Catalyst 3560 スイッチ ソフトウェア コンフィギュレーション ガイド

Catalyst 3560 Switch Software Configuration Guide

Cisco IOS Release 12.2(58)SE
2011 年 4 月

Text Part Number: OL-8553-09-J

【注意】シスコ製品をご使用になる前に、安全上の注意（www.cisco.com/jp/go/safety_warning/）をご確認ください。

本書は、米国シスコシステムズ発行ドキュメントの参考和訳です。リンク情報につきましては、日本語版掲載時点で、英語版にアップデートがあり、リンク先のページが移動 / 変更されている場合がありますことをご了承ください。
あくまでも参考和訳となりますので、正式な内容については米国サイトのドキュメントを参照ください。

また、契約等の記述については、弊社販売パートナー、または、弊社担当者にご確認ください。

CONTENTS

はじめに

対象読者

このマニュアルでは、Catalyst 3560 スイッチ（以降、*スイッチ*と記載）を管理するネットワーキングの専門家を対象としています。Cisco IOS ソフトウェアの使用経験があり、イーサネットおよび LAN の概念や専門用語を十分理解していることが前提です。

目的

Catalyst 3560 スイッチは、IP ベース イメージまたは IP サービス イメージのいずれかによってサポートされます。IP ベース イメージは、Access Control List（ACL; アクセス コントロール リスト）、Quality of Service（QoS）、スタティック ルーティング、EIGRP スタブ ルーティング、Routing Information Protocol（RIP）を含むレイヤ 2+ 機能を提供します。IP サービス イメージは、より豊富なエンタープライズ クラスの機能セットを提供します。それには、レイヤ 2+ 機能と完全なレイヤ 3 ルーティング（IP ユニキャスト ルーティング、IP マルチキャスト ルーティング、およびフォールバック ブリッジング）が含まれます。IP サービス イメージには、レイヤ 2+ スタティック ルーティングや RIP と区別される特長として、Enhanced Interior Gateway Routing Protocol（EIGRP）や Open Shortest Path First（OSPF）などのプロトコルが含まれています。

このマニュアルでは、スイッチで使用するために作成または変更されたコマンドの使用手順を説明します。これらのコマンドの詳細は扱いません。これらのコマンドの詳細については、このリリースの『*Catalyst 3560 Switch Command Reference*』を参照してください。Cisco IOS Release 12.2 の標準コマンドについては、Cisco.com（[Documentation] > [Cisco IOS Software]）にアクセスし、Cisco IOS のマニュアル セットを参照してください。

このマニュアルには、スイッチの管理に使用する組み込みのデバイス マネージャ、または Cisco Network Assistant（以降、*Network Assistant*）の GUI（グラフィカル ユーザ インターフェイス）に関する詳細は記載されていません。ただし、記述されている概念は、GUI ユーザにも有益なものです。デバイス マネージャについては、スイッチのオンライン ヘルプを参照してください。Network Assistant の詳細については、Cisco.com から入手できる『*Getting Started with Cisco Network Assistant*』を参照してください。

このマニュアルでは、表示されるシステム メッセージまたはスイッチの設置方法については説明しません。詳細については、このリリースの『*Catalyst 3560 Switch System Message Guide*』および『*Catalyst 3560 Switch Hardware Installation Guide*』を参照してください。

最新のマニュアル更新状況については、このリリースのリリース ノートを参照してください。

表記法

このマニュアルでは、次の表記法を使用して説明および情報を表示しています。

コマンドの説明では、次の表記法を使用しています。

- コマンドおよびキーワードは、**太字**で示しています。
- ユーザが値を指定する引数は、*イタリック体*で示しています。
- 角カッコ（[ ]）の中の要素は、省略可能です。
- 必ずいずれか 1 つを選択しなければならない要素は、波カッコ（{ }）で囲み、縦棒（|）で区切って示しています。
- 任意で選択する要素の中で、必ずどれか 1 つを選択しなければならない要素は、角カッコと波カッコで囲み、縦棒で区切って（[{ | }]）示しています。

対話形式の例では、次の表記法を使用しています。

- 端末セッションおよびシステムの表示は、`screen` フォントで示しています。
- ユーザが入力する情報は、**太字の `screen`** フォントで示しています。
- パスワードやタブのように、出力されない文字は、山カッコ（< >）で囲んで示しています。

（注）、注意、およびワンポイントアドバイスには、次の表記法および記号を使用しています。

（注） 「*注釈*」です。役立つ情報や、このマニュアル以外の参照資料などを紹介しています。

注意 「*要注意*」の意味です。機器の損傷またはデータ損失を予防するための注意事項が記述されています。

関連資料

スイッチの詳細については次のマニュアルも参照してください。これらの資料は次の Cisco.com のサイトでご利用になれます。
http://www.cisco.com/en/US/products/hw/switches/ps5528/tsd_products_support_series_home.html

（注） インストール、設定、またはアップグレードを実行する前に、次のマニュアルを参照してください。

- 初期設定の情報については、スタートアップ ガイドの「Using Express Setup」の章、またはハードウェア インストレーション ガイドにある付録の「Configuring the Switch with the CLI-Based Setup Program」を参照してください。
- デバイス マネージャの要件については、リリース ノート（発注はできませんが、Cisco.com から入手できます）の「System Requirements」を参照してください。
- Network Assistant の要件については、『*Getting Started with Cisco Network Assistant*』を参照してください（発注はできませんが、Cisco.com から入手できます）。
- クラスタの要件については、『*Release Notes for Cisco Network Assistant*』を参照してください（発注はできませんが、Cisco.com から入手できます）。
- アップグレード情報を入手するには、リリースノートの「Downloading Software」を参照してください。

スイッチに関する他の情報については、次のマニュアルを参照してください。

- 『*Release Notes for the Catalyst 3750, 3560, 2975, and 2960 Switches*』
- 『*Catalyst 3750, 3560, 3550, 2975, 2975, 2970, and 2960 and 2960-S Switch System Message Guide*』
- 『*Catalyst 3560 Switch Software Configuration Guide*』
- 『*Catalyst 3560 Switch Command Reference*』
- デバイス マネージャ オンライン ヘルプ（スイッチで利用可能）
- 『*Catalyst 3560 Switch Hardware Installation Guide*』
- 『*Catalyst 3560 Switch Getting Started Guide*』
- 『*Regulatory Compliance and Safety Information for the* Catalyst 3560 Switch』
- 『*Auto Smartports Configuration Guide*』
- 『*Cisco EnergyWise Configuration Guide*』
- 『*Getting Started with Cisco Network Assistant*』
- 『*Release Notes for Cisco Network Assistant*』
- 『*Cisco CWDM GBIC and CWDM SFP Installation Note*』
- 『*Cisco RPS 300 Redundant Power System Hardware Installation Guide*』
- 『*Cisco RPS 675 Redundant Power System Hardware Installation Guide*』
- 『*Cisco Redundant Power System 2300 Hardware Installation Guide*』
- Network Admission Control（NAC）の詳細については、『*Network Admission Control Software Configuration Guide* 』を参照してください。
- Cisco SFP モジュール、SFP+ モジュール、および GBIC モジュールの情報は、次の Cisco.com サイトにあります。
  http://www.cisco.com/en/US/products/hw/modules/ps5455/prod_installation_guides_list.html

  SFP の互換性マトリクスに関するマニュアルは、次の Cisco.com サイトにあります。
  http://www.cisco.com/en/US/products/hw/modules/ps5455/products_device_support_tables_list.html

マニュアルの入手方法およびテクニカル サポート

マニュアルの入手方法、テクニカル サポート、その他の有用な情報について、次の URL で、毎月更新される『*What's New in Cisco Product Documentation*』を参照してください。シスコの新規および改訂版の技術マニュアルの一覧も示されています。
http://www.cisco.com/en/US/docs/general/whatsnew/whatsnew.html

『*What's New in Cisco Product Documentation*』は RSS フィードとして購読できます。また、リーダーアプリケーションを使用してコンテンツがデスクトップに直接配信されるように設定することもできます。RSS フィードは無料のサービスです。シスコは現在、RSS バージョン 2.0 をサポートしています。

CHAPTER 1

概要

この章では、Catalyst 3560 スイッチ ソフトウェアについて説明します。内容は次のとおりです。

このマニュアル内の IP という用語は、特に IP Version 6（IPv6）を参照している場合を除き、IP Version 4（IPv4）を意味します。

機能

スイッチには、次のいずれかのソフトウェア イメージがインストールされています。

- IP ベース イメージ：レイヤ 2+ 機能を提供します（エンタープライズ クラスのインテリジェント サービス）。これらの機能としては、Access Control List（ACL; アクセス コントロール リスト）、Quality of Service（QoS）、スタティック ルーティング、EIGRP スタブ ルーティング、PIM スタブ ルーティング、Hot Standby Router Protocol（HSRP; ホットスタンバイ ルータ プロトコル）、Routing Information Protocol（RIP）などがあります。IP ベース イメージがインストールされたスイッチは、IP サービス イメージにアップグレードできます。
- IP サービス イメージ：より豊富なエンタープライズクラスのインテリジェント サービス セットを提供します。それには、すべての IP ベース イメージ機能と完全なレイヤ 3 ルーティング（IP ユニキャスト ルーティング、IP マルチキャスト ルーティング、およびフォールバック ブリッジング）が含まれます。IP サービス イメージには、レイヤ 2+ スタティック ルーティングや RIP と区別される特長として、Enhanced Interior Gateway Routing Protocol（EIGRP）や Open Shortest Path First（OSPF）などのプロトコルが含まれています。

  IP サービス イメージだけに対応するレイヤ 3 機能については、「レイヤ 3 機能」（P.1-14）に記載されています。

（注） 特に注記がない限り、このマニュアルで取り上げる機能はすべて、IP ベース イメージと IP サービス イメージでサポートされています。

IPv6 Multicast Listener Discovery（MLD）スヌーピングは、すべての Catalyst 3560 および 3750 イメージでサポートされます。詳細については、第 39 章「IPv6 MLD スヌーピングの設定」を参照してください。

IPv6 のフルサポートでは、IP サービス イメージが必要です。IPv6 ルーティングの詳細については、第 38 章「IPv6 ユニキャスト ルーティングの設定」を参照してください。

IPv6 ACL の詳細については、第 40 章「IPv6 ACL の設定」を参照してください。

この章で取り上げる一部の機能は、ソフトウェアの暗号化バージョン（つまり、暗号化をサポートするバージョン）だけに対応しています。この機能を使用し、Cisco.com から暗号化ソフトウェアをダウンロードするには許可を得る必要があります。詳細については、このリリースのリリース ノートを参照してください。

使用および導入を簡素化する機能

- Express Setup : 基本的な IP 情報、コンタクト情報、スイッチおよび Telnet のパスワード、および Simple Network Management Protocol（SNMP; 簡易ネットワーク管理プロトコル）に関する情報を使用し、ブラウザ ベースのプログラムを通じて、スイッチの初回設定を迅速に行うことができます。Express Setup の詳細については、スタートアップ ガイドを参照してください。
- ユーザ定義およびデフォルト設定の SmartPort マクロ：ネットワークへの配置を簡単にするためにカスタム スイッチ設定を作成します。
- 組み込みのデバイス マネージャ GUI（グラフィカル ユーザ インターフェイス）：単体のスイッチを Web ブラウザから設定、管理します。デバイス マネージャの起動については、スタートアップ ガイドを参照してください。デバイス マネージャの詳細については、スイッチのオンライン ヘルプを参照してください。
- Cisco Network Assistant（以降、*Network Assistant*）の機能概要
  - 管理コミュニティは、ルータやアクセス ポイントを組み込むことができる点や、セキュリティを強化できる点以外は、クラスタと同じようなデバイス グループです。
  - イントラネットの任意の場所からスイッチおよびスイッチ クラスタを簡単に最小限の手間で管理できます。
  - 1 つの GUI を使用して、複数の設定作業を行うことができます。特定の処理を実行するための Command-Line Interface（CLI; コマンドライン インターフェイス）コマンドを覚える必要はありません。
  - 対話式のガイド モードで、VLAN（仮想 LAN）、Access Control List（ACL; アクセス コントロール リスト）、Quality of Service（QoS）などの複雑な機能をガイドに従って設定できます。

- 設定ウィザードを使用すると、トラフィックの QoS プライオリティ、データ アプリケーションのプライオリティ レベル、セキュリティといった複雑な機能を設定するために必要な最小限の情報を、プロンプトの指示に従って入力するだけで済みます。
- スイッチにイメージをダウンロードできます。
- VLAN および QoS の設定、目録および統計レポート、リンクおよびスイッチ レベルでのモニタとトラブルシューティング、複数のスイッチのソフトウェア アップグレードといったアクションを、複数のポート、複数のスイッチに対して同時に実行できます。
- 相互接続されたデバイスのトポロジを表示して、既存のスイッチ クラスタ、クラスタに参加できる適格なスイッチ、およびスイッチ間のリンク情報を確認できます。
- 前面パネル イメージで表示される LED によって、単独または複数のスイッチの状態をリアルタイムでモニタできます。このイメージに表示されるシステム LED、Redundant Power System（RPS; 冗長電源システム）LED、およびポート LED の色は、実際の LED の色と同じです。

（注）　Network Assistant は、cisco.com/go/cna からダウンロードする必要があります。

- スイッチのクラスタ化テクノロジーの機能概要
  - イーサネット、ファスト イーサネット、Fast EtherChannel、Small Form-Factor Pluggable（SFP; 着脱可能小型フォーム ファクタ）モジュール、ギガビット イーサネット、Gigabit EtherChannel 接続を含めて、地理的な近接にも相互接続メディアにも関係なく、複数のクラスタ対応スイッチの設定、モニタ、認証、およびソフトウェア アップグレードをまとめて実行できます。クラスタ対応スイッチのリストについては、リリース ノートを参照してください。
  - 候補スイッチの自動検出と、最大 16 台のスイッチから成るクラスタの作成機能。1 つの IP アドレスを使用してクラスタを管理できます。
  - 拡張検出機能により、コマンド スイッチに直接接続されていないクラスタ候補を検出できます。
- Auto SmartPort
  - ポートで検出されたデバイス タイプに基づいてポートを動的に設定するシスコのデフォルトおよびユーザ定義マクロ。
  - グローバル マクロ、ラストリゾート マクロ、イベント トリガー コントロール、アクセス ポイント、EtherChannels、Cisco Medianet の自動 QoS、および IP 電話のサポートを強化する拡張機能。
  - マクロの永続性、LLDP ベースのトリガー、MAC アドレスおよび OUI ベースのトリガー、リモート マクロに対するサポート、および Cisco Digital Media Player（Cisco DMP）と Cisco IP Video Surveillance Camera（Cisco IPVSC）という 2 つの新しいデバイス タイプに基づく自動設定に対するサポートを追加する拡張機能。
  - CDP 対応 Cisco Digital Media Player で自動 QoS をイネーブルにする Auto SmartPort の拡張機能。

  詳細については、『*Auto Smartports Configuration Guide*』を参照してください。
- スマート インストール：ネットワークで単一ポイント管理（ディレクター）を可能にします。スマート インストールを使用すると、新しく導入されるスイッチの Zero Touch イメージやコンフィギュレーションのアップグレード、およびクライアント スイッチのイメージやコンフィギュレーションのダウンロードを提供できます。詳細については、『*Cisco Smart Install Configuration Guide*』を参照してください。
  - スマート インストールの拡張では、クライアント バックアップ ファイル、同じ製品 ID を持つクライアントのゼロタッチ交換、イメージ リスト ファイルの自動生成、設定可能ファイルのリポジトリ、ホスト名の変更、ディレクターからクライアントへの透過的な接続、およびイメージとシードを設定するための USB ストレージがサポートされています。

  - Cisco IOS Release 12.2(58)SE のスマート インストールの拡張では、クライアント スイッチのヘルス ステータスの拒否から許可またはオンデマンド アップグレード用の保留への手動変更、選択したクライアントのディレクター データベースからの削除、複数のクライアントの同時オンデマンド アップグレード、およびクライアント デバイスに関する情報提供（デバイスのステータス、ヘルス ステータス、アップグレード ステータスなど）が可能です。
- Call Home : E メールベースおよび Web ベースで重大なシステム イベントの通知を行えます。シスコシステムズと直接サービス契約を結んでいるユーザは、Cisco Smart Call Home サービスに Call Home デバイスを登録して、Cisco TAC で自動サービス要求を生成できます。

パフォーマンス向上機能

- Cisco EnergyWise は、ドメイン メンバに接続されたエンドポイントのエネルギー使用量を管理します。詳細については、Cisco.com にある Cisco EnergyWise のマニュアルを参照してください。
- EnergyWise Phase 2.5 の拡張では、ドメイン情報を分析し、表示するクエリー、および Wake on LAN（WoL）対応 PC の電源をリモートでオンにする WoL のサポートが追加されました。
- すべてのスイッチ ポートの速度自動検知、およびデュプレックス モードの自動ネゴシエーション。帯域幅の利用を最適化します。
- 10/100 Mbps インターフェイスと 10/100/1000 Mbps インターフェイスおよび 10/100/1000 BASE-TX SFP モジュール インターフェイス上の Automatic-Medium-Dependent Interface Crossover（Auto MDIX）機能により、インターフェイスが必要なケーブル接続タイプ（ストレートまたはクロス）を自動的に検出し、接続を適切に設定します。
- ルーテッド フレームの場合は最大 1546 バイト、ハードウェアでブリッジングされるフレームの場合は最大 9000 バイト、ソフトウェアでブリッジングされるフレームの場合は最大 2000 バイトのサポート。
- すべてのポートにおける IEEE 802.3x フロー制御（スイッチは休止フレームを送信しません）。
- EtherChannel により、耐障害性を高め、スイッチ、ルータ、およびサーバ間に最大 8 Gb/s（ギガビット EtherChannel）または 800 Mb/s（Fast EtherChannel）全二重の帯域幅を確保。
- Port Aggregation Protocol（PAgP; ポート集約プロトコル）および Link Aggregation Control Protocol（LACP; リンク集約制御プロトコル）により、EtherChannel リンクを自動的に作成します。
- レイヤ 2 およびレイヤ 3 パケットをギガビット回線レートで転送
- マルチキャスト Virtual Routing and Forwarding（VRF; VPN ルーティングおよび転送）Lite。ネットワーク バーチャライゼーションおよびバーチャル プライベート マルチキャスト ネットワーク用に複数のプライベート ルーティング ドメインを設定します。
- ポート単位でのストーム制御。ブロードキャスト ストーム、マルチキャスト ストーム、およびユニキャスト ストームを防止できます。
- レイヤ 2 の不明なユニキャスト、マルチキャスト、およびブリッジド ブロードキャスト トラフィック転送に対するポート ブロッキング。
- Cisco Group Management Protocol（CGMP）サーバのサポートおよび Internet Group Management Protocol（IGMP）バージョン 1、バージョン 2、およびバージョン 3 対応の IGMP スヌーピング
  - （CGMP デバイスの場合）CGMP が特定のエンド ステーションへのマルチキャスト トラフィックを制限し、ネットワーク全般のトラフィックを軽減。
  - （IGMP デバイスの場合）IGMP スヌーピングによってマルチメディア トラフィックとマルチキャスト トラフィックを転送。
- IGMP レポート抑制。1 つのマルチキャスト ルータ クエリーにつき 1 つの IGMP レポートだけをマルチキャスト デバイスへ送信します（IGMPv1 または IGMPv2 クエリーだけをサポート）。

- IGMP スヌーピング クエリー サポート。IGMP 一般クエリー メッセージを定期的に生成するようスイッチを設定します。
- IGMP ヘルパー。スイッチでホスト要求を転送して、特定の IP 宛先アドレスにマルチキャスト ストリームを加入させることができます。
- Multicast VLAN Registration（MVR）。マルチキャスト VLAN 上でマルチキャスト ストリームを継続的に送信し、なおかつ帯域幅およびセキュリティ上の理由から、それらのストリームを加入者 VLAN から分離します。
- IGMP フィルタリング。スイッチ ポート上のホストが所属できるマルチキャスト グループ セットを管理します。
- IGMP スロットリング。IGMP 転送テーブルのエントリ数が最大になったときのアクションを設定します。
- IGMP の脱退タイマー。ネットワーク終了の待ち時間を設定できます。
- Switch Database Management（SDM）テンプレート。ユーザ側で選択する機能へのサポートを最大化するようにシステム リソースを割り当てます。
- Web Cache Communication Protocol（WCCP）。トラフィックのローカル広域アプリケーション エンジンへのリダイレクト、コンテンツ要求のローカルでの対処、およびネットワーク内の Web トラフィック パターンのローカライズ（IP サービス イメージが必要）を行います。
  - WCCP リダイレクト リストの拒否または許可 ACL エントリのサポート
- 小さいフレームの着信しきい値。これは、小さいフレーム（64 バイト以下）が指定された伝送速度（しきい値）でインターフェイスに到着したときに、ストーム制御を回避するためのもので、設定が可能です。
- Flex Link マルチキャスト高速コンバージェンス。Flex Link でエラーが発生した後で、マルチキャスト トラフィックのコンバージェンス時間を短縮します。
- RADIUS サーバのロード バランシング。アクセス要求と認証要求をサーバ グループの各メンバに均等に分配できます。
- CPU 生成トラフィックの QoS マーキング、および出力ネットワーク ポートにおける CPU 生成トラフィックのキューイングのサポート。
- メモリの整合性検査ルーチン。無効な Ternary Content Addressable Memory（TCAM; 3 値連想メモリ）テーブル エントリの検出と修正を行います。

管理オプション

- 組み込みデバイス マネージャ：GUI のデバイス マネージャがソフトウェア イメージに組み込まれています。このデバイス マネージャは、単体のスイッチの設定、管理に使用します。デバイス マネージャの起動については、スタートアップ ガイドを参照してください。デバイス マネージャの詳細については、スイッチのオンライン ヘルプを参照してください。
- Network Assistant：Network Assistant は、Cisco.com からダウンロードできるネットワーク管理アプリケーションです。単一のスイッチ、スイッチ クラスタ、デバイスのコミュニティの管理に使用します。Network Assistant の詳細については、Cisco.com から入手できる『*Getting Started with Cisco Network Assistant*』を参照してください。
- CLI：Cisco IOS ソフトウェアは、デスクトップ スイッチングおよびマルチレイヤ スイッチング機能をサポートします。CLI には、スイッチのコンソール ポートに直接管理ステーションを接続するか、イーサネット管理ポートに直接 PC を接続するか、またはリモート管理ステーションか PC から Telnet を使用して、アクセスできます。CLI の詳細については、第 2 章「コマンドライン インターフェイスの使用方法」を参照してください。

- SNMP : CiscoWorks 2000 LAN Management Suite（LMS）および HP OpenView などの SNMP 管理アプリケーション。HP OpenView、SunNet Manager などのプラットフォームが稼動している SNMP 対応管理ステーションから管理できます。スイッチは豊富な MIB 拡張機能および 4 つの Remote Monitoring（RMON）グループをサポートします。SNMP の詳しい使用方法については、第 31 章「SNMP の設定」を参照してください。
- Cisco IOS Configuration Engine（以前の Cisco IOS CNS agent）: Configuration service ネットワーク デバイスおよびサービスの配置と管理を自動化するコンフィギュレーション サービス。スイッチごとに設定変更の内容を生成してスイッチに送信し、その設定変更を適用した後、その結果を記録することで初期設定および設定の更新を自動化できます。

  CNS の詳細については、第 4 章「Cisco IOS Configuration Engine の設定」を参照してください。

管理の簡易性に関する機能

- スイッチ管理、設定ストレージ、および配信を自動化するための CNS の組み込み型エージェント
- Dynamic Host Configuration Protocol（DHCP）によるスイッチ情報（IP アドレス、デフォルト ゲートウェイ、ホスト名、Domain Name System（DNS; ドメイン ネーム システム）、TFTP サーバ名）の自動設定
- DHCP リレーによる DHCP クライアントからの UDP ブロードキャストの転送（IP アドレス要求を含む）
- DHCP サーバによる IP アドレスおよびその他の DHCP オプションの IP ホストへの自動割り当て
- 特定の設定や新しいイメージを多数のスイッチにダウンロードできる DHCP ベースの自動設定およびイメージ アップデート
- 事前に IP アドレスをスイッチ ポートへ割り当てることができる DHCP サーバ ポート ベースのアドレス割り当て
- IP アドレスおよび対応するホスト名からスイッチを特定することを目的とした、ユニキャスト要求の DNS サーバへの転送、および TFTP サーバからソフトウェア アップグレードを管理することを目的とした、ユニキャスト要求の TFTP サーバへの転送
- Address Resolution Protocol（ARP）。IP アドレスおよび対応する MAC（メディア アクセス コントロール）アドレスによってスイッチを特定します。
- 特定の送信元 MAC アドレスおよび宛先 MAC アドレスを持ったパケットをドロップするユニキャスト MAC アドレス フィルタリング
- 設定可能な MAC アドレス スケーリングにより、VLAN での MAC アドレス ラーニングをディセーブルにして、MAC アドレス テーブルのサイズを制限できます。
- Cisco Discovery Protocol（CDP）バージョン 1 および 2。ネットワーク トポロジを検出し、ネットワーク上のスイッチと他のシスコ デバイスとのマッピングを行います。
- Link Layer Discovery Protocol（LLDP）および LLDP Media Endpoint Discovery（LLDP-MED）によるサードパーティ製 IP 電話との相互運用性の確保
- スイッチからエンドポイント デバイスへロケーション情報を提供する LLDP メディア拡張（LLDP-MED）ロケーション TLV
- サーバからのダイナミック ロケーションベースのコンテンツ配布のためのビデオ エンド ポイントとのロケーション情報を交換するための CDP および LLDP 拡張機能のサポート
- IPv4 および IPv6 の NTP 時間同期のための Network Time Protocol（NTP; ネットワーク タイム プロトコル）バージョン 4
- Cisco IOS File System（IFS）。スイッチが使用するすべてのファイル システムに対して単一インターフェイスを提供します。

- SSM PIM プロトコル。マルチキャスト アプリケーション（ビデオなど）を最適化します。
- マルチキャスト アプリケーションに対する Source Specific Multicast（SSM）マッピング。グループへ送信元をマッピングしてリスナーをマルチキャスト ソースへ動的に接続させ、アプリケーションの依存性を軽減します。
- IPv6 トランスポートを利用し、IPv6 ピアと通信し、IPv6 ルートをアドバタイズするための Enhanced Interior Gateway Routing Protocol（EIGRPIP）v6 のサポート
- IP サービス（HSRP、ARP、SNMP、IP SLA、TFTP、FTP、Syslog、traceroute、ping）をサポート。これらのサービスを VRF 認識にすることで、複数のルーティング インスタンスで動作させます。
- スイッチの設定変更を記録して表示させるコンフィギュレーション ロギング
- 一意のデバイス ID。**show inventory** ユーザ EXEC コマンドで製品の ID 情報が表示されます。
- Netscape Communicator または Microsoft Internet Explorer ブラウザ セッションでデバイス マネージャを使用した帯域内管理アクセス
- 最大 16 の Telnet 接続を同時に使用できる帯域内管理アクセス。ネットワーク上で複数の CLI ベース セッションを実行できます。
- ネットワーク上の複数の CLI セッションに対する、最大 5 つの同時暗号化 Secure Shell（SSH; セキュア シェル）接続の確立によって帯域内管理が可能です。
- IPv6 の SSH サポート
- SNMP のバージョン 1、バージョン 2c、およびバージョン 3 の get および set 要求による帯域内管理アクセス
- 帯域外管理アクセス。スイッチのコンソール ポートに端末を直接接続するか、またはシリアル接続とモデム経由でリモート端末に接続します。
- Secure Copy Protocol（SCP）機能。IPv4 および IPv6 のスイッチ設定またはスイッチ イメージ ファイルをセキュアな認証方法でコピーします（ソフトウェアの暗号化バージョンが必要）。
- 設定の交換およびロールバックは、スイッチ上で一意の保存された Cisco IOS コンフィギュレーション ファイルで稼動している設定を交換します。
- Cisco IOS の HTTP クライアント サポート。HTTP クライアントが IPv4 HTTP サーバおよび IPv6 HTTP サーバの両方へ要求を送信でき、Cisco IOS の HTTP サーバは同様に両方からの HTTP 要求をサービスできます。
- SNMP。IPv6 トランスポートで設定できるため、IPv6 ホストは SNMP クエリーの送信と IPv6 を実行しているデバイスからの SNMP 通知の受信を行うことができます。
- IPv6 のステートレス自動設定。ホストやモバイル IP アドレスの管理など、リンク、サブネット、およびサイト アドレス指定の変更を管理できます。
- VLAN での MAC アドレス ラーニングのディセーブル化
- 事前に IP アドレスをスイッチ ポートへ割り当てることができる DHCP サーバ ポート ベースのアドレス割り当て
- Cisco Mobility Services Engine（MSE; モビリティ サービス エンジン）に接続するデバイスにロケーションと接続トラッキング情報を送信するワイヤード ロケーション サービス
- CPU の使用率をモニタする CPU 使用率しきい値トラップ。
- Class of Service（CoS）、Differentiated Services Code Point（DSCP）、およびタギング モードの値を指定することで音声および音声シグナリング VLAN のプロファイルを作成するための LLDP-MED ネットワーク ポリシー プロファイル時間、長さ、値（TLV）。
- DHCPDISCOVER パケットのオプション 12 フィールドにホスト名を含めるサポート。これによって、DHCP プロトコルを使用して送信される同一の設定ファイルが提供されます。

- DHCP スヌーピング拡張では、オプション 82 DHCP フィールドで circuit-id サブオプションに固定文字列ベースの形式の選択がサポートされます。
- 電力ポリシー TLV 要求に基づいて、スイッチで電力デバイス（PD）への電力供給を可能にすることによって、LLPD-MED のサポートを強化します。

アベイラビリティおよび冗長性に関する機能

- HSRP により、コマンド スイッチとレイヤ 3 ルータの冗長性を確立します。
- Virtual Router Redundancy Protocol（VRRP; 仮想ルータ冗長プロトコル）は、マルチアクセス リンク上の複数のルータで同じ仮想 IP アドレスを利用できるようにします。
- 拡張オブジェクト トラッキングは HSRP とトラッキング メカニズムを分離し、HSRP 以外のプロセスで使用可能な個別のスタンドアロン型トラッキング プロセスを作成します。
- Unidirectional Link Detection（UDLD; 単一方向リンク検出）およびアグレッシブ UDLD。光ファイバ ケーブルの配線ミスまたはポート障害に起因する光ファイバ インターフェイス上の単一方向リンクを検出し、ディセーブルにします。
- IEEE 802.1D Spanning-Tree Protocol（STP; スパニング ツリー プロトコル）による冗長バックボーン接続およびループフリー ネットワーク。STP には次の機能があります。
  - 最大 128 のスパニング ツリー インスタンスをサポート
  - Per-VLAN Spanning-Tree Plus（PVST+）による VLAN 間でのロード バランシング
  - Rapid PVST+ による、VLAN 間でのロード バランシングおよびスパニング ツリー インスタンスの高速コンバージェンスの実現
  - UplinkFast および BackboneFast によって、スパニング ツリー トポロジの変更後に高速コンバージェンスを実行し、ギガビット アップリンクなどの冗長アップリンク間のロード バランシングを達成
- IEEE 802.1s Multiple Spanning-Tree Protocol（MSTP）により、VLAN をスパニング ツリー インスタンスに分類、またデータ トラフィックおよびロード バランシング用に複数の転送パスを確保します。また、IEEE 802.1w Rapid Spanning-Tree Protocol（RSTP）に基づいた Rapid Per-VLAN Spanning-Tree plus（Rapid PVST+）により、ルートと指定ポートをただちにフォワーディング ステートに変更することで、スパニング ツリーの高速コンバージェンスが実現されます。
- PVST+、Rapid-PVST+、および MSTP モードで使用できるスパニング ツリーのオプション機能は次のとおりです。
  - PortFast。ポートをブロッキング ステートからフォワーディング ステートへただちに変更させることによって、転送遅延を防ぎます。
  - BPDU ガード。Bridge Protocol Data Unit（BPDU; ブリッジ プロトコル データ ユニット）を受信する PortFast 対応ポートをシャットダウンします。
  - BPDU フィルタリング。PortFast 対応ポートで BPDU の送受信ができなくなります。
  - ルート ガード。ネットワーク コア外のスイッチがスパニング ツリー ルートになることを防ぎます。
  - ループ ガード。代替ポートまたはルート ポートが、単一方向リンクの原因となる障害によって指定ポートになることを防ぎます。
- 等価コスト ルーティングにより、リンク レベルとスイッチ レベルの冗長性を確立します。
- Flex Link レイヤ 2 インターフェイス。基本リンク冗長の STP に代わるものとして、互いにバックアップします。

- リンクステート トラッキング。接続されたホストとサーバからのアップストリーム トラフィックを伝送するポートの状態をミラーリングします。また、別のシスコ製イーサネット スイッチで動作するリンクへサーバ トラフィックをフェールオーバーすることができます。
- Cisco Redundant Power System 2300（RPS 2300 とも呼ばれる）を使用した RPS のサポート。電力の信頼性を高め、冗長電源システムを構成および管理します。RPS 2300 の詳細については、デバイスに付属している『*Cisco Redundant Power System 2300 Hardware Installation Guide*』を参照してください。このマニュアルは、Cisco.com からも利用できます。

VLAN 機能

- 最大 1005 個の VLAN をサポート。適切なネットワーク リソース、トラフィック パターン、および帯域幅を対応付けて、VLAN にユーザを割り当てることができます。
- IEEE 802.1Q 規格で認められている 1 ～ 4094 の範囲で VLAN ID をサポート
- ダイナミック VLAN メンバシップに対応する VLAN Query Protocol（VQP）
- すべてのポート上で稼動する ISL（スイッチ間リンク）および IEEE 802.1Q トランキング カプセル化。ネットワークの移動、追加、変更や、ブロードキャストおよびマルチキャスト トラフィックの管理および制御、さらに、ハイセキュリティ ユーザおよびネットワーク リソース別の VLAN グループの確立によるネットワーク セキュリティを実現します。
- Dynamic Trunking Protocol（DTP; ダイナミック トランキング プロトコル）。2 台のデバイス間のリンク上でトランキングをネゴシエートするだけでなく、使用するトランキング カプセル化のタイプ（IEEE 802.1Q または ISL）もネゴシエートします。
- VLAN Trunking Protocol（VTP; VLAN トランキング プロトコル）および VTP プルーニング。トラフィックのフラッディングをそのトラフィックを受信するステーションへのリンクだけに制限することによって、ネットワーク トラフィックを削減します。
- 音声 VLAN。Cisco IP Phone から音声トラフィック用のサブネットを作成します。
- VLAN 1 の最小化 : VLAN 1 を任意の個々の VLAN トランク リンクでディセーブル化することで、スパニング ツリー ループまたはストームのリスクを軽減。この機能をイネーブルに設定すると、トランク上でユーザ トラフィックは送受信されません。スイッチの CPU は、引き続き制御プロトコル フレームの送受信を行います。
- プライベート VLAN : VLAN スケーラビリティ問題に対応します。より制限された IP アドレスを割り当て、スイッチ上で、レイヤ 2 ポートを他のポートから切り離します。
- プライベート VLAN ホストのポート セキュリティ : ポートで学習される MAC アドレス数を制限します。また、ポートで学習される MAC アドレスを定義します。
- VLAN Flex Link ロード バランシング : Spanning Tree Protocol（STP; スパニング ツリー プロトコル）を必要としないレイヤ 2 冗長性を提供。プライマリおよびバックアップ リンクとして設定したインターフェイスのペアを使用して、VLAN ベースによるトラフィックのロード バランシングが可能です。
- 制限付き VLAN（別名、*認証失敗 VLAN*）を使用した 802.1x 認証のサポート
- 任意の VTP モードでの拡張範囲 VLAN（VLAN 1006 ～ 4094）の設定のサポート、拡張認証（非表示パスワード、またはシークレット パスワード）、VTP に加えてその他のデータベースの伝播、VTP プライマリおよびセカンダリ サーバ、およびポートごとに VTP をオンまたはオフにするオプションなどが含まれる VTP バージョン 3 をサポートします。

セキュリティ機能

- Web 認証。IEEE 802.1X 機能をサポートしないサプリカント（クライアント）に Web ブラウザを使用して認証可能になります。
- ローカル Web 認証バナー。カスタム バナーやイメージ ファイルを Web 認証ログイン画面で表示できます。
- MAC authentication bypass（MAB; MAC 認証バイパス）エージング タイマー。MAB を使用して認証した後に認証された非アクティブのホストを検出します。
- 管理インターフェイス（デバイス マネージャ、Network Assistant、CLI）へのパスワード保護付きアクセス（読み取り専用および読み書きアクセス）。不正な設定変更を防止します。
- セキュリティ レベル、通知、および対応するアクションを選択できる、マルチレベル セキュリティ
- セキュリティを確保できるスタティック MAC アドレッシング
- 保護ポート オプション。同一スイッチ上の指定ポートへのトラフィック転送を制限します。
- ポートにアクセスできるステーションの MAC アドレスを制限または特定するポート セキュリティ オプション
- VLAN 認識ポート セキュリティ オプション。違反の発生時にポート全体をシャットダウンするのではなく、そのポート上の VLAN をシャットダウンします。
- ポート セキュリティ エージング。ポートのセキュア アドレスにエージング タイムを設定します。
- プロトコル ストーム防御。特定の着信レートを超えるパケットをドロップしてスイッチへの着信プロトコル トラフィックのレートを制御します。
- BPDU ガード。無効なコンフィギュレーションが発生した場合に、PortFast が設定されているポートをシャットダウンします。
- 標準および拡張 IP アクセス コントロール リスト（ACL）。ルーテッド インターフェイス（ルータ ACL）と VLAN の双方向およびレイヤ 2 インターフェイス（ポート ACL）の受信方向に関するセキュリティ ポリシーを定義します。
- MAC 拡張 ACL。レイヤ 2 インターフェイスの着信方向のセキュリティ ポリシーを定義します。
- VLAN ACL（VLAN マップ）。MAC、IP、および TCP/UDP ヘッダーの情報に基づいてトラフィックをフィルタリングし、VLAN 内のセキュリティを確保します。
- 非 IP トラフィックをフィルタリングする、送信元および宛先 MAC ベースの ACL
- インターフェイスに適用される IPv6 ACL。IPv6 トラフィックをフィルタリングします。
- untrusted（信頼性のない）ホストと DHCP サーバの間の untrusted DHCP メッセージをフィルタリングする DHCP スヌーピング
- IP ソース ガード。DHCP スヌーピング データベースおよび IP 送信元バインディングに基づきルーティングされないインターフェイスでトラフィックを制限します。
- ダイナミック ARP 検査。同じ VLAN 内の他のポートの無効な ARP 要求や応答を信頼しないことで、スイッチでの悪意のある攻撃を回避します。
- IEEE 802.1Q トンネリングにより、サービス プロバイダーのネットワークをまたがるリモート サイトにユーザがいるカスタマーは、その他のカスタマーから VLAN を分離できます。レイヤ 2 プロトコル トンネリングにより、すべてのユーザに関する完全な STP 情報、CDP 情報、VTP 情報が、カスタマー ネットワークに含まれます。
- レイヤ 2 ポイントツーポイント トンネリング。EtherChannel を自動的に作成します。
- レイヤ 2 プロトコル トンネリングのバイパス機能。サードパーティ ベンダーとの相互運用性を実現します。

- IEEE 802.1x ポートベース認証。不正なデバイス（クライアント）によるネットワーク アクセスを防止します。次の機能がサポートされています。
  - Multidomain Authentication（MDA; マルチドメイン認証）。データ デバイスと（シスコ製またはシスコ製以外の）IP 電話のような音声デバイスの両方が、独立して同一の IEEE 802.1X 対応スイッチ ポートを認証できます。
  - MDA のダイナミック音声 VLAN（仮想 LAN）。ダイナミック音声 VLAN が MDA 対応ポートで可能になります。
  - VLAN 割り当て。802.1X 認証ユーザを特定の VLAN に制限します。
  - マルチ認証モードで設定されたポートでの VLAN 割り当てのサポート。RADIUS サーバは VLAN をポート上で最初に認証するホストに割り当てます。以降のホストは同じ VLAN を使用します。音声 VLAN 割り当ては、1 つの IP 電話に対してサポートされます。
  - ポート セキュリティ。802.1x ポートへのアクセスを制御します。
  - 音声 VLAN。ポートが許可ステートか無許可ステートかにかかわらず、Cisco IP Phone の音声 VLAN へのアクセスを許可します。
  - IP Phone 検出機能拡張。Cisco IP Phone を検出し識別します。
  - ゲスト VLAN。802.1x に適合しないユーザに限定的なサービスを提供します。
  - 制限付き VLAN。802.1x に準拠はしているが、標準の 802.1x で認証するための資格情報を持っていないユーザに制限付きのサービスを提供します。
  - 802.1X アカウンティング。ネットワーク使用をトラッキングします。
  - 802.1X と LAN のウェイクアップ機能。休止状態の PC に、特定のイーサネット フレームを送信して起動させます。
  - 802.1X の準備チェック機能。スイッチに IEEE 802.1X を設定する前に、接続されたエンド ホストの準備状態を判断します。
  - 音声認識 802.1X セキュリティ。セキュリティ違反が発生した VLAN 上でだけトラフィック違反に反応します。
  - MAC 認証バイパス。クライアント MAC アドレスに基づいてクライアントを許可します。
  - 802.1X スイッチ サプリカント、CISP によるホスト認可、および自動イネーブル化を含む Network Edge Access Topology（NEAT）。ワイヤリング クローゼット外のスイッチを他のスイッチに対するサプリカントとして認証します。
  - オープン アクセスを伴う IEEE 802.1x。ホストが認証される前にネットワークにアクセスできます。
  - ダウンロード可能な ACL とリダイレクト URL による IEEE 802.1x 認証。Cisco Secure ACS サーバから認証済みのスイッチにユーザ単位の ACL をダウンロードできます。
  - スタティック ACL が設定されていないポートでの認証デフォルト ACL のダイナミックな作成または接続のサポート。
  - 柔軟な認証順序の設定。新しいホストの認証時にポートが試行する認証方式の順序を設定できます。
  - マルチユーザ認証。1 つの 802.1x 対応ポートで複数のホストが認証できます。
- Network Admission Control（NAC）機能
  - デバイスのネットワーク アクセスを許可する前の、エンドポイント システムやクライアントのウィルス対策の状態または*ポスチャ*に関する NAC レイヤ 2 802.1x 検証

    NAC レイヤ 2 802.1x 検証の設定の詳細については、「NAC レイヤ 2 802.1X 検証の設定」（P.9-57）を参照してください。

- デバイスのネットワーク アクセスを許可する前の、エンドポイント システムまたはクライアントのポスチャに関する NAC レイヤ 2 IP 検証

  NAC レイヤ 2 IP 検証の詳細については、『*Network Admission Control Software Configuration Guide*』を参照してください。

- IEEE 802.1x アクセス不能認証バイパス

  この機能の設定については、「アクセス不能認証バイパス機能の設定」（P.9-52）を参照してください。

- Authentication, Authorization, Accounting（AAA; 認証、許可、アカウンティング）ダウン ポリシー。ポスチャの検証が発生したときに、AAA サーバが利用できない場合のホストの NAC レイヤ 2 IP 検証

  この機能の詳細については、『*Network Admission Control Software Configuration Guide*』を参照してください。

- TACACS+。IPv4 および IPv6 の TACACS サーバによってネットワーク セキュリティを管理する独自機能です。
- RADIUS。IPv4 および IPv6 の AAA サービスによってリモート ユーザの身元を確認し、リモート ユーザにアクセス権を与え、リモート ユーザのアクションを追跡します。
- RADIUS、TACACS+、および SSH の拡張。IPv6 で機能します。
- Kerberos セキュリティ システム。信頼できるサードパーティを使用して、ネットワーク リソースに対する要求を認証します（ソフトウェアの暗号化バージョンが必要）。
- HTTP 1.1 サーバ認証、暗号化、メッセージ整合性、HTTP クライアント認証用に Secure Socket Layer（SSL）バージョン 3.0 がサポートされ、安全な HTTP 通信が可能になります（ソフトウェアの暗号化バージョンが必要）。
- 音声認識 IEEE 802.1X および MAB セキュリティ違反。セキュリティ違反が発生すると、ポートのデータ VLAN だけがシャットダウンされます。
- スタティック ホストで IP ソース ガードのサポート。
- RADIUS Change of Authorization（CoA）。特定のセッションが認証された後で、そのセッションの属性を変更できます。AAA のユーザまたはユーザ グループのポリシーで変更が発生する場合、管理者は AAA サーバ（認証を再初期化する Cisco Secure ACS など）から RADIUS CoA パケットを送信し、新しいポリシーに適用できます。
- IEEE 802.1x ユーザ分散。（ユーザのグループに対して）複数の VLAN で展開し、異なる VLAN 間でユーザのロード バランシングを行うことにより、ネットワークのスケーラビリティを向上できます。許可を受けたユーザは、RADIUS サーバによって割り当てられた、グループ内で最も負荷の少ない VLAN に割り当てられます。
- マルチホスト認証でのクリティカル VLAN のサポート。ポートが multi-auth 用に設定され、AAA サーバが到達不能になった場合、クリティカルなリソースへのアクセスを許可し続けるためにクリティカル VLAN 内にポートが配置されます。
- カスタマイズ可能な Web 認証拡張。ローカル Web 認証用に、ユーザが定義した*ログイン*、*成功*、*失敗*、および*期限切れ*の Web ページを作成できます。
- Network Edge Access Topology（NEAT）のサポート。ポートのホスト モードを変更したり、認証者スイッチ ポートで標準のポート設定を適用したりします。
- VLAN ID ベースの MAC 認証。ユーザ認証で VLAN 情報および MAC アドレス情報を組み合わせて使用することにより、不正な VLAN からのネットワーク アクセスを防止します。
- MAC 移動。モビリティをイネーブルにする際の制約事項なしに、ホスト（IP Phone の背後で接続されているホストを含む）が同じスイッチ内のポート間を移動できます。MAC 移動では、同じ MAC アドレスが別のポートにも現れても、スイッチはまったく新しい MAC アドレスの場合と同様に扱います。

- Simple Network Management Protocol version 3（SNMPv3; 簡易ネットワーク管理プロトコル バージョン 3）での 3DES および AES のサポート。このリリースでは、168 ビットの Triple Data Encryption Standard（3DES）、および 128 ビット、192 ビット、256 ビットの Advanced Encryption Standard（AES）の暗号化アルゴリズムのサポートが SNMPv3 に追加されます。
- Cisco TrustSec の Security Group Tag（SGT）Exchange Protocol（SXP）コンポーネントのサポート。このコンポーネントは、認証、暗号化、およびアクセス コントロールを使用するセキュリティ アーキテクチャです。

QoS および CoS 機能

- auto-QoS（自動 QoS）。トラフィックの分類と出力キューの設定を自動化することで既存の QoS 機能の展開を簡略化します。
- ポートベースの信頼の自動 Quality of Service（QoS）VoIP 拡張と DSCP および出トラフィックのプライオリティ キューイング
- 分類
  - IP Type of Service/Differentiated Services Code Point（IP ToS/DSCP）および IEEE 802.1p CoS のポート単位でのプライオリティ設定。ミッション クリティカルなアプリケーションのパフォーマンスを保護します。
  - IP ToS/DSCP および IEEE 802.1p CoS（サービス クラス）のフローベースのパケット分類（MAC、IP、および TCP/UDP ヘッダーに含まれる情報に基づく）によるマーキング。ネットワーク エッジで高性能な QoS 機能を提供し、ネットワーク トラフィックのタイプ別に差別化されたサービス レベルを可能にするとともに、ネットワーク上のミッション クリティカルなトラフィックにプライオリティを設定します。
  - QoS ドメイン内および別の QoS ドメインとの境界ポートにおける、trusted（信頼性のある）ポート ステート（CoS、DSCP、および IP precedence）
  - 信頼境界機能。Cisco IP Phone の存在を検出し、受信した CoS 値を信頼して、ポート セキュリティを確保します。
- ポリシング
  - 特定のトラフィック フローに対してどの程度のポート帯域幅を割り当てるかを管理する、スイッチ ポート上のトラフィック ポリシング ポリシー
  - 階層型のポリシー マップで複数のクラスマップを作成する場合、各クラスマップを自身のポートレベル（第 2 レベル）ポリシー マップと関連付けることができます。第 2 レベルのポリシー マップは、それぞれ異なるポリサーを保有できます。
  - トラフィック フローのポリシングをまとめて行う集約ポリシング。特定のアプリケーションまたはトラフィック フローをあらかじめ定義された特定のレートに制限します。
- 不適合
  - 帯域幅の使用制限を超過したパケットの不適合マークダウン
- 入力キューイングおよびスケジューリング
  - ユーザ トラフィック用に設定可能な 2 つの入力キュー（一方のキューをプライオリティ キューにできます）
  - 輻輳回避メカニズムとしての Weighted Tail Drop（WTD）。キュー長を管理し、トラフィックの分類ごとに異なる廃棄優先順位を設定します。
  - Shaped Round Robin（SRR; シェイプド ラウンド ロビン）：パケットがキューから内部リングへ送出されるときのレートを決定するスケジューリング サービス（入力キューでサポートされる唯一のモードはシェアリング）

- 出力キューおよびスケジューリング
  - 1 ポートに 4 つの出力キュー
  - 輻輳回避メカニズムとしての WTD。キュー長を管理し、トラフィックの分類ごとに異なる廃棄優先順位を設定します。
  - スケジューリング サービスとしての SRR。キューからパケットを出して出力インターフェイスに入れる速度を指定します（出力キューではシェーピングおよび共有がサポートされます）。シェーピング型出力キューは、ポート帯域幅の割り当てが保証されますが、割り当てられたポート帯域幅の使用に制限されています。共有型出力キューは、設定された帯域幅の割り当てが保証されるだけではなく、他のキューが空になり、その割り当て分の帯域幅が使用されない場合、保証された割り当てより多く使用できます。
- IPv6 QoS trust 機能のサポート。
- Cisco Telepresence System や Cisco Surveillance Camera などのビデオ デバイスからのトラフィック フローの自動設定分類を追加する自動 QoS 拡張機能。

レイヤ 3 機能

（注）　ここで取り上げる一部の機能は IP サービス イメージだけに対応しています。

- レイヤ 3 ルータの冗長性に対応した HSRP バージョン 1（HSRPv1）および HSRP バージョン 2（HSRPv2）
- IP ルーティング プロトコルによるロード バランシングとスケーラブルなルーテッド バックボーンの構築
  - RIP バージョン 1 および 2
  - 完全な OSPF（IP サービス フィーチャ セットが必要）

    Cisco IOS Release 12.2(55)SE 以降のリリースでは、IP ベース フィーチャ セットで、ルーテッド アクセスの OSPF をサポートするため、レイヤ 3 ルーティング機能をアクセスまたはワイヤリング クローゼットに拡張できます。
  - OSPFv2 の NSF IETF モード : IPv4 の OSPFv2 グレースフル リスタートのサポート（IP サービス フィーチャ セットのみ）
  - OSPFv3 の NSF IETF モード : IPv6 の OSPFv3 グレースフル リスタートのサポート（IP サービス フィーチャ セットのみ）
  - Enhanced Interior Gateway Routing Protocol（EIGRPIP）IPv6。IPv6 トランスポートを利用し、IPv6 ピアと通信し、IPv6 ルートをアドバタイズします。
  - IPv6 対応 HSRP（IP サービス イメージが必要）
  - Border Gateway Protocol（BGP; ボーダー ゲートウェイ プロトコル）バージョン 4（IP サービス イメージが必要）
- 2 つ以上の VLAN 間の完全レイヤ 3 ルーティング対応の IP ルーティング（VLAN 間ルーティング）により、各 VLAN が独自の自律データリンク ドメインのメンテナンスが可能
- Policy-Based Routing（PBR; ポリシーベース ルーティング）: トラフィック フローに定義済みポリシーを設定

- Customer Edge（CE; カスタマー エッジ）デバイスの複数の VPN ルーティング / 転送（マルチ VRF）インスタンス：サービス プロバイダーが、複数の Virtual Private Network（VPN; バーチャル プライベート ネットワーク）をサポートし、VPN 間で IP アドレスを重複できるようにする（IP サービス イメージが必要）
- フォールバック ブリッジングによる 2 つ以上の VLAN 間での非 IP トラフィックの転送（IP サービス イメージが必要）
- スタティック IP ルーティングによるネットワーク パス情報のルーティング テーブル手動作成
- 等価コスト ルーティングによるロード バランシングおよび冗長構成
- Internet Control Message Protocol（ICMP）および ICMP Router Discovery Protocol（IRDP）：ルータのアドバタイズおよびルータ請求メッセージによる直接接続サブネット上のルータのアドレス検索
- Protocol-Independent Multicast（PIM）によるネットワーク内マルチキャスト ルーティング。これにより、ネットワーク内のデバイスは要求されたマルチキャスト フィードの受信が可能になり、マルチキャストに参加しないスイッチのプルーニングが可能になります。PIM sparse mode（PIM-SM; PIM スパース モード）、PIM dense mode（PIM-DM; PIM デンス モード）、および PIM sparse-dense モードのサポートも含まれます（IP サービス イメージが必要）。
- Multicast Source Discovery Protocol（MSDP）による複数の PIM-SM ドメインの接続（IP サービス イメージが必要）
- Distance Vector Multicast Routing Protocol（DVMRP）トンネリングによる非マルチキャスト ネットワークでの 2 つのマルチキャスト対応ネットワークの相互接続（IP サービス イメージが必要）
- DHCP リレーによる、IP アドレス要求など DHCP クライアントからの UDP ブロードキャストの転送
- IPv6 のリレー、クライアント、サーバ アドレス割り当て、プレフィクス委任に対応した DHCP
- DHCPv6 バルク リース クエリー。新しいバルク リース クエリー タイプをサポートします（RFC5460 に規定）。
- DHCPv6 リレー送信元設定機能。DHCPv6 リレー エージェントの送信元アドレスを設定します。
- 設定されたインターフェイスを介して IPv6 トラフィックを転送するための IPv6 ユニキャスト ルーティング機能（IP サービス イメージが必要）
- IPv6 Default Router Preference（DRP; デフォルト ルータの初期設定）。ホスト性能を改善することで、適切なルータを選択します。
- Nonstop Forwarding（NSF）認識。プライマリ Route Processor（RP; ルート プロセッサ）が障害を起こしていて、バックアップ RP が引き継ぐ間、またはプライマリ RP で無停止のソフトウェア アップグレードのリロードが手動で行われている間、レイヤ 3 スイッチが NSF 対応ネイバー ルータからのパケットを継続して転送することが可能（IP サービス イメージが必要）
- Switched Virtual Interface（SVI）ラインステートのアップまたはダウンの計算から VLAN ポートを除外する機能
- Intermediate System-to-Intermediate System（IS-IS）ルーティングは、Connectionless Network Service（CLNS）ネットワーク用にダイナミック ルーティング プロトコルをサポート
- Virtual Router Redundancy Protocol（VRRPv4; 仮想ルータ冗長プロトコル）。LAN 上の VRRP ルータに対し、1 台または複数台の仮想ルータの役割をダイナミックに割り当て、マルチアクセス リンク上にある複数台のルータが同じ仮想 IP アドレスを使用できるようにします。

PoE 機能

- 回路上に電力が供給されていないことをスイッチが検出した場合、Power over Ethernet（PoE）対応ポートに接続されたシスコ製先行標準および IEEE 802.3af 準拠の受電装置に電力を供給できます。
- 電力消費を含む CDP のサポート。受電装置は、消費している電力量をスイッチに通知します。
- シスコのインテリジェント電力管理のサポート。受電装置およびスイッチは、電力ネゴシエーション CDP メッセージによってネゴシエーションを行い、電力消費レベルについて合意します。このネゴシエーションにより、高電力のシスコ受電装置は、最高電力モードで動作できるようになります。
- 自動検出およびパワー バジェット。スイッチはパワー バジェットを維持し、電力要求をモニタおよびトラッキングし、利用できる場合にだけ電力を供給します。

モニタ機能

- EOT および IP SLA EOT スタティック ルートのサポート。事前に設定したスタティック ルートまたは DHCP ルートがダウンした場合に特定します。
- 主要なシステム イベントをモニタし、ポリシーを使用して処理するためのデバイスおよびシステム管理用の Embedded Event Manager（EEM）。
- EEM 3.2 のサポート。ネイバー探索、ID、MAC アドレス テーブルのイベント検出器が導入されます。
- スイッチ LED による、ポート レベルおよびスイッチ レベルのステータス確認。
- MAC アドレス通知トラップおよび RADIUS アカウンティング。スイッチが学習または削除した MAC アドレスを保存することによって、ネットワーク上のユーザをトラッキングします。
- Switched Port Analyzer（SPAN; スイッチド ポート アナライザ）および Remote SPAN（RSPAN）。任意のポートまたは VLAN について、トラフィック モニタリングが可能です。
- Intrusion Detection System（IDS; 侵入検知システム）における SPAN および RSPAN のサポート。ネットワーク セキュリティ違反をモニタ、撃退、およびレポートします。
- 組み込み RMON エージェントの 4 つのグループ（履歴、統計、アラーム、およびイベント）を使用して、ネットワークをモニタし、トラフィック解析を行うことができます。
- Syslog 機能。認証または許可エラー、リソースの問題、およびタイムアウト イベントに関するシステム メッセージを記録します。
- スマート ロギング。パケット フローをキャプチャし、NetFlow コレクタにエクスポートします。このリリースでは、DHCP スヌーピングまたはダイナミック ARP インスペクション違反、IP ソース ガード拒否トラフィック、および ACL のスマート ロギングがサポートされています。
- VACL ロギングは、ACL 拒否 IP パケットの Syslog メッセージを生成します。
- レイヤ 2 ポートで許可または拒否されるトラフィック。
- レイヤ 2 traceroute。パケットが送信元デバイスから宛先デバイスへ送られる物理パスを識別します。
- Time Domain Reflector（TDR）。10/100/1000 の銅線イーサネット ポートでケーブル接続の問題を診断し、解決します。
- SFP モジュール診断管理インターフェイス。SFP モジュールの物理または動作ステータスをモニタします。
- 汎用オンライン診断。スイッチが稼動中のネットワークに接続している間に、スーパーバイザ エンジン、モジュール、およびスイッチのハードウェア機能をテストします。
- HSRP に対する拡張オブジェクト トラッキング。

- Digital Optical Monitoring（DOM; デジタル オプティカル モニタリング）。X2 SFP モジュールのステータスを確認します。
- アクティブ トラフィック モニタリングを使用してネットワーク パフォーマンスを測定するための IP Service Level Agreement（IP SLA; IP サービス レベル契約）のサポート。
- IP SLA EOT。スタンバイ ルータ フェールオーバーを実行するために、遅延、ジッタ、またはパケット損失などのアクションによってトリガーされた IP SLA 追跡動作の出力を使用します。
- Cisco IOS IP Service Level Agreement（SLA; サービス レベル契約）ビデオ オペレーションのサポート。ビデオ トラフィックを伝送する IPv4 ネットワークの一方向遅延、一方向パケット損失、一方向ジッタ、および接続を分析します。
- Cisco IOS IP SLA ビデオ オペレーションを使用した組み込みトラフィック シミュレータのサポート。Telepresence、IPTV、IP ビデオ サーベイランス カメラなどのさまざまなビデオ アプリケーション用の合成トラフィックを生成します。次の場合にシミュレータ ツールを使用できます。
  - 厳しいネットワーク パフォーマンス要件を持つアプリケーションを導入する前のネットワーク アセスメント
  - Cisco Mediatrace とともにネットワークに関するパフォーマンスの問題の導入後のトラブルシューティング

トラフィック シミュレータは、複数のテストを同時または定期的に、長期間にわたって実行できる高度なスケジューラを搭載しています。詳細については、次の URL にある『*Configuring Cisco IOS IP SLAs Video Operations*』を参照してください。
http://www.cisco.com/en/US/docs/ios-xml/ios/ipsla/configuration/12-2se/Configuring_IP_SLAs_Video_Operations.html

Cisco Medianet では、ネットワーク インフラストラクチャで幅広いビデオ アプリケーションのためのインテリジェント サービスを可能にします。Medianet のサービスの 1 つは、自動 SmartPort による Cisco Digital Media Player および Cisco IP Video Surveillance Camera の自動プロビジョニングです。

- Cisco Mediatrace およびパフォーマンス モニタ
  - Cisco Mediatrace は、トラフィック ストリーム内のネットワークまたはアプリケーションの問題をトラブルシューティングおよび特定します。ビデオ トラフィックを伝送する IPv4 ネットワークの一方向遅延、一方向パケット損失、一方向ジッタ、および接続を分析するためのドリル ダウンに役立ちます。このツールは、UDP ベースのビデオまたはビデオ以外のトラフィック ストリームに使用できます。

    詳細については、次の URL を参照してください。
    http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/media_monitoring/configuration/guide/15_1m_and_t/mm_15_1m_and_t.html
  - Cisco Application Performance Monitor は、ビデオ パケット フローを追跡し、トラフィック ストリーム内のパフォーマンス低下をトラブルシューティングおよび特定します。パフォーマンス モニタは、ビデオおよびビデオ以外のトラフィックに使用できます。

    詳細については、次の URL を参照してください。
    http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/media_monitoring/command/reference/mm_book.html
  - Mediatrace およびパフォーマンス モニタの設定時の注意事項

    ビデオ モニタリングは物理ポートでだけサポートされています。EtherChannel ではサポートされていません。

    スイッチが過剰なトラフィックを受信すると、パケットはドロップされます。

    スイッチは、入力ポートでだけポリシー マップおよびポートベースの信頼をサポートします。

– Mediatrace およびパフォーマンス モニタの制限事項

同じインターフェイス上にビデオ モニタリングとルータまたは VLAN ACL を設定することはできません。
ビデオ モニタリングの設定後に ACL を設定した場合、ACL の設定によってビデオ モニタリングの設定が無効になり、メッセージが表示されます。
ACL の設定後にビデオ モニタリングを設定した場合、スイッチはビデオ モニタリングのコマンドを拒否し、メッセージが表示されます。

ビデオ モニタリング パケットがネットワーク キューを通過すると、パケットをドロップできます。

スイッチは、ソフトウェアで転送されるパケットに QoS 設定を適用できません。

スイッチは、損失パケットまたはドロップされたパケットを特定のトラフィックまたはデータフローにマッチングできません。これらのパケットについては、入力および出力 QoS カウンタを参照してください。

スイッチ初期設定後のデフォルト値

スイッチはプラグアンドプレイ動作に対応しているため、必要なのはスイッチに基本的な IP 情報を割り当て、ネットワーク内の他のデバイスに接続することだけです。特定のネットワーク ニーズがある場合には、インターフェイス固有の設定値やシステム全体の設定値を変更できます。

（注）ブラウザベースの Express Setup プログラムによる IP アドレスの割り当てについては、スタートアップ ガイドを参照してください。CLI ベースの設定プログラムによる IP アドレスの割り当てについては、ハードウェア インストレーション ガイドを参照してください。

スイッチをまったく設定しなかった場合、スイッチは次のデフォルト設定で動作します。

- デフォルト スイッチ IP アドレス、サブネット マスク、デフォルト ゲートウェイは 0.0.0.0 です。詳細については、第 3 章「スイッチの IP アドレスおよびデフォルト ゲートウェイの割り当て」および第 20 章「DHCP および IP ソース ガード機能の設定」を参照してください。
- ドメイン名はデフォルトで設定されていません。詳細については、第 3 章「スイッチの IP アドレスおよびデフォルト ゲートウェイの割り当て」を参照してください。
- DHCP クライアントはイネーブル、DHCP サーバはイネーブルに設定されています（DHCP サーバとして動作するデバイスが設定されていて、イネーブルの場合だけ）。DHCP リレー エージェントはイネーブルに設定されています（DHCP リレー エージェントとして動作するデバイスが設定されていて、イネーブルの場合だけ）。詳細については、第 3 章「スイッチの IP アドレスおよびデフォルト ゲートウェイの割り当て」および第 20 章「DHCP および IP ソース ガード機能の設定」を参照してください。
- スイッチ クラスタはディセーブルに設定されています。スイッチ クラスタの詳細については、第 5 章「スイッチのクラスタ化」および Cisco.com から入手できる『*Getting Started with Cisco Network Assistant*』を参照してください。
- パスワードは定義されていません。詳細については、第 6 章「スイッチの管理」を参照してください。
- システム名とプロンプトは *Switch* です。詳細については、第 6 章「スイッチの管理」を参照してください。
- NTP はイネーブルに設定されています。詳細については、第 6 章「スイッチの管理」を参照してください。

- DNS はイネーブルに設定されています。詳細については、第 6 章「スイッチの管理」を参照してください。
- TACACS+ はディセーブルに設定されています。詳細については、第 8 章「スイッチ ベース認証の設定」を参照してください。
- RADIUS はディセーブルに設定されています。詳細については、第 8 章「スイッチ ベース認証の設定」を参照してください。
- 標準の HTTP サーバおよび SSL HTTPS サーバは両方ともイネーブルに設定されています。詳細については、第 8 章「スイッチ ベース認証の設定」を参照してください。
- IEEE 802.1x はディセーブルに設定されています。詳細については、第 9 章「IEEE 802.1X ポートベース認証の設定」を参照してください。
- ポート パラメータ
  - 動作モードはレイヤ 2（スイッチポート）です。詳細については、第 11 章「インターフェイス特性の設定」を参照してください。
  - インターフェイス速度およびデュプレックス モードが自動ネゴシエーションに設定されています。詳細については、第 11 章「インターフェイス特性の設定」を参照してください。
  - Auto-MDIX はイネーブルに設定されています。詳細については、第 11 章「インターフェイス特性の設定」を参照してください。
  - フロー制御はディセーブルに設定されています。詳細については、第 11 章「インターフェイス特性の設定」を参照してください。
  - PoE は自動ネゴシエーションに設定されています。詳細については、第 11 章「インターフェイス特性の設定」を参照してください。
- VLAN
  - デフォルトの VLAN は VLAN 1 です。詳細については、第 13 章「VLAN の設定」を参照してください。
  - VLAN トランキング設定は dynamic auto（DTP）です。詳細については、第 13 章「VLAN の設定」を参照してください。
  - トランク カプセル化はネゴシエーションです。詳細については、第 13 章「VLAN の設定」を参照してください。
  - VTP モードはサーバです。詳細については、第 14 章「VTP の設定」を参照してください。
  - VTP バージョンはバージョン 1 です。詳細については、第 14 章「VTP の設定」を参照してください。
  - プライベート VLAN は設定されていません。詳細については、第 15 章「プライベート VLAN の設定」を参照してください。
  - 音声 VLAN はディセーブルに設定されています。詳細については、第 12 章「音声 VLAN の設定」を参照してください。
- IEEE 802.1Q トンネリングおよびレイヤ 2 プロトコル トンネリングはディセーブルに設定されています。詳細については、第 16 章「IEEE 802.1Q トンネリングおよびレイヤ 2 プロトコル トンネリングの設定」を参照してください。
- STP、PVST+ は VLAN 1 でイネーブルに設定されています。詳細については、第 26 章「STP の設定」を参照してください。
- MSTP はディセーブルに設定されています。詳細については、第 17 章「MSTP の設定」を参照してください。
- オプションのスパニング ツリー機能はディセーブルに設定されています。詳細については、第 18 章「オプションのスパニング ツリー機能の設定」を参照してください。

- Flex Link は設定されていません。詳細については、第 19 章「Flex Link および MAC アドレス テーブル移動更新機能の設定」を参照してください。
- DHCP スヌーピングはディセーブルに設定されています。DHCP スヌーピング情報オプションはイネーブルに設定されています。詳細については、第 20 章「DHCP および IP ソース ガード機能の設定」を参照してください。
- IP ソース ガードはディセーブルに設定されています。詳細については、第 20 章「DHCP および IP ソース ガード機能の設定」を参照してください。
- DHCP サーバ ポート ベースのアドレス割り当てはディセーブルに設定されています。詳細については、第 20 章「DHCP および IP ソース ガード機能の設定」を参照してください。
- ダイナミック ARP 検査はすべての VLAN でディセーブルに設定されています。詳細については、第 21 章「ダイナミック ARP インスペクションの設定」を参照してください。
- IGMP スヌーピングはイネーブルに設定されています。IGMP フィルタは適用されていません。詳細については、第 22 章「IGMP スヌーピングおよび MVR の設定」を参照してください。
- IGMP スロットリング設定は拒否されます。詳細については、第 22 章「IGMP スヌーピングおよび MVR の設定」を参照してください。
- IGMP スヌーピング クエリア機能はディセーブルに設定されています。詳細については、第 22 章「IGMP スヌーピングおよび MVR の設定」を参照してください。
- MVR はディセーブルに設定されています。詳細については、第 22 章「IGMP スヌーピングおよび MVR の設定」を参照してください。
- ポートベース トラフィック
  - ブロードキャスト、マルチキャスト、およびユニキャスト ストーム制御はディセーブルに設定されています。詳細については、第 23 章「ポート単位のトラフィック制御の設定」を参照してください。
  - 保護ポートは定義されていません。詳細については、第 23 章「ポート単位のトラフィック制御の設定」を参照してください。
  - ユニキャストおよびマルチキャスト トラフィック フラッディングはブロックされていません。詳細については、第 23 章「ポート単位のトラフィック制御の設定」を参照してください。
  - セキュア ポートは設定されていません。詳細については、第 23 章「ポート単位のトラフィック制御の設定」を参照してください。
- CDP はイネーブルに設定されています。詳細については、第 24 章「CDP の設定」を参照してください。
- UDLD はディセーブルに設定されています。詳細については、第 27 章「UDLD の設定」を参照してください。
- SPAN および RSPAN はディセーブルに設定されています。詳細については、第 28 章「SPAN および RSPAN の設定」を参照してください。
- RMON はディセーブルに設定されています。詳細については、第 29 章「RMON の設定」を参照してください。
- Syslog メッセージはイネーブルに設定され、コンソール上に表示されます。詳細については、第 30 章「システム メッセージ ロギングおよびスマート ロギングの設定」を参照してください。
- SNMP はイネーブルに設定されています（バージョン 1）。詳細については、第 31 章「SNMP の設定」を参照してください。
- ACL は設定されていません。詳細については、第 33 章「ACL によるネットワーク セキュリティの設定」を参照してください。

- QoS はディセーブルに設定されています。詳細については、第 34 章「QoS の設定」を参照してください。
- EtherChannel は設定されていません。詳細については、第 35 章「EtherChannel およびリンクステート トラッキングの設定」を参照してください。
- IP ユニキャスト ルーティングはディセーブルに設定されています。詳細については、第 37 章「IP ユニキャスト ルーティングの設定」を参照してください。
- IPv6 ユニキャスト ルーティングはディセーブルに設定されています。詳細については、第 38 章「IPv6 ユニキャスト ルーティングの設定」を参照してください。
- HSRP グループは設定されています。詳細については、第 41 章「HSRP および VRRP の設定」を参照してください。
- IP マルチキャスト ルーティングはすべてのインターフェイスでディセーブルに設定されています。詳細については、第 45 章「IP マルチキャスト ルーティングの設定」を参照してください。
- MSDP はディセーブルに設定されています。詳細については、第 46 章「MSDP の設定」を参照してください。
- フォールバック ブリッジングは設定されていません。詳細については、第 47 章「フォールバック ブリッジングの設定」を参照してください。

ネットワークの構成例

ここでは、ネットワーク構成の概要について説明します。スイッチを使用して専用ネットワーク セグメントを作成してファスト イーサネットおよびギガビット イーサネット接続でセグメントを相互接続する例も示します。

スイッチを使用する場合の設計概念

ネットワーク帯域幅をめぐってネットワーク ユーザが競合すると、データの送受信に要する時間が長くなります。ネットワークを設計する時点で、ネットワーク ユーザが必要とする帯域幅を考慮するとともに、ユーザが使用する各種ネットワーク アプリケーションの相対的な優先順位について検討する必要があります。

表 1-1 に、ネットワーク パフォーマンスが低下する原因を説明するとともに、ネットワーク ユーザが使用できる帯域幅を増加させるための、ネットワークの設計方法を示します。

表 1-1　ネットワーク パフォーマンスの向上

ネットワークに対する需要	推奨する設計方式
1 つのネットワーク セグメントに多くのユーザが集中しすぎ、インターネットへアクセスするユーザが増加している。	• 帯域幅を共有するユーザ数が少なくなるように、より小さいネットワーク セグメントを作成します。さらに VLAN および IP サブネットを使用して、ネットワーク リソースに頻繁にアクセスするユーザと同じ論理ネットワーク上に、そのリソースを配置します。 • スイッチと接続先ワークステーションとの間で、全二重通信を使用します。
• 新しい PC、ワークステーション、およびサーバのパワーの増大 • ネットワーク アプリケーション（大容量の添付ファイル付き電子メールなど）および帯域幅を多用するアプリケーション（マルチメディアなど）による帯域幅需要の増大	• ネットワーク ユーザが等しくアクセスする必要があるサーバ、ルータなどのグローバル リソースを高速スイッチ ポートに直接接続し、各ユーザに専用の高速セグメントを与えます。 • スイッチと接続先サーバおよびルータ間で EtherChannel 機能を使用します。

ネットワーク設計では、帯域幅が唯一の考慮事項というわけではありません。ネットワーク トラフィックのプロファイルが発展するにしたがって、音声とデータの統合、マルチメディアの統合、アプリケーションのプライオリティ処理、およびセキュリティに対応するアプリケーションをサポートできるようなネットワーク サービスの提供を検討してください。表 1-2 で、ネットワークに対する需要について説明し、その需要を満たす方法を示します。

表 1-2　ネットワーク サービスの提供

ネットワークに対する需要	推奨する設計方式
マルチメディア アプリケーションにおける帯域幅の効率的な利用およびミッション クリティカルなアプリケーションに対する帯域幅保証	• IGMP スヌーピングを利用して、マルチメディアおよびマルチキャスト トラフィックを効率的に転送します。 • パケット分類、マーキング、スケジューリング、輻輳回避など、他の QoS メカニズムを使用し、適切なプライオリティ レベルを指定してトラフィックを分類し、最大限の柔軟性を得ながら、ミッション クリティカルなユニキャスト、マルチキャスト、およびマルチメディア アプリケーションをサポートできるようにします。 • オプションの IP マルチキャスト ルーティングを使用して、マルチキャスト トラフィックにより適したネットワークを設計します。 • MVR を使用して、マルチキャスト VLAN 上でマルチキャスト ストリームを継続的に送信し、なおかつ帯域幅およびセキュリティ上の理由から、それらのストリームを加入者 VLAN から分離します。
*常時オン*のミッション クリティカルなアプリケーションを実現するための、ネットワークの冗長性およびアベイラビリティに対する大きな需要	• HSRP を使用して、クラスタ コマンド スイッチとルータの冗長構成を確立します。 • VLAN トランクおよび BackboneFast を使用して、アップリンク ポート上でトラフィックのロード バランシングを実行し、VLAN トラフィックの転送時にポート コストが低いアップリンク ポートが選択されるようにします。

表 1-2　ネットワーク サービスの提供 （続き）

ネットワークに対する需要	推奨する設計方式
IP テレフォニーに対する新しい需要	• QoS を使用して、輻輳の発生時に IP テレフォニーなどのアプリケーションを優先順位付けし、ネットワーク内で発生する遅延およびジッタを制御できるようにします。 • 1 ポートあたり少なくとも 2 つのキューをサポートするスイッチを使用して、音声およびデータ トラフィックのプライオリティを IEEE 802.1p/Q に基づくハイ プライオリティまたはロー プライオリティのいずれかに設定します。スイッチは、1 ポートあたり少なくとも 4 つのキューをサポートします。 • Voice VLAN ID（VVID）を使用して、音声トラフィックに別個の VLAN を用意します。
既存のインフラストラクチャを利用して、自宅または会社からインターネットまたはイントラネットへデータおよび音声を高速で伝送する需要の増大	Catalyst Long-Reach Ethernet（LRE）スイッチを使用して、既存のインフラストラクチャ（既存の電話回線など）上で最大 15MB の IP 接続を提供します。 （注）　LRE は、Catalyst 2900 LRE XL および Catalyst 2950 LRE スイッチに採用されているテクノロジーです。LRE については、各スイッチ固有のマニュアルセットを参照してください。

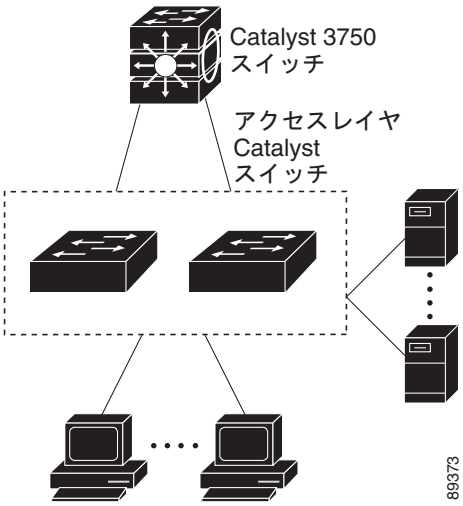
スイッチを使用して、次のものを作成できます。

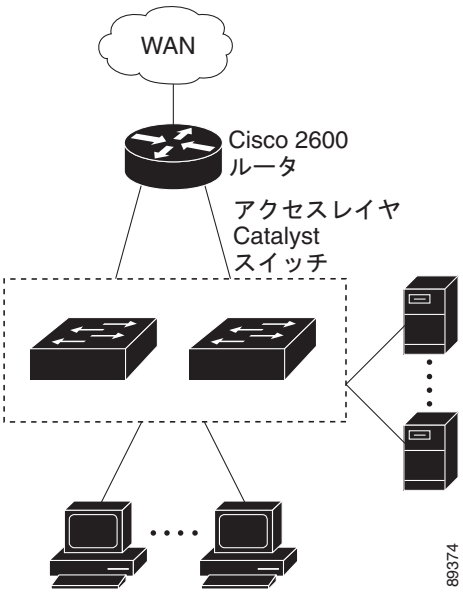
- 高性能なワークグループ向けの、費用対効果に優れた Gigabit-To-The-Desktop（GTTD）（図 1-1）：ネットワーク リソースへの高速アクセス用に、アクセス レイヤ上の 3560 スイッチを使用してデスクトップにギガビット イーサネットを設定できます。輻輳を回避するために、各スイッチ上で QoS DSCP マーキングによるプライオリティ設定を使用します。ディストリビューション レイヤで高速 IP 転送を実現するには、アクセス レイヤのスイッチを、Catalyst 3750 スイッチなどのルーティング機能を備えたギガビット マルチレイヤ スイッチまたはルータに接続します。

  最初の図は、分離された高性能なワークグループを示します。ここでは、Catalyst 3560 スイッチがディストリビューション レイヤ内の Catalyst 3750 スイッチに接続されています。2 番めの図は、支店内の高性能なワークグループを示します。ここでは、Catalyst 3560 スイッチがディストリビューション レイヤ内のルータに接続されています。

  この構成では、各スイッチはネットワーク リソースにアクセスするための、専用の 1 Gbps 接続をユーザに提供します。また、SFP モジュールを使用すると、光ファイバ接続におけるメディアおよび距離のオプションに柔軟性が提供されます。

図 1-1　高性能なワークグループ（GTTD）





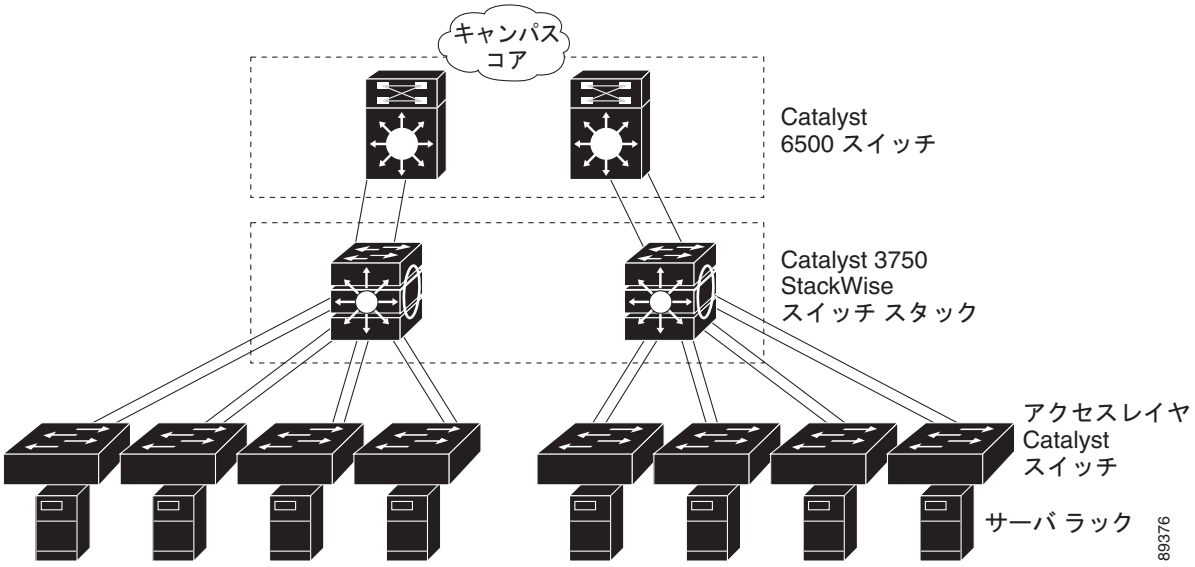
- サーバ集約（図 1-2）：スイッチを使用してサーバ グループを相互に接続し、ネットワークの物理的なセキュリティと管理を一元化できます。ディストリビューション レイヤで高速 IP 転送を実現するには、アクセス レイヤ スイッチを、ルーティング機能を備えたマルチレイヤ スイッチに接続します。ギガビットの相互接続によって、データ フローの遅延を最小限に抑えることができます。

  スイッチ上の QoS およびポリシングによって、特定のデータ ストリームが優先的に処理されます。トラフィック ストリームはいくつかの経路に分けられて処理されます。スイッチのセキュリティ機能によって、パケットの高速処理が保証されます。

  サーバ ラックからコアへの耐障害性は、冗長ギガビット EtherChannel を持つスイッチに接続された、デュアル ホーミング サーバによって達成されます。

  スイッチのデュアル SFP モジュール アップリンクを使用すると、ネットワーク コアに冗長アップリンクが提供されます。SFP モジュールを使用すると、光ファイバ接続におけるメディアおよび距離のオプションに柔軟性が提供されます。

図 1-2　　サーバ集約



Catalyst 3560 スイッチを使用した中小規模のネットワーク

図 1-3 に、最大 500 人の社員を対象とするネットワークの構成例を示します。このネットワークでは、2 つのルータへの高速接続を実現する Catalyst 3560 レイヤ 3 スイッチを使用します。ネットワークの信頼性とロード バランシングのために、このネットワークでは HSRP をルータとスイッチでイネーブルにしています。これにより、万一ルータやスイッチの 1 つに障害が発生した場合でも、インターネット、WAN、およびミッションクリティカルなネットワーク リソースへの接続が保証されます。スイッチは、より高速にフェールオーバーを実行するためにルーテッド アップリンクを使用しています。また、ロード バランシングと冗長構成用に等価コスト ルーティングが設定されています。

スイッチは、ワークステーション、ローカル サーバ、および IEEE 802.3af 準拠（および非準拠）の受電装置（Cisco IP Phone など）に接続されています。サーバ ファームには、Cisco CallManager（CCM）ソフトウェアを実行するコール処理サーバが含まれます。CCM は、コール処理、ルーティング、および Cisco IP Phone 機能とその設定を制御します。スイッチは、ギガビット インターフェイスによって相互接続されています。

このネットワークでは、VLAN を使用してネットワークを明確なブロードキャスト グループとして論理的に分割し、セキュリティ管理を行っています。データ トラフィックおよびマルチメディア トラフィックは同じ VLAN 上で設定されます。Cisco IP Phone からの音声トラフィックは、別個の VVID 上に設定します。データ、マルチメディア、および音声トラフィックを同じ VLAN に割り当てる場合は、ワイヤリング クローゼットごとに 1 つの VLAN しか設定できません。

ある VLAN のエンド ステーションが別の VLAN にあるエンド ステーションと通信する必要がある場合、ルータまたはレイヤ 3 スイッチが宛先 VLAN にトラフィックをルーティングします。このネットワークでは、スイッチが VLAN 間ルーティングを行います。スイッチ上の VLAN アクセス コントロール リスト（VLAN マップ）が VLAN 内セキュリティを設定し、不正ユーザがネットワークの重要な領域にアクセスしないようにします。

VLAN 間ルーティング以外に、マルチレイヤ スイッチ が DSCP プライオリティなどの QoS メカニズムを使用して各種ネットワーク トラフィックに優先順位を付け、ハイ プライオリティ トラフィックを配信します。輻輳が発生した場合、QoS がロー プライオリティ トラフィックを廃棄し、ハイ プライオリティ トラフィックを伝送できるようにします。

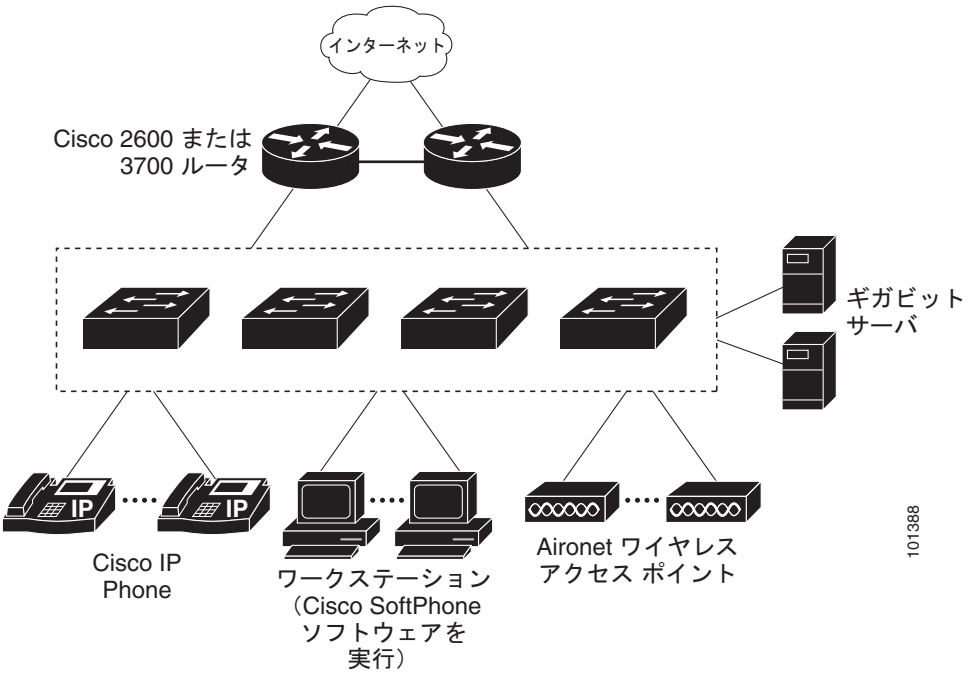
Catalyst PoE スイッチと接続している先行標準の受電装置および IEEE 802.3af 準拠の受電装置では、IEEE 802.1p/Q QoS を使用することにより、音声トラフィックをデータ トラフィックよりも優先的に転送できます。

Catalyst PoE スイッチ ポートは、シスコの先行標準の受電装置および IEEE 802.3af 準拠の受電装置の接続を自動的に検出します。各 PoE スイッチ ポートは、各ポートに 15.4 W の電力を供給します。受電装置（Cisco IP Phone など）が AC 電源に接続されている場合、冗長化された電力供給を受けることができます。Catalyst PoE スイッチに接続していない受電装置は、電力を得るために AC 電源に接続する必要があります。

CCM は、コール処理、ルーティング、および Cisco IP Phone 機能とその設定を制御します。Cisco SoftPhone ソフトウェアを実行しているワークステーションを持つユーザは、PC からのコールを配置、受信、および制御できます。Cisco IP Phone、CCM ソフトウェア、および Cisco SoftPhone ソフトウェアを使用することで、テレフォニーと IP ネットワークを統合でき、IP ネットワークが音声とデータをサポートします。

VLAN 間ルーティングや他のネットワーク サービスを提供するマルチレイヤ スイッチを使用することで、ルータが重点を置くのは、ファイアウォール サービス、Network Address Translation（NAT; ネットワーク アドレス変換）サービス、Voice over IP（VoIP）ゲートウェイ サービス、WAN およびインターネット アクセスです。

図 1-3　コラプスト バックボーン構成



Catalyst 3560 スイッチによる大規模ネットワーク

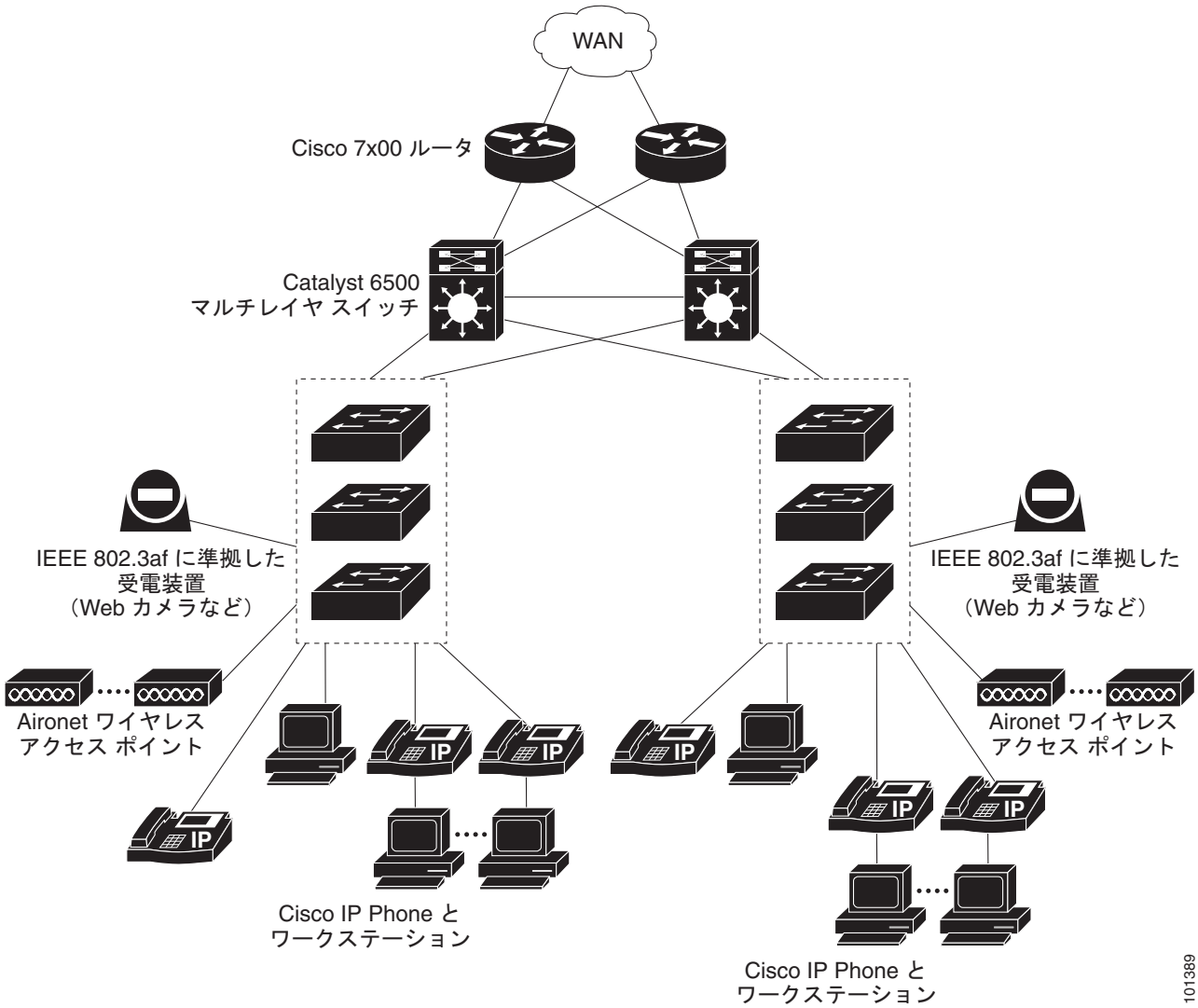
ワイヤリング クローゼット内のスイッチは、これまでレイヤ 2 専用デバイスでしたが、ネットワーク トラフィック プロファイルの改善に伴い、マルチキャスト管理やトラフィック分類などのマルチレイヤ サービスを採用するようになっています。図 1-4 に、ワイヤリング クローゼットに Catalyst 3560 マルチレイヤ スイッチ と、最大 10 のワイヤリング クローゼットを集約する 2 台のバックボーン スイッチ（Catalyst 6500 スイッチなど）だけを使用するネットワークの構成を示します。

ワイヤリング クローゼットの各スイッチは、IGMP スヌーピングがイネーブルになっていて、効率的にマルチメディアおよびマルチキャスト トラフィックを伝送します。帯域幅制限に基づいて不適合トラフィックを廃棄またはマークする QoS ACL も、各スイッチ上で設定されます。VLAN マップは VLAN 内セキュリティを提供し、不正ユーザがネットワークの重要な部分にアクセスしないようにします。QoS 機能は、ポート単位またはユーザ単位で帯域幅を制限します。スイッチ ポートは trusted または untrusted で設定します。CoS 値、DSCP 値、または IP precedence を信頼するように trusted ポートを設定できます。untrusted でポートを設定した場合は、ACL を使用し、ネットワーク ポリシーに従ってフレームをマークできます。

各スイッチは、VLAN 間ルーティングを提供します。これらは、プロキシ ARP サービスを提供して IP および MAC アドレスのマッピングを取得するので、ルータからこのタスクを取り除き、WAN リンクでのこのタイプのトラフィックを削減します。また、各アップリンク ポートを trusted ルーテッド アップリンクに設定し、アップリンク障害が生じた場合は高速コンバージェンスを行うように設定して、バックボーン スイッチに対して冗長アップリンク接続を行います。

ルータおよびバックボーン スイッチでは、HSRP をイネーブルにして、ロード バランシングおよび冗長接続を実行可能にして、ミッションクリティカルなトラフィックを保証します。

図 1-4　バックボーン構成でのワイヤリング クローゼットのスイッチ



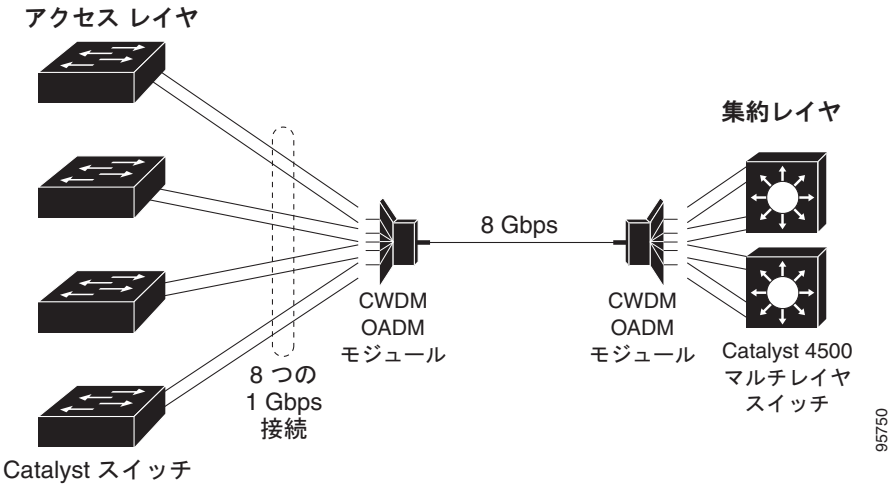
長距離広帯域トランスポートの構成

図 1-5 に、8 Gbps のデータを 1 本の光ファイバ ケーブルで伝送する構成を示します。Catalyst 3560 スイッチには、Coarse Wavelength-Division Multiplexer（CWDM）光ファイバ SFP モジュールが搭載されています。CWDM SFP モジュールに応じて、データは 1470 ～ 1610 nm の波長で送信されます。波長が高くなるほど、伝送できる距離が長くなります。長距離伝送用に使われる一般的な波長は 1550 nm です。

CWDM SFP モジュールは、最大 393,701 フィート（74.5 マイルまたは 120 km）の距離で、CWDM Optical Add/Drop Multiplexer（OADM; 光分岐挿入）モジュールに接続します。CWDM OADM モジュールは、さまざまな CWDM 波長を結合（*多重化*して）、同じ光ファイバ ケーブル上で同時に伝送できるようにします。受信側エンドの CWDM OADM モジュールは、さまざまな波長を分離（*逆多重化*）します。

CWDM SFP モジュールおよび CWDM OADM モジュールの詳細については、『*Cisco CWDM GBIC and CWDM SFP Installation Note*』を参照してください。

図 1-5　長距離広帯域トランスポートの構成



次の作業

スイッチを設定する前に、スタートアップ情報について次の各章を参照してください。

- 第 2 章「コマンドライン インターフェイスの使用方法」
- 第 3 章「スイッチの IP アドレスおよびデフォルト ゲートウェイの割り当て」

特定のシスコ製品およびリリースの MIB の場所を検索しダウンロードするには、Cisco MIB Locator を使用します。
http://cisco.com/public/sw-center/netmgmt/cmtk/mibs.shtml

CHAPTER 2

コマンドライン インターフェイスの使用方法

この章では、Catalyst 3560 スイッチを設定するための Cisco IOS Command-Line Interface（CLI; コマンドライン インターフェイス）とその使用方法について説明します。特に指示がない限り、スイッチという用語は、スタンドアロン スイッチおよびスイッチ スタックを指します。

コマンド モードの概要

Cisco IOS ユーザ インターフェイスには、いくつかのモードがあります。使用できるコマンドの種類は、現在のモードによって異なります。システム プロンプトに疑問符（?）を入力すると、各コマンドモードで使用できるコマンドの一覧が表示されます。

スイッチとのセッションを開始するときは、ユーザ モード（別名ユーザ EXEC モード）が有効です。ユーザ EXEC モードでは、限られた一部のコマンドしか使用できません。たとえばユーザ EXEC コマンドの大部分は、**show** コマンド（現在のコンフィギュレーション ステータスを表示する）、**clear** コマンド（カウンタまたはインターフェイスをクリアする）などのように、1 回限りのコマンドです。スイッチの再起動時には、ユーザ EXEC コマンドは保存されません。

すべてのコマンドにアクセスするには、特権 EXEC モードを開始する必要があります。特権 EXEC モードを開始するには、通常、パスワードが必要です。このモードでは、任意の特権 EXEC コマンドを入力でき、また、グローバル コンフィギュレーション モードを開始することもできます。

コンフィギュレーション モード（グローバル、インターフェイス、およびライン）を使用して、実行コンフィギュレーションを変更できます。コンフィギュレーションを保存するとこれらのコマンドは保存され、スイッチの再起動時に使用されます。各種のコンフィギュレーション モードにアクセスするには、まずグローバル コンフィギュレーション モードを開始しなければなりません。グローバル コンフィギュレーション モードから、インターフェイス コンフィギュレーション モードおよびライン コンフィギュレーション モードを開始できます。

表 2-1 に、主要なコマンド モード、各モードへのアクセス方法、各モードで表示されるプロンプト、およびモードの終了方法を示します。表の例では、ホスト名として *Switch* を使用しています。

表 2-1　　コマンド モードの概要

モード	アクセス方法	プロンプト	終了方法	モードの用途
ユーザ EXEC	スイッチとのセッションを開始します。	`Switch>`	**logout** または **quit** を入力します。	このモードを使用して次の作業を行います。 • 端末の設定変更 • 基本テストの実行 • システム情報の表示
特権 EXEC	ユーザ EXEC モードで、**enable** コマンドを入力します。	`Switch#`	**disable** を入力して終了します。	このモードを使用して、入力したコマンドを確認します。パスワードを使用して、このモードへのアクセスを保護します。
グローバル コンフィギュレーション	特権 EXEC モードで、**configure** コマンドを入力します。	`Switch(config)#`	終了して特権 EXEC モードに戻るには、**exit** または **end** コマンドを入力するか、**Ctrl+Z** を押します。	このモードを使用して、スイッチ全体に適用されるパラメータを設定します。
VLAN コンフィギュレーション	グローバル コンフィギュレーション モードで、**vlan** *vlan-id* コマンドを入力します。	`Switch(config-vlan)#`	終了してグローバル コンフィギュレーション モードに戻るには、**exit** コマンドを入力します。 特権 EXEC モードに戻るには、**Ctrl+Z** を押すか、**end** を入力します。	このモードを使用して、VLAN（仮想 LAN）パラメータを設定します。VLAN Trunking Protocol（VTP; VLAN トランキング プロトコル）モードがトランスペアレントであるときは、拡張範囲 VLAN（VLAN ID が 1006 以上）を作成してスイッチのスタートアップ コンフィギュレーション ファイルに設定を保存できます。
インターフェイス コンフィギュレーション	グローバル コンフィギュレーション モードで、**interface** コマンドを入力し、インターフェイスを指定します。	`Switch(config-if)#`	終了してグローバル コンフィギュレーション モードに戻るには、**exit** を入力します。 特権 EXEC モードに戻るには、**Ctrl+Z** を押すか、**end** を入力します。	このモードを使用して、イーサネット ポートのパラメータを設定します。 インターフェイスの定義については、「インターフェイス コンフィギュレーション モードの使用方法」（P.11-11）を参照してください。 同じパラメータを指定して複数のインターフェイスを設定する場合は、「インターフェイス範囲の設定」（P.11-12）を参照してください。
ライン コンフィギュレーション	グローバル コンフィギュレーション モードで、**linevty** または **line console** コマンドを使用して回線を指定します。	`Switch(config-line)#`	終了してグローバル コンフィギュレーション モードに戻るには、**exit** を入力します。 特権 EXEC モードに戻るには、**Ctrl+Z** を押すか、**end** を入力します。	このモードを使用して、端末回線のパラメータを設定します。

コマンド モードの詳細については、このリリースに対応するコマンド リファレンス ガイドを参照してください。

ヘルプ システムの概要

システム プロンプトに疑問符（?）を入力すると、各コマンド モードで使用できるコマンドの一覧が表示されます。また、任意のコマンドについて、関連するキーワードおよび引数の一覧を表示することもできます。表 2-2 を参照してください。

表 2-2　ヘルプの概要

コマンド	目的
help	任意のコマンド モードで、ヘルプ システムの概要を表示します。

*コマンドの先頭部分***?**	入力した文字列で始まるコマンドの一覧を表示します。
	次に例を示します。
	`Switch# di?`
	`dir disable disconnect`

コマンドの先頭部分<**Tab**>	途中まで入力したコマンド名を完全なコマンドにします。
	次に例を示します。
	`Switch# sh conf<tab>`
	`Switch# show configuration`

?	特定のコマンド モードで使用できるすべてのコマンドの一覧を表示します。 次に例を示します。 `Switch> ?`
*コマンド***?**	コマンドのキーワードの一覧を表示します。 次に例を示します。 `Switch> show ?`

*コマンド キーワード***?**	キーワードに対応する引数の一覧を表示します。
	次に例を示します。
	`Switch(config)# cdp holdtime ?`
	`  <10-255> Length of time (in sec) that receiver must keep this packet`

コマンドの省略形

コマンドの先頭から、スイッチが特定のコマンドとして認識できる文字数だけを入力し、後は省略できます。

次に、**showconfiguration** 特権 EXEC コマンドを省略形で入力する例を示します。

```
Switch# show conf
```

コマンドの no 形式および default 形式の概要

大部分のコンフィギュレーション コマンドに、**no** 形式があります。**no** 形式は一般に、特定の機能または動作をディセーブルにする場合、あるいはコマンドの動作を取り消す場合に使用します。たとえば、**no shutdown** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用すると、インターフェイスのシャットダウンが取り消されます。キーワード **no** を指定せずにコマンドを使用すると、ディセーブルにした機能が再びイネーブルになり、また、デフォルトでディセーブルに設定されている機能がイネーブルになります。

コンフィギュレーション コマンドには、**default** 形式もあります。コマンドの **default** 形式は、コマンドの設定値をデフォルトに戻します。大部分のコマンドはデフォルトでディセーブルに設定されているので、**default** 形式は **no** 形式と同じになります。ただし、デフォルトでイネーブルに設定されていて、なおかつ変数が特定のデフォルト値に設定されているコマンドもあります。これらのコマンドについては、**default** コマンドを使用すると、コマンドがイネーブルになり、変数がデフォルト値に設定されます。

CLI のエラー メッセージ

表 2-3 に、CLI を使用してスイッチを設定するときに表示される可能性のあるエラー メッセージの一部を紹介します。

表 2-3　CLI の代表的なエラー メッセージ

エラー メッセージ	意味	ヘルプの表示方法
`% Ambiguous command: "show con"`	スイッチがコマンドとして認識できるだけの文字数が入力されていません。	コマンドを再入力し、最後に疑問符（?）を入力します。コマンドと疑問符の間にはスペースを 1 つ入れます。 コマンドとともに使用できるキーワードが表示されます。
`% Incomplete command.`	コマンドに必須のキーワードまたは値が、一部入力されていません。	コマンドを再入力し、最後に疑問符（?）を入力します。コマンドと疑問符の間にはスペースを 1 つ入れます。 コマンドとともに使用できるキーワードが表示されます。
`% Invalid input detected at '^' marker.`	コマンドの入力ミスです。間違っている箇所をキャレット（^）記号で示しています。	疑問符（?）を入力すると、そのコマンド モードで使用できるすべてのコマンドが表示されます。 コマンドとともに使用できるキーワードが表示されます。

コンフィギュレーション ロギングの使用方法

スイッチの設定変更を記録して表示させることができます。Configuration Change Logging and Notification 機能を使用することで、セッションまたはユーザ ベースごとに変更内容をトラッキングできます。ログに記録されるのは、適用された各コンフィギュレーション コマンド、コマンドを入力したユーザ、コマンドの入力時間、コマンドに対するパーサからのリターン コードです。この機能には、登録しているアプリケーションの設定が変更される時に通知される非同期通知方式もあります。Syslog へこの通知を送信することも選択できます。

詳細については、次の URL にアクセスし、『*Configuration Change Notification and Logging*』のフィーチャ モジュールを参照してください。
http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/fundamentals/configuration/guide/cf_config-logger_ps6350_TSD_Products_Configuration_Guide_Chapter.html

（注）　CLI または HTTP の変更だけがログとして記録されます。

コマンド履歴の使用方法

入力したコマンドは、ソフトウェア側にコマンド履歴として残されます。コマンド履歴機能は、Access Control List（ACL; アクセス コントロール リスト）の設定時など、長い複雑なコマンドまたはエントリを何度も入力しなければならない場合、特に便利です。ユーザのニーズに合わせてこの機能をカスタマイズできます。

- 「コマンド履歴バッファ サイズの変更」（P.2-5）（任意）
- 「コマンドの呼び出し」（P.2-6）（任意）
- 「コマンド履歴機能のディセーブル化」（P.2-6）（任意）

コマンド履歴バッファ サイズの変更

デフォルトでは、10 のコマンドラインが履歴バッファに保存されます。現在の端末セッションまたは特定回線のすべてのセッションで、この数を変更できます。これらの手順は任意です。

現在の端末セッションで保存されるコマンドライン数を変更するには、特権 EXEC モードで次のコマンドを入力します。

```
Switch# terminal history [size number-of-lines]
```

指定できる範囲は 0 ～ 256 です。

特定の回線に関するすべてのセッションで保存されるコマンドライン数を設定するには、ライン コンフィギュレーション モードで次のコマンドを入力します。

```
Switch(config-line)# history [size number-of-lines]
```

指定できる範囲は 0 ～ 256 です。

コマンドの呼び出し

履歴バッファにあるコマンドを呼び出すには、表 2-4 のいずれかの操作を行います。これらの操作は任意です。

表 2-4　コマンドの呼び出し

対処[1]	結果
Ctrl+P または↑キーを押します。	履歴バッファに保存されているコマンドを、最新のコマンドから順に呼び出します。キーを押すたびに、より古いコマンドが順次表示されます。
Ctrl+N または↓キーを押します。	**Ctrl+P** または↑キーを使用してコマンドを呼び出した後、履歴バッファ内のより新しいコマンドに戻ります。キーを押すたびに、より新しいコマンドが順次表示されます。
show history	特権 EXEC モードで、直前に入力したいくつかのコマンドを表示します。表示されるコマンドの数は、**terminal history** グローバル コンフィギュレーション コマンドおよび **history** ライン コンフィギュレーション コマンドの設定値によって指定されます。

1. 矢印キーが使用できるのは、VT100 などの ANSI 互換端末に限られます。

コマンド履歴機能のディセーブル化

コマンド履歴機能は、自動的にイネーブルになっています。現在の端末セッションまたはコマンドラインでディセーブルにできます。これらの手順は任意です。

現在の端末セッションでこの機能をディセーブルにするには、**terminal no history** 特権 EXEC コマンドを使用します。

回線に関するセッションでコマンド履歴をディセーブルにするには、**no history** ライン コンフィギュレーション コマンドを使用します。

編集機能の使用方法

ここでは、コマンドラインの操作に役立つ編集機能について説明します。内容は次のとおりです。

- 「編集機能のイネーブル化およびディセーブル化」（P.2-6）（任意）
- 「キーストロークによるコマンドの編集」（P.2-7）（任意）
- 「画面幅よりも長いコマンドラインの編集」（P.2-8）（任意）

編集機能のイネーブル化およびディセーブル化

拡張編集モードは自動的にイネーブルになりますが、ディセーブルにする、再びイネーブルにする、または特定の回線で拡張編集機能を使用できるように設定できます。これらの手順は任意です。

拡張編集モードをグローバルにディセーブルにするには、ライン コンフィギュレーション モードで次のコマンドを入力します。

```
Switch (config-line)# no editing
```

現在の端末セッションで拡張編集モードを再びイネーブルにするには、特権 EXEC モードで次のコマンドを入力します。

```
Switch# terminal editing
```

特定の回線について拡張編集モードを再び設定するには、ライン コンフィギュレーション モードで次のコマンドを入力します。

```
Switch(config-line)# editing
```

キーストロークによるコマンドの編集

表 2-5 に、コマンドラインの編集に必要なキーストロークを示します。これらのキーストロークは任意です。

表 2-5　キーストロークによるコマンドの編集

機能	キーストローク[1]	目的
コマンドライン上を移動して、変更または訂正を行います。	**Ctrl+B** または←キーを押します。	カーソルを 1 文字分だけ後ろに戻します。
	Ctrl+F または→キーを押します。	カーソルを 1 文字分だけ前に進めます。
	Ctrl+A を押します。	カーソルをコマンドラインの先頭に移動させます。
	Ctrl+E を押します。	カーソルをコマンドラインの末尾に移動させます。
	Esc B を押します。	カーソルを 1 ワード分だけ後ろに戻します。
	Esc F を押します。	カーソルを 1 ワード分だけ前に進めます。
	Ctrl+T を押します。	カーソルの左にある文字を、カーソル位置の文字と置き換えます。
バッファからコマンドを呼び出し、コマンドラインにペーストします。最後に削除した 10 項目がバッファに保存されています。	**Ctrl+Y** を押します。	バッファから最新のエントリを呼び出します。
	Esc Y を押します。	バッファから次のエントリを呼び出します。 バッファには、最後に削除またはカットした 10 項目しか保存されません。**Esc Y** を 11 回以上押すと、最初のバッファ エントリに戻って表示されます。
不要なエントリを削除します。	**Delete** または **Backspace** キーを押します。	カーソルの左にある文字を消去します。
	Ctrl+D を押します。	カーソル位置にある文字を削除します。
	Ctrl+K を押します。	カーソル位置からコマンドラインの末尾までの全文字を削除します。
	Ctrl+U または **Ctrl+X** を押します。	カーソル位置からコマンドラインの先頭までの全文字を削除します。
	Ctrl+W を押します。	カーソルの左にあるワードを消去します。
	Esc D を押します。	カーソル位置からワードの末尾までを削除します。
ワードを大文字または小文字にします。または、一連の文字をすべて大文字にします。	**Esc C** を押します。	カーソル位置のワードを大文字にします。

表 2-5　キーストロークによるコマンドの編集 （続き）

機能	キーストローク[1]	目的
	Esc L を押します。	カーソル位置のワードを小文字に変更します。
	Esc U を押します。	カーソル位置からワードの末尾までの文字を大文字にします。
特定のキーストロークを実行可能なコマンド（通常はショートカット）として指定します。	**Ctrl+V** または **Esc Q** を押します。	
1 行または 1 画面下へスクロールして、端末画面に収まりきらない表示内容を表示させます。 （注）　**show** コマンドの出力など、端末画面に一度に表示できない長い出力では、More プロンプトが使用されます。More プロンプトが表示された場合は、**Return** キーおよび **Space** バーを使用してスクロールできます。	**Return** キーを押します。	1 行下へスクロールします。
	Space バーを押します。	1 画面下へスクロールします。
スイッチから画面にメッセージが突然送られた場合に、現在のコマンドラインを再表示します。	**Ctrl+L** または **Ctrl+R** を押します。	現在のコマンドラインを再表示します。

1. 矢印キーが使用できるのは、VT100 などの ANSI 互換端末に限られます。

画面幅よりも長いコマンドラインの編集

画面上で 1 行分を超える長いコマンドラインについては、コマンドのラップアラウンド機能を使用できます。カーソルが右マージンに達すると、そのコマンドラインは 10 文字分だけ左へシフトされます。コマンドラインの先頭から 10 文字までは見えなくなりますが、左へスクロールして、コマンドの先頭部分の構文をチェックできます。これらのキー操作は任意です。

コマンドの先頭にスクロールして入力内容をチェックするには、**Ctrl+B** または←キーを繰り返し押します。コマンドラインの先頭に直接移動するには、**Ctrl+A** を押します。

矢印キーが使用できるのは、VT100 などの ANSI 互換端末に限られます。

次の例では、**access-list** グローバル コンフィギュレーション コマンド エントリが 1 行分よりも長くなっています。最初にカーソルが行末に達すると、その行は 10 文字分だけ左へシフトされ、再表示されます。ドル記号（$）は、その行が左へスクロールされたことを表します。カーソルが行末に達するたびに、その行は再び 10 文字分だけ左へシフトされます。

```
Switch(config)# access-list 101 permit tcp 131.108.2.5 255.255.255.0 131.108.1
Switch(config)# $ 101 permit tcp 131.108.2.5 255.255.255.0 131.108.1.20 255.25
Switch(config)# $t tcp 131.108.2.5 255.255.255.0 131.108.1.20 255.255.255.0 eq
Switch(config)# $108.2.5 255.255.255.0 131.108.1.20 255.255.255.0 eq 45
```

コマンドの入力が終わった後、**Ctrl+A** を押して全体の構文をチェックし、その後 **Return** キーを押してコマンドを実行してください。行末に表示されるドル記号（$）は、その行が右へスクロールされたことを表します。

```
Switch(config)# access-list 101 permit tcp 131.108.2.5 255.255.255.0 131.108.1$
```

ソフトウェアでは、端末画面は 80 カラム幅であると想定されています。画面の幅が 80 カラム幅以外である場合には、**terminal width** 特権 EXEC コマンドを使用して、端末の幅を設定してください。

ラップアラウンド機能とコマンド履歴機能を併用すると、前に入力した複雑なコマンド エントリを呼び出して変更できます。前に入力したコマンド エントリの呼び出し方法については、「キーストロークによるコマンドの編集」（P.2-7）を参照してください。

show および more コマンド出力の検索およびフィルタリング

show および **more** コマンドの出力を検索およびフィルタリングできます。この機能は、大量の出力をソートする場合や、出力から不要な情報を除外する場合に役立ちます。これらのコマンドの使用は任意です。

この機能を使用するには、**show** または **more** コマンドを入力した後、*パイプ*記号（|）、**begin**、**include**、または **exclude** のいずれかのキーワード、および文字列（検索またはフィルタの条件）を指定します。

command | {**begin** | **include** | **exclude**} *regular-expression*

文字列では、大文字と小文字が区別されます。たとえば、**| exclude output** と入力した場合、*output* を含む行は表示されませんが、*Output* を含む行は表示されます。

次に、*protocol* が使用されている行だけを出力するように指定する例を示します。

```
Switch# show interfaces | include protocol
Vlan1 is up, line protocol is up
Vlan10 is up, line protocol is down
GigabitEthernet0/1 is up, line protocol is down
GigabitEthernet0/2 is up, line protocol is up
```

CLI のアクセス方法

CLI にはコンソール接続、Telnet、またはブラウザを使用することによってアクセスできます。

コンソール接続または Telnet による CLI アクセス

CLI にアクセスするには、スイッチのスタートアップ ガイドに記載されている手順で、スイッチのコンソール ポートに端末または PC を接続し、スイッチの電源をオンにする必要があります。また、起動プロセスおよび IP 情報を指定する場合に使用できるオプションについて理解するため、第 3 章「スイッチの IP アドレスおよびデフォルト ゲートウェイの割り当て」を参照してください。

スイッチがすでに設定されている場合は、ローカル コンソール接続またはリモート Telnet セッションによって CLI にアクセスできますが、このタイプのアクセスに対応できるように、先にスイッチを設定しておく必要があります。詳細については、「端末回線に対する Telnet パスワードの設定」（P.8-6）を参照してください。

次のいずれかの方法で、スイッチとの接続を確立できます。

- スイッチのコンソール ポートに、管理ステーションまたはダイヤルアップ モデムを接続します。コンソール ポートへの接続については、スイッチのスタートアップ ガイドまたはハードウェア インストレーション ガイドを参照してください。

- リモート管理ステーションから任意の Telnet TCP/IP または暗号化 Secure Shell（SSH; セキュアシェル）パッケージを使用します。スイッチは Telnet または SSH クライアントとのネットワーク接続が可能でなければなりません。また、スイッチにイネーブル シークレット パスワードを設定しておくことも必要です。

  Telnet アクセスのためのスイッチ設定については、「端末回線に対する Telnet パスワードの設定」（P.8-6）を参照してください。スイッチは同時に最大 16 の Telnet セッションをサポートします。1 人の Telnet ユーザによって行われた変更は、他のすべての Telnet セッションに反映されます。

  SSH のためのスイッチ設定については、「SSH のためのスイッチの設定」（P.8-43）を参照してください。スイッチは最大 5 つの安全な SSH セッションを同時にサポートします。

コンソール ポート、Telnet セッション、または SSH セッションを通じて接続すると、管理ステーション上にユーザ EXEC プロンプトが表示されます。

CHAPTER 3

スイッチの IP アドレスおよびデフォルト ゲートウェイの割り当て

この章では、自動および手動の各方法で、Catalyst 3560 スイッチの初期設定（たとえば、IP アドレスの割り当てやデフォルトのゲートウェイ情報）を作成する方法について説明します。スイッチのスタートアップ コンフィギュレーションを変更する方法についても説明します。この章で使用するコマンドの構文および使用方法の詳細については、このリリースに対応するコマンド リファレンス、および Cisco.com にある『*Cisco IOS IP Command Reference, Volume 1 of 3: Addressing and Services*』を参照してください。

（注） IP アドレスおよび Dynamic Host Configuration Protocol（DHCP）の設定に関するこの章の情報は、IP バージョン 4（IPv4）固有の情報です。スイッチ上で IP バージョン 6（IPv6）の転送をイネーブルにする場合は、第 38 章「IPv6 ユニキャスト ルーティングの設定」で、IPv6 アドレスのフォーマットおよび設定に固有の情報を参照してください。IPv6 をイネーブルにするには、スイッチ上で IP サービス イメージが稼動している必要があります。

起動プロセスの概要

スイッチを起動するには、*スタートアップ ガイド*またはハードウェア インストレーション ガイドの手順に従って、スイッチを設置して電源をオンにし、スイッチの初期設定（IP アドレス、サブネット マスク、デフォルト ゲートウェイ、シークレットおよび Telnet パスワードなど）を行う必要があります。

通常の起動プロセスにはブート ローダ ソフトウェアの動作が含まれます。ブート ローダは次のアクティビティを実行します。

- 下位レベルの CPU 初期化を行います。CPU レジスタを初期化することにより、物理メモリがマッピングされる場所、容量、速度などを制御します。
- CPU サブシステムの Power-on Self-Test（POST; 電源投入時自己診断テスト）を行います。CPU DRAM と、フラッシュ ファイル システムを構成するフラッシュ デバイスの部分をテストします。
- デフォルトの OS（オペレーティング システム）ソフトウェア イメージをメモリにロードし、スイッチを起動します。

ブート ローダによってフラッシュ ファイル システムにアクセスしてから、OS をロードします。ブート ローダの使用目的は通常、OS のロード、圧縮解除、および起動に限定されます。OS が CPU を制御できるようになると、ブート ローダは、次にシステムがリセットされるか電源が投入されるまでは非アクティブになります。

また、OS が使用不可能になるほどの重大な障害が発生した場合は、ブート ローダはシステムにトラップドアからアクセスします。トラップドアからシステムへアクセスして、必要があれば、フラッシュ ファイル システムをフォーマットし、XMODEM プロトコルを使用して OS のソフトウェア イメージを再インストールし、失われたパスワードを回復し、最終的に OS を再起動できます。詳細については、「ソフトウェアで障害が発生した場合の回復」（P.48-2）および「パスワードを忘れた場合の回復」（P.48-3）を参照してください。

（注）　パスワードの回復をディセーブルにできます。詳細については、「パスワード回復のディセーブル化」（P.8-5）を参照してください。

スイッチ情報を割り当てるには、PC または端末をコンソール ポートに接続し、PC または端末エミュレーション ソフトウェアのボー レートおよびキャラクタ フォーマットをスイッチのコンソール ポートの設定と一致させておく必要があります。

- デフォルトのボー レートは 9600 です。
- デフォルトのデータ ビットは 8 です。

  （注）　データ ビット オプションを 8 に設定した場合、パリティ オプションは「なし」に設定します。

- デフォルトのストップ ビットは 1 です。
- デフォルトのパリティ設定は「なし」です。

スイッチ情報の割り当て

IP 情報を割り当てるには、スイッチのセットアップ プログラムを使用する方法、Dynamic Host Configuration Protocol（DHCP）サーバを使用する方法、または手動で実行する方法があります。

特定の IP 情報の設定が必要な場合、スイッチのセットアップ プログラムを使用してください。このプログラムを使用すると、ホスト名とイネーブル シークレット パスワードを設定することもできます。また、任意で、Telnet パスワードを割り当てたり（リモート管理中のセキュリティ確保のため）、スイッチをクラスタのコマンドまたはメンバ スイッチとして、あるいはスタンドアロン スイッチとして設定したりできます。セットアップ プログラムの詳細については、ハードウェア インストレーション ガイドを参照してください。

サーバの設定後は DHCP サーバを使用して、IP 情報の集中管理と自動割り当てを行います。

（注）　DHCP を使用している場合は、スイッチが動的に割り当てられた IP アドレスを受信してコンフィギュレーション ファイルを読み込むまでは、セットアップ プログラムからの質問に応答しないでください。

スイッチの設定手順を熟知している経験豊富なユーザの場合は、スイッチを手動で設定してください。それ以外のユーザは、前述のセットアップ プログラムを使用してください。

- 「デフォルトのスイッチ情報」（P.3-3）
- 「DHCP ベースの自動設定の概要」（P.3-3）
- 「手動での IP 情報の割り当て」（P.3-14）

デフォルトのスイッチ情報

表 3-1 に、デフォルトのスイッチ情報を示します。

表 3-1　デフォルトのスイッチ情報

機能	デフォルト設定
IP アドレスおよびサブネット マスク	IP アドレスまたはサブネット マスクは定義されていません。
デフォルト ゲートウェイ	デフォルト ゲートウェイは定義されていません。
イネーブル シークレット パスワード	パスワードは定義されていません。
ホスト名	出荷時に設定されたデフォルトのホスト名は *Switch* です。
Telnet パスワード	パスワードは定義されていません。
クラスタ コマンド スイッチ機能	ディセーブル
クラスタ名	クラスタ名は定義されていません。

DHCP ベースの自動設定の概要

DHCP は、インターネットホストおよびインターネットワーキング デバイスに設定情報を提供します。このプロトコルは、2 つのコンポーネントからなります。1 つは DHCP サーバからデバイスにコンフィギュレーション パラメータを提供するコンポーネント、もう 1 つはデバイスにネットワーク アドレスを割り当てるコンポーネントです。DHCP はクライアント/サーバ モデルに基づいて構築されています。指定された DHCP サーバが、動的に設定されるデバイスに対して、ネットワーク アドレスを割り当て、コンフィギュレーション パラメータを提供します。スイッチは、DHCP クライアントおよび DHCP サーバとして機能できます。

DHCP ベースの自動設定では、スイッチ（DHCP クライアント）は起動時に、IP アドレス情報およびコンフィギュレーション ファイルを使用して自動的に設定されます。

DHCP ベースの自動設定を使用すると、スイッチ上で DHCP クライアント側の設定を行う必要はありません。ただし、DHCP サーバで、IP アドレスに関連した各種リース オプションを設定する必要があります。DHCP を使用してネットワーク上でコンフィギュレーション ファイルの場所をリレーする場合は、Trivial File Transfer Protocol（TFTP; 簡易ファイル転送プロトコル）サーバおよび Domain Name System（DNS; ドメイン ネーム システム）サーバの設定が必要なこともあります。

スイッチの DHCP サーバは、スイッチと同じ LAN 上に配置することも、そのスイッチとは別の LAN 上に配置することもできます。DHCP サーバが異なる LAN 上で動作している場合、スイッチと DHCP サーバ間に、DHCP のリレー デバイスを設定する必要があります。リレー デバイスは、直接接続されている 2 つの LAN 間でブロードキャスト トラフィックを転送します。ルータはブロードキャスト パケットを転送しませんが、受信したパケットの宛先 IP アドレスに基づいてパケットを転送します。

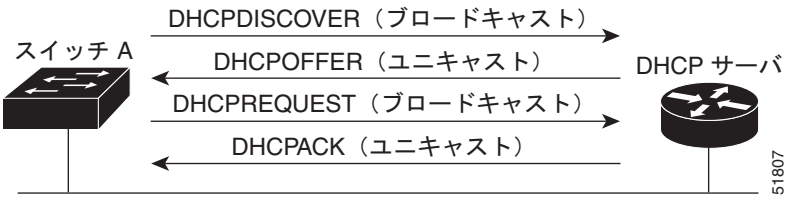
DHCP ベースの自動設定は、スイッチの BOOTP クライアント機能に代わるものです。

DHCP クライアントの要求プロセス

スイッチを起動したときに、スイッチにコンフィギュレーション ファイルがない場合、DHCP クライアントが呼び出され、DHCP サーバに設定情報を要求します。コンフィギュレーション ファイルが存在し、その設定に特定のルーテッド インターフェイスの **ip address dhcp** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドが含まれる場合、DHCP クライアントが呼び出され、インターフェイスに IP アドレス情報を要求します。

図 3-1 に、DHCP クライアントと DHCP サーバ間で交換される一連のメッセージを示します。

図 3-1　DHCP クライアント/サーバ間のメッセージ交換



クライアントであるスイッチ A は、DHCP サーバの場所を特定するために、DHCPDISCOVER メッセージをブロードキャストします。DHCP サーバは、DHCPOFFER ユニキャスト メッセージによって、コンフィギュレーション パラメータ（IP アドレス、サブネット マスク、ゲートウェイ IP アドレス、DNS IP アドレス、IP アドレス用のリースなど）をクライアントに提示します。

DHCPREQUEST ブロードキャスト メッセージでは、クライアントは、提示された設定情報に対して、DHCP サーバに正式な要求を戻します。この正式な要求はブロードキャストされるため、クライアントから DHCPDISCOVER ブロードキャスト メッセージを受信した他のすべての DHCP サーバは、クライアントに提示した IP アドレスを再利用できます。

DHCP サーバは、DHCPACK ユニキャスト メッセージをクライアントに戻すことで、IP アドレスがクライアントに割り当てられたことを確認します。このメッセージによって、クライアントとサーバはバウンドされ、クライアントはサーバから受信した設定情報を使用します。スイッチが受信する情報量は、DHCP サーバの設定方法によって異なります。詳細については、「TFTP サーバの設定」（P.3-7）を参照してください。

DHCPOFFER ユニキャスト メッセージによって送信されたコンフィギュレーション パラメータが無効である（コンフィギュレーション エラーがある）場合、クライアントは DHCP サーバに、DHCPDECLINE ブロードキャスト メッセージを戻します。

DHCP サーバはクライアントに、提示されたコンフィギュレーション パラメータが割り当てられていない、パラメータのネゴシエーション中にエラーが発生した、または DHCPOFFER メッセージに対するクライアントの応答が遅れている（DHCP サーバがパラメータを別のクライアントに割り当てた）という意味の DHCPNAK 拒否ブロードキャスト メッセージを送信します。

DHCP クライアントは、複数の DHCP サーバまたは BOOTP サーバから提示を受け取り、そのうちの任意の 1 つを受け入れることができますが、通常は最初に受け取った提示を受け入れます。DHCP サーバから IP アドレスの提示があった場合でも、必ずしもそのアドレスがスイッチに割り当てられるわけではありません。ただし、サーバは通常、クライアントが正式にアドレスを要求するまではアドレスを確保しておきます。スイッチが BOOTP サーバからの応答を受け入れて、自身を設定する場合、スイッチはスイッチ コンフィギュレーション ファイルを取得するために、TFTP 要求をユニキャストするのではなくブロードキャストします。

DHCP ホスト名オプションを使用すると、スイッチ グループがホスト名および標準コンフィギュレーションを中央の管理 DHCP サーバから取得できます。クライアント（スイッチ）は、DHCPDISCOVER メッセージにオプション 12 フィールドを含めます。このフィールドは、DHCP サーバのホスト名と他のコンフィギュレーション パラメータを要求するときに使用されます。すべてのクライアントでコンフィギュレーション ファイルは同一です（ただし DHCP で取得されたホスト名は除く）。

クライアントがデフォルトのホスト名である場合（**hostname** *name* グローバル コンフィギュレーションコマンドが設定されてない、またはホスト名を削除するために **no hostname** グローバル コンフィギュレーションコマンドが入力された）は、**ip address dhcp** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを入力したとき、DHCP ホスト名オプションはパケットに含まれません。この場合、クライアントがインターフェイスの IP アドレスを取得中に DHCP ホスト名オプションを受け取ると、クライアントは DHCP ホスト名オプションを受け入れて、システムでホスト名が設定されたことを示すフラグを設定します。

DHCP ベースの自動設定およびイメージ アップデートの概要

DHCP サーバの設定に DHCP イメージ アップグレード機能を使用すると、ネットワーク内の 1 つまたは複数のスイッチに新しいイメージ ファイルと新しいコンフィギュレーション ファイルの両方をダウンロードできます。この機能は、ネットワークに追加された複数の新しいスイッチにそれぞれ同じイメージと設定を受信させるのに効果的です。

DHCP イメージ アップグレードには、DHCP 自動設定および DHCP 自動イメージ アップデートの 2 つのタイプがあります。

DHCP 自動設定

DHCP 自動設定は、DHCP サーバからネットワーク内の 1 つまたは複数のスイッチにコンフィギュレーション ファイルをダウンロードします。ダウンロードされたコンフィギュレーション ファイルはそのスイッチの実行コンフィギュレーション ファイルになります。フラッシュに保存されているブートアップ コンフィギュレーション ファイルは上書きされません。スイッチをリロードすることで上書きされます。

DHCP 自動イメージ アップデート

DHCP 自動設定の DHCP 自動イメージ アップグレードは、ネットワーク内の 1 つまたは複数のスイッチにコンフィギュレーション ファイルと新しいイメージ ファイルの両方をダウンロードします。新しいコンフィギュレーション ファイルとイメージ ファイルをダウンロードするスイッチには設定が必要はありません（または、工場出荷時のデフォルト設定だけが行われています）。

新しいコンフィギュレーション ファイルがすでに設定されているスイッチにダウンロードされた場合、ダウンロードされた設定はスイッチに保存されているコンフィギュレーション ファイルに追加されます（既存の設定はダウンロードされたファイルに上書きされません）。

（注）スイッチで DHCP 自動イメージ アップデートをイネーブルにする場合、イメージとコンフィギュレーション ファイルが保存されている TFTP サーバのオプション 67（コンフィギュレーション ファイル名）とオプション 66（DHCP サーバ ホスト名）、オプション 150（TFTP サーバ アドレス）、オプション 125（ファイルの説明）を正確に設定する必要があります。

スイッチを DHCP サーバとして設定する場合の手順については、「DHCP ベースの自動設定の設定」（P.3-6）および『*Cisco IOS IP Configuration Guide, Release 12.2*』の「IP Addressing and Services」の章にある「Configuring DHCP」を参照してください。

ネットワークにスイッチをインストールすると、自動イメージ アップデート機能が開始します。ダウンロードされたコンフィギュレーション ファイルはスイッチの実行コンフィギュレーション ファイルに保存され、次に新しいイメージのダウンロードとインストールが始まります。スイッチをリブートすると、そのコンフィギュレーション ファイルはスイッチに保存されます。

制限事項

- ネットワーク内に IP アドレスが割り当てられてないアップ ステートのレイヤ 3 インターフェイスが最低 1 つ必要です。これがない場合、DHCP ベースの自動設定による保存設定プロセスは停止します。
- タイムアウトが設定されてない場合、DHCP ベースの自動設定による保存設定機能は IP アドレスを無制限にダウンロードしようとします。
- コンフィギュレーション ファイルをダウンロードすることができない、またはコンフィギュレーション ファイルが壊れている場合、自動インストール プロセスは停止します。

（注）　TFTP からダウンロードされたコンフィギュレーション ファイルは実行コンフィギュレーション ファイルの既存設定とマージされますが、**write memory** または **copy running-configuration startup-configuration** 特権 EXEC コマンドを実行しない限り、NVRAM には保存されません。ダウンロードされた設定がスタートアップ コンフィギュレーション ファイルに保存されても、次のシステム再起動中には反映されないので注意してください。

DHCP ベースの自動設定の設定

DHCP サーバ設定時の注意事項

DHCP サーバには、スイッチのハードウェア アドレスによって各スイッチと結び付けられている予約済みのリースを設定する必要があります。

スイッチに IP アドレス情報を受信させるには、DHCP サーバに次のリース オプションを設定する必要があります。

- クライアントの IP アドレス（必須）
- クライアントのサブネット マスク（必須）
- ルータの IP アドレス（スイッチで使用するデフォルト ゲートウェイ アドレス）（必須）
- DNS サーバの IP アドレス（任意）

スイッチに TFTP サーバからコンフィギュレーション ファイルを受信させる場合は、DHCP サーバに次のリース オプションを設定する必要があります。

- TFTP サーバ名（必須）
- ブート ファイル名（クライアントが必要とするコンフィギュレーション ファイル名）（推奨）
- ホスト名（任意）

DHCP サーバの設定によっては、スイッチは IP アドレス情報またはコンフィギュレーション ファイル、あるいはその両方を受信できます。

前述のリース オプションを設定しなかった場合、DHCP サーバは、設定されたパラメータだけを使用してクライアントの要求に応答します。IP アドレスおよびサブネット マスクが応答に含まれていないと、スイッチは設定されません。ルータの IP アドレスまたは TFTP サーバ名が見つからなかった場合、スイッチは TFTP 要求をユニキャストしないでブロードキャストを送信する場合があります。その他のリース オプションは、使用できなくても自動設定には影響しません。

スイッチは DHCP サーバとして機能します。デフォルトでは、Cisco IOS DHCP サーバおよびリレーエージェント機能はスイッチ上でイネーブルですが、設定されていません。これらの機能は動作しません。DHCP サーバがシスコ デバイスである場合、DHCP 設定に関する詳細については、Cisco.com にある『*Cisco IOS IP Configuration Guide*』の「IP Addressing and Services」の章にある「Configuring DHCP」を参照してください。

TFTP サーバの設定

DHCP サーバの設定に基づいて、スイッチは TFTP サーバから 1 つまたは複数のコンフィギュレーション ファイルをダウンロードしようとします。TFTP サーバへの IP 接続に必要なすべてのオプションについてスイッチに応答するよう DHCP サーバを設定している場合で、なおかつ、TFTP サーバ名、アドレス、およびコンフィギュレーション ファイル名を指定して DHCP サーバを設定している場合、スイッチは指定された TFTP サーバから指定されたコンフィギュレーション ファイルをダウンロードしようとします。

コンフィギュレーション ファイル名、および TFTP サーバを指定しなかった場合、またはコンフィギュレーション ファイルをダウンロードできなかった場合は、スイッチはファイル名と TFTP サーバアドレスをさまざまに組み合わせてコンフィギュレーション ファイルをダウンロードしようとします。ファイルには、（存在する場合）特定のコンフィギュレーション ファイル名と次のファイルが指定されています。network-config、cisconet.cfg、*hostname*.config、または *hostname*.cfg です。この場合、*hostname* はスイッチの現在のホスト名です。使用される TFTP サーバアドレスには、（存在する場合）指定された TFTP サーバのアドレス、およびブロードキャスト アドレス（255.255.255.255）が含まれています。

スイッチが正常にコンフィギュレーション ファイルをダウンロードするには、TFTP サーバのベースディレクトリに 1 つまたは複数のコンフィギュレーション ファイルが含まれていなければなりません。含めることのできるファイルは、次のとおりです。

- DHCP 応答で指定されているコンフィギュレーション ファイル（実際のスイッチ コンフィギュレーション ファイル）
- network-confg または cisconet.cfg ファイル（デフォルトのコンフィギュレーション ファイル）
- router-confg または ciscortr.cfg ファイル（これらのファイルには、すべてのスイッチに共通のコマンドが含まれています。通常、DHCP および TFTP サーバが適切に設定されていれば、これらのファイルはアクセスされません）

DHCP サーバ リース データベースに TFTP サーバ名を指定する場合は、DNS サーバのデータベースに TFTP サーバ名と IP アドレスのマッピングを設定することも必要です。

使用する TFTP サーバが、スイッチとは異なる LAN 上にある場合、またはスイッチがブロードキャスト アドレスを使用してアクセスした場合（前述のすべての必須情報が DHCP サーバの応答に含まれていない場合に発生）は、リレーを設定して TFTP サーバに TFTP パケットを転送する必要があります。詳細については、「リレー デバイスの設定」（P.3-8）を参照してください。適切な解決方法は、必要なすべての情報を使用して DHCP サーバを設定することです。

DNS の設定

DHCP サーバは、DNS サーバを使用して TFTP サーバ名を IP アドレスに変換します。DNS サーバ上で、TFTP サーバ名から IP アドレスへのマッピングを設定する必要があります。TFTP サーバには、スイッチのコンフィギュレーション ファイルが存在します。

DHCP の応答時に IP アドレスを取得する DHCP サーバのリース データベースに、DNS サーバの IP アドレスを設定できます。リース データベースには、DNS サーバの IP アドレスを 2 つまで入力できます。

DNS サーバは、スイッチと同じ LAN 上に配置することも、そのスイッチとは別の LAN 上に配置することもできます。DHCP サーバが別の LAN 上に存在する場合、スイッチはルータを介して DHCP サーバにアクセスできなければなりません。

リレー デバイスの設定

異なる LAN 上にあるホストからの応答が必要なブロードキャスト パケットをスイッチが送信する場合は、リレー デバイス（*リレー エージェント*）を設定する必要があります。スイッチが送信する可能性のあるブロードキャスト パケットの例として DHCP パケット、DNS パケット、場合によっては TFTP パケットが挙げられます。リレー デバイスは、インターフェイス上の受信ブロードキャスト パケットを宛先ホストに転送するように設定しなければなりません。

リレー デバイスが Cisco ルータである場合、IP ルーティングをイネーブルにし（**ip routing** グローバル コンフィギュレーション コマンド）、**ip helper-address** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用して、ヘルパー アドレスを設定します。

図 3-2 では、ルータ インターフェイスを次のように設定しています。

インターフェイス 10.0.0.2 では、

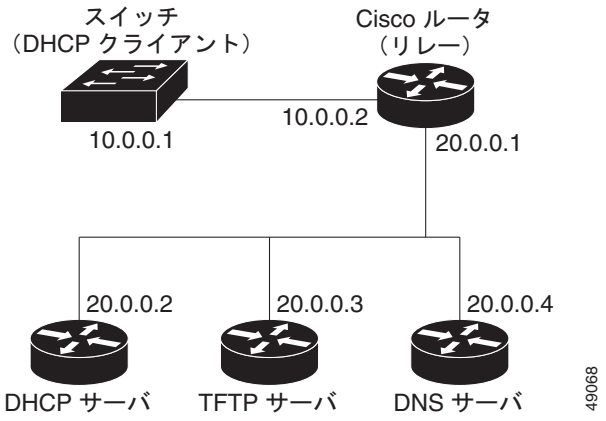
```
router(config-if)# ip helper-address 20.0.0.2
router(config-if)# ip helper-address 20.0.0.3
router(config-if)# ip helper-address 20.0.0.4
```

インターフェイス 20.0.0.1 では、

```
router(config-if)# ip helper-address 10.0.0.1
```

（注）　スイッチをリレー デバイスとして機能させる場合は、インターフェイスをルーテッド ポートに設定してください。詳細については、「ルーテッド ポート」（P.11-4）および「レイヤ 3 インターフェイスの設定」（P.11-26）を参照してください。

図 3-2　自動設定でのリレー デバイスの使用



コンフィギュレーション ファイルの取得方法

IP アドレスおよびコンフィギュレーション ファイル名が DHCP で専用のリースとして取得できるかどうかに応じて、スイッチは次の方法で設定情報を取得します。

- IP アドレスおよびコンフィギュレーション ファイル名が、スイッチ用に予約され、DHCP 応答（1 ファイル読み込み方式）で提供されている場合

  スイッチは DHCP サーバから、IP アドレス、サブネット マスク、TFTP サーバ アドレス、およびコンフィギュレーション ファイル名を受信します。スイッチは、TFTP サーバにユニキャスト メッセージを送信し、指定されたコンフィギュレーション ファイルをサーバのベース ディレクトリから取得して、ブートアップ プロセスを完了します。

- スイッチの IP アドレスおよびコンフィギュレーション ファイル名が予約されているが、DHCP 応答に TFTP サーバ アドレスが含まれていない場合（1 ファイル読み込み方式）

  スイッチは DHCP サーバから、IP アドレス、サブネット マスク、およびコンフィギュレーション ファイル名を受信します。スイッチは、TFTP サーバにブロードキャスト メッセージを送信し、指定されたコンフィギュレーション ファイルをサーバのベース ディレクトリから取得して、ブート アップ プロセスを完了します。

- IP アドレスだけがスイッチ用に予約され、DHCP 応答で提供されており、コンフィギュレーション ファイル名は提供されない場合（2 ファイル読み込み方式）。

  スイッチは DHCP サーバから、IP アドレス、サブネット マスク、および TFTP サーバ アドレスを受信します。スイッチは、TFTP サーバにユニキャスト メッセージを送信し、network-confg または cisconet.cfg のデフォルト コンフィギュレーション ファイルを取得します（network-confg ファイルが読み込めない場合、スイッチは cisconet.cfg ファイルを読み込みます）。

  デフォルト コンフィギュレーション ファイルには、スイッチのホスト名から IP アドレスへのマッピングが含まれています。スイッチは、ファイルの情報をホスト テーブルに書き込み、ホスト名を取得します。ファイルにホスト名がない場合、スイッチは DHCP 応答で指定されたホスト名を使用します。DHCP 応答でホスト名が指定されていない場合、スイッチはデフォルトの *Switch* をホスト名として使用します。

  デフォルトのコンフィギュレーション ファイルまたは DHCP 応答からホスト名を取得した後、スイッチはホスト名と同じ名前のコンフィギュレーション ファイル（network-confg または cisconet.cfg のどちらが先に読み込まれたかに応じて、*hostname*-confg または *hostname*.cfg）を TFTP サーバから読み込みます。cisconet.cfg ファイルが読み込まれている場合は、ホストのファイル名は 8 文字に切り捨てられます。

  network-confg、cisconet.cfg、またはホスト名と同じ名前のファイルを読み込むことができない場合、スイッチは router-confg ファイルを読み込みます。router-confg ファイルを読み込むことができない場合、スイッチは ciscortr.cfg ファイルを読み込みます。

（注）　DHCP 応答から TFTP サーバを取得できなかった場合、ユニキャスト伝送によるコンフィギュレーション ファイルの読み込みに失敗した場合、または TFTP サーバ名を IP アドレスに変換できない場合には、スイッチは TFTP サーバ要求をブロードキャストします。

構成例

図 3-3 に、DHCP ベースの自動設定を使用して IP 情報を検索するネットワークの構成例を示します。

図 3-3　DHCP ベースの自動設定を使用するネットワークの構成例

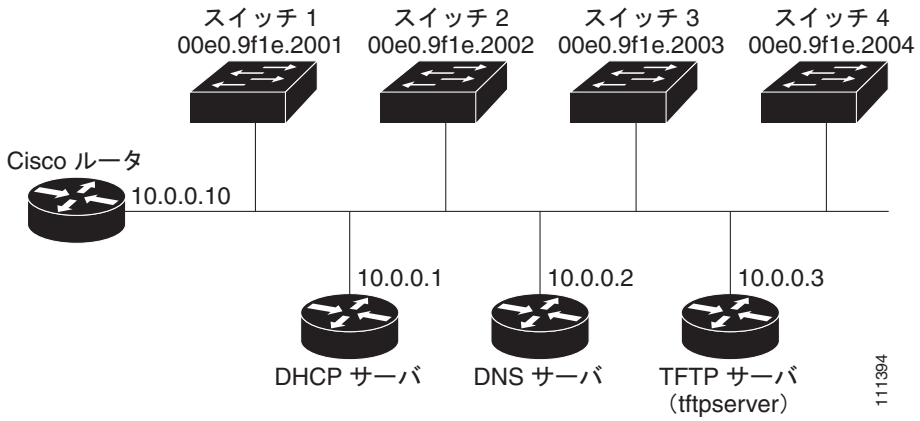


表 3-2 は、DHCP サーバ上の予約リースの設定例です。

表 3-2　DHCP サーバ コンフィギュレーション

	スイッチ A	スイッチ B	スイッチ C	スイッチ D
バインディング キー（ハードウェア アドレス）	00e0.9f1e.2001	00e0.9f1e.2002	00e0.9f1e.2003	00e0.9f1e.2004
IP アドレス	10.0.0.21	10.0.0.22	10.0.0.23	10.0.0.24
サブネット マスク	255.255.255.0	255.255.255.0	255.255.255.0	255.255.255.0
ルータ アドレス	10.0.0.10	10.0.0.10	10.0.0.10	10.0.0.10
DNS サーバ アドレス	10.0.0.2	10.0.0.2	10.0.0.2	10.0.0.2
TFTP サーバ名	*tftpserver* または *10.0.0.3*	*tftpserver* または *10.0.0.3*	*tftpserver* または *10.0.0.3*	*tftpserver* または *10.0.0.3*
ブート ファイル名（コンフィギュレーション ファイル）（任意）	switcha-confg	switchb-confg	switchc-confg	switchd-confg
ホスト名（任意）	switcha	switchb	switchc	switchd

DNS サーバ コンフィギュレーション

DNS サーバは、TFTP サーバ名 *tftpserver* を IP アドレス 10.0.0.3 にマッピングします。

TFTP サーバ コンフィギュレーション（UNIX）

TFTP サーバのベース ディレクトリは、/tftpserver/work/ に設定されています。このディレクトリには、2 ファイル読み込み方式で使用される network-confg ファイルがあります。このファイルには、IP アドレスに基づいてスイッチに割り当てられるホスト名が含まれています。ベース ディレクトリには、次に示すように、各スイッチのコンフィギュレーション ファイル（*switcha-confg*、*switchb-confg* など）も含まれています。

```
prompt> cd /tftpserver/work/
prompt> ls
network-confg
switcha-confg
switchb-confg
switchc-confg
switchd-confg
prompt> cat network-confg
ip host switcha 10.0.0.21
ip host switchb 10.0.0.22
ip host switchc 10.0.0.23
ip host switchd 10.0.0.24
```

DHCP クライアント コンフィギュレーション

スイッチ A ～ D には、コンフィギュレーション ファイルは存在しません。

コンフィギュレーションの説明

図 3-3 の場合、スイッチ A はコンフィギュレーション ファイルを次のようにして読み込みます。

- DHCP サーバから IP アドレス 10.0.0.21 を取得します。
- DHCP サーバの応答でコンフィギュレーション ファイル名が提供されない場合、スイッチ A は TFTP サーバのベース ディレクトリから network-confg ファイルを読み込みます。
- ホスト テーブルに network-confg ファイルの内容を追加します。
- IP アドレス 10.0.0.21 をもとにホスト テーブルを検索し、ホスト名（switcha）を取得します。
- ホスト名に対応するコンフィギュレーション ファイルを読み込みます。たとえば、TFTP サーバから *switch1-confg* を読み込みます。

スイッチ B ～ D も、同様にコンフィギュレーション ファイルおよび IP アドレスを取得します。

DHCP の自動設定およびイメージ アップデート機能の設定

DHCP を使用して新しいイメージや新しい設定をスイッチにダウンロードするには、最低 2 つのスイッチの設定が必要です（DHCP サーバ用および TFTP サーバ用）。クライアントのスイッチは、新しいコンフィギュレーション ファイルか、または新しいコンフィギュレーション ファイルと新しいイメージ ファイルをダウンロードするように設定します。

DHCP 自動設定の設定（コンフィギュレーション ファイルだけ）

TFTP および DHCP の DHCP 自動設定で新しいコンフィギュレーション ファイルを新しいスイッチにダウンロードするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**ip dhcp** *poolname*	DHCP サーバのアドレス プール名を作成し、DHCP プール コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**flash**:/*filename*	ブート イメージとして使用するコンフィギュレーション ファイル名を指定します。
ステップ 4	**network** *network-number mask prefix-length*	DHCP アドレス プールのサブネット ネットワーク番号とマスクを指定します。 **（注）** プレフィクス長は、アドレス プレフィクスからなるビット数で指定します。クライアントのネットワーク マスクを指定する代わりにプレフィクスを使用できます。プレフィクス長はフォワード スラッシュ（/）の前に入力してください。
ステップ 5	**default-router** *address*	DHCP クライアントにおけるデフォルト ルータの IP アドレスを指定します。
ステップ 6	**option 150** *address*	TFTP サーバの IP アドレスを指定します。
ステップ 7	**exit**	グローバル コンフィギュレーション モードに戻ります。
ステップ 8	**tftp-server flash**:*filename.text*	TFTP サーバのコンフィギュレーション ファイルを指定します。
ステップ 9	**interface** *interface-id*	コンフィギュレーション ファイルを受信するクライアント アドレスを指定します。
ステップ 10	**no switchport**	インターフェイスをレイヤ 3 モードにします。
ステップ 11	**ip address** *address mask*	インターフェイスの IP アドレスとマスクを指定します。

	コマンド	目的
ステップ 12	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 13	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

次の例で、スイッチを DHCP サーバとして設定してコンフィギュレーション ファイルをダウンロードする方法を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# ip dhcp pool pool1
Switch(dhcp-config)# network 10.10.10.0 255.255.255.0
Switch(dhcp-config)# bootfile config-boot.text
Switch(dhcp-config)# default-router 10.10.10.1
Switch(dhcp-config)# option 150 10.10.10.1
Switch(dhcp-config)# exit
Switch(config)# tftp-server flash:config-boot.text
Switch(config)# interface gigabitethernet0/4
Switch(config-if)# no switchport
Switch(config-if)# ip address 10.10.10.1 255.255.255.0
Switch(config-if)# end
```

DHCP の自動イメージ アップデートの設定（コンフィギュレーション ファイルとイメージ）

TFTP および DHCP の DHCP 自動設定で新しいコンフィギュレーション ファイルを新しいスイッチにダウンロードするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

（注）　表の手順に従う前に、スイッチにアップロードするテキスト ファイルを作成しておく必要があります（例：autoinstall_dhcp）。テキスト ファイルには、ダウンロードするイメージ名を入力してください。イメージは bin ではなく tar ファイルにする必要があります。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**ip dhcp pool** *name*	DHCP サーバのアドレス プール名を作成し、DHCP プール コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**flash**:/*filename*	ブート イメージとして使用するファイル名を指定します。
ステップ 4	**network** *network-number mask prefix-length*	DHCP アドレス プールのサブネット ネットワーク番号とマスクを指定します。 （注）　プレフィクス長は、アドレス プレフィクスからなるビット数で指定します。クライアントのネットワーク マスクを指定する代わりにプレフィクスを使用できます。プレフィクス長はフォワード スラッシュ（/）の前に入力してください。
ステップ 5	**default-router** *address*	DHCP クライアントにおけるデフォルト ルータの IP アドレスを指定します。
ステップ 6	**option 150** *address*	TFTP サーバの IP アドレスを指定します。
ステップ 7	**option 125** *hex*	イメージ ファイルへのパスが記述されているテキスト ファイルのパスを指定します。
ステップ 8	**copy tftp flash** *filename.txt*	スイッチにテキスト ファイルをアップロードします。
ステップ 9	**copy tftp flash** *imagename.tar*	スイッチに新しいイメージの tar ファイルをアップロードします。
ステップ 10	**exit**	グローバル コンフィギュレーション モードに戻ります。

	コマンド	目的
ステップ 11	**tftp-server flash:***config.text*	TFTP サーバの Cisco IOS コンフィギュレーション ファイルを指定します。
ステップ 12	**tftp-server flash:***imagename.tar*	TFTP サーバのイメージ名を指定します。
ステップ 13	**tftp-server flash:***filename.txt*	ダウンロードするイメージ ファイル名が記述されたテキスト ファイルを指定します。
ステップ 14	**interface** *interface-id*	コンフィギュレーション ファイルを受信するクライアント アドレスを指定します。
ステップ 15	**no switchport**	インターフェイスをレイヤ 3 モードにします。
ステップ 16	**ip address** *address mask*	インターフェイスの IP アドレスとマスクを指定します。
ステップ 17	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 18	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

次の例で、スイッチを DHCP サーバとして設定してコンフィギュレーション ファイルをダウンロードする方法を示します。

```
Switch# config terminal
Switch(config)# ip dhcp pool pool1
Switch(dhcp-config)# network 10.10.10.0 255.255.255.0
Switch(dhcp-config)# bootfile config-boot.text
Switch(dhcp-config)# default-router 10.10.10.1
Switch(dhcp-config)# option 150 10.10.10.1
Switch(dhcp-config)# option 125 hex
0000.0009.0a05.08661.7574.6f69.6e73.7461.6c6c.5f64.686370
Switch(dhcp-config)# exit
Switch(config)# tftp-server flash:config-boot.text
Switch(config)# tftp-server flash:c3560-ipservices-mz.122-44.3.SE.tar
Switch(config)# tftp-server flash:boot-config.text
Switch(config)# tftp-server flash: autoinstall_dhcp
Switch(config)# interface gigabitethernet0/4
Switch(config-if)# no switchport
Switch(config-if)# ip address 10.10.10.1 255.255.255.0
Switch(config-if)# end
```

クライアントの設定

コンフィギュレーション ファイルと新しいイメージを DHCP サーバからダウンロードするスイッチを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**boot host dhcp**	保存された設定による自動設定をイネーブルにします。
ステップ 3	**boot host retry timeout** *timeout-value*	（任意）システムがコンフィギュレーション ファイルをダウンロードする総時間を設定します。 **（注）** タイムアウトを設定しない場合、システムは DHCP サーバから無制限に IP アドレスを取得しようとします。
ステップ 4	**banner config-save ^C** *warning-message* **^C**	（任意）コンフィギュレーション ファイルを NVRAM に保存するときに表示される警告メッセージを作成します。
ステップ 5	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 6	**show boot**	設定を確認します。

次の例で、VLAN 99 のレイヤ 3 SVI インターフェイスを使用して DHCP ベースの自動設定（保存した設定による）をイネーブルにする方法を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(conf)# boot host dhcp
Switch(conf)# boot host retry timeout 300
Switch(conf)# banner config-save ^C Caution - Saving Configuration File to NVRAM May Cause
You to No longer Automatically Download Configuration Files at Reboot^C
Switch(config)# vlan 99
Switch(config-vlan)# interface vlan 99
Switch(config-if)# no shutdown
Switch(config-if)# end
Switch# show boot
BOOT path-list:
Config file:          flash:/config.text
Private Config file:  flash:/private-config.text
Enable Break:         no
Manual Boot:          no
HELPER path-list:
NVRAM/Config file
      buffer size:    32768
Timeout for Config
          Download:    300 seconds
Config Download
       via DHCP:       enabled (next boot: enabled)
Switch#
```

（注）　レイヤ 3 インターフェイスだけを設定し、イネーブルにできます。IP アドレスまたは保存した設定による DHCP ベースの自動設定は割り当てないでください。

手動での IP 情報の割り当て

複数の Switched Virtual Interface（SVI）に手動で IP 情報を割り当てるには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

（注）　スイッチで IP サービス イメージを実行している場合は、**no switchport** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用してポートをレイヤ 3 モードにすると、IP 情報をポートに手動で割り当てることもできます。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface vlan** *vlan-id*	インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始し、IP 情報を割り当てる VLAN を入力します。指定できる VLAN 範囲は 1 ～ 4094 です。
ステップ 3	**ip address** *ip-address subnet-mask*	IP アドレスおよびサブネット マスクを入力します。
ステップ 4	**exit**	グローバル コンフィギュレーション モードに戻ります。

	コマンド	目的
ステップ 5	**ip default-gateway** *ip-address*	スイッチに直接接続しているネクストホップのルータ インターフェイスの IP アドレスを入力します。このスイッチにはデフォルト ゲートウェイが設定されています。デフォルト ゲートウェイは、スイッチから宛先 IP アドレスを取得していない IP パケットを受信します。 デフォルト ゲートウェイが設定されると、スイッチは、ホストが接続する必要のあるリモート ネットワークに接続できます。 （注）　IP でルーティングするようにスイッチを設定した場合、デフォルト ゲートウェイの設定は不要です。
ステップ 6	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 7	**show interfaces vlan** *vlan-id*	設定された IP アドレスを確認します。
ステップ 8	**show ip redirects**	設定されたデフォルト ゲートウェイを確認します。
ステップ 9	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

スイッチの IP アドレスを削除するには、**no ip address** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。Telnet セッションからアドレスを削除すると、スイッチの接続は切断されます。デフォルト ゲートウェイのアドレスを削除するには、**no ip default-gateway** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

スイッチのシステム名の設定、特権 EXEC コマンドへのアクセスの保護、時刻および日付の設定については、第 6 章「スイッチの管理」を参照してください。

実行コンフィギュレーションの確認および保存

次の特権 EXEC コマンドを使用すると、入力した設定や変更を確認できます。

```
Switch# show running-config
Building configuration...

Current configuration: 1363 bytes
!
version 12.2
no service pad
service timestamps debug uptime
service timestamps log uptime
no service password-encryption
!
hostname Switch A
!
enable secret 5 $1$ej9.$DMUvAUnZOAmvmgqBEzIxE0
!
.
<output truncated>
.
interface gigabitethernet0/1
no switchport
ip address 172.20.137.50 255.255.255.0
!
interface gigabitethernet6/0/2
mvr type source

<output truncated>

...!
```

```
interface VLAN1
 ip address 172.20.137.50 255.255.255.0
 no ip directed-broadcast
!
ip default-gateway 172.20.137.1 !
!
snmp-server community private RW
snmp-server community public RO
snmp-server community private@es0 RW
snmp-server community public@es0 RO
snmp-server chassis-id 0x12
!
end
```

スタートアップ コンフィギュレーションに対して行った設定や変更をフラッシュ メモリに保存するには、次の特権 EXEC コマンドを使用します。

```
Switch# copy running-config startup-config
Destination filename [startup-config]?
Building configuration...
```

このコマンドにより、入力した設定値が保存されます。保存できなかった場合、設定は次のシステム リロード時に失われます。フラッシュ メモリの NVRAM（不揮発性 RAM）セクションに保存されている情報を表示するには、**show startup-config** または **more startup-config** 特権 EXEC コマンドを使用します。

コンフィギュレーション ファイルの他のコピー元については、付録 A「Cisco IOS ファイル システム、コンフィギュレーション ファイル、およびソフトウェア イメージの操作」を参照してください。

NVRAM バッファ サイズの設定

デフォルトの NVRAM バッファ サイズは 512 KB です。コンフィギュレーション ファイルが大きすぎて NVRAM に保存できないことがあります。通常、これはスイッチ スタック内に多くのスイッチがある場合に起こります。大きいサイズのコンフィギュレーション ファイルをサポートするように、NVRAM バッファのサイズを設定できます。新しい NVRAM バッファ サイズは、現在および新しいすべてのメンバ スイッチで同期されます。

（注）　NVRAM バッファ サイズを設定した後に、スイッチまたはスイッチ スタックをリロードします。

スイッチをスタックに追加し、NVRAM サイズが異なると、新しいスイッチはスタックと同期し、自動的にリロードされます。

NVRAM バッファ サイズを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**boot buffersize** *size*	NVRAM のバッファ サイズを KB 単位で設定します。*size* の有効な範囲は、4096 ～ 1048576 です。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show boot**	設定を確認します。

次の例では、NVRAM バッファ サイズを設定する方法を示します。

```
Switch# configure terminal
```

```
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)# boot buffersize 524288
Switch(config)# end
Switch# show boot
BOOT path-list      :
Config file         : flash:/config.text
Private Config file : flash:/private-config.text
Enable Break        : no
Manual Boot         : no
HELPER path-list    :
Auto upgrade        : yes
Auto upgrade path   :
NVRAM/Config file
      buffer size:   524288
Timeout for Config
          Download:    300 seconds
Config Download
       via DHCP:       enabled (next boot: enabled)
Switch#
```

スタートアップ コンフィギュレーションの変更

ここでは、スイッチのスタートアップ コンフィギュレーションを変更する方法について説明します。

- 「起動のデフォルト設定」（P.3-17）
- 「コンフィギュレーション ファイルの自動ダウンロード」（P.3-18）
- 「手動で起動する場合」（P.3-18）
- 「特定のソフトウェア イメージを起動する場合」（P.3-19）
- 「環境変数の制御」（P.3-20）

スイッチのコンフィギュレーション ファイルについては、付録 A「Cisco IOS ファイル システム、コンフィギュレーション ファイル、およびソフトウェア イメージの操作」を参照してください。

起動のデフォルト設定

表 3-3　起動のデフォルト設定

機能	デフォルト設定
OS ソフトウェア イメージ	スイッチは BOOT 環境変数の情報を使用して、システムを自動的に起動しようとします。この変数が設定されていない場合、スイッチはフラッシュ ファイル システム全体に再帰的な縦型検索を行って、最初に検出した実行可能イメージをロードして実行しようとします。 Cisco IOS イメージは、イメージ ファイルと（.bin 拡張子を除いて）同名のディレクトリに保存されます。 ディレクトリの縦型検索では、検出された各サブディレクトリを完全に検索してから、元のディレクトリの検索が続行されます。
コンフィギュレーション ファイル	設定されているスイッチは、システム ボードのフラッシュ メモリに保存されている *config.text* ファイルを使用します。 新しいスイッチの場合、コンフィギュレーション ファイルはありません。

コンフィギュレーション ファイルの自動ダウンロード

DHCP ベースの自動設定機能を使用することによって、スイッチにコンフィギュレーション ファイルを自動的にダウンロードできます。詳細については、「DHCP ベースの自動設定の概要」（P.3-3）を参照してください。

システム コンフィギュレーションを読み書きするためのファイル名の指定

Cisco IOS ソフトウェアは、デフォルトで *config.text* ファイルを使用して、システム コンフィギュレーションの不揮発性コピーを読み書きします。別のファイル名を指定することもできます。次回の起動時には、その名前のファイルが読み込まれます。

別のコンフィギュレーション ファイル名を指定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**boot config-file flash:***/file-url*	次回の起動時に読み込むコンフィギュレーション ファイルを指定します。 *file-url* に、パス（ディレクトリ）およびコンフィギュレーション ファイル名を指定します。 ファイル名およびディレクトリ名は、大文字と小文字が区別されます。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show boot**	設定を確認します。 **boot config-file** グローバル コンフィギュレーション コマンドによって、CONFIG_FILE 環境変数の設定が変更されます。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

デフォルトの設定に戻すには、**no boot config-file** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

手動で起動する場合

スイッチはデフォルトで自動的に起動しますが、手動で起動するように設定することもできます。

次回の起動時に手動で起動するようにスイッチを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**boot manual**	次回の起動時に、スイッチを手動で起動できるようにします。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。

	コマンド	目的
ステップ 4	**show boot**	設定を確認します。 **boot manual** グローバル コンフィギュレーション コマンドによって、MANUAL_BOOT 環境変数の設定が変更されます。 次回、システムを再起動したときには、スイッチはブート ローダ モードになり、ブート ローダ モードであることが *switch:* プロンプトによって示されます。システムを起動するには、**boot** *filesystem***:**/*file-url* ブート ローダ コマンドを使用します。 • *filesystem*: には、システム ボードのフラッシュ デバイスとして **flash:** を使用します。 • *file-url* には、パス（ディレクトリ）および起動可能なイメージの名前を指定します。 ファイル名およびディレクトリ名は、大文字と小文字が区別されます。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

手動での起動をディセーブルにするには、**no boot manual** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

特定のソフトウェア イメージを起動する場合

スイッチはデフォルトで、BOOT 環境変数の情報を使用して、システムを自動的に起動しようとします。この変数が設定されていない場合、スイッチはフラッシュ ファイル システム全体に再帰的な縦型検索を行って、最初に検出した実行可能イメージをロードして実行しようとします。ディレクトリの縦型検索では、検出された各サブディレクトリを完全に検索してから、元のディレクトリの検索が続行されます。起動する具体的なイメージを指定することもできます。

次回の起動時に特定のイメージを起動するようにスイッチを設定するには、特権 EXEC モードで、次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**boot system** *filesystem***:**/*file-url*	次回の起動時に、フラッシュ メモリ内の特定のイメージを起動するようにスイッチを設定します。 • *filesystem*: には、システム ボードのフラッシュ デバイスとして **flash:** を使用します。 • *file-url* には、パス（ディレクトリ）および起動可能なイメージの名前を指定します。 ファイル名およびディレクトリ名は、大文字と小文字が区別されます。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show boot**	設定を確認します。 **boot system** グローバル コンフィギュレーション コマンドによって、BOOT 環境変数の設定が変更されます。 次回の起動時に、スイッチは BOOT 環境変数の情報を使用して、システムを自動的に起動しようとします。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

デフォルトの設定に戻すには、**no boot system** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

環境変数の制御

正常に動作しているスイッチでは、9600 bps 対応に設定されたスイッチ コンソール接続でだけブート ローダ モードが開始されます。スイッチの電源コードを外し、もう一度電源コードを接続したときに、スイッチの Mode ボタンを押します。ポート 1 の上の LED が消灯してから 1 ～ 2 秒後に、Mode ボタンを離します。ブート ローダの *switch:* プロンプトが表示されます。

スイッチのブート ローダ ソフトウェアは不揮発性の環境変数をサポートするので、これらの環境変数を使用して、ブート ローダまたはシステムで稼動する他のソフトウェアの動作を制御できます。ブート ローダの環境変数は、UNIX または DOS システムで設定できる環境変数と類似しています。

値を持つ環境変数は、フラッシュ ファイル システム以外のフラッシュ メモリに保存されます。

ファイルの各行には、環境変数名と等号に続いて、その変数の値が指定されます。このファイルに含まれていない変数には値がありません。ファイルに含まれている変数は、ヌル文字列も含めて値があります。ヌル文字列（“”）に設定された変数は、値を持つ変数です。多数の環境変数があらかじめ定義されていて、デフォルト値が与えられています。

環境変数には 2 種類のデータが保存されます。

- Cisco IOS コンフィギュレーション ファイルを読み取らないコードを制御するデータ。たとえば、ブート ローダの機能を拡張したり、パッチを適用したりするブート ローダ ヘルパー ファイルの名前は、環境変数として保存できます。
- Cisco IOS コンフィギュレーション ファイルを読み取るコードを制御するデータ。たとえば、Cisco IOS コンフィギュレーション ファイル名は環境変数として保存できます。

環境変数の設定を変更するには、ブート ローダにアクセスするか、Cisco IOS コマンドを使用します。通常、環境変数の設定変更は不要です。

（注） ブート ローダ コマンドおよび環境変数の構文および使用方法の詳細については、このリリースに対応するコマンド リファレンスを参照してください。

表 3-4 で、代表的な環境変数の機能について説明します。

表 3-4　環境変数

変数	ブート ローダ コマンド	Cisco IOS グローバル コンフィギュレーション コマンド
BOOT	**set BOOT** *filesystem*:/*file-url* ... 自動起動時にロードして実行を試みる、セミコロンで区切られた実行可能ファイルのリスト。BOOT 環境変数が設定されていない場合、システムはフラッシュ ファイル システム全体に再帰的な縦型検索を行って、最初に検出した実行可能イメージをロードして実行しようとします。BOOT 変数が設定されていても、指定されたイメージをロードできなかった場合、システムはフラッシュ ファイル システムで最初に検出した起動可能なファイルを起動しようとします。	**boot system** *filesystem:/file-url* ... 次回の起動時に読み込む Cisco IOS イメージを指定します。このコマンドによって、BOOT 環境変数の設定が変更されます。
MANUAL_BOOT	**set MANUAL_BOOT yes** スイッチの起動を自動で行うか手動で行うかを決定します。 有効な値は 1、yes、0、および no です。no または 0 に設定されている場合、ブート ローダはシステムの自動起動を試みます。それ以外の値に設定されている場合は、ブート ローダ モードから手動でスイッチを起動しなければなりません。	**boot manual** 次回の起動時にスイッチを手動で起動できるようにします。MANUAL_BOOT 環境変数の設定が変更されます。 次回のシステム再起動時には、スイッチはブート ローダ モードになります。システムを起動するには、**boot flash:***filesystem*:/*file-url* ブート ローダ コマンドを使用し、起動可能イメージの名前を指定します。
CONFIG_FILE	**set CONFIG_FILE flash:**/*file-url* Cisco IOS がシステム コンフィギュレーションの不揮発性コピーの読み書きに使用するファイル名を変更します。	**boot config-file flash:**/*file-url* Cisco IOS がシステム コンフィギュレーションの不揮発性コピーの読み書きに使用するファイル名を指定します。このコマンドによって、CONFIG_FILE 環境変数が変更されます。

ソフトウェア イメージ リロードのスケジュール設定

スイッチ上でソフトウェア イメージのリロードを後で（深夜、週末などスイッチをあまり使用しないときに）行うように、スケジュールを設定できます。または（ネットワーク内のすべてのスイッチでソフトウェアをアップグレードする場合など）ネットワーク全体でリロードを同時に行うことができます。

（注）　リロードのスケジュールは、約 24 日以内に設定する必要があります。

リロードのスケジュール設定

ソフトウェア イメージを後でリロードするようにスイッチを設定するには、特権 EXEC モードで次のいずれかのコマンドを使用します。

- **reload in** [*hh*:]*mm* [*text*]

  指定した分数、または時間および分数が経過したときに、ソフトウェアがリロードされるようにスケジュールを設定します。リロードは、約 24 日以内に実行する必要があります。最大 255 文字で、リロードの理由を指定できます。

  （注）

- **reload at** *hh*:*mm* [*month day* | *day month*] [*text*]

  指定した時刻（24 時間形式を使用）にソフトウェアがリロードされるように、スケジュールを設定します。月日を指定すると、指定された日時にリロードが行われるようにスケジュールが設定されます。月日を指定しなかった場合、リロードは当日の指定時刻に行われます（指定時刻が現時刻よりも後の場合）。または翌日の指定時刻に行われます（指定時刻が現在時刻よりも前の場合）。00:00 を指定すると、深夜 0 時のリロードが設定されます。

  （注）　**at** キーワードを使用するのは、スイッチのシステム クロックが（Network Time Protocol（NTP）、ハードウェア カレンダ、または手動で）設定されている場合だけです。時刻は、スイッチに設定されたタイム ゾーンに基づきます。複数のスイッチで同時にリロードが行われるように設定する場合は、各スイッチの時刻を NTP によって同期させる必要があります。

reload コマンドはシステムを停止させます。手動で起動することが設定されていない限り、システムは自動的に再起動します。**reload** コマンドは、スタートアップ コンフィギュレーションにスイッチの設定情報を保存（**copy running-config startup-config**）した後で使用します。

手動で起動するようにスイッチが設定されている場合、仮想端末からリロードを実行しないでください。これは、スイッチがブート ローダ モードになり、その結果、リモート ユーザが制御を失うことを防止するためです。

コンフィギュレーション ファイルを変更すると、リロードの前にコンフィギュレーションを保存するように指示するプロンプトが表示されます。保存操作時に、CONFIG_FILE 環境変数がすでに存在しないスタートアップ コンフィギュレーション ファイルを示していた場合、保存を続行するかどうかという問い合わせがシステムから出されます。その状況のまま続けると、リロード時にセットアップ モードが開始されます。

次に、当日の午後 7 時 30 分にソフトウェアをスイッチにリロードする例を示します。

```
Switch# reload at 19:30
Reload scheduled for 19:30:00 UTC Wed Jun 5 1996 (in 2 hours and 25 minutes)
Proceed with reload? [confirm]
```

次に、先の日時を指定して、ソフトウェアをスイッチにリロードする例を示します。

```
Switch# reload at 02:00 jun 20
Reload scheduled for 02:00:00 UTC Thu Jun 20 1996 (in 344 hours and 53 minutes)
Proceed with reload? [confirm]
```

スケジュールがすでに設定されたリロードを取り消すには、**reload cancel** 特権 EXEC コマンドを使用します。

リロード スケジュール情報の表示

スケジュールがすでに設定されているリロードの情報を表示する、またはスイッチ上でリロードのスケジュールが設定されているかどうかを調べるには、**show reload** 特権 EXEC コマンドを使用します。

リロードが予定されている時刻、リロードの理由を含め（リロードのスケジュール設定時に指定されている場合）、リロード情報が表示されます。

CHAPTER 4

Cisco IOS Configuration Engine の設定

この章では、Catalyst 3560 スイッチの機能を設定する方法について説明します。

（注） Cisco Configuration Engine の詳細な設定情報については、次の URL にアクセスしてください。
http://www.cisco.com/en/US/products/sw/netmgtsw/ps4617/tsd_products_support_series_home.html

この章で使用するコマンドの構文および使用方法の詳細については、次の URL にある『*Cisco IOS Network Management Command Reference, Release 12.4*』を参照してください。
http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/netmgmt/command/reference/nm_book.html

Cisco Configuration Engine ソフトウェアの概要

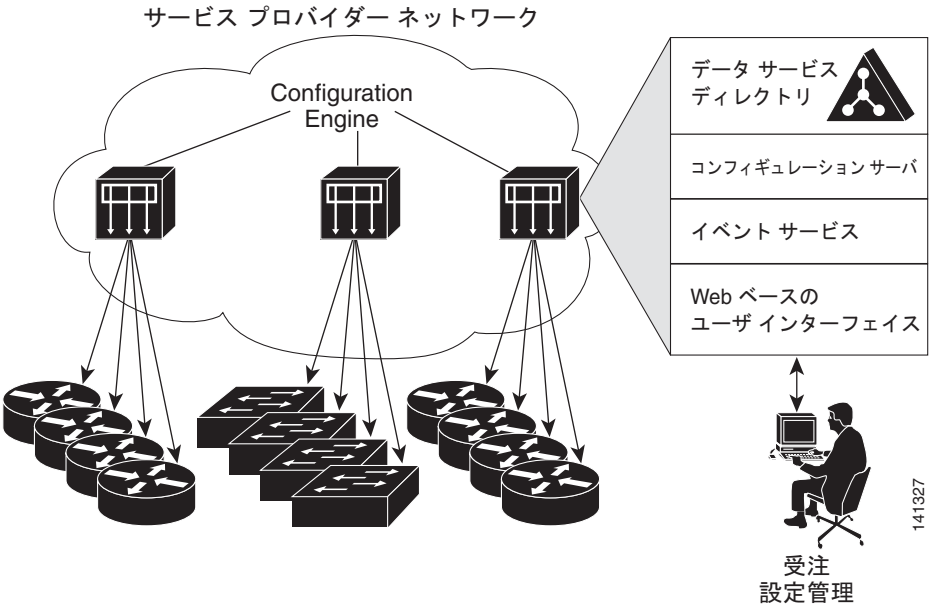
Cisco Configuration Engine は、ネットワーク管理ソフトウェアで、ネットワーク デバイスおよびサービスの配置と管理を自動化するためのコンフィギュレーション サービスとして機能します（図 4-1 を参照）。各 Configuration Engine は、シスコ デバイス（スイッチとルータ）のグループとデバイスが提供するサービスを管理し設定を保存して、必要に応じて配信します。Configuration Engine はデバイス固有の設定変更を生成してデバイスに送信し、設定変更を実行してその結果をロギングすることで、初期設定および設定の更新を自動化します。

Configuration Engine は、スタンドアロン モードおよびサーバ モードをサポートし、次の CNS コンポーネントを備えています。

- コンフィギュレーション サービス（Web サーバ、ファイル マネージャ、ネームスペース マッピング サーバ）
- イベント サービス（イベント ゲートウェイ）
- データ サービス ディレクトリ（データ モデルおよびスキーマ）

スタンドアロン モードでは、Configuration Engine は組み込み型ディレクトリ サービスをサポートします。このモードでは、外部ディレクトリまたはその他のデータ ストアは必要ありません。サーバ モードでは、Configuration Engine はユーザ定義の外部ディレクトリの使用をサポートします。

図 4-1　Configuration Engine アーキテクチャの概要



- 「コンフィギュレーション サービス」（P.4-2）
- 「イベント サービス」（P.4-3）
- 「CNS ID およびデバイスのホスト名に関する重要事項」（P.4-3）

コンフィギュレーション サービス

コンフィギュレーション サービスは、Cisco Configuration Engine の中核コンポーネントです。スイッチ上にある Cisco IOS CNS エージェントと連携して動作するコンフィギュレーション サーバで構成されています。コンフィギュレーション サービスは、初期設定と論理グループによる大規模な再設定のために、デバイスとサービスの設定をスイッチに配信します。スイッチはネットワーク上で初めて起動するときに、コンフィギュレーション サービスから初期設定を受信します。

コンフィギュレーション サービスは CNS イベント サービスを使用して設定変更イベントを送受信し、成功および失敗の通知を送信します。

コンフィギュレーション サーバは Web サーバであり、コンフィギュレーション テンプレートと組み込み型ディレクトリ（スタンドアロン モード）またはリモート ディレクトリ（サーバ モード）に保存されているデバイス固有の設定情報を使用します。

コンフィギュレーション テンプレートは、CLI（コマンドライン インターフェイス）コマンド形式で静的な設定情報を含んだテキスト ファイルです。テンプレートでは、変数は、Lightweight Directory Access Protocol（LDAP）URL を使用して指定します。この URL はディレクトリに保存されているデバイス固有の設定情報を参照します。

Cisco IOS エージェントは受信したコンフィギュレーション ファイルの構文をチェックし、イベントを発行して構文チェックが成功または失敗したかを表示します。コンフィギュレーション エージェントは設定をただちに適用することも、あるいは同期化イベントをコンフィギュレーション サーバから受信するまで適用を遅らせることもできます。

イベント サービス

Cisco Configuration Engine は、設定イベントの受信および生成にイベント サービスを使用します。イベント エージェントはスイッチ上にあり、スイッチと Configuration Engine のイベント ゲートウェイ間の通信を容易にします。

イベント サービスは、非常に有効なパブリッシュ サブスクライブ通信方式です。イベント サービスは、サブジェクトベースのアドレス指定を使用して、メッセージを宛先に送信します。サブジェクトベースのアドレス表記法では、メッセージおよび宛先には簡単で均一なネームスペースを定義します。

NameSpace Mapper

Configuration Engine には NameSpace Mapper（NSM）を装備しています。NSM は、アプリケーション、デバイス、またはグループ ID、およびイベントに基づくデバイスの論理グループ管理用に検索サービスを提供します。

Cisco IOS デバイスは、たとえば cisco.cns.config.load といった、Cisco IOS ソフトウェアで設定されたサブジェクト名と一致するイベント サブジェクト名だけを認識します。ネームスペース マッピング サービスを使用すると、希望する命名規則を使用することでイベントを指定できます。サブジェクト名でデータ ストアにデータを入力した場合、NSM はイベント サブジェクト名ストリングを、Cisco IOS が認識するものへ変更します。

サブスクライバの場合、一意のデバイス ID とイベントが指定されると、ネームスペース マッピング サービスは、サブスクライブ対象のイベント セットを返します。同様にパブリッシャの場合、一意のグループ ID、デバイス ID、およびイベントが指定されると、マッピング サービスは、パブリッシュ対象のイベント セットを返します。

CNS ID およびデバイスのホスト名に関する重要事項

Configuration Engine は、設定済みのスイッチごとに一意の識別子が関連付けられていることを想定しています。一意の識別子は複数の同義語を持つことができますが、各同義語は特定のネームスペース内で一意です。イベント サービスは、ネームスペースの内容を使用してメッセージのサブジェクトベース アドレス指定を行います。

Configuration Engine では、2 つのネームスペース（イベント バス用とコンフィギュレーション サーバ用）があります。コンフィギュレーション サーバのネームスペースでは、*ConfigID* という用語がデバイスの一意な識別子です。イベント バスのネームスペースでは、*DeviceID* という用語がデバイスの CNS 一意識別子です。

Configuration Engine は、イベント バスとコンフィギュレーション サーバの両方を使用してデバイスに設定を提供するので、設定済みのスイッチごとに ConfigID と DeviceID の両方を定義する必要があります。

コンフィギュレーション サーバの 1 つのインスタンスでは、設定済みの 2 つのスイッチが同じ ConfigID 値を共有できません。イベント バスの 1 つのインスタンスでは、設定済みの 2 つのスイッチが同じ DeviceID 値を共有できません。

ConfigID

設定済みのスイッチごとに一意の ConfigID があります。これは対応するスイッチ CLI 属性に対する Configuration Engine ディレクトリへのキーの役割を果たします。スイッチ上で定義された ConfigID は、Configuration Engine の対応するスイッチ定義の ConfigID と一致している必要があります。

ConfigID は起動時に固定され、スイッチ ホスト名を再設定した場合でもデバイスを再起動するまで変更できません。

DeviceID

イベント バスに参加している設定済みのスイッチごとに一意の DeviceID があります。これはスイッチの送信元アドレスに似ているので、スイッチをバス上の特定の宛先として指定できます。**cns config partial** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用して設定されたすべてのスイッチは、イベント バスにアクセスする必要があります。したがって、スイッチから発信される DeviceID は、Configuration Engine の対応するスイッチ定義の DeviceID と一致する必要があります。

DeviceID の発信元は、スイッチの Cisco IOS ホスト名によって定義されます。ただし、DeviceID 変数およびその使用は、スイッチに隣接するイベント ゲートウェイ内にあります。

イベント バス上の Cisco IOS の論理上の終点は、イベント ゲートウェイに組み込まれ、それがスイッチの代わりにプロキシとして動作します。イベント ゲートウェイはイベント バスに対して、スイッチおよび対応する DeviceID を表示します。

スイッチは、イベント ゲートウェイとの接続が成功するとすぐに、そのホスト名をイベント ゲートウェイに宣言します。接続が確立されるたびに、イベント ゲートウェイは DeviceID 値を Cisco IOS ホスト名に組み合わせます。イベント ゲートウェイは、スイッチと接続している間にこの DeviceID 値をキャッシュします。

ホスト名および DeviceID

DeviceID は、イベント ゲートウェイと接続したときに固定され、スイッチ ホスト名を再設定した場合でも変更されません。

スイッチのスイッチ ホスト名を変更する場合、DeviceID を更新する唯一の方法はスイッチとイベント ゲートウェイ間の接続を中断することです。**no cns event** グローバル コンフィギュレーション コマンドを入力してから、**cns event** グローバル コンフィギュレーション コマンドを入力します。

接続が再確立されると、スイッチは変更したホスト名をイベント ゲートウェイに送信します。イベント ゲートウェイは DeviceID を新しい値に再定義します。

注意　Configuration Engine ユーザ インターフェイスを使用する場合、スイッチで **cns config initial** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用する*前*ではなく、使用した*後*にスイッチが取得したホスト名の値に、DeviceID フィールドを最初に設定する必要があります。そうしないと、後続の **cns config partial** グローバル コンフィギュレーション コマンドの操作が誤動作します。

ホスト名、DeviceID、ConfigID の使用方法

スタンドアロン モードでは、ホスト名の値をスイッチに設定すると、コンフィギュレーション サーバはイベントをホスト名に送信する場合、そのホスト名を DeviceID として使用します。ホスト名が設定されていない場合、イベントはデバイスの cn=<*value*> で送信されます。

サーバ モードでは、ホスト名は使用されません。このモードでは、バス上のイベント送信には常に一意の DeviceID 属性が使用されます。この属性が設定されていない場合、スイッチを更新できません。

Configuration Engine で **Setup** を実行する場合、これらの属性および関連する属性（タグ値のペア）を設定します。

（注）　Configuration Engine のセットアップ プログラムの実行については、次の URL にアクセスして、Configuration Engine のセットアップおよび設定ガイドを参照してください。
http://www.cisco.com/en/US/products/sw/netmgtsw/ps4617/prod_installation_guides_list.html

Cisco IOS エージェントの概要

CNS イベント エージェント機能によって、スイッチはイベント バス上でイベントにパブリッシュおよびサブスクライブを行い、Cisco IOS エージェントと連携できます。Cisco IOS エージェント機能は、次の機能によりスイッチをサポートします。

- 「初期設定」（P.4-5）
- 「差分（部分）設定」（P.4-6）
- 「同期設定」（P.4-6）

初期設定

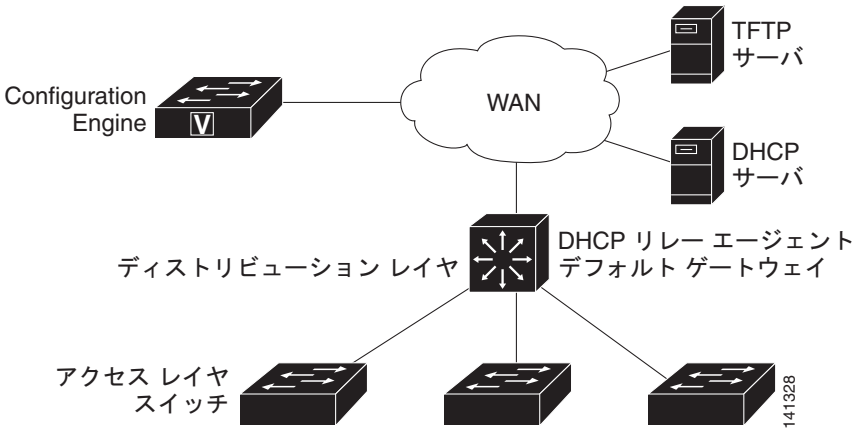
スイッチが最初に起動すると、ネットワークで Dynamic Host Configuration Protocol（DHCP）要求をブロードキャストすることで IP アドレスを取得しようとします。サブネット上には DHCP サーバがないものと想定し、ディストリビューション スイッチは DHCP リレー エージェントとして動作し、要求を DHCP サーバに転送します。DHCP サーバは要求を受信すると、新しいスイッチに IP アドレスを割り当て、Trivial File Transfer Protocol（TFTP; 簡易ファイル転送プロトコル）サーバの IP アドレス、ブートストラップ コンフィギュレーション ファイルへのパス、デフォルト ゲートウェイの IP アドレスを、DHCP リレー エージェントに対するユニキャスト応答に組み入れます。DHCP リレー エージェントは、この応答をスイッチに転送します。

スイッチは、割り当てられた IP アドレスを自動的にインターフェイス VLAN 1（デフォルト）に設定し、TFTP サーバからブートストラップ コンフィギュレーション ファイルをダウンロードします。ブートストラップ コンフィギュレーション ファイルが正常にダウンロードされると、スイッチはそのファイルを実行コンフィギュレーションにロードします。

CNS IOS エージェントは、該当する ConfigID および EventID を使用して Configuration Engine との通信を開始します。Configuration Engine はこの ConfigID をテンプレートにマッピングして、スイッチにコンフィギュレーション ファイル全体をダウンロードします。

図 4-2 に、DHCP ベースの自動設定を使用して初期ブートストラップ コンフィギュレーション ファイルを取得するためのネットワーク構成例を示します。

図 4-2　初期設定の概要



差分（部分）設定

ネットワークが稼動すると、Cisco IOS エージェントを使用して新しいサービスを追加できます。差分（部分）設定は、スイッチに送信できます。実際の設定を、イベント ペイロードとしてイベント ゲートウェイを介して（プッシュ処理）、またはスイッチにプル オペレーションを開始させる信号イベントとして送信できます。

スイッチは、適用する前に設定の構文をチェックできます。構文が正しい場合は、スイッチは差分設定を適用し、コンフィギュレーション サーバに成功を信号で伝えるイベントを発行します。スイッチが差分設定を適用しない場合、エラー ステータスを示すイベントを発行します。スイッチが差分設定を適用した場合、NVRAM（不揮発性 RAM）に書き込むか、または書き込むように指示されるまで待つことができます。

同期設定

スイッチは、設定を受信した場合、書き込み信号イベントの受信時に設定の適用を遅らせることができます。書き込み信号イベントは、更新された設定を NVRAM に保存しないようにスイッチに指示します。スイッチは更新された設定を実行コンフィギュレーションとして使用します。これによりスイッチの設定は、次の再起動時の使用のために NVRAM に設定を保存する前に、他のネットワーク アクティビティと同期化されます。

Cisco IOS エージェントの設定

スイッチの Cisco IOS ソフトウェアに組み込まれた Cisco IOS エージェントによって、スイッチを接続して自動的に設定できます（「自動 CNS 設定のイネーブル化」（P.4-6）を参照）。設定を変更する場合、またはカスタム コンフィギュレーションをインストールする場合は次の手順を参照してください。

- 「CNS イベント エージェントのイネーブル化」（P.4-7）
- 「Cisco IOS CNS エージェントのイネーブル化」（P.4-9）

自動 CNS 設定のイネーブル化

スイッチの自動 CNS 設定をイネーブルにするには、まず表 4-1 の条件を満たす必要があります。条件設定を完了したらスイッチの電源を入れます。**setup** プロンプトでは何も入力しません。スイッチは初期設定を開始します（「初期設定」（P.4-5）を参照）。コンフィギュレーション ファイル全体がスイッチにロードされると作業は完了です。

表 4-1　自動設定イネーブル化の条件

デバイス	必要な設定
アクセス スイッチ	出荷時の設定（コンフィギュレーション ファイルなし）
ディストリビューション スイッチ	• IP ヘルパー アドレス • DHCP リレー エージェントのイネーブル化 • IP ルーティング（デフォルト ゲートウェイとして使用する場合）

表 4-1　自動設定イネーブル化の条件 （続き）

デバイス	必要な設定
DHCP サーバ	• IP アドレスの割り当て • TFTP サーバの IP アドレス • TFTP サーバのブートストラップ コンフィギュレーション ファイルへのパス • デフォルト ゲートウェイの IP アドレス
TFTP サーバ	• スイッチと Configuration Engine との通信を可能にする CNS コンフィギュレーション コマンドを含むブートストラップ コンフィギュレーション ファイル • （デフォルトのホスト名の代わりに）スイッチ MAC（メディア アクセス コントロール）アドレスまたはシリアル番号のいずれかを使用して ConfigID および EventID を生成するように設定されたスイッチ • スイッチにコンフィギュレーション ファイルをプッシュするように設定された CNS イベント エージェント
CNS Configuration Engine	デバイス タイプ別の 1 つまたは複数のテンプレートで、テンプレートにデバイスの ConfigID がマッピングされています。

（注）　Configuration Engine のセットアップ プログラムの実行と Configuration Engine でのテンプレートの作成については、次の URL にアクセスして、『*Cisco Configuration Engine Installation and Setup Guide, 1.5 for Linux*』を参照してください。
http://www.cisco.com/en/US/docs/net_mgmt/configuration_engine/1.5/installation_linux/guide/setup_1.html

CNS イベント エージェントのイネーブル化

（注）　スイッチ上で CNS イベント エージェントをイネーブルにしてから、CNS 設定エージェントをイネーブルにする必要があります。

スイッチ上で CNS イベント エージェントをイネーブルにするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**cns event** {*hostname* | *ip-address*} [*port-number*] [**backup**] [**failover-time** *seconds*] [**keepalive** *seconds retry-count*] [**reconnect** *time*] [**source** *ip-address*]	イベント エージェントをイネーブルにして、ゲートウェイ パラメータを入力します。 • {*hostname* | *ip-address*} に、イベント ゲートウェイの IP アドレスまたはホスト名を入力します。 • （任意）*port number* に、イベント ゲートウェイのポート番号を入力します。デフォルトのポート番号は 11011 です。 • （任意）バックアップ ゲートウェイであることを示す場合は、**backup** を入力します（省略した場合は、プライマリ ゲートウェイになります）。 • （任意）**failover-time** *seconds* に、バックアップ ゲートウェイへのルートが確立されるまでプライマリ ゲートウェイ ルートに対するスイッチの待機時間を入力します。 • （任意）**keepalive** *seconds* に、スイッチがキープアライブ メッセージを送信する間隔を入力します。*retry-count* に、キープアライブ メッセージへの応答がない場合に接続を終了するまでのメッセージ送信回数を入力します。デフォルト値はいずれも 0 です。 • （任意）**reconnect** *time* に、スイッチがイベント ゲートウェイに再接続するまで待機する最大時間間隔を指定します。 • （任意）**source** *ip-address* に、このデバイスの送信元 IP アドレスを入力します。 **（注）** **encrypt** キーワードおよび **clock-timeout** *time* キーワードは、コマンドラインのヘルプ ストリングに表示されますが、サポートされていません。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show cns event connections**	イベント エージェントに関する情報を確認します。
ステップ 5	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

CNS イベント エージェントをディセーブルにするには、**no cns event** {*ip-address* | *hostname*} グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、CNS イベント エージェントをイネーブルにして、IP アドレス ゲートウェイを 10.180.1.27、キープアライブ間隔を 120 秒、再試行回数を 10 回に設定する例を示します。

```
Switch(config)# cns event 10.180.1.27 keepalive 120 10
```

Cisco IOS CNS エージェントのイネーブル化

CNS イベント エージェントをイネーブルにした後、スイッチ上で Cisco IOS CNS エージェントを起動します。次のコマンドを使用して、Cisco IOS エージェントをイネーブルにできます。

- **cns config initial** グローバル コンフィギュレーション コマンドは、Cisco IOS エージェントをイネーブルにして、スイッチの初期設定を開始します。
- **cns config partial** グローバル コンフィギュレーション コマンドは、Cisco IOS エージェントをイネーブルにして、スイッチの部分的な設定を開始します。Configuration Engine を使用して、リモートでスイッチに差分設定を送信できます。

初期設定のイネーブル化

スイッチ上で CNS 設定エージェントをイネーブルにして初期設定を開始するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**cns template connect** *name*	CNS テンプレート接続コンフィギュレーション モードを開始し、CNS 接続テンプレート名を指定します。
ステップ 3	**cli** *config-text*	CNS 接続テンプレートのコマンドラインを入力します。テンプレートのコマンドラインごとに、このステップを繰り返します。
ステップ 4		ステップ 2 ～ 3 を繰り返し、他の CNS 接続テンプレートを設定します。
ステップ 5	**exit**	グローバル コンフィギュレーション モードに戻ります。
ステップ 6	**cns connect** *name* [**retries** *number*] [**retry-interval** *seconds*] [**sleep** *seconds*] [**timeout** *seconds*]	CNS 接続コンフィギュレーション モードを開始し、CNS 接続プロファイル名を指定します。また、プロファイルのパラメータを定義します。スイッチは CNS 接続プロファイルを使用して Configuration Engine に接続します。 • CNS 接続プロファイル名を入力します。 • （任意）**retries** *number* に、接続の再試行回数を入力します。指定できる範囲は 1 ～ 30 です。デフォルトは 3 です。 • （任意）**retry-interval** *seconds* に、再試行時における Configuration Engine への接続間隔を入力します。指定できる範囲は 1 ～ 40 秒です。デフォルト値は 10 秒です。 • （任意）**sleep** *seconds* に、最初に接続を行う前の総時間を入力します。指定できる範囲は 0 ～ 250 秒です。デフォルトは 0 秒です。 • （任意）**timeout** *seconds* に、接続が終了した後の総時間を入力します。指定できる範囲は 10 ～ 2000 秒です。デフォルトは 120 秒です。
ステップ 7	**discover** {**controller** *controller-type* | **dlci** [**subinterface** *subinterface-number*] | **interface** [*interface-type*] | **line** *line-type*}	CNS 接続プロファイルのインターフェイス パラメータを指定します。 • **controller** *controller-type* に、コントローラ タイプを入力します。 • **dlci** に、アクティブ Data-Link Connection Identifiers（DLCI）を入力します。 （任意）**subinterface** *subinterface-number* に、アクティブ DLCI の検索に使用するポイントツーポイントのサブインターフェイス番号を指定します。 • **interface** [*interface-type*] に、インターフェイス タイプを入力します。 • **line** *line-type* に、ライン タイプを入力します。
ステップ 8	**template** *name* [... *name*]	CNS 接続プロファイルの CNS 接続テンプレート リストを指定し、スイッチ設定に適用します。テンプレートは複数指定できます。

	コマンド	目的
ステップ 9		ステップ 7 ～ 8 を繰り返し、CNS 接続プロファイルの他のインターフェイス パラメータと CNS 接続テンプレートを指定します。
ステップ 10	**exit**	グローバル コンフィギュレーション モードに戻ります。
ステップ 11	**hostname** *name*	スイッチのホスト名を入力します。
ステップ 12	**ip route** *network-number*	（任意）IP アドレスが *network-number* の Configuration Engine へのスタティック ルートを確立します。
ステップ 13	**cns id** *interface num* {**dns-reverse** | **ipaddress** | **mac-address**} [**event**] [**image**] または **cns id** {**hardware-serial** | **hostname** | **string** *string* | **udi**} [**event**] [**image**]	（任意）Configuration Engine が使用する一意の EventID または ConfigID を設定します。 • *interface num* に、インターフェイス タイプ（たとえば、イーサネット、Group-Async、Loopback、Virtual-Template）を入力します。この設定では、一意の ID を定義するためにどのインターフェイスから IP アドレスまたは MAC アドレスを取得するかを指定します。 • {**dns-reverse** | **ipaddress** | **mac-address**} では、ホスト名を取得してそのホスト名を UID として割り当てるには **dns-reverse** を、IP アドレスを使用するには **ipaddress** を、MAC アドレスを一意の ID として使用するには **mac-address** を使用します。 • （任意）ID をスイッチの識別に使用する event-id 値になるように設定するには、**event** を入力します。 • （任意）ID をスイッチの識別に使用する image-id 値になるように設定するには、**image** を入力します。 （注）　**event** および **image** キーワードの両方を省略した場合、スイッチの特定に image-id 値が使用されます。 • {**hardware-serial** | **hostname**| **string** *string* | **udi**} では、**hardware-serial** に一意の ID として設定するスイッチのシリアル番号を、**hostname** に一意の ID として選択するスイッチのホスト名（デフォルト）を、**string** *string* に一意の ID として任意のテキスト ストリングを、**udi** に一意の ID として設定する Unique Device Identifier（UDI）を入力します。
ステップ 14	**cns config initial** {*hostname* | *ip-address*} [*port-number*] [**event**] [**no-persist**] [**page** *page*] [**source** *ip-address*] [**syntax-check**]	Cisco IOS をイネーブルにし、初期設定を開始します。 • {*hostname* | *ip-address*} に、コンフィギュレーション サーバの IP アドレスまたはホスト名を入力します。 • （任意）*port number* に、コンフィギュレーション サーバのポート番号を入力します。デフォルトのポート番号は 80 です。 • （任意）設定が完了したときの設定の成功、失敗、または警告のメッセージ用に **event** をイネーブルにします。 • （任意）**cns config initial** グローバル コンフィギュレーション コマンドの入力結果によってプルされた設定の NVRAM への自動書き込みを抑制するには、**no-persist** を入力します。**no-persist** キーワードを入力しない場合、**cns config initial** コマンドを使用すると、その結果の設定が自動的に NVRAM に書き込まれます。 • （任意）**page** *page* に、初期設定の Web ページを入力します。デフォルトは /Config/config/asp です。 • （任意）送信元 IP アドレスに使用するには、**source** *ip-address* を入力します。 • （任意）このパラメータを使用したときの構文をチェックするには、**syntax-check** をイネーブルにします。 （注）　**encrypt**, **status** *url* キーワードおよび **inventory** キーワードは、コマンドラインのヘルプ ストリングに表示されますが、サポートされていません。

	コマンド	目的
ステップ 15	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 16	**show cns config connections**	コンフィギュレーション エージェントに関する情報を確認します。
ステップ 17	**show running-config**	設定を確認します。

Cisco IOS エージェントをディセーブルにするには、**no cns config initial** {*ip-address* | *hostname*} グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次の例で、スイッチ設定が不明の場合（CNS Zero Touch 機能）におけるリモート スイッチの初期設定の設定方法を示します。

```
Switch(config)# cns template connect template-dhcp
Switch(config-tmpl-conn)# cli ip address dhcp
Switch(config-tmpl-conn)# exit
Switch(config)# cns template connect ip-route
Switch(config-tmpl-conn)# cli ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 ${next-hop}
Switch(config-tmpl-conn)# exit
Switch(config)# cns connect dhcp
Switch(config-cns-conn)# discover interface gigabitethernet
Switch(config-cns-conn)# template template-dhcp
Switch(config-cns-conn)# template ip-route
Switch(config-cns-conn)# exit
Switch(config)# hostname RemoteSwitch
RemoteSwitch(config)# cns config initial 10.1.1.1 no-persist
```

次の例で、スイッチの IP アドレスが判明している際のリモート スイッチの初期設定の設定方法を示します。Configuration Engine IP アドレスは 172.28.129.22 です。

```
Switch(config)# cns template connect template-dhcp
Switch(config-tmpl-conn)# cli ip address dhcp
Switch(config-tmpl-conn)# exit
Switch(config)# cns template connect ip-route
Switch(config-tmpl-conn)# cli ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 ${next-hop}
Switch(config-tmpl-conn)# exit
Switch(config)# cns connect dhcp
Switch(config-cns-conn)# discover interface gigabitethernet
Switch(config-cns-conn)# template template-dhcp
Switch(config-cns-conn)# template ip-route
Switch(config-cns-conn)# exit
Switch(config)# hostname RemoteSwitch
RemoteSwitch(config)# ip route 172.28.129.22 255.255.255.255 11.11.11.1
RemoteSwitch(config)# cns id ethernet 0 ipaddress
RemoteSwitch(config)# cns config initial 172.28.129.22 no-persist
```

部分設定のイネーブル化

スイッチ上で Cisco IOS エージェントをイネーブルにして部分設定を開始するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**cns config partial** {*ip-address* | *hostname*} [*port-number*] [**source** *ip-address*]	コンフィギュレーション エージェントをイネーブルにし、部分設定を開始します。 • {*ip-address* | *hostname*} に、コンフィギュレーション サーバの IP アドレスまたはホスト名を入力します。 • （任意）*port number* に、コンフィギュレーション サーバのポート番号を入力します。デフォルトのポート番号は 80 です。 • （任意）送信元 IP アドレスに使用するには、**source** *ip-address* を入力します。 （注）　**encrypt** キーワードは、コマンドラインのヘルプ ストリングに表示されますが、サポートされていません。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show cns config stats** または **show cns config outstanding**	コンフィギュレーション エージェントに関する情報を確認します。
ステップ 5	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

Cisco IOS エージェントをディセーブルにするには、**no cns config partial** {*ip-address* | *hostname*} グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。部分設定を取り消すには、**cns config cancel** 特権 EXEC コマンドを使用します。

CNS 設定の表示

表 4-2　特権 EXEC 表示コマンド

コマンド	目的
show cns config connections	CNS Cisco IOS エージェントの接続のステータスを表示します。
show cns config outstanding	開始されたがまだ終了していない差分（部分）CNS 設定に関する情報を表示します。
show cns config stats	Cisco IOS エージェントに関する統計情報を表示します。
show cns event connections	CNS イベント エージェントの接続のステータスを表示します。
show cns event stats	CNS イベント エージェントに関する統計情報を表示します。
show cns event subject	アプリケーションによってサブスクライブされたイベント エージェントのサブジェクト一覧を表示します。

CHAPTER 5

スイッチのクラスタ化

この章では、Catalyst 3560 スイッチ クラスタの作成と管理に関する概念と手順を説明します。Cisco Network Assistant（以降、Network Assistant）、Command-Line Interface（CLI; コマンドライン インターフェイス）、または SNMP（簡易ネットワーク管理プロトコル）を使用してスイッチ クラスタを作成、管理できます。具体的な手順については、オンラインヘルプを参照してください。CLI クラスタコマンドについては、スイッチ コマンド リファレンスを参照してください。

（注） Network Assistant でもスイッチをクラスタ化できますが、Cisco ではスイッチをグループ化して*コミュニティ*にすることを推奨します。Network Assistant には Cluster Conversion Wizard が用意されており、クラスタを簡単に*コミュニティ*に変換できます。スイッチ クラスタの管理やスイッチ クラスタのコミュニティ変換の概要も含め、Network Assistant に関する詳細は、Cisco.com から入手できる『*Getting Started with Cisco Network Assistant*』を参照してください。

この章では、Catalyst 3560 スイッチ クラスタを中心に説明します。クラスタ内に、他のクラスタに対応した Catalyst スイッチが混在している場合の注意事項や制限事項も紹介しますが、これらのスイッチに対するクラスタ機能の詳細な説明は割愛しています。特定の Catalyst プラットフォームにおけるクラスタの詳細情報は、該当するスイッチのソフトウェア コンフィギュレーション ガイドを参照してください。

この章で説明する内容は、次のとおりです。

（注） 特定のホストまたはネットワークに対してアクセスを制限する場合、**ip http access-class** グローバル コンフィギュレーション コマンドは使用しないことを推奨します。アクセスを制御するには、クラスタ コマンド スイッチを使用するか、または IP アドレスが設定されているインターフェイス上に Access Control List（ACL; アクセス コントロール リスト）を適用します。ACL の詳細については、第 33 章「ACL によるネットワーク セキュリティの設定」を参照してください。

スイッチ クラスタの概要

*スイッチ クラスタ*はクラスタ対応 Catalyst スイッチで構成されており、最大 16 台接続できます。接続されたスイッチは 1 つのエンティティとして管理されます。クラスタ内のスイッチは、スイッチ クラスタ化テクノロジーによって、単一の IP アドレスから異なる Catalyst デスクトップ スイッチ プラットフォームで構成されたグループを設定したり、トラブルシューティングを行ったりできます。

スイッチ クラスタでは、1 台のスイッチが*クラスタ コマンド スイッチ*として動作する必要があり、最大 15 台の他のスイッチが*クラスタ メンバ スイッチ*として動作できます。1 つのクラスタは、16 台以内のスイッチで構成する必要があります。クラスタ コマンド スイッチは、クラスタ メンバ スイッチの設定、管理、およびモニタに使用される単一のアクセス ポイントです。クラスタ メンバは、一度に 1 つのクラスタにしか所属できません。

スイッチのクラスタ化には次のような利点があります。

- 相互接続メディアや物理的な場所に左右されず Catalyst スイッチの管理ができます。スイッチは同じ場所に設置することも、レイヤ 2 またはレイヤ 3 ネットワークに分散して設置することもできます（Catalyst 3550、Catalyst 3560、または Catalyst 3750 スイッチを、クラスタのレイヤ 2 スイッチの間に設置するレイヤ 3 のルータとして使用している場合）。

  クラスタ メンバは、「クラスタ候補およびクラスタ メンバの自動検出」（P.5-4）で説明している接続方法に従ってクラスタ コマンド スイッチに接続します。ここでは、Catalyst 1900、Catalyst 2820、Catalyst 2900 XL、Catalyst 2950、および Catalyst 3500 XL スイッチに対する管理 VLAN（仮想 LAN）の検討事項を説明します。スイッチクラスタ環境におけるこれらのスイッチの詳細情報は、該当するスイッチのソフトウェア コンフィギュレーション ガイドを参照してください。

- クラスタ コマンドスイッチに冗長性を持たせることで、コマンド スイッチに障害が発生した場合でも対応できます。1 つまたは複数のスイッチを*スタンバイ クラスタ コマンド*に指定すると、クラスタ メンバ間の競合を回避できます。*クラスタ スタンバイ グループ*は、スタンバイ クラスタ コマンド スイッチのグループです。

- さまざまな Catalyst スイッチを 1 つの IP アドレスで管理できます。これは、特に IP アドレスの数が限られている場合に効果があります。スイッチ クラスタとの通信はすべてクラスタ コマンド スイッチの IP アドレスで行われます。

表 5-1 に、スイッチのクラスタ化に対応している Catalyst スイッチを示します。クラスタ コマンド スイッチになれるスイッチおよびクラスタ メンバ スイッチにしかなれないスイッチ、さらに、それらに必要なソフトウェア バージョンも示します。

表 5-1　スイッチ ソフトウェアおよびクラスタへの対応性

スイッチ	Cisco IOS リリース	クラスタへの対応性
Catalyst 3750-X または Catalyst 3560-X	12.2(53)SE2 以降	メンバまたはコマンド スイッチ
Catalyst 3750-E または Catalyst 3560-E	12.2(35)SE2 以降	メンバまたはコマンド スイッチ
Catalyst 3750	12.1(11)AX 以降	メンバまたはコマンド スイッチ
Catalyst 3560	12.1(19)EA1b 以降	メンバまたはコマンド スイッチ
Catalyst 3550	12.1(4)EA1 以降	メンバまたはコマンド スイッチ
Catalyst 2975	12.2(46)EX 以降	メンバまたはコマンド スイッチ
Catalyst 2970	12.1(11)AX 以降	メンバまたはコマンド スイッチ
Catalyst 2960-S	12.2(53)SE 以降	メンバまたはコマンド スイッチ
Catalyst 2960	12.2(25)FX 以降	メンバまたはコマンド スイッチ
Catalyst 2955	12.1(12c)EA1 以降	メンバまたはコマンド スイッチ
Catalyst 2950	12.0(5.2)WC(1) 以降	メンバまたはコマンド スイッチ
Catalyst 2950 LRE	12.1(11)JY 以降	メンバまたはコマンド スイッチ
Catalyst 2940	12.1(13)AY 以降	メンバまたはコマンド スイッチ
Catalyst 3500 XL	12.0(5.1)XU 以降	メンバまたはコマンド スイッチ
Catalyst 2900 XL（8 MB スイッチ）	12.0(5.1)XU 以降	メンバまたはコマンド スイッチ
Catalyst 2900 XL（4 MB スイッチ）	11.2(8.5)SA6（推奨）	メンバ スイッチだけ
Catalyst 1900 および Catalyst 2820	9.00（-A または -EN）以降	メンバ スイッチだけ

クラスタ コマンド スイッチの特性

クラスタ コマンド スイッチは、次の要件を満たしている必要があります。

- Cisco IOS Release 12.1(19)EA1 以降を実行している。
- IP アドレスが指定されている。
- Cisco Discovery Protocol（CDP）バージョン 2 がイネーブル（デフォルト）に設定されている。
- 他のクラスタのクラスタ コマンド スイッチまたはクラスタ メンバ スイッチではない。
- 管理 VLAN を介してスタンバイ クラスタ コマンド スイッチに、共通 VLAN を介してクラスタ メンバ スイッチに接続されている。

スタンバイ クラスタ コマンド スイッチの特性

スタンバイ クラスタ コマンド スイッチは、次の要件を満たしている必要があります。

- Cisco IOS 12.1(19)EA1 以降を実行している。
- IP アドレスが指定されている。
- CDP バージョン 2 がイネーブルに設定されている。
- 管理 VLAN を介してコマンド スイッチに接続されていて、なおかつ他のスタンバイ コマンド スイッチに接続されている。
- 共通 VLAN を介して（クラスタ コマンド スイッチおよびスタンバイ コマンド スイッチを除く）他のすべてのクラスタ メンバ スイッチに接続されている。
- クラスタ メンバ スイッチとの接続能力を維持するために、クラスタに冗長接続されている。
- 他のクラスタのコマンド スイッチまたはメンバ スイッチではない。

（注） スタンバイ クラスタ コマンド スイッチは、クラスタ コマンド スイッチと同タイプのスイッチでなければなりません。たとえば、クラスタ コマンド スイッチが Catalyst 3560 スイッチの場合、スタンバイ クラスタ コマンド スイッチも Catalyst 3560 スイッチにする必要があります。スタンバイ クラスタ コマンド スイッチの要件については、他のクラスタ対応スイッチのコンフィギュレーション ガイドを参照してください。

候補スイッチおよびクラスタ メンバ スイッチの特性

*候補スイッチ*とは、クラスタ対応ですがクラスタにまだ追加されていないスイッチを意味します。クラスタ メンバ スイッチは、スイッチ クラスタにすでに追加されているスイッチです。候補スイッチまたはクラスタ メンバ スイッチには必須ではありませんが、専用の IP アドレスおよびパスワードを指定できます（関連する考慮事項については、「IP アドレス」（P.5-13）および「パスワード」（P.5-13）を参照）。

クラスタに加入する候補スイッチは、次の要件を満たしている必要があります。

- クラスタ対応のソフトウェアが稼動している。
- CDP バージョン 2 がイネーブルに設定されている。
- 他のクラスタのクラスタ コマンド スイッチまたはクラスタ メンバ スイッチではない。

- クラスタ スタンバイ グループが存在する場合、少なくとも 1 つの共通 VLAN を介して、すべてのスタンバイ クラスタ コマンド スイッチに接続されている。各スタンバイ クラスタ コマンド スイッチに対応する VLAN は、異なる場合があります。
- 少なくとも 1 つの共通 VLAN を介して、クラスタ コマンド スイッチに接続されている。

（注）　Catalyst 1900、Catalyst 2820、Catalyst 2900 XL、Catalyst 2950、Catalyst 3500 XL 候補およびクラスタ メンバ スイッチは、管理 VLAN を介してクラスタ コマンド スイッチおよびスタンバイ クラスタ コマンド スイッチに接続する必要があります。スイッチクラスタ環境におけるこれらのスイッチの詳細情報は、該当するスイッチのソフトウェア コンフィギュレーション ガイドを参照してください。

Catalyst 2970、Catalyst 3550、Catalyst 3560、または Catalyst 3750 クラスタ コマンド スイッチを使用する場合、この要件は当てはまりません。候補およびクラスタ メンバ スイッチは、クラスタ コマンド スイッチと共通の任意の VLAN を介して接続できます。

スイッチ クラスタのプランニング

複数のスイッチをクラスタで管理する場合、予想される競合や互換性の問題解決に重点を置きます。ここでは、クラスタを作成する前に理解すべき注意事項、要件、および警告について説明します。

- 「クラスタ候補およびクラスタ メンバの自動検出」（P.5-4）
- 「HSRP およびスタンバイ クラスタ コマンド スイッチ」（P.5-10）
- 「IP アドレス」（P.5-13）
- 「ホスト名」（P.5-13）
- 「パスワード」（P.5-13）
- 「SNMP コミュニティ ストリング」（P.5-14）
- 「TACACS+ および RADIUS」（P.5-14）
- 「LRE プロファイル」（P.5-14）

スイッチのクラスタ化に対応している Catalyst スイッチのリストについては、リリース ノートを参照してください。リリース ノートでは、クラスタ コマンド スイッチになれるスイッチとクラスタ メンバ スイッチにしかなれないスイッチ、また、それらに必要なソフトウェア バージョンやブラウザ、Java プラグインの設定も参照できます。

クラスタ候補およびクラスタ メンバの自動検出

クラスタ コマンド スイッチは Cisco Discovery Protocol（CDP）を使用して、複数の VLAN の中からクラスタ メンバ スイッチ、候補スイッチ、隣接のスイッチクラスタ、エッジ デバイスを検出します。また、スター型のトポロジやカスケード型のトポロジ内からも検出できます。

（注）　クラスタ コマンド スイッチを使用してクラスタに対応したスイッチを検出する場合、クラスタ コマンド スイッチ、クラスタ メンバ、またはクラスタ対応スイッチの CDP を無効にしないでください。CDP の詳細については、第 24 章「CDP の設定」を参照してください。

次の接続に関する注意事項に従って、スイッチ クラスタ、クラスタ候補、接続されたスイッチ クラスタ、隣接のエッジ デバイスを自動検出してください。

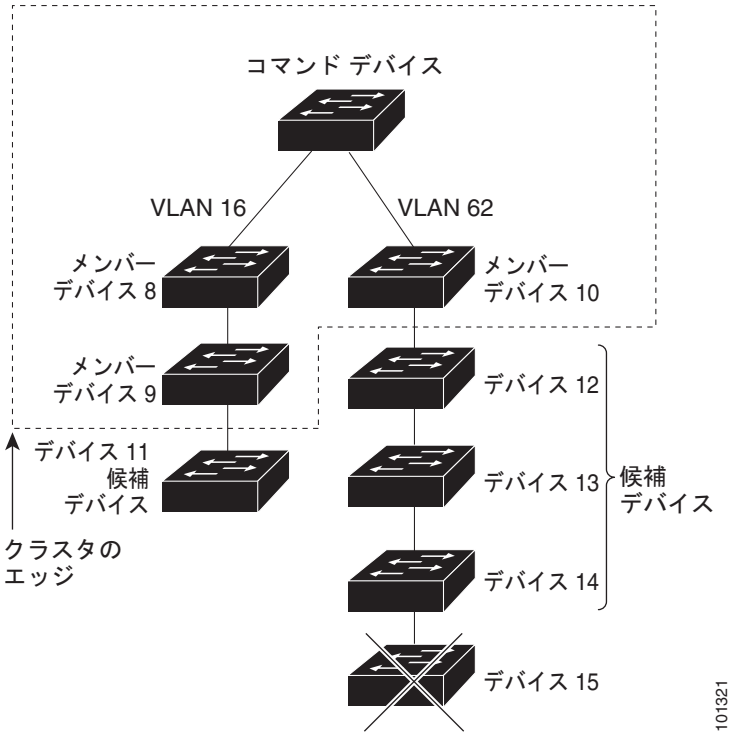
- 「CDP ホップを使用しての検出」（P.5-5）
- 「CDP 非対応デバイスおよびクラスタ非対応デバイスからの検出」（P.5-6）
- 「異なる VLAN からの検出」（P.5-6）
- 「異なる管理 VLAN からの検出」（P.5-7）
- 「ルーテッド ポートによる検出」（P.5-8）
- 「新しくインストールしたスイッチの検出」（P.5-9）

CDP ホップを使用しての検出

クラスタ コマンド スイッチは CDP を使用して、クラスタ エッジから最大 7 CDP ホップ（デフォルトは 3 ホップ）までスイッチを検出できます。クラスタ エッジは、クラスタや候補スイッチに接続している一番最後のクラスタ スイッチの部分を指します。たとえば、図 5-1 のクラスタ メンバ スイッチ 9 と 10 はクラスタのエッジにあります。

図 5-1 では、クラスタ コマンド スイッチのポートに VLAN 16 と 62 が割り当てられています。CDP ホップのカウントは 3 です。クラスタ エッジから 3 ホップ以内にあるので、クラスタ コマンド スイッチはスイッチ 11、12、13、14 を検出します。スイッチ 15 はクラスタ エッジから 4 ホップ先なので検出されません。

図 5-1　　CDP ホップを使用しての検出

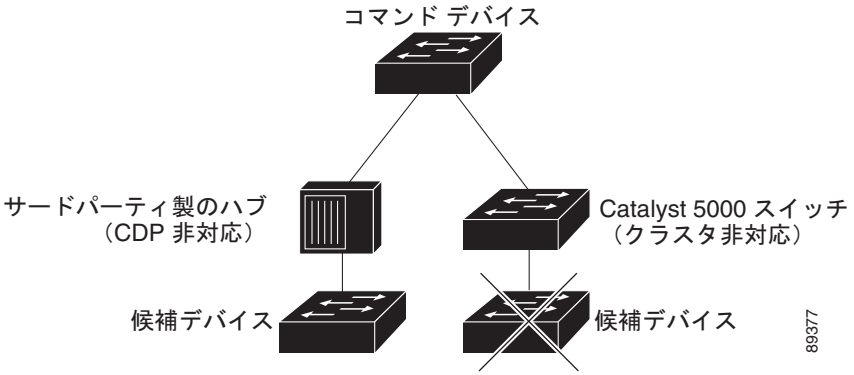


CDP 非対応デバイスおよびクラスタ非対応デバイスからの検出

クラスタ コマンド スイッチを *CDP 非対応のサードパーティ製のハブ*（他社製のハブなど）に接続している場合、そのサードパーティ製のハブを介して接続しているクラスタ対応デバイスを検出できます。ただし、クラスタ コマンド スイッチを*クラスタ非対応のシスコ デバイス*に接続している場合、クラスタ非対応のシスコ デバイスより先にあるクラスタ対応のデバイスは検出できません。

図 5-2 に、サードパーティ製のハブに接続したスイッチを検出するクラスタ コマンド スイッチを示します。ただし、クラスタ コマンド スイッチは Catalyst 5000 スイッチに接続しているスイッチは検出しません。

図 5-2　　CDP 非対応デバイスおよびクラスタ非対応デバイスからの検出

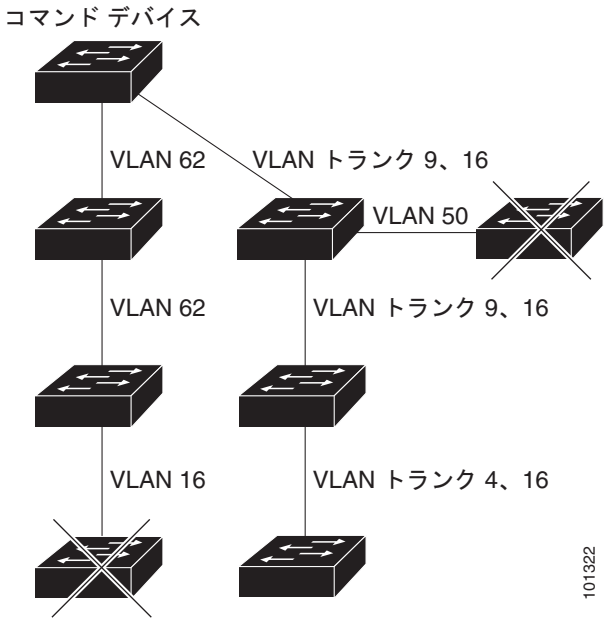


異なる VLAN からの検出

クラスタ コマンド スイッチが Catalyst 2970、Catalyst 3550、Catalyst 3560、または Catalyst 3750 の場合、異なる VLAN のクラスタ メンバ スイッチもクラスタに加えることができます。クラスタ メンバ スイッチとして、Catalyst スイッチもクラスタ コマンド スイッチと共通の VLAN に少なくとも 1 つは接続している必要があります。図 5-3 のクラスタ コマンド スイッチのポートには VLAN 9、16、62 が割り当てられているため、これらの VLAN のスイッチは検出できます。VLAN 50 にあるスイッチは検出できません。また、最初の列の VLAN 16 にあるスイッチも、クラスタ コマンド スイッチが VLAN に接続されていないため検出できません。

Catalyst 2900 XL、Catalyst 2950、および Catalyst 3500 XL のクラスタ メンバ スイッチは、それぞれの管理 VLAN を介してクラスタ コマンド スイッチに接続している必要があります。管理 VLAN からの検出の詳細については、「異なる管理 VLAN からの検出」（P.5-7）を参照してください。VLAN の詳細については、第 13 章「VLAN の設定」を参照してください。

図 5-3　異なる VLAN からの検出



異なる管理 VLAN からの検出

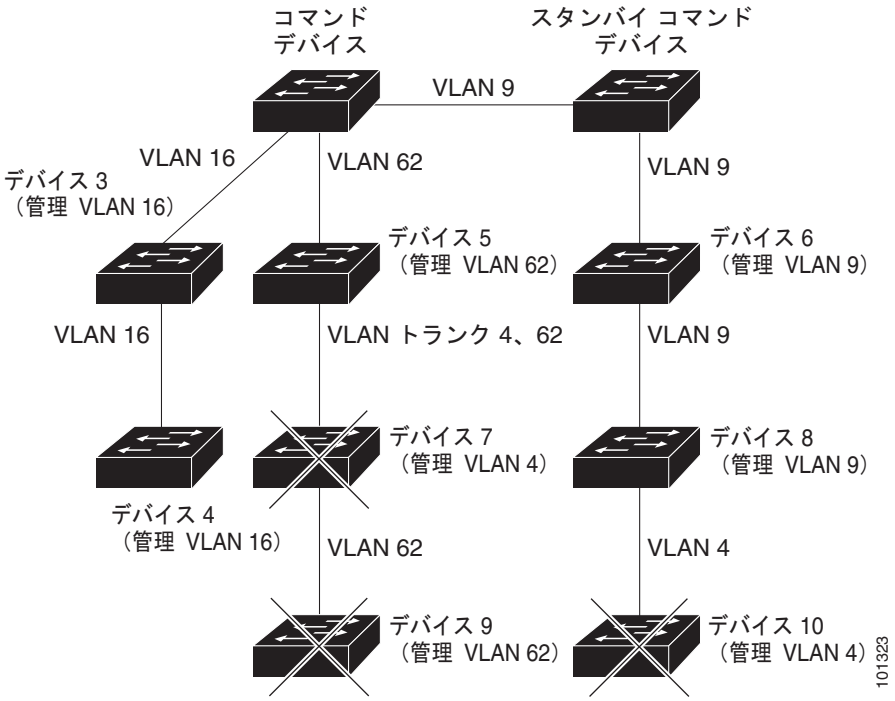
Catalyst 2970、Catalyst 3550、Catalyst 3560、Catalyst 3750 クラスタ コマンド スイッチは、異なる VLAN や管理 VLAN のクラスタ メンバ スイッチを検出して管理できます。クラスタ メンバ スイッチとして、Catalyst スイッチもクラスタ コマンド スイッチと共通の VLAN に少なくとも 1 つは接続している必要があります。ただし、管理 VLAN を介してクラスタ コマンド スイッチに接続する必要はありません。デフォルトの管理 VLAN は VLAN 1 です。

（注）スイッチ クラスタに Catalyst 3750 または 2975 スイッチ、あるいはスイッチ スタックがある場合は、スイッチまたはスイッチ スタックをクラスタ コマンド スイッチにする必要があります。

図 5-4 に示されているクラスタ コマンド スイッチおよびスタンバイ コマンド スイッチ（Catalyst 2960、Catalyst 2970、Catalyst 2975、Catalyst 3550、Catalyst 3560、Catalyst 3750 クラスタ コマンド スイッチと想定します）のポートには、VLAN 9、16、および 62 が割り当てられています。クラスタ コマンド スイッチの管理 VLAN は VLAN 9 です。各クラスタ コマンド スイッチは、次の例外を除き、異なる管理 VLAN のスイッチを検出します。

- スイッチ 7 および スイッチ 10（管理 VLAN 4 のスイッチ）。クラスタ コマンド スイッチと共通の VLAN（VLAN 62 および 9）に接続していないため検出されません。
- スイッチ 9。自動検出は非候補デバイス（スイッチ 7）より先は検出できないため、検出されません。

図 5-4　レイヤ 3 クラスタ コマンド スイッチを使用して異なる管理 VLAN から検出

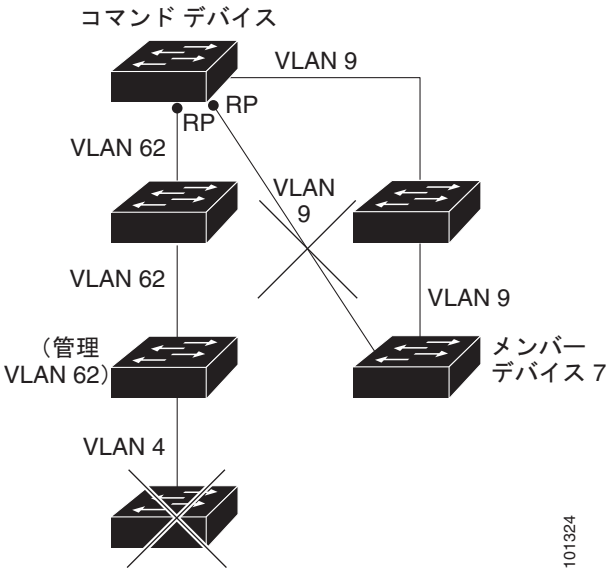


ルーテッド ポートによる検出

Routed Port（RP; ルーテッド ポート）が設定されているクラスタ コマンド スイッチは、ルーテッド ポートと*同じ* VLAN 内の候補スイッチおよびクラスタ メンバ スイッチだけを検出します。ルーテッド ポートの詳細については、「ルーテッド ポート」（P.11-4）を参照してください。

図 5-5 のレイヤ 3 クラスタ コマンド スイッチにより、VLAN 9 および 62 のスイッチは検出されますが、VLAN 4 のスイッチは検出されません。クラスタ コマンド スイッチとクラスタ メンバ スイッチ 7 の間のルーテッド ポート パスが損失している場合、VLAN 9 を介する冗長パスがあるため、クラスタ メンバ スイッチ 7 との接続は維持されます。

図 5-5　ルーテッド ポートによる検出



新しくインストールしたスイッチの検出

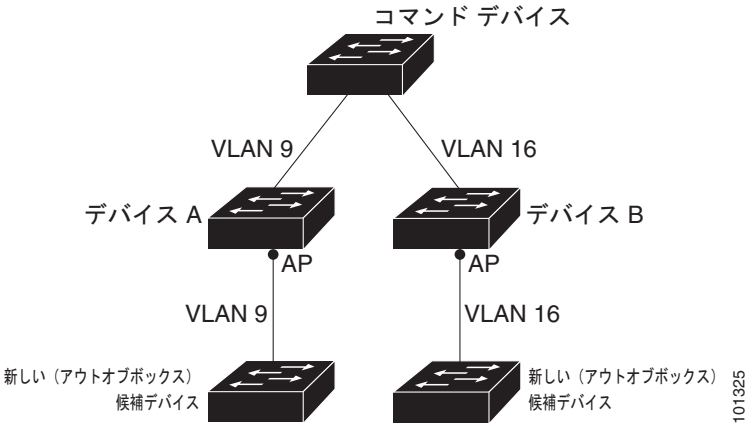
新しいアウトオブボックスのスイッチをクラスタに加入させるには、アクセス ポートの 1 つからクラスタに接続する必要があります。Access Port（AP; アクセス ポート）は 1 つの VLAN にだけ属し、そのトラフィックを転送します。デフォルトでは、新しいスイッチとそのアクセス ポートに対して VLAN 1 が割り当てられます。

新しいスイッチがクラスタに加入すると、デフォルトの VLAN は即座にアップストリーム ネイバーの VLAN に変わります。また、新しいスイッチも自身のアクセス ポートを変更して、そのアップストリーム ネイバーの VLAN に加わります。

図 5-6 のクラスタ コマンド スイッチは、VLAN 9 および 16 に加入しています。新しいクラスタ対応のスイッチがクラスタに加入すると、次の処理が行われます。

- 1 つのクラスタ対応のスイッチとそのアクセス ポートに VLAN 9 が割り当てられます。
- 他のクラスタ対応のスイッチとそのアクセス ポートに管理 VLAN 16 が割り当てられます。

図 5-6　新しくインストールしたスイッチの検出



HSRP およびスタンバイ クラスタ コマンド スイッチ

スイッチは Hot Standby Router Protocol（HSRP）をサポートしているため、スタンバイ クラスタ コマンド スイッチのグループを設定できます。クラスタ コマンド スイッチは、すべての通信の転送と、すべてのクラスタ メンバ スイッチの設定情報を管理しているため、次のような環境設定を推奨します。

- クラスタ コマンドのスイッチ スタックには、スイッチ スタック全体に障害が発生する場合に備えて、スタンバイ クラスタ コマンド スイッチが必要です。ただし、コマンド スイッチ スタックのスタック マスターだけに障害が発生した場合は、スイッチ スタックで新しいスタック マスターを選出し、クラスタ コマンド スイッチ スタックとしての機能を引き継がせることができます。
- スタンドアロンのクラスタ コマンド スイッチの場合、プライマリ クラスタ コマンド スイッチの障害に備え、スタンバイ クラスタ コマンド スイッチを設定してその機能を引き継がせるようにします。

*クラスタ スタンバイ グループ*は、「スタンバイ クラスタ コマンド スイッチの特性」（P.5-3）で説明している要件を満たしたコマンド対応スイッチのグループです。クラスタごとに、1 つのクラスタ スタンバイ グループだけを割り当てることができます。

（注）クラスタ スタンバイ グループは HSRP グループです。HSRP をディセーブルにすると、クラスタ スタンバイ グループがディセーブルになります。

クラスタ スタンバイ グループのスイッチは、HSRP プライオリティに基づいてランク付けされています。グループ内でプライオリティが最も高いスイッチは、*Active Cluster Command Switch*（AC; アクティブ クラスタ コマンド スイッチ）です。グループ内で次にプライオリティの高いスイッチは、*Standby Cluster Command Switch*（SC; スタンバイ クラスタ コマンド スイッチ）です。クラスタ スタンバイ グループの他のスイッチは、*Passive Cluster Command Switch*（PC; パッシブ クラスタ コマンド スイッチ）です。アクティブ クラスタ コマンド スイッチおよびスタンバイ クラスタ コマンド スイッチが*同時に*ディセーブルになった場合、パッシブ クラスタ コマンド スイッチの中でプライオリティが一番高いものがアクティブ クラスタ コマンド スイッチになります。自動検出の制限事項については、「クラスタ設定の自動復旧」（P.5-12）を参照してください。HSRP プライオリティ値の変更については、「HSRP のプライオリティの設定」（P.41-7）を参照してください。クラスタ スタンバイ グループのメンバおよびルータ冗長グループのメンバのプライオリティ変更には、同じ HSRP **standby priority** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

（注）HSRP のスタンバイ中止間隔は、Hello タイム間隔の 3 倍以上必要です。デフォルトの HSRP スタンバイ中止間隔は 10 秒です。デフォルトの HSRP スタンバイ hello タイム間隔は 3 秒です。スタンバイ中止間隔およびスタンバイ hello タイム間隔の詳細については、「HSRP 認証およびタイマーの設定」（P.41-10）を参照してください。

次の接続に関する注意事項に従って、スイッチ クラスタ、クラスタ候補、接続されたスイッチ クラスタ、隣接のエッジ デバイスを自動検出してください。これらのトピックでもスタンバイ クラスタ コマンド スイッチの詳細について説明します。

- 「仮想 IP アドレス」（P.5-11）
- 「クラスタ スタンバイ グループに関する他の考慮事項」（P.5-11）
- 「クラスタ設定の自動復旧」（P.5-12）

仮想 IP アドレス

クラスタ スタンバイ グループには、一意の仮想 IP アドレス、グループ番号、グループ名を割り当てる必要があります。この情報は、特定の VLAN またはアクティブ クラスタ コマンド スイッチのルーテッド ポートで設定します。アクティブ クラスタ コマンド スイッチは、仮想 IP アドレス宛のトラフィックを受信します。クラスタを管理するには、コマンド スイッチの IP アドレスからではなく、仮想 IP アドレスからアクティブ クラスタ コマンド スイッチにアクセスする必要があります（アクティブ クラスタ コマンド スイッチの IP アドレスがクラスタ スタンバイ グループの仮想 IP アドレスと異なる場合）。

アクティブ クラスタ コマンド スイッチに障害が発生すると、スタンバイ クラスタ コマンド スイッチが仮想 IP アドレスを使用して、アクティブ クラスタ コマンド スイッチになります。クラスタ スタンバイ グループのパッシブ スイッチは、それぞれ割り当てられたプライオリティを比較し、新しいスタンバイ クラスタ コマンド スイッチを選出します。その後、プライオリティの一番高いパッシブ スタンバイ スイッチがスタンバイ クラスタ コマンド スイッチになります。前回アクティブ クラスタ コマンド スイッチだったスイッチが再びアクティブになると、アクティブ クラスタ コマンド スイッチの役割を再開します。そのため、現在アクティブ クラスタ コマンド スイッチを担当しているスイッチは再びスタンバイ クラスタ コマンド スイッチになります。スイッチ クラスタの IP アドレスの詳細については、「IP アドレス」（P.5-13）を参照してください。

クラスタ スタンバイ グループに関する他の考慮事項

次の要件も満たす必要があります。

- スタンバイ クラスタ コマンド スイッチは、クラスタ コマンド スイッチと同タイプのスイッチでなければなりません。たとえば、クラスタ コマンド スイッチが Catalyst 3560 スイッチの場合、スタンバイ クラスタ コマンド スイッチも Catalyst 3560 スイッチにする必要があります。スタンバイ クラスタ コマンド スイッチの要件については、他のクラスタ対応スイッチのコンフィギュレーション ガイドを参照してください。

  スイッチ クラスタに Catalyst 3560 スイッチがある場合は、クラスタに Catalyst 3750 スイッチまたはスイッチ スタックがない限り、クラスタ コマンド スイッチになります。スイッチ クラスタに Catalyst 3750 スイッチまたはスイッチ スタックがある場合は、Catalyst 3750 スイッチまたはスイッチ スタックをクラスタ コマンド スイッチにする必要があります。

- クラスタごとに、1 つのクラスタ スタンバイ グループだけ割り当てることができます。ルータ冗長スタンバイ グループは複数作成できます。

  1 つの HSRP グループをクラスタ スタンバイ グループとルータ冗長構成グループの両方にすることができます。ただし、ルータ冗長構成グループがクラスタ スタンバイ グループになった場合、そのグループ上でのルータ冗長構成はディセーブルになります。CLI を使用すれば、冗長構成を再びイネーブルにすることができます。HSRP およびルータ冗長構成の詳細については、第 41 章「HSRP および VRRP の設定」を参照してください。

- すべてのスタンバイグループ メンバはそのクラスタのメンバである必要があります。

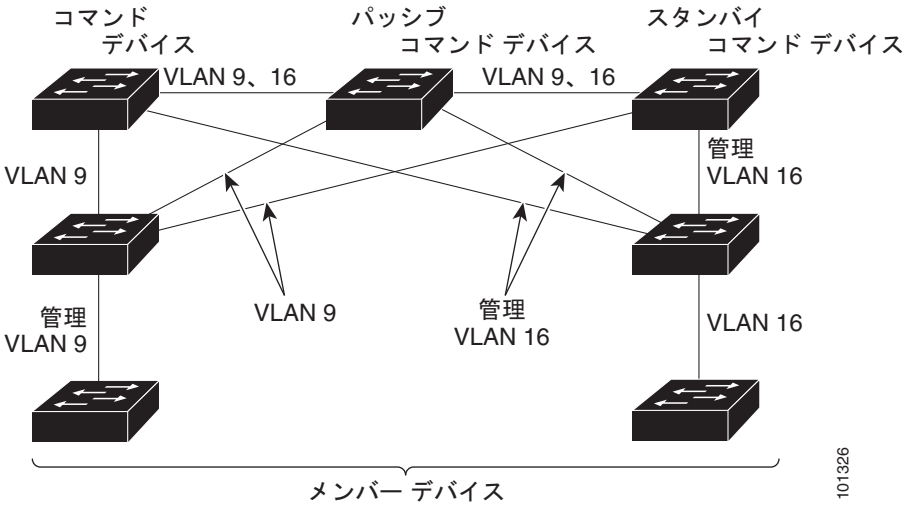
  （注） スタンバイ クラスタ コマンド スイッチとして割り当てることができるスイッチ数に制限はありません。ただし、クラスタのスイッチの総数（アクティブ クラスタ コマンド スイッチ、スタンバイ グループ メンバ、およびクラスタ メンバ スイッチを含む）は 16 以内にする必要があります。

- 各スタンバイグループのメンバ（図 5-7 を参照）は、同じ VLAN を介してクラスタ コマンド スイッチに接続されている必要があります。この例のクラスタ コマンド スイッチとスタンバイ クラスタ コマンド スイッチには Catalyst 2970、Catalyst 3550、Catalyst 3560、または Catalyst 3750 が該当します。各スタンバイグループのメンバも、スイッチ クラスタと同じ VLAN を最低 1 つは介在させて、冗長性を持たせながら相互接続する必要があります。

Catalyst 1900、Catalyst 2820、Catalyst 2900 XL、Catalyst 2950、Catalyst 3500 XL クラスタ メンバ スイッチは、それぞれの管理 VLAN を介してクラスタ スタンバイ グループに接続する必要があります。スイッチ クラスタの VLAN の詳細については、次の各項を参照してください。

- 「異なる VLAN からの検出」（P.5-6）
- 「異なる管理 VLAN からの検出」（P.5-7）

図 5-7　スタンバイグループ メンバとクラスタ メンバ間の VLAN 接続



クラスタ設定の自動復旧

アクティブ クラスタ コマンド スイッチは、クラスタ設定情報をスタンバイ クラスタ コマンド スイッチに継続的に送信します（デバイス設定情報は送信しません）。アクティブ クラスタ コマンド スイッチに障害が発生した場合は、この情報をもとに、スタンバイ クラスタ コマンド スイッチが即座にクラスタを引き継ぎます。

自動検出には次のような制限があります。

- この制限は、Catalyst 2950、Catalyst 3550、Catalyst 3560、Catalyst 3750 のコマンド スイッチおよびスタンバイ クラスタ コマンド スイッチを含むクラスタだけに該当します。アクティブ クラスタ コマンド スイッチおよびスタンバイ クラスタ コマンド スイッチが*同時に*ディセーブルになった場合、パッシブ クラスタ コマンド スイッチの中でプライオリティが一番高いものがアクティブ クラスタ コマンド スイッチになります。ただし、前回パッシブ スタンバイ クラスタ コマンド スイッチだったため、以前のクラスタ コマンド スイッチはクラスタ設定情報を*送信していません*。アクティブ クラスタ コマンド スイッチは、スタンバイ クラスタ コマンド スイッチだけにクラスタ設定情報を送信します。そのため、クラスタを再設定する必要があります。
- この制限は、すべてのクラスタに該当します。アクティブ クラスタ コマンド スイッチに障害が発生した場合で、クラスタ スタンバイ グループにスイッチが 3 台以上ある場合、新しいクラスタ コマンド スイッチは、いかなる Catalyst 1900、Catalyst 2820、および Catalyst 2916M XL のクラスタ メンバ スイッチも検出しません。これらのクラスタ メンバ スイッチをクラスタにもう一度追加する必要があります。
- この制限は、すべてのクラスタに該当します。アクティブ クラスタ コマンド スイッチに障害が発生してダウンした後、再びアクティブになった場合、そのスイッチはいかなる Catalyst 1900、Catalyst 2820、および Catalyst 2916M XL クラスタ メンバ スイッチも検出しません。これらのクラスタ メンバ スイッチをクラスタにもう一度追加する必要があります。

以前アクティブ クラスタ コマンド スイッチだったものが再びアクティブになった場合、そのスイッチは最新のクラスタ設定のコピー（ダウン中に追加されたメンバを含む）をアクティブ クラスタ コマンド スイッチから受信します。アクティブ クラスタ コマンド スイッチは、クラスタ スタンバイ グループにクラスタ設定のコピーを送信します。

IP アドレス

IP 情報をクラスタ コマンド スイッチに割り当てる必要があります。クラスタ コマンド スイッチには複数の IP アドレスを割り当てることができます。クラスタには、これらのコマンドスイッチの IP アドレスを介してアクセスできます。クラスタ スタンバイ グループを設定する場合、アクティブ クラスタ コマンド スイッチからスタンバイグループの仮想 IP アドレスを使用して、クラスタを管理する必要があります。仮想 IP アドレスを使用すると、アクティブ クラスタ コマンド スイッチに障害が発生してスタンバイ クラスタ コマンド スイッチがアクティブ クラスタ コマンド スイッチになった場合でも、クラスタへの接続を確保できます。

アクティブ クラスタ コマンド スイッチに障害が発生してスタンバイ クラスタ コマンド スイッチがその役割を引き継いだ場合、クラスタのアクセスには、スタンバイグループの仮想 IP アドレスも、新しいアクティブ クラスタ コマンド スイッチで使える IP アドレスも使用できます。

必須ではありませんが、IP アドレスはクラスタ対応のスイッチにも割り当てることができます。クラスタ メンバ スイッチは、コマンドスイッチの IP アドレスを介して管理され、他のクラスタ メンバ スイッチと通信します。IP アドレスが割り当てられていないクラスタ メンバ スイッチがそのクラスタを離れる場合、スタンドアロン スイッチとして管理する IP アドレスを割り当てる必要があります。

IP アドレスの詳細については、第 3 章「スイッチの IP アドレスおよびデフォルト ゲートウェイの割り当て」を参照してください。

ホスト名

クラスタ コマンド スイッチと対象のクラスタ メンバにはホスト名を割り当てる必要はありません。ただし、クラスタ コマンド スイッチに割り当てられたホスト名は、スイッチ クラスタを識別するのに役立ちます。スイッチのデフォルトのホスト名は *Switch* です。

クラスタに加入するスイッチにホスト名がない場合、クラスタ コマンド スイッチは一意のメンバ番号を自身のホスト名に追加し、そのスイッチに割り当てます。この処理はクラスタに加入するスイッチごとに順番に行われます。ここでいう番号とは、スイッチがクラスタに追加された順番を指します。たとえば、*eng-cluster* という名前のクラスタ コマンド スイッチには、5 番めのクラスタ メンバとして *eng-cluster-5* という名前が割り当てられます。

スイッチにホスト名がある場合、クラスタへの加入時もクラスタからの脱退時もその名前が使用されます。

クラスタ脱退時、または新しいクラスタへの加入時にそのメンバ番号（*5* など）を確保するため、クラスタ コマンド スイッチからスイッチにホスト名を送信した場合、それを受信したスイッチは、新しいクラスタのクラスタ コマンド スイッチのホスト名（*mkg-cluster-5* など）で古いホスト名（*eng-cluster-5* など）を上書きします。新しいクラスタではスイッチのメンバ番号を変更する場合（*3* など）、スイッチは前回の名前（*eng-cluster-5*）を保持します。

パスワード

クラスタのメンバになるスイッチにはパスワードを割り当てる必要はありません。スイッチはコマンドスイッチのパスワードを継承してクラスタに加入し、脱退するときもその情報を保有したまま離れます。コマンドスイッチのパスワードが設定されていない場合、クラスタ メンバ スイッチはヌル パスワードを代わりに継承します。クラスタ メンバ スイッチが継承するのはコマンドスイッチのパスワードだけです。

コマンドスイッチのパスワードと異なるメンバスイッチのパスワードを指定してその設定を保存してしまうと、クラスタ コマンド スイッチからそのスイッチを管理できなくなります。この状態はメンバスイッチのパスワードをコマンドスイッチのパスワードに戻すまで続きます。メンバスイッチを再起動しても、パスワードは元のコマンドスイッチ パスワードには戻りません。スイッチをクラスタに加入させた後は、メンバスイッチ パスワードを変更しないことを推奨します。

パスワードの詳細については、「スイッチへの不正アクセスの防止」（P.8-1）を参照してください。

Catalyst 1900 および Catalyst 2820 スイッチ固有のパスワードの考慮事項については、これらのスイッチのインストレーション コンフィギュレーション ガイドを参照してください。

SNMP コミュニティ ストリング

クラスタ メンバ スイッチは、次のようにコマンドスイッチの Read-Only（RO）と Read-Write（RW）の後ろに *@esN* を追加した形でコミュニティ ストリングを継承します。

- *command-switch-readonly-community-string@esN* : *N* にはメンバスイッチの番号が入ります。
- *command-switch-readwrite-community-string@esN* : *N* にはメンバスイッチの番号が入ります。

クラスタ コマンド スイッチに複数の Read-Only または Read-Write コミュニティ ストリングがある場合、クラスタ メンバ スイッチには最初の Read-Only または Read-Write ストリングだけ伝播されます。

スイッチのコミュニティ ストリング数とその長さには制限がありません。SNMP およびコミュニティ ストリングの詳細については、第 31 章「SNMP の設定」を参照してください。

Catalyst 1900 および Catalyst 2820 スイッチ固有の SNMP の考慮事項については、これらのスイッチのインストレーション コンフィギュレーション ガイドを参照してください。

TACACS+ および RADIUS

Terminal Access Controller Access Control System Plus（TACACS+）をクラスタ メンバに設定する場合、すべてのクラスタ メンバに設定する必要があります。同様に、RADIUS をクラスタ メンバに設定する場合、すべてのクラスタ メンバに設定する必要があります。また、TACACS+ を設定したメンバと RADIUS を設定した他のメンバを同じスイッチ クラスタには追加できません。

TACACS+ の詳細については、「TACACS+ によるスイッチ アクセスの制御」（P.8-10）を参照してください。RADIUS の詳細については、「RADIUS によるスイッチ アクセスの制御」（P.8-18）を参照してください。

LRE プロファイル

スイッチ クラスタに、個人のプロファイルと公開プロファイルの両方を使用した Long-Reach Ethernet（LRE）スイッチがある場合、設定の競合が発生します。クラスタの 1 つの LRE スイッチに公開プロファイルが割り当てられている場合、クラスタ内のすべての LRE スイッチにも同じプロファイルを割り当てる必要があります。LRE スイッチをクラスタに追加する前に、クラスタ内の他の LRE スイッチが同じ公開プロファイルを使用しているかどうかを確認してください。

クラスタ内に異なる個人プロファイルを使用している LRE スイッチを混在させることはできます。

CLI によるスイッチ クラスタの管理

クラスタ コマンド スイッチにログインすることにより、CLI からクラスタ メンバ スイッチを設定できます。**rcommand** ユーザ EXEC コマンドおよびクラスタ メンバ スイッチ番号を入力して、（コンソールまたは Telnet 接続を経由して）Telnet セッションを開始し、クラスタ メンバ スイッチの CLI にアクセスします。コマンド モードが変更され、通常どおりに Cisco IOS コマンドを使用できるようになります。クラスタ メンバ スイッチで **exit** 特権 EXEC コマンドを入力すると、コマンド スイッチの CLI に戻ります。

次に、コマンド スイッチの CLI からメンバ スイッチ 3 にログインする例を示します。

```
switch# rcommand 3
```

メンバ スイッチ番号が不明の場合は、クラスタ コマンド スイッチで **show cluster members** 特権 EXEC コマンドを入力します。**rcommand** コマンドおよび他のすべてのクラスタ コマンドについての詳細は、スイッチ コマンド リファレンスを参照してください。

Telnet セッションは、クラスタ コマンド スイッチと同じ権限レベルでメンバ スイッチの CLI にアクセスします。その後、Cisco IOS コマンドを通常どおりに使用できます。スイッチの Telnet セッションの設定手順については、「パスワード回復のディセーブル化」（P.8-5）を参照してください。

Catalyst1900 および Catalyst2820 の CLI に関する考慮事項

スイッチ クラスタに Standard Edition ソフトウェアが稼動している Catalyst 1900 および Catalyst 2820 スイッチがある場合、クラスタ コマンド スイッチの権限レベルが 15 であれば、Telnet セッションは管理コンソール（メニュー方式インターフェイス）にアクセスします。クラスタ コマンド スイッチの権限レベルが 1 ～ 14 であれば、パスワードの入力を要求するプロンプトが表示され、入力後にメニュー コンソールにアクセスできます。

コマンド スイッチの権限レベルと、Catalyst 1900 および Catalyst 2820 クラスタ メンバ スイッチ（Standard および Enterprise Edition ソフトウェアが稼動）との対応関係は、次のとおりです。

- コマンド スイッチの権限レベルが 1 ～ 14 の場合、クラスタ メンバ スイッチへのアクセスは権限レベル 1 で行われます。
- コマンド スイッチの権限レベルが 15 の場合、クラスタ メンバ スイッチへのアクセスは権限レベル 15 で行われます。

（注） Catalyst 1900 および Catalyst 2820 の CLI は、Enterprise Edition ソフトウェアが稼動しているスイッチに限って使用できます。

Catalyst 1900 および Catalyst 2820 スイッチの詳細については、これらのスイッチのインストレーション コンフィギュレーション ガイドを参照してください。

SNMP によるスイッチ クラスタの管理

スイッチの最初の起動時にセットアップ プログラムを使用して IP 情報を入力し、提示されたコンフィギュレーションを採用した場合、SNMP はイネーブルに設定されています。セットアップ プログラムを使用して IP 情報を入力していない場合は、SNMP はイネーブルではありません。その場合は、「SNMP の設定」（P.31-6）の説明に従って、SNMP をイネーブルに設定します。Catalyst 1900 および Catalyst 2820 スイッチでは、SNMP はデフォルトでイネーブルに設定されています。

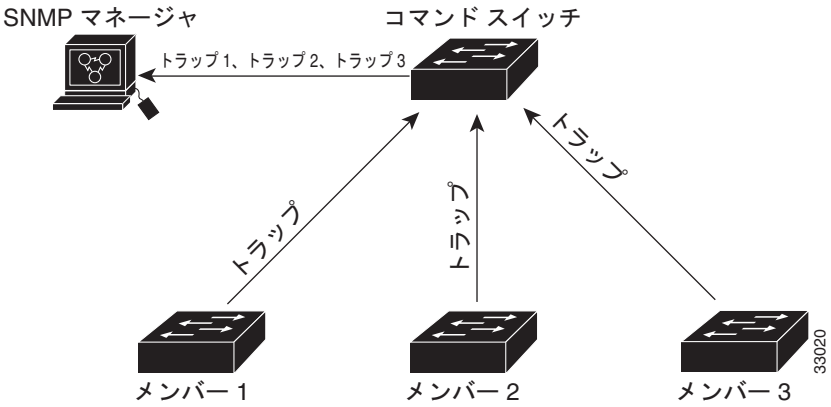
クラスタを作成すると、クラスタ コマンド スイッチがクラスタ メンバ スイッチと SNMP アプリケーション間のメッセージ交換を管理します。クラスタ コマンド スイッチ上のクラスタ ソフトウェアは、クラスタ コマンド スイッチ上で最初に設定された Read-Write および Read-Only コミュニティ ストリングにクラスタ メンバ スイッチ番号（*@esN*、*N* はスイッチ番号）を追加し、これらのストリングをクラスタ メンバ スイッチに伝播します。クラスタ コマンド スイッチは、このコミュニティ ストリングを使用して、SNMP 管理ステーションとクラスタ メンバ スイッチ間で、get、set、および get-next メッセージの転送を制御します。

（注）　クラスタ スタンバイ グループを設定すると、ユーザが気付かないうちにクラスタ コマンド スイッチが変更される場合があります。クラスタにクラスタ スタンバイ グループを設定している場合は、クラスタ コマンド スイッチとの通信には、最初に設定された Read-Write および Read-Only コミュニティ ストリングを使用してください。

クラスタ メンバ スイッチに IP アドレスが割り当てられていない場合、図 5-8 に示すように、クラスタ コマンド スイッチはクラスタ メンバ スイッチからのトラップを管理ステーションにリダイレクトします。クラスタ メンバ スイッチに専用の IP アドレスおよびコミュニティ ストリングが割り当てられている場合、そのクラスタ メンバ スイッチはクラスタ コマンド スイッチを経由せず、管理ステーションに直接トラップを送信できます。

クラスタ メンバ スイッチに専用の IP アドレスとコミュニティ ストリングが割り当てられている場合、クラスタ コマンド スイッチによるアクセスの他に、その IP アドレスとコミュニティ ストリングも使用できます。SNMP およびコミュニティ ストリングの詳細については、第 31 章「SNMP の設定」を参照してください。

図 5-8　SNMP によるクラスタ管理



CHAPTER 6

スイッチの管理

この章では、Catalyst 3560 スイッチを管理するための 1 回限りの手順について説明します。この章で説明する内容は、次のとおりです。

システム日時の管理

Network Time Protocol（NTP）などの自動設定方式、または手動設定方式を使用して、スイッチのシステム日時を管理します。

（注） ここで使用するコマンドの構文および使用方法の詳細については、Cisco.com にある『*Cisco IOS Configuration Fundamentals Command Reference*』を参照してください。

ここでは、次の設定情報について説明します。

システム クロックの概要

時刻サービスの中核となるのはシステム クロックです。このクロックはシステムがスタートアップした瞬間から稼動し、日時を常時トラッキングします。

システム クロックは、次のソースにより設定できます。

- NTP
- 手動設定

システム クロックは、次のサービスに時刻を提供します。

- ユーザの **show** コマンド
- ログおよびデバッグ メッセージ

システム クロックは、Universal Time Coordinated（UTC; 協定世界時）（別名 Greenwich Mean Time（GMT; グリニッジ標準時））に基づいてシステム内部の時刻を常時トラッキングします。ローカルのタイム ゾーンおよび夏時間に関する情報を設定することにより、時刻がローカルのタイム ゾーンに応じて正確に表示されるようにできます。

システム クロックは、時刻に*信頼性がある*かどうか（つまり、信頼できると見なされるタイム ソースによって時刻が設定されているか）を常時トラッキングします。信頼性のない場合は、時刻は表示目的だけで使用され、再配信されません。設定情報については、「手動での日時の設定」（P.6-4）を参照してください。

NTP の概要

NTP は、ネットワーク上のデバイス間の時刻の同期化を目的に設計されています。NTP は UDP で稼動し、UDP は IP 上で稼動します。NTP は RFC 1305 に規定されています。

NTP ネットワークは通常、ラジオ クロックやタイム サーバに接続された原子時計など、信頼できるタイム ソースからその時刻を取得します。その後、NTP はネットワークにこの時刻を配信します。NTP はきわめて効率的で、1 分間に 1 パケットを使用するだけで、2 台のデバイスを 1 ミリ秒以内に同期化できます。

NTP は、*ストラタム（階層）*という概念を使用して、信頼できるタイム ソースとデバイスが離れている NTP ホップを記述します。ストラタム 1 タイム サーバには、ラジオ クロックまたは原子時計が直接接続されており、ストラタム 2 タイム サーバは、NTP を使用してストラタム 1 タイム サーバから時刻を取得します（以降のストラタムも同様です）。NTP が稼動するデバイスは、タイム ソースとして、NTP を使用して通信するストラタム番号が最小のデバイスを自動的に選択します。この方法によって、NTP 時刻配信の自動編成型ツリーが効率的に構築されます。

NTP では、同期化されていないデバイスと同期化しないことによって、時刻が正確でないデバイスとの同期化を防ぎます。また、NTP では、複数のデバイスから報告される時刻を比較して、ストラタムの番号が小さくても、時刻が他のデバイスと大幅に異なるデバイスとは同期化しません。

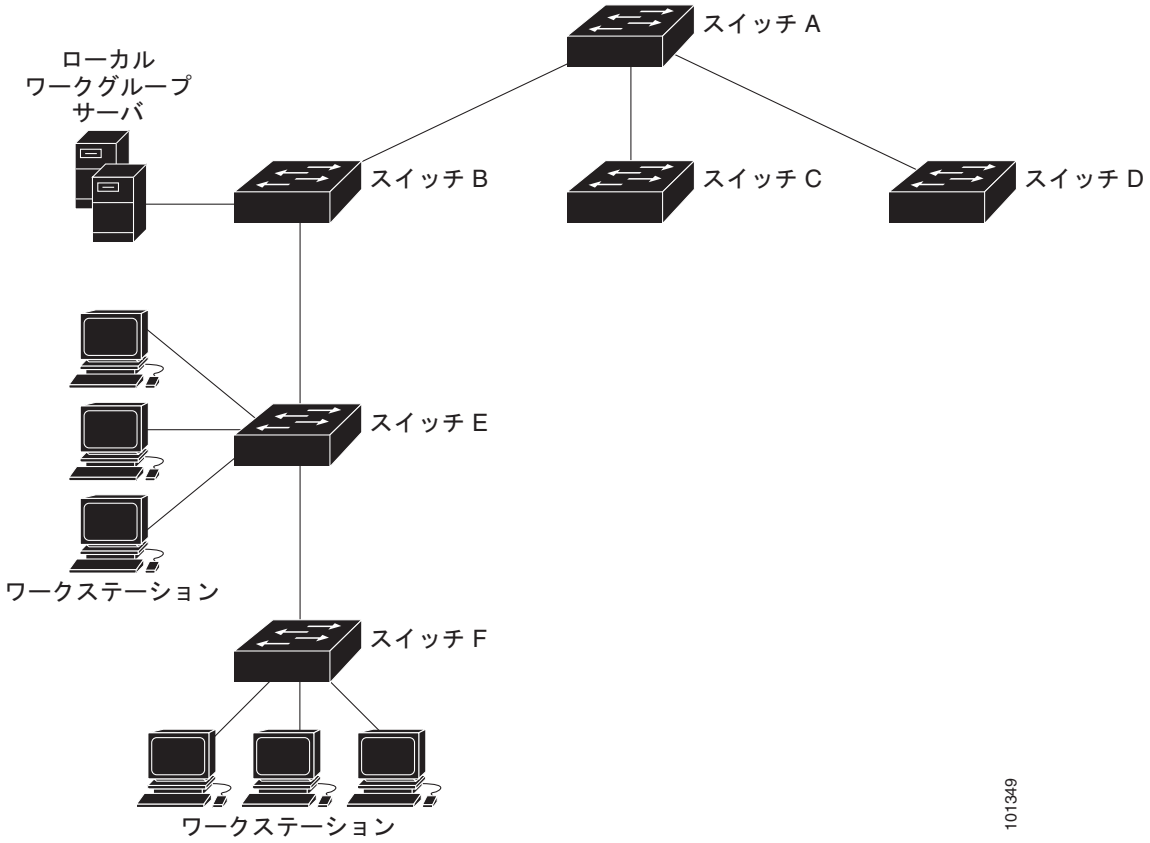
NTP が稼動するデバイス間の通信（*アソシエーション*）は、通常静的に設定されます。各デバイスには、アソシエーションを作成すべきすべてのデバイスの IP アドレスが与えられます。アソシエーションのペアとなるデバイス間で NTP メッセージを交換することによって、正確な時刻の維持が可能になります。ただし、LAN 環境では、代わりに IP ブロードキャスト メッセージを使用するように NTP を設定できます。各デバイスを、単にブロードキャスト メッセージを送受信するように設定すればよいので、この代替手段によって設定の複雑さが緩和されます。ただし、この場合は、情報の流れは一方向に限られます。

デバイス上で維持される時刻は、重要なリソースです。NTP のセキュリティ機能を使用して、不正確な時刻が誤ってあるいは意図的に設定されることを防止してください。アクセス リストを使用して制限する方式および暗号化認証メカニズムの、2 種類のメカニズムを使用できます。

シスコの NTP ではストラタム 1 サービスをサポートしていないので、ラジオ クロックまたは原子時計に接続できません。ネットワークの時刻サービスは、IP インターネット上のパブリック NTP サーバから取得することを推奨します。

図 6-1 に、NTP を使用する一般的なネットワーク例を示します。スイッチ A は、NTP サーバ モードで設定したスイッチ B、C、D の NTP マスターです。スイッチ B、C、D とスイッチ A との間にはサーバ アソシエーションが設定されています。スイッチ E は、アップストリーム スイッチ（スイッチ B）およびダウンストリーム スイッチ（スイッチ F）の NTP ピアとして設定されています。

図 6-1　一般的な NTP ネットワークの構成



ネットワークがインターネットから切り離されている場合、シスコの NTP によって、実際には、他の方法で時刻を学習しているにもかかわらず、デバイスが NTP を使用して同期化しているように動作を設定できます。他のデバイスは、NTP によりこのデバイスと同期化されます。

複数のタイム ソースがある場合は、NTP は常に、より信頼性があると見なされます。NTP の時刻は、他の方法による時刻に優先します。

自社のホスト システムに NTP ソフトウェアを組み込んでいるメーカーが数社あり、また、UNIX システム用のバージョンやその派生ソフトウェアも一般に入手できます。このソフトウェアによって、ホスト システムも時間が同期化されます。

NTP バージョン 4

NTP バージョン 4 はスイッチに実装します。NTPv4 は NTPv3 の拡張バージョンです。NTPv4 は、IPv4 および IPv6 をサポートし、NTPv3 と下位互換性があります。

NTPv4 には次の機能があります。

- IPv6 のサポート。
- NTPv3 より高いセキュリティ。NTPv4 プロトコルは、公開キー暗号化および標準 X509 証明書に基づいたセキュリティ フレームワークを提供します。
- ネットワークの時間分布階層の自動計算。NTPv4 は、特定のマルチキャスト グループを使用してサーバの階層を自動的に設定して、最も低い帯域幅コストで最も高い時刻精度を実現します。この機能では、サイトローカル IPv6 マルチキャスト アドレスが使用されます。

NTPv4 の設定の詳細については、『*Cisco IOS IPv6 Configuration Guide, Release 12.4T*』の「Implementing NTPv4 in IPv6」の章を参照してください。

手動での日時の設定

他のタイム ソースが使用できない場合は、システムの再起動後、手動で日時を設定できます。時刻は、次にシステムを再起動するまで正確です。手動設定は最後の手段として使用することを推奨します。スイッチを同期化できる外部ソースがある場合は、手動でシステム クロックを設定する必要はありません。

ここでは、次の設定情報について説明します。

- 「システム クロックの設定」（P.6-4）
- 「日時設定の表示」（P.6-4）
- 「タイム ゾーンの設定」（P.6-5）
- 「夏時間の設定」（P.6-6）

システム クロックの設定

ネットワーク上に、NTP サーバなどの時刻サービスを提供する外部ソースがある場合、手動でシステム クロックを設定する必要はありません。

システム クロックを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**clock set** *hh*:*mm*:*ss day month year* または **clock set** *hh*:*mm*:*ss month day year*	次のいずれかのフォーマットで、手動でシステム クロックを設定します。 • *hh*:*mm*:*ss* には、時刻を時間（24 時間形式）、分、秒で指定します。指定された時刻は、設定されたタイム ゾーンに基づきます。 • *day* には、当月の日付で日を指定します。 • *month* には、月を名前で指定します。 • *year* には、年を指定します（常に 4 桁で指定）。

次に、システム クロックを手動で 2001 年の 7 月 23 日午後 1 時 32 分に設定する例を示します。

```
Switch# clock set 13:32:00 23 July 2001
```

日時設定の表示

日時の設定を表示するには、**show clock** [**detail**] 特権 EXEC コマンドを使用します。

システム クロックは、信頼性がある（正確であると信じられる）かどうかを示す *authoritative* フラグを維持します。システム クロックがタイミング ソースによって設定されている場合は、フラグを設定します。時刻が信頼性のないものである場合は、表示目的でだけ使用されます。クロックが信頼できず、*authoritative* フラグも設定されていなければ、ピアの時刻が無効でも、フラグはピアがクロックと同期しないようにします。

show clock の表示の前にある記号は、次の意味があります。

- * : 時刻は信頼できません。
- （空白）: 時刻は信頼できます。
- . : 時刻は信頼できますが、NTP は同期していません。

タイム ゾーンの設定

手動でタイム ゾーンを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**clock timezone** *zone hours-offset* [*minutes-offset*]	タイム ゾーンを設定します。 スイッチは内部時刻を UTC で管理するので、このコマンドは表示目的の場合および手動で時刻を設定した場合に限って使用します。 • *zone* には、標準時間が施行されているときに表示されるタイム ゾーンの名前を入力します。デフォルトの設定は UTC です。 • *hours-offset* には、UTC からの時差を入力します。 • （任意）*minutes-offset* には、UTC からの分差を入力します。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

clock timezone グローバル コンフィギュレーション コマンドの *minutes-offset* 変数は、現地のタイム ゾーンと UTC との時差が分単位である場合に使用できます。たとえば、カナダ大西洋沿岸のある区域のタイム ゾーン（Atlantic Standard Time（AST; 大西洋標準時））は UTC-3.5 です。この場合、3 は 3 時間、.5 は 50% を意味します。この場合、必要なコマンドは **clock timezone AST -3 30** です。

時刻を UTC に設定するには、**no clock timezone** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

夏時間の設定

毎年特定の曜日に夏時間が開始して終了する地域に夏時間を設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**clock summer-time** *zone* **recurring** [*week day month hh*:*mm week day month hh*:*mm* [*offset*]]	毎年指定した日に開始および終了するように夏時間を設定します。 夏時間はデフォルトでディセーブルに設定されています。パラメータなしで **clock summer-time** *zone* **recurring** を指定すると、夏時間のルールは米国のルールをデフォルトにします。 • *zone* には、夏時間が施行されているときに表示されるタイム ゾーンの名前（たとえば PDT）を入力します。 • （任意）*week* には、月の何週めかを指定します（1 ～ 5、または **last**）。 • （任意）*day* には、曜日を指定します（Sunday、Monday など）。 • （任意）*month* には、月を指定します（January、February など）。 • （任意）*hh*:*mm* には、時刻を時間（24 時間形式）と分で指定します。 • （任意）*offset* には、夏時間の間、追加する分の数を指定します。デフォルト値は 60 です。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

clock summer-time グローバル コンフィギュレーション コマンドの最初の部分では夏時間の開始時期を、2 番めの部分では終了時期を指定します。すべての時刻は、現地のタイム ゾーンを基準にしています。開始時間は標準時を基準にしています。終了時間は夏時間を基準にしています。開始月が終了月より後の場合は、システムでは南半球にいると見なされます。

次に、夏時間が 4 月の第一日曜の 2 時に始まり、10 月の最終日曜の 2 時に終わるように指定する例を示します。

```
Switch(config)# clock summer-time PDT recurring 1 Sunday April 2:00 last Sunday October
2:00
```

ユーザの居住地域の夏時間が定期的なパターンに従わない（次の夏時間のイベントの正確な日時を設定する）場合は、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**clock summer-time** *zone* **date** [*month date year hh*:*mm month date year hh*:*mm* [*offset*]] または **clock summer-time** *zone* **date** [*date month year hh*:*mm date month year hh*:*mm* [*offset*]]	最初の日付で夏時間開始の日付を、2 番めの日付で終了の日付を設定します。 夏時間はデフォルトでディセーブルに設定されています。 • *zone* には、夏時間が施行されているときに表示されるタイム ゾーンの名前（たとえば PDT）を入力します。 • （任意）*week* には、月の何週めかを指定します（1 ～ 5、または **last**）。 • （任意）*day* には、曜日を指定します（Sunday、Monday など）。 • （任意）*month* には、月を指定します（January、February など）。 • （任意）*hh*:*mm* には、時刻を時間（24 時間形式）と分で指定します。 • （任意）*offset* には、夏時間の間、追加する分の数を指定します。デフォルト値は 60 です。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

clock summer-time グローバル コンフィギュレーション コマンドの最初の部分では夏時間の開始時期を、2 番めの部分では終了時期を指定します。すべての時刻は、現地のタイム ゾーンを基準にしています。開始時間は標準時を基準にしています。終了時間は夏時間を基準にしています。開始月が終了月より後の場合は、システムでは南半球にいると見なされます。

夏時間をディセーブルにするには、**no clock summer-time** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、夏時間が 2000 年 10 月 12 日の 2 時に始まり、2001 年 4 月 26 日の 2 時に終わるように設定する例を示します。

```
Switch(config)# clock summer-time pdt date 12 October 2000 2:00 26 April 2001 2:00
```

システム名およびプロンプトの設定

スイッチにシステム名を設定して特定します。デフォルトでは、システム名およびプロンプトは *Switch* です。

システム プロンプトを設定していない場合は、システム名の最初の 20 文字をシステム プロンプトとして使用します。大なり記号（>）が付加されます。システム名が変更されると、プロンプトは更新されます。

ここで使用するコマンドの構文および使用方法の詳細については、『*Cisco IOS Configuration Fundamentals Command Reference*』および『*Cisco IOS IP Command Reference, Volume 2 of 3: Routing Protocols*』を参照してください。

ここでは、次の設定情報について説明します。

- 「デフォルトのシステム名およびプロンプトの設定」（P.6-8）
- 「システム名の設定」（P.6-8）
- 「DNS の概要」（P.6-8）

デフォルトのシステム名およびプロンプトの設定

デフォルトのスイッチのシステム名およびプロンプトは *Switch* です。

システム名の設定

手動でシステム名を設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**hostname** *name*	手動でシステム名を設定します。 デフォルト設定は *switch* です。 名前は ARPANET ホスト名のルールに従う必要があります。このルールではホスト名は文字で始まり、文字または数字で終わり、その間には文字、数字、またはハイフンしか使用できません。名前には 63 文字まで使用できます。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

システム名を設定すると、システム プロンプトとしても使用されます。

デフォルトのホスト名に戻すには、**no hostname** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

DNS の概要

Domain Name System（DNS; ドメイン ネーム システム）プロトコルは、分散型データベース DNS を制御し、これによりホスト名を IP アドレスにマッピングできます。スイッチ上に DNS を設定すると、**ping**、**telnet**、**connect** などのすべての IP コマンドや、関連する Telnet サポート操作時に、IP アドレスの代わりにホスト名を使用できます。

IP によって定義される階層型の命名方式では、デバイスを場所またはドメインで特定できます。ドメイン名の区切りとしては、ピリオド（.）を使用します。たとえば、シスコシステムズは、IP で *com* というドメイン名に分類される商業組織なので、ドメイン名は *cisco.com* となります。このドメイン内の特定のデバイス、たとえば FTP（ファイル転送プロトコル）システムは、*ftp.cisco.com* で表されます。

IP ではドメイン名をトラッキングするために、ドメイン ネーム サーバという概念が定義されています。ドメイン ネーム サーバの役割は、名前から IP アドレスへのマッピングをキャッシュ（またはデータベース）に保存することです。ドメイン名を IP アドレスにマッピングするには、まず、ホスト名を明示し、ネットワーク上に存在するネーム サーバを指定し、DNS をイネーブルにします。

ここでは、次の設定情報について説明します。

- 「DNS のデフォルト設定」（P.6-9）
- 「DNS の設定」（P.6-9）
- 「DNS の設定の表示」（P.6-10）

DNS のデフォルト設定

表 6-1 に、DNS のデフォルト設定を示します。

表 6-1　DNS のデフォルト設定

機能	デフォルト設定
DNS イネーブル ステート	イネーブル
DNS デフォルト ドメイン名	未設定
DNS サーバ	ネーム サーバのアドレスが未設定

DNS の設定

DNS を使用するようにスイッチを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**ip domain-name** *name*	未修飾のホスト名（ドット付き 10 進表記ドメイン名のない名前）を完成させるためにソフトウェアが使用する、デフォルトのドメイン名を定義します。 ドメイン名を未修飾の名前から区切るために使用される最初のピリオドは入れないでください。 起動時にはドメイン名は設定されていませんが、BOOTP または Dynamic Host Configuration Protocol（DHCP）サーバからスイッチ コンフィギュレーションを取得している場合は、BOOTP または DHCP サーバによってデフォルトのドメイン名が設定されることがあります（サーバにこの情報が設定されている場合）。
ステップ 3	**ip name-server** *server-address1* [*server-address2 ... server-address6*]	1 つまたは複数のネーム サーバのアドレスを指定して、名前およびアドレスの解決に使用します。 最大 6 つのネーム サーバを指定できます。各サーバ アドレスはスペースで区切ります。最初に指定されたサーバが、プライマリ サーバです。スイッチは、最初にプライマリ サーバに DNS クエリーを送信します。そのクエリーが失敗した場合は、バックアップ サーバにクエリーが送信されます。
ステップ 4	**ip domain-lookup**	（任意）スイッチ上で、DNS ベースのホスト名のアドレスへの変換をイネーブルにします。この機能は、デフォルトでイネーブルに設定されています。 ユーザのネットワークデバイスが、名前の割り当てを制御できないネットワーク内のデバイスと接続する必要がある場合、グローバルなインターネットのネーミング方式（DNS）を使用して、ユーザのデバイスを一意に識別するデバイス名を動的に割り当てることができます。
ステップ 5	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 6	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 7	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

スイッチの IP アドレスをそのホスト名として使用する場合は、IP アドレスが使用され、DNS クエリーは発生しません。ピリオド（.）なしでホスト名を設定すると、ピリオドと、それに続くデフォルトのドメイン名がホスト名に追加され、その後で DNS クエリーが行われ、名前を IP アドレスにマッピングします。デフォルトのドメイン名は、**ip domain-name** グローバル コンフィギュレーション コマンドによって設定される値です。ホスト名にピリオド（.）がある場合は、Cisco IOS ソフトウェアは、ホスト名にデフォルトのドメイン名を追加せずに IP アドレスを検索します。

ドメイン名を削除するには、**no ip domain-name** *name* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。ネームサーバのアドレスを削除するには、**no ip name-server** *server-address* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。スイッチ上の DNS をディセーブルにするには、**no ip domain-lookup** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

DNS の設定の表示

DNS 設定情報を表示するには、**show running-config** 特権 EXEC コマンドを使用します。

バナーの作成

Message-of-The-Day（MoTD）バナーおよびログイン バナーを作成できます。MoTD バナーはログイン時に接続しているすべての端末で表示され、すべてのネットワーク ユーザに影響のあるメッセージ（システムのシャットダウン予告など）を送信するのに便利です。

ログイン バナーも、接続しているすべての端末で表示されます。表示されるのは、MoTD バナーの後で、ログイン プロンプトが表示される前です。

（注）　ここで使用するコマンドの構文および使用方法の詳細については、Cisco.com にある『*Cisco IOS Configuration Fundamentals Command Reference, Release 12.4*』を参照してください。

ここでは、次の設定情報について説明します。

- 「バナーのデフォルト設定」（P.6-10）
- 「MoTD ログイン バナーの設定」（P.6-11）
- 「ログイン バナーの設定」（P.6-12）

バナーのデフォルト設定

MoTD およびログイン バナーは設定されません。

MoTD ログイン バナーの設定

ユーザがスイッチにログインしたときに、画面に表示される 1 行または複数行のメッセージバナーを作成できます。

MoTD ログイン バナーを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**banner motd** *c message c*	MoTD バナーを指定します。 *c* には、任意の区切り文字、たとえばポンド記号（#）を入力して、**Return** キーを押します。区切り文字はバナー テキストの始まりと終わりを表します。終わりの区切り文字の後ろの文字は廃棄されます。 *message* には、255 文字までのバナー メッセージを入力します。メッセージ内には区切り文字を使用できません。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

MoTD バナーを削除するには、**no banner motd** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、ポンド記号（#）を開始および終了の区切り文字として使用し、スイッチの MoTD バナーを設定する例を示します。

```
Switch(config)# banner motd #
This is a secure site. Only authorized users are allowed.
For access, contact technical support.
#
Switch(config)#
```

次に、前の設定により表示されたバナーの例を示します。

```
Unix> telnet 172.2.5.4
Trying 172.2.5.4...
Connected to 172.2.5.4.
Escape character is '^]'.

This is a secure site. Only authorized users are allowed.
For access, contact technical support.

User Access Verification

Password:
```

ログイン バナーの設定

接続されたすべての端末でログイン バナーが表示されるように設定できます。バナーが表示されるのは、MoTD バナーの後で、ログイン プロンプトが表示される前です。

ログイン バナーを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**banner login** *c message c*	ログイン メッセージを指定します。 *c* には、任意の区切り文字、たとえばポンド記号（#）を入力して、**Return** キーを押します。区切り文字はバナー テキストの始まりと終わりを表します。終わりの区切り文字の後ろの文字は廃棄されます。 *message* には、255 文字までのログイン メッセージを入力します。メッセージ内には区切り文字を使用できません。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

ログイン バナーを削除するには、**no banner login** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、ドル記号（$）を開始および終了の区切り文字として使用し、スイッチのログイン バナーを設定する例を示します。

```
Switch(config)# banner login $
Access for authorized users only. Please enter your username and password.
$
Switch(config)#
```

MAC アドレス テーブルの管理

MAC（メディア アクセス コントロール）アドレス テーブルには、スイッチがポート間のトラフィック転送に使用するアドレス情報が含まれています。このアドレス テーブルに登録されたすべての MAC アドレスは、1 つまたは複数のポートに対応しています。アドレス テーブルに含まれるアドレス タイプには、次のものがあります。

- ダイナミック アドレス：スイッチが学習し、使用されなくなった時点で期限切れとなる送信元 MAC アドレス
- スタティック アドレス：手動で入力され、期限切れにならず、スイッチのリセット時にも消去されないユニキャストまたはマルチキャスト アドレス

アドレス テーブルは、宛先 MAC アドレス、対応する VLAN（仮想 LAN）ID、アドレスに対応付けられたポート番号、およびタイプ（スタティックまたはダイナミック）のリストです。

（注）　ここで使用するコマンドの構文および使用方法の詳細については、このリリースに対応するコマンド リファレンスを参照してください。

ここでは、次の設定情報について説明します。

アドレス テーブルの作成

すべてのポートでサポートされる複数の MAC アドレスによって、スイッチの任意のポートを各ワークステーション、リピータ、スイッチ、ルータ、あるいはその他のネットワークデバイスに接続できます。各ポートで受信するパケットの送信元アドレスを取得し、アドレス テーブルにアドレスとその対応するポート番号を追加することによって、スイッチは動的なアドレス指定を行います。ネットワークでステーションの増設または取り外しが行われると、スイッチはアドレス テーブルを更新し、新しいダイナミック アドレスを追加し、使用されていないアドレスは期限切れにします。

エージング間隔はグローバルに設定されます。ただし、スイッチは VLAN ごとにアドレス テーブルを維持し、STP（スパニング ツリー プロトコル）によって VLAN 単位で有効期間を短縮できます。

スイッチは、受信したパケットの宛先アドレスに基づいて、任意の組み合わせのポート間でパケットを送信します。MAC アドレス テーブルを使用することによって、スイッチは、宛先アドレスに対応付けられたポート（複数可）に限定してパケットを転送します。宛先アドレスがパケットを送信したポート上にある場合は、パケットはフィルタリング処理され、転送されません。スイッチは、常にストア アンド フォワード方式を使用します。このため、完全なパケットをいったん保存してエラーがないか検査してから伝送します。

MAC アドレスおよび VLAN

アドレスはすべて、VLAN と対応付けられます。1 つのアドレスを複数の VLAN に対応付け、それぞれで異なる宛先を設定できます。たとえば、ユニキャスト アドレスを VLAN 1 のポート 1 および VLAN 5 のポート 9、10、1 に転送するといったことが可能です。

VLAN ごとに、独自の論理アドレス テーブルが維持されます。ある VLAN で認識されているアドレスが別の VLAN で認識されるには、別の VLAN 内のポートによって学習されるか、または別の VLAN 内のポートにスタティックに対応付けられる必要があります。

プライベート VLAN が設定されている場合、アドレス学習は次のように MAC アドレスのタイプに左右されます。

- プライベート LAN 上にある 1 つの VLAN で学習されたダイナミック MAC アドレスは、関連 VLAN に複製されます。たとえば、プライベート VLAN のセカンダリ VLAN で学習された MAC アドレスはプライマリ VLAN に複製されます。

- プライマリまたはセカンダリ VLAN に設定されたスタティック MAC アドレスは関連 VLAN には複製されません。プライベート VLAN のプライマリまたはセカンダリ VLAN 内にスタティック MAC アドレスを設定した場合、同じスタティック MAC アドレスをすべての関連 VLAN に設定する必要があります。

プライベート VLAN の詳細については、第 15 章「プライベート VLAN の設定」を参照してください。

MAC アドレス テーブルのデフォルト設定

表 6-2 に、MAC アドレス テーブルのデフォルト設定を示します。

表 6-2　MAC アドレス テーブルのデフォルト設定

機能	デフォルト設定
エージング タイム	300 秒
ダイナミック アドレス	自動学習
スタティック アドレス	未設定

アドレス エージング タイムの変更

ダイナミック アドレスは、スイッチが学習し、使用されなくなると期限切れになる送信元 MAC アドレスです。すべての VLAN または指定された VLAN に対して、エージング タイムの設定を変更できます。

エージング タイムを短く設定しすぎると、アドレスが活用されないままテーブルから削除される可能性があります。その場合、スイッチは宛先が不明のパケットを受信すると、受信ポートと同じ VLAN 内のすべてのポートに、そのパケットをフラッディングさせます。この不必要なフラッディングによって、パフォーマンスに悪影響を及ぼす可能性があります。また、エージング タイムを長く設定しすぎると、アドレス テーブルが未使用のアドレスでいっぱいになり、これによって新しいアドレスを学習できなくなります。この結果フラッディングとなり、スイッチのパフォーマンスに悪影響を及ぼす可能性があります。

ダイナミック アドレス テーブルのエージング タイムを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**mac address-table aging-time** [**0** | *10-1000000*] [**vlan** *vlan-id*]	ダイナミック エントリが使用または更新された後、MAC アドレス テーブル内に保持される時間を設定します。 指定できる範囲は 10 ～ 1000000 秒です。デフォルト値は 300 です。0 を入力して期限切れをディセーブルにすることもできます。スタティック アドレスは、期限切れになることもテーブルから削除されることもありません。 *vlan-id* の有効範囲は、1 ～ 4094 です。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show mac address-table aging-time**	設定を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

デフォルト値に戻すには、**no mac address-table aging-time** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

ダイナミック アドレス エントリの削除

ダイナミック エントリをすべて削除するには、特権 EXEC モードで **clear mac address-table dynamic** コマンドを使用します。特定の MAC アドレス（**clear mac address-table dynamic address** *mac-address*）、指定された物理ポートまたはポート チャネル上のすべてのアドレス（**clear mac address-table dynamic interface** *interface-id*）、または指定された VLAN 上のすべてのアドレス（**clear mac address-table dynamic vlan** *vlan-id*）の削除もできます。

ダイナミック エントリが削除されたことを確認するには、**show mac address-table dynamic** 特権 EXEC コマンドを使用します。

MAC アドレス変更通知トラップの設定

MAC アドレス変更通知は、MAC アドレス変更アクティビティを保存することで、ネットワーク上のユーザを追跡します。スイッチが MAC アドレスを学習または削除したときに、Simple Network Management Protocol（SNMP; 簡易ネットワーク管理プロトコル）通知トラップを Network Management System（NMS; ネットワーク管理システム）に送信させることができます。ネットワークから多数のユーザの出入りがある場合は、トラップ インターバル タイムを設定して通知トラップを組み込み、ネットワーク トラフィックを削減できます。MAC 通知履歴テーブルには、トラップが設定された各ポートの MAC アドレス アクティビティを保存します。MAC アドレス通知は、動的でセキュアな MAC アドレスについて生成されます。自己アドレス、マルチキャスト アドレス、またはその他のスタティック アドレスについては、通知は生成されません。

NMS ホストに MAC アドレス変更通知トラップを送信するようにスイッチを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**snmp-server host** *host-addr* {**traps** | **informs**} {**version** {**1** | **2c** | **3**}} *community-string notification-type*	トラップ メッセージの受信側を指定します。 • *host-addr* には、NMS の名前または IP アドレスを指定します。 • SNMP トラップをホストに送信するには、**traps**（デフォルト）を指定します。SNMP 情報をホストに送信するには、**informs** を指定します。 • サポートする SNMP バージョンを指定します。informs にはバージョン 1（デフォルト）を使用できません。 • *community-string* には、通知動作時に送信するストリングを指定します。**snmp-server host** コマンドを使用してこのストリングを設定できますが、このストリングを定義するには、**snmp-server community** コマンドを使用し、次に **snmp-server host** コマンドを使用することを推奨します。 • *notification-type* には、**mac-notification** キーワードを使用します。
ステップ 3	**snmp-server enable traps mac-notification change**	スイッチが MAC アドレス変更通知トラップを NMS に送信できるようにします。
ステップ 4	**mac address-table notification change**	MAC アドレス変更通知機能をイネーブルにします。

	コマンド	目的
ステップ 5	**mac address-table notification change** [**interval** *value*] [**history-size** *value*]	トラップ インターバル タイムと履歴テーブルのサイズを入力します。 • （任意）**interval** *value* には、NMS に対して生成される各トラップ セット間の通知トラップ インターバルを秒単位で指定します。指定できる範囲は 0 ～ 2147483647 秒です。デフォルトは 1 秒です。 • （任意）**history-size** *value* には、MAC 通知履歴テーブルの最大エントリ数を指定します。指定できる範囲は 0 ～ 500 です。デフォルトは 1 です。
ステップ 6	**interface** *interface-id*	インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始し、SNMP MAC アドレス通知トラップをイネーブルにするレイヤ 2 インターフェイスを指定します。
ステップ 7	**snmp trap mac-notification change** {**added** | **removed**}	インターフェイス上で MAC アドレス変更通知トラップをイネーブルにします。 • MAC アドレスがインターフェイスに追加されると、トラップをイネーブルにします。 • MAC アドレスがインターフェイスから削除されると、トラップをイネーブルにします。
ステップ 8	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 9	**show mac address-table notification change interface** **show running-config**	設定を確認します。
ステップ 10	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

MAC アドレス変更通知トラップをディセーブルにするには、**no snmp-server enable traps mac-notification change** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。特定のインターフェイス上で MAC アドレス変更通知トラップをディセーブルにするには、**no snmp trap mac-notification change** {**added** | **removed**} インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。MAC アドレス変更通知機能をディセーブルにするには、**no mac address-table notification change** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、NMS として 172.20.10.10 を指定し、スイッチによる NMS への MAC アドレス通知トラップの送信をイネーブルにし、MAC アドレス変更通知機能をイネーブルにし、インターバルを 123 秒、履歴サイズを 100 エントリに設定し、特定のポートで MAC アドレスが追加された場合のトラップをイネーブルにする例を示します。

```
Switch(config)# snmp-server host 172.20.10.10 traps private mac-notification
Switch(config)# snmp-server enable traps mac-notification change
Switch(config)# mac address-table notification change
Switch(config)# mac address-table notification change interval 123
Switch(config)# mac address-table notification change history-size 100
Switch(config)# interface gigabitethernet0/2
Switch(config-if)# snmp trap mac-notification change added
```

設定を確認するには、**show mac address-table notification change interface** および **show mac address-table notification change** 特権 EXEC コマンドを入力します。

MAC アドレス移動通知トラップの設定

MAC 移動通知を設定すると、同じ VLAN 内のポート間で MAC アドレスが移動された場合は常に SNMP 通知が生成され、ネットワーク管理システムに送信されます。

NMS ホストに MAC アドレス移動通知トラップを送信するようにスイッチを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**snmp-server host** *host-addr* {**traps** | **informs**} {**version** {**1** | **2c** | **3**}} *community-string notification-type*	トラップ メッセージの受信側を指定します。 • *host-addr* には、NMS の名前または IP アドレスを指定します。 • SNMP トラップをホストに送信するには、**traps**（デフォルト）を指定します。SNMP 情報をホストに送信するには、**informs** を指定します。 • サポートする SNMP バージョンを指定します。informs にはバージョン 1（デフォルト）を使用できません。 • *community-string* には、通知動作時に送信するストリングを指定します。**snmp-server host** コマンドを使用してこのストリングを設定できますが、このストリングを定義するには、**snmp-server community** コマンドを使用し、次に **snmp-server host** コマンドを使用することを推奨します。 • *notification-type* には、**mac-notification** キーワードを使用します。
ステップ 3	**snmp-server enable traps mac-notification move**	スイッチが MAC アドレス移動通知トラップを NMS に送信できるようにします。
ステップ 4	**mac address-table notification mac-move**	MAC アドレス移動通知機能をイネーブルにします。
ステップ 5	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 6	**show mac address-table notification mac-move** **show running-config**	設定を確認します。
ステップ 7	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

スイッチによる MAC アドレス移動通知トラップの送信をディセーブルにするには、**no snmp-server enable traps mac-notification move** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。MAC アドレス移動通知機能をディセーブルにするには、**no mac address-table notification mac-move** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、NMS として 172.20.10.10 を指定し、スイッチによる NMS への MAC アドレス移動通知トラップの送信をイネーブルにし、MAC アドレス移動通知機能をイネーブルにし、MAC アドレスがポート間で移動された場合のトラップをイネーブルにする例を示します。

```
Switch(config)# snmp-server host 172.20.10.10 traps private mac-notification
Switch(config)# snmp-server enable traps mac-notification move
Switch(config)# mac address-table notification mac-move
```

設定を確認するには、**show mac address-table notification mac-move** 特権 EXEC コマンドを入力します。

MAC しきい値通知トラップの設定

MAC しきい値通知を設定すると、MAC アドレス テーブルのしきい値制限に到達または超過した場合は常に SNMP 通知が生成され、ネットワーク管理システムに送信されます。

NMS ホストに MAC アドレス テーブルしきい値通知トラップを送信するようにスイッチを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**snmp-server host** *host-addr* {**traps** | **informs**} {**version** {**1** | **2c** | **3**}} *community-string notification-type*	トラップ メッセージの受信側を指定します。 • *host-addr* には、NMS の名前または IP アドレスを指定します。 • SNMP トラップをホストに送信するには、**traps**（デフォルト）を指定します。SNMP 情報をホストに送信するには、**informs** を指定します。 • サポートする SNMP バージョンを指定します。informs にはバージョン 1（デフォルト）を使用できません。 • *community-string* には、通知動作時に送信するストリングを指定します。**snmp-server host** コマンドを使用してこのストリングを設定できますが、このストリングを定義するには、**snmp-server community** コマンドを使用し、次に **snmp-server host** コマンドを使用することを推奨します。 • *notification-type* には、**mac-notification** キーワードを使用します。
ステップ 3	**snmp-server enable traps mac-notification threshold**	スイッチが MAC しきい値通知トラップを NMS に送信できるようにします。
ステップ 4	**mac address-table notification threshold**	MAC アドレスしきい値通知機能をイネーブルにします。
ステップ 5	**mac address-table notification threshold** [**limit** *percentage*] | [**interval** *time*]	MAC アドレスしきい値使用状況のモニタリングに使用するしきい値を入力します。 • （任意）limit percentage に MAC アドレス テーブルの使用率を指定します。有効な値は、1 ～ 100% です。デフォルト値は 50% です。 • （任意）interval time には、通知の間隔を指定します。有効な値は 120 秒以上です。デフォルト値は 120 秒です。
ステップ 6	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 7	**show mac address-table notification threshold** **show running-config**	設定を確認します。
ステップ 8	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

スイッチによる MAC アドレスしきい値通知トラップの送信をディセーブルにするには、**no snmp-server enable traps mac-notification threshold** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。MAC アドレスしきい値通知機能をディセーブルにするには、**no mac address-table notification threshold** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、NMS として 172.20.10.10 を指定し、MAC アドレスしきい値通知機能をイネーブルにし、インターバルを 123 秒、制限を 78% に設定する例を示します。

```
Switch(config)# snmp-server host 172.20.10.10 traps private mac-notification
Switch(config)# snmp-server enable traps mac-notification threshold
```

```
Switch(config)# mac address-table notification threshold
Switch(config)# mac address-table notification threshold interval 123
Switch(config)# mac address-table notification threshold limit 78
```

設定を確認するには、**show mac address-table notification threshold** 特権 EXEC コマンドを入力します。

スタティック アドレス エントリの追加および削除

スタティック アドレスには、次の特性があります。

- アドレス テーブルへの追加およびアドレス テーブルからの削除は、手動で行う必要があります。
- ユニキャストまたはマルチキャスト アドレスとして設定できます。
- 期限切れになることはなく、スイッチが再起動しても維持されます。

スタティック アドレスを追加および削除でき、また、スタティック アドレスの転送動作を定義できます。転送動作は、パケットを受信したポートが、別のポートにパケットを転送する動作を決定します。ポートは必ず少なくとも 1 つの VLAN と対応しているので、スイッチは指定されたポートから、アドレスに対応する VLAN ID を取得します。送信元ポートごとに、宛先ポートのリストを別々に指定できます。

特定のアドレスがスタティックとして入力されていない VLAN に、そのスタティック アドレスを持つパケットが到着すると、すべてのポートにパケットがフラッディングされ、学習されません。

アドレス テーブルにスタティック アドレスを追加するには、宛先 MAC ユニキャスト アドレスと、その送信元 VLAN を指定します。この宛先アドレスで受信したパケットは、*interface-id* オプションで指定されたインターフェイスに転送されます。

プライベート VLAN のプライマリまたはセカンダリ VLAN 内にスタティック MAC アドレスを設定した場合、同じスタティック MAC アドレスをすべての関連 VLAN に設定する必要があります。プライベート VLAN のプライマリまたはセカンダリ VLAN に設定されたスタティック MAC アドレスは関連 VLAN には複製されません。プライベート VLAN の詳細については、第 15 章「プライベート VLAN の設定」を参照してください。

スタティック アドレスを追加するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**mac address-table static** *mac-addr* **vlan** *vlan-id* **interface** *interface-id*	MAC アドレス テーブルにスタティック アドレスを追加します。 • *mac-addr* には、アドレス テーブルに追加する宛先 MAC ユニキャスト アドレスを指定します。この宛先アドレスを持つパケットが指定した VLAN に着信すると、指定したインターフェイスに転送されます。 • *vlan-id* には、指定した MAC アドレスを持つパケットを受信する VLAN を指定します。有効な VLAN ID は 1 ～ 4094 です。 • *interface-id* には、受信したパケットの転送先インターフェイスを指定します。有効なインターフェイスには、物理ポートまたはポートチャネルがあります。スタティック マルチキャスト アドレスの場合、複数のインターフェイス ID を入力できます。スタティック ユニキャスト アドレスの場合、インターフェイスは同時に 1 つしか入力できません。ただし、同じ MAC アドレスおよび VLAN ID を指定すると、コマンドを複数回入力できます。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。

	コマンド	目的
ステップ 4	**show mac address-table static**	設定を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

アドレス テーブルからスタティック エントリを削除するには、**no mac address-table static** *mac-addr* **vlan** *vlan-id* [**interface** *interface-id*] グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、MAC アドレス テーブルにスタティック アドレス c2f3.220a.12f4 を追加する例を示します。VLAN 4 でこの MAC アドレスを宛先アドレスとしてパケットを受信すると、パケットは指定されたポートに転送されます。

```
Switch(config)# mac address-table static c2f3.220a.12f4 vlan 4 interface
gigabitethernet0/1
```

ユニキャスト MAC アドレス フィルタリングの設定

ユニキャスト MAC アドレス フィルタリングがイネーブルの場合、スイッチは、特定の送信元 MAC アドレスまたは宛先 MAC アドレスを持つパケットをドロップします。この機能はデフォルトではディセーブルで、ユニキャスト スタティック アドレスだけをサポートしています。

この機能を使用する場合は、次の注意事項に従ってください。

- マルチキャスト MAC アドレス、ブロードキャスト MAC アドレス、およびルータ MAC アドレスはサポートされていません。**mac address-table static** *mac-addr* **vlan** *vlan-id* **drop** グローバル コンフィギュレーション コマンドを入力するときに、これらのアドレスのいずれかを指定すると、次のいずれかのメッセージが表示されます。

  ```
  % Only unicast addresses can be configured to be dropped

  % CPU destined address cannot be configured as drop address
  ```

- CPU に転送されるパケットもサポートされていません。
- ユニキャスト MAC アドレスをスタティック アドレスとして追加し､ユニキャスト MAC アドレス フィルタリングを設定すると、最後に入力したコマンドに応じて、スイッチは MAC アドレスをスタティック アドレスとして追加するか、MAC アドレスを持つパケットをドロップします。2 番めに入力したコマンドは、1 番めのコマンドより優先されます。

  たとえば、**mac address-table static** *mac-addr* **vlan** *vlan-id* **interface** *interface-id* グローバル コンフィギュレーション コマンドに続けて、**mac address-table static** *mac-addr* **vlan** *vlan-id* **drop** コマンドを入力すると、スイッチは、送信元または宛先として MAC アドレスを持つパケットをドロップします。

  mac address-table static *mac-addr* **vlan** *vlan-id* **drop** グローバル コンフィギュレーション コマンドに続けて、**mac address-table static** *mac-addr* **vlan** *vlan-id* **interface** *interface-id* コマンドを入力すると、スイッチは、スタティック アドレスとして MAC アドレスを追加します。

ユニキャスト MAC アドレス フィルタリングをイネーブルにして、スイッチが特定のアドレスを持つパケットをドロップするように設定するには、送信元または宛先ユニキャスト MAC アドレスおよび受信側の VLAN を指定します。

スイッチが送信元または宛先ユニキャスト スタティック アドレスを廃棄するよう設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**mac address-table static** *mac-addr* **vlan** *vlan-id* **drop**	ユニキャスト MAC アドレス フィルタリングをイネーブルにし、スイッチが指定した送信元または宛先ユニキャスト スタティック アドレスを持つパケットをドロップするように設定します。 • *mac-addr* には、送信元または宛先ユニキャスト MAC アドレスを指定します。この MAC アドレスを持つパケットはドロップされます。 • *vlan-id* には、指定した MAC アドレスを持つパケットを受信する VLAN を指定します。有効な VLAN ID は 1 ～ 4094 です。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show mac address-table static**	設定を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

ユニキャスト MAC アドレス フィルタリングをディセーブルにするには、**no mac address-table static** *mac-addr* **vlan** *vlan-id* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次にユニキャスト MAC アドレス フィルタリングをイネーブルにし、送信元または宛先アドレスが c2f3.220a.12f4 であるパケットをスイッチがドロップするように設定する例を示します。この MAC アドレスを送信元または宛先アドレスとしたパケットを VLAN 4 で受信すると、パケットはドロップされます。

```
Switch(config)# mac address-table static c2f3.220a.12f4 vlan 4 drop
```

VLAN での MAC アドレス ラーニングのディセーブル化

デフォルトでは、MAC アドレス ラーニングがスイッチのすべての VLAN でイネーブルです。VLAN 上の MAC アドレス ラーニングを制御して、どの VLAN（つまり、ポート）で MAC アドレス ラーニングが可能であるかを指定することにより、使用可能な MAC アドレス テーブル スペースを管理できます。MAC アドレス ラーニングをディセーブルにする前に必ず、ネットワーク トポロジとスイッチ システム設定をよく理解しておいてください。VLAN で MAC アドレス ラーニングをディセーブルにすると、ネットワーク上でフラッディングを引き起こす可能性があります。

VLAN で MAC アドレス ラーニングをディセーブルにするときは、次の注意事項に従ってください。

- Switch Virtual Interface（SVI; スイッチ仮想インターフェイス）が設定された VLAN で MAC アドレス ラーニングをディセーブルにするときは、注意が必要です。スイッチはレイヤ 2 ドメインのすべての IP パケットをフラッドします。
- MAC アドレス学習は、1 つの VLAN ID（例 : **no mac address-table learning vlan 223**）または一連の VLAN ID（例 : **no mac address-table learning vlan 1-20, 15**）でディセーブルにすることができます。
- MAC アドレス ラーニングは、2 つのポートを備えた VLAN でだけディセーブルにすることを推奨します。3 つ以上のポートを備えた VLAN で MAC アドレス ラーニングをディセーブルにすると、スイッチが受信するすべてのパケットが VLAN ドメインでフラッディングされます。

- スイッチにより内部的に使用される VLAN では、MAC アドレス ラーニングをディセーブルにできません。入力した VLAN ID が内部 VLAN である場合は、スイッチがエラー メッセージを生成し、そのコマンドを拒否します。使用中の内部 VLAN を表示するには、**show vlan internal usage** 特権 EXEC コマンドを入力します。
- プライベート VLAN、プライマリ VLAN として設定された VLAN で MAC アドレス ラーニングをディセーブルにしても、MAC アドレスは、プライマリ VLAN に属しており、プライマリ VLAN に複製されたセカンダリ VLAN で学習されます。プライベート VLAN のプライマリ VLAN ではないセカンダリ VLAN で MAC アドレス ラーニングをディセーブルにすると、MAC アドレス ラーニングは、プライマリ VLAN 上で発生する VLAN で実行され、セカンダリ VLAN に複製されます。
- RSPAN VLAN で MAC アドレス ラーニングをディセーブルにできません。その設定は許可されていません。
- セキュア ポートを含む VLAN での MAC アドレス ラーニングをディセーブルにしても、そのポートでは MAC アドレス ラーニングはディセーブルになりません。ポート セキュリティをディセーブルにした場合、設定済みの MAC アドレス ラーニング ステートはイネーブルです。

VLAN で MAC アドレス ラーニングをディセーブルにするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**no mac address-table learning vlan** *vlan-id*	特定の VLAN（1 つまたは複数）で MAC アドレス ラーニングをディセーブルにします。ハイフンまたはカンマで区切られた単一または一連の VLAN ID を指定できます。有効な VLAN ID は 1 ～ 4094 です。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show mac address-table learning** [**vlan** *vlan-id*]	設定を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

VLAN で MAC アドレス ラーニングを再度イネーブルにするには、**default mac address-table learning vlan** *vlan-id* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。また、**mac address-table learning vlan** *vlan-id* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用して、VLAN で MAC アドレス ラーニングを再度イネーブルにすることもできます。前者の（**default**）コマンドを使用すると、デフォルトの状態に戻ることになるため、設定は **show running-config** コマンドによる出力には含まれません。後者のコマンドを使用すると、設定が **show running-config** 特権 EXEC コマンドの表示に含まれます。

次に、VLAN 200 で MAC アドレス ラーニングをディセーブルにする方法の例を示します。

```
Switch(config)# no mac address-table learning vlan 200
```

show mac-address-table learning [**vlan** *vlan-id*] 特権 EXEC コマンドを入力すると、すべての VLAN または特定の VLAN の MAC アドレス ラーニングのステータスを表示することができます。

アドレス テーブル エントリの表示

表 6-3 に示す 1 つまたは複数の特権 EXEC コマンドを使用すると、MAC アドレス テーブルを表示できます。

表 6-3　MAC アドレス テーブル表示用のコマンド

コマンド	説明
show ip igmp snooping groups	すべての VLAN または指定された VLAN に対するレイヤ 2 マルチキャスト エントリを表示します。
show mac address-table address	指定された MAC アドレスに対する MAC アドレス テーブル情報を表示します。
show mac address-table aging-time	すべての VLAN または指定された VLAN のエージング タイムを表示します。
show mac address-table count	すべての VLAN または指定された VLAN に存在するアドレスの数を表示します。
show mac address-table dynamic	ダイナミック MAC アドレス テーブル エントリだけを表示します。
show mac address-table interface	指定されたインターフェイスに対する MAC アドレス テーブル情報を表示します。
show mac address-table learning	すべての VLAN または特定の VLAN での MAC アドレス ラーニングのステータスを表示します。
show mac address-table notification	MAC 通知パラメータおよび履歴テーブルを表示します。
show mac address-table static	スタティック MAC アドレス テーブル エントリだけを表示します。
show mac address-table vlan	指定された VLAN に対する MAC アドレス テーブル情報を表示します。

ARP テーブルの管理

デバイスと通信するには（イーサネット上のデバイスなど）、ソフトウェアは最初にそのデバイスの 48 ビット MAC アドレスまたはローカル データ リンク アドレスを学習する必要があります。IP アドレスからローカル データ リンク アドレスを学習するプロセスを、*アドレス解決*といいます。

Address Resolution Protocol（ARP）は、ホスト IP アドレスを、該当するメディアまたは MAC アドレスおよび VLAN ID に対応付けます。IP アドレスを使用して、ARP は対応する MAC アドレスを見つけます。MAC アドレスが見つかると、IP と MAC アドレスとの対応を ARP キャッシュに格納し、すばやく検索できるようにします。その後、IP データグラムがリンク レイヤ フレームにカプセル化され、ネットワークを通じて送信されます。イーサネット以外の IEEE 802 ネットワークにおける IP データグラムのカプセル化および ARP 要求/応答については、Subnetwork Access Protocol（SNAP）で規定されています。IP インターフェイスでは、標準的なイーサネット形式の ARP カプセル化（**arpa** キーワードで表される）がデフォルトでイネーブルに設定されています。

手動でテーブルに追加された ARP エントリは期限切れにならないので、手動で削除する必要があります。

（注）　CLI の手順については、Cisco.com で入手可能な Cisco IOS Release 12.4 のマニュアルを参照してください。

CHAPTER 7

SDM テンプレートの設定

Catalyst 3560 スイッチのコマンド リファレンスには、Switch Database Management（SDM）テンプレートのコマンドの構文および使用方法が記載されています。

- 「SDM テンプレートの概要」（P.7-1）
- 「スイッチ SDM テンプレートの設定」（P.7-3）
- 「SDM テンプレートの表示」（P.7-5）

SDM テンプレートの概要

ネットワークでのスイッチの使用状況に応じて、SDM テンプレートを使用して、特定の機能に対するサポートを最適化するようにスイッチのシステム リソースを設定できます。一部の機能にシステムを最大限に利用させるようにテンプレートを選択したり、デフォルト テンプレートを使用してリソースを均衡化することができます。

Ternary CAM（TCAM）リソースをさまざまな用途に割り当てるために、スイッチ SDM テンプレートはシステム リソースにプライオリティを設定して、特定の機能のサポートを最適化します。SDM テンプレートを選択すると、次に示す機能を最適化することができます。

- アクセス：アクセス テンプレートは、多数の Access Control List（ACL; アクセス コントロール リスト）に対応できるように ACL のシステム リソースを最大化します。
- デフォルト：デフォルト テンプレートは、すべての機能に均等にリソースを割り当てます。
- ルーティング：ルーティング テンプレートは、一般的に、ネットワークの中心にあるルータまたはアグリゲータで必要となります。IPv4 ユニキャスト ルーティングに対して、システム リソースを最大化します。
- VLAN：VLAN（仮想 LAN）テンプレートは、ルーティングをディセーブルにし、最大数のユニキャスト MAC（メディア アクセス コントロール）アドレスをサポートします。通常は、レイヤ 2 スイッチ用に選択されます。

さらに、デュアル IPv4/IPv6 テンプレートにより、2 重のスタック環境が実現します。「デュアル IPv4/IPv6 SDM テンプレート」（P.7-2）を参照してください。

表 7-1　各テンプレートが許容する機能リソースの概数

リソース	アクセス	デフォルト値	ルーティング	VLAN
ユニキャスト MAC アドレス	4 K	6 K	3 K	12 K
IGMP グループとマルチキャスト ルート	1 K	1 K	1 K	1 K
ユニキャスト ルート	6 K	8 K	11 K	0

表 7-1　各テンプレートが許容する機能リソースの概数 （続き）

リソース	アクセス	デフォルト値	ルーティング	VLAN
• 直接接続されたホスト	4 K	6 K	3 K	0
• 間接ルート	2 K	2 K	8 K	0
ポリシーベース ルーティング ACE	512	0	512	0
QoS 分類 ACE	512	512	512	512
セキュリティ ACE	2 K	1 K	1 K	1 K
レイヤ 2 VLAN	1 K	1 K	1 K	1 K

表の最初の 8 行（ユニキャスト MAC アドレスからセキュリティ ACE まで）は、各テンプレートが選択されたときに設定されるハードウェアのおおよその限度を表します。ハードウェア リソースのある部分がいっぱいの場合は、処理のオーバーフローはすべて CPU に送られ、スイッチのパフォーマンスに重大な影響が出ます。最後の行は、スイッチのレイヤ 2 VLAN の数に関連するハードウェア リソース消費量を計算するための目安です。

デュアル IPv4/IPv6 SDM テンプレート

SDM テンプレートを選択して IP バージョン 6（IPv6）をサポートすることができます。IPv6 の詳細および IPv6 ルーティングの設定手順については、第 37 章「IP ユニキャスト ルーティングの設定」を参照してください。

このソフトウェア リリースは、IPv6 トラフィック転送時に Policy-Based Routing（PBR）をサポートしません。**dual-ipv4-and-ipv6 routing** テンプレートが設定されている場合に限り、このソフトウェアは IPv4 PBR をサポートします。

デュアル IPv4/IPv6 テンプレートを使用することにより、（IPv4 と IPv6 の両方をサポートする）デュアル スタック環境でスイッチを使用できるようになります。デュアル スタック テンプレートを使用すると、各リソースで許容できる TCAM 容量が少なくなります。IPv4 トラフィックだけを転送する場合は、使用しないでください。

次に示す SDM テンプレートは、IPv4 および IPv6 環境をサポートしています。

- デュアル IPv4/IPv6 VLAN テンプレート：IPv4 の基本レイヤ 2、マルチキャスト、QoS、ACL、および IPv6 の基本レイヤ 2 と ACL をサポートします。

（注）IPv4 ルートに必要なのは、1 つの TCAM エントリだけです。IPv6 ではハードウェア圧縮方式が使用されるため、IPv6 ルートは複数の TCAM エントリを使用することができ、ハードウェアで転送されるエントリ数が削減されます。たとえば、IPv6 によって直接接続された IP アドレスの場合、デスクトップ テンプレートで使用可能なエントリ数は 2000 未満になります。

表 7-2　デュアル IPv4/IPv6 テンプレートで割り当てられる機能リソースの概数[1]

リソース	IPv4 および IPv6 のデフォルト	IPv4 および IPv6 のルーティング	IPv4 および IPv6 の VLAN
ユニキャスト MAC アドレス	2 K	1536	8 K
IPv4 IGMP グループとマルチキャスト ルート	1 K	1 K	1 K
IPv4 ユニキャスト ルートの総数	3 K	2816	0

表 7-2　デュアル IPv4/IPv6 テンプレートで割り当てられる機能リソースの概数[1]（続き）

リソース	IPv4 および IPv6 のデフォルト	IPv4 および IPv6 のルーティング	IPv4 および IPv6 の VLAN
• 直接接続された IPv4 ホスト	2 K	1536	0
• 間接的な IPv4 ルート	1 K	1280	0
IPv6 マルチキャスト グループ	1 K	1152	1 K
IPv6 ユニキャスト ルートの総数	3 K	2816	0
• 直接接続された IPv6 アドレス	2 K	1536	0
• 間接的な IPv6 ユニキャスト ルート	1 K	1280	0
IPv4 ポリシーベース ルーティング ACE	0	256	0
IPv4 または MAC QoS ACE（総数）	512	512	512
IPv4 または MAC セキュリティ ACE（総数）	1 K	512	1 K
IPv6 PBR ACE[2]	0	255	0
IPv6 QoS ACE	510	510	510
IPv6 セキュリティ ACE	510	510	510

1. この見積もりには、8 つのルーテッド インターフェイス、約 1000 個の VLAN が設定されたスイッチを使用しています。
2. IPv6 ポリシーベース ルーティングはサポートされません。

スイッチ SDM テンプレートの設定

デフォルトの SDM テンプレート

デフォルト テンプレートは、デフォルトのデスクトップ テンプレートです。

SDM テンプレートの設定時の注意事項

- SDM テンプレートを選択して設定する場合、設定した内容を有効にするには、スイッチをリロードする必要があります。
- ルーティングをサポートしていないレイヤ 2 スイッチング専用スイッチ上に限って、**sdm prefer vlan** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用してください。VLAN テンプレートを使用している場合は、ルーティング エントリ用のシステム リソースは予約されないため、ルーティングはソフトウェアを通じて実行されます。この場合、CPU に負荷がかかり、ルーティングのパフォーマンスが大幅に低下します。
- スイッチでのルーティングをイネーブルにしない場合は、ルーティング テンプレートを使用しないでください。**sdm prefer routing** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用すると、他の機能がルーティング テンプレート内のユニキャスト ルーティングに割り振られたメモリを使用するのを防ぐことができます。

- デュアル IPv4/IPv6 テンプレートを最初に選択しないで IPv6 を設定しようとすると、警告メッセージが表示されます。
- デュアル スタック テンプレートを使用すると、リソースごとに使用可能な TCAM 容量が少なくなるため、IPv4 トラフィックだけを転送する場合は、このテンプレートを使用しないでください。

SDM テンプレートの設定

SDM テンプレートを使用して機能動作を最適にサポートするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**sdm prefer** {**access** | **default** | **dual-ipv4-and-ipv6** {**default** | **routing** | **vlan**} | **routing** | **vlan**}	スイッチで使用する SDM テンプレートを指定します。 キーワードの意味は次のとおりです。 • **access**：ACL のシステム リソースを最大化します。 • **default**：すべての機能に均等にリソースを割り当てます。 • **dual-ipv4-and-ipv6**：IPv4 と IPv6 ルーティングを両方サポートするテンプレートを選択します 　– **default**：IPv4/IPv6 のレイヤ 2 およびレイヤ 3 機能を均衡化します。 　– **routing**：IPv4 ポリシーベース ルーティングを含む IPv4 および IPv6 ルーティングを最大限に使用します。 　– **vlan**：IPv4/IPv6 VLAN を最大限に使用します。 • **routing**：スイッチでの IPv4 ルーティングを最大化します。 • **vlan**：ハードウェアでのルーティングをサポートしないスイッチでの VLAN 設定を最適化します。 スイッチをデフォルトのテンプレートに設定するには、**no sdm prefer** コマンドを使用します。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**reload**	OS（オペレーティング システム）をリロードします。

システムの再起動後、**show sdm prefer** 特権 EXEC コマンドを使用して、新しいテンプレート設定を確認できます。**reload** 特権 EXEC コマンドを入力する前に、**show sdm prefer** コマンドを入力すると、**show sdm prefer** コマンドにより、現在使用しているテンプレートおよびリロード後にアクティブになるテンプレートが表示されます。

次は、テンプレートを変更後にスイッチをリロードしなかった場合の出力表示の一例です。

```
Switch# show sdm prefer
 The current template is "desktop routing" template.
The selected template optimizes the resources in
 the switch to support this level of features for
 8 routed interfaces and 1024 VLANs.

number of unicast mac addresses:            3K
  number of igmp groups + multicast routes:   1K
  number of unicast routes:                   11K
    number of directly connected hosts:       3K
    number of indirect routes:                8K
```

```
  number of qos aces:                          512
 number of security aces:                     1K


 On next reload, template will be "desktop vlan" template.
```

デフォルトのテンプレートに戻すには、**no sdm prefer** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、ルーティング テンプレートを持つスイッチの設定例を示します。

```
Switch(config)# sdm prefer routing
Switch(config)# end
Switch# reload
Proceed with reload?[confirm]
```

次に、デスクトップ スイッチに IPv4/IPv6 デフォルト テンプレートを設定する例を示します。

```
Switch(config)# sdm prefer dual-ipv4-and-ipv6 default
Switch(config)# exit
Switch# reload
Proceed with reload?[confirm]
```

SDM テンプレートの表示

アクティブ テンプレートを表示するには、パラメータを指定せずに **show sdm prefer** 特権 EXEC コマンドを使用します。

指定のテンプレートがサポートしているリソース数を表示するには、**show sdm prefer [access | default | dual-ipv4-and-ipv6 {default | vlan | routing} vlan]** 特権 EXEC コマンドを使用します。

次は、使用中のテンプレートを表示する **show sdm prefer** コマンドの出力例です。

```
Switch# show sdm prefer
 The current template is "desktop default" template.
The selected template optimizes the resources in
 the switch to support this level of features for
 8 routed interfaces and 1024 VLANs.

number of unicast mac addresses:             6K
  number of igmp groups + multicast routes:    1K
  number of unicast routes:                    8K
    number of directly connected hosts:        6K
    number of indirect routes:                 2K
  number of policy based routing aces:         0
  number of qos aces:                          512
  number of security aces:                     1K
```

次に、**show sdm prefer routing** コマンドの出力例を示します。

```
Switch# show sdm prefer routing
"desktop routing" template:
The selected template optimizes the resources in
 the switch to support this level of features for
 8 routed interfaces and 1024 VLANs.

number of unicast mac addresses:             3K
  number of igmp groups + multicast routes:    1K
  number of unicast routes:                    11K
    number of directly connected hosts:        3K
    number of indirect routes:                 8K
  number of policy based routing aces:         512
  number of qos aces:                          512
  number of security aces:                     1K
```

次に、**show sdm prefer dual-ipv4-and-ipv6 default** コマンドの出力例を示します。

```
Switch# show sdm prefer dual-ipv4-and-ipv6 default
 "desktop IPv4 and IPv6 default" template:
The selected template optimizes the resources in
 the switch to support this level of features for
 8 routed interfaces and 1024 VLANs.

number of unicast mac addresses:                  2K
  number of IPv4 IGMP groups + multicast routes:    1K
  number of IPv4 unicast routes:                    3K
    number of directly-connected IPv4 hosts:        2K
    number of indirect IPv4 routes:                 1K
  number of IPv6 multicast groups:                  1K
  number of directly-connected IPv6 addresses:      2K
  number of indirect IPv6 unicast routes:           1K
  number of IPv4 policy based routing aces:         0
  number of IPv4/MAC qos aces:                      512
  number of IPv4/MAC security aces:                 1K
  number of IPv6 policy based routing aces:         0
  number of IPv6 qos aces:                          510
  number of IPv6 security aces:                     510
```

CHAPTER 8

スイッチ ベース認証の設定

この章では、Catalyst 3560 スイッチにスイッチ ベース認証を設定する方法について説明します。この章で説明する内容は、次のとおりです。

スイッチへの不正アクセスの防止

不正ユーザによる、スイッチの再設定や設定情報の閲覧を防止できます。一般的には、ネットワーク管理者からスイッチへのアクセスを許可する一方、非同期ポートを用いてネットワーク外からダイヤルアップ接続するユーザや、シリアル ポートを通じてネットワーク外から接続するユーザ、またはローカル ネットワーク内の端末またはワークステーションから接続するユーザによるアクセスを制限します。

スイッチへの不正アクセスを防止するには、次のセキュリティ機能を 1 つまたは複数設定します。

- 最低限のセキュリティとして、各スイッチ ポートでパスワードおよび権限を設定します。このパスワードは、スイッチにローカルに保存されます。ユーザがポートまたは回線を通じてスイッチにアクセスしようとするとき、ポートまたは回線に指定されたパスワードを入力してからでなければ、スイッチにアクセスできません。詳細については、「特権 EXEC コマンドへのアクセスの保護」（P.8-2）を参照してください。
- 追加のセキュリティ レイヤとして、ユーザ名とパスワードをペアで設定できます。このペアはスイッチでローカルに保存されます。このペアは回線またはポートに割り当てられ、各ユーザを認証します。ユーザは認証後、スイッチにアクセスできます。権限レベルを定義している場合は、ユーザ名とパスワードの各ペアに特定の権限レベルを、対応する権利および権限とともに割り当てることもできます。詳細については、「ユーザ名とパスワードのペアの設定」（P.8-7）を参照してください。

- ユーザ名とパスワードのペアを使用したいが、そのペアをローカルではなく中央のサーバに保存したい場合は、セキュリティ サーバ上のデータベースに保存できます。これにより、複数のネットワーク デバイスが同じデータベースを使用してユーザ認証情報を（必要に応じて許可情報も）得ることができます。詳細については、「TACACS+ によるスイッチ アクセスの制御」（P.8-10）を参照してください。
- 失敗したログインおよび成功しなかったログインを記録するログイン拡張機能をイネーブルにすることもできます。この機能を使用すると、ログインの失敗が設定した回数に達した場合、それ以降のログインを防止するようにも設定できます。詳細については、次の URL の『Cisco IOS Login Enhancements』を参照してください。
http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/12_3t/12_3t4/feature/guide/gt_login.html

特権 EXEC コマンドへのアクセスの保護

ネットワークで端末のアクセス制御を行う簡単な方法は、パスワードを使用して権限レベルを割り当てることです。パスワード保護によって、ネットワークまたはネットワーク デバイスへのアクセスが制限されます。権限レベルによって、ネットワーク デバイスにログイン後、ユーザがどのようなコマンドを使用できるかが定義されます。

（注）　ここで使用するコマンドの構文および使用方法の詳細については、Cisco.com で『*Cisco IOS Security Command Reference, Release 12.4*』を参照してください。

ここでは、次の設定情報について説明します。

- 「デフォルトのパスワードおよび権限レベル設定」（P.8-2）
- 「スタティック イネーブル パスワードの設定または変更」（P.8-3）
- 「暗号化によるイネーブルおよびイネーブル シークレット パスワードの保護」（P.8-3）
- 「パスワード回復のディセーブル化」（P.8-5）
- 「端末回線に対する Telnet パスワードの設定」（P.8-6）
- 「ユーザ名とパスワードのペアの設定」（P.8-7）
- 「複数の権限レベルの設定」（P.8-8）

デフォルトのパスワードおよび権限レベル設定

表 8-1 に、デフォルトのパスワードおよび権限レベル設定を示します。

表 8-1　デフォルトのパスワードおよび権限レベル設定

機能	デフォルト設定
イネーブル パスワードおよび権限レベル	パスワードは定義されていません。デフォルトはレベル 15 です（特権 EXEC レベル）。パスワードは、コンフィギュレーション ファイル内では暗号化されていない状態です。
イネーブル シークレット パスワードおよび権限レベル	パスワードは定義されていません。デフォルトはレベル 15 です（特権 EXEC レベル）。パスワードは、暗号化されてからコンフィギュレーション ファイルに書き込まれます。
回線パスワード	パスワードは定義されていません。

スタティック イネーブル パスワードの設定または変更

イネーブル パスワードは、特権 EXEC モードへのアクセスを制御します。スタティック イネーブル パスワードを設定または変更するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**enable password** *password*	特権 EXEC モードへのアクセス用に、新しいパスワードを定義するか、既存のパスワードを変更します。 デフォルトでは、パスワードは定義されません。 *password* には、1 ～ 25 文字の英数字のストリングを指定します。ストリングを数字で始めることはできません。大文字と小文字を区別し、スペースを使用できますが、先行スペースは無視されます。疑問符（?）は、パスワードを作成する場合に、疑問符の前に Ctrl+v を入力すれば使用できます。たとえば、パスワード abc?123 を作成するときは、次のようにします。 **abc** を入力します。 Ctrl+v を入力します。 **?123** を入力します。 システムからイネーブル パスワードを入力するように求められた場合、疑問符の前に Ctrl+v を入力する必要はなく、パスワードのプロンプトにそのまま abc?123 と入力できます。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。 イネーブル パスワードは暗号化されず、スイッチのコンフィギュレーション ファイル内では読み取ることができる状態です。

パスワードを削除するには、**no enable password** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、イネーブル パスワードを *l1u2c3k4y5* に変更する例を示します。パスワードは暗号化されておらず、レベル 15 のアクセスが与えられます（従来の特権 EXEC モード アクセス）。

```
Switch(config)# enable password l1u2c3k4y5
```

暗号化によるイネーブルおよびイネーブル シークレット パスワードの保護

追加のセキュリティ レイヤを、特にネットワークを越えるパスワードや TFTP サーバに保存されているパスワードに対して設定する場合には、**enable password** または **enable secret** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用できます。コマンドの作用はどちらも同じです。このコマンドにより、暗号化されたパスワードを設定できます。特権 EXEC モード（デフォルト設定）または特定の権限レベルにアクセスするユーザは、このパスワードを入力する必要があります。

より高度な暗号化アルゴリズムが使用されるので、**enable secret** コマンドを使用することを推奨します。

enable secret コマンドは **enable password** コマンドに優先します。2 つのコマンドが同時に有効になることはありません。

イネーブルおよびイネーブル シークレット パスワードに暗号化を設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**enable password** [**level** *level*] {*password* | *encryption-type encrypted*-password} または **enable secret** [**level** *level*] {*password* | *encryption-type encrypted*-password}	特権 EXEC モードへのアクセス用に、新しいパスワードを定義するか、既存のパスワードを変更します。 または シークレット パスワードを定義し、非可逆暗号方式を使用して保存します。 • （任意）*level* に指定できる範囲は 0 ～ 15 です。レベル 1 が通常のユーザ EXEC モード権限です。デフォルト レベルは 15 です（特権 EXEC モード権限）。 • *password* には、1 ～ 25 文字の英数字のストリングを指定します。ストリングを数字で始めることはできません。大文字と小文字を区別し、スペースを使用できますが、先行スペースは無視されます。デフォルトでは、パスワードは定義されません。 • （任意）*encryption-type* には、シスコ独自の暗号化アルゴリズムであるタイプ 5 しか使用できません。暗号化タイプを指定する場合は、暗号化されたパスワードを使用する必要があります。この暗号化パスワードは、別のスイッチの設定からコピーします。 **（注）** 暗号化タイプを指定してクリア テキスト パスワードを入力した場合は、再び特権 EXEC モードは開始できません。暗号化されたパスワードが失われた場合は、どのような方法でも回復できません。
ステップ 3	**service password-encryption**	（任意）パスワードを定義するとき、または設定を保存するときに、パスワードを暗号化します。 暗号化によって、コンフィギュレーション ファイル内のパスワードが読み取り不能になります。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

イネーブルおよびイネーブル シークレット パスワードの両方が定義されている場合、ユーザはイネーブル シークレット パスワードを入力する必要があります。

特定の権限レベルのパスワードを定義する場合は、**level** キーワードを使用します。レベルを指定してパスワードを設定したら、そのレベルでアクセスする必要のあるユーザだけにそのパスワードを渡してください。さまざまなレベルでアクセス可能なコマンドを指定する場合は、**privilege level** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。詳細については、「複数の権限レベルの設定」（P.8-8）を参照してください。

パスワードの暗号化をイネーブルにすると、ユーザ名パスワード、認証キーパスワード、イネーブル コマンド パスワード、コンソールおよび仮想端末回線パスワードなど、すべてのパスワードに適用されます。

パスワードとレベルを削除するには、**no enable password** [**level** *level*] または **no enable secret** [**level** *level*] グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。パスワードの暗号化をディセーブルにするには、**no service password-encryption** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、権限レベル 2 に対して暗号化パスワード *1FaD0$Xyti5Rkls3LoyxzS8* を設定する例を示します。

```
Switch(config)# enable secret level 2 5 $1$FaD0$Xyti5Rkls3LoyxzS8
```

パスワード回復のディセーブル化

スイッチに物理的にアクセスできるエンド ユーザは、デフォルトで、スイッチの電源投入時にブート プロセスに割り込み、新しいパスワードを入力することによって、失われたパスワードを回復できます。

パスワード回復ディセーブル化機能では、この機能の一部をディセーブルにすることによりスイッチのパスワードへのアクセスを保護できます。この機能がイネーブルの場合、エンド ユーザは、システムをデフォルト設定に戻すことに同意した場合に限り、ブート プロセスに割り込むことができます。パスワード回復をディセーブルにしても、ブート プロセスに割り込んでパスワードを変更できますが、コンフィギュレーション ファイル（config.text）および VLAN データベース ファイル（vlan.dat）は削除されます。

（注）　パスワード回復をディセーブルにする場合は、エンド ユーザがブート プロセスに割り込んでシステムをデフォルトの状態に戻すような場合に備え、セキュア サーバにコンフィギュレーション ファイルのバックアップ コピーを保存しておくことを推奨します。スイッチ上でコンフィギュレーション ファイルのバックアップ コピーを保存しないでください。VTP トランスペアレント モードでスイッチが動作している場合は、VLAN データベース ファイルのバックアップ コピーも同様にセキュア サーバに保存してください。スイッチがシステムのデフォルト設定に戻ったときに、XMODEM プロトコルを使用して、保存したファイルをスイッチにダウンロードできます。詳細については、「パスワードを忘れた場合の回復」（P.48-3）を参照してください。

パスワードの回復をディセーブルにするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**no service password-recovery**	パスワードの回復をディセーブルにします。 この設定は、フラッシュ メモリの中で、ブート ローダおよび Cisco IOS イメージがアクセスできる領域に保存されますが、ファイル システムには含まれません。また、ユーザはアクセスできません。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show version**	コマンド出力の最後の数行をチェックすることによって、設定を確認します。

パスワードの回復を再びイネーブルにする場合は、**service password-recovery** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

（注）　パスワード回復のディセーブル化は、**boot manual** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用して手動でブートするようにスイッチを設定している場合は無効です。このコマンドは、スイッチの電源の再投入後、ブート ローダ プロンプト（*switch:*）を表示させます。

端末回線に対する Telnet パスワードの設定

初めてスイッチに電源を投入すると、自動セットアップ プログラムが起動して IP 情報を割り当て、この後続けて使用できるようにデフォルト設定を作成します。さらに、セットアップ プログラムは、パスワードによる Telnet アクセス用にスイッチを設定することを要求します。セットアップ プログラムの実行中にこのパスワードを設定しなかった場合は、この時点で Command-Line Interface（CLI; コマンドライン インターフェイス）を使用して設定できます。

スイッチを Telnet アクセス用に設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1		エミュレーション ソフトウェアを備えた PC またはワークステーションとスイッチのコンソール ポートを接続します。 コンソール ポートのデフォルトのデータ特性は、9600 ボー、8 データ ビット、1 ストップ ビット、パリティなしです。コマンドラインプロンプトが表示されるまで、Return キーを何回か押す必要があります。
ステップ 2	**enable password** *password*	特権 EXEC モードを開始します。
ステップ 3	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 4	**line vty 0 15**	Telnet セッション（回線）の数を設定し、ライン コンフィギュレーション モードを開始します。 コマンド対応スイッチでは、最大 16 のセッションが可能です。0 および 15 を指定すると、使用できる 16 の Telnet セッションすべてを設定することになります。
ステップ 5	**password** *password*	1 つまたは複数の回線に対応する Telnet パスワードを入力します。 *password* には、1 ～ 25 文字の英数字のストリングを指定します。ストリングを数字で始めることはできません。大文字と小文字を区別し、スペースを使用できますが、先行スペースは無視されます。デフォルトでは、パスワードは定義されません。
ステップ 6	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 7	**show running-config**	設定を確認します。 コマンド **line vty 0 15** の下にパスワードが表示されます。
ステップ 8	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

パスワードを削除するには、**no password** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、Telnet パスワードを *let45me67in89* に設定する例を示します。

```
Switch(config)# line vty 10
Switch(config-line)# password let45me67in89
```

ユーザ名とパスワードのペアの設定

ユーザ名とパスワードのペアを設定できます。このペアはスイッチ上でローカルに保存されます。このペアは回線またはポートに割り当てられ、各ユーザを認証します。ユーザは認証後、スイッチにアクセスできます。権限レベルを定義している場合は、ユーザ名とパスワードの各ペアに特定の権限レベルを、対応する権利および権限とともに割り当てることもできます。

ユーザ名ベースの認証システムを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この認証システムでは、ログイン ユーザ名とパスワードが要求されます。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**username** *name* [**privilege** *level*] {**password** *encryption-type password*}	各ユーザのユーザ名、権限レベル、パスワードを入力します。 • *name* には、ユーザ ID を 1 ワードで指定します。スペースおよび引用符は使用できません。 • （任意）*level* には、アクセス権を得たユーザに設定する権限レベルを指定します。指定できる範囲は 0 ～ 15 です。レベル 15 では、特権 EXEC モードでのアクセスとなります。レベル 1 では、ユーザ EXEC モードでのアクセスとなります。 • *encryption-type* には、暗号化されていないパスワードが後ろに続く場合は 0 を入力します。暗号化されたパスワードが後ろに続く場合は 7 を指定します。 • *password* には、ユーザがスイッチにアクセスする場合に入力する必要のあるパスワードを指定します。パスワードは 1 ～ 25 文字で、埋め込みスペースを使用でき、**username** コマンドの最後のオプションとして指定します。
ステップ 3	**line console 0** または **line vty 0 15**	ライン コンフィギュレーション モードを開始し、コンソール ポート（回線 0）または VTY 回線（回線 0 ～ 15）を設定します。
ステップ 4	**login local**	ログイン時のローカル パスワード チェックをイネーブルにします。認証は、ステップ 2 で指定されたユーザ名に基づきます。
ステップ 5	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 6	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 7	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

特定ユーザのユーザ名認証をディセーブルにするには、**no username** *name* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。パスワード チェックをディセーブルにし、パスワードなしでの接続を可能にするには、**no login** ライン コンフィギュレーション コマンドを使用します。

複数の権限レベルの設定

Cisco IOS ソフトウェアはデフォルトで、2 種類のパスワード セキュリティ モードを使用します。ユーザ EXEC および特権 EXEC です。モードごとに、コマンドの階層レベルを 16 まで設定できます。複数のパスワードを設定することにより、さまざまなユーザ グループに対して特定のコマンドへのアクセスを許可できます。

たとえば、多くのユーザに **clear line** コマンドへのアクセスを許可する場合、レベル 2 のセキュリティを割り当て、レベル 2 のパスワードを広範囲のユーザに配布できます。また、**configure** コマンドへのアクセス制限を強化する場合は、レベル 3 のセキュリティを割り当て、そのパスワードを限られたユーザ グループに配布することもできます。

ここでは、次の設定情報について説明します。

- 「コマンドの権限レベルの設定」（P.8-8）
- 「回線に対するデフォルトの権限レベルの変更」（P.8-9）
- 「権限レベルへのログインおよび終了」（P.8-9）

コマンドの権限レベルの設定

コマンド モードの権限レベルを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**privilege** *mode* **level** *level command*	コマンドの権限レベルを設定します。 • *mode* には、グローバル コンフィギュレーション モードの場合は **configure** を、EXEC モードの場合は **exec** を、インターフェイス コンフィギュレーション モードの場合は **interface** を、ライン コンフィギュレーション モードの場合は **line** をそれぞれ入力します。 • *level* に指定できる範囲は 0 ～ 15 です。レベル 1 が通常のユーザ EXEC モード権限です。レベル 15 は、**enable** パスワードによって許可されるアクセス レベルです。 • *command* には、アクセスを制限したいコマンドを指定します。
ステップ 3	**enable password level** *level password*	権限レベルに対応するイネーブル パスワードを指定します。 • *level* に指定できる範囲は 0 ～ 15 です。レベル 1 が通常のユーザ EXEC モード権限です。 • *password* には、1 ～ 25 文字の英数字のストリングを指定します。ストリングを数字で始めることはできません。大文字と小文字を区別し、スペースを使用できますが、先行スペースは無視されます。デフォルトでは、パスワードは定義されません。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show running-config** または **show privilege**	設定を確認します。 show running-config コマンドはパスワードとアクセス レベルの設定を表示します。show privilege コマンドは、権限レベルの設定を表示します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

コマンドをある権限レベルに設定すると、構文がそのコマンドのサブセットであるコマンドはすべて、そのレベルに設定されます。たとえば、**show ip traffic** コマンドをレベル 15 に設定すると、**show** コマンドおよび **show ip** コマンドは、それぞれ別のレベルに設定しない限り、自動的にレベル 15 に設定されます。

特定のコマンドについて、デフォルトの権限に戻すには、**no privilege** *mode* **level** *level command* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

configure コマンドを権限レベル 14 に設定し、レベル 14 のコマンドを使用する場合にユーザが入力するパスワードとして *SecretPswd14* を定義する例を示します。

```
Switch(config)# privilege exec level 14 configure
Switch(config)# enable password level 14 SecretPswd14
```

回線に対するデフォルトの権限レベルの変更

回線に対するデフォルトの権限レベルを変更するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**line vty** *line*	アクセスを制限する仮想端末回線を選択します。
ステップ 3	**privilege level** *level*	回線のデフォルトの権限レベルを変更します。 *level* に指定できる範囲は 0 ～ 15 です。レベル 1 が通常のユーザ EXEC モード権限です。レベル 15 は、**enable** パスワードによって許可されるアクセス レベルです。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show running-config** または **show privilege**	設定を確認します。 show running-config コマンドはパスワードとアクセス レベルの設定を表示します。show privilege コマンドは、権限レベルの設定を表示します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

ユーザは、回線にログインし、別の権限レベルをイネーブルに設定することにより、**privilege level** ライン コンフィギュレーション コマンドを使用して設定された権限レベルを上書きできます。また、**disable** コマンドを使用することにより、権限レベルを引き下げることができます。上位の権限レベルのパスワードがわかっていれば、ユーザはそのパスワードを使用して上位の権限レベルをイネーブルにできます。回線の使用を制限するには、コンソール回線に高いレベルまたは権限レベルを指定してください。

回線をデフォルトの権限レベルに戻すには、**no privilege level** ライン コンフィギュレーション コマンドを使用します。

権限レベルへのログインおよび終了

指定した権限レベルにログインする、または指定した権限レベルを終了するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**enable** *level*	指定した権限レベルにログインします。 *level* に指定できる範囲は 0 ～ 15 です。
ステップ 2	**disable** *level*	指定した権限レベルを終了します。 *level* に指定できる範囲は 0 ～ 15 です。

TACACS+ によるスイッチ アクセスの制御

ここでは、Terminal Access Controller Access Control System Plus（TACACS+）をイネーブルにして設定する方法について説明します。TACACS+ は、詳細なアカウンティング情報を収集し、認証および許可プロセスに対して柔軟な管理を行います。TACACS+ は、Authentication, Authorization, Accounting（AAA; 認証、許可、アカウンティング）機能により拡張されており、TACACS+ をイネーブルにするには AAA コマンドを使用しなければなりません。

Cisco IOS Release 12.2(58)SE 以降のリリースでは、スイッチは IPv6 の TACACS+ をサポートしています。詳細については、『*Cisco IOS XE IPv6 Configuration Guide, Release 2*』の「Implementing ADSL for IPv6」の章にある「TACACS+ Over an IPv6 Transport」を参照してください。

この機能の設定については、『*Cisco IOS XE IPv6 Configuration Guide, Release 2*』の「Implementing ADSL for IPv6」の章にある「Configuring TACACS+ over IPv6」を参照してください。

（注）　ここで使用するコマンドの構文および使用方法の詳細については、『*Cisco IOS Security Command Reference, Release 12.4*』および『*Cisco IOS IPv6 Command Reference*』を参照してください。

（注）　ここで使用するコマンドの構文および使用方法の詳細については、『*Cisco IOS Security Command Reference, Release 12.4*』を参照してください。

ここでは、次の設定情報について説明します。

- 「TACACS+ の概要」（P.8-10）
- 「TACACS+ の動作」（P.8-12）
- 「TACACS+ の設定」（P.8-12）
- 「TACACS+ 設定の表示」（P.8-17）

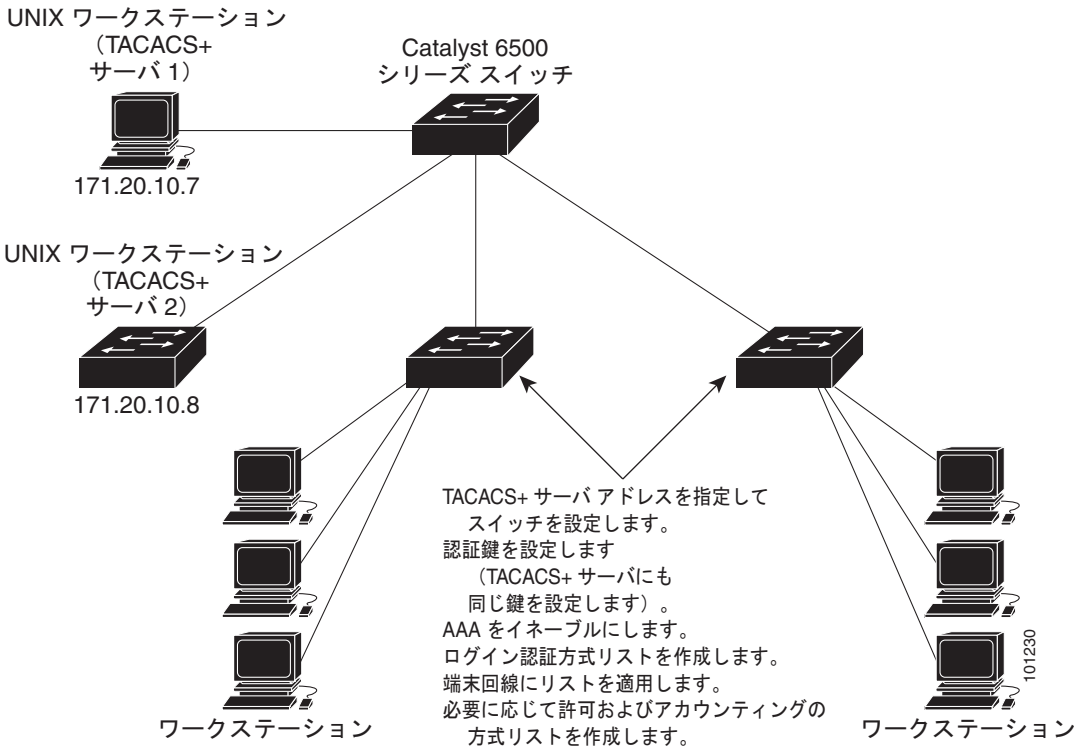
TACACS+ の概要

TACACS+ は、スイッチにアクセスしようとするユーザの検証を集中的に行うセキュリティ アプリケーションです。TACACS+ サービスは、通常 UNIX または Windows NT ワークステーション上で稼動する TACACS+ デーモンのデータベースで管理されます。スイッチに TACACS+ 機能を設定するには、TACACS+ サーバにアクセスして TACACS+ サーバを設定しておく必要があります。

TACACS+ は、個別のモジュール型認証、許可、およびアカウンティング機能を備えています。TACACS+ では、単一のアクセス制御サーバ（TACACS+ デーモン）が各サービス（認証、許可、およびアカウンティング）を別個に提供します。各サービスを固有のデータベースに結合し、デーモンの機能に応じてそのサーバまたはネットワークで使用できる他のサービスを使用できます。

TACACS+ の目的は、1 つの管理サービスから複数のネットワーク アクセス ポイントを管理する方式を提供することです。スイッチは、他の Cisco ルータやアクセス サーバとともにネットワーク アクセス サーバにできます。ネットワーク アクセス サーバは、個々のユーザ、ネットワークまたはサブネットワーク、および相互接続されたネットワークとの接続を実現します（図 8-1 を参照）。

図 8-1　一般的な TACACS+ ネットワーク構成



TACACS+ は、AAA セキュリティ サービスによって管理され、次のようなサービスを提供します。

- 認証：ログインおよびパスワード ダイアログ、チャレンジおよび応答、メッセージ サポートによって認証を詳細に制御します。

  認証機能は、ユーザとの対話を実行できます（たとえば、ユーザ名とパスワードが入力された後、自宅の住所、母親の旧姓、サービス タイプ、社会保険番号などのいくつかの質問をすることによりユーザを試します）。TACACS+ 認証サービスは、ユーザ画面にメッセージを送信することもできます。たとえば、会社のパスワード有効期間ポリシーに従い、パスワードの変更の必要があることをユーザに通知することもできます。

- 許可：autocommand、アクセス制御、セッション期間、プロトコル サポートの設定といった、ユーザ セッション時のユーザ機能についてきめ細かく制御します。また、TACACS+ 許可機能によって、ユーザが実行できるコマンドを制限することもできます。

- アカウンティング：課金、監査、およびレポートに使用する情報を収集して TACACS+ デーモンに送信します。ネットワークの管理者は、アカウンティング機能を使用して、セキュリティ監査のためにユーザの活動状況をトラッキングしたり、ユーザ課金用の情報を提供したりできます。アカウンティング レコードには、ユーザ ID、開始時刻および終了時刻、実行されたコマンド（PPP など）、パケット数、およびバイト数が含まれます。

TACACS+ プロトコルは、スイッチと TACACS+ デーモン間の認証を行い、スイッチと TACACS+ デーモン間のプロトコル交換をすべて暗号化することによって機密保持を実現します。

スイッチで TACACS+ を使用するには、TACACS+ デーモン ソフトウェアが稼動するシステムが必要です。

TACACS+ の動作

ユーザが、TACACS+ を使用しているスイッチに対して簡易 ASCII ログインを試行し、認証が必要になると、次のプロセスが発生します。

1. 接続が確立されると、スイッチは TACACS+ デーモンに接続してユーザ名プロンプトを取得し、これをユーザに表示します。ユーザがユーザ名を入力すると、スイッチは TACACS+ デーモンに接続してパスワード プロンプトを取得します。スイッチによってパスワード プロンプトが表示され、ユーザがパスワードを入力すると、そのパスワードが TACACS+ デーモンに送信されます。

   TACACS+ によって、デーモンとユーザとの間の対話が可能になり、デーモンはユーザを認証できるだけの情報を取得できるようになります。デーモンは、ユーザ名とパスワードの組み合わせを入力するよう求めますが、ユーザの母親の旧姓など、その他の項目を含めることもできます。

2. スイッチは、最終的に TACACS+ デーモンから次のいずれかの応答を得ます。
   - ACCEPT：ユーザが認証され、サービスを開始できます。許可を必要とするようにスイッチが設定されている場合は、この時点で許可処理が開始されます。
   - REJECT：ユーザは認証されません。TACACS+ デーモンに応じて、ユーザはアクセスを拒否されるか、ログイン シーケンスを再試行するように求められます。
   - ERROR：デーモンによる認証サービスのある時点で、またはデーモンとスイッチの間のネットワーク接続においてエラーが発生しました。ERROR 応答が表示された場合は、スイッチは、通常別の方法でユーザを認証しようとします。
   - CONTINUE：ユーザは、さらに認証情報の入力を求められます。

   認証後、スイッチで許可がイネーブルになっている場合、ユーザは追加の許可フェーズに入ります。ユーザは TACACS+ 許可に進む前に、まず TACACS+ 認証を正常に完了する必要があります。

3. TACACS+ 許可が必要な場合は、再び TACACS+ デーモンに接続し、デーモンが ACCEPT または REJECT の許可応答を返します。ACCEPT 応答が返された場合は、その応答に、そのユーザおよびそのユーザがアクセスできるサービスの、EXEC または NETWORK セッション宛の属性の形式でデータが含まれています。
   - Telnet、Secure Shell（SSH; セキュア シェル）、rlogin、または特権 EXEC サービス
   - 接続パラメータ（ホストまたはクライアントの IP アドレス、アクセス リスト、およびユーザ タイムアウトを含む）

TACACS+ の設定

ここでは、TACACS+ をサポートするようにスイッチを設定する方法について説明します。最低限、TACACS+ デーモンを維持するホスト（1 つまたは複数）を特定し、TACACS+ 認証の方式リストを定義する必要があります。また、任意で TACACS+ 許可およびアカウンティングの方式リストを定義することもできます。方式リストによって、ユーザの認証、許可、またはアカウント維持のための順序と方式を定義します。方式リストを使用して、使用するセキュリティ プロトコルを 1 つまたは複数指定できるので、最初の方式が失敗した場合のバックアップ システムが確保されます。ソフトウェアは、リスト内の最初の方式を使用してユーザの認証、許可、アカウントの維持を行います。その方式で応答が得られなかった場合、ソフトウェアはそのリストから次の方式を選択します。このプロセスは、リスト内の方式による通信が成功するか、方式リストの方式をすべて試し終わるまで続きます。

ここでは、次の設定情報について説明します。

- 「TACACS+ のデフォルト設定」（P.8-13）
- 「TACACS+ サーバ ホストの特定および認証キーの設定」（P.8-13）
- 「TACACS+ ログイン認証の設定」（P.8-14）
- 「特権 EXEC アクセスおよびネットワーク サービス用の TACACS+ 許可の設定」（P.8-16）
- 「TACACS+ アカウンティングの起動」（P.8-17）

TACACS+ のデフォルト設定

TACACS+ と AAA は、デフォルトでディセーブルに設定されます。

セキュリティの失効を防止するため、ネットワーク管理アプリケーションを使用して TACACS+ を設定できません。TACACS+ をイネーブルに設定した場合、CLI を通じてスイッチにアクセスするユーザを認証できます。

（注）　TACACS+ の設定は CLI を使用して行いますが、TACACS+ サーバは権限レベル 15 に設定された HTTP 接続を許可します。

TACACS+ サーバ ホストの特定および認証キーの設定

認証用に 1 つのサーバを使用することも、また、既存のサーバ ホストをグループ化するために AAA サーバ グループを使用するように設定することもできます。サーバをグループ化して設定済みサーバ ホストのサブセットを選択し、特定のサービスにそのサーバを使用できます。サーバ グループは、グローバル サーバ ホスト リストとともに使用され、選択されたサーバ ホストの IP アドレスのリストが含まれています。

TACACS+ サーバを維持する IP ホストを特定し、任意で暗号キーを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**tacacs-server host** *hostname* [**port** *integer*] [**timeout** *integer*] [**key** *string*]	TACACS+ サーバを維持する IP ホスト（1 つまたは複数）を特定します。このコマンドを複数回入力して、優先ホストのリストを作成します。ソフトウェアは、指定された順序でホストを検索します。 • *hostname* には、ホストの名前または IP アドレスを指定します。 • （任意）**port** *integer* には、サーバのポート番号を指定します。デフォルトはポート 49 です。指定できる範囲は 1 ～ 65535 です。 • （任意）**timeout** *integer* には、スイッチがデーモンからの応答を待つ時間を秒数で指定します。これを過ぎるとスイッチはタイムアウトしてエラーを宣言します。デフォルト値は 5 秒です。指定できる範囲は 1 ～ 1000 秒です。 • （任意）**key** *string* には、スイッチと TACACS+ デーモン間のすべてのトラフィックを暗号化および暗号解除するための暗号キーを指定します。暗号化が成功するには、TACACS+ デーモンに同じキーを設定する必要があります。
ステップ 3	**aaa new-model**	AAA をイネーブルにします。

	コマンド	目的
ステップ 4	**aaa group server tacacs+** *group-name*	（任意）グループ名で AAA サーバ グループを定義します。 このコマンドによって、スイッチはサーバ グループ サブコンフィギュレーション モードになります。
ステップ 5	**server** *ip-address*	（任意）特定の TACACS+ サーバを定義済みサーバ グループに対応付けます。AAA サーバ グループの各 TACACS+ サーバに対してこのステップを繰り返します。 グループの各サーバは、ステップ 2 で定義済みのものでなければなりません。
ステップ 6	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 7	**show tacacs**	設定を確認します。
ステップ 8	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

指定された TACACS+ サーバ名またはアドレスを削除するには、**no tacacs-server host** *hostname* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。設定リストからサーバ グループを削除するには、**no aaa group server tacacs+** *group-name* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。TACACS+ サーバの IP アドレスを削除するには、**no server ip-address** サーバ グループ サブコンフィギュレーション コマンドを使用します。

TACACS+ ログイン認証の設定

AAA 認証を設定するには、認証方式の名前付きリストを作成してから、各種ポートにそのリストを適用します。方式リストは実行される認証のタイプと実行順序を定義します。このリストを特定のポートに適用してから、定義済み認証方式を実行する必要があります。唯一の例外はデフォルトの方式リスト（偶然に *default* と名前が付けられている）です。デフォルトの方式リストは、名前付き方式リストを明示的に定義されたインターフェイスを除いて、自動的にすべてのポートに適用されます。定義済みの方式リストは、デフォルトの方式リストに優先します。

方式リストは、ユーザ認証のためにクエリー送信を行う手順と認証方式を記述したものです。認証に使用する 1 つまたは複数のセキュリティ プロトコルを指定できるので、最初の方式が失敗した場合のバックアップ システムが確保されます。ソフトウェアは、リスト内の最初の方式を使用してユーザを認証します。その方式で応答が得られなかった場合、ソフトウェアはそのリストから次の方式を選択します。このプロセスは、リスト内の認証方式による通信が成功するか、定義された方式をすべて試し終わるまで繰り返されます。この処理のある時点で認証が失敗した場合（つまり、セキュリティ サーバまたはローカルのユーザ名データベースがユーザ アクセスを拒否すると応答した場合）、認証プロセスは停止し、それ以上認証方式が試行されることはありません。

ログイン認証を設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**aaa new-model**	AAA をイネーブルにします。

	コマンド	目的
ステップ 3	**aaa authentication login** {**default** | *list-name*} *method1* [*method2...*]	ログイン認証方式リストを作成します。 • **login authentication** コマンドに名前付きリストが指定されなかった場合に使用されるデフォルトのリストを作成するには、**default** キーワードの後ろにデフォルト状況で使用する方式を指定します。デフォルトの方式リストは、自動的にすべてのポートに適用されます。 • *list-name* には、作成するリストの名前として使用する文字列を指定します。 • *method1...* には、認証アルゴリズムが試行する実際の方式を指定します。追加の認証方式は、その前の方式でエラーが返された場合に限り使用されます。前の方式が失敗した場合は使用されません。 次のいずれかの方式を選択します。 • **enable**：イネーブル パスワードを認証に使用します。この認証方式を使用するには、あらかじめ **enable** *password* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用してイネーブル パスワードを定義しておく必要があります。 • **group tacacs+**：TACACS+ 認証を使用します。この認証方式を使用するには、あらかじめ TACACS+ サーバを設定しておく必要があります。詳細については、「TACACS+ サーバ ホストの特定および認証キーの設定」（P.8-13）を参照してください。 • **line**：回線パスワードを認証に使用します。この認証方式を使用するには、あらかじめ回線パスワードを定義しておく必要があります。**password** *password* ライン コンフィギュレーション コマンドを使用します。 • **local**：ローカル ユーザ名データベースを認証に使用します。データベースにユーザ名情報を入力しておく必要があります。**username** *password* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。 • **local-case**：大文字と小文字が区別されるローカル ユーザ名データベースを認証に使用します。**username** *name* **password** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用して、ユーザ名情報をデータベースに入力する必要があります。 • **none**：ログインに認証を使用しません。
ステップ 4	**line** [**console** | **tty** | **vty**] *line-number* [*ending-line-number*]	ライン コンフィギュレーション モードを開始し、認証リストの適用対象とする回線を設定します。
ステップ 5	**login authentication** {**default** | *list-name*}	回線または回線セットに対して、認証リストを適用します。 • **default** を指定する場合は、**aaa authentication login** コマンドで作成したデフォルトのリストを使用します。 • *list-name* には、**aaa authentication login** コマンドで作成したリストを指定します。
ステップ 6	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 7	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 8	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

AAA をディセーブルにするには、**no aaa new-model** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。AAA 認証をディセーブルにするには、**no aaa authentication login** {**default** | *list-name*} *method1* [*method2...*] グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。ログインの TACACS+ 認証をディセーブルにするかデフォルト値に戻す場合は、**no login authentication** {**default** | *list-name*} ライン コンフィギュレーション コマンドを使用します。

（注）AAA 方式を使用して HTTP アクセスに対しスイッチのセキュリティを確保するには、**ip http authentication aaa** グローバル コンフィギュレーション コマンドでスイッチを設定する必要があります。AAA 認証を設定しても、AAA 方式を使用した HTTP アクセスに対しスイッチのセキュリティは確保しません。

ip http authentication コマンドの詳細については、Cisco.com で『*Cisco IOS Security Command Reference, Release 12.4*』を参照してください。

特権 EXEC アクセスおよびネットワーク サービス用の TACACS+ 許可の設定

AAA 許可によってユーザが使用できるサービスが制限されます。AAA 許可がイネーブルに設定されていると、スイッチはユーザのプロファイルから取得した情報を使用します。このプロファイルは、ローカルのユーザ データベースまたはセキュリティ サーバ上にあり、ユーザのセッションを設定します。ユーザは、ユーザ プロファイル内の情報で認められている場合に限り、要求したサービスのアクセスが認可されます。

aaa authorization グローバル コンフィギュレーション コマンドに **tacacs+** キーワードを付けて使用すると、特権 EXEC モードへのユーザのネットワーク アクセスを制限するパラメータを設定できます。

aaa authorization exec tacacs+ local コマンドは、次の許可パラメータを設定します。

- TACACS+ を使用して認証を行った場合は、特権 EXEC アクセス許可に TACACS+ を使用します。
- 認証に TACACS+ を使用しなかった場合は、ローカル データベースを使用します。

（注）許可が設定されていても、CLI を使用してログインし、認証されたユーザに対しては、許可は省略されます。

特権 EXEC アクセスおよびネットワーク サービスに関する TACACS+ 許可を指定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**aaa authorization network tacacs+**	ネットワーク関連のすべてのサービス要求に対するユーザ TACACS+ 許可を、スイッチに設定します。
ステップ 3	**aaa authorization exec tacacs+**	ユーザに特権 EXEC のアクセス権限がある場合、ユーザ TACACS+ 許可をスイッチに設定します。 **exec** キーワードを指定すると、ユーザ プロファイル情報（**autocommand** 情報など）が返される場合があります。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

許可をディセーブルにするには、**no aaa authorization** {**network** | **exec**} *method1* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

TACACS+ アカウンティングの起動

AAA アカウンティング機能は、ユーザがアクセスしたサービスと、消費したネットワーク リソース量をトラッキングします。AAA アカウンティングをイネーブルにすると、スイッチはユーザの活動状況をアカウンティング レコードの形式で TACACS+ セキュリティ サーバに報告します。各アカウンティング レコードは、アカウンティングの Attribute Value（AV; 属性値）ペアを含み、セキュリティ サーバに保存されます。このデータを解析して、ネットワーク管理、クライアントへの課金、または監査に役立てることができます。

Cisco IOS の権限レベルおよびネットワーク サービスに関する TACACS+ アカウンティングをイネーブルにするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**aaa accounting network start-stop tacacs+**	ネットワーク関連のすべてのサービス要求について、TACACS+ アカウンティングをイネーブルにします。
ステップ 3	**aaa accounting exec start-stop tacacs+**	TACACS+ アカウンティングにより、特権 EXEC プロセスの最初に記録開始アカウンティング通知、最後に記録停止通知を送信するように設定します。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

アカウンティングをディセーブルにするには、**no aaa accounting** {**network** | **exec**} {**start-stop**} *method1...* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

AAA サーバが到達不能な場合のルータとのセッションの確立

aaa accounting system guarantee-first コマンドは、システム アカウンティングが最初のレコードになることを保証します。これはデフォルトの状態です。場合によっては、システムがリロードされるまでコンソールまたは端末接続でセッションを開始できない場合があります。システムのリロードにかかる時間は 3 分を超えることがあります。

ルータのリロード時に AAA サーバが到達不能な場合、ルータとのコンソールまたは Telnet セッションを確立するには、**no aaa accounting system guarantee-first** コマンドを使用します。

TACACS+ 設定の表示

TACACS+ サーバ統計情報を表示するには、**show tacacs** 特権 EXEC コマンドを使用します。

RADIUS によるスイッチ アクセスの制御

ここでは、RADIUS をイネーブルにして設定する方法について説明します。RADIUS は、詳細なアカウンティング情報を収集し、認証および許可プロセスに対して柔軟な管理を行います。RADIUS は、AAA を介して実装され、AAA コマンドを使用した場合だけイネーブルにできます。

Cisco IOS Release 12.2(58)SE 以降のリリースでは、スイッチは IPv6 の RADIUS をサポートしています。詳細については、『*Cisco IOS XE IPv6 Configuration Guide, Release 2*』の「Implementing ADSL for IPv6」の章にある「RADIUS Over IPv6」を参照してください。この機能の設定については、『*Cisco IOS XE IPv6 Configuration Guide, Release 2*』の「Implementing ADSL for IPv6」の章にある「Configuring the NAS」を参照してください。

（注）　ここで使用するコマンドの構文および使用方法の詳細については、『*Cisco IOS Security Command Reference*』および『*Cisco IOS IPv6 Command Reference*』を参照してください。

ここでは、次の設定情報について説明します。

RADIUS の概要

RADIUS は分散型クライアント / サーバ システムで、不正なアクセスからネットワークを保護します。RADIUS クライアントは、サポート対象の Cisco ルータおよびスイッチ上で稼動します。クライアントは中央の RADIUS サーバに認証要求を送ります。中央の RADIUS サーバにはすべてのユーザ認証情報、ネットワーク サービス アクセス情報が登録されています。RADIUS ホストは、通常、シスコ（Cisco Secure Access Control Server バージョン 3.0）、Livingston、Merit、Microsoft、または他のソフトウェア プロバイダーの RADIUS サーバ ソフトウェアが稼動しているマルチユーザ システムです。詳細については、RADIUS サーバのマニュアルを参照してください。

RADIUS は、アクセスのセキュリティが必要な、次のネットワーク環境で使用します。

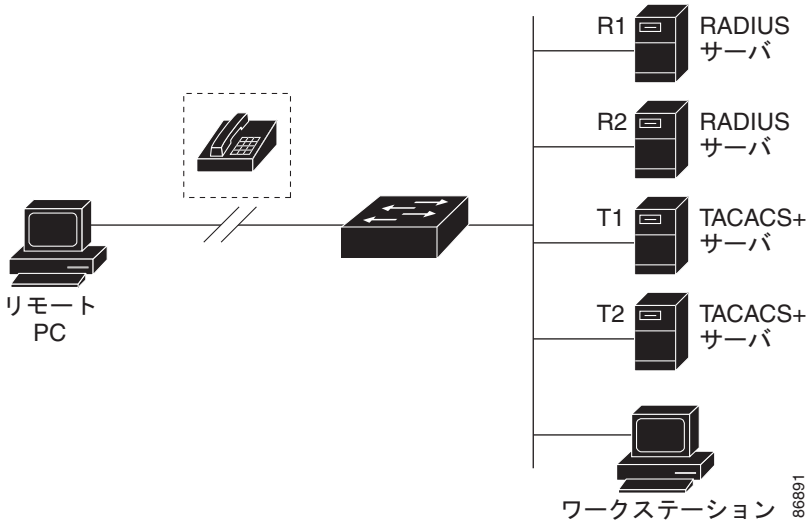
- それぞれが RADIUS をサポートする、マルチベンダー アクセス サーバによるネットワーク。たとえば、複数のベンダーのアクセス サーバが、1 つの RADIUS サーバベース セキュリティ データベースを使用します。複数ベンダーのアクセス サーバからなる IP ベースのネットワークでは、ダイヤルイン ユーザは RADIUS サーバを通じて認証されます。RADIUS サーバは、Kerberos セキュリティ システムで動作するようにカスタマイズされています。
- アプリケーションが RADIUS プロトコルをサポートするターンキー ネットワーク セキュリティ環境。たとえば、スマート カードアクセス制御システムを使用するアクセス環境。あるケースでは、RADIUS は Enigma のセキュリティ カードとともに使用してユーザを確認し、ネットワーク リソースのアクセスを許可します。
- すでに RADIUS を使用中のネットワーク。RADIUS クライアント装備の Cisco スイッチをネットワークに追加できます。これが TACACS+ サーバへの移行の最初のステップとなることもあります。図 8-2（P.8-19）を参照してください。

- ユーザが 1 つのサービスにしかアクセスできないネットワーク。RADIUS を使用すると、ユーザのアクセスを 1 つのホスト、Telnet などの 1 つのユーティリティ、または IEEE 802.1X などのプロトコルを使用するネットワークに制御できます。このプロトコルの詳細については、第 9 章「IEEE 802.1X ポートベース認証の設定」を参照してください。
- リソース アカウンティングが必要なネットワーク。RADIUS 認証または許可とは別個に RADIUS アカウンティングを使用できます。RADIUS アカウンティング機能によって、サービスの開始および終了時点でデータを送信し、このセッション中に使用されるリソース（時間、パケット、バイトなど）の量を表示できます。インターネット サービス プロバイダーは、RADIUS アクセス制御およびアカウンティング ソフトウェアのフリーウェア バージョンを使用して、特殊なセキュリティおよび課金に対するニーズを満たすこともできます。

RADIUS は、次のようなネットワーク セキュリティ状況には適していません。

- マルチプロトコル アクセス環境。RADIUS は、AppleTalk Remote Access（ARA）、NetBIOS Frame Control Protocol（NBFCP）、NetWare Asynchronous Services Interface（NASI）、または X.25 PAD 接続をサポートしません。
- スイッチ間またはルータ間状態。RADIUS は、双方向認証を行いません。RADIUS は、非シスコ デバイスが認証を必要とする場合に、あるデバイスから非シスコ デバイスへの認証に使用できます。
- 各種のサービスを使用するネットワーク。RADIUS は、一般に 1 人のユーザを 1 つのサービス モデルにバインドします。

図 8-2　RADIUS サービスから TACACS+ サービスへの移行



RADIUS の動作

RADIUS サーバによってアクセス制御されるスイッチに、ユーザがログインおよび認証を試みると、次のイベントが発生します。

1. ユーザ名およびパスワードの入力を要求するプロンプトが表示されます。
2. ユーザ名および暗号化されたパスワードが、ネットワーク経由で RADIUS サーバに送信されます。
3. ユーザは RADIUS サーバから、次のいずれかの応答を受信します。
   a. ACCEPT：ユーザが認証されたことを表します。
   b. REJECT：ユーザの認証が失敗し、ユーザ名およびパスワードの再入力が要求されるか、またはアクセスが拒否されます。

c. CHALLENGE：ユーザに追加データを要求します。

d. CHALLENGE PASSWORD：ユーザは新しいパスワードを選択するように要求されます。

ACCEPT または REJECT 応答には、特権 EXEC またはネットワーク許可に使用する追加データがバンドルされています。ユーザは RADIUS 許可に進む前に、まず RADIUS 認証を正常に完了する必要があります（イネーブルに設定されている場合）。ACCEPT または REJECT パケットには次の追加データが含まれます。

- Telnet、SSH、rlogin、または特権 EXEC サービス
- 接続パラメータ（ホストまたはクライアントの IP アドレス、アクセス リスト、およびユーザ タイムアウトを含む）

RADIUS の認証の変更

ここでは、使用可能なプリミティブやそれらを Change of Authorization（CoA; 認証の変更）で使用する方法など、RADIUS インターフェイスの概要について説明します。

概要

標準の RADIUS インターフェイスは通常、デバイスに接続されたネットワークから要求が送信され、クエリーの送信先サーバから応答が返されるプル モデルで使用されます。Catalyst スイッチは RFC 5176 で規定された RADIUS CoA 拡張機能をサポートしています。この拡張機能は通常、プッシュ モデルで使用され、外部の Authentication, Authorization, Accounting（AAA; 認証、許可、アカウンティング）またはポリシー サーバからセッションのダイナミック再設定が可能です。

Cisco IOS Release 12.2(52)SE 以降、スイッチは次のようなセッションごとの CoA 要求をサポートしています。

- セッションの再認証
- セッションの終了
- ポート シャットダウンによるセッションの終了
- ポート バウンスによるセッションの終了

この機能は Cisco Secure Access Control Server（ACS）5.1 に統合されました。ACS の詳細については、次の URL を参照してください。
http://www.cisco.com/en/US/products/ps9911/tsd_products_support_series_home.html

Catalyst スイッチでは、デフォルトで RADIUS インターフェイスがイネーブルです。ただし、一部の基本的な設定では次の属性が必要です。

- セキュリティおよびパスワード：『*Catalyst 3750 Switch Software Configuration Guide, Cisco Release 12.2(50)SE*』の「Configuring Switch-Based Authentication」の章の「Preventing Unauthorized Access to Your Switch」を参照してください。
- アカウンティング：『*Catalyst 3750 Switch Software Configuration Guide12.2(50)SE*』の「Configuring Switch-Based Authentication」の章の「Starting RADIUS Accounting」を参照してください。

CoA 要求

RFC 5176 で定義されている CoA 要求は、セッションの識別、ホストの再認証、セッションの終了の目的でプッシュ モデルで使用されます。プッシュ モデルは 1 つの要求（CoA-Request）と次の 2 つの使用可能な応答コードで構成されます。

- CoA ACKnowledgement（ACK; 確認応答）[CoA-ACK]
- CoA Non-AcKnowledgement（NAK; 否定応答）[CoA-NAK]

CoA クライアント（通常 RADIUS またはポリシー サーバ）から開始し、リスナーとして動作するスイッチに転送されます。

ここでは、次の内容について説明します。

- 「CoA 要求応答コード」
- 「CoA 要求コマンド」
- 「セッションの再認証」

RFC 5176 規格への準拠

スイッチで Disconnect Request メッセージ（Packet of Disconnect [POD; パケットオブ ディスコネクト] とも呼ばれる）がサポートされ、セッションの終了に使用されます。

表 8-2 に、この機能でサポートされる IETF 属性を示します。

表 8-2　サポートされる IETF 属性

属性番号	属性名
24	State
31	Calling-Station-ID
44	Acct-Session-ID
80	Message-Authenticator
101	Error-Cause

表 8-3 に、Error-Cause 属性で使用できる値を示します。

表 8-3　Error-Cause 値

値	説明
201	残余セッションのコンテキストが削除されました
202	無効な EAP パケットです（無視）
401	サポートされない属性です
402	属性が不足しています
403	NAS ID が一致しません
404	無効な要求です
405	サポートされないサービスです
406	サポートされない拡張です
407	無効な属性値です
501	管理上禁止されています

表 8-3　Error-Cause 値 （続き）

値	説明
502	ルーティング不可の要求（プロキシ）です
503	セッション コンテキストがありません
504	セッション コンテキストを削除できません
505	その他のプロキシの処理エラーです
506	リソースを使用できません
507	要求が初期化されました
508	複数のセッションの選択はサポートされていません

前提条件

CoA インターフェイスを使用するには、セッションがスイッチにすでに存在している必要があります。CoA を使用して、セッションの識別および接続解除要求を強制できます。アップデートは指定したセッションだけに影響します。

CoA 要求応答コード

CoA 要求応答コードを使用して、スイッチにコマンドを送信できます。表 8-4（P.8-23）に、サポートされるコマンドを示します。

セッション ID

特定のセッションを宛先とする接続解除要求および CoA 要求では、次の 1 つ以上の属性に基づいてスイッチがセッションを特定します。

- Calling-Station-Id（ホストの MAC アドレスを含む IETF 属性 31）
- Audit-Session-ID（Cisco VSA）
- Acct-Session-Id（IETF 属性 44）

CoA メッセージに含まれるすべてのセッション ID 属性がそのセッションと一致しない限り、スイッチは「Invalid Attribute Value」エラー コード属性を含む Disconnect-NAK または CoA-NAK を返します。

特定のセッションに対する接続解除および CoA 要求の場合、次のいずれかのセッション ID を使用できます。

- Calling-Station-ID（MAC アドレスを含む IETF 属性 31）
- Audit-Session-ID（Cisco ベンダー固有属性）
- Accounting-Session-ID（IETF 属性 44）

メッセージに複数のセッション ID 属性が含まれる場合、すべての属性がセッションと一致する必要があります。一致しない場合は、スイッチが「*Invalid Attribute Value*」エラー コードを含む Disconnect-Negative Acknowledgement（NAK; 否定確認応答）または CoA-NAK を返します。

RFC 5176 で規定された CoA 要求コードのパケット フォーマットは、コード、ID、長さ、認証者、および Type:Length:Value（TLV）フォーマットの属性で構成されます。

```
 0                   1                   2                   3
 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1
+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+
|     コード     |      ID       |              長さ             |
+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+
|                                                               |
|                             認証者                            |
|                                                               |
|                                                               |
+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+
|  属性 ...
+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-
```

この属性フィールドは、Cisco VSA の通知に使用されます。

CoA ACK 応答コード

許可ステートへの変更に成功すると、肯定の ACK が送信されます。CoA ACK 内に返される属性は CoA 要求によって異なり、その詳細については、個々の CoA コマンドの説明でとりあげます。

CoA NAK 応答コード

NAK は許可ステートの変更に失敗したことを示します。失敗の原因を示す属性を含めることができます。CoA の成功を確認するには、**show** コマンドを使用します。

CoA 要求コマンド

ここでは、次の内容について説明します。

- 「セッションの再認証」
- 「セッションの終了」
- 「CoA Disconnect-Request」
- 「CoA 要求：ホスト ポートのディセーブル化」
- 「CoA 要求：バウンス ポート」

Cisco IOS Release 12.2(52)SE 以降、スイッチは表 8-4 に示すコマンドをサポートしています。

表 8-4　スイッチでサポートされる CoA コマンド

コマンド[1]	Cisco VSA
Reauthenticate host	Cisco:Avpair="subscriber:command=reauthenticate"
Terminate session	VSA が不要な、標準の接続解除要求です。
Bounce host port	Cisco:Avpair="subscriber:command=bounce-host-port"
Disable host port	Cisco:Avpair="subscriber:command=disable-host-port"

1. CoA コマンドには必ず、スイッチと CoA クライアント間のセッション ID を指定する必要があります。

セッションの再認証

AAA サーバは通常、ID またはポスチャが不明なホストがネットワークに参加し、制限付きのアクセス許可プロファイル（ゲスト VLAN など）に関連付けられる場合に、セッション再認証要求を生成します。再認証要求により、ホストの資格情報が確認されたときにホストを適切な許可グループに配置できます。

セッションの認証を開始する場合、AAA サーバは標準の CoA-Request メッセージを送信します。このメッセージには、*Cisco:Avpair="subscriber:command=reauthenticate"* フォーマットの Cisco Vendor-Specific Attribute（VSA; ベンダー固有属性）と 1 つ以上のセッション ID 属性が含まれます。

現在のセッション ステートに応じて、メッセージに対するスイッチの応答が決まります。セッションが現在、IEEE 802.1x によって認証されている場合、スイッチは Extensible Authentication Protocol over LAN（EAPOL; LAN 経由の拡張認証プロトコル）RequestId メッセージをサーバに送信することで応答します。

セッションが現在 MAC Authentication Bypass（MAB; MAC 認証バイパス）で認証されている場合、スイッチはサーバにアクセス要求を送信し、最初の認証成功時と同じ ID 属性を渡します。

スイッチがコマンドを受信したときにセッションが認証中の場合、スイッチはその処理を終了し、最初の試行で設定されていた方式で認証シーケンスを再開します。

セッションの認証が完了していない場合、またはゲスト VLAN、クリティカル VLAN、または同様のポリシーを通じて認証されている場合、再認証メッセージを受信すると、最初の試行で設定されていた方式でアクセス コントロール方式を再開します。セッションの現在の認証は、再認証によって認証結果が変わるまで維持されます。

セッションの終了

セッションの終了をトリガーできる CoA 要求は 3 種類あります。CoA Disconnect-Request は、ホスト ポートをディセーブルにすることなくセッションを終了します。このコマンドによって、指定したホストの認証者ステート マシンが再初期化されますが、ホストによるネットワークへのアクセスは制限されません。

ホストによるネットワークへのアクセスを制限するには、Cisco:Avpair="subscriber:command=disable-host-port" VSA を指定した CoA 要求を使用します。このコマンドは、ホストによってネットワークに問題が発生していることが明らかであり、そのホストのネットワーク アクセスをただちにブロックする必要がある場合に便利です。ポートのネットワーク アクセスを復元するには、RADIUS メカニズム以外の方法で再度ネットワーク アクセスをイネーブルにします。

プリンタなど、サプリカントのないデバイスで新しい IP アドレスを取得する必要がある場合（たとえば、VLAN の変更後など）、ポートバウンスによりホスト ポートのセッションを終了します（一時的にポートをディセーブルにし、再度イネーブルにする）。

CoA Disconnect-Request

このコマンドは標準の Disconnect-Request です。このコマンドはセッション指向であるため、「セッション ID」（P.8-22）に示すセッション ID 属性を 1 つ以上指定する必要があります。セッションが見つからない場合、スイッチは「セッション コンテキストがありません」エラー コード属性を含む Disconnect-NAK メッセージを返します。セッションが*見つかった*場合、スイッチはそのセッションを終了します。セッションが完全に削除されたら、スイッチは Disconnect-ACK を返します。

スイッチがクライアントに Disconnect-ACK を返す前にスタンバイ スイッチにフェールオーバーした場合、クライアントから要求が再送信されたときに、新しいアクティブなスイッチでこの処理が繰り返されます。再送信後にセッションが見つからない場合、「セッション コンテキストがありません」エラー コード属性を含む Disconnect-ACK が送信されます。

CoA 要求：ホスト ポートのディセーブル化

このコマンドは、次の新しい VSA を含む標準の CoA-Request メッセージで送信されます。

Cisco:Avpair="subscriber:command=disable-host-port"

このコマンドはセッション指向であるため、「セッション ID」（P.8-22）に示すセッション ID 属性を 1 つ以上指定する必要があります。セッションが見つからない場合、スイッチは「セッション コンテキストがありません」エラー コード属性を含む CoA-NAK メッセージを返します。セッションが見つかった場合、スイッチはホスト側のポートをディセーブルにし、CoA-ACK メッセージを返します。

クライアントに CoA-ACK を返す前にスイッチで障害が発生した場合、クライアントから要求が再送信されたときに、新しいアクティブなスイッチでこの処理が繰り返されます。クライアントに CoA-ACK メッセージを返した後にスイッチで障害が発生し、操作が完了していない場合、新しいアクティブなスイッチで操作が再開されます。

（注）　コマンドの再送信後に Disconnect-Request に失敗した場合、切り替える前にセッションが正常に終了したか（Disconnect-ACK が送信された場合）、または元のコマンドが発行された後、スタンバイ スイッチがアクティブになる前にその他の原因（たとえば、リンク障害など）によってセッションが終了した可能性があります。

CoA 要求：バウンス ポート

このコマンドは、次の VSA を含む標準の CoA-Request メッセージで伝達されます。
Cisco:Avpair="subscriber:command=bounce-host-port"

このコマンドはセッション指向であるため、「セッション ID」（P.8-22）に示すセッション ID 属性を 1 つ以上指定する必要があります。セッションが見つからない場合、スイッチは「セッション コンテキストがありません」エラー コード属性を含む CoA-NAK メッセージを返します。セッションが見つかった場合、スイッチはホスト側のポートを 10 秒間ディセーブルにしてから再度イネーブルにし（ポートバウンス）、CoA-ACK を返します。

クライアントに CoA-ACK を返す前にスイッチで障害が発生した場合、クライアントから要求が再送信されたときに、新しいアクティブなスイッチでこの処理が繰り返されます。クライアントに CoA-ACK メッセージを返した後にスイッチで障害が発生し、操作が完了していない場合、新しいアクティブなスイッチで操作が再開されます。

RADIUS の設定

ここでは、スイッチが RADIUS をサポートするように設定する方法について説明します。最低限、RADIUS サーバ ソフトウェアが稼動するホスト（1 つまたは複数）を特定し、RADIUS 認証の方式リストを定義する必要があります。また、任意で RADIUS 許可およびアカウンティングの方式リストを定義できます。

方式リストによって、ユーザの認証、許可、またはアカウント維持のための順序と方式を定義します。方式リストを使用して、使用するセキュリティ プロトコル（TACACS+、ローカル ユーザ名検索など）を 1 つまたは複数指定できるので、最初の方式が失敗した場合のバックアップ システムが確保されます。ソフトウェアは、リスト内の最初の方式を使用してユーザの認証、許可、アカウントの維持を行います。その方式で応答が得られなかった場合、ソフトウェアはそのリストから次の方式を選択します。このプロセスは、リスト内の方式による通信が成功するか、方式リストの方式をすべて試し終わるまで続きます。

スイッチ上で RADIUS 機能の設定を行う前に、RADIUS サーバにアクセスし、サーバを設定する必要があります。

- 「RADIUS のデフォルト設定」（P.8-26）
- 「RADIUS サーバ ホストの識別」（P.8-26）（必須）
- 「RADIUS ログイン認証の設定」（P.8-28）（必須）
- 「AAA サーバ グループの定義」（P.8-30）（任意）

- 「ユーザ イネーブル アクセスおよびネットワーク サービスに関する RADIUS 許可の設定」（P.8-32）（任意）
- 「RADIUS アカウンティングの起動」（P.8-33）（任意）
- 「すべての RADIUS サーバの設定」（P.8-34）（任意）
- 「ベンダー固有の RADIUS 属性を使用するスイッチ設定」（P.8-34）（任意）
- 「ベンダー独自の RADIUS サーバとの通信に関するスイッチ設定」（P.8-36）（任意）
- 「スイッチでの CoA の設定」（P.8-37）
- 「CoA 機能のモニタリングとトラブルシューティング」（P.8-38）
- 「RADIUS サーバのロード バランシングの設定」（P.8-38）（任意）

RADIUS のデフォルト設定

RADIUS および AAA は、デフォルトではディセーブルに設定されています。

セキュリティの失効を防止するため、ネットワーク管理アプリケーションを使用して RADIUS を設定できません。RADIUS をイネーブルに設定した場合、CLI を通じてスイッチにアクセスするユーザを認証できます。

RADIUS サーバ ホストの識別

スイッチと RADIUS サーバの通信には、次の要素が関係します。

- ホスト名または IP アドレス
- 認証の宛先ポート
- アカウンティングの宛先ポート
- キー ストリング
- タイムアウト時間
- 再送信回数

RADIUS セキュリティ サーバは、ホスト名または IP アドレス、ホスト名と特定の UDP ポート番号、または IP アドレスと特定の UDP ポート番号によって特定します。IP アドレスと UDP ポート番号の組み合わせによって、一意の ID が作成され、特定の AAA サービスを提供する RADIUS ホストとして個々のポートを定義できます。この一意の ID を使用することによって、同じ IP アドレスにあるサーバ上の複数の UDP ポートに、RADIUS 要求を送信できます。

同じ RADIUS サーバ上の異なる 2 つのホスト エントリに同じサービス（たとえばアカウンティング）を設定した場合、2 番めに設定したホスト エントリは、最初に設定したホスト エントリのフェールオーバー バックアップとして動作します。この例では、最初のホスト エントリがアカウンティング サービスを提供できなかった場合、スイッチは「`%RADIUS-4-RADIUS_DEAD`」メッセージを表示して、その後同じデバイス上で 2 番めに設定されたホスト エントリでアカウンティング サービスを試みます（RADIUS ホスト エントリは、設定した順序に従って試行されます）。

RADIUS サーバとスイッチは、共有するシークレット テキスト ストリングを使用して、パスワードの暗号化および応答の交換を行います。RADIUS で AAA セキュリティ コマンドを使用するように設定するには、RADIUS サーバ デーモンが稼動するホストと、そのホストがスイッチと共有するシークレット テキスト（キー）ストリングを指定しなければなりません。

タイムアウト、再送信回数、および暗号キーの値は、すべての RADIUS サーバに対してグローバルに設定することもできますし、サーバ単位で設定することもできます。また、グローバルな設定とサーバ単位での設定を組み合わせることもできます。スイッチと通信するすべての RADIUS サーバに対して、これらの設定を

グローバルに適用するには、**radius-server timeout**、**radius-server retransmit**、および **radius-server key** の 3 つの固有のグローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。これらの設定を特定の RADIUS サーバに適用するには、**radius-server host** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

（注）　スイッチ上にグローバルな機能とサーバ単位での機能（タイムアウト、再送信回数、およびキーコマンド）を設定した場合、サーバ単位で設定したタイムアウト、再送信回数、およびキーに関するコマンドは、グローバルに設定したタイムアウト、再送信回数、およびキーに関するコマンドを上書きします。すべての RADIUS サーバに対してこれらの値を設定する方法については、「すべての RADIUS サーバの設定」（P.8-34）を参照してください。

既存のサーバ ホストを認証用にグループ化するため、AAA サーバ グループを使用するようにスイッチを設定できます。詳細については、「AAA サーバ グループの定義」（P.8-30）を参照してください。

サーバ単位で RADIUS サーバとの通信を設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は必須です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**radius-server host** {*hostname* | *ip-address*} [**auth-port** *port-number*] [**acct-port** *port-number*] [**timeout** *seconds*] [**retransmit** *retries*] [**key** *string*]	リモート RADIUS サーバ ホストの IP アドレスまたはホスト名を指定します。 • （任意）**auth-port** *port-number* には、認証要求の UDP 宛先ポートを指定します。 • （任意）**acct-port** *port-number* には、アカウンティング要求の UDP 宛先ポートを指定します。 • （任意）**timeout** *seconds* には、スイッチが RADIUS サーバの応答を待機して再送信するまでの時間間隔を指定します。指定できる範囲は 1 ～ 1000 です。この設定は、**radius-server timeout** グローバル コンフィギュレーション コマンドによる設定を上書きします。**radius-server host** コマンドでタイムアウトを設定しない場合は、**radius-server timeout** コマンドの設定が使用されます。 • （任意）**retransmit** *retries* には、サーバが応答しない場合、または応答が遅い場合に、RADIUS 要求をサーバに再送信する回数を指定します。指定できる範囲は 1 ～ 1000 です。**radius-server host** コマンドで再送信回数を指定しない場合、**radius-server retransmit** グローバル コンフィギュレーション コマンドの設定が使用されます。 • （任意）**key** *string* には、RADIUS サーバ上で動作する RADIUS デーモンとスイッチの間で使用する認証および暗号キーを指定します。 （注）　キーは、RADIUS サーバで使用する暗号キーに一致するテキスト ストリングでなければなりません。キーは常に **radius-server host** コマンドの最後のアイテムとして設定してください。先行スペースは無視されますが、キーの中間および末尾にあるスペースは有効です。キーにスペースを使用する場合は、引用符がキーの一部分である場合を除き、引用符でキーを囲まないでください。 1 つの IP アドレスに対応する複数のホスト エントリをスイッチが認識するように設定するには、それぞれ異なる UDP ポート番号を使用して、このコマンドを必要な回数だけ入力します。スイッチ ソフトウェアは、指定された順序に従って、ホストを検索します。各 RADIUS ホストで使用するタイムアウト、再送信回数、および暗号キーをそれぞれ設定してください。

	コマンド	目的
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

特定の RADIUS サーバを削除するには、**no radius-server host** *hostname* | *ip-address* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、1 つの RADIUS サーバを認証用に、もう 1 つの RADIUS サーバをアカウンティング用に設定する例を示します。

```
Switch(config)# radius-server host 172.29.36.49 auth-port 1612 key rad1
Switch(config)# radius-server host 172.20.36.50 acct-port 1618 key rad2
```

次に、*host1* を RADIUS サーバとして設定し、認証およびアカウンティングの両方にデフォルトのポートを使用するように設定する例を示します。

```
Switch(config)# radius-server host host1
```

（注）　RADIUS サーバ上でも、いくつかの値を設定する必要があります。これらの設定値としては、スイッチの IP アドレス、およびサーバとスイッチの双方で共有するキー ストリングがあります。詳細については、RADIUS サーバのマニュアルを参照してください。

RADIUS ログイン認証の設定

AAA 認証を設定するには、認証方式の名前付きリストを作成してから、各種ポートにそのリストを適用します。方式リストは実行される認証のタイプと実行順序を定義します。このリストを特定のポートに適用してから、定義済み認証方式を実行する必要があります。唯一の例外はデフォルトの方式リスト（偶然に *default* と名前が付けられている）です。デフォルトの方式リストは、名前付き方式リストを明示的に定義されたインターフェイスを除いて、自動的にすべてのポートに適用されます。

方式リストは、ユーザ認証のためにクエリー送信を行う手順と認証方式を記述したものです。認証に使用する 1 つまたは複数のセキュリティ プロトコルを指定できるので、最初の方式が失敗した場合のバックアップ システムが確保されます。ソフトウェアは、リスト内の最初の方式を使用してユーザを認証します。その方式で応答が得られなかった場合、ソフトウェアはそのリストから次の方式を選択します。このプロセスは、リスト内の認証方式による通信が成功するか、定義された方式をすべて試し終わるまで繰り返されます。この処理のある時点で認証が失敗した場合（つまり、セキュリティ サーバまたはローカルのユーザ名データベースがユーザ アクセスを拒否すると応答した場合）、認証プロセスは停止し、それ以上認証方式が試行されることはありません。

ログイン認証を設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は必須です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**aaa new-model**	AAA をイネーブルにします。

	コマンド	目的
ステップ 3	**aaa authentication login** {**default** | *list-name*} *method1* [*method2...*]	ログイン認証方式リストを作成します。 • **login authentication** コマンドに名前付きリストが指定されなかった場合に使用されるデフォルトのリストを作成するには、**default** キーワードの後ろにデフォルト状況で使用する方式を指定します。デフォルトの方式リストは、自動的にすべてのポートに適用されます。 • *list-name* には、作成するリストの名前として使用する文字列を指定します。 • *method1...* には、認証アルゴリズムが試行する実際の方式を指定します。追加の認証方式は、その前の方式でエラーが返された場合に限り使用されます。前の方式が失敗した場合は使用されません。 次のいずれかの方式を選択します。 – **enable**：イネーブル パスワードを認証に使用します。この認証方式を使用するには、あらかじめ **enable** *password* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用してイネーブル パスワードを定義しておく必要があります。 – **group radius**：RADIUS 認証を使用します。この認証方式を使用するには、あらかじめ RADIUS サーバを設定しておく必要があります。詳細については、「RADIUS サーバ ホストの識別」（P.8-26）を参照してください。 – **line**：回線パスワードを認証に使用します。この認証方式を使用するには、あらかじめ回線パスワードを定義しておく必要があります。**password** *password* ライン コンフィギュレーション コマンドを使用します。 – **local**：ローカル ユーザ名データベースを認証に使用します。データベースにユーザ名情報を入力しておく必要があります。**username** *name* **password** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。 – **local-case**：大文字と小文字が区別されるローカル ユーザ名データベースを認証に使用します。**username** *password* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用して、ユーザ名情報をデータベースに入力する必要があります。 – **none**：ログインに認証を使用しません。
ステップ 4	**line** [**console** | **tty** | **vty**] *line-number* [*ending-line-number*]	ライン コンフィギュレーション モードを開始し、認証リストの適用対象とする回線を設定します。
ステップ 5	**login authentication** {**default** | *list-name*}	回線または回線セットに対して、認証リストを適用します。 • **default** を指定する場合は、**aaa authentication login** コマンドで作成したデフォルトのリストを使用します。 • *list-name* には、**aaa authentication login** コマンドで作成したリストを指定します。
ステップ 6	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 7	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 8	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

AAA をディセーブルにするには、**no aaa new-model** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。AAA 認証をディセーブルにするには、**no aaa authentication login** {**default** | *list-name*} *method1* [*method2...*] グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。ログインに関する RADIUS 認証をディセーブルにする、あるいはデフォルト値に戻すには、**no login authentication** {**default** | *list-name*} ライン コンフィギュレーション コマンドを使用します。

（注）AAA 方式を使用して HTTP アクセスに対しスイッチのセキュリティを確保するには、**ip http authentication aaa** グローバル コンフィギュレーション コマンドでスイッチを設定する必要があります。AAA 認証を設定しても、AAA 方式を使用した HTTP アクセスに対しスイッチのセキュリティは確保しません。

ip http authentication コマンドの詳細については、Cisco.com で『*Cisco IOS Security Command Reference, Release 12.4*』を参照してください。

AAA サーバ グループの定義

既存のサーバ ホストを認証用にグループ化するため、AAA サーバ グループを使用するようにスイッチを設定できます。設定済みのサーバ ホストのサブセットを選択して、それを特定のサービスに使用します。サーバ グループは、選択されたサーバ ホストの IP アドレスのリストを含むグローバルなサーバ ホスト リストとともに使用されます。

サーバ グループには、同じサーバの複数のホスト エントリを含めることもできますが、各エントリが一意の ID（IP アドレスと UDP ポート番号の組み合わせ）を持っていることが条件です。この場合、個々のポートをそれぞれ特定の AAA サービスを提供する RADIUS ホストとして定義できます。同じ RADIUS サーバ上の異なる 2 つのホスト エントリに同じサービス（たとえばアカウンティング）を設定した場合、2 番めに設定したホスト エントリは、最初に設定したホスト エントリのフェールオーバー バックアップとして動作します。

定義したグループ サーバに特定のサーバを対応付けるには、**server** グループ サーバ コンフィギュレーション コマンドを使用します。サーバを IP アドレスで特定することもできますし、任意指定の **auth-port** および **acct-port** キーワードを使用して複数のホスト インスタンスまたはエントリを特定することもできます。

AAA サーバ グループを定義し、そのグループに特定の RADIUS サーバを対応付けるには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**radius-server host** {*hostname* | *ip-address*} [**auth-port** *port-number*] [**acct-port** *port-number*] [**timeout** *seconds*] [**retransmit** *retries*] [**key** *string*]	リモート RADIUS サーバ ホストの IP アドレスまたはホスト名を指定します。 • （任意）**auth-port** *port-number* には、認証要求の UDP 宛先ポートを指定します。 • （任意）**acct-port** *port-number* には、アカウンティング要求の UDP 宛先ポートを指定します。 • （任意）**timeout** *seconds* には、スイッチが RADIUS サーバの応答を待機して再送信するまでの時間間隔を指定します。指定できる範囲は 1 ～ 1000 です。この設定は、**radius-server timeout** グローバル コンフィギュレーション コマンドによる設定を上書きします。**radius-server host** コマンドでタイムアウトを設定しない場合は、**radius-server timeout** コマンドの設定が使用されます。 • （任意）**retransmit** *retries* には、サーバが応答しない場合、または応答が遅い場合に、RADIUS 要求をサーバに再送信する回数を指定します。指定できる範囲は 1 ～ 1000 です。**radius-server host** コマンドで再送信回数を指定しない場合、**radius-server retransmit** グローバル コンフィギュレーション コマンドの設定が使用されます。 • （任意）**key** *string* には、RADIUS サーバ上で動作する RADIUS デーモンとスイッチの間で使用する認証および暗号キーを指定します。 （注）　キーは、RADIUS サーバで使用する暗号キーに一致するテキスト ストリングでなければなりません。キーは常に **radius-server host** コマンドの最後のアイテムとして設定してください。先行スペースは無視されますが、キーの中間および末尾にあるスペースは有効です。キーにスペースを使用する場合は、引用符がキーの一部分である場合を除き、引用符でキーを囲まないでください。 1 つの IP アドレスに対応する複数のホスト エントリをスイッチが認識するように設定するには、それぞれ異なる UDP ポート番号を使用して、このコマンドを必要な回数だけ入力します。スイッチ ソフトウェアは、指定された順序に従って、ホストを検索します。各 RADIUS ホストで使用するタイムアウト、再送信回数、および暗号キーをそれぞれ設定してください。
ステップ 3	**aaa new-model**	AAA をイネーブルにします。
ステップ 4	**aaa group server radius** *group-name*	AAA サーバ グループを、特定のグループ名で定義します。 このコマンドを使用すると、スイッチはサーバ グループ コンフィギュレーション モードになります。

	コマンド	目的
ステップ 5	**server** *ip-address*	特定の RADIUS サーバを定義済みのサーバ グループに対応付けます。AAA サーバ グループの RADIUS サーバごとに、このステップを繰り返します。 グループの各サーバは、ステップ 2 で定義済みのものでなければなりません。
ステップ 6	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 7	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 8	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。
ステップ 9		RADIUS ログイン認証をイネーブルにします。「RADIUS ログイン認証の設定」（P.8-28）を参照してください。

特定の RADIUS サーバを削除するには、**no radius-server host** *hostname* | *ip-address* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。サーバ グループをコンフィギュレーション リストから削除するには、**no aaa group server radius** *group-name* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。RADIUS サーバの IP アドレスを削除するには、**no server** *ip-address* サーバ グループ コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次の例では、2 つの異なる RADIUS グループ サーバ（*group1* および *group2*）を認識するようにスイッチを設定しています。group1 では、同じ RADIUS サーバ上の異なる 2 つのホスト エントリを、同じサービス用に設定しています。2 番めのホスト エントリが、最初のエントリのフェールオーバーバックアップとして動作します。

```
Switch(config)# radius-server host 172.20.0.1 auth-port 1000 acct-port 1001
Switch(config)# radius-server host 172.10.0.1 auth-port 1645 acct-port 1646
Switch(config)# aaa new-model
Switch(config)# aaa group server radius group1
Switch(config-sg-radius)# server 172.20.0.1 auth-port 1000 acct-port 1001
Switch(config-sg-radius)# exit
Switch(config)# aaa group server radius group2
Switch(config-sg-radius)# server 172.20.0.1 auth-port 2000 acct-port 2001
Switch(config-sg-radius)# exit
```

ユーザ イネーブル アクセスおよびネットワーク サービスに関する RADIUS 許可の設定

AAA 許可によってユーザが使用できるサービスが制限されます。AAA 許可をイネーブルにすると、スイッチは（ローカル ユーザ データベースまたはセキュリティ サーバ上に存在する）ユーザのプロファイルから取得した情報を使用して、ユーザのセッションを設定します。ユーザは、ユーザ プロファイル内の情報で認められている場合に限り、要求したサービスのアクセスが認可されます。

特権 EXEC モードへのユーザのネットワーク アクセスを制限するパラメータを設定するには、**aaa authorization** グローバル コンフィギュレーション コマンドとともに **radius** キーワードを使用します。

aaa authorization exec radius local コマンドは、次の許可パラメータを設定します。

- RADIUS を使用して認証を行った場合は、RADIUS を使用して特権 EXEC アクセスを許可します。
- 認証に RADIUS を使用しなかった場合は、ローカル データベースを使用します。

（注）　許可が設定されていても、CLI を使用してログインし、認証されたユーザに対しては、許可は省略されます。

特権 EXEC アクセスおよびネットワーク サービスに関する RADIUS 許可を指定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**aaa authorization network radius**	ネットワーク関連のすべてのサービス要求に対するユーザ RADIUS 許可を、スイッチに設定します。
ステップ 3	**aaa authorization exec radius**	ユーザに特権 EXEC のアクセス権限がある場合、ユーザ RADIUS 許可を、スイッチに設定します。 **exec** キーワードを指定すると、ユーザ プロファイル情報（**autocommand** 情報など）が返される場合があります。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

許可をディセーブルにするには、**no aaa authorization** {**network** | **exec**} *method1* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

RADIUS アカウンティングの起動

AAA アカウンティング機能は、ユーザがアクセスしたサービスと、消費したネットワーク リソース量をトラッキングします。AAA アカウンティングをイネーブルにすると、スイッチはユーザの活動状況をアカウンティング レコードの形式で RADIUS セキュリティ サーバに報告します。各アカウンティング レコードは、アカウンティングの Attribute Value（AV; 属性値）ペアを含み、セキュリティ サーバに保存されます。このデータを解析して、ネットワーク管理、クライアントへの課金、または監査に役立てることができます。

Cisco IOS の権限レベルおよびネットワーク サービスに関する RADIUS アカウンティングをイネーブルにするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**aaa accounting network start-stop radius**	ネットワーク関連のすべてのサービス要求について、RADIUS アカウンティングをイネーブルにします。
ステップ 3	**aaa accounting exec start-stop radius**	RADIUS アカウンティングにより、特権 EXEC プロセスの最初に記録開始アカウンティング通知、最後に記録停止アカウンティング通知を送信するように設定します。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

アカウンティングをディセーブルにするには、**no aaa accounting** {**network** | **exec**} {**start-stop**} *method1...* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

AAA サーバが到達不能な場合のルータとのセッションの確立

aaa accounting system guarantee-first コマンドは、システム アカウンティングが最初のレコードになることを保証します。これはデフォルトの状態です。場合によっては、システムがリロードされるまでコンソールまたは端末接続でセッションを開始できない場合があります。システムのリロードにかかる時間は 3 分を超えることがあります。

ルータのリロード時に AAA サーバが到達不能な場合、ルータとのコンソールまたは Telnet セッションを確立するには、**no aaa accounting system guarantee-first** コマンドを使用します。

すべての RADIUS サーバの設定

スイッチとすべての RADIUS サーバ間でグローバルに通信を設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**radius-server key** *string*	スイッチとすべての RADIUS サーバ間で共有されるシークレット テキスト ストリングを指定します。 （注）　キーは、RADIUS サーバで使用する暗号キーに一致するテキスト ストリングでなければなりません。先行スペースは無視されますが、キーの中間および末尾にあるスペースは有効です。キーにスペースを使用する場合は、引用符がキーの一部分である場合を除き、引用符でキーを囲まないでください。
ステップ 3	**radius-server retransmit** *retries*	スイッチが RADIUS 要求をサーバに再送信する回数を指定します。デフォルトは 3 です。指定できる範囲は 1 ～ 1000 です。
ステップ 4	**radius-server timeout** *seconds*	スイッチが RADIUS 要求に対する応答を待って、要求を再送信するまでの時間（秒）を指定します。デフォルトは 5 秒です。指定できる範囲は 1 ～ 1000 です。
ステップ 5	**radius-server deadtime** *minutes*	認証要求に応答しない RADIUS サーバをスキップする時間（分）を指定し、要求がタイムアウトするまで待機することなく、次に設定されているサーバを試行できるようにします。デフォルトは 0 です。指定できる範囲は 1 ～ 1440 分です。
ステップ 6	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 7	**show running-config**	設定値を確認します。
ステップ 8	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

再送信回数、タイムアウト、および待機時間の設定をデフォルトに戻すには、これらのコマンドの **no** 形式を使用します。

ベンダー固有の RADIUS 属性を使用するスイッチ設定

Internet Engineering Task Force（IETF）ドラフト規格に、ベンダー固有属性（属性 26）を使用して、スイッチと RADIUS サーバ間でベンダー固有の情報を通信するための方式が定められています。各ベンダーは、Vendor-Specific Attribute（VSA; ベンダー固有属性）を使用することによって、一般的な用途には適さない独自の拡張属性をサポートできます。シスコが実装する RADIUS では、この仕様で

推奨されるフォーマットを使用して、ベンダー固有のオプションを 1 つサポートしています。シスコのベンダー ID は 9 であり、サポート対象のオプションはベンダー タイプ 1（名前は *cisco-avpair*）です。この値は、次のフォーマットのストリングです。

```
protocol : attribute sep value *
```

protocol は、特定の許可タイプに使用するシスコのプロトコル属性の値です。*attribute* および *value* は、シスコの TACACS+ 仕様で定義されている適切な Attribute Value（AV; 属性値）ペアです。*sep* は、必須の属性の場合は =、任意指定の属性の場合は * です。TACACS+ 許可で使用できるすべての機能は、RADIUS でも使用できます。

たとえば、次の AV ペアを指定すると、IP 許可時（PPP の IPCP アドレスの割り当て時）に、シスコの*複数の名前付き IP アドレス プール*機能が有効になります。

```
cisco-avpair= ”ip:addr-pool=first“
```

次に、スイッチから特権 EXEC コマンドへの即時アクセスが可能となるユーザ ログインを提供する例を示します。

```
cisco-avpair= ”shell:priv-lvl=15“
```

次に、RADIUS サーバ データベース内の許可 VLAN を指定する例を示します。

```
cisco-avpair= ”tunnel-type(#64)=VLAN(13)”
cisco-avpair= ”tunnel-medium-type(#65)=802 media(6)”
cisco-avpair= ”tunnel-private-group-id(#81)=vlanid”
```

次に、この接続中に ASCII 形式の入力 ACL（アクセス コントロール リスト）をインターフェイスに適用する例を示します。

```
cisco-avpair= “ip:inacl#1=deny ip 10.10.10.10 0.0.255.255 20.20.20.20 255.255.0.0”
cisco-avpair= “ip:inacl#2=deny ip 10.10.10.10 0.0.255.255 any”
cisco-avpair= “mac:inacl#3=deny any any decnet-iv”
```

次に、この接続中に ASCII 形式の出力 ACL をインターフェイスに適用する例を示します。

```
cisco-avpair= “ip:outacl#2=deny ip 10.10.10.10 0.0.255.255 any”
```

他のベンダーにも、それぞれ独自のベンダー ID、オプション、および対応する VSA があります。ベンダー ID および VSA の詳細については、RFC 2138「Remote Authentication Dial-In User Service（RADIUS）」を参照してください。

スイッチが VSA を認識して使用するように設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**radius-server vsa send** [**accounting** | **authentication**]	スイッチが VSA（RADIUS IETF 属性 26 で定義）を認識して使用できるようにします。 • （任意）認識されるベンダー固有属性の集合をアカウンティング属性だけに限定するには、**accounting** キーワードを使用します。 • （任意）認識されるベンダー固有属性の集合を認証属性だけに限定するには、**authentication** キーワードを使用します。 キーワードを指定せずにこのコマンドを入力すると、アカウンティングおよび認証のベンダー固有属性の両方が使用されます。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。

	コマンド	目的
ステップ 4	**show running-config**	設定値を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

（注）　RADIUS 属性の一覧と、ベンダー固有の属性 26 の詳細については、Cisco.com で『*Cisco IOS Security Configuration Guide, Release 12.4*』の付録「RADIUS Attributes」を参照してください。

ベンダー独自の RADIUS サーバとの通信に関するスイッチ設定

RADIUS に関する IETF ドラフト規格では、スイッチと RADIUS サーバ間でベンダー独自仕様の情報を通信する方式について定められていますが、RADIUS 属性 セットを独自に機能拡張しているベンダーもあります。CiscoIOS ソフトウェアは、ベンダー独自仕様の RADIUS 属性のサブセットをサポートしています。

前述したように、RADIUS（ベンダーの独自仕様によるものか、IETF ドラフトに準拠するものかを問わず）を設定するには、RADIUS サーバ デーモンが稼動しているホストと、そのホストがスイッチと共有するシークレット テキスト ストリングを指定しなければなりません。RADIUS ホストおよびシークレット テキスト ストリングを指定するには、**radius-server** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

ベンダー独自仕様の RADIUS サーバ ホスト、および共有されるシークレット テキスト ストリングを指定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**radius-server host** {*hostname* | *ip-address*} **non-standard**	リモート RADIUS サーバ ホストの IP アドレスまたはホスト名を指定し、そのホストが、ベンダーが独自に実装した RADIUS を使用していることを指定します。
ステップ 3	**radius-server key** *string*	スイッチとベンダー独自仕様の RADIUS サーバとの間で共有されるシークレット テキスト ストリングを指定します。スイッチおよび RADIUS サーバは、このテキスト ストリングを使用して、パスワードの暗号化および応答の交換を行います。 （注）　キーは、RADIUS サーバで使用する暗号キーに一致するテキスト ストリングでなければなりません。先行スペースは無視されますが、キーの中間および末尾にあるスペースは有効です。キーにスペースを使用する場合は、引用符がキーの一部分である場合を除き、引用符でキーを囲まないでください。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show running-config**	設定値を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

ベンダー独自仕様の RADIUS ホストを削除するには、**no radius-server host** {*hostname* | *ip-address*} **non-standard** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。キーをディセーブルにするには、**no radius-server key** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、ベンダー独自仕様の RADIUS ホストを指定し、スイッチとサーバの間で *rad124* という秘密キーを使用する例を示します。

```
Switch(config)# radius-server host 172.20.30.15 nonstandard
Switch(config)# radius-server key rad124
```

スイッチでの CoA の設定

スイッチ上で CoA を設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は必須です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**aaa new-model**	AAA をイネーブルにします。
ステップ 3	**aaa server radius dynamic-author**	スイッチを AAA サーバとして設定し、外部のポリシー サーバとの対話を促進します。
ステップ 4	**client** {*ip-address* | *name*} [**vrf** *vrfname*] [**server-key** *string*]	ダイナミック認証ローカル サーバ コンフィギュレーション モードを開始し、デバイスが CoA 要求および接続解除要求を受信する RADIUS クライアントを指定します。
ステップ 5	**server-key** [**0** | **7**] *string*	デバイスと RADIUS クライアント間で共有する RADIUS キーを設定します。
ステップ 6	**port** *port-number*	設定済みの RADIUS クライアントからの RADIUS 要求をデバイスが待ち受けるポートを指定します。
ステップ 7	**auth-type** {**any** | **all** | **session-key**}	スイッチが RADIUS クライアントに使用する認証の種類を指定します。 認証するには、クライアントがすべての設定済み属性と一致する必要があります。
ステップ 8	**ignore session-key**	（任意）セッションキーを無視するようにスイッチを設定します。 **ignore** コマンドの詳細については、Cisco.com で『*Cisco IOS Intelligent Services Gateway Command Reference*』を参照してください。
ステップ 9	**ignore server-key**	（任意）サーバキーを無視するようにスイッチを設定します。 **ignore** コマンドの詳細については、Cisco.com で『*Cisco IOS Intelligent Services Gateway Command Reference*』を参照してください。
ステップ 10	**authentication command bounce-port ignore**	（任意）CoA 要求を無視し、セッションをホスティングしているポートを一時的にディセーブルにするようにスイッチを設定します。ポートを一時的にディセーブルにする目的は、VLAN の変更が発生し、エンドポイントに変更を検出するサプリカントが存在しない場合に、ホストから DHCP 再ネゴシエーションをトリガーすることです。
ステップ 11	**authentication command disable-port ignore**	（任意）セッションをホスティングしているポートを管理上のシャットダウン状態にするように要求する標準以外のコマンドを無視するようにスイッチを設定します。ポートをシャットダウンすると、セッションが終了します。 ポートを再度イネーブルにするには、標準の CLI または SNMP コマンドを使用します。
ステップ 12	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 13	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 14	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

AAA をディセーブルにするには、**no aaa new-model** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。スイッチの AAA サーバ機能をディセーブルにするには、**no aaa server radius dynamic authorization** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

CoA 機能のモニタリングとトラブルシューティング

次の Cisco IOS コマンドを使用して、スイッチ上の CoA 機能をモニタおよびトラブルシューティングします。

- **debug radius**
- **debug aaa coa**
- **debug aaa pod**
- **debug aaa subsys**
- **debug cmdhd [detail | error | events]**
- **show aaa attributes protocol radius**

RADIUS サーバのロード バランシングの設定

この機能を使用すると、サーバ グループ内のすべての RADIUS サーバに均等にアクセスおよび認証を要求できます。詳細については、『*Cisco IOS Security Configuration Guide*』の「RADIUS Server Load Balancing」の章を参照してください。
http://www.ciscosystems.com/en/US/docs/ios/12_2sb/feature/guide/sbrdldbl.html

RADIUS の設定の表示

RADIUS の設定を表示するには、**show running-config** 特権 EXEC コマンドを使用します。

Kerberos によるスイッチ アクセスの制御

ここでは、Kerberos セキュリティ システムをイネーブルにして設定する方法について説明します。Kerberos セキュリティ システムは、信頼できるサードパーティを使用してネットワーク リソースに対する要求を認証します。この機能を使用するには、スイッチにスイッチ ソフトウェアの暗号化バージョンをインストールする必要があります。

この機能を使用し、Cisco.com から暗号化ソフトウェア ファイルをダウンロードするには許可を得る必要があります。詳細については、このリリースのリリース ノートを参照してください。

ここでは、次の情報について説明します。

- 「Kerberos の概要」（P.8-39）
- 「Kerberos の動作」（P.8-41）
- 「Kerberos の設定」（P.8-42）

Kerberos の設定例については、次の URL にある『*Cisco IOS Security Configuration Guide*』の「Security Server Protocols」の章の「Kerberos Configuration Examples」を参照してください。
http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/12_2/security/configuration/guide/fsecur_c.html

ここで使用するコマンドの構文および使用方法の詳細については、次の URL にある『*Cisco IOS Security Command Reference*』の「Security Server Protocols」の章の「Kerberos Commands」を参照してください。
http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/12_2/security/command/reference/fsecur_r.html

（注）　Kerberos の設定例および『*Cisco IOS Security Command Reference*』では、信頼のおけるサードパーティとして Catalyst 3560 スイッチを使用しています。このスイッチは Kerberos に対応し、ネットワーク セキュリティ サーバとして設定され、Kerberos プロトコルを使用したユーザ認証ができます。

Kerberos の概要

Kerberos は Massachusetts Institute of Technology（MIT; マサチューセッツ工科大学）が開発した秘密キーによるネットワーク認証プロトコルです。Data Encryption Standard（DES; データ暗号化規格）という暗号化アルゴリズムを暗号化と認証に使用し、ネットワーク リソースに対する要求を認証します。Kerberos は、信頼できるサードパーティという概念を使ってユーザとサービスに対してセキュリティの検証を実行します。この信頼できるサードパーティを *Key Distribution Center*（KDC; キー発行局）と呼びます。

Kerberos は、ユーザが誰であるか、そのユーザが使用しているネットワーク サービスは何であるかを検証します。これを実行するために、KDC（つまり信頼できる Kerberos サーバ）がユーザにチケットを発行します。これらのチケットには有効期限があり、ユーザ資格情報のキャッシュに保存されます。Kerberos サーバは、ユーザ名やパスワードの代わりにチケットを使ってユーザとネットワーク サービスを認証します。

（注）　Kerberos サーバには、ネットワーク セキュリティ サーバとして設定され、Kerberos プロトコルを使用してユーザを認証できる Catalyst 3560 スイッチを使用できます。

Kerberos 資格情報スキームでは、*シングル ログイン*という手順を使用します。この手順では、ユーザを 1 回認証すると、ユーザ資格情報が有効な間は（他のパスワードの暗号化を行わずに）セキュア認証が可能になります。

このソフトウェア リリースは Kerberos 5 に対応しています。Kerberos 5 では、すでに Kerberos 5 を使用している組織が、（UNIX サーバや PC などの）他のネットワーク ホストが使用している KDC 上の Kerberos 認証データベースを使用できます。

このソフトウェア リリースでは、Kerberos は次のネットワーク サービスをサポートしています。

- Telnet
- rlogin
- rsh（リモート シェル プロトコル）

表 8-5 に、一般的な Kerberos 関連用語とその定義を示します。

表 8-5　Kerberos の用語

用語	定義
認証	ユーザやサービスが他のサービスに対して自分自身の身元を証明する手順。たとえば、クライアントはスイッチに対して認証を得て、スイッチは他のスイッチに対して認証を得ます。
許可	ユーザがネットワークやスイッチにおいてどのような権限を有しており、またどのような動作を実行できるかを、スイッチが識別する手段。
資格情報	認証チケット（TGT[1] やサービス資格情報など）を表す総称。Kerberos 資格情報で、ユーザまたはサービスの ID を検証します。ネットワーク サービスがチケットを発行した Kerberos サーバを信頼することにした場合、ユーザ名やパスワードを再入力する代わりにこれを使用できます。資格情報の有効期限は、8 時間がデフォルトの設定です。

表 8-5　Kerberos の用語 （続き）

用語	定義
インスタンス	Kerberos プリンシパルの承認レベル ラベル。ほとんどの Kerberos プリンシパルは、[*user@REALM*] という形式です（たとえば、smith@EXAMPLE.COM）。Kerberos インスタンスのある Kerberos プリンシパルは、[*user/instance@REALM*] という形式です（たとえば、smith/admin@EXAMPLE.COM）。Kerberos インスタンスは、認証が成功した場合のユーザの承認レベルを指定するために使用できます。各ネットワーク サービスのサーバは、Kerberos インスタンスの許可マッピングを適用し実行できますが、必須ではありません。 **（注）** Kerberos プリンシパル名およびインスタンス名はすべて小文字で*なければなりません*。 **（注）** Kerberos レルム名はすべて大文字で*なければなりません*。
KDC[2]	ネットワーク ホストで稼動する Kerberos サーバおよびデータベース プログラムで構成されるキー発行局。
Kerberos 対応	Kerberos 資格情報のインフラストラクチャをサポートするために変更されたアプリケーションやサービスのことを指す用語。
Kerberos レルム	Kerberos サーバに登録されたユーザ、ホスト、およびネットワーク サービスで構成されるドメイン。Kerberos サーバを信頼して、ユーザまたはネットワーク サービスに対する別のユーザまたはネットワーク サービスの ID を検証します。 **（注）** Kerberos レルム名はすべて大文字で*なければなりません*。
Kerberos サーバ	ネットワーク ホストで稼動しているデーモン。ユーザおよびネットワーク サービスはそれぞれ Kerberos サーバに ID を登録します。ネットワーク サービスは Kerberos サーバにクエリーを送信して、他のネットワーク サービスの認証を得ます。
KEYTAB[3]	ネットワーク サービスが KDC と共有するパスワード。Kerberos 5 以降のバージョンでは、ネットワーク サービスは KEYTAB を使って暗号化されたサービス資格情報を暗号解除して認証します。KEYTAB は Kerberos 5 よりも前のバージョンでは、SRVTAB[4] と呼ばれています。
プリンシパル	Kerberos ID とも呼ばれ、Kerberos サーバに基づき、ユーザが誰であるか、サービスが何であるかを表します。 **（注）** Kerberos プリンシパル名はすべて小文字で*なければなりません*。
サービス資格情報	ネットワーク サービスの資格情報。KDC から資格情報が発行されると、ネットワーク サービスと KDC が共有するパスワードで暗号化されます。ユーザ TGT ともパスワードを共有します。
SRVTAB	ネットワーク サービスが KDC と共有するパスワード。SRVTAB は、Kerberos 5 以降のバージョンでは KEYTAB と呼ばれています。
TGT	身分証明書のことで、KDC が認証済みユーザに発行する資格情報。TGT を受け取ったユーザは、KDC が示した Kerberos レルム内のネットワーク サービスに対して認証を得ることができます。

1. TGT = Ticket Granting Ticket（身分証明書）
2. KDC = Key Distribution Center（キー発行局）
3. KEYTAB = key table（キー テーブル）
4. SRVTAB = server table（サーバ テーブル）

Kerberos の動作

Kerberos サーバには、ネットワーク セキュリティ サーバとして設定され、Kerberos プロトコルを使用してリモート ユーザを認証できる Catalyst 3560 スイッチを使用できます。Kerberos をカスタマイズする方法はいくつかありますが、ネットワーク サービスにアクセスしようとするリモート ユーザは、3 つのセキュリティ レイヤを通過しないとネットワーク サービスにアクセスできません。

Kerberos サーバとして Catalyst 3560 スイッチを使用して、ネットワーク サービスに対して認証を得る手順は、次のとおりです。

1. 「境界スイッチに対する認証の取得」（P.8-41）
2. 「KDC からの TGT の取得」（P.8-41）
3. 「ネットワーク サービスに対する認証の取得」（P.8-41）

境界スイッチに対する認証の取得

ここでは、リモート ユーザが通過しなければならない最初のセキュリティ レイヤについて説明します。ユーザは、まず境界スイッチに対して認証を得なければなりません。リモート ユーザが境界スイッチに対して認証を得る場合、次のプロセスが発生します。

1. ユーザが境界スイッチに対して、Kerberos 未対応の Telnet 接続を開始します。
2. ユーザ名とパスワードの入力を求めるプロンプトをスイッチが表示します。
3. スイッチが、このユーザの TGT を KDC に要求します。
4. KDC がユーザ ID を含む暗号化された TGT をスイッチに送信します。
5. スイッチは、ユーザが入力したパスワードを使って TGT の暗号解除を試行します。
   - 暗号解除に成功した場合は、ユーザはスイッチに対して認証を得ます。
   - 暗号解除に成功しない場合は、ユーザ名とパスワードを再入力（Caps Lock または Num Lock のオン / オフに注意）するか、別のユーザ名とパスワードを入力してステップ 2 の手順を繰り返します。

Kerberos 未対応の Telnet セッションを開始し、境界スイッチの認証を得ているリモート ユーザはファイアウォールの内側にいますが、ネットワーク サービスにアクセスするには、KDC から直接認証を得る必要があります。ユーザが KDC から認証を得なければならないのは、KDC が発行する TGT はスイッチに保存されており、ユーザがこのスイッチにログインしない限り、追加の認証に使用できないからです。

KDC からの TGT の取得

ここでは、リモート ユーザが通過しなければならない 2 番めのセキュリティ レイヤについて説明します。ユーザは、ネットワーク サービスにアクセスするために、このレイヤで KDC の認証を得て、KDC から TGT を取得しなければなりません。

KDC に対して認証を得る方法については、次の URL にある『*Cisco IOS Security Configuration Guide*』の「Security Server Protocols」の章の「Obtaining a TGT from a KDC」を参照してください。
http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/12_2/security/configuration/guide/scfkerb.html

ネットワーク サービスに対する認証の取得

ここでは、リモート ユーザが通過しなければならない 3 番めのセキュリティ レイヤについて説明します。TGT を取得したユーザは、このレイヤで Kerberos レルム内のネットワーク サービスに対して認証を得なければなりません。

ネットワーク サービスに対して認証を得る方法については、次の URL にある『*Cisco IOS Security Configuration Guide*』の「Security Server Protocols」の章の「Authenticating to Network Services」を参照してください。
http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/12_2/security/configuration/guide/scfkerb.html

Kerberos の設定

リモート ユーザがネットワーク サービスに対して認証を得るには、Kerberos レルム内のホストと KDC を設定し、ユーザとネットワーク サービスの両方に通信を行い、相互に認証させる必要があります。これを実現するには、互いの識別が必要です。KDC 上の Kerberos データベースにホストのエントリを追加し、Kerberos レルム内のすべてのホストに KDC が生成した KEYTAB ファイルを追加します。また、KDC データベースにユーザ用のエントリも作成します。

ホストおよびユーザのエントリを追加または作成する場合の注意事項は次のとおりです。

- Kerberos プリンシパル名はすべて小文字で*なければなりません*。
- Kerberos インスタンス名はすべて小文字で*なければなりません*。
- Kerberos レルム名はすべて大文字で*なければなりません*。

（注）　Kerberos サーバには、ネットワーク セキュリティ サーバとして設定され、Kerberos プロトコルを使用してユーザを認証できる Catalyst 3560 スイッチを使用できます。

Kerberos 認証済みサーバ / クライアント システムを設定する手順は、次のとおりです。

- Kerberos コマンドを使用して KDC を設定します。
- Kerberos プロトコルを使用するようにスイッチを設定します。

設定については、次の URL にある『*Cisco IOS Security Configuration Guide*』の「Security Server Protocols」の章の「Kerberos Configuration Task List」を参照してください。
http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/12_2/security/configuration/guide/scfkerb.html

スイッチのローカル認証および許可の設定

ローカル モードで AAA を実装するようにスイッチを設定すると、サーバがなくても動作するように AAA を設定できます。この場合、スイッチは認証および許可の処理を行います。この設定ではアカウンティング機能は使用できません。

スイッチをローカル AAA 用に設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**aaa new-model**	AAA をイネーブルにします。
ステップ 3	**aaa authentication login default local**	ローカルのユーザ名データベースを使用するようにログイン認証を設定します。**default** キーワードにより、ローカル ユーザ データベース認証がすべてのポートに適用されます。
ステップ 4	**aaa authorization exec local**	ユーザの AAA 許可を設定し、ローカル データベースを確認して、そのユーザに EXEC シェルの実行を許可します。

	コマンド	目的
ステップ 5	**aaa authorization network local**	ネットワーク関連のすべてのサービス要求に対するユーザ AAA 許可を設定します。
ステップ 6	**username** *name* [**privilege** *level*] {**password** *encryption-type password*}	ローカル データベースを使用し、ユーザ名ベースの認証システムを設定します。 ユーザごとにコマンドを繰り返し入力します。 • *name* には、ユーザ ID を 1 ワードで指定します。スペースおよび引用符は使用できません。 • （任意）*level* には、アクセス権を得たユーザに設定する権限レベルを指定します。指定できる範囲は 0 ～ 15 です。レベル 15 では、特権 EXEC モードでのアクセスとなります。レベル 0 では、ユーザ EXEC モードでのアクセスとなります。 • *encryption-type* には、暗号化されていないパスワードが後ろに続く場合は 0 を、暗号化されたパスワードが後ろに続く場合は 7 を指定します。 • *password* には、ユーザがスイッチにアクセスする場合に入力する必要のあるパスワードを指定します。パスワードは 1 ～ 25 文字で、埋め込みスペースを使用でき、**username** コマンドの最後のオプションとして指定します。
ステップ 7	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 8	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 9	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

AAA をディセーブルにするには、**no aaa new-model** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。許可をディセーブルにするには、**no aaa authorization** {**network** | **exec**} *method1* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

（注）　AAA 方式を使用して HTTP アクセスに対しスイッチのセキュリティを確保するには、**ip http authentication aaa** グローバル コンフィギュレーション コマンドでスイッチを設定する必要があります。AAA 認証を設定しても、AAA 方式を使用した HTTP アクセスに対しスイッチのセキュリティは確保しません。

ip http authentication コマンドの詳細については、『*Cisco IOS Security Command Reference, Release 12.4*』を参照してください。

SSH のためのスイッチの設定

ここでは、SSH 機能を設定する方法について説明します。この機能を使用するには、暗号（暗号化）ソフトウェア イメージをスイッチにインストールする必要があります。この機能を使用し、Cisco.com から暗号化ソフトウェア ファイルをダウンロードするには許可を得る必要があります。詳細については、このリリースのリリース ノートを参照してください。

- 「SSH の概要」（P.8-44）
- 「SSH の設定」（P.8-45）
- 「SSH の設定およびステータスの表示」（P.8-47）

SSH の設定例については、次の URL にある『*Cisco IOS Security Configuration Guide*』の「Configuring Secure Shell」の章の「SSH Configuration Examples」を参照してください。
http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/12_2/security/configuration/guide/scfssh.html

IPv6 の SSH 機能は IPv4 と同じです。IPv6 では、SSH は IPv6 アドレスをサポートし、IPv6 転送によりリモート IPv6 ノードとの安全で暗号化された接続を可能にします。

（注）ここで使用するコマンドの構文および使用方法の詳細については、次の URL にあるこのリリースに対応するコマンド リファレンスおよび Cisco IOS Release 12.2 のコマンド リファレンスを参照してください。
http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/12_2/security/command/reference/fsecur_r.html
『*Cisco IOS IPv6 Command Reference*』

SSH の概要

SSH は、デバイスに対する安全なリモート接続を可能にするプロトコルです。SSH は、デバイスの認証時に強力な暗号化を行うことで、リモート接続について Telnet 以上のセキュリティを実現します。このソフトウェア リリースは、SSH バージョン 1（SSHv1）および SSH バージョン 2（SSHv2）をサポートしています。

- 「SSH サーバ、統合クライアント、およびサポートされているバージョン」（P.8-44）
- 「制限事項」（P.8-45）

SSH サーバ、統合クライアント、およびサポートされているバージョン

SSH 機能には SSH サーバおよび SSH 統合クライアントがあり、これらはスイッチ上で実行されるアプリケーションです。SSH クライアントを使用すると、SSH サーバが稼動するスイッチに接続できます。SSH サーバは、このリリースでサポートされている SSH クライアントおよび、他社製の SSH クライアントと使用します。また、SSH クライアントは、このリリースでサポートされている SSH サーバおよび他社製の SSH サーバと使用します。

スイッチは、SSHv1 または SSHv2 サーバをサポートしています。

スイッチは、SSHv1 クライアントをサポートしています。

SSH は、DES 暗号化アルゴリズム、Triple DES（3DES）暗号化アルゴリズム、およびパスワードベースの認証をサポートしています。

SSH は次のユーザ認証方式をサポートしています。

- TACACS+（詳細については、「TACACS+ によるスイッチ アクセスの制御」（P.8-10）を参照してください）
- RADIUS（詳細については、「RADIUS によるスイッチ アクセスの制御」（P.8-18）を参照してください）
- ローカル認証および許可（詳細については、「スイッチのローカル認証および許可の設定」（P.8-42）を参照してください）

（注）スイッチは、IP Security（IPSec）をサポートしていません。

制限事項

SSH には、次の制限事項が適用されます。

- スイッチは、Rivest, Shamir, and Adelman（RSA）認証をサポートします。
- SSH は、実行シェル アプリケーションだけをサポートします。
- SSH サーバおよび SSH クライアントは、DES（56 ビット）および 3DES（168 ビット）データ暗号化ソフトウェアだけでサポートされます。
- スイッチは、128 ビット キー、192 ビット キー、または 256 ビット キーの Advanced Encryption Standard（AES; 高度暗号化規格）暗号化アルゴリズムをサポートします。ただし、キーを暗号化する対称暗号化 AES はサポートされません。

SSH の設定

内容は次のとおりです。

- 「設定時の注意事項」（P.8-45）
- 「スイッチで SSH を実行するためのセットアップ」（P.8-45）（必須）
- 「SSH サーバの設定」（P.8-46）（スイッチを SSH サーバとして設定する場合だけ必須）

設定時の注意事項

スイッチを SSH サーバまたは SSH クライアントとして設定する場合は、次の注意事項に従ってください。

- SSHv2 サーバは、SSHv1 サーバで生成される RSA キーのペアを使用できます（逆の場合も同様です）。
- **crypto key generate rsa** グローバル コンフィギュレーション コマンドを入力した後、CLI エラー メッセージが表示される場合、RSA キー ペアは生成されていません。ホスト名およびドメインを再設定してから、**crypto key generate rsa** コマンドを入力してください。詳細については、「スイッチで SSH を実行するためのセットアップ」（P.8-45）を参照してください。
- RSA キーのペアを生成する場合に、メッセージ 「`No host name specified`」が表示されることがあります。このメッセージが表示された場合は、**hostname** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用してホスト名を設定する必要があります。
- RSA キーのペアを生成する場合に、メッセージ 「`No domain specified`」が表示されることがあります。このメッセージが表示された場合は、**ip domain-name** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用して IP ドメイン名を設定する必要があります。
- ローカル認証および許可の方法を設定する場合に、コンソール上で AAA がディセーブルにされていることを確認してください。

スイッチで SSH を実行するためのセットアップ

SSH を実行するようにスイッチをセットアップするには、次の手順を実行してください。

1. 暗号化ソフトウェア イメージを Cisco.com からダウンロードします。この手順は必須です。詳細については、このリリースのリリース ノートを参照してください。
2. スイッチのホスト名および IP ドメイン名を設定します。この手順を実行するのは、スイッチを SSH サーバとして設定する場合だけです。

3. スイッチが SSH を自動的にイネーブルにするための RSA キーのペアを生成します。この手順を実行するのは、スイッチを SSH サーバとして設定する場合だけです。
4. ローカル アクセスまたはリモート アクセス用にユーザ認証を設定します。この手順は必須です。詳細については、「スイッチのローカル認証および許可の設定」（P.8-42）を参照してください。

ホスト名と IP ドメイン名を設定し、RSA キーのペアを生成するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順を実行するのは、スイッチを SSH サーバとして設定する場合だけです。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**hostname** *hostname*	スイッチのホスト名を設定します。
ステップ 3	**ip domain-name** *domain_name*	スイッチのホスト ドメインを設定します。
ステップ 4	**crypto key generate rsa**	スイッチ上でローカルおよびリモート認証用に SSH サーバをイネーブルにし、RSA キーのペアを生成します。 最小モジュラス サイズは、1024 ビットにすることを推奨します。 RSA キーのペアを生成する場合に、モジュラスの長さの入力を求められます。モジュラスが長くなるほど安全ですが、生成と使用に時間がかかります。
ステップ 5	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 6	**show ip ssh** または **show ssh**	SSH サーバのバージョンおよび設定情報を表示します。 スイッチ上の SSH サーバのステータスを表示します。
ステップ 7	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

RSA キーのペアを削除するには、**crypto key zeroize rsa** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。RSA キーのペアを削除すると、SSH サーバは自動的にディセーブルになります。

SSH サーバの設定

SSH サーバを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**ip ssh version** [**1** | **2**]	（任意）SSHv1 または SSHv2 を実行するようにスイッチを設定します。 • **1** : SSHv1 を実行するようにスイッチを設定します。 • **2** : SSHv2 を実行するようにスイッチを設定します。 このコマンドを入力しない場合、またはキーワードを指定しない場合、SSH サーバは、SSH クライアントでサポートされている最新バージョンの SSH を選択します。たとえば、SSH クライアントが SSHv1 および SSHv2 をサポートしている場合、SSH サーバは SSHv2 を選択します。

	コマンド	目的
ステップ 3	**ip ssh** {**timeout** *seconds* | **authentication-retries** *number*}	SSH 制御パラメータを設定します。 • タイムアウト値は秒単位で指定します（デフォルト値は 120 秒）。指定できる範囲は 0 ～ 120 秒です。このパラメータは、SSH ネゴシエーション フェーズに適用されます。接続が確立されると、スイッチは CLI ベース セッションのデフォルトのタイムアウト値を使用します。 デフォルトでは、ネットワーク上の複数の CLI ベース セッション（セッション 0 ～ 4）に対して、最大 5 つの暗号化同時 SSH 接続を使用できます。実行シェルが起動すると、CLI ベース セッションのタイムアウト値はデフォルトの 10 分に戻ります。 • クライアントをサーバへ再認証できる回数を指定します。デフォルトは 3 です。指定できる範囲は 0 ～ 5 です。 両方のパラメータを設定する場合はこの手順を繰り返します。
ステップ 4	**line vty** *line_number* [*ending_line_number*] **transport input ssh**	（任意）仮想端末回線設定を設定します。 • ライン コンフィギュレーション モードを開始して、仮想端末回線設定を設定します。*line_number* および *ending_line_number* に対して、1 回線ペアを指定します。指定できる範囲は 0 ～ 15 です。 • スイッチで非 SSH Telnet 接続を回避するように設定します。これにより、ルータは SSH 接続に限定されます。
ステップ 5	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 6	**show ip ssh** または **show ssh**	SSH サーバのバージョンおよび設定情報を表示します。 スイッチ上の SSH サーバの接続ステータスを表示します。
ステップ 7	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

デフォルトの SSH 制御パラメータに戻すには、**no ip ssh** {**timeout** | **authentication-retries**} グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

SSH の設定およびステータスの表示

SSH サーバの設定およびステータスを表示するには、表 8-6 の特権 EXEC コマンドを 1 つまたは複数使用します。

表 8-6　SSH サーバの設定およびステータスを表示するコマンド

コマンド	目的
show ip ssh	SSH サーバのバージョンおよび設定情報を表示します。
show ssh	SSH サーバのステータスを表示します。

これらのコマンドの詳細については、次の URL にある『*Cisco IOS Security Command Reference*』の「Other Security Features」の章の「Secure Shell Commands」を参照してください。
http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/12_2/security/configuration/guide/scfpass.html

SSL HTTP のためのスイッチの設定

ここでは、HTTP 1.1 のサーバおよびクライアントに対応した Secure Socket Layer（SSL）バージョン 3.0 を設定する方法について説明します。SSL は、セキュア HTTP 通信を実現するために、HTTP クライアント認証だけでなく、サーバ認証、暗号化、およびメッセージの完全性も提供します。SSL を使用するには、暗号化ソフトウェア イメージがスイッチにインストールされている必要があります。この機能を使用し、Cisco.com から暗号化ソフトウェア ファイルをダウンロードするには許可を得る必要があります。暗号化イメージの詳細については、このリリースのリリース ノートを参照してください。

ここでは、次の情報について説明します。

- 「セキュア HTTP サーバおよびクライアントの概要」（P.8-48）
- 「セキュア HTTP サーバおよびクライアントの設定」（P.8-50）
- 「セキュア HTTP サーバおよびクライアントのステータスの表示」（P.8-54）

ここで使用する設定例やコマンドの構文および使用方法の詳細については、次の URL にある Cisco IOS Release 12.2(15)T の「HTTPS：HTTP Server and Client with SSL 3.0」の機能説明を参照してください。
http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/netmgmt/configuration/guide/nm_https_sc_ssl3.html

セキュア HTTP サーバおよびクライアントの概要

セキュア HTTP 接続の場合、HTTP サーバが送受信するデータは暗号化されてインターネットに送信されます。SSL 暗号化を伴う HTTP は、Web ブラウザからスイッチを設定するような機能に、セキュアな接続を提供します。シスコが実装するセキュア HTTP サーバおよび HTTP クライアントでは、アプリケーション レイヤの暗号化に SSL バージョン 3.0 を使用します。HTTP over SSL は、HTTPS と省略されます（セキュアな接続の場合、URL が http:// の代わりに https:// で始まります）。

セキュア HTTP サーバ（スイッチ）の主な役割は、指定のポート（デフォルトの HTTPS ポートは 443）で HTTPS 要求を待ち受けて、HTTP 1.1 Web サーバへその要求を渡すことです。HTTP 1.1 サーバはその要求を処理して、セキュア HTTP サーバへ応答（呼び出す）します。セキュア HTTP サーバは HTTP 1.1 サーバの代わりに、元の要求に応えます。

セキュア HTTP クライアント（Web ブラウザ）の主な役割は、Cisco IOS アプリケーション要求に応答して、そのアプリケーションが要求した HTTPS User Agent サービスを実行し、応答を（そのアプリケーションに）返すことです。

CA のトラストポイント

Certificate Authority（CA; 認証局）は、要求を認可して参加するネットワーク デバイスに証明書を発行します。これらのサービスは、参加するデバイスに対する中央集中的なセキュリティ キーおよび証明書の管理を提供します。特定の CA サーバは *トラストポイント*と呼ばれます。

接続が実行されると、HTTPS サーバは、トラストポイントとなる特定の CA から得た X.509v3 の証明書を発行することで、セキュアな接続をクライアントに提供します。クライアント（通常、Web ブラウザ）は、その証明書の認証に必要な公開キーを保有しています。

セキュア HTTP 接続には、CA のトラストポイントを設定することを強く推奨します。HTTPS サーバを実行しているデバイスに CA のトラストポイントが設定されていないと、サーバは自身を認証して必要な RSA のキーのペアを生成します。自身で認証した（自己署名）証明書は適切なセキュリティではないので、接続するクライアントはその証明書が自己証明書であることを通知し、ユーザに接続の選択（確立または拒否）をさせる必要があります。この選択肢は内部ネットワーク トポロジ（テスト用など）に役立ちます。

CA のトラストポイントを設定していないと、セキュア HTTP 接続を有効にした場合、そのセキュア HTTP サーバ（またはクライアント）に対する一時的または永続的な自己署名証明書が自動的に生成されます。

- スイッチにホスト名とドメイン名が設定されてない場合、生成される自己署名証明書は一時的なものです。スイッチを再起動すると、この一時的な自己署名証明書は失われ、新たに自己署名証明書（一時的に）が割り当てられます。
- スイッチにホスト名とドメイン名が設定されている場合、生成される自己署名証明書は永続的なものです。この証明書は、スイッチを再起動しても、セキュア HTTP サーバを無効にしても有効のままです。そのため、再度セキュア HTTP 接続を有効にしたときに使用できます。

（注）CA およびトラストポイントは、デバイスごとに設定する必要があります。他のデバイスからこれらをコピーしても、スイッチでは無効です。

自己署名証明書が生成された場合、その情報は **show running-config** 特権 EXEC コマンドで出力できます。自己署名証明書を表示するコマンドの出力（show running-config コマンド）を例として一部示します。

```
Switch# show running-config
Building configuration...

<output truncated>

crypto pki trustpoint TP-self-signed-3080755072
 enrollment selfsigned
 subject-name cn=IOS-Self-Signed-Certificate-3080755072
 revocation-check none
 rsakeypair TP-self-signed-3080755072
!
!
crypto ca certificate chain TP-self-signed-3080755072
 certificate self-signed 01
  3082029F 30820208 A0030201 02020101 300D0609 2A864886 F70D0101 04050030
  59312F30 2D060355 04031326 494F532D 53656C66 2D536967 6E65642D 43657274
  69666963 6174652D 33303830 37353530 37323126 30240609 2A864886 F70D0109

<output truncated>
```

自己署名証明書は、セキュア HTTP サーバを無効にして、**no crypto pki trustpoint TP-self-signed-30890755072** グローバル コンフィギュレーション コマンドを入力することで削除できます。その後、セキュア HTTP サーバを再度有効にすると、自己署名証明書が新たに生成されます。

（注）*TP self-signed* の後ろに表示されている値は、デバイスのシリアル番号によって異なります。

オプションのコマンド（**ip http secure-client-auth**）を使用すると、HTTPS サーバがクライアントからの X.509v3 証明書を要求します。クライアントの認証は、サーバ自身の認証よりも高いセキュリティを提供します。

CA の詳細については、Cisco.com で『*Cisco IOS Security Configuration Guide, Release 12.4*』の「Configuring Certification Authority Interoperability」の章を参照してください。

CipherSuite

CipherSuite は暗号化アルゴリズムおよびダイジェスト アルゴリズムを指定して、SSL 接続に使用します。HTTPS サーバに接続すると、クライアントの Web ブラウザは、サポート対象の CipherSuite のリストを提供します。その後クライアントとサーバは、両方でサポートされている暗号化アルゴリズムで最適なものをリストから選択してネゴシエートします。たとえば、Netscape Communicator 4.76 は、米国のセキュリティ（RSA 公開キー暗号 MD2、MD5、RC2-CBC、RC4、DES-CBC、および DES-EDE3-CBC）をサポートしています。

最適な暗号化には、128 ビット暗号化をサポートするクライアント ブラウザ（Microsoft Internet Explorer バージョン 5.5 以降または Netscape Communicator バージョン 4.76 以降など）が必要です。SSL_RSA_WITH_DES_CBC_SHA CipherSuite は、128 ビット暗号化を提供しないため、他の CipherSuite よりもセキュリティが低くなります。

CipherSuite は、よりセキュリティが高く、複雑になればなるほど、わずかですが処理時間が必要になります。次に、スイッチでサポートされる CipherSuite およびルータの処理負荷（速さ）による CipherSuite のランク（速い順）を定義します。

1. SSL_RSA_WITH_DES_CBC_SHA：メッセージの暗号化に DES-CBC、およびメッセージ ダイジェストに SHA を使用した RSA のキー交換（RSA 公開キー暗号化）
2. SSL_RSA_WITH_RC4_128_MD5：RC4 128 ビット暗号化、およびメッセージ ダイジェストに MD5 を使用した RSA のキー交換
3. SSL_RSA_WITH_RC4_128_SHA：RC4 128 ビット暗号化、およびメッセージ ダイジェストに SHA を使用した RSA のキー交換
4. SSL_RSA_WITH_3DES_EDE_CBC_SHA：メッセージの暗号化に 3DES と DES-EDE3-CBC、およびメッセージ ダイジェストに SHA を使用した RSA のキー交換（RSA 公開キー暗号化）

（暗号化およびダイジェスト アルゴリズムをそれぞれ指定して組み合わせた）RSA は、SSL 接続においてキーの生成および認証の両方に使用されます。これは、CA のトラストポイントが設定されているかどうかにかかわりません。

セキュア HTTP サーバおよびクライアントの設定

SSL のデフォルト設定

標準の HTTP サーバはイネーブルに設定されています。

SSL はイネーブルに設定されています。

CA のトラストポイントは設定されていません。

自己署名証明書は生成されていません。

SSL の設定時の注意事項

SSL をスイッチ クラスタで使用すると、SSL セッションがクラスタ コマンダで終了します。クラスタ メンバのスイッチは標準の HTTP で動作させる必要があります。

CA のトラストポイントを設定する前に、システム クロックが設定されていることを確認してください。クロックが設定されていないと、不正な日付により証明書が拒否されます。

CA のトラストポイントの設定

セキュア HTTP 接続には、CA のトラストポイントを正式に設定することを推奨します。CA のトラストポイントは、自己署名証明書より高いセキュリティがあります。

CA のトラストポイントを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**hostname** *hostname*	スイッチのホスト名を指定します（以前ホスト名を設定していない場合だけ必須）。ホスト名はセキュリティ キーと証明書に必要です。
ステップ 3	**ip domain-name** *domain-name*	スイッチの IP ドメイン名を指定します（以前 IP ドメイン名を設定していない場合だけ必須）。IP ドメイン名はセキュリティ キーと証明書に必要です。
ステップ 4	**crypto key generate rsa**	（任意）RSA キーのペアを生成します。RSA キーのペアは、スイッチの証明書を入手する前に必要です。RSA キーのペアは自動的に生成されます。必要であれば、このコマンドを使用してキーを再生成できます。
ステップ 5	**crypto ca trustpoint** *name*	CA のトラストポイントにローカルの設定名を指定して、CA トラストポイントコンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 6	**enrollment url** *url*	証明書の要求の送信先スイッチの URL を指定します。
ステップ 7	**enrollment http-proxy** *host-name port-number*	（任意）HTTP プロキシ サーバを経由して CA から証明書を入手するようにスイッチを設定します。
ステップ 8	**crl query** *url*	ピアの証明書が取り消されていないかを確認するために、Certificate Revocation List（CRL; 証明書失効リスト）を要求するようにスイッチを設定します。
ステップ 9	**primary**	（任意）トラストポイントが CA 要求に対してプライマリ（デフォルト）トラストポイントとして使用されるように指定します。
ステップ 10	**exit**	CA トラストポイントコンフィギュレーション モードを終了し、グローバル コンフィギュレーション モードに戻ります。
ステップ 11	**crypto ca authentication** *name*	CA の公開キーを取得して CA を認証します。ステップ 5 で使用した名前と同じものを使用します。
ステップ 12	**crypto ca enroll** *name*	指定の CA のトラストポイントから証明書を取得します。このコマンドは、各 RSA キーのペアに対して 1 つの署名入りの証明書を要求します。
ステップ 13	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 14	**show crypto ca trustpoints**	設定を確認します。
ステップ 15	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

no crypto ca trustpoint *name* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用して、CA に関連するすべての ID 情報および証明書を削除できます。

セキュア HTTP サーバの設定

証明に認証局を使用する場合、前の手順を使用してスイッチの CA トラストポイントを設定してから、HTTP サーバを有効にする必要があります。CA のトラストポイントを設定していない場合、セキュア HTTP サーバを最初に有効にした時点で、自己署名証明書が生成されます。サーバを設定した後、標準およびセキュア HTTP サーバ両方に適用するオプション（パス、適用するアクセス リスト、最大接続数、またはタイムアウト ポリシー）を設定できます。

セキュア HTTP サーバを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的

ステップ 1	**show ip http server status**	（任意）HTTP サーバのステータスを表示して、セキュア HTTP サーバの機能がソフトウェアでサポートされているかどうかを判断します。出力で、次のラインのどちらかを確認してください。
		`HTTP secure server capability: Present`
		または
		`HTTP secure server capability: Not present`

ステップ 2	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**ip http secure-server**	HTTPS サーバがディセーブルの場合、イネーブルにします。HTTPS サーバは、デフォルトでイネーブルに設定されています。
ステップ 4	**ip http secure-port** *port-number*	（任意）HTTPS サーバに使用するポート番号を指定します。デフォルトのポート番号は 443 です。443 または 1025 ～ 65535 の範囲で指定できます。
ステップ 5	**ip http secure-ciphersuite** {[**3des-ede-cbc-sha**] [**rc4-128-md5**] [**rc4-128-sha**] [**des-cbc-sha**]}	（任意）HTTPS 接続の暗号化に使用する CipherSuite（暗号化アルゴリズム）を指定します。特定の CipherSuite を指定する理由がなければ、サーバとクライアントが、両方がサポートする CipherSuite でネゴシエートするように設定します。これがデフォルトです。
ステップ 6	**ip http secure-client-auth**	（任意）HTTP サーバを設定して、接続処理の間、認証のために、クライアントからの X.509v3 証明書を要求します。デフォルトでは、クライアントがサーバからの証明書を要求する設定になっていますが、サーバはクライアントを認証しないようになっています。
ステップ 7	**ip http secure-trustpoint** *name*	X.509v3 セキュリティ証明書の取得およびクライアントの証明書接続の認証に使用する CA のトラストポイントを指定します。 **（注）** このコマンドの使用は、前の手順に従って CA のトラストポイントをすでに設定しているという前提を踏まえて説明しています。
ステップ 8	**ip http path** *path-name*	（任意）HTML ファイルのベースとなる HTTP パスを設定します。パスは、ローカル システムにある HTTP サーバ ファイルの場所を指定します（通常、システムのフラッシュ メモリを指定します）。
ステップ 9	**ip http access-class** *access-list-number*	（任意）HTTP サーバへのアクセスの許可に使用するアクセス リストを指定します。
ステップ 10	**ip http max-connections** *value*	（任意）HTTP サーバへの同時最大接続数を指定します。指定できる範囲は 1 ～ 16 です。デフォルトは 5 です。
ステップ 11	**ip http timeout-policy idle** *seconds* **life** *seconds* **requests** *value*	（任意）指定の状況下における、HTTP サーバへの接続最大時間を指定します。 • **idle**：データの受信がないか、応答データが送信できない場合の最大時間。指定できる範囲は 1 ～ 600 秒です。デフォルト値は 180 秒です（3 分）。 • **life**：接続を確立している最大時間。指定できる範囲は 1 ～ 86400 秒です（24 時間）。デフォルト値は 180 秒です。 • **requests**：永続的な接続で処理される要求の最大数。最大値は 86400 です。デフォルト値は 1 です。

	コマンド	目的
ステップ 12	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 13	**show ip http server secure status**	セキュア HTTP サーバのステータスを表示して、設定を確認します。
ステップ 14	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

標準の HTTP サーバをディセーブルにするには、**no ip http server** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。セキュア HTTP サーバをディセーブルにするには、**no ip http secure-server** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。デフォルトの設定に戻すには、**no ip http secure-port** および **no ip http secure-ciphersuite** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。クライアント認証の要件を削除するには、**no ip http secure-client-auth** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

Web ブラウザを使用してセキュア HTTP 接続を確認するには、https://*URL* を入力します（URL は IP アドレス、またはサーバ スイッチのホスト名）。デフォルト ポート以外のポートを設定している場合、URL の後ろにポート番号も指定する必要があります。次に例を示します。

```
https://209.165.129:1026
```

または

```
https://host.domain.com:1026
```

セキュア HTTP クライアントの設定

標準の HTTP クライアントおよびセキュア HTTP クライアントは常にイネーブルです。セキュア HTTP クライアントの認証には、認証局が必要です。次の手順では、前の手順で CA のトラストポイントをスイッチに設定していることを前提にしています。CA のトラストポイントが設定されておらず、リモートの HTTPS サーバがクライアントの認証を要求した場合、セキュア HTTP クライアントへの接続は失敗します。

セキュア HTTP クライアントを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**ip http client secure-trustpoint** *name*	（任意）リモートの HTTP サーバがクライアント認証を要求した場合に使用する、CA のトラストポイントを指定します。このコマンドの使用は、前の手順を使用して CA のトラストポイントをすでに設定しているという前提を踏まえて説明しています。クライアント認証が必要ない場合、またはプライマリのトラストポイントがすでに設定されている場合は、このコマンドは任意です。
ステップ 3	**ip http client secure-ciphersuite** {[**3des-ede-cbc-sha**] [**rc4-128-md5**] [**rc4-128-sha**] [**des-cbc-sha**]}	（任意）HTTPS 接続の暗号化に使用する CipherSuite（暗号化アルゴリズム）を指定します。特定の CipherSuite を指定する理由がなければ、サーバとクライアントが、両方がサポートする CipherSuite でネゴシエートするように設定します。これがデフォルトです。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show ip http client secure status**	セキュア HTTP サーバのステータスを表示して、設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

クライアントのトラストポイントの設定を削除するには、**no ip http client secure-trustpoint** *name* コマンドを使用します。クライアントにすでに設定されている CipherSuite 仕様を削除するには、**no ip http client secure-ciphersuite** コマンドを使用します。

セキュア HTTP サーバおよびクライアントのステータスの表示

SSL セキュア サーバおよびクライアントのステータスを表示するには、表 8-7 に記載された特権 EXEC コマンドを使用します。

表 8-7　SSL セキュア サーバおよびクライアントのステータスを表示するコマンド

コマンド	目的
show ip http client secure status	セキュア HTTP クライアントの設定を表示します。
show ip http server secure status	セキュア HTTP サーバの設定を表示します。
show running-config	セキュア HTTP 接続に対して生成された自己署名証明書を表示します。

SCP のためのスイッチの設定

Secure Copy Protocol（SCP）機能は、スイッチの設定やイメージ ファイルのコピーにセキュアな認証方式を提供します。SCP には SSH が必要です（Berkeley の r-tool に代わるセキュリティの高いアプリケーションおよびプロトコルです）。

SSH を動作させるには、スイッチに RSA の公開キーと秘密キーのペアが必要です。これは SSH が必要な SCP も同様で、セキュアな転送を実現させるには、これらのキーのペアが必要です。

また、SSH には AAA 認証が必要のため、適切に設定するには、SCP にも AAA 認証が必要になります。

- SCP をイネーブルにする前に、スイッチの SSH、認証、許可、およびアカウンティングを適切に設定してください。
- SCP は SSH を使用してセキュアな転送を実行するため、ルータには RSA キーのペアが必要です。

（注）　SCP を使用する場合、コピー コマンドにパスワードを入力できません。プロンプトが表示されたときに、入力する必要があります。

Secure Copy に関する情報

Secure Copy 機能を設定するには、次の概念を理解する必要があります。

SCP は一連の Berkeley の r-tools に基づいて設計されているため、その動作内容は、SCP が SSH のセキュリティに対応している点を除けば、Remote Copy Protocol（RCP）と類似しています。また、SCP の設定には AAA の許可も必要なため、ルータはユーザが正しい権限レベルを保有しているか確認する必要があります。

適切な許可を得ているユーザは、SCP を使用して Cisco IOS File System（IFS）のファイルをスイッチに（またはスイッチから）自由にコピーできます。コピーには **copy** コマンドを使用します。また、許可されている管理者もこの作業をワークステーションから実行できます。

SCP の設定および検証方法の詳細については、次の URL にある『*Cisco IOS Security Configuration Guide: Securing User Services, Release 12.4*』の「Secure Copy Protocol」を参照してください。
http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/sec_user_services/configuration/guide/sec_secure_copy_ps6350_TSD_Products_Configuration_Guide_Chapter.html

CHAPTER 9

IEEE 802.1X ポートベース認証の設定

IEEE 802.1X ポートベース認証は、不正なデバイス（クライアント）によるネットワーク アクセスを防止します。コマンドの構文と使用方法の詳細については、Catalyst 3560 スイッチのコマンド リファレンス、および『Cisco IOS Security Command Reference, Release 12.4』の「RADIUS Commands」の項を参照してください。

スイッチは、Cisco TrustSec の Security Group Tag（SGT）Exchange Protocol（SXP）もサポートします。この機能では、Security Group Access Control List（SGACL; セキュリティ グループ アクセス コントロール リスト）がサポートされます。これは IP アドレスではなく、デバイスのグループに対する ACL ポリシーを定義します。SXP 制御プロトコルを使用すると、ハードウェアのアップグレードなしに SGT によるパケットのタグ付けを行うことができます。SXP 制御プロトコルは Cisco TrustSec ドメイン エッジのアクセス レイヤ デバイスと Cisco TrustSec ドメイン内のディストリビューション レイヤ デバイス間で実行されます。Catalyst 3560 スイッチは、Cisco TrustSec ネットワーク上でアクセス レイヤ スイッチとして動作します。

Cisco TrustSec の詳細については、次の URL にある『*Cisco TrustSec Switch Configuration Guide*』を参照してください。
http://www.cisco.com/en/US/docs/switches/lan/trustsec/configuration/guide/trustsec.html

SXP のセクションでは、Catalyst 3560 スイッチでサポートされる機能を定義します。

この章で説明する内容は、次のとおりです。

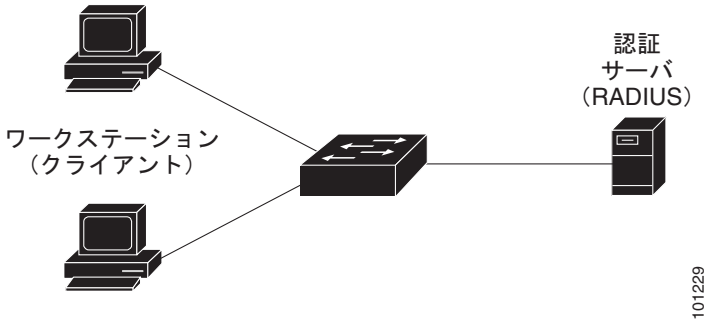
IEEE 802.1X ポートベース認証の概要

この規格では、不正なクライアントがアクセス可能なポートから LAN に接続しないように規制する、クライアント/サーバ型のアクセス制御および認証プロトコルを定めています。認証サーバがスイッチ ポートに接続する各クライアントを認証したうえで、スイッチまたは LAN サービスを利用できるようにします。

IEEE 802.1X アクセス制御では、クライアントを認証するまでの間、そのクライアントが接続しているポート経由では Extensible Authentication Protocol over LAN（EAPOL）、Cisco Discovery Protocol（CDP）、および Spanning-Tree Protocol（STP; スパニング ツリー プロトコル）トラフィックしか許可されません。認証後、通常のトラフィックがポート経由で送受信されます。

デバイスの役割

図 9-1　802.1X におけるデバイスの役割



- *クライアント*：LAN およびスイッチ サービスへのアクセスを要求し、スイッチからの要求に応答するデバイス（ワークステーション）。ワークステーションでは、Microsoft Windows XP OS（オペレーティング システム）に付属しているような 802.1X 準拠のクライアント ソフトウェアを実行する必要があります（クライアントは、802.1X 規格では*サプリカント*といいます）。

（注）　Windows XP のネットワーク接続と 802.1x 認証の問題を解決するには、次の URL にある「Microsoft Knowledge Base」を参照してください。
http://support.microsoft.com/support/kb/articles/Q303/5/97.ASP

- *認証サーバ*：クライアントの実際の認証を行います。認証サーバはクライアントの識別情報を確認し、そのクライアントに LAN およびスイッチ サービスへのアクセスを許可すべきかどうかをスイッチに通知します。スイッチはプロキシとして動作するので、認証サービスはクライアントに対して透過的に行われます。今回のリリースでサポートされる認証サーバは、Extensible Authentication Protocol（EAP）拡張機能を備えた Remote Authentication Dial-In User Service（RADIUS）セキュリティ システムだけです。これは Cisco Secure Access Control Server バージョン 3.0 以降で利用できます。RADIUS はクライアント/サーバ モデルで動作し、RADIUS サーバと 1 つまたは複数の RADIUS クライアントとの間でセキュア認証情報を交換します。
- *スイッチ*（エッジ スイッチまたはワイヤレス アクセス ポイント）：クライアントの認証ステータスに基づいて、ネットワークへの物理アクセスを制御します。スイッチはクライアントと認証サーバとの仲介デバイス（プロキシ）として動作し、クライアントに識別情報を要求し、その情報を認証サーバで確認し、クライアントに応答をリレーします。スイッチには、EAP フレームのカプセル化とカプセル化解除、および認証サーバとの対話を処理する RADIUS クライアントが含まれています（スイッチは、802.1X 規格では*オーセンティケータ*といいます）。

  スイッチが EAPOL フレームを受信して認証サーバにリレーする場合、イーサネット ヘッダーが取り除かれ、残りの EAP フレームが RADIUS フォーマットに再カプセル化されます。カプセル化では EAP フレームの変更は行われないため、認証サーバはネイティブ フレーム フォーマットの EAP をサポートしなければなりません。スイッチが認証サーバからフレームを受信すると、サーバのフレーム ヘッダーが削除され、残りの EAP フレームがイーサネット用にカプセル化され、クライアントに送信されます。

  仲介デバイスとして動作できるものには、Catalyst 3750-E、Catalyst 3560-E、Catalyst 3750、Catalyst 3560、Catalyst 3550、Catalyst 2975、Catalyst 2970、Catalyst 2960、Catalyst 2955、Catalyst 2950、Catalyst 2940、またはワイヤレス アクセス ポイントがあります。これらのデバイスでは、RADIUS クライアントおよび 802.1X 認証をサポートするソフトウェアを実行している必要があります。

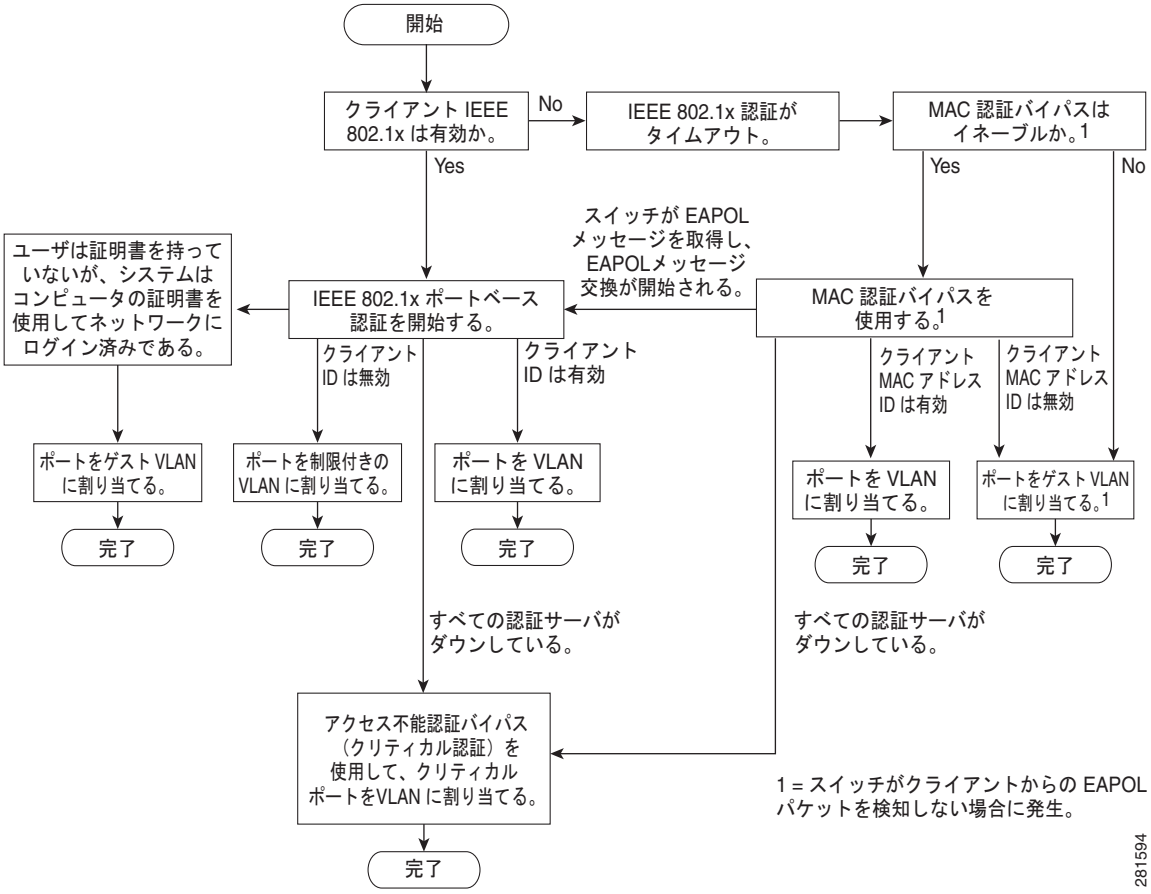
認証プロセス

802.1X ポートベース認証がイネーブルであり、クライアントが 802.1X 準拠のクライアント ソフトウェアをサポートしている場合、次のイベントが発生します。

- クライアント ID が有効で 802.1X 認証に成功した場合、スイッチはクライアントにネットワークへのアクセスを許可します。
- EAPOL メッセージ交換の待機中に 802.1X 認証がタイムアウトし、MAC 認証バイパスがイネーブルの場合、スイッチはクライアント MAC アドレスを認証用に使用します。このクライアント MAC アドレスが有効で認証に成功した場合、スイッチはクライアントにネットワークへのアクセスを許可します。クライアント MAC アドレスが無効で認証に失敗した場合、ゲスト VLAN が設定されていれば、スイッチはクライアントに限定的なサービスを提供するゲスト VLAN を割り当てます。
- スイッチが 802.1X 対応クライアントから無効な ID を取得し、制限付き VLAN が指定されている場合、スイッチはクライアントに限定的なサービスを提供する制限付き VLAN を割り当てることができます。
- RADIUS 認証サーバが使用できず（ダウンしていて）アクセスできない認証バイパスがイネーブルの場合、スイッチは、RADIUS 設定 VLAN またはユーザ指定アクセス VLAN で、ポートをクリティカル認証ステートにして、クライアントにネットワークのアクセスを許可します。

（注）　アクセスできない認証バイパスは、クリティカル認証、または Authentication, Authorization, Accounting（AAA; 認証、許可、アカウンティング）失敗ポリシーとも呼ばれます。

図 9-2　認証フローチャート



次の状況のいずれかが発生すると、スイッチはクライアントを再認証します。

- 定期的な再認証がイネーブルで、再認証タイマーの期限が切れている場合。

  スイッチ固有の値を使用するか、RADIUS サーバからの値に基づいて再認証タイマーを設定できます。

  RADIUS サーバを使用する 802.1X 認証を設定した後、スイッチは、Session-Timeout RADIUS 属性（属性 [27]）と Termination-Action RADIUS 属性（属性 [29]）に基づいてタイマーを使用します。

  Session-Timeout RADIUS 属性（属性 [27]）は、再認証が発生するまでの時間を指定します。

  Termination-Action RADIUS 属性（属性 [29]）は、再認証中に行うアクションを指定します。アクションは *Initialize* および *ReAuthenticate* に設定できます。*Initialize* アクションが設定されていると（属性の値は *DEFAULT*）、802.1X セッションが終了し、再認証中に接続が切断されます。*ReAuthenticate* アクションが設定されていると（属性の値は RADIUS-Request）、再認証中にセッションは影響を受けません。

- クライアントを手動で再認証するには、**dot1x re-authenticate interface** *interface-id* 特権 EXEC コマンドを入力します。

Multidomain Authentication（MDA; マルチ ドメイン認証）がポートでイネーブルの場合、音声認証に適用可能ないくつかの例外とともにこのフローを使用することができます。MDA の詳細については、「マルチドメイン認証」（P.9-11）を参照してください。

認証の開始およびメッセージ交換

802.1X 認証中に、スイッチまたはクライアントは認証を開始できます。**authentication port-control auto** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用してポート上で認証をイネーブルにすると、スイッチは、リンク ステートがダウンからアップに移行したときに認証を開始し、ポートがアップしていて認証されていない場合は定期的に認証を開始します。スイッチはクライアントに EAP-Request/Identity フレームを送信し、その ID を要求します。クライアントはフレームを受信すると、EAP-Response/Identity フレームで応答します。

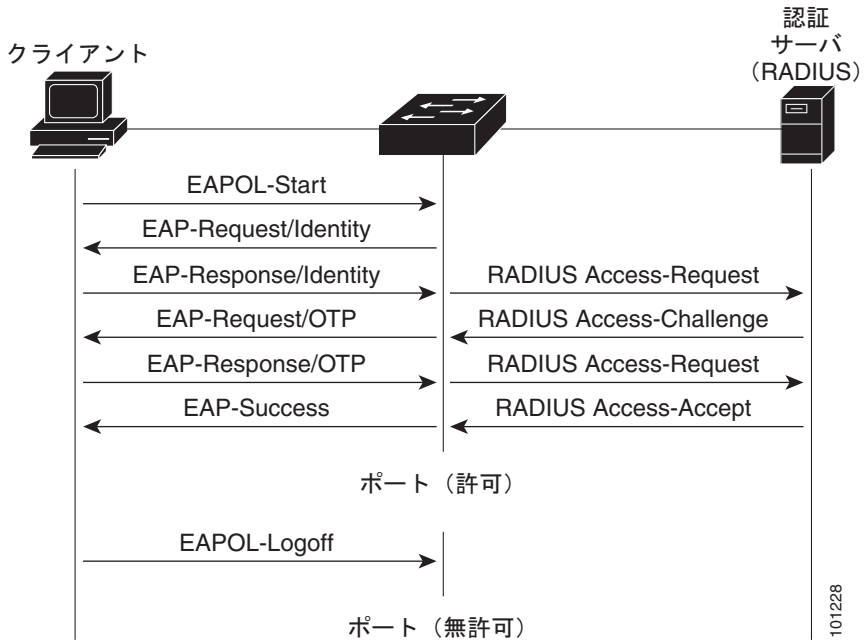
ただし、クライアントが起動時にスイッチからの EAP-Request/Identity フレームを受信しなかった場合、クライアントは EAPOL-Start フレームを送信して認証を開始できます。このフレームはスイッチに対し、クライアントの識別情報を要求するように指示します。

（注）ネットワーク アクセス デバイスで 802.1X 認証がイネーブルに設定されていない、またはサポートされていない場合には、クライアントからの EAPOL フレームはすべて廃棄されます。クライアントが認証の開始を 3 回試みても EAP-Request/Identity フレームを受信しなかった場合、クライアントはポートが許可ステートであるものとしてフレームを送信します。ポートが許可ステートであるということは、クライアントの認証が成功したことを実質的に意味します。詳細については、「許可ステートおよび無許可ステートのポート」（P.9-10）を参照してください。

クライアントが自らの識別情報を提示すると、スイッチは仲介デバイスとしての役割を開始し、認証が成功または失敗するまで、クライアントと認証サーバの間で EAP フレームを送受信します。認証が成功すると、スイッチ ポートは許可ステートになります。認証に失敗した場合、認証が再試行されるか、ポートが限定的なサービスを提供する VLAN に割り当てられるか、あるいはネットワーク アクセスが許可されないかのいずれかになります。詳細については、「許可ステートおよび無許可ステートのポート」（P.9-10）を参照してください。

実際に行われる EAP フレーム交換は、使用する認証方式によって異なります。図 9-3 に、クライアントが RADIUS サーバとの間で OTP（ワンタイム パスワード）認証方式を使用する際に行われるメッセージ交換を示します。

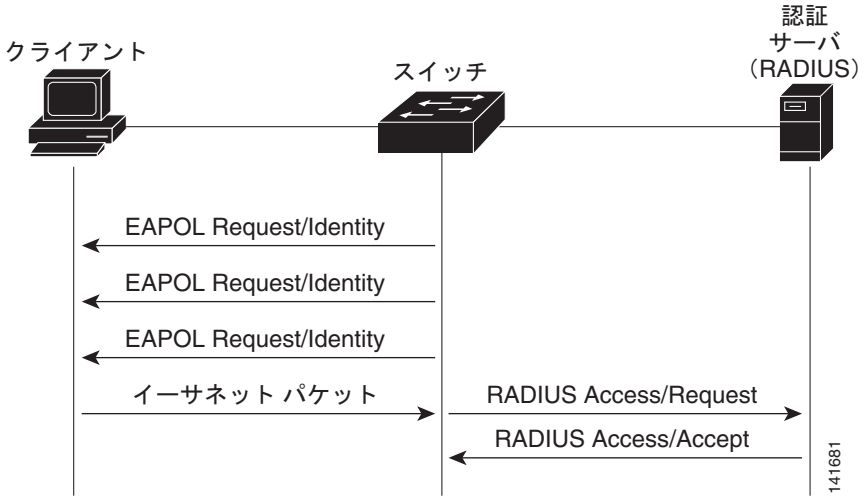
図 9-3　メッセージ交換



EAPOL メッセージ交換の待機中に 802.1X 認証がタイムアウトし、MAC 認証バイパスがイネーブルの場合、スイッチはクライアントからイーサネット パケットを検出するとそのクライアントを認証できます。スイッチは、クライアントの MAC アドレスを ID として使用し、RADIUS サーバに送信される RADIUS アクセス / 要求フレームにこの情報を保存します。サーバがスイッチに RADIUS アクセス / 承認フレームを送信（認証が成功）すると、ポートが許可されます。認証に失敗してゲスト VLAN が指定されている場合、スイッチはポートをゲスト VLAN に割り当てます。イーサネット パケットの待機中にスイッチが EAPOL パケットを検出すると、スイッチは MAC 認証バイパス プロセスを停止して、802.1X 認証を停止します。

図 9-4 に、MAC 認証バイパス中のメッセージ交換を示します。

図 9-4　MAC 認証バイパス中のメッセージ交換



認証マネージャ

Cisco IOS Release 12.2(46)SE 以前では、このスイッチと Catalyst 6000 などのその他のネットワークデバイスで CLI コマンドやメッセージを含め、同じ認証方式を使うことができませんでした。個別の認証設定を使用する必要がありました。Cisco IOS Release 12.2(50)SE 以降では、ネットワーク内のすべての Catalyst スイッチで同じ認証方式をサポートします。

Cisco IOS Release 12.2(55)SE は、認証マネージャからの冗長なシステム メッセージのフィルタリングをサポートします。詳細については、「認証マネージャ CLI コマンド」（P.9-9）を参照してください。

- 「ポートベース認証方式」（P.9-7）
- 「ユーザ単位 ACL と Filter-ID」（P.9-8）
- 「認証マネージャ CLI コマンド」（P.9-9）

ポートベース認証方式

表 9-1 に、次のホスト モードでサポートされる認証方式を示します。

- シングル ホスト：1 つのポート上で 1 つのデータ ホストまたは音声ホスト（クライアント）だけが認証されます。
- マルチ ホスト：同じポート上で複数のデータ ホストを認証できます（マルチ ホスト モードでポートが無許可になると、スイッチはそのポートに接続されたすべてのクライアントに対してネットワーク アクセスを拒否します）。
- マルチドメイン認証（MDA）：データ デバイスと音声デバイスの両方を同じスイッチ ポート上で認証できます。ポートは、データ ドメインと音声ドメインに分けられます。
- マルチ認証：データ VLAN で複数のホストを認証できます。このモードで音声 VLAN が設定されている場合は、さらに 1 つのクライアントが VLAN で許可されます。

表 9-1　802.1x 機能

認証方式	モード			
	シングル ホスト	マルチ ホスト	MDA[1]	マルチ認証[2]
802.1X	VLAN 割り当て ユーザ単位 ACL Filter-ID 属性 ダウンロード ACL[3] リダイレクト URL[3]	VLAN 割り当て ユーザ単位 ACL Filter-ID 属性 ダウンロード ACL[4] リダイレクト URL[3]	VLAN 割り当て ユーザ単位 ACL[3] Filter-ID 属性[3] ダウンロード ACL[3] リダイレクト URL[3]	ユーザ単位 ACL[3] Filter-ID 属性[3] ダウンロード ACL[3] リダイレクト URL[3]
MAC 認証バイパス	VLAN 割り当て ユーザ単位 ACL Filter-ID 属性 ダウンロード ACL[3] リダイレクト URL[3]	VLAN 割り当て ユーザ単位 ACL Filter-ID 属性 ダウンロード ACL[3] リダイレクト URL[3]	VLAN 割り当て ユーザ単位 ACL[3] Filter-ID 属性[3] ダウンロード ACL[3] リダイレクト URL[3]	ユーザ単位 ACL[3] Filter-ID 属性[3] ダウンロード ACL[3] リダイレクト URL[3]
スタンドアロン Web 認証[4]	プロキシ ACL、Filter-ID 属性、ダウンロード ACL[2]			

表 9-1　802.1x 機能 （続き）

認証方式	モード			
	シングル ホスト	マルチ ホスト	MDA[1]	マルチ認証[2]
NAC レイヤ 2 IP 検証	Filter-ID 属性[3] ダウンロード ACL リダイレクト URL	Filter-ID 属性[3] ダウンロード ACL リダイレクト URL	Filter-ID 属性[3] ダウンロード ACL リダイレクト URL	Filter-ID 属性[3] ダウンロード ACL[3] リダイレクト URL [3]
フォールバック メソッドとしての Web 認証[5]	プロキシ ACL Filter-ID 属性[3] ダウンロード ACL[3]	プロキシ ACL Filter-ID 属性[3] ダウンロード ACL[3]	プロキシ ACL Filter-ID 属性[3] ダウンロード ACL[3]	プロキシ ACL[3] Filter-ID 属性[3] ダウンロード ACL[3]

1. MDA = マルチドメイン認証。
2. *multiauth* とも呼ばれます。
3. Cisco IOS Release 12.2(50)SE 以降でサポートされます。
4. Cisco IOS Release 12.2(50)SE 以降でサポートされます。
5. 802.1X 認証をサポートしていないクライアント用。

ユーザ単位 ACL と Filter-ID

Cisco IOS Release 12.2(50)SE 以前のリリースでは、ユーザ単位 ACL および Filter-ID はシングルホスト モードだけでサポートされていました。Cisco IOS Release 12.2(50) では、MDA およびマルチ認証対応ポートのサポートが追加されました。12.2(52)SE 以降、マルチホスト モードのサポートが追加されました。

Cisco IOS Release 12.2(50)SE よりも前のリリースでは、スイッチに設定された ACL は、Catalyst 6000 スイッチなどの Cisco IOS ソフトウェアを実行する別のデバイスに設定された ACL と互換性がありません。

Cisco IOS Release 12.2(50)SE 以降では、スイッチに設定された ACL は Cisco IOS リリースを実行する他のデバイスと互換性があります。

（注）　ACL には送信元として **any** に限り設定できます。

（注）　マルチホスト モードに設定された ACL は、ステートメントの送信元ポートに *any* を指定する必要があります（例：**permit icmp** *any* **host 10.10.1.1**）。

ACL を定義する場合は必ず、送信元ポートに *any* を指定する必要があります。それ以外を指定すると ACL を適用できず、認証に失敗します。シングル ホストだけは例外で、下位互換性がありません。

MDA 対応ポートおよびマルチ認証ポートでは、複数のホストを認証できます。ホストに適用された ACL ポリシーは、別のホストのトラフィックには影響しません。

送信元アドレスに *any* を指定することで、マルチホスト ポートでホストが 1 つだけ認証され、他のホストが無許可でネットワーク アクセスを取得している場合、最初のホストの ACL ポリシーをその他のホストにも適用できます。

認証マネージャ CLI コマンド

認証マネージャのインターフェイス コンフィギュレーション コマンドは 802.1X、MAC 認証バイパス、Web 認証などのすべての認証方式を制御します。認証マネージャ コマンドは、接続されたホストに適用される認証方式のプライオリティと順序を決定します。

認証マネージャ コマンドは、ホストモード、違反モード、認証タイマーなどの一般認証機能を制御します。一般認証コマンドには、**authentication host-mode**、**authentication violation**、および **authentication timer** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドがあります。

802.1x 専用コマンドは、頭に **dot1x** または **authentication** キーワードが付きます。たとえば、**authentication port-control auto** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドは、インターフェイスで認証をイネーブルにします。ただし、**dot1x system-authentication control** グローバル コンフィギュレーション コマンドは 802.1X 認証をグローバルにだけイネーブルまたはディセーブルにします。

（注）　802.1X 認証がグローバルにディセーブルにされた場合、Web 認証などの他の認証方式はそのポートでイネーブルのままになります。

認証マネージャ コマンドは以前の 802.1X コマンドと同じ機能を提供します。

表 9-2　認証マネージャ コマンドと以前の 802.1X コマンド

Cisco IOS Release 12.2(50)SE 以降の認証マネージャ コマンド	Cisco IOS Release 12.2(46)SE 以前の同等の 802.1X コマンド	説明
authentication control-direction {both | in}	**dot1x control-direction {both | in}**	Wake-on-LAN（WoL）機能を持つ認証をイネーブルにし、ポート制御を単一方向または双方向に設定します。
authentication event	**dot1x auth-fail vlan** **dot1x critical**（インターフェイス コンフィギュレーション） **dot1x guest-vlan6**	ポート上で制限付き VLAN をイネーブルにします。 アクセス不能認証バイパス機能をイネーブルにします。 アクティブ VLAN をゲスト VLAN として指定します。
authentication fallback *fallback-profile*	**dot1x fallback** *fallback-profile*	認証をサポートしていないクライアント用に、フォールバック メソッドとして Web 認証を使用するようにポートを設定します。
authentication host-mode [multi-auth | multi-domain | multi-host | single-host]	**dot1x host-mode {single-host | multi-host | multi-domain}**	認証済みポート上で、シングル ホスト（クライアント）またはマルチ ホストを許可します。
authentication order	**dot1x mac-auth-bypass**	使用する認証方式の順序を柔軟に定義できるようにします。
authentication periodic	**dot1x reauthentication**	クライアントの定期的な再認証をイネーブルにします。
authentication port-control {auto | force-authorized | force-un authorized}	**dot1x port-control {auto | force-authorized | force-unauthorized}**	ポートの認証ステートの手動制御をイネーブルにします。
authentication timer	**dot1x timeout**	タイマーを設定します。
authentication violation {protect | restrict | shutdown}	**dot1x violation-mode {shutdown | restrict | protect}**	ポートに新しいデバイスが接続するか、最大数のデバイスがポートに接続された後に、そのポートに新しいデバイスが接続した場合に発生する違反モードを設定します。

Cisco IOS Release 12.2(55)SE 以降のリリースでは、認証マネージャで生成された冗長なシステム メッセージをフィルタリングできます。通常、フィルタリングされた内容は、認証の成功と関係しています。802.1x 認証および MAB 認証の冗長なメッセージをフィルタリングすることもできます。認証方式ごとに異なるコマンドが用意されています。

- **no authentication logging verbose** グローバル コンフィギュレーション コマンドは、認証マネージャからの冗長なメッセージをフィルタリングします。
- **no dot1x logging verbose** グローバル コンフィギュレーション コマンドは、802.1x 認証の冗長なメッセージをフィルタリングします。
- **no mab logging verbose** グローバル コンフィギュレーション コマンドは、MAC Authentication Bypass（MAB; MAC 認証バイパス）の冗長なメッセージをフィルタリングします。

詳細については、このリリースのコマンド リファレンスを参照してください。

許可ステートおよび無許可ステートのポート

802.1X 認証中に、スイッチのポート ステートによって、スイッチはネットワークへのクライアント アクセスを許可します。ポートは最初、*無許可*ステートです。このステートでは、音声 VLAN（仮想 LAN）ポートとして設定されていないポートは 802.1X 認証、CDP、および STP パケットを除くすべての入力および出力トラフィックを禁止します。クライアントの認証が成功すると、ポートは*許可*ステートに変更し、クライアントのトラフィック送受信を通常どおりに許可します。ポートが音声 VLAN として設定されている場合、VoIP トラフィックおよび 802.1X プロトコル パケットが許可された後クライアントが正常に認証されます。

802.1X をサポートしていないクライアントが、無許可ステートの 802.1X ポートに接続すると、スイッチはそのクライアントの識別情報を要求します。この状況では、クライアントは要求に応答せず、ポートは引き続き無許可ステートとなり、クライアントはネットワーク アクセスを許可されません。

反対に、802.1X 対応のクライアントが、802.1X 標準が実行していないポートに接続すると、クライアントは EAPOL-Start フレームを送信して認証プロセスを開始します。応答がなければ、クライアントは同じ要求を所定の回数だけ送信します。また、応答がない場合は、クライアントはポートが許可ステートであるものとしてフレーム送信を開始します。

authentication port-control インターフェイス コンフィギュレーション コマンドおよび次のキーワードを使用して、ポートの許可ステートを制御できます。

- **force-authorized**：802.1X 認証をディセーブルにし、認証情報の交換を必要とせずに、ポートを許可ステートに変更します。ポートはクライアントの 802.1X ベース認証を行わずに、通常のトラフィックを送受信します。これがデフォルトの設定です。
- **force-unauthorized**：クライアントからの認証の試みをすべて無視し、ポートを無許可ステートのままにします。スイッチは、ポートを介してクライアントに認証サービスを提供できません。
- **auto**：802.1X 認証をイネーブルにします。ポートは最初、無許可ステートであり、ポート経由で送受信できるのは EAPOL フレームだけです。ポートのリンク ステートがダウンからアップに変更したとき、または EAPOL-Start フレームを受信したときに、認証プロセスが開始されます。スイッチはクライアントの識別情報を要求し、クライアントと認証サーバとの間で認証メッセージのリレーを開始します。スイッチはクライアントの MAC（メディア アクセス コントロール）アドレスを使用して、ネットワーク アクセスを試みる各クライアントを一意に識別します。

クライアントが認証に成功すると（認証サーバから Accept フレームを受信すると）、ポートが許可ステートに変わり、認証されたクライアントからのすべてのフレームがポート経由での送受信を許可されます。認証に失敗すると、ポートは無許可ステートのままですが、認証を再試行することはできます。認証サーバに到達できない場合、スイッチは要求を再送信します。所定の回数だけ試行してもサーバから応答が得られない場合には、認証が失敗し、ネットワーク アクセスは許可されません。

クライアントはログオフするとき、EAPOL-Logoff メッセージを送信します。このメッセージによって、スイッチ ポートが無許可ステートになります。

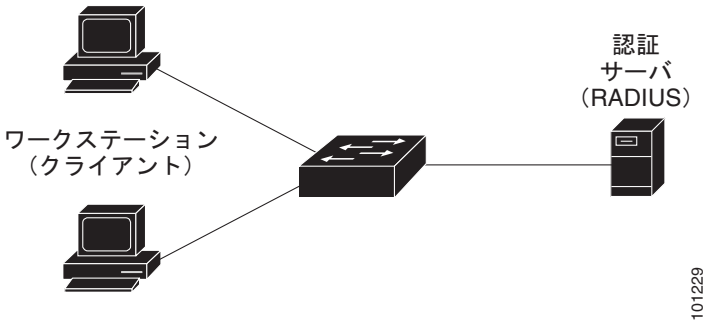
ポートのリンク ステートがアップからダウンに変更した場合、または EAPOL-Logoff フレームを受信した場合に、ポートは無許可ステートに戻ります。

802.1X のホスト モード

802.1X ポートは、シングルホスト モードまたはマルチホスト モードで設定できます。シングルホスト モード（図 9-1（P.9-3）を参照）では、802.1X 対応のスイッチ ポートに接続できるのはクライアント 1 つだけです。スイッチは、ポートのリンク ステートがアップに変化したときに、EAPOL フレームを送信することでクライアントを検出します。クライアントがログオフしたとき、または別のクライアントに代わったときには、スイッチはポートのリンク ステートをダウンに変更し、ポートは無許可ステートに戻ります。

マルチホスト モードでは、複数のホストを単一の 802.1X 対応ポートに接続できます。図 9-5（P.9-11）に、ワイヤレス LAN における 802.1X ポートベース認証を示します。このモードでは、接続されたクライアントのうち 1 つが許可されれば、クライアントすべてのネットワーク アクセスが許可されます。ポートが無許可ステートになると（再認証が失敗するか、または EAPOL-Logoff メッセージを受信した場合）、スイッチは接続しているクライアントのネットワーク アクセスをすべて禁止します。このトポロジでは、ワイヤレス アクセス ポイントが接続しているクライアントの認証を処理し、スイッチに対してクライアントとしての役割を果たします。

図 9-5　マルチホスト モードの例



このスイッチは、MDA をサポートしています。これにより、データ デバイスと（シスコ製またはシスコ製以外の）IP 電話のような音声デバイスの両方が、同一の 802.1X 対応スイッチ ポートに接続することができます。詳細については、「マルチドメイン認証」（P.9-11）を参照してください。

マルチドメイン認証

このスイッチは、MDA をサポートしています。これにより、データ デバイスと（シスコ製またはシスコ製以外の）IP 電話のような音声デバイスの両方が、独立して同一の 802.1X 対応スイッチ ポートを認証することができます。ポートは、データ ドメインと音声ドメインに分けられます。

MDA は、デバイス認証の順序を強制しません。しかし、最良の結果を出すには、MDA 対応ポートでは音声デバイスをデータ デバイスの前に認証することを推奨します。

MDA を設定するときには、次の注意事項に従ってください。

- MDA 用にスイッチ ポートを設定するには、「ホスト モードの設定」（P.9-42）を参照してください。
- ホスト モードがマルチドメインに設定される際に IP 電話の音声 VLAN を設定する必要があります。詳細については、第 13 章「VLAN の設定」を参照してください。
- Cisco IOS Release 12.2(40)SE 以降のリリースでは、MDA 対応ポートでの音声 VLAN 割り当てをサポートしています。

（注）　ダイナミック VLAN を使用して音声 VLAN を Cisco IOS Release 12.2(37)SE の動作する MDA 対応スイッチ ポートに割り当てると、音声デバイスで認証が失敗します。

- 音声デバイスを許可するには、`device-traffic-class=voice` の値が指定されたシスコ Attribute Value（AV; 属性値）ペア属性を送信するように、AAA サーバを設定する必要があります。この値がない場合、スイッチは音声デバイスをデータ デバイスとして扱います。
- ゲスト VLAN および制限付き VLAN 機能は、MDA 対応レポートのデータ デバイスに限り適用されます。スイッチは、認証に失敗した音声デバイスをデータ デバイスとして扱います。
- 複数のデバイスでポートの音声またはデータ ドメインの認証を行おうとすると、errdisable になります。
- デバイスが認証されるまで、ポートでトラフィックが廃棄されます。シスコ製以外の IP 電話や音声デバイスがデータおよび音声 VLAN で許可されます。データ VLAN では、音声デバイスを DHCP サーバに接続して IP アドレスおよび音声 VLAN 情報を取得することができます 音声デバイスが 音声 VLAN で送信を開始した後、データ VLAN へのアクセスはブロックされます。
- データ VLAN とバインドしている音声デバイス MAC アドレスは、ポート セキュリティ MAC アドレス制限にカウントされません。
- MDA は、フォールバック メカニズムとして MAC 認証バイパスを使用して、802.1X 認証をサポートしていないデバイスにスイッチポートを接続することができます。詳細については、「MAC 認証バイパス」（P.9-36）を参照してください。
- *データ*または*音声*デバイスがポートで検出されると、認証に成功するまでその MAC アドレスがブロックされます。認証に失敗した場合、MAC アドレスが 5 分間ブロックされたままになります。
- ポートが未認証中に 6 つ以上のデバイスが*データ* VLAN で検出された場合や、複数の*音声*デバイスが音声 VLAN で検出された場合、ポートは errdisable になります。
- ポートのホスト モードがシングルホストまたはマルチホストからマルチドメイン モードに変更される際に、認証済のデータ デバイスはポートで認証済のままになります。ただし、ポート音声 VLAN 上の Cisco IP Phone は自動的に削除され、そのポートで再認証される必要があります。
- ポートがシングルホストまたはマルチホスト モードからマルチドメイン モードに変更された後に、ゲスト VLAN や制限付き VLAN などのアクティブなフォールバック メカニズムは設定されたままになります。
- マルチドメイン モードからシングルホストまたはマルチホスト モードにポートを切り替えると、ポートからすべての認証済デバイスが削除されます。
- データ ドメインがまず認証されてゲスト VLAN に配置された場合、802.1X 非対応音声デバイスは認証をトリガーするために音声 VLAN 上のパケットにタグを付ける必要があります。電話機からタグ付きトラフィックを送信する必要はありません（802.1x 対応電話機でも同様です）。
- MDA 対応ポートでは、ユーザ単位 ACL を推奨しません。ユーザ単位 ACL ポリシーを使用した認証済デバイスは、ポートの音声およびデータ VLAN の両方のトラフィックに影響を与える可能性があります。ユーザ単位 ACL を適用する場合、ポートで使用できるデバイスは 1 つだけです。

詳細については、「ホスト モードの設定」（P.9-42）を参照してください。

802.1X マルチ認証モード

マルチ認証（multiauth）モードでは、データ VLAN 上で複数の認証済みクライアントを許可します。各ホストは個別に認証されます。このモードで音声 VLAN が設定されている場合は、さらに 1 つのクライアントが VLAN で許可されます（ポートが追加の音声クライアントを検出すると、それらはポートから廃棄されますが違反は発生しません）。

ハブまたはアクセス ポイントが 802.1X 対応ポートに接続されている場合、接続された各クライアントの認証が必要です。

802.1X 非対応デバイスの場合、個々のホスト認証のフォールバック メソッドとして、MAC 認証バイパスまたは Web 認証を使用して、単一のポート上でさまざまな方法によってさまざまなホストを認証できます。

マルチ認証ポートで認証できるデータ ホストの数には制限はありません。ただし、音声 VLAN が設定されている場合、許可される音声デバイスは 1 つだけです。このホストの制限には違反のトリガーが定義されていないため、別の音声が検出されても違反をトリガーせず、何も通知せずにその音声は廃棄されます。

音声 VLAN 上の MDA 機能をサポートするため、マルチ認証モードでは認証サーバから受信した VSA に応じて、認証済みデバイスをデータ VLAN または音声 VLAN に割り当てます。

（注）　ポートがマルチ認証モードの場合、ゲスト VLAN、および認証失敗 VLAN 機能はアクティブになりません。

クリティカルな認証モードおよびクリティカルな VLAN の詳細については、「802.1x 認証とアクセス不能認証バイパス」（P.9-23）を参照してください。

ポートでのマルチ認証モードの設定の詳細については、「ホスト モードの設定」（P.9-42）を参照してください。

Cisco IOS Release 12.2(55)SE 以降のリリースでは、RADIUS サーバにより提供される VLAN を次の条件でマルチ認証モードで割り当てることができます。

- ホストがポートで最初に許可されたホストであり、RADIUS サーバが VLAN 情報を提供している。
- 後続のホストが、動作 VLAN に一致する VLAN を使用して許可される。
- ホストは VLAN が割り当てられていないポートで許可され、後続のホストでは VLAN 割り当てが設定されていないか、VLAN 情報が動作 VLAN と一致している。
- ポートで最初に許可されたホストにはグループ VLAN が割り当てられ、後続のホストでは VLAN 割り当てが設定されていないか、グループ VLAN がポート上のグループ VLAN と一致している。後続のホストが、最初のホストと同じ VLAN グループの VLAN を使用する必要がある。VLAN リストが使用されている場合、すべてのホストは VLAN リストで指定された条件に従う。
- マルチ認証ポート上で、1 つの音声 VLAN 割り当てのみがサポートされている。
- VLAN がポート上のホストに割り当てられると、後続のホストは一致する VLAN 情報を持つ必要があり、この情報がなければポートへのアクセスを拒否される。
- ゲスト VLAN または認証失敗 VLAN をマルチ認証モードに設定できない。
- クリティカル認証 VLAN の動作が、マルチ認証モード用に変更されない。ホストが認証を試みたときにサーバに到達できない場合、許可されたすべてのホストは、設定された VLAN で再初期化される。

MAC の移動

あるスイッチ ポートで MAC アドレスが認証されると、そのアドレスは同じスイッチの別の 認証マネージャ対応ポートでは許可されません。スイッチが同じ MAC アドレスを別の認証マネージャ対応ポートで検出すると、そのアドレスは許可されなくなります。

同じスイッチ上のポート間で MAC アドレスを移動する必要が生じる場合があります。たとえば、認証済みのホストとスイッチ ポート間に別のデバイス（ハブ、IP Phone など）が存在し、そのデバイスからホストの接続を解除し、同じスイッチ上の別のポートに直接接続する必要が生じる場合があります。

MAC の移動をグローバルにイネーブルにすると、デバイスを新しいポート上で認証できるようになります。ホストが別のポートに移動すると、最初のポート上のセッションが削除され、新しいポート上でホストが再認証されます。

MAC の移動はすべてのホスト モードでサポートされています（ポート上でイネーブルになっているホスト モードにかかわらず、認証済みのホストをスイッチの任意のポートに移動できます）。

あるポートから別のポートに MAC アドレスが移動すると、スイッチは元のポートで認証済みセッションを終了し、新しいポートで新しい認証シーケンスを開始します。

MAC 移動の機能は、音声およびデータ ホストの両方に適用されます。

（注）　オープン認証モードでは、MAC アドレスは、新しいポートでの許可を必要とせずに、元のポートから新しいポートへただちに移動します。

詳細については、「MAC 移動のイネーブル化」（P.9-47）を参照してください。

MAC 置換

Cisco IOS Release 12.2(55)SE 以降のリリースでは、MAC 置換機能を設定して、事前に別のホストが認証されたポートにホストが接続を試みるときに発生する違反に対処できるようになりました。

（注）　違反はマルチ認証モードでは発生しないため、マルチ認証モードのポートにこの機能は適用されません。マルチホスト モードで認証が必要なのは最初のホストだけなので、この機能はこのモードのポートには適用されません。

replace キーワードを指定して **authentication violation** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを設定すると、マルチドメイン モードのポートでの認証プロセスは、次のようになります。

- 既存の認証済み MAC アドレスを使用するポートで新しい MAC アドレスが受信されます。
- 認証マネージャは、ポート上の現在のデータ ホストの MAC アドレスを、新しい MAC アドレスで置き換えます。
- 認証マネージャは、新しい MAC アドレスに対する認証プロセスを開始します。
- 認証マネージャによって新しいホストが音声ホストであると判断された場合、元の音声ホストは削除されます。

ポートがオープン認証モードになっている場合、MAC アドレスはただちに MAC アドレス テーブルに追加されます。

詳細については、「MAC 置換のイネーブル化」（P.9-48）を参照してください。

802.1X アカウンティング

802.1X 標準では、ユーザの認証およびユーザのネットワーク アクセスに対する許可方法を定義しています。ただし、ネットワークの使用法についてはトラッキングしません。802.1X アカウンティングは、デフォルトでディセーブルです。802.1X アカウンティングをイネーブルにすると、次のアクティビティを 802.1X 対応のポート上でモニタできます。

- 正常にユーザを認証します。
- ユーザがログ オフします。
- リンクダウンが発生します。
- 再認証が正常に行われます。
- 再認証が失敗します。

スイッチは 802.1X アカウンティング情報を記録しません。その代わり、スイッチはこの情報を RADIUS サーバに送信します。RADIUS サーバは、アカウンティング メッセージを記録するように設定する必要があります。

802.1X アカウンティング 属性値ペア

RADIUS サーバに送信された情報は、Attribute Value（AV; 属性値）ペアの形式で表示されます。これらの AV ペアのデータは、各種アプリケーションによって使用されます（たとえば課金アプリケーションの場合、RADIUS パケットの Acct-Input-Octets または Acct-Output-Octets 属性の情報が必要です）。

AV ペアは、802.1X アカウンティングが設定されているスイッチによって自動的に送信されます。次の種類の RADIUS アカウンティング パケットがスイッチによって送信されます。

- START：新規ユーザ セッションが始まると送信されます。
- INTERIM：既存のセッションが更新されると送信されます。
- STOP：セッションが終了すると送信されます。

次の表 9-3 に、AV ペアおよびスイッチによって送信される AV ペアの条件を示します。

表 9-3　アカウンティング AV ペア

属性番号	AV ペア名	START	INTERIM	STOP
属性 [1]	User-Name	常時送信	常時送信	常時送信
属性 [4]	NAS-IP-Address	常時送信	常時送信	常時送信
属性 [5]	NAS-Port	常時送信	常時送信	常時送信
属性 [8]	Framed-IP-Address	非送信	条件に応じて送信[1]	条件に応じて送信[1]
属性 [25]	Class	常時送信	常時送信	常時送信
属性 [30]	Called-Station-ID	常時送信	常時送信	常時送信
属性 [31]	Calling-Station-ID	常時送信	常時送信	常時送信
属性 [40]	Acct-Status-Type	常時送信	常時送信	常時送信
属性 [41]	Acct-Delay-Time	常時送信	常時送信	常時送信
属性 [42]	Acct-Input-Octets	非送信	常時送信	常時送信
属性 [43]	Acct-Output-Octets	非送信	常時送信	常時送信
属性 [44]	Acct-Session-ID	常時送信	常時送信	常時送信

表 9-3　アカウンティング AV ペア （続き）

属性番号	AV ペア名	START	INTERIM	STOP
属性 [45]	Acct-Authentic	常時送信	常時送信	常時送信
属性 [46]	Acct-Session-Time	非送信	常時送信	常時送信
属性 [49]	Acct-Terminate-Cause	非送信	非送信	常時送信
属性 [61]	NAS-Port-Type	常時送信	常時送信	常時送信

1. ホストに対して有効な Dynamic Host Control Protocol（DHCP）バインディングが DHCP スヌーピング バインディング テーブルに存在している場合にだけ、Framed-IP-Address の AV ペアは送信されます。

スイッチによって送信された AV ペアは、**debug radius accounting** 特権 EXEC コマンドを入力することで表示できます。このコマンドの詳細については、『*Cisco IOS Debug Command Reference*』を参照してください。http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/12_2/debug/command/reference/122debug.html

AV ペアの詳細については、RFC 3580『802.1X Remote Authentication Dial In User Service (RADIUS) Usage Guidelines』を参照してください。

802.1X 準備チェック

802.1X 準備チェックは、すべてのスイッチ ポート上で 802.1X アクティビティをモニタし、802.1X をサポートするポートに接続されたデバイス情報を表示します。この機能を使用すると、スイッチ ポートに接続したデバイスが 802.1X に対応しているかどうかを判断できます。802.1X 機能をサポートしていないデバイスについては、MAC 認証バイパスまたは Web 認証などの認証を変更できます。

この機能は、クライアントのサプリカントが NOTIFY EAP 通知パケットのクエリーをサポートしている場合にだけ有効です。クライアントは 802.1X タイムアウト値内に応答する必要があります。

802.1X 準備チェックに関するスイッチ設定の詳細については、「802.1X 準備チェックの設定」（P.9-36）を参照してください。

VLAN 割り当てを使用した 802.1X 認証

RADIUS サーバは VLAN 割り当てを送信し、スイッチ ポートを設定します。RADIUS サーバ データベースは、ユーザ名と VLAN のマッピングを維持し、スイッチ ポートに接続するクライアントのユーザ名に基づいて VLAN を割り当てます。この機能を使用して、特定のユーザのネットワーク アクセスを制限できます。

音声デバイス認証は、Cisco IOS Release 12.2(37)SE のマルチドメイン ホスト モードでサポートされています。Cisco IOS Release 12.2(40)SE 以降、音声デバイスが許可されており、RADIUS サーバが許可された VLAN を返した場合、割り当てられた音声 VLAN 上でパケットを送受信するようにポート上の音声 VLAN が設定されます。音声 VLAN 割り当ては、マルチドメイン認証（MDA）対応ポート上でデータ VLAN 割り当てと同じように動作します。詳細については、「マルチドメイン認証」（P.9-11）を参照してください。

スイッチと RADIUS サーバ上で設定された場合、VLAN 割り当てを使用した 802.1X 認証には次の特性があります。

- RADIUS サーバから VLAN が提供されない場合、または 802.1X 認証がディセーブルの場合、認証が成功するとポートはアクセス VLAN に設定されます。アクセス VLAN は、アクセス ポートに割り当てられた VLAN です。このポート上で送受信されるパケットはすべてこの VLAN に所属します。
- 802.1X 認証がイネーブルで、RADIUS サーバからの VLAN 情報が有効でない場合、認証に失敗して、設定済の VLAN が引き続き使用されます。これにより、設定エラーによって不適切な VLAN に予期せぬポートが現れることを防ぎます。

  設定エラーには、ルーテッド ポートの VLAN、間違った VLAN ID、存在しないまたは内部（ルーテッド ポート）VLAN ID、RSPAN VLAN、シャットダウンまたは一時停止している VLAN の指定などがあります。マルチドメイン ホスト ポートの場合、設定エラーには、設定済または割り当て済 VLAN ID と一致するデータ VLAN の割り当て試行（またはその逆）のために発生するものもあります。
- 802.1X 認証がイネーブルで、RADIUS サーバからのすべての情報が有効の場合、許可されたデバイスは認証後、指定した VLAN に配置されます。
- 802.1X ポートでマルチホスト モードがイネーブルの場合、すべてのホストは最初に認証されたホストと同じ VLAN（RADIUS サーバにより指定）に配置されます。
- ポート セキュリティをイネーブル化しても、RADIUS サーバが割り当てられた VLAN の動作には影響しません。
- 802.1X 認証がポートでディセーブルの場合、設定済みのアクセス VLAN と設定済の音声 VLAN に戻ります。
- 802.1X ポートが認証され、RADIUS サーバによって割り当てられた VLAN に配置されると、そのポートのアクセス VLAN 設定への変更は有効になりません。マルチドメイン ホストの場合、ポートが完全にこれらの例外で許可されている場合、同じことが音声デバイスに適用されます。
  - あるデバイスで VLAN 設定を変更したことにより、他のデバイスに設定済または割り当て済の VLAN と一致した場合、ポート上の全デバイスの認証が中断して、データおよび音声デバイスに設定済の VLAN が一致しなくなるような有効な設定が復元されるまで、マルチドメイン ホスト モードがディセーブルになります。
  - 音声デバイスが許可されて、ダウンロードされた音声 VLAN を使用している場合、音声 VLAN 設定を削除したり設定値を *dot1p* または *untagged* に修正したりすると、音声デバイスが未許可になり、マルチドメイン ホスト モードがディセーブルになります。

ポートが、強制許可（force-authorized）ステート、強制無許可（force-unauthorized）ステート、無許可ステート、またはシャットダウン ステートの場合、ポートは設定済みのアクセス VLAN に配置されます。

トランク ポート、ダイナミック ポート、または VLAN Membership Policy Server（VMPS; VLAN メンバシップ ポリシー サーバ）によるダイナミック アクセス ポート割り当ての場合、VLAN 割り当て機能を使用した 802.1X 認証はサポートされません。

VLAN 割り当てを設定するには、次の作業を実行する必要があります。

- **network** キーワードを使用して AAA 許可をイネーブルにし、RADIUS サーバからのインターフェイス設定を可能にします。
- 802.1X 認証をイネーブルにします（アクセス ポートで 802.1X 認証を設定すると、VLAN 割り当て機能は自動的にイネーブルになります）。
- RADIUS サーバにベンダー固有のトンネル属性を割り当てます。RADIUS サーバは次の属性をスイッチに返す必要があります。
  - [64] Tunnel-Type = VLAN
  - [65] Tunnel-Medium-Type = 802

- [81] Tunnel-Private-Group-ID = VLAN 名、VLAN ID、または VLAN グループ
- [83] Tunnel-Preference

属性 [64] は、値 *VLAN*（タイプ 13）でなければなりません。属性 [65] は、値 *802*（タイプ 6）でなければなりません。属性 [81] は、802.1X 認証ユーザに割り当てられた *VLAN 名*または *VLAN ID* を指定します。

トンネル属性の例については、「ベンダー固有の RADIUS 属性を使用するスイッチ設定」（P.8-34）を参照してください。

ユーザ単位 ACL を使用した 802.1X 認証の利用

ユーザ単位の Access Control List（ACL; アクセス コントロール リスト）をイネーブルにして、802.1X 認証ユーザに対して異なるレベルのネットワーク アクセスおよびサービスを提供します。RADIUS サーバが 802.1X ポートに接続されたユーザを認証すると、ユーザ ID に基づいて ACL 属性を取得してスイッチに送信します。スイッチは、ユーザ セッションの期間中、その属性を 802.1X ポートに適用します。セッションが終了した場合、認証が失敗した場合、またはリンクダウン状態になった場合には、スイッチはユーザ単位の ACL を削除します。スイッチは、RADIUS 指定の ACL を実行コンフィギュレーションに保存しません。ポートが無許可の場合、スイッチはそのポートから ACL を削除します。

同じスイッチ上で、ルータ ACL の設定およびポート ACL の入力を行うことができます。ただし、ポート ACL はルータ ACL よりも優先されます。入力済みのポート ACL を VLAN に属するインターフェイスに適用する場合、ポート ACL は VLAN インターフェイスに適用する入力済みのルータ ACL よりも優先されます。ポート ACL が適用されたポート上で受信した着信パケットは、ポート ACL によってフィルタリングされます。その他のポートに着信したルーテッド パケットは、ルータ ACL によってフィルタリングされます。発信するルーテッド パケットは、ルータ ACL によってフィルタリングされます。設定の矛盾を避けるために、RADIUS サーバに格納するユーザ プロファイルを慎重に計画します。

RADIUS は、ベンダー固有属性などのユーザ単位属性をサポートします。これらの Vendor-Specific Attribute（VSA; ベンダー固有属性）は、オクテット ストリング形式で、認証プロセス中にスイッチに渡されます。ユーザ単位 ACL に使用される VSA は、入力方向では `inacl#<n>` で、出力方向では `outacl#<n>` です。MAC ACL は、入力方向でだけサポートされます。スイッチは、入力方向でだけ VSA をサポートします。このスイッチでは、レイヤ 2 ポートで出力方向のポート ACL はサポートされません。詳細については、第 33 章「ACL によるネットワーク セキュリティの設定」を参照してください。

拡張 ACL 構文形式だけを使用して、RADIUS サーバに保存するユーザ単位の設定を定義します。RADIUS サーバから定義が渡されると、拡張命名規則を使用して作成されます。ただし、Filter-Id 属性を使用する場合、標準 ACL を示すことができます。

Filter-Id 属性を使用して、すでにスイッチに設定されている着信または発信 ACL を指定できます。属性には、ACL 番号と、その後ろに入力フィルタリング、出力フィルタリングを示す *.in* または *.out* が含まれています。RADIUS サーバが *.in* または *.out* 構文を許可しない場合、アクセス リストはデフォルトで発信 ACL に適用されます。スイッチでの Cisco IOS のアクセス リストに関するサポートが制限されているため、Filter-ID 属性は 1 ～ 199 および 1300 ～ 2699 の IP ACL（IP 標準 ACL および IP 拡張 ACL）に対してだけサポートされます。

ユーザ単位 ACL の最大サイズは 4000 ASCII 文字ですが、RADIUS サーバのユーザ単位 ACL の最大サイズによって制限されます。

ベンダー固有属性の例については、「ベンダー固有の RADIUS 属性を使用するスイッチ設定」（P.8-34）を参照してください。ACL の設定の詳細については、第 33 章「ACL によるネットワーク セキュリティの設定」を参照してください。

（注）　ユーザ単位 ACL はシングルホスト モードでだけサポートされています。

ユーザ単位の ACL を設定するには、次の作業を実行する必要があります。

- AAA 認証をイネーブルにします。
- **network** キーワードを使用して AAA 許可をイネーブルにし、RADIUS サーバからのインターフェイス設定を可能にします。
- 802.1X 認証をイネーブルにします。
- RADIUS サーバにユーザ プロファイルと VSA を設定します。
- シングルホスト モードの 802.1X ポートを設定します。

設定の詳細については、「認証マネージャ」（P.9-7）を参照してください。

ダウンロード ACL およびリダイレクト URL を使用した 802.1X 認証

ホストの 802.1X 認証または MAC 認証バイパス時に、RADIUS サーバから、ACL と リダイレクト URL をスイッチにダウンロードできます。Web 認証時にも ACL をダウンロードできます。

（注）　ダウンロード ACL は *dACL* とも呼ばれます。

複数のホストが認証され、それらのホストがシングル ホスト モード、MDA モード、またはマルチ認証モードである場合、スイッチは ACL の送信元アドレスをホスト IP アドレスに変更します。

802.1X 対応ポートに接続されているすべてのデバイスに ACL およびリダイレクト URL を適用できます。

802.1X 認証時に ACL がダウンロードされない場合、スイッチはホストへのポートにスタティック デフォルト ACL を適用します。マルチ認証モードまたは MDA モードで設定された音声 VLAN ポートでは、スイッチは ACL を認証ポリシーの一部として電話にだけ適用します。

Cisco IOS Release 12.2(55)SE 以降のリリースでは、ポート上にスタティック ACL がない場合、ダイナミックな認証デフォルト ACL が作成され、dACL がダウンロードされて適用される前にポリシーが実施されます。

（注）　認証デフォルト ACL は、実行コンフィギュレーションでは表示されません。

認証デフォルト ACL は、ポートで許可ポリシーを持つホストが 1 つ以上検出されると作成されます。認証デフォルト ACL は、最後の認証セッションが終了すると削除されます。認証デフォルト ACL は、**ip access-list extended auth-default-acl** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用して設定できます。

（注）　認証デフォルト ACL は、シングル ホスト モードの Cisco Discovery Protocol（CDP; シスコ検出プロトコル）バイパスをサポートしていません。CDP バイパスをサポートするには、インターフェイス上のスタティック ACL を設定する必要があります。

802.1x および MAB 認証方式では、*オープン*および*クローズ*の 2 つの認証方式がサポートされます。*クローズ*認証モードのポートにスタティック ACL がない場合、次のようになります。

- 認証デフォルト ACL が作成されます。
- 認証デフォルト ACL は、ポリシーが実施されるまで DHCP トラフィックのみを許可します。
- 最初のホスト認証では、許可ポリシーは IP アドレスを挿入せずに適用されます。
- 別のホストが検出されると、最初のホストのポリシーがリフレッシュされ、最初のセッションと後続セッションのポリシーが IP アドレスを挿入して実施されます。

*オープン*認証モードのポートにスタティック ACL がない場合、次のようになります。

- 認証デフォルト ACL-OPEN が作成され、すべてのトラフィックが許可されます。
- セキュリティ違反を防ぐために、IP アドレスを挿入してポリシーが実施されます。
- Web 認証は、認証デフォルト ACL-OPEN に従います。

許可ポリシーのないホストへのアクセスを制御するために、ディレクティブを設定することができます。サポートされているディレクティブの値は、*open* と *default* です。*open* ディレクティブを設定すると、すべてのトラフィックが許可されます。*default* ディレクティブは、ポートから提供されるアクセスにトラフィックを従わせます。ディレクティブは、AAA サーバ上のユーザ プロファイル、またはスイッチ上のいずれかで設定できます。AAA サーバ上でディレクティブを設定するには、**authz-directive =<open/default>** グローバル コマンドを使用します。スイッチ上でディレクティブを設定するには、**epm access-control open** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

（注）　ディレクティブのデフォルト値は *default* です。

設定された ACL なしでポート上の Web 認証にホストがフォールバックする場合は、次のようになります。

- ポートがオープン認証モードの場合、認証デフォルト ACL-OPEN が作成されます。
- ポートがクローズ認証モードの場合、認証デフォルト ACL が作成されます。

フォールバック ACL の Access Control Entry（ACE; アクセス コントロール エントリ）は、ユーザ単位のエントリに変換されます。設定されたフォールバック プロファイルにフォールバック ACL が含まれていない場合、ホストはポートに関連付けられた認証デフォルト ACL に従います。

（注）　Web 認証でカスタム ロゴを使用し、それを外部サーバに格納する場合、認証の前にポートの ACL で外部サーバへのアクセスを許可する必要があります。外部サーバに適切なアクセスを提供するには、スタティック ポート ACL を設定するか、認証デフォルト ACL を変更する必要があります。

リダイレクト URL の Cisco Secure ACS と属性値ペア

スイッチは次の *cisco-av-pair* VSA を使用します。

- url-redirect は HTTP から HTTPS URL です。
- url-redirect-acl はスイッチ ACL 名または数字です。

スイッチは、CiscoSecure-Defined-ACL 属性値ペアを使用して、エンドポイント デバイスからの HTTP または HTTPS リクエストを代行受信します。次に、スイッチはクライアント Web ブラウザを、指定されたリダイレクト アドレスに転送します。Cisco Secure ACS の url-redirect 属性値ペアには、Web ブラウザがリダイレクトされる URL が含まれます。url-redirect-acl 属性値ペアには、リダイレクトする HTTP または HTTPS トラフィックを指定する ACL の名前または番号が含まれます。ACL の許可（permit）ACE に一致するトラフィックがリダイレクトされます。

（注）　スイッチに URL リダイレクト ACL とデフォルト ポート ACL を定義します。

リダイレクト URL が認証サーバのクライアントに設定される場合、接続されるクライアントのスイッチ ポートのデフォルト ポート ACL も設定する必要があります。

Cisco Secure ACS とダウンロード ACL の属性値ペア

RADIUS の cisco-av-pair Vendor-Specific Attribute（VSA; ベンダー固有属性）を使用すると、Cisco Secure ACS で CiscoSecure-Defined-ACL Attribute-Value（AV; 属性値）ペアを設定できます。このペアは、#ACL#-IP-name-number 属性で、Cisco Secure ACS のダウンロード ACL の名前を指定します。

- *name* は ACL 名です。
- *number* はバージョン番号（3f783768 など）です。

認証サーバで、クライアントのダウンロード ACL が設定されている場合、接続されているクライアント スイッチ ポートのデフォルト ポート ACL も設定されている必要があります。

スイッチにデフォルト ACL が設定されており、Cisco Secure ACS がホスト アクセス ポリシーをスイッチに送信すると、スイッチ ポートに接続されているホストからのトラフィックに、ポリシーが適用されます。ポリシーが適用されない場合、スイッチはデフォルト ACL を適用します。Cisco Secure ACS がスイッチにダウンロード ACL を送信すると、この ACL がスイッチ ポートに設定されているデフォルト ACL より優先されます。ただし、スイッチが Cisco Secure ACS からホスト アクセス ポリシーを受信しても、デフォルトの ACL が設定されていない場合、認証の失敗が宣言されます。

設定の詳細については、「認証マネージャ」（P.9-7）および「ダウンロード ACL とリダイレクト URL を使用した 802.1X 認証の設定」（P.9-59）を参照してください。

VLAN ID に基づく MAC 認証

ダウンロード可能 VLAN ではなくスタティック VLAN ID に基づいてホストを認証する場合、VLAN ID に基づく MAC 認証を使用できます。スイッチにスタティック VLAN ポリシーを設定している場合、認証のために各ホストの MAC アドレスと VLAN 情報が IAS（Microsoft）RADIUS サーバに送信されます。接続されたポートに設定された VLAN ID が MAC 認証に使用されます。IAS サーバで VLAN ID に基づく MAC 認証を使用すると、ネットワーク内で所定の数の VLAN を使用できます。

この機能では、STP によってモニタおよび処理される VLAN の数も制限されます。ネットワークを固定された VLAN として管理できます。

（注）　この機能は Cisco ACS サーバではサポートされていません（ACS サーバは新しいホストの送信元 VLAN ID を無視し、MAC アドレスだけに基づいて認証します）。

設定情報については、「VLAN ID に基づく MAC 認証の設定」（P.9-62）を参照してください。その他の設定は、MAC 認証バイパスと同様です。「MAC 認証バイパスの設定」（P.9-55）を参照してください。

ゲスト VLAN を使用した 802.1X 認証

スイッチ上の各 802.1X ポートにゲスト VLAN を設定し、クライアントに対して限定的なサービスを提供できます（802.1X クライアントのダウンロードなど）。これらのクライアントは 802.1X 認証用にシステムをアップグレードできる場合がありますが、一部のホスト（Windows 98 システムなど）は 802.1X 対応ではありません。

スイッチが EAP Request/Identity フレームに対する応答を受信していない場合、または EAPOL パケットがクライアントによって送信されない場合に、802.1X ポート上でゲスト VLAN をイネーブルにすると、スイッチはクライアントにゲスト VLAN を割り当てます。

スイッチは EAPOL パケット履歴を維持します。EAPOL パケットがリンクの存続時間中にインターフェイスで検出された場合、スイッチはそのインターフェイスに接続されているデバイスが 802.1X 対応のものであると判断します。インターフェイスはゲスト VLAN ステートにはなりません。インターフェイスのリンク ステータスがダウンした場合、EAPOL 履歴はクリアされます。EAPOL パケットがインターフェイスで検出されない場合、そのインターフェイスはゲスト VLAN のステートになります。

リンクの存続時間中にデバイスがスイッチに EAPOL パケットを送信した場合、スイッチはゲスト VLAN への認証アクセスに失敗したクライアントを許可しません。

スイッチが 802.1X 対応の音声デバイスを認証するときに AAA が使用できない場合、認証は失敗しますが EAPOL パケットの検出は EAPOL 履歴に保存されます。その後 AAA サーバが使用できるようになれば、スイッチはその音声デバイスを認証します。ただし、スイッチは他のデバイスがゲスト VLAN へアクセスすることを許可しなくなります。この状態を回避するには、次のコマンドのいずれかを使用してください。

- ゲスト VLAN へのアクセスを許可するには、**authentication event no-response action authorize vlan** *vlan-id* インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを入力します。
- **shutdown** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドに続けて **no shutdown** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを入力し、ポートを再起動します。

（注）　インターフェイスがゲスト VLAN に変わってから EAPOL パケットが検出された場合、無許可ステートに戻って 802.1X 認証を再起動します。

スイッチ ポートがゲスト VLAN に変わると、802.1X 非対応クライアントはすべてアクセスを許可されます。ゲスト VLAN が設定されているポートに 802.1X 対応クライアントが加入すると、ポートは、ユーザ設定によるアクセス VLAN で無許可ステートになり、認証が再起動されます。

ゲスト VLAN は、シングルホスト モード、マルチホスト モード、またはマルチドメイン モードの 802.1x ポート上でサポートされます。

RSPAN VLAN、プライベート VLAN、音声 VLAN を除いて、アクティブ VLAN を 802.1X ゲスト VLAN として設定できます。ゲスト VLAN 機能は、内部 VLAN（ルーテッド ポート）またはトランク ポートではサポートされていません。アクセス ポート上でだけサポートされます。

スイッチは *MAC 認証バイパス*をサポートしています。MAC 認証バイパスが 802.1X ポートでイネーブルの場合、スイッチは、802.1X 認証のタイムアウト時に EAPOL メッセージ交換を待機している間、クライアント MAC アドレスに基づいてクライアントを許可できます。802.1X ポートでクライアントを検出した後、スイッチはクライアントからイーサネット パケットを待ちます。スイッチは MAC アドレスに基づいて、ユーザ名とパスワードとともに RADIUS アクセス/要求フレームを認証サーバに送信します。認証に成功した場合、スイッチはクライアントにネットワークへのアクセスを許可します。認証に失敗した場合、ゲスト VLAN が指定されていれば、スイッチはポートをゲスト VLAN に割り当てます。詳細については、「MAC 認証バイパスを使用した 802.1X 認証の利用」（P.9-26）を参照してください。

詳細については、「ゲスト VLAN の設定」（P.9-50）を参照してください。

制限付き VLAN を使用した 802.1x 認証

ゲスト VLAN にアクセスできないクライアント向けに、限定されたサービスを提供するために、スイッチの各 802.1X ポートに対して制限付き VLAN（*認証失敗 VLAN* と呼ばれることもあります）を設定できます。これらのクライアントは、認証プロセスに失敗したため他の VLAN にアクセスできない 802.1X 対応クライアントです。制限付き VLAN を使用すると、認証サーバの有効な資格情報を持たないユーザ（通常、企業にアクセスするユーザ）に、サービスを制限したアクセスを提供できます。管理者は制限付き VLAN のサービスを制御できます。

（注）　両方のタイプのユーザに同じサービスを提供する場合、ゲスト VLAN と制限付き VLAN の両方を同じに設定できます。

この機能がないと、クライアントは認証失敗を永遠に繰り返すことになるため、スイッチ ポートがスパニング ツリーのブロッキング ステートから変わることができなくなります。制限付き VLAN の機能を使用することで、クライアントの認証試行回数を指定し（デフォルト値は 3 回）、一定回数後にスイッチ ポートを制限付き VLAN の状態に移行させることができます。

認証サーバはクライアントの認証試行回数をカウントします。このカウントが設定した認証試行回数を超えると、ポートが制限付き VLAN の状態に変わります。失敗した試行回数は、RADIUS サーバが *EAP failure* で応答したときや、EAP パケットなしの空の応答を返したときからカウントされます。ポートが制限付き VLAN に変わったら、このカウント数はリセットされます。

認証に失敗したユーザの VLAN は、もう一度認証を実行するまで制限された状態が続きます。制限付き VLAN 内のポートは設定された間隔に従って再認証を試みます（デフォルトは 60 秒）。再認証に失敗している間は、ポートの VLAN は制限された状態が続きます。再認証に成功した場合、ポートは設定された VLAN もしくは RADIUS サーバによって送信された VLAN に移行します。再認証はディセーブルにすることもできますが、ディセーブルにすると、*link down* または *EAP logoff* イベントを受信しない限り、ポートの認証プロセスを再起動できません。クライアントがハブを介して接続している場合、再認証機能はイネーブルにしておくことを推奨します。クライアントの接続をハブから切り離すと、ポートに *link down* や *EAP logoff* イベントが送信されない場合があります。

ポートが制限付き VLAN に移行すると、EAP 成功の疑似メッセージがクライアントに送信されます。このメッセージによって、繰り返し実行している再認証を停止させることができます。クライアントによっては（Windows XP が実行しているデバイスなど）、EAP なしで DHCP を実装できません。

制限付き VLAN は、レイヤ 2 ポートにある 802.1X ポート上でシングルホスト モードの場合だけサポートされます。

RSPAN VLAN、プライマリ プライベート VLAN、音声 VLAN を除いて、アクティブ VLAN を 802.1X 制限付き VLAN として設定できます。制限付き VLAN 機能は、内部 VLAN（ルーテッド ポート）またはトランク ポートではサポートされていません。アクセス ポート上でだけサポートされます。

ダイナミック ARP インスペクション、DHCP スヌーピング、および IP ソース ガードのような他のセキュリティ機能は、制限付き VLAN に対して個別に設定できます。

詳細については、「制限付き VLAN の設定」（P.9-51）を参照してください。

802.1x 認証とアクセス不能認証バイパス

スイッチが設定された RADIUS サーバに到達できず、新しいホストを認証できない場合、アクセス不能認証バイパス機能（*クリティカル認証*または *AAA 失敗ポリシーとも呼ばれる*）を使用します。これらのホストを*クリティカル ポート*に接続するようにスイッチを設定できます。

新しいホストがクリティカル ポートに接続しようとすると、そのホストはユーザ指定のアクセス VLAN である*クリティカル VLAN* に移されます。管理者は、制限された認証をそれらのホストに提供します。

スイッチがクリティカル ポートに接続されたホストを認証するとき、スイッチは設定された RADIUS サーバのステータスを確認します。利用可能なサーバが 1 つあれば、スイッチはホストを認証できます。ただし、すべての RADIUS サーバが利用不可能な場合は、スイッチはホストへのネットワーク アクセスを許可して、ポートを認証ステートの特別なケースである*クリティカル認証*ステートにします。

マルチ認証ポートのサポート

ポートが任意のホスト モードで設定され、AAA サーバが使用できない場合、そのポートはマルチホスト モードに設定され、クリティカル VLAN に移されます。マルチ認証（multiauth）ポートでこうしたアクセス不能バイパスをサポートするには、**authentication event server dead action reinitialize vlan** *vlan-id* コマンドを使用します。新しいホストがクリティカル ポートに接続しようとすると、ポートは再初期化され、接続されているすべてのホストがユーザ指定のアクセス VLAN に移されます。

このコマンドは、すべてのホスト モードでサポートされています。

認証結果

アクセス不能認証バイパス機能の動作は、ポートの許可ステートにより異なります。

- クリティカル ポートに接続されているホストが認証しようとする際にポートが無許可ですべてのサーバが利用できない場合、スイッチは RADIUS 設定済み VLAN またはユーザ指定のアクセス VLAN にあるポートをクリティカル認証ステートにします。
- ポートが許可済みで、再認証が行われた場合、スイッチは現在の VLAN（事前に RADIUS サーバにより割り当てられた）でクリティカル ポートをクリティカル認証ステートにします。
- 認証交換中に RADIUS サーバが利用不可能となった場合、現在の交換はタイム アウトとなり、スイッチは次の認証試行の間にクリティカル ポートをクリティカル認証ステートとします。

RADIUS サーバが復旧したときにホストを再初期化してクリティカル VLAN から移動させるように、クリティカル ポートを設定できます。このように設定すると、すべてのクリティカル認証ステートのクリティカル ポートが自動的に再認証されます。詳細については、このリリースのコマンド リファレンスおよび「アクセス不能認証バイパス機能の設定」（P.9-52）を参照してください。

機能の相互作用

アクセス不能認証バイパスは、次の機能と相互に作用します。

- ゲスト VLAN : アクセス不能認証バイパスは、ゲスト VLAN と互換性があります。ゲスト VLAN が 802.1X ポートでイネーブルの場合、この機能は次のように相互に作用します。
  - スイッチが EAP Request/Identity フレームへの応答を受信しないとき、または EAPOL パケットがクライアントによって送信されないときに、少なくとも 1 つの RADIUS サーバが使用できれば、スイッチはクライアントにゲスト VLAN を割り当てます。
  - すべての RADIUS サーバが使用できず、クライアントがクリティカル ポートに接続されている場合、スイッチはクライアントを認証して、クリティカル ポートを RADIUS 認証済み VLAN またはユーザ指定のアクセス VLAN でクリティカル認証ステートにします。
  - すべての RADIUS サーバが使用できず、クライアントがクリティカル ポートに接続されていない場合、ゲスト VLAN が設定されていても、スイッチはクライアントにゲスト VLAN を割り当てられません。
  - すべての RADIUS サーバが使用できず、クライアントがクリティカル ポートに接続されていて、すでにゲスト VLAN が割り当てられている場合、スイッチはそのポートをゲスト VLAN に保持します。
- 制限付き VLAN : ポートがすでに制限付き VLAN で許可されていて RADIUS サーバが使用できない場合、スイッチはクリティカル ポートを制限付き VLAN でクリティカル認証ステートにします。
- 802.1X アカウンティング : RADIUS サーバが使用できない場合、アカウンティングは影響を受けません。
- プライベート VLAN : プライベート VLAN ホスト ポートにアクセス不能認証バイパスを設定できます。アクセス VLAN は、セカンダリ VLAN でなければなりません。

- 音声 VLAN : アクセス不能認証バイパスは音声 VLAN と互換性がありますが、RADIUS 設定済み VLAN またはユーザ指定のアクセス VLAN は、音声 VLAN と異なっていなければなりません。
- Remote Switched Port Analyzer（RSPAN）: アクセス不能認証バイパスの RADIUS 設定またはユーザ指定のアクセス VLAN として RSPAN VLAN を指定しないでください。

音声 VLAN ポートを使用した 802.1X 認証

音声 VLAN ポートは特殊なアクセス ポートで、次の 2 つの VLAN ID が対応付けられています。

- IP Phone との間で音声トラフィックを伝送する VVID。VVID は、ポートに接続された IP Phone を設定するために使用されます。
- IP Phone を通じて、スイッチと接続しているワークステーションとの間でデータ トラフィックを伝送する PVID。PVID は、ポートのネイティブ VLAN です。

ポートの許可ステートにかかわらず、IP Phone は音声トラフィックに対して VVID を使用します。これにより、IP Phone は 802.1X 認証とは独立して動作できます。

シングルホスト モードでは、IP Phone だけが音声 VLAN で許可されます。マルチホスト モードでは、サプリカントが PVID で認証された後、追加のクライアントがトラフィックを音声 VLAN 上で送信できます。マルチホスト モードがイネーブルの場合、サプリカント認証は PVID と VVID の両方に影響します。

リンクがあるとき、音声 VLAN ポートはアクティブになり、IP Phone からの最初の CDP メッセージを受け取るとデバイスの MAC アドレスが表示されます。Cisco IP Phone は、他のデバイスから受け取った CDP メッセージをリレーしません。その結果、複数の IP Phone が直列に接続されている場合、スイッチは直接接続されている 1 台の IP Phone だけを認識します。音声 VLAN ポートで 802.1X 認証がイネーブルの場合、スイッチは 2 ホップ以上離れた認識されない IP Phone からのパケットをドロップします。

802.1X 認証をポート上でイネーブルにすると、音声 VLAN の機能を持つポート VLAN は設定できません。

IP 電話がシングル ホスト モードで 802.1x 対応のスイッチ ポートに接続されている場合、スイッチは認証を行わずに電話ネットワーク アクセスを承認します。ポートで Multidomain Authentication（MDA）を使用して、データ デバイスと IP 電話などの音声デバイスの両方を認証することを推奨します。

（注）　音声 VLAN が設定され、Cisco IP Phone が接続されているアクセス ポートで 802.1X 認証をイネーブルにした場合、Cisco IP Phone のスイッチへの接続が最大 30 秒間失われます。

音声 VLAN の詳細については、第 12 章「音声 VLAN の設定」を参照してください。

ポート セキュリティを使用した 802.1X 認証

一般に、IEEE 802.1X がイネーブルになっている場合は、ポート セキュリティをイネーブルにすることは推奨しません。IEEE 802.1X はポートごとに（または IP テレフォニーに MDA が設定されている場合は VLAN ごとに）単一の MAC アドレスを適用するため、ポート セキュリティが重複し、場合によっては予想される IEEE 802.1X の動作を妨げることがあります。

WoL 機能を使用した 802.1X 認証

802.1X 認証の Wake-on-LAN（WoL）機能を使用すると、スイッチに*マジック パケット*と呼ばれる特定のイーサネット フレームを受信させて、休止状態の PC を起動させることができます。この機能は、管理者が休止状態のシステムへ接続しなければならない場合に役立ちます。

WoL を使用するホストが 802.1X ポートを通じて接続され、ホストの電源がオフになると、802.1X ポートは無許可になります。無許可になったポートは EAPOL パケットしか送受信できないため、WoL マジック パケットはホストに届きません。さらに PC が休止状態になると、PC が認証されなくなるため、スイッチ ポートは閉じたままになります。

スイッチが WoL 機能を有効にした 802.1X 認証を使用している場合、スイッチはマジック パケットを含むトラフィックを無許可の 802.1X ポートに転送します。ポートが無許可の間、スイッチは EAPOL パケット以外の入力トラフィックをブロックし続けます。ホストはパケットを受信できますが、パケットをネットワーク内にある他のデバイスに送信できません。

（注）　PortFast がポートでイネーブルになっていないと、そのポートは強制的に双方向ステートになります。

authentication control-direction in インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用してポートを単一方向に設定すると、そのポートはスパニングツリー フォワーディング ステートに変わります。ポートはパケットをホストに送信できますが、ホストからパケットを受信できません。

authentication control-direction both インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用してポートを双方向に設定すると、そのポートのアクセスが双方向で制御されます。ポートは、ホストとの間でパケットを送受信しません。

MAC 認証バイパスを使用した 802.1X 認証の利用

MAC 認証バイパス機能を使用し、クライアント MAC アドレス（図 9-2（P.9-4）を参照）に基づいてクライアントを許可するようにスイッチを設定できます。たとえば、プリンタなどのデバイスに接続された 802.1X ポートでこの機能をイネーブルにできます。

クライアントからの EAPOL 応答の待機中に 802.1X 認証がタイムアウトした場合、スイッチは MAC 認証バイパスを使用してクライアントを許可しようとします。

MAC 認証バイパス機能が 802.1X ポートでイネーブルの場合、スイッチはクライアント ID として MAC アドレスを使用します。認証サーバには、ネットワーク アクセスを許可されたクライアント MAC アドレスのデータベースがあります。802.1X ポートでクライアントを検出した後、スイッチはクライアントからイーサネット パケットを待ちます。スイッチは MAC アドレスに基づいて、ユーザ名とパスワードとともに RADIUS アクセス / 要求フレームを認証サーバに送信します。認証に成功した場合、スイッチはクライアントにネットワークへのアクセスを許可します。許可が失敗した場合、ゲスト VLAN が設定されていれば、スイッチはポートをゲスト VLAN に割り当てます。

リンクの存続時間中にインターフェイスで EAPOL パケットが検出された場合、スイッチはそのインターフェイスに接続されているデバイスが 802.1X 対応サプリカントであると判断し、インターフェイスを許可するために（MAC 認証バイパスではなく）802.1X 認証を使用します。インターフェイスのリンク ステータスがダウンした場合、EAPOL 履歴はクリアされます。

スイッチがすでに MAC 認証バイパスを使用してポートを許可し、802.1X サプリカントを検出している場合、スイッチはポートに接続されているクライアントを許可します。再認証が発生するときに、Termination-Action RADIUS 属性値が DEFAULT であるために前のセッションが終了した場合、スイッチは優先再認証プロセスとして 802.1X 認証を使用します。

MAC 認証バイパスを使用して許可されたクライアントを再認証できます。再認証プロセスは、802.1X を使用して認証されたクライアントに対するプロセスと同じです。再認証中は、ポートは前に割り当てられた VLAN のままです。再認証に成功すると、スイッチはポートを同じ VLAN に保持します。再認証に失敗した場合、ゲスト VLAN が設定されていれば、スイッチはポートをゲスト VLAN に割り当てます。

再認証が Session-Timeout RADIUS 属性（属性 [27]）と Termination-Action RADIUS 属性（属性 [29]）に基づいており、Termination-Action RADIUS 属性（属性 [29]）のアクションが *Initialize（初期化）*される場合（属性値が *DEFALUT*）、MAC 認証バイパス セッションが終了して、再認証中に接

続が切断されます。MAC 認証バイパス機能が 802.1X 認証がタイムアウトした場合、スイッチは MAC 認証バイパス機能を使用して再認証を開始します。AV ペアの詳細については、RFC 3580『802.1X Remote Authentication Dial In User Service (RADIUS) Usage Guidelines』を参照してください。

MAC 認証バイパスは、次の機能と相互に作用します。

- 802.1X 認証：802.1X 認証がポートでイネーブルの場合にだけ MAC 認証バイパスをイネーブルにできます。
- ゲスト VLAN：クライアントの MAC アドレス ID が無効な場合、ゲスト VLAN が設定されていれば、スイッチは VLAN にクライアントを割り当てます。
- 制限付き VLAN：802.1X ポートに接続されているクライアントが MAC 認証バイパスで認証されている場合には、この機能はサポートされません。
- ポート セキュリティ：「ポート セキュリティを使用した 802.1X 認証」（P.9-25）を参照してください。
- 音声 VLAN：「音声 VLAN ポートを使用した 802.1X 認証」（P.9-25）を参照してください。
- VLAN Membership Policy Server（VMPS; VLAN メンバシップ ポリシー サーバ）：802.1X および VMPS は相互に排他的です。
- プライベート VLAN：クライアントをプライベート VLAN に割り当てられます。
- Network Admission Control（NAC）レイヤ 2 IP 検証：この機能は、802.1X ポートが例外リスト内のホストを含む MAC 認証バイパスを使用して認証されると有効になります。
- Network Edge Access Topology（NEAT; ネットワーク エッジ アクセス トポロジ）：MAB と NEAT は相互排他的です。インターフェイスで NEAT がイネーブルの場合は MAB をイネーブルにすることはできません。逆に、インターフェイスで MAB がイネーブルの場合は NEAT をイネーブルにすることはできません。

設定の詳細については、「認証マネージャ」（P.9-7）を参照してください。

Cisco IOS Release 12.2(55)SE 以降では、冗長 MAB システム メッセージのフィルタリングをサポートします。「認証マネージャ CLI コマンド」（P.9-9）を参照してください。

802.1x ユーザ分散

複数の異なる VLAN で同じグループ名を持つユーザのロード バランシングを行う場合、802.1x ユーザ分散を設定できます。

VLAN は RADIUS サーバが提供するか、またはスイッチの CLI を通じて特定の VLAN グループ名を使用して設定されます。

- 1 人のユーザに対して複数の VLAN 名を送信するように RADIUS サーバを設定します。ユーザへの応答に複数の VLAN 名を設定して送信できます。802.1x ユーザ分散では、特定の VLAN 内のすべてのユーザを追跡し、認証されたユーザを最も負荷の小さい VLAN に移動することで、ロード バランシングを実現します。
- ユーザの VLAN グループ名を送信するように、RADIUS サーバを設定します。ユーザへの応答に VLAN グループ名を設定して送信できます。スイッチの CLI を使用して設定した VLAN グループ名の中から、選択された VLAN グループ名を検索できます。VLAN グループ名が見つかったら、最も負荷の小さい VLAN を特定するために VLAN グループ名に対応する VLAN が検索されます。対応する認証済みのユーザをその VLAN に移動することで、ロード バランシングを実現します。

（注）　RADIUS サーバは、VLAN ID、VLAN 名、または VLAN グループの任意の組み合わせで VLAN 情報を送信できます。

802.1x ユーザ分散の設定時の注意事項

- VLAN グループに少なくとも 1 つの VLAN がマッピングされていることを確認してください。
- VLAN グループには複数の VLAN をマッピングできます。
- VLAN を追加または削除して、VLAN グループを変更できます。
- 既存の VLAN を VLAN グループ名からクリアすると、その VLAN で認証されたポートは削除されませんが、マッピングは既存の VLAN グループからクリアされます。
- VLAN グループ名から最後の VLAN をクリアすると、その VLAN グループはクリアされます。
- VLAN グループにアクティブな VLAN がマッピングされていても、VLAN グループをクリアできます。VLAN グループをクリアすると、グループ内の VLAN で認証ステートのポートまたはユーザはクリアされませんが、VLAN グループへの VLAN のマッピングはクリアされます。

詳細については、「802.1x ユーザ分散の設定」（P.9-56）を参照してください。

NAC レイヤ 2 802.1X 検証

スイッチは NAC レイヤ 2 完了 802.1X 検証をサポートします。これは、デバイス ネットワーク アクセスを許可する前に、エンドポイント システムやクライアントのウイルス対策の状態や*ポスチャ*をチェックします。NAC レイヤ 2 802.1X 検証を使用すると、次の作業を実行できます。

- Session-Timeout RADIUS 属性（属性 [27]）と Termination-Action RADIUS 属性（属性 [29]）を認証サーバからダウンロードします。
- Session-Timeout RADIUS 属性（属性 [27]）の値として再認証試行間の秒数を指定し、RADIUS サーバからクライアントのアクセス ポリシーを取得します。
- スイッチが Termination-Action RADIUS 属性（属性 [29]）を使用してクライアントを再認証する際のアクションを設定します。アクションの設定 値が *DEFAULT* であるか、値が設定されていない場合、セッションは終了します。値が RADIUS 要求の場合、再認証プロセスが開始します。
- Tunnel-Private-Group-ID（属性 [81]）の値として VLAN 番号または名前、あるいは VLAN グループ名のリストを設定し、Tunnel-Preference（属性 [83]）の値として VLAN 番号または名前、あるいは VLAN グループ名のプリファレンスを設定します。Tunnel-Preference を設定していない場合、最初の Tunnel-Private-Group-ID（属性 [81]）属性がこのリストから選択されます。
- **show authentication** または **show dot1x** 特権 EXEC コマンドを使用して、クライアントのポスチャを表示する NAC ポスチャ トークンを表示します。
- ゲスト VLAN としてセカンダリ プライベート VLAN を設定します。

NAC レイヤ 2 802.1X 検証の設定は、RADIUS サーバにポスチャ トークンを設定する必要があることを除いて、802.1X ポートベース認証と似ています。NAC レイヤ 2 802.1X 検証の設定に関する詳細については、「NAC レイヤ 2 802.1X 検証の設定」（P.9-57）および「定期的な再認証の設定」（P.9-43）を参照してください。

NAC の詳細については、『*Network Admission Control Software Configuration Guide*』を参照してください。

設定の詳細については、「認証マネージャ」（P.9-7）を参照してください。

柔軟な認証順序

柔軟な認証順序を使用して、ポートが新しいホストを認証する方式の順番を設定することができます。MAC 認証バイパスと 802.1X をプライマリまたはセカンダリ認証方式にし、それらのどちらか、または両方の試みが失敗した場合に、Web 認証をフォールバック メソッドにすることができます。詳細については、「柔軟な認証順序の設定」（P.9-62）を参照してください。

Open1x 認証

Open1x 認証によって、デバイスが認証される前に、そのデバイスがポートにアクセスできるようになります。オープン認証が設定されていると、新しいホストはポート上で定義されている Access Control List（ACL; アクセス コントロール リスト）に従ってトラフィックを通過させることができます。ホストの認証後、RADIUS サーバに設定されているポリシーがホストに適用されます。

Open 認証は次のシナリオで設定できます。

- シングルホスト モードと Open 認証 : 認証の前後で、1 ユーザだけがネットワーク アクセスを許可されます。
- MDA モードと Open 認証 : 音声ドメイン内の 1 ユーザとデータ ドメイン内の 1 ユーザだけが許可されます。
- マルチホスト モードと Open 認証 : すべてのホストがネットワークにアクセスできます。
- マルチ認証モードと Open 認証 : 複数のホストを認証できることを除いて、MDA と同じです。

詳細については、「ホスト モードの設定」（P.9-42）を参照してください。

（注）オープン認証が設定されている場合、オープン認証は他の認証制御より優先されます。つまり、**authentication open** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用すると、ポートは、**authentication port-control** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドに関係なく、ホストへのアクセス権を付与します。

音声認識 802.1X セキュリティの使用法

音声認識 802.1X セキュリティ機能を使用すると、データまたは音声 VLAN にかかわらず、セキュリティ違反が発生した VLAN だけをスイッチの設定でディセーブルにできます。以前のリリースで、データ クライアントの認証の試みで、セキュリティ違反が発生すると、ポート全体がシャットダウンしていたため、接続が完全に失われていました。

この機能は、PC が IP Phone に接続されている場合に役立ちます。データ VLAN でセキュリティ違反が検出されると、データ VLAN だけがシャットダウンします。音声 VLAN のトラフィックは中断せずに継続されます。

音声認識 802.1X セキュリティの設定については、「音声認識 802.1X セキュリティの設定」（P.9-37）を参照してください。

Network Edge Access Topology（NEAT）を使用した 802.1x サプリカント スイッチと認証スイッチ

Network Edge Access Topology（NEAT; ネットワーク エッジ アクセス トポロジ）機能は、ID を ワイヤリング クローゼットの外部の領域（会議室など）に拡大します。この機能により、あらゆる種類のデバイスをポート上で認証できます。

- 802.1X スイッチ サプリカント：802.1X サプリカント機能を使用して、スイッチを別のスイッチへのサプリカントとして動作するように設定できます。この設定は、たとえば、スイッチがワイヤリング クローゼットの外部にあり、トランク ポートを経由してアップストリーム スイッチに接続されている場合などのシナリオで役立ちます。802.1X スイッチ サプリカント機能で設定されているスイッチは、セキュアな接続のため、アップストリーム スイッチによって認証します。

  サプリカント スイッチが正常に認証すると、ポート モードがアクセスからトランクに変わります。

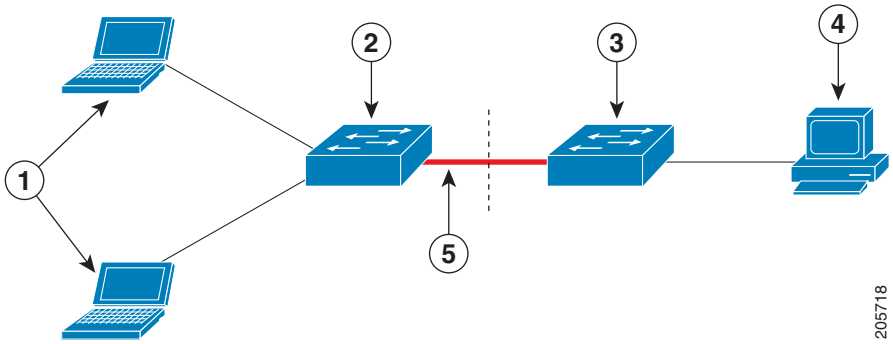
- 認証者スイッチでアクセス VLAN が設定されている場合、認証の成功後にアクセス VLAN がトランク ポートのネイティブ VLAN になります。

複数のサプリカント スイッチに接続する認証者スイッチ インターフェイスでは MDA または multiauth モードをイネーブルにできます。認証者スイッチ インターフェイスではマルチホスト モードはサポートされていません。

すべてのホスト モードで NEAT を機能させるには、サプリカント スイッチで **dot1x supplicant force-multicast** グローバル コンフィギュレーション コマンドを実行します。

- ホスト認証：ネットワークで認証済みホスト（サプリカントを備えたスイッチに接続する）からのトラフィックだけが許可されるようにします。スイッチは図 9-6 に示すように、Client Information Signalling Protocol（CISP; クライアント情報シグナリング プロトコル）を使用して、サプリカント スイッチに接続する MAC アドレスを認証者スイッチに送信します。
- 自動イネーブル：認証者スイッチのトランク設定を自動的にイネーブルにし、複数の VLAN からのユーザ トラフィックの、サプリカントスイッチからの着信を許可します。ACS で cisco-av-pair を *device-traffic-class=switch* として設定します（これは、*group* または *user* 設定の下で設定できます）。

図 9-6　CISP を使用した認証者およびサプリカント スイッチ



1	ワークステーション（クライアント）	**2**	サプリカント スイッチ（ワイヤリング クローゼット外）
3	認証者スイッチ	**4**	Access Control Server（ACS）
5	トランク ポート		

注意事項

- 他の認証ポートと同じ設定を使用して NEAT ポートを設定できます。サプリカント スイッチが認証するときは、スイッチの Vendor-Specific Attribute（VSA; ベンダー固有属性）に基づいて、ポート モードが *アクセス*から *トランク*に変わります（device-traffic-class=switch）。
- いずれかがネイティブ トランク VLAN に変換される場合、VSA は認証者スイッチ ポートをアクセス モードからトランク モードに変更し、802.1x トランク カプセル化およびアクセス VLAN をイネーブルにします。VSA はサプリカント上のポート設定は変更しません
- ホスト モードを変更して、認証者スイッチ ポートの標準ポート コンフィギュレーションを適用するには、スイッチ VSA ではなく、Auto SmartPort ユーザ定義マクロを使用することもできます。これにより、サポートされていない設定を認証者スイッチ ポートから削除し、ポート モードをアクセス からトランクに変更できます。詳細については、『*AutoSmartports Configuration Guide*』を参照してください。

詳細については、「NEAT を使用した認証者スイッチおよびサプリカント スイッチの設定」（P.9-58）を参照してください。

ACL および RADIUS Filter-Id 属性を使用した IEEE 802.1x 認証の使用

スイッチは、IP 標準および IP 拡張の両方のポート Access Control List（ACL; アクセス コントロール リスト）の入力ポートへの適用をサポートしています。

- ユーザが設定する ACL
- ACS の ACL

シングルホスト モードの IEEE 802.1x ポートは ACS の ACL を使用し、IEEE 802.1x 認証ユーザにさまざまなレベルのサービスを提供します。RADIUS サーバはこのような種類のユーザおよびポートを認証すると、ユーザ ID に基づく ACL 属性をスイッチに送信します。スイッチは、ユーザ セッションの期間中、その属性をポートに適用します。セッションが終了した場合、認証が失敗した場合、またはリンクで障害が発生した場合は、ポートは無許可になり、スイッチはポートから ACL を削除します。

ACS からの IP 標準および IP 拡張ポート ACL だけが Filter-ID 属性をサポートしています。Filter-ID 属性は ACL の名前または番号を指定します。また、方向（入力または出力）、ユーザまたはユーザが属するグループも指定できます。

- ユーザの Filter-ID 属性は、グループの Filter-ID 属性よりも優先されます。
- ACS からの Filter-ID 属性で設定済みの ACL に対して指定する場合、ユーザが設定した ACL よりも ACS からの指定が優先されます。
- RADIUS サーバが複数の Filter-ID 属性を送信すると、最後の属性だけが適用されます。

スイッチで Filter-ID 属性が定義されていない場合、認証に失敗し、ポートは無許可ステートに戻ります。

共通セッション ID

認証マネージャは、使用された認証方式が何であれ、クライアントの単一のセッション ID（共通セッション ID）を使用します。この ID は、show コマンドや MIB など、すべてのレポートに使用されます。このセッション ID は、セッションごとのすべての syslog メッセージに表示されます。

このセッション ID には、次の要素が含まれています。

- ネットワーク アクセス デバイス（NAD）の IP アドレス
- 単調増加する一意の 32 ビット整数

- セッション開始時のタイムスタンプ（32 ビット整数）

次に、**show authentication** コマンドの出力にセッション ID が表示される例を示します。この例のセッション ID は 160000050000000B288508E5 です。

```
Switch# show authentication sessions

Interface  MAC Address     Method   Domain   Status         Session ID
Fa4/0/4    0000.0000.0203  mab      DATA     Authz Success  160000050000000B288508E5
```

次に、syslog の出力に表示されたセッション ID の例を示します。この例のセッション ID も 160000050000000B288508E5 です。

```
1w0d: %AUTHMGR-5-START: Starting 'mab' for client (0000.0000.0203) on Interface Fa4/0/4
AuditSessionID 160000050000000B288508E5
1w0d: %MAB-5-SUCCESS: Authentication successful for client (0000.0000.0203) on Interface
Fa4/0/4 AuditSessionID 160000050000000B288508E5
1w0d: %AUTHMGR-7-RESULT: Authentication result 'success' from 'mab' for client
(0000.0000.0203) on Interface Fa4/0/4 AuditSessionID 160000050000000B288508E5
```

このセッション ID は、NAD、AAA サーバ、およびその他のレポート分析アプリケーションでクライアントを識別するために使用されます。ID は自動的に表示されます。設定は必要ありません。

802.1X 認証の設定

- 「MAC 認証バイパスの設定」（P.9-55）（任意）
- 「NAC レイヤ 2 802.1X 検証の設定」（P.9-57）（任意）
- 「NEAT を使用した認証者スイッチおよびサプリカント スイッチの設定」（P.9-58）（任意）
- 「ダウンロード ACL とリダイレクト URL を使用した 802.1X 認証の設定」（P.9-59）（任意）
- 「柔軟な認証順序の設定」（P.9-62）（任意）
- 「ポート上での 802.1X 認証のディセーブル化」（P.9-64）（任意）
- 「802.1X 認証設定のデフォルト値へのリセット」（P.9-64）（任意）

802.1X 認証のデフォルト設定

表 9-4　802.1X 認証のデフォルト設定

機能	デフォルト設定
スイッチの 802.1X イネーブル ステート	ディセーブル。
ポート単位の 802.1X イネーブル ステート	ディセーブル（force-authorized）。 ポートはクライアントの 802.1X ベース認証を行わずに、通常のトラフィックを送受信します。
Authentication, Authorization, Accounting（AAA; 認証、許可、アカウンティング）	ディセーブル。
RADIUS サーバ • IP アドレス • UDP 認証ポート • キー	 • 指定なし。 • 1812 • 指定なし。
ホスト モード	シングルホスト モード。
制御方向	双方向制御。
定期的な再認証	ディセーブル。
再認証の間隔（秒）	3600 秒。
再認証回数	2 回（ポートが無許可ステートに変わる前に、スイッチが認証プロセスを再開する回数）。
待機時間	60 秒（スイッチがクライアントとの認証情報の交換に失敗した後、待機状態を続ける秒数）。
再送信時間	30 秒（スイッチが EAP-Request/Identity フレームに対するクライアントからの応答を待ち、要求を再送信するまでの秒数）。
最大再送信回数	2 回（スイッチが認証プロセスを再開する前に、EAP-Request/Identity フレームを送信する回数）。
クライアント タイムアウト時間	30 秒（認証サーバからの要求をクライアントにリレーするとき、スイッチが返答を待ち、クライアントに要求を再送信するまでの時間）。
認証サーバ タイムアウト時間	30 秒（クライアントからの応答を認証サーバにリレーするとき、スイッチが応答を待ち、応答をサーバに再送信するまでの時間）。 **authentication timer server** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用すると、このタイムアウト時間を変更できます。
無活動タイムアウト	ディセーブル。

表 9-4　802.1X 認証のデフォルト設定（続き）

機能	デフォルト設定
ゲスト VLAN	指定なし。
アクセス不能認証バイパス	ディセーブル。
制限付き VLAN	指定なし。
認証者（スイッチ）モード	指定なし。
MAC 認証バイパス	ディセーブル。
音声認識セキュリティ	ディセーブル。

802.1X 認証設定時の注意事項

- 「802.1X 認証」（P.9-34）
- 「VLAN 割り当て、ゲスト VLAN、制限付き VLAN、アクセス不能認証バイパス」（P.9-35）
- 「MAC 認証バイパス」（P.9-36）
- 「ポートごとに許可できるデバイスの最大数」（P.9-36）

802.1X 認証

- 802.1X 認証をイネーブルにすると、他のレイヤ 2 またはレイヤ 3 機能がイネーブルになる前に、ポートが認証されます。
- 802.1X 対応ポートが割り当てられている VLAN が変更された場合、この変更は透過的でスイッチには影響しません。たとえば、ポートが RADIUS サーバに割り当ててられた VLAN に割り当てられ、再認証後に別の VLAN に割り当てられた場合に、この変更が発生します。

  802.1X ポートが割り当てられている VLAN がシャットダウン、ディセーブル、または削除される場合、ポートは無許可になります。たとえば、ポートが割り当てられたアクセス VLAN がシャットダウンまたは削除された後、ポートは無許可になります。
- 802.1X プロトコルは、レイヤ 2 スタティックアクセス ポート、音声 VLAN ポート、およびレイヤ 3 ルーテッド ポートでサポートされますが、次のポート タイプではサポートされません。
  - トランク ポート：トランク ポート上で 802.1X 認証をイネーブルにしようとすると、エラー メッセージが表示され、802.1X 認証はイネーブルになりません。802.1X 対応ポートをトランクに変更しようとしても、エラー メッセージが表示され、ポート モードは変更されません。
  - ダイナミック ポート：ダイナミック モードのポートは、ネイバーとトランク ポートへの変更をネゴシエートする場合があります。ダイナミック ポートで 802.1X 認証をイネーブルにしようとすると、エラー メッセージが表示され、802.1X 認証はイネーブルになりません。802.1X 対応ポートをダイナミックに変更しようとしても、エラー メッセージが表示され、ポート モードは変更されません。
  - ダイナミック アクセス ポート：ダイナミック アクセス（VLAN Query Protocol（VQP））ポートで 802.1X 認証をイネーブルにしようとすると、エラー メッセージが表示され、802.1X 認証はイネーブルになりません。802.1X 対応ポートを変更してダイナミック VLAN を割り当てようとしても、エラー メッセージが表示され、VLAN 設定は変更されません。

  - EtherChannel ポート：EtherChannel のアクティブ メンバであるポート、またはこれからアクティブ メンバにするポートを 802.1X ポートとして設定しないでください。EtherChannel ポートで 802.1X 認証をイネーブルにしようとすると、エラー メッセージが表示され、802.1X 認証はイネーブルになりません。
  - Switched Port Analyzer（SPAN; スイッチド ポート アナライザ）および RSPAN 宛先ポート：SPAN または RSPAN 宛先ポートであるポート上で 802.1X 認証をイネーブルにできます。ただし、ポートを SPAN または RSPAN 宛先ポートとして削除するまでは、802.1X 認証はディセーブルになります。SPAN または RSPAN 送信元ポートでは、802.1X 認証をイネーブルにできます。
- スイッチ上で、**dot1x system-auth-control** グローバル コンフィギュレーション コマンドを入力して 802.1X 認証をグローバルにイネーブルにする前に、802.1X 認証と EtherChannel が設定されているインターフェイスから、EtherChannel の設定を削除してください。
- Cisco IOS Release 12.2(55)SE 以降のリリースでは、802.1x 認証に関連するシステム メッセージのフィルタリングがサポートされています。「認証マネージャ CLI コマンド」（P.9-9）を参照してください。

VLAN 割り当て、ゲスト VLAN、制限付き VLAN、アクセス不能認証バイパス

- 802.1X 認証をポート上でイネーブルにすると、音声 VLAN の機能を持つポート VLAN は設定できません。
- トランク ポート、ダイナミック ポート、または VMPS によるダイナミック アクセス ポート割り当ての場合、VLAN 割り当て機能を使用した 802.1X 認証はサポートされません。
- 802.1X 認証をプライベート VLAN ポートに設定できますが、ポート セキュリティ、音声 VLAN、ゲスト VLAN、制限付き VLAN、またはユーザ単位 ACL が付いた 802.1X 認証をプライベート VLAN ポートに設定できません。
- RSPAN VLAN、プライベート VLAN、音声 VLAN を除くあらゆる VLAN を 802.1X ゲスト VLAN として設定できます。ゲスト VLAN 機能は、内部 VLAN（ルーテッド ポート）またはトランク ポートではサポートされていません。アクセス ポート上でだけサポートされます。
- Dynamic Host Configuration Protocol（DHCP）クライアントが接続する 802.1X ポートにゲスト VLAN を設定した後は、DHCP サーバからホスト IP アドレスが必要になる場合があります。クライアント上の DHCP プロセスが時間切れとなり DHCP サーバからホスト IP アドレスを取得しようとする前に、スイッチ上の 802.1X 認証プロセスを再起動する設定を変更できます。802.1X 認証プロセスの設定を減らします（**authentication timer inactivity** および **authentication timer reauthentication** インターフェイス コンフィギュレーション コマンド）。設定を減らす量は、接続している 802.1X クライアント タイプによって異なります。
- アクセス不能認証バイパス機能を設定する際には、次の注意事項に従ってください。
  - この機能はシングルホスト モードおよびマルチホスト モードの 802.1X ポートでサポートされます。
  - Windows XP を実行しているクライアントに接続されたポートがクリティカル認証ステートの場合、Windows XP はインターフェイスが認証されないと報告する場合があります。
  - Windows XP クライアントに DHCP が設定されていて、DHCP サーバからの IP アドレスを持つ場合、クリティカル ポート上で EAP 成功メッセージを受信すると、DHCP 設定プロセスが再始動しない場合があります。
  - 802.1X ポート上では、アクセス不能認証バイパス機能および制限付き VLAN を設定できます。スイッチが制限付き VLAN 内でクリティカル ポートを再認証しようとし、すべての RADIUS サーバが利用不可能な場合、スイッチはポート ステートをクリティカル認証ステートに変更し、制限付き VLAN に残ります。
- RSPAN VLAN または音声 VLAN を除くあらゆる VLAN を、802.1X 制限付き VLAN として設定できます。制限付き VLAN 機能は、内部 VLAN（ルーテッド ポート）またはトランク ポートではサポートされていません。アクセス ポート上でだけサポートされます。

MAC 認証バイパス

- 特に明記していない限り、MAC 認証バイパスの注意事項は 802.1X 認証のものと同じです。詳細については、「802.1X 認証」（P.9-34）を参照してください。
- ポートが MAC アドレスで許可された後に、ポートから MAC 認証バイパスをディセーブルにしても、ポート ステートに影響はありません。
- ポートが無許可ステートでクライアント MAC アドレスが認証サーバ データベースにない場合、ポートは無許可ステートのままになります。ただし、クライアント MAC アドレスがデータベースに追加された場合、スイッチは MAC 認証バイパスを使用してポートを再認証できます。
- ポートが許可ステートである場合、再認証が発生するまでポートのステートは変わりません。
- MAC 認証バイパスによって接続されているが、非アクティブのホストのタイムアウト期間を設定することができます。範囲は 1 ～ 65535 秒です。

ポートごとに許可できるデバイスの最大数

802.1X 対応ポートで許可できるデバイスの最大数は、次のとおりです。

- シングルホスト モードでは、1 つのデバイスだけがアクセス VLAN で許可されます。ポートも音声 VLAN で設定されていた場合、音声 VLAN で送受信される Cisco IP Phone は無制限です。
- MultiDomain Authentication（MDA）モードでは、1 つのデバイスだけがアクセス VLAN に許可されます。また、1 つの IP Phone が音声 VLAN に許可されます。
- マルチホスト モードでは、1 つの 802.1X サプリカントだけがポートで許可されます。ただし、非 802.1X ホストはアクセス VLAN で無制限に許可されます。また、デバイスも音声 VLAN で無制限に許可されます。

802.1X 準備チェックの設定

802.1X 準備チェックは、すべてのスイッチ ポート上で 802.1X アクティビティをモニタし、802.1X をサポートするポートに接続されたデバイス情報を表示します。この機能を使用すると、スイッチ ポートに接続したデバイスが 802.1X に対応しているかどうかを判断できます。

802.1X 準備チェックは、802.1X を設定できるすべてのポートに許可されています。**dot1x force-unauthorized** として設定されているポートでは使用できません。

スイッチで準備チェックをイネーブルにするには、次の事項に注意してください。

- 通常、準備チェックは 802.1X がスイッチでイネーブルになる前に使用します。
- インターフェイスを指定せずに **dot1x test eapol-capable** 特権 EXEC コマンドを使用している場合、スイッチ スタックのすべてのポートがテストされます。
- 802.1X 対応のポートに **dot1x test eapol-capable** コマンドを設定してリンクをアップした場合、ポートは 802.1X 機能に関して接続クライアントにクエリーを送信します。クライアントが通知パケットに応答した場合、802.1X に対応していることになります。クライアントがタイムアウト期間内に応答した場合、Syslog メッセージが生成されます。クライアントがクエリーに応答しなかった場合、そのクライアントは 802.1X に対応していません。そのため、Syslog メッセージも生成されません。
- 準備チェックは、複数のホストを扱うポートにも送信できます（例：IP Phone に接続した PC）。準備チェックに対してタイムアウト期間内に応答したクライアントごとに Syslog メッセージが生成されます。

802.1X 準備チェックをイネーブルにするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**dot1x test eapol-capable** [**interface** *interface-id*]	スイッチ上で 802.1X 準備チェックをイネーブルにします。 （任意）*interface-id* には、802.1X 準備チェックを行うポートを指定します。 **（注）** **interface** キーワードを省略した場合、スイッチ上のすべてのインターフェイスがテストされます。
ステップ 1	**configure terminal**	（任意）グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**dot1x test timeout** *timeout*	（任意）EAPOL 応答を待機するタイムアウト時間を設定します。指定できる範囲は 1 ～ 65535 秒です。デフォルト値は 10 秒です。
ステップ 3	**end**	（任意）特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show running-config**	（任意）変更したタイムアウト値を確認します。

次に、ポートにクエリーを実行するスイッチ上で準備チェックをイネーブルにする方法を示します。また、クエリーを送信したポートから受信した応答も示します。これにより、接続したデバイスが 802.1X に対応しているかどうか確認できます。

```
Switch# dot1x test eapol-capable interface gigabitethernet0/13

DOT1X_PORT_EAPOL_CAPABLE:DOT1X: MAC 00-01-02-4b-f1-a3 on gigabitethernet0/13 is EAPOL
capable
```

音声認識 802.1X セキュリティの設定

音声認識 802.1X セキュリティ機能を使用すると、データまたは音声 VLAN にかかわらず、セキュリティ違反が発生した VLAN だけをスイッチでディセーブルにできます。この機能は、PC が IP Phone に接続されている IP Phone 環境に役立ちます。データ VLAN でセキュリティ違反が検出されてもシャットダウン対象はそのデータ VLAN だけです。音声 VLAN のトラフィックは中断せずにスイッチを通過できます。

スイッチに音声認識 802.1X セキュリティを設定する場合、次の注意事項に従ってください。

- 音声認識 802.1X セキュリティは、**errdisable detect cause security-violation shutdown vlan** グローバル コンフィギュレーション コマンドを入力してイネーブルにします。音声認識 802.1X セキュリティをディセーブルにする場合は、このコマンドの **no** バージョンを使用します。このコマンドはスイッチで 802.1X を設定したすべてのポートに適用されます。

（注） **shutdown vlan** キーワードを指定しない場合、errdisable ステートになった際にポート全体がシャットダウンします。

- **errdisable recovery cause security-violation** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用して errdisabled 回復を設定した場合、ポートは自動的に再度イネーブルになります。errdisable 回復がポートに設定されていない場合、**shutdown** および **no-shutdown** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用して、もう一度イネーブルにします。
- **clear errdisable interface** *interface-id* **vlan** [*vlan-list*] 特権 EXEC コマンドを使用すれば、VLAN ごとに再度イネーブルにできます。範囲を指定しない場合、ポート上のすべての VLAN がイネーブルになります。

音声認識 802.1X セキュリティをイネーブルにするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**errdisable detect cause security-violation shutdown vlan**	セキュリティ違反が発生したすべての VLAN をシャットダウンします。 （注）　**shutdown vlan** キーワードを指定しない場合、ポート全体が errdisable ステートになり、シャットダウンします。
ステップ 3	**errdisable recovery cause security-violation**	（任意）VLAN ごとの自動エラー回復をイネーブルにします。
ステップ 4	**clear errdisable interface** *interface-id* **vlan** [*vlan-list*]	（任意）errdisable ステートの個々の VLAN を再度イネーブルにします。 • *interface-id* には、再度イネーブルにする各 VLAN ポートを指定します。 • （任意）*vlan-list* には、再度イネーブルにする VLAN のリストを指定します。*vlan-list* が指定されていない場合、すべての VLAN が再度イネーブルになります。
ステップ 5	**shutdown** **no-shutdown**	（任意）errdisable ステートの VLAN を再度イネーブルにし、すべての errdisable 状態を回復します。
ステップ 6	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 7	**show errdisable detect**	設定を確認します。
ステップ 8	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

次に、セキュリティ違反が発生したすべての VLAN をシャットダウンするようにスイッチを設定する方法を示します。

```
Switch(config)# errdisable detect cause security-violation shutdown vlan
```

次に、ポート ギガビット イーサネット 0/2 で errdisable ステートだったすべての VLAN を再度イネーブルにする方法を示します。

```
Switch# clear errdisable interface gigabitethernet0/2 vlan
```

設定を確認するには、**show errdisable detect** 特権 EXEC コマンドを入力します。

802.1X 違反モードの設定

802.1X ポートを設定することで、シャットダウン、Syslog エラーの生成、または新規デバイスからのパケットの廃棄を実行できます。実行するための条件は次のとおりです。

- デバイスが 802.1x 対応のポートに接続した
- 許可するデバイスの最大数がポートで認証された

スイッチ上にセキュリティ違反アクションを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**aaa new-model**	AAA をイネーブルにします。

	コマンド	目的
ステップ 3	**aaa authentication dot1x** {**default**} *method1*	802.1X 認証方式リストを作成します。 **authentication** コマンドに名前付きリストが指定されて*いない*場合に使用するデフォルトのリストを作成するには、デフォルト状況で使用することになっている方法に続いて **default** キーワードを使用します。デフォルトの方式リストは、自動的にすべてのポートに適用されます。 *method1* には、**group radius** キーワードを入力して、認証用のすべての RADIUS サーバ リストを使用できるようにします。 （注）　**group radius** キーワード以外にもコマンドラインのヘルプ ストリングに表示されますが、サポートされていません。
ステップ 4	**interface** *interface-id*	802.1X 認証をイネーブルにするクライアントに接続しているポートを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 5	**switchport mode access**	ポートをアクセス モードにします。
ステップ 6	**authentication violation** {**shutdown** | **restrict** | **protect** | **replace**}	違反モードを設定します。キーワードの意味は次のとおりです。 • **shutdown**：ポートを errdisable ステートにします。 • **restrict**：Syslog エラーを生成します。 • **protect**：そのポートへトラフィックを送信する新規デバイスからのパケットをドロップします。 • **replace**：現在のセッションを削除し、新しいホストで認証します。
ステップ 7	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 8	**show authentication**	設定を確認します。
ステップ 9	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

802.1X 認証の設定

802.1X ポートベース認証を設定するには、AAA をイネーブルにして認証方式リストを指定する必要があります。方式リストは、ユーザ認証のためにクエリー送信を行う手順と認証方式を記述したものです。

ユーザ単位 ACL または VLAN 割り当てを可能にするには、AAA 許可をイネーブルにしてネットワーク関連のすべてのサービス要求に対してスイッチを設定する必要があります。

次に、802.1X の AAA プロセスを示します。

ステップ 1　ユーザがスイッチのポートに接続します。

ステップ 2　認証が実行されます。

ステップ 3　RADIUS サーバ設定に基づいて、VLAN 割り当てが適宜イネーブルになります。

ステップ 4　スイッチが開始メッセージをアカウンティング サーバに送信します。

ステップ 5　必要に応じて、再認証が実行されます。

ステップ 6　スイッチが仮のアカウンティング アップデートを、再認証結果に基づいたアカウンティング サーバに送信します。

ステップ 7　ユーザがポートから切断します。

ステップ 8　スイッチが停止メッセージをアカウンティング サーバに送信します。

802.1X ポートベース認証を設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**aaa new-model**	AAA をイネーブルにします。
ステップ 3	**aaa authentication dot1x {default}** *method1*	802.1X 認証方式リストを作成します。 **authentication** コマンドに名前付きリストが指定されて*いない*場合に使用するデフォルトのリストを作成するには、デフォルト状況で使用することになっている方法に続いて **default** キーワードを使用します。デフォルトの方式リストは、自動的にすべてのポートに適用されます。 *method1* には、**group radius** キーワードを入力して、認証用のすべての RADIUS サーバ リストを使用できるようにします。 （注）　**group radius** キーワード以外にもコマンドラインのヘルプ ストリングに表示されますが、サポートされていません。
ステップ 4	**dot1x system-auth-control**	スイッチ上で 802.1X 認証をグローバルにイネーブルにします。
ステップ 5	**aaa authorization network {default} group radius**	（任意）ユーザ単位 ACL や VLAN 割り当てなど、ネットワーク関連のすべてのサービス要求に対するユーザ RADIUS 許可をスイッチに設定します。 ユーザ単位 ACL を設定するには、シングルホスト モードを設定する必要があります。この設定がデフォルトです。
ステップ 6	**radius-server host** *ip-address*	（任意）RADIUS サーバの IP アドレスを指定します。
ステップ 7	**radius-server key** *string*	（任意）RADIUS サーバ上で動作する RADIUS デーモンとスイッチの間で使用する認証および暗号キーを指定します。
ステップ 8	**interface** *interface-id*	802.1X 認証をイネーブルにするクライアントに接続しているポートを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 9	**switchport mode access**	（任意）ステップ 6 および 7 で RADIUS サーバを設定した場合だけ、ポートをアクセス モードに設定します。
ステップ 10	**authentication port-control auto**	ポート上で 802.1X 認証をイネーブルにします。 機能の相互作用については、「802.1X 認証設定時の注意事項」（P.9-34）を参照してください。
ステップ 11	**dot1x pae authenticator**	インターフェイスのポート アクセス エンティティがオーセンティケータとしてだけ機能し、サプリカント宛のメッセージを無視するように設定します。
ステップ 12	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 13	**show authentication**	設定を確認します。
ステップ 14	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

スイッチおよび RADIUS サーバ間の通信の設定

RADIUS セキュリティ サーバは、ホスト名または IP アドレス、ホスト名と特定の UDP ポート番号、または IP アドレスと特定の UDP ポート番号によって識別します。IP アドレスと UDP ポート番号の組み合わせによって、一意の ID が作成され、サーバの同一 IP アドレス上にある複数の UDP ポートに RADIUS 要求を送信できるようになります。同じ RADIUS サーバ上の異なる 2 つのホスト エントリに同じサービス（たとえば認証）を設定した場合、2 番めに設定されたホスト エントリは、最初に設定されたホスト エントリのフェールオーバー バックアップとして動作します。RADIUS ホスト エントリは、設定した順序に従って試行されます。

スイッチ上に RADIUS サーバ パラメータを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は必須です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**radius-server host** {*hostname* | *ip-address*} **auth-port** *port-number* **key** *string*	RADIUS サーバ パラメータを設定します。 *hostname* | *ip-address* には、リモート RADIUS サーバのホスト名または IP アドレスを指定します。 **auth-port** *port-number* には、認証要求の UDP 宛先ポートを指定します。デフォルト値は 1812 です。指定できる範囲は 0 ～ 65536 です。 **key** *string* には、スイッチと RADIUS サーバ上で動作する RADIUS デーモンとの間で使用する認証および暗号キーを指定します。キーは、RADIUS サーバで使用する暗号キーに一致するテキスト ストリングでなければなりません。 （注）　キーの先行スペースは無視されますが、途中および末尾のスペースは有効なので、キーは必ず **radius-server host** コマンド構文の最後の項目として設定してください。キーにスペースを使用する場合は、引用符がキーの一部分である場合を除き、引用符でキーを囲まないでください。キーは RADIUS デーモンで使用する暗号キーに一致している必要があります。 複数の RADIUS サーバを使用する場合には、このコマンドを繰り返し入力します。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

特定の RADIUS サーバをクリアするには、**no radius-server host** {*hostname* | *ip-address*} グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、IP アドレス 172.120.39.46 のサーバを RADIUS サーバとして指定し、ポート 1612 を許可ポートとして使用し、暗号キーを RADIUS サーバ上のキーと同じ *rad123* に設定する例を示します。

```
Switch(config)# radius-server host 172.120.39.46 auth-port 1612 key rad123
```

すべての RADIUS サーバについて、タイムアウト、再送信回数、および暗号キー値をグローバルに設定するには、**radius-server host** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。これらのオプションをサーバ単位で設定するには、**radius-server timeout**、**radius-server retransmit**、および **radius-server key** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。詳細については、「すべての RADIUS サーバの設定」（P.8-34）を参照してください。

RADIUS サーバ上でも、いくつかの値を設定する必要があります。これらの設定値としては、スイッチの IP アドレス、およびサーバとスイッチの双方で共有するキー ストリングがあります。詳細については、RADIUS サーバのマニュアルを参照してください。

ホスト モードの設定

802.1X 認証済みポート上でシングルホスト（クライアント）または複数のホストを許可するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。**multi-domain** キーワードを使用して MDA を設定して、ホストと（シスコ製またはシスコ製以外の）IP 電話のような音声デバイスの両方を、同一スイッチ ポートで認証することができます。

この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**radius-server vsa send authentication**	Vendor-Specific Attribute（VSA; ベンダー固有属性）を認識し使用するために、ネットワーク アクセス サーバを設定します。
ステップ 3	**interface** *interface-id*	複数ホストが間接的に接続されているポートを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 4	**authentication host-mode** [**multi-auth** | **multi-domain** | **multi-host** | **single-host**]	キーワードの意味は次のとおりです。 • **multi-auth**：音声 VLAN 上で 1 つのクライアント、データ VLAN 上で複数の認証済みクライアントを許可します。各ホストは個別に認証されます。 （注）　**multi-auth** キーワードは **authentication host-mode** コマンドでだけ使用できます。 • **multi-host**：シングル ホストの認証後に 802.1X 許可ポートで複数のホスト（クライアント）の接続を許可します。 • **multi-domain**：ホストと（シスコ製またはシスコ製以外の）IP 電話のような音声デバイスの両方を 1 つの 802.1X 認証済ポートで認証することができます。 （注）　ホスト モードが **multi-domain** に設定される際に IP 電話の音声 VLAN を設定する必要があります。詳細については、第 12 章「音声 VLAN の設定」を参照してください。 • **single-host**：802.1X 許可ポートで複数のホスト（クライアント）の接続を許可します。 指定するインターフェイスで、**authentication port-control** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドが **auto** に設定されていることを確認してください。
ステップ 5	**switchport voice vlan** *vlan-id*	（任意）音声 VLAN を設定します。
ステップ 6	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 7	**show authentication interface** *interface-id*	設定を確認します。
ステップ 8	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

ポート上で複数のホストをディセーブルにするには、**no authentication host-mode** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、802.1X 認証をイネーブルにして、複数のホストを許可する例を示します。

```
Switch(config)# interface gigabitethernet0/1
Switch(config-if)# authentication port-control auto
Switch(config-if)# authentication host-mode multi-host
Switch(config-if)# end
```

次に、MDA をイネーブルにしてポート上でホストと音声 デバイスを許可する例を示します。

```
Switch(config)# interface gigabitethernet0/1
Switch(config-if)# authentication port-control auto
Switch(config-if)# authentication host-mode multi-domain
Switch(config-if)# switchport voice vlan 101
Switch(config-if)# end
```

定期的な再認証の設定

802.1X クライアントの定期的な再認証をイネーブルにし、再認証の間隔を指定できます。再認証を行う間隔を指定しない場合、3600 秒おきに再認証が試みられます。

クライアントの定期的な再認証をイネーブルにし、再認証を行う間隔（秒）を設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	設定するポートを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**authentication periodic**	クライアントの定期的な再認証（デフォルトではディセーブル）をイネーブルにします。 （注）　デフォルト値は 3,600 秒です。再認証タイマーの値を変更するには、またはスイッチが RADIUS によるセッション タイムアウトを使用するように設定するには、**authentication timer reauthenticate** コマンドを入力します。
ステップ 4	**authentication timer** {{[**inactivity** | **reauthenticate**]} {**restart** *value*}}	再認証の間隔（秒）を指定します。 **authentication timer** キーワードの意味は次のとおりです。 • **inactivity**：クライアントからのアクティビティがなく、無許可とするまでの期間（秒）。 • **reauthenticate**：自動認証試行が開始されるまでの期間（秒）。 • **restart** *value*：無許可ポートを認証するための試行が行われるまでの期間（秒）。 このコマンドがスイッチの動作に影響するのは、定期的な再認証をイネーブルに設定した場合だけです。
ステップ 5	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 6	**show authentication interface** *interface-id*	設定を確認します。
ステップ 7	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

定期的な再認証をディセーブルにするには、**no authentication periodic** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。デフォルトの再認証試行間隔に戻すには、**no authentication timer** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、定期的な再認証をイネーブルにし、再認証の間隔を 4000 秒に設定する例を示します。

```
Switch(config-if)# authentication periodic
Switch(config-if)# authentication timer reauthenticate 4000
```

ポートに接続するクライアントの手動での再認証

dot1x re-authenticate interface *interface-id* 特権 EXEC コマンドを入力すると、いつでも特定のポートに接続するクライアントを手動で再認証できます。この手順は任意です。定期的な再認証をイネーブルまたはディセーブルにする方法については、「定期的な再認証の設定」（P.9-43）を参照してください。

次に、ポートに接続するクライアントを手動で再認証する例を示します。

```
Switch# dot1x re-authenticate interface gigabitethernet0/1
```

待機時間の変更

スイッチはクライアントを認証できなかった場合に、所定の時間だけアイドル状態を続け、その後再び認証を試みます。アイドル時間を制御するには、**authentication timer inactivity** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。クライアント認証が失敗する理由としては、クライアントが無効なパスワードを提示した場合などが考えられます。デフォルトよりも小さい値を入力することによって、ユーザへの応答時間を短縮できます。

待機時間を変更するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	設定するポートを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**authentication timer inactivity** *seconds*	スイッチがクライアントとの認証情報の交換に失敗した後、待機状態を続ける秒数を設定します。 指定できる範囲は 1 ～ 65535 秒です。デフォルトは 60 秒です。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show authentication interface** *interface-id*	設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

デフォルトの待機時間に戻すには、**no authentication timer inactivity** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、スイッチの待機時間を 30 秒に設定する例を示します。

```
Switch(config-if)# authentication timer inactivity 30
```

スイッチからクライアントへの再送信時間の変更

クライアントはスイッチからの EAP-Request/Identity フレームに対し、EAP-Response/Identity フレームで応答します。スイッチがこの応答を受信できなかった場合、所定の時間（再送信時間）だけ待機し、その後フレームを再送信します。

（注）　このコマンドのデフォルト値は、リンクの信頼性が低い場合や、特定のクライアントおよび認証サーバの動作に問題がある場合など、異常な状況に対する調整を行う必要があるときに限って変更してください。

スイッチがクライアントからの通知を待機する時間を変更するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	設定するポートを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**authentication timer reauthenticate** *seconds*	スイッチが EAP-Request/Identity フレームに対するクライアントからの応答を待ち、要求を再送信するまでの秒数を設定します。 指定できる範囲は 1 ～ 65535 秒です。デフォルトは 5 秒です。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show authentication interface** *interface-id*	設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

デフォルトの再送信時間に戻すには、**no authentication timer reauthenticate** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、スイッチが EAP-Request/Identity フレームに対するクライアントからの応答を待ち、要求を再送信するまでの時間を 60 秒に設定する例を示します。

```
Switch(config-if)# authentication timer reauthenticate 60
```

スイッチからクライアントへのフレーム再送信回数の設定

（クライアントから応答が得られなかった場合に）スイッチが認証プロセスを再起動する前に、クライアントに EAP-Request/Identity フレームを送信する回数を変更できます。

（注）　このコマンドのデフォルト値は、リンクの信頼性が低い場合や、特定のクライアントおよび認証サーバの動作に問題がある場合など、異常な状況に対する調整を行う必要があるときに限って変更してください。

スイッチからクライアントへのフレーム再送信回数を設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	設定するポートを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**dot1x max-reauth-req** *count*	スイッチが認証プロセスを再起動する前に、EAP-Request/Identity フレームを送信する回数を設定します。指定できる範囲は 1 ～ 10 です。デフォルトは 2 です。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show authentication interface** *interface-id*	設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

再送信回数をデフォルトに戻すには、**no dot1x max-req** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、スイッチが認証プロセスを再起動する前に、EAP-Request/Identity 要求を送信する回数を 5 に設定する例を示します。

```
Switch(config-if)# dot1x max-reauth-req 5
```

再認証回数の設定

ポートが無許可ステートに変わる前に、スイッチが認証プロセスを再開する回数を変更することもできます。

（注）　このコマンドのデフォルト値は、リンクの信頼性が低い場合や、特定のクライアントおよび認証サーバの動作に問題がある場合など、異常な状況に対する調整を行う必要があるときに限って変更してください。

再認証回数を設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	設定するポートを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。

	コマンド	目的
ステップ 3	**dot1x max-req** *count*	ポートが無許可ステートに変わる前に、スイッチが認証プロセスを再開する回数を設定します。指定できる範囲は 0 ～ 10 です。デフォルトは 2 です。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show authentication interface** *interface-id*	設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

再認証回数をデフォルトに戻すには、**no dot1x max-reauth-req** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、ポートが無許可ステートに変わる前に、スイッチが認証プロセスを再開する回数として 4 を設定する例を示します。

```
Switch(config-if)# dot1x max-reauth-req 4
```

MAC 移動のイネーブル化

MAC 移動により、認証済みのホストをスイッチ上のポート間で移動できます。

スイッチ上での MAC 移動をグローバルにイネーブルにするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**authentication mac-move permit**	スイッチで MAC の移動をイネーブルにします。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show running-config**	（任意）設定を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

次に、スイッチ上で MAC 移動をグローバルにイネーブルにする例を示します。

```
Switch(config)# authentication mac-move permit
```

MAC 置換のイネーブル化

MAC 置換を使用すると、ホストはポート上の認証ホストを置換できます。

インターフェイス上で MAC 置換をイネーブルにするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	設定するポートを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**authentication violation** {**protect** | **replace** | **restrict** | **shutdown**}	インターフェイス上で MAC 置換をイネーブルにするには、**replace** キーワードを使用します。ポートが現在のセッションを削除し、新しいホストを使用して認証を開始します。 他のキーワードは、次のような機能があります。 • **protect**：ポートは、システム メッセージを生成せずに、予期しない MAC を使用するパケットをドロップします。 • **restrict**：違反パケットが CPU によってドロップされ、システム メッセージが生成されます。 • **shutdown**：ポートは、予期しない MAC アドレスを受信すると errdisable になります。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

次に、インターフェイス上で MAC 置換をイネーブルにする例を示します。

```
Switch(config)# interface gigabitethernet2/0/2
Switch(config-if)# authentication violation replace
```

802.1X アカウンティングの設定

802.1X アカウンティングを使用して、AAA システム アカウンティングをイネーブルにすると、ロギングのためにシステム リロード イベントをアカウンティング RADIUS サーバに送信できます。サーバは、アクティブな 802.1X セッションすべてが終了したものと判断します。

RADIUS は信頼性の低い UDP トランスポート プロトコルを使用するため、ネットワーク状態が良好でないと、アカウンティング メッセージが失われることがあります。設定した回数のアカウンティング要求の再送信後、スイッチが RADIUS サーバからアカウンティング応答メッセージを受信しない場合、次のメッセージが表示されます。

```
Accounting message %s for session %s failed to receive Accounting Response.
```

このストップ メッセージが正常に送信されない場合、次のメッセージが表示されます。

```
00:09:55: %RADIUS-4-RADIUS_DEAD: RADIUS server 172.20.246.201:1645,1646 is not responding.
```

（注）ロギングの開始、停止、仮のアップデート メッセージ、タイム スタンプなどのアカウンティング タスクを実行するように、RADIUS サーバを設定する必要があります。これらの機能をオンにするには、RADIUS サーバの Network Configuration タブの [Update/Watchdog packets from this AAA client] のロギングをイネーブルにします。次に、RADIUS サーバの System Configuration タブの [CVS RADIUS Accounting] をイネーブルにします。

AAA がスイッチでイネーブルになった後、802.1X アカウンティングを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	設定するポートを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**aaa accounting dot1x default start-stop group radius**	すべての RADIUS サーバのリストを使用して、802.1X アカウンティングをイネーブルにします。
ステップ 4	**aaa accounting system default start-stop group radius**	（任意）システム アカウンティングをイネーブルにし（すべての RADIUS サーバのリストを使用）、スイッチがリロードするときにシステム アカウンティング リロード イベント メッセージを生成します。
ステップ 5	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 6	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 7	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

アカウンティング応答メッセージを受信しない RADIUS メッセージ数を表示するには、**show radius statistics** 特権 EXEC コマンドを使用します。

次に、802.1X アカウンティングを設定する例を示します。最初のコマンドは、アカウンティングの UDP ポートとして 1813 を指定して、RADIUS サーバを設定します。

```
Switch(config)# radius-server host 172.120.39.46 auth-port 1812 acct-port 1813 key rad123
Switch(config)# aaa accounting dot1x default start-stop group radius
Switch(config)# aaa accounting system default start-stop group radius
```

ゲスト VLAN の設定

サーバが EAP Request/Identity フレームに対する応答を受信しない場合、ゲスト VLAN を設定すると、802.1X 対応でないクライアントはゲスト VLAN に配置されます。802.1X 対応であっても、認証に失敗したクライアントは、ネットワークへのアクセスが許可されません。スイッチは、シングルホスト モードまたはマルチホスト モードでゲスト VLAN をサポートします。

ゲスト VLAN を設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	設定するポートを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。サポートされるポートのタイプについては、「802.1X 認証設定時の注意事項」（P.9-34）を参照してください。
ステップ 3	**switchport mode access** または **switchport mode private-vlan host**	ポートをアクセス モードにします。 または レイヤ 2 ポートをプライベート VLAN ホスト ポートとして設定します。
ステップ 4	**authentication port-control auto**	ポート上で 802.1X 認証をイネーブルにします。
ステップ 5	**authentication event no-response action authorize vlan** *vlan-id*	アクティブ VLAN を 802.1X ゲスト VLAN として指定します。指定できる範囲は 1 ～ 4094 です。 内部 VLAN（ルーテッド ポート）、RSPAN VLAN、プライマリ プライベート VLAN、または音声 VLAN を除き、任意のアクティブ VLAN を 802.1X ゲスト VLAN として設定できます。
ステップ 6	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 7	**show authentication interface** *interface-id*	設定を確認します。
ステップ 8	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

ゲスト VLAN をディセーブルにして削除するには、**no authentication event no-response action authorize vlan** *vlan-id* インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。ポートは無許可ステートに戻ります。

次に、VLAN 2 を 802.1X ゲスト VLAN としてイネーブルにする例を示します。

```
Switch(config)# interface gigabitethernet0/2
Switch(config-if)# authentication event no-response action authorize vlan 2
```

次に、スイッチの待機時間として 3 を、要求の再送信前にクライアントからの EAP-Request/Identify フレーム応答を待機する時間（秒）を 15 に設定し、802.1X ポートの DHCP クライアント接続時に、VLAN 2 を 802.1X ゲスト VLAN としてイネーブルにする例を示します。

```
Switch(config-if)# authentication timer inactivity 3
Switch(config-if)# authentication timer reauthenticate 15
Switch(config-if)# authentication event no-response action authorize vlan 2
```

制限付き VLAN の設定

スイッチ上に制限付き VLAN を設定している、認証サーバが有効なユーザ名またはパスワードを受信できない場合と、802.1X に準拠した場合クライアントは制限付き VLAN に移されます。スイッチは、シングルホスト モードでだけ制限付き VLAN をサポートします。

制限付き VLAN を設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	設定するポートを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。サポートされるポートのタイプについては、「802.1X 認証設定時の注意事項」（P.9-34）を参照してください。
ステップ 3	**switchport mode access** または **switchport mode private-vlan host**	ポートをアクセス モードにします。 または レイヤ 2 ポートをプライベート VLAN ホスト ポートとして設定します。
ステップ 4	**authentication port-control auto**	ポート上で 802.1X 認証をイネーブルにします。
ステップ 5	**authentication event fail action authorize** *vlan-id*	アクティブな VLAN を、802.1X 制限付き VLAN に指定します。指定できる範囲は 1 ～ 4094 です。 内部 VLAN（ルーテッド ポート）、RSPAN VLAN、プライマリ プライベート VLAN、または音声 VLAN を除き、任意のアクティブ VLAN を 802.1X 制限付き VLAN として設定できます。
ステップ 6	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 7	**show authentication interface** *interface-id*	（任意）設定を確認します。
ステップ 8	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

制限付き VLAN をディセーブルにして削除するには、**no authentication event fail action authorize** *vlan-id* インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。ポートは無許可ステートに戻ります。

次に、*VLAN 2* を 802.1X 制限付き VLAN としてイネーブルにする例を示します。

```
Switch(config-if)# authentication event fail action authorize 2
```

ユーザに制限付き VLAN を割り当てる前に、**authentication event retry** *retry count* インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用して、認証試行回数を最大に設定できます。指定できる認証試行回数は 1 ～ 3 回です。デフォルトは 3 回に設定されています。

認証試行回数を最大に設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	設定するポートを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。サポートされるポートのタイプについては、「802.1X 認証設定時の注意事項」（P.9-34）を参照してください。
ステップ 3	**switchport mode access** または **switchport mode private-vlan host**	ポートをアクセス モードにします。 または レイヤ 2 ポートをプライベート VLAN ホスト ポートとして設定します。

	コマンド	目的
ステップ 4	**authentication port-control auto**	ポート上で 802.1X 認証をイネーブルにします。
ステップ 5	**authentication event fail action authorize** *vlan-id*	アクティブな VLAN を、802.1X 制限付き VLAN に指定します。指定できる範囲は 1 ～ 4094 です。 内部 VLAN（ルーテッド ポート）、RSPAN VLAN、プライマリ プライベート VLAN、または音声 VLAN を除き、任意のアクティブ VLAN を 802.1X 制限付き VLAN として設定できます。
ステップ 6	**authentication event retry** *retry count*	ポートが制限付き VLAN に移行するための認証試行回数を指定します。指定できる範囲は 1 ～ 3 です。デフォルトは 3 です。
ステップ 7	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 8	**show authentication interface** *interface-id*	（任意）設定を確認します。
ステップ 9	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

デフォルト値に戻すには、**no authentication event retry** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、ポートを制限付き VLAN にするために、認証試行回数を *2* に設定する方法を示します。

```
Switch(config-if)# authentication event retry 2
```

アクセス不能認証バイパス機能の設定

アクセス不能認証バイパス機能（クリティカル認証または AAA 失敗ポリシーとも呼ばれます）を設定できます。

ポートをクリティカル ポートとして設定し、アクセス不能認証バイパス機能をイネーブルにするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**radius-server dead-criteria time** *time* **tries** *tries*	（任意）RADIUS サーバが使用できない、または *dead* と見なされるときを判別するのに使われる条件を設定します。 指定できる *time* の範囲は 1 ～ 120 秒です。スイッチは、デフォルトの *seconds* 値を 10 ～ 60 秒の間で動的に決定します。 指定できる *tries* の範囲は 1 ～ 100 です。スイッチは、デフォルトの *tries* パラメータを 10 ～ 100 の間で動的に決定します。
ステップ 3	**radius-server deadtime** *minutes*	（任意）RADIUS サーバに要求が送信されない分数を設定します。指定できる範囲は 0 ～ 1440 分です（24 時間）。デフォルト値は 0 分です。

	コマンド	目的
ステップ 4	**radius-server host** *ip-address* [**acct-port** *udp-port*] [**auth-port** *udp-port*] [**test username** *name* [**idle-time** *time*] [**ignore-acct-port**] [**ignore-auth-port**]] [**key** *string*]	（任意）次のキーワードを使用して RADIUS サーバ パラメータを設定します。 • **acct-port** *udp-port* : RADIUS アカウンティング サーバの UDP ポートを指定します。UDP ポート番号の範囲は 0 ～ 65536 です。デフォルト値は 1646 です。 • **auth-port** *udp-port* : RADIUS 認証サーバの UDP ポートを指定します。UDP ポート番号の範囲は 0 ～ 65536 です。デフォルト値は 1645 です。 （注）　RADIUS アカウンティング サーバの UDP ポートと RADIUS 認証サーバの UDP ポートを非デフォルト値に設定します。 • **test username** *name* : RADIUS サーバ ステータスの自動テストをイネーブルにして、使用するユーザ名を指定します。 • **idle-time** *time* : スイッチがテスト パケットをサーバに送信した後の間隔を分数で設定します。指定できる範囲は 1 ～ 35791 分です。デフォルトは 60 分（1 時間）です。 • **ignore-acct-port** : RADIUS サーバ アカウンティング ポートのテストをディセーブルにします。 • **ignore-auth-port** : RADIUS サーバ認証ポートのテストをディセーブルにします。 • **key** *string* : スイッチと RADIUS デーモンとの間のすべての RADIUS 通信で使用する認証および暗号キーを指定します。 （注）　キーの先行スペースは無視されますが、途中および末尾のスペースは有効なので、キーは必ず **radius-server host** コマンド構文の最後の項目として設定してください。キーにスペースを使用する場合は、引用符がキーの一部分である場合を除き、引用符でキーを囲まないでください。キーは RADIUS デーモンで使用する暗号キーに一致している必要があります。 **radius-server key** {**0** *string* | **7** *string* | *string*} グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用しても認証および暗号キーを設定できます。
ステップ 5	**dot1x critical** {**eapol** | **recovery delay** *milliseconds*}	（任意）アクセス不能認証バイパスのパラメータを設定します。 **eapol** : スイッチがクリティカル ポートを正常に認証すると、スイッチが EAPOL 成功メッセージを送信するように指定します。 **recovery delay** *milliseconds* : 使用できない RADIUS サーバが使用できるようになったときに、スイッチがクリティカル ポートを再初期化するために待機する回復遅延期間を設定します。指定できる範囲は 1 ～ 10000 ミリ秒です。デフォルトは 1000 ミリ秒です（ポートは毎秒再初期化できます）。
ステップ 6	**interface** *interface-id*	設定するポートを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。サポートされるポートのタイプについては、「802.1X 認証設定時の注意事項」（P.9-34）を参照してください。

	コマンド	目的
ステップ 7	**authentication event server dead action [authorize | reinitialize] vlan** *vlan-id*	RADIUS サーバが到達不能の場合にポート上のホストを移動するには、次のキーワードを使用します。 • **authorize**：認証しようとしている新しいホストをすべて、ユーザ指定のクリティカル VLAN に移動します。 • **reinitialize**：ポート上のすべての認証済みホストをユーザ指定のクリティカル VLAN に移動します。
ステップ 8	**authentication event server dead action** {**authorize** | **reinitialize**} **vlan** *vlan-id*]	アクセス不能認証バイパス機能をイネーブルにして、次のキーワードを使用して機能を設定します。 • **authorize**：ポートを認証します。 • **reinitialize**：すべての認証済みクライアントを再初期化します。
ステップ 9	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 10	**show authentication interface** *interface-id*	（任意）設定を確認します。
ステップ 11	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

RADIUS サーバのデフォルト設定に戻すには、**no radius-server dead-criteria**、**no radius-server deadtime**、および **no radius-server host** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。アクセス不能認証バイパスをデフォルト設定に戻すには、**no authentication event server dead action** {**authorize** | **reinitialize**} グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。アクセス不能認証バイパスをディセーブルにするには、**no authentication event server dead action** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、アクセス不能認証バイパス機能を設定する例を示します。

```
Switch(config)# radius-server dead-criteria time 30 tries 20
Switch(config)# radius-server deadtime 60
Switch(config)# radius-server host 1.1.1.2 acct-port 1550 auth-port 1560 test username
user1 idle-time 30 key abc1234
Switch(config)# dot1x critical eapol
Switch(config)# dot1x critical recovery delay 2000
Switch(config)# interface gigabitethernet0/2
Switch(config)# radius-server deadtime 60
Switch(config-if)# dot1x critical
Switch(config-if)# dot1x critical recovery action reinitialize?
Switch(config-if)# dot1x critical vlan 20
Switch(config-if)# end
```

Wake-on-LAN を使用した 802.1X 認証の設定

WoL を使用した 802.1X 認証をイネーブルにするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	設定するポートを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。サポートされるポートのタイプについては、「802.1X 認証設定時の注意事項」（P.9-34）を参照してください。
ステップ 3	**authentication control-direction {both | in}**	ポートで WoL を使用して 802.1X 認証をイネーブルにし、次のキーワードを使用してポートを双方向または単方向に設定します。 • **both**：ポートを双方向に設定します。ポートは、ホストとの間でパケットを送受信できません。デフォルトでは、ポートは双方向です。 • **in**：ポートを単方向に設定します。ポートはパケットをホストに送信できますが、ホストからパケットを受信できません。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show authentication interface** *interface-id*	設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

WoL を使用した 802.1X 認証をディセーブルにするには、**no authentication control-direction** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、WoL を使用した 802.1X 認証をイネーブルにして、ポートを双方向に設定する例を示します。

```
Switch(config-if)# authentication control-direction both
```

MAC 認証バイパスの設定

MAC 認証バイパスをイネーブルにするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	設定するポートを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。サポートされるポートのタイプについては、「802.1X 認証設定時の注意事項」（P.9-34）を参照してください。
ステップ 3	**authentication port-control auto**	ポート上で 802.1X 認証をイネーブルにします。
ステップ 4	**authentication order [mab] {webauth}**	認証方式の順序を設定します。 • **mab**：認証方式の順序に MAC Authentication Bypass（MAB; MAC 認証バイパス）を追加します。 • **webauth**：認証方式の順序に Web 認証を追加します。
ステップ 5	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。

	コマンド	目的
ステップ 6	**show authentication interface** *interface-id*	設定を確認します。
ステップ 7	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

MAC 認証バイパスをディセーブルにするには、**no authentication order** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、MAC 認証バイパス機能をイネーブルにする例を示します。

```
Switch(config-if)# authentication order
```

802.1x ユーザ分散の設定

VLAN グループを設定し、そのグループに VLAN をマッピングするには、グローバル コンフィギュレーション モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**vlan group** *vlan-group-name* **vlan-list** *vlan-list*	VLAN グループを設定し、1 つの VLAN または一連の VLAN をそのグループにマッピングします。
ステップ 2	**show vlan group all** *vlan-group-name*	設定を確認します。
ステップ 3	**no vlan group** *vlan-group-name* **vlan-list** *vlan-list*	VLAN グループ設定または VLAN グループ設定の要素をクリアします。

次に、VLAN グループを設定し、VLAN をそのグループにマッピングし、VLAN グループの設定および特定の VLAN へのマッピングを確認する例を示します。

```
Switch(config)# vlan group eng-dept vlan-list 10

switch(config)# show vlan group group-name eng-dept
Group Name                      Vlans Mapped
-------------                   --------------
eng-dept                        10
switch# show dot1x vlan-group all
Group Name                      Vlans Mapped
-------------                   --------------
eng-dept                        10
hr-dept                         20
```

次に、既存の VLAN グループに VLAN を追加し、VLAN が追加されたことを確認する例を示します。

```
switch(config)# vlan group eng-dept vlan-list 30
switch(config)# show vlan group eng-dept
Group Name                      Vlans Mapped
-------------                   --------------
eng-dept                        10,30
```

次に、VLAN グループから VLAN を削除する例を示します。

```
switch# no vlan group eng-dept vlan-list 10
```

次に、VLAN グループからすべての VLAN が削除され、VLAN グループが削除される例を示します。

```
switch(config)# no vlan group eng-dept vlan-list 30
Vlan 30 is successfully cleared from vlan group eng-dept.

switch(config)# show vlan group group-name eng-dept
```

次に、すべての VLAN グループをクリアする例を示します。

```
switch(config)# no vlan group end-dept vlan-list all
switch(config)# show vlan-group all
```

これらのコマンドの詳細については、『*Cisco IOS Security Command Reference*』を参照してください。

NAC レイヤ 2 802.1X 検証の設定

NAC レイヤ 2 802.1X 検証を設定できます。これは、RADIUS サーバを使用した 802.1X 認証とも呼ばれます。

NAC レイヤ 2 802.1X 検証を設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	設定するポートを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**authentication event no-response action authorize vlan** *vlan-id*	アクティブ VLAN を 802.1X ゲスト VLAN として指定します。指定できる範囲は 1 ～ 4094 です。 内部 VLAN（ルーテッド ポート）、RSPAN VLAN、音声 VLAN を除くあらゆるアクティブ VLAN を 802.1X ゲスト VLAN として設定できます。
ステップ 4	**authentication periodic**	クライアントの定期的な再認証（デフォルトではディセーブル）をイネーブルにします。
ステップ 5	**authentication timer reauthenticate**	クライアントの再認証試行を設定します（1 時間に設定します）。 このコマンドがスイッチの動作に影響するのは、定期的な再認証をイネーブルに設定した場合だけです。
ステップ 6	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 7	**show authentication interface** *interface-id*	802.1X 認証の設定を確認します。
ステップ 8	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

次に、NAC レイヤ 2 802.1X 検証を設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# interface gigabitethernet0/2
Switch(config-if)# authentication periodic
Switch(config-if)# authentication timer reauthenticate
```

NEAT を使用した認証者スイッチおよびサプリカント スイッチの設定

この機能を設定するには、ワイヤリング クローゼット外の 1 つのスイッチをサプリカントとして設定し、認証者スイッチに接続する必要があります。

概要については、「Network Edge Access Topology（NEAT）を使用した 802.1x サプリカント スイッチと認証スイッチ」（P.9-30）を参照してください。

（注）ACS で *cisco-av-pairs* を *device-traffic-class=switch* と設定する必要があります。これはサプリカントが正常に認証された後に、インターフェイスをトランクとして設定します。

スイッチを認証者に設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**cisp enable**	CISP をイネーブルにします。
ステップ 3	**interface** *interface-id*	設定するポートを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 4	**switchport mode access**	ポート モードを **access** に設定します。
ステップ 5	**authentication port-control auto**	ポート認証モードを auto に設定します。
ステップ 6	**dot1x pae authenticator**	インターフェイスを Port Access Entity（PAE; ポート アクセス エンティティ）として設定します。
ステップ 7	**spanning-tree portfast**	単一ワークステーションまたはサーバに接続されたアクセス ポート上で PortFast をイネーブルにします。
ステップ 8	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 9	**show running-config interface** *interface-id*	設定を確認します。
ステップ 10	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

次に、スイッチを 802.1X 認証者に設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# cisp enable
Switch(config)# interface gigabitethernet2/0/1
Switch(config-if)# switchport mode access
Switch(config-if)# authentication port-control auto
Switch(config-if)# dot1x pae authenticator
Switch(config-if)# spanning-tree portfast trunk
```

スイッチをサプリカントに設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**cisp enable**	CISP をイネーブルにします。
ステップ 3	**dot1x credentials** *profile*	802.1X 資格情報プロファイルを作成します。これをサプリカントに設定するポートに付加する必要があります。
ステップ 4	**username** *suppswitch*	ユーザ名を作成します。

	コマンド	目的
ステップ 5	**password** *password*	新しいユーザ名のパスワードを作成します。
ステップ 6	**dot1x supplicant force-multicast**	スイッチがユニキャストまたはマルチキャスト パケットを受信したときに、スイッチが強制的にマルチキャスト EAPOL パケット*だけ*を送信するように設定します。 これにより、すべてのホスト モードのサプリカント スイッチで NEAT を機能させることも可能になります。
ステップ 7	**interface** *interface-id*	設定するポートを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 8	**switchport trunk encapsulation dot1q**	ポートをトランク モードにします。
ステップ 9	**switchport mode trunk**	インターフェイスを VLAN トランク ポートとして設定します。
ステップ 10	**dot1x pae supplicant**	インターフェイスを PAE サプリカントに設定します。
ステップ 11	**dot1x credentials** *profile-name*	802.1X 資格情報プロファイルをインターフェイスに付加します。
ステップ 12	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 13	**show running-config interface** *interface-id*	設定を確認します。
ステップ 14	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

次に、サプリカントとしてスイッチを設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# cisp enable
Switch(config)# dot1x credentials test
Switch(config)# username suppswitch
Switch(config)# password myswitch
Switch(config)# dot1x supplicant force-multicast
Switch(config)# interface gigabitethernet1/0/1
Switch(config-if)# switchport trunk encapsulation dot1q
Switch(config-if)# switchport mode trunk
Switch(config-if)# dot1x pae supplicant
Switch(config-if)# dot1x credentials test
Switch(config-if)# end
```

Auto SmartPort マクロを使用した NEAT の設定

スイッチ VSA ではなく Auto SmartPort ユーザ定義マクロを使用して、認証者スイッチを設定することもできます。詳細については、『*Auto Smartports Configuration Guide*』を参照してください。

ダウンロード ACL とリダイレクト URL を使用した 802.1X 認証の設定

スイッチに 802.1X 認証を設定するだけでなく、ACS を設定する必要があります。詳細については、Cisco Secure ACS コンフィギュレーション ガイドを参照してください。

（注）　ダウンロード ACL をスイッチにダウンロードする前に、ACS でダウンロード ACL を設定する必要があります。

ポートでの認証後に、**show ip access-list** 特権 EXEC コマンドを使用して、ポートのダウンロードされた ACL を表示できます。

ダウンロード ACL の設定

ポリシーは、クライアントが認証され、IP デバイス トラッキング テーブルにクライアント IP アドレスが追加された後に有効になります。その後、スイッチはダウンロード ACL をポートに適用します。

特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**ip device tracking**	IP デバイス トラッキング テーブルを設定します。
ステップ 3	**aaa new-model**	AAA をイネーブルにします。
ステップ 4	**aaa authorization network default group radius**	認証方式をローカルに設定します。認証方式を削除するには、**no aaa authorization network default group radius** コマンドを使用します。
ステップ 5	**radius-server vsa send authentication**	radius vsa send 認証を設定します。
ステップ 6	**interface** *interface-id*	設定するポートを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 7	**ip access-group** *acl-id* **in**	ポートのデフォルトの ACL を入力方向に設定します。 **（注）**　*acl-id* はアクセス リスト名または番号です。
ステップ 8	**show running-config interface** *interface-id*	設定を確認します。
ステップ 9	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

ダウンロードポリシーの設定

特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**access-list** *access-list-number* **deny source** *source-wildcard* **log**	送信元アドレスおよびワイルドカードを使用して、デフォルト ポート ACL を定義します。 access-list-number は、1 ～ 99 または 1300 ～ 1999 の 10 進数です。 **deny** または **permit** を入力し、条件と一致した場合にアクセスを拒否するか、許可するかを指定します。 *source* は次のようなパケットを送信するネットワークまたはホストの送信元アドレスです。 • ドット付き 10 進表記で 32 ビットの値。 • 0.0.0.0 255.255.255.255 という source および source-wildcard 値の省略形を表すキーワード any。source-wildcard 値の入力は不要です。 • source 0.0.0.0 という source および source-wildcard の省略形を表すキーワード host。 （任意）source-wildcard ワイルドカード ビットを source に適用します。 （任意）log を指定すると、エントリと一致するパケットに関するログ通知メッセージがコンソールに送信されます。

	コマンド	目的
ステップ 3	**interface** *interface-id*	インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 4	**ip access-group** *acl-id* **in**	ポートのデフォルトの ACL を入力方向に設定します。 **（注）**　*acl-id* はアクセス リスト名または番号です。
ステップ 5	**exit**	グローバル コンフィギュレーション モードに戻ります。
ステップ 6	**aaa new-model**	AAA をイネーブルにします。
ステップ 7	**aaa authorization network default group radius**	認証方式をローカルに設定します。認証方式を削除するには、**no aaa authorization network default group radius** コマンドを使用します。
ステップ 8	**ip device tracking**	IP デバイス トラッキング テーブルをイネーブルにします。 IP デバイス トラッキング テーブルをディセーブルにするには、**no ip device tracking** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。
ステップ 9	**ip device tracking probe** [**count** | **interval** | **use-svi**]	（任意）IP デバイス トラッキング テーブルを設定します。 • **count** *count* : スイッチが ARP プローブを送信する回数を設定します。指定できる範囲は 1 ～ 5 です。デフォルト値は 3 です。 • **interval** *interval* : スイッチが ARP プローブを再送信するまでに応答を待機する時間（秒単位）を設定します。指定できる範囲は 30 ～ 300 秒です。デフォルト値は 30 秒です。 • **use-svi** : Switch Virtual Interface（SVI; スイッチ仮想インターフェイス）の IP アドレスを ARP プローブの送信元として使用します。
ステップ 10	**radius-server vsa send authentication**	ベンダー固有属性を認識し使用するために、ネットワーク アクセス サーバを設定します。 **（注）**　ダウンロード ACL が動作している必要があります。
ステップ 11	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 12	**show ip device tracking all**	IP デバイス トラッキング テーブルのエントリに関する情報を表示します。
ステップ 13	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

次の例で、ダウンロードポリシー用にスイッチを設定する方法を示します。

```
Switch# config terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)# aaa new-model
Switch(config)# aaa authorization network default group radius
Switch(config)# ip device tracking
Switch(config)# ip access-list extended default_acl
Switch(config-ext-nacl)# permit ip any any
Switch(config-ext-nacl)# exit
Switch(config)# radius-server vsa send authentication
Switch(config)# interface gigabitethernet0/2
Switch(config-if)# ip access-group default_acl in
Switch(config-if)# exit
```

VLAN ID に基づく MAC 認証の設定

特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**mab request format attribute 32 vlan access-vlan**	VLAN ID に基づく MAC 認証をイネーブルにします。
ステップ 3	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

VLAN ID に基づく MAC 認証のステータスを確認できる show コマンドはありません。RADIUS 属性 32 を確認するには、**debug radius accounting** 特権 EXEC コマンドを実行します。このコマンドの詳細については、『*Cisco IOS Debug Command Reference*』を参照してください。
http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/debug/command/reference/db_q1.html#wp1123741

次に、スイッチで VLAN ID に基づく MAC 認証をグローバルにイネーブルにする例を示します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)# mab request format attribute 32 vlan access-vlan
Switch(config-if)# exit
```

柔軟な認証順序の設定

特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	設定するポートを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**authentication order [dot1x | mab] | {webauth}**	（任意）ポートで使用する認証方式の順番を設定します。
ステップ 4	**authentication priority [dot1x | mab] | {webauth}**	（任意）ポート プライオリティ リストに認証方式を追加します。
ステップ 5	**show authentication**	（任意）設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

次の例で、ポートがまず 802.1X 認証を試み、次にフォールバック メソッドとして、Web 認証を試みるように設定する方法を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# interface gigabitethernet0/2
Switch(config)# authentication order dot1x webauth
```

Open1x の設定

特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	設定するポートを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**authentication control-direction {both | in}**	（オプション）ポートを単方向または双方向に設定します。
ステップ 4	**authentication fallback** *name*	（任意）802.1X 認証をサポートしないクライアント用に、フォールバック メソッドとして Web 認証を使用するようにポートを設定します。
ステップ 5	**authentication host-mode [multi-auth | multi-domain | multi-host | single-host]**	（任意）ポートの認証マネージャ モードを設定します。
ステップ 6	**authentication open**	（任意）ポートのオープン アクセスをイネーブルまたはディセーブルにします。
ステップ 7	**authentication order [dot1x | mab] | {webauth}**	（任意）ポートで使用する認証方式の順番を設定します。
ステップ 8	**authentication periodic**	（任意）ポートの再認証をイネーブルまたはディセーブルにします。
ステップ 9	**authentication port-control {auto | force-authorized | force-un authorized}**	（任意）ポート認証ステートの手動制御をイネーブルにします。
ステップ 10	**show authentication**	（任意）設定を確認します。
ステップ 11	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

次の例で、ポートに Open1x を設定する方法を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# interface gigabitethernet0/2
Switch(config)# authentication control-direction both
Switch(config)# au ten tic at ion fallback profile1
Switch(config)# authentication host-mode multi-auth
Switch(config)# authentication open
Switch(config)# authentication order dot1x webauth
Switch(config)# authentication periodic
Switch(config)# authentication port-control auto
```

ポート上での 802.1X 認証のディセーブル化

802.1X 認証をポートでディセーブルにするには、**no dot1x pae** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

ポートで 802.1X 認証をディセーブルにするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	設定するポートを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**no dot1x pae**	ポート上で 802.1X 認証をディセーブルにします。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show authentication interface** *interface-id*	設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

802.1X Port Access Entity（PAE; ポート アクセス エンティティ）認証者としてポートを設定するには、**dot1x pae authenticator** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。この設定では、ポートで 802.1X がイネーブルになりますが、ポートに接続されたクライアントは許可されません。

次に、802.1X 認証をポートでディセーブルにする例を示します。

```
Switch(config)# interface gigabitethernet0/2
Switch(config-if)# no dot1x pae authenticator
```

802.1X 認証設定のデフォルト値へのリセット

802.1X 認証設定をデフォルト値に戻すには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始し、設定するポートを指定します。
ステップ 3	**dot1x default**	802.1X パラメータをデフォルト値に戻します。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show authentication interface** *interface-id*	設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

802.1X の統計情報およびステータスの表示

すべてのポートに関する 802.1X 統計情報を表示するには、**show dot1x all statistics** EXEC コマンドを使用します。特定のポートに関する 802.1X 統計情報を表示するには、**show dot1x statistics interface** *interface-id* 特権 EXEC コマンドを使用します。

スイッチに関する 802.1X 管理および動作ステータスを表示するには、**show dot1x all** [**details** | **statistics** | **summary**] 特権 EXEC コマンドを使用します。特定のポートに関する 802.1X 管理および動作ステータスを表示するには、**show dot1x interface** *interface-id* 特権 EXEC コマンドを使用します。

Cisco IOS Release 12.2(55)SE 以降では、**no dot1x logging verbose** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用して、冗長な 802.1x 認証メッセージをフィルタリングできます。「認証マネージャ CLI コマンド」（P.9-9）を参照してください。

出力フィールドの詳細については、このリリースに対応するコマンド リファレンスを参照してください。

CHAPTER 10

Web ベース認証の設定

この章では、Web ベース認証を設定する方法について説明します。内容は次のとおりです。

（注） この章で使用するスイッチ コマンドの構文および使用方法の詳細については、このリリースのコマンド リファレンスを参照してください。

Web ベース認証の概要

*Web 認証プロキシ*と呼ばれる Web ベース認証機能を使用して、IEEE 802.1x サプリカントを実行していないホスト システムでエンド ユーザを認証します。

（注） レイヤ 2 およびレイヤ 3 インターフェイスで Web ベース認証を設定できます。

HTTP セッションを開始するときに、Web ベース認証はホストからの HTTP の入力パケットを代行受信し、ユーザにログイン用 HTML ページを送信します。ユーザは資格情報を入力します。資格情報は、認証のために Web ベース認証機能によって Authentication, Authorization, Accounting（AAA; 認証、許可、アカウンティング）サーバに送信されます。

認証が成功すると、Web ベース認証は Login-Successful の HTML ページをホストに送信し、AAA サーバが返したアクセス ポリシーを適用します。

認証が失敗した場合、Web ベース認証は Login-Fail の HTML ページをユーザに送信し、ユーザにログインを再試行するように求めるプロンプトを表示します。最大試行回数を超えると、Web ベース認証はホストに Login-Expired の HTML ページを転送し、待機期間中はそのユーザをウォッチ リストに配置します。

ここでは、AAA の一部としての Web ベース認証の役割について説明します。

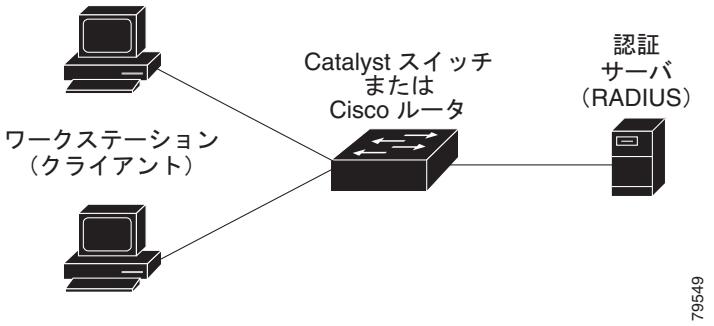
デバイスの役割

Web ベース認証では、ネットワーク上のデバイスに次のような固有の役割があります。

- *クライアント*: LAN およびサービスへのアクセスを要求し、スイッチからの要求に応答するデバイス（ワークステーション）。ワークステーションでは、JavaScript を有効にした HTML ブラウザを実行している必要があります。
- *認証サーバ*: クライアントを認証します。認証サーバはクライアントの識別情報を確認し、そのクライアントに LAN およびスイッチ サービスへのアクセスを許可すべきかどうか、またはクライアントを拒否するかをスイッチに通知します。
- *スイッチ*: クライアントの認証ステータスに基づいて、ネットワークへの物理アクセスを制御します。スイッチはクライアントと認証サーバとの仲介デバイス（プロキシ）として動作し、クライアントに識別情報を要求し、その情報を認証サーバで確認し、クライアントに応答をリレーします。

図 10-1 にネットワーク内のデバイスの役割を示します。

図 10-1　Web ベース認証におけるデバイスの役割



ホストの検出

スイッチは、IP デバイス トラッキング テーブルを維持して検出されたホストの情報を格納します。

（注）　スイッチでは、デフォルトで IP デバイス トラッキング機能がディセーブルになっています。Web ベース認証を使用するには、IP デバイス トラッキング機能をイネーブルにする必要があります。

レイヤ 2 インターフェイスの場合、Web ベース認証では次の 3 つのメカニズムを使用して IP ホストを検出します。

- ARP ベースのトリガー : ARP リダイレクト ACL により、Web ベース認証でスタティック IP アドレスまたはダイナミック IP アドレスを持つホストを検出することができます。
- ダイナミック ARP インスペクション
- DHCP スヌーピング : スイッチがホストの DHCP バインディング エントリを作成するときに Web ベース認証が通知されます。

セッションの作成

Web ベース認証で新しいホストが検出されると、セッションが次のように作成されます。

- 例外リストの確認

  ホストの IP が例外リストに含まれている場合、例外リスト エントリのポリシーが適用され、セッションが確立されます。

- 認証バイパスの確認

  ホストの IP が例外リストにない場合、Web ベース認証は Nonresponsive-host（NRH; 非応答ホスト）要求をサーバに送信します。

  サーバの応答が *access accepted* である場合、このホストの認可がバイパスされます。そしてセッションが確立されます。

- HTTP 代行受信 ACL の設定

  NRH 要求に対するサーバの応答が *access rejected* である場合、HTTP 代行受信 ACL がアクティブになり、セッションはホストからの HTTP トラフィックを待機します。

認証プロセス

Web ベース認証をイネーブルにすると、次のイベントが発生します。

- ユーザが HTTP セッションを開始します。
- HTTP トラフィックが代行受信され、認可を開始します。スイッチがログイン ページをユーザに送信します。ユーザがユーザ名とパスワードを入力すると、スイッチは認証サーバにエントリを送信します。
- 認証が成功すると、スイッチは認証サーバからそのユーザのアクセス ポリシーをダウンロードし、アクティブにします。ログイン成功のページがユーザに送信されます。
- 認証が失敗した場合、スイッチはログイン失敗のページを送信します。ユーザがログインを再試行します。失敗が最大試行回数になると、スイッチはログインの有効期限切れのページを送信し、そのホストはウォッチ リストに配置されます。ウォッチ リストがタイムアウトすると、ユーザは認証プロセスを再試行できます。
- 認証サーバがスイッチに応答しない場合、および AAA 失敗ポリシーが設定されている場合、スイッチはエラー用のアクセス ポリシーをホストに適用します。ログイン成功のページがユーザに送信されます（「ローカル Web 認証バナー」（P.10-4）を参照）。
- ホストがレイヤ 2 インターフェイスの APR プローブに応答しなかったり、ホストがレイヤ 3 インターフェイスでアイドル タイムアウトの時間内にトラフィックを送信しない場合は、スイッチがクライアントを再認証します。
- この機能は、ダウンロードのタイムアウトやローカルに設定されたセッション タイムアウトに適用されます。
- 終了時のアクションが RADIUS の場合、この機能によって Nonresponsive Host（NRH）要求がサーバに送信されます。終了時のアクションはサーバからの応答に含まれます。
- 終了時のアクションがデフォルトの場合、セッションが廃棄され、適用されたポリシーが削除されます。

ローカル Web 認証バナー

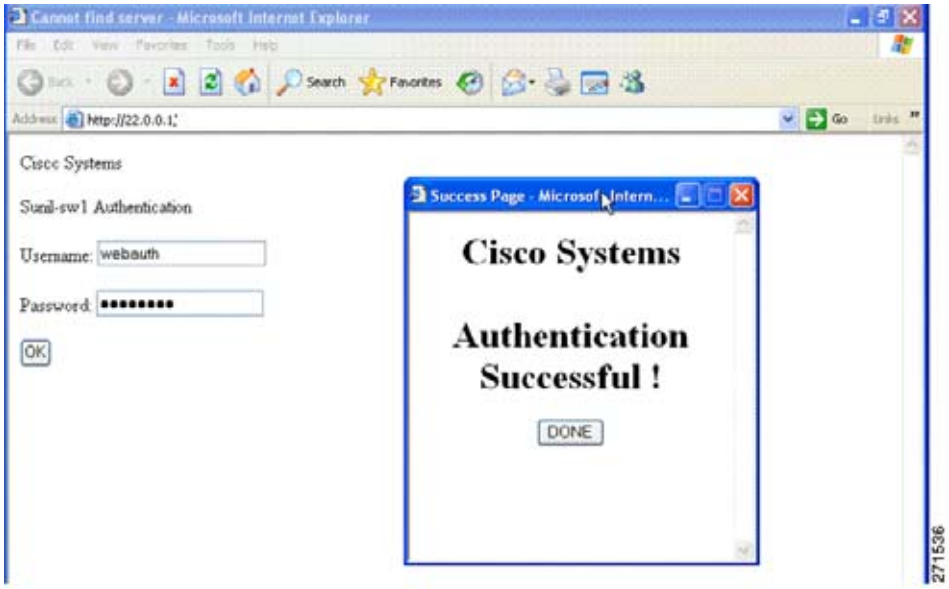
Web 認証を使用すると、スイッチへのログイン時に表示されるバナーを作成できます。

バナーはログイン ページと認証結果のポップアップ ページの両方に表示されます。

- *Authentication Successful*
- *Authentication Failed*
- *Authentication Expired*

ip admission auth-proxy-banner http グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用して、バナーを作成できます。ログイン ページに表示されるデフォルトのバナーは、*Cisco Systems* および *Switch ホスト名 Authentication* です。*Cisco Systems* のバナーは、図 10-2 のように認証結果のポップアップ ページに表示されます。

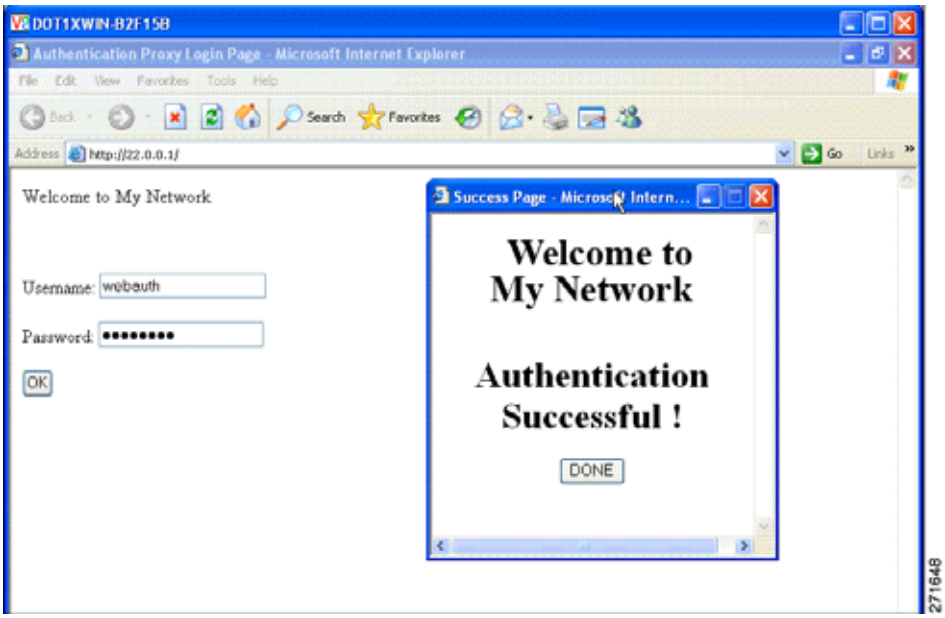
図 10-2　Authentication Successful のバナー



バナーは図 10-3 のようにカスタマイズすることもできます。

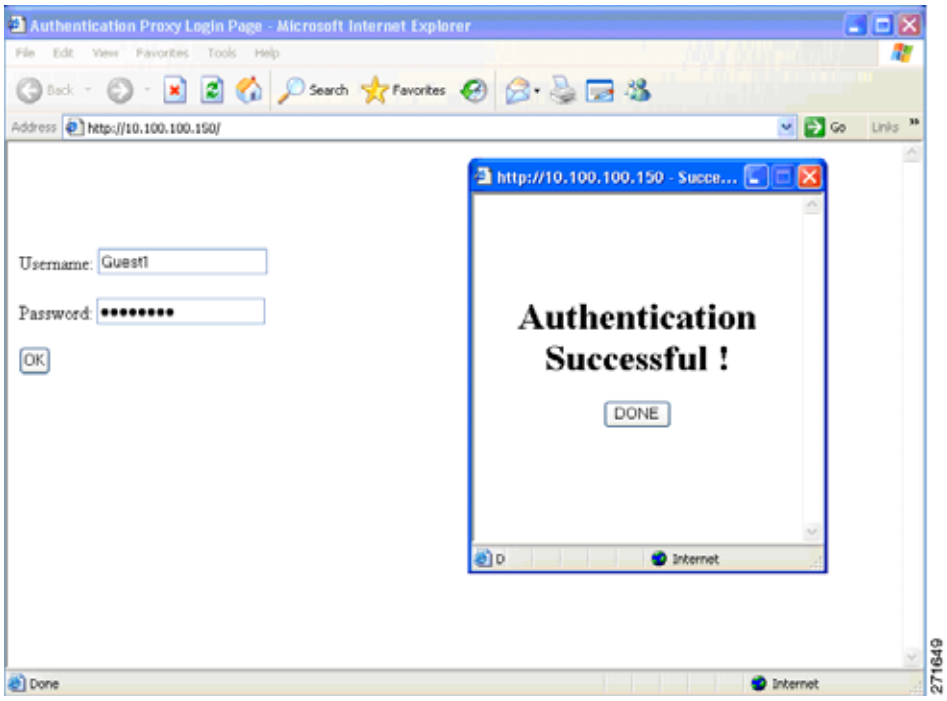
- **ip admission auth-proxy-banner http** banner-text グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用して、スイッチ、ルータ、または会社名をバナーに追加します。
- **ip admission auth-proxy-banner http** file-path グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用して、ロゴまたはテキスト ファイルをバナーに追加します。

図 10-3　カスタマイズした Web バナー



バナーを有効にしない場合、ユーザ名とパスワードのダイアログボックスだけが Web 認証ログイン画面に表示されます。スイッチへのログイン時にバナーは表示されません（図 10-4 を参照）。

図 10-4　バナーのないログイン画面



詳細については、『Cisco IOS Security Command Reference』および「Web 認証ローカル バナーの設定」（P.10-16）を参照してください。

Web 認証のカスタマイズ可能な Web ページ

Web ベース認証のプロセスでは、スイッチの内部 HTTP サーバに 4 つの HTML ページがホストされ、認証するクライアントに提供されます。サーバは、これらのページを使用して、次の 4 つの認証プロセスの状態を通知します。

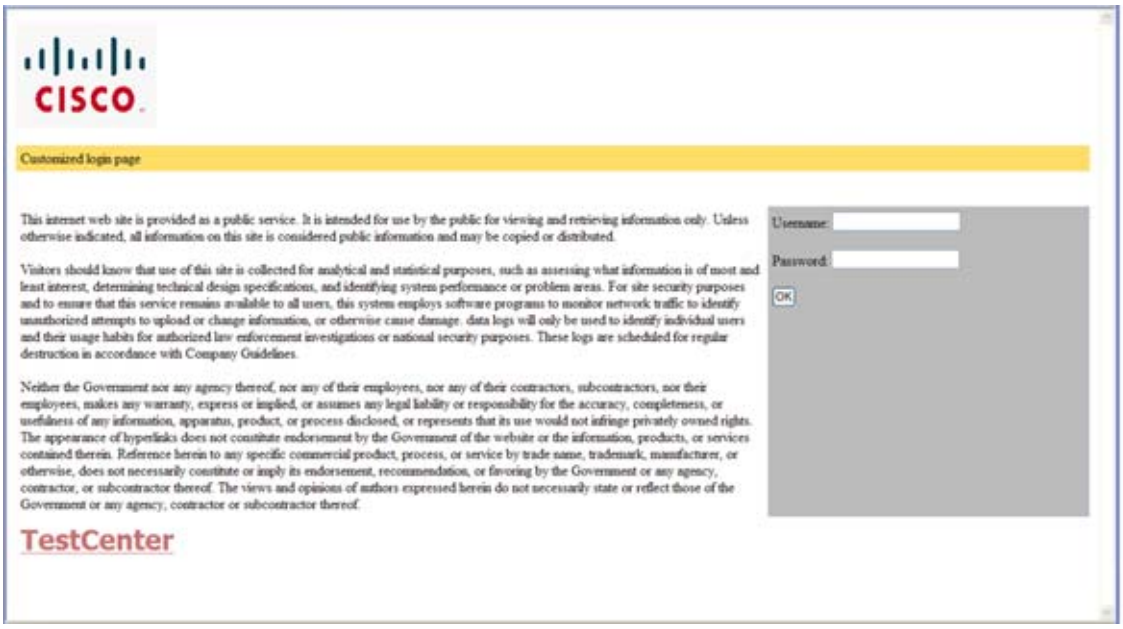
- ログイン：資格情報が要求されます。
- 成功：ログインに成功しました。
- 失敗：ログインに失敗しました。
- 期限切れ：ログインに失敗した回数が制限を超えたため、ログイン セッションの期限が切れました。

注意事項

- デフォルトの内部 HTML ページの代わりに独自の HTML ページを使用できます。
- *ログイン*、*成功*、*失敗*、および*期限切れ*のページにロゴを使用したり、テキストを指定できます。
- バナー ページには、ログイン ページのテキストを指定できます。
- ページは HTML 形式です。
- 成功ページには、特定の URL にアクセスする HTML リダイレクト コマンドを挿入する必要があります。
- その URL 文字列は有効な URL（http://www.cisco.com など）である必要があります。不完全な URL を使用すると、Web ブラウザに「*ページが見つかりません*」などが表示される場合があります。
- HTTP 認証の Web ページを設定する場合、そのページには適切な HTML コマンドを挿入する必要があります（たとえば、ページのタイムアウトの設定、パスワードを非表示にする設定、同じページが 2 回送信されないようにする設定など）。
- 設定済みのログイン形式がイネーブルの場合、ユーザを特定の URL にリダイレクトする CLI コマンドを使用できません。管理者はリダイレクトが Web ページ内に設定されていることを確認する必要があります。
- 認証が発生した後にユーザを特定の URL にリダイレクトする CLI コマンドが入力され、その後に Web ページを設定するコマンドが入力された場合、ユーザを特定の URL にリダイレクトする CLI コマンドは有効になりません。
- 設定された Web ページをスイッチのブート フラッシュまたはフラッシュにコピーできます。
- 設定されたページは、スタック マスターまたはメンバのフラッシュからアクセスできます。
- ログイン ページをあるフラッシュに配置し、成功および失敗ページを別のフラッシュ（スタック マスターまたはメンバのフラッシュなど）に配置できます。
- 4 つのページすべてを設定する必要があります。
- Web ページでバナー ページを設定した場合、そのバナー ページは影響を受けません。
- システム ディレクトリ（フラッシュ、disk0、またはディスク）に格納されたすべてのロゴ ファイル（イメージ、フラッシュ、音声、ビデオなど）、およびログイン ページに表示する必要があるすべてのロゴ ファイルは、ファイル名に *web_auth_<filename>* を使用する必要があります。
- 設定する認証プロキシ機能では、HTTP と SSL の両方をサポートします。

図 10-5（P.10-7）に示すように、デフォルトの内部 HTML ページを独自の HTML ページで置き換えることができます。また、認証が発生した後にユーザがリダイレクトされる URL を指定することもできます。これは、内部の成功ページと置き換えられます。

図 10-5　カスタマイズ可能な認証ページ



詳細については、「認証プロキシの Web ページのカスタマイズ」（P.10-13）を参照してください。

Web ベース認証と他の機能の相互作用

- 「ポート セキュリティ」（P.10-7）
- 「LAN ポート IP」（P.10-8）
- 「ゲートウェイ IP」（P.10-8）
- 「ACL」（P.10-8）
- 「コンテキストベース アクセス コントロール」（P.10-8）
- 「802.1X 認証」（P.10-8）
- 「EtherChannel」（P.10-8）

ポート セキュリティ

同じポート上で Web ベース認証とポート セキュリティを設定できます。Web ベース認証はポートを認証し、ポート セキュリティはクライアントを含むすべての MAC アドレスのネットワーク アクセスを管理します。この場合、そのポートを介してネットワークへアクセスできるクライアントの数とグループを制限できます。

ポート セキュリティをイネーブルにする場合の詳細については、「ポート セキュリティの設定」（P.23-9）を参照してください。

LAN ポート IP

同じポート上に LAN port IP（LPIP; LAN ポート IP）およびレイヤ 2 の Web ベース認証を設定できます。最初に Web ベース認証を使用してホストが認証され、その後に LPIP ポスチャの検証が行われます。LPIP のホスト ポリシーは Web ベース認証のホスト ポリシーよりも優先されます。

Web ベース認証のアイドル タイマーの期限が切れると、NAC ポリシーが削除されます。ホストが認証され、ポスチャが再び検証されます。

ゲートウェイ IP

Web ベース認証が VLAN のスイッチ ポートに設定されている場合、レイヤ 3 の VLAN インターフェイスに Gateway IP（GWIP; ゲートウェイ IP）を設定できません。

ゲートウェイ IP と同じレイヤ 3 インターフェイスに Web ベース認証を設定できます。両方の機能のホスト ポリシーがソフトウェアに適用されます。GWIP ポリシーは Web ベース認証のホスト ポリシーより優先されます。

ACL

VLAN ACL または Cisco IOS ACL をインターフェイスに設定する場合、Web ベース認証のホスト ポリシーが適用された後に限り、ACL がホスト トラフィックに適用されます。

レイヤ 2 の Web ベース認証の場合、ポートに接続されたホストからの入力トラフィックのデフォルト アクセス ポリシーとして、Port ACL（PACL; ポート ACL）を設定する必要があります。認証後は、Web ベース認証のホスト ポリシーが PACL よりも優先されます。

MAC ACL と Web ベース認証は同じインターフェイスに設定できません。

VACL キャプチャ用にアクセス VLAN が設定されているポートに Web ベース認証を設定できません。

コンテキストベース アクセス コントロール

Context-based Access Control（CBAC; コンテキストベース アクセス コントロール）がポート VLAN のレイヤ 3 VLAN インターフェイスに設定されている場合、Web ベース認証をレイヤ 2 ポートに設定できません。

802.1X 認証

フォールバック認証メソッドである場合を除き、802.1x 認証と同じポートに Web ベース認証を設定できません。

EtherChannel

レイヤ 2 EtherChannel インターフェイスに Web ベース認証を設定できます。Web ベース認証の設定はすべてのメンバ チャネルに適用されます。

Web ベース認証の設定

Web ベース認証のデフォルト設定

表 10-1 に、Web ベース認証のデフォルト設定を示します。

表 10-1　Web ベース認証のデフォルト設定

機能	デフォルト設定
AAA	ディセーブル
RADIUS サーバ • IP アドレス • UDP 認証ポート • キー	 • 指定なし • 1812 • 指定なし
無活動タイムアウトのデフォルト値	3600 秒
無活動タイムアウト	イネーブル

Web ベース認証設定時の注意事項および制約事項

- Web ベース認証は入力するだけの機能です。
- Web ベース認証はアクセス ポートにだけ設定できます。トランク ポート、EtherChannel メンバ ポート、またはダイナミック トランク ポートでは Web ベース認証をサポートしていません。
- Web ベース認証を設定する前に、デフォルトの ACL をインターフェイスに設定する必要があります。レイヤ 2 インターフェイスのポート ACL を設定するか、レイヤ 3 インターフェイスの Cisco IOS ACL を設定します。
- レイヤ 2 インターフェイスでは、スタティック ARP キャッシュ割り当てのあるホストを認証できません。これらのホストは ARP メッセージを送信しないため、Web ベース認証の機能では検出されません。
- スイッチでは、デフォルトで IP デバイス トラッキング機能がディセーブルになっています。Web ベース認証を使用するには、IP デバイス トラッキング機能をイネーブルにする必要があります。

- スイッチの HTTP サーバを実行するには、少なくとも 1 つの IP アドレスを設定する必要があります。また、各ホストの IP アドレスに到達するためのルートを設定する必要があります。HTTP サーバが HTTP ログイン ページをユーザに送信します。
- STP トポロジが変更されたためにホスト トラフィックが別のポートに到着した場合、複数ホップ離れているホストはトラフィックが中断する可能性があります。これは、レイヤ 2（STP）トポロジの変更後に ARP および DHCP のアップデートが送信されていない可能性があるために発生します。
- Web ベース認証はダウンロード ホストのポリシーとして VLAN 割り当てをサポートしていません。
- Web ベース認証は IPv6 トラフィックをサポートしていません。
- Web ベース認証および Network Edge Access Topology（NEAT; ネットワーク エッジ アクセス トポロジ）は相互排他的です。インターフェイスで NEAT がイネーブルの場合、Web ベース認証は使用できません。逆に、インターフェイスで Web 認証が実行されている場合、NEAT は使用できません。

Web ベース認証の設定のタスク リスト

認証ルールとインターフェイスの設定

	コマンド	目的
ステップ 1	**ip admission name** *name* **proxy http**	Web ベース認可の認証ルールを設定します。
ステップ 2	**interface** *type slot/port*	インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始し、入力にレイヤ 2 またはレイヤ 3 インターフェイスを指定して、Web ベース認証をイネーブルにします。 *type* には fastethernet、gigabitethernet、または tengigabitethernet を使用できます。
ステップ 3	**ip access-group** *name*	デフォルトの ACL を適用します。
ステップ 4	**ip admission** *name*	指定したインターフェイスに Web ベース認証を設定します。
ステップ 5	**exit**	コンフィギュレーション モードに戻ります。
ステップ 6	**ip device tracking**	IP デバイス トラッキング テーブルをイネーブルにします。
ステップ 7	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 8	**show ip admission configuration**	設定を表示します。
ステップ 9	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

次に、ファスト イーサネット ポート 5/1 の Web ベース認証をイネーブルにする方法を示します。

```
Switch(config)# ip admission name webauth1 proxy http
Switch(config)# interface fastethernet 5/1
Switch(config-if)# ip admission webauth1
Switch(config-if)# exit
Switch(config)# ip device tracking
```

次に、設定を確認する例を示します。

```
Switch# show ip admission configuration
Authentication Proxy Banner not configured
Authentication global cache time is 60 minutes
Authentication global absolute time is 0 minutes
Authentication global init state time is 2 minutes
Authentication Proxy Watch-list is disabled

Authentication Proxy Rule Configuration
 Auth-proxy name webauth1
    http list not specified inactivity-time 60 minutes

Authentication Proxy Auditing is disabled
Max Login attempts per user is 5
```

AAA 認証の設定

	コマンド	目的
ステップ 1	**aaa new-model**	AAA 機能をイネーブルにします。
ステップ 2	**aaa authentication login default group** {*tacacs+* | *radius*}	ログイン時の認証方式のリストを定義します。
ステップ 3	**aaa authorization auth-proxy default group** {*tacacs+* | *radius*}	Web ベース認可の認可方法のリストを作成します。
ステップ 4	**tacacs-server host** {*hostname* | *ip_address*}	AAA サーバを指定します。RADIUS サーバの場合は、「スイッチおよび RADIUS サーバ間の通信の設定」（P.10-11）を参照してください。
ステップ 5	**tacacs-server key** {*key-data*}	スイッチと TACACS サーバ間で使用される認可と暗号キーを設定します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

次に、AAA をイネーブルにする例を示します。

```
Switch(config)# aaa new-model
Switch(config)# aaa authentication login default group tacacs+
Switch(config)# aaa authorization auth-proxy default group tacacs+
```

スイッチおよび RADIUS サーバ間の通信の設定

RADIUS セキュリティ サーバは、次の内容によって識別されます。

- ホスト名
- ホスト IP アドレス
- ホスト名と特定の UDP ポート番号

- IP アドレスと特定の UDP ポート番号

IP アドレスと UDP ポート番号の組み合わせによって、一意の ID が作成され、サーバの同一 IP アドレス上にある複数の UDP ポートに RADIUS 要求を送信できるようになります。同じ RADIUS サーバ上の異なる 2 つのホスト エントリに同じサービス（たとえば認証）を設定した場合、2 番めに設定されたホスト エントリは、最初に設定されたホスト エントリのフェールオーバー バックアップとして機能します。RADIUS ホスト エントリは、設定した順序に従って選択されます。

RADIUS サーバ パラメータを設定するには、次のタスクを実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**ip radius source-interface** *interface_name*	RADIUS のパケットが指定されたインターフェイスの IP アドレスを持つように指定します。
ステップ 2	**radius-server host** {*hostname* | *ip-address*} **test username** *username*	リモートの RADIUS サーバのホスト名または IP アドレスを指定します。 **test username** *username* オプションを使用すると、RADIUS サーバ接続の自動テストを実行できます。指定する *username* は有効なユーザ名である必要はありません。 **key** オプションには、スイッチと RADIUS サーバ間の認証と暗号キーを指定します。 複数の RADIUS サーバを使用するには、各サーバにこのコマンドを繰り返し入力します。
ステップ 3	**radius-server key** *string*	RADIUS サーバ上で動作する RADIUS デーモンとスイッチの間で使用する認証および暗号キーを設定します。
ステップ 4	**radius-server vsa send authentication**	RADIUS サーバからの ACL のダウンロードをイネーブルにします。この機能は、Cisco IOS Release 12.2(50)SG でサポートされています。
ステップ 5	**radius-server dead-criteria tries** *num-tries*	サーバが非アクティブであると見なす前に、RADIUS サーバに送信された応答のないメッセージの数を指定します。指定できる *num-tries* の範囲は 1 ～ 100 です。

RADIUS サーバ パラメータを設定する場合は、次の点に注意してください。

- **key** *string* は別のコマンドラインに指定します。
- **key** *string* には、スイッチと RADIUS サーバ上で動作する RADIUS デーモンとの間で使用する認証および暗号キーを指定します。キーは、RADIUS サーバで使用する暗号キーに一致するテキスト ストリングでなければなりません。
- **key** *string* を指定する場合、キーの中間および末尾にスペースを使用します。キーにスペースを使用する場合は、引用符がキーの一部分である場合を除き、引用符でキーを囲まないでください。キーは RADIUS デーモンで使用する暗号キーに一致している必要があります。
- すべての RADIUS サーバについて、タイムアウト、再送信回数、および暗号キー値をグローバルに設定するには、**radius-server host** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。これらのオプションをサーバ単位で設定するには、**radius-server timeout**、**radius-server retransmit**、および **radius-server key** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。詳細については、『*Cisco IOS Security Configuration Guide*』および『*Cisco IOS Security Command Reference*』を参照してください。
http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/12_2/security/command/reference/fsecur_r.html

（注）　RADIUS サーバでも、スイッチの IP アドレス、サーバとスイッチの両方が共有するキー ストリング、Downloadable ACL（DACL; ダウンロード ACL）など、いくつかの値を設定する必要があります。詳細については、RADIUS サーバのマニュアルを参照してください。

次に、スイッチで RADIUS サーバ パラメータを設定する例を示します。

```
Switch(config)# ip radius source-interface Vlan80
Switch(config)# radius-server host 172.120.39.46 test username user1
Switch(config)# radius-server key rad123
Switch(config)# radius-server dead-criteria tries 2
```

HTTP サーバの設定

Web ベース認証を使用するには、スイッチで HTTP サーバをイネーブルにする必要があります。サーバでは HTTP または HTTPS のいずれかをイネーブルにできます。

	コマンド	目的
ステップ 1	**ip http server**	HTTP サーバをイネーブルにします。Web ベース認証機能では、HTTP サーバを使用してユーザ認証用のホストと通信します。
ステップ 2	**ip http secure-server**	HTTPS をイネーブルにします。

認証プロキシのカスタム Web ページを設定したり、ログインが成功した場合のリダイレクション URL を指定できます。

（注）　**ip http secure-secure** コマンドを開始する場合にセキュア認証を使用するには、ユーザが HTTP 要求を送信した場合でもログイン ページには常に HTTPS（セキュア HTTP）を使用します。

- 「認証プロキシの Web ページのカスタマイズ」
- 「ログインが成功した場合のリダイレクション URL の指定」

認証プロキシの Web ページのカスタマイズ

Web ベース認証を実行中に表示するスイッチのデフォルトの HTML ページの代わりに、ユーザに別の 4 つの HTML ページを表示するように Web 認証を設定できます。

認証プロキシのカスタム Web ページを使用するように指定するには、最初にカスタム HTML ファイルをスイッチのフラッシュ メモリに格納し、このタスクをグローバル コンフィギュレーション モードで実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**ip admission proxy http login page file** *device:login-filename*	デフォルトのログイン ページの代わりに使用するカスタム HTML ファイルがあるスイッチ メモリ ファイル システムの場所を指定します。*device:* はフラッシュ メモリを表します。
ステップ 2	**ip admission proxy http success page file** *device:success-filename*	デフォルトのログイン成功ページの代わりに使用するカスタム HTML ファイルの場所を指定します。

	コマンド	目的
ステップ 3	**ip admission proxy http failure page file** *device:fail-filename*	デフォルトのログイン失敗ページの代わりに使用するカスタム HTML ファイルの場所を指定します。
ステップ 4	**ip admission proxy http login expired page file** *device:expired-filename*	デフォルトのログイン期限切れページの代わりに使用するカスタム HTML ファイルの場所を指定します。

認証プロキシのカスタマイズされた Web ページを設定する際には、次の注意事項に従ってください。

- カスタム Web ページ機能をイネーブルにするには、4 つすべてのカスタム HTML ファイルを指定します。指定されたページが 4 つより少ない場合、内部のデフォルトの HTML ページが使用されます。
- 4 つのカスタム HTML ファイルは、スイッチのフラッシュ メモリに存在する必要があります。各 HTML ファイルの最大サイズは、8 KB です。
- カスタム ページのイメージは、アクセス可能な HTTP サーバ上に存在する必要があります。管理ルールに代行受信 ACL を設定します。
- カスタム ページからの外部リンクには、管理ルールに代行受信 ACL を設定する必要があります。
- 有効な DNS サーバにアクセスする場合に、外部リンクまたはイメージに必要な名前解決を行うには、管理ルールに代行受信 ACL を設定する必要があります。
- カスタム Web ページ機能がイネーブルの場合、設定された auth-proxy-banner は使用されません。
- カスタム Web ページ機能がイネーブルの場合、ログインが成功した場合のリダイレクション URL 機能は使用できません。
- カスタム ファイルの指定を削除するには、コマンドの **no** 形式を使用します。

カスタムのログイン ページはパブリックな Web フォームであるため、次の注意事項を考慮してください。

- ログイン フォームではユーザ名とパスワードのユーザ エントリを受け入れる必要があります。また、ユーザ名とパスワードを **uname** および **pwd** として表示する必要があります。
- カスタムのログイン ページは、ページのタイムアウト、パスワードの非表示、送信の重複の防止など、Web フォームのベスト プラクティスに従う必要があります。

次に、認証プロキシのカスタムの Web ページを設定する例を示します。

```
Switch(config)# ip admission proxy http login page file flash:login.htm
Switch(config)# ip admission proxy http success page file flash:success.htm
Switch(config)# ip admission proxy http fail page file flash:fail.htm
Switch(config)# ip admission proxy http login expired page flash flash:expired.htm
```

次に、認証プロキシのカスタムの Web ページの設定を確認する例を示します。

```
Switch# show ip admission configuration
Authentication proxy webpage
 Login page           : flash:login.htm
 Success page         : flash:success.htm
 Fail Page            : flash:fail.htm
 Login expired Page   : flash:expired.htm

Authentication global cache time is 60 minutes
Authentication global absolute time is 0 minutes
Authentication global init state time is 2 minutes
Authentication Proxy Session ratelimit is 100
Authentication Proxy Watch-list is disabled
Authentication Proxy Auditing is disabled
Max Login attempts per user is 5
```

ログインが成功した場合のリダイレクション URL の指定

認証後にユーザをリダイレクトする URL を指定して、内部の*成功* HTML ページを効率的に置き換えることができます。

コマンド	目的
ip admission proxy http success redirect *url-string*	デフォルトのログイン成功ページの代わりに、ユーザをリダイレクトする URL を指定します。

ログインが成功した場合のリダイレクション URL を設定する場合は、次の注意事項に従ってください。

- 認証プロキシのカスタム Web ページ機能がイネーブルの場合、リダイレクション URL 機能はディセーブルになり、CLI で使用できません。カスタムのログイン成功ページではリダイレクションを実行できます。
- リダイレクション URL 機能がイネーブルの場合、設定された auth-proxy-banner は使用されません。
- リダイレクション URL の指定を削除するには、コマンドの **no** 形式を使用します。

次に、ログインが成功した場合のリダイレクション URL を設定する例を示します。

```
Switch(config)# ip admission proxy http success redirect www.cisco.com
```

次に、ログインが成功した場合のリダイレクション URL を確認する例を示します。

```
Switch# show ip admission configuration
Authentication Proxy Banner not configured
Customizable Authentication Proxy webpage not configured
HTTP Authentication success redirect to URL: http://www.cisco.com
Authentication global cache time is 60 minutes
Authentication global absolute time is 0 minutes
Authentication global init state time is 2 minutes
Authentication Proxy Watch-list is disabled
Authentication Proxy Max HTTP process is 7
Authentication Proxy Auditing is disabled
Max Login attempts per user is 5
```

Web ベース認証のパラメータの設定

待機期間にクライアントがウォッチリストに配置される前に、ログイン試行の失敗の最大回数を設定できます。

	コマンド	目的
ステップ 1	**ip admission max-login-attempts** *number*	ログイン試行の失敗の最大回数を設定します。指定できる範囲は 1 ～ 2147483647 回です。デフォルトは 5 です。
ステップ 2	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 3	**show ip admission configuration**	認証ポリシーの設定を表示します。
ステップ 4	**show ip admission cache**	認証エントリのリストを表示します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

次に、ログイン試行の失敗の最大回数を 10 回に設定する例を示します。

```
Switch(config)# ip admission max-login-attempts 10
```

Web 認証ローカル バナーの設定

Web 認証を設定したスイッチにローカル バナーを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**ip admission auth-proxy-banner http** [*banner-text* | *file-path*]	ローカル バナーをイネーブルにします。 （任意）*C banner-text C* を入力し、カスタム バナーを作成します。*C* は、バナーに表示されるファイルのファイル パスを示しています（ロゴまたはテキスト ファイルなど）。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

次に、カスタム メッセージ *My Switch* を表示するローカル バナーを設定する例を示します。

```
Switch(config) configure terminal
Switch(config)# aaa new-model
Switch(config)# aaa ip auth-proxy auth-proxy-banner C My Switch C
Switch(config) end
```

ip auth-proxy auth-proxy-banner コマンドの詳細については、Cisco.com にアクセスして『*Cisco IOS Security Command Reference*』の「Authentication Proxy Commands」の項を参照してください。

Web ベース認証のキャッシュ エントリの削除

コマンド	目的
clear ip auth-proxy cache {* | *host ip address*}	認証プロキシのエントリを削除します。すべてのキャッシュ エントリを削除するには、アスタリスクを使用します。1 つのホストのエントリを削除するには、特定の IP アドレスを入力します。
clear ip admission cache {* | *host ip address*}	認証プロキシのエントリを削除します。すべてのキャッシュ エントリを削除するには、アスタリスクを使用します。1 つのホストのエントリを削除するには、特定の IP アドレスを入力します。

次に、IP アドレスが 209.165.201.1 のクライアントの Web ベース認証のセッションを削除する例を示します。

```
Switch# clear ip auth-proxy cache 209.165.201.1
```

Web ベース認証のステータスの表示

次のタスクを実行して、すべてのインターフェイスまたは特定のポートの Web ベース認証の設定を表示します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**show authentication sessions** [**interface** *type slot/port*]	Web ベース認証の設定を表示します。 type = fastethernet、gigabitethernet、または tengigabitethernet （任意）特定のインターフェイスの Web ベース認証の設定を表示するには、**interface** キーワードを使用します。

次に、グローバルの Web ベース認証のステータスだけを表示する例を示します。

```
Switch# show authentication sessions
```

次に、ギガビット インターフェイス 3/27 の Web ベース認証の設定を表示する例を示します。

```
Switch# show authentication sessions interface gigabitethernet 3/27
```

CHAPTER 11

インターフェイス特性の設定

この章では、Catalyst 3560 インターフェイスのタイプを定義し、その設定方法について説明します。

（注） この章で使用するコマンドの構文および使用方法の詳細については、このリリースのスイッチのコマンド リファレンス、および Cisco.com にある『*Cisco IOS Interface Command Reference, Release12.4*』を参照してください。

インターフェイス タイプの概要

ここでは、サポートされるインターフェイスの各タイプについて説明し、それらのインターフェイスの設定に関する詳細情報が記載された章についても示します。

ポートベースの VLAN

VLAN は、ユーザの物理的な位置に関係なく、機能、チーム、またはアプリケーションなどで論理的に分割されたスイッチによるネットワークです。VLAN の詳細については、第 13 章「VLAN の設定」を参照してください。ポートで受信したパケットが転送されるのは、その受信ポートと同じ VLAN に属するポートに限られます。異なる VLAN 上のネットワーク デバイスは、VLAN 間でトラフィックをルーティングするレイヤ 3 デバイスがなければ、互いに通信できません。

VLAN に分割することにより、VLAN 内でトラフィック用の堅固なファイアウォールを実現します。また、各 VLAN には固有の MAC（メディア アクセス コントロール）アドレス テーブルがあります。VLAN が認識されるのは、ローカル ポートが VLAN に対応するように設定されたとき、VLAN Trunking Protocol（VTP; VLAN トランキング プロトコル）がトランク上のネイバーからその存在を学習したとき、またはユーザが VLAN を作成したときです。

VLAN を設定するには、**vlan** *vlan-id* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用して VLAN コンフィギュレーション モードに入ります。標準範囲 VLAN（VLAN ID 1 ～ 1005）の VLAN 設定は、VLAN データベースに保存されます。VTP がバージョン 1 または 2 である場合は、最初に VTP モードをトランスペアレントに設定し、拡張範囲 VLAN（VLAN ID 1006 ～ 4094）を設定します。トランスペアレント モードで作成された拡張範囲 VLAN は、VLAN データベースに追加されませんが、スイッチの実行コンフィギュレーションに保存されます。VTP バージョン 3 では、クライアント モードまたはサーバ モードで拡張範囲 VLAN を作成できます。これらの VLAN は VLAN データベースに格納されます。

switchport インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用すると、VLAN にポートが追加されます。

- インターフェイスを特定します。
- トランク ポートには、トランク特性を設定し、必要に応じて所属できる VLAN を定義します。
- アクセス ポートには、所属する VLAN を設定して定義します。
- トンネル ポートの場合は、カスタマー固有の VLAN タグ用に VLAN ID の設定と定義を行います。第 16 章「IEEE 802.1Q トンネリングおよびレイヤ 2 プロトコル トンネリングの設定」を参照してください。

スイッチ ポート

スイッチ ポートは、物理ポートに対応付けられたレイヤ 2 専用インターフェイスです。スイッチ ポートは 1 つまたは複数の VLAN に所属しています。スイッチ ポートは物理インターフェイスおよび対応レイヤ 2 プロトコルの管理に使用します。ルーティングやブリッジングは処理しません。

スイッチ ポートは、アクセス ポート、トランク ポート、またはトンネル ポートにすることができます。ポートは、アクセス ポートまたはトランク ポートに設定できます。また、ポート単位で Dynamic Trunking Protocol（DTP）を稼動させ、リンクのもう一端のポートとネゴシエートすることで、スイッチ ポート モードも設定できます。IEEE 802.1Q トランク ポートに接続した非対称リンクの一部として、トンネル ポートを手動で設定する必要があります。

スイッチ ポートの設定には、**switchport** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

レイヤ 3 モードのインターフェイスをレイヤ 2 モードにするには、**switchport** コマンドを no キーワードで使用します。

（注）　レイヤ 3 インターフェイスをレイヤ 2 モードに変更すると、影響を受けるインターフェイスに関連する設定情報が失われる可能性があり、インターフェイスはそのデフォルト設定に戻ります。

アクセス ポート特性およびトランク ポート特性の詳細については、第 13 章「VLAN の設定」を参照してください。トンネル ポートの詳細については、第 16 章「IEEE 802.1Q トンネリングおよびレイヤ 2 プロトコル トンネリングの設定」を参照してください。

アクセス ポート

アクセス ポートは（音声 VLAN ポートとして設定されている場合を除き）1 つの VLAN だけに所属し、その VLAN のトラフィックだけを伝送します。トラフィックは、VLAN タギングなしのネイティブ フォーマットで送受信されます。アクセス ポートに着信したトラフィックは、ポートに割り当てられている VLAN に所属すると見なされます。

アクセス ポートがタグ付きパケット（Inter-Switch Link（ISL; スイッチ間リンク）またはタグ付き IEEE 802.1Q）を受信した場合、そのパケットはドロップされ、送信元アドレスは学習されません。

サポートされるアクセス ポートは次のとおりです。

- スタティック アクセス ポート。このポートは、手動で VLAN に割り当てます（IEEE 802.1x で使用する場合は RADIUS サーバを使用します）。詳細については、「VLAN 割り当てを使用した 802.1X 認証」（P.9-16）を参照してください。
- ダイナミック アクセス ポートの VLAN メンバシップは、着信パケットを通じて学習されます。デフォルトでは、ダイナミック アクセス ポートはどの VLAN にも属しません。ポートの VLAN メンバシップが検出された場合のみ、ポート間でのトラフィックの転送がイネーブルになります。スイッチ上のダイナミック アクセス ポートは、VLAN Membership Policy Server（VMPS; VLAN メンバシップ ポリシー サーバ）によって VLAN に割り当てられます。VMPS には、Catalyst 6500 シリーズ スイッチを使用できます。Catalyst 3560 スイッチには、VMPS サーバを使用できません。

また、Cisco IP Phone と接続するアクセス ポートを、1 つの VLAN は音声トラフィック用に、もう 1 つの VLAN は Cisco IP Phone に接続しているデバイスからのデータ トラフィック用に使用するように設定できます。音声 VLAN ポートの詳細については、第 12 章「音声 VLAN の設定」を参照してください。

トランク ポート

トランク ポートは複数の VLAN のトラフィックを伝送し、デフォルトで VLAN データベース内のすべての VLAN のメンバとなります。

サポートされているトランク ポートのタイプは次のとおりです。

- ISL トランク ポートでは、受信パケットはすべて ISL ヘッダーを使用してカプセル化されているものと見なされ、送信パケットはすべて ISL ヘッダーとともに送信されます。ISL トランク ポートから受信したネイティブ（タグなし）フレームは廃棄されます。
- 802.1Q トランク ポートは、タグ付きとタグなしの両方のトラフィックを同時にサポートします。802.1Q トランク ポートは、デフォルトの Port VLAN ID（PVID; ポート VLAN ID）に割り当てられ、すべてのタグなしトラフィックはポートのデフォルト PVID 上を流れます。NULL VLAN ID を備えたすべてのタグなしおよびタグ付きトラフィックは、ポートのデフォルト PVID に所属するものと見なされます。発信ポートのデフォルト PVID と等しい VLAN ID を持つパケットは、タグなしで送信されます。残りのトラフィックはすべて、VLAN タグ付きで送信されます。

デフォルトでは、トランク ポートは、VTP に認識されているすべての VLAN のメンバですが、トランク ポートごとに VLAN の許可リストを設定して、VLAN メンバシップを制限できます。許可される VLAN のリストは、関連付けられたトランク ポートにのみ影響します。デフォルトでは、使用可能なすべての VLAN（VLAN ID 1 ～ 4094）が許可リストに含まれます。トランク ポートは、VTP が VLAN を認識し、VLAN がイネーブルである場合に限り、VLAN のメンバになることができます。VTP が新しい、イネーブル VLAN を認識し、その VLAN が許可リストに登録されている場合、トランク ポートは自動的にその VLAN のメンバになります。トラフィックは、その VLAN のトランク

ポート間で転送されます。VTP が、VLAN のトランク ポートの許可リストに登録されていない、イネーブル VLAN を認識した場合、ポートはその VLAN のメンバにはならず、その VLAN のトラフィックはそのポート間で転送されません。

トランク ポートの詳細については、第 13 章「VLAN の設定」を参照してください。

トンネル ポート

トンネル ポートは IEEE 802.1Q トンネリングで使用され、サービス プロバイダー ネットワークのカスタマーのトラフィックを、同じ VLAN 番号を使用するその他のカスタマーから分離します。サービス プロバイダー エッジ スイッチのトンネル ポートからカスタマーのスイッチの IEEE 802.1Q トランク ポートに、非対称リンクを設定します。エッジ スイッチのトンネル ポートに入るパケットには、カスタマーの VLAN ですでに IEEE802.1Q タグが付いており、カスタマーごとに IEEE 802.1Q タグの別のレイヤ（メトロ タグと呼ばれる）でカプセル化され、サービスプロバイダー ネットワークで一意の VLAN ID が含まれます。タグが 2 重に付いたパケットは、その他のカスタマーのものとは異なる、元のカスタマーの VLAN が維持されてサービス プロバイダー ネットワークを通過します。発信インターフェイス、およびトンネル ポートでは、メトロ タグが削除されてカスタマーのネットワークのオリジナル VLAN 番号が取得されます。

トンネル ポートは、トランク ポートまたはアクセス ポートにすることができず、それぞれのカスタマーに固有の VLAN に属す必要があります。

トンネル ポートの詳細については、第 16 章「IEEE 802.1Q トンネリングおよびレイヤ 2 プロトコル トンネリングの設定」を参照してください。

ルーテッド ポート

ルーテッド ポートは物理ポートであり、ルータ上にあるポートのように動作しますが、ルータに接続されている必要はありません。ルーテッド ポートは、アクセス ポートとは異なり、特定の VLAN に対応付けられていません。VLAN サブインターフェイスをサポートしない点を除けば、通常のルータ インターフェイスのように動作します。ルーテッド ポートは、レイヤ 3 ルーティング プロトコルで設定できます。ルーテッド ポートはレイヤ 3 インターフェイス専用で、DTP や Spanning-Tree Protocol（STP; スパニング ツリー プロトコル）などのレイヤ 2 プロトコルはサポートしません。ルーテッド ポートは、IP ベース イメージまたは IP サービス イメージを稼動しているスイッチだけでサポートされています。

ルーテッド ポートを設定するには、**no switchport** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドでインターフェイスをレイヤ 3 モードにします。次に、ポートに IP アドレスを割り当て、ルーティングをイネーブルにし、**ip routing** および **router** *protocol* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用してルーティング プロトコルの特性を指定します。

（注）　**no switchport** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを実行すると、インターフェイスがいったんシャットダウンしてから再度イネーブルになります。これにより、インターフェイスが接続しているデバイスに関するメッセージが表示されることがあります。レイヤ 2 モードのインターフェイスをレイヤ 3 モードにした場合、影響のあるインターフェイスに関連する以前の設定が消失する可能性があります。

ソフトウェアに、設定できるルーテッド ポートの個数制限はありません。ただし、ハードウェアには限界があるため、この個数と設定されている他の機能の数との相互関係によって CPU パフォーマンスに影響が及ぶことがあります。ハードウェアのリソース制限に達したときに何が発生するかについては、「レイヤ 3 インターフェイスの設定」（P.11-26）を参照してください。

IP ユニキャストおよびマルチキャストのルーティングおよびルーティング プロトコルの詳細については、第 37 章「IP ユニキャスト ルーティングの設定」および第 45 章「IP マルチキャスト ルーティングの設定」を参照してください。

（注）IP ベース イメージは、スタティック ルーティングおよび Routing Information Protocol（RIP）をサポートします。完全なレイヤ 3 ルーティングまたはフォールバック ブリッジングを実行するには、IP サービス イメージをインストールする必要があります。

SVI

Switch Virtual Intertface（SVI; スイッチ仮想インターフェイス）は、スイッチ ポートの VLAN を、システムのルーティング機能またはブリッジング機能に対する 1 つのインターフェイスとして表します。1 つの VLAN に関連付けることができる SVI は 1 つだけです。VLAN 間のルーティング、VLAN 間でルーティングできないプロトコルのフォールバック ブリッジング、またはスイッチと IP ホストの接続を実現する場合にだけ、VLAN に SVI を設定します。

デフォルトでは、SVI はデフォルト VLAN（VLAN 1）用に作成され、リモート スイッチの管理を可能にします。追加の SVI は明示的に設定する必要があります。

（注）インターフェイス VLAN 1 は削除できません。

SVI はシステムにしか IP ホスト接続を行いません。レイヤ 3 モードでは、SVI 全体にルーティングを設定できます。スイッチは合計 1005 の VLAN（および SVI）をサポートしますが、ハードウェアには限界があるため、SVI とルーテッド ポートの数および設定されている他の機能の数との相互関係によって、CPU パフォーマンスに影響が及ぶことがあります。ハードウェアのリソース制限に達したときに何が発生するかについては、「レイヤ 3 インターフェイスの設定」（P.11-26）を参照してください。

SVI は、VLAN インターフェイスに対して **vlan** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを実行したときに初めて作成されます。VLAN は、カプセル化トランク ポート上のデータ フレームに関連付けられた VLAN タグ、あるいはアクセス ポート用に設定された VLAN ID に対応します。トラフィックをルーティングするそれぞれの VLAN に対して VLAN インターフェイスを設定し、IP アドレスを割り当ててください。詳細については、「手動での IP 情報の割り当て」（P.3-14）を参照してください。

（注）作成した SVI をアクティブにするには、物理ポートに関連付ける必要があります。

SVI は、ルーティング プロトコルとブリッジング設定をサポートします。IP ルーティング設定の詳細については、第 37 章「IP ユニキャスト ルーティングの設定」、第 45 章「IP マルチキャスト ルーティングの設定」および第 47 章「フォールバック ブリッジングの設定」を参照してください。

（注）IP ベース イメージはスタティック ルーティングおよび RIP をサポートします。より高度なルーティングやフォールバック ブリッジングを行う場合は、IP サービス イメージを搭載する必要があります。

SVI 自動ステート除外

VLAN 上で複数のポートを持つ SVI のライン ステートは、次の条件を満たした場合、アップ ステートになります。

- スイッチに VLAN が存在し、その VLAN データベースでアクティブである。
- VLAN インターフェイスが存在し、管理上のダウン ステートではない。
- 少なくとも 1 つのレイヤ 2（アクセスまたはトランク）ポートが存在し、VLAN に アップ ステートのリンクがある。さらにその VLAN でスパニングツリー フォワーディング ステートにある。

（注）　対応する VLAN リンクに属する最初のスイッチポートがアップし、STP フォワーディング ステートになると、VLAN インターフェイスのプロトコル リンク ステートがアップします。

VLAN が複数のポートを持っている場合のデフォルト アクションは、VLAN のすべてのポートがダウンすると、SVI がダウンします。SVI 自動ステート除外機能を使用すると、SVI ライン ステートのアップまたはダウン計算からポートが除外されるように設定できます。たとえば、VLAN 上で 1 つのアクティブ ポートだけがモニタリング ポートである場合、他のすべてのポートがダウンすると VLAN もダウンするよう自動ステート除外機能をポートに設定できます。ポートで **autostate exclude** がイネーブルの場合、ポートでイネーブルのすべての VLAN に適用されます。

VLAN の 1 つのレイヤ 2 ポートがコンバージェンス（STP リスニング ラーニング ステートからフォワーディング ステートへ移行）を実行すると、VLAN インターフェイスがアップします。これにより、ルーティング プロトコルなどの機能が VLAN インターフェイスを使用できなくなります（ルーティングのブラック ホールなど他の大きな問題が緩和され、完全に動作しているかのようになります）。自動ステート除外の設定については、「SVI 自動ステート除外の設定」（P.11-28）を参照してください。

EtherChannel ポート グループ

EtherChannel ポート グループは、複数のスイッチ ポートを 1 つのスイッチ ポートとして扱います。EtherChannel ポート グループは、スイッチ間、またはスイッチおよびサーバ間で広帯域接続を行う単一論理ポートとして動作します。EtherChannel は、チャネルのリンク全体でトラフィックの負荷を分散させます。EtherChannel 内のリンクで障害が発生すると、それまでその障害リンクで伝送されていたトラフィックが EtherChannel 内の残りのリンクに切り替えられます。複数のトランク ポートを 1 つの論理トランク ポートにグループ化したり、複数のアクセス ポートを 1 つの論理アクセスポートに、複数のトンネル ポートを 1 つの論理トンネル ポートに、または複数のルーテッド ポートを 1 つの論理ルーテッド ポートにグループ化したりできます。

ほとんどのプロトコルは、単一ポートまたは集約スイッチ ポート上で動作し、ポート グループ内の物理ポートを認識しません。DTP、Cisco Discovery Protocol（CDP; シスコ検出プロトコル）、および Port Aggregation Protocol（PAgP; ポート集約プロトコル）は、物理ポート上でしか動作しません。

EtherChannel を設定するとき、ポートチャネル論理インターフェイスを作成し、EtherChannel にインターフェイスを割り当てます。**channel-group** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用して、ポートチャネル論理インターフェイスを動的に作成します。このコマンドは物理および論理ポートをバインドします。

レイヤ 3 インターフェイスの場合は、**interface port-channel** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用して手動で論理インターフェイスを作成します。その後、**channel-group** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用して、手動で EtherChannel にインターフェイスを割り当てます。

詳細については、第 35 章「EtherChannel およびリンクステート トラッキングの設定」を参照してください。

デュアルパーパス アップリンク ポート

一部のスイッチでは、デュアルパーパス アップリンク ポートがサポートされています。各アップリンク ポートは、RJ-45 コネクタと Small Form-Factor Pluggable（SFP）モジュールのデュアル フロント エンドを装備する 1 つのインターフェイスと見なされます。デュアル フロント エンドは冗長インターフェイスではありません。スイッチはペアのうちの 1 つのコネクタのみをアクティブにします。

デフォルトでは、スイッチは最初にリンクがアップの状態になるインターフェイス タイプを動的に選択します。ただし、RJ-45 コネクタまたは SFP モジュール コネクタを手動で選択するには、**media-type** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用できます。デュアルパーパス アップリンクの速度およびデュプレックスの設定については、「インターフェイス速度およびデュプレックス パラメータの設定」（P.11-20）を参照してください。

各アップリンク ポートには 2 つの LED があり、一方は RJ-45 ポートのステータスを示し、他方は SFP モジュール ポートのステータスを示します。コネクタがアクティブである方のポート LED が点灯します。LED の詳細については、ハードウェア インストレーション ガイドを参照してください。

Power over Ethernet（PoE）ポート

PoE スイッチ ポートは、次のような接続された装置に電力を自動的に供給します（スイッチが回路に電力が供給されていないことをスイッチが検知した場合）。

- シスコ先行標準受電装置（Cisco IP Phone および Cisco Aironet アクセス ポイントなど）
- IEEE 802.3af に準拠した受電装置

受電装置が PoE スイッチおよび AC 電源に接続されている場合だけ、冗長電力として利用できます。PoE に関する内容は次のとおりです。

- 「サポート対象のプロトコルおよび標準」（P.11-7）
- 「受電装置検出および初期電力割り当て」（P.11-8）
- 「電力管理モード」（P.11-9）

サポート対象のプロトコルおよび標準

スイッチでは、次のプロトコルおよび標準を使用して PoE をサポートしています。

- 電力消費を含む CDP：受電装置は、消費している電力量をスイッチに通知します。スイッチは、電力消費メッセージに応答しません。スイッチは、PoE ポートに電力を供給するか、PoE ポートから電力を取り除くだけです。
- シスコ インテリジェント電力管理：受電装置およびスイッチは、電力ネゴシエーション CDP メッセージによって電力消費レベルについてネゴシエーションを行います。このネゴシエーションにより、7 W より多くを消費する高電力シスコ受電装置は、最高電力モードで動作できるようになります。受電装置は、最初に低電力モードでブートして 7 W 未満の電力を消費し、ネゴシエーションを行って高電力モードで動作するための十分な電力を得ます。受電装置は、スイッチから確認を受信した場合に限って高電力モードに切り替わります。

  高電力デバイスは、電力ネゴシエーション CDP がサポートされていないスイッチにおいて、低電力で動作できます。

  Cisco IOS Release 12.2(25)SE 以前の場合、PoE 対応スイッチ（インテリジェント電力管理がサポート非対象）では、インテリジェント電力管理がサポートされている高電力受電装置が、低電力モードで動作します。低電力モードのデバイスでは、すべての機能は動作しません。

シスコ インテリジェント電力管理には、電力消費を含む CDP との下位互換性があります。スイッチは、受信した CDP メッセージに従って応答します。CDP は、サードパーティ製受電装置でサポートされません。このため、スイッチは IEEE 分類を使用してデバイスの電力使用量を判断します。

- IEEE 802.3af : この標準の主な機能は、受電装置検出、電力管理、切断検出、オプションの受電装置電力分類です。詳細については、標準を参照してください。

受電装置検出および初期電力割り当て

スイッチは、PoE 対応ポートがシャットダウン状態でなく、PoE がイネーブルになっていて（デフォルト）、接続したデバイスが AC アダプタによって電力供給されていない場合、シスコ先行標準受電装置または IEEE 準拠の受電装置を検出します。

デバイスが検出されると、スイッチは、デバイスのタイプに基づいてデバイスの電力要件を判断します。

- シスコ先行標準の受電装置は、スイッチがそのデバイスを検出しても電力要件を提供しないので、スイッチは、パワーバジェットの初期割り当てとして 15.4 W を割り当てます。

  初期電力割り当ては、受電装置が要求する最大電力量です。スイッチは、受電装置を検出して電力供給する場合、この量の電力を最初に割り当てます。スイッチが受電装置から CDP メッセージを受信し、受電装置が CDP 電力ネゴシエーション メッセージでスイッチと電力レベルについてネゴシエーションを行った場合、初期電力割り当ては調整されることがあります。

- スイッチは、検出した IEEE デバイスを電力消費クラス内で分類します。スイッチは、パワー バジェットで使用可能な電力に基づいて、ポートに電力供給できるかどうか判断します。表 11-1 は、電力レベルの一覧です。

表 11-1　IEEE 電力分類

クラス	スイッチから要する最大電力レベル
0（クラス ステータス不明）	15.4 W
1	4 W
2	7 W
3	15.4 W
4（将来の使用のために予約）	クラス 0 としての扱い

スイッチは電力要求のモニタとトラッキングを行い、電力が使用可能である場合に限って電力を供給します。スイッチはパワー バジェット（スイッチで PoE に使用できる電力量）をトラッキングします。電力の供給または拒否がポートで行われると、スイッチはパワーアカウンティング計算を実行し、パワー バジェットを最新に保ちます。

電力がポートに適用された後で、スイッチは CDP を使用して、接続されたシスコ受電装置の*実際の*電力消費要件を判断し、パワー バジェットを相応に調整します。これはサードパーティ製 PoE デバイスには適用されません。スイッチは要件を処理して電力の供給または拒否を行います。要求が認可されると、スイッチはパワー バジェットを更新します。要求が拒否された場合、スイッチは、ポートの電力がオフに切り替わっていることを確認し、Syslog メッセージを生成して LED を更新します。受電装置は、追加の電力についてもスイッチとネゴシエーションを行うこともできます。

不足電圧、過電圧、過熱、オシレータ障害、または短絡状態による障害をスイッチが検出した場合、ポートへの電源をオフにし、Syslog メッセージを生成し、パワー バジェットと LED を更新します。

電力管理モード

サポートされる PoE モードは、次のとおりです。

- **auto**：接続されているデバイスで電力が必要であるかどうか、スイッチが自動的に検出します。ポートに接続されている受電装置をスイッチが検出し、スイッチに十分な電力がある場合、スイッチは電力を供給してパワー バジェットを更新し、先着順でポートの電力をオンに切り替えて LED を更新します。LED の詳細については、ハードウェア インストレーション ガイドを参照してください。

  すべての受電装置用としてスイッチに十分な電力がある場合は、すべての受電装置がアップします。スイッチに接続された受電装置すべてに対し十分な電力が利用できる場合、すべてのデバイスに電力を供給します。利用できる PoE が十分でない場合、または他のデバイスが電力を待っている間にデバイスが切断されて再接続された場合、どのデバイスへ電力が供給されるかが定義できなくなります。

  許可電力がシステム パワー バジェットを超える場合、スイッチは電力を拒否し、ポートへの電力がオフになっていることを確認したうえで、Syslog メッセージを生成し、LED を更新します。電力が拒否された後、スイッチは定期的にパワー バジェットを再確認し、続けて電力要求の許可を試行します。

  スイッチにより電力を供給されているデバイスが、さらに壁面コンセントに接続されている場合、スイッチはデバイスに電力を供給し続けることがあります。この時、デバイスがスイッチから電力を供給されているか、AC 電源から電力を供給されているかにかかわらず、スイッチは自身が引き続きデバイスへ電力を供給しているとの通知を行うことがあります。

  受電装置が取り外された場合、スイッチは切断を自動的に検出し、ポートから電力を取り除きます。非受電装置を接続しても、そのデバイスに障害は発生しません。

  ポートで許可される最大ワット数を指定できます。受電装置の IEEE クラス最大ワット数が、設定した最大値より大きい場合、スイッチはそのポートに電力を供給しません。スイッチが受電装置に電力供給していても、受電装置が設定最大値より多くの電力を CDP メッセージによって後で要求した場合、スイッチはポートの電力を取り除きます。その受電装置に割り当てられていた電力は、グローバル パワー バジェットに戻されます。ワット数を指定しない場合、スイッチは最大値の電力を供給します。任意の PoE ポートで **auto** 設定を使用してください。auto モードがデフォルト設定です。

- **static**：スイッチは、受電装置が接続されていなくてもポートに電力をあらかじめ割り当て、そのポートで電力が使用できるようにします。スイッチは、設定した最大ワット数をポートに割り当てますが、その量は、IEEE クラスまたは受電装置からの CDP メッセージによって調整されません。電力があらかじめ割り当てられているので、最大ワット数以下の電力を使用する受電装置は、固定ポートに接続されている場合、電力が保証されます。ポートは先着順方式に関連しなくなります。

  しかし受電装置の IEEE クラスが最大ワット数より大きい場合、スイッチはその受電装置に電力を供給しません。受電装置で最大ワット数以上が必要になったことを CDP メッセージによってスイッチが学習した場合、その受電装置はシャットダウンされます。

  ワット数を指定しない場合、スイッチは最大値をあらかじめ割り当てます。スイッチは、受電装置を検出した場合に限り、ポートに電力を供給します。優先順位が高いインターフェイスには、**static** 設定を使用してください。

- **never**：スイッチは受電装置検出をディセーブルにして、電力供給されていないデバイスが接続されても、PoE ポートに電力を供給しません。PoE 対応ポートに電力を絶対に適用せず、そのポートをデータ専用ポートにする場合に限り、このモードを使用してください。

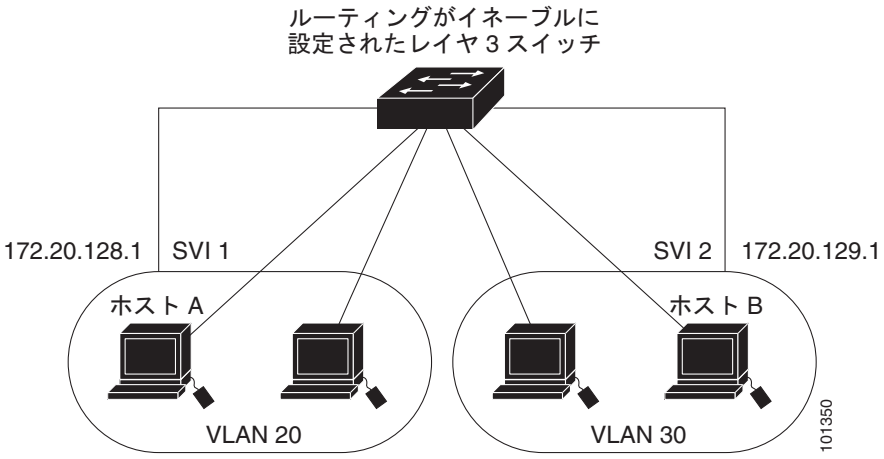
PoE ポートの設定の詳細については、「PoE ポートの電力管理モードの設定」（P.11-23）を参照してください。

インターフェイスの接続

単一 VLAN 内のデバイスは、スイッチを通じて直接通信できます。異なる VLAN に属すポート間では、ルーティングデバイスを介さなければデータを交換できません。

標準のレイヤ 2 スイッチを使用すると、異なる VLAN のポートは、ルータを通じて情報を交換する必要があります。ルーティングがイネーブルに設定されたスイッチを使用することにより、IP アドレスを割り当てた SVI で VLAN 20 および VLAN 30 の両方を設定すると、外部ルータを使用せずに、スイッチを介してパケットをホスト A からホスト B に直接送信できます（図 11-1 を参照）。

図 11-1　　レイヤ 3 スイッチによる VLAN の接続



IP サービス イメージを使用する場合、スイッチはインターフェイス間でトラフィックを転送する方式として、ルーティングおよびフォールバック ブリッジングの 2 通りをサポートします。IP ベース イメージを使用する場合は、基本ルーティング（スタティック ルーティングと RIP）だけがサポートされます。高いパフォーマンスを維持するため、可能な場合は常にスイッチ ハードウェアによって転送を行います。ただし、ハードウェア内をルーティングできるのは、イーサネット II カプセル化機能を備えた IP バージョン 4 パケットだけです。非 IP トラフィックと、他のカプセル化方式を使用しているトラフィックは、ハードウェアによってフォールバック ブリッジングできます。

- ルーティング機能は、すべての SVI およびルーテッド ポートでイネーブルにできます。スイッチは、IP トラフィックだけをルーティングします。IP ルーティング プロトコル パラメータとアドレス設定が SVI またはルーテッド ポートに追加されると、このポートで受信した IP トラフィックはルーティングされます。第 37 章「IP ユニキャスト ルーティングの設定」、第 45 章「IP マルチキャスト ルーティングの設定」、および第 46 章「MSDP の設定」を参照してください。
- フォールバック ブリッジングを行うと、スイッチでルーティングされないトラフィックや、DECnet などのルーティングできないプロトコルに属するトラフィックが転送されます。また、フォールバック ブリッジングは、2 つ以上の SVI またはルーテッド ポート間のブリッジングによって、複数の VLAN を 1 つのブリッジ ドメインに接続します。フォールバック ブリッジングを設定する場合は、ブリッジ グループに SVI またはルーテッド ポートを割り当てます。各 SVI またはルーテッド ポートにはそれぞれ 1 つしかブリッジ グループが割り当てられません。同じグループ内のすべてのインターフェイスは、同じブリッジ ドメインに属します。詳細については、第 47 章「フォールバック ブリッジングの設定」を参照してください。

インターフェイス コンフィギュレーション モードの使用方法

スイッチは、次のインターフェイス タイプをサポートします。

- 物理ポート：スイッチ ポートおよびルーテッド ポート
- VLAN：スイッチ仮想インターフェイス
- ポート チャネル：EtherChannel インターフェイス

インターフェイス範囲も設定できます（「インターフェイス範囲の設定」（P.11-12）を参照）。

- *タイプ：ポートのタイプは、スイッチでサポートされるタイプによって異なります。次のタイプがあります。*10/100 Mbps イーサネット対応のファスト イーサネット（fastethernet または fa）、10/100/1000 Mbps イーサネット ポート対応のギガビット イーサネット（gigabitethernet または gi）、10,000 Mbps 対応の 10 ギガビット イーサネット（tengigabitethernet または te）、または SFP モジュール ギガビット イーサネット インターフェイス。
- モジュール番号：スイッチのモジュールまたはスロット番号（常に 0）。
- ポート番号：スイッチ上のインターフェイス番号。ポート番号は、fastethernet0/1 または gigabitethernet0/1 のように、必ず 1 から始まります。スイッチ前面に向かい左のポートから順に番号がつけられています。複数のインターフェイス タイプがある場合（10/100 ポートと SFP モジュール ポートなど）、ポート番号は 2 番めのインターフェイス タイプ gigabitethernet0/1 から再開されます。10/100/1000 ポートと SFP モジュール ポートのあるスイッチの場合、SFP モジュール ポートの番号は 10/100/1000 ポートの後に連続して付けられます。

物理インターフェイスはスイッチを実際に見ることで特定できます。一方、特定のインターフェイスまたはすべてのインターフェイスに関する情報は、**show** 特権 EXEC コマンドを使用して見ることができます。以降、この章では、主に物理インターフェイスの設定手順について説明します。

この例は、次のようにインターフェイスを識別します。

- 10/100/1000 ポート 4 を設定するには、次のコマンドを入力します。

```
Switch(config)# interface gigabitethernet0/4
```

（注）　本マニュアルの設定例や出力は、特にスタック メンバ番号の存在に関して、ご利用のスイッチ固有のものとは異なります。

インターフェイスの設定手順

次の一般的な手順は、すべてのインターフェイス設定プロセスに当てはまります。

ステップ 1　特権 EXEC プロンプトに **configure terminal** コマンドを入力します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)#
```

ステップ 2　**interface** グローバル コンフィギュレーション コマンドを入力します。

```
Switch(config)# interface gigabitethernet0/1
Switch(config-if)#
```

（注）　インターフェイス タイプとインターフェイス番号の間にスペースを入れるかどうかは任意です。

ステップ 3　各 **interface** コマンドの後ろに、インターフェイスに必要なコンフィギュレーション コマンドを続けて入力します。入力するコマンドによって、そのインターフェイスで稼動するプロトコルとアプリケーションが定義されます。別のインターフェイス コマンドまたは **end** を入力して特権 EXEC モードに戻ると、コマンドが収集されてインターフェイスに適用されます。

また、**interface range** または **interface range macro** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用すると、一定範囲のインターフェイスを設定することもできます。ある範囲内で設定したインターフェイスは、同じタイプである必要があります。また、同じ機能オプションを指定して設定しなければなりません。

ステップ 4　インターフェイスを設定してから、「インターフェイスのモニタおよびメンテナンス」（P.11-32）に示した **show** 特権 EXEC コマンドで、そのステータスを確認してください。

---

show interfaces 特権 EXEC コマンドを使用して、スイッチ上のまたはスイッチ用に設定されたすべてのインターフェイスのリストを表示します。デバイスがサポートする各インターフェイスまたは指定したインターフェイスのレポートが出力されます。

インターフェイス範囲の設定

interface range グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用して、同じコンフィギュレーション パラメータを持つ複数のインターフェイスを設定できます。インターフェイス レンジ コンフィギュレーション モードを開始すると、このモードを終了するまで、入力されたすべてのコマンド パラメータはその範囲内のすべてのインターフェイスに対するものと見なされます。

同じパラメータでインターフェイス範囲を設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface range** {*port-range* | **macro** *macro_name*}	設定するインターフェイス範囲（VLAN または物理ポート）を指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。 • **interface range** コマンドを使用すると、最大 5 つのポート範囲または定義済みマクロを 1 つ設定できます。 • **macro** 変数については、「インターフェイス レンジ マクロの設定および使用方法」（P.11-14）を参照してください。 • カンマで区切った *port-range* では、各エントリに対応するインターフェイス タイプを入力し、カンマの前後にスペースを含めます。 • ハイフンで区切った *port-range* では、インターフェイス タイプの再入力は不要ですが、ハイフンの前後にスペースを入力する必要があります。
ステップ 3		この時点で、通常のコンフィギュレーション コマンドを使用して、範囲内のすべてのインターフェイスにコンフィギュレーション パラメータを適用します。各コマンドは、入力されたとおりに実行されます。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show interfaces** [*interface-id*]	指定した範囲内のインターフェイスの設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

interface range グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用するときは、次の注意事項に留意してください。

- *port-range* の有効なエントリは、スイッチのポート タイプによって異なります。
  - **vlan** *vlan-ID* - *vlan-ID*、VLAN ID は 1 ～ 4094
  - 、module は常に 0
  - **port-channel** *port-channel-number* - *port-channel-number*、*port-channel-number* は 1 ～ 48

（注）　ポート チャネルを指定して **interface range** コマンドを使用する場合は、先頭および最後のチャネル番号をアクティブなポート チャネルにする必要があります。

- **interfacerange** コマンドを使用するときは、先頭のインターフェイス番号とハイフンの間にスペースが必要です。
- **interface range** コマンドが機能するのは、**interface vlan** コマンドで設定された VLAN インターフェイスに限られます。**show running-config** 特権 EXEC コマンドを使用すると、設定されている VLAN インターフェイスが表示されます。**show running-config** コマンドで表示されない VLAN インターフェイスに **interface range** コマンドを使用できません。
- ある範囲内のすべてのインターフェイスは、同じタイプ（すべてがファスト イーサネット ポート、すべてがギガビット イーサネット ポート、すべてが EtherChannel ポート、またはすべてが VLAN）でなければなりません。ただし、1 つのコマンド内で複数のレンジを組み合わせることができます。

次の例では、**interface range** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用して、ポート 1 ～ 2 の速度を 100 Mbps に設定します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# interface range gigabitethernet0/1 - 2
Switch(config-if-range)# speed 100
```

この例では、カンマを使用して別のインターフェイス タイプ ストリングを追加し、ファスト イーサネット ポート 1 ～ 3 と、ギガビット イーサネット ポート 1 および 2 の両方をイネーブルにし、フロー制御ポーズ フレームを受信できるようにします。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# interface range fastethernet0/1 - 3, gigabitethernet0/1 - 2
Switch(config-if-range)# flowcontrol receive on
```

インターフェイス レンジ モードで複数のコンフィギュレーション コマンドを入力した場合、各コマンドは入力した時点で実行されます。インターフェイス レンジ モードを終了した後で、コマンドがバッチ処理されるわけではありません。コマンドの実行中にインターフェイス レンジ コンフィギュレーション モードを終了すると、一部のコマンドが範囲内のすべてのインターフェイスに対して実行されない場合もあります。コマンド プロンプトが再表示されるのを待ってから、インターフェイス レンジ コンフィギュレーション モードを終了してください。

インターフェイス レンジ マクロの設定および使用方法

インターフェイス レンジ マクロを作成すると、設定するインターフェイスの範囲を自動的に選択できます。**interface range macro** グローバル コンフィギュレーション コマンドで **macro** キーワードを使用するには、まず **define interface-range** グローバル コンフィギュレーション コマンドでマクロを定義する必要があります。

インターフェイス レンジ マクロを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**define interface-range** *macro_name interface-range*	インターフェイス レンジ マクロを定義して NVRAM（不揮発性メモリ）に保存します。 • *macro_name* は、最大 32 文字の文字列です。 • マクロには、カンマで区切ったインターフェイスを 5 つまで含めることができます。 • それぞれの *interface-range* は、同じポート タイプで構成されていなければなりません。
ステップ 3	**interface range macro** *macro_name*	*macro_name* の名前でインターフェイス レンジ マクロに保存された値を使用することによって、設定するインターフェイスの範囲を選択します。 ここで、通常のコンフィギュレーション コマンドを使用して、定義したマクロ内のすべてのインターフェイスに設定を適用できます。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show running-config | include define**	定義済みのインターフェイス レンジ マクロの設定を表示します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

マクロを削除するには、**no define interface-range** *macro_name* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

define interface-range グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用するときは、次の注意事項に留意してください。

- *interface-range* の有効なエントリは、スイッチのポート タイプによって異なります。
  - **vlan** *vlan-ID* - *vlan-ID*、VLAN ID は 1 ～ 4094
  - **port-channel** *port-channel-number* - *port-channel-number*、*port-channel-number* は 1 ～ 48

  （注）ポート チャネルを指定して **interface range** コマンドを使用する場合は、先頭および最後のチャネル番号をアクティブなポート チャネルにする必要があります。

- *interface-range* を入力するときは、最初のインターフェイス番号とハイフンの間にスペースを入れます。

  たとえば、コマンド **gigabitethernet 0/1 - 4** は有効な範囲ですが、コマンド **gigabitethernet0/1-4** は無効な範囲です。

- VLAN インターフェイスは、**interface vlan** コマンドで設定しておかなければなりません。**show running-config** 特権 EXEC コマンドを使用すると、設定されている VLAN インターフェイスが表示されます。**show running-config** コマンドで表示されない VLAN インターフェイスを *interface-range* として使用できません。
- ある範囲内のすべてのインターフェイスは、同じタイプ（すべてがファスト イーサネット ポート、すべてがギガビット イーサネット ポート、すべてが EtherChannel ポート、またはすべてが VLAN）でなければなりません。ただし、1 つのマクロ内で複数のインターフェイス タイプを組み合わせることができます。

次に、*enet_list* という名前のインターフェイス レンジ マクロを定義してポート 1 および 2 を含め、マクロ設定を確認する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# define interface-range enet_list gigabitethernet0/1 - 2
Switch(config)# end
Switch# show running-config | include define
Switch# define interface-range enet_list gigabitethernet0/1 - 2
```

次に、複数のタイプのインターフェイスを含む マクロ *macro1* を作成する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# define interface-range macro1 fastethernet0/1 - 2, gigabitethernet0/1 - 2
Switch(config)# end
```

次に、インターフェイス レンジ マクロ *enet_list* に対するインターフェイス レンジ コンフィギュレーション モードを開始する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# interface range macro enet_list
Switch(config-if-range)#
```

次に、インターフェイス レンジ マクロ *enet_list* を削除し、処理を確認する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# no define interface-range enet_list
Switch(config)# end
Switch# show run | include define
Switch#
```

イーサネット インターフェイスの設定

イーサネット インターフェイスのデフォルト設定

表 11-2 に、イーサネット インターフェイスのデフォルト設定を示します。表に示されている VLAN パラメータの詳細については、第 13 章「VLAN の設定」を参照してください。また、ポートへのトラフィック制御の詳細については、第 23 章「ポート単位のトラフィック制御の設定」を参照してください。

（注）インターフェイスがレイヤ 3 モードの場合に、レイヤ 2 パラメータを設定するには、パラメータを指定せずに **switchport** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを入力し、インターフェイスをレイヤ 2 モードにする必要があります。これにより、インターフェイスがいったんシャットダウンしてから再度イネーブルになり、インターフェイスが接続しているデバイスに関するメッセージが表示されることがあります。レイヤ 3 モードのインターフェイスをレイヤ 2 モードにした場合、影響のあるインターフェイスに関連する以前の設定情報が消失する可能性があり、インターフェイスはデフォルト設定に戻ります。

表 11-2　レイヤ 2 イーサネット インターフェイスのデフォルト設定

機能	デフォルト設定
動作モード	レイヤ 2 またはスイッチング モード（**switchport** コマンド）。
VLAN 許容範囲	VLAN 1 ～ 4094。
デフォルト VLAN（アクセス ポート用）	VLAN 1（レイヤ 2 インターフェイス限定）。
ネイティブ VLAN（IEEE 802.1Q トランク用）	VLAN 1（レイヤ 2 インターフェイス限定）。
802.1p プライオリティ タグ トラフィック	VLAN 0 のタグが付けられたすべてのパケットをドロップします。
VLAN トランキング	Switchport mode dynamic auto（DTP をサポート）（レイヤ 2 インターフェイス限定）。
ポート イネーブル ステート	すべてのポートがイネーブル。
ポート記述	未定義。
速度	自動ネゴシエーション。
デュプレックス モード	自動ネゴシエーション。
フロー制御	フロー制御は **receive**: **off** に設定されます。送信パケットでは常にオフです。
EtherChannel（PAgP）	すべてのイーサネット ポートでディセーブル。第 35 章「EtherChannel およびリンクステート トラッキングの設定」を参照してください。
ポート ブロッキング（不明マルチキャストおよび不明ユニキャスト トラフィック）	ディセーブル（ブロッキングされない）（レイヤ 2 インターフェイス限定）。「ポート ブロッキングの設定」（P.23-7）を参照してください。
ブロードキャスト、マルチキャスト、およびユニキャスト ストーム制御	ディセーブル。「ストーム制御のデフォルト設定」（P.23-3）を参照してください。
保護ポート	ディセーブル（レイヤ 2 インターフェイス限定）。「保護ポートの設定」（P.23-6）を参照してください。
ポート セキュリティ	ディセーブル（レイヤ 2 インターフェイス限定）。「ポート セキュリティのデフォルト設定」（P.23-11）を参照してください。

表 11-2　レイヤ 2 イーサネット インターフェイスのデフォルト設定（続き）

機能	デフォルト設定
PortFast	ディセーブル「オプションのスパニング ツリー機能のデフォルト設定」（P.18-9）を参照してください。
Auto-MDIX	イネーブル。 （注）　受電装置がクロス ケーブルでスイッチに接続されている場合、スイッチは、IEEE 802.3af に完全には準拠していない、Cisco IP Phone やアクセス ポイントなどの準規格の受電をサポートしていない場合があります。これは、スイッチ ポート上で Automatic Medium-Dependent Interface Crossover（Auto-MIDX）がイネーブルかどうかは関係ありません。
キープアライブ メッセージ	SFP モジュールでディセーブル。他のすべてのポートでイネーブル。

デュアルパーパス アップリンク ポートのタイプの設定

（注）　Catalyst 2960 スイッチにだけデュアルパーパス アップリンク ポートがあります。

一部のスイッチでは、デュアルパーパス アップリンク ポートがサポートされています。デフォルトでは、スイッチは最初にリンクがアップの状態になるインターフェイス タイプを動的に選択します。ただし、RJ-45 コネクタまたは SFP モジュール コネクタを手動で選択するには、**media-type** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用できます。詳細については、「デュアルパーパス アップリンク ポート」（P.11-7）を参照してください。

速度およびデュプレックスを設定できるようにアクティブにするデュアルパーパス アップリンクを選択するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	設定するデュアルパーパス アップリンク ポートを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。

	コマンド	目的
ステップ 3	**media-type** {**auto-select** | **rj45** | **sfp**}	インターフェイスおよびデュアルパーパス アップリンク ポートのタイプを設定します。キーワードの意味は次のとおりです。 • **auto-select**：スイッチはタイプを動的に選択します。リンクがアップの状態になると、アクティブなリンクがダウンの状態になるまで、スイッチはその他のタイプをディセーブルにします。アクティブなリンクがダウンの状態になると、いずれかのリンクがアップの状態になるまで、スイッチは両方のタイプをイネーブルにします。auto-select モードでは、スイッチは両方のタイプの速度およびデュプレックスを自動ネゴシエーション（デフォルト）に設定します。インストールされている SFP モジュールのタイプによって、スイッチが動的に選択を行うことができない場合があります。詳細については、この手順の後の説明を参照してください。 • **rj45**：スイッチは SFP モジュール インターフェイスをディセーブルにします。SFP モジュールをこのポートに接続している場合、RJ-45 側がダウンの状態になっている、または接続されていない場合でも、リンクを確立できません。このモードでは、デュアルパーパス ポートは 10/100/1000BASE-TX インターフェイスと同様に動作します。このインターフェイス タイプに対応する速度およびデュプレックス設定を行うことができます。 • **sfp**：スイッチは RJ-45 インターフェイスをディセーブルにします。RJ-45 ポートにケーブルを接続している場合、SFP モジュール側がダウンの状態になっている、または SFP モジュールが接続されていない場合でも、リンクを確立できません。インストールされている SFP モジュールのタイプに基づいて、このインターフェイス タイプに対応する速度およびデュプレックス設定を行うことができます。 速度およびデュプレックスの設定については、「速度とデュプレックス モードの設定時の注意事項」（P.11-19）を参照してください。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show interfaces** *interface-id* **transceiver properties**	設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

デフォルトの設定に戻すには、**media-type auto interface** または **no media-type** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

スイッチは、速度およびデュプレックスを自動ネゴシエーション（デフォルト）するように両方のタイプを設定します。**auto-select** を設定すると、**speed** および **duplex** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを設定できません。

スイッチの電源をオンにした場合、または **shutdown** および **no shutdown** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用してデュアルパーパス アップリンク ポートをイネーブルにした場合、スイッチは SFP モジュール インターフェイスを優先させます。それ以外の状況では、スイッチは最初にリンクがアップの状態になるタイプに基づいてアクティブ リンクを選択します。

インターフェイス速度およびデュプレックス モードの設定

サポートされているポート タイプに応じて、スイッチのイーサネット インターフェイスは、全二重または半二重モードのいずれかで、10、100、1000、または 10,000 Mbps で動作します。全二重モードの場合、2 つのステーションが同時にトラフィックを送受信できます。通常、10 Mbps ポートは半二重モードで動作します。これは、各ステーションがトラフィックを受信するか、送信するかのどちらか一方しかできないことを意味します。

スイッチ モデルには、ファスト イーサネット（10/100 Mbps）ポート、ギガビット イーサネット（10/100/1000 Mbps）ポート、10 ギガビット モジュール ポート、および SFP モジュールをサポートする SFP モジュール スロットの組み合わせが含まれます。

ここでは、インターフェイス速度とデュプレックス モードの設定手順について説明します。

- 「速度とデュプレックス モードの設定時の注意事項」（P.11-19）
- 「インターフェイス速度およびデュプレックス パラメータの設定」（P.11-20）

速度とデュプレックス モードの設定時の注意事項

インターフェイス速度およびデュプレックス モードを設定するときには、次の注意事項に留意してください。

- ファスト イーサネット（10/100 Mbps）ポートは、すべての速度およびデュプレックス オプションをサポートします。
- ギガビット イーサネット（10/100/1000 Mbps）ポートは、すべての速度オプションとデュプレックス オプション（自動、半二重、全二重）をサポートします。ただし、1000 Mbps で稼動させているギガビット イーサネット ポートは、半二重モードをサポートしません。
- SFP モジュール ポートの場合、次の SFP モジュール タイプによって速度とデュプレックスの CLI（コマンドライン インターフェイス）オプションが変わります。
  - 1000 BASE-*x*（*x* には、BX、CWDM、LX、SX、ZX が適宜入ります）SFP モジュール ポートは、**speed** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドで **nonegotiate** キーワードをサポートします。デュプレックス オプションはサポートされません。
  - 1000BASE-T SFP モジュール ポートは、10/100/1000 Mbps ポートと同一の速度とデュプレックス オプションをサポートします。
  - 100BASE-*x*（*x* には、BX、CWDM、LX、SX、ZX が適宜入ります）SFP モジュール ポートは、100 Mbps だけサポートします。これらのモジュールは、全二重および半二重オプションをサポートしますが、自動ネゴシエーションをサポートしません。

  スイッチでサポートされる SFP モジュールについては、各製品のリリース ノートを参照してください。
- 回線の両側で自動ネゴシエーションがサポートされる場合は、できるだけデフォルトの **auto** ネゴシエーションを使用してください。
- 一方のインターフェイスが自動ネゴシエーションをサポートし、もう一方がサポートしない場合は、両方のインターフェイス上でデュプレックスと速度を設定します。サポートする側で **auto** 設定を使用しないでください。
- STP がイネーブルの場合にポートを再設定すると、スイッチがループの有無を調べるために最大で 30 秒かかる可能性があります。STP の再設定が行われている間、ポート LED はオレンジに点灯します。

注意　インターフェイス速度とデュプレックス モードの設定を変更すると、再設定時にシャットダウンが発生し、インターフェイスが再びイネーブルになることがあります。

インターフェイス速度およびデュプレックス パラメータの設定

物理インターフェイスの速度およびデュプレックス モードを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	設定する物理インターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**speed** {**10** | **100** | **1000** | **auto** [**10** | **100** | **1000**] | **nonegotiate**}	インターフェイスに対する適切な速度パラメータを入力します。 • インターフェイスの速度を指定するには、**10**、**100**、または **1000** を入力します。**1000** キーワードを使用できるのは、10/100/1000 Mbps ポートに対してだけです。 • インターフェイスに接続されたデバイスと自動ネゴシエーションが行えるようにするには、**auto** を入力します。**auto** キーワードと一緒に **10**、**100**、または **1000** キーワードを使用した場合、ポートは指定の速度に限り自動ネゴシエートします。 • **nonegotiate** キーワードを使用できるのは、SFP モジュール ポートに対してだけです。SFP モジュール ポートは 1000 Mbps だけで動作しますが、自動ネゴシエーションをサポートしていないデバイスに接続されている場合は、ネゴシエートしないように設定できます。 速度の設定の詳細については、「速度とデュプレックス モードの設定時の注意事項」（P.11-19）を参照してください。
ステップ 4	**duplex** {**auto** | **full** | **half**}	インターフェイスのデュプレックス パラメータを入力します。 半二重モードをイネーブルにします（10 または 100Mbps だけで動作するインターフェイスの場合）。1000 Mbps で動作するインターフェイスには半二重モードを設定できません。 デュプレックスの設定の詳細については、「速度とデュプレックス モードの設定時の注意事項」（P.11-19）を参照してください。
ステップ 5	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 6	**show interfaces** *interface-id*	インターフェイス速度およびデュプレックス モード設定を表示します。
ステップ 7	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

インターフェイスをデフォルトの速度およびデュプレックス設定（自動ネゴシエーション）に戻すには、**no speed** および **no duplex** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。すべてのインターフェイス設定をデフォルトに戻すには、**default interface** *interface-id* インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、10/100Mbps ポートでインターフェイスの速度を 10 Mbps に、デュプレックス モードを半二重に設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# interface fasttethernet0/3
Switch(config-if)# speed 10
Switch(config-if)# duplex half
```

次に、10/100/1000 Mbps ポートで、インターフェイスの速度を 100 Mbps に設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# interface gigabitethernet0/2
Switch(config-if)# speed 100
```

IEEE 802.3X フロー制御の設定

フロー制御により、接続しているイーサネット ポートは、輻輳しているノードがリンク動作をもう一方の端で一時停止できるようにすることによって、輻輳時のトラフィック レートを制御できます。あるポートで輻輳が生じ、それ以上はトラフィックを受信できなくなった場合、ポーズ フレームを送信することによって、その状態が解消されるまで送信を中止するように、そのポートから相手ポートに通知します。ポーズ フレームを受信すると、送信側デバイスはデータ パケットの送信を中止するので、輻輳時のデータ パケット損失が防止されます。

（注）スイッチのポートは、ポーズ フレームを受信できますが、送信はできません。

flowcontrol インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用して、インターフェイスのポーズ フレームを受信（**receive**）する能力を **on**、**off**、または **desired** に設定します。デフォルトの状態は **off** です。

desired に設定した場合、インターフェイスはフロー制御パケットの送信を必要とする接続デバイス、または必要ではないがフロー制御パケットを送信できる接続デバイスに対して動作できます。

デバイスのフロー制御設定には、次のルールが適用されます。

- **receive on**（または **desired**）：ポートはポーズ フレームを送信できませんが、ポーズ フレームを送信する必要のある、または送信できる接続デバイスと組み合わせて使用できます。ポーズ フレームの受信は可能です。
- **receive off**：フロー制御はどちらの方向にも動作しません。輻輳が生じても、リンクの相手側に通知はなく、どちら側のデバイスもポーズ フレームの送受信を行いません。

（注）コマンドの設定と、その結果生じるローカルおよびリモート ポートでのフロー制御解決の詳細については、このリリースのコマンド リファレンスに記載された **flowcontrol** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを参照してください。

インターフェイス上でフロー制御を設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	設定する物理インターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**flowcontrol** {**receive**} {**on** | **off** | **desired**}	ポートのフロー制御モードを設定します。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show interfaces** *interface-id*	インターフェイス フロー制御の設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

フロー制御をディセーブルにする場合は、**flowcontrol receive off** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、ポート上のフロー制御をオンにする例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# interface gigabitethernet0/1
Switch(config-if)# flowcontrol receive on
Switch(config-if)# end
```

インターフェイスでの Auto-MDIX の設定

インターフェイス上の Auto-MDIX がイネーブルに設定されている場合、インターフェイスが必要なケーブル接続タイプ（ストレートまたはクロス）を自動的に検出し、接続を適切に設定します。Auto-MDIX 機能を使用せずにスイッチを接続する場合、サーバ、ワークステーション、またはルータなどのデバイスの接続にはストレート ケーブルを使用し、他のスイッチやリピータの接続にはクロス ケーブルを使用する必要があります。Auto-MDIX がイネーブルの場合、他のデバイスとの接続にはどちらのケーブルでも使用でき、ケーブルが正しくない場合はインターフェイスが自動的に修正を行います。ケーブル接続の詳細については、ハードウェア インストレーション ガイドを参照してください。

Auto-MDIX はデフォルトでイネーブルです。Auto-MDIX をイネーブルに設定する場合、Auto-MDIX 機能が正しく動作するようにインターフェイスの速度およびデュプレックスを **auto** に設定する必要があります。

Auto-MDIX はすべての 10/100 および 10/100/1000 Mbps インターフェイスでサポートされます。また、10/100/1000BASE-TX SFP モジュール インターフェイスでもサポートされます。1000BASE-SX または 1000BASE-LXSFP モジュール インターフェイスではサポートされていません。

表 11-3 に、Auto-MDIX の設定およびケーブル接続ごとのリンク ステートを示します。

表 11-3　リンク状態と Auto-MDIX の設定

ローカル側の Auto-MDIX	リモート側の Auto-MDIX	ケーブル接続が正しい場合	ケーブル接続が正しくない場合
オン	オン	リンク アップ	リンク アップ
オン	オフ	リンク アップ	リンク アップ
オフ	オン	リンク アップ	リンク アップ
オフ	オフ	リンク アップ	リンク ダウン

インターフェイス上で Auto-MDIX を設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	設定する物理インターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**speed auto**	接続されたデバイスと速度の自動ネゴシエーションを行うようにインターフェイスを設定します。
ステップ 4	**duplex auto**	接続されたデバイスとデュプレックス モードの自動ネゴシエーションを行うようにインターフェイスを設定します。
ステップ 5	**mdix auto**	インターフェイス上で Auto-MDIX をイネーブルにします。
ステップ 6	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 7	**show controllers ethernet-controller** *interface-id* **phy**	インターフェイスで Auto-MDIX の動作ステートを確認します。
ステップ 8	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

Auto-MDIX をディセーブルにするには、**no mdix auto** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、ポート上の Auto-MDIX をイネーブルにする例を示します。

```
Switch# configure terminal
```

```
Switch(config)# interface gigabitethernet0/1
Switch(config-if)# speed auto
Switch(config-if)# duplex auto
Switch(config-if)# mdix auto
Switch(config-if)# end
```

PoE ポートの電力管理モードの設定

通常デフォルト設定（自動モード）での動作は適切に行われ、プラグアンドプレイ動作が提供されます。それ以上の設定は必要ありません。ただし、PoE ポートの優先順位を上げたり、PoE ポートをデータ専用にしたり、最大ワット数を指定して高電力受電装置をポートで禁止したりする場合は、次の手順を実行します。

（注）　PoE 設定を変更するとき、設定中のポートでは電力が低下します。新しい設定、その他の PoE ポートの状態、パワー バジェットの状態により、そのポートの電力は再びアップしない場合があります。たとえばポート 1 が自動でオンの状態になっており、そのポートを固定モードに設定するとします。スイッチはポート 1 から電力を排除し、受電装置を検出してポートに電力を再び供給します。ポート 1 が自動でオンの状態になっており、最大ワット数 10 W に設定した場合、スイッチはポートから電力を排除し、受電装置を再び検出し、受電装置がクラス 1、クラス 2、シスコ専用受電装置のうちいずれかである場合、スイッチはポートに電力を再び供給します。

電力管理モードを PoE 対応ポートで設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	設定する物理ポートを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**power inline** {**auto** [**max** *max-wattage*] | **never** | **static** [**max** *max-wattage*]}	ポートに PoE モードを設定します。キーワードの意味は次のとおりです。 • **auto**：受電装置検出をイネーブルにします。十分な電力が使用可能である場合、デバイスの検出後、PoE ポートに電力が自動的に割り当てられます。これがデフォルトの設定です。 • （任意）**max** *max-wattage*：ポートで許可する電力を制限します。指定できる範囲は 4000 ～ 15400 ミリワットです。値を指定しない場合は、最大値が許可されます（15400 ミリワット）。 • **never**：デバイス検出およびポートの電力をディセーブルにします。 （注）　シスコ受電装置がポートに接続されている場合は、ポートの設定に **power inline never** コマンドを使用しないでください。問題のあるリンクアップが発生し、ポートが errdisable ステートになることがあります。 • **static**：受電装置検出をイネーブルにします。スイッチが受電装置を検出する前に、電力がポートにあらかじめ割り当てられます（予約されます）。スイッチは、デバイスが接続されていなくてもこのポートに電力を予約し、デバイスの検出時に電力が供給されることを保証します。 スイッチは、固定モードに設定されているポートに電力を割り当ててから、自動モードに設定されているポートに電力を割り当てます。

	コマンド	目的
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show power inline** [*interface-id*]	スイッチまたは指定したインターフェイスの PoE ステータスを表示します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

show power inline ユーザ EXEC コマンドの出力については、このリリースのコマンド リファレンスを参照してください。PoE 関連コマンドの詳細については、「PoE スイッチ ポートのトラブルシューティング」（P.48-12）を参照してください。音声 VLAN の設定の詳細については、第 12 章「音声 VLAN の設定」を参照してください。

PoE ポートに接続された装置のパワー バジェット

シスコの受電装置が PoE ポートに接続されている場合、スイッチは Cisco Discovery Protocol（CDP）を使用して、デバイスの*実際の*電力消費を判断し、パワー バジェットをそれに合わせて調整します。CDP プロトコルは Cisco 製のデバイスで機能します。IEEE のサードパーティ デバイスでは機能しません。これらのデバイスでは、スイッチは電力要件を許可すると、受電装置の IEEE 分類に従って、パワー バジェットを調整します。受電装置がクラス 0（クラス ステータス不明）またはクラス 3 の場合、スイッチは実際の電力所要量に関係なく、デバイスに 15,400 ミリワットを計上します。受電装置が実際の消費よりも高いクラスをレポートしたり、または電力分類（デフォルトはクラス 0）をサポートしていない場合、スイッチは IEEE クラス情報を使用してグローバル パワー バジェットをトラッキングするため、電力供給できるデバイスが少なくなります。

power inline consumption *wattage* コンフィギュレーション コマンドを使用すれば、IEEE 分類で指定されたデフォルトの電力要件を上書きできます。IEEE 分類により命令された電力とデバイスが実際に必要な電力の差は、その他のデバイスで使用するために、グローバル パワー バジェットに戻されます。これにより、スイッチのパワー バジェットが拡大され、より効果的に使用できるようになります。

たとえば、スイッチが PoE ポートごとに 15,400 ミリワットを計上する場合、接続できるクラス 0 の受電装置は 24 デバイスだけです。クラス 0 デバイスの実際の電力要件が 5000 ミリワットの場合、消費ワットを 5000 ミリワットに設定し、最大 48 デバイスまで接続できます。24 ポートまたは 48 ポートのスイッチで利用可能な PoE 出力電力の合計は、370,000 ミリワットです。

注意　スイッチのパワー バジェットは慎重に計画し、電力供給をオーバーサブスクライブしないようにする必要があります。

（注）　パワー バジェットを手動で設定する場合は、スイッチと受電装置間のケーブルでの電力損失も考慮する必要があります。

power inline consumption default *wattage* または **no power inline consumption default** グローバル コンフィギュレーション コマンドを入力した場合、もしくは **power inline consumption** *wattage* または **no power inline consumption** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを入力した場合は、次の注意メッセージが表示されます。

```
%CAUTION: Interface interface-id: Misconfiguring the 'power inline consumption/allocation'
command may cause damage to the switch and void your warranty. Take precaution not to
oversubscribe the power supply.
Refer to documentation.
```

電源装置の電力が 20% 近くまで使用されている場合、スイッチは動作しますが信頼性が損なわれます。電源装置の電力が 20% を超えて使用されている場合、ショート保護回路が呼び出され、スイッチがシャットダウンします。

IEEE 電力分類の詳細については、「Power over Ethernet（PoE）ポート」（P.11-7）を参照してください。

スイッチの各 PoE ポートに接続された受電装置へのパワー バジェット量を設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**no cdp run**	（任意）CDP をディセーブルにします。
ステップ 3	**power inline consumption default** *wattage*	スイッチの各 PoE ポートに接続された受電装置の電力消費を設定します。 各デバイスで指定できる範囲は 4000 ～ 15400 ミリワットです。デフォルト値は 15400 ミリワットです。 **（注）** このコマンドを使用する場合、電力ポリシングもイネーブルにすることを推奨します。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show power inline consumption**	電力消費ステータスを表示します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

設定をデフォルトに戻すには、**no power inline consumption default** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

特定の PoE ポートに接続された受電装置へのパワー バジェット量を設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**no cdp run**	（任意）CDP をディセーブルにします。
ステップ 3	**interface** *interface-id*	設定する物理ポートを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 4	**power inline consumption** *wattage*	スイッチの PoE ポートに接続された受電装置の電力消費を設定します。 各デバイスで指定できる範囲は 4000 ～ 15400 ミリワットです。デフォルト値は 15400 ミリワットです。 **（注）** このコマンドを使用する場合、電力ポリシングもイネーブルにすることを推奨します。
ステップ 5	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 6	**show power inline consumption**	電力消費ステータスを表示します。
ステップ 7	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

設定をデフォルトに戻すには、**no power inline consumption** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

show power inline consumption 特権 EXEC コマンドの出力の詳細については、このリリースのコマンド リファレンスを参照してください。

インターフェイスに関する記述の追加

インターフェイスの機能に関する記述を追加できます。記述は、特権 EXEC コマンド **show configuration**、**show running-config**、および **show interfaces** の出力に表示されます。

インターフェイスに関する記述を追加するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	記述を追加するインターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**description** *string*	インターフェイスに関する記述を追加します（最大 240 文字）。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show interfaces** *interface-id* **description** または **show running-config**	設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

記述を削除するには、**no description** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、ポートに記述を追加して、その記述を確認する例を示します。

```
Switch# config terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)# interface gigabitethernet0/2
Switch(config-if)# description Connects to Marketing
Switch(config-if)# end
Switch# show interfaces gigabitethernet0/2 description
Interface Status         .Protocol Description
Gi0/2   admin down     down     Connects to Marketing
```

レイヤ 3 インターフェイスの設定

スイッチは、次に示す 3 種類のレイヤ 3 インターフェイスをサポートします。

- SVI：トラフィックをルーティングする VLAN に対応する SVI を設定する必要があります。SVI は、**interface vlan** グローバル コンフィギュレーション コマンドの後に VLAN ID を入力して作成します。SVI を削除するには、**no interface vlan** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。インターフェイス VLAN 1 は削除できません。

  （注）　作成した SVI をアクティブにするには、物理ポートに関連付ける必要があります。VLAN へのレイヤ 2 ポートの割り当てについては、第 13 章「VLAN の設定」を参照してください。

  SVI 作成時、SVI のポートに SVI 自動ステート除外を設定し、SVI ライン ステート ステータスの計算から除外することもできます。「SVI 自動ステート除外の設定」（P.11-28）を参照してください。

- ルーテッド ポート：ルーテッド ポートは、**no switchport** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用してレイヤ 3 モードに設定された物理ポートです。
- レイヤ 3 EtherChannel ポート：レイヤ 3 EtherChannel ポートは、ルーテッド ポートで構成されます。

EtherChannel ポートについては、第 35 章「EtherChannel およびリンクステート トラッキングの設定」を参照してください。

レイヤ 3 スイッチでは、ルーテッド ポートおよび SVI ごとに IP アドレスを 1 つ割り当てることができます。

スイッチに設定可能な SVI とルーテッド ポートの数について定義済みの制限はありません。ただし、ハードウェアには限界があるため、SVI およびルーテッド ポートの個数と、設定されている他の機能の個数の組み合わせによっては、CPU 使用率が影響を受けることがあります。スイッチが最大限のハードウェア リソースを使用している場合にルーテッド ポートまたは SVI を作成しようとすると、次のような結果になります。

- 新たなルーテッド ポートを作成しようとすると、スイッチはインターフェイスをルーテッド ポートに変換するための十分なリソースがないことを示すメッセージを表示し、インターフェイスはスイッチポートのままとなります。
- 拡張範囲の VLAN を作成しようとすると、エラー メッセージが生成され、拡張範囲の VLAN は拒否されます。
- VTP が新たな VLAN をスイッチへ通知すると、スイッチは使用可能な十分なハードウェア リソースがないことを示すメッセージを送り、その VLAN をシャットダウンします。**show vlan** ユーザ EXEC コマンドの出力に、サスペンド ステートの VLAN が示されます。
- スイッチが、ハードウェアのサポート可能な数を超える VLAN とルーテッド ポートが設定されたコンフィギュレーションを使って起動を試みると、VLAN は作成されますが、ルーテッド ポートはシャットダウンされ、スイッチはハードウェア リソースが不十分であるという理由を示すメッセージを送信します。

すべてのレイヤ 3 インターフェイスには、トラフィックをルーティングするための IP アドレスが必要です。次の手順は、レイヤ 3 インターフェイスとしてインターフェイスを設定する方法およびインターフェイスに IP アドレスを割り当てる方法を示します。

（注）物理ポートがレイヤ 2 モードである（デフォルト）場合は、**no switchport** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを実行してインターフェイスをレイヤ 3 モードにする必要があります。**no switchport** コマンドを実行すると、インターフェイスがディセーブルになってから再度イネーブルになります。これにより、インターフェイスが接続しているデバイスに関するメッセージが表示されることがあります。さらに、レイヤ 2 モードのインターフェイスをレイヤ 3 モードにすると、影響を受けたインターフェイスに関連する前の設定情報は失われ、インターフェイスはデフォルト設定に戻る可能性があります。

レイヤ 3 インターフェイスを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** {{**fastethernet** | **gigabitethernet**} *interface-id*} | {**vlan** *vlan-id*} | {**port-channel** *port-channel-number*}	レイヤ 3 インターフェイスとして設定するインターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**no switchport**	物理ポートに限り、レイヤ 3 モードを開始します。
ステップ 4	**ip address** *ip_address subnet_mask*	IP アドレスおよび IP サブネットを設定します。
ステップ 5	**no shutdown**	インターフェイスをイネーブルにします。
ステップ 6	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。

	コマンド	目的
ステップ 7	**show interfaces** [*interface-id*] **show ip interface** [*interface-id*] **show running-config interface** [*interface-id*]	設定を確認します。
ステップ 8	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

インターフェイスの IP アドレスを削除するには、**no ip address** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、ポートをルーテッド ポートとして設定し、IP アドレスを割り当てる例を示します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)# interface gigabitethernet0/2
Switch(config-if)# no switchport
Switch(config-if)# ip address 192.20.135.21 255.255.255.0
Switch(config-if)# no shutdown
```

SVI 自動ステート除外の設定

SVI のアクセスまたはトランク ポートに SVI 自動ステート除外を設定すると、同じ VLAN に属していた場合でも、SVI ステータスの計算（アップまたはダウン ライン ステート）からポートを除外できます。除外されたポートがアップ ステートで、VLAN の他のすべてのポートがダウン ステートである場合、SVI ステートがダウンに変わります。

SVI ライン ステート アップを保持するには、VLAN で少なくとも 1 つのポートがアップで除外されていない必要があります。このコマンドを使用すると、SVI ステータス判断時に、モニタリングしているポート ステータスを除外できます。

SVI ステート変更計算からポートを除外するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	レイヤ 2 インターフェイス（物理ポートまたはポート チャネル）を指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**switchport autostate exclude**	SVI ライン ステートのステータス判断時（アップまたはダウン）にアクセスまたはトランク ポートを除外します。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show running config interface** *interface-id* **show interface** *interface-id* **switchport**	（任意）実行コンフィギュレーションを表示します。 設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

次に、SVI のアクセスまたはトランク ポートを設定して、ステータス計算から除外する方法を示します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)# interface gigabitethernet0/2
Switch(config-if)# switchport autostate exclude
Switch(config-if)# exit
```

システム MTU の設定

すべてのインターフェイスで送受信されるフレームのデフォルト Maximum Transmission Unit（MTU; 最大伝送ユニット）サイズは、1500 バイトです。10 または 100 Mbps で動作するすべてのインターフェイスで MTU サイズを増やすには、**system mtu** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。また、**system mtu jumbo** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用すると、すべてのギガビット イーサネット インターフェイス上でジャンボ フレームをサポートするように MTU サイズを増やすことができます。

system mtu routing グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用すると、ルーテッド ポートの MTU サイズを変更できます。

（注）システムの MTU サイズを超えるルーティング MTU サイズは設定できません。システムの MTU サイズを現在設定されているルーティング MTU サイズより小さい値に変更する場合、設定変更は許可されますが、次にスイッチがリセットされるまで適用されません。設定変更が有効になると、ルーティング MTU サイズは自動的にデフォルトの新しいシステム MTU サイズになります。

system mtu コマンドはギガビット イーサネット ポートには影響せず、**system mtu jumbo** コマンドは 10/100 ポートには影響しません。**system mtu jumbo** コマンドを設定していない場合、**system mtu** コマンドの設定はすべてのギガビット イーサネット インターフェイスに適用されます。

個々のインターフェイスに MTU サイズを設定できません。すべての 10/100 インターフェイスまたはすべてのギガビット イーサネット インターフェイスに対して設定されます。システムまたはジャンボ MTU サイズを変更する場合、新規設定を有効にするにはスイッチをリセットする必要があります。**system mtu routing** コマンドは、スイッチをリセットしなくても有効になります。

スイッチの CPU が受信できるフレーム サイズは、**system mtu** または **system mtu jumbo** コマンドで入力した値に関係なく、1998 バイトに制限されています。通常、転送またはルーティングされたフレームは CPU によって受信されませんが、場合によっては、制御トラフィック、SNMP（簡易ネットワーク管理プロトコル）、Telnet、またはルーティング プロトコルへ送信されたトラフィックなどのパケットが CPU へ送信されることがあります。

ルーテッド パケットは、出力ポートで MTU チェックの対象となります。ルーテッド ポートで使用される MTU 値は（**system mtu jumbo** 値ではなく）適用された **system mtu** 値から抽出されます。つまり、ルーテッド MTU はどの VLAN のシステム MTU よりも大きくなりません。ルーティング プロトコルは、隣接関係とリンクの MTU をネゴシエーションする場合にシステム MTU 値を使用します。たとえば、Open Shortest Path First（OSPF）プロトコルは、ピア ルータとの隣接関係を設定する前にこの MTU 値を使用します。特定の VLAN のルーテッド パケットの MTU 値を表示するには、**show platform port-asic mvid** 特権 EXEC コマンドを使用します。

（注）　レイヤ 2 ギガビット イーサネット インターフェイスが、10/100 インターフェイスより大きいサイズのフレームを受け取るように設定されている場合、レイヤ 2 ギガビット イーサネット インターフェイスに着信するジャンボ フレームとレイヤ 2 10/100 インターフェイスで発信されるジャンボ フレームは廃棄されます。

すべての 10/100 またはギガビット イーサネット インターフェイスで MTU サイズを変更するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**system mtu** *bytes*	（任意）10 または 100 Mbps で稼動するスイッチのすべてのインターフェイスに対して MTU サイズを変更します。 指定できる範囲は、1500 ～ 1998 バイトです。デフォルトは 1500 バイトです。
ステップ 3	**system mtu jumbo** *bytes*	（任意）スイッチのすべてのギガビット イーサネット インターフェイスに対して MTU サイズを変更します。 指定できる範囲は 1500 ～ 9000 バイトです。デフォルトは 1500 バイトです。
ステップ 4	**system mtu routing** *bytes*	（任意）ルーテッド ポートのシステム MTU を変更します。指定できる範囲は 1500 ～システム MTU 値で、すべてのポートにルーティング可能な最大 MTU 値です。 これより大きなパケットは受け入れられますが、ルーティングされません。
ステップ 5	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。
ステップ 7	**reload**	OS（オペレーティング システム）をリロードします。

特定のインターフェイス タイプで許容範囲外の値を入力した場合、その値は受け入れられません。

スイッチのリロード後、**show system mtu** 特権 EXEC コマンドを入力することによって、設定値を確認できます。

次に、ギガビット イーサネット ポートの最大パケット サイズを 1800 バイトに設定する例を示します。

```
Switch(config)# system mtu jumbo 1800
Switch(config)# exit
Switch# reload
```

次に、ギガビット イーサネット インターフェイスを範囲外の値に設定しようとした場合に表示される応答の例を示します。

```
Switch(config)# system mtu jumbo 25000
                                     ^
% Invalid input detected at '^' marker.
```

Cisco 冗長電源システム 2300 の設定

次の注意事項に従ってください。

- RPS 名は、最大 16 文字の文字列です。
- Catalyst 3560v2 スイッチの場合、RPS 名は接続されている RPS 2300 に適用されます。
- RPS 2300 がスイッチに電力を供給しないようにしながらも、スイッチと RPS 2300 の間のケーブルを取り外さないようにする場合は、**power rps** *switch-number* **port** *rps-port-id* **mode standby** ユーザ EXEC コマンドを使用します。
- RPS 2300 ポートのプライオリティを 1 ～ 6 の範囲で設定できます。値 1 は、ポートとそのポートに接続されているデバイスに対して、最高のプライオリティを割り当てます。値 6 は、ポートとそのポートに接続されているデバイスに対して、最低のプライオリティを割り当てます。

  RPS 2300 に接続されている複数のスイッチが電力を必要としている場合、RPS 2300 ではそれらのスイッチに対して最高のプライオリティで電力を供給します。利用可能な他の電力がプライオリティの低いスイッチに割り当てられます。

ユーザ EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**power rps name** {*string* | **serialnumber**}	RPS 2300 の名前を指定します。 キーワードの意味は次のとおりです。 • **name** : RPS 2300 の名前を設定し、次のいずれかのオプションを入力します。 – *string* : 名前を指定します（*port1*、*'port '* など）。名前の前後に引用符を使用することは任意ですが、ポート名にスペースが含まれる場合は引用符を使用してください。16 文字までの名前を使用できます。 – **serialnumber** : RPS 2300 のシリアル番号を名前として使用するようにスイッチを設定します。
ステップ 2	**power rps port** *rps-port-id* **mode** {**active** | **standby**}	RPS 2300 ポートのモードを指定します。 キーワードの意味は次のとおりです。 • **port** *rps-port-id* : RPS 2300 のポートを指定します。指定できる範囲は 1 ～ 6 です。 • **mode** : RPS 2300 ポートの名前を指定します。 – **active** : スイッチの内蔵電源装置がスイッチに電力を供給できない場合に、RPS 2300 が電力を供給できます。 – **standby** : RPS 2300 はスイッチに電力を供給しません。 RPS ポートのデフォルト モードは **active** です。
ステップ 3	**power rps priority** *priority*	RPS 2300 ポートのプライオリティを設定します。指定できる範囲は 1 ～ 6 です。1 が最高のプライオリティで、6 が最低です。 デフォルトのポート プライオリティは 6 です。
ステップ 4	**show env rps**	設定値を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

デフォルトの名前の設定（未設定の名前）に戻すには、**power rps port** *rps-port-id* **name** ユーザ EXEC コマンドを使用します。引用符の間にはスペースを入れません。

デフォルトのポート モードに戻すには、**power rps port** *rps-port-id* **active** コマンドを使用します。

デフォルトのポート プライオリティに戻すには、**power rps port** *rps-port-id* **priority** コマンドを使用します。

‘**power rps** ユーザ EXEC コマンドの詳細については、このリリースのコマンド リファレンスを参照してください。

インターフェイスのモニタおよびメンテナンス

ここでは、インターフェイスのモニタおよびメンテナンスについて説明します。

- 「インターフェイス ステータスのモニタ」（P.11-32）
- 「インターフェイスおよびカウンタのクリアとリセット」（P.11-33）
- 「インターフェイスのシャットダウンおよび再起動」（P.11-33）

インターフェイス ステータスのモニタ

特権 EXEC プロンプトにコマンドを入力することによって、ソフトウェアおよびハードウェアのバージョン、コンフィギュレーション、インターフェイスに関する統計情報などのインターフェイス情報を表示できます。表 11-4 に、このようなインターフェイス モニタ コマンドの一部を示します（特権 EXEC プロンプトに **show ?** コマンドを入力すると、すべての **show** コマンドのリストが表示されます）。このコマンドの詳細については、Cisco.com にある『*Cisco IOS Interface Command Reference, Release 12.4*』を参照してください。

表 11-4　インターフェイス用の show コマンド

コマンド	目的
show interfaces [*interface-id*]	（任意）すべてのインターフェイスまたは特定のインターフェイスのステータスおよび設定を表示します。
show interfaces *interface-id* **status** [**err-disabled**]	（任意）インターフェイスのステータス、または errdisable ステートにあるインターフェイスのリストを表示します。
show interfaces [*interface-id*] **switchport**	（任意）スイッチング ポートの管理上および動作上のステータスを表示します。このコマンドを使用すると、ポートがルーティングまたはスイッチングのどちらのモードにあるかが判別できます。
show interfaces [*interface-id*] **description**	（任意）1 つのインターフェイスまたはすべてのインターフェイスに関する記述とインターフェイスのステータスを表示します。
show ip interface [*interface-id*]	（任意）IP ルーティング用に設定されたすべてのインターフェイスまたは特定のインターフェイスについて、使用できるかどうかを表示します。
show interface [*interface-id*] **stats**	（任意）インターフェイスのパスごとに入出力パケットを表示します。
show interfaces transceiver properties	（任意）インターフェイスの速度、デュプレックス、およびインライン電力設定を表示します。
show interfaces transceiver detail	（任意）インターフェイスの温度、電圧、電流量を表示します。
show interfaces [*interface-id*] [{**transceiver properties** | **detail**}] *module number*]	SFP モジュールに関する物理および動作ステータスを表示します。
show running-config interface [*interface-id*]	インターフェイスに対応するメモリ上の実行コンフィギュレーションを表示します。

表 11-4　インターフェイス用の show コマンド （続き）

コマンド	目的
show version	ハードウェア構成、ソフトウェアのバージョン、コンフィギュレーション ファイルの名前とソース、ブート イメージを表示します。
show controllers ethernet-controller *interface-id* **phy**	インターフェイスの Auto-MDIX 動作ステートを表示します。

インターフェイスおよびカウンタのクリアとリセット

表 11-5 に、カウンタのクリアとインターフェイスのリセットに使用できる特権 EXEC モードの **clear** コマンドを示します。

表 11-5　インターフェイス用の clear コマンド

コマンド	目的
clear counters [*interface-id*]	インターフェイスのカウンタをクリアします。
clear interface *interface-id*	インターフェイスのハードウェア ロジックをリセットします。
clear line [*number* | **console 0** | **vty** *number*]	非同期シリアル回線に関するハードウェア ロジックをリセットします。

show interfaces 特権 EXEC コマンドによって表示されたインターフェイス カウンタをリセットするには、**clear counters** 特権 EXEC コマンドを使用します。オプションの引数が特定のインターフェイス番号から特定のインターフェイス タイプだけをクリアするように指定する場合を除いて、**clear counters** コマンドは、インターフェイスから現在のインターフェイス カウンタをすべてクリアします。

（注）　**clear counters** 特権 EXEC コマンドは、Simple Network Management Protocol（SNMP; 簡易ネットワーク管理プロトコル）を使用して取得されたカウンタをクリアしません。**show interface** 特権 EXEC コマンドで表示されるカウンタだけをクリアします。

インターフェイスのシャットダウンおよび再起動

インターフェイスをシャットダウンすると、指定されたインターフェイスのすべての機能がディセーブルになり、使用不可能であることがすべてのモニタ コマンドの出力に表示されます。この情報は、すべてのダイナミック ルーティング プロトコルを通じて、他のネットワーク サーバに伝達されます。ルーティング アップデートには、インターフェイス情報は含まれません。

インターフェイスをシャットダウンするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** {**vlan** *vlan-id*} | {{**fastethernet** | **gigabitethernet**} *interface-id*} | {**port-channel** *port-channel-number*}	設定するインターフェイスを選択します。
ステップ 3	**shutdown**	インターフェイスをシャットダウンします。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show running-config**	設定を確認します。

CHAPTER 12

音声 VLAN の設定

この章では、Catalyst 3560 スイッチに音声 VLAN 機能を設定する方法について説明します。Catalyst 6500 ファミリ スイッチの一部のマニュアルでは、音声 VLAN を*補助 VLAN* と表しています。

（注） この章で使用するコマンドの構文および使用方法の詳細については、このリリースのコマンド リファレンスを参照してください。

この章で説明する内容は、次のとおりです。

音声 VLAN の概要

音声 VLAN 機能を使用すると、アクセス ポートで IP Phone からの IP 音声トラフィックを伝送できます。スイッチを Cisco 7960 IP Phone に接続すると、IP Phone はレイヤ 3 IP precedence およびレイヤ 2 Class of Service（CoS; サービス クラス）値を使用して、音声トラフィックを送信します。どちらの値もデフォルトでは 5 に設定されます。データ送信が均質性に欠ける場合、IP Phone の音質が低下することがあります。そのため、このスイッチでは、IEEE 802.1p CoS に基づく Quality of Service（QoS）をサポートしています。QoS は、分類およびスケジューリングを使用して、スイッチからのネットワーク トラフィックを予測可能な方法で送信します。QoS の詳細については、第 34 章「QoS の設定」を参照してください。

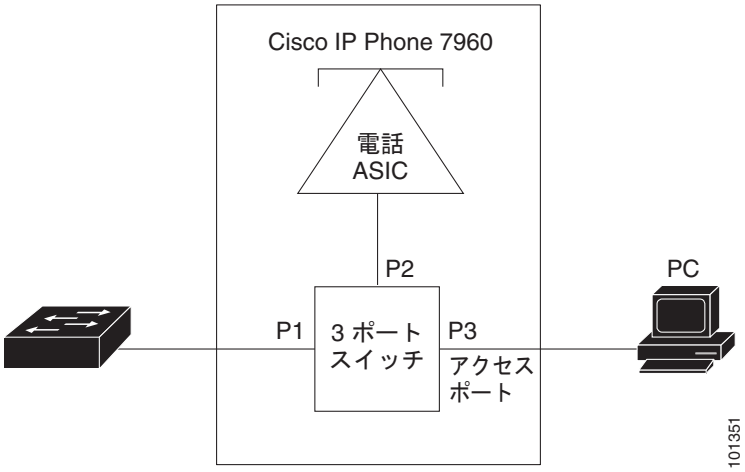
Cisco7960 IP Phone は設定可能なデバイスであり、IEEE 802.1p プライオリティに基づいてトラフィックを転送するように設定できます。Cisco IP Phone によって割り当てられたトラフィック プライオリティを信頼するように、または上書きするようにスイッチを設定できます。

Cisco IP Phone には、3 ポートの 10/100 スイッチが統合されています。図 12-1 を参照してください。これらのポートは、次のデバイスへの接続専用です。

- ポート 1 は、スイッチまたは他の Voice over IP（VoIP）デバイスに接続します。
- ポート 2 は、IP Phone のトラフィックを伝送する内部 10/100 インターフェイスです。
- ポート 3（アクセス ポート）は、PC または他のデバイスに接続します。

図 12-1 に、Cisco7960 IP Phone の接続方法の例を示します。

図 12-1　スイッチに接続された Cisco7960 IP Phone



Cisco IP Phone の音声トラフィック

Cisco IP Phone と接続するアクセス ポートを、1 つの VLAN は音声トラフィック用に、もう 1 つの VLAN は Cisco IP Phone に接続しているデバイスからのデータ トラフィック用に使用するように設定できます。スイッチ上のアクセス ポートを設定して、Cisco Discovery Protocol（CDP）パケットを送信させることができます。CDP には、接続する IP Phone に対して、次のいずれかの方法でスイッチに音声トラフィックを送信するように指定します。

- レイヤ 2 CoS プライオリティ値のタグ付き音声 VLAN による送信
- レイヤ 2 CoS プライオリティ値のタグ付きアクセス VLAN による送信
- タグなし（レイヤ 2 CoS プライオリティ値なし）のアクセス VLAN による送信

（注）　いずれの設定でも、音声トラフィックはレイヤ 3 IP precedence 値（音声トラフィックはデフォルトで 5、音声制御トラフィックは 3）を伝送します。

Cisco IP Phone のデータ トラフィック

スイッチは、Cisco IP Phone のアクセス ポートに接続されたデバイス（図 12-1 を参照）から送られた、タグ付きデータ トラフィック（IEEE 802.1Q または IEEE 802.1p フレーム タイプのトラフィック）を処理することもできます。スイッチ上のレイヤ 2 アクセス ポートが、CDP パケットを送信するように設定できます。CDP は、接続する IP Phone に、次のいずれかのモードで IP Phone 上のアクセス ポートを設定するように指定します。

- trusted（信頼性がある）モードでは、Cisco IP Phone のアクセス ポート経由で受信したすべてのトラフィックがそのまま IP Phone を通過します。
- untrusted（信頼性がない）モードでは、Cisco IP Phone のアクセス ポート経由で受信した IEEE 802.1Q および IEEE 802.1p フレームのすべてのトラフィックに、設定されたレイヤ 2 CoS 値を与えます。デフォルトのレイヤ 2 CoS 値は 0 です。untrusted モードがデフォルトの設定です。

（注）　Cisco IP Phone に接続されたデバイスからのタグなしトラフィックは、IP Phone のアクセス ポートの信頼状態に関係なく、そのまま IP Phone を通過します。

音声 VLAN の設定

音声 VLAN のデフォルト設定

音声 VLAN 機能は、デフォルトではディセーブルに設定されています。

音声 VLAN 機能がイネーブルの場合、すべてのタグなしトラフィックはポートのデフォルトの CoS プライオリティに従って送信されます。

IEEE 802.1p または IEEE 802.1Q のタグ付きトラフィックでは、CoS 値が信頼されません。

音声 VLAN 設定時の注意事項

音声 VLAN の設定時の注意事項を次に示します。

- 音声 VLAN の設定は、スイッチ アクセス ポートでだけサポートされており、トランク ポートではサポートされていません。音声 VLAN はレイヤ 2 ポートでだけ設定できます。

（注）　トランク ポートは、通常の VLAN と同様に音声 VLAN をいくつでも伝送できます。音声 VLAN の設定は、トランク ポートでは必要ありません。

- IP Phone での通信が適切に行えるように、音声 VLAN はスイッチ上でアクティブになっている必要があります。VLAN が存在しているかどうかを確認するには、**show vlan** 特権 EXEC コマンドを使用します（リストで表示されます）。VLAN がリストになかった場合、音声 VLAN の作成方法について、第 13 章「VLAN の設定」を参照してください。
- 音声 VLAN をプライベート VLAN ポートに設定しないでください。
- 音声 VLAN をイネーブルにする前に、**mls qos** グローバル コンフィギュレーション コマンドを入力してスイッチ上で QoS をイネーブルに設定し、さらに **mls qos trust cos** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを入力してポートの信頼状態を trust に設定しておくことを推奨します。Auto-QoS 機能を使用すると、これらは自動的に設定されます。詳細については、第 34 章「QoS の設定」を参照してください。
- IP Phone にコンフィギュレーションを送信するために、Cisco IP Phone に接続するスイッチ ポート上で CDP をイネーブルにする必要があります（デフォルト設定では、CDP がすべてのスイッチ インターフェイスでグローバルにイネーブルです）。
- 音声 VLAN を設定すると、PortFast 機能が自動的にイネーブルになります。音声 VLAN をディセーブルにしても、PortFast 機能は自動的にディセーブルになりません。

- Cisco IP Phone とその IP Phone に接続されたデバイスが同じ VLAN 上にある場合、両方とも同じ IP サブネットに属していなければなりません。次の条件が満たされている場合は、同じ VLAN 上にあります。
  - 両方とも IEEE 802.1p またはタグなしフレームを使用する。
  - Cisco IP Phone が IEEE 802.1p フレームを使用し、デバイスがタグなしフレームを使用する。
  - Cisco IP Phone がタグなしフレームを使用し、デバイスが IEEE 802.1p フレームを使用する。
  - Cisco IP Phone が IEEE 802.1Q フレームを使用し、音声 VLAN がアクセス VLAN と同じである。
- Cisco IP Phone と IP Phone に接続されたデバイスは、同一 VLAN、同一サブネット上にあっても、使用するフレーム タイプが異なる場合は通信できません。トラフィックは同一サブネット上でルーティングされないからです（ルーティングによってフレーム タイプの相違が排除されます）。
- 音声 VLAN では、スタティック セキュア MAC（メディア アクセス コントロール）アドレスを設定できません。
- 音声 VLAN ポートには次のポート タイプがあります。
  - ダイナミック アクセス ポート。詳細については、「VMPS クライアント上のダイナミックアクセス ポートの設定」（P.13-29）を参照してください。
  - IEEE 802.1X 認証ポート。詳細については、「802.1X 準備チェックの設定」（P.9-36）を参照してください。

    （注） 音声 VLAN が設定され、Cisco IP Phone が接続されているアクセス ポートで IEEE 802.1X をイネーブルにした場合、その IP Phone のスイッチへの接続が最大 30 秒間失われます。

  - 保護ポート。詳細については、「保護ポートの設定」（P.23-6）を参照してください。
  - Switched Port Analyzer（SPAN; スイッチド ポート アナライザ）または Remote SPAN（RSPAN）セッションの送信元ポートまたは宛先ポート
  - セキュア ポート。詳細については、「ポート セキュリティの設定」（P.23-9）を参照してください。

    （注） 音声 VLAN も設定しているインターフェイス上でポート セキュリティをイネーブルにする場合、ポートで許容されるセキュア アドレスの最大数を、アクセス VLAN におけるセキュア アドレスの最大数に 2 を足した数に設定しなければなりません。ポートを Cisco IP Phone に接続している場合、IP Phone に最大で 2 つの MAC アドレスが必要になります。IP Phone のアドレスは、音声 VLAN で学習され、アクセス VLAN でも学習される場合があります。PC を IP Phone に接続する場合、追加の MAC アドレスが必要になります。

Cisco7960 IP Phone に接続するポートの設定

Cisco7960 IP Phone は、PC または他のデバイスとの接続もサポートしているので、スイッチを Cisco IP Phone に接続するポートは、さまざまな種類のトラフィックを伝送できます。ポートを設定することによって、Cisco IP Phone による音声トラフィックおよびデータ トラフィックの伝送方法を決定できます。

ここでは、次の設定情報について説明します。

- 「Cisco IP Phone の音声トラフィックの設定」（P.12-5）
- 「着信データ フレームのプライオリティ設定」（P.12-7）

Cisco IP Phone の音声トラフィックの設定

Cisco IP Phone に CDP パケットを送信して IP Phone による音声トラフィックの送信方法を設定するように、IP Phone に接続するポートを設定できます。IP Phone は指定された音声 VLAN に、レイヤ 2 CoS 値を使用して、IEEE 802.1Q フレームの音声トラフィックを伝送できます。IEEE 802.1p のプライオリティ タグを使用すると、音声トラフィックにさらに高いプライオリティを与え、すべての音声トラフィックをネイティブ（アクセス）VLAN 経由で転送できます。Cisco IP Phone はタグなしの音声トラフィックを送信する、または独自の設定を使用してアクセス VLAN で音声トラフィックを送信することもできます。いずれの設定でも、音声トラフィックはレイヤ 3 IP precedence 値（デフォルトは 5）を伝送します。

ポート上で音声トラフィックを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	IP Phone に接続するインターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**mls qos trust cos**	パケットの CoS 値を使用して着信するトラフィック パケットを分類するように、インターフェイスを設定します。タグなしパケットの場合、ポートのデフォルト CoS 値が使用されます。 （注）　ポートの信頼状態を設定する前に、**mls qos** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用することによって、QoS をグローバルでイネーブルに設定しておく必要があります。

	コマンド	目的
ステップ 4	**switchport voice** {**detect cisco-phone** [**full-duplex**] | **vlan** {*vlan-id* | **dot1p** | **none** | **untagged**}}	Cisco IP Phone による音声トラフィックの伝送方法を設定します。 • **detect** : Cisco IP Phone を検出し認識するように、インターフェイスを設定します。 • **cisco-phone** : switchport voice detect コマンドを最初に実装する場合、使用できるのはこのオプションだけです。デフォルトは、**no switchport voice detect cisco-phone** [**full-duplex**] です。 • **full-duplex** :（任意）全二重方式の Cisco IP Phone だけを受け入れるように、スイッチを設定します。 • *vlan-id* : すべての音声トラフィックが特定の VLAN を経由して転送されるように IP Phone を設定します。デフォルトでは、Cisco IP Phone は IEEE 802.1Q プライオリティ 5 を使用して音声トラフィックを転送します。有効な VLAN ID は 1 ～ 4094 です。 • **dot1p** : VLAN ID 0（ネイティブ VLAN）のタグが付けられた音声およびデータの IEEE 802.1p 優先順位のフレームを受け入れるようにスイッチを設定します。デフォルトでは、スイッチは VLAN 0 のタグが付けられたすべての音声およびデータ トラフィックをドロップします。Cisco IP Phone は、802.1p 用に設定されている場合 IEEE 802.1p 優先順位が 5 のトラフィックを転送します。 • **none** : IP Phone が独自の設定を使用してタグなしの音声トラフィックを送信するようにします。 • **untagged** : タグなしの音声トラフィックを送信するように IP Phone を設定します。
ステップ 5	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 6	**show interfaces** *interface-id* **switchport** または **show running-config interface** *interface-id*	音声 VLAN の設定を確認します。 QoS および音声 VLAN の設定を確認します。
ステップ 7	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

次に、CoS 値を使用して着信トラフィックを分類し、VLAN ID 0 のタグが付けられた音声およびデータ プライオリティ トラフィックを受け入れるように、Cisco IP Phone に接続されたポートを設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config-if)# mls qos trust cos
Switch(config-if)# switchport voice vlan dot1p
Switch(config-if)# end
```

ポートをデフォルト設定に戻すには、**no switchport voice vlan** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、Cisco IP Phone で **switchport voice detect** をイネーブルにする例を示します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)# interface fastethernet 0/1
Switch(config-if)# switchport voice?
detect         detection enhancement keyword
```

```
vlan            VLAN for voice traffic
Switch(config-if)# switchport voice detect?
cisco-phone     Cisco IP Phone
Switch(config-if)# switchport voice detect cisco-phone?
full-duplex     Cisco IP Phone

Switch(config-if)# switchport voice detect cisco-phone full-duplex
full-duplex     full duplex keyword

Switch(config-if)# end
```

次に、Cisco IP Phone で **switchport voice detect** をディセーブルにする例を示します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)# interface fastethernet 0/1
Switch(config-if)# no switchport voice detect cisco-phone
Switch(config-if)# no switchport voice detect cisco-phone full-duplex
```

着信データ フレームのプライオリティ設定

PC またはその他のデータ デバイスを Cisco IP Phone ポートに接続できます。タグ付きデータ トラフィック（IEEE 802.1Q または IEEE 802.1p フレーム）を処理するために、スイッチが CDP パケットを送信するように設定できます。CDP は、Cisco IP Phone に、IP Phone 上のアクセス ポートに接続されたデバイスからのデータ パケットをどのように送信するかを指定します。PC は、CoS 値が割り当てられたパケットを生成できます。接続デバイスから IP Phone のポートに届いたフレームのプライオリティを変更しない（信頼する）または変更する（信頼しない）ように、IP Phone を設定できます。

Cisco IP Phone の非音声ポートから受信したデータ トラフィックのプライオリティを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	Cisco IP Phone に接続するインターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**switchport priority extend** {**cos** *value* | **trust**}	Cisco IP Phone のアクセス ポートから受信したデータ トラフィックのプライオリティを設定します。 • **cos** *value* : PC または接続しているデバイスから受信したプライオリティを指定の CoS 値に変更するように、IP Phone を設定します。値は 0 ～ 7 です。7 が最高のプライオリティです。デフォルトのプライオリティは **cos** 0 です。 • **trust** : PC または接続しているデバイスから受信したプライオリティを信頼するように IP Phone のアクセス ポートを設定します。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show interfaces** *interface-id* **switchport**	設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

次に、Cisco IP Phone に接続しているポートを設定して、PC または接続しているデバイスから受信するフレームのプライオリティを変更しないようにする例を示します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config-if)# switchport priority extend trust
```

```
Switch(config-if)# end
```

ポートをデフォルト設定に戻すには、**no switchport priority extend** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

音声 VLAN の表示

インターフェイスの音声 VLAN 設定を表示するには、**show interfaces** *interface-id* **switchport** 特権 EXEC コマンドを使用します。

CHAPTER 13

VLAN の設定

この章では、Catalyst 3560 スイッチで標準範囲 VLAN（VLAN ID 1 ～ 1005）および拡張範囲 VLAN（VLAN ID 1006 ～ 4094）を設定する方法について説明します。VLAN メンバシップ モード、VLAN コンフィギュレーション モード、VLAN トランク、および VLAN Membership Policy Server（VMPS; VLAN メンバシップ ポリシー サーバ）からの動的 VLAN 割り当てについても説明します。この章で使用するコマンドの構文および使用方法の詳細については、このリリースのコマンド リファレンスを参照してください。

この章で説明する内容は、次のとおりです。

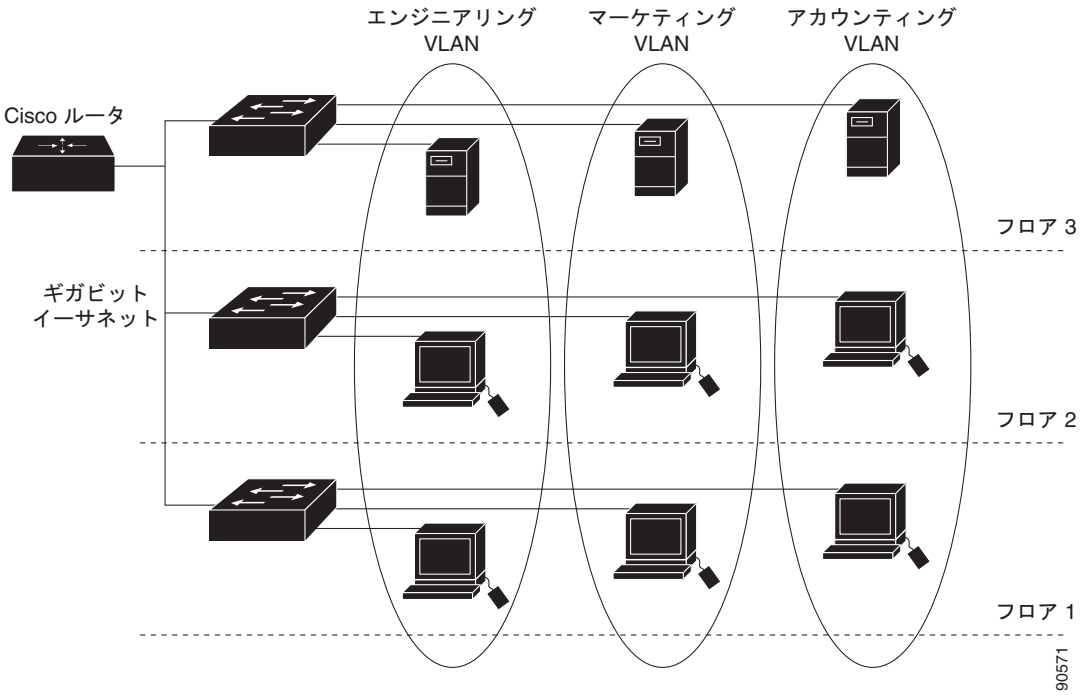
VLAN の概要

VLAN は、ユーザの物理的な位置に関係なく、機能、プロジェクト チーム、またはアプリケーションなどで論理的に分割されたスイッチド ネットワークです。VLAN は、物理 LAN と同じ属性をすべて備えていますが、同じ LAN セグメントに物理的に配置されていないエンド ステーションもグループ化できます。どのスイッチ ポートも VLAN に割り当てることができます。ユニキャスト、ブロードキャスト、およびマルチキャスト パケットは、VLAN 内のエンド ステーションだけに転送およびフラッディングが行われます。各 VLAN は 1 つの論理ネットワークと見なされ、VLAN に割り当てられていないステーション宛のパケットは、ルータまたはフォールバック ブリッジングをサポートするスイッチを経由して転送しなければなりません（図 13-1 を参照）。VLAN はそれぞれが独立した論理ネットワークと見なされるので、VLAN ごとに独自のブリッジ MIB（管理情報ベース）情報があり、スパニング ツリーの独自の実装をサポートできます。第 26 章「STP の設定」を参照してください。

（注） VLAN を作成する前に、VLAN Trunking Protocol（VTP; VLAN トランキング プロトコル）を使用してネットワークのグローバルな VLAN 設定を維持するかどうかを決定する必要があります。VTP の詳細については、第 14 章「VTP の設定」を参照してください。

図 13-1 に、論理的に定義されたネットワークにセグメント化された VLAN の例を示します。

図 13-1　論理的に定義されたネットワークとしての VLAN



VLAN は通常、IP サブネットワークに対応付けられます。たとえば、特定の IP サブネットに含まれるすべてのエンド ステーションは同一の VLAN に所属させます。スイッチ上のインターフェイスの VLAN メンバシップは、インターフェイスごとに手動で割り当てます。この方法でスイッチ インターフェイスを VLAN に割り当てた場合、これをインターフェイス ベース（またはスタティック）VLAN メンバシップと呼びます。

VLAN 間のトラフィックは、ルーティングまたはフォールバック ブリッジングする必要があります。スイッチは、Switch Virtual Interface（SVI; スイッチ仮想インターフェイス）を使用して、VLAN 間でトラフィックをルーティングできます。VLAN 間でトラフィックをルーティングするには、SVI を明示的に設定して IP アドレスを割り当てる必要があります。詳細については、「SVI」（P.11-5）および「レイヤ 3 インターフェイスの設定」（P.11-26）を参照してください。

（注）スイッチに多数の VLAN を設定し、ルーティングをイネーブル化しない予定の場合は、**sdm prefer vlan** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用して Switch Database Management（SDM; スイッチ データベース管理）機能を VLAN テンプレートに設定できます。このテンプレートは、最大数のユニキャスト MAC（メディア アクセス コントロール）アドレスをサポートするようにシステム リソースを設定します。SDM テンプレートの詳細については第 7 章「SDM テンプレートの設定」、またはこのリリースのコマンド リファレンスの **sdm prefer** コマンドを参照してください。

サポートされる VLAN

スイッチは、VTP クライアント、サーバ、およびトランスペアレント モードで VLAN をサポートします。VLAN は、1 ～ 4094 の番号で識別します。VLAN ID 1002 ～ 1005 は、トークンリングおよび Fiber Distributed Data Interface（FDDI）VLAN 専用です。

VTP バージョン 1 およびバージョン 2 では、標準範囲 VLAN（VLAN ID が 1 ～ 1005）だけをサポートしています。これらのバージョンで 1006 ～ 4094 の VLAN ID を作成する場合は、スイッチを VTP トランスペアレント モードにする必要があります。Cisco IOS Release 12.2(52)SE 以降では、VTP バージョン 3 をサポートします。VTP バージョン 3 は、VLAN 範囲全体（VLAN 1 ～ 4094）をサポートします。拡張範囲 VLAN（VLAN 1006 ～ 4094）は、VTP バージョン 3 だけでサポートされます。ドメインで拡張 VLAN が設定されている場合は、VTP バージョン 3 から VTP バージョン 2 に変換することはできません。

スイッチは合計 1005 の VLAN をサポートしますが、ルーテッド ポート、SVI、その他の設定済み機能の個数によって、スイッチのハードウェアの使用状況は左右されます。

スイッチは、最大 128 のスパニング ツリー インスタンスを持つ Per-VLAN Spanning-Tree Plus（PVST+）または Rapid PVST+ をサポートします。VLAN ごとに 1 つずつスパニング ツリー インスタンスを使用できます。スパニングツリー インスタンス数および VLAN 数の詳細については、「標準範囲 VLAN 設定時の注意事項」（P.13-6）を参照してください。

VLAN ポート メンバシップ モード

VLAN に所属するポートは、メンバシップ モードを割り当てることで設定します。メンバシップ モードは、各ポートが伝送できるトラフィックの種類、および所属できる VLAN の数を指定します。表 13-1 に、各種メンバシップ モード、およびそれぞれのメンバシップと VTP の特性を示します。

表 13-1　ポートのメンバシップ モードとその特性

メンバシップ モード	VLAN メンバシップの特性	VTP の特性
スタティック アクセス	スタティック アクセス ポートは、手動で割り当てられ、1 つの VLAN だけに所属します。 詳細については、「VLAN へのスタティック アクセス ポートの割り当て」（P.13-10）を参照してください。	VTP は必須ではありません。VTP を使用して情報をグローバルに伝播させない場合は、VTP モードをトランスペアレントに設定します。VTP に加入するには、あるスイッチのトランク ポートに接続した別のスイッチ上に 1 つまたは複数のトランク ポートがなければなりません。
トランク（ISL または IEEE 802.1Q）	デフォルトで、トランク ポートは拡張範囲 VLAN を含むすべての VLAN のメンバです。ただし、メンバシップは許可 VLAN リストを設定して制限できます。また、プルーニング適格リストを変更して、リストに指定したトランク ポート上の VLAN へのフラッディング トラフィックを阻止することもできます。 トランク ポートの設定については、「トランク ポートとしてのイーサネット インターフェイスの設定」（P.13-18）を参照してください。	VTP を推奨しますが、必須ではありません。VTP は、ネットワーク全体にわたって VLAN の追加、削除、名前変更を管理することにより、VLAN 設定の整合性を維持します。VTP はトランク リンクを通じて他のスイッチと VLAN コンフィギュレーション メッセージを交換します。

表 13-1　ポートのメンバシップ モードとその特性 （続き）

メンバシップ モード	VLAN メンバシップの特性	VTP の特性
ダイナミック アクセス	ダイナミックアクセス ポートは 1 つの VLAN（VLAN ID が 1 ～ 4094）にだけ所属し、VMPS によって動的に割り当てられます。VMPS には Catalyst 5000 または Catalyst 6500 シリーズ スイッチを使用できますが、3560 スイッチは使用できません。3560 スイッチは、VMPS クライアントです。 同一スイッチ上でダイナミックアクセス ポートとトランク ポートを使用できますが、ダイナミックアクセス ポートは別のスイッチではなく、エンド ステーションまたはハブに接続する必要があります。 設定情報については、「VMPS クライアント上のダイナミックアクセス ポートの設定」（P.13-29）を参照してください。	VTP は必須です。 VMPS およびクライアントを同じ VTP ドメイン名で設定してください。 VTP に加入するには、あるスイッチのトランク ポートが別のスイッチのトランク ポートに接続していなければなりません。
音声 VLAN	音声 VLAN ポートは、Cisco IP Phone に接続し、電話に接続されたデバイスからの音声トラフィックに 1 つの VLAN を、データ トラフィックに別の VLAN を使用するように設定されたアクセス ポートです。 音声 VLAN ポートの詳細については、第 12 章「音声 VLAN の設定」を参照してください。	VTP は不要です。VTP は音声 VLAN に作用しません。
プライベート VLAN	プライベート VLAN ポートは、プライベート VLAN のプライマリまたはセカンダリ VLAN に属するホストまたは混合ポートです。 プライベート VLAN の詳細については、第 15 章「プライベート VLAN の設定」を参照してください。	VTP バージョン 1 および 2 でプライベート VLAN を設定する場合は、スイッチを VTP トランスペアレント モードにする必要があります。プライベート VLAN がスイッチに設定されている場合、VTP モードをトランスペアレント モードからクライアント モードやサーバ モードに変更しないでください。VTP バージョン 3 では、すべてのモードのプライベート VLAN をサポートします。
トンネル（**dot1q-tunnel**）	トンネル ポートは、IEEE 802.1Q トンネリング用に使用され、サービスプロバイダー ネットワーク全体でカスタマー VLAN の整合性を維持します。トンネル ポートをサービスプロバイダー ネットワークのエッジ スイッチ上に設定し、カスタマー インターフェイスの IEEE 802.1Q トランク ポートに接続して、非対称リンクを作成します。トンネル ポートは、トンネリング専用の単一の VLAN に属します。 トンネル ポートの詳細については、第 16 章「IEEE 802.1Q トンネリングおよびレイヤ 2 プロトコル トンネリングの設定」を参照してください。	VTP は必須ではありません。**switchport access vlan** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用して、手動で VLAN にトンネル ポートを割り当てます。

アクセス モードとトランク モード、および機能の定義の詳細については、表 13-4（P.13-16）を参照してください。

ポートが VLAN に所属すると、スイッチは VLAN 単位で、ポートに対応するアドレスを学習して管理します。詳細については、「MAC アドレス テーブルの管理」（P.6-12）を参照してください。

標準範囲 VLAN の設定

標準範囲 VLAN は、VLAN ID が 1 ～ 1005 の VLAN です。スイッチが VTP サーバまたはトランスペアレント モードの場合、VLAN データベース内の VLAN 2 ～ 1001 の設定を追加、変更、または削除できます（VLAN ID 1 および 1002 ～ 1005 は自動作成され、削除できません）。

VTP バージョン 1 および 2 で拡張範囲 VLAN（ID が 1006 ～ 4094 の VLAN）を作成する場合は、スイッチが VTP トランスペアレント モードである必要があります。ただし、これらの拡張範囲 VLAN は VLAN データベースに保存されません。VTP バージョン 3 では、VTP サーバおよびトランスペアレント モードで拡張範囲 VLAN をサポートします。「拡張範囲 VLAN の設定」（P.13-11）を参照してください。

VLAN ID 1 ～ 1005 の設定はファイル *vlan.dat*（VLAN データベース）に書き込まれます。この設定を表示するには、**show vlan** 特権 EXEC コマンドを入力します。*vlan.dat* ファイルは、フラッシュ メモリに保存されます。

注意　*vlan.dat* ファイルを手動で削除しようとすると、VLAN データベースの不整合が生じる可能性があります。VLAN 設定を変更する場合は、ここに記載されたコマンド、およびこのリリースに対応するコマンド リファレンスに記載されたコマンドを使用します。VTP 設定の変更手順については、第 14 章「VTP の設定」を参照してください。

さらに、インターフェイス コンフィギュレーション モードを使用して、ポートのメンバシップ モードの定義、VLAN に対するポートの追加および削除を行います。これらのコマンドの実行結果は、実行コンフィギュレーション ファイルに書き込まれます。このファイルを表示するには、**show running-config** 特権 EXEC コマンドを使用します。

VLAN データベースに新しい標準範囲 VLAN を作成したり、VLAN データベース内の既存の VLAN を変更したりする場合、次のパラメータを設定できます。

- VLAN ID
- VLAN 名
- VLAN タイプ（イーサネット、FDDI、FDDI Network Entity Title [NET]、TrBRF または TrCRF、トークンリング、トークンリング Net）
- VLAN ステート（アクティブまたはサスペンド）
- VLAN の Maximum Transmission Unit（MTU; 最大伝送ユニット）
- Security Association Identifier（SAID）
- Token Ring Bridge Relay Function（TrBRF; トークンリング ブリッジ リレー機能）VLAN のブリッジ識別番号
- FDDI および TrCRF VLAN のリング番号
- Token Ring Concentrator Relay Function（TrCRF; トークンリング コンセントレータ リレー機能）VLAN の親 VLAN 番号
- TrCRF VLAN の Spanning-Tree Protocol（STP; スパニング ツリー プロトコル）タイプ
- ある VLAN タイプから別の VLAN タイプに変換するときに使用する VLAN 番号

（注）　ここでは、これらのパラメータの大部分の設定手順について説明しません。VLAN 設定を制御するコマンドおよびパラメータの詳細については、このリリースのコマンド リファレンスを参照してください。

ここでは、標準範囲 VLAN の設定情報について説明します。

トークンリング VLAN

このスイッチはトークンリング接続をサポートしていませんが、トークンリング接続を行っている Catalyst 5000 シリーズ スイッチなどのリモート デバイスを、サポート対象スイッチのうちの 1 台から管理できます。VTP バージョン 2 が稼動しているスイッチは、次のトークンリング VLAN に関する情報をアドバタイズします。

- トークンリング TrBRF VLAN
- トークンリング TrCRF VLAN

トークンリング VLAN の詳しい設定手順については、『*Catalyst 5000 Series Software Configuration Guide*』を参照してください。

標準範囲 VLAN 設定時の注意事項

ネットワーク内で標準範囲 VLAN を作成または変更する場合には、次の注意事項に従ってください。

- スイッチは、VTP クライアント、サーバ、およびトランスペアレント モードで 1005 VLAN をサポートします。
- 標準範囲 VLAN は、1 ～ 1001 の番号で識別します。VLAN 番号 1002 ～ 1005 は、トークンリングおよび FDDI VLAN 専用です。
- VLAN 1 ～ 1005 の VLAN 設定は、常に VLAN データベースに格納されます。VTP モードがトランスペアレントの場合、VTP および VLAN 設定はスイッチの実行コンフィギュレーション ファイルにも格納されます。
- VTP バージョン 1 および 2 を使用する場合、スイッチは VTP トランスペアレント モード（VTP はディセーブル）だけで VLAN ID 1006 ～ 4094 をサポートします。これらは拡張範囲 VLAN であり、設定オプションには制限があります。VTP トランスペアレント モードで作成された拡張範囲 VLAN は VLAN データベースに保存されず、伝播されません。VTP バージョン 3 は拡張範囲 VLAN（VLAN 1006 ～ 4094）のデータベースの伝播をサポートします。拡張 VLAN が設定されている場合、VTP バージョン 3 からバージョン 1 または 2 に変換できません。「拡張範囲 VLAN の設定」（P.13-11）を参照してください。
- VLAN を作成する前に、スイッチを VTP サーバ モードまたは VTP トランスペアレント モードにしておく必要があります。スイッチが VTP サーバである場合には、VTP ドメインを定義する必要があります。VTP ドメインを定義しないと、VTP は機能しません。
- スイッチは、トークンリングまたは FDDI メディアをサポートしません。スイッチは FDDI、FDDI-Net、TrCRF、または TrBRF トラフィックを伝送しませんが、VTP を介して VLAN 設定を伝播します。

- スイッチは 128 のスパニング ツリー インスタンスをサポートします。スイッチのアクティブな VLAN 数が、サポートされているスパニング ツリー インスタンス数よりも多い場合、スパニング ツリーは 128 の VLAN でイネーブルにできます。残りの VLAN で、スパニング ツリーはディセーブルになります。スイッチ上の使用可能なスパニング ツリー インスタンスをすべて使い切ってしまった後に、VTP ドメインの中にさらに別の VLAN を追加すると、そのスイッチ上にスパニング ツリーが稼動しない VLAN が生成されます。そのスイッチのトランク ポート上でデフォルトの許可リスト（すべての VLAN を許可するリスト）が設定されていると、すべてのトランク ポート上に新しい VLAN が割り当てられます。ネットワーク トポロジによっては、新しい VLAN 上で、切断されないループが生成されることがあります。特に、複数の隣接スイッチでスパニング ツリー インスタンスをすべて使用してしまっている場合には注意が必要です。スパニング ツリー インスタンスの割り当てを使い果たしたスイッチのトランク ポートに許可リストを設定することにより、このような可能性を防ぐことができます。

  スイッチ上の VLAN の数がサポートされているスパニング ツリー インスタンスの最大数を超える場合、スイッチ上に IEEE 802.1s Multiple STP（MSTP）を設定して、複数の VLAN を単一のスパニング ツリー インスタンスにマッピングすることを推奨します。MSTP の詳細については、第 17 章「MSTP の設定」を参照してください。

標準範囲 VLAN の設定

vlan グローバル コンフィギュレーション コマンドで VLAN ID を入力して、VLAN を設定します。新規の VLAN ID を入力して VLAN を作成するか、または既存の VLAN ID を入力してその VLAN を変更します。デフォルトの VLAN 設定を使用するか（表 13-2 を参照）、複数のコマンドを入力して VLAN を設定できます。このモードで使用できるコマンドの詳細については、このリリースのコマンド リファレンスに記載されている **vlan** グローバル コンフィギュレーション コマンドを参照してください。設定を終了したら、VLAN コンフィギュレーション モードを終了して、設定を有効にする必要があります。VLAN 設定を表示するには、**show vlan** 特権 EXEC コマンドを入力します。

VLAN ID 1 ～ 1005 の設定は、常に VLAN データベースに保存されます（vlan.dat ファイル）。VTP モードがトランスペアレントの場合、それらの設定もスイッチの実行コンフィギュレーション ファイルに格納されます。**copy running-config startup-config** 特権 EXEC コマンドを使用して、スタートアップ コンフィギュレーション ファイルに設定を保存できます。VLAN 設定を表示するには、**show vlan** 特権 EXEC コマンドを入力します。

VLAN および VTP 情報（拡張範囲 VLAN 設定情報を含む）をスタートアップ コンフィギュレーション ファイルに保存して、スイッチを再起動すると、スイッチの設定は次のように選択されます。

- スタートアップ コンフィギュレーションおよび VLAN データベース内の VTP モードがトランスペアレントで、VLAN データベースとスタートアップ コンフィギュレーション ファイルの VTP ドメイン名が一致する場合は、VLAN データベースが無視され（クリアされ）、スタートアップ コンフィギュレーション ファイル内の VTP および VLAN 設定が使用されます。VLAN データベース内の VLAN データベース リビジョン番号は変更されません。
- スタートアップ コンフィギュレーション内の VTP モードまたはドメイン名が VLAN データベースと一致しない場合、最初の 1005 の VLAN のドメイン名、VTP モード、および VTP 設定には VLAN データベース情報が使用されます。
- VTP バージョン 1 および 2 で VTP モードがサーバの場合、最初の 1005 の VLAN だけのドメイン名および VLAN 設定に VLAN データベース情報が使用されます。VTP バージョン 3 も VLAN 1006 ～ 4094 をサポートします。

イーサネット VLAN のデフォルト設定

表 13-2 にイーサネット VLAN のデフォルト設定を示します。

（注）　スイッチがサポートするのは、イーサネット インターフェイスだけです。FDDI およびトークンリング VLAN は、ローカルではサポートされないので、FDDI およびトークンリング メディア固有の特性は、他のスイッチに対する VTP グローバル アドバタイズにだけ設定します。

表 13-2　イーサネット VLAN のデフォルト値および範囲

パラメータ	デフォルト値	範囲
VLAN ID	1	1 ～ 4094 （注）　拡張範囲 VLAN（VLAN ID 1006 ～ 4094）は、VTP バージョン 3 の VLAN データベースにだけ保存されます。
VLAN 名	*VLANxxxx*。*xxxx* は VLAN ID 番号に等しい 4 桁の数字（先行ゼロを含む）です。	範囲なし
IEEE 802.10 SAID	100001（100000 と VLAN ID の和）	1 ～ 4294967294
MTU サイズ	1500	1500 ～ 18190
トランスレーショナル ブリッジ 1	0	0 ～ 1005
トランスレーショナル ブリッジ 2	0	0 ～ 1005
VLAN ステート	アクティブ	アクティブ、サスペンド
リモート SPAN	ディセーブル	イネーブル、ディセーブル
プライベート VLAN	未設定	2 ～ 1001、1006 ～ 4094

イーサネット VLAN の作成または変更

VLAN データベース内の各イーサネット VLAN には、1 ～ 1001 の 4 桁の一意の ID が設定されています。VLAN ID 1002 ～ 1005 は、トークンリングおよび FDDI VLAN 用に予約されています。標準範囲 VLAN を作成して VLAN データベースに追加するには、VLAN に番号および名前を割り当てます。

（注）　VTP バージョン 1 および 2 を使用する場合にスイッチが VTP トランスペアレント モードの場合は 1006 を超える VLAN ID を割り当てることができますが、それらを VLAN データベースに追加できません。「拡張範囲 VLAN の設定」（P.13-11）を参照してください。

VLAN の追加時に指定されるデフォルト パラメータの一覧は、「標準範囲 VLAN の設定」（P.13-5）を参照してください。

イーサネット VLAN を作成または変更するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**vlan** *vlan-id*	VLAN ID を入力して、VLAN コンフィギュレーション モードを開始します。新規の VLAN ID を入力して VLAN を作成するか、または既存の VLAN ID を入力してその VLAN を変更します。 **（注）** このコマンドで指定できる VLAN ID 範囲は 1 ～ 4094 です。1005 を超える VLAN ID（拡張範囲 VLAN）を追加する手順については、「拡張範囲 VLAN の設定」（P.13-11）を参照してください。
ステップ 3	**name** *vlan-name*	（任意）VLAN の名前を入力します。VLAN 名を指定しなかった場合には、デフォルトとして、VLAN という語の後ろに先行ゼロを含めた *vlan-id* が付加されます。たとえば、VLAN 4 のデフォルトの VLAN 名は VLAN0004 になります。
ステップ 4	**mtu** *mtu-size*	（任意）MTU サイズ（または他の VLAN 特性）を変更します。
ステップ 5	**remote-span**	**（注）** （任意）リモート Switched Port Analyzer（SPAN; スイッチド ポート アナライザ）セッションに対する RSPAN VLAN として、VLAN を設定します。リモート SPAN の詳細は、第 28 章「SPAN および RSPAN の設定」を参照してください。
ステップ 6	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 7	**show vlan** {**name** *vlan-name* | **id** *vlan-id*}	設定を確認します。
ステップ 8	**copy running-config startup config**	（任意）スイッチが VTP トランスペアレント モードである場合、VLAN 設定は実行コンフィギュレーション ファイルと VLAN データベースに保存されます。この場合、スイッチのスタートアップ コンフィギュレーション ファイルに設定が保存されます。

VLAN 名をデフォルト設定に戻すには、**no name**、**no mtu**、または **no remote-span** コマンドを使用します。

次に、イーサネット VLAN 20 を作成し、*test20* という名前を付け、VLAN データベースに追加する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# vlan 20
Switch(config-vlan)# name test20
Switch(config-vlan)# end
```

VLAN の削除

VTP サーバ モードのスイッチから VLAN を削除すると、VTP ドメイン内のすべてのスイッチの VLAN データベースから、その VLAN が削除されます。VTP トランスペアレント モードのスイッチから VLAN を削除した場合、そのスイッチ上に限り VLAN が削除されます。

メディア タイプが異なるデフォルトの VLAN は削除できません。たとえば、イーサネット VLAN 1、および FDDI またはトークンリング VLAN の 1002 ～ 1005 は削除できません。

注意　VLAN を削除すると、その VLAN に割り当てられていたすべてのポートが非アクティブになります。これらのポートは、新しい VLAN に割り当てられるまで、元の VLAN に（非アクティブで）対応付けられたままです。

スイッチ上で VLAN を削除するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**no vlan** *vlan-id*	VLAN ID を入力して、VLAN を削除します。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show vlan brief**	VLAN が削除されたことを確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup config**	（任意）スイッチが VTP トランスペアレント モードである場合、VLAN 設定は実行コンフィギュレーション ファイルと VLAN データベースに保存されます。この場合、スイッチのスタートアップ コンフィギュレーション ファイルに設定が保存されます。

VLAN へのスタティック アクセス ポートの割り当て

VTP をディセーブルにすることによって（VTP トランスペアレント モード）、VTP に VLAN 設定情報をグローバルに伝播させずに、スタティック アクセス ポートを VLAN に割り当てることができます。

クラスタ メンバ スイッチのポートを VLAN に割り当てる場合、最初に **rcommand** 特権 EXEC コマンドを使用して、そのクラスタ メンバ スイッチにログインします。

（注）　存在しない VLAN にインターフェイスを割り当てると、新しい VLAN が作成されます（「イーサネット VLAN の作成または変更」（P.13-8）を参照）。

VLAN データベース内の VLAN にポートを割り当てるには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	VLAN に追加するインターフェイスを入力します。
ステップ 3	**switchport mode access**	ポート（レイヤ 2 アクセス ポート）の VLAN メンバシップ モードを定義します。
ステップ 4	**switchport access vlan** *vlan-id*	VLAN にポートを割り当てます。有効な VLAN ID は 1 ～ 4094 です。
ステップ 5	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。

	コマンド	目的
ステップ 6	**show running-config interface** *interface-id*	インターフェイスの VLAN メンバシップ モードを確認します。
ステップ 7	**show interfaces** *interface-id* **switchport**	表示された *Administrative Mode* および *Access Mode VLAN* フィールドの設定を確認します。
ステップ 8	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

インターフェイスをデフォルト設定に戻すには、**default interface** *interface-id* インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、VLAN 2 のアクセス ポートとしてポートを設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config-if)# switchport mode access
Switch(config-if)# switchport access vlan 2
Switch(config-if)# end
```

拡張範囲 VLAN の設定

VTP バージョン 1 および 2 を使用する場合にスイッチが VTP トランスペアレント モード（VTP がディセーブル）の場合は、拡張範囲 VLAN（1006 ～ 4094）を作成できます。VTP の各バージョンでは、サーバまたはトランスペアレント モードで拡張範囲 VLAN がサポートされています。サービス プロバイダーは拡張範囲 VLAN を使用することにより、インフラストラクチャを拡張して、多数の顧客に対応できます。拡張範囲 VLAN ID は、VLAN ID が許可されている任意の switchport コマンドで使用できます。

VTP バージョン 1 または 2 を使用する場合、拡張範囲 VLAN の設定は VLAN データベースには格納されません。ただし、VTP モードがトランスペアレントであるため、スイッチの実行コンフィギュレーション ファイルに格納されます。設定をスタートアップ コンフィギュレーション ファイルに保存するには、**copy running-config startup-config** 特権 EXEC コマンドを使用します。VTP バージョン 3 で作成された拡張範囲 VLAN は VLAN データベースに保存されます。

（注）　スイッチは 4094 の VLAN ID をサポートしますが、実際にサポートされる VLAN の数については、「サポートされる VLAN」（P.13-3）を参照してください。

ここでは、拡張範囲 VLAN の設定情報について説明します。

VLAN のデフォルト設定

イーサネット VLAN のデフォルト設定については、表 13-2（P.13-8）を参照してください。拡張範囲 VLAN については MTU サイズ、プライベート VLAN、およびリモート SPAN 設定ステートしか変更できません。残りのすべての特性はデフォルト状態のままでなければなりません。

拡張範囲 VLAN 設定時の注意事項

拡張範囲 VLAN を作成するときは次の注意事項に従ってください。

- スイッチで VTP バージョン 3 が実行されていない場合、拡張範囲の VLAN ID は VLAN データベースに保存されず、VTP で認識されません。
- プルーニング適格範囲に拡張範囲 VLAN を含めることはできません。
- VTP バージョン 1 および 2 で拡張範囲 VLAN を作成する場合は、スイッチを VTP トランスペアレント モードにする必要があります。VTP モードがサーバまたはクライアントの場合、エラー メッセージが生成され、拡張範囲 VLAN が拒否されます。VTP バージョン 3 では、サーバおよびトランスペアレント モードで拡張 VLAN をサポートします。
- VTP バージョン 1 または 2 では、グローバル コンフィギュレーション モードで VTP モードをトランスペアレントに設定できます。「VTP モードの設定」（P.14-11）を参照してください。VTP トランスペアレント モードでスイッチが起動するように、この設定をスタートアップ コンフィギュレーションに保存する必要があります。このようにしないと、スイッチをリセットした場合に、拡張範囲 VLAN 設定が失われます。VTP バージョン 3 で拡張範囲 VLAN を作成した場合は、VTP バージョン 1 または 2 に変換できません。
- 拡張範囲 VLAN では、STP はデフォルトでイネーブルになりますが、**no spanning-tree vlan** *vlan-id* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用してディセーブルにできます。スイッチ上に最大数のスパニング ツリー インスタンスが存在している場合に、VLAN を新規作成すると、この VLAN 上でスパニング ツリーはディセーブルになります。スイッチ上の VLAN の数がスパニング ツリー インスタンスの最大数を超える場合、スイッチ上に IEEE 802.1s MSTP を設定して、複数の VLAN を単一のスパニング ツリー インスタンスにマッピングすることを推奨します。MSTP の詳細については、第 17 章「MSTP の設定」を参照してください。
- スイッチ上の各ルーテッド ポートは、内部 VLAN を使用するために作成します。この内部 VLAN は拡張範囲 VLAN 番号を使用し、その内部 VLAN ID は拡張範囲 VLAN には使用できません。内部 VLAN として割り当て済みの VLAN ID を指定して拡張範囲 VLAN を作成すると、エラー メッセージが生成され、コマンドは拒否されます。
  - 内部 VLAN ID は拡張範囲の下部の方なので、拡張範囲 VLAN を作成するには最大の番号（4094）から始めて最小値（1006）へと動いて、内部 VLAN ID を使用する可能性を減らすことを推奨します。
  - 拡張範囲 VLAN を設定する前に、**show vlan internal usage** 特権 EXEC コマンドを入力して、どの VLAN が内部 VLAN として割り当てられているかを確認します。
  - 必要に応じて内部 VLAN に割り当てられたルーテッド ポートをシャットダウンできます。これにより、内部 VLAN が解放され、拡張範囲 VLAN を作成してポートを再度イネーブルにし、別の VLAN を内部 VLAN として使用します。「内部 VLAN ID を指定した拡張範囲 VLAN の作成」（P.13-14）を参照してください。
- スイッチは合計 1005（標準範囲および拡張範囲）の VLAN をサポートしますが、ルーテッド ポート、SVI、その他の設定済み機能の個数によって、スイッチのハードウェアの使用状況は左右されます。拡張範囲 VLAN を作成するときに、使用できるハードウェア リソースが不足していると、エラー メッセージが生成され、拡張範囲 VLAN が拒否されます。

拡張範囲 VLAN の作成

グローバル コンフィギュレーション モードで拡張範囲 VLAN を作成するには、**vlan** グローバル コンフィギュレーション コマンドを入力し、1006 ～ 4094 の VLAN ID を指定します。拡張範囲 VLAN はイーサネット VLAN のデフォルトの特性を備えており（表 13-2 を参照）、MTU サイズ、プライベート VLAN、RSPAN 設定だけが変更できるパラメータです。すべてのパラメータのデフォルト値については、コマンド リファレンスに記載された **vlan** グローバル コンフィギュレーション コマンドの説明を参照してください。VTP バージョン 1 または 2 で、スイッチが VTP トランスペアレント モードでない場合に拡張範囲 VLAN ID を入力すると、VLAN コンフィギュレーション モードの終了時にエラーメッセージが生成され、拡張範囲 VLAN が作成されません。

VTP バージョン 1 および 2 では、拡張範囲 VLAN は VLAN データベースに保存されず、スイッチの実行コンフィギュレーション ファイルに保存されます。拡張範囲 VLAN 設定をスイッチのスタートアップ コンフィギュレーション ファイルに保存するには、**copy running-config startup-config** 特権 EXEC コマンドを使用します。VTP バージョン 3 では、拡張範囲 VLAN は VLAN データベースに保存されます。

（注）　拡張範囲 VLAN を作成する前に、**show vlan internal usage** 特権 EXEC コマンドを入力して、VLAN ID が内部的に使用されていないことを確認します。VLAN ID が内部的に使用されている場合に、それを解放するには、「内部 VLAN ID を指定した拡張範囲 VLAN の作成」（P.13-14）を参照してから拡張範囲 VLAN を作成してください。

拡張範囲 VLAN を作成するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**vtp mode transparent**	スイッチを VTP トランスペアレント モードに設定し、VTP をディセーブルにします。 （注）　VTP バージョン 3 の場合はこの手順は不要です。
ステップ 3	**vlan** *vlan-id*	拡張範囲 VLAN ID を入力して、VLAN コンフィギュレーション モードを開始します。指定できる範囲は 1006 ～ 4094 です。
ステップ 4	**mtu** *mtu-size*	（任意）MTU サイズを変更して、VLAN を変更します。 （注）　CLI ヘルプにすべての VLAN コマンドが表示されますが、拡張範囲 VLAN でサポートされているのは、**mtu** *mtu-size* コマンド、**private-vlan** コマンド、**remote-span** コマンドだけです。
ステップ 5	**remote-span**	（任意）RSPAN VLAN として VLAN を設定します。「RSPAN VLAN としての VLAN の設定」（P.28-17）を参照してください。
ステップ 6	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 7	**show vlan id** *vlan-id*	VLAN が作成されたことを確認します。
ステップ 8	**copy running-config startup config**	スイッチのスタートアップ コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。拡張範囲 VLAN 設定を保存するには、VTP トランスペアレント モード設定および拡張範囲 VLAN 設定をスイッチのスタートアップ コンフィギュレーション ファイルに保存する必要があります。これらを保存しないと、スイッチをリセットした場合に、スイッチがデフォルトで VTP サーバ モードになり、拡張範囲 VLAN ID は保存されません。 （注）　VTP バージョン 3 を使用する場合、VLAN コンフィギュレーションも VLAN データベースに保存されます。

拡張範囲 VLAN を削除するには、**no vlan** *vlan-id* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

スタティック アクセス ポートを拡張範囲 VLAN に割り当てる手順は、標準範囲 VLAN の手順と同じです。「VLAN へのスタティック アクセス ポートの割り当て」（P.13-10）を参照してください。

次に、すべてデフォルトの特性で拡張範囲 VLAN を新規作成し、VLAN コンフィギュレーション モードを開始して、新規 VLAN をスイッチのスタートアップ コンフィギュレーション ファイルに保存する例を示します。

```
Switch(config)# vtp mode transparent
Switch(config)# vlan 2000
Switch(config-vlan)# end
Switch# copy running-config startup config
```

内部 VLAN ID を指定した拡張範囲 VLAN の作成

内部 VLAN に割り当て済みの拡張範囲 VLAN ID を入力すると、エラー メッセージが生成され、拡張範囲 VLAN は拒否されます。内部 VLAN ID を手動で解放するには、内部 VLAN ID を使用しているルーテッド ポートを一時的にシャットダウンする必要があります。

内部 VLAN に割り当てられた VLAN ID を解放してその ID で拡張範囲 VLAN を作成するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**show vlan internal usage**	スイッチが内部的に使用している VLAN ID を表示します。使用したい VLAN ID が内部 VLAN である場合は、その VLAN ID を使用しているルーテッド ポートが表示されます。そのポート番号をステップ 3 で入力してください。
ステップ 2	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**interface** *interface-id*	その VLAN ID を使用しているルーテッド ポートのインターフェイス ID を指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 4	**shutdown**	ポートをシャットダウンして内部 VLAN ID を解放します。
ステップ 5	**exit**	グローバル コンフィギュレーション モードに戻ります。
ステップ 6	**vtp mode transparent**	VTP モードをトランスペアレントに設定して拡張範囲 VLAN を作成します。 **（注）**　VTP バージョン 3 の場合はこの手順は不要です。
ステップ 7	**vlan** *vlan-id*	新しい拡張範囲 VLAN ID を入力し、VLAN コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 8	**exit**	VLAN コンフィギュレーション モードを終了してグローバル コンフィギュレーション モードに戻ります。
ステップ 9	**interface** *interface-id*	ステップ 4 でシャットダウンしたルーテッド ポートのインターフェイス ID を指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 10	**no shutdown**	ルーテッド ポートを再度イネーブルにします。新しい内部 VLAN ID が割り当てられます。

	コマンド	目的
ステップ 11	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 12	**copy running-config startup config**	スイッチのスタートアップ コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。拡張範囲 VLAN 設定を保存するには、スイッチのスタートアップ コンフィギュレーション ファイルに VTP トランスペアレント モード設定と拡張範囲 VLAN 設定を保存する必要があります。これらを保存しないと、スイッチをリセットした場合に、スイッチがデフォルトで VTP サーバ モードになり、拡張範囲 VLAN ID は保存されません。 （注）　VLAN は VLAN データベースに保存されるため、VTP バージョン 3 の場合はこの手順は不要です。

VLAN の表示

拡張範囲 VLAN を含む、スイッチ上のすべての VLAN のリストを表示するには、**show vlan** 特権 EXEC コマンドを使用します。VLAN ステータス、ポート、および設定情報も表示されます。

表 13-3 に、VLAN をモニタするための特権 EXEC コマンドを示します。

表 13-3　VLAN モニタ コマンド

コマンド	目的
show interfaces [**vlan** *vlan-id*]	スイッチ上に設定されたすべてのインターフェイスまたは特定の VLAN の特性を表示します。
show vlan [**id** *vlan-id*]	スイッチ上のすべての VLAN または特定の VLAN のパラメータを表示します。

show コマンド オプションおよび出力フィールドの詳細については、このリリースのコマンド リファレンスを参照してください。

VLAN トランクの設定

ここでは、次の概要について説明します。

- 「トランキングの概要」（P.13-15）
- 「レイヤ 2 イーサネット インターフェイス VLAN のデフォルト設定」（P.13-17）
- 「トランク ポートとしてのイーサネット インターフェイスの設定」（P.13-18）
- 「トランク ポートの負荷分散の設定」（P.13-22）

トランキングの概要

トランクとは、1 つまたは複数のイーサネット スイッチ インターフェイスと他のネットワーキング デバイス（ルータ、スイッチなど）の間のポイントツーポイント リンクです。イーサネット トランクは 1 つのリンクを介して複数の VLAN トラフィックを搬送するので、VLAN をネットワーク全体に拡張できます。

トランクを設定できるのは、1 つのイーサネット インターフェイスまたは EtherChannel バンドルに対してです。EtherChannel の詳細については、第 35 章「EtherChannel およびリンクステート トラッキングの設定」を参照してください。

イーサネット トランク インターフェイスは、表 13-4 に示すトランキング モードをサポートしています。インターフェイスをトランキングまたは非トランキングとして設定したり、ネイバー インターフェイスとトランキングのネゴシエーションを行ったりするように設定できます。トランキングを自動ネゴシエーションするには、インターフェイスが同じ VTP ドメインに存在する必要があります。

トランク ネゴシエーションは、PPP（ポイントツーポイント プロトコル）である Dynamic Trunking Protocol（DTP; ダイナミック トランキング プロトコル）によって管理されます。ただし、一部のインターネットワーキング デバイスによって DTP フレームが不正に転送されて、矛盾した設定となる場合があります。

この事態を避けるには、DTP をサポートしないデバイスに接続されたインターフェイスが DTP フレームを転送しないように、つまり DTP をオフにするように設定する必要があります。

- これらのリンクを介してトランキングを行わない場合は、**switchport mode** access インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用して、トランキングをディセーブルにします。
- DTP をサポートしていないデバイスへのトランキングをイネーブルにするには、**switchport mode trunk** および **switchport nonegotiate** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用して、インターフェイスがトランクになっても DTP フレームを生成しないように設定します。

（注）　DTP はプライベート VLAN ポートまたはトンネル ポートではサポートされていません。

表 13-4　レイヤ 2 インターフェイス モード

モード	機能
switchport mode access	インターフェイス（アクセス ポート）を永続的な非トランキング モードにして、リンクの非トランク リンクへの変換をネゴシエートします。インターフェイスは、ネイバー インターフェイスがトランク インターフェイスかどうかに関係なく、非トランク インターフェイスになります。
switchport mode dynamic auto	インターフェイスがリンクをトランク リンクに変換できるようにします。インターフェイスは、ネイバー インターフェイスが *trunk* または *desirable* モードに設定されている場合、トランク インターフェイスになります。すべてのイーサネット インターフェイスのデフォルトのスイッチポート モードは **dynamic auto** です。
switchport mode dynamic desirable	インターフェイスがリンクのトランク リンクへの変換をアクティブに実行するようにします。インターフェイスは、ネイバー インターフェイスが *trunk*、*desirable*、または *auto* モードに設定されている場合、トランク インターフェイスになります。
switchport mode trunk	インターフェイスを永続的なトランキング モードにして、ネイバー リンクのトランク リンクへの変換をネゴシエートします。インターフェイスは、ネイバー インターフェイスがトランク インターフェイスでない場合でも、トランク インターフェイスになります。
switchport nonegotiate	インターフェイスが DTP フレームを生成しないようにします。このコマンドは、インターフェイス スイッチポート モードが **access** または **trunk** の場合だけ使用できます。トランク リンクを確立するには、手動でネイバー インターフェイスをトランク インターフェイスとして設定する必要があります。
switchport mode dot1q-tunnel	インターフェイスをトンネル（非トランキング）ポートとして設定し、IEEE 802.1Q トランク ポートと非対称リンクで接続されるようにします。IEEE 802.1Q トンネリングは、サービス プロバイダー ネットワーク全体でカスタマー VLAN の整合性を維持するのに使用されます。トンネル ポートについての詳細は、第 16 章「IEEE 802.1Q トンネリングおよびレイヤ 2 プロトコル トンネリングの設定」を参照してください。

（注）　このスイッチはレイヤ 3 トランクをサポートしていません。同等の機能を備えたレイヤ 2 トランクおよびレイヤ 3 VLAN インターフェイスをサポートします。

IEEE 802.1Q の設定に関する考慮事項

IEEE 802.1Q トランクは、ネットワークのトランキング方式について次の制約があります。

- IEEE 802.1Q トランクを使用して接続している Cisco スイッチのネットワークでは、スイッチはトランク上で許容される VLAN ごとに 1 つのスパニング ツリー インスタンスを維持します。非シスコ デバイスは、すべての VLAN でスパニング ツリー インスタンスを 1 つサポートする場合があります。

  IEEE 802.1Q トランクを使用して Cisco スイッチを非シスコ デバイスに接続する場合、Cisco スイッチは、トランクの VLAN のスパニング ツリー インスタンスを、非 Cisco IEEE 802.1Q スイッチのスパニング ツリー インスタンスと結合します。ただし、各 VLAN のスパニング ツリー情報は、非 Cisco IEEE 802.1Q スイッチからなるクラウドにより分離された Cisco スイッチによって維持されます。Cisco スイッチを分離する非 Cisco IEEE 802.1Q クラウドは、スイッチ間の単一トランク リンクとして扱われます。

- IEEE 802.1Q トランクに対応するネイティブ VLAN が、トランク リンクの両側で一致していなければなりません。トランクの片側のネイティブ VLAN と反対側のネイティブ VLAN が異なっていると、スパニング ツリー ループが発生する可能性があります。

- ネットワーク上のすべてのネイティブ VLAN についてスパニング ツリーをディセーブルにせずに、IEEE 802.1Q トランクのネイティブ VLAN 上のスパニング ツリーをディセーブルにすると、スパニング ツリー ループが発生することがあります。IEEE 802.1Q トランクのネイティブ VLAN 上でスパニング ツリーをイネーブルのままにしておくか、またはネットワーク上のすべての VLAN でスパニング ツリーをディセーブルにすることを推奨します。また、ネットワークにループがないことを確認してから、スパニング ツリーをディセーブルにしてください。

レイヤ 2 イーサネット インターフェイス VLAN のデフォルト設定

表 13-5 に、レイヤ 2 イーサネット インターフェイス VLAN のデフォルト設定を示します。

表 13-5　レイヤ 2 イーサネット インターフェイス VLAN のデフォルト設定

機能	デフォルト設定
インターフェイス モード	**switchport mode dynamic auto**
VLAN 許容範囲	VLAN 1 ～ 4094
プルーニングに適格な VLAN 範囲	VLAN 2 ～ 1001
デフォルト VLAN（アクセス ポート用）	VLAN 1
ネイティブ VLAN（IEEE 802.1Q トランク用）	VLAN 1

トランク ポートとしてのイーサネット インターフェイスの設定

トランク ポートは VTP アドバタイズを送受信するので、VTP を使用する場合は、スイッチ上で少なくとも 1 つのトランク ポートが設定されており、そのトランク ポートが別のスイッチのトランク ポートに接続されていることを確認する必要があります。そうでない場合、スイッチは VTP アドバタイズを受信できません。

ここでは、次の設定情報について説明します。

- 「他の機能との相互作用」（P.13-18）
- 「トランクでの許可 VLAN の定義」（P.13-20）
- 「プルーニング適格リストの変更」（P.13-21）
- 「タグなしトラフィック用ネイティブ VLAN の設定」（P.13-22）

（注）　デフォルトでは、インターフェイスはレイヤ 2 モードです。レイヤ 2 インターフェイスのデフォルトモードは、**switchport mode dynamic auto** です。ネイバー インターフェイスがトランキングをサポートし、トランキングを許可するように設定されている場合、リンクはレイヤ 2 トランクです。また、インターフェイスがレイヤ 3 モードの場合は、**switchport** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを入力するとレイヤ 2 トランクになります。

他の機能との相互作用

トランキングは他の機能と次のように相互作用します。

- トランク ポートはセキュア ポートにできません。
- トランク ポートはトンネル ポートにできません。
- トランク ポートをまとめて EtherChannel ポート グループにすることはできますが、グループ内のすべてのトランクに同じ設定をする必要があります。グループを初めて作成したときには、そのグループに最初に追加されたポートのパラメータ設定値をすべてのポートが引き継ぎます。次のパラメータのいずれかについて、設定を変更すると、入力した設定値がスイッチによってグループ内のすべてのポートに伝播されます。
  - 許可 VLAN リスト
  - 各 VLAN の STP ポート プライオリティ
  - STP PortFast の設定値
  - トランク ステータス：ポート グループ内の 1 つのポートがトランクでなくなると、すべてのポートがトランクでなくなります。
- PVST モードで設定するトランク ポートの数は 24 まで、MST モードで設定するトランク ポートの数は 40 までにすることを推奨します。
- トランク ポートで IEEE 802.1X をイネーブルにしようとすると、エラー メッセージが表示され、IEEE 802.1X はイネーブルになりません。IEEE 802.1X 対応ポートをトランクに変更しようとしても、ポート モードは変更されません。
- ダイナミック モードのポートは、ネイバーとトランク ポートへの変更をネゴシエートする場合があります。ダイナミック ポートで IEEE 802.1X をイネーブルにしようとすると、エラー メッセージが表示され、IEEE 802.1X はイネーブルになりません。IEEE 802.1X 対応ポートをダイナミックに変更しようとしても、ポート モードは変更されません。

トランク ポートの設定

ポートをトランク ポートとして設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	トランクに設定するポートを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**switchport mode {dynamic {auto | desirable} | trunk}**	インターフェイスをレイヤ 2 トランクとして設定します（インターフェイスがレイヤ 2 アクセス ポートまたはトンネル ポートであり、トランキング モードを設定する場合に限り必要となります）。 • **dynamic auto**：ネイバー インターフェイスが trunk または desirable モードに設定されている場合に、インターフェイスをトランク リンクとして設定します。これがデフォルトです。 • **dynamic desirable**：ネイバー インターフェイスが trunk、desirable、または auto モードに設定されている場合に、インターフェイスをトランク リンクとして設定します。 • **trunk**：ネイバー インターフェイスがトランク インターフェイスでない場合でも、インターフェイスを永続的なトランキング モードに設定して、リンクをトランク リンクに変換するようにネゴシエートします。
ステップ 4	**switchport access vlan** *vlan-id*	（任意）インターフェイスがトランキングを停止した場合に使用するデフォルト VLAN を指定します。
ステップ 5	**switchport trunk native vlan** *vlan-id*	IEEE 802.1Q トランク用のネイティブ VLAN を指定します。
ステップ 6	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 7	**show interfaces** *interface-id* **switchport**	インターフェイスのスイッチポート設定を表示します。*Administrative Mode* および *Administrative Trunking Encapsulation* フィールドに表示されます。
ステップ 8	**show interfaces** *interface-id* **trunk**	インターフェイスのトランク設定を表示します。
ステップ 9	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

インターフェイスをデフォルト設定に戻すには、**default interface** *interface-id* インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。トランキング インターフェイスのすべてのトランキング特性をデフォルトにリセットするには、**no switchport trunk** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。トランキングをディセーブルにするには、**switchport mode access** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用して、ポートをスタティック アクセス ポートとして設定します。

次に、IEEE 802.1Q トランクとしてポートを設定する例を示します。この例では、ネイバー インターフェイスが IEEE 802.1Q トランキングをサポートするように設定されていることを前提としています。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config-if)# switchport mode dynamic desirable
Switch(config-if)# end
```

トランクでの許可 VLAN の定義

デフォルトでは、トランク ポートはすべての VLAN に対してトラフィックを送受信します。各トランクですべての VLAN ID（1 ～ 4094）が許可されます。ただし、許可リストから VLAN を削除することにより、それらの VLAN からのトラフィックがトランク上を流れないようにすることができます。トランクが伝送するトラフィックを制限するには、**switchport trunk allowed vlan remove** *vlan-list* インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用して、許可リストから特定の VLAN を削除します。

（注）VLAN 1 は、すべての Cisco スイッチのすべてのトランク ポートのデフォルト VLAN です。以前は、すべてのトランク リンクで VLAN 1 を必ずイネーブルにする必要がありました。VLAN 1 の最小化機能を使用して、個々の VLAN トランク リンクで VLAN 1 をディセーブルに設定できます。これにより、ユーザ トラフィック（スパニング ツリー アドバタイズなど）は VLAN 1 で送受信されなくなります。

スパニング ツリー ループまたはストームのリスクを軽減するには、許可リストから VLAN 1 を削除して個々の VLAN トランク ポートで VLAN 1 をディセーブルにします。トランク ポートから VLAN 1 を削除した場合、インターフェイスは引き続き VLAN 1 内で Cisco Discovery Protocol（CDP）、Port Aggregation Protocol（PAgP）、Link Aggregation Control Protocol（LACP）、DTP、および VTP などの管理トラフィックを送受信します。

VLAN 1 をディセーブルにしたトランク ポートが非トランク ポートになると、そのポートはアクセス VLAN に追加されます。アクセス VLAN が 1 に設定されると、**switchport trunk allowed** の設定には関係なく、ポートは VLAN 1 に追加されます。ポート上でディセーブルになっている任意の VLAN について同様のことが当てはまります。

トランク ポートは、VLAN がイネーブルになっており、VTP が VLAN を認識し、なおかつポートの許可リストにその VLAN が登録されている場合に、VLAN のメンバになることができます。VTP が新しくイネーブルにされた VLAN を認識し、その VLAN がトランク ポートの許可リストに登録されている場合、トランク ポートは自動的にその VLAN のメンバになります。VTP が新しい VLAN を認識し、その VLAN がトランク ポートの許可リストに登録されていない場合には、トランク ポートはその VLAN のメンバにはなりません。

トランクの許可リストを変更するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	設定するポートを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**switchport mode trunk**	インターフェイスを VLAN トランク ポートとして設定します。
ステップ 4	**switchport trunk allowed vlan** {**add** | **all** | **except** | **remove**} *vlan-list*	（任意）トランク上で許可される VLAN のリストを設定します。 **add**、**all**、**except**、および **remove** キーワードの使用方法については、このリリースのコマンド リファレンスを参照してください。 *vlan-list* パラメータは、1 ～ 4094 の単一の VLAN 番号、または 2 つの VLAN 番号（小さい方が先、ハイフンで区切る）で指定された VLAN 範囲です。カンマで区切った VLAN パラメータの間、またはハイフンで指定した範囲の間には、スペースを入れないでください。 デフォルトでは、すべての VLAN が許可されます。
ステップ 5	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 6	**show interfaces** *interface-id* **switchport**	表示された *Trunking VLANs Enabled* フィールドの設定を確認します。
ステップ 7	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

すべての VLAN の許可 VLAN リストをデフォルトに戻すには、**no switchport trunk allowed vlan** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、ポートの許可 VLAN リストから VLAN 2 を削除する例を示します。

```
Switch(config-if)# switchport trunk allowed vlan remove 2
Switch(config-if)# end
```

プルーニング適格リストの変更

プルーニング適格リストは、トランク ポートだけに適用されます。トランク ポートごとに専用の適格リストがあります。この手順を有効にするには、VTP プルーニングがイネーブルに設定されている必要があります。VTP プルーニングをイネーブルにする方法については、「VTP プルーニングのイネーブル化」（P.14-15）を参照してください。

トランク ポートのプルーニング適格リストから VLAN を削除するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	VLAN プルーニングを適用するトランク ポートを選択し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**switchport trunk pruning vlan** {**add** | **except** | **none** | **remove**} *vlan-list* [,*vlan*[,*vlan*[,,,]]	トランクからのプルーニングを許可する VLAN のリストを設定します（「VTP プルーニング」（P.14-6）を参照）。 **add**、**except**、**none**、および **remove** キーワードの使用方法については、このリリースのコマンド リファレンスを参照してください。 連続していない VLAN ID は、カンマ（スペースなし）で区切ります。ID の範囲はハイフンで指定します。有効な ID 範囲は 2 ～ 1001 です。拡張範囲 VLAN（VLAN ID 1006 ～ 4094）はプルーニングできません。 プルーニング不適格の VLAN は、フラッディング トラフィックを受信します。 デフォルトでは、プルーニングが許可される VLAN のリストには、VLAN 2 ～ 1001 が含まれます。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show interfaces** *interface-id* **switchport**	表示された *Pruning VLANs Enabled* フィールドの設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

すべての VLAN のプルーニング適格リストをデフォルトに戻すには、**no switchport trunk pruning vlan** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

タグなしトラフィック用ネイティブ VLAN の設定

IEEE 802.1Q タギングが設定されたトランク ポートは、タグ付きトラフィックおよびタグなしトラフィックの両方を受信できます。デフォルトでは、タグなしトラフィックは、ポートに設定されたネイティブ VLAN に転送されます。ネイティブ VLAN は、デフォルトでは VLAN 1 です。

（注）　ネイティブ VLAN には任意の VLAN ID を割り当てることができます。

IEEE 802.1Q 設定についての詳細は、「IEEE 802.1Q の設定に関する考慮事項」（P.13-17）を参照してください。

IEEE 802.1Q トランクでネイティブ VLAN を設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	IEEE 802.1Q トランクとして設定するインターフェイスを定義して、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**switchport trunk native vlan** *vlan-id*	トランク ポート上でタグなしトラフィックを送受信する VLAN を設定します。 *vlan-id* に指定できる範囲は、1 ～ 4094 です。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show interfaces** *interface-id* **switchport**	*Trunking Native Mode VLAN* フィールドの設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

ネイティブ VLAN をデフォルト（VLAN 1）に戻すには、**no switchport trunk native vlan** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

パケットの VLAN ID が出力ポートのネイティブ VLAN ID と同じであれば、そのパケットはタグなしで送信されます。ネイティブ VLAN ID と異なる場合は、スイッチはそのパケットをタグ付きで送信します。

トランク ポートの負荷分散の設定

負荷分散により、スイッチに接続しているパラレル トランクの提供する帯域幅が分割されます。STP は通常、ループを防止するために、スイッチ間で 1 つのパラレル リンク以外のすべてのリンクをブロックします。負荷分散を行うと、トラフィックの所属する VLAN に基づいて、リンク間でトラフィックが分散されます。

トランク ポートで負荷分散を設定するには、STP ポート プライオリティまたは STP パス コストを使用します。STP ポート プライオリティを使用して負荷分散を設定する場合には、両方の負荷分散リンクを同じスイッチに接続する必要があります。STP パス コストを使用して負荷分散を設定する場合には、それぞれの負荷分散リンクを同一のスイッチにも、2 台の異なるスイッチにも接続できます。STP の詳細については、第 26 章「STP の設定」を参照してください。

STP ポート プライオリティによる負荷分散

同一スイッチ上の 2 つのポートがループを形成すると、スイッチは STP ポート プライオリティを使用して、どのポートをイネーブルとし、どのポートをブロッキング ステートとするかを判断します。パラレル トランク ポートにプライオリティを設定することにより、そのポートに、特定の VLAN のすべてのトラフィックを伝送させることができます。VLAN に対するプライオリティの高い（値の小さい）

トランク ポートがその VLAN のトラフィックを転送します。同じ VLAN に対してプライオリティの低い（値の大きい）トランク ポートは、その VLAN に対してブロッキング ステートのままです。1 つのトランク ポートが特定の VLAN に関するすべてのトラフィックを送受信することになります。

図 13-2 に、サポート対象スイッチを接続する 2 つのトランクを示します。この例では、スイッチは次のように設定されています。

- VLAN 8 ～ 10 は、トランク 1 で 16 というポート プライオリティが割り当てられています。
- VLAN 3 ～ 6 は、トランク 1 でデフォルトのポート プライオリティである 128 のままです。
- VLAN 3 ～ 6 は、トランク 2 で 16 というポート プライオリティが割り当てられています。
- VLAN 8 ～ 10 は、トランク 2 でデフォルトのポート プライオリティである 128 のままです。

このように設定すると、トランク 1 が VLAN 8 ～ 10 のトラフィックを伝送し、トランク 2 が VLAN 3 ～ 6 のトラフィックを伝送します。アクティブ トランクで障害が起きた場合には、プライオリティの低いトランクが引き継ぎ、それらすべての VLAN のトラフィックを伝送します。いずれのトランク ポート上でも、トラフィックの重複は発生しません。

図 13-2　STP ポート プライオリティによる負荷分散

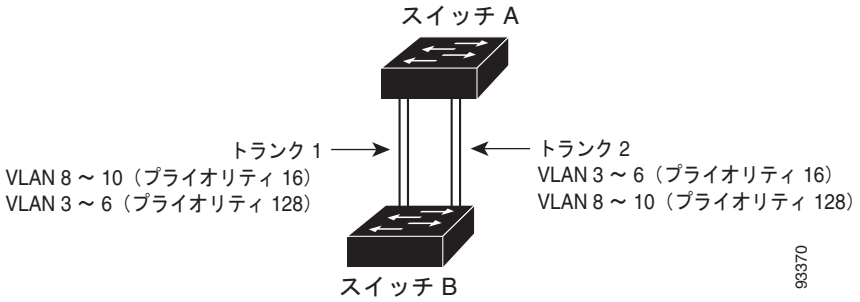


図 13-2 のようにネットワークを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	スイッチ A で、グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**vtp domain** *domain-name*	VTP 管理ドメインを設定します。 1 ～ 32 文字のドメイン名を使用できます。
ステップ 3	**vtp mode server**	スイッチ A を VTP サーバとして設定します。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show vtp status**	スイッチ A および B の両方で、VTP 設定を確認します。 表示された *VTP Operating Mode* および *VTP Domain Name* フィールドをチェックします。
ステップ 6	**show vlan**	スイッチ A のデータベースに VLAN が存在していることを確認します。
ステップ 7	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 8	**interface** *interface-id_1*	トランクとして設定するインターフェイスを定義し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 9	**switchport trunk encapsulation {isl | dot1q | negotiate}**	ISL または IEEE 802.1Q カプセル化をサポートする、またはネイバー インターフェイスとネゴシエーションを行うようにポートを設定します。同じカプセル化タイプを指定して、リンクの各終端を設定する必要があります。

	コマンド	目的
ステップ 10	**switchport mode trunk**	ポートをトランク ポートとして設定します。
ステップ 11	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 12	**show interfaces** *interface-id_1* **switchport**	VLAN 設定を確認します。
ステップ 13		スイッチの別のポートについて、スイッチ A でステップ 7 ～ 11 を実行します。
ステップ 14		スイッチ B でステップ 7 ～ 11 を繰り返し、スイッチ A で設定されたトランク ポートに接続するトランク ポートを設定します。
ステップ 15	**show vlan**	トランク リンクがアクティブになると、VTP がスイッチ B に VTP および VLAN 情報を渡します。スイッチ B が VLAN 設定を学習したことを確認します。
ステップ 16	**configure terminal**	スイッチ A で、グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 17	**interface** *interface-id_1*	STP のポート プライオリティを設定するインターフェイスを定義し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 18	**spanning-tree vlan 8-10 port-priority 16**	VLAN 8 ～ 10 にポート プライオリティ 16 を割り当てます。
ステップ 19	**exit**	グローバル コンフィギュレーション モードに戻ります。
ステップ 20	**interface** *interface-id_2*	STP のポート プライオリティを設定するインターフェイスを定義し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 21	**spanning-tree vlan 3-6 port-priority 16**	VLAN 3 ～ 6 にポート プライオリティ 16 を割り当てます。
ステップ 22	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 23	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 24	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

STP パス コストによる負荷分散

トランクにそれぞれ異なるパス コストを設定し、各パス コストをそれぞれ異なる VLAN 群に対応付け、各 VLAN でポートをブロックすることによって、VLAN トラフィックを分散するパラレル トランクを設定できます。VLAN はトラフィックを分離し、リンクが失われた場合に備えて冗長性を維持します。

図 13-3 で、トランク ポート 1 および 2 は 100BASE-T ポートとして設定されています。次の VLAN パス コストが割り当てられています。

- VLAN 2 ～ 4 は、トランク ポート 1 で 30 というパス コストが割り当てられています。
- VLAN 8 ～ 10 は、トランク ポート 1 で 100BASE-T のデフォルトのパス コストである 19 のままです。
- VLAN 8 ～ 10 は、トランク ポート 2 で 30 というパス コストが割り当てられています。
- VLAN 2 ～ 4 は、トランク ポート 2 で 100BASE-T のデフォルトのパス コストである 19 のままです。

図 13-3　パス コストによってトラフィックが分散される負荷分散トランク

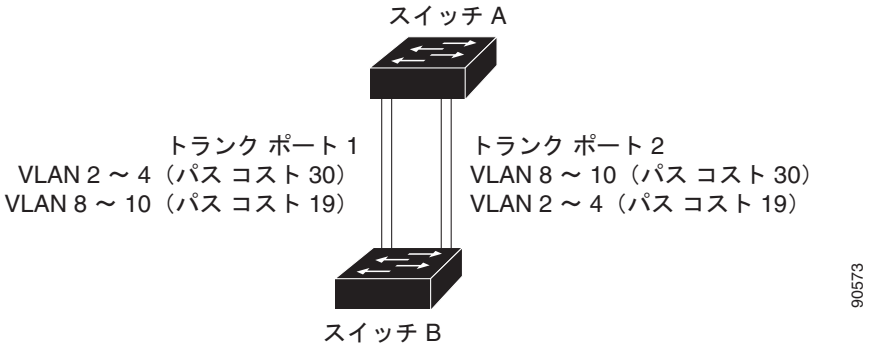


図 13-3 のようにネットワークを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	スイッチ A で、グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id_1*	トランクとして設定するインターフェイスを定義し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**switchport trunk encapsulation {isl | dot1q | negotiate}**	ISL または IEEE 802.1Q カプセル化をサポートするようにポートを設定します。同じカプセル化タイプを指定して、リンクの各終端を設定する必要があります。
ステップ 4	**switchport mode trunk**	ポートをトランク ポートとして設定します。
ステップ 5	**exit**	グローバル コンフィギュレーション モードに戻ります。
ステップ 6		スイッチ A 内の別のインターフェイスでステップ 2 ～ 5 を繰り返します。
ステップ 7	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 8	**show running-config**	設定を確認します。画面で、インターフェイスがトランク ポートとして設定されていることを確認してください。
ステップ 9	**show vlan**	トランク リンクがアクティブになると、スイッチ A がもう一方のスイッチから VTP 情報を受信します。スイッチ A が VLAN 設定を学習したことを確認します。
ステップ 10	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 11	**interface** *interface-id_1*	STP コストを設定するインターフェイスを定義し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 12	**spanning-tree vlan 2-4 cost 30**	VLAN 2 ～ 4 のスパニング ツリー パス コストを 30 に設定します。
ステップ 13	**end**	グローバル コンフィギュレーション モードに戻ります。
ステップ 14		スイッチ A に設定したもう一方のトランク インターフェイスで、ステップ 9 ～ を繰り返し、VLAN 8、9、および 10 のスパニング ツリー パス コストを 30 に設定します。
ステップ 15	**exit**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 16	**show running-config**	設定を確認します。両方のトランク インターフェイスに対してパス コストが正しく設定されていることを表示で確認します。
ステップ 17	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

VMPS の設定

VLAN Query Protocol（VQP）は、ダイナミックアクセス ポートをサポートする場合に使用します。ダイナミックアクセス ポートは VLAN に永続的に割り当てられるのではなく、ポートで認識された MAC（メディア アクセス コントロール）送信元アドレスに基づいて VLAN を割り当てます。未知の MAC アドレスが検出されるたびに、スイッチはリモート VMPS に VQP クエリーを送信します。クエリーには新たに検出された MAC アドレスとそのアドレスを検出したポートが含まれます。VMPS はそのポートの VLAN 割り当てで応答します。このスイッチを VMPS サーバにはできませんが、VMPS のクライアントとして機能させ、VQP を介して通信できます。

ここでは、次の情報について説明します。

VMPS の概要

クライアント スイッチは新しいホストの MAC アドレスを受信するたびに、VMPS に VQP クエリーを送信します。このクエリーを受信した VMPS は、データベースで MAC アドレスと VLAN のマッピングを検索します。サーバの応答は、このマッピングと、サーバがオープン モードかセキュア モードかに基づいて行われます。セキュア モードの場合、サーバは不正なホストが検出されると、ポートをシャットダウンします。オープン モードでは、サーバはホストに対してポート アクセスを拒否するだけです。

ポートが*未割り当て*の場合（つまり、VLAN 割り当てがまだ設定されていない場合）、VMPS は次のいずれかの応答を行います。

- そのポートでホストが許可されている場合、VMPS は割り当てられた VLAN 名を指定し、ホストへのアクセスを許可する *VLAN 割り当て*応答をクライアントに送信します。
- そのポートでホストが許可されておらず、なおかつ VMPS がオープン モードの場合、VMPS は*アクセス拒否*応答を送信します。
- そのポートで VLAN が許可されておらず、なおかつ VMPS がセキュア モードの場合、VMPS は*ポートシャットダウン*応答を送信します。

ポートに VLAN 割り当てがすでに設定されている場合、VMPS は次のいずれかの応答を行います。

- データベース内の VLAN がポート上の現在の VLAN と一致した場合、VMPS は*成功*応答を送信し、ホストへのアクセスを許可します。
- データベース内の VLAN がポート上の現在の VLAN と一致せず、なおかつポート上にアクティブホストが存在する場合、VMPS は VMPS のセキュア モードに応じて、*アクセス拒否*または*ポートシャットダウン*応答を送信します。

VMPS から*アクセス拒否*応答を受信した場合、スイッチはそのホスト MAC アドレスのトラフィックを双方向で引き続きブロックします。スイッチはポート宛のパケットを引き続きモニタし、新しいホスト アドレスを検出すると VMPS にクエリーを送信します。VMPS から*ポートシャットダウン*応答を受信した場合、スイッチはそのポートをディセーブルにします。Network Assistant、CLI（コマンドライン インターフェイス）、または SNMP（簡易ネットワーク管理プロトコル）を使用して、ポートを手動で再びイネーブルにする必要があります。

ダイナミックアクセス ポート VLAN メンバシップ

ダイナミックアクセス ポートが所属できるのは、VLAN ID が 1 ～ 4094 の 1 つの VLAN だけです。リンクがアップになっても、VMPS によって VLAN が割り当てられるまで、このポートとの間でトラフィック転送は行われません。VMPS は、ダイナミックアクセス ポートに接続した新しいホストの最初のパケットから送信元 MAC アドレスを受信し、VMPS データベースの VLAN とその MAC アドレスを照合します。

一致した場合、VMPS はそのポートの VLAN 番号を送信します。クライアント スイッチがまだ設定されていない場合は、スイッチは VMPS からトランク ポートで受信した最初の VTP パケットからのドメイン名を使用します。クライアント スイッチがすでに設定されている場合は、クエリー パケットにスイッチのドメイン名を含めて VMPS に送信し、VLAN 番号を取得します。VMPS はパケット内のドメイン名が自身のドメイン名と一致することを確認した後、要求を受け入れ、クライアントに割り当てられた VLAN 番号を応答します。一致しない場合、（VMPS セキュア モードの設定に応じて）VMPS は要求を拒否するか、ポートをシャットダウンします。

ダイナミックアクセス ポート上で複数のホスト（MAC アドレス）をアクティブにできますが、それらのホストはすべて同じ VLAN に存在する必要があります。ただし、ポート上でアクティブなホスト数が 20 を超えると、VMPS はダイナミックアクセス ポートをシャットダウンします。

ダイナミックアクセス ポート上でリンクがダウンになると、ポートは切り離された状態に戻り、VLAN の所属から外れます。ポート経由でオンラインになるホストは VMPS によって VQP 経由で再チェックされてから、ポートが VLAN に割り当てられます。

ダイナミックアクセス ポートは、直接ホスト接続に使用したり、ネットワークに接続したりできます。スイッチ上のポートごとに、最大 20 の MAC アドレスを使用できます。ダイナミックアクセス ポートが一度に所属できる VLAN は 1 つだけですが、VLAN は検出された MAC アドレスに基づいて後で変更されることがあります。

VMPS クライアントのデフォルト設定

表 13-6 に、クライアント スイッチ上の VMPS およびダイナミック アクセス ポートのデフォルト設定を示します。

表 13-6　VMPS クライアントおよびダイナミックアクセス ポートのデフォルト設定

機能	デフォルト設定
VMPS ドメイン サーバ	なし
VMPS 再確認インターバル	60 分
VMPS サーバ再試行回数	3
ダイナミックアクセス ポート	未設定

VMPS 設定時の注意事項

ダイナミックアクセス ポート VLAN メンバシップには、次の注意事項および制限事項があります。

- VMPS を設定してから、ポートをダイナミックアクセス ポートとして設定する必要があります。
- ポートをダイナミックアクセス ポートとして設定すると、そのポートに対してスパニング ツリーの PortFast 機能が自動的にイネーブルになります。PortFast モードにより、ポートをフォワーディング ステートに移行させるプロセスが短縮されます。

- IEEE 802.1X ポートはダイナミックアクセス ポートとして設定できません。ダイナミックアクセス（VQP）ポートで IEEE 802.1X をイネーブルにしようとすると、エラー メッセージが表示され、IEEE 802.1X はイネーブルになりません。IEEE 802.1X 対応ポートを変更してダイナミック VLAN を割り当てようとしても、エラー メッセージが表示され、VLAN 設定は変更されません。
- トランク ポートをダイナミックアクセス ポートにはできませんが、トランク ポートに対して **switchport access vlan dynamic** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを入力することは可能です。その場合、スイッチの設定は維持され、後にアクセス ポートとして設定された場合には、その設定が適用されます。

  ダイナミックアクセス設定を有効にするには、ポート上でトランキングをオフにしておく必要があります。
- ダイナミックアクセス ポートはモニタ ポートにできません。
- セキュア ポートはダイナミックアクセス ポートにできません。ポートをダイナミックにするには、ポート上でポート セキュリティをディセーブルにしておく必要があります。
- プライベート VLAN はダイナミック アクセス ポートにできません。
- ダイナミックアクセス ポートは EtherChannel グループのメンバにできません。
- ポート チャネルはダイナミックアクセス ポートとして設定できません。
- ダイナミック アクセス ポートは、フォールバック ブリッジングに加入できます。
- VMPS クライアントと VMPS サーバの VTP 管理ドメインは、同じでなければなりません。
- VMPS サーバ上に設定された VLAN を音声 VLAN にしないでください。

VMPS クライアントの設定

ダイナミック VLAN を設定するには、VMPS（サーバ）を使用します。スイッチは VMPS クライアントにできますが、VMPS サーバにはできません。

VMPS の IP アドレスの入力

スイッチをクライアントとして設定するには、サーバの IP アドレスを最初に入力する必要があります。

（注）　スイッチ クラスタに対して VMPS を定義する場合は、コマンド スイッチにこのアドレスを入力する必要があります。

VMPS の IP アドレスを入力するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**vmps server** *ipaddress* **primary**	プライマリ VMPS サーバとして動作するスイッチの IP アドレスを入力します。
ステップ 3	**vmps server** *ipaddress*	（任意）セカンダリ VMPS サーバとして動作するスイッチの IP アドレスを入力します。 セカンダリ サーバのアドレスは、3 つまで入力できます。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show vmps**	表示された *VMPS Domain Server* フィールドの設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

（注）　ダイナミックアクセス ポートを動作させるには、VMPS に IP 接続できなければなりません。IP 接続が可能かどうかをテストするには、VMPS の IP アドレスに ping を実行し、応答が得られるかどうかを確認します。

VMPS クライアント上のダイナミックアクセス ポートの設定

クラスタ メンバ スイッチのポートをダイナミックアクセス ポートとして設定するには、最初に **rcommand** 特権 EXEC コマンドを使用して、そのクラスタ メンバ スイッチにログインします。

注意　ダイナミックアクセス ポート VLAN メンバシップはエンド ステーション用、またはエンド ステーションに接続されたハブ用です。他のスイッチにダイナミックアクセス ポートを接続すると、接続が切断されることがあります。

VMPS クライアント スイッチにダイナミックアクセス ポートを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	エンド ステーションに接続するスイッチ ポートを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**switchport mode access**	ポートをアクセス モードにします。
ステップ 4	**switchport access vlan dynamic**	ポートをダイナミック VLAN メンバシップ適格として設定します。 ダイナミックアクセス ポートは、エンド ステーションに接続されている必要があります。
ステップ 5	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 6	**show interfaces** *interface-id* **switchport**	表示された *Operational Mode* フィールドの設定を確認します。
ステップ 7	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

インターフェイスをデフォルト設定に戻すには、**default interface** *interface-id* インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。インターフェイスをデフォルトのスイッチポート モード（dynamic auto）に戻すには、**no switchport mode** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。アクセス モードをスイッチのデフォルト VLAN にリセットするには、**no switchport access vlan** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

VLAN メンバシップの再確認

スイッチが VMPS から受信したダイナミックアクセス ポート VLAN メンバシップの割り当てを確認するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**vmps reconfirm**	ダイナミックアクセス ポート VLAN メンバシップを再確認します。
ステップ 2	**show vmps**	ダイナミック VLAN の再確認ステータスを確認します。

再確認インターバルの変更

VMPS クライアントは、VMPS から受信する VLAN メンバシップの情報を定期的に再確認します。再確認を実行する間隔は数字を使用して分単位で設定できます。

クラスタのメンバ スイッチを設定する場合、このパラメータはコマンド スイッチの再確認インターバルの設定値以上でなければなりません。メンバ スイッチにログインするには、最初に **rcommand** 特権 EXEC コマンドを使用する必要があります。

再確認インターバルを変更するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**vmps reconfirm** *minutes*	ダイナミック VLAN メンバシップの再確認を行う間隔（分）を入力します。指定できる範囲は 1 ～ 120 です。デフォルト値は 60 分です。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show vmps**	表示された *Reconfirm Interval* フィールドのダイナミック VLAN の再確認ステータスを確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

スイッチのデフォルト設定に戻すには、**no vmps reconfirm** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

再試行回数の変更

スイッチが次のサーバにクエリーを送信する前に、VMPS との接続を試行する回数を変更するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**vmps retry** *count*	再試行の回数を変更します。指定できる再試行回数の範囲は 1 ～ 10 です。デフォルトは 3 です。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show vmps**	表示された *Server Retry Count* フィールドの設定を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

スイッチのデフォルト設定に戻すには、**no vmps retry** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

VMPS のモニタリング

show vmps 特権 EXEC コマンドを使用して、VMPS に関する情報を表示できます。スイッチは VMPS に関する次の情報を表示します。

- VMPS VQP バージョン：VMPS との通信に使用する VQP のバージョン。スイッチは VQP バージョン 1 を使用する VMPS にクエリーを送信します。
- 再確認インターバル：スイッチが VLAN と MAC アドレスの割り当てを再確認する間隔（分）
- サーバ再試行回数：VQP が VMPS にクエリーを再送信する回数。この回数すべてを試行しても応答が得られない場合、スイッチはセカンダリ VMPS へのクエリーを開始します。
- VMPS ドメイン サーバ：設定されている VLAN メンバシップ ポリシー サーバの IP アドレス。スイッチは *current* と表示されているサーバにクエリーを送信します。*primary* と表示されているサーバは、プライマリ サーバです。
- VMPS 動作：最新の再確認の結果。再確認は、再確認インターバルが経過したときに自動的に行われますが、**vmps reconfirm** 特権 EXEC コマンドを入力するか、Network Assistant または SNMP で同等の操作を行うことによって、強制的に再確認することもできます。

次に、**show vmps** 特権 EXEC コマンドの出力例を示します。

```
Switch# show vmps
VQP Client Status:
--------------------
VMPS VQP Version:   1
Reconfirm Interval: 60 min
Server Retry Count: 3
VMPS domain server: 172.20.128.86 (primary, current)
                    172.20.128.87

Reconfirmation status
---------------------
VMPS Action:         other
```

ダイナミックアクセス ポート VLAN メンバシップのトラブルシューティング

VMPS は次の状況でダイナミックアクセス ポートをシャットダウンします。

- VMPS がセキュア モードであり、なおかつホストのポートへの接続を許可しない場合。VMPS はポートをシャットダウンして、ホストがネットワークに接続できないようにします。
- ダイナミックアクセス ポート上のアクティブ ホストが 20 を超えた場合

ディセーブルにされているダイナミックアクセス ポートを再びイネーブルにするには、**shutdown** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドに続けて、**no shutdown** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを入力します。

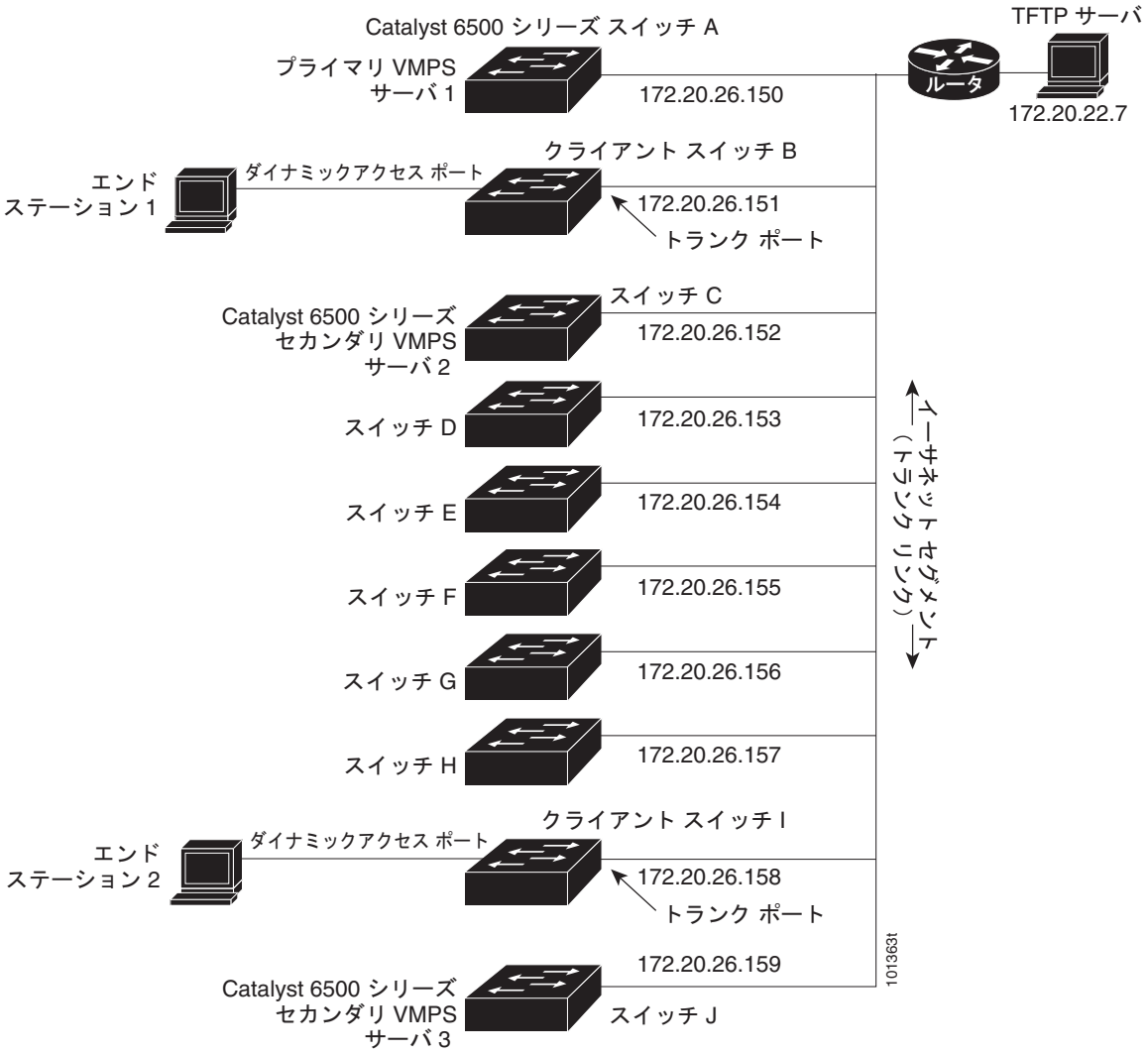
VMPS の設定例

図 13-4 に、VMPS サーバ スイッチと、ダイナミック アクセス ポートを備えた VMPS クライアント スイッチが含まれるネットワークの例を示します。この例の前提条件は次のとおりです。

- VMPS サーバと VMPS クライアントは、それぞれ別のスイッチです。
- Catalyst 6500 シリーズのスイッチ A が、プライマリ VMPS サーバです。
- Catalyst 6500 シリーズのスイッチ C およびスイッチ J が、セカンダリ VMPS サーバです。

- エンド ステーションはクライアント（スイッチ B、スイッチ I）に接続されています。
- データベース コンフィギュレーション ファイルは、IP アドレス 172.20.22.7 の TFTP サーバに保存されています。

図 13-4　ダイナミック ポート VLAN メンバシップの構成例



CHAPTER 14

VTP の設定

この章では、Catalyst 3560 スイッチで、VLAN Trunking Protocol（VTP; VLAN トランキング プロトコル）および VLAN データベースを使用して VLAN を管理する方法について説明します。この章で使用するコマンドの構文および使用方法の詳細については、このリリースのコマンド リファレンスを参照してください。

この章で説明する内容は、次のとおりです。

VTP の概要

VTP は、レイヤ 2 のメッセージ プロトコルであり、ネットワーク全体にわたって VLAN の追加、削除、名前の変更を管理することにより、VLAN 設定の整合性を維持します。VTP により、VLAN 名の重複、誤った VLAN タイプの指定、セキュリティ違反など、さまざまな問題を引き起こしかねない設定の誤りや矛盾が最小限に抑えられます。

VLAN を作成する前に、ネットワークで VTP を使用するかどうかを決定する必要があります。VTP を使用すると、1 台または複数のスイッチ上で中央集約的に設定変更を行い、その変更を自動的にネットワーク上の他のスイッチに伝達できます。VTP を使用しない場合、VLAN 情報を他のスイッチに送信できません。

VTP は、1 台のスイッチで行われた更新が VTP を介してドメイン内の他のスイッチに送信される環境で動作するように設計されています。VLAN データベースに対する複数の更新が同一ドメイン内のスイッチ上で同時に発生する環境の場合、VTP は適していません。VLAN データベースの不整合が生じます。

スイッチは 1005 の VLAN をサポートしますが、ルーテッド ポート、SVI、およびその他の設定済み機能の数によって、スイッチ ハードウェアの使用が左右されます。VTP が新しい VLAN をスイッチに通知し、スイッチが使用可能な最大限のハードウェア リソースをすでに使用している場合、スイッチはハードウェア リソース不足を伝えるメッセージを送信して、VLAN をシャットダウンします。**show vlan** ユーザ EXEC コマンドの出力に、サスペンド ステートの VLAN が示されます。

VTP バージョン 1 およびバージョン 2 では、標準範囲 VLAN（VLAN ID が 1 ～ 1005）だけをサポートしています。Cisco IOS Release 12.2(52)SE 以降では、VTP バージョン 3 をサポートします。VTP バージョン 3 は、VLAN 範囲全体（VLAN 1 ～ 4094）をサポートします。拡張範囲 VLAN（VLAN 1006 ～ 4094）は、VTP バージョン 3 だけでサポートされます。ドメインで拡張 VLAN が設定されている場合は、VTP バージョン 3 から VTP バージョン 2 に変換することはできません。

ここでは、次の概要について説明します。

VTP ドメイン

VTP ドメイン（別名 VLAN 管理ドメイン）は、1 つのスイッチ、または同じ VTP ドメイン名を共有して同一管理下にある相互接続された複数のスイッチで構成されます。スイッチは、1 つの VTP ドメインにだけ所属できます。そのドメインに対してグローバル VLAN の設定を変更します。

デフォルトの設定では、トランク リンク（複数 VLAN のトラフィックを伝送するリンク）を介してドメインについてのアドバタイズを受信しない限り、またはユーザがドメイン名を設定しない限り、スイッチは VTP 非管理ドメイン ステートです。管理ドメイン名を指定するか学習するまでは、VTP サーバ上で VLAN を作成または変更できません。また、VLAN 情報はネットワークを介して伝播されません。

スイッチがトランク リンクを介して VTP アドバタイズを受信すると、スイッチは管理ドメイン名および VTP コンフィギュレーション リビジョン番号を継承します。その後スイッチは、別のドメイン名または古いコンフィギュレーション リビジョン番号が指定されたアドバタイズについては、すべて無視します。

注意　VTP クライアント スイッチを VTP ドメインに追加する前に、必ず VTP コンフィギュレーション リビジョン番号が VTP ドメイン内の他のスイッチのコンフィギュレーション リビジョン番号より小さいことを確認してください。VTP ドメイン内のスイッチは常に、VTP コンフィギュレーション リビジョン番号が最大のスイッチの VLAN コンフィギュレーションを使用します。VTP ドメイン内のリビジョン番号よりも大きなリビジョン番号を持つスイッチを追加すると、VTP サーバおよび VTP ドメインからすべての VLAN 情報が消去される場合があります。VTP コンフィギュレーション リビジョン番号の確認手順およびリセット手順については、「VTP ドメインへの VTP クライアント スイッチの追加」（P.14-16）を参照してください。

VTP サーバ上の VLAN 設定を変更すると、その変更は VTP ドメイン内のすべてのスイッチに伝播されます。VTP アドバタイズは、IEEE 802.1Q を含め、すべての IEEE トランク接続に送信されます。VTP は、複数の LAN タイプにわたり、固有の名前と内部インデックスの対応によって VLAN を動的にマッピングします。このマッピングにより、ネットワーク管理者がデバイスを管理するための作業負担が大幅に軽減されます。

VTP トランスペアレント モードでスイッチを設定した場合、VLAN の作成および変更は可能ですが、その変更はドメイン内の他のスイッチには送信されません。また、変更が作用するのは、個々のスイッチに限られます。ただし、スイッチがこのモードのときに設定を変更すると、変更内容がスイッチの実行コンフィギュレーションに保存されます。この変更はスイッチのスタートアップ コンフィギュレーション ファイルに保存することもできます。

ドメイン名およびパスワードの設定時の注意事項については、「VTP 設定時の注意事項」（P.14-8）を参照してください。

VTP モード

サポート対象のスイッチを、表 14-1 に示す VTP モードのいずれかに設定できます。

表 14-1　VTP モード

VTP モード	説明
VTP サーバ	VTP サーバ モードでは、VLAN の作成、変更、削除ができます。また、VTP ドメイン全体に対して他のコンフィギュレーション パラメータ（VTP バージョンなど）を指定できます。VTP サーバは、同一 VTP ドメイン内の他のスイッチに自身の VLAN 設定をアドバタイズし、トランク リンクを介して受信したアドバタイズに基づいて、自身の VLAN 設定を他のスイッチと同期させます。 デフォルトは VTP サーバ モードです。 **（注）** VTP サーバ モードでは、VLAN 設定は NVRAM に保存されます。NVRAM に設定を書き込むときにスイッチが障害を検出すると、VTP モードは自動的にサーバ モードからクライアント モードに切り替わります。この場合、NVRAM が正常に動作するまで、スイッチを VTP サーバ モードに戻すことはできません。
VTP クライアント	VTP クライアントは VTP サーバと同様に動作し、対応するトランクで VTP アップデートを送受信しますが、VTP クライアント上で VLAN の作成、変更、削除を行うことはできません。VLAN は、ドメインに含まれる、他のサーバ モードのスイッチで設定します。 VTP バージョン 1 および 2 では、VTP クライアント モードの VLAN 設定は NVRAM に保存されません。VTP バージョン 3 では、クライアント モードの VLAN 設定は NVRAM に保存されます。
VTP トランスペアレント	VTP トランスペアレント スイッチは、VTP に参加しません。VTP トランスペアレント スイッチは自身の VLAN 設定をアドバタイズせず、受信したアドバタイズに基づいて自身の VLAN 設定を同期させることもありません。ただし、VTP バージョン 2 またはバージョン 3 では、トランスペアレント スイッチは、トランク インターフェイスを介して他のスイッチから受信した VTP アドバタイズを転送します。VTP トランスペアレント モードでは、スイッチ上の VLAN を作成、変更、削除できます。 VTP バージョン 1 および 2 では、拡張範囲 VLAN を作成するときは、スイッチを VTP トランスペアレント モードにする必要があります。VTP バージョン 3 では、クライアントまたはサーバ モードでの拡張範囲 VLAN の作成もサポートしています。「拡張範囲 VLAN の設定」（P.13-11）を参照してください。 VTP バージョン 1 および 2 では、プライベート VLAN を作成した場合、スイッチは VTP トランスペアレント モードでなければなりません。プライベート VLAN が設定されている場合、VTP モードをトランスペアレント モードからクライアント モードやサーバ モードに変更しないでください。VTP バージョン 3 では、クライアントまたはサーバ モードでのプライベート VLAN もサポートしています。第 15 章「プライベート VLAN の設定」を参照してください。 スイッチが VTP トランスペアレント モードの場合、VTP および VLAN の設定は NVRAM に保存されますが、他のスイッチにはアドバタイズされません。このモードでは、VTP モードおよびドメイン名はスイッチの実行コンフィギュレーションに保存されます。この情報をスイッチのスタートアップ コンフィギュレーション ファイルに保存するには、**copy running-config startup-config** 特権 EXEC コマンドを使用します。
VTP オフ	VTP オフ モードのスイッチは、トランクで VTP アドバタイズを転送しない点を除いて、VTP トランスペアレント スイッチと同様に機能します。

VTP アドバタイズ

VTP ドメイン内の各スイッチは、専用のマルチキャスト アドレスに対して、それぞれのトランク ポートからグローバル コンフィギュレーション アドバタイズを定期的に送信します。このようなアドバタイズを受信したネイバー スイッチは、必要に応じて各自の VTP および VLAN 設定をアップデートします。

（注）トランク ポートは VTP アドバタイズを送受信するので、スイッチ上で少なくとも 1 つのトランク ポートが設定されており、そのトランク ポートが別のスイッチのトランク ポートに接続されていることを確認する必要があります。そうでない場合、スイッチは VTP アドバタイズを受信できません。トランク ポートの詳細については「VLAN トランクの設定」（P.13-15）を参照してください。

VTP アドバタイズにより、次のグローバル ドメイン情報が配信されます。

- VTP ドメイン名
- VTP コンフィギュレーション リビジョン番号
- アップデート ID およびアップデート タイムスタンプ
- 各 VLAN の Maximum Transmission Unit（MTU; 最大伝送ユニット）サイズを含む MD5 ダイジェスト VLAN コンフィギュレーション
- フレーム フォーマット

VTP アドバタイズではさらに、設定されている各 VLAN について、次の VLAN 情報が配信されます。

- VLAN ID（IEEE 802.1Q）
- VLAN 名
- VLAN タイプ
- VLAN ステート
- VLAN タイプ固有のその他の VLAN 設定情報

VTP バージョン 3 では、VTP アドバタイズにプライマリ サーバ ID、インスタンス番号、および開始インデックスも含まれます。

VTP バージョン 2

ネットワークで VTP を使用する場合、使用する VTP のバージョンを決定する必要があります。デフォルトでは、バージョン 1 の VTP が動作します。

VTP バージョン 1 でサポートされず、バージョン 2 でサポートされる機能は、次のとおりです。

- トークンリング サポート：VTP バージョン 2 は、Token Ring Bridge Relay Function（TrBRF; トークンリング ブリッジ リレー機能）および Token Ring Concentrator Relay Function（TrCRF; トークンリング コンセントレータ リレー機能）VLAN をサポートします。トークンリング VLAN の詳細については、「標準範囲 VLAN の設定」（P.13-5）を参照してください。
- 認識不能な Type-Length-Value（TLV）のサポート：VTP サーバまたは VTP クライアントは、TLV が解析不能であっても、設定の変更を他のトランクに伝播します。認識されなかった TLV は、スイッチが VTP サーバ モードで動作している場合、NVRAM に保存されます。
- バージョン依存型トランスペアレント モード：VTP バージョン 1 の場合、VTP トランスペアレント スイッチが VTP メッセージ中のドメイン名およびバージョンを調べ、バージョンおよびドメイン名が一致する場合に限りメッセージを転送します。VTP バージョン 2 がサポートするドメインは 1 つだけですが、VTP バージョン 2 トランスペアレント スイッチは、ドメイン名が一致した場合に限りメッセージを転送します。
- 整合性検査：VTP バージョン 2 の場合、Command Line Interface（CLI; コマンドライン インターフェイス）、または Simple Network Management Protocol（SNMP; 簡易ネットワーク管理プロトコル）を介して新しい情報が入力された場合に限り、VLAN 整合性検査（VLAN 名、値など）を行います。VTP メッセージから新しい情報を取得した場合、または NVRAM から情報を読み込んだ場合には、整合性検査を行いません。受信した VTP メッセージの MD5 ダイジェストが有効であれば、情報を受け入れます。

VTP バージョン 3

VTP バージョン 1 または 2 でサポートされず、バージョン 3 でサポートされる機能は、次のとおりです。

- 拡張認証：認証を **hidden** または **secret** として設定できます。**hidden** の場合、パスワード文字列の秘密キーが VLAN データベース ファイルに保存されますが、設定のプレーン テキストには表示されません。代わりに、パスワードに関連付けられたキーが 16 進形式で実行コンフィギュレーションに保存されます。ドメインで takeover コマンドを実行する場合は、このパスワードの再入力が必要になります。**secret** キーワードを入力すると、パスワードの秘密キーを直接設定できます。
- 拡張範囲 VLAN（VLAN 1006 ～ 4094）データベースの伝播のサポート。VTP バージョン 1 および 2 では、VLAN 1 ～ 1005 の範囲に限り伝播します。拡張 VLAN が設定されている場合、VTP バージョン 3 からバージョン 1 または 2 に変換できません。

（注） 依然として、VTP プルーニングは VLAN 1 ～ 1005 だけに適用され、VLAN 1002 ～ 1005 は予約されているため変更できません。

- プライベート VLAN のサポート。
- ドメイン内のあらゆるデータベースのサポート。バージョン 3 では VTP 情報の伝播に加えて、Multiple Spanning Tree（MST; 多重スパニング ツリー）プロトコル データベース情報も伝播できます。VTP を使用するアプリケーションごとに、VTP プロトコルの個別のインスタンスが実行されます。
- VTP プライマリ サーバおよび VTP セカンダリ サーバ。VTP プライマリ サーバはデータベース情報を更新し、アップデートを送信します。システム内のすべてのデバイスがそのアップデート情報を受信します。VTP セカンダリ サーバは、プライマリ サーバから受信した更新済みの VTP 設定を、自身の NVRAM にバックアップすることだけが可能です。

デフォルトでは、すべてのデバイスがセカンダリ サーバとしてアクティブになります。プライマリ サーバを指定するには、**vtp primary** 特権 EXEC コマンドを入力します。プライマリ サーバ ステータスが必要になるのは、管理者がドメイン内で引き継ぎのメッセージを発行し、データベースを更新するときだけです。プライマリ サーバがなくても、VTP ドメインを機能させることができます。デバイスをリロードしたり、ドメイン パラメータを変更したりすると、スイッチでパスワードが設定されていてもプライマリ サーバ ステータスが失われます。

- トランク単位（ポート単位）で VTP をオン/オフできるオプション。VTP をポート単位でイネーブルまたはディセーブルにするには、[**no**] **vtp** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを入力します。トランキング ポートで VTP をディセーブルにすると、そのポートの VTP インスタンスがすべてディセーブルになります。同じポートで MST データベースに対して VTP をオフに設定し、VLAN データベースに対して VTP をオンにすることはできません。

  VTP モードをグローバルにオフに設定すると、システム内のすべてのトランキング ポートに適用されます。ただし、VTP インスタンス単位でオン/オフを指定できます。たとえば、スイッチを VLAN データベースの VTP サーバとして設定し、MST データベースに対してはオフに設定できます。

VTP プルーニング

VTP プルーニングを使用すると、トラフィックが宛先デバイスに到達するために使用しなければならないトランク リンクへのフラッディング トラフィックが制限されるので、使用可能なネットワーク帯域幅が増えます。VTP プルーニングを使用しない場合、スイッチは受信側のスイッチで廃棄される可能性があっても、VTP ドメイン内のすべてのトランク リンクに、ブロードキャスト、マルチキャスト、および不明のユニキャスト トラフィックをフラッディングします。VTP プルーニングはデフォルトでディセーブルです。

VTP プルーニングは、プルーニング適格リストに指定された VLAN トランク ポートへの不要なフラッディング トラフィックを阻止します。プルーニング適格リストに指定された VLAN だけが、プルーニングの対象になります。デフォルトでは、スイッチのトランク ポート上で VLAN 2 ～ 1001 がプルーニング適格です。プルーニング不適格として設定した VLAN については、引き続きフラッディングが行われます。VTP プルーニングは、すべての VTP バージョンでサポートされます。

図 14-1 に、VTP プルーニングを使用しない場合のスイッチド ネットワークを示します。スイッチ A のポート 1 およびスイッチ D のポート 2 は、Red という VLAN に割り当てられています。スイッチ A に接続されたホストからブロードキャストが送信された場合、スイッチ A は、このブロードキャストをフラッディングします。Red VLAN にポートを持たないスイッチ C、E、F も含めて、ネットワーク内のすべてのスイッチがこのブロードキャストを受信します。

図 14-1　VTP プルーニングを使用しない場合のフラッディング トラフィック

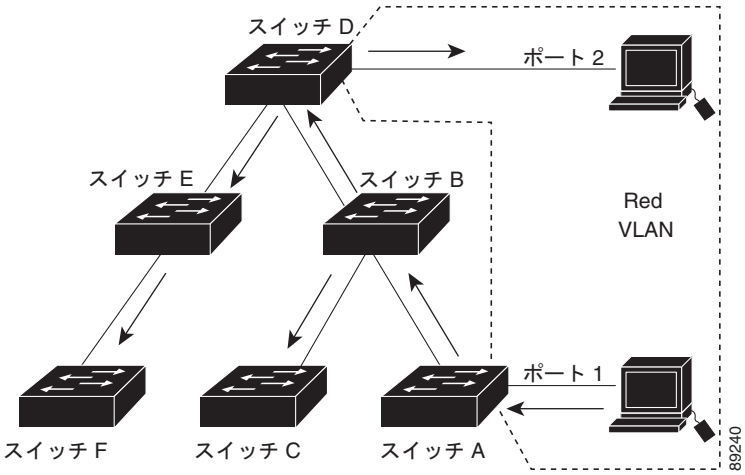
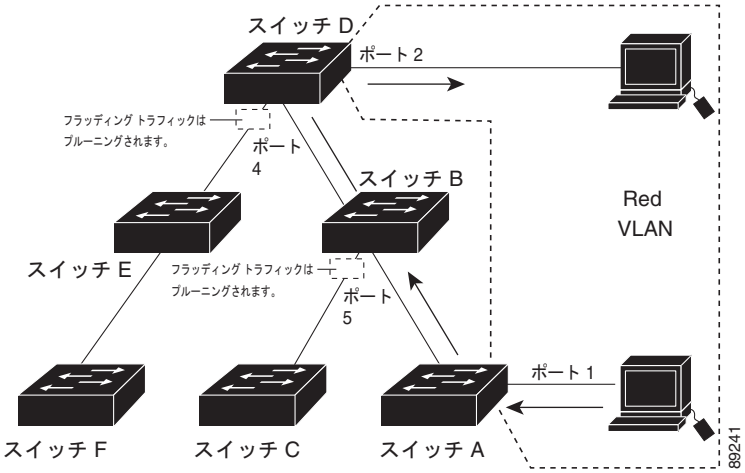


図 14-2 に、VTP プルーニングをイネーブルに設定したスイッチド ネットワークを示します。スイッチ A からのブロードキャスト トラフィックは、スイッチ C、E、F には転送されません。図に示されているリンク ポート（スイッチ B のポート 5、およびスイッチ D のポート 4）で、Red VLAN のトラフィックがプルーニングされるからです。

図 14-2　VTP プルーニングによるフラッディング トラフィックの最適化



VTP サーバで VTP プルーニングをイネーブルにすると、管理ドメイン全体でプルーニングが有効になります。VLAN をプルーニング適格または不適格として設定する場合、影響を受けるのは、そのトランク上の VLAN のプルーニングだけです（VTP ドメイン内のすべてのスイッチに影響するわけではありません）。

「VTP プルーニングのイネーブル化」（P.14-15）を参照してください。VTP プルーニングは、イネーブルにしてから数秒後に有効になります。VTP プルーニング不適格の VLAN からのトラフィックは、プルーニングの対象になりません。VLAN 1 および VLAN 1002 ～ 1005 は常にプルーニング不適格です。これらの VLAN からのトラフィックはプルーニングできません。拡張範囲 VLAN（1005 を超える VLAN ID）もプルーニング不適格です。

VTP プルーニングは VTP トランスペアレント モードでは機能しないように設計されています。ネットワーク内に VTP トランスペアレント モードのスイッチが 1 台または複数存在する場合は、次のいずれかを実行する必要があります。

- ネットワーク全体の VTP プルーニングをオフにします。
- VTP トランスペアレント スイッチのアップストリーム側にあるスイッチのトランク上で、すべての VLAN をプルーニング不適格にすることによって、VTP プルーニングをオフにします。

インターフェイスに VTP プルーニングを設定するには、**switchport trunk pruning vlan** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します（「プルーニング適格リストの変更」（P.13-21）を参照）。VTP プルーニングは、インターフェイスがトランキングを実行している場合に作用します。VLAN プルーニングの適格性は、VTP ドメインで VTP プルーニングがイネーブルであるかどうか、特定の VLAN が存在するかどうか、およびインターフェイスが現在トランキングを実行しているかどうかにかかわらず、設定できます。

VTP の設定

ここでは、次の設定情報について説明します。

VTP のデフォルト設定

表 14-2 に、VTP のデフォルト設定を示します。

表 14-2　VTP のデフォルト設定

機能	デフォルト設定
VTP ドメイン名	ヌル。
VTP モード（VTP バージョン 1 およびバージョン 2）	サーバ。
VTP モード（VTP バージョン 3）	このモードは、バージョン 3 に変換する前の VTP バージョン 1 または 2 のモードと同じです。
VTP バージョン	バージョン 1。
MST データベース モード	トランスペアレント モード。
VTP バージョン 3 のサーバ タイプ	セカンダリ。
VTP パスワード	なし。
VTP プルーニング	ディセーブル。

VTP 設定時の注意事項

VTP パスワード、バージョン、VTP ファイル名、最新の VTP 情報を提供するインターフェイス、ドメイン名、およびモードを設定する場合、さらにプルーニングをディセーブルまたはイネーブルに設定する場合には、**vtp** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。使用できるキーワードの詳細については、このリリースに対応するコマンド リファレンスに記載されているコマンドの説明を参照してください。VTP 情報は VTP VLAN データベースに保存されます。VTP モードがトランスペアレントである場合、VTP ドメイン名およびモードはスイッチの実行コンフィギュレーション ファイルにも保存されます。この情報をスイッチのスタートアップ コンフィギュレーション ファイルに保存するには、**copy running-config startup-config** 特権 EXEC コマンドを入力します。スイッチをリセットした場合にも、VTP モードをトランスペアレントとして保存するには、このコマンドを使用する必要があります。

スイッチのスタートアップ コンフィギュレーション ファイルに VTP 情報を保存して、スイッチを再起動すると、設定は次のように選択されます。

- スタートアップ コンフィギュレーションおよび VLAN データベース内の VTP モードがトランスペアレントであり、VLAN データベースとスタートアップ コンフィギュレーション ファイルの VTP ドメイン名が一致する場合は、VLAN データベースが無視され（クリアされ）ます。スタートアップ コンフィギュレーション ファイル内の VTP および VLAN 設定が使用されます。VLAN データベース内の VLAN データベース リビジョン番号は変更されません。
- スタートアップ コンフィギュレーション内の VTP モードまたはドメイン名が VLAN データベースと一致しない場合、最初の 1005 個の VLAN のドメイン名、VTP モード、および VTP 設定には VLAN データベース情報が使用されます。

ドメイン名

VTP を初めて設定するときは、必ずドメイン名を割り当てる必要があります。また、VTP ドメイン内のすべてのスイッチを、同じドメイン名で設定しなければなりません。VTP トランスペアレント モードのスイッチは、他のスイッチと VTP メッセージを交換しません。これらのスイッチについては VTP ドメイン名を設定する必要はありません。

（注）　NVRAM および DRAM の記憶域が十分にある場合は、VTP ドメイン内のすべてのスイッチを VTP サーバ モードにする必要があります。

注意　すべてのスイッチが VTP クライアント モードで動作している場合は、VTP ドメインを設定しないでください。ドメインを設定すると、そのドメインの VLAN 設定を変更できなくなります。VTP ドメイン内の少なくとも 1 台のスイッチを VTP サーバ モードに設定してください。

パスワード

VTP ドメインのパスワードは設定できますが、必須ではありません。ドメイン パスワードを設定する場合は、すべてのドメイン スイッチで同じパスワードを共有し、管理ドメイン内のスイッチごとにパスワードを設定する必要があります。パスワードのないスイッチ、またはパスワードが不正なスイッチは、VTP アドバタイズを拒否します。

ドメインに VTP パスワードを設定する場合、VTP 設定なしで起動したスイッチは、正しいパスワードを使用して設定しない限り、VTP アドバタイズを受信しません。設定後、スイッチは同じパスワードおよびドメイン名を使用した VTP アドバタイズを受信します。

VTP 機能を持つ既存のネットワークに新しいスイッチを追加した場合、その新しいスイッチに適切なパスワードを設定して初めて、スイッチはドメイン名を学習します。

注意　VTP ドメイン パスワードを設定したにもかかわらず、ドメイン内の各スイッチに管理ドメイン パスワードを割り当てなかった場合には、管理ドメインが正常に動作しません。

VTP バージョン

実装する VTP バージョンを決定する場合は、次の注意事項に従ってください。

- VTP ドメイン内のスイッチはすべて同じドメイン名にする必要がありますが、同じバージョンの VTP を実行する必要はありません。
- VTP バージョン 2 対応のスイッチ上で VTP バージョン 2 をディセーブルに設定している場合、その VTP バージョン 2 対応スイッチは、同一 VTP ドメイン内で VTP バージョン 1 が稼動するスイッチとして動作できます（VTP バージョン 2 は、デフォルトでディセーブルに設定されています）。
- VTP バージョン 2 を稼動できるスイッチで VTP バージョン 1 が稼動している場合、VTP バージョン 3 のアドバタイズを受信すると、スイッチは自動的に VTP バージョン 2 に移行します。
- VTP バージョン 3 を稼動しているスイッチに VTP バージョン 1 を稼動しているスイッチを接続すると、VTP バージョン 1 スイッチは VTP バージョン 2 に移行し、VTP バージョン 3 スイッチはスケールダウン バージョンの VTP パケットを送信し、VTP バージョン 2 スイッチがデータベースを更新できるようにします。
- VTP バージョン 3 が稼動しているスイッチで拡張 VLAN を設定している場合はバージョン 1 または 2 に移行できません。
- 同一 VTP ドメイン内のすべてのスイッチがバージョン 2 に対応する場合を除いて、スイッチ上で VTP バージョン 2 をイネーブルにしないでください。あるスイッチでバージョン 2 をイネーブルにすると、ドメイン内のすべてのバージョン 2 対応スイッチでバージョン 2 がイネーブルになります。バージョン 1 専用のスイッチがドメインに含まれている場合、そのスイッチはバージョン 2 対応スイッチとの間で VTP 情報を交換できません。
- VTP バージョン 1 および 2 スイッチは VTP バージョン 3 アドバタイズを転送しないため、ネットワークのエッジに配置することを推奨します。
- 使用環境に TrBRF および TrCRF トークンリング ネットワークが含まれている場合に、トークンリング VLAN スイッチング機能を正しく動作させるには、VTP バージョン 2 またはバージョン 3 をイネーブルにする必要があります。トークンリングおよびトークンリング Net を実行する場合は、VTP バージョン 2 をディセーブルにします。
- VTP バージョン 1 および バージョン 2 は、拡張範囲 VLAN（VLAN 1006 ～ 4094）の設定情報を伝播しません。各デバイスでこれらの VLAN を手動で設定する必要があります。VTP バージョン 3 は拡張範囲 VLAN をサポートしています。拡張 VLAN が設定されている場合は、VTP バージョン 3 から VTP バージョン 2 に変換することはできません。
- VTP バージョン 3 デバイスのトランク ポートが VTP バージョン 2 デバイスからのメッセージを受信すると、その特定のトランクでは VTP バージョン 2 フォーマットで VLAN データベースのスケールダウン バージョンを送信します。VTP バージョン 3 デバイスは、トランク ポートで先に VTP バージョン 2 パケットを受信しない限り、そのトランク ポートで VTP バージョン 2 フォーマットのパケットを送信することはありません。
- VTP バージョン 3 デバイスがトランク ポート上で VTP バージョン 2 デバイスを検出すると、VTP バージョン 2 パケットに加えて VTP バージョン 3 パケットの送信を継続し、同じトランク上で両方の種類のネイバーが共存できるようにします。
- VTP バージョン 3 デバイスは、VTP バージョン 2 またはバージョン 1 デバイスからの設定情報は受け入れません。
- VTP バージョン 1 またはバージョン 2 リージョンを介した 2 つの VTP バージョン 3 リージョンは、トランスペアレント モードでだけ通信できます。
- VTP バージョン 1 だけに対応したデバイスは、VTP バージョン 3 デバイスと相互運用できません。

設定要件

VTP を設定する場合は、スイッチがドメイン内の他のスイッチと VTP アドバタイズを送受信できるように、トランク ポートを設定する必要があります。

詳細については、「VLAN トランクの設定」（P.13-15）を参照してください。

クラスタ メンバ スイッチの VTP を VLAN に設定する場合、**rcommand** 特権 EXEC コマンドを使用して、そのメンバ スイッチにログインします。コマンドの詳細については、このリリースに対応するコマンド リファレンスを参照してください。

VTP バージョン 1 および 2 では、スイッチ上で拡張範囲 VLAN を設定した場合、スイッチは VTP トランスペアレント モードでなければなりません。VTP バージョン 3 では、クライアントまたはサーバ モードでの拡張範囲 VLAN の作成もサポートしています。

VTP バージョン 1 および 2 は、プライベート VLAN をサポートしません。プライベート VLAN を設定した場合、スイッチは VTP トランスペアレント モードでなければなりません。プライベート VLAN がスイッチに設定されている場合、VTP モードをトランスペアレント モードからクライアント モードやサーバ モードに変更しないでください。VTP バージョン 3 では、プライベート VLAN がサポートされています。

VTP モードの設定

VTP モードを次のいずれかに設定できます。

- スイッチが VTP サーバ モードの場合には、VLAN 設定を変更し、その変更をネットワーク全体に伝播できます。
- スイッチが VTP クライアント モードの場合には、そのスイッチの VLAN 設定を変更できません。クライアント スイッチは、VTP ドメイン内の VTP サーバから VTP アップデートを受信し、それに基づいて設定を変更します。
- スイッチを VTP トランスペアレント モードに設定すると、スイッチ上で VTP がディセーブルになります。VTP トランスペアレント スイッチは VTP アップデートを送信せず、他のスイッチから受信した VTP アップデートにも反応しません。ただし、VTP バージョン 2 が動作している VTP トランスペアレント スイッチでは、受信した VTP アドバタイズをトランク リンクに転送します。
- VTP オフ モードは、VTP アドバタイズを転送しない点を除いて、VTP トランスペアレント モードと同様です。

次の注意事項に従ってください。

- VTP バージョン 1 および 2 では、スイッチ上に拡張範囲 VLAN が設定されている場合は、VTP モードをクライアント モードまたはサーバ モードに変更できません。エラー メッセージが表示され、設定が許可されません。VTP バージョン 1 および バージョン 2 は、拡張範囲 VLAN（VLAN 1006 ～ 4094）の設定情報を伝播しません。各デバイスでこれらの VLAN を手動で設定する必要があります。

（注） VTP バージョン 1 および 2 で拡張範囲 VLAN（VLAN ID 1006 ～ 4094）を作成するには、事前に **vtp mode transparent** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用して、VTP をトランスペアレント モードに設定する必要があります。VTP トランスペアレント モードでスイッチが起動するように、この設定をスタートアップ コンフィギュレーションに保存してください。このようにしないと、スイッチのリセット時に拡張範囲 VLAN 設定が失われ、VTP サーバ モード（デフォルト）で起動します。

- VTP バージョン 3 は拡張範囲 VLAN をサポートしています。拡張 VLAN を設定すると、VTP バージョン 3 から VTP バージョン 2 に変換することはできません。

- スイッチを VTP クライアント モードに設定すると、スイッチで VLAN データベース ファイル（vlan.dat）は作成されません。そのままスイッチの電源をオフにすると、VTP 設定はデフォルトにリセットされます。スイッチが再起動された後も VTP 設定を VTP クライアント モードに維持するには、VTP モードを設定する前に、VTP ドメイン名を設定する必要があります。

注意　すべてのスイッチが VTP クライアント モードで動作している場合は、VTP ドメイン名を設定しないでください。ドメイン名を設定すると、そのドメインの VLAN 設定を変更できなくなります。したがって、少なくとも 1 台のスイッチを VTP サーバとして設定してください。

VTP モードを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**vtp domain** *domain-name*	VTP 管理ドメイン名を設定します。1 ～ 32 文字の名前を使用できます。同一管理下にある VTP サーバ モードまたはクライアント モードのスイッチは、すべて同じドメイン名に設定する必要があります。 このモードは、サーバ モード以外のモードではオプションです。VTP サーバ モードではドメイン名が必要です。VTP ドメインへのトランク接続がスイッチに存在する場合、スイッチはドメイン内の VTP サーバからドメイン名を学習します。 VTP ドメインを設定してから、その他の VTP パラメータを設定する必要があります。
ステップ 3	**vtp mode** {**client** | **server** | **transparent** | **off**} {**vlan** | **mst** | **unknown**}	スイッチの VTP モード（クライアント、サーバ、トランスペアレント、またはオフ）を設定します。 （任意）データベースを設定します。 • **vlan**：設定されていない場合、VLAN データベースがデフォルトです。 • **mst**：MST データベース。 • **unknown**：データベース タイプが不明です。
ステップ 4	**vtp password** *password*	（任意）VTP ドメイン用のパスワードを設定します。パスワードに使用できる文字数は 8 ～ 64 文字です。VTP パスワードを設定したにもかかわらず、ドメイン内の各スイッチに同じパスワードを割り当てなかった場合には、VTP ドメインが正常に動作しません。 VTP バージョン 3 で使用できるオプションについては、「VTP バージョン 3 パスワードの設定」（P.14-13）を参照してください。
ステップ 5	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 6	**show vtp status**	表示された *VTP Operating Mode* および *VTP Domain Name* フィールドの設定を確認します。
ステップ 7	**copy running-config startup-config**	（任意）スタートアップ コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。 **（注）**　スイッチの実行コンフィギュレーションに保存され、スタートアップ コンフィギュレーション ファイルにコピーできるのは、VTP モードおよびドメイン名だけです。

設定したドメイン名は、削除できません。別のドメインにスイッチを再び割り当てるしかありません。スイッチを別のモードから VTP サーバ モードに戻すには、**no vtp mode** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。スイッチをパスワードがない状態に戻すには、**no vtp password** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、ドメイン名が *eng_group*、パスワードが *mypassword* という VTP サーバとしてスイッチを設定する例を示します。

```
Switch(config)# vtp domain eng_group
Setting VTP domain name to eng_group.
Switch(config)# vtp mode server
Setting device to VTP Server mode for VLANS.
Switch(config)# vtp password mypassword
Setting device VLAN database password to mypassword.
Switch(config)# end
```

VTP バージョン 3 パスワードの設定

VTP バージョン 3 でパスワードを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**vtp password** *password* [**hidden** | **secret**]	（任意）VTP ドメイン用のパスワードを設定します。パスワードに使用できる文字数は 8 ～ 64 文字です。 • （任意）**hidden** : パスワードの文字列から生成された秘密キーが nvam:vlan.dat ファイルに保存されるようにするには、**hidden** を使用します。VTP プライマリ サーバを設定して引き継ぎを設定する場合、パスワードの再入力を求められます。 • （任意）**secret** : パスワードを直接設定するには、**secret** と入力します。シークレット パスワードには 32 文字の 16 進数値を指定する必要があります。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show vtp password**	設定を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）スタートアップ コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

パスワードをクリアするには、**no vtp password** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、hidden パスワードを設定し、そのパスワードを表示する例を示します。

```
Switch(config)# vtp password mypassword hidden
Generating the secret associated to the password.
Switch(config)# end
Switch# show vtp password
VTP password: 89914640C8D90868B6A0D8103847A733
```

VTP バージョン 3 プライマリ サーバの設定

VTP サーバを VTP プライマリ サーバ（バージョン 3 限定）として設定し、引き継ぎ操作を開始するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**vtp primary-server** [**vlan** | **mst**] [**force**]	スイッチの動作ステートをセカンダリ サーバ（デフォルト）からプライマリ サーバに変更し、その設定をドメインにアドバタイズします。スイッチで **hidden** のパスワードが設定されている場合、パスワードの再入力を求められます。 • （任意）**vlan** : 引き継ぎ機能として VLAN データベースを選択します。これがデフォルトです。 • （任意）**mst** : 引き継ぎ機能として MST データベースを選択します。 • （任意）**force** : 競合するサーバの設定を上書きするには、**force** と入力します。**force** を省略すると、引き継ぐ前に確認を求められます。

次に、hidden または secret パスワードが設定されていた場合にスイッチを VLAN データベースのプライマリ サーバとして設定する（デフォルト）例を示します。

```
Switch# vtp primary vlan
Enter VTP password: mypassword
This switch is becoming Primary server for vlan feature in the VTP  domain

VTP Database Conf Switch ID      Primary Server Revision System Name
------------ ---- -------------- -------------- -------- --------------------
VLANDB       Yes  00d0.00b8.1400=00d0.00b8.1400 1        stp7

Do you want to continue (y/n) [n]? y
```

VTP バージョンのイネーブル化

VTP バージョン 2 およびバージョン 3 は、デフォルトではディセーブルになっています。

- あるスイッチ上で VTP バージョン 2 をイネーブルにすると、VTP ドメイン内の VTP バージョン 2 に対応可能なすべてのスイッチでバージョン 2 がイネーブルになります。VTP バージョン 3 をイネーブルにするには、手動で各スイッチを設定する必要があります。
- VTP バージョン 1 および 2 の場合、バージョンを設定できるのは VTP サーバ モードまたはトランスペアレント モードのスイッチだけです。VTP バージョン 3 が稼動しているスイッチでは、拡張 VLAN およびプライベート VLAN が存在せず、さらに hidden パスワードが設定されていない場合に、クライアント モードのスイッチをバージョン 2 に変更できます。

注意　同一 VTP ドメイン内のスイッチ上で、VTP バージョン 1 および VTP バージョン 2 は相互運用ができません。VTP ドメイン内のすべてのスイッチが VTP バージョン 2 をサポートしている場合を除き、VTP バージョン 2 をイネーブルにはしないでください。

- TrCRF および TrBRF トークンリング環境では、トークンリング VLAN スイッチング機能を正しく動作させるために、VTP バージョン 2 または VTP バージョン 3 をイネーブルにする必要があります。トークンリングおよびトークンリング Net メディアの場合は、VTP バージョン 2 をディセーブルにする必要があります。

- VTP バージョン 3 は、Cisco IOS Release 12.2(52)SE 以降を稼動しているスイッチでサポートされています。

注意　VTP バージョン 3 では、プライマリ サーバとセカンダリ サーバがドメイン内のインスタンスで共存できます。

VTP バージョンを設定する場合の注意事項については、「VTP バージョン」（P.14-10）を参照してください。

VTP バージョンを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**vtp version {1 | 2 | 3}**	スイッチで VTP バージョンをイネーブルにします。デフォルトでは VTP バージョン 1 です。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show vtp status**	設定された VTP バージョンがイネーブルであることを確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）スタートアップ コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

デフォルトの VTP バージョン 1 に戻すには、**no vtp version** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

VTP プルーニングのイネーブル化

プルーニングは、トラフィックが宛先デバイスに到達するために使用しなければならないトランク リンクだけにフラッディング トラフィックを制限することによって、使用可能な帯域幅を増やします。VTP プルーニングをイネーブルにできるのは、スイッチが VTP サーバ モードの場合だけです。

VTP ドメイン内で VTP プルーニングをイネーブルにするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**vtp pruning**	VTP 管理ドメインでプルーニングをイネーブルにします。 プルーニングは、デフォルトではディセーブルに設定されています。VTP サーバ モードの 1 台のスイッチ上に限ってプルーニングをイネーブルにする必要があります。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show vtp status**	表示された *VTP Pruning Mode* フィールドの設定を確認します。

VTP プルーニングをディセーブルにするには、**no vtp pruning** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

VTP バージョン 1 および 2 では、VTP サーバでプルーニングをイネーブルにすると、その VTP ドメイン全体でプルーニングがイネーブルになります。VTP バージョン 3 では、ドメイン内のスイッチごとに手動でプルーニングをイネーブルにする必要があります。

プルーニング適格リストに指定された VLAN だけが、プルーニングの対象になります。デフォルトでは、トランク ポート上で VLAN 2 ～ 1001 がプルーニング適格です。専用の VLAN および拡張範囲 VLAN をプルーニングできません。プルーニング適格の VLAN を変更する手順については、「プルーニング適格リストの変更」（P.13-21）を参照してください。

ポート単位での VTP の設定

VTP バージョン 3 ではポート単位で VTP をイネーブルまたはディセーブルにできます。VTP をイネーブルにできるのは、トランク モードのポート上だけです。着信および発信 VTP トラフィックはブロックされ、転送されません。

ポート上で VTP をイネーブルにするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	インターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**vtp**	指定したポートで VTP をイネーブルにします。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show running-config interface** *interface-id*	ポートに対する変更を確認します。
ステップ 6	**show vtp status**	設定を確認します。

インターフェイス上で VTP をディセーブルにするには、**no vtp** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

```
Switch(config-if)# vtp
Switch(config-if)# end
```

VTP ドメインへの VTP クライアント スイッチの追加

VTP クライアントを VTP ドメインに追加する前に、必ず VTP コンフィギュレーション リビジョン番号が VTP ドメイン内の他のスイッチのコンフィギュレーション リビジョン番号より *小さい*ことを確認してください。VTP ドメイン内のスイッチは常に、VTP コンフィギュレーション リビジョン番号が最大のスイッチの VLAN コンフィギュレーションを使用します。VTP バージョン 1 および 2 では、VTP ドメイン内のリビジョン番号よりも大きなリビジョン番号を持つスイッチを追加すると、VTP サーバおよび VTP ドメインからすべての VLAN 情報が消去される場合があります。VTP バージョン 3 では、VLAN 情報は消去されません。

VTP ドメインに追加する*前に*、スイッチ上で VTP コンフィギュレーション リビジョン番号を確認およびリセットするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**show vtp status**	VTP コンフィギュレーション リビジョン番号をチェックします。 番号が 0 の場合は、スイッチを VTP ドメインに追加します。 番号が 0 より大きい場合は、次の手順に従います。 **a.** ドメイン名を書き留めます。 **b.** コンフィギュレーション リビジョン番号を書き留めます。 **c.** 次のステップに進んで、スイッチのコンフィギュレーション リビジョン番号をリセットします。
ステップ 2	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**vtp domain** *domain-name*	ドメイン名を、ステップ 1 で表示された元の名前から新しい名前に変更します。
ステップ 4	**end**	スイッチの VLAN 情報が更新され、コンフィギュレーション リビジョン番号が 0 にリセットされます。特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show vtp status**	コンフィギュレーション リビジョン番号が 0 にリセットされていることを確認します。
ステップ 6	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 7	**vtp domain** *domain-name*	スイッチの元のドメイン名を入力します。
ステップ 8	**end**	スイッチの VLAN 情報が更新されて、特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 9	**show vtp status**	（任意）ドメイン名がステップ 1 のものと同じであり、コンフィギュレーション リビジョン番号が 0 であることを確認します。

コンフィギュレーション リビジョン番号をリセットした後に、スイッチを VTP ドメインに追加します。

（注）　スイッチ上で VTP をディセーブルにし、VTP ドメイン内の他のスイッチに影響を与えることなく VLAN 情報を変更するには、**vtp mode transparent** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

VTP のモニタ

VTP の設定情報（ドメイン名、現在の VTP バージョン、VLAN 数）を表示することによって、VTP をモニタします。スイッチで送受信されたアドバタイズに関する統計情報を表示することもできます。

表 14-3 に、VTP アクティビティをモニタするための特権 EXEC コマンドを示します。

表 14-3　VTP モニタ コマンド

コマンド	目的
show vtp counters	送受信された VTP メッセージに関するカウンタを表示します。
show vtp devices [**conflict**]	ドメイン内のすべての VTP バージョン 3 デバイスに関する情報を表示します。conflict を指定すると、VTP バージョン 3 デバイスおよび競合するプライマリ サーバを表示します。**show vtp devices** コマンドは、トランスペアレント モードまたはオフ モードでは情報を表示しません。
show vtp interface [*interface-id*]	すべてのインターフェイスまたは指定されたインターフェイスの VTP ステータスと設定を表示します。
show vtp password	VTP パスワードを表示します。表示されるパスワードの形式は、**hidden** キーワードが指定されたかどうか、およびスイッチで暗号化がイネーブルになっているかどうかによって異なります。
show vtp status	VTP スイッチの設定情報を表示します。

CHAPTER 15

プライベート VLAN の設定

この章では、Catalyst 3560 スイッチにプライベート VLAN を設定する方法について説明します。

（注） この章で使用するコマンドの構文および使用方法の詳細については、このリリースのコマンド リファレンスを参照してください。

（注） プライベート VLAN を設定する場合、VTP トランスペアレント モードにする必要があります。第 14 章「VTP の設定」を参照してください。

プライベート VLAN の概要

プライベート VLAN 機能は、サービス プロバイダーが VLAN を使用している場合に直面する 2 つの問題に対処します。

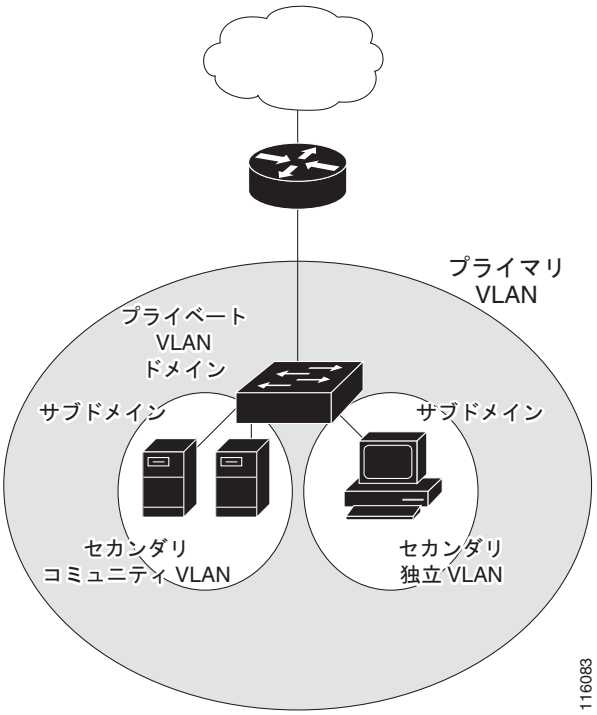
- スケーラビリティ：スイッチは最大 1005 のアクティブ VLAN をサポートします。サービス プロバイダーが 1 カスタマーあたり 1 つの VLAN を割り当てる場合、サービス プロバイダーがサポートできるカスタマー数はこれに制限されます。
- IP ルーティングをイネーブルにするには、各 VLAN にサブネット アドレス空間またはアドレス ブロックを割り当てますが、これにより、未使用の IP アドレスが無駄になり、IP アドレスの管理に問題が起きます。

プライベート VLAN を使用することでスケーラビリティの問題に対処することができ、サービス プロバイダーには IP アドレス管理の利点がもたらされ、カスタマーに対してはレイヤ 2 セキュリティを提供できます。

プライベート VLAN は、通常の VLAN ドメインをサブドメインに分割するもので、複数の VLAN ペア（各サブドメインに 1 つの VLAN）を持つことできます。サブドメインは、*プライマリ* VLAN および*セカンダリ* VLAN という VLAN のペアで表現されます。

プライベート VLAN 内のすべての VLAN ペアは同じプライマリ VLAN を共有します。セカンダリ VLAN ID は、あるサブドメインを別のものと区別します。図 15-1 を参照してください。

図 15-1　プライベート VLAN ドメイン



セカンダリ VLAN には 2 種類あります。

- 独立 VLAN : 独立 VLAN 内のポートは、レイヤ 2 レベルで互いに通信できません。
- コミュニティ VLAN : コミュニティ VLAN 内のポートは互いに通信できますが、レイヤ 2 レベルにある他のコミュニティ内のポートとは通信できません。

プライベート VLAN では、同じプライベート VLAN 内のポート間をレイヤ 2 で分離します。プライベート VLAN ポートには、次の 3 つのタイプがあります。

- 混合 : 混合ポートは、プライベート VLAN に属し、プライマリ VLAN と関連しているセカンダリ VLAN に属するコミュニティ ポートや独立ホスト ポートなどの、すべてのインターフェイスと通信できます。
- 独立 : 独立ポートは、独立セカンダリ VLAN に属するホスト ポートです。これは、混合ポートを除く、同じプライベート VLAN 内の他のポートからレイヤ 2 で完全に分離されています。プライベート VLAN では、混合ポートからのトラフィックを除く、独立ポートへのすべてのトラフィックをブロックします。独立ポートで受信されるトラフィックは、混合ポートへだけ転送されます。
- コミュニティ : コミュニティ ポートは、コミュニティ セカンダリ VLAN に属するホスト ポートです。コミュニティ ポートは、同じコミュニティ VLAN にある他のポートおよび混合ポートと通信します。これらのインターフェイスは、他のコミュニティの他のすべてのインターフェイスおよびプライベート VLAN 内の独立ポートとレイヤ 2 で分離されます。

（注）　トランク ポートは、通常の VLAN からのトラフィックを伝送し、またプライマリ、独立、およびコミュニティ VLAN からのトラフィックも伝送します。

プライマリおよびセカンダリ VLAN には次のような特性があります。

- プライマリ VLAN : プライベート VLAN には、プライマリ VLAN を 1 つだけ設定できます。プライベート VLAN 内のすべてのポートは、プライマリ VLAN のメンバです。プライマリ VLAN は、混合ポートからの単一方向トラフィックのダウンストリームを（独立およびコミュニティ）ホスト ポートおよび他の混合ポートへ伝送します。
- 独立 VLAN : プライベート VLAN の独立 VLAN は 1 つだけです。独立 VLAN は、ホストからの単一方向トラフィック アップストリームを混合ポートおよびゲートウェイへ伝送するセカンダリ VLAN です。
- コミュニティ VLAN : コミュニティ VLAN は、コミュニティ ポートからのアップストリーム トラフィックを混合ポート ゲートウェイおよび同じコミュニティ内の他のホスト ポートへ伝送するセカンダリ VLAN です。複数のコミュニティ VLAN を 1 つのプライベート VLAN に設定できます。

混合ポートが扱えるのは、1 つのプライマリ VLAN、1 つの独立 VLAN、および複数のコミュニティ VLAN だけです。レイヤ 3 ゲートウェイは通常混合ポートを介してスイッチに接続されています。混合ポートを使用すると、幅広いデバイスをプライベート VLAN へのアクセス ポートとして接続できます。たとえば、すべてのプライベート VLAN サーバを管理ワークステーションからモニタしたりバックアップしたりするのに、混合ポートを使用できます。

スイッチング環境では、個々のエンド ステーションまたはエンド ステーションの共通グループに、個別のプライベート VLAN と関連する IP サブネットを割り当てることができます。エンド ステーションがデフォルト ゲートウェイと対話する必要があるのは、プライベート VLAN 外部と通信する場合だけです。

プライベート VLAN を使用してエンド ステーションへのアクセスを次のように制御できます。

- エンド ステーションに接続されているインターフェイスを選択して独立ポートとして設定し、レイヤ 2 の通信をしないようにします。たとえば、エンド ステーションがサーバの場合、この設定によりサーバ間のレイヤ 2 通信ができなくなります。
- デフォルト ゲートウェイおよび選択したエンド ステーション（たとえばバックアップ サーバなど）に接続されたインターフェイスを混合ポートとして設定します。これにより、すべてのエンド ステーションがデフォルト ゲートウェイに接続できます。

プライマリ、独立、およびコミュニティ VLAN をプライベート VLAN をサポートする他のデバイスにトランキングすることで、プライベート VLAN を複数のデバイスに拡張できます。プライベート VLAN コンフィギュレーションのセキュリティを保って VLAN の他のユーザがプライベート VLAN に設定されないようにするには、プライベート VLAN ポートのないデバイスを含む、すべての中間デバイス内にプライベート VLAN を設定します。

プライベート VLAN での IP アドレッシング方式

各カスタマーに個別の VLAN を割り当てると、次のように IP アドレッシング方式が非効率的になります。

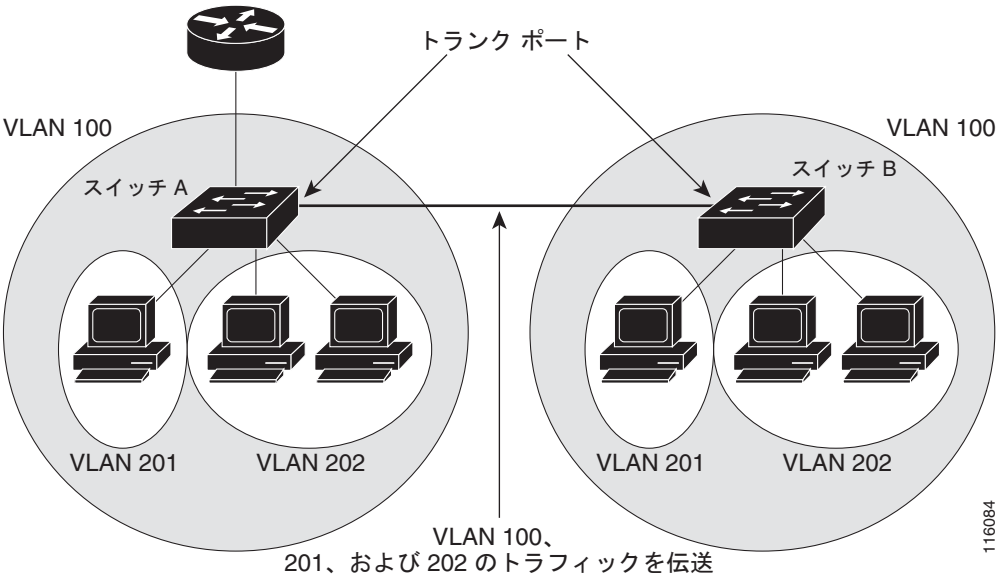
- カスタマーの VLAN にアドレス ブロックを割り当てると、未使用の IP アドレスが出てきます。
- VLAN 内のデバイス数が増加した場合、それに対応するだけのアドレスを割り当てられない場合があります。

これらの問題は、プライベート VLAN を使用することで軽減できます。この場合、プライベート VLAN 内のすべてのメンバがプライマリ VLAN に割り当てられた共通アドレス空間を共有します。ホストはセカンダリ VLAN に接続され、Dynamic Host Configuration Protocol（DHCP）サーバがプライマリ VLAN に割り当てられたアドレス ブロックから IP アドレスを割り当てます。後続の IP アドレスは、同じプライマリ VLAN にある別のセカンダリ VLAN にあるカスタマー デバイスに割り当てることができます。新しいデバイスが追加されると、DHCP サーバはサブネット アドレスの大きなプールから次に使用可能なアドレスをデバイスに割り当てます。

複数のスイッチにまたがるプライベート VLAN

通常の VLAN と同様に、プライベート VLAN を複数のスイッチにまたがるように設定できます。トランク ポートはプライマリ VLAN およびセカンダリ VLAN をネイバー スイッチに伝送します。トランク ポートはプライベート VLAN を他の VLAN として扱います。複数のスイッチにまたがるプライベート VLAN の機能の場合、スイッチ A にある独立ポートからのトラフィックはスイッチ B に到達しません。図 15-2 を参照してください。

図 15-2　複数のスイッチにまたがるプライベート VLAN



VLAN 100 = プライマリ VLAN
VLAN 201 = セカンダリ独立 VLAN
VLAN 202 = セカンダリ コミュニティ VLAN

VTP はプライベート VLAN をサポートしないので、レイヤ 2 ネットワーク内のすべてのスイッチにプライベート VLAN を手動で設定する必要があります。ネットワーク内の一部のスイッチにプライマリおよびセカンダリ VLAN の関連を設定しない場合、これらのスイッチのレイヤ 2 データベースは統合されません。これにより、これらのスイッチにプライベート VLAN トラフィックの不要なフラッディングが発生する可能性があります。

（注）　プライベート VLAN をスイッチに設定するときに、ユニキャスト ルートとレイヤ 2 エントリとの間のシステム リソースのバランスを取るために、常にデフォルトの Switch Database Management（SDM）テンプレートを使用してください。別の SDM テンプレートが設定されている場合、デフォルト テンプレートを設定するのに **sdm prefer default** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。第 7 章「SDM テンプレートの設定」を参照してください。

プライベート VLAN の他機能との相互作用

プライベート VLAN には、次のように他の機能と相互作用があります。

- 「プライベート VLAN とユニキャスト、ブロードキャスト、およびマルチキャスト トラフィック」（P.15-5）
- 「プライベート VLAN と SVI」（P.15-5）

「プライベート VLAN 設定時の注意事項」の下にある「セカンダリおよびプライマリ VLAN の設定」（P.15-7）も参照してください。

プライベート VLAN とユニキャスト、ブロードキャスト、およびマルチキャスト トラフィック

通常の VLAN では、同じ VLAN にあるデバイスはレイヤ 2 レベルで互いに通信しますが、別の VLAN にあるインターフェイスに接続されたデバイスとはレイヤ 3 レベルで通信する必要があります。プライベート VLAN では、混合ポートはプライマリ VLAN のメンバで、ホスト ポートはセカンダリ VLAN に属しています。セカンダリ VLAN はプライマリ VLAN に対応付けられているため、これらの VLAN のメンバはレイヤ 2 レベルで互いに通信できます。

通常の VLAN では、ブロードキャストはその VLAN 内のすべてのポートに転送されます。プライベート VLAN ブロードキャスト転送は、次のようにブロードキャストを送信するポートに左右されます。

- 独立ポートはブロードキャストを混合ポートまたはトランク ポートにだけ送信します。
- コミュニティ ポートは、すべての混合ポート、トランク ポート、および同じコミュニティ VLAN 内のポートにブロードキャストを送信します。
- 混合ポートは、プライベート VLAN のすべてのポート（他の混合ポート、トランク ポート、独立ポート、コミュニティ ポート）にブロードキャストを送信します。

マルチキャスト トラフィックは、プライベート VLAN 境界を越えて単一のコミュニティ VLAN 内にルーティングまたはブリッジングされます。マルチキャスト トラフィックは、同じ独立 VLAN 内のポート間で転送されず、また別のセカンダリ VLAN 内のポート間でも転送されません。

プライベート VLAN と SVI

レイヤ 3 スイッチでは、Switch Virtual Intertface（SVI; スイッチ仮想インターフェイス）が VLAN のレイヤ 3 インターフェイスを表します。レイヤ 3 デバイスは、セカンダリ VLAN ではなくプライマリ VLAN を介してだけプライベート VLAN と通信します。レイヤ 3 VLAN インターフェイスをプライマリ VLAN に対してだけ設定します。レイヤ 3 VLAN インターフェイスをセカンダリ VLAN 用に設定できません。セカンダリ VLAN 用の SVI は、VLAN がセカンダリ VLAN として設定されている間は非アクティブです。

- アクティブ SVI を設定した VLAN をセカンダリ VLAN として設定しようとすると、SVI をディセーブルにするまで設定が許可されません。
- セカンダリ VLAN として設定されている VLAN に SVI を作成しようとしてセカンダリ VLAN がすでにレイヤ 3 にマッピングされている場合、SVI は作成されず、エラーが返されます。SVI がレイヤ 3 にマッピングされていない場合、SVI は作成されますが、自動的にシャットダウンされます。

プライマリ VLAN がセカンダリ VLAN に対応付けられていてマッピングされていると、プライマリ VLAN 上の設定はセカンダリ VLAN SVI に伝播されます。たとえば、IP サブネットをプライマリ VLAN SVI に割り当てる場合、このサブネットはプライベート VLAN 全体の IP サブネット アドレスです。

プライベート VLAN の設定

プライベート VLAN の設定手順

プライベート VLAN を設定するには、次の手順を実行します。

ステップ 1　VTP モードをトランスペアレントに設定します。

ステップ 2　プライマリおよびセカンダリ VLAN を作成してこれらを対応付けします。「プライベート VLAN 内の VLAN の設定および対応付け」（P.15-10）を参照してください。

（注）　VLAN がまだ作成されていない場合、プライベート VLAN 設定プロセスでこれを作成します。

ステップ 3　インターフェイスを独立ポートまたはコミュニティ ホスト ポートに設定して、ホスト ポートに VLAN メンバシップを割り当てます。「プライベート VLAN ホスト ポートとしてのレイヤ 2 インターフェイスの設定」（P.15-12）を参照してください。

ステップ 4　インターフェイスを混合ポートとして設定し、混合ポートをプライマリおよびセカンダリ VLAN のペアにマッピングします。「プライベート VLAN 混合ポートとしてのレイヤ 2 インターフェイスの設定」（P.15-13）を参照してください。

ステップ 5　VLAN 間ルーティングを使用している場合、プライマリ SVI を設定し、セカンダリ VLAN をプライマリ SVI にマッピングします。「セカンダリ VLAN のプライマリ VLAN レイヤ 3 VLAN インターフェイスへのマッピング」（P.15-14）を参照してください。

ステップ 6　プライマリ VLAN 設定を確認します。

デフォルトのプライベート VLAN 設定

プライベート VLAN は設定されていません。

プライベート VLAN 設定時の注意事項

セカンダリおよびプライマリ VLAN の設定

プライベート VLAN の設定を行うときは、次の注意事項に従ってください。

- スイッチで稼動している VTP のバージョンが 1 または 2 の場合は、VTP をトランスペアレントモードに設定する必要があります。プライベート VLAN の設定が終わったら、VTP モードをクライアントやサーバに変更しないでください。VTP の詳細については、第 14 章「VTP の設定」を参照してください。VTP バージョン 3 では、すべてのモードでプライベート VLAN をサポートします。
- VPT バージョン 1 または 2 の場合は、プライベート VLAN を設定後、**copy running-config startup config** 特権 EXEC コマンドを使用して VTP トランスペアレント モード設定およびプライベート VLAN 設定をスイッチ スタートアップ コンフィギュレーション ファイルに保存します。保存しないと、スイッチをリセットした場合、デフォルトの VTP サーバ モードになり、プライベート VLAN をサポートしなくなります。VTP バージョン 3 では、プライベート VLAN がサポートされています。
- VTP バージョン 1 および 2 では、プライベート VLAN 設定が伝播されません。デバイスが VPT バージョン 3 を稼動していない場合は、プライベート VLAN ポートが必要な各デバイスにプライベート VLAN を設定する必要があります。
- VLAN 1 または VLAN 1002 ～ 1005 をプライマリまたはセカンダリ VLAN に設定できません。拡張 VLAN（VLAN ID 1006 ～ 4094）はプライベート VLAN に属することができます。
- プライマリ VLAN には 1 つの独立 VLAN とこれに対応付けられた複数のコミュニティ VLAN を設定できます。独立またはコミュニティ VLAN には、これに対応付けられたプライマリ VLAN を 1 つだけ設定できます。
- プライベート VLAN には複数の VLAN が含まれますが、プライベート VLAN 全体で実行可能な Spanning-Tree Protocol（STP; スパニング ツリー プロトコル）インスタンスは 1 つだけです。セカンダリ VLAN がプライマリ VLAN に対応付けられている場合、プライマリ VLAN の STP パラメータはセカンダリ VLAN に伝播されます。
- プライベート VLAN で DHCP スヌーピングをイネーブルにできます。プライマリ VLAN で DHCP スヌーピングをイネーブルにする場合、セカンダリ VLAN に伝播されます。セカンダリ VLAN に DHCP を設定する場合、その設定はプライマリ VLAN がすでに設定されていないと有効になりません。
- プライベート VLAN ポートで IP ソース ガードをイネーブルにする場合は、プライマリ VLAN で DHCP スヌーピングをイネーブルにする必要があります。
- プライベート VLAN 内でトラフィックを伝送していないデバイスのトランクからプライベート VLAN をプルーニングすることを推奨します。
- プライマリ VLAN、独立 VLAN、およびコミュニティ VLAN に別々の Quality of Service（QoS）設定を適用できます。
- Sticky ARP
  - Sticky ARP エントリは SVI およびレイヤ 3 インターフェイスで学習されます。エントリには期限切れがありません。
  - **ip sticky-arp** グローバル コンフィギュレーション コマンドはプライベート VLAN に属する SVI でだけサポートされます。
  - **ip sticky-arp** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドは次のインターフェイスでだけサポートされます。

    レイヤ 3 インターフェイス

    標準 VLAN に属する SVI

    プライベート VLAN に属する SVI

ip sticky-arp *グローバル* コンフィギュレーションおよび **ip sticky-arp** *インターフェイス* コンフィギュレーション コマンドの使用方法の詳細については、このリリースのコマンド リファレンスを参照してください。

- プライマリおよびセカンダリ VLAN で VLAN マップを設定できます（「VLAN マップの設定」（P.33-31）を参照）。ただし、プライベート VLAN のプライマリおよびセカンダリ VLAN に同じ VLAN マップを設定することを推奨します。
- フレームがプライベート VLAN 内で転送されるレイヤ 2 の場合、同じ VLAN マップが入力側と出力側の両方に適用されます。フレームがプライベート VLAN の内側から外部ポートにルーティングされる場合、プライベート VLAN マップが入力側に適用されます。
  - ホスト ポートから混合ポートへのアップストリームで送信されるフレームの場合、セカンダリ VLAN に設定されている VLAN マップが適用されます。
  - 混合ポートからホスト ポートへのダウンストリームで送信されるフレームの場合、プライマリ VLAN に設定されている VLAN マップが適用されます。

  プライベート VLAN の特定の IP トラフィックをフィルタリングするには、VLAN マップをプライマリおよびセカンダリ VLAN の両方に適用します。
- プライマリ VLAN SVI にだけルータ Access Control List（ACL; アクセス コントロール リスト）を適用できます。ACL はプライマリおよびセカンダリ VLAN のレイヤ 3 トラフィックに適用されます。
- プライベート VLAN がレイヤ 2 でホストを分離していても、ホストはレイヤ 3 で互いに通信できます。
- プライベート VLAN は、次の Switched Port Analyzer（SPAN; スイッチド ポート アナライザ）機能をサポートします。
  - プライベート VLAN を SPAN 送信元ポートとして設定できます。
  - VLAN-based SPAN（VSPAN）はプライマリ VLAN、独立 VLAN、およびコミュニティ VLAN で使用できます。また、出力または入力トラフィックを別々にモニタするために、1 つの VLAN でだけ SPAN を使用できます。

プライベート VLAN ポート設定

プライベート VLAN ポートの設定を行うときは、次の注意事項に従ってください。

- プライマリ VLAN、独立 VLAN、またはコミュニティ VLAN にポートを割り当てるには、プライベート VLAN コンフィギュレーション コマンドだけを使用します。プライマリ VLAN、独立 VLAN、またはコミュニティ VLAN として設定した VLAN に割り当てられたレイヤ 2 アクセス ポートは、VLAN がプライベート VLAN 設定の一部の間は非アクティブになります。レイヤ 2 トランク インターフェイスは STP フォワーディング ステートのままです。
- Port Aggregation Protocol（PAgP; ポート集約プロトコル）または Link Aggregation Control Protocol（LACP）EtherChannel に属するポートをプライベート VLAN ポートとして設定しないでください。ポートがプライベート VLAN 設定の一部である間は、ポートの EtherChannel 設定は非アクティブです。
- 誤った設定による STP ループを発生させず、STP コンバージェンスを高速にするために、独立およびコミュニティ ホスト ポートで PortFast および BPDU（ブリッジ プロトコル データ ユニット）ガードをイネーブルにします（第 18 章「オプションのスパニング ツリー機能の設定」を参照）。イネーブルの場合、STP はすべての PortFast が設定されたレイヤ 2 LAN ポートに BPDU ガード機能を適用します。PortFast および BPDU ガードを混合ポートでイネーブルにしないでください。
- プライベート VLAN 設定で VLAN を削除した場合、VLAN に対応付けられたプライベート VLAN ポートが非アクティブになります。
- デバイスがトランクに接続されていてプライマリおよびセカンダリ VLAN がトランクから削除されていない場合、プライベート VLAN ポートを別のネットワーク デバイス上に設定できます。

他の機能との間の制限

（注）　エラー メッセージなしで設定が受け入れられていてもコマンドが機能しない場合があります。

- フォールバック ブリッジングをプライベート VLAN のスイッチに設定しないでください。
- Internet Group Management Protocol（IGMP）スヌーピングがスイッチ上でイネーブル（デフォルト）の場合、スイッチがサポートするプライベート VLAN ドメイン数は、20 までです。
- Remote SPAN（RSPAN; リモート SPAN）をプライベート VLAN のプライマリまたはセカンダリ VLAN として設定しないでください。

  SPAN の詳細については、第 28 章「SPAN および RSPAN の設定」を参照してください。
- 次のような機能が設定されているインターフェイスにプライベート VLAN ポートを設定しないでください。
  - ダイナミック アクセス ポート VLAN メンバシップ
  - Dynamic Trunking Protocol（DTP; ダイナミック トランキング プロトコル）
  - PAgP
  - LACP
  - Multicast VLAN Registration（MVR; マルチキャスト VLAN レジストレーション）
  - 音声 VLAN
  - Web Cache Communication Protocol（WCCP）
- プライベート VLAN ポートをセキュア ポートにできません。また、保護ポートとしても設定できません。
- IEEE 802.1X ポートベース認証をプライベート VLAN ポートに設定できますが、IEEE 802.1X とポート セキュリティ、音声 VLAN、またはポート単位のユーザ ACL を、プライベート VLAN ポートに設定できません。
- プライベート VLAN ホストまたは混合ポートは SPAN 宛先ポートにはできません。SPAN 宛先ポートをプライベート VLAN ポートに設定した場合、ポートは非アクティブになります。
- プライマリ VLAN 内の混合ポートにスタティック MAC アドレスを設定した場合、同じスタティック アドレスをすべての関連セカンダリ VLAN に追加する必要があります。セカンダリ VLAN 内ホスト ポートにスタティック MAC アドレスを設定した場合、同じスタティック アドレスをすべての関連プライマリ VLAN に追加する必要があります。スタティック MAC アドレスをプライベート VLAN ポートから削除する際に、設定されている MAC アドレスのすべてのインスタンスをプライベート VLAN から削除する必要があります。

  （注）　プライベート LAN 上にある 1 つの VLAN で学習されたダイナミック MAC アドレスは、関連 VLAN に複製されます。たとえば、セカンダリ VLAN で学習された MAC アドレスはプライマリ VLAN に複製されます。元のダイナミック MAC アドレスが削除されたり期限が切れた場合、複製アドレスは MAC アドレス テーブルから削除されます。
- レイヤ 3 VLAN インターフェイスをプライマリ VLAN に対してだけ設定します。

プライベート VLAN 内の VLAN の設定および対応付け

プライベート VLAN を設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を行います。

（注）　**private-vlan** コマンドは VLAN コンフィギュレーション モードを終了するまで機能しません。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**vtp mode transparent**	VTP モードをトランスペアレントに設定します（VTP をディセーブルにします）。
ステップ 3	**vlan** *vlan-id*	VLAN コンフィギュレーション モードを開始して、プライマリ VLAN となる VLAN を指定するか作成します。VLAN ID の範囲は 2 ～ 1001 および 1006 ～ 4094 です。
ステップ 4	**private-vlan primary**	VLAN をプライマリ VLAN として指定します。
ステップ 5	**exit**	グローバル コンフィギュレーション モードに戻ります。
ステップ 6	**vlan** *vlan-id*	（任意）VLAN コンフィギュレーション モードを開始して、独立 VLAN となる VLAN を指定するか作成します。VLAN ID の範囲は 2 ～ 1001 および 1006 ～ 4094 です。
ステップ 7	**private-vlan isolated**	VLAN を独立 VLAN として指定します。
ステップ 8	**exit**	グローバル コンフィギュレーション モードに戻ります。
ステップ 9	**vlan** *vlan-id*	（任意）VLAN コンフィギュレーション モードを開始して、コミュニティ VLAN となる VLAN を指定するか作成します。VLAN ID の範囲は 2 ～ 1001 および 1006 ～ 4094 です。
ステップ 10	**private-vlan community**	VLAN をコミュニティ VLAN として指定します。
ステップ 11	**exit**	グローバル コンフィギュレーション モードに戻ります。
ステップ 12	**vlan** *vlan-id*	ステップ 2 で指定したプライマリ VLAN 用の VLAN コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 13	**private-vlan association** [**add** | **remove**] *secondary_vlan_list*	セカンダリ VLAN をプライマリ VLAN に関連付けます。
ステップ 14	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 15	**show vlan private-vlan** [**type**] または **show interfaces status**	設定を確認します。
ステップ 16	**copy running-config startup config**	スイッチのスタートアップ コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。プライベート VLAN 設定を保存するには、スイッチのスタートアップ コンフィギュレーション ファイルに VTP トランスペアレント モード設定とプライベート VLAN 設定を保存する必要があります。保存しないと、スイッチをリセットした場合、デフォルトの VTP サーバ モードになり、プライベート VLAN をサポートしなくなります。

セカンダリ VLAN をプライマリ VLAN に関連付ける際に、構文に関して次のことに留意してください。

- *secondary_vlan_list* パラメータにはスペースを含められません。項目を分けるためにカンマを複数使用できます。各項目には、単独のプライベート VLAN ID またはハイフンを使用したプライベート VLAN ID の範囲を指定できます。
- *secondary_vlan_list* パラメータには複数のコミュニティ VLAN ID を含められますが、独立 VLAN ID は 1 つだけです。
- *secondary_vlan_list* を入力するか、または **add** キーワードを指定した *secondary_vlan_list* を使用してセカンダリ VLAN とプライマリ VLAN を関連付けます。
- **remove** キーワードとともに *secondary_vlan_list* を使用して、セカンダリ VLAN とプライマリ VLAN の関連付けを解除します。
- このコマンドは、VLAN コンフィギュレーション モードを終了するまで機能しません。

次に、VLAN 20 をプライマリ VLAN、VLAN 501 を独立 VLAN、VLAN 502 および 503 をコミュニティ VLAN として設定し、これらをプライベート VLAN 内で関連付けして、設定を確認する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# vlan 20
Switch(config-vlan)# private-vlan primary
Switch(config-vlan)# exit
Switch(config)# vlan 501
Switch(config-vlan)# private-vlan isolated
Switch(config-vlan)# exit
Switch(config)# vlan 502
Switch(config-vlan)# private-vlan community
Switch(config-vlan)# exit
Switch(config)# vlan 503
Switch(config-vlan)# private-vlan community
Switch(config-vlan)# exit
Switch(config)# vlan 20
Switch(config-vlan)# private-vlan association 501-503
Switch(config-vlan)# end
Switch(config)# show vlan private vlan
Primary Secondary Type              Ports
------- --------- ----------------- ------------------------------------------
20      501       isolated
20      502       community
20      503       community
20      504       non-operational
```

プライベート VLAN ホスト ポートとしてのレイヤ 2 インターフェイスの設定

レイヤ 2 インターフェイスをプライベート VLAN ホスト ポートとして設定し、これをプライマリおよびセカンダリ VLAN と関連付けるには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

（注）　独立およびコミュニティ VLAN はいずれもセカンダリ VLAN です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始し、設定するレイヤ 2 インターフェイスを指定します。
ステップ 3	**switchport mode private-vlan host**	レイヤ 2 ポートをプライベート VLAN ホスト ポートとして設定します。
ステップ 4	**switchport private-vlan host-association** *primary_vlan_id secondary_vlan_id*	レイヤ 2 ポートをプライベート VLAN に関連付けます。
ステップ 5	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 6	**show interfaces** [*interface-id*] **switchport**	設定を確認します。
ステップ 7	**copy running-config startup config**	（任意）スイッチのスタートアップ コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

次に、インターフェイスをプライベート VLAN ホスト ポートとして設定し、これにプライベート VLAN ペアを関連付けて、設定を確認する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# interface gigatibethernet0/22
Switch(config-if)# switchport mode private-vlan host
Switch(config-if)# switchport private-vlan host-association 20 25
Switch(config-if)# end
Switch# show interfaces gigabitethernet0/22 switchport
Name: Gi0/22
Switchport: Enabled
Administrative Mode: private-vlan host
Operational Mode: private-vlan host
Administrative Trunking Encapsulation: negotiate
Operational Trunking Encapsulation: native
Negotiation of Trunking: Off
Access Mode VLAN: 1 (default)
Trunking Native Mode VLAN: 1 (default)
Administrative Native VLAN tagging: enabled
Voice VLAN: none
Administrative private-vlan host-association: 20 (VLAN0020) 25 (VLAN0025)
Administrative private-vlan mapping: none
Administrative private-vlan trunk native VLAN: none
Administrative private-vlan trunk Native VLAN tagging: enabled
Administrative private-vlan trunk encapsulation: dot1q
Administrative private-vlan trunk normal VLANs: none
Administrative private-vlan trunk private VLANs: none
Operational private-vlan:
20 (VLAN0020) 25 (VLAN0025)

<output truncated>
```

プライベート VLAN 混合ポートとしてのレイヤ 2 インターフェイスの設定

レイヤ 2 インターフェイスをプライベート VLAN 混合ポートとして設定し、これをプライマリおよびセカンダリ VLAN にマッピングするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

（注）　独立およびコミュニティ VLAN はいずれもセカンダリ VLAN です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始し、設定するレイヤ 2 インターフェイスを指定します。
ステップ 3	**switchport mode private-vlan promiscuous**	レイヤ 2 ポートをプライベート VLAN 混合ポートとして設定します。
ステップ 4	**switchport private-vlan mapping** *primary_vlan_id* {**add** | **remove**} *secondary_vlan_list*	プライベート VLAN 混合ポートをプライマリ VLAN と選択したセカンダリ VLAN にマッピングします。
ステップ 5	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 6	**show interfaces** [*interface-id*] **switchport**	設定を確認します。
ステップ 7	**copy running-config startup config**	（任意）スイッチのスタートアップ コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

レイヤ 2 インターフェイスをプライベート VLAN 混合ポートとして設定した場合、構文に関して次のことに留意してください。

- *secondary_vlan_list* パラメータにはスペースを含められません。項目を分けるためにカンマを複数使用できます。各項目には、単独のプライベート VLAN ID またはハイフンを使用したプライベート VLAN ID の範囲を指定できます。
- *secondary_vlan_list* を入力するか、または **add** キーワードを指定した *secondary_vlan_list* を使用してセカンダリ VLAN とプライマリ VLAN をプライベート VLAN 混合ポートにマッピングします。
- **remove** キーワードを指定した *secondary_vlan_list* を使用して、セカンダリ VLAN とプライベート VLAN 混合ポートのマッピングを解除します。

次に、インターフェイスをプライベート VLAN 混合ポートとして設定してそれをプライベート VLAN にマッピングする例を示します。インターフェイスはプライマリ VLAN 20 のメンバで、セカンダリ VLAN 501 ～ 503 はこれにマッピングされます。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# interface gigatibethernet0/2
Switch(config-if)# switchport mode private-vlan promiscuous
Switch(config-if)# switchport private-vlan mapping 20 add 501-503
Switch(config-if)# end
```

スイッチ上のプライマリ VLAN、セカンダリ VLAN、およびプライベート VLAN ポートを表示する場合は、**show vlan private-vlan** または **show interface status** 特権 EXEC コマンドを使用します。

セカンダリ VLAN のプライマリ VLAN レイヤ 3 VLAN インターフェイスへのマッピング

プライベート VLAN が VLAN 間ルーティングに使用される場合、SVI をプライマリ VLAN に設定してセカンダリ VLAN を SVI にマッピングできます。

（注）　独立およびコミュニティ VLAN はいずれもセカンダリ VLAN です。

セカンダリ VLAN をプライマリ VLAN の SVI にマッピングしてプライベート VLAN トラフィックのレイヤ 3 スイッチングを可能にするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface vlan** *primary_vlan_id*	プライマリ VLAN でインターフェイス コンフィギュレーション モードを開始して VLAN を SVI として設定します。VLAN ID の範囲は 2 ～ 1001 および 1006 ～ 4094 です。
ステップ 3	**private-vlan mapping** [**add** | **remove**] *secondary_vlan_list*	セカンダリ VLAN をプライマリ VLAN のレイヤ 3 VLAN インターフェイスにマッピングしてプライベート VLAN 入力トラフィックのレイヤ 3 スイッチングを可能にします。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show interface private-vlan mapping**	設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup config**	（任意）スイッチのスタートアップ コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

（注）　**private-vlan mapping** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドは、レイヤ 3 スイッチングされているプライベート VLAN トラフィックにだけ影響します。

セカンダリ VLAN をプライマリ VLAN のレイヤ 3 VLAN インターフェイスにマッピングする際、構文について次の点に留意してください。

- *secondary_vlan_list* パラメータにはスペースを含められません。項目を分けるためにカンマを複数使用できます。各項目には、単独のプライベート VLAN ID またはハイフンを使用したプライベート VLAN ID の範囲を指定できます。
- *secondary_vlan_list* を入力するか、または **add** キーワードを指定した *secondary_vlan_list* を使用してセカンダリ VLAN をプライマリ VLAN にマッピングします。
- **remove** キーワードを指定した *secondary_vlan_list* を使用して、セカンダリ VLAN とプライマリ VLAN のマッピングを解除します。

次に、VLAN 501 および 502 のインターフェイスをプライマリ VLAN 10 にマッピングする例を示します。VLAN 10 では、プライベート VLAN 501 から 502 へのセカンダリ VLAN 入力トラフィックのルーティングが許可されます。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# interface vlan 10
Switch(config-if)# private-vlan mapping 501-502
Switch(config-if)# end
Switch# show interfaces private-vlan mapping
Interface Secondary VLAN Type
--------- -------------- -----------------
vlan10    501            isolated
vlan10    502            community
```

プライベート VLAN のモニタリング

表 15-1　プライベート VLAN モニタリング コマンド

コマンド	目的
show interfaces status	所属する VLAN を含む、インターフェイスのステータスを表示します。
show vlan private-vlan [**type**]	スイッチのプライベート VLAN 情報を表示します。
show interface switchport	インターフェイス上のプライベート VLAN 設定を表示します。
show interface private-vlan mapping	VLAN SVI のプライベート VLAN マッピングに関する情報を表示します。

次に、**show vlan private-vlan** コマンドからの出力例を示します。

```
Switch(config)# show vlan private-vlan
Primary Secondary Type              Ports
------- --------- ----------------- ------------------------------------------
10      501       isolated          Fa0/1, Gi0/1, Gi0/3
10      502       community         Fa0/11, Gi0/1, Gi0/4

10      503       non-operational
```

CHAPTER 16

IEEE 802.1Q トンネリングおよびレイヤ 2 プロトコル トンネリングの設定

Virtual Private Network（VPN; バーチャル プライベート ネットワーク）では、多くの場合にイーサネットベースの共有インフラストラクチャである企業規模の接続に、プライベート ネットワークと同じセキュリティ、プライオリティ、信頼性、管理の容易さが提供されます。トンネリングは、サービス プロバイダーのネットワークを越えて複数のカスタマーのトラフィックを運び、その他のカスタマーのトラフィックに影響を与えずに、それぞれのカスタマーの VLAN およびレイヤ 2 プロトコルの設定を維持する必要があるサービス プロバイダー用に設計された機能です。Catalyst 3560 スイッチでは、IEEE 802.1Q トンネリングおよびレイヤ 2 プロトコル トンネリングがサポートされています。

（注） この章で使用するコマンドの構文および使用方法の詳細については、このリリースのコマンド リファレンスを参照してください。

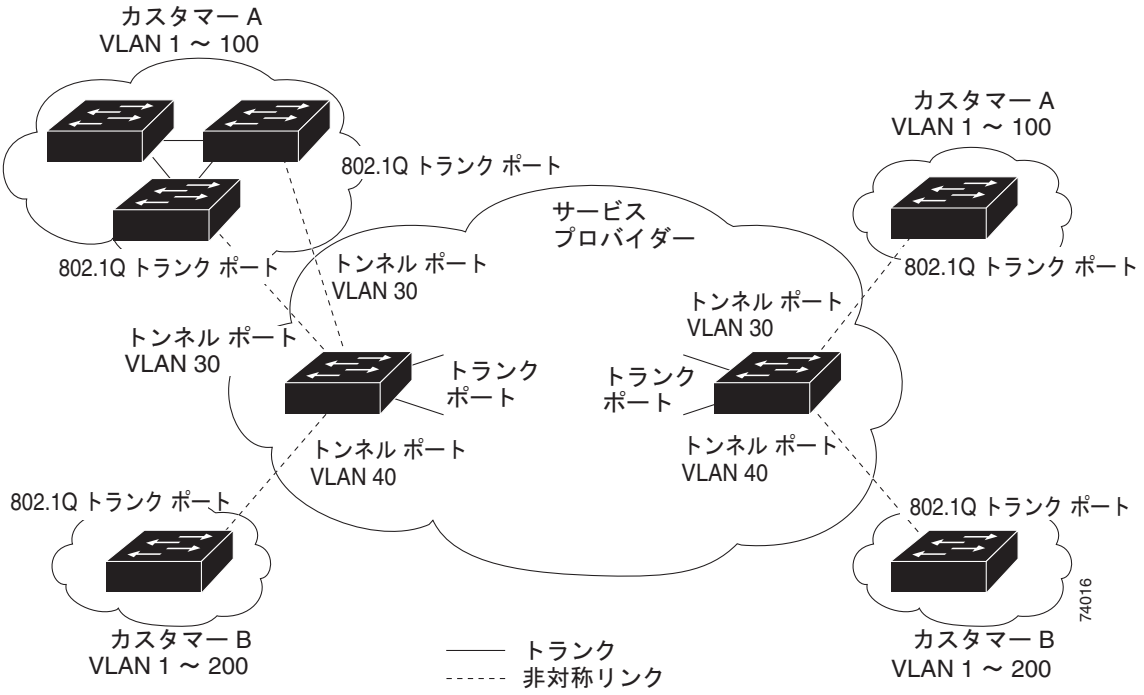
IEEE 802.1Q トンネリングの概要

サービス プロバイダーのビジネス カスタマーには、多くの場合、サポートする VLAN ID および VLAN の数に固有の要件があります。同一サービス プロバイダー ネットワークのさまざまなカスタマーが必要とする VLAN 範囲は重複し、インフラストラクチャを通るカスタマーのトラフィックは混在することがあります。それぞれのカスタマーに VLAN ID の固有の範囲を割り当てると、カスタマーの設定が制限され、IEEE 802.1Q 仕様の VLAN 制限（4096）を簡単に越えてしまうことがあります。

サービス プロバイダーは、IEEE 802.1Q トンネリング機能を使用すると、単一の VLAN を使用して、複数の VLAN を含むカスタマーをサポートできます。カスタマーの VLAN ID は、同一 VLAN にあるように見えても保護され、さまざまなカスタマーのトラフィックは、サービス プロバイダー ネットワーク内で区別されます。IEEE 802.1Q トンネリングを使用すると、VLAN 内の VLAN 階層を使用してタグ付きパケットにタグを再び付けることで、VLAN 容量が拡大します。IEEE 802.1Q トンネリングをサポートするように設定したポートは、*トンネル ポート*と呼ばれます。トンネリングを設定する場合は、トンネリング専用の VLAN ID にトンネル ポートを割り当てます。それぞれのカスタマーには個別のサービス プロバイダー VLAN ID が必要ですが、その VLAN ID ではすべてのカスタマーの VLAN がサポートされます。

適切な VLAN ID で通常どおりにタグ付けされたカスタマーのトラフィックは、カスタマー デバイスの IEEE 802.1Q トランク ポートからサービス プロバイダーのエッジ スイッチのトンネル ポートに発信されます。カスタマー デバイスとエッジ スイッチ間のリンクは、片方が IEEE 802.1Q トランク ポートとして設定され、もう一方がトンネル ポートとして設定されているので非対称です。それぞれのカスタマーに固有のアクセス VLAN ID には、トンネル ポート インターフェイスを割り当てます。
図 16-1 を参照してください。

図 16-1　サービス プロバイダー ネットワークの IEEE 802.1Q トンネル ポート

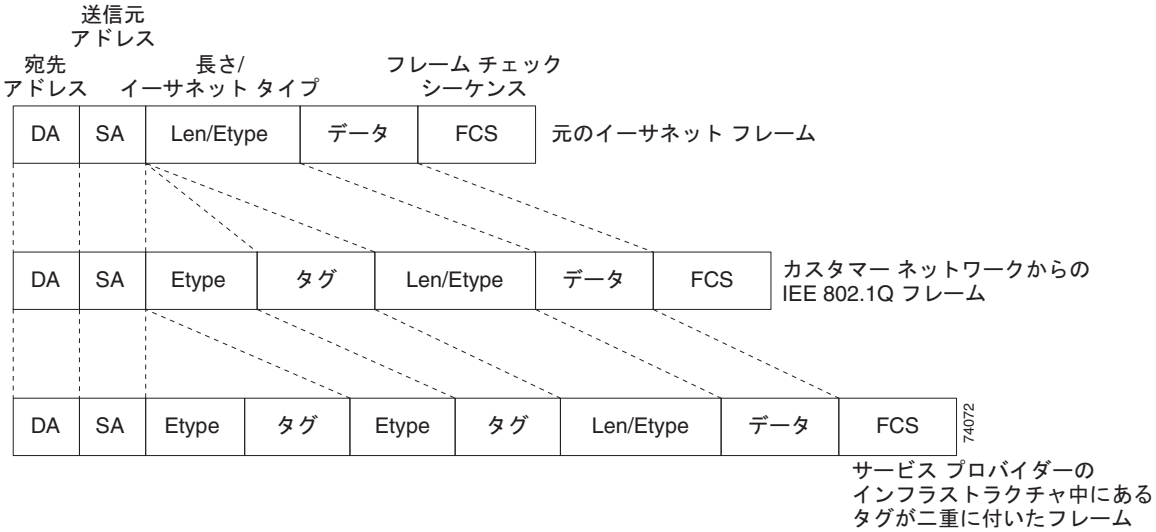


カスタマーのトランク ポートからサービス プロバイダーのエッジ スイッチのトンネル ポートに発信されるパケットには、通常、適切な VLAN ID とともに IEEE 802.1Q タグが付いています。タグ付きパケットはスイッチ内でそのまま残り、トランク ポートからサービス プロバイダー ネットワークに発信されると、カスタマーに固有の VLAN ID を含む IEEE 802.1Q タグの別のレイヤ（*メトロ タグ*と呼ばれる）でカプセル化されます。カスタマーの元の IEEE 802.1Q タグは、カプセル化されたパケット内で保護されます。このため、サービス プロバイダー ネットワークに入るパケットには、カスタマーのアクセス VLAN ID を含む外部（メトロ）タグ、および着信トラフィックのものである内部 VLAN ID という、二重のタグが付いています。

二重タグ パケットがサービス プロバイダー コア スイッチの別のトランク ポートに入ると、スイッチがパケットを処理する間に外部タグが外されます。パケットが、そのコア スイッチの別のトランク ポートを出るとき、同じメトロ タグがパケットに再び追加されます。図 16-2 に、二重タグ パケットのタグ構造を示します。

（注） カプセル化された着信パケットによってそのトランク ポートが errdisable に変更されたため、トランク ポートからレイヤ 2 プロトコル設定を削除します。カプセル化された発信 VTP（CDP および STP）パケットが、そのトランクからドロップされます。

図 16-2　元の（通常）イーサネット パケット、IEEE 802.1Q イーサネット パケット、二重タグ イーサネット パケットの形式



パケットがサービス プロバイダー出力スイッチのトランク ポートに入ると、スイッチがパケットを内部処理する間に外部タグは再び外されます。しかし、パケットがエッジ スイッチのトンネル ポートからカスタマー ネットワークに送信されるとき、メトロ タグは追加されません。パケットは通常の IEEE 802.1Q タグ フレームとして送信され、カスタマー ネットワーク内で元の VLAN 番号は保護されます。

図 16-1 では、カスタマー A に VLAN 30 が、カスタマー B に VLAN 40 が割り当てられています。エッジ スイッチのトンネル ポートに入る、IEEE 802.1Q タグが付いたパケットには、サービス プロバイダー ネットワークに入るとき、VLAN ID 30 または 40 を適切に含む外部タグ、および VLAN 100 などの元の VLAN 番号を含む内部タグが付いて 二重タグになります。カスタマー A とカスタマー B の両方が、それぞれのネットワーク内で VLAN 100 を含んでいても、外部タグが異なるので、サービス プロバイダー ネットワーク内で区別されます。それぞれのカスタマーは、その他のカスタマーが使用する VLAN 番号スペース、およびサービス プロバイダー ネットワークが使用する VLAN 番号スペースから独立した、独自の VLAN 番号スペースを制御します。

発信トンネル ポートでは、カスタマーのネットワーク上の元の VLAN 番号が回復されます。トンネリングおよびタグ付けを複数のレベルにすることもできますが、このリリースのスイッチでは 1 レベルだけがサポートされます。

カスタマー ネットワークから発信されるトラフィックにタグ（ネイティブ VLAN フレーム）が付いていない場合、そのパケットのブリッジングまたはルーティングは通常パケットとして行われます。エッジ スイッチのトンネル ポートを通ってサービス プロバイダー ネットワークに入るすべてのパケットは、タグが付いていないか、IEEE 802.1Q ヘッダーですでにタグが付いているかに関係なく、タグなしパケットとして扱われます。パケットは、IEEE 802.1Q トランク ポートでサービス プロバイダー ネットワークを通じて送信される場合、メトロ タグ VLAN ID（トンネル ポートのアクセス VLAN に設定）でカプセル化されます。メトロ タグのプライオリティ フィールドは、トンネル ポートで設定されているインターフェイス Class of Service（CoS; サービス クラス）プライオリティに設定されます（設定されていない場合、デフォルトはゼロです）。

IEEE 802.1Q トンネリングの設定

IEEE 802.1Q トンネリングのデフォルト設定

デフォルトの場合、デフォルト switchport モードが dynamic auto であるため、IEEE 802.1Q トンネルはディセーブルです。すべての IEEE 802.1Q トランク ポートにおける IEEE 802.1Q ネイティブ VLAN パケットのタグ付けもディセーブルです。

IEEE 802.1Q トンネリング設定時の注意事項

IEEE 802.1Q トンネリングを設定する場合は、カスタマー デバイスおよびエッジ スイッチの間で非対称リンクを常に使用する必要があります。カスタマー デバイスのポートを IEEE 802.1Q トランク ポートに、エッジ スイッチのポートをトンネル ポートとして設定してください。

トンネリングに使用する VLAN だけにトンネル ポートを割り当ててください。

ネイティブ VLAN および Maximum Transmission Unit（MTU; 最大伝送ユニット）の設定要件については、次の項で説明します。

ネイティブ VLAN

エッジ スイッチで IEEE 802.1Q トンネリングを設定する場合は、サービス プロバイダー ネットワークにパケットを送信するために、IEEE 802.1Q トランク ポートを使用する必要があります。しかしサービス プロバイダー ネットワークのコアを通過するパケットは、IEEE 802.1Q トランク、ISL トランク、非トランキング リンクのいずれかで送信できます。コア スイッチで IEEE 802.1Q トランクを使用する場合、IEEE 802.1Q トランクのネイティブ VLAN を、同一スイッチの非トランキング（トンネリング）ポートのネイティブ VLAN と一致させることはできません。ネイティブ VLAN のトラフィックに、IEEE 802.1Q 送信トランク ポートでタグが付かないためです。

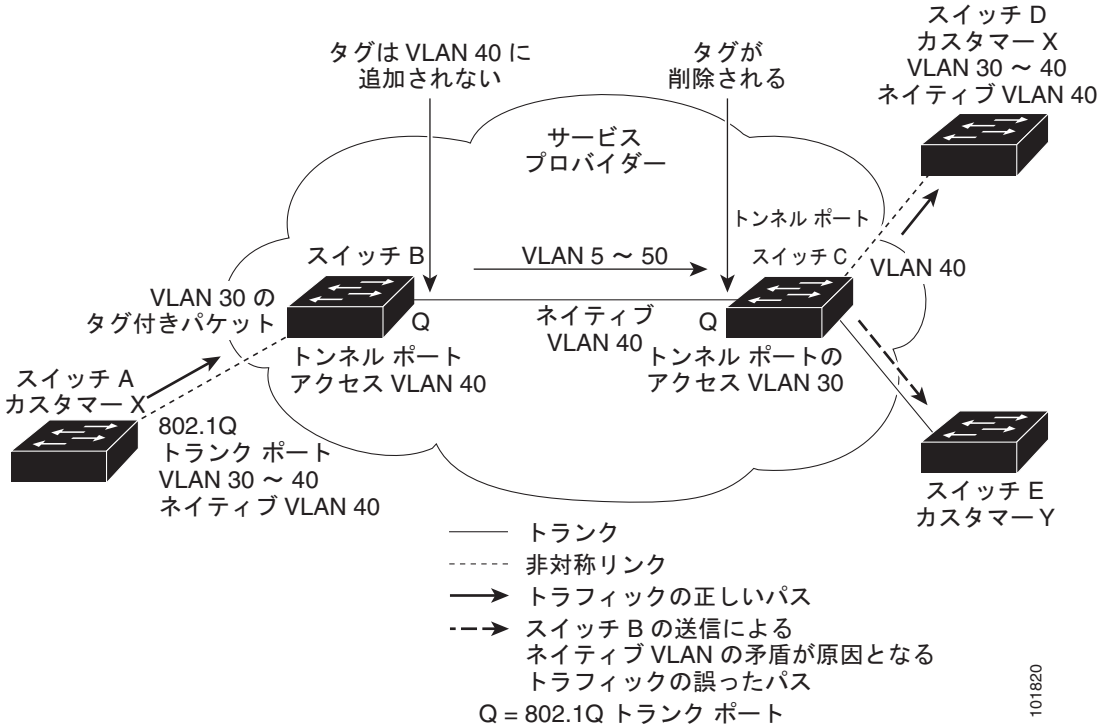
図 16-3 を参照してください。VLAN 40 は、サービス プロバイダー ネットワークの入力エッジ スイッチ（スイッチ B）において、カスタマー X からの IEEE 802.1Q トランク ポートのネイティブ VLAN として設定されています。カスタマー X のスイッチ A は、VLAN 30 のタグ付きパケットを、アクセス VLAN 40 に属している、サービス プロバイダー ネットワークのスイッチ B の入力トンネル ポートに送信します。トンネル ポートのアクセス VLAN（VLAN 40）は、エッジ スイッチのトランク ポートのネイティブ VLAN（VLAN 40）と同じなので、トンネル ポートから受信したタグ付きパケットにメトロ タグは追加されません。パケットには VLAN 30 タグだけが付き、サービス プロバイダー ネットワークで出力エッジ スイッチ（スイッチ C）のトランク ポートに送信され、出力スイッチ トンネル ポートによってカスタマー Y に間違えて送信されます。

この問題の解決方法は次のとおりです。

- **vlan dot1q tag native** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用し、ネイティブ VLAN を含む、IEEE 802.1Q トランクから発信されるすべてのパケットがタグ付けされるようにエッジ スイッチを設定します。すべての IEEE 802.1Q トランクでネイティブ VLAN パケットにタグを付けるようにスイッチを設定した場合、スイッチはタグなしパケットを受信しますが、タグ付きパケットだけを送信します。

- エッジ スイッチのトランク ポートのネイティブ VLAN ID が、カスタマー VLAN 範囲内でないことを確認します。たとえばトランク ポートが VLAN100 ～ 200 のトラフィックを運ぶ場合は、この範囲以外の番号をネイティブ VLAN に割り当てます。

図 16-3　IEEE 802.1Q トンネリングおよびネイティブ VLAN に潜在する問題



システム MTU

スイッチのトラフィックのデフォルト システム MTU は 1500 バイトです。**system mtu** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用すると、1500 バイトより大きいフレームをサポートするようにファスト イーサネット ポートを設定できます。**system mtu jumbo** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用すると、1500 バイトより大きいフレームをサポートするようにギガビット イーサネット ポートを設定できます。IEEE 802.1Q トンネリング機能では、メトロ タグが追加されると、フレーム サイズが 4 バイト増加するので、スイッチ システム MTU サイズを最低 1504 バイトに増加して最大フレームを処理できるように、サービス プロバイダー ネットワークのすべてのスイッチを設定する必要があります。ギガビット イーサネット インターフェイスの最大許容システム MTU は 9000 バイトです。ファスト イーサネット インターフェイスの最大システム MTU は 1998 バイトです。

IEEE 802.1Q トンネリングおよびその他の機能

IEEE 802.1Q トンネリングはレイヤ 2 パケット スイッチングで適切に動作しますが、一部のレイヤ 2 機能およびレイヤ 3 スイッチングの間には非互換性があります。

- トンネル ポートはルーテッド ポートにできません。
- IEEE 802.1Q ポートを含む VLAN では IP ルーティングがサポートされません。トンネル ポートから受信したパケットは、レイヤ 2 情報だけに基づいて転送されます。トンネル ポートを含む Switch Virtual Interface（SVI; スイッチ仮想インターフェイス）でルーティングがイネーブルであ

る場合、トンネル ポートから受信したタグなし IP パケットは、スイッチに認識されてルーティングされます。カスタマーは、ネイティブ VLAN でインターネットにアクセスできます。このアクセスが必要ない場合は、トンネル ポートを含む VLAN で SVI を設定しないでください。

- フォールバック ブリッジングは、トンネル ポートでサポートされません。トンネル ポートから受信したすべての IEEE 802.1Q タグ付きパケットは IP 以外のパケットとして扱われるので、トンネル ポートが設定されている VLAN でフォールバック ブリッジングがイネーブルである場合、IP パケットは VLAN を越えて不適切にブリッジングされます。このため、トンネル ポートを含む VLAN ではフォールバック ブリッジングをイネーブルに*しないでください*。
- トンネル ポートでは IP Access Control List（ACL; アクセス コントロール リスト）がサポートされません。
- レイヤ 3 情報に関連するレイヤ 3 Quality of Service（QoS）ACL およびその他の QoS 機能は、トンネル ポートでサポートされません。MAC ベース QoS はトンネル ポートでサポートされます。
- IEEE 802.1Q 設定が EtherChannel ポート グループ内で矛盾しない場合、EtherChannel ポート グループにはトンネル ポートとの互換性があります。
- Port Aggregation Protocol（PAgP; ポート集約プロトコル）、Link Aggregation Control Protocol（LACP）、UniDirectional Link Detection（UDLD; 単一方向リンク検出）は、IEEE 802.1Q トンネリング ポートでサポートされます。
- トンネル ポートとトランク ポートで非対称リンクを手動で設定する必要があるので、Dynamic Trunking Protocol（DTP; ダイナミック トランキング プロトコル）には IEEE 802.1Q トンネリングとの互換性がありません。
- VLAN Trunking Protocol（VTP）は、非対称リンクで接続されているデバイス間、またはトンネルを通して通信を行うデバイス間で動作しません。
- IEEE 802.1Q トンネル ポートでは、ループバック検出がサポートされます。
- IEEE 802.1Q トンネル ポートとしてポートを設定すると、スパニング ツリー Bridge Protocol Data Unit（BPDU; ブリッジ プロトコル データ ユニット）フィルタリングがインターフェイスで自動的にイネーブルになります。Cisco Discovery Protocol（CDP; シスコ検出プロトコル）および Layer Link Discovery Protocol（LLDP）は、インターフェイスで自動的にディセーブルになります。

IEEE 802.1Q トンネリング ポートの設定

IEEE 802.1Q トンネル ポートとしてポート設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	トンネル ポートとして設定するインターフェイスのインターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。これは、カスタマー スイッチに接続するサービス プロバイダー ネットワークのエッジ ポートである必要があります。有効なインターフェイスには、物理インターフェイスおよびポートチャネル論理インターフェイス（ポート チャネル 1 ～ 48）が含まれます。
ステップ 3	**switchport access vlan** *vlan-id*	デフォルト VLAN を指定します。これは、インターフェイスがトランキングを停止した場合に使用されます。この VLAN ID は特定カスタマーに固有です。
ステップ 4	**switchport mode dot1q-tunnel**	IEEE 802.1Q トンネル ポートとしてインターフェイスを設定します。
ステップ 5	**exit**	グローバル コンフィギュレーション モードに戻ります。

	コマンド	目的
ステップ 6	**vlan dot1q tag native**	（任意）すべての IEEE 802.1Q トランク ポートでネイティブ VLAN パケットのタグ付けをイネーブルにするようにスイッチを設定します。これを設定せず、カスタマー VLAN ID がネイティブ VLAN と同じである場合、トランク ポートはメトロ タグを適用せず、パケットは誤った宛先に送信される可能性があります。
ステップ 7	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 8	**show running-config**	IEEE 802.1Q トンネリング用に設定したポートを表示します。
	show dot1q-tunnel	トンネリング モードになっているポートを表示します。
ステップ 9	**show vlan dot1q tag native**	IEEE 802.1Q ネイティブ VLAN タグ付けステータスを表示します。
ステップ 10	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

dynamic desirable のデフォルト状態にポートを戻すには、**no switchport mode dot1q-tunnel** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。ネイティブ VLAN パケットのタグ付けをディセーブルにするには、**no vlan dot1q tag native** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次は、トンネル ポートとしてインターフェイスを設定してネイティブ VLAN パケットのタグ付けをイネーブルにし、設定を確認する方法の例です。この設定では、ギガビット イーサネット インターフェイス 7 に接続するカスタマーの VLAN ID は、VLAN 22 になります。

```
Switch(config)# interface gigabitethernet0/7
Switch(config-if)# switchport access vlan 22
% Access VLAN does not exist. Creating vlan 22
Switch(config-if)# switchport mode dot1q-tunnel
Switch(config-if)# exit
Switch(config)# vlan dot1q tag native
Switch(config)# end
Switch# show dot1q-tunnel interface gigabitethernet0/7
Port
-----
Gi0/1Port

-----
Switch# show vlan dot1q tag native
dot1q native vlan tagging is enabled
```

レイヤ 2 プロトコル トンネリングの概要

サービス プロバイダー ネットワークを越えて接続されている、さまざまなサイトのカスタマーは、さまざまなレイヤ 2 プロトコルを使用してトポロジをスケールし、すべてのリモート サイトおよびローカル サイトを含める必要があります。STP を適切に動作させる必要があり、サービス プロバイダー ネットワークを越えたローカル サイトおよびすべてのリモート サイトを含む、適切なスパニング ツリーをすべての VLAN で構築する必要があります。CDP では、隣接するシスコ デバイスをローカル サイトおよびリモート サイトから検出する必要があります。VTP では、カスタマー ネットワークのすべてのサイトで矛盾しない VLAN 設定を提供する必要があります。

プロトコル トンネリングがイネーブルである場合、サービス プロバイダー ネットワークの着信側のエッジ スイッチでは、特殊 MAC アドレスでレイヤ 2 プロトコル パケットがカプセル化され、サービス プロバイダー ネットワークを越えて送信されます。ネットワークのコア スイッチでは、このパケットが処理されずに通常のパケットとして転送されます。CDP、STP、VTP のレイヤ 2 Protocol Data

Unit（PDU; プロトコル データ ユニット）は、サービス プロバイダー ネットワークをまたがり、サービス プロバイダー ネットワークの発信側のカスタマー スイッチに配信されます。同一パケットは同じ VLAN のすべてのカスタマー ポートで受信され、次のような結果になります。

- それぞれのカスタマー サイトのユーザは STP を適切に実行でき、すべての VLAN では、ローカル サイトだけではなく、すべてのサイトからのパラメータに基づいて、正しいスパニング ツリーが構築されます。
- CDP では、サービス プロバイダー ネットワークによって接続されているその他のシスコ デバイスに関する情報が検出されて表示されます。
- VTP ではカスタマー ネットワーク全体で矛盾しない VLAN 設定が提供され、サービス プロバイダーを通してすべてのスイッチに伝播されます。

（注）サードパーティ ベンダーとの相互運用性を提供するには、レイヤ 2 プロトコルトンネル バイパス機能を使用します。バイパス モードでは、プロトコル トンネリングの制御方法が異なるベンダー スイッチに制御 PDU が透過的に転送されます。バイパス モードを実装するには、出力トランク ポートでレイヤ 2 プロトコル トンネリングをイネーブルにします。レイヤ 2 プロトコル トンネリングがトランク ポートでイネーブルの場合、カプセル化された MAC アドレスが削除されて、プロトコル パケットに通常の MAC アドレスを有するようになります。

レイヤ 2 プロトコル トンネリングは個別に使用できます。レイヤ 2 プロトコル トンネリングでは、IEEE 802.1Q トンネリングを拡張することができます。IEEE 802.1Q トンネリング ポートでプロトコル トンネリングをイネーブルにしていない場合、サービス プロバイダー ネットワークの受信側のリモート スイッチでは PDU が受信されず、STP、CDP、VTP を適切に実行できません。プロトコル トンネリングがイネーブルである場合、それぞれのカスタマー ネットワークのレイヤ 2 プロトコルは、サービス プロバイダー ネットワーク内で動作しているものから完全に区別されます。IEEE 802.1Q トンネリングでサービス プロバイダー ネットワークを通してトラフィックを送信する、さまざまなサイトのカスタマー スイッチでは、カスタマー VLAN が完全に認識されます。IEEE 802.1Q トンネリングを使用しない場合は、アクセス ポートでカスタマー スイッチに接続し、サービス プロバイダーのアクセス ポートでトンネリングをイネーブルにすることで、レイヤ 2 プロトコル トンネリングをイネーブルにできます。

たとえば図 16-4 の場合、カスタマー X には同一 VLAN に 4 つのスイッチがあり、サービス プロバイダー ネットワークで接続されています。ネットワークで PDU がトンネルされない場合、ネットワークの向こう側のスイッチでは、STP、CDP、VTP を適切に実行できません。たとえば、カスタマー X のサイト 1 内のスイッチ上の VLAN に対する STP は、サイト 2 のカスタマー X のスイッチに基づくコンバージェンス パラメータを考慮せずに、サイト 1 のスイッチ上にスパニング ツリーを構築します。そのトポロジを図 16-5 に示します。

図 16-4　レイヤ 2 プロトコル トンネリング

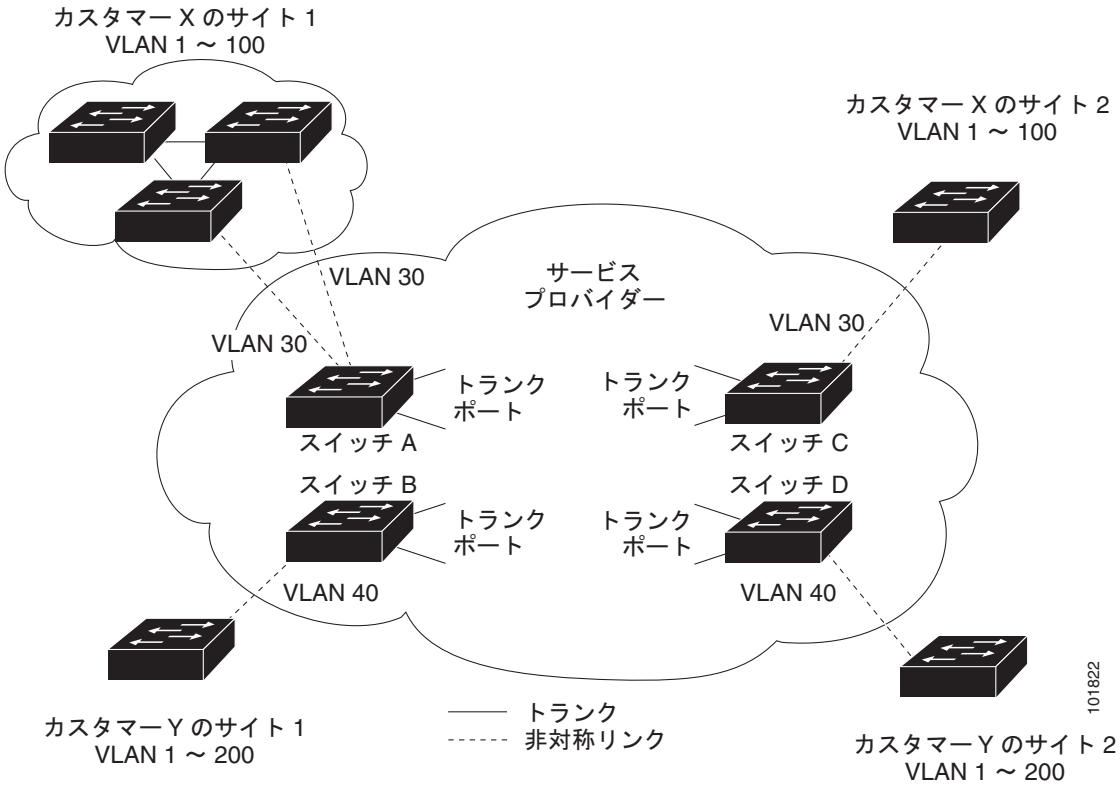
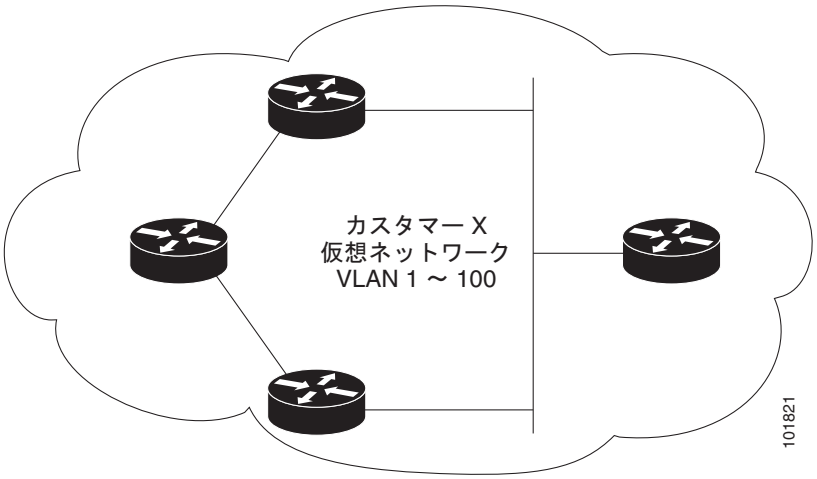


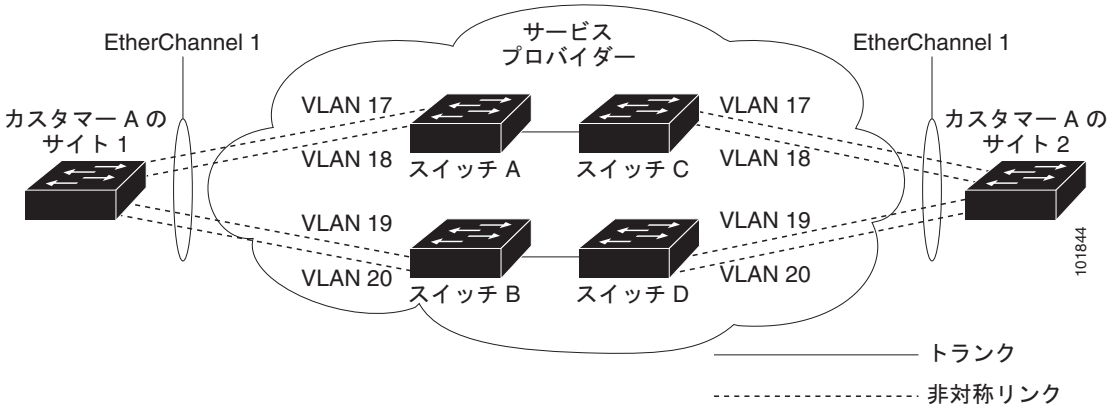
図 16-5　適切なコンバージェンスを含まないレイヤ 2 ネットワーク トポロジ



サービス プロバイダー ネットワークでは、レイヤ 2 プロトコル トンネリングを使用し、ポイントツーポイント ネットワーク トポロジをエミュレートして、EtherChannel の作成を拡張することができます。サービス プロバイダー スイッチでプロトコル トンネリング（PAgP または LACP）をイネーブルにすると、リモート カスタマー スイッチでは PDU が受信され、EtherChannel の自動作成をネゴシエーションできるようになります。

たとえば図 16-6 の場合、カスタマー A には同一 VLAN に 2 つのスイッチがあり、サービス プロバイダー ネットワークで接続されています。ネットワークで PDU がトンネリングされると、ネットワークの向こう側のスイッチでは、専用回線を必要とせずに、EtherChannel の自動作成をネゴシエーションできます。手順については、「EtherChannel のレイヤ 2 トンネリングの設定」（P.16-14）を参照してください。

図 16-6　EtherChannel のレイヤ 2 プロトコル トンネリング



レイヤ 2 プロトコル トンネリングの設定

サービス プロバイダー ネットワークのエッジ スイッチで、カスタマーに接続されているポートにおいて、レイヤ 2 プロトコル トンネリングをプロトコルごとにイネーブルにできます。カスタマー スイッチに接続されているサービス プロバイダー エッジ スイッチでは、トンネリング処理が実行されます。エッジスイッチ トンネル ポートは、カスタマーの IEEE 802.1Q トランク ポートに接続します。エッジスイッチ アクセス ポートは、カスタマー アクセス ポートに接続します。カスタマー スイッチに接続されているエッジ スイッチでは、トンネリング処理が実行されます。

アクセス ポートまたはトンネル ポートのいずれかとして設定されているポートでは、レイヤ 2 プロトコル トンネリングをイネーブルにできます。**switchport モード**が **dynamic auto**（**デフォルト モード**）または **dynamic desirable** に設定されているポートでは、レイヤ 2 プロトコル トンネリングをイネーブルにすることができません。

スイッチでは、CDP、STP、VTP のレイヤ 2 プロトコル トンネリングがサポートされます。ポイントツーポイント ネットワーク トポロジのエミュレートの場合は、PAgP、LACP、UDLD のプロトコルもサポートされます。スイッチでは、LLDP のレイヤ 2 プロトコル トンネリングはサポートされません。

注意　PAgP、LACP、UDLD プロトコル トンネリングでは、ポイントツーポイント トポロジのエミュレートだけが目的です。トンネリングされるパケットが多くのポートに送信されるエラー設定では、ネットワーク障害となることがあります。

レイヤ 2 プロトコルがイネーブルになっているポートでサービス プロバイダーの着信エッジ スイッチに入ったレイヤ 2 PDU が、トランク ポートからサービス プロバイダー ネットワークに出る場合、スイッチでは、カスタマー PDU 宛先 MAC アドレスが、既知のシスコ独自のマルチキャスト アドレス（01-00-0c-cd-cd-d0）で上書きされます。IEEE 802.1Q トンネリングがイネーブルである場合、パケットにはタグが二重に付きます。外部タグはカスタマーのメトロ タグであり、内部タグはカスタマーの VLAN タグです。コア スイッチでは内部タグが無視され、同じメトロ VLAN のすべてのトランク ポートにパケットが転送されます。発信側のエッジ スイッチでは、適切なレイヤ 2 プロトコル情報お

よび MAC アドレス情報が復元され、同じメトロ VLAN のすべてのトンネル ポートかアクセス ポートにパケットが転送されます。このため、レイヤ 2 PDU はそのまま残り、サービス プロバイダー インフラストラクチャを越えてカスタマー ネットワークの反対側に配信されます。

図 16-4 を参照すると、カスタマー X およびカスタマー Y が、それぞれアクセス VLAN 30 および 40 になっています。非対称リンクにより、サイト 1 のカスタマーは、サービス プロバイダー ネットワークのエッジ スイッチに接続されています。サイト 1 のカスタマー Y からスイッチ 2 に発信されたレイヤ 2 PDU（たとえば BPDU）は、既知の MAC アドレスが宛先 MAC アドレスになっている 二重タグ パケットとしてインフラストラクチャに転送されます。この二重タグ パケットには、40 というメトロ VLAN タグと VLAN 100 などの内部 VLAN タグが付いています。二重タグ パケットがスイッチ D に入ると、外部 VLAN タグ 40 が外され、既知の MAC アドレスがそれぞれのレイヤ 2 プロトコル MAC アドレスに置換され、パケットは、VLAN 100 の一重タグ フレームとしてサイト 2 のカスタマー Y に送信されます。

カスタマー スイッチのアクセス ポートまたはトランク ポートに接続されているエッジ スイッチのアクセス ポートでも、レイヤ 2 プロトコル トンネリングをイネーブルにできます。この場合は、カプセル化プロセスとカプセル化解除プロセスは前の段落で説明したものと同じですが、パケットはサービス プロバイダー ネットワークで二重タグになりません。カスタマー固有のアクセス VLAN タグの一重タグになります。

ここでは、次の設定情報について説明します。

- 「レイヤ 2 プロトコル トンネリングのデフォルト設定」（P.16-11）
- 「レイヤ 2 プロトコル トンネリング設定時の注意事項」（P.16-12）
- 「レイヤ 2 プロトコル トンネリングの設定」（P.16-13）
- 「EtherChannel のレイヤ 2 トンネリングの設定」（P.16-14）

レイヤ 2 プロトコル トンネリングのデフォルト設定

表 16-1 に、レイヤ 2 プロトコル トンネリングのデフォルト設定を示します。

表 16-1　レイヤ 2 イーサネット インターフェイス VLAN のデフォルト設定

機能	デフォルト設定
レイヤ 2 プロトコル トンネリング	ディセーブル。
シャットダウンしきい値	未設定。
ドロップしきい値	未設定。
CoS 値	インターフェイスで CoS 値が設定されている場合は、その値がレイヤ 2 プロトコル トンネリングの BPDU CoS 値を設定するために使用されます。インターフェイス レベルで CoS 値が設定されていない場合、L2 プロトコル トンネリング BPDU の CoS マーキングのデフォルト値は 5 です。これはデータ トラフィックには適用されません。

レイヤ 2 プロトコル トンネリング設定時の注意事項

次は、レイヤ 2 プロトコル トンネリングの設定時の注意事項および動作特性です。

- スイッチでは、Multiple STP（MSTP）を含む CDP、STP および VTP のトンネリングがサポートされます。プロトコル トンネリングはデフォルトでディセーブルになっていますが、IEEE 802.1Q トンネル ポート、またはアクセス ポートでプロトコルごとにイネーブルにできます。
- スイッチでは、**switchport** モードが **dynamic auto** または **dynamic desirable** に設定されているポートにおいて、レイヤ 2 プロトコル トンネリングがサポートされません。
- DTP はレイヤ 2 プロトコル トンネリングと互換性がありません。
- サービス プロバイダー ネットワークの発信側のエッジ スイッチでは、適切なレイヤ 2 プロトコル情報および MAC アドレス情報が復元され、同じメトロ VLAN のすべてのトンネル ポートおよびアクセス ポートにパケットが転送されます。
- サードパーティ ベンダー スイッチとの相互運用性のため、スイッチではレイヤ 2 プロトコルトンネル バイパス機能がサポートされます。バイパス モードでは、プロトコル トンネリングの制御方法が異なるベンダー スイッチに制御 PDU が透過的に転送されます。スイッチの入力ポートでレイヤ 2 プロトコル トンネルがイネーブルである場合は、出力トランク ポートにより、トンネリングされたパケットが特殊なカプセル化で転送されます。出力トランク ポートでもレイヤ 2 プロトコル トンネリングをイネーブルにすると、この動作がバイパスされて、スイッチによって、処理や修正が行われずに制御 PDU が転送されます。
- スイッチでは、ポイントツーポイント ネットワーク トポロジのエミュレートの場合、PAgP、LACP、UDLD のトンネリングがサポートされます。プロトコル トンネリングはデフォルトでディセーブルになっていますが、IEEE 802.1Q トンネル ポート、またはアクセス ポートでプロトコルごとにイネーブルにできます。
- PAgP トンネリングまたは LACP トンネリングの場合は、リンク障害検出を高速にするため、インターフェイスで UDLD もイネーブルにするよう推奨します。
- PAgP パケット、LACP パケット、UDLD パケットのうちいずれかのレイヤ 2 プロトコル トンネリングでは、ループバック検出がサポートされません。
- IEEE 802.1Q 設定が EtherChannel ポート グループ内で矛盾しない場合、EtherChannel ポート グループにはトンネル ポートとの互換性があります。
- 独自の宛先 MAC アドレスでカプセル化された PDU が、レイヤ 2 トンネリングがイネーブルになっているトンネル ポートまたはアクセス ポートから受信される場合、トンネル ポートは、ループを防止するためにシャットダウンされます。このポートは、プロトコル用に設定されたシャットダウンしきい値に達した場合にもシャットダウンされます。**shutdown** コマンドに続けて **no shutdown** コマンドを入力すると、ポートを再び手動でイネーブルにできます。errdisable recovery がイネーブルである場合は、指定された間隔で動作が再試行されます。
- カプセル化が解除された PDU だけがカスタマー ネットワークに転送されます。サービス プロバイダー ネットワーク上で動作しているスパニング ツリー インスタンスでは、BPDU がトンネル ポートに転送されません。CDP パケットはトンネル ポートから転送されません。
- インターフェイスでプロトコル トンネリングがイネーブルである場合は、カスタマー ネットワークによって生成された PDU 用に、プロトコルごとのシャットダウンしきい値やポートごとのシャットダウンしきい値を設定できます。制限を越えると、ポートはシャットダウンされます。QoS ACL およびポリシー マップをトンネル ポートで使用すると、BPDU レートを制限することもできます。
- インターフェイスでプロトコル トンネリングがイネーブルである場合は、カスタマー ネットワークによって生成された PDU 用に、プロトコルごとのドロップしきい値やポートごとのドロップしきい値を設定できます。制限を越えると、ポートが PDU を受信するレートがドロップしきい値未満になるまで、ポートで PDU が廃棄されます。

- トンネリングされた PDU（具体的には STP BPDU）は、カスタマーの仮想ネットワークが正しく動作するためにすべてのリモート サイトに配信される必要があるため、同じトンネル ポートから受信されるデータ パケットよりも PDU のプライオリティをサービス プロバイダー ネットワーク内で高くできます。デフォルトの場合、PDU ではデータ パケットと同じ CoS 値が使用されます。

レイヤ 2 プロトコル トンネリングの設定

レイヤ 2 プロトコル トンネリング用にポートを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始し、トンネル ポートとして設定するインターフェイスを入力します。これは、カスタマー スイッチに接続するサービス プロバイダー ネットワークのエッジ ポートである必要があります。有効なインターフェイスは、物理インターフェイスおよびポートチャネル論理インターフェイス（ポート チャネル 1 ～ 48）です。
ステップ 3	**switchport mode access** または **switchport mode dot1q-tunnel**	アクセス ポートまたは IEEE 802.1Q トンネル ポートとしてインターフェイスを設定します。
ステップ 4	**l2protocol-tunnel** [**cdp** | **stp** | **vtp**]	目的のプロトコルのプロトコル トンネリングをイネーブルにします。キーワードを入力しない場合、トンネリングは、3 つすべてのレイヤ 2 プロトコルでイネーブルになります。
ステップ 5	**l2protocol-tunnel shutdown-threshold** [**cdp** | **stp** | **vtp**] *value*	（任意）カプセル化用に 1 秒間に受信するパケット数のしきい値を設定します。設定したしきい値を超えると、インターフェイスはディセーブルになります。プロトコル オプションを指定しない場合、しきい値は、それぞれのトンネリングされたレイヤ 2 プロトコル タイプに適用されます。指定できる範囲は 1 ～ 4096 です。デフォルトでは、しきい値は設定されません。 **（注）** このインターフェイスでドロップしきい値も設定する場合、シャットダウンしきい値は、ドロップしきい値以上とする必要があります。
ステップ 6	**l2protocol-tunnel drop-threshold** [**cdp** | **stp** | **vtp**] *value*	（任意）カプセル化用に 1 秒間に受信するパケット数のしきい値を設定します。設定したしきい値を超えると、インターフェイスによってパケットがドロップされます。プロトコル オプションを指定しない場合、しきい値は、それぞれのトンネリングされたレイヤ 2 プロトコル タイプに適用されます。指定できる範囲は 1 ～ 4096 です。デフォルトでは、しきい値は設定されません。 このインターフェイスでシャットダウンしきい値も設定する場合、ドロップしきい値は、シャットダウンしきい値以下である必要があります。
ステップ 7	**exit**	グローバル コンフィギュレーション モードに戻ります。
ステップ 8	**errdisable recovery cause l2ptguard**	（任意）インターフェイスを再びイネーブルにして再試行できるようにするため、レイヤ 2 最大レート エラーからの回復メカニズムを設定します。errdisable recovery はデフォルトでディセーブルになっています。イネーブルにした場合、デフォルトの間隔は 300 秒です。

	コマンド	目的
ステップ 9	**l2protocol-tunnel cos** *value*	（任意）トンネリングされたすべてのレイヤ 2 PDU の CoS 値を設定します。範囲は 0 ～ 7 です。デフォルトは、インターフェイスのデフォルト CoS 値です。設定されていない場合、デフォルトは 5 です。
ステップ 10	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 11	**show l2protocol**	設定されているプロトコル、しきい値、カウンタを含めた、スイッチのレイヤ 2 トンネル ポートを表示します。
ステップ 12	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

いずれかのレイヤ 2 プロトコルまたは 3 つすべてのレイヤ 2 プロトコルのプロトコル トンネリングをディセーブルにするには、**no l2protocol-tunnel [cdp | stp | vtp]** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。シャットダウンしきい値およびドロップしきい値をデフォルト設定に戻すには、**no l2protocol-tunnel shutdown-threshold [cdp | stp | vtp]** コマンドおよび **no l2protocol-tunnel drop-threshold [cdp | stp | vtp]** コマンドを使用します。

次に、CDP、STP、VTP のレイヤ 2 プロトコル トンネリングを設定し、設定を確認する例を示します。

```
Switch(config)# interface fastethernet0/11
Switch(config-if)# l2protocol-tunnel cdp
Switch(config-if)# l2protocol-tunnel stp
Switch(config-if)# l2protocol-tunnel vtp
Switch(config-if)# l2protocol-tunnel shutdown-threshold 1500
Switch(config-if)# l2protocol-tunnel drop-threshold 1000
Switch(config-if)# exit
Switch(config)# l2protocol-tunnel cos 7
Switch(config)# end
Switch# show l2protocol
COS for Encapsulated Packets: 7
Port      Protocol Shutdown  Drop      Encapsulation Decapsulation Drop
                   Threshold Threshold Counter       Counter       Counter
-------   -------- --------- --------- ------------- ------------- -------------
Fa0/11    cdp           1500      1000 2288          2282          0
  stp           1500      1000 116           13            0
          vtp           1500      1000 3             67            0
          pagp          ----      ---- 0             0             0
          lacp          ----      ---- 0             0             0
          udld          ----      ---- 0             0             0
```

EtherChannel のレイヤ 2 トンネリングの設定

レイヤ 2 ポイントツーポイント トンネリングを設定して EtherChannel の自動作成を容易にするには、サービス プロバイダー エッジ スイッチおよびカスタマー スイッチの両方を設定する必要があります。

サービス プロバイダー エッジ スイッチの設定

EtherChannel のレイヤ 2 プロトコル トンネリング用にサービス プロバイダー エッジ スイッチを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始し、トンネル ポートとして設定するインターフェイスを入力します。これは、カスタマー スイッチに接続するサービス プロバイダー ネットワークのエッジ ポートである必要があります。有効なインターフェイスは物理インターフェイスです。
ステップ 3	**switchport mode dot1q-tunnel**	IEEE 802.1Q トンネル ポートとしてインターフェイスを設定します。
ステップ 4	**l2protocol-tunnel point-to-point** [**pagp** | **lacp** | **udld**]	（任意）目的のプロトコルのポイントツーポイント プロトコル トンネリングをイネーブルにします。キーワードを入力しない場合、トンネリングは、3 つすべてのプロトコルでイネーブルになります。 **注意**　ネットワーク障害を避けるため、ネットワークがポイントツーポイント トポロジになっていることを確認してから、PAgP パケット、LACP パケット、UDLD パケットのうちいずれかのトンネリングをイネーブルにしてください。
ステップ 5	**l2protocol-tunnel shutdown-threshold** [**point-to-point** [**pagp** | **lacp** | **udld**]] *value*	（任意）カプセル化用に 1 秒間に受信するパケット数のしきい値を設定します。設定したしきい値を超えると、インターフェイスはディセーブルになります。プロトコル オプションを指定しない場合、しきい値は、それぞれのトンネリングされたレイヤ 2 プロトコル タイプに適用されます。指定できる範囲は 1 ～ 4096 です。デフォルトでは、しきい値は設定されません。 **（注）**　このインターフェイスでドロップしきい値も設定する場合、シャットダウンしきい値は、ドロップしきい値以上とする必要があります。
ステップ 6	**l2protocol-tunnel drop-threshold** [**point-to-point** [**pagp** | **lacp** | **udld**]] *value*	（任意）カプセル化用に 1 秒間に受信するパケット数のしきい値を設定します。設定したしきい値を超えると、インターフェイスによってパケットがドロップされます。プロトコル オプションを指定しない場合、しきい値は、それぞれのトンネリングされたレイヤ 2 プロトコル タイプに適用されます。指定できる範囲は 1 ～ 4096 です。デフォルトでは、しきい値は設定されません。 **（注）**　このインターフェイスでシャットダウンしきい値も設定する場合、ドロップしきい値は、シャットダウンしきい値以下である必要があります。
ステップ 7	**no cdp enable**	インターフェイス上で CDP をディセーブルにします。
ステップ 8	**spanning-tree bpdufilter enable**	インターフェイス上で BPDU フィルタリングをイネーブルにします。
ステップ 9	**exit**	グローバル コンフィギュレーション モードに戻ります。
ステップ 10	**errdisable recovery cause l2ptguard**	（任意）インターフェイスを再びイネーブルにして再試行できるようにするため、レイヤ 2 最大レート エラーからの回復メカニズムを設定します。errdisable recovery はデフォルトでディセーブルになっています。イネーブルにした場合、デフォルトの間隔は 300 秒です。

	コマンド	目的
ステップ 11	**l2protocol-tunnel cos** *value*	（任意）トンネリングされたすべてのレイヤ 2 PDU の CoS 値を設定します。範囲は 0 ～ 7 です。デフォルトは、インターフェイスのデフォルト CoS 値です。設定されていない場合、デフォルトは 5 です。
ステップ 12	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 13	**show l2protocol**	設定されているプロトコル、しきい値、カウンタを含めた、スイッチのレイヤ 2 トンネル ポートを表示します。
ステップ 14	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

いずれかのレイヤ 2 プロトコルまたは 3 つすべてのレイヤ 2 プロトコルのポイントツーポイント プロトコル トンネリングをディセーブルにするには、**no l2protocol-tunnel** [**point-to-point** [**pagp** | **lacp** | **udld**]] インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。シャットダウンしきい値およびドロップしきい値をデフォルト設定に戻すには、**no l2protocol-tunnel shutdown-threshold** [**point-to-point** [**pagp** | **lacp** | **udld**]] コマンドおよび **no l2protocol-tunnel drop-threshold** [[**point-to-point** [**pagp** | **lacp** | **udld**]] コマンドを使用します。

カスタマー スイッチの設定

サービス プロバイダー エッジ スイッチを設定したら、特権 EXEC モードで次の手順を実行し、EtherChannel のレイヤ 2 プロトコル トンネリング用にカスタマー スイッチを設定します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。これは、カスタマー スイッチ ポートにする必要があります。
ステップ 3	**switchport trunk encapsulation dot1q**	トランキング カプセル化形式を IEEE 802.1Q に設定します。
ステップ 4	**switchport mode trunk**	インターフェイス上でトランキングをイネーブルにします。
ステップ 5	**udld enable**	インターフェイスの通常モードで UDLD をイネーブルにします。
ステップ 6	**channel-group** *channel-group-number* **mode desirable**	チャネル グループにインターフェイスを割り当て、PAgP モードに **desirable** を指定します。EtherChannel の設定の詳細については、第 35 章「EtherChannel およびリンクステート トラッキングの設定」を参照してください。
ステップ 7	**exit**	グローバル コンフィギュレーション モードに戻ります。
ステップ 8	**interface port-channel** *port-channel number*	ポートチャネル インターフェイス モードに入ります。
ステップ 9	**shutdown**	インターフェイスをシャットダウンします。
ステップ 10	**no shutdown**	インターフェイスをイネーブルにします。
ステップ 11	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 12	**show l2protocol**	設定されているプロトコル、しきい値、カウンタを含めた、スイッチのレイヤ 2 トンネル ポートを表示します。
ステップ 13	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

インターフェイスをデフォルト設定に戻すには、**no switchport mode trunk**、**no udld enable**、**no channel group** *channel-group-number* **mode desirable** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

EtherChannel の場合は、サービス プロバイダー エッジ スイッチおよびカスタマー スイッチをレイヤ 2 プロトコル トンネリング用に設定する必要があります（図 16-6（P.16-10）を参照）。

次に、サービス プロバイダーのエッジ スイッチ 1 およびエッジ スイッチ 2 を設定する例を示します。VLAN 17、18、19、20 はアクセス VLAN、ファスト イーサネット インターフェイス 1 および 2 は PAgP および UDLD がイネーブルになっているポイントツーポイント トンネル ポート、ドロップしきい値は 1000、ファスト イーサネット インターフェイス 3 はトランク ポートです。

サービス プロバイダー エッジ スイッチ 1 の設定は次のとおりです。

```
Switch(config)# interface fastethernet0/1
Switch(config-if)# switchport access vlan 17
Switch(config-if)# switchport mode dot1q-tunnel
Switch(config-if)# l2protocol-tunnel point-to-point pagp
Switch(config-if)# l2protocol-tunnel point-to-point udld
Switch(config-if)# l2protocol-tunnel drop-threshold point-to-point pagp 1000
Switch(config-if)# exit
Switch(config)# interface fastethernet0/2
Switch(config-if)# switchport access vlan 18
Switch(config-if)# switchport mode dot1q-tunnel
Switch(config-if)# l2protocol-tunnel point-to-point pagp
Switch(config-if)# l2protocol-tunnel point-to-point udld
Switch(config-if)# l2protocol-tunnel drop-threshold point-to-point pagp 1000
Switch(config-if)# exit
Switch(config)# interface fastethernet0/3
Switch(config-if)# switchport trunk encapsulation isl
Switch(config-if)# switchport mode trunk
```

サービス プロバイダー エッジ スイッチ 2 の設定は次のとおりです。

```
Switch(config)# interface fastethernet0/1
Switch(config-if)# switchport access vlan 19
Switch(config-if)# switchport mode dot1q-tunnel
Switch(config-if)# l2protocol-tunnel point-to-point pagp
Switch(config-if)# l2protocol-tunnel point-to-point udld
Switch(config-if)# l2protocol-tunnel drop-threshold point-to-point pagp 1000
Switch(config-if)# exit
Switch(config)# interface fastethernet0/2
Switch(config-if)# switchport access vlan 20
Switch(config-if)# switchport mode dot1q-tunnel
Switch(config-if)# l2protocol-tunnel point-to-point pagp
Switch(config-if)# l2protocol-tunnel point-to-point udld
Switch(config-if)# l2protocol-tunnel drop-threshold point-to-point pagp 1000
Switch(config-if)# exit
Switch(config)# interface fastethernet0/3
Switch(config-if)# switchport trunk encapsulation isl
Switch(config-if)# switchport mode trunk
```

次に、サイト 1 のカスタマー スイッチの設定例を示します。ファスト イーサネット インターフェイス 1、2、3、4 は IEEE 802.1Q トランキング用に設定されており、UDLD はイネーブル、EtherChannel グループ 1 はイネーブル、ポート チャネルはシャットダウンされた後でイネーブルになり EtherChannel 設定がアクティブになります。

```
Switch(config)# interface fastethernet0/1
Switch(config-if)# switchport trunk encapsulation dot1q
Switch(config-if)# switchport mode trunk
Switch(config-if)# udld enable
Switch(config-if)# channel-group 1 mode desirable
Switch(config-if)# exit
Switch(config)# interface fastethernet0/2
Switch(config-if)# switchport trunk encapsulation dot1q
Switch(config-if)# switchport mode trunk
Switch(config-if)# udld enable
Switch(config-if)# channel-group 1 mode desirable
```

```
Switch(config-if)# exit
Switch(config)# interface fastethernet0/3
Switch(config-if)# switchport trunk encapsulation dot1q
Switch(config-if)# switchport mode trunk
Switch(config-if)# udld enable
Switch(config-if)# channel-group 1 mode desirable
Switch(config-if)# exit
Switch(config)# interface fastethernet0/4
Switch(config-if)# switchport trunk encapsulation dot1q
Switch(config-if)# switchport mode trunk
Switch(config-if)# udld enable
Switch(config-if)# channel-group 1 mode desirable
Switch(config-if)# exit
Switch(config)# interface port-channel 1
Switch(config-if)# shutdown
Switch(config-if)# no shutdown
Switch(config-if)# exit
```

トンネリング ステータスのモニタおよびメンテナンス

表 16-2 に、IEEE 802.1Q トンネリングおよびレイヤ 2 プロトコル トンネリングのモニタとメンテナンスを行う特権 EXEC コマンドの説明を示します。

表 16-2　トンネリングのモニタおよびメンテナンスのためのコマンド

コマンド	目的
clear l2protocol-tunnel counters	レイヤ 2 プロトコル トンネリング ポートのプロトコル カウンタをクリアします。
show dot1q-tunnel	スイッチの IEEE 802.1Q トンネル ポートを表示します。
show dot1q-tunnel interface *interface-id*	特定インターフェイスがトンネル ポートであるかどうかを確認します。
show l2protocol-tunnel	レイヤ 2 プロトコル トンネリング ポートに関する情報を表示します。
show errdisable recovery	レイヤ 2 プロトコル トンネル エラー ディセーブル状態からの回復タイマーがイネーブルかどうかを確認します。
show l2protocol-tunnel interface *interface-id*	特定レイヤ 2 プロトコル トンネリング ポートに関する情報を表示します。
show l2protocol-tunnel summary	レイヤ 2 プロトコルのサマリー情報だけを表示します。
show vlan dot1q tag native	スイッチのネイティブ VLAN タグのステータスを表示します。

この表示の詳細については、このリリースのコマンド リファレンスを参照してください。

CHAPTER 17

MSTP の設定

この章では、Catalyst 3560 スイッチに IEEE 802.1s Multiple STP（MSTP）のシスコ実装を設定する方法について説明します。

（注） Multiple Spanning Tree（MST）の実装は、IEEE 802.1s 標準に準拠しています。Cisco IOS Release 12.2(25)SEC よりも前の Cisco IOS リリースでは、MST の実装は先行標準です。

MSTP は複数の VLAN を同一のスパニング ツリー インスタンスにマッピングできるようにして、多数の VLAN をサポートする場合に必要となるスパニング ツリー インスタンスの数を減らします。MSTP は、データ トラフィック用に複数の転送パスを提供し、ロード バランシングを可能にします。MSTP を使用すると、1 つのインスタンス（転送パス）で障害が発生しても他のインスタンス（転送パス）は影響を受けないので、ネットワークのフォールトトレランスが向上します。MSTP を導入する場合、最も一般的なのは、レイヤ 2 スイッチド ネットワークのバックボーンおよびディストリビューション レイヤへの導入です。MSTP の導入により、サービス プロバイダー環境に求められる高可用性ネットワークを実現できます。

スイッチが MST モードの場合、IEEE 802.1w 準拠の Rapid Spanning-Tree Protocol（RSTP）が自動的にイネーブルになります。RSTP は、IEEE 802.1D の転送遅延を軽減し、ルート ポートおよび指定ポートをフォワーディング ステートにすばやく移行する明示的なハンドシェイクによって、スパニング ツリーの高速コンバージェンスを実現します。

RSTP と MSTP は、（オリジナル）IEEE 802.1D スパニング ツリー準拠デバイス、既存のシスコ独自の Multiple Instance STP（MISTP）、および既存のシスコ Per-VLAN Spanning-Tree plus（PVST+）との下位互換性を保ちながら、スパニング ツリーの動作を向上させます。PVST+ および Rapid PVST+ については、第 26 章「STP の設定」を参照してください。PortFast、UplinkFast、ルート ガードなどのその他のスパニング ツリーの機能については、第 18 章「オプションのスパニング ツリー機能の設定」を参照してください。

（注） この章で使用するコマンドの構文および使用方法の詳細については、このリリースのコマンド リファレンスを参照してください。

MSTP の概要

MSTP は、高速コンバージェンスが可能な RSTP を使用し、複数の VLAN を 1 つのスパニング ツリー インスタンスにまとめます。各インスタンスのスパニング ツリー トポロジは、他のスパニング ツリー インスタンスの影響を受けません。このアーキテクチャによって、データ トラフィックに複数の転送パスが提供され、ロード バランシングが可能になり、また多数の VLAN をサポートするのに必要なスパニング ツリー インスタンスの数を減らすことができます。

- 「MST リージョン」（P.17-2）
- 「IST、CIST、および CST」（P.17-2）
- 「ホップ カウント」（P.17-5）
- 「境界ポート」（P.17-6）
- 「IEEE 802.1s の実装」（P.17-6）
- 「IEEE 802.1D STP との相互運用性」（P.17-8）

設定情報については、「MSTP 機能の設定」（P.17-14）を参照してください。

MST リージョン

スイッチを MST インスタンスに加入させるには、同じ MST コンフィギュレーション情報を使用して矛盾のないようにスイッチを設定しなければなりません。同じ MST コンフィギュレーションを持ち、相互接続されたスイッチの集合を MST リージョンといいます（図 17-1（P.17-4）を参照）。

各スイッチがどの MST リージョンに属しているかは、MST コンフィギュレーションによって制御されます。MST コンフィギュレーションには、リージョン名、リビジョン番号、MST の VLAN とインスタンスの割り当てマップが保存されています。スイッチにリージョンを設定するには、そのスイッチで **spanning-tree mst configuration** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用して、MST コンフィギュレーション モードを開始します。このモードでは、**instance**MST コンフィギュレーション コマンドを使用して VLAN を MST インスタンスにマッピングし、**name**MST コンフィギュレーション コマンドを使用してリージョン名を指定し、**revision** MST コンフィギュレーション コマンドを使用してリビジョン番号を設定できます。

リージョンには、同一の MST コンフィギュレーションを持った 1 つまたは複数のメンバが必要です。さらに、各メンバは、RSTP Bridge Protocol Data Unit（BPDU; ブリッジ プロトコル データ ユニット）を処理できる必要があります。ネットワーク内の MST リージョンの数には制限はありませんが、各リージョンがサポートできるスパニング ツリー インスタンスの数は 65 までです。インスタンスは 0 ～ 4094 の数字で識別されます。1 つの VLAN を同時に複数のスパニング ツリー インスタンスに割り当てることはできません。

IST、CIST、および CST

すべてのスパニング ツリー インスタンスが独立している PVST+ および Rapid PVST+ とは異なり、MSTP は次の 2 種類のスパニング ツリーを確立して維持します。

- Internal Spanning-Tree（IST）は、1 つの MST リージョン内で稼動するスパニング ツリーです。

  各 MST リージョン内の MSTP は複数のスパニング ツリー インスタンスを維持しています。インスタンス 0 は、リージョンの特殊なインスタンスで、IST と呼ばれています。その他の MST インスタンスはすべて 1 ～ 4094 まで番号が付けられます。

IST は、BPDU を送受信する唯一のスパニング ツリー インスタンスです。他のスパニング ツリーの情報はすべて、MSTP BPDU 内にカプセル化されている M レコードに格納されています。MSTP BPDU はすべてのインスタンスの情報を伝送するので、複数のスパニング ツリー インスタンスをサポートする処理が必要な BPDU の数を大幅に減少できます。

同一リージョン内の MST インスタンスはすべて、同じプロトコル タイマーを共有しますが、各 MST インスタンスは独自のトポロジ パラメータ（ルート スイッチ ID、ルート パス コストなど）を持っています。デフォルトでは、すべての VLAN が IST に割り当てられています。

MST インスタンスはリージョンに対してローカルです。たとえば、リージョン A とリージョン B が相互接続されていても、リージョン A の MST インスタンス 1 は、リージョン B の MST インスタンス 1 から独立しています。

- Common and Internal Spanning-Tree（CIST）は、各 MST リージョン内の IST と、MST リージョンおよびシングル スパニング ツリーを相互接続する Common Spanning-Tree（CST）の集合です。

  1 つのリージョン内で計算されたスパニング ツリーは、スイッチド ドメイン全体を網羅する CST のサブツリーと見なされます。CIST は、IEEE 802.1w、IEEE 802.1s、および IEEE 802.1D 標準をサポートするスイッチ間で実行されるスパニング ツリー アルゴリズムによって形成されます。MST リージョン内の CIST は、リージョン外の CST と同じです。

詳細については、「MST リージョン内の動作」（P.17-3）および「MST リージョン間の動作」（P.17-4）を参照してください。

（注）　IEEE 802.1s 標準を実装すると、一部の MST 実装関連の用語が変更されます。これらの変更の要約については、表 26-1（P.26-4）を参照してください。

MST リージョン内の動作

IST は 1 つのリージョン内のすべての MSTP スイッチを接続します。IST が収束すると、IST のルートは、図 17-1（P.17-4）のように、CIST リージョナル ルート（IEEE 802.1s 標準が実装される以前は *IST マスター*）になります。CIST ルートに対してリージョン内で最も低いスイッチ ID とパス コストを持つスイッチがルートになります。また、リージョンがネットワーク内に 1 つしかなければ、CIST リージョナル ルートは CIST ルートにもなります。CIST ルートがリージョンの外部にある場合、リージョンの境界に位置する MSTP スイッチの 1 つが CIST リージョナル ルートとして選択されます。

MSTP スイッチは初期化時に、自身が CIST のルートおよび CIST リージョナル ルートであることを要求するため、CIST ルートと CIST リージョナル ルートへのパス コストがいずれもゼロに設定された BPDU を送信します。スイッチはさらに MST インスタンスをすべて初期化し、自身がこれらすべてのインスタンスのルートであることを要求します。スイッチは、ポートに現在保存されているルート情報よりも優位の MST ルート情報（小さいスイッチ ID、パス コストなど）を受信すると、CIST リージョナル ルートとしての要求を撤回します。

初期化中、リージョン内にそれぞれが CIST リージョナル ルートである多数のサブリージョンが存在する場合があります。スイッチは、優位の IST 情報を受信すると、古いサブリージョンを脱退して、真の CIST リージョナル ルートが含まれている新しいサブリージョンに加入します。このようにして、真の CIST リージョナル ルートが含まれているサブリージョン以外のサブリージョンはすべて縮小させます。

正常な動作のためには、MST リージョン内のすべてのスイッチが同じ CIST リージョナル ルートを承認する必要があります。共通の CIST リージョナル ルートに収束する場合、そのリージョン内にある 2 つのスイッチは、1 つの MST インスタンスに対するポートの役割だけを同期させます。

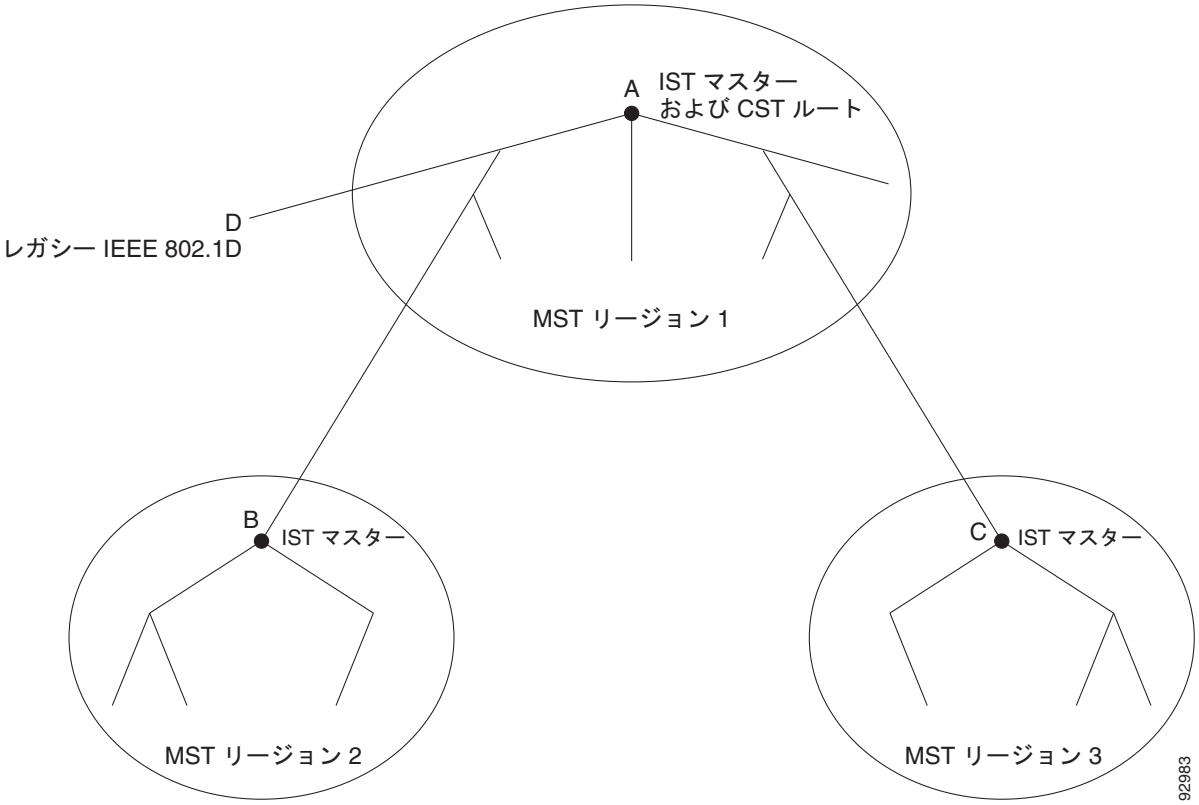
MST リージョン間の動作

ネットワーク内に複数のリージョンまたは IEEE 802.1D 準拠のレガシー スイッチが混在している場合、MSTP は、ネットワーク内のすべての MST リージョンとすべてのレガシー STP スイッチからなる CST を構築して維持します。MST インスタンスは、リージョンの境界で IST と結合して CST になります。

IST は、リージョン内のすべての MSTP スイッチに接続し、スイッチド ドメイン全体を網羅する CIST のサブツリーとして見なされます。サブツリーのルートは CIST リージョナル ルートです。MST リージョンは、隣接する STP スイッチや MST リージョンからは仮想スイッチとして認識されます。

図 17-1 は、3 つの MST リージョンと IEEE 802.1D 準拠のレガシー スイッチ（D）からなるネットワークを示しています。リージョン 1（A）の CIST リージョナル ルートは、CIST のルートでもあります。リージョン 2 の CIST リージョナル ルート（B）およびリージョン 3 の CIST リージョナル ルート（C）は、CIST 内にあるそれぞれのサブツリーのルートです。RSTP はすべてのリージョンで稼動しています。

図 17-1　MST リージョン、CIST マスター、および CST ルート



BPDU を送受信するのは、CST インスタンスだけです。MST インスタンスは自身のスパニング ツリー情報を BPDU に追加して、ネイバー スイッチと通信し、最終的なスパニング ツリー トポロジを計算します。したがって、BPDU 伝送に関連するスパニング ツリー パラメータ（Hello タイム、転送時間、最大エージング タイム、最大ホップ数など）は、CST インスタンスでだけ設定されますが、その影響はすべての MST インスタンスに及びます。スパニング ツリー トポロジに関連するパラメータ（スイッチ プライオリティ、ポート VLAN コスト、ポート VLAN プライオリティなど）は、CST インスタンスと MST インスタンスの両方で設定できます。

MSTP スイッチは、バージョン 3 RSTP BPDU または IEEE 802.1D STP BPDU を使用して、IEEE 802.1D 準拠のレガシー スイッチと通信します。MSTP スイッチ同士の通信には、MSTP BPDU が使用されます。

IEEE 802.1s の用語

シスコの先行標準実装で使用される一部の MST 命名規則は、一部の*内部*パラメータまたは*リージョン*パラメータを識別するように変更されました。これらのパラメータは、ネットワーク全体に関連している外部パラメータと違い、MST リージョン内でだけ影響があります。CIST はネットワーク全体を網羅するスパニング ツリー インスタンスのため、CIST パラメータだけ、内部修飾子やリージョナル修飾子ではなく外部修飾子が必要です。

- CIST ルートは、ネットワーク全体を網羅する一意のインスタンスのためのルート スイッチです。
- CIST 外部ルート パス コストは、CIST ルートへのコストです。このコストは MST リージョン内でも変更されずに残ります。CIST では、MST リージョンが単一のスイッチのように見えるので注意してください。CIST 外部ルート パス コストは、これらの仮想スイッチとリージョンに属していないスイッチ間を計算して出したルート パス コストです。
- CIST リージョナル ルートは先行標準の実装では IST マスターと呼ばれていました。CIST ルートがリージョン内にある場合、CIST リージョナル ルートが CIST ルートになります。または、CIST リージョナル ルートがそのリージョンで CIST ルートに最も近いスイッチになります。CIST リージョナル ルートは IST のルート スイッチとして動作します。
- CIST 内部ルート パス コストは、リージョン内の CIST リージョナル ルートへのコストです。このコストは IST（インスタンス 0）だけに関係します。

表 17-1（P.17-5）に、IEEE 標準とシスコの先行標準の用語の比較を示します。

表 17-1　先行標準の用語および標準の用語

IEEE 標準	シスコ先行標準	シスコ標準
CIST リージョナル ルート	IST マスター	CIST リージョナル ルート
CIST 内部ルート パス コスト	IST マスター パス コスト	CIST 内部パス コスト
CIST 外部ルート パス コスト	ルート パス コスト	ルート パス コスト
MSTI リージョナル ルート	インスタンス ルート	インスタンス ルート
MSTI 内部ルート パス コスト	ルート パス コスト	ルート パス コスト

ホップ カウント

IST および MST インスタンスは、スパニング ツリー トポロジの計算に、コンフィギュレーション BPDU のメッセージ有効期間と最大エージング タイムの情報を使用しません。その代わり、ルートへのパス コスト、および IP Time to Live（TTL）メカニズムに似たホップ カウント メカニズムを使用します。

spanning-tree mst max-hops グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用することにより、リージョン内の最大ホップを設定し、その値をリージョン内の IST インスタンスとすべての MST インスタンスに適用できます。ホップ カウントを設定すると、メッセージ エージ情報を設定するのと同様の結果が得られます（再構成の開始時期を決定します）。インスタンスのルート スイッチは、常にコスト値が 0、ホップ カウント値が最大値に設定された BPDU（つまり M レコード）を送信します。この BPDU を受信したスイッチは、受信 BPDU の残存ホップ カウントから 1 だけ差し引いた値を残存ホップ カウントとする BPDU を生成し、これを伝播します。このホップ カウントが 0 になると、スイッチはその BPDU を廃棄し、ポート用に維持されていた情報を期限切れにします。

BPDU の RSTP 部分に格納されているメッセージ有効期間と最大エージング タイムの情報は、リージョン全体で同じままであり、そのリージョンの境界に位置する指定ポートによって同じ値が伝播されます。

境界ポート

シスコ先行標準の実装では、境界ポートは、RSTP が稼動する単一のスパニング ツリー リージョン、PVST+ または Rapid PVST+ が稼動する単一のスパニング ツリー リージョン、または異なる MST コンフィギュレーションを持つ別の MST リージョンに MST リージョンを接続します。また、境界ポートは、指定スイッチが単一のスパニング ツリー スイッチ、または異なる MST コンフィギュレーションを持つスイッチである LAN に接続されます。

IEEE 802.1s 標準では、境界ポートの定義はなくなりました。IEEE 802.1Q-2002 標準では、ポートで受信可能な内部（同一リージョンからの）および外部の 2 種類のメッセージを識別します。メッセージが外部のものであれば、CIST によってだけ受信されます。CIST の役割がルートや代替ルートの場合、または外部 BPDU のトポロジが変更された場合は、MST インスタンスに影響する可能性があります。メッセージが内部の場合、CIST の部分は CIST によって受信されるので、各 MST インスタンスは個々の M レコードだけを受信します。シスコ先行標準の実装では、ポートが境界ポートとして外部メッセージを受信します。つまり、ポートは内部メッセージと外部メッセージを混在させたものは受信できません。

MST リージョンには、スイッチと LAN の両方が含まれています。セグメントは、指定されたポートのリージョンに属します。そのため、セグメントの指定ポートではなく異なるリージョンにあるポートは境界ポートになります。この定義を利用すると、リージョン内部にある 2 つのポートのうち一方を、異なるリージョンに属するポートとしてセグメントを共有させることができます。この方法を採用すると、内部および外部の両方からポートでメッセージを受信できる場合があります。

シスコ先行標準の実装との主な違いは、STP 互換モードを使用している場合、指定ポートが境界ポートとして定義されない点です。

（注）　レガシー STP スイッチがセグメントに存在する場合、メッセージは常に外部と見なされます。

先行標準の実装から他に変更された点は、送信スイッチ ID を持つ RSTP またはレガシー IEEE 802.1Q スイッチの部分に、CIST リージョナル ルート スイッチ ID フィールドが加えられたことです。一貫した送信スイッチ ID をネイバー スイッチに送信することで、リージョン全体で 1 つの仮想スイッチのように動作します。この例では、スイッチ A または B がそのセグメントで指定されているかどうかにかかわらず、スイッチ C が、ルートの一貫した送信スイッチ ID を持つ BPDU を受信します。

IEEE 802.1s の実装

シスコの IEEE MST 標準の実装には、標準の要件を満たす機能だけでなく、すでに公開されている標準には含まれていない一部の（要望されている）先行標準の機能が含まれています。

ポートの役割名の変更

境界の役割は最終的に MST 標準に含まれませんでしたが、境界の概念自体はシスコの実装に投影されています。ただし、リージョン境界にある MST インスタンスのポートは、対応する CIST ポートのステートに必ずしも従うわけではありません。現状、次の 2 通りの事例が考えられます。

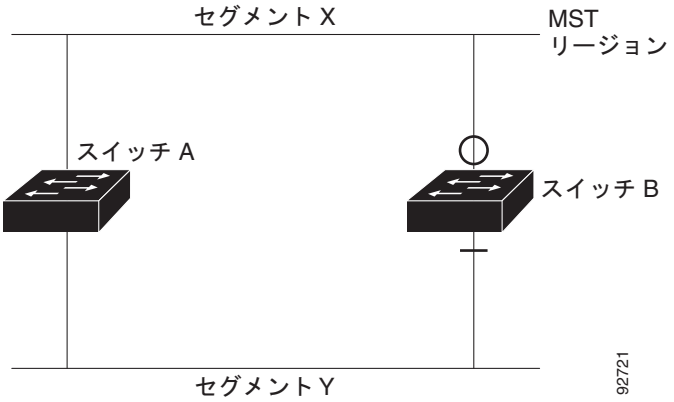
- 境界ポートが CIST リージョナル ルートのルート ポートである場合 : CIST インスタンス ポートを提案されて同期中の場合、対応するすべての MSTI ポートの同期を取り終わった後であれば（その後フォワーディングします）、その場合だけ合意を返信してフォワーディング ステートに移行できます。現在 MSTI ポートは、*マスター*という特別な役割を担っています。
- 境界ポートが CIST リージョナル ルートのルート ポートでない場合 : MSTI ポートは、CIST ポートのステートと役割に従います。標準では提供される情報が少ないため、MSTI ポートが BPDU（M レコード）を受信しない場合、MSTI ポートが BPDU を代わりにブロックできる理由がわかりにくい可能性があります。この場合、境界の役割自体は存在していませんが、**show** コマンドで見ると、出力される *type* カラムで、ポートが境界ポートとして認識されていることがわかります。

レガシー スイッチと標準スイッチの相互運用

先行標準のスイッチでは先行標準のポートを自動検出ができないため、インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用して認識させます。標準と先行標準の間にあるリージョンは形成できませんが、CIST を使用することで相互運用できます。このような特別な方法を採用しても、失われる機能は、異なるインスタンス上のロード バランシングだけです。ポートが先行標準の BPDU を受信すると、CLI（コマンドライン インターフェイス）にはポートの設定に応じて異なるフラグが表示されます。また、スイッチが、先行標準の BPDU 転送の設定がされてないポートで先行標準の BPDU を初めて受信すると、Syslog メッセージにも表示されます。

図 17-2 に例を示します。A を標準スイッチ、B を先行標準のスイッチと仮定してください。両方とも同じリージョンに設定されています。A が CIST のルート スイッチのため、B にセグメント X のルート ポート（BX）とセグメント Y の代替ポート（BY）があります。セグメント Y がフラップして、先行標準の BPDU を送信する前に BY のポートが代替ポートになった場合、AY は Y に接続している先行標準のスイッチを検出できないため、標準の BPDU を送信し続けます。また、BY ポートは境界で固定されるため、AB 間でのロード バランシングができなくなります。同一の問題はセグメント X でも発生しますが、B がトポロジの変更を転送場合があります。

図 17-2　標準スイッチおよび先行標準のスイッチでの相互運用



（注）　標準と先行標準の MST 実装の間での干渉を少なくすることを推奨します。

単一方向リンクの失敗の検出

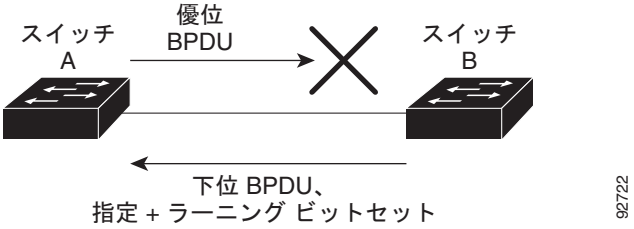
IEEE MST 標準にはこの機能が存在していませんが、Cisco IOS リリース には加えられています。ソフトウェアを使用することで、受信した BPDU からポートの役割とステートの一貫性を確認し、単一方向リンクが失敗してブリッジ処理のループを引き起こしていないかどうかを検証できます。

指定ポートで矛盾が検出された場合、役割には従いますが、ブリッジ処理のループを引き起こすよりは、矛盾による接続中断のほうが望ましい状態のため、廃棄ステートへ戻ります。

図 17-3 に、ブリッジ処理のループを引き起こす一般的な単一方向リンクの失敗例を示します。スイッチ A はルート スイッチです。スイッチ B へ向かうリンク上で、BPDU が紛失しています。RSTP と MST BPDU には、送信ポートの役割とステートが含まれています。この情報があれば、スイッチ A

は、送信した優位 BPDU にスイッチ B が反応しないこと、さらにスイッチ B はルート スイッチではなく指定スイッチであることを検出できます。結果として、スイッチ A は自身のポートをブロックし（またはブロックを維持して）、ブリッジ処理のループを回避します。

図 17-3　単一方向リンクの失敗の検出



IEEE 802.1D STP との相互運用性

MSTP が稼動しているスイッチは、IEEE 802.1D 準拠のレガシー スイッチとの相互運用を可能にする組み込み型のプロトコル移行メカニズムをサポートします。このスイッチは、レガシー IEEE 802.1D コンフィギュレーション BPDU（プロトコルバージョンが 0 に設定されている BPDU）を受信すると、そのポート上では IEEE 802.1D BPDU だけを送信します。また、MSTP スイッチは、レガシー BPDU、別のリージョンに関連付けられている MSTP BPDU（バージョン 3）、または RSTP BPDU（バージョン 2）を受信することによって、ポートがリージョンの境界に位置していることを検出できます。

ただし、レガシースイッチが指定スイッチでない場合、レガシースイッチがリンクから削除されているかどうか検出できないので、スイッチは IEEE 802.1D BPDU を受け取らなくなった場合でも、自動的に MSTP モードには戻りません。さらにスイッチは、接続先スイッチがリージョンに加入した場合であっても、引き続きポートに境界の役割を指定する可能性があります。プロトコル移行プロセスを再起動する（ネイバー スイッチとの再ネゴシエーションを強制する）には、**clear spanning-tree detected-protocols** 特権 EXEC コマンドを使用します。

リンク上のすべてのレガシー スイッチが RSTP スイッチであれば、これらのスイッチは、RSTP BPDU 同様に MSTP BPDU を処理できます。したがって、MSTP スイッチは、バージョン 0 コンフィギュレーションと TCN BPDU またはバージョン 3 MSTP BPDU のいずれかを境界ポートで送信します。境界ポートは、指定スイッチがシングル スパニング ツリー スイッチまたは異なる MST コンフィギュレーションを持つスイッチのいずれかである LAN に接続されます。

RSTP の概要

RSTP は、ポイントツーポイントの配線を利用して、スパニング ツリーの高速コンバージェンスを実現します。また、1 秒未満の間に、スパニング ツリーを再構成できます（IEEE 802.1D スパニング ツリーのデフォルトに設定されている 50 秒とは異なります）。

- 「ポートの役割およびアクティブ トポロジ」（P.17-9）
- 「高速コンバージェンス」（P.17-10）
- 「ポートの役割の同期化」（P.17-11）
- 「BPDU のフォーマットおよびプロセス」（P.17-12）

設定情報については、「MSTP 機能の設定」（P.17-14）を参照してください。

ポートの役割およびアクティブ トポロジ

RSTP は、ポートに役割を割り当てて、アクティブ トポロジを学習することによって高速コンバージェンスを実現します。「スパニング ツリー トポロジと BPDU」（P.26-3）で説明したように、RSTP は、IEEE 802.1D STP に基づき、スイッチ プライオリティが最も高い（プライオリティの値が最も小さい）スイッチをルート スイッチに選択します。RSTP はさらに、各ポートに次のいずれか 1 つの役割を割り当てます。

- ルート ポート：スイッチからルート スイッチへパケットを転送する場合の最適パス（最も低コストなパス）を提供します。
- 指定ポート：指定スイッチに接続します。これにより、LAN からルート スイッチへパケットを転送するときのパス コストが最小になります。指定スイッチが LAN に接続するポートのことを指定ポートと呼びます。
- 代替ポート：現在のルート ポートが提供したパスに代わるルート スイッチへの代替パスを提供します。
- バックアップ ポート：指定ポートが提供した、スパニング ツリーのリーフに向かうパスのバックアップとして機能します。バックアップ ポートが存在できるのは、2 つのポートがポイントツーポイント リンクよってループバックで接続されている場合、または 1 つのスイッチに共有 LAN セグメントへの接続が 2 つ以上ある場合です。
- ディセーブル ポート：スパニング ツリーの動作において何も役割が与えられていません。

ルート ポートまたは指定ポートの役割を割り当てられたポートは、アクティブ トポロジの一部となります。代替ポートまたはバックアップ ポートの役割を割り当てられたポートは、アクティブ トポロジから除外されます。

ネットワーク全体のポートの役割に矛盾のない安定したトポロジでは、RSTP は、すべてのルート ポートおよび指定ポートがただちにフォワーディング ステートに移行し、代替ポートとバックアップ ポートが必ず廃棄ステート（IEEE 802.1D のブロッキング ステートと同じ）になるように保証します。フォワーディング プロセスおよびラーニング プロセスの動作はポート ステートによって制御されます。表 17-2 に、IEEE 802.1D と RSTP のポート ステートの比較を示します。

表 17-2　ポート ステートの比較

動作ステータス	STP ポート ステート（IEEE 802.1D）	RSTP ポート ステート	ポートがアクティブ トポロジに含まれているか
イネーブル	ブロッキング	廃棄	なし
イネーブル	リスニング	廃棄	なし
イネーブル	ラーニング	ラーニング	あり
イネーブル	フォワーディング	フォワーディング	あり
ディセーブル	ディセーブル	廃棄	なし

シスコの STP 実装製品内で整合性を図るため、このマニュアルでは、ポートの*廃棄*ステートを*ブロッキング*と定義しています。指定ポートは、リスニング ステートから開始します。

高速コンバージェンス

RSTP を使用すると、スイッチ、スイッチ ポート、または LAN に障害が発生しても、ただちに接続を回復できます。RSTP は、エッジ ポート、新しいルート ポート、およびポイントツーポイント リンクで接続されているポートに次のような高速コンバージェンスを提供します。

- エッジ ポート：**spanning-tree portfast** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用して、RSTP スイッチ上の 1 つのポートをエッジ ポートに設定すると、そのエッジ ポートはただちにフォワーディング ステートになります。エッジ ポートは PortFast 対応ポートと同じで、これをイネーブルにできるのは、単一のエンド ステーションに接続されているポート上だけです。
- ルート ポート：RSTP は、新しいルート ポートを選択すると、古いルート ポートをブロックして、新しいルート ポートをただちにフォワーディング ステートにします。
- ポイントツーポイント リンク：2 つのポートをポイントツーポイント リンクで接続し、ローカル ポートが指定ポートになると、その指定ポートは、提案/合意ハンドシェイクを使用して、相手側ポートと高速移行をネゴシエーションし、ループのないトポロジを保証します。

  図 17-4 では、スイッチ A とスイッチ B はポイントツーポイント リンクを通じて接続され、すべてのポートがブロッキング ステートになっています。スイッチ A のプライオリティ値がスイッチ B のプライオリティ値より小さい数値である場合、スイッチ A はスイッチ B に提案メッセージ（提案フラグが設定されたコンフィギュレーション BPDU）を送信し、スイッチ A 自身が指定スイッチになることを提案します。

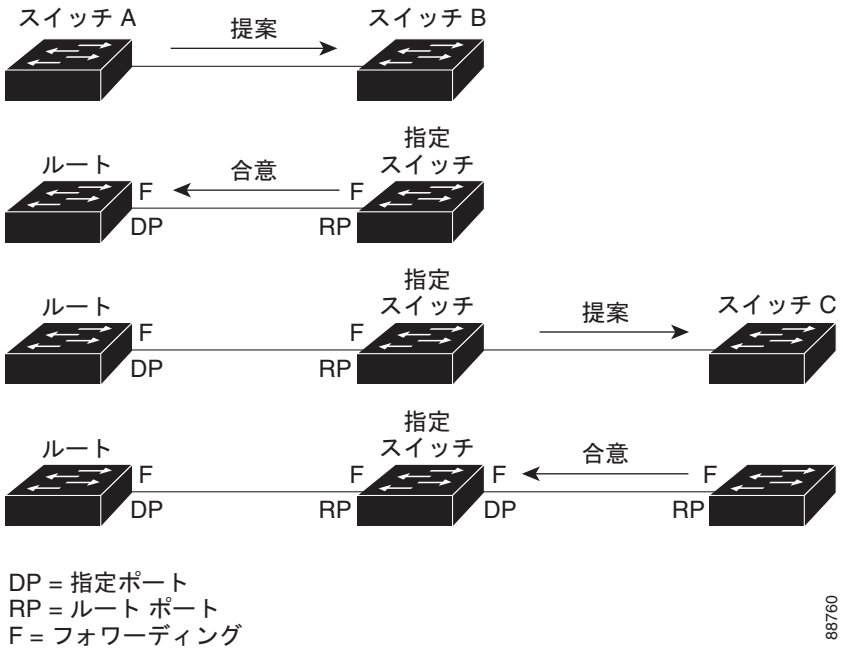
  スイッチ B は、提案メッセージを受信すると、提案メッセージを受信したポートを新しいルート ポートとして選択し、すべての非エッジ ポートをブロッキング ステートにします。さらに、新しいルート ポート経由で合意メッセージ（合意フラグが設定された BPDU）を送信します。

  スイッチ A は、スイッチ B の合意メッセージを受信すると、ただちに自身の指定ポートをフォワーディング ステートにします。スイッチ B はその非エッジ ポートをすべてブロックし、またスイッチ A とスイッチ B はポイントツーポイント リンクで接続されているので、ネットワークにループは形成されません。

  スイッチ C がスイッチ B に接続された場合も、同様のハンドシェイク メッセージが交換されます。スイッチ C はスイッチ B に接続されたポートをルート ポートとして選択し、両端のポートはただちにフォワーディング ステートに移行します。アクティブ トポロジにスイッチが追加されるたびに、このハンドシェイク プロセスが実行されます。ネットワークが収束すると、この提案/合意ハンドシェイクがルートからスパニング ツリーのリーフへと進みます。

  スイッチはポートのデュプレックス モードによってリンク タイプを学習します。全二重ポートはポイントツーポイント接続と見なされ、半二重接続は共有接続と見なされます。**spanning-tree link-type** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用すると、デュプレックス設定で制御されたデフォルトの設定値を上書きできます。

図 17-4　高速コンバージェンスの提案/合意ハンドシェイク



ポートの役割の同期化

スイッチのポートの 1 つで提案メッセージが受信され、そのポートが新しいルート ポートに選択されると、RSTP は他のすべてのポートを新しいルートの情報に同期させます。

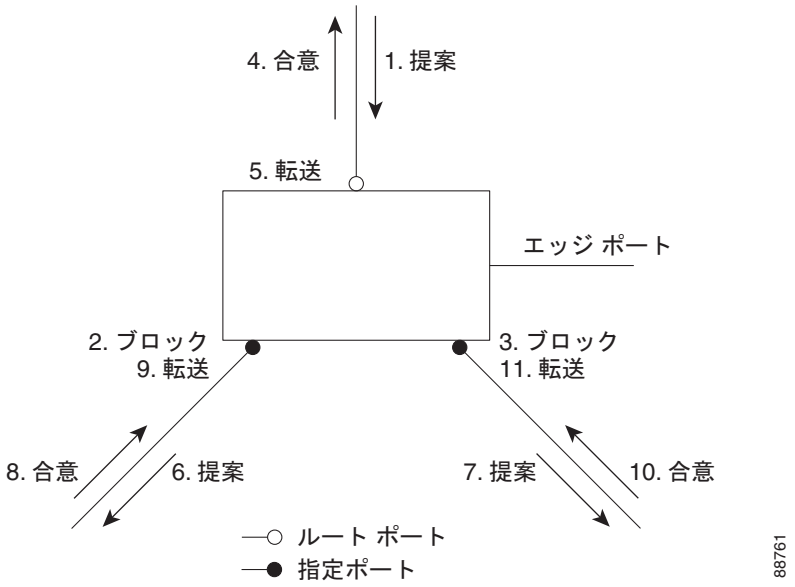
他のすべてのポートが同期化されると、スイッチはルート ポートで受信した優位のルート情報に同期化されます。スイッチ上の個々のポートは次の場合に同期化された状態となります。

- ブロッキング ステートである場合
- エッジ ポートである場合（ネットワークのエッジとして設定されているポート）

指定ポートがフォワーディング ステートであり、なおかつエッジ ポートとして設定されていない場合、RSTP によって新しいルート情報で強制的に同期化されると、その指定ポートはブロッキング ステートになります。一般的に、RSTP がポートを新しいルート情報で強制的に同期化する場合に、そのポートが上記のいずれの条件も満たしていない場合、ポートのステートはブロッキングに設定されます。

スイッチは、すべてのポートが同期化されたことを確認すると、そのルート ポートに対応する指定スイッチに合意メッセージを送信します。ポイントツーポイント リンクで接続されたスイッチがポートの役割について互いに合意すると、RSTP はポート ステートをただちにフォワーディング ステートに移行させます。図 17-5 は、この一連のイベントを示します。

図 17-5　高速コンバージェンス中の一連のイベント



BPDU のフォーマットおよびプロセス

RSTP BPDU のフォーマットは、プロトコル バージョンが 2 に設定されている点を除き、IEEE 802.1D BPDU のフォーマットと同じです。新しい 1 バイトのバージョン 1 の Length フィールドは 0 に設定されます。これはバージョン 1 のプロトコルの情報がないことを示しています。表 17-3 に、RSTP のフラグ フィールドを示します。

表 17-3　RSTP BPDU フラグ

ビット	機能
0	トポロジの変更（TC）
1	提案
2 ～ 3：	ポートの役割：
00	不明
01	代替ポート
10	ルート ポート
11	指定ポート
4	ラーニング
5	フォワーディング
6	合意
7	トポロジの変更の確認（TCA）

送信スイッチは、自身を LAN 上の指定スイッチにするために、RSTP BPDU に提案フラグを設定します。提案メッセージでは、ポートの役割は常に指定ポートに設定されます。

送信スイッチは、提案を受け入れる場合、RSTP BPDU に合意フラグを設定します。合意メッセージでは、ポートの役割は常にルート ポートに設定されます。

RSTP には個別の Topology Change Notification（TCN; トポロジ変更通知）BPDU はありません。トポロジの変更を示すには、トポロジ変更（TC）フラグが使用されます。ただし、IEEE 802.1D スイッチとの相互運用性を保つために、RSTP スイッチは TCN BPDU の処理と生成を行います。

ラーニングとフォワーディングのフラグは、送信ポートのステートに応じて設定されます。

優位 BPDU 情報の処理

現在保存されているルート情報よりも優位のルート情報（小さいスイッチ ID、低パス コストなど）をポートが受信すると、RSTP は再構成を開始します。そのポートが新しいルート ポートとして提案され、選択されると、RSTP は他のすべてのポートを強制的に同期化します。

受信した BPDU が提案フラグの設定された RSTP BPDU である場合、スイッチは他のすべてのポートを同期化した後、合意メッセージを送信します。BPDU が IEEE 802.1D BPDU である場合、スイッチは提案フラグを設定せずに、そのポートの転送遅延タイマーを起動します。新しいルート ポートはフォワーディング ステートに移行するために 2 倍の転送遅延時間を必要とします。

ポートで優位の情報が受信されたために、そのポートがバックアップ ポートまたは代替ポートになる場合、RSTP はそのポートをブロッキング ステートに設定し、合意メッセージは送信しません。指定ポートは、転送遅延タイマーが満了するまで提案フラグの設定された BPDU の送信を続けます。タイマーが満了すると、ポートはフォワーディング ステートに移行します。

下位 BPDU 情報の処理

指定ポートの役割フラグが設定された下位 BPDU（そのポートに現在保存されている値より大きいスイッチ ID、高いパス コストなど）を指定ポートが受信した場合、その指定ポートは、ただちに現在の自身の情報を応答します。

トポロジの変更

ここでは、スパニング ツリー トポロジの変更処理について、RSTP と IEEE 802.1D の相違を説明します。

- 検出：IEEE 802.1D ではブロッキングとフォワーディング ステート間での *すべての*移行によってトポロジの変更が生じますが、RSTP ではトポロジの変更が生じるのは、ブロッキングからフォワーディングにステートが移行する場合*だけ*です（トポロジの変更と見なされるのは、相互接続性が向上する場合だけです）。エッジ ポートでステートが変更されても、トポロジの変更は生じません。RSTP スイッチは、トポロジの変更を検出すると、そのスイッチのすべての非エッジ ポート（TC 通知を受信したポートを除く）で学習した情報を削除します。
- 通知：IEEE 802.1D は TCN BPDU を使用しますが、RSTP は使用しません。ただし、IEEE 802.1D スイッチとの相互運用性を保つために、RSTP スイッチは TCN BPDU の処理と生成を行います。
- 確認：RSTP スイッチは、指定ポートで IEEE 802.1D スイッチから TCN メッセージを受信した場合、TCA ビットが設定された IEEE 802.1D コンフィギュレーション BPDU で応答します。ただし、IEEE 802.1D スイッチに接続されたルート ポートで TC 時間タイマー（IEEE 802.1D のトポロジ変更タイマーと同じ）がアクティブであり、TCA ビットが設定されたコンフィギュレーション BPDU が受信された場合、TC 時間タイマーはリセットされます。

  この処理は、IEEE 802.1D スイッチをサポートする目的でだけ必要とされます。RSTP BPDU では、TCA ビットは設定されません。

- 伝播：RSTP スイッチは、指定ポートまたはルート ポートを介して別のスイッチから TC メッセージを受信すると、自身のすべての非エッジ ポート、指定ポート、およびルート ポート（この TC メッセージを受信したポートを除く）に変更を伝播します。スイッチは、これらのすべてのポートの TC 時間タイマーを起動し、これらのポート上で学習した情報を削除します。
- プロトコルの移行：IEEE 802.1D スイッチとの下位互換性を保つため、RSTP は IEEE 802.1D コンフィギュレーション BPDU および TCN BPDU をポート単位で必要に応じて送信します。

  ポートが初期化されると、移行遅延タイマーが起動され（RSTP BPDU を送信する最小時間を指定）、RSTP BPDU が送信されます。このタイマーがアクティブな間、スイッチはそのポートで受信したすべての BPDU を処理し、プロトコル タイプを無視します。

  スイッチはポートの移行遅延タイマーが満了した後に IEEE 802.1D BPDU を受信した場合、IEEE 802.1D スイッチに接続されていると想定し、IEEE 802.1D BPDU だけの使用を開始します。ただし、RSTP スイッチが 1 つのポートで IEEE 802.1D BPDU を使用していて、タイマーが満了した後に RSTP BPDU を受信した場合、タイマーが再起動し、そのポートで RSTP BPDU の使用が開始されます。

MSTP 機能の設定

MSTP のデフォルト設定

表 17-4　MSTP のデフォルト設定

機能	デフォルト設定
スパニング ツリー モード	PVST+（Rapid PVST+ と MSTP はディセーブル）
スイッチ プライオリティ（CIST ポート単位で設定可能）	32768
スパニング ツリー ポート プライオリティ（CIST ポート単位で設定可能）	128.

表 17-4　MSTP のデフォルト設定（続き）

機能	デフォルト設定
スパニング ツリー ポート コスト（CIST ポート単位で設定可能）	1000 Mbps: 4 100 Mbps: 19 10 Mbps: 100
Hello タイム	2 秒
転送遅延時間	15 秒
最大エージング タイム	20 秒
最大ホップ カウント	20 ホップ

サポートされるスパニング ツリー インスタンス数については、「サポートされるスパニング ツリー インスタンス」（P.26-10）を参照してください。

MSTP 設定時の注意事項

ここでは、MSTP の設定時の注意事項を説明します。

- **spanning-tree mode mst** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用して、MST をイネーブルにすると、RSTP が自動的にイネーブルになります。
- 2 つ以上のスイッチを同じ MST リージョンに設定するには、その 2 つのスイッチに同じ VLAN/ インスタンス マッピング、同じコンフィギュレーション リビジョン番号、同じ名前を設定しなければなりません。
- スイッチは最大 65 の MST インスタンスをサポートします。特定の MST インスタンスにマッピングできる VLAN の数に制限はありません。
- PVST+、Rapid PVST+、および MSTP はサポートされますが、アクティブにできるのは 1 つのバージョンだけです（たとえば、すべての VLAN で PVST+ を使用するか、すべての VLAN で Rapid PVST+ を使用するか、またはすべての VLAN で MSTP を使用することになります）。詳細については、「スパニング ツリーの相互運用性と下位互換性」（P.26-10）を参照してください。推奨するトランク ポート設定の詳細については、「他の機能との相互作用」（P.13-18）を参照してください。
- MST コンフィギュレーションの VLAN Trunking Protocol（VTP; VLAN トランキング プロトコル）伝播機能はサポートされません。ただし、Command-Line Interface（CLI; コマンドライン インターフェイス）または SNMP サポートを通じて、MST リージョン内の各スイッチで MST コンフィギュレーション（リージョン名、リビジョン番号、および VLAN とインスタンスのマッピング）を手動で設定することは可能です。
- ネットワーク内の冗長パスでロード バランシングを機能させるには、すべての VLAN/ インスタンス マッピングの割り当てが一致している必要があります。一致していないと、すべてのトラフィックが 1 つのリンク上で伝送されます。
- PVST+ クラウドと MST クラウドの間、または Rapid PVST+ クラウドと MST クラウドの間でロード バランシングを実現するには、すべての MST 境界ポートがフォワーディング ステートでなければなりません。そのためには、MST クラウドの IST マスターが CST のルートを兼ねている必要があります。MST クラウドが複数の MST リージョンで構成されている場合は、MST リージョンの 1 つに CST ルートが含まれており、他のすべての MST リージョンにおいて、MST クラウドに含まれているルートへのパスの方が PVST+ または rapid-PVST+ クラウド経由のパスよりも優れている必要があります。クラウド内のスイッチを手動で設定しなければならない場合もあります。

- ネットワークを多数のリージョンに分割することは推奨できません。ただし、どうしても分割せざるを得ない場合は、スイッチド LAN をルータまたは非レイヤ 2 デバイスで相互接続された小規模な LAN に分割することを推奨します。
- スイッチが MST モードのときは、パス コスト値の計算に、ロング パス コスト計算方式（32 ビット）が使用されます。ロング パス コスト計算方式では、次のパス コスト値がサポートされます。

速度	パス コスト値
10 Mb/s	2,000,000
100 Mb/s	200,000
1 Gb/s	20,000
10 Gb/s	2,000
100 Gb/s	200

MST リージョンの設定および MSTP のイネーブル化

2 つ以上のスイッチを同じ MST リージョンに設定するには、その 2 つのスイッチに同じ VLAN/ インスタンス マッピング、同じコンフィギュレーション リビジョン番号、同じ名前を設定しなければなりません。

リージョンは、同じ MST コンフィギュレーションを持つ 1 つまたは複数のメンバで構成されます。リージョンの各メンバは RSTP BPDU を処理する機能を備えている必要があります。ネットワーク内の MST リージョンの数には制限はありませんが、各リージョンがサポートできるスパニング ツリー インスタンスの数は 65 までです。1 つの VLAN を同時に複数のスパニング ツリー インスタンスに割り当てることはできません。

MST リージョンの設定を行い、MSTP をイネーブルにするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は必須です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**spanning-tree mst configuration**	MST コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**instance** *instance-id* **vlan** *vlan-range*	VLAN を MST インスタンスに対応付けます。 • *instance-id* に指定できる範囲は、0 ～ 4094 です。 • **vlan** *vlan-range* に指定できる範囲は、1 ～ 4094 です。 MST インスタンスに VLAN をマッピングする場合、マッピングはインクリメンタルに行われ、コマンドで指定された VLAN がすでにマッピング済みの VLAN に対して追加または削除されます。 VLAN の範囲を指定する場合は、ハイフンを使用します。たとえば、**instance 1 vlan 1-63** と入力すると、VLAN 1 ～ 63 が MST インスタンス 1 にマッピングされます。 一連の VLAN を指定する場合は、カンマを使用します。たとえば、**instance 1 vlan 10, 20, 30** を入力すると、VLAN 10、20、30 が MST インスタンス 1 にマッピングされます。
ステップ 4	**name** *name*	コンフィギュレーション名を指定します。*name* ストリングの最大長は 32 文字で、大文字と小文字が区別されます。

	コマンド	目的
ステップ 5	**revision** *version*	コンフィギュレーション リビジョン番号を指定します。指定できる範囲は 0 ～ 65535 です。
ステップ 6	**show pending**	入力した設定を表示して、確認します。
ステップ 7	**exit**	変更を適用し、グローバル コンフィギュレーション モードに戻ります。
ステップ 8	**spanning-tree mode mst**	MSTP をイネーブルにします。RSTP もイネーブルになります。 **注意** スパニング ツリー モードを変更すると、すべてのスパニング ツリー インスタンスが前のモードで停止して新しいモードで再起動されるので、トラフィックが中断する可能性があります。 MSTP と PVST+ または MSTP と Rapid PVST+ を同時に実行できません。
ステップ 9	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 10	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 11	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

デフォルトの MST リージョン コンフィギュレーションに戻すには、**no spanning-tree mst configuration** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。VLAN インスタンス マッピングをデフォルトの設定に戻すには、**no instance** *instance-id* [**vlan** *vlan-range*] MST コンフィギュレーション コマンドを使用します。デフォルトの名前に戻すには、**no name** MST コンフィギュレーション コマンドを使用します。デフォルトのリビジョン番号に戻すには、**no revision** MST コンフィギュレーション コマンド を使用します。PVST+ をイネーブルに戻すには、**no spanning-tree mode** または **spanning-tree mode pvst** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、MST コンフィギュレーション モードの例を示します。まず MST コンフィギュレーション モードを開始して VLAN 10 ～ 20 を MST インスタンス 1 にマッピングし、そのリージョンの名前を *region1* に設定します。次にコンフィギュレーション リビジョン番号として 1 を設定し、入力した設定を表示させて変更を適用します。そして最後にグローバル コンフィギュレーション モードに戻ります。

```
Switch(config)# spanning-tree mst configuration
Switch(config-mst)# instance 1 vlan 10-20
Switch(config-mst)# name region1
Switch(config-mst)# revision 1
Switch(config-mst)# show pending
Pending MST configuration
Name      [region1]
Revision  1
Instance  Vlans Mapped
--------  ---------------------
0         1-9,21-4094
1         10-20
-------------------------------

Switch(config-mst)# exit
Switch(config)#
```

ルート スイッチの設定

スイッチは、スパニング ツリー インスタンスを VLAN グループとマッピングして維持します。各インスタンスには、スイッチ プライオリティとスイッチの MAC アドレスからなるスイッチ ID が対応付けられます。最小のスイッチ ID を持つスイッチがその VLAN グループのルート スイッチになります。

特定のスイッチがルートになるように設定するには、**spanning-tree mst** *instance-id* **root** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用して、スイッチ プライオリティをデフォルト値（32768）からきわめて小さい値に変更します。これにより、そのスイッチが指定されたスパニング ツリー インスタンスのルート スイッチになることができます。このコマンドを入力すると、スイッチは、ルート スイッチのスイッチ プライオリティを確認します。拡張システム ID のサポートのため、スイッチは指定されたインスタンスについて、自身のプライオリティを 24576 に設定します（この値によって、このスイッチが指定されたスパニング ツリー インスタンスのルートになる場合）。

指定されたインスタンスのルート スイッチに 24576 より小さいスイッチ プライオリティが設定されている場合、スイッチは自身のプライオリティを最小のスイッチ プライオリティより 4096 だけ小さい値に設定します（表 26-1（P.26-4）に示すように、4096 は 4 ビットのスイッチ プライオリティ値の最下位ビットの値です）。

ネットワーク上に拡張システム ID をサポートするスイッチとサポートしないスイッチが混在する場合は、拡張システム ID をサポートするスイッチがルート スイッチになることはほぼありません。拡張システム ID によって、旧ソフトウェアが稼動する接続スイッチのプライオリティより VLAN 番号が大きくなるたびに、スイッチ プライオリティ値が増大します。

各スパニング ツリー インスタンスのルート スイッチは、バックボーン スイッチまたはディストリビューション スイッチにする必要があります。アクセス スイッチをスパニング ツリーのプライマリ ルートとして設定しないでください。

レイヤ 2 ネットワークの直径（つまり、レイヤ 2 ネットワーク上の任意の 2 つのエンド ステーション間の最大スイッチ ホップ数）を指定するには、**diameter** キーワードを指定します（MST インスタンス 0 の場合だけ使用可）。ネットワークの直径を指定すると、その直径のネットワークに最適な Hello タイム、転送遅延時間、および最大エージング タイムをスイッチが自動的に設定するので、コンバージェンスの所要時間を大幅に短縮できます。自動的に算出された Hello タイムを変更する場合は、**hello** キーワードを使用します。

（注）スイッチをルート スイッチとして設定した後に、**spanning-tree mst hello-time**、**spanning-tree mst forward-time**、および **spanning-tree mst max-age** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用して、Hello タイム、転送遅延時間、最大エージング タイムを手動で設定することは推奨できません。

スイッチをルート スイッチに設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**spanning-tree mst** *instance-id* **root primary** [**diameter** *net-diameter* [**hello-time** *seconds*]]	スイッチをルート スイッチに設定します。 • *instance-id* には、単一のインスタンス、ハイフンで区切られた範囲のインスタンス、またはカンマで区切られた一連のインスタンスを指定できます。指定できる範囲は 0 ～ 4094 です。 • （任意）**diameter** *net-diameter* には、任意の 2 つのエンド ステーション間の最大スイッチ数を指定します。指定できる範囲は 2 ～ 7 です。このキーワードを使用できるのは MST インスタンス 0 の場合だけです。 • （任意）**hello-time** *seconds* には、ルート スイッチによってコンフィギュレーション メッセージが生成される間隔を秒数で指定します。指定できる範囲は 1 ～ 10 秒です。デフォルトは 2 秒です。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show spanning-tree mst** *instance-id*	設定を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

スイッチをデフォルト設定に戻すには、**no spanning-tree mst** *instance-id* **root** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

セカンダリ ルート スイッチの設定

拡張システム ID をサポートするスイッチをセカンダリ ルートとして設定すると、スイッチ プライオリティはデフォルト値（32768）から 28672 に変更されます。その結果、プライマリ ルート スイッチに障害が発生した場合に、このスイッチが、指定されたインスタンスのルート スイッチになる可能性が高くなります。これは、他のネットワーク スイッチがデフォルトのスイッチ プライオリティ 32768 を使用し、ルート スイッチになる可能性が低いことが前提です。

複数のスイッチでこのコマンドを実行すると、複数のバックアップ ルート スイッチを設定できます。**spanning-tree mst** *instance-id* **root primary** グローバル コンフィギュレーション コマンドでプライマリ ルート スイッチを設定したときと同じネットワーク直径および Hello タイム値を使用してください。

スイッチをセンカンダリ ルート スイッチに設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**spanning-tree mst** *instance-id* **root secondary** [**diameter** *net-diameter* [**hello-time** *seconds*]]	スイッチをセカンダリ ルート スイッチに設定します。 • *instance-id* には、単一のインスタンス、ハイフンで区切られた範囲のインスタンス、またはカンマで区切られた一連のインスタンスを指定できます。指定できる範囲は 0 ～ 4094 です。 • （任意）**diameter** *net-diameter* には、任意の 2 つのエンド ステーション間の最大スイッチ数を指定します。指定できる範囲は 2 ～ 7 です。このキーワードを使用できるのは MST インスタンス 0 の場合だけです。 • （任意）**hello-time** *seconds* には、ルート スイッチによってコンフィギュレーション メッセージが生成される間隔を秒数で指定します。指定できる範囲は 1 ～ 10 秒です。デフォルトは 2 秒です。 プライマリ ルート スイッチを設定したときと同じネットワーク直径および Hello タイム値を使用してください。「ルート スイッチの設定」（P.17-18）を参照してください。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show spanning-tree mst** *instance-id*	設定を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

スイッチをデフォルト設定に戻すには、**no spanning-tree mst** *instance-id* **root** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

ポート プライオリティの設定

ループが発生した場合、MSTP はポート プライオリティを使用して、フォワーディング ステートにするインターフェイスを選択します。最初に選択させたいインターフェイスには高いプライオリティ（小さい数値）を与え、最後に選択させたいインターフェイスには低いプライオリティ（大きい数値）を与えます。すべてのインターフェイスに同じプライオリティ値が与えられている場合、MSTP はインターフェイス番号が最小のインターフェイスをフォワーディング ステートにし、他のインターフェイスをブロックします。

インターフェイスの MSTP ポート プライオリティを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	設定するインターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。 有効なインターフェイスには、物理ポートとポートチャネル論理インターフェイスがあります。指定できるポートチャネルの範囲は 1 ～ 48 です。

	コマンド	目的
ステップ 3	**spanning-tree mst** *instance-id* **port-priority** *priority*	ポート プライオリティを設定します。 • *instance-id* には、単一のインスタンス、ハイフンで区切られた範囲のインスタンス、またはカンマで区切られた一連のインスタンスを指定できます。指定できる範囲は 0 ～ 4094 です。 • *priority* に指定できる範囲は 0 ～ 240 で、16 ずつ増加します。デフォルト値は 128 です。値が小さいほど、プライオリティは高くなります。 プライオリティ値は、0、16、32、48、64、80、96、112、128、144、160、176、192、208、224、および 240 です。それ以外の値はすべて拒否されます。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show spanning-tree mst interface** *interface-id* または **show spanning-tree mst** *instance-id*	設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

（注）　**show spanning-tree mst interface** *interface-id* 特権 EXEC コマンドによって表示されるのは、リンクアップ動作可能状態のポートの情報だけです。それ以外の情報については、**show running-config interface** 特権 EXEC コマンドを使用して設定を確認してください。

インターフェイスをデフォルト設定に戻すには、**no spanning-tree mst** *instance-id* **port-priority** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

パス コストの設定

MSTP パス コストのデフォルト値は、インターフェイスのメディア速度に基づきます。ループが発生した場合、MSTP はコストを使用して、フォワーディング ステートにするインターフェイスを選択します。最初に選択させたいインターフェイスには小さいコスト値を与え、最後に選択させたいインターフェイスには大きいコスト値を与えます。すべてのインターフェイスに同じコスト値が与えられている場合、MSTP はインターフェイス番号が最小のインターフェイスをフォワーディング ステートにし、他のインターフェイスをブロックします。

インターフェイスの MSTP コストを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	設定するインターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。有効なインターフェイスには、物理ポートとポートチャネル論理インターフェイスがあります。指定できるポートチャネルの範囲は 1 ～ 48 です。

	コマンド	目的
ステップ 3	**spanning-tree mst** *instance-id* **cost** *cost*	コストを設定します。 ループが発生した場合、MSTP はパス コストを使用して、フォワーディング ステートにするインターフェイスを選択します。パス コストが小さいほど、高速で伝送されます。 • *instance-id* には、単一のインスタンス、ハイフンで区切られた範囲のインスタンス、またはカンマで区切られた一連のインスタンスを指定できます。指定できる範囲は 0 ～ 4094 です。 • *cost* に指定できる範囲は 1 ～ 200000000 です。デフォルト値はインターフェイスのメディア速度に基づきます。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show spanning-tree mst interface** *interface-id* または **show spanning-tree mst** *instance-id*	設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

（注）　**show spanning-tree mst interface** *interface-id* 特権 EXEC コマンドによって表示されるのは、リンクアップ動作可能状態のポートの情報だけです。それ以外の情報については、**show running-config** 特権 EXEC コマンドを使用して設定を確認してください。

インターフェイスをデフォルト設定に戻すには、**no spanning-tree mst** *instance-id* **cost** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

スイッチ プライオリティの設定

スイッチ プライオリティを設定して、スイッチがルート スイッチとして選択される可能性を高めることができます。

（注）　このコマンドは、十分に注意して使用してください。スイッチ プライオリティの変更には、通常、**spanning-tree mst** *instance-id* **root primary** および **spanning-tree mst** *instance-id* **root secondary** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用することを推奨します。

スイッチ プライオリティを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**spanning-tree mst** *instance-id* **priority** *priority*	スイッチ プライオリティを設定します。 • *instance-id* には、単一のインスタンス、ハイフンで区切られた範囲のインスタンス、またはカンマで区切られた一連のインスタンスを指定できます。指定できる範囲は 0 ～ 4094 です。 • *priority* を指定する場合、指定できる範囲は 0 ～ 61440 で、4096 ずつ増加します。デフォルトは 32768 です。値が小さいほど、スイッチがルート スイッチとして選択される可能性が高くなります。 プライオリティ値は、0、4096、8192、12288、16384、20480、24576、28672、32768、36864、40960、45056、49152、53248、57344、61440 です。それ以外の値はすべて拒否されます。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show spanning-tree mst** *instance-id*	設定を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

スイッチをデフォルト設定に戻すには、**no spanning-tree mst** *instance-id* **priority** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

Hello タイムの設定

Hello タイムを変更することによって、ルート スイッチによってコンフィギュレーション メッセージが生成される間隔を設定できます。

すべての MST インスタンスの Hello タイムを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**spanning-tree mst hello-time** *seconds*	すべての MST インスタンスの Hello タイムを設定します。Hello タイムはルート スイッチがコンフィギュレーション メッセージを生成する間隔です。これらのメッセージは、スイッチがアクティブであることを意味します。 *seconds* に指定できる範囲は 1 ～ 10 です。デフォルト値は 2 です。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show spanning-tree mst**	設定を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

スイッチをデフォルト設定に戻すには、**no spanning-tree mst hello-time** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

転送遅延時間の設定

すべての MST インスタンスの転送遅延時間を設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**spanning-tree mst forward-time** *seconds*	すべての MST インスタンスの転送遅延時間を設定します。転送遅延時間は、スパニング ツリー ラーニング ステートおよびリスニング ステートからフォワーディング ステートに移行するまでに、ポートが待機する秒数です。 *seconds* に指定できる範囲は 4 ～ 30 です。デフォルト値は 15 です。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show spanning-tree mst**	設定を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

スイッチをデフォルト設定に戻すには、**no spanning-tree mst forward-time** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

最大エージング タイムの設定

すべての MST インスタンスの最大エージング タイムを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**spanning-tree mst max-age** *seconds*	すべての MST インスタンスの最大エージング タイムを設定します。最大エージング タイムは、再構成を試行するまでにスイッチがスパニング ツリー コンフィギュレーション メッセージを受信せずに待機する秒数です。 *seconds* に指定できる範囲は 6 ～ 40 です。デフォルト値は 20 です。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show spanning-tree mst**	設定を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

スイッチをデフォルト設定に戻すには、**no spanning-tree mst max-age** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

最大ホップ カウントの設定

すべての MST インスタンスの最大ホップ カウントを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**spanning-tree mst max-hops** *hop-count*	BPDU が廃棄され、ポートに維持されていた情報が期限切れになるまでの、リージョン内でのホップ数を指定します。 *hop-count* に指定できる範囲は 1 ～ 255 です。デフォルト値は 20 です。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show spanning-tree mst**	設定を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

スイッチをデフォルト設定に戻すには、**no spanning-tree mst max-hops** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

リンク タイプの指定による高速移行の保証

2 つのポートをポイントツーポイント リンクで接続し、ローカル ポートが指定ポートになると、RSTP は提案/合意ハンドシェイクを使用して、相手側ポートと高速移行をネゴシエーションし、ループのないトポロジを保証します（「高速コンバージェンス」（P.17-10）を参照）。

デフォルトでは、リンク タイプは、インターフェイスのデュプレックス モードによって制御されます。全二重ポートはポイントツーポイント接続と見なされ、半二重接続は共有接続と見なされます。MSTP が稼動しているリモート スイッチ上の 1 つのポートと物理的にポイントツーポイントで接続されている半二重リンクが存在する場合は、リンク タイプのデフォルト設定値を変更して、フォワーディング ステートへの高速移行をイネーブルにできます。

リンク タイプのデフォルト設定を変更するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	設定するインターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。有効なインターフェイスには、物理ポート、VLAN、およびポートチャネル論理インターフェイスがあります。指定できる VLAN ID 範囲は 1 ～ 4094 です。指定できるポートチャネルの範囲は 1 ～ 48 です。
ステップ 3	**spanning-tree link-type point-to-point**	ポートのリンク タイプをポイントツーポイントに指定します。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show spanning-tree mst interface** *interface-id*	設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

ポートをデフォルト設定に戻すには、**no spanning-tree link-type** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

ネイバー タイプの指定

トポロジには、先行標準に準拠したデバイスと IEEE 802.1s 標準準拠のデバイスの両方を加えることができます。デフォルトでは、ポートは自動的に先行標準のデバイスを検出します。ただし、ポート自体は、標準と先行標準の BPDU を両方受信できます。デバイスとネイバーの間に不一致があれば、CIST だけがインターフェイス上で動作します。

ポートを選択して、先行標準の BPDU だけ送信するように設定できます。先行標準のフラグは、ポートが STP 互換モードにある場合でも、すべての show コマンドで表示されます。

リンク タイプのデフォルト設定を変更するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	設定するインターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。指定できるインターフェイスとして、物理ポートも含まれます。
ステップ 3	**spanning-tree mst pre-standard**	先行標準の BPDU だけ送信するようにポートを指定します。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show spanning-tree mst interface** *interface-id*	設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

ポートをデフォルト設定に戻すには、**no spanning-tree mst prestandard** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

プロトコル移行プロセスの再起動

MSTP が稼動しているスイッチは、IEEE 802.1D 準拠のレガシー スイッチとの相互運用を可能にする組み込み型のプロトコル移行メカニズムをサポートします。このスイッチは、レガシー IEEE 802.1D コンフィギュレーション BPDU（プロトコルバージョンが 0 に設定されている BPDU）を受信すると、そのポート上では IEEE 802.1D BPDU だけを送信します。また、MSTP スイッチは、レガシー BPDU、別のリージョンに関連付けられている MST BPDU（バージョン 3）、または RST BPDU（バージョン 2）を受信することによって、ポートがリージョンの境界に位置していることを検出できます。

ただし、レガシースイッチが指定スイッチでない場合、レガシースイッチがリンクから削除されているかどうか検出できないので、スイッチは IEEE 802.1D BPDU を受け取らなくなった場合でも、自動的に MSTP モードには戻りません。さらにスイッチは、接続先スイッチがリージョンに加入した場合であっても、ポートに対して引き続き、境界の役割を割り当てる可能性もあります。

スイッチでプロトコル移行プロセスを再起動する（ネイバー スイッチとの再ネゴシエーションを強制する）には、**clear spanning-tree detected-protocols** 特権 EXEC コマンドを使用します。

特定のインターフェイスでプロトコル移行プロセスを再開するには、**clear spanning-tree detected-protocols interface** *interface-id* 特権 EXEC コマンドを使用します。

MST コンフィギュレーションおよびステータスの表示

スパニングツリー ステータスを表示するには、表 17-5 の特権 EXEC コマンドを 1 つまたは複数使用します。

表 17-5　MST ステータスを表示するコマンド

コマンド	目的
show spanning-tree mst configuration	MST リージョン コンフィギュレーションを表示します。
show spanning-tree mst configuration digest	現在の MSTCI に含まれている Message Digest 5（MD5）ダイジェストを表示します。
show spanning-tree mst *instance-id*	特定のインスタンスの MST 情報を表示します。
show spanning-tree mst interface *interface-id*	特定のインターフェイスの MST 情報を表示します。

show spanning-tree 特権 EXEC コマンドの他のキーワードについては、このリリースのコマンド リファレンスを参照してください。

CHAPTER 18

オプションのスパニング ツリー機能の設定

この章では、Catalyst 3560 スイッチにオプションのスパニング ツリー機能を設定する方法について説明します。スイッチが Per-VLAN Spanning-Tree Plus（PVST+）を実行している場合、これらのすべての機能を設定できます。スイッチが Multiple Spanning-Tree Protocol（MSTP）または Rapid Per-VLAN Spanning-Tree Plus（Rapid PVST+）プロトコルを稼動している場合は、明記した機能だけを設定できます。PVST+ および Rapid PVST+ の詳細については、第 26 章「STP の設定」を参照してください。MSTP の詳細および複数の VLAN を同一スパニング ツリー インスタンスにマッピングする方法については、第 17 章「MSTP の設定」を参照してください。

（注） この章で使用するコマンドの構文および使用方法の詳細については、このリリースのコマンド リファレンスを参照してください。

オプションのスパニング ツリー機能の概要

PortFast の概要

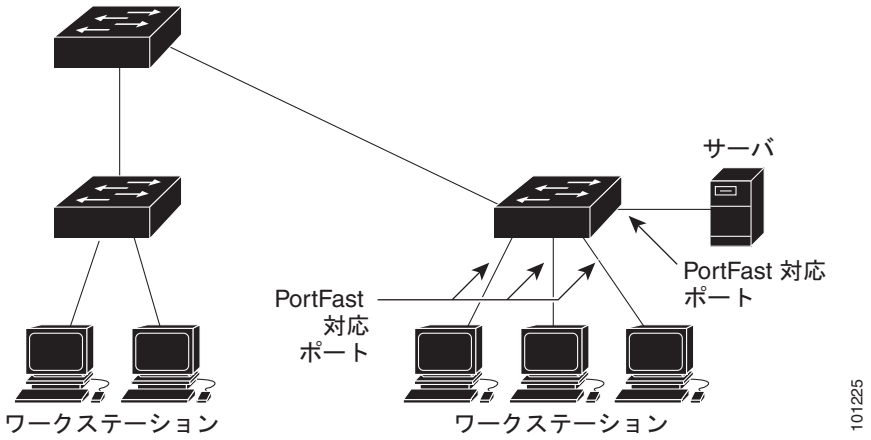
PortFast 機能を使用すると、アクセス ポートまたはトランク ポートとして設定されているインターフェイスが、リスニング ステートおよびラーニング ステートを経由せずに、ブロッキング ステートから直接フォワーディング ステートに移行します。単一のワークステーションまたはサーバに接続されたインターフェイス上で PortFast を使用すると、スパニング ツリーのコンバージェンスを待たずにデバイスをただちにネットワークに接続できます（図 18-1 を参照）。

1 台のワークステーションまたはサーバに接続されたインターフェイスが Bridge Protocol Data Unit（BPDU; ブリッジ プロトコル データ ユニット）を受信しないようにする必要があります。スイッチを再起動すると、PortFast がイネーブルに設定されているインターフェイスは通常のスパニング ツリー ステータスの遷移をたどります。

（注）　PortFast の目的は、インターフェイスがスパニング ツリーのコンバージェンスを待機する時間を最小限に抑えることです。したがって、PortFast はエンド ステーションに接続されたインターフェイス上で使用する場合にだけ有効になります。他のスイッチに接続するインターフェイスで PortFast をイネーブルにすると、スパニング ツリーのループが生じる可能性があります。

この機能をイネーブルにするには、**spanning-tree portfast** インターフェイス コンフィギュレーション コマンド、または **spanning-tree portfast default** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

図 18-1　PortFast 対応インターフェイス



BPDU ガードの概要

BPDU ガード機能はスイッチ上でグローバルにイネーブルにすることも、ポート単位でイネーブルにすることもできます。ただし、これらの動作は次の点で異なります。

グローバル レベルの場合は、**spanning-tree portfast bpduguard default** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用して、PortFast 対応ポート上で BPDU ガードをイネーブルにできます。これらのポート上で BPDU が受信されると、スパニング ツリーは、PortFast で動作しているポートをシャットダウンします。設定が有効であれば、PortFast 対応ポートは BPDU を受信しません。PortFast 対応ポートが BPDU を受信した場合は、認可されていないデバイスの接続などの無効な設定が存在することを示しており、BPDU ガード機能によってポートは errdisable ステートになります。この状態になると、スイッチは違反が発生したポート全体をシャットダウンします。

ポートをシャットダウンしないようにするには、**errdisable detect cause bpduguard shutdown vlan** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用して、違反が発生したポート上の原因となっている VLAN だけをシャットダウンします。

インターフェイス レベルの場合は、PortFast 機能をイネーブルにしなくても、**spanning-tree bpduguard enable** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用して、任意のポート上で BPDU ガードをイネーブルにできます。BPDU を受信したポートは、errdisable ステートになります。

手動でインターフェイスを再び動作させなければならないので、BPDU ガード機能は無効な設定に対する安全対策になります。サービス プロバイダー ネットワーク内でアクセス ポートがスパニング ツリーに参加しないようにするには、BPDU ガード機能を使用します。

BPDU フィルタリングの概要

BPDU フィルタリング機能はスイッチ上でグローバルにイネーブルにすることも、インターフェイス単位でイネーブルにすることもできます。ただし、これらの動作は次の点で異なります。

グローバル レベルの場合は、**spanning-tree portfast bpdufilter default** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用して、PortFast 対応インターフェイス上で BPDU フィルタリングをイネーブルにできます。このコマンドを使用すると、PortFast 動作ステートのインターフェイスは BPDU を送受信できなくなります。ただし、リンクが確立してからスイッチが発信 BPDU のフィルタリングを開始するまでの間に、このインターフェイスから BPDU がいくつか送信されます。これらのインターフェイスに接続されたホストが BPDU を受信しないようにするには、スイッチ上で BPDU フィルタリングをグローバルにイネーブルにする必要があります。BPDU を受信した PortFast 対応インターフェイスでは PortFast 動作ステータスが解除され、BPDU フィルタリングがディセーブルになります。

インターフェイス レベルの場合は、PortFast 機能をイネーブルにしなくても、**spanning-tree bpdufilter enable** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用して、任意のインターフェイス上で BPDU フィルタリングをイネーブルにできます。このコマンドを実行すると、インターフェイスは BPDU を送受信できなくなります。

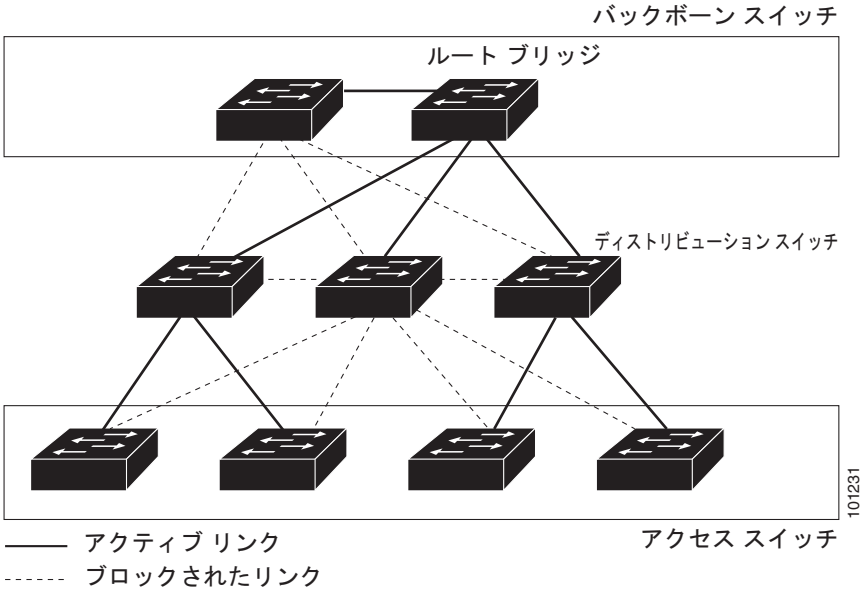
注意　BPDU フィルタリングを特定のインターフェイス上でイネーブルにすることは、そのインターフェイス上でスパニング ツリーをディセーブルにすることと同じであり、スパニング ツリー ループが発生することがあります。

スイッチ全体または 1 つのインターフェイスで BPDU フィルタリング機能をイネーブルにできます。

UplinkFast の概要

階層型ネットワークに配置されたスイッチは、バックボーン スイッチ、ディストリビューション スイッチ、およびアクセス スイッチに分類できます。図 18-2 に、ディストリビューション スイッチおよびアクセス スイッチに少なくとも 1 つの冗長リンクが確保されている複雑なネットワークの例を示します。冗長リンクは、ループを防止するために、スパニング ツリーによってブロックされています。

図 18-2　　階層型ネットワークのスイッチ



スイッチの接続が切断されると、スイッチはスパニング ツリーが新しいルート ポートを選択すると同時に代替パスの使用を開始します。リンクやスイッチに障害が発生した場合、またはスパニング ツリーが再設定された場合は、**spanning-tree uplinkfast** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用して UplinkFast をイネーブルにすることにより、新しいルート ポートを短時間で選択できます。ルート ポートは、通常のスパニング ツリー手順とは異なり、リスニング ステートおよびラーニング ステートを経由せず、ただちにフォワーディング ステートに移行します。

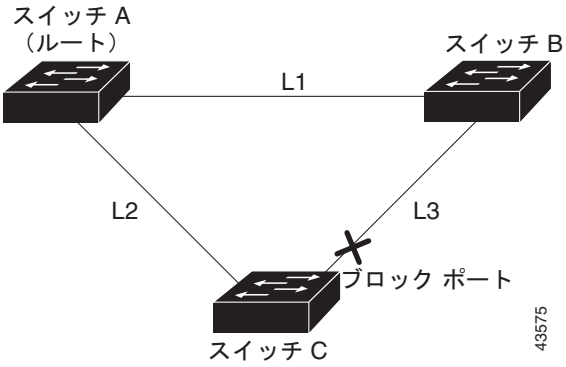
スパニング ツリーが新規ルート ポートを再設定すると、他のインターフェイスはネットワークにマルチキャスト パケットをフラッディングし、インターフェイス上で学習した各アドレスにパケットを送信します。max-update-rate パラメータの値を小さくすることで、これらのマルチキャスト トラフィックのバーストを制限できます（このパラメータはデフォルトで毎秒 150 パケットです）。ただし、0 を入力すると、ステーション学習フレームが生成されないので、接続切断後スパニング ツリー トポロジがコンバージェンスする速度が遅くなります。

（注）　UplinkFast は、ネットワークのアクセスまたはエッジに位置する、ワイヤリング クローゼットのスイッチで非常に有効です。バックボーン デバイスには適していません。他のアプリケーションにこの機能を使用しても、有効とは限りません。

UplinkFast は、直接リンク障害発生後に高速コンバージェンスを行い、アップリンク グループを使用して、冗長レイヤ 2 リンク間でロード バランシングを実行します。アップリンク グループは、（VLAN ごとの）レイヤ 2 インターフェイスの集合であり、いかなるときも、その中の 1 つのインターフェイスだけが転送を行います。具体的には、アップリンク グループは（転送を行う）ルート ポートと 1 組のブロック ポートからなります（セルフ ループ ポートは除く）。アップリンク グループは、転送中のリンクで障害が発生した場合に、代替パスを提供します。

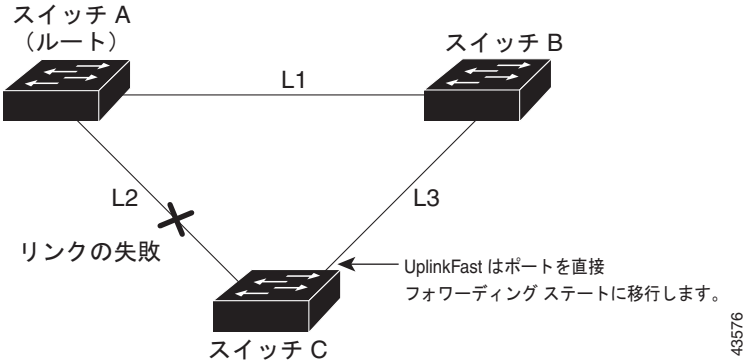
図 18-3 に、リンク障害が発生していないトポロジの例を示します。ルート スイッチであるスイッチ A は、リンク L1 を介してスイッチ B に、リンク L2 を介してスイッチ C に直接接続されています。スイッチ B に直接接続されているスイッチ C のレイヤ 2 インターフェイスは、ブロッキング ステートです。

図 18-3　直接リンク障害発生前の UplinkFast の例



スイッチ C が、ルート ポートの現在アクティブ リンクである L2 でリンク障害（*直接*リンク障害）を検出すると、UplinkFast がスイッチ C でブロックされていたインターフェイスのブロックを解除し、リスニング ステートおよびラーニング ステートを経由せずに、直接フォワーディング ステートに移行させます（図 18-4 を参照）。この切り替えに必要な時間は、約 1 ～ 5 秒です。

図 18-4　直接リンク障害発生後の UplinkFast の例



BackboneFast の概要

BackboneFast は、バックボーンのコアにおける間接障害を検出します。BackboneFast は、UplinkFast 機能を補完するテクノロジーです。UplinkFast は、アクセス スイッチに直接接続されたリンクの障害に対応します。BackboneFast は、最大エージング タイマーを最適化します。最大エージング タイマーによって、スイッチがインターフェイスで受信したプロトコル情報を保存しておく時間の長さが制御されます。スイッチが別のスイッチの指定ポートから下位 BPDU を受信した場合、BPDU は他のスイッチでルートまでのパスが失われた可能性を示すシグナルとなり、BackboneFast はルートまでの別のパスを見つけようとします。

BackboneFast をイネーブルにするには、**spanning-tree backbonefast** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。スイッチ上のルート ポートまたはブロック インターフェイスが指定スイッチから下位 BPDU を受信すると、BackboneFast が開始します。下位 BPDU は、ルート ブリッジと指定スイッチの両方として宣言したスイッチを識別します。スイッチが下位 BPDU を受信した場合、そのスイッチが直接接続されていないリンク（*間接*リンク）で障害が発生したことを意味します（指定スイッチとルート スイッチ間の接続が切断されています）。スパニング ツリーのルールとして、**spanning-tree vlan** *vlan-id max-age* グローバル コンフィギュレーション コマンドによって設定された最大エージング タイムの間、スイッチは下位 BPDU を無視します。

スイッチは、ルート スイッチへの代替パスの有無を判別します。下位 BPDU がブロック インターフェイスに到達した場合、スイッチ上のルート ポートおよび他のブロック インターフェイスがルート スイッチへの代替パスになります（セルフループ ポートは、ルート スイッチへの代替パスとは見なされません）。下位 BPDU がルート ポートに到達した場合、すべてのブロック インターフェイスがルート スイッチへの代替パスになります。下位 BPDU がルート ポートに到達し、しかもブロック インターフェイスがない場合、スイッチはルート スイッチへの接続が切断されたものと見なし、ルート ポートの最大エージング タイムが経過するまで待ち、通常のスパニング ツリー ルールに従ってルート スイッチになります。

スイッチが代替パスでルート スイッチに到達できる場合、スイッチはその代替パスを使用して、Root Link Query（RLQ）要求を送信します。スイッチは、すべての代替パスに RLQ 要求を送信し、ネットワーク内の他のスイッチからの RLQ 応答を待機します。

ルートへの代替パスがまだ存在していると判断したスイッチは、下位 BPDU を受信したインターフェイスの最大エージング タイムが経過するまで待ちます。ルート スイッチへのすべての代替パスが、スイッチとルート スイッチ間の接続が切断されていることを示している場合、スイッチは RLQ 応答を受信したインターフェイスの最大エージング タイムを満了させます。1 つまたは複数の代替パスからルート スイッチへ引き続き接続できる場合、スイッチは下位 BPDU を受信したすべてのインターフェイスを指定ポートにして、（ブロッキング ステートになっていた場合）ブロッキング ステートを解除し、リスニング ステート、ラーニング ステートを経てフォワーディング ステートに移行させます。

図 18-5 に、リンク障害が発生していないトポロジの例を示します。ルート スイッチであるスイッチ A はリンク L1 を介してスイッチ B に、リンク L2 を介してスイッチ C に直接接続されています。スイッチ B に直接接続されているスイッチ C のレイヤ 2 インターフェイスは、ブロッキング ステートです。

図 18-5　　間接リンク障害発生前の BackboneFast の例

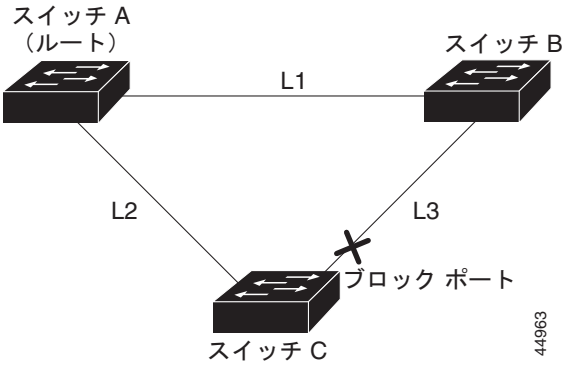


図 18-6 のリンク L1 で障害が発生した場合、スイッチ C はリンク L1 に直接接続されていないので、その障害を検出できません。一方スイッチ B は、L1 によってルート スイッチに直接接続されているため障害を検出し、スイッチ B 自身をルートとして選定して、自らをルートとして特定した状態で BPDU をスイッチ C へ送信し始めます。スイッチ B から下位 BPDU を受信したスイッチ C は、間接障害が発生していると見なします。この時点で、BackboneFast は、スイッチ C のブロック インターフェイスを、インターフェイスの最大エージング タイムが満了するまで待たずに、ただちにリスニング ステートに移行させます。BackboneFast は、次に、スイッチ C のレイヤ 2 インターフェイスをフォワーディング ステートに移行させ、スイッチ B からスイッチ A へのパスを設定します。ルートスイッチの選択には約 30 秒必要です。これは転送遅延時間がデフォルトの 15 秒に設定されていればその倍の時間です。図 18-6 では、リンク L1 で障害が発生した場合 BackboneFast がどのようにトポロジを再構成するかを示します。

図 18-6　間接リンク障害発生後の BackboneFast の例

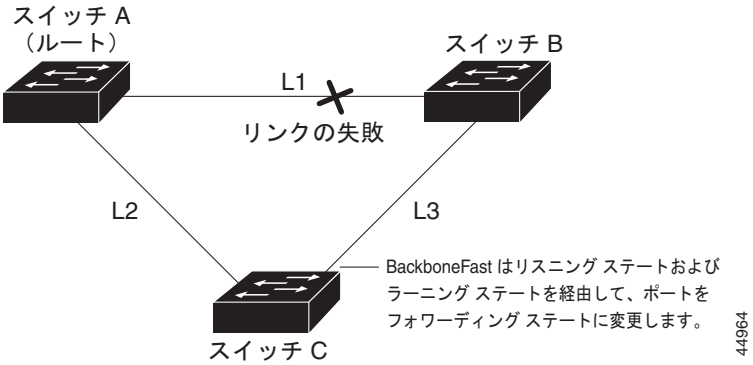
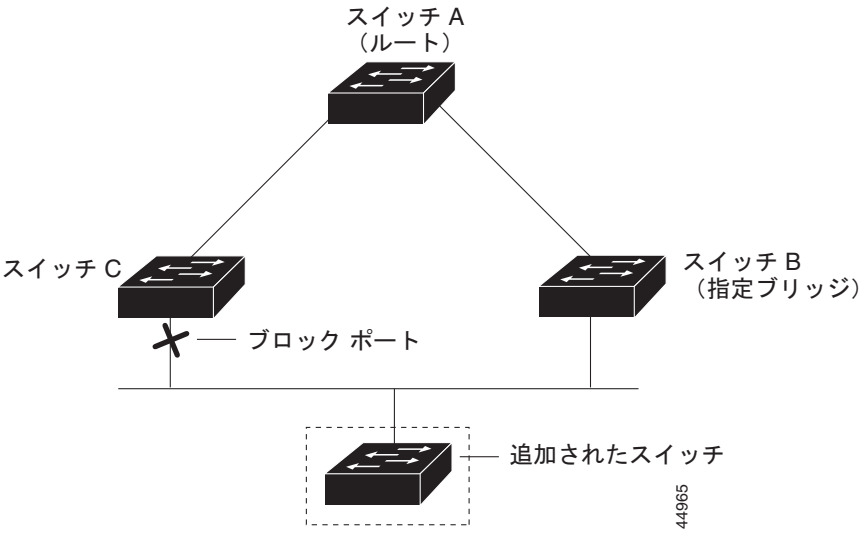


図 18-7 のように、新しいスイッチがメディア共有型トポロジに組み込まれた場合、認識された指定スイッチ（スイッチ B）から下位 BPDU が届いていないので、BackboneFast はアクティブになりません。新しいスイッチは、自身がルート スイッチであることを伝える下位 BPDU の送信を開始します。ただし、他のスイッチはこれらの下位 BPDU を無視し、新しいスイッチはスイッチ B がルート スイッチであるスイッチ A への指定スイッチであることを学習します。

図 18-7　メディア共有型トポロジにおけるスイッチの追加



EtherChannel ガードの概要

EtherChannel ガードを使用すると、スイッチと接続したデバイス間での EtherChannel の設定の矛盾を検出できます。スイッチ インターフェイスは EtherChannel として設定されているものの、もう一方のデバイスのインターフェイスではその設定が行われていない場合、設定の矛盾が発生します。また、EtherChannel の両端でチャネルのパラメータが異なる場合にも、設定の矛盾が発生します。EtherChannel 設定時の注意事項については、「EtherChannel 設定時の注意事項」（P.35-10）を参照してください。

スイッチが、他のデバイス上で設定の矛盾を検出した場合、EtherChannel ガードは、スイッチのインターフェイスを errdisable ステートにし、エラー メッセージを表示します。

spanning-tree etherchannel guard misconfig グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用してこの機能をイネーブルにできます。

ルート ガードの概要

SP（サービス プロバイダー）のレイヤ 2 ネットワークには、SP 以外が所有するスイッチへの接続が多く含まれている場合があります。このようなトポロジでは、図 18-8 に示すように、スパニング ツリーが再構成され、*カスタマー スイッチ*をルート スイッチとして選択する可能性があります。この状況を防ぐには、カスタマー ネットワーク内のスイッチに接続する SP スイッチ インターフェイス上でルート ガード機能をイネーブルに設定します。スパニング ツリーの計算によってカスタマー ネットワーク内のインターフェイスがルート ポートとして選択されると、ルート ガードがそのインターフェイスを root-inconsistent（ブロッキング）ステートにして、カスタマーのスイッチがルート スイッチにならないように、またはルートへのパスに組み込まれないようにします。

SP ネットワーク外のスイッチがルート スイッチになると、インターフェイスがブロックされ（root-inconsistent ステートになり）、スパニング ツリーが新しいルート スイッチを選択します。カスタマーのスイッチがルート スイッチになることはなく、ルートへのパスに組み込まれることもありません。

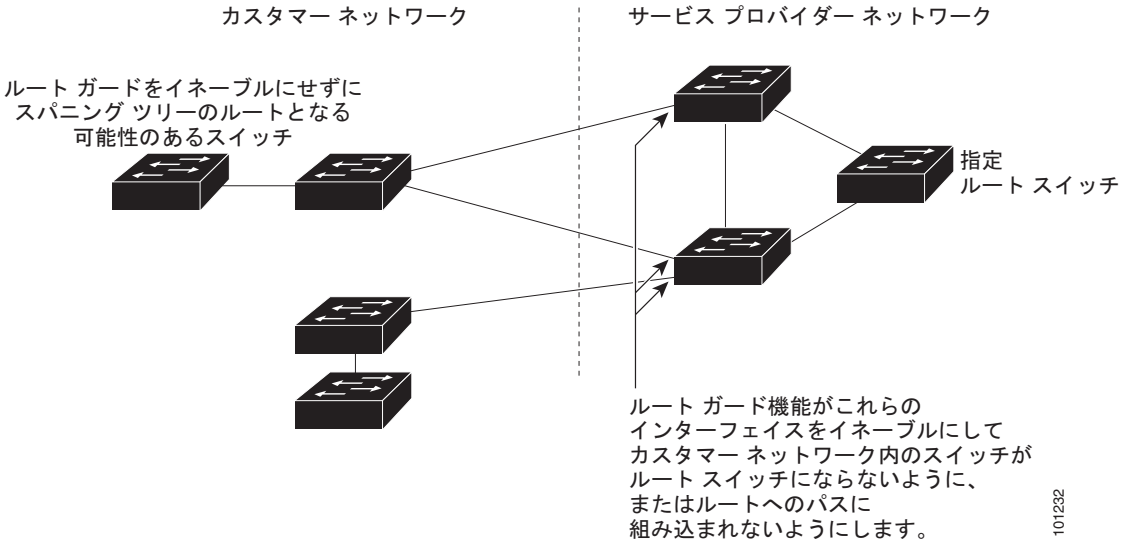
スイッチが Multiple Spanning-Tree（MST）モードで動作している場合、ルート ガードが強制的にそのインターフェイスを指定ポートにします。また、境界ポートがルート ガードによって Internal Spanning-Tree（IST）インスタンスでブロックされている場合にも、このインターフェイスはすべての MST インスタンスでもブロックされます。境界ポートは、指定スイッチが IEEE 802.1D スイッチまたは異なる MST リージョン設定を持つスイッチのいずれかである LAN に接続されるインターフェイスです。

1 つのインターフェイス上でルート ガードをイネーブルにすると、そのインターフェイスが所属するすべての VLAN にルート ガードが適用されます。VLAN は、MST インスタンスに対してグループ化された後、マッピングされます。

spanning-tree guard root インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用してこの機能をイネーブルにできます。

注意　ルート ガード機能は使い方を誤ると、接続が切断されることがあります。

図 18-8　サービス プロバイダー ネットワークのルート ガード



ループ ガードの概要

ループ ガードを使用すると、代替ポートまたはルート ポートが、単一方向リンクの原因となる障害によって指定ポートになることを防ぎます。この機能は、スイッチド ネットワーク全体でイネーブルにした場合に最も効果があります。ループ ガードによって、代替ポートおよびルート ポートが指定ポートになることが防止され、スパニング ツリーがルート ポートまたは代替ポートで BPDU を送信することはありません。

spanning-tree loopguard default グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用してこの機能をイネーブルにできます。

スイッチが PVST+ または Rapid PVST+ モードで動作している場合、ループ ガードによって、代替ポートおよびルート ポートが指定ポートになることが防止され、スパニング ツリーがルート ポートまたは代替ポートで BPDU を送信することはありません。

スイッチが MST モードで動作しているとき、ループ ガードによってすべての MST インスタンスでインターフェイスがブロックされている場合にだけ、非境界ポートで BPDU を送信しません。境界ポートでは、ループ ガードがすべての MST インスタンスでインターフェイスをブロックします。

オプションのスパニング ツリー機能の設定

オプションのスパニング ツリー機能のデフォルト設定

表 18-1 に、オプションのスパニング ツリー機能のデフォルト設定を示します。

表 18-1　オプションのスパニング ツリー機能のデフォルト設定

機能	デフォルト設定
PortFast、BPDU フィルタリング、BPDU ガード	グローバルにディセーブル（インターフェイス単位で個別に設定する場合を除く）
UplinkFast	グローバルにディセーブル
BackboneFast	グローバルにディセーブル
EtherChannel ガード	グローバルにイネーブル
ルート ガード	すべてのインターフェイスでディセーブル
ループ ガード	すべてのインターフェイスでディセーブル

オプションのスパニング ツリー設定時の注意事項

スイッチで PVST+、Rapid PVST+、または MSTP が稼動している場合、PortFast、BPDU ガード、BPDU フィルタリング、EtherChannel ガード、ルート ガード、またはループ ガードを設定できます。

Rapid PVST+ または MSTP に対して、UplinkFast または BackboneFast 機能を設定できます。ただし、スパニング ツリー モードを PVST+ に変更するまで、この機能はディセーブル（非アクティブ）のままです。

PortFast のイネーブル化

PortFast 機能がイネーブルに設定されているインターフェイスは、標準の転送遅延時間の経過を待たずに、ただちにスパニング ツリー フォワーディング ステートに移行されます。

注意　PortFast を使用するのは、単一エンド ステーションをアクセス ポートまたはトランク ポートに接続する場合に*限定*してください。スイッチまたはハブに接続するインターフェイス上でこの機能をイネーブルにすると、スパニング ツリーがネットワーク ループを検出または阻止できなくなり、その結果、ブロードキャスト ストームおよびアドレス学習の障害が起きる可能性があります。

音声 VLAN 機能をイネーブルにすると、PortFast 機能が自動的にイネーブルになります。音声 VLAN をディセーブルにしても、PortFast 機能は自動的にディセーブルになりません。詳細については、第 12 章「音声 VLAN の設定」を参照してください。

スイッチで PVST+、Rapid PVST+、または MSTP が稼動している場合、この機能をイネーブルにできます。

PortFast をイネーブルにするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	設定するインターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**spanning-tree portfast** [**trunk**]	単一ワークステーションまたはサーバに接続されたアクセス ポート上で PortFast をイネーブルにします。**trunk** キーワードを指定すると、トランク ポート上で PortFast をイネーブルにできます。 （注）　トランク ポート上で PortFast 機能をイネーブルにする場合は、**spanning-tree portfast trunk** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用しなければなりません。**spanning-tree portfast** コマンドは、トランク ポート上では機能しないためです。 **注意**　トランク ポート上で PortFast をイネーブルにする場合は、事前に、トランク ポートとワークステーションまたはサーバの間にループがないことを確認してください。 デフォルトでは、PortFast はすべてのインターフェイスでディセーブルです。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。

	コマンド	目的
ステップ 5	**show spanning-tree interface** *interface-id* **portfast**	設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

（注）　**spanning-tree portfast default** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用すると、すべての非トランク ポート上で PortFast 機能をグローバルにイネーブルにできます。

PortFast 機能をディセーブルにする場合は、**spanning-tree portfast disable** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

BPDU ガードのイネーブル化

PortFast 対応ポート（PortFast 動作ステートのポート）で BPDU ガードをグローバルにイネーブルにしても、スパニング ツリーはポートで引き続き実行されます。ポートは BPDU を受信するまでアップのままになります。

設定が有効であれば、PortFast 対応ポートは BPDU を受信しません。PortFast 対応ポートが BPDU を受信した場合は、認可されていないデバイスの接続などの無効な設定が存在することを示しており、BPDU ガード機能によってポートは errdisable ステートになります。この状態になると、スイッチは違反が発生したポート全体をシャットダウンします。

ポートをシャットダウンしないようにするには、**errdisable detect cause bpduguard shutdown vlan** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用して、違反が発生したポート上の原因となっている VLAN だけをシャットダウンします。

手動でポートを再び動作させなければならないので、BPDU ガード機能は無効な設定に対する安全対策になります。サービス プロバイダー ネットワーク内でアクセス ポートがスパニング ツリーに参加しないようにするには、BPDU ガード機能を使用します。

注意　PortFast は、エンド ステーションに接続するポートに限って設定します。そうしないと、偶発的なトポロジ ループが原因でデータ パケット ループが発生し、スイッチおよびネットワークの動作が妨げられることがあります。

PortFast 機能をイネーブルにしなくても、**spanning-tree bpduguard enable** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用して、任意のポートで BPDU ガードをイネーブルにすることもできます。BPDU を受信したポートは、errdisable ステートになります。

スイッチで PVST+、Rapid PVST+、または MSTP が稼動している場合、BPDU ガード機能をイネーブルにできます。

BPDU ガード機能をグローバルにイネーブルにするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**spanning-tree portfast bpduguard default**	BPDU ガードをグローバルにイネーブルにします。 BPDU ガードは、デフォルトではディセーブルに設定されています。

	コマンド	目的
ステップ 3	**interface** *interface-id*	エンド ステーションに接続するインターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 4	**spanning-tree portfast**	PortFast 機能をイネーブルにします。
ステップ 5	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 6	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 7	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

BPDU ガードをディセーブルにするには、**no spanning-tree portfast bpduguard default** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

no spanning-tree portfast bpduguard default グローバル コンフィギュレーション コマンドの設定を上書きするには、**spanning-tree bpduguard enable** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

BPDU フィルタリングのイネーブル化

PortFast 対応インターフェイスで BPDU フィルタリングをグローバルにイネーブルにすると、PortFast 動作ステートのインターフェイスは BPDU を送受信できなくなります。ただし、リンクが確立してからスイッチが発信 BPDU のフィルタリングを開始するまでの間に、このインターフェイスから BPDU がいくつか送信されます。これらのインターフェイスに接続されたホストが BPDU を受信しないようにするには、スイッチ上で BPDU フィルタリングをグローバルにイネーブルにする必要があります。BPDU を受信した PortFast 対応インターフェイスでは PortFast 動作ステータスが解除され、BPDU フィルタリングがディセーブルになります。

注意　PortFast は、エンド ステーションに接続するインターフェイスに限って設定します。そうしないと、偶発的なトポロジ ループが原因でデータ パケット ループが発生し、スイッチおよびネットワークの動作が妨げられることがあります。

PortFast 機能をイネーブルにしなくても、**spanning-tree bpdufilter enable** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用して、任意のインターフェイスで BPDU フィルタリングをイネーブルにすることもできます。このコマンドを実行すると、インターフェイスは BPDU を送受信できなくなります。

注意　BPDU フィルタリングを特定のインターフェイス上でイネーブルにすることは、そのインターフェイス上でスパニング ツリーをディセーブルにすることと同じであり、スパニング ツリー ループが発生することがあります。

スイッチで PVST+、Rapid PVST+、または MSTP が稼動している場合、BPDU フィルタリング機能をイネーブルにできます。

BPDU フィルタリング機能をグローバルにイネーブルにするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**spanning-tree portfast bpdufilter default**	BPDU フィルタリングをグローバルにイネーブルにします。 BPDU フィルタリングは、デフォルトではディセーブルに設定されています。
ステップ 3	**interface** *interface-id*	エンド ステーションに接続するインターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 4	**spanning-tree portfast**	PortFast 機能をイネーブルにします。
ステップ 5	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 6	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 7	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

BPDU フィルタリングをディセーブルにする場合は、**no spanning-tree portfast bpdufilter default** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

no spanning-tree portfast bpdufilter default グローバル コンフィギュレーション コマンドの設定を上書きするには、**spanning-tree bpdufilter enable** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

冗長リンク用 UplinkFast のイネーブル化

スイッチ プライオリティが設定されている VLAN 上で UplinkFast をイネーブルにはできません。スイッチ プライオリティが設定されている VLAN 上で UplinkFast をイネーブルにする場合は、最初に **no spanning-tree vlan** *vlan-id* **priority** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用して、VLAN のスイッチ プライオリティをデフォルト値に戻す必要があります。

（注）　UplinkFast をイネーブルにすると、スイッチのすべての VLAN に影響します。個々の VLAN には UplinkFast を設定できません。

Rapid PVST+ または MSTP 用に、UplinkFast 機能を設定できます。ただし、スパニング ツリー モードを PVST+ に変更するまで、この機能はディセーブル（非アクティブ）のままです。

UplinkFast をイネーブルにするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**spanning-tree uplinkfast** [**max-update-rate** *pkts-per-second*]	UplinkFast をイネーブルにします。 （任意）*pkts-per-second* に指定できる範囲は毎秒 0 ～ 32000 パケットです。デフォルト値は 150 です。 0 を入力すると、ステーション学習フレームが生成されないので、接続切断後スパニング ツリー トポロジがコンバージェンスする速度が遅くなります。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。

	コマンド	目的
ステップ 4	**show spanning-tree summary**	設定を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

UplinkFast をイネーブルにすると、すべての VLAN のスイッチ プライオリティが 49152 に設定されます。UplinkFast をイネーブルにする、または UplinkFast がすでにイネーブルに設定されている場合に、パス コストを 3000 未満に変更すると、すべてのインターフェイスおよび VLAN トランクのパス コストが 3000 だけ増加します（パス コストを 3000 以上に変更した場合、パス コストは変更されません）。スイッチ プライオリティおよびパス コストを変更すると、スイッチがルート スイッチになる可能性が低くなります。

デフォルト値を変更していない場合、UplinkFast をディセーブルにすると、すべての VLAN のスイッチ プライオリティとすべてのインターフェイスのパス コストがデフォルト値に設定されます。

アップデート パケット レートをデフォルトの設定値に戻す場合は、**no spanning-tree uplinkfast max-update-rate** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。UplinkFast をディセーブルにする場合は、**no spanning-tree uplinkfast** コマンドを使用します。

BackboneFast のイネーブル化

BackboneFast をイネーブルにすると、間接リンク障害を検出し、スパニング ツリーの再構成をより早く開始できます。

（注）BackboneFast を使用する場合は、ネットワーク上のすべてのスイッチでイネーブルにしなければなりません。BackboneFast は、トークンリング VLAN 上ではサポートされません。この機能は他社製スイッチを使用する場合にサポートされます。

Rapid PVST+ または MSTP 用に、BackboneFast 機能を設定できます。ただし、スパニング ツリー モードを PVST+ に変更するまで、この機能はディセーブル（非アクティブ）のままです。

BackboneFast をイネーブルにするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**spanning-tree backbonefast**	BackboneFast をイネーブルにします。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show spanning-tree summary**	設定を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

BackboneFast 機能をディセーブルにする場合は、**no spanning-tree backbonefast** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

EtherChannel ガードのイネーブル化

スイッチで PVST+、Rapid PVST+、または MSTP が稼動している場合、EtherChannel の設定の矛盾を検出する EtherChannel ガード機能をイネーブルにできます。

EtherChannel ガードをイネーブルにするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**spanning-tree etherchannel guard misconfig**	EtherChannel ガードをイネーブルにします。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show spanning-tree summary**	設定を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

EtherChannel ガード機能をディセーブルにするには、**no spanning-tree etherchannel guard misconfig** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

show interfaces status err-disabled 特権 EXEC コマンドを使用することで、EtherChannel の設定矛盾が原因でディセーブルになっているスイッチ ポートを表示できます。リモート デバイス上では、**show etherchannel summary** 特権 EXEC コマンドを使用して、EtherChannel の設定を確認できます。

設定を修正した後、誤って設定していたポート チャネル インターフェイス上で、**shutdown** および **no shutdown** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを入力してください。

ルート ガードのイネーブル化

1 つのインターフェイス上でルート ガードをイネーブルにすると、そのインターフェイスが所属するすべての VLAN にルート ガードが適用されます。UplinkFast 機能が使用するインターフェイスで、ルート ガードをイネーブルにしないでください。UplinkFast を使用すると、障害発生時に（ブロッキング ステートの）バックアップ インターフェイスがルート ポートになります。ただし、同時にルート ガードもイネーブルになっていた場合は、UplinkFast 機能が使用するすべてのバックアップ インターフェイスが root-inconsistent（ブロック）ステートになり、フォワーディング ステートに移行できなくなります。

（注）　ルート ガードとループ ガードの両方を同時にイネーブルにはできません。

スイッチで PVST+、Rapid PVST+、または MSTP が稼動している場合、この機能をイネーブルにできます。

インターフェイス上でルート ガードをイネーブルにするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	設定するインターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**spanning-tree guard root**	インターフェイスでルート ガードをイネーブルに設定します。 デフォルトでは、ルート ガードはすべてのインターフェイスでディセーブルです。

	コマンド	目的
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

ルート ガードをディセーブルにする場合は、**no spanning-tree guard** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

ループ ガードのイネーブル化

ループ ガードを使用すると、代替ポートまたはルート ポートが、単一方向リンクの原因となる障害によって指定ポートになることを防ぎます。この機能は、スイッチド ネットワーク全体に設定した場合に最も効果があります。ループ ガードは、スパニング ツリーがポイントツーポイントと見なすインターフェイス上だけで動作します。

（注）　ループ ガードとルート ガードの両方を同時にイネーブルにはできません。

スイッチで PVST+、Rapid PVST+、または MSTP が稼動している場合、この機能をイネーブルにできます。

ループ ガードをイネーブルにするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**show spanning-tree active** または **show spanning-tree mst**	どのインターフェイスが代替ポートまたはルート ポートであるかを確認します。
ステップ 2	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**spanning-tree loopguard default**	ループ ガードをイネーブルにします。 ループ ガードは、デフォルトではディセーブルに設定されています。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

ループ ガードをグローバルにディセーブルにする場合は、**no spanning-tree loopguard default** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。**spanning-tree guard loop** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用すると、**no spanning-tree loopguard default** グローバル コンフィギュレーション コマンドの設定値を上書きすることができます。

スパニング ツリー ステータスの表示

スパニングツリー ステータスを表示するには、表 18-2 の特権 EXEC コマンドを 1 つまたは複数使用します。

表 18-2　スパニング ツリー ステータスを表示するためのコマンド

コマンド	目的
show spanning-tree active	アクティブ インターフェイスに関するスパニング ツリー情報だけを表示します。
show spanning-tree detail	インターフェイス情報の詳細サマリーを表示します。
show spanning-tree interface *interface-id*	特定のインターフェイスのスパニング ツリー情報を表示します。
show spanning-tree mst interface *interface-id*	特定のインターフェイスの MST 情報を表示します。
show spanning-tree summary [**totals**]	インターフェイス ステートのサマリーを表示します。またはスパニング ツリー ステート セクションのすべての行を表示します。

clear spanning-tree [**interface** *interface-id*] 特権 EXEC コマンドを使用して、スパニング ツリー カウンタをクリアできます。

show spanning-tree 特権 EXEC コマンドの他のキーワードについては、このリリースのコマンド リファレンスを参照してください。

CHAPTER 19

Flex Link および MAC アドレス テーブル移動更新機能の設定

この章では、Catalyst 3560 スイッチ上の Flex Link を設定する方法について説明します。これは、相互にバックアップするのに使用するインターフェイス ペアです。また、MAC アドレス テーブル移動更新機能（Flex Link 双方向高速コンバージェンス機能とも呼ばれます）の設定方法についても説明します。この章で使用するコマンドの構文および使用方法の詳細については、このリリースのコマンド リファレンスを参照してください。

Flex Link および MAC アドレス テーブル移動更新機能の概要

Flex Link

Flex Link は、レイヤ 2 インターフェイス（スイッチ ポートまたはポート チャネル）のペアで、一方のインターフェイスが他方のインターフェイスのバックアップとして動作するように設定されています。この機能は、Spanning Tree Protocol（STP; スパニング ツリー プロトコル）の代替ソリューションとして役立ちます。Flex Link があれば、STP をディセーブルにしても基本的なリンクの冗長性は失われません。Flex Link は一般的に、お客様がスイッチで STP を稼動したくない場合に、サービス プロバイダーまたは企業ネットワークで設定されます。スイッチで STP が稼動している場合、すでに STP がリンクレベルの冗長性またはバックアップ機能を提供しているので、Flex Link を設定する必要はありません。

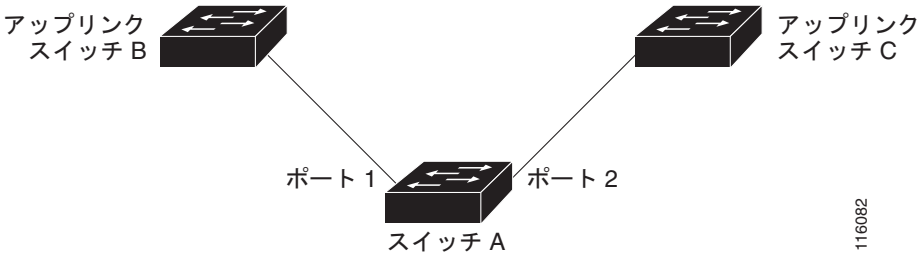
一方のレイヤ 2 インターフェイスを Flex Link またはバックアップ リンクとして割り当てることで、他方のレイヤ 2 インターフェイス（アクティブ リンク）に Flex Link を設定できます。一方のリンクがアップ状態でトラフィックを転送する場合、他方のリンクはスタンバイ モードになって、他方のリンクがシャット ダウンした場合にトラフィックを転送する準備をします。指定された時間に、一方のインターフェイスだけが linkup ステートになってトラフィックを転送します。プライマリ リンクが

シャット ダウンした場合、スタンバイ リンクがトラフィックの転送を開始します。アクティブ リンクがバックアップ状態になった場合、リンクはスタンバイ モードになって、トラフィックは転送されません。Flex Link インターフェイスでは、STP はディセーブルです。

図 19-1 では、スイッチ A のポート 1 および 2 はアップリンク スイッチ B および C と接続されています。ポートは Flex Link として設定されているので、インターフェイスのうち 1 つだけがトラフィックを転送し、残りのインターフェイスがスタンバイ モードになります。ポート 1 がアクティブ リンクの場合、ポート 1 とスイッチ B の間でトラフィックの転送を開始します。ポート 2（バックアップ リンク）とスイッチ C の間のリンクは、トラフィックを転送しません。ポート 1 がダウンした場合、ポート 2 がアップ状態になってスイッチ C へのトラフィックの転送を開始します。ポート 1 が再びアップ状態になった場合、ポート 1 はスタンバイ モードになってトラフィックは転送しません。ポート 2 はトラフィックを転送し続けます。

また、トラフィックの転送に優先ポートを指定して、プリエンプト メカニズムを設定するように選択できます。たとえば、図 19-1 の例では、Flex Link ペアをプリエンプト モードに設定することができます。次のシナリオでは、ポート 1 が再びアップ状態になり、ポート 1 がポート 2 の帯域幅より広い場合は、ポート 1 が 60 秒後にトラフィックの転送を開始します。ポート 2 がスタンバイ ポートになります。これは、**switchport backup interface preemption mode bandwidth** および **switchport backup interface preemption delay** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを入力することで実行できます。

図 19-1　Flex Link の設定例



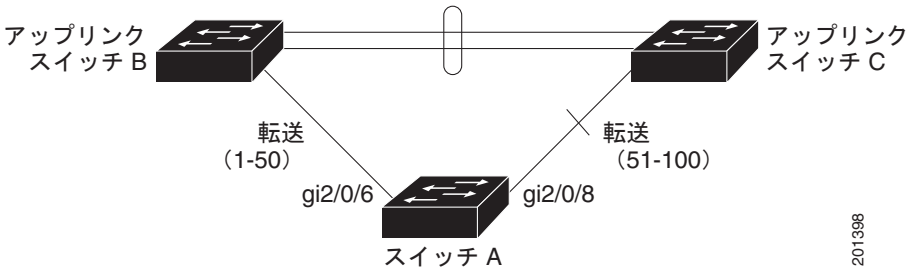
プライマリ（転送）リンクがダウンした場合、トラップはネットワーク管理ステーションに通知します。スタンバイ リンクがダウンした場合、トラップはユーザに通知します。

Flex Link はレイヤ 2 ポートおよびポート チャネルだけでサポートされ、VLAN やレイヤ 3 ポートではサポートされません。

VLAN Flex Link ロード バランシングおよびサポート

VLAN Flex Link ロード バランシングにより、相互に排他的な VLAN のトラフィックを両方のポートで同時に転送するように Flex Link ペアを設定できます。たとえば、Flex Link ポートが 1 ～ 100 の VLAN に対して設定されている場合、最初の 50 の VLAN のトラフィックを 1 つのポートで転送し、残りの VLAN のトラフィックをもう一方のポートで転送できます。どちらかのポートで障害が発生した場合には、もう一方のアクティブ ポートがすべてのトラフィックを転送します。障害ポートが回復すると、優先する VLAN のトラフィックの転送を再開します。このように、Flex Link のペアは冗長性を提供するだけでなく、ロード バランシングの用途に使用できます。また、Flex Link VLAN ロード バランシングによってアップリンク スイッチが制約を受けることはありません。

図 19-2　VLAN Flex Links ロード バランシングの設定例



Flex Link マルチキャスト高速コンバージェンス

Flex Link マルチキャスト高速コンバージェンスを使用すると、Flex Link に障害が発生したときのマルチキャスト トラフィックのコンバージェンス時間が削減されます。次のソリューションを組み合わせることでこれを実装します。

- 「他の Flex Link ポートのマルチキャスト ルータ ポートとしての学習」（P.19-3）
- 「IGMP レポートの生成」（P.19-3）
- 「IGMP レポートの送信」（P.19-4）
- 「設定例」（P.19-4）

他の Flex Link ポートのマルチキャスト ルータ ポートとしての学習

一般的なマルチキャスト ネットワークでは、各 VLAN についてクエリアが用意されています。ネットワークのエッジに配置されているスイッチには、Flex Link ポートの受信クエリーのいずれかがあります。Flex Link ポートはまた、どのようなときでも常に転送を行っています。

クエリーを受信するポートは、スイッチで*マルチキャスト ルータ* ポートとして追加されます。マルチキャスト ルータ ポートは、スイッチにより学習されたすべてのマルチキャスト グループに属しています。変更後、他の Flex Link ポートがクエリーを受信します。そしてまた他の Flex Link ポートがマルチキャスト ルータ ポートとして学習されます。変更後、マルチキャスト トラフィックは他の Flex Link ポートに流れます。トラフィックのコンバージェンスをさらに高速にするために、いずれかの Flex Link ポートがマルチキャスト ルータ ポートとして学習されている場合、両方の Flex Link ポートがマルチキャスト ルータ ポートとして学習されます。両方の Flex Link ポートは常に、マルチキャスト グループに属しています。

通常の操作モードでは、両方の Flex Link ポートがグループに属していますが、バックアップ ポート上のすべてのトラフィックはブロックされています。そのため、バックアップ ポートをマルチキャスト ルータ ポートとして追加しても、通常のマルチキャスト データのフローには影響がありません。変更が発生すると、バックアップ ポートのブロックが解除され、トラフィックが流れるようになります。この場合、アップストリーム マルチキャスト データは、バックアップ ポートのブロックが解除され次第流れるようになります。

IGMP レポートの生成

変更後にバックアップ リンクが起動しても、アップストリームの新しい分散スイッチはマルチキャスト データの転送を開始しません。これは、アップストリーム ルータ上のポートはブロックされている Flex Link ポートに接続していますが、どのマルチキャスト グループにも属していないためです。バッ

クアップ リンクがブロックされているため、マルチキャスト グループのレポートはダウンストリーム スイッチによって転送されませんでした。データは、ポートがマルチキャスト グループを学習するまでこのポートを流れません。これは、ポートがレポートを受信した後にだけ行われます。

ホストは、一般クエリーを受信するときにレポートを送信します。通常のシナリオでは、一般的なクエリーは 60 秒以内に送信されます。バックアップ リンクが転送を開始すると、マルチキャスト データのコンバージェンスをさらに高速にするために、ダウンストリーム スイッチは、一般クエリーを待たずにこのポート上で学習されたすべてのグループに関するプロキシ レポートをすぐに送信します。

IGMP レポートの送信

マルチキャスト トラフィックのコンバージェンス時の損失を最低限に抑えるには、Flex Link アクティブ リンクがダウンする前に冗長データ パスを設定する必要があります。そのためには、Flex Link バックアップ リンクに IGMP レポート パケットだけが流れるようにします。これらの送信された IGMP レポート メッセージは、アップストリームの分散ルータによって処理されます。そのため、マルチキャスト データ トラフィックはバックアップ インターフェイスに転送されます。バックアップ インターフェイスに着信したすべてのトラフィックはアクセス スイッチの入力側で廃棄され、ホストが重複マルチキャスト トラフィックを受信することはありません。Flex Link アクティブ リンクに障害が発生すると、アクセス スイッチがバックアップ リンクからのトラフィックの受信を即時に開始します。この方式の唯一の欠点は、ディストリビューション スイッチの間のリンク上と、ディストリビューション スイッチとアクセス スイッチの間のバックアップ リンク上で帯域幅を消費することです。この機能はデフォルトでディセーブルになっています。設定するには、**switchport backup interface** *interface-id* **multicast fast-convergence** コマンドを使用します。

変更時にこの機能をイネーブルにしていると、スイッチはバックアップ ポート（今後転送ポートとなる）のプロキシ レポートを生成しません。

設定例

次に、Flex Link がギガビット イーサネット 0/11 およびギガビット イーサネット 0/12 上に設定されている場合に、その他の Flex Link ポートをマルチキャスト ルータ ポートとして学習する例および **show interfaces switchport backup** コマンドの出力例を示します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)# interface gigabitehernet0/11
Switch(config-if)# switchport trunk encapsulation dot1q
Switch(config-if)# switchport mode trunk
Switch(config-if)# switchport backup interface gigabitehernet0/12
Switch(config-if)# exit
Switch(config)# interface gigabitehernet1/0/12
Switch(config-if)# switchport trunk encapsulation dot1q
Switch(config-if)# switchport mode trunk
Switch(config-if)# end
Switch# show interfaces switchport backup detail
Switch Backup Interface Pairs:
Active Interface Backup Interface State
GigabitEthernet0/11 GigabitEthernet0/12 Active Up/Backup Standby
Preemption Mode : off
Multicast Fast Convergence : Off
Bandwidth : 100000 Kbit (Gi0/11), 100000 Kbit (Gi0/12)
Mac Address Move Update Vlan : auto
```

次の出力は、クエリーがギガビット イーサネット 0/11 を介してスイッチに到達する場合の、VLAN 1 および VLAN 401 のクエリアを示します。

```
Switch# show ip igmp snooping querier
Vlan    IP Address     IGMP Version       Port
```

```
------------------------------------------------------------
1       1.1.1.1        v2                 Gi0/11
401     41.41.41.1     v2                 Gi0/11
```

次に、VLAN 1 および 401 についての **show ip igmp snooping mrouter** コマンドの出力を示します。

```
Switch# show ip igmp snooping mrouter
Vlan    ports
----    -----
1       Gi1/0/11(dynamic), Gi1/0/12(dynamic)
401     Gi1/0/11(dynamic), Gi1/0/12(dynamic)
```

同様に、両方の Flex Link ポートは学習されたグループに属しています。次の例では、ギガビット イーサネット 0/11 が VLAN 1 のレシーバー/ホストであり、2 つのマルチキャスト グループに関係します。

```
Switch# show ip igmp snooping groups
Vlan    Group       Type    Version     Port List
------------------------------------------------------------------------
1       228.1.5.1   igmp    v2          Gi1/0/11, Gi1/0/12, Gi2/0/11
1       228.1.5.2   igmp    v2          Gi1/0/11, Gi1/0/12, Gi2/0/11
```

ホストが一般クエリーに応答するときに、スイッチはすべてのマルチキャスト ルータ ポートに関するこのレポートを転送します。この例では、ホストがレポートをグループ 228.1.5.1 に送信する場合、レポートはギガビット イーサネット 0/11 上でだけ転送されます。これは、バックアップ ポート ギガビット イーサネット 0/12 がブロックされているためです。アクティブ リンク ギガビット イーサネット 0/11 がダウンすると、バックアップ ポート ギガビット イーサネット 0/12 が転送を開始します。

このポートが転送を開始するとすぐに、スイッチはホストの代わりにプロキシ レポートをグループ 228.1.5.1 および 228.1.5.2 に送信します。アップストリーム ルータはグループを学習して、マルチキャスト データの転送を開始します。これが Flex Link のデフォルトの動作です。この動作は、**switchport backup interface gigabitEthernet 0/12 multicast fast-convergence** コマンドを使用して高速コンバージェンスを設定すると、変更されます。次に、この機能をオンにする例を示します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)# interface gigabitethernet 0/11
Switch(config-if)# switchport backup interface gigabitethernet 0/12 multicast
fast-convergence
Switch(config-if)# exit
Switch# show interfaces switchport backup detail
Switch Backup Interface Pairs:
Active                Interface             Backup Interface State
------------------------------------------------------------------------
GigabitEthernet0/11 GigabitEthernet0/12 Active Up/Backup Standby
Preemption Mode : off
Multicast Fast Convergence : On
Bandwidth : 100000 Kbit (Gi0/11), 100000 Kbit (Gi0/12)
Mac Address Move Update Vlan : auto
```

次の出力は、クエリーがギガビット イーサネット 0/11 を介してスイッチに到達する場合の、VLAN 1 および VLAN 401 のクエリアを示します。

```
Switch# show ip igmp snooping querier
Vlan        IP Address     IGMP Version   Port
------------------------------------------------------------
1           1.1.1.1        v2             Gi0/11
401         41.41.41.1     v2             Gi0/11
```

次に、VLAN 1 および 401 についての **show ip igmp snooping mrouter** コマンドの出力を示します。

```
Switch# show ip igmp snooping mrouter
Vlan        ports
----        -----
```

```
1           Gi0/11(dynamic), Gi0/12(dynamic)
401         Gi10/11(dynamic), Gi0/12(dynamic)
```

同様に、両方の Flex Link ポートは学習されたグループに属しています。次の例では、ギガビット イーサネット 0/11 が VLAN 1 のレシーバー/ホストであり、2 つのマルチキャスト グループに関係します。

```
Switch# show ip igmp snooping groups
Vlan    Group       Type    Version     Port List
------------------------------------------------------------------------
1       228.1.5.1   igmp    v2          Gi1/0/11, Gi1/0/12, Gi2/0/11
1       228.1.5.2   igmp    v2          Gi1/0/11, Gi1/0/12, Gi2/0/11
```

ホストが一般クエリーに応答するときはいつでも、スイッチはすべてのマルチキャスト ルータ ポートに関するこのレポートを転送します。コマンドライン ポートを使用してこの機能をオンにすると、レポートは、ギガビット イーサネット 0/11 上のスイッチによって転送されるときにバックアップ ポート ギガビット イーサネット 0/12 にも送信されます。アップストリーム ルータはグループを学習して、マルチキャスト データの転送を開始しますが、ギガビット イーサネット 0/12 がブロックされているため、このマルチキャスト データは入力側でドロップされます。アクティブ リンク ギガビット イーサネット 0/11 がダウンすると、バックアップ ポート ギガビット イーサネット 0/12 が転送を開始します。マルチキャスト データはアップストリーム ルータによってすでに転送されているため、プロキシ レポートを送信する必要はありません。レポートをバックアップ ポートに送信することで、冗長マルチキャスト パスが設定され、マルチキャスト トラフィック コンバージェンスにかかる時間が最小限で済みます。

MAC アドレス テーブル移動更新

MAC アドレス テーブル移動更新機能を使用すると、プライマリ（フォワーディング）リンクがダウンし、スタンバイ リンクがトラフィックの転送を開始するときに、スイッチで双方向の高速コンバージェンスを提供できます。

図 19-3 のスイッチ A はアクセス スイッチで、ポート 1 およびポート 2 は、Flex Link のペアを介してアップリンク スイッチ B および D に接続されています。ポート 1 はトラフィックを転送し、ポート 2 はバックアップ ステート状態です。PC からサーバへのトラフィック転送は、ポート 1 から ポート 3 へ流れます。PC の MAC アドレスはスイッチ C のポート 3 で学習されます。サーバから PC へのトラフィック転送は、ポート 3 からポート 1 へ流れます。

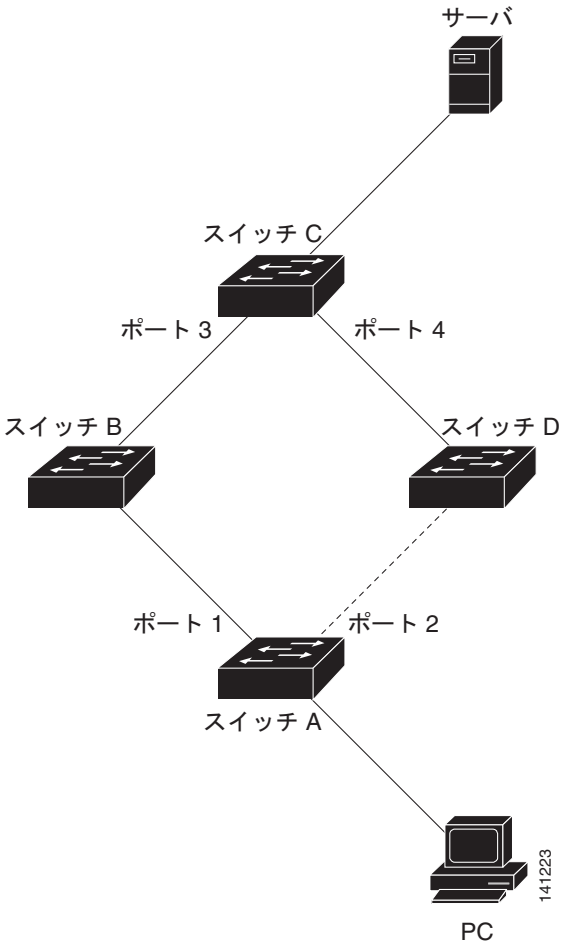
MAC アドレス テーブル移動更新機能が設定されていない状態でポート 1 がダウンすると、ポート 2 がトラフィック転送を開始します。短時間、スイッチ C はポート 3 を使用してサーバから PC へのトラフィックを転送しますが、PC はポート 1 がダウンしているため、そのトラフィックを受信しません。スイッチ C がポート 3 の PC の MAC アドレスを削除してポート 4 で再度学習すると、サーバから PC へのトラフィックを転送できます（ポート 2 を使用します）。

図 19-3 で、MAC アドレス テーブル移動更新機能を設定してスイッチ上でイネーブルにしている場合、ポート 1 がダウンしても、ポート 2 が PC からサーバへトラフィック転送を開始します。スイッチは MAC アドレス テーブル移動更新パケットをポート 2 から送信します。スイッチ C はこのパケットをポート 4 で受信すると、すぐに PC のポート 4 の MAC アドレスを学習するので、コンバージェンスを繰り返す時間を短縮できます。

アクセス スイッチ（スイッチ A）を設定して MAC アドレス テーブル移動更新メッセージを*送信*できます。また、アップリンク スイッチ B、C、D を設定して MAC アドレス テーブル移動更新メッセージを*受信*し、処理することもできます。スイッチ C は MAC アドレス テーブル移動更新メッセージをスイッチ A から受信すると、PC のポート 4 の MAC アドレスを学習します。次に、スイッチ C は PC のフォワーディング テーブルのエントリを含む MAC アドレス テーブルを更新します。

スイッチ A は、MAC アドレステーブルの更新を待機する必要はありません。スイッチがポート 1 で障害を検出し、新規転送ポートであるポート 2 からのサーバ トラフィックの転送を即座に開始します。この変更は 100 ミリ秒（ms）以内に発生します。PC はスイッチ A に直接接続され、接続ステータスは変更されません。スイッチ A は、MAC アドレステーブル内の PC エントリを更新する必要はありません。

図 19-3　MAC アドレス テーブル移動更新の設定例



Flex Link および MAC アドレス テーブル移動更新の設定

デフォルト設定

Flex Link は設定されていません。また、バックアップ インターフェイスも定義されていません。

プリエンプト モードはオフです。

プリエンプト遅延は 35 秒です。

MAC アドレス テーブル移動更新機能はスイッチに設定されていません。

設定時の注意事項

Flex Link を設定するときには、次の注意事項に従ってください。

- バックアップ リンクは 16 まで設定できます。
- アクティブ リンクに対し、Flex Link のバックアップ リンクを 1 つだけ設定できます。このリンクはアクティブ インターフェイスとは異なるインターフェイスである必要があります。
- インターフェイスは Flex Link ペアの 1 つにだけ、所属できます。インターフェイスは 1 つのアクティブ リンクに対してだけ、バックアップ リンクになれます。アクティブ リンクは別の Flex Link ペアに所属できません。
- どちらのリンクも EtherChannel のポートにはなれません。ただし、ポート チャネルまたは物理インターフェイスのいずれかがアクティブ リンクである場合、ポート チャネル 2 つ（EtherChannel 論理インターフェイス）を Flex Link として、またポート チャネルと物理インターフェイスを Flex Link として設定できます。
- バックアップ リンクはアクティブ リンクと同じタイプ（ファスト イーサネット、ギガビット イーサネット、またはポート チャネル）にする必要はありません。ただし、スタンバイ リンクがトラフィックの転送を開始した場合に、ループや動作変更が起きないように、両方の Flex Link を類似の特性で設定する必要があります。
- Flex Link ポートでは、STP はディセーブルです。ポートの VLAN に STP が設定されていても、Flex Link ポートは STP に参加しません。STP がイネーブルでない場合、設定したトポロジでループが発生しないようにしてください。Flex Link 設定が削除されると、そのポートの STP は再びイネーブルになります。

Flex Link 機能による VLAN ロード バランシングを設定するときには、次の注意事項に従ってください。

- Flex Link VLAN ロード バランシングでは、バックアップ インターフェイス上で優先 VLAN を選択する必要があります。
- 同一 Flex Link ペアに対してプリエンプト メカニズムと VLAN ロード バランシングを設定することができません。

MAC アドレス テーブル移動更新機能を設定するときには、次の注意事項に従ってください。

- MAC アドレス テーブル移動更新メッセージを*送信*する場合、この機能をアクセス スイッチに設定してイネーブルにします。
- MAC アドレス テーブル移動更新メッセージを*受信*する場合、この機能をアップリンク スイッチに設定してイネーブルにします。

Flex Link の設定

Flex Link のペアを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	インターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。インターフェイスは、物理レイヤ 2 インターフェイスにすることも、ポート チャネル（論理インターフェイス）にすることもできます。指定できるポートチャネルの範囲は 1 ～ 48 です。
ステップ 3	**switchport backup interface** *interface-id*	物理レイヤ 2 インターフェイス（またはポート チャネル）を、インターフェイスを装備した Flex Link ペアの一部として設定します。1 つのリンクがトラフィックを転送している場合、残りのインターフェイスはスタンバイ モードです。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show interfaces** [*interface-id*] **switchport backup**	設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup config**	（任意）スイッチのスタートアップ コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

Flex Link バックアップ インターフェイスをディセーブルにするには、**no switchport backup interface** *interface-id* インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、バックアップ インターフェイスを装備し、設定を確認するようにインターフェイスを設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(conf)# interface gigabitethernet0/1
Switch(conf-if)# switchport backup interface gigabitethernet0/2
Switch(conf-if)# end

Switch# show interfaces switchport backup
Switch Backup Interface Pairs:

Active Interface        Backup Interface        State
------------------------------------------------------------------------------
GigabitEthernet0/1    GigabitEthernet0/2    Active Standby/Backup Up
Vlans Preferred on Active Interface: 1-3,5-4094
        Vlans Preferred on Backup Interface: 4
```

Flex Link のペアのプリエンプト方式を設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	インターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。インターフェイスは、物理レイヤ 2 インターフェイスにすることも、ポート チャネル（論理インターフェイス）にすることもできます。指定できるポートチャネルの範囲は 1 ～ 48 です。

	コマンド	目的
ステップ 3	**switchport backup interface** *interface-id*	物理レイヤ 2 インターフェイス（またはポート チャネル）を、インターフェイスを装備した Flex Link ペアの一部として設定します。1 つのリンクがトラフィックを転送している場合、残りのインターフェイスはスタンバイ モードです。
ステップ 4	**switchport backup interface** *interface-id* **preemption mode** [**forced** | **bandwidth** | **off**]	Flex Link インターフェイス ペアのプリエンプト メカニズムおよび遅延を設定します。次のようにプリエンプトを設定できます。 • forced : アクティブ インターフェイスが常にバックアップをプリエンプトに設定します。 • bandwidth : 広帯域幅を持つインターフェイスが常にアクティブ インターフェイスとして動作します。 • off : アクティブからバックアップへのプリエンプトは発生しません。
ステップ 5	**switchport backup interface** *interface-id* **preemption delay** *delay-time*	ポートが別のポートのプリエンプトを実行するまでの遅延時間を設定します。 **（注）** 遅延時間の設定は、forced および bandwidth モードでだけ機能します。
ステップ 6	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 7	**show interfaces** [*interface-id*] **switchport backup**	設定を確認します。
ステップ 8	**copy running-config startup config**	（任意）スイッチのスタートアップ コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

プリエンプト方式を削除するには、**no switchport backup interface** *interface-id* **preemption mode** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。遅延時間をデフォルトにリセットするには、**no switchport backup interface** *interface-id* **preemption delay** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、バックアップ インターフェイス ペアに対して *forced* としてプリエンプト モードを設定し、その設定を確認する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(conf)# interface gigabitethernet0/1
Switch(conf-if)#switchport backup interface gigabitethernet0/2 preemption mode forced
Switch(conf-if)#switchport backup interface gigabitethernet0/2 preemption delay 50
Switch(conf-if)# end

Switch# show interfaces switchport backup detail
Active Interface Backup Interface State
------------------------------------------------------------------------
GigabitEthernet0/1 GigabitEthernet0/2 Active Up/Backup Standby
Interface Pair : Gi0/1, Gi0/2
Preemption Mode : forced
Preemption Delay : 50 seconds
Bandwidth : 100000 Kbit (Gi0/1), 100000 Kbit (Gi0/2)
Mac Address Move Update Vlan : auto
```

Flex Link の VLAN ロード バランシングの設定

Flex Link の VLAN ロード バランシングを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	インターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。インターフェイスは、物理レイヤ 2 インターフェイスにすることも、ポート チャネル（論理インターフェイス）にすることもできます。指定できるポートチャネルの範囲は 1 ～ 48 です。
ステップ 3	**switchport backup interface** *interface-id* ***prefer vlan*** *vlan-id*	物理レイヤ 2 インターフェイス（またはポート チャネル）を、インターフェイスを装備した Flex Link ペアの一部として設定し、インターフェイス上に割り当てられた VLAN を指定します。指定できる VLAN ID 範囲は 1 ～ 4094 です。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show interfaces** [*interface-id*] **switchport backup**	設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup config**	（任意）スイッチのスタートアップ コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

VLAN ロード バランシング機能をディセーブルにするには、**no switchport backup interface** *interface-id* **prefer vlan** *vlan-range* インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、スイッチに VLAN 1 ～ 50、60、および 100 ～ 120 を設定する例を示します。

```
Switch(config)#interface gigabitethernet 0/6
Switch(config-if)#switchport backup interface gigabitethernet 0/8 prefer vlan 60,100-120
```

両方のインターフェイスがアップすると、Gi0/8 は VLAN 60 および 100 ～ 120 のトラフィックを転送し、Gi0/6 は VLAN 1 ～ 50 のトラフィックを転送します。

```
Switch#show interfaces switchport backup
Switch Backup Interface Pairs:

Active Interface        Backup Interface        State
------------------------------------------------------------------------
GigabitEthernet0/6    GigabitEthernet0/8    Active Up/Backup Up
Vlans Preferred on Active Interface: 1-50
Vlans Preferred on Backup Interface: 60, 100-120
```

Flex Link インターフェイスがダウン（LINK_DOWN）すると、このインターフェイスの優先 VLAN は Flex Link ペアの相手側のインターフェイスに移されます。この例では、インターフェイス Gi0/6 がダウンすると、Gi0/8 が Flex Link ペアのすべての VLAN を伝送します。

```
Switch# show interfaces switchport backup
Switch Backup Interface Pairs:

Active Interface        Backup Interface        State
------------------------------------------------------------------------

GigabitEthernet0/6    GigabitEthernet0/8    Active Down/Backup Up


Vlans Preferred on Active Interface: 1-50
Vlans Preferred on Backup Interface: 60, 100-120
```

Flex Link インターフェイスがアップになると、このインターフェイスの優先 VLAN は、相手側のインターフェイス上ではブロックされ、アップしたインターフェイス上でフォワーディング ステートに移行します。この例では、インターフェイス Gi0/6 がアップになって、このインターフェイスに指定されていた VLAN がピア インターフェイス Gi0/8 上でブロックされ、Gi0/6 に転送されます。

```
Switch#show interfaces switchport backup
Switch Backup Interface Pairs:

Active Interface        Backup Interface        State
------------------------------------------------------------------------------
GigabitEthernet0/6    GigabitEthernet0/8    Active Up/Backup Up

Vlans Preferred on Active Interface: 1-50
Vlans Preferred on Backup Interface: 60, 100-120

Switch#show interfaces switchport backup detail
Switch Backup Interface Pairs:

Active Interface        Backup Interface        State
------------------------------------------------------------------------------
FastEthernet0/3       FastEthernet0/4       Active Down/Backup Up

Vlans Preferred on Active Interface: 1-2,5-4094
Vlans Preferred on Backup Interface: 3-4
Preemption Mode  : off
Bandwidth : 10000 Kbit (Fa0/3), 100000 Kbit (Fa0/4)
Mac Address Move Update Vlan : auto
```

MAC アドレス テーブル移動更新機能の設定

ここでは、次の情報について説明します。

- スイッチを設定して、MAC アドレス テーブル移動更新メッセージを送信する。
- スイッチを設定して、MAC アドレス テーブル移動更新メッセージを受信する。

MAC アドレス テーブル移動更新メッセージを送信するようにアクセス スイッチを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	インターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。インターフェイスは、物理レイヤ 2 インターフェイスにすることも、ポート チャネル（論理インターフェイス）にすることもできます。指定できるポートチャネルの範囲は 1 ～ 48 です。
ステップ 3	**switchport backup interface** *interface-id* または **switchport backup interface** *interface-id* **mmu primary vlan** *vlan-id*	物理レイヤ 2 インターフェイス（またはポート チャネル）を、インターフェイスを装備した Flex Link ペアの一部として設定します。MAC アドレス テーブル移動更新の VLAN がインターフェイスで一番小さい VLAN ID です。 物理レイヤ 2 インターフェイス（またはポート チャネル）を設定し、MAC アドレステーブル移動更新の送信に使用される、インターフェイス上の VLAN ID を指定します。 1 つのリンクがトラフィックを転送している場合、残りのインターフェイスはスタンバイ モードです。

	コマンド	目的
ステップ 4	**end**	グローバル コンフィギュレーション モードに戻ります。
ステップ 5	**mac address-table move update transmit**	アクセス スイッチをイネーブルにして、ネットワーク内の他のスイッチに MAC アドレス テーブル移動更新メッセージを送信します（プライマリ リンクがダウンし、スイッチがスタンバイ リンクを使用してトラフィックの転送を開始する場合）。
ステップ 6	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 7	**show mac address-table move update**	設定を確認します。
ステップ 8	**copy running-config startup config**	（任意）スイッチのスタートアップ コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

MAC アドレス テーブル移動更新機能をディセーブルにするには、**no mac address-table move update transmit** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。MAC アドレス テーブル移動更新情報を表示するには、**show mac address-table move update** 特権 EXEC コマンドを使用します。

次に、MAC アドレス テーブル移動更新メッセージを送信するように、アクセス スイッチを設定する例を示します。

```
Switch(conf)# interface gigabitethernet0/1
Switch(conf-if)# switchport backup interface gigabitethernet0/2 mmu primary vlan 2
Switch(conf-if)# exit
Switch(conf)# mac address-table move update transmit
Switch(conf)# end
```

次に、設定を確認する例を示します。

```
Switch# show mac-address-table move update
Switch-ID : 010b.4630.1780
Dst mac-address : 0180.c200.0010
Vlans/Macs supported : 1023/8320
Default/Current settings: Rcv Off/On, Xmt Off/On
Max packets per min : Rcv 40, Xmt 60
Rcv packet count : 5
Rcv conforming packet count : 5
Rcv invalid packet count : 0
Rcv packet count this min : 0
Rcv threshold exceed count : 0
Rcv last sequence# this min : 0
Rcv last interface : Po2
Rcv last src-mac-address : 000b.462d.c502
Rcv last switch-ID : 0403.fd6a.8700
Xmt packet count : 0
Xmt packet count this min : 0
Xmt threshold exceed count : 0
Xmt pak buf unavail cnt : 0
Xmt last interface : None
```

MAC アドレス テーブル移動更新メッセージを受信して処理を実行するようにスイッチを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**mac address-table move update receive**	スイッチをイネーブルにして MAC アドレス テーブル移動更新メッセージを受信し、その処理を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show mac address-table move update**	設定を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup config**	（任意）スイッチのスタートアップ コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

MAC アドレス テーブル移動更新機能をディセーブルにするには、**no mac address-table move update receive** コンフィギュレーション コマンドを使用します。MAC アドレス テーブル移動更新情報を表示するには、**show mac address-table move update** 特権 EXEC コマンドを使用します。

次に、MAC アドレス テーブル移動更新メッセージを受信して、その処理を実行できるようにスイッチを設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(conf)# mac address-table move update receive
Switch(conf)# end
```

Flex Link および MAC アドレス テーブル移動更新機能のモニタ

表 19-1 に、Flex Link 設定および MAC アドレス テーブル移動更新情報をモニタする特権 EXEC コマンドを示します。

表 19-1　Flex Link および MAC アドレス テーブル移動更新情報のモニタ コマンド

コマンド	目的
show interfaces [*interface-id*] **switchport backup**	1 つのインターフェイスに設定された Flex Link バックアップ インターフェイス、または設定した Flex Link すべてと、アクティブおよびバックアップ インターフェイスそれぞれのステート（アップまたはスタンバイ モード）を表示します。VLAN ロード バランシングがイネーブルの場合、アクティブおよびバックアップ インターフェイス上の優先 VLAN が表示されます。
show mac address-table move update	スイッチの MAC アドレス テーブル移動更新情報を表示します。

CHAPTER 20

DHCP および IP ソース ガード機能の設定

この章では、Catalyst 3560 スイッチに、DHCP スヌーピング機能、Option 82 データ挿入機能、および DHCP サーバのポートベースのアドレス割り当て機能を設定する方法について説明します。また、IP ソース ガード機能の設定方法も説明しています。

（注） この章で使用するコマンドの構文および使用方法の詳細については、このリリースに対応するコマンドリファレンス、および Cisco.com にある『*Cisco IOS IP Command Reference, Volume 1 of 3: Addressing and Services, Release 12.4*』の「DHCP Commands」を参照してください。

DHCP スヌーピングの概要

DHCP は、中央集中型サーバからホスト IP アドレスを動的に割り当てるために LAN 環境で幅広く使われており、これにより IP アドレスの管理のオーバーヘッドを大幅に軽減できます。また DHCP は、制限のある IP アドレス空間を節約します。IP アドレスをホストに永続的に割り当てる必要がなく、IP アドレスを使用するのはネットワークに接続されているホストだけになるためです。

DHCP クライアントに関する詳細については、Cisco.com で『*Cisco IOS IP Configuration Guide, Release 12.4*』の「*IP Addressing and Services*」にある「*Configuring DHCP*」を参照してください。

DHCP サーバ

DHCP サーバは、スイッチまたはルータ上にある特定のアドレス プールから IP アドレスを DHCP クライアントに割り当て、管理します。DHCP サーバが DHCP クライアントによって要求された設定パラメータを、データベースから提供できない場合、その要求は、ネットワーク管理者によって定義された 1 つまたは複数のセカンダリ DHCP サーバへ転送されます。

DHCP リレー エージェント

DHCP リレー エージェントは、クライアントとサーバ間で DHCP パケットを転送するレイヤ 3 のデバイスです。各リレー エージェントは、同一の物理サブネット上にないクライアントとサーバ間で要求および応答を転送します。リレー エージェントの転送方法は、通常のレイヤ 2 の転送方法（IP データグラムがネットワーク間で透過的にスイッチングされる）とは異なります。リレー エージェントは DHCP メッセージを受信すると、DHCP メッセージを新たに生成して出力インターフェイスから送信します。

DHCP スヌーピング

DHCP スヌーピングとは、untrusted（信頼性のない）DHCP メッセージをフィルタリングして、DHCP スヌーピング バインディング データベース（別名 DHCP スヌーピング バインディング テーブル）を作成、維持することにより、ネットワークにセキュリティを提供する DHCP セキュリティ機能です。

DHCP スヌーピングは、untrusted ホストと DHCP サーバの間でファイアウォールのような機能を果たします。DHCP スヌーピングを使用すると、エンドユーザに接続された untrusted インターフェイスと、DHCP サーバや別のスイッチと接続された trusted インターフェイスを区別できます。

（注）　DHCP スヌーピングを適切に機能させるには、すべての DHCP サーバを trusted インターフェイスを介してスイッチと接続する必要があります。

untrusted DHCP メッセージとは、ネットワークまたはファイアウォールの外部から受信したメッセージです。サービス プロバイダー環境で DHCP スヌーピングを使用すると、untrusted メッセージがサービス プロバイダー ネットワーク外のデバイス（お客様のスイッチなど）から送信されます。不明なデバイスからのメッセージは、トラフィック攻撃の原因となる可能性があるため untrusted となります。

DHCP スヌーピング バインディング データベースには、MAC（メディア アクセス コントロール）アドレス、IP アドレス、リース時間、バインディング タイプ、VLAN（仮想 LAN）番号、スイッチの untrusted インターフェイスに対応したインターフェイス情報が登録されています。ただし、trusted インターフェイスに相互接続されたホストに関する情報は含まれていません。

サービス プロバイダー ネットワーク内において、trusted インターフェイスは同一ネットワーク内のデバイス上のポートに接続されています。untrusted インターフェイスは、ネットワーク内の untrusted インターフェイスまたはネットワーク外のデバイス上のインターフェイスに対して接続されています。

スイッチは untrusted インターフェイス上でパケットを受信した場合、そのインターフェイスが DHCP スヌーピングを有効にした VLAN に属していれば、送信元 MAC アドレスと DHCP クライアントのハードウェア アドレスを比較します。アドレスが一致した場合（デフォルト）、スイッチはそのパケットを転送します。アドレスが一致しなかった場合、スイッチはそのパケットをドロップします。

次の状況が発生すると、スイッチは DHCP パケットをドロップします。

- DHCPOFFER、DHCPACK、DHCPNAK、または DHCPLEASEQUERY パケットなど、DHCP サーバからのパケットを、ネットワークまたはファイアウォールの外部から受信した場合。
- パケットが untrusted インターフェイスで受信され、送信元 MAC アドレスおよび DHCP クライアント ハードウェア アドレスが一致しない場合。
- DHCP スヌーピング バインディング データベースに MAC アドレスを持つ DHCPRELEASE または DHCPDECLINE ブロードキャスト メッセージをスイッチが受信したが、バインディング データベースのインターフェイス情報が、メッセージを受信したインターフェイスのものと一致しない場合。
- DHCP リレー エージェントが、リレーエージェント IP アドレス（0.0.0.0 以外）を含む DHCP パケットを転送する場合。またはリレー エージェントが、Option 82 情報を含むパケットを untrusted ポートへ転送する場合。

スイッチが DHCP スヌーピングをサポートする集約スイッチで、DHCP Option 82 情報を挿入するエッジ スイッチに接続されている場合、パケットが untrusted インターフェイスで受信されると、スイッチは Option 82 情報を持ったパケットをドロップします。DHCP スヌーピングがイネーブルでパケットが trusted ポートで受信される場合、集約スイッチは接続されているデバイスの DHCP スヌーピング バインディングを学習しないので、完全な DHCP スヌーピング バインディング データベースを構築できません。

Cisco IOS Release 12.2(25)SEA よりも前のソフトウェア リリースでは、エッジ スイッチにより Option 82 情報が挿入された場合、DHCP スヌーピング バインディング データベースが正しく読み込まれないため、集約スイッチ上で DHCP スヌーピングを設定できません。また、スタティック バインディングや Address Resolution Protocol（ARP; アドレス解決プロトコル）Access Control List（ACL; アクセス コントロール リスト）を使用しない場合、スイッチ上で IP 送信元ガードやダイナミック ARP 検査も設定できません。

untrusted インターフェイスを介して集約スイッチをエッジ スイッチに接続している場合、**ip dhcp snooping information option allow-untrusted** グローバル コンフィギュレーション コマンドを入力することで、集約スイッチは Option 82 情報を持ったパケットをエッジ スイッチから受信できます。集約スイッチは untrusted スイッチ インターフェイスを介して接続されたホストのバインディングを学習します。ホストが接続されている信頼できない入力インターフェイスに、Option 82 情報を含むパケットが着信する場合は、集約スイッチ上でダイナミック ARP 検査や IP ソース ガードなどの DHCP セキュリティ機能をイネーブルにできます。集約スイッチに接続されているエッジ スイッチ上のポートは、trusted インターフェイスとして設定する必要があります。

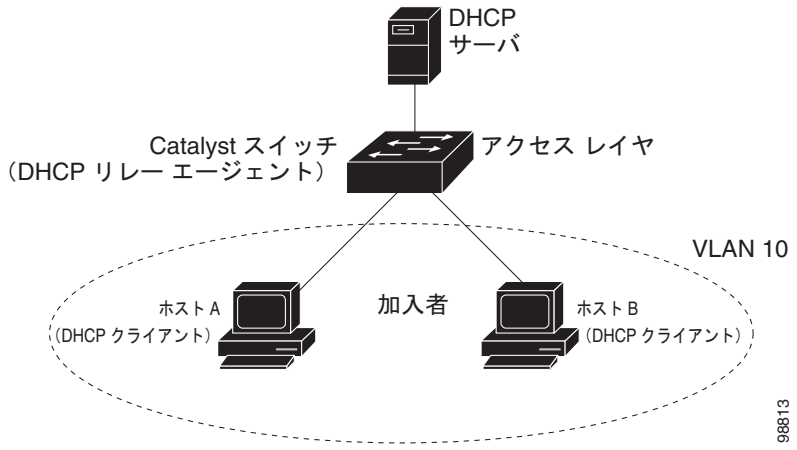
Option 82 データ挿入

住宅地のメトロポリタン イーサネット アクセス環境では、DHCP を使用して、多数の加入者への IP アドレスの割り当てを集中管理できます。スイッチ上で DHCP Option 82 機能がイネーブルの場合、（MAC アドレスのほかにも）ネットワークに接続されたスイッチ ポートにより加入するデバイスを識別できます。同じアクセス スイッチに接続されている加入者 LAN の複数のホストを、一意に識別できます。

（注）　DHCP Option 82 機能は、DHCP スヌーピングがグローバルおよび VLAN 上でイネーブルで、この機能を使用している加入デバイスが VLAN に割り当てられている場合だけ、サポートされます。

図 20-1 に、アクセス レイヤでスイッチに接続されている加入者に中央集中型 DHCP サーバが IP アドレスを割り当てるメトロポリタン イーサネット ネットワークの例を示します。DHCP クライアントと、それに関連付けられた DHCP サーバが、同じ IP ネットワークまたは同じサブネットに属していないため、DHCP リレー エージェント（Catalyst スイッチ）には、ブロードキャスト転送をイネーブルにし、クライアントとサーバ間の DHCP メッセージの転送を行うヘルパー アドレスが設定されています。

図 20-1　メトロポリタン イーサネット ネットワークの DHCP リレー エージェント



スイッチの DHCP スヌーピング情報 Option 82 をイネーブルにすると、次の一連のイベントが発生します。

- ホスト（DHCP クライアント）は DHCP 要求を生成し、ネットワークへブロードキャストします。
- スイッチは DHCP 要求を受信すると、パケットに Option 82 情報を追加します。デフォルトでは、リモート ID サブオプションがスイッチの MAC アドレスで、回線 ID サブオプションはパケットを受信するポート ID（**vlan-mod-port**）です。
- リレー エージェントの IP アドレスが設定されている場合、スイッチはこの IP アドレスを DHCP パケット内に追加します。
- スイッチは、Option 82 フィールドを格納した DHCP 要求を DHCP サーバに転送します。
- DHCP サーバはこのパケットを受信します。サーバが Option 82 に対応している場合、リモート ID または回線 ID、あるいはその両方を使用して IP アドレスを割り当て、単一のリモート ID または回線 ID に割り当てる IP アドレス数を制限するなどのポリシーを実行します。その後、DHCP サーバは、DHCP の応答内に Option 82 フィールドをエコーします。
- スイッチにより要求が DHCP サーバにリレーされると、DHCP サーバは応答をスイッチにユニキャストします。スイッチは、リモート ID フィールド、あるいは回線 ID フィールドを検査して、スイッチ自身が Option 82 データを挿入したことを確認します。スイッチは、Option 82 フィールドを削除し、そのパケットを DHCP 要求の送信元である DHCP クライアントに接続されたスイッチ ポートに転送します。

デフォルトのサブオプション設定では、前述のイベントのシーケンスが発生すると、図 20-2 にある次のフィールドの値は変化しません。

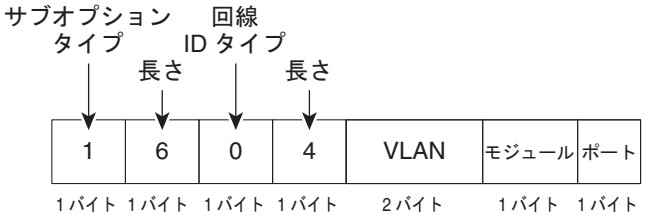
- 回線 ID サブオプション フィールド
  - サブオプション タイプ
  - サブオプション タイプの長さ
  - 回線 ID タイプ
  - 回線 ID タイプの長さ
- リモート ID サブオプション フィールド
  - サブオプション タイプ
  - サブオプション タイプの長さ
  - リモート ID タイプ
  - リモート ID タイプの長さ

回線 ID サブオプションのポート フィールドでは、ポート番号は 3 から始まります。たとえば 24 の 10/100 ポートおよび Small Form-Factor Pluggable（SFP; 着脱可能小型フォーム ファクタ）モジュール スロットを含むスイッチでは、ポート 3 がファスト イーサネット 0/1 ポート、ポート 4 がファスト イーサネット 0/2 ポートとなり、以降同様に続きます。ポート 27 は SFP モジュール スロット 0/1 となり、以降同様に続きます。

図 20-2 に、デフォルトのサブオプション設定が使用されている場合のリモート ID サブオプションおよび回線 ID サブオプションのパケット フォーマットを示します。スイッチは、DHCP スヌーピングがグローバルにイネーブルで **ip dhcp snooping information option** グローバル コンフィギュレーション コマンドが入力されると、このパケット フォーマットを使用します。

図 20-2　サブオプションのパケット フォーマット

回線 ID サブオプション フレーム フォーマット



リモート ID サブオプション フレーム フォーマット

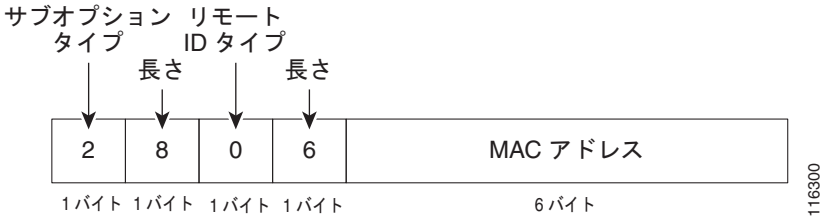


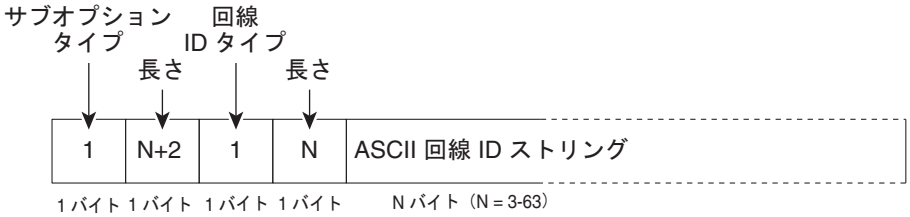
図 20-3 に、ユーザ設定のリモート ID および回線 ID サブオプションのパケット フォーマットを示します。DHCP スヌーピングがグローバルにイネーブルで **ip dhcp snooping information option format remote-id** グローバル コンフィギュレーション コマンドおよび **ip dhcp snooping vlan information option format-type circuit-id string** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドが入力されると、スイッチにより、パケット フォーマットが使用されます。

パケット内にあるこれらのフィールドの値は、リモート ID および 回線 ID サブオプションを設定するとデフォルト値から次のように変化します。

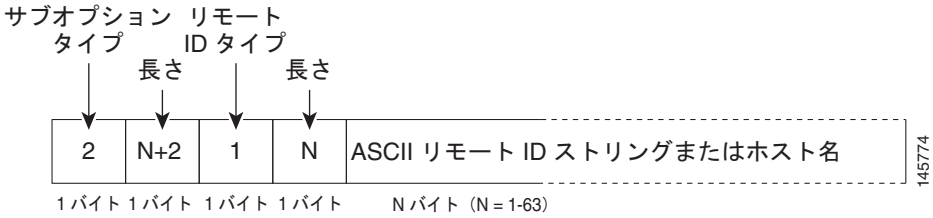
- 回線 ID サブオプション フィールド
  - 回線 ID タイプは 1 です。
  - 長さの値は変数で、設定したストリングの長さによります。
- リモート ID サブオプション フィールド
  - リモート ID タイプは 1 です。
  - 長さの値は変数で、設定したストリングの長さによります。

図 20-3　ユーザ設定サブオプション パケット フォーマット

回線 ID サブオプション フレーム フォーマット（ユーザ設定のストリング）



リモート ID サブオプション フレーム フォーマット（ユーザ設定のストリング）



Cisco IOS DHCP サーバ データベース

DHCP ベースの自動設定プロセスの間、指定 DHCP サーバは Cisco IOS DHCP サーバ データベースを使用します。これには IP アドレス、*アドレス バインディング*、およびブート ファイルなどの設定パラメータが含まれます。

アドレス バインディングは、Cisco IOS DHCP サーバ データベース内のホストの IP アドレスおよび MAC アドレス間のマッピングです。クライアント IP アドレスを手動で割り当てることが可能で、DHCP サーバが DHCP アドレス プールから IP アドレスを割り当てることもできます。手動および自動アドレス バインディングの詳細については、Cisco.com にある『*Cisco IOS IP Configuration Guide, Release 12.4*』の「Configuring DHCP」の章を参照してください。

DHCP スヌーピング バインディング データベース

DHCP スヌーピングがイネーブルの場合、スイッチは DHCP スヌーピング バインディング データベースを使用して信頼できないインターフェイスに関する情報を保存します。データベースには最大で 64,000 のバインディングを保存できます。

各データベース エントリ（*binding*）には、IP アドレス、関連 MAC アドレス、およびリース時間（16 進数表記）、バインディングが適用されるインターフェイス、およびインターフェイスが属する VLAN があります。データベース エージェントは設定された場所にあるファイルにバインディングを保存します。各エントリの最後にはチェックサムがあり、ファイルの最初からエントリの終わりまでのすべてのバイト数を計上します。各エントリは 72 バイトで、その後にスペースとチェックサム値が続きます。

スイッチをリロードしたときにバインディングを維持するには、DHCP スヌーピング データベース エージェントを使用する必要があります。エージェントがディセーブルで、ダイナミック ARP 検査または IP ソース ガードがイネーブルに設定されていて、DHCP スヌーピング バインディング データ

ベースにダイナミック バインディングがある場合、スイッチの接続が切断されます。エージェントがディセーブルで、DHCP スヌーピングだけがイネーブルの場合、スイッチの接続は切断されませんが、DHCP スヌーピングでは DHCP スプーフィング攻撃を防止できないことがあります。

リロードしたとき、スイッチは DHCP スヌーピング バインディング データベースを構築するため、バインディング ファイルを読み込みます。データベースが変更されると、スイッチがファイルを更新します。

スイッチが新しいバインディングを学習したり、バインディングを消失した場合には、スイッチはデータベース内のエントリを迅速に更新します。スイッチは、バインディング ファイル内のエントリも更新します。ファイルを更新する頻度は、設定可能な遅延に基づいて更新され、更新はバッチ処理されます。指定された時間（write-delay および abort-timeout 値によって設定）でファイルが更新されない場合、更新は中止されます。

バインディングのあるファイルのフォーマットは次のとおりです。

```
<initial-checksum>
TYPE DHCP-SNOOPING
VERSION 1
BEGIN
<entry-1> <checksum-1>
<entry-2> <checksum-1-2>
...
...
<entry-n> <checksum-1-2-..-n>
END
```

ファイル内の各エントリはチェックサム値でタグ付けされていて、スイッチはファイルの読み取り時にこの値を使用してエントリを確認します。最初の行の *initial-checksum* エントリは、最新のファイル更新に関連したエントリを、前のファイル更新に関連したエントリと区別するものです。

バインディング ファイルの例は次のとおりです。

```
2bb4c2a1
TYPE DHCP-SNOOPING
VERSION 1
BEGIN
192.1.168.1 3 0003.47d8.c91f 2BB6488E interface-id 21ae5fbb
192.1.168.3 3 0003.44d6.c52f 2BB648EB interface-id 1bdb223f
192.1.168.2 3 0003.47d9.c8f1 2BB648AB interface-id 584a38f0
END
```

スイッチが開始されて計算されたチェックサム値が保存されているチェックサム値と等しい場合、スイッチはバインディング ファイルからエントリを読み取ってバインディングを DHCP スヌーピング バインディング データベースに追加します。次のいずれかの状況が発生した場合にスイッチはエントリを無視します。

- スイッチがエントリを読み取って計算されたチェックサム値が保存されているチェックサム値と異なる場合。エントリとその後続のものが無視されます。
- エントリがリース時間を超過した場合（リース時間が超過してもスイッチはバインディング エントリを削除しない場合があります）
- エントリ内のインターフェイスがシステムに存在しない場合
- インターフェイスがルーテッド インターフェイスか DHCP スヌーピング信頼インターフェイスの場合

DHCP スヌーピングの設定

DHCP スヌーピングのデフォルト設定

表 20-1 に、DHCP スヌーピングのデフォルト設定を示します。

表 20-1　DHCP スヌーピングのデフォルト設定

機能	デフォルト設定
DHCP サーバ	Cisco IOS ソフトウェアでイネーブルです（設定が必要）。[1]
DHCP リレー エージェント	イネーブル。[2]
DHCP パケット転送アドレス	未設定。
リレー エージェント情報の確認	イネーブル（無効なメッセージは廃棄されます）。[2]
DHCP リレー エージェントの転送ポリシー	既存のリレー エージェント情報を置き換えます。[2]
DHCP スヌーピングをグローバルでイネーブルにする	ディセーブル。
DHCP スヌーピング情報オプション	イネーブル。
untrusted 入力インターフェイスのパケットを受信する DHCP スヌーピング オプション[3]	ディセーブル。
DHCP スヌーピングの制限レート	未設定。
DHCP スヌーピングの信頼性	untrusted。
DHCP スヌーピング VLAN	ディセーブル。
DHCP スヌーピングの MAC アドレス検証	イネーブル。
Cisco IOS DHCP サーバ バインディング データベース	Cisco IOS ソフトウェアではイネーブルです（設定が必要）。 **（注）**　スイッチは、DHCP サーバとして設定されているデバイスからだけ、ネットワーク アドレスおよび設定パラメータを取得します。
DHCP スヌーピング バインディング データベース エージェント	Cisco IOS ソフトウェアではイネーブルです（設定が必要）。宛先が設定されている場合だけ、この機能は有効です。

1. スイッチは、DHCP サーバとして設定されている場合だけ、DHCP 要求に応答します。
2. DHCP サーバの IP アドレスが、DHCP クライアントの Switched Virtual Interface（SVI）上で設定されている場合だけ、スイッチは DHCP パケットをリレーします。
3. スイッチが、エッジ スイッチから Option 82 情報を持ったパケットを受信する集約スイッチである場合に使用します。

DHCP スヌーピング設定時の注意事項

- スイッチの DHCP スヌーピングはグローバルでイネーブルにする必要があります。
- DHCP スヌーピングは、VLAN 上で DHCP スヌーピングがイネーブルになるまでアクティブになりません。
- DHCP スヌーピングをスイッチ上でグローバルにイネーブルにする前に、DHCP サーバとして動作するデバイスおよび DHCP リレー エージェントが設定されてイネーブルであることを確認してください。
- DHCP スヌーピング情報オプションをスイッチ上で設定する前に、DHCP サーバとして機能させるデバイスを設定してください。たとえば、DHCP サーバによる割り当てまたは除外の対象にする IP アドレスの指定、およびデバイスの DHCP オプションの設定が必要です。
- スイッチに数多くの回線 ID を設定する際は、NVRAM またはフラッシュ メモリ上の冗長な文字列の影響を考慮してください。他のデータと組み合わせて回線 ID を設定する場合、NVRAM またはフラッシュ メモリの容量を超過すると、エラー メッセージが表示されます。
- スイッチに DHCP リレー エージェントを設定する前に、DHCP サーバとして機能するデバイスが設定されていることを確認します。たとえば、DHCP サーバが割り当てたり排除したりすることができる IP アドレスを指定するか、デバイスに DHCP オプションを設定するか、または DHCP データベース エージェントを設定する必要があります。
- DHCP リレー エージェントがイネーブルで、DHCP スヌーピングがディセーブルの場合、DHCP Option 82 データ挿入機能はサポートされません。
- スイッチのポートが DHCP サーバに接続されている場合、**ip dhcp snooping trust** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを入力して、ポートを trusted として設定してください。
- スイッチのポートが DHCP クライアントに接続されている場合、**no ip dhcp snooping trust** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを入力して、ポートを untrusted として設定してください。
- DHCP スヌーピング バインディング データベースを設定する場合に次の注意事項に従ってください。
  - NVRAM（不揮発性メモリ）およびフラッシュ メモリのストレージ容量に制限があるので、バインディング ファイルは Trivial File Transfer Protocol（TFTP; 簡易ファイル転送プロトコル）サーバに保存することを推奨します。
  - ネットワーク ベース URL（TFTP や FTP など）の場合、スイッチが設定した URL のバインディング ファイルにバインディングを書き込む前に、その URL で空のファイルを作成しておく必要があります。先にサーバで空のファイルを作成する必要があるかどうかを判断するには、TFTP サーバのマニュアルを参照してください。一部の TFTP サーバはこの方法では設定することができません。
  - データベースのリース時間を正確にするには、Network Time Protocol（NTP）をイネーブルにして設定することを推奨します。詳細については、「手動での日時の設定」（P.6-4）を参照してください。
  - NTP が設定されている場合、スイッチのシステム クロックが NTP と同期している場合だけ、スイッチはバインディング変更をバインディング ファイルに書き込みます。
- untrusted デバイスが接続されている集約スイッチに **ip dhcp snooping information option allow-untrusted** コマンドを入力しないでください。このコマンドを入力すると、untrusted デバイスは Option 82 情報をスプーフィングします。
- **show ip dhcp snooping statistics** ユーザ EXEC コマンドを入力すると DHCP スヌーピングの統計情報を表示でき、**clear ip dhcp snooping statistics** 特権 EXEC コマンドを入力するとスヌーピング統計情報カウンタをクリアできます。

（注）　RSPAN VLAN 上で DHCP スヌーピングをイネーブルにしないでください。RSPAN VLAN 上で DHCP スヌーピングをイネーブルにすると、DHCP パケットが RSPAN 宛先ポートに到達しないことがあります。

- DHCP スヌーピングのスマート ロギングを設定すると、DHCP によってドロップされたパケットの内容は NetFlow コレクタに送信されます。スマート ロギングを設定する場合は、スマート ロギングがグローバルにイネーブルになっていることを確認します。スマート ロギングの詳細については、「スマート ロギングの設定」（P.30-15）を参照してください。

DHCP リレー エージェントの設定

スイッチ上で DHCP リレー エージェントをイネーブルにするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**service dhcp**	スイッチ上で DHCP サーバおよびリレー エージェントをイネーブルにします。デフォルトで、この機能はイネーブルに設定されています。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

DHCP サーバとリレー エージェントをディセーブルにするには、**no service dhcp** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次の手順については、Cisco.com で『*Cisco IOS IP Configuration Guide, Release 12.4*』の「IP Addressing and Services」にある「*Configuring DHCP*」を参照してください。

- リレー エージェント情報の確認（検証）
- リレー エージェントのフォワーディング ポリシーの設定

パケット転送アドレスの指定

DHCP サーバおよび DHCP クライアントが異なるネットワークまたはサブネットにある場合、スイッチを **ip helper-address** *address* インターフェイス コンフィギュレーション コマンドで設定する必要があります。一般的なルールは、クライアントに最も近いレイヤ 3 インターフェイス上にコマンドを設定することです。**ip helper-address** コマンドで使用されているアドレスは、特定の DHCP サーバ IP アドレスか、または他の DHCP サーバが宛先ネットワーク セグメントにある場合はネットワーク アドレスにできます。ネットワーク アドレスを使用することでどの DHCP サーバも要求に応答できるようになります。

パケット転送アドレスを指定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface vlan** *vlan-id*	VLAN ID を入力してスイッチの仮想インターフェイスを作成し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**ip address** *ip-address subnet-mask*	インターフェイスに IP アドレスおよび IP サブネットを設定します。
ステップ 4	**ip helper-address** *address*	DHCP パケット転送アドレスを指定します。 ヘルパー アドレスは特定の DHCP サーバ アドレスにするか、他の DHCP サーバが宛先ネットワーク セグメントにある場合は、ネットワーク アドレスにできます。ネットワーク アドレスを使用することで、ほかのサーバも DHCP 要求に応答できるようになります。 複数のサーバがある場合、各サーバに 1 つのヘルパー アドレスを設定できます。
ステップ 5	**exit**	グローバル コンフィギュレーション モードに戻ります。
ステップ 6	**interface range** *port-range*	DHCP クライアントに接続されている複数の物理ポートを設定し、インターフェイス レンジ コンフィギュレーション モードを開始します。
	または	または
	interface *interface-id*	DHCP クライアントに接続されている単一の物理ポートを設定し、インターフェイス レンジ コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 7	**switchport mode access**	ポートの VLAN メンバシップ モードを定義します。
ステップ 8	**switchport access vlan** *vlan-id*	ステップ 2 で設定したのと同じ VLAN をポートに割り当てます。
ステップ 9	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 10	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 11	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

DHCP 転送アドレスを削除するには、**no ip helper-address** *address* インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

DHCP スヌーピングおよび Option 82 のイネーブル化

スイッチ上で DHCP スヌーピングをイネーブルにするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**ip dhcp snooping**	DHCP スヌーピングをグローバルでイネーブルにします。
ステップ 3	**ip dhcp snooping vlan** *vlan-range* [**smartlog**]	VLAN または VLAN 範囲で DHCP スヌーピングをイネーブルにします。指定できる範囲は 1 ～ 4094 です。 VLAN ID には、VLAN ID 番号で識別される 1 つの VLAN ID、カンマで区切られた一連の VLAN ID、ハイフンで区切られた VLAN ID の範囲、開始 VLAN ID と終了 VLAN ID をスペースで区切った VLAN ID の範囲を入力できます。 （任意）ドロップされたパケットの内容を NetFlow コレクタに送信するようにスイッチを設定するには、**smartlog** を入力します。
ステップ 4	**ip dhcp snooping information option**	スイッチで、DHCP サーバ宛に転送される DHCP 要求メッセージ内の DHCP リレー情報（Option 82 フィールド）の挿入および削除をイネーブルにします。これがデフォルトの設定です。
ステップ 5	**ip dhcp snooping information option format remote-id [string** *ASCII-string* | *hostname*]	（任意）リモート ID サブオプションを設定します。 次のようにリモート ID を設定できます。 • 63 文字までの ASCII 文字列（スペースなし） • スイッチに設定されたホスト名 **（注）** ホスト名が 64 文字以上の場合、リモート ID 設定で 63 文字に切り捨てられます。 デフォルトのリモート ID はスイッチ MAC アドレスです。
ステップ 6	**ip dhcp snooping information option allow-untrusted**	（任意）スイッチがエッジ スイッチに接続された集約スイッチである場合、エッジ スイッチからの Option 82 情報を持った着信 DHCP スヌーピング パケットを受信できるようスイッチをイネーブルにします。 デフォルトではディセーブルに設定されています。 **（注）** このコマンドは trusted デバイスに接続された集約スイッチ上でだけ入力してください。
ステップ 7	**interface** *interface-id*	設定するインターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 8	**ip dhcp snooping vlan** *vlan* **information option format-type circuit-id** [**override**] **string** *ASCII-string*	（任意）指定したインターフェイスで回線 ID サブオプションを設定します。 1 ～ 4094 の範囲の VLAN ID を使用して、VLAN およびポート ID を指定します。デフォルトの回線 ID はポート ID で、フォーマットは **vlan-mod-port** です。 回線 ID を 3 ～ 63 の ASCII 文字（スペースなし）を設定できます。 （任意）TLV フォーマットに挿入された回線 ID サブオプションで加入者情報を定義しない場合は、**override** キーワードを使用します。

	コマンド	目的
ステップ 9	**ip dhcp snooping trust**	（任意）インターフェイスを trusted または untrusted のいずれかに設定します。untrusted クライアントからのメッセージをインターフェイスが受信できるようにするには、**no** キーワードを使用します。デフォルトでは untrusted に設定されています。
ステップ 10	**ip dhcp snooping limit rate** *rate*	（任意）インターフェイスが受信できる DHCP パケット数 / 秒の上限を設定します。指定できる範囲は 1 ～ 2048 です。デフォルトで、レート制限は設定されていません。 **（注）** untrusted レート制限は、100 パケット / 秒以下にすることを推奨します。trusted インターフェイスにレート制限を設定する場合、ポートが複数の VLAN（DHCP スヌーピングがイネーブル）に割り当てられているトランク ポートであれば、レート制限を増やさなければならない可能性があります。
ステップ 11	**exit**	グローバル コンフィギュレーション モードに戻ります。
ステップ 12	**ip dhcp snooping verify mac-address**	（任意）untrusted ポート上で受信した DHCP パケットにある送信元 MAC アドレスが、パケット内のクライアントのハードウェア アドレスと一致するかどうかを確認するように、スイッチを設定します。デフォルトでは、パケット内の送信元 MAC アドレスとクライアントのハードウェア アドレスの一致を確認するように設定されています。
ステップ 13	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 14	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 15	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

DHCP スヌーピングをディセーブルにするには、**no ip dhcp snooping** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。VLAN または VLAN 範囲で DHCP スヌーピングをディセーブルにするには、**no ip dhcp snooping vlan** *vlan-range* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。Option 82 フィールドの挿入および削除をディセーブルにするには、**no ip dhcp snooping information option** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。エッジ スイッチからの Option 82 情報を持った着信 DHCP スヌーピング パケットをドロップするよう集約スイッチを設定するには、**no ip dhcp snooping information option allow-untrusted** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、VLAN 10 上で DHCP スヌーピングをグローバルでイネーブルにし、ポート上でレート制限を 100 パケット / 秒に設定する例を示します。

```
Switch(config)# ip dhcp snooping
Switch(config)# ip dhcp snooping vlan 10
Switch(config)# ip dhcp snooping information option
Switch(config)# interface gigabitethernet0/1
Switch(config-if)# ip dhcp snooping limit rate 100
```

プライベート VLAN での DHCP スヌーピングのイネーブル化

プライベート VLAN で DHCP スヌーピングをイネーブルにできます。DHCP スヌーピングがイネーブルの場合、設定はプライマリ VLAN および関連付けられているセカンダリ VLAN の両方に伝播します。DHCP スヌーピングがプライマリ VLAN でイネーブルの場合、セカンダリ VLAN でもイネーブルに設定されています。

DHCP スヌーピングがすでにプライマリ VLAN に設定されていて DHCP スヌーピングをセカンダリ VLAN とは異なるように設定した場合、セカンダリ VLAN の設定は有効になりません。プライマリ VLAN に DHCP スヌーピングを設定する必要があります。プライマリ VLAN に DHCP スヌーピングが設定されていない場合は、VLAN 200 などのセカンダリ VLAN に DHCP スヌーピングを設定するときに、次のメッセージが表示されます。

```
2w5d:%DHCP_SNOOPING-4-DHCP_SNOOPING_PVLAN_WARNING:DHCP Snooping configuration may not take
effect on secondary vlan 200.DHCP Snooping configuration on secondary vlan is derived from
its primary vlan.
```

show ip dhcp snooping 特権 EXEC コマンド出力では、DHCP スヌーピングがイネーブルであるプライマリおよびセカンダリ プライベート VLAN を含む、すべての VLAN を表示します。

Cisco IOS DHCP サーバ データベースのイネーブル化

Cisco IOS DHCP サーバ データベースをイネーブルにして設定する手順については、Cisco.com で『*Cisco IOS IP Configuration Guide, Release 12.4*』の「Configuring DHCP」の章にある「DHCP Configuration Task List」を参照してください。

DHCP スヌーピング バインディング データベース エージェントのイネーブル化

スイッチ上で DHCP スヌーピング バインディング データベース エージェントをイネーブルにして設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**ip dhcp snooping database** {**flash:**/*filename* | **ftp:**//*user*:*password*@*host*/*filename* | **http:**//[[*username*:*password*]@]{*hostname* | *host-ip*}[/*directory*]/*image-name*.**tar** | **rcp:**//*user*@*host*/*filename*}| **tftp:**//*host*/*filename*	次の形式のいずれかを使用して、データベース エージェントまたはバインディング ファイル用の URL を指定します。 • **flash:**/*filename* • **ftp:**//*user*:*password*@*host*/*filename* • **http:**//[[*username*:*password*]@]{*hostname* | *host-ip*}[/*directory*]/*image-name*.**tar** • **rcp:**//*user*@*host*/*filename* • **tftp:**//*host*/*filename*
ステップ 3	**ip dhcp snooping database timeout** *seconds*	データベース転送処理を停止するまでに待機する時間（秒）を指定します。 デフォルト値は 300 秒です。指定できる範囲は 0 ～ 86400 です。時間を無制限に定義するには 0 を使用します。これは、転送の試行を無制限に継続することを意味します。

	コマンド	目的
ステップ 4	**ip dhcp snooping database write-delay** *seconds*	バインディング データベースが変更された後の伝送が遅延する期間を指定します。指定できる範囲は 15 ～ 86400 秒です。デフォルトは 300 秒（5 分）です。
ステップ 5	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 6	**ip dhcp snooping binding** *mac-address* **vlan** *vlan-id ip-address* **interface** *interface-id* **expiry** *seconds*	（任意）DHCP スヌーピング バインディング データベースにバインディング エントリを追加します。*vlan-id* に指定できる範囲は、1 ～ 4904 です。*seconds* の範囲は 1 ～ 4294967295 です。 追加する各エントリにこのコマンドを入力します。 **（注）** スイッチのテストやデバッグを行うとき、このコマンドを使用します。
ステップ 7	**show ip dhcp snooping database [detail]**	DHCP スヌーピング バインディング データベース エージェントのステータスと統計情報を表示します。
ステップ 8	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

データベース エージェントおよびバインディング ファイルの使用を止めるには、**no ip dhcp snooping database** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。タイムアウト値または遅延値をリセットするには、**ip dhcp snooping database timeout** *seconds* または **ip dhcp snooping database write-delay** *seconds* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

DHCP スヌーピング バインディング データベース エージェントの統計情報を消去するには、**clear ip dhcp snooping database statistics** 特権 EXEC コマンドを使用します。データベースを更新するには、**renew ip dhcp snooping database** 特権 EXEC コマンドを使用します。

DHCP スヌーピング バインディング データベースからエントリを削除するには、**no ip dhcp snooping binding** *mac-address* **vlan** *vlan-id ip-address* **interface** *interface-id* 特権 EXEC コマンドを使用します。削除する各エントリにこのコマンドを入力します。

DHCP スヌーピング情報の表示

DHCP スヌーピング情報を表示するには、表 20-2 の特権 EXEC コマンドを 1 つまたは複数使用します。

表 20-2　DHCP 情報を表示するためのコマンド

コマンド	目的
show ip dhcp snooping	スイッチの DHCP スヌーピングの設定を表示します。
show ip dhcp snooping binding	DHCP スヌーピング バインディング データベース（バインディング テーブル）で動的に設定されたバインディングだけを表示します。
show ip dhcp snooping database	DHCP スヌーピング バインディング データベースのステータスおよび統計情報を表示します。
show ip dhcp snooping statistics	DHCP スヌーピング統計情報をサマリー形式または詳細形式で表示します。
show ip source binding	ダイナミックおよびスタティックに設定されたバインディングを表示します。

（注） DHCP スヌーピングがイネーブルで、インターフェイスがダウン ステートに変わった場合、スイッチは静的に設定されたバインディングを削除しません。

IP ソース ガードの概要

IPSG は、DHCP スヌーピング バインディング データベースと手動で設定された IP ソース バインディングに基づいてトラフィックをフィルタリングすることで、ルーティングされないレイヤ 2 インターフェイス上の IP トラフィックを制限するセキュリティ機能です。IP ソース ガードを使用して、ホストがネイバーの IP アドレスを使用しようとした場合にトラフィック攻撃を回避できます。

DHCP スヌーピングが信頼できないインターフェイスでイネーブルの場合に IP ソース ガードをイネーブルにできます。IPSG がインターフェイスでイネーブルになった後、スイッチは、DHCP スヌーピングで許可された DHCP パケットを除く、インターフェイスで受信されたすべての IP トラフィックをブロックします。ポート Access Control List（ACL; アクセス コントロール リスト）はインターフェイスに適用されます。ポート ACL により、IP 送信元バインディング テーブル内の送信元 IP アドレスの IP トラフィックだけを許可し、他のトラフィックを拒否できます。

（注）　ポート ACL は、同じインターフェイスに影響するルータ ACL や VLAN マップに優先します。

IP ソース バインディング テーブルには、DHCP スヌーピングで学習されたバインディング、または手動で設定されたバインディング（スタティック IP 送信元バインディング）があります。このテーブルのエントリには IP アドレスと、関連 MAC アドレス、および関連 VLAN 番号があります。スイッチは、IP ソース ガードがイネーブルの場合にだけ IP 送信元バインディング テーブルを使用します。

IPSG は、アクセス ポートやトランク ポートなどのレイヤ 2 ポートでだけサポートされます。IPSG は、送信元 IP フィルタリングや送信元 IP および MAC アドレス フィルタリングを使用して設定できます。

- 「送信元 IP アドレス フィルタリング」（P.20-16）
- 「送信元 IP および MAC アドレス フィルタリング」（P.20-16）
- 「スタティック ホストの IP ソース ガード」（P.20-17）

送信元 IP アドレス フィルタリング

IPSG がこのオプションでイネーブルの場合、IP トラフィックは送信元 IP アドレスに基づいてフィルタリングされます。送信 IP アドレスが DHCP スヌーピング バインディング データベースのエントリまたは IP 送信元バインディング テーブル内のバインディングと一致した場合、スイッチは IP トラフィックを転送します。

インターフェイス上で DHCP スヌーピング バインディングまたはスタティック IP 送信元バインディングが追加、変更、削除された場合、スイッチは IP 送信元バインディングを変更してポート ACL を変更し、そのポート ACL をインターフェイスに再度適用します。

（DHCP スヌーピングで動的に学習されたか手動で設定された）IP 送信元バインディングが設定されていないインターフェイスで IPSG をイネーブルにする場合、スイッチはインターフェイス上のすべての IP トラフィックを拒否するポート ACL を作成し、適用します。IP ソース ガードをディセーブルにする場合、スイッチはポート ACL をインターフェイスから削除します。

送信元 IP および MAC アドレス フィルタリング

送信元 IP アドレスおよび MAC アドレスに基づいて IP トラフィックがフィルタリングされます。スイッチは、送信元 IP アドレスおよび MAC アドレスが IP 送信元バインディング テーブルのエントリと一致する場合にトラフィックを転送します。

アドレス フィルタリングがイネーブルの場合、スイッチは IP および非 IP トラフィックをフィルタリングします。IP または非 IP パケットの送信元 MAC アドレスが有効な IP 送信元バインディングと一致する場合、スイッチはパケットを転送します。スイッチは、DHCP パケットを除く他のすべてのタイプのパケットをドロップします。

スイッチは、ポート セキュリティを使用して送信元 MAC アドレスをフィルタリングします。ポート セキュリティ違反が発生する際にインターフェイスをシャット ダウンできます。

スタティック ホストの IP ソース ガード

（注）　アップリンク ポートまたはトランク ポート上のスタティック ホストには、IPSG（IP ソース ガード）を使用しないでください。

スタティック ホストに IPSG を使用すると、IPSG 機能が非 DHCP 環境およびスタティック環境にまで拡張されます。以前の IPSG では、DHCP スヌーピングによって作成されたエントリを使用し、スイッチに接続されたホストを検証していました。有効な DHCP バインディング エントリの存在しないホストから受信したトラフィックは、すべて廃棄されます。このセキュリティ機能により、ルーティングされないレイヤ 2 インターフェイス上の IP トラフィックを制限します。この機能は、DHCP スヌーピング バインディング データベースと手動で設定された IP ソース バインディングに基づいてトラフィックをフィルタリングします。以前のバージョンの IPSG では、IPSG を機能させるために DHCP 環境が必要でした。

スタティック ホストの IPSG では、DHCP なしで IPSG を機能させることができます。スタティック ホストの IPSG では、IP デバイスのトラッキングテーブル エントリを利用してポート ACL をインストールします。スイッチは ARP 要求またはその他の IP パケットに基づいてスタティック エントリを作成し、指定されたポートに対して有効なホストのリストを管理します。指定されたポート宛にトラフィックを送信できるホストの数を指定することもできます。これは、レイヤ 3 のポート セキュリティと同等です。

スタティック ホストの IPSG では、ダイナミック ホストもサポートしています。ダイナミック ホストが DHCP で割り当てられた IP アドレスを受信し、そのアドレスが IP DHCP スヌーピング テーブルに存在する場合、同じエントリが IP デバイス トラッキング テーブルによって学習されます。**show ip device tracking all** EXEC コマンドを入力すると、IP デバイス トラッキング テーブルでそのエントリがアクティブとして表示されます。

（注）　複数のネットワーク インターフェイスを持つ一部の IP ホストは、一部の無効なパケットをネットワーク インターフェイスに注入する可能性があります。その無効なパケットの送信元のアドレスには、そのホストの別のネットワーク インターフェイスの IP アドレスまたは MAC アドレスが設定されています。無効なパケットによって、スタティック ホストの IPSG がホストに接続し、無効な IP または MAC アドレス バインディングを学習したり、有効なバインディングを拒否したりする可能性があります。ホストが無効なパケットを注入しないようにするには、対応するオペレーティング システムおよびネットワーク インターフェイスのベンダーにお問い合わせください。

スタティック ホストの IPSG は最初に、ACL に基づくスヌーピング メカニズムを通じて、IP または MAC バインディングを動的に学習します。IP または MAC バインディングは、ARP および IP パケットによってスタティック ホストから学習されます。これらの情報はデバイス トラッキング データベースに保存されます。動的に学習されたか指定されたポートに対して静的に設定された IP アドレスの数が最大数に達すると、ハードウェアは新しい IP アドレスのパケットをすべてドロップします。なんらかの理由で移動または除去されたホストを解決するため、スタティック ホストの IPSG では IP デバイス トラッキングを利用して、動的に学習された IP アドレス バインディングをエージング アウトします。この機能は DHCP スヌーピングと組み合わせて使用できます。DHCP およびスタティック ホストの両方に接続されたポート上では複数のバインディングが確立されます。たとえば、バインディングがデバイス トラッキング データベースと DHCP スヌーピング データベースの両方に保存されます。

IP ソース ガードの設定

デフォルトの IP ソース ガードの設定

デフォルトでは、IP ソース ガードはディセーブルに設定されています。

IP ソース ガード設定時の注意事項

- 非ルーテッド ポートでだけスタティック IP バインディングを設定できます。**ip source binding** *mac-address* **vlan** *vlan-id ip-address* **interface** *interface-id* グローバル コンフィギュレーション コマンドをルーテッド インターフェイスに入力した場合、このエラー メッセージが表示されます。

  ```
  Static IP source binding can only be configured on switch port.
  ```

- IP ソース ガードと送信元 IP フィルタリングがインターフェイスでイネーブルの場合、DHCP スヌーピングは、インターフェイスが属するアクセス VLAN でイネーブルでなければなりません。
- 複数の VLAN があるトランク インターフェイスで IP ソース ガードがイネーブルで、DHCP スヌーピングがすべての VLAN でイネーブルの場合、送信元 IP アドレス フィルタがすべての VLAN に適用されます。

  （注）　IP ソース ガードがイネーブルでトランク インターフェイス上の VLAN で DHCP スヌーピングがディセーブルの場合、スイッチは適切にトラフィックをフィルタリングできません。

- IP ソース ガードと送信元 IP および MAC アドレス フィルタリングをイネーブルにする場合、DHCP スヌーピングおよびポート セキュリティがインターフェイス上でイネーブルでなければなりません。また、**ip dhcp snooping information option** グローバル コンフィギュレーション コマンドを入力し、DHCP サーバが Option 82 をサポートするように設定する必要があります。IP ソース ガードと MAC アドレス フィルタリングがイネーブルの場合、DHCP ホストの MAC アドレスはホストにリースが与えられるまで学習されません。パケットがサーバからホストに転送される場合、DHCP スヌーピングでは Option 82 のデータを使用してホスト ポートを識別します。
- プライベート VLAN が設定されているインターフェイスで IP ソース ガードを設定する場合、ポート セキュリティはサポートされません。
- IP ソース ガードは EtherChannel でサポートされません。
- 802.1X ポートベース認証がイネーブルの場合、IPSG 機能をイネーブルにできます。
- Ternary CAM（TCAM; 3 値連想メモリ）エントリ数が最大数を超えた場合、CPU 使用率が増加します。
- IP ソース ガードのスマート ロギングを設定すると、送信元アドレスが指定されたアドレスまたは DHCP によって学習されたアドレスでないパケットは拒否され、パケットの内容は NetFlow コレクタに送信されます。スマート ロギングを設定する場合は、スマート ロギングがグローバルにイネーブルになっていることを確認します。スマート ロギングの詳細については、「スマート ロギングの設定」（P.30-15）を参照してください。

IP ソース ガードのイネーブル化

特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	設定するインターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**ip verify source** [**smartlog**] または **ip verify source port-security**	IP ソース ガードと送信元 IP アドレス フィルタリングをイネーブルにします。 • （任意）ドロップされたパケットの内容を NetFlow コレクタに送信するようにスイッチを設定するには、**smartlog** を入力します。 IP ソース ガードと送信元 IP および MAC アドレス フィルタリングをイネーブルにします。 **ip verify source port-security** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用して IP ソース ガードとポート セキュリティの両方をイネーブルにする場合は、次の 2 つの注意事項があります。 • DHCP サーバで Option 82 をサポートしていないと、クライアントには IP アドレスが割り当てられません。 • DHCP パケットの MAC アドレスは、セキュア アドレスとして学習されません。スイッチが DHCP 以外のデータ トラフィックを受信した場合にだけ、DHCP クライアントの MAC アドレスはセキュア アドレスとして学習されます。
ステップ 4	**exit**	グローバル コンフィギュレーション モードに戻ります。
ステップ 5	**ip source binding** *mac-address* **vlan** *vlan-id ip-address* **inteface** *interface-id*	スタティック IP 送信元バインディングを追加します。 各スタティック バインディングに対してこのコマンドを入力します。
ステップ 6	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 7	**show ip verify source** [**interface** *interface-id*]	IP ソース ガードの設定を確認します。
ステップ 8	**show ip source binding** [*ip-address*] [*mac-address*] [**dhcp-snooping** | **static**] [**inteface** *interface-id*] [**vlan** *vlan-id*]	スイッチ、特定の VLAN、または特定のインターフェイス上の IP 送信元バインディングを表示します。
ステップ 9	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

IP ソース ガードおよび送信元 IP アドレス フィルタリングをディセーブルにするには、**no ip verify source** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

スタティック IP 送信元バインディング エントリを削除するには、**no ip source** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、IP ソース ガードと送信元 IP および MAC フィルタリングを VLAN 10 および VLAN 11 でイネーブルにする例を示します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)# interface gigabitethernet0/1
Switch(config-if)# ip verify source port-security
Switch(config-if)# exit
```

```
Switch(config)# ip source binding 0100.0022.0010 vlan 10 10.0.0.2 interface
gigabitethernet0/1
Switch(config)# ip source binding 0100.0230.0002 vlan 11 10.0.0.4 interface
gigabitethernet0/1
Switch(config)# end
```

スタティック ホストの IP ソース ガードの設定

レイヤ 2 アクセス ポートでのスタティック ホストの IP ソース ガードの設定

（注）　スタティック ホストの IPSG を機能させるには、**ip device tracking maximum** *limit-number* インターフェイス コンフィギュレーション コマンドをグローバルに設定する必要があります。インターフェイス上で IP デバイス トラッキングをグローバルにイネーブルにせず、または IP デバイス トラッキングの最大数を設定せず、ポート上でこのコマンドだけを設定すると、スタティック ホストの IPSG はそのインターフェイスからの IP トラフィックをすべて拒否します。この要件は、プライベート VLAN ホスト ポート上のスタティック ホストの IPSG にもあてはまります。

特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**ip device tracking**	IP ホスト テーブルをオンにし、IP デバイス トラッキングをグローバルにイネーブルにします。
ステップ 3	**interface** *interface-id*	インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 4	**switchport mode access**	アクセス ポートとしてポートを設定します。
ステップ 5	**switchport access vlan** *vlan-id*	このポートの VLAN を設定します。
ステップ 6	**ip verify source tracking port-security**	スタティック ホストの IPSG と送信元 MAC アドレス フィルタリングをイネーブルにします。 （注）　**ip verify source port-security** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用して IP ソース ガードとポート セキュリティの両方をイネーブルにする場合は、次の 2 つの注意事項があります。 • DHCP サーバで Option 82 をサポートしていないと、クライアントには IP アドレスが割り当てられません。 • DHCP パケットの MAC アドレスは、セキュア アドレスとして学習されません。スイッチが DHCP 以外のデータ トラフィックを受信した場合にだけ、DHCP クライアントの MAC アドレスはセキュア アドレスとして学習されます。

	コマンド	目的
ステップ 7	**ip device tracking maximum** *number*	IP デバイス トラッキング テーブルがポートで許可するスタティック IP の最大数の制限を設定します。指定できる範囲は 1 ～ 10 です。最大値は 10 です。 （注）　**ip device tracking maximum** *limit-number* インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを設定する必要があります。
ステップ 8	**switchport port-security**	（任意）このポートのポート セキュリティをアクティブにします。
ステップ 9	**switchport port-security maximum** *value*	（任意）このポートの MAC アドレスの最大数を設定します。
ステップ 10	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 11	**show ip verify source interface** *interface-id*	スタティック ホストの IPSG の許可 ACL の設定を表示して確認します。
ステップ 12	**show ip device track all [active | inactive] count**	スイッチ インターフェイス上の指定されたホストの IP および MAC バインディングを表示して、設定を確認します。 • **all active** : アクティブな IP または MAC バインディング エントリだけを表示する。 • **all inactive** : 非アクティブな IP または MAC バインディング エントリだけを表示する。 • **all** : アクティブおよび非アクティブな IP または MAC バインディング エントリを表示する。

次に、インターフェイス上のスタティック ホストで IPSG を停止する例を示します。

```
Switch(config-if)# no ip verify source
Switch(config-if)# no ip device tracking max
```

次に、ポート上のスタティック ホストで IPSG をイネーブルにする例を示します。

```
Switch(config)# ip device tracking
Switch(config)# ip device tracking max 10
Switch(config-if)# ip verify source tracking port-security
```

次に、レイヤ 2 アクセス ポート上でスタティック ホストの IPSG および IP フィルタリングをイネーブルにして、インターフェイス Gi0/3 上の有効な IP バインディングを確認する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)# ip device tracking
Switch(config)# interface gigabitethernet 0/3
Switch(config-if)# switchport mode access
Switch(config-if)# switchport access vlan 10
Switch(config-if)# ip device tracking maximum 5
Switch(config-if)# ip verify source tracking
Switch(config-if)# end

Switch# show ip verify source
Interface  Filter-type  Filter-mode  IP-address       Mac-address        Vlan
---------  -----------  -----------  ---------------  -----------------  ----
Gi0/3      ip trk       active       40.1.1.24                           10
Gi0/3      ip trk       active       40.1.1.20                           10
Gi0/3      ip trk       active       40.1.1.21                           10
```

次に、レイヤ 2 アクセス ポート上でスタティック ホストの IPSG と IP および MAC フィルタリングをイネーブルにして、インターフェイス Gi0/3 上の有効な IP および MAC バインディングを確認し、このインターフェイス上のバインディング数が最大数に達しているかどうかを確認する例を示します。

```
Switch# configure terminal
```

```
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)# ip device tracking
Switch(config)# interface gigabitethernet 0/3
Switch(config-if)# switchport mode access
Switch(config-if)# switchport access vlan 1
Switch(config-if)# ip device tracking maximum 5
Switch(config-if)# switchport port-security
Switch(config-if)# switchport port-security maximum 5
Switch(config-if)# ip verify source tracking port-security
Switch(config-if)# end

Switch# show ip verify source
Interface  Filter-type  Filter-mode  IP-address       Mac-address        Vlan
---------  -----------  -----------  ---------------  -----------------  ----
Gi0/3      ip-mac trk   active       40.1.1.24        00:00:00:00:03:04  1
Gi0/3      ip-mac trk   active       40.1.1.20        00:00:00:00:03:05  1
Gi0/3      ip-mac trk   active       40.1.1.21        00:00:00:00:03:06  1
Gi0/3      ip-mac trk   active       40.1.1.22        00:00:00:00:03:07  1
Gi0/3      ip-mac trk   active       40.1.1.23        00:00:00:00:03:08  1
```

次に、すべてのインターフェイスのすべての IP または MAC バインディング エントリを表示する例を示します。CLI ですべてのアクティブおよび非アクティブなエントリが表示されます。インターフェイス上でホストが学習されると、新しいエントリはアクティブと表示されます。同じホストがインターフェイスから接続解除され、別のインターフェイスに接続された場合、ホストが検出した直後に、新しい IP または MAC バインディング エントリがアクティブとして表示されます。前のインターフェイスに対するこのホストの古いエントリは、非アクティブと表示されます。

```
Switch# show ip device tracking all
IP Device Tracking = Enabled
IP Device Tracking Probe Count = 3
IP Device Tracking Probe Interval = 30
-----------------------------------------------------------------------
  IP Address     MAC Address   Vlan  Interface              STATE
-----------------------------------------------------------------------
200.1.1.8       0001.0600.0000  8    GigabitEthernet0/1     INACTIVE
200.1.1.9       0001.0600.0000  8    GigabitEthernet0/1     INACTIVE
200.1.1.10      0001.0600.0000  8    GigabitEthernet0/1     INACTIVE
200.1.1.1       0001.0600.0000  9    GigabitEthernet0/2     ACTIVE
200.1.1.1       0001.0600.0000  8    GigabitEthernet0/1     INACTIVE
200.1.1.2       0001.0600.0000  9    GigabitEthernet0/2     ACTIVE
200.1.1.2       0001.0600.0000  8    GigabitEthernet0/1     INACTIVE
200.1.1.3       0001.0600.0000  9    GigabitEthernet0/2     ACTIVE
200.1.1.3       0001.0600.0000  8    GigabitEthernet0/1     INACTIVE
200.1.1.4       0001.0600.0000  9    GigabitEthernet0/2     ACTIVE
200.1.1.4       0001.0600.0000  8    GigabitEthernet0/1     INACTIVE
200.1.1.5       0001.0600.0000  9    GigabitEthernet0/2     ACTIVE
200.1.1.5       0001.0600.0000  8    GigabitEthernet0/1     INACTIVE
200.1.1.6       0001.0600.0000  8    GigabitEthernet0/1     INACTIVE
200.1.1.7       0001.0600.0000  8    GigabitEthernet0/1     INACTIVE
```

次に、すべてのインターフェイスのアクティブな IP または MAC バインディング エントリをすべて表示する例を示します。

```
Switch# show ip device tracking all active
IP Device Tracking = Enabled
IP Device Tracking Probe Count = 3
IP Device Tracking Probe Interval = 30
-----------------------------------------------------------------------
  IP Address     MAC Address   Vlan  Interface              STATE
-----------------------------------------------------------------------
200.1.1.1       0001.0600.0000  9    GigabitEthernet0/1     ACTIVE
200.1.1.2       0001.0600.0000  9    GigabitEthernet0/1     ACTIVE
200.1.1.3       0001.0600.0000  9    GigabitEthernet0/1     ACTIVE
```

```
200.1.1.4       0001.0600.0000  9    GigabitEthernet0/1     ACTIVE
200.1.1.5       0001.0600.0000  9    GigabitEthernet0/1     ACTIVE
```

次に、すべてのインターフェイスの非アクティブな IP または MAC バインディング エントリをすべて表示する例を示します。このホストは GigabitEthernet 0/1 上で最初に学習され、次に GigabitEthernet 0/2 に移されました。GigabitEthernet 0/1 上で学習された IP または MAC バインディング エントリは、非アクティブと表示されます。

```
Switch# show ip device tracking all inactive
IP Device Tracking = Enabled
IP Device Tracking Probe Count = 3
IP Device Tracking Probe Interval = 30
-----------------------------------------------------------------------
  IP Address     MAC Address   Vlan  Interface              STATE
-----------------------------------------------------------------------
200.1.1.8       0001.0600.0000  8    GigabitEthernet0/1     INACTIVE
200.1.1.9       0001.0600.0000  8    GigabitEthernet0/1     INACTIVE
200.1.1.10      0001.0600.0000  8    GigabitEthernet0/1     INACTIVE
200.1.1.1       0001.0600.0000  8    GigabitEthernet0/1     INACTIVE
200.1.1.2       0001.0600.0000  8    GigabitEthernet0/1     INACTIVE
200.1.1.3       0001.0600.0000  8    GigabitEthernet0/1     INACTIVE
200.1.1.4       0001.0600.0000  8    GigabitEthernet0/1     INACTIVE
200.1.1.5       0001.0600.0000  8    GigabitEthernet0/1     INACTIVE
200.1.1.6       0001.0600.0000  8    GigabitEthernet0/1     INACTIVE
200.1.1.7       0001.0600.0000  8    GigabitEthernet0/1     INACTIVE
```

次に、すべてのインターフェイスのすべての IP デバイス トラッキング ホスト エントリ数を表示する例を示します。

```
Switch# show ip device tracking all count
Total IP Device Tracking Host entries: 5
-----------------------------------------------------------------------
  Interface           Maximum Limit           Number of Entries
-----------------------------------------------------------------------
Gi0/3                  5
```

プライベート VLAN ホスト ポートでのスタティック ホストの IP ソース ガードの設定

スタティック ホストの IPSG を機能させるには、**ip device tracking maximum** *limit-number* インターフェイス コンフィギュレーション コマンドをグローバルに設定する必要があります。インターフェイス上で IP デバイス トラッキングをグローバルにイネーブルにせず、または IP デバイス トラッキングの最大数を設定せず、ポート上でこのコマンドだけを設定すると、スタティック ホストの IPSG はそのインターフェイスからの IP トラフィックをすべて拒否します。この要件は、レイヤ 2 アクセス ポート上のスタティック ホストの IPSG にもあてはまります。

レイヤ 2 アクセス ポート上でスタティック ホストの IPSG と IP フィルタリングを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**vlan** *vlan-id1*	VLAN コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**private-vlan primary**	プライベート VLAN ポートでプライマリ VLAN を設定します。
ステップ 4	**exit**	VLAN コンフィギュレーション モードを終了します。
ステップ 5	**vlan** *vlan-id2*	別の VLAN で VLAN モードを開始します。
ステップ 6	**private-vlan isolated**	プライベート VLAN ポートで独立 VLAN を設定します。
ステップ 7	**exit**	VLAN コンフィギュレーション モードを終了します。

	コマンド	目的
ステップ 8	**vlan** *vlan-id1*	VLAN コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 9	**private-vlan association 201**	独立したプライベート VLAN ポートに VLAN を関連付けます。
ステップ 10	**exit**	VLAN コンフィギュレーション モードを終了します。
ステップ 11	**interface fastEthernet** *interface-id*	インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 12	**switchport mode private-vlan host**	（任意）ポートをプライベート VLAN ホストとして設定します。
ステップ 13	**switchport private-vlan host-association** *vlan-id1 vlan-id2*	（任意）このポートを対応するプライベート VLAN に関連付けます。
ステップ 14	**ip device tracking maximum** *number*	IP デバイス トラッキング テーブルがポートで許可するスタティック IP の最大数を設定します。 最大値は 10 です。 **（注）** スタティック ホストの IPSG を機能させるには、**ip device tracking maximum** *number* インターフェイス コマンドをグローバルに設定する必要があります。
ステップ 15	**ip verify source tracking [port-security]**	このポート上でスタティック ホストの IPSG と MAC アドレス フィルタリングをアクティブにします。
ステップ 16	**end**	コンフィギュレーション インターフェイス モードを終了します。
ステップ 17	**show ip device tracking all**	設定を確認します。
ステップ 18	**show ip verify source interface** *interface-id*	IP ソース ガードの設定を確認します。スタティック ホストの IPSG の許可 ACL を表示します。

次に、プライベート VLAN ホスト ポート上でスタティック ホストの IPSG と IP フィルタリングをイネーブルにする例を示します。

```
Switch(config)# vlan 200
Switch(config-vlan)# private-vlan primary
Switch(config-vlan)# exit
Switch(config)# vlan 201
Switch(config-vlan)# private-vlan isolated
Switch(config-vlan)# exit
Switch(config)# vlan 200
Switch(config-vlan)# private-vlan association 201
Switch(config-vlan)# exit
Switch(config)# int fastEthernet 4/3
Switch(config-if)# switchport mode private-vlan host
Switch(config-if)# switchport private-vlan host-association 200 201
Switch(config-if)# ip device tracking maximum 8
Switch(config-if)# ip verify source tracking

Switch# show ip device tracking all
IP Device Tracking = Enabled
IP Device Tracking Probe Count = 3
IP Device Tracking Probe Interval = 30
--------------------------------------------------------------------
  IP Address     MAC Address   Vlan  Interface              STATE
--------------------------------------------------------------------
40.1.1.24       0000.0000.0304  200  FastEthernet0/3        ACTIVE
40.1.1.20       0000.0000.0305  200  FastEthernet0/3        ACTIVE
40.1.1.21       0000.0000.0306  200  FastEthernet0/3        ACTIVE
40.1.1.22       0000.0000.0307  200  FastEthernet0/3        ACTIVE
40.1.1.23       0000.0000.0308  200  FastEthernet0/3        ACTIVE
```

この出力には、インターフェイス Fa0/3 で学習された有効な IP および MAC バインディングが 5 つ表示されています。プライベート VLAN の場合は、バインディングはプライマリ VLAN ID に関連付けられています。そのため、この例ではプライマリ VLAN ID の 200 がテーブルに表示されています。

```
Switch# show ip verify source
Interface  Filter-type  Filter-mode  IP-address       Mac-address        Vlan
---------  -----------  -----------  ---------------  -----------------  ----
Fa0/3      ip trk       active       40.1.1.23                           200
Fa0/3      ip trk       active       40.1.1.24                           200
Fa0/3      ip trk       active       40.1.1.20                           200
Fa0/3      ip trk       active       40.1.1.21                           200
Fa0/3      ip trk       active       40.1.1.22                           200
Fa0/3      ip trk       active       40.1.1.23                           201
Fa0/3      ip trk       active       40.1.1.24                           201
Fa0/3      ip trk       active       40.1.1.20                           201
Fa0/3      ip trk       active       40.1.1.21                           201
Fa0/30/3      ip trk       active       40.1.1.22                           201
```

この出力には、プライマリおよびセカンダリ VLAN の両方で有効な IP および MAC バインディングが 5 つずつ表示されています。

IP ソース ガード情報の表示

IP ソース ガード情報を表示するには、表 20-3 に示す、1 つまたは複数の特権 EXEC コマンドを使用します。

表 20-3　IP ソース ガード情報の表示用コマンド

コマンド	目的
show ip device tracking	すべてのインターフェイスのアクティブな IP または MAC バインディング エントリを表示します。
show ip source binding	スイッチの IP 送信元バインディングを表示します。
show ip verify source	スイッチの IP ソース ガード設定を表示します。

DHCP サーバのポートベースのアドレス割り当ての概要

DHCP サーバのポートベースのアドレス割り当ては、接続しているデバイス クライアント ID またはクライアント ハードウェアのアドレスにかかわらず、DHCP が 1 つのイーサネット スイッチ ポート上で同じ IP アドレスを保持できるようにする機能です。

イーサネット スイッチがネットワークに配置されている場合は、直接接続しているデバイスに接続できます。工場の床などの環境によっては、デバイスが故障したときに、代替のデバイスを既存のネットワークで即時に動作させる必要があります。現在の DHCP 実装では、DHCP が代替のデバイスに同じ IP アドレスを提供することは保証されていません。制御ソフトウェア、モニタリング ソフトウェアなどのソフトウェアは、スタティック IP アドレスが各デバイスに関連していることを前提としています。デバイスを交換する場合は、DHCP クライアントが変更されてもアドレス割り当ては固定のままとなる必要があります。

DHCP サーバのポートベースのアドレス割り当て機能を設定すると、ポートに到着する DHCP メッセージのクライアント ID またはクライアント ハードウェアのアドレスが変わっても、同じ IP アドレスが同じ接続ポートに常に提供されるようになります。DHCP プロトコルは DHCP パケットのクライアント ID オプションによって DHCP クライアントを認識します。クライアント ID オプションを持たないクライアントは、クライアント ハードウェアのアドレスによって特定されます。この機能を設定すると、インターフェイスのポート名によってクライアント ID またはハードウェア アドレスは無効になり、実際の接続ポイント、スイッチ ポートがクライアント ID となります。

どのような場合であっても、同じポートにイーサネット ケーブルを接続することで、DHCP によって同じ IP アドレスが接続しているデバイスに割り当てられます。

DHCP サーバのポートベースのアドレス割り当て機能は、Cisco IOS DHCP サーバでだけサポートされ、サードパーティ製のサーバではサポートされません。

DHCP サーバのポートベースのアドレス割り当ての設定

ポートベースのアドレス割り当てのデフォルト設定

デフォルトで、DHCP サーバのポートベースのアドレス割り当てはディセーブルです。

ポートベースのアドレス割り当ての設定時の注意事項

ここでは、DHCP ポートベースのアドレス割り当ての設定時の注意事項について説明します。

- ポートごとに、1 つの IP アドレスだけ割り当てることができます。
- 予約された（事前に割り当てられた）アドレスは、**clear ip dhcp binding** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用してもクリアできません。
- 事前に割り当てられたアドレスは、通常のダイナミック IP アドレス割り当てから自動的に除外されます。事前に割り当てられたアドレスはホスト プールで使用できませんが、DHCP アドレス プールごとに複数のアドレスを事前に割り当てることができます。
- DHCP プールからの割り当てを設定済みの予約に応じて制限するには（未予約のアドレスはクライアントに提供されず、該当しないクライアントにはプールからアドレスが割り当てられない）、**reserved-only** DHCP プール コンフィギュレーション コマンドを実行できます。

DHCP サーバのポートベースのアドレス割り当てのイネーブル化

ポートベースのアドレス割り当てをグローバルでイネーブルにし、インターフェイスで加入者 ID を自動的に生成するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**ip dhcp use subscriber-id client-id**	すべての着信 DHCP メッセージにおいて、加入者 ID をクライアント ID としてグローバルで使用するように DHCP サーバを設定します。
ステップ 3	**ip dhcp subscriber-id interface-name**	インターフェイスの略称に基づいて、加入者 ID を自動的に生成します。 特定のインターフェイスで設定された加入者 ID は、このコマンドより優先されます。
ステップ 4	**interface** *interface-id*	設定するインターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。

	コマンド	目的
ステップ 5	**ip dhcp server use subscriber-id client-id**	インターフェイス上のすべての着信 DHCP メッセージにおいて、加入者 ID をクライアント ID として使用するように DHCP サーバを設定します。
ステップ 6	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 7	**show running config**	設定を確認します。
ステップ 8	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

DHCP ポートベースのアドレス割り当てをスイッチでイネーブルにしてから、**ip dhcp pool** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用して、IP アドレスを事前に割り当てて、それをクライアントに関連付けます。DHCP プールからの割り当てを設定済みの予約に応じて制限するには、**reserved-only** DHCP プール コンフィギュレーション コマンドを実行できます。ネットワークに含まれているアドレスやプール範囲にあるアドレスでも、予約されていないアドレスはクライアントに提供されず、他のクライアントには DHCP プールのサービスが提供されません。ユーザはこのコマンドを使用して、DHCP プールを装備した 1 組のスイッチが共通の IP サブネットを共有し、他のスイッチのクライアントからの要求を無視するように設定できます。

IP アドレスを事前に割り当てて、それをインターフェイス名によって特定されたクライアントに関連付けるには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**ip dhcp pool** *poolname*	DHCP プール コンフィギュレーション モードを開始し、DHCP プールの名前を定義します。プール名には、文字列（例：Engineering）または整数（例：0）を使用できます。
ステップ 3	**network** *network-number* [*mask* | */prefix-length*]	DHCP アドレス プールのサブネット ネットワーク番号とマスクを指定します。
ステップ 4	**address** *ip-address* **client-id** *string* [**ascii**]	インターフェイス名によって特定される DHCP クライアントの IP アドレスを予約します。 *string*：ASCII 値または 16 進数値を設定できます。
ステップ 5	**reserved-only**	（任意）DHCP アドレス プール内の予約済みのアドレスだけを使用します。デフォルトでは、プール アドレスは制限されません。
ステップ 6	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 7	**show ip dhcp pool**	DHCP プール設定を確認します。
ステップ 8	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

DHCP ポートベースのアドレス割り当てをディセーブルにするには、**no ip dhcp use subscriber-id client-id** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。加入者 ID の自動生成をディセーブルにするには、**no ip dhcp subscriber-id interface-name** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。インターフェイスで加入者 ID をディセーブルにするには、**no ip dhcp server use subscriber-id client-id** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

DHCP プールから IP アドレスの予約を削除するには、**no address** *ip-address* **client-id** *string* DHCP プール コンフィギュレーション コマンドを使用します。アドレス プールの制限を解除するには、**no reserved-only** DHCP プール コンフィギュレーション コマンドを実行します。

次の例では、加入者 ID が自動的に生成され、DHCP サーバは DHCP メッセージのクライアント ID フィールドを無視して、その代わりに加入者 ID を使用します。加入者 ID は、インターフェイスの略称および事前に割り当てられたクライアント IP アドレス 10.1.1.7 に基づいて決定されます。

```
Switch# show running config
Building configuration...
Current configuration : 4899 bytes
!
version 12.2
!
hostname switch
!
no aaa new-model
clock timezone EST 0
ip subnet-zero
ip dhcp relay information policy removal pad
no ip dhcp use vrf connected
ip dhcp use subscriber-id client-id
ip dhcp subscriber-id interface-name
ip dhcp excluded-address 10.1.1.1 10.1.1.3
!
ip dhcp pool dhcppool
 network 10.1.1.0 255.255.255.0
 address 10.1.1.7 client-id "Et1/0" ascii
<output truncated>
```

次に、事前に割り当てられたアドレスが DHCP プールで正しく予約されている例を示します。

```
Switch# show ip dhcp pool dhcppool
Pool dhcp pool:
 Utilization mark (high/low) : 100 / 0
 Subnet size (first/next) : 0 / 0
 Total addresses : 254
 Leased addresses : 0
 Excluded addresses : 4
 Pending event : none
 1 subnet is currently in the pool:
 Current index   IP address range         Leased/Excluded/Total
 10.1.1.1        10.1.1.1 - 10.1.1.254     0     / 4 / 254
 1 reserved address is currently in the pool
 Address         Client
 10.1.1.7 Et1/0
```

DHCP サーバのポートベースのアドレス割り当て機能の詳細については、Cisco.com にアクセスして検索フィールドに *Cisco IOS IP Addressing Services* と入力して Cisco IOS ソフトウェア マニュアルを参照してください。マニュアルは次の URL からも入手できます。
http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/ipaddr/command/reference/iad_book.html

DHCP サーバのポートベースのアドレス割り当ての表示

DHCP サーバのポートベースのアドレス割り当て情報を表示するには、表 20-4 の特権 EXEC コマンドを 1 つまたは複数使用します。

表 20-4　DHCP サーバのポートベースのアドレス割り当てを表示するコマンド

コマンド	目的
show interface *interface id*	特定のインターフェイスのステータスおよび設定を表示します。
show ip dhcp pool	DHCP アドレス プールを表示します。
show ip dhcp binding	Cisco IOS DHCP サーバのアドレス バインディングを表示します。

CHAPTER 21

ダイナミック ARP インスペクションの設定

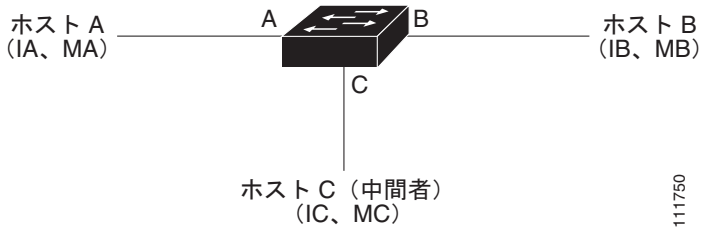
この章では、Catalyst 3560 スイッチにダイナミック Address Resolution Protocol（ARP; アドレス解決プロトコル）インスペクションを設定する方法について説明します。この機能により、同じ VLAN 内の他のポートの無効な ARP 要求や応答を信頼しないようにして、スイッチでの悪意のある攻撃を回避できます。この章で使用するコマンドの構文および使用方法の詳細については、このリリースのコマンド リファレンスを参照してください。

ダイナミック ARP インスペクションの概要

ARP では、IP アドレスを MAC（メディア アクセス コントロール）アドレスにマッピングすることでレイヤ 2 ブロードキャスト ドメイン内の IP 通信を実現しています。たとえば、ホスト B がホスト A に情報を送信しようとしていて、ARP キャッシュ内にホスト A の MAC アドレスがないとします。ホスト B は、ブロードキャスト ドメイン内のすべてのホストに対してブロードキャスト メッセージを生成し、ホスト A の IP アドレスに関連する MAC アドレスを取得します。ブロードキャスト ドメイン内のすべてのホストは ARP 要求を受信し、ホスト A は MAC アドレスで応答します。ただし、ARP 要求を受信しなくても ARP がホストからの余計な応答を許可するために、ARP スプーフィング攻撃や ARP キャッシュのポイズニングが発生する可能性があります。攻撃の後、攻撃下にあるデバイスからのすべてのトラフィックは攻撃者のコンピュータを介してルータ、スイッチ、またはホストに流れていきます。

悪意のあるユーザは、サブネットに接続されているシステムの ARP キャッシュをポイズニングし、サブネット上の他のホストへ向かうトラフィックを代行受信することで、ネットワーク上のレイヤ 2 ネットワークに接続されているホスト、スイッチ、ルータを攻撃します。図 21-1 は、ARP キャッシュ ポイズニングの例です。

図 21-1　ARP キャッシュ ポイズニング



ホスト A、B、C は、インターフェイス A、B、C 上のスイッチに接続されていて、すべてが同じサブネット上にあります。IP アドレスおよび MAC アドレスは括弧内に示してあります。たとえば、ホスト A は IP アドレス IA と MAC アドレス MA を使用しています。ホスト A は、ホスト B と IP レイヤで通信を行う必要がある場合、ARP 要求をブロードキャストし、IP アドレス IB に関連する MAC アドレスを取得します。スイッチおよびホスト B は、ARP 要求を受信すると、IP アドレス IA および MAC アドレス MA を含むホストの ARP バインディングを ARP キャッシュに入力します（たとえば IP アドレス IA が MAC アドレス MA にバインドされる）。ホスト B が応答すると、スイッチとホスト A は、IP アドレス IB と MAC アドレス MB が関連付けられているホストの ARP バインディングを持つ ARP キャッシュを読み込みます。

ホスト C は、IP アドレス IA（または IB）と MAC アドレス MC が関連付けられているホストのバインディングを持つ偽造 ARP 応答をブロードキャストすることで、スイッチ、ホスト A、ホスト B の ARP キャッシュをポイズニングできます。ポイズニングされた ARP キャッシュのあるホストは、IA または IB 向けのトラフィックの宛先 MAC アドレスとして MAC アドレス MC を使用します。つまりホスト C がそのトラフィックを代行受信します。ホスト C は IA および IB に関連付けられた本当の MAC アドレスを知っているので、正しい MAC アドレスを宛先として使用することで、代行受信したトラフィックをそれらのホストに転送できるのです。ホスト C は、ホスト A からホスト B へのトラフィック ストリームに割り込んで、一般的な*中間者*攻撃を行います。

ダイナミック ARP インスペクションは、ネットワーク内の ARP パケットを検査するセキュリティ機能です。このインスペクションでは、無効な IP と MAC アドレスのバインディングを持つ ARP パケットを代行受信し、記録して、廃棄します。この機能により、ある種の中間者攻撃からネットワークを保護できます。

ダイナミック ARP インスペクションにより、有効な ARP 要求および応答だけがリレーされることが保証されます。スイッチは次のアクティビティを実行します。

- 信頼できないポート上のすべての ARP 要求および応答を代行受信します。
- ローカル ARP キャッシュの更新前、またはパケットが適切な宛先に転送される前に、代行受信された各パケットに有効な IP と MAC アドレスのバインディングがあるかを確認します。
- 無効な ARP パケットをドロップします。

ダイナミック ARP インスペクションは、信頼できるデータベースである DHCP スヌーピング バインディング データベースに保存されている、有効な IP と MAC アドレスのバインディングに基づいて、ARP パケットの有効性を判断します。このデータベースは、DHCP スヌーピングが VLAN およびスイッチでイネーブルの場合に、DHCP スヌーピングによって構築されます。ARP パケットが信頼できるインターフェイスで受信される場合、スイッチはチェックなしにパケットを転送します。信頼できないインターフェイスでは、スイッチは有効な場合だけパケットを転送します。

ip arp inspection vlan *vlan-range* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用して VLAN 単位でダイナミック ARP インスペクションをイネーブルにできます。設定情報については、「DHCP 環境でのダイナミック ARP インスペクションの設定」（P.21-7）を参照してください。

非 DHCP 環境では、ダイナミック ARP インスペクションは、スタティックに設定された IP アドレスを持つホストのユーザ設定 ARP Access Control List（ACL; アクセス コントロール リスト）に対して、ARP パケットを検証できます。ARP ACL は、**arp access-list** *acl-name* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用して定義されます。設定情報については、「非 DHCP 環境の ARP ACL の設定」（P.21-8）を参照してください。スイッチは、ドロップされたパケットを記録します。ログ バッファの詳細については、「ドロップされたパケットのロギング」（P.21-4）を参照してください。

パケット内の IP アドレスが無効か、または ARP パケットの本体にある MAC アドレスがイーサネット ヘッダーで指定されているアドレスと一致しない場合に、ARP パケットをドロップするようにダイナミック ARP インスペクションを設定できます。**ip arp inspection validate** {[**src-mac**] [**dst-mac**] [**ip**]} グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。詳細については、「妥当性チェックの実行」（P.21-12）を参照してください。

インターフェイス信頼状態およびネットワーク セキュリティ

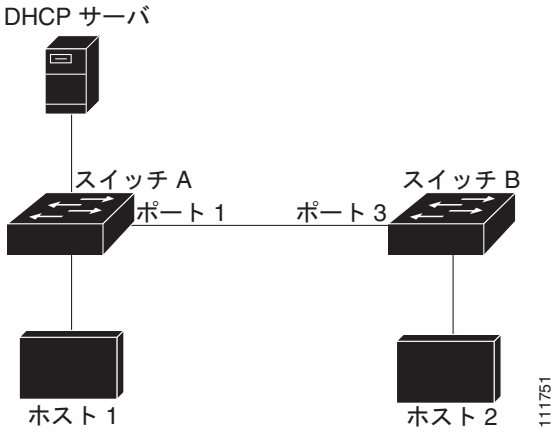
ダイナミック ARP インスペクションは、信頼状態とスイッチ上の各インターフェイスとを関連付けます。信頼できるインターフェイスに着信したパケットは、すべてのダイナミック ARP インスペクションの検証チェックを迂回し、信頼できないインターフェイスに着信したパケットはダイナミック ARP インスペクションの検証プロセスで処理されます。

一般的なネットワーク設定では、ホスト ポートに接続するすべてのスイッチ ポートを untrusted に設定し、スイッチに接続しているすべてのスイッチ ポートを trusted に設定します。このような設定では、指定したスイッチからネットワークに入ったすべての ARP パケットがセキュリティ チェックを迂回します。VLAN またはネットワーク内のその他の場所でその他の検証を行う必要はありません。信頼設定を **ip arp inspection trust** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用して設定します。

注意　信頼状態は慎重に設定してください。インターフェイスを信頼すべきときに untrusted と設定すると、接続が切断される可能性があります。

図 21-2 では、スイッチ A およびスイッチ B の両方が、ホスト 1 およびホスト 2 のそれぞれを含む VLAN でダイナミック ARP インスペクションを実行しているとします。ホスト 1 およびホスト 2 がスイッチ A に接続している DHCP サーバから IP アドレスを取得すると、スイッチ A だけがホスト 1 の IP アドレスと MAC アドレスのペアをバインドします。このため、スイッチ A およびスイッチ B の間のインターフェイスが信頼できない場合、ホスト 1 からの ARP パケットはスイッチ B によってドロップされます。ホスト 1 およびホスト 2 の間の接続は失われます。

図 21-2　ダイナミック ARP インスペクションがイネーブルな VLAN での ARP パケット インスペクション



実際にインターフェイスを信頼できない場合にインターフェイスを信頼できるように設定してしまうと、ネットワークにセキュリティ ホールが残ってしまいます。スイッチ A でダイナミック ARP インスペクションが動作していない場合、ホスト 1 は簡単にホスト B の ARP キャッシュをポイズニングできます（スイッチ間のリンクが trusted に設定されている場合はホスト 2 も可能）。この状態は、スイッチ B がダイナミック ARP インスペクションを実行していても発生します。

ダイナミック ARP インスペクションは、ダイナミック ARP インスペクションを実行しているスイッチに接続している（信頼できないインターフェイス上の）ホストがネットワーク内の他のホストの ARP キャッシュをポイズニングしないようにするものです。ただし、ダイナミック ARP インスペクションでは、ネットワークのほかの部分にあるホストでは、ダイナミック ARP インスペクションを実行しているスイッチに接続しているホストのキャッシュに対するポイズニングは回避されません。

VLAN 内にあるスイッチの中で、ダイナミック ARP インスペクションを実行しているものとしていないものがある場合、そのようなスイッチに接続しているインターフェイスを untrusted に設定します。ただし、ダイナミック ARP インスペクションを実行していないスイッチからのパケットのバインディングを検証するには、ARP ACL を使用してダイナミック ARP インスペクションを実行するようにスイッチを設定します。そのようなバインディングをレイヤ 3 で判別できない場合、ダイナミック ARP インスペクションを実行しているスイッチを、ダイナミック ARP インスペクションを実行していないスイッチから分離します。設定情報については、「非 DHCP 環境の ARP ACL の設定」（P.21-8）を参照してください。

（注）　DHCP サーバおよびネットワークの設定により、VLAN 内のすべてのスイッチにある指定した ARP パケットを検査できない場合があります。

ARP パケットのレート制限

スイッチの CPU はダイナミック ARP インスペクション検証チェックを実行するので、着信 ARP パケットの数は、DoS 攻撃を受けないようにレート制限されています。デフォルトで、信頼できないインターフェイスのレートは、1 秒あたり 15 パケット（pps）です。信頼できるインターフェイスはレート制限されません。**ip arp inspection limit** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用してこの設定を変更できます。

着信 ARP パケットのレートが設定された制限を越えた場合、スイッチはポートを errdisable ステートにします。ユーザが介入するまでポートは errdisable ステートのままになります。**errdisable recovery** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用して、指定したタイムアウト期間の経過後ポートがこのステートから自動的に回復するように errdisable 回復をイネーブルにできます。

設定情報については、「着信 ARP パケットのレート制限」（P.21-10）を参照してください。

ARP ACL と DHCP スヌーピング エントリの相対的なプライオリティ

ダイナミック ARP インスペクションでは、有効な IP と MAC アドレスのバインディングのリスト用に DHCP スヌーピング バインディング データベースを使用します。

ARP ACL は DHCP スヌーピング バインディング データベース内のエントリよりも優先度が高くなります。**ip arp inspection filter vlan** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用して ACL を設定した場合、スイッチは ACL だけを使用します。スイッチは最初に ARP パケットとユーザ定義の ARP ACL を比較します。ARP ACL が ARP パケットを拒否した場合、DHCP スヌーピングによって読み込まれたデータベースに有効なバインディングがあっても、スイッチもパケットを拒否します。

ドロップされたパケットのロギング

スイッチがパケットをドロップする際に、ログ バッファにエントリを配置してレート制限ベースにシステム メッセージを生成します。メッセージの生成後、スイッチはエントリをログ バッファから削除します。各ログ エントリには、受信 VLAN、ポート番号、送信元および宛先 IP アドレス、送信元および宛先 MAC アドレスなどのフロー情報が含まれています。

ip arp inspection log-buffer グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用して、バッファ内のエントリ数、およびシステム メッセージを生成するのに指定した間隔で必要となるエントリ数を設定します。**ip arp inspection vlan logging** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用してロギングされるパケットのタイプを指定できます。設定情報については、「ログ バッファの設定」（P.21-13）を参照してください。

ダイナミック ARP インスペクションの設定

デフォルトのダイナミック ARP インスペクションの設定

表 21-1 に、デフォルトのダイナミック ARP インスペクションの設定を示します。

表 21-1　デフォルトのダイナミック ARP インスペクションの設定

機能	デフォルト設定
ダイナミック ARP インスペクション	すべての VLAN でディセーブルです。
インターフェイス信頼状態	すべてのインターフェイスが信頼できません。
着信 ARP パケットのレート制限	ネットワークがスイッチド ネットワークでホストが 1 秒あたり 15 の新しいホストと接続することを想定した場合、レートは信頼できないインターフェイスで 15 pps です。 信頼できるすべてのインターフェイス上ではレートは制限されません。 バースト間隔は 1 秒です。
非 DHCP 環境の ARP ACL	ARP ACL は定義されません。
検証チェック	チェックは実行されません。
ログ バッファ	ダイナミック ARP インスペクションがイネーブルの場合、すべての拒否またはドロップ ARP パケットがログされます。 ログ内のエントリ数は 32 です。 システム メッセージ数は 1 秒あたり 5 に制限されています。 ロギングレート間隔は 1 秒です。
VLAN 単位ロギング	拒否またはドロップされたすべての ARP パケットがログされます。

ダイナミック ARP インスペクションの設定時の注意事項

ダイナミック ARP インスペクションの設定時の注意事項は次のとおりです。

- ダイナミック ARP インスペクションは着信セキュリティ機能で、発信チェックは実行しません。
- ダイナミック ARP インスペクションは、ダイナミック ARP インスペクションをサポートしていないスイッチや、この機能をイネーブルにしていないスイッチに接続されたホストでは有効ではありません。中間者攻撃が単一のレイヤ 2 ブロードキャスト ドメインに限定されているため、ダイナミック ARP インスペクション チェックのあるドメインとチェックのないドメインとを分離します。この処置により、ダイナミック ARP インスペクションをイネーブルにしたドメイン内のホストの ARP キャッシュが保護されます。
- 着信 ARP 要求と ARP 応答内の IP と MAC アドレスのバインディングを確認する場合、ダイナミック ARP インスペクションは DHCP スヌーピング バインディング データベース内のエントリに依存します。IP アドレスがダイナミックに割り当てられている ARP パケットを許可するために、DHCP スヌーピングをイネーブルにしていることを確認します。設定の詳細については、第 20 章「DHCP および IP ソース ガード機能の設定」を参照してください。

  DHCP スヌーピングがディセーブルの場合または非 DHCP 環境では、ARP ACL を使用してパケットを許可または拒否します。
- ダイナミック ARP インスペクションは、アクセス ポート、トランク ポート、EtherChannel ポート、およびプライベート VLAN ポートでサポートされています。

（注）　RSPAN VLAN 上でダイナミック ARP インスペクションをイネーブルにしないでください。RSPAN VLAN 上でダイナミック ARP インスペクションをイネーブルにすると、ダイナミック ARP インスペクション パケットが RSPAN 宛先ポートに到達しないことがあります。

- 物理ポートとチャネル ポートの信頼状態が一致した場合だけ、物理ポートは EtherChannel ポート チャネルに加入できます。そうでない場合、物理ポートはポート チャネル内で停止したままになります。ポート チャネルは、チャネルに最初に参加した物理ポートの信頼状態を継承します。その結果、最初の物理ポートの信頼状態はチャネルの信頼状態と一致する必要がありません。

  逆にいえば、ポート チャネルの信頼状態を変更した場合、スイッチはチャネルを構成するすべての物理ポートの信頼状態を新規に設定します。
- ポート チャネルの動作レートは、チャネル内のすべての物理ポートを累積したものです。たとえば、ポート チャネルの ARP レート制限を 400 pps に設定した場合、チャネル上に集約される全インターフェイスで合計 400 pps を受信します。EtherChannel ポートの着信 ARP パケットのレートは、全チャネル メンバからのパケットの着信レートを合計したものです。チャネルポート メンバの着信 ARP パケットのレートを検査した後に、EtherChannel ポートのレート制限を設定します。

  物理ポート上の着信パケットのレートは、物理ポート設定ではなくポートチャネル設定に対してチェックされます。ポート チャネルのレート制限設定は、物理ポートの設定からは独立しています。

  EtherChannel が設定レートよりも多くの ARP パケットを受信する場合、（すべての物理ポートを含む）チャネルは errdisable ステートになります。
- 着信トランク ポート上の ARP パケットのレートを制限していることを確認します。集約を反映して、複数のダイナミック ARP インスペクション対応 VLAN でパケットを処理するために、トランク ポートを高めのレートに設定します。また、**ip arp inspection limit none** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用してレートを無制限にできます。1 つの VLAN でレート制限が高いと、ソフトウェアがポートを errdisable ステートにするときに、他の VLAN が DoS 攻撃を受ける可能性があります。

- ダイナミック ARP インスペクションをスイッチでイネーブルにする際に、ARP トラフィックをポリシングするために設定されたポリサーは無効となります。その結果、すべての ARP トラフィックが CPU に送信されます。
- ダイナミック ARP インスペクションのスマート ロギングを設定すると、ログ バッファ内のすべてのパケット（デフォルトではドロップされたすべてのパケット）の内容が NetFlow コレクタに送信されます。スマート ロギングを設定する場合は、スマート ロギングがグローバルにイネーブルになっていることを確認します。スマート ロギングの詳細については、「スマート ロギングの設定」（P.30-15）を参照してください。

DHCP 環境でのダイナミック ARP インスペクションの設定

この手順は、2 つのスイッチがこの機能をサポートしている場合にダイナミック ARP インスペクションを設定する方法について説明します。図 21-2（P.21-3）で示しているように、ホスト 1 はスイッチ A に接続していて、ホスト 2 はスイッチ B に接続しています。両方のスイッチが、ホストが位置する VLAN 1 でダイナミック ARP インスペクションを実行しています。DHCP サーバはスイッチ A に接続されています。両方のホストは、同じ DHCP サーバから IP アドレスを取得します。したがって、スイッチ A にはホスト 1 およびホスト 2 のバインディングがあり、スイッチ B にはホスト 2 のバインディングがあります。

（注）　着信 ARP 要求と ARP 応答内の IP と MAC アドレスのバインディングを確認する場合、ダイナミック ARP インスペクションは DHCP スヌーピング バインディング データベース内のエントリに依存します。IP アドレスがダイナミックに割り当てられている ARP パケットを許可するために、DHCP スヌーピングをイネーブルにしていることを確認します。設定の詳細については、第 20 章「DHCP および IP ソース ガード機能の設定」を参照してください。

1 つのスイッチだけがダイナミック ARP インスペクションをサポートしている場合の、この機能の設定の詳細については、「非 DHCP 環境の ARP ACL の設定」（P.21-8）を参照してください。

ダイナミック ARP インスペクションを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を行います。この手順を両方のスイッチで実行する必要があります。この手順は必須です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**show cdp neighbors**	スイッチ間の接続を確認します。
ステップ 2	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**ip arp inspection *vlan*** *vlan-range*	ダイナミック ARP インスペクションを VLAN 単位でイネーブルにします。デフォルトで、ダイナミック ARP インスペクションはすべての VLAN でディセーブルに設定されています。 *vlan-range* では、VLAN ID 番号で識別された単一の VLAN、ハイフンで区切られた VLAN 範囲、またはカンマで区切られた一連の VLAN を指定します。指定できる範囲は 1 ～ 4094 です。 両方のスイッチに同じ VLAN ID を指定します。
ステップ 4	**ip arp inspection smartlog**	（任意）現在ログに記録されているパケットをスマート ロギングでも記録するように指定します。デフォルトでは、ドロップされたすべてのパケットが記録されます。
ステップ 5	**interface** *interface-id*	他のスイッチに接続されたインターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。

	コマンド	目的
ステップ 6	**ip arp inspection trust**	スイッチ間の接続を trusted に設定します。 デフォルトでは、すべてのインターフェイスが untrusted です。 スイッチは、信頼できるインターフェイス上にある他のスイッチから受信した ARP パケットをチェックしません。単純にパケットを転送するだけです。 信頼できないインターフェイスの場合、スイッチはすべての ARP 要求および応答を代行受信します。ローカルキャッシュの更新前、およびパケットが適切な宛先に転送される前に、代行受信された各パケットに有効な IP アドレスと MAC アドレスのバインディングがあるかを確認します。スイッチは、**ip arp inspection vlan logging** グローバル コンフィギュレーション コマンドによって指定されたロギング設定に従って、無効なパケットをドロップしてログ バッファに記録します。詳細については、「ログ バッファの設定」（P.21-13）を参照してください。
ステップ 7	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 8	**show ip arp inspection interfaces** **show ip arp inspection vlan** *vlan-range*	ダイナミック ARP インスペクションの設定を確認します。
ステップ 9	**show ip dhcp snooping binding**	DHCP バインディングを確認します。
ステップ 10	**show ip arp inspection statistics vlan** *vlan-range*	ダイナミック ARP インスペクションの設定をチェックします。
ステップ 11	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

ダイナミック ARP インスペクションをディセーブルにするには、**no ip arp inspection vlan** *vlan-range* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。ポートを untrusted の状態に戻すには、**no ip arp inspection trust** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

以下は、VLAN 1 のスイッチ A でダイナミック ARP インスペクションを設定する方法の例です。スイッチ B でも同様の手順を実行します。

```
Switch(config)# ip arp inspection vlan 1
Switch(config)# interface gigabitethernet0/1
Switch(config-if)# ip arp inspection trust
```

非 DHCP 環境の ARP ACL の設定

この手順は、図 21-2（P.21-3）で示すスイッチ B がダイナミック ARP インスペクションまたは DHCP スヌーピングをサポートしていない場合に、ダイナミック ARP インスペクションを設定する方法を示しています。

スイッチ A のポート 1 を trusted に設定すると、スイッチ A およびホスト 1 はスイッチ B またはホスト 2 から攻撃される可能性があるため、セキュリティ ホールができてしまいます。この可能性をなくすため、スイッチ A のポート 1 を untrusted に設定する必要があります。ホスト 2 からの ARP パケットを許可するには、ARP ACL を設定して VLAN 1 に適用する必要があります。ホスト 2 の IP アドレスが静的でなく、スイッチ A で ACL 設定を適用できない場合は、レイヤ 3 でスイッチ B とスイッチ A を分離し、ルータを使用してその間でパケットをルーティングする必要があります。

スイッチ A で ARP ACL を設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は、非 DHCP 環境で必須です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**arp access-list** *acl-name*	ARP ACL を定義し、ARP アクセスリスト コンフィギュレーション モードを開始します。デフォルトでは、ARP アクセス リストは定義されていません。 （注）　ARP アクセス リストの最後には、暗黙の **deny ip any mac any** コマンドがあります。
ステップ 3	**permit ip host** *sender-ip* **mac host** *sender-mac* [**log**]	指定したホスト（ホスト 2）からの ARP パケットを許可します。 • *sender-ip* に対して、ホスト 2 の IP アドレスを入力します。 • *sender-mac* に対して、ホスト 2 の MAC アドレスを入力します。 • （任意）Access Control Entry（ACE; アクセス コントロール エントリ）が一致した場合にログ バッファ内のパケットをログするために **log** を指定します。**ip arp inspection vlan logging** グローバル コンフィギュレーション コマンドを **matchlog** キーワードとともに設定した場合、一致も記録されます。詳細については、「ログ バッファの設定」（P.21-13）を参照してください。
ステップ 4	**exit**	グローバル コンフィギュレーション モードに戻ります。
ステップ 5	**ip arp inspection filter** *arp-acl-name* **vlan** *vlan-range* [**static**]	ARP ACL に VLAN を適用します。デフォルトで、どの VLAN にも ARP ACL が定義されていません。 • *arp-acl-name* には、ステップ 2 で作成した ACL 名を指定します。 • *vlan-range* には、スイッチおよびホストが含まれる VLAN を指定します。VLAN ID 番号によって識別される単一の VLAN を指定したり、ハイフンで区切って VLAN の範囲を指定したり、カンマで区切って一連の VLAN を指定したりできます。指定できる範囲は 1 ～ 4094 です。 • （任意）ARP ACL 内の暗黙の拒否を明示的な拒否として処理し、ACL の前の句と一致しないパケットをドロップするには、**static** を指定します。DHCP バインディングは使用されません。 このキーワードを指定しない場合、パケットを拒否する ACL に暗黙拒否がないことを意味し、パケットが ACL 内のどの句とも一致しない場合に DHCP バインディングがパケットを許可するか拒否するかを判断します。 IP および MAC アドレスのバインディングだけを含む ARP パケットが ACL と比較されます。パケットは、アクセス リストが許可した場合だけ許可されます。
ステップ 6	**ip arp inspection smartlog**	現在ログに記録されているパケットをスマート ロギングでも記録するように指定します。デフォルトでは、ドロップされたすべてのパケットが記録されます。
ステップ 7	**interface** *interface-id*	スイッチ B に接続されたスイッチ A インターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。

	コマンド	目的
ステップ 8	**no ip arp inspection trust**	スイッチ B に接続しているスイッチ A インターフェイスを untrusted として設定します。 デフォルトでは、すべてのインターフェイスが untrusted です。 信頼できないインターフェイスの場合、スイッチはすべての ARP 要求および応答を代行受信します。ローカルキャッシュの更新前、およびパケットが適切な宛先に転送される前に、代行受信された各パケットに有効な IP アドレスと MAC アドレスのバインディングがあるかを確認します。スイッチは、**ip arp inspection vlan logging** グローバル コンフィギュレーション コマンドによって指定されたロギング設定に従って、無効なパケットをドロップしてログ バッファに記録します。詳細については、「ログ バッファの設定」（P.21-13）を参照してください。
ステップ 9	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 10	**show arp access-list** [*acl-name*] **show ip arp inspection vlan** *vlan-range* **show ip arp inspection interfaces**	設定を確認します。
ステップ 11	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

ARP、ACL を削除するには、**no arp access-list** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。VLAN に添付されている ARP ACL を削除するには、**no ip arp inspection filter** *arp-acl-name* **vlan** *vlan-range* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、*host2* という ARP ACL を設定し、ホスト 2（IP アドレスが 1.1.1.1 で MAC アドレスが 0001.0001.0001）からの ARP パケットを許可し、ACL を VLAN 1 に適用し、スイッチ A のポート 1 を untrusted に設定する例を示します。

```
Switch(config)# arp access-list host2
Switch(config-arp-acl)# permit ip host 1.1.1.1 mac host 1.1.1
Switch(config-arp-acl)# exit
Switch(config)# ip arp inspection filter host2 vlan 1
Switch(config)# interface gigabitethernet0/1
Switch(config-if)# no ip arp inspection trust
```

着信 ARP パケットのレート制限

スイッチの CPU はダイナミック ARP インスペクション検証チェックを実行するので、着信 ARP パケットの数は、DoS 攻撃を受けないようにレート制限されています。

着信 ARP パケットのレートが設定された制限を越えた場合、スイッチはポートを errdisable ステートにします。指定したタイムアウト期間の経過後、ポートがこのステートから自動的に回復するように errdisable 回復をイネーブルにしないと、ポートは errdisable ステートのままになります。

（注） インターフェイスにレート制限を設定しない場合、インターフェイスの信頼状態の変更によって、レート制限がその信頼状態のデフォルト値に変更されます。レート制限を設定した後、信頼状態が変更される際にインターフェイスはレート制限を保存します。**no ip arp inspection limit** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを入力した場合、インターフェイスはデフォルトのレート制限に戻ります。

トランク ポートおよび EtherChannel のレート制限の設定時の注意事項については、「ダイナミック ARP インスペクションの設定時の注意事項」（P.21-6）を参照してください。

着信 ARP パケットのレートを制限するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	レート制限を設定するインターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**ip arp inspection limit** {**rate** *pps* [**burst interval** *seconds*] | **none**}	インターフェイス上の着信 ARP 要求および応答のレートを制限します。 デフォルトのレートは信頼できないインターフェイスで 15 pps、信頼できるインターフェイスで無制限です。バースト間隔は 1 秒です。 キーワードの意味は次のとおりです。 • **rate** *pps* では、1 秒あたりに処理される着信パケットの上限数を指定します。指定できる範囲は 0 ～ 2048 pps です。 • （任意）**burst interval** *seconds* では、高いレートの ARP パケットについてインターフェイスがモニタされる累積期間を秒単位で指定します。範囲は 1 ～ 15 です。 • **rate none** では、処理可能な着信 ARP パケットの上限を指定しません。
ステップ 4	**exit**	グローバル コンフィギュレーション モードに戻ります。
ステップ 5	**errdisable recovery cause arp-inspection interval** *interval*	（任意）ダイナミック ARP インスペクションの errdisable ステートからのエラー回復をイネーブルにします。 デフォルトで、回復はディセーブルで、回復間隔は 300 秒です。 **interval** *interval* では、errdisable ステートから回復する時間を秒単位で指定します。指定できる範囲は 30 ～ 86400 です。
ステップ 6	**exit**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 7	**show ip arp inspection interfaces** **show errdisable recovery**	設定値を確認します。
ステップ 8	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

デフォルトのレート制限設定に戻すには、**no ip arp inspection limit** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。ダイナミック ARP インスペクションのエラー回復をディセーブルにするには、**no errdisable recovery cause arp-inspection** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

妥当性チェックの実行

ダイナミック ARP インスペクションでは、無効な IP/MAC アドレス バインディングのある ARP パケットを代行受信し、記録し、廃棄します。宛先 MAC アドレス、発信者 IP アドレスおよび対象 IP アドレス、送信元 MAC アドレスで追加チェックを実施するようにスイッチを設定できます。

着信 ARP パケットで特定のチェックを実施するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**ip arp inspection validate** {[**src-mac**] [**dst-mac**] [**ip**]}	着信 ARP パケットで特定のチェックを実行します。デフォルトで、チェックは実行しません。 キーワードの意味は次のとおりです。 • **src-mac** では、ARP ボディ内の発信者 MAC アドレスに対して、イーサネット ヘッダーの送信元 MAC アドレスをチェックします。チェックは ARP 要求および応答の両方で実施されます。イネーブルの場合、異なる MAC アドレスのあるパケットは無効として分類され、ドロップされます。 • **dst-mac** では、ARP 形式の対象 MAC アドレスに対して、イーサネット ヘッダーの宛先 MAC アドレスを検査します。この検査は ARP 応答で実施されます。イネーブルの場合、異なる MAC アドレスのあるパケットは無効として分類され、ドロップされます。 • **ip** では、無効で予期しない IP アドレスの ARP 形式をチェックします。アドレスには、0.0.0.0、255.255.255.255 およびすべての IP マルチキャスト アドレスが含まれます。発信者 IP アドレスは ARP 要求および応答すべてでチェックされ、対象 IP アドレスは ARP 応答でだけチェックされます。 最低 1 つのキーワードを指定する必要があります。各コマンドは、前のコマンドの設定を上書きします。たとえば、あるコマンドが **src** および **dst mac** 検証をイネーブルにし、別のコマンドが IP 検証だけをイネーブルにした場合、2 番めのコマンドによって **src** および **dst mac** 検証はディセーブルになります。
ステップ 3	**exit**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show ip arp inspection vlan** *vlan-range*	設定値を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

チェックをディセーブルにするには、**no ip arp inspection validate** [**src-mac**] [**dst-mac**] [**ip**] グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。転送、ドロップ、MAC 検証失敗、および IP 検証失敗パケットの統計情報を表示するには、**show ip arp inspection statistics** 特権 EXEC コマンドを使用します。

ログ バッファの設定

スイッチがパケットをドロップする際に、ログ バッファにエントリを配置してレート制限ベースにシステム メッセージを生成します。メッセージの生成後、スイッチはエントリをログ バッファから削除します。各ログ エントリには、受信 VLAN、ポート番号、送信元および宛先 IP アドレス、送信元および宛先 MAC アドレスなどのフロー情報が含まれています。

ログバッファ エントリは、複数のパケットを表示できます。たとえば、インターフェイスが同じ ARP パラメータを持つ VLAN 上で多くのパケットを受信する場合、スイッチはパケットをログ バッファ内の 1 つのエントリに結合して、エントリの単一のシステム メッセージを生成します。

ログ バッファがオーバーフローした場合、つまり、ログ イベントがログ バッファに収まらない場合、**show ip arp inspection log** 特権 EXEC コマンドの表示が影響を受けます。表示内の「--」は、パケット カウントと時間を除く、すべてのデータの代わりに表示されます。他の統計情報はエントリ用に提供されます。このエントリを表示で見る場合、ログ バッファ内のエントリ数を増やすか、ロギング レートを増やします。

ログ バッファを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を行います。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**ip arp inspection log-buffer** {**entries** *number* | **logs** *number* **interval** *seconds*}	ダイナミック ARP インスペクション ロギング バッファを設定します。 デフォルトで、ダイナミック ARP インスペクションがイネーブルの場合、拒否またはドロップ ARP パケットがログされます。ログ エントリ数は 32 です。システム メッセージ数は 1 秒あたり 5 に制限されています。ロギングレート間隔は 1 秒です。 キーワードの意味は次のとおりです。 • **entries** *number* では、バッファ内に記録されるエントリ数を指定します。指定できる範囲は 0 ～ 1024 です。 • **logs** *number* **interval** *seconds* では、指定した間隔でシステム メッセージを生成するためのエントリ数を指定します。 **logs** *number* に指定できる範囲は 0 ～ 1024 です。値を 0 にすると、エントリはログ バッファに配置されますが、システム メッセージは生成されません。 **interval** *seconds* に指定できる範囲は 0 ～ 86400 秒（1 日）です。値を 0 にすると、システム メッセージが即座に生成されます（またログ バッファは常に空です）。 0 の間隔設定は、ログ設定 0 を上書きします。 **logs** の設定と **interval** の設定は相互作用します。**logs** *number* X が **interval** *seconds* Y より大きい場合、X を Y で除算した数（X/Y）のシステム メッセージが毎秒送信されます。そうでない場合、1 つのシステム メッセージが Y を X で除算した（Y/X）秒毎に送信されます。

	コマンド	目的
ステップ 3	**ip arp inspection vlan** *vlan-range* **logging** {**acl-match** {**matchlog** | **none**} | **dhcp-bindings** {**all** | **none** | **permit**}}	記録されるパケットのタイプを VLAN 単位で制御します。デフォルトで、すべての拒否またはドロップされたパケットが記録されます。用語 *logged* は、エントリがログ バッファに置かれてシステム メッセージが生成されることを意味します。 キーワードの意味は次のとおりです。 • *vlan-range* では、VLAN ID 番号で識別された単一の VLAN、ハイフンで区切られた VLAN 範囲、またはカンマで区切られた一連の VLAN を指定します。指定できる範囲は 1 ～ 4094 です。 • **acl-match matchlog** では、ACR ロギング設定に基づいたパケットを記録します。このコマンドで **matchlog** キーワードを指定し、**permit** または **deny** ARP アクセスリスト コンフィギュレーション コマンドで **log** キーワードを指定した場合、ACL で許可または拒否された ARP パケットが記録されます。 • **acl-match none** では、ACL と一致するパケットを記録しません。 • **dhcp-bindings all** では、DHCP バインディングと一致するパケットがすべて記録されます。 • **dhcp-bindings none** では、DHCP バインディングと一致するパケットが記録されません。 • **dhcp-bindings permit** では、DHCP バインディング許可パケットを記録します。
ステップ 4	**exit**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show ip arp inspection log**	設定値を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

デフォルトのログ バッファ設定に戻すには、**no ip arp inspection log-buffer** {**entries** | **logs**} グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。デフォルトの VLAN ログ設定に戻すには、**no ip arp inspection vlan** *vlan-range* **logging** {**acl-match** | **dhcp-bindings**} グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。ログ バッファをクリアするには、**clear ip arp inspection log** 特権 EXEC コマンドを使用します。

ダイナミック ARP インスペクション情報の表示

ダイナミック ARP インスペクション情報を表示するには、表 21-2 で説明している特権 EXEC コマンドを使用します。

表 21-2　ダイナミック ARP インスペクション情報のコマンド

コマンド	説明
show arp access-list [*acl-name*]	ARP ACL の詳細情報を表示します。
show ip arp inspection interfaces [*interface-id*]	指定されたインターフェイスまたはすべてのインターフェイスの ARP パケットの信頼状態およびレート制限を表示します。
show ip arp inspection vlan *vlan-range*	指定された VLAN に対するダイナミック ARP インスペクションの設定および動作状態を表示します。VLAN を指定しない場合、または範囲を指定しない場合は、ダイナミック ARP インスペクションがイネーブル（アクティブ）である VLAN の情報だけが表示されます。

ダイナミック ARP インスペクション統計情報を消去または表示するには、表 21-3 で説明している特権 EXEC コマンドを使用します。

表 21-3　ダイナミック ARP インスペクションの統計情報を消去または表示するコマンド

コマンド	説明
clear ip arp inspection statistics	ダイナミック ARP インスペクションの統計情報を消去します。
show ip arp inspection statistics [**vlan** *vlan-range*]	指定した VLAN の転送パケット、ドロップ パケット、MAC 確認エラー パケット、IP 確認エラー パケット、ACL の許可および拒否パケット、DHCP 許可および拒否パケットの統計情報が表示されます。VLAN を指定しない場合、または範囲を指定しない場合は、ダイナミック ARP インスペクションがイネーブル（アクティブ）である VLAN の情報だけが表示されます。

show ip arp inspection statistics コマンドでは、スイッチは信頼できるダイナミック ARP インスペクション ポート上の各 ARP 要求および応答パケットの転送パケット数を増やします。スイッチは、各パケットに対して、送信元 MAC、宛先 MAC、または IP 検証チェックで拒否された ACL または DHCP 許可パケット数を増加させ、スイッチは該当する失敗カウントを増加させます。

ダイナミック ARP インスペクション ロギング情報を消去または表示するには、表 21-4 で説明している特権 EXEC コマンドを使用します。

表 21-4　ダイナミック ARP インスペクションのロギング情報を消去または表示するコマンド

コマンド	説明
clear ip arp inspection log	ダイナミック ARP インスペクション ログ バッファをクリアします。
show ip arp inspection log	ダイナミック ARP インスペクション ログ バッファの設定と内容を表示します。

このコマンドの詳細については、このリリースのコマンド リファレンスを参照してください。

CHAPTER 22

IGMP スヌーピングおよび MVR の設定

この章では、Internet Group Management Protocol（IGMP）スヌーピングを Catalyst 3560 スイッチ上で設定する方法について、ローカル IGMP スヌーピング、Multicast VLAN Registration（MVR）の適用を含めて説明します。また、IGMP フィルタリングを使用したマルチキャスト グループ メンバシップの制御と、IGMP スロットリング アクションの設定手順についても説明します。IP バージョン 6（IPv6）トラフィックでは、Multicast Listener Discovery（MLD）スヌーピングが IPv4 トラフィックに対する IGMP スヌーピングと同じ機能を実行します。MLD スヌーピングの詳細については、第 39 章「IPv6 MLD スヌーピングの設定」をしてください。

（注） この章で使用するコマンドの構文および使用方法の詳細については、このリリースに対応するスイッチのコマンド リファレンス、および Cisco.com にある『*Cisco IOS IP Command Reference, Volume 3 of 3: Multicast, Release 12.4*』の「IP Multicast Routing Commands」を参照してください。

この章で説明する内容は、次のとおりです。

（注） IGMP スヌーピング、MVR などの機能を使用して IP マルチキャスト グループ アドレスを管理することもできますし、スタティック IP アドレスを使用することもできます。

IGMP スヌーピングの概要

レイヤ 2 スイッチは IGMP スヌーピングを使用して、レイヤ 2 インターフェイスを動的に設定し、マルチキャスト トラフィックが IP マルチキャスト デバイスと対応付けられたインターフェイスにだけ転送されるようにすることによって、マルチキャスト トラフィックのフラッディングを制限できます。名称が示すとおり、IGMP スヌーピングの場合、LAN スイッチでホストとルータ間の IGMP 伝送をスヌーピングし、マルチキャスト グループとメンバ ポートを追跡する必要があります。特定のマルチキャスト グループについて、ホストから IGMP レポートを受信したスイッチは、ホストのポート番号を転送テーブル エントリに追加します。ホストから IGMP Leave Group メッセージを受信した場合は、テーブル エントリからホスト ポートを削除します。マルチキャスト クライアントから IGMP メンバシップ レポートを受信しなかった場合にも、スイッチはエントリを定期的に削除します。

（注）　IP マルチキャストおよび IGMP の詳細については、RFC 1112 および RFC 2236 を参照してください。

マルチキャスト ルータは、すべての VLAN に対し一般的なクエリーを定期的に送信します。このマルチキャスト トラフィックに関心のあるホストはすべて Join 要求を送信し、転送テーブルのエントリに追加されます。スイッチは、IGMP Join 要求の送信元となる各グループの IGMP スヌーピング IP マルチキャスト転送テーブルで、VLAN ごとに 1 つずつエントリを作成します。

スイッチは、MAC（メディア アクセス コントロール）アドレスに基づくグループではなく、IP マルチキャスト グループに基づくブリッジングをサポートしています。マルチキャスト MAC アドレスに基づくグループの場合、設定されている IP アドレスを設定済みの MAC アドレス（エイリアス）または予約済みのマルチキャスト MAC アドレス（224.0.0.xxx の範囲内）に変換すると、コマンドがエラーになります。スイッチでは IP マルチキャスト グループを使用するので、アドレス エイリアスの問題は発生しません。

IGMP スヌーピングによって、IP マルチキャスト グループは動的に学習されます。ただし、**ip igmp snooping vlan** *vlan-id* **static** *ip_address* **interface** *interface-id* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用すると、マルチキャスト グループを静的に設定できます。グループ メンバシップをマルチキャスト グループ アドレスに静的に指定すると、その設定値は IGMP スヌーピングによる自動操作より優先されます。マルチキャスト グループ メンバシップのリストは、ユーザが定義した設定値および IGMP スヌーピングによって学習された設定値の両方で構成できます。

マルチキャスト トラフィックはルーティングする必要がないため、マルチキャスト インターフェイスを使用せずにサブネットの IGMP スヌーピングをサポートするよう IGMP スヌーピング クエリーを設定できます。IGMP スヌーピング クエリーの詳細については、「IGMP スヌーピング クエリアの設定」（P.22-15）を参照してください。

ポート スパニング ツリー、ポート グループ、または VLAN ID が変更された場合、VLAN 上のこのポートから IGMP スヌーピングで学習されたマルチキャスト グループは削除されます。

ここでは、IGMP スヌーピングの特性について説明します。

IGMP バージョン

スイッチは、IGMP バージョン 1、IGMP バージョン 2、および IGMP バージョン 3 をサポートしています。これら 3 つのバージョンは、スイッチ上でそれぞれ相互運用できます。たとえば、IGMPv2 スイッチ上で IGMP スヌーピングがイネーブルの場合、このスイッチが IGMPv3 レポートをホストから受信すると、この IGMPv3 レポートをマルチキャスト ルータへ転送できます。

（注）スイッチは、宛先マルチキャスト MAC アドレスだけに基づいて IGMPv3 スヌーピングをサポートしています。送信元 MAC アドレスやプロキシ レポートに基づいてスヌーピングをサポートすることはありません。

IGMPv3 スイッチは、Basic IGMPv3 Snooping Support（BISS）をサポートしています。BISS は、IGMPv1 および IGMPv2 スイッチでのスヌーピング機能と、IGMPv3 メンバシップ レポート メッセージをサポートしています。ネットワークに IGMPv3 ホストがある場合、BISS によりマルチキャスト トラフィックのフラッディングは抑制されます。トラフィックは、IGMPv2 または IGMPv1 ホストの IGMP スヌーピング機能の場合とほぼ同じポート セットに抑制されます。

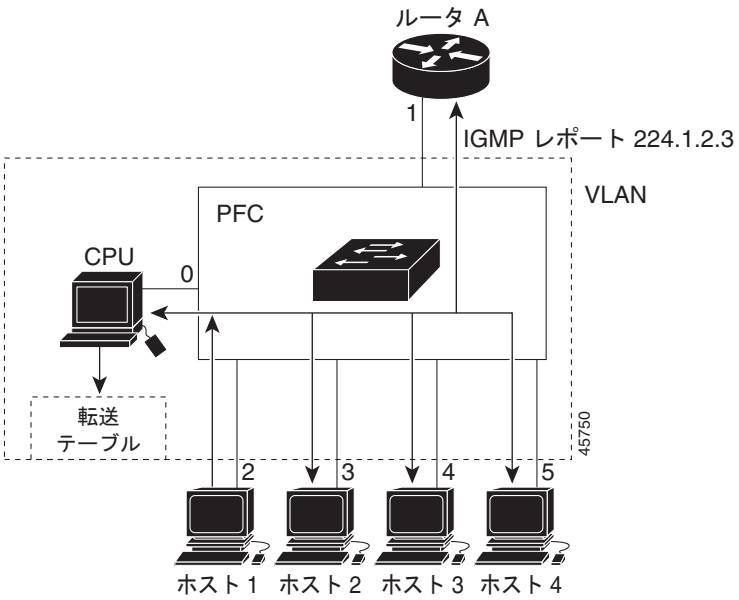
（注）IGMP フィルタリングまたは MVR が実行されているスイッチは、IGMPv3 Join および Leave メッセージをサポートしていません。

IGMPv3 スイッチは、Source Specific Multicast（SSM）機能を実行しているデバイスとメッセージの送受信を行うことができます。IGMPv3 および IGMP の送信元固有のマルチキャストの詳細については、次の URL を参照してください。
http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/12_1t/12_1t5/feature/guide/dtssm5t.html

マルチキャスト グループへの加入

スイッチに接続したホストが IP マルチキャスト グループに加入し、なおかつそのホストが IGMP バージョン 2 クライアントの場合、ホストは加入する IP マルチキャスト グループを指定した非送信請求 IGMP Join メッセージを送信します。別の方法として、ルータから一般クエリーを受信したスイッチは、そのクエリーを VLAN 内のすべてのポートに転送します。IGMP バージョン 1 またはバージョン 2 のホストがマルチキャスト グループに加入する場合、ホストはスイッチに Join メッセージを送信することによって応答します。スイッチの CPU は、そのグループのマルチキャスト転送テーブル エントリがまだ存在していないのであれば、エントリを作成します。CPU はさらに、Join メッセージを受信したインターフェイスを転送テーブル エントリに追加します。そのインターフェイスと対応付けられたホストが、そのマルチキャスト グループ用のマルチキャスト トラフィックを受信します。図 22-1 を参照してください。

図 22-1　IGMP Join の初期メッセージ



ルータ A がスイッチに一般クエリーを送り、スイッチはそのクエリーをポート 2 ～ 5、つまり同一 VLAN のすべてのメンバに転送します。ホスト 1 はマルチキャスト グループ 224.1.2.3 に加入するために、グループに IGMP メンバシップ レポート（IGMP Join メッセージ）をマルチキャストします。スイッチの CPU は IGMP レポートの情報を使用して、転送テーブルのエントリを設定します（表 22-1 を参照）。転送テーブルにはホスト 1 およびルータに接続しているポート番号が含まれます。

表 22-1　IGMP スヌーピング転送テーブル

宛先アドレス	パケットのタイプ	ポート
224.1.2.3	IGMP	1、2

スイッチのハードウェアは、マルチキャスト グループの他のパケットと IGMP 情報パケットを区別できます。テーブルの情報は、224.1.2.3 マルチキャスト IP アドレス宛の、IGMP パケットではないフレームを、ルータおよびグループに加入したホストに対して送信するように、スイッチング エンジンに指示します。

別のホスト（たとえばホスト 4）が同じグループに非請求の IGMP Join メッセージを送信する場合（図 22-2 を参照）、CPU はメッセージを受信して、転送テーブルにホスト 4 のポート番号を追加します（表 22-2 を参照）。転送テーブルによって、CPU だけに IGMP メッセージが転送されるので、スイッチ上の他のポートにメッセージがフラッディングされることはありません。既知のマルチキャスト トラフィックはすべて、CPU ではなくグループに転送されます。

図 22-2　2 番めのホストのマルチキャスト グループへの加入

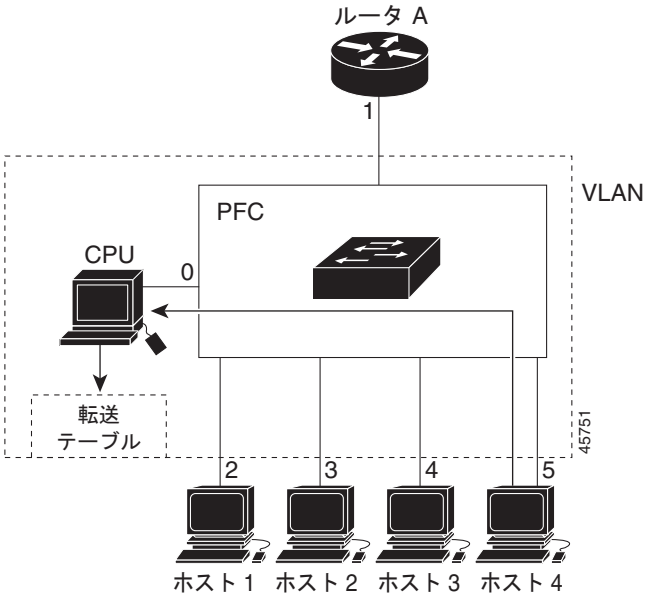


表 22-2　更新された IGMP スヌーピング転送テーブル

宛先アドレス	パケットのタイプ	ポート
224.1.2.3	IGMP	1、2、5

マルチキャスト グループからの脱退

ルータはマルチキャスト一般クエリーを定期的に送信し、スイッチはそれらのクエリーを VLAN のすべてのポートを通じて転送します。関心のあるホストがクエリーに応答します。VLAN 内の少なくとも 1 つのホストがマルチキャスト トラフィックを受信しなければならない場合、ルータは VLAN に引き続き、マルチキャスト トラフィックを転送します。スイッチは、その IGMP スヌーピングによって維持された IP マルチキャスト グループの転送テーブルで指定されたホストに対してだけ、マルチキャスト グループ トラフィックを転送します。

ホストがマルチキャスト グループから脱退する場合、何も通知せずに脱退することも、Leave メッセージを送信することもできます。ホストから Leave メッセージを受信したスイッチは、グループ固有のクエリーを送信して、そのインターフェイスに接続された他のデバイスが所定のマルチキャスト グループのトラフィックに関与しているかどうかを学習します。スイッチはさらに、転送テーブルでその MAC グループの情報を更新し、そのグループのマルチキャスト トラフィックの受信に関心のあるホストだけが、転送テーブルに指定されるようにします。ルータが VLAN からレポートを受信しなかった場合、その VLAN 用のグループは IGMP キャッシュから削除されます。

即時脱退

即時脱退機能をサポートするのは、IGMP バージョン 2 が稼動しているホストだけです。

スイッチは IGMP スヌーピングの即時脱退を使用して、先にスイッチからインターフェイスにグループ固有のクエリーを送信しなくても、Leave メッセージを送信するインターフェイスを転送テーブルから削除できるようにします。VLAN インターフェイスは、最初の Leave メッセージで指定されたマル

チキャスト グループのマルチキャスト ツリーからプルーニングされます。即時脱退によって、複数のマルチキャスト グループが同時に使用されている場合でも、スイッチド ネットワークのすべてのホストに最適な帯域幅管理が保証されます。

（注）　即時脱退機能を使用するのは、各ポートに接続されているホストが 1 つだけの VLAN に限定してください。1 つのポートに複数のホストが接続されている VLAN で即時脱退機能をイネーブルにすると、一部のホストが誤って切断される可能性があります。

設定手順については、「IGMP 即時脱退のイネーブル化」（P.22-11）を参照してください。

IGMP 脱退タイマーの設定

ホストがまだ指定のマルチキャスト グループに関心があるかどうかを確認するために、グループ固有のクエリーを送信した後のスイッチの待機時間を設定できます。IGMP 脱退応答時間は、100 ～ 5000 ミリ秒の間で設定できます。タイマーはグローバルにまたは VLAN 単位で設定できますが、VLAN に脱退時間を設定すると、グローバルに設定した脱退時間は上書きされます。

設定手順については、「IGMP 脱退タイマーの設定」（P.22-12）を参照してください。

IGMP レポート抑制

（注）　IGMP レポート抑制がサポートされるのは、マルチキャスト クエリーが IGMPv1 および IGMPv2 レポートを持つ場合だけです。クエリーに IGMPv3 レポートがある場合、この機能はサポートされません。

スイッチは、IGMP レポート抑制を使用して、1 つのマルチキャスト ルータ クエリーごとに IGMP レポートを 1 つだけマルチキャスト デバイスに転送します。IGMP ルータ抑制がイネーブルの場合（デフォルト）、このスイッチは、グループに対応するすべてのホストからの最初の IGMP レポートをすべてのマルチキャスト ルータに送信します。スイッチは、グループに対応する残りの IGMP レポートについては、マルチキャスト ルータに送信しません。この機能により、重複したレポートがマルチキャスト デバイスに送信されるのを防ぎます。

マルチキャスト ルータのクエリーに、IGMPv1 および IGMPv2 レポートだけに対応したレポートが含まれている場合、スイッチはグループ内のすべてのホストから、最初の IGMPv1 または IGMPv2 レポートだけを、すべてのマルチキャスト ルータに転送します。

また、マルチキャスト ルータ クエリーに、IGMPv3 レポートの要求も含まれている場合、スイッチは、グループのすべての IGMPv1、IGMPv2、および IGMPv3 レポートをマルチキャスト デバイスに転送します。

IGMP レポート抑制をディセーブルにすると、すべての IGMP レポートはマルチキャスト ルータに転送されます。設定手順については、「IGMP レポート抑制のディセーブル化」（P.22-16）を参照してください。

IGMP スヌーピングの設定

IGMP スヌーピングにより、スイッチで IGMP パケットを調べたり、パケットの内容に基づいて転送先を決定したりできます。ここでは、次の設定情報について説明します。

IGMP スヌーピングのデフォルト設定

表 22-3 に、IGMP スヌーピングのデフォルト設定を示します。

表 22-3　IGMP スヌーピングのデフォルト設定

機能	デフォルト設定
IGMP スヌーピング	グローバルおよび VLAN 単位でイネーブル
マルチキャスト ルータ	未設定
マルチキャスト ルータの学習（スヌーピング）方式	PIM-DVMRP
IGMP スヌーピング即時脱退	ディセーブル
スタティック グループ	未設定
TCN[1] フラッド クエリー カウント	2
TCN クエリー送信要求	ディセーブル
IGMP スヌーピング クエリア	ディセーブル
IGMP レポート抑制	イネーブル

1. TCN = Topology Change Notification（トポロジ変更通知）

IGMP スヌーピングのイネーブル化およびディセーブル化

デフォルトでは、IGMP スヌーピングはスイッチ上でグローバルにイネーブルです。グローバルにイネーブルまたはディセーブルに設定されている場合、既存のすべての VLAN インターフェイスでもイネーブルまたはディセーブルです。デフォルトでは、IGMP スヌーピングはすべての VLAN でイネーブルですが、VLAN 単位で IGMP スヌーピングをイネーブルおよびディセーブルに設定できます。

グローバル IGMP スヌーピングは、VLAN IGMP スヌーピングよりも優先されます。グローバル スヌーピングがディセーブルの場合、VLAN スヌーピングをイネーブルに設定できません。グローバル スヌーピングがイネーブルの場合、VLAN スヌーピングをイネーブルまたはディセーブルに設定できます。

スイッチ上で IGMP スヌーピングをグローバルにイネーブルにするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**ip igmp snooping**	既存のすべての VLAN インターフェイスで、IGMP スヌーピングをグローバルにイネーブルにします。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

すべての VLAN インターフェイス上で IGMP スヌーピングをグローバルにディセーブルにするには、**no ip igmp snooping** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

特定の VLAN インターフェイス上で IGMP スヌーピングをイネーブルにするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**ip igmp snooping vlan** *vlan-id*	VLAN インターフェイス上で IGMP スヌーピングをイネーブルにします。VLAN ID の範囲は 1 ～ 1001 および 1006 ～ 4094 です。 **（注）** VLAN スヌーピングをイネーブルにするには、IGMP スヌーピングをグローバルにイネーブルに設定しておく必要があります。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

特定の VLAN インターフェイス上で IGMP スヌーピングをディセーブルにするには、**no ip igmp snooping vlan** *vlan-id* グローバル コンフィギュレーション コマンドを、指定した VLAN 番号に対して使用します。

スヌーピング方法の設定

マルチキャスト対応のルータ ポートは、レイヤ 2 マルチキャスト エントリごとに転送テーブルに追加されます。スイッチは、次のいずれかの方法でポートを学習します。

- IGMP クエリー、Protocol Independent Multicast（PIM）パケット、および Distance Vector Multicast Routing Protocol（DVMRP）パケットのスヌーピング
- 他のルータからの Cisco Group Management Protocol（CGMP）パケットの待ち受け
- **ip igmp snooping mrouter** グローバル コンフィギュレーション コマンドによるマルチキャスト ルータ ポートへの静的な接続

IGMP クエリーおよび PIM パケットと DVMRP パケットのスヌーピング、または CGMP self-join パケットまたは proxy-join パケットのいずれかの待ち受けを行うように、スイッチを設定できます。デフォルトでは、スイッチはすべての VLAN 上の PIM パケットと DVMRP パケットをスヌーピングします。CGMP パケットだけでマルチキャスト ルータ ポートを学習するには、**ip igmp snooping vlan** *vlan-id* **mrouter learn cgmp** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。このコマンドを入力すると、ルータは CGMP self-join パケットおよび CGMP proxy-join パケットだけを待ち受け、その他の CGMP パケットは待ち受けません。PIM パケットと DVMRP パケットだけでマルチキャスト ルータ ポートを学習するには、**ip igmp snooping vlan** *vlan-id* **mrouter learn pim-dvmrp** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

（注）　学習方法として CGMP を使用する場合で、なおかつ VLAN に CGMP プロキシ対応のマルチキャスト ルータがない場合は、**ip cgmp router-only** コマンドを入力し、ルータに動的にアクセスする必要があります。詳細については、第 45 章「IP マルチキャスト ルーティングの設定」を参照してください。

VLAN インターフェイスがマルチキャスト ルータに動的にアクセスする方法を変更するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**ip igmp snooping vlan** *vlan-id* **mrouter learn** {**cgmp** | **pim-dvmrp**}	VLAN で IGMP スヌーピングをイネーブルにします。VLAN ID の範囲は 1 ～ 1001 および 1006 ～ 4094 です。 マルチキャスト ルータの学習方式を指定します。 • **cgmp** : CGMP パケットを待ち受けます。この方法は、制御トラフィックを減らす場合に有用です。 • **pim-dvmrp** : IGMP クエリーおよび PIM パケットと DVMRP パケットをスヌーピングします。これがデフォルトです。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show ip igmp snooping**	設定を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

デフォルトの学習方式に戻すには、**no ip igmp snooping vlan** *vlan-id* **mrouter learn cgmp** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、CGMP パケットを学習方式として使用するように IGMP スヌーピングを設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# ip igmp snooping vlan 1 mrouter learn cgmp
Switch(config)# end
```

マルチキャスト ルータ ポートの設定

マルチキャスト ルータ ポートを追加（マルチキャスト ルータに静的な接続を追加）するには、スイッチ上で **ip igmp snooping vlan mrouter** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

（注）　マルチキャスト ルータへのスタティック接続は、スイッチ ポートに限りサポートされます。

マルチキャスト ルータへの静的な接続をイネーブルにするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**ip igmp snooping vlan** *vlan-id* **mrouter interface** *interface-id*	マルチキャスト ルータの VLAN ID およびマルチキャスト ルータに対するインターフェイスを指定します。 • VLAN ID の範囲は 1 ～ 1001 および 1006 ～ 4094 です。 • インターフェイスは物理インターフェイスにすることもポートチャネルにすることもできます。指定できるポートチャネルの範囲は 1 ～ 48 です。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show ip igmp snooping mrouter** [**vlan** *vlan-id*]	VLAN インターフェイス上で IGMP スヌーピングがイネーブルになっていることを確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

VLAN からマルチキャスト ルータ ポートを削除するには、**no ip igmp snooping vlan** *vlan-id* **mrouter interface** *interface-id* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、マルチキャスト ルータへの静的な接続をイネーブルにする例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# ip igmp snooping vlan 200 mrouter interface gigabitethernet0/2
Switch(config)# end
```

グループに加入するホストの静的な設定

ホストまたはレイヤ 2 ポートは通常、マルチキャスト グループに動的に加入しますが、インターフェイス上にホストを静的に設定することもできます。

マルチキャスト グループのメンバとしてレイヤ 2 ポートを追加するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**ip igmp snooping vlan** *vlan-id* **static** *ip_address* **interface** *interface-id*	マルチキャスト グループのメンバとしてレイヤ 2 ポートを静的に設定します。 • *vlan-id* は、マルチキャスト グループの VLAN ID です。範囲は 1 ～ 1001 および 1006 ～ 4094 です。 • *ip-address* は、グループの IP アドレスです。 • *interface-id* は、メンバ ポートです。物理インターフェイスまたはポート チャネル（1 ～ 48）に設定できます。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show ip igmp snooping groups**	メンバ ポートおよび IP アドレスを確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

マルチキャスト グループからレイヤ 2 ポートを削除するには、**no ip igmp snooping vlan** *vlan-id* **static** *ip-address* **interface** *interface-id* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、ポート上のホストを静的に設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# ip igmp snooping vlan 105 static 224.2.4.12 interface gigabitethernet0/1
Switch(config)# end
```

IGMP 即時脱退のイネーブル化

IGMP 即時脱退をイネーブルに設定すると、スイッチはポート上で IGMP バージョン 2 の Leave メッセージを検出した場合、ただちにそのポートを削除します。即時脱退機能を使用するのは、VLAN の各ポート上にレシーバーが 1 つだけ存在する場合に限定してください。

（注）　即時脱退機能をサポートするのは、IGMP バージョン 2 が稼動しているホストだけです。

IGMP 即時脱退をイネーブルにするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**ip igmp snooping vlan** *vlan-id* **immediate-leave**	VLAN インターフェイス上で、IGMP 即時脱退をイネーブルにします。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。

	コマンド	目的
ステップ 4	**show ip igmp snooping vlan** *vlan-id*	VLAN インターフェイス上で即時脱退がイネーブルになっていることを確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

VLAN 上で IGMP 即時脱退をディセーブルにするには、**no ip igmp snooping vlan** *vlan-id* **immediate-leave** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、VLAN 130 上で IGMP 即時脱退をイネーブルにする例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# ip igmp snooping vlan 130 immediate-leave
Switch(config)# end
```

IGMP 脱退タイマーの設定

IGMP 脱退タイマーを設定するときには、次の注意事項に従ってください。

- 脱退時間はグローバルまたは VLAN 単位で設定できます。
- VLAN 上に脱退時間を設定すると、グローバルに設定された内容は上書きされます。
- デフォルトの脱退時間は 1000 ミリ秒です。
- IGMP の脱退時間の設定は、IGMP バージョン 2 が稼動しているホストでだけサポートされます。
- ネットワークで実際の脱退にかかる待ち時間は、通常、設定した脱退時間どおりになります。ただし、脱退時間は、リアルタイムの CPU の負荷の状態、およびネットワークの遅延状態、インターフェイスから送信されたトラフィック量によって、設定された時間を前後することがあります。

IGMP 脱退タイマーの設定をイネーブルにするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**ip igmp snooping last-member-query-interval** *time*	グローバルに IGMP 脱退タイマーを設定します。指定できる範囲は 100 ～ 32768 ミリ秒です。デフォルトは 1000 秒です。
ステップ 3	**ip igmp snooping vlan** *vlan-id* **last-member-query-interval** *time*	（任意）VLAN インターフェイス上で、IGMP 脱退タイマーを設定します。指定できる範囲は 100 ～ 32768 ミリ秒です。 **（注）** VLAN 上に脱退時間を設定すると、グローバルに設定されたタイマーは上書きされます。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show ip igmp snooping**	（任意）設定された IGMP 脱退タイマーを表示します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

IGMP 脱退タイマーをグローバルにリセットしてデフォルト設定に戻すには、**no ip igmp snooping last-member-query-interval** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

特定の VLAN から IGMP 脱退タイマーの設定を削除するには、**no ip igmp snooping** vlan *vlan-id* **last-member-query-interval** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

TCN 関連のコマンドの設定

ここでは、TCN イベント中にフラッディングしたマルチキャスト トラフィックを制御する方法を説明します。

- 「TCN イベント後のマルチキャスト フラッディング時間の制御」（P.22-13）
- 「フラッディング モードからの回復」（P.22-13）
- 「TCN イベント中のマルチキャスト フラッディングのディセーブル化」（P.22-14）

TCN イベント後のマルチキャスト フラッディング時間の制御

ip igmp snooping tcn flood query count グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用して、TCN イベント後にフラッディングするマルチキャスト トラフィックの時間を制御できます。このコマンドは、TCN イベント後にフラッディングするマルチキャスト データのトラフィックに対し、一般クエリー数を設定します。クライアントが場所を変更することで同ポートの受信者がブロックされた後、現在転送中の場合、またはポートが Leave メッセージを送信せずにダウンした場合などが、TCN イベントに該当します。

ip igmp snooping tcn flood query count コマンドを使用して、TCN フラッディング クエリー カウントを 1 に設定した場合、一般クエリーを 1 つ受信するまでフラッディングが続きます。カウントを 7 に設定した場合、一般クエリーを 7 つ受信するまでフラッディングが続きます。グループは、TCN イベント中に受信した一般クエリーに基づいて再度学習されます。

TCN フラッディング クエリー カウントを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**ip igmp snooping tcn flood query count** *count*	マルチキャスト トラフィックのフラッディングに使用する一般 IGMP クエリー数を指定します。指定できる範囲は 1 ～ 10 です。デフォルトのフラッディング クエリー カウントは 2 です。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show ip igmp snooping**	TCN の設定を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

デフォルトのフラッディング クエリー カウントに戻す場合は、**no ip igmp snooping tcn flood query count** グローバル コンフィギュレーション コマンド を使用します。

フラッディング モードからの回復

トポロジの変更が発生した場合、スパニング ツリーのルートは特別な IGMP Leave メッセージ（グローバル Leave メッセージ）をグループ マルチキャスト アドレス 0.0.0.0 に送信します。ただし、**ip igmp snooping tcn query solicit** グローバル コンフィギュレーション コマンドをイネーブルにしている場合、スイッチはスパニング ツリーのルートであるかどうかにかかわらず、グローバル Leave メッセージを送信します。ルータはこの特別な Leave メッセージを受信した場合、即座に一般クエリーを送信して、TCN 中のフラッディング モードからの回復に努めます。スイッチがスパニング ツリーのルートであれば、このコンフィギュレーション コマンドに関係なく、Leave メッセージが常に送信されます。デフォルトでは、クエリー送信要求はディセーブルに設定されています。

スイッチがスパニング ツリー ルートであるかどうかにかかわらず、グローバル Leave メッセージを送信するように設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**ip igmp snooping tcn query solicit**	IGMP Leave（グローバル Leave）メッセージを送信し、TCN イベント中のフラッディング モードからの回復を促します。デフォルトでは、クエリー送信要求はディセーブルに設定されています。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show ip igmp snooping**	TCN の設定を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

デフォルトのクエリー送信要求に戻す場合は、**no ip igmp snooping tcn query solicit** グローバル コンフィギュレーション コマンド を使用します。

TCN イベント中のマルチキャスト フラッディングのディセーブル化

スイッチは TCN を受信すると、一般クエリーを 2 つ受信するまで、すべてのポートに対してマルチキャスト トラフィックをフラッディングします。異なるマルチキャスト グループのホストに接続しているポートが複数ある場合、リンク範囲を超えてスイッチによるフラッディングが行われ、パケット損失が発生する可能性があります。その場合、**ip igmp snooping tcn flood** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用して、この状態を制御できます。

インターフェイス上でマルチキャスト フラッディングをディセーブルにするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	設定するインターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**no ip igmp snooping tcn flood**	スパニング ツリーの TCN イベント中に発生するマルチキャスト トラフィックのフラッディングをディセーブルにします。 デフォルトでは、インターフェイス上のマルチキャスト フラッディングはイネーブルです。
ステップ 4	**exit**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show ip igmp snooping**	TCN の設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

インターフェイス上でマルチキャスト フラッディングを再度イネーブルにする場合、**ip igmp snooping tcn flood** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

IGMP スヌーピング クエリアの設定

IGMP スヌーピング クエリアを設定するときには、次の注意事項に従ってください。

- VLAN をグローバル コンフィギュレーション モードに設定してください。
- IP アドレスおよび VLAN インターフェイスを設定してください。イネーブルになると、IGMP スヌーピング クエリアはクエリー送信元アドレスとして IP アドレスを使用します。
- VLAN インターフェイス上で IP アドレスが設定されていない場合、IGMP スヌーピング クエリアは IGMP クエリア用に設定されたグローバル IP アドレスを使用しようとします。グローバル IP アドレスが指定されていない場合、IGMP クエリアは VLAN Switch Virtual Interface（SVI; スイッチ仮想インターフェイス）IP アドレス（存在する場合）を使用しようとします。SVI IP アドレスが存在しない場合、スイッチはスイッチ上で設定された利用可能な最初の IP アドレスを使用します。利用可能な最初の IP アドレスは、**show ip interface** 特権 EXEC コマンドの出力に表示されます。IGMP スヌーピング クエリアはスイッチ上で利用可能な IP アドレスを検出できない場合、IGMP 一般クエリーを生成しません。
- IGMP スヌーピング クエリアは IGMP バージョン 1 および 2 をサポートします。
- 管理上イネーブルである場合、IGMP スヌーピング クエリアはネットワークにマルチキャスト ルータの存在を検出すると、非クエリア ステートになります。
- 管理上イネーブルである場合、IGMP スヌーピング クエリアは操作上、次の状況でディセーブル ステートになります。
  - IGMP スヌーピングが VLAN でディセーブルの場合
  - PIM が、VLAN に対応する SVI でイネーブルの場合

特定の VLAN で IGMP スヌーピング クエリア機能をイネーブルにするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**ip igmp snooping querier**	IGMP スヌーピング クエリア機能をイネーブルにします。
ステップ 3	**ip igmp snooping querier address** *ip_address*	（任意）IGMP スヌーピング クエリアの IP アドレスを指定します。IP アドレスを指定しない場合、クエリアは IGMP クエリアに設定されたグローバル IP アドレスを使用しようとします。 **（注）** IGMP スヌーピング クエリアはスイッチ上で IP アドレスを検出できない場合、IGMP 一般クエリーを生成しません。
ステップ 4	**ip igmp snooping querier query-interval** *interval-count*	（任意）IGMP クエリアの間隔を設定します。指定できる範囲は 1 ～ 18000 秒です。
ステップ 5	**ip igmp snooping querier tcn query** [**count** *count* | **interval** *interval*]	（任意）Topology Change Notification（TCN; トポロジ変更通知）クエリーの間隔を設定します。指定できる count の範囲は 1 ～ 10 です。指定できる interval の範囲は 1 ～ 255 秒です。
ステップ 6	**ip igmp snooping querier timer expiry** *timeout*	（任意）IGMP クエリアが期限切れになるまでの時間を設定します。指定できる範囲は 60 ～ 300 秒です。
ステップ 7	**ip igmp snooping querier version** *version*	（任意）クエリア機能が使用する IGMP バージョン番号 1 または 2 を選択します。
ステップ 8	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 9	**show ip igmp snooping vlan** *vlan-id*	（任意）VLAN インターフェイス上で IGMP スヌーピング クエリアがイネーブルになっていることを確認します。VLAN ID の範囲は 1 ～ 1001 および 1006 ～ 4094 です。
ステップ 10	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

次に、IGMP スヌーピング クエリアの送信元アドレスを 10.0.0.64 に設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# ip igmp snooping querier 10.0.0.64
Switch(config)# end
```

次に、IGMP スヌーピング クエリアの最大応答時間を 25 秒に設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# ip igmp snooping querier query-interval 25
Switch(config)# end
```

次に、IGMP スヌーピング クエリアのタイムアウトを 60 秒に設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# ip igmp snooping querier timeout expiry 60
Switch(config)# end
```

次に、IGMP スヌーピング クエリア機能をバージョン 2 に設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# no ip igmp snooping querier version 2
Switch(config)# end
```

IGMP レポート抑制のディセーブル化

（注）　IGMP レポート抑制がサポートされるのは、マルチキャスト クエリーが IGMPv1 および IGMPv2 レポートを持つ場合だけです。クエリーに IGMPv3 レポートがある場合、この機能はサポートされません。

IGMP レポート抑制はデフォルトでイネーブルです。IGMP レポート抑制がイネーブルの場合、スイッチはマルチキャスト ルータ クエリーごとに IGMP レポートを 1 つだけ転送します。IGMP レポート抑制がディセーブルの場合、すべての IGMP レポートがマルチキャスト ルータに転送されます。

IGMP レポート抑制をディセーブルにするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**no ip igmp snooping report-suppression**	IGMP レポート抑制をディセーブルにします。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show ip igmp snooping**	IGMP レポート抑制がディセーブルになっていることを確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

IGMP レポート抑制を再びイネーブルにする場合は、**ip igmp snooping report-suppression** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

IGMP スヌーピング情報の表示

動的に学習された、あるいは静的に設定されたルータ ポートおよび VLAN インターフェイスに関する IGMP スヌーピング情報を表示できます。また、IGMP スヌーピング用に設定された VLAN の IP アドレス マルチキャスト エントリを表示することもできます。

IGMP スヌーピング情報を表示するには、表 22-4 の特権 EXEC コマンドを 1 つまたは複数使用します。

表 22-4　IGMP スヌーピング情報を表示するためのコマンド

コマンド	目的
show ip igmp snooping [**vlan** *vlan-id*]	スイッチ上のすべての VLAN または特定の VLAN のスヌーピング設定情報を表示します。 （任意）個々の VLAN に関する情報を表示するには、**vlan** *vlan-id* を入力します。VLAN ID の範囲は 1 ～ 1001 および 1006 ～ 4094 です。
show ip igmp snooping groups [**count** |**dynamic** [**count**] | **user** [**count**]]	スイッチまたは特定のパラメータに関して、マルチキャスト テーブル情報を表示します。 • **count**：実際のエントリではなく、特定のコマンド オプションに対応するエントリの総数を表示します。 • **dynamic**：IGMP スヌーピングによって学習されたエントリを表示します。 • **user**：ユーザによって設定されたマルチキャスト エントリだけを表示します。
show ip igmp snooping groups vlan *vlan-id* [*ip_address* | **count** | **dynamic** [**count**] | **user**[**count**]]	マルチキャスト VLAN またはその VLAN の特定のパラメータについて、マルチキャスト テーブル情報を表示します。 • *vlan-id*：VLAN ID の範囲は 1 ～ 1001 および 1006 ～ 4094 です。 • **count**：実際のエントリではなく、特定のコマンド オプションに対応するエントリの総数を表示します。 • **dynamic**：IGMP スヌーピングによって学習されたエントリを表示します。 • *ip_address*：指定のグループ IP アドレスのマルチキャスト グループについて、特性を表示します。 • **user**：ユーザによって設定されたマルチキャスト エントリだけを表示します。
show ip igmp snooping mrouter [**vlan** *vlan-id*]	動的に学習された、あるいは手動で設定されたマルチキャスト ルータ インターフェイスの情報を表示します。 **（注）** IGMP スヌーピングをイネーブルにすると、スイッチはマルチキャスト ルータの接続先インターフェイスを自動的に学習します。これらのインターフェイスは動的に学習されます。 （任意）個々の VLAN に関する情報を表示するには、**vlan** *vlan-id* を入力します。
show ip igmp snooping querier [**vlan** *vlan-id*]	IP アドレス、および VLAN で受信した最新の IGMP クエリー メッセージの受信ポートに関する情報を表示します。 （任意）個々の VLAN に関する情報を表示するには、**vlan** *vlan-id* を入力します。
show ip igmp snooping querier [**vlan** *vlan-id*] **detail**	IP アドレスおよび VLAN で受信した最新の IGMP クエリー メッセージの受信ポートに関する情報、VLAN の IGMP スヌーピング クエリアの設定および動作ステートに関する情報を表示します。

各コマンドのキーワードおよびオプションの詳細については、このリリースに対応するコマンド リファレンスを参照してください。

MVR の概要

MVR は、イーサネット リング ベースのサービス プロバイダー ネットワークにおいて、マルチキャスト トラフィックを大規模展開するアプリケーション（サービス プロバイダー ネットワークによる複数のテレビ チャネルのブロードキャストなど）を想定して開発されました。MVR によってポート上の加入者は、ネットワークワイドなマルチキャスト VLAN 上のマルチキャスト ストリームに加入し、脱退できます。加入者は別個の VLAN 上にありながら、ネットワークで単一マルチキャスト VLAN を共有できます。MVR によって、マルチキャスト VLAN でマルチキャスト ストリームを連続送信する能力が得られますが、ストリームと加入者の VLAN は、帯域幅およびセキュリティ上の理由で分離されます。

MVR では、加入者ポートが IGMP Join および Leave メッセージを送信することによって、マルチキャスト ストリームへの加入および脱退（Join および Leave）を行うことが前提です。これらのメッセージは、イーサネットで接続され、IGMP バージョン 2 に準拠しているホストから発信できます。MVR は IGMP スヌーピングの基本メカニズムで動作しますが、この 2 つの機能はそれぞれ単独で動作します。それぞれ他方の機能の動作に影響を与えずに、イネーブルまたはディセーブルにできます。ただし、IGMP スヌーピングと MVR が両方ともイネーブルの場合、MVR は MVR 環境で設定されたマルチキャスト グループが送信した Join および Leave メッセージだけに反応します。他のマルチキャスト グループから送信された Join および Leave メッセージはすべて、IGMP スヌーピングが管理します。

スイッチの CPU は、MVR IP マルチキャスト ストリームとそれに対応するスイッチ転送テーブル内の IP マルチキャスト グループを識別し、IGMP メッセージを代行受信し、転送テーブルを変更して、マルチキャスト ストリームの受信側としての加入者を追加または削除します。受信側が送信元と異なる VLAN 上に存在している場合でも同じです。この転送動作により、異なる VLAN の間でトラフィックを選択して伝送できます。

スイッチの MVR 動作は、互換モードまたはダイナミック モードに設定できます。

- 互換モードの場合、MVR ホストが受信したマルチキャスト データはすべての MVR データ ポートに転送されます。MVR データ ポートの MVR ホスト メンバシップは無関係です。マルチキャスト データは、IGMP レポートまたは静的な MVR 設定のどちらかによって、MVR ホストが加入しているレシーバー ポートだけに転送されます。MVR ホストから受信した IGMP レポートが、スイッチに設定された MVR データ ポートから転送されることはありません。
- ダイナミック モードの場合、スイッチ上の MVR ホストが受信したマルチキャスト データは、IGMP レポートまたは静的な MVR 設定のどちらかによって、MVR ホストが加入している MVR データおよびクライアント ポートから転送されます。それ以外のポートからは転送されません。MVR ホストから受信した IGMP レポートも、スイッチのすべての MVR データ ポートから転送されます。したがって、互換モードでスイッチを稼動させた場合と異なり、MVR データ ポート リンクで不要な帯域幅を使用しなくてすみます。

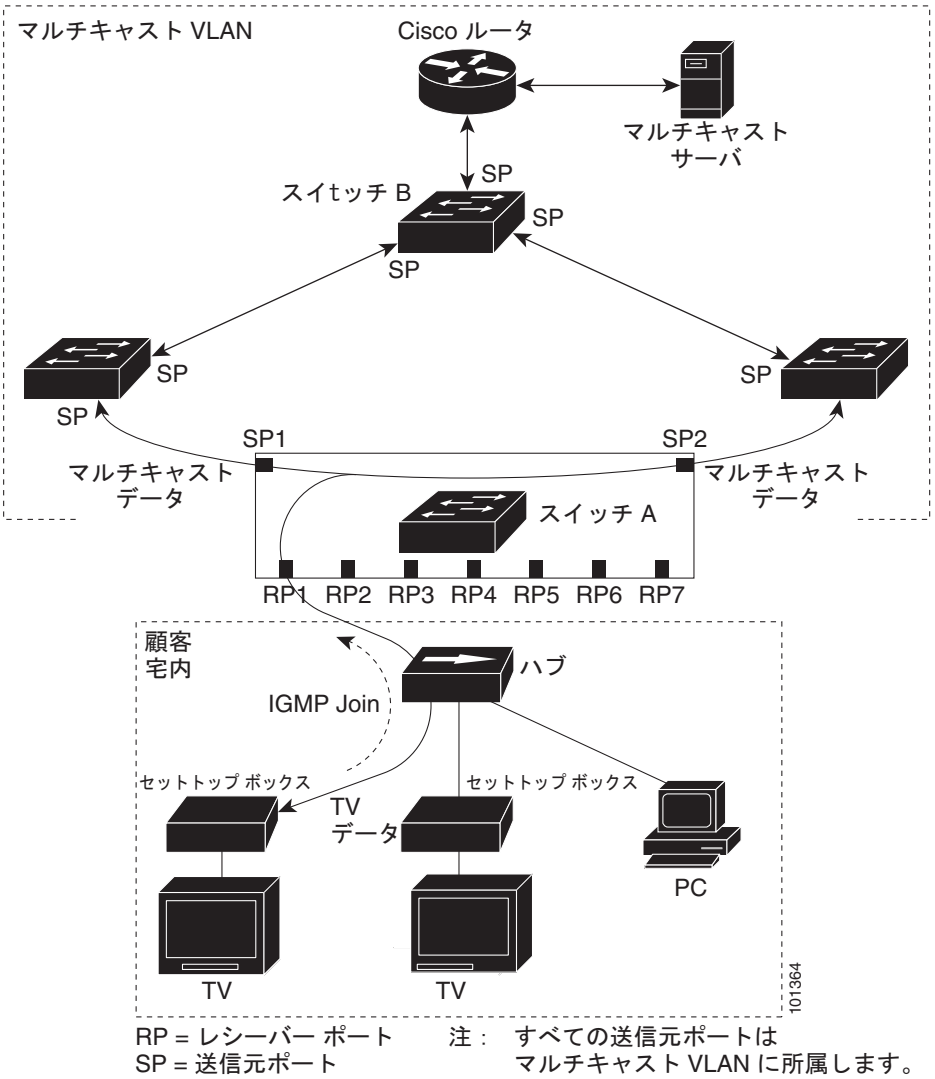
MVR に関与するのはレイヤ 2 ポートだけです。ポートを MVR レシーバー ポートとして設定する必要があります。各スイッチでサポートされる MVR マルチキャスト VLAN は、1 つだけです。

マルチキャスト TV アプリケーションで MVR を使用する場合

マルチキャスト TV アプリケーションでは、PC またはセットトップ ボックスを装備したテレビでマルチキャスト ストリームを受信できます。1 つの加入者ポートに複数のセットトップ ボックスまたは PC を接続できます。加入者ポートは、MVR レシーバー ポートとして設定されたスイッチ ポートです。図 22-3 に構成例を示します。Dynamic Host Configuration Protocol（DHCP）はセットトップ ボックスまたは PC に IP アドレスを割り当てます。加入者がチャネルを選択すると、セットトップ ボックスまたは PC からスイッチ A に、所定のマルチキャストに加入するための IGMP レポートが送信されます。IGMP レポートが設定されている IP マルチキャスト グループ アドレスの 1 つと一致すると、スイッチの CPU がハードウェア アドレス テーブルを変更して、指定のマルチキャスト ストリームをマ

ルチキャスト VLAN から受信したときの転送先として、レシーバー ポートと VLAN を追加します。マルチキャスト VLAN との間でマルチキャスト データを送受信するアップリンク ポートを MVR 送信元ポートといいます。

図 22-3　MVR の例



RP = レシーバー ポート　　注： すべての送信元ポートは
SP = 送信元ポート　　マルチキャスト VLAN に所属します。

加入者がチャネルを切り替えた場合、またはテレビのスイッチを切った場合には、セットトップ ボックスからマルチキャスト ストリームに対する IGMP Leave メッセージが送信されます。スイッチの CPU は、レシーバー ポートの VLAN 経由で MAC ベースの一般クエリーを送信します。VLAN に、同じグループに加入している別のセットトップ ボックスがある場合、そのセットトップ ボックスはクエリーに指定された最大応答時間内に応答しなければなりません。応答を受信しなかった場合、CPU はそのグループの転送先としてのレシーバー ポートを除外します。

即時脱退機能を使用しない場合、レシーバー ポートの加入者から IGMP Leave メッセージを受信したスイッチは、そのポートに IGMP クエリーを送信し、IGMP グループ メンバシップ レポートを待ちます。設定された時間内にレポートが届かないと、レシーバー ポートがマルチキャスト グループ メンバシップから削除されます。即時脱退機能がイネーブルの場合、IGMP Leave を受信したレシーバー ポートから IGMP クエリーが送信されません。Leave メッセージの受信後ただちに、マルチキャスト

グループ メンバシップからレシーバー ポートが削除されるので、脱退のための待ち時間が短縮されます。即時脱退機能をイネーブルにするのは、接続されているレシーバー デバイスが 1 つだけのレシーバー ポートに限定してください。

MVR を使用すると、VLAN ごとに加入者用のテレビ チャネル マルチキャスト トラフィックを複製しなくてすみます。すべてのチャネル用のマルチキャスト トラフィックは、マルチキャスト VLAN 上でだけ、VLAN トランク全体で 1 回送信されます。IGMP Leave および Join メッセージは、加入者ポートが割り当てられている VLAN に送られます。これらのメッセージは、レイヤ 3 デバイス上のマルチキャスト VLAN のマルチキャスト トラフィック ストリームに対し、動的に登録します。スイッチ B アクセス レイヤ スイッチ（スイッチ A）が転送動作を変更し、マルチキャスト VLAN から別個の VLAN 上の加入者ポートへトラフィックを転送できるようにするので、選択されたトラフィックが 2 つの VLAN 間を伝送されます。

IGMP レポートは、マルチキャスト データと同じ IP マルチキャスト グループ アドレスに送信されます。スイッチ A の CPU は、レシーバー ポートから送られたすべての IGMP Join および Leave メッセージを取り込み、MVR モードに基づいて、送信元（アップリンク）ポートのマルチキャスト VLAN に転送しなければなりません。

MVR の設定

MVR のデフォルト設定

表 22-5　MVR のデフォルト設定

機能	デフォルト設定
MVR	グローバルおよびインターフェイス単位でディセーブル
マルチキャスト アドレス	未設定
クエリーの応答時間	0.5 秒
マルチキャスト VLAN	VLAN 1
モード	compatible
インターフェイスのデフォルト（ポート単位）	レシーバー ポートでも送信元ポートでもない
即時脱退	すべてのポートでディセーブル

MVR 設定時の注意事項および制限事項

MVR を設定するときには、次の注意事項に従ってください。

- レシーバー ポートはアクセス ポートでなければなりません。トランク ポートにはできません。スイッチ上のレシーバー ポートは、異なる VLAN に所属していてもかまいませんが、マルチキャスト VLAN には所属させないでください。
- スイッチ上で設定できるマルチキャスト エントリ（MVR グループ アドレス）の最大数（受信できるテレビ チャネルの最大数）は 256 です。
- 送信元 VLAN で受信され、レシーバー ポートから脱退する MVR マルチキャスト データは、スイッチで Time to Live（TTL）が 1 だけ少なくなります。
- スイッチ上の MVR は、MAC マルチキャスト アドレスではなく IP マルチキャスト アドレスを使用するので、スイッチ上でエイリアスの IP マルチキャスト アドレスを使用できます。ただし、スイッチが Catalyst 3550 または Catalyst 3500 XL スイッチと相互運用している場合は、相互間でエイリアスとなる、または予約済みの IP マルチキャスト アドレス（224.0.0.xxx の範囲）を使用して IP アドレスを設定しないでください。
- プライベート VLAN に MVR を設定しないでください。
- スイッチ上でマルチキャスト ルーティングがイネーブルの場合、MVR はサポートされません。MVR がイネーブルの場合に、マルチキャスト ルーティングおよびマルチキャスト ルーティング プロトコルをイネーブルにすると、MVR がディセーブルになり、警告メッセージが表示されます。マルチキャスト ルーティングおよびマルチキャスト ルーティング プロトコルがイネーブルの場合に、MVR をイネーブルにしようとすると、MVR をイネーブルにする操作が取り消され、エラー メッセージが表示されます。
- MVR はスイッチ上で IGMP スヌーピングと共存できます。
- MVR レシーバー ポートで受信した MVR データは、MVR 送信元ポートに転送されません。
- MVR は IGMPv3 メッセージをサポートしていません。

MVR グローバル パラメータの設定

デフォルト値を使用する場合は、オプションの MVR パラメータを設定する必要はありません。デフォルトのパラメータを変更する場合には（MVR VLAN 以外）、最初に MVR をイネーブルにする必要があります。

（注）　ここで使用するコマンドの構文および使用方法の詳細については、このリリースに対応するコマンド リファレンスを参照してください。

MVR パラメータを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**mvr**	スイッチ上で MVR をイネーブルに設定します。

	コマンド	目的
ステップ 3	**mvr group** *ip-address* [*count*]	スイッチ上で IP マルチキャスト アドレスを設定するか、または *count* パラメータを使用して、連続する MVR グループ アドレスを設定します（*count* の範囲は 1 ～ 256、デフォルトは 1）。このアドレスに送信されたマルチキャスト データは、スイッチ上のすべての送信元ポートおよびそのマルチキャスト アドレスのデータを受信するために選ばれたすべてのレシーバー ポートに送信されます。マルチキャスト アドレスとテレビ チャネルは 1 対 1 の対応です。
ステップ 4	**mvr querytime** *value*	（任意）マルチキャスト グループ メンバシップからポートを削除する前に、レシーバー ポートで IGMP レポートのメンバシップを待機する最大時間を設定します。この値は 10 分の 1 秒単位で設定します。範囲は 1 ～ 100、デフォルトは 10 分の 5 秒、つまり 0.5 秒です。
ステップ 5	**mvr vlan** *vlan-id*	（任意）マルチキャスト データを受信する VLAN を指定します。すべての送信元ポートをこの VLAN に所属させる必要があります。VLAN の範囲は 1 ～ 1001 および 1006 ～ 4094 です。デフォルトは VLAN 1 です。
ステップ 6	**mvr mode** {**dynamic** | **compatible**}	（任意）MVR の動作モードを指定します。 • **dynamic** : 送信元ポートでダイナミック MVR メンバシップを使用できます。 • **compatible** : Catalyst 3500 XL スイッチおよび Catalyst 2900 XL スイッチとの互換性が得られます。送信元ポートでのダイナミック IGMP Join はサポートされません。 デフォルトは **compatible** モードです。
ステップ 7	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 8	**show mvr** または **show mvr members**	設定を確認します。
ステップ 9	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

スイッチをデフォルトの設定に戻すには、**no mvr** [**mode** | **group** *ip-address* | **querytime** | **vlan**] グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、MVR をイネーブルにして、MVR グループ アドレスを設定し、クエリー タイムを 1 秒（10 分の 10 秒）に設定し、MVR マルチキャスト VLAN を VLAN 22 として指定し、MVR モードをダイナミックに設定する例を示します。

```
Switch(config)# mvr
Switch(config)# mvr group 228.1.23.4
Switch(config)# mvr querytime 10
Switch(config)# mvr vlan 22
Switch(config)# mvr mode dynamic
Switch(config)# end
```

show mvr members 特権 EXEC コマンドを使用すると、スイッチ上の MVR マルチキャスト グループ アドレスを確認できます。

MVR インターフェイスの設定

レイヤ 2 MVR インターフェイスを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**mvr**	スイッチ上で MVR をイネーブルに設定します。
ステップ 3	**interface** *interface-id*	設定するレイヤ 2 ポートを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 4	**mvr type** {**source** | **receiver**}	MVR ポートを次のいずれかに設定します。 • **source** : マルチキャスト データを送受信するアップリンク ポートを送信元ポートとして設定します。加入者は送信元ポートに直接接続できません。スイッチ上のすべての送信元ポートは、単一マルチキャスト VLAN に所属します。 • **receiver** : 加入者ポートであり、マルチキャスト データを受信するだけの場合、レシーバー ポートとしてポートを設定します。静的に、または IGMP Leave および Join メッセージによってマルチキャスト グループのメンバになるまでは、データを受信しません。レシーバー ポートをマルチキャスト VLAN に所属させることはできません。 デフォルトでは、非 MVR ポートとして設定されます。非 MVR ポートに MVR 特性を設定しようとしても、エラーになります。
ステップ 5	**mvr vlan** *vlan-id* **group** [*ip-address*]	（任意）マルチキャスト VLAN および IP マルチキャスト アドレスに送信されたマルチキャスト トラフィックを受信するポートを静的に設定します。グループ メンバとして静的に設定されたポートは、静的に削除されない限り、グループ メンバのままです。 **（注）** 互換モードでは、このコマンドが適用されるのはレシーバー ポートだけです。ダイナミック モードでは、レシーバー ポートおよび送信元ポートに適用されます。 レシーバー ポートは、IGMP Join および Leave メッセージを使用することによって、マルチキャスト グループに動的に加入することもできます。
ステップ 6	**mvr immediate**	（任意）ポート上で MVR の即時脱退機能をイネーブルにします。 **（注）** このコマンドが適用されるのは、レシーバー ポートだけです。また、イネーブルにするのは、単一のレシーバー デバイスが接続されているレシーバー ポートに限定してください。
ステップ 7	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 8	**show mvr** **show mvr interface** または **show mvr members**	設定を確認します。
ステップ 9	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

インターフェイスをデフォルトの設定に戻すには、**no mvr** [**type** | **immediate** | **vlan** *vlan-id* | **group**] インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、ポートをレシーバー ポートとして設定し、マルチキャスト グループ アドレスに送信されたマルチキャスト トラフィックを受信するようにポートを静的に設定し、ポートに即時脱退機能を設定し、結果を確認する例を示します。

```
Switch(config)# mvr
Switch(config)# interface gigabitethernet1/0/2
Switch(config-if)# mvr type receiver
Switch(config-if)# mvr vlan 22 group 228.1.23.4
Switch(config-if)# mvr immediate
Switch(config)# end
Switch# show mvr interface
Port     Type        Status          Immediate Leave
----     ----        -------         ---------------
Gi0/2    RECEIVER    ACTIVE/DOWN     ENABLED
```

MVR 情報の表示

スイッチまたは指定されたインターフェイスの MVR 情報を表示できます。MVR の設定を表示するには、特権 EXEC モードで表 22-6 のコマンドを使用します。

表 22-6　MVR 情報を表示するためのコマンド

コマンド	目的
show mvr	スイッチの MVR ステータスおよび値を表示します。これは、MVR のイネーブルまたはディセーブルの判別、マルチキャスト VLAN、マルチキャスト グループの最大数（256）および現在の数（0 ～ 256）、クエリーの応答時間、および MVR モードです。
show mvr interface [*interface-id*] [**members** [**vlan** *vlan*-**id**]]	すべての MVR インターフェイスおよびそれぞれの MVR 設定を表示します。 特定のインターフェイスを指定すると、次の情報が表示されます。 • Type：RECEIVER（レシーバー）または SOURCE（送信元） • Status：次のいずれか 1 つ – ACTIVE は、ポートが VLAN に含まれていることを意味します。 – UP/DOWN は、ポートが転送中または転送中ではないことを示します。 – INACTIVE は、ポートが VLAN に含まれていないことを意味します。 • Immediate Leave（即時脱退機能）：イネーブルまたはディセーブル **members** キーワードを入力すると、そのポート上のすべてのマルチキャスト グループ メンバが表示されます。VLAN ID を入力した場合は、VLAN 上のすべてのマルチキャスト グループ メンバが表示されます。VLAN ID の範囲は 1 ～ 1001 および 1006 ～ 4094 です。
show mvr members [*ip-address*]	すべての IP マルチキャスト グループまたは指定した IP マルチキャスト グループ IP アドレスに含まれているレシーバー ポートおよび送信元ポートがすべて表示されます。

IGMP フィルタリングおよびスロットリングの設定

都市部や Multiple-Dwelling Unit（MDU; 集合住宅）などの環境では、スイッチ ポート上のユーザが属する一連のマルチキャスト グループを制御する必要があります。この機能を使用することにより、IP/TV などのマルチキャスト サービスの配信を、特定タイプの契約またはサービス計画に基づいて制御できます。また、マルチキャスト グループの数を、スイッチ ポート上でユーザが所属できる数に制限することもできます。

IGMP フィルタリング機能を使用すると、IP マルチキャスト プロファイルを設定し、それらを各スイッチ ポートに関連付けて、ポート単位でマルチキャスト加入をフィルタリングできます。IGMP プロファイルにはマルチキャスト グループを 1 つまたは複数格納して、グループへのアクセスを許可するか拒否するかを指定できます。マルチキャスト グループへのアクセスを拒否する IGMP プロファイルがスイッチ ポートに適用されると、IP マルチキャスト トラフィックのストリームを要求する IGMP Join レポートが廃棄され、ポートはそのグループからの IP マルチキャスト トラフィックを受信できなくなります。マルチキャスト グループへのアクセスがフィルタリング アクションで許可されている場合は、ポートからの IGMP レポートが転送されて、通常の処理が行われます。レイヤ 2 インターフェイスが加入できる IGMP グループの最大数も設定できます。

IGMP フィルタリングで制御されるのは、グループ固有のクエリーおよびメンバシップ レポート（Join および Leave レポートを含む）だけです。一般 IGMP クエリーは制御されません。IGMP フィルタリングは、IP マルチキャスト トラフィックの転送を指示する機能とは無関係です。フィルタリング機能は、マルチキャスト トラフィックの転送に CGMP が使用されているか、または MVR が使用されているかに関係なく、同じように動作します。

IGMP フィルタリングが適用されるのは、IP マルチキャスト グループ アドレスを動的に学習する場合だけです。静的な設定には適用されません。

IGMP スロットリング機能を使用すると、レイヤ 2 インターフェイスが加入できる IGMP グループの最大数を設定できます。IGMP グループの最大数が設定され、IGMP スヌーピング転送テーブルに最大数のエントリが登録されていて、インターフェイスで IGMP Join レポートを受信する場合、インターフェイスを設定することにより、IGMP レポートを廃棄するか、あるいは受信した IGMP レポートでランダムに選択されたマルチキャスト エントリを上書きします。

（注）　IGMP フィルタリングが実行されているスイッチは、IGMPv3 Join および Leave メッセージをサポートしていません。

ここでは、次の設定情報について説明します。

- 「IGMP フィルタリングおよび IGMP スロットリングのデフォルト設定」（P.22-26）
- 「IGMP プロファイルの設定」（P.22-26）（任意）
- 「IGMP プロファイルの適用」（P.22-27）（任意）
- 「IGMP グループの最大数の設定」（P.22-28）（任意）
- 「IGMP スロットリング アクションの設定」（P.22-29）（任意）

IGMP フィルタリングおよび IGMP スロットリングのデフォルト設定

表 22-7 に、IGMP フィルタリングのデフォルト設定を示します。

表 22-7　IGMP フィルタリングのデフォルト設定

機能	デフォルト設定
IGMP フィルタ	適用されない
IGMP グループの最大数	最大数は設定されない
IGMP プロファイル	未設定
IGMP プロファイル アクション	範囲で示されたアドレスを拒否

転送テーブルに登録されているグループが最大数に達していると、デフォルトの IGMP スロットリング アクションは IGMP レポートを拒否します。設定時の注意事項については、「IGMP スロットリング アクションの設定」（P.22-29）を参照してください。

IGMP プロファイルの設定

IGMP プロファイルを設定するには、**ip igmp profile** グローバル コンフィギュレーション コマンドおよびプロファイル番号を使用して、IGMP プロファイルを作成し、IGMP プロファイル コンフィギュレーション モードを開始します。ポートから送信される IGMP Join 要求をフィルタリングするために使用される IGMP プロファイルのパラメータは、このモードから指定できます。IGMP プロファイル コンフィギュレーション モードでは、次のコマンドを使用して、プロファイルを作成できます。

- **deny**：一致するアドレスを拒否します。デフォルトで設定されています。
- **exit**：IGMP プロファイル コンフィギュレーション モードを終了します。
- **no**：コマンドを否定するか、または設定をデフォルトに戻します。
- **permit**：一致するアドレスを許可します。
- **range**：プロファイルの IP アドレス範囲を指定します。単一の IP アドレス、または開始アドレスと終了アドレスで指定された IP アドレス範囲を入力できます。

デフォルトでは、スイッチには IGMP プロファイルが設定されていません。プロファイルが設定されており、**permit** および **deny** キーワードがいずれも指定されていない場合、デフォルトでは、IP アドレス範囲へのアクセスが拒否されます。

IGMP プロファイルを作成するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**ip igmp profile** *profile number*	設定するプロファイルに番号を割り当て、IGMP プロファイル コンフィギュレーション モードを開始します。プロファイル番号の範囲は 1 ～ 4294967295 です。
ステップ 3	**permit | deny**	（任意）IP マルチキャスト アドレスへのアクセスを許可または拒否するアクションを設定します。アクションを設定しないと、プロファイルのデフォルト設定はアクセス拒否になります。
ステップ 4	**range** *ip multicast address*	アクセスが制御される IP マルチキャスト アドレスまたは IP マルチキャスト アドレス範囲を入力します。範囲を入力する場合は、IP マルチキャスト アドレスの下限値、スペースを 1 つ、IP マルチキャスト アドレスの上限値を入力します。 **range** コマンドを複数回入力すると、複数のアドレスまたはアドレス範囲を入力できます。
ステップ 5	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 6	**show ip igmp profile** *profile number*	プロファイルの設定を確認します。
ステップ 7	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

プロファイルを削除するには、**no ip igmp profile** *profile number* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

IP マルチキャスト アドレスまたは IP マルチキャスト アドレス範囲を削除するには、**no range** *ip multicast address*IGMP プロファイル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、単一の IP マルチキャスト アドレスへのアクセスを許可する IGMP プロファイル 4 を作成して、設定を確認する例を示します。アクションが拒否（デフォルト）である場合は、**show ip igmp profile** の出力には表示されません。

```
Switch(config)# ip igmp profile 4
Switch(config-igmp-profile)# permit
Switch(config-igmp-profile)# range 229.9.9.0
Switch(config-igmp-profile)# end
Switch# show ip igmp profile 4
IGMP Profile 4
    permit
    range 229.9.9.0 229.9.9.0
```

IGMP プロファイルの適用

IGMP プロファイルの定義に従ってアクセスを制御するには、**ip igmp filter** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用して、プロファイルを該当するインターフェイスに適用します。IGMP プロファイルを適用できるのは、レイヤ 2 アクセス ポートだけです。ルーテッド ポートや SVI には適用できません。EtherChannel ポート グループに所属するポートに、プロファイルを適用できません。1 つのプロファイルを複数のインターフェイスに適用できますが、1 つのインターフェイスに適用できるプロファイルは 1 つだけです。

スイッチ ポートに IGMP プロファイルを適用するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	物理インターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。インターフェイスは、EtherChannel ポート グループに所属していないレイヤ 2 ポートでなければなりません。
ステップ 3	**ip igmp filter** *profile number*	指定された IGMP プロファイルをインターフェイスに適用します。指定できる範囲は 1 ～ 4294967295 です。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show running-config interface** *interface-id*	設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

インターフェイスからプロファイルを削除するには、**no ip igmp filter** *profile number* インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、ポートに IGMP プロファイル 4 を適用する例を示します。

```
Switch(config)# interface gigabitethernet0/2
Switch(config-if)# ip igmp filter 4
Switch(config-if)# end
```

IGMP グループの最大数の設定

レイヤ 2 インターフェイスが加入できる IGMP グループの最大数を設定するには、**ip igmp max-groups** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。最大数をデフォルト設定（制限なし）に戻すには、このコマンドの **no** 形式を使用します。

この制限が適用されるのはレイヤ 2 ポートだけです。ルーテッド ポートや SVI には IGMP グループの最大数を設定できません。また、このコマンドを論理 EtherChannel インターフェイスでも使用することはできますが、EtherChannel ポート グループに属するポート上では、使用できません。

転送テーブルの IGMP グループの最大数を設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	設定するインターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。インターフェイスは、EtherChannel ポート グループに所属しないレイヤ 2 ポート、または EtherChannel インターフェイスのいずれかにできます。
ステップ 3	**ip igmp max-groups** *number*	インターフェイスが加入できる IGMP グループの最大数を設定します。指定できる範囲は 0 ～ 4294967294 です。デフォルトでは最大数は設定されません。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show running-config interface** *interface-id*	設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

グループの最大数に関する制限を削除し、デフォルト設定（制限なし）に戻すには、**no ip igmp max-groups** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、ポートが加入できる IGMP グループ数を 25 に制限する例を示します。

```
Switch(config)# interface gigabitethernet0/2
Switch(config-if)# ip igmp max-groups 25
Switch(config-if)# end
```

IGMP スロットリング アクションの設定

レイヤ 2 インターフェイスが加入できる IGMP グループの最大数を設定した後、**ip igmp max-groups action replace** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用して受信した IGMP レポートの新しいグループで、既存のグループを上書きします。IGMP Join レポートを廃棄するデフォルトの設定に戻すには、このコマンドの **no** 形式を使用します。

IGMP スロットリングを設定するときには、次の注意事項に従ってください。

- この制限事項は、レイヤ 2 ポートだけに適用されます。このコマンドは、論理 EtherChannel インターフェイスでは使用できますが、EtherChannel ポート グループに属するポートでは使用できません。
- グループの最大数に関する制限がデフォルト（制限なし）に設定されている場合、**ip igmp max-groups action** {**deny** | **replace**} コマンドを入力しても効果はありません。
- インターフェイスによりマルチキャスト エントリが転送テーブルに追加されてから、スロットリング アクションを設定し、グループの最大数の制限を設定すると、転送テーブルのエントリは、スロットリング アクションに応じて期限切れになるか削除されます。
  - スロットリング アクションを **deny** に設定すると、すでに転送テーブルに登録されていたエントリは、削除されることはありませんが期限切れになります。エントリが期限切れになり、最大数のエントリが転送テーブルに登録されていると、スイッチは、インターフェイスで受信した次の IGMP レポートを廃棄します。
  - スロットリング アクションを **replace** に設定すると、すでに転送テーブルに登録されていたエントリは削除されます。フォワーディング テーブルのエントリが最大数まで達したら、スイッチはランダムに選択したエントリを受信した IGMP レポートで上書きします。

  スイッチが転送テーブルのエントリを削除しないようにするには、インターフェイスにより転送テーブルにエントリが追加される前に、IGMP スロットリング アクションを設定します。

転送テーブルに最大数のエントリが登録されているときにスロットリング アクションを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	設定する物理インターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。インターフェイスは、EtherChannel ポート グループに所属しないレイヤ 2 ポート、または EtherChannel インターフェイスのいずれかにできます。トランク ポートをインターフェイスにはできません。

	コマンド	目的
ステップ 3	**ip igmp max-groups action** {**deny** | **replace**}	インターフェイスが IGMP レポートを受信したときに、転送テーブルに最大数のエントリが登録されている場合は、次のいずれかのアクションをインターフェイスに指定します。 • **deny**：レポートを廃棄します。 • **replace**：既存のグループを、IGMP レポートを受信した新しいグループで上書きします。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show running-config interface** *interface-id*	設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

レポートの廃棄というデフォルトのアクションに戻すには、**no ip igmp max-groups action** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

IGMP フィルタリングおよび IGMP スロットリング設定の表示

IGMP プロファイルの特性を表示したり、スイッチ上のすべてのインターフェイスまたは指定されたインターフェイスの IGMP プロファイルや最大グループ設定を表示したりできます。また、スイッチ上のすべてのインターフェイスまたは指定したインターフェイスに関する IGMP スロットリング設定を表示することもできます。

表 22-8 の特権 EXEC コマンドを使用して、IGMP フィルタリングおよび IGMP スロットリングの設定を表示します。

表 22-8　IGMP フィルタリングおよび IGMP スロットリングの設定を表示するためのコマンド

コマンド	目的
show ip igmp profile [*profile number*]	特定の IGMP プロファイルまたはスイッチ上で定義されているすべての IGMP プロファイルを表示します。
show running-config [**interface** *interface-id*]	インターフェイスが所属できる IGMP グループの最大数（設定されている場合）や、インターフェイスに適用される IGMP プロファイルを含む、特定のインターフェイスまたはスイッチ上のすべてのインターフェイスの設定を表示します。

CHAPTER 23

ポート単位のトラフィック制御の設定

この章では、Catalyst 3560 スイッチにポートベースのトラフィック制御機能を設定する方法について説明します。

（注） この章で使用するコマンドの構文および使用方法の詳細については、このリリースのコマンド リファレンスを参照してください。

この章で説明する内容は、次のとおりです。

ストーム制御の設定

ストーム制御の概要

ストーム制御は、物理インターフェイスの 1 つで発生したブロードキャスト、マルチキャスト、またはユニキャスト ストームによって LAN 上のトラフィックが混乱することを防ぎます。LAN ストームは、LAN にパケットがフラッディングした場合に発生します。その結果、トラフィックが極端に増えてネットワーク パフォーマンスが低下します。プロトコルスタックの実装エラー、ネットワーク構成の間違い、またはユーザによって引き起こされる DoS 攻撃もストームの原因になります。

ストーム制御（またはトラフィック抑制）は、インターフェイスからスイッチング バスを通過するパケットをモニタし、パケットがユニキャスト、マルチキャスト、またはブロードキャストのいずれであるかを判別します。スイッチは、1 秒間に受け取った特定のタイプのパケットの数をカウントして、事前に定義された抑制レベルのしきい値とその測定結果を比較します。

ストーム制御は、次のうちのいずれかをトラフィック アクティビティの測定方法に使用します。

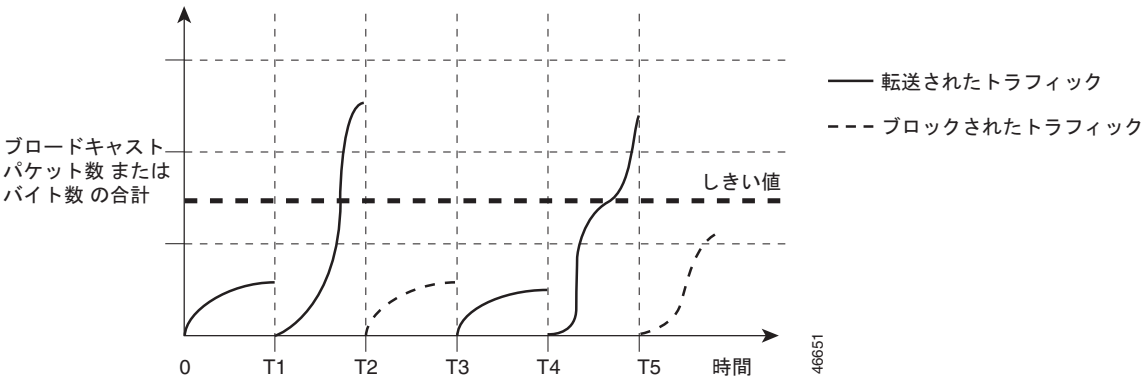
- 帯域幅（ブロードキャスト、マルチキャスト、またはユニキャスト トラフィックが使用できるポートの総帯域幅の割合）
- 秒単位で受信するパケット（ブロードキャスト、マルチキャスト、ユニキャスト）のトラフィック レート。
- 秒単位で受信するビット（ブロードキャスト、マルチキャスト、ユニキャスト）のトラフィック レート。
- 秒単位で受信するパケットおよび小さいフレームのトラフィック レート。この機能は、グローバルでイネーブルに設定されています。小さいフレームのしきい値は、インターフェイスごとに設定します

上記の方法のいずれを使用しても、しきい値に到達すると、ポートはトラフィックをブロックします。トラフィック レートが下限しきい値（指定されている場合）を下回らない限り、ポートはブロックされたままになり、その後、通常の転送が再開されます。下限抑制レベルが指定されていない場合、トラフィック レートが上限抑制レベルを下回らない限り、スイッチはすべてのトラフィックをブロックします。一般に、そのレベルが高ければ高いほど、ブロードキャスト ストームに対する保護効果は薄くなります。

（注）　マルチキャスト トラフィックのストーム制御しきい値に達した場合、Bridge Protocol Data Unit（BPDU; ブリッジ プロトコル データ ユニット）フレーム、Cisco Discovery Protocol（CDP）フレームなどの制御トラフィック以外のマルチキャスト トラフィックはすべてブロックされます。ただし、スイッチでは Open Shortest Path First（OSPF）などのルーティング アップデートと、正規のマルチキャスト データ トラフィックは区別されないため、両方のトラフィック タイプがブロックされます。

図 23-1 のグラフは、一定時間におけるインターフェイス上のブロードキャスト トラフィック パターンを示しています。この例は、マルチキャストおよびユニキャスト トラフィックにも当てはまります。この例では、T1 から T2、T4 から T5 のタイム インターバルで、転送するブロードキャスト トラフィックが設定されたしきい値を上回っています。指定のトラフィック量がしきい値を上回ると、次のインターバルで、そのタイプのトラフィックがすべて廃棄されます。したがって、T2 と T5 の後のインターバルの間、ブロードキャスト トラフィックがブロックされます。その次のインターバル（たとえば、T3）では、しきい値を上回らない限り、ブロードキャスト トラフィックが再び転送されます。

図 23-1　ブロードキャスト ストーム制御の例



ストーム制御抑制レベルと 1 秒間のインターバルを組み合わせて、ストーム制御アルゴリズムの動作を制御します。しきい値が高いほど、通過するパケット数が多くなります。しきい値が 100% であれば、トラフィックに対する制限はありません。値を 0.0 にすると、そのポート上ではすべてのブロードキャスト、マルチキャスト、またはユニキャスト トラフィックがブロックされます。

（注）　パケットは一定の間隔で届くわけではないので、トラフィック アクティビティを測定する 1 秒間のインターバルがストーム制御の動作を左右する可能性があります。

各トラフィック タイプのしきい値を設定するには、**storm-control** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

ストーム制御のデフォルト設定

デフォルトでは、ユニキャスト、ブロードキャスト、およびマルチキャスト ストーム制御はスイッチ インターフェイス上でディセーブルになります。したがって、抑制レベルは 100% です。

ストーム制御およびしきい値レベルの設定

ポートにストーム制御を設定し、特定のトラフィック タイプで使用するしきい値レベルを入力します。

ただし、ハードウェアの制約とともに、さまざまなサイズのパケットをどのように数えるかという問題があるので、しきい値の割合はあくまでも近似値です。着信トラフィックを形成するパケットのサイズによって、実際に適用されるしきい値は設定されたレベルに対して、数パーセントの差異が生じる可能性があります。

（注）　ストーム制御は、物理インターフェイス上でサポートされます。また、EtherChannel 上でもストーム制御を設定できます。ストーム制御が EtherChannel に設定されている場合、ストーム制御設定は EtherChannel 物理インターフェイスに伝播します。

ストーム制御としきい値レベルを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	設定するインターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。

	コマンド	目的
ステップ 3	**storm-control** {**broadcast** | **multicast** | **unicast**} **level** {*level* [*level-low*] | **bps** *bps* [*bps-low*] | **pps** *pps* [*pps-low*]}	ブロードキャスト、マルチキャスト、またはユニキャスト ストーム制御を設定します。デフォルトでは、ストーム制御はディセーブルに設定されています。 キーワードの意味は次のとおりです。 • *level* には、ブロードキャスト、マルチキャスト、またはユニキャスト トラフィックの上限しきい値レベルを帯域幅のパーセンテージで指定します（小数点第 2 位まで）。上限しきい値に到達すると、ポートはトラフィックをブロックします。指定できる範囲は 0.00 ～ 100.00 です。 • （任意）*level-low* には、下限しきい値レベルを帯域幅のパーセンテージで指定します（小数点第 2 位まで）。この値は上限抑制レベル以下の値である必要があります。トラフィックがこのレベルを下回っていれば、ポートはトラフィックを転送します。下限抑制レベルを設定していない場合、上限抑制レベルと同じ値が設定されます。指定できる範囲は 0.00 ～ 100.00 です。 しきい値に最大値（100%）を指定した場合、トラフィックの制限はなくなります。しきい値に 0.0 を設定すると、そのポート上のすべてのブロードキャスト、マルチキャスト、またはユニキャスト トラフィックがブロックされます。 • **bps** *bps* には、ブロードキャスト、マルチキャスト、またはユニキャスト トラフィックの上限しきい値レベルをビット/秒で指定します（小数点第 1 位まで）。上限しきい値に到達すると、ポートはトラフィックをブロックします。指定できる範囲は 0.0 ～ 10000000000.0 です。 • （任意）*bps-low* には、下限しきい値レベルをビット/秒で指定します（小数点第 1 位まで）。この値は上限しきい値 レベル以下の値である必要があります。トラフィックがこのレベルを下回っていれば、ポートはトラフィックを転送します。指定できる範囲は 0.0 ～ 10000000000.0 です。 • **pps** *pps* には、ブロードキャスト、マルチキャスト、またはユニキャスト トラフィックの上限しきい値レベルをパケット/秒で指定します（小数点第 1 位まで）。上限しきい値に到達すると、ポートはトラフィックをブロックします。指定できる範囲は 0.0 ～ 10000000000.0 です。 • （任意）*pps-low* には、下限しきい値レベルをパケット/秒で指定します（小数点第 1 位まで）。この値は上限しきい値 レベル以下の値である必要があります。トラフィックがこのレベルを下回っていれば、ポートはトラフィックを転送します。指定できる範囲は **0.0 ～** 10000000000.0 です。 BPS および PPS の設定には、しきい値の数値を大きく設定できるように、サフィックスに測定記号（k、m、g など）を使用できます。

	コマンド	目的
ステップ 4	**storm-control action** {**shutdown** | **trap**}	ストームが検出された場合に実行するアクションを指定します。デフォルトではトラフィックにフィルタリングを実行し、トラップは送信しない設定です。 • ストーム中、ポートを error-disable の状態にするには、**shutdown** キーワードを選択します。 • ストームが検出された場合、SNMP（簡易ネットワーク管理プロトコル）トラップを生成するには、**trap** キーワードを選択します。
ステップ 5	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 6	**show storm-control** [*interface-id*] [**broadcast** | **multicast** | **unicast**]	指定したトラフィック タイプについて、インターフェイスで設定したストーム制御抑制レベルを確認します。トラフィック タイプを入力しなかった場合は、ブロードキャスト ストーム制御の設定が表示されます。
ステップ 7	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

ストーム制御をディセーブルにするには、**no storm-control** {**broadcast** | **multicast** | **unicast**} **level** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、ポート上で、上限抑制レベルを 87%、下限抑制レベルを 65% に設定し、ユニキャスト ストーム制御をイネーブルにする方法を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# interface gigabitethernet0/1
Switch(config-if)# storm-control unicast level 87 65
```

次に、ポート上で、ブロードキャスト アドレスのストーム制御を 20% のレベルでイネーブルにする例を示します。ブロードキャスト トラフィックが、トラフィック ストーム制御インターバル内にポートで使用できる総帯域幅のうち、設定された 20% のレベルを超えた場合、トラフィック ストーム制御インターバルが終わるまで、スイッチはすべてのブロードキャスト トラフィックを廃棄します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# interface gigabitethernet0/1
Switch(config-if)# storm-control broadcast level 20
```

小さいフレームの着信レートの設定

67 バイトより小さい着信 VLAN タグ付きパケットは、*小さいフレーム*と見なされます。スイッチは小さいフレームを転送しますが、スイッチのストーム制御カウンタの増分対象ではありません。Cisco IOS Release 12.2(44)SE 以降では、小さいフレームが特定のレート（しきい値）で着信した場合にポートを errdisable にするよう設定できます。

小さいフレームの着信機能をスイッチ上でグローバルでイネーブルにしてから、各インターフェイスのパケットについて小さいフレームのしきい値を設定します。特定のレート（しきい値）で到着する、最小サイズより小さいパケットは、ポートが errdisable であるためにドロップされます。

errdisable recovery cause small-frame グローバル コンフィギュレーション コマンドを入力すると、特定の時間が経過した後にポートは再びイネーブルになります（回復時間を設定するには、**errdisable recovery** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します）。

各インターフェイスのしきい値レベルを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**errdisable detect cause small-frame**	小さいフレームの着信レート機能をスイッチでイネーブルにします。
ステップ 3	**errdisable recovery interval** *interval*	（任意）特定の errdisable ステートから回復する時間を指定します。
ステップ 4	**errdisable recovery cause small-frame**	（任意）小さいフレームの着信により errdisable となったポートが自動的に再びイネーブルになるまでの回復時間を設定します。
ステップ 5	**interface** *interface-id*	インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始し、設定するインターフェイスを指定します。
ステップ 6	**small violation-rate** *pps*	インターフェイスに、着信パケットをドロップしてポートを errdisable にするしきい値レートを設定します。指定できる範囲は 1 ～ 10,000 パケット / 秒（pps）です。
ステップ 7	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 8	**show interfaces** *interface-id*	設定を確認します。
ステップ 9	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

次に、小さいフレームの着信レート機能をイネーブルにして、ポートの回復時間を設定し、ポートを errdisable にするしきい値を設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch# errdisable detect cause small-frame
Switch# errdisable recovery cause small-frame
Switch(config)# interface gigabitethernet0/1
Switch(config-if)# small-frame violation rate 10000
Switch(config-if)# end
```

保護ポートの設定

アプリケーションによっては、あるネイバーが生成したトラフィックが別のネイバーにわからないように、同一スイッチ上のポート間でレイヤ 2 トラフィックが転送されないように設定する必要があります。このような環境では、保護ポートを使用すると、スイッチ上のポート間でユニキャスト、ブロードキャスト、またはマルチキャスト トラフィックの交換が確実になくなります。

保護ポートには、次の機能があります。

- 保護ポートは、同様に保護ポートである他のポートに、トラフィック（ユニキャスト、マルチキャスト、またはブロードキャスト）をすべて転送するわけではありません。レイヤ 2 では、保護ポート間でデータ トラフックを転送できません。CPU で処理されてソフトウェアで転送される、Protocol Independent Multicast（PIM）パケットのような制御トラフィックだけが転送されます。保護ポート間を通過するトラフィックはすべて、レイヤ 3 デバイスを介して転送しなければなりません。
- 保護ポートと非保護ポート間の転送動作は、通常どおりに進みます。

ここでは、次の設定情報について説明します。

- 「保護ポートのデフォルト設定」（P.23-7）
- 「保護ポート設定時の注意事項」（P.23-7）
- 「保護ポートの設定」（P.23-7）

保護ポートのデフォルト設定

デフォルトでは、保護ポートは定義されません。

保護ポート設定時の注意事項

保護ポートは、物理インターフェイス（GigabitEthernet ポート 1 など）または EtherChannel グループ（port-channel 5 など）に設定できます。ポート チャネルで保護ポートをイネーブルにした場合は、そのポート チャネル グループ内のすべてのポートでイネーブルになります。

プライベート VLAN ポートを保護ポートとして設定しないでください。保護ポートをプライベート VLAN ポートとして設定しないでください。プライベート VLAN の独立ポートは、他の独立ポートやコミュニティ ポートにトラフィックを転送しません。プライベート VLAN の詳細については、第 15 章「プライベート VLAN の設定」を参照してください。

保護ポートの設定

ポートを保護ポートとして定義するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	設定するインターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**switchport protected**	インターフェイスを保護ポートに設定します。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show interfaces** *interface-id* **switchport**	設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

保護ポートをディセーブルにするには、**no switchport protected** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、保護ポートとしてポートを設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# interface gigabitethernet0/1
Switch(config-if)# switchport protected
Switch(config-if)# end
```

ポート ブロッキングの設定

デフォルトでは、スイッチは未知の宛先 MAC（メディア アクセス コントロール）アドレスが指定されたパケットをすべてのポートからフラッディングします。未知のユニキャストおよびマルチキャスト トラフィックが保護ポートに転送されると、セキュリティ上、問題になる可能性があります。未知のユニキャストおよびマルチキャスト トラフィックがあるポートから別のポートに転送されないようにするために、（保護または非保護）ポートをブロックし、未知のユニキャストまたはマルチキャスト パケットが他のポートにフラッディングされないようにします。

（注）　ポート ブロッキング機能はマルチキャスト トラフィックを使用して純粋なレイヤ 2 パケットだけをブロックします。ヘッダーに IPv4 または IPv6 の情報を含むマルチキャスト パケットはブロックされません。

- 「ポート ブロッキングのデフォルト設定」（P.23-8）
- 「インターフェイスでのフラッディング トラフィックのブロッキング」（P.23-8）

ポート ブロッキングのデフォルト設定

デフォルトでは、ポートから未知のマルチキャストおよびユニキャスト トラフィックのフラッディングがブロックされず、すべてのポートにこのようなパケットがフラッディングされます。

インターフェイスでのフラッディング トラフィックのブロッキング

（注）　インターフェイスは物理インターフェイスまたは EtherChannel グループのいずれも可能です。ポート チャネルのマルチキャストまたはユニキャスト トラフィックをブロックすると、ポート チャネル グループのすべてのポートでブロックされます。

レイヤ 2 マルチキャスト パケットおよびユニキャスト パケットのフラッディングをインターフェイスでディセーブルにするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	設定するインターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**switchport block multicast**	ポートからの未知のマルチキャストの転送をブロックします。 （注）　純粋なレイヤ 2 マルチキャスト トラフィックだけがブロックされます。ヘッダーに IPv4 または IPv6 の情報を含むマルチキャスト パケットはブロックされません。
ステップ 4	**switchport block unicast**	ポートからの未知のユニキャストの転送をブロックします。
ステップ 5	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 6	**show interfaces** *interface-id* **switchport**	設定を確認します。
ステップ 7	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

ポート上でトラフィックがブロックされずに、通常の転送が行われるデフォルトの状態にインターフェイスを戻すには、**no switchport block** {**multicast** | **unicast**} インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、ポート上のユニキャストおよびレイヤ 2 マルチキャスト フラッディングをブロックする例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# interface gigabitethernet0/1
Switch(config-if)# switchport block multicast
Switch(config-if)# switchport block unicast
Switch(config-if)# end
```

ポート セキュリティの設定

ポート セキュリティ機能を使用すると、ポートへのアクセスを許可するステーションの MAC アドレスを制限および識別して、インターフェイスへの入力を制限できます。セキュア ポートにセキュア MAC アドレスを割り当てると、ポートは定義されたアドレス グループ以外の送信元アドレスを持つパケットを転送しません。セキュア MAC アドレス数を 1 つに制限し、単一のセキュア MAC アドレスを割り当てると、そのポートに接続されたワークステーションに、ポートの帯域幅全体が保証されます。

セキュア ポートとしてポートを設定し、セキュア MAC アドレスが最大数に達した場合、ポートにアクセスを試みるステーションの MAC アドレスが識別されたセキュア MAC アドレスのいずれとも一致しないので、セキュリティ違反が発生します。また、あるセキュア ポート上でセキュア MAC アドレスが設定または学習されているステーションが、別のセキュア ポートにアクセスしようとしたときにも、違反のフラグが立てられます。

ここでは、次の概念と設定情報について説明します。

ポート セキュリティの概要

セキュア MAC アドレス

ポートで許可されるセキュア アドレスの最大数を設定するには、**switchport port-security maximum** *value* インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

（注）　最大値をインターフェイス上ですでに設定されているセキュア アドレスの数より小さい値に設定しようとすると、コマンドが拒否されます。

スイッチは、次のセキュア MAC アドレス タイプをサポートします。

- スタティック セキュア MAC アドレス：**switchport port-security mac-address** *mac-address* インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用して手動で設定され、アドレス テーブルに保存されたのち、スイッチの実行コンフィギュレーションに追加されます。
- ダイナミック セキュア MAC アドレス：動的に設定されてアドレス テーブルだけに保存され、スイッチの再起動時に削除されます。
- *スティッキー* セキュア MAC アドレス：動的に学習することも、手動で設定することもできます。アドレス テーブルに保存され、実行コンフィギュレーションに追加されます。このアドレスがコンフィギュレーション ファイルに保存されていると、スイッチの再起動時にインターフェイスはこれらを動的に再設定する必要がありません。

スティッキー ラーニングをイネーブルにすると、ダイナミック MAC アドレスをスティッキー セキュア MAC アドレスに変換して実行コンフィギュレーションに追加するようにインターフェイスを設定できます。スティッキー ラーニングをイネーブルにするには、**switchport port-security mac-address sticky** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを入力します。このコマンドを入力すると、インターフェイスはスティッキー ラーニングがイネーブルになる前に学習したものを含め、すべてのダイナミック セキュア MAC アドレスをスティッキー セキュア MAC アドレスに変換します。すべてのスティッキー セキュア MAC アドレスは実行コンフィギュレーションに追加されます。

スティッキー セキュア MAC アドレスは、コンフィギュレーション ファイル（スイッチが再起動されるたびに使用されるスタートアップ コンフィギュレーション）に、自動的には反映されません。スティッキー セキュア MAC アドレスをコンフィギュレーション ファイルに保存すると、スイッチの再起動時にインターフェイスはこれらを再び学習する必要がありません。スティッキー セキュア アドレスが保存されていない場合、アドレスは失われます。

スティッキー ラーニングをディセーブルにした場合、スティッキー セキュア MAC アドレスはダイナミック セキュア MAC アドレスに変換され、実行コンフィギュレーションから削除されます。

スイッチに設定できるセキュア MAC アドレスの最大数は、システムで許可されている MAC アドレスの最大数によって決まります。この値は、アクティブな Switch Database Management（SDM）テンプレートによって決まります。第 7 章「SDM テンプレートの設定」を参照してください。この値は、使用可能な MAC アドレス（その他のレイヤ 2 機能やインターフェイスに設定されたその他のセキュア MAC アドレスで使用される MAC アドレスを含む）の総数です。

セキュリティ違反

次のいずれかの状況が発生すると、セキュリティ違反になります。

- 最大数のセキュア MAC アドレスがアドレス テーブルに追加されている状態で、アドレス テーブルに未登録の MAC アドレスを持つステーションがインターフェイスにアクセスしようとした場合。
- あるセキュア インターフェイスで学習または設定されたアドレスが、同一 VLAN 内の別のセキュア インターフェイスで使用された場合。

違反が発生した場合の対処に基づいて、次の 4 つの違反モードのいずれかをインターフェイスに設定できます。

- protect（保護）：セキュア MAC アドレスの数がポートで許可されている最大限度に達すると、最大値を下回るまで十分な数のセキュア MAC アドレスを削除するか、許可アドレス数を増やさない限り、未知の送信元アドレスを持つパケットはドロップされます。セキュリティ違反が発生したことは通知されません。

  （注）　トランク ポートに protect 違反モードを設定することは推奨しません。protect モードの場合、ポートが最大限度に達していなくてもいずれかの VLAN が最大限度に達すると、ラーニングをディセーブルにします。

- restict（制限）：セキュア MAC アドレスの数がポートで許可されている最大限度に達すると、最大値を下回るまで十分な数のセキュア MAC アドレスを削除するか、許可アドレス数を増やさない限り、未知の送信元アドレスを持つパケットはドロップされます。このモードでは、セキュリティ違反が発生したことが通知されます。SNMP トラップが送信されて Syslog メッセージがログされ、違反カウンタが増加します。
- shutdown（シャットダウン）：ポート セキュリティ違反により、インターフェイスが errdisable になり、ただちにシャットダウンされます。その後、ポートの LED が消灯します。セキュア ポートが errdisable ステートの場合は、**errdisable recovery cause** *psecure-violation* グローバル コンフィ

ギュレーション コマンドを入力してこのステートを解除するか、**shutdown** および **no shutdown** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを入力して手動で再びイネーブルにできます。これがデフォルトのモードです。

- shutdown vlan（VLAN シャットダウン）：VLAN 単位でセキュリティ違反モードを設定するために使用します。このモードで違反が発生すると、ポート全体ではなく、VLAN が errdisable になります。

表 23-1 に、ポート セキュリティをインターフェイスに設定した場合の違反モードおよび対処について示します。

表 23-1　セキュリティ違反モードの処置

違反モード	トラフィックの転送[1]	SNMP トラップの送信	Syslog メッセージの送信	エラー メッセージの表示[2]	違反カウンタの増加	ポートのシャットダウン
protect	なし	なし	なし	なし	なし	なし
restrict	なし	あり	あり	なし	あり	なし
shutdown	なし	なし	なし	なし	あり	あり
shutdown vlan	なし	なし	あり	なし	あり	なし[3]

1. 十分な数のセキュア MAC アドレスを削除するまで未知の送信元アドレスを持つパケットがドロップされます。
2. セキュリティ違反を引き起こすアドレスを手動で設定した場合、スイッチがエラー メッセージを返します。
3. 違反が発生した VLAN だけシャットダウンします。

ポート セキュリティのデフォルト設定

表 23-2 に、インターフェイスに対するポート セキュリティのデフォルト設定を示します。

表 23-2　ポート セキュリティのデフォルト設定

機能	デフォルト設定
ポート セキュリティ	ポート上でディセーブル。
スティッキー アドレス ラーニング	ディセーブル。
ポートあたりのセキュア MAC アドレスの最大数	1
違反モード	shutdown（シャットダウン）。セキュア MAC アドレスが最大数を上回ると、ポートがシャットダウンします。
ポート セキュリティ エージング	ディセーブル。エージング タイムは 0。 スタティック エージングはディセーブル。 タイプは absolute。

ポート セキュリティの設定時の注意事項

ポート セキュリティを設定するときには、次の注意事項に従ってください。

- ポート セキュリティを設定できるのは、スタティック アクセス ポートまたはトランク ポートに限られます。セキュア ポートをダイナミック アクセス ポートにはできません。
- セキュア ポートを Switched Port Analyzer（SPAN; スイッチド ポート アナライザ）の宛先ポートにはできません。
- セキュア ポートは、Fast EtherChannel やギガビット EtherChannel ポート グループに属すことができません。

（注）　音声 VLAN はアクセス ポートだけでサポートされており、設定可能であってもトランク ポートではサポートされていません。

- 音声 VLAN も設定されているインターフェイスでポート セキュリティをイネーブルにする際には、ポート上で許可されるセキュア アドレスの最大数を 2 に設定します。ポートを Cisco IP Phone に接続している場合、IP Phone には MAC アドレスが 1 つ必要になります。Cisco IP Phone のアドレスは音声 VLAN 上で学習されますが、アクセス VLAN 上では学習されません。1 つの PC を Cisco IP Phone に接続する場合、追加の MAC アドレスは不要です。複数の PC を Cisco IP Phone に接続する場合、各 PC と IP Phone に 1 つずつ使用できるように、十分な数のセキュア アドレスを設定する必要があります。
- トランク ポートにポート セキュリティが備わっていて、データ トラフィックではアクセス VLAN に、音声トラフィックでは 音声 VLAN に割り当てられる場合、**switchport voice** および **switchport priority extend** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを入力しても効果はありません。

  接続されたデバイスがアクセス VLAN の IP アドレスと音声 VLAN の IP アドレスの要求に同じ MAC アドレスを使用すると、アクセス VLAN だけが IP アドレスを割り当てられます。
- インターフェイスの最大セキュア アドレス値を入力したときに、新しい値がそれまでの値より大きいと、それまで設定されていた値が新しい値によって上書きされます。新しい値が以前の値より小さく、インターフェイス上ですでに設定されているセキュア アドレスの数が新しい値を上回る場合は、コマンドが拒否されます。
- スイッチは、スティッキー セキュア MAC アドレスのポート セキュリティ エージングをサポートしていません。

表 23-3 に、他のポートベース機能と互換性のあるポート セキュリティについてまとめます。

表 23-3　ポート セキュリティと他のポートベース機能との互換性

ポート タイプまたはポートの機能	ポート セキュリティとの互換性
DTP[1] ポート[2]	なし
トランク ポート	あり
ダイナミック アクセス ポート[3]	なし
ルーテッド ポート	なし
Switched Port Analyzer（SPAN; スイッチド ポート アナライザ）送信元ポート	あり
SPAN 宛先ポート	なし
EtherChannel	なし
トンネリング ポート	あり

表 23-3　ポート セキュリティと他のポートベース機能との互換性 （続き）

ポート タイプまたはポートの機能	ポート セキュリティとの互換性
保護ポート	あり
IEEE 802.1X ポート	あり
音声 VLAN ポート[4]	あり
プライベート VLAN ポート	あり
IP ソース ガード	あり
ダイナミック Address Resolution Protocol（ARP; アドレス解決プロトコル）検査	あり
Flex Link	あり

1. DTP = Dynamic Trunking Protocol
2. **switchport mode dynamic** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドで設定されたポート。
3. **switchport access vlan dynamic** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドで設定された VLAN Query Protocol（VQP）ポート。
4. ポートに最大限可能なセキュアなアドレスを設定します（アクセス VLAN で可能なセキュアなアドレスの最大数に 2 を加えた数）。

ポート セキュリティのイネーブル化および設定

ポートへのアクセスを許可するステーションの MAC アドレスを制限および識別することによって、インターフェイスへの入力を制限するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	設定するインターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**switchport mode** {**access** | **trunk**}	インターフェイス スイッチポート モードを access または trunk に設定します。デフォルト モード（dynamic auto）のインターフェイスは、セキュア ポートとして設定できません。
ステップ 4	**switchport voice vlan** *vlan-id*	ポート上で音声 VLAN をイネーブルにします。 *vlan-id*：音声トラフィックに使用する VLAN を指定します。
ステップ 5	**switchport port-security**	インターフェイス上でポート セキュリティをイネーブルにします。

	コマンド	目的
ステップ 6	**switchport port-security** [**maximum** *value* [**vlan** {*vlan-list* | {**access** | **voice**}}]]	（任意）インターフェイスに対するセキュア MAC アドレスの最大数を設定します。スイッチに設定できるセキュア MAC アドレスの最大数は、システムで許可されている MAC アドレスの最大数によって決まります。この値は、アクティブな SDM テンプレートによって決まります。第 7 章「スイッチ SDM テンプレートの設定」を参照してください。この値は、使用可能な MAC アドレス（その他のレイヤ 2 機能やインターフェイスに設定されたその他のセキュア MAC アドレスで使用される MAC アドレスを含む）の総数を表します。 （任意）**vlan**：VLAN 単位の最大値を設定します。 **vlan** キーワードを入力した後、次のオプションのいずれか 1 つを入力してください。 • *vlan-list*：トランク ポート上で、ハイフンで区切った範囲の VLAN、またはカンマで区切った一連の VLAN における、VLAN 単位の最大値を設定できます。指定されなかった VLAN には、VLAN 単位の最大値が使用されます。 • **access**：アクセス ポート上で、アクセス VLAN として VLAN を指定します。 • **voice**：アクセス ポート上で、音声 VLAN として VLAN を指定します。 （注）　**voice** キーワードは、音声 VLAN がポートに設定されていて、さらにそのポートがアクセス VLAN でない場合だけ有効です。インターフェイスに音声 VLAN が設定されている場合、セキュア MAC アドレスの最大数を 2 に設定します。
ステップ 7	**switchport port-security** [**violation** {**protect** | **restrict** | **shutdown** | **shutdown vlan**}]	（任意）違反モード、つまりセキュリティ違反が検出されたときの対応を、次のいずれかに設定します。 • **protect**（保護）：ポート セキュア MAC アドレスの数がポートで許可されている最大限度に達すると、最大値を下回るまで十分な数のセキュア MAC アドレスを削除するか、または許可アドレス数を増やさない限り、未知の送信元アドレスを持つパケットはドロップされます。セキュリティ違反が発生したことは通知されません。 （注）　トランク ポートに protect モードを設定することは推奨しません。protect モードの場合、ポートが最大限度に達していなくてもいずれかの VLAN が最大限度に達すると、ラーニングをディセーブルにします。 • **restrict**：セキュア MAC アドレスの数がポートで許可されている最大限度に達すると、十分な数のセキュア MAC アドレスを削除するか、または許可アドレス数を増やさない限り、未知の送信元アドレスを持つパケットはドロップされます。SNMP トラップが送信されて Syslog メッセージがログされ、違反カウンタが増加します。 • **shutdown**：違反が発生すると、インターフェイスが errdisable になり、ポートの LED が消灯します。SNMP トラップが送信されて Syslog メッセージがログされ、違反カウンタが増加します。 • **shutdown vlan**：VLAN 単位でセキュリティ違反モードを設定するために使用します。このモードで違反が発生すると、ポート全体ではなく、VLAN が errdisable になります。 （注）　セキュア ポートが errdisable ステートになった場合は、**errdisable recovery cause psecure-violation** グローバル コンフィギュレーション コマンドを入力して、このステートを解除します。手動で再びイネーブルにするには、**shutdown** および **no shutdown** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを入力するか、**clear errdisable interface vlan** 特権 EXEC コマンドを入力します。

	コマンド	目的
ステップ 8	**switchport port-security** [**mac-address** *mac-address* [**vlan** {*vlan-id* | {**access** | **voice**}}]	（任意）インターフェイスのセキュア MAC アドレスを入力します。このコマンドを使用すると、最大数のセキュア MAC アドレスを入力できます。設定したセキュア MAC アドレスが最大数より少ない場合、残りの MAC アドレスは動的に学習されます。 （注）　このコマンドの入力後にスティッキー ラーニングをイネーブルにすると、動的に学習されたセキュア アドレスがスティッキー セキュア MAC アドレスに変換されて実行コンフィギュレーションに追加されます。 （任意）**vlan**：VLAN 単位の最大値を設定します。 **vlan** キーワードを入力した後、次のオプションのいずれか 1 つを入力してください。 • *vlan-id*：トランク ポートで、VLAN ID および MAC アドレスを指定できます。VLAN ID を指定しない場合、ネイティブ VLAN が使用されます。 • **access**：アクセス ポート上で、アクセス VLAN として VLAN を指定します。 • **voice**：アクセス ポート上で、音声 VLAN として VLAN を指定します。 （注）　**voice** キーワードは、音声 VLAN がポートに設定されていて、さらにそのポートがアクセス VLAN でない場合だけ有効です。インターフェイスに音声 VLAN が設定されている場合、セキュア MAC アドレスの最大数を 2 に設定します。
ステップ 9	**switchport port-security mac-address sticky**	（任意）インターフェイスでスティッキー ラーニングをイネーブルにします。
ステップ 10	**switchport port-security mac-address sticky** [*mac-address* | **vlan** {*vlan-id* | {**access** | **voice**}}]	（任意）スティッキー セキュア MAC アドレスを入力し、必要な回数だけコマンドを繰り返します。設定したセキュア MAC アドレスの数が最大数より少ない場合、残りの MAC アドレスは動的に学習されてスティッキー セキュア MAC アドレスに変換され、実行コンフィギュレーションに追加されます。 （注）　このコマンドの入力前にスティッキー ラーニングをイネーブルにしないと、エラー メッセージが表示されてスティッキー セキュア MAC アドレスアドレスを入力できません。 （任意）**vlan**：VLAN 単位の最大値を設定します。 **vlan** キーワードを入力した後、次のオプションのいずれか 1 つを入力してください。 • *vlan-id*：トランク ポートで、VLAN ID および MAC アドレスを指定できます。VLAN ID を指定しない場合、ネイティブ VLAN が使用されます。 • **access**：アクセス ポート上で、アクセス VLAN として VLAN を指定します。 • **voice**：アクセス ポート上で、音声 VLAN として VLAN を指定します。 （注）　**voice** キーワードは、音声 VLAN がポートに設定されていて、さらにそのポートがアクセス VLAN でない場合だけ有効です。
ステップ 11	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 12	**show port-security**	設定を確認します。
ステップ 13	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

セキュア ポートではないデフォルトの状態にインターフェイスを戻す場合は、**no switchport port-security** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。スティッキー ラーニングがイネーブルの状態でこのコマンドを入力すると、スティッキー セキュア アドレスが実行コンフィギュレーションの一部に残りますが、アドレス テーブルからは削除されます。ここですべてのアドレスが動的に学習されます。

インターフェイスのセキュア MAC アドレス数をデフォルトに戻す場合は、**no switchport port-security maximum** *value* インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。違反モードをデフォルト状態（shutdown モード）に戻す場合は、**no switchport port-security violation** {**protocol** | **restrict**} インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

インターフェイスでスティッキー ラーニングをディセーブルにするには、**no switchport port-security mac-address sticky** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。インターフェイスがスティッキー セキュア MAC アドレスをダイナミック セキュア アドレスに変換します。ただし、スティッキー MAC アドレスによる設定を保存した場合、**no switchport port-security mac-address sticky** コマンドの入力後に設定をもう一度保存しないと、スイッチの再起動時にスティッキー アドレスが復元されます。

MAC アドレス テーブルからスイッチまたはインターフェイス上のセキュア アドレスすべてまたは特定（設定、ダイナミック、スティッキー）のセキュア アドレスすべてを削除するには、**clear port-security** {**all** | **configured** | **dynamic** | **sticky**} 特権 EXEC コマンドを使用します。

アドレス テーブルから特定のセキュア MAC アドレスを削除するには、**no switchport port-security mac-address** *mac-address* インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。インターフェイス上のすべてのダイナミック セキュア アドレスをアドレス テーブルから削除するには、**no switchport port-security** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドの後に、（インターフェイスでポート セキュリティを再びイネーブルにするために）**switchport port-security** コマンドを入力します。**no switchport port-security** コマンドを使用する前に、**no switchport port-security mac-address sticky** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用してスティッキー セキュア MAC アドレスをダイナミック セキュア MAC アドレスに変換した場合、手動で設定されたものを除き、インターフェイス上のすべてのセキュア アドレスが削除されます。

設定済みのセキュア MAC アドレスをアドレス テーブルから明確に削除する場合、**no switchport port-security mac-address** *mac-address* インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用しなければなりません。

次に、ポート上でポート セキュリティをイネーブルにし、セキュア アドレスの最大数を 50 に設定する例を示します。違反モードはデフォルトです。スタティック セキュア MAC アドレスは設定せず、スティッキー ラーニングはイネーブルです。

```
Switch(config)# interface gigabitethernet0/1
Switch(config-if)# switchport mode access
Switch(config-if)# switchport port-security
Switch(config-if)# switchport port-security maximum 50
Switch(config-if)# switchport port-security mac-address sticky
```

次に、ポートの VLAN 3 上にスタティック セキュア MAC アドレスを設定する例を示します。

```
Switch(config)# interface gigabitethernet0/2
Switch(config-if)# switchport mode trunk
Switch(config-if)# switchport port-security
Switch(config-if)# switchport port-security mac-address 0000.02000.0004 vlan 3
```

次に、ポートのスティッキー ポート セキュリティをイネーブルにする例を示します。データ VLAN および音声 VLAN の MAC アドレスを手動で設定し、セキュア アドレスの総数を 20 に設定します（データ VLAN に 10、音声 VLAN に 10 割り当てます）。

```
Switch(config)# interface gigabitethernet0/1
Switch(config-if)# switchport access vlan 21
Switch(config-if)# switchport mode access
Switch(config-if)# switchport voice vlan 22
```

```
Switch(config-if)# switchport port-security
Switch(config-if)# switchport port-security maximum 20
Switch(config-if)# switchport port-security violation restrict
Switch(config-if)# switchport port-security mac-address sticky
Switch(config-if)# switchport port-security mac-address sticky 0000.0000.0002
Switch(config-if)# switchport port-security mac-address 0000.0000.0003
Switch(config-if)# switchport port-security mac-address sticky 0000.0000.0001 vlan voice
Switch(config-if)# switchport port-security mac-address 0000.0000.0004 vlan voice
Switch(config-if)# switchport port-security maximum 10 vlan access
Switch(config-if)# switchport port-security maximum 10 vlan voice
```

ポート セキュリティ エージングのイネーブル化および設定

ポート上のすべてのセキュア アドレスにエージング タイムを設定するには、ポート セキュリティ エージングを使用します。ポートごとに 2 つのタイプのエージングがサポートされています。

- absolute：指定されたエージング タイムの経過後に、ポート上のセキュア アドレスが削除されます。
- inactivity：指定されたエージング タイムの間、セキュア アドレスが非アクティブであった場合に限り、ポート上のセキュア アドレスが削除されます。

この機能を使用すると、既存のセキュア MAC アドレスを手動で削除しなくても、セキュア ポート上のデバイスを削除および追加し、なおかつポート上のセキュア アドレス数を制限できます。セキュア アドレスのエージングは、ポート単位でイネーブルまたはディセーブルにできます。

ポート セキュリティ エージングを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	設定するインターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**switchport port-security aging** {**static** | **time** *time* | **type** {**absolute** | **inactivity**}}	セキュア ポートのスタティック エージングをイネーブルまたはディセーブルにします。またはエージング タイムやタイプを設定します。 （注）　スイッチは、スティッキー セキュア アドレスのポート セキュリティ エージングをサポートしていません。 このポートでスタティックに設定されたセキュア アドレスのエージングをイネーブルにする場合は、**static** を入力します。 *time* には、このポートのエージング タイムを指定します。指定できる範囲は、0 ～ 1440 分です。 **type** には、次のキーワードのいずれか 1 つを選択します。 • **absolute**：エージング タイプを絶対エージングとして設定します。このポートのセキュア アドレスはすべて、指定した time（分単位）が経過すると期限切れになり、セキュア アドレス リストから削除されます。 • **inactivity**：エージング タイプを非アクティブ エージングとして設定します。指定された time 期間中にセキュア送信元アドレスからのデータ トラフィックがない場合に限り、このポートのセキュア アドレスが期限切れになります。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。

	コマンド	目的
ステップ 5	**show port-security** [**interface** *interface-id*] [**address**]	設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

ポート上のすべてのセキュア アドレスに対してポート セキュリティ エージングをディセーブルにするには、**no switchport port-security aging time** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。静的に設定されたセキュア アドレスに対してだけエージングをディセーブルにするには、**no switchport port-security aging static** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、ポート上のセキュア アドレスのエージング タイムを 2 時間に設定する例を示します。

```
Switch(config)# interface gigabitethernet0/1
Switch(config-if)# switchport port-security aging time 120
```

次に、このインターフェイスに設定されたセキュア アドレスに対して、エージングをイネーブルにし、非アクティブ エージング タイプのエージング タイムを 2 分に設定する例を示します。

```
Switch(config-if)# switchport port-security aging time 2
Switch(config-if)# switchport port-security aging type inactivity
Switch(config-if)# switchport port-security aging static
```

上記のコマンドを確認するには、**show port-security interface** *interface-id* 特権 EXEC コマンドを使用します。

ポート セキュリティおよびプライベート VLAN

管理者はポート セキュリティを使用して、ポートで学習する MAC アドレスの数を制限したり、ポートで学習可能な MAC アドレスを指定したりできます。

PVLAN ホストおよび混合モード ポート上でポート セキュリティを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	設定するインターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**switchport mode private-vlan** {**host** | **promiscuous**}	インターフェイスでプライベート VLAN をイネーブルにします。
ステップ 4	**switchport port-security**	インターフェイス上でポート セキュリティをイネーブルにします。
ステップ 5	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 6	**show port-security** [**interface** *interface-id*] [**address**]	設定を確認します。
ステップ 7	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

次に、ポート セキュリティおよびプライベート VLAN を設定する例を示します。

```
Switch(config)# interface gigabitethernet0/1
Switch(config-if)# switchport private-vlan mapping 2061 2201-2206,3101
Switch(config-if)# switchport mode private-vlan promiscuous
Switch(config-if)# switchport port-security maximum 288
```

```
Switch(config-if)# switchport port-security
Switch(config-if)# switchport port-security violation restrict
```

（注）ポート セキュリティとプライベート VLAN の両方が設定されたポートを、セキュア PVLAN ポートと呼びます。セキュア PVLAN ポートでセキュア アドレスを学習すると、同一のプライマリ VLAN に属する他のセキュア PVLAN ポートで同じセキュア アドレスを学習できません。ただし、非セキュア PVLAN ポートで学習したアドレスは、同一プライマリ VLAN に属するセキュア PVLAN で学習できます。

ホスト ポートで学習したセキュア アドレスは、関連するプライマリ VLAN で自動的に複製されます。同様に、混合ポートで学習したセキュア アドレスは、すべての関連するセカンダリ VLAN で自動的に複製されます。ユーザがスタティック アドレス（mac-address-table static コマンドを使用）をセキュア ポートに設定できません。

プロトコル ストーム防御の設定

プロトコル ストーム防御の概要

スイッチに Address Resolution Protocol（ARP; アドレス解決プロトコル）または制御パケットがフラッディングすると、CPU の使用率が高くなって CPU が過負荷になることがあります。次の問題が発生することがあります。

- プロトコル制御パケットが受信されないため、ルーティング プロトコルがフラップすることがあり、ネイバー隣接関係がドロップされる。
- Spanning Tree Protocol（STP; スパニング ツリー プロトコル）Bridge Protocol Data Unit（BPDU; ブリッジ プロトコル データ ユニット）を送信または受信できないため、STP が再コンバージェンスする。
- CLI が遅くなるか、応答しない。

プロトコル ストーム防御を使用すると、パケット フロー レートの上限のしきい値を指定して制御パケットがスイッチに送信されるレートを制御できます。サポートされるプロトコルは、ARP、ARP スヌーピング、Dynamic Host Configuration Protocol（DHCP）v4、DHCP スヌーピング、Internet Group Management Protocol（IGMP）、および IGMP スヌーピングです。

パケットのレートが指定されたしきい値を超えると、スイッチは 30 秒間に指定された仮想ポートに着信するすべてのトラフィックをドロップします。パケットのレートが再度測定され、必要に応じてプロトコル ストーム防御が再度適用されます。

さらに保護するために、仮想ポートを手動で errdisable にして仮想ポートのすべての着信トラフィックをブロックできます。手動で仮想ポートをイネーブルにしたり、仮想ポートの自動再イネーブル化の時間間隔を設定できます。

（注）過剰なパケットがドロップされる仮想ポートは、最大で 2 つです。
仮想ポートの errdisable は、EtherChannel および Flexlink インターフェイスではサポートされません。

プロトコル ストーム防御のデフォルト設定

デフォルトでは、プロトコル ストーム防御はディセーブルです。イネーブルにすると、デフォルトで仮想ポートの自動回復はディセーブルになります。

プロトコル ストーム防御のイネーブル化

プロトコル ストーム防御を設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**psp** {**arp** | **dhcp** | **igmp**} **pps** *value*	ARP、IGMP、または DHCP のプロトコル ストーム防御を設定します。 *value* には、1 秒あたりのパケット数のしきい値を指定します。トラフィックがこの値を超えると、プロトコル ストーム防御が適用されます。範囲は毎秒 5 ～ 50 パケットです。
ステップ 3	**errdisable detect cause psp**	（任意）プロトコル ストーム防御の errdisable 検出をイネーブルにします。この機能をイネーブルにすると、仮想ポートは errdisable になります。この機能をディセーブルにすると、ポートは errdisable にならずに過剰なパケットをドロップします。
ステップ 4	**errdisable recovery interval** *time*	（任意）errdisable 仮想ポートの自動回復時間（秒）を設定します。仮想ポートが errdisable になると、スイッチはこの時間が経過すると自動回復を実行します。指定できる範囲は 30 ～ 86400 秒です。
ステップ 5	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 6	**show psp config** {**arp** | **dhcp** | **igmp**}	設定を確認します。

次に、DHCP の着信 DHCP トラフィックが毎秒 35 パケットを超えると、トラフィックをドロップするようにプロトコル ストーム防御を設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# psp dhcp pps 35
```

特定のプロトコルのプロトコル ストーム防御をディセーブルにするには、**no psp** {**arp** | **dhcp** | **igmp**} 特権 EXEC コマンドを使用します。

プロトコル ストーム防御の errdisable 検出をディセーブルにするには、**no errdisable detect cause psp** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

errdisable 仮想ポートを手動で再度イネーブルにするには、**errdisable recovery cause psp** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

errdisable ポートの自動回復をディセーブルにするには、**no errdisable recovery cause psp** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

プロトコル ストーム防御を設定すると、カウンタはドロップされたパケットの数を記録します。このカウンタを表示するには、**show psp statistics** [**arp** | **igmp** | **dhcp**] 特権 EXEC コマンドを使用します。プロトコルのカウンタをクリアするには、**clear psp counter** [**arp** | **igmp** | **dhcp**] コマンドを使用します。

ポート単位のトラフィック制御設定の表示

show interfaces *interface-id* **switchport** 特権 EXEC コマンドを使用すると、（他の特性の中から）インターフェイス トラフィックの抑制および制御の設定が表示されます。**show storm-control** および **show port-security** 特権 EXEC コマンドを使用すると、ストーム制御およびポート セキュリティの設定が表示されます。

トラフィックの制御情報を表示するには、表 23-4 の特権 EXEC コマンドを 1 つまたは複数使用します。

表 23-4　トラフィック制御ステータスおよび設定を表示するためのコマンド

コマンド	目的
show interfaces [*interface-id*] **switchport**	すべてのスイッチング（非ルーティング）ポートまたは指定されたポートの管理ステータスまたは動作ステータスを、ポート ブロッキングおよびポート保護の設定を含めて表示します。
show storm-control [*interface-id*] [**broadcast** | **multicast** | **unicast**]	すべてのインターフェイスまたは指定されたインターフェイスに設定されているストーム制御抑制レベルを、指定されたトラフィック タイプについて、またはブロードキャストトラフィック（トラフィック タイプが入力されていない場合）について表示します。
show port-security [**interface** *interface-id*]	スイッチまたは指定されたインターフェイスのポート セキュリティ設定を、各インターフェイスで許容されるセキュア MAC アドレスの最大数、インターフェイスのセキュア MAC アドレスの数、発生したセキュリティ違反の数、違反モードを含めて表示します。
show port-security [**interface** *interface-id*] **address**	すべてのスイッチ インターフェイスまたは指定されたインターフェイスに設定されたすべてのセキュア MAC アドレス、および各アドレスのエージング情報を表示します。
show port-security interface *interface-id* **vlan**	指定されたインターフェイスに VLAN 単位で設定されているセキュア MAC アドレスの数を表示します。

CHAPTER 24

CDP の設定

この章では、Catalyst 3560 スイッチに Cisco Discovery Protocol（CDP; シスコ検出プロトコル）を設定する方法について説明します。この章で使用するコマンドの構文および使用方法の詳細については、このリリースに対応するコマンド リファレンスおよび『*Cisco IOS Configuration Fundamentals Command Reference, Release 12.4*』の「System Management Commands」を参照してください。

この章で説明する内容は、次のとおりです。

CDP の概要

CDP はすべてのシスコ デバイス（ルータ、ブリッジ、アクセス サーバ、およびスイッチ）のレイヤ 2（データ リンク レイヤ）で動作するデバイス検出プロトコルです。ネットワーク管理アプリケーションは CDP を使用することにより、既知のデバイスに隣接しているシスコ デバイスを検出できます。また、下位レイヤのトランスペアレント プロトコルが稼動しているネイバー デバイスのデバイス タイプや、Simple Network Management Protocol（SNMP; 簡易ネットワーク管理プロトコル）エージェント アドレスを学習することもできます。この機能によって、アプリケーションからネイバー デバイスに SNMP クエリーを送信できます。

CDP は、Subnetwork Access Protocol（SNAP）をサポートしているすべてのメディアで動作します。CDP はデータ リンク レイヤでだけ動作するため、異なるネットワーク レイヤ プロトコルをサポートする 2 つのシステムで互いの情報を学習できます。

CDP が設定された各デバイスはマルチキャスト アドレスに定期的にメッセージを送信して、SNMP メッセージを受信可能なアドレスを 1 つまたは複数アドバタイズします。このアドバタイズメントには、受信側デバイスで CDP 情報を廃棄せずに保持する時間を表す Time To Live（TTL; 存続可能時間）、つまりホールドタイム情報も含まれます。各デバイスは他のデバイスから送信されたメッセージも待ち受けて、ネイバー デバイスについて学習します。

CDP はスイッチ上で Network Assistant をイネーブルにすることで、ネットワークをグラフィカルに表示できます。スイッチは CDP を使用してクラスタ候補を検出し、クラスタ メンバ、およびコマンド スイッチから最大 3 台（デフォルト）離れたクラスタ対応の他のデバイスについての情報を維持します。

スイッチおよび Cisco Medianet が稼動している接続されたエンドポイント デバイスの場合は、次のようになります。

- CDP は、スイッチと直接通信する接続されたエンドポイントを識別します。
- ネイバー デバイスのレポートが重複しないように、1 つの有線スイッチだけがロケーション情報をレポートします。

- 有線スイッチとエンドポイントは、ロケーションの送信と受信の両方を行います。

  詳細については、次の URL を参照してください。
  http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/netmgmt/configuration/guide/nm_cdp_discover.html

スイッチは CDP バージョン 2 をサポートします。

CDP の設定

ここでは、次の設定情報について説明します。

- 「CDP のデフォルト設定」（P.24-2）
- 「CDP の特性の設定」（P.24-2）
- 「CDP のディセーブル化およびイネーブル化」（P.24-3）
- 「インターフェイス上での CDP のディセーブル化およびイネーブル化」（P.24-4）

CDP のデフォルト設定

表 24-1 に、CDP のデフォルト設定を示します。

表 24-1　CDP のデフォルト設定

機能	デフォルト設定
CDP グローバル ステート	イネーブル
CDP インターフェイス ステート	イネーブル
CDP タイマー（パケット更新頻度）	60 秒
CDP ホールドタイム（廃棄までの時間）	180 秒
CDP バージョン 2 アドバタイズ	イネーブル

CDP の特性の設定

CDP 更新の頻度、廃棄するまで情報を保持する期間、およびバージョン 2 アドバタイズを送信するかどうかを設定できます。

CDP タイマー、ホールドタイム、およびアドバタイズ タイプを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

（注） ステップ 2 ～ 4 はすべて任意であり、どの順番で実行してもかまいません。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**cdp timer** *seconds*	（任意）CDP 更新の送信頻度（秒）を設定します。 指定できる範囲は 5 ～ 254 です。デフォルトは 60 秒です。

	コマンド	目的
ステップ 3	**cdp holdtime** *seconds*	（任意）デバイスから送信された情報を受信側デバイスが廃棄するまで保持する期間を指定します。 指定できる範囲は 10 ～ 255 秒です。デフォルトは 180 秒です。
ステップ 4	**cdp advertise-v2**	（任意）バージョン 2 アドバタイズを送信するように CDP を設定します。 これがデフォルトのステートです。
ステップ 5	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 6	**show cdp**	設定値を確認します。
ステップ 7	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

デフォルト設定に戻すには、CDP コマンドの **no** 形式を使用します。

次に、CDP の特性を設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# cdp timer 50
Switch(config)# cdp holdtime 120
Switch(config)# cdp advertise-v2
Switch(config)# end
```

その他の CDP **show** コマンドについては、「CDP のモニタリングおよびメンテナンス」（P.24-5）を参照してください。

CDP のディセーブル化およびイネーブル化

CDP はデフォルトでイネーブルです。

（注）　スイッチ クラスタと他のシスコ デバイス（Cisco IP Phone など）は、CDP メッセージを定期的に交換します。CDP をディセーブルにすると、クラスタ検出が中断され、デバイスの接続が切断されます。詳細については、第 5 章「スイッチのクラスタ化」および Cisco.com から入手できる『*Getting Started with Cisco Network Assistant*』を参照してください。

CDP デバイス検出機能をディセーブルにするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**no cdp run**	CDP をディセーブルにします。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。

ディセーブル化されている CDP をイネーブルにするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**cdp run**	ディセーブル化されている CDP をイネーブルにします。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。

次に、ディセーブル化されている CDP をイネーブルにする例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# cdp run
Switch(config)# end
```

インターフェイス上での CDP のディセーブル化およびイネーブル化

CDP 情報を送受信するために、サポートされているすべてのインターフェイス上では CDP がデフォルトでイネーブルになっています。

ポート上で CDP をディセーブルにするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	CDP をディセーブルにするインターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**no cdp enable**	インターフェイス上で CDP をディセーブルにします。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

特定のポート上で、ディセーブル化されている CDP をイネーブルにするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	CDP をイネーブルにするインターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**cdp enable**	インターフェイス上で、ディセーブル化されている CDP をイネーブルにします。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

次に、特定のポート上で、ディセーブル化されている CDP をイネーブルにする例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# interface gigabitethernet0/1
Switch(config-if)# cdp enable
Switch(config-if)# end
```

CDP のモニタリングおよびメンテナンス

デバイス上の CDP をモニタおよびメンテナンスするには、特権 EXEC モードで次の手順を 1 つまたは複数実行します。

コマンド	説明
clear cdp counters	トラフィック カウンタをゼロにリセットします。
clear cdp table	ネイバーに関する情報を格納する CDP テーブルを削除します。
show cdp	送信の頻度、送信されたパケットのホールドタイムなど、グローバルな情報を表示します。
show cdp entry *entry-name* [**protocol** | **version**]	特定のネイバーに関する情報を表示します。 アスタリスク（*）を入力してすべての CDP ネイバーを表示することも、情報が必要なネイバーの名前を入力することもできます。 また、指定されたネイバー上でイネーブルになっているプロトコルの情報や、デバイス上で稼動しているソフトウェアのバージョン情報が表示されるように、表示内容を制限することもできます。
show cdp interface [*interface-id*]	CDP がイネーブルに設定されているインターフェイスに関する情報を表示します。 必要なインターフェイスの情報だけを表示できます。
show cdp neighbors [*interface-id*] [**detail**]	デバイス タイプ、インターフェイスのタイプや番号、ホールドタイム設定、機能、プラットフォーム、ポート ID など、ネイバーに関する情報を表示します。 特定のインターフェイスに関するネイバー情報だけを表示したり、詳細表示にするため表示内容を拡張したりできます。
show cdp traffic	CDP カウンタ（送受信されたパケット数、チェックサム エラーを含む）を表示します。

CHAPTER 25

LLDP、LLDP-MED、および有線ロケーション サービスの設定

この章では、Catalyst 3560 スイッチで Link Layer Discovery Protocol（LLDP）、LLDP Media Endpoint Discovery（LLDP-MED）、および有線ロケーション サービスを設定する方法について説明します。

（注） この章で使用するコマンドの構文および使用方法の詳細については、このリリースに対応するコマンドリファレンスおよび『*Cisco IOS Configuration Fundamentals Command Reference, Release 12.4*』の「System Management Commands」を参照してください。

LLDP、LLDP-MED、および有線ロケーション サービスの概要

LLDP

Cisco Discovery Protocol（CDP; シスコ検出プロトコル）は、すべてのシスコ製デバイス（ルータ、ブリッジ、アクセス サーバ、およびスイッチ）のレイヤ 2（データ リンク レイヤ）上で動作するデバイス検出プロトコルです。ネットワーク管理アプリケーションは CDP を使用することにより、ネットワーク接続されている 他のシスコ デバイスを自動的に検出し、識別できます。

スイッチでは非シスコ デバイスをサポートし他のデバイス間の相互運用性を確保するために、IEEE 802.1AB Link Layer Discovery Protocol（LLDP）をサポートしています。LLDP は、ネットワーク デバイスがネットワーク上の他のデバイスに自分の情報をアドバタイズするために使用するネイバー探索プロトコルです。このプロトコルはデータ リンク レイヤで動作するため、異なるネットワーク レイヤ プロトコルが稼動する 2 つのシステムで互いの情報を学習できます。

LLDP は一連の属性をサポートし、これらを使用してネイバー デバイスを検出します。属性には Type、Length、および Value があり、これらを TLV と呼びます。LLDP をサポートするデバイスは、ネイバーとの情報の送受信に TLV を使用できます。このプロトコルは、設定の情報、デバイスの機能、デバイス ID などの詳細情報をアドバタイズできます。

スイッチは、次の基本管理 TLV をサポートします。これらは必須の LLDP TLV です。

- ポート記述 TLV
- システム名 TLV
- システム記述 TLV
- システム機能 TLV
- 管理アドレス TLV

次の IEEE 固有の LLDP TLV もアドバタイズに使用されて LLDP-MED をサポートします。

- ポート VLAN ID TLV（IEEE 802.1 に固有の TLV）
- MAC/PHY コンフィギュレーション / ステータス TLV（IEEE 802.3 に固有の TLV）

（注）スイッチ スタックは、ネットワーク内で 1 つのスイッチと見なされます。したがって、LLDP は個々のスタック メンバではなく、スイッチ スタックを検出します。

LLDP または CDP のロケーション情報をポート単位で設定すると、リモート デバイスから Cisco Medianet のロケーション情報をスイッチに送ることができます。詳細については、次の URL を参照してください。
http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/netmgmt/configuration/guide/nm_cdp_discover.html

LLDP-MED

LLDP for Media Endpoint Devices（LLDP-MED）は LLDP の拡張版で、IP 電話などのエンドポイント デバイスとスイッチなどのネットワーク デバイスの間で動作します。特に VoIP アプリケーションをサポートし、検出機能、ネットワーク ポリシー、Power over Ethernet（PoE）、コンポーネント管理、およびロケーション情報に関する TLV を提供します。デフォルトで、すべての LLDP-MED TLV がイネーブルです。

LLDP-MED では、次の TLV がサポートされます。

- LLDP-MED 機能 TLV

  LLDP-MED エンドポイントは、接続装置がサポートし、現在イネーブルになっている機能を識別できます。

- ネットワーク ポリシー TLV

  ネットワーク接続デバイスとエンドポイントはともに、VLAN 設定、および関連するレイヤ 2 とレイヤ 3 属性をポート上の特定アプリケーションにアドバタイズできます。たとえば、スイッチは使用する VLAN 番号を IP 電話に通知できます。IP 電話は任意のスイッチに接続し、VLAN 番号を取得してから、コール制御の通信を開始できます。

  ネットワークポリシー プロファイルの TLV を定義することにより、VLAN、Class of Service（CoS）、Differentiated Services Code Point（DSCP）、およびタギング モードの値を指定して、音声および音声シグナリング用のプロファイルを作成できます。これらのプロファイル属性は、スイッチで集中管理され、IP 電話に伝播されます。

- 電源管理 TLV

  LLDP-MED エンドポイントとネットワーク接続デバイスの間で拡張電源管理を可能にします。スイッチおよび IP 電話は、デバイスの受電方法、電源プライオリティ、デバイスの消費電力などの電源情報を通知することができます。

LLDP-MED では、拡張された電力 TLV もサポートしています。これにより、きめ細かく調整された電力要件、エンドポイントの電源プライオリティ、およびエンドポイントとネットワーク接続デバイスの間の電力ステータスをアドバタイズできます。

Cisco IOS Release 12.2(52)SE 以降では、LLDP がイネーブルで電力がポートに供給されている場合、電力 TLV に応じてシステム パワー バジェットを調整できるように、エンドポイント デバイスの実際の電力要件が決まります。スイッチは要件を処理し、現在のパワー バジェットに基づいて電力の供給または拒否を行います。要求が認可されると、スイッチはパワー バジェットを更新します。要求が拒否された場合は、スイッチはそのポートへの電力供給をオフにして、Syslog メッセージを生成し、電力バジェットを更新します。LLDP-MED がディセーブルの場合、またはエンドポイントが LLDP-MED 電力 TLV をサポートしない場合、接続している間は初期割り当て値（15.4 W）が使用されます。

電力設定を変更するには、**power inline** {**auto** [**max** *max-wattage*] | **never** | **static** [**max** *max-wattage*]} インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを入力します。デフォルトで PoE インターフェイスは自動モードですが、値が指定されていない場合は最大値が許可されます（15.4 W）。

- コンポーネント管理 TLV

  エンドポイントは、スイッチにエンドポイントの詳細なコンポーネント情報を送信することが可能です。コンポーネント情報には、ハードウェア リビジョン、ファームウェア バージョン、ソフトウェア バージョン、シリアル番号、メーカー名、モデル名、Asset ID TLV などがあります。

- ロケーション TLV

  スイッチからのロケーション情報をエンドポイント デバイスに提供します。ロケーション TLV はこの情報を送信することができます。

  - 都市ロケーション情報

    都市アドレス情報および郵便番号情報を提供します。都市ロケーション情報の例には、地名、番地、郵便番号などがあります。

  - ELIN ロケーション情報

    発信側のロケーション情報を提供します。ロケーションは、緊急ロケーション識別番号（ELIN）によって決定されます。これは、緊急通報を Public Safety Answering Point（PSAP）へルーティングする電話番号で、PSAP はこれを使用して緊急通報者にコールバックすることができます。

有線ロケーション サービス

スイッチは、有線ロケーション サービス機能を使用して、Cisco Mobility Services Engine（MSE）に接続されているデバイスのロケーションと接続の追跡情報を送信します。追跡されるデバイスには、無線エンドポイント、有線エンドポイント、有線スイッチまたはコントローラがあります。スイッチは、Network Mobility Services Protocol（NMSP）のロケーションと接続の通知を介して、デバイスのリンクアップ イベントとリンクダウン イベントを MSE に通知します。

MSE はスイッチへの NMSP 接続を開始し、サーバ ポートを開きます。MSE がスイッチに接続すると、バージョンの互換性とサービス交換情報を確立するために一連のメッセージ交換が行われ、続いてロケーション情報の同期が行われます。接続後、スイッチはロケーションと接続の通知を MSE に定期的に送信します。ある間隔中に検出されたリンクアップ イベントまたはリンクダウン イベントは、その間隔が終了時に集約され、送信されます。

スイッチは、リンクアップ イベントまたはリンクダウン イベントでデバイスの有無を確認すると、MAC アドレス、IP アドレス、ユーザ名などのクライアント固有の情報を取得します。クライアントが LLDP-MED または CDP に対応している場合、スイッチは LLDP-MED のロケーション TLV または CDP を介してシリアル番号と UDI を取得します。

デバイスの機能に応じて、スイッチはリンクアップ時に次のクライアント情報を取得します。

- ポート接続に指定されたスロットとポート
- クライアント MAC アドレスに指定された MAC アドレス
- ポート接続に指定された IP アドレス
- 802.1X ユーザ名（該当する場合）
- デバイス カテゴリが「*有線ステーション*」に指定されているか
- 状態が「*新規*」に指定されているか
- シリアル番号、UDI
- モデル番号
- スイッチがアソシエーションを検出してからの秒単位での経過時間

デバイスの機能に応じて、スイッチはリンクダウン時に次のクライアント情報を取得します。

- 切断されたスロットとポート
- MAC アドレス
- IP アドレス
- 802.1X ユーザ名（該当する場合）
- デバイス カテゴリが「*有線ステーション*」に指定されているか
- 状態が「*削除*」に指定されているか
- シリアル番号、UDI
- スイッチがアソシエーション解除を検出してからの秒単位での経過時間

スイッチは、シャットダウン時に NMSP 接続を閉じる前に「*削除*」状態と IP アドレスを含む接続通知を MSE に送信します。MSE はこの通知を、スイッチに関連付けられたすべての有線クライアントのアソシエーション解除として解釈します。

スイッチのロケーション アドレスを変更すると、スイッチは影響を受けるポートと変更されたアドレス情報を識別する NMSP ロケーション通知メッセージを送信します。

LLDP、LLDP-MED、および有線ロケーション サービスの設定

デフォルト LLDP 設定

表 25-1　デフォルト LLDP 設定

機能	デフォルト設定
LLDP グローバル ステート	ディセーブル。
LLDP ホールドタイム（廃棄までの時間）	120 秒。
LLDP タイマー（パケット更新頻度）	30 秒。
LLDP 再初期化遅延	2 秒。
LLDP tlv-select	ディセーブル（すべての TLV を送受信不可）。
LLDP インターフェイス ステート	ディセーブル。
LLDP 受信	ディセーブル。
LLDP 送信	ディセーブル。
LLDP med-tlv-select	ディセーブル（すべての LLDP-MED TLV を送信不可）。LLDP がグローバルにイネーブルの場合、LLDP-MED-TLV もイネーブル。

設定時の注意事項

- インターフェイスがトンネル ポートに設定されていると、LLDP は自動的にディセーブルになります。
- インターフェイスに先にネットワークポリシー プロファイルを設定すると、そのインターフェイスには **switchport voice vlan** コマンドを適用できません。インターフェイスに **switchport voice vlan** *vlan-id* がすでに設定されている場合は、そのインターフェイスにネットワークポリシー プロファイルを適用できます。このようにして、音声または音声シグナリング VLAN のネットワークポリシー プロファイルがインターフェイスに適用されています。
- ネットワークポリシー プロファイルが適用されたインターフェイスには、スタティック セキュア MAC アドレスを設定できません。
- プライベート VLAN ポートにはネットワークポリシー プロファイルを設定できません。
- 有線ロケーションが動作するには、先に **ip device tracking** グローバル コンフィギュレーション コマンドを入力しておく必要があります。

LLDP のイネーブル化

LLDP をイネーブルにするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**lldp run**	スイッチで LLDP をグローバルにイネーブルにします。
ステップ 3	**interface** *interface-id*	LLDP をイネーブルにするインターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 4	**lldp transmit**	インターフェイスが LLDP パケットを送信できるようにします。
ステップ 5	**lldp receive**	インターフェイスが LLDP パケットを受信できるようにします。

	コマンド	目的
ステップ 6	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 7	**show lldp**	設定を確認します。
ステップ 8	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

LLDP をディセーブルにするには、**no lldp run** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。特定のインターフェイス上の LLDP をディセーブルにするには、**no lldp transmit** および **no lldp receive** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、LLDP をグローバルにイネーブルにする例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# lldp run
Switch(config)# end
```

次に、インターフェイス上で LLDP をイネーブルにする例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# interface gigabitethernet0/1
Switch(config-if)# lldp transmit
Switch(config-if)# lldp receive
Switch(config-if)# end
```

LLDP 特性の設定

LLDP 更新の頻度、情報を廃棄するまでの保持期間、および初期化遅延時間を設定できます。送受信する LLDP および LLDP-MED TLV も選択できます。

LLDP 特性を設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

（注）　ステップ 2 ～ 5 は任意であり、どの順番で実行してもかまいません。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**lldp holdtime** *seconds*	（任意）デバイスから送信された情報を受信側デバイスが廃棄するまでの保持期間を指定します。 指定できる範囲は 0 ～ 65535 秒です。デフォルトは 120 秒です。
ステップ 3	**lldp reinit** *delay*	（任意）インターフェイス上で LLDP を初期化するまでの遅延時間を秒単位で指定します。 指定できる範囲は 2 ～ 5 秒です。デフォルトは 2 秒です。
ステップ 4	**lldp timer** *rate*	（任意）LLDP 更新の送信頻度を秒単位で設定します。 指定できる範囲は 5 ～ 65534 秒です。デフォルトは 30 秒です。
ステップ 5	**lldp tlv-select**	（任意）送受信する LLDP TLV を指定します。
ステップ 6	**interface** *interface-id*	LLDP をイネーブルにするインターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 7	**lldp med-tlv-select**	（任意）送受信する LLDP-MED TLV を指定します。
ステップ 8	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。

	コマンド	目的
ステップ 9	**show lldp**	設定を確認します。
ステップ 10	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

デフォルト設定に戻すには、各 LLDP コマンドの **no** 形式を使用します。

次に、LLDP の特性を設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# lldp holdtime 120
Switch(config)# lldp reinit 2
Switch(config)# lldp timer 30
Switch(config)# end
```

LLDP-MED TLV の設定

スイッチは、デフォルトではエンド デバイスから LLDP-MED パケットを受信するまで LLDP パケットだけを送信します。受信後は、MED TLV を含む LLDP パケットも送信します。LLDP-MED エントリの期限が切れると、再度 LLDP パケットだけを送信します。

lldp インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用することで、表 25-2 に示された TLV を送信しないようにインターフェイスを設定できます。

表 25-2　LLDP-MED TLV

LLDP-MED TLV	説明
inventory-management	LLDP-MED コンポーネント管理 TLV
location	LLDP-MED ロケーション TLV
network-policy	LLDP-MED ネットワーク ポリシー TLV
power-management	LLDP-MED 電源管理 TLV

インターフェイス上で TLV をイネーブルにするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	LLDP-MED TLV を設定するインターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**lldp med-tlv-select** *tlv*	イネーブルにする TLV を指定します。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

次に、インターフェイス上で TLV をイネーブルにする例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# interface gigabitethernet0/1
Switch(config-if)# lldp med-tlv-select inventory-management
Switch(config-if)# end
```

ネットワークポリシー TLV の設定

ネットワークポリシー プロファイルを作成し、ポリシー属性を設定し、作成したプロファイルをインターフェイスに適用するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**network-policy profile** *profile number*	ネットワークポリシー プロファイルの番号を指定し、ネットワークポリシー コンフィギュレーション モードを開始します。指定できる範囲は 1 ～ 4294967295 です。
ステップ 3	{**voice** | **voice-signaling**} **vlan** [*vlan-id* {**cos** *cvalue* | **dscp** *dvalue*}] | [[**dot1p** {**cos** *cvalue* | **dscp** *dvalue*}] | **none** | **untagged**]	次のポリシー属性を設定します。 **voice**：音声アプリケーションのタイプを指定します。 **voice-signaling**：音声シグナリング アプリケーションのタイプを指定します。 **vlan**：音声トラフィック用のネイティブ VLAN を指定します。 *vlan-id*：（任意）音声トラフィック用の VLAN を指定します。指定できる範囲は 1 ～ 4094 です。 **cos** *cvalue*：（任意）設定される VLAN のレイヤ 2 プライオリティ Class of Service（CoS）を指定します。指定できる範囲は 0 ～ 7 です。デフォルト値は 5 です。 **dscp** *dvalue*：（任意）設定される VLAN の Differentiated Services Code Point（DSCP）値を指定します。指定できる範囲は 0 ～ 63 です。デフォルト値は 46 です。 **dot1p**：（任意）IEEE 802.1p プライオリティ タグと VLAN 0（ネイティブ VLAN）を使用するように電話機を設定します。 **none**：（任意）IP 電話機に対して音声 VLAN に関する設定を行いません。電話機では、電話機キーパッドによる設定が使用されます。 **untagged**：（任意）タグなしの音声トラフィックを送信するように電話機を設定します。これが電話機のデフォルトです。
ステップ 4	**exit**	グローバル コンフィギュレーション モードに戻ります。
ステップ 5	**interface** *interface-id*	ネットワークポリシー プロファイルを設定するインターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 6	**network-policy** *profile number*	ネットワークポリシー プロファイルの番号を指定します。
ステップ 7	**lldp med-tlv-select network-policy**	ネットワークポリシー TLV を指定します。
ステップ 8	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 9	**show network-policy profile**	設定を確認します。
ステップ 10	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

デフォルト設定に戻すには、各コマンドの **no** 形式を使用します。

次に、CoS を使って VLAN 100 を音声アプリケーション用に設定し、インターフェイス上でネットワークポリシー プロファイルとネットワークポリシー TLV をイネーブルにする例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# network-policy 1
Switch(config-network-policy)# voice vlan 100 cos 4
Switch(config-network-policy)# exit
```

```
Switch(config)# interface gigabitethernet0/1
Switch(config-if)# network-policy profile 1
Switch(config-if)# lldp med-tlv-select network-policy
```

次に、プライオリティ タグを使ってネイティブ VLAN の音声アプリケーションのタイプを設定する例を示します。

```
Switch(config-network-policy)# voice vlan dot1p cos 4
Switch(config-network-policy)# voice vlan dot1p dscp 34
```

ロケーション TLV および有線ロケーション サービスの設定

エンドポイントのロケーション情報を設定し、それをインターフェイスに適用するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**location** {**admin-tag** *string* | **civic-location identifier** *id* | **elin-location** *string* **identifier** *id*}	エンドポイントのロケーション情報を指定します。 • **admin-tag**：管理タグまたはサイト情報を指定します。 • **civic-location**：都市ロケーション情報を指定します。 • **elin-location**：緊急ロケーション情報（ELIN）を指定します。 • **identifier** *id*：都市ロケーションの ID を指定します。 • *string*：サイト情報またはロケーション情報を英数字形式で指定します。
ステップ 3	**exit**	グローバル コンフィギュレーション モードに戻ります。
ステップ 4	**interface** *interface-id*	ロケーション情報を設定するインターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 5	**location** {**additional-location-information** *word* | **civic-location-id** *id* | **elin-location-id** *id*}	インターフェイスのロケーション情報を入力します。 **additional-location-information**：ロケーションまたは場所に関する追加情報を指定します。 **civic-location-id**：インターフェイスのグローバル都市ロケーション情報を設定します。 **elin-location-id**：インターフェイスの緊急ロケーション情報を指定します。 *id*：都市ロケーションまたは ELIN ロケーションの ID を指定します。指定できる ID 範囲は 1 ～ 4095 です。 *word*：追加のロケーション情報を示す単語または語句を指定します。
ステップ 6	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 7	**show location admin-tag** *string* または **show location civic-location identifier** *id* または **show location elin-location identifier** *id*	設定を確認します。
ステップ 8	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

デフォルト設定に戻すには、各コマンドの **no** 形式を使用します。

次に、スイッチに都市ロケーション情報を設定する例を示します。

```
Switch(config)# location civic-location identifier 1
Switch(config-civic)# number 3550
Switch(config-civic)# primary-road-name "Cisco Way"
Switch(config-civic)# city "San Jose"
Switch(config-civic)# state CA
Switch(config-civic)# building 19
Switch(config-civic)# room C6
Switch(config-civic)# county "Santa Clara"
Switch(config-civic)# country US
Switch(config-civic)# end
```

スイッチ上で有線ロケーション サービスをイネーブルにするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

（注）　**nmsp** グローバル コンフィギュレーション コマンドをイネーブルにするには、スイッチ上で暗号化ソフトウェア イメージが稼動している必要があります。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**nmsp enable**	スイッチ上で NMSP 機能をイネーブルにします。
ステップ 3	**nmsp notification interval** {**attachment** | **location**} *interval-seconds*	NMSP 通知の間隔を指定します。 **attachment**：接続通知の間隔を指定します。 **location**：ロケーション通知の間隔を指定します。 *interval-seconds*：スイッチがロケーションまたは接続の更新を MSE に送信する前の秒単位での期間。指定できる範囲は 1 ～ 30 です。デフォルトは 30 です。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show network-policy profile**	設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

次に、スイッチ上で NMSP をイネーブルにし、ロケーション通知時間を 10 秒に設定する例を示します。

```
Switch(config)# nmsp enable
Switch(config)# nmsp notification interval location 10
```

LLDP、LLDP-MED、有線ロケーション サービスのモニタリングとメンテナンス

デバイス上の LLDP、LLDP-MED、および有線ロケーション サービスをモニタおよびメンテナンスするには、特権 EXEC モードで次の手順を 1 つまたは複数実行します。

コマンド	説明
clear lldp counters	トラフィック カウンタをゼロにリセットします。
clear lldp table	LLDP ネイバー情報テーブルを削除します。
clear nmsp statistics	NMSP 統計情報カウンタをクリアします。
show lldp	送信の頻度、送信されたパケットのホールドタイム、インターフェイス上での LLDP 初期化の遅延時間など、グローバルな情報を表示します。
show lldp entry *entry-name*	特定のネイバーに関する情報を表示します。 アスタリスク（*）を入力してすべてのネイバーを表示することも、ネイバーの名前を入力することもできます。
show lldp interface [*interface-id*]	LLDP がイネーブルに設定されているインターフェイスに関する情報を表示します。 特定のインターフェイスの情報だけを表示できます。
show lldp neighbors [*interface-id*] [**detail**]	デバイス タイプ、インターフェイスのタイプや番号、ホールドタイム設定、機能、ポート ID など、ネイバーに関する情報を表示します。 特定のインターフェイスに関するネイバー情報だけを表示したり、詳細表示にするため表示内容を拡張したりできます。
show lldp traffic	送受信パケットの数、廃棄したパケットの数、認識できない TLV の数など、LLDP カウンタ類を表示します。
show location admin-tag *string*	指定された管理タグまたはサイトのロケーション情報を表示します。
show location civic-location identifier *id*	特定のグローバル都市ロケーションのロケーション情報を表示します。
show location elin-location identifier *id*	緊急ロケーションのロケーション情報を表示します。
show network-policy profile	設定されたネットワークポリシー プロファイルを表示します。
show nmsp	NMSP 情報を表示します。

CHAPTER 26

STP の設定

この章では、Catalyst 3560 スイッチのポートベース VLAN 上で Spanning Tree Protocol（STP; スパニング ツリー プロトコル）を設定する方法について説明します。このスイッチは、IEEE 802.1D 標準に準拠した Per-VLAN Spanning-Tree plus（PVST+）とシスコ独自の拡張機能の組み合わせか、もしくは IEEE 802.1w 標準に準拠した Rapid Per-VLAN Spanning-Tree plus（Rapid PVST+）プロトコルのいずれかを使用できます。Multiple Spanning-Tree Protocol（MSTP）および複数の VLAN を同一のスパニング ツリー インスタンスにマッピングする方法については、第 17 章「MSTP の設定」を参照してください。PortFast、UplinkFast、ルート ガードなどのその他のスパニング ツリーの機能については、第 18 章「オプションのスパニング ツリー機能の設定」を参照してください。

（注） この章で使用するコマンドの構文および使用方法の詳細については、このリリースのコマンド リファレンスを参照してください。

この章で説明する内容は、次のとおりです。

スパニング ツリー機能の概要

ここでは、次の概要について説明します。

- 「STP および IEEE 802.1Q トランク」（P.26-11）
- 「VLAN ブリッジ スパニング ツリー」（P.26-11）

設定情報については、「スパニング ツリー機能の設定」（P.26-12）を参照してください。

オプションのスパニング ツリー機能については、第 18 章「オプションのスパニング ツリー機能の設定」を参照してください。

STP の概要

STP は、ネットワーク上でループを防止しながら、パスの冗長性を実現するレイヤ 2 リンク管理プロトコルです。レイヤ 2 イーサネット ネットワークを正しく動作させるには、2 つのステーション間に存在するアクティブ パスは 1 つでなければなりません。エンド ステーション間に複数のアクティブ パスがあると、ネットワークにループが生じます。このループがネットワークに発生すると、エンド ステーションにメッセージが重複して到着する可能性があります。また、スイッチも複数のレイヤ 2 インターフェイスのエンド ステーション MAC（メディア アクセス コントロール）アドレスを学習する可能性がでてきます。このような条件が発生すると、不安定なネットワークになります。スパニング ツリーの動作は透過的であり、エンド ステーション側で、単一 LAN セグメントに接続されているのか、複数セグメントからなるスイッチド LAN に接続されているのかは検出できません。

STP は、スパニング ツリー アルゴリズムを使用し、スパニング ツリーのルートとして冗長接続ネットワーク内のスイッチを 1 つ選択します。スパニング ツリー アルゴリズムは、アクティブ トポロジでのポートの役割に基づいて各ポートに役割を割り当てることにより、スイッチド レイヤ 2 ネットワーク上で最良のループフリー パスを算出します。

- ルート：スパニング ツリー トポロジに対して選定される転送ポート
- 指定：各スイッチド LAN セグメントに対して選定される転送ポート
- 代替：スパニング ツリーのルート ブリッジへの代替パスとなるブロック ポート
- バックアップ：ループバック コンフィギュレーションのブロック ポート

すべてのポートに役割が指定されているスイッチ、またはバックアップの役割が指定されているスイッチはルート スイッチです。少なくとも 1 つのポートに役割が指定されているスイッチは、指定スイッチを意味します。

冗長データ パスはスパニング ツリーによって、強制的にスタンバイ（ブロックされた）ステートにされます。スパニング ツリーのネットワーク セグメントでエラーが発生したときに冗長パスが存在する場合は、スパニング ツリー アルゴリズムがスパニング ツリー トポロジを再計算し、スタンバイ パスをアクティブにします。スイッチは、定期的に Bridge Protocol Data Unit（BPDU; ブリッジ プロトコル データ ユニット）と呼ばれるスパニング ツリー フレームを送受信します。スイッチはこのフレームを転送しませんが、このフレームを使用してループフリー パスを構築します。BPDU には、送信側スイッチおよびそのポートについて、スイッチおよび MAC アドレス、スイッチ プライオリティ、ポート プライオリティ、パス コストなどの情報が含まれます。スパニング ツリーはこの情報を使用して、スイッチド ネットワーク用のルート スイッチおよびルート ポートを選定し、さらに、各スイッチド セグメントのルート ポートおよび指定ポートを選定します。

スイッチの 2 つのポートがループの一部になっている場合、スパニング ツリー ポート プライオリティとパス コストの設定値によって、どちらのポートをフォワーディング ステートにするか、どちらをブロッキング ステートにするかが制御されます。スパニング ツリー ポート プライオリティ値は、ネットワーク トポロジにおけるポートの位置とともに、トラフィック転送におけるポートの位置がどれだけ適切であるかを表します。パス コストの値は、メディアの速度を表します。

（注）　デフォルトで Small Form-Factor Pluggable（SFP）モジュールを搭載していないインターフェイスにだけ、スイッチがキープアライブ メッセージを（接続が有効かを確認するため）送信します。**[no] keepalive** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用してインターフェイスのデフォルトを変更することができます。

スパニング ツリー トポロジと BPDU

スイッチド ネットワーク内の安定したアクティブ スパニング ツリー トポロジは、次の要素によって制御されます。

- 各スイッチのそれぞれの VLAN に対応付けられた一意のブリッジ ID（スイッチ プライオリティおよび MAC アドレス）。
- ルート スイッチに対するスパニング ツリー パス コスト
- 各レイヤ 2 インターフェイスに対応付けられたポート ID（ポート プライオリティおよび MAC アドレス）

ネットワーク内のスイッチに電源が投入されると、それぞれがルート スイッチとして機能します。各スイッチは、そのすべてのポートからコンフィギュレーション BPDU を送信します。BPDU によって通信が行われ、スパニング ツリー トポロジが計算されます。各コンフィギュレーション BPDU には、次の情報が含まれます。

- 送信側スイッチがルート スイッチと見なしたスイッチの固有ブリッジ ID
- ルートに対するスパニング ツリー パス コスト
- 送信側スイッチのブリッジ ID
- メッセージの有効期間
- 送信側インターフェイス ID
- Hello タイマー、転送遅延タイマー、および最大エージング プロトコル タイマーの値

スイッチは、*優位の*情報（より小さいブリッジ ID、より低いパス コストなど）を格納したコンフィギュレーション BPDU を受信すると、そのポートのためにこの情報を保存します。スイッチは、この BPDU をルート ポートで受信した場合は、更新されたメッセージ付きで、自身が指定スイッチであるすべての接続 LAN に対して BPDU を転送します。

そのポートに対して現在保存されているものより *下位*の情報を格納したコンフィギュレーション BPDU を受信した場合は、BPDU は廃棄されます。スイッチが、下位 BPDU の送信元の LAN の指定スイッチである場合は、そのポート用に保存された最新情報を格納した BPDU をその LAN に送信します。このようにして下位情報は廃棄され、優位情報がネットワークで伝播されます。

BPDU の交換によって、次の処理が行われます。

- ネットワーク内の 1 台のスイッチがルート スイッチ（スイッチド ネットワークのスパニング ツリー トポロジの論理的な中心）として選択されます。

  各 VLAN で、スイッチのプライオリティが最も高い（プライオリティ値が数値的に最も小さい）スイッチがルート スイッチとして選定されます。すべてのスイッチがデフォルトのプライオリティ（32768）で設定されている場合は、VLAN 内で最小の MAC アドレスを持つスイッチがルート スイッチになります。スイッチのプライオリティ値は、ブリッジ ID の最上位ビットを占めます（表 26-1（P.26-4）を参照）。

- 各スイッチ（ルート スイッチを除く）に対して 1 つのルート ポートが選択されます。このポートは、スイッチによってパケットがルート スイッチに転送されるときに、最適なパス（最小コスト）を提供します。

- スイッチごとに、パス コストに基づいてルート スイッチまでの最短距離が計算されます。
- 各 LAN セグメントの指定スイッチが選定されます。指定スイッチでは、LAN からルート スイッチへのパケット転送の場合、パス コストが最小となります。指定スイッチが LAN に接続するポートのことを指定ポートと呼びます。

スイッチド ネットワーク上のすべての地点からルート スイッチに到達する場合に必要のないパスはすべて、スパニング ツリー ブロッキング モードになります。

ブリッジ ID、スイッチ プライオリティ、および拡張システム ID

IEEE 802.1D 規格では、各スイッチに一意のブリッジ識別子（ブリッジ ID）を設定する必要があります。この ID によってルート スイッチの選択が制御されます。各 VLAN は PVST+ と Rapid PVST+ によって異なる*論理ブリッジ*と見なされるので、同一のスイッチは設定された各 VLAN とは異なるブリッジ ID を保有している必要があります。スイッチ上の各 VLAN には一意の 8 バイト ブリッジ ID が設定されます。上位の 2 バイトはスイッチ プライオリティに使用され、残りの 6 バイトがスイッチの MAC アドレスから取得されます。

スイッチでは IEEE 802.1t スパニング ツリー拡張機能がサポートされ、従来はスイッチ プライオリティに使用されていたビットの一部が VLAN ID として使用されるようになりました。その結果、スイッチに割り当てられる MAC アドレスが少なくなり、より広い範囲の VLAN ID をサポートできるようになり、しかもブリッジ ID の一意性を損なうこともありません。表 26-1 に示すように、従来はスイッチ プライオリティに使用されていた 2 バイトが、4 ビットのプライオリティ値と 12 ビットの拡張システム ID 値（VLAN ID と同じ）に割り当てられています。

表 26-1　スイッチ プライオリティ値および拡張システム ID

スイッチ プライオリティ値				拡張システム ID（VLAN ID と同じに設定）											
ビット 16	ビット 15	ビット 14	ビット 13	ビット 12	ビット 11	ビット 10	ビット 9	ビット 8	ビット 7	ビット 6	ビット 5	ビット 4	ビット 3	ビット 2	ビット 1
32768	16384	8192	4096	2048	1024	512	256	128	64	32	16	8	4	2	1

スパニング ツリーは、ブリッジ ID を VLAN ごとに一意にするために、拡張システム ID、スイッチ プライオリティ、および割り当てられたスパニング ツリー MAC アドレスを使用します。

拡張システム ID のサポートにより、ルート スイッチ、セカンダリ ルート スイッチ、および VLAN のスイッチ プライオリティを手動で設定する方法に影響が生じます。たとえば、スイッチのプライオリティ値を変更すると、ルート スイッチとして選定される可能性も変更されることになります。大きい値を設定すると可能性が低下し、値が小さいと可能性が増大します。詳細については、「ルート スイッチの設定」（P.26-15）、「セカンダリ ルート スイッチの設定」（P.26-17）、および「VLAN のスイッチ プライオリティの設定」（P.26-20）を参照してください。

スパニング ツリー インターフェイス ステート

プロトコル情報がスイッチド LAN を通過するときに、伝播遅延が生じる可能性があります。その結果、スイッチド ネットワークのさまざまな場所で、さまざまな時期に、トポロジの変更が起こる可能性があります。インターフェイスがスパニング ツリー トポロジに含まれていない状態からフォワーディング ステートに直接移行すると、一時的にデータ ループが形成されることがあります。インターフェイスは新しいトポロジ情報がスイッチド LAN 上で伝播されるまで待機し、フレーム転送を開始する必要があります。インターフェイスはさらに、古いトポロジで使用されていた転送フレームのフレーム存続時間を満了させることも必要です。

スパニング ツリーを使用しているスイッチの各レイヤ 2 インターフェイスは、次のいずれかのステートになります。

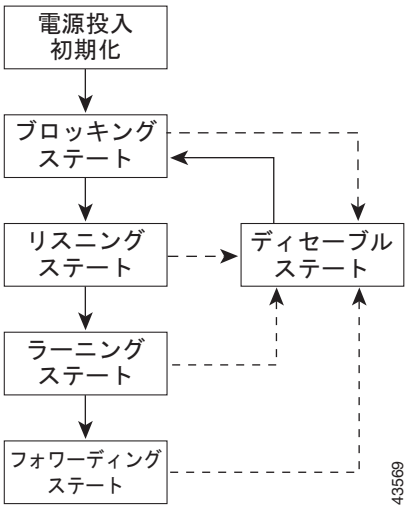
- ブロッキング：インターフェイスはフレーム転送に関与しません。
- リスニング：インターフェイスをフレーム転送に関与させることをスパニング ツリーが決定した場合、ブロッキング ステートから最初に移行するステートです。
- ラーニング：インターフェイスはフレーム転送に関与する準備をしている状態です。
- フォワーディング：インターフェイスはフレームを転送します。
- ディセーブル：インターフェイスはスパニング ツリーに含まれません。シャットダウン ポートであるか、ポート上にリンクがないか、またはポート上でスパニング ツリー インスタンスが稼動していないためです。

インターフェイスは次のように、ステートを移行します。

- 初期化からブロッキング
- ブロッキングからリスニングまたはディセーブル
- リスニングからラーニングまたはディセーブル
- ラーニングからフォワーディングまたはディセーブル
- フォワーディングからディセーブル

図 26-1 に、インターフェイスがステートをどのように移行するかを示します。

図 26-1　スパニング ツリー インターフェイス ステート



デフォルト設定では、スイッチを起動するとスパニング ツリーがイネーブルになります。その後、スイッチの各インターフェイス、VLAN、ネットワークがブロッキング ステートからリスニングおよびラーニングという移行ステートを通過します。スパニング ツリーは、フォワーディング ステートまたはブロッキング ステートで各インターフェイスを安定させます。

スパニング ツリー アルゴリズムがレイヤ 2 インターフェイスをフォワーディング ステートにする場合、次のプロセスが発生します。

1. スパニング ツリーがインターフェイスをブロッキング ステートに移行させるプロトコル情報を待つ間、インターフェイスはリスニング ステートになります。

2. スパニング ツリーは転送遅延タイマーの満了を待ち、インターフェイスをラーニング ステートに移行させ、転送遅延タイマーをリセットします。
3. ラーニング ステートで、スイッチがデータベース転送のためにエンド ステーションの位置情報を学習している間、インターフェイスはフレーム転送を引き続きブロックします。
4. 転送遅延タイマーが満了すると、スパニング ツリーはインターフェイスをフォワーディング ステートに移行させ、このときラーニングとフレーム転送の両方が可能になります。

ブロッキング ステート

ブロッキング ステートのレイヤ 2 インターフェイスはフレームの転送に関与しません。初期化後、スイッチの各インターフェイスに BPDU が送信されます。スイッチは最初、他のスイッチと BPDU を交換するまで、ルートとして動作します。この BPDU 交換によって、ネットワーク上のどのスイッチがルート、すなわちルート スイッチであるかが確立されます。ネットワークにスイッチが 1 台しかない場合、交換は行われず、転送遅延タイマーが満了し、インターフェイスがリスニング ステートになります。インターフェイスはスイッチの初期化後、必ずブロッキング ステートになります。

ブロッキング ステートのインターフェイスは、次の機能を実行します。

- インターフェイス上で受信したフレームを廃棄します。
- 転送用に他のインターフェイスからスイッチングされたフレームを廃棄します。
- アドレスを学習しません。
- BPDU を受信します。

リスニング ステート

リスニング ステートは、ブロッキング ステートを経て、レイヤ 2 インターフェイスが最初に移行するステートです。インターフェイスがリスニング ステートになるのは、スパニング ツリーによってそのインターフェイスのフレーム転送への関与が決定された場合です。

リスニング ステートのインターフェイスは、次の機能を実行します。

- インターフェイス上で受信したフレームを廃棄します。
- 転送用に他のインターフェイスからスイッチングされたフレームを廃棄します。
- アドレスを学習しません。
- BPDU を受信します。

ラーニング ステート

ラーニング ステートのレイヤ 2 インターフェイスは、フレームの転送に関与できるように準備します。インターフェイスはリスニング ステートからラーニング ステートに移行します。

ラーニング ステートのインターフェイスは、次の機能を実行します。

- インターフェイス上で受信したフレームを廃棄します。
- 転送用に他のインターフェイスからスイッチングされたフレームを廃棄します。
- アドレスを学習します。
- BPDU を受信します。

フォワーディング ステート

フォワーディング ステートのレイヤ 2 インターフェイスは、フレームを転送します。インターフェイスはラーニング ステートからフォワーディング ステートに移行します。

フォワーディング ステートのインターフェイスは、次の機能を実行します。

- インターフェイス上でフレームを受信して転送します。
- 他のインターフェイスからスイッチングされたフレームを転送します。
- アドレスを学習します。
- BPDU を受信します。

ディセーブル ステート

ブロッキング ステートのレイヤ 2 インターフェイスは、フレームの転送やスパニング ツリーに関与しません。ディセーブル ステートのインターフェイスは動作不能です。

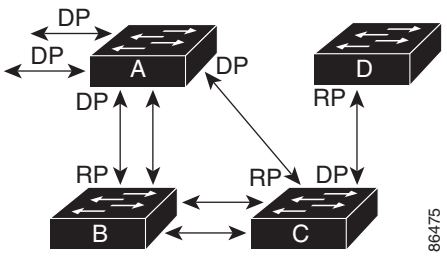
ディセーブル インターフェイスは、次の機能を実行します。

- インターフェイス上で受信したフレームを廃棄します。
- 転送用に他のインターフェイスからスイッチングされたフレームを廃棄します。
- アドレスを学習しません。
- BPDU を受信しません。

スイッチまたはポートがルート スイッチ またはルート ポートになる仕組み

ネットワーク上のすべてのスイッチがデフォルトのスパニング ツリー設定でイネーブルになっている場合、最小の MAC アドレスを持つスイッチがルート スイッチになります。図 26-2 では、スイッチ A がルート スイッチとして選定されます（すべてのスイッチのスイッチ プライオリティがデフォルト（32768）に設定されており、スイッチ A の MAC アドレスが最小であるため）。ただし、トラフィック パターン、転送インターフェイスの数、またはリンク タイプによっては、スイッチ A が最適なルート スイッチとは限りません。ルート スイッチになるように、最適なスイッチのプライオリティを引き上げる（数値を引き下げる）と、スパニング ツリーの再計算が強制的に行われ、最適なスイッチをルートとした新しいトポロジが形成されます。

図 26-2　スパニング ツリー トポロジ



RP = ルート ポート
DP = 指定ポート

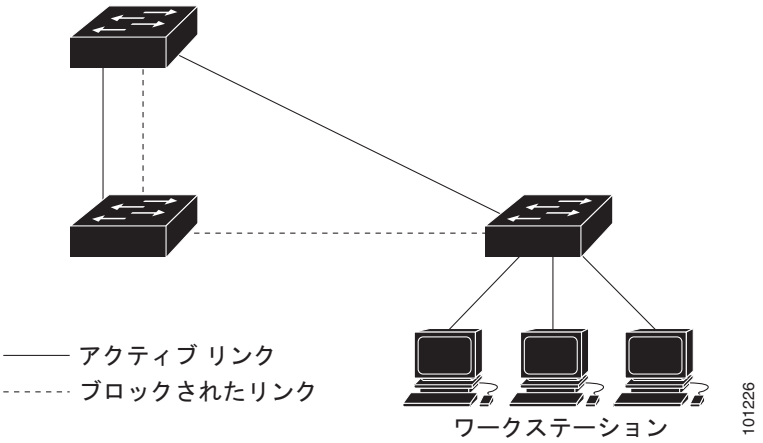
スパニング ツリー トポロジがデフォルトのパラメータに基づいて算出された場合、スイッチド ネットワークの送信元エンド ステーションから宛先エンド ステーションまでのパスが最適にならない場合があります。たとえば、ルート ポートよりプライオリティの高いインターフェイスに高速リンクを接続すると、ルート ポートが変更される可能性があります。最高速のリンクをルート ポートにすることが理想です。

たとえば、スイッチ B のあるポートがギガビット イーサネット リンクで、別のポート（10/100 リンク）がルート ポートであると仮定します。ネットワーク トラフィックはギガビット イーサネット リンクに流す方が効率的です。ギガビット イーサネット ポートのスパニング ツリー ポート プライオリティをルート ポートより高くする（数値を小さくする）と、ギガビット イーサネット ポートが新しいルート ポートになります。

スパニング ツリーおよび冗長接続

2 つのスイッチ インターフェイスを別の 1 台のデバイス、または 2 台の異なるデバイスに接続することにより、スパニング ツリーを使用して冗長バックボーンを作成できます（図 26-3 を参照）。スパニング ツリーは一方のインターフェイスを自動的にディセーブルにし、他方でエラーが発生した場合にはそのディセーブルにしていた方をイネーブルにします。一方のリンクが高速で、他方が低速の場合、必ず、低速の方のリンクがディセーブルになります。速度が同じ場合、ポート プライオリティとポート ID が加算され、値の小さいリンクがスパニング ツリーによってディセーブルにされます。

図 26-3　スパニング ツリーおよび冗長接続



EtherChannel グループを使用して、スイッチ間に冗長リンクを設定することもできます。詳細については、第 35 章「EtherChannel およびリンクステート トラッキングの設定」を参照してください。

スパニングツリー アドレスの管理

IEEE 802.1D では、各種ブリッジ プロトコルに使用させるために、0x00180C2000000 ～ 0x0180C2000010 の範囲で 17 のマルチキャスト アドレスが規定されています。これらのアドレスは削除できないスタティック アドレスです。

スパニング ツリー ステートに関係なく、各スイッチは 0x0180C2000000 ～ 0x0180C200000F のアドレス宛のパケットを受信しますが、転送は行いません。

スパニング ツリーがイネーブルな場合、スイッチの CPU は 0x0180C2000000 および 0x0180C2000010 宛のパケットを受信します。スパニング ツリーがディセーブルな場合は、スイッチは、それらのパケットを不明のマルチキャスト アドレスとして転送します。

接続を維持するためのエージング タイムの短縮

ダイナミック アドレスのエージング タイムはデフォルトで 5 分です。これは、**mac address-table aging-time** グローバル コンフィギュレーション コマンドのデフォルト値です。ただし、スパニング ツリーの再構成により、多数のステーションの位置が変更されることがあります。このようなステーションは、再構成中、5 分以上にわたって到達できないことがあるので、アドレス テーブルからステーション アドレスを削除し、改めて学習できるように、アドレス エージング タイムが短縮されます。スパニング ツリー再構成時に短縮されるエージング タイムは、転送遅延パラメータ値（**spanning-tree vlan** *vlan-id* **forward-time** *seconds* グローバル コンフィギュレーション コマンド）と同じです。

各 VLAN はそれぞれ独立したスパニング ツリー インスタンスなので、スイッチは VLAN 単位でエージング タイムを短縮します。ある VLAN でスパニング ツリーの再構成が行われると、その VLAN で学習されたダイナミック アドレスがエージング タイム短縮の対象になります。他の VLAN のダイナミック アドレスは影響を受けず、スイッチで設定されたエージング タイムがそのまま適用されます。

スパニング ツリー モードおよびプロトコル

このスイッチでサポートされるモードおよびプロトコルは、次のとおりです。

- PVST+ : このスパニング ツリー モードは、IEEE 802.1D 標準およびシスコ独自の拡張機能に準拠します。すべてのイーサネット ポートベースの VLAN で使用されるスパニング ツリーのデフォルト モードです。PVST+ はスイッチ上の各 VLAN でサポートされる最大数まで動作し、各 VLAN にネットワーク上でのループフリー パスを提供します。

  PVST+ は、対象となる VLAN にレイヤ 2 ロード バランシングを提供します。ネットワーク上の VLAN を使用してさまざまな論理トポロジを作成し、特定のリンクに偏らないようにすべてのリンクを使用できるようにします。VLAN 上の PVST+ インスタンスごとに、それぞれ 1 つのルート スイッチがあります。このルート スイッチは、その VLAN に対応するスパニング ツリー情報を、ネットワーク上の他のすべてのスイッチに伝送します。このプロセスにより、各スイッチがネットワークに関する共通の情報を持つようになるので、ネットワーク トポロジが確実に維持されます。

- Rapid PVST+：このスパニング ツリー モードは、IEEE 802.1w 標準に準拠した高速コンバージェンスを使用する以外は PVST+ と同じです。高速コンバージェンスを行うため、Rapid PVST+ はトポロジ変更を受信すると、ポート単位でダイナミックに学習した MAC アドレス エントリをただちに削除します。このような場合、PVST+ では、ダイナミックに学習した MAC アドレス エントリには短いエージング タイムが使用されます。

  Rapid PVST+ は PVST+ と同じ設定を使用しているので（特に明記する場合を除く）、必要なことは最小限の追加設定だけです。Rapid PVST+ の利点は、大規模な PVST+ のインストール ベースを Rapid PVST+ に移行するのに、複雑な MSTP 設定の学習やネットワーク再設定の必要がないことです。Rapid PVST+ モードでは、各 VLAN は独自のスパニング ツリー インスタンスを最大数実行します。

- MSTP：このスパニング ツリー モードは IEEE 802.1s 標準に準拠しています。複数の VLAN を同一のスパニング ツリー インスタンスにマッピングし、多数の VLAN をサポートする場合に必要となるスパニング ツリー インスタンスの数を減らすことができます。MSTP は Rapid Spanning-Tree Protocol（RSTP）（IEEE 802.1w 準拠）上で実行され、転送遅延を解消し、ルート ポートおよび指定ポートをフォワーディング ステートにすばやく移行することにより、スパニング ツリーの高速コンバージェンスを可能にします。RSTP を使用しない場合、MSTP は稼動できません。

  MSTP を導入する場合、最も一般的なのは、レイヤ 2 スイッチド ネットワークのバックボーンおよびディストリビューション レイヤへの配備です。詳細については、第 17 章「MSTP の設定」を参照してください。

サポートされるスパニング ツリー インスタンス数については、次の項を参照してください。

サポートされるスパニング ツリー インスタンス

PVST+ または Rapid PVST+ モードでは、スイッチは最大 128 のスパニング ツリー インスタンスをサポートします。

MSTP モードでは、スイッチは最大 65 MST インスタンスをサポートします。特定の MST インスタンスにマッピングできる VLAN の数に制限はありません。

スパニング ツリーと VLAN Trunking Protocol（VTP; VLAN トランキング プロトコル）の相互作用については、「スパニング ツリー設定時の注意事項」（P.26-13）を参照してください。

スパニング ツリーの相互運用性と下位互換性

表 26-2 に、ネットワークでサポートされるスパニング ツリー モード間の相互運用性と下位互換性を示します。

表 26-2　PVST+、MSTP、および Rapid PVST+ の相互運用性

	PVST+	MSTP	Rapid PVST+
PVST+	あり	あり（制限あり）	あり（PVST+ に戻る）
MSTP	あり（制限あり）	あり	あり（PVST+ に戻る）
Rapid PVST+	あり（PVST+ に戻る）	あり（PVST+ に戻る）	あり

MSTP および PVST+ が混在したネットワークでは、Common Spanning-Tree（CST）のルートは MST バックボーンの内側に配置する必要があり、PVST+ スイッチを複数の MST リージョンには接続できません。

ネットワーク内に Rapid PVST+ が稼動しているスイッチと PVST+ が稼動しているスイッチが存在する場合、Rapid PVST+ スイッチと PVST+ スイッチを別のスパニング ツリー インスタンスにすることを推奨します。Rapid PVST+ スパニング ツリー インスタンスでは、ルート スイッチは Rapid PVST+ スイッチでなければなりません。PVST+ インスタンスでは、ルート スイッチは PVST+ スイッチでなければなりません。PVST+ スイッチはネットワークのエッジに配置する必要があります。

STP および IEEE 802.1Q トランク

VLAN トランクに関する IEEE 802.1Q 規格は、ネットワークのスパニング ツリー ストラテジに一定の制限を設けています。この規格では、トランク上で使用できる *すべての* VLAN に対して、1 つのスパニング ツリー インスタンスしか認められません。ただし、IEEE 802.1Q トランクによって接続された Cisco スイッチのネットワークでは、スイッチはトランク上で使用できる *各* VLAN に 1 つずつ、スパニング ツリー インスタンスを維持します。

IEEE 802.1Q トランクを使用して Cisco スイッチを非シスコ デバイスに接続する場合、Cisco スイッチは PVST+ を使用してスパニング ツリーの相互運用性を実現します。Rapid PVST+ がイネーブルの場合、スイッチは PVST+ ではなく Rapid PVST+ を使用します。スイッチは、トランクの IEEE 802.1Q VLAN のスパニング ツリー インスタンスと他社の IEEE 802.1Q スイッチのスパニング ツリー インスタンスを結合します。

ただし、PVST+ または Rapid PVST+ の情報はすべて、非 Cisco IEEE 802.1Q スイッチからなるクラウドにより分離された Cisco スイッチによって維持されます。Cisco スイッチを分離する非 Cisco IEEE 802.1Q クラウドは、スイッチ間の単一トランク リンクとして扱われます。

PVST+ は IEEE 802.1Q トランクで自動的にイネーブルになるので、ユーザ側で設定する必要はありません。アクセス ポートおよび ISL（スイッチ間リンク）トランク ポートでの外部スパニング ツリーの動作は、PVST+ の影響を受けません。

IEEE 802.1Q トランクの詳細については、第 13 章「VLAN の設定」を参照してください。

VLAN ブリッジ スパニング ツリー

シスコ VLAN ブリッジ スパニング ツリーは、フォールバック ブリッジング機能（ブリッジ グループ）で使用し、DECnet などの IP 以外のプロトコルを 2 つ以上の VLAN ブリッジ ドメインまたはルーテッド ポート間で伝送します。VLAN ブリッジ スパニング ツリーにより、ブリッジ グループは個々の VLAN スパニング ツリーの上部にスパニング ツリーを形成できるので、VLAN 間で複数の接続がある場合に、ループが形成されないようにします。また、ブリッジングされている VLAN からの個々のスパニング ツリーが単一のスパニング ツリーに縮小しないようにする働きもします。

VLAN ブリッジ スパニング ツリーをサポートするには、一部のスパニング ツリー タイマーを増やします。フォールバック ブリッジング機能を使用するには、スイッチに IP サービス イメージをインストールする必要があります。詳細については、第 47 章「フォールバック ブリッジングの設定」を参照してください。

スパニング ツリー機能の設定

スパニング ツリー機能のデフォルト設定

表 26-3 に、スパニング ツリー機能のデフォルト設定を示します。

表 26-3　スパニング ツリー機能のデフォルト設定

機能	デフォルト設定
イネーブル ステート	VLAN 1 上でイネーブル 詳細については、「サポートされるスパニング ツリー インスタンス」（P.26-10）を参照してください
スパニング ツリー モード	PVST+（Rapid PVST+ と MSTP はディセーブル）
スイッチ プライオリティ	32768
スパニング ツリー ポート プライオリティ（インターフェイス単位で設定可能）	128.
スパニング ツリー ポート コスト（インターフェイス単位で設定可能）	1000 Mb/s：4 100 Mb/s：19 10 Mb/s：100
スパニング ツリー VLAN ポート プライオリティ（VLAN 単位で設定可能）	128.
スパニング ツリー VLAN ポート コスト（VLAN 単位で設定可能）	1000 Mb/s：4 100 Mb/s：19 10 Mb/s：100
スパニング ツリー タイマー	ハロー タイム：2 秒 転送遅延時間：15 秒 最大エージング タイム：20 秒 転送保留カウント：6 BPDU

スパニング ツリー設定時の注意事項

VTP にスパニング ツリー インスタンスよりも多くの VLAN が定義されている場合、PVST+ または Rapid PVST+ をイネーブルにできるのは、スイッチ上の 128 の VLAN に限られます。残りの VLAN は、スパニング ツリーがディセーブルの状態で動作します。ただし、MSTP を使用して複数の VLAN を同一のスパニング ツリー インスタンスにマッピングすることが可能です。詳細については、第 17 章「MSTP の設定」を参照してください。

128 のスパニング ツリー インスタンスがすでに使用されている場合、VLAN の 1 つでスパニング ツリーをディセーブルにして、STP を稼動させたい別の VLAN でイネーブルにできます。**no spanning-tree vlan** *vlan-id* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用して、特定の VLAN でスパニング ツリーをディセーブルにし、**spanning-tree vlan** *vlan-id* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用して、所定の VLAN でスパニング ツリーをイネーブルにします。

注意　スパニング ツリーが稼動していないスイッチは、スパニング ツリー インスタンスが稼動している VLAN 上の他のスイッチがループを切断できるように、受信した BPDU を引き続き転送します。したがって、スパニング ツリーは、ネットワーク上のすべてのループを切断できるように十分な数のスイッチ上で稼動している必要があります。たとえば、VLAN の各ループで少なくとも 1 台のスイッチがスパニング ツリーを稼動している必要があります。VLAN 内のすべてのスイッチでスパニング ツリーを稼動させる必要はありません。ただし、最小限の数のスイッチだけでスパニング ツリーが稼動している状況では、不注意なネットワーク変更によって VLAN に別のループが発生し、ブロードキャスト ストームを引き起こす可能性があります。

（注）　スイッチ上の使用可能なスパニング ツリー インスタンスをすべて使い切ってしまった後に、VTP ドメイン内にさらに別の VLAN を追加すると、そのスイッチ上にスパニング ツリーが稼動しない VLAN が生成されます。そのスイッチのトランク ポート上でデフォルトの許可リストが設定されていると、すべてのトランク ポート上に新しい VLAN が割り当てられます。ネットワーク トポロジによっては、新しい VLAN 上で、切断されないループが生成されることがあります。特に、複数の隣接スイッチでスパニング ツリー インスタンスをすべて使用してしまっている場合には注意が必要です。スパニング ツリー インスタンスの割り当てを使い果たしたスイッチのトランク ポートに許可リストを設定することにより、このような可能性を防ぐことができます。ただし、ネットワークに VLAN を追加するときより多くの作業を伴うことになるので、通常、許可リストの設定は必要ありません。

VLAN スパニング ツリー インスタンスの設定はスパニング ツリー コマンドによって制御されます。スパニング ツリー インスタンスは、VLAN にインターフェイスを割り当てるときに作成します。スパニング ツリー インスタンスは最終インターフェイスが別の VLAN に移されたときに削除されます。スパニング ツリー インスタンスの作成前に、スイッチとポートのパラメータを設定できます。設定されたパラメータは、スパニング ツリー インスタンスを作成するときに適用されます。

スイッチは、PVST+、Rapid PVST+、および MSTP をサポートしますが、アクティブにできるバージョンは常に 1 つだけです（たとえば、すべての VLAN で PVST+ を使用するか、すべての VLAN で Rapid PVST+ を使用するか、またはすべての VLAN で MSTP を使用することになります）。さまざまなスパニング ツリー モードおよび相互運用性については、「スパニング ツリーの相互運用性と下位互換性」（P.26-10）を参照してください。

UplinkFast および BackboneFast 設定時の注意事項については、「オプションのスパニング ツリー設定時の注意事項」（P.18-10）を参照してください。

注意　ループ ガードは、ポイントツーポイント リンクでだけサポートされます。リンクの各終端には、STP を実行するデバイスを直接接続することを推奨します。

スパニング ツリー モードの変更

PVST+、Rapid PVST+、および MSTP の 3 つのスパニング ツリー モードをサポートします。デフォルトで、スイッチは PVST+ プロトコルを使用します。

スパニング ツリー モードを変更するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。デフォルトモード以外のモードをイネーブルにする場合、この手順は必須です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**spanning-tree mode** {**pvst** | **mst** | **rapid-pvst**}	**（注）**　スパニング ツリー モードを設定します。 • **pvst** を指定して、PVST+ をイネーブルにします（デフォルト設定）。 • **mst** を指定して、MSTP（および RSTP）をイネーブルにします。設定手順の詳細については、第 17 章「MSTP の設定」を参照してください。 • **rapid-pvst** を指定して、Rapid PVST+ をイネーブルにします。
ステップ 3	**interface** *interface-id*	（Rapid PVST+ モードの場合だけ推奨）設定するインターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。有効なインターフェイスには、物理ポート、VLAN、およびポートチャネルがあります。指定できる VLAN ID 範囲は 1 ～ 4094 です。指定できるポートチャネルの範囲は 1 ～ 48 です。
ステップ 4	**spanning-tree link-type point-to-point**	（Rapid PVST+ モードの場合だけ推奨）このポートのリンク タイプをポイントツーポイントに指定します。 このポート（ローカル ポート）をポイントツーポイント リンクでリモート ポートと接続し、ローカル ポートが指定ポートになると、スイッチはリモート ポートとネゴシエーションし、ローカル ポートをフォワーディング ステートに高速変更します。
ステップ 5	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 6	**clear spanning-tree detected-protocols**	（Rapid PVST+ モードの場合だけ推奨）スイッチ上の任意のポートが IEEE 802.1D 準拠のレガシー スイッチのポートと接続されている場合に、スイッチ全体でプロトコル移行プロセスを再開します。 このステップは、このスイッチで Rapid PVST+ が稼動していることを指定スイッチが検出する場合のオプションです。
ステップ 7	**show spanning-tree summary** および **show spanning-tree interface** *interface-id*	設定を確認します。
ステップ 8	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

デフォルトの設定値に戻す場合は、**no spanning-tree mode** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。ポートをデフォルト設定に戻すには、**no spanning-tree link-type** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

スパニング ツリーのディセーブル化

スパニング ツリーはデフォルトで、VLAN 1 および「サポートされるスパニング ツリー インスタンス」（P.26-10）のスパニング ツリー限度を上限として新しく作成されたすべての VLAN 上でイネーブルです。スパニング ツリーをディセーブルにするのは、ネットワーク トポロジにループがないことが確実な場合だけにしてください。

注意　スパニング ツリーがディセーブルでありながら、トポロジにループが存在していると、余分なトラフィックが発生し、パケットの重複が無限に繰り返されることによって、ネットワークのパフォーマンスが大幅に低下します。

VLAN 単位でスパニング ツリーをディセーブルにするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**no spanning-tree vlan** *vlan-id*	*vlan-id* に指定できる範囲は、1 ～ 4094 です。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show spanning-tree vlan** *vlan-id*	設定を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

スパニング ツリーを再びイネーブルにする場合は、**spanning-tree vlan** *vlan-id* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

ルート スイッチの設定

スイッチは、スイッチ上で設定されているアクティブ VLAN ごとに 1 つずつ、個別のスパニング ツリー インスタンスを維持します。各インスタンスには、スイッチ プライオリティとスイッチの MAC アドレスからなるブリッジ ID が対応付けられます。VLAN ごとに、ブリッジ ID が最小のスイッチがその VLAN のルート スイッチになります。

特定の VLAN でスイッチがルートになるように設定するには、**spanning-tree vlan** *vlan-id* **root** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用して、スイッチ プライオリティをデフォルト値（32768）からかなり小さい値に変更します。このコマンドを入力すると、ソフトウェアが各 VLAN について、ルート スイッチのスイッチ プライオリティをチェックします。拡張システム ID をサポートするため、スイッチは指定された VLAN の自身のプライオリティを 24576 に設定します。この値によって、このスイッチを指定された VLAN のルートに設定できます。

指定された VLAN のルート スイッチに 24576 未満のスイッチ プライオリティが設定されている場合、スイッチはその VLAN について、自身のプライオリティを最小のスイッチ プライオリティより 4096 だけ小さい値に設定します（表 26-1（P.26-4）に示すように、4096 は 4 ビットのスイッチ プライオリティ値の最下位ビットの値です）。

（注）　ルート スイッチとして設定する必要のある値が 1 未満の場合、**spanning-tree vlan** *vlan-id* **root** グローバル コンフィギュレーション コマンドは失敗します。

（注）　ネットワーク上に拡張システム ID をサポートするスイッチとサポートしないスイッチが混在する場合は、拡張システム ID をサポートするスイッチがルート スイッチになることはほぼありません。拡張システム ID によって、旧ソフトウェアが稼動する接続スイッチのプライオリティより VLAN 番号が大きくなるたびに、スイッチ プライオリティ値が増大します。

（注）　各スパニング ツリー インスタンスのルート スイッチは、バックボーン スイッチまたはディストリビューション スイッチにする必要があります。アクセス スイッチをスパニング ツリーのプライマリ ルートとして設定しないでください。

レイヤ 2 ネットワークの直径（すなわち、レイヤ 2 ネットワーク上の任意の 2 つのエンド ステーション間の最大スイッチ ホップ数）を指定するには、**diameter** キーワードを指定します。ネットワークの直径を指定すると、その直径のネットワークに最適な Hello タイム、転送遅延時間、および最大エージング タイムをスイッチが自動的に設定するので、コンバージェンスの所要時間を大幅に短縮できます。自動的に算出された Hello タイムを変更する場合は、**hello** キーワードを使用します。

（注）　ルート スイッチとして設定した後で、**spanning-tree vlan** *vlan-id* **hello-time**、**spanning-tree vlan** *vlan-id* **forward-time**、および **spanning-tree vlan** *vlan-id* **max-age** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用して、Hello タイム、転送遅延時間、および最大エージング タイムを手動で設定することは推奨できません。

スイッチが特定の VLAN のルートになるように設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**spanning-tree vlan** *vlan-id* **root primary** [**diameter** *net-diameter* [**hello-time** *seconds*]]	指定された VLAN のルートになるように、スイッチを設定します。 • *vlan-id* には、VLAN ID で識別された単一の VLAN、ハイフンで区切られた範囲の VLAN、またはカンマで区切られた一連の VLAN を指定できます。指定できる範囲は 1 ～ 4094 です。 • （任意）**diameter** *net-diameter* には、任意の 2 つのエンド ステーション間の最大スイッチ数を指定します。指定できる範囲は 2 ～ 7 です。 • （任意）**hello-time** *seconds* には、ルート スイッチによってコンフィギュレーション メッセージが生成される間隔を秒数で指定します。指定できる範囲は 1 ～ 10 です。デフォルトは 2 です。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show spanning-tree detail**	設定を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

デフォルトの設定値に戻す場合は、**no spanning-tree vlan** *vlan-id* **root** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

セカンダリ ルート スイッチの設定

スイッチをセカンダリ ルートとして設定すると、スイッチ プライオリティがデフォルト値（32768）から 28672 に変更されます。したがって、プライマリ ルート スイッチで障害が発生した場合に、このスイッチが指定された VLAN のルート スイッチになる可能性が高くなります。これは、他のネットワーク スイッチがデフォルトのスイッチ プライオリティ 32768 を使用し、ルート スイッチになる可能性が低いことが前提です。

複数のスイッチでこのコマンドを実行すると、複数のバックアップ ルート スイッチを設定できます。**spanning-tree vlan** *vlan-id* **root primary** グローバル コンフィギュレーション コマンドでプライマリ ルート スイッチを設定したときと同じネットワーク直径および Hello タイム値を使用してください。

スイッチが特定の VLAN のセカンダリ ルートになるように設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**spanning-tree vlan** *vlan-id* **root secondary** [**diameter** *net-diameter* [**hello-time** *seconds*]]	指定された VLAN のセカンダリ ルートになるように、スイッチを設定します。 • *vlan-id* には、VLAN ID で識別された単一の VLAN、ハイフンで区切られた範囲の VLAN、またはカンマで区切られた一連の VLAN を指定できます。指定できる範囲は 1 ～ 4094 です。 • （任意）**diameter** *net-diameter* には、任意の 2 つのエンド ステーション間の最大スイッチ数を指定します。指定できる範囲は 2 ～ 7 です。 • （任意）**hello-time** *seconds* には、ルート スイッチによってコンフィギュレーション メッセージが生成される間隔を秒数で指定します。指定できる範囲は 1 ～ 10 です。デフォルトは 2 です。 プライマリ ルート スイッチを設定したときと同じネットワーク直径および Hello タイム値を使用してください。「ルート スイッチの設定」（P.26-15）を参照してください。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show spanning-tree detail**	設定を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

デフォルトの設定値に戻す場合は、**no spanning-tree vlan** *vlan-id* **root** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

ポート プライオリティの設定

ループが発生した場合、スパニング ツリーはポート プライオリティを使用して、フォワーディング ステートにするインターフェイスを選択します。最初に選択させたいインターフェイスには高いプライオリティ（小さい数値）を与え、最後に選択させたいインターフェイスには低いプライオリティ（大きい数値）を与えます。すべてのインターフェイスに同じプライオリティ値が与えられている場合、スパニング ツリーはインターフェイス番号が最小のインターフェイスをフォワーディング ステートにし、他のインターフェイスをブロックします。

インターフェイスのポート プライオリティを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	設定するインターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。 有効なインターフェイスは、物理ポートおよびポート チャネル論理インターフェイス（**port-channel** *port-channel-number*）です。
ステップ 3	**spanning-tree port-priority** *priority*	インターフェイスにポート プライオリティを設定します。 *priority* に指定できる範囲は 0 ～ 240 で、16 ずつ増加します。デフォルト値は 128 です。有効なプライオリティ値は、0、16、32、48、64、80、96、112、128、144、160、176、192、208、224、240 です。それ以外の値はすべて拒否されます。値が小さいほど、プライオリティは高くなります。
ステップ 4	**spanning-tree vlan** *vlan-id* **port-priority** *priority*	VLAN にポート プライオリティを設定します。 • *vlan-id* には、VLAN ID で識別された単一の VLAN、ハイフンで区切られた範囲の VLAN、またはカンマで区切られた一連の VLAN を指定できます。指定できる範囲は 1 ～ 4094 です。 • *priority* に指定できる範囲は 0 ～ 240 で、16 ずつ増加します。デフォルト値は 128 です。有効なプライオリティ値は、0、16、32、48、64、80、96、112、128、144、160、176、192、208、224、240 です。それ以外の値はすべて拒否されます。値が小さいほど、プライオリティは高くなります。
ステップ 5	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 6	**show spanning-tree interface** *interface-id* または **show spanning-tree vlan** *vlan-id*	設定を確認します。
ステップ 7	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

（注）　**show spanning-tree interface** *interface-id* 特権 EXEC コマンドで情報が表示されるのは、ポートがリンクアップ動作可能の状態にある場合に限られます。それ以外の情報については、**show running-config interface** 特権 EXEC コマンドを使用して設定を確認してください。

デフォルトの設定値に戻す場合は、**no spanning-tree** [**vlan** *vlan-id*] **port-priority** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。スパニング ツリー ポート プライオリティを使用してトランク ポートに負荷分散を設定する手順については、「トランク ポートの負荷分散の設定」（P.13-22）を参照してください。

パス コストの設定

スパニング ツリー パス コストのデフォルト値は、インターフェイスのメディア速度に基づきます。ループが発生した場合、スパニング ツリーはコストを使用して、フォワーディング ステートにするインターフェイスを選択します。最初に選択させたいインターフェイスには小さいコスト値を与え、最後に選択させたいインターフェイスには大きいコスト値を与えます。すべてのインターフェイスに同じコスト値が与えられている場合、スパニング ツリーはインターフェイス番号が最小のインターフェイスをフォワーディング ステートにし、他のインターフェイスをブロックします。

インターフェイスのコストを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	設定するインターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。有効なインターフェイスは、物理ポートおよびポート チャネル論理インターフェイス（**port-channel** *port-channel-number*）です。
ステップ 3	**spanning-tree cost** *cost*	インターフェイスにコストを設定します。 ループが発生した場合、スパニング ツリーはパス コストを使用して、フォワーディング ステートにするインターフェイスを選択します。パス コストが小さいほど、高速で伝送されます。 *cost* に指定できる範囲は 1 ～ 200000000 です。デフォルト値はインターフェイスのメディア速度に基づきます。
ステップ 4	**spanning-tree vlan** *vlan-id* **cost** *cost*	VLAN にコストを設定します。 ループが発生した場合、スパニング ツリーはパス コストを使用して、フォワーディング ステートにするインターフェイスを選択します。パス コストが小さいほど、高速で伝送されます。 • *vlan-id* には、VLAN ID で識別された単一の VLAN、ハイフンで区切られた範囲の VLAN、またはカンマで区切られた一連の VLAN を指定できます。指定できる範囲は 1 ～ 4094 です。 • *cost* に指定できる範囲は 1 ～ 200000000 です。デフォルト値はインターフェイスのメディア速度に基づきます。
ステップ 5	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 6	**show spanning-tree interface** *interface-id* または **show spanning-tree vlan** *vlan-id*	設定を確認します。
ステップ 7	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

（注）　**show spanning-tree interface** *interface-id* 特権 EXEC コマンドで情報が表示されるのは、リンクアップ動作可能の状態にあるポートに限られます。それ以外の情報については、**show running-config** 特権 EXEC コマンドを使用して設定を確認してください。

デフォルトの設定値に戻す場合は、**no spanning-tree** [**vlan** *vlan-id*] **cost** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。スパニング ツリー パス コストを使用してトランク ポートに負荷分散を設定する手順については、「トランク ポートの負荷分散の設定」（P.13-22）を参照してください。

VLAN のスイッチ プライオリティの設定

スイッチ プライオリティを設定して、スイッチがルート スイッチとして選択される可能性を高めることができます。

（注）このコマンドは、十分に注意して使用してください。スイッチ プライオリティの変更には、通常は、**spanning-tree vlan** *vlan-id* **root primary** および **spanning-tree vlan** *vlan-id* **root secondary** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用することを推奨します。

VLAN のスイッチ プライオリティを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**spanning-tree vlan** *vlan-id* **priority** *priority*	VLAN のスイッチ プライオリティを設定します。 • *vlan-id* には、VLAN ID で識別された単一の VLAN、ハイフンで区切られた範囲の VLAN、またはカンマで区切られた一連の VLAN を指定できます。指定できる範囲は 1 ～ 4094 です。 • *priority* を指定する場合、指定できる範囲は 0 ～ 61440 で、4096 ずつ増加します。デフォルトは 32768 です。値が小さいほど、スイッチがルート スイッチとして選択される可能性が高くなります。 有効なプライオリティ値は、4096、8192、12288、16384、20480、24576、28672、32768、36864、40960、45056、49152、53248、57344、61440 です。それ以外の値はすべて拒否されます。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show spanning-tree vlan** *vlan-id*	設定を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

デフォルトの設定値に戻す場合は、**no spanning-tree vlan** *vlan-id* **priority** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

スパニング ツリー タイマーの設定

表 26-4 で、スパニング ツリーのパフォーマンス全体を左右するタイマーについて説明します。

表 26-4　スパニング ツリー タイマー

変数	説明
Hello タイマー	スイッチから他のスイッチへ Hello メッセージをブロードキャストする頻度を制御します。
転送遅延タイマー	インターフェイスが転送を開始するまでに、リスニング ステートおよびラーニング ステートが継続する時間を制御します。
最大エージング タイマー	インターフェイスが受信したプロトコル情報をスイッチに保存させておく時間を制御します。
転送保留カウント	1 秒間停止する前に送信できる BPDU 数を制御します。

次に設定手順を示します。

Hello タイムの設定

Hello タイムを変更することによって、ルート スイッチによってコンフィギュレーション メッセージが生成される間隔を設定できます。

（注）　このコマンドは、十分に注意して使用してください。Hello タイムの変更には、通常、**spanning-tree vlan** *vlan-id* **root primary** および **spanning-tree vlan** *vlan-id* **root secondary** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用することを推奨します。

VLAN の Hello タイムを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**spanning-tree vlan** *vlan-id* **hello-time** *seconds*	VLAN の Hello タイムを設定します。Hello タイムはルート スイッチがコンフィギュレーション メッセージを生成する間隔です。これらのメッセージは、スイッチがアクティブであることを意味します。 • *vlan-id* には、VLAN ID で識別された単一の VLAN、ハイフンで区切られた範囲の VLAN、またはカンマで区切られた一連の VLAN を指定できます。指定できる範囲は 1 ～ 4094 です。 • *seconds* に指定できる範囲は 1 ～ 10 です。デフォルト値は 2 です。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show spanning-tree vlan** *vlan-id*	設定を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

デフォルトの設定値に戻す場合は、**no spanning-tree vlan** *vlan-id* **hello-time** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

VLAN の転送遅延時間の設定

VLAN の転送遅延時間を設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**spanning-tree vlan** *vlan-id* **forward-time** *seconds*	VLAN の転送時間を設定します。転送遅延時間は、スパニング ツリー ラーニング ステートおよびリスニング ステートからフォワーディング ステートに移行するまでに、インターフェイスが待機する秒数です。 • *vlan-id* には、VLAN ID で識別された単一の VLAN、ハイフンで区切られた範囲の VLAN、またはカンマで区切られた一連の VLAN を指定できます。指定できる範囲は 1 ～ 4094 です。 • *seconds* に指定できる範囲は 4 ～ 30 です。デフォルト値は 15 です。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show spanning-tree vlan** *vlan-id*	設定を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

デフォルトの設定値に戻す場合は、**no spanning-tree vlan** *vlan-id* **forward-time** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

VLAN の最大エージング タイムの設定

VLAN の最大エージング タイムを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**spanning-tree vlan** *vlan-id* **max-age** *seconds*	VLAN の最大エージング タイムを設定します。最大エージング タイムは、再構成を試行するまでにスイッチがスパニング ツリー コンフィギュレーション メッセージを受信せずに待機する秒数です。 • *vlan-id* には、VLAN ID で識別された単一の VLAN、ハイフンで区切られた範囲の VLAN、またはカンマで区切られた一連の VLAN を指定できます。指定できる範囲は 1 ～ 4094 です。 • *seconds* に指定できる範囲は 6 ～ 40 です。デフォルト値は 20 です。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show spanning-tree vlan** *vlan-id*	設定を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

デフォルトの設定値に戻す場合は、**no spanning-tree vlan** *vlan-id* **max-age** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

転送保留カウントの設定

転送保留カウント値を変更することで、BPDU のバースト サイズを設定できます。

（注）　このパラメータをより高い値に変更すると、CPU の使用率が非常に大きくなります（Rapid PVST モード時に特に顕著に変化します）。逆に、この値を低く設定すると、セッションによってはコンバージェンスを抑えることができます。この値は、デフォルト設定で使用することを推奨します。

転送保留カウントを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**spanning-tree transmit hold-count** *value*	1 秒間停止する前に送信できる BPDU 数を設定します。 *value* に指定できる範囲は 1 ～ 20 です。デフォルト値は 6 です。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show spanning-tree detail**	設定を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

デフォルトの設定値に戻す場合は、**no spanning-tree transmit hold-count** *value* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

スパニング ツリー ステータスの表示

スパニングツリー ステータスを表示するには、表 26-5 の特権 EXEC コマンドを 1 つまたは複数使用します。

表 26-5　スパニング ツリー ステータス表示用のコマンド

コマンド	目的
show spanning-tree active	アクティブ インターフェイスに関するスパニング ツリー情報だけを表示します。
show spanning-tree detail	インターフェイス情報の詳細サマリーを表示します。
show spanning-tree interface *interface-id*	特定のインターフェイスのスパニング ツリー情報を表示します。
show spanning-tree summary [**totals**]	インターフェイス ステートのサマリーを表示します。または STP ステート セクションのすべての行を表示します。

clear spanning-tree [**interface** *interface-id*] 特権 EXEC コマンドを使用して、スパニング ツリー カウンタをクリアできます。

show spanning-tree 特権 EXEC コマンドの他のキーワードについては、このリリースのコマンド リファレンスを参照してください。

CHAPTER 27

UDLD の設定

この章では、Catalyst 3560 スイッチに Unidirectional Link Detection（UDLD; 単一方向リンク検出）を設定する方法について説明します。

（注） この章で使用するコマンドの構文および使用方法の詳細については、このリリースのコマンド リファレンスを参照してください。

この章で説明する内容は、次のとおりです。

UDLD の概要

UDLD は、光ファイバまたはツイストペア イーサネット ケーブルを通して接続されたデバイスからケーブルの物理設定をモニタしたり、単一方向リンクの存在を検出したりできるようにするためのレイヤ 2 プロトコルです。このプロトコルが単一方向リンクを正常に識別してディセーブルにするには、接続されたすべてのデバイスで UDLD プロトコルがサポートされていなければなりません。UDLD は単一方向リンクを検出すると、影響を受けるポートをディセーブルにして警報を発信します。単一方向リンクは、スパニング ツリー トポロジ ループをはじめ、さまざまな問題を引き起こす可能性があります。

動作モード

UDLD は、通常（デフォルト）とアグレッシブの 2 つの動作モードをサポートしています。通常モードの UDLD は、光ファイバ接続におけるポートの誤った接続による単一方向リンクを検出できます。アグレッシブ モードの UDLD は、光ファイバ リンクおよびツイストペア リンク上の片方向トラフィックと、光ファイバ リンク上のポートの誤った接続による単一方向リンクも検出できます。

通常およびアグレッシブの両モードの UDLD は、レイヤ 1 のメカニズムを使用して、リンクの物理ステータスを学習します。レイヤ 1 では、物理的シグナリングおよび障害検出は、自動ネゴシエーションによって処理されます。UDLD は、ネイバー ID の検出、誤って接続されたポートのシャットダウンなど、自動ネゴシエーションでは実行不可能な処理を実行します。自動ネゴシエーションと UDLD の両方をイネーブルにすると、レイヤ 1 と 2 の検出機能が連動し、物理的および論理的な単一方向接続、および他のプロトコルの誤動作を防止します。

ローカル デバイスが送信したトラフィックをネイバーが受信するにもかかわらず、ネイバーから送信されたトラフィックをローカル デバイスが受信しない場合に、単一方向リンクが発生します。

通常モードの UDLD は、光ファイバ ポートの光ファイバが誤って接続されている場合に単一方向リンクを検出しますが、レイヤ 1 メカニズムは、この誤った接続を検出しません。ポートが正しく接続されていてもトラフィックが片方向である場合、単一方向リンクを検出するはずのレイヤ 1 メカニズムがこの状況を検出できないため、UDLD は単一方向リンクを検出できません。この場合、論理リンクは不確定と見なされ、UDLD はポートをディセーブルにしません。

UDLD が標準モードで、1 組のファイバ ストランドの 1 つが切断された場合、自動ネゴシエーションがアクティブであれば、レイヤ 1 メカニズムがリンクの物理的問題を検出するため、リンクは維持されません。この場合、UDLD は何の処理も行わず、論理リンクは不明となります。

アグレッシブ モードでは、UDLD はこれまでの検出方法で単一方向リンクを検出します。アグレッシブ モードの UDLD は、2 つのデバイス間の障害発生が許されないポイントツーポイント リンクの単一方向リンクも検出できます。また、次のいずれかの問題が発生している場合に、単一方向リンクも検出できます。

- 光ファイバ リンクまたはツイストペア リンクで、ポートの 1 つがトラフィックを送受信できない。
- 光ファイバ リンクまたはツイストペア リンクで、ポートの 1 つがダウンし、残りのインターフェイスが稼動している。
- ケーブルのうち 1 本の光ファイバが切断されている。

これらの場合、UDLD は影響を受けたポートをディセーブルにします。

ポイントツーポイント リンクでは、UDLD Hello パケットをハートビートと見なすことができ、ハートビートがあればリンクは正常です。逆に、ハートビートがないということは、双方向リンクを再確立できない限り、リンクをシャットダウンする必要があることを意味しています。

レイヤ 1 の観点からケーブルの両方の光ファイバが正常な状態であれば、アグレッシブ モードの UDLD はそれらの光ファイバが正しく接続されているかどうか、およびトラフィックが正しいネイバー間で双方向に流れているかどうかを検出します。自動ネゴシエーションはレイヤ 1 で動作するため、このチェックは自動ネゴシエーションでは実行できません。

単一方向の検出方法

UDLD は 2 つのメカニズムを使用して動作します。

- ネイバー データベース メンテナンス

  UDLD は、アクティブな各ポート上で Hello パケット（別名アドバタイズまたはプローブ）を定期的に送信して、他の UDLD 対応ネイバーに関して学習し、各デバイスがネイバーに関する情報を常に維持できるようにします。

  スイッチが Hello メッセージを受信すると、エージング タイム（ホールド タイムまたは Time To Live（TTL））が経過するまで、情報をキャッシュします。古いキャッシュ エントリの期限が切れる前に、スイッチが新しい Hello メッセージを受信すると、古いエントリが新しいエントリで置き換えられます。

  UDLD の稼動中にポートがディセーブルになったり、ポート上で UDLD がディセーブルになったり、またはスイッチをリセットした場合、UDLD は設定変更の影響を受けるポートの既存のキャッシュ エントリをすべて消去します。UDLD は、ステータス変更の影響を受けるキャッシュの一部をフラッシュするようにネイバーに通知するメッセージを 1 つまたは複数送信します。このメッセージは、キャッシュを継続的に同期するためのものです。

- イベントドリブン検出およびエコー

  UDLD は検出メカニズムとしてエコーを利用します。UDLD デバイスが新しいネイバーを学習するか、または同期していないネイバーから再同期要求を受信すると、接続の UDLD デバイス側の検出ウィンドウを再起動して、エコー メッセージを返送します。この動作はすべての UDLD ネイバーに対して同様に行われるため、エコー送信側では返信エコーを受信するように待機します。

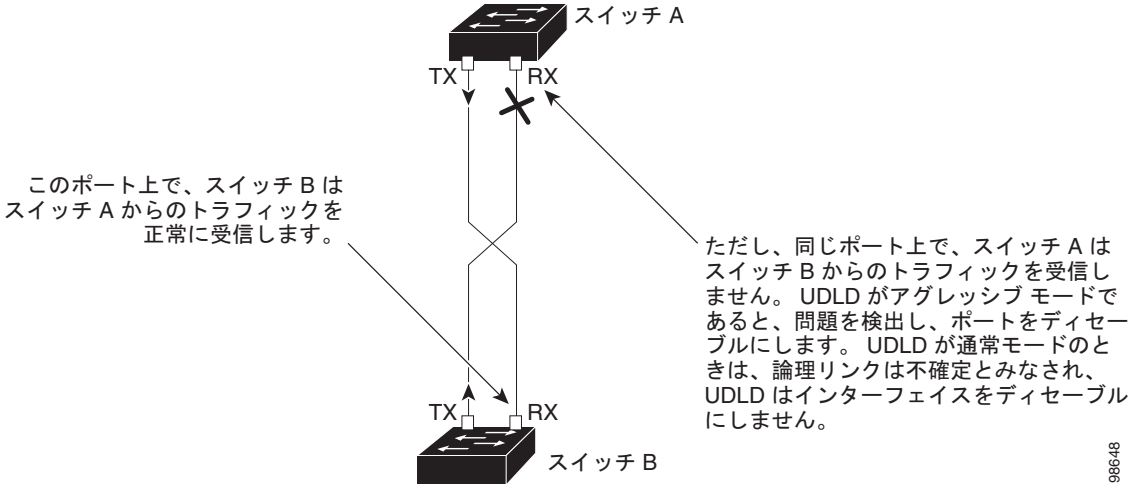
検出ウィンドウが終了し、有効な応答メッセージが受信されなかった場合、リンクは、UDLD モードに応じてシャットダウンされることがあります。UDLD が通常モードにある場合、リンクは不確定と見なされ、シャットダウンされない場合があります。UDLD がアグレッシブ モードにある場合は、リンクは単一方向と見なされ、ポートはディセーブルになります。

通常モードにある UDLD が、アドバタイズまたは検出段階にあり、すべてのネイバーのキャッシュ エントリが期限切れになると、UDLD はリンク起動シーケンスを再起動し、未同期の可能性のあるネイバーとの再同期を行います。

アグレッシブ モードをイネーブルにしていて、ポートのすべてのネイバーがアドバタイズまたは検出段階で期限切れになると、UDLD はリンク起動シーケンスを再起動し、未同期の可能性のあるネイバーとの再同期を行います。高速な一連のメッセージの送受信後に、リンク ステートが不確定のままの場合、UDLD はポートをシャットダウンします。

図 27-1 に、単一方向リンク状態の例を示します。

図 27-1　UDLD による単一方向リンクの検出



UDLD の設定

ここでは、次の設定情報について説明します。

- 「UDLD のデフォルト設定」（P.27-4）
- 「設定時の注意事項」（P.27-4）
- 「UDLD のグローバルなイネーブル化」（P.27-5）
- 「インターフェイス上での UDLD のイネーブル化」（P.27-5）
- 「UDLD によってディセーブル化されたインターフェイスのリセット」（P.27-6）

UDLD のデフォルト設定

表 27-1 に、UDLD のデフォルト設定を示します。

表 27-1　UDLD のデフォルト設定

機能	デフォルト設定
UDLD グローバル イネーブル ステート	グローバルにディセーブル
ポート別の UDLD イネーブル ステート（光ファイバ メディア用）	すべてのイーサネット光ファイバ ポート上でディセーブル
ポート別の UDLD イネーブル ステート（ツイストペア（銅線）メディア用）	すべてのイーサネット 10/100 および 1000BASE-TX ポート上でディセーブル
UDLD アグレッシブ モード	ディセーブル

設定時の注意事項

UDLD 設定時の注意事項を次に示します。

- UDLD は Asynchronous Transfer Mode（ATM; 非同期転送モード）ポート上ではサポートされていません。
- UDLD 対応ポートが別のスイッチの UDLD 非対応ポートに接続されている場合は、このポートも単一方向リンクを検出できません。
- モード（通常またはアグレッシブ）を設定する場合、リンクの両側に同じモードを設定します。

注意　ループ ガードは、ポイントツーポイント リンクでだけサポートされます。リンクの各終端には、STP を実行するデバイスを直接接続することを推奨します。

UDLD のグローバルなイネーブル化

アグレッシブ モードまたは標準モードで UDLD をイネーブルにし、スイッチのすべての光ファイバ ポートに設定可能なメッセージ タイマーを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**udld** {**aggressive** | **enable** | **message time** *message-timer-interval*}	UDLD の動作モードを指定します。 • **aggressive** - すべての光ファイバ ポート上で、UDLD をアグレッシブ モードでイネーブルにします。 • **enable** - スイッチ上のすべての光ファイバ ポート上で、UDLD を通常モードでイネーブルにします。UDLD はデフォルトでディセーブルです。 個々のインターフェイスの設定は、**udld enable** グローバル コンフィギュレーション コマンドの設定を上書きします。 アグレッシブおよび通常モードの詳細については、「動作モード」（P.27-1）を参照してください。 • **message time** *message-timer-interval* - アドバタイズ フェーズに存在し、双方向と検出されたポートにおける UDLD プローブ メッセージ間の間隔を設定します。指定できる範囲は 1 ～ 90 秒です。デフォルト値は 15 です。 （注）　このコマンドが作用するのは、光ファイバ ポートだけです。他のポート タイプで UDLD をイネーブルにする場合は、**udld** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。詳細については、「インターフェイス上での UDLD のイネーブル化」（P.27-5）を参照してください。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show udld**	設定を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

UDLD をグローバルにディセーブルにするには、**no udld enable** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用して、すべての光ファイバ ポート上で標準モードの UDLD をディセーブルにします。すべての光ファイバ ポート上でアグレッシブ モードの UDLD をディセーブルにする場合は、**no udld aggressive** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

インターフェイス上での UDLD のイネーブル化

ポート上で、UDLD をアグレッシブ モードまたは通常モードでイネーブルにするか、または UDLD をディセーブルにするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	UDLD のためにイネーブルにするポートを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。

	コマンド	目的
ステップ 3	**udld port** [**aggressive**]	UDLD はデフォルトでディセーブルです。 • **udld port** - 指定されたポート上で、UDLD を通常モードでイネーブルにします。 • **udld port aggressive** - 指定されたポート上で、UDLD をアグレッシブ モードでイネーブルにします。 （注）　特定の光ファイバ ポート上で UDLD をディセーブルにする場合は、**no udld port** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。 アグレッシブおよび通常モードの詳細については、「動作モード」（P.27-1）を参照してください。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show udld** *interface-id*	設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

UDLD によってディセーブル化されたインターフェイスのリセット

UDLD によってディセーブルにされたすべてのポートをリセットするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**udld reset**	UDLD によってディセーブルにされたすべてのポートをリセットします。
ステップ 2	**show udld**	設定を確認します。

次のコマンドを使用して、ポートを起動することもできます。

- **shutdown** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドに続けて **no shutdown** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを入力すると、ディセーブルのポートを再起動できます。
- **no udld** {**aggressive** | **enable**} グローバル コンフィギュレーション コマンドの後に **udld** {**aggressive** | **enable**} グローバル コンフィギュレーション コマンドを実行すると、ディセーブル化されたポートが再びイネーブルになります。
- **no udld port** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドの後に **udld port** [**aggressive**] インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを実行すると、ディセーブル化された光ファイバ ポートが再びイネーブルになります。
- **errdisable recovery cause udld** グローバル コンフィギュレーション コマンドを入力すると、UDLD の errdisable ステートから自動回復するタイマーをイネーブルにできます。さらに、**errdisable recovery interval** *interval* グローバル コンフィギュレーション コマンドを入力すると、UDLD の errdisable ステートから回復する時間を指定できます。

UDLD ステータスの表示

指定されたポートまたはすべてのポートの UDLD ステータスを表示するには、**show udld** [*interface-id*] 特権 EXEC コマンドを使用します。

コマンド出力フィールドの詳細については、このリリースに対応するコマンド リファレンスを参照してください。

CHAPTER 28

SPAN および RSPAN の設定

この章では、Catalyst 3560 スイッチに Switched Port Analyzer（SPAN; スイッチド ポート アナライザ）および Remote SPAN（RSPAN; リモート SPAN）を設定する方法について説明します。この章で使用するコマンドの構文および使用方法の詳細については、このリリースのコマンド リファレンスを参照してください。

SPAN および RSPAN の概要

ポートまたは VLAN を通過するネットワーク トラフィックを解析するには、SPAN または RSPAN を使用して、そのスイッチ上、またはネットワーク アナライザやその他のモニタ デバイス、あるいはセキュリティ デバイスに接続されている別のスイッチ上のポートにトラフィックのコピーを送信します。SPAN は送信元ポート上または送信元 VLAN 上で受信、送信、または送受信されたトラフィックを宛先ポートにコピー（ミラーリング）して、解析します。SPAN は送信元ポートまたは VLAN 上のネットワーク トラフィックのスイッチングには影響しません。宛先ポートは SPAN 専用にする必要があります。SPAN または RSPAN セッションに必要なトラフィック以外、宛先ポートがトラフィックを受信したり転送したりすることはありません。

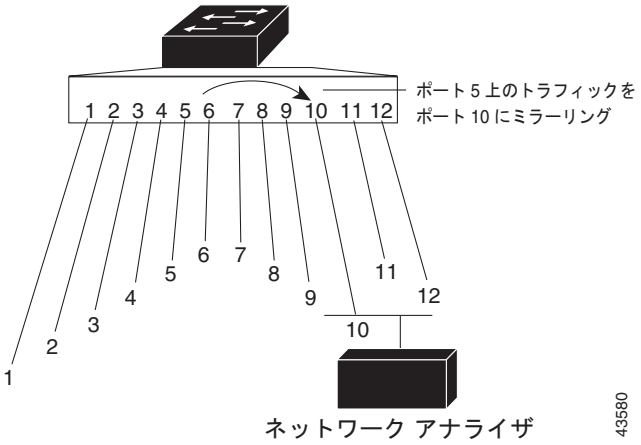
SPAN を使用してモニタできるのは、送信元ポートを出入りするトラフィックまたは送信元 VLAN に出入りするトラフィックだけです。送信元 VLAN にルーティングされたトラフィックはモニタできません。たとえば、着信トラフィックをモニタしている場合、別の VLAN から送信元 VLAN にルーティングされているトラフィックはモニタできません。ただし、送信元 VLAN で受信し、別の VLAN にルーティングされるトラフィックは、モニタできます。

ネットワーク セキュリティ デバイスからトラフィックを注入する場合、SPAN または RSPAN 宛先ポートを使用できます。たとえば、Cisco Intrusion Detection System（IDS; 侵入検知システム）センサ装置を宛先ポートに接続すれば、IDS デバイスは TCP リセット パケットを送信して疑わしい攻撃者の TCP セッションを閉じることができます。

ローカル SPAN

ローカル SPAN は 1 つのスイッチ内の SPAN セッション全体をサポートします。すべての送信元ポートまたは送信元 VLAN、および宛先ポートは、同じスイッチ内にあります。ローカル SPAN は、任意の VLAN 上の 1 つまたは複数の送信元ポートからのトラフィック、あるいは 1 つまたは複数の VLAN からのトラフィックを解析するために宛先ポートへコピーします。たとえば、図 28-1 の場合、ポート 5（送信元ポート）上のすべてのトラフィックがポート 10（宛先ポート）にミラーリングされます。ポート 10 のネットワーク アナライザは、ポート 5 に物理的には接続されていませんが、ポート 5 からのすべてのネットワーク トラフィックを受信します。

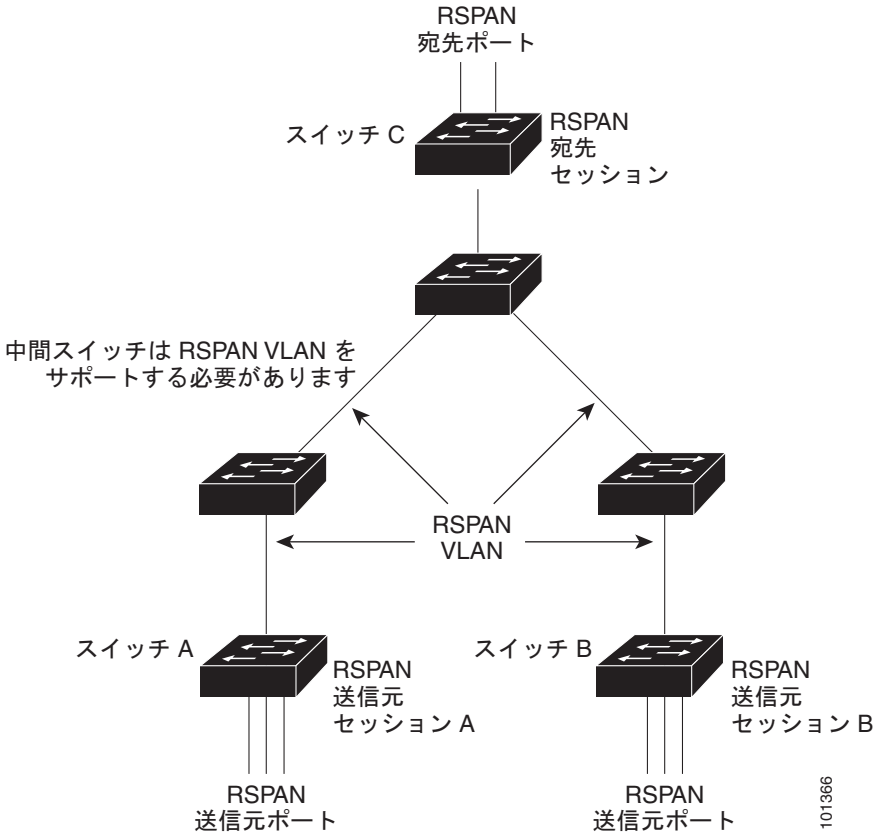
図 28-1　単一スイッチでのローカル SPAN の設定例



リモート SPAN

RSPAN は異なるスイッチ上の送信元ポート、送信元 VLAN、および宛先ポートをサポートし、ネットワーク上にある複数のスイッチのリモート モニタリングを可能にします。図 28-2 に、スイッチ A およびスイッチ B の送信元ポートを示します。各 RSPAN セッションのトラフィックは、ユーザが指定した RSPAN VLAN 上で搬送されます。この RSPAN VLAN は、参加しているすべてのスイッチで RSPAN セッション専用です。送信元ポートまたは VLAN からの RSPAN トラフィックは RSPAN VLAN にコピーされ、RSPAN VLAN を伝送するトランク ポートを介して、RSPAN VLAN をモニタする宛先セッションに転送されます。各 RSPAN 送信元スイッチでは、RSPAN 送信元としてポートまたは VLAN のいずれかを設定する必要があります。図中のスイッチ C のように、宛先は常に物理ポートになります。

図 28-2　RSPAN の設定例



SPAN と RSPAN の概念および用語

ここでは、SPAN および RSPAN の設定に関連する概念および用語について説明します。

SPAN セッション

SPAN セッション（ローカルまたはリモート）を使用すると、1 つまたは複数のポート上、あるいは 1 つまたは複数の VLAN 上でトラフィックをモニタし、そのモニタしたトラフィックを 1 つまたは複数の宛先ポートに送信できます。

ローカル SPAN セッションは、宛先ポートと送信元ポートまたは送信元 VLAN（すべて単一のネットワーク デバイス上にある）を結び付けたものです。ローカル SPAN には、送信元セッションおよび宛先セッションが個別に設定されません。ローカル SPAN セッションはユーザが指定した入力および出力のパケット セットを収集し、SPAN データ ストリームを形成して、宛先ポートに転送します。

RSPAN は少なくとも 1 つの RSPAN 送信元セッション、1 つの RSPAN VLAN、および少なくとも 1 つの RSPAN 宛先セッションで構成されています。RSPAN 送信元セッションと RSPAN 宛先セッションは、異なるネットワーク デバイス上に別々に設定します。デバイスに RSPAN 送信元セッションを設定するには、一連の送信元ポートまたは送信元 VLAN を RSPAN VLAN に関連付けます。このセッションの出力は、RSPAN VLAN に送信される SPAN パケットのストリームです。別のデバイスに RSPAN 宛先セッションを設定するには、宛先ポートを RSPAN VLAN に関連付けます。宛先セッションは RSPAN VLAN トラフィックをすべて収集し、RSPAN 宛先ポートに送信します。

RSPAN 送信元セッションは、パケット ストリームが転送される点を除き、ローカル SPAN セッションに非常に似ています。RSPAN 送信元セッションでは、SPAN パケットに RSPAN VLAN ID ラベルが再設定され、通常のトランク ポートを介して宛先スイッチに転送されます。

RSPAN 宛先セッションは RSPAN VLAN 上で受信されたすべてのパケットを取得し、VLAN のタギングを除去し、宛先ポートに送ります。RSPAN 宛先セッションの目的は、（レイヤ 2 制御パケットを除く）すべての RSPAN VLAN パケットを解析のためにユーザにコピーすることです。

同じ RSPAN VLAN 内で、複数の送信元セッションと複数の宛先セッションをアクティブにできます。RSPAN 送信元セッションと宛先セッションを分離する中間スイッチを配置することもできます。これらのスイッチには RSPAN の実行機能は不要ですが、RSPAN VLAN の要求に応答する必要があります（「RSPAN VLAN」（P.28-8）を参照）。

SPAN セッションでのトラフィックのモニタには、次のような制約があります。

- ポートまたは VLAN を送信元にできますが、同じセッション内に送信元ポートと送信元 VLAN を混在させることはできません。
- スイッチは最大 2 つの送信元セッションをサポートします（ローカル SPAN および RSPAN 送信元セッション）。同じスイッチ内でローカル SPAN と RSPAN の送信元セッションの両方を実行できます。スイッチは合計 64 の送信元および RSPAN 宛先セッションをサポートします。
- 1 つの SPAN セッションに複数の宛先ポートを設定できますが、設定できる宛先ポート数は最大 64 です。
- 別個のまたは重複する SPAN 送信元ポートと VLAN のセットによって、SPAN または RSPAN 送信元セッションを 2 つ個別に設定できます。スイッチド ポートおよびルーテッド ポートはいずれも SPAN 送信元および宛先として設定できます。
- SPAN セッションがスイッチの通常の動作を妨げることはありません。ただし、10 Mbps のポートで 100 Mbps のポートをモニタするなど、オーバーサブスクライブの SPAN 宛先は、パケットのドロップまたは消失を招くことがあります。
- RSPAN がイネーブルの場合、モニタ中の各パケットは 2 回伝送されます（1 回は標準トラフィックとして、もう 1 回はモニタされたパケットとして）。したがって、多数のポートまたは VLAN をモニタすると、大量のネットワーク トラフィックが生成されることがあります。
- ディセーブルのポート上に SPAN セッションを設定することはできますが、そのセッション用に宛先ポートと少なくとも 1 つの送信元ポートまたは VLAN をイネーブルにしない限り、SPAN セッションはアクティブになりません。
- スイッチは、単一セッション内でのローカル SPAN と RSPAN の併用をサポートしません。つまり、RSPAN 送信元セッションにローカル宛先ポートを設定したり、RSPAN 宛先セッションにローカル送信元ポートを設定したり、同じスイッチ上で、同じ RSPAN VLAN を使用する RSPAN 宛先セッションおよび RSPAN 送信元セッションを実行できません。

モニタ対象トラフィック

SPAN セッションは、次のトラフィック タイプをモニタできます。

- RX（受信）SPAN : 受信（または入力）SPAN の役割は、送信元インターフェイスまたは VLAN が受信したすべてのパケットを、スイッチが変更または処理を行う前にできるだけ多くモニタすることです。送信元が受信した各パケットのコピーがその SPAN セッションに対応する宛先ポートに送られます。

  Differentiated Services Code Point（DSCP）の変更など、ルーティングや Quality of Service（QoS）が原因で変更されたパケットは、変更される前にコピーされます。

受信処理中にパケットをドロップする可能性のある機能は、入力 SPAN には影響を与えません。宛先ポートは、実際の着信パケットがドロップされた場合でも、パケットのコピーを受信します。パケットを廃棄する可能性のある機能は、標準および拡張 IP 入力 Access Control List（ACL; アクセス コントロール リスト）、入力 QoS ポリシング、VLAN ACL、および出力 QoS ポリシングです。

- TX（送信）SPAN：送信（または出力）SPAN の役割は、スイッチによる変更および処理がすべて完了した後で、送信元インターフェイスが送信したすべてのパケットをできるだけ多くモニタすることです。送信元が送信した各パケットのコピーがその SPAN セッションに対応する宛先ポートに送られます。コピーはパケットの変更後に用意されます。

  ルーティングが原因で変更されたパケット（Time to Live（TTL; 存続可能時間）、MAC（メディア アクセス コントロール）アドレス、QoS 値の変更など）は、宛先ポートで（変更されて）コピーされます。

  送信処理中にパケットをドロップする可能性のある機能は、SPAN 用の複製コピーにも影響します。これらの機能には、標準および拡張 IP 出力 ACL、出力 QoS ポリシングがあります。

- 両方：SPAN セッションで、受信パケットと送信パケットの両方について、ポートまたは VLAN をモニタすることもできます。これがデフォルトです。

ローカル SPAN セッション ポートのデフォルト設定では、すべてのタグなしパケットが送信されます。通常、SPAN は Cisco Discovery Protocol（CDP）、VLAN Trunking Protocol（VTP; VLAN トランキング プロトコル）、Dynamic Trunking Protocol（DTP）、Spanning-Tree Protocol（STP; スパニング ツリー プロトコル）、Port Aggregation Protocol（PAgP）などの Bridge Protocol Data Unit（BPDU; ブリッジ プロトコル データ ユニット）パケットおよびレイヤ 2 プロトコルをモニタしません。ただし、宛先ポートを設定するときに **encapsulation replicate** キーワードを入力すると、次の変更が発生します。

- 送信元ポートの場合と同じカプセル化設定（タグなし、Inter-Switch Link（ISL; スイッチ間リンク）、または IEEE 802.1Q）を使用して、パケットが宛先ポートに送信されます。
- BPDU やレイヤ 2 プロトコル パケットを含むすべてのタイプのパケットがモニタされます。

したがって、カプセル化レプリケーションがイネーブルにされたローカル SPAN セッションでは、タグなし、ISL、および IEEE 802.1Q タグ付きパケットが宛先ポートに混在することがあります。

スイッチの輻輳により、入力送信元ポート、出力送信元ポート、または SPAN 宛先ポートでパケットがドロップされることがあります。一般に、これらの特性は互いに無関係です。次に例を示します。

- パケットは通常どおり転送されますが、SPAN 宛先ポートのオーバーサブスクライブが原因でモニタされないことがあります。
- 入力パケットが標準転送されないにもかかわらず、SPAN 宛先ポートに着信することがあります。
- スイッチの輻輳が原因でドロップされた出力パケットは、出力 SPAN からもドロップされます。

SPAN の設定によっては、同一送信元のパケットのコピーが複数、SPAN 宛先ポートに送信されます。たとえば、ポート A での RX モニタ、ポート B での TX モニタ用に、双方向（RX と TX）SPAN セッションが設定されているとします。パケットがポート A を介してスイッチに着信し、ポート B にスイッチングされると、着信パケットと発信パケットの両方が宛先ポートに送信されます。このため、両方のパケットは同じものになります（レイヤ 3 書き換えが行われた場合には、パケット変更のため異なるパケットになります）。

送信元ポート

送信元ポート（別名*モニタ対象ポート*）は、ネットワーク トラフィック分析のためにモニタするスイッチド ポートまたはルーテッド ポートです。1 つのローカル SPAN セッションまたは RSPAN 送信元セッションでは、送信元ポートまたは VLAN のトラフィックを単一方向または双方向でモニタできます。スイッチは、任意の数の送信元ポート（スイッチで利用可能なポートの最大数まで）と任意の数

の送信元 VLAN（サポートされている VLAN の最大数まで）をサポートしています。ただし、スイッチが送信元ポートまたは VLAN でサポートするセッション数は最大 2 つ（ローカルまたは RSPAN）であるため、単一のセッションにポートおよび VLAN を混在させることはできません。

送信元ポートの特性は、次のとおりです。

- 複数の SPAN セッションでモニタできます。
- モニタする方向（入力、出力、または両方）を指定して、各送信元ポートを設定できます。
- すべてのポート タイプ（EtherChannel、ファスト イーサネット、ギガビット イーサネットなど）が可能です。
- EtherChannel 送信元の場合は、EtherChannel 全体で、または物理ポートがポート チャネルに含まれている場合は物理ポート上で個別に、トラフィックをモニタできます。
- アクセス ポート、トランク ポート、ルーテッド ポート、または音声 VLAN ポートに指定できます。
- 宛先ポートにはできません。
- 送信元ポートは同じ VLAN にあっても異なる VLAN にあってもかまいません。
- 単一セッション内で複数の送信元ポートをモニタすることが可能です。

送信元 VLAN

VLAN ベースの SPAN（VSPAN）では、1 つまたは複数の VLAN のネットワーク トラフィックをモニタできます。VSPAN 内の SPAN または RSPAN 送信元インターフェイスが VLAN ID となり、トラフィックはその VLAN のすべてのポートでモニタされます。

VSPAN には次の特性があります。

- 送信元 VLAN 内のすべてのアクティブ ポートは送信元ポートとして含まれ、単一方向または双方向でモニタできます。
- 指定されたポートでは、モニタ対象の VLAN 上のトラフィックだけが宛先ポートに送信されます。
- 宛先ポートが送信元 VLAN に所属する場合は、送信元リストから除外され、モニタされません。
- ポートが送信元 VLAN に追加または削除されると、これらのポートで受信された送信元 VLAN のトラフィックは、モニタ中の送信元に追加または削除されます。
- VLAN 送信元と同じセッション内のフィルタ VLAN を使用できません。
- モニタできるのは、イーサネット VLAN だけです。

VLAN フィルタリング

トランク ポートを送信元ポートとしてモニタする場合、デフォルトでは、トランク上でアクティブなすべての VLAN がモニタされます。VLAN フィルタリングを使用して、トランク送信元ポートでの SPAN トラフィックのモニタ対象を特定の VLAN に制限できます。

- VLAN フィルタリングが適用されるのは、トランク ポートまたは音声 VLAN ポートだけです。
- VLAN フィルタリングはポートベース セッションにだけ適用され、VLAN 送信元によるセッションでは使用できません。
- VLAN フィルタ リストが指定されている場合、トランク ポートまたは音声 VLAN アクセス ポートではリスト内の該当 VLAN だけがモニタされます。
- 他のポート タイプから着信する SPAN トラフィックは、VLAN フィルタリングの影響を受けません。つまり、すべての VLAN を他のポートで使用できます。

- VLAN フィルタリング機能は、宛先 SPAN ポートに転送されたトラフィックにだけ作用し、通常のトラフィックのスイッチングには影響を与えません。

宛先ポート

各ローカル SPAN セッションまたは RSPAN 宛先セッションには、送信元ポートおよび VLAN からのトラフィックのコピーを受信し、SPAN パケットをユーザ（通常はネットワーク アナライザ）に送信する宛先ポート（別名 *モニタ側ポート*）が必要です。

宛先ポートの特性は、次のとおりです。

- ローカル SPAN セッションの場合、宛先ポートは送信元ポートと同じスイッチに存在している必要があります。RSPAN セッションの場合は、RSPAN 宛先セッションを含むスイッチ上にあります。RSPAN 送信元セッションだけを実行するスイッチには、宛先ポートはありません。
- ポートを SPAN 宛先ポートとして設定すると、元のポート設定が上書きされます。SPAN 宛先設定を削除すると、ポートは以前の設定に戻ります。ポートが SPAN 宛先ポートとして機能している間にポートの設定が変更されると、SPAN 宛先設定が削除されるまで、変更は有効になりません。

（注）　例外があります。QoS を SPAN 宛先ポートに設定すると、QoS は即座に有効になります。

- ポートが EtherChannel グループに含まれていた場合、そのポートが宛先ポートとして設定されている間、グループから削除されます。削除されたポートがルーテッド ポートであった場合、このポートはルーテッド ポートでなくなります。
- 任意のイーサネット物理ポートにできます。
- セキュア ポートにはできません。
- 送信元ポートにはできません。
- EtherChannel グループまたは VLAN にはできません。
- 一度に 1 つの SPAN セッションにしか参加できません（ある SPAN セッションの宛先ポートは、別の SPAN セッションの宛先ポートになることはできません）。
- アクティブな場合、着信トラフィックはディセーブルになります。ポートは SPAN セッションに必要なトラフィック以外は送信しません。宛先ポートでは着信トラフィックを学習したり、転送したりしません。
- 入力トラフィックの転送がネットワーク セキュリティ デバイスでイネーブルの場合、宛先ポートはレイヤ 2 でトラフィックを転送します。
- レイヤ 2 プロトコル（STP、VTP、CDP、DTP、PAgP）のいずれにも参加しません。
- 任意の SPAN セッションの送信元 VLAN に所属する宛先ポートは、送信元リストから除外され、モニタされません。
- スイッチの宛先ポートの最大数は 64 です。

ローカル SPAN および RSPAN 宛先ポートは、VLAN タギングおよびカプセル化について次のとおり動作が異なります。

- ローカル SPAN では、宛先ポートに **encapsulation replicate** キーワードが指定されている場合、各パケットに元のカプセル化が使用されます（タグなし、ISL、または IEEE 802.1Q）。これらのキーワードが指定されていない場合、パケットはタグなしフォーマットになります。したがって、**encapsulation replicate** がイネーブルになっているローカル SPAN セッションの出力に、タグなし、ISL、または IEEE 802.1Q タグ付きパケットが混在することがあります。
- RSPAN の場合は、元の VLAN ID は RSPAN VLAN ID で上書きされるため失われます。したがって、宛先ポート上のすべてのパケットはタグなしになります。

RSPAN VLAN

RSPAN VLAN は、RSPAN の送信元セッションと宛先セッション間で SPAN トラフィックを伝送します。RSPAN VLAN には次の特殊な特性があります。

- RSPAN VLAN 内のすべてのトラフィックは、常にフラッディングされます。
- RSPAN VLAN では MAC（メディア アクセス コントロール）アドレスは学習されません。
- RSPAN VLAN トラフィックが流れるのは、トランク ポート上だけです。
- RSPAN VLAN は、**remote-span** VLAN コンフィギュレーション モード コマンドを使用して、VLAN コンフィギュレーション モードで設定する必要があります。
- STP は RSPAN VLAN トランク上で実行できますが、SPAN 宛先ポート上では実行できません。
- RSPAN VLAN を、プライベート VLAN のプライマリまたはセカンダリ VLAN にできません。

VTP に対して可視である VLAN 1 ～ 1005 の場合、VLAN ID および対応する RSPAN 特性は VTP によって伝播されます。拡張 VLAN 範囲（1006 ～ 4094）内の RSPAN VLAN ID を割り当てる場合は、すべての中間スイッチを手動で設定する必要があります。

通常は、ネットワークに複数の RSPAN VLAN を配置し、それぞれの RSPAN VLAN でネットワーク全体の RSPAN セッションを定義します。つまり、ネットワーク内の任意の場所にある複数の RSPAN 送信元セッションで、パケットを RSPAN セッションに送信できます。また、ネットワーク全体に対して複数の RSPAN 宛先セッションを設定し、同じ RSPAN VLAN をモニタしたり、ユーザにトラフィックを送信したりできます。セッションは RSPAN VLAN ID によって区別されます。

SPAN および RSPAN と他の機能の相互作用

SPAN は次の機能と相互に作用します。

- ルーティング：SPAN はルーテッド トラフィックをモニタしません。VSPAN がモニタするのはスイッチに出入りするトラフィックに限られ、VLAN 間でルーティングされるトラフィックはモニタしません。たとえば、VLAN が受信モニタされ、スイッチが別の VLAN からモニタ対象 VLAN にトラフィックをルーティングする場合、そのトラフィックはモニタされず、SPAN 宛先ポートで受信されません。
- STP：SPAN または RSPAN セッションがアクティブな間、宛先ポートは STP に参加しません。SPAN または RSPAN セッションがディセーブルになると、宛先ポートは STP に参加できます。送信元ポートでは、SPAN は STP ステータスに影響を与えません。STP は RSPAN VLAN を伝送するトランク ポート上でアクティブにできます。
- CDP：SPAN セッションがアクティブな間、SPAN 宛先ポートは CDP に参加しません。SPAN セッションがディセーブルになると、ポートは再び CDP に参加します。
- VTP：VTP を使用すると、スイッチ間で RSPAN VLAN のプルーニングが可能です。
- VLAN およびトランキング：送信元ポート、または宛先ポートの VLAN メンバシップまたはトランクの設定値を、いつでも変更できます。ただし、宛先ポートの VLAN メンバシップまたはトランクの設定値に対する変更が有効になるのは、SPAN 宛先設定を削除してからです。送信元ポートの VLAN メンバシップまたはトランクの設定値に対する変更は、ただちに有効になり、対応する SPAN セッションが変更に応じて自動的に調整されます。
- EtherChannel：EtherChannel グループを送信元ポートとして設定することはできますが、SPAN 宛先ポートとして設定できません。グループが SPAN 送信元として設定されている場合、グループ全体がモニタされます。

モニタ対象の EtherChannel グループに物理ポートを追加すると、SPAN 送信元ポート リストに新しいポートが追加されます。モニタ対象の EtherChannel グループからポートを削除すると、送信元ポート リストからそのポートが自動的に削除されます。

EtherChannel グループに所属する物理ポートを SPAN 送信元ポートとして設定し、引き続き EtherChannel の一部とすることができます。この場合、この物理ポートは EtherChannel に参加しているため、そのポートからのデータはモニタされます。ただし、EtherChannel グループに含まれる物理ポートを SPAN 宛先として設定した場合、その物理ポートはグループから削除されます。SPAN セッションからそのポートが削除されると、EtherChannel グループに再加入します。EtherChannel グループから削除されたポートは、グループ メンバのままですが、*inactive* または *suspended* ステートになります。

EtherChannel グループに含まれる物理ポートが宛先ポートであり、その EtherChannel グループが送信元の場合、ポートは EtherChannel グループおよびモニタ対象ポート リストから削除されます。

- マルチキャスト トラフィックをモニタできます。出力ポートおよび入力ポートのモニタでは、未編集のパケットが 1 つだけ SPAN 宛先ポートに送信されます。マルチキャスト パケットの送信回数は反映されません。
- プライベート VLAN ポートを SPAN 宛先ポートにできません。
- セキュア ポートを SPAN 宛先ポートにできません。

  SPAN セッションでは、入力転送が宛先ポートでイネーブルの場合、出力をモニタしているポートでポート セキュリティをイネーブルにしないでください。RSPAN 送信元セッションでは、出力をモニタしているポートでポート セキュリティをイネーブルにしないでください。
- IEEE 802.1X ポートは SPAN 送信元ポートにできます。SPAN 宛先ポート上で IEEE 802.1X をイネーブルにできますが、SPAN 宛先としてこのポートを削除するまで、IEEE 802.1X はディセーブルに設定されます。

  SPAN セッションでは、入力転送が宛先ポートでイネーブルの場合、出力をモニタしているポートで IEEE 802.1X をイネーブルにしないでください。RSPAN 送信元セッションでは、出力をモニタしているポートで IEEE 802.1X をイネーブルにしないでください。

SPAN および RSPAN の設定

SPAN および RSPAN のデフォルト設定

表 28-1 に、SPAN および RSPAN のデフォルト設定を示します。

表 28-1　SPAN および RSPAN のデフォルト設定

機能	デフォルト設定
SPAN のステート（SPAN および RSPAN）	ディセーブル
モニタする送信元ポート トラフィック	受信トラフィックと送信トラフィックの両方（**both**）
カプセル化タイプ（宛先ポート）	ネイティブ形式（タグなしパケット）
入力転送（宛先ポート）	ディセーブル

表 28-1　SPAN および RSPAN のデフォルト設定 （続き）

機能	デフォルト設定
VLAN フィルタリング	送信元ポートとして使用されるトランク インターフェイス上で、すべての VLAN がモニタ対象
RSPAN VLAN	未設定

ローカル SPAN の設定

SPAN 設定時の注意事項

- SPAN 送信元の場合は、セッションごとに、単一のポートまたは VLAN、一連のポートまたは VLAN、一定範囲のポートまたは VLAN のトラフィックをモニタできます。1 つの SPAN セッションに、送信元ポートおよび送信元 VLAN を混在させることはできません。
- 宛先ポートを送信元ポートにはできません。同様に、送信元ポートを宛先ポートにすることもできません。
- 同じ宛先ポートで 2 つの SPAN セッションを設定できません。
- スイッチ ポートを SPAN 宛先ポートとして設定すると、通常のスイッチ ポートではなくなります。SPAN 宛先ポートを通過するトラフィックがモニタされるだけです。
- SPAN コンフィギュレーション コマンドを入力しても、前に設定した SPAN パラメータは削除されません。設定されている SPAN パラメータを削除するには、**no monitor session** {*session_number* | **all** | **local** | **remote**} グローバル コンフィギュレーション コマンドを入力する必要があります。
- ローカル SPAN では、**encapsulation replicate** キーワードが指定されている場合、SPAN 宛先ポートを経由する発信パケットは元のカプセル化ヘッダー（タグなし、ISL、または IEEE 802.1Q）を伝送します。このキーワードが指定されていない場合、パケットはネイティブ形式で送信されます。RSPAN 宛先ポートの場合、発信パケットはタグなしです。
- ディセーブルのポートを送信元ポートまたは宛先ポートとして設定することはできますが、SPAN 機能が開始されるのは、宛先ポートと少なくとも 1 つの送信元ポートまたは送信元 VLAN がイネーブルになってからです。
- SPAN トラフィックを特定の VLAN に制限するには、**filter vlan** キーワードを使用します。トランク ポートをモニタしている場合、このキーワードで指定された VLAN 上のトラフィックだけがモニタされます。デフォルトでは、トランク ポート上のすべての VLAN がモニタされます。
- 単一の SPAN セッションに、送信元 VLAN とフィルタ VLAN を混在させることはできません。
- Catalyst 3560-24PS および 3560-48PS スイッチには、SPAN に関連するハードウェアの制限があります。ルーテッド ユニキャスト トラフィックの出力 SPAN コピーには、ローカルとリモートの両方の SPAN セッションに関する不正な宛先 MAC アドレスが含まれることがあります。この制限事項はブリッジド パケットには適用されません。ローカル SPAN での対策は、レプリケーション オプションを使用することです。

- Catalyst 3560-24PS および 3560-48PS スイッチでは、出力 SPAN ルーテッド パケット（ユニキャスト パケットおよびマルチキャスト パケットの両方）に、誤った送信元 MAC アドレスが表示されます。宛先ポートでネイティブ カプセル化を使用したローカル SPAN パケットの場合、パケットには VLAN 1 の MAC アドレスが表示されます。カプセル化レプリケーション オプションが使用されている場合、この問題はローカル SPAN では現れません。この制限事項はブリッジド パケットには適用されません。回避方法として、**monitor session** グローバル コンフィギュレーション コマンドの **encapsulate replicate** キーワードを使用します。

ローカル SPAN セッションの作成

SPAN セッションを作成し、送信元（モニタ対象）ポートまたは VLAN、および宛先（モニタ側）ポートを指定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**no monitor session** {*session_number* | **all** | **local** | **remote**}	セッションに対する既存の SPAN 設定を削除します。 *session_number* の範囲は、1 ～ 66 です。 すべての SPAN セッションを削除する場合は **all**、すべてのローカル セッションを削除する場合は **local**、すべてのリモート SPAN セッションを削除する場合は **remote** をそれぞれ指定します。
ステップ 3	**monitor session** *session_number* **source** {**interface** *interface-id* | **vlan** *vlan-id*} [**,** | **-**] [**both** | **rx** | **tx**]	SPAN セッションおよび送信元ポート（モニタ対象ポート）を指定します。 *session_number* の範囲は、1 ～ 66 です。 *interface-id* には、モニタする送信元ポートまたは送信元 VLAN を指定します。 • 送信元 *interface-id* には、モニタする送信元ポートを指定します。有効なインターフェイスには、物理インターフェイスおよびポートチャネル論理インターフェイス（**port-channel** *port-channel-number*）があります。有効なポートチャネル番号は 1 ～ 48 です。 • *vlan-id* には、モニタする送信元 VLAN を指定します。指定できる範囲は 1 ～ 4094 です（RSPAN VLAN は除く）。 （注）　1 つのセッションに、一連のコマンドで定義された複数の送信元（ポートまたは VLAN）を含めることができます。ただし、1 つのセッション内で送信元ポートと送信元 VLAN を併用できません。 （任意）[**,** | **-**]：一連のインターフェイスまたはインターフェイス範囲を指定します。カンマの前後およびハイフンの前後にスペースを 1 つずつ入力します。 （任意）モニタするトラフィックの方向を指定します。トラフィックの方向を指定しなかった場合、SPAN は送信トラフィックと受信トラフィックの両方をモニタします。 • **both**：送信トラフィックと受信トラフィックの両方をモニタします。これがデフォルトです。 • **rx**：受信トラフィックをモニタします。 • **tx**：送信トラフィックをモニタします。 （注）　**monitor session** *session_number* **source** コマンドを複数回使用すると、複数の送信元ポートを設定できます。

	コマンド	目的
ステップ 4	**monitor session** *session_number* **destination** {**interface** *interface-id* [, | -] [**encapsulation replicate**]}	SPAN セッションおよび宛先ポート（モニタ側ポート）を指定します。 *session_number* には、ステップ 3 で入力したセッション番号を指定します。 （注）　ローカル SPAN の場合は、送信元および宛先インターフェイスに同じセッション番号を使用する必要があります。 *interface-id* には、宛先ポートを指定します。宛先インターフェイスには物理ポートを指定する必要があります。EtherChannel や VLAN は指定できません。 （任意）**[,** | **-]**：一連のインターフェイスまたはインターフェイス範囲を指定します。カンマの前後およびハイフンの前後にスペースを 1 つずつ入力します。 （任意）送信元インターフェイスのカプセル化方式が宛先インターフェイスで複製されるように指定するには、**encapsulation replicate** を入力します。これを選択しない場合、デフォルトでは、パケットがネイティブ形式（タグなし）で送信されます。 （注）　**monitor session** *session_number* **destination** コマンドを複数回使用すると、複数の宛先ポートを設定できます。
ステップ 5	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 6	**show monitor** [**session** *session_number*] **show running-config**	設定を確認します。
ステップ 7	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

SPAN セッションを削除するには、**no monitor session** *session_number* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。SPAN セッションから送信元ポート、宛先ポート、または VLAN を削除する場合は、**no monitor session** *session_number* **source** {**interface** *interface-id* | **vlan** *vlan-id*} グローバル コンフィギュレーション コマンドまたは **no monitor session** *session_number* **destination interface** *interface-id* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。宛先インターフェイスの場合、このコマンドの no 形式では、**encapsulation** オプションは無視されます。

次に、SPAN セッション 1 を設定し、宛先ポートへ向けた送信元ポートのトラフィックをモニタする例を示します。最初に、セッション 1 の既存の SPAN 設定を削除し、カプセル化方式を維持しながら、双方向トラフィックを送信元ポート GigabitEthernet 1 から宛先ポート GigabitEthernet 2 へミラーリングします。

```
Switch(config)# no monitor session 1
Switch(config)# monitor session 1 source interface gigabitethernet0/1
Switch(config)# monitor session 1 destination interface gigabitethernet0/2
encapsulation replicate
Switch(config)# end
```

次に、SPAN セッション 1 の SPAN 送信元としてのポート 1 を削除する例を示します。

```
Switch(config)# no monitor session 1 source interface gigabitethernet0/1
Switch(config)# end
```

次に、双方向モニタが設定されていたポート 1 で、受信トラフィックのモニタをディセーブルにする例を示します。

```
Switch(config)# no monitor session 1 source interface gigabitethernet0/1 rx
```

ポート 1 で受信するトラフィックのモニタはディセーブルになりますが、このポートから送信されるトラフィックは引き続きモニタされます。

次に、SPAN セッション 2 内の既存の設定を削除し、VLAN 1 ～ 3 に属するすべてのポートで受信トラフィックをモニタするように SPAN セッション 2 を設定し、モニタされたトラフィックを宛先ポート GigabitEthernet 2 に送信する例を示します。さらに、この設定は VLAN 10 に属するすべてのポートですべてのトラフィックをモニタするよう変更されます。

```
Switch(config)# no monitor session 2
Switch(config)# monitor session 2 source vlan 1 - 3 rx
Switch(config)# monitor session 2 destination interface gigabitethernet0/2
Switch(config)# monitor session 2 source vlan 10
Switch(config)# end
```

ローカル SPAN セッションの作成および着信トラフィックの設定

SPAN セッションを作成し、さらに送信元ポートまたは VLAN および宛先ポートを指定した後、宛先ポートでネットワーク セキュリティ デバイス（Cisco IDS センサ装置等）用に着信トラフィックをイネーブルにするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

着信トラフィックに関係しないキーワードの詳細については、「ローカル SPAN セッションの作成」（P.28-11）を参照してください。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**no monitor session** {*session_number* | **all** | **local** | **remote**}	セッションに対する既存の SPAN 設定を削除します。
ステップ 3	**monitor session** *session_number* **source** {**interface** *interface-id* | **vlan** *vlan-id*} [**,** | **-**] [**both** | **rx** | **tx**]	SPAN セッションおよび送信元ポート（モニタ対象ポート）を指定します。
ステップ 4	**monitor session** *session_number* **destination** {**interface** *interface-id* [**,** | **-**] [**encapsulation replicate**] [**ingress** {**dot1q vlan** *vlan-id* | **isl** | **untagged vlan** *vlan-id* | **vlan** *vlan-id*}]}	SPAN セッション、宛先ポート、パケットカプセル化、および入力 VLAN とカプセル化を指定します。 *session_number* には、ステップ 3 で入力したセッション番号を指定します。 *interface-id* には、宛先ポートを指定します。宛先インターフェイスには物理ポートを指定する必要があります。EtherChannel や VLAN は指定できません。 （任意）**[,|-]**：一連のインターフェイスまたはインターフェイス範囲を指定します。カンマまたはハイフンの前後にスペースを 1 つずつ入力します。 （任意）送信元インターフェイスのカプセル化方式が宛先インターフェイスで複製されるように指定するには、**encapsulation replicate** を入力します。これを選択しない場合、デフォルトでは、パケットがネイティブ形式（タグなし）で送信されます。 宛先ポートでの着信トラフィックの転送をイネーブルにして、カプセル化タイプを指定するには、**ingress** をキーワードと一緒に入力します。 • **dot1q vlan** *vlan-id*：デフォルトの VLAN として指定した VLAN で、IEEE 802.1Q でカプセル化された着信パケットを受信します。 • **isl**：ISL カプセル化を使用して着信パケットを転送します。 • **untagged vlan** *vlan-id* または **vlan** *vlan-id*：デフォルトの VLAN として指定した VLAN で、タグなしでカプセル化された着信パケットを受信します。
ステップ 5	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。

	コマンド	目的
ステップ 6	**show monitor** [**session** *session_number*] **show running-config**	設定を確認します。
ステップ 7	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

SPAN セッションを削除するには、**no monitor session** *session_number* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。SPAN セッションから送信元ポート、宛先ポート、または VLAN を削除する場合は、**no monitor session** *session_number* **source** {**interface** *interface-id* | **vlan** *vlan-id*} グローバル コンフィギュレーション コマンドまたは **no monitor session** *session_number* **destination interface** *interface-id* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。宛先インターフェイスの場合、このコマンドの **no** 形式を使用すると、カプセル化および入力オプションは無視されます。

次に、SPAN セッション 2 の既存の設定を削除し、送信元ポート GigabitEthernet 1 上で受信されるトラフィックをモニタするように SPAN セッション 2 を設定し、送信元ポートと同じ出力カプセル化方式を使用してそれを宛先ポート GigabitEthernet 2 に送信し、VLAN 6 をデフォルトの入力 VLAN として IEEE 802.1Q カプセル化を使用する入力転送をイネーブルにする例を示します。

```
Switch(config)# no monitor session 2
Switch(config)# monitor session 2 source gigabitethernet0/1 rx
Switch(config)# monitor session 2 destination interface gigabitethernet0/2 encapsulation
replicate ingress dot1q vlan 6
Switch(config)# end
```

フィルタリングする VLAN の指定

SPAN 送信元トラフィックを特定の VLAN に制限するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**no monitor session** {*session_number* | **all** | **local** | **remote**}	セッションに対する既存の SPAN 設定を削除します。 *session_number* の範囲は、1 ～ 66 です。 すべての SPAN セッションを削除する場合は **all**、すべてのローカル セッションを削除する場合は **local**、すべてのリモート SPAN セッションを削除する場合は **remote** をそれぞれ指定します。
ステップ 3	**monitor session** *session_number* **source interface** *interface-id*	送信元ポート（モニタ対象ポート）と SPAN セッションの特性を指定します。 *session_number* の範囲は、1 ～ 66 です。 *interface-id* には、モニタする送信元ポートを指定します。指定されたインターフェイスは、あらかじめトランク ポートとして設定されていなければなりません。
ステップ 4	**monitor session** *session_number* **filter vlan** *vlan-id* [**,** | **-**]	SPAN 送信元トラフィックを特定の VLAN に制限します。 *session_number* には、ステップ 3 で指定したセッション番号を入力します。 *vlan-id* に指定できる範囲は、1 ～ 4094 です。 （任意）[, | -] : カンマ（**,**）を使用して一連の VLAN を指定するか、ハイフン（**-**）を使用して VLAN 範囲を指定します。カンマの前後およびハイフンの前後にスペースを 1 つずつ入力します。

	コマンド	目的
ステップ 5	**monitor session** *session_number* **destination** {**interface** *interface-id* [, | -] [**encapsulation replicate**]}	SPAN セッションおよび宛先ポート（モニタ側ポート）を指定します。 *session_number* には、ステップ 3 で入力したセッション番号を指定します。 *interface-id* には、宛先ポートを指定します。宛先インターフェイスには物理ポートを指定する必要があります。EtherChannel や VLAN は指定できません。 （任意）**[, | -]**：一連のインターフェイスまたはインターフェイス範囲を指定します。カンマの前後およびハイフンの前後にスペースを 1 つずつ入力します。 （任意）送信元インターフェイスのカプセル化方式が宛先インターフェイスで複製されるように指定するには、**encapsulation replicate** を入力します。これを選択しない場合、デフォルトでは、パケットがネイティブ形式（タグなし）で送信されます。
ステップ 6	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 7	**show monitor** [**session** *session_number*] **show running-config**	設定を確認します。
ステップ 8	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

トランク ポート上のすべての VLAN をモニタするには、**no monitor session** *session_number* **filter** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、SPAN セッション 2 の既存の設定を削除し、トランク ポート GigabitEthernet 2 で受信されたトラフィックをモニタするように SPAN セッション 2 を設定し、VLAN 1 ～ 5 および 9 に対してだけトラフィックを宛先ポート GigabitEthernet 1 に送信する例を示します。

```
Switch(config)# no monitor session 2
Switch(config)# monitor session 2 source interface gigabitethernet0/2 rx
Switch(config)# monitor session 2 filter vlan 1 - 5, 9
Switch(config)# monitor session 2 destination interface gigabitethernet0/1
Switch(config)# end
```

RSPAN の設定

- 「RSPAN 設定時の注意事項」（P.28-16）
- 「RSPAN VLAN としての VLAN の設定」（P.28-17）
- 「RSPAN 送信元セッションの作成」（P.28-17）
- 「RSPAN 宛先セッションの作成」（P.28-19）
- 「RSPAN 宛先セッションの作成および着信トラフィックの設定」（P.28-20）
- 「フィルタリングする VLAN の指定」（P.28-21）

RSPAN 設定時の注意事項

- 「SPAN 設定時の注意事項」（P.28-10）のすべての項目は RSPAN にも当てはまります。
- RSPAN VLAN には特殊な特性があるので、RSPAN VLAN として使用するためにネットワーク上の VLAN をいくつか確保し、それらの VLAN にはアクセス ポートを割り当てないでおく必要があります。
- RSPAN トラフィックに出力 ACL を適用して、特定のパケットを選択的にフィルタリングまたはモニタできます。RSPAN 送信元スイッチ内の RSPAN VLAN 上で、これらの ACL を指定します。
- RSPAN を設定する場合は、送信元ポートおよび宛先ポートをネットワーク内の複数のスイッチに分散させることができます。
- RSPAN は、BPDU パケット モニタリングまたは他のレイヤ 2 スイッチ プロトコルをサポートしません。
- RSPAN VLAN はトランク ポートにだけ設定されており、アクセス ポートには設定されていません。不要なトラフィックが RSPAN VLAN に発生しないようにするために、参加しているすべてのスイッチで VLAN RSPAN 機能がサポートされていることを確認してください。
- RSPAN VLAN 上のアクセス ポート（音声 VLAN ポートを含む）は、非アクティブ ステートになります。
- 送信元トランク ポートにアクティブな RSPAN VLAN が設定されている場合、RSPAN VLAN はポートベース RSPAN セッションの送信元として含まれます。また、RSPAN VLAN を SPAN セッションの送信元に設定することもできます。ただし、スイッチはセッション間にわたるトラフィックをモニタしないため、スイッチの RSPAN 送信元セッションの宛先として識別された RSPAN VLAN では、パケットの出力スパニングがサポートされません。
- 次の条件を満たす限り、任意の VLAN を RSPAN VLAN として設定できます。
  - すべてのスイッチで、RSPAN セッションに同じ RSPAN VLAN が使用されている。
  - 参加するすべてのスイッチで RSPAN がサポートされている。
- RSPAN VLAN を設定してから、RSPAN 送信元または宛先セッションを設定することを推奨します。
- VTP および VTP プルーニングをイネーブルにすると、トランク内で RSPAN トラフィックがプルーニングされ、1005 以下の VLAN ID に関して、ネットワークで不必要な RSPAN トラフィックのフラッディングが防止されます。
- Catalyst 3560-24PS および 3560-48PS スイッチには、RSPAN に関連するハードウェアの制限があります。
  - ルーテッド ユニキャスト トラフィックの出力 SPAN コピーには、ローカルとリモートの両方の SPAN セッションに関する不正な宛先 MAC アドレスが含まれることがあります。この制限事項はブリッジド パケットには適用されません。ローカル SPAN での対策は、レプリケーションオプションを使用することです。リモート SPAN セッションの場合、対応策はありません。
  - 出力 SPAN ルーテッド パケット（ユニキャスト パケットおよびマルチキャスト パケットの両方）に、誤った送信元 MAC アドレスが表示されます。リモート SPAN パケットの場合、送信元 MAC アドレスは出力 VLAN の MAC アドレスである必要がありますが、代わりにパケットに RSPAN VLAN の MAC アドレスが表示されます。回避策はありません。
  - トラフィックが非常に混んでいる間に 2 つの RSPAN 送信元セッションが設定されると、片方の RSPAN セッションのパケットの VLAN ID が別の RSPAN セッションのパケットの VLAN ID を上書きします。上書きされると、この RSPAN VLAN 対象のパケットが誤って別の RSPAN VLAN に送信されます。この問題により RSPAN 宛先セッションは影響を受けません。回避策は RSPAN 送信元セッションを 1 つだけ設定することです。

RSPAN VLAN としての VLAN の設定

最初に、RSPAN セッションの RSPAN VLAN となる VLAN を新規に作成します。RSPAN に参加するすべてのスイッチに RSPAN VLAN を作成する必要があります。RSPAN VLAN ID が標準範囲（1005 未満）であり、VTP がネットワーク内でイネーブルである場合は、1 つのスイッチに RSPAN VLAN を作成し、VTP がこの RSPAN VLAN を VTP ドメイン内の他のスイッチに伝播するように設定できます。拡張範囲 VLAN（1005 を超える ID）の場合、送信元と宛先の両方のスイッチ、および中間スイッチに RSPAN VLAN を設定する必要があります。

VTP プルーニングを使用して、RSPAN トラフィックが効率的に流れるようにするか、または RSPAN トラフィックの伝送が不要なすべてのトランクから、RSPAN VLAN を手動で削除します。

RSPAN VLAN を作成するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**vlan** *vlan-id*	VLAN ID を入力して VLAN を作成するか、または既存の VLAN の VLAN ID を入力して、VLAN コンフィギュレーション モードを開始します。有効範囲は 2 ～ 1001 および 1006 ～ 4094 です。 RSPAN VLAN を VLAN 1（デフォルト VLAN）または VLAN ID 1002 ～ 1005（トークンリングおよび Fiber Distributed Data Interface [FDDI] VLAN 専用）にできません。
ステップ 3	**remote-span**	VLAN を RSPAN VLAN として設定します。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

VLAN からリモート SPAN 特性を削除して、標準 VLAN に戻すように変換するには、**no remote-span** VLAN コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、RSPAN VLAN 901 を作成する例を示します。

```
Switch(config)# vlan 901
Switch(config-vlan)# remote span
Switch(config-vlan)# end
```

RSPAN 送信元セッションの作成

RSPAN 送信元セッションを開始し、モニタ対象の送信元および宛先 RSPAN VLAN を指定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**no monitor session** {*session_number* | **all** | **local** | **remote**}	セッションに対する既存の RSPAN 設定を削除します。 *session_number* の範囲は、1 ～ 66 です。 すべての RSPAN セッションを削除する場合は **all**、すべてのローカル セッションを削除する場合は **local**、すべてのリモート SPAN セッションを削除する場合は **remote** をそれぞれ指定します。

	コマンド	目的
ステップ 3	**monitor session** *session_number* **source** {**interface** *interface-id* | **vlan** *vlan-id*} [**,** | **-**] [**both** | **rx** | **tx**]	RSPAN セッションおよび送信元ポート（モニタ対象ポート）を指定します。 *session_number* の範囲は、1 ～ 66 です。 RSPAN セッションの送信元ポートまたは送信元 VLAN を入力します。 • *interface-id* には、モニタする送信元ポートを指定します。有効なインターフェイスには、物理インターフェイスおよびポート チャネル論理インターフェイス（**port-channel** *port-channel-number*）があります。有効なポートチャネル番号は 1 ～ 48 です。 • *vlan-id* には、モニタする送信元 VLAN を指定します。指定できる範囲は 1 ～ 4094 です（RSPAN VLAN は除く）。 1 つのセッションに、一連のコマンドで定義された複数の送信元（ポートまたは VLAN）を含めることができます。ただし、1 つのセッション内で送信元ポートと送信元 VLAN を併用できません。 （任意）**[,** | **-]**：一連のインターフェイスまたはインターフェイス範囲を指定します。カンマの前後およびハイフンの前後にスペースを 1 つずつ入力します。 （任意）モニタするトラフィックの方向を指定します。トラフィックの方向を指定しなかった場合、送信元インターフェイスは送信トラフィックと受信トラフィックの両方を送信します。 • **both**：送信トラフィックと受信トラフィックの両方をモニタします。 • **rx**：受信トラフィックをモニタします。 • **tx**：送信トラフィックをモニタします。
ステップ 4	**monitor session** *session_number* **destination remote vlan** *vlan-id*	RSPAN セッションおよび宛先 RSPAN VLAN を指定します。 *session_number* には、ステップ 3 で指定した番号を入力します。 *vlan-id* には、モニタする送信元 RSPAN VLAN を指定します。
ステップ 5	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 6	**show monitor** [**session** *session_number*] **show running-config**	設定を確認します。
ステップ 7	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

SPAN セッションを削除するには、**no monitor session** *session_number* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

SPAN セッションから送信元ポートまたは VLAN を削除するには、**no monitor session** *session_number* **source** {**interface** *interface-id* | **vlan** *vlan-id*} グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。セッションから RSPAN VLAN を削除するには、**no monitor session** *session_number* **destination remote vlan** *vlan-id* コマンドを使用します。

次に、セッション 1 に対応する既存の RSPAN 設定を削除し、複数の送信元インターフェイスをモニタするように RSPAN セッション 1 を設定し、さらに宛先を RSPAN VLAN 901 に設定する例を示します。

```
Switch(config)# no monitor session 1
Switch(config)# monitor session 1 source interface gigabitethernet0/1 tx
Switch(config)# monitor session 1 source interface gigabitethernet0/2 rx

Switch(config)# monitor session 1 source interface port-channel 2
Switch(config)# monitor session 1 destination remote vlan 901
Switch(config)# end
```

RSPAN 宛先セッションの作成

RSPAN 宛先セッションは別のスイッチ（送信元セッションが設定されていないスイッチ）に設定します。

このスイッチ上で RSPAN VLAN を定義し、RSPAN 宛先セッションを作成し、送信元 RSPAN VLAN および宛先ポートを指定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**vlan** *vlan-id*	送信元スイッチで作成された RSPAN VLAN の VLAN ID を入力し、VLAN コンフィギュレーション モードを開始します。 両方のスイッチが VTP に参加し、RSPAN VLAN ID が 2 ～ 1005 である場合は、VTP ネットワークを介して RSPAN VLAN ID が伝播されるため、ステップ 2 ～ 4 は不要です。
ステップ 3	**remote-span**	VLAN を RSPAN VLAN として識別します。
ステップ 4	**exit**	グローバル コンフィギュレーション モードに戻ります。
ステップ 5	**no monitor session** {*session_number* | **all** | **local** | **remote**}	セッションに対する既存の RSPAN 設定を削除します。 *session_number* の範囲は、1 ～ 66 です。 すべての RSPAN セッションを削除する場合は **all**、すべてのローカル セッションを削除する場合は **local**、すべてのリモート SPAN セッションを削除する場合は **remote** をそれぞれ指定します。
ステップ 6	**monitor session** *session_number* **source remote vlan** *vlan-id*	RSPAN セッションおよび送信元 RSPAN VLAN を指定します。 *session_number* の範囲は、1 ～ 66 です。 *vlan-id* には、モニタする送信元 RSPAN VLAN を指定します。
ステップ 7	**monitor session** *session_number* **destination interface** *interface-id*	RSPAN セッションおよび宛先インターフェイスを指定します。 *session_number* には、ステップ 6 で指定した番号を入力します。 RSPAN 宛先セッションでは、送信元 RSPAN VLAN および宛先ポートに同じセッション番号を使用する必要があります。 *interface-id* には、宛先インターフェイスを指定します。宛先インターフェイスは物理インターフェイスでなければなりません。 **encapsulation replicate** はコマンドラインのヘルプ ストリングに表示されますが、RSPAN ではサポートされていません。元の VLAN ID は RSPAN VLAN ID によって上書きされ、宛先ポート上のすべてのパケットはタグなしになります。
ステップ 8	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 9	**show monitor** [**session** *session_number*] **show running-config**	設定を確認します。
ステップ 10	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

SPAN セッションを削除するには、**no monitor session** *session_number* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。SPAN セッションから宛先ポートを削除するには、**no monitor session** *session_number* **destination interface** *interface-id* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。セッションから RSPAN VLAN を削除するには、**no monitor session** *session_number* **source remote vlan** *vlan-id* コマンドを使用します。

次に、送信元リモート VLAN として VLAN 901、宛先インターフェイスとしてポート 1 を設定する例を示します。

```
Switch(config)# monitor session 1 source remote vlan 901
Switch(config)# monitor session 1 destination interface gigabitethernet0/1
Switch(config)# end
```

RSPAN 宛先セッションの作成および着信トラフィックの設定

RSPAN 宛先セッションを作成し、送信元 RSPAN VLAN および宛先ポートを指定し、宛先ポートでネットワーク セキュリティ デバイス（Cisco IDS センサ装置等）用に着信トラフィックをイネーブルにするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

着信トラフィックに関係しないキーワードの詳細については、「RSPAN 宛先セッションの作成」（P.28-19）を参照してください。この手順は、RSPAN VLAN がすでに設定されていることを前提にしています。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**no monitor session** {*session_number* | **all** | **local** | **remote**}	セッションに対する既存の SPAN 設定を削除します。
ステップ 3	**monitor session** *session_number* **source remote vlan** *vlan-id*	RSPAN セッションおよび送信元 RSPAN VLAN を指定します。 *session_number* の範囲は、1 ～ 66 です。 *vlan-id* には、モニタする送信元 RSPAN VLAN を指定します。
ステップ 4	**monitor session** *session_number* **destination** {**interface** *interface-id* [, | -] [**ingress** {**dot1q vlan** *vlan-id* | **isl** | **untagged vlan** *vlan-id* | **vlan** *vlan-id*}]}	SPAN セッション、宛先ポート、パケットカプセル化、および着信 VLAN とカプセル化を指定します。 *session_number* には、ステップ 4 で指定した番号を入力します。 RSPAN 宛先セッションでは、送信元 RSPAN VLAN および宛先ポートに同じセッション番号を使用する必要があります。 *interface-id* には、宛先インターフェイスを指定します。宛先インターフェイスは物理インターフェイスでなければなりません。 **encapsulation replicate** はコマンドラインのヘルプ ストリングに表示されますが、RSPAN ではサポートされていません。元の VLAN ID は RSPAN VLAN ID によって上書きされ、宛先ポート上のすべてのパケットはタグなしになります。 （任意）**[,** | **-]** : 一連のインターフェイスまたはインターフェイス範囲を指定します。カンマの前後およびハイフンの前後にスペースを 1 つずつ入力します。 宛先ポートでの着信トラフィックの転送をイネーブルにして、カプセル化タイプを指定するには、**ingress** を追加のキーワードと一緒に入力します。 • **dot1q vlan** *vlan-id* : VLAN をデフォルトの VLAN として指定し、IEEE 802.1Q カプセル化を使用して着信パケットを転送します。 • **isl** : ISL カプセル化を使用して着信パケットを転送します。 • **untagged vlan** *vlan-id* または **vlan** *vlan-id* : VLAN をデフォルトの VLAN として指定し、タグなしのカプセル化を使用して着信パケットを転送します。

	コマンド	目的
ステップ 5	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 6	**show monitor** [**session** *session_number*] **show running-config**	設定を確認します。
ステップ 7	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

RSPAN セッションを削除する場合は、**no monitor session** *session_number* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。RSPAN セッションから宛先ポートを削除するには、**no monitor session** *session_number* **destination interface** *interface-id* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。このコマンドの **no** 形式を使用すると、入力オプションは無視されます。

次に、RSPAN セッション 2 で送信元リモート VLAN として VLAN 901 を設定し、送信元ポート GigabitEthernet 2 を宛先インターフェイスとして設定し、VLAN 6 をデフォルトの受信 VLAN として着信トラフィックの転送をイネーブルにする例を示します。

```
Switch(config)# monitor session 2 source remote vlan 901
Switch(config)# monitor session 2 destination interface gigabitethernet0/2 ingress vlan 6
Switch(config)# end
```

フィルタリングする VLAN の指定

RSPAN 送信元トラフィックを特定の VLAN に制限するように RSPAN 送信元セッションを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**no monitor session** {*session_number* | **all** | **local** | **remote**}	セッションに対する既存の SPAN 設定を削除します。 *session_number* の範囲は、1 ～ 66 です。 すべての SPAN セッションを削除する場合は **all**、すべてのローカル セッションを削除する場合は **local**、すべてのリモート SPAN セッションを削除する場合は **remote** をそれぞれ指定します。
ステップ 3	**monitor session** *session_number* **source interface** *interface-id*	送信元ポート（モニタ対象ポート）と SPAN セッションの特性を指定します。 *session_number* の範囲は、1 ～ 66 です。 *interface-id* には、モニタする送信元ポートを指定します。指定されたインターフェイスは、あらかじめトランク ポートとして設定されていなければなりません。
ステップ 4	**monitor session** *session_number* **filter vlan** *vlan-id* [**,** | **-**]	SPAN 送信元トラフィックを特定の VLAN に制限します。 *session_number* には、ステップ 3 で指定したセッション番号を入力します。 *vlan-id* に指定できる範囲は、1 ～ 4094 です。 （任意）[,|-] : カンマ（**,**）を使用して一連の VLAN を指定するか、ハイフン（**-**）を使用して VLAN 範囲を指定します。カンマの前後およびハイフンの前後にスペースを 1 つずつ入力します。

	コマンド	目的
ステップ 5	**monitor session** *session_number* **destination remote vlan** *vlan-id*	RSPAN セッションおよび宛先リモート VLAN（RSPAN VLAN）を指定します。 *session_number* には、ステップ 3 で指定したセッション番号を入力します。 *vlan-id* には、宛先ポートにモニタ対象トラフィックを伝送する RSPAN VLAN を指定します。
ステップ 6	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 7	**show monitor** [**session** *session_number*] **show running-config**	設定を確認します。
ステップ 8	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

トランク ポート上のすべての VLAN をモニタするには、**no monitor session** *session_number* **filter vlan** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、RSPAN セッション 2 の既存の設定を削除し、トランク ポート 2 で受信されるトラフィックをモニタするように RSPAN セッション 2 を設定し、VLAN 1 ～ 5 および 9 に対してだけトラフィックを宛先 RSPAN VLAN 902 に送信する例を示します。

```
Switch(config)# no monitor session 2
Switch(config)# monitor session 2 source interface gigabitethernet0/2 rx
Switch(config)# monitor session 2 filter vlan 1 - 5, 9
Switch(config)# monitor session 2 destination remote vlan 902
Switch(config)# end
```

SPAN および RSPAN のステータス表示

現在の SPAN または RSPAN 設定を表示するには、**show monitor** ユーザ EXEC コマンドを使用します。また、設定された SPAN および RSPAN セッションを表示するには、**show running-config** 特権 EXEC コマンドを使用できます。

CHAPTER 29

RMON の設定

この章では、Catalyst 3560 スイッチに Remote Network Monitoring（RMON）を設定する方法について説明します。

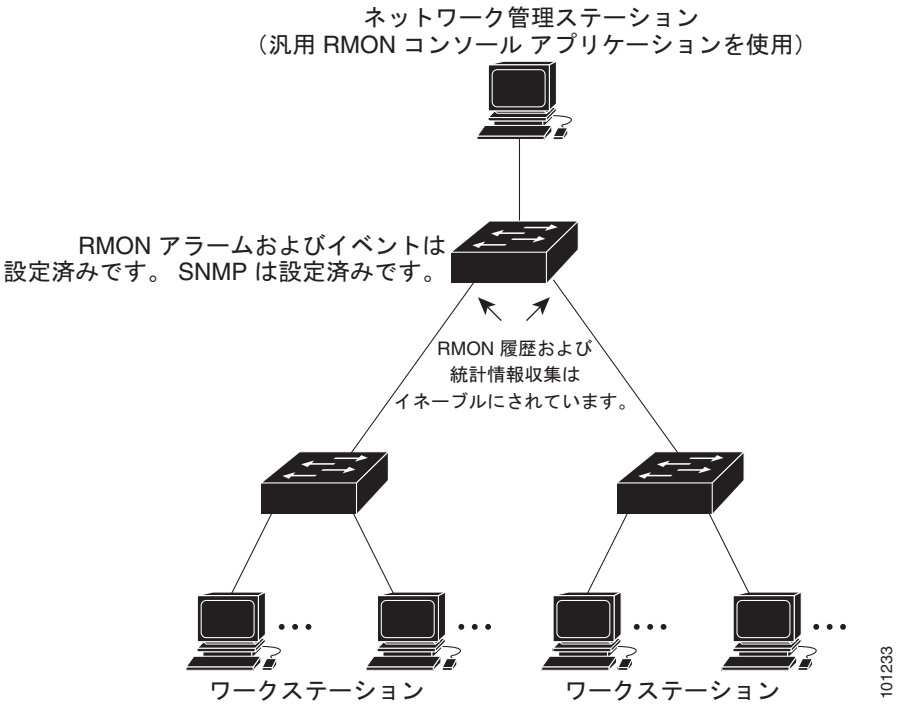
RMON は、RMON 準拠のコンソール システムとネットワーク プローブ間で交換可能な一連の統計情報と機能を定義した標準モニタリング仕様です。RMON によって、総合的なネットワーク障害診断、プランニング、パフォーマンス チューニングに関する情報が得られます。

（注） この章で使用するコマンドの構文および使用方法の詳細については、Cisco.com にある『*Cisco IOS Configuration Fundamentals Command Reference, Release 12.4*』の「System Management Commands」を参照してください。

RMON の概要

RMON は、各種のネットワーク エージェントおよびコンソール システムがネットワーク モニタリング データを交換できるようにするための、Internet Engineering Task Force（IETF）標準モニタリング仕様です。図 29-1 のように、RMON 機能をスイッチの Simple Network Management Protocol（SNMP; 簡易ネットワーク管理プロトコル）エージェントと組み合わせて使用することによって、接続されているすべての LAN セグメント上のスイッチ間で流れるすべてのトラフィックをモニタできます。

図 29-1　リモート モニタリングの例



スイッチは次の RMON グループ（RFC 1757 で規定）をサポートしています。

- 統計情報（RMON グループ 1）：インターフェイス上のイーサネットの統計情報（スイッチ タイプとサポートされているインターフェイスに応じて、ファスト イーサネットやギガビット イーサネット統計情報など）を収集します。
- 履歴（RMON グループ 2）：指定されたポーリング間隔で、イーサネット ポート上（スイッチ タイプおよびサポートされるインターフェイスに応じた、ファスト イーサネットおよびギガビット イーサネット統計情報を含む）の統計情報グループの履歴を収集します。
- アラーム（RMON グループ 3）：指定された期間、特定の MIB（管理情報ベース）オブジェクトをモニタし、指定された値（上限しきい値）でアラームを発生し、別の値（下限しきい値）でアラームをリセットします。アラームはイベントと組み合わせて使用できます。アラームがイベントを発生させ、イベントによってログ エントリまたは SNMP トラップが生成されるようにできます。
- イベント（RMON グループ 9）：アラームによってイベントが発生したときのアクションを指定します。アクションは、ログ エントリまたは SNMP トラップを生成できます。

このソフトウェア リリースがサポートするスイッチは、RMON データの処理にハードウェア カウンタを使用するので、モニタが効率的になり、処理能力はほとんど必要ありません。

（注）　RMON アラームでは 64 ビットのカウンタはサポートされていません。

RMON の設定

RMON のデフォルト設定

RMON はデフォルトでディセーブルです。アラームまたはイベントは設定されていません。

RMON アラームおよびイベントの設定

スイッチを RMON 対応として設定するには、Command-Line Interface（CLI; コマンドライン インターフェイス）または SNMP 準拠の Network Management Station（NMS; ネットワーク管理ステーション）を使用します。NMS 上で汎用 RMON コンソール アプリケーションを使用し、RMON のネットワーク管理機能を利用することを推奨します。RMON MIB オブジェクトにアクセスするために、スイッチ上で SNMP を設定することも必要です。詳細については、第 31 章「SNMP の設定」を参照してください。

（注）　RMON アラームでは 64 ビットのカウンタはサポートされていません。

RMON アラームおよびイベントをイネーブルにするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は必須です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**rmon alarm** *number variable interval* {**absolute** | **delta**} **rising-threshold** *value* [*event-number*] **falling-threshold** *value* [*event-number*] [**owner** *string*]	MIB オブジェクトにアラームを設定します。 • *number* には、アラーム番号を指定します。指定できる範囲は 1 ～ 65535 です。 • *variable* には、モニタ対象の MIB オブジェクトを指定します。 • *interval* には、アラームが MIB 変数をモニタする時間を秒数で指定します。指定できる範囲は 1 ～ 4294967295 秒です。 • 各 MIB 変数を直接テストする場合は、**absolute** キーワードを指定します。MIB 変数のサンプル間の変動をテストする場合は、**delta** キーワードを指定します。 • *value* には、アラームを発生させる値およびアラームがリセットされる値を指定します。上限および下限しきい値に指定できる範囲は -2147483648 ～ 2147483647 です。 • （任意）*event-number* には、上限および下限しきい値が限度を超えた場合に発生させるイベントの番号を指定します。 • （任意）**owner** *string* には、アラームの所有者を指定します。

	コマンド	目的
ステップ 3	**rmon event** *number* [**description** *string*] [**log**] [**owner** *string*] [**trap** *community*]	RMON イベント番号に対応付けられた RMON イベント テーブルにイベントを追加します。 • *number* には、イベント番号を割り当てます。指定できる範囲は 1 ～ 65535 です。 • （任意）**description** *string* には、イベントの説明を指定します。 • （任意）イベント発生時に RMON ログ エントリを生成する場合は、**log** キーワードを使用します。 • （任意）**owner** *string* には、イベントの所有者を指定します。 • （任意）**trap** *community* には、このトラップ用の SNMP コミュニティ ストリングを入力します。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

アラームをディセーブルにするには、設定した各アラームに対して、**no rmon alarm** *number* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。設定したすべてのアラームを一度にディセーブルにできません。イベントをディセーブルにするには、**no rmon event** *number* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。アラームおよびイベントの詳細および相互作用については、RFC 1757 を参照してください。

任意の MIB オブジェクトにアラームを設定できます。次の例では、**rmon alarm** コマンドを使用して、RMON アラーム番号 10 を設定します。このアラームは、ディセーブルにされない限り、20 秒ごとに 1 度の間隔で MIB 変数 *ifEntry.20.1* をモニタし、変数の上下の変動をチェックします。*ifEntry.20.1* 値で MIB カウンタが 100000 から 100015 になるなど、15 以上増加すると、アラームが発生します。そのアラームによってさらにイベント番号 1 が発生します。イベント番号 1 は、**rmon event** コマンドで設定されています。使用できるイベントは、ログ エントリまたは SNMP トラップです。*ifEntry.20.1* 値の変化が 0 の場合、アラームはリセットされ、再び発生が可能になります。

```
Switch(config)# rmon alarm 10 ifEntry.20.1 20 delta rising-threshold 15 1
falling-threshold 0 owner jjohnson
```

次に、**rmon event** コマンドを使用して RMON イベント番号 1 を作成する例を示します。このイベントは *High ifOutErrors* と定義され、アラームによってイベントが発生したときに、ログ エントリが生成されます。ユーザ *jjones* が、このコマンドによってイベント テーブルに作成される行を所有します。次の例の場合も、イベント発生時に SNMP トラップが生成されます。

```
Switch(config)# rmon event 1 log trap eventtrap description "High ifOutErrors" owner
jjones
```

インターフェイス上でのグループ履歴統計情報の収集

収集情報を表示するには、最初に RMON アラームおよびイベントを設定する必要があります。

インターフェイス上でグループ履歴統計情報を収集するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	履歴を収集するインターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**rmon collection history** *index* [**buckets** *bucket-number*] [**interval** *seconds*] [**owner** *ownername*]	指定されたバケット数および時間で、履歴収集をイネーブルにします。 • *index* には、RMON 統計グループを指定します。指定できる範囲は 1 ～ 65535 です。 • （任意）**buckets** *bucket-number* には、RMON 統計グループ履歴収集に必要な最大バケット数を指定します。指定できる範囲は 1 ～ 65535 です。デフォルト値は 50 です。 • （任意）**interval** *seconds* には、ポーリング サイクルを秒数で指定します。指定できる範囲は 1 ～ 3600 です。デフォルト値は 1800 ミリ秒です。 • （任意）**owner** *ownername* には、RMON 統計グループの所有者名を入力します。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 6	**show rmon history**	スイッチ履歴テーブルの内容を表示します。
ステップ 7	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

履歴収集をディセーブルにするには、**no rmon collection history** *index* インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

インターフェイス上でのイーサネット グループ統計情報の収集

インターフェイス上でイーサネット統計グループを収集するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	統計情報を収集するインターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**rmon collection stats** *index* [**owner** *ownername*]	インターフェイス上で RMON 統計情報収集をイネーブルにします。 • *index* には、RMON 統計グループを指定します。指定できる範囲は 1 ～ 65535 です。 • （任意）**owner** *ownername* には、RMON 統計グループの所有者名を入力します。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 6	**show rmon statistics**	スイッチ統計テーブルの内容を表示します。
ステップ 7	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

イーサネット統計グループの収集をディセーブルにするには、**no rmon collection stats** *index* インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、所有者 *root* の RMON 統計情報を収集する例を示します。

```
Switch(config-if)# rmon collection stats 2 owner root
```

RMON ステータスの表示

RMON ステータスを表示するには、表 29-1 の特権 EXEC コマンドを 1 つまたは複数使用します。

表 29-1　RMON ステータスを表示するコマンド

コマンド	目的
show rmon	汎用 RMON 統計情報を表示します。
show rmon alarms	RMON アラーム テーブルを表示します。
show rmon events	RMON イベント テーブルを表示します。
show rmon history	RMON 履歴テーブルを表示します。
show rmon statistics	RMON 統計情報テーブルを表示します。

この出力に表示されるフィールドの詳細については、Cisco.com にある『*Cisco IOS Configuration Fundamentals Command Reference, Release 12.4*』の「System Management Commands」を参照してください。

CHAPTER 30

システム メッセージ ロギングおよびスマート ロギングの設定

この章では、Catalyst 3560 スイッチにシステム メッセージ ロギングを設定する方法について説明します。Cisco IOS Release 12.2(58)SE 以降のリリースでは、スイッチは設定されているトリガーに基づいてパケット フローをキャプチャするスマート ロギングをサポートします。

（注） この章で使用するコマンドの構文および使用方法の詳細については、『*Cisco IOS Configuration Fundamentals Command Reference, Release 12.4*』およびこのリリースに対応するコマンド リファレンスを参照してください。

注意 高レートでコンソールへのメッセージを記録すると、CPU の使用率が高くなり、スイッチの動作に悪影響を与える可能性があります。

システム メッセージ ロギングの概要

スイッチはデフォルトで、システム メッセージおよび **debug** 特権 EXEC コマンドの出力をロギング プロセスに送信します。ロギング プロセスはログ メッセージを各宛先（設定に応じて、ログ バッファ、端末回線、UNIX Syslog サーバなど）に配信する処理を制御します。ロギング プロセスは、コンソールにもメッセージを送信します。

（注） Syslog フォーマットは 4.3 Berkeley Standard Distribution（BSD）UNIX と互換性があります。

ロギング プロセスがディセーブルの場合、メッセージはコンソールにだけ送信されます。メッセージは生成時に送信されるため、メッセージおよびデバッグ出力にはプロンプトや他のコマンドの出力が割り込みます。メッセージがコンソールに表示されるのは、メッセージを生成したプロセスが終了してからです。

メッセージの重大度を設定して、コンソールおよび各宛先に表示されるメッセージのタイプを制御できます。ログ メッセージにタイム スタンプを設定したり、Syslog 送信元アドレスを設定したりして、リアルタイムのデバッグ機能および管理機能を強化できます。表示されるメッセージについては、このリリースに対応するシステム メッセージ ガイドを参照してください。

記録されたシステム メッセージにアクセスするには、スイッチの Command-Line Interface（CLI; コマンドライン インターフェイス）を使用するか、正しく設定された Syslog サーバにシステム メッセージを保存します。スイッチ ソフトウェアは、Syslog メッセージを内部バッファに保存します。

システム メッセージをリモートでモニタするには、Syslog サーバ上でログを表示するか、または Telnet あるいはコンソール ポート経由でスイッチにアクセスします。

システム メッセージ ロギングの設定

システム ログ メッセージのフォーマット

システム ログ メッセージは最大 80 文字とパーセント記号（%）、およびその前に配置されるオプションのシーケンス番号やタイム スタンプ情報（設定されている場合）で構成されています。メッセージは、次のフォーマットで表示されます。

seq no:timestamp: %facility-severity-MNEMONIC:description

パーセント記号の前のメッセージ部分は、**service sequence-numbers**、**service timestamps log datetime**、**service timestamps log datetime [localtime] [msec] [show-timezone]**、または **service timestamps log uptime** グローバル コンフィギュレーション コマンドの設定によって変わります。

表 30-1 に、Syslog メッセージの要素を示します。

表 30-1　システム ログ メッセージの要素

要素	説明
seq no:	**service sequence-numbers** グローバル コンフィギュレーション コマンドが設定されている場合だけ、ログ メッセージにシーケンス番号をスタンプします。 詳細については、「ログ メッセージのシーケンス番号のイネーブル化およびディセーブル化」（P.30-8）を参照してください。
timestamp のフォーマット： *mm/dd hh:mm:ss* または *hh:mm:ss*（短時間） または *d h*（長時間）	メッセージまたはイベントの日時です。**service timestamps log [datetime | log]** グローバル コンフィギュレーション コマンドが設定されている場合だけ、この情報が表示されます。 詳細については、「ログ メッセージのタイム スタンプのイネーブル化およびディセーブル化」（P.30-8）を参照してください。
facility	メッセージが参照するファシリティ（SNMP、SYS など）です。サポートされるファシリティの一覧については、表 30-4（P.30-14）を参照してください。
severity	メッセージの重大度を示す 0 ～ 7 の 1 桁のコードです。重大度の詳細については、表 30-3（P.30-10）を参照してください。
MNEMONIC	メッセージを一意に示すテキスト ストリングです。
description	レポートされているイベントの詳細を示すテキスト ストリングです。

次に、スイッチのシステム メッセージの一部を示します。

```
00:00:46: %LINK-3-UPDOWN: Interface Port-channel1, changed state to up
00:00:47: %LINK-3-UPDOWN: Interface GigabitEthernet0/1, changed state to up
00:00:47: %LINK-3-UPDOWN: Interface GigabitEthernet0/2, changed state to up
00:00:48: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Vlan1, changed state to down
00:00:48: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet0/1, changed
state to down 2
*Mar  1 18:46:11: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by vty2 (10.34.195.36)
18:47:02: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by vty2 (10.34.195.36)
*Mar  1 18:48:50.483 UTC: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by vty2 (10.34.195.36)
```

システム メッセージ ロギングのデフォルト設定

表 30-2　システム メッセージ ロギングのデフォルト設定

機能	デフォルト設定
コンソールへのシステム メッセージ ロギング	イネーブル
コンソールの重大度	debugging（および数値的により低いレベル。表 30-3（P.30-10）を参照）
ログ ファイル設定	ファイル名の指定なし
ログ バッファ サイズ	4096 バイト
ログ履歴サイズ	1 メッセージ
タイム スタンプ	ディセーブル

表 30-2　システム メッセージ ロギングのデフォルト設定 （続き）

機能	デフォルト設定
同期ロギング	ディセーブル
ログ サーバ	ディセーブル
Syslog サーバの IP アドレス	未設定
設定変更ロガー	ディセーブル
サーバ ファシリティ	Local7（表 30-4（P.30-14）を参照）
サーバの重大度	informational（および数値的により低いレベル。表 30-3（P.30-10）を参照）

メッセージ ロギングのディセーブル化

メッセージ ロギングはデフォルトでイネーブルに設定されています。コンソール以外のいずれかの宛先にメッセージを送信する場合は、メッセージ ロギングをイネーブルにする必要があります。メッセージ ロギングがイネーブルの場合、ログ メッセージはロギング プロセスに送信されます。ロギング プロセスは、メッセージを生成元プロセスと同期しないで指定場所に記録します。

メッセージ ロギングをディセーブルにするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**no logging console**	メッセージ ロギングをディセーブルにします。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show running-config** または **show logging**	設定を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

ロギング プロセスをディセーブルにすると、メッセージがコンソールに書き込まれるまでプロセスは処理続行を待機する必要があるため、スイッチの処理速度が低下することがあります。ロギング プロセスがディセーブルの場合、メッセージは生成後すぐに（通常はコマンド出力に割り込む形で）コンソールに表示されます。

logging synchronous グローバル コンフィギュレーション コマンドも、コンソールへのメッセージ表示に影響します。このコマンドをイネーブルにすると、Return キーを押さなければメッセージが表示されません。詳細については、「ログ メッセージの同期化」（P.30-6）を参照してください。

メッセージ ロギングをディセーブルにした後に再びイネーブルにするには、**logging on** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

メッセージ表示宛先デバイスの設定

メッセージ ロギングがイネーブルの場合、コンソールだけでなく特定の場所にもメッセージを送信できます。メッセージの受信場所を指定するには、特権 EXEC モードで次のコマンドを 1 つまたは複数使用します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**logging buffered** [*size*]	スイッチの内部バッファへのメッセージを記録します。指定できる範囲は 4096 ～ 2147483647 バイトです。デフォルトのバッファ サイズは 4096 バイトです。 スイッチに障害が発生すると、フラッシュ メモリに保存されていないログは失われます。ステップ 4 を参照してください。 （注）　バッファ サイズを大きすぎる値に設定しないでください。他の作業に使用するメモリが不足することがあります。スイッチ上の空きプロセッサ メモリを表示するには、**show memory** 特権 EXEC コマンドを使用します。ただし、表示される値は使用できる最大値であるため、バッファ サイズをこの値に設定しないでください。
ステップ 3	**logging** *host*	UNIX Syslog サーバ ホストにメッセージを記録します。 *host* には、Syslog サーバとして使用するホストの名前または IP アドレスを指定します。 ログ メッセージを受信する Syslog サーバのリストを作成するには、このコマンドを複数回入力します。 Syslog サーバの設定手順については、「UNIX Syslog サーバの設定」（P.30-12）を参照してください。
ステップ 4	**logging file flash:***filename* [*max-file-size* [*min-file-size*]] [*severity-level-number* | *type*]	ログ メッセージをフラッシュ メモリのファイルに保存します。 • *filename* には、ログ メッセージのファイル名を入力します。 • （任意）*max-file-size* には、ログ ファイルの最大サイズを指定します。指定できる範囲は 4096 ～ 2147483647 です。デフォルト値は 4096 バイトです。 • （任意）*min-file-size* には、ログ ファイルの最小サイズを指定します。指定できる範囲は 1024 ～ 2147483647 です。デフォルト値は 2048 バイトです。 • （任意）*severity-level-number* | *type* には、ロギングの重大度またはロギング タイプを指定します。重大度に指定できる範囲は 0 ～ 7 です。ロギング タイプ キーワードの一覧については、表 30-3（P.30-10）を参照してください。デフォルトでは、デバッグ メッセージ、および数値的により低いレベルのメッセージがログ ファイルに送信されます。
ステップ 5	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 6	**terminal monitor**	現在のセッション中に、コンソール以外の端末にメッセージを記録します。 端末パラメータ設定コマンドはローカルに設定され、セッションの終了後は無効になります。デバッグ メッセージを表示する場合は、セッションごとにこのステップを実行する必要があります。

	コマンド	目的
ステップ 7	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 8	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

logging buffered グローバル コンフィギュレーション コマンドを実行すると、ログ メッセージが内部バッファにコピーされます。循環バッファなので、バッファがいっぱいになると、古いメッセージが新しいメッセージで置き換えられます。バッファに記録されたメッセージを表示するには、**show logging** 特権 EXEC コマンドを使用します。バッファ内の最も古いメッセージが最初に表示されます。バッファの内容をクリアするには、**clear logging** 特権 EXEC コマンドを使用します。

特定の Power over Ethernet（PoE）対応ポートで PoE イベントのロギングをイネーブルまたはディセーブルにするには、logging event power-inline-status インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。このポートでのロギングは、デフォルトでイネーブルです。

コンソールへのロギングをディセーブルにするには、**no logging console** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。ファイルへのロギングをディセーブルにするには、**no logging file** [*severity-level-number* | *type*] グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

ログ メッセージの同期化

特定のコンソール ポート回線または仮想端末回線に対して、非送信請求メッセージおよび **debug** 特権 EXEC コマンドの出力を送信請求デバイスの出力およびプロンプトと同期させることができます。重大度に応じて非同期に出力されるメッセージのタイプを特定できます。また、端末の非同期メッセージが削除されるまで保存しておくバッファの最大数を設定することもできます。

非送信請求メッセージおよび **debug** コマンド出力の同期ロギングがイネーブルの場合、送信請求デバイス出力がコンソールに表示または印刷された後に、非送信請求デバイスからの出力が表示または印刷されます。非送信請求メッセージおよび **debug** コマンドの出力は、ユーザ入力用プロンプトが返された後に、コンソールに表示されます。したがって、非送信請求メッセージおよび **debug** コマンドの出力は、送信請求デバイス出力およびプロンプトに割り込まれることはありません。非送信請求メッセージが表示された後に、コンソールはユーザ プロンプトを再表示します。

同期ロギングを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**line** [**console** | **vty**] *line-number* [*ending-line-number*]	メッセージの同期ロギングを行うように、回線を設定します。 • スイッチのコンソール ポートを介して行われる設定には、**console** キーワードを使用します。 • 同期ロギングをイネーブルにする vty 回線を指定するには、**line vty** *line-number* コマンドを使用します。Telnet セッションを介して行われる設定には、vty 接続を使用します。回線番号に指定できる範囲は 0 ～ 15 です。 16 個の vty 回線の設定をすべて一度に変更するには、次のように入力します。 **line vty 0 15** また、現在の接続に使用されている 1 つの vty 回線の設定を変更することもできます。たとえば、vty 回線 2 の設定を変更するには、次のように入力します。 **line vty 2** このコマンドを入力すると、ライン コンフィギュレーション モードになります。
ステップ 3	**logging synchronous** [**level** [*severity-level* | **all**] | **limit** *number-of-buffers*]	メッセージの同期ロギングをイネーブルにします。 • （任意）**level** *severity-level* には、メッセージの重大度を指定します。重大度がこの値以上であるメッセージは、非同期に出力されます。値が小さいほど重大度は大きく、値が大きいほど重大度は小さくなります。デフォルトは 2 です。 • （任意）**level all** を指定すると、重大度に関係なく、すべてのメッセージが非同期に出力されます。 • （任意）**limit** *number-of-buffers* には、キューイングされる端末のバッファ数を指定します。これを超える新しいメッセージは廃棄されます。指定できる範囲は 0 ～ 2147483647 です。デフォルト値は 20 です。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

非送信請求メッセージおよびデバッグ出力の同期をディセーブルにするには、**no logging synchronous** [**level** *severity-level* | **all**] [**limit** *number-of-buffers*] ライン コンフィギュレーション コマンドを使用します。

ログ メッセージのタイム スタンプのイネーブル化およびディセーブル化

デフォルトでは、ログ メッセージにはタイム スタンプが適用されません。

ログ メッセージのタイム スタンプをイネーブルにするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**service timestamps log uptime** または **service timestamps log datetime [msec] [localtime] [show-timezone]**	ログのタイム スタンプをイネーブルにします。 最初のコマンドを実行するとログ メッセージのタイム スタンプがイネーブルになり、システムを再起動した後の経過時間が表示されます。 2 番めのコマンドを実行すると、ログ メッセージのタイム スタンプがイネーブルになります。選択したオプションに応じて、ローカル タイム ゾーンを基準とした日付、時間（ミリ秒）、タイム ゾーン名をタイム スタンプとして表示できます。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

デバッグ メッセージとログ メッセージの両方のタイム スタンプをディセーブルにするには、**no service timestamps** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、**service timestamps log datetime** グローバル コンフィギュレーション コマンドをイネーブルにした場合のログ表示の一部を示します。

```
*Mar  1 18:46:11: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by vty2 (10.34.195.36)
```

次に、**service timestamps log uptime** グローバル コンフィギュレーション コマンドをイネーブルにした場合のログ表示の一部を示します。

```
00:00:46: %LINK-3-UPDOWN: Interface Port-channel1, changed state to up
```

ログ メッセージのシーケンス番号のイネーブル化およびディセーブル化

複数のログ メッセージのタイム スタンプが同じになることがあるため、1 つのメッセージを正確に識別できるように、メッセージにシーケンス番号を表示できます。デフォルトでは、ログ メッセージにシーケンス番号は表示されません。

ログ メッセージのシーケンス番号をイネーブルにするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**service sequence-numbers**	シーケンス番号をイネーブルにします。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

シーケンス番号をディセーブルにするには、**no service sequence-numbers** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、シーケンス番号をイネーブルにした場合のロギング表示の一部を示します。

```
000019: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by vty2 (10.34.195.36)
```

メッセージ重大度の定義

選択したデバイスに表示されるメッセージを制限するには、メッセージの重大度を指定します（表 30-3 を参照）。

メッセージの重大度を定義するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**logging console** *level*	コンソールに記録されるメッセージを制限します。 デフォルトで、コンソールはデバッグ メッセージ、および数値的により低いレベルのメッセージを受信します（表 30-3（P.30-10）を参照）。
ステップ 3	**logging monitor** *level*	端末回線に記録されるメッセージを制限します。 デフォルトで、端末はデバッグ メッセージ、および数値的により低いレベルのメッセージを受信します（表 30-3（P.30-10）を参照）。
ステップ 4	**logging trap** *level*	Syslog サーバに記録されるメッセージを制限します。 デフォルトで、Syslog サーバは通知メッセージ、および数値的により低いレベルのメッセージを受信します（表 30-3（P.30-10）を参照）。 Syslog サーバの設定手順については、「UNIX Syslog サーバの設定」（P.30-12）を参照してください。
ステップ 5	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 6	**show running-config** または **show logging**	設定を確認します。
ステップ 7	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

（注）　*level* を指定すると、このレベルのメッセージ、および数値的により低いレベルのメッセージが宛先に表示されます。

コンソールへのロギングをディセーブルにするには、**no logging console** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。コンソール以外の端末へのロギングをディセーブルにするには、**no logging monitor** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。Syslog サーバへのロギングをディセーブルにするには、**no logging trap** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

表 30-3 に *level* キーワードを示します。また、対応する UNIX Syslog 定義を、重大度の最も高いものから順に示します。

表 30-3　メッセージ ロギング level キーワード

level キーワード	レベル	説明	Syslog 定義
emergencies	0	システムが不安定	LOG_EMERG
alerts	1	ただちに対処が必要な状態	LOG_ALERT
critical	2	クリティカルな状態	LOG_CRIT
errors	3	エラー	LOG_ERR
warnings	4	警告	LOG_WARNING
notifications	5	正常だが注意を要する状態	LOG_NOTICE
informational	6	通知メッセージ	LOG_INFO
debugging	7	デバッグ メッセージ	LOG_DEBUG

ソフトウェアは、これ以外の 4 つのカテゴリのメッセージを生成します。

- ソフトウェアまたはハードウェアの誤動作に関するエラー メッセージ：**warnings** ～ **emergencies** の重大度で表示されます。このタイプのメッセージは、スイッチの機能に影響があることを示します。この誤動作からの回復手順については、このリリースに対応するシステム メッセージ ガイドを参照してください。
- **debug** コマンドの出力：**debugging** の重大度で表示されます。通常、デバッグ コマンドは Technical Assistance Center（TAC）でだけ使用されます。
- インターフェイスのアップまたはダウン トランジション メッセージおよびシステム再起動メッセージ：**notifications** の重大度で表示されます。このメッセージは単なる情報であり、スイッチの機能には影響がありません。

履歴テーブルおよび SNMP に送信される Syslog メッセージの制限

snmp-server enable trap グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用して、SNMP Network Management Station（NMS; ネットワーク管理ステーション）に送信されるように Syslog メッセージ トラップがイネーブルに設定されている場合は、スイッチの履歴テーブルに送信および格納されるメッセージの重大度を変更できます。また、履歴テーブルに格納されるメッセージの数を変更することもできます。

SNMP トラップは宛先への到達が保証されていないため、メッセージは履歴テーブルに格納されます。デフォルトでは、Syslog トラップがイネーブルでない場合も、重大度が **warnings** のメッセージ、および数値的により低いメッセージ（表 30-3（P.30-10）を参照）が、履歴テーブルに 1 つ格納されます。

重大度および履歴テーブル サイズのデフォルト値を変更するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**logging history** *level*[1]	履歴ファイルに格納され、SNMP サーバに送信される Syslog メッセージのデフォルトの重大度を変更します。 level キーワードのリストについては、表 30-3（P.30-10）を参照してください。 デフォルトでは、**warnings**、**errors**、**critical**、**alerts**、および **emergencies** のメッセージが送信されます。
ステップ 3	**logging history size** *number*	履歴テーブルに格納できる Syslog メッセージ数を指定します。 デフォルトでは 1 つのメッセージが格納されます。指定できる範囲は 0 ～ 500 です。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

1. 表 30-3 に、level キーワードおよび重大度を示します。SNMP を使用している場合は、重大度の値が 1 だけ増えます。たとえば、*emergencies* は 0 ではなく 1 に、*critical* は 2 ではなく 3 になります。

履歴テーブルがいっぱいの場合（**logging history size** グローバル コンフィギュレーション コマンドで指定した最大メッセージ エントリ数が格納されている場合）は、新しいメッセージ エントリを格納できるように、最も古いエントリがテーブルから削除されます。

Syslog メッセージのロギングをデフォルトの重大度に戻すには、**no logging history** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。履歴テーブル内のメッセージ数をデフォルト値に戻すには、**no logging history size** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

設定変更ロガーのイネーブル化

Command-Line Interface（CLI; コマンドライン インターフェイス）で行った設定変更をトラッキングするために設定ロガーをイネーブルにすることができます。**logging enable** 設定変更ロガー コンフィギュレーション コマンドを入力すると、設定変更用に入力されたセッション、ユーザおよびコマンドがログに記録されます。設定ログのサイズは 1 ～ 1000 エントリの間で設定することができます（デフォルトは 100）。**no logging enable** コマンドの後に **logging enable** コマンドを入力してロギングをディセーブルにして再びイネーブルにすることで、いつでもログをクリアすることができます。

show archive log config {**all** | *number* [*end-number*] | **user** *username* [**session** *number*] *number* [*end-number*] | **statistics**} [**provisioning**] 特権 EXEC コマンドを使用して、設定ログ全体または指定したパラメータのログを表示します。

デフォルトで設定ロギングはディセーブルになっています。

コマンドの詳細については、次の URL にある『*Cisco IOS Configuration Fundamentals and Network Management Command Reference, Release 12.3 T*』を参照してください。
http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/12_3/configfun/command/reference/cfr_1g04.html

設定ロギングをイネーブルにするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	archive	アーカイブ コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**log config**	設定変更ロガー コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 4	**logging enable**	設定変更ロギングをイネーブルにします。
ステップ 5	**logging size** *entries*	（任意）設定ログで取得するエントリ数を設定します。指定できる範囲は 1 ～ 1000 です。デフォルト値は 100 です。 **（注）** 設定ログがいっぱいになると、新規エントリが入力されるたびに最も古いログ エントリが削除されます。
ステップ 6	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 7	**show archive log config**	設定ログを表示することでエントリを確認します。

次に、設定変更ロガーをイネーブルにして、ログのエントリ数を 500 に設定する例を示します。

```
Switch(config)# archive
Switch(config-archive)# log config
Switch(config-archive-log-cfg)# logging enable
Switch(config-archive-log-cfg)# logging size 500
Switch(config-archive-log-cfg)# end
```

設定ログの出力例は次のとおりです。

```
Switch# show archive log config all
 idx   sess           user@line      Logged command
   38    11   unknown user@vty3     |no aaa authorization config-commands
   39    12   unknown user@vty3     |no aaa authorization network default group radius
   40    12   unknown user@vty3     |no aaa accounting dot1x default start-stop group
radius
   41    13   unknown user@vty3     |no aaa accounting system default
   42    14           temi@vty4     |interface GigabitEthernet4/0/1
   43    14           temi@vty4     | switchport mode trunk
   44    14           temi@vty4     | exit
   45    16           temi@vty5     |interface FastEthernet5/0/1
   46    16           temi@vty5     | switchport mode trunk
   47    16           temi@vty5     | exit
```

UNIX Syslog サーバの設定

次に、UNIX サーバの Syslog デーモンを設定し、UNIX システム ロギング ファシリティを定義する手順について説明します。

UNIX Syslog デーモンへのログ メッセージ

システム ログ メッセージを UNIX Syslog サーバに送信する前に、UNIX サーバ上で Syslog デーモンを設定する必要があります。この手順は任意です。

root としてログインし、次のステップを実行します。

（注）　最新バージョンの UNIX Syslog デーモンの中には、デフォルトでネットワークからの Syslog パケットを受け入れないものがあります。このようなシステムの場合に、Syslog メッセージのリモート ロギングをイネーブルにするには、Syslog コマンド ラインに追加または削除する必要があるオプションを、UNIX の **man syslogd** コマンドを使用して判別します。

ステップ 1　/etc/syslog.conf ファイルに次のような行を 1 行追加します。

```
local7.debug /usr/adm/logs/cisco.log
```

local7 キーワードは、使用するロギング ファシリティを指定します。ファシリティの詳細については、表 30-4（P.30-14）を参照してください。**debug** キーワードは、Syslog の重大度を指定します。重大度の詳細については、表 30-3（P.30-10）を参照してください。Syslog デーモンは、これ以上の重大度の場合に、次のフィールドで指定されたファイルにメッセージを送信します。このファイルは、Syslog デーモンに書き込み権限がある既存ファイルでなければなりません。

ステップ 2　UNIX シェル プロンプトに次のコマンドを入力して、ログ ファイルを作成します。

```
$ touch /var/log/cisco.log
$ chmod 666 /var/log/cisco.log
```

ステップ 3　Syslog デーモンに新しい設定を認識させます。

```
$ kill -HUP `cat /etc/syslog.pid`
```

詳細については、ご使用の UNIX システムの **man syslog.conf** および **man syslogd** コマンドを参照してください。

UNIX システム ロギング ファシリティの設定

システム ログ メッセージを外部デバイスに送信する場合は、メッセージを UNIX Syslog ファシリティから送信されたメッセージとして特定するようにシステムを設定できます。

UNIX システム ファシリティ メッセージ ロギングを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**logging** *host*	IP アドレスを入力して、UNIX Syslog サーバ ホストにメッセージを記録します。 ログ メッセージを受信する Syslog サーバのリストを作成するには、このコマンドを複数回入力します。

	コマンド	目的
ステップ 3	**logging trap** *level*	Syslog サーバに記録されるメッセージを制限します。 デフォルトでは、Syslog サーバは通知メッセージおよびそれ次のメッセージを受信します。*level* キーワードについては、表 30-3（P.30-10）を参照してください。
ステップ 4	**logging facility** *facility-type*	Syslog ファシリティを設定します。*facility-type* キーワードについては、表 30-4（P.30-14）を参照してください。 デフォルトは **local7** です。
ステップ 5	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 6	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 7	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

Syslog サーバを削除するには、**no logging** *host* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用して、Syslog サーバの IP アドレスを指定します。Syslog サーバへのロギングをディセーブルにするには、**no logging trap** グローバル コンフィギュレーション コマンドを入力します。

表 30-4 に、ソフトウェアでサポートされている UNIX システム ファシリティを示します。これらのファシリティの詳細については、ご使用の UNIX オペレーティング システムの操作マニュアルを参照してください。

表 30-4　logging facility-type キーワード

facility-type キーワード	説明
auth	許可システム
cron	cron ファシリティ
daemon	システム デーモン
kern	カーネル
local0 ～ local7	ローカルに定義されたメッセージ
lpr	ライン プリンタ システム
mail	メール システム
news	USENET ニュース
sys9 ～ sys14	システムで使用
syslog	システム ログ
user	ユーザ プロセス
uucp	UNIX から UNIX へのコピー システム

スマート ロギングの設定

スマート ロギングは、事前定義またはユーザ設定されたトリガーに基づいてパケット フローをキャプチャし、エクスポートするメカニズムを提供します。Cisco IOS Release 12.2(58)SE 以降のリリースでは、次のイベントに対してスマート ロギングをサポートします。

- DHCP スヌーピング違反
- ダイナミック ARP インスペクション違反
- IP ソース ガード拒否トラフィック
- ACL により許可または拒否されたトラフィック

スマート ロギングを使用するには、スマート ロギングをイネーブルにするときにユーザが指定する NetFlow エクスポータを設定して必要があります。Cisco Flexible NetFlow の設定については、『*Cisco IOS Flexible NetFlow Configuration Guide, Release 12.4T*』を参照してください。

http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/fnetflow/configuration/guide/12_4t/fnf_12_4t_book.html

スマート ロギング処理により、設定されたイベントの NetFlow パケットが作成され、NetFlow コレクタに送信されます。スマート ロギング カウンタには、記録されるパケットの数が反映されます。この数は、スイッチと NetFlow コレクタの間でパケットがドロップされなかった場合、コレクタに送信されるパケットの数と同じです。

スイッチ上でスマート ロギングをグローバルにイネーブルにして、特定のイベントをスマート ロギングで記録するように設定できます。

スマート ロギングのイネーブル化

スマート ロギングをグローバルにイネーブルにするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**logging smartlog**	スマート ロギング機能をオンにします。
ステップ 3	**logging smartlog exporter** *exporter_name*	スマート ログ エクスポータを指定します。柔軟性の高い NetFlow CLI を使用してエクスポータを設定しておく必要があります。エクスポータ名が存在しない場合、エラー メッセージが表示されます。デフォルトでは、スイッチは 60 秒ごとにデータをコレクタに送信します。
ステップ 4	**logging packet capture size** *packet_size*	（任意）エクスポータに送信されるパケットのサイズを設定します。指定できる範囲は 64 ～ 1024 バイトまでで、4 バイトごとです。デフォルトのサイズは 64 バイトです。 **（注）** パケット キャプチャ サイズを大きくすると、パケットあたりのフロー レコードの数が減少します。
ステップ 5	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 6	**show logging smartlog**	設定を確認します。
ステップ 7	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

DHCP スヌーピング違反のスマート ロギングのイネーブル化

DHCP スヌーピングは、信頼できないポートに入る DHCP パケットを代行受信して検査し、パケットを転送またはドロップします。DHCP スヌーピングのスマート ロギングをイネーブルにして、ドロップされたパケットの内容を NetFlow コレクタに送信できます。DHCP スヌーピングのスマート ロギングをイネーブルにするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**ip dhcp snooping vlan** *vlan-range* **smartlog**	DHCP スヌーピングのスマート ロギングをイネーブルにする VLAN ID または VLAN 範囲を指定します。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show ip dhcp snooping**	設定を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

ダイナミック ARP インスペクション違反のスマート ロギングのイネーブル化

ダイナミック ARP インスペクションは、信頼できないポートの ARP パケットを代行受信し、検証してから転送します。この機能は DHCP スヌーピングに似ていますが、ARP パケットが対象です。ダイナミック ARP インスペクションのロギングを設定するには、**ip arp inspection log-buffer** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。デフォルトでは、ドロップされたすべてのパケットが記録されます。記録される同じパケットにスマート ロギングを適用するようにスイッチを設定して、パケットの内容を NetFlow コレクタに送信することも可能です。

ダイナミック ARP インスペクションのスマート ロギングをイネーブルにするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**ip arp inspection smartlog**	現在記録されているパケット（デフォルトはドロップされたすべてのパケット）をスマート ロギングでも記録するように指定します。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show ip arp inspection**	設定を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

IP ソース ガード違反のスマート ロギングのイネーブル化

IP ソース ガードは、DHCP スヌーピングに関連するセキュリティ機能です。IP ソース ガードを使用して、IP 送信元アドレスまたは MAC アドレスに基づいてトラフィックをフィルタリングできます。送信元アドレスが指定されたアドレスまたは DHCP スヌーピングで学習されたアドレスでない IP パケットはすべて拒否されます。IP ソース ガードのスマート ロギングをイネーブルにすると、拒否されたパケットの内容を NetFlow コレクタに送信できます。

IP ソース ガードのスマート ロギングをイネーブルにするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	インターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**ip verify source smartlog**	IP ソース ガードによって拒否されたすべてのパケットに対して、IP ソース ガードのスマート ロギングをイネーブルにします。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show ip verify source**	設定を確認します。出力に、インターフェイス上でスマート ロギングがイネーブルに設定されているかどうかが表示されます。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

ポート ACL の拒否または許可アクションのスマート ロギングのイネーブル化

スイッチは、ポート ACL、ルータ ACL、および VLAN ACL をサポートします。

- ポート ACL は、レイヤ 2 ポートに適用される IP または MAC ACL です。ポート ACL ではロギングはサポートされませんが、レイヤ 2 ポートに適用される IP ACL ではスマート ロギングがサポートされます。
- ルータ ACL は、レイヤ 3 ポートに適用される ACL です。ルータ ACL ではロギングがサポートされますが、スマート ロギングはサポートされません。
- VLAN ACL は、VLAN に適用される VLAN マップです。VLAN マップでロギングを設定できますが、スマート ロギングは設定できません。

許可または拒否 ACL を設定すると、アクセス リストの一部としてロギングまたはスマート ロギングを設定して、ACL が許可または拒否するすべてのトラフィックでロギングまたはスマート ロギングを実行できます。ACL を適用するポートのタイプによって、ロギングのタイプが決まります。スマート ロギングが設定された ACL をルータまたは VLAN に適用すると、ACL が適用されますが、スマート ロギングは実行されません。レイヤ 2 ポートに適用された ACL でロギングを設定すると、ロギング キーワードは無視されます。

ACL の許可または拒否条件作成時に、スマート ログ設定オプションを追加します。次に、番号付きアクセス リストでスマート ロギングをイネーブルにする例を示します。

```
Switch(config)# access-list 199 permit ip any any smartlog
```

次に、名前付きアクセス リストでスマート ロギングをイネーブルにする例を示します。

```
Switch(config)# ip access-list extended test1
Switch(config-ext-nacl)# deny ip host 10.1.1.3 any smartlog
```

ロギング設定の表示

ロギング設定およびログ バッファの内容を表示するには、**show logging** 特権 EXEC コマンドを使用します。この出力に表示されるフィールドの詳細については、Cisco.com にある『*Cisco IOS Configuration Fundamentals Command Reference, Release 12.4*』を参照してください。

スマート ロギング情報を表示するには、**show logging smartlog** コマンドを使用します。このコマンドの詳細については、このリリースに対応するコマンド リファレンスを参照してください。

CHAPTER 31

SNMP の設定

この章では、Catalyst 3560 スイッチに Simple Network Management Protocol（SNMP; 簡易ネットワーク管理プロトコル）を設定する方法について説明します。

（注） この章で使用するコマンドの構文および使用方法の詳細については、このリリースのコマンド リファレンスおよび『*Cisco IOS Network Management Command Reference, Release 12.4*』を参照してください。
http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/netmgmt/command/reference/nm_book.html

SNMP の概要

SNMP は、マネージャとエージェント間の通信のメッセージ フォーマットを提供するアプリケーション レイヤ プロトコルです。SNMP システムは、SNMP マネージャ、SNMP エージェント、および MIB（管理情報ベース）で構成されます。SNMP マネージャは、CiscoWorks などの Network Management System（NMS; ネットワーク管理システム）に統合できます。エージェントおよび MIB は、スイッチに常駐します。スイッチに SNMP を設定するには、マネージャとエージェントの関係を定義します。

SNMP エージェントは MIB 変数を格納し、SNMP マネージャはこの変数の値を要求または変更できます。マネージャはエージェントから値を取得したり、エージェントに値を格納したりできます。エージェントは、デバイス パラメータやネットワーク データの保存場所である MIB から値を収集します。エージェントはマネージャからのデータ取得要求または設定要求に応答します。

エージェントは非送信請求トラップをマネージャに送信できます。トラップは、ネットワーク上のある状態を SNMP マネージャに通知するメッセージです。トラップは不正なユーザ認証、再起動、リンク ステータス（アップまたはダウン）、MAC（メディア アクセス コントロール）アドレス追跡、TCP 接続の終了、ネイバーとの接続の切断などの重要なイベントの発生を意味する場合があります。

ここでは、次の概要について説明します。

- 「SNMP 通知」（P.31-5）
- 「SNMP ifIndex MIB オブジェクト値」（P.31-5）

SNMP バージョン

このソフトウェア リリースは、次の SNMP バージョンをサポートしています。

- SNMPv1：RFC1157 に規定された SNMP（完全インターネット標準）
- SNMPv2C は、SNMPv2Classic のバルク検索機能を残し、エラー処理を改善したうえで、SNMPv2Classic のパーティ ベースの管理およびセキュリティ フレームワークをコミュニティ ストリング ベースの管理フレームワークに置き換えたものです。SNMPv2C には次の機能があります。
  - SNMPv2：RFC 1902 ～ 1907 に規定された SNMP バージョン 2（ドラフト版インターネット標準）
  - SNMPv2C：RFC 1901 に規定された SNMPv2 のコミュニティ ストリング ベースの管理フレームワーク（試験版インターネット プロトコル）
- SNMPv3：SNMP のバージョン 3 は、RFC 2273 ～ 2275 に規定されている相互運用可能な標準ベース プロトコルです。SNMPv3 は、ネットワーク上のパケットを認証、暗号化することでデバイスへのアクセスに対するセキュリティを提供します。SNMPv3 は、次のセキュリティ機能を備えています。
  - メッセージの完全性：パケットが伝送中に改ざんされないようにします。
  - 認証：メッセージの送信元が有効かどうかを判別します。
  - 暗号化：パッケージの内容をミキシングし、許可されていない送信元に内容が読まれることを防止します。

（注） 暗号化を選択するには、**priv** キーワードを入力します。このキーワードは、暗号化ソフトウェア イメージがインストールされている場合だけ使用可能です。

SNMPv1 と SNMPv2C は、ともにコミュニティベース形式のセキュリティを使用します。エージェントの MIB にアクセスできるマネージャのコミュニティは、IP アドレス Access Control List（ACL; アクセス コントロール リスト）およびパスワードによって定義されます。

SNMPv2C にはバルク検索メカニズムが組み込まれ、より詳細なエラー メッセージを管理ステーションに報告します。バルク検索メカニズムは、テーブルや大量の情報を検索し、必要な往復回数を削減します。SNMPv2C ではエラー処理機能が改善され、さまざまなエラーを区別するための拡張エラーコードが使用されています。これらのエラーは、SNMPv1 では単一のエラー コードで報告されます。SNMPv2 では、エラー リターン コードでエラー タイプが報告されるようになりました。

SNMPv3 は、セキュリティ モデルとセキュリティ レベルの両方を提供します。セキュリティ モデルは、ユーザとユーザが属しているグループ用に設定された認証方式です。セキュリティ レベルは、セキュリティ モデル内で許可されたセキュリティのレベルです。セキュリティ レベルとセキュリティ モデルの組み合わせにより、SNMP パケットを扱うときに使用するセキュリティ メカニズムが決まります。使用可能なセキュリティ モデルは、SNMPv1、SNMPv2C、および SNMPv3 です。

表 31-1 に、セキュリティ モデルとセキュリティ レベルのさまざまな組み合わせについて、その特性を示します。

表 31-1　SNMP セキュリティ モデルおよびセキュリティ レベル

モデル	レベル	認証	暗号化	結果
SNMPv1	noAuthNoPriv	コミュニティ ストリング	なし	コミュニティ ストリングの照合を使用して認証します。
SNMPv2C	noAuthNoPriv	コミュニティ ストリング	なし	コミュニティ ストリングの照合を使用して認証します。
SNMPv3	noAuthNoPriv	ユーザ名	なし	ユーザ名の照合を使用して認証します。
SNMPv3	authNoPriv	Message Digest 5（MD5）または Secure Hash Algorithm（SHA）	なし	HMAC-MD5 または HMAC-SHA アルゴリズムに基づいて認証します。
SNMPv3	authPriv（暗号化ソフトウェア イメージが必要）	MD5 または SHA	Data Encryption Standard（DES; データ暗号化規格）または Advanced Encryption Standard（AES; 高度暗号化規格）	HMAC-MD5 または HMAC-SHA アルゴリズムに基づいて認証します。次の暗号化アルゴリズムを使用して User-based Security Model（USM）を指定できます。 • 標準の CBC-DES（DES-56）に基づいた認証と DES 56 ビット暗号化 • 3DES 168 ビット暗号化 • AES 128 ビット、192 ビット、または 256 ビットの暗号化

管理ステーションでサポートされている SNMP バージョンを使用するには、SNMP エージェントを設定する必要があります。エージェントは複数のマネージャと通信できるため、SNMPv1、SNMPv2C、および SNMPv3 を使用する通信をサポートするようにソフトウェアを設定できます。

SNMP マネージャ機能

SNMP マネージャは、MIB 情報を使用して、表 31-2 に示す動作を実行します。

表 31-2　SNMP の動作

動作	説明
get-request	特定の変数から値を取得します。
get-next-request	テーブル内の変数から値を取得します。[1]
get-bulk-request[2]	テーブルの複数の行など、通常はサイズの小さい多数のデータ ブロックに分割して送信する必要がある巨大なデータ ブロックを取得します。
get-response	NMS から送信される get-request、get-next-request、および set-request に対して応答します。
set-request	特定の変数に値を格納します。
trap	SNMP エージェントから SNMP マネージャに送られる、イベントの発生を伝える非送信請求メッセージです。

1. この動作では、SNMP マネージャに正確な変数名を認識させる必要はありません。テーブル内を順に検索して、必要な変数を検出します。
2. **get-bulk** コマンドを使用できるのは、SNMPv2 以上に限られます。

SNMP エージェント機能

SNMP エージェントは、次のようにして SNMP マネージャ要求に応答します。

- MIB 変数の取得：SNMP エージェントは NMS からの要求に応答して、この機能を開始します。エージェントは要求された MIB 変数の値を取得し、この値を使用して NMS に応答します。
- MIB 変数の設定：SNMP エージェントは NMS からのメッセージに応答して、この機能を開始します。SNMP エージェントは、MIB 変数の値を NMS から要求された値に変更します。

エージェントで重要なイベントが発生したことを NMS に通知する場合にも、SNMP エージェントは非送信請求トラップ メッセージを送信します。トラップ条件の例には、ポートまたはモジュールがアップまたはダウン状態になった場合、スパニング ツリー トポロジが変更された場合、認証に失敗した場合などがありますが、これだけではありません。

SNMP コミュニティ ストリング

SNMP コミュニティ ストリングは、MIB オブジェクトに対するアクセスを認証し、組み込みパスワードとして機能します。NMS がスイッチにアクセスするには、NMS のコミュニティ ストリング定義が、スイッチ上の 3 つのコミュニティ ストリング定義の少なくとも 1 つと一致していなければなりません。

コミュニティ ストリングの属性は、次の 3 つのいずれかです。

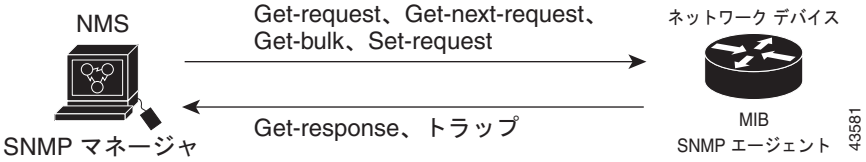
- Read-Only（RO）：許可された管理ステーションに、コミュニティ ストリングを除く MIB 内のすべてのオブジェクトへの読み取りアクセスを許可しますが、書き込みアクセスは許可しません。
- Read-Write（RW）：許可された管理ステーションに、MIB 内のすべてのオブジェクトへの読み書きアクセスを許可しますが、コミュニティ ストリングに対するアクセスは許可しません。
- クラスタを作成すると、コマンド スイッチがメンバ スイッチと SNMP アプリケーション間のメッセージ交換を管理します。Network Assistant ソフトウェアは、コマンド スイッチ上で最初に設定された RW および RO コミュニティ ストリングにメンバ スイッチ番号（*@esN*、*N* はスイッチ番号）を追加し、これらのストリングをメンバ スイッチに伝播します。詳細については、第 5 章「スイッチのクラスタ化」および Cisco.com から入手できる『*Getting Started with Cisco Network Assistant*』を参照してください。

SNMP を使用して MIB 変数にアクセスする方法

NMS の例として、CiscoWorks ネットワーク管理ソフトウェアがあります。CiscoWorks 2000 ソフトウェアは、スイッチの MIB 変数を使用してデバイス変数を設定し、ネットワーク上のデバイスをポーリングして特定の情報を取得します。ポーリング結果は、グラフ形式で表示されます。この結果を解析して、インターネットワーキング関連の問題のトラブルシューティング、ネットワーク パフォーマンスの改善、デバイス設定の確認、トラフィック負荷のモニタなどを行うことができます。

図 31-1 に示すように、SNMP エージェントは MIB からデータを収集します。エージェントは SNMP マネージャに対し、トラップ（特定イベントの通知）を送信でき、SNMP マネージャはトラップを受信して処理します。トラップは、ネットワーク上で発生した不正なユーザ認証、再起動、リンク ステータス（アップまたはダウン）、MAC アドレス トラッキングなどの状況を SNMP マネージャに通知します。SNMP エージェントはさらに、SNMP マネージャから *get-request*、*get-next-request*、および *set-request* 形式で送信される MIB 関連のクエリーに応答します。

図 31-1　SNMP ネットワーク



SNMP 通知

SNMP を使用すると、特定のイベントが発生した場合に、スイッチから SNMP マネージャに通知を送信できます。SNMP 通知は、トラップまたはインフォーム要求として送信できます。コマンド構文では、トラップまたはインフォームを選択するオプションがコマンドにない限り、キーワード *traps* はトラップ、インフォーム、またはその両方を表します。**snmp-server host** コマンドを使用して、SNMP 通知をトラップとして送信するのか、インフォームとして送信するのかを指定します。

（注）　SNMPv1 はインフォームをサポートしていません。

トラップは信頼性に欠けます。受信側はトラップを受信しても確認応答を送信しないので、トラップが受信されたかどうかが送信側にわからないからです。インフォーム要求の場合、受信した SNMP マネージャは SNMP 応答 Protocol Data Unit（PDU; プロトコル データ ユニット）でメッセージを確認します。送信側が応答を受信しなかった場合は、再びインフォーム要求を送信できます。再送信できるので、インフォームの方がトラップより意図した宛先に届く可能性が高くなります。

インフォームの方がトラップより信頼性が高いのは、スイッチおよびネットワークのリソースを多く消費するという特性にも理由があります。送信と同時に廃棄されるトラップと異なり、インフォーム要求は応答を受信するまで、または要求がタイムアウトになるまで、メモリ内に保持されます。トラップの送信は 1 回限りですが、インフォームは数回にわたって再送信、つまり再試行が可能です。再試行によってトラフィックが増え、ネットワークのオーバーヘッドが大きくなります。したがって、トラップにするかインフォームにするかは、信頼性を取るかリソースを取るかという選択になります。SNMP マネージャですべての通知を受信することが重要な場合は、インフォーム要求を使用してください。ネットワークのトラフィックまたはスイッチ上のメモリが問題になる場合で、なおかつ通知が不要な場合は、トラップを使用してください。

SNMP ifIndex MIB オブジェクト値

NMS の IF-MIB は、物理インターフェイスまたは論理インターフェイスを識別する、ゼロより大きい一意の値である interface index（ifIndex）オブジェクト値の生成および割り当てを行います。スイッチの再起動またはスイッチのソフトウェアのアップグレード時に、スイッチは、インターフェイスにこれと同じ値を使用します。たとえば、スイッチのポート 2 に 10003 という ifIndex 値が割り当てられていると、スイッチの再起動後も同じ値が使用されます。

スイッチは、表 31-3 のいずれかの値を使用して、インターフェイスに ifIndex 値を割り当てます。

表 31-3　ifIndex 値

インターフェイス タイプ	ifIndex 範囲
SVI[1]	1 ～ 4999
EtherChannel	5001 ～ 5048
タイプおよびポート番号に基づいた物理（ギガビット イーサネット、SFP[2] モジュール インターフェイスなど）	10000 ～ 14500
ヌル	10501（非スタック型スイッチ） 14501（スタック型スイッチ）
ループバックおよびトンネル	24567 ～

1. SVI = Switch Virtual Interface
2. SFP = Small Form-Factor Pluggable

（注）　スイッチは、範囲内の連続した値を使用しない場合があります。

SNMP の設定

SNMP のデフォルト設定

表 31-4 に、SNMP のデフォルト設定を示します。

表 31-4　SNMP のデフォルト設定

機能	デフォルト設定
SNMP エージェント	ディセーブル。[1]
SNMP トラップ レシーバー	未設定。
SNMP トラップ	TCP 接続のトラップ（**tty**）以外は、イネーブルではありません。
SNMP バージョン	**version** キーワードがない場合、デフォルトはバージョン 1 になります。
SNMPv3 認証	キーワードを入力しなかった場合、セキュリティ レベルはデフォルトで **noauth**（noAuthNoPriv）になります。
SNMP 通知タイプ	タイプを指定しなかった場合、すべての通知が送信されます。

1. これは、スイッチが起動し、スタートアップ コンフィギュレーションに **snmp-server** グローバル コンフィギュレーション コマンドが設定されていない場合のデフォルトです。

SNMP 設定時の注意事項

スイッチが起動し、スイッチのスタートアップ コンフィギュレーションに少なくとも 1 つの **snmp-server** グローバル コンフィギュレーション コマンドが設定されている場合、SNMP エージェントはイネーブルになります。

SNMP *グループ*は、SNMP ユーザを SNMP ビューに対応付けるテーブルです。SNMP *ユーザ*は、SNMP グループのメンバです。SNMP *ホスト*は、SNMP トラップ動作の受信側です。SNMP *エンジン ID* は、ローカルまたはリモート SNMP エンジンの名前です。

SNMP グループを設定するときには、次の注意事項に従ってください。

- SNMP グループを設定するときは、通知ビューを指定しません。**snmp-server host** グローバル コンフィギュレーション コマンドがユーザの通知ビューを自動生成し、そのユーザを対応するグループに追加します。グループの通知ビューを変更すると、そのグループに対応付けられたすべてのユーザが影響を受けます。通知ビューの設定が必要な状況については、『*Cisco IOS Network Management Command Reference*』を参照してください。
- リモート ユーザを設定する場合は、ユーザが存在するデバイスのリモート SNMP エージェントに対応する IP アドレスまたはポート番号を指定します。
- 特定のエージェントのリモート ユーザを設定する前に、**snmp-server engineID** グローバル コンフィギュレーション コマンドを **remote** オプションとともに使用して、SNMP エンジン ID を設定してください。リモート エージェントの SNMP エンジン ID およびユーザ パスワードを使用して認証およびプライバシ ダイジェストが算出されます。先にリモート エンジン ID を設定しておかないと、コンフィギュレーション コマンドがエラーになります。
- SNMP 情報を設定するときには、プロキシ要求または情報の送信先となるリモート エージェントの SNMP エンジン ID を SNMP データベースに設定しておく必要があります。
- ローカル ユーザとリモート ホストに関連がない場合、スイッチは、**auth**（authNoPriv）および **priv**（authPriv）認証レベルの通知を送信しません。
- SNMP エンジン ID の値を変更すると、重大な影響が生じます。（コマンド ラインで入力された）ユーザのパスワードは、パスワードおよびローカル エンジン ID に基づいて、MD5 または SHA セキュリティ ダイジェストに変換されます。コマンド ラインのパスワードは、RFC 2274 の規定に従って廃棄されます。このようにパスワードが廃棄されるため、エンジン ID 値を変更した場合は SNMPv3 ユーザのセキュリティ ダイジェストが無効となり、**snmp-server user** *username* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用して、SNMP ユーザを再設定する必要があります。エンジン ID を変更した場合は、同様の制限によってコミュニティ ストリングも再設定する必要があります。

SNMP エージェントのディセーブル化

SNMP エージェントをディセーブルにするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**no snmp-server**	SNMP エージェントの動作をディセーブルにします。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

no snmp-server グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用すると、デバイスで稼動中のすべてのバージョン（バージョン 1、
バージョン 2C、バージョン 3）がディセーブルになります。SNMP をイネーブルにする特定の Cisco IOS コマンドは存在しません。最初に入力する **snmp-server** グローバル コンフィギュレーション コマンドによって、SNMP のすべてのバージョンがイネーブルになります。

コミュニティ ストリングの設定

SNMP マネージャとエージェントの関係を定義するには、SNMP コミュニティ ストリングを使用します。コミュニティ ストリングは、スイッチ上のエージェントへのアクセスを許可するパスワードと同様に機能します。ストリングに対応する次の特性を 1 つまたは複数指定することもできます。

- コミュニティ ストリングを使用してエージェントにアクセスできる SNMP マネージャの IP アドレスのアクセス リスト
- 指定のコミュニティにアクセスできるすべての MIB オブジェクトのサブセットを定義する MIB ビュー
- コミュニティにアクセスできる MIB オブジェクトの読み書き権限または読み取り専用権限

スイッチ上でコミュニティ ストリングを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**snmp-server community** *string* [**view** *view-name*] [**ro** | **rw**] [*access-list-number*]	コミュニティ ストリングを設定します。 （注）　コンテキスト情報を区切るには @ 記号を使用します。このコマンドの設定時に SNMP コミュニティ ストリングの一部として @ 記号を使用しないでください。 • *string* には、パスワードと同様に機能し、SNMP プロトコルへのアクセスを許可するストリングを指定します。任意の長さのコミュニティ ストリングを 1 つまたは複数設定できます。 • （任意）**view** には、コミュニティにアクセスできるビュー レコードを指定します。 • （任意）許可された管理ステーションで MIB オブジェクトを取得する場合は読み取り専用（**ro**）、許可された管理ステーションで MIB オブジェクトを取得および変更する場合は読み書き（**rw**）を指定します。デフォルトでは、コミュニティ ストリングはすべてのオブジェクトに対する読み取り専用アクセスが許可されています。 • （任意）*access-list-number* には、1 ～ 99 および 1300 ～ 1999 の標準 IP アクセス リスト番号を入力します。

	コマンド	目的
ステップ 3	**access-list** *access-list-number* {**deny** | **permit**} *source* [*source-wildcard*]	（任意）ステップ 2 で標準 IP アクセス リスト番号を指定してリストを作成した場合は、必要に応じてコマンドを繰り返します。 • *access-list-number* には、ステップ 2 で指定したアクセス リスト番号を入力します。 • **deny** キーワードは、条件が一致した場合にアクセスを拒否します。**permit** キーワードは、条件が一致した場合にアクセスを許可します。 • *source* には、コミュニティ ストリングを使用してエージェントにアクセスできる SNMP マネージャの IP アドレスを入力します。 • （任意）*source-wildcard* には、送信元に適用するワイルドカードビットをドット付き 10 進表記で入力します。無視するビット位置には 1 を入れます。 アクセス リストの末尾には、すべてに対する暗黙の拒否ステートメントが常に存在することに注意してください。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

（注）　SNMP コミュニティのアクセスをディセーブルにするには、そのコミュニティのコミュニティ ストリングをヌル ストリングに設定します（コミュニティ ストリングに値を入力しないでください）。

特定のコミュニティ ストリングを削除するには、**no snmp-server community** *string* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、ストリング *comaccess* を SNMP に割り当てて読み取り専用アクセスを許可し、IP アクセス リスト 4 がこのコミュニティ ストリングを使用してスイッチの SNMP エージェントにアクセスできるように指定する例を示します。

```
Switch(config)# snmp-server community comaccess ro 4
```

SNMP グループおよびユーザの設定

スイッチのローカルまたはリモート SNMP サーバ エンジンを表す識別名（エンジン ID）を指定できます。SNMP ユーザを SNMP ビューにマッピングする、SNMP サーバ グループを設定し、新規ユーザを SNMP グループに追加できます。

スイッチ上で SNMP を設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**snmp-server engineID** {**local** *engineid-string* | **remote** *ip-address* [**udp-port** *port-number*] *engineid-string*}	SNMP のローカル コピーまたはリモート コピーの名前を設定します。 • *engineid-string* は、SNMP のコピー名を指定する 24 文字の ID ストリングです。末尾にゼロが含まれる場合は、24 文字のエンジン ID すべてを指定する必要はありません。指定するのは、エンジン ID のうちゼロだけが続く箇所を除いた部分だけです。たとえば、123400000000000000000000 というエンジン ID を設定する場合、次のように入力できます。**snmp-server engineID local 1234** • **remote** を指定した場合、SNMP のリモート コピーが置かれているデバイスの *ip-address* を指定し、任意でリモート デバイスの UDP ポートを指定します。デフォルト値は 162 です。
ステップ 3	**snmp-server group** *groupname* {**v1** | **v2c** | **v3** {**auth** | **noauth** | **priv**}} [**read** *readview*] [**write** *writeview*] [**notify** *notifyview*] [**access** *access-list*]	リモート デバイスに新規 SNMP グループを設定します。 • *groupname* には、グループ名を指定します。 • 次のようにセキュリティ モデルを指定します。 – **v1** は、最も安全性の低いセキュリティ モデルです。 – **v2c** は、2 番めに安全性の低いセキュリティ モデルです。標準の 2 倍の幅で情報および整数を伝送できます。 – 最も安全な **v3** の場合、認証レベルを選択する必要があります。 **auth** : MD5 および SHA によるパケット認証が可能です。 **noauth** : noAuthNoPriv というセキュリティ レベルをイネーブルにします。キーワードを指定しなかった場合、これがデフォルトです。 **priv** : DES によるパケット暗号化をイネーブルにします（*privacy* とも呼ばれます）。 （注）　**priv** キーワードは、暗号化ソフトウェア イメージがインストールされている場合だけ使用可能です。 • （任意）**read** *readview* とともに、エージェントの内容を表示できるビューの名前を表すストリング（64 文字以下）を入力します。 • （任意）**write** *writeview* とともに、データを入力し、エージェントの内容を設定するビューの名前を表すストリング（64 文字以下）を入力します。 • （任意）**notify** *notifyview* とともに、通知、情報、またはトラップを指定するビューの名前を表すストリング（64 文字以下）を入力します。 • （任意）**access** *access-list* とともに、アクセス リスト名のストリング（64 文字以下）を入力します。

	コマンド	目的
ステップ 4	**snmp-server user** *username groupname* {**remote** *host* [**udp-port** *port*]} {**v1** [**access** *access-list*] | **v2c** [**access** *access-list*] | **v3** [**encrypted**] [**access** *access-list*] [**auth** {**md5** | **sha**} *auth-password*]} [*priv* {**des** | **3des** | **aes** {**128** | **192** | **256**}} *priv-password*]	SNMP グループに対して新規ユーザを追加します。 • *username* は、エージェントに接続するホスト上のユーザ名です。 • *groupname* は、ユーザが対応付けられるグループの名前です。 • **remote** を入力して、ユーザが所属するリモート SNMP エンティティおよびそのエンティティのホスト名または IP アドレスとともに、任意で UDP ポート番号を指定します。デフォルト値は 162 です。 • SNMP バージョン番号（**v1**、**v2c**、または **v3**）を入力します。**v3** を入力する場合は、次のオプションを追加します。 – **encrypted** は、パスワードを暗号化形式で表示するように指定します。このキーワードは、**v3** キーワードが指定されている場合だけ使用可能です。 – **auth** は認証レベル設定セッションで、HMAC-MD5-96（**md5**）または HMAC-SHA-96（**sha**）認証レベルを使用できます。パスワード ストリング *auth-password*（64 文字以下）が必要です。 • **v3** を入力し、スイッチが暗号化ソフトウェア イメージを実行している場合、プライベート（**priv**）の暗号化アルゴリズムとパスワード ストリング *priv-password*（64 文字以下）も設定できます。 – **priv** には User-based Security Model（USM）を指定します。 – **des** には 56 ビットの DES アルゴリズムを使用するように指定します。 – **3des** には 168 ビットの DES アルゴリズムを使用するように指定します。 – **aes** には DES アルゴリズムを使用するように指定します。128 ビット、192 ビット、または 256 ビットのいずれかの暗号化を選択する必要があります。 • （任意）**access** *access-list* とともに、アクセス リスト名のストリング（64 文字以下）を入力します。
ステップ 5	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 6	**show running-config**	設定を確認します。 （注）　**auth** | **noauth** | **priv** モードの設定に関する SNMPv3 情報を表示するには、**show snmp user** 特権 EXEC コマンドを実行する必要があります。
ステップ 7	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

SNMP 通知の設定

トラップ マネージャは、トラップを受信して処理する管理ステーションです。トラップは、特定のイベントが発生したときにスイッチが生成するシステム アラートです。デフォルトでは、トラップ マネージャは定義されず、トラップは送信されません。この Cisco IOS リリースが稼動しているスイッチでは、トラップ マネージャを無制限に設定できます。

（注）コマンド構文で *traps* というワードを使用するコマンドは多数あります。トラップまたはインフォームを選択するオプションがコマンドにない限り、キーワード **traps** はトラップ、インフォーム、またはその両方を表します。**snmp-server host** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用して、SNMP 通知をトラップとして送信するのか、インフォームとして送信するのかを指定します。

表 31-5 に、サポートされているスイッチ トラップ（通知タイプ）を示します。これらのトラップの一部または全部をイネーブルにして、これを受信するようにトラップ マネージャを設定できます。SNMP インフォーム通知の送信をイネーブルにするには、**snmp-server enable traps** グローバル コンフィギュレーション コマンドと **snmp-server host** *host-addr* **informs** グローバル コンフィギュレーション コマンドを組み合わせて使用します。

表 31-5　スイッチの通知タイプ

通知タイプのキーワード	説明
bgp	Border Gateway Protocol（BGP）状態変化トラップを生成します。このオプションは、拡張マルチレイヤ イメージがインストールされている場合だけ使用できます。
bridge	Spanning-Tree Protocol（STP; スパニング ツリー プロトコル）ブリッジ MIB トラップを生成します。
cluster	クラスタ設定が変更された場合に、トラップを生成します。
config	SNMP 設定が変更された場合に、トラップを生成します。
copy-config	SNMP コピー設定が変更された場合に、トラップを生成します。
entity	SNMP エンティティが変更された場合に、トラップを生成します。
cpu threshold	CPU-related トラップを使用できます。
envmon	環境モニタ トラップを生成します。ファン（fan）、シャットダウン（shutdown）、ステータス（status）、電源（supply）、温度（temperature）の環境トラップのいずれかまたはすべてをイネーブルにできます。
errdisable	ポート VLAN が errdisable ステートになった場合に、トラップを生成します。1 分あたりの最大トラップ レートも設定できます。指定できる範囲は 0 ～ 10000 です。デフォルトは 0 で、レート制限がないという意味です。
flash	SNMP FLASH 通知を生成します。
hsrp	Hot Standby Router Protocol（HSRP）が変更された場合に、トラップを生成します。
ipmulticast	IP マルチキャスト ルーティングが変更された場合に、トラップを生成します。
mac-notification	MAC アドレス通知のトラップを生成します。
msdp	Multicast Source Discovery Protocol（MSDP）が変更された場合に、トラップを生成します。
ospf	Open Shortest Path First（OSPF）が変更された場合に、トラップを生成します。シスコ固有、エラー、リンクステート アドバタイズ、レート制限、再送信、ステート変更に関するトラップの一部または全部をイネーブルにできます。
pim	Protocol-Independent Multicast（PIM）が変更された場合に、トラップを生成します。無効な PIM メッセージ、ネイバー変更、および Rendezvous Point（RP; ランデブー ポイント）マッピングの変更に関するトラップの一部または全部をイネーブルにできます。

表 31-5　スイッチの通知タイプ （続き）

通知タイプのキーワード	説明
port-security	SNMP ポート セキュリティ トラップを生成します。1 秒あたりの最大トラップ レートも設定できます。指定できる範囲は 0 ～ 1000 です。デフォルトは 0 で、レート制限がないという意味です。 （注）　通知タイプ **port-security** を使用してトラップを設定する際に、次のように最初にポート セキュリティ トラップを設定してから、ポート セキュリティ トラップ レートを設定します。 • **snmp-server enable traps port-security** • **snmp-server enable traps port-security trap-rate** *rate*
rtr	SNMP Response Time Reporter（RTR）のトラップを生成します。
snmp	認証、コールド スタート、ウォーム スタート、リンク アップ、またはリンク ダウンについて、SNMP タイプ通知のトラップを生成します。
storm-control	SNMP ストーム制御のトラップを生成します。1 分あたりの最大トラップ レートも設定できます。指定できる範囲は 0 ～ 1000 です。デフォルトは 0 に設定されています（制限なしの状態では、発生ごとにトラップが送信されます）。
stpx	SNMP STP 拡張 MIB トラップを生成します。
syslog	SNMP の Syslog トラップを生成します。
tty	TCP 接続のトラップを生成します。このトラップは、デフォルトでイネーブルに設定されています。
vlan-membership	SNMP VLAN メンバシップが変更された場合に、トラップを生成します。
vlancreate	SNMP VLAN 作成トラップを生成します。
vlandelete	SNMP VLAN 削除トラップを生成します。
vtp	VLAN Trunking Protocol（VTP; VLAN トランキング プロトコル）が変更された場合に、トラップを生成します。

（注）　**fru-ctrl**、**insertion**、および **removal** キーワードは、コマンドラインのヘルプ ストリングに表示されますが、サポートされていません。

表 31-5 に示す通知タイプを受信する場合は、特定のホストに対して **snmp-server host** グローバル コンフィギュレーション コマンドを実行します。

ホストにトラップまたはインフォームを送信するようにスイッチを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**snmp-server engineID remote** *ip-address engineid-string*	リモート ホスト用のエンジン ID を指定します。
ステップ 3	**snmp-server user** *username groupname* {**remote** *host* [**udp-port** *port*]} {**v1** [**access** *access-list*] | **v2c** [**access** *access-list*] | **v3** [**encrypted**] [**access** *access-list*] [**auth** {**md5** | **sha**} *auth-password*]}	ステップ 2 で設定したリモート ホストと対応付ける SNMP ユーザを設定します。 （注）　アドレスに対応するリモート ユーザを設定するには、先にリモート ホストのエンジン ID を設定しておく必要があります。このようにしないと、エラー メッセージが表示され、コマンドが実行されません。

	コマンド	目的
ステップ 4	**snmp-server group** *groupname* {**v1** | **v2c** | **v3** {**auth** | **noauth** | **priv**}} [**read** *readview*] [**write** *writeview*] [**notify** *notifyview*] [**access** *access-list*]	SNMP グループを設定します。
ステップ 5	**snmp-server host** *host-addr* [**informs** | **traps**] [**version** {**1** | **2c** | **3** {**auth** | **noauth** | **priv**}}] *community-string* [*notification-type*]	SNMP トラップ動作の受信側を指定します。 • *host-addr* には、ホスト（対象となる受信側）の名前またはインターネット アドレスを指定します。 • （任意）SNMP 情報をホストに送信するには、**informs** を指定します。 • （任意）SNMP トラップをホストに送信するには、**traps**（デフォルト）を指定します。 • （任意）SNMP のバージョン（**1**、**2c**、または**3**）を指定します。SNMPv1 は informs をサポートしていません。 • （任意）バージョン 3 の場合、認証レベルとして **auth**、**noauth**、または **priv** を選択します。 （注）　**priv** キーワードは、暗号化ソフトウェア イメージがインストールされている場合だけ使用可能です。 • *community-string* には、**version 1** または **version 2c** が指定されている場合、通知動作で送信される、パスワードに類似したコミュニティ ストリングを入力します。**version 3** が指定されている場合、SNMPv3 ユーザ名を入力します。 （注）　コンテキスト情報を区切るには @ 記号を使用します。このコマンドの設定時に SNMP コミュニティ ストリングの一部として @ 記号を使用しないでください。 • （任意）*notification-type* には、表 31-5（P.31-12）に記載されているキーワードを使用します。タイプを指定しなかった場合、すべての通知が送信されます。
ステップ 6	**snmp-server enable traps** *notification-types*	スイッチがトラップまたは情報を送信できるようにし、送信する通知のタイプを指定します。通知タイプの一覧については、表 31-5（P.31-12）を参照するか、**snmp-server enable traps ?** と入力してください。 複数のトラップ タイプをイネーブルにするには、トラップ タイプごとに **snmp-server enable traps** コマンドを個別に入力する必要があります。 （注）　通知タイプ **port-security** を使用してトラップを設定する際に、次のように最初にポート セキュリティ トラップを設定してから、ポート セキュリティ トラップ レートを設定します。 • **snmp-server enable traps port-security** • **snmp-server enable traps port-security trap-rate** *rate*
ステップ 7	**snmp-server trap-source** *interface-id*	（任意）送信元インターフェイスを指定します。そこからトラップ メッセージに対応する IP アドレスが取得されます。インフォームの送信元 IP アドレスも、このコマンドで設定します。

	コマンド	目的
ステップ 8	**snmp-server queue-length** *length*	（任意）各トラップ ホストのメッセージ キュー長を設定します。指定できる範囲は 1 ～ 1000 です。デフォルトは 10 です。
ステップ 9	**snmp-server trap-timeout** *seconds*	（任意）トラップ メッセージを再送信する間隔を設定します。指定できる範囲は 1 ～ 1000 です。デフォルトは 30 秒です。
ステップ 10	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 11	**show running-config**	設定を確認します。 （注）　**auth** | **noauth** | **priv** モードの設定に関する SNMPv3 情報を表示するには、**show snmp user** 特権 EXEC コマンドを実行する必要があります。
ステップ 12	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

snmp-server host コマンドでは、通知を受信するホストを指定します。**snmp-server enable trap** コマンドによって、指定された通知メカニズム（トラップおよびインフォーム）がグローバルでイネーブルになります。ホストがインフォームを受信できるようにするには、そのホストに対応する **snmp-server host informs** コマンドを設定し、**snmp-server enable traps** コマンドを使用してインフォームをグローバルにイネーブルにする必要があります。

指定したホストがトラップを受信しないようにするには、**no snmp-server host** *host* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。キーワードを指定しないで **no snmp-server host** コマンドを使用すると、ホストへのトラップはディセーブルになりますが、インフォームはディセーブルになりません。インフォームをディセーブルにするには、**no snmp-server host informs** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用してください。特定のトラップ タイプをディセーブルにするには、**no snmp-server enable traps** *notification-types* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

CPU しきい値通知のタイプと値の設定

CPU しきい値通知のタイプと値を設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**process cpu threshold type** {**total** | **process** | **interrupt**} **rising** *percentage* **interval** *seconds* [**falling** *fall-percentage* **interval** *seconds*]	CPU しきい値通知のタイプと値を次のように設定します。 • **total**：通知タイプを CPU の総使用率に設定します。 • **process**：通知タイプを CPU プロセスの使用率に設定します。 • **interrupt**：通知タイプを CPU の割り込み使用率に設定します。 • **rising** *percentage*：CPU リソースの割合（1 ～ 100）。設定された期間にこの値を超えた場合は、CPU しきい値通知が送信されます。 • **interval** *seconds*：CPU のしきい値を超える時間を秒数で指定します（5 ～ 86400 秒）。この値に一致した場合は、CPU しきい値通知が送信されます。 • **falling** *fall-percentage*：CPU リソースの割合（1 ～ 100）。設定された期間に使用率がこのレベルを下回った場合は、CPU しきい値通知が送信されます。 この値は、**rising** *percentage* の値以下である必要があります。**falling** *fall-percentage* の値が指定されない場合、この値は **rising** *percentage* の値と同じになります。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

エージェント コンタクトおよびロケーションの設定

SNMP エージェントのシステム コンタクトおよびロケーションを設定して、コンフィギュレーション ファイルからこれらの記述にアクセスできるようにするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**snmp-server contact** *text*	システム コンタクトを表すストリングを設定します。 次に例を示します。 `snmp-server contact Dial System Operator at beeper 21555.`
ステップ 3	**snmp-server location** *text*	システム ロケーションを表すストリングを設定します。 次に例を示します。 `snmp-server location Building 3/Room 222`
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

SNMP を通して使用する TFTP サーバの制限

SNMP を通してコンフィギュレーション ファイルを保存およびロードするために使用する TFTP（簡易ファイル転送プロトコル）サーバを、アクセス リストに指定されているサーバに限定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**snmp-server tftp-server-list** *access-list-number*	SNMP を通してコンフィギュレーション ファイルをコピーするために使用する TFTP サーバを、アクセス リスト内のサーバに限定します。 *access-list-number* には、1 ～ 99 および 1300 ～ 1999 の標準 IP アクセス リスト番号を入力します。
ステップ 3	**access-list** *access-list-number* {**deny** | **permit**} *source* [*source-wildcard*]	標準アクセス リストを作成し、必要な回数だけこのコマンドを繰り返します。 • *access-list-number* には、ステップ 2 で指定したアクセス リスト番号を入力します。 • **deny** キーワードは、条件が一致した場合にアクセスを拒否します。**permit** キーワードは、条件が一致した場合にアクセスを許可します。 • *source* には、スイッチにアクセスできる TFTP サーバの IP アドレスを入力します。 • （任意）*source-wildcard* には、送信元に適用するワイルドカードビットをドット付き 10 進表記で入力します。無視するビット位置には 1 を入れます。 アクセス リストの末尾には、すべてに対する暗黙の拒否ステートメントが常に存在することに注意してください。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

SNMP の例

次に、SNMP のすべてのバージョンをイネーブルにする例を示します。この設定では、任意の SNMP マネージャがコミュニティ ストリング *public* を使用して、読み取り専用権限ですべてのオブジェクトにアクセスできます。この設定では、スイッチはトラップを送信しません。

```
Switch(config)# snmp-server community public
```

次に、任意の SNMP マネージャがコミュニティ ストリング *public* を使用して、読み取り専用権限ですべてのオブジェクトにアクセスする例を示します。スイッチは、ホスト 192.180.1.111 および 192.180.1.33（SNMPv1 を使用）や、ホスト 192.180.1.27（SNMPv2C を使用）へ VTP トラップを送信します。コミュニティ ストリング *public* は、トラップとともに送信されます。

```
Switch(config)# snmp-server community public
Switch(config)# snmp-server enable traps vtp
Switch(config)# snmp-server host 192.180.1.27 version 2c public
Switch(config)# snmp-server host 192.180.1.111 version 1 public
Switch(config)# snmp-server host 192.180.1.33 public
```

次に、*comaccess* コミュニティ ストリングを使用するアクセス リスト 4 のメンバに、すべてのオブジェクトへの読み取り専用アクセスを許可する例を示します。その他の SNMP マネージャは、どのオブジェクトにもアクセスできません。SNMP 認証障害トラップは、SNMPv2C がコミュニティ ストリング *public* を使用してホスト *cisco.com* に送信します。

```
Switch(config)# snmp-server community comaccess ro 4
Switch(config)# snmp-server enable traps snmp authentication
Switch(config)# snmp-server host cisco.com version 2c public
```

次に、エンティティ MIB トラップをホスト *cisco.com* に送信する例を示します。コミュニティ ストリングは制限されます。先頭行は、すでにイネーブルに設定されているトラップに加えて、エンティティ MIB トラップを送信するようにスイッチをイネーブルにします。2 行めはこれらのトラップの宛先を指定し、ホスト **cisco.com** に対する以前の *snmp-server host* コマンドを上書きします。

```
Switch(config)# snmp-server enable traps entity
Switch(config)# snmp-server host cisco.com restricted entity
```

次に、コミュニティ ストリング *public* を使用して、すべてのトラップをホスト *myhost.cisco.com* に送信するようにスイッチをイネーブルにする例を示します。

```
Switch(config)# snmp-server enable traps
Switch(config)# snmp-server host myhost.cisco.com public
```

次に、ユーザとリモート ホストを関連付けて、ユーザがグローバル コンフィギュレーション モードの時に **auth**（authNoPriv）認証レベルで情報を送信する例を示します。

```
Switch(config)# snmp-server engineID remote 192.180.1.27 00000063000100a1c0b4011b
Switch(config)# snmp-server group authgroup v3 auth
Switch(config)# snmp-server user authuser authgroup remote 192.180.1.27 v3 auth md5
mypassword
Switch(config)# snmp-server user authuser authgroup v3 auth md5 mypassword
Switch(config)# snmp-server host 192.180.1.27 informs version 3 auth authuser config
Switch(config)# snmp-server enable traps
Switch(config)# snmp-server inform retries 0
```

SNMP ステータスの表示

不正なコミュニティ ストリング エントリ、エラー、要求変数の数など、SNMP の入出力統計情報を表示するには、**show snmp** 特権 EXEC コマンドを使用します。また、表 31-6 に記載されたその他の特権 EXEC コマンドを使用して、SNMP 情報を表示することもできます。この場合に表示されるフィールドの詳細については、『*Cisco IOS Configuration Fundamentals Command Reference*』を参照してください。

表 31-6　SNMP 情報を表示するためのコマンド

機能	デフォルト設定
show snmp	SNMP 統計情報を表示します。
show snmp engineID [**local** | **remote**]	デバイスに設定されているローカル SNMP エンジンおよびすべてのリモート エンジンに関する情報を表示します。
show snmp group	ネットワーク上の各 SNMP グループに関する情報を表示します。
show snmp pending	保留中の SNMP 要求の情報を表示します。
show snmp sessions	現在の SNMP セッションの情報を表示します。
show snmp user	SNMP ユーザ テーブルの各 SNMP ユーザ名に関する情報を表示します。 （注）　**auth** | **noauth** | **priv** モードの SNMPv3 設定情報を表示するには、このコマンドを使用する必要があります。この情報は **show running-config** の出力には表示されません。

CHAPTER 32

組み込みイベント マネージャの設定

Embedded Event Manager（EEM; 組み込みイベントマネージャ）では、Cisco IOS デバイス内のイベントの検出および回復方法を分散し、カスタマイズできます。EEM によりイベントをモニタし、モニタ対象のイベントが発生したか、しきい値に到達した場合に、通知や対処などの EEM アクションを実行できます。EEM ポリシーはイベントと、そのイベントの発生時に行われる処理を定義します。

この章では、Catalyst 3560 スイッチで EEM を使用する方法および EEM を設定する方法について説明します。この章で使用するコマンドの構文および使用方法の詳細については、このリリースのコマンド リファレンスおよび『*Cisco IOS Network Management Command Reference*』のスイッチ コマンド リファレンスを参照してください。EEM のマニュアル セットの詳細については、『*Cisco IOS Network Management Configuration Guide*』で次のドキュメントを参照してください。

- 「*Embedded Event Manager Overview*」
  http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/netmgmt/configuration/guide/nm_eem_overview.html
- 「*Writing Embedded Event Manager Policies Using the Cisco IOS CLI*」
  http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/netmgmt/configuration/guide/nm_eem_policy_cli.html
- 「*Writing Embedded Event Manager Policies Using Tcl*」
  http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/netmgmt/configuration/guide/nm_eem_policy_tcl.html

（注） Cisco IOS Release 12.2(55)SE 以降のリリースでは、この機能は IP ベース イメージを実行するスイッチでサポートされます。

この章で説明する内容は、次のとおりです。

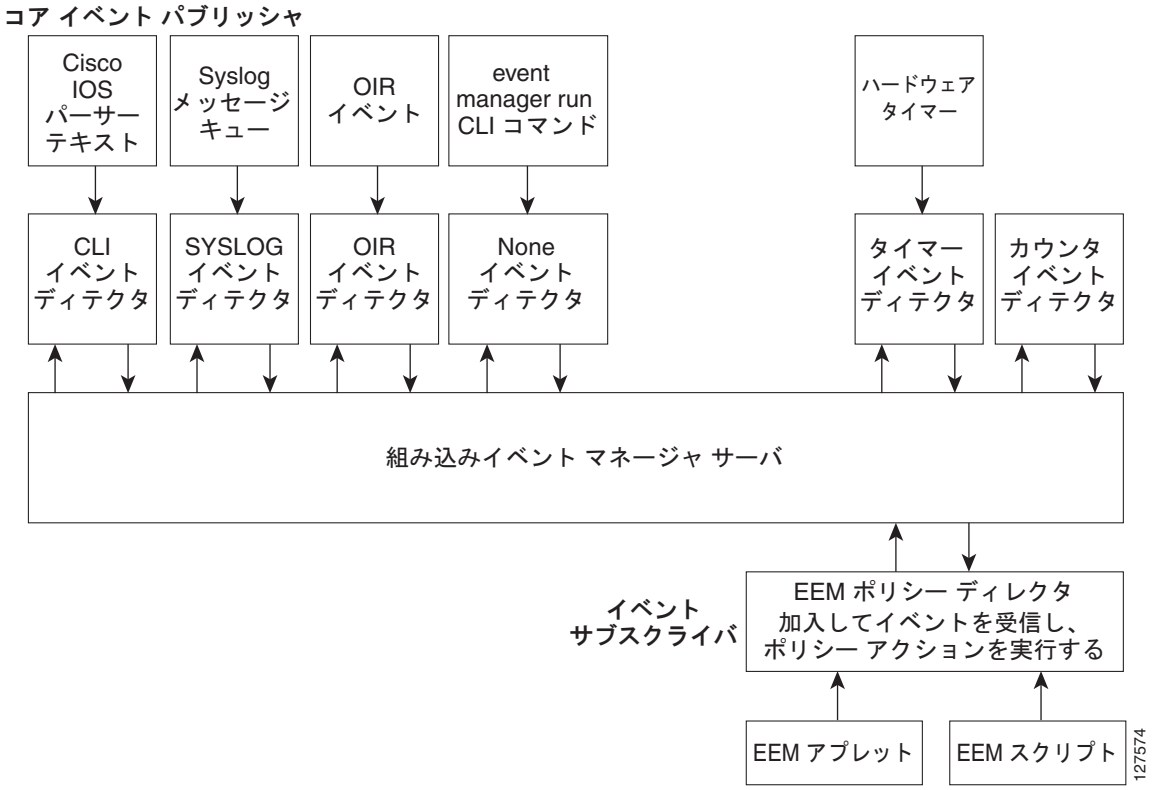
組み込みイベントマネージャの概要

EEM は主なシステム イベントをモニタし、set ポリシーに従って動作します。このポリシーは、プログラムされたスクリプトで、これを使用して、特定の一連のイベントの発生に基づいて、アクションを呼び出すように、スクリプトをカスタマイズできます。スクリプトは、カスタム syslog または Simple Network Management Protocol（SNMP; 簡易ネットワーク管理プロトコル）トラップの生成、CLI コマンドの呼び出し、フェールオーバーの適用などのアクションを生成します。スイッチからすべてのイベント管理を管理できるわけではなく、何らかの問題によって、スイッチと外部ネットワーク管理デバ

イス間の通信に障害が発生することがあるため、EEM のイベント管理機能は役立ちます。スイッチを再起動することなく、自動回復アクションが実行される場合、ネットワークのアベイラビリティが向上します。

図 32-1 に EEM サーバ、コア イベント パブリッシャ（イベント検出器）、イベント サブスクライバ（ポリシー）の関係を示します。イベントパブリッシャはイベントを選別し、イベント サブスクライバによって提供されたイベント仕様と一致するときに、それらをパブリッシュします。イベント検出器は、イベントの発生時に EEM サーバに通知します。次に、EEM ポリシーによって、現在のシステムのステートと指定されたイベントのポリシーに指定されたアクションに基づいて、回復が実装されます。

図 32-1　　組み込みイベント マネージャのコア イベント検出器



EEM 展開の例については、『*EEM Configuration for Cisco Integrated Services Router Platforms Guide*』を参照してください。

- 「イベント検出器」（P.32-3）
- 「組み込みイベント マネージャの処理」（P.32-4）
- 「組み込みイベント マネージャ ポリシー」（P.32-4）
- 「組み込みイベント マネージャの環境変数」（P.32-5）
- 「EEM 3.2」（P.32-5）

イベント検出器

EEM ソフトウェアはイベント検出器と呼ばれ、EEM イベントの発生時を判断します。イベント検出器は、SNMP などのモニタ対象のエージェントとアクションを実装可能な EEM ポリシー間のインターフェイスを提供する個別のシステムです。

- アプリケーション固有のイベント検出器：任意の EEM ポリシーでイベントをパブリッシュできます。
- IOS CLI イベント検出器：CLI を通じて入力されたコマンドに基づいてポリシーを生成します。
- Generic Online Diagnostics（GOLD; 汎用オンライン診断）イベント検出器：指定したカードやサブカードで GOLD 失敗イベントが検出されると、イベントをパブリッシュします。
- カウンタ イベント検出器：名前付きカウンタが指定したしきい値を超えると、イベントをパブリッシュします。
- インターフェイス カウンタ イベント検出器：指定したインターフェイスの汎用 Cisco IOS インターフェイス カウンタが定義したしきい値を超えると、イベントをパブリッシュします。しきい値は絶対値か増分値で指定できます。たとえば、増分値を 50 に設定した場合、インターフェイス カウンタが 50 増えると、イベントがパブリッシュされます。

  この検出器は、初期値と終了値の変化率に基づいて、インターフェイスに関するイベントもパブリッシュします。
- None イベント検出器：**event manager run** CLI コマンドで EEM ポリシーが実行されると、イベントをパブリッシュします。EEM は、ポリシー内のイベント仕様に基づいて、ポリシーをスケジュールし、実行します。EEM ポリシーは、**event manager run** コマンドを実行する前に、手動で指定し、登録する必要があります。
- Online Insertion and Removal（OIR; 活性挿抜）イベント検出器：ハードウェアの挿入または取り外し（OIR）イベントの発生時にイベントをパブリッシュします。
- リソースしきい値イベント検出器：グローバル プラットフォームの値およびしきい値に基づいて、ポリシーを生成します。CPU の使用率およびバッファ残量などのリソースを含みます。
- リモート プロシージャ コール（RPC）イベント検出器：Secure Shell（SSH; セキュア シェル）を使用した暗号化接続によってスイッチ外部から EEM ポリシーを呼び出し、XML ベースのメッセージ交換に SOAP（Simple Object Access Protocol）データ符号化を使用します。さらに、EEM ポリシーを実行し、SOAP XML 形式の応答で出力を受け取ります。
- SNMP イベント検出器：次の場合に、標準 SNMP MIB オブジェクトをモニタし、イベントを生成できます。
  - オブジェクトが指定した値と一致するか指定したしきい値を超える。
  - 期間の最初のモニタ対象のオブジェクト識別子（OID）値とイベントのパブリッシュ時の実際の OID 値の差である SNMP デルタ値が指定した値に一致する。
- SNMP 通知イベント検出器：SNMP トラップを代行受信し、スイッチで受信されたメッセージを通知します。着信メッセージが指定した値に一致するか、定義したしきい値を超えた場合に、イベントが生成されます。
- Syslog イベント検出器：正規表現パターンに一致する syslog メッセージを選別できます。選択したメッセージはさらに絞り込むことができます。指定した期間内で、特定数の発生が記録される必要があります。指定したイベント基準に一致すると、設定済みのポリシー アクションが実行されます。
- タイマー イベント検出器：次のイベントをパブリッシュします。
  - absolute-time-of-day タイマーは、指定した絶対日時が発生したとき、イベントをパブリッシュします。

  - カウントダウン タイマーは、タイマーが 0 にカウント ダウンされたときに、イベントをパブリッシュします。
  - ウォッチドッグ タイマーは、タイマーが 0 にカウント ダウンされたときに、イベントをパブリッシュします。タイマーは初期値に自動リセットされ、再びカウントダウンを開始します。
  - CRON タイマーは、UNIX 標準 CRON 仕様を使用して、イベントがパブリッシュされるタイミングを定義して、イベントをパブリッシュします。CRON タイマーは 1 分間に 2 回以上イベントをパブリッシュしません。
- ウォッチドック イベント検出器（IOSWDSysMon）：次の場合に、イベントをパブリッシュします。
  - Cisco IOS プロセスでの CPU の使用率がしきい値を超えた。
  - Cisco IOS プロセスでのメモリの使用率がしきい値を超えた。

  同時に 2 つのイベントをモニタすることができ、イベントをパブリッシュする基準は、いずれかまたは両方のイベントが指定したしきい値を超えた場合です。

組み込みイベント マネージャの処理

イベントに反応して、次の処理が行われいます。

- 名前付きカウンタの変更
- アプリケーション固有イベントのパブリッシュ
- SNMP トラップの生成
- 優先 syslog メッセージの生成
- Cisco IOS ソフトウェアのリロード

組み込みイベント マネージャ ポリシー

EEM はイベントをモニタして情報を提供したり、モニタ対象のイベントが発生するかしきい値に達した場合に、対処方法を実行したりすることができます。EEM ポリシーはイベントと、そのイベントの発生時に行われる処理を定義するエンティティです。

EEM ポリシーにはアプレットとスクリプトの 2 つのタイプがあります。アプレットは、CLI 設定内に定義する簡単なポリシーです。イベントの選別基準とイベントの発生時に行う処理を定義するための簡便な方法です。スクリプトは、ASCII エディタを使用して、ネットワーキング デバイス上に定義します。スクリプトはバイトコード（.tbc）およびテキスト（.tcl）スクリプトで指定でき、その後ネットワーキング デバイスにコピーされ、EEM に登録されます。.tcl ファイルには複数のイベントを登録することもできます。

EEM では、EEM ポリシー ツール コマンド言語（TCL）スクリプトを使用して、独自のポリシーを書いて、実装します。

キーワード拡張という形式のシスコの TCL 機能拡張は、EEM ポリシーの開発を容易にします。これらのキーワードは、検出されたイベント、その後の処理、ユーティリティ情報、カウンタ値、およびシステム情報を識別します。

EEM ポリシーおよびスクリプトの設定の詳細については、『*Cisco IOS Network Management Configuration Guide, Release 12.4T*』を参照してください。

組み込みイベント マネージャの環境変数

EEM は EEM ポリシーの環境変数を使用します。これらの変数は、CLI コマンドと **event manager environment** コマンドを実行することにより、EEM ポリシー TCL スクリプトに定義されます。

- ユーザ定義の変数

  ユーザ定義のポリシーにユーザが定義します。

- シスコ定義の変数

  特定のサンプル ポリシーにシスコが定義します。

- シスコ組み込み変数（EEM アプレットで使用可能）

  シスコが定義し、読み取り専用または読み取りと書き込みに設定できます。読み取り専用変数は、アプレットが実行を開始する前に、システムによって設定されます。1 つの読み取りと書き込み変数 _exit_status により、同期イベントからトリガーされるポリシーの終了ステータスを設定できます。

シスコ定義の環境変数とシスコのシステム定義環境変数は、特定のイベント検出器またはすべてのイベント検出器に適用できます。ユーザ定義の環境変数またはシスコがサンプル ポリシーに定義した環境変数は、**event manager environment** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用して設定します。ポリシーを登録する前に、変数を EEM ポリシーに定義する必要があります。

EEM がサポートする環境変数の詳細については、『*Cisco IOS Network Management Configuration Guide, Release 12.4T*』を参照してください。

EEM 3.2

Cisco IOS Release 12.2(52)SE 以降のリリースは EEM 3.2 をサポートしています。EEM 3.2 には次のイベント検出器が追加されています。

- ネイバー探索：ネイバー探索イベント検出器は、次の場合にポリシーをパブリッシュして、自動ネイバー検出に応答します。
  - Cisco Discovery Protocol（CDP; シスコ検出プロトコル）キャッシュ エントリを追加、削除、または更新した。
  - Link Layer Discovery Protocol（LLDP; リンク層検出プロトコル）キャッシュ エントリを追加、削除、または更新した。
  - インターフェイスのリンク ステータスが変化した。
  - インターフェイスのライン ステータスが変化した。
- ID：ID イベント検出器は、ポートで AAA 許可および認証に成功したとき、失敗したとき、または通常のユーザ トラフィックが通過を許可されたときにイベントを生成します。
- Mac アドレス テーブル：Mac アドレス テーブル イベント検出器は、MAC アドレス テーブル内で MAC アドレスが学習されたときにイベントを生成します。

（注）　Mac アドレス テーブル イベント検出器は、スイッチ プラットフォームだけでサポートされ、MAC アドレスが学習されたレイヤ 2 インターフェイス上だけで使用できます。レイヤ 3 インターフェイスはアドレスを学習せず、ルータは通常、学習された MAC アドレスを EFM に通知するために必要な MAC アドレス テーブル インフラストラクチャをサポートしません。

EEM 3.2 には、新しいイベント検出器と連携して動作するアプレットをサポートするための CLI コマンドも追加されています。

EEM 3.2 の機能の詳細については、『Embedded Event Manager 3.2』（http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/netmgmt/configuration/guide/nm_eem_3.2.html）を参照してください。

組み込みイベント マネージャの設定

- 「組み込みイベント マネージャ アプレットの登録と定義」（P.32-6）
- 「組み込みイベントマネージャの TCL スクリプトの登録と定義」（P.32-7）

組み込みイベントマネージャの設定の詳細については、『*Cisco IOS Network Management Configuration Guide, Release 12.4T*』を参照してください。

組み込みイベント マネージャ アプレットの登録と定義

EEM にアプレットを登録し、**event applet** および **action applet** コンフィギュレーション コマンドを使用して、EEM アプレットを定義するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**event manager applet** *applet-name*	EEM にアプレットを登録し、アプレット コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**event snmp oid oid-value get-type** {**exact** | **next**} **entry-op** {**gt** | **ge** | **eq** | **ne** | **lt** | **le**} **entry-val** *entry-val* [**exit-comb** {**or** | **and**}] [**exit-op** {**gt** | **ge** | **eq** | **ne** | **lt** | **le**}] [**exit-val** *exit-val*] [**exit-time** *exit-time-val*] **poll-interval** *poll-int-val*	EEM アプレットを実行させるイベント基準を指定します。 （任意）終了基準。終了基準を指定しない場合、イベント モニタリングがすぐに再イネーブルになります。
ステップ 4	**action label syslog** [**priority** *priority-level*] **msg** *msg-text*	EEM アプレットがトリガーされたときの処理を指定します。この処理を繰り返して、アプレットに他の CLI コマンドを追加します。 • （任意）priority キーワードは、Syslog メッセージのプライオリティ レベルを指定します。選択した場合、priority-level 引数を定義する必要があります。 • *msg-text* の場合、引数は文字テキスト、環境変数、またはこの 2 つを組み合わせて指定できます。
ステップ 5	**end**	アプレット コンフィギュレーション モードを終了し、特権 EXEC モードに戻ります。

次に、SNMP オブジェクト ID によって指定されたフィールドの 1 つが、定義されたしきい値を超えた場合の EEM の出力例を示します。

```
Switch(config-applet)# event snmp oid 1.3.6.1.4.1.9.9.48.1.1.1.6.1 get-type exact entry-op
lt entry-val 5120000 poll-interval 10
```

次に、EEM イベントに反応して行われる処理の例を示します。

```
Switch(config-applet)# action 1.0 syslog priority critical msg "Memory exhausted; current
available memory is $_snmp_oid_val bytes"
Switch (config-applet)# action 2.0 force-switchover
```

組み込みイベントマネージャの TCL スクリプトの登録と定義

EEM に TCL スクリプトを登録し、TCL スクリプトとポリシー コマンドを定義するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 1	**show event manager environment** [**all** | *variable-name*]	（任意）**show event manager environment** コマンドは、EEM 環境変数の名前と値を表示します。 （任意）**all** キーワードは、EEM 環境変数を表示します。 （任意）*variable-name* 引数は、指定された環境変数に関する情報を表示します。
ステップ 2	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**event manager environment variable-name string**	指定した EEM 環境変数の値を設定します。必要なすべての環境変数について、この手順を繰り返します。
ステップ 4	**event manager policy** *policy-file-name* [**type system**] [**trap**]	EEM ポリシーを登録し、ポリシー内に定義された特定のイベントが発生した場合に実行されるようにします。
ステップ 5	**exit**	グローバル コンフィギュレーション モードを終了し、特権 EXEC モードに戻ります。

次に、show event manager environment コマンドの出力例を示します。

```
Switch# show event manager environment all
No.  Name                          Value
1    _cron_entry                   0-59/2 0-23/1 * * 0-6
2    _show_cmd                     show ver
3    _syslog_pattern               .*UPDOWN.*Ethernet1/0.*
4    _config_cmd1                  interface Ethernet1/0
5    _config_cmd2                  no shut
```

次に、ソフトウェアによって割り当てられた CRON タイマー環境変数を毎日の毎時間、毎分、毎秒に設定する方法を示します。

```
Switch (config)# event manager environment_cron_entry 0-59/2 0-23/1 * * 0-6
```

次に、システム ポリシーとして登録された *tm_cli_cmd.tcl* という名前の EEM ポリシーの例を示します。システム ポリシーは Cisco IOS イメージの一部です。ユーザ定義の TCL スクリプトは、最初にフラッシュ メモリにコピーする必要があります。

```
Switch (config)# event manager policy tm_cli_cmd.tcl type system
```

組み込みイベント マネージャ情報の表示

EEE に関する情報（EEM の登録されたポリシーや EEM の履歴データを含む）を表示するには、『*Cisco* IOS Network Management Command Reference』を参照してください。

CHAPTER 33

ACL によるネットワーク セキュリティの設定

この章では、Access Control List（ACL; アクセス コントロール リスト）を使用して、Catalyst 3560 スイッチ上でネットワーク セキュリティを設定する方法について説明します。ACL はアクセス リストとも呼ばれます。この章に記載されている IP ACL の情報は、IP Version 4（IPv4）ACL のものです。IPv6 ACL の詳細については、第 40 章「IPv6 ACL の設定」を参照してください。

この章で使用するコマンドの構文および使用方法の詳細については、このリリースに対応するコマンド リファレンス、および Cisco.com にある『*Cisco IOS IP Configuration Guide, Release 12.4*』の「IP Addressing and Services」の章にある「Configuring IP Services」と『*Cisco IOS IP Command Reference, Volume 1 of 3: Addressing and Services, Release 12.4*』を参照してください。

スイッチは、Cisco TrustSec の Security Group Tag（SGT）Exchange Protocol（SXP）もサポートします。この機能では、Security Group Access Control List（SGACL; セキュリティ グループ アクセス コントロール リスト）がサポートされます。これは IP アドレスではなく、デバイスのグループに対する ACL ポリシーを定義します。SXP 制御プロトコルを使用すると、ハードウェアのアップグレードなしに SGT によるパケットのタグ付けを行うことができます。SXP 制御プロトコルは Cisco TrustSec ドメイン エッジのアクセス レイヤ デバイスと Cisco TrustSec ドメイン内のディストリビューション レイヤ デバイス間で実行されます。Catalyst 3560 スイッチは Cisco TrustSec ネットワーク内のアクセス レイヤ スイッチとして動作します。

Cisco TrustSec の詳細については、次の URL にある『*Cisco TrustSec Switch Configuration Guide*』を参照してください。
http://www.cisco.com/en/US/docs/switches/lan/trustsec/configuration/guide/trustsec.html

SXP のセクションでは、Catalyst 3560 スイッチでサポートされる機能を定義します。

この章で説明する内容は、次のとおりです。

ACL の概要

パケット フィルタリングによって、ネットワーク トラフィックを限定し、さらに特定のユーザまたはデバイスに使用させるネットワークを制限できます。ACL はルータまたはスイッチを通過するトラフィックをフィルタリングし、特定のインターフェイスまたは VLAN（仮想 LAN）でパケットを許可、または拒否します。ACL は、パケットに適用される許可条件および拒否条件を集めて順番に並べ

たものです。パケットがインターフェイスに着信すると、スイッチはパケット内のフィールドを適用される ACL と比較し、アクセス リストに指定された基準に基づいて、パケットが転送に必要な権限を持っているかどうかを確認します。スイッチはパケットをアクセス リスト内の条件に対して 1 つずつテストします。最初に一致した条件によって、スイッチがパケットを許可するかまたは拒否するかが決まります。スイッチは最初に一致した時点でテストを中止するので、リストに条件を指定する順序が重要です。いずれの条件とも一致しなかった場合、スイッチはパケットを拒否します。制限がない場合、スイッチはパケットを転送し、制限がある場合はパケットをドロップします。スイッチは、VLAN 内でブリッジングされるパケットを含めて、転送されるすべてのパケットに ACL を使用します。

ネットワークに基本的なセキュリティを導入する場合は、ルータまたはレイヤ 3 スイッチにアクセス リストを設定します。ACL を設定しないと、スイッチを通過するパケットはすべて、ネットワークのすべての部分に伝送される可能性があります。ACL を使用すると、ネットワークの場所ごとにアクセス可能なホストを制御したり、ルータ インターフェイスで転送またはブロックされるトラフィックの種類を決定できます。たとえば、電子メール トラフィックの転送は許可し、Telnet トラフィックは許可しないといったことが可能です。ACL を着信トラフィック、発信トラフィック、またはその両方をブロックするように設定することもできます。

ACL には Access Control Entry（ACE; アクセス コントロール エントリ）を順番に指定したリストが含まれます。ACE ごとに、*permit* または *deny*、および ACE と一致するためにパケットが満たさなければならない一連の条件を指定します。*permit* または *deny* の意味は、ACL が使用されるコンテキストによって異なります。

スイッチは、次の IP ACL およびイーサネット（MAC）ACL をサポートします。

- IP ACL は、TCP、UDP、Internet Group Management Protocol（IGMP）、Internet Control Message Protocol（ICMP）などの IPv4 トラフィックをフィルタリングします。
- イーサネット ACL は、非 IP トラフィックをフィルタリングします。

このスイッチでは、Quality of Service（QoS）分類 ACL もサポートされています。詳細については、「QoS ACL に基づく分類」（P.34-8）を参照してください。

ここでは、次の概要について説明します。

- 「サポートされる ACL」（P.33-2）
- 「分割トラフィックおよび非分割トラフィックの処理」（P.33-6）

サポートされる ACL

- ポート ACL は、レイヤ 2 インターフェイスに入るトラフィックをアクセス制御します。スイッチでは、発信方向のポート ACL はサポートしません。1 つのレイヤ 2 インターフェイスに適用できるのは、IP アクセス リスト 1 つと MAC アクセス リスト 1 つだけです。詳細については、「ポート ACL」（P.33-3）を参照してください。
- ルータ ACL は、VLAN 間でルーティングされたトラフィックのアクセスを制御し、レイヤ 3 インターフェイスで特定の方向（着信または発信）に適用されます。詳細については、「ルータ ACL」（P.33-4）を参照してください。
- VLAN ACL または VLAN マップは、すべてのパケット（ブリッジド パケットおよびルーテッド パケット）をアクセス制御します。VLAN マップを使用すると、同じ VLAN 内のデバイス間で転送されるトラフィックをフィルタリングできます。VLAN マップは、IPv4 のレイヤ 3 アドレスに基づいてアクセス コントロールするように設定されています。イーサネット ACE を使用すると MAC アドレスにより、サポートされていないプロトコルがアクセス コントロールされます。VLAN マップを VLAN に適用すると、VLAN に入るすべてのパケット（ルーテッド パケットま

たはブリッジド パケット）が VLAN マップと照合されます。パケットは、スイッチ ポートを介して、または、ルーティングされたパケットの場合、ルーテッド ポートを介して、VLAN に入ることができます。詳細については、「VLAN マップ」（P.33-5）を参照してください。

同じスイッチ上で入力ポート ACL、ルータ ACL、VLAN マップを併用できます。ただし、ポート ACL はルータ ACL または VLAN マップよりも優先されます。

- 入力ポート ACL と VLAN マップが両方とも適用されている場合に、ポート ACL が適用されたポートにパケットが着信すると、このパケットはポート ACL によってフィルタリングされます。その他のパケットは、VLAN マップによってフィルタリングされます。
- Switch Virtual Interface（SVI; スイッチ仮想インターフェイス）に入力ルータ ACL および入力ポート ACL が設定されている場合に、ポート ACL が適用されているポートにパケットが着信すると、このパケットはポート ACL によってフィルタリングされます。その他のポートに着信したルーテッド IP パケットは、ルータ ACL によってフィルタリングされます。その他のパケットはフィルタリングされません。
- SVI に出力ルータ ACL および入力ポート ACL が設定されている場合に、ポート ACL が適用されているポートにパケットが着信すると、このパケットはポート ACL によってフィルタリングされます。発信されるルーテッド IP パケットは、ルータ ACL によってフィルタリングされます。その他のパケットはフィルタリングされません。
- SVI に VLAN マップ、入力ルータ ACL、および入力ポート ACL が設定されている場合に、ポート ACL が適用されているポートにパケットが着信すると、このパケットはポート ACL によってだけフィルタリングされます。その他のポートに着信したルーテッド IP パケットは、VLAN マップおよびルータ ACL の両方によってフィルタリングされます。その他のパケットは、VLAN マップによってだけフィルタリングされます。
- SVI に VLAN マップ、出力ルータ ACL、および入力ポート ACL が設定されている場合に、ポート ACL が適用されているポートにパケットが着信すると、このパケットはポート ACL によってだけフィルタリングされます。発信されるルーテッド IP パケットは、VLAN マップおよびルータ ACL の両方によってフィルタリングされます。その他のパケットは、VLAN マップによってだけフィルタリングされます。

インターフェイスで IEEE 802.1Q トンネリングを設定している場合、トンネル ポートで受信した IEEE 802.1Q カプセル化 IP パケットは、MAC ACL によってフィルタリングされますが、IP ACL ではフィルタリングされません。これは、IEEE 802.1Q ヘッダー内のプロトコルをスイッチが認識しないからです。この制限事項は、ルータ ACL、ポート ACL、VLAN マップに適用されます。IEEE 802.1Q トンネリングの詳細については、第 16 章「IEEE 802.1Q トンネリングおよびレイヤ 2 プロトコル トンネリングの設定」を参照してください。

ポート ACL

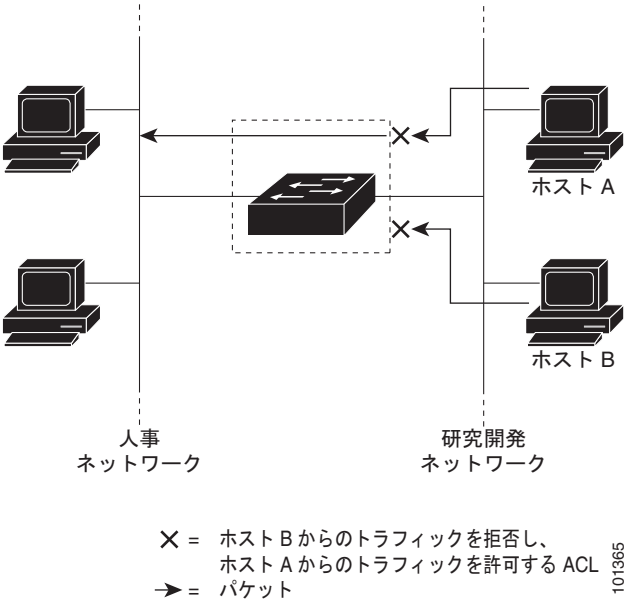
ポート ACL は、スイッチのレイヤ 2 インターフェイスに適用される ACL です。ポート ACL は、物理インターフェイス上でだけサポートされるため、EtherChannle インターフェイスではサポートされません。また、ポート ACL は着信方向のインターフェイス上にだけ適用できます。次のアクセス リストがサポートされています。

- 送信元アドレスを使用する標準 IP アクセス リスト
- 送信元アドレス、宛先アドレス、およびオプションのプロトコル タイプ情報を使用する拡張 IP アクセス リスト
- 送信元 MAC アドレス、宛先 MAC アドレス、およびオプションのプロトコル タイプ情報を使用する MAC 拡張アクセス リスト

スイッチは、特定のインターフェイス上に設定されている着信方向のすべての機能に関連した ACL をテストし、パケットが ACL 内のエントリと一致するかどうかによって、パケットの転送を許可または拒否します。この方法の場合、ACL は、ネットワークまたは一部のネットワークへのアクセスを制御します。

図 33-1 に、ポート ACL を使用して、すべてのワークステーションが同一の VLAN にある場合のネットワーク アクセスを制御する例を示します。レイヤ 2 の着信方向に適用された ACL は、ホスト A が人事部ネットワークにアクセスすることを許可しますが、ホスト B が同一のネットワークにアクセスすることは拒否します。ポート ACL は、着信方向のレイヤ 2 インターフェイスにだけ適用されます。

図 33-1　ACL を使用したネットワーク トラフィックの制御



ポート ACL をトランク ポートに適用すると、そのトランク ポートにあるすべての VLAN で ACL によるトラフィックのフィルタリングが実行されます。音声 VLAN のあるポートにポート ACL を適用すると、データ VLAN と音声 VLAN の両方でその ACL によるトラフィックのフィルタリングが実行されます。

ポート ACL を使用すると、IP アクセス リストを使用して IP トラフィックをフィルタリングし、MAC アドレスを使用して非 IP トラフィックをフィルタリングできます。同じレイヤ 2 インターフェイスに IP アクセス リストと MAC アクセス リストの両方を適用すると、そのレイヤ 2 インターフェイスで IP トラフィックと非 IP トラフィックをフィルタリングできます。

（注）1 つのレイヤ 2 インターフェイスに適用できるのは、IP アクセス リスト 1 つと MAC アクセスリスト 1 つだけです。すでに IP アクセス リストと MAC アクセス リストが 1 つずつ設定されているレイヤ 2 インターフェイスに、新しい IP アクセス リストまたは MAC アクセス リストを適用すると、前に設定した ACL が新しい ACL に置き換えられます。

ルータ ACL

VLAN へのレイヤ 3 インターフェイスである Switch Virtual Interface（SVI; スイッチ仮想インターフェイス）、物理レイヤ 3 インターフェイス、およびレイヤ 3 EtherChannel インターフェイスに、ルータ ACL を適用できます。ルータ ACL はインターフェイスの特定の方向（着信または発信）に対して適用されます。1 つのインターフェイスの方向ごとに、ルータ ACL を 1 つ適用できます。

1 つの ACL をある特定インターフェイスの複数の機能に使用できます。また、1 つの機能に複数の ACL を使用することもできます。1 つのルータ ACL を複数の機能で使用する場合、そのルータ ACL は複数回、照合されます。

IPv4 トラフィックでサポートされるアクセス リストは次のとおりです。

- 標準 IP アクセス リストでは、送信元アドレスを使用して照合します。
- 拡張 IP アクセス リストは、送信元アドレス、宛先アドレス、およびオプションのプロトコル情報を使用して一致処理を行います。

ポート ACL の場合と同様、スイッチはインターフェイスに設定されている機能に関連付けられている ACL が照合されます。ただし、ルータ ACL は両方向でサポートされますが、適用できるのは着信ポート ACL だけです。パケットがスイッチのインターフェイスに着信すると、そのインターフェイスに設定されているすべての着信機能に対応する ACL が照合されます。パケットがルーティングされてからネクストホップに転送されるまでの間に、出力インターフェイスに設定された発信機能に対応するすべての ACL が照合されます。

ACL は ACL 内のエントリとパケットの一致結果に応じて、パケット転送を許可するか、拒否するかを決めます。ACL を使用すると、ネットワーク全体またはネットワークの一部に対するアクセスを制御できます。図 33-1 では、ルータへの入力に適用されている ACL により、ホスト A は人事部ネットワークへのアクセスが許可されますが、ホスト B は拒否されます。

VLAN マップ

VLAN ACL または VLAN マップを使用して、すべてのトラフィックのアクセスを制御できます。VLAN との間でルーティングされる、またはスイッチの VLAN 内 でブリッジングされるすべてのパケットに、VLAN マップを適用します。

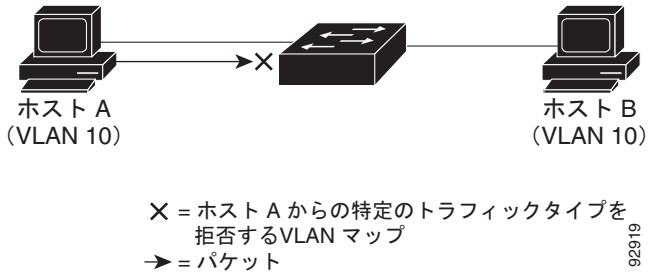
VLAN マップはセキュリティ パケット フィルタリングに使用してください。VLAN マップで方向（着信または発信）は定義されません。

VLAN マップを設定して、IPv4 トラフィックのレイヤ 3 アドレスを照合できます。

すべての非 IP プロトコルは、MAC VLAN マップを使用して、MAC アドレスおよび Ethertype によってアクセス コントロールされます（IP トラフィックには、MAC VLAN マップによるアクセス コントロールが *できません*）。VLAN マップはスイッチを通過するパケットにだけ適用できます。ハブ上またはこのスイッチに接続された別のスイッチ上のホスト間のトラフィックには、VLAN マップを適用させることができません。

VLAN マップを使用すると、マップに指定されたアクションに基づいてパケットの転送が許可または拒否されます。図 33-2 に、VLAN マップを適用して、特定のトラフィック タイプを VLAN 10 のホスト A から転送できないように設定する例を示します。各 VLAN には、VLAN マップを 1 つだけ適用できます。

図 33-2　VLAN マップによるトラフィックの制御



分割トラフィックおよび非分割トラフィックの処理

IP パケットは、ネットワークを通過中に分割されることがあります。分割された場合、TCP または UDP ポート番号、ICMP タイプ、コードなどのレイヤ 4 情報が格納されているのは、パケットの先頭部分が含まれるフラグメントだけです。他のいずれのフラグメントにも、この情報は格納されません。

一部の ACE はレイヤ 4 情報を調べないため、すべてのパケット フラグメントに適用できます。ただし、通常の方法では、レイヤ 4 情報をテストする ACE は分割された IP パケットのほとんどのフラグメントに適用できません。フラグメントにレイヤ 4 情報が含まれず、ACE が一部のレイヤ 4 情報を調べる場合には、一致ルールが次のように変更されます。

- フラグメント内のレイヤ 3 情報（TCP、UDP などのプロトコル タイプを含む）を調べる許可 ACE は、格納されていないレイヤ 4 情報に関係なく、フラグメントに一致すると見なされます。
- レイヤ 4 情報を調べる拒否 ACE は、フラグメントにレイヤ 4 情報が格納されていない限り、フラグメントと一致することはありません。

次のコマンドで設定されたアクセス リスト 102 が 3 つのフラグメント パケットに適用されたとします。

```
Switch(config)# access-list 102 permit tcp any host 10.1.1.1 eq smtp
Switch(config)# access-list 102 deny tcp any host 10.1.1.2 eq telnet
Switch(config)# access-list 102 permit tcp any host 10.1.1.2
Switch(config)# access-list 102 deny tcp any any
```

（注）この例の 1 番めおよび 2 番めの ACE で、宛先アドレスの後ろに *eq* キーワードが指定されています。これは、TCP 宛先ポートのうち、それぞれ Simple Mail Transfer Protocol（SMTP）および Telnet に対応する well-known 番号の有無をテストするという意味です。

- パケット A は、ホスト 10.2.2.2 のポート 65000 から SMTP ポート上のホスト 10.1.1.1 へ送信される TCP パケットです。このパケットが分割される場合、最初のフラグメントは、すべてのレイヤ 4 情報が格納されているので、完全なパケットの場合と同様、最初の ACE（許可）と一致します。最初の ACE はフラグメント適用時にレイヤ 3 情報だけを調べるため、SMTP ポート情報の有無にかかわらず残りのフラグメントも最初の ACE と一致します。この例の情報は、パケットが TCP で宛先が 10.1.1.1 ということです。
- パケット B は、ホスト 10.2.2.2 のポート 65001 から Telnet ポート上のホスト 10.1.1.2 へ送信される TCP パケットです。このパケットが分割される場合、すべてのレイヤ 3 情報とレイヤ 4 情報が存在するため、最初のフラグメントは 2 番めの ACE（拒否）と一致します。パケットの残りのフラグメントは、レイヤ 4 情報がないので、2 番めの ACE と一致しません。残りのフラグメントは 3 番めの ACE（許可）に一致します。

  最初のフラグメントが拒否されたので、ホスト 10.1.1.2 は完全なパケットを再び組み立てることができず、パケット B は事実上、拒否されます。ただし、許可された後のフラグメントがパケットを再び組み立てるときに、ネットワーク帯域幅とホスト 10.1.1.2 のリソースが消費されます。
- 分割パケット C は、ホスト 10.2.2.2 のポート 65001 からホスト 10.1.1.3 のポート ftp に送信されます。このパケットが分割される場合、最初のフラグメントは 4 番めの ACE（拒否）と一致します。他のフラグメントもすべて、4 番めの ACE と一致します。この ACE はレイヤ 4 情報を調べず、すべてのフラグメントに含まれているレイヤ 3 情報から、ホスト 10.1.1.3 に送信中であったことが認識され、前の許可 ACE は別のホストをチェックしていたということがわかるためです。

IPv4 ACL の設定

スイッチに IPv4 ACL を設定する手順は、他の Cisco スイッチおよびルータに IPv4 ACL を設定する場合と同じです。ここでは、手順を簡単に説明します。ACL の設定に関する詳細については、『*Cisco IOS IP Configuration Guide, Release 12.4*』の「IP Addressing and Services」の章にある「Configuring IP Services」を参照してください。コマンドに関する詳細については、Cisco.com にある『*Cisco IOS IP Command Reference, Volume 1 of 3: Addressing and Services, Release 12.4*』を参照してください。

スイッチがサポートしない Cisco IOS ルータ ACL 関連の機能は、次のとおりです。

- 非 IP プロトコル ACL（表 33-1（P.33-8）を参照）またはブリッジグループ ACL
- IP アカウンティング
- 着信および発信レート制限（QoS ACL は除く）
- 再帰 ACL またはダイナミック ACL（スイッチ クラスタリング機能が使用する一部の特殊なダイナミック ACL は除く）
- ポート ACL および VLAN マップに関する ACL ロギング

スイッチ上で IP ACL を使用する手順は、次のとおりです。

ステップ 1　アクセス リストの番号または名前およびアクセス条件を指定して、ACL を作成します。

ステップ 2　ACL をインターフェイスまたは端末回線に適用します。標準および拡張 IP ACL を VLAN マップに適用することもできます。

ここでは、次の設定情報について説明します。

- 「標準および拡張 IPv4 ACL の作成」（P.33-7）
- 「端末回線への IPv4 ACL の適用」（P.33-19）
- 「インターフェイスへの IPv4 ACL の適用」（P.33-20）
- 「IP ACL のハードウェアおよびソフトウェアの処理」（P.33-22）
- 「ACL のトラブルシューティング」（P.33-22）
- 「IPv4 ACL の設定例」（P.33-23）

標準および拡張 IPv4 ACL の作成

ここでは、IP ACL について説明します。ACL は許可条件と拒否条件を集めて順番に並べたものです。スイッチはパケットをアクセス リスト内の条件に対して 1 つずつテストします。最初に一致した条件によって、スイッチがパケットを許可するかまたは拒否するかが決まります。スイッチは最初に一致した時点でテストを中止するので、条件の指定順序が重要です。いずれの条件とも一致しなかった場合、スイッチはパケットを拒否します。

ソフトウェアは IPv4 用に、次に示すタイプの ACL、つまりアクセス リストをサポートします。

- 標準 IP アクセス リストでは、送信元アドレスを使用して照合します。
- 拡張 IP アクセス リストでは、送信元アドレスおよび宛先アドレスを使用して照合し、オプションとしてプロトコル タイプ情報を使用して、より細かな制御を行います。

ここでは、アクセス リストの概要、およびアクセス リストの作成方法について説明します。

- 「アクセス リスト番号」（P.33-8）

アクセス リスト番号

ACL を表すために使用する番号は、作成するアクセス リストのタイプを示します。表 33-1 に、アクセス リスト番号と対応するアクセス リスト タイプ、およびスイッチがサポートするかどうかを示します。スイッチは、IPv4 標準および IPv4 拡張アクセス リスト（番号 1 ～ 199 および 1300 ～ 2699）をサポートします。

表 33-1　アクセス リスト番号

アクセス リスト番号	タイプ	サポート
1 ～ 99	IP 標準アクセス リスト	あり
100 ～ 199	IP 拡張アクセス リスト	あり
200 ～ 299	プロトコル タイプ コード アクセス リスト	なし
300 ～ 399	DECnet アクセス リスト	なし
400 ～ 499	XNS 標準アクセス リスト	なし
500 ～ 599	XNS 拡張アクセス リスト	なし
600 ～ 699	AppleTalk アクセス リスト	なし
700 ～ 799	48 ビット MAC アドレス アクセス リスト	なし
800 ～ 899	IPX 標準アクセス リスト	なし
900 ～ 999	IPX 拡張アクセス リスト	なし
1000 ～ 1099	IPX SAP アクセス リスト	なし
1100 ～ 1199	拡張 48 ビット MAC アドレス アクセス リスト	なし
1200 ～ 1299	IPX サマリー アドレス アクセス リスト	なし
1300 ～ 1999	IP 標準アクセス リスト（拡張範囲）	あり
2000 ～ 2699	IP 拡張アクセス リスト（拡張範囲）	あり

（注）番号制標準および拡張 ACL のほかに、サポートされている番号を使用することによって、名前付き標準および拡張 IP ACL を作成することもできます。標準 IP ACL の名前は 1 ～ 99、拡張 IP ACL の名前は 100 ～ 199 にできます。番号制リストの代わりに名前付き ACL を使用した場合、名前付きリストからエントリを個別に削除できるという利点があります。

ACL のロギング

標準 IP アクセス リストによって許可または拒否されたパケットに関するログ メッセージが、スイッチのソフトウェアによって表示されます。つまり、ACL と一致するパケットがあった場合は、そのパケットに関するログ通知メッセージがコンソールに送信されます。コンソールに表示されるメッセージのレベルは、Syslog メッセージを制御するロギング コンソール コマンドで制御されます。

（注）　ルーティングはハードウェアで、ロギングはソフトウェアで実行されます。したがって、**log** キーワードを含む許可（*permit*）または拒否（*deny*）ACE と一致するパケットが多数存在する場合、ソフトウェアはハードウェアの処理速度に追いつくことができないため、一部のパケットはロギングされない場合があります。

ACL を起動した最初のパケットについては、ログ メッセージがすぐに表示されますが、それ以降のパケットについては、5 分間の収集時間が経過してから表示またはロギングされます。ログ メッセージにはアクセス リスト番号、パケットの許可または拒否に関する状況、パケットの送信元 IP アドレス、および直前の 5 分間に許可または拒否された送信元からのパケット数が示されます。

スマート ロギング

スイッチ上でスマート ロギングをイネーブルにし、スマート ロギングが設定された ACL をレイヤ 2 インターフェイスに適用すると（ポート ACL）、ACL により拒否または許可されたパケットの内容が指定された NetFlow コレクタにも送信されます。スマート ロギングの詳細については、「スマート ロギングの設定」（P.30-15）を参照してください。

番号制標準 ACL の作成

番号制標準 ACL を作成するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**access-list** *access-list-number* {**deny** | **permit**} *source* [*source-wildcard*] [**log** | **smartlog**]	送信元アドレスおよびワイルドカードを使用して、標準 IPv4 アクセス リストを定義します。 *access-list-number* は、1 ～ 99 または 1300 ～ 1999 の 10 進数です。 **deny** または **permit** を入力し、条件と一致した場合にアクセスを拒否するか、許可するかを指定します。 *source* は、パケットが送られてくるネットワークまたはホストの送信元アドレスです。次のように指定されます。 • ドット付き 10 進表記で 32 ビットの値。 • 0.0.0.0 255.255.255.255 という **source** および *source-wildcard* の省略形を表すキーワード *any*。source-wildcard の入力は不要です。 • source 0.0.0.0 という source および source-wildcard の省略形を表すキーワード **host**。 （任意）*source-wildcard* によって、ワイルドカード ビットが source に適用されます。 （任意）**log** を指定すると、エントリと一致するパケットに関するログ通知メッセージがコンソールに送信されます。 （任意）拒否または許可されたパケットのコピーを NetFlow コレクタに送信するには、**smartlog** を入力します。 **（注）** ロギングは、レイヤ 3 インターフェイスに適用された ACL でだけサポートされます。スマート ロギングは、レイヤ 2 インターフェイスに適用された ACL でだけサポートされます。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show access-lists** [*number* | *name*]	アクセス リストの設定を表示します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

ACL 全体を削除する場合は、**no access-list** *access-list-number* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。番号制アクセス リストから ACE を個別に削除できません。

（注） ACL を作成するときは、ACL の末尾に暗黙の拒否ステートメントがデフォルトで存在し、それ以前のステートメントで一致が見つからなかったすべてのパケットに適用されることに注意してください。標準アクセス リストで、対応する IP ホスト アドレスの ACL 仕様からマスクを省略した場合、0.0.0.0 がマスクとして使用されます。

次に、IP ホスト 171.69.198.102 へのアクセスを拒否し、それ以外のすべてのホストへのアクセスを許可する標準 ACL を作成し、その結果を表示する例を示します。

```
Switch (config)# access-list 2 deny host 171.69.198.102
Switch (config)# access-list 2 permit any
Switch(config)# end
```

```
Switch# show access-lists
Standard IP access list 2
    10 deny   171.69.198.102
    20 permit any
```

host 一致条件を指定されたエントリ、および 0.0.0.0 の無視（*don ’ t care* マスク）を指定されたエントリが、リストの先頭（ゼロ以外の無視（*don ’ t care*）マスクを指定されたすべてのエントリの上）に来るように、標準アクセス リストの順序に常に書き換えられます。したがって、**show** コマンドの出力およびコンフィギュレーション ファイルでは、ACE は必ずしも入力した順番に表示されません。

作成した番号制標準 IPv4 ACL は、端末回線（「端末回線への IPv4 ACL の適用」（P.33-19）を参照）、インターフェイス（「インターフェイスへの IPv4 ACL の適用」（P.33-20）を参照）、または VLAN（「VLAN マップの設定」（P.33-31）を参照）に適用できます。

番号制拡張 ACL の作成

標準 ACL の場合、一致基準には送信元アドレスだけが使用されますが、拡張 ACL では送信元および宛先アドレスとともに、オプションとしてプロトコル タイプ情報を使用して照合できるので、より細かな制御が可能です。番号制拡張アクセス リストで ACE を作成する場合、ACL の作成後に追加したものは、リストの末尾に組み込まれることに注意してください。番号制リストの場合、リストを並べ替えたり、ACE を選択して追加したり削除したりはできません。

プロトコルによっては、そのプロトコルに適用される特定のパラメータおよびキーワードもあります。

次の IP プロトコルがサポートされています（プロトコル キーワードはカッコ内の太字）。

Authentication Header Protocol（**ahp**）、Enhanced Interior Gateway Routing Protocol（**eigrp**）、Encapsulation Security Payload（**esp**）、Generic Routing Encapsulation（**gre**）、ICMP（**icmp**）、IGMP（**igmp**）、任意の Interior Protocol（**ip**）、IP in IP トンネリング（**ipinip**）、KA9Q NOS 互換 IP over IP トンネリング（**nos**）、Open Shortest Path First ルーティング（**ospf**）、Payload Compression Protocol（**pcp**）、Protocol Independent Multicast（**pim**）、TCP（**tcp**）、または UDP（**udp**）

（注） ICMP エコー応答はフィルタリングできません。他のすべての ICMP コードまたはタイプはフィルタリングできます。

各プロトコルの特定のキーワードに関する詳細は、次のコマンド リファレンスを参照してください。

- 『*Cisco IOS IP Command Reference, Volume 1 of 3: Addressing and Services, Release 12.4*』
- 『*Cisco IOS IP Command Reference, Volume 2 of 3: Routing Protocols, Release 12.4*』
- 『*Cisco IOS IP Command Reference, Volume 3 of 3: Multicast, Release 12.4*』

（注） スイッチは、動的アクセス リストまたは再帰アクセス リストをサポートしていません。また、minimize-monetary-cost Type of Service（ToS; サービス タイプ）ビットに基づくフィルタリングもサポートしていません。

サポートされているパラメータは、TCP、UDP、ICMP、IGMP、または他の IP のカテゴリにグループ化できます。

拡張 ACL を作成するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2a	**access-list** *access-list-number* {**deny** | **permit**} *protocol source source-wildcard destination destination-wildcard* [**precedence** *precedence*] [**tos** *tos*] [**fragments**] [**log** [**log-input**] | **smartlog**] [**time-range** *time-range-name*] [**dscp** *dscp*] （注）　**dscp** 値を入力した場合は、**tos** または **precedence** を入力できません。**dscp** を入力しない場合は、**tos** と **precedence** を両方とも入力できます。	拡張 IPv4 アクセス リストおよびアクセス条件を定義します。 *access-list-number* は、100 ～ 199 または 2000 ～ 2699 の 10 進数です。 **deny** または **permit** を入力し、条件と一致した場合にパケットを拒否するか、または許可するかを指定します。 *protocol* には、IP プロトコルの名前または番号を入力します。指定には **ahp**、**eigrp**、**esp**、**gre**、**icmp**、**igmp**、**igrp**、**ip**、**ipinip**、**nos**、**ospf**、**pcp**、**pim**、**tcp**、**udp**、または IP プロトコル番号を表す 0 ～ 255 の整数を使用できます。すべての IP（ICMP、TCP、および UDP を含む）と照合する場合は、キーワード **ip** を使用します。 （注）　このステップでは、ほとんどの IP プロトコルに対応するオプションを指定します。TCP、UDP、ICMP、および IGMP の具体的なパラメータについては、ステップ 2b ～ 2e を参照してください。 *source* は、パケットの送信元であるネットワークまたはホストの番号です。 *source-wildcard* によって、ワイルドカード ビットが source に適用されます。 *destination* は、パケットの宛先ネットワークまたはホストの番号です。 *destination-wildcard* によって、ワイルドカード ビットが destination に適用されます。 source、source-wildcard、destination、および destination-wildcard は、次の 3 つの方法で指定できます。 • ドット付き 10 進表記で 32 ビットの値 • 0.0.0.0 255.255.255.255 を表すキーワード **any**（任意のホスト） • 単一のホスト 0.0.0.0 を表すキーワード **host** その他のキーワードは任意であり、次の意味があります。 • **precedence**：0 ～ 7 の番号または名前で指定された優先順位を使用して、パケットを照合します。使用できる名前および番号は、**routine**（**0**）、***priority***（**1**）、**immediate**（**2**）、**flash**（**3**）、**flash-override**（**4**）、**critical**（**5**）、**internet**（6）、**network**（**7**）です。 • **fragments**：先頭以外のフラグメントをチェックします。 • **tos**：0 ～ 15 の番号または名前で指定された ToS レベルを使用して照合します。使用できる名前および番号は、**normal**（**0**）、**max-reliability**（**2**）、**max-throughput**（**4**）、**min-delay**（**8**）です。 • **log** エントリと一致するパケットに関するログ通知メッセージを作成し、コンソールに送信します。**log-input** を指定すると、ログ エントリに入力インターフェイスが追加されます。 • **smartlog**：スマート ロギングをグローバルにイネーブルにして、拒否または許可されたパケットのコピーを NetFlow コレクタに送信します。 • **time-range**：このキーワードの説明については、「ACL での時間範囲の使用法」（P.33-17）を参照してください。 • **dscp**：0 ～ 63 の番号で指定された DSCP 値を使用してパケットを比較します。疑問符（?）を使用すると、使用可能な値のリストが表示されます。

	コマンド	目的
または	**access-list** *access-list-number* {**deny** | permit} *protocol* any any [**precedence** *precedence*] [**tos** *tos*] [**fragments**] [**log** [**log-input**] | **smartlog**] [**time-range** *time-range-name*] [**dscp** *dscp*]	アクセス リスト コンフィギュレーション モードで、source と source-wildcard の値 0.0.0.0 255.255.255.255 の省略形を使用するか、または destination と destination-wildcard の値 0.0.0.0 255.255.255.255 の省略形を使用して、拡張 IP アクセス リストを定義します。 送信元と宛先のアドレスおよびワイルドカードの代わりに、**any** キーワードを使用できます。
または	**access-list** *access-list-number* {**deny** | **permit**} *protocol* **host** *source* **host** *destination* [**precedence** *precedence*] [**tos** *tos*] [**fragments**] [**log** [**log-input**] | **smartlog**] [**time-range** *time-range-name*] [**dscp** *dscp*]	source と source-wildcard ワイルドカードの値 *source* 0.0.0.0 の省略形を使用するか、または destination と destination-wildcard の値 *destination* 0.0.0.0 の省略形を使用して、拡張 IP アクセス リストを定義します。 送信元と宛先のワイルドカードまたはマスクの代わりに、**host** キーワードを使用できます。
ステップ 2b	**access-list** *access-list-number* {**deny** | **permit**} **tcp** *source source-wildcard* [*operator port*] *destination destination-wildcard* [*operator port*] [**established**] [**precedence** *precedence*] [**tos** *tos*] [**fragments**] [**log** [**log-input**] | **smartlog**] [**time-range** *time-range-name*] [**dscp** *dscp*] [*flag*]	（任意）拡張 TCP アクセス リストおよびアクセス条件を定義します。 TCP の場合は **tcp** を入力します。 次に示す例外を除き、ステップ 2a の説明にあるパラメータと同じパラメータを使用します。 （任意）*operator* および *port* を入力すると、送信元ポート（*source source-wildcard* の後ろに入力した場合）または宛先ポート（*destination destination-wildcard* の後ろに入力した場合）が比較されます。使用可能な演算子は **eq**（等しい）、**gt**（より大きい）、**lt**（より小さい）、**neq**（等しくない）、**range**（包含範囲）などです。演算子にはポート番号を指定する必要があります（**range** の場合は 2 つのポート番号をスペースで区切って指定する必要があります）。 *port* にポート番号を 10 進数（0 ～ 65535）として入力するか、または TCP ポート名を入力します。TCP ポート名を参照する場合は、? を使用するか、『*Cisco IOS IP Configuration Guide, Release 12.4*』の「IP Addressing and Services」の章にある「Configuring IP Services」を参照してください。TCP をフィルタリングするときは、TCP ポートの番号または名前だけを使用します。 他のオプションのキーワードの意味は次のとおりです。 • **established**：確立された接続と照合します。このキーワードは、**ack** または **rst** フラグを指定した場合の一致検索機能と同じです。 • *flag*：指定された TCP ヘッダー ビットを基準にして照合します。入力できるフラグは、**ack**（確認応答）、**fin**（終了）、**psh**（プッシュ）、**rst**（リセット）、**syn**（同期）、または **urg**（緊急）です。
ステップ 2c	**access-list** *access-list-number* {**deny** | **permit**} **udp** *source source-wildcard* [*operator port*] *destination destination-wildcard* [*operator port*] [**precedence** *precedence*] [**tos** *tos*] [**fragments**] [**log** [**log-input**] | **smartlog**] [**time-range** *time-range-name*] [**dscp** *dscp*]	（任意）拡張 UDP アクセス リストおよびアクセス条件を定義します。 UDP の場合は **udp** を入力します。 UDP パラメータは TCP の説明にあるパラメータと同じです。ただし、[*operator* [*port*]] ポート番号またはポート名は、UDP ポートの番号または名前でなければなりません。また、UDP の場合、**flag** および **established** パラメータは無効です。

	コマンド	目的
ステップ 2d	**access-list** *access-list-number* {**deny** | **permit**} **icmp** *source source-wildcard destination destination-wildcard* [*icmp-type* | [[*icmp-type icmp-code*] | [*icmp-message*]] [**precedence** *precedence*] [**tos** *tos*] [**fragments**] [**log** [**log-input**] | **smartlog**] [**time-range** *time-range-name*] [**dscp** *dscp*]	（任意）拡張 ICMP アクセス リストおよびアクセス条件を定義します。 ICMP の場合は **icmp** を入力します。 ICMP パラメータはステップ 2a の IP プロトコルの説明にあるパラメータとほとんど同じですが、ICMP メッセージ タイプおよびコード パラメータが追加されています。オプションのキーワードの意味は次のとおりです。 • *icmp-type* : ICMP メッセージ タイプを基準にしてフィルタリングします。0 ～ 255 の値を使用できます。 • *icmp-code* : ICMP メッセージ コード タイプを基準にしてフィルタリングします。0 ～ 255 の値を使用できます。 • *icmp-message* : ICMP メッセージ タイプ名または ICMP メッセージのタイプ名およびコード名を基準にして、ICMP パケットをフィルタリングします。ICMP メッセージ タイプ名およびコード名のリストを参照する場合は、? を使用するか、『*Cisco IOS IP Configuration Guide, Release 12.4*』の「Configuring IP Services」を参照してください。
ステップ 2e	**access-list** *access-list-number* {**deny** | **permit**} **igmp** *source source-wildcard destination destination-wildcard* [*igmp-type*] [**precedence** *precedence*] [**tos** *tos*] [**fragments**] [**log** [**log-input**] | **smartlog**] [**time-range** *time-range-name*] [**dscp** *dscp*]	（任意）拡張 IGMP アクセス リストおよびアクセス条件を定義します。 IGMP の場合は、**igmp** を入力します。 IGMP パラメータはステップ 2a の IP プロトコルの説明にあるパラメータとほとんど同じですが、次に示すオプションのパラメータが追加されています。 *igmp-type* : IGMP メッセージ タイプと照合するには、0 ～ 15 の番号またはメッセージ名（**dvmrp**、**host-query**、**host-report**、**pim**、または **trace**）を入力します。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show access-lists** [*number* | *name*]	アクセス リストの設定を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

アクセス リスト全体を削除する場合は、**no access-list** *access-list-number* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。番号制アクセス リストから ACE を個別に削除できません。

次に、ネットワーク 171.69.198.0 のすべてのホストからネットワーク 172.20.52.0 のすべてのホストへの Telnet アクセスを禁止し、他のすべてのアクセスを許可する拡張アクセス リストを作成し、表示する例を示します（**eq** キーワードを宛先アドレスの後に指定すると、Telnet に対応する TCP 宛先ポート番号がテストされます）。

```
Switch(config)# access-list 102 deny tcp 171.69.198.0 0.0.0.255 172.20.52.0 0.0.0.255 eq
telnet
Switch(config)# access-list 102 permit tcp any any
Switch(config)# end
Switch# show access-lists
Extended IP access list 102
    10 deny tcp 171.69.198.0 0.0.0.255 172.20.52.0 0.0.0.255 eq telnet
    20 permit tcp any any
```

ACL の作成後に（端末から入力するなどして）追加したものは、リストの末尾に組み込まれます。番号制アクセス リストの特定の場所に ACE を追加または削除できません。

（注）ACL を作成するときは、アクセス リストの末尾に暗黙の拒否ステートメントがデフォルトで存在し、それ以前のステートメントで一致が見つからなかったすべてのパケットに適用されることに注意してください。

作成した番号制拡張 ACL は、端末回線（「端末回線への IPv4 ACL の適用」（P.33-19）を参照）、インターフェイス（「インターフェイスへの IPv4 ACL の適用」（P.33-20）を参照）、または VLAN（「VLAN マップの設定」（P.33-31）を参照）に適用できます。

ACL 内の ACE シーケンスの再編集

新しく ACL を作成すると、アクセス リスト内のエントリのシーケンス番号が自動的に生成されます。**ip access-list resequence** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用して、ACL のシーケンス番号を編集したり、適用する ACE の順番を変更したりできます。たとえば、ACL に新規 ACE を追加した場合、その ACE はリストの一番下に配置されます。その場合、シーケンス番号を変更することで、ACL 内の ACE を異なる場所に移動できます。

ip access-list resequence コマンドの詳細については、次の URL を参照してください。
http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/12_2s/feature/guide/fsaclseq.html#wp1027188

名前付き標準および拡張 ACL の作成

番号ではなく英数字のストリング（名前）で、IPv4 ACL を特定できます。名前付き ACL を使用すると、番号制アクセス リストの場合より多くの IPv4 アクセス リストをスイッチ上で設定できます。番号ではなく名前でアクセス リストを指定する場合、モードとコマンド構文が多少異なります。ただし、IP アクセス リストを使用するすべてのコマンドが名前付きアクセス リストを受け入れるわけではありません。

（注）標準 ACL または拡張 ACL に指定する名前は、アクセス リスト番号のサポートされる範囲内の番号にすることもできます。標準 IP ACL の名前は 1 ～ 99、拡張 IP ACL の名前は 100 ～ 199 にできます。番号制リストの代わりに名前付き ACL を使用した場合、名前付きリストからエントリを個別に削除できるという利点があります。

名前付き ACL を設定する前に、次の注意事項と制限事項を考慮してください。

- 番号制 ACL を受け入れるすべてのコマンドが、名前付き ACL を受け入れるわけではありません。インターフェイスのパケット フィルタおよびルート フィルタ用の ACL では、名前を使用できます。また、VLAN マップでも名前を指定できます。
- 標準 ACL と拡張 ACL に同じ名前を使用できません。
- 「標準および拡張 IPv4 ACL の作成」（P.33-7）で説明したとおり、番号制 ACL を使用することもできます。
- VLAN マップには、標準 ACL および拡張 ACL（名前付きまたは番号制）を使用できます。

名前付き標準 ACL を作成するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**ip access-list standard** *name*	名前を使用して標準 IPv4 アクセス リストを定義し、アクセス リスト コンフィギュレーション モードを開始します。 名前は、1 ～ 99 の番号にできます。
ステップ 3	**deny** {*source* [*source-wildcard*] | **host** *source* | **any**} [**log** | **smartlog**] または **permit** {*source* [*source-wildcard*] | **host** *source* | **any**} [**log** | **smartlog**]	アクセス リスト コンフィギュレーション モードで、パケットを転送するのかドロップするのかを決定する、拒否条件または許可条件を 1 つまたは複数指定します。 • **host** *source* : source と source-wildcard の値 *source* 0.0.0.0 • **any** : source と source-wildcard の値 0.0.0.0 255.255.255.255
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show access-lists** [*number* | *name*]	アクセス リストの設定を表示します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

名前付き標準 ACL を削除するには、**no ip access-list standard** *name* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

名前付き拡張 ACL を作成するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**ip access-list extended** *name*	名前を使用して拡張 IPv4 アクセス リストを定義し、アクセス リスト コンフィギュレーション モードを開始します。 名前は、100 ～ 199 の番号にできます。
ステップ 3	{**deny** | **permit**} *protocol* {*source* [*source-wildcard*] | **host** *source* | **any**} {*destination* [*destination-wildcard*] | **host** *destination* | **any**} [**precedence** *precedence*] [**tos** *tos*] [**established**] [**log** | **smartlog**] [**time-range** *time-range-name*]	アクセス リスト コンフィギュレーション モードで、許可条件または拒否条件を指定します。**log** キーワードを使用すると、違反を含むアクセス リストのログ メッセージを取得できます。 プロトコルおよび他のキーワードの定義については、「番号制拡張 ACL の作成」（P.33-11）を参照してください。 • **host** *source* : source と source-wildcard の値 *source* 0.0.0.0 • ***host*** *destination* : destination と destination-wildcard の値 *destination* 0.0.0.0 • **any** : source と source-wildcard の値、または destination と destination-wildcard の値である 0.0.0.0 255.255.255.255
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show access-lists** [*number* | *name*]	アクセス リストの設定を表示します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

名前付き拡張 ACL を削除するには、**no ip access-list extended** *name* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

標準または拡張 ACL を作成するときは、ACL の末尾に暗黙的な拒否ステートメントがデフォルトで存在し、それ以前のステートメントで一致が見つからなかったすべてのパケットに適用されることに注意してください。標準 ACL で、対応する IP ホスト アドレスのアクセス リスト仕様に基づくマスクを指定しなかった場合、0.0.0.0 がマスクと見なされます。

ACL の作成後に行った追加は、リストの末尾に組み込まれます。ACE を選択的に特定の ACL に追加できません。ただし、**no permit** および **no deny** アクセスリスト コンフィギュレーション モード コマンドを使用すると、名前付き ACL からエントリを削除できます。次に、名前付きアクセス リスト *border-list* から ACE を個別に削除する例を示します。

```
Switch(config)# ip access-list extended border-list
Switch(config-ext-nacl)# no permit ip host 10.1.1.3 any
```

番号制 ACL ではなく名前付き ACL を使用する理由の 1 つは、名前付き ACL から行を選択して削除できるためです。

作成した名前付き ACL は、インターフェイス（「インターフェイスへの IPv4 ACL の適用」（P.33-20）を参照）または VLAN（「VLAN マップの設定」（P.33-31）を参照）に適用できます。

ACL での時間範囲の使用法

time-range グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用することによって、曜日および時刻に基づいて拡張 ACL を選択的に適用できます。最初に時間範囲の名前を定義して、時間範囲の時刻および日付、または曜日を設定します。この時間範囲名は、ACL を適用してアクセス リストに制限を設定するときに入力します。時間範囲を使用すると、ACL の許可ステートメントまたは拒否ステートメントの有効期間（指定期間内、指定曜日など）を定義できます。**time-range** キーワードおよび引数については、「標準および拡張 IPv4 ACL の作成」（P.33-7）および「名前付き標準および拡張 ACL の作成」（P.33-15）に記載されている、名前付きおよび番号制拡張 ACL の手順を参照してください。

時間範囲を使用する利点の一部を次に示します。

- アプリケーションなどのリソース（IP アドレスとマスクのペア、およびポート番号で識別）へのユーザ アクセスをより厳密に許可または拒否できます。
- ログ メッセージを制御できます。ACL エントリを使用して特定の時刻に関してだけトラフィックをロギングできるため、ピーク時間に生成される多数のログを分析しなくても、簡単にアクセスを拒否できます。

時間ベースのアクセス リストを使用すると、CPU に負荷が生じます。これは、アクセス リストの新規設定を他の機能や、Ternary CAM（TCAM）にロードされた結合済みの設定とマージする必要があるためです。このため、複数のアクセス リストが短期間に連続して（互いに数分以内に）有効となるような設定を行わないように注意する必要があります。

（注）　時間範囲には、スイッチのシステム クロックが使用されます。したがって、信頼できるクロック ソースが必要です。Network Time Protocol（NTP）を使用してスイッチ クロックを同期させることを推奨します。詳細については、「システム日時の管理」（P.6-1）を参照してください。

ACL の時間範囲パラメータを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**time-range** *time-range-name*	作成する時間範囲には意味のある名前（*workhours* など）を割り当てて、time-range コンフィギュレーション モードを開始します。名前にスペースまたは疑問符を含めることはできません。また、文字から始める必要があります。
ステップ 3	**absolute** [**start** *time date*] [**end** *time date*] または **periodic** *day-of-the-week hh:mm to* [*day-of-the-week*] *hh:mm* または **periodic** {**weekdays** | **weekend** | **daily**} *hh:mm to hh:mm*	適用する機能がいつ動作可能になるかを指定します。 • 時間範囲には、**absolute** ステートメントを 1 つだけ使用できます。複数の absolute ステートメントを設定した場合は、最後に設定したステートメントだけが実行されます。 • 複数の **periodic** ステートメントを入力できます。たとえば、平日と週末に異なる時間を設定できます。 設定例を参照してください。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show time-range**	時間範囲の設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

複数の項目を別々の時間で有効にする場合は、上記の手順を繰り返してください。

設定した時間範囲の制限を削除するには、**no time-range** *time-range-name* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、*workhours*（営業時間）の時間範囲および会社の休日（2006 年 1 月 1 日）を設定し、設定確認する例を示します。

```
Switch(config)# time-range workhours
Switch(config-time-range)# periodic weekdays 8:00 to 12:00
Switch(config-time-range)# periodic weekdays 13:00 to 17:00
Switch(config-time-range)# exit
Switch(config)# time-range new_year_day_2006
Switch(config-time-range)# absolute start 00:00 1 Jan 2006 end 23:59 1 Jan 2006
Switch(config-time-range)# end
Switch# show time-range
time-range entry: new_year_day_2003 (inactive)
   absolute start 00:00 01 January 2006 end 23:59 01 January 2006
time-range entry: workhours (inactive)
   periodic weekdays 8:00 to 12:00
   periodic weekdays 13:00 to 17:00
```

時間範囲を適用するには、時間範囲を実装できる拡張 ACL 内に、時間範囲名を入力します。次に、拡張アクセス リスト 188 を作成して確認する例を示します。このアクセス リストでは、定義された休業時間中はすべての送信元からすべての宛先への TCP トラフィックを拒否し、営業時間中はすべての TCP トラフィックを許可します。

```
Switch(config)# access-list 188 deny tcp any any time-range new_year_day_2006
Switch(config)# access-list 188 permit tcp any any time-range workhours
Switch(config)# end
Switch# show access-lists
Extended IP access list 188
   10 deny tcp any any time-range new_year_day_2006 (inactive)
   20 permit tcp any any time-range workhours (inactive)
```

次に、名前付き ACL を使用して、同じトラフィックを許可および拒否する例を示します。

```
Switch(config)# ip access-list extended deny_access
Switch(config-ext-nacl)# deny tcp any any time-range new_year_day_2006
Switch(config-ext-nacl)# exit
Switch(config)# ip access-list extended may_access
Switch(config-ext-nacl)# permit tcp any any time-range workhours
Switch(config-ext-nacl)# end
Switch# show ip access-lists
Extended IP access list lpip_default
    10 permit ip any any
Extended IP access list deny_access
    10 deny tcp any any time-range new_year_day_2006 (inactive)
Extended IP access list may_access
    10 permit tcp any any time-range workhours (inactive)
```

ACL へのコメントの挿入

remark キーワードを使用すると、エントリに関するコメント（注釈）を任意の IP 標準または拡張 ACL に組み込むことができます。コメントを使用すると、ACL エントリの理解とスキャンが容易になります。1 つのコメント行は 100 文字までです。

コメントは許可（permit）ステートメントまたは拒否（deny）ステートメントの前後どちらにでも配置できます。コメントがどの許可ステートメントまたは拒否ステートメントの説明であるのかが明白になるように、コメントの位置には一貫性が必要です。たとえば、一部のコメントは対応する許可または拒否ステートメントの前にあり、他のコメントは対応するステートメントの後ろにあるという状況は、混乱の原因となります。

番号制の IP 標準または拡張 ACL にコメントを挿入するには、**access-list** *access-list number* **remark** *remark* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。コメントを削除するには、**no** 形式のコマンドを使用します。

次の例では、Jones のワークステーションにアクセスを許可し、Smith のワークステーションにはアクセスを許可しません。

```
Switch(config)# access-list 1 remark Permit only Jones workstation through
Switch(config)# access-list 1 permit 171.69.2.88
Switch(config)# access-list 1 remark Do not allow Smith through
Switch(config)# access-list 1 deny 171.69.3.13
```

名前付き IP ACL のエントリに関しては、**remark** アクセス リスト コンフィギュレーション コマンドを使用します。コメントを削除するには、**no** 形式のコマンドを使用します。

次の例では、Jones のサブネットには発信 Telnet の使用が許可されていません。

```
Switch(config)# ip access-list extended telnetting
Switch(config-ext-nacl)# remark Do not allow Jones subnet to telnet out
Switch(config-ext-nacl)# deny tcp host 171.69.2.88 any eq telnet
```

端末回線への IPv4 ACL の適用

番号制 ACL を使用すると、1 つまたは複数の端末回線へのアクセスを制御できます。端末回線には名前付き ACL を適用できません。すべての仮想端末回線にユーザが接続する可能性があるため、すべてに同じ制限を設定する必要があります。

インターフェイスへの ACL の適用の手順については、「インターフェイスへの IPv4 ACL の適用」（P.33-20）を参照してください。VLAN への ACL の適用については、「VLAN マップの設定」（P.33-31）を参照してください。

仮想端末回線と ACL に指定されたアドレス間の着信接続および発信接続を制限するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**line** [**console** | **vty**] *line-number*	設定する回線を特定し、インライン コンフィギュレーション モードを開始します。 • **console**：コンソール端末回線を指定します。コンソール ポートは Data Communications Equipment（DCE; データ通信装置）です。 • **vty**：リモート コンソール アクセス用の仮想端末を指定します。 *line-number* は、回線タイプを指定する場合、設定する連続グループ内で最初の回線番号です。指定できる範囲は 0 ～ 16 です。
ステップ 3	**access-class** *access-list-number* {**in** | **out**}	（デバイスに対する）特定の仮想端末回線とアクセス リストに指定されたアドレス間の着信および発信接続を制限します。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show running-config**	アクセス リストの設定を表示します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

端末回線から ACL を削除するには、**no access-class** *access-list-number* {**in** | **out**} ライン コンフィギュレーション コマンドを使用します。

インターフェイスへの IPv4 ACL の適用

次の注意事項に留意してください。

- ACL は着信レイヤ 2 ポートにだけ適用してください。
- レイヤ 3 インターフェイスの場合は、ACL を着信または発信のいずれかの方向に適用します。
- インターフェイスへのアクセスを制御する場合、名前付きまたは番号制 ACL を使用できます。
- VLAN のメンバであるポートに ACL を適用すると、そのポートの ACL は VLAN インターフェイスに適用された ACL よりも優先されます。
- VLAN に属しているレイヤ 2 インターフェイスに ACL を適用した場合、レイヤ 2（ポート）ACL は VLAN インターフェイスに適用された入力方向のレイヤ 3 ACL、または VLAN に適用された VLAN マップよりも優先します。ポートの ACL は常にレイヤ 2 ポートで受信した着信パケットをフィルタリングします。
- レイヤ 3 インターフェイスに ACL が適用され、ルーティングがイネーブルになっていない場合は、SNMP、Telnet、Web トラフィックなど、CPU で処理されるパケットだけがフィルタリングされます。レイヤ 2 インターフェイスに ACL を適用する場合、ルーティングをイネーブルにする必要はありません。
- プライベート VLAN が設定されている場合、プライマリ VLAN SVI にだけルータ ACL を適用できます。ACL はプライマリおよびセカンダリ VLAN のレイヤ 3 トラフィックに適用されます。

（注） パケットがアクセス グループによって拒否された場合、デフォルトでは、ルータは ICMP 到達不能メッセージを送信します。アクセスグループによって拒否されたこれらのパケットはハードウェアでドロップされず、スイッチの CPU にブリッジングされて、ICMP 到達不能メッセージを生成します。ポート ACL は例外です。ポート ACL では ICMP 到達不能メッセージは生成されません。

ルータ ACL で ICMP 到達不能メッセージをディセーブルにするには、**no ip unreachables** インターフェイス コマンドを使用します。

インターフェイスへのアクセスを制御するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	設定する特定のインターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。 インターフェイスには、レイヤ 2 インターフェイス（ポート ACL）またはレイヤ 3 インターフェイス（ルータ ACL）を指定できます。
ステップ 3	**ip access-group** {*access-list-number* | *name*} {**in** | **out**}	指定したインターフェイスへのアクセスを制御します。 **out** キーワードはレイヤ 2 インターフェイス（ポート ACL）ではサポートされません。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show running-config**	アクセス リストの設定を表示します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

指定されたアクセス グループを削除するには、**no ip access-group** {*access-list-number* | *name*} {**in** | **out**} インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、ポートにアクセス リスト 2 を適用して、ポートに着信するパケットをフィルタリングする例を示します。

```
Switch(config)# interface gigabitethernet0/1
Switch(config-if)# ip access-group 2 in
```

（注）　**ip access-group** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドをレイヤ 3 インターフェイス（SVI、レイヤ 3 EtherChannel、またはルーテッド ポート）に適用するには、そのインターフェイスに IP アドレスが設定されている必要があります。レイヤ 3 アクセス グループは、CPU のレイヤ 3 プロセスによってルーティングまたは受信されるパケットをフィルタリングします。このグループは、VLAN 内でブリッジングされるパケットに影響を与えません。

着信 ACL の場合、パケットの受信後にスイッチは ACL を使用してパケットを調べます。ACL がパケットを許可すると、スイッチはパケットの処理を継続します。ACL がパケットを拒否すると、スイッチはパケットを廃棄します。

発信 ACL の場合、パケットを受信し、制御対象インターフェイスに送信した後、スイッチはパケットを ACL と照合します。ACL によってパケットが許可された場合、パケットは送信されます。ACL がパケットを拒否すると、スイッチはパケットを廃棄します。

デフォルトでは、パケットが廃棄された場合は、その原因が入力インターフェイスの ACL または発信インターフェイスの ACL のいずれであっても、常に入力インターフェイスから ICMP 到達不能メッセージが送信されます。ICMP 到達不能メッセージは通常、入力インターフェイス 1 つにつき、0.5 秒ごとに 1 つだけ生成されます。ただし、この設定は **ip icmp rate-limit unreachable** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用して変更できます。

未定義の ACL をインターフェイスに適用すると、スイッチは ACL がインターフェイスに適用されていないと判断して処理を行い、すべてのパケットが許可されてしまいます。ネットワーク セキュリティのため、未定義の ACL を使用する場合は注意してください。

IP ACL のハードウェアおよびソフトウェアの処理

ACL の処理は主にハードウェアで実行されますが、トラフィック フローの中には CPU に転送してソフトウェア処理を行う必要があるものもあります。ハードウェアで ACL コンフィギュレーションを保存する容量がいっぱいになると、パケットは転送のために CPU に送信されます。ソフトウェア転送トラフィックの転送レートは、ハードウェア転送トラフィックより大幅に低くなります。

（注）スイッチのリソース不足が原因でハードウェアに ACL を設定できない場合、影響を受ける（ソフトウェアで転送される）のは、スイッチに着信した該当 VLAN 内のトラフィックだけです。パケットのソフトウェア転送が発生すると、消費される CPU サイクル数に応じて、スイッチのパフォーマンスが低下することがあります。

ルータ ACL の場合は、次の場合にパケットが CPU に送信されることがあります。

- **log** キーワードを使用する。
- ICMP 到達不能メッセージを生成する。

トラフィック フローのロギングと転送の両方を行う場合、転送はハードウェアで処理されますが、ロギングはソフトウェアで処理する必要があります。ハードウェアとソフトウェアではパケット処理能力が異なるため、ロギング中であるすべてのフロー（許可フローと拒否フロー）の合計帯域幅が非常に大きい場合は、転送されたパケットの一部をロギングできません。

ルータ ACL の設定をハードウェアに適用できない場合、VLAN に着信したルーティング対象パケットはソフトウェアでルーティングされますが、ブリッジングはハードウェアで行われます。ACL により多数のパケットが CPU へ送信されると、スイッチのパフォーマンスが低下する可能性があります。

show ip access-lists 特権 EXEC コマンドを入力しても、表示される一致カウントはハードウェアで制御されるアクセスのパケットを表示しません。スイッチドおよびルーテッド パケットに関するハードウェアの ACL の基本的な統計情報を取得する場合は、**show access-lists hardware counters** 特権 EXEC コマンドを使用します。

ACL のトラブルシューティング

次の ACL マネージャ メッセージが表示され、[chars] がアクセスリスト名である場合、

```
ACLMGR-2-NOVMR: Cannot generate hardware representation of access list [chars]
```

ACL のハードウェア表現を作成するには、スイッチのリソースが不足しています。リソースには、ハードウェア メモリやラベル スペースが含まれますが、CPU メモリは含まれません。使用可能な論理演算ユニットや専用ハードウェア リソースが不足している場合にこの問題が発生します。論理演算ユニットは TCP フラグ照合や TCP、UDP、または SCTP ポート番号の **eq** 以外のテスト（**ne**、**gt**、**lt**、または **range**）に必要です。

次のいずれかの回避策を使用します。

- ACL の設定を変更して、使用するリソースを減らす。
- ACL 名や番号より、英数字順で前にくる名前や番号で ACL の名前を変更する。

専用ハードウェア リソースを判断するには、**show platform layer4 acl map** 特権 EXEC コマンドを実行します。スイッチに使用可能なリソースがない場合、出力に、インデックス 0 からインデックス 15 を使用できないことが示されます。

リソースが不足した ACL の設定の詳細については、Bug Toolkit の CSCsq63926 を参照してください。

たとえば、次の ACL をインターフェイスに適用した場合、

```
permit tcp source source-wildcard destination destination-wildcard range 5 60
permit tcp source source-wildcard destination destination-wildcard range 15 160
permit tcp source source-wildcard destination destination-wildcard range 115 1660
permit tcp source source-wildcard destination destination-wildcard
```

さらに、次のメッセージが表示された場合、

```
ACLMGR-2-NOVMR: Cannot generate hardware representation of access list [chars]
```

フラグ関連の演算子は使用できません。この問題を避けるには、次の手順を実行します。

- **ip access-list resequence** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用して、最初の ACE の前に 4 番めの ACE を移動します。

  ```
  permit tcp source source-wildcard destination destination-wildcard
  permit tcp source source-wildcard destination destination-wildcard range 5 60
  permit tcp source source-wildcard destination destination-wildcard range 15 160
  permit tcp source source-wildcard destination destination-wildcard range 115 1660
  ```

  または

- 他の ACL よりも英数字順で前にくる名前や番号で ACL 名を変更します（たとえば、ACL *79* を ACL *1* に変更します）。

これで ACL の最初の ACE をインターフェイスに適用できるようになります。スイッチは ACE を Opselect インデックスの使用可能なマッピング ビットに割り当て、次にフラグ関連演算子を TCAM の同じビットを使用するように割り当てます。

ルータ ACL の機能は、次のとおりです。

- 標準 ACL および拡張 ACL（入力および出力）の許可アクションや拒否アクションをハードウェアで制御し、アクセス コントロールのセキュリティを強化します。
- **ip unreachables** がディセーブルの場合、*log* を指定しないと、セキュリティ ACL の*拒否*ステートメントと一致するフローがハードウェアによって廃棄されます。*許可*ステートメントと一致するフローは、ハードウェアでスイッチングされます。
- ルータ ACL の ACE に **log** キーワードを追加すると、パケットのコピーが CPU に送信され、ロギングだけが行われます。ACE が*許可*ステートメントの場合も、パケットはハードウェアでスイッチングおよびルーティングされます。

IPv4 ACL の設定例

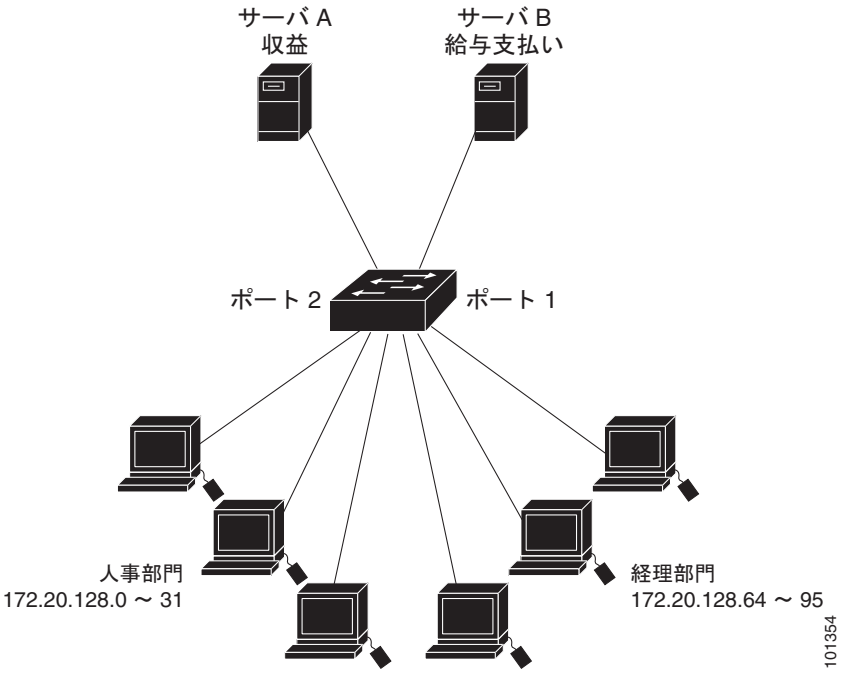
ここでは、IPv4 ACL の設定および適用例を示します。ACL のコンパイルに関する詳細については、『*Cisco IOS Security Configuration Guide, Release 12.4*』および『*Cisco IOS IP Configuration Guide, Release 12.4*』の「IP Adderssing and Services」の章にある「Configuring IP Services」を参照してください。

図 33-3 に、小規模ネットワークが構築されたオフィス環境を示します。ルーテッド ポート 2 に接続されたサーバ A には、すべての従業員がアクセスできる収益などの情報が格納されています。ルーテッド ポート 1 に接続されたサーバ B には、機密扱いの給与支払いデータが格納されています。サーバ A にはすべてのユーザがアクセスできますが、サーバ B にアクセスできるユーザは制限されています。

ルータ ACL を使用して上記のように設定するには、次のいずれかの方法を使用します。

- 標準 ACL を作成し、ポート 1 からサーバに着信するトラフィックをフィルタリングします。
- 拡張 ACL を作成し、サーバからポート 1 に着信するトラフィックをフィルタリングします。

図 33-3　ルータ ACL によるトラフィックの制御



次に、標準 ACL を使用してポートからサーバ B に着信するトラフィックをフィルタリングし、経理部の送信元アドレス 172.20.128.64 ～ 172.20.128.95 から送信されるトラフィックだけを許可する例を示します。この ACL は、指定された送信元アドレスを持つルーテッド ポート 1 から送信されるトラフィックに適用されます。

```
Switch(config)# access-list 6 permit 172.20.128.64 0.0.0.31
Switch(config)# end
Switch# show access-lists
Standard IP access list 6
 permit 172.20.128.64, wildcard bits 0.0.0.31
Switch(config)# interface gigabitethernet0/1
Switch(config-if)# ip access-group 6 out
```

次に、拡張 ACL を使用してサーバ B からポートに着信するトラフィックをフィルタリングし、任意の送信元アドレス（この場合はサーバ B）から経理部の宛先アドレス 172.20.128.64 ～ 172.20.128.95 に送信されるトラフィックだけを許可する例を示します。この ACL は、ルーテッド ポート 1 に着信するトラフィックに適用され、指定の宛先アドレスに送信されるトラフィックだけを許可します。拡張 ACL を使用する場合は、送信元および宛先情報の前に、プロトコル（IP）を入力する必要があります。

```
Switch(config)# access-list 106 permit ip any 172.20.128.64 0.0.0.31
Switch(config)# end
Switch# show access-lists
Extended IP access list 106
 permit ip any 172.20.128.64 0.0.0.31
Switch(config)# interface gigabitethernet0/1
Switch(config-if)# ip access-group 106 in
```

番号制 ACL

次の例のネットワーク 36.0.0.0 は、2 番めのオクテットがサブネットを指定するクラス A ネットワークです。つまり、サブネット マスクは 255.255.0.0 です。ネットワーク アドレス 36.0.0.0 の 3 番めおよび 4 番めのオクテットは、特定のホストを指定します。アクセス リスト 2 を使用して、サブネット 48

のアドレスを 1 つ許可し、同じサブネットの他のアドレスはすべて拒否します。このアクセス リストの最終行は、ネットワーク 36.0.0.0 の他のすべてのサブネット上のアドレスが許可されることを示します。ACL はポートに着信するパケットに適用されます。

```
Switch(config)# access-list 2 permit 36.48.0.3
Switch(config)# access-list 2 deny 36.48.0.0 0.0.255.255
Switch(config)# access-list 2 permit 36.0.0.0 0.255.255.255
Switch(config)# interface gigabitethernet0/1
Switch(config-if)# ip access-group 2 in
```

拡張 ACL

次の例の先頭行は、1023 よりも大きい宛先ポートへの着信 TCP 接続を許可します。2 番めの行は、ホスト 128.88.1.2 の SMTP ポートへの着信 TCP 接続を許可します。3 番めの行は、エラー フィードバック用の着信 ICMP メッセージを許可します。

```
Switch(config)# access-list 102 permit tcp any 128.88.0.0 0.0.255.255 gt 1023
Switch(config)# access-list 102 permit tcp any host 128.88.1.2 eq 25
Switch(config)# access-list 102 permit icmp any any
Switch(config)# interface gigabitethernet0/1
Switch(config-if)# ip access-group 102 in
```

この例では、インターネットに接続されたネットワークがあり、ネットワーク上の任意のホストが、インターネット上の任意のホストと TCP 接続を確立できるようにする場合を考えます。ただし、IP ホストには、専用メール ホストのメール（SMTP）ポート接続を除いて、ネットワーク上のホストへの TCP 接続は設定しないものとします。

SMTP は、接続の一端では TCP ポート 25、もう一方ではランダムなポート番号を使用します。接続している間は、同じポート番号が使用されます。インターネットから着信するメール パケットの宛先ポートは 25 です。発信パケットのポート番号は予約されています。安全なネットワーク システムでは常にポート 25 でのメール接続が使用されているため、着信サービスと発信サービスを個別に制御できます。ACL は発信インターフェイスの入力 ACL および着信インターフェイスの出力 ACL として設定される必要があります。

次の例では、ネットワークはアドレスが 128.88.0.0 のクラス B ネットワークで、メール ホストのアドレスは 128.88.1.2 です。**established** キーワードは、確立された接続を表示する TCP 専用のキーワードです。TCP データグラムに ACK または RST ビットが設定され、パケットが既存の接続に属していることが判明すると、一致と見なされます。ギガビット イーサネット インターフェイス 1 は、ルータをインターネットに接続するインターフェイスです。

```
Switch(config)# access-list 102 permit tcp any 128.88.0.0 0.0.255.255 established
Switch(config)# access-list 102 permit tcp any host 128.88.1.2 eq 25
Switch(config)# interface gigabitethernet0/1
Switch(config-if)# ip access-group 102 in
```

名前付き ACL

次に、*internet_filter* という名前の標準 ACL および *marketing_group* という名前の拡張 ACL を作成する例を示します。*internet_filter* ACL は、送信元アドレス 1.2.3.4 から送信されるすべてのトラフィックを許可します。

```
Switch(config)# ip access-list standard Internet_filter
Switch(config-ext-nacl)# permit 1.2.3.4
Switch(config-ext-nacl)# exit
```

marketing_group ACL は、宛先アドレスと宛先ワイルドカードの値 171.69.0.0 0.0.255.255 への任意の TCP Telnet トラフィックを許可し、その他の TCP トラフィックを拒否します。ICMP トラフィックを許可し、任意の送信元から、宛先ポートが 1024 より小さい 171.69.0.0 ～ 179.69.255.255 の宛先アドレスへ送信される UDP トラフィックを拒否します。それ以外のすべての IP トラフィックを拒否して、結果を示すログが表示されます。

```
Switch(config)# ip access-list extended marketing_group
Switch(config-ext-nacl)# permit tcp any 171.69.0.0 0.0.255.255 eq telnet
Switch(config-ext-nacl)# deny tcp any any
Switch(config-ext-nacl)# permit icmp any any
Switch(config-ext-nacl)# deny udp any 171.69.0.0 0.0.255.255 lt 1024
Switch(config-ext-nacl)# deny ip any any log
Switch(config-ext-nacl)# exit
```

internet_filter ACL は発信トラフィックに適用され、*marketing_group* ACL はレイヤ 3 ポートの着信トラフィックに適用されます。

```
Switch(config)# interface gigabitethernet0/2
Switch(config-if)# no switchport
Switch(config-if)# ip address 2.0.5.1 255.255.255.0
Switch(config-if)# ip access-group Internet_filter out
Switch(config-if)# ip access-group marketing_group in
```

IP ACL に適用される時間範囲

次の例では、月曜日から金曜日の午前 8 時～午後 6 時（18 時）の間、IP の HTTP トラフィックが拒否されます。UDP トラフィックは、土曜日および日曜日の正午～午後 8 時（20 時）の間だけ許可されます。

```
Switch(config)# time-range no-http
Switch(config)# periodic weekdays 8:00 to 18:00
!
Switch(config)# time-range udp-yes
Switch(config)# periodic weekend 12:00 to 20:00
!
Switch(config)# ip access-list extended strict
Switch(config-ext-nacl)# deny tcp any any eq www time-range no-http
Switch(config-ext-nacl)# permit udp any any time-range udp-yes
!
Switch(config-ext-nacl)# exit
Switch(config)# interface gigabitethernet0/2
Switch(config-if)# ip access-group strict in
```

コメント付き IP ACL エントリ

次に示す番号指定 ACL の例では、Jones のワークステーションにアクセスを許可し、Smith のワークステーションにはアクセスを許可しません。

```
Switch(config)# access-list 1 remark Permit only Jones workstation through
Switch(config)# access-list 1 permit 171.69.2.88
Switch(config)# access-list 1 remark Do not allow Smith workstation through
Switch(config)# access-list 1 deny 171.69.3.13
```

次に示す番号制 ACL の例では、Winter および Smith のワークステーションでの Web 閲覧が禁止されます。

```
Switch(config)# access-list 100 remark Do not allow Winter to browse the web
Switch(config)# access-list 100 deny host 171.69.3.85 any eq www
Switch(config)# access-list 100 remark Do not allow Smith to browse the web
Switch(config)# access-list 100 deny host 171.69.3.13 any eq www
```

次に示す名前付き ACL の例では、Jones のサブネットにはアクセスを許可しません。

```
Switch(config)# ip access-list standard prevention
Switch(config-std-nacl)# remark Do not allow Jones subnet through
Switch(config-std-nacl)# deny 171.69.0.0 0.0.255.255
```

次に示す名前付き ACL の例では、Jones のサブネットには発信 Telnet の使用を許可しません。

```
Switch(config)# ip access-list extended telnetting
Switch(config-ext-nacl)# remark Do not allow Jones subnet to telnet out
Switch(config-ext-nacl)# deny tcp 171.69.0.0 0.0.255.255 any eq telnet
```

ACL のロギング

ルータ ACL では、2 種類のロギングがサポートされています。**log** キーワードを指定すると、エントリと一致するパケットに関するログ通知メッセージがコンソールに送信されます。**log-input** キーワードを指定すると、ログ エントリに入力インターフェイスが追加されます。

次の例では、名前付き標準アクセス リスト *stan1* は 10.1.1.0 0.0.0.255 からのトラフィックを拒否し、その他のすべての送信元からのトラフィックを許可します。**log** キーワードも指定されています。

```
Switch(config)# ip access-list standard stan1
Switch(config-std-nacl)# deny 10.1.1.0 0.0.0.255 log
Switch(config-std-nacl)# permit any log
Switch(config-std-nacl)# exit
Switch(config)# interface gigabitethernet0/2
Switch(config-if)# ip access-group stan1 in
Switch(config-if)# end
Switch# show logging
Syslog logging: enabled (0 messages dropped, 0 flushes, 0 overruns)
    Console logging: level debugging, 37 messages logged
    Monitor logging: level debugging, 0 messages logged
    Buffer logging: level debugging, 37 messages logged
    File logging: disabled
    Trap logging: level debugging, 39 message lines logged

Log Buffer (4096 bytes):

00:00:48: NTP: authentication delay calculation problems

<output truncated>

00:09:34:%SEC-6-IPACCESSLOGS:list stan1 permitted 0.0.0.0 1 packet
00:09:59:%SEC-6-IPACCESSLOGS:list stan1 denied 10.1.1.15 1 packet
00:10:11:%SEC-6-IPACCESSLOGS:list stan1 permitted 0.0.0.0 1 packet
```

次に、名前付き拡張アクセス リスト *ext1* によって、任意の送信元から 10.1.1.0 0.0.0.255 への ICMP パケットを許可し、すべての UDP パケットを拒否する例を示します。

```
Switch(config)# ip access-list extended ext1
Switch(config-ext-nacl)# permit icmp any 10.1.1.0 0.0.0.255 log
Switch(config-ext-nacl)# deny udp any any log
Switch(config-std-nacl)# exit
Switch(config)# interface gigabitethernet0/2
Switch(config-if)# ip access-group ext1 in
```

次に、拡張 ACL のログの例を示します。

```
01:24:23:%SEC-6-IPACCESSLOGDP:list ext1 permitted icmp 10.1.1.15 -> 10.1.1.61 (0/0), 1
packet
01:25:14:%SEC-6-IPACCESSLOGDP:list ext1 permitted icmp 10.1.1.15 -> 10.1.1.61 (0/0), 7
packets
01:26:12:%SEC-6-IPACCESSLOGP:list ext1 denied udp 0.0.0.0(0) -> 255.255.255.255(0), 1
packet
01:31:33:%SEC-6-IPACCESSLOGP:list ext1 denied udp 0.0.0.0(0) -> 255.255.255.255(0), 8
packets
```

IP ACL のすべてのロギング エントリは `%SEC-6-IPACCESSLOG` で開始します。エントリの形式は、一致した ACL やアクセス エントリの種類に応じて若干異なります。

次に、**log-input** キーワードを指定した場合の出力メッセージの例を示します。

```
00:04:21:%SEC-6-IPACCESSLOGDP:list inputlog permitted icmp 10.1.1.10 (Vlan1
0001.42ef.a400) -> 10.1.1.61 (0/0), 1 packet
```

log キーワードを指定した場合、同様のパケットに関するログ メッセージには入力インターフェイス情報が追加されません。

```
00:05:47:%SEC-6-IPACCESSLOGDP:list inputlog permitted icmp 10.1.1.10 -> 10.1.1.61 (0/0), 1
packet
```

名前付き MAC 拡張 ACL の作成

VLAN またはレイヤ 2 インターフェイスで非 IPv4 トラフィックをフィルタリングするには、MAC アドレスおよび名前付き MAC 拡張 ACL を使用します。手順については、他の名前付き拡張 ACL を設定する場合と同様です。

（注）　レイヤ 3 インターフェイスには、名前付き MAC 拡張 ACL を適用できません。

mac access-list extended コマンドでサポートされている非 IP プロトコルの詳細については、このリリースのコマンド リファレンスを参照してください。

（注）　**appletalk** はコマンドラインのヘルプに表示されますが、**deny** および **permit** MAC アクセス リスト コンフィギュレーション モード コマンドの一致条件としてサポートされていません。

名前付き MAC 拡張 ACL を作成するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**mac access-list extended** *name*	名前を使用して拡張 MAC アクセス リストを定義します。

	コマンド	目的
ステップ 3	{**deny** | **permit**} {**any** | **host** *source MAC address* | *source MAC address mask*} {**any** | **host** *destination MAC address* | *destination MAC address mask*} [*type mask* | **lsap** *lsap mask* | **aarp** | **amber** | **dec-spanning** | **decnet-iv** | **diagnostic** | **dsm** | **etype-6000** | **etype-8042** | **lat** | **lavc-sca** | **mop-console** | **mop-dump** | **msdos** | **mumps** | **netbios** | **vines-echo** |**vines-ip** | **xns-idp** | *0-65535*] [**cos** *cos*]	拡張 MAC アクセス リスト コンフィギュレーション モードでは、すべての（**any**）送信元 MAC アドレス、マスク付きの送信元 MAC アドレス、または特定のホスト（**host**）送信元 MAC アドレス、およびすべての（**any**）宛先 MAC アドレス、マスク付き宛先 MAC アドレス、または特定の宛先 MAC アドレスに、**permit** または **deny** を指定します。 （任意）次のオプションを入力することもできます。 • *type mask* : Ethernet II または SNAP でカプセル化されたパケットの任意の Ethertype 番号。10 進数、16 進数、または 8 進数で表記できます。Ethertype に適用される *don’t care* ビットの任意のマスクが付加されて、一致検査が行われます。 • **lsap** *lsap mask* : IEEE 802.2 でカプセル化されたパケットの LSAP 番号。10 進数、16 進数、または 8 進数で表記できます。*don’t care* ビットの任意のマスクが付加されます。 • **aarp** | **amber** | **dec-spanning** | **decnet-iv** | **diagnostic** | **dsm** | **etype-6000** | **etype-8042** | **lat** | **lavc-sca** | **mop-console** | **mop-dump** | **msdos** | **mumps** | **netbios** | **vines-echo** |**vines-ip** | **xns-idp** : 非 IP プロトコル。 • **cos** *cos* : プライオリティを設定するために使用される、0 ～ 7 の IEEE 802.1Q CoS 番号。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show access-lists** [*number* | *name*]	アクセス リストの設定を表示します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

ACL 全体を削除する場合は、**no mac access-list extended** *name* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。名前付き MAC 拡張 ACL から ACE を個別に削除することもできます。

次に、EtherType DECnet Phase IV トラフィックだけを拒否し、他のすべてのタイプのトラフィックを許可する、*mac1* という名前のアクセス リストを作成して表示する例を示します。

```
Switch(config)# mac access-list extended mac1
Switch(config-ext-macl)# deny any any decnet-iv
Switch(config-ext-macl)# permit any any
Switch(config-ext-macl)# end
Switch # show access-lists
Extended MAC access list mac1
    10 deny   any any decnet-iv
    20 permit any any
```

レイヤ 2 インターフェイスへの MAC ACL の適用

MAC ACL を作成し、それをレイヤ 2 インターフェイスに適用すると、そのインターフェイスに着信する非 IP トラフィックをフィルタリングできます。MAC ACL を適用する場合は、次の注意事項を考慮してください。

- VLAN に属しているレイヤ 2 インターフェイスに ACL を適用した場合、レイヤ 2（ポート）ACL は VLAN インターフェイスに適用された入力方向のレイヤ 3 ACL、または VLAN に適用された VLAN マップよりも優先します。レイヤ 2 ポートで受信する着信パケットは、常にポート ACL でフィルタリングされます。
- 同じレイヤ 2 インターフェイスに適用できるのは、IP アクセス リスト 1 つと MAC アクセスリスト 1 つだけです。IP アクセス リストは IP パケットだけをフィルタリングし、MAC アクセス リストは非 IP パケットをフィルタリングします。
- 1 つのレイヤ 2 インターフェイスに適用できる MAC アドレス リストは 1 つだけです。すでに MAC ACL が設定されているレイヤ 2 インターフェイスに MAC アクセス リストを適用すると、前に設定した ACL が新しい ACL に置き換えられます。

レイヤ 2 インターフェイスへのアクセスを制御するために MAC アクセス リストを適用するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	特定のインターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。インターフェイスは物理レイヤ 2 インターフェイス（ポート ACL）でなければなりません。
ステップ 3	**mac access-group** {*name*} {**in**}	MAC アクセス リストを使用して、指定されたインターフェイスへのアクセスを制御します。 ポート ACL は、着信方向だけサポートします。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show mac access-group** [**interface** *interface-id*]	そのインターフェイスまたはすべてのレイヤ 2 インターフェイスに適用されている MAC アクセス リストを表示します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

指定したアクセス グループを削除するには、**no mac access-group** {*name*} インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、ポートにアクセス リスト *mac1* を適用して、ポートに着信するパケットをフィルタリングする例を示します。

```
Switch(config)# interface gigabitethernet0/2
Switch(config-if)# mac access-group mac1 in
```

（注）　**mac access-group** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドは、物理レイヤ 2 インターフェイスに適用された場合だけ有効となります。このコマンドを EtherChannel ポート チャネルには使用できません。

パケットの受信後に、スイッチは着信 ACL とパケットを照合します。ACL がパケットを許可すると、スイッチはパケットの処理を継続します。ACL がパケットを拒否すると、スイッチはパケットを廃棄します。未定義の ACL をインターフェイスに適用すると、スイッチは ACL がインターフェイスに適用されていないと判断して処理を行い、すべてのパケットが許可されてしまいます。ネットワーク セキュリティのため、未定義の ACL を使用する場合は注意してください。

VLAN マップの設定

ここでは、VLAN マップを設定する方法について説明します。この方法は、VLAN 内でフィルタリングを制御する唯一の方法です。VLAN マップには方向の指定がありません。VLAN マップを使用して、特定の方向のトラフィックをフィルタリングするには、特定の送信元または宛先アドレスが指定された ACL を追加する必要があります。VLAN マップ内に該当パケット タイプ（IP または MAC）に対する match コマンドがある場合、デフォルトでは、マップ内のどのエントリにも一致しないパケットはドロップされます。該当パケット タイプに対する match コマンドがない場合、デフォルトでは、パケットが転送されます。

ここで使用するコマンドの構文および使用方法の詳細については、このリリースに対応するコマンド リファレンスを参照してください。

VLAN マップを作成して、1 つまたは複数の VLAN に適用するには、次のステップを実行します。

ステップ 1　VLAN に適用する標準 IPv4 ACL または拡張 IP ACL、または名前付き MAC 拡張 ACL を作成します。「標準および拡張 IPv4 ACL の作成」（P.33-7）および「VLAN マップの作成」（P.33-33）を参照してください。

ステップ 2　VLAN ACL マップ エントリを作成するには、**vlan access-map** グローバル コンフィギュレーション コマンドを入力します。

ステップ 3　アクセス マップ コンフィギュレーション モードでは、**action** として、**forward**（デフォルト）または **drop** を入力することもできます。また、**match** コマンドを入力して、既知の MAC アドレスだけが格納された IP パケットまたは非 IP パケットを指定したり、1 つまたは複数の ACL（標準または拡張）とパケットを照合したりすることもできます。

（注）　パケット タイプ（IP または MAC）に対する match コマンドが VLAN マップにあってマップ アクションが廃棄された場合、タイプが一致するすべてのパケットがドロップされます。VLAN マップに match コマンドがなく、設定されたアクションが廃棄された場合、すべての IP および レイヤ 2 パケットがドロップされます。

ステップ 4　VLAN マップを 1 つまたは複数の VLAN に適用するには、**vlan filter** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

ここでは、次の設定情報について説明します。

VLAN マップの設定時の注意事項

- インターフェイスでトラフィックを拒否するように設定された ACL がなく、VLAN マップが設定されていない場合、すべてのトラフィックが許可されます。
- 各 VLAN マップは一連のエントリで構成されます。VLAN マップのエントリの順序は重要です。スイッチに着信したパケットは、VLAN マップの最初のエントリに対してテストされます。一致した場合は、VLAN マップのその部分に指定されたアクションが実行されます。一致しなかった場合、パケットはマップ内の次のエントリに対してテストされます。
- 該当パケット タイプ（IP または MAC）に対する match コマンドが VLAN マップに 1 つまたは複数ある場合でも、パケットがそれらの match コマンドに一致しない場合、デフォルトではパケットがドロップされます。該当パケット タイプに対する match コマンドが VLAN マップ内にない場合、デフォルトではパケットが転送されます。
- 多数の ACL が設定されている場合は、システムの起動に時間がかかることがあります。
- VLAN マップのロギングはサポートされていません。
- レイヤ 2 インターフェイスに適用された IP アクセス リストまたは MAC アクセス リストがスイッチにあって、ポートが属する VLAN に VLAN マップを適用する場合、ポート ACL が VLAN マップに優先します。
- ハードウェアに VLAN マップの設定を適用できない場合は、その VLAN 内のすべてのパケットをソフトウェアでブリッジングおよびルーティングする必要があります。
- プライマリおよびセカンダリ VLAN で VLAN マップを設定できます。ただし、プライベート VLAN のプライマリおよびセカンダリ VLAN に同じ VLAN マップを設定することを推奨します。
- フレームがプライベート VLAN 内で転送されるレイヤ 2 の場合、同じ VLAN マップが入力側と出力側の両方に適用されます。フレームがプライベート VLAN の内側から外部ポートにルーティングされる場合、プライベート VLAN マップが入力側に適用されます。
  - ホスト ポートから混合ポートへのアップストリームで送信されるフレームの場合、セカンダリ VLAN に設定されている VLAN マップが適用されます。
  - 混合ポートからホスト ポートへのダウンストリームで送信されるフレームの場合、プライマリ VLAN に設定されている VLAN マップが適用されます。

  プライベート VLAN の特定の IP トラフィックをフィルタリングするには、VLAN マップをプライマリおよびセカンダリ VLAN の両方に適用します。プライベート VLAN の詳細については、第 15 章「プライベート VLAN の設定」を参照してください。

設定例については、「ネットワークでの VLAN マップの使用法」（P.33-36）を参照してください。

ルータ ACL および VLAN マップを組み合わせて使用する方法については、「VLAN マップとルータ ACL の設定時の注意事項」（P.33-40）を参照してください。

VLAN マップの作成

各 VLAN マップは順番に並べられた一連のエントリで構成されます。VLAN マップ エントリを作成、追加、または削除するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**vlan access-map** *name* [*number*]	VLAN マップを作成し、名前および番号（任意）を指定します。番号は、マップ内のエントリの順序を表す数字です。 同じ名前の VLAN マップを作成すると、10 ずつ増加する番号が順に割り当てられます。マップを変更または削除するときは、目的のマップ エントリの番号を入力できます。 このコマンドを入力すると、アクセス マップ コンフィギュレーション モードに変わります。
ステップ 3	**action** {**drop** | **forward**}	（任意）マップ エントリに対するアクションを設定します。デフォルトは転送（forward）です。
ステップ 4	**match** {**ip** | **mac**} **address** {*name* | *number*} [*name* | *number*]	1 つまたは複数の標準または拡張アクセス リストに対してパケットを照合します（IP または MAC アドレスを使用）。パケットの照合は、対応するプロトコル タイプのアクセス リストに対してだけ行われます。IP パケットは、標準または拡張 IP アクセス リストに対して照合されます。非 IP パケットは、名前付き MAC 拡張アクセス リストに対してだけ照合されます。
ステップ 5	**end**	グローバル コンフィギュレーション モードに戻ります。
ステップ 6	**show running-config**	アクセス リストの設定を表示します。
ステップ 7	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

マップを削除するには、**no vlan access-map** *name* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。マップ内のシーケンス エントリを 1 つ削除するには、**no vlan access-map** *name number* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

デフォルトのアクションである転送を行うには、**no action** アクセス マップ コンフィギュレーション コマンドを使用します。

VLAN マップでは、特定の permit または deny キーワードを使用しません。VLAN マップを使用してパケットを拒否するには、パケットを照合する ACL を作成して、アクションをドロップに設定します。ACL 内の permit は、一致するという意味です。ACL 内の deny は、一致しないという意味です。

ACL および VLAN マップの例

次に、特定の目的のための ACL および VLAN マップを作成する例を示します。

例 1

ここでは、パケットを拒否する ACL および VLAN マップを作成する例を示します。最初のマップでは、*ip1* ACL（TCP パケット）に一致するすべてのパケットがドロップされます。最初に、すべての TCP パケットを許可し、それ以外のパケットをすべて拒否する *ip1* ACL を作成します。VLAN マップには IP パケットに対する match コマンドが存在するため、デフォルトのアクションでは、どの match コマンドとも一致しない IP パケットがすべてドロップされます。

```
Switch(config)# ip access-list extended ip1
```

```
Switch(config-ext-nacl)# permit tcp any any
Switch(config-ext-nacl)# exit
Switch(config)# vlan access-map map_1 10
Switch(config-access-map)# match ip address ip1
Switch(config-access-map)# action drop
```

次に、パケットを許可する VLAN マップを作成する例を示します。ACL *ip2* は UDP パケットを許可し、*ip2* ACL と一致するすべてのパケットが転送されます。このマップでは、これ以前のどの ACL とも一致しないすべての IP パケット（TCP でも UDP でもないパケット）がドロップされます。

```
Switch(config)# ip access-list extended ip2
Switch(config-ext-nacl)# permit udp any any
Switch(config-ext-nacl)# exit
Switch(config)# vlan access-map map_1 20
Switch(config-access-map)# match ip address ip2
Switch(config-access-map)# action forward
```

例 2

次の例の VLAN マップでは、デフォルトで IP パケットがドロップされ、MAC パケットが転送されます。標準の ACL 101 および名前付き拡張アクセス リスト **igmp-match** および **tcp-match** をこのマップと組み合わせて使用すると、次のようになります。

- すべての UDP パケットが転送されます。
- すべての IGMP パケットがドロップされます。
- すべての TCP パケットが転送されます。
- その他のすべての IP パケットがドロップされます。
- すべての非 IP パケットが転送されます。

```
Switch(config)# access-list 101 permit udp any any
Switch(config)# ip access-list extended igmp-match
Switch(config-ext-nacl)# permit igmp any any
Switch(config)# ip access-list extended tcp-match
Switch(config-ext-nacl)# permit tcp any any
Switch(config-ext-nacl)# exit
Switch(config)# vlan access-map drop-ip-default 10
Switch(config-access-map)# match ip address 101
Switch(config-access-map)# action forward
Switch(config-access-map)# exit
Switch(config)# vlan access-map drop-ip-default 20
Switch(config-access-map)# match ip address igmp-match
Switch(config-access-map)# action drop
Switch(config-access-map)# exit
Switch(config)# vlan access-map drop-ip-default 30
Switch(config-access-map)# match ip address tcp-match
Switch(config-access-map)# action forward
```

例 3

次の例の VLAN マップでは、デフォルトで MAC パケットがドロップされ、IP パケットが転送されます。MAC 拡張アクセス リスト **good-hosts** および **good-protocols** をこのマップと組み合わせて使用すると、次のようになります。

- ホスト 0000.0c00.0111 および 0000.0c00.0211 からの MAC パケットが転送されます。
- decnet-iv または vines-ip プロトコルを使用する MAC パケットが転送されます。
- その他のすべての非 IP パケットがドロップされます。
- すべての IP パケットが転送されます。

```
Switch(config)# mac access-list extended good-hosts
Switch(config-ext-macl)# permit host 000.0c00.0111 any
Switch(config-ext-macl)# permit host 000.0c00.0211 any
Switch(config-ext-nacl)# exit
Switch(config)# mac access-list extended good-protocols
Switch(config-ext-macl)# permit any any decnet-ip
Switch(config-ext-macl)# permit any any vines-ip
Switch(config-ext-nacl)# exit
Switch(config)# vlan access-map drop-mac-default 10
Switch(config-access-map)# match mac address good-hosts
Switch(config-access-map)# action forward
Switch(config-access-map)# exit
Switch(config)# vlan access-map drop-mac-default 20
Switch(config-access-map)# match mac address good-protocols
Switch(config-access-map)# action forward
```

例 4

次の例の VLAN マップでは、デフォルトですべてのパケット（IP および非 IP）がドロップされます。例 2 および例 3 のアクセス リスト **tcp-match** および **good-hosts** をこのマップと組み合わせて使用すると、次のようになります。

- すべての TCP パケットが転送されます。
- ホスト 0000.0c00.0111 および 0000.0c00.0211 からの MAC パケットが転送されます。
- その他のすべての IP パケットがドロップされます。
- その他のすべての MAC パケットがドロップされます。

```
Switch(config)# vlan access-map drop-all-default 10
Switch(config-access-map)# match ip address tcp-match
Switch(config-access-map)# action forward
Switch(config-access-map)# exit
Switch(config)# vlan access-map drop-all-default 20
Switch(config-access-map)# match mac address good-hosts
Switch(config-access-map)# action forward
```

VLAN への VLAN マップの適用

1 つの VLAN マップを 1 つまたは複数の VLAN に適用するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**vlan filter** *mapname* **vlan-list** *list*	VLAN マップを 1 つまたは複数の VLAN ID に適用します。 list には単一の VLAN ID（22）、連続した範囲（10 ～ 22）、または VLAN ID のストリング（12、22、30）を指定できます。カンマやハイフンの前後にスペースを挿入することもできます。
ステップ 3	**show running-config**	アクセス リストの設定を表示します。
ステップ 4	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

VLAN マップを削除するには、**no vlan filter** *mapname* **vlan-list** *list* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、VLAN マップ 1 を VLAN 20 ～ 22 に適用する例を示します。

```
Switch(config)# vlan filter map 1 vlan-list 20-22
```

ネットワークでの VLAN マップの使用法

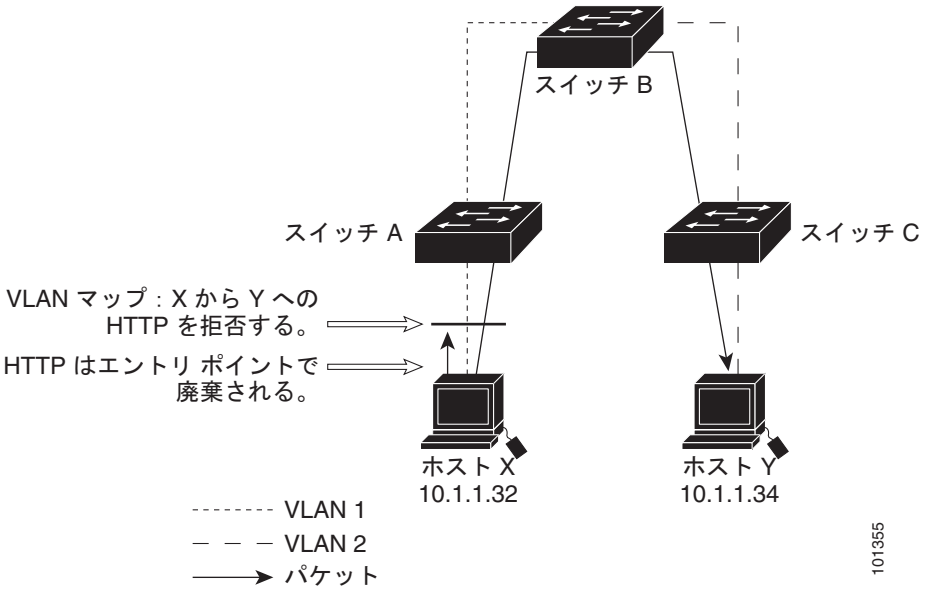
ここでは、一般的な VLAN マップの使用法について一部説明します。

- 「ワイヤリング クローゼットの設定」（P.33-36）
- 「別の VLAN にあるサーバへのアクセスの拒否」（P.33-37）

ワイヤリング クローゼットの設定

ワイヤリング クローゼット構成におけるスイッチでは、ルーティングがイネーブルでない可能性があります。ただし、この構成でも、VLAN マップおよび QoS 分類 ACL はサポートされています。図 33-4 では、ホスト X およびホスト Y は異なる VLAN 内にあり、ワイヤリング クローゼット スイッチ A およびスイッチ C に接続されていると想定しています。ホスト X からホスト Y へのトラフィックは、ルーティングがイネーブルに設定されたレイヤ 3 スイッチであるスイッチ B によって最終的にルーティングされます。ホスト X からホスト Y へのトラフィックは、トラフィックのエントリ ポイントであるスイッチ A でアクセス コントロールできます。

図 33-4　ワイヤリング クローゼットの設定



HTTP トラフィックをホスト X からホスト Y へスイッチングしない場合は、ホスト X（IP アドレス 10.1.1.32）からホスト Y（IP アドレス 10.1.1.34）に向かうすべての HTTP トラフィックがスイッチ A で廃棄され、スイッチ B にブリッジングされないように、スイッチ A の VLAN マップを設定できます。

最初に、HTTP ポート上ですべての TCP トラフィックを許可（一致）する IP アクセス リスト *http* を定義します。

```
Switch(config)# ip access-list extended http
Switch(config-ext-nacl)# permit tcp host 10.1.1.32 host 10.1.1.34 eq www
Switch(config-ext-nacl)# exit
```

次に、*http* アクセス リストと一致するトラフィックが廃棄され、その他のすべての IP トラフィックが転送されるように、VLAN アクセス マップ *map2* を作成します。

```
Switch(config)# vlan access-map map2 10
Switch(config-access-map)# match ip address http
Switch(config-access-map)# action drop
Switch(config-access-map)# exit
Switch(config)# ip access-list extended match_all
Switch(config-ext-nacl)# permit ip any any
Switch(config-ext-nacl)# exit
Switch(config)# vlan access-map map2 20
Switch(config-access-map)# match ip address match_all
Switch(config-access-map)# action forward
```

次に、VLAN アクセス マップ *map2* を VLAN 1 に適用します。

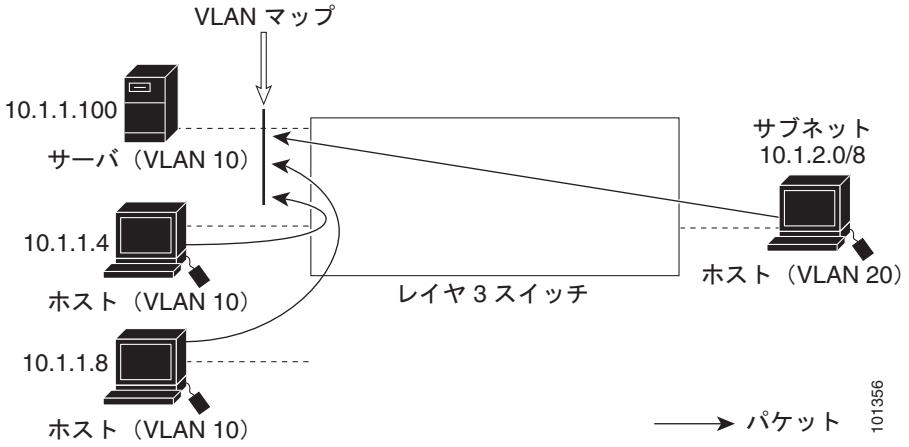
```
Switch(config)# vlan filter map2 vlan 1
```

別の VLAN にあるサーバへのアクセスの拒否

別の VLAN にあるサーバへのアクセスを制限できます。たとえば、VLAN 10 内のサーバ 10.1.1.100 では、次のホストへのアクセスを拒否する必要があります（図 33-5 を参照）。

- VLAN 20 内のサブネット 10.1.2.0/8 にあるホストのアクセスを禁止します。
- VLAN 10 内のホスト 10.1.1.4 および 10.1.1.8 のアクセスを禁止します。

図 33-5　他の VLAN 上のサーバへのアクセス拒否



次に、サブネット 10.1.2.0/8 内のホスト、ホスト 10.1.1.4、およびホスト 10.1.1.8 のアクセスを拒否し、その他の IP トラフィックを許可する VLAN マップ SERVER1_ACL を作成して、別の VLAN 内のサーバへのアクセスを拒否する例を示します。最後のステップでは、マップ SERVER1 を VLAN 10 に適用します。

ステップ 1　正しいパケットと一致する IP ACL を定義します。

```
Switch(config)# ip access-list extended SERVER1_ACL
Switch(config-ext-nacl))# permit ip 10.1.2.0 0.0.0.255 host 10.1.1.100
Switch(config-ext-nacl))# permit ip host 10.1.1.4 host 10.1.1.100
Switch(config-ext-nacl))# permit ip host 10.1.1.8 host 10.1.1.100
Switch(config-ext-nacl))# exit
```

ステップ 2　SERVER1_ACL と一致する IP パケットをドロップして、この ACL と一致しない IP パケットを転送する ACL を使用して、VLAN マップを定義します。

```
Switch(config)# vlan access-map SERVER1_MAP
Switch(config-access-map)# match ip address SERVER1_ACL
Switch(config-access-map)# action drop
Switch(config)# vlan access-map SERVER1_MAP 20
Switch(config-access-map)# action forward
Switch(config-access-map)# exit
```

ステップ 3　VLAN 10 に VLAN マップを適用します。

```
Switch(config)# vlan filter SERVER1_MAP vlan-list 10.
```

VACL ログ機能の設定

VACL ログ機能を設定すると、次の場合に拒否された IP パケットに対して Syslog メッセージが生成されます。

- 一致する最初のパケットを受信した場合
- 過去 5 分以内に受信した一致するパケットの場合
- 5 分経過する前にスレッシュホールドに達している場合

ログ メッセージはフロー単位で生成されます。フローは、同じ IP アドレスおよびレイヤ 4（UDP または TCP）ポート番号を持つパケットとして定義されます。フローが 5 分間パケットを受信しなかった場合、そのフローはキャッシュから削除されます。Syslog メッセージが生成されると、タイマーおよびパケット カウンタがリセットされます。

VACL ログ機能に関する制限事項

- 拒否された IP パケットだけが記録されます。
- 発信ポート ACL での記録の必要があるパケットは、VACL で拒否された場合、記録されません。

特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**vlan access-map name** [*number*]	VLAN マップを作成します。名前および番号（任意）を指定します。番号は、マップ内のエントリの順序を表す数字です。 シーケンス番号の範囲は 0 ～ 65535 です。 同じ名前の VLAN マップを作成すると、10 ずつ増加する番号が順に割り当てられます。マップを変更または削除するときは、目的のマップ エントリの番号を入力できます。 マップの名前および番号（任意）を指定すると、アクセス マップ コンフィギュレーション モードが開始されます。
ステップ 3	**action drop log**	IP パケットをドロップして記録するように VLAN アクセス マップを設定します。
ステップ 4	**exit**	VLAN アクセス マップ コンフィギュレーション モードを終了し、グローバル コンフィギュレーション モードに戻ります。

	コマンド	目的
ステップ 5	**vlan access-log** {**maxflow** *max_number* | **threshold** *pkt_count*}	VACL ロギング パラメータを設定します。 • **maxflow** *max_number* : ログ テーブルのサイズを設定します。**maxflow** の値を 0 に設定すると、ログ テーブルの内容を削除できます。ログ テーブルがいっぱいの場合、スイッチは新しいフローからログに記録されたパケットをドロップします。 指定できる範囲は 0 ～ 2048 です。デフォルトは 500 です。 • **threshold** *pkt_count* : ロギング スレッシュホールドを設定します。5 分経過する前にフローのスレッシュホールドに達すると、ログ メッセージが生成されます。 スレッシュホールドの範囲は 0 ～ 2147483647 です。デフォルトのスレッシュホールドは 0 で、Syslog メッセージが 5 分ごとに生成されることを意味します。
ステップ 6	**exit**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 7	**show vlan access-map**	設定を確認します。
ステップ 8	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

マップ シーケンスを削除するには、シーケンス番号を指定して **no vlan access-map** コマンドを使用します。マップを削除するには、シーケンス番号を指定しないでこのコマンドの **no** 形式を使用します。

次に、IP パケットをドロップして記録するように VLAN アクセス マップを設定する例を示します。ここでは、net_10 の許可エントリと一致する IP トラフィックがドロップされ、記録されます。

```
Switch(config)# vlan access-map ganymede 10
Switch(config-access-map)# match ip address net_10
Switch(config-access-map)# action drop log
Switch(config-access-map)# exit
```

次に、グローバル VACL ロギング パラメータを設定する例を示します。

```
Switch(config)# vlan access-log maxflow 800
Switch(config)# vlan access-log threshold 4000
```

（注）　ここで使用するコマンドの構文および使用方法の詳細については、『*Cisco IOS LAN Switching Command Reference*』を参照してください。
http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/lanswitch/command/reference/lsw_book.html

ルータ ACL を VLAN マップと組み合わせて使用する方法

ブリッジングされたトラフィックおよびルーティングされたトラフィックの両方に対してアクセス コントロールを行うには、VLAN マップを単独で使用するか、またはルータ ACL と VLAN マップを組み合わせて使用します。入力と出力両方のルーテッド VLAN インターフェイスでルータ ACL を定義したり、ブリッジングされたトラフィックのアクセスを制御する VLAN マップを定義できます。

パケット フローが ACL 内 VLAN マップの deny ステートメントと一致した場合、ルータ ACL の設定に関係なく、パケット フローは拒否されます。

（注）　ルータ ACL を VLAN マップと組み合わせて使用し、ルータ ACL でのロギングを必要とするパケットが VLAN マップで拒否された場合、これらのパケットはロギングされません。

該当パケット タイプ（IP または MAC）に対する match コマンドが VLAN マップにある場合でも、パケットがそのタイプに一致しない場合、デフォルトではパケットがドロップされます。VLAN マップ内に match ステートメントがなく、アクションが指定されていない場合、どの VLAN マップ エントリとも一致しないパケットは転送されます。

ここでは、ルータ ACL を VLAN マップと組み合わせて使用する方法について説明します。

- 「VLAN マップとルータ ACL の設定時の注意事項」（P.33-40）
- 「VLAN に適用されるルータ ACL と VLAN マップの例」（P.33-41）

VLAN マップとルータ ACL の設定時の注意事項

ここに記載された注意事項は、ルータ ACL *および* VLAN マップを同じ VLAN 上で使用する必要がある設定に適用されます。ルータ ACL および VLAN マップを異なる VLAN に割り当てる設定には、これらの注意事項は適用されません。

スイッチ ハードウェアは、方向（入力および出力）ごとにセキュリティ ACL を 1 回検索します。したがって、ルータ ACL および VLAN マップを同じ VLAN に設定する場合は、これらを統合する必要があります。ルータ ACL と VLAN マップを統合すると、ACE の数が膨大になる場合があります。

ルータ ACL および VLAN マップを同じ VLAN に設定する必要がある場合は、ルータ ACL と VLAN マップの両方の設定に関し、ここで説明する注意事項に従ってください。

- VLAN インターフェイスの方向（入力および出力）ごとに、設定できる VLAN マップおよびルータ ACL は 1 つだけです。
- 可能な限り、すべてのエントリのアクションが同一で、末尾のデフォルト アクションだけが反対のタイプとなるように ACL を記述します。次のいずれかの形式を使用して、ACL を記述します。

  permit...
  permit...
  permit...
  deny ip any any

  または

  deny...
  deny...
  deny...
  permit ip any any

- ACL 内で複数のアクション（許可、拒否）を定義する場合は、それぞれのアクション タイプをまとめて、エントリ数を削減します。

- ACL 内にレイヤ 4 情報を指定しないでください。レイヤ 4 情報を追加すると、統合プロセスが複雑になります。ACL のフィルタリングが、full-flow（送信元 IP アドレス、宛先 IP アドレス、プロトコル、およびプロトコル ポート）でなく、IP アドレス（送信元および宛先）に基づいて行われる場合に、最適な統合結果が得られます。可能な限り、IP アドレスには *don’t care* ビットを使用してください。

  IP ACE とレイヤ 4 情報を含む TCP/UDP/ICMP ACE が両方とも ACL 内に存在し、full-flow モードを指定する必要があるときは、レイヤ 4 ACE をリストの末尾に配置します。この結果、IP アドレスに基づくトラフィックのフィルタリングが優先されます。

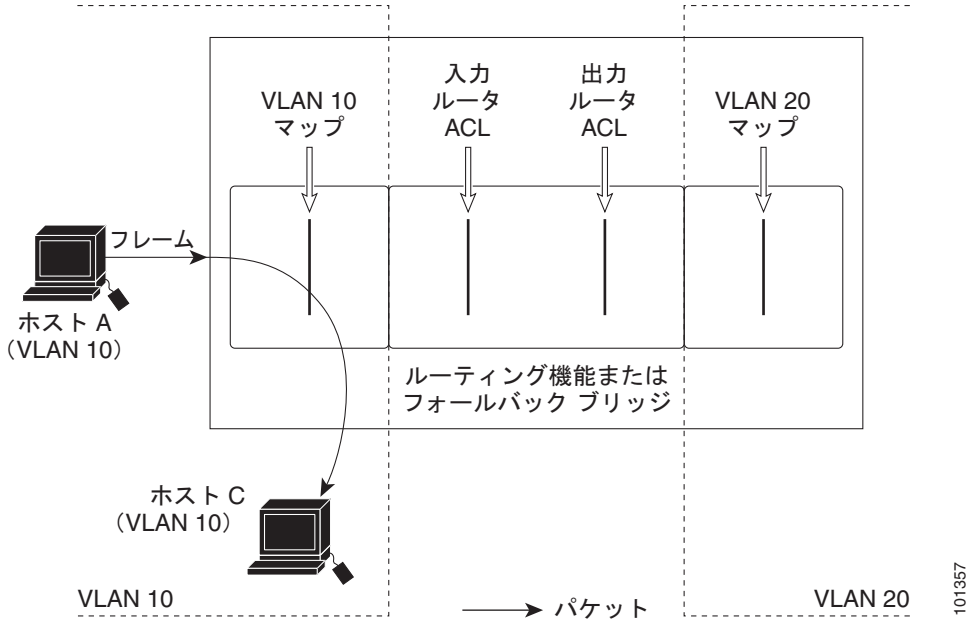
VLAN に適用されるルータ ACL と VLAN マップの例

ここでは、ルータ ACL および VLAN マップを VLAN に適用し、スイッチド パケット、ブリッジド パケット、ルーテッド パケット、およびマルチキャスト パケットを処理する例を示します。次の図ではそれぞれの宛先に転送されるパケットを示します。パケットのパスが VLAN マップや ACL を示す線と交差するポイントで、パケットを転送せずにドロップする可能性もあります。

ACL およびスイッチド パケット

図 33-6 に、VLAN 内でスイッチングされるパケットに ACL を適用する方法を示します。フォールバック ブリッジングによってルーティングまたは転送されず、VLAN 内でスイッチングされるパケットには、入力 VLAN の VLAN マップだけが適用されます。

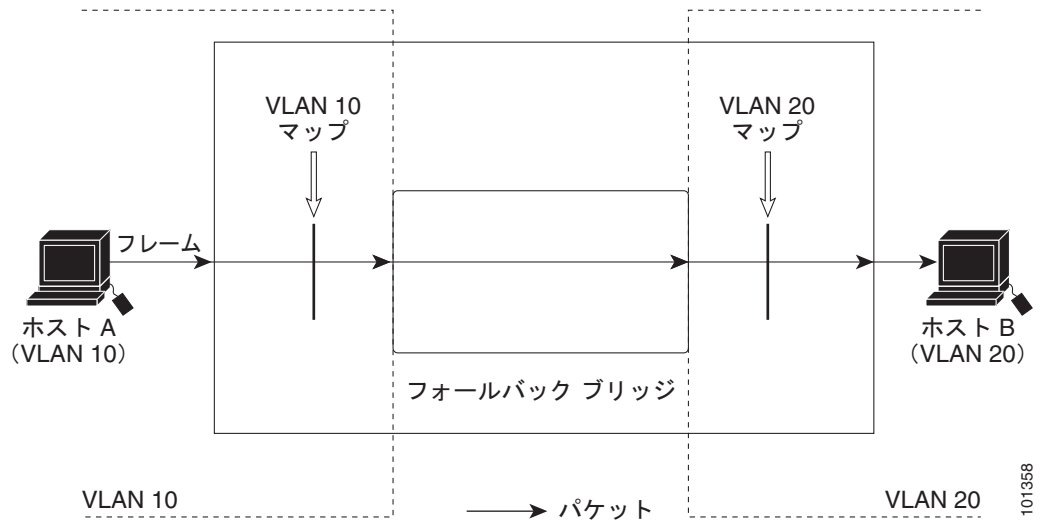
図 33-6　スイッチド パケットへの ACL の適用



ACL およびブリッジド パケット

図 33-7 に、代替ブリッジド パケットに ACL を適用する方法を示します。ブリッジド パケットの場合は、入力 VLAN にレイヤ 2 ACL だけが適用されます。また、非 IP および非 ARP パケットだけが代替ブリッジド パケットとなります。

図 33-7　ブリッジド パケットへの ACL の適用

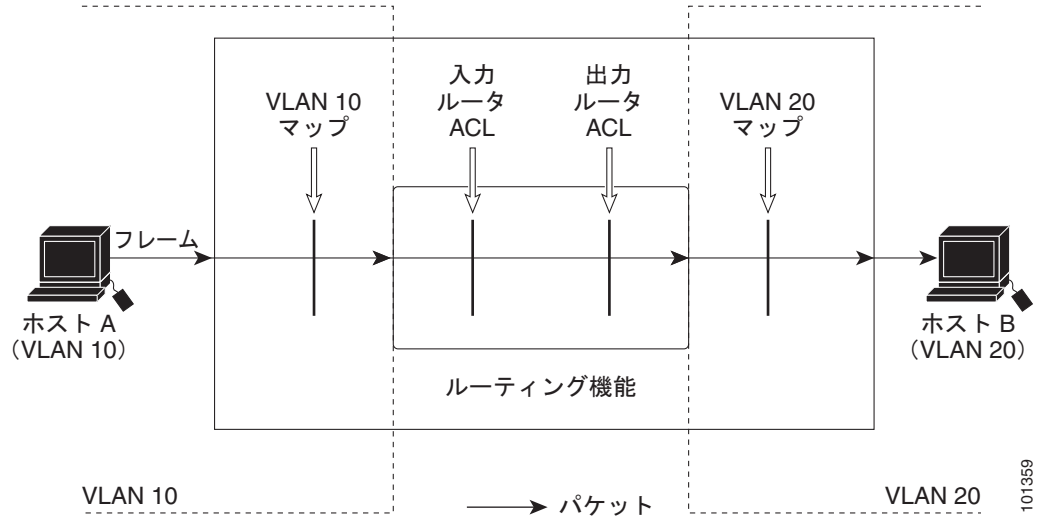


ACL およびルーテッド パケット

図 33-8 に、ルーテッド パケットに ACL を適用する方法を示します。ルーテッド パケットの場合、ACL は次の順番で適用されます。

1. 入力 VLAN の VLAN マップ
2. 入力ルータ ACL
3. 出力ルータ ACL
4. 出力 VLAN の VLAN マップ

図 33-8　ルーテッド パケットへの ACL の適用

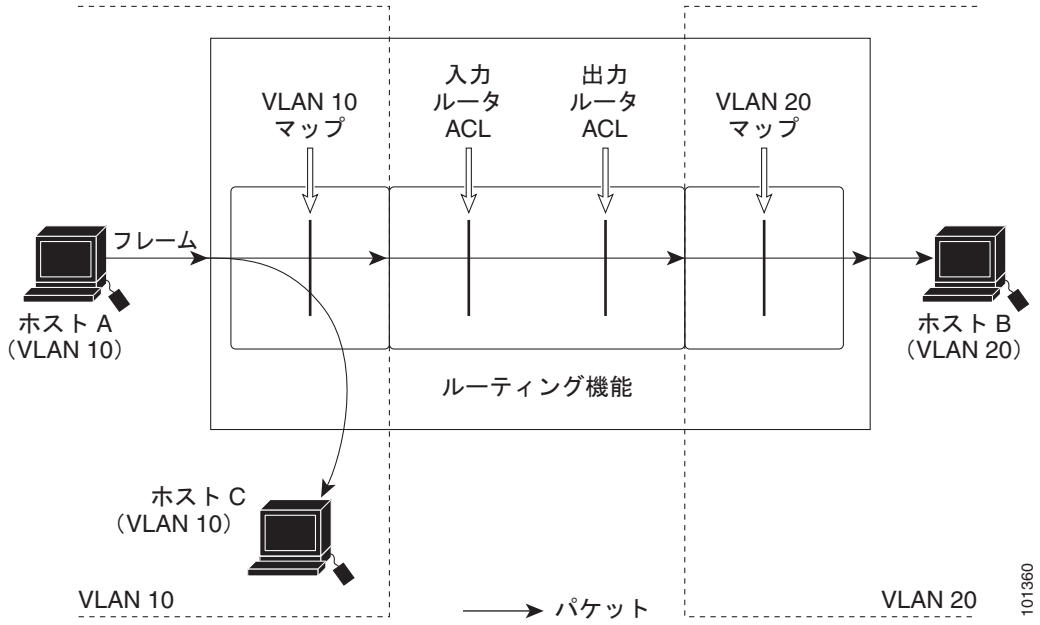


ACL およびマルチキャスト パケット

図 33-9 に、IP マルチキャスト用に複製されたパケットに ACL を適用する方法を示します。ルーティングされるマルチキャスト パケットには、2 つの異なるフィルタが適用されます。1 つは、宛先が入力 VLAN 内の他のポートである場合に使用され、もう 1 つは、宛先がパケットのルーティング先である別の VLAN 内にある場合に使用されます。パケットは複数の出力 VLAN にルーティングされる場合がありますが、この場合は宛先 VLAN ごとに異なるルータ出力 ACL および VLAN マップが適用されます。

最終的に、パケットは一部の出力 VLAN 内で許可され、それ以外の VLAN で拒否されます。パケットのコピーが、許可された宛先に転送されます。ただし、入力 VLAN マップ（図 33-9 の VLAN 10 マップ）によってパケットがドロップされる場合、パケットのコピーは宛先に送信されません。

図 33-9　マルチキャスト パケットへの ACL の適用



IPv4 ACL の設定の表示

スイッチ上に設定されている ACL、およびインターフェイスと VLAN に適用された ACL を表示できます。

ip access-group インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用して、レイヤ 2 またはレイヤ 3 インターフェイスに ACL を適用した場合は、そのインターフェイスのアクセス グループを表示できます。また、レイヤ 2 インターフェイスに適用された MAC ACL も表示できます。この情報を表示するには、特権 EXEC コマンドを使用します（表 33-2 を参照）。

表 33-2　アクセス リストおよびアクセス グループを表示するコマンド

コマンド	目的
show access-lists [*number* | *name*]	現在の IP および MAC アドレス アクセス リストの 1 つまたは全体の内容、または特定のアクセス リスト（番号制または名前付き）の内容を表示します。
show ip access-lists [*number* | *name*]	現在の IP アクセス リスト全体、または特定の IP アクセス リスト（番号制または名前付き）の内容を表示します。
show ip interface *interface-id*	インターフェイスの詳細設定およびステータスを表示します。IP がイネーブルになっているインターフェイスに、**ip access-group** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用して ACL を適用した場合は、アクセス グループも表示されます。
show running-config [**interface** *interface-id*]	スイッチまたは特定のインターフェイスのコンフィギュレーション ファイルの内容（設定されたすべての MAC および IP アクセス リストや、どのアクセス グループがインターフェイスに適用されたなど）を表示します。
show mac access-group [**interface** *interface-id*]	すべてのレイヤ 2 インターフェイスまたは特定のレイヤ 2 インターフェイスに適用されている MAC アクセス リストを表示します。

VLAN アクセスマップまたは VLAN フィルタ に関する情報を表示できます。VLAN マップ情報を表示するには、表 33-3 に記載された特権 EXEC コマンドを使用します。

表 33-3　VLAN マップ情報を表示するコマンド

コマンド	目的
show vlan access-map [*mapname*]	すべての VLAN アクセス マップまたは指定されたアクセス マップに関する情報を表示します。
show vlan filter [**access-map** *name* | **vlan** *vlan-id*]	すべての VLAN フィルタに関する情報、または指定された VLAN や VLAN アクセス マップに関する情報を表示します。

CHAPTER 34

QoS の設定

この章では、標準の Quality of Service（QoS）コマンドまたは自動 QoS（auto-QoS）コマンドを使用して Catalyst 3560 スイッチ上で QoS を設定する方法について説明します。QoS を使用すると、特定のトラフィックを他のトラフィック タイプよりも優先的に処理できます。QoS を使用しなかった場合、スイッチはパケットの内容やサイズに関係なく、各パケットにベストエフォート型のサービスを提供します。つまり、信頼性、遅延限界、スループットを保証せずにパケットを送信します。QoS は、物理ポートおよび Switch Virtual Interface（SVI; スイッチ仮想インターフェイス）に設定できます。ポリシー マップを適用するほかに、分類、キューイング、およびスケジューリングなどの QoS を同じ方法で物理ポートおよび SVI に設定します。物理ポートに QoS を設定した場合は、非階層型のポリシー マップをポートに適用します。SVI に QoS を設定すると、非階層型、または階層型のポリシー マップが適用されます。Catalyst 3750 Metro スイッチのマニュアルでは、非階層型のポリシー マップは非階層型単一レベルのポリシー マップと呼ばれ、階層型のポリシー マップは階層型デュアル レベルのポリシー マップと呼ばれます。

（注） この章で使用するコマンドの構文および使用方法の詳細については、このリリースのコマンド リファレンスを参照してください。

この章で説明する内容は、次のとおりです。

スイッチは、Modular QoS Command Line Interface（MQC; モジュラ QoS コマンドライン インターフェイス）コマンドの一部をサポートします。MQC コマンドの詳細については、次の URL にアクセスし「Modular Quality of Service Command-Line Interface Overview」を参照してください。
http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/12_2/qos/configuration/guide/qcfmcli2.html

QoS の概要

ネットワークは通常、ベストエフォート型の配信方式で動作します。したがって、すべてのトラフィックに等しいプライオリティが与えられ、正しいタイミングで配信される可能性も同じです。輻輳が発生した場合に、廃棄される可能性についても、すべてのトラフィックで同じです。

QoS 機能を設定すると、特定のネットワーク トラフィックを選択し、相対的な重要性に応じてそのトラフィックに優先度を指定し、輻輳管理および輻輳回避技術を使用して、優先処理を実行できます。ネットワークに QoS を実装すると、ネットワーク パフォーマンスがさらに予測しやすくなり、帯域幅をより効率的に利用できるようになります。

QoS は、Internet Engineering Task Force（IETF）の新しい規格である Differentiated Services（DiffServ）アーキテクチャに基づいて実装されます。このアーキテクチャでは、ネットワークに入るときに各パケットを分類することが規定されています。

この分類は IP パケット ヘッダーに格納され、推奨されない IP Type of Service（ToS; サービス タイプ）フィールドの 6 ビットを使用して、分類（クラス）情報として伝達されます。分類情報をレイヤ 2 フレームでも伝達できます。レイヤ 2 フレームまたはレイヤ 3 パケット内のこれらの特殊ビットについて説明します（図 34-1 を参照）。

- レイヤ 2 フレームのプライオリティ ビット

  レイヤ 2 の ISL（スイッチ間リンク）フレーム ヘッダーには、下位 3 ビットで IEEE 802.1p Class of Service（CoS; サービス クラス）値を伝達する 1 バイトのユーザ フィールドがあります。レイヤ 2 ISL トランクとして設定されたポートでは、すべてのトラフィックが ISL フレームに収められます。

  レイヤ 2 IEEE 802.1Q フレーム ヘッダーには、2 バイトのタグ制御情報フィールドがあり、上位 3 ビット（ユーザ プライオリティ ビット）で CoS 値が伝達されます。レイヤ 2 IEEE 802.1Q トランクとして設定されたポートでは、ネイティブ VLAN のトラフィックを除くすべてのトラフィックが IEEE 802.1Q フレームに収められます。

  他のフレーム タイプでレイヤ 2 CoS 値を伝達することはできません。

  レイヤ 2 CoS 値の範囲は、0（ロー プライオリティ）～ 7（ハイ プライオリティ）です。

- レイヤ 3 パケットのプライオリティ ビット

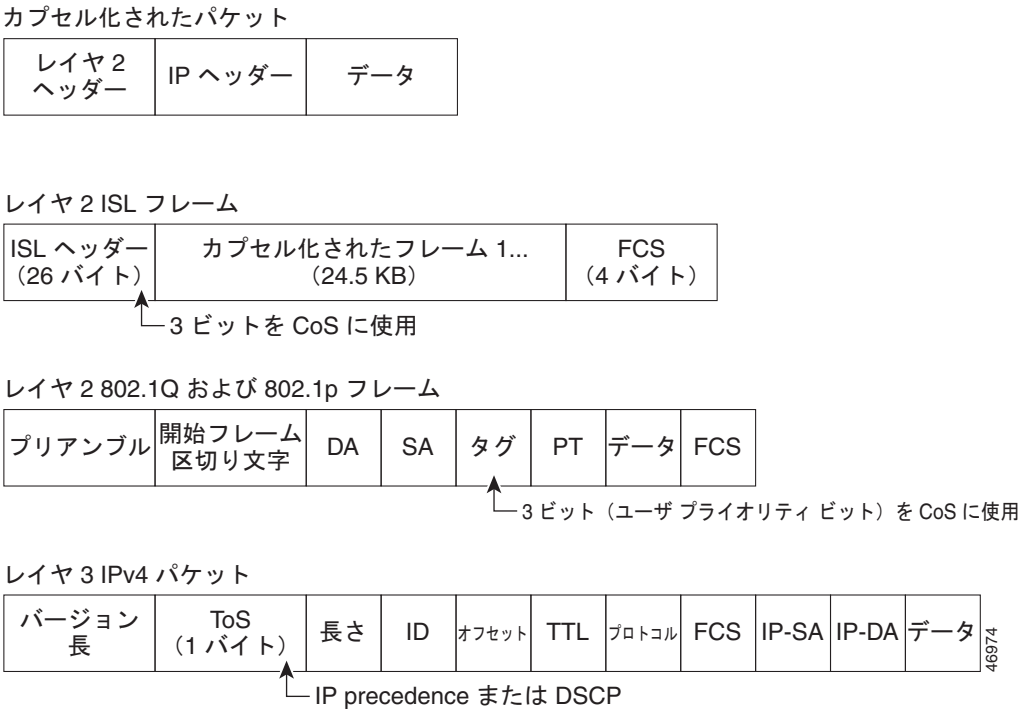
  レイヤ 3 IP パケットは、IP precedence 値または Differentiated Services Code Point（DSCP）値のいずれかを伝送できます。DSCP 値は IP precedence 値と下位互換性があるので、QoS ではどちらの値も使用できます。

  IP precedence 値の範囲は 0 ～ 7 です。

  DSCP 値の範囲は 0 ～ 63 です。

（注）Cisco IOS Release 12.2(52)SE 以降では、デュアル IPv4 と IPv6 のポート ベースの信頼状態と、IPv6 Switch Database Management（SDM; スイッチ データベース管理）テンプレートをサポートしています。IPv6 を実行するスイッチでは、デュアル IPv4 および IPv6 テンプレートを持つスイッチをリロードする必要があります。詳細については、第 7 章「SDM テンプレートの設定」を参照してください。

図 34-1　フレームおよびパケットにおける QoS 分類レイヤ



インターネットにアクセスするすべてのスイッチおよびルータはクラス情報に基づいて、同じクラス情報が与えられているパケットに対しては同じ扱いで転送を処理し、異なるクラス情報のパケットに対してはそれぞれ異なる扱いをします。パケットのクラス情報は、設定されているポリシー、パケットの詳細な検証、またはその両方に基づいて、エンド ホストが割り当てるか、または伝送中にスイッチまたはルータで割り当てることができます。パケットの詳細な検証は、コア スイッチおよびルータの負荷が重くならないように、ネットワークのエッジ付近で行います。

パス上のスイッチおよびルータは、クラス情報を使用して、個々のトラフィック クラスに割り当てるリソースの容量を制限できます。DiffServ アーキテクチャでトラフィックを処理するときの、各デバイスの動作をホップ単位動作といいます。パス上のすべてのデバイスに一貫性のあるホップ単位動作をさせることによって、エンドツーエンドの QoS ソリューションを構築できます。

ネットワーク上で QoS を実装する作業は、インターネットワーキング デバイスが提供する QoS 機能、ネットワークのトラフィック タイプおよびパターン、さらには着信および発信トラフィックに求める制御のきめ細かさによって、簡単にも複雑にもなります。

QoS の基本モデル

QoS を実装するには、スイッチ上でパケットまたはフローを相互に区別し（分類）、パケットがスイッチを通過するときに所定の QoS を指定するラベルを割り当て、設定されたリソース使用率制限にパケットを適合させ（ポリシングおよびマーキング）、リソース競合が発生する状況に応じて異なる処理（キューイングおよびスケジューリング）を行う必要があります。また、スイッチから送信されたトラフィックが特定のトラフィック プロファイルを満たすようにする必要もあります（シェーピング）。

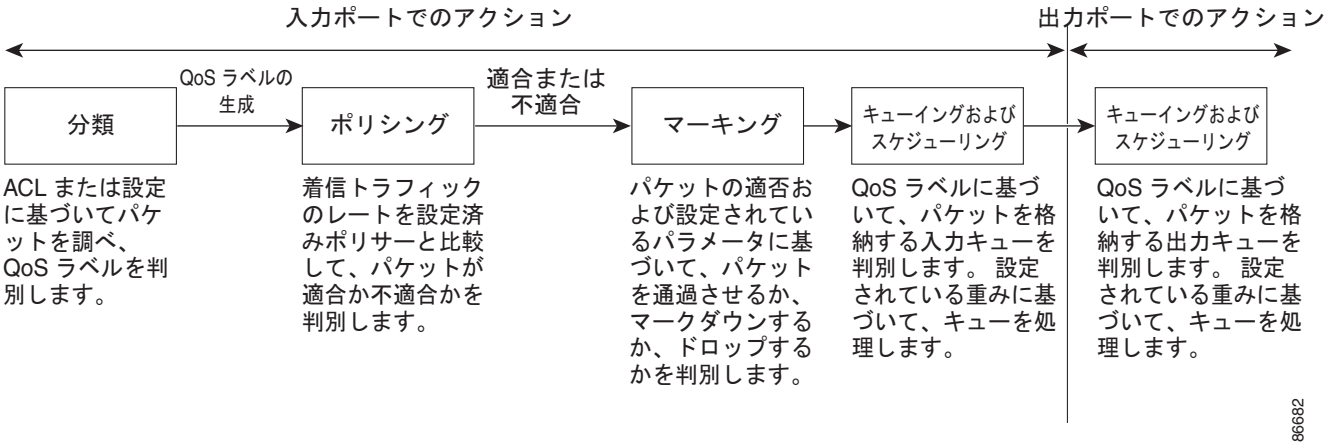
図 34-2 に、QoS の基本モデルを示します。入力ポートでのアクションには、トラフィックの分類、ポリシング、マーキング、キューイング、およびスケジューリングがあります。

- パケットと QoS ラベルを関連付けて、パケットごとに異なるパスを分類します。スイッチはパケット内の CoS または DSCP を QoS ラベルにマッピングして、トラフィックの種類を区別します。生成された QoS ラベルは、このパケットでこれ以降に実行されるすべての QoS アクションを識別します。詳細については、「分類」（P.34-5）を参照してください。
- ポリシングでは、着信トラフィックのレートを設定済みポリサーと比較して、パケットが適合か不適合かを判別します。ポリサーは、トラフィック フローで消費される帯域幅を制限します。その判別結果がマーカーに渡されます。詳細については、「ポリシングおよびマーキング」（P.34-9）を参照してください。
- マーキングでは、パケットが不適合の場合の対処法に関して、ポリサーおよび設定情報を検討し、パケットの扱い（パケットを変更しないで通過させるか、パケットの QoS ラベルをマークダウンするか、またはパケットをドロップするか）を決定します。詳細については、「ポリシングおよびマーキング」（P.34-9）を参照してください。
- キューイングでは、QoS ラベルおよび対応する DSCP または CoS 値を評価して、パケットを 2 つの入力キューのどちらに格納するかを選択します。キューイングは、輻輳回避メカニズムである Weighted Tail-Drop（WTD）アルゴリズムによって拡張されます。しきい値を超過している場合、パケットはドロップされます。詳細については、「キューイングおよびスケジューリングの概要」（P.34-14）を参照してください。
- スケジューリングでは、設定されている Shaped Round Robin（SRR）の重みに基づいて、キューを処理します。入力キューの 1 つがプライオリティ キューです。共有が設定されている場合、SRR はプライオリティ キューを処理してから他のキューを処理します。詳細については、「SRR のシェーピングおよび共有」（P.34-15）を参照してください。

出力ポートでのアクションには、キューイングおよびスケジューリングがあります。

- 4 つの出力キューのどれを使用するかを選択する前に、キューイングでは、QoS パケット ラベルおよび対応する DSCP または CoS 値を評価します。複数の入力ポートが 1 つの出力ポートに同時にデータを送信すると輻輳が発生することがあるため、WTD を使用してトラフィック クラスを区別し、QoS ラベルに基づいてパケットに別々のしきい値を適用します。しきい値を超過している場合、パケットはドロップされます。詳細については、「キューイングおよびスケジューリングの概要」（P.34-14）を参照してください。
- スケジューリングでは、設定されている SRR の共有重みまたはシェーピング重みに基づいて、4 つの出力キューを処理します。キューの 1 つ（キュー 1）は、他のキューの処理前に空になるまで処理される緊急キューにできます。

図 34-2　QoS の基本モデル



分類

分類とは、パケットのフィールドを検証して、トラフィックの種類を区別するプロセスです。QoS がスイッチ上でグローバルにイネーブルになっている場合だけ、分類はイネーブルです。デフォルトでは、QoS はグローバルにディセーブルになっているため、分類は実行されません。

分類中に、スイッチは検索処理を実行し、パケットに QoS ラベルを割り当てます。QoS ラベルは、パケットに対して実行するすべての QoS アクション、およびパケットの送信元キューを識別します。

QoS ラベルは、パケット内の DSCP または CoS 値に基づいて、パケットに実行されるキューイングおよびスケジューリング アクションを決定します。QoS ラベルは信頼設定およびパケット タイプに従ってマッピングされます（図 34-3（P.34-7）を参照）。

着信トラフィックの分類に、フレームまたはパケットのどのフィールドを使用するかは、ユーザ側で指定します。非 IP トラフィックには、次の分類オプションを使用できます（図 34-3 を参照）。

- 着信フレームの CoS 値を信頼します（ポートが CoS を信頼するように設定します）。次に、設定可能な CoS/DSCP マップを使用して、パケットの DSCP 値を生成します。レイヤ 2 の ISL フレーム ヘッダーは、1 バイトのユーザ フィールドの下位 3 ビットで CoS 値を伝達します。レイヤ 2 IEEE 802.1Q フレームのヘッダーは、タグ制御情報フィールドの上位 3 ビットで CoS 値を伝達します。CoS 値の範囲は、0（ロー プライオリティ）～ 7（ハイ プライオリティ）です。
- 着信フレームの DSCP または IP precedence 値を信頼します。これらの設定は、非 IP トラフィックの場合は無意味です。これらのいずれかの方法で設定されているポートに非 IP トラフィックが着信した場合は、CoS 値が割り当てられ、CoS/DSCP マップから内部 DSCP 値が生成されます。スイッチは内部 DSCP 値を使用して、トラフィックのプライオリティを表示する CoS 値を生成します。
- 設定されたレイヤ 2 の MAC（メディア アクセス コントロール）Access Control List（ACL; アクセス コントロール リスト）に基づいて分類を実行します。レイヤ 2 の MAC ACL は、MAC 送信元アドレス、MAC 宛先アドレス、およびその他のフィールドを調べることができます。ACL が設定されていない場合、パケットには DSCP および CoS 値として 0 が割り当てられ、トラフィックがベストエフォート型であることを意味します。ACL が設定されている場合は、ポリシーマップ アクションによって、着信フレームに割り当てられる DSCP または CoS 値が指定されます。

IP トラフィックには、次の分類オプションを使用できます（図 34-3 を参照）。

- 着信パケットの DSCP 値を信頼し（DSCP を信頼するようにポートを設定し）、同じ DSCP 値をパケットに割り当てます。IETF は、1 バイトの ToS フィールドの上位 6 ビットを DSCP として定義しています。特定の DSCP 値が表すプライオリティは、設定可能です。DSCP 値の範囲は 0 ～ 63 です。

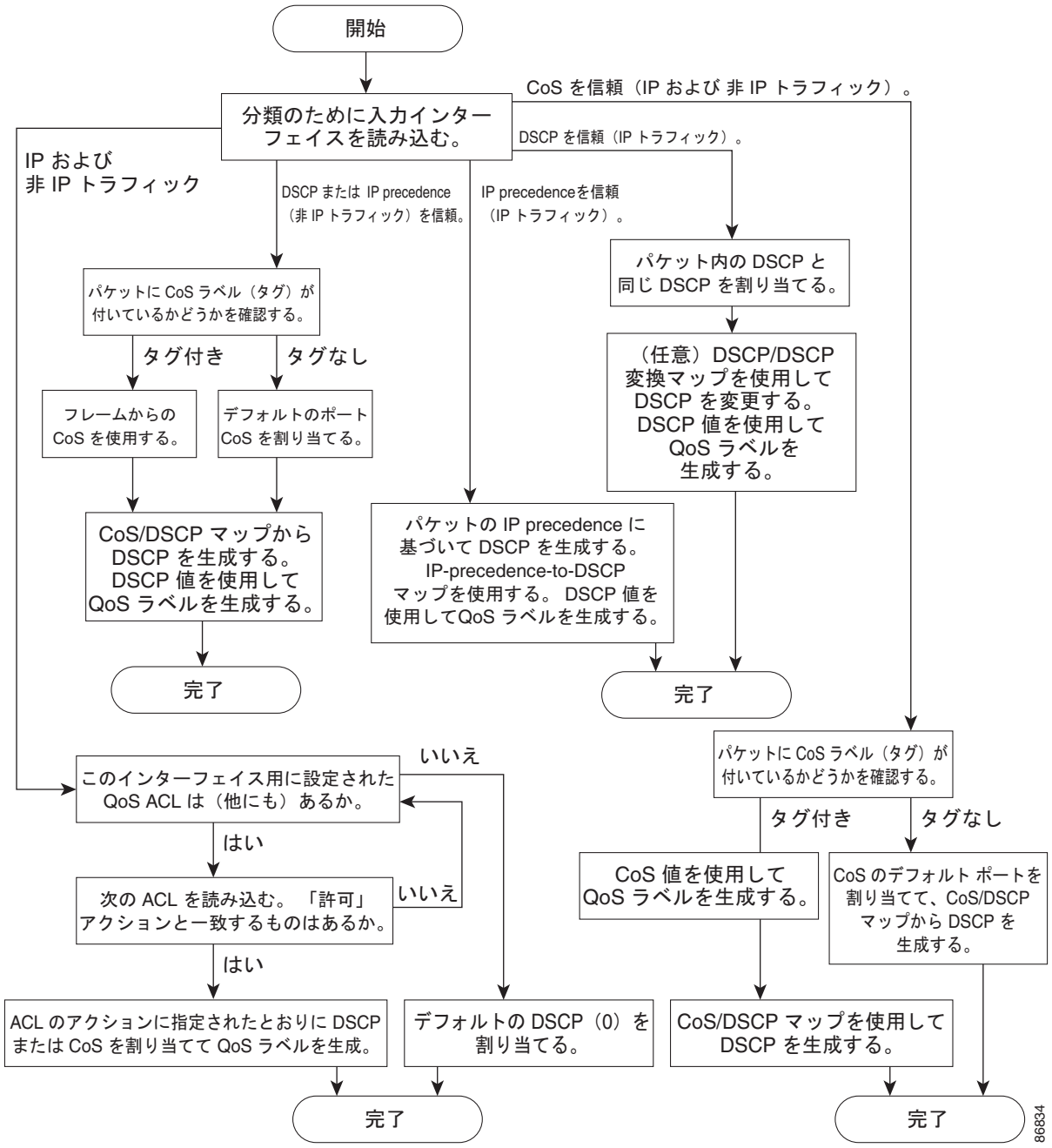
  2 つの QoS 管理ドメインの境界上にあるポートの場合は、設定可能な DSCP/DSCP 変換マップを使用して、DSCP を別の値に変更できます。

- 着信パケットの IP precedence 値を信頼し（IP precedence を信頼するようにポートを設定し）、設定可能な IP precedence/DSCP マップを使用してパケットの DSCP 値を生成します。IP バージョン 4 仕様では、1 バイトの ToS フィールドの上位 3 ビットが IP precedence として定義されています。IP precedence 値の範囲は 0（ロー プライオリティ）～ 7（ハイ プライオリティ）です。
- 着信パケットに CoS 値がある場合には、その CoS 値を信頼し、CoS/DSCP マップを使用してパケットの DSCP 値を生成します。CoS 値が存在しない場合は、デフォルトのポート CoS 値を使用します。
- 設定された IP 標準 ACL または IP 拡張 ACL（IP ヘッダーの各フィールドを調べる）に基づいて、分類を実行します。ACL が設定されていない場合、パケットには DSCP および CoS 値として 0 が割り当てられ、トラフィックがベストエフォート型であることを意味します。ACL が設定されている場合は、ポリシーマップ アクションによって、着信フレームに割り当てられる DSCP または CoS 値が指定されます。

ここで説明されているマップの詳細については、「マッピング テーブル」（P.34-13）を参照してください。ポートの信頼状態の設定情報については、「ポートの信頼状態による分類の設定」（P.34-42）を参照してください。

分類されたパケットは、ポリシング、マーキング、および入力キューイングとスケジューリングの各段階に送られます。

図 34-3　分類フローチャート



QoS ACL に基づく分類

IP 標準 ACL、IP 拡張 ACL、またはレイヤ 2 MAC ACL を使用すると、同じ特性を備えたパケット グループ（クラス）を定義できます。QoS のコンテキストでは、Access Control Entry（ACE; アクセス コントロール エントリ）の許可および拒否アクションの意味が、セキュリティ ACL の場合とは異なります。

- 許可アクションとの一致が検出されると（最初の一致の原則）、指定の QoS 関連アクションが実行されます。
- 拒否アクションと一致した場合は、処理中の ACL がスキップされ、次の ACL が処理されます。
- 許可アクションとの一致が検出されないまま、すべての ACE の検証が終了した場合、そのパケットでは QoS 処理は実行されず、ベストエフォート型サービスが実行されます。
- ポートに複数の ACL が設定されている場合に、許可アクションを含む最初の ACL とパケットの一致が見つかると、それ以降の検索処理は中止され、QoS 処理が開始されます。

（注）アクセス リストを作成するときは、アクセス リストの末尾に暗黙の拒否ステートメントがデフォルトで存在し、それ以前のステートメントで一致が見つからなかったすべてのパケットに適用されることに注意してください。

ACL でトラフィック クラスを定義した後で、そのトラフィック クラスにポリシーを結合できます。ポリシーにはそれぞれにアクションを指定した複数のクラスを含めることができます。ポリシーには、特定の集約としてクラスを分類する（DSCP を割り当てるなど）コマンドまたはクラスのレート制限を実施するコマンドを含めることができます。このポリシーを特定のポートに結合すると、そのポートでポリシーが有効になります。

IP ACL を実装して IP トラフィックを分類する場合は、**access-list** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。レイヤ 2 MAC ACL を実装して非 IP トラフィックを分類する場合は、**mac access-list extended** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。設定情報については、「QoS ポリシーの設定」（P.34-49）を参照してください。

クラス マップおよびポリシー マップに基づく分類

クラス マップは、特定のトラフィック フロー（またはクラス）に名前を付けて、他のすべてのトラフィックと区別するためのメカニズムです。クラス マップでは、さらに細かく分類するために、特定のトラフィック フローと照合する条件を定義します。この条件には、ACL で定義されたアクセス グループとの照合、または DSCP 値や IP precedence 値の特定のリストとの照合を含めることができます。複数のトラフィック タイプを分類する場合は、別のクラス マップを作成し、異なる名前を使用できます。パケットをクラス マップ条件と照合した後で、ポリシー マップを使用してさらに分類します。

ポリシー マップでは、作用対象のトラフィック クラスを指定します。トラフィック クラスの CoS、DSCP、または IP precedence 値を信頼するアクションや、トラフィック クラスに特定の DSCP または IP precedence 値を設定するアクション、またはトラフィック帯域幅の制限やトラフィックが不適合な場合の対処法を指定するアクションなどを指定できます。ポリシー マップを効率的に機能させるには、ポートにポリシー マップを結合しなければなりません。

クラス マップを作成するには、**class-map** グローバル コンフィギュレーション コマンドまたは **class** ポリシー マップ コンフィギュレーション コマンドを使用します。多数のポート間でマップを共有する場合には、**class-map** コマンドを使用する必要があります。**class-map** コマンドを入力すると、クラス マップ コンフィギュレーション モードが開始されます。このモードで、**match** クラス マップ コンフィギュレーション コマンドを使用して、トラフィックの一致条件を定義します。

デフォルト クラスは、**class class-default** ポリシーマップ コンフィギュレーション コマンドを使用して設定できます。未分類トラフィック（トラフィック クラスで指定された一致基準に一致しないトラフィック）は、デフォルト トラフィックとして処理されます。

ポリシー マップは、**policy-map** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用して作成し、名前を付けます。このコマンドを入力すると、ポリシー マップ コンフィギュレーション モードが開始されます。このモードでは、**class**、**trust**、または **set** ポリシー マップ コンフィギュレーション コマンドおよびポリシー マップ クラス コンフィギュレーション コマンドを使用して、特定のトラフィック クラスに対して実行するアクションを指定します。

ポリシー マップには、ポリサー、トラフィックの帯域幅限度、および限度を超えた場合のアクションを定義する **police** および **police aggregate** ポリシー マップ クラス コンフィギュレーション コマンドを含めることもできます。

ポリシー マップをイネーブルにするには、**service-policy** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用してポートにマップを結合します。

物理ポートまたは SVI に対しても非階層型のポリシー マップを適用できます。ただし、階層型のポリシー マップに関しては、SVI に対してだけしか適用できません。階層型のポリシー マップには 2 つのレベルがあります。1 番めは VLAN レベルで、SVI のトラフィック フローに対して実行するアクションを指定します。2 番めはインターフェイス レベルで、SVI の物理ポートのトラフィックに対して実行するアクションを指定します。インターフェイス レベルのアクションはインターフェイス レベルのポリシー マップで指定されます。

詳細については、「ポリシングおよびマーキング」（P.34-9）を参照してください。設定情報については、「QoS ポリシーの設定」（P.34-49）を参照してください。

ポリシングおよびマーキング

パケットを分類して、DSCP ベースまたは CoS ベースの QoS ラベルを割り当てた後で、ポリシングおよびマーキング プロセスを開始できます（図 34-4 を参照）。

ポリシングには、トラフィックの帯域幅限度を指定するポリサーの作成が伴います。制限を超えるパケットは、「*不適合*」になります。各ポリサーはパケットごとに、パケットが適合か不適合かを判別し、パケットに対するアクションを指定します。これらのアクションはマーカーによって実行されます。パケットを変更しないで通過させるアクション、パケットをドロップするアクション、またはパケットに割り当てられた DSCP 値を変更（マークダウン）してパケットの通過を許可するアクションなどがあります。設定可能なポリシング済み DSCP マップを使用すると、パケットに新しい DSCP ベース QoS ラベルが設定されます。ポリシング済み DSCP マップの詳細については、「マッピング テーブル」（P.34-13）を参照してください。マークダウンされたパケットは、元の QoS ラベルと同じキューを使用して、フロー内のパケットの順番が崩れないようにします。

（注） すべてのトラフィックは、ブリッジングされるかルーティングされるかに関係なく、ポリサーの影響を受けます（ポリサーが設定されている場合）。その結果、ブリッジングされたパケットは、ポリシングまたはマーキングが行われたときにドロップされたり、DSCP または CoS フィールドが変更されたりすることがあります。

物理ポートまたは SVI でポリシング（個別のポリサーまたは集約ポリサー）を設定できます。物理ポートでは、信頼状態を設定したり、パケットに対して新規に DSCP または IP precedence 値を設定したり、個別にまたは集約的にポリサーを定義できます。物理ポートのポリシング設定の詳細については、「物理ポートのポリシング」（P.34-10）を参照してください。SVI にポリシー マップを設定する場合、階層型のポリシー マップを作成して、ポリシー マップの 2 番めのインターフェイス レベルにだけ個別にポリサーを定義します。詳細については、「SVI のポリシング」（P.34-11）を参照してください。

ポリシー マップおよびポリシング アクションを設定した後で、**service-policy** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用して、入力ポートまたは SVI にポリシーを統合します。設定情報については、「ポリシー マップによる物理ポートのトラフィックの分類、ポリシング、およびマーキング」（P.34-55）、「階層型ポリシー マップによる SVI のトラフィックの分類、ポリシング、およびマーキング」（P.34-60）、および「集約ポリサーによるトラフィックの分類、ポリシング、およびマーキング」（P.34-67）を参照してください。

物理ポートのポリシング

物理ポートのポリシー マップでは、次のポリサー タイプを作成できます。

- Individual：QoS はポリサーに指定された帯域幅限度を、一致したトラフィック クラスごとに別々に適用します。このタイプのポリサーは、**police** ポリシー マップ クラス コンフィギュレーション コマンドを使用して、ポリシー マップの中で設定します。
- Aggregate：QoS はポリサーで指定された帯域幅限度を、一致したすべてのトラフィック フローに累積的に適用します。このタイプのポリサーは、**police aggregate** ポリシー マップ クラス コンフィギュレーション コマンドを使用して、ポリシー マップ内で集約ポリサー名を指定することにより設定します。ポリサーの帯域幅限度を指定するには、**mls qos aggregate-policer** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。このようにして、集約ポリサーはポリシー マップ内にある複数のトラフィック クラスで共有されます。

（注）　SVI には個別のポリサーだけを設定できます。

ポリシングは、トークン バケット アルゴリズムを使用します。各フレームがスイッチに着信すると、バケットにトークンが追加されます。バケットにはホールがあり、平均トラフィック レートとして指定されたレート（ビット/秒）で送信されます。バケットにトークンが追加されるたびに、スイッチは、バケット内に十分なスペースがあるかを確認します。十分なスペースがなければ、パケットは不適合とマーキングされ、指定されたポリサー アクション（ドロップまたはマークダウン）が実行されます。

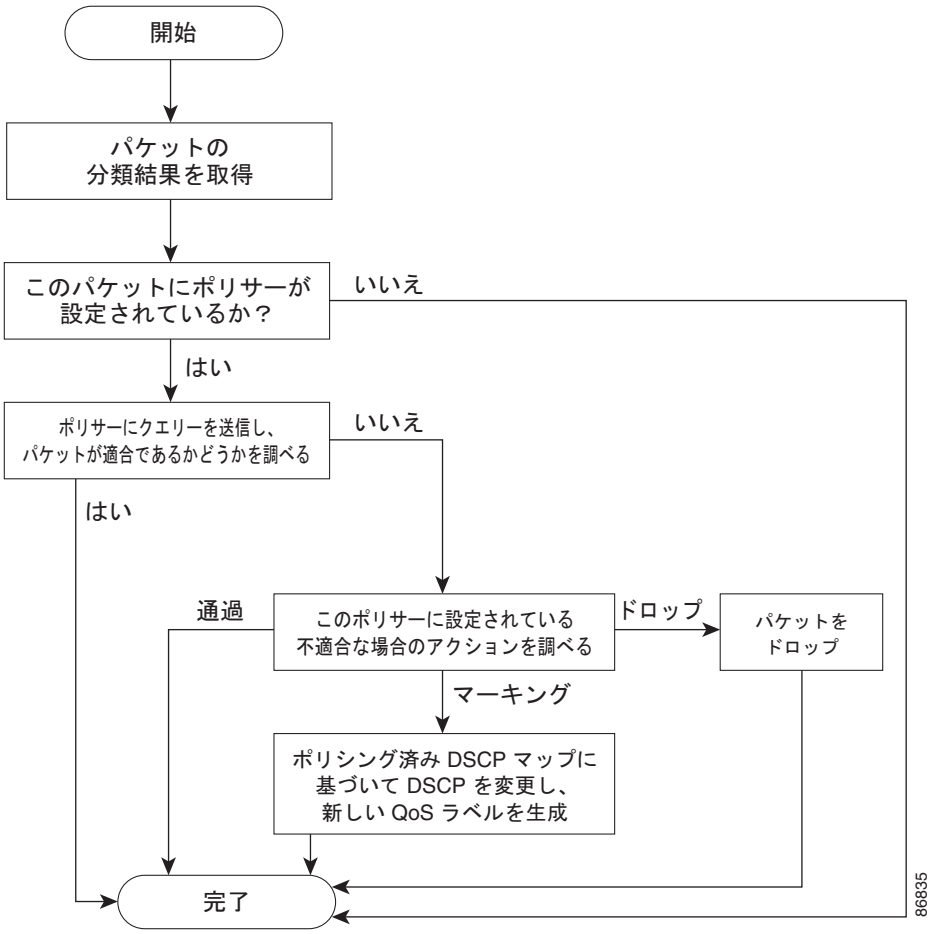
バケットが満たされる速度は、バケット深度（burst-byte）、トークンが削除されるレート（rate-bps）、および平均レートを上回るバースト期間によって決まります。バケットのサイズによってバースト長に上限が設定され、バックツーバックで送信できるフレーム数が制限されます。バースト期間が短い場合、バケットはオーバーフローせず、トラフィック フローに何のアクションも実行されません。ただし、バースト期間が長く、レートが高い場合、バケットはオーバーフローし、そのバーストのフレームに対してポリシング アクションが実行されます。

バケット深度（バケットがオーバーフローするまでに許容される最大バースト）を設定するには、*police* ポリシーマップ クラス コンフィギュレーション コマンドまたは **mls qos aggregate-policer** グローバル コンフィギュレーション コマンドの **burst-byte** オプションを使用します。トークンがバケットから削除されるレート（平均レート）を設定するには、*police* ポリシーマップ クラス コンフィギュレーション コマンドまたは **mls qos aggregate-policer** グローバル コンフィギュレーション コマンドの **rate-bps** オプションを使用します。

図 34-4 に、ポリシングおよびマーキング プロセスを示します。次のタイプのポリシー マップを設定できます。

- 物理ポートの非階層型ポリシー マップ
- SVI に適用されたインターフェイス レベルの階層型ポリシー マップ。物理ポートは、このセカンダリ ポリシー マップに指定します。

図 34-4　物理ポートのポリシングおよびマーキング フローチャート



SVI のポリシング

（注）　SVI に個別のポリサーで階層型のポリシー マップを設定する前に、SVI の物理ポートに対して VLAN ベースの QoS をイネーブルにする必要があります。ポリシー マップが SVI に適用されますが、個々のポリサーは、階層型のポリシー マップの 2 番めのインターフェイス レベルで指定した物理ポートのトラフィックに対してだけ影響します。

階層型のポリシー マップには 2 つのレベルがあります。1 番めは VLAN レベルで、SVI のトラフィック フローに対して実行するアクションを指定します。2 番めはインターフェイス レベルで、SVI の物理ポートのトラフィックに対して実行するアクションを指定します（インターフェイス レベルのポリシー マップで指定されます）。

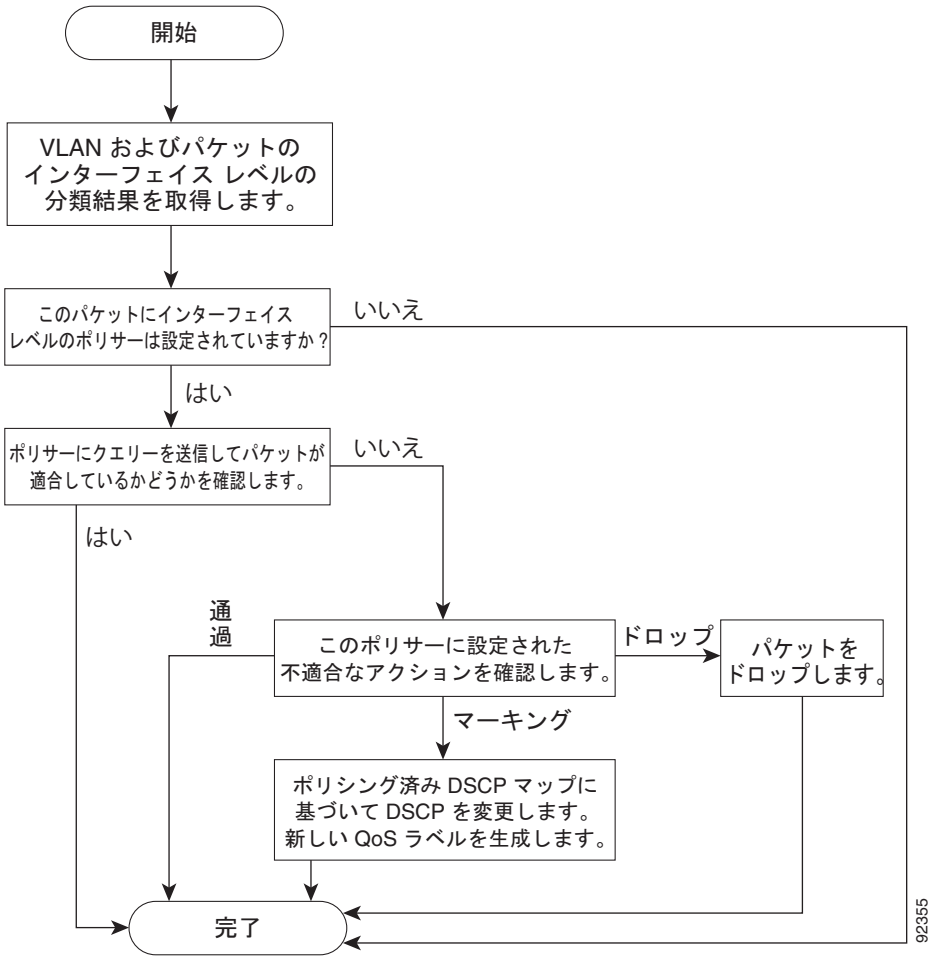
SVI にポリシングを設定する場合、次の 2 つのレベルの階層型ポリシー マップを作成および設定できます。

- VLAN レベル - クラス マップおよびポートの信頼状態を指定するクラスを設定することで、またはパケットに新規に DSCP や IP precedence 値を設定することでプライマリ レベルを作成します。VLAN レベルのポリシー マップは SVI の VLAN に対してだけ適用可能で、ポリサーはサポートしません。
- インターフェイス レベル - クラス マップおよび SVI の物理ポートに個別にポリサーを指定するクラスを設定することで、セカンダリ レベルを作成します。インターフェイス レベルのポリシー マップは個別のポリサーだけサポートし、集約ポリサーをサポートしません。VLAN レベルのポリシー マップで定義されたクラスごとに、異なるインターフェイス レベル ポリシー マップを設定できます。

階層型のポリシー マップの例は、「階層型ポリシー マップによる SVI のトラフィックの分類、ポリシング、およびマーキング」（P.34-60）を参照してください。

図 34-5 に、SVI に階層型のポリシー マップが設定されている場合のポリシングおよびマーキングのプロセスを示します。

図 34-5　SVI のポリシングおよびマーキング フローチャート



マッピング テーブル

QoS を処理している間、すべてのトラフィック（非 IP トラフィックを含む）のプライオリティは、分類段階で取得された DSCP または CoS 値に基づいて、QoS ラベルで表されます。

- 分類中に、QoS は設定可能なマッピング テーブルを使用して、受信された CoS、DSCP、または IP precedence 値から対応する DSCP または CoS 値を取得します。これらのマップには、CoS/DSCP マップや IP precedence/DSCP マップなどがあります。これらのマップを設定するには、**mls qos map cos-dscp** および **mls qos map ip-prec-dscp** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

  DSCP 信頼状態で設定された入力ポートの DSCP 値が QoS ドメイン間で異なる場合は、2 つの QoS ドメイン間の境界にあるポートに、設定可能な DSCP/DSCP 変換マップを適用できます。このマップを設定するには、**mls qos map dscp-mutation** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

- ポリシング中に、QoS は IP パケットまたは非 IP パケットに別の DSCP 値を割り当てることができます（パケットが不適合で、マークダウン値がポリサーによって指定されている場合）。この設定可能なマップは、ポリシング済み DSCP マップといいます。このマップを設定するには、**mls qos map policed-dscp** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

- トラフィックがスケジューリング段階に達する前に、QoS は QoS ラベルに従って、入力および出力キューにパケットを格納します。QoS ラベルはパケット内の DSCP または CoS 値に基づいており、DSCP 入力/出力キューしきい値マップまたは CoS 入力/出力キューしきい値マップを使用してキューを選択します。また、QoS ラベルによって入力/出力キューだけでなく、WTD しきい値も特定されます。これらのマップを設定するには、**mls qos srr-queue {input | output} dscp-map** および **mls qos srr-queue {input | output} cos-map** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

CoS/DSCP、DSCP/CoS、および IP precedence/DSCP マップのデフォルト値は、使用しているネットワークに適する場合と適さない場合があります。

デフォルトの DSCP/DSCP 変換マップおよびデフォルトのポリシング済み DSCP マップは、空のマップです。これらのマップでは、着信した DSCP 値が同じ DSCP 値にマッピングされます。DSCP/DSCP 変換マップは、特定のポートに適用できる唯一のマップです。その他のすべてのマップはスイッチ全体に適用されます。

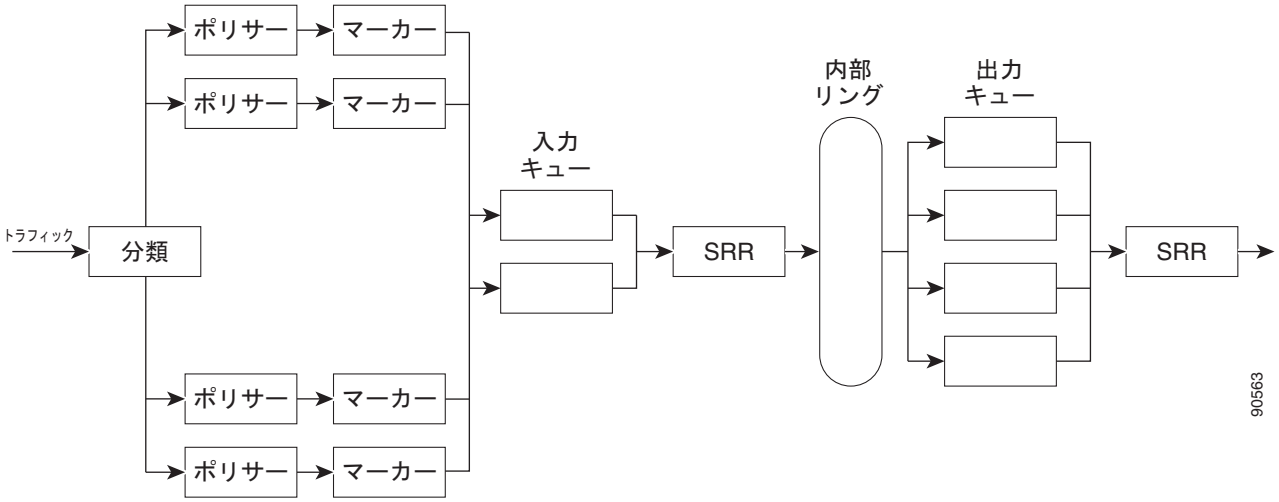
設定情報については、「DSCP マップの設定」（P.34-69）を参照してください。

DSCP および CoS 入力キューしきい値マップの詳細については、「入力キューでのキューイングおよびスケジューリング」（P.34-16）を参照してください。DSCP および CoS 出力キューしきい値マップの詳細については、「出力キューでのキューイングおよびスケジューリング」（P.34-17）を参照してください。

キューイングおよびスケジューリングの概要

スイッチは特定のポイントにキューを配置し、輻輳防止に役立てます（図 34-6 を参照）。

図 34-6　入力および出力キューの位置



すべてのポートの入力帯域幅の合計が内部リングの帯域幅を超えることがあるため、入力キューはパケットの分類、ポリシング、およびマーキングの後、パケットがスイッチ ファブリックに転送される前の位置に配置されています。複数の入力ポートから 1 つの出力ポートに同時にパケットが送信されて、輻輳が発生することがあるため、出力キューは内部リングの後に配置されています。

WTD

入力および出力キューは両方とも、WTD と呼ばれるテールドロップ輻輳回避メカニズムの拡張バージョンを使用します。WTD はキュー長を管理したり、トラフィック分類ごとに廃棄優先順位を設定したりするために実装されています。

フレームが特定のキューにキューイングされると、WTD はフレームに割り当てられた QoS ラベルを使用して、それぞれ異なるしきい値を適用します。この QoS ラベルのしきい値を超えると（宛先キューの空きスペースがフレーム サイズより小さくなると）、フレームは廃棄されます。

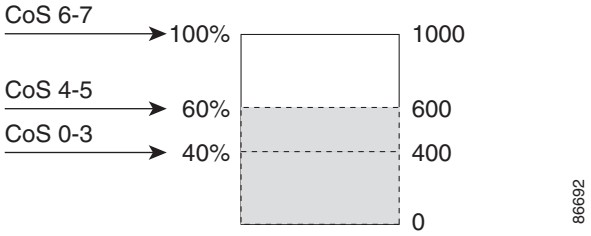
各キューには 3 つのしきい値があります。QoS ラベルは 3 つのしきい値のどれがフレームの対象となるかを決定します。3 つのしきい値のうち 2 つが設定可能（明示的）であり 1 つが設定可能ではありません（暗黙的）。

図 34-7 に、サイズが 1000 フレームであるキューでの WTD の動作例を示します。廃棄割合は、40%（400 フレーム）、60%（600 フレーム）、および 100%（1000 フレーム）と設定されています。これらのパーセンテージは、40% しきい値の場合は最大 400 フレーム、60% しきい値の場合は最大 600 フレーム、100% しきい値の場合は最大 1000 フレームをキューイングできるという意味です。

この例では、CoS 値 6 および 7 は他の CoS 値よりも重要度が高く、100% ドロップしきい値に割り当てられます（キューフル ステート）。CoS 値 4 および 5 は 60% しきい値に、CoS 値 0 ～ 3 は 40% しきい値に割り当てられます。

600 個のフレームが格納されているキューに、新しいフレームが着信したとします。このフレームの CoS 値は 4 および 5 で、60% のしきい値が適用されます。このフレームがキューに追加されると、しきい値を超過するため、フレームは廃棄されます。

図 34-7　WTD およびキューの動作



詳細については、「入力キューへの DSCP または CoS 値のマッピングおよび WTD しきい値の設定」（P.34-75）、「出力キューセットに対するバッファ スペースの割り当ておよび WTD しきい値の設定」（P.34-79）、および「出力キューおよび ID への DSCP または CoS 値のマッピング」（P.34-81）を参照してください。

SRR のシェーピングおよび共有

入力および出力の両方のキューは SRR で処理され、SRR によってパケットの送信レートが制御されます。入力キューでは、SRR によってパケットが内部リングに送信されます。出力キューでは、SRR によってパケットが出力ポートに送信されます。

出力キューでは、SRR を共有またはシェーピング用に設定できます。ただし、入力キューでは共有がデフォルト モードであり、これ以外のモードはサポートされていません。

シェーピング モードでは、出力キューの帯域幅割合が保証され、この値にレートが制限されます。シェーピングされたトラフィックの場合は、リンクがアイドルの場合も、割り当てを超える帯域幅は使用されません。シェーピングを使用すると、時間あたりのトラフィック フローがより均一になり、バースト トラフィックの最高時と最低時を削減します。シェーピングの場合は、各重みの絶対値を使用して、キューに使用可能な帯域幅が計算されます。

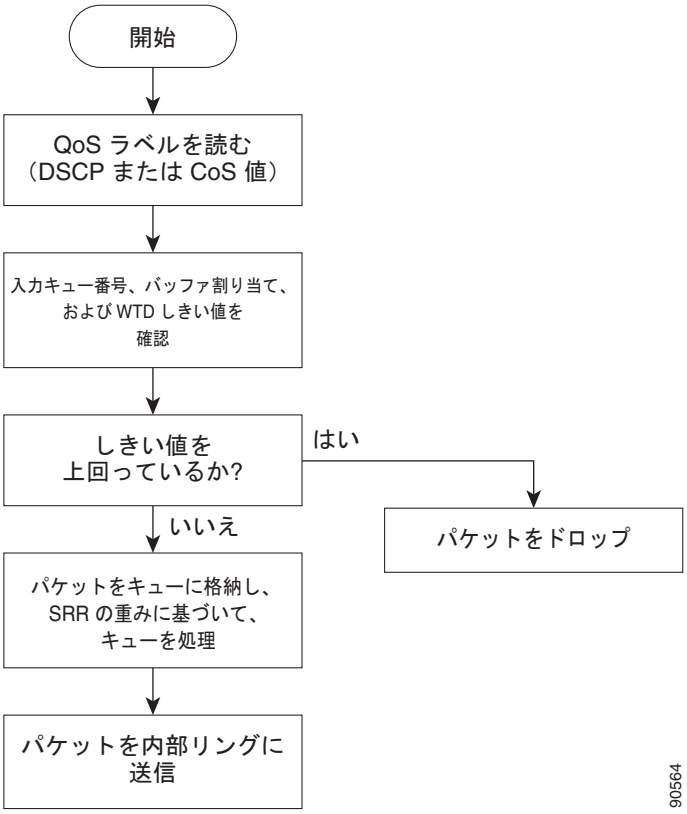
共有モードでは、各キューは設定された重みに従って帯域幅を共有します。帯域幅に対してはこのレベルが保証されますが、このレベルに限定されるわけではありません。たとえば、特定のキューが空であり、リンクを共有する必要がない場合、残りのキューは未使用の帯域幅を使用して、共有できます。共有の場合、キューからパケットを取り出す頻度は重みの比率によって制御されます。重みの絶対値は関係ありません。シェーピングおよび共有はインターフェイス単位で設定されます。各インターフェイスを一意に設定できます。

詳細については、「入力キュー間の帯域幅の割り当て」（P.34-77）、「出力キューでの SRR シェーピング重みの設定」（P.34-83）、および「出力キューでの SRR 共有重みの設定」（P.34-84）を参照してください。

入力キューでのキューイングおよびスケジューリング

図 34-8 に、入力ポートのキューイングおよびスケジューリング フローチャートを示します。

図 34-8　入力ポートのキューイングおよびスケジューリング フローチャート



（注）　共有が設定されている場合、SRR はプライオリティ キューを処理してから、他のキューを処理します。

スイッチは、共有モードの SRR によってだけ処理される、設定可能な入力キューを 2 つサポートしています。表 34-1 にこれらのキューの説明を示します。

表 34-1　入力キューのタイプ

キュー タイプ[1]	機能
標準	標準プライオリティと見なされるユーザ トラフィック。各フローを区別するために、3 つの異なるしきい値を設定できます。**mls qos srr-queue input threshold**、**mls qos srr-queue input dscp-map**、および **mls qos srr-queue input cos-map** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用できます。
緊急	Differentiated Services（DF）緊急転送または音声トラフィックなどのハイプライオリティ ユーザ トラフィック。このトラフィックに必要な帯域幅は、**mls qos srr-queue input priority-queue** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用して、合計トラフィックの割合として設定できます。緊急キューには帯域幅が保証されています。

1. スイッチでは、設定不可能なトラフィック用キューが 2 つ使用されます。これらのキューは、ネットワークを適切に動作させるために重要です。

キューおよびしきい値にスイッチを通過する各パケットを割り当てます。特に、入力キューには DSCP または CoS 値、しきい値 ID には DSCP または CoS 値をそれぞれマッピングします。**mls qos srr-queue input dscp-map queue** *queue-id* {*dscp1...dscp8* | **threshold** *threshold-id dscp1...dscp8*} または **mls qos srr-queue input cos-map queue** *queue-id* {*cos1...cos8* | **threshold** *threshold-id cos1...cos8*} グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。DSCP 入力キューしきい値マップおよび CoS 入力キューしきい値マップを表示するには、**show mls qos maps** 特権 EXEC コマンドを使用します。

WTD しきい値

キューは WTD を使用して、トラフィック クラスごとに異なる廃棄割合をサポートします。各キューには 3 つのドロップしきい値があります。そのうちの 2 つは設定可能（*明示的*）な WTD しきい値で、もう 1 つはキューフル ステートに設定済みの設定不可能（*暗示的*）なしきい値です。入力キューに 2 つの明示的 WTD しきい値の割合（しきい値 ID 1 および ID 2 用）を割り当てるには、**mls qos srr-queue input threshold** *queue-id threshold-percentage1 threshold-percentage2* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。各しきい値は、キューに割り当てられたバッファの合計値に対する割合です。しきい値 ID 3 のドロップしきい値は、キューフル ステートに設定済みで、変更できません。WTD の仕組みの詳細については、「WTD」（P.34-14）を参照してください。

バッファおよび帯域幅の割り当て

2 つのキュー間の入力バッファを分割する比率を定義する（スペース量を割り当てる）には、**mls qos srr-queue input buffers** *percentage1 percentage2* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。バッファ割り当てと帯域幅割り当てを組み合わせることにより、パケットがドロップされる前にバッファに格納して送信できるデータ量が制御されます。帯域幅を割合として割り当てるには、**mls qos srr-queue input bandwidth** *weight1 weight2* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。重みの比率は、SRR スケジューラが各キューからパケットを送信する頻度の比率です。

プライオリティ キューイング

特定の入力キューをプライオリティ キューとして設定するには、**mls qos srr-queue input priority-queue** *queue-id* **bandwidth** *weight* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。プライオリティ キューは内部リングの負荷にかかわらず帯域幅の一部が保証されているため、確実な配信を必要とするトラフィック（音声など）に使用する必要があります。

SRR は **mls qos srr-queue input priority-queue** *queue-id* **bandwidth** *weight* グローバル コンフィギュレーション コマンドの **bandwidth** キーワードで指定された設定済みの重みに従って、プライオリティ キューを処理します。次に、SRR は **mls qos srr-queue input bandwidth** *weight1 weight2* グローバル コンフィギュレーション コマンドによって設定された重みに従い、残りの帯域幅を両方の入力キューと共有し、キューを処理します。

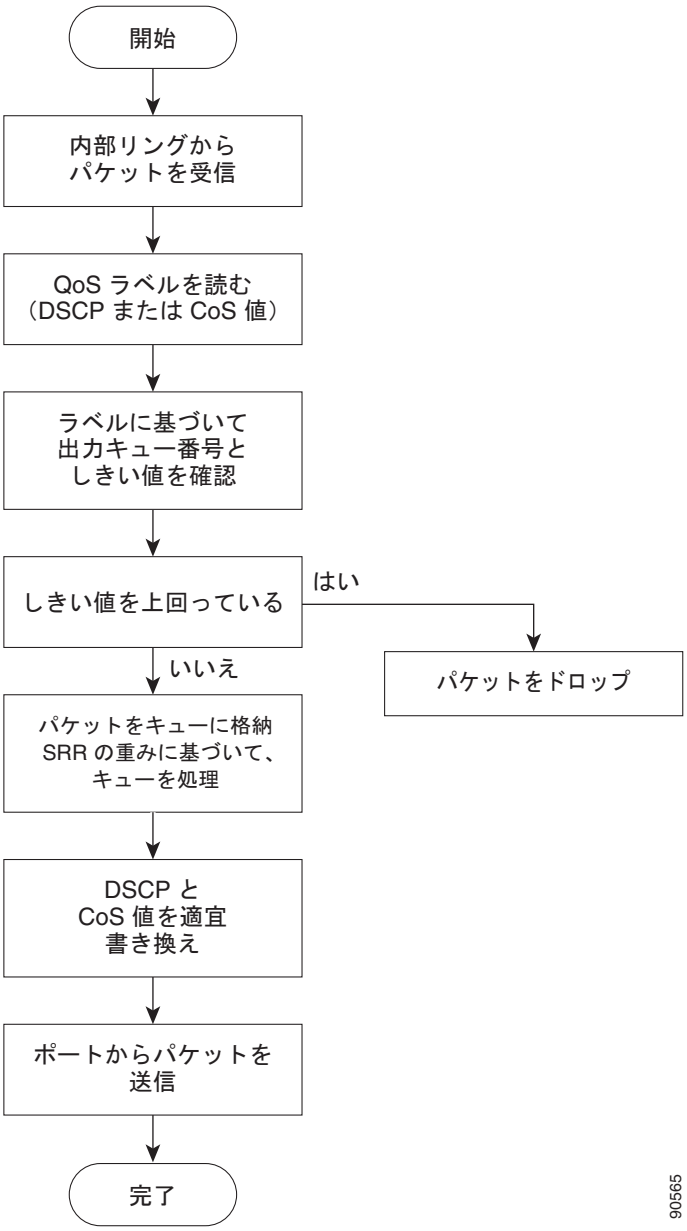
ここに記載されたコマンドを組み合わせると、特定の DSCP または CoS を持つパケットを特定のキューに格納したり、大きなキュー サイズを割り当てたり、キューをより頻繁に処理したり、プライオリティが低いパケットがドロップされるようにキューのしきい値を調整したりして、トラフィックのプライオリティを設定できます。設定情報については、「入力キューの特性の設定」（P.34-74）を参照してください。

出力キューでのキューイングおよびスケジューリング

図 34-9 に、出力ポートのキューイングおよびスケジューリング フローチャートを示します。

（注）　緊急キューがイネーブルの場合、SRR によって空になるまで処理されてから、他の 3 つのキューが処理されます。

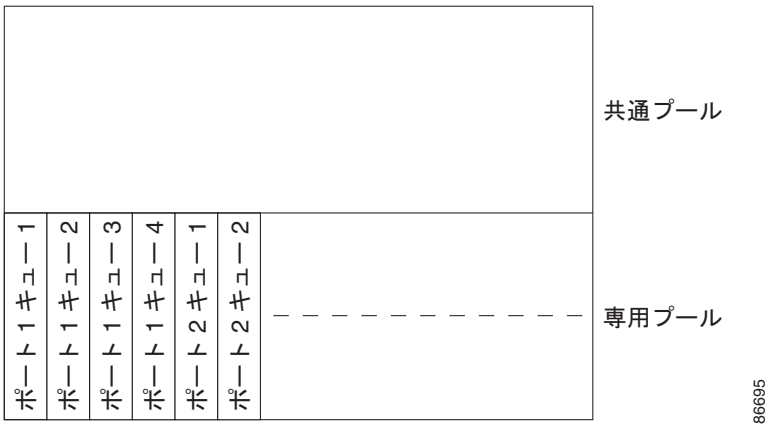
図 34-9　出力ポートのキューイングおよびスケジューリング フローチャート



各ポートは、4 つの出力キューをサポートし、そのうち 1 つ（キュー 1）を出力緊急キューにできます。これらのキューはキューセットで設定します。出力ポートから送出されるすべてのトラフィックは、これらの 4 つのキューのいずれかを通過し、パケットに割り当てられた QoS ラベルに基づいてしきい値に影響されます。

図 34-10 に出力キュー バッファを示します。バッファ スペースは共通プールと専用プールからなります。スイッチはバッファ割り当て方式を使用して、出力キューごとに最小バッファ サイズを確保します。これにより、いずれかのキューまたはポートがすべてのバッファを消費して、その他のキューのバッファが不足することがなくなり、要求元のキューにバッファ スペースを割り当てるかどうかが制御されます。スイッチは、目的のキューが確保された量（限度内）を超えるバッファを消費していないかどうか、最大バッファ（限度超）をすべて消費しているかどうか、および共通プールが空である（空きバッファなし）か、または空でない（空きバッファあり）かを検出します。キューが限度を超えていない場合、スイッチは専用プールまたは共通プール（空でない場合）からバッファ スペースを割り当てます。共通プールに空きバッファがない場合、またはキューが限度を超えている場合は、フレームが廃棄されます。

図 34-10　出力キューのバッファ割り当て



バッファおよびメモリの割り当て

バッファのアベイラビリティの保証、ドロップしきい値の設定、およびキューセットの最大メモリ割り当ての設定を行うには、**mls qos queue-set output** *qset-id* **threshold** *queue-id drop-threshold1 drop-threshold2 reserved-threshold maximum-threshold* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。各しきい値はキューに割り当てられたメモリの割合です。パーセンテージを指定するには、**mls qos queue-set output** *qset-id* **buffers** *allocation1 ... allocation4* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。割り当てられたすべてのバッファの合計が専用プールになります。残りのバッファは共通プールの一部になります。

バッファ割り当てを行うと、ハイプライオリティ トラフィックを確実にバッファに格納できます。たとえば、バッファ スペースが 400 の場合、バッファ スペースの 70% をキュー 1 に割り当てて、10% をキュー 2 ～ 4 に割り当てることができます。キュー 1 には 280 のバッファが割り当てられ、キュー 2 ～ 4 にはそれぞれ 40 バッファが割り当てられます。

割り当てられたバッファをキューセット内の特定のキュー用に確保するよう保証できます。たとえば、キュー用として 100 バッファがある場合、50%（50 バッファ）を確保できます。残りの 50 バッファは共通プールに戻されます。また、最大しきい値を設定することにより、いっぱいになったキューが確保量を超えるバッファを取得できるようにすることもできます。共通プールが空でない場合、必要なバッファを共通プールから割り当てることができます。

WTD しきい値

スイッチを通過する各パケットをキューおよびしきい値に割り当てることができます。特に、出力キューには DSCP または CoS 値、しきい値 ID には DSCP または CoS 値をそれぞれマッピングします。**mls qos srr-queue output dscp-map queue** *queue-id* {*dscp1...dscp8* | **threshold** *threshold-id dscp1...dscp8*} または **mls qos srr-queue output cos-map queue** *queue-id* {*cos1...cos8* | **threshold** *threshold-id cos1...cos8*} グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。DSCP 出力キューしきい値マップおよび CoS 出力キューしきい値マップを表示するには、**show mls qos maps** 特権 EXEC コマンドを使用します。

キューは WTD を使用して、トラフィック クラスごとに異なる廃棄割合をサポートします。各キューには 3 つのドロップしきい値があります。そのうちの 2 つは設定可能（*明示的*）な WTD しきい値で、もう 1 つはキューフル ステートに設定済みの設定不可能（*暗示的*）なしきい値です。しきい値 ID 1 および ID 2 に、2 つの WTD しきい値の割合を割り当てます。しきい値 ID 3 のドロップしきい値は、キューフル ステートに設定済みで、変更できません。キューセットにポートをマッピングするには、**queue-set qset-id** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。キューセットの設定を変更して WTD しきい値の割合を変更します。WTD の仕組みの詳細については、「WTD」（P.34-14）を参照してください。

シェーピング モードまたは共有モード

SRR は、シェーピング モードまたは共有モードでキューセットを処理します。ポートに共有重みまたはシェーピング重みを割り当てるには、**srr-queue bandwidth share** *weight1 weight2 weight3 weight4* または **srr-queue bandwidth shape** *weight1 weight2 weight3 weight4* インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。シェーピングと共有の違いについては、「SRR のシェーピングおよび共有」（P.34-15）を参照してください。

バッファ割り当てと SRR 重み比率を組み合わせることにより、パケットがドロップされる前にバッファに格納して送信できるデータ量が制御されます。重みの比率は、SRR スケジューラが各キューからパケットを送信する頻度の比率です。

緊急キューがイネーブルでない限り、4 つのキューはすべて SRR に参加し、この場合、1 番めの帯域幅重みは無視されて比率計算に使用されません。緊急キューはプライオリティ キューであり、処理されて空になってから、他のキューが処理されます。緊急キューをイネーブルにするには、**priority-queue out** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

ここに記載されたコマンドを組み合わせると、特定の DSCP または CoS を持つパケットを特定のキューに格納したり、大きなキュー サイズを割り当てたり、キューをより頻繁に処理したり、プライオリティが低いパケットがドロップされるようにキューのしきい値を調整したりして、トラフィックのプライオリティを設定できます。設定情報については、「出力キューの特性の設定」（P.34-78）を参照してください。

（注）　ほとんどの場合は、出力キューのデフォルト設定が最適です。デフォルト設定の変更が必要となるのは、出力キューについて完全に理解している場合、およびこれらの設定がご使用の QoS ソリューションを満たしていない場合だけです。

パケットの変更

QoS を設定するには、パケットの分類、ポリシング、キューイングを行います。このプロセス中に、次のようにパケットが変更されることがあります。

- IP パケットおよび非 IP パケットの分類では、受信パケットの DSCP または CoS に基づいて、パケットに QoS ラベルが割り当てられます。ただし、この段階ではパケットは変更されません。割り当てられた DSCP または CoS 値の指定だけがパケットとともに伝達されます。これは、QoS の分類および転送検索が並行して発生するためです。パケットを元の DSCP のまま CPU に転送し、CPU でソフトウェアによる再処理を行うことができます。
- ポリシング中は、IP および非 IP パケットに別の DSCP を割り当てることができます（これらのパケットが不適合で、ポリサーがマークダウン DSCP を指定している場合）。この場合も、パケット内の DSCP は変更されず、マークダウン値の指定がパケットとともに伝達されます。IP パケットの場合は、この後の段階でパケットが変更されます。非 IP パケットの場合は、DSCP が CoS に変換され、キューイングおよびスケジューリングの決定に使用されます。
- フレームに割り当てられた QoS ラベル、および選択された変換マップに応じて、フレームの DSCP および CoS 値が書き換えられます。変換マップが設定されておらず、着信フレームの DSCP を信頼するようにポートが設定されている場合、フレーム内の DSCP 値は変更されないで、DSCP/CoS マップに従って CoS が書き換えられます。着信フレームの CoS を信頼するようにポートが設定されていて、着信フレームが IP パケットの場合、フレーム内の CoS 値は変更されないで、CoS/DSCP マップに従って DSCP が変更されることがあります。

  入力変換が行われると、選択された新しい DSCP 値に応じて DSCP が書き換えられます。ポリシー マップの設定アクションによっても、DSCP が書き換えられます。

自動 QoS の設定

自動 QoS 機能を使用して、QoS 機能の配置を容易にできます。自動 QoS は、ネットワーク設計を確認し、スイッチがさまざまなトラフィック フローに優先度を指定できるように QoS 設定をイネーブルにします。自動 QoS は、デフォルト（ディセーブル）の QoS 動作を使用せずに、入力および出力キューを使用します。スイッチはパケットの内容やサイズに関係なく、各パケットにベストエフォート型のサービスを提供し、単一キューからパケットを送信します。

自動 QoS をイネーブルにすると、トラフィック タイプおよび入力パケット ラベルに基づいてトラフィックを自動的に分類します。スイッチは分類した結果を使用して適切な出力キューを選択します。

自動 QoS コマンドを使用して、次のシスコ デバイスに接続しているポートを識別できます。

- Cisco IP Phone
- Cisco SoftPhone アプリケーションを実行しているデバイス
- Cisco TelePresence
- Cisco IP Camera

また、アップリンクを介して信頼のおけるトラフィックを受信するポートを指定します。自動 QoS は次の機能を実行します。

- 条件付きで信頼できるインターフェイスによる自動 QoS デバイスの有無の検出
- QoS 分類の設定
- 出力キューの設定

ここでは、次の設定情報について説明します。

- 「生成される自動 QoS 設定」（P.34-21）
- 「コンフィギュレーションにおける自動 QoS の影響」（P.34-33）
- 「自動 QoS 設定時の注意事項」（P.34-33）
- 「Cisco IOS Release 12.2(20)SE 以前からのアップグレード」（P.34-34）
- 「自動 QoS のイネーブル化」（P.34-35）

生成される自動 QoS 設定

デフォルトでは、自動 QoS はすべてのポートでディセーブルです。パケットは変更されません。つまり、パケットの CoS 値、DSCP 値、および IP precedence 値は変更されません。

インターフェイスの最初のポートで自動 QoS 機能をイネーブルにすると、次のようになります。

- 入力パケット ラベルを使用して、トラフィックの分類、パケット ラベルの割り当て、入力キューと出力キューの設定が行われます。
- QoS は、グローバルにイネーブル（**mls qos** グローバル コンフィギュレーション コマンド）になり、他のグローバル コンフィギュレーション コマンドが自動的に生成されます（表 34-5 を参照）。
- スイッチで信頼境界の機能がイネーブルになり、サポートされているデバイスを検出するために Cisco Discovery Protocol（CDP; シスコ検出プロトコル）が使用されます。
- パケットがプロファイル内にあるかプロファイル外にあるかを判断するためにポリシングが使用され、パケット上のアクションが指定されます。

VOIP デバイスの詳細

- **auto qos voip cisco-phone** コマンドを Cisco IP Phone が接続されたネットワーク エッジにあるポートに入力すると、スイッチは信頼境界機能をイネーブルにします。パケットに 24、26、または 46 の DSCP 値がない場合、またはパケットが適合外の場合、スイッチは DSCP 値を 0 に変更します。Cisco IP Phone が存在しない場合、入力分類はパケットの QoS ラベルを信用しないように設定されます。ポリシングは、スイッチが信頼境界機能をイネーブルにする前に、ポリシーマップの分類に一致するトラフィックに適用されます。
- **auto qos voip cisco-softphone** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを、Cisco SoftPhone を稼動するデバイスに接続されたネットワークのエッジのポートに入力すると、スイッチはポリシングを使用して、パケットがプロファイルの内部または外部にいるかを判断し、パケット上のアクションを指定します。パケットに 24、26、または 46 の DSCP 値がない場合、またはパケットが適合外の場合、スイッチは DSCP 値を 0 に変更します。
- ネットワーク内部に接続されたポート上で **auto qos voip trust** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを入力すると、非ルーテッド ポートの場合は入力パケット内の CoS 値、ルーテッド ポートの場合は入力パケット内の DSCP 値が信頼されます（前提条件は、トラフィックがすでに他のエッジ デバイスによって分類されていることです）。

スイッチは、表 34-2 および表 34-3 の設定に従ってポート上の入力および出力キューを設定します。

表 34-2　トラフィック タイプ、パケット ラベル、キュー

	VoIP[1] データ トラフィック	VoIP コントロール トラフィック	ルーティング プロトコル トラフィック	STP BPDU トラフィック	リアルタイム ビデオ トラフィック	その他のトラフィック	
DSCP	46	24、26	48	56	34	–	
CoS	5	3	6	7	3	–	
CoS/ 入力キュー マップ	4、5（キュー 2）					0、1、2、3、6、7（キュー 1）	
CoS/ 出力キュー マップ	4、5（キュー 1）	2、3、6、7（キュー 2）			0（キュー 3）	2（キュー 3）	0、1（キュー 4）

1. VoIP = Voice over IP

表 34-3　入力キューの自動 QoS 設定

入力キュー	キュー番号	CoS/ キュー マップ	キュー重み（帯域幅）	キュー（バッファ）サイズ
SRR 共有	1	0、1、2、3、6、7	70%	90%
プライオリティ	2	4、5	30%	10%

表 34-4　出力キューの自動 QoS 設定

出力キュー	キュー番号	CoS/キュー マップ	キュー重み（帯域幅）	ギガビット対応ポートのキュー（バッファ）サイズ	10/100 イーサネット ポートのキュー（バッファ）サイズ
プライオリティ	1	4、5	最大 100%	25%	15%
SRR 共有	2	2、3、6、7	10%	25%	25%
SRR 共有	3	0	60%	25%	40%
SRR 共有	4	1	20%	25%	20%

信頼境界機能の詳細については、「ポート セキュリティを確保するための信頼境界機能の設定」（P.34-45）を参照してください。

auto qos voip cisco-phone、**auto qos voip cisco-softphone**、または **auto qos voip trust** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用して自動 QoS をイネーブルにする場合、スイッチはトラフィック タイプおよび入力パケット ラベルに応じて自動的に QoS 設定を生成し、表 34-5 にリストされているコマンドをポートに適用します。

ビデオ、信頼、および分類用の拡張自動 QoS

（注）　拡張自動 QoS 機能は、LAN Lite イメージが稼動するスイッチではサポートされません。

Cisco IOS Release 12.2(55)SE では、自動 QoS が拡張され、ビデオがサポートされています。ここでは、Cisco TelePresence System と Cisco IP Camera からのトラフィックを分類して信頼する自動設定が生成されます。

スイッチ ポートで **auto qos** {**video** | **classify** | **trust**} 拡張コマンドを設定すると、次の動作が行われます。

- Cisco IOS Release 12.2(55)SE よりも前のリリースでインターフェイスに設定した **Auto qos voip** 生成コマンドが、拡張コマンドに移行します。
- グローバル値が拡張コマンドの移行とともに変更されます。実行コンフィギュレーションに適用される生成コマンドの一覧については、表 34-5 を参照してください。

自動 QoS 設定の移行

レガシー自動 QoS から拡張自動 QoS への自動 QoS 設定の移行は、次の場合に行われます。

- スイッチが Cisco IOS Release 12.2(55)SE イメージで起動し、QoS がイネーブルになっていない場合。

  インターフェイス上のいずれかのビデオまたは音声の信頼設定によって、拡張自動 QoS コマンドが自動的に生成されます。
- スイッチが QoS でイネーブルになっている場合（次のガイドラインが適用されます）。
  - 音声デバイスで条件付き信頼用にインターフェイスを設定すると、レガシー自動 QoS VoIP 設定だけが生成されます。
  - ビデオ デバイスで条件付き信頼用にインターフェイスを設定すると、拡張自動 QoS VoIP 設定が生成されます。

- 新しいインターフェイスの自動 QoS コマンドに基づいて分類または条件付き信頼でインターフェイスを設定すると、拡張自動 QoS 設定が生成されます。

- **auto qos srnd4** グローバル コンフィギュレーション コマンドがイネーブルのときに、新しいデバイスを接続すると自動 QoS の移行が発生する場合。

（注）　レガシー自動 QoS で以前に設定したインターフェイスが拡張自動 QoS に移行すると、新しいグローバル QoS コマンドに合わせて音声コマンドと設定が更新されます。

拡張自動 QoS からレガシー自動 QoS への自動 QoS 設定の移行が行われるのは、インターフェイスから既存の自動 QoS 設定をすべてディセーブルにした場合だけです。

グローバルな自動 QoS 設定

表 34-5　生成される自動 QoS 設定

説明	自動的に生成されるコマンド {voip}	拡張された自動的に生成されるコマンド {Video|Trust|Classify}
スイッチが自動的に標準 QoS をイネーブルにして Cos/DSCP マップ（着信パケットの CoS 値の DSCP 値へのマッピング）を設定します。	Switch(config)# **mls qos** Switch(config)# **mls qos map cos-dscp 0 8 16 26 32 46 48 56**	Switch(config)# **mls qos** Switch(config)# **mls qos map cos-dscp 0 8 16 24 32 46 48 56**
スイッチが、自動的に CoS 値を入力キューおよびしきい値 ID にマッピングします。	Switch(config)# **no mls qos srr-queue input cos-map** Switch(config)# **mls qos srr-queue input cos-map queue 1 threshold 2 1** Switch(config)# **mls qos srr-queue input cos-map queue 1 threshold 3 0** Switch(config)# **mls qos srr-queue input cos-map queue 2 threshold 1 2** Switch(config)# **mls qos srr-queue input cos-map queue 2 threshold 2 4 6 7** Switch(config)# **mls qos srr-queue input cos-map queue 2 threshold 3 3 5**	Switch(config)# **no mls qos srr-queue input cos-map** Switch(config)# **mls qos srr-queue input cos-map queue 1 threshold 2 3** Switch(config)# **mls qos srr-queue input cos-map queue 1 threshold 3 6 7** Switch(config)# **mls qos srr-queue input cos-map queue 2 threshold 1 4**
スイッチが、自動的に CoS 値を出力キューおよびしきい値 ID にマッピングします。	Switch(config)# **no mls qos srr-queue output cos-map** Switch(config)# **mls qos srr-queue output cos-map queue 1 threshold 3 5** Switch(config)# **mls qos srr-queue output cos-map queue 2 threshold 3 3 6 7** Switch(config)# **mls qos srr-queue output cos-map queue 3 threshold 3 2 4** Switch(config)# **mls qos srr-queue output cos-map queue 4 threshold 2 1** Switch(config)# **mls qos srr-queue output cos-map queue 4 threshold 3 0**	Switch(config)# **no mls qos srr-queue output cos-map** Switch(config)# **mls qos srr-queue output cos-map queue 1 threshold 3 4 5** Switch(config)# **mls qos srr-queue output cos-map queue 2 threshold 3 6 7** Switch(config)# **mls qos srr-queue output cos-map queue 2 threshold 1 2** Switch(config)# **mls qos srr-queue output cos-map queue 2 threshold 2 3** Switch(config)# **mls qos srr-queue output cos-map queue 3 threshold 3 0** Switch(config)# **mls qos srr-queue output cos-map queue 4 threshold 3 1**

表 34-5　生成される自動 QoS 設定 （続き）

説明	自動的に生成されるコマンド {voip}	拡張された自動的に生成されるコマンド {Video|Trust|Classify}
スイッチが、自動的に DSCP 値を入力キューおよびしきい値 ID にマッピングします。	Switch(config)# **no mls qos srr-queue input dscp-map** Switch(config)# **mls qos srr-queue input dscp-map queue 1 threshold 2 9 10 11 12 13 14 15** Switch(config)# **mls qos srr-queue input dscp-map queue 1 threshold 3 0 1 2 3 4 5 6 7** Switch(config)# **mls qos srr-queue input dscp-map queue 1 threshold 3 32** Switch(config)# **mls qos srr-queue input dscp-map queue 2 threshold 1 16 17 18 19 20 21 22 23** Switch(config)# **mls qos srr-queue input dscp-map queue 2 threshold 2 33 34 35 36 37 38 39 48** Switch(config)# **mls qos srr-queue input dscp-map queue 2 threshold 2 49 50 51 52 53 54 55 56** Switch(config)# **mls qos srr-queue input dscp-map queue 2 threshold 2 57 58 59 60 61 62 63** Switch(config)# **mls qos srr-queue input dscp-map queue 2 threshold 3 24 25 26 27 28 29 30 31** Switch(config)# **mls qos srr-queue input dscp-map queue 2 threshold 3 40 41 42 43 44 45 46 47**	Switch(config)# **no mls qos srr-queue input dscp-map** Switch(config)# **mls qos srr-queue input dscp-map queue 1 threshold 2 24** Switch(config)# **mls qos srr-queue input dscp-map queue 1 threshold 3 48 49 50 51 52 53 54 55 56** Switch(config)# **mls qos srr-queue input dscp-map queue 1 threshold 3 57 58 59 60 61 62 63** Switch(config)# **mls qos srr-queue input dscp-map queue 2 threshold 3 32 33 40 41 42 43 44 45** Switch(config)# **mls qos srr-queue input dscp-map queue 2 threshold 3 46 47**

表 34-5　生成される自動 QoS 設定 （続き）

説明	自動的に生成されるコマンド {voip}	拡張された自動的に生成されるコマンド {Video|Trust|Classify}
スイッチが、自動的に DSCP 値を出力キューおよびしきい値 ID にマッピングします。	Switch(config)# **no mls qos srr-queue output dscp-map** Switch(config)# **mls qos srr-queue output dscp-map queue 1 threshold 3 40 41 42 43 44 45 46 47** Switch(config)# **mls qos srr-queue output dscp-map queue 2 threshold 3 24 25 26 27 28 29 30 31** Switch(config)# **mls qos srr-queue output dscp-map queue 2 threshold 3 48 49 50 51 52 53 54 55** Switch(config)# **mls qos srr-queue output dscp-map queue 2 threshold 3 56 57 58 59 60 61 62 63** Switch(config)# **mls qos srr-queue output dscp-map queue 3 threshold 3 16 17 18 19 20 21 22 23** Switch(config)# **mls qos srr-queue output dscp-map queue 3 threshold 3 32 33 34 35 36 37 38 39** Switch(config)# **mls qos srr-queue output dscp-map queue 4 threshold 1 8** Switch(config)# **mls qos srr-queue output dscp-map queue 4 threshold 2 9 10 11 12 13 14 15** Switch(config)# **mls qos srr-queue output dscp-map queue 4 threshold 3 0 1 2 3 4 5 6 7**	Switch(config)# **no mls qos srr-queue output dscp-map** Switch(config)# **mls qos srr-queue output dscp-map queue 1 threshold 3 32 33 40 41 42 43 44 45 46 47** Switch(config)# **mls qos srr-queue output dscp-map queue 2 threshold 1 16 17 18 19 20 21 22 23** Switch(config)# **mls qos srr-queue output dscp-map queue 2 threshold 1 26 27 28 29 30 31 34 35 36 37 38 39** Switch(config)# **mls qos srr-queue output dscp-map queue 2 threshold 2 24** Switch(config)# **mls qos srr-queue output dscp-map queue 2 threshold 3 48 49 50 51 52 53 54 55 56** Switch(config)# **mls qos srr-queue output dscp-map queue 2 threshold 3 57 58 59 60 61 62 63** Switch(config)# **mls qos srr-queue output dscp-map queue 3 threshold 3 0 1 2 3 4 5 6 7** Switch(config)# **mls qos srr-queue output dscp-map queue 4 threshold 1 8 9 11 13 15** Switch(config)# **mls qos srr-queue output dscp-map queue 4 threshold 2 10 12 14**

表 34-5　生成される自動 QoS 設定 （続き）

説明	自動的に生成されるコマンド {voip}	拡張された自動的に生成されるコマンド {Video|Trust|Classify}
スイッチが自動的に入力キューを設定します。キュー 2 がプライオリティ キューでキュー 1 が共有モードです。また、スイッチは、入力キューの帯域幅とバッファ サイズも設定します。	Switch(config)# **no mls qos srr-queue input priority-queue 1** Switch(config)# **no mls qos srr-queue input priority-queue 2** Switch(config)# **mls qos srr-queue input bandwidth 90 10** Switch(config)# **mls qos srr-queue input threshold 1 8 16** Switch(config)# **mls qos srr-queue input threshold 2 34 66** Switch(config)# **mls qos srr-queue input buffers 67 33**	Switch(config)# **no mls qos srr-queue input priority-queue 1** Switch(config)# **no mls qos srr-queue input priority-queue 2** Switch(config)# **mls qos srr-queue input bandwidth 70 30** Switch(config)# **mls qos srr-queue input threshold 1 80 90** Switch(config)# **mls qos srr-queue input priority-queue 2 bandwidth 30**
スイッチが自動的に出力キューのバッファ サイズを設定します。ポートにマッピングされた出力キューの帯域幅と SRR モード（シェーピングまたは共有）を設定します。	Switch(config)# **mls qos queue-set output 1 threshold 1 138 138 92 138** Switch(config)# **mls qos queue-set output 1 threshold 2 138 138 92 400** Switch(config)# **mls qos queue-set output 1 threshold 3 36 77 100 318** Switch(config)# **mls qos queue-set output 1 threshold 4 20 50 67 400** Switch(config)# **mls qos queue-set output 2 threshold 1 149 149 100 149** Switch(config)# **mls qos queue-set output 2 threshold 2 118 118 100 235** Switch(config)# **mls qos queue-set output 2 threshold 3 41 68 100 272** Switch(config)# **mls qos queue-set output 2 threshold 4 42 72 100 242** Switch(config)# **mls qos queue-set output 1 buffers 10 10 26 54** Switch(config)# **mls qos queue-set output 2 buffers 16 6 17 61** Switch(config-if)# **priority-queue out** Switch(config-if)# **srr-queue bandwidth share 10 10 60 20**	Switch(config)# **mls qos queue-set output 1 threshold 2 100 100 50 200** Switch(config)# **mls qos queue-set output 1 threshold 2 125 125 100 400** Switch(config)# **mls qos queue-set output 1 threshold 3 100 100 100 400** Switch(config)# **mls qos queue-set output 1 threshold 4 60 150 50 200** Switch(config)# **mls qos queue-set output 1 buffers 15 25 40 20**

VoIP デバイス用に生成される自動 QoS 設定

表 34-6　生成される自動 QoS 設定

説明	自動的に生成されるコマンド {voip}
スイッチが自動的に標準 QoS をイネーブルにして Cos/DSCP マップ（着信パケットの CoS 値の DSCP 値へのマッピング）を設定します。	Switch(config)# **mls qos** Switch(config)# **mls qos map cos-dscp 0 8 16 26 32 46 48 56**
スイッチが自動的に入力キューを設定します。キュー 2 がプライオリティ キューでキュー 1 が共有モードです。また、スイッチは、入力キューの帯域幅とバッファ サイズも設定します。	Switch(config)# **no mls qos srr-queue input cos-map** Switch(config)# **mls qos srr-queue input cos-map queue 1 threshold 2 1** Switch(config)# **mls qos srr-queue input cos-map queue 1 threshold 3 0** Switch(config)# **mls qos srr-queue input cos-map queue 2 threshold 1 2** Switch(config)# **mls qos srr-queue input cos-map queue 2 threshold 2 4 6 7** Switch(config)# **mls qos srr-queue input cos-map queue 2 threshold 3 3 5**
スイッチが、自動的に CoS 値を出力キューおよびしきい値 ID にマッピングします。	Switch(config)# **no mls qos srr-queue output cos-map** Switch(config)# **mls qos srr-queue output cos-map queue 1 threshold 3 5** Switch(config)# **mls qos srr-queue output cos-map queue 2 threshold 3 3 6 7** Switch(config)# **mls qos srr-queue output cos-map queue 3 threshold 3 2 4** Switch(config)# **mls qos srr-queue output cos-map queue 4 threshold 2 1** Switch(config)# **mls qos srr-queue output cos-map queue 4 threshold 3 0**
スイッチが、自動的に DSCP 値を入力キューおよびしきい値 ID にマッピングします。	Switch(config)# **no mls qos srr-queue input dscp-map** Switch(config)# **mls qos srr-queue input dscp-map queue 1 threshold 2 9 10 11 12 13 14 15** Switch(config)# **mls qos srr-queue input dscp-map queue 1 threshold 3 0 1 2 3 4 5 6 7** Switch(config)# **mls qos srr-queue input dscp-map queue 1 threshold 3 32** Switch(config)# **mls qos srr-queue input dscp-map queue 2 threshold 1 16 17 18 19 20 21 22 23** Switch(config)# **mls qos srr-queue input dscp-map queue 2 threshold 2 33 34 35 36 37 38 39 48** Switch(config)# **mls qos srr-queue input dscp-map queue 2 threshold 2 49 50 51 52 53 54 55 56** Switch(config)# **mls qos srr-queue input dscp-map queue 2 threshold 2 57 58 59 60 61 62 63** Switch(config)# **mls qos srr-queue input dscp-map queue 2 threshold 3 24 25 26 27 28 29 30 31** Switch(config)# **mls qos srr-queue input dscp-map queue 2 threshold 3 40 41 42 43 44 45 46 47**

表 34-6　生成される自動 QoS 設定 （続き）

説明	自動的に生成されるコマンド {voip}
スイッチが、自動的に DSCP 値を出力キューおよびしきい値 ID にマッピングします。	Switch(config)# **no mls qos srr-queue output dscp-map** Switch(config)# **mls qos srr-queue output dscp-map queue 1 threshold 3 40 41 42 43 44 45 46 47** Switch(config)# **mls qos srr-queue output dscp-map queue 2 threshold 3 24 25 26 27 28 29 30 31** Switch(config)# **mls qos srr-queue output dscp-map queue 2 threshold 3 48 49 50 51 52 53 54 55** Switch(config)# **mls qos srr-queue output dscp-map queue 2 threshold 3 56 57 58 59 60 61 62 63** Switch(config)# **mls qos srr-queue output dscp-map queue 3 threshold 3 16 17 18 19 20 21 22 23** Switch(config)# **mls qos srr-queue output dscp-map queue 3 threshold 3 32 33 34 35 36 37 38 39** Switch(config)# **mls qos srr-queue output dscp-map queue 4 threshold 1 8** Switch(config)# **mls qos srr-queue output dscp-map queue 4 threshold 2 9 10 11 12 13 14 15** Switch(config)# **mls qos srr-queue output dscp-map queue 4 threshold 3 0 1 2 3 4 5 6 7**
（注）　スイッチが自動的に入力キューを設定します。キュー 2 がプライオリティ キューでキュー 1 が共有モードです。また、スイッチは、入力キューの帯域幅とバッファ サイズも設定します。	Switch(config)# **no mls qos srr-queue input priority-queue 1** Switch(config)# **no mls qos srr-queue input priority-queue 2** Switch(config)# **mls qos srr-queue input bandwidth 90 10** Switch(config)# **mls qos srr-queue input threshold 1 8 16** Switch(config)# **mls qos srr-queue input threshold 2 34 66** Switch(config)# **mls qos srr-queue input buffers 67 33**
スイッチが自動的に出力キューのバッファ サイズを設定します。ポートにマッピングされた出力キューの帯域幅と SRR モード（シェーピングまたは共有）を設定します。	Switch(config)# **mls qos queue-set output 1 threshold 1 138 138 92 138** Switch(config)# **mls qos queue-set output 1 threshold 2 138 138 92 400** Switch(config)# **mls qos queue-set output 1 threshold 3 36 77 100 318** Switch(config)# **mls qos queue-set output 1 threshold 4 20 50 67 400** Switch(config)# **mls qos queue-set output 2 threshold 1 149 149 100 149** Switch(config)# **mls qos queue-set output 2 threshold 2 118 118 100 235** Switch(config)# **mls qos queue-set output 2 threshold 3 41 68 100 272** Switch(config)# **mls qos queue-set output 2 threshold 4 42 72 100 242** Switch(config)# **mls qos queue-set output 1 buffers 10 10 26 54** Switch(config)# **mls qos queue-set output 2 buffers 16 6 17 61** Switch(config-if)# **priority-que out** Switch(config-if)# **srr-queue bandwidth share 10 10 60 20**

auto qos voip cisco-phone コマンドを入力すると、スイッチが自動的に信頼境界機能をイネーブルにし、CDP を使用して Cisco IP Phone の有無を検出します。

```
Switch(config-if)# mls qos trust device cisco-phone
```

auto qos voip cisco-softphone コマンドを入力すると、スイッチが自動的にクラス マップおよびポリシー マップを作成します。

```
Switch(config)# mls qos map policed-dscp 24 26 46 to 0
Switch(config)# class-map match-all AutoQoS-VoIP-RTP-Trust
Switch(config-cmap)# match ip dscp ef
Switch(config)# class-map match-all AutoQoS-VoIP-Control-Trust
Switch(config-cmap)# match ip dscp cs3 af31
Switch(config)# policy-map AutoQoS-Police-SoftPhone
Switch(config-pmap)# class AutoQoS-VoIP-RTP-Trust
Switch(config-pmap-c)# set dscp ef
Switch(config-pmap-c)# police 320000 8000 exceed-action policed-dscp-transmit
Switch(config-pmap)# class AutoQoS-VoIP-Control-Trust
Switch(config-pmap-c)# set dscp cs3
Switch(config-pmap-c)# police 32000 8000 exceed-action policed-dscp-transmit
```

クラス マップとポリシー マップを作成すると、スイッチは自動的にポリシー マップ（別名 *AutoQoS-Police-SoftPhone*）を、Cisco SoftPhone 機能を備えた自動 QoS がイネーブルである入力インターフェイスに適用します。

```
Switch(config-if)# service-policy input AutoQoS-Police-SoftPhone
```

auto qos voip cisco-phone コマンドを入力すると、スイッチが自動的にクラス マップおよびポリシー マップを作成します。

```
Switch(config-if)# mls qos trust device cisco-phone
```

auto qos voip cisco-softphone コマンドを入力すると、スイッチが自動的にクラス マップおよびポリシー マップを作成します。

```
Switch(config)# mls qos map policed-dscp 24 26 46 to 0
Switch(config)# class-map match-all AutoQoS-VoIP-RTP-Trust
Switch(config-cmap)# match ip dscp ef
Switch(config)# class-map match-all AutoQoS-VoIP-Control-Trust
Switch(config-cmap)# match ip dscp cs3 af31
Switch(config)# policy-map AutoQoS-Police-CiscoPhone
Switch(config-pmap)# class AutoQoS-VoIP-RTP-Trust
Switch(config-pmap-c)# set dscp ef
Switch(config-pmap-c)# police 320000 8000 exceed-action policed-dscp-transmit
Switch(config-pmap)# class AutoQoS-VoIP-Control-Trust
Switch(config-pmap-c)# set dscp cs3
Switch(config-pmap-c)# police 32000 8000 exceed-action policed-dscp-transmit
```

クラス マップとポリシー マップを作成すると、スイッチは自動的にポリシー マップ（別名 *AutoQoS-Police-SoftPhone*）を、Cisco SoftPhone 機能を備えた自動 QoS がイネーブルである入力インターフェイスに適用します。

```
Switch(config-if)# service-policy input AutoQoS-Police-SoftPhone
```

拡張されたビデオ、信頼、および分類デバイス用に自動 QoS で生成される設定

拡張自動 QoS コマンドを入力すると、スイッチが CoS/DSCP マップ（着信パケットの CoS 値の DSCP 値へのマッピング）を自動的に設定します。

- **auto qos video cts**
- **auto qos video ip-camera**
- **auto qos trust**
- **auto qos trust cos**
- **auto qos trust dscp**

```
Switch(config)# mls qos map cos-dscp 0 8 16 24 32 46 48 56
```

（注）　クラス マップとポリシー マップは設定されません。

auto qos classify コマンドを入力すると、スイッチが自動的にクラス マップとポリシー マップを作成します。

```
Switch(config)# mls qos map policed-dscp  0 10 18 24 26 46 to 8
Switch(config)# mls qos map cos-dscp 0 8 16 24 32 46 48 56
Switch(config)# class-map match-all AUTOQOS_MULTIENHANCED_CONF_CLASS
Switch(config-cmap)# match access-group name AUTOQOS-ACL-MULTIENHANCED-CONF
Switch(config)# class-map match-all AUTOQOS_DEFAULT_CLASS
Switch(config-cmap)# match access-group name AUTOQOS-ACL-DEFAULT
Switch(config)# class-map match-all AUTOQOS_TRANSACTION_CLASS
Switch(config-cmap)# match access-group name AUTOQOS-ACL-TRANSACTIONAL-DATA
Switch(config)# class-map match-all AUTOQOS_SIGNALING_CLASS
Switch(config-cmap)# match access-group name AUTOQOS-ACL-SIGNALING
Switch(config)# class-map match-all AUTOQOS_BULK_DATA_CLASS
Switch(config-cmap)# match access-group name AUTOQOS-ACL-BULK-DATA
Switch(config)# class-map match-all AUTOQOS_SCAVANGER_CLASS
Switch(config-cmap)# match access-group name AUTOQOS-ACL-SCAVANGER
Switch(config)# policy-map AUTOQOS-SRND4-CLASSIFY-POLICY
Switch(config-pmap)# class AUTOQOS_MULTIENHANCED_CONF_CLASS
Switch(config-pmap-c)# set dscp af41
Switch(config-pmap)# class AUTOQOS_BULK_DATA_CLASS
Switch(config-pmap-c)# set dscp af11
Switch(config-pmap)# class AUTOQOS_TRANSACTION_CLASS
Switch(config-pmap-c)# set dscp af21
Switch(config-pmap)# class AUTOQOS_SCAVANGER_CLASS
Switch(config-pmap-c)# set dscp cs1
Switch(config-pmap)# class AUTOQOS_SIGNALING_CLASS
Switch(config-pmap-c)# set dscp cs3
Switch(config-pmap)# class AUTOQOS_DEFAULT_CLASS
Switch(config-pmap-c)# set dscp default
;
Switch(config-if)# service-policy input AUTOQOS-SRND4-CLASSIFY-POLICY
```

auto qos classify police コマンドを入力すると、スイッチが自動的にクラス マップおよびポリシー マップを作成します。

```
Switch(config)# mls qos map policed-dscp  0 10 18 to 8
Switch(config)# mls qos map cos-dscp 0 8 16 24 32 46 48 56
Switch(config)# class-map match-all AUTOQOS_MULTIENHANCED_CONF_CLASS
Switch(config-cmap)# match access-group name AUTOQOS-ACL-MULTIENHANCED-CONF
Switch(config)# class-map match-all AUTOQOS_DEFAULT_CLASS
Switch(config-cmap)# match access-group name AUTOQOS-ACL-DEFAULT
Switch(config)# class-map match-all AUTOQOS_TRANSACTION_CLASS
Switch(config-cmap)# match access-group name AUTOQOS-ACL-TRANSACTIONAL-DATA
Switch(config)# class-map match-all AUTOQOS_SIGNALING_CLASS
Switch(config-cmap)# match access-group name AUTOQOS-ACL-SIGNALING
Switch(config)# class-map match-all AUTOQOS_BULK_DATA_CLASS
Switch(config-cmap)# match access-group name AUTOQOS-ACL-BULK-DATA
Switch(config)# class-map match-all AUTOQOS_SCAVANGER_CLASS
Switch(config-cmap)# match access-group name AUTOQOS-ACL-SCAVANGER
Switch(config)# policy-map AUTOQOS-SRND4-CLASSIFY-POLICE-POLICY
Switch(config-pmap)# class AUTOQOS_MULTIENHANCED_CONF_CLASS
Switch(config-pmap-c)# set dscp af41
Switch(config-pmap-c)# police 5000000 8000 exceed-action drop
Switch(config-pmap)# class AUTOQOS_BULK_DATA_CLASS
Switch(config-pmap-c)# set dscp af11
Switch(config-pmap-c)# police 10000000 8000 exceed-action policed-dscp-transmit
Switch(config-pmap)# class AUTOQOS_TRANSACTION_CLASS
```

```
Switch(config-pmap-c)# set dscp af21
Switch(config-pmap-c)# police 10000000 8000 exceed-action policed-dscp-transmit
Switch(config-pmap)# class AUTOQOS_SCAVANGER_CLASS
Switch(config-pmap-c)# set dscp cs1
Switch(config-pmap-c)# police 10000000 8000 exceed-action drop
Switch(config-pmap)# class AUTOQOS_SIGNALING_CLASS
Switch(config-pmap-c)# set dscp cs3
Switch(config-pmap-c)# police 32000 8000 exceed-action drop
Switch(config-pmap)# class AUTOQOS_DEFAULT_CLASS
Switch(config-pmap-c)# set dscp default
Switch(config-pmap-c)# police 10000000 8000 exceed-action policed-dscp-transmit
;
Switch(config-if)# service-policy input AUTOQOS-SRND4-CLASSIFY-POLICE-POLICY
```

auto qos voip cisco-phone コマンドの拡張設定を次に示します。

```
Switch(config)# mls qos map policed-dscp  0 10 18 to 8
Switch(config)# mls qos map cos-dscp 0 8 16 24 32 46 48 56
Switch(config)# class-map match-all AUTOQOS_VOIP_DATA_CLASS
Switch(config-cmap)# match ip dscp ef
Switch(config)# class-map match-all AUTOQOS_DEFAULT_CLASS
Switch(config-cmap)# match access-group name AUTOQOS-ACL-DEFAULT
Switch(config)# class-map match-all AUTOQOS_VOIP_SIGNAL_CLASS
Switch(config-cmap)# match ip dscp cs3
Switch(config)# policy-map AUTOQOS-SRND4-CISCOPHONE-POLICY
Switch(config-pmap)# class AUTOQOS_VOIP_DATA_CLASS
Switch(config-pmap-c)# set dscp ef
Switch(config-pmap-c)# police 128000 8000 exceed-action policed-dscp-transmit
Switch(config-pmap)# class AUTOQOS_VOIP_SIGNAL_CLASS
Switch(config-pmap-c)# set dscp cs3
Switch(config-pmap-c)# police 32000 8000 exceed-action policed-dscp-transmit
Switch(config-pmap)# class AUTOQOS_DEFAULT_CLASS
Switch(config-pmap-c)# set dscp default
Switch(config-pmap-c)# police 10000000 8000 exceed-action policed-dscp-transmit
;
Switch(config-if)# service-policy input AUTOQOS-SRND4-CISCOPHONE-POLICY
```

auto qos voip cisco-softphone コマンドの拡張設定を次に示します。

```
Switch(config)# mls qos map policed-dscp  0 10 18 to 8
Switch(config)# mls qos map cos-dscp 0 8 16 24 32 46 48 56
Switch(config)# class-map match-all AUTOQOS_MULTIENHANCED_CONF_CLASS
Switch(config-cmap)# match access-group name AUTOQOS-ACL-MULTIENHANCED-CONF
Switch(config)# class-map match-all AUTOQOS_VOIP_DATA_CLASS
Switch(config-cmap)# match ip dscp ef
Switch(config)# class-map match-all AUTOQOS_DEFAULT_CLASS
Switch(config-cmap)# match access-group name AUTOQOS-ACL-DEFAULT
Switch(config)# class-map match-all AUTOQOS_TRANSACTION_CLASS
Switch(config-cmap)# match access-group name AUTOQOS-ACL-TRANSACTIONAL-DATA
Switch(config)# class-map match-all AUTOQOS_VOIP_SIGNAL_CLASS
Switch(config-cmap)# match ip dscp cs3
Switch(config)# class-map match-all AUTOQOS_SIGNALING_CLASS
Switch(config-cmap)# match access-group name AUTOQOS-ACL-SIGNALING
Switch(config)# class-map match-all AUTOQOS_BULK_DATA_CLASS
Switch(config-cmap)# match access-group name AUTOQOS-ACL-BULK-DATA
Switch(config)# class-map match-all AUTOQOS_SCAVANGER_CLASS
Switch(config-cmap)# match access-group name AUTOQOS-ACL-SCAVANGER

Switch(config)# policy-map AUTOQOS-SRND4-SOFTPHONE-POLICY
Switch(config-pmap)# class AUTOQOS_VOIP_DATA_CLASS
Switch(config-pmap-c)# set dscp ef
Switch(config-pmap-c)# police 128000 8000 exceed-action policed-dscp-transmit
Switch(config-pmap)# class AUTOQOS_VOIP_SIGNAL_CLASS
```

```
Switch(config-pmap-c)# set dscp cs3
Switch(config-pmap-c)# police 32000 8000 exceed-action policed-dscp-transmit
Switch(config-pmap)# class AUTOQOS_MULTIENHANCED_CONF_CLASS
Switch(config-pmap-c)# set dscp af41
Switch(config-pmap-c)# police 5000000 8000 exceed-action drop
Switch(config-pmap)# class AUTOQOS_BULK_DATA_CLASS
Switch(config-pmap-c)# set dscp af11
Switch(config-pmap-c)# police 10000000 8000 exceed-action policed-dscp-transmit
Switch(config-pmap)# class AUTOQOS_TRANSACTION_CLASS
Switch(config-pmap-c)# set dscp af21
Switch(config-pmap-c)# police 10000000 8000 exceed-action policed-dscp-transmit
Switch(config-pmap)# class AUTOQOS_SCAVANGER_CLASS
Switch(config-pmap-c)# set dscp cs1
Switch(config-pmap-c)# police 10000000 8000 exceed-action drop
Switch(config-pmap)# class AUTOQOS_SIGNALING_CLASS
Switch(config-pmap-c)# set dscp cs3
Switch(config-pmap-c)# police 32000 8000 exceed-action drop
Switch(config-pmap)# class AUTOQOS_DEFAULT_CLASS
Switch(config-pmap-c)# set dscp default
;
Switch(config-if)# service-policy input AUTOQOS-SRND4-SOFTPHONE-POLICY
```

コンフィギュレーションにおける自動 QoS の影響

自動 QoS がイネーブルになると、**auto qos** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドおよび生成されたグローバル コンフィギュレーションが実行コンフィギュレーションに追加されます。

スイッチは、自動 QoS が生成したコマンドを、CLI から入力したように適用します。既存のユーザ設定により、生成コマンドのアプリケーションに障害が発生したり、生成コマンドによってユーザ設定が上書きされたりする可能性があります。これらの動作は警告なしに発生します。すべての生成コマンドが正常に適用された場合、上書きされなかったユーザ入力設定が実行コンフィギュレーションに残ります。上書きされたユーザ入力設定は、現在の設定をメモリに保存することなく、スイッチをリロードすることで取得できます。生成コマンドが適用されなかった場合、以前の実行コンフィギュレーションが復元されます。

自動 QoS 設定時の注意事項

自動 QoS を設定する前に、次の事項を確認してください。

- 自動 QoS は、非ルーテッドおよびルーテッド ポート上の Cisco IP Phone の VoIP 用にスイッチを設定します。また、自動 QoS は Cisco SoftPhone アプリケーションを稼動するデバイスの VoIP 用にスイッチを設定します。

  （注） Cisco IOS Release 12.2(20)SE よりも前のリリースでは、自動 QoS は Cisco IP Phone を搭載したスイッチ ポート上でだけ VoIP を設定します。

- Cisco SoftPhone を稼動するデバイスが非ルーテッド ポートまたはルーテッド ポートに接続されている場合、スイッチはポート単位で Cisco SoftPhone アプリケーション 1 つだけをサポートします。
- Cisco IOS Release 12.2(40)SE、Auto-Qos VoIP では出力インターフェイスに対して **priority-queue** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドが使用されます。ポリシーマップおよび信頼できるデバイスを Cisco IP Phone の同一インターフェイス上に設定することも可能です。

- スイッチ ポートが **auto qos voip cisco-phone** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用して設定されていた場合（Cisco IOS Release 12.2(37)SE 以前）、Cisco IOS Release 12.2(40)SE で新規導入された自動 QoS 生成コマンドがポートに適用されません。このコマンドを自動的に適用するには、ポートの設定を一度削除してから再びポートに適用する必要があります。
- 自動 QoS のデフォルト設定を利用する場合、他の QoS コマンドを実行する前に自動 QoS をイネーブルにする必要があります。必要に応じて QoS 設定を微調整できますが、自動 QoS が完了した後にだけ調整することを推奨します。詳細については、「コンフィギュレーションにおける自動 QoS の影響」（P.34-33）を参照してください。
- 自動 QoS をイネーブルにしたら、名前に *AutoQoS* が含まれているポリシー マップまたは集約ポリサーを変更しないでください。ポリシー マップまたは集約ポリサーを変更する必要がある場合、これらをコピーしてから、コピーしたポリシー マップまたは集約ポリサーを変更してください。生成したポリシー マップではなくこの新しいポリシー マップを使用するには、生成したポリシー マップをインターフェイスから削除し、新しいポリシー マップをインターフェイスに適用します。
- 自動 QoS は、スタティック アクセス、ダイナミックアクセス、音声 VLAN アクセス、およびトランク ポートでイネーブルにできます。
- デフォルトでは、CDP 機能はすべてのポート上でイネーブルです。自動 QoS が適切に動作するために、CDP をディセーブルにしないでください。
- ルーテッド ポートで Cisco IP Phone の自動 QoS をイネーブルにすると、スタティック IP アドレスを IP Phone に割り当てます。
- このリリースは、Cisco IP SoftPhone Version 1.3(3) 以降だけをサポートします。
- 接続したデバイスは、Cisco Call Manager バージョン 4 以降を使用する必要があります。

自動 QoS の拡張に関する考慮事項

- **auto qos srnd4** グローバル コンフィギュレーション コマンドは、拡張自動 QoS 設定の結果として生成されます。
- レガシーの **auto qos voip** コマンドがスイッチで実行されて、**mls qos** コマンドがディセーブルになると、拡張自動 QoS 設定が生成されます。それ以外の場合は、レガシー自動 QoS コマンドが実行されます。

Cisco IOS Release 12.2(20)SE 以前からのアップグレード

Cisco IOS Release 12.2(20)SE では、旧リリースから自動 QoS の実装が変更されています。生成した自動 QoS 設定が変更され、Cisco SoftPhone 機能のサポートと、ルーテッド ポートの Cisco IP Phone が追加されました。

自動 QoS がスイッチ上に設定され、スイッチが Cisco IOS Release 12.2(20)SE よりも前のリリースを稼動している状態で、Cisco IOS Release 12.2(20)SE 以降のリリースにアップグレードする場合、コンフィギュレーション ファイルに新しい設定が含まれないため、自動 QoS は動作しません。コンフィギュレーション ファイルで自動 QoS 設定をアップグレードするには、次の手順を実行します。

1. スイッチを Cisco IOS Release 12.2(20)SE 以降のリリースにアップグレードします。
2. 自動 QoS がイネーブルであるポートすべてに対して、自動 QoS をディセーブルにします。
3. **no** コマンドを使用して、グローバル自動 QoS 設定すべてをデフォルト値に戻します。
4. ステップ 2 で自動 QoS をディセーブルにしたポートで、自動 QoS をイネーブルに戻します。その場合、前と同じ自動 QoS 設定でポートを設定します。

自動 QoS のイネーブル化

QoS パフォーマンスを最適化するには、ネットワーク内のすべてのデバイスで自動 QoS をイネーブルにします。

QoS ドメイン内で自動 QoS デバイスをイネーブルにするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	ビデオ デバイスに接続されているポート、またはネットワーク内部の信頼性のある他のスイッチやルータに接続されたアップリンク ポートを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**auto qos voip** {**cisco-phone** | **cisco-softphone** | **trust**} または	自動 QoS をイネーブルにします。 キーワードの意味は次のとおりです。 • **cisco-phone**：ポートが Cisco IP Phone に接続されている場合、着信パケットの QoS ラベルは電話が検出された場合だけ信頼されます。 • **cisco-softphone**：ポートが Cisco SoftPhone 機能を実行するデバイスに接続されています。 • **trust**：アップリンク ポートが信頼性のあるスイッチまたはルータ、および VoIP トラフィック分類に接続されます。
ステップ 4	**exit**	グローバル コンフィギュレーション モードに戻ります。
ステップ 5	**interface** *interface-id*	信頼性のあるスイッチまたはルータに接続していると認識されるスイッチ ポートを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 6	**auto qos trust**	ポート上で自動 QoS をイネーブルにし、そのポートが信頼性のあるルータまたはスイッチに接続されるように指定します。
ステップ 7	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 8	**show auto qos interface** *interface-id*	設定を確認します。 このコマンドは、自動 QoS がイネーブルであるインターフェイス上の自動 QoS コマンドを表示します。自動 QoS 設定およびユーザの変更を表示するには、**show running-config** 特権 EXEC コマンドを使用します。

自動 QoS コマンドのトラブルシューティング

自動 QoS のイネーブルまたはディセーブル時に自動的に生成された QoS コマンドを表示するには、自動 QoS をイネーブルにする*前*に、**debug auto qos** 特権 EXEC コマンドを入力します。詳細については、このリリースに対応するコマンド リファレンスにある **debug autoqos** コマンドを参照してください。

ポートで自動 QoS をディセーブルにするには、auto qos コマンド インターフェイス コンフィギュレーション コマンドの **no** 形式（**no auto qos voip** など）を使用します。このポート用に自動 QoS が生成したインターフェイス コンフィギュレーション コマンドだけが削除されます。これが自動 QoS をイネーブルにしている最後のポートの場合に、**no auto qos voip** コマンドを入力すると、自動 QoS 生成

グローバル コンフィギュレーション コマンドが残っていても、（グローバル コンフィギュレーションによって他のポートのトラフィックを中断しないように）自動 QoS はディセーブルであると見なされます。

自動 QoS 生成グローバル コンフィギュレーション コマンドをディセーブルにするには、**no mls qos** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。QoS がディセーブルになると、パケット（パケットの CoS 値、DSCP 値、および IP precedence 値）は変更されないため、trusted（信頼性のある）ポート、または untrusted（信頼性のない）ポートの概念はありません。トラフィックはパススルー モードでスイッチングされます（書き換えられずにスイッチングされ、ポリシングを伴わないベストエフォート型として分類されます）。

自動 QoS 情報の表示

自動 QoS 設定を表示するには、**show auto qos** [**interface** [*interface-id*]] 特権 EXEC コマンドを使用します。ユーザによる設定変更を表示するには、**show running-config** 特権 EXEC コマンドを使用します。**show auto qos** コマンド出力と **show running-config** コマンド出力を比較してユーザ定義の QoS 設定を比較できます。

自動 QoS によって影響を受ける QoS 設定を表示するには、次のいずれかのコマンドを使用します。

- **show mls qos**
- **show mls qos maps cos-dscp**
- **show mls qos interface** [*interface-id*] [**buffers** | **queueing**]
- **show mls qos maps** [**cos-dscp** | **cos-input-q** | **cos-output-q** | **dscp-cos** | **dscp-input-q** | **dscp-output-q**]
- **show mls qos input-queue**
- **show running-config**

標準 QoS の設定

標準 QoS を設定する前に、次の事項を十分に理解しておく必要があります。

- 使用するアプリケーションのタイプおよびネットワークのトラフィック パターン
- トラフィックの特性およびネットワークのニーズ。バースト性の高いトラフィックかどうかの判別。音声およびビデオ ストリーム用の帯域幅確保の必要性
- ネットワークの帯域幅要件および速度
- ネットワーク上の輻輳発生箇所

ここでは、次の設定情報について説明します。

- 「標準 QoS のデフォルト設定」（P.34-37）
- 「標準 QoS 設定時の注意事項」（P.34-39）
- 「QoS のグローバルなイネーブル化」（P.34-41）（必須）
- 「物理ポートで VLAN ベースの QoS をイネーブル化」（P.34-42）（任意）
- 「ポートの信頼状態による分類の設定」（P.34-42）（必須）
- 「QoS ポリシーの設定」（P.34-49）（必須）

- 「DSCP マップの設定」（P.34-69）（任意、DSCP/DSCP 変換マップまたはポリシング済み DSCP マップを使用する必要がない場合）
- 「入力キューの特性の設定」（P.34-74）（任意）
- 「出力キューの特性の設定」（P.34-78）（任意）

標準 QoS のデフォルト設定

QoS はディセーブルに設定されています。パケット（パケットの CoS 値、DSCP 値、および IP precedence 値）は変更されないため、trusted（信頼性のある）ポート、または untrusted（信頼性のない）ポートの概念はありません。トラフィックはパススルー モードでスイッチングされます（書き換えられずにスイッチングされ、ポリシングを伴わないベストエフォート型として分類されます）。

mls qos グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用して QoS をイネーブルにし、その他のすべての QoS 設定がデフォルトである場合、トラフィックはポリシングを伴わないベストエフォート型として分類されます（DSCP および CoS 値は 0 に設定されます）。ポリシー マップは設定されません。デフォルトでは、すべてのポートの信頼状態は untrusted です。入力および出力キューのデフォルト設定については、「入力キューのデフォルト設定」（P.34-37）および「出力キューのデフォルト設定」（P.34-38）を参照してください。

入力キューのデフォルト設定

表 34-7 に、QoS がイネーブルの場合の入力キューのデフォルト設定を示します。

表 34-7　入力キューのデフォルト設定

機能	キュー 1	キュー 2
バッファ割り当て	90%	10%
帯域幅割り当て [1]	4	4
プライオリティ キューの帯域幅 [2]	0	10
WTD ドロップしきい値 1	100%	100%
WTD ドロップしきい値 2	100%	100%

1. 帯域幅は各キューで平等に共有されます。SRR は共有モードでだけパケットを送信します。
2. キュー 2 はプライオリティ キューです。共有が設定されている場合、SRR はプライオリティ キューを処理してから、他のキューを処理します。

表 34-8 に、QoS がイネーブルの場合のデフォルトの CoS 入力キューしきい値マップを示します。

表 34-8　デフォルトの CoS 入力キューしきい値マップ

CoS 値	キュー ID - しきい値 ID
0 ～ 4	1–1
5	2–1
6、7	1–1

表 34-9 に、QoS がイネーブルの場合のデフォルトの DSCP 入力キューしきい値マップを示します。

表 34-9　デフォルトの DSCP 入力キューしきい値マップ

DSCP 値	キュー ID - しきい値 ID
0 ～ 39	1–1
40 ～ 47	2–1
48 ～ 63	1–1

出力キューのデフォルト設定

表 34-10 に、QoS がイネーブルの場合における、各キューセットの出力キューのデフォルト設定を示します。すべてのポートはキューセット 1 にマッピングされます。ポートの帯域幅限度は 100% に設定され、レートは制限されません。

表 34-10　出力キューのデフォルト設定

機能	キュー 1	キュー 2	キュー 3	キュー 4
バッファ割り当て	25%	25%	25%	25%
WTD ドロップしきい値 1	100%	200%	100%	100%
WTD ドロップしきい値 2	100%	200%	100%	100%
専用しきい値	50%	50%	50%	50%
最大しきい値	400%	400%	400%	400%
SRR シェーピング重み（絶対）[1]	25	0	0	0
SRR 共有重み [2]	25	25	25	25

1. シェーピング重みが 0 の場合、このキューはシェーピング モードで動作します。
2. 帯域幅の 4 分の 1 が各キューに割り当てられます。

表 34-11 に、QoS がイネーブルの場合のデフォルトの CoS 出力キューしきい値マップを示します。

表 34-11　デフォルトの CoS 出力キューしきい値マップ

CoS 値	キュー ID - しきい値 ID
0、1	2–1
2、3	3–1
4	4–1
5	1–1
6、7	4–1

表 34-12 に、QoS がイネーブルの場合のデフォルトの DSCP 出力キューしきい値マップを示します。

表 34-12　デフォルトの DSCP 出力キューしきい値マップ

DSCP 値	キュー ID - しきい値 ID
0 ～ 15	2–1
16 ～ 31	3–1
32 ～ 39	4–1
40 ～ 47	1–1
48 ～ 63	4–1

マッピング テーブルのデフォルト設定

デフォルトの CoS/DSCP マップは、表 34-13（P.34-69）のとおりです。

デフォルトの IP precedence/DSCP マップは、表 34-14（P.34-70）のとおりです。

デフォルトの DSCP/CoS マップは、表 34-15（P.34-72）のとおりです。

デフォルトの DSCP/DSCP 変換マップは、着信 DSCP 値を同じ DSCP 値にマッピングする空のマップです。

デフォルトのポリシング済み DSCP マップは、着信 DSCP 値を同じ DSCP 値にマッピングする（マークダウンしない）空のマップです。

標準 QoS 設定時の注意事項

QoS の設定を始める前に、次の事項を確認してください。

- 「QoS ACL の注意事項」（P.34-39）
- 「インターフェイスへの QoS の適用」（P.34-40）
- 「ポリシングの注意事項」（P.34-40）
- 「一般的な QoS の注意事項」（P.34-41）

QoS ACL の注意事項

- IP フラグメントと設定されている IP 拡張 ACL を照合することによって、QoS を実施することはできません。IP フラグメントはベストエフォート型として送信されます。IP フラグメントは IP ヘッダーのフィールドで示されます。
- 1 つのクラス マップごとに使用できる ACL は 1 つだけ、使用できる **match** クラスマップ コンフィギュレーション コマンドは 1 つだけです。ACL には、フィールドとパケットの内容を照合する ACE を複数指定できます。
- ポリシー マップの信頼ステートメントには、ACL 行ごとに複数の TCAM エントリが必要です。入力サービス ポリシー マップに ACL の信頼ステートメントが含まれている場合、利用可能な QoS TCAM に収めるにはアクセスリストが大きすぎる可能性があり、ポリシー マップをポートに適用する際にエラーが発生する場合もあります。可能な限り、QoS ACL の行数を最小限に抑えてください。

インターフェイスへの QoS の適用

次の注意事項は、物理ポートおよび SVI（レイヤ 3 インターフェイス）で QoS を設定する場合に適用されます。

- QoS は物理ポートおよび SVI に設定できます。物理ポートに QoS を設定する場合は、非階層型のポリシー マップを作成し、適用してください。SVI に QoS を設定する場合は、非階層型および階層型のポリシー マップを作成し、適用できます。
- ブリッジング、ルーティング、または CPU への送信のどれを行うかに関係なく、着信トラフィックは分類、ポリシング、およびマークダウン（設定されている場合）されます。ブリッジングされたフレームを廃棄したり、DSCP および CoS 値を変更したりできます。
- 物理ポートまたは SVI でポリシー マップを設定する場合には、次の注意事項に従ってください。
  - 物理ポートと SVI に同じポリシー マップを適用できません。
  - 物理ポートで VLAN ベースの QoS を設定した場合、スイッチはそのポートにあるすべてのポートベースのポリシー マップを削除します。そうすることで、物理ポートのトラフィックは、自身のポートの SVI に適用されているポリシー マップの適用を受け入れられます。
  - SVI に適用された階層型のポリシー マップでは、物理ポートのインターフェイス レベルで個別にだけポリサーを作成でき、ポートのトラフィックの帯域幅制限を指定できます。入力ポートは、トランクまたは静的アクセス ポイントとして設定する必要があります。階層型のポリシー マップの VLAN レベルではポリサーを設定できません。
  - スイッチは、階層型のポリシー マップで集約ポリサーをサポートしません。
  - SVI に階層型のポリシー マップが適用された後は、インターフェイス レベルのポリシー マップを変更したり、削除したりできません。新規にインターフェイス レベルのポリシー マップを階層型のポリシー マップに追加することもできません。変更するには、まず SVI から階層型ポリシー マップを削除する必要があります。また、階層型ポリシー マップで指定されたクラス マップを追加または削除できません。

ポリシングの注意事項

- 複数の物理ポートを制御するポート ASIC デバイスは、256 のポリサー（255 のユーザ設定可能ポリサーとシステムの内部使用のために予約された 1 つのポリサー）をサポートしています。各ポートでサポートされているポリサーの最大数は 63 です。たとえば、ギガビット イーサネット ポートに 32 のポリサー、ファスト イーサネット ポートに 8 つのポリサーを設定したり、ギガビット イーサネット ポートに 64 のポリサー、ファスト イーサネット ポートに 5 つのポリサーを設定できます。ポリサーは必要に応じてソフトウェアによって割り当てられ、ハードウェアおよび ASIC 境界の制約を受けます。ポートごとにポリサーを確保することはできません。ポートがいずれかのポリサーに割り当てられる保証はありません。
- 入力ポートでは 1 つのパケットに適用できるポリサーは 1 つだけです。設定できるのは、平均レート パラメータおよび認定バースト パラメータだけです。
- 同じ非階層型のポリシー マップ内にある複数のトラフィック クラスで共有される集約ポリサーを作成できます。ただし、集約ポリサーを異なるポリシー マップにわたって使用することはできません。
- QoS 対応として設定されているポートを介して受信したすべてのトラフィックは、そのポートに結合されたポリシー マップに基づいて分類、ポリシング、およびマーキングが行われます。QoS 対応として設定されているトランク ポートの場合、ポートを介して受信したすべての VLAN のトラフィックは、そのポートに結合されたポリシー マップに基づいて分類、ポリシング、およびマーキングが行われます。

- スイッチ上で EtherChannel ポートが設定されている場合、EtherChannel を形成する個々の物理ポートに QoS の分類、ポリシング、マッピング、およびキューイングを設定する必要があります。また、QoS の設定を EtherChannel のすべてのポートで照合するかどうかを決定する必要があります。
- 既存の QoS ポリシーのポリシー マップを変更する必要がある場合は、最初にすべてのインターフェイスからポリシー マップを削除してから、ポリシー マップを変更またはコピーします。変更が完了したら、変更したポリシー マップをインターフェイスに適用します。最初にすべてのインターフェイスからポリシー マップを削除しなかった場合、CPU 使用率が高くなり、コンソールが長期間停止する可能性があります。

一般的な QoS の注意事項

一般的な QoS の注意事項を次に示します。

- スイッチで受信された制御トラフィック（スパニング ツリー Bridge Protocol Data Unit（BPDU; ブリッジ プロトコル データ ユニット）やルーティング アップデート パケットなど）には、入力 QoS 処理がすべて行われます。
- キュー設定を変更すると、データが失われることがあります。したがって、トラフィックが最小のときに設定を変更するようにしてください。

IP サービス イメージを稼動させるスイッチは Policy-Based Routing（PBR; ポリシー ベース ルーティング）ルート マップでの QoS DSCP および IP precedence の一致をサポートしていて、次のような制限事項があります。

- QoS DSCP 変換マップと PBR ルート マップを同じインターフェイスに適用することができません。
- 透過的な DSCP と PBR DSCP ルート マップは同一スイッチに設定できません。

QoS のグローバルなイネーブル化

デフォルトでは、QoS はスイッチ上でディセーブルに設定されています。

QoS をイネーブルにするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は必須です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**mls qos**	QoS をグローバルにイネーブルにします。 デフォルト設定における QoS の動作については、「標準 QoS のデフォルト設定」（P.34-37）、「入力キューでのキューイングおよびスケジューリング」（P.34-16）、および「出力キューでのキューイングおよびスケジューリング」（P.34-17）を参照してください。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show mls qos**	設定を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

QoS をディセーブルにするには、**no mls qos** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

物理ポートで VLAN ベースの QoS をイネーブル化

デフォルトでは、VLAN ベースの QoS はスイッチにあるすべての物理ポートでディセーブルです。スイッチは、物理ポート ベースでだけ、クラス マップおよびポリシー マップ QoS を含む QoS を適用できます。スイッチ ポートで VLAN ベースの QoS をイネーブルにできます。

VLAN ベースの QoS をイネーブルにするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順には、SVI にインターフェイス レベルの階層型ポリシー マップが指定されている物理ポートが必要です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	物理ポートを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**mls qos vlan-based**	ポートで VLAN ベースの QoS をイネーブルにします。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show mls qos interface** *interface-id*	VLAN ベースの QoS が物理ポートでイネーブルかどうかを確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

物理ポートで VLAN ベースの QoS をディセーブルにする場合は、**no mls qos vlan-based** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

ポートの信頼状態による分類の設定

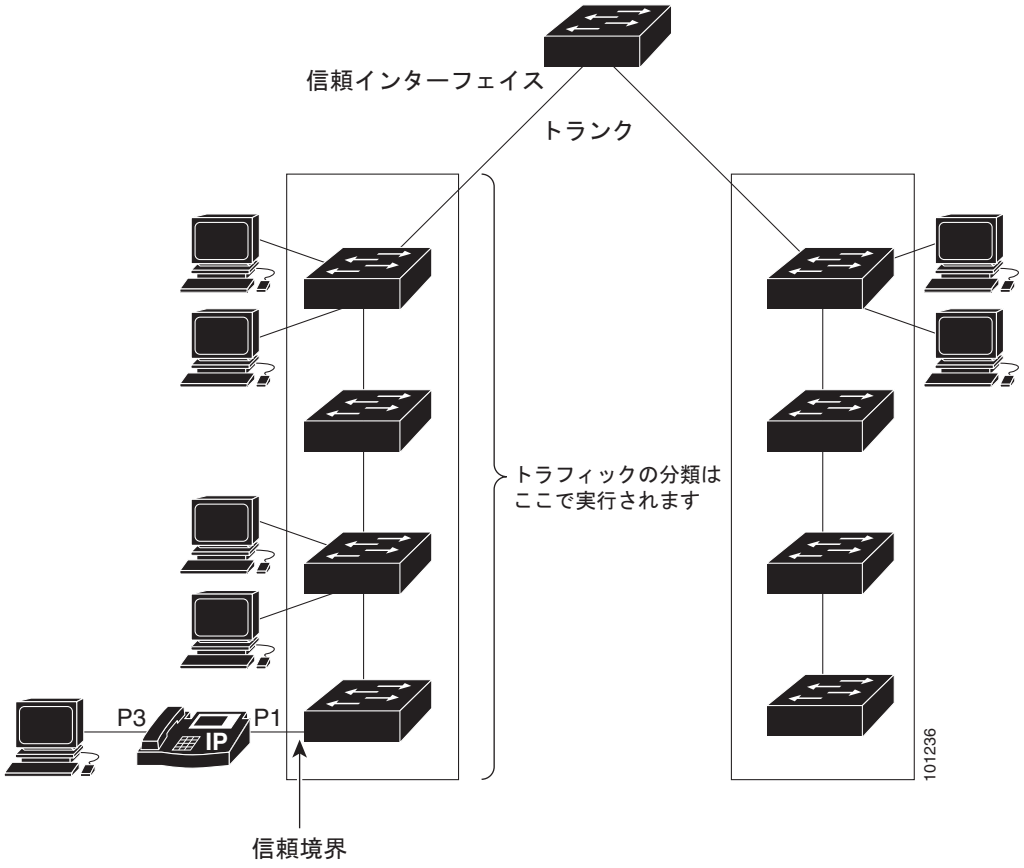
ここでは、ポートの信頼状態を使用して着信トラフィックを分類する方法について説明します。ネットワーク設定に応じて、次に示す作業または「QoS ポリシーの設定」（P.34-49）に記載されている作業を 1 つまたは複数実行する必要があります。

- 「QoS ドメイン内のポートの信頼状態の設定」（P.34-42）
- 「インターフェイスの CoS 値の設定」（P.34-44）
- 「ポート セキュリティを確保するための信頼境界機能の設定」（P.34-45）
- 「DSCP 透過性モードのイネーブル化」（P.34-46）
- 「別の QoS ドメインとの境界ポートでの DSCP 信頼状態の設定」（P.34-47）

QoS ドメイン内のポートの信頼状態の設定

QoS ドメインに入るパケットは、QoS ドメインのエッジで分類されます。パケットがエッジで分類されると、QoS ドメイン内の各スイッチでパケットを分類する必要がないので、QoS ドメイン内のスイッチ ポートをいずれか 1 つの信頼状態に設定できます。図 34-11 に、ネットワーク トポロジの例を示します。

図 34-11　QoS ドメイン内のポートの信頼状態



ポートが受信したトラフィックの分類を信頼するようにポートを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	信頼するポートを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。 指定できるインターフェイスとして、物理ポートも含まれます。

	コマンド	目的
ステップ 3	**mls qos trust** [**cos** | **dscp** | **ip-precedence**]	ポートの信頼状態を設定します。 デフォルトでは、ポートは trusted ではありません。キーワードを指定しない場合、デフォルトは **dscp** です。 キーワードの意味は次のとおりです。 • **cos**：パケットの CoS 値を使用して入力パケットを分類します。タグなしパケットの場合は、ポートのデフォルトの CoS 値が使用されます。デフォルトのポート CoS 値は 0 です。 • **dscp**：パケットの DSCP 値を使用して入力パケットを分類します。非 IP パケットでは、パケットがタグ付きの場合、パケットの CoS 値が使用されます。パケットがタグなしの場合は、デフォルトのポート CoS が使用されます。スイッチは、内部で CoS/DSCP マップを使用して CoS 値を DSCP 値にマッピングします。 • **ip-precedence**：パケットの IP precedence 値を使用して入力パケットを分類します。非 IP パケットでは、パケットがタグ付きの場合、パケットの CoS 値が使用されます。パケットがタグなしの場合は、デフォルトのポート CoS が使用されます。スイッチは、内部で CoS/DSCP マップを使用して CoS 値を DSCP 値にマッピングします。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show mls qos interface**	設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

untrusted ステートにポートを戻す場合は、**no mls qos trust** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

デフォルトの CoS 値を変更する方法については、「インターフェイスの CoS 値の設定」（P.34-44）を参照してください。CoS/DSCP マップを設定する方法については、「CoS/DSCP マップの設定」（P.34-69）を参照してください。

インターフェイスの CoS 値の設定

QoS は、trusted ポートおよび untrusted ポートで受信したタグなしフレームに、**mls qos cos** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドで指定された CoS 値を割り当てます。

デフォルトのポート CoS 値を定義する場合、またはポート上のすべての着信パケットにデフォルトの CoS 値を割り当てる場合には、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	設定するポートを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。 指定できるインターフェイスとして、物理ポートも含まれます。

	コマンド	目的
ステップ 3	**mls qos cos** {*default-cos* | **override**}	デフォルトのポート CoS 値を設定します。 • *default-cos* には、ポートに割り当てるデフォルトの CoS 値を指定します。パケットがタグなしの場合、デフォルトの CoS 値がパケットの CoS 値になります。CoS 値に指定できる範囲は 0 ～ 7 です。デフォルトは 0 です。 • 着信パケットにすでに設定されている信頼状態を変更し、すべての着信パケットにデフォルトのポート CoS 値を適用する場合は、**override** キーワードを使用します。デフォルトでは、CoS の上書きはディセーブルに設定されています。 特定のポートに届くすべての着信パケットに、他のポートからのパケットより高い、または低いプライオリティを与える場合には、**override** キーワードを使用します。ポートがすでに DSCP、CoS、または IP precedence を信頼するように設定されている場合でも、設定済みの信頼状態がこのコマンドによって上書き変更され、すべての着信 CoS 値にこのコマンドで設定されたデフォルトの CoS 値が割り当てられます。着信パケットがタグ付きの場合、入力ポートで、ポートのデフォルト CoS を使用してパケットの CoS 値が変更されます。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show mls qos interface**	設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

デフォルトの設定に戻す場合は、**no mls qos cos** {*default-cos* | **override**} インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

ポート セキュリティを確保するための信頼境界機能の設定

一般的なネットワークでは、Cisco IP Phone をスイッチ ポートに接続して（図 34-11（P.34-43）を参照）、電話の背後からデータ パケットを生成するデバイスをカスケードします。Cisco IP Phone では、音声パケット CoS レベルをハイ プライオリティ（CoS = 5）にマーキングし、データ パケットをロープライオリティ（CoS = 0）にマーキングすることで、共有データ リンクを通して音声品質を保証しています。電話からスイッチに送信されたトラフィックは通常 IEEE 802.1Q ヘッダーを使用するタグでマーキングされています。ヘッダーには VLAN 情報およびパケットのプライオリティになる CoS の 3 ビット フィールドが含まれています。

ほとんどの Cisco IP Phone 設定では、電話からスイッチへ送信されるトラフィックは、音声トラフィックがネットワーク内の他のタイプのトラフィックに対して適切にプライオリティ付けがされていることを保証するように信頼されています。**mls qos trust cos** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用して、ポートで受信されるすべてのトラフィックの CoS ラベルを信頼するように、電話が接続されているスイッチ ポートを設定します。**mls qos trust dscp** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用して、ポートで受信されるすべてのトラフィックの DSCP ラベルを信頼するように、電話が接続されているルーテッド ポートを設定します。

信頼設定により、ユーザが電話をバイパスして PC を直接スイッチに接続する場合に、ハイ プライオリティ キューの誤使用を避けるのにも信頼境界機能を使用できます。信頼境界機能を使用しないと、（信頼性のある CoS 設定により）PC が生成した CoS ラベルがスイッチで信頼されてしまいます。それに対して、信頼境界機能は CDP を使用してスイッチ ポートにある Cisco IP Phone（Cisco IP Phone 7910、7935、7940、および 7960）の存在を検出します。電話が検出されない場合、信頼境界機能がハ

イプライオリティ キューの誤使用を避けるためにスイッチ ポートの信頼設定をディセーブルにします。信頼境界機能は、PC および Cisco IP Phone がスイッチに接続されているハブに接続されている場合は機能しないことに注意してください。

Cisco IP Phone に接続した PC でハイ プライオリティのデータ キューを利用しないようにすることもできる場合があります。**switchport priority extend cos** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用して、PC から受信するトラフィックのプライオリティを上書きするようにスイッチ CLI を介して電話を設定できます。

信頼境界機能をポート上でイネーブルにするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**cdp run**	CDP をグローバルにイネーブルにします。デフォルトでは、CDP がイネーブルに設定されています。
ステップ 3	**interface** *interface-id*	Cisco IP Phone に接続するポートを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。 指定できるインターフェイスとして、物理ポートも含まれます。
ステップ 4	**cdp enable**	ポート上で CDP をイネーブルに設定します。デフォルトでは、CDP がイネーブルに設定されています。
ステップ 5	**mls qos trust cos**	Cisco IP Phone から受信したトラフィックの CoS 値を信頼するようにスイッチ ポートを設定します。 または
	mls qos trust dscp	Cisco IP Phone から受信したトラフィックの DSCP 値を信頼するようにルーテッド ポートを設定します。 デフォルトでは、ポートは trusted ではありません。
ステップ 6	**mls qos trust device cisco-phone**	Cisco IP Phone が信頼性のあるデバイスであることを指定します。 信頼境界機能と自動 QoS（**auto qos voip** インターフェイス コンフィギュレーション コマンド）を同時にイネーブルにはできません。両者は相互に排他的です。
ステップ 7	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 8	**show mls qos interface**	設定を確認します。
ステップ 9	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

信頼境界機能をディセーブルにするには、**no mls qos trust device** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

DSCP 透過性モードのイネーブル化

スイッチでは透過的な DSCP 機能をサポートします。この機能は発信パケットの DSCP フィールドだけに作用します。透過的な DSCP 機能のデフォルト設定はディセーブルです。スイッチは着信パケットの DSCP フィールドを変更します。発信パケットの DSCP フィールドは、ポートの信頼設定、ポリシングとマーキング、および DSCP/DSCP 変換マップを含め、Quality of Service（QoS）設定によって異なります。

no mls qos rewrite ip dscp コマンドを用いて透過的な DSCP 機能をイネーブルにした場合、スイッチは着信パケットの DSCP フィールドを変更しません。そのため、発信パケットの DSCP フィールドの内容はパケットの着信時と同じです。

（注）　透過的な DSCP をイネーブルにしても、IEEE 802.1Q トンネリング ポートのポート信頼設定は影響されません。

透過的な DSCP 設定にかかわらず、スイッチはパケット内部の DSCP 値を変更し、トラフィックのプライオリティを提示する CoS 値を生成します。また、スイッチは内部の DSCP 値を使用して、出力キューおよびしきい値も選択します。

透過的な DSCP 機能をスイッチでイネーブルにするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**mls qos**	QoS をグローバルにイネーブルにします。
ステップ 3	**no mls qos rewrite ip dscp**	透過的な DSCP 機能をイネーブルにします。スイッチが IP パケットの DSCP フィールドを変更しないよう設定されます。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show mls qos interface** [*interface-id*]	設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

透過的な DSCP 機能をディセーブルにして、信頼設定または ACL に基づいてスイッチに DSCP 値を変更させる設定にするには、**mls qos rewrite ip dscp** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

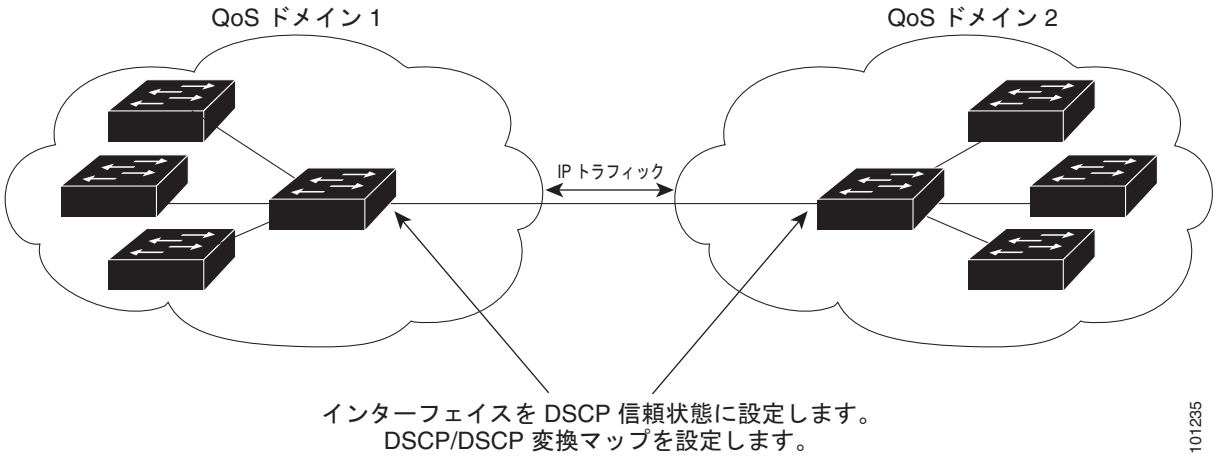
no mls qos グローバル コンフィギュレーション コマンドで、QoS をディセーブルにした場合、CoS および DSCP 値は変更されません（デフォルトの QoS 設定）。

no mls qos rewrite ip dscp グローバル コンフィギュレーション コマンドを入力して透過的な DSCP をイネーブルにしてから、**mls qos trust** [**cos** | **dscp**] インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを入力した場合、DSCP 透過はイネーブルのままとなります。

別の QoS ドメインとの境界ポートでの DSCP 信頼状態の設定

2 つの異なる QoS ドメインを管理しているときに、その QoS ドメイン間の IP トラフィックに QoS 機能を実装する場合は、ドメインの境界に位置するスイッチ ポートを DSCP trusted ステートに設定できます（図 34-12 を参照）。それにより、受信ポートでは DSCP trusted 値をそのまま使用し、QoS の分類手順が省略されます。2 つのドメインで異なる DSCP 値が使用されている場合は、他のドメイン内での定義に一致するように一連の DSCP 値を変換する DSCP/DSCP 変換マップを設定できます。

図 34-12　別の QoS ドメインとの境界ポートの DSCP 信頼状態



ポート上に DSCP trusted ステートを設定して、DSCP/DSCP 変換マップを変更するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。両方の QoS ドメインに一貫した方法でマッピングするには、両方のドメイン内のポート上で次の手順を実行する必要があります。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**mls qos map dscp-mutation** *dscp-mutation-name in-dscp* **to** *out-dscp*	DSCP/DSCP 変換マップを変更します。 デフォルトの DSCP/DSCP 変換マップは、着信 DSCP 値を同じ DSCP 値にマッピングする空のマップです。 • *dscp-mutation-name* には、変換マップ名を入力します。新しい名前を指定することにより、複数のマップを作成できます。 • *in-dscp* には、最大 8 つの DSCP 値をスペースで区切って入力します。さらに、**to** キーワードを入力します。 • *out-dscp* には、DSCP 値を 1 つ入力します。 DSCP の範囲は 0 ～ 63 です。
ステップ 3	**interface** *interface-id*	信頼するポートを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。 指定できるインターフェイスとして、物理ポートも含まれます。
ステップ 4	**mls qos trust dscp**	DSCP trusted ポートとして入力ポートを設定します。デフォルトでは、ポートは trusted ではありません。
ステップ 5	**mls qos dscp-mutation** *dscp-mutation-name*	指定された DSCP trusted 入力ポートにマップを適用します。 *dscp-mutation-name* には、ステップ 2 で作成した変換マップ名を指定します。 1 つの入力ポートに複数の DSCP/DSCP 変換マップを設定できます。
ステップ 6	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 7	**show mls qos maps dscp-mutation**	設定を確認します。
ステップ 8	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

ポートを trusted 以外のステートに戻すには、**no mls qos trust** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。デフォルトの DSCP/DSCP 変換マップ値に戻すには、**no mls qos map dscp-mutation** *dscp-mutation-name* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、ポートが DSCP を信頼する状態に設定し、着信した DSCP 値 10 ～ 13 が DSCP 値 30 にマッピングされるように DSCP/DSCP 変換マップ（*gi0/2-mutation*）を変更する例を示します。

```
Switch(config)# mls qos map dscp-mutation gi0/2-mutation 10 11 12 13 to 30
Switch(config)# interface gigabitethernet0/2
Switch(config-if)# mls qos trust dscp
Switch(config-if)# mls qos dscp-mutation gi0/2-mutation
Switch(config-if)# end
```

QoS ポリシーの設定

QoS ポリシーを設定するには、通常、トラフィックをクラス別に分類し、各トラフィック クラスに適用するポリシーを設定し、ポリシーをポートに結合する必要があります。

基本情報については、「分類」（P.34-5）および「ポリシングおよびマーキング」（P.34-9）を参照してください。設定時の注意事項については、「標準 QoS 設定時の注意事項」（P.34-39）を参照してください。

ここでは、トラフィックを分類、ポリシング、マーキングする方法について説明します。ネットワーク設定に応じて、次の作業を 1 つまたは複数実行する必要があります。

- 「ACL によるトラフィックの分類」（P.34-50）
- 「クラス マップによるトラフィックの分類」（P.34-53）
- 「ポリシー マップによる物理ポートのトラフィックの分類、ポリシング、およびマーキング」（P.34-55）
- 「階層型ポリシー マップによる SVI のトラフィックの分類、ポリシング、およびマーキング」（P.34-60）
- 「集約ポリサーによるトラフィックの分類、ポリシング、およびマーキング」（P.34-67）

ACL によるトラフィックの分類

IP 標準 ACL または IP 拡張 ACL を使用することによって、IP トラフィックを分類できます。非 IP トラフィックは、レイヤ 2 MAC ACL を使用することによって分類できます。

IP トラフィック用に IP 標準 ACL を作成するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**access-list** *access-list-number* {**deny** | **permit**} *source* [*source-wildcard*]	IP 標準 ACL を作成し、必要な回数だけコマンドを繰り返します。 • *access-list-number* には、アクセス リスト番号を入力します。有効範囲は 1 ～ 99 および 1300 ～ 1999 です。 • **permit** キーワードを使用すると、条件が一致した場合に特定のトラフィック タイプを許可します。**deny** キーワードを使用すると、条件が一致した場合に特定のトラフィック タイプを拒否します。 • *source* には、パケットの送信元となるネットワークまたはホストを指定します。**any** キーワードは 0.0.0.0 255.255.255.255 の省略形として使用できます。 • （任意）*source-wildcard* には、送信元に適用するワイルドカード ビットをドット付き 10 進表記で入力します。無視するビット位置には 1 を入れます。 **（注）** アクセス リストを作成するときは、アクセス リストの末尾に暗黙の拒否ステートメントがデフォルトで存在し、それ以前のステートメントで一致が見つからなかったすべてのパケットに適用されることに注意してください。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show access-lists**	設定を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

アクセス リストを削除するには、**no access-list** *access-list-number* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、指定された 3 つのネットワーク上のホストだけにアクセスを許可する例を示します。ネットワーク アドレスのホスト部分にワイルドカード ビットが適用されます。アクセス リストのステートメントと一致しない送信元アドレスのホストはすべて拒否されます。

```
Switch(config)# access-list 1 permit 192.5.255.0 0.0.0.255
Switch(config)# access-list 1 permit 128.88.0.0 0.0.255.255
Switch(config)# access-list 1 permit 36.0.0.0 0.0.0.255
! (Note: all other access implicitly denied)
```

IP トラフィック用に IP 拡張 ACL を作成するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**access-list** *access-list-number* {**deny** | **permit**} *protocol source source-wildcard destination destination-wildcard*	IP 拡張 ACL を作成し、必要な回数だけコマンドを繰り返します。 • *access-list-number* には、アクセス リスト番号を入力します。有効範囲は 100 ～ 199 および 2000 ～ 2699 です。 • **permit** キーワードを使用すると、条件が一致した場合に特定のトラフィック タイプを許可します。**deny** キーワードを使用すると、条件が一致した場合に特定のトラフィック タイプを拒否します。 • *protocol* には、IP プロトコルの名前または番号を入力します。疑問符（?）を使用すると、使用できるプロトコル キーワードのリストが表示されます。 • *source* には、パケットの送信元となるネットワークまたはホストを指定します。ネットワークまたはホストを指定するには、ドット付き 10 進表記を使用したり、**source** 0.0.0.0 *source-wildcard* 255.255.255.255 の短縮形として *any* キーワードを使用したり、**source** 0.0.0.0 を表す *host* キーワードを使用します。 • *source-wildcard* では、無視するビット位置に 1 を入力することによって、ワイルドカード ビットを指定します。ワイルドカードを指定するには、ドット付き 10 進表記を使用したり、**source** 0.0.0.0 *source-wildcard* 255.255.255.255 の短縮形として *any* キーワードを使用したり、**source** 0.0.0.0 を表す *host* キーワードを使用します。 • *destination* には、パケットの宛先となるネットワークまたはホストを指定します。*destination* および *destination-wildcard* には、*source* および *source-wildcard* での説明と同じオプションを使用できます。 **（注）** アクセス リストを作成するときは、アクセス リストの末尾に暗黙の拒否ステートメントがデフォルトで存在し、それ以前のステートメントで一致が見つからなかったすべてのパケットに適用されることに注意してください。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show access-lists**	設定を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

アクセス リストを削除するには、**no access-list** *access-list-number* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、任意の送信元から、DSCP 値が 32 に設定されている任意の宛先への IP トラフィックを許可する ACL を作成する例を示します。

```
Switch(config)# access-list 100 permit ip any any dscp 32
```

次に、10.1.1.1 の送信元ホストから 10.1.1.2 の宛先ホストへの IP トラフィック（precedence 値は 5）を許可する ACL を作成する例を示します。

```
Switch(config)# access-list 100 permit ip host 10.1.1.1 host 10.1.1.2 precedence 5
```

次に、任意の送信元からアドレス 224.0.0.2 の宛先グループへの PIM トラフィック（DSCP 値は 32）を許可する ACL を作成する例を示します。

```
Switch(config)# access-list 102 permit pim any 224.0.0.2 dscp 32
```

非 IP トラフィック用にレイヤ 2 MAC ACL を作成するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**mac access-list extended** *name*	リスト名を指定し、レイヤ 2 MAC ACL を作成します。 このコマンドを入力すると、拡張 MAC ACL コンフィギュレーション モードに切り替わります。
ステップ 3	{**permit** | **deny**} {**host** *src-MAC-addr mask* | **any** | **host** *dst-MAC-addr* | *dst-MAC-addr mask*} [*type mask*]	条件が一致した場合に許可または拒否するトラフィック タイプを指定します。必要な回数だけコマンドを入力します。 • *src-MAC-addr* には、パケットの送信元となるホストの MAC アドレスを指定します。MAC アドレスを指定するには、16 進表記（H.H.H）を使用したり、**source** 0.0.0、*source-wildcard* ffff.ffff.ffff の短縮形として *any* キーワードを使用したり、**source** 0.0.0 を表す *host* キーワードを使用します。 • *mask* では、無視するビット位置に 1 を入力することによって、ワイルドカード ビットを指定します。 • *dst-MAC-addr* には、パケットの宛先となるホストの MAC アドレスを指定します。MAC アドレスを指定するには、16 進表記（H.H.H）を使用したり、**source** 0.0.0、*source-wildcard* ffff.ffff.ffff の短縮形として *any* キーワードを使用したり、**source** 0.0.0 を表す *host* キーワードを使用します。 • （任意）*type mask* には、Ethernet II または SNAP でカプセル化されたパケットの Ethertype 番号を指定して、パケットのプロトコルを識別します。*type* の範囲は 0 ～ 65535 です。通常は 16 進数で指定します。*mask* には、一致をテストする前に Ethertype に適用される*無視（don’t care）*ビットを入力します。 **（注）** アクセス リストを作成するときは、アクセス リストの末尾に暗黙の拒否ステートメントがデフォルトで存在し、それ以前のステートメントで一致が見つからなかったすべてのパケットに適用されることに注意してください。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show access-lists** [*access-list-number* | *access-list-name*]	設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

アクセス リストを削除するには、**no mac access-list extended** *access-list-name* グローバル コンフィギュレーション コマンドを入力します。

次に、2 つの許可（permit）ステートメントを指定したレイヤ 2 の MAC ACL を作成する例を示します。最初のステートメントでは、MAC アドレスが 0001.0000.0001 であるホストから、MAC アドレスが 0002.0000.0001 であるホストへのトラフィックが許可されます。2 番めのステートメントでは、MAC アドレスが 0001.0000.0002 であるホストから、MAC アドレスが 0002.0000.0002 であるホストへの、Ethertype が XNS-IDP のトラフィックだけが許可されます。

```
Switch(config)# mac access-list extended maclist1
Switch(config-ext-macl)# permit 0001.0000.0001 0.0.0 0002.0000.0001 0.0.0
Switch(config-ext-macl)# permit 0001.0000.0002 0.0.0 0002.0000.0002 0.0.0 xns-idp
! (Note: all other access implicitly denied)
```

クラス マップによるトラフィックの分類

個々のトラフィック フロー（またはクラス）を他のすべてのトラフィックから分離して名前を付けるには、**class-map** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。クラス マップでは、さらに細かく分類するために、特定のトラフィック フローと照合する条件を定義します。match ステートメントには、ACL、IP precedence 値、DSCP 値などの条件を指定できます。一致条件は、クラス マップ コンフィギュレーション モードの中で match ステートメントを 1 つ入力することによって定義します。

（注）　**class** ポリシー マップ コンフィギュレーション コマンドを使用することによって、ポリシー マップの作成時にクラス マップを作成することもできます。詳細については、「ポリシー マップによる物理ポートのトラフィックの分類、ポリシング、およびマーキング」（P.34-55）および「階層型ポリシー マップによる SVI のトラフィックの分類、ポリシング、およびマーキング」（P.34-60）を参照してください。

クラス マップを作成し、トラフィックを分類するための一致条件を定義するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**access-list** *access-list-number* {**deny** | **permit**} *source* [*source-wildcard*] または **access-list** *access-list-number* {**deny** | **permit**} *protocol source* [*source-wildcard*] *destination* [*destination-wildcard*] または **mac access-list extended** *name* {**permit** | **deny**} {**host** *src-MAC-addr mask* | **any** | **host** *dst-MAC-addr* | *dst-MAC-addr mask*} [*type mask*]	IP トラフィック用の IP 標準または IP 拡張 ACL、または非 IP トラフィック用のレイヤ 2 MAC ACL を作成し、必要な回数だけコマンドを繰り返します。 詳細については、「ACL によるトラフィックの分類」（P.34-50）を参照してください。 （注）　アクセス リストを作成するときは、アクセス リストの末尾に暗黙の拒否ステートメントがデフォルトで存在し、それ以前のステートメントで一致が見つからなかったすべてのパケットに適用されることに注意してください。
ステップ 3	**class-map** [**match-all** | **match-any**] *class-map-name*	クラス マップを作成し、クラス マップ コンフィギュレーション モードを開始します。 デフォルトでは、クラス マップは定義されていません。 • （任意）このクラス マップ配下のすべての一致ステートメントの論理 AND を実行するには、**match-all** キーワードを使用します。この場合は、クラス マップ内のすべての一致条件と一致する必要があります。 • （任意）このクラス マップ配下のすべての一致ステートメントの論理 OR を実行するには、**match-any** キーワードを使用します。この場合は、1 つまたは複数の一致条件と一致する必要があります。 • *class-map-name* には、クラス マップ名を指定します。 **match-all** または **match-any** のどちらのキーワードも指定しない場合、デフォルトは **match-all** です。 （注）　クラス マップごとにサポートされる **match** コマンドは 1 つだけなので、**match-all** でも **match-any** でもキーワードの機能は変わりません。

	コマンド	目的
ステップ 4	**match** {**access-group** *acl-index-or-name* | **ip dscp** *dscp-list* | **ip precedence** *ip-precedence-list*}	トラフィックを分類するための一致条件を定義します。 デフォルトでは、一致条件は定義されていません。 クラス マップごとにサポートされる一致条件は 1 つだけです。また、クラス マップごとにサポートされる ACL は 1 つだけです。 • **access-group** *acl-index-or-name* には、ステップ 2 で作成した ACL の番号または名前を指定します。 • **ip dscp** *dscp-list* には、着信パケットと照合する IP DSCP 値を 8 つまで入力します。各値はスペースで区切ります。指定できる範囲は 0 ～ 63 です。 • **ip precedence** *ip-precedence-list* には、着信パケットと照合する IP precedence 値を 8 つまで入力します。各値はスペースで区切ります。指定できる範囲は 0 ～ 7 です。
ステップ 5	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 6	**show class-map**	設定を確認します。
ステップ 7	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

既存のポリシー マップを削除するには、**no policy-map** *policy-map-name* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。既存のクラス マップを削除するには、**no class-map** [**match-all** | **match-any**] *class-map-name* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。一致条件を削除するには、**no match** {**access-group** *acl-index-or-name* | **ip dscp** | **ip precedence**} クラス マップ コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、*class1* というクラス マップの設定例を示します。*class1* にはアクセス リスト 103 という一致条件が 1 つ設定されています。このクラス マップによって、任意のホストから任意の宛先へのトラフィック（DSCP 値は 10）が許可されます。

```
Switch(config)# access-list 103 permit ip any any dscp 10
Switch(config)# class-map class1
Switch(config-cmap)# match access-group 103
Switch(config-cmap)# end
Switch#
```

次に、DSCP 値が 10、11、および 12 である着信トラフィックと照合する、*class2* という名前のクラス マップを作成する例を示します。

```
Switch(config)# class-map class2
Switch(config-cmap)# match ip dscp 10 11 12
Switch(config-cmap)# end
Switch#
```

次に、IP precedence 値が 5、6、および 7 である着信トラフィックと照合する、*class3* という名前のクラス マップを作成する例を示します。

```
Switch(config)# class-map class3
Switch(config-cmap)# match ip precedence 5 6 7
Switch(config-cmap)# end
Switch#
```

ポリシー マップによる物理ポートのトラフィックの分類、ポリシング、およびマーキング

作用対象となるトラフィック クラスを指定する非階層型ポリシー マップを、物理ポート上に設定できます。トラフィック クラスの CoS 値、DSCP 値、または IP precedence 値を信頼するアクション、トラフィック クラスに特定の DSCP 値または IP precedence 値を設定するアクション、および一致する各トラフィック クラスにトラフィック帯域幅限度を指定するアクション（ポリサー）や、トラフィックが不適合な場合の対処法を指定するアクション（マーキング）などを指定できます。

ポリシー マップには、次の特性もあります。

- 1 つのポリシー マップに、それぞれ異なる一致条件とポリサーを指定した複数のクラス ステートメントを指定できます。
- ポリシー マップでは、マップの終わりに明示的に配置された定義済みのデフォルト トラフィック クラスを含めることができます。
- 1 つのポートから受信されたトラフィック タイプごとに、別々のポリシー マップ クラスを設定できます。
- ポリシー マップの信頼状態およびポートの信頼状態は互いに排他的であり、最後に設定された方が有効となります。

物理ポートでポリシー マップを設定する場合には、次の注意事項に従ってください。

- 入力ポートごとに付加できるポリシー マップは、1 つだけです。
- **mls qos map ip-prec-dscp** *dscp1...dscp8* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用して IP-precedence/DSCP マップを設定する場合、その設定は IP precedence 値を信頼するよう設定されている入力インターフェイス上のパケットにだけ影響を与えます。ポリシー マップでは、**set ip precedence** *new-precedence* ポリシー マップ クラス コンフィギュレーション コマンドを使用してパケット IP precedence 値を新しい値に設定する場合、出力 DSCP 値は IP-precedence/DSCP マップによる影響を受けません。出力 DSCP 値を入力値とは異なる値に設定する場合、**set dscp** *new-dscp* ポリシー マップ クラス コンフィギュレーション コマンドを使用します。
- **set ip dscp** コマンドを使用すると、スイッチはスイッチ設定でこのコマンドを **set dscp** に変更します。
- **set ip precedence** または **set precedence** ポリシーマップ クラス コンフィギュレーション コマンドを使用してパケット IP Precedence 値を変更できます。この設定は、スイッチ コンフィギュレーションで **set ip precedence** として表示されます。
- ポートに定義されたクラスごとに第 2 レベルのポリシー マップを別々に設定できます。第 2 レベルのポリシー マップは、各トラフィック クラスで実行するポリシング作業を指定します。階層型のポリシー マップの設定については、「階層型ポリシー マップによる SVI のトラフィックの分類、ポリシング、およびマーキング」（P.34-60）を参照してください。
- ポリシー マップとポート信頼状態の両方を物理インターフェイス上で有効にすることができます。ポリシー マップは、ポート信頼状態の前に適用されます。
- **class class-default** ポリシーマップ コンフィギュレーション コマンドを使用してデフォルトのトラフィック クラスを設定すると、未分類トラフィック（トラフィック クラスで指定された一致基準に一致しないトラフィック）はデフォルトのトラフィック クラス（**class-default**）として処理されます。

非階層型ポリシー マップを作成するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**class-map** [**match-all** | **match-any**] *class-map-name*	クラス マップを作成し、クラス マップ コンフィギュレーション モードを開始します。 デフォルトでは、クラス マップは定義されていません。 • （任意）このクラス マップ配下のすべての一致ステートメントの論理 AND を実行するには、**match-all** キーワードを使用します。この場合は、クラス マップ内のすべての一致条件と一致する必要があります。 • （任意）このクラス マップ配下のすべての一致ステートメントの論理 OR を実行するには、**match-any** キーワードを使用します。この場合は、1 つまたは複数の一致条件と一致する必要があります。 • *class-map-name* には、クラス マップ名を指定します。 **match-all** または **match-any** のどちらのキーワードも指定しない場合、デフォルトは **match-all** です。 **（注）** クラス マップごとにサポートされる **match** コマンドは 1 つだけなので、**match-all** でも **match-any** でもキーワードの機能は変わりません。
ステップ 3	**policy-map** *policy-map-name*	ポリシー マップ名を入力することによってポリシー マップを作成し、ポリシー マップ コンフィギュレーション モードを開始します。 デフォルトでは、ポリシー マップは定義されていません。 ポリシー マップのデフォルトの動作では、パケットが IP パケットの場合は DSCP が 0 に、パケットがタグ付きの場合は CoS が 0 に設定されます。ポリシングは実行されません。
ステップ 4	**class** [*class-map-name* | **class-default**]	トラフィックの分類を定義し、ポリシー マップ クラス コンフィギュレーション モードを開始します。 デフォルトでは、ポリシー マップ クラス マップは定義されていません。 すでに **class-map** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用してトラフィック クラスが定義されている場合は、このコマンドで *class-map-name* にその名前を指定します。 **class-default** トラフィック クラスは定義済みで、どのポリシーにも追加できます。このトラフィック クラスは、常にポリシー マップの最後に配置されます。暗黙の **match any** が **class-default** クラスに含まれている場合、他のトラフィック クラスと一致していないすべてのパケットは **class-default** と一致します。

	コマンド	目的
ステップ 5	**trust** [**cos** | **dscp** | **ip-precedence**]	CoS ベースまたは DSCP ベースの QoS ラベルを生成するために QoS が使用する信頼状態を設定します。 （注）　このコマンドと **set** コマンドは、同じポリシー マップ内で相互に排他的になります。**trust** コマンドを入力する場合は、ステップ 6 へ進んでください。 デフォルトでは、ポートは trusted ではありません。このコマンドを入力するときにキーワードを指定しない場合、デフォルトは **dscp** になります。 キーワードの意味は次のとおりです。 • **cos**：QoS は受信した CoS 値やデフォルトのポート CoS 値、および CoS/DSCP マップを使用して、DSCP 値を抽出します。 • **dscp**：QoS は入力パケットの DSCP 値を使用して、DSCP 値を抽出します。タグ付きの非 IP パケットの場合、QoS は受信した CoS 値を使用して DSCP 値を抽出します。タグなしの非 IP パケットの場合、QoS はデフォルトのポート CoS 値を使用して DSCP 値を抽出します。いずれの場合も、DSCP 値は CoS/DSCP マップから抽出されます。 • **ip-precedence**：QoS は入力パケットの IP precedence 値および IP precedence/DSCP マップを使用して、DSCP 値を抽出します。タグ付きの非 IP パケットの場合、QoS は受信した CoS 値を使用して DSCP 値を抽出します。タグなしの非 IP パケットの場合、QoS はデフォルトのポート CoS 値を使用して DSCP 値を抽出します。いずれの場合も、DSCP 値は CoS/DSCP マップから抽出されます。 詳細については、「CoS/DSCP マップの設定」（P.34-69）を参照してください。
ステップ 6	**set** {**dscp** *new-dscp* | **ip precedence** *new-precedence*}	パケットに新しい値を設定することによって、IP トラフィックを分類します。 • **dscp** *new-dscp* には、分類されたトラフィックに割り当てる新しい DSCP 値を入力します。指定できる範囲は 0 ～ 63 です。 • **ip precedence** *new-precedence* には、分類されたトラフィックに割り当てる新しい IP precedence 値を入力します。指定できる範囲は 0 ～ 7 です。

	コマンド	目的
ステップ 7	**police** *rate-bps burst-byte* [**exceed-action** {**drop** | **policed-dscp-transmit**}]	分類したトラフィックにポリサーを定義します。 デフォルトでは、ポリサーは定義されていません。サポートされているポリサー数については、「標準 QoS 設定時の注意事項」（P.34-39）を参照してください。 • *rate-bps* には、平均トラフィック レートをビット/秒（bps）で指定します。指定できる範囲は 8000 ～ 10000000000 です。 *burst-byte* には、標準バースト サイズをバイト数で指定します。指定できる範囲は 8000 ～ 1000000 です。 • （任意）レートを超過した場合に実行するアクションを指定します。パケットをドロップする場合は、**exceed-action drop** キーワードを使用します。（ポリシング済み DSCP マップを使用して）DSCP 値をマークダウンし、パケットを送信するには、**exceed-action policed-dscp-transmit** キーワードを使用します。詳細については、「ポリシング済み DSCP マップの設定」（P.34-71）を参照してください。
ステップ 8	**exit**	ポリシー マップ コンフィギュレーション モードに戻ります。
ステップ 9	**exit**	グローバル コンフィギュレーション モードに戻ります。
ステップ 10	**interface** *interface-id*	ポリシー マップを適用するポートを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。 指定できるインターフェイスとして、物理ポートも含まれます。
ステップ 11	**service-policy input** *policy-map-name*	ポリシーマップ名を指定し、入力ポートに適用します。 サポートされるポリシー マップは、入力ポートごとに 1 つだけです。
ステップ 12	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 13	**show policy-map** [*policy-map-name* [**class** *class-map-name*]]	設定を確認します。
ステップ 14	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

既存のポリシー マップを削除するには、**no policy-map** *policy-map-name* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。既存のクラス マップを削除するには、**no class** *class-map-name* ポリシー マップ コンフィギュレーション コマンドを使用します。untrusted ステートに戻すには、**no trust** ポリシーマップ コンフィギュレーション コマンドを使用します。割り当てられた DSCP または IP precedence 値を削除するには、**no set** {**dscp** *new-dscp* | **ip precedence** *new-precedence*} ポリシー マップ コンフィギュレーション コマンドを使用します。既存のポリサーを削除するには、**no police** *rate-bps burst-byte* [**exceed-action** {**drop** | **policed-dscp-transmit**}] ポリシー マップ コンフィギュレーション コマンドを使用します。ポリシー マップとポートの対応付けを削除するには、**no service-policy input** *policy-map-name* インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、ポリシー マップを作成し、入力ポートに結合する例を示します。この設定では、IP 標準 ACL でネットワーク 10.1.0.0 からのトラフィックを許可します。この分類にトラフィックが一致した場合、着信パケットの DSCP 値が信頼されます。一致したトラフィックが平均トラフィック レート（48000 bps）、および標準バースト サイズ（8000 バイト）を超過している場合は、（ポリシング済み DSCP マップに基づいて）DSCP はマークダウンされて、送信されます。

```
Switch(config)# access-list 1 permit 10.1.0.0 0.0.255.255
Switch(config)# class-map ipclass1
Switch(config-cmap)# match access-group 1
Switch(config-cmap)# exit
```

```
Switch(config)# policy-map flow1t
Switch(config-pmap)# class ipclass1
Switch(config-pmap-c)# trust dscp
Switch(config-pmap-c)# police 1000000 8000 exceed-action policed-dscp-transmit
Switch(config-pmap-c)# exit
Switch(config-pmap)# exit
Switch(config)# interface gigabitethernet0/1
Switch(config-if)# service-policy input flow1t
```

次に、2 つの許可ステートメントを指定してレイヤ 2 MAC ACL を作成し、入力ポートに結合する例を示します。最初の許可ステートメントでは、MAC アドレスが 0001.0000.0001 であるホストから、MAC アドレスが 0002.0000.0001 であるホストへのトラフィックが許可されます。2 番めの許可ステートメントでは、MAC アドレスが 0001.0000.0002 であるホストから、MAC アドレスが 0002.0000.0002 であるホストへの、Ethertype が XNS-IDP のトラフィックだけが許可されます。

```
Switch(config)# mac access-list extended maclist1
Switch(config-ext-mac)# permit 0001.0000.0001 0.0.0 0002.0000.0001 0.0.0
Switch(config-ext-mac)# permit 0001.0000.0002 0.0.0 0002.0000.0002 0.0.0 xns-idp
Switch(config-ext-mac)# exit
Switch(config)# mac access-list extended maclist2
Switch(config-ext-mac)# permit 0001.0000.0003 0.0.0 0002.0000.0003 0.0.0
Switch(config-ext-mac)# permit 0001.0000.0004 0.0.0 0002.0000.0004 0.0.0 aarp
Switch(config-ext-mac)# exit
Switch(config)# class-map macclass1
Switch(config-cmap)# match access-group maclist1
Switch(config-cmap)# exit
Switch(config)# policy-map macpolicy1
Switch(config-pmap)# class macclass1
Switch(config-pmap-c)# set dscp 63
Switch(config-pmap-c)# exit
Switch(config-pmap)# class macclass2 maclist2
Switch(config-pmap-c)# set dscp 45
Switch(config-pmap-c)# exit
Switch(config-pmap)# exit
Switch(config)# interface gigabitethernet0/1
Switch(config-if)# mls qos trust cos
Switch(config-if)# service-policy input macpolicy1
```

次の例は、未分類トラフィックにデフォルト クラスが適用される、IPv4 および IPv6 の両方のトラフィックに適用されるクラス マップを作成する方法を示しています。

```
Switch(config)# ip access-list 101 permit ip any any
Switch(config)# ipv6 access-list ipv6-any permit ip any any
Switch(config)# class-map cm-1
Switch(config-cmap)# match access-group 101
Switch(config-cmap)# exit
Switch(config)# class-map cm-2
Switch(config-cmap)# match access-group name ipv6-any
Switch(config-cmap)# exit
Switch(config)# policy-map pm1
Switch(config-pmap)# class cm-1
Switch(config-pmap-c)# set dscp 4
Switch(config-pmap-c)# exit
Switch(config-pmap)# class cm-2
Switch(config-pmap-c)# set dscp 6
Switch(config-pmap-c)# exit
Switch(config-pmap)# class class-default
Switch(config-pmap-c)# set dscp 10
Switch(config-pmap-c)# exit
Switch(config-pmap)# exit
Switch(config)# interface G0/1
Switch(config-if)# switch mode access
Switch(config-if)# service-policy input pm1
```

階層型ポリシー マップによる SVI のトラフィックの分類、ポリシング、およびマーキング

SVI 上で階層型のポリシー マップを設定できますが、その他のタイプのインターフェイス上では設定できません。階層型のポリシングは、VLAN レベルおよびインターフェイス レベルのポリシー マップで構成された、1 つのポリシー マップとして作成されます。

SVI では、VLAN レベルのポリシー マップが作用対象とするトラフィック クラスを指定します。アクションには、CoS、DSCP、IP precedence 値の信頼、またはトラフィック クラスの特定の DSCP、IP precedence 値の設定が含まれます。個々のポリサーで作用を受ける物理ポートを指定するには、インターフェイス レベルのポリシー マップを使用します。

階層型のポリシー マップを設定するときには、次の注意事項に従ってください。

- 階層型のポリシー マップを設定する前に、インターフェイス レベルのポリシー マップで指定した物理ポートの VLAN ベースの QoS をイネーブルにする必要があります。
- 入力ポートまたは SVI ごとに付加できるポリシー マップは、1 つだけです。
- 1 つのポリシー マップに、それぞれ異なる一致条件とアクションを指定した複数のクラス ステートメントを指定できます。
- SVI で受信されたトラフィック タイプごとに、別々のポリシー マップ クラスを設定できます。
- ポリシー マップとポート信頼状態の両方を物理インターフェイス上で有効にすることができます。ポリシー マップは、ポート信頼状態の前に適用されます。
- **mls qos map ip-prec-dscp** *dscp1...dscp8* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用して IP-precedence/DSCP マップを設定する場合、その設定は IP precedence 値を信頼するよう設定されている入力インターフェイス上のパケットにだけ影響を与えます。ポリシー マップでは、**set ip precedence** *new-precedence* ポリシー マップ クラス コンフィギュレーション コマンドを使用してパケット IP precedence 値を新しい値に設定する場合、出力 DSCP 値は IP-precedence/DSCP マップによる影響を受けません。出力 DSCP 値を入力値とは異なる値に設定する場合、**set dscp** *new-dscp* ポリシー マップ クラス コンフィギュレーション コマンドを使用します。
- **set ip dscp** コマンドを使用すると、スイッチはスイッチ設定でこのコマンドを **set dscp** に変更します。**set ip dscp** コマンドを入力した場合、スイッチ コンフィギュレーションでは **set dscp** の設定として表示されます。
- **set ip precedence** または **set precedence** ポリシーマップ クラス コンフィギュレーション コマンドを使用してパケット IP Precedence 値を変更できます。この設定は、スイッチ コンフィギュレーションで **set ip precedence** として表示されます。
- VLAN ベースの QoS がイネーブルの場合、階層型のポリシー マップは直前に設定したポートベースのポリシー マップを優先します。
- 階層型のポリシー マップは SVI に適用され、VLAN に属するすべてのトラフィックに影響します。VLAN レベルのポリシー マップで指定されたアクションは、その SVI のトラフィックに影響します。ポート レベルのポリシー マップのポリシング作業は、影響のある物理インターフェイスの入力トラフィックに影響します。
- トランク ポートの階層型のポリシー マップを設定する場合、VLAN の範囲と重ならないようにしてください。範囲が重なると、ポリシー マップで指定されたアクションは、重なっている VLAN の着信トラフィックおよび発信トラフィックにも作用します。
- 集約ポリサーは階層型のポリシー マップではサポートされません。
- VLAN ベースの QoS がイネーブルになると、スイッチは VLAN マップなどの VLAN ベースの機能をサポートします。
- 階層型のポリシー マップは、プライベート VLAN のプライマリ VLAN 上にだけ設定できます。

- **class class-default** ポリシー マップ コンフィギュレーション コマンドを使用してデフォルトのトラフィック クラスを設定すると、未分類トラフィック（トラフィック クラスで指定された一致基準に一致しないトラフィック）はデフォルトのトラフィック クラス（**class-default**）として処理されます。

階層型ポリシー マップを作成するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**class-map** [**match-all** | **match-any**] *class-map-name*	VLAN レベルのクラス マップを作成し、クラス マップ コンフィギュレーション モードを開始します。クラス マップについては、「クラス マップによるトラフィックの分類」（P.34-53）を参照してください。 デフォルトでは、クラス マップは定義されていません。 • （任意）このクラス マップ配下のすべての一致ステートメントの論理 AND を実行するには、**match-all** キーワードを使用します。この場合は、クラス マップ内のすべての一致条件と一致する必要があります。 • （任意）このクラス マップ配下のすべての一致ステートメントの論理 OR を実行するには、**match-any** キーワードを使用します。この場合は、1 つまたは複数の一致条件と一致する必要があります。 • *class-map-name* には、クラス マップ名を指定します。 **match-all** または **match-any** のどちらのキーワードも指定しない場合、デフォルトは **match-all** です。 （注）　クラス マップごとにサポートされる **match** コマンドは 1 つだけなので、**match-all** でも **match-any** でもキーワードの機能は変わりません。
ステップ 3	**match** {**access-group** *acl-index-or-name* | **ip dscp** *dscp-list* | **ip precedence** *ip-precedence-list*}	トラフィックを分類するための一致条件を定義します。 デフォルトでは、一致条件は定義されていません。 クラス マップごとにサポートされる一致条件は 1 つだけです。また、クラス マップごとにサポートされる ACL は 1 つだけです。 • **access-group** *acl-index-or-name* には、ACL の番号または名前を指定します。 • **ip dscp** *dscp-list* には、着信パケットと照合する IP DSCP 値を 8 つまで入力します。各値はスペースで区切ります。指定できる範囲は 0 ～ 63 です。 • **ip precedence** *ip-precedence-list* には、着信パケットと照合する IP precedence 値を 8 つまで入力します。各値はスペースで区切ります。指定できる範囲は 0 ～ 7 です。
ステップ 4	**exit**	クラス マップ コンフィギュレーション モードに戻ります。
ステップ 5	**exit**	グローバル コンフィギュレーション モードに戻ります。

	コマンド	目的
ステップ 6	**class-map** [**match-all** | **match-any**] *class-map-name*	インターフェイス レベルのクラス マップを作成し、クラス マップ コンフィギュレーション モードを開始します。 デフォルトでは、クラス マップは定義されていません。 • （任意）このクラス マップ配下のすべての一致ステートメントの論理 AND を実行するには、**match-all** キーワードを使用します。この場合は、クラス マップ内のすべての一致条件と一致する必要があります。 • （任意）このクラス マップ配下のすべての一致ステートメントの論理 OR を実行するには、**match-any** キーワードを使用します。この場合は、1 つまたは複数の一致条件と一致する必要があります。 • *class-map-name* には、クラス マップ名を指定します。 **match-all** または **match-any** のどちらのキーワードも指定しない場合、デフォルトは **match-all** です。 **（注）** クラス マップごとにサポートされる **match** コマンドは 1 つだけなので、**match-all** でも **match-any** でもキーワードの機能は変わりません。
ステップ 7	**match input-interface** *interface-id-list*	インターフェイス レベルのクラス マップを実行する物理ポートを指定します。次の方法で、最大 6 つ指定できます。 • 単一のポート（1 つのエントリとしてカウントされます） • スペースで区切られたポートのリスト（各ポートが 1 つのエントリとしてカウントされます） • ハイフンで区切られたポートの範囲（2 つのエントリとしてカウントされます） このコマンドは、子レベルのポリシー マップでだけ使用可能で、子レベル ポリシー マップ内にある唯一の一致条件でなければなりません。
ステップ 8	**exit**	クラス マップ コンフィギュレーション モードに戻ります。
ステップ 9	**exit**	グローバル コンフィギュレーション モードに戻ります。
ステップ 10	**policy-map** *policy-map-name*	ポリシー マップ名を入力してインターフェイス レベルのポリシー マップを作成し、ポリシー マップ コンフィギュレーション モードを開始します。 デフォルトでは、ポリシー マップは定義されておらず、ポリサーも実行されていません。
ステップ 11	**class-map** *class-map-name*	インターフェイス レベルのトラフィック分類を定義し、ポリシー マップ コンフィギュレーション モードを開始します。 デフォルトでは、ポリシー マップのクラス マップは定義されていません。 すでに **class-map** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用してトラフィック クラスが定義されている場合は、このコマンドで *class-map-name* にその名前を指定します。

	コマンド	目的
ステップ 12	**police** *rate-bps burst-byte* [**exceed-action** {**drop** | **policed-dscp-transmit**}]	分類したトラフィックにそれぞれポリサーを定義します。 デフォルトでは、ポリサーは定義されていません。サポートされているポリサー数については、「標準 QoS 設定時の注意事項」（P.34-39）を参照してください。 *rate-bps* には、平均トラフィック レートをビット/秒（bps）で指定します。指定できる範囲は 8000 ～ 10000000000 です。 • *burst-byte* には、標準バースト サイズをバイト数で指定します。指定できる範囲は 8000 ～ 1000000 です。 • （任意）レートを超過した場合に実行するアクションを指定します。パケットをドロップする場合は、**exceed-action drop** キーワードを使用します。（ポリシング済み DSCP マップを使用して）DSCP 値をマークダウンし、パケットを送信するには、**exceed-action policed-dscp-transmit** キーワードを使用します。詳細については、「ポリシング済み DSCP マップの設定」（P.34-71）を参照してください。
ステップ 13	**exit**	ポリシー マップ コンフィギュレーション モードに戻ります。
ステップ 14	**exit**	グローバル コンフィギュレーション モードに戻ります。
ステップ 15	**policy-map** *policy-map-name*	ポリシー マップ名を入力することによって VLAN レベルのポリシー マップを作成し、ポリシー マップ コンフィギュレーション モードを開始します。 デフォルトでは、ポリシー マップは定義されていません。 ポリシー マップのデフォルトの動作では、パケットが IP パケットの場合は DSCP が 0 に、パケットがタグ付きの場合は CoS が 0 に設定されます。ポリシングは実行されません。
ステップ 16	**class** [*class-map-name* | **class-default**]	トラフィックの分類を定義し、ポリシー マップ クラス コンフィギュレーション モードを開始します。 デフォルトでは、ポリシー マップ クラス マップは定義されていません。 すでに **class-map** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用してトラフィック クラスが定義されている場合は、このコマンドで *class-map-name* にその名前を指定します。 **class-default** トラフィック クラスは定義済みで、どのポリシーにも追加できます。このトラフィック クラスは、常にポリシー マップの最後に配置されます。暗黙の **match any** が **class-default** クラスに含まれている場合、他のトラフィック クラスと一致していないすべてのパケットは **class-default** と一致します。

	コマンド	目的
ステップ 17	**trust** [**cos** | **dscp** | **ip-precedence**]	CoS ベースまたは DSCP ベースの QoS ラベルを生成するために QoS が使用する信頼状態を設定します。 （注）　このコマンドと **set** コマンドは、同じポリシー マップ内で相互に排他的になります。**trust** コマンドを入力する場合は、ステップ 18 を省略してください。 デフォルトでは、ポートは trusted ではありません。このコマンドを入力するときにキーワードを指定しない場合、デフォルトは **dscp** になります。 キーワードの意味は次のとおりです。 • **cos**：QoS は受信した CoS 値やデフォルトのポート CoS 値、および CoS/DSCP マップを使用して、DSCP 値を抽出します。 • **dscp**：QoS は入力パケットの DSCP 値を使用して、DSCP 値を抽出します。タグ付きの非 IP パケットの場合、QoS は受信した CoS 値を使用して DSCP 値を抽出します。タグなしの非 IP パケットの場合、QoS はデフォルトのポート CoS 値を使用して DSCP 値を抽出します。いずれの場合も、DSCP 値は CoS/DSCP マップから抽出されます。 • **ip-precedence**：QoS は入力パケットの IP precedence 値および IP precedence/DSCP マップを使用して、DSCP 値を抽出します。タグ付きの非 IP パケットの場合、QoS は受信した CoS 値を使用して DSCP 値を抽出します。タグなしの非 IP パケットの場合、QoS はデフォルトのポート CoS 値を使用して DSCP 値を抽出します。いずれの場合も、DSCP 値は CoS/DSCP マップから抽出されます。 詳細については、「CoS/DSCP マップの設定」（P.34-69）を参照してください。
ステップ 18	**set** {**dscp** *new-dscp* | **ip precedence** *new-precedence*}	パケットに新しい値を設定することによって、IP トラフィックを分類します。 • **dscp** *new-dscp* には、分類されたトラフィックに割り当てる新しい DSCP 値を入力します。指定できる範囲は 0 ～ 63 です。 • **ip precedence** *new-precedence* には、分類されたトラフィックに割り当てる新しい IP precedence 値を入力します。指定できる範囲は 0 ～ 7 です。
ステップ 19	**service-policy** *policy-map-name*	インターフェイス レベルのポリシー マップ名を指定し（ステップ 10 を参照）、VLAN レベルのポリシー マップと連動させます。 VLAN レベルのポリシー マップで複数のクラスが指定されている場合、Cisco IOS Release 12.2(25)SED 以降は、各クラスで別々の **service-policy** *policy-map-name* コマンドを使用できます。
ステップ 20	**exit**	ポリシー マップ コンフィギュレーション モードに戻ります。
ステップ 21	**exit**	グローバル コンフィギュレーション モードに戻ります。
ステップ 22	**interface** *interface-id*	階層型のマップを適用する SVI を指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。

	コマンド	目的
ステップ 23	**service-policy input** *policy-map-name*	VLAN レベルのポリシーマップ名を指定し、SVI にそれを適用します。前のステップとこのコマンドを使用して、他の SVI にポリシーマップを適用します。 階層型 VLAN レベルのポリシー マップに複数のインターフェイス レベルのポリシー マップがある場合、すべてのクラスが **service-policy** *policy-map-name* コマンドで指定されている同じ VLAN レベルのポリシー マップに設定されている必要があります。
ステップ 24	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 25	**show policy-map** [*policy-map-name* [**class** *class-map-name*]] または **show mls qos vlan-based**	設定を確認します。
ステップ 26	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

既存のポリシー マップを削除するには、**no policy-map** *policy-map-name* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。既存のクラス マップを削除するには、**no class** *class-map-name* ポリシー マップ コンフィギュレーション コマンドを使用します。

ポリシー マップで untrusted の状態に戻すには、**no trust** ポリシーマップ コンフィギュレーション コマンドを使用します。割り当てられた DSCP または IP precedence 値を削除するには、**no set** {**dscp** *new-dscp* | **ip precedence** *new-precedence*} ポリシーマップ コンフィギュレーション コマンドを使用します。

（注）　インターフェイス レベルのポリシー マップの既存のポリサーを削除するには、**no police** *rate-bps burst-byte* [**exceed-action** {**drop** | **policed-dscp-transmit**}] ポリシー マップ コンフィギュレーション コマンドを使用します。階層型のポリシー マップとポートの対応付けを削除するには、**no service-policy input** *policy-map-name* インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、階層型のポリシー マップの作成方法を示します。

```
Switch> enable
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)# access-list 101 permit ip any any
Switch(config)# class-map cm-1
Switch(config-cmap)# match access 101
Switch(config-cmap)# exit
Switch(config)# exit
Switch#
```

次に、SVI に新しいマップを割り当てる例を示します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)# class-map cm-interface-1
Switch(config-cmap)# match input g3/0/1 - g3/0/2
Switch(config-cmap)# exit
Switch(config)# policy-map port-plcmap
Switch(config-pmap)# class cm-interface-1
Switch(config-pmap-c)# police 900000 9000 exc policed-dscp-transmit
Switch(config-pmap-c)# exit
Switch(config-pmap)# exit
Switch(config)# policy-map vlan-plcmap
```

```
Switch(config-pmap)# class cm-1
Switch(config-pmap-c)# set dscp 7
Switch(config-pmap-c)# service-policy port-plcmap-1
Switch(config-pmap-c)# exit
Switch(config-pmap)# class cm-2
Switch(config-pmap-c)# service-policy port-plcmap-1
Switch(config-pmap-c)# set dscp 10
Switch(config-pmap)# exit
Switch(config-pmap)# class cm-3
Switch(config-pmap-c)# service-policy port-plcmap-2
Switch(config-pmap-c)# set dscp 20
Switch(config-pmap)# exit
Switch(config-pmap)# class cm-4
Switch(config-pmap-c)# trust dscp
Switch(config-pmap)# exit
Switch(config)# interface vlan 10
Switch(config-if)# service-policy input vlan-plcmap
Switch(config-if)# exit
Switch(config)# exit
Switch#
```

次に、子レベルのポリシーマップをあるクラスより下に適用する場合はそのクラスのアクションを指定する必要がある例を示します。

```
Switch(config)# policy-map vlan-plcmap
Switch(config-pmap)# class cm-5
Switch(config-pmap-c)# set dscp 7
Switch(config-pmap-c)# service-policy port-plcmap-1
```

次に、デフォルト トラフィック クラスをポリシー マップに設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# class-map cm-3
Switch(config-cmap)# match ip dscp 30
Switch(config-cmap)# match protocol ipv6
Switch(config-cmap)# exit
Switch(config)# class-map cm-4
Switch(config-cmap)# match ip dscp 40
Switch(config-cmap)# match protocol ip
Switch(config-cmap)# exit
Switch(config)# policy-map pm3
Switch(config-pmap)# class class-default
Switch(config-pmap)# set dscp 10
Switch(config-pmap-c)# exit
Switch(config-pmap)# class cm-3
Switch(config-pmap-c) set dscp 4
Switch(config-pmap-c)# exit
Switch(config-pmap)# class cm-4
Switch(config-pmap-c)# trust cos
Switch(config-pmap-c)# exit
Switch(config-pmap)# exit
```

次に、class-default が最初に設定されていても、ポリシーマップ pm3 の最後にデフォルト トラフィック クラスが自動的に配置される例を示します。

```
Switch# show policy-map pm3
  Policy Map pm3
    Class cm-3
      set dscp 4
    Class cm-4
      trust cos
    Class class-default
      police 8000 80000 exceed-action drop
Switch#
```

集約ポリサーによるトラフィックの分類、ポリシング、およびマーキング

集約ポリサーを使用すると、同じポリシー マップ内の複数のトラフィック クラスで共有されるポリサーを作成できます。ただし、集約ポリサーを複数の異なるポリシー マップまたはポートにわたって使用することはできません。

集約ポリサーは、物理ポートの非階層型ポリシー マップにだけ設定できます。

集約ポリサーを作成するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**mls qos aggregate-policer** *aggregate-policer-name rate-bps burst-byte* **exceed-action** {**drop** | **policed-dscp-transmit**}	同じポリシー マップ内の複数のトラフィック クラスに適用できるポリサー パラメータを定義します。 デフォルトでは、集約ポリサーは定義されていません。サポートされているポリサー数については、「標準 QoS 設定時の注意事項」（P.34-39）を参照してください。 • *aggregate-policer-name* には、集約ポリサーの名前を指定します。 *rate-bps* には、平均トラフィック レートをビット/秒（bps）で指定します。指定できる範囲は 8000 ～ 10000000000 です。 • *burst-byte* には、標準バースト サイズをバイト数で指定します。指定できる範囲は 8000 ～ 1000000 です。 • レートを超過した場合に実行するアクションを指定します。パケットをドロップする場合は、**exceed-action drop** キーワードを使用します。（ポリシング済み DSCP マップを使用して）DSCP 値をマークダウンし、パケットを送信するには、**exceed-action policed-dscp-transmit** キーワードを使用します。詳細については、「ポリシング済み DSCP マップの設定」（P.34-71）を参照してください。
ステップ 3	**class-map** [**match-all** | **match-any**] *class-map-name*	必要に応じて、トラフィックを分類するクラス マップを作成します。詳細については、「クラス マップによるトラフィックの分類」（P.34-53）を参照してください。
ステップ 4	**policy-map** *policy-map-name*	ポリシー マップ名を入力することによってポリシー マップを作成し、ポリシー マップ コンフィギュレーション モードを開始します。 詳細については、「ポリシー マップによる物理ポートのトラフィックの分類、ポリシング、およびマーキング」（P.34-55）を参照してください。
ステップ 5	**class** [*class-map-name* | **class-default**]	トラフィックの分類を定義し、ポリシー マップ クラス コンフィギュレーション モードを開始します。 詳細については、「ポリシー マップによる物理ポートのトラフィックの分類、ポリシング、およびマーキング」（P.34-55）を参照してください。
ステップ 6	**police aggregate** *aggregate-policer-name*	同じポリシー マップ内の複数のクラスに集約ポリサーを適用します。 *aggregate-policer-name* には、ステップ 2 で指定した名前を入力します。
ステップ 7	**exit**	グローバル コンフィギュレーション モードに戻ります。

	コマンド	目的
ステップ 8	**interface** *interface-id*	ポリシー マップを適用するポートを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。 指定できるインターフェイスとして、物理ポートも含まれます。
ステップ 9	**service-policy input** *policy-map-name*	ポリシーマップ名を指定し、入力ポートに適用します。 サポートされるポリシー マップは、入力ポートごとに 1 つだけです。
ステップ 10	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 11	**show mls qos aggregate-policer** [*aggregate-policer-name*]	設定を確認します。
ステップ 12	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

指定された集約ポリサーをポリシー マップから削除するには、**no police aggregate** *aggregate-policer-name* ポリシー マップ コンフィギュレーション モードを使用します。集約ポリサーおよびそのパラメータを削除するには、**no mls qos aggregate-policer** *aggregate-policer-name* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、集約ポリサーを作成して、ポリシー マップ内の複数のクラスに結合する例を示します。この設定では、IP ACL はネットワーク 10.1.0.0 およびホスト 11.3.1.1 からのトラフィックを許可します。ネットワーク 10.1.0.0 から着信するトラフィックの場合は、着信パケットの DSCP が信頼されます。ホスト 11.3.1.1 から着信するトラフィックの場合、パケットの DSCP は 56 に変更されます。ネットワーク 10.1.0.0 およびホスト 11.3.1.1 からのトラフィック レートには、ポリシングが設定されます。トラフィックが平均レート（48000 bps）、および標準バースト サイズ（8000 バイト）を超過している場合は、（ポリシング済み DSCP マップに基づいて）DSCP がマークダウンされて、送信されます。ポリシー マップは入力ポートに結合されます。

```
Switch(config)# access-list 1 permit 10.1.0.0 0.0.255.255
Switch(config)# access-list 2 permit 11.3.1.1
Switch(config)# mls qos aggregate-police transmit1 48000 8000 exceed-action
policed-dscp-transmit
Switch(config)# class-map ipclass1
Switch(config-cmap)# match access-group 1
Switch(config-cmap)# exit
Switch(config)# class-map ipclass2
Switch(config-cmap)# match access-group 2
Switch(config-cmap)# exit
Switch(config)# policy-map aggflow1
Switch(config-pmap)# class ipclass1
Switch(config-pmap-c)# trust dscp
Switch(config-pmap-c)# police aggregate transmit1
Switch(config-pmap-c)# exit
Switch(config-pmap)# class ipclass2
Switch(config-pmap-c)# set dscp 56
Switch(config-pmap-c)# police aggregate transmit1
Switch(config-pmap-c)# exit
Switch(config-pmap)# class class-default
Switch(config-pmap-c)# set dscp 10
Switch(config-pmap-c)# exit
Switch(config-pmap)# exit
Switch(config)# interface gigabitethernet0/1
Switch(config-if)# service-policy input aggflow1
Switch(config-if)# exit
```

DSCP マップの設定

ここでは、次の設定情報について説明します。

- 「CoS/DSCP マップの設定」（P.34-69）（任意）
- 「IP precedence/DSCP マップの設定」（P.34-70）（任意）
- 「ポリシング済み DSCP マップの設定」（P.34-71）（任意、マップのヌル設定が不適切な場合以外）
- 「DSCP/CoS マップの設定」（P.34-72）（任意）
- 「DSCP/DSCP 変換マップの設定」（P.34-73）（任意、マップのヌル設定が不適切な場合以外）

DSCP/DSCP 変換マップを除くすべてのマップはグローバルに定義され、すべてのポートに適用されます。

CoS/DSCP マップの設定

CoS/DSCP マップを使用して、着信パケットの CoS 値を、QoS がトラフィックのプライオリティを表すために内部使用する DSCP 値にマッピングします。

表 34-13 に、デフォルトの CoS/DSCP マップを示します。

表 34-13　デフォルトの CoS/DSCP マップ

CoS 値	DSCP 値
0	0
1	8
2	16
3	24
4	32
5	40
6	48
7	56

これらの値が使用しているネットワークに適さない場合は、値を変更する必要があります。

CoS/DSCP マップを変更するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**mls qos map cos-dscp** *dscp1...dscp8*	CoS/DSCP マップを変更します。 *dscp1...dscp8* には、CoS 値 0 ～ 7 に対応する 8 つの DSCP 値を入力します。各 DSCP 値はスペースで区切ります。 DSCP の範囲は 0 ～ 63 です。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show mls qos maps cos-dscp**	設定を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

デフォルトのマップに戻すには、**no mls qos cos-dscp** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、CoS/DSCP マップを変更して表示する例を示します。

```
Switch(config)# mls qos map cos-dscp 10 15 20 25 30 35 40 45
Switch(config)# end
Switch# show mls qos maps cos-dscp

Cos-dscp map:
        cos:   0  1  2  3  4  5  6  7
     --------------------------------
       dscp:   10 15 20 25 30 35 40 45
```

IP precedence/DSCP マップの設定

着信パケットの IP precedence 値を、QoS がトラフィックのプライオリティを表すために内部使用する DSCP 値にマッピングするには、IP precedence/DSCP マップを使用します。

表 34-14 に、デフォルトの IP precedence/DSCP マップを示します。

表 34-14　デフォルトの IP precedence/DSCP マップ

IP precedence 値	DSCP 値
0	0
1	8
2	16
3	24
4	32
5	40
6	48
7	56

これらの値が使用しているネットワークに適さない場合は、値を変更する必要があります。

IP precedence/DSCP マップを変更するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**mls qos map ip-prec-dscp** *dscp1...dscp8*	IP precedence/DSCP マップを変更します。 *dscp1...dscp8* には、IP precedence 値 0 ～ 7 に対応する 8 つの DSCP 値を入力します。各 DSCP 値はスペースで区切ります。 DSCP の範囲は 0 ～ 63 です。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show mls qos maps ip-prec-dscp**	設定を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

デフォルトのマップに戻すには、**no mls qos ip-prec-dscp** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、IP precedence/DSCP マップを変更して表示する例を示します。

```
Switch(config)# mls qos map ip-prec-dscp 10 15 20 25 30 35 40 45
Switch(config)# end
Switch# show mls qos maps ip-prec-dscp

IpPrecedence-dscp map:
     ipprec:   0  1  2  3  4  5  6  7
     --------------------------------
       dscp:   10 15 20 25 30 35 40 45
```

ポリシング済み DSCP マップの設定

ポリシングおよびマーキング アクションによって得られる新しい値に DSCP 値をマークダウンするには、ポリシング済み DSCP マップを使用します。

デフォルトのポリシング済み DSCP マップは、着信 DSCP 値を同じ DSCP 値にマッピングする空のマップです。

ポリシング済み DSCP マップを変更するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**mls qos map policed-dscp** *dscp-list* **to** *mark-down-dscp*	ポリシング済み DSCP マップを変更します。 • *dscp-list* には、最大 8 つの DSCP 値をスペースで区切って入力します。さらに、**to** キーワードを入力します。 • *mark-down-dscp* には、対応するポリシング済み（マークダウンされる）DSCP 値を入力します。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show mls qos maps policed-dscp**	設定を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

デフォルトのマップに戻すには、**no mls qos policed-dscp** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、DSCP 50 ～ 57 を、マークダウンされる DSCP 値 0 にマッピングする例を示します。

```
Switch(config)# mls qos map policed-dscp 50 51 52 53 54 55 56 57 to 0
Switch(config)# end
Switch# show mls qos maps policed-dscp
Policed-dscp map:
     d1 :  d2 0  1  2  3  4  5  6  7  8  9
     ----------------------------------------
      0 :    00 01 02 03 04 05 06 07 08 09
      1 :    10 11 12 13 14 15 16 17 18 19
      2 :    20 21 22 23 24 25 26 27 28 29
      3 :    30 31 32 33 34 35 36 37 38 39
      4 :    40 41 42 43 44 45 46 47 48 49
      5 :    00 00 00 00 00 00 00 00 58 59
      6 :    60 61 62 63
```

（注）　このポリシング済み DSCP マップでは、マークダウンされる DSCP 値が表形式で示されています。d1 列は元の DSCP の最上位桁、d2 行は元の DSCP の最下位桁を示します。d1 と d2 の交点にある値が、マークダウンされる値です。たとえば、元の DSCP 値が 53 の場合、マークダウンされる DSCP 値は 0 です。

DSCP/CoS マップの設定

4 つの出力キューのうち 1 つを選択するために使用される CoS 値を生成するには、DSCP/CoS マップを使用します。

表 34-15 に、デフォルトの DSCP/CoS マップを示します。

表 34-15　デフォルトの DSCP/CoS マップ

DSCP 値	CoS 値
0 ～ 7	0
8 ～ 15	1
16 ～ 23	2
24 ～ 31	3
32 ～ 39	4
40 ～ 47	5
48 ～ 55	6
56 ～ 63	7

これらの値が使用しているネットワークに適さない場合は、値を変更する必要があります。

DSCP/CoS マップを変更するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**mls qos map dscp-cos** *dscp-list* **to** *cos*	DSCP/CoS マップを変更します。 • *dscp-list* には、最大 8 つの DSCP 値をスペースで区切って入力します。さらに、**to** キーワードを入力します。 • *cos* には、DSCP 値と対応する CoS 値を入力します。 DSCP の範囲は 0 ～ 63、CoS の範囲は 0 ～ 7 です。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show mls qos maps dscp-to-cos**	設定を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

デフォルトのマップに戻すには、**no mls qos dscp-cos** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、DSCP 値 0、8、16、24、32、40、48、および 50 を CoS 値 0 にマッピングして、マップを表示する例を示します。

```
Switch(config)# mls qos map dscp-cos 0 8 16 24 32 40 48 50 to 0
Switch(config)# end
```

```
Switch# show mls qos maps dscp-cos
Dscp-cos map:
     d1 :  d2 0  1  2  3  4  5  6  7  8  9
     ----------------------------------------
      0 :    00 00 00 00 00 00 00 00 00 01
      1 :    01 01 01 01 01 01 00 02 02 02
      2 :    02 02 02 02 00 03 03 03 03 03
      3 :    03 03 00 04 04 04 04 04 04 04
      4 :    00 05 05 05 05 05 05 05 00 06
      5 :    00 06 06 06 06 06 07 07 07 07
      6 :    07 07 07 07
```

（注）　上記の DSCP/CoS マップでは、CoS 値が表形式で示されています。d1 列は DSCP の最上位桁、d2 行は DSCP の最下位桁を示します。d1 と d2 の交点にある値が CoS 値です。たとえば、この DSCP/CoS マップでは、DSCP 値が 08 の場合、対応する CoS 値は 0 です。

DSCP/DSCP 変換マップの設定

2 つの QoS ドメインで異なる DSCP 定義が使用されている場合は、一方のドメインの一連の DSCP 値を変換して、もう一方のドメインの定義に一致させる DSCP/DSCP 変換マップを使用します。DSCP/DSCP 変換マップは、QoS 管理ドメインの境界にある受信ポートに適用します（入力変換）。

入力変換により、パケットの DSCP 値が新しい DSCP 値で上書きされ、QoS はこの新しい値を使用してパケットを処理します。スイッチは新しい DSCP 値を使用して、ポートからパケットを送信します。

1 つの入力ポートに複数の DSCP/DSCP 変換マップを設定できます。デフォルトの DSCP/DSCP 変換マップは、着信 DSCP 値を同じ DSCP 値にマッピングする空のマップです。

DSCP/DSCP 変換マップを変更するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**mls qos map dscp-mutation** *dscp-mutation-name in-dscp* **to** *out-dscp*	DSCP/DSCP 変換マップを変更します。 • *dscp-mutation-name* には、変換マップ名を入力します。新しい名前を指定することにより、複数のマップを作成できます。 • *in-dscp* には、最大 8 つの DSCP 値をスペースで区切って入力します。さらに、**to** キーワードを入力します。 • *out-dscp* には、DSCP 値を 1 つ入力します。 DSCP の範囲は 0 ～ 63 です。
ステップ 3	**interface** *interface-id*	マップを適用するポートを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。 指定できるインターフェイスとして、物理ポートも含まれます。
ステップ 4	**mls qos trust dscp**	DSCP trusted ポートとして入力ポートを設定します。デフォルトでは、ポートは trusted ではありません。
ステップ 5	**mls qos dscp-mutation** *dscp-mutation-name*	指定された DSCP trusted 入力ポートにマップを適用します。 *dscp-mutation-name* には、ステップ 2 で指定した変換マップ名を入力します。
ステップ 6	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。

	コマンド	目的
ステップ 7	**show mls qos maps dscp-mutation**	設定を確認します。
ステップ 8	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

デフォルトのマップに戻すには、**no mls qos dscp-mutation** *dscp-mutation-name* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、DSCP/DSCP 変換マップを定義する例を示します。明示的に設定されていないすべてのエントリは変更されません（空のマップで指定された値のままです）。

```
Switch(config)# mls qos map dscp-mutation mutation1 1 2 3 4 5 6 7 to 0
Switch(config)# mls qos map dscp-mutation mutation1 8 9 10 11 12 13 to 10
Switch(config)# mls qos map dscp-mutation mutation1 20 21 22 to 20
Switch(config)# mls qos map dscp-mutation mutation1 30 31 32 33 34 to 30
Switch(config)# interface gigabitethernet0/1
Switch(config-if)# mls qos trust dscp
Switch(config-if)# mls qos dscp-mutation mutation1
Switch(config-if)# end
Switch# show mls qos maps dscp-mutation mutation1
Dscp-dscp mutation map:
   mutation1:
     d1 :  d2 0  1  2  3  4  5  6  7  8  9
     ----------------------------------------
      0 :    00 00 00 00 00 00 00 00 10 10
      1 :    10 10 10 10 14 15 16 17 18 19
      2 :    20 20 20 23 24 25 26 27 28 29
      3 :    30 30 30 30 30 35 36 37 38 39
      4 :    40 41 42 43 44 45 46 47 48 49
      5 :    50 51 52 53 54 55 56 57 58 59
      6 :    60 61 62 63
```

（注）上記の DSCP/DSCP 変換マップでは、変換される値が表形式で示されています。d1 列は元の DSCP の最上位桁、d2 行は元の DSCP の最下位桁を示します。d1 と d2 の交点の値が、変換される値です。たとえば、DSCP 値が 12 の場合、対応する変換される値は 10 です。

入力キューの特性の設定

ネットワークおよび QoS ソリューションの複雑さに応じて、次に示す作業をすべて実行しなければならない場合があります。次の特性を決定する必要があります。

- 各キューに（DSCP 値または CoS 値によって）割り当てるパケット
- 各キューに適用されるドロップしきい値、および各しきい値にマッピングされる CoS または DSCP 値
- 各キュー間に割り当てられる空きバッファ スペースの量
- 各キュー間に割り当てられる使用可能な帯域幅の量
- ハイ プライオリティを設定する必要があるトラフィック（音声など）の有無

ここでは、次の設定情報について説明します。

- 「入力キューへの DSCP または CoS 値のマッピングおよび WTD しきい値の設定」（P.34-75）（任意）
- 「入力キュー間のバッファ スペースの割り当て」（P.34-76）（任意）
- 「入力キュー間の帯域幅の割り当て」（P.34-77）（任意）

- 「入力プライオリティ キューの設定」（P.34-77）（任意）

入力キューへの DSCP または CoS 値のマッピングおよび WTD しきい値の設定

トラフィックにプライオリティを設定するには、特定の DSCP または CoS を持つパケットを特定のキューに格納し、より低いプライオリティを持つパケットがドロップされるようにキューのしきい値を調整します。

DSCP または CoS 値を入力キューにマッピングして、WTD しきい値を設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**mls qos srr-queue input dscp-map queue** *queue-id* **threshold** *threshold-id dscp1...dscp8* または **mls qos srr-queue input cos-map queue** *queue-id* **threshold** *threshold-id cos1...cos8*	DSCP または CoS 値を入力キューおよびしきい値 ID にマッピングします。 デフォルトでは、DSCP 値 0 ～ 39 および 48 ～ 63 はキュー 1 およびしきい値 1 にマッピングされます。DSCP 値 40 ～ 47 はキュー 2 およびしきい値 1 にマッピングされます。 デフォルトでは、CoS 値 0 ～ 4、6、および 7 はキュー 1 およびしきい値 1 にマッピングされます。CoS 値 5 はキュー 2 およびしきい値 1 にマッピングされます。 • *queue-id* に指定できる範囲は、1 ～ 2 です。 • *threshold-id* の範囲は、1 ～ 3 です。3 の廃棄の割合は定義済みであり、キューフル ステートに設定されます。 • *dscp1...dscp8* には、最大 8 つの値をスペースで区切って入力します。指定できる範囲は 0 ～ 63 です。 • *cos1...cos8* には、最大 8 つの値をスペースで区切って入力します。指定できる範囲は 0 ～ 7 です。
ステップ 3	**mls qos srr-queue input threshold** *queue-id threshold-percentage1 threshold-percentage2*	入力キューに 2 つの WTD しきい値の割合（しきい値 1 および 2 用）を割り当てます。デフォルトでは、両方のしきい値が 100% に設定されています。 • *queue-id* に指定できる範囲は、1 ～ 2 です。 • *threshold-percentage1 threshold-percentage2* の範囲は、1 ～ 100 です。各値はスペースで区切ります。 各しきい値は、キューに割り当てられたキュー記述子の総数の割合です。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show mls qos maps**	設定を確認します。 DSCP 入力キューしきい値マップは、表形式で表示されます。d1 列は DSCP 値の最上位桁、d2 行は DSCP 値の最下位桁を示します。d1 および d2 値の交点がキュー ID およびしきい値 ID です。たとえば、キュー 2 およびしきい値 1（02-01）のようになります。 CoS 入力キューしきい値マップでは、先頭行に CoS 値、2 番めの行に対応するキュー ID およびしきい値 ID が示されます。たとえば、キュー 2 およびしきい値 2（2-2）のようになります。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

デフォルトの CoS 入力キューしきい値マップまたはデフォルトの DSCP 入力キューしきい値マップに戻すには、**no mls qos srr-queue input cos-map**、または **no mls qos srr-queue input dscp-map** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。デフォルトの WTD しきい値の割合に戻すには、**no mls qos srr-queue input threshold** *queue-id* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、DSCP 値 0 ～ 6 を、入力キュー 1 およびしきい値 1（ドロップしきい値が 50%）にマッピングする例を示します。DSCP 値 20 ～ 26 は、入力キュー 1 およびしきい値 2（ドロップしきい値が 70%）にマッピングされます。

```
Switch(config)# mls qos srr-queue input dscp-map queue 1 threshold 1 0 1 2 3 4 5 6
Switch(config)# mls qos srr-queue input dscp-map queue 1 threshold 2 20 21 22 23 24 25 26
Switch(config)# mls qos srr-queue input threshold 1 50 70
```

この例では、50% の WTD しきい値が DSCP 値（0 ～ 6）に割り当てられており、70% の WTD しきい値が割り当てられた DSCP 値（20 ～ 26）よりも先に廃棄されます。

入力キュー間のバッファ スペースの割り当て

2 つのキュー間で入力バッファを分割する比率を定義します（スペース量を割り当てます）。バッファ割り当てと帯域幅割り当てにより、パケットがドロップされる前にバッファに格納できるデータ量が制御されます。

入力キュー間にバッファを割り当てるには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**mls qos srr-queue input buffers** *percentage1 percentage2*	入力キュー間にバッファを割り当てます。 デフォルトでは、バッファの 90% がキュー 1 に、残りの 10% がキュー 2 に割り当てられます。 *percentage1 percentage2* の範囲は、0 ～ 100 です。各値はスペースで区切ります。 キューが着信バースト トラフィックをすべて処理できるように、バッファを割り当てる必要があります。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show mls qos interface buffer** または **show mls qos input-queue**	設定を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

デフォルトの設定に戻すには、**no mls qos srr-queue input buffers** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、バッファ スペースの 60% を入力キュー 1 に、40% を入力キュー 2 に割り当てる例を示します。

```
Switch(config)# mls qos srr-queue input buffers 60 40
```

入力キュー間の帯域幅の割り当て

入力キュー間に割り当てられる使用可能な帯域幅の量を指定する必要があります。重みの比率は、SRR スケジューラが各キューからパケットを送信する頻度の比率です。帯域幅割り当てとバッファ割り当てにより、パケットがドロップされる前にバッファに格納できるデータ量を制御できます。入力キューで SRR が動作するのは、共有モードの場合だけです。

入力キュー間に帯域幅を割り当てるには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**mls qos srr-queue input bandwidth** *weight1 weight2*	入力キューに共有ラウンド ロビン重みを割り当てます。 *weight1 および weight2* のデフォルト設定は 4 です（帯域幅の 1/2 が 2 つのキューで等しく共有されます）。 *weight1* および *weight2* の範囲は、1 ～ 100 です。各値はスペースで区切ります。 SRR は **mls qos srr-queue input priority-queue** *queue-id* **bandwidth** *weight* グローバル コンフィギュレーション コマンドの **bandwidth** キーワードで指定された設定済みの重みに従って、プライオリティ キューを処理します。次に、SRR は **mls qos srr-queue input bandwidth** *weight1 weight2* グローバル コンフィギュレーション コマンドによって設定された重みに従い、残りの帯域幅を両方の入力キューと共有し、キューを処理します。詳細については、「入力プライオリティ キューの設定」（P.34-77）を参照してください。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show mls qos interface queueing** または **show mls qos input-queue**	設定を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

デフォルトの設定に戻すには、**no mls qos srr-queue input bandwidth** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、キューに入力帯域幅を割り当てる例を示します。プライオリティ キューはディセーブルです。キュー 1 に割り当てられた共有帯域幅の比率は 25/(25+75)、キュー 2 の比率は 75/(25+75) です。

```
Switch(config)# mls qos srr-queue input priority-queue 2 bandwidth 0
Switch(config)# mls qos srr-queue input bandwidth 25 75
```

入力プライオリティ キューの設定

プライオリティ キューは、迅速な処理が必要なトラフィック（遅延およびジッタを最小に抑える必要のある音声トラフィックなど）にだけ使用します。

プライオリティ キューは、オーバーサブスクライブ リングに激しいネットワーク トラフィックが発生している状況で（バックプレーンが伝達できるトラフィックよりも多くのトラフィックが発生し、キューがいっぱいになって、フレームが廃棄されている場合）、遅延およびジッタを軽減するように帯域幅の一部が保証されています。

SRR は **mls qos srr-queue input priority-queue** *queue-id* **bandwidth** *weight* グローバル コンフィギュレーション コマンドの **bandwidth** キーワードで指定された設定済みの重みに従って、プライオリティ キューを処理します。次に、SRR は **mls qos srr-queue input bandwidth** *weight1 weight2* グローバル コンフィギュレーション コマンドによって設定された重みに従い、残りの帯域幅を両方の入力キューと共有し、キューを処理します。

プライオリティ キューを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**mls qos srr-queue input priority-queue** *queue-id* **bandwidth** *weight*	キューをプライオリティ キューとして割り当て、内部リングが輻輳している場合にリングの帯域幅を保証します。 デフォルトのプライオリティ キューはキュー 2 です。このキューには帯域幅の 10% が割り当てられています。 • *queue-id* に指定できる範囲は、1 ～ 2 です。 • **bandwidth** *weight* には、内部リングの帯域幅に対する割合を割り当てます。指定できる範囲は 0 ～ 40 です。値が大きい場合はリング全体に影響が及び、パフォーマンスが低下することがあるため、保証できる帯域幅は制限されています。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show mls qos interface queueing** または **show mls qos input-queue**	設定を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

デフォルト設定に戻すには、**no mls qos srr-queue input priority-queue** *queue-id* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。プライオリティ キューイングをディセーブルにするには、帯域幅の重みを 0 に設定します。たとえば、**mls qos srr-queue input priority-queue** *queue-id* **bandwidth 0** を入力します。

次に、キューに入力帯域幅を割り当てる例を示します。キュー 1 は、帯域幅の 10% が割り当てられているプライオリティ キューです。キュー 1 および 2 に割り当てられている帯域幅比率は 4/(4+4) です。SRR は、10% の帯域幅が設定されたキュー 1（プライオリティ キュー）を最初に処理します。次に、SRR は残りの 90% の帯域幅をキュー 1 と 2 にそれぞれ 45% ずつ割り当てて、各キューで等しく共有します。

```
Switch(config)# mls qos srr-queue input priority-queue 1 bandwidth 10
Switch(config)# mls qos srr-queue input bandwidth 4 4
```

出力キューの特性の設定

ネットワークおよび QoS ソリューションの複雑さに応じて、次に示す作業をすべて実行しなければならない場合があります。次の特性を決定する必要があります。

- DSCP 値または CoS 値によって各キューおよびしきい値 ID にマッピングされるパケット
- キューセット（ポートごとの 4 つの出力キュー）に適用されるドロップしきい値の割合、およびトラフィック タイプに必要なメモリの確保量および最大メモリ
- キュー セットに割り当てる固定バッファ スペースの量

- ポートの帯域幅に関するレート制限の必要性
- 出力キューの処理頻度、および使用する技術（シェーピング、共有、または両方）

ここでは、次の設定情報について説明します。

- 「設定時の注意事項」（P.34-79）
- 「出力キューセットに対するバッファ スペースの割り当ておよび WTD しきい値の設定」（P.34-79）（任意）
- 「出力キューおよび ID への DSCP または CoS 値のマッピング」（P.34-81）（任意）
- 「出力キューでの SRR シェーピング重みの設定」（P.34-83）（任意）
- 「出力キューでの SRR 共有重みの設定」（P.34-84）（任意）
- 「出力緊急キューの設定」（P.34-85）（任意）
- 「出力インターフェイスの帯域幅の制限」（P.34-85）（任意）

設定時の注意事項

緊急キューをイネーブルにする、または SRR の重みに基づいて出力キューを処理する場合は、次の注意事項に従ってください。

- 出力緊急キューがイネーブルの場合、キュー 1 に対応する SRR シェーピング重みおよび共有重みは上書きされます。
- 出力緊急キューがディセーブルで、SRR シェーピング重みおよび共有重みが設定されている場合、シェーピング モードはキュー 1 の共有モードを無効にし、SRR はこのキューをシェーピング モードで処理します。
- 出力緊急キューがディセーブルで、SRR シェーピング重みが設定されていない場合、SRR はこのキューを共有モードで処理します。

出力キューセットに対するバッファ スペースの割り当ておよび WTD しきい値の設定

バッファのアベイラビリティの保証、WTD しきい値の設定、およびキューセットの最大割り当ての設定を行うには、**mls qos queue-set output** *qset-id* **threshold** *queue-id drop-threshold1 drop-threshold2 reserved-threshold maximum-threshold* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

各しきい値はキューに割り当てられたバッファの割合です。この値を指定するには、**mls qos queue-set output** *qset-id* **buffers** *allocation1 ... allocation4* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。キューは WTD を使用して、トラフィック クラスごとに異なる廃棄割合をサポートします。

（注）　ほとんどの場合は、出力キューのデフォルト設定が最適です。デフォルト設定の変更が必要となるのは、出力キューについて完全に理解している場合、およびこれらの設定がご使用の QoS ソリューションを満たしていない場合だけです。

メモリ割り当てを設定し、キューセットを廃棄するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**mls qos queue-set output** *qset-id* **buffers** *allocation1 ... allocation4*	キューセットにバッファを割り当てます。 デフォルトでは、すべての割り当て値は 4 つのキューに均等にマッピングされます（25、25、25、25）。各キューにはバッファ スペースの 1/4 が割り当てられます。 • *qset-id* には、キューセットの ID を入力します。指定できる範囲は 1 ～ 2 です。各ポートはキューセットに属し、キューセットでは、ポートごとに 4 つの出力キューの特性がすべて定義されます。 • *allocation1 ... allocation4* には、キューセット内のキューごとに 1 つずつ、合計 4 つのパーセントを指定します。*allocation1*、*allocation3*、*allocation4* の場合、使用可能な範囲は 0 ～ 99 です。*allocation2* の場合、使用可能な範囲は 1 ～ 100 です（CPU バッファを含む）。 トラフィックの重要度に応じて、バッファを割り当てます。たとえば、ベストエフォート型のトラフィックが保存されるキューには、大きな割合のバッファを割り当てます。
ステップ 3	**mls qos queue-set output** *qset-id* **threshold** *queue-id drop-threshold1 drop-threshold2 reserved-threshold maximum-threshold*	WTD を設定し、バッファのアベイラビリティを保証し、キューセット（ポートごとに 4 つの出力キュー）の最大メモリ割り当てを設定します。 デフォルトでは、キュー 1、3、および 4 の WTD は 100% に設定されています。キュー 2 の WTD は 200% に設定されています。キュー 1、2、3、および 4 の専用は 50% に設定されています。すべてのキューの最大は 400% に設定されています。 • *qset-id* には、ステップ 2 で指定したキューセットの ID を入力します。指定できる範囲は 1 ～ 2 です。 • *queue-id* には、コマンドの実行対象となるキューセット内の特定のキューを入力します。指定できる範囲は 1 ～ 4 です。 • *drop-threshold1 drop-threshold2* には、キューの割り当てメモリの割合として表される 2 つの WTD を指定します。指定できる範囲は 1 ～ 3200% です。 • *reserved-threshold* には、割り当てメモリの割合として表されるキューに保証（確保）されるメモリ サイズを入力します。指定できる範囲は 1 ～ 100% です。 • *maximum-threshold* を指定すると、いっぱいになったキューが確保量を超えるバッファを取得できるようになります。この値は、共通プールが空でない場合に、パケットがドロップされるまでキューが使用できるメモリの最大値です。指定できる範囲は 1 ～ 3200% です。
ステップ 4	**interface** *interface-id*	発信トラフィックのポートを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。

	コマンド	目的
ステップ 5	**queue-set** *qset-id*	キューセットにポートをマッピングします。 *qset-id* には、ステップ 2 で指定したキューセットの ID を入力します。指定できる範囲は 1 ～ 2 です。デフォルト値は 1 です。
ステップ 6	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 7	**show mls qos interface** [*interface-id*] **buffers**	設定を確認します。
ステップ 8	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

デフォルトの設定に戻すには、**no mls qos queue-set output** *qset-id* **buffers** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。デフォルトの WTD の割合に戻すには、**no mls qos queue-set output** *qset-id* **threshold** [*queue-id*] グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、ポートをキューセット 2 にマッピングする例を示します。出力キュー 1 にはバッファ スペースの 40%、出力キュー 2、3、および 4 には 20% が割り当てられます。キュー 2 の廃棄は割り当てメモリの 40 および 60% に設定され、割り当てメモリの 100% が保証（確保）され、パケットがドロップされるまでこのキューが使用できる最大メモリが 200% に設定されます。

```
Switch(config)# mls qos queue-set output 2 buffers 40 20 20 20
Switch(config)# mls qos queue-set output 2 threshold 2 40 60 100 200
Switch(config)# interface gigabitethernet0/1
Switch(config-if)# queue-set 2
```

出力キューおよび ID への DSCP または CoS 値のマッピング

トラフィックにプライオリティを設定するには、特定の DSCP または CoS を持つパケットを特定のキューに格納し、より低いプライオリティを持つパケットがドロップされるようにキューを調整します。

（注） ほとんどの場合は、出力キューのデフォルト設定が最適です。デフォルト設定の変更が必要となるのは、出力キューについて完全に理解している場合、およびこれらの設定がご使用の QoS ソリューションを満たしていない場合だけです。

DSCP または CoS 値を出力キューおよび ID にマッピングするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**mls qos srr-queue output dscp-map queue** *queue-id* **threshold** *threshold-id dscp1...dscp8* または **mls qos srr-queue output cos-map queue** *queue-id* **threshold** *threshold-id cos1...cos8*	DSCP または CoS 値を出力キューおよびしきい値 ID にマッピングします。 デフォルトでは、DSCP 値 0 ～ 15 はキュー 2 およびしきい値 1 に、DSCP 値 16 ～ 31 はキュー 3 およびしきい値 1 に、DSCP 値 32 ～ 39 および 48 ～ 63 はキュー 4 およびしきい値 1 に、DSCP 値 40 ～ 47 はキュー 1 およびしきい値 1 にマッピングされます。 デフォルトでは、CoS 値 0 および 1 はキュー 2 およびしきい値 1 に、CoS 値 2 および 3 はキュー 3 およびしきい値 1 に、CoS 値 4、6、および 7 はキュー 4 およびしきい値 1 に、CoS 値 5 はキュー 1 およびしきい値 1 にマッピングされます。 • *queue-id* に指定できる範囲は、1 ～ 4 です。 • *threshold-id* の範囲は、1 ～ 3 です。3 の廃棄の割合は定義済みであり、キューフル ステートに設定されます。 • *dscp1...dscp8* には、最大 8 つの値をスペースで区切って入力します。指定できる範囲は 0 ～ 63 です。 • *cos1...cos8* には、最大 8 つの値をスペースで区切って入力します。指定できる範囲は 0 ～ 7 です。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show mls qos maps**	設定を確認します。 DSCP 出力キューしきい値マップは、表形式で表示されます。d1 列は DSCP 値の最上位桁、d2 行は DSCP 値の最下位桁を示します。d1 および d2 値の交点がキュー ID およびしきい値 ID です。たとえば、キュー 2 およびしきい値 1（02-01）のようになります。 CoS 出力キューしきい値マップでは、先頭行に CoS 値、2 番めの行に対応するキュー ID およびしきい値 ID が示されます。たとえば、キュー 2 およびしきい値 2（2-2）のようになります。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

デフォルトの DSCP 出力キューしきい値マップまたはデフォルトの CoS 出力キューしきい値マップに戻すには、**no mls qos srr-queue output dscp-map** または **no mls qos srr-queue output cos-map** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、DSCP 値 10 および 11 を出力キュー 1 およびしきい値 2 にマッピングする例を示します。

```
Switch(config)# mls qos srr-queue output dscp-map queue 1 threshold 2 10 11
```

出力キューでの SRR シェーピング重みの設定

各キューに割り当てられる使用可能な帯域幅の量を指定できます。重みの比率は、SRR スケジューラが各キューからパケットを送信する頻度の比率です。

出力キューにシェーピング重み、共有重み、またはその両方を設定できます。バースト性のあるトラフィックを平滑化したり、出力をより滑らかにしたりするには、シェーピングを使用します。シェーピング重みの詳細については、「SRR のシェーピングおよび共有」（P.34-15）を参照してください。共有重みの詳細については、「出力キューでの SRR 共有重みの設定」（P.34-84）を参照してください。

ポートにマッピングされた 4 つの出力キューにシェーピング重みを割り当てて、帯域幅のシェーピングをイネーブルにするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	発信トラフィックのポートを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**srr-queue bandwidth shape** *weight1 weight2 weight3 weight4*	出力キューに SRR 重みを割り当てます。 デフォルトでは、weight1 は 25、weight2、weight3、および weight4 は 0 に設定されています。これらのキューは共有モードです。 *weight1 weight2 weight3 weight4* には、シェーピングされるポートの割合を制御する重みを入力します。このキューのシェーピング帯域幅は、インバース比率（1/*weight*）によって制御されます。各値はスペースで区切ります。指定できる範囲は 0 ～ 65535 です。 重み 0 を設定した場合は、対応するキューが共有モードで動作します。**srr-queue bandwidth shape** コマンドで指定された重みは無視されます。**srr-queue bandwidth share** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドで各キューに指定された重みが有効になります。シェーピングおよび共有の両方に対して同じキューセットのキューを設定した場合は、必ず番号が最も小さいキューにシェーピングを設定してください。 シェーピング モードは共有モードより優先されます。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show mls qos interface** *interface-id* **queueing**	設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

デフォルトの設定に戻すには、**no srr-queue bandwidth shape** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、キュー 1 に帯域幅のシェーピングを設定する例を示します。キュー 2、3、および 4 の重み比率は 0 に設定されているため、これらのキューは共有モードで動作します。キュー 1 の帯域幅の重みは 1/8（12.5%）です。

```
Switch(config)# interface gigabitethernet0/1
Switch(config-if)# srr-queue bandwidth shape 8 0 0 0
```

出力キューでの SRR 共有重みの設定

共有モードでは、各キューは設定された重みに従って帯域幅を共有します。帯域幅に対してはこのレベルが保証されますが、このレベルに限定されるわけではありません。たとえば、特定のキューが空であり、リンクを共有する必要がない場合、残りのキューは未使用の帯域幅を使用して、共有ができます。共有の場合、キューからパケットを取り出す頻度は重みの比率によって制御されます。重みの絶対値は関係ありません。

（注）ほとんどの場合は、出力キューのデフォルト設定が最適です。デフォルト設定の変更が必要となるのは、出力キューについて完全に理解している場合、およびこれらの設定がご使用の QoS ソリューションを満たしていない場合だけです。

ポートにマッピングされた 4 つの出力キューに共有重みを割り当てて、帯域幅の共有をイネーブルにするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	発信トラフィックのポートを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**srr-queue bandwidth share** *weight1 weight2 weight3 weight4*	出力キューに SRR 重みを割り当てます。 デフォルトでは、4 つの重みがすべて 25 です（各キューに帯域幅の 1/4 が割り当てられています）。 *weight1 weight2 weight3 weight4* には、SRR スケジューラがパケットを送信する頻度の比率を制御する重みを入力します。各値はスペースで区切ります。指定できる範囲は 1 ～ 255 です。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show mls qos interface** *interface-id* **queueing**	設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

デフォルトの設定に戻すには、**no srr-queue bandwidth share** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、出力ポートで稼動している SRR スケジューラの重み比率を設定する例を示します。4 つのキューが使用され、共有モードで各キューに割り当てられる帯域幅の比率は、キュー 1、2、3、および 4 に対して 1/（1 + 2 + 3 + 4）、2/（1 + 2 + 3 + 4）、3/（1 + 2 + 3 + 4）、および 4/（1 + 2 + 3 + 4）になります（それぞれ、10、20、30、および 40%）。つまり、キュー 4 の帯域幅はキュー 1 の 4 倍、キュー 2 の 2 倍、キュー 3 の約 1.3 倍です。

```
Switch(config)# interface gigabitethernet0/1
Switch(config-if)# srr-queue bandwidth share 1 2 3 4
```

出力緊急キューの設定

出力緊急キューにキューイングすることで、特定のパケットが他のすべてに対して確実に優先されるようにすることができます。SRR はこのキューを空になるまで処理してから、他のキューを処理します。

出力緊急キューをイネーブルにするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**mls qos**	スイッチ上で QoS をイネーブルにします。
ステップ 3	**interface** *interface-id*	出力ポートを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 4	**priority-queue out**	デフォルトでディセーブルに設定されている出力緊急キューをイネーブルにします。 このコマンドを設定すると、SRR に参加するキューは 1 つ少なくなるため、SRR 重みおよびキュー サイズの比率が影響を受けます。つまり、*srr-queue bandwidth shape* または **srr-queue bandwidth share** コマンドの **weight1** が無視されます（比率計算に使用されません）。
ステップ 5	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 6	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 7	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

出力緊急キューをディセーブルにするには、**no priority-queue out** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、SRR 重みが設定されている場合に出力緊急キューをイネーブルにする例を示します。出力緊急キューは、設定済みの SRR 重みよりも優先されます。

```
Switch(config)# interface gigabitethernet0/1
Switch(config-if)# srr-queue bandwidth shape 25 0 0 0
Switch(config-if)# srr-queue bandwidth share 30 20 25 25
Switch(config-if)# priority-queue out
Switch(config-if)# end
```

出力インターフェイスの帯域幅の制限

出力ポートの帯域幅は制限できます。たとえば、カスタマーが高速リンクの一部しか費用を負担しない場合は、帯域幅をその量に制限できます。

（注）　ほとんどの場合は、出力キューのデフォルト設定が最適です。デフォルト設定の変更が必要となるのは、出力キューについて完全に理解している場合、およびこれらの設定がご使用の QoS ソリューションを満たしていない場合だけです。

出力ポートの帯域幅を制限するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	レートを制限するポートを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**srr-queue bandwidth limit** *weight1*	ポートの上限となるポート速度の割合を指定します。指定できる範囲は 10 ～ 90 です。 デフォルトでは、ポートのレートは制限されず、100% に設定されています。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show mls qos interface** [*interface-id*] **queueing**	設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

デフォルトの設定に戻すには、**no srr-queue bandwidth limit** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、ポートの帯域幅を 80% に制限する例を示します。

```
Switch(config)# interface gigabitethernet0/1
Switch(config-if)# srr-queue bandwidth limit 80
```

このコマンドを 80% に設定すると、ポートは該当期間の 20% はアイドルになります。回線レートは接続速度の 80%（800 Mbps）に低下します。ハードウェアは回線レートを増分値 6 で調整するので、これらは厳密な値ではありません。

標準 QoS 情報の表示

標準 QoS 情報を表示するには、表 34-16 の特権 EXEC コマンドを 1 つまたは複数使用します。

表 34-16　標準 QoS 情報を表示するためのコマンド

コマンド	目的
show class-map [*class-map-name*]	トラフィックを分類するための一致条件を定義した QoS クラスマップを表示します。
show mls qos	グローバル QoS コンフィギュレーション情報を表示します。
show mls qos aggregate-policer [*aggregate-policer-name*]	集約ポリサーの設定を表示します。
show mls qos input-queue	入力キューの QoS 設定を表示します。
show mls qos interface [*interface-id*] [**buffers** | **policers** | **queueing** | **statistics**]	バッファ割り当て、ポリサーが設定されるポート、キューイング方式、入出力統計情報など、ポート レベルの QoS 情報が表示されます。

表 34-16　標準 QoS 情報を表示するためのコマンド（続き）

コマンド	目的
show mls qos maps [**cos-dscp** | **cos-input-q** | **cos-output-q** | **dscp-cos** | **dscp-input-q** | **dscp-mutation** *dscp-mutation-name* | **dscp-output-q** | **ip-prec-dscp** | **policed-dscp**]	QoS マッピング情報を表示します。
show mls qos queue-set [*qset-id*]	出力キューの QoS 設定を表示します。
show mls qos vlan *vlan-id*	指定の SVI に適用されたポリシー マップを表示します。
show policy-map [*policy-map-name* [**class** *class-map-name*]]	着信トラフィックの分類条件を定義した QoS ポリシー マップを表示します。 （注）　着信トラフィックの分類情報を表示する場合は、**show policy-map interface** 特権 EXEC コマンドを使用しないでください。**control-plane** および **interface** キーワードはサポートされていません。表示される統計情報は無視してください。
show running-config | include rewrite	透過的な DSCP 設定を表示します。

CHAPTER 35

EtherChannel およびリンクステート トラッキングの設定

この章では、Catalyst 3560 スイッチに EtherChannel を設定する方法について説明します。EtherChannel は、スイッチ、ルータ、およびサーバ間にフォールトトレラントな高速リンクを提供します。EtherChannel を使用すると、ワイヤリング クローゼットおよびデータ センタ間の帯域幅を拡張できます。EtherChannel はネットワーク上でボトルネックの発生が見込まれる任意の場所に配置できます。EtherChannel は、他のリンクに負荷を再分散させることによって、リンク切断から自動的に回復します。リンク障害が発生した場合、EtherChannel は自動的に障害リンクからチャネル内の他のリンクにトラフィックをリダイレクトします。この章では、リンクステート トラッキングを設定する方法についても説明します。

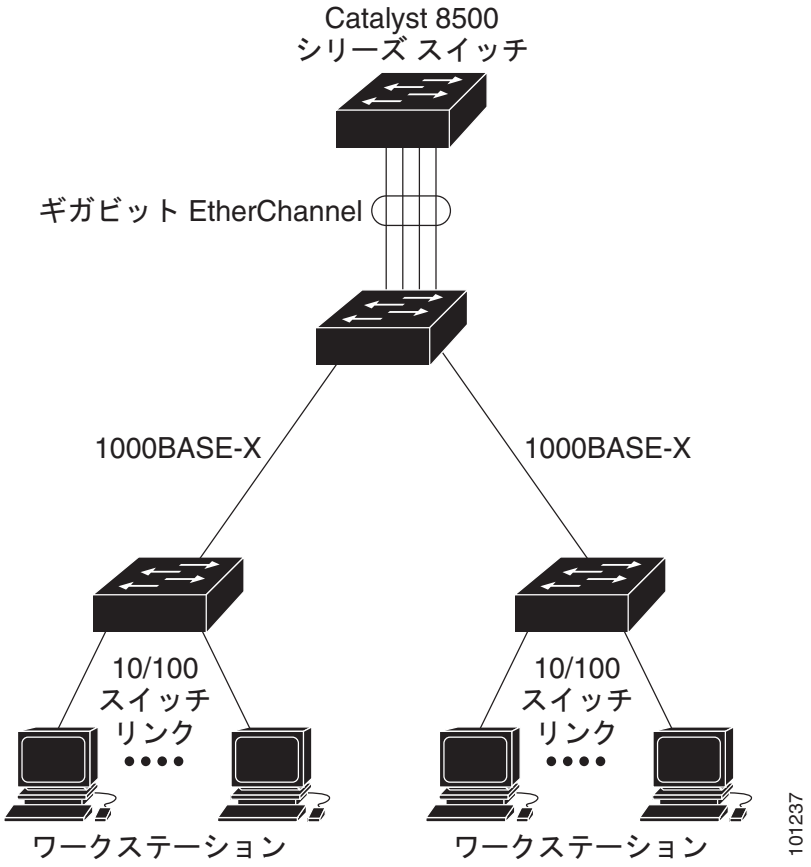
（注） この章で使用するコマンドの構文および使用方法の詳細については、このリリースのコマンド リファレンスを参照してください。

EtherChannel の概要

EtherChannel の概要

EtherChannel は単一の論理リンクにバンドルされた個々のファスト イーサネットまたはギガビット イーサネット リンクで構成されます（図 35-1 を参照）。

図 35-1　一般的な EtherChannel 構成



EtherChannel は、スイッチ間またはスイッチとホスト間に、最大 800Mbps（ファスト EtherChannel）または 8 Gb/s（ギガビット EtherChannel）の全二重帯域幅を提供します。各 EtherChannel は、互換性のある設定のイーサネット ポートを 8 つまで使用して構成できます。

各 EtherChannel 内のすべてのポートは、レイヤ 2 またはレイヤ 3 ポートのいずれかとして設定する必要があります。EtherChannel の数は 48 に制限されています。EtherChannel レイヤ 3 ポートは、ルーテッド ポートで構成されます。ルーテッド ポートは、**no switchport** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用してレイヤ 3 モードに設定された物理ポートです。詳細については、第 11 章「インターフェイス特性の設定」を参照してください。

詳細については、「EtherChannel 設定時の注意事項」（P.35-10）を参照してください。

EtherChannel は、Port Aggregation Protocol（PAgP; ポート集約プロトコル）、Link Aggregation Control Protocol（LACP）、または On のいずれかのモードに設定できます。EtherChannel の両端は同じモードで設定します。

- EtherChannel の一方の端を PAgP または LACP モードに設定すると、システムはもう一方の端とネゴシエートし、アクティブにするポートを決定します。互換性のないポートは独立ステートになり、他の単一リンクのようにデータ トラフィックに伝送し続けます。ポート設定は変更されませんが、ポートは EtherChannel に参加しません。
- EtherChannel を **on** モードに設定すると、ネゴシエーションは実行されません。スイッチは EtherChannel 内で互換性のあるすべてのポートを強制的にアクティブにします。EtherChannel のもう一方の端（他のスイッチ上）も、同じように **on** モードに設定する必要があります。それ以外を設定した場合、パケットの損失が発生します。

EtherChannel 内のリンクで障害が発生すると、それまでその障害リンクで伝送されていたトラフィックが EtherChannel 内の残りのリンクに切り替えられます。スイッチでトラップがイネーブルになっている場合、スイッチ、EtherChannel、および失敗したリンクを区別したトラップが送信されます。EtherChannel の 1 つのリンク上の着信ブロードキャストおよびマルチキャスト パケットは、EtherChannel の他のリンクに戻らないようにブロックされます。

ポートチャネル インターフェイス

EtherChannel を作成すると、ポート チャネル論理インターフェイスも作成されます。

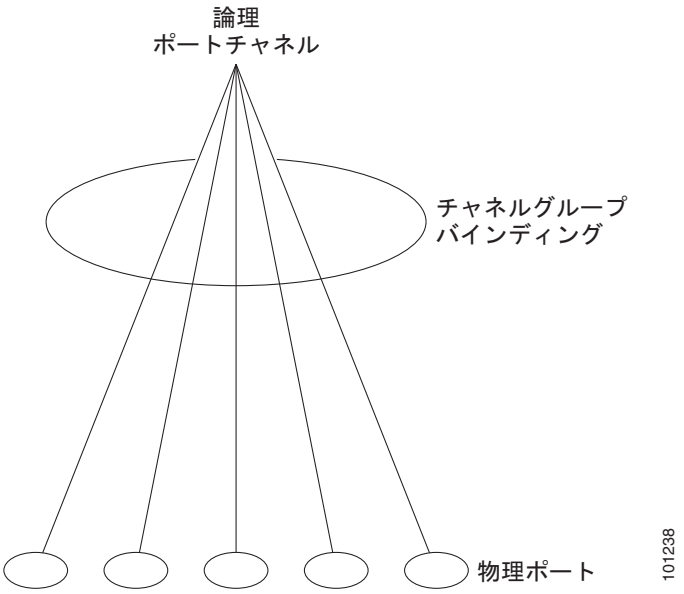
- レイヤ 2 ポートの場合は、**channel-group** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用して、ポートチャネル論理インターフェイスを動的に作成します。

  また、**interface port-channel** *port-channel-number* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用して、ポートチャネル論理インターフェイスを手動で作成することもできます。ただし、その場合、論理インターフェイスを物理ポートにバインドするには、**channel-group** *channel-group-number* コマンドを使用する必要があります。*channel-group-number* は *port-channel-number* と同じ値に設定することも、違う値を使用することもできます。新しい値を使用すると、**channel-group** コマンドによって新しいポートチャネルが動的に作成されます。
- レイヤ 3 ポートの場合は、**interface port-channel** グローバル コンフィギュレーション コマンド、およびその後に **no switchport** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用して、論理インターフェイスを手動で作成する必要があります。その後、**channel-group** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用して、手動で EtherChannel にインターフェイスを割り当てます。

レイヤ 2 およびレイヤ 3 ポートのいずれの場合も、**channel-group** コマンドを実行すると、物理ポートと論理インターフェイスがバインドされます（図 35-2 を参照）。

各 EtherChannel には 1 ～ 48 のポートチャネル論理インターフェイスがあります。ポートチャネル インターフェイス番号は、**channel-group** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドで指定された番号に対応しています。

図 35-2　物理ポート、論理ポートチャネル、およびチャネル グループの関係



EtherChannel の設定後、ポートチャネル インターフェイスに適用した設定変更は、そのポートチャネル インターフェイスに割り当てられたすべての物理ポートに適用されます。物理ポートに適用した設定変更は、設定を適用したポートだけに作用します。EtherChannel のすべてのポートのパラメータを変更するには、コンフィギュレーション コマンド（スパニング ツリー コマンド、またはレイヤ 2 EtherChannel をトランクとして設定するコマンドなど）をポートチャネル インターフェイスに適用します。

PAgP

Port Aggregation Protocol（PAgP）はシスコ独自のプロトコルで、Cisco スイッチおよび PAgP をサポートするベンダーによってライセンス供与されたスイッチでだけ稼動します。PAgP を使用すると、イーサネット ポート間で PAgP パケットを交換することにより、EtherChannel を自動的に作成できます。

スイッチは PAgP を使用することによって、PAgP をサポートできるパートナーの識別情報、および各ポートの機能を学習します。次に、設定が類似しているポートを単一の論理リンク（チャネルまたは集約ポート）に動的にグループ化します。設定が類似しているポートをグループ化する場合の基準は、ハードウェア、管理、およびポート パラメータ制約です。たとえば、PAgP は速度、デュプレックス モード、ネイティブ VLAN、VLAN 範囲、トランキング ステータス、およびトランキング タイプが同じポートをグループとしてまとめます。リンクをまとめて EtherChannel を形成した後で、PAgP は単一スイッチ ポートとして、スパニング ツリーにそのグループを追加します。

PAgP モード

表 35-1 に、**channel-group** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドでユーザが設定できる EtherChannel PAgP モードを示します。

表 35-1　EtherChannel PAgP モード

モード	説明
auto	ポートをパッシブ ネゴシエーション ステートにします。この場合、ポートは受信する PAgP パケットに応答しますが、PAgP パケット ネゴシエーションを開始することはありません。これにより、PAgP パケットの送信を最小限に抑えます。
desirable	ポートをアクティブ ネゴシエーション ステートにします。この場合、ポートは PAgP パケットを送信することによって、相手ポートとのネゴシエーションを開始します。

スイッチ ポートは、**auto** モードまたは **desirable** モードに設定された相手ポートとだけ PAgP パケットを交換します。**on** モードに設定されたポートは、PAgP パケットを交換しません。

auto モードおよび **desirable** モードでは、どちらの場合も、ポートは相手ポートとのネゴシエーションにより、ポート速度、レイヤ 2 EtherChannel の場合はトランキング ステートおよび VLAN 番号などの条件に基づいて、EtherChannel を形成できるかどうかを判別できます。

PAgP モードが異なっていても、モード間で互換性がある限り、ポートは EtherChannel を形成できます。次に例を示します。

- **desirable** モードのポートは、**desirable** モードまたは **auto** モードの別のポートとともに EtherChannel を形成できます。
- **auto** モードのポートは、**desirable** モードの別のポートとともに EtherChannel を形成できます。

どのポートも PAgP ネゴシエーションを開始しないため、**auto** モードのポートは、**auto** モードの別のポートとは EtherChannel を形成できません。

PAgP 対応のデバイスにスイッチを接続する場合、**non-silent** キーワードを使用すると、非サイレント動作としてスイッチ ポートを設定できます。**auto** モードまたは **desirable** モードとともに **non-silent** を指定しなかった場合は、サイレント モードが指定されていると見なされます。

サイレント モードを使用するのは、PAgP 非対応で、かつほとんどパケットを送信しないデバイスにスイッチを接続する場合です。サイレント パートナーの例は、トラフィックを生成しないファイル サーバ、またはパケット アナライザなどです。この場合、サイレント パートナーに接続された物理ポート上で PAgP を稼動させると、このスイッチ ポートが動作しなくなります。ただし、サイレントを設定すると、PAgP が動作してチャネル グループにポートを結合し、このポートが伝送に使用されます。

仮想スイッチおよびデュアル アクティブ検出との PAgP 相互作用

仮想スイッチは 2 つ以上の Catalyst 6500 コア スイッチから成り、それらを仮想スイッチリンク（VSL）で接続して制御トラフィックおよびデータ トラフィックを伝送します。スイッチの 1 つがアクティブ モードであり、それ以外のスイッチはスタンバイ モードです。冗長性のため、Catalyst 3650 スイッチなどのリモート スイッチを Remote Satellite Link（RSL）を使用して仮想スイッチに接続します。

2 つのスイッチ間の VSL で障害が発生すると、一方のスイッチは他方のスイッチのステータスを把握できなくなります。両方のスイッチがアクティブ モードになり、ネットワーク内で同じ設定を持つ（IP アドレスとブリッジの識別子も同じ）*デュアルアクティブな状態*になる可能性があります。これにより、ネットワークはダウンすることがあります。

デュアルアクティブな状態にならないようにするために、コア スイッチは RSL を介してリモート スイッチに PAgP Protocol Data Unit（PDU; プロトコル データ ユニット）を送信します。PAgP PDU はアクティブ スイッチを特定し、リモート スイッチはコア スイッチが同期状態となるように PDU をコア スイッチに転送します。アクティブ スイッチが故障したかリセットされた場合、スタンバイ スイッチがアクティブ スイッチとして処理を引き継ぎます。VSL がダウンした場合、一方のコア スイッチは他方のスイッチのステータスを知り、状態は変わりません。

PAgP と他の機能との相互作用

Dynamic Trunking Protocol（DTP）および Cisco Discovery Protocol（CDP）は、EtherChannel の物理ポートを使用してパケットを送受信します。トランク ポートは、番号が最も小さい VLAN 上で PAgP Protocol Data Unit（PDU; プロトコル データ ユニット）を送受信します。

レイヤ 2 EtherChannel では、チャネル内で最初に起動するポートが EtherChannel に MAC アドレスを提供します。このポートがバンドルから削除されると、バンドル内の他のポートの 1 つが EtherChannel に MAC アドレスを提供します。

PAgP が PAgP PDU を送受信するのは、PAgP が auto モードまたは desirable モードでイネーブルになっている、稼動状態のポート上だけです。

LACP

LACP は IEEE 802.3ad で定義されており、Cisco スイッチが IEEE 802.3ad プロトコルに適合したスイッチ間のイーサネット チャネルを管理できるようにします。LACP を使用すると、イーサネット ポート間で LACP パケットを交換することにより、EtherChannel を自動的に作成できます。

スイッチは LACP を使用することによって、LACP をサポートできるパートナーの識別情報、および各ポートの機能を学習します。次に、設定が類似しているポートを単一の論理リンク（チャネルまたは集約ポート）に動的にグループ化します。設定が類似しているポートをグループ化する場合の基準は、ハードウェア、管理、およびポート パラメータ制約です。たとえば、LACP は速度、デュプレックス モード、ネイティブ VLAN、VLAN 範囲、トランキング ステータス、およびトランキング タイプが同じポートをグループとしてまとめます。リンクをまとめて EtherChannel を形成した後で、LACP は単一スイッチ ポートとして、スパニング ツリーにそのグループを追加します。

LACP モード

表 35-2 に、**channel-group** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドでユーザが設定できる EtherChannel LACP モードを示します。

表 35-2　EtherChannel LACP モード

モード	説明
active	ポートをアクティブ ネゴシエーション ステートにします。この場合、ポートは LACP パケットを送信することによって、相手ポートとのネゴシエーションを開始します。
passive	ポートはパッシブ ネゴシエーション ステートになります。この場合、ポートは受信する LACP パケットに応答しますが、LACP パケット ネゴシエーションを開始することはありません。これにより、LACP パケットの送信を最小限に抑えます。

active モードおよび **passive LACP** モードでは、どちらの場合も、ポートは相手ポートとのネゴシエーションにより、ポート速度、レイヤ 2 EtherChannel の場合はトランキング ステートおよび VLAN 番号などの条件に基づいて、EtherChannel を形成できるかどうかを判別できます。

LACP モードが異なっていても、モード間で互換性がある限り、ポートは EtherChannel を形成できます。次に例を示します。

- **active** モードのポートは、**active** モードまたは **passive** モードの別のポートとともに EtherChannel を形成できます。
- どのポートも LACP ネゴシエーションを開始しないため、**passive** モードのポートは、**passive** モードの別のポートとは EtherChannel を形成できません。

LACP と他の機能との相互作用

DTP および CDP は、EtherChannel の物理ポートを介してパケットを送受信します。トランク ポートは、番号が最も小さい VLAN 上で LACP PDU を送受信します。

レイヤ 2 EtherChannel では、チャネル内で最初に起動するポートが EtherChannel に MAC アドレスを提供します。このポートがバンドルから削除されると、バンドル内の他のポートの 1 つが EtherChannel に MAC アドレスを提供します。

LACP が LACP PDU を送受信するのは、LACP が active モードまたは passive モードでイネーブルになっている稼動状態のポートとの間だけです。

EtherChannel の On モード

EtherChannel の **on** モードは、EtherChannel の手動設定に使用します。**on** モードを使用すると、ポートはネゴシエーションを行わずに強制的に EtherChannel に参加します。リモート デバイスが PAgP や LACP をサポートしていない場合にこの **on** モードが役立ちます。**on** モードでは、リンクの両端のスイッチが **on** モードに設定されている場合に限って EtherChannel を使用できます。

同じチャネル グループの **on** モードで設定されたポートは、速度やデュプレックスのようなポート特性に互換性を持たせる必要があります。**on** モードで設定されていたとしても、互換性のないポートは suspended ステートになります。

注意　**on** モードでの作業は慎重に行ってください。このモードは手動による設定が必要です。EtherChannel の両端のポートには同じ内容を設定する必要があります。グループの設定を誤ると、パケット損失またはスパニング ツリー ループが発生する可能性があります。

ロード バランシングおよび転送方式

EtherChannel は、フレーム内のアドレスに基づいて形成されたバイナリ パターンの一部を、チャネル内の 1 つのリンクを選択する数値に縮小することによって、チャネル内のリンク間でトラフィックのロード バランシングを行います。EtherChannel のロード バランシングには、MAC アドレスまたは IP アドレス、送信元アドレスや宛先アドレスのどちらか一方、またはその両方のアドレスを使用できます。選択したモードは、スイッチ上で設定されているすべての EtherChannel に適用されます。ロード バランシングおよび転送方式を設定するには、**port-channel load-balance** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

送信元 MAC アドレス転送の場合、EtherChannel に転送されたパケットは、着信パケットの送信元 MAC アドレスに基づいてチャネル ポート間で分配されます。したがって、ロード バランシングを行うために、送信元ホストが異なるパケットはそれぞれ異なるチャネル ポートを使用しますが、送信元ホストが同じパケットは同じチャネル ポートを使用します。

宛先 MAC アドレス転送の場合、EtherChannel に転送されたパケットは、着信パケットに指定されている宛先ホストの MAC アドレスに基づいてチャネル ポート間で分配されます。したがって、宛先が同じパケットは同じポートに転送され、宛先の異なるパケットはそれぞれ異なるチャネル ポートに転送されます。

送信元および宛先 MAC アドレス転送の場合、EtherChannel に転送されたパケットは、送信元および宛先の両方の MAC アドレスに基づいてチャネル ポート間で分配されます。この転送方式は、負荷分散の送信元 MAC アドレス転送方式と宛先 MAC アドレス転送方式を組み合わせたものです。特定のスイッチに対して送信元 MAC アドレス転送と宛先 MAC アドレス転送のどちらが適切であるかが不明な場合に使用できます。送信元および宛先 MAC アドレス転送の場合、ホスト A からホスト B、ホスト A からホスト C、およびホスト C からホスト B に送信されるパケットは、それぞれ異なるチャネル ポートを使用できます。

送信元 IP アドレスベース転送の場合、EtherChannel に転送されたパケットは、着信パケットの送信元 IP アドレスに基づいて EtherChannel ポート間で分配されます。したがって、ロード バランシングを行うために、IP アドレスが異なるパケットはそれぞれ異なるチャネル ポートを使用しますが、IP アドレスが同じパケットは同じチャネル ポートを使用します。

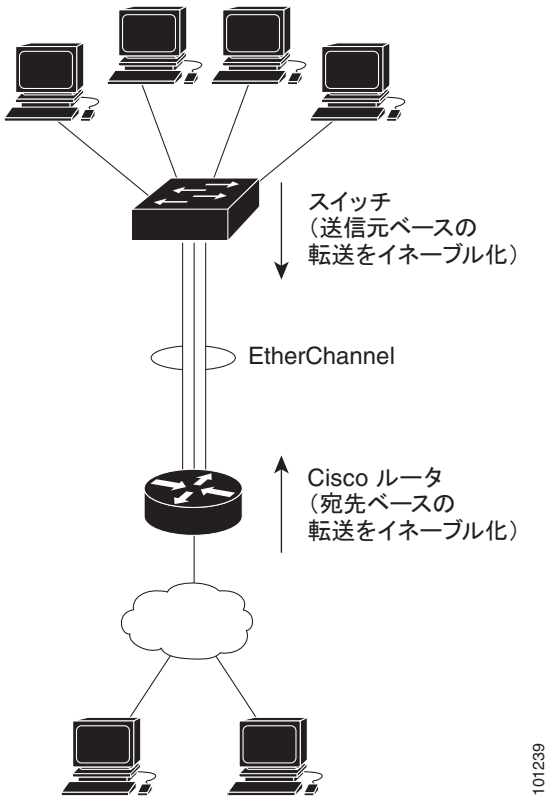
宛先 IP アドレスベース転送の場合、EtherChannel に転送されたパケットは、着信パケットの宛先 IP アドレスに基づいて EtherChannel ポート間で分配されます。したがって、ロード バランシングを行うために、同じ送信元 IP アドレスから異なる宛先 IP アドレスに送信されるパケットは、異なるチャネル ポートに送信できます。ただし、異なる送信元 IP アドレスから同じ宛先 IP アドレスに送信されるパケットは、常に同じチャネル ポートで送信されます。

送信元/宛先 IP アドレスベース転送の場合、パケットは EtherChannel に送信されて、着信パケットの送信元および宛先の両方の IP アドレスに基づいて EtherChannel ポート間で分配されます。この転送方式は、送信元 IP アドレスベース転送方式と宛先 IP アドレスベース転送方式を組み合わせたものです。特定のスイッチに対して送信元 IP アドレスベース転送と宛先 IP アドレスベース転送のどちらが適切であるかが不明な場合に使用できます。この方式では、IP アドレス A から IP アドレス B に、IP アドレス A から IP アドレス C に、および IP アドレス C から IP アドレス B に送信されるパケットは、それぞれ異なるチャネル ポートを使用できます。

ロード バランシング方式ごとに利点が異なります。ロード バランシング方式は、ネットワーク内のスイッチの位置、および負荷分散が必要なトラフィックの種類に基づいて選択する必要があります。図 35-3 では、4 つのワークステーションからデータを集約しているスイッチからの EtherChannel がルータと通信しています。ルータは単一 MAC アドレス デバイスであるため、スイッチ EtherChannel で送信元ベース転送を行うことにより、スイッチが、ルータで使用可能なすべての帯域幅を使用することが、保証されます。ルータは、宛先アドレスベース転送を行うように設定されます。これは、多数のワークステーションで、トラフィックがルータ EtherChannel から均等に分配されることになっているためです。

設定で一番種類が多くなるオプションを使用してください。たとえば、チャネル上のトラフィックが単一 MAC アドレスだけを宛先とする場合、宛先 MAC アドレスを使用すると、チャネル内の同じリンクが常に選択されます。ただし、送信元アドレスまたは IP アドレスを使用した方が、ロード バランシングの効率がよくなる場合があります。

図 35-3　負荷の分散および転送方式



EtherChannel の設定

- 「EtherChannel のデフォルト設定」（P.35-10）
- 「EtherChannel 設定時の注意事項」（P.35-10）
- 「レイヤ 2 EtherChannel の設定」（P.35-11）（必須）
- 「レイヤ 3 EtherChannel の設定」（P.35-13）（必須）
- 「EtherChannel ロード バランシングの設定」（P.35-16）（任意）
- 「PAgP 学習方式およびプライオリティの設定」（P.35-16）（任意）
- 「LACP ホット スタンバイ ポートの設定」（P.35-18）（任意）

（注）　必ず、ポートを正しく設定してください。詳細については、「EtherChannel 設定時の注意事項」（P.35-10）を参照してください。

（注）　EtherChannel の設定後、ポートチャネル インターフェイスに適用した設定変更は、そのポートチャネル インターフェイスに割り当てられたすべての物理ポートに適用されます。また、物理ポートに適用した設定変更は、設定を適用したポートだけに作用します。

EtherChannel のデフォルト設定

表 35-3　EtherChannel のデフォルト設定

機能	デフォルト設定
チャネル グループ	割り当てなし
ポートチャネル論理インターフェイス	未定義
PAgP モード	デフォルトなし
PAgP 学習方式	すべてのポートで集約ポート ラーニング
PAgP プライオリティ	すべてのポートで 128
LACP モード	デフォルトなし
LACP 学習方式	すべてのポートで集約ポート ラーニング
LACP ポート プライオリティ	すべてのポートで 32768
LACP システム プライオリティ	32768
LACP システム ID	LACP システム プライオリティおよびスイッチ MAC アドレス
ロード バランシング	着信パケットの送信元 MAC アドレスに基づいてスイッチ上で負荷を分散

EtherChannel 設定時の注意事項

EtherChannel ポートを正しく設定していない場合は、ネットワーク ループおよびその他の問題を回避するために、一部の EtherChannel インターフェイスが自動的にディセーブルになります。設定上の問題を防ぐため、次の注意事項に従ってください。

- スイッチ上では、48 を超える数の EtherChannel を設定しないでください。
- PAgP EtherChannel は、同じタイプのイーサネット ポートを 8 つまで使用して設定します。
- LACP EtherChannel は、同じタイプのイーサネット ポートを最大 16 まで使用して設定します。最大 8 つのポートを active モードに、最大 8 つのポートを standby モードにできます。
- EtherChannel 内のすべてのポートを同じ速度および同じデュプレックス モードで動作するように設定します。
- EtherChannel 内のすべてのポートをイネーブルにします。**shutdown** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドによってディセーブルにされた EtherChannel 内のポートは、リンク障害として扱われます。そのポートのトラフィックは、EtherChannel 内の他のポートの 1 つに転送されます。
- グループを初めて作成したときには、そのグループに最初に追加されたポートのパラメータ設定値をすべてのポートが引き継ぎます。次のパラメータのいずれかで設定を変更した場合は、グループ内のすべてのポートでも変更する必要があります。
  - 許可 VLAN リスト
  - 各 VLAN のスパニング ツリー パス コスト
  - 各 VLAN のスパニング ツリー ポート プライオリティ
  - スパニング ツリー PortFast の設定
- 1 つのポートが複数の EtherChannel グループのメンバになるように設定しないでください。
- 1 つの EtherChannel に PAgP モードと LACP モードの両方を設定しないでください。PAgP および LACP が稼動している複数の EtherChannel グループは、同じスイッチ上で共存できます。個々の EtherChannel グループは PAgP または LACP のいずれかを実行できますが、相互運用はできません。
- EtherChannel の一部として Switched Port Analyzer（SPAN; スイッチド ポート アナライザ）宛先ポートを設定しないでください。

- EtherChannel の一部としてセキュア ポートを設定したり、セキュア ポートの一部として EtherChannel を設定したりしないでください。
- プライベート VLAN ポートを EtherChannel の一部として設定しないでください。
- EtherChannel のアクティブ メンバであるポート、またはこれからアクティブ メンバにするポートを IEEE 802.1X ポートとして設定しないでください。EtherChannel ポートで IEEE 802.1X をイネーブルにしようとすると、エラー メッセージが表示され、IEEE 802.1X はイネーブルになりません。
- EtherChannel がスイッチ インターフェイス上に設定されている場合、**dot1x system-auth-control** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用して、IEEE 802.1X をスイッチ上でグローバルにイネーブルにする前に、EtherChannel の設定をインターフェイスから削除してください。
- ダウンストリームの Etherchannel インターフェイスの一部となる個々のインスターフェイスでリンクステート トラッキングをイネーブルにしないでください。
- レイヤ 2 EtherChannel の場合
  - EtherChannel 内のすべてのポートを同じ VLAN に割り当てるか、またはトランクとして設定してください。複数のネイティブ VLAN に接続されるポートは、EtherChannel を形成できません。
  - トランク ポートから EtherChannel を設定する場合は、すべてのトランクでトランキング モード（ISL または IEEE 802.1Q）が同じであることを確認してください。EtherChannel ポートのトランクのモードが一致していないと、予想外の結果になる可能性があります。
  - EtherChannel は、トランキング レイヤ 2 EtherChannel 内のすべてのポート上で同じ VLAN 許容範囲をサポートしています。VLAN 許容範囲が一致していないと、PAgP が **auto** モードまたは **desirable** モードに設定されていても、ポートは EtherChannel を形成しません。
  - スパニング ツリー パス コストが異なるポートは、設定上の矛盾がない限り、EtherChannel を形成できます。異なるスパニング ツリー パス コストを設定すること自体は、EtherChannel を形成するポートの矛盾にはなりません。
- レイヤ 3 EtherChannel の場合は、レイヤ 3 アドレスをチャネル内の物理ポートでなく、ポートチャネル論理インターフェイスに割り当ててください。

レイヤ 2 EtherChannel の設定

レイヤ 2 EtherChannel を設定するには、**channel-group** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用して、チャネル グループにポートを割り当てます。このコマンドにより、ポートチャネル論理インターフェイスが自動的に作成されます。

レイヤ 2 EtherChannel にレイヤ 2 イーサネット ポートを割り当てるには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は必須です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	物理ポートを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。 指定できるインターフェイスとして、物理ポートも含まれます。 PAgP EtherChannel の場合、同じタイプおよび速度のポートを 8 つまで同じグループに設定できます。 LACP EtherChannel の場合、同じタイプのイーサネット ポートを 16 まで設定できます。最大 8 つのポートを active モードに、最大 8 つのポートを standby モードにできます。

	コマンド	目的
ステップ 3	**switchport mode** {**access** | **trunk**} **switchport access vlan** *vlan-id*	すべてのポートをスタティックアクセス ポートとして同じ VLAN に割り当てるか、またはトランクとして設定します。 ポートをスタティックアクセス ポートとして設定する場合は、ポートを 1 つの VLAN だけに割り当ててください。指定できる範囲は 1 ～ 4094 です。
ステップ 4	**channel-group** *channel-group-number* **mode** {**auto** [**non-silent**] | **desirable** [**non-silent**] | **on**} | {**active** | **passive**}	チャネル グループにポートを割り当て、PAgP モードまたは LACP モードを指定します。 *channel-group-number* の範囲は 1 ～ 48 です。 **mode** には、次のキーワードのいずれか 1 つを選択します。 • **auto** : PAgP デバイスが検出された場合に限り、PAgP をイネーブルにします。ポートをパッシブ ネゴシエーション ステートにします。この場合、ポートは受信する PAgP パケットに応答しますが、PAgP パケット ネゴシエーションを開始することはありません。 • **desirable** : PAgP を無条件でイネーブルにします。ポートをアクティブ ネゴシエーション ステートにします。この場合、ポートは PAgP パケットを送信することによって、相手ポートとのネゴシエーションを開始します。 • **on** : PAgP や LACP を使用しないで、ポートを強制的にチャネル化します。**on** モードの場合、EtherChannel が存在するのは、**on** モードのポート グループが同じく **on** モードの別のポート グループに接続される場合だけです。 • **non-silent** :（任意）PAgP 対応のデバイスに接続されたスイッチのポートが **auto** または **desirable** モードの場合に、非サイレント動作を行うようにこのポートを設定します。**non-silent** を指定しなかった場合は、サイレントが指定されたものと見なされます。サイレント設定は、ファイル サーバまたはパケット アナライザとの接続に適しています。サイレントを設定すると、PAgP が動作してチャネル グループにポートを結合し、このポートが伝送に使用されます。 • **active** : LACP デバイスが検出された場合に限り、LACP をイネーブルにします。ポートをアクティブ ネゴシエーション ステートにします。この場合、ポートは LACP パケットを送信することによって、相手ポートとのネゴシエーションを開始します。 • **passive** : ポート上で LACP をイネーブルにして、ポートをパッシブ ネゴシエーション ステートにします。この場合、ポートは受信する LACP パケットに応答しますが、LACP パケット ネゴシエーションを開始することはありません。 スイッチおよびデバイスのモードの互換性に関する情報については、「PAgP モード」（P.35-5）および「LACP モード」（P.35-6）を参照してください。
ステップ 5	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 6	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 7	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

EtherChannel グループからポートを削除するには、**no channel-group** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、スイッチで EtherChannel を設定する例を示します。2 つのポートを VLAN 10 のスタティック アクセス ポートとして、PAgP モードが **desirable** であるチャネル 5 に割り当てます。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# interface range gigabitethernet0/1 -2
Switch(config-if-range)# switchport mode access
```

```
Switch(config-if-range)# switchport access vlan 10
Switch(config-if-range)# channel-group 5 mode desirable non-silent
Switch(config-if-range)# end
```

次に、スイッチで EtherChannel を設定する例を示します。2 つのポートは VLAN 10 のスタティック アクセス ポートとして、LACP モードが **active** であるチャネル 5 に割り当てられます。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# interface range gigabitethernet0/1 -2
Switch(config-if-range)# switchport mode access
Switch(config-if-range)# switchport access vlan 10
Switch(config-if-range)# channel-group 5 mode active
Switch(config-if-range)# end
```

レイヤ 3 EtherChannel の設定

レイヤ 3 EtherChannel を設定するには、ポートチャネル論理インターフェイスを作成し、そのポートチャネルにイーサネット ポートを組み込みます。次に設定方法を説明します。

ポートチャネル論理インターフェイスの作成

レイヤ 3 EtherChannel を設定する場合、まず **interface port-channel** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用し、ポートチャネル論理インターフェイスを手動で作成しなければなりません。次に、**channel-group** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用して論理インターフェイスをチャネル グループに配置します。

（注）物理ポートから EtherChannel に IP アドレスを移動するには、物理ポートから IP アドレスを削除してから、その IP アドレスをポートチャネル インターフェイス上で設定する必要があります。

レイヤ 3 EtherChannel 用のポートチャネル インターフェイスを作成するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は必須です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface port-channel** *port-channel-number*	ポートチャネル論理インターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。 *port-channel-number* の範囲は 1 ～ 48 です。
ステップ 3	**no switchport**	インターフェイスをレイヤ 3 モードにします。
ステップ 4	**ip address** *ip-address mask*	EtherChannel に IP アドレスおよびサブネット マスクを割り当てます。
ステップ 5	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 6	**show etherchannel** *channel-group-number* **detail**	設定を確認します。
ステップ 7	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。
ステップ 8		レイヤ 3 EtherChannel にイーサネット ポートを割り当てます。詳細については、「物理インターフェイスの設定」（P.35-14）を参照してください。

ポートチャネルを削除するには、**no interface port-channel** *port-channel-number* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、論理ポート チャネル 5 を作成し、IP アドレスとして 172.10.20.10 を割り当てる例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# interface port-channel 5
Switch(config-if)# no switchport
Switch(config-if)# ip address 172.10.20.10 255.255.255.0
Switch(config-if)# end
```

物理インターフェイスの設定

レイヤ 3 EtherChannel にイーサネット ポートを割り当てるには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は必須です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	物理ポートを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。 指定できるインターフェイスとして、物理ポートも含まれます。 PAgP EtherChannel の場合、同じタイプおよび速度のポートを 8 つまで同じグループに設定できます。 LACP EtherChannel の場合、同じタイプのイーサネット ポートを 16 まで設定できます。最大 8 つのポートを active モードに、最大 8 つのポートを standby モードにできます。
ステップ 3	**no ip address**	この物理ポートに割り当てられている IP アドレスをすべて削除します。
ステップ 4	**no switchport**	ポートをレイヤ 3 モードにします。

	コマンド	目的
ステップ 5	**channel-group** *channel-group-number* **mode** {**auto** [**non-silent**] | **desirable** [**non-silent**] | **on**} | {**active** | **passive**}	チャネル グループにポートを割り当て、PAgP モードまたは LACP モードを指定します。 *channel-group-number* の範囲は 1 ～ 48 です。この番号は、「ポート チャネル論理インターフェイスの作成」（P.35-13）で設定した *port-channel-number*（論理ポート）と同一である必要があります。 **mode** には、次のキーワードのいずれか 1 つを選択します。 • **auto** : PAgP デバイスが検出された場合に限り、PAgP をイネーブルにします。ポートをパッシブ ネゴシエーション ステートにします。この場合、ポートは受信する PAgP パケットに応答しますが、PAgP パケット ネゴシエーションを開始することはありません。 • **desirable** : PAgP を無条件でイネーブルにします。ポートをアクティブ ネゴシエーション ステートにします。この場合、ポートは PAgP パケットを送信することによって、相手ポートとのネゴシエーションを開始します。 • **on** : PAgP や LACP を使用しないで、ポートを強制的にチャネル化します。**on** モードの場合、EtherChannel が存在するのは、**on** モードのポート グループが同じく **on** モードの別のポート グループに接続される場合だけです。 • **non-silent** :（任意）PAgP 対応のパートナーに接続されたスイッチのポートが **auto** または **desirable** モードの場合に、非サイレント動作を行うようにこのポートを設定します。**non-silent** を指定しなかった場合は、サイレントが指定されたものと見なされます。サイレント設定は、ファイル サーバまたはパケット アナライザとの接続に適しています。サイレントを設定すると、PAgP が動作してチャネル グループにポートを結合し、このポートが伝送に使用されます。 • **active** : LACP デバイスが検出された場合に限り、LACP をイネーブルにします。ポートをアクティブ ネゴシエーション ステートにします。この場合、ポートは LACP パケットを送信することによって、相手ポートとのネゴシエーションを開始します。 • **passive** : ポート上で LACP をイネーブルにして、ポートをパッシブ ネゴシエーション ステートにします。この場合、ポートは受信する LACP パケットに応答しますが、LACP パケット ネゴシエーションを開始することはありません。 スイッチおよびデバイスのモードの互換性に関する情報については、「PAgP モード」（P.35-5）および「LACP モード」（P.35-6）を参照してください。
ステップ 6	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 7	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 8	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

次に、EtherChannel を設定する例を示します。2 つのポートは、LACP モードが **active** であるチャネル 5 に割り当てられます。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# interface range gigabitethernet0/1 -2
Switch(config-if-range)# no ip address
Switch(config-if-range)# no switchport
Switch(config-if-range)# channel-group 5 mode active
Switch(config-if-range)# end
```

EtherChannel ロード バランシングの設定

ここでは、送信元ベースまたは宛先ベースの転送方式を使用することによって、EtherChannel のロード バランシングを設定する手順について説明します。詳細については、「ロード バランシングおよび転送方式」（P.35-7）を参照してください。

EtherChannel のロード バランシングを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**port-channel load-balance** {**dst-ip** | **dst-mac** | **src-dst-ip** | **src-dst-mac** | **src-ip** | **src-mac**}	EtherChannel のロード バランシング方式を設定します。 デフォルトは **src-mac** です。 次のいずれかの負荷分散方式を選択します。 • **dst-ip**：宛先ホスト IP アドレスに基づいて負荷を分散します。 • **dst-mac**：着信パケットの宛先ホスト MAC アドレスに基づいて負荷を分散します。 • **src-dst-ip**：送信元および宛先ホスト IP アドレスに基づいて負荷を分散します。 • **src-dst-mac**：送信元および宛先ホスト MAC アドレスに基づいて負荷を分散します。 • **src-ip**：送信元ホスト IP アドレスに基づいて負荷を分散します。 • **src-mac**：着信パケットの送信元 MAC アドレスに基づいて負荷を分散します。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show etherchannel load-balance**	設定を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

EtherChannel のロード バランシングをデフォルトの設定に戻す場合は、**no port-channel load-balance** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

PAgP 学習方式およびプライオリティの設定

ネットワーク デバイスは、PAgP 物理ラーナーまたは集約ポート ラーナーに分類されます。物理ポートによってアドレスを学習し、その知識に基づいて送信を指示するデバイスは物理ラーナーです。集約（論理）ポートによってアドレスを学習するデバイスは、集約ポート ラーナーです。学習方式はリンクの両端で同じ方式に設定する必要があります。

デバイスとそのパートナーが両方とも集約ポート ラーナーの場合、論理ポートチャネル上のアドレスを学習します。デバイスは EtherChannel のいずれかのポートを使用することによって、送信元にパケットを送信します。集約ポート ラーニングを使用している場合、どの物理ポートにパケットが届くかは重要ではありません。

PAgP は、パートナー デバイスが物理ラーナーの場合およびローカル デバイスが集約ポート ラーナーの場合には自動検出できません。したがって、物理ポートでアドレスを学習するには、ローカル デバイスに手動で学習方式を設定する必要があります。また、負荷の分散方式を送信元ベース分散に設定して、指定された送信元 MAC アドレスが常に同じ物理ポートに送信されるようにする必要もあります。

グループ内の 1 つのポートですべての伝送を行うように設定して、他のポートをホット スタンバイに使用することもできます。選択された 1 つのポートでハードウェア信号が検出されなくなった場合は、数秒以内に、グループ内の未使用のポートに切り替えて動作させることができます。パケット伝送用に常に選択されるように、ポートを設定するには、**pagp port-priority** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用してプライオリティを変更します。プライオリティが高いほど、そのポートが選択される可能性が高まります。

（注）　CLI（コマンドライン インターフェイス）で **physical-port** キーワードを指定した場合でも、スイッチがサポートするのは、集約ポート上でのアドレス ラーニングだけです。**pagp learn-method** コマンドおよび **pagp port-priority** コマンドはスイッチ ハードウェアに影響を与えませんが、物理ポートによるアドレス学習だけをサポートしているデバイスとの PAgP の相互運用性のために必要です。

スイッチのリンクの相手側が物理ラーナー（Catalyst 1900 シリーズ スイッチなど）の場合、**pagp learn-method physical-port** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用して、Catalyst 3560 スイッチを物理ポート ラーナーとして設定することを推奨します。送信元 MAC アドレスに基づいて負荷の分散方式を設定するには、**port-channel load-balance src-mac** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。このように設定すると、送信元アドレスの学習元である EtherChannel 内の同じポートを使用して、パケットが Catalyst 1900 スイッチに送信されます。**pagp learn-method** コマンドは、このような場合にだけ使用してください。

スイッチを PAgP 物理ポート ラーナーとして設定し、バンドル内の同じポートがパケット送信用として選択されるようにプライオリティを調整するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	伝送ポートを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**pagp learn-method** physical-port	PAgP 学習方式を選択します。 デフォルトでは、**aggregation-port learning** が選択されています。つまり、EtherChannel 内のポートのいずれかを使用して、パケットが送信元に送信されます。集約ポート ラーニングを使用している場合、どの物理ポートにパケットが届くかは重要ではありません。 物理ラーナーである別のスイッチに接続するには、**physical-port** を選択します。**port-channel load-balance** グローバル コンフィギュレーション コマンドは、必ず **src-mac** に設定してください（「EtherChannel ロード バランシングの設定」（P.35-16）を参照）。 学習方式はリンクの両端で同じ方式に設定する必要があります。

	コマンド	目的
ステップ 4	**pagp port-priority** *priority*	選択したポートがパケット伝送用として選択されるように、プライオリティを割り当てます。 *priority* に指定できる範囲は 0 ～ 255 です。デフォルト値は 128 です。プライオリティが高いほど、ポートが PAgP 伝送に使用される可能性が高くなります。
ステップ 5	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 6	**show running-config** または **show pagp** *channel-group-number* **internal**	設定を確認します。
ステップ 7	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

プライオリティをデフォルト設定に戻すには、**no pagp port-priority** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。学習方式をデフォルト設定に戻すには、**no pagp learn-method** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

LACP ホット スタンバイ ポートの設定

イネーブルの場合、LACP はチャネル内の LACP 互換ポート数を最大に設定しようとします（最大 16 ポート）。同時にアクティブになれる LACP リンクは 8 つだけです。リンクが追加されるとソフトウェアによってホット スタンバイモードになります。アクティブ リンクの 1 つが非アクティブになると、ホット スタンバイ モードのリンクが代わりにアクティブになります。

9 つ以上のリンクが EtherChannel グループとして設定された場合、ソフトウェアは LACP プライオリティに基づいてアクティブにするホット スタンバイ ポートを決定します。ソフトウェアは、LACP を操作するシステム間のすべてのリンクに、次の要素（プライオリティ順）で構成された一意のプライオリティを割り当てます。

- LACP システム プライオリティ
- システム ID（スイッチの MAC アドレス）
- LACP ポート プライオリティ
- ポート番号

プライオリティを比較する場合、数値的により低い方が高いプライオリティを持っています。プライオリティは、ハードウェア上の制約がある場合に、すべての互換ポートが集約されないように、スタンバイ モードにするポートを決定します。

アクティブ ポートかホット スタンバイ ポートかを判別するには、次の（2 つの）手順を使用します。はじめに、数値的に低いシステム プライオリティとシステム ID を持つシステムの方を選びます。次に、ポート プライオリティおよびポート番号の値に基づいて、そのシステムのアクティブ ポートとホット スタンバイ ポートを決定します。他のシステムのポート プライオリティとポート番号の値は使用されません。

ソフトウェアのアクティブおよびスタンバイ リンクの選択方法に影響を与えるように、LACP システム プライオリティおよび LACP ポート プライオリティのデフォルト値を変更できます。詳細については、「LACP システム プライオリティの設定」（P.35-19）および「LACP ポート プライオリティの設定」（P.35-19）を参照してください。

LACP システム プライオリティの設定

lacp system-priority グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用して LACP をイネーブルにしているすべての EtherChannel に対してシステム プライオリティを設定できます。LACP を設定済みの各チャネルに対しては、システム プライオリティを設定できません。デフォルト値を変更すると、ソフトウェアのアクティブおよびスタンバイ リンクの選択方法に影響します。

show etherchannel summary 特権 EXEC コマンドを使用して、ホットスタンバイ モードのポートを確認できます（ポートステート フラグが H になっています）。

LACP システム プライオリティを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**lacp system-priority** *priority*	LACP システム プライオリティを設定します。 *priority* に指定できる範囲は 1 ～ 65535 です。デフォルト値は 32768 です。 値が小さいほど、システム プライオリティは高くなります。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show running-config** または **show lacp sys-id**	設定を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

LACP システム プライオリティをデフォルトの値に戻すには、**no lacp system-priority** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

LACP ポート プライオリティの設定

デフォルトでは、すべてのポートは同じポート プライオリティです。ローカル システムのシステム プライオリティおよびシステム ID の値がリモート システムよりも小さい場合は、LACP EtherChannel ポートのポート プライオリティをデフォルトよりも小さな値に変更して、最初にアクティブになるホットスタンバイ リンクを変更できます。ホット スタンバイ ポートは、番号が小さい方が先にチャネルでアクティブになります。**show etherchannel summary** 特権 EXEC コマンドを使用して、ホットスタンバイ モードのポートを確認できます（ポートステート フラグが *H* になっています）。

（注）　LACP がすべての互換ポートを集約できない場合（たとえば、ハードウェアの制約が大きいリモート システム）、EtherChannel 中でアクティブにならないポートはすべてホット スタンバイ ステートになり、チャネル化されたポートのいずれかが機能しない場合に限り使用されます。

LACP ポート プライオリティを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	設定するポートを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**lacp port-priority** ***priority***	LACP ポート プライオリティを設定します。 *priority* に指定できる範囲は 1 ～ 65535 です。デフォルト値は 32768 です。値が小さいほど、ポートが LACP 伝送に使用される可能性が高くなります。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show running-config** または **show lacp** [*channel-group-number*] **internal**	設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

LACP ポート プライオリティをデフォルト値に戻すには、**no lacp port-priority** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

EtherChannel、PAgP、および LACP ステータスの表示

表 35-4　EtherChannel、PAgP、および LACP ステータスを表示するためのコマンド

コマンド	説明
show etherchannel [*channel-group-number* {**detail** | **port** | **port-channel** | **protocol** | **summary**}] {**detail** | **load-balance** | **port** | **port-channel** | **protocol** | **summary**}	EtherChannel 情報が簡潔、詳細に、1 行のサマリー形式で表示されます。ロード バランシング方式またはフレーム配布方式、ポート、ポートチャネル、プロトコルの情報も表示されます。
show pagp [*channel-group-number*] {**counters** | **internal** | **neighbor**}	トラフィック情報、内部 PAgP 設定、ネイバー情報などの PAgP 情報が表示されます。
show pagp [*channel-group-number*] **dual-active**	デュアルアクティブ検出ステータスを表示します。
show lacp [*channel-group-number*] {**counters** | **internal** | **neighbor**}	トラフィック情報、内部 LACP 設定、ネイバー情報などの LACP 情報が表示されます。

PAgP チャネルグループ情報およびトラフィック カウンタをクリアするには、**clear pagp** {*channel-group-number* **counters** | **counters**} 特権 EXEC コマンドを使用します。

LACP チャネルグループ情報およびトラフィック カウンタをクリアするには、**clear lacp** {*channel-group-number* **counters** | **counters**} 特権 EXEC コマンドを使用します。

出力内の各フィールドについては、このリリースのコマンド リファレンスを参照してください。

リンクステート トラッキングの概要

リンクステート トラッキングは、トランク フェールオーバーとも呼ばれ、複数のインターフェイスのリンクステートをバインドする機能です。たとえば、リンクステート トラッキングをサーバ NIC アダプタ チーミング機能とともに使用すると、ネットワークで冗長性が実現されます。サーバ ネットワーク アダプタが、チーミングと呼ばれるプライマリまたはセカンダリ関係で設定され、プライマリ インターフェイスでリンクが消失した場合、接続はセカンダリ インターフェイスに透過的に変更されます。

（注）　ポートの集合（EtherChannel）、アクセス モードまたはトランク モードの単一の物理ポート、またはルーテッド ポートをインターフェイスに指定できます。

図 35-4（P.35-23）は、リンクステート トラッキングを使用して設定されたネットワークを示しています。リンクステート トラッキングをイネーブルにするには、*リンクステート グループ*を作成して、リンクステート グループに割り当てられるインターフェイスを指定します。リンクステート グループでは、これらのインターフェイスは互いにバンドルされています。*ダウンストリーム インターフェイス*は、*アップストリーム インターフェイス*にバインドされています。サーバに接続されているインターフェイスは、ダウンストリーム インターフェイスと呼ばれ、分散スイッチやネットワーク デバイスに接続されているインターフェイスはアップストリーム インターフェイスと呼ばれます。

図 35-4 の設定により、ネットワーク トラフィック フローが次のようにバランスが保たれます。

- スイッチと他のネットワーク デバイスへのリンクの場合
  - サーバ 1 とサーバ 2 は、プライマリ リンクにスイッチ A を使用し、セカンダリ リンクにスイッチ B を使用しています。
  - サーバ 3 とサーバ 4 は、プライマリ リンクにスイッチ B を使用し、セカンダリ リンクにスイッチ A を使用しています。
- スイッチ A のリンクステート グループ 1
  - スイッチ A は、リンクステート グループ 1 を介してサーバ 1 とサーバ 2 にプライマリ リンクを提供します。ポート 1 はサーバ 1 に接続され、ポート 2 はサーバ 2 に接続されます。ポート 1 およびポート 2 は、リンクステート グループ 1 のダウンストリーム インターフェイスです。
  - ポート 5 およびポート 6 は、リンクステート グループ 1 を介してディストリビューション スイッチ 1 に接続されます。ポート 5 およびポート 6 は、リンクステート グループ 1 のアップストリーム インターフェイスです。
- スイッチ A のリンクステート グループ 2
  - スイッチ A は、リンクステート グループ 2 を介してサーバ 3 とサーバ 4 にセカンダリ リンクを提供します。ポート 3 はサーバ 3 に接続され、ポート 4 はサーバ 4 に接続されます。ポート 3 およびポート 4 は、リンクステート グループ 2 のダウンストリーム インターフェイスです。
  - ポート 7 およびポート 8 は、リンクステート グループ 2 を介してディストリビューション スイッチ 2 に接続されます。ポート 7 およびポート 8 は、リンクステート グループ 2 のアップストリーム インターフェイスです。
- スイッチ B のリンクステート グループ 2
  - スイッチ B は、リンクステート グループ 2 を介してサーバ 3 とサーバ 4 にプライマリ リンクを提供します。ポート 3 はサーバ 3 に接続され、ポート 4 はサーバ 4 に接続されます。ポート 3 およびポート 4 は、リンクステート グループ 2 のダウンストリーム インターフェイスです。
  - ポート 5 およびポート 6 は、リンクステート グループ 2 を介してディストリビューション スイッチ 2 に接続されます。ポート 5 およびポート 6 は、リンクステート グループ 2 のアップストリーム インターフェイスです。

- スイッチ B のリンクステート グループ 1
  - スイッチ B は、リンクステート グループ 1 を介してサーバ 1 とサーバ 2 にセカンダリ リンクを提供します。ポート 1 はサーバ 1 に接続され、ポート 2 はサーバ 2 に接続されます。ポート 1 およびポート 2 は、リンクステート グループ 1 のダウンストリーム インターフェイスです。
  - ポート 7 およびポート 8 は、リンクステート グループ 1 を介してディストリビューション スイッチ 1 に接続されます。ポート 7 およびポート 8 は、リンクステート グループ 1 のアップストリーム インターフェイスです。

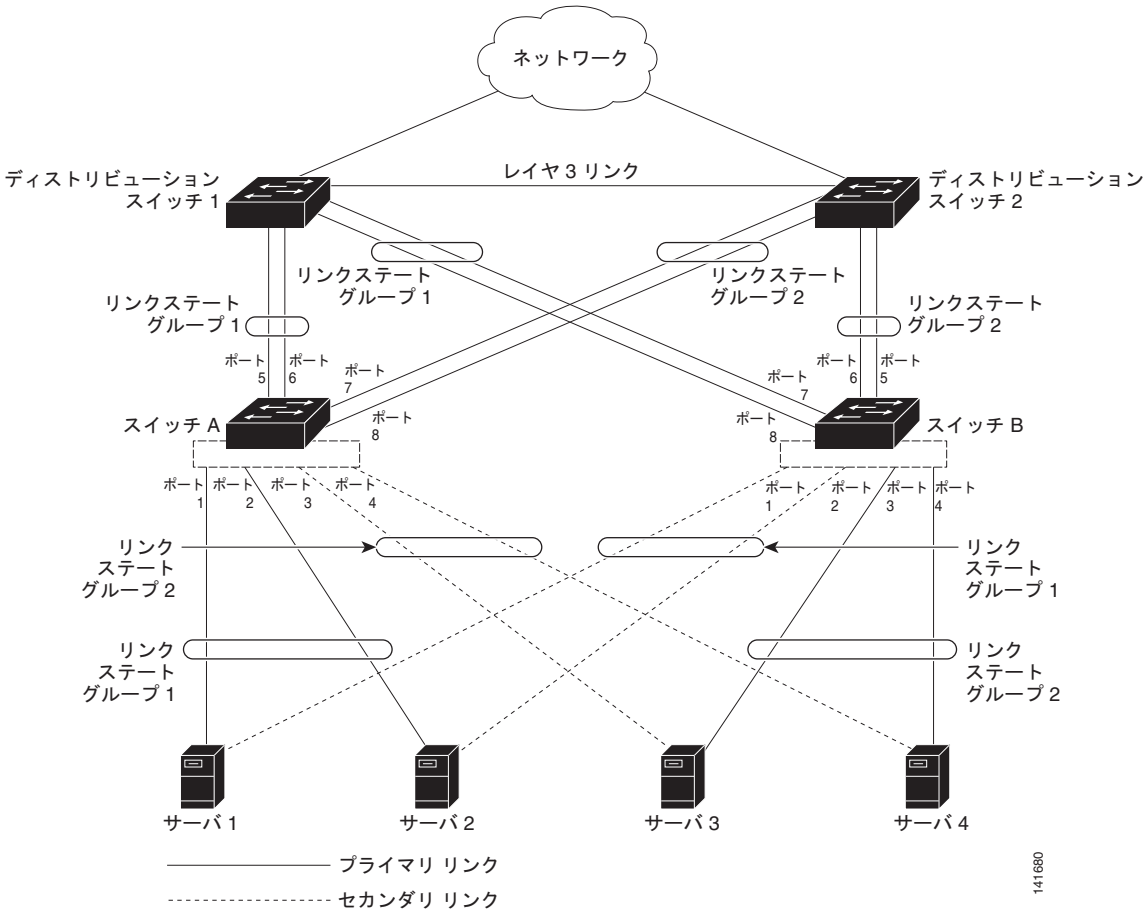
分散スイッチやルータに障害が発生したり、ケーブルが切断されたり、リンクが失われたために、リンクステート グループ内でアップストリーム ポートが利用不能や接続不能になる場合があります。これらは、リンクステート トラッキングがイネーブルの際の、ダウンストリーム インターフェイスとアップストリーム インターフェイス間の相互作用です。

- アップストリーム インターフェイスがリンクアップ ステートの場合、ダウンストリーム インターフェイスをリンクアップ ステートに変更したり、リンクアップ ステートのままにしたりすることができます。
- すべてのアップストリーム インターフェイスが利用不能になった場合、リンクステート トラッキングが自動的にダウンストリーム インターフェイスを errdisable ステートにします。サーバ間の接続は、自動的にプライマリ サーバ インターフェイスからセカンダリ サーバ インターフェイスに変更されます。

  スイッチ A のリンクステート グループ 1 からリンクステート グループ 2 への接続の変更例については、図 35-4（P.35-23）を参照してください。ポート 6 のアップストリーム リンクが切断されても、ダウンストリーム ポート 1 および 2 のリンク ステートは変わりません。ただし、アップストリーム ポート 5 のリンクも切断された場合、ダウンストリーム ポートのリンク ステートがリンクダウン ステートに変更されます。また、サーバ 1 とサーバ 2 の接続はリンクステート グループ 1 からリンクステート グループ 2 に変更されます。ダウンストリーム ポート 3 および 4 は、リンクグループ 2 にあるため変更されません。
- リンクステート グループが設定されている場合、リンクステート トラッキングはディセーブルで、アップストリーム インターフェイスが切断され、ダウンストリーム インターフェイスのリンク ステートは変更されないままになります。サーバはこのアップストリーム接続が切断されたことを認識せず、セカンダリ インターフェイスにフェールオーバーしません。

障害のあるダウンストリーム ポートをリンクステート グループから削除することで、ダウンストリーム インターフェイスのリンクダウン状態から復旧できます。複数のダウンストリーム インターフェイスを復旧させるには、リンクステート グループをディセーブルにします。

図 35-4　一般的なリンクステート トラッキングの設定



リンクステート トラッキングの設定

デフォルトのリンクステート トラッキングの設定

リンクステート グループは定義されておらず、リンクステート トラッキングはどのグループでもイネーブルではありません。

リンクステート トラッキングの設定時の注意事項

設定上の問題を防ぐため、次の注意事項に従ってください。

- アップストリーム インターフェイスとして定義されているインターフェイスは、同じまたは異なるリンクステート グループ内でダウンストリーム インターフェイスとして定義できません。その逆も同様です。
- ダウンストリームの Etherchannel インターフェイスの一部となる個々のインスターフェイスでリンクステート トラッキングをイネーブルにしないでください。
- 1 つのインターフェイスが、複数のリンクステート グループのメンバになることはできません。
- スイッチ 1 つにつき設定できるリンクステート グループは 2 つだけです。

リンクステート トラッキングの設定

リンクステート グループを設定し、そのグループにインターフェイスを割り当てるには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**link state track** *number*	リンクステート グループを作成して、リンクステート トラッキングをイネーブルにします。グループ番号は 1 ～ 2 に設定できます。デフォルトは 1 です。
ステップ 3	**interface** *interface-id*	物理インターフェイスまたはインターフェイスの範囲を設定して、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。 有効なインターフェイスには、アクセス モードまたはトランク モード（IEEE 802.1q）のスイッチ ポート、ルーテッド ポート、アップストリームの EtherChannel インターフェイス（スタティック、PAgP、または LACP）にバンドルされた、トランク モードの複数ポートが含まれます。 （注）　ダウンストリームの Etherchannel インターフェイスの一部となる個々のインスターフェイスでリンクステート トラッキングをイネーブルにしないでください。
ステップ 4	**link state group** [*number*] {**upstream** | **downstream**}	リンクステート グループを指定し、グループ内のインターフェイスを **upstream** または **downstream** インターフェイスに設定します。グループ番号は 1 ～ 2 に設定できます。デフォルトは 1 です。
ステップ 5	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 6	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 7	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

次に、リンクステート グループを作成してインターフェイスを設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# link state track 1
Switch(config)# interface range gigabitethernet0/21 -22
Switch(config-if)# link state group 1 upstream
Switch(config-if)# interface gigabitethernet0/1
Switch(config-if)# link state group 1 downstream
Switch(config-if)# interface gigabitethernet0/3
```

```
Switch(config-if)# link state group 1 downstream
Switch(config-if)# interface gigabitethernet0/5
Switch(config-if)# link state group 1 downstream
Switch(config-if)# end
```

リンクステート グループをディセーブルにするには、**no link state track** *number* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

リンクステート トラッキング ステータスの表示

show link state group コマンドを使用してリンクステート グループの情報を表示します。すべてのリンクステート グループの情報を表示するには、このコマンドをキーワードなしで入力します。特定のグループの情報を表示するには、グループ番号を入力します。グループの詳細情報を表示するには、detail キーワードを入力します。

次に、**show link stage group 1** コマンドの出力例を示します。

```
Switch> show link state group 1

Link State Group: 1      Status: Enabled, Down
```

次に、**show link stage group detail** コマンドの出力例を示します。

```
Switch> show link state group detail

(Up):Interface up   (Dwn):Interface Down   (Dis):Interface disabled

Link State Group: 1 Status: Enabled, Down
Upstream Interfaces : Gi0/15(Dwn) Gi0/16(Dwn)
Downstream Interfaces : Gi0/11(Dis) Gi0/12(Dis) Gi0/13(Dis) Gi0/14(Dis)

Link State Group: 2 Status: Enabled, Down
Upstream Interfaces : Gi1/0/15(Dwn) Gi1/0/16(Dwn) Gi1/0/17(Dwn)
Downstream Interfaces : Gi1/0/11(Dis) Gi1/0/12(Dis) Gi1/0/13(Dis) Gi1/0/14(Dis)

(Up):Interface up (Dwn):Interface Down (Dis):Interface disabled
```

出力フィールドの詳細については、このリリースのコマンド リファレンスを参照してください。

CHAPTER 36

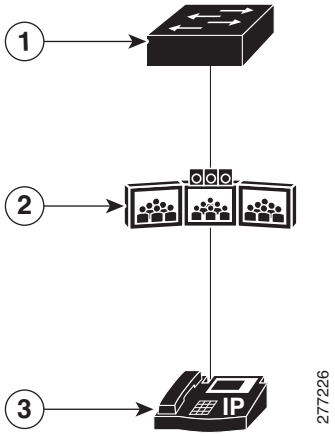
TelePresence E911 IP Phone のサポートの設定

コマンドの構文および使用方法については、Catalyst 3560 スイッチ コマンド リファレンスを参照してください。

TelePresence E911 IP Phone のサポートの概要

Cisco IP Phone を Cisco TelePresence System のユーザ インターフェイスとして使用できます。図 1 を参照してください。この構成では、IP 電話を常にオンにして、緊急通報を受けられるようにしておく必要があります。Cisco TelePresence System のコーデックへの電源に問題があるか、中断されているか、コーデックに問題がある場合、IP 電話を利用できません。

図 36-1　　電話機、コーデック、スイッチの接続



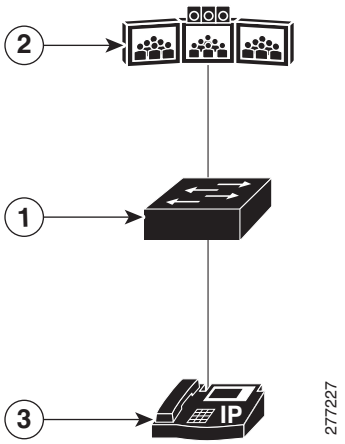
1	スイッチ	**3**	IP 電話
2	コーデック付きの Cisco TelePresence System		

TelePresence E911 IP 電話のサポート機能を使用して、IP 電話が常にオンであり、緊急通報を受けられるようにしておきます。CDP 対応の IP 電話がスイッチを介してコーデックに接続されている場合、IP 電話だけから Cisco TelePresence System のコーデックに CDP パケットを転送するようにスイッチを設定できます。スイッチによって、*入出力ポート ペア*が CDP 転送テーブルに追加されます。入力と出力のポート ペアは、IP 電話に接続された入力スイッチ ポートとコーデックに接続された出力スイッチ ポートの間の 1 対 1 マッピングになっています。

IP 電話とコーデックは IP ネットワークを介して通信します。コーデックへの電源に問題があるか、中断されているか、コーデックに問題がある場合でも、IP 電話は IP ネットワークに接続されたままで、緊急通報を受けられます。

スイッチは入力ポートで受信したすべての CDP パケットを出力ポートに転送します。複数の IP 電話がスイッチ上の 1 つのポートを介してコーデックに接続されている場合、1 台の電話機だけが IP ネットワークを介して通信します。この電話機は通常、コーデックによって受信した最初の CDP パケットを送信した電話機です。

図 36-2　電話機、スイッチ、コーデックの接続



1	スイッチ	**3**	CDP 対応の IP 電話
2	コーデック付きの Cisco TelePresence System		

TelePresence E911 IP Phone のサポートの設定

設定時の注意事項

- TelePresence E911 IP Phone のサポートでは CDP 対応の電話機だけを使用する必要があります。
- スイッチ スタックの 2 つのポートを介して IP 電話と Cisco TelePresence System のコーデックを接続できます。

TelePresence E911 IP Phone のサポートのイネーブル化

特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**cdp forward ingress** *port-id* **egress** *port-id*	入出力ポート ペアを設定します。 • **ingress** *port -id* : CDP 対応の IP 電話に接続されるポートを指定します。 • **egress** *port-id* : Cisco TelePresence System のコーデックに接続されるポートを指定します。 この手順を繰り返して、追加の入出力ポート ペアを設定します。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show cdp forward**	入出力ポート ペアを確認します。コマンド出力には、転送されたパケットとドロップされたパケットの数も表示されます。
ステップ 5	**copy running-config startup config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

例

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)# cdp forward ingress gigabitethernet2/0/1 egress gigabitethernet2/0/12
Switch(config)# cdp forward ingress gigabitethernet2/0/1 egress gigabitethernet2/0/13
Ingress interface already configured
Switch(config)# cdp forward ingress gigabitethernet2/0/2 egress gigabitethernet2/0/12
Egress interface already configured
Switch(config)# cdp forward ingress gigabitethernet2/0/2 egress gigabitethernet2/0/13
Switch(config)# end
Switch#
*Mar  1 13:38:34.954: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
Switch# show running-config | include cdp
cdp forward ingress GigabitEthernet2/0/1 egress GigabitEthernet2/0/12
cdp forward ingress GigabitEthernet2/0/2 egress GigabitEthernet2/0/13
Switch# show cdp forward

Ingress         Egress         # packets         # packets
Port            Port           forwarded         dropped
-------------------------------------------------------------
 Gi2/0/1        Gi2/0/12            0                 0
 Gi2/0/2        Gi2/0/13            0                 0

Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)# no cdp forward ingress gigabitethernet2/0/1
Switch(config)# end
Switch#
*Mar  1 13:39:14.120: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
Switch# show running-config | include cdp
cdp forward ingress GigabitEthernet2/0/2 egress GigabitEthernet2/0/13
```

```
Switch# show cdp forward
Ingress         Egress         # packets         # packets
Port            Port           forwarded         dropped
-------------------------------------------------------------
 Gi2/0/2        Gi2/0/13            0                 0

Switch#
```

CHAPTER 37

IP ユニキャスト ルーティングの設定

この章では、Catalyst 3560 スイッチに IP Version 4（IPv4）ユニキャスト ルーティングを設定する方法について説明します。

スタティック ルーティングおよび Routing Information Protocol（RIP; ルーティング情報プロトコル）などの基本的なルーティング機能は、IP ベース イメージと IP サービス イメージの両方で使用できます。先進のルーティング機能およびその他のルーティング プロトコルを使用するには、IP サービス イメージをインストールする必要があります。

（注）スイッチが IP サービス イメージを実行している場合、IP バージョン 6（IPv6）ユニキャスト ルーティングもイネーブルにして、IPv4 トラフィックに加えて IPv6 トラフィックを転送するようにインターフェイスを設定できます。スイッチに IPv6 を設定する手順については、第 38 章「IPv6 ユニキャスト ルーティングの設定」を参照してください。

IP ユニキャスト コンフィギュレーションの詳細については、Cisco.com にある『*Cisco IOS IP Configuration Guide, Release 12.4*』を参照してください。この章で使用するコマンドの構文および使用方法の詳細については、Cisco.com にある次のコマンド リファレンスを参照してください。

- 『*Cisco IOS IP Command Reference, Volume 1 of 3: Addressing and Services, Release 12.4*』
- 『*Cisco IOS IP Command Reference, Volume 2 of 3: Routing Protocols, Release 12.4*』
- 『*Cisco IOS IP Command Reference, Volume 3 of 3: Multicast, Release 12.4*』

この章で説明する内容は、次のとおりです。

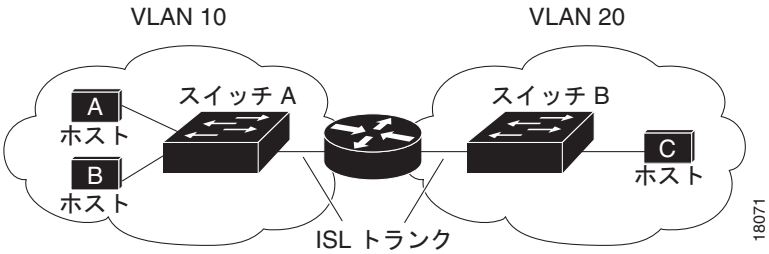
（注）　スイッチにルーティング パラメータを設定する場合、使用できるユニキャスト ルート数が最大となるようにシステム リソースを割り当てるには、**sdm prefer routing** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用し、ルーティング テンプレートに Switch Database Management（SDM; スイッチ データベース管理）機能を設定します。SDM テンプレートの詳細については第 7 章「SDM テンプレートの設定」、またはこのリリースのコマンド リファレンスの **sdm prefer** コマンドを参照してください。

IP ルーティングの概要

一部のネットワーク環境で、VLAN（仮想 LAN）は各ネットワークまたはサブネットワークに関連付けられています。IP ネットワークで、各サブネットワークは 1 つの VLAN に対応しています。VLAN を設定すると、ブロードキャスト ドメインのサイズを制御し、ローカル トラフィックをローカル内にとどめることができます。ただし、異なる VLAN 内のネットワーク デバイスが相互に通信するには、VLAN 間でトラフィックをルーティング（VLAN 間ルーティング）するレイヤ 3 デバイス（ルータ）が必要です。VLAN 間ルーティングでは、適切な宛先 VLAN にトラフィックをルーティングするため、1 つまたは複数のルータを設定します。

図 37-1 に基本的なルーティング トポロジを示します。スイッチ A は VLAN 10 内、スイッチ B は VLAN 20 内にあります。ルータには各 VLAN のインターフェイスが備わっています。

図 37-1　ルーティング トポロジの例



VLAN 10 内のホスト A が VLAN 10 内のホスト B と通信する場合、ホスト A はホスト B 宛にアドレス指定されたパケットを送信します。スイッチ A はパケットをルータに送信せず、ホスト B に直接転送します。

ホスト A から VLAN 20 内のホスト C にパケットを送信する場合、スイッチ A はパケットをルータに転送し、ルータは VLAN 10 インターフェイスでトラフィックを受信します。ルータはルーティング テーブルを調べて正しい発信インターフェイスを判別し、VLAN 20 インターフェイスを経由してパケットをスイッチ B に送信します。スイッチ B はパケットを受信し、ホスト C に転送します。

ルーティング タイプ

ルータおよびレイヤ 3 スイッチは、次の 3 つの方法でパケットをルーティングできます。

- デフォルト ルーティングの使用
- 事前にプログラミングされているトラフィックのスタティック ルートの使用
- ルーティング プロトコルによるルートの動的な計算

デフォルト ルーティングとは、宛先がルータにとって不明であるトラフィックをデフォルトの出口または宛先に送信することです。

スタティック ユニキャスト ルーティングの場合、パケットは事前に設定されたポートから単一のパスを通り、ネットワークの内部または外部に転送されます。スタティック ルーティングは安全で、帯域幅をほとんど使用しません。ただし、リンク障害などのネットワークの変更には自動的に対応しないため、パケットが宛先に到達しないことがあります。ネットワークが拡大するにつれ、スタティック ルーティングの設定は煩雑になります。

ルータでは、トラフィックを転送する最適ルートを動的に計算するため、ダイナミック ルーティング プロトコルが使用されます。ダイナミック ルーティング プロトコルには次の 2 つのタイプがあります。

- ディスタンス ベクタ プロトコルを使用するルータでは、ネットワーク リソースの距離の値を使用してルーティング テーブルを保持し、これらのテーブルをネイバーに定期的に渡します。ディスタンス ベクタ プロトコルは 1 つまたは複数のメトリックを使用し、最適なルートを計算します。これらのプロトコルは、簡単に設定、使用できます。
- リンクステート プロトコルを使用するルータでは、ルータ間の Link-State Advertisement（LSA; リンク ステート アドバタイズメント）の交換に基づき、ネットワーク トポロジに関する複雑なデータベースを保持します。LSA はネットワークのイベントによって起動され、コンバージェンス時間、またはこれらの変更への対応時間を短縮します。リンクステート プロトコルはトポロジの変更にすばやく対応しますが、ディスタンス ベクタ プロトコルよりも多くの帯域幅およびリソースが必要になります。

スイッチでサポートされているディスタンス ベクタ プロトコルは、RIP および Border Gateway Protocol（BGP; ボーダー ゲートウェイ プロトコル）です。RIP は最適パスを決定するために単一の距離メトリック（コスト）を使用し、BGP はパス ベクタ メカニズムを追加します。また、Open Shortest Path First（OSPF; 空き最短パス優先）リンクステート プロトコル、および従来の Interior Gateway Routing Protocol（IGRP; インテリア ゲートウェイ ルーティング プロトコル）にリンクステート ルーティング機能の一部を追加して効率化を図った Enhanced IGRP（EIGRP; 拡張インテリア ゲートウェイ ルーティング プロトコル）もサポートされています。

（注）サポートされるプロトコルは、スイッチ上で稼動しているソフトウェアによって決まります。IP ベース イメージがスイッチ上で稼動している場合は、デフォルトのルーティング、スタティック ルーティング、および RIP だけがサポートされます。その他のすべてのルーティング プロトコルには、IP サービス イメージが必要です。

ルーティングを設定する手順

スイッチ上で、IP ルーティングはデフォルトでディセーブルとなっています。ルーティングを行う前に、IP ルーティングをイネーブルにする必要があります。IP ルーティング コンフィギュレーションの詳細については、Cisco.com にある『*Cisco IOS IP Configuration Guide, Release 12.4*』を参照してください。

次の手順では、次に示すレイヤ 3 インターフェイスの 1 つを指定する必要があります。

- ルーテッド ポート：**no switchport** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用し、レイヤ 3 ポートとして設定された物理ポート
- Switch Virtual Interface（SVI; スイッチ仮想インターフェイス）：**interface vlan** *vlan_id* グローバル コンフィギュレーション コマンドによって作成された VLAN インターフェイス。デフォルトではレイヤ 3 インターフェイスです。
- レイヤ 3 モードの EtherChannel ポート チャネル：**interface port-channel** *port-channel-number* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用し、イーサネット インターフェイスをチャネル グループにバインドして作成されたポートチャネル論理インターフェイスです。詳細については、「レイヤ 3 EtherChannel の設定」（P.35-13）を参照してください。

（注）　スイッチは、ユニキャスト ルーテッド トラフィックのトンネル インターフェイスをサポートしません。

ルーティングが発生するすべてのレイヤ 3 インターフェイスに、IP アドレスを割り当てる必要があります。「ネットワーク インターフェイスへの IP アドレスの割り当て」（P.37-6）を参照してください。

（注）　レイヤ 3 スイッチでは、ルーテッド ポートおよび SVI ごとに IP アドレスを 1 つ割り当てることができます。ソフトウェアに、設定できるルーテッド ポートおよび SVI の個数制限はありません。ただし、ハードウェアによって制限されるため、設定できるルーテッド ポートおよび SVI の個数と、実装されている機能の組み合わせによっては、CPU 使用率が影響を受けることがあります。システム メモリをルーティング用に最適化するには、**sdm prefer routing** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

ルーティングを設定するための主な手順は次のとおりです。

- VLAN インターフェイスをサポートするために、スイッチで VLAN を作成および設定し、レイヤ 2 インターフェイスに VLAN メンバシップを割り当てます。詳細については、第 13 章「VLAN の設定」を参照してください。
- レイヤ 3 インターフェイスを設定します。
- スイッチ上で IP ルーティングをイネーブルに設定します。
- レイヤ 3 インターフェイスに IP アドレスを割り当てます。
- 選択したルーティング プロトコルをスイッチ上でイネーブルにします。
- ルーティング プロトコル パラメータを設定します（任意）。

IP アドレス指定の設定

IP ルーティングを設定するには、レイヤ 3 ネットワーク インターフェイスに IP アドレスを割り当ててインターフェイスをイネーブルにし、IP を使用するインターフェイスを経由してホストとの通信を許可する必要があります。ここでは、さまざまな IP アドレス機能の設定方法について説明します。IP アドレスをインターフェイスに割り当てる手順は必須ですが、その他の手順は任意です。

アドレス指定のデフォルト設定

表 37-1 に、アドレス指定のデフォルト設定を示します。

表 37-1　アドレス指定のデフォルト設定

機能	デフォルト設定
IP アドレス	未定義。
ARP	Address Resolution Protocol（ARP; アドレス解決プロトコル）キャッシュに永続的なエントリはありません。 カプセル化：標準イーサネット形式の ARP。 タイムアウト：14400 秒（4 時間）。
IP ブロードキャスト アドレス	255.255.255.255（すべて 1）。
IP クラスレス ルーティング	イネーブル。
IP デフォルト ゲートウェイ	ディセーブル。
IP 指定ブロードキャスト	ディセーブル（すべての IP 指定ブロードキャストが廃棄されます）。
IP ドメイン	ドメイン リスト：ドメイン名は未定義。 ドメイン検索：イネーブル。 ドメイン名：イネーブル。
IP 転送プロトコル	ヘルパー アドレスが定義されているか、または User Datagram Protocol（UDP; ユーザ データグラム プロトコル）フラッディングが設定されている場合、デフォルト ポートでは UDP 転送がイネーブルとなります。 ローカル ブロードキャスト：ディセーブル。 Spanning-Tree Protocol（STP; スパニング ツリー プロトコル）：ディセーブル。 ターボフラッディング：ディセーブル。
IP ヘルパー アドレス	ディセーブル。
IP ホスト	ディセーブル。
ICMP Router Discovery Protocol（IRDP; ICMP ルータ ディスカバリ プロトコル）	ディセーブル。 イネーブルの場合のデフォルト： • ブロードキャスト IRDP アドバタイズメント。 • アドバタイズメント間の最大インターバル：600 秒。 • アドバタイズメント間の最小インターバル：最大インターバルの 0.75 倍。 • 初期設定：0。
IP プロキシ ARP	イネーブル。
IP ルーティング	ディセーブル。
IP サブネットゼロ	ディセーブル。

ネットワーク インターフェイスへの IP アドレスの割り当て

IP アドレスは IP パケットの送信先を特定します。一部の IP アドレスは特殊な目的のために予約されていて、ホスト、サブネット、またはネットワーク アドレスには使用できません。RFC 1166 [Internet Numbers] には IP アドレスに関する公式の説明が記載されています。

インターフェイスには、1 つのプライマリ IP アドレスを設定できます。マスクは、IP アドレスのネットワーク番号を表すビットを特定します。マスクを使用してネットワークをサブネット化する場合、そのマスクをサブネット マスクと呼びます。割り当てられているネットワーク番号については、インターネット サービス プロバイダーにお問い合わせください。

IP アドレスおよびネットワーク マスクをレイヤ 3 インターフェイスに割り当てるには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始し、設定するレイヤ 3 インターフェイスを指定します。
ステップ 3	**no switchport**	レイヤ 2 コンフィギュレーション モードからインターフェイスを削除します（物理インターフェイスの場合）。
ステップ 4	**ip address** *ip-address subnet-mask*	IP アドレスおよび IP サブネット マスクを設定します。
ステップ 5	**no shutdown**	インターフェイスをイネーブルにします。
ステップ 6	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 7	**show interfaces** [*interface-id*] **show ip interface** [*interface-id*] **show running-config interface** [*interface-id*]	設定を確認します。
ステップ 8	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

サブネット ゼロの使用

サブネット アドレスがゼロであるサブネットを作成しないでください。同じアドレスを持つネットワークおよびサブネットがある場合に問題が発生することがあります。たとえば、ネットワーク 131.108.0.0 のサブネットが 255.255.255.0 の場合、サブネット ゼロは 131.108.0.0 と記述され、ネットワーク アドレスと同じとなってしまいます。

すべてが 1 のサブネット（131.108.255.0）は使用可能です。また、IP アドレス用にサブネット スペース全体が必要な場合は、サブネット ゼロの使用をイネーブルにできます（ただし推奨できません）。

サブネット ゼロをイネーブルにするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**ip subnet-zero**	インターフェイス アドレスおよびルーティングの更新時にサブネット ゼロの使用をイネーブルにします。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

デフォルトに戻して、サブネット ゼロの使用をディセーブルにするには、**no ip subnet-zero** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

クラスレス ルーティング

ルーティングを行うように設定されたスイッチで、クラスレス ルーティング動作はデフォルトでイネーブルとなっています。クラスレス ルーティングがイネーブルの場合、デフォルト ルートがないネットワークのサブネット宛パケットをルータが受信すると、ルータは最適なスーパーネット ルートにパケットを転送します。スーパーネットは、単一の大規模アドレス スペースをシミュレーションするために使用されるクラス C アドレス スペースの連続ブロックで構成されています。スーパーネットは、クラス B アドレス スペースの急速な枯渇を回避するために設計されました。

図 37-2 では、クラスレス ルーティングがイネーブルになっています。ホストがパケットを 128.20.4.1 に送信すると、ルータはパケットを廃棄せずに、最適なスーパーネット ルートに転送します。クラスレス ルーティングがディセーブルの場合、デフォルト ルートがないネットワークのサブネット宛パケットを受信したルータは、パケットを廃棄します。

図 37-2　IP クラスレス ルーティングがイネーブルの場合

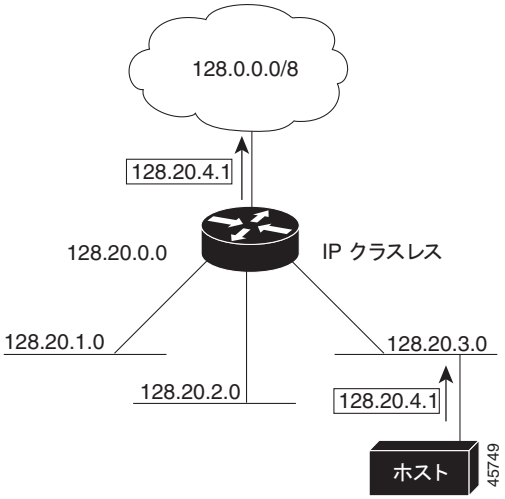
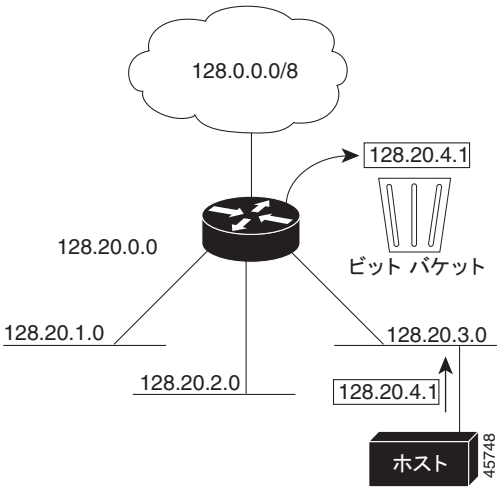


図 37-3 では、ネットワーク 128.20.0.0 のルータはサブネット 128.20.1.0、128.20.2.0、128.20.3.0 に接続されています。ホストがパケットを 128.20.4.1 に送信した場合、ネットワークのデフォルト ルートが存在しないため、ルータはパケットを廃棄します。

図 37-3　IP クラスレス ルーティングがディセーブルの場合



認識されないサブネット宛のパケットが最適なスーパーネット ルートに転送されないようにするには、クラスレス ルーティング動作をディセーブルにします。

クラスレス ルーティングをディセーブルにするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**no ip classless**	クラスレス ルーティング動作をディセーブルにします。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

デフォルトに戻して、デフォルト ルートがないネットワークのサブネット宛パケットが最適なスーパーネット ルートに転送されるようにするには、**ip classless** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

アドレス解決方法の設定

インターフェイス固有の IP 処理方法を制御するには、アドレス解決を行います。IP を使用するデバイスには、ローカル セグメントまたは LAN 上のデバイスを一意に定義するローカル アドレス（MAC（メディア アクセス コントロール）アドレス）と、デバイスが属するネットワークを特定するネットワーク アドレスがあります。

ローカル アドレス（MAC アドレス）は、パケット ヘッダーのデータ リンク層（レイヤ 2）セクションに格納されて、データ リンク（レイヤ 2）デバイスによって読み取られるため、データ リンク アドレスと呼ばれます。ソフトウェアがイーサネット上のデバイスと通信するには、デバイスの MAC アドレスを学習する必要があります。IP アドレスから MAC アドレスを判別するプロセスを、*アドレス解決*と呼びます。MAC アドレスから IP アドレスを学習するプロセスを、「*逆アドレス解決*」と呼びます。

スイッチでは、次の形式のアドレス解決を行うことができます。

- ARP : IP アドレスを MAC アドレスと関連付ける場合に使用します。ARP は IP アドレスを入力と解釈し、対応する MAC アドレスを学習します。次に、IP アドレス/MAC アドレスの関連を ARP キャッシュに格納し、すぐに取り出せるようにします。その後、IP データグラムがリンク レイヤ フ

レームにカプセル化され、ネットワークを通じて送信されます。イーサネット以外の IEEE 802 ネットワークにおける IP データグラムのカプセル化、および ARP 要求や応答については、Subnetwork Access Protocol（SNAP; サブネットワーク アクセス プロトコル）で規定されています。

- プロキシ ARP：ルーティング テーブルを持たないホストで、他のネットワークまたはサブネット上のホストの MAC アドレスを学習できるようにします。スイッチ（ルータ）が送信元と異なるインターフェイス上のホストに宛てた ARP 要求を受信した場合、そのルータに他のインターフェイスを経由してそのホストに至るすべてのルートが格納されていれば、ルータは自身のローカル データ リンク アドレスを示すプロキシ ARP パケットを生成します。ARP 要求を送信したホストはルータにパケットを送信し、ルータはパケットを目的のホストに転送します。

スイッチでは、ARP と同様の機能（ローカル MAC アドレスでなく IP アドレスを要求する点を除く）を持つ Reverse Address Resolution Protocol（RARP; 逆アドレス解決プロトコル）を使用することもできます。RARP を使用するには、ルータ インターフェイスと同じネットワーク セグメント上に RARP サーバを設置する必要があります。サーバを識別するには、**ip rarp-server** *address* インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

RARP の詳細については、Cisco.com にある『*Cisco IOS Configuration Fundamentals Configuration Guide, Release 12.4*』を参照してください。

アドレス解決を設定するために必要な作業は次のとおりです。

- 「スタティック ARP キャッシュの定義」（P.37-9）
- 「ARP カプセル化の設定」（P.37-10）
- 「プロキシ ARP のイネーブル化」（P.37-11）

スタティック ARP キャッシュの定義

ARP および他のアドレス解決プロトコルを使用すると、IP アドレスと MAC アドレス間を動的にマッピングできます。ほとんどのホストでは動的なアドレス解決がサポートされているため、通常の場合、スタティック ARP キャッシュ エントリを指定する必要はありません。スタティック ARP キャッシュ エントリを定義する必要がある場合は、グローバルに定義できます。グローバルに定義すると、IP アドレスを MAC アドレスに変換するために使用される永続的なエントリを、ARP キャッシュに確保できます。また、指定された IP アドレスがスイッチに属する場合と同じ方法で、スイッチが ARP 要求に応答するように指定することもできます。ARP エントリを永続的なエントリにしない場合は、ARP エントリのタイムアウト期間を指定できます。

IP アドレスと MAC アドレスの間でスタティック マッピングを行うには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**arp** *ip-address hardware-address type*	ARP キャッシュ内で IP アドレスを MAC（ハードウェア）アドレスにグローバルに関連付け、次に示すカプセル化タイプのいずれかを指定します。 • **arpa**：ARP カプセル化（イーサネット インターフェイス用） • **snap**：SNAP カプセル化（トークンリングおよび FDDI インターフェイス用） • **sap**：HP の ARP タイプ
ステップ 3	**arp** *ip-address hardware-address type* [*alias*]	（任意）指定された IP アドレスがスイッチに属する場合と同じ方法で、スイッチが ARP 要求に応答するように指定します。

	コマンド	目的
ステップ 4	**interface** *interface-id*	インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始し、設定するインターフェイスを指定します。
ステップ 5	**arp timeout** *seconds*	（任意）ARP キャッシュ エントリがキャッシュに保持される期間を設定します。デフォルトは 14400 秒（4 時間）です。指定できる範囲は 0 ～ 2147483 秒です。
ステップ 6	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 7	**show interfaces** [*interface-id*]	すべてのインターフェイスまたは特定のインターフェイスで使用される ARP のタイプおよびタイムアウト値を確認します。
ステップ 8	**show arp** または **show ip arp**	ARP キャッシュの内容を表示します。
ステップ 9	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

ARP キャッシュからエントリを削除するには、**no arp** *ip-address hardware-address type* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。ARP キャッシュから非スタティック エントリをすべて削除するには、**clear arp-cache** 特権 EXEC コマンドを使用します。

ARP カプセル化の設定

IP インターフェイスでは、イーサネット ARP 形式の ARP カプセル化（**arpa** キーワードで表される）がデフォルトでイネーブルに設定されています。ネットワークの必要性に応じて、カプセル化方法を SNAP に変更できます。

ARP カプセル化タイプを指定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始し、設定するレイヤ 3 インターフェイスを指定します。
ステップ 3	**arp** {**arpa** | **snap**}	ARP カプセル化方法を指定します。 • **arpa** : ARP • **snap** : SNAP
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show interfaces** [*interface-id*]	すべてのインターフェイスまたは指定されたインターフェイスの ARP カプセル化設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

カプセル化タイプをディセーブルにするには、**no arp arpa** または **no arp snap** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

プロキシ ARP のイネーブル化

デフォルトでは、プロキシ ARP が使用されます。ホストが他のネットワークまたはサブネット上のホストの MAC アドレスを学習できるようにするためです。

ディセーブルになっているプロキシ ARP をイネーブルにするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始し、設定するレイヤ 3 インターフェイスを指定します。
ステップ 3	**ip proxy-arp**	インターフェイスでプロキシ ARP をイネーブルにします。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show ip interface** [*interface-id*]	指定されたインターフェイスまたはすべてのインターフェイスの設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

インターフェイスでプロキシ ARP をディセーブルにするには、**no ip proxy-arp** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

IP ルーティングがディセーブルの場合のルーティング支援機能

次のメカニズムを使用することで、スイッチは IP ルーティングがイネーブルでない場合、別のネットワークへのルートを取得できます。

- 「プロキシ ARP」（P.37-11）
- 「デフォルト ゲートウェイ」（P.37-12）
- 「IRDP」（P.37-12）

プロキシ ARP

プロキシ ARP は、他のルートを取得する場合の最も一般的な方法です。プロキシ ARP を使用すると、ルーティング情報を持たないイーサネット ホストと、他のネットワークまたはサブネット上のホストとの通信が可能になります。このホストでは、すべてのホストが同じローカルイーサネット上にあり、ARP を使用して MAC アドレスを学習すると想定されています。送信元と異なるネットワーク上にあるホストに宛てた ARP 要求を受信したスイッチは、そのホストへの最適なルートがあるかどうかを調べます。最適ルートがある場合、スイッチはスイッチ自身のイーサネット MAC アドレスが格納された ARP 応答パケットを送信します。要求の送信元ホストはパケットをスイッチに送信し、スイッチは目的のホストにパケットを転送します。プロキシ ARP は、すべてのネットワークをローカルな場合と同様に処理し、IP アドレスごとに ARP 要求を実行します。

プロキシ ARP は、デフォルトでイネーブルに設定されています。ディセーブル化されたプロキシ ARP をイネーブルにするには、「プロキシ ARP のイネーブル化」（P.37-11）を参照してください。プロキシ ARP は、他のルータでサポートされている限り有効です。

デフォルト ゲートウェイ

ルートを特定するもう 1 つの方法は、デフォルト ルータ、つまりデフォルト ゲートウェイを定義する方法です。ローカルでないすべてのパケットはこのルータに送信されます。このルータは適切なルーティングを行う、または IP Control Message Protocol（ICMP; インターネット制御メッセージ プロトコル）リダイレクト メッセージを返信するという方法で、ホストが使用するローカル ルータを定義します。スイッチはリダイレクト メッセージをキャッシュに格納し、各パケットをできるだけ効率的に転送します。この方法には、デフォルト ルータがダウンした場合、または使用できなくなった場合に、検出が不可能となる制限があります。

IP ルーティングがディセーブルの場合にデフォルト ゲートウェイ（ルータ）を定義するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**ip default-gateway** *ip-address*	デフォルト ゲートウェイ（ルータ）を設定します。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show ip redirects**	設定を確認するため、デフォルト ゲートウェイ ルータのアドレスを表示します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

この機能をディセーブルにするには、**no ip default-gateway** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

IRDP

ルータ ディスカバリを使用すると、スイッチは IRDP を使用し、他のネットワークへのルートを動的に取得します。ホストは IRDP を使用し、ルータを特定します。クライアントとして動作しているスイッチは、ルータ ディスカバリ パケットを生成します。ホストとして動作しているスイッチは、ルータ ディスカバリ パケットを受信します。スイッチは RIP ルーティングのアップデートを受信し、この情報からルータの場所を推測することもできます。実際のところ、ルーティング デバイスによって送信されたルーティング テーブルは、スイッチに格納されません。どのシステムがデータを送信しているのかが記録されるだけです。IRDP を使用する利点は、プライオリティと、パケットが受信されなくなってからデバイスがダウンしていると見なされるまでの期間をルータごとに両方指定できることです。

検出された各デバイスは、デフォルト ルータの候補となります。現在のデフォルト ルータがダウンしたと宣言された場合、または再送信が多すぎて TCP 接続がタイムアウトになりつつある場合、プライオリティが上位のルータが検出されると、最も高いプライオリティを持つ新しいルータが選択されます。

インターフェイスで IRDP ルーティングを行う場合は、インターフェイスで IRDP 処理をイネーブルにしてください。IRDP 処理をイネーブルにすると、デフォルトのパラメータが適用されます。これらのパラメータを変更することもできます。

インターフェイス上で IRDP をイネーブルにして設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始し、設定するレイヤ 3 インターフェイスを指定します。

	コマンド	目的
ステップ 3	**ip irdp**	インターフェイス上で IRDP 処理をイネーブルにします。
ステップ 4	**ip irdp multicast**	（任意）IP ブロードキャストの代わりとして、マルチキャスト アドレス（224.0.0.1）に IRDP アドバタイズメントを送信します。 **（注）** このコマンドを使用すると、IRDP パケットをマルチキャストとして送信するサン マイクロシステムズ社の Solaris との互換性を維持できます。実装機能の中には、これらのマルチキャストを受信できないものも多くあります。このコマンドを使用する前に、エンドホストがこの機能に対応していることを確認してください。
ステップ 5	**ip irdp holdtime** *seconds*	（任意）アドバタイズメントが有効である IRDP 期間を設定します。デフォルトは **maxadvertinterval** 値の 3 倍です。**maxadvertinterval** 値よりも大きな値（9000 秒以下）を指定する必要があります。**maxadvertinterval** 値を変更すると、この値も変更されます。
ステップ 6	**ip irdp maxadvertinterval** *seconds*	（任意）アドバタイズメント間の IRDP の最大インターバルを設定します。デフォルト値は 600 秒です。
ステップ 7	**ip irdp minadvertinterval** *seconds*	（任意）アドバタイズメント間の IRDP の最小インターバルを設定します。デフォルトは **maxadvertinterval** 値の 0.75 倍です。**maxadvertinterval** を変更すると、この値も新しいデフォルト値（**maxadvertinterval** の 0.75 倍）に変更されます。
ステップ 8	**ip irdp preference** *number*	（任意）デバイスの IRDP 初期設定レベルを設定します。指定できる範囲は -2^{31} ～ 2^{31} です。デフォルトは 0 です。大きな値を設定すると、ルータの初期設定レベルも高くなります。
ステップ 9	**ip irdp address** *address* [*number*]	（任意）プロキシアドバタイズメントを行うために必要な IRDP アドレスと初期設定を指定します。
ステップ 10	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 11	**show ip irdp**	IRDP 値を表示し、設定を確認します。
ステップ 12	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

maxadvertinterval 値を変更すると、**holdtime** 値および **minadvertinterval** 値も変更されます。最初に **maxadvertinterval** 値を変更し、次に **holdtime** 値または **minadvertinterval** 値のいずれかを手動で変更することが重要です。

IRDP ルーティングをディセーブルにするには、**no ip irdp** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

ブロードキャスト パケットの処理方法の設定

IP インターフェイス アドレスを設定した後で、ルーティングをイネーブルにしたり、1 つまたは複数のルーティング プロトコルを設定したり、ネットワーク ブロードキャストへのスイッチの応答方法を設定したりできます。ブロードキャストは、物理ネットワーク上のすべてのホスト宛のデータ パケットです。2 種類のブロードキャストがサポートされています。

- 指定ブロードキャスト パケット：特定のネットワークまたは一連のネットワークに送信されます。指定ブロードキャスト アドレスには、ネットワークまたはサブネット フィールドが含まれます。
- フラッディング ブロードキャスト パケット：すべてのネットワークに送信されます。

（注）　**storm-control** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用して、トラフィック抑制レベルを設定し、レイヤ 2 インターフェイスでブロードキャスト、ユニキャスト、マルチキャスト トラフィックを制限することもできます。詳細については、第 23 章「ポート単位のトラフィック制御の設定」を参照してください。

ルータはローカル ケーブル長を制限して、ブロードキャスト ストームを防ぎます。ブリッジ（インテリジェントなブリッジを含む）はレイヤ 2 デバイスであるため、ブロードキャストはすべてのネットワーク セグメントに転送され、ブロードキャスト ストームが伝播します。ブロードキャスト ストーム問題を解決する最善の方法は、ネットワーク上で単一のブロードキャスト アドレス方式を使用することです。最新の IP 実装機能ではほとんどの場合、アドレスをブロードキャスト アドレスとして使用するように設定できます。スイッチをはじめ、多数の実装機能では、ブロードキャスト メッセージを転送するためのアドレス方式が複数サポートされています。

これらの方式をイネーブルにするには、次に示す作業を実行します。

- 「指定ブロードキャストから物理ブロードキャストへの変換のイネーブル化」（P.37-14）
- 「UDP ブロードキャスト パケットおよびプロトコルの転送」（P.37-15）
- 「IP ブロードキャスト アドレスの確立」（P.37-16）
- 「IP ブロードキャストのフラッディング」（P.37-17）

指定ブロードキャストから物理ブロードキャストへの変換のイネーブル化

デフォルトでは、IP 指定ブロードキャストが廃棄されるため、転送されることはありません。IP 指定ブロードキャストが廃棄されると、ルータが DoS 攻撃にさらされる危険が少なくなります。

ブロードキャストが物理（MAC レイヤ）ブロードキャストになるインターフェイスでは、IP 指定ブロードキャストの転送をイネーブルにできます。**ip forward-protocol** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用し、設定されたプロトコルだけを転送できます。

転送するブロードキャストを制御するアクセス リストを指定できます。アクセス リストを指定すると、アクセス リストで許可されている IP パケットだけが、指定ブロードキャストから物理ブロードキャストに変換できるようになります。アクセス リストの詳細については、第 33 章「ACL によるネットワーク セキュリティの設定」を参照してください。

インターフェイス上で IP 指定ブロードキャストの転送をイネーブルにするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始し、設定するインターフェイスを指定します。
ステップ 3	**ip directed-broadcast** [*access-list-number*]	インターフェイス上で、指定ブロードキャストから物理ブロードキャストへの変換をイネーブルにします。転送するブロードキャストを制御するアクセス リストを指定できます。アクセス リストを指定すると、アクセス リストで許可されている IP パケットだけが変換可能になります。 （注）　**ip directed-broadcast** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドは VPN Routing/Forwarding（VRF; VPN ルーティング / 転送）インターフェイスで設定でき、こうすると VRF 認識になります。指定ブロードキャスト トラフィックが VRF 内だけでルーティングされます。

	コマンド	目的
ステップ 4	**exit**	グローバル コンフィギュレーション モードに戻ります。
ステップ 5	**ip forward-protocol** {**udp** [*port*] | **nd** | **sdns**}	ブロードキャスト パケットを転送するとき、ルータによって転送されるプロトコルおよびポートを指定します。 • **udp**：UDP データグラムを転送します。 *port*：（任意）転送される UDP サービスを制御する宛先ポートです。 • **nd**：ND データグラムを転送します。 • **sdns**：SDNS データグラムを転送します。
ステップ 6	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 7	**show ip interface** [*interface-id*] または **show running-config**	指定されたインターフェイスまたはすべてのインターフェイスの設定を確認します。
ステップ 8	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

指定ブロードキャストから物理ブロードキャストへの変換をディセーブルにするには、**no ip directed-broadcast** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。プロトコルまたはポートを削除するには、**no ip forward-protocol** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

UDP ブロードキャスト パケットおよびプロトコルの転送

UDP は IP のホスト間レイヤ プロトコルで、TCP と同様です。UDP はオーバーヘッドが少ない、コネクションレスのセッションを 2 つのエンド システム間に提供しますが、受信されたデータグラムの確認応答は行いません。場合に応じてネットワーク ホストは UDP ブロードキャストを使用し、アドレス、コンフィギュレーション、名前に関する情報を検索します。このようなホストが、サーバを含まないネットワーク セグメント上にある場合、通常 UDP ブロードキャストは転送されません。この状況を改善するには、特定のクラスのブロードキャストをヘルパー アドレスに転送するように、ルータのインターフェイスを設定します。インターフェイスごとに、複数のヘルパー アドレスを使用できます。

UDP 宛先ポートを指定し、転送される UDP サービスを制御できます。複数の UDP プロトコルを指定することもできます。旧式のディスクレス Sun ワークステーションおよびネットワーク セキュリティ プロトコル SDNS で使用される Network Disk（ND）プロトコルも指定できます。

ヘルパー アドレスがインターフェイスに定義されている場合、デフォルトでは UDP と ND の両方の転送がイネーブルになっています。**ip forward-protocol** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドの説明（『*Cisco IOS IP Command Reference, Volume 1 of 3: Addressing and Services, Release 12.4*』内）には、UDP ポートを指定しない場合にデフォルトで転送されるポートが示されています。

UDP ブロードキャストの転送を設定するときに UDP ポートを指定しないと、ルータは BOOTP 転送エージェントとして動作するように設定されます。BOOTP パケットは Dynamic Host Configuration Protocol（DHCP; ダイナミック ホスト コンフィギュレーション プロトコル）情報を伝達します。

インターフェイスで UDP ブロードキャスト パケットの転送をイネーブルにし、宛先アドレスを指定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始し、設定するレイヤ 3 インターフェイスを指定します。
ステップ 3	**ip helper-address** *address*	転送をイネーブルにし、BOOTP などの UDP ブロードキャスト パケットを転送するための宛先アドレスを指定します。
ステップ 4	**exit**	グローバル コンフィギュレーション モードに戻ります。
ステップ 5	**ip forward-protocol** {**udp** [*port*] | **nd** | **sdns**}	ブロードキャスト パケットを転送するときに、ルータによって転送されるプロトコルを指定します。
ステップ 6	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 7	**show ip interface** [*interface-id*] または **show running-config**	指定されたインターフェイスまたはすべてのインターフェイスの設定を確認します。
ステップ 8	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

特定アドレスへのブロードキャスト パケットの転送をディセーブルにするには、**no ip helper-address** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。プロトコルまたはポートを削除するには、**no ip forward-protocol** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

IP ブロードキャスト アドレスの確立

最も一般的な（デフォルトの）IP ブロードキャスト アドレスは、すべて 1 で構成されているアドレスです（255.255.255.255）。ただし、任意の形式の IP ブロードキャスト アドレスを生成するようにスイッチを設定することもできます。

インターフェイス上で IP ブロードキャスト アドレスを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始し、設定するインターフェイスを指定します。
ステップ 3	**ip broadcast-address** *ip-address*	デフォルト値と異なるブロードキャスト アドレス（128.1.255.255 など）を入力します。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show ip interface** [*interface-id*]	指定されたインターフェイスまたはすべてのインターフェイスのブロードキャスト アドレスを確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

デフォルトの IP ブロードキャスト アドレスに戻すには、**no ip broadcast-address** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

IP ブロードキャストのフラッディング

IP ブロードキャストをインターネットワーク全体に、制御可能な方法でフラッディングできるようにするには、ブリッジング STP で作成されたデータベースを使用します。この機能を使用すると、ループを回避することもできます。この機能を使用できるようにするには、フラッディングが行われるインターフェイスごとにブリッジングを設定する必要があります。ブリッジングが設定されていないインターフェイス上でも、ブロードキャストを受信できます。ただし、ブリッジングが設定されていないインターフェイスでは、受信したブロードキャストが転送されません。また、異なるインターフェイスで受信されたブロードキャストを送信する場合、このインターフェイスは使用されません。

IP ヘルパー アドレスのメカニズムを使用して単一のネットワーク アドレスに転送されるパケットを、フラッディングできます。各ネットワーク セグメントには、パケットのコピーが 1 つだけ送信されます。

フラッディングを行う場合、パケットは次の条件を満たす必要があります（これらの条件は、IP ヘルパー アドレスを使用してパケットを転送するときの条件と同じです）。

- パケットは MAC レベルのブロードキャストでなければなりません。
- パケットは IP レベルのブロードキャストでなければなりません。
- パケットは Trivial File Transfer Protocol（TFTP; 簡易ファイル転送プロトコル）、Domain Name System（DNS; ドメイン ネーム システム）、Time、NetBIOS、ND、または BOOTP パケット、または **ip forward-protocol udp** グローバル コンフィギュレーション コマンドで指定された UDP でなければなりません。
- パケットの Time To Live（TTL; 存続可能時間）値は 2 以上でなければなりません。

フラッディングされた UDP データグラムには、出力インターフェイスで **ip broadcast-address** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドによって指定された宛先アドレスを設定します。宛先アドレスを、任意のアドレスに設定できます。このため、データグラムがネットワーク内を伝播するにつれ、宛先アドレスが変更されることもあります。送信元アドレスは変更されません。TTL 値が減ります。

フラッディングされた UDP データグラムがインターフェイスから送信されると（場合によっては宛先アドレスが変更される）、データグラムは通常の IP 出力ルーチンに渡されます。このため、出力インターフェイスにアクセス リストがある場合、データグラムはその影響を受けます。

ブリッジング スパニング ツリー データベースを使用し、UDP データグラムをフラッディングするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**ip forward-protocol spanning-tree**	ブリッジング スパニング ツリー データベースを使用し、UDP データグラムをフラッディングします。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

IP ブロードキャストのフラッディングをディセーブルにするには、**no ip forward-protocol spanning-tree** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

スイッチでは、パケットの大部分がハードウェアで転送され、スイッチの CPU を経由しません。CPU に送信されるパケットの場合は、ターボフラッディングを使用し、スパニング ツリーベースの UDP フラッディングを約 4 ～ 5 倍高速化します。この機能は、ARP カプセル化用に設定されたイーサネット インターフェイスでサポートされています。

スパニング ツリーベースのフラッディングを向上させるには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**ip forward-protocol turbo-flood**	スパニング ツリー データベースを使用し、UDP データグラムのフラッディングを高速化します。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

この機能をディセーブルにするには、**no ip forward-protocol turbo-flood** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

IP アドレスのモニタおよびメンテナンス

特定のキャッシュ、テーブル、またはデータベースの内容が無効になった場合、または無効である可能性がある場合は、**clear** 特権 EXEC コマンドを使用し、すべての内容を消去できます。表 37-2 に、内容を消去するために使用するコマンドを示します。

表 37-2　キャッシュ、テーブル、データベースをクリアするコマンド

コマンド	目的
clear arp-cache	IP ARP キャッシュおよび高速スイッチング キャッシュをクリアします。
clear host {*name* | *}	ホスト名およびアドレス キャッシュから 1 つまたはすべてのエントリを削除します。
clear ip route {*network* [*mask*] |*}	IP ルーティング テーブルから 1 つまたは複数のルートを削除します。

IP ルーティング テーブル、キャッシュ、データベースの内容、ノードへの到達可能性、ネットワーク内のパケットのルーティング経路など、特定の統計情報を表示できます。表 37-3 に、IP 統計情報を表示するために使用する特権 EXEC コマンドを示します。

表 37-3　キャッシュ、テーブル、データベースを表示するコマンド

コマンド	目的
show arp	ARP テーブルのエントリを表示します。
show hosts	デフォルトのドメイン名、検索サービスの方式、ネーム サーバ ホスト、およびキャッシュに格納されているホスト名とアドレスのリストを表示します。
show ip aliases	TCP ポートにマッピングされた IP アドレス（エイリアス）を表示します。
show ip arp	IP ARP キャッシュを表示します。
show ip interface [*interface-id*]	インターフェイスの IP ステータスを表示します。
show ip irdp	IRDP 値を表示します。
show ip masks *address*	ネットワーク アドレスに対して使用されるマスクおよび各マスクを使用するサブネット番号を表示します。
show ip redirects	デフォルト ゲートウェイのアドレスを表示します。

表 37-3　キャッシュ、テーブル、データベースを表示するコマンド（続き）

コマンド	目的
show ip route [*address* [*mask*]] | [*protocol*]	ルーティング テーブルの現在のステートを表示します。
show ip route summary	ルーティング テーブルの現在のステートをサマリー形式で表示します。

IP ユニキャスト ルーティングのイネーブル化

デフォルトで、スイッチはレイヤ 2 スイッチング モード、IP ルーティングはディセーブルとなっています。スイッチのレイヤ 3 機能を使用するには、IP ルーティングをイネーブルにする必要があります。

IP ルーティングをイネーブルにするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**ip routing**	IP ルーティングをイネーブルにします。
ステップ 3	**router** *ip_routing_protocol*	IP ルーティング プロトコルを指定します。このステップでは、他のコマンドを実行することもできます。たとえば、**network**（RIP）ルータ コンフィギュレーション コマンドを使用し、ルーティングするネットワークを指定できます。具体的なプロトコルの詳細については、この章の後半および『*Cisco IOS IP Configuration Guide, Release 12.4*』を参照してください。 **（注）**　IP ベース イメージは、ルーティング プロトコルとして RIP だけをサポートします。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

ルーティングをディセーブルにするには、**no ip routing** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、ルーティング プロトコルとして RIP を使用し、IP ルーティングをイネーブルにする例を示します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)# ip routing
Switch(config)# router rip
Switch(config-router)# network 10.0.0.0
Switch(config-router)# end
```

ここで、選択したルーティング プロトコルのパラメータを設定できます。具体的な手順は次のとおりです。

- 「RIP の設定」（P.37-20）
- 「OSPF の設定」（P.37-25）
- 「EIGRP の設定」（P.37-36）
- 「BGP の設定」（P.37-44）
- 「プロトコル独立機能の設定」（P.37-91）（任意）

RIP の設定

RIP は、小規模な同種ネットワーク間で使用するために作成された Interior Gateway Protocol（IGP; 内部ゲートウェイ プロトコル）です。RIP は、ブロードキャスト UDP データ パケットを使用してルーティング情報を交換するディスタンス ベクタ ルーティング プロトコルです。このプロトコルは RFC 1058 に文書化されています。RIP の詳細については、『*IP Routing Fundamentals*』（Cisco Press 刊）を参照してください。

（注）RIP は IP ベース イメージでサポートされている唯一のルーティング プロトコルです。その他のルーティング プロトコルを使用する場合は、IP サービス イメージが必要です。

スイッチは RIP を使用し、30 秒ごとにルーティング情報アップデート（アドバタイズメント）を送信します。180 秒以上を経過しても別のルータからアップデートがルータに届かない場合、該当するルータから送られたルートは使用不能としてマークされます。240 秒が経過してもアップデートが届かない場合、アップデートを行わないルータに関するすべてのルーティング テーブル エントリは削除されます。

RIP では、各ルートの値を評価するためにホップ カウントが使用されます。ホップ カウントは、ルート内で経由されるルータ数です。直接接続されているネットワークのホップ カウントは 0 です。ホップ カウントが 16 のネットワークには到達できません。このように範囲（0 ～ 15）が狭いため、RIP は大規模ネットワークには適していません。

ルータにデフォルトのネットワーク パスが設定されている場合、RIP はルータを疑似ネットワーク 0.0.0.0 にリンクするルートをアドバタイズします。0.0.0.0 ネットワークは存在しません。RIP はデフォルトのルーティング機能を実行するためのネットワークとして、このネットワークを処理します。デフォルト ネットワークが RIP によって取得された場合、またはルータが最終ゲートウェイで、RIP がデフォルト メトリックによって設定されている場合、スイッチはデフォルト ネットワークをアドバタイズします。RIP は指定されたネットワーク内のインターフェイスにアップデートを送信します。インターフェイスのネットワークを指定しないと、RIP アップデート中にアドバタイズされません。

ここでは、次の設定情報について説明します。

- 「RIP のデフォルト設定」（P.37-20）
- 「基本的な RIP パラメータの設定」（P.37-21）
- 「RIP 認証の設定」（P.37-23）
- 「サマリー アドレスおよびスプリット ホライズンの設定」（P.37-23）

RIP のデフォルト設定

表 37-4 に、RIP のデフォルト設定を示します。

表 37-4　RIP のデフォルト設定

機能	デフォルト設定
自動サマリー	イネーブル
デフォルト情報送信元	ディセーブル
デフォルト メトリック	自動メトリック変換（組み込み）
IP RIP 認証キーチェーン	認証なし 認証モード：クリア テキスト
IP RIP 受信バージョン	**version** ルータ コンフィギュレーション コマンドに準拠

表 37-4　RIP のデフォルト設定 （続き）

機能	デフォルト設定
IP RIP 送信バージョン	**version** ルータ コンフィギュレーション コマンドに準拠
IP RIP の起動	**version** ルータ コンフィギュレーション コマンドに準拠
IP スプリット ホライズン	メディアにより異なる
ネイバー	未定義
ネットワーク	指定なし
オフセット リスト	ディセーブル
出力遅延	0 ミリ秒
タイマー基準	• update : 30 秒 • invalid : 180 秒 • holddown : 180 秒 • flush : 240 秒
アップデート送信元の検証	イネーブル
バージョン	RIP バージョン 1 およびバージョン 2 パケットを受信し、バージョン 1 パケットを送信します

基本的な RIP パラメータの設定

RIP を設定するには、ネットワークに対して RIP ルーティングをイネーブルにします。他のパラメータを設定することもできます。Catalyst 3560 スイッチでは、ネットワーク番号を設定するまで RIP コンフィギュレーション コマンドは無視されます。

RIP をイネーブルにして設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**ip routing**	IP ルーティングをイネーブルにします（IP ルーティングがディセーブルになっている場合にだけ、必須です）。
ステップ 3	**router rip**	RIP ルーティング プロセスをイネーブルにし、ルータ コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 4	**network** *network number*	ネットワークを RIP ルーティング プロセスに関連付けます。複数の **network** コマンドを指定できます。RIP ルーティング アップデートの送受信は、これらのネットワークのインターフェイスを経由する場合にだけ可能です。 （注）　RIP コマンドを有効にするためにネットワーク番号を設定する必要があります。
ステップ 5	**neighbor** *ip-address*	（任意）ルーティング情報を交換するネイバー ルータを定義します。このステップを使用すると、RIP（通常はブロードキャスト プロトコル）からのルーティング アップデートが非ブロードキャスト ネットワークに到達するようになります。

	コマンド	目的
ステップ 6	**offset list** [*access-list number* | *name*] {**in** | **out**} *offset* [*type number*]	（任意）オフセット リストをルーティング メトリックに適用し、RIP によって取得したルートへの着信および発信メトリックを増加します。アクセス リストまたはインターフェイスを使用し、オフセット リストを制限できます。
ステップ 7	**timers basic** *update invalid holddown flush*	（任意）ルーティング プロトコル タイマーを調整します。すべてのタイマーの有効範囲は 0 ～ 4294967295 秒です。 • *update*：ルーティング アップデートの送信間隔。デフォルト値は 30 秒です。 • *invalid*：ルートが無効と宣言された後の時間。デフォルト値は 180 秒です。 • *holddown*：ルートがルーティング テーブルから削除されるまでの時間。デフォルト値は 180 秒です。 • *flush*：ルーティング アップデートが延期される時間。デフォルト値は 240 秒です。
ステップ 8	**version** {**1** | **2**}	（任意）RIP バージョン 1 または RIP バージョン 2 のパケットだけを送受信するようにスイッチを設定します。デフォルトの場合、スイッチではバージョン 1 および 2 を受信しますが、バージョン 1 だけを送信します。 インターフェイス コマンド **ip rip** {**send** | **receive**} **version 1** | **2** | **1 2**} を使用し、インターフェイスでの送受信に使用するバージョンを制御することもできます。
ステップ 9	**no auto summary**	（任意）自動サマライズをディセーブルにします。デフォルトでは、クラスフル ネットワーク境界を通過するときにサブプレフィクスがサマライズされます。サマライズをディセーブルにし（RIP バージョン 2 だけ）、クラスフル ネットワーク境界にサブネットおよびホスト ルーティング情報をアドバタイズします。
ステップ 10	**no validate-update-source**	（任意）着信 RIP ルーティング アップデートの送信元 IP アドレスの検証をディセーブルにします。デフォルトでは、スイッチが着信 RIP ルーティング アップデートの送信元 IP アドレスを検証します。送信元アドレスが無効な場合は、アップデートが廃棄されます。通常の環境で使用する場合は、この機能をディセーブルにしないでください。ただし、ネットワークに接続されていないルータがあり、そのルータのアップデートを受信する場合は、このコマンドを使用できます。
ステップ 11	**output-delay** *delay*	（任意）送信する RIP アップデートにパケット間遅延を追加します。デフォルトでは、複数のパケットからなる RIP アップデートのパケットに、パケット間遅延が追加されません。パケットを低速なデバイスに送信する場合は、8 ～ 50 ミリ秒のパケット間遅延を追加できます。
ステップ 12	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 13	**show ip protocols**	設定を確認します。
ステップ 14	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

RIP ルーティング プロセスをオフにするには、**no router rip** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

アクティブなルーティング プロトコル プロセスのパラメータと現在のステートを表示するには、**show ip protocols** 特権 EXEC コマンドを使用します。RIP データベースのサマリー アドレス エントリを表示するには、**show ip rip database** 特権 EXEC コマンドを使用します。

RIP 認証の設定

RIP バージョン 1 では、認証がサポートされていません。RIP バージョン 2 のパケットを送受信する場合は、インターフェイスで RIP 認証をイネーブルにできます。インターフェイスで使用できる一連のキーは、キー チェーンによって決まります。キー チェーンが設定されていないと、デフォルトの場合でも認証は実行されません。「認証キーの管理」（P.37-105）に記載されている作業も実行してください。

RIP 認証がイネーブルであるインターフェイスでは、プレーン テキストと MD5 という 2 つの認証モードがサポートされています。デフォルトはプレーン テキストです。

インターフェイスに RIP 認証を設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始し、設定するインターフェイスを指定します。
ステップ 3	**ip rip authentication key-chain** *name-of-chain*	RIP 認証をイネーブルにします。
ステップ 4	**ip rip authentication mode** [**text** | **md5**}	プレーン テキスト認証（デフォルト）または MD5 ダイジェスト認証を使用するように、インターフェイスを設定します。
ステップ 5	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 6	**show running-config interface** [*interface-id*]	設定を確認します。
ステップ 7	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

クリア テキスト認証に戻すには、**no ip rip authentication mode** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。認証を禁止するには、**no ip rip authentication key-chain** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

サマリー アドレスおよびスプリット ホライズンの設定

ブロードキャストタイプの IP ネットワークに接続され、ディスタンス ベクタ ルーティング プロトコルを使用するルータでは、通常ルーティング ループの発生を抑えるために、スプリット ホライズン メカニズムが使用されます。スプリット ホライズンは、ルートに関する情報がその情報の発信元であるインターフェイスで、ルータによってアドバタイズされないようにします。この機能を使用すると、通常の場合は複数のルータ間通信が最適化されます（特にリンクが壊れている場合）。

（注）ルートを適切にアドバタイズするため、スプリット ホライズンをディセーブルにすることがアプリケーションに必要な場合を除き、通常はこの機能をディセーブルにしないでください。

ダイヤルアップ クライアント用のネットワーク アクセス サーバで、サマライズされたローカルな IP アドレス プールをアドバタイズするように、RIP が動作しているインターフェイスを設定する場合は、**ip summary-address rip** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

（注）　スプリット ホライズンがイネーブルの場合、自動サマリーとインターフェイス IP サマリー アドレスはともにアドバタイズされません。

サマライズされたローカル IP アドレスをアドバタイズし、インターフェイスのスプリット ホライズンをディセーブルにするようにインターフェイスを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始し、設定するレイヤ 3 インターフェイスを指定します。
ステップ 3	**ip address** *ip-address subnet-mask*	IP アドレスおよび IP サブネットを設定します。
ステップ 4	**ip summary-address rip** *ip address ip-network mask*	サマライズする IP アドレスおよび IP ネットワーク マスクを設定します。
ステップ 5	**no ip split horizon**	インターフェイスでスプリット ホライズンをディセーブルにします。
ステップ 6	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 7	**show ip interface** *interface-id*	設定を確認します。
ステップ 8	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

IP サマライズをディセーブルにするには、**no ip summary-address rip** ルータ コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次の例では、主要ネットは 10.0.0.0 です。自動サマリー アドレス 10.0.0.0 はサマリー アドレス 10.2.0.0 によって上書きされるため、10.2.0.0 はインターフェイス ギガビット イーサネット ポート 2 からアドバタイズされますが、10.0.0.0 はアドバタイズされません。次の例では、インターフェイスがまだレイヤ 2 モード（デフォルト）の場合、**no switchport** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを入力してから、**ip address** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを入力する必要があります。

（注）　スプリット ホライズンがイネーブルである場合、（**ip summary-address rip** ルータ コンフィギュレーション コマンドによって設定される）自動サマリーとインターフェイス サマリー アドレスはともにアドバタイズされません。

```
Switch(config)# router rip
Switch(config-router)# interface gigabitethernet0/2
Switch(config-if)# ip address 10.1.5.1 255.255.255.0
Switch(config-if)# ip summary-address rip 10.2.0.0 255.255.0.0
Switch(config-if)# no ip split-horizon
Switch(config-if)# exit
Switch(config)# router rip
Switch(config-router)# network 10.0.0.0
Switch(config-router)# neighbor 2.2.2.2 peer-group mygroup
Switch(config-router)# end
```

スプリット ホライズンの設定

ブロードキャストタイプの IP ネットワークに接続され、ディスタンス ベクタ ルーティング プロトコルを使用するルータでは、通常ルーティング ループの発生を抑えるために、スプリット ホライズン メカニズムが使用されます。スプリット ホライズンは、ルートに関する情報がその情報の発信元であるインターフェイスで、ルータによってアドバタイズされないようにします。この機能を使用すると、複数のルータ間通信が最適化されます（特にリンクが壊れている場合）。

（注）　ルートを適切にアドバタイズするために、スプリット ホライズンをディセーブルにすることがアプリケーションに必要である場合を除き、通常この機能をディセーブルにしないでください。

インターフェイスでスプリット ホライズンをディセーブルにするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始し、設定するインターフェイスを指定します。
ステップ 3	**ip address** *ip-address subnet-mask*	IP アドレスおよび IP サブネットを設定します。
ステップ 4	**no ip split-horizon**	インターフェイスでスプリット ホライズンをディセーブルにします。
ステップ 5	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 6	**show ip interface** *interface-id*	設定を確認します。
ステップ 7	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

スプリット ホライズン メカニズムをイネーブルにするには、**ip split-horizon** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

OSPF の設定

ここでは、OSPF の設定方法について簡単に説明します。OSPF コマンドの詳細については、Cisco.com にある『*Cisco IOS IP Command Reference, Volume 2 of 3: Routing Protocols, Release 12.4*』の「OSPF Commands」の章を参照してください。

（注）　OSPF では、各メディアがブロードキャスト ネットワーク、非ブロードキャスト ネットワーク、ポイントツーポイント ネットワークに分類されます。スイッチでは、ブロードキャスト ネットワーク（イーサネット、トークン リング、FDDI）およびポイントツーポイント ネットワーク（ポイントツーポイント リンクとして設定されたイーサネット インターフェイス）がサポートされます。

OSPF は IP ネットワーク専用の IGP で、IP サブネット化、および外部から取得したルーティング情報のタグ付けをサポートしています。OSPF を使用するとパケット認証も可能になり、パケットを送受信するときに IP マルチキャストが使用されます。シスコの実装機能では、RFC 1253 の OSPF Management Information Base（MIB; 管理情報ベース）がサポートされています。

シスコの実装機能は、次の主要機能を含む OSPF バージョン 2 仕様に準拠します。

- スタブ エリアの定義がサポートされています。
- 任意の IP ルーティング プロトコルによって取得されたルートは、別の IP ルーティング プロトコルに再配信されます。つまり、ドメイン内レベルで、OSPF は EIGRP および RIP によって取得したルートを取り込むことができます。OSPF ルートを RIP に伝達することもできます。
- エリア内のネイバー ルータ間でのプレーン テキスト認証および MD5 認証がサポートされています。
- 設定可能なルーティング インターフェイス パラメータには、インターフェイス出力コスト、再送信インターバル、インターフェイス送信遅延、ルータ プライオリティ、ルータの dead と hello インターバル、認証キーなどがあります。
- 仮想リンクがサポートされています。
- RFC 1587 に基づく Not-So-Stubby-Area（NSSA）がサポートされています。

通常、OSPF を使用するには、多くの内部ルータ、複数のエリアに接続された *Area Border Router*（ABR; エリア境界ルータ）、および *Autonomous System Boundary Router*（ASBR; 自律システム境界ルータ）間で調整する必要があります。最小設定では、すべてのデフォルト パラメータ値、エリアに割り当てられたインターフェイスが使用され、認証は行われません。環境をカスタマイズする場合は、すべてのルータの設定を調整する必要があります。

ここでは、次の設定情報について説明します。

- 「OSPF のデフォルト設定」（P.37-27）
- 「基本的な OSPF パラメータの設定」（P.37-29）
- 「OSPF インターフェイスの設定」（P.37-30）
- 「OSPF エリア パラメータの設定」（P.37-31）
- 「その他の OSPF パラメータの設定」（P.37-33）
- 「LSA グループ同期設定の変更」（P.37-35）
- 「ループバック インターフェイスの設定」（P.37-35）
- 「OSPF のモニタ」（P.37-36）

（注）　OSPF をイネーブルにするには、スイッチ上で IP サービス イメージが稼動している必要があります。

OSPF のデフォルト設定

表 37-5 に、OSPF のデフォルト設定を示します。

表 37-5　OSPF のデフォルト設定

機能	デフォルト設定
インターフェイス パラメータ	コスト：デフォルト コストは未定義。 再送信インターバル：5 秒。 送信遅延：1 秒。 プライオリティ：1。 hello インターバル：10 秒。 dead インターバル：hello インターバルの 4 倍。 認証なし。 パスワードの指定なし。 MD5 認証はディセーブル。
エリア	認証タイプ：0（認証なし）。 デフォルト コスト：1。 範囲：ディセーブル。 スタブ：スタブ エリアは未定義。 NSSA：NSSA エリアは未定義。
自動コスト	100 Mbps。
デフォルト情報送信元	ディセーブル。イネーブルの場合、デフォルトのメトリック設定は 10 で、外部ルート タイプのデフォルトはタイプ 2 です。
デフォルト メトリック	各ルーティング プロトコルに適切な、組み込みの自動メトリック変換。
距離 OSPF	dist1（エリア内のすべてのルート）：110。 dist2（エリア間のすべてのルート）：110。 dist3（他のルーティング ドメインからのルート）：110。
OSPF データベース フィルタ	ディセーブル。すべての発信 LSA がインターフェイスにフラッディングされます。
IP OSPF 名検索	ディセーブル。
隣接関係変更ログ	イネーブル。
ネイバー	指定なし。
ネイバー データベース フィルタ	ディセーブル。すべての発信 LSA はネイバーにフラッディングされます。
ネットワーク エリア	ディセーブル。
NSF[1] 認識	IP サービス イメージを稼動しているスイッチでイネーブル。 レイヤ 3 スイッチでは、ハードウェアやソフトウェアの変更中に、隣接する NSF 対応ルータからのパケットを転送し続けることができます。
ルータ ID	OSPF ルーティング プロセスは未定義。

表 37-5　OSPF のデフォルト設定 （続き）

機能	デフォルト設定
サマリー アドレス	ディセーブル。
タイマー LSA グループの同期設定	240 秒。
タイマー Shortest Path First（SPF; 最短パス優先）	spf delay：5 秒。 spf-holdtime：10 秒。
仮想リンク	エリア ID またはルータ ID は未定義。 hello インターバル：10 秒。 再送信インターバル：5 秒。 送信遅延：1 秒。 dead インターバル：40 秒。 認証キー：キーは未定義。 メッセージダイジェスト キー（MD5）：キーは未定義。

1. NSF = Nonstop Forwarding

ルーテッド アクセスの OSPF

Cisco IOS Release 12.2(55)SE では、IP ベース イメージが、ルーテッド アクセスの OSPF をサポートします。ルート制限のない複数の OSPFv2 および OSPFv3 インスタンスが必要な場合は、IP サービス イメージが必要です。また、マルチ VRF CE 機能をイネーブルにするためにも、IP サービス イメージが必要です。

ルーテッド アクセスの OSPF は、特にレイヤ 3 のルーティング機能をワイヤリング クローゼットに拡張するために作成されました。

（注）ルーテッド アクセスの OSPF は、動的に学習された合わせて 200 のルートを持つ OSPFv2 インスタンスと OSPFv3 インスタンスをそれぞれ 1 つだけサポートします。IP ベース イメージは、ルーテッド アクセスの OSPF を提供します。

ただし、これらの制限はこのリリースでは適用されません。

構内環境に通常のトポロジ（ハブとスポーク）があり、そのワイヤリング クローゼット（スポーク）が、すべての非ローカル トラフィックをディストリビューション レイヤに転送するディストリビューション スイッチ（ハブ）に接続されている場合、ワイヤリング クローゼット スイッチは、完全なルーティング スイッチ テーブルを保持する必要はありません。ルーテッド アクセスの OSPF をワイヤリング クローゼットで使用するときは、ディストリビューション スイッチがデフォルト ルートをワイヤリング クローゼット スイッチに送信して、エリア内および外部ルートに到達するというベスト プラクティス設計（OSPF スタブまたは全体的なスタブ エリア設定）を使用する必要があります。

詳細については、次の URL を参照してください。
http://www.cisco.com/en/US/docs/solutions/Enterprise/Campus/routed-ex.html

OSPF NSF 認識

IP サービス イメージは IPv4 の OSPF NSF 認識をサポートしています。ネイバー ルータが NSF 対応で、レイヤ 3 スイッチでは、プライマリ RP に障害が発生してルータのバックアップ RP によって引き継がれる前に、または処理を中断させずにソフトウェア アップグレードを行うためにプライマリ RP を手動でリロードしている間、ルータからパケットを転送し続けます。

この機能をディセーブルにはできません。この機能の詳細については、次の URL の『*OSPF Nonstop Forwarding (NSF) Awareness Feature Guide*』を参照してください。
http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/12_2t/12_2t15/feature/guide/ftosnsfa.html

OSPF NSF 対応

Cisco IOS Release 12.2(58)SE 以降のリリースでは、IP サービス フィーチャ セットは、以前のリリースからサポートされていたシスコの OSPFv2 NSF フォーマットに加え、OSPFv2 NSF IETF フォーマットをサポートします。この機能の詳細については、「*NSF—OSPF (RFC 3623 OSPF Graceful Restart)*」を参照してください。

基本的な OSPF パラメータの設定

OSPF をイネーブルにするには、OSPF ルーティング プロセスを作成し、ルーティング プロセスに関連付ける IP アドレスの範囲を指定して、この範囲に関連付けるエリア ID を割り当てる必要があります。Cisco IOS Release 12.2(58)SE 以降のリリースでは、IP サービス イメージが稼動しているスイッチでシスコの OSPFv2 NSF フォーマットまたは IETF OSPFv2 NSF フォーマットのいずれかを設定できます。

OSPF をイネーブルにするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**router ospf** *process-id*	OSPF ルーティングをイネーブルにし、ルータ コンフィギュレーション モードを開始します。プロセス ID はローカルに割り当てられ、内部で使用される識別パラメータで、任意の正の整数を指定できます。各 OSPF ルーティング プロセスには一意の値があります。
ステップ 3	**nsf cisco** [**enforce global**] または **nsf ietf** [**restart-interval** *seconds*]	（任意）OSPF でのシスコの NSF 動作をイネーブルにします。隣接する非 NSF 認識ネットワーク デバイスが検出されると、**enforce global** キーワードにより NSF の再起動がキャンセルされます。 （任意）OSPF での IETF NSF 動作をイネーブルにします。**restart-interval** キーワードは、グレースフル リスタートの間隔を秒数で指定します。指定できる範囲は 1 ～ 1800 です。デフォルトは 120 です。
ステップ 4	**network** *address wildcard-mask* **area** *area-id*	OSPF が動作するインターフェイス、およびそのインターフェイスのエリア ID を定義します。単一のコマンドにワイルドカード マスクを指定し、特定の OSPF エリアに関連付けるインターフェイスを 1 つまたは複数定義できます。エリア ID には 10 進数または IP アドレスを指定できます。
ステップ 5	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 6	**show ip protocols**	設定を確認します。
ステップ 7	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

OSPF ルーティング プロセスを終了するには、**no router ospf** *process-id* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、OSPF ルーティング プロセスを設定し、プロセス番号 109 を割り当てる例を示します。

```
Switch(config)# router ospf 109
Switch(config-router)# network 131.108.0.0 255.255.255.0 area 24
```

OSPF インターフェイスの設定

ip ospf インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用すると、インターフェイス固有の OSPF パラメータを変更できます。これらのパラメータを変更する必要はありませんが、一部のインターフェイス パラメータ（hello インターバル、dead インターバル、認証キーなど）については、接続されたネットワーク内のすべてのルータで統一性を維持する必要があります。これらのパラメータを変更した場合は、ネットワーク内のすべてのルータの値も同様に変更してください。

（注）　**ip ospf** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドはすべて任意です。

OSPF インターフェイス パラメータを変更にするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始し、設定するレイヤ 3 インターフェイスを指定します。
ステップ 3	**ip ospf** *cost*	（任意）インターフェイスでパケットを送信するコストを明確に指定します。
ステップ 4	**ip ospf retransmit-interval** *seconds*	（任意）LSA 送信間隔を秒数で指定します。範囲は 1 ～ 65535 秒です。デフォルト値は 5 秒です。
ステップ 5	**ip ospf transmit-delay** *seconds*	（任意）リンク ステート アップデート パケットを送信するまでの予測待機時間を秒数で設定します。範囲は 1 ～ 65535 秒です。デフォルト値は 1 秒です。
ステップ 6	**ip ospf priority** *number*	（任意）ネットワークに対して、OSPF で指定されたルータを検索するときに役立つプライオリティを設定します。指定できる範囲は 0 ～ 255 です。デフォルト値は 1 です。
ステップ 7	**ip ospf hello-interval** *seconds*	（任意）OSPF インターフェイスで hello パケットの送信間隔を秒数で設定します。値はネットワークのすべてのノードで同じとします。範囲は 1 ～ 65535 秒です。デフォルト値は 10 秒です。
ステップ 8	**ip ospf dead-interval** *seconds*	（任意）最後のデバイスで hello パケットが確認されてから、OSPF ルータがダウンしていることがネイバーによって宣言されるまでの時間を秒数で設定します。値はネットワークのすべてのノードで同じとします。範囲は 1 ～ 65535 秒です。デフォルト値は hello インターバルの 4 倍です。
ステップ 9	**ip ospf authentication-key** *key*	（任意）ネイバー OSPF ルータで使用されるパスワードを割り当てます。パスワードには、キーボードから入力した任意の文字列（最大 8 バイト長）を指定できます。同じネットワーク上のすべてのネイバー ルータには、OSPF 情報を交換するため、同じパスワードを設定する必要があります。

	コマンド	目的
ステップ 10	**ip ospf message digest-key** *keyid* **md5** *key*	（任意）MDS 認証をイネーブルにします。 • *keyid* : 1 ～ 255 の ID • *key* : 最大 16 バイトの英数字パスワード
ステップ 11	**ip ospf database-filter all out**	（任意）インターフェイスへの OSPF LSA パケットのフラッディングを阻止します。デフォルトでは、LSA が着信するインターフェイスを除き、同じエリア内のすべてのインターフェイスに OSPF は新しい LSA をフラッディングします。
ステップ 12	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 13	**show ip ospf interface** [*interface-name*]	OSPF に関連するインターフェイス情報を表示します。
ステップ 14	**show ip ospf neighbor detail**	ネイバー スイッチの NSF 認証ステータスを表示します。出力は、次のいずれかに一致します。 • *Options is 0x52* *LLS Options is 0x1 (LR)* これらの行の両方が表示される場合、ネイバー スイッチが NSF アウェアです。 • *Options is 0x42* : ネイバー スイッチが NSF アウェアでないことを示します。
ステップ 15	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

設定されたパラメータ値を削除する場合、またはデフォルト値に戻す場合は、上記コマンドの **no** 形式を使用します。

OSPF エリア パラメータの設定

複数の OSPF エリア パラメータを設定することもできます。設定できるパラメータには、エリア、スタブ エリア、および NSSA への無許可アクセスをパスワードによって阻止する認証用パラメータがあります。*スタブ エリア*に外部ルートに関する情報は送信されません が、代わりに、Autonomous System（AS; 自律システム）外の宛先に対するデフォルトの外部ルートが、ABR によって生成されます。NSSA ではコアからそのエリアへ向かう LSA の一部がフラッディングされませんが、再配信することによって、エリア内の AS 外部ルートを取り込むことができます。

ルートのサマライズは、アドバタイズされたアドレスを、他のエリアでアドバタイズされる単一のサマリー ルートに統合することです。ネットワーク番号が連続する場合は、**area range** ルータ コンフィギュレーション コマンドを使用し、範囲内のすべてのネットワークを対象とするサマリー ルートをアドバタイズするように ABR を設定できます。

（注）　OSPF **area** ルータ コンフィギュレーション コマンドはすべて任意です。

エリア パラメータを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**router ospf** *process-id*	OSPF ルーティングをイネーブルにし、ルータ コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**area** *area-id* **authentication**	（任意）特定のエリアへの無許可アクセスに対して、パスワードベースの保護を可能にします。ID には 10 進数または IP アドレスのいずれかを指定できます。
ステップ 4	**area** *area-id* **authentication message-digest**	（任意）エリアに関して MD5 認証をイネーブルにします。
ステップ 5	**area** *area-id* **stub** [**no-summary**]	（任意）エリアをスタブ エリアとして定義します。**no-summary** キーワードを指定すると、ABR はサマリー リンク アドバタイズメントをスタブ エリアに送信できなくなります。
ステップ 6	**area** *area-id* **nssa** [**no-redistribution**] [**default-information-originate**] [**no-summary**]	（任意）エリアを NSSA として定義します。同じエリア内のすべてのルータは、エリアが NSSA であることを認識する必要があります。次のキーワードのいずれかを選択します。 • **no-redistribution**：ルータが NSSA ABR の場合、**redistribute** コマンドを使用して、ルートを NSSA でなく通常のエリアに取り込む場合に選択します。 • **default-information-originate**：タイプ 7 LSA を NSSA に取り込むようにする場合に、ABR で選択します。 • **no-redistribution**：サマリー LSA を NSSA に送信しない場合に選択します。
ステップ 7	**area** *area-id* **range** *address mask*	（任意）単一のルートをアドバタイズするアドレス範囲を指定します。このコマンドは、ABR だけに使用します。
ステップ 8	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 9	**show ip ospf** [*process-id*]	設定を確認するため、一般的な OSPF ルーティング プロセスまたは特定のプロセス ID に関する情報を表示します。
	show ip ospf [*process-id* [*area-id*]] **database**	特定のルータの OSPF データベースに関連する情報のリストを表示します。
ステップ 10	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

設定されたパラメータ値を削除する場合、またはデフォルト値に戻す場合は、上記コマンドの **no** 形式を使用します。

その他の OSPF パラメータの設定

ルータ コンフィギュレーション モードで、その他の OSPF パラメータを設定することもできます。

- ルート サマライズ：他のプロトコルからのルートを再配信すると（「ルート マップによるルーティング情報の再配信」（P.37-95）を参照）、各ルートは外部 LSA 内で個別にアドバタイズされます。OSPF リンク ステート データベースのサイズを小さくするには、**summary-address** ルータ コンフィギュレーション コマンドを使用し、指定されたネットワーク アドレスおよびマスクに含まれる、再配信されたすべてのルートを単一のルータにアドバタイズします。
- 仮想リンク：OSPF では、すべてのエリアがバックボーン エリアに接続されている必要があります。バックボーンが不連続である場合に仮想リンクを確立するには、2 つの ABR を仮想リンクのエンドポイントとして設定します。設定情報には、他の仮想エンドポイント（他の ABR）の ID、および 2 つのルータに共通する非バックボーン リンク（通過エリア）などがあります。仮想リンクはスタブ エリアから設定できません。
- デフォルト ルート：OSPF ルーティング ドメイン内へのルート再配信を設定すると、ルータは Autonomous System Boundary Router（ASBR; 自律システム境界ルータ）になります。ASBR を設定し、強制的に OSPF ルーティング ドメインにデフォルト ルートを生成できます。
- すべての OSPF **show** 特権 EXEC コマンドで使用される Domain Name Server（DNS; ドメイン ネーム サーバ）名を使用すると、ルータ ID やネイバー ID を指定して表示する場合に比べ、ルータを簡単に特定できます。
- デフォルト メトリック：OSPF は、インターフェイスの帯域幅に従ってインターフェイスの OSPF メトリックを計算します。メトリックは、帯域幅で分割された *ref-bw* として計算されます。ここでの *ref* のデフォルト値は 10 で、帯域幅（*bw*）は **bandwidth** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドによって指定されます。大きな帯域幅を持つ複数のリンクの場合は、大きな数値を指定し、これらのリンクのコストを区別できます。
- 管理距離は、ルーティング情報送信元の信頼性を表す数値です。0 ～ 255 の整数を指定でき、値が大きいほど信頼性は低下します。管理距離が 255 の場合はルーティング情報送信元をまったく信頼できないため、無視する必要があります。OSPF では、エリア内のルート（エリア内）、別のエリアへのルート（エリア間）、および再配信によって取得した別のルーティング ドメインからのルート（外部）の 3 つの管理距離が使用されます。どの管理距離の値でも変更できます。
- パッシブ インターフェイス：イーサネット上の 2 つのデバイス間のインターフェイスは 1 つのネットワーク セグメントしか表しません。このため、OSPF が送信側インターフェイスに hello パケットを送信しないようにするには、送信側デバイスをパッシブ インターフェイスに設定する必要があります。両方のデバイスは受信側インターフェイス宛の hello パケットを使用することで、相互の識別を可能にします。
- ルート計算タイマー：OSPF がトポロジ変更を受信してから SPF 計算を開始するまでの遅延時間、および 2 つの SPF 計算の間のホールド タイムを設定できます。
- ネイバー変更ログ：OSPF ネイバー ステートが変更されたときに Syslog メッセージを送信するようにルータを設定し、ルータの変更の概要を表示できます。

上記の OSPF パラメータを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**router ospf** *process-id*	OSPF ルーティングをイネーブルにし、ルータ コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**summary-address** *address mask*	（任意）1 つのサマリー ルートだけがアドバタイズされるように、再配信されたルートのアドレスおよび IP サブネット マスクを指定します。

	コマンド	目的
ステップ 4	**area** *area-id* **virtual-link** router-id [**hello-interval** *seconds*] [**retransmit-interval** *seconds*] [**trans**] [[**authentication-key** *key*] | **message-digest-key** *keyid* **md5** *key*]]	（任意）仮想リンクを確立し、パラメータを設定します。パラメータ定義については「OSPF インターフェイスの設定」（P.37-30）、仮想リンクのデフォルト設定については表 37-5（P.37-27）を参照してください。
ステップ 5	**default-information originate** [**always**] [**metric** *metric-value*] [**metric-type** *type-value*] [**route-map** *map-name*]	（任意）強制的に OSPF ルーティング ドメインにデフォルト ルートを生成するように ASBR を設定します。パラメータはすべて任意です。
ステップ 6	**ip ospf name-lookup**	（任意）DNS 名検索を設定します。デフォルトはディセーブルです。
ステップ 7	**ip auto-cost reference-bandwidth** *ref-bw*	（任意）単一のルートをアドバタイズするアドレス範囲を指定します。このコマンドは、ABR だけに使用します。
ステップ 8	**distance ospf** {[**inter-area** *dist1*] [**inter-area** *dist2*] [**external** *dist3*]}	（任意）OSPF の距離の値を変更します。各タイプのルートのデフォルト距離は 110 です。指定できる範囲は 1 ～ 255 です。
ステップ 9	**passive-interface** *type number*	（任意）指定されたインターフェイス経由の hello パケットの送信を抑制します。
ステップ 10	**timers throttle spf** *spf-delay spf-holdtime spf-wait*	（任意）ルート計算タイマーを設定します。 • *spf-delay*：SPF 計算の変更を受信する間の遅延。指定できる範囲は 1 ～ 600000 ミリ秒です。 • *spf-holdtime*：最初と 2 番めの SPF 計算の間の遅延。指定できる範囲は 1 ～ 600000 ミリ秒です。 • *spf-wait*：SPF 計算の最大待機時間（ミリ秒）。指定できる範囲は 1 ～ 600000 ミリ秒です。
ステップ 11	**ospf log-adj-changes**	（任意）ネイバー ステートが変更されたとき、Syslog メッセージを送信します。
ステップ 12	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 13	**show ip ospf** [*process-id* [*area-id*]] **database**	特定のルータの OSPF データベースに関連する情報のリストを表示します。キーワード オプションの一部については、「OSPF のモニタ」（P.37-36）を参照してください。
ステップ 14	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

LSA グループ同期設定の変更

OSPF LSA グループ同期設定機能を使用すると、OSPF LSA をグループ化し、リフレッシュ、チェックサム、エージング機能の同期を取って、ルータをより効率的に使用することが可能となります。デフォルトでこの機能はイネーブルとなっています。デフォルトの同期インターバルは 4 分間です。通常は、このパラメータを変更する必要はありません。最適なグループ同期インターバルは、ルータがリフレッシュ、チェックサム、エージングを行う LSA 数に反比例します。たとえば、データベース内に約 10,000 個の LSA が格納されている場合は、同期設定インターバルを短くすると便利です。小さなデータベース（40 ～ 100 LSA）を使用する場合は、同期インターバルを長くし、10 ～ 20 分に設定してください。

OSPF LSA 同期を設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**router ospf** *process-id*	OSPF ルーティングをイネーブルにし、ルータ コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**timers lsa-group-pacing** *seconds*	LSA のグループ同期を変更します。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

デフォルト値に戻すには、**no timers lsa-group-pacing** ルータ コンフィギュレーション コマンドを使用します。

ループバック インターフェイスの設定

OSPF は、インターフェイスに設定されている最大の IP アドレスをルータ ID として使用します。このインターフェイスがダウンした場合、または削除された場合、OSPF プロセスは新しいルータ ID を再計算し、すべてのルーティング情報をそのルータのインターフェイスから再送信します。ループバック インターフェイスが IP アドレスによって設定されている場合、他のインターフェイスにより大きな IP アドレスがある場合でも、OSPF はこの IP アドレスをルータ ID として使用します。ループバック インターフェイスに障害は発生しないため、安定性は増大します。OSPF は他のインターフェイスよりもループバック インターフェイスを自動的に優先し、すべてのループバック インターフェイスの中で最大の IP アドレスを選択します。

ループバック インターフェイスを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface loopback 0**	ループバック インターフェイスを作成し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**ip address** *address mask*	このインターフェイスに IP アドレスを割り当てます。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show ip interface**	設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

ループバック インターフェイスをディセーブルにするには、**no interface loopback 0** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

OSPF のモニタ

IP ルーティング テーブル、キャッシュ、データベースの内容など、特定の統計情報を表示できます。

表 37-6 に、統計情報を表示するために使用する特権 EXEC コマンドの一部を示します。**show ip ospf database** 特権 EXEC コマンドのオプションおよび表示されるフィールドの詳細については、『*Cisco IOS IP Command Reference, Volume 2 of 3: Routing Protocols, Release 12.4*』を参照してください。

表 37-6　IP OSPF 統計情報の表示コマンド

コマンド	目的
show ip ospf [*process-id*]	OSPF ルーティング プロセスに関する一般的な情報を表示します。
show ip ospf [*process-id*] **database** [**router**] [*link-state-id*] **show ip ospf** [*process-id*] **database** [**router**] [**self-originate**] **show ip ospf** [*process-id*] **database** [**router**] [**adv-router** [*ip-address*]] **show ip ospf** [*process-id*] **database** [**network**] [*link-state-id*] **show ip ospf** [*process-id*] **database** [**summary**] [*link-state-id*] **show ip ospf** [*process-id*] **database** [**asbr-summary**] [*link-state-id*] **show ip ospf** [*process-id*] **database** [**external**] [*link-state-id*] **show ip ospf** [*process-id area-id*] **database** [**database-summary**]	OSPF データベースに関連する情報を表示します。
show ip ospf border-routes	内部の OSPF ルーティング ABR および ASBR テーブル エントリを表示します。
show ip ospf interface [*interface-name*]	OSPF に関連するインターフェイス情報を表示します。
show ip ospf neighbor [*interface-name*] [*neighbor-id*] **detail**	OSPF インターフェイス ネイバー情報を表示します。
show ip ospf virtual-links	OSPF に関連する仮想リンク情報を表示します。

EIGRP の設定

EIGRP は IGRP のシスコ独自の拡張バージョンです。EIGRP は IGRP と同じディスタンス ベクタ アルゴリズムおよび距離情報を使用しますが、EIGRP では収束性および動作効率が大幅に改善されています。

コンバージェンス技術には、Diffusing Update Algorithm（DUAL）と呼ばれるアルゴリズムが採用されています。DUAL を使用すると、ルート計算の各段階でループが発生しなくなり、トポロジの変更に関連するすべてのデバイスを同時に同期できます。トポロジ変更の影響を受けないルータは、再計算から除外されます。

IP EIGRP を導入すると、ネットワークの幅が広がります。RIP の場合、ネットワークの最大幅は 15 ホップです。EIGRP メトリックは数千ホップをサポートするほど大きいため、ネットワークを拡張するときに問題となるのは、トランスポート レイヤのホップ カウンタだけです。IP パケットが 15 台のルータを経由し、宛先方向のネクスト ホップが EIGRP によって取得されている場合にだけ、EIGRP は転送制御フィールドの値を増やします。RIP ルートを宛先へのネクスト ホップとして使用する場合、転送制御フィールドでは、通常どおり値が増加します。

EIGRP には次の機能があります。

- 高速コンバージェンス

- 差分更新：宛先のステートが変更された場合、ルーティング テーブルの内容全体を送信する代わりに差分更新を行い、EIGRP パケットに必要な帯域幅を最小化します。
- 低い CPU 使用率：受信ごとに完全更新パケットを処理する必要がないため、CPU 使用率が低下します。
- プロトコルに依存しないネイバー探索メカニズム：このメカニズムを使用しネイバー ルータに関する情報を取得します。
- Variable-Length Subnet Mask（VLSM; 可変長サブネット マスク）
- 任意のルート サマライズ
- 大規模ネットワークへの対応

EIGRP には次に示す 4 つの基本コンポーネントがあります。

- *ネイバー探索および回復*：直接接続されたネットワーク上の他のルータに関する情報を動的に取得するために、ルータで使用されるプロセスです。ネイバーが到達不能になる場合、または操作不能になった場合、ルータもこの情報を検出する必要があります。ネイバー探索および回復は、サイズの小さな hello パケットを定期的に送信することにより、わずかなオーバーヘッドで実現されます。hello パケットが受信されている限り、Cisco ISO ソフトウェアは、ネイバーが有効に機能していると学習します。このように判別された場合、ネイバー ルータはルーティング情報を交換できます。
- *信頼できるトランスポート プロトコル*：EIGRP パケットをすべてのネイバーに確実に、順序どおりに配信します。マルチキャストおよびユニキャスト パケットが混在する送信もサポートされます。EIGRP パケットには確実に送信する必要があるものと、そうでないものがあります。効率を高めるために、必要な場合だけ信頼性が確保されます。たとえば、マルチキャスト機能があるマルチアクセス ネットワーク（イーサネットなど）では、すべてのネイバーにそれぞれ hello パケットを確実に送信する必要はありません。したがって、EIGRP はパケットへの確認応答が不要であることを知らせる、レシーバー宛の情報をパケットに格納し、単一のマルチキャスト hello を送信します。他のタイプのパケット（アップデートなど）の場合は、確認応答（ACK パケット）を要求します。信頼性の高い伝送であれば、ペンディング中の未確認応答パケットがある場合、マルチキャスト パケットを迅速に送信できます。このため、リンク速度が変化する場合でも、コンバージェンス時間を短く保つことができます。
- *DUAL 有限状態マシン*：すべてのルート計算に関する決定プロセスを統合し、すべてのネイバーによってアドバタイズされたすべてのルートをトラッキングします。DUAL は距離情報（メトリックともいう）を使用して、効率的な、ループのないパスを選択し、さらに DUAL は適切な後継ルータに基づいて、ルーティング テーブルに挿入するルートを選択します。後継ルータは、宛先への最小コスト パス（ルーティング ループに関連しないことが保証されている）を持つ、パケット転送に使用されるネイバー ルータです。適切な後継ルータが存在しなくても、宛先にアドバタイズするネイバーが存在する場合は再計算が行われ、この結果、新しい後継ルータが決定されます。ルートの再計算に要する時間によって、コンバージェンス時間が変わります。再計算はプロセッサに負荷がかかるため、必要でない場合は、再計算しないようにしてください。トポロジが変更されると、DUAL は適切な後継ルータの有無を調べます。適切な後継ルータが存在する場合は、それらを探して使用し、不要な再計算を回避します。
- *プロトコル依存モジュール*：ネットワーク レイヤ プロトコル特有の作業を行います。たとえば、IP EIGRP モジュールは、IP でカプセル化された EIGRP パケットを送受信します。このモジュールは、EIGRP パケットを解析し、受信した新しい情報を DUAL に通知する作業を行います。EIGRP は DUAL にルーティング決定を行うように要求しますが、結果は IP ルーティング テーブルに格納されます。EIGRP は、他の IP ルーティング プロトコルによって取得したルートの再配信も行います。

ここでは、次の設定情報について説明します。

- 「EIGRP のデフォルト設定」（P.37-38）
- 「基本的な EIGRP パラメータの設定」（P.37-40）

- 「EIGRP インターフェイスの設定」（P.37-41）
- 「EIGRP ルート認証の設定」（P.37-42）
- 「EIGRP スタブ ルーティングの設定」（P.37-43）
- 「EIGRP のモニタリングおよびメンテナンス」（P.37-44）

（注）　EIGRP をイネーブルにするには、スイッチ上で IP サービス イメージが稼動している必要があります。

EIGRP のデフォルト設定

表 37-7 に、EIGRP のデフォルト設定を示します。

表 37-7　EIGRP のデフォルト設定

機能	デフォルト設定
自動サマリー	ディセーブル。クラスフル ネットワーク境界を通過するとき、この境界にサブプレフィクスはサマライズされません。
デフォルト情報	再配信中は外部ルートが許可され、EIGRP プロセス間でデフォルト情報が渡されます。
デフォルト メトリック	デフォルト メトリックなしで再配信できるのは、接続されたルートおよびインターフェイスのスタティック ルートだけです。デフォルト メトリックは次のとおりです。 • 帯域幅：0 kbps 以上。 • 遅延（10 マイクロ秒）：0 または 39.1 ナノ秒の倍数である任意の正の数値。 • 信頼性：0 ～ 255 の任意の数値（255 の場合は信頼性が 100%）。 • 負荷：0 ～ 255 の数値で表される有効帯域幅（255 の場合は 100% の負荷）。 • MTU：バイトで表されたルートの MTU サイズ（0 または任意の正の整数）。
距離	内部距離：90。 外部距離：170。
EIGRP のネイバー関係変更ログ	ディセーブル 隣接関係の変更はロギングされません。
IP 認証キーチェーン	認証なし。
IP 認証モード	認証なし。
IP 帯域幅比率	50%。
IP hello 間隔	低速の Nonbroadcast Multiaccess（NBMA; 非ブロードキャスト マルチアクセス）ネットワークの場合：60 秒、それ以外のネットワークの場合：5 秒。
IP ホールド タイム	低速の NBMA ネットワークの場合：180 秒、それ以外のネットワークの場合：15 秒。
IP スプリットホライズン	イネーブル。
IP サマリー アドレス	サマリー集約アドレスは未定義。
メトリック ウェイト	tos: 0。k1 および k3：1。k2、k4、および k5：0。

表 37-7　EIGRP のデフォルト設定 （続き）

機能	デフォルト設定
ネットワーク	指定なし。
NSF[1] 認識	IP サービス イメージを稼動しているスイッチでイネーブル。 レイヤ 3 スイッチでは、ハードウェアやソフトウェアの変更中に、隣接する NSF 対応ルータからのパケットを転送し続けることができます。
オフセットリスト	ディセーブル。
ルータ EIGRP	ディセーブル。
メトリック設定	ルート マップにはメトリック設定なし。
トラフィック共有	メトリックの比率に応じて配分。
差異	1（等価コスト ロード バランシング）。

1. NSF = Nonstop Forwarding

EIGRP ルーティング プロセスを作成するには、EIGRP をイネーブルにし、ネットワークを関連付ける必要があります。EIGRP は指定されたネットワーク内のインターフェイスにアップデートを送信します。インターフェイス ネットワークを指定しないと、どの EIGRP アップデートでもアドバタイズされません。

（注）ネットワーク上に IGRP 用に設定されているルータがあり、この設定を EIGRP に変更する場合は、IGRP と EIGRP の両方が設定された移行ルータを指定する必要があります。この場合は、この次の項に記載されているステップ 1 ～ 3 を実行してください（「スプリット ホライズンの設定」（P.37-25）も参照）。ルートを自動的に再配信するには、同じ AS 番号を使用する必要があります。

EIGRP NSF 認識

EIGRP NSF 認識機能は IP サービス イメージの IPv4 でサポートされています。ネイバー ルータが NSF 対応である場合、レイヤ 3 スイッチでは、ルータに障害が発生してプライマリ RP がバックアップ RP によって引き継がれる間、または処理を中断させずにソフトウェア アップグレードを行うためにプライマリ RP を手動でリロードしている間、ネイバー ルータからパケットを転送し続けます。

この機能をディセーブルにはできません。この機能の詳細については、次の URL の『*EIGRP Nonstop Forwarding (NSF) Awareness Feature Guide*』を参照してください。
http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/12_2t/12_2t15/feature/guide/ft_ensf.html

EIGRP NSF 対応

Cisco IOS Release 12.2(58)SE 以降のリリースでは、IP サービス イメージは EIGRP Cisco NSF ルーティングをサポートして、コンバージェンスを高速化し、トラフィック損失をなくします。この NSF 対応の詳細については、『*High Availability Configuration Guide, Cisco IOS XE Release 3S*』の「Configuring Nonstop Forwarding」の章を参照してください。

基本的な EIGRP パラメータの設定

EIGRP を設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。ルーティング プロセスの設定は必須ですが、それ以外のステップは任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**router eigrp** *autonomous-system number*	EIGRP ルーティング プロセスをイネーブルにし、ルータ コンフィギュレーション モードを開始します。AS 番号によって他の EIGRP ルータへのルートを特定し、ルーティング情報をタグ付けします。
ステップ 3	**network** *network-number*	ネットワークを EIGRP ルーティング プロセスに関連付けます。EIGRP は指定されたネットワーク内のインターフェイスにアップデートを送信します。
ステップ 4	**eigrp log-neighbor-changes**	（任意）EIGRP ネイバー関係変更のロギングをイネーブルにし、ルーティング システムの安定性をモニタします。
ステップ 5	**metric weights** *tos k1 k2 k3 k4 k5*	（任意）EIGRP メトリックを調整します。デフォルト値はほとんどのネットワークで適切に動作するよう入念に設定されていますが、調整することも可能です。 **注意**　メトリックを設定する作業は複雑です。熟練したネットワーク設計者の指導がない場合は、行わないでください。
ステップ 6	**offset list** [*access-list number* | *name*] {**in** | **out**} *offset* [*type number*]	（任意）オフセット リストをルーティング メトリックに適用し、EIGRP によって取得したルートへの着信および発信メトリックを増やします。アクセス リストまたはインターフェイスを使用し、オフセット リストを制限できます。
ステップ 7	**auto-summary**	（任意）ネットワークレベル ルートへのサブネット ルートの自動サマライズをイネーブルにします。
ステップ 8	**ip summary-address eigrp** *autonomous-system-number address mask*	（任意）サマリー集約を設定します。
ステップ 9	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 10	**show ip protocols**	設定を確認します。

ステップ 11	**show ip protocols**	設定を確認します。
		NSF 認識の場合、出力に次のように表示されます。
		`*** IP Routing is NSF aware ***`
		`EIGRP NSF enabled`

ステップ 12	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

機能をディセーブルにする場合、または設定をデフォルト値に戻す場合は、上記コマンドの **no** 形式を使用します。

EIGRP インターフェイスの設定

インターフェイスごとに、他の EIGRP パラメータを任意で設定できます。

EIGRP インターフェイスを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始し、設定するレイヤ 3 インターフェイスを指定します。
ステップ 3	**ip bandwidth-percent eigrp** *percent*	（任意）インターフェイスで EIGRP が使用できる帯域幅の割合を設定します。デフォルト値は 50% です。
ステップ 4	**ip summary-address eigrp** *autonomous-system-number address mask*	（任意）指定されたインターフェイスのサマリー集約アドレスを設定します（auto-summary がイネーブルの場合は、通常設定する必要はありません）。
ステップ 5	**ip hello-interval eigrp** *autonomous-system-number seconds*	（任意）EIGRP ルーティング プロセスの hello タイム インターバルを変更します。範囲は 1 ～ 65535 秒です。低速 NBMA ネットワークの場合のデフォルトは 60 秒、その他のすべてのネットワークでは 5 秒です。
ステップ 6	**ip hold-time eigrp** *autonomous-system-number seconds*	（任意）EIGRP ルーティング プロセスのホールド タイム インターバルを変更します。範囲は 1 ～ 65535 秒です。低速 NBMA ネットワークの場合のデフォルトは 180 秒、その他のすべてのネットワークでは 15 秒です。 **注意**　ホールド タイムを調整する前に、シスコのテクニカル サポートにお問い合わせください。
ステップ 7	**no ip split-horizon eigrp** *autonomous-system-number*	（任意）スプリット ホライズンをディセーブルにし、ルート情報が情報元インターフェイスからルータによってアドバタイズされるようにします。
ステップ 8	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 9	**show ip eigrp interface**	EIGRP がアクティブであるインターフェイス、およびそれらのインターフェイスに関連する EIGRP の情報を表示します。
ステップ 10	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

機能をディセーブルにする場合、または設定をデフォルト値に戻す場合は、上記コマンドの **no** 形式を使用します。

EIGRP ルート認証の設定

EIGRP ルート認証を行うと、EIGRP ルーティング プロトコルからのルーティング アップデートに関する MD5 認証が可能になり、承認されていない送信元から無許可または問題のあるルーティング メッセージを受け取ることがなくなります。

認証をイネーブルにするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始し、設定するレイヤ 3 インターフェイスを指定します。
ステップ 3	**ip authentication mode eigrp** *autonomous-system* **md5**	IP EIGRP パケットの MD5 認証をイネーブルにします。
ステップ 4	**ip authentication key-chain eigrp** *autonomous-system key-chain*	IP EIGRP パケットの認証をイネーブルにします。
ステップ 5	**exit**	グローバル コンフィギュレーション モードに戻ります。
ステップ 6	**key chain** *name-of-chain*	キー チェーンを識別し、キーチェーン コンフィギュレーション モードを開始します。ステップ 4 で設定した名前を指定します。
ステップ 7	**key** *number*	キーチェーン コンフィギュレーション モードで、キー番号を識別します。
ステップ 8	**key-string** *text*	キーチェーン コンフィギュレーション モードで、キー ストリングを識別します。
ステップ 9	**accept-lifetime** *start-time* {**infinite** | *end-time* | **duration** *seconds*}	（任意）キーを受信する期間を指定します。 *start-time* および *end-time* 構文には、*hh*:*mm*:*ss Month date year* または *hh*:*mm*:*ss date Month year* のいずれかを使用できます。デフォルトはデフォルトの *start-time* 以降、無制限です。指定できる最初の日付は 1993 年 1 月 1 日です。デフォルトの *end-time* および **duration** は **infinite** です。
ステップ 10	**send-lifetime** *start-time* {**infinite** | *end-time* | **duration** *seconds*}	（任意）キーを送信する期間を指定します。 *start-time* および *end-time* 構文には、*hh*:*mm*:*ss Month date year* または *hh*:*mm*:*ss date Month year* のいずれかを使用できます。デフォルトはデフォルトの *start-time* 以降、無制限です。指定できる最初の日付は 1993 年 1 月 1 日です。デフォルトの *end-time* および **duration** は **infinite** です。
ステップ 11	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 12	**show key chain**	認証キー情報を表示します。
ステップ 13	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

機能をディセーブルにする場合、または設定をデフォルト値に戻す場合は、上記コマンドの **no** 形式を使用します。

EIGRP スタブ ルーティングの設定

EIGRP スタブ ルーティング機能は、すべてのイメージで使用でき、エンド ユーザの近くにルーテッド トラフィックを移動することでリソースの利用率を低減させます。

（注）IP ベース イメージに含まれているのは EIGRP スタブ ルーティング機能だけです。この機能は、ルーティング テーブルからネットワークの他のスイッチに接続ルートまたは集約ルートをアドバタイズするだけです。スイッチはアクセス レイヤで EIGRP スタブ ルーティングを使用するため、その他の種類のルーティング アドバタイズを使用する必要がなくなります。拡張機能および完全な EIGRP ルーティングのために、スイッチは IP サービス イメージを実行している必要があります。IP ベース イメージが稼動しているスイッチで、マルチ VRF CE と EIGRP スタブ ルーティングを同時に設定しようとする場合、この設定は許可されません。IP ベース イメージは IPv6 EIGRP スタブ ルーティングをサポートしません。

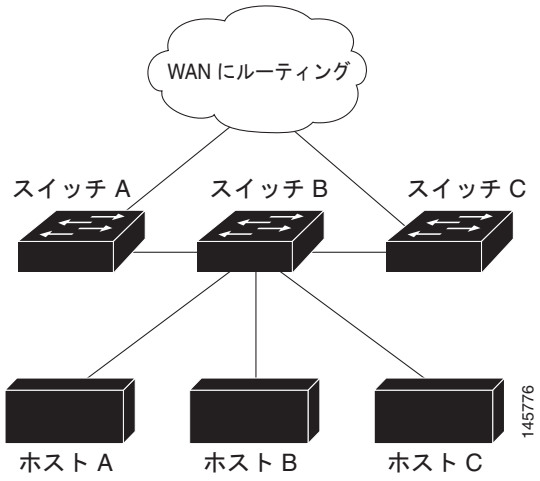
EIGRP スタブ ルーティングを使用するネットワークでは、ユーザへの IP トラフィックの許可ルートだけが EIGRP スタブ ルーティングを設定しているスイッチを通過します。スイッチは、ユーザ インターフェイスとして設定されているインターフェイスまたは他のデバイスに接続されているインターフェイスにルーテッド トラフィックを送信します。

EIGRP スタブ ルーティングを使用しているときは、EIGRP を使用してスイッチだけをスタブとして設定するように、分散ルータおよびリモート ルータを設定する必要があります。指定したルートだけがスイッチから伝播されます。スイッチは、サマリー、接続ルート、およびルーティング アップデートに対するすべてのクエリーに応答します。

スタブ ステータスを通知するパケットを受信するネイバーは、スタブ ルータのクエリーを実行せず、スタブ ピアを持つルータはそのピアのクエリーを実行しません。スタブ ルータは、分散ルータに依存してすべてのピアに適切なアップデートを送信します。

図 37-4 では、スイッチ B が EIGRP スタブ ルータとして設定されています。スイッチ A および C は残りの WAN に接続されています。スイッチ B は、接続ルート、スタティック ルート、再配信ルート、およびサマリー ルートをスイッチ A および C にアドバタイズします。スイッチ B は、スイッチ A から取得したルートをアドバタイズしません（その逆も同様）。

図 37-4　EIGRP スタブ ルータ設定



（注）　**eigrp stub** ルータ コンフィギュレーション コマンドを入力すると、**eigrp stub connected summary** コマンドだけが機能します。CLI ヘルプには **receive-only** および **static** キーワードが表示され、これらのキーワードを入力することができますが、IP ベース イメージを稼動するスイッチでは常に、**connected** および **summary** キーワードが設定されているかのように動作します。

EIGRP スタブ ルーティングの詳細については、Cisco.com にある『*Cisco IOS IP Configuration Guide, Volume 2 of 3: Routing Protocols, Release 12.4*』の「Configuring EIGRP Stub Routing」を参照してください。

EIGRP のモニタリングおよびメンテナンス

ネイバー テーブルからネイバーを削除できます。さらに、各種 EIGRP ルーティング統計情報を表示することもできます。表 37-8 に、ネイバー削除および統計情報表示用の特権 EXEC コマンドを示します。表示されるフィールドの詳細については、Cisco.com にある『*Cisco IOS IP Command Reference, Volume 2 of 3: Routing Protocols, Release 12.4*』を参照してください。

表 37-8　IP EIGRP の clear および show コマンド

コマンド	目的
clear ip eigrp neighbors [*if-address* | *interface*]	ネイバー テーブルからネイバーを削除します。
show ip eigrp interface [*interface*] [*as number*]	EIGRP 用に設定されたインターフェイスの情報を表示します。
show ip eigrp neighbors [*type-number*]	EIGRP によって検出されたネイバーを表示します。
show ip eigrp topology [*autonomous-system-number*] | [[*ip-address*] *mask*]]	指定されたプロセスの EIGRP トポロジ テーブルを表示します。
show ip eigrp traffic [*autonomous-system-number*]	すべてまたは特定の EIGRP プロセスの送受信パケット数を表示します。

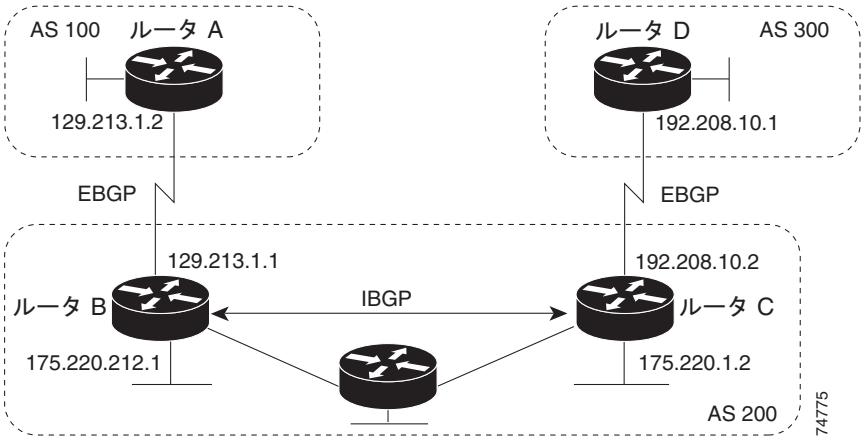
BGP の設定

BGP は、Exterior Gateway Protocol（EGP; 外部ゲートウェイ プロトコル）です。自律システム間で、ループの発生しないルーティング情報交換を保証するドメイン間ルーティング システムを設定するために使用されます。自律システムは、同じ管理下で動作して RIP や OSPF などの IGP を境界内で実行し、EGP を使用して相互接続されるルータで構成されます。BGP バージョン 4 は、インターネット内でドメイン間ルーティングを行うための標準 EGP です。このプロトコルは、RFC 1163、1267、および 1771 で規定されています。BGP の詳細については、『*Internet Routing Architectures*』（Cisco Press 刊）、および Cisco.com にある『*Cisco IOS IP and IP Routing Configuration Guide*』の「Configuring BGP」の章を参照してください。

BGP コマンドおよびキーワードの詳細については、Cisco.com にある『*Cisco IOS IP Command Reference, Volume 2 of 3: Routing Protocols, Release 12.4*』を参照してください。表示されているにもかかわらずスイッチでサポートされない BGP コマンドについては、付録 B「Cisco IOS Release 12.2(58)SE でサポートされていないコマンド」を参照してください。

BGP アップデートを交換する場合、同じ自律システムに属するルータは *Internal BGP*（IBGP; 内部 BGP）を実行し、異なる AS に属するルータは *External BGP*（EBGP; 外部 BGP）を実行します。大部分のコンフィギュレーション コマンドは、EBGP と IBGP で同じですが、ルーティング アップデートが AS 間で交換されるか（EBGP）、または AS 内で交換されるか（IBGP）という点で異なります。図 37-5 に、EBGP と IBGP の両方が稼動するネットワークを示します。

図 37-5　EBGP、IBGP、および複数の AS



外部 AS と情報を交換する前に、BGP は AS 内のルータ間で内部 BGP ピアリングを定義し、IGRP や OSPF など AS 内で稼動する IGP に BGP ルーティング情報を再配信して、AS 内のネットワークに到達することを確認します。

BGP ルーティング プロセスを実行するルータは、通常 BGP *スピーカー*と呼ばれます。BGP はトランスポート プロトコルとして TCP を使用します（特にポート 179）。ルーティング情報を交換するため相互に TCP 接続された 2 つの BGP スピーカーを、*ピア*または*ネイバー*と呼びます。図 37-5 では、ルータ A と B、ルータ B と C、およびルータ C と D がそれぞれ BGP ピアです。ルーティング情報は、宛先ネットワークへの完全パスを示す一連の AS 番号です。BGP はこの情報を使用し、ループのない自律システム マップを作成します。

このネットワークの特徴は次のとおりです。

- ルータ A および B では EBGP が、ルータ B および C では IBGP が稼動しています。EBGP ピアは直接接続されていますが、IBGP ピアは直接接続されていないことに注意してください。IGP が稼動し、2 つのネイバーが相互に到達する限り、IBGP ピアを直接接続する必要はありません。
- AS 内のすべての BGP スピーカーは、相互にピア関係を確立する必要があります。つまり、AS 内の BGP スピーカーは、論理的な完全メッシュ型に接続する必要があります。BGP4 は、論理的な完全メッシュに関する要求を軽減する 2 つの技術（*連合*および*ルート リフレクタ*）を提供します。
- AS 200 は AS 100 および AS 300 の *中継 AS* です。つまり、AS 200 は AS 100 と AS 300 間でパケットを転送するために使用されます。

BGP ピアは完全な BGP ルーティング テーブルを最初に交換し、差分更新だけを送信します。BGP ピアはキープアライブ メッセージ（接続が有効であることを確認）、および通知メッセージ（エラーまたは特殊条件に応答）を交換することもできます。

BGP の場合、各ルートはネットワーク番号、情報が通過した AS のリスト（*AS パス*）、および他の*パス属性*リストで構成されます。BGP システムの主な機能は、AS パスのリストに関する情報など、ネットワークの到達可能性情報を他の BGP システムと交換することです。この情報は、AS が接続されているかどうかを判別したり、ルーティング ループをプルーニングしたり、AS レベル ポリシー判断を行うために使用できます。

Cisco IOS が稼動しているルータまたはスイッチが IBGP ルートを選択または使用するのは、ネクストホップ ルータで使用可能なルートがあり、IGP から同期信号を受信している（IGP 同期がディセーブルの場合は除く）場合です。複数のルートが使用可能な場合、BGP は*属性*値に基づいてパスを選択します。BGP 属性の詳細については、「BGP 判断属性の設定」（P.37-53）を参照してください。

BGP バージョン 4 では Classless Interdomain Routing（CIDR; クラスレス ドメイン間ルーティング）がサポートされているため、集約ルートを作成してスーパーネットを構築し、ルーティング テーブルのサイズを削減できます。CIDR は、BGP 内部のネットワーク クラスの概念をエミュレートし、IP プレフィクスのアドバタイズメントをサポートします。

ここでは、次の設定情報について説明します。

BGP 設定の詳細については、『*Cisco IOS IP Configuration Guide, Release 12.4*』の「IP Routing Protocols」の章「Configuring BGP」を参照してください。特定コマンドの詳細については、『*Cisco IOS IP Command Reference, Volume 2 of 3: Routing Protocols, Release 12.4*』を参照してください。これらのマニュアルは Cisco.com から入手できます。

表示されているにもかかわらずスイッチでサポートされない BGP コマンドについては、付録 B「Cisco IOS Release 12.2(58)SE でサポートされていないコマンド」を参照してください。

BGP のデフォルト設定

表 37-9 に、BGP の基本的なデフォルト設定を示します。すべての特性のデフォルトについては、『*Cisco IOS IP Command Reference, Volume 2 of 3: Routing Protocols, Release 12.4*』の特定のコマンドを参照してください。

表 37-9　BGP のデフォルト設定

機能	デフォルト設定
集約アドレス	ディセーブル：未定義。
AS パス アクセス リスト	未定義。
自動サマリー	イネーブル。
最適パス	• ルータはルートを選択する場合に *AS パス*を考慮します。外部 BGP ピアからの類似ルートは比較されません。 • ルータ ID の比較：ディセーブル。

表 37-9　BGP のデフォルト設定 （続き）

機能	デフォルト設定
BGP コミュニティ リスト	• 番号：未定義。コミュニティ番号を示す特定の値を許可すると、許可されていないその他すべてのコミュニティ番号は、暗黙の拒否にデフォルト設定されます。 • フォーマット：シスコ デフォルト フォーマット（32 ビット番号）。
BGP 連合 ID/ ピア	• ID：未設定。 • ピア：識別なし。
BGP 高速外部フォールオーバー	イネーブル。
BGP ローカル初期設定	100. 指定できる範囲は 0 ～ 4294967295 です（大きな値を推奨）。
BGP ネットワーク	指定なし。バックドア ルートのアドバタイズメントなし。
BGP ルート ダンピング化	デフォルトでディセーブル。イネーブルの場合は、次のようになります。 • 半減期は 15 分。 • 再使用は 750（10 秒増分）。 • 抑制は 2000（10 秒増分）。 • 最大抑制時間は半減期の 4 倍（60 分）。
BGP ルータ ID	ループバック インターフェイスに IP アドレスが設定されている場合は、ループバック インターフェイスの IP アドレス、またはルータの物理インターフェイスに対して設定された最大の IP アドレス。
デフォルトの情報送信元（プロトコルまたはネットワーク再配信）	ディセーブル。
デフォルト メトリック	自動メトリック変換（組み込み）。
距離	• 外部ルート管理距離：20（有効値は 1 ～ 255）。 • 内部ルート管理距離：200（有効値は 1 ～ 255）。 • ローカル ルート管理距離：200（有効値は 1 ～ 255）。
ディストリビュート リスト	• 入力（アップデート中に受信されたネットワークをフィルタリング）：ディセーブル。 • 出力（アップデート中のネットワークのアドバタイズを抑制）：ディセーブル。
内部ルート再配信	ディセーブル。
IP プレフィクス リスト	未定義。
Multi Exit Discriminator（MED）	• 常に比較：ディセーブル。異なる AS 内のネイバーからのパスに対して、MED を比較しません。 • 最適パスの比較：ディセーブル。 • 最悪パスである MED の除外：ディセーブル。 • 決定的な MED 比較：ディセーブル。

表 37-9　BGP のデフォルト設定 （続き）

機能	デフォルト設定
ネイバー	• アドバタイズメント インターバル：外部ピアの場合は 30 秒、内部ピアの場合は 5 秒。 • ロギング変更：イネーブル。 • 条件付きアドバタイズメント：ディセーブル。 • デフォルト送信元：ネイバーに送信されるデフォルト ルートはなし。 • 説明：なし。 • ディストリビュート リスト：未定義。 • 外部 BGP マルチホップ：直接接続されたネイバーだけを許可。 • フィルタ リスト：使用しない。 • 受信したプレフィクスの最大数：制限なし。 • ネクスト ホップ（BGP ネイバーのネクスト ホップとなるルータ）：ディセーブル。 • パスワード：ディセーブル。 • ピア グループ：未定義。割り当てメンバなし。 • プレフィクス リスト：指定なし。 • リモート AS（ネイバー BGP テーブルへのエントリ追加）：ピア定義なし。 • プライベート AS 番号の削除：ディセーブル。 • ルート マップ：ピアへの適用なし。 • コミュニティ属性送信：ネイバーへの送信なし。 • シャットダウンまたはソフト再設定：ディセーブル。 • タイマー：キープアライブ：60 秒。ホールドタイム：180 秒。 • アップデート送信元：最適ローカル アドレス。 • バージョン：BGP バージョン 4。 • ウェイト：BGP ピアによって学習されたルート：0。ローカル ルータから取得されたルート：32768。
NSF[1] 認識	ディセーブル。レイヤ 3 スイッチでは、ハードウェアやソフトウェアの変更中に、隣接する NSF 対応ルータからのパケットを転送し続けることができます。 **（注）** NSF 認識は、グレースフル リスタートをイネーブルすることにより、IP サービス イメージを稼動しているスイッチの IPv4 に対してイネーブルにできます。
ルート リフレクタ	未設定。
同期化（BGP および IGP）	イネーブル。
テーブル マップ アップデート	ディセーブル。
タイマー	キープアライブ：60 秒。ホールドタイム：180 秒。

1. NSF = Nonstop Forwarding

NSF 認識

BGP NSF 認識機能は IP サービス イメージの IPv4 でサポートされています。BGP ルーティングでこの機能をイネーブルにするには、グレースフル リスタートをイネーブルにする必要があります。ネイバー ルータが NSF 対応で、この機能がイネーブルである場合、レイヤ 3 スイッチでは、ルータに障害

が発生してプライマリ RP がバックアップ RP によって引き継がれる間、または処理を中断させずにソフトウェア アップグレードを行うためにプライマリ RP を手動でリロードしている間、ネイバー ルータからパケットを転送し続けます。

詳細については、次の URL の『*BGP Nonstop Forwarding (NSF) Awareness Feature Guide*』を参照してください。
http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/12_2t/12_2t15/feature/guide/ftbgpnsf.html

BGP ルーティングのイネーブル化

BGP ルーティングをイネーブルにするには、BGP ルーティング プロセスを確立し、ローカル ネットワークを定義します。BGP はネイバーとの関係を完全に認識する必要があるため、BGP ネイバーも指定する必要があります。

BGP は、内部および外部の 2 種類のネイバーをサポートします。*内部ネイバー*は同じ AS 内に、*外部ネイバー*は異なる AS 内にあります。通常の場合、外部ネイバーは相互に隣接し、1 つのサブネットを共有しますが、内部ネイバーは同じ AS 内の任意の場所に存在します。

スイッチではプライベート AS 番号を使用できます。プライベート AS 番号は通常、サービス プロバイダーによって割り当てられ、ルートが外部ネイバーにアドバタイズされないシステムに設定されます。プライベート AS 番号の範囲は 64512 ～ 65535 です。AS パスからプライベート AS 番号を削除するように外部ネイバーを設定するには、**neighbor remove-private-as** ルータ コンフィギュレーション コマンドを使用します。この結果、外部ネイバーにアップデートを渡すとき、AS パス内にプライベート AS 番号が含まれている場合は、これらの番号が削除されます。

AS が別の AS からさらに別の AS にトラフィックを渡す場合は、アドバタイズメント対象のルートに矛盾が存在しないことが重要です。BGP がルートをアドバタイズしてから、ネットワーク内のすべてのルータが IGP を通してルートを学習した場合、AS は一部のルータがルーティングできなかったトラフィックを受信することがあります。このような事態を避けるため、BGP は IGP が AS に情報を伝播し、BGP が IGP と*同期化*されるまで、待機する必要があります。同期化は、デフォルトでイネーブルに設定されています。AS が特定の AS から別の AS にトラフィックを渡さない場合、または AS 内のすべてのルータで BGP が稼動している場合は、同期化をディセーブルにし、IGP 内で伝送されるルート数を少なくして、BGP がより短時間で収束するようにします。

（注）　BGP をイネーブルにするには、スイッチ上で IP サービス イメージが稼動している必要があります。

BGP ルーティングをイネーブルにして BGP ルーティング プロセスを確立し、ネイバーを指定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**ip routing**	IP ルーティングをイネーブルにします（IP ルーティングがディセーブルになっている場合にだけ必須）。
ステップ 3	**router bgp** *autonomous-system*	BGP ルーティング プロセスをイネーブルにして AS 番号を割り当て、ルータ コンフィギュレーション モードを開始します。指定できる AS 番号は 1 ～ 65535 です。64512 ～ 65535 は、プライベート AS 番号専用です。
ステップ 4	**network** *network-number* [**mask** *network-mask*] [**route-map** *route-map-name*]	この AS に対してローカルとなるようにネットワークを設定し、BGP テーブルにネットワークを格納します。

	コマンド	目的
ステップ 5	**neighbor** {*ip-address* | *peer-group-name*} **remote-as** *number*	BGP ネイバー テーブルに設定を追加し、IP アドレスによって識別されるネイバーが、指定された AS に属することを示します。 EBGP の場合、通常ネイバーは直接接続されており、IP アドレスは接続のもう一方の端におけるインターフェイスのアドレスです。 IBGP の場合、IP アドレスにはルータ インターフェイス内の任意のアドレスを指定できます。
ステップ 6	**neighbor** {*ip-address* | *peer-group-name*} **remove-private-as**	（任意）発信ルーティング アップデート内の AS パスからプライベート AS 番号を削除します。
ステップ 7	**no synchronization**	（任意）BGP と IGP の同期化をディセーブルにします。
ステップ 8	**auto-summary**	（任意）自動ネットワーク サマライズをイネーブルにします。デフォルトでは、IGP から BGP にサブネットが再配信された場合、ネットワーク ルートだけが BGP テーブルに追加されます。
ステップ 9	**bgp fast-external-fallover**	（任意）外部ネイバー間のリンクが切断された場合、BGP セッションを自動的にリセットします。デフォルトで、セッションは即座にリセットされません。
ステップ 10	**bgp graceful-restart**	（任意）NSF 認識をスイッチでイネーブルにします。NSF 認識はデフォルトではディセーブルです。
ステップ 11	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。

ステップ 12	**show ip bgp network** *network-number*
	または
	show ip bgp neighbor
		設定を確認します。
		NSF 認識（グレースフル リスタート）がネイバーでイネーブルにされていることを確認します。
		スイッチおよびネイバーで NSF 認識がイネーブルである場合は、次のメッセージが表示されます。
		`Graceful Restart Capability: advertised and received`
		スイッチで NSF 認識がイネーブルであり、ネイバーでディセーブルである場合は、次のメッセージが表示されます。
		`Graceful Restart Capability: advertised`

ステップ 13	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

BGP AS を削除するには、**no router bgp** *autonomous-system* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。BGP テーブルからネットワークを削除するには、**no network** *network-number* ルータ コンフィギュレーション コマンドを使用します。ネイバーを削除するには、**no neighbor** {*ip-address* | *peer-group-name*} **remote-as** *number* ルータ コンフィギュレーション コマンドを使用します。ネイバーにアップデート内のプライベート AS 番号を追加するには、**no neighbor** {*ip-address* | *peer-group-name*} **remove-private-as** ルータ コンフィギュレーション コマンドを使用します。同期化を再度イネーブルにするには、**synchronization** ルータ コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、図 37-5 に示されたルータ上で BGP を設定する例を示します。

ルータ A：

```
Switch(config)# router bgp 100
Switch(config-router)# neighbor 129.213.1.1 remote-as 200
```

ルータ B：

```
Switch(config)# router bgp 200
Switch(config-router)# neighbor 129.213.1.2 remote-as 100
Switch(config-router)# neighbor 175.220.1.2 remote-as 200
```

ルータ C：

```
Switch(config)# router bgp 200
Switch(config-router)# neighbor 175.220.212.1 remote-as 200
Switch(config-router)# neighbor 192.208.10.1 remote-as 300
```

ルータ D：

```
Switch(config)# router bgp 300
Switch(config-router)# neighbor 192.208.10.2 remote-as 200
```

BGP ピアが稼動していることを確認するには、**show ip bgp neighbors** 特権 EXEC コマンドを使用します。次に、ルータ A にこのコマンドを実行した場合の出力例を示します。

```
Switch# show ip bgp neighbors

BGP neighbor is 129.213.1.1, remote AS 200, external link
 BGP version 4, remote router ID 175.220.212.1
 BGP state = established, table version = 3, up for 0:10:59
 Last read 0:00:29, hold time is 180, keepalive interval is 60 seconds
 Minimum time between advertisement runs is 30 seconds
 Received 2828 messages, 0 notifications, 0 in queue
 Sent 2826 messages, 0 notifications, 0 in queue
 Connections established 11; dropped 10
```

state = established 以外の情報が出力された場合、ピアは稼動していません。リモート ルータ ID は、ルータ（または最大のループバック インターフェイス）上の最大の IP アドレスです。テーブルが新規情報でアップデートされるたびに、テーブルのバージョン番号は増加します。継続的にテーブル バージョン番号が増加している場合は、ルートがフラッピングし、ルーティング アップデートが絶えず発生しています。

外部プロトコルの場合、**network** ルータ コンフィギュレーション コマンドから IP ネットワークへの参照によって制御されるのは、アドバタイズされるネットワークだけです。これは、**network** コマンドを使用してアップデートの送信先を指定する IGP（EIGRP など）と対照的です。

BGP 設定の詳細については、『*Cisco IOS IP Configuration Guide, Release 12.4*』の「IP Routing Protocols」を参照してください。特定コマンドの詳細については、『*Cisco IOS IP Command Reference, Volume 2 of 3: Routing Protocols, Release 12.4*』を参照してください。表示されているにもかかわらずスイッチでサポートされない BGP コマンドについては、付録 B「Cisco IOS Release 12.2(58)SE でサポートされていないコマンド」を参照してください。

ルーティング ポリシー変更の管理

ピアのルーティング ポリシーには、着信または発信ルーティング テーブル アップデートに影響する可能性があるすべての設定が含まれます。BGP ネイバーとして定義された 2 台のルータは、BGP 接続を形成し、ルーティング情報を交換します。この後で BGP フィルタ、ウェイト、距離、バージョン、またはタイマーを変更する場合、または同様の設定変更を行う場合は、BGP セッションをリセットし、設定の変更を有効にする必要があります。

リセットには、ハード リセットとソフト リセットの 2 つのタイプがあります。事前に設定を行わなくても、ソフト リセットを使用できます。事前設定なしにソフト リセットを使用するには、両方の BGP ピアでソフト ルート リフレッシュ機能がサポートされていなければなりません。この機能は、ピアによって TCP セッションが確立されたときに送信される OPEN メッセージに格納されてアドバタイズされます。ソフト リセットを使用すると、BGP ルータ間でルート リフレッシュ要求およびルーティング情報を動的に交換したり、それぞれの発信ルーティング テーブルを後で再アドバタイズしたりできます。

- ソフト リセットによってネイバーから着信アップデートが生成された場合、このリセットは*ダイナミック着信ソフト リセット*といいます。
- ソフト リセットによってネイバーに一連のアップデートが送信された場合、このリセットは*発信ソフト リセット*といいます。

ソフト着信リセットが発生すると、新規着信ポリシーが有効になります。ソフト発信リセットが発生すると、BGP セッションがリセットされずに、新規ローカル発信ポリシーが有効になります。発信ポリシーのリセット中に新しい一連のアップデートが送信されると、新規着信ポリシーも有効になる場合があります。

表 37-10 に、ハード リセットとソフト リセットの利点および欠点を示します。

表 37-10　ハード リセットとソフト リセットの利点および欠点

リセット タイプ	利点	欠点
ハード リセット	メモリ オーバーヘッドが発生しません。	ネイバーから提供された BGP、IP、および Forwarding Information Base（FIB; 転送情報ベース）テーブルのプレフィクスが失われます。推奨しません。
発信ソフト リセット	ルーティング テーブル アップデートが設定、保管されません。	着信ルーティング テーブル アップデートがリセットされません。
ダイナミック着信ソフト リセット	BGP セッションおよびキャッシュがクリアされません。 ルーティング テーブル アップデートを保管する必要がなく、メモリ オーバーヘッドが発生しません。	両方の BGP ルータでルート リフレッシュ機能をサポートする必要があります。

BGP ピアがルート リフレッシュ機能をサポートするかどうかを学習して、BGP セッションをリセットするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**show ip bgp neighbors**	ネイバーがルート リフレッシュ機能をサポートするかどうかを表示します。サポートされている場合は、ルータに関する次のメッセージが表示されます。 *Received route refresh capability from peer*
ステップ 2	**clear ip bgp** {* | *address* | *peer-group-name*}	指定された接続上でルーティング テーブルをリセットします。 • すべての接続をリセットする場合は、アスタリスク（*）を入力します。 • 特定の接続をリセットする場合は、IP *アドレス*を入力します。 • ピア グループをリセットする場合は、ピア グループ名を入力します。

	コマンド	目的
ステップ 3	**clear ip bgp** {***** | *address* | *peer-group-name*} **soft out**	（任意）指定された接続上で着信ルーティング テーブルをリセットするには、発信ソフト リセットを実行します。このコマンドは、ルート リフレッシュがサポートされている場合に使用してください。 • すべての接続をリセットする場合は、アスタリスク（*）を入力します。 • 特定の接続をリセットする場合は、IP *アドレス*を入力します。 • ピア グループをリセットする場合は、ピア グループ名を入力します。
ステップ 4	**show ip bgp** **show ip bgp neighbors**	ルーティング テーブルおよび BGP ネイバーに関する情報をチェックし、リセットされたことを確認します。

BGP 判断属性の設定

BGP スピーカーが複数の AS から受信したアップデートが、同じ宛先に対して異なるパスを示している場合、BGP スピーカーはその宛先に到達する最適パスを 1 つ選択する必要があります。選択されたパスは BGP ルーティング テーブルに格納され、ネイバーに伝播されます。この判断は、アップデートに格納されている属性値、および BGP で設定可能な他の要因に基づいて行われます。

BGP ピアはネイバー AS からプレフィクスに対する 2 つの EBGP パスを学習するとき、最適パスを選択して IP ルーティング テーブルに挿入します。BGP マルチパス サポートがイネーブルで、同じネイバー AS から複数の EBGP パスを学習する場合、単一の最適パスの代わりに、複数のパスが IP ルーティング テーブルに格納されます。その後、パケット スイッチング中に、複数のパス間でパケット単位または宛先単位のロード バランシングが実行されます。**maximum-paths** ルータ コンフィギュレーション コマンドは、許可されるパス数を制御します。

これらの要因により、BGP が最適パスを選択するために属性を評価する順序が決まります。

1. パスで指定されているネクスト ホップが到達不能な場合、このアップデートは削除されます。BGP のネクスト ホップの属性（ソフトウェアによって自動判別される）は、宛先に到達するために使用されるネクスト ホップの IP アドレスです。EBGP の場合、通常このアドレスは **neighbor remote-as** ルータ コンフィギュレーション コマンドで指定されたネイバーの IP アドレスです。ネクスト ホップの処理をディセーブルにするには、ルート マップまたは **neighbor next-hop-self** ルータ コンフィギュレーション コマンドを使用します。
2. 最大ウェイトのパスを推奨します（シスコ独自のパラメータ）。ウェイト属性はルータにローカルであるため、ルーティング アップデートで伝播されません。デフォルトでは、ルータ送信元のパスに関するウェイト属性は 32768 で、それ以外のパスのウェイト属性は 0 です。最大ウェイトのルートを推奨します。ウェイトを設定するには、アクセス リスト、ルート マップ、または **neighbor weight** ルータ コンフィギュレーション コマンドを使用します。
3. ローカル初期設定値が最大のルートを推奨します。ローカル初期設定はルーティング アップデートに含まれ、同じ AS 内のルータ間で交換されます。ローカル初期設定属性のデフォルト値は 100 です。ローカル初期設定を設定するには、**bgp default local-preference** ルータ コンフィギュレーション コマンドまたはルート マップを使用します。
4. ローカル ルータ上で稼動する BGP から送信されたルートを推奨します。
5. AS パスが最短のルートを推奨します。
6. 送信元タイプが最小のルートを推奨します。内部ルートまたは IGP は、EGP によって学習されたルートよりも小さく、EGP で学習されたルートは、未知の送信元のルートまたは別の方法で学習されたルートよりも小さくなります。

7. 想定されるすべてのルートについてネイバー AS が同じである場合は、MED メトリック属性が最小のルートを推奨します。MED を設定するには、ルート マップまたは **default-metric** ルータ コンフィギュレーション コマンドを使用します。IBGP ピアに送信されるアップデートには、MED が含まれます。
8. 内部（IBGP）パスより、外部（EBGP）パスを推奨します。
9. 最も近い IGP ネイバー（最小の IGP メトリック）を通って到達できるルートを推奨します。ルータは、AS 内の最短の内部パス（BGP のネクスト ホップへの最短パス）を使用し、宛先に到達するためです。
10. 次の条件にすべて該当する場合は、このパスのルートを IP ルーティング テーブルに挿入してください。
    - 最適ルートと目的のルートがともに外部ルートである
    - 最適ルートと目的のルートの両方が、同じネイバー AS からのルートである
    - maximum-paths がイネーブルである
11. マルチパスがイネーブルでない場合は、BGP ルータ ID の IP アドレスが最小であるルートを推奨します。通常、ルータ ID はルータ上の最大の IP アドレスまたはループバック（仮想）アドレスですが、実装に依存することがあります。

同じ判断属性を設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**router bgp** *autonomous-system*	BGP ルーティング プロセスをイネーブルにして AS 番号を割り当て、ルータ コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**bgp best-path as-path ignore**	（任意）ルート選択中に AS パス長を無視するようにルータを設定します。
ステップ 4	**neighbor** {*ip-address* | *peer-group-name*} **next-hop-self**	（任意）ネクスト ホップ アドレスの代わりに使用される特定の IP アドレスを入力し、ネイバーへの BGP アップデートに関するネクスト ホップの処理をディセーブルにします。
ステップ 5	**neighbor** {*ip-address* | *peer-group-name*} **weight** *weight*	（任意）ネイバー接続にウェイトを割り当てます。指定できる値は 0 ～ 65535 です。最大ウェイトのルートを推奨します。別の BGP ピアから学習されたルートのデフォルト ウェイトは 0 です。ローカル ルータから送信されたルートのデフォルト ウェイトは 32768 です。
ステップ 6	**default-metric** *number*	（任意）推奨パスを外部ネイバーに設定するように MED メトリックを設定します。MED を持たないすべてのルータも、この値に設定されます。指定できる範囲は 1 ～ 4294967295 です。最小値を推奨します。
ステップ 7	**bgp bestpath med missing-as-worst**	（任意）MED がない場合は無限の値が指定されていると見なし、MED 値を持たないパスが最も望ましくないパスになるように、スイッチを設定します。
ステップ 8	**bgp always-compare med**	（任意）異なる AS 内のネイバーからのパスに対して、MED を比較するようにスイッチを設定します。デフォルトでは、MED は同じ AS 内のパス間でだけ比較されます。
ステップ 9	**bgp bestpath med confed**	（任意）連合内の異なるサブ AS によってアドバタイズされたパスから特定のパスを選択する場合に、MED を考慮するようにスイッチを設定します。
ステップ 10	**bgp deterministic med**	（任意）同じ AS 内の異なるピアによってアドバタイズされたルートから選択する場合に、MED 変数を考慮するようにスイッチを設定します。

	コマンド	目的
ステップ 11	**bgp default local-preference** *value*	（任意）デフォルトのローカル初期設定値を変更します。指定できる範囲は 0 ～ 4294967295 です。デフォルトは 100 です。最大のローカル初期設定値を推奨します。
ステップ 12	**maximum-paths** *number*	（任意）IP ルーティング テーブルに追加するパスの数を設定します。デフォルトでは、最適パスだけがルーティング テーブルに追加されます。指定できる範囲は 1 ～ 16 です。複数の値を指定すると、パス間のロード バランシングが可能になります（スイッチ ソフトウェアでは最大 32 の等価コスト ルーティングが許可されていますが、スイッチ ハードウェアはルートあたり 17 パス以上は使用しません）。
ステップ 13	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 14	**show ip bgp** **show ip bgp neighbors**	ルーティング テーブルおよび BGP ネイバーに関する情報をチェックし、リセットされたことを確認します。
ステップ 15	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

デフォルト ステートに戻すには、このコマンドの **no** 形式を使用します。

ルート マップによる BGP フィルタリングの設定

BGP 内でルート マップを使用すると、ルーティング情報を制御、変更したり、ルーティング ドメイン間でルートを再配信する条件を定義したりできます。ルート マップの詳細については、「ルート マップによるルーティング情報の再配信」（P.37-95）を参照してください。各ルート マップには、ルート マップを識別する名前（マップ タグ）およびオプションのシーケンス番号が付いています。

ルート マップを使用してネクスト ホップ処理をディセーブルにするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**route-map** *map-tag* [[**permit** | **deny**] | *sequence-number*]]	ルート マップを作成し、ルート マップ コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**set ip next-hop** *ip-address* [...*ip-address*] [**peer-address**]	（任意）ネクスト ホップ処理をディセーブルにするようにルート マップを設定します。 • 着信ルート マップの場合は、一致するルートのネクスト ホップをネイバー ピア アドレスに設定し、サードパーティのネクスト ホップを上書きします。 • BGP ピアの発信ルート マップの場合は、ネクスト ホップをローカル ルータのピア アドレスに設定して、ネクスト ホップ計算をディセーブルにします。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show route-map** [*map-name*]	設定を確認するため、設定されたすべてのルート マップ、または指定されたルート マップだけを表示します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

ルート マップを削除するには、**no route-map** *map-tag* コマンドを使用します。ネクスト ホップ処理を再びイネーブルにするには、**no set ip next-hop** *ip-address* コマンドを使用します。

ネイバーによる BGP フィルタリングの設定

BGP アドバタイズメントをフィルタリングするには、**as-path access-list** グローバル コンフィギュレーション コマンドや **neighbor filter-list** ルータ コンフィギュレーション コマンドなどの AS パス フィルタを使用します。**neighbor distribute-list** ルータ コンフィギュレーション コマンドとアクセス リストを併用することもできます。distribute-list フィルタはネットワーク番号に適用されます。**distribute-list** コマンドの詳細については、「ルーティング アップデートのアドバタイズメントおよび処理の制御」（P.37-103）を参照してください。

ネイバー単位でルート マップを使用すると、アップデートをフィルタリングしたり、各属性を変更したりできます。ルート マップは、着信アップデートまたは発信アップデートのいずれかに適用できます。ルート マップを渡すルートだけが、アップデート内で送信または許可されます。着信および発信の両方のアップデートで、AS パス、コミュニティ、およびネットワーク番号に基づくマッチングがサポートされています。AS パスのマッチングには **match as-path access-list** ルート マップ コマンド、コミュニティに基づくマッチングには **match community-list** ルート マップ コマンド、ネットワークに基づくマッチングには **ip access-list** グローバル コンフィギュレーション コマンドが必要です。

ネイバー単位のルート マップを適用するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**router bgp** *autonomous-system*	BGP ルーティング プロセスをイネーブルにして AS 番号を割り当て、ルータ コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**neighbor** {*ip-address* | *peer-group name*} **distribute-list** {*access-list-number* | *name*} {**in** | **out**}	（任意）アクセス リストの指定に従って、ネイバーに対して送受信される BGP ルーティング アップデートをフィルタリングします。 **（注）** **neighbor prefix-list** ルータ コンフィギュレーション コマンドを使用して、アップデートをフィルタリングすることもできますが、両方のコマンドを使用して同じ BGP ピアを設定できません。
ステップ 4	**neighbor** {*ip-address* | *peer-group name*} **route-map** *map-tag* {**in** | **out**}	（任意）ルート マップを適用し、着信または発信ルートをフィルタリングします。
ステップ 5	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 6	**show ip bgp neighbors**	設定を確認します。
ステップ 7	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

ネイバーからアクセス リストを削除するには、**no neighbor distribute-list** コマンドを使用します。ネイバーからルート マップを削除するには、**no neighbor route-map** *map-tag* ルータ コンフィギュレーション コマンドを使用します。

BGP AS パスに基づいて着信および発信の両方のアップデートにアクセス リスト フィルタを指定して、フィルタリングすることもできます。各フィルタは、正規表現に基づくアクセス リストです（正規表現の作成方法については、『*Cisco IOS Dial Technologies Command Reference, Release 12.4*』の付録「Regular Expressions」を参照してください）。この方法を使用するには、自律システム パスのアクセス リストを定義し、特定のネイバーに対して送受信されるアップデートに適用します。

BGP パス フィルタリングを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**ip as-path access-list** *access-list-number* {**permit** | **deny**} *as-regular-expressions*	BGP 関連アクセス リストを定義します。
ステップ 3	**router bgp** *autonomous-system*	BGP ルータ コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 4	**neighbor** {*ip-address* | *peer-group name*} **filter-list** {*access-list-number* | *name*} {**in** | **out** | **weight** *weight*}	アクセス リストに基づいて、BGP フィルタを確立します。
ステップ 5	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 6	**show ip bgp neighbors** [**paths** *regular-expression*]	設定を確認します。
ステップ 7	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

BGP フィルタリング用のプレフィクス リストの設定

neighbor distribute-list ルータ コンフィギュレーション コマンドを含む多数の BGP ルート フィルタリング コマンドでは、アクセス リストの代わりにプレフィクス リストを使用できます。プレフィクス リストを使用すると、大規模リストのロードおよび検索パフォーマンスが改善し、差分更新がサポートされ、CLI（コマンドライン インターフェイス）設定が簡素化され、柔軟性が増すなどの利点が生じます。

プレフィクス リストによるフィルタリングでは、アクセス リストの照合の場合と同様に、プレフィクス リストに記載されたプレフィクスとルートのプレフィクスが照合されます。一致が存在する場合は、一致したルートが使用されます。プレフィクスが許可されるか、または拒否されるかは、次に示すルールに基づいて決定されます。

- 空のプレフィクス リストはすべてのプレフィクスを許可します。
- 指定されたプレフィクスがプレフィクス リスト内のどのエントリとも一致しない場合は、暗黙の拒否が使用されます。
- 指定されたプレフィクスと一致するエントリがプレフィクス リスト内に複数存在する場合は、シーケンス番号が最小であるプレフィクス リスト エントリが識別されます。

デフォルトでは、シーケンス番号は自動生成され、5 ずつ増分します。シーケンス番号の自動生成をディセーブルにした場合は、エントリごとにシーケンス番号を指定する必要があります。シーケンス番号を指定する場合の増分値に制限はありません。増分値が 1 の場合は、このリストに追加エントリを挿入できません。増分値が大きい場合は、値がなくなることがあります。

コンフィギュレーション エントリを削除する場合は、シーケンス番号を指定する必要はありません。**show** コマンドの出力には、シーケンス番号が含まれます。

コマンド内でプレフィクス リストを使用する場合は、あらかじめプレフィクス リストを設定しておく必要があります。プレフィクス リストを作成したり、プレフィクス リストにエントリを追加したりするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**ip prefix-list** *list-name* [**seq** *seq-value*] **deny** | **permit** *network*/*len* [**ge** *ge-value*] [**le** *le-value*]	一致条件のために、アクセスを拒否（**deny**）または許可（**permit**）するプレフィクス リストを作成します。シーケンス番号を指定することもできます。少なくとも 1 つの **permit** コマンドまたは **deny** コマンドを入力する必要があります。 • *network*/*len* は、ネットワーク番号およびネットワーク マスクの長さ（ビット単位）です。 • （任意）**ge** および **le** の値は、照合するプレフィクス長の範囲を指定します。指定された *ge-value* および *le-value* は、次の条件を満たす必要があります。*len* < *ge-value* < *le-value* < 32
ステップ 3	**ip prefix-list** *list-name* **seq** *seq-value* **deny** | **permit** *network*/*len* [**ge** *ge-value*] [**le** *le-value*]	（任意）プレフィクス リストにエントリを追加し、そのエントリにシーケンス番号を割り当てます。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show ip prefix list** [**detail** | **summary**] *name* [*network*/*len*] [**seq** *seq-num*] [**longer**] [**first-match**]	プレフィクス リストまたはプレフィクス リスト エントリに関する情報を表示して、設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

プレフィクス リストまたはそのエントリをすべて削除する場合は、**no ip prefix-list** *list-name* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。プレフィクス リストから特定のエントリを削除する場合は、**no ip prefix-list seq** *seq-value* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。シーケンス番号の自動生成をディセーブルにするには **no ip prefix-list sequence number** コマンドを、自動生成を再びイネーブルにするには **ip prefix-list sequence number** コマンドを使用します。プレフィクス リスト エントリのヒット数テーブルをクリアするには、**clear ip prefix-list** 特権 EXEC コマンドを使用します。

BGP コミュニティ フィルタリングの設定

BGP コミュニティ フィルタリングは、COMMUNITIES 属性の値に基づいてルーティング情報の配信を制御する BGP の方法の 1 つです。この属性によって、宛先はコミュニティにグループ化され、コミュニティに基づいてルーティング判断が適用されます。この方法を使用すると、ルーティング情報の配信制御を目的とする BGP スピーカーの設定が簡単になります。

コミュニティは、共通するいくつかの属性を共有する宛先のグループです。各宛先は複数のコミュニティに属します。AS 管理者は、宛先が属するコミュニティを定義できます。デフォルトでは、すべての宛先が一般的なインターネット コミュニティに属します。コミュニティは、過渡的でグローバルな、オプションの COMMUNITIES 属性（1 ～ 4294967200）によって識別されます。事前に定義された既知のコミュニティの一部を、次に示します。

- **internet**：このルートをインターネット コミュニティにアドバタイズします。すべてのルータが所属します。
- **no-export**：EBGP ピアにこのルートをアドバタイズしません。
- **no-advertise**：どのピア（内部または外部）にもこのルートをアドバタイズしません。
- **local-as**：ローカルな AS 外部のピアにこのルートをアドバタイズしません。

コミュニティに基づき、他のネイバーに許可、送信、配信するルーティング情報を制御できます。BGP スピーカーは、ルートを学習、アドバタイズ、または再配信するときに、ルートのコミュニティを設定、追加、または変更します。ルートを集約すると、作成された集約内の COMMUNITIES 属性に、すべての初期ルートの全コミュニティが含まれます。

コミュニティ リストを使用すると、ルート マップの match ステートメントで使用されるコミュニティ グループを作成できます。さらに、アクセス リストの場合と同様、一連のコミュニティ リストを作成することもできます。ステートメントは一致が見つかるまでチェックされ、1 つのステートメントが満たされると、テストは終了します。

コミュニティに基づいて COMMUNITIES 属性および match コマンドを設定するには、「ルート マップによるルーティング情報の再配信」（P.37-95）に記載されている **match community-list** および **set community** ルート マップ コンフィギュレーション コマンドを参照してください。

デフォルトでは、COMMUNITIES 属性はネイバーに送信されません。COMMUNITIES 属性が特定の IP アドレスのネイバーに送信されるように指定するには、**neighbor send-community** ルータ コンフィギュレーション コマンドを使用します。

コミュニティ リストを作成、適用するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**ip community-list** *community-list-number* {**permit** | **deny**} *community-number*	コミュニティ リストを作成し、番号を割り当てます。 • *community-list-number* は 1 ～ 99 の整数です。この値は、コミュニティの許可または拒否グループを 1 つまたは複数識別します。 • *community-number* は、**set community** ルートマップ コンフィギュレーション コマンドで設定される番号です。
ステップ 3	**router bgp** *autonomous-system*	BGP ルータ コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 4	**neighbor** {*ip-address* | *peer-group name*} **send-community**	この IP アドレスのネイバーに送信する COMMUNITIES 属性を指定します。
ステップ 5	**set comm-list** *list-num* **delete**	（任意）ルート マップで指定された標準または拡張コミュニティ リストと一致する着信または発信アップデートのコミュニティ属性から、コミュニティを削除します。
ステップ 6	**exit**	グローバル コンフィギュレーション モードに戻ります。
ステップ 7	**ip bgp-community new-format**	（任意）AA:NN のフォーマットで、BGP コミュニティを表示、解析します。 BGP コミュニティは、2 つの部分からなる 2 バイト長フォーマットで表示されます。シスコのデフォルトのコミュニティ フォーマットは NNAA です。BGP に関する最新の RFC では、コミュニティは AA:NN の形式をとります。最初の部分は AS 番号で、その次の部分は 2 バイトの数値です。
ステップ 8	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 9	**show ip bgp community**	設定を確認します。
ステップ 10	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

BGP ネイバーおよびピア グループの設定

通常、BGP ネイバーの多くは同じアップデート ポリシー（同じ発信ルート マップ、配信リスト、フィルタ リスト、アップデート送信元など）を使用して設定されます。アップデート ポリシーが同じネイバーをピア グループにまとめると設定が簡単になり、アップデートの効率が高まります。多数のピアを設定した場合は、この方法を推奨します。

BGP ピア グループを設定するには、ピア グループを作成し、そこにオプションを割り当てて、ピア グループ メンバとしてネイバーを追加します。ピア グループを設定するには、**neighbor** ルータ コンフィギュレーション コマンドを使用します。デフォルトでは、ピア グループ メンバは remote-as（設定されている場合）、version、update-source、out-route-map、out-filter-list、out-dist-list、minimum-advertisement-interval、next-hop-self など、ピア グループの設定オプションをすべて継承します。すべてのピア グループ メンバは、ピア グループに対する変更を継承します。また、発信アップデートに影響しないオプションを無効にするように、メンバを設定することもできます。

各ネイバーに設定オプションを割り当てるには、ネイバーの IP アドレスを使用し、次に示すルータ コンフィギュレーション コマンドのいずれかを指定します。ピア グループにオプションを割り当てるには、ピア グループ名を使用し、いずれかのコマンドを指定します。**neighbor shutdown** ルータ コンフィギュレーション コマンドを使用すると、すべての設定情報を削除せずに、BGP ピアまたはピア グループをディセーブルにできます。

BGP ピアを設定するには、特権 EXEC モードで次のコマンドを使用します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**router bgp** *autonomous-system*	BGP ルータ コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**neighbor** *peer-group-name* **peer-group**	BGP ピア グループを作成します。
ステップ 4	**neighbor** *ip-address* **peer-group** *peer-group-name*	BGP ネイバーをピア グループのメンバにします。
ステップ 5	**neighbor** {*ip-address* | *peer-group-name*} **remote-as** *number*	BGP ネイバーを指定します。**remote-as** *number* を使用してピア グループが設定されていない場合は、このコマンドを使用し、EBGP ネイバーを含むピア グループを作成します。指定できる範囲は 1 ～ 65535 です。
ステップ 6	**neighbor** {*ip-address* | *peer-group-name*} **description** *text*	（任意）ネイバーに記述子を関連付けます。
ステップ 7	**neighbor** {*ip-address* | *peer-group-name*} **default-originate** [**route-map** *map-name*]	（任意）BGP スピーカー（ローカル ルータ）にネイバーへのデフォルト ルート 0.0.0.0 の送信を許可して、このルートがデフォルト ルートとして使用されるようにします。
ステップ 8	**neighbor** {*ip-address* | *peer-group-name*} **send-community**	（任意）この IP アドレスのネイバーに送信する COMMUNITIES 属性を指定します。
ステップ 9	**neighbor** {*ip-address* | *peer-group-name*} **update-source** *interface*	（任意）IBGP セッションに、TCP 接続に関するすべての操作インターフェイスの使用を許可します。
ステップ 10	**neighbor** {*ip-address* | *peer-group-name*} **ebgp-multihop**	（任意）ネイバーがセグメントに直接接続されていない場合でも、BGP セッションを使用可能にします。マルチホップ ピア アドレスへの唯一のルートがデフォルト ルート（0.0.0.0）の場合、マルチホップ セッションは確立されません。
ステップ 11	**neighbor** {*ip-address* | *peer-group-name*} **local-as** *number*	（任意）ローカル AS として使用する AS 番号を指定します。指定できる範囲は 1 ～ 65535 です。

	コマンド	目的
ステップ 12	**neighbor** {*ip-address* | *peer-group-name*} **advertisement-interval** *seconds*	（任意）BGP ルーティング アップデートを送信する最小インターバルを設定します。
ステップ 13	**neighbor** {*ip-address* | *peer-group-name*} **maximum-prefix** *maximum* [*threshold*]	（任意）ネイバーから受信できるプレフィクス数を制御します。指定できる範囲は 1 ～ 4294967295 です。*threshold*（任意）は、警告メッセージが生成される基準となる最大値（パーセント）です。デフォルト値は 75% です。
ステップ 14	**neighbor** {*ip-address* | *peer-group-name*} **next-hop-self**	（任意）ネイバー宛の BGP アップデートに関して、ネクスト ホップでの処理をディセーブルにします。
ステップ 15	**neighbor** {*ip-address* | *peer-group-name*} **password** *string*	（任意）TCP 接続での MD5 認証を BGP ピアに設定します。両方の BGP ピアに同じパスワードを設定する必要があります。そうしないと、BGP ピア間に接続が作成されません。
ステップ 16	**neighbor** {*ip-address* | *peer-group-name*} **route-map** *map-name* {**in** | **out**}	（任意）着信または発信ルートにルート マップを適用します。
ステップ 17	**neighbor** {*ip-address* | *peer-group-name*} **send-community**	（任意）この IP アドレスのネイバーに送信する COMMUNITIES 属性を指定します。
ステップ 18	**neighbor** {*ip-address* | *peer-group-name*} **timers** *keepalive holdtime*	（任意）ネイバーまたはピア グループ用のタイマーを設定します。 • *keepalive* インターバルは、キープアライブ メッセージがピアに送信される間隔です。指定できる範囲は 1 ～ 4294967295 秒です。デフォルトは 60 秒です。 • *holdtime* は、キープアライブ メッセージを受信しなかった場合、ピアが非アクティブと宣言されるまでのインターバルです。指定できる範囲は 1 ～ 4294967295 秒です。デフォルトは 180 秒です。
ステップ 19	**neighbor** {*ip-address* | *peer-group-name*} **weight** *weight*	（任意）ネイバーからのすべてのルートに関するウェイトを指定します。
ステップ 20	**neighbor** {*ip-address* | *peer-group-name*} **distribute-list** {*access-list-number* | *name*} {**in** | **out**}	（任意）アクセス リストの指定に従って、ネイバーに対して送受信される BGP ルーティング アップデートをフィルタリングします。
ステップ 21	**neighbor** {*ip-address* | *peer-group-name*} **filter-list** *access-list-number* {**in** | **out** | **weight** *weight*}	（任意）BGP フィルタを確立します。
ステップ 22	**neighbor** {*ip-address* | *peer-group-name*} **version** *value*	（任意）ネイバーと通信するときに使用する BGP バージョンを指定します。
ステップ 23	**neighbor** {*ip-address* | *peer-group-name*} **soft-reconfiguration inbound**	（任意）受信したアップデートの保管を開始するようにソフトウェアを設定します。
ステップ 24	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 25	**show ip bgp neighbors**	設定を確認します。
ステップ 26	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

既存の BGP ネイバーまたはネイバー ピア グループをディセーブルにするには、**neighbor shutdown** ルータ コンフィギュレーション コマンドを使用します。ディセーブル化されている既存のネイバーまたはネイバー ピア グループをイネーブルにするには、**no neighbor shutdown** ルータ コンフィギュレーション コマンドを使用します。

集約アドレスの設定

CIDR を使用すると、集約ルート（または*スーパーネット*）を作成して、ルーティング テーブルのサイズを最小化できます。BGP 内に集約ルートを設定するには、集約ルートを BGP に再配信するか、または BGP ルーティング テーブル内に集約エントリを作成します。BGP テーブル内に特定のエントリがさらに 1 つまたは複数存在する場合は、BGP テーブルに集約アドレスが追加されます。

ルーティング テーブル内に集約アドレスを作成するには、特権 EXEC モードで次のコマンドを使用します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**router bgp** *autonomous-system*	BGP ルータ コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**aggregate-address** *address mask*	BGP ルーティング テーブル内に集約エントリを作成します。集約ルートは AS からのルートとしてアドバタイズされます。情報が失われた可能性があることを示すため、アトミック集約属性が設定されます。
ステップ 4	**aggregate-address** *address mask* **as-set**	（任意）AS 設定パス情報を生成します。このコマンドは、この前のコマンドと同じルールに従う集約エントリを作成します。ただし、アドバタイズされるパスは、すべてのパスに含まれる全要素で構成される AS_SET です。多くのパスを集約するときは、このキーワードを使用しないでください。このルートは絶えず取り消され、更新されます。
ステップ 5	**aggregate-address** *address-mask* **summary-only**	（任意）サマリー アドレスだけをアドバタイズします。
ステップ 6	**aggregate-address** *address mask* **suppress-map** *map-name*	（任意）選択された、より具体的なルートを抑制します。
ステップ 7	**aggregate-address** *address mask* **advertise-map** *map-name*	（任意）ルート マップによって指定された設定に基づいて、集約を生成します。
ステップ 8	**aggregate-address** *address mask* **attribute-map** *map-name*	（任意）ルート マップで指定された属性を持つ集約を生成します。
ステップ 9	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 10	**show ip bgp neighbors** [**advertised-routes**]	設定を確認します。
ステップ 11	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

集約エントリを削除するには、**no aggregate-address** *address mask* ルータ コンフィギュレーション コマンドを使用します。オプションをデフォルト値に戻すには、キーワードを指定してコマンドを使用します。

ルーティング ドメイン連合の設定

IBGP メッシュを削減する方法の 1 つは、AS を複数のサブ AS に分割して、単一の AS として認識される単一の連合にグループ化することです。各 AS は内部で完全にメッシュ化されていて、同じ連合内の他の AS との間には数本の接続があります。異なる AS 内にあるピアでは EBGP セッションが使用されますが、ルーティング情報は IBGP ピアと同様な方法で交換されます。特に、ネクスト ホップ、MED、およびローカル初期設定情報が維持されるため、すべての AS で単一の IGP を使用できます。

BGP 連合を設定するには、AS システム グループの AS 番号として機能する連合 ID を指定する必要があります。

BGP 連合を設定するには、特権 EXEC モードで次のコマンドを使用します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**router bgp** *autonomous-system*	BGP ルータ コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**bgp confederation identifier** *autonomous-system*	BGP 連合 ID を設定します。
ステップ 4	**bgp confederation peers** *autonomous-system* [*autonomous-system ...*]	連合に属する AS、および特殊な EBGP ピアとして処理する AS を指定します。
ステップ 5	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 6	**show ip bgp neighbor** **show ip bgp network**	設定を確認します。
ステップ 7	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

BGP ルート リフレクタの設定

BGP では、すべての IBGP スピーカーを完全メッシュ構造にする必要があります。外部ネイバーからルートを受信したルータは、そのルートをすべての内部ネイバーにアドバタイズする必要があります。ルーティング情報のループを防ぐには、すべての IBGP スピーカーを接続する必要があります。内部ネイバーは、内部ネイバーから取得されたルートを他の内部ネイバーに送信しません。

ルート リフレクタを使用すると、取得されたルートをネイバーに渡す場合に他の方法が使用されるため、すべての IBGP スピーカーを完全メッシュ構造にする必要はありません。IBGP ピアを*ルート リフレクタ*に設定すると、その IBGP ピアは IBGP によって取得されたルートを一連の IBGP ネイバーに送信するようになります。ルート リフレクタの内部ピアには、*クライアント ピア*と*非クライアント ピア*（AS 内の他のすべてのルータ）の 2 つのグループがあります。ルート リフレクタは、これらの 2 つのグループ間でルートを反映させます。ルート リフレクタおよびそのクライアント ピアは、*クラスタ*を形成します。非クライアント ピアは相互に完全メッシュ構造にする必要がありますが、クライアント ピアはその必要はありません。クラスタ内のクライアントは、そのクラスタ外の IBGP スピーカーと通信しません。

アドバタイズされたルートを受信したルート リフレクタは、ネイバーに応じて、次のいずれかのアクションを実行します。

- EBGP スピーカーからのルートをすべてのクライアントおよび非クライアント ピアにアドバタイズします。
- 非クライアント ピアからのルートをすべてのクライアントにアドバタイズします。
- クライアントからのルートをすべてのクライアントおよび非クライアント ピアにアドバタイズします。したがって、クライアントを完全メッシュ構造にする必要はありません。

通常、クライアントのクラスタにはルート リフレクタが 1 つあり、クラスタはルート リフレクタのルータ ID で識別されます。冗長性を高めて、シングル ポイントでの障害を回避するには、クラスタに複数のルート リフレクタを設定する必要があります。このように設定した場合は、ルート リフレクタが同じクラスタ内のルート リフレクタからのアップデートを認識できるように、クラスタ内のすべてのルート リフレクタに同じクラスタ ID（4 バイト）を設定する必要があります。クラスタを処理するすべてのルート リフレクタは完全メッシュ構造にし、一連の同一なクライアント ピアおよび非クライアント ピアを設定する必要があります。

ルート リフレクタおよびクライアントを設定するには、特権 EXEC モードで次のコマンドを使用します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**router bgp** *autonomous-system*	BGP ルータ コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**neighbor** *ip-address* | *peer-group-name* **route-reflector-client**	ローカル ルータを BGP ルート リフレクタに、指定されたネイバーをクライアントに設定します。
ステップ 4	**bgp cluster-id** *cluster-id*	（任意）クラスタに複数のルート リフレクタが存在する場合、クラスタ ID を設定します。
ステップ 5	**no bgp client-to-client reflection**	（任意）クライアント間のルート反映をディセーブルにします。デフォルトでは、ルート リフレクタ クライアントからのルートは、他のクライアントに反映されます。ただし、クライアントが完全メッシュ構造の場合、ルート リフレクタはルートをクライアントに反映させる必要がありません。
ステップ 6	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 7	**show ip bgp**	設定を確認します。送信元の ID およびクラスタリスト属性を表示します。
ステップ 8	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

ルート ダンピング化の設定

ルート フラップ ダンピング化は、インターネットワーク内でフラッピング ルートの伝播を最小化するための BGP 機能です。ルートがフラッピングと見なされるのは、ルートが使用可能、使用不可能、使用可能、使用不可能のように、状態が継続的に変化する場合です。ルート ダンピング化がイネーブルの場合は、フラッピングしているルートに *penalty* 値が割り当てられます。ルートの累積ペナルティが設定された制限値に到達すると、ルートが稼動している場合であっても、BGP はルートのアドバタイズメントを抑制します。*再使用限度*は、ペナルティと比較される設定可能な値です。ペナルティが再使用限度より小さくなると、起動中の抑制されたルートのアドバタイズメントが再開されます。

IBGP によって取得されたルートには、ダンピング化が適用されません。このポリシーにより、IBGP ピアのペナルティが AS 外部のルートよりも大きくなることはありません。

BGP ルート ダンピング化を設定するには、特権 EXEC モードで次のコマンドを使用します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**router bgp** *autonomous-system*	BGP ルータ コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**bgp dampening**	BGP ルート ダンピング化をイネーブルにします。
ステップ 4	**bgp dampening** *half-life reuse suppress max-suppress* [**route-map** *map*]	（任意）ルート ダンピング化係数のデフォルト値を変更します。
ステップ 5	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 6	**show ip bgp flap-statistics** [{**regexp** *regexp*} | {**filter-list** *list*} | {*address mask* [**longer-prefix**]}]	（任意）フラッピングしているすべてのパスのフラップをモニタします。ルートの抑制が終了し、安定状態になると、統計情報が削除されます。
ステップ 7	**show ip bgp dampened-paths**	（任意）抑制されるまでの時間を含めて、ダンピングされたルートを表示します。

	コマンド	目的
ステップ 8	**clear ip bgp flap-statistics** [{**regexp** *regexp*} | {**filter-list** *list*} | {*address mask* [**longer-prefix**]}	（任意）BGP フラップ統計情報を消去して、ルートがダンピング化される可能性を小さくします。
ステップ 9	**clear ip bgp dampening**	（任意）ルート ダンピング情報を消去して、ルートの抑制を解除します。
ステップ 10	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

フラップ ダンピング化をディセーブルにするには、キーワードを指定しないで **no bgp dampening** ルータ コンフィギュレーション コマンドを使用します。ダンピング係数をデフォルト値に戻すには、値を指定して **no bgp dampening** ルータ コンフィギュレーション コマンドを使用します。

BGP のモニタおよびメンテナンス

特定のキャッシュ、テーブル、またはデータベースのすべての内容を削除できます。この作業は、特定の構造の内容が無効になる場合、または無効である疑いがある場合に必要となります。

BGP ルーティング テーブル、キャッシュ、データベースの内容など、特定の統計情報を表示できます。さらに、リソースの利用率を取得したり、ネットワーク問題を解決するための情報を使用したりすることもできます。さらに、ノードの到達可能性に関する情報を表示し、デバイスのパケットが経由するネットワーク内のパスを検出することもできます。

表 37-11 に、BGP を消去および表示するために使用する特権 EXEC コマンドを示します。表示されるフィールドの詳細については、Cisco.com にある『*Cisco IOS IP Command Reference, Volume 2 of 3: Routing Protocols, Release 12.4*』を参照してください。

表 37-11　IP BGP の clear および show コマンド

コマンド	目的
clear ip bgp *address*	特定の BGP 接続をリセットします。
clear ip bgp *	すべての BGP 接続をリセットします。
clear ip bgp peer-group *tag*	BGP ピア グループのすべてのメンバを削除します。
show ip bgp *prefix*	プレフィクスがアドバタイズされるピア グループ、またはピア グループに含まれないピアを表示します。ネクスト ホップやローカル プレフィクスなどのプレフィクス属性も表示されます。
show ip bgp cidr-only	サブネットおよびスーパーネット ネットワーク マスクを含むすべての BGP ルートを表示します。
show ip bgp community [*community-number*] [**exact**]	指定されたコミュニティに属するルートを表示します。
show ip bgp community-list *community-list-number* [**exact-match**]	コミュニティ リストで許可されたルートを表示します。
show ip bgp filter-list *access-list-number*	指定された AS パス アクセス リストによって照合されたルートを表示します。
show ip bgp inconsistent-as	送信元の AS と矛盾するルートを表示します。
show ip bgp regexp *regular-expression*	コマンドラインに入力された特定の正規表現と一致する AS パスを持つルートを表示します。
show ip bgp	BGP ルーティング テーブルの内容を表示します。
show ip bgp neighbors [*address*]	各ネイバーとの BGP 接続および TCP 接続に関する詳細情報を表示します。

表 37-11　IP BGP の clear および show コマンド（続き）

コマンド	目的
show ip bgp neighbors [*address*] [**advertised-routes** | **dampened-routes** | **flap-statistics** | **paths** *regular-expression* | **received-routes** | **routes**]	特定の BGP ネイバーから取得されたルートを表示します。
show ip bgp paths	データベース内のすべての BGP パスを表示します。
show ip bgp peer-group [*tag*] [**summary**]	BGP ピア グループに関する情報を表示します。
show ip bgp summary	すべての BGP 接続のステータスを表示します。

また、**bgp log-neighbor changes** ルータ コンフィギュレーション コマンドを使用し、BGP ネイバーをリセット、起動、またはダウンさせるときに生成されるメッセージのロギングをイネーブルにすることもできます。

ISO CLNS ルーティングの設定

International Organization for Standardization（ISO; 国際標準化機構）Connectionless Network Service（CLNS; コネクションレス型ネットワーク サービス）プロトコルは、Open System Interconnection（OSI; オープン システム インターコネクション）モデルのネットワーク層の規格です。ISO ネットワーク アーキテクチャ内のアドレスは、Network Service Access Point（NSAP; ネットワーク サービス アクセス ポイント）アドレスおよび Network Entity Title（NET; ネットワーク エンティティ タイトル）と呼びます。OSI ネットワーク内の各ノードには、1 つまたは複数の NET があります。また、各ノードには多数の NSAP アドレスがあります。

clns routing グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用してスイッチ上のコネクションレス型のルーティングをイネーブルにすると、スイッチは転送先だけを決定し、ルーティング関連機能は実行しません。ダイナミック ルーティングの場合、ルーティング プロトコルもイネーブルにする必要があります。スイッチは、CLNS ネットワークの OSI ルーティング プロトコルに基づく Intermediate System-to-Intermediate System（IS-IS; 中継システム間の連携）ダイナミック ルーティング プロトコルをサポートします。

ダイナミック ルーティングでは、IS-IS を使用します。このルーティング プロトコルは、*エリア*の概念をサポートします。エリア内では、すべてのルータがすべてのシステム ID への到達方法を認識しています。エリア間では、ルータは適切なエリアへの到達方法を認識しています。IS-IS は、*ステーション ルーティング*（エリア内）と*エリア ルーティング*（エリア間）の 2 つのルーティング レベルをサポートします。

ISO IGRP と IS-IS NSAP のアドレス指定方式における重要な違いは、エリア アドレスの定義にあります。両方とも、レベル 1 ルーティング（エリア内ルーティング）のシステム ID を使用します。ただし、アドレスをエリア ルーティング用に指定する方式が異なります。ISO IGRP NSAP アドレスには、ルーティング用の 3 つの異なるフィールド（*domain*、*area*、および *system ID*）が含まれます。IS-IS アドレスには、単一の連続した *area* フィールド（ドメインおよびエリア フィールドを構成）と *system ID* の 2 つのフィールドがあります。

（注）　ISO CLNS の詳細については、『*Cisco IOS Apollo Domain, Banyan VINES, DECnet, ISO CLNS and XNS Configuration Guide, Release 12.4*』を参照してください。この章で使用するコマンドの構文および使用方法の詳細については、『*Cisco IOS Apollo Domain, Banyan VINES, DECnet, ISO CLNS and XNS Command Reference, Release 12.4*』を参照するか、IOS コマンド リファレンス マスター インデックスを使用するか、オンライン検索を行ってください。

IS-IS ダイナミック ルーティングの設定

IS-IS は、ISO のダイナミック ルーティング プロトコル（ISO 105890 を参照）です。他のルーティング プロトコルとは異なり、IS-IS のイネーブル化では、作成した IS-IS ルーティング プロセスをネットワークではなく、特定のインターフェイスに割り当てる必要があります。マルチエリア IS-IS コンフィギュレーション構文を使用することにより、レイヤ 3 スイッチまたはルータごとに複数の IS-IS ルーティング プロセスを指定できます。次に、IS-IS ルーティング プロセスの各インスタンスにパラメータを設定します。

小規模な IS-IS ネットワークは、すべてのルータがネットワーク内に含まれる単一のエリアとして確立されます。通常、ネットワークの拡大に伴って、すべてのエリアから接続された（次にローカル エリアに接続される）レベル 2 の一連のルータで構成されたバックボーン エリアに再構成されます。ローカル エリア内では、ルータはすべてのシステム ID への到達方法を認識しています。エリア間では、ルータはバックボーンへの到達方法を、バックボーン ルータはその他のエリアへの到達方法を認識します。

ルータはローカル エリア内のルーティング（ステーション ルーティング）を実行するために、レベル 1 の隣接関係を確立します。ルータはレベル 1 エリア間のルーティング（エリア ルーティング）を実行するために、レベル 2 の隣接関係を確立します。

単一の Cisco ルータは、最大 29 エリアのルーティングに参加でき、バックボーンでレベル 2 ルーティングを実行できます。通常、各ルーティング プロセスは 1 つのエリアに対応付けられます。デフォルトでは、設定済みのルーティング プロセスの最初のインスタンスはレベル 1 およびレベル 2 の両方のルーティングを実行します。これ以外にもルータ インスタンスを設定できますが、これは自動的にレベル 1 エリアとして処理されます。IS-IS ルーティング プロセスの各インスタンスに個別にパラメータを設定する必要があります。

IS-IS マルチエリア ルーティングの場合、レベル 2 ルーティングを実行するよう設定できるのは 1 つのプロセスに限られますが、各シスコ ユニットには最大 29 のレベル 1 エリアを定義できます。任意のプロセスでレベル 2 ルーティングが設定されている場合、それ以外のすべてのプロセスはレベル 1 として自動設定されます。このプロセスには、同時にレベル 1 ルーティングを実行するように設定できます。レベル 2 ルーティングがルータ インスタンスとして望ましくない場合、**is-type** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用して、レベル 2 機能を削除します。また、レベル 2 ルータとして異なるルータ インスタンスを設定する場合にも、**is-type** コマンドを使用します。

（注）　IS-IS の詳細については、『*Cisco IOS IP Configuration Guide, Release 12.4*』の「IP Routing Protocols」の章を参照してください。ここで使用するコマンドの構文および使用方法の詳細については、『*Cisco IOS IP Command Reference, Release 12.4*』を参照してください。

ここでは、IS-IS ルーティングの設定方法を簡単に説明します。内容は次のとおりです。

IS-IS のデフォルト設定

表 37-12 に、IS-IS のデフォルト設定を示します。

表 37-12　IS-IS のデフォルト設定

機能	デフォルト設定
Link-State PDU（LSP）エラーを無視	イネーブル。
IS-IS タイプ	従来型 IS-IS：ルータはレベル 1（ステーション）およびレベル 2（エリア）の両方のルータとして動作します。 マルチエリア IS-IS：IS-IS ルーティング プロセスの最初のインスタンスはレベル 1 ～ 2 ルータです。その他のインスタンスは、レベル 1 ルータです。
デフォルト情報送信元	ディセーブル。
IS-IS 隣接ステート変更のログ	ディセーブル。
LSP 生成スロットリング タイマー	2 つの連続する LSP 生成間の最大インターバル：5 秒。 最初の LSP 生成遅延：50 ミリ秒。 最初と 2 番めの LSP 生成間のホールド タイム：5000 ミリ秒。
LSP 最大ライフタイム（リフレッシュなし）	LSP パケットが削除されるまで 1200 秒（20 分）。
LSP リフレッシュ インターバル	LSP リフレッシュを 900 秒（15 分）ごとに送信します。
最大 LSP パケット サイズ	1497 バイト。
NSF 認識[1] （Cisco IOS Release 12.2(25)SEG 以降）	イネーブル レイヤ 3 スイッチでは、ハードウェアやソフトウェアの変更中に、隣接する NSF 対応ルータからのパケットを転送し続けることができます。
Partial route computation（PRC; 部分的なルート計算）スロットリング タイマー	最大 PRC 待機インターバル：5 秒。 トポロジ変更後の最初の PRC 計算遅延：2000 ミリ秒。 最初と 2 番めの RPC 計算間のホールド タイム：5000 ミリ秒。
パーティション回避	ディセーブル。
パスワード	エリアまたはドメイン パスワードは定義されません。認証はディセーブルです。
Set-overload-bit	ディセーブル。イネーブルの場合に引数が入力されなければ、過負荷ビットが即座に設定され、**no set-overload-bit** コマンドを入力するまで設定されたままになります。
SPF スロットリング タイマー	連続する SFP 間の最大インターバル：10 秒。 トポロジ変更後の最初の SFP 計算：5500 ミリ秒。 最初と 2 番めの SFP 計算間のホールド タイム：5500 ミリ秒。
サマリー アドレス	ディセーブル。

1. NSF = Nonstop Forwarding。

NSF 認識

統合型 IS-IS NSF 認識機能は IPv4 でサポートされています。この機能により、NSF アウェアである Customer-Premises Equipment（CPE; 顧客宅内機器）ルータが、NSF 対応のルータにパケットの NSF を実行させることができます。ローカル ルータは NSF を必ずしも実行する必要はありませんが、その NSF 認識により、隣接する NSF 対応ルータ上のルーティング データベースおよびリンクステート データベースの統合および整合性を、スイッチオーバー プロセスの間維持できます。

この機能は自動的にイネーブルになるため、設定は必要ありません。この機能の詳細については、次の URL の『*Integrated IS-IS Nonstop Forwarding (NSF) Awareness Feature Guide*』を参照してください。
http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/12_2t/12_2t15/feature/guide/isnsfawa.html

IS-IS ルーティングのイネーブル化

IS-IS をイネーブルにするには、各ルーティング プロセスの名前および NET を指定します。次に、インターフェイス上で IS-IS ルーティングをイネーブルにして、ルーティング プロセスの各インスタンスにエリアを指定します。

IS-IS をイネーブルにして、IS-IS ルーティング プロセスの各インスタンスにエリアを指定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**clns routing**	スイッチ上で ISO のコネクションレス ルーティングをイネーブルに設定します。
ステップ 3	**router isis** [*area tag*]	指定されたルーティング プロセスで IS-IS ルーティングをイネーブルにして、IS-IS ルーティング コンフィギュレーション モードを開始します。 （任意）*area tag* 引数を使用して、IS-IS ルータが割り当てられるエリアを特定します。複数の IS-IS エリアを設定する場合は、値を入力する必要があります。 設定された最初の IS-IS は、デフォルトでレベル 1 ～ 2 です。それ以降のインスタンスは、自動的にレベル 1 となります。**is-type** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用すると、ルーティング レベルを変更できます。
ステップ 4	**net** *network-entity-title*	ルーティング プロセスの NET を設定します。マルチエリア IS-IS を設定する場合は、ルーティング プロセスごとに NET を指定します。NET およびアドレスの名前を指定できます。
ステップ 5	**is-type** {**level-1** | **level-1-2** | **level-2-only**}	（任意）レベル 1（ステーション）ルータ、マルチエリア ルーティング用のレベル 2（エリア）ルータ、またはその両方（デフォルト）として機能するように、ルータを設定できます。 • **level-1**：ステーション ルータとしてだけ機能します。 • **level-1-2**：ステーション ルータおよびエリア ルータの両方として機能します。 • **level 2**：エリア ルータとしてだけ機能します。
ステップ 6	**exit**	グローバル コンフィギュレーション モードに戻ります。
ステップ 7	**interface** *interface-id*	IS-IS をルーティングするインターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。インターフェイスがレイヤ 3 インターフェイスとして設定されていない場合、**no switchport** コマンドを入力して、インターフェイスをレイヤ 3 モードにします。
ステップ 8	**ip router isis** [*area tag*]	インターフェイスの ISO CLNS に IS-IS ルーティング プロセスを設定し、ルーティング プロセスにエリア指定を付加します。
ステップ 9	**clns router isis** [*area tag*]	インターフェイスの CLNS ISO をイネーブルにします。

	コマンド	目的
ステップ 10	**ip address** *ip-address-mask*	インターフェイスの IP アドレスを定義します。いずれか 1 つのインターフェイスが IS-IS ルーティング用に設定されている場合、IS-IS 対応エリアのすべてのインターフェイスに IP アドレスが必要となります。
ステップ 11	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 12	**show isis** [*area tag*] **database detail**	設定を確認します。
ステップ 13	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

IS-IS ルーティングをディセーブルにするには、**no router isis** *area-tag* ルータ コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、IP ルーティング プロトコルとして従来型 IS-IS を実行するように、3 つのルータを設定する例を示します。従来型 IS-IS では、すべてのルータがレベル 1 およびレベル 2 ルータとして機能します（デフォルト）。

ルータ A

```
Switch(config)# clns routing
Switch(config)# router isis
Switch(config-router)# net 49.0001.0000.0000.000a.00
Switch(config-router)# exit
Switch(config)# interface gigabitethernet0/1
Switch(config-if)# ip router isis
Switch(config-if)# clns router isis
Switch(config)# interface gigabitethernet0/2
Switch(config-if)# ip router isis
Switch(config-if)# clns router isis
Switch(config-router)# exit
```

ルータ B

```
Switch(config)# clns routing
Switch(config)# router isis
Switch(config-router)# net 49.0001.0000.0000.000b.00
Switch(config-router)# exit
Switch(config)# interface gigabitethernet0/1
Switch(config-if)# ip router isis
Switch(config-if)# clns router isis
Switch(config)# interface gigabitethernet0/2
Switch(config-if)# ip router isis
Switch(config-if)# clns router isis
Switch(config-router)# exit
```

ルータ C

```
Switch(config)# clns routing
Switch(config)# router isis
Switch(config-router)# net 49.0001.0000.0000.000c.00
Switch(config-router)# exit
Switch(config)# interface gigabitethernet0/1
Switch(config-if)# ip router isis
Switch(config-if)# clns router isis
Switch(config)# interface gigabitethernet0/2
Switch(config-if)# ip router isis
Switch(config-if)# clns router isis
Switch(config-router)# exit
```

IS-IS グローバル パラメータの設定

次に、任意で設定可能な一部の IS-IS グローバル パラメータについて説明します。

- ルート マップにより制御されるデフォルト ルートを設定して、デフォルト ルートを強制的に IS-IS ルーティング ドメイン内に設定できます。また、ルート マップで設定可能なその他のフィルタリング オプションも指定できます。
- 内部チェックサム エラーとともに受信された IS-IS LSP を無視するように、または破壊された LSP を消去して、LSP のイニシエータがそれを再生するように、ルータを設定できます。
- エリアおよびドメインには、パスワードを割り当てることができます。
- ルーティング テーブルでサマリー アドレス（route-summarization）により表示される集約アドレスを作成できます。他のルーティング プロトコルから学習されたルートも、集約できます。サマリーのアドバタイズに使用されるメトリックは、すべての特定ルート中の最小のメトリックとなります。
- 過負荷ビットを設定できます。
- LSP リフレッシュ インターバルおよびリフレッシュなしで LSP がルータ データベース内に存続できる最大時間を設定できます。
- LSP 生成、SPF 計算、および PRC 計算のスロットリング タイマーを設定できます。
- IS-IS 隣接ステートが変更（アップまたはダウン）した場合に、ログ メッセージを生成するようにスイッチを設定できます。
- ネットワーク内のリンクで MTU サイズが 1500 バイト未満である場合、LSP MTU を小さくすることにより、ルーティングを引き続き実行するようにできます。
- partition avoidance ルータ コンフィギュレーション コマンドにより、レベル 1 ～ 2 境界ルータ、隣接するレベル 1 ルータ、またはエンド ホスト間ですべての回線が切断された場合にエリアが分割されないようにできます。

IS-IS パラメータを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**clns routing**	スイッチ上で ISO のコネクションレス ルーティングをイネーブルに設定します。
ステップ 3	**router isis**	IS-IS ルーティング プロトコルを指定して、ルータ コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 4	**default-information originate** [**route-map** *map-name*]	（任意）IS-IS ルーティング ドメイン内にデフォルト ルートを強制的に設定します。**route-map** *map-name* を入力した場合に、ルート マップが満たされていると、ルーティング プロセスではデフォルト ルートが生成されます。
ステップ 5	**ignore-lsp-errors**	（任意）内部チェックサム エラーを含む LSP を消去するのではなく、無視するようルータを設定します。このコマンドはデフォルトでイネーブルです（破壊された LSP は廃棄されます）。破壊された LSP を消去するには、**no ignore-lsp-errors** ルータ コンフィギュレーション コマンドを入力します
ステップ 6	**area-password** *password*	（任意）レベル 1（ステーション ルータ レベル）の LSP に挿入されるエリア認証パスワードを設定します。
ステップ 7	**domain-password** *password*	（任意）レベル 2（エリア ルータ レベル）の LSP に挿入されるルーティング ドメイン認証パスワードを設定します。

	コマンド	目的
ステップ 8	**summary-address** *address mask* [**level-1** | **level-1-2** | **level-2**]	（任意）所定のレベルのアドレスのサマリーを作成します。
ステップ 9	**set-overload-bit** [**on-startup** {*seconds* | **wait-for-bgp**}]	（任意）ルータに問題がある場合に、他のルータが SFP 計算でこのルータを無視するように、過負荷ビット（hippity ビット）を設定します。 • （任意）**on-startup**：起動時だけ過負荷ビットを設定します。**on-startup** を指定しない場合、過負荷ビットが即座に設定され、**no set-overload-bit** コマンドを入力するまで設定されたままになります。**on-startup** が指定された場合、秒数または **wait-for-bgp** を入力する必要があります。 • *seconds*：**on-startup** キーワードが設定されている場合、システム起動時に過負荷ビットが設定されて、この秒数の間設定されたままになります。指定できる範囲は 5 ～ 86400 秒です。 • **wait-for-bgp**：**on-startup** キーワードが設定されている場合、システム起動時に過負荷ビットが設定されて、BGP が収束するまで設定されたままになります。BGP が収束されたことが IS-IS に通知されない場合、IS-IS は 10 分後に過負荷ビットをオフにします。
ステップ 10	**lsp-refresh-interval** *seconds*	（任意）LSP リフレッシュ インターバルを秒単位で設定します。指定できる範囲は 1 ～ 65535 秒です。デフォルトでは、LSP リフレッシュを 900 秒（15 分）ごとに送信します。
ステップ 11	**max-lsp-lifetime** *seconds*	（任意）LSP パケットがリフレッシュされずにルータ データベース内に存続する最大時間を設定します。指定できる範囲は 1 ～ 65535 秒です。デフォルトは 1200 秒（20 分）です。指定されたインターバルが経過すると、LSP パケットは削除されます。
ステップ 12	**lsp-gen-interval** [**level-1** | **level-2**] *lsp-max-wait* [*lsp-initial-wait lsp-second-wait*]	（任意）IS-IS 生成スロットリング タイマーを設定します。 • *lsp-max-wait*：2 つの連続する LSP 生成間の最大インターバル（秒）。指定できる範囲は 1 ～ 120 です。デフォルトは 5 です。 • *lsp-initial-wait*：最初の LSP 生成遅延（ミリ秒）。指定できる範囲は 1 ～ 10000 です。デフォルトは 50 です。 • *lsp-second-wait*：最初と 2 番めの LSP 生成間のホールド タイム（ミリ秒）。指定できる範囲は 1 ～ 10000 です。デフォルトは 5000 です。
ステップ 13	**spf-interval** [**level-1** | **level-2**] *spf-max-wait* [*spf-initial-wait spf-second-wait*]	（任意）IS-IS SPF スロットリング タイマーを設定します。 • *spf-max-wait*：連続する SFP 間の最大インターバル（秒）。指定できる範囲は 1 ～ 120 です。デフォルトは 10 です。 • *spf-initial-wait*：トポロジ変更後の最初の SFP 計算（ミリ秒）。指定できる範囲は 1 ～ 10000 です。デフォルトは 5500 です。 • *spf-second-wait*：最初と 2 番めの SFP 計算間のホールド タイム（ミリ秒）。指定できる範囲は 1 ～ 10000 です。デフォルトは 5500 です。
ステップ 14	**prc-interval** *prc-max-wait* [*prc-initial-wait prc-second-wait*]	（任意）IS-IS PRC スロットリング タイマーを設定します。 • *prc-max-wait*：2 つの連続する PRC 計算間の最大インターバル（秒）。指定できる範囲は 1 ～ 120 です。デフォルトは 5 です。 • *prc-initial-wait*：トポロジ変更後の最初の PRC 計算遅延（ミリ秒）。指定できる範囲は 1 ～ 10,000 です。デフォルトは 2000 です。 • *prc-second-wait*：最初と 2 番めの PRC 計算間のホールド タイム（ミリ秒）。指定できる範囲は 1 ～ 10,000 です。デフォルトは 5000 です。

	コマンド	目的
ステップ 15	**log-adjacency-changes [all]**	（任意）IS-IS 隣接ステート変更をログするようルータを設定します。End System-to-Intermediate System（ES-IS; エンド システムと中継システム間の連携）PDU および Link State Packet（LSP; リンクステート パケット）など、IS-IS Hello に関連しないイベントによって生成されたすべての変更をログに含めるには、**all** を入力します。
ステップ 16	**lsp-mtu** *size*	（任意）最大 LSP パケット サイズをバイト単位で指定します。指定できる範囲は 128 ～ 4352 です。デフォルトは 1497 バイトです。 **（注）** ネットワーク内の任意のリンクで MTU サイズが小さくなった場合は、ネットワーク内のすべてのルータで LSP MTU サイズを変更する必要があります
ステップ 17	**partition avoidance**	境界ルータ、すべてのレベル 1 隣接ルータ、およびエンド ホスト間でフル接続が切断された場合、レベル 1 エリア プレフィクスをレベル 2 バックボーンにアドバタイズしないように IS-IS レベル 1-2 境界ルータを設定します。
ステップ 18	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 19	**show clns**	設定を確認します。
ステップ 20	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

デフォルト ルート生成をディセーブルにするには、**no default-information originate** ルータ コンフィギュレーション コマンドを使用します。**no area-password** または **no domain-password** ルータ コンフィギュレーション コマンドを使用して、パスワードをディセーブルにします。LSP MTU 設定をディセーブルにするには、**no lsp mtu** ルータ コンフィギュレーション コマンドを使用します。サマリー アドレス指定、LSP リフレッシュ インターバル、LSP ライフタイム、LSP タイマー、SPF タイマー、および PRC タイマーをデフォルト状態に戻すには、コマンドの **no** 形式を使用します。出力形式をディセーブルにするには、**no partition avoidance** ルータ コンフィギュレーション コマンドを使用します。

IS-IS インターフェイス パラメータの設定

任意で、特定のインターフェイス固有の IS-IS パラメータを、接続された他のルータと別個に設定できます。ただし、一部の値（乗数およびタイム インターバルなど）をデフォルトから変更する場合、複数のルータおよびインターフェイスでこれらを変更する必要もあります。ほとんどのインターフェイス パラメータは、レベル 1、レベル 2、またはその両方で設定できます。

次に、設定可能なインターフェイス レベル パラメータの一部を示します。

- インターフェイスのデフォルト メトリック：Quality of Service（QoS）ルーティングが実行されない場合に、IS-IS メトリックの値として使用され、割り当てられます。
- hello インターバル（インターフェイスから送信される hello パケットの間隔）またはデフォルトの hello パケット乗数：IS-IS hello パケットで送信されるホールドタイムを判別するためにインターフェイスで使用されます。ホールドタイムは、ダウンしていると宣言されるまで、ネイバーが別の hello パケットを待機する期間を決定します。これにより、ルートを再計算できるように、障害リンクまたはネイバーを検出する頻度も決定します。hello パケットが頻繁に失われ、IS-IS 隣接に無用な障害が発生する場合は、hello 乗数を変更してください。hello 乗数を大きくし、hello インターバルを小さくすると、リンク障害検出の所要時間を増加させることなく、hello プロトコルの信頼性を高めることができます。
- その他のタイム インターバル
  - Complete sequence number PDU（CSNP）インターバル。CSNP は、データベースを同期させるために指定ルータから送信されます。

  - 再送信インターバル。ポイントツーポイント リンクの IS-IS LSP の再送信間隔です。
  - IS-IS LSP 再送信スロットル インターバル。これは、IS-IS LSP をポイントツーポイント リンクで再送信する最大レート（パケット間のミリ秒数）です。このインターバルは、*同じ* LSP の再送信間隔である再送信インターバルと異なります。
- 指定ルータの選択プライオリティ：マルチアクセス ネットワークで必要な隣接数を削減し、その代わりに、ルーティング プロトコル トラフィックの量およびトポロジ データベースのサイズを削減できます。
- インターフェイス回線タイプ：指定されたインターフェイスのネイバーに必要な隣接タイプです。
- インターフェイスのパスワード認証

IS-IS インターフェイス パラメータを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	設定するインターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。インターフェイスがレイヤ 3 インターフェイスとして設定されていない場合、**no switchport** コマンドを入力して、インターフェイスをレイヤ 3 モードにします。
ステップ 3	**isis metric** *default-metric* [**level-1** | **level-2**]	（任意）指定されたインターフェイスのメトリック（またはコスト）を設定します。指定できる範囲は 0 ～ 63 です。デフォルトは 10 です。レベルを入力しない場合は、デフォルト値がレベル 1 とレベル 2 の両方のルータに適用されます。
ステップ 4	**isis hello-interval** {*seconds* | **minimal**} [**level-1** | **level-2**]	（任意）スイッチで送信される hello パケットの間隔を指定します。デフォルトでは、hello インターバル *seconds* の 3 倍の値が、送信される hello パケットの *holdtime* としてアドバタイズされます。hello インターバルが小さいほど、トポロジー変更は短時間で検出されますが、ルーティング トラフィック量は増大します。 • **minimal :** ホールド タイムが 1 秒になるように、システムが hello 乗数に基づいて hello インターバルが計算されます。 • *seconds* **:** 指定できる範囲は 1 ～ 65535 です。デフォルト値は 10 秒です。
ステップ 5	**isis hello-multiplier** *multiplier* [**level-1** | **level-2**]	（任意）隣接装置がダウンしているとルータが宣言するまでに、ネイバーが損失する IS-IS hello パケット数を指定します。指定できる範囲は 3 ～ 1000 です。デフォルト値は 3 です。小さい hello 乗数を使用すると高速コンバージェンスとなりますが、ルーティングが不安定になることがあります。
ステップ 6	**isis csnp-interval** *seconds* [**level-1** | **level-2**]	（任意）インターフェイスの IS-IS CSNP インターバルを設定します。指定できる範囲は 0 ～ 65535 です。デフォルト値は 10 秒です。
ステップ 7	**isis retransmit-interval** *seconds*	（任意）ポイントツーポイント リンクの IS-IS LSP 再送信間隔を秒単位で設定します。指定する値は、ネットワーク上の任意の 2 つのルータ間の予測ラウンドトリップ遅延よりも大きな整数でなければなりません。指定できる範囲は 0 ～ 65535 です。デフォルト値は 5 秒です。
ステップ 8	**isis retransmit-throttle-interval** *milliseconds*	（任意）IS-IS LSP 再送信スロットル インターバルを設定します。これは、ポイントツーポイント リンクで IS-IS LSP を再送信する最大レート（パケット間のミリ秒数）です。指定できる範囲は 0 ～ 65535 です。デフォルトは、**isis lsp-interval** コマンドにより決まります。

	コマンド	目的
ステップ 9	**isis priority** *value* [**level-1** | **level-2**]	（任意）指定ルータの選択に使用されるプライオリティを設定します。指定できる範囲は 0 ～ 127 です。デフォルトは 64 です。
ステップ 10	**isis circuit-type** {**level-1** | **level-1-2** | **level-2-only**}	（任意）指定されたインターフェイスのネイバーに必要な隣接タイプを設定します（インターフェイス回路タイプを指定します）。 • **level-1**：現在のノードとネイバーに共通のエリア アドレスが少なくとも 1 つ存在する場合に、レベル 1 隣接関係を確立します。 • **level-1-2**：ネイバーがレベル 1 およびレベル 2 として設定されていて、共通のエリアが少なくとも 1 つ存在する場合に、レベル 1 および 2 隣接関係を確立します。共通のエリアが存在しない場合は、レベル 2 隣接関係が確立されます。これがデフォルトです。 • **level 2**：レベル 2 隣接関係が確立されます。ネイバー ルータがレベル 1 ルータの場合は、隣接関係が確立されません。
ステップ 11	**isis password** *password* [**level-1** | **level-2**]	（任意）インターフェイス用の認証パスワードを設定します。デフォルトでは、認証はディセーブルです。レベル 1 またはレベル 2 を指定すると、それぞれレベル 1 またはレベル 2 のルーティング用のパスワードだけがイネーブルになります。レベルを指定しない場合のデフォルトは、レベル 1 およびレベル 2 です。
ステップ 12	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 13	**show clns interface** *interface-id*	設定を確認します。
ステップ 14	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

デフォルト設定に戻すには、このコマンドの **no** 形式を使用します。

ISO IGRP および IS-IS のモニタおよびメンテナンス

CLNS キャッシュの内容をすべて削除したり、特定のネイバーまたはルートの情報を削除したりできます。ルーティング テーブル、キャッシュ、データベースの内容など、特定の CLNS または IS-IS 統計情報を表示することができます。また、特定のインターフェイス、フィルタ、またはネイバーに関する情報も表示できます。

表 37-13 に、ISO CLNS および IS-IS ルーティングを消去および表示するための特権 EXEC コマンドを示します。表示されるフィールドの詳細については、『*Cisco IOS Apollo Domain, Banyan VINES, DECnet, ISO CLNS and XNS Command Reference, Release 12.4*』を参照するか、Cisco IOS コマンド リファレンス マスター インデックスを使用するか、オンライン検索を行ってください。

表 37-13　ISO CLNS および IS-IS の clear コマンドおよび show コマンド

コマンド	目的
clear clns cache	CLNS ルーティング キャッシュを消去して、再初期化します。
clear clns es-neighbors	隣接データベースから End System（ES; エンド システム）ネイバー情報を削除します。
clear clns is-neighbors	隣接データベースから Intermediate System（IS; 中継システム）ネイバー情報を削除します。
clear clns neighbors	隣接データベースから CLNS ネイバー情報を削除します。
clear clns route	ダイナミックに取得された CLNS ルーティング情報を削除します。
show clns	CLNS ネットワーク情報を表示します。

表 37-13　ISO CLNS および IS-IS の clear コマンドおよび show コマンド （続き）

コマンド	目的
show clns cache	CLNS ルーティング キャッシュのエントリを表示します。
show clns es-neighbors	対応付けられたエリアを含めて、ES ネイバー エントリを表示します。
show clns filter-expr	フィルタ式を表示します。
show clns filter-set	フィルタ セットを表示します。
show clns interface [*interface-id*]	各インターフェイスの CLNS 固有の情報または ES-IS 情報を表示します。
show clns neighbor	IS-IS ネイバーに関する情報を表示します。
show clns protocol	現在のルータの IS-IS または ISO IGRP ルーティング プロセスごとに、プロトコル固有の情報を表示します。
show clns route	現在のルータに格納されている CLNS パケットのルーティング方法について、その宛先をすべて表示します。
show clns traffic	現在のルータが認識している CLNS パケットの情報を表示します。
show ip route isis	IS-IS IP ルーティング テーブルの現在のステートを表示します。
show isis database	IS-IS リンクステート データベースを表示します。
show isis routes	IS-IS レベル 1 ルーティング テーブルを表示します。
show isis spf-log	IS-IS の SPF 計算履歴を表示します。
show isis topology	すべてのエリア内のすべての接続済みルータのリストを表示します。
show route-map	設定されたすべてのルート マップ、または指定されたルート マップだけを表示します。
trace clns *destination*	ネットワーク内のパケットが指定された宛先に到達するまでに経由するパスを検出します。
which-route {*nsap-address* | *clns-name*}	指定された CLNS 宛先が検出されたルーティング テーブルを表示します。

マルチ VRF CE の設定

Virtual Private Network（VPN; バーチャル プライベート ネットワーク）は、ISP バックボーン ネットワーク上でお客様にセキュアな帯域幅共有を提供します。VPN は、共通ルーティング テーブルを共有するサイトの集合です。カスタマー サイトは、1 つまたは複数のインターフェイスでサービスプロバイダー ネットワークに接続され、サービス プロバイダーは、VPN Routing/Forwarding（VRF）テーブルと呼ばれる VPN ルーティング テーブルと各インターフェイスを関連付けます。

Catalyst 3560 スイッチは、スイッチで IP サービス イメージが稼動中の場合に、Customer Edge（CE; カスタマー エッジ）デバイスの複数の VPN ルーティング/転送（マルチ VRF）インスタンスをサポートします（マルチ VRF CE）。サービス プロバイダーは、マルチ VRF CE により、重複する IP アドレスで複数の VPN をサポートできます。IP ベース イメージが稼動しているスイッチでこれを設定しようとすると、エラー メッセージが表示されます。IP ベース イメージが稼動しているスイッチで、マルチ VRF CE と EIGRP スタブ ルーティングを同時に設定することは許可されていません。

（注）　スイッチでは、VPN のサポートのために Multiprotocol Label Switching（MPLS; マルチプロトコル ラベル スイッチング）が使用されません。MPLS VRF の詳細については、Cisco.com にある『*Cisco IOS Switching Services Configuration Guide, Release 12.4*』を参照してください。

- 「マルチ VRF CE の概要」（P.37-77）

マルチ VRF CE の概要

マルチ VRF CE は、サービス プロバイダーが複数の VPN をサポートし、VPN 間で IP アドレスを重複して使用できるようにする機能です。マルチ VRF CE は入力インターフェイスを使用して、さまざまな VPN のルートを区別し、1 つまたは複数のレイヤ 3 インターフェイスと各 VRF を関連付けて仮想パケット転送テーブルを形成します。VRF 内のインターフェイスは、イーサネット ポートのように物理的なもの、または VLAN SVI のように論理的なものにもできますが、複数の VRF に属すことはできません。

（注）　マルチ VRF CE インターフェイスは、レイヤ 3 インターフェイスである必要があります。

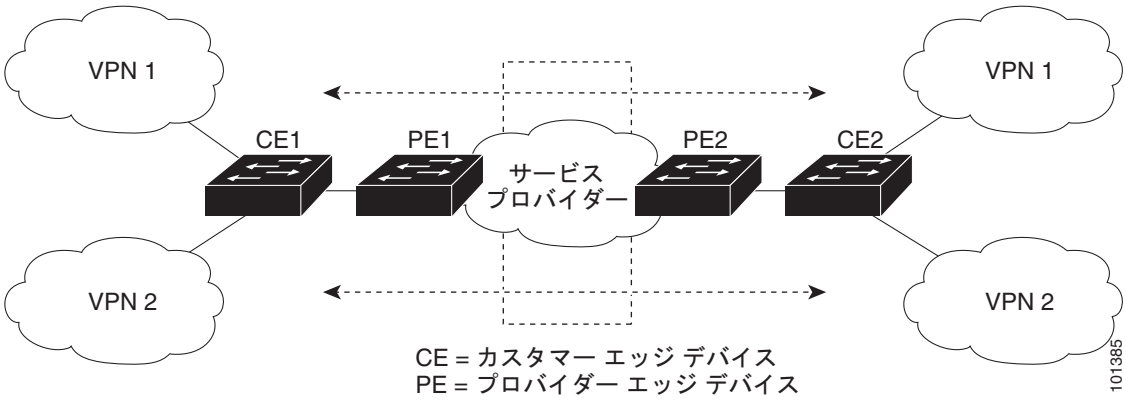
マルチ VRF CE には、次のデバイスが含まれます。

- お客様は、CE デバイスにより、1 つまたは複数の Provider Edge（PE; プロバイダー エッジ）ルータへのデータ リンクを介してサービス プロバイダー ネットワークにアクセスできます。CE デバイスは、サイトのローカル ルートをルータにアドバタイズし、そこからリモート VPN ルートを学習します。Catalyst 3560 スイッチは、CE にすることができます。
- PE ルータは、スタティック ルーティング、または BGP、RIPv2、OSPF、EIGRP などのルーティング プロトコルを使用して、CE デバイスとルーティング情報を交換します。PE では、直接接続している VPN の VPN ルートだけを維持すればよく、すべてのサービス プロバイダー VPN ルートを維持する必要はありません。各 PE ルータは、直接接続しているサイトごとに VRF を維持します。すべてのサイトが同じ VPN に存在する場合は、PE ルータの複数のインターフェイスを 1 つの VRF に関連付けることができます。各 VPN は、指定された VRF にマッピングされます。PE ルータは、ローカル VPN ルートを CE から学習した後で、IBGP を使用して別の PE ルータと VPN ルーティング情報を交換します。
- CE デバイスに接続していないサービス プロバイダー ネットワークのルータは、プロバイダー ルータやコア ルータになります。

マルチ VRF CE では、複数のお客様が 1 つの CE を共有でき、CE と PE の間で 1 つの物理リンクだけが使用されます。共有 CE は、お客様ごとに別々の VRF テーブルを維持し、独自のルーティング テーブルに基づいて、お客様ごとにパケットをスイッチングまたはルーティングします。マルチ VRF CE は、制限付きの PE 機能を CE デバイスに拡張して、別々の VRF テーブルを維持し、VPN のプライバシおよびセキュリティを支店に拡張します。

図 37-6 は、Catalyst 3560 スイッチを複数の仮想 CE として使用した設定を示しています。このシナリオは、中小企業など、VPN サービスの帯域幅要件の低いお客様に適しています。そのような場合、Catalyst 3560 スイッチではマルチ VRF CE のサポートが必要です。マルチ VRF CE はレイヤ 3 機能なので、VRF のそれぞれのインターフェイスはレイヤ 3 インターフェイスである必要があります。

図 37-6　複数の仮想 CE として機能するスイッチ



CE スイッチは、レイヤ 3 インターフェイスを VRF に追加するコマンドを受信すると、マルチ VRF CE 関連のデータ構造で VLAN ID と Policy Label（PL）の間に適切なマッピングを設定し、VLAN ID と PL を VLAN データベースに追加します。

マルチ VRF CE を設定すると、レイヤ 3 転送テーブルは、次の 2 つのセクションに概念的に分割されます。

- マルチ VRF CE ルーティング セクションには、さまざまな VPN からのルートが含まれます。
- グローバル ルーティング セクションには、インターネットなど、VPN 以外のネットワークへのルートが含まれます。

さまざまな VRF の VLAN ID はさまざまなポリシー ラベルにマッピングされ、処理中に VRF を区別するために使用されます。レイヤ 3 設定機能では、学習した新しい VPN ルートごとに、入力ポートの VLAN ID を使用してポリシー ラベルを取得し、マルチ VRF CE ルーティング セクションにポリシー ラベルおよび新しいルートを挿入します。ルーテッド ポートからパケットを受信した場合は、ポート内部 VLAN ID 番号が使用されます。SVI からパケットを受信した場合は、VLAN 番号が使用されます。

マルチ VRF CE 対応ネットワークのパケット転送処理は次のとおりです。

- スイッチは、VPN からパケットを受信すると、入力ポリシー ラベル番号に基づいてルーティング テーブルを検索します。ルートが見つかると、スイッチはパケットを PE に転送します。
- 入力 PE は、CE からパケットを受信すると、VRF 検索を実行します。ルートが見つかると、ルータは対応する MPLS ラベルをパケットに追加し、MPLS ネットワークに送信します。
- 出力 PE は、ネットワークからパケットを受信すると、ラベルを除去してそのラベルを使用し、正しい VPN ルーティング テーブルを識別します。次に、通常のルート検索を実行します。ルートが見つかると、パケットを正しい隣接デバイスに転送します。
- CE は、出力 PE からパケットを受信すると、入力ポリシー ラベルを使用して正しい VPN ルーティング テーブルを検索します。ルートが見つかると、パケットを VPN 内で転送します。

VRF を設定するには、VRF テーブルを作成し、VRF に関連するレイヤ 3 インターフェイスを指定します。次に、VPN、および CE と PE 間でルーティング プロトコルを設定します。プロバイダーのバックボーンで VPN ルーティング情報を配信する場合は、BGP が望ましいルーティング プロトコルです。マルチ VRF CE ネットワークには、次の 3 つの主要コンポーネントがあります。

- VPN ルート ターゲット コミュニティ：VPN コミュニティのその他すべてのメンバのリスト。VPN コミュニティ メンバごとに VPN ルート ターゲットを設定する必要があります。
- VPN コミュニティ PE ルータのマルチプロトコル BGP ピアリング：VPN コミュニティのすべてのメンバに VRF 到達可能性情報を伝播します。VPN コミュニティのすべての PE ルータで BGP ピアリングを設定する必要があります。
- VPN 転送：VPN サービスプロバイダー ネットワークを介し、全 VPN コミュニティ メンバ間で、全トラフィックを伝送します。

マルチ VRF CE のデフォルト設定

表 37-14 に、VRF のデフォルト設定を示します。

表 37-14　VRF のデフォルト設定

機能	デフォルト設定
VRF	ディセーブル VRF は定義されていません。
マップ	インポート マップ、エクスポート マップ、ルート マップは定義されていません。
VRF 最大ルート数	ファスト イーサネット スイッチ：8000 ギガビット イーサネット スイッチ：12000
転送テーブル	インターフェイスのデフォルトは、グローバル ルーティング テーブルです。

マルチ VRF CE の設定時の注意事項

（注）　マルチ VRF CE を使用するには、IP サービス イメージをスイッチにインストールする必要があります。

ネットワークに VRF を設定する場合は、次の内容に注意してください。

- マルチ VRF CE を含むスイッチは複数のお客様によって共有され、各お客様には独自のルーティング テーブルがあります。
- お客様は別々の VRF テーブルを使用するので、同じ IP アドレスを再利用できます。別々の VPN では IP アドレスの重複が許可されます。
- マルチ VRF CE では、複数のお客様が、PE と CE の間で同じ物理リンクを共有できます。複数の VLAN を持つトランク ポートでは、パケットがお客様間で分離されます。それぞれのお客様には独自の VLAN があります。
- マルチ VRF CE ではサポートされない MPLS-VRF 機能があります。ラベル交換、LDP 隣接関係、ラベル付きパケットはサポートされません。
- PE ルータの場合、マルチ VRF CE の使用と複数の CE の使用に違いはありません。図 37-6 では、複数の仮想レイヤ 3 インターフェイスがマルチ VRF CE デバイスに接続されています。
- スイッチでは、物理ポートか VLAN SVI、またはその両方の組み合わせを使用して、VRF を設定できます。SVI は、アクセス ポートまたはトランク ポートで接続できます。
- お客様は、別のお客様と重複しない限り、複数の VLAN を使用できます。お客様の VLAN は、スイッチに保存されている適切なルーティング テーブルの識別に使用される特定のルーティング テーブル ID にマッピングされます。
- Catalyst 3560 スイッチは、1 つのグローバル ネットワークおよび最大 26 の VRF をサポートします。
- CE と PE の間では、ほとんどのルーティング プロトコル（BGP、OSPF、RIP、およびスタティック ルーティング）を使用できます。ただし、次の理由から External BGP（EBGP）を使用することを推奨します。
  - BGP では、複数の CE とのやり取りに複数のアルゴリズムを必要としません。
  - BGP は、さまざまな管理者によって稼動するシステム間でルーティング情報を渡すように設計されています。
  - BGP では、ルートの属性を CE に簡単に渡すことができます。

- マルチ VRF CE は、パケットのスイッチング レートに影響しません。
- VPN マルチキャストはサポートされません。
- マルチ VRF CE 内のラインレート マルチキャスト転送をサポートしています。
- マルチキャスト VRF は、同一インターフェイス上でプライベート VLAN と共存することができません。
- 最大 1000 のマルチキャスト ルータがサポートされていて、すべての VRF で共有可能です。
- VRF を設定しない場合は、105 のポリシーを設定できます。
- VRF を 1 つでも設定する場合は、41 のポリシーを設定できます。
- 41 より多いポリシーを設定する場合は、VRF を設定できません。
- VRF とプライベート VLAN は相互に排他的です。プライベート VLAN では VRF をイネーブルにできません。同じように、VLAN インターフェイスで VRF が設定されている VLAN では、プライベート VLAN をイネーブルにできません。
- VRF と Policy-Based Routing（PBR; ポリシーベース ルーティング）は、スイッチ インターフェイス上で相互に排他的です。PBR がインターフェイスでイネーブルになっているときは、VRF をイネーブルにはできません。同じように、インターフェイスで VRF がイネーブルになっているときは、PBR をイネーブルにはできません。
- VRF と Web Cache Communication Protocol（WCCP）は、スイッチ インターフェイス上で相互に排他的です。インターフェイスで WCCP がイネーブルになっているときは、VRF をイネーブルにはできません。同じように、インターフェイスで VRF がイネーブルになっているときは、WCCP をイネーブルにはできません。

VRF の設定

1 つまたは複数の VRF を設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。コマンドの構文および使用方法の詳細については、このリリースのスイッチ コマンド リファレンスおよび『*Cisco IOS Switching Services Command Reference, Release 12.4*』を参照してください。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**ip routing**	IP ルーティングをイネーブルにします。
ステップ 3	**ip vrf** *vrf-name*	VRF に名前を付けて VRF コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 4	**rd** *route-distinguisher*	ルート識別子を指定し、VRF テーブルを作成します。AS 番号と任意の番号（xxx:y）または IP アドレスと任意の番号（A.B.C.D:y）を入力します。
ステップ 5	**route-target** {**export** | **import** | **both**} *route-target-ext-community*	指定した VRF のインポート コミュニティ、エクスポート コミュニティ、またはインポートとエクスポートのルート ターゲット コミュニティのリストを作成します。AS システム番号と任意の番号（xxx:y）または IP アドレスと任意の番号（A.B.C.D:y）を入力します。*route-target-ext-community* は、ステップ 4 で入力した *route-distinguisher* と同一にする必要があります。
ステップ 6	**import map** *route-map*	（任意）ルート マップを VRF に関連付けます。

	コマンド	目的
ステップ 7	**interface** *interface-id*	VRF に関連付けるレイヤ 3 インターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。インターフェイスはルーテッド ポートまたは SVI に設定できます。
ステップ 8	**ip vrf forwarding** *vrf-name*	VRF をレイヤ 3 インターフェイスに関連付けます。
ステップ 9	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 10	**show ip vrf** [**brief** | **detail** | **interfaces**] [*vrf-name*]	設定を確認します。設定した VRF に関する情報を表示します。
ステップ 11	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

VRF を削除してすべてのインターフェイスを削除するには、**no ip vrf** *vrf-name* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。VRF からあるインターフェイスを削除するには、**no ip vrf forwarding** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

マルチキャスト VRF の設定

VRF テーブル内にマルチキャストを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。コマンドの構文および使用方法の詳細については、このリリースのスイッチ コマンド リファレンスおよび『*Cisco IOS Switching Services Command Reference, Release 12.4*』を参照してください。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**ip routing**	IP ルーティング モードをイネーブルにします。
ステップ 3	**ip vrf** *vrf-name*	VRF に名前を付けて VRF コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 4	**rd** *route-distinguisher*	ルート識別子を指定し、VRF テーブルを作成します。AS 番号と任意の番号（xxx:y）または IP アドレスと任意の番号（A.B.C.D:y）を入力します。
ステップ 5	**route-target** {**export** | **import** | **both**} *route-target-ext-community*	指定した VRF のインポート コミュニティ、エクスポート コミュニティ、またはインポートとエクスポートのルート ターゲット コミュニティのリストを作成します。AS システム番号と任意の番号（xxx:y）または IP アドレスと任意の番号（A.B.C.D:y）を入力します。*route-target-ext-community* は、ステップ 4 で入力した *route-distinguisher* と同一にする必要があります。
ステップ 6	**import map** *route-map*	（任意）ルート マップを VRF に関連付けます。
ステップ 7	**ip multicast-routing vrf** *vrf*-**name distributed**	（任意）VRF テーブルのグローバル マルチキャスト ルーティングをイネーブルにします。
ステップ 8	**interface** *interface-id*	VRF に関連付けるレイヤ 3 インターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。インターフェイスはルーテッド ポートまたは SVI に設定できます。
ステップ 9	**ip vrf forwarding** *vrf-name*	VRF をレイヤ 3 インターフェイスに関連付けます。
ステップ 10	**ip address** *ip-address* **mask**	レイヤ 3 インターフェイスの IP アドレスを設定します。
ステップ 11	ip pim sparse-dense mode	VRF 関連レイヤ 3 インターフェイス上で PIM をイネーブルにします。
ステップ 12	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 13	**show ip vrf** [**brief** | **detail** | **interfaces**] [*vrf-name*]	設定を確認します。設定した VRF に関する情報を表示します。
ステップ 14	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

マルチキャスト VRF CE 内でのマルチキャストの設定に関する詳細については、『*Cisco IOS IP Multicast Configuration Guide, Release 12.4*』を参照してください。

VRF 認識サービスの設定

IP サービスはグローバル インターフェイス上に設定することが可能で、これらのサービスをグローバル ルーティング インスタンス内で実行することができます。IP サービスは、複数のルーティング インスタンスで実行されるように拡張されていて、これが VRF 認識です。システム内に設定された VRF は、VRF 認識サービス用に指定できます。

VRF 認識サービスは、プラットフォームから独立したモジュールに実装されています。VRF とは、Cisco IOS で複数のルーティング インスタンスのことです。各プラットフォームには独自のサポート VRF 数の制限があります。

VRF 認識サービスには、次の特性があります。

- ユーザは、ユーザ指定の VRF 内のホストに ping を実行することができます。
- ARP エントリは個別の VRF で学習されます。ユーザは、特定の VRF の Address Resolution Protocol（ARP; アドレス解決プロトコル）エントリを表示することができます。

これらのサービスは VRF 認識です。

- ARP
- ping
- Simple Network Management Protocol（SNMP; 簡易ネットワーク管理プロトコル）
- Hot Standby Router Protocol（HSRP; ホットスタンバイ ルータ プロトコル）
- RADIUS
- Syslog
- traceroute
- FTP と TFTP

（注）　VRF 認識サービスは、Unicast Reverse Path Forwarding（uRPF; ユニキャスト RPF）または NTP でサポートされません。

ARP のユーザ インターフェイス

ARP の VRF 認識サービスを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。コマンドの構文および使用方法の詳細については、このリリースのスイッチ コマンド リファレンスおよび『*Cisco IOS Switching Services Command Reference, Release 12.4*』を参照してください。

コマンド	目的
show ip arp vrf *vrf-name*	指定された VRF 内の ARP テーブルを表示します。

ping のユーザ インターフェイス

ping の VRF 認識サービスを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。コマンドの構文および使用方法の詳細については、このリリースのスイッチ コマンド リファレンスおよび『*Cisco IOS Switching Services Command Reference, Release 12.4*』を参照してください。

コマンド	目的
ping vrf *vrf-name* **ip-host**	指定された VRF 内の ARP テーブルを表示します。

SNMP のユーザ インターフェイス

SNMP の VRF 認識サービスを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。コマンドの構文および使用方法の詳細については、このリリースのスイッチ コマンド リファレンスおよび『*Cisco IOS Switching Services Command Reference, Release 12.4*』を参照してください。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**snmp-server trap authentication vrf**	VRF 上のパケットの SNMP トラップをイネーブルにします。
ステップ 3	**snmp-server engineID remote** *<host>* **vrf** *<vpn instance>* *<engine-id string>*	スイッチ上のリモート SNMP エンジンの名前を指定します。
ステップ 4	**snmp-server host** *<host>* **vrf** *<vpn instance>* **traps** *<community>*	SNMP トラップ動作の受信側を指定して、SNMP トラップの送信に使用される VRF テーブルを指定します。
ステップ 5	**snmp-server host** *<host>* **vrf** *<vpn instance>* **informs** *<community>*	SNMP トラップ動作の受信側を指定して、SNMP 情報の送信に使用される VRF テーブルを指定します。
ステップ 6	**snmp-server user** *<user>* *<group>* **remote** *<host>* **vrf** *<vpn instance>* *<security model>*	SNMP アクセス用に、VRF 上にあるリモート ホストの SNMP グループにユーザを追加します。
ステップ 7	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。

HSRP のユーザ インターフェイス

VRF の HSRP サポートにより、HSRP 仮想 IP アドレスが確実に正しい IP ルーティング テーブルに追加されます。

HSRP の VRF 認識サービスを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。コマンドの構文および使用方法の詳細については、このリリースのスイッチ コマンド リファレンスおよび『*Cisco IOS Switching Services Command Reference, Release 12.4*』を参照してください。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始し、設定するレイヤ 3 インターフェイスを指定します。
ステップ 3	**no switchport**	物理インターフェイスの場合、レイヤ 2 コンフィギュレーション モードからインターフェイスを削除します。
ステップ 4	**ip vrf forwarding** *<vrf-name>*	インターフェイス上で VRF をイネーブルにします。
ステップ 5	**ip address** *ip address*	インターフェイスの IP アドレスを入力します。

	コマンド	目的
ステップ 6	**standby 1 ip** *ip address*	HSRP をイネーブルにして、仮想 IP アドレスを設定します。
ステップ 7	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。

VRF-Aware RADIUS のユーザ インターフェイス

VRF-Aware RADIUS を設定するには、まず RADIUS サーバで AAA をイネーブルにする必要があります。次の URL から参照できる『*Per VRF AAA Feature Guide*』で説明されているとおり、スイッチで **ip vrf forwarding** *vrf-name* サーバ グループ コンフィギュレーション コマンドと **ip radius source-interface** グローバル コンフィギュレーション コマンドがサポートされます。
http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/12_2t/12_2t13/feature/guide/ftvrfaaa.html

Syslog のユーザ インターフェイス

Syslog の VRF 認識サービスを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。コマンドの構文および使用方法の詳細については、このリリースのスイッチ コマンド リファレンスおよび『*Cisco IOS Switching Services Command Reference, Release 12.4*』を参照してください。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**logging on**	ストレージ ルータ イベント メッセージのロギングをイネーブルにしたり、一時的にディセーブルにしたりします。
ステップ 3	**logging host** *ip address* **vrf** *vrf name*	ロギング メッセージが送信される syslog サーバのホスト アドレスを指定します。
ステップ 4	**logging buffered** *logging buffered size* **debugging**	内部バッファへのメッセージを記録します。
ステップ 5	**logging trap debugging**	Syslog サーバに送信されるロギング メッセージを制限します。
ステップ 6	**logging facility** *facility*	システム ロギング メッセージをロギング ファシリティに送信します。
ステップ 7	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。

traceroute のユーザ インターフェイス

traceroute の VRF 認識サービスを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。コマンドの構文および使用方法の詳細については、このリリースのスイッチ コマンド リファレンスおよび『*Cisco IOS Switching Services Command Reference, Release 12.4*』を参照してください。

コマンド	目的
traceroute vrf *vrf-name ipaddress*	VPN VRF 内の宛先アドレスを検索するために VPN VRF の名前を指定します。

FTP および TFTP のユーザ インターフェイス

FTP と TFTP が VRF 認識とするためには、いくつかの FTP/TFTP CLI を設定する必要があります。たとえば、インターフェイスに添付されている VRF テーブルを使用する場合、E1/0 であれば、CLI **ip [t]ftp source-interface E1/0** を設定して、特定のルーティング テーブルを使用するように [t]ftp に通知します。この例では、VRF テーブルが宛先 IP アドレスを検索するために使用されます。これらの変更には下位互換性があり、既存の動作には影響しません。つまり、VRF がそのインターフェイスに設定されていなくても、送信元インターフェイス CLI を使用してパケットを特定のインターフェイスに送信することができます。

FTP 接続の IP アドレスを指定するには、**ip ftp source-interface** show mode コマンドを使用します。接続が行われているインターフェイスのアドレスを使用するには、**no** 形式のコマンドを使用します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**ip ftp source-interface** *interface-type interface-number*	FTP 接続の送信元 IP アドレスを指定します。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。

TFTP 接続の送信元アドレスとしてインターフェイスの IP アドレスを指定するには、**ip tftp source-interface** show モード コマンドを使用します。デフォルトに戻るには、**no** 形式のコマンドを使用します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**ip tftp source-interface** *interface-type interface-number*	TFTP 接続の送信元 IP アドレスを指定します。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。

VPN ルーティング セッションの設定

VPN 内のルーティングは、サポートされている任意のルーティング プロトコル（RIP、OSPF、EIGRP、BGP）、またはスタティック ルーティングで設定できます。ここで説明する設定は OSPF のものですが、その他のプロトコルでも手順は同じです。

（注）　EIGRP ルーティング プロセスを VRF インスタンス内で実行するよう設定するには、**autonomous-system** a*utonomous-system-number* アドレスファミリ コンフィギュレーション モード コマンドを使用して、AS 番号を設定する必要があります。

VPN 内で OSPF を設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**router ospf** *process-id* **vrf** *vrf-name*	OSPF ルーティングをイネーブルにして VPN 転送テーブルを指定し、ルータ コンフィギュレーション モードを開始します。

	コマンド	目的
ステップ 3	**log-adjacency-changes**	（任意）隣接状態の変更をログします。これがデフォルトのステートです。
ステップ 4	**redistribute bgp** *autonomous-system-number* **subnets**	BGP ネットワークから OSPF ネットワークに情報を再配信するようにスイッチを設定します。
ステップ 5	**network** *network-number* **area** *area-id*	OSPF が動作するネットワーク アドレスとマスク、およびそのネットワーク アドレスのエリア ID を定義します。
ステップ 6	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 7	**show ip ospf** *process-id*	OSPF ネットワークの設定を確認します。
ステップ 8	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

VPN 転送テーブルと OSPF ルーティング プロセスの関連付けを解除するには、**no router ospf** *process-id* **vrf** *vrf-name* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

BGP PE/CE ルーティング セッションの設定

BGP PE/CE ルーティング セッションを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

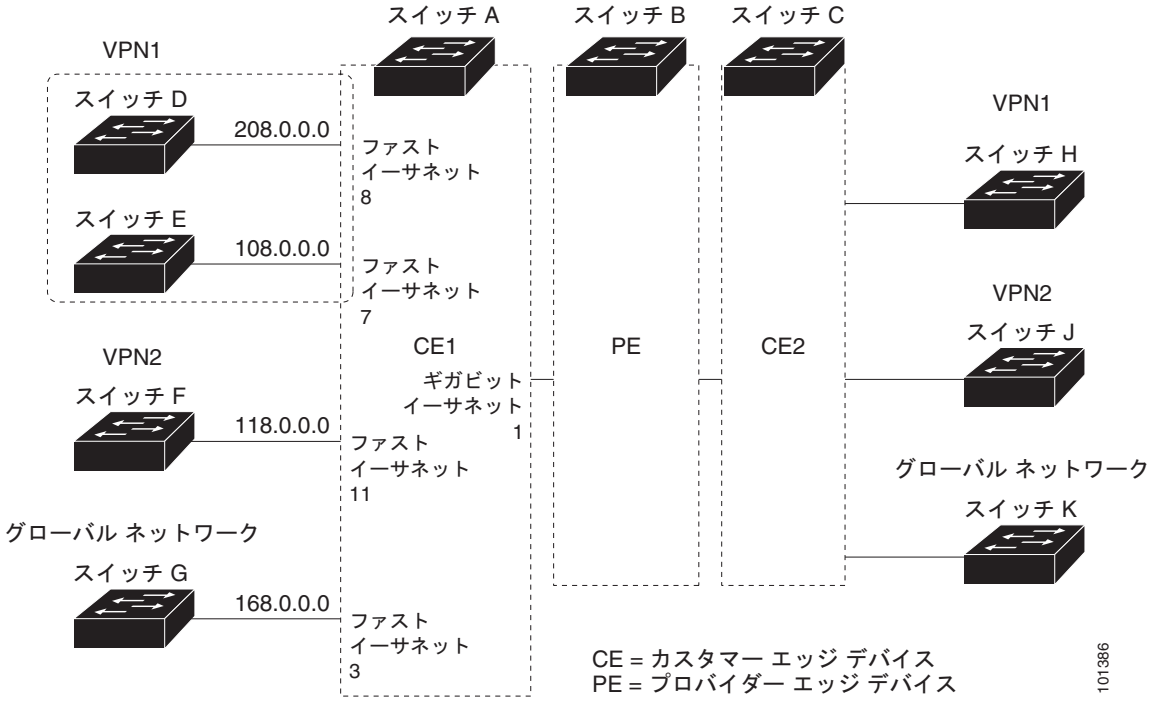
	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**router bgp** *autonomous-system-number*	その他の BGP ルータに AS 番号を渡す BGP ルーティング プロセスを設定し、ルータ コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**network** *network-number* **mask** *network-mask*	ネットワークとマスクを指定し、BGP の使用を宣言します。
ステップ 4	**redistribute ospf** *process-id* **match internal**	OSPF 内部ルートを再配信するようにスイッチを設定します。
ステップ 5	**network** *network-number* **area** *area-id*	OSPF が動作するネットワーク アドレスとマスク、およびそのネットワーク アドレスのエリア ID を定義します。
ステップ 6	**address-family ipv4 vrf** *vrf-name*	PE/CE ルーティング セッションの BGP パラメータを定義し、VRF アドレスファミリ モードを開始します。
ステップ 7	**neighbor** *address* **remote-as** *as-number*	PE と CE ルータ間の BGP セッションを定義します。
ステップ 8	**neighbor** *address* **activate**	IPv4 アドレス ファミリのアドバタイズメントをアクティブにします。
ステップ 9	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 10	**show ip bgp** [**ipv4**] [**neighbors**]	BGP 設定を確認します。
ステップ 11	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

BGP ルーティング プロセスを削除するには、**no router bgp** *autonomous-system-number* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。ルーティング特性を削除するには、コマンドにキーワードを指定してこのコマンドを使用します。

マルチ VRF CE の設定例

図 37-7 は、図 37-6 と同じネットワークの物理接続を簡素化した例です。VPN1、VPN2、およびグローバル ネットワークで使用されるプロトコルは OSPF です。CE/PE 接続には BGP が使用されます。図の後に続く出力は、Catalyst 3560 スイッチを CE スイッチ A として設定する例、およびカスタマー スイッチ D と F の VRF 設定を示しています。CE スイッチ C とその他のカスタマー スイッチを設定するコマンドは含まれていませんが、内容は同様です。この例には、PE ルータとして動作する Catalyst 6000 スイッチまたは Catalyst 6500 スイッチのスイッチ A へのトラフィックを設定するコマンドも含まれています。

図 37-7　マルチ VRF CE の設定例



スイッチ A の設定

スイッチ A では、ルーティングをイネーブルにして VRF を設定します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)# ip routing
Switch(config)# ip vrf v11
Switch(config-vrf)# rd 800:1
Switch(config-vrf)# route-target export 800:1
Switch(config-vrf)# route-target import 800:1
Switch(config-vrf)# exit
Switch(config)# ip vrf v12
Switch(config-vrf)# rd 800:2
Switch(config-vrf)# route-target export 800:2
Switch(config-vrf)# route-target import 800:2
Switch(config-vrf)# exit
```

スイッチ A のループバックおよび物理インターフェイスを設定します。ギガビット イーサネット ポート 1 は PE へのトランク接続です。ファスト イーサネット ポート 8 と 11 は VPN に接続されます。

```
Switch(config)# interface loopback1
Switch(config-if)# ip vrf forwarding v11
Switch(config-if)# ip address 8.8.1.8 255.255.255.0
Switch(config-if)# exit

Switch(config)# interface loopback2
Switch(config-if)# ip vrf forwarding v12
Switch(config-if)# ip address 8.8.2.8 255.255.255.0
Switch(config-if)# exit

Switch(config)# interface gigabitethernet0/5
Switch(config-if)# switchport trunk encapsulation dot1q
Switch(config-if)# switchport mode trunk
Switch(config-if)# no ip address
Switch(config-if)# exit

Switch(config)# interface fastethernet0/8
Switch(config-if)# switchport access vlan 208
Switch(config-if)# no ip address
Switch(config-if)# exit

Switch(config)# interface fastethernet0/11
Switch(config)# interface fastethernet0/11
Switch(config-if)# switchport trunk encapsulation dot1q
Switch(config-if)# switchport mode trunk
Switch(config-if)# no ip address
Switch(config-if)# exit
```

スイッチ A で使用する VLAN を設定します。VLAN 10 は、CE と PE 間の VRF 11 によって使用されます。VLAN 20 は、CE と PE 間の VRF 12 によって使用されます。VLAN 118 と 208 は、それぞれスイッチ F とスイッチ D を含む VPN に使用されます。

```
Switch(config)# interface vlan10
Switch(config-if)# ip vrf forwarding v11
Switch(config-if)# ip address 38.0.0.8 255.255.255.0
Switch(config-if)# exit

Switch(config)# interface vlan20
Switch(config-if)# ip vrf forwarding v12
Switch(config-if)# ip address 83.0.0.8 255.255.255.0
Switch(config-if)# exit

Switch(config)# interface vlan118
Switch(config-if)# ip vrf forwarding v12
Switch(config-if)# ip address 118.0.0.8 255.255.255.0
Switch(config-if)# exit

Switch(config)# interface vlan208
Switch(config-if)# ip vrf forwarding v11
Switch(config-if)# ip address 208.0.0.8 255.255.255.0
Switch(config-if)# exit
```

VPN1 と VPN2 で OSPF ルーティングを設定します。

```
Switch(config)# router ospf 1 vrf vl1
Switch(config-router)# redistribute bgp 800 subnets
Switch(config-router)# network 208.0.0.0 0.0.0.255 area 0
Switch(config-router)# exit
Switch(config)# router ospf 2 vrf vl2
Switch(config-router)# redistribute bgp 800 subnets
Switch(config-router)# network 118.0.0.0 0.0.0.255 area 0
```

```
Switch(config-router)# exit
```

CE/PE ルーティングに BGP を設定します。

```
Switch(config)# router bgp 800
Switch(config-router)# address-family ipv4 vrf vl2
Switch(config-router-af)# redistribute ospf 2 match internal
Switch(config-router-af)# neighbor 83.0.0.3 remote-as 100
Switch(config-router-af)# neighbor 83.0.0.3 activate
Switch(config-router-af)# network 8.8.2.0 mask 255.255.255.0
Switch(config-router-af)# exit

Switch(config-router)# address-family ipv4 vrf vl1
Switch(config-router-af)# redistribute ospf 1 match internal
Switch(config-router-af)# neighbor 38.0.0.3 remote-as 100
Switch(config-router-af)# neighbor 38.0.0.3 activate
Switch(config-router-af)# network 8.8.1.0 mask 255.255.255.0
Switch(config-router-af)# end
```

スイッチ D の設定

スイッチ D は VPN 1 に属します。次のコマンドを使用して、スイッチ A への接続を設定します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)# ip routing
Switch(config)# interface fastethernet0/2
Switch(config-if)# no switchport
Switch(config-if)# ip address 208.0.0.20 255.255.255.0
Switch(config-if)# exit

Switch(config)# router ospf 101
Switch(config-router)# network 208.0.0.0 0.0.0.255 area 0
Switch(config-router)# end
```

スイッチ F の設定

スイッチ F は VPN 2 に属します。次のコマンドを使用して、スイッチ A への接続を設定します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)# ip routing
Switch(config)# interface fastethernet0/1
Switch(config-if)# switchport trunk encapsulation dot1q
Switch(config-if)# switchport mode trunk
Switch(config-if)# no ip address
Switch(config-if)# exit

Switch(config)# interface vlan118
Switch(config-if)# ip address 118.0.0.11 255.255.255.0
Switch(config-if)# exit

Switch(config)# router ospf 101
Switch(config-router)# network 118.0.0.0 0.0.0.255 area 0
Switch(config-router)# end
```

PE スイッチ B の設定

このコマンドをスイッチ B（PE ルータ）で使用すると、CE デバイス、スイッチ A に対する接続だけが設定されます。

```
Router# configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
```

```
Router(config)# ip vrf v1
Router(config-vrf)# rd 100:1
Router(config-vrf)# route-target export 100:1
Router(config-vrf)# route-target import 100:1
Router(config-vrf)# exit

Router(config)# ip vrf v2
Router(config-vrf)# rd 100:2
Router(config-vrf)# route-target export 100:2
Router(config-vrf)# route-target import 100:2
Router(config-vrf)# exit

Router(config)# ip cef
Router(config)# interface Loopback1
Router(config-if)# ip vrf forwarding v1
Router(config-if)# ip address 3.3.1.3 255.255.255.0
Router(config-if)# exit

Router(config)# interface Loopback2
Router(config-if)# ip vrf forwarding v2
Router(config-if)# ip address 3.3.2.3 255.255.255.0
Router(config-if)# exit

Router(config)# interface gigabitthernet1/0.10
Router(config-if)# encapsulation dot1q 10
Router(config-if)# ip vrf forwarding v1
Router(config-if)# ip address 38.0.0.3 255.255.255.0
Router(config-if)# exit

Router(config)# interface gigabitthernet1/0.10
Router(config-if)# encapsulation dot1q 20
Router(config-if)# ip vrf forwarding v2
Router(config-if)# ip address 83.0.0.3 255.255.255.0
Router(config-if)# exit

Router(config)# router bgp 100
Router(config-router)# address-family ipv4 vrf v2
Router(config-router-af)# neighbor 83.0.0.8 remote-as 800
Router(config-router-af)# neighbor 83.0.0.8 activate
Router(config-router-af)# network 3.3.2.0 mask 255.255.255.0
Router(config-router-af)# exit
Router(config-router)# address-family ipv4 vrf vl
Router(config-router-af)# neighbor 38.0.0.8 remote-as 800
Router(config-router-af)# neighbor 38.0.0.8 activate
Router(config-router-af)# network 3.3.1.0 mask 255.255.255.0
Router(config-router-af)# end
```

マルチ VRF CE ステータスの表示

マルチ VRF CE の設定とステータスに関する情報を表示するには、表 37-15 の特権 EXEC コマンドを使用します。

表 37-15　マルチ VRF CE 情報を表示するコマンド

コマンド	目的
show ip protocols vrf *vrf-name*	VRF に関するルーティング プロトコル情報を表示します。
show ip route vrf *vrf-name* [**connected**] [*protocol* [*as-number*]] [**list**] [**mobile**] [**odr**] [**profile**] [**static**] [**summary**] [**supernets-only**]	VRF に関する IP ルーティング テーブル情報を表示します。
show ip vrf [**brief** | **detail** | **interfaces**] [*vrf-name*]	定義した VRF インスタンスに関する情報を表示します。

表示される情報の詳細については、『*Cisco IOS Switching Services Command Reference, Release 12.4*』を参照してください。

プロトコル独立機能の設定

ここでは、IP ルーティング プロトコルに依存しない機能の設定方法について説明します。これらの機能は、IP ベース イメージまたは IP サービス イメージが稼動するスイッチ上で使用できますが、IP ベース イメージ付属のプロトコル関連機能は RIP でだけ使用できます。この章の IP ルーティング プロトコル独立コマンドの詳細については、Cisco.com にある『*Cisco IOS IP Command Reference, Volume 2 of 3: Routing Protocols, Release 12.4*』の「IP Routing Protocol-Independent Commands」の章を参照してください。

ここでは、次の設定情報について説明します。

- 「CEF の設定」（P.37-91）
- 「等価コスト ルーティング パスの個数の設定」（P.37-93）
- 「スタティック ユニキャスト ルートの設定」（P.37-93）
- 「デフォルトのルートおよびネットワークの指定」（P.37-94）
- 「ルート マップによるルーティング情報の再配信」（P.37-95）
- 「PBR の設定」（P.37-99）
- 「ルーティング情報のフィルタリング」（P.37-102）
- 「認証キーの管理」（P.37-105）

CEF の設定

Cisco Express Forwarding（CEF; シスコ エクスプレス フォワーディング）は、ネットワーク パフォーマンスを最適化するために使用されるレイヤ 3 IP スイッチング技術です。CEF には高度な IP 検索および転送アルゴリズムが実装されているため、レイヤ 3 スイッチングのパフォーマンスを最大化できます。高速スイッチング ルート キャッシュよりも CPU にかかる負担が少ないため、CEF はより多くの CPU 処理能力をパケット転送に振り分けることができます。動的なネットワークでは、ルーティングの変更によって、高速スイッチング キャッシュ エントリが頻繁に無効となります。それにより、トラ

フィックがルート キャッシュによって高速スイッチングされずに、ルーティング テーブルによってプロセス スイッチングされることがあります。CEF は FIB 検索テーブルを使用して、宛先ベースの IP パケット スイッチングを実行します。

CEF の 2 つの主要な構成要素は、分散 FIB と分散隣接テーブルです。

- FIB はルーティング テーブルや情報ベースと同様、IP ルーティング テーブルに転送情報のミラーイメージが保持されます。ネットワーク内でルーティングまたはトポロジが変更されると、IP ルーティング テーブルがアップデートされ、これらの変更が FIB に反映されます。FIB には、IP ルーティング テーブル内の情報に基づいて、ネクスト ホップのアドレス情報が保持されます。FIB にはルーティング テーブル内の既知のルートがすべて格納されているため、CEF はルート キャッシュをメンテナンスする必要がなく、トラフィックのスイッチングがより効率化され、トラフィック パターンの影響も受けません。
- リンク レイヤ上でネットワーク内のノードが 1 ホップで相互に到達可能な場合、これらのノードは隣接関係にあると見なされます。CEF は隣接テーブルを使用し、レイヤ 2 アドレッシング情報を付加します。隣接テーブルには、すべての FIB エントリに対する、レイヤ 2 のネクスト ホップのアドレスが保持されます。

スイッチは、ギガビット速度の回線レート IP トラフィックを達成するため Application Specific Integrated Circuit（ASIC; 特定用途向け IC）を使用しているので、CEF 転送はソフトウェア転送パス（CPU により転送されるトラフィック）にだけ適用されます。

デフォルトで、CEF はグローバルなイネーブルに設定されています。何らかの理由でこれがディセーブルになった場合は、**ip cef** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用し、再度イネーブルに設定できます。

デフォルト設定では、すべてのレイヤ 3 インターフェイスで CEF がイネーブルです。**no ip route-cache cef** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを入力すると、ソフトウェアが転送するトラフィックに対して CEF がディセーブルになります。このコマンドは、ハードウェア転送パスには影響しません。CEF をディセーブルにして **debug ip packet detail** 特権 EXEC コマンドを使用すると、ソフトウェア転送トラフィックをデバッグするのに便利です。ソフトウェア転送パス用のインターフェイスで CEF をイネーブルにするには、**ip route-cache cef** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

注意　CLI には、インターフェイス上で CEF をディセーブルにする **no ip route-cache cef** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドが表示されますが、デバッグ以外の目的では、インターフェイス上で CEF をディセーブルにしないようにしてください。

ディセーブルである CEF をグローバルにイネーブルにしたり、ソフトウェア転送トラフィックのインターフェイス上でイネーブルにしたりするには、特権 EXEC モードで、次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**ip cef**	CEF の動作をイネーブルにします。
ステップ 3	**interface** *interface-id*	インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始し、設定するレイヤ 3 インターフェイスを指定します。
ステップ 4	**ip route**-cache cef	ソフトウェア転送トラフィック用のインターフェイスで CEF をイネーブルにします。
ステップ 5	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 6	**show ip cef**	すべてのインターフェイスの CEF ステータスを表示します。
ステップ 7	**show cef linecard [detail]**	CEF に関連するインターフェイス情報を表示します。

	コマンド	目的
ステップ 8	**show cef interface** [*interface-id*]	すべてのインターフェイスまたは指定されたインターフェイスの詳細な CEF 情報を表示します。
ステップ 9	**show adjacency**	CEF の隣接テーブル情報を表示します。
ステップ 10	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

等価コスト ルーティング パスの個数の設定

同じネットワークへ向かう同じメトリックのルートが複数ルータに格納されている場合、これらのルートは等価コストを保有していると見なされます。ルーティング テーブルに複数の等価コスト ルートが含まれる場合は、これらを*パラレル パス*と呼ぶこともあります。ネットワークへの等価コスト パスがルータに複数格納されている場合、ルータはこれらを同時に使用できます。パラレル パスを使用すると、回線に障害が発生した場合に冗長性を確保できます。また、使用可能なパスにパケットの負荷を分散し、使用可能な帯域幅を有効利用することもできます。

等価コスト ルートはルータによって自動的に取得、設定されますが、ルーティング テーブルの IP ルーティング プロトコルでサポートされるパラレル パスの最大数は制御可能です。スイッチ ソフトウェアでは最大 32 の等価コスト ルーティングが許可されていますが、スイッチ ハードウェアはルートあたり 17 パス以上は使用しません。

ルーティング テーブルに格納されるパラレル パスのデフォルトの最大数を変更するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**router** {**bgp** | **rip** | **ospf** | **eigrp**}	ルータ コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**maximum-paths** *maximum*	プロトコル ルーティング テーブルのパラレル パスの最大数を設定します。指定できる範囲は 1 ～ 16 です。ほとんどの IP ルーティング プロトコルでデフォルトは 4 ですが、BGP の場合だけは 1 です。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show ip protocols**	*Maximum path* フィールドの設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

デフォルト値に戻すには、**no maximum-paths** ルータ コンフィギュレーション コマンドを使用します。

スタティック ユニキャスト ルートの設定

スタティック ユニキャスト ルートは、特定のパスを通過して送信元と宛先間でパケットを送受信するユーザ定義のルートです。ルータが特定の宛先へのルートを構築できない場合、スタティック ルートは重要で、到達不能なすべてのパケットが送信される最終ゲートウェイを指定する場合に有効です。

スタティック ルートを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**ip route** *prefix mask* {*address* | *interface*} [*distance*]	スタティック ルートを確立します。

	コマンド	目的
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show ip route**	設定を確認するため、ルーティング テーブルの現在のステートを表示します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

スタティック ルートを削除するには、**no ip route** *prefix mask* {*address* | *interface*} グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

ユーザによって削除されるまで、スタティック ルートはスイッチに保持されます。ただし、管理距離の値を割り当て、スタティック ルートをダイナミック ルーティング情報で上書きできます。各ダイナミック ルーティング プロトコルには、デフォルトの管理距離が設定されています（表 37-16 を参照）。ダイナミック ルーティング プロトコルの情報でスタティック ルートを上書きする場合は、スタティック ルートの管理距離がダイナミック プロトコルの管理距離よりも大きな値になるように設定します。

表 37-16　ダイナミック ルーティング プロトコルのデフォルトの管理距離

ルート送信元	デフォルト距離
接続されたインターフェイス	0
スタティック ルート	1
EIGRP サマリー ルート	5
EBGP	20
内部 EIGRP	90
IGRP	100
OSPF	110
IBGP	200
不明	225

インターフェイスを指し示すスタティック ルートは、RIP、IGRP、およびその他のダイナミック ルーティング プロトコルを通してアドバタイズされます。**redistribute** スタティック ルータ コンフィギュレーション コマンドが、これらのルーティング プロトコルに対して指定されているかどうかは関係ありません。これらのスタティック ルートがアドバタイズされるのは、インターフェイスを指し示すスタティック ルートは接続された結果、静的な性質を失ったとルーティング テーブルで見なされるためです。ただし、network コマンドで定義されたネットワーク以外のインターフェイスに対してスタティック ルートを定義する場合は、ダイナミック ルーティング プロトコルに **redistribute** スタティック コマンドを指定しない限り、ルートはアドバタイズされません。

インターフェイスがダウンすると、ダウンしたインターフェイスを経由するすべてのスタティック ルートが IP ルーティング テーブルから削除されます。転送ルータのアドレスとして指定されたアドレスへ向かう有効なネクスト ホップがスタティック ルート内に見つからない場合は、IP ルーティング テーブルからそのスタティック ルートも削除されます。

デフォルトのルートおよびネットワークの指定

ルータは、他のすべてのネットワークへのルートを学習できるわけではありません。完全なルーティング機能を実現するには、一部のルータをスマート ルータとして使用し、それ以外のルータのデフォルト ルートをスマート ルータ宛に指定します（スマート ルータには、インターネットワーク全体のルーティ

ング テーブル情報が格納されます)。これらのデフォルト ルートはダイナミックに取得されるか、ルータごとに設定されます。ほとんどのダイナミックな内部ルーティング プロトコルには、スマート ルータを使用してデフォルト情報をダイナミックに生成し、他のルータに転送するメカニズムがあります。

指定されたデフォルト ネットワークに直接接続されたインターフェイスがルータに存在する場合は、そのデバイス上で動作するダイナミック ルーティング プロトコルによってデフォルト ルートが生成されます。RIP の場合は、疑似ネットワーク 0.0.0.0 がアドバタイズされます。

ネットワークのデフォルトを生成しているルータには、そのルータ自身のデフォルト ルートも指定する必要があります。ルータが自身のデフォルト ルートを生成する方法の 1 つは、適切なデバイスを経由してネットワーク 0.0.0.0 に至るスタティック ルートを指定することです。

ネットワークへのスタティック ルートをスタティック デフォルト ルートとして定義するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**ip default-network** *network number*	デフォルト ネットワークを指定します。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show ip route**	最終ゲートウェイで選択されたデフォルト ルートを表示します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

ルートを削除するには、**no ip default-network** *network number* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

ダイナミック ルーティング プロトコルによってデフォルト情報を送信するときは、特に設定する必要はありません。ルーティング テーブルは定期的にスキャンされ、デフォルト ルートとして最適なデフォルト ネットワークが選択されます。IGRP ネットワークでは、システムのデフォルト ネットワークの候補が複数存在する場合もあります。Cisco ルータでは、デフォルト ルートまたは最終ゲートウェイを設定するため、管理距離およびメトリック情報を使用します。

ダイナミックなデフォルト情報がシステムに送信されない場合は、**ip default-network** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用し、デフォルト ルートの候補を指定します。このネットワークが任意の送信元のルーティング テーブルに格納されている場合は、デフォルト ルートの候補としてフラグ付けされます。ルータにデフォルト ネットワークのインターフェイスが存在しなくても、そこへのパスが格納されている場合、そのネットワークは 1 つの候補と見なされ、最適なデフォルト パスへのゲートウェイが最終ゲートウェイになります。

ルート マップによるルーティング情報の再配信

スイッチでは複数のルーティング プロトコルを同時に実行し、ルーティング プロトコル間で情報を再配信できます。ルーティング プロトコル間での情報の再配信は、サポートされているすべての IP ベース ルーティング プロトコルに適用されます。

2 つのドメイン間で拡張パケット フィルタまたはルート マップを定義することにより、ルーティング ドメイン間でルートの再配信を条件付きで制御することもできます。**match** および **set** ルートマップ コンフィギュレーション コマンドは、ルート マップの条件部分を定義します。**match** コマンドは、一致しなければならない条件を指定します。**set** コマンドは、ルーティング アップデートが match コマンドによって定義される条件と一致した場合に実行されるアクションを指定します。再配信はプロトコルに依存しない機能ですが、**match** および **set** ルート マップ コンフィギュレーション コマンドの一部は特定のプロトコル固有のものです。

route-map コマンドの後に、**match** コマンドおよび **set** コマンドをそれぞれ 1 つまたは複数指定します。**match** コマンドを指定しない場合は、すべて一致すると見なされます。**set** コマンドを指定しない場合、一致以外の処理はすべて実行されません。このため、少なくとも 1 つの **match** または **set** コマンドを指定する必要があります。

（注）　**set** ルート マップ コンフィギュレーション コマンドを使用しないと、ルート マップが CPU に送信され、CPU 使用率が高くなります。

ルートマップ ステートメントは、**permit** または **deny** として識別することもできます。ステートメントが拒否としてマークされている場合、一致基準を満たすパケットは通常の転送チャネルを通じて送り返されます（宛先ベース ルーティング）。ステートメントが許可としてマークされている場合は、一致基準を満たすパケットに set コマンドが適用されます。一致基準を満たさないパケットは、通常のルーティング チャネルを通じて転送されます。

BGP ルート マップ **continue** コマンドを使用すると、match および set コマンドが正常に実行された後、ルート マップの他のエントリを実行できます。**continue** コマンドを使用することで、よりモジュール化したポリシー定義の構成と編成ができるので、同じルート マップ内に特定のポリシー設定を繰り返す必要がなくなります。スイッチで発信ポリシーに **continue** コマンドを使用できるようになりました。ルート マップ **continue** コマンドの使用方法の詳細については、次の URL で、『BGP Route-Map Continue Support for an Outbound Policy feature guide for Cisco IOS Release 12.4(4)T』を参照してください。
http://www.cisco.com/en/US/products/ps6441/products_feature_guides_list.html

（注）　次に示すステップ 3 ～ 14 はそれぞれ任意ですが、少なくとも 1 つの **match** ルート マップ コンフィギュレーション コマンド、および 1 つの **set** ルート マップ コンフィギュレーション コマンドを入力する必要があります。

再配信用のルート マップを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**route-map** *map-tag* [**permit** | **deny**] [*sequence number*]	再配信を制御するために使用するルート マップを定義し、ルート マップ コンフィギュレーション モードを開始します。 *map-tag* : ルート マップ用のわかりやすい名前を指定します。**redistribute** ルータ コンフィギュレーション コマンドはこの名前を使用して、このルート マップを参照します。複数のルート マップで同じマップ タグ名を共有できます。 （任意）**permit** が指定され、このルート マップの一致条件が満たされている場合は、set アクションの制御に従ってルートが再配信されます。**deny** が指定されている場合、ルートは再配信されません。 *sequence number*（任意）: 同じ名前によってすでに設定されているルート マップのリスト内で、新しいルート マップの位置を指定する番号です。
ステップ 3	**match as-path** *path-list-number*	BGP AS パス アクセス リストと一致させます。
ステップ 4	**match community-list** *community-list-number* [**exact**]	BGP コミュニティ リストと一致させます。

	コマンド	目的
ステップ 5	**match ip address** {*access-list-number* | *access-list-name*} [*...access-list-number* | *...access-list-name*]	名前または番号を指定し、標準アクセス リストと一致させます。1 ～ 199 の整数を指定できます。
ステップ 6	**match metric** *metric-value*	指定されたルート メトリックと一致させます。*metric-value* には、0 ～ 4294967295 の値が指定された、EIGRP のメトリックを指定できます。
ステップ 7	**match ip next-hop** {*access-list-number* | *access-list-name*} [*...access-list-number* | *...access-list-name*]	指定されたアクセス リスト（番号 1 ～ 199）のいずれかで送信される、ネクスト ホップのルータ アドレスと一致させます。
ステップ 8	**match tag** *tag value* [*...tag-value*]	1 つまたは複数のルート タグ値からなるリスト内の指定されたタグ値と一致させます。0 ～ 4294967295 の整数を指定できます。
ステップ 9	**match interface** *type number* [*...type number*]	指定されたインターフェイスの 1 つから、指定されたネクスト ホップへのルートと一致させます。
ステップ 10	**match ip route-source** {*access-list-number* | *access-list-name*} [*...access-list-number* | *...access-list-name*]	指定されたアドバタイズ済みアクセス リストによって指定されるアドレスと一致させます。
ステップ 11	**match route-type** {**local** | **internal** | **external** [**type-1** | **type-2**]}	指定された **route-type** と一致させます。 • **local**：ローカルに生成された BGP ルート • **internal** : OSPF エリア内およびエリア間ルート、または EIGRP 内部ルート • **external** : OSPF 外部ルート（タイプ 1 またはタイプ 2）または EIGRP 外部ルート
ステップ 12	**set dampening** *halflife reuse suppress max-suppress-time*	BGP ルート ダンピング係数を設定します。
ステップ 13	**set local-preference** *value*	ローカル BGP パスに値を割り当てます。
ステップ 14	**set origin** {**igp** | **egp** *as* | **incomplete**}	BGP の送信元コードを設定します。
ステップ 15	**set as-path** {**tag** | **prepend** *as-path-string*}	BGP AS パスを変更します。
ステップ 16	**set level** {**level-1** | **level-2** | **level-1-2** | **stub-area** | **backbone**}	ルーティング ドメインの指定エリアにアドバタイズされるルートのレベルを設定します。**stub-area** および **backbone** は、OSPF NSSA およびバックボーン エリアです。
ステップ 17	**set metric** *metric value*	再配信されるルートに指定するメトリック値を設定します（EIGRP 専用）。*metric value* は -294967295 ～ 294967295 の整数です。
ステップ 18	**set metric** *bandwidth delay reliability loading mtu*	再配信されるルートに指定するメトリック値を設定します（EIGRP 専用）。 • *bandwidth*：0 ～ 4294967295 の範囲のルートのメトリック値または IGRP 帯域幅（キロビット / 秒単位）。 • *delay*：0 ～ 4294967295 の範囲のルート遅延（10 マイクロ秒単位）。 • *reliability* : 0 ～ 255 の数値で表されるパケット伝送の成功可能性。255 は信頼性が 100% であること、0 は信頼性がないことを意味します。 • *loading*：0 ～ 255 の数値で表されるルートの有効帯域幅（255 は 100% の負荷）。 • *mtu*：ルートの MTU の最小サイズ（バイト単位）。範囲は 0 ～ 4294967295 です。

	コマンド	目的
ステップ 19	**set metric-type** {**type-1** | **type-2**}	再配信されるルートに OSPF 外部メトリック タイプを設定します。
ステップ 20	**set metric-type internal**	ネクスト ホップの IGP メトリックと一致するように、EBGP ネイバーにアドバタイズされるプレフィクスの MED 値を設定します。
ステップ 21	**set weight**	ルーティング テーブルの BGP ウェイトを設定します。指定できる値は 1 ～ 65535 です。
ステップ 22	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 23	**show route-map**	設定を確認するため、設定されたすべてのルート マップ、または指定されたルート マップだけを表示します。
ステップ 24	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

エントリを削除するには、**no route-map** *map tag* グローバル コンフィギュレーション コマンド、または **no match** や **no set** ルート マップ コンフィギュレーション コマンドを使用します。

ルーティング ドメイン間でルートを配信したり、ルート再配信を制御したりできます。

ルート再配信を制御するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。キーワードは前述の手順で定義されたキーワードと同じです。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**router** {**bgp** | **rip** | **ospf** | **eigrp**}	ルータ コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**redistribute** *protocol* [*process-id*] {**level-1** | **level-1-2** | **level-2**} [**metric** *metric-value*] [**metric-type** *type-value*] [**match internal** | **external** t*ype-value*] [**tag** *tag-value*] [**route-map** *map-tag*] [**weight** *weight*] [**subnets**]	ルーティング プロトコル間でルートを再配信します。route-map を指定しないと、すべてのルートが再配信されます。キーワード **route-map** に *map-tag* を指定しないと、ルートは配信されません。
ステップ 4	**default-metric** *number*	現在のルーティング プロトコルが、再配信されたすべてのルートに対して同じメトリック値を使用するように設定します（BGP、RIP、OSPF）。
ステップ 5	**default-metric** *bandwidth delay reliability loading mtu*	EIGRP ルーティング プロトコルが、EIGRP 以外で再配信されたすべてのルートに対して同じメトリック値を使用するように設定します。
ステップ 6	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 7	**show route-map**	設定を確認するため、設定されたすべてのルート マップ、または指定されたルート マップだけを表示します。
ステップ 8	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

再配信をディセーブルにするには、そのコマンドの **no** 形式を使用します。

ルーティング プロトコルのメトリックを、必ずしも別のルーティング プロトコルのメトリックに変換する必要はありません。たとえば、RIP メトリックはホップ カウントで、IGRP メトリックは 5 つの特性の組み合わせです。このような場合は、メトリックを独自に設定し、再配信されたルートに割り当てます。ルーティング情報を制御せずにさまざまなルーティング プロトコル間で交換するとルーティング ループが発生し、ネットワーク動作が著しく低下することもあります。

メトリック変換の代わりに使用されるデフォルトの再配信メトリックが定義されていない場合は、ルーティング プロトコル間で自動的にメトリック変換が発生することもあります。

- RIP はスタティック ルートを自動的に再配信できます。スタティック ルートにはメトリック 1（直接接続）が割り当てられます。

- デフォルト モードになっている場合、どのプロトコルも他のルーティング プロトコルを再配信できます。

PBR の設定

PBR を使用すると、トラフィック フローに定義済みポリシーを設定できます。PBR を使用してルーティングをより細かく制御するには、ルーティング プロトコルから取得したルートの信頼度を小さくします。PBR は、次の基準に基づいて、パスを許可または拒否するルーティング ポリシーを設定したり、実装したりできます。

- 特定のエンド システムの ID
- アプリケーション
- プロトコル

PBR を使用すると、等価アクセスや送信元依存ルーティング、双方向対バッチ トラフィックに基づくルーティング、専用リンクに基づくルーティングを実現できます。たとえば、在庫記録を本社に送信する場合は広帯域で高コストのリンクを短時間使用し、電子メールなど日常的に使用するアプリケーション データは狭帯域で低コストのリンクで送信できます。

PBR がイネーブルの場合は、Access Control List（ACL; アクセス コントロール リスト）を使用してトラフィックを分類し、各トラフィックがそれぞれ異なるパスを経由するようにします。PBR は着信パケットに適用されます。PBR がイネーブルのインターフェイスで受信されたすべてのパケットは、ルート マップを通過します。ルート マップで定義された基準に基づいて、パケットは適切なネクスト ホップに転送（ルーティング）されます。

- パケットがルート マップ ステートメントと一致しない場合は、すべての set コマンドが適用されます。
- ステートメントが許可とマークされている場合、どのルートマップ ステートメントとも一致しないパケットは通常の転送チャネルを通じて送信され、宛先ベースのルーティングが実行されます。
- PBR に対して、拒否のマークが付いているルートマップ ステートメントはサポートされていません。

ルート マップの設定の詳細については、「ルート マップによるルーティング情報の再配信」（P.37-95）を参照してください。

標準 IP ACL を使用すると、アプリケーション、プロトコル タイプ、またはエンド ステーションに基づいて一致基準を指定するように、送信元アドレスまたは拡張 IP ACL の一致基準を指定できます。一致が見つかるまで、ルート マップにこのプロセスが行われます。不一致が見つからない場合は、通常の宛先ベース ルーティングが発生します。match ステートメント リストの末尾には、暗黙の拒否エントリがあります。

match コマンドが満たされた場合は、set コマンドを使用して、パス内のネクスト ホップ ルータを識別する IP アドレスを指定できます。

PBR コマンドおよびキーワードの詳細については、『*Cisco IOS IP Command Reference, Volume 2 of 3: Routing Protocols, Release 12.4*』を参照してください。表示されているにもかかわらずスイッチでサポートされない PBR コマンドについては、付録 B「Cisco IOS Release 12.2(58)SE でサポートされていないコマンド」を参照してください。

（注）　このソフトウェア リリースは、IPv4 および IPv6 トラフィック処理時に PBR をサポートしません。

PBR 設定時の注意事項

PBR の設定を開始する前に、次の点に注意してください。

- PBR を使用するには、スイッチ上で IP サービス イメージが稼動している必要があります。
- マルチキャスト トラフィックには、ポリシーによるルーティングが行われません。PBR が適用されるのはユニキャスト トラフィックだけです。
- ルーテッド ポートまたは SVI 上で、PBR をイネーブルにできます。
- スイッチは、PBR の **route-map deny** ステートメントをサポートしていません。
- レイヤ 3 モードの EtherChannel ポート チャネルにはポリシー ルート マップを適用できますが、EtherChannel のメンバである物理インターフェイスには適用できません。適用しようとすると、コマンドが拒否されます。ポリシー ルート マップが適用されている物理インターフェイスは、EtherChannel のメンバになることができません。
- スイッチには最大 246 個の IP ポリシー ルート マップを定義できます。
- スイッチには、PBR 用として最大 512 個の Access Control Entry（ACE; アクセス制御エントリ）を定義できます。
- ルート マップに一致基準を設定するときには、次の注意事項に従ってください。
  - ローカル アドレス宛のパケットを許可する ALC と一致させないでください。PBR はこれらのパケットを転送しますが、ping や Telnet 障害またはルート プロトコル フラッピングが発生する可能性があります。
  - 拒否 ACE のある ACL と一致させないでください。拒否 ACE と一致するパケットが CPU に送信されると、CPU の使用率が高くなる可能性があります。
- PBR を使用するには、**sdm prefer routing** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用して、まずルーティング テンプレートをイネーブルにする必要があります。VLAN またはデフォルト テンプレートでは、PBR がサポートされません。SDM テンプレートの詳細については、第 7 章「SDM テンプレートの設定」を参照してください。
- VRF と PBR は、スイッチ インターフェイス上で相互に排他的です。PBR がインターフェイスでイネーブルになっているときは、VRF をイネーブルにはできません。同じように、インターフェイスで VRF がイネーブルになっているときは、PBR をイネーブルにはできません。
- Web Cache Communication Protocol（WCCP; ウェブ キャッシュ通信プロトコル）と PBR は、スイッチ インターフェイス上で相互に排他的です。PBR がインターフェイスでイネーブルになっているときは、WCCP をイネーブルにはできません。同じように、インターフェイスで WCCP がイネーブルになっているときは、PBR をイネーブルにはできません。
- PBR で使用される Ternary CAM（TCAM; 3 値連想メモリ）エントリ数は、ルート マップ自体、使用される ACL、ACL およびルート マップ エントリの順序によって異なります。
- パケット長、Type of Service（ToS; サービス タイプ）、set interface、set default next hop、または set default interface に基づく PBR は、サポートされていません。有効な set アクションがないか、または set アクションが *Don’t Fragment* に設定されているポリシー マップは、サポートされていません。
- スイッチは PBR ルート マップでの Quality of Service（QoS）DSCP および IP precedence の一致をサポートしていて、次のような制限事項があります。
  - QoS DSCP 変換マップと PBR ルート マップを同じインターフェイスに適用することができません。
  - 透過的な DSCP と PBR DSCP ルート マップは同一スイッチに設定できません。
  - PBR と QoS DSCP を設定する際に、QoS をイネーブルに設定（**mls qos** グローバル コンフィギュレーション コマンドを入力）するか、ディセーブルに設定（**no mls qos** グローバル コンフィギュレーション コマンドを入力）できます。QoS がイネーブルの場合、トラフィックの

DSCP 値が変更されないようにするには、**mls qos trust dscp** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを入力して、スイッチの入力トラフィック ポートで DSCP 信頼状態を設定します。信頼状態が DSCP でない場合、デフォルトですべての信頼されていないトラフィックの DSCP 値が 0 に設定されます。

PBR のイネーブル化

デフォルトでは、PBR はスイッチ上でディセーブルです。PBR をイネーブルにするには、一致基準およびすべての match コマンドと一致した場合の動作を指定するルート マップを作成する必要があります。次に、特定のインターフェイスでそのルート マップ用の PBR をイネーブルにします。指定したインターフェイスに着信したパケットのうち、match コマンドと一致したものはすべて PBR の対象になります。

PBR は、スイッチの速度低下を引き起こさない速度で、高速スイッチングしたり実装したりできます。高速スイッチングされた PBR では、ほとんどの match および set コマンドを使用できます。PBR の高速スイッチングをイネーブルにするには、事前に PBR をイネーブルにする必要があります。PBR の高速スイッチングは、デフォルトでディセーブルです。

スイッチで生成されたパケットまたはローカル パケットは、通常どおりにポリシー ルーティングされません。スイッチ上でローカル PBR をグローバルにイネーブルにすると、そのスイッチから送信されたすべてのパケットがローカル PBR の影響を受けます。ローカル PBR は、デフォルトでディセーブルに設定されています。

（注）　PBR をイネーブルにするには、スイッチ上で IP サービス イメージが稼動している必要があります。

PBR を設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**route-map** *map-tag* [**permit**] [*sequence number*]	パケットの出力場所を制御するために使用するルート マップを定義し、ルート マップ コンフィギュレーション モードを開始します。 • *map-tag* : ルート マップ用のわかりやすい名前を指定します。**ip policy route-map** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドはこの名前を使用して、このルート マップを参照します。複数のルート マップで同じマップ タグ名を共有できます。 • （任意）**permit** が指定され、このルート マップの一致条件が満たされている場合は、set アクションの制御に従ってルートがポリシールーティングされます。 （注）　**route-map deny** ステートメントは、インターフェイスに適用される PBR ルート マップでサポートされていません。 • *sequence number*（任意）: 同じ名前によってすでに設定されているルート マップのリスト内で、新しいルート マップの位置を示す番号です。
ステップ 3	**match ip address** {*access-list-number* | *access-list-name*} [*...access-list-number* | *...access-list-name*]	1 つまたは複数の標準または拡張アクセス リストで許可されている送信元および宛先 IP アドレスを照合します。 （注）　拒否 ACE のある ACL またはローカル アドレス宛のパケットを許可する ACL を入力しないでください。 **match** コマンドを指定しない場合、ルート マップはすべてのパケットに適用されます。

	コマンド	目的
ステップ 4	**set ip next-hop** *ip-address* [...*ip-address*]	基準と一致するパケットの動作を指定します。パケットのルーティング先となるネクスト ホップを設定します（ネクスト ホップは隣接していなければなりません）。
ステップ 5	**exit**	グローバル コンフィギュレーション モードに戻ります。
ステップ 6	**interface** *interface-id*	インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始し、設定するインターフェイスを指定します。
ステップ 7	**ip policy route-map** *map-tag*	レイヤ 3 インターフェイス上で PBR をイネーブルにし、使用するルート マップを識別します。1 つのインターフェイスに設定できるルート マップは、1 つだけです。ただし、異なるシーケンス番号を持つ複数のルート マップ エントリを設定できます。これらのエントリは、最初の一致が見つかるまで、シーケンス番号順に評価されます。一致が見つからない場合、パケットは通常どおりにルーティングされます。 （注）　IP ポリシー ルート マップに **deny** ステートメントが含まれる場合、設定に失敗します。
ステップ 8	**ip route-cache policy**	（任意）PBR の高速スイッチングをイネーブルにします。PBR の高速スイッチングをイネーブルにするには、まず PBR をイネーブルにする必要があります。
ステップ 9	**exit**	グローバル コンフィギュレーション モードに戻ります。
ステップ 10	**ip local policy route-map** *map-tag*	（任意）ローカル PBR をイネーブルにして、スイッチから送信されるパケットに PBR を実行します。ローカル PBR は、スイッチによって生成されるパケットに適用されます。着信パケットには適用されません。
ステップ 11	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 12	**show route-map** [*map-name*]	（任意）設定を確認するため、設定されたすべてのルート マップ、または指定されたルート マップだけを表示します。
ステップ 13	**show ip policy**	（任意）インターフェイスに付加されたポリシー ルート マップを表示します。
ステップ 14	**show ip local policy**	（任意）ローカル PBR がイネーブルであるかどうか、およびイネーブルである場合は使用されているルート マップを表示します。
ステップ 15	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

エントリを削除するには、**no route-map** *map-tag* グローバル コンフィギュレーション コマンド、または **no match** または **no set** ルート マップ コンフィギュレーション コマンドを使用します。インターフェイス上で PBR をディセーブルにするには、**no ip policy route-map** *map-tag* インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。PBR の高速スイッチングをディセーブルにするには、**no ip route-cache policy** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。スイッチから送信されるパケットに対して PBR をディセーブルにするには、**ip local policy route-map** *map-tag* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

ルーティング情報のフィルタリング

ルーティング プロトコル情報をフィルタリングする場合は、次の作業を実行します。

（注）　OSPF プロセス間でルートが再配信される場合、OSPF メトリックは保持されません。

パッシブ インターフェイスの設定

ローカル ネットワーク上の他のルータがダイナミックにルートを取得しないようにするには、**passive-interface** ルータ コンフィギュレーション コマンドを使用し、ルーティング アップデート メッセージがルータ インターフェイスから送信されないようにします。OSPF プロトコルでこのコマンドを使用すると、パッシブに指定したインターフェイス アドレスが OSPF ドメインのスタブ ネットワークとして表示されます。OSPF ルーティング情報は、指定されたルータ インターフェイスから送受信されません。

多数のインターフェイスが存在するネットワークで、インターフェイスを手動でパッシブに設定する作業を回避するには、**passive-interface default** ルータ コンフィギュレーション コマンドを使用し、すべてのインターフェイスをデフォルトでパッシブになるように設定します。この後で、隣接関係が必要なインターフェイスを手動で設定します。

パッシブ インターフェイスを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**router** {**bgp** | **rip** | **ospf** | **eigrp**}	ルータ コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**passive-interface** *interface-id*	指定されたレイヤ 3 インターフェイス経由のルーティング アップデートの送信を抑制します。
ステップ 4	**passive-interface default**	（任意）すべてのインターフェイスを、デフォルトでパッシブとなるように設定します。
ステップ 5	**no passive-interface** *interface type*	（任意）隣接関係を送信する必要があるインターフェイスだけをアクティブにします。
ステップ 6	**network** *network-address*	（任意）ルーティング プロセス用のネットワーク リストを指定します。*network-address* は IP アドレスです。
ステップ 7	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 8	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

パッシブとしてイネーブルにしたインターフェイスを確認するには、**show ip ospf interface** などのネットワーク モニタ用特権 EXEC コマンドを使用します。アクティブとしてイネーブルにしたインターフェイスを確認するには、**show ip interface** 特権 EXEC コマンドを使用します。

ルーティング アップデートの送信を再度イネーブルにするには、**no passive-interface** *interface-id* ルータ コンフィギュレーション コマンドを使用します。**default** キーワードを指定すると、すべてのインターフェイスがデフォルトでパッシブに設定されます。次に、**no passive-interface** ルータ コンフィギュレーション コマンドを使用し、隣接関係を必要とする各インターフェイスを個別に設定します。**default** キーワードは、ほとんどの配信ルータに 200 以上のインターフェイスが備わっているインターネット サービス プロバイダーや大規模な企業ネットワークの場合に役立ちます。

ルーティング アップデートのアドバタイズメントおよび処理の制御

アクセス コントロール リストと **distribute-list** ルータ コンフィギュレーション コマンドを組み合わせて使用すると、ルーティング アップデート中にルートのアドバタイズメントを抑制し、他のルータが 1 つまたは複数のルートを取得しないようにできます。この機能を OSPF で使用した場合は外部ルートにだけ適用されるため、インターフェイス名は指定できません。

distribute-list ルータ コンフィギュレーション コマンドを使用し、着信したアップデートのリストのうち特定のルートを処理しないように設定できます（OSPF にこの機能は適用されません）。

ルーティング アップデートのアドバタイズメントまたは処理を制御するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**router** {**bgp** | **rip** | **eigrp**}	ルータ コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**distribute-list** {*access-list-number* | *access-list-name*} **out** [*interface-name* | *routing process* | *autonomous-system-number*]	アクセス リスト内のアクションに応じて、ルーティング アップデート内のルートのアドバタイズメントを許可または拒否します。
ステップ 4	**distribute-list** {*access-list-number* | *access-list-name*} **in** [*type-number*]	アップデートにリストされたルートの処理を抑制します。
ステップ 5	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

フィルタを変更またはキャンセルするには、**no distribute-list in** ルータ コンフィギュレーション コマンドを使用します。アップデート中のネットワーク アドバタイズメントの抑制をキャンセルするには、**no distribute-list out** ルータ コンフィギュレーション コマンドを使用します。

ルーティング情報の送信元のフィルタリング

一部のルーティング情報が他の情報よりも正確な場合があるため、フィルタリングを使用して、さまざまな送信元から送られる情報にプライオリティを設定できます。「*管理距離*」は、ルータやルータのグループなど、ルーティング情報の送信元の信頼性を示す数値です。大規模ネットワークでは、他のルーティング プロトコルよりも信頼できるルーティング プロトコルが存在する場合があります。管理ディスタンスの値を指定すると、ルータはルーティング情報の送信元をインテリジェントに区別できるようになります。常にルーティング プロトコルの管理距離が最短（値が最小）であるルートが選択されます。表 37-16（P.37-94）に、さまざまなルーティング情報送信元のデフォルトの管理距離を示します。

各ネットワークには独自の要件があるため、管理距離を割り当てる一般的な注意事項はありません。

ルーティング情報の送信元をフィルタリングするには、特権 EXEC モードで、次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**router** {**bgp** | **rip** | **ospf** | **eigrp**}	ルータ コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**distance** *weight* {*ip-address* {*ip-address mask*}} [*ip access list*]	管理距離を定義します。 *weight*：管理距離は 10 ～ 255 の整数です。単独で使用した場合、*weight* はデフォルトの管理距離を指定します。ルーティング情報の送信元に他の指定がない場合に使用されます。管理距離が 255 のルートはルーティング テーブルに格納されません。 （任意）*ip access list*：着信ルーティング アップデートに適用される IP 標準または IP 拡張アクセス リストです。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show ip protocols**	指定されたルーティング プロセス用のデフォルトの管理距離を表示します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

管理距離を削除するには、**no distance** ルータ コンフィギュレーション コマンドを使用します。

認証キーの管理

キー管理を使用すると、ルーティング プロトコルで使用される認証キーを制御できます。一部のプロトコルでは、キー管理を使用することができません。認証キーは EIGRP および RIP バージョン 2 で使用できます。

認証キーを管理する前に、認証をイネーブルにする必要があります。プロトコルに対して認証をイネーブルにする方法については、該当するプロトコルについての説明を参照してください。認証キーを管理するには、キー チェーンを定義してそのキー チェーンに属するキーを識別し、各キーの有効期間を指定します。各キーには、ローカルに格納される独自のキー ID（**key** *number* キー チェーン コンフィギュレーション コマンドで指定）があります。キー ID、およびメッセージに関連付けられたインターフェイスの組み合わせにより、使用中の認証アルゴリズムおよび Message Digest 5（MD5）認証キーが一意に識別されます。

有効期間が指定された複数のキーを設定できます。存在する有効なキーの個数に関係なく、1 つの認証パケットだけが送信されます。キー番号は小さい方から大きい方へ順に調べられ、最初に見つかった有効なキーが使用されます。キー変更中は、有効期間が重なっても問題ありません。これらの有効期間は、ルータに通知する必要があります。

認証キーを管理するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**key chain** *name-of-chain*	キー チェーンを識別し、キーチェーン コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**key** *number*	キー番号を識別します。指定できる範囲は 0 ～ 2147483647 です。
ステップ 4	**key-string** *text*	キー ストリングを識別します。ストリングには 1 ～ 80 文字の大文字および小文字の英数字を指定できますが、最初の文字には数字を指定できません。
ステップ 5	**accept-lifetime** *start-time* {**infinite** | *end-time* | **duration** *seconds*}	（任意）キーを受信する期間を指定します。 *start-time* および *end-time* 構文には、*hh*:*mm*:*ss Month date year* または *hh*:*mm*:*ss date Month year* のいずれかを使用できます。デフォルトはデフォルトの *start-time* 以降、無制限です。指定できる最初の日付は 1993 年 1 月 1 日です。デフォルトの *end-time* および **duration** は **infinite** です。
ステップ 6	**send-lifetime** *start-time* {**infinite** | *end-time* | **duration** *seconds*}	（任意）キーを送信する期間を指定します。 *start-time* および *end-time* 構文には、*hh*:*mm*:*ss Month date year* または *hh*:*mm*:*ss date Month year* のいずれかを使用できます。デフォルトはデフォルトの *start-time* 以降、無制限です。指定できる最初の日付は 1993 年 1 月 1 日です。デフォルトの *end-time* および **duration** は infinite です。
ステップ 7	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 8	**show key chain**	認証キー情報を表示します。
ステップ 9	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

キー チェーンを削除するには、**no key chain** *name-of-chain* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

IP ネットワークのモニタおよびメンテナンス

特定のキャッシュ、テーブル、またはデータベースのすべての内容を削除できます。特定の統計情報を表示することもできます。ルートを削除したり、ステータスを表示したりするには、表 37-17 に示す特権 EXEC コマンドを使用します。

表 37-17　IP ルートの削除またはルート ステータスの表示を行うコマンド

コマンド	目的
clear ip route {*network* [*mask* | *]}	IP ルーティング テーブルから 1 つまたは複数のルートを削除します。
show ip protocols	アクティブなルーティング プロトコル プロセスのパラメータおよびステートを表示します。
show ip route [*address* [*mask*] [**longer-prefixes**]] | [*protocol* [*process-id*]]	ルーティング テーブルの現在のステートを表示します。
show ip route summary	ルーティング テーブルの現在のステートをサマリー形式で表示します。
show ip route supernets-only	スーパーネットを表示します。
show ip cache	IP トラフィックのスイッチングに使用されるルーティング テーブルを表示します。
show route-map [*map-name*]	設定されたすべてのルート マップ、または指定されたルート マップだけを表示します。

CHAPTER 38

IPv6 ユニキャスト ルーティングの設定

この章では、Catalyst 3560 スイッチに IPv6 ユニキャスト ルーティングを設定する方法について説明します。

（注） この章で説明するすべての IPv6 機能を使用するには、スイッチ スタックで IP サービス イメージが稼動している必要があります。IP ベースのイメージが稼動しているスイッチは、IPv6 スタティック ルーティングと IPv6 の RIP だけをサポートします。

IPv6 Multicast Listener Discovery（MLD; マルチキャスト リスナー ディスカバリ）スヌーピングの設定については、第 39 章「IPv6 MLD スヌーピングの設定」を参照してください。IPv6 Access Control List（ACL; アクセス コントロール リスト）の設定については、第 40 章「IPv6 ACL の設定」を参照してください。IPv4 ユニキャスト ルーティングの設定については、第 37 章「IP ユニキャスト ルーティングの設定」を参照してください。

IPv6 ルーティングをイネーブルにするには、デュアル IPv4/IPv6 Switch Database Management（SDM; スイッチ データベース管理）テンプレートを使用するようにスイッチを設定する必要があります。「デュアル IPv4/IPv6 プロトコル スタック」（P.38-5）を参照してください。

（注） この章で使用しているコマンドの完全な構文と使用方法については、手順の中で参照している Cisco IOS のマニュアルを参照してください。

IPv6 の概要

IPv4 ユーザは IPv6 に移行して、エンドツーエンド セキュリティ、Quality of Service（QoS）、グローバルに一意なアドレスなどのサービスを利用することができます。IPv6 では、アドレス レンジが広いため、プライベート アドレスや、ネットワーク エッジの境界ルータでの Network Address Translation（NAT; ネットワーク アドレス変換）処理の必要性が削減されます。

シスコシステムズの IPv6 の実装方法については、次の URL を参照してください。
http://www.cisco.com/en/US/products/ps6553/products_ios_technology_home.html

IPv6 およびこの章のその他の機能については、

- 次の URL にある『*Cisco IOS IPv6 Configuration Library*』を参照してください。
http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/12_2t/ipv6/ipv6_vgf.html
- Cisco IOS ソフトウェア マニュアルを検索する場合は、[Search] フィールドを使用してください。たとえば、スタティック ルートに関する情報が必要な場合は、[Search] フィールドに *Implementing Static Routes for IPv6* と入力すればスタティック ルートに関する次のマニュアルを入手できます。
http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/ipv6/configuration/guide/ip6-stat_routes_ps6441_TSD_Products_Configuration_Guide_Chapter.html

次の項では、スイッチ上での IPv6 の実装について説明します。

- 「IPv6 アドレス」（P.38-2）
- 「サポート対象の IPv6 ユニキャスト ルーティング機能」（P.38-3）
- 「サポートされていない IPv6 ユニキャスト ルーティング機能」（P.38-9）
- 「制限事項」（P.38-10）

IPv6 アドレス

スイッチがサポートするのは、IPv6 ユニキャスト アドレスだけです。サイトローカルなユニキャスト アドレス、エニーキャスト アドレス、またはマルチキャスト アドレスはサポートされません。

IPv6 の 128 ビット アドレスは、コロンで区切られた一連の 8 つの 16 ビットの 16 進フィールド（n:n:n:n:n:n:n:n の形式）で表されます。次に、IPv6 アドレスの例を示します。

2031:0000:130F:0000:0000:09C0:080F:130B

実装を容易にするために、各フィールドの先行ゼロは省略可能です。上記アドレスは、先行ゼロを省略した次のアドレスと同じです。

2031:0:130F:0:0:9C0:80F:130B

2 つのコロン（::）を使用して、ゼロが連続する 16 進フィールドを表すことができます。ただし、この短縮形を使用できるのは、各アドレス内で 1 回だけです。

2031:0:130F::09C0:080F:130B

IPv6 アドレス形式、アドレス タイプ、および IPv6 パケット ヘッダーの詳細については、Cisco.com にある『*Cisco IOS IPv6 Configuration Library*』の「Implementing IPv6 Addressing and Basic Connectivity」の章を参照してください。

「Implementing Addressing and Basic Connectivity」の章にある次の項の内容は、Catalyst 3560 スイッチに適用されます。

- 「IPv6 Address Formats」
- 「IPv6 Address Type: Unicast」
- 「IPv6 Address Output Display」
- 「Simplified IPv6 Packet Header」

サポート対象の IPv6 ユニキャスト ルーティング機能

ここでは、スイッチでサポートされている IPv6 プロトコルの機能について説明します。

スイッチでは、拡張アドレス機能、ヘッダー フォーマットの単純化、拡張子およびオプションのサポートの改善、および拡張ヘッダーのハードウェア解析などがサポートされています。また、ホップ単位の拡張ヘッダー パケットもサポートし、これらをソフトウェアでルーティングまたはブリッジングします。

スイッチは、ネイティブ イーサネット Inter-Switch Link（ISL; スイッチ間リンク）または 802.1Q トランク ポートによる IPv6 ルーティング機能（スタティック ルートの場合）、IPv6 対応の Routing Information Protocol（RIP; ルーティング情報プロトコル）、および Open Shortest Path First（OSPF; 空き最短パス優先）バージョン 3 プロトコルを提供します。等価コスト ルートは 16 までサポートされ、IPv4 および IPv6 フレームを回線レートで同時に転送できます。

128 ビット幅のユニキャスト アドレス

スイッチは集約可能なグローバル ユニキャスト アドレスおよびリンクに対してローカルなユニキャスト アドレスをサポートします。サイトに対してローカルなユニキャスト アドレスはサポートされていません。

- 集約可能なグローバル ユニキャスト アドレスは、集約可能グローバル ユニキャスト プレフィクスの付いた IPv6 アドレスです。このアドレス構造を使用すると、ルーティング プレフィクスを厳格に集約することができ、グローバル ルーティング テーブル内のルーティング テーブル エントリ数が制限されます。これらのアドレスは、組織を経由して最終的にインターネット サービス プロバイダーに至る集約リンク上で使用されます。

これらのアドレスはグローバル ルーティング プレフィクス、サブネット ID、およびインターフェイス ID によって定義されます。現在のグローバル ユニキャスト アドレス割り当てには、バイナリ値 001（2000::/3）で開始するアドレス範囲が使用されます。プレフィクスが 2000::/3（001）～ E000::/3（111）のアドレスには、Extended Unique Identifier（EUI; 拡張固有識別子）-64 フォーマットの 64 ビット インターフェイス ID を設定する必要があります。

- リンクに対してローカルなユニキャスト アドレスをすべてのインターフェイスに自動的に設定するには、修飾 EUI フォーマット内で、リンクに対してローカルなプレフィクス FE80::/10（1111 1110 10）およびインターフェイス ID を使用します。Neighbor Discovery Protocol（NDP; ネイバー探索プロトコル）およびステートレス自動設定プロセスでは、リンクに対してローカルなアドレスが使用されます。ローカル リンク上のノードは、リンクに対してローカルなアドレスを使用します。通信する場合に、グローバルに一意なアドレスは不要です。IPv6 ルータは、リンクに対してローカルな送信元または宛先アドレスを持つパケットをその他のリンクに転送しません。

詳細については、Cisco.com にある『*Cisco IOS IPv6 Configuration Library*』の「Implementing IPv6 Addressing and Basic Connectivity」の章の、IPv6 ユニキャスト アドレスに関する項を参照してください。

IPv6 DNS

IPv6 は、Domain Name System（DNS; ドメイン ネーム システム）の名前 / アドレスおよびアドレス / 名前の検索プロセスにおける DNS レコード タイプをサポートしています。DNS AAAA リソース レコード タイプは IPv6 アドレスをサポートしており、IPv4 の A アドレス レコードと同等です。スイッチは IPv4 および IPv6 の DNS 解決をサポートします。

IPv6 ユニキャストのパス MTU ディスカバリ

スイッチは、IPv6 ノードへの Maximum Transmission Unit（MTU; システム最大伝送ユニット）のアドバタイズメントおよびパス MTU ディスカバリをサポートします。パス MTU ディスカバリを使用すると、ホストは指定されたデータ パス上のすべてのリンクの MTU サイズを動的に検出して、サイズに合わせて調整することができます。IPv6 では、パスを通るリンクの MTU サイズが小さくてパケット サイズに対応できない場合、パケットの送信元がフラグメンテーションを処理します。スイッチは、マルチキャスト パケットのパス MTU ディスカバリをサポートしません。

ICMPv6

IPv6 の Internet Control Message Protocol（ICMP; インターネット制御メッセージ プロトコル）は、ICMP 宛先到達不能メッセージなどのエラー メッセージを生成して、処理やその他の診断機能の実行時のエラーを報告します。IPv6 では、NDP およびパス MTU ディスカバリに ICMP パケットも使用されます。

ネイバー探索

スイッチは、IPv6 NDP（ICMPv6 の上位で稼動するプロトコル）、および NDP をサポートしない IPv6 ステーション対応のスタティックなネイバー エントリもサポートします。IPv6 ネイバー探索プロセスでは ICMP メッセージおよび送信請求ノード マルチキャスト アドレスを使用して、同じネットワーク（ローカル リンク）上のネイバーのリンクレイヤ アドレスを判別し、ネイバーに到達できるかどうかを確認し、ネイバー ルータを追跡します。

スイッチは、マスク長が 64 ビット未満のルートに対する ICMPv6 リダイレクトをサポートします。マスク長が 64 ビットを超えるホスト ルートまたは集約ルートでは、ICMP リダイレクトはサポートされません。

ネイバー探索スロットリングにより、IPv6 パケットをルーティングするためにネクスト ホップ転送情報を取得するプロセス中に、スイッチ CPU に不必要な負荷がかかりません。スイッチがアクティブに解決を試みているネイバーと、後続の IPv6 パケットのネクストホップが同じ場合、IPv6 パケットはドロップされます。これにより CPU の余分な負荷を避けられます。

デフォルト ルータ プリファレンス

スイッチは、ルータのアドバタイズメント メッセージの拡張である IPv6 Default Router Preference（DRP; デフォルト ルータ プリファレンス）をサポートしています。DRP により、適切なルータを選択するホストの機能が向上します。これはホストがマルチホーミングされており、ルータが異なるリンク上にある場合に特に有効です。スイッチでは RFC 4191 の Route Information Option はサポートされていません。

IPv6 ホストはデフォルト ルータ リストを管理し、このリストを使用してオフリンク宛先向けのトラフィックに対応するルータを選択します。宛先に対応するルータを選択すると、宛先キャッシュに格納されます。IPv6 NDP では、到達可能であるルータまたは到達可能性の高いルータが、到達可能性が不明または低いルータよりも優先されます。到達可能であるルータまたは到達可能性の高いルータの場合、NDP は同じルータを毎回選択することもルータ リスト内から順番に選択することもできます。DRP を使用することで、2 台のルータが到達可能である場合または到達可能性が高い場合には、どちらか一方のルータを優先するように IPv6 ホストを設定できます。

IPv6 DRP の詳細については、Cisco.com にある『*Cisco IOS IPv6 Configuration Library*』の「Implementing IPv6 Addresses and Basic Connectivity」の章を参照してください。

IPv6 のステートレス自動設定および重複アドレス検出

スイッチではステートレス自動設定が使用されるため、ホストやモバイル IP アドレスの管理など、リンク、サブネット、およびサイト アドレス指定の変更を管理することができます。ホストはリンクに対してローカルな独自アドレスを自動的に設定します。起動ノードはルータに送信請求を送信して、インターフェイス設定用のアドバタイズメントをルータに要求します。

自動設定および重複アドレス検出の詳細については、Cisco.com にある『*Cisco IOS IPv6 Configuration Library*』の「Implementing IPv6 Addressing and Basic Connectivity」の章を参照してください。

IPv6 アプリケーション

スイッチは、次のアプリケーションについて IPv6 をサポートします。

- ping、Traceroute、Telnet、および TFTP
- IPv6 トランスポートによる Secure Shell（SSH; セキュア シェル）
- IPv6 トランスポートによる HTTP サーバ アクセス
- IPv4 トランスポートによる AAAA の DNS レゾルバ
- IPv6 アドレスの Cisco Discovery Protocol（CDP; シスコ検出プロトコル）サポート

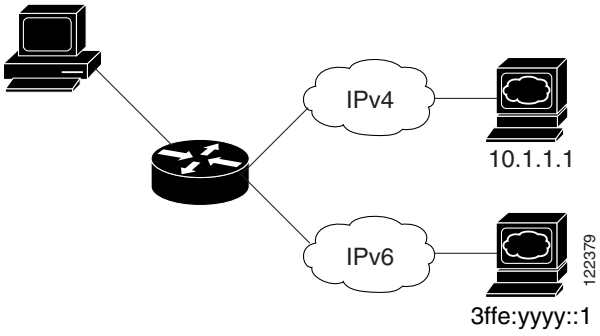
これらのアプリケーションの管理方法の詳細については、Cisco.com にある『*Cisco IOS IPv6 Configuration Library*』の「Managing Cisco IOS Applications over IPv6」および「Implementing IPv6 Addressing and Basic Connectivity」の章を参照してください。

デュアル IPv4/IPv6 プロトコル スタック

IPv4 および IPv6 プロトコルの両方に Ternary Content Addressable Memory（TCAM; 3 値連想メモリ）の使用を割り当てるには、デュアル IPv4/IPv6 テンプレートを使用する必要があります。

図 38-1 に、IP パケットおよび宛先アドレスに基づいて、同じインターフェイスを介して IPv4 および IPv6 トラフィックを転送するルータを示します。

図 38-1　インターフェイス上での IPv4/IPv6 のデュアル サポート



IPv6 ルーティングをイネーブルにするには、デュアル IPv4/IPv6 Switch Database Management（SDM; スイッチング データベース管理）テンプレートを使用します。デュアル IPv4/IPv6 SDM テンプレートの詳細については、第 7 章「SDM テンプレートの設定」を参照してください。

デュアル IPv4 および IPv6 テンプレートを使用すると、デュアル スタック環境でスイッチを使用できるようになります。

- デュアル IPv4/IPv6 テンプレートを最初に選択しないで IPv6 を設定しようとすると、警告メッセージが表示されます。
- IPv4 専用環境の スイッチは、IPv4 パケットをルーティングし、IPv4 の QoS および ACL をハードウェアで適用します。IPv6 パケットはサポートされません。
- デュアル IPv4/IPv6 環境のスイッチは、IPv4 および IPv6 パケットをルーティングし、IPv4 QoS をハードウェアで適用します。
- 完全な IPv6 QoS はサポートされていません。IPv6 QoS trust はサポートされていません。
- デュアル スタック テンプレートを使用すると各リソースの TCAM 容量が少なくなるので、IPv6 を使用しない場合はデュアル スタック テンプレートを使用しないでください。

IPv4 および IPv6 のプロトコル スタックの詳細については、Cisco.com にある『*Cisco IOS IPv6 Configuration Library*』の「Implementing IPv6 Addressing and Basic Connectivity」の章を参照してください。

IPv6 DHCP アドレス割り当て

DHCPv6 を使用すると、DHCP サーバは IPv6 ネットワーク アドレスなどの設定パラメータを IPv6 クライアントに渡すことができます。アドレス割り当て機能により、ホストが接続されているネットワークに基づいた適切なプレフィクスで重複のないアドレス割り当てが行われます。アドレスは 1 つまたは複数のプレフィクス プールから割り当てることができます。デフォルト ドメインや DNS ネーム サーバ アドレスなどのオプションもクライアントに渡すことができます。アドレス プールは、特定のインターフェイスや複数のインターフェイスで使用されるように割り当てたり、サーバが自動的に適切なプールを選択することもできます。

Cisco IOS Release 12.2(58)SE 以降のリリースでは、IP ベース フィーチャ セットを実行するスイッチは次の機能をサポートします。

- DHCPv6 バルク リース クエリー

  DHCPv6 バルク リース クエリーにより、クライアントは DHCPv6 バインディングに関する情報を要求できます。この機能では、新しいクエリー タイプが追加され、TCP を介した DHCPv6 バインディング データのバルク転送が可能になります。DHCPv6 バインディング データのバルク転送

は、リレー サーバ スイッチが再起動され、リレー サーバがすべてのバインディング情報を失ったときに役立ちます。リレー サーバは、再起動後自動的にバルク リース クエリーを生成し、DHCP サーバからバインディング情報を取得します。

- DHCPv6 リレー ソース設定

  DHCPv6 サーバは、DHCP リレー エージェントの送信元アドレスに応答します。通常、DHCPv6 リレー エージェントからのメッセージには、送信元インターフェイスの送信元アドレスが表示されます。DHCPv6 リレー ソース設定機能を使用すると、リレー エージェントからのメッセージの送信元アドレスとしてより安定したアドレス（ループバック インターフェイスなど）を設定できます。スイッチまたは特定のインターフェイスの送信元アドレスをグローバルに設定できます。インターフェイス上に設定されたアドレスは、グローバルに設定されたアドレスより優先されます。

これらの機能の詳細および設定方法については、『*Cisco IOS IPv6 Configuration Guide, Release 12.4*』を参照してください。

このマニュアルでは、DHCPv6 のアドレス割り当てだけについて説明しています。DHCPv6 クライアント、サーバ、またはリレー エージェント機能の設定の詳細については、Cisco.com にある『*Cisco IOS IPv6 Configuration Library*』の「Implementing DHCP for IPv6」の章を参照してください。

IPv6 のスタティック ルート

スタティック ルートは手動で設定され、2 つのネットワーキング デバイス間のルートを明示的に定義します。スタティック ルートが有効なのは、外部ネットワークへのパスが 1 つだけの小規模ネットワークの場合、または大規模ネットワークで特定のトラフィック タイプにセキュリティを設定する場合です。

スタティック ルートの詳細については、Cisco.com にある『*Cisco IOS IPv6 Configuration Library*』の「Implementing Static Routes for IPv6」の章を参照してください。

IPv6 RIP

IPv6 RIP は、ルーティング メトリックとしてホップ カウントを使用する距離ベクトル型プロトコルです。このプロトコルには、IPv6 アドレスおよびプレフィクスのサポート、すべての RIP ルータを含むマルチキャスト グループ アドレス FF02::9 を RIP アップデート メッセージの宛先アドレスとしてサポートする機能などがあります。

IPv6 RIP の詳細については、Cisco.com にある『*Cisco IOS IPv6 Configuration Library*』の「Implementing RIP for IPv6」の章を参照してください。

IPv6 OSPF

IP サービス イメージが稼動するスイッチは IP のリンクステート プロトコルの IPv6 Open Shortest Path First（OSPF）をサポートしています。詳細については、Cisco.com の『*Cisco IOS IPv6 Configuration Library*』の「Implementing OSFP for IPv6」の章を参照してください。

OSPFv3 グレースフル リスタート

Cisco IOS Release 12.2(58)SE 以降のリリースでは、IP サービス フィーチャ セットを実行するスイッチは OSPFv3 のグレースフル リスタート機能をサポートします。この機能により、OSPFv3 ルーティング プロトコル情報の復元中に既知のルートに沿ったノンストップ データ転送が可能になります。スイッチは、リスタート モード（グレースフル リスタート対応スイッチの場合）またはヘルパー モード（グレースフル リスタート認識スイッチの場合）でグレースフル リスタートを使用します。

グレースフル リスタート機能を使用するには、スイッチはハイアベイラビリティ Stateful Switchover（SSO; ステートフル スイッチオーバー）モードである必要があります（デュアル ルート プロセッサ）。グレースフル リスタート対応スイッチは、次の障害が発生したときにグレースフル リスタートを使用します。

- スタンバイ ルート プロセッサへの変更が生じるルート プロセッサの障害
- 計画されていたルート プロセッサのスタンバイ ルート プロセッサへの変更

グレースフル リスタート機能では、ネイバー スイッチがグレースフル リスタート認識である必要があります。

詳細については、Cisco.com の『*Cisco IOS IPv6 Configuration Library*』の「Implementing OSFP for IPv6」の章を参照してください。

EIGRP IPv6

IP サービス イメージが稼動しているスイッチは、Enhanced Interior Gateway Routing Protocol（EIGRP）IPv6 をサポートします。IPv6 の EIGRP は稼動するインターフェイス上で設定されるため、グローバルな IPv6 アドレスは不要です。

（注）　IP ベースのイメージが稼動しているスイッチは、IPv6 EIGRP スタブ ルーティングなどの IPv6 EIGRP 機能をサポートしません。

EIGRP IPv6 のインスタンスを実行するには、明示的または黙示的なルータ ID が必要です。黙示的なルータ ID はローカル IPv4 アドレスから抽出されるため、どの IPv4 ノードにも必ず利用可能なルータ ID があります。しかし EIGRP IPv6 は IPv6 ノードだけのネットワークで実行されていることがあり、利用可能な IPv4 ルータ ID がないこともあります。

EIGRP IPv6 の詳細については、Cisco.com にある『*Cisco IOS IPv6 Configuration Library*』の「Implementing EIGRP for IPv6」の章を参照してください。

HSRP IPv6

IP サービス イメージが稼動するスイッチは、IPv6 対応の Hot Standby Router Protocol（HSRP; ホット スタンバイ ルータ プロトコル）をサポートします。HSRP は、IPv6 トラフィック ルーティングに冗長性を提供し、1 台のルータのアベイラビリティに依存しないルーティングを可能にします。IPv6 ホストは、IPv6 ネイバー探索ルータ アドバタイズメント メッセージを介して利用可能なルータを学習します。これらのメッセージは定期的にマルチキャストされるか、ホストにより送信請求されます。

HSRP IPv6 グループは、HSRP グループ番号から抽出される仮想 MAC アドレスと、デフォルトで HSRP 仮想 MAC アドレスから抽出される仮想 IPv6 リンクローカル アドレスを持っています。HSRP グループがアクティブな場合、HSRP 仮想 IPv6 リンクローカル アドレスにメッセージが定期的に送信されます。グループがアクティブでなくなる際に最後のメッセージが送信され、メッセージは停止します。

IPv6 HSRP の設定の詳細については、Cisco.com にある『*Cisco IOS IPv6 Configuration Library*』の「Configuring First Hop Redundancy Protocols in IPv6」の章を参照してください。

IPv6 による SNMP および Syslog

IPv4 と IPv6 の両方をサポートするには、IPv6 ネットワークの管理に IPv6 と IPv4 の両方のトランスポートが必要です。IPv6 による Syslog は、これらのトランスポートのアドレス データ タイプをサポートしています。

IPv6 による SNMP および Syslog で提供される機能は、次のとおりです。

- IPv4 と IPv6 両方のサポート
- SNMP 用の IPv6 トランスポート、および IPv6 ホストのトラップをサポートするための SNMP エージェントの変更
- IPv6 アドレッシングをサポートする SNMP 関連 MIB および Syslog 関連 MIB
- IPv6 ホストをトラップの受信側にする設定

IPv6 によるサポートの場合、SNMP は既存の IP トランスポート マッピングを変更して IPv4 と IPv6 を同時にサポートします。次の SNMP 処理は、IPv6 トランスポート管理をサポートしています。

- デフォルト設定での UDP SNMP ソケットのオープン
- 新しいトランスポート メカニズム（*SR_IPV6_TRANSPORT*）の提供
- IPv6 トランスポートによる SNMP 通知の送信
- IPv6 トランスポート対応の SNMP 名前付きアクセス リストのサポート
- IPv6 トランスポートを使用した SNMP プロキシ転送のサポート
- SNMP マネージャ機能が IPv6 トランスポートで動作することの確認

設定手順を含めた IPv6 による SNMP に関する詳細については、Cisco.com にある『*Cisco IOS IPv6 Configuration Library*』の「Managing Cisco IOS Applications over IPv6」の章を参照してください。

設定手順を含めた IPv6 による Syslog の詳細については、Cisco.com にある『*Cisco IOS IPv6 Configuration Library*』の「Implementing IPv6 Addressing and Basic Connectivity」の章を参照してください。

IPv6 による HTTP（S）

HTTP クライアントは IPv4 および IPv6 HTTP サーバの両方に要求を送信し、HTTP サーバは IPv4 および IPv6 HTTP クライアントの両方からの要求に応答します。IPv6 アドレスを使用する URL は、16 ビット値を使用したコロン区切りの 16 進形式で指定する必要があります。

アクセプト ソケット コールによって、IPv4 または IPv6 のアドレス ファミリが選択されます。アクセプト ソケットは IPv4 ソケットか IPv6 ソケットのどちらかです。リスニング ソケットは、接続を知らせる IPv4 信号と IPv6 信号の両方を待ち受けます。IPv6 リスニング ソケットは、IPv6 ワイルドカード アドレスにバインドされます。

TCP/IP の基本スタックはデュアルスタック環境をサポートします。HTTP は、ネットワークレイヤの相互作用の処理に TCP/IP スタックとソケットを使用します。

HTTP 接続が可能になるには、クライアントとサーバの間で基本的なネットワーク接続（**ping**）が確立している必要があります。

詳細については、Cisco.com にある『*Cisco IOS IPv6 Configuration Library*』の「Managing Cisco IOS Applications over IPv6」の章を参照してください。

サポートされていない IPv6 ユニキャスト ルーティング機能

スイッチは、次の IPv6 機能をサポートしていません。

- IPv6 Policy-Based Routing（PBR; ポリシーベース ルーティング）
- IPv6 Virtual Private Network（VPN; バーチャル プライベート ネットワーク）Routing And Forwarding（VRF）テーブルのサポート
- 次の IPv6 ルーティング プロトコルのサポート：マルチプロトコル Border Gateway Protocol（BGP; ボーダー ゲートウェイ プロトコル）および Intermediate System-to-Intermediate System（IS-IS; 中継システム間の連携）ルーティング

- サイトローカルなアドレス宛の IPv6 パケット
- IPv4/IPv6 や IPv6/IPv4 などのトンネリング プロトコル
- IPv4/IPv6 または IPv6/IPv4 トンネリング プロトコルをサポートするトンネル エンドポイントとしてのスイッチ
- IPv6 Unicast Reverse-Path Forwarding（uRPF; ユニキャスト RPF）
- IPv6 の一般的なプレフィクス

制限事項

IPv6 はスイッチのハードウェアに実装されるため、TCAM 内の IPv6 圧縮アドレスによるいくつかの制限があります。これらのハードウェア制限により、機能の一部が失われて、制限されます。

機能の制限は次のとおりです。

- IPv6 ホスト ルート（特定のホストに到達するために使用されるルート）またはマスク長が 64 ビットを超える IPv6 ルートでは、ICMPv6 リダイレクト機能がサポートされません。スイッチは、ホスト ルートを介して、またはマスク長が 64 ビットを超えるルートを介して到達可能な特定の宛先の場合、より適したファースト ホップ ルータにホストをリダイレクトすることができません。
- IPv6 ホスト ルートまたはマスク長が 64 ビットを超える IPv6 ルートには、等価コストおよび不等価コスト ルートを使用するロード バランシングがサポートされません。
- スイッチは、SNAP でカプセル化された IPv6 パケットを転送できません。

（注）　IPv4 SNAP でカプセル化されたパケットにも同様の制限がありますが、パケットはスイッチでドロップされ転送されません。

- スイッチは、IPv6/IPv4 および IPv4/IPv6 パケットをハードウェアでルーティングしますが、スイッチを IPv6/IPv4 または IPv4/IPv6 トンネル エンドポイントにはできません。
- ホップ単位の拡張ヘッダーを持つブリッジング済みの IPv6 パケットは、ソフトウェアで転送されます。IPv4 の場合、これらのパケットはソフトウェアでルーティングされ、ハードウェアでブリッジングされます。
- ソフトウェア コンフィギュレーション ガイドで定義された標準の SPAN および RSPAN 制限のほかに、次のような IPv6 パケット固有の制限事項があります。
  - RSPAN IPv6 ルーテッド パケットを送信した場合、SPAN 出力パケット内の送信元 MAC アドレスに誤りが生じることがあります。
  - RSPAN IPv6 ルーテッド パケットを送信した場合、宛先 MAC アドレスに誤りが生じることがあります。標準トラフィックは影響を受けません。
- スイッチはソースルート IPv6 パケットに関する QoS 分類または PBR をハードウェアで適用できません。
- スイッチはマルチキャスト パケットに対して ICMPv6 *Packet Too Big* メッセージを生成できません。

IPv6 の設定

ここでは、次の IPv6 転送の設定情報について説明します。

IPv6 のデフォルト設定

表 38-1 に IPv6 のデフォルト設定を示します。

表 38-1　IPv6 のデフォルト設定

機能	デフォルト設定
SDM テンプレート	デフォルト値
IPv6 ルーティング	すべてのインターフェイスでグローバルにディセーブル
CEFv6 または dCEFv6	ディセーブル（IPv4 CEF および dCEF はデフォルトでイネーブル） **（注）** IPv6 ルーティングがイネーブルの場合、CEFv6 および dCEF6 は自動的にイネーブル
IPv6 アドレス	未設定

IPv6 アドレッシングの設定および IPv6 ルーティングのイネーブル化

ここでは、IPv6 アドレスを各レイヤ 3 インターフェイスに割り当て、スイッチ上で IPv6 トラフィックをグローバルに転送する手順について説明します。

スイッチに IPv6 を設定する前に、次の注意事項に従ってください。

- 必ずデュアル IPv4/IPv6 SDM テンプレートを選択してください。
- この章に記載されたすべての機能が IP サービス イメージが稼動する Catalyst 3560 スイッチでサポートされているわけではありません。「サポートされていない IPv6 ユニキャスト ルーティング機能」（P.38-9）を参照してください。

- **ipv6 address** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドの *ipv6-address* および *ipv6-prefix* 変数は、16 ビット値を使用したコロン区切りの 16 進形式で指定したアドレスで入力する必要があります。*prefix-length* 変数（先頭にスラッシュ（/）を付加）は、プレフィクス（アドレスのネットワーク部分）を構成するアドレスの上位連続ビット数を示す 10 進値です。

インターフェイス上で IPv6 トラフィックを転送するには、そのインターフェイスにグローバル IPv6 アドレスを設定する必要があります。インターフェイスに IPv6 アドレスを設定すると、リンクに対してローカルなアドレスが自動的に設定され、そのインターフェイスで IPv6 が有効になります。設定されたインターフェイスは、次に示す、該当リンクの必須マルチキャスト グループに自動的に参加します。

- インターフェイスに割り当てられた各ユニキャスト アドレスの送信請求ノード マルチキャスト グループ FF02:0:0:0:0:1:ff00::/104（このアドレスはネイバー探索プロセスに使用される）
- すべてのノードを含む、リンクに対してローカルな マルチキャスト グループ FF02::1
- すべてのルータを含む、リンクに対してローカルな マルチキャスト グループ FF02::2

IPv6 ルーティングの設定の詳細については、Cisco.com にある『*Cisco IOS IPv6 Configuration Library*』の「Implementing Addressing and Basic Connectivity for IPv6」の章を参照してください。

レイヤ 3 インターフェイスに IPv6 アドレスを割り当てて、IPv6 ルーティングをイネーブルにするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**sdm prefer dual-ipv4-and-ipv6** {**default**| **routing** | **vlan**}	IPv4 および IPv6 をサポートする SDM テンプレートを選択します。 • **default** : スイッチをデフォルト テンプレートに設定して、システム リソースを均衡化します。 • **routing** : IPv4 PBR などの IPv4 および IPv6 ルーティングをサポートするためにスイッチをルーティング テンプレートに設定します。 • **vlan** : ハードウェアでのルーティングをサポートしないスイッチでの VLAN 設定を最適化します。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**reload**	OS（オペレーティング システム）をリロードします。
ステップ 5	**configure terminal**	スイッチのリロード後、グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 6	**interface** *interface-id*	インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始し、設定するレイヤ 3 インターフェイスを指定します。インターフェイスは物理インターフェイス、Switch Virtual Intertface（SVI; スイッチ仮想インターフェイス）、またはレイヤ 3 EtherChannel に設定できます。
ステップ 7	**no switchport**	レイヤ 2 コンフィギュレーション モードからインターフェイスを削除します（物理インターフェイスの場合）。

	コマンド	目的
ステップ 8	**ipv6 address** *ipv6-prefix/prefix length* **eui-64**	IPv6 アドレスの下位 64 ビットの EUI を使用して、グローバル IPv6 アドレスを指定します。ネットワーク プレフィクスだけを指定します。最終の 64 ビットは、スイッチの MAC アドレスから自動的に計算されます。これにより、インターフェイス上で IPv6 処理がイネーブルになります。
	または **ipv6 address** *ipv6-address/prefix length*	インターフェイスの IPv6 アドレスを手動で設定します。
	または **ipv6 address** *ipv6-address* **link-local**	インターフェイスで IPv6 がイネーブルな場合に自動設定される、リンクに対してローカルなアドレスでなく、インターフェイス上の特定の、リンクに対してローカルなアドレスを使用するように指定します。このコマンドにより、インターフェイス上で IPv6 処理がイネーブルになります。
	または **ipv6 enable**	インターフェイスに IPv6 リンクに対してローカルなアドレスを自動設定し、インターフェイスでの IPv6 処理をイネーブルにします。リンクに対してローカルなアドレスを使用できるのは、同じリンク上のノードと通信する場合に限定されます。
ステップ 9	**exit**	グローバル コンフィギュレーション モードに戻ります。
ステップ 10	**ip routing**	スイッチ上で IP ルーティングをイネーブルに設定します。
ステップ 11	**ipv6 unicast-routing**	IPv6 ユニキャスト データ パケットの転送をイネーブルにします。
ステップ 12	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 13	**show ipv6 interface** *interface-id*	設定を確認します。
ステップ 14	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

インターフェイスから IPv6 アドレスを削除するには、**no ipv6 address** *ipv6-prefix/prefix length* **eui-64** または **no ipv6 address** *ipv6-address* **link-local** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。手動で設定したすべての IPv6 アドレスをインターフェイスから削除するには、**no ipv6 address** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを引数なしで使用します。IPv6 アドレスで明示的に設定されていないインターフェイスで IPv6 処理をディセーブルにするには、**no ipv6 enable** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。IPv6 ルーティングをグローバルにディセーブルにするには、**no ipv6 unicast-routing** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、IPv6 プレフィクス 2001:0DB8:c18:1::/64 に基づく、リンクに対してローカルなアドレスおよびグローバル アドレスを使用して、IPv6 をイネーブルにする例を示します。方のアドレスの下位 64 ビットでは、EUI-64 インターフェイス ID が使用されます。**show ipv6 interface** EXEC コマンドの出力は、インターフェイスのリンクローカル プレフィクス FE80::/64 にインターフェイス ID（20B:46FF:FE2F:D940）を付加する方法を示しています。

```
Switch(config)# sdm prefer dual-ipv4-and-ipv6 default
Switch(config)# ipv6 unicast-routing
Switch(config)# interface gigabitethernet0/1
Switch(config-if)# no switchport
Switch(config-if)# ipv6 address 2001:0DB8:c18:1::/64 eui 64
Switch(config-if)# end
Switch# show ipv6 interface gigabitethernet0/1
GigabitEthernet0/1 is up, line protocol is up
IPv6 is enabled, link-local address is FE80::20B:46FF:FE2F:D940
  Global unicast address(es):
  2001:0DB8:c18:1:20B:46FF:FE2F:D940, subnet is 2001:0DB8:c18:1::/64 [EUI]
  Joined group address(es):
    FF02::1
```

```
  FF02::2
  FF02::1:FF2F:D940
MTU is 1500 bytes
ICMP error messages limited to one every 100 milliseconds
ICMP redirects are enabled
ND DAD is enabled, number of DAD attempts: 1
ND reachable time is 30000 milliseconds
ND advertised reachable time is 0 milliseconds
ND advertised retransmit interval is 0 milliseconds
ND router advertisements are sent every 200 seconds
ND router advertisements live for 1800 seconds
Hosts use stateless autoconfig for addresses.
```

デフォルト ルータ プリファレンス（DRP）の設定

ルータ アドバタイズメント メッセージは、**ipv6nd router-preference** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドで設定された DRP と共に送信されます。DRP が設定されていない場合、RA は medium プリファレンスで送信されます。

DRP が有効なのは、リンク上の 2 つのルータが同等であっても等コスト ルーティングを提供していない場合で、ポリシーが 2 台のルータのどちらかを優先するように指定しているような場合です。

インターフェイスにルータの DRP を設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始し、DRP を指定するレイヤ 3 インターフェイスを入力します。
ステップ 3	**ipv6 nd router-preference** {**high** | **medium** | **low**}	スイッチ インターフェイスにルータの DRP を指定します。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show ipv6 interface**	設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

IPv6 DRP をディセーブルにするには、**no ipv6 nd router-preference** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、ルータの DRP を *high* にしてインターフェイスに設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# interface gigabitethernet0/1
Switch(config)# interface gigabitethernet0/1
Switch(config-if)# ipv6 nd router-preference high
Switch(config-if)# end
```

IPv6 DRP の設定の詳細については、Cisco.com にある『*Cisco IOS IPv6 Configuration Library*』の「Implementing IPv6 Addresses and Basic Connectivity」の章を参照してください。

IPv4 および IPv6 プロトコル スタックの設定

IPv6 ルーティングを設定する前に、IPv4 および IPv6 をサポートする SDM テンプレートを選択する必要があります。まだ設定していない場合、**sdm prefer dual-ipv4-and-ipv6** {**default** | **routing** | **vlan**} [**desktop**] グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用して IPv6 をサポートするテンプレートを設定します。新規テンプレートを選択する場合は、**reload** 特権 EXEC コマンドを使用してスイッチをリロードし、テンプレートを有効にする必要があります。

IPv4 および IPv6 を両方サポートし、IPv6 ルーティングがイネーブルになるようにレイヤ 3 インターフェイスを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**ip routing**	スイッチ上でルーティングをイネーブルに設定します。
ステップ 3	**ipv6 unicast-routing**	スイッチ上で IPv6 データ パケットの転送をイネーブルにします。
ステップ 4	**interface** *interface-id*	インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始し、設定するレイヤ 3 インターフェイスを指定します。
ステップ 5	**no switchport**	レイヤ 2 コンフィギュレーション モードからインターフェイスを削除します（物理インターフェイスの場合）。
ステップ 6	**ip address** *ip-address mask* [**secondary**]	インターフェイスのプライマリまたはセカンダリ IPv4 アドレスを指定します。
ステップ 7	**ipv6 address** *ipv6-prefix/prefix length* **eui-64**	グローバル IPv6 アドレスを指定します。ネットワーク プレフィクスだけを指定します。最終の 64 ビットは、スイッチの MAC アドレスから自動的に計算されます。
	または **ipv6 address** *ipv6-address* **link-local**	インターフェイスで IPv6 がイネーブルな場合に自動設定されるリンク ローカル アドレスでなく、インターフェイスで特定のリンク ローカル アドレスを使用するように指定します。
	または **ipv6 enable**	インターフェイスに IPv6 リンクに対してローカルなアドレスを自動設定し、インターフェイスでの IPv6 処理をイネーブルにします。リンクに対してローカルなアドレスを使用できるのは、同じリンク上のノードと通信する場合に限定されます。
ステップ 8	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 9	**show interface** *interface-id* **show ip interface** *interface-id* **show ipv6 interface** *interface-id*	設定を確認します。
ステップ 10	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

IPv4 ルーティングをディセーブルにするには、**no ip routing** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。IPv6 ルーティングをディセーブルにするには、**no ipv6 unicast-routing** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。インターフェイスから IPv4 アドレスを削除するには、**no ip address** *ip-address mask* インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。インターフェイスから IPv6 アドレスを削除するには、**no ipv6 address** *ipv6-prefix/prefix length* **eui-64** または **no ipv6 address** *ipv6-address* **link-local** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。手動で設定したすべての IPv6 アドレスをインターフェイスから削除するには、**no ipv6 address** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを引数なしで使用します。IPv6 アドレスで明示的に設定されていないインターフェイスで IPv6 処理をディセーブルにするには、**no ipv6 enable** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、インターフェイス上で IPv4 および IPv6 ルーティングをイネーブルにする例を示します。

```
Switch(config)# sdm prefer dual-ipv4-and-ipv6 default
Switch(config)# ip routing
Switch(config)# ipv6 unicast-routing
Switch(config)# interface gigabitethernet0/1
Switch(config-if)# no switchport
Switch(config-if)# ip address 192.168.99.1 244.244.244.0
Switch(config-if)# ipv6 address 2001:0DB8:c18:1::/64 eui 64
Switch(config-if)# end
```

DHCP 設定による IPv6 アドレス割り当て

ここでは、IPv6 DHCP（DHCPv6）アドレス割り当ての設定方法について説明します。

DHCPv6 アドレス割り当てのデフォルト設定

デフォルトでは、スイッチに DHCPv6 機能は設定されていません。

DHCPv6 アドレス割り当て設定の注意事項

DHCPv6 アドレス割り当てを設定する場合は、次の注意事項に従ってください。

- 以下の手順では、次に示すレイヤ 3 インターフェイスの 1 つを指定する必要があります。
  - レイヤ 3 インターフェイス上で DHCPv6 IPv6 ルーティングをイネーブルにする必要があります。
  - SVI：**interface vlan** *vlan_id* コマンドを使用して作成された VLAN インターフェイスです。
  - レイヤ 3 モードの EtherChannel ポート チャネル：**interface port-channel port-channel-number** コマンドを使用して作成されたポート チャネル論理インターフェイスです。
- DHCPv6 を設定する前に、IPv4 および IPv6 をサポートする SDM テンプレートを選択する必要があります。
- スイッチは DHCPv6 クライアント、サーバ、またはリレー エージェントとしての動作が可能です。DHCPv6 クライアント、サーバ、リレーは、インターフェイス上で相互に排他的な機能です。

DHCPv6 サーバ機能のイネーブル化

インターフェイスで DHCPv6 サーバ機能をイネーブルにするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**ipv6 dhcp pool** *poolname*	DHCP プール コンフィギュレーション モードを開始し、IPv6 DHCP プールの名前を定義します。プール名には、文字列（例：Engineering）または整数（例：0）を使用できます。

	コマンド	目的
ステップ 3	**address prefix** *IPv6-prefix* **lifetime** *{t1 t1* | **infinite***}*	（任意）アドレス割り当てのアドレス プレフィクスを指定します。 このアドレスは 16 ビット値を使用したコロン区切りの 16 進形式で指定する必要があります。 **lifetime** *t1 t1*：IPv6 アドレス プレフィクスが有効になっている期間（秒）を指定します。指定できる範囲は 5 ～ 4294967295 秒です。無期限の場合は **infinite** を指定します。
ステップ 4	**link-address** *IPv6-prefix*	（任意）リンクアドレスの IPv6 プレフィクスを指定します。 着信インターフェイス上のアドレスまたはパケット内のリンクアドレスが指定の IPv6 プレフィクスと一致すると、サーバは構成情報プールを使用します。 このアドレスは 16 ビット値を使用したコロン区切りの 16 進形式で指定する必要があります。
ステップ 5	**vendor-specific** *vendor-id*	（任意）ベンダー固有コンフィギュレーション モードを開始し、ベンダー固有の識別番号を入力します。この番号はベンダーの IANA Private Enterprise Number（PEN; 民間企業番号）です。指定できる範囲は 1 ～ 4294967295 です。
ステップ 6	**suboption** *number {***address** *IPv6-address* | **ascii** *ASCII-string* | **hex** *hex-string}*	（任意）*ベンダー固有のサブオプション番号を入力します。指定できる範囲は 1 ～ 65535 です。サブオプション パラメータの定義に従って IPv6 アドレス、ASCII テキスト、または 16 進形式の文字列を入力します。*
ステップ 7	**exit**	DHCP プール コンフィギュレーション モードに戻ります。
ステップ 8	**exit**	グローバル コンフィギュレーション モードに戻ります。
ステップ 9	**interface** *interface-id*	インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始し、設定するインターフェイスを指定します。
ステップ 10	**ipv6 dhcp server** [*poolname* | **automatic***] [***rapid-commit***] [***preference** *value] [***allow-hint***]*	インターフェイスで DHCPv6 サーバ機能をイネーブルにします。 • *poolname*：（任意）IPv6 DHCP プールのユーザ定義名。プール名には、文字列（例：Engineering）または整数（例：0）を使用できます。 • **automatic**：（任意）クライアントにアドレスを割り当てる際に、使用するプールをシステムが自動的に決定できるようにします。 • **rapid-commit**：（任意）2 メッセージ交換方式を許可します。 • **preference** *value*：（任意）サーバの送信するアドバタイズ メッセージ内のプリファレンス オプションで伝送されるプリファレンス値。指定できる範囲は 0 ～ 255 です。プリファレンス値のデフォルトは 0 です。 • **allow-hint**：（任意）サーバが SOLICIT メッセージに含まれたクライアントの提示内容を考慮するかどうかを指定します。デフォルトでは、サーバはクライアントの提示内容を無視します。
ステップ 11	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。

	コマンド	目的
ステップ 12	**show ipv6 dhcp pool** または **show ipv6 dhcp interface**	DHCPv6 プールの設定を確認します。 インターフェイスで DHCPv6 サーバ機能がイネーブルになっていることを確認します。
ステップ 13	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

DHCPv6 プールを削除するには、**no ipv6 dhcp pool** *poolname* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。DHCPv6 プールの特性を変更するには、DHCP プール コンフィギュレーション モード コマンドの **no** 形式を使用します。インターフェイス上の DHCPv6 サーバ機能をディセーブルにするには、**no ipv6 dhcp server** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、IPv6 アドレス プレフィクスを持つ *engineering* という名前のプールを設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# ipv6 dhcp pool engineering
Switch(config-dhcpv6)#address prefix 2001:1000::0/64
Switch(config-dhcpv6)# end
```

次に、3 つのリンクアドレスと 1 つの IPv6 アドレス プレフィクスを持つ *testgroup* という名前のプールを設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# ipv6 dhcp pool testgroup
Switch(config-dhcpv6)# link-address 2001:1001::0/64
Switch(config-dhcpv6)# link-address 2001:1002::0/64
Switch(config-dhcpv6)# link-address 2001:2000::0/48
Switch(config-dhcpv6)# address prefix 2001:1003::0/64
Switch(config-dhcpv6)# end
```

次に、ベンダー固有のオプションを持つ *350* という名前のプールを設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# ipv6 dhcp pool 350
Switch(config-dhcpv6)# address prefix 2001:1005::0/48
Switch(config-dhcpv6)# vendor-specific 9
Switch(config-dhcpv6-vs)# suboption 1 address 1000:235D::1
Switch(config-dhcpv6-vs)# suboption 2 ascii "IP-Phone"
Switch(config-dhcpv6-vs)# end
```

DHCPv6 クライアント機能のイネーブル化

インターフェイスで DHCPv6 クライアント機能をイネーブルにするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始し、設定するインターフェイスを指定します。
ステップ 3	**ipv6 address dhcp** [**rapid-commit**]	DHCPv6 サーバから IPv6 アドレスを取得するようにインターフェイスを設定します。 **rapid-commit**：（任意）アドレス割り当てに 2 メッセージ交換方式を許可します。

	コマンド	目的
ステップ 4	**ipv6 dhcp client request** [**vendor-specific**]	（任意）ベンダー固有のオプションを要求するようにインターフェイスを設定します。
ステップ 5	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 6	**show ipv6 dhcp interface**	インターフェイスで DHCPv6 クライアント機能がイネーブルになっていることを確認します。

DHCPv6 クライアント機能をディセーブルにするには、**no ipv6 address dhcp** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。DHCPv6 クライアント要求を削除するには、**no ipv6 address dhcp client request** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、IPv6 アドレスを取得し rapid-commit オプションをイネーブルにする例を示します。

```
Switch(config)# interface gigabitethernet0/1
Switch(config-if)# ipv6 address dhcp rapid-commit
```

このマニュアルでは、DHCPv6 のアドレス割り当てだけについて説明しています。DHCPv6 クライアント、サーバ、またはリレー エージェント機能の設定の詳細については、Cisco.com にある『*Cisco IOS IPv6 Configuration Library*』の「Implementing DHCP for IPv6」の章を参照してください。

IPv6 ICMP レート制限の設定

ICMP レート制限はデフォルトでイネーブルです。エラー メッセージのデフォルト間隔は 100 ミリ秒、デフォルト バケット サイズ（バケットに格納される最大トークン数）は 10 です。

ICMP レート制限パラメータを変更するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**ipv6 icmp error-interval** *interval* [*bucketsize*]	IPv6 ICMP エラー メッセージの間隔およびバケット サイズを設定します。 • *interval* : バケットに追加されるトークンの間隔（ミリ秒）。指定できる範囲は 0 ～ 2147483647 ミリ秒です。 • *bucketsize* :（任意）バケットに格納される最大トークン数。指定できる範囲は 1 ～ 200 です。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show ipv6 interface** [*interface-id*]	設定を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

デフォルト設定に戻すには、**no ipv6 icmp error-interval** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、IPv6 ICMP エラー メッセージ間隔を 50 ミリ秒に、バケット サイズを 20 トークンに設定する例を示します。

```
Switch(config)#ipv6 icmp error-interval 50 20
```

IPv6 の CEF の設定

Cisco Express Forwarding（CEF）は、ネットワーク パフォーマンスを向上させるレイヤ 3 IP スイッチング テクノロジーです。IPv6 CEF はデフォルトでディセーブルになっていますが、IPv6 ルーティングを設定すると自動的にイネーブルになります。

IPv6 ユニキャスト パケットをルーティングするには、最初に **ipv6 unicast-routing** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用して、IPv6 ユニキャスト パケット フォワーディングをグローバルに設定する必要があります。そして、**ipv6 address** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用して、インターフェイスに IPv6 アドレスおよび IPv6 処理を設定する必要があります。

IPv6 CEF をディセーブルにするには、**no ipv6 cef** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。IPv6 CEF または dCEF をディセーブルにした後に再びイネーブルにするには、**ipv6 cef** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。IPv6 ステートを確認するには、**show ipv6 cef** 特権 EXEC コマンドを入力します。

CEF および dCEF の設定の詳細については、Cisco.com にある『*Cisco IOS IPv6 Configuration Library*』の「Implementing IPv6 Addressing and Basic Connectivity」の章を参照してください。

IPv6 のスタティック ルートの設定

スタティック IPv6 ルートを設定する前に、**ip routing** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用してルーティングをイネーブルにし、**ipv6 unicast-routing** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用して IPv6 パケットの転送をイネーブルにし、インターフェイスに IPv6 アドレスを設定して少なくとも 1 つのレイヤ 3 インターフェイス上で IPv6 をイネーブルにする必要があります。

IPv6 スタティック ルートを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**ipv6 route** *ipv6-prefix/prefix length* {*ipv6-address* | *interface-id* [*ipv6-address*]} [*administrative distance*]	スタティック IPv6 ルートを設定します。 • *ipv6-prefix* : スタティック ルートの宛先となる IPv6 ネットワーク。スタティック ホスト ルートを設定する場合は、ホスト名も設定できます。 • */prefix length* : IPv6 プレフィクスの長さ。プレフィクス（アドレスのネットワーク部分）を構成するアドレスの上位連続ビット数を示す 10 進値です。10 進値の前にスラッシュを付加する必要があります。 • *ipv6-address* : 指定したネットワークに到達するために使用可能なネクスト ホップの IPv6 アドレス。ネクスト ホップの IPv6 アドレスを直接接続する必要はありません。再帰処理が実行されて、直接接続されたネクスト ホップの IPv6 アドレスが検出されます。アドレスは 16 ビット値を使用したコロン区切りの 16 進形式で指定する必要があります。 • *interface-id* : Point-To-Point（ポイントツーポイント）インターフェイスおよびブロードキャスト インターフェイスからのダイレクト スタティック ルートを指定します。ポイントツーポイント インターフェイスの場合、ネクスト ホップの IPv6 アドレスを指定する必要はありません。ブロードキャスト インターフェイスの場合は、常にネクスト ホップの IPv6 アドレスを指定するか、または指定したプレフィクスをリンクに割り当てて、リンクに対してローカルなアドレスをネクスト ホップとして指定する必要があります。パケットの送信先となるネクスト ホップの IPv6 アドレスを指定することもできます。 （注）　リンクに対してローカルなアドレスをネクスト ホップとして使用する場合は、*interface-id* を指定する必要があります（リンクに対してローカルなネクスト ホップを隣接ルータに設定する必要もあります）。 • *administrative distance* :（任意）管理ディスタンス。指定できる範囲は 1 ～ 254 です。デフォルト値は 1 で、この場合、接続されたルートを除くその他のどのルート タイプよりも、スタティック ルートが優先します。フローティング スタティック ルートを設定する場合は、ダイナミック ルーティング プロトコルよりも大きな管理ディスタンスを使用します。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。

	コマンド	目的
ステップ 4	**show ipv6 static** [*ipv6-address* | *ipv6-prefix/prefix length*] [**interface** *interface-id*] [**recursive**] [**detail**] または **show ipv6 route static** [*updated*]	IPv6 ルーティング テーブルの内容を表示して、設定を確認します。 • **interface** *interface-id* :（任意）出力インターフェイスとして指定されたインターフェイスを含むスタティック ルートだけを表示します。 • **recursive** :（任意）再帰スタティック ルートだけを表示します。**recursive** キーワードは **interface** キーワードと相互に排他的です。ただし、コマンド構文に IPv6 プレフィクスが指定されているかどうかに関係なく、使用することができます。 • **detail :**（任意）次に示す追加情報を表示します。 – 有効な再帰ルートの場合、出力パス セットおよび最大分解深度 – 無効なルートの場合、ルートが無効な理由
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

設定されたスタティック ルートを削除するには、**no ipv6 route** *ipv6-prefix/prefix length* {*ipv6-address* | *interface-id* [*ipv6-address*]} [*administrative distance*] グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、管理ディスタンスが 130 のフローティング スタティック ルートをインターフェイスに設定する例を示します。

```
Switch(config)# ipv6 route 2001:0DB8::/32 gigabitethernet0/1 130
```

スタティック IPv6 ルーティングの設定の詳細については、Cisco.com にある『*Cisco IOS IPv6 Configuration Library*』の「Implementing Static Routes for IPv6」の章を参照してください。

IPv6 RIP の設定

IPv6 RIP を実行するようにスイッチを設定する前に、**ip routing** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用してルーティングをイネーブルにし、**ipv6 unicast-routing** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用して IPv6 パケットの転送をイネーブルにして、IPv6 RIP をイネーブルにするレイヤ 3 インターフェイス上で IPv6 をイネーブルにする必要があります。

IPv6 RIP を設定するには、特権 EXEC モードで次の必須および任意の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**ipv6 router rip** *name*	IPv6 RIP ルーティング プロセスを設定し、このプロセスに対してルータ コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**maximum-paths** *number-paths*	（任意）IPv6 RIP がサポートできる等価コスト ルートの最大数を定義します。指定できる範囲は 1 ～ 64 で、デフォルトは 4 ルートです。
ステップ 4	**exit**	グローバル コンフィギュレーション モードに戻ります。
ステップ 5	**interface** *interface-id*	インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始し、設定するレイヤ 3 インターフェイスを指定します。
ステップ 6	**ipv6 rip** *name* **enable**	指定された IPv6 RIP ルーティング プロセスをインターフェイス上でイネーブルにします。

	コマンド	目的
ステップ 7	**ipv6 rip** *name* **default-information** {**only** | **originate**}	（任意）IPv6 デフォルト ルート（::/0）を RIP ルーティング プロセス アップデートに格納して、指定インターフェイスから送信します。 **（注）** 任意のインターフェイスから IPv6 デフォルト ルート（::/0）を送信した後に、ルーティング ループが発生しないようにするために、ルーティング プロセスは任意のインターフェイスで受信したすべてのデフォルト ルートを無視します。 • **only** : デフォルト ルートを送信し、現在のインターフェイスで送信されたアップデート内のその他のすべてのルートを抑制するように選択します。 • **originate** : デフォルト ルート、および現在のインターフェイスで送信されたアップデート内のその他のすべてのルートを送信するように選択します。
ステップ 8	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 9	**show ipv6 rip** [*name*] [**interface** *interface-id*] [**database**] [**next-hops**] または **show ipv6 route rip** [*updated*]	IPv6 RIP プロセスに関する情報を表示します。 IPv6 ルーティング テーブルの現在の内容を表示します。
ステップ 10	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

RIP ルーティング プロセスをディセーブルにするには、**no ipv6 router rip** *name* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。特定のインターフェイスに対して RIP ルーティング プロセスをディセーブルにするには、**no ipv6 rip** *name* インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、*cisco* という RIP ルーティング プロセスを最大等価コスト ルート数 8 で設定し、それをインターフェイス上でイネーブルにする例を示します。

```
Switch(config)# ipv6 router rip cisco
Switch(config-router)# maximum-paths 8
Switch(config)# exit
Switch(config)# interface fastethernet2/0/11
Switch(config-if)# ipv6 rip cisco enable
```

IPv6 RIP ルーティングの設定の詳細については、Cisco.com にある『*Cisco IOS IPv6 Configuration Library*』の「Implementing RIP for IPv6」の章を参照してください。

IPv6 OSPF の設定

使用するネットワークに合わせて IPv6 OSPF をカスタマイズできます。ただし、IPv6 OSPF のデフォルト設定は、ほとんどのユーザおよび機能の要件を満たすように設定されています。

次の注意事項に従ってください。

- スイッチ上で IP サービス イメージが稼動している必要があります。
- IPv6 コマンドのデフォルト設定を変更する場合は注意してください。デフォルト設定を変更すると、IPv6 ネットワークの OSPF に悪影響が及ぶことがあります。
- インターフェイスで IPv6 OSPF をイネーブルにする前に、**ip routing** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用してルーティングをイネーブルにし、**ipv6 unicast-routing** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用して IPv6 パケットの転送をイネーブルにし、IPv6 OSPF をイネーブルにするレイヤ 3 インターフェイスで IPv6 をイネーブルにする必要があります。

IPv6 OSPF を設定するには、特権 EXEC モードで次の必須および任意の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**ipv6 router ospf** *process-id*	プロセスに対して OSPF ルータ コンフィギュレーション モードをイネーブルにします。プロセス ID は、IPv6 OSPF ルーティング プロセスをイネーブルにする場合に管理上割り当てられる番号です。この ID はローカルに割り当てられ、1 ～ 65535 の正の整数を指定できます。
ステップ 3	**area** *area-id* **range** {*ipv6-prefix/prefix length*} [**advertise** | **not-advertise**] [**cost** *cost*]	（任意）エリア境界でルートを統合し、サマライズします。 • *area-id*：ルートをサマライズするエリアの ID。10 進数または IPv6 プレフィクスのどちらかを指定できます。 • *ipv6-prefix/prefix length*：宛先 IPv6 ネットワーク、およびプレフィクス（アドレスのネットワーク部分）を構成するアドレスの上位連続ビット数を示す 10 進数。10 進値の前にスラッシュ（/）を付加する必要があります。 • **advertise**：（任意）Type 3 サマリー LSA をアドバタイズおよび生成するように、アドレス範囲ステータスを設定します。 • **not-advertise**：（任意）アドレス範囲ステータスを DoNotAdvertise に設定します。Type3 サマリー LSA は抑制され、コンポーネント ネットワークは他のネットワークから隠された状態のままです。 • **cost** *cost*：（任意）現在のサマリー ルートのメトリックまたはコスト。宛先への最短パスを判別する場合に、OSPF SPF 計算で使用します。指定できる値は 0 ～ 16777215 です。
ステップ 4	**maximum paths** *number-paths*	（任意）IPv6 OSPF がルーティング テーブルに入力する必要がある、同じ宛先への等価コスト ルートの最大数を定義します。指定できる範囲は 1 ～ 64 で、デフォルトは 16 です。
ステップ 5	**exit**	グローバル コンフィギュレーション モードに戻ります。
ステップ 6	**interface** *interface-id*	インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始し、設定するレイヤ 3 インターフェイスを指定します。
ステップ 7	**ipv6 ospf** *process-id* **area** *area-id* [**instance** *instance-id*]	インターフェイス上で IPv6 OSPF をイネーブルにします。 **instance** *instance-id*：（任意）インスタンス ID
ステップ 8	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 9	**show ipv6 ospf** [*process-id*] [*area-id*] **interface** [*interface-id*]	OSPF インターフェイスの情報を表示します。
	または	
	show ipv6 ospf [*process-id*] [*area-id*]	OSPF ルーティング プロセスに関する一般的な情報を表示します。
ステップ 10	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

OSPF ルーティング プロセスをディセーブルするには、no **ipv6 router ospf** *process-id* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。特定のインターフェイスに対して OSPF ルーティング プロセスをディセーブルにするには、**no ipv6 ospf** *process-id* **area** *area-id* インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

IPv6 OSPF ルーティングの設定の詳細については、Cisco.com にある『*Cisco IOS IPv6 Configuration Library*』の「Implementing OSPF for IPv6」の章を参照してください。

EIGRP IPv6 の設定

EIGRP IPv6 をイネーブルにするには、インターフェイスで **ipv6 router eigrp** *as-number* コマンドおよび **ipv6 eigrp** *as-number* コマンドを設定します。

明示的なルータ ID を設定するには、**show ipv6 eigrp** コマンドを使用して設定済みのルータ ID を確認してから、**eigrp router-id** *ip-address* コマンドを使用します。

スイッチ上で IP サービス イメージが稼動している必要があります。

EIGRP IPv4 の場合と同じように、EIGRP IPv6 でも EIGRP IPv4 インターフェイスを指定してからその一部を受動インターフェイスとして選択できます。その場合は **passive-interface default** コマンドを使用してすべてのインターフェイスを受動にしてから、アクティブにするインターフェイスを指定して **no passive-interface** コマンドを使用します。受動インターフェイス上に EIGRP IPv6 を設定する必要はありません。

設定手順の詳細については、『*Cisco IOS IPv6 Configuration Guide*』の「Implementing EIGRP for IPv6」の章を参照してください。

IPv6 HSRP の設定

HSRP IPv6 は、IPv6 トラフィックのルーティングに冗長性を提供し、1 台のルータのアベイラビリティに依存しないルーティングを可能にします。

スイッチで IPv6 HSRP がイネーブルの場合、IPv6 ホストは IPv6 ネイバー探索ルータ アドバタイズメント メッセージを介して利用可能な IPv6 ルータを学習します。HSRP の IPv6 グループは、HSRP グループ番号から抽出される仮想 MAC アドレスを持っています。また、このグループは仮想 IPv6 リンクローカル アドレスを持っています。このアドレスはデフォルトで HSRP 仮想 MAC アドレスから抽出されます。HSRP グループがアクティブな場合、HSRP 仮想 IPv6 リンクローカル アドレスにメッセージが定期的に送信されます。

スイッチ上で IP サービス イメージが稼動している必要があります。

IPv6 HSRP を設定する場合は、インターフェイス上で HSRP バージョン 2（HSRPv2）をイネーブルにする必要があります。

HSRPv1 および HSRPv2 を使用する IPv6 HSRP を設定する際の設定上の注意事項については、「HSRP 設定時の注意事項」（P.41-5）および「HSRP のトラブルシューティング」（P.41-12）を参照してください。

IPv6 HSRP および HSRPv2 の詳細については、第 41 章「HSRP および VRRP の設定」を参照してください。

（注）　IPv6 HSRP グループを設定する前に、**ipv6 unicast-routing** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用して IPv6 パケットの転送をイネーブルにし、IPv6 HSRP グループを設定するインターフェイス上で IPv6 をイネーブルにします。

HSRP バージョン 2 のイネーブル化

レイヤ 3 インターフェイス上で HSRP バージョン 2 をイネーブルにするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始し、スタンバイ バージョンを指定するレイヤ 3 インターフェイスを入力します。
ステップ 3	**standby version** {**1** | **2**}	**2** を入力して HSRP バージョンを変更します。デフォルト値は 1 です。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show standby**	設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

HSRP IPv6 グループのイネーブル化

レイヤ 3 インターフェイス上で IPv6 HSRP を作成する場合、またはイネーブルにする場合は、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始し、IPv6 HSRP をイネーブルにするレイヤ 3 インターフェイスを入力します。
ステップ 3	**standby** [*group-number*] **ipv6** {*link-local-address* | **autoconfig**}	IPv6 HSRP グループを作成（またはイネーブルに）します。 • （任意）*group-number*：HSRP をイネーブルにするインターフェイスのグループ番号を指定します。指定できる範囲は 0 ～ 4095 です。デフォルトは 0 です。HSRP グループが 1 つしかない場合は、グループ番号を入力する必要はありません。 • ホットスタンバイ ルータ インターフェイスのリンクローカル アドレスを入力するか、または、リンクローカル プレフィクスと変更済み EUI-64 フォーマットのインターフェイス識別情報からリンクローカル アドレスが自動的に生成されるように設定にします。EUI-64 インターフェイス識別情報は、関連する HSRP 仮想 MAC アドレスから作成されます。

	コマンド	目的
ステップ 4	**standby** [*group-number*] **preempt** [**delay {minimum** *seconds* | **reload** *seconds* | **sync** *seconds*}]	ルータを **preempt** に設定し、ローカル ルータのプライオリティがアクティブ ルータよりも高い場合は、アクティブ ルータとして制御を行います。 • （任意）*group-number*：コマンドが適用されるグループ番号です。 • （任意）**delay**：ローカル ルータがアクティブ ルータの役割を引き継ぐまでの時間を、指定された秒数だけ延期します。指定できる範囲は 0 ～ 3600 秒（1 時間）です。デフォルトは 0 です（遅延なしで引き継ぎます）。 • （任意）**reload**：リロード後のプリエンプト遅延を秒数で設定します。この遅延時間は、ルータのリロード後初めてインターフェイスがアップになる際にだけ適用されます。 • （任意）**sync**：IP 冗長クライアントの最大同期化時間を秒数で設定します。 デフォルト値に戻すには、このコマンドの **no** 形式を使用します。
ステップ 5	**standby** [*group-number*] **priority** *priority*	アクティブ ルータを選択するときに使用される **priority** 値を設定します。指定できる範囲は 1 ～ 255 です。デフォルトのプライオリティは 100 です。最大の値が、最高のプライオリティを表します。 デフォルト値に戻すには、このコマンドの **no** 形式を使用します。
ステップ 6	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 7	**show standby [***interface-id* **[***group-number***]]**	設定を確認します。
ステップ 8	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

IPv6 HSRP をディセーブルにするには、**no standby** [*group-number*] **ipv6** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、ポートのグループ 1 で IPv6 HSRP をアクティブにする例を示します。ホット スタンバイ グループで使用される IP アドレスは、IPv6 HSRP を使用して学習されます。

（注）　これは、IPv6 HSRP をイネーブルにするために必要な最小限の手順です。その他の設定は任意です。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# interface gigabitethernet0/1
Switch(config-if)# no switchport
Switch(config-if)# standby 1 ipv6 autoconfig
Switch(config-if)# end
Switch# show standby
```

IPv6 HSRP の設定の詳細については、Cisco.com にある『*Cisco IOS IPv6 Configuration Library*』の「Configuring First Hop Redundancy Protocols in IPv6」の章を参照してください。

IPv6 の表示

コマンドの構文と使い方について詳しくは『IOS Command Reference』を参照してください。

表 38-2 に、スイッチ上で IPv6 をモニタするための特権 EXEC コマンドを示します。

表 38-2　IPv6 のモニタ用コマンド

コマンド	目的
show ipv6 access-list	アクセス リストのサマリーを表示します。
show ipv6 cef	IPv6 CEF を表示します。
show ipv6 interface *interface-id*	IPv6 インターフェイスのステータスおよび設定を表示します。
show ipv6 mtu	宛先キャッシュごとに IPv6 MTU を表示します。
show ipv6 neighbors	IPv6 ネイバー キャッシュ エントリを表示します。
show ipv6 ospf	IPv6 OSPF 情報を表示します。
show ipv6 prefix-list	IPv6 プレフィクス リストを表示します。
show ipv6 protocols	スイッチ上の IPv6 ルーティング プロトコルを表示します。
show ipv6 rip	IPv6 RIP ルーティング プロトコル ステータスを表示します。
show ipv6 route	IPv6 ルート テーブル エントリを表示します。
show ipv6 routers	ローカル IPv6 ルータを表示します。
show ipv6 static	IPv6 スタティック ルートを表示します。
show ipv6 traffic	IPv6 トラフィックの統計情報を表示します。

表 38-3 に、EIGRP IPv6 情報を表示するための特権 EXEC コマンドを示します。

表 38-3　EIGRP IPv6 情報を表示するコマンド

コマンド	目的
show ipv6 eigrp [*as-number*] *interface*	EIGRP IPv6 用に設定されたインターフェイスの情報を表示します。
show ipv6 eigrp [*as-number*] *neighbor*	EIGRP IPv6 が検出したネイバーを表示します。
show ipv6 eigrp [*as-number*] *traffic*	送受信された EIGRP IPv6 パケット数を表示します。
show ipv6 eigrp topology [*as-number* | *ipv6-address*] [**active** | **all-links** | **detail-links** | **pending** | **summary** | **zero-successors**]	IPv6 トポロジ テーブルの EIGRP エントリを表示します。

表 38-4 に、IPv4 および IPv6 アドレス タイプに関する情報を表示するための特権 EXEC コマンドを示します。

表 38-4　IPv4 および IPV6 アドレス タイプを表示するコマンド

コマンド	目的
show ip http server history	HTTP サーバに対する過去 20 件の接続を表示します。アクセスした IP アドレスおよび接続を終了した時刻が含まれます。
show ip http server connection	HTTP サーバに対する現在の接続を表示します。ローカル IP アドレスおよびアクセスしているリモート IP アドレスが含まれます。
show ip http client connection	HTTP サーバに対する HTTP クライアント接続の設定値を表示します。
show ip http client history	HTTP クライアントがサーバに対して行った最後の 20 の要求を表示します。

次に、**show ipv6 interface** 特権 EXEC コマンドの出力例を示します。

```
Switch# show ipv6 interface
Vlan1 is up, line protocol is up
  IPv6 is enabled, link-local address is FE80::20B:46FF:FE2F:D940
  Global unicast address(es):
    3FFE:C000:0:1:20B:46FF:FE2F:D940, subnet is 3FFE:C000:0:1::/64 [EUI]
  Joined group address(es):
    FF02::1
    FF02::2
    FF02::1:FF2F:D940
  MTU is 1500 bytes
  ICMP error messages limited to one every 100 milliseconds
  ICMP redirects are enabled
  ND DAD is enabled, number of DAD attempts: 1
  ND reachable time is 30000 milliseconds
  ND advertised reachable time is 0 milliseconds
  ND advertised retransmit interval is 0 milliseconds
  ND router advertisements are sent every 200 seconds
  ND router advertisements live for 1800 seconds
<output truncated>
```

次に、**show ipv6 cef** 特権 EXEC コマンドの出力例を示します。

```
Switch# show ipv6 cef
::/0
  nexthop 3FFE:C000:0:7::777 Vlan7
3FFE:C000:0:1::/64
  attached to Vlan1
3FFE:C000:0:1:20B:46FF:FE2F:D940/128
  receive
3FFE:C000:0:7::/64
  attached to Vlan7
3FFE:C000:0:7::777/128
  attached to Vlan7
3FFE:C000:0:7:20B:46FF:FE2F:D97F/128
  receive
3FFE:C000:111:1::/64
  attached to FastEthernet1/0/11
3FFE:C000:111:1:20B:46FF:FE2F:D945/128
  receive
3FFE:C000:168:1::/64
  attached to FastEthernet2/0/43
3FFE:C000:168:1:20B:46FF:FE2F:D94B/128
  receive
3FFE:C000:16A:1::/64
  attached to Loopback10

3FFE:C000:16A:1:20B:46FF:FE2F:D900/128
  receive

<テキスト出力は省略>
```

次に、**show ipv6 protocols** 特権 EXEC コマンドの出力例を示します。

```
Switch# show ipv6 protocols
IPv6 Routing Protocol is "connected"
IPv6 Routing Protocol is "static"
IPv6 Routing Protocol is "rip fer"
  Interfaces:
    Vlan6
    FastEthernet0/4
    FastEthernet0/11
    FastEthernet0/12
Redistribution:
```

```
    None
```

次に、**show ipv6 rip** 特権 EXEC コマンドの出力例を示します。

```
Switch# show ipv6 rip
RIP process "fer", port 521, multicast-group FF02::9, pid 190
     Administrative distance is 120.Maximum paths is 16
     Updates every 30 seconds, expire after 180
     Holddown lasts 0 seconds, garbage collect after 120
     Split horizon is on; poison reverse is off
     Default routes are not generated
     Periodic updates 9040, trigger updates 60
  Interfaces:
    Vlan6
    FastEthernet2/0/4
    FastEthernet2/0/11
    FastEthernet1/0/12
Redistribution:
    None
```

次に、**show ipv6 static** 特権 EXEC コマンドの出力例を示します。

```
Switch# show ipv6 static
IPv6 Static routes
Code: * - installed in RIB
* ::/0 via nexthop 3FFE:C000:0:7::777, distance 1
```

次に、**show ipv6 neighbor** 特権 EXEC コマンドの出力例を示します。

```
Switch# show ipv6 neighbors
IPv6 Address                              Age Link-layer Addr State Interface
3FFE:C000:0:7::777                          - 0007.0007.0007  REACH Vl7
3FFE:C101:113:1::33                         - 0000.0000.0033  REACH Fa1/0/13
```

次に、**show ipv6 route** 特権 EXEC コマンドの出力例を示します。

```
Switch# show ipv6 route
IPv6 Routing Table - Default - 1 entries
Codes: C - Connected, L - Local, S - Static, U - Per-user Static route
L   FF00::/8 [0/0]
     via Null0, receive
```

次に、**show ipv6 traffic** 特権 EXEC コマンドの出力例を示します。

```
Switch# show ipv6 traffic
IPv6 statistics:
  Rcvd:  1 total, 1 local destination
         0 source-routed, 0 truncated
         0 format errors, 0 hop count exceeded
         0 bad header, 0 unknown option, 0 bad source
         0 unknown protocol, 0 not a router
         0 fragments, 0 total reassembled
         0 reassembly timeouts, 0 reassembly failures
  Sent:  36861 generated, 0 forwarded
         0 fragmented into 0 fragments, 0 failed
         0 encapsulation failed, 0 no route, 0 too big
         0 RPF drops, 0 RPF suppressed drops
  Mcast: 1 received, 36861 sent

ICMP statistics:
  Rcvd: 1 input, 0 checksum errors, 0 too short
        0 unknown info type, 0 unknown error type
        unreach: 0 routing, 0 admin, 0 neighbor, 0 address, 0 port
        parameter: 0 error, 0 header, 0 option
        0 hopcount expired, 0 reassembly timeout,0 too big
```

```
        0 echo request, 0 echo reply
        0 group query, 0 group report, 0 group reduce
        1 router solicit, 0 router advert, 0 redirects
        0 neighbor solicit, 0 neighbor advert
  Sent: 10112 output, 0 rate-limited
        unreach: 0 routing, 0 admin, 0 neighbor, 0 address, 0 port
        parameter: 0 error, 0 header, 0 option
        0 hopcount expired, 0 reassembly timeout,0 too big
        0 echo request, 0 echo reply
        0 group query, 0 group report, 0 group reduce
        0 router solicit, 9944 router advert, 0 redirects
        84 neighbor solicit, 84 neighbor advert

UDP statistics:
  Rcvd: 0 input, 0 checksum errors, 0 length errors
        0 no port, 0 dropped
  Sent: 26749 output

TCP statistics:
  Rcvd: 0 input, 0 checksum errors
  Sent: 0 output, 0 retransmitted
```

CHAPTER 39

IPv6 MLD スヌーピングの設定

Catalyst 3560 スイッチで Multicast Listener Discovery（MLD; マルチキャスト リスナー ディスカバリ）スヌーピングを使用すれば、スイッチド ネットワーク内のクライアントおよびルータに IP Version 6（IPv6）マルチキャスト データを効率的に配信できます。IPv6 を使用するには、デュアル IPv4 および IPv6 Switching Database Management（SDM; スイッチング データベース管理）テンプレートがスイッチに設定されている必要があります。テンプレートを選択するには、**sdm prefer dual-ipv4-and-ipv6 default** グローバル コンフィギュレーション コマンドを入力します。

関連情報については、次の章を参照してください。

- SDM テンプレートの詳細については、第 7 章「SDM テンプレートの設定」を参照してください。
- スイッチの IPv6 については、第 38 章「IPv6 ユニキャスト ルーティングの設定」を参照してください。

（注） この章で使用するコマンドの構文および使用方法の詳細については、このリリースのコマンド リファレンスまたは手順に記載された Cisco IOS のマニュアルを参照してください。

この章で説明する内容は、次のとおりです。

MLD スヌーピングの概要

IP バージョン 4（IPv4）では、レイヤ 2 スイッチは Internet Group Management Protocol（IGMP; インターネット グループ管理プロトコル）スヌーピングを使用して、ダイナミックにレイヤ 2 インターフェイスを設定することにより、マルチキャスト トラフィックのフラッディングを抑制します。そのため、マルチキャスト トラフィックは IP マルチキャスト デバイスに対応付けられたインターフェイスにだけ転送されます。IPv6 では、MLD スヌーピングが同様の機能を実行します。MLD スヌーピングを使用すると、IPv6 マルチキャスト データは VLAN（仮想 LAN）内のすべてのポートにフラッディングされるのではなく、データを受信するポートのリストに選択的に転送されます。このリストは、IPv6 マルチキャスト制御パケットをスヌーピングすることにより構築されます。

MLD は IPv6 マルチキャスト ルータで使用されるプロトコルで、直接接続されたリンク上のマルチキャスト リスナー（IPv6 マルチキャスト パケットを受信するノード）の存在、およびネイバー ノードを対象とするマルチキャスト パケットを検出します。MLD は IGMP から派生しています。MLD バー

ジョン 1（MLDv1）は IGMPv2 と、MLD バージョン 2（MLDv2）は IGMPv3 とそれぞれ同等です。MLD は ICMP バージョン 6（ICMPv6）のサブプロトコルです。MLD メッセージは ICMPv6 メッセージのサブセットで、IPv6 パケット内で先頭の Next Header 値 58 により識別されます。

スイッチは、次の 2 つのバージョンの MLD スヌーピングをサポートします。

- MLDv1 スヌーピング：MLDv1 制御パケットを検出し、IPv6 宛先マルチキャスト アドレスに基づいてトラフィックのブリッジングを設定します。
- MLDv2 Basic Snooping（MBSS）：MLDv2 制御パケットを使用して、IPv6 宛先マルチキャスト アドレスに基づいてトラフィックの転送を設定します。

スイッチは MLDv1 プロトコル パケットと MLDv2 プロトコル パケットの両方でスヌーピングでき、IPv6 宛先マルチキャスト アドレスに基づいて IPv6 マルチキャスト データをブリッジングします。

（注）スイッチは、IPv6 送信元および宛先マルチキャスト アドレスベースの転送を設定する MLDv2 Enhanced Snooping（MESS）をサポートしません。

MLD スヌーピングは、グローバルまたは VLAN 単位でイネーブルまたはディセーブルに設定できます。MLD スヌーピングがイネーブルの場合、VLAN 単位の IPv6 マルチキャスト MAC アドレス テーブルはソフトウェアで構築され、VLAN 単位の IPv6 マルチキャスト アドレス テーブルはソフトウェアおよびハードウェアで構築されます。その後、スイッチはハードウェアで IPv6 マルチキャストアドレスに基づくブリッジングを実行します。

次に、IPv6 MLD スヌーピングの一部のパラメータについて説明します。

- 「MLD メッセージ」（P.39-2）
- 「MLD クエリー」（P.39-3）
- 「マルチキャスト クライアント エージングの堅牢性」（P.39-3）
- 「マルチキャスト ルータ検出」（P.39-3）
- 「MLD レポート」（P.39-4）
- 「MLD Done メッセージおよび即時脱退」（P.39-4）
- 「TCN 処理」（P.39-5）

MLD メッセージ

MLDv1 は、次の 3 種類のメッセージをサポートします。

- Listener Query：IGMPv2 クエリーと同等で、General Query または Mulicast-Address-Specific Query（MASQ）のいずれかになります。
- Multicast Listener Report：IGMPv2 レポートと同等です。
- Multicast Listener Done メッセージ：IGMPv2 Leave メッセージと同等です。

MLDv2 では、MLDv1 レポートおよび Done メッセージに加えて、MLDv2 クエリーおよび MLDv2 レポートもサポートします。

メッセージの送受信の結果生じるメッセージ タイマーおよびステート移行は、IGMPv2 メッセージの場合と同じです。リンクに対してローカルで有効な IPv6 送信元アドレスを持たない MLD メッセージは、MLD ルータおよび MLD スイッチで無視されます。

MLD クエリー

スイッチは MLD クエリーを送信し、IPv6 マルチキャスト アドレス データベースを構築し、MLD グループ固有クエリー、MLD グループおよび送信元固有クエリーを生成して、MLD Done メッセージに応答します。また、スイッチはレポート抑制、レポート プロキシング、即時脱退機能、およびスタティックな IPv6 マルチキャスト MAC アドレス設定もサポートします。

MLD スヌーピングがディセーブルの場合、すべての MLD クエリーが入力 VLAN でフラッディングされます。

MLD スヌーピングがイネーブルの場合、受信された MLD クエリーが入力 VLAN でフラッディングされ、クエリーのコピーは CPU に送信され、処理されます。MLD スヌーピングでは、受信されたクエリーから IPv6 マルチキャスト アドレス データベースを構築します。MLD スヌーピングは、マルチキャスト ルータ ポートを検出して、タイマーを維持し、レポート応答時間を設定します。また、VLAN のクエリア IP 送信元アドレス、VLAN 内のクエリア ポートを学習して、マルチキャストアドレス エージングを維持します。

（注）　IPv6 マルチキャスト ルータが Catalyst 6500 スイッチで、拡張 VLAN（1006 ～ 4094 の範囲）が使用されている場合、Catalyst 6500 スイッチの拡張 VLAN 上で IPv6 MLD スヌーピングをイネーブルにして、Catalyst 3560 スイッチが VLAN 上のクエリーを受信できるようにする必要があります。標準範囲 VLAN（1 ～ 1005）の場合は、Catalyst 6500 スイッチの VLAN 上で IPv6 MLD スヌーピングをイネーブルにする必要はありません。

グループが MLD スヌーピング データベースに存在する場合、スイッチは MLDv1 レポートを送信して、グループ固有のクエリーに応答します。このグループが不明の場合、グループ固有のクエリーは入力 VLAN にフラッディングされます。

ホストがマルチキャスト グループから脱退する場合、MLD Done メッセージ（IGMP Leave メッセージと同等）を送信できます。スイッチが MLDv1 Done メッセージを受信した際に、即時脱退がイネーブルでなければ、スイッチは メッセージを受信したポートに MASQ を送信して、ポートに接続する他のデバイスがマルチキャスト グループに残る必要があるかどうか判別します。

マルチキャスト クライアント エージングの堅牢性

クエリー数に基づいて、アドレスからのポート メンバシップの削除を設定できます。1 つのアドレスに対するメンバシップからポートが削除されるのは、設定された数のクエリーに関してポート上のアドレスに対するレポートがない場合だけです。デフォルト値は 2 です。

マルチキャスト ルータ検出

IGMP スヌーピングと同様に、MLD スヌーピングでは次の特性を持つマルチキャスト ルータ検出を行います。

- ユーザにより設定されたポートには、期限切れがありません。
- ダイナミックなポート学習は、MLDv1 スヌーピング クエリーおよび IPv6 PIMv2 パケットにより行われます。
- 複数のルータが同じレイヤ 2 インターフェイス上にある場合、MLD スヌーピングではポート上の単一のマルチキャスト ルータ（直前にルータ制御パケットを送信したルータ）を追跡します。

- マルチキャスト ルータ ポートのダイナミックなエージングは、デフォルト タイマーの 5 分に基づきます。ポート上で制御パケットが 5 分間受信されない場合、マルチキャスト ルータはルータのポート リストから削除されます。
- IPv6 マルチキャスト ルータ検出が実行されるのは、MLD スヌーピングがスイッチでイネーブルの場合だけです。
- 受信された IPv6 マルチキャスト ルータ制御パケットは、スイッチで MLD スヌーピングがイネーブルかどうかにかかわらず、常に入力 VLAN にフラッディングされます。
- 最初の IPv6 マルチキャスト ルータ ポートが検出された後は、不明の IPv6 マルチキャスト データは、検出されたルータ ポートに対してだけ転送されます（それまでは、すべての IPv6 マルチキャスト データは入力 VLAN にフラッディングされます）。

MLD レポート

MLDv1 join メッセージは、本質的には IGMPv2 と同じように処理されます。IPv6 マルチキャスト ルータが VLAN で検出されない場合は、レポートが処理されないか、またはスイッチから転送されません。IPv6 マルチキャスト ルータが検出され、MLDv1 レポート が受信されると、IPv6 マルチキャスト グループ アドレスおよび IPv6 マルチキャスト MAC アドレスが VLAN の MLD データベースに入力されます。その後、VLAN 内のグループに対するすべての IPv6 マルチキャスト トラフィックが、このアドレスを使用して転送されます。MLD スヌーピングがディセーブルの場合、レポートは入力 VLAN でフラッディングされます。

MLD スヌーピングがイネーブルの場合は、MLD レポート抑制（リスナー メッセージ抑制）は自動的にイネーブルになります。レポート抑制により、スイッチはグループで受信された最初の MLDv1 レポートを IPv6 マルチキャスト ルータに転送します。グループのそれ以降のレポートはルータに送信されません。MLD スヌーピングがディセーブルの場合は、レポート抑制がディセーブルになり、すべての MLDv1 レポートは入力 VLAN にフラッディングされます。

スイッチは、MLDv1 プロキシ レポーティングもサポートします。MLDv1 MASQ が受信されると、スイッチに他のポートのグループが存在する場合、およびクエリーを受信したポートとアドレスの最後のメンバ ポートが異なる場合は、スイッチはクエリーを受信したアドレスに関する MLDv1 レポートで応答します。

MLD Done メッセージおよび即時脱退

即時脱退機能がイネーブルの場合にホストが MLDv1 Done メッセージ（IGMP Leave メッセージと同等）を送信すると、Done メッセージを受信したポートはグループからただちに削除されます。VLAN で即時脱退をイネーブルにする場合は（IGMP スヌーピングと同様に）、ポートに単一のホストが接続されている VLAN でだけこの機能を使用します。ポートがグループの最後のメンバである場合、グループも削除され、検出された IPv6 マルチキャスト ルータに脱退情報が転送されます。

VLAN で即時脱退がイネーブルでない場合に（1 つのポート上にグループのクライアントが複数ある場合）、Done メッセージがポートで受信されると、このポートで MASQ が生成されます。ユーザは、既存アドレスのポート メンバシップが削除される時期を MASQ 数の観点から制御できます。アドレスに対するメンバシップからポートが削除されるのは、設定された数のクエリーに関してポート上のアドレスに対する MLDv1 レポートがない場合です。

生成される MASQ 数は、**ipv6 mld snooping last-listener-query count** グローバル コンフィギュレーション コマンドにより設定されます。デフォルト値は 2 です。

MASQ は、Done メッセージが送信された IPv6 マルチキャスト アドレスに送信されます。スイッチの最大応答時間内に MASQ で指定された IPv6 マルチキャスト アドレスにレポートが送信されなければ、MASQ が送信されたポートは IPv6 マルチキャスト アドレス データベースから削除されます。最大応

答時間は、**ipv6 mld snooping last-listener-query-interval** グローバル コンフィギュレーション コマンドにより設定されます。削除されたポートがマルチキャスト アドレスの最後のメンバである場合は、マルチキャスト アドレスも削除され、スイッチは検出されたマルチキャスト ルータすべてにアドレス脱退情報を送信します。

TCN 処理

ipv6 mld snooping tcn query solicit グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用して、Topology Change Notification（TCN; トポロジ変更通知）送信請求をイネーブルにすると、MLDv1 スヌーピングは、設定された数の MLDv1 クエリーによりすべての IPv6 マルチキャスト トラフィックをフラッディングするよう VLAN に設定してから、選択されたポートにだけマルチキャスト データの送信を開始します。この値は、**ipv6 mld snooping tcn flood query count** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用して設定します。デフォルトでは、2 つのクエリーが送信されます。スイッチが VLAN 内の Spanning-Tree Protocol（STP; スパニング ツリー プロトコル）ルートになる場合、またはスイッチがユーザにより設定された場合は、リンクに対してローカルで有効な IPv6 送信元アドレスを持つ MLDv1 グローバル Done メッセージも生成されます。これは IGMP スヌーピングの場合と同じです。

IPv6 MLD スヌーピングの設定

次に、IPv6 MLD スヌーピングの設定方法ついて説明します。

- 「MLD スヌーピングのデフォルト設定」（P.39-5）
- 「MLD スヌーピング設定時の注意事項」（P.39-6）
- 「MLD スヌーピングのイネーブル化またはディセーブル化」（P.39-6）
- 「スタティックなマルチキャスト グループの設定」（P.39-8）
- 「マルチキャスト ルータ ポートの設定」（P.39-8）
- 「MLD 即時脱退のイネーブル化」（P.39-9）
- 「MLD スヌーピング クエリーの設定」（P.39-10）
- 「MLD リスナー メッセージ抑制のディセーブル化」（P.39-11）

MLD スヌーピングのデフォルト設定

表 39-1 に、MLD スヌーピングのデフォルト設定を示します。

表 39-1　MLD スヌーピングのデフォルト設定

機能	デフォルト設定
MLD スヌーピング（グローバル）	ディセーブル。
MLD スヌーピング（VLAN 単位）	イネーブル。VLAN MLD スヌーピングが実行されるためには、MLD スヌーピングがグローバルにイネーブルである必要があります。
IPv6 マルチキャスト アドレス	未設定。
IPv6 マルチキャスト ルータ ポート	未設定。
MLD スヌーピング即時脱退	ディセーブル。

表 39-1　MLD スヌーピングのデフォルト設定 （続き）

機能	デフォルト設定
MLD スヌーピングの堅牢性変数	グローバル : 2; VLAN 単位 : 0。 （注） VLAN 値はグローバル設定を上書きします。VLAN 値が 0 の場合、VLAN はグローバル数を使用します。
最後のリスナー クエリー カウント	グローバル : 2; VLAN 単位 : 0。 （注） VLAN 値はグローバル設定を上書きします。VLAN 値が 0 の場合、VLAN はグローバル数を使用します。
最後のリスナー クエリー インターバル	グローバル : 1000（1 秒）; VLAN: 0。 （注） VLAN 値はグローバル設定を上書きします。VLAN 値が 0 の場合、VLAN はグローバルのインターバルを使用します。
TCN クエリー送信請求	ディセーブル。
TCN クエリー カウント	2.
MLD リスナー抑制	イネーブル。

MLD スヌーピング設定時の注意事項

MLD スヌーピングの設定時は、次の注意事項に従ってください。

- MLD スヌーピングの特性はいつでも設定できますが、設定を有効にする場合は、**ipv6 mld snooping** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用して MLD スヌーピングをグローバルにイネーブルにする必要があります。
- IPv6 マルチキャスト ルータが Catalyst 6500 スイッチで、拡張 VLAN（1006 ～ 4094 の範囲）が使用されている場合、Catalyst 6500 スイッチの拡張 VLAN 上で IPv6 MLD スヌーピングをイネーブルにして、Catalyst 3560 スイッチが VLAN 上のクエリーを受信できるようにする必要があります。標準範囲 VLAN（1 ～ 1005）の場合は、Catalyst 6500 スイッチの VLAN 上で IPv6 MLD スヌーピングをイネーブルにする必要はありません。
- MLD スヌーピングと IGMP スヌーピングは相互に独立して動作します。スイッチで両方の機能を同時にイネーブルにできます。
- スイッチに保持可能なマルチキャスト エントリの最大数は、設定された SDM テンプレートによって決まります。
- スイッチで保持可能なアドレス エントリの最大数は 1000 です。

MLD スヌーピングのイネーブル化またはディセーブル化

デフォルトでは、IPv6 MLD スヌーピングはスイッチではグローバルにディセーブルで、すべての VLAN ではイネーブルです。MLD スヌーピングがグローバルにディセーブルの場合は、すべての VLAN でもディセーブルです。MLD スヌーピングをグローバルにイネーブルにすると、VLAN 設定はグローバル設定を上書きします。すなわち、MLD スヌーピングはデフォルト ステート（イネーブル）の VLAN インターフェイスでだけイネーブルになります。

VLAN 単位または VLAN 範囲で MLD スヌーピングをイネーブルおよびディセーブルにできますが、MLD スヌーピングをグローバルにディセーブルにした場合は、すべての VLAN でディセーブルになります。グローバル スヌーピングがイネーブルの場合、VLAN スヌーピングをイネーブルまたはディセーブルに設定できます。

スイッチで MLD スヌーピングをグローバルにイネーブルにするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**ipv6 mld snooping**	スイッチで MLD スヌーピングをグローバルにイネーブルにします。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。
ステップ 5	**reload**	OS（オペレーティング システム）をリロードします。

スイッチで MLD スヌーピングをグローバルにディセーブルにするには、**no ipv6 mld snooping** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

VLAN で MLD スヌーピングをイネーブルにするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

（注）　IPv6 マルチキャスト ルータが Catalyst 6500 スイッチで、拡張 VLAN（1006 ～ 4094 の範囲）が使用されている場合、Catalyst 6500 スイッチの拡張 VLAN 上で IPv6 MLD スヌーピングをイネーブルにして、Catalyst 3560 スイッチが VLAN 上のクエリーを受信できるようにする必要があります。標準範囲 VLAN（1 ～ 1005）の場合は、Catalyst 6500 スイッチの VLAN 上で IPv6 MLD スヌーピングをイネーブルにする必要はありません。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**ipv6 mld snooping**	スイッチで MLD スヌーピングをグローバルにイネーブルにします。
ステップ 3	**ipv6 mld snooping vlan** *vlan-id*	VLAN で MLD スヌーピングをイネーブルにします。指定できる VLAN ID の範囲は 1 ～ 1001 および 1006 ～ 4094 です。 （注）　VLAN スヌーピングをイネーブルにするには、MLD スヌーピングがグローバルにイネーブルである必要があります。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

VLAN インターフェイスで MLD スヌーピングをディセーブルにするには、指定の VLAN 番号に対して **no ipv6 mld snooping vlan** *vlan-id* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

スタティックなマルチキャスト グループの設定

ホストまたはレイヤ 2 ポートは、通常マルチキャスト グループにダイナミックに加入しますが、VLAN に IPv6 マルチキャスト アドレスおよび メンバ ポートをスタティックに設定することもできます。

マルチキャスト グループのメンバとしてレイヤ 2 ポートを追加するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**ipv6 mld snooping vlan** *vlan-id* **static** *ipv6_multicast_address* **interface** *interface-id*	マルチキャスト グループのメンバとしてレイヤ 2 ポートにマルチキャスト グループをスタティックに設定します。 • *vlan-id* は、マルチキャスト グループの VLAN ID です。VLAN ID の範囲は 1 ～ 1001 および 1006 ～ 4094 です。 • *ipv6_multicast_address* は、128 ビットのグループ IPv6 アドレスです。このアドレスは RFC 2373 で指定された形式でなければなりません。 • *interface-id* は、メンバ ポートです。物理インターフェイスまたはポート チャネル（1 ～ 48）に設定できます。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show ipv6 mld snooping address user** または **show ipv6 mld snooping multicast-address vlan** *vlan-id* **user**	スタティックなメンバ ポートおよび IPv6 アドレスを確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

マルチキャスト グループからレイヤ 2 ポートを削除するには、**no ipv6 mld snooping vlan** *vlan-id* **static** *mac-address* **interface** *interface-id* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。グループからすべてのメンバ ポートが削除された場合、このグループは削除されます。

次に、IPv6 マルチキャスト グループをスタティックに設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# end
```

マルチキャスト ルータ ポートの設定

MLD スヌーピングでは、MLD クエリーおよび PIMv6 クエリーを介してルータ ポートについて学習しますが、Command-Line Interface（CLI; コマンドライン インターフェイス）を使用しても VLAN にマルチキャスト ルータ ポートを追加できます。マルチキャスト ルータ ポートを追加する（マルチキャスト ルータにスタティック接続を追加する）には、スイッチで **ipv6 mld snooping vlan mrouter** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

（注）　マルチキャスト ルータへのスタティック接続は、スイッチ ポートに限りサポートされます。

VLAN にマルチキャスト ルータ ポートを追加するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**ipv6 mld snooping vlan** *vlan-id* **mrouter interface** *interface-id*	マルチキャスト ルータの VLAN ID、およびマルチキャスト ルータにインターフェイスを指定します。 • VLAN ID の範囲は 1 ～ 1001 および 1006 ～ 4094 です。 • インターフェイスは物理インターフェイスにすることもポートチャネルにすることもできます。指定できるポートチャネルの範囲は 1 ～ 48 です。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show ipv6 mld snooping mrouter** [**vlan** *vlan-id*]	VLAN インターフェイスで IPv6 MLD スヌーピングがイネーブルになっていることを確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

VLAN からマルチキャスト ルータ ポートを削除するには、**no ipv6 mld snooping vlan** *vlan-id* **mrouter interface** *interface-id* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、VLAN 200 にマルチキャスト ルータ ポートを追加する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# exit
```

MLD 即時脱退のイネーブル化

MLDv1 即時脱退をイネーブルにした場合、スイッチはポートで MLD Done メッセージを検出するとただちに、マルチキャスト グループからポートを削除します。即時脱退機能を使用するのは、VLAN の各ポート上にレシーバーが 1 つだけ存在する場合に限定してください。同一ポートにマルチキャスト グループのクライアントが複数ある場合は、VLAN で即時脱退をイネーブルにしてはなりません。

MLDv1 即時脱退をイネーブルにするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**ipv6 mld snooping vlan** *vlan-id* **immediate-leave**	VLAN インターフェイスで MLD 即時脱退をイネーブルにします。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show ipv6 mld snooping vlan** *vlan-id*	VLAN インターフェイス上で即時脱退がイネーブルになっていることを確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

VLAN で MLD 即時脱退をディセーブルにするには、**no ipv6 mld snooping vlan** *vlan-id* **immediate-leave** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、VLAN 130 で MLD 即時脱退をイネーブルにする例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# ipv6 mld snooping vlan 130 immediate-leave
Switch(config)# exit
```

MLD スヌーピング クエリーの設定

即時脱退がイネーブルでない場合に、ポートが MLD Done メッセージを受信すると、スイッチはポートで MASQ を生成して、Done メッセージが送信された IPv6 マルチキャスト アドレスに送信します。ポートがマルチキャスト グループから削除される前に、送信される MASQ 数およびスイッチが応答を待機する時間を任意で設定できます。

スイッチまたは VLAN に MLD スヌーピング クエリーの特性を設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**ipv6 mld snooping robustness-variable** *value*	（任意）スイッチが一般クエリーに応答しないリスナー（ポート）を削除する前に、送信されるクエリー数を設定します。指定できる範囲は 1 ～ 3 です。デフォルトは 2 です。
ステップ 3	**ipv6 mld snooping vlan** *vlan-id* **robustness-variable** *value*	（任意）VLAN 単位で堅牢性変数を設定します。これにより、MLD レポート応答がない場合にマルチキャスト アドレスがエージング アウトされるまでに、MLD スヌーピングが送信する一般クエリー数が決定されます。指定できる範囲は 1 ～ 3 です。デフォルトは 0 です。0 に設定すると、使用される数はグローバルな堅牢性変数の値になります。
ステップ 4	**ipv6 mld snooping last-listener-query-count** *count*	（任意）MLD クライアントがエージング アウトされる前にスイッチが送信する MASQ 数を設定します。指定できる範囲は 1 ～ 7 です。デフォルトは 2 です。クエリーは 1 秒後に送信されます。
ステップ 5	**ipv6 mld snooping vlan** *vlan-id* **last-listener-query-count** *count*	（任意）VLAN 単位で最後のリスナー クエリー カウントを設定します。この値はグローバルに設定された値を上書きします。指定できる範囲は 1 ～ 7 です。デフォルトは 0 です。0 に設定すると、グローバルなカウント値が使用されます。クエリーは 1 秒後に送信されます。
ステップ 6	**ipv6 mld snooping last-listener-query-interval** *interval*	（任意）スイッチが MASQ を送信した後、マルチキャスト グループからポートを削除するまで待機する最大応答時間を設定します。指定できる範囲は、100 ～ 32,768 ミリ秒です。デフォルト値は 1000（1 秒）です。
ステップ 7	**ipv6 mld snooping vlan** *vlan-id* **last-listener-query-interval** *interval*	（任意）VLAN 単位で最後のリスナー クエリー インターバルを設定します。この値はグローバルに設定された値を上書きします。指定できる範囲は、0 ～ 32,768 ミリ秒です。デフォルトは 0 です。0 に設定すると、グローバルな最後のリスナー クエリー インターバルが使用されます。
ステップ 8	**ipv6 mld snooping tcn query solicit**	（任意）TCN 送信請求をイネーブルにします。これにより、VLAN は設定された数のクエリーに関する IPv6 マルチキャスト トラフィックすべてをフラッディングしてから、マルチキャスト データをマルチキャスト データの受信を要求するポートに対してだけ送信します。デフォルトでは、TCN はディセーブルに設定されています。
ステップ 9	**ipv6 mld snooping tcn flood query count** *count*	（任意）TCN がイネーブルの場合、送信される TCN クエリー数を指定します。指定できる範囲は 1 ～ 10 で、デフォルトは 2 です。
ステップ 10	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 11	**show ipv6 mld snooping querier** [**vlan** *vlan-id*]	（任意）スイッチまたは VLAN の MLD スヌーピング クエリア情報を確認します。
ステップ 12	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

次に、MLD スヌーピングのグローバルな堅牢性変数を 3 に設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# ipv6 mld snooping robustness-variable 3
Switch(config)# exit
```

次に、VLAN の MLD スヌーピングの最後のリスナー クエリー カウントを 3 に設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# ipv6 mld snooping vlan 200 last-listener-query-count 3
Switch(config)# exit
```

次に、MLD スヌーピングの最後のリスナー クエリー インターバル（最大応答時間）を 2000（2 秒）に設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# ipv6 mld snooping last-listener-query-interval 2000
Switch(config)# exit
```

MLD リスナー メッセージ抑制のディセーブル化

デフォルトでは、MLD スヌーピング リスナー メッセージ抑制はイネーブルに設定されています。この機能がイネーブルの場合、スイッチはマルチキャスト ルータ クエリーごとに 1 つの MLD レポートだけを転送します。メッセージ抑制がディセーブルの場合は、複数のマルチキャスト ルータに MLD レポートが転送されます。

MLD リスナー メッセージ抑制をディセーブルにするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**no ipv6 mld snooping listener-message-suppression**	MLD メッセージ抑制をディセーブルにします。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show ipv6 mld snooping**	IPv6 MLD スヌーピング レポート抑制がディセーブルであることを確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

MLD メッセージ抑制を再びイネーブルにするには、**ipv6 mld snooping listener-message-suppression** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

MLD スヌーピング情報の表示

ダイナミックに学習された、あるいはスタティックに設定されたルータ ポートおよび VLAN インターフェイスの MLD スヌーピング情報を表示できます。MLD スヌーピング用に設定した VLAN の MAC アドレス マルチキャスト エントリも表示できます。

MLD スヌーピング情報を表示するには、表 39-2 に示す 1 つまたは複数の特権 EXEC コマンドを使用します。

表 39-2　MLD スヌーピング情報表示用のコマンド

コマンド	目的
show ipv6 mld snooping [**vlan** *vlan-id*]	スイッチのすべての VLAN または指定された VLAN の MLD スヌーピング設定情報を表示します。 （任意）個々の VLAN に関する情報を表示するには、**vlan** *vlan-id* を入力します。VLAN ID の範囲は 1 ～ 1001 および 1006 ～ 4094 です。
show ipv6 mld snooping mrouter [**vlan** *vlan-id*]	動的に学習された、あるいは手動で設定されたマルチキャスト ルータ インターフェイスの情報を表示します。MLD スヌーピングをイネーブルにすると、スイッチはマルチキャスト ルータの接続先であるインターフェイスを自動的に学習します。これらのインターフェイスは動的に学習されます。 （任意）個々の VLAN に関する情報を表示するには、**vlan** *vlan-id* を入力します。VLAN ID の範囲は 1 ～ 1001 および 1006 ～ 4094 です。
show ipv6 mld snooping querier [**vlan** *vlan-id*]	VLAN 内で直前に受信した MLD クエリー メッセージの IPv6 アドレスおよび着信ポートに関する情報を表示します。 （任意）**vlan** *vlan-id* を入力して、単一の VLAN 情報を表示します。指定できる VLAN ID の範囲は 1 ～ 1001 および 1006 ～ 4094 です。
show ipv6 mld snooping address [**vlan** *vlan-id*] [**count** | **dynamic** | **user**]	スイッチまたは VLAN のすべてあるいは特定の IPv6 マルチキャスト アドレス情報を表示します。 • **count** を入力して、スイッチまたは VLAN のグループ数を表示します。 • **dynamic** を入力して、スイッチまたは VLAN の MLD スヌーピング学習済みグループ情報を表示します。 • **user** を入力して、スイッチまたは VLAN の MLD スヌーピング ユーザ設定グループ情報を表示します。
show ipv6 mld snooping multicast-address vlan *vlan-id* [*ipv6-multicast-address*]	指定の VLAN および IPv6 マルチキャスト アドレスの MLD スヌーピングを表示します。

CHAPTER 40

IPv6 ACL の設定

この章では、Catalyst 3560 スイッチに IPv6 ACL を設定する方法について説明します。IP バージョン 6（IPv6）Access Control List（ACL; アクセス コントロール リスト）を作成し、それをインターフェイスに適用することによって、IPv6 トラフィックをフィルタリングできます。これは、IP バージョン 4（IPv4）の名前付き ACL を作成し、適用する方法と同じです。レイヤ 3 管理トラフィックをフィルタリングするために、入力ルータ ACL を作成し、適用することもできます。

（注） IPv6 を使用するには、デュアル IPv4 および IPv6 Switching Database Management（SDM; スイッチング データベース管理）テンプレートが設定されている必要があります。テンプレートの選択は、**sdm prefer** {**default** | **dual-ipv4-and-ipv6** グローバル コンフィギュレーション コマンドで行います。

関連情報については、次の章を参照してください。

- SDM テンプレートの詳細については、第 7 章「SDM テンプレートの設定」を参照してください。
- スイッチの IPv6 については、第 38 章「IPv6 ユニキャスト ルーティングの設定」を参照してください。
- スイッチの ACL については、第 40 章「IPv6 ACL の設定」を参照してください。

（注） この章で使用するコマンドの構文および使用方法の詳細については、このリリースのコマンド リファレンスまたは手順に記載された Cisco IOS のマニュアルを参照してください。

この章で説明する内容は、次のとおりです。

IPv6 ACL の概要

スイッチ イメージは、次の 2 種類の IPv6 ACL をサポートします。

- IPv6 ルータ ACL
  - ルーテッド ポート、Switch Virtual Interface（SVI; スイッチ仮想インターフェイス）、またはレイヤ 3 EtherChannel などのレイヤ 3 インターフェイスの発信トラフィックまたは着信トラフィックでサポートされます。
  - 経路選択済みの IPv6 パケットだけに適用されます。

- IPv6 ポート ACL
  - レイヤ 2 インターフェイスのインバウンド トラフィックだけでサポートされます。
  - インターフェイスに届くすべての IPv6 パケットに適用されます。

（注）未サポートの IPv6 ACL を設定すると、エラー メッセージが表示されて設定が有効になりません。

スイッチは、IPv6 トラフィックの VLAN（仮想 LAN）ACL（VLAN マップ）をサポートしません。

（注）スイッチでの ACL サポートの詳細については、第 33 章「ACL によるネットワーク セキュリティの設定」を参照してください。

1 つのインターフェイスに、IPv4 ACL および IPv6 ACL の両方を適用できます。

IPv4 ACL の場合と同様に、IPv6 ポート ACL はルータ ACL よりも優先されます。

- SVI に入力ルータ ACL および入力ポート ACL が設定されている場合に、ポート ACL が適用されているポートに着信したパケットはポート ACL によってフィルタリングされます。その他のポートに着信したルーテッド IP パケットは、ルータ ACL によってフィルタリングされます。その他のパケットはフィルタリングされません。
- SVI に出力ルータ ACL および入力ポート ACL が設定されている場合に、ポート ACL が適用されているポートに着信したパケットはポート ACL によってフィルタリングされます。発信ルーテッド IPv6 パケットは、ルータ ACL によってフィルタリングされます。その他のパケットはフィルタリングされません。

（注）インターフェイスに*任意*のポート ACL（IPv4、IPv6、または MAC）が適用される場合、このポート ACL はパケットのフィルタリングで使用され、ポート VLAN の SVI に付加されたルータ ACL はすべて無視されます。

ここでは、スイッチの IPv6 ACL の特性の一部について説明します。

- 「サポートされる ACL 機能」（P.40-2）
- 「IPv6 ACL の制限事項」（P.40-3）

サポートされる ACL 機能

スイッチの IPv6 ACL には、次の特性があります。

- 分割フレーム（IPv4 では **fragments** キーワード）がサポートされます。
- IPv6 ACL では、IPv4 と同じ統計情報がサポートされます。
- スイッチの Ternary CAM（TCAM）スペースが不足している場合、ACL ラベルに対応付けられたパケットは CPU に転送され、ACL はソフトウェアで適用されます。
- ホップバイホップ オプションがあるルーテッド パケットまたはブリッジド パケットには、ソフトウェアで適用される IPv6 ACL が設定されます。
- ロギングは、ルータ ACL ではサポートされますが、ポート ACL ではサポートされません。

IPv6 ACL の制限事項

IPv4 では、番号付きの標準 IP ACL および拡張 IP ACL、名前付き IP ACL、および MAC ACL を設定できます。IPv6 がサポートするのは名前付き ACL だけです。

スイッチは Cisco IOS がサポートする IPv6 ACL の大部分をサポートしますが、一部例外もあります。

- IPv6 送信元および宛先アドレス：ACL 照合は、Extended Universal Identifier（EUI）-64 形式の /0 ～ /64 のプレフィクスおよびホスト アドレス（/128）だけでサポートされます。スイッチは、情報損失のない次のホスト アドレスだけをサポートします。
  - 集約可能なグローバル ユニキャスト アドレス
  - リンクに対してローカルなアドレス
- スイッチは次のキーワードの照合をサポートしません。**flowlabel**、**routing header**、**undetermined-transport**
- スイッチは再起 ACL（**reflect** キーワード）をサポートしません。
- このリリースが IPv6 用にサポートしているのは、ポート ACL およびルータ ACL だけです。VLAN ACL（VLAN マップ）はサポートしていません。
- スイッチは IPv6 フレームに MAC ベース ACL を適用しません。
- レイヤ 2 EtherChannel に IPv6 ポート ACL を適用できません。
- スイッチは出力ポート ACL をサポートしません。
- IPv6 の出力ルータ ACL および入力ポート ACL は、スイッチだけでサポートされます。スイッチはコントロール プレーン（着信）IPv6 ACL だけをサポートします。
- ACL を設定する場合、ACL に入力されるキーワードには、それがプラットフォームでサポートされるかどうかにかかわらず、制限事項はありません。ハードウェア転送が必要なインターフェイス（物理ポートまたは SVI）に ACL を適用する場合、スイッチはインターフェイスで ACL がサポートされるかどうか判別します。サポートされない場合、ACL の付加は拒否されます。
- インターフェイスに適用される ACL に、サポートされないキーワードを持つ Access Control Entry（ACE; アクセス コントロール エントリ）を追加しようとする場合、スイッチは現在インターフェイスに接続されている ACL に ACE が追加されるのを許可しません。

IPv6 ACL の設定

IPv6 ACL を設定する場合は、事前にデュアル IPv4/IPv6 SDM テンプレートのいずれかを選択する必要があります。

IPv6 トラフィックをフィルタリングする場合は、次の手順を実行します。

ステップ 1　IPv6 ACL を作成し、IPv6 アクセス リスト コンフィギュレーション モードを開始します。

ステップ 2　IPv6 ACL が、トラフィックをブロックする（拒否）または通過させる（許可）よう設定します。

ステップ 3　インターフェイスに IPv6 ACL を適用します。ルータ ACL では、ACL が適用されるレイヤ 3 インターフェイスにも IPv6 アドレスを設定する必要があります。

ここでは、IPv6 ACL の設定および適用方法について説明します。

- 「IPv6 ACL のデフォルト設定」（P.40-4）

IPv6 ACL のデフォルト設定

デフォルトでは、IPv6 ACL は設定または適用されていません。

他の機能との相互作用

IPv6 ACL の設定には、他の機能またはスイッチ特性と次の相互作用があります。

- IPv6 ルータ ACL がパケットを拒否するよう設定されている場合、パケットはドロップされます。パケットのコピーが Internet Control Message Protocol（ICMP; インターネット制御メッセージ プロトコル）キューに送信され、フレームに ICMP 到達不能メッセージが生成されます。
- ブリッジド フレームがポート ACL によってドロップされる場合、このフレームはブリッジングされません。
- IPv4 ACL および IPv6 ACL の両方を 1 つのスイッチに作成したり、同一インターフェイスに適用したりできます。各 ACL には一意の名前が必要です。設定済みの名前を使用しようとすると、エラー メッセージが表示されます。

  IPv4 ACL と IPv6 ACL の作成、および同一のレイヤ 2 インターフェイスまたはレイヤ 3 インターフェイスへの IPv4 ACL または IPv6 ACL の適用には、異なるコマンドを使用します。ACL を付加するのに誤ったコマンドを使用すると（たとえば、IPv6 ACL の付加に IPv4 コマンドを使用するなど）、エラー メッセージが表示されます。
- MAC ACL を使用して、IPv6 フレームをフィルタリングできません。MAC ACL は非 IP フレームだけをフィルタリングできます。
- TCAM が満杯の場合、設定済みの ACL を追加すると、パケットは CPU に転送され、ACL はソフトウェアで適用されます。

IPv6 ACL の作成

IPv6 ACL を作成するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**ipv6 access-list** *access-list-name*	IPv6 アクセス リスト名を定義し、IPv6 アクセス リスト コンフィギュレーション モードを開始します。

	コマンド	目的
ステップ 3a	**deny** | **permit** *protocol* {*source-ipv6-prefix*/*prefix-length* | **any** | **host** *source-ipv6-address*} [*operator* [*port-number*]] {*destination-ipv6-prefix*/ *prefix-length* | **any** | **host** *destination-ipv6-address*} [*operator* [*port-number*]] [**dscp** *value*] [**fragments**] [**log**] [**log-input**] [**sequence** *value*] [**time-range** *name*]	**deny** または **permit** を入力し、条件と一致した場合にパケットを拒否するか、または許可するかを指定します。次に、条件について説明します。 • *protocol* には、インターネット プロトコルの名前または番号を入力します。**ahp**、**esp**、**icmp**、**ipv6**、**pcp**、**stcp**、**tcp**、**udp**、または IPv6 プロトコル番号を表す 0 ～ 255 の整数を使用できます。ICMP、TCP、および UDP の具体的なパラメータについては、ステップ 3b ～ 3d を参照してください。 • *source-ipv6-prefix*/*prefix-length* または *destination-ipv6-prefix*/ *prefix-length* は、拒否条件または許可条件を設定する送信元または宛先 IPv6 ネットワークあるいはネットワーク クラスで、16 ビット値を使用したコロン区切りの 16 進形式で指定されます（RFC 2373 を参照）。 （注）　CLI（コマンドライン インターフェイス）ヘルプでは、/0 ～ /128 の範囲のプレフィクス長が表示されますが、スイッチは、集約可能なグローバル ユニキャスト アドレスとリンクに対してローカルなホスト アドレスの /0 ～ /64 の範囲のプレフィクス、および EUI ベースの /128 プレフィクスに対する IPv6 アドレス照合だけをサポートします。 • IPv6 プレフィクス ::/0 の短縮形として、**any** を入力します。 • **host** *source-ipv6-address* または *destination-ipv6-address* には、拒否条件または許可条件を設定する送信元または宛先 IPv6 ホスト アドレスを入力します。アドレスは 16 ビット値を使用したコロン区切りの 16 進形式で指定されます。 • （任意）*operator* には、指定のプロトコルの送信元ポートまたは宛先ポートを比較するオペランドを指定します。オペランドは、**lt**（より小さい）、**gt**（より大きい）、**eq**（等しい）、**neq**（等しくない）、**range**（包含範囲）です。 *source-ipv6-prefix*/*prefix-length* 引数の後のオペレータは、送信元ポートに一致する必要があります。*destination-ipv6-prefix/prefix-length* 引数の後のオペレータは、宛先ポートに一致する必要があります。 • （任意）*port-number* は、TCP または UDP のフィルタリングで、それぞれ 0 ～ 65535 の 10 進数または TCP あるいは UDP ポートの名前です。 • （任意）**dscp** *value* を入力して、各 IPv6 パケット ヘッダーの Traffic Class フィールド内のトラフィック クラス値と DiffServ コード ポイント値を照合します。指定できる範囲は 0 ～ 63 です。 • （任意）**fragments** を入力して、先頭ではないフラグメントを確認します。このキーワードが表示されるのは、プロトコルが **ipv6** の場合だけです。 • （任意）**log** を指定すると、エントリと一致するパケットに関するロギング メッセージがコンソールに送信されます。**log-input** を指定すると、ログ エントリに入力インターフェイスが追加されます。ロギングはルータ ACL だけでサポートされます。 • （任意）**sequence** *value* を入力して、アクセス リスト ステートメントのシーケンス番号を指定します。指定できる範囲は 1 ～ 4294967295 です。 • （任意）**time-range** *name* を入力して、ステートメントの時間の範囲を指定します。

	コマンド	目的
ステップ 3b	**deny** | **permit tcp** {*source-ipv6-prefix/prefix-length* | **any** | **host** *source-ipv6-address*} [*operator* [*port-number*]] {*destination-ipv6-prefix/prefix-length* | **any** | **host** *destination-ipv6-address*} [*operator* [*port-number*]] [**ack**] [**dscp** *value*] [**established**] [**fin**] [**log**] [**log-input**] [**neq** {*port* | *protocol*}] [**psh**] [**range** {*port* | *protocol*}] [**rst**] [**sequence** *value*] [**syn**] [**time-range** *name*] [**urg**]	（任意）TCP アクセス リストおよびアクセス条件を定義します。 TCP の場合は **tcp** を入力します。パラメータはステップ 3a で説明されているパラメータと同じですが、次に示すオプションのパラメータが追加されています。 • **ack**：確認応答ビット セット。 • **established**：確立された接続。TCP データグラムに ACK または RST ビット セットが含まれる場合は、照合が行われます。 • **fin**：終了ビット セット。送信元からのデータはそれ以上ありません。 • **neq** {*port* | *protocol*}：所定のポート番号上にないパケットだけを照合します。 • **psh**：プッシュ機能ビット セット。 • **range** {*port* | *protocol*}：ポート番号の範囲内のパケットだけを照合します。 • **rst**：リセット ビット セット。 • **syn**：同期ビット セット。 • **urg**：緊急ポインタ ビット セット。
ステップ 3c	**deny** | **permit udp** {*source-ipv6-prefix/prefix-length* | **any** | **host** *source-ipv6-address*} [*operator* [*port-number*]] {*destination-ipv6-prefix/prefix-length* | **any** | **host** *destination-ipv6-address*} [*operator* [*port-number*]] [**dscp** *value*] [**log**] [**log-input**] [**neq** {*port* | *protocol*}] [**range** {*port* | *protocol*}] [**sequence** *value*] [**time-range** *name*]	（任意）UDP アクセス リストおよびアクセス条件を定義します。 UDP の場合は **udp** を入力します。UDP パラメータは TCP に関して説明されているパラメータと同じです。ただし、[*operator* [*port*]] のポート番号またはポート名は、UDP ポートの番号または名前でなければなりません。UDP の場合、**established** パラメータは無効です。
ステップ 3d	**deny** | **permit icmp** {*source-ipv6-prefix/prefix-length* | **any** | **host** *source-ipv6-address*} [*operator* [*port-number*]] {*destination-ipv6-prefix/prefix-length* | **any** | **host** *destination-ipv6-address*} [*operator* [*port-number*]] [*icmp-type* [*icmp-code*] | *icmp-message*] [**dscp** *value*] [**log**] [**log-input**] [**sequence** *value*] [**time-range** *name*]	（任意）ICMP アクセス リストおよびアクセス条件を定義します。 ICMP の場合は **icmp** を入力します。ICMP パラメータはステップ 3a の IP プロトコルの説明にあるパラメータとほとんど同じですが、ICMP メッセージ タイプおよびコード パラメータが追加されています。オプションのキーワードの意味は次のとおりです。 • *icmp-type* : ICMP メッセージ タイプを基準にしてフィルタリングします。0 ～ 255 の値を使用できます。 • *icmp-code* : ICMP メッセージ コード タイプを基準にしてフィルタリングします。0 ～ 255 の値を使用できます。 • *icmp-message* : ICMP メッセージ タイプ名または ICMP メッセージのタイプ名およびコード名を基準にして、ICMP パケットをフィルタリングします。ICMP メッセージのタイプ名およびコード名のリストについては、? キーを使用するか、またはこのリリースのコマンド リファレンスを参照してください。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	show ipv6 access-list	アクセス リストの設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

指定のアクセス リストから拒否または許可条件を削除するには、キーワードを指定して **no deny** | **permit** IPv6 アクセスリスト コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、CISCO と名前が付けられた IPv6 アクセス リストを設定する例を示します。リスト内の最初の拒否エントリは、宛先 TCP ポート番号が 5000 より大きいパケットをすべて拒否します。2 番めの拒否エントリは、送信元 UDP ポート番号が 5000 未満のパケットを拒否します。また、2 番めの拒否エントリは、コンソールにすべての一致結果を記録します。リスト内の最初の許可エントリは、すべての ICMP パケットを許可します。リスト内の 2 番めの許可エントリは、その他のすべてのトラフィックを許可します。暗黙の全否定の条件が各 IPv6 アクセス リストの末尾にあるため、2 番めの許可エントリは必要です。

```
Switch(config)# ipv6 access-list CISCO
Switch(config-ipv6-acl)# deny tcp any any gt 5000
Switch config-ipv6-acl)# deny ::/0 lt 5000 ::/0 log
Switch(config-ipv6-acl)# permit icmp any any
Switch(config-ipv6-acl)# permit any any
```

インターフェイスへの IPv6 ACL の適用

ここでは、ネットワーク インターフェイスに IPv6 ACL を適用する手順について説明します。ACL をレイヤ 3 インターフェイスの発信または着信トラフィック、あるいはレイヤ 2 インターフェイスの着信トラフィックに適用することができます。

インターフェイスへのアクセスを制御するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	アクセス リストを適用するレイヤ 2 インターフェイス（ポート ACL 用）またはレイヤ 3 インターフェイス（ルータ ACL 用）を特定して、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**no switchport**	ルータ ACL を適用する場合は、インターフェイスをレイヤ 2 モード（デフォルト）からレイヤ 3 モードに変更します。
ステップ 4	**ipv6 address** *ipv6-address*	レイヤ 3 インターフェイス（ルータ ACL 用）で IPv6 アドレスを設定します。 このコマンドは、レイヤ 2 インターフェイスでは、またはインターフェイスに明示的な IPV6 アドレスが設定されている場合には、必要ありません。
ステップ 5	**ipv6 traffic-filter** *access-list-name* {**in** | **out**}	インターフェイスの着信トラフィックまたは発信トラフィックにアクセス リストを適用します。 **out** キーワードはレイヤ 2 インターフェイス（ポート ACL）ではサポートされません。switch
ステップ 6	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 7	**show running-config**	アクセス リストの設定を確認します。
ステップ 8	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

インターフェイスからアクセス リストを削除するには、**no ipv6 traffic-filter** *access-list-name* インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、レイヤ 3 インターフェイスの発信トラフィックに対して、アクセス リスト *Cisco* を適用する例を示します。

```
Switch(config)# interface gigabitethernet0/3
Switch(config-if)# no switchport
Switch(config-if)# ipv6 address 2001::/64 eui-64
Switch(config-if)# ipv6 traffic-filter CISCO out
```

IPv6 ACL の表示

設定済みのすべてのアクセス リスト、すべての IPv6 アクセス リスト、または特定のアクセス リストに関する情報を表示するには、表 40-1 に示された 1 つまたは複数の特権 EXEC コマンドを使用します。

表 40-1　IPv6 アクセス リスト情報を表示するコマンド

コマンド	目的
show access-lists	スイッチに設定されたすべてのアクセス リストを表示します。
show ipv6 access-list [*access-list-name*]	設定済みのすべての IPv6 アクセス リストまたは名前付けされたアクセス リストを表示します。

次に、**show access-lists** 特権 EXEC コマンドの出力例を示します。出力には、スイッチに設定済みのすべてのアクセス リストが表示されます。

```
Switch #show access-lists
Extended IP access list hello
    10 permit ip any any
IPv6 access list ipv6
    permit ipv6 any any sequence 10
```

次に、**show ipv6 access-lists** 特権 EXEC コマンドの出力例を示します。出力には、スイッチに設定済みの IPv6 アクセス リストだけが表示されます。

```
Switch# show ipv6 access-list
IPv6 access list inbound
    permit tcp any any eq bgp (8 matches) sequence 10
    permit tcp any any eq telnet (15 matches) sequence 20
    permit udp any any sequence 30

IPv6 access list outbound
    deny udp any any sequence 10
    deny tcp any any eq telnet sequence 20
```

CHAPTER 41

HSRP および VRRP の設定

この章では、Catalyst 3560 スイッチで Hot Standby Router Protocol（HSRP; ホットスタンバイ ルータ プロトコル）を使用する方法について説明します。HSRP は、IP トラフィック ルーティングに冗長性を提供し、1 台のルータのアベイラビリティに依存しないルーティングを実現します。IPv4 HSRP は、IP ベース イメージまたは IP サービス イメージを稼動しているスイッチでサポートされています。IPv6 HSRP を使用するには、第 38 章「IPv6 ユニキャスト ルーティングの設定」を参照してください。

レイヤ 2 モードの HSRP のバージョンを使用すると、クラスタ コマンド スイッチが故障した場合、クラスタ管理を引き継ぐ冗長コマンド スイッチを設定することもできます。クラスタリングの詳細については、第 5 章「スイッチのクラスタ化」および Cisco.com から入手できる『*Getting Started with Cisco Network Assistant*』を参照してください。Cisco IOS Release 12.2(58)SE では、IPv4 および IPv6 の Virtual Router Redundancy Protocol（VRRP; 仮想ルータ冗長プロトコル）のサポートが追加されました。

この章で使用するコマンドの構文および使用方法の詳細については、次のマニュアルを参照してください。

- このリリースのスイッチ コマンド リファレンス
- Cisco.com にある『*Cisco IOS IP Command Reference, Volume 1 of 3: Addressing and Services, Release 12.4*』
- 『*Hot Standby Router Protocol Version 2*』のフィーチャ モジュール
  http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/12_3t/12_3t4/feature/guide/gthsrpv2.html

この章で説明する内容は、次のとおりです。

HSRP の概要

HSRP は、デフォルト ゲートウェイ IP アドレスが設定された IEEE（米国電気電子学会）802 LAN 上の IP ホスト ファースト ホップに冗長性を確保しネットワークのアベイラビリティを高めるシスコの標準方式です。HSRP を使用すると、特定のルータのアベイラビリティに依存せず IP トラフィックをルーティングできます。また、一連のルータ インターフェイスを組み合わせることで、1 台の仮想ルータ、または LAN 上のホストへのデフォルト ゲートウェイのように機能させることができます。ネットワークまたはセグメント上に HSRP を設定すると、仮想 MAC（メディア アクセス コントロール）アドレス、および設定されたルータ グループ間で共有される IP アドレスを使用できるようになります。HSRP が設定された複数のルータは、仮想ルータの MAC アドレスおよび IP ネットワーク アドレスを使用できるようになります。仮想ルータは、実際には存在しません。相互にバックアップ機能を提供するように設定されている複数のルータに、共通のターゲットを表すルータです。1 台のルータがアク

ティブなルータとして、もう 1 台のルータがスタンバイ ルータとして選択されます。スタンバイ ルータは、指定されたアクティブ ルータが故障した場合に、グループの MAC アドレスおよび IP アドレスを制御するルータです。

（注）HSRP グループ内のルータには、Catalyst 3560 ルーテッド ポート、Switch Virtual Interface（SVI; スイッチ仮想インターフェイス）など、HSRP をサポートする任意のルータ インターフェイスを指定できます。

HSRP は、ネットワーク上のホストからの IP トラフィックに冗長性を提供することで、ネットワークのアベイラビリティを高めます。アクティブ ルータは、ルータ インターフェイスのグループ内でパケットのルーティングを実行するために選択されたルータです。スタンバイ ルータは、アクティブ ルータが故障した場合、または設定条件が満たされた場合に、ルーティング作業を引き継ぐルータです。

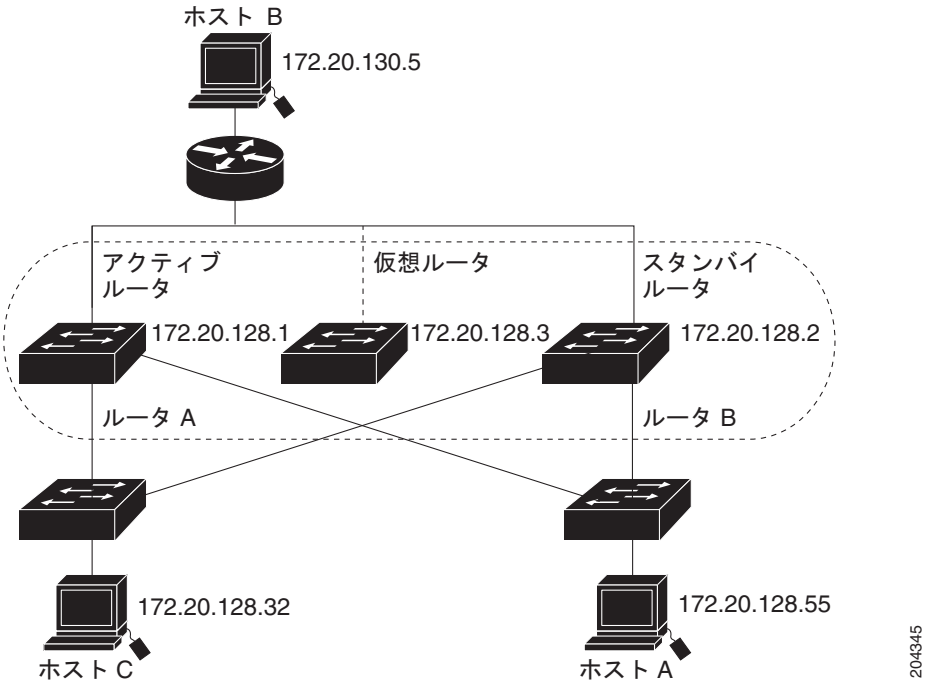
HSRP は、ホストがルータ ディスカバリ プロトコルをサポートしておらず、選択されたルータのリロードや電源故障時に新しいルータに切り替えることができない場合に有効です。HSRP をネットワーク セグメントに設定すると、HSRP は仮想 MAC アドレスと IP アドレスを 1 つずつ提供します。このアドレスは、HSRP が動作するルータ インターフェイス グループ内のルータ インターフェイス間で共有できます。プロトコルによってアクティブ ルータとして選択されたルータは、グループの MAC アドレス宛のパケットを受信し、ルーティングします。*n* 台のルータで HSRP が稼動している場合、*n* + *1* 個の IP アドレスおよび MAC アドレスが割り当てられます。

指定されたアクティブ ルータの故障を HSRP が検出すると、選択されているスタンバイ ルータがホット スタンバイ グループの MAC アドレスおよび IP アドレスの制御を引き継ぎます。この時点で新しいスタンバイ ルータも選択されます。HSRP が稼動しているデバイスは、マルチキャスト UDP ベースの hello パケットを送受信することにより、ルータ障害の検出、アクティブ ルータおよびスタンバイ ルータの指定を行います。インターフェイスに HSRP が設定されている場合、そのインターフェイスでは Internet Control Message Protocol（ICMP; インターネット制御メッセージ プロトコル）のリダイレクト メッセージが自動的にイネーブルになります。

レイヤ 3 で動作する Catalyst 3560 スイッチ間で複数のホット スタンバイ グループを設定すると、冗長ルータをさらに活用できます。そのためには、インターフェイスに設定するホット スタンバイ コマンド グループごとにグループ番号を指定します。たとえば、スイッチ 1 のインターフェイスをアクティブ ルータ、スイッチ 2 のインターフェイスをスタンバイ ルータとして設定できます。また、スイッチ 2 の別のインターフェイスをアクティブ ルータ、スイッチ 1 の別のインターフェイスをスタンバイ ルータとして設定することもできます。

図 41-1 に、HSRP 用に設定されたネットワークのセグメントを示します。各ルータには、仮想ルータの MAC アドレスおよび IP ネットワーク アドレスが設定されています。ルータ A の IP アドレスをネットワーク上のホストに設定する代わりに、デフォルト ルータである仮想ルータの IP アドレスを設定します。ホスト C からホスト B にパケットが送信される場合、ホスト C は仮想ルータの MAC アドレスにパケットを送信します。何らかの理由により、ルータ A がパケットの伝送を停止すると、ルータ B が仮想 IP アドレスおよび仮想 MAC アドレスに応答してアクティブ ルータとなり、アクティブ ルータの作業を行います。ホスト C は引き続き仮想ルータの IP アドレスを使用し、ホスト B 宛のパケットをアドレッシングします。ルータ B はそのパケットを受信し、ホスト B に送信します。ルータ B は HSRP の機能を使用し、ルータ A が動作を再開するまで、ホスト B のセグメント上のユーザと通信する必要があるホスト C のセグメント上のユーザに連続的にサービスを提供します。また、ホスト A セグメントとホスト B の間で、引き続き通常のパケット処理機能を実行します。

図 41-1　HSRP の一般的な構成



HSRP バージョン

スイッチは、次の Hot Standby Redundancy Protocol（HSRP; ホットスタンバイ ルータ プロトコル）をサポートします。

- HSRPv1：HSRP のバージョン 1。HSRP のデフォルト バージョンです。HSRPv1 には次の機能があります。
  - 指定できる HSRP グループ番号の範囲は 0 ～ 255 です。
  - HSRPv1 はマルチキャスト アドレス 224.0.0.2 を使用して hello パケットを送信します。この処理は CGMP の脱退処理と競合することがあります。HSRPv1 と CGMP を同時にイネーブルにできません。両者は相互に排他的です。
- HSRPv2：HSRP のバージョン 2 には、次の機能があります。
  - HSRP グループ番号とサブインターフェイスの VLAN ID を対応させるため、HSRPv2 では 0 ～ 4095 の範囲のグループ番号と 0000.0C9F.F000 ～ 0000.0C9F.FFFF の範囲の MAC アドレスを使用できます。
  - HSRPv2 はマルチキャスト アドレス 224.0.0.102 を使用して hello パケットを送信します。HSRPv2 と CGMP の脱退処理は相互に排他的ではありません。両者を同時にイネーブルにできます。
  - HSRPv2 と HSRPv1 のパケット フォーマットは異なっています。

    HSRPv1 が稼動するスイッチは hello パケットを送信した物理ルータを識別できません。これはルータの発信元 MAC アドレスが仮想 MAC アドレスであるからです。

    HSRPv2 と HSRPv1 のパケット フォーマットは異なっています。HSRPv2 パケットは Type-Length-Value（TLV）フォーマットを使用し、パケットを送信した物理ルータの MAC アドレスが含まれている 6 バイトの識別情報フィールドがあります。

    HSRPv1 を実行するインターフェイスが HSRPv2 パケットを受信した場合、このタイプ フィールドは無視されます。

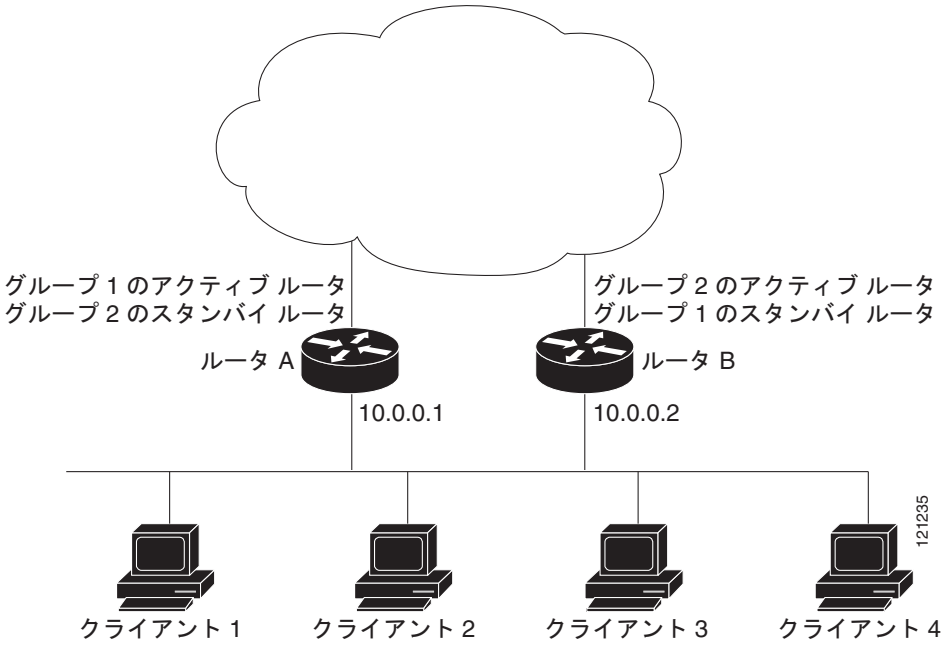
Multiple HSRP

このスイッチでは Multiple HSRP（MHSRP）をサポートします。これは HSRP の拡張版で、複数の HSRP グループ間でロード シェアリングが可能です。ホスト ネットワークからサーバ ネットワークまで、ロード バランシングを実現して複数のスタンバイ グループ（およびパス）を使用するために、MHSRP を設定できます。図 41-2 では、半分のクライアントがルータ A に設定されており、もう半分はルータ B に設定されています。ルータ A およびルータ B の設定により、合計 2 つの HSRP グループが確立しています。グループ 1 では、ルータ A に最高のプライオリティが割り当てられているので、ルータ A がデフォルトのアクティブ ルータになり、ルータ B がスタンバイ ルータとなります。グループ 2 では、ルータ B に最高のプライオリティが割り当てられているので、ルータ B がデフォルトのアクティブ ルータになり、ルータ A がスタンバイ ルータとなります。通常の運用では、2 つのルータが IP トラフィック負荷を共有します。いずれかのルータが使用できなくなると、もう一方のルータがアクティブになり、使用できないルータのパケット転送機能を引き継ぎます。

設定手順の例については、「MHSRP の設定」（P.41-10）を参照してください。

（注）　MHSRP では、ルータに障害が発生して正常に戻った場合にプリエンプトによりロード シェアリングを復元するために、**standby preempt** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを HSRP インターフェイスで入力する必要があります。

図 41-2　MHSRP ロード シェアリング



HSRP の設定

ここでは、次の設定情報について説明します。

- 「HSRP のデフォルト設定」（P.41-5）
- 「HSRP 設定時の注意事項」（P.41-5）
- 「HSRP のイネーブル化」（P.41-6）

HSRP のデフォルト設定

表 41-1 に、HSRP のデフォルト設定を示します。

表 41-1　HSRP のデフォルト設定

機能	デフォルト設定
HSRP バージョン	バージョン 1
HSRP グループ	未設定
スタンバイ グループ番号	0
スタンバイ MAC アドレス	システムへの割り当て：0000.0c07.acXX（*XX* は HSRP グループ番号）
スタンバイ プライオリティ	100
スタンバイ遅延	0（遅延なし）
スタンバイでのインターフェイス プライオリティのトラッキング	10
スタンバイ hello 時間	3 秒
スタンバイ ホールドタイム	10 秒

HSRP 設定時の注意事項

HSRP を設定する場合は、次の注意事項に従ってください。

- IPv4 HSRP と IPv6 HSRP は相互に排他的です。両者を同時にイネーブルにはできません。
- HSRPv2 と HSRPv1 は相互に排他的です。インターフェイス上で HSRPv2 は HSRPv1 と相互運用ができません。またその逆も同様です。
- HSRP グループ インスタンスは 32 まで設定できます。

  複数のインターフェイス上に同じ HSRP グループ番号を設定した場合、スイッチはそれぞれのインターフェイスを 1 つのインスタンスとして数えます。

  たとえば、VLAN 1 とポート 1 上に HSRP グループ 0 を設定すると、スイッチはこれを 2 つのインスタンスとして数えます。
- 次の設定手順では、次に示すレイヤ 3 インターフェイスを指定する必要があります。
  - ルーテッド ポート：**no switchport** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを入力して、レイヤ 3 ポートとして設定された物理ポートです。
  - SVI：**interface vlan** *vlan_id* グローバル コンフィギュレーション コマンドによって作成された VLAN インターフェイス。デフォルトではレイヤ 3 インターフェイスです。

  - レイヤ 3 モードの EtherChannel ポート チャネル：**interface port-channel** *port-channel-number* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用し、イーサネット インターフェイスをチャネル グループにバインドして作成されたポートチャネル論理インターフェイスです。詳細については、「レイヤ 3 EtherChannel の設定」の項を参照してください。
- すべてのレイヤ 3 インターフェイスには IP アドレスが割り当てられている必要があります。「レイヤ 3 インターフェイスの設定」（P.11-26）を参照してください。
- 1 つの FHRP インスタンスだけ設定してください。スイッチは HSRPv1、HSRPv2、および IPv6 HSRP をサポートします。
- HSRP グループのバージョンは、グループ番号が 256 未満である場合にだけ HSRPv2 から HSRPv1 に変更できます。
- HSRPv2 と HSRP のグループ番号を設定する際は、256 の倍数の範囲に含まれるグループ番号を使用する必要があります。たとえば、0 ～ 255、256 ～ 511、512 ～ 767、3840 ～ 4095 などが有効な範囲です。

  有効なグループ番号と無効なグループ番号の例を次に示します。
  - 2、150、および 225 番のグループを設定した場合、3850 番の別のグループを設定できません。0 ～ 255 の範囲にないからです。
  - 520、600、および 700 番のグループを設定した場合、900 番の別のグループを設定できません。512 ～ 767 の範囲にないからです。
- インターフェイス上で HSRP バージョンを変更すると、新しい仮想 MAC アドレスを持ったことにより各 HSRP グループはリセットされます。

HSRP のイネーブル化

standby ip インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを実行すると、設定されたインターフェイスで HSRP がアクティブになります。IP アドレスを指定した場合は、IP アドレスがホット スタンバイ グループの指定アドレスとして使用されます。IP アドレスを指定しなかった場合は、スタンバイ機能によって学習されます。指定アドレスを使用し、LAN 上に少なくとも 1 つのレイヤ 3 ポートを設定する必要があります。IP アドレスを設定すると、常に、現在使用されている別の指定アドレスが、設定した IP アドレスに変更されます。

standby ip コマンドがインターフェイス上でイネーブルに設定され、プロキシ Address Resolution Protocol（ARP; アドレス解決プロトコル）がイネーブルの場合、インターフェイスのホット スタンバイ ステートがアクティブになると、プロキシ ARP 要求に対する応答は、ホット スタンバイ グループの MAC アドレスを使用して実行されます。インターフェイスが別のステートの場合、プロキシ ARP の応答は抑制されます。

レイヤ 3 インターフェイス上で HSRP を作成する場合、またはイネーブルにする場合は、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始し、HSRP をイネーブルにするレイヤ 3 インターフェイスを入力します。

	コマンド	目的
ステップ 3	**standby version** {**1** | **2**}	（任意）インターフェイスに HSRP バージョンを設定します。 • 1：HSRPv1 を選択します。 • 2：HSRPv2 を選択します。 このコマンドを入力しない場合、またはキーワードを指定しない場合、インターフェイスはデフォルトの HSRP バージョン（HSRPv1）を実行します。
ステップ 4	**standby** [*group-number*] **ip** [*ip-address* [**secondary**]]	HSRP グループの番号および仮想 IP アドレスを使用して、HSRP グループを作成（またはイネーブルに）します。 • （任意）*group-number*：HSRP をイネーブルにするインターフェイスのグループ番号を指定します。指定できる範囲は 0 ～ 255 です。デフォルトは 0 です。HSRP グループが 1 つしかない場合は、グループ番号を入力する必要はありません。 • （1 つのインターフェイスで必須、それ以外は任意）*ip-address*：ホット スタンバイ ルータ インターフェイスの仮想 IP アドレスを指定します。少なくとも 1 つのインターフェイスに対して仮想 IP アドレスを入力する必要があります。他のインターフェイスは、その仮想 IP アドレスを学習します。 • （任意）**secondary**：IP アドレスはセカンダリ ホット スタンバイ ルータ インターフェイスです。ルータがセカンダリ ルータとスタンバイ ルータのいずれにも指定されず、かつプライオリティも設定されていない場合は、プライマリ IP アドレスが比較され、IP アドレスが大きいルータがアクティブ ルータ、IP アドレスが 2 番めに大きいルータがスタンバイ ルータになります。
ステップ 5	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 6	**show standby** [*interface-id* [*group*]]	設定を確認します。
ステップ 7	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

HSRP をディセーブルにするには、**no standby** [*group-number*] **ip** [*ip-address*] インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、インターフェイスのグループ 1 に対して HSRP をアクティブにする例を示します。ホット スタンバイ グループで使用される IP アドレスは、HSRP を使用して学習されます。

（注）　これは、HSRP をイネーブルにするために必要な最小限の手順です。その他の設定は任意です。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# interface gigabitethernet0/1
Switch(config-if)# no switchport
Switch(config-if)# standby 1 ip
Switch(config-if)# end
Switch# show standby
```

HSRP のプライオリティの設定

standby priority、**standby preempt**、および **standby track** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドはいずれも、アクティブ ルータとスタンバイ ルータの特性、および新しいアクティブ ルータが処理を引き継いだ場合の動作を設定するために使用できます。

HSRP プライオリティを設定する場合の注意事項は、次のとおりです。

- プライオリティを割り当てることにより、アクティブ ルータとスタンバイ ルータの選択ができます。プリエンプトがイネーブルの場合、プライオリティが最高のルータがアクティブ ルータになります。プライオリティが同じ場合、現在のアクティブ ルータは変わりません。
- 最大の値（1 ～ 255）が、最高のプライオリティ（アクティブ ルータになる確率が最も高い）を表します。
- プライオリティ、プリエンプト、またはその両方を設定するときは、少なくとも 1 つのキーワード（**priority**、**preempt**、または両方）を指定する必要があります。
- インターフェイスが **standby track** コマンドによって設定されている場合、ルータ上の別のインターフェイスがダウンすると、デバイスのプライオリティが動的に変更されることもあります。
- **standby track** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを実行すると､ルータのホット スタンバイ プライオリティとインターフェイスのアベイラビリティが関連付けられます。この機能は、HSRP 用に設定されていないインターフェイスをトラッキングする場合に有効です。トラッキング対象のインターフェイスが故障すると、トラッキングが設定されていたデバイスのホット スタンバイ プライオリティが 10 減少します。トラッキング対象でないインターフェイスの場合は、そのステートが変わっても、設定済みデバイスのホット スタンバイ プライオリティは変わりません。ホット スタンバイ用に設定されたインターフェイスごとに、トラッキングするインターフェイスのリストを個別に設定できます。
- **standby track** *interface-priority* インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを実行すると、トラッキング対象のインターフェイスがダウンした場合のホット スタンバイ プライオリティの減少幅を指定できます。インターフェイスが稼動状態に戻ると、プライオリティは同じ分だけ増加します。
- *interface-priority* 値が設定されている場合に、複数のトラッキング対象インターフェイスがダウンすると、設定済みプライオリティの減少幅が累積されます。プライオリティ値が設定されていないトラッキング対象インターフェイスが故障した場合、デフォルトの減少幅は 10 です。この値は累積されません。
- インターフェイスに対してルーティングを最初にイネーブルにした時点で、完全なルーティング テーブルは存在しません。このインターフェイスがプリエンプトに設定されている場合はアクティブ ルータになりますが、十分なルーティング処理はできません。この問題を解決するには、ルータがルーティング テーブルを更新できるように遅延時間を設定します。

インターフェイスに HSRP プライオリティ特性を設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始し、プライオリティを設定する HSRP インターフェイスを入力します。
ステップ 3	**standby** [*group-number*] **priority** *priority*	アクティブ ルータを選択するときに使用される **priority** 値を設定します。指定できる範囲は 1 ～ 255 です。デフォルトのプライオリティは 100 です。最大の値が、最高のプライオリティを表します。 • （任意）*group-number*：コマンドが適用されるグループ番号です。 デフォルト値に戻すには、このコマンドの **no** 形式を使用します。

	コマンド	目的
ステップ 4	**standby** [*group-number*] **preempt** [**delay** [**minimum** *seconds*] [**reload** *seconds*] [**sync** *seconds*]]	ルータを **preempt** に設定し、ローカル ルータのプライオリティがアクティブ ルータよりも高い場合は、このルータがアクティブ ルータになります。 • （任意）*group-number*：コマンドが適用されるグループ番号です。 • （任意）**delay minimum**：ローカル ルータがアクティブ ルータの役割を引き継ぐまでの時間を、指定された秒数だけ延期します。指定できる範囲は 0 ～ 36000（1 時間）で、デフォルトは 0 です（引き継ぐ前の遅延はありません）。 • （任意）**delay reload**：リロード後ローカル ルータがアクティブ ルータの役割を引き継ぐまでの時間を、指定された秒数だけ延期します。指定できる範囲は 0 ～ 36000（1 時間）で、デフォルトは 0 です（リロード後引き継ぐ前の遅延はありません）。 • （任意）**delay sync**：IP 冗長クライアントが応答できるように（*ok* または *wait* のいずれかの応答）、ローカル ルータがアクティブ ルータの役割を引き継ぐまでの時間を、指定された秒数だけ延期します。指定できる範囲は 0 ～ 36000（1 時間）で、デフォルトは 0 です（引き継ぐ前の遅延はありません）。 デフォルト値に戻すには、このコマンドの **no** 形式を使用します。
ステップ 5	**standby** [*group-number*] **track** *type number* [*interface-priority*]	他のインターフェイスをトラッキングするようにインターフェイスを設定します。この設定により、他のインターフェイスの 1 つがダウンした場合は、そのデバイスのホット スタンバイ プライオリティが減少します。 • （任意）*group-number*：コマンドが適用されるグループ番号です。 • *type*：トラッキング対象のインターフェイス タイプを（インターフェイス番号とともに）入力します。 • *number*：トラッキング対象のインターフェイス番号を（インターフェイス タイプとともに）入力します。 • （任意）*interface-priority*：インターフェイスがダウンした場合、または稼動状態に戻った場合に、ルータのホット スタンバイ プライオリティを減少または増加させる幅を入力します。デフォルト値は 10 です。
ステップ 6	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 7	**show running-config**	スタンバイ グループの設定を確認します。
ステップ 8	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

デフォルトのプライオリティ、プリエンプト、遅延値に戻すには、**no standby** [*group-number*] **priority** *priority* [**preempt** [**delay** *delay*]] および **no standby** [*group-number*] [**priority** *priority*] **preempt** [**delay** *delay*] インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

トラッキングを解除するには、**no standby** [*group-number*] **track** *type number* [*interface-priority*] インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次の例では、ポートがアクティブになり、IP アドレスおよびプライオリティ 120（デフォルト値よりも高いプライオリティ）が設定されます。アクティブ ルータになるまでの待機時間は 300 秒（5 分間）です。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# interface gigabitethernet0/1
```

```
Switch(config-if)# no switchport
Switch(config-if)# standby ip 172.20.128.3
Switch(config-if)# standby priority 120 preempt delay 300
Switch(config-if)# end
```

MHSRP の設定

MHSRP およびロード バランシングをイネーブルにするには、グループのアクティブ ルータとして 2 つのルータを設定し、仮想ルータをスタンバイ ルータとして設定します。以下は、図 41-2 の MHSRP 設定をイネーブルにする例です。ルータに障害が発生して正常に戻った場合、プリエンプトを発生させてロード バランシングを復元するために、**standby preempt** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドをそれぞれの HSRP インターフェイスで入力する必要があります。

ルータ A はグループ 1 のアクティブ ルータとして、ルータ B はグループ 2 のアクティブ ルータとして設定されています。ルータ A の HSRP インターフェイスの IP アドレスは 10.0.0.1、グループ 1 スタンバイ プライオリティは 110（デフォルトは 100）です。ルータ B の HSRP インターフェイスの IP アドレスは 10.0.0.2、グループ 2 スタンバイ プライオリティは 110 です。

グループ 1 は仮想 IP アドレス 10.0.0.3 を使用し、グループ 2 は仮想 IP アドレス 10.0.0.4 を使用します。

ルータ A の設定

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# interface gigabitethernet0/1
Switch(config-if)# no switchport
Switch(config-if)# ip address 10.0.0.1 255.255.255.0
Switch(config-if)# standby 1 ip 10.0.0.3
Switch(config-if)# standby 1 priority 110
Switch(config-if)# standby 1 preempt
Switch(config-if)# standby 2 ip 10.0.0.4
Switch(config-if)# standby 2 preempt
Switch(config-if)# end
```

ルータ B の設定

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# interface gigabitethernet0/1
Switch(config-if)# no switchport
Switch(config-if)# ip address 10.0.0.2 255.255.255.0
Switch(config-if)# standby 1 ip 10.0.0.3
Switch(config-if)# standby 1 preempt
Switch(config-if)# standby 2 ip 10.0.0.4
Switch(config-if)# standby 2 priority 110
Switch(config-if)# standby 2 preempt
Switch(config-if)# end
```

HSRP 認証およびタイマーの設定

HSRP 認証ストリングを設定したり、hello タイム間隔やホールドタイムを変更することもできます。

これらの属性を設定する場合の注意事項は次のとおりです。

- 認証ストリングはすべての HSRP メッセージで暗号化されずに送信されます。相互運用できるように、接続されたすべてのルータおよびアクセス サーバに同じ認証ストリングを設定する必要があります。認証ストリングが一致しないと、HSRP によって設定された他のルータから、指定されたホット スタンバイ IP アドレスおよびタイマー値を取得することができません。

- スタンバイ タイマー値が設定されていないルータまたはアクセス サーバは、アクティブ ルータまたはスタンバイ ルータからタイマー値を取得できます。アクティブ ルータに設定されたタイマーは、常に他のタイマー設定よりも優先されます。
- ホット スタンバイ グループのすべてのルータで、同じタイマー値を使用する必要があります。通常の場合、*holdtime* は *hellotime* の 3 倍以上です。

インターフェイスに HSRP の認証とタイマーを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始し、認証を設定する HSRP インターフェイスを入力します。
ステップ 3	**standby** [*group-number*] **authentication** *string*	（任意）**authentication** *string*：すべての HSRP メッセージで伝達されるストリングを入力します。認証ストリングには 8 文字までを指定できます。デフォルト ストリングは **cisco** です。 （任意）*group-number*：コマンドが適用されるグループ番号です。
ステップ 4	**standby** [*group-number*] **timers** *hellotime holdtime*	（任意）hello パケット間隔、およびアクティブ ルータのダウンを他のルータが宣言するまでの時間を設定します。 • *group-number*：コマンドが適用されるグループ番号です。 • *hellotime*：hello 間隔（秒）です。指定できる範囲は 1 ～ 255 秒で、デフォルトは 3 秒です。 • *holdtime*：アクティブまたはスタンバイ ルータのダウンが宣言されるまでの時間（秒）です。指定できる範囲は 1 ～ 255 秒で、デフォルトは 10 秒です。
ステップ 5	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 6	**show running-config**	スタンバイ グループの設定を確認します。
ステップ 7	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

認証ストリングを削除するには、**no standby** [*group-number*] **authentication** *string* インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。タイマーをデフォルト値に戻すには、**no standby** [*group-number*] **timers** *hellotime holdtime* インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、グループ 1 のホット スタンバイ ルータを相互運用させるために必要な認証ストリングとして、*word* を設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# interface gigabitethernet0/1
Switch(config-if)# no switchport
Switch(config-if)# standby 1 authentication word
Switch(config-if)# end
```

次に、hello パケット間隔が 5 秒、ルータがダウンしたと見なされるまでの時間が 15 秒となるように、スタンバイ グループ 1 のタイマーを設定する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# interface gigabitethernet0/1
Switch(config-if)# no switchport
Switch(config-if)# standby 1 ip
Switch(config-if)# standby 1 timers 5 15
Switch(config-if)# end
```

ICMP リダイレクト メッセージの HSRP サポートのイネーブル化

ICMP は、エラーをレポートするためのメッセージ パケットや IP 処理に関連する他の情報を提供する、ネットワーク レイヤ インターネット プロトコルです。ICMP には、ホストへのエラー パケットの方向付けや送信などの診断機能があります。

スイッチで HSRP が動作している場合、ホストが HSRP グループ内のルータのインターフェイス（または実際の）MAC アドレスを検出できないことに注意してください。ICMP によってホストがルータの実際の MAC アドレスへリダイレクトされて、そのルータに障害が発生した場合、ホストからのパケットは消失します。

ICMP は、エラーをレポートするためのメッセージ パケットや IP 処理に関連する他の情報を提供する、ネットワーク レイヤ インターネット プロトコルです。ICMP には、ホストへのエラー パケットの方向付けや送信などの診断機能があります。

ICMP リダイレクト メッセージは HSRP を設定したインターフェイスで自動的にイネーブルになります。この機能は、HSRP を介した発信 ICMP リダイレクト メッセージをフィルタリングします。ここでは、ネクスト ホップ IP アドレスが HSRP 仮想 IP アドレスに変更されます。詳細については、『*Cisco IOS IP Configuration Guide, Release 12.4*』を参照してください。

HSRP グループおよびクラスタリングの設定

デバイスが HSRP スタンバイ ルーティングに参加し、クラスタリングがイネーブルの場合は、同じスタンバイ グループを使用して、コマンド スイッチの冗長性および HSRP の冗長性を確保できます。同じ HSRP スタンバイ グループをイネーブルにし、コマンド スイッチおよびルーティングの冗長性を確保するには、**cluster standby-group** *HSRP-group-name* [**routing-redundancy**] グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。**routing-redundancy** キーワードを指定せずに同じ HSRP スタンバイ グループ名でクラスタを作成すると、そのグループに対する HSRP スタンバイ ルーティングはディセーブルになります。

次に、スタンバイ グループ my_hsrp をクラスタにバインドし、同じ HSRP グループをイネーブルにしてコマンド スイッチおよびルータの冗長性を確保する例を示します。このコマンドを実行できるのは、クラスタのコマンド スイッチに対してだけです。スタンバイ グループの名前または番号が存在しない場合、またはスイッチがクラスタ メンバである場合は、エラー メッセージが表示されます。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# cluster standby-group my_hsrp routing-redundancy
Switch(config)# end
```

HSRP のトラブルシューティング

表 41-2 に示すいずれかの状況が発生すると、次のメッセージが表示されます。

```
%FHRP group not consistent with already configured groups on the switch stack -
virtual MAC reservation failed
```

表 41-2　HSRP のトラブルシューティング

状況	対処
設定する HSRP グループ インスタンスの数が 32 を超えています。	グループ インスタンスの数が最大 32 になるように HSRP グループを削除します。

表 41-2　HSRP のトラブルシューティング （続き）

状況	対処
IPv4 HSRP と IPv6 HSRP を同時に設定しています。	スイッチには IPv4 HSRP または IPv6 HSRP のいずれかを設定します。
設定するグループ番号が 256 の有効範囲内にありません。	有効な範囲内のグループ番号を設定します。

HSRP 設定の表示

HSRP 設定を表示するには、次の特権 EXEC コマンドを使用します。

show standby [*interface-id* [*group*]] [**brief**] [**detail**]

スイッチ全体、特定のインターフェイス、HSRP グループ、またはインターフェイスの HSRP グループに関する HSRP 情報を表示できます。HSRP 情報の概要または詳細のいずれを表示するかを指定することもできます。デフォルト表示は **detail** です。多数の HSRP グループがある場合に、修飾子を指定しないで **show standby** コマンドを使用すると、正確に表示されないことがあります。

次に、**show standby** 特権 EXEC コマンドを実行し、2 つのスタンバイ グループ（グループ 1 およびグループ 100）の HSRP 情報を表示する例を示します。

```
Switch# show standby
VLAN1 - Group 1
   Local state is Standby, priority 105, may preempt
   Hellotime 3 holdtime 10
   Next hello sent in 00:00:02.182
   Hot standby IP address is 172.20.128.3 configured
   Active router is 172.20.128.1 expires in 00:00:09
   Standby router is local
   Standby virtual mac address is 0000.0c07.ac01
   Name is bbb
VLAN1 - Group 100
   Local state is Active, priority 105, may preempt
   Hellotime 3 holdtime 10
   Next hello sent in 00:00:02.262
   Hot standby IP address is 172.20.138.51 configured
   Active router is local
   Standby router is unknown expired
   Standby virtual mac address is 0000.0c07.ac64
   Name is test
```

VRRP の設定

VRRP は、LAN 上の VRRP ルータに対し 1 台または複数台の仮想ルータの役割を動的に割り当てる選択プロトコルで、マルチアクセス リンク上の複数のルータが同じ仮想 IP アドレスを使用できるようにします。VRRP ルータは、LAN に接続された 1 台以上の他のルータと連携して VRRP を実行するように設定します。VRRP 設定では、1 台のルータを仮想ルータ マスターとして選択します。その他のルータは仮想ルータ マスターの障害時にバックアップとして機能します。

VRRP の制限事項

- スイッチは HSRP または VRRP のいずれかをサポートしますが、両方をサポートしません。
- スイッチ上での VRRP 実装では、RFC 2787 で指定されている MIB をサポートしません。
- スイッチ上での VRRP 実装では、テキストベースの認証だけをサポートします。
- スイッチは、IPv4 の VRRP だけをサポートします。

VRRP および設定の詳細については、「*Configuring VRRP*」を参照してください。

CHAPTER 42

Cisco IOS IP SLA 動作の設定

この章では、Catalyst 3560 スイッチで Cisco IOS IP Service Level Agreement（SLA; サービス レベル契約）を使用する方法について説明します。Cisco IP SLA は Cisco IOS ソフトウェアの一部であり、シスコのお客様は連続的で信頼性の高い確実な方法でトラフィックを生成するアクティブ トラフィック モニタリングを行って IP アプリケーションとサービスの IP サービス レベルを分析し、ネットワーク パフォーマンスを測定することができます。Cisco IOS SLA を使用すると、サービス プロバイダーのお客様はサービス レベル契約の検討と提供、企業のお客様はサービス レベルの検証、外部委託しているサービス レベル契約の検証、およびネットワーク パフォーマンスを把握することができます。Cisco IOS IP SLA は、ネットワーク アセスメントを実行することで Quality of Service（QoS）の検証、新しいサービス導入の簡易化、ネットワーク トラブルシューティングの補助を可能にします。IP ベース イメージが稼動するスイッチは IP SLA 応答側の機能だけをサポートしており、IP SLA 機能をすべてサポートする別のデバイス（たとえば、IP サービス イメージが稼動する Catalyst 3560 スイッチ）とともに構成する必要があります。

Cisco IOS 12.2(58)SE 以降のリリースでは、スイッチは Cisco IOS IP SLA ビデオ オペレーションを使用した組み込みトラフィック シミュレータもサポートし、Telepresence、IPTV、IP ビデオ サーベイランス カメラなどのさまざまなビデオ アプリケーション用の合成トラフィックを生成します。次の場合にシミュレータ ツールを使用できます。

- 厳しいネットワーク パフォーマンス要件を持つアプリケーションを導入する前のネットワーク アセスメント
- Cisco Mediatrace とともにネットワークに関するパフォーマンスの問題の導入後のトラブルシューティング

トラフィック シミュレータは、複数のテストを同時または定期的に、長期間にわたって実行できる高度なスケジューラを搭載しています。この機能の設定については、次の URL にある『*Configuring Cisco IOS IP SLAs Video Operations*』を参照してください。
http://www.cisco.com/en/US/docs/ios-xml/ios/ipsla/configuration/12-2se/Configuring_IP_SLAs_Video_Operations.html

IP SLA の詳細については、次の URL にある『*Cisco IOS IP SLAs Configuration Guide, Release 12.4T*』を参照してください。
http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/ipsla/configuration/guide/12_4t/sla_12_4t_book.html

コマンドの構文については、次の URL にあるコマンド リファレンスを参照してください。
http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/ipsla/command/reference/sla_book.html

この章で説明する内容は、次のとおりです。

Cisco IOS IP SLA の概要

Cisco IOS IP SLA はネットワークにデータを送信し、複数のネットワーク間あるいは複数のネットワーク パス内のパフォーマンスを測定します。ネットワーク データおよび IP サービスをシミュレーションし、ネットワーク パフォーマンス情報をリアル タイムで収集します。Cisco IOS IP SLA は、Cisco IOS デバイス間のトラフィックまたは Cisco IOS デバイスからネットワーク アプリケーション サーバなどのリモート IP デバイスへのトラフィックを生成し、分析します。さまざまな Cisco IOS IP SLA 動作で評価を実行し、トラブルシューティング、問題分析、ネットワーク トポロジの設計に使用されます。

Cisco IOS IP SLA 動作に応じてシスコ デバイスのネットワーク パフォーマンス統計情報がモニタされ、Command-Line Interface（CLI; コマンドライン インターフェイス）MIB および Simple Network Management Protocol（SNMP; 簡易ネットワーク管理プロトコル）MIB に格納されます。IP SLA パケットには設定可能な IP レイヤおよびアプリケーション レイヤのオプションがあります。たとえば、送信元および宛先 IP アドレス、User Datagram Protocol（UDP; ユーザ データグラム プロトコル）/TCP ポート番号、Type of Service（ToS; サービス タイプ）バイト（Differentiated Services Code Point（DSCP; DiffServ コード ポイント）および IP プレフィクス ビットを含む）、Virtual Private Network（VPN; バーチャル プライベート ネットワーク）Routing/Forwarding Instance（VRF; VPN ルーティング / 転送インスタンス）、URL Web アドレスなどが設定できます。

Cisco IP SLA はレイヤ 2 転送に依存していないので、異なるネットワーク間にエンドツーエンド動作を設定してエンド ユーザが経験しそうなメトリックを最大限に反映させることができます。IP SLA は、次のような一意のパフォーマンス メトリックのサブセットを収集します。

- 遅延（往復および一方向）
- ジッタ（方向性あり）
- パケット損失（方向性あり）
- パケット シーケンス（パケット順序）
- パス（ホップ単位）
- 接続（方向性あり）
- サーバまたは Web サイトのダウンロード時間

Cisco IP SLA は SNMP によるアクセスが可能なので、Cisco Works Internetwork Performance Monitor（IPM）やシスコ パートナーのその他のサードパーティ製パフォーマンス管理製品でも使用できます。Cisco IOS IP SLA を使用するネットワーク管理製品については、次の URL を参照してください。
http://www.cisco.com/go/ipsla

IP SLA を使用すると次のような利点があります。

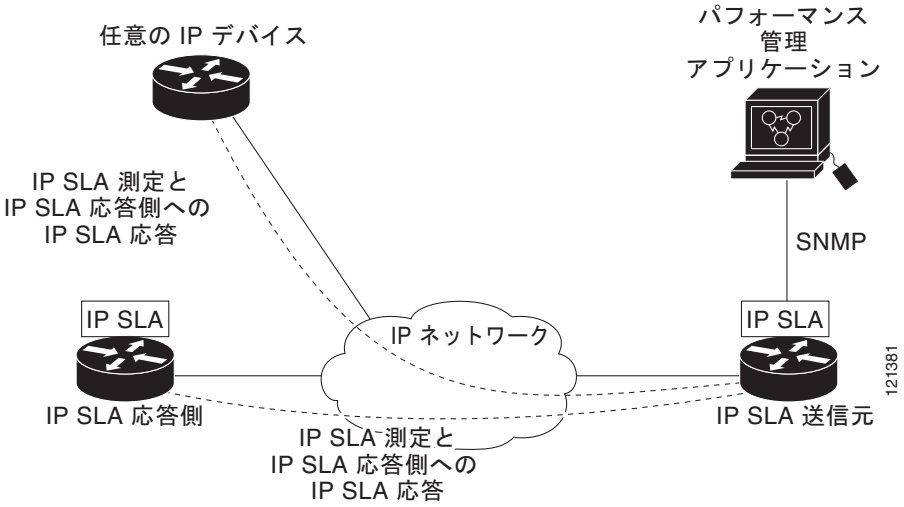
- SLA モニタリング、評価、検証
- ネットワーク パフォーマンス モニタリング
  - ネットワーク内のジッタ、遅延、パケット損失が測定できる。
  - 連続的で信頼性のある確実な評価が提供される。
- IP サービス ネットワーク ヘルス アセスメントにより、既存の QoS が新しい IP サービスに適していることを確認できる。
- 端末間のネットワーク アベイラビリティをモニタリングして、ネットワーク リソースをあらかじめ検証し接続をテストできる（たとえば、ビジネス上の重要なデータを保存する NFS サーバのネットワーク アベイラビリティをリモート サイトから確認できる）。
- 信頼性が高く一貫性のある評価を行ってネットワーク動作のトラブルシューティングを行うので、問題をすぐに特定しトラブルシューティングにかかる時間を短縮できる。
- Multiprotocol Label Switching（MPLS; マルチプロトコル ラベル スイッチング）パフォーマンス モニタリングとネットワークの検証を行う（MPLS をサポートするスイッチの場合）。

ここでは、IP SLA の次の機能について説明します。

Cisco IOS IP SLA によるネットワーク パフォーマンスの測定

IP SLA を使用して、プローブを物理的に配置せずに、コア、分散、エッジといったネットワーク内の任意のエリア間のパフォーマンスをモニタすることができます。これは、生成されたトラフィックを使用して 2 つのネットワーキング デバイス間のネットワーク パフォーマンスを測定します。図 42-1 に、送信元デバイスが宛先デバイスに生成パケットを送信するときに IP SLA が開始される手順を示します。宛先デバイスがパケットを受信すると、IP SLA 動作の種類によって、送信元のタイム スタンプ情報に応じてパフォーマンス メトリックを算出します。IP SLA 動作は、特定のプロトコル（UDP など）を使用してネットワークの送信元デバイスから宛先へのネットワーク測定を行います。

図 42-1　Cisco IOS IP SLA 動作



IP SLA ネットワーク パフォーマンス測定を実施する手順は次のとおりです。

1. 必要であれば、IP SLA 応答側をイネーブルにします。
2. 必要な IP SLA 動作タイプを設定します。
3. 指定された動作タイプのオプションを設定します。
4. 必要であれば、しきい値条件を設定します。
5. 動作の実行スケジュールを指定し、しばらく動作を実行して統計情報を収集します。
6. Cisco IOS CLI を使用するか NMS（Network Management System; ネットワーク管理システム）と SNMP を併用して、動作の結果を表示し解析します。

IP SLA 動作の詳細については、次の URL にある『*Cisco IOS IP SLAs Configuration Guide*』の動作についての章を参照してください。
http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/ipsla/configuration/guide/12_4t/sla_12_4t_book.html

（注）　スイッチは、ゲートキーパー登録遅延動作測定を使用する VoIP サービス レベルをサポートしません。IP SLA アプリケーションを設定する前に、**show ip sla application** 特権 EXEC コマンドを使用してソフトウェア イメージで動作タイプがサポートされていることを確認してください。

IP SLA 応答側と IP SLA コントロール プロトコル

IP SLA 応答側は宛先シスコ デバイスに組み込まれたコンポーネントで、システムが IP SLA 要求パケットを予想して応答します。応答側は専用プローブなしで正確な測定を行います。応答側は、受信および応答するポートが通知されるメカニズムを Cisco IOS IP SLA コントロール プロトコルを通じて提供します。Cisco IOS デバイスだけが宛先 IP SLA 応答側の送信元になります。

（注）　IP SLA 応答側には Cisco IOS レイヤ 2 応答側設定可能スイッチを使用できます。たとえば、LAN ベース イメージが稼動する Catalyst 2960 または IE 3000 スイッチ、あるいは IP ベース イメージが稼動する Catalyst 3560 または 3750 スイッチです。応答側は、IP SLA 機能を全面的にサポートする必要はありません。

図 42-1 に、IP ネットワーク内での Cisco IOS IP SLA 応答側の配置場所を示します。応答側は、IP SLA 動作から送信されたコントロール プロトコル メッセージを指定されたポートで受信します。コントロール メッセージを受信したら、指定された UDP または TCP ポートを指定された時間だけイネーブルにします。この間に、応答側は要求を受け付け、応答します。応答側は、IP SLA パケットに応答した後または指定の時間が経過したら ポートをディセーブルにします。セキュリティの向上のために、コントロール メッセージでは MD5 認証が利用できます。

すべての IP SLA 動作に対して宛先デバイスの応答側をイネーブルにする必要はありません。たとえば、宛先ルータが提供しているサービス（Telnet や HTTP など）は応答側では必要ありません。非シスコ デバイスに IP SLA 応答側を設定できません。また、Cisco IOS IP SLA はこれらのデバイス固有のサービスに対してだけ動作パケットを送信できます。

IP SLA の応答時間の計算

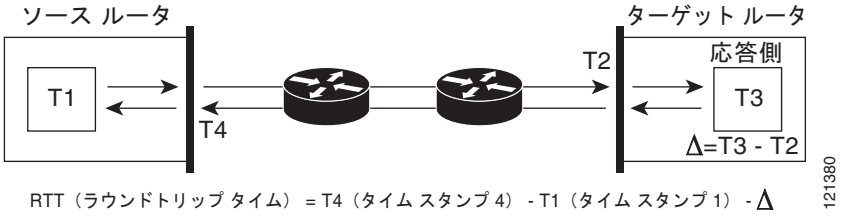
スイッチとルータは、他のハイ プライオリティ プロセスがあるために、着信パケットの処理に数十ミリ秒かかることがあります。この遅延により応答時間が影響を受けます。テストパケットの応答が処理待ちのキューに入っていることもあるからです。この場合、応答時間は正しいネットワーク遅延を反映しません。IP SLA はソース デバイスとターゲット デバイス（応答側が使用されている場合）の処理遅延を最小化し、正しい Round-Trip Time（RTT; ラウンドトリップ時間）を識別します。IP SLA テストパケットは、タイム スタンプによって処理遅延を最小化します。

IP SLA 応答側がイネーブルの場合、パケットが割り込みレベルでインターフェイスに着信したときおよびパケットが出て行くときにターゲット デバイスでタイム スタンプを付け、処理時間は含めません。タイム スタンプはサブミリ秒単位で構成されます。

図 42-2 に、応答側の動作を示します。RTT を算出するためのタイム スタンプが 4 つ付けられます。ターゲット ルータで応答側機能がイネーブルの場合、タイム スタンプ 3（TS3）からタイム スタンプ 2（TS2）を引いてテスト パケットの処理にかかった時間を求め、デルタ（Δ）で表します。次に全体の

RTT からこのデルタの値を引きます。IP SLA により、この方法はソース ルータにも適用されます。その場合、着信タイム スタンプ 4（TS4）が割り込みレベルで付けられ、より正確な結果を得ることができます。

図 42-2　Cisco IOS IP SLA 応答側タイム スタンプ



このほかにも、ターゲット デバイスに 2 つのタイム スタンプがあれば一方向遅延、ジッタ、方向性を持つパケット損失がトラッキングできるという利点があります。大半のネットワーク動作は非同期なので、このような統計情報があるのは重要です。ただし一方向遅延測定を取り込むには、ソース ルータとターゲット ルータの両方に Network Time Protocol（NTP）を設定し、両方のルータを同じクロック ソースに同期させる必要があります。一方向ジッタ測定にはクロック同期は不要です。

IP SLA 動作のスケジューリング

IP SLA 動作を設定する場合、統計情報の取り込みとエラー情報の収集から開始するように動作のスケジューリングをします。すぐに動作を開始したり、特定の月、日、時刻に開始するようにスケジューリングできます。pending オプションを使用して、後で動作を開始するように設定することもできます。pending オプションは動作の内部状態であり、SNMP で表示できます。トリガーを待つ反応（しきい値）動作の場合も pending オプションを使用します。1 度に 1 つの IP SLA 動作をスケジューリングしたり、グループの動作をスケジューリングすることもできます。

Cisco IOS CLI または CISCO RTTMON-MIB で 1 つのコマンドを使用して、IP サービス イメージを稼動する複数の IP SLA 動作をスケジューリングできます。等間隔で動作を実行するようにスケジューリングすると、IP SLA モニタリング トラフィックの数を制御できます。IP SLA 動作をこのように分散させると CPU 使用率を最小限にとどめ、ネットワーク スケーラビリティを向上させることができます。

IP SLA 複数動作のスケジューリング機能の詳細については、次の URL にある『*Cisco IOS IP SLAs Configuration Guide*』の「IP SLAs - Multiple Operation Scheduling」の章を参照してください。
http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/ipsla/configuration/guide/12_4t/sla_12_4t_book.html

IP SLA 動作しきい値モニタリング

SLA モニタリングを正しくサポートするには、違反が発生した場合にすぐに通知されるメカニズムにする必要があります。IP SLA は SNMP トラップを送信して、次のような場合にイベントをトリガーします。

- 接続の損失
- タイムアウト
- RTT しきい値
- 平均ジッタしきい値
- 一方向パケット損失
- 一方向ジッタ

- 一方向平均オピニオン評点
- 一方向遅延

IP SLA しきい値違反があった場合も、後で分析するために別の IP SLA 動作をトリガーできます。たとえば、回数を増やしたり、ICMP パス エコーや ICMP パス ジッタ動作を開始してトラブルシューティングを行うことができます。

しきい値の種類とレベル設定を決めるのは複雑であり、ネットワークで使用する IP サービスの種類によって異なります。Cisco IOS の IP SLA 動作のしきい値の使用方法に関する詳細については、次の URL にある『*Cisco IOS IP SLAs Configuration Guide*』の「IP SLAs - Proactive Threshold Monitoring」の章を参照してください。
http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/ipsla/configuration/guide/12_4t/sla_12_4t_book.html

IP SLA 動作の設定

ここでは、利用可能なすべての動作の設定情報について説明されているわけではありません。設定情報の詳細については『*Cisco IOS IP SLAs Configuration Guide*』を参照してください。ここでは、応答側の設定、UDP ジッタ動作の設定（応答側が必要）、ICMP エコー動作の設定（応答側が不要）などの動作例を説明します。

（注）IP ベース イメージが稼動するスイッチは、IP SLA 応答側機能だけをサポートします。完全な IP SLA 機能を使用するには、スイッチで IP サービス イメージが稼動している必要があります。

他の動作の設定に関する詳細については、次の URL にアクセスして『*Cisco IOS IP SLAs Configuration Guide*』を参照してください。
http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/ipsla/configuration/guide/12_4t/sla_12_4t_book.html

ここでは、次の情報について説明します。

デフォルト設定

IP SLA 動作は設定されていません。

設定時の注意事項

IP SLA のコマンドについては、次の URL にある『*Cisco IOS IP SLAs Command Reference, Release 12.4T*』を参照してください。
http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/ipsla/command/reference/sla_book.html

説明と設定手順の詳細については、次の URL にある『*Cisco IOS IP SLAs Configuration Guide, Release 12.4T*』を参照してください。
http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/ipsla/configuration/guide/12_4t/sla_12_4t_book.html

スイッチでは、このガイドで説明する IP SLA コマンドや動作がすべてサポートされているわけではありません。スイッチでは、UDP ジッタ、UDP エコー、HTTP、TCP 接続、ICMP エコー、ICMP パス エコー、ICMP パス ジッタ、FTP、DNS、DHCP を使用する IP サービス レベル分析をサポートします。また、複数動作スケジューリングおよび事前に設定されたしきい値のモニタリングもサポートします。ゲートキーパー登録遅延動作測定を使用する VoIP サービス レベルはサポートされません。

IP SLA アプリケーションを設定する前に、**show ip sla application** 特権 EXEC コマンドを使用してソフトウェア イメージで動作タイプがサポートされていることを確認してください。コマンドの出力例は次のとおりです。

```
Switch# show ip sla application
        IP SLAs
Version: 2.2.0 Round Trip Time MIB, Infrastructure Engine-II
Time of last change in whole IP SLAs: 22:17:39.117 UTC Fri Jun
Estimated system max number of entries: 15801

Estimated number of configurable operations: 15801
Number of Entries configured  : 0
Number of active Entries      : 0
Number of pending Entries     : 0
Number of inactive Entries    : 0

        Supported Operation Types
Type of Operation to Perform: 802.1agEcho
Type of Operation to Perform: 802.1agJitter
Type of Operation to Perform: dhcp
Type of Operation to Perform: dns
Type of Operation to Perform: echo
Type of Operation to Perform: ftp
Type of Operation to Perform: http
Type of Operation to Perform: jitter
Type of Operation to Perform: pathEcho
Type of Operation to Perform: pathJitter
Type of Operation to Perform: tcpConnect
Type of Operation to Perform: udpEcho

IP SLAs low memory water mark: 21741224
```

IP SLA 応答側の設定

IP SLA 応答側は、LAN ベース イメージを稼動する Catalyst 2960、Cisco ME 2400、または IE 3000 スイッチなど、レイヤ 2 スイッチを含む Cisco IOS ソフトウェアベース デバイスでだけ利用可能です。レイヤ 2 スイッチは IP SLA 機能をすべてサポートしているわけではありません。ターゲット デバイス（動作ターゲット）に IP SLA 応答側を設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**ip sla responder** {**tcp-connect** | **udp-echo**} **ipaddress** *ip-address* **port** *port-number*	スイッチを IP SLA 応答側に設定します。 オプションのキーワードの意味は次のとおりです。 • **tcp-connect**：応答側の TCP 接続動作をイネーブルにします。 • **udp-echo**：応答側の User Datagram Protocol（UDP; ユーザ データグラム プロトコル）エコー動作またはジッタ動作をイネーブルにします。 • **ipaddress** *ip-address*：宛先 IP アドレスを入力します。 • **port** *port-number*：宛先ポート番号を入力します。 （注）　IP アドレスとポート番号は、IP SLA 動作のソース デバイスに設定した IP アドレスおよびポート番号と一致している必要があります。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show ip sla responder**	デバイスの IP SLA 応答側設定を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

IP SLA 応答側をディセーブルにするには、**no ip sla responder** グローバル コンフィギュレーション コマンドを入力します。次に、デバイスを UDP ジッタ IP SLA 動作の応答側に設定する例を示します。UDP ジッタ IP SLA 動作については次の項で説明します。

```
Switch(config)# ip sla responder udp-echo 172.29.139.134 5000
```

（注）　さらに、IP SLA 応答側を機能させるには、IP サービス イメージが稼動している Catalyst 3750 または Catalyst 3560 などのソース デバイスを設定する必要があります。これらは、IP SLA を全面的にサポートしています。設定情報については、ソース デバイスのマニュアルを参照してください。

UDP ジッタ動作を使用した IP サービス レベルの分析

ジッタはパケット間の遅延のばらつきです。発信元から宛先に向かって複数のパケットを 10 ミリ秒遅れで送信したとき、ネットワークが正常に動作していれば宛先でも 10 ミリ秒遅れで受信します。しかしネットワーク内に遅延がある場合（キューの発生や別のルータ経由で到着するなど）、パケットの到着遅延が 10 ミリ秒よりも大きくなったり小さくなったりします。正のジッタ値は、パケットの到着が 10 ミリ秒を超えていることを示します。パケットの到着が 12 ミリ秒の場合のジッタ値は +2 ミリ秒（正の値）です。8 ミリ秒で到着する場合は -2 ミリ秒（負の値）です。遅延による影響を受けやすいネットワークの場合、正のジッタ値は望ましくありません。ジッタ値 0 が理想的です。

ジッタのモニタリング以外にも、IP SLA UDP ジッタ動作を多目的データ収集動作に使用できます。パケット IP SLA は搬送パケットを生成し、ソース ターゲットと動作ターゲット間でシーケンス情報の送受信とタイム スタンプの送受信を行います。以上の点に基づき、UDP ジッタ動作は次のデータを測定します。

- 方向別ジッタ（発信元から宛先へ、宛先から発信元へ）
- 方向別パケット損失
- 方向別遅延（一方向遅延）
- 往復遅延（平均 RTT）

データを送受信するパスが異なる場合もあるので（非対称）、方向別データを使用すればネットワークで発生している輻輳やその他の問題が発生している場所を簡単に突き止めることができます。

UDP ジッタ動作では合成（シミュレーション）UDP トラフィックを生成し、発信元ルータからターゲット ルータに多数の UDP パケットを送信します。その際、各パケットのサイズ、パケット同士の間隔、発信間隔は決められています。デフォルトでは、10 バイトのペイロード サイズのパケット フレームを 10 ミリ秒ごとに 10 個生成し、60 秒間隔で発信します。これらのパラメータは、提供する IP サービスを最もよくシミュレートするように設定できます。

一方向遅延を正確に測定する場合、NTP などによるソース デバイスとターゲット デバイス間のクロック同期が必要です。一方向ジッタおよびパケット損失を測定する場合は、クロック同期は不要です。ソース デバイスとターゲット デバイスのクロックが同期されていない場合、一方向ジッタおよびパケット損失データは戻されますが、UDP ジッタ動作による一方向遅延測定の値は *0* で戻ります。

（注） ソース デバイスに UDP ジッタ動作を設定する前に、ターゲット デバイス（動作ターゲット）の IP SLA 応答側をイネーブルにしておく必要があります。

ソース デバイス上で UDP ジッタ動作を設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**ip sla** *operation-number*	IP SLA 動作を作成し、IP SLA コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**udp-jitter** {*destination-ip-address* | *destination-hostname*} *destination-port* [**source-ip** {*ip-address* | *hostname*}] [**source-port** *port-number*] [**control** {**enable** | **disable**}] [**num-packets** *number-of-packets*] [**interval** *interpacket-interval*]	IP SLA 動作に UDP ジッタ動作を設定し、UDP ジッタ コンフィギュレーション モードを開始します。 • *destination-ip-address* | *destination-hostname*：宛先 IP アドレスまたはホスト名を指定します。 • *destination-port*：宛先ポート番号を 1 ～ 65535 の範囲で指定します。 • （任意）**source-ip** {*ip-address* | *hostname*}：発信元 IP アドレスまたはホスト名を指定します。発信元 IP アドレスまたはホスト名を指定しない場合、IP SLA は宛先に最も近い IP アドレスを選択します。 • （任意）**source-port** *port-number*：発信元ポート番号を 1 ～ 65535 の範囲で指定します。ポート番号を指定しない場合、IP SLA は利用可能なポートを選択します。 • （任意）**control**：IP SLA 応答側への IP SLA コントロール メッセージの送信をイネーブルまたはディセーブルにします。デフォルトでは、IP SLA コントロール メッセージは宛先デバイスに送信され、IP SLA 応答側との接続を確立します。 • （任意）**num-packets** *number-of-packets*：生成するパケット数を入力します。指定できる範囲は 1 ～ 6000 です。デフォルトは 10 です。 • （任意）**interval** *inter-packet-interval*：パケットの送信間隔をミリ秒で指定します。指定できる範囲は 1 ～ 6000 です。デフォルトは 20 ミリ秒です。
ステップ 4	**frequency** *seconds*	（任意）指定した IP SLA 動作の反復間隔を設定します。指定できる範囲は 1 ～ 604800 秒で、デフォルトは 60 秒です。
ステップ 5	**exit**	UDP ジッタ コンフィギュレーション モードを終了し、グローバル コンフィギュレーション モードに戻ります。

	コマンド	目的
ステップ 6	**ip sla monitor schedule** *operation-number* [**life** {**forever** | *seconds*}] [**start-time** {*hh:mm* [*:ss*] [*month day* | *day month*] | **pending** | **now** | **after** *hh:mm:ss*] [**ageout** *seconds*] [**recurring**]	個々の IP SLA 動作のスケジューリング パラメータを設定します。 • *operation-number*：RTR エントリ番号を入力します。 • （任意）**life**：動作の実行を無期限（**forever**）に指定するか、*秒*数を指定します。指定できる範囲は 0 ～ 2147483647 です。デフォルトは 3600 秒（1 時間）です。 • （任意）**start-time**：情報の収集を開始する時刻を入力します。 – 特定の時刻に開始する場合は、時、分、秒（24 時間表記）、月日を入力します。月を入力しない場合、デフォルトは当月です。 – **pending** と入力すれば、開始時刻を指定するまでは情報を収集しません。 – **now** と入力すれば、すぐに動作を開始します。 – **after** *hh:mm:ss* と入力すれば、指定した時刻を経過後に動作を開始します。 • （任意）**ageout** *seconds*：情報を収集していないとき、メモリの動作を保存する秒数を指定します。指定できる範囲は 0 ～ 2073600 秒です。デフォルトは 0 秒（永続的に保存する）です。 • （任意）**recurring**：毎日、動作を自動的に実行します。
ステップ 7	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 8	**show ip sla configuration** [*operation-number*]	（任意）設定値を表示します。すべての IP SLA 動作のすべてのデフォルト値を表示する場合と、指定した動作だけを表示する場合があります。
ステップ 9	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

IP SLA 動作をディセーブルにするには、**no ip sla** *operation-number* グローバル コンフィギュレーション コマンドを入力します。次に、UDP ジッタ IP SLA 動作の設定例を示します。

```
Switch(config)# ip sla 10
Switch(config-ip-sla)# udp-jitter 172.29.139.134 5000
Switch(config-ip-sla-jitter)# frequency 30
Switch(config-ip-sla-jitter)# exit
Switch(config)# ip sla schedule 5 start-time now life forever
Switch(config)# end
Switch# show ip sla configuration 10
IP SLAs, Infrastructure Engine-II.

Entry number: 10
Owner:
Tag:
Type of operation to perform: udp-jitter
Target address/Source address: 1.1.1.1/0.0.0.0
Target port/Source port: 2/0
Request size (ARR data portion): 32
Operation timeout (milliseconds): 5000
Packet Interval (milliseconds)/Number of packets: 20/10
Type Of Service parameters: 0x0
Verify data: No
Vrf Name:
Control Packets: enabled
Schedule:
    Operation frequency (seconds): 30
```

```
    Next Scheduled Start Time: Pending trigger
    Group Scheduled : FALSE
    Randomly Scheduled : FALSE
    Life (seconds): 3600
    Entry Ageout (seconds): never
    Recurring (Starting Everyday): FALSE
    Status of entry (SNMP RowStatus): notInService
Threshold (milliseconds): 5000
Distribution Statistics:
    Number of statistic hours kept: 2
    Number of statistic distribution buckets kept: 1
    Statistic distribution interval (milliseconds): 20
Enhanced History:
```

ICMP エコー動作を使用した IP サービス レベルの分析

ICMP エコー動作は、シスコ デバイスと IP を使用する任意のデバイスとのエンドツーエンド応答時間を測定します。応答時間は、ICMP エコー要求メッセージを宛先に送信して ICMP エコー応答を受信するまでの時間を測定して算出します。多くのお客様が IP SLA ICMP ベース動作、社内 ping テスト、ping ベース専用プローブを使用して、発信元 IP SLA デバイスと宛先 IP デバイス間の応答時間を測定しています。IP SLA ICMP エコー動作は ICMP ping テストと同じ仕様に準拠しており、どちらの方法でも同じ応答時間が得られます。

（注）　この動作では、IP SLA 応答側をイネーブルにしておく必要はありません。

ソース デバイス上で ICMP エコー動作を設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**ip sla** *operation-number*	IP SLA 動作を作成し、IP SLA コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**icmp-echo** {*destination-ip-address* | *destination-hostname*} [**source-ip** {*ip-address* | *hostname*} | **source-interface** *interface-id*]	IP SLA 動作に ICMP エコー動作を設定し、ICMP エコー コンフィギュレーション モードを開始します。 • *destination-ip-address* | *destination-hostname*：宛先 IP アドレスまたはホスト名を指定します。 • （任意）**source-ip** {*ip-address* | *hostname*} *：*発信元 IP アドレスまたはホスト名を指定します。発信元 IP アドレスまたはホスト名を指定しない場合、IP SLA は宛先に最も近い IP アドレスを選択します。 • （任意）**source-interface** *interface-id*：動作に対するソース インターフェイスを指定します。
ステップ 4	**frequency** *seconds*	（任意）指定した IP SLA 動作の反復間隔を設定します。指定できる範囲は 1 ～ 604800 秒で、デフォルトは 60 秒です。
ステップ 5	**exit**	UDP ジッタ コンフィギュレーション モードを終了し、グローバル コンフィギュレーション モードに戻ります。

	コマンド	目的
ステップ 6	**ip sla schedule** *operation-number* [**life** {**forever** | *seconds*}] [**start-time** {*hh:mm* [*:ss*] [*month day* | *day month*] | **pending** | **now** | **after** *hh:mm:ss*] [**ageout** *seconds*] [**recurring**]	個々の IP SLA 動作のスケジューリング パラメータを設定します。 • *operation-number*：RTR エントリ番号を入力します。 • （任意）**life**：動作の実行を無期限（**forever**）に指定するか、*秒*数を指定します。指定できる範囲は 0 ～ 2147483647 です。デフォルトは 3600 秒（1 時間）です。 • （任意）**start-time**：情報の収集を開始する時刻を入力します。 – 特定の時刻に開始する場合は、時、分、秒（24 時間表記）、月日を入力します。月を入力しない場合、デフォルトは当月です。 – **pending** と入力すれば、開始時刻を指定するまでは情報を収集しません。 – **now** と入力すれば、すぐに動作を開始します。 – **after** *hh:mm:ss* と入力すれば、指定した時刻を経過したら動作を開始します。 • （任意）**ageout** *seconds*：情報を収集していないとき、メモリの動作を保存する秒数を指定します。指定できる範囲は 0 ～ 2073600 秒です。デフォルトは 0 秒（永続的に保存する）です。 • （任意）**recurring**：毎日、動作を自動的に実行します。
ステップ 7	end	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 8	**show ip sla configuration** [*operation-number*]	（任意）設定値を表示します。すべての IP SLA 動作のすべてのデフォルト値を表示する場合と、指定した動作だけを表示する場合があります。
ステップ 9	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

IP SLA 動作をディセーブルにするには、**no ip sla** *operation-number* グローバル コンフィギュレーション コマンドを入力します。次に、ICMP エコー IP SLA 動作の設定例を示します。

```
Switch(config)# ip sla 12
Switch(config-ip-sla)# icmp-echo 172.29.139.134
Switch(config-ip-sla-echo)# frequency 30
Switch(config-ip-sla-echo)# exit
Switch(config)# ip sla schedule 5 start-time now life forever
Switch(config)# end
Switch# show ip sla configuration 22
IP SLAs, Infrastructure Engine-II.

Entry number: 12
Owner:
Tag:
Type of operation to perform: echo
Target address: 2.2.2.2
Source address: 0.0.0.0
Request size (ARR data portion): 28
Operation timeout (milliseconds): 5000
Type Of Service parameters: 0x0
Verify data: No
Vrf Name:
```

```
Schedule:
    Operation frequency (seconds): 60
    Next Scheduled Start Time: Pending trigger
    Group Scheduled : FALSE
    Randomly Scheduled : FALSE
    Life (seconds): 3600
    Entry Ageout (seconds): never
    Recurring (Starting Everyday): FALSE
    Status of entry (SNMP RowStatus): notInService
Threshold (milliseconds): 5000
Distribution Statistics:
    Number of statistic hours kept: 2
    Number of statistic distribution buckets kept: 1
    Statistic distribution interval (milliseconds): 20
History Statistics:
    Number of history Lives kept: 0
    Number of history Buckets kept: 15
    History Filter Type: None
Enhanced History:
```

IP SLA 動作のモニタリング

表 42-1 に示すユーザ EXEC コマンドまたは特権 EXEC コマンドを使用して、IP SLA 動作の設定と結果を表示します。

表 42-1　IP SLA 動作のモニタリング

コマンド	目的
show ip sla application	Cisco ISO IP SLA のグローバル情報を表示します。
show ip sla authentication	IP SLA 認証情報を表示します。
show ip sla configuration [*entry-number*]	設定値を表示します。すべての IP SLA 動作のすべてのデフォルト値を表示する場合と、指定した動作だけを表示する場合があります。
show ip sla enhanced-history {**collection-statistics** | **distribution statistics**} [*entry-number*]	収集した履歴バケットの拡張履歴統計情報を表示します。あるいは、すべての IP SLA 動作または特定の動作に関する分散統計情報を表示します。
show ip sla ethernet-monitor configuration [*entry-number*]	IP SLA 自動イーサネット設定を表示します。
show ip sla group schedule [*schedule-entry-number*]	IP SLA グループ スケジューリング設定と個別情報を表示します。
show ip sla history [*entry-number* | **full** | **tabular**]	すべての IP SLA 動作に関して収集した履歴を表示します。
show ip sla mpls-lsp-monitor {**collection-statistics** | **configuration** | **ldp operational-state** | **scan-queue** | **summary** [*entry-number*] | **neighbors**}	MPLS Label Switched Path（LSP; ラベル スイッチド パス）ヘルス モニタ動作を表示します。
show ip sla reaction-configuration [*entry-number*]	すべての IP SLA 動作または特定の動作について、事前に設定したしきい値のモニタリングを表示します。
show ip sla reaction-trigger [*entry-number*]	すべての IP SLA 動作または特定の動作に関する反応トリガー情報を表示します。
show ip sla responder	IP SLA 応答側の情報を表示します。
show ip sla statistics [*entry-number* | **aggregated** | **details**]	現在または集約した動作ステータスと統計情報を表示します。

CHAPTER 43

HSRP および拡張オブジェクト トラッキングの設定

この章では、Catalyst 3560 スイッチに拡張オブジェクト トラッキングを設定する方法について説明します。この機能を使用すると、Hot Standby Routing Protocol（HSRP; ホットスタンバイ ルーティング プロトコル）トラッキング メカニズムが拡張され、インターフェイスのライン プロトコル ステートがトラッキングできるようになります。インターフェイスのライン プロトコル ステートがダウンすると、そのインターフェイスの HSRP プライオリティが低下し、より高いプライオリティを持つ別の HSRP デバイスがアクティブになります。拡張オブジェクト トラッキング機能は HSRP とトラッキング メカニズムを分離し、HSRP 以外のプロセスで使用可能な個別のスタンドアロン型トラッキング プロセスを作成します。その結果、インターフェイスのラインプロトコル ステートに加えて他のオブジェクトのトラッキングが可能になります。HSRP などのクライアント プロセスでは、トラッキングするオブジェクトを登録して、オブジェクトがステートを変更した時に通知を要求することができます。この機能は、ルーティング システムのアベイラビリティを高め、復旧のスピードを速めるとともに、停止および停止期間を削減します。

拡張オブジェクト トラッキングおよびこれを設定するためのコマンドの詳細については、次の URL を参照してください。
http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/ipapp/configuration/guide/ipapp_eot.html

この章で説明する内容は、次のとおりです。

拡張オブジェクト トラッキングの概要

各トラッキング オブジェクトには、トラッキング Command-Line Interface（CLI; コマンドライン インターフェイス）で指定される一意の番号があります。クライアント プロセスでは、この番号を使用して特定のオブジェクトをトラッキングします。トラッキング プロセスでは、値の変更（増加または減少値）について定期的にトラッキング オブジェクトをポーリングし、即時または指定した時間後に、対象のクライアント プロセスに変更を送信します。複数のクライアントが同じオブジェクトをトラッキングすることができ、オブジェクトのステート変更時に個別のアクションを実行することができます。

また、リストのステートを測定するためにウェイトしきい値またはパーセンテージしきい値のいずれかを使用してリスト内のオブジェクトを組み合わせてトラッキングすることも可能です。ブール論理を使用してオブジェクトを組み合わせることが可能です。ブール AND 機能のあるトラッキング リストでは、アップになっているトラッキング オブジェクトに対して、リスト内の各オブジェクトがアップ ステートになっている必要があります。ブール OR 機能のあるトラッキング リストでは、アップになっているトラッキング オブジェクトに対して、リスト内の 1 つのオブジェクトだけがアップ ステートになっている必要があります。

拡張オブジェクト トラッキング機能の設定

ここでは、次のような拡張オブジェクト トラッキングの設定について説明します。

デフォルト設定

オブジェクト トラッキングの種類は設定されていません。

インターフェイスのラインプロトコルまたは IP ルーティング ステートのトラッキング

ライン プロトコル ステートまたはインターフェイス IP ルーティング ステートをトラッキングすることができます。IP ルーティング ステートをトラッキングする場合、アップになっているオブジェクトは次の 3 つの条件を満たす必要があります。

- インターフェイス上の IP ルーティングがイネーブルでありアクティブである。
- インターフェイス ラインプロトコル ステートがアップである。
- インターフェイス IP アドレスが既知である。

これら 3 つの条件がすべて満たされない場合、IP ルーティング ステートはダウンとなります。

インターフェイスのラインプロトコル ステートまたは IP ルーティング ステートを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**track** *object-number* **interface** *interface-id* **line-protocol**	（任意）インターフェイスのラインプロトコル ステートをトラッキングするためにトラッキング リストを作成し、トラッキング コンフィギュレーション モードを開始します。 • *object-number* は、トラッキング オブジェクトを識別するもので、1 ～ 500 を使用できます。 • **interface***interface-id* は、トラッキングされるインターフェイスです。
ステップ 3	**delay** {**up** *seconds* [**down** *seconds*] | [**up** *seconds*] **down** *seconds*}	（任意）トラッキング オブジェクトの通信ステートの変更を遅延させるための時間を秒数で指定します。指定できる範囲は 1 ～ 180 秒です。
ステップ 4	**exit**	グローバル コンフィギュレーション モードに戻ります。

	コマンド	目的
ステップ 5	**track** *object-number* **interface** *interface-id* **ip routing**	（任意）インターフェイスの IP ルーティング ステートをトラッキングするためにトラッキング リストを登録し、トラッキング コンフィギュレーション モードを開始します。IP ルート トラッキングは、ルーティング テーブル内の IP ルートと、IP パケットをルーティングするインターフェイスの能力をトラッキングします。 • *object-number* は、トラッキング オブジェクトを識別するもので、1 ～ 500 を使用できます。 • **interface***interface-id* は、トラッキングされるインターフェイスです。
ステップ 6	**delay** {**up** *seconds* [**down** *seconds*] | [**up** *seconds*] **down** *seconds*}	（任意）トラッキング オブジェクトの通信ステートの変更を遅延させるための時間を秒数で指定します。指定できる範囲は 1 ～ 180 秒です。
ステップ 7	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 8	**show track** *object-number*	指定したオブジェクトがトラッキングされていることを確認します。
ステップ 9	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

次に、インターフェイスのラインプロトコル ステートをトラッキングして、その設定を確認する例を示します。

```
Switch(config)# track 33 interface gigabitethernet 0/1 line-protocol
Switch(config-track)# end
Switch# show track 33
Track 33
  Interface GigabitEthernet0/1 line-protocol
  Line protocol is Down (hw down)
    1 change, last change 00:18:28
```

トラッキング リストの設定

オブジェクトの追跡リストは、ブール式、重みしきい値、またはパーセントしきい値を使用して設定できます。トラッキング リストには、1 つまたは複数のオブジェクトが含まれています。トラッキング リストに追加する前に、オブジェクトが存在していなければなりません。

- ブール論理式を設定して、AND または OR 演算子を使用して計算を指定します。
- ウェイトしきい値でトラッキング リスト ステートを測定する場合、重み値をトラッキング リスト内の各オブジェクトに割り当てます。トラッキング リストのステートは、しきい値に一致するかどうかで決定されます。各オブジェクトのステートは、全オブジェクトの合計重みと各オブジェクトのウェイトしきい値を比較することで決定されます。
- パーセンテージしきい値でトラッキング リスト ステートを測定する場合、パーセンテージしきい値をトラッキング リスト内の各オブジェクトに割り当てます。各オブジェクトに割り当てられたパーセンテージとリストを比較して、各オブジェクトのステートが決定されます。

ブール論理式を使用したトラッキング リストの設定

ブール論理式を使用してトラッキング リストを設定することにより、AND または OR 演算子を使用して計算することができます。たとえば、AND 演算子を使用して 2 つのインターフェイスをトラッキングする場合、*up* は両方のインターフェイスがアップで、*down* はいずれかのインターフェイスがダウンであることを意味します。

ブール論理式を使用してオブジェクトのトラッキング リストを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**track** *track-number* **list boolean** {**and** | **or**}	トラッキング リスト オブジェクトを設定し、トラッキング コンフィギュレーション モードを開始します。*track-number* は 1 ～ 500 です。 • **boolean**：ブール計算に基づいてトラッキング リストのステートを指定します。 • **and**：すべてのオブジェクトがアップの場合はリストがアップ、1 つ以上のオブジェクトがダウンの場合はダウンであることを指定します。 • **or**：1 つのオブジェクトがアップの場合はリストがアップ、すべてのオブジェクトがダウンの場合はダウンであることを指定します。
ステップ 3	**object** *object-number* [**not**]	トラッキングするオブジェクトを指定します。指定できる範囲は 1 ～ 500 です。キーワード **not** は、オブジェクトのステートを否定します。つまり、オブジェクトがアップの場合、トラッキング リストはオブジェクトをダウンとして検出します。 **（注）**　オブジェクトが存在していないと、これをトラッキング リストに追加することができません。
ステップ 4	**delay** {**up** *seconds* [**down** *seconds*] | [**up** *seconds*] **down** *seconds*}	（任意）トラッキング オブジェクトの通信ステートの変更を遅延させるための時間を秒数で指定します。指定できる範囲は 1 ～ 180 秒です。
ステップ 5	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 6	**show track** *object-number*	指定したオブジェクトがトラッキングされていることを確認します。
ステップ 7	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

トラッキング リストを削除する場合は、**no track** *track-number* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、2 つのオブジェクトが含まれていて、そのうちの 1 つのオブジェクトのステートが偽のものを含む、ブール AND 論理式を使用してトラッキング リスト 4 を設定する例を示します。リストがアップの場合、リストでオブジェクト 2 がダウンであることが検出されます。

```
Switch(config)# track 4 list boolean and
Switch(config-track)# object 1
Switch(config-track)# object 2 not
Switch(config-track)# exit
```

ウェイトしきい値を使用したトラッキング リストの設定

ウェイトしきい値をトラッキングするには、オブジェクトのトラッキング リストを設定し、しきい値として使用する重みを指定し、各オブジェクトの重みを設定します。各オブジェクトのステートは、アップ ステートの全オブジェクトの合計重みと各オブジェクトのウェイトしきい値を比較することで決定されます。

ブール NOT 演算子をウェイトしきい値リストに使用することができません。

ウェイトしきい値を使用してトラッキング リストを設定し、各オブジェクトの重みを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**track** *track-number* **list threshold weight**	トラッキング リスト オブジェクトを設定し、トラッキング コンフィギュレーション モードを開始します。*track-number* は 1 ～ 500 です。 • **threshold**：しきい値に基づいてトラッキング リストのステートを指定します。 • **weight**：しきい値が重みに基づいていることを指定します。
ステップ 3	**object** *object-number* [**weight** *weight-number*]	トラッキングするオブジェクトを指定します。指定できる範囲は 1 ～ 500 です。オプションの **weight** *weight-number* には、オブジェクトのウェイトしきい値を指定します。指定できる範囲は 1 ～ 255 です。 **（注）** オブジェクトが存在していないと、これをトラッキング リストに追加することができません。
ステップ 4	**threshold weight** {**up** *number* | [**down** *number*]}	ウェイトしきい値を指定します。 • **up** *number*：指定できる範囲は 1 ～ 255 です。 • **down** *number*：（任意）**up** *number* で選択した番号によって変化します。**up** *number* を 25 に設定した場合、ダウン番号で表示される範囲は 0 ～ 24 です。
ステップ 5	**delay** {**up** *seconds* [**down** *seconds*] | [**up** *seconds*] **down** *seconds*}	（任意）トラッキング オブジェクトの通信ステートの変更を遅延させるための時間を秒数で指定します。指定できる範囲は 1 ～ 180 秒です。
ステップ 6	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 7	**show track** *object-number*	指定したオブジェクトがトラッキングされていることを確認します。
ステップ 8	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

トラッキング リストを削除する場合は、**no track** *track-number* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次の例では、ウェイトしきい値でトラッキングするようにトラッキング リスト 4 を設定します。オブジェクト 1 とオブジェクト 2 がダウンの場合、オブジェクト 3 が上限しきい値（アップ 30）を満たすことから、トラッキング リスト 4 はアップになります。しかし、オブジェクト 3 がダウンの場合、オブジェクト 1 と 2 がアップでなければウェイトしきい値を満たせません。

```
Switch(config)# track 4 list threshold weight
Switch(config-track)# object 1 weight 15
Switch(config-track)# object 2 weight 20
Switch(config-track)# object 3 weight 30
Switch(config-track)# threshold weight up 30 down 10
Switch(config-track)# exit
```

この設定は、オブジェクト 1 とオブジェクト 2 が 2 つの小帯域幅の接続を表し、オブジェクト 3 が 1 つの大帯域幅の接続を表している場合に効果的です。設定された **down 10** 値は、トラッキング オブジェクトがアップになると、しきい値が 10 以下になるまでダウンにならないことになりますが、この例ではすべての接続がダウンになります。

パーセンテージしきい値を使用したトラッキング リストの設定

パーセンテージしきい値をトラッキングするには、オブジェクトのトラッキング リストを設定し、しきい値として使用するパーセンテージを指定し、リスト内にある各オブジェクトのパーセンテージを指定します。各オブジェクトに割り当てられたパーセンテージとリストを比較して、リストのステートが決定されます。

ブール NOT 演算子をパーセンテージしきい値リストに使用することができません。

パーセンテージしきい値を使用してオブジェクトのトラッキング リストを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**track** *track-number* **list threshold percentage**	トラッキング リスト オブジェクトを設定し、トラッキング コンフィギュレーション モードを開始します。*track-number* は 1 ～ 500 です。 • **threshold**：しきい値に基づいてトラッキング リストのステートを指定します。 • **percentage**：しきい値がパーセンテージに基づいていることを指定します。
ステップ 3	**object** *object-number*	トラッキングするオブジェクトを指定します。指定できる範囲は 1 ～ 500 です。 **（注）** オブジェクトが存在していないと、これをトラッキング リストに追加することができません。
ステップ 4	**threshold percentage** {**up** *number* | [**down** *number*]}	しきい値パーセンテージを指定します。 • **up** *number*：指定できる範囲は 1 ～ 100 です。 • **down** *number*：（任意）**up** *number* で選択した番号によって変化します。**up** *number* を 25 に設定した場合、ダウン番号で表示される範囲は 0 ～ 24 です。
ステップ 5	**delay** {**up** *seconds* [**down** *seconds*] | [**up** *seconds*] **down** *seconds*}	（任意）トラッキング オブジェクトの通信ステートの変更を遅延させるための時間を秒数で指定します。指定できる範囲は 1 ～ 180 秒です。
ステップ 6	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 7	**show track** *object-number*	指定したオブジェクトがトラッキングされていることを確認します。
ステップ 8	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

トラッキング リストを削除する場合は、**no track** *track-number* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、3 つのオブジェクトと、リストのステートを測定するために指定したパーセンテージがあるトラッキング リスト 4 を設定する例を示します。

```
Switch(config)# track 4 list threshold percentage
Switch(config-track)# object 1
Switch(config-track)# object 2
Switch(config-track)# object 3
```

```
Switch(config-track)# threshold percentage up 51 down 10
Switch(config-track)# exit
```

HSRP オブジェクト トラッキングの設定

スタンバイ HSRP グループを設定し、オブジェクト ステートに基づいてオブジェクトをトラッキングして HSRP 優先度を変更するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**track** *object-number* {**interface** *interface-id* {**line-protocol** | **ip routing**} | **ip route** *ip-address/prefix-length* {**metric threshold** | **reachability**} | **list** {**boolean** {**and** | **or**}} | {**threshold** {**weight** | **percentage**}}}	（任意）設定ステートをトラッキングするためにトラッキング リストを作成し、トラッキング コンフィギュレーション モードを開始します。 • *object-number* の範囲は 1 ～ 500 です。 • **interface***interface-id* を入力して、トラッキングするインターフェイスを選択します。 • **line-protocol** を入力して、インターフェイス ラインプロトコル ステートをトラッキングします。または **ip routing** を入力して、インターフェイス IP ルーティング ステートをトラッキングします。 • **ip route** *ip-address/prefix-length* を入力して、IP ルートのステートをトラッキングします。 • **metric threshold** を入力して、しきい値メトリックをトラッキングします。または **reachability** を入力して、ルータに到達可能かどうかをトラッキングします。 デフォルトの上限しきい値は 254 で、デフォルトの下限しきい値は 255 です。 • **list** を入力して、リストにグループ化されているオブジェクトをトラッキングします。前のページで説明したリストを設定します。 – **Boolean** については、「ブール論理式を使用したトラッキング リストの設定」（P.43-3）を参照してください。 – **threshold weight** については、「ウェイトしきい値を使用したトラッキング リストの設定」（P.43-5）を参照してください。 – **threshold percentage** については、「パーセンテージしきい値を使用したトラッキング リストの設定」（P.43-6）を参照してください。 **（注）** トラッキングする各インターフェイスについて、これを繰り返します。
ステップ 3	**exit**	グローバル コンフィギュレーション モードに戻ります。
ステップ 4	**interface** *interface-id*	インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。

	コマンド	目的
ステップ 5	**standby** [*group-number*] **ip** [*ip-address* [**secondary**]]	HSRP グループの番号および仮想 IP アドレスを使用して、HSRP グループを作成（またはイネーブルに）します。 • （任意）*group-number*：HSRP がイネーブルであるインターフェイスのグループ番号を指定します。指定できる範囲は 0 ～ 255 です。デフォルトは 0 です。HSRP グループが 1 つしかない場合は、グループ番号を入力する必要はありません。 • （1 つのインターフェイスで必須、それ以外は任意）*ip-address*：ホット スタンバイ ルータ インターフェイスの仮想 IP アドレスを指定します。少なくとも 1 つのインターフェイスに対して仮想 IP アドレスを入力する必要があります。他のインターフェイスは、その仮想 IP アドレスを学習します。 • （任意）**secondary**：IP アドレスがセカンダリ ホット スタンバイ ルータ インターフェイスであることを指定します。このキーワードを省略した場合、設定されるアドレスはプライマリ IP アドレスです。
ステップ 6	**standby** [*group-number*] **track** *object-number* [**decrement** [*priority-decrement*]]	HSRP を設定して、オブジェクトをトラッキングし、オブジェクトのステートに基づいてホット スタンバイ プライオリティを変更します。 • （任意）*group-number*：トラッキングが適用されるグループ番号を入力します。 • *object-number*：トラッキングするオブジェクトを表す番号を入力します。指定できる範囲は 1 ～ 500 で、デフォルトは 1 です。 • （任意）**decrement** *priority-decrement*：トラッキング オブジェクトがダウンした（またはアップに戻った）際の、ルータのホット スタンバイ プライオリティを減少（または増加）させる幅を指定します。指定できる範囲は 1 ～ 255 で、デフォルトは 10 です。
ステップ 7	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 8	**show standby**	スタンバイ ルータ IP アドレスとトラッキング ステートを確認します。
ステップ 9	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

他のインターフェイス特性の設定

拡張オブジェクト トラッキングを他の特性のトラッキングにも使用することができます。

- **track ip route reachability** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用して IP ルートの到達可能性をトラッキングすることができます。
- **track ip route metric threshold** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用して、ルートがしきい値を超えるのか下回るのかを判別することができます。
- **track resolution** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用して、ルーティング プロトコルのメトリック分解能のデフォルト値を変更することができます。
- **track timer** トラッキング コンフィギュレーション コマンドを使用して、定期的にトラッキング オブジェクトをポーリングするためのトラッキングプロセスを設定することができます。

拡張オブジェクト トラッキング設定を確認するには、**show track** 特権 EXEC コマンドを使用します。

拡張オブジェクト トラッキングおよびこれを設定するためのコマンドの詳細については、次の URL を参照してください。
http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/ipapp/configuration/guide/ipapp_eot.html

IP SLA オブジェクト トラッキングの設定

Cisco IOS IP Service Level Agreement（IP SLA; IP サービス レベル契約）はネットワーク パフォーマンスを測定および診断するツールです。トラフィックを生成してネットワーク パフォーマンスを測定するアクティブ モニタリングを使用します。Cisco IP SLA の動作は、ネットワークのトラブルシューティング、設計、分析に使用できるリアルタイム メトリックを収集します。

スイッチの Cisco IP SLA の詳細については、第 42 章「Cisco IOS IP SLA 動作の設定」を参照してください。IP SLA コマンドについては、次の URL の『*Cisco IOS IP SLAs Command Reference, Release 12.4T*』を参照してください。
http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/ipsla/command/reference/sla_book.html

IP SLA 動作のオブジェクト トラッキングにより、クライアントは IP SLA オブジェクトの出力をトラッキングし、この情報を使ってアクションを開始できます。それぞれの IP SLA 動作は、トラッキング プロセスによって解釈される *OK* や *OverThreshold* などの SNMP 動作リターン コード値を維持します。IP SLA 動作は 2 つの側面、ステートと到達可能性をトラッキングできます。ステートに関しては、リターン コードが OK であればトラック ステートはアップであり、OK でなければトラック ステートはダウンです。到達可能性のリターン コードが OK または OverThreshold であれば到達可能性はアップであり、OK でなければ到達可能性はダウンです。

特権 EXEC モードで次の手順を実行し、IP SLA 動作のステートまたは IP SLA IP ホストの到達可能性をトラッキングします。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**track** *object-number* **rtr** *operation-number* **state**	トラッキング コンフィギュレーション モードを開始し、IP SLA 動作のステートをトラッキングします。 • *object-number* の範囲は 1 ～ 500 です。 • *operation-number* の範囲は 1 ～ 2147483647 です。
ステップ 3	**delay** {**up** *seconds* [**down** *seconds*] | [**up** *seconds*] **down** *seconds*}	（任意）トラッキング オブジェクトの通信ステートの変更を遅延させるための時間を秒数で指定します。指定できる範囲は 1 ～ 180 秒です。
ステップ 4	**exit**	グローバル コンフィギュレーション モードに戻ります。
ステップ 5	**track** *object-number* **rtr** *operation-number* **reachability**	トラッキング コンフィギュレーション モードを開始し、IP SLA IP ホストの到達可能性をトラッキングします。 • *object-number* の範囲は 1 ～ 500 です。 • *operation-number* の範囲は 1 ～ 2147483647 です。
ステップ 6	**delay** {**up** *seconds* [**down** *seconds*] | [**up** *seconds*] **down** *seconds*}	（任意）トラッキング オブジェクトの通信ステートの変更を遅延させるための時間を秒数で指定します。指定できる範囲は 1 ～ 180 秒です。
ステップ 7	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 8	**show track** *object-number*	トラッキング情報を表示して設定を確認します。
ステップ 9	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

次に、IP SLA ステート トラッキングを設定して表示する例を示します。

```
Switch(config)# track 2 200 state
Switch(config)# end
Switch# show track 2
Track 2
  Response Time Reporter 1 state
  State is Down
    1 change, last change 00:00:47
```

```
  Latest operation return code: over threshold
  Latest RTT (millisecs) 4
  Tracked by:
    HSRP Ethernet0/1 3
```

次に、ルートの到達可能性に関する出力結果の例を示します。

```
Switch(config)# track 3 500 reachability
Switch(config)# end
Switch# show track 3
Track 3
  Response Time Reporter 1 reachability
  Reachability is Up
    1 change, last change 00:00:47
  Latest operation return code: over threshold
  Latest RTT (millisecs) 4
  Tracked by:
    HSRP Ethernet0/1 3
```

スタティック ルーティング サポートの設定

Cisco IOS Release 12.2(46)SE 以降の IP サービスが稼動しているスイッチは、拡張オブジェクト トラッキングのスタティック ルーティングをサポートしています。拡張オブジェクト トラッキングを使用するスタティック ルーティングのサポートにより、スイッチは ICMP ping を使用して、事前に設定されたスタティック ルートまたは DHCP ルートがダウンしたことを識別できます。トラッキングがイネーブルの場合、システムはルートの状態をトラッキングし、ルートの状態が変化するとクライアントに通知します。スタティック ルート オブジェクト トラッキングでは、Cisco IP SLA を使用して ICMP ping を生成し、プライマリ ゲートウェイへの接続の状態をモニタします。

- スイッチでの Cisco IP SLA サポートの詳細については、第 42 章「Cisco IOS IP SLA 動作の設定」を参照してください。
- スタティック ルート オブジェクト トラッキングの詳細については、次の URL を参照してください。http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/12_3/12_3x/12_3xe/feature/guide/dbackupx.html

スタティック ルートのオブジェクト トラッキングを設定するには、次の手順を実行します。

ステップ 1　プライマリ インターフェイスにスタティック ルーティングまたは DHCP を設定します。

ステップ 2　プライマリ インターフェイスとトラッキング オブジェクトの IP アドレスに ping を実行してエージェントの状態をモニタするように、IP SLA エージェントを設定します。

ステップ 3　セカンダリ インターフェイスを使用するデフォルトのスタティック デフォルト ルートを設定します。このルートはプライマリ ルートが削除された場合にだけ使用されます。

プライマリ インターフェイスの設定

プライマリ インターフェイスにスタティック ルーティングを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	プライマリまたはセカンダリ インターフェイスを選択し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。

	コマンド	目的
ステップ 3	**description** *string*	インターフェイスに記述を追加します。
ステップ 4	**ip address** *ip-address mask* [**secondary**]	インターフェイスのプライマリまたはセカンダリ IP アドレスを設定します。
ステップ 5	**exit**	グローバル コンフィギュレーション モードに戻ります。

プライマリ インターフェイスに DHCP を設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	プライマリまたはセカンダリ インターフェイスを選択し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**description** *string*	インターフェイスに記述を追加します。
ステップ 4	**ip dhcp client route track** *number*	追加されるすべてのルートを指定したトラッキング番号に関連付けるよう、DHCP クライアントを設定します。有効な番号は、1 ～ 500 です。
ステップ 5	**ip address dhcp**	イーサネット インターフェイスの IP アドレスを DHCP から取得します。
ステップ 6	**exit**	グローバル コンフィギュレーション モードに戻ります。

Cisco IP SLA のモニタリング エージェントおよびトラッキング オブジェクトの設定

Cisco IP SLA によるネットワーク モニタリングを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**ip sla** *operation-number*	Cisco IP SLA の動作設定を開始し、IP SLA コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**icmp-echo** {*destination-ip-address* | *destination hostname* [**source- ipaddr** {*ip-address* | *hostname* **source-interface** *interface-id*]	Cisco IP SLA のエンドツーエンドの ICMP エコー応答時間動作を設定し、IP SLA ICMP エコー コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 4	**timeout** *milliseconds*	要求パケットの応答に対する待機時間を設定します。
ステップ 5	**frequency** *seconds*	ネットワークに送信するレートを設定します。
ステップ 6	**threshold** *milliseconds*	反応イベントを生成して処理の履歴情報を保存する上昇しきい値（ヒステリシス）を設定します。
ステップ 7	**exit**	IP SLA ICMP エコー コンフィギュレーション モードを終了します。
ステップ 8	**ip sla schedule** *operation-number* [**life** {**forever** | *seconds*}] **start-time** *time* | **pending** | **now** | **after** *time*] [**ageout** *seconds*] [**recurring**]	IP SLA の単一動作のスケジューリング パラメータを設定します。
ステップ 9	**track** *object-number* **rtr** *operation-number* {**state** | **reachability**}	Cisco IOS IP SLA の動作状態をトラッキングし、トラッキング コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 10	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。

ステップ 11	**show track** *object-number*	トラッキング情報を表示して設定を確認します。
ステップ 12	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

ルーティング ポリシーおよびデフォルト ルートの設定

オブジェクト トラッキングを使用してバックアップ スタティック ルーティングのルーティング ポリシーを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順で使用するコマンドの詳細については、次の URL を参照してください。
http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/12_3/12_3x/12_3xe/feature/guide/dbackupx.html

:

ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**access-list** *access-list-number*	拡張 IP アクセス リストを定義します。任意のオプション特性を設定します。
ステップ 3	**route-map** *map-tag* [**permit** | **deny**] [*sequence-number*]	ルートマップ コンフィギュレーション モードを開始し、ルートをルーティング プロトコル間で再配信する条件を定義します。
ステップ 4	**match ip address** {*access-list number* | *access-list name*}	標準または拡張アクセス リストで許可されている宛先ネットワーク番号アドレス、またはパケットでポリシー ルーティングを実行する宛先ネットワーク番号アドレスを持つルートをすべて配信します。番号または名前を複数入力できます。
ステップ 5	**set ip next-hop dynamic dhcp**	DHCP ネットワーク専用です。DHCP クライアントが最後に学習したゲートウェイへのネクストホップを設定します。
ステップ 6	**set interface** *interface-id*	スタティック ルーティング ネットワーク専用です。ポリシー ルーティングのルート マップの match コマンドに合格した出力パケットの送信先を指定します。
ステップ 7	**exit**	ルートマップ コンフィギュレーション モードを終了します。
ステップ 8	**ip local policy route-map** *map-tag*	ローカル ポリシー ルーティングに使用するルート マップを指定します。
ステップ 9	**ip route** *prefix mask* {*ip-address* | *interface-id* [*ip-address*]} [*distance*] [*name*] [**permanent** | **track** *track-number*] [*tag tag*]	スタティック ルーティング ネットワーク専用です。スタティック ルートを確立します。 **track** *track-number* を入力すると、スタティック ルートは設定されたトラッキング オブジェクトがアップの場合にだけインストールされます。
ステップ 10	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 11	**show ip route track table**	IP ルート トラック テーブルに関する情報を表示します。
ステップ 12	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

設定例については、次の URL を参照してください。
http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/12_3/12_3x/12_3xe/feature/guide/dbackupx.html

拡張オブジェクト トラッキングのモニタリング

表 43-1 に示す特権 EXEC コマンドまたはユーザ EXEC コマンドを使用して、拡張オブジェクト トラッキング情報を表示します。

表 43-1　トラッキング情報を表示するためのコマンド

コマンド	目的
show ip route track table	IP ルート トラック テーブルに関する情報を表示します。
show track [*object-number*]	すべてのトラッキング リストまたは指定したリストの情報を表示します。
show track brief	トラッキング情報出力を 1 行表示します。
show track interface [**brief**]	トラッキングするインターフェイス オブジェクトの情報を表示します。
show track ip [*object-number*] [**brief**] **route**	トラッキングする IP ルート オブジェクトの情報を表示します。
show track resolution	トラッキングするパラメータの分解能を表示します。
show track timers	トラッキングするポーリング インターバル タイマーを表示します。

CHAPTER 44

WCCP を使用したキャッシュ サービスの設定

この章では、Web Cache Communication Protocol（WCCP; ウェブ キャッシュ通信プロトコル）を使用し、トラフィックを広域アプリケーション エンジン（Cisco Cache Engine 550 など）にリダイレクトするように Catalyst 3560 スイッチを設定する方法について説明します。このソフトウェア リリースでは、WCCP バージョン 2（WCCPv2）だけをサポートします。

WCCP はシスコが開発したコンテンツ ルーティング技術です。WCCP を使用すると広域アプリケーション エンジン（以降、*アプリケーション エンジン*と呼ぶ）をネットワーク インフラストラクチャに統合できます。アプリケーション エンジンは、頻繁にアクセスのあるコンテンツを透過的に格納し、その同じコンテンツへの要求を満たし、サーバから同一コンテンツが繰り返し伝送されることを防ぎます。アプリケーション エンジンを使用することでコンテンツの配信が高速化され、コンテンツのスケーラビリティとアベイラビリティが最大限に確保されます。サービス プロバイダー ネットワークでは、WCCP とアプリケーション エンジンによるソリューションを Point of Presence（POP; アクセス ポイント）に展開できます。企業ネットワークでは、WCCP とアプリケーション エンジンによるソリューションを地方のサイトや小規模の支店に展開できます。

この機能を使用するには、スイッチ上で IP サービス イメージが稼動している必要があります。

（注） この章で使用するコマンドの構文および使用方法の詳細については、Cisco.com にある『*Cisco IOS Configuration Fundamentals Command Reference, Release 12.4*』の「*System Management Commands*」の「WCCP Router Configuration Commands」を参照してください。

この章で説明する内容は、次のとおりです。

WCCP の概要

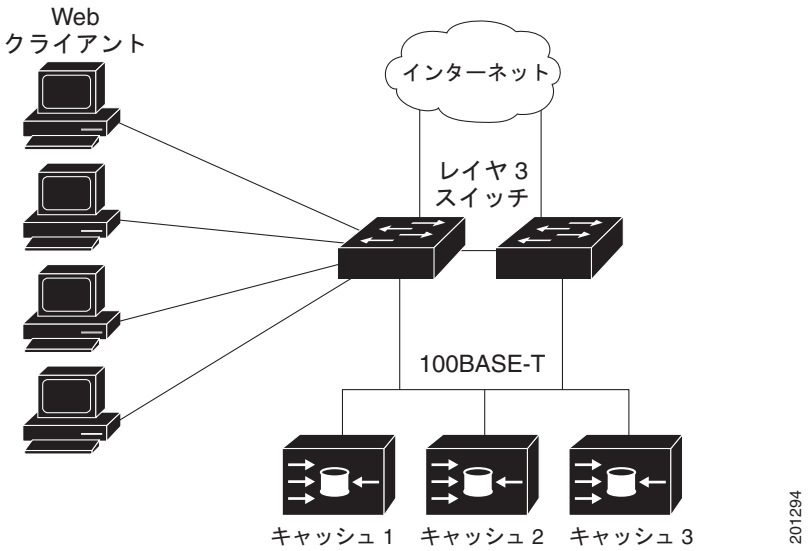
WCCP および Cisco Cache Engine（または WCCP が稼動する他のアプリケーション エンジン）は、ネットワークのトラフィック パターンをローカライズすることにより、コンテンツ要求をローカルで対応できます。

WCCP をサポートする Cisco ルータおよびスイッチは、WCCP を使用してコンテンツ要求を透過的にリダイレクトできます。リダイレクションは透過的に行われるので、ブラウザを設定して Web プロキシを使用する必要がありません。ユーザはプロキシではなく、目的とする URL を使用してコンテンツを要求することができます。要求は自動的にアプリケーション エンジンにリダイレクトされます。*透過的*とは、要求したファイル（Web ページなど）が本来の指定したサーバからでなくアプリケーション エンジンから送信されている事実にエンド ユーザは気づかないことを意味します。

アプリケーション エンジンは要求を受信すると、アプリケーション自身のローカル キャッシュを参照して要求を処理しようとします。要求された情報が存在しない場合は、独自に要求をエンド サーバに送信して要求された情報を取得します。要求された情報を受信すると要求元のクライアントに転送し、その後の同じ要求に応えられるようにキャッシュにも格納します。

アプリケーション エンジン クラスタ（アプリケーション エンジンの集合）は、WCCP を使用することで複数のルータやスイッチの要求を処理できます（図 44-1 を参照）。

図 44-1　Cisco Cache Engine と WCCP のネットワーク設定



WCCP メッセージ交換

WCCP メッセージ交換の一連の流れは、次のとおりです。

1. アプリケーション エンジンは、WCCP を使用して WCCP 対応スイッチに自己の IP アドレスを送信するとともに、*Here I am* メッセージで存在を伝えます。スイッチとアプリケーション エンジンは、UDP ポート 2048 に基づく制御チャネルを介して相互に通信します。
2. WCCP 対応スイッチは、アプリケーション エンジンの IP 情報を使用して、クラスタ ビュー（クラスタ内のアプリケーション エンジンの一覧）を作成します。このビューは *I see you* メッセージでクラスタ内の各アプリケーション エンジンに送信され、すべてのアプリケーション エンジンがお互いの存在を認識することになります。クラスタのメンバシップが一定時間を経過しても変わらなければ、安定したビューが確立されます。
3. 安定したビューが確立されると、クラスタ内で最も低い IP アドレスを持つアプリケーション エンジンが代表アプリケーション エンジンに選出されます。

WCCP ネゴシエーション

代表アプリケーション エンジンと WCCP 対応スイッチは、WCCP プロトコル メッセージを交換して次の項目のネゴシエーションを行います。

- 転送方法（スイッチがアプリケーション エンジンにパケットを転送する方法）。スイッチは、パケットの宛先 MAC アドレスをターゲット アプリケーション エンジンの MAC アドレスに置き換えることで、レイヤ 2 ヘッダーを書き換えます。次に、そのパケットをアプリケーション エンジンに転送します。この転送方法を行うには、ターゲット アプリケーション エンジンとスイッチがレイヤ 2 レベルで直接接続されている必要があります。
- 割り当て方法（クラスタ内のアプリケーション エンジン間にパケットを配信する方法）。スイッチは、宛先 IP アドレス、送信元 IP アドレス、宛先レイヤ 4 ポート、および送信元レイヤ 4 ポートの一部のビットを使用して、リダイレクトされたパケットを受信するアプリケーション エンジンを決定します。
- パケットリターン方法（パケットをアプリケーション エンジンからスイッチに戻して通常転送を行う方法）。アプリケーション エンジンがパケットを拒否し、パケットリターン機能を実行する主な理由は、次のとおりです。
  - アプリケーション エンジンが過負荷になり、パケットを処理する余裕がなくなった場合
  - アプリケーション エンジンがサーバからエラー メッセージ（プロトコル エラーや認証エラーなど）を受け取り、ダイナミック クライアント バイパス機能を使用している。バイパスは、クライアントがアプリケーション エンジンをバイパスし、サーバに直接接続できるようにします。

  アプリケーション エンジンはパケットを WCCP 対応スイッチに戻し、アプリケーション エンジンが存在しないかのようにサーバに転送します。アプリケーション エンジンは、再接続試行を代行受信しません。これにより、アプリケーション エンジンはアプリケーション エンジンへのパケットのリダイレクトを実質的に取り消し、バイパス フローを作成します。このリターン方法が Generic-Route Encapsulation（GRE; 総称ルーティング カプセル化）の場合、スイッチはアプリケーション エンジンに設定されている GRE トンネルを介して戻されたパケットを受信します。スイッチの CPU は Cisco Express Forwarding を使用して、これらのパケットをターゲット サーバに送信します。戻し方式がレイヤ 2 書き換えである場合、パケットはハードウェア内でターゲット サーバに転送されます。サーバが要求された情報に応答しているとき、スイッチは通常のレイヤ 3 転送を使用して、情報を要求しているクライアントに戻します。

MD5 セキュリティ

WCCP の各プロトコル メッセージにはセキュリティ コンポーネントがオプションとして用意されているので、スイッチはアプリケーション エンジンとのメッセージ交換に MD5 認証を使用できます。MD5 で認証されないメッセージ（スイッチの認証機能がイネーブルの場合）は、スイッチにより廃棄されます。パスワード ストリングは MD5 値と組み合わされ、スイッチとアプリケーション エンジンとの接続にセキュリティが確保されます。各アプリケーション エンジンには、同じパスワードを設定する必要があります。

パケット リダイレクションおよびサービス グループ

WCCP を設定することで、トラフィックを FTP、プロキシ Web キャッシュ処理、音声アプリケーション、およびビデオ アプリケーションなどに分類してリダイレクトできます。この分類は、*サービス グループ*と呼ばれ、プロトコル タイプ（TCP または UDP）およびレイヤ 4 の送信元/宛先ポート番号に基づいて行われます。サービス グループは、Web キャッシュ（TCP ポート 80）などの well-known 名、またはサービス番号（0 ～ 99）で識別されます。サービス グループは、プロトコルとレイヤ 4

ポート番号にマッピングされ、個別に確立され管理されます。WCCP ではダイナミック サービス グループを使用できます。このグループでは参加するアプリケーション エンジンによって分類基準がダイナミックに提供されます。

スイッチまたはスイッチ スタック上には、最大 8 つのサービス グループと、サービス グループあたり最大 32 のキャッシュ エンジンを設定できます。WCCP は、グループ定義内にサービス グループのプライオリティを管理しています。プライオリティは、スイッチ ハードウェア内のサービス グループの設定に使用されます。たとえば、プライオリティ 100 のサービス グループ 1 が宛先ポート 80 を待ち受け、プライオリティ 50 のサービス グループ 2 が送信元ポート 80 を待ち受けている場合、送信元および宛先ポート 80 の着信パケットは、プライオリティの高いサービス グループ 1 を使用して転送されます。

WCCP は、サービス グループごとにアプリケーション エンジンのクラスタをサポートします。リダイレクトするトラフィックを、クラスタ内の任意のアプリケーション エンジンに送信できます。スイッチは、サービス グループのクラスタ内のアプリケーション エンジン間でトラフィックのロード バランシングを行うマスク割り当て方式をサポートしています。

スイッチに WCCP が設定されると、スイッチはクライアントから受信したすべてのサービス グループのパケットを、アプリケーション エンジンに転送します。ただし、次のパケットはリダイレクトされません。

- アプリケーション エンジンから発信され、サーバを宛先とするパケット
- アプリケーション エンジンから発信されて、クライアントを宛先とするパケット
- アプリケーション エンジンにより戻されたか、拒否されたパケット。これらのパケットは、サーバに送信されます。

プロトコル メッセージの送受信用に、サービス グループあたり 1 つのマルチキャスト アドレスを設定できます。マルチキャスト アドレスが 1 つ設定されていると、アプリケーション エンジンは 1 つのアドレス（例：225.0.0.0）宛に通知を送信します。このアドレスは、サービス グループ内のすべてのルータを受信対象に含みます。1 つのマルチキャストアドレスを使用すると、ルータをダイナミックに追加したり取り外したりする場合に、WCCP ネットワーク内のすべてのデバイスのアドレスを個別に入力する手間が省けるので設定が容易になります。

アプリケーション エンジンから受信したプロトコル パケットの検証には、ルータ グループ リストを使用できます。グループ リスト内のアドレスに一致するパケットが処理され、一致しないパケットは破棄されます。

特定のクライアント、サーバ、またはクライアント / サーバ ペアのキャッシュをディセーブルにする場合は、WCCP リダイレクト Access Control List（ACL; アクセス コントロール リスト）を使用できます。リダイレクト ACL に一致しないパケットは、キャッシュをバイパスし正常に転送されます。

WCCP パケットをリダイレクトする前に、スイッチはインターフェイス上に設定されているインバウンド方向のすべての機能に関連した ACL をテストし、パケットが ACL 内のエントリと一致するかどうかによって、パケットの転送を許可または拒否します。

（注）　WCCP リダイレクト リストでは、**許可** ACL エントリだけがサポートされます。

パケットがリダイレクトされる場合は、リダイレクトされるインターフェイスに関連付けられた出力 ACL がパケットに適用されます。元のポートに関連付けられた ACL は、リダイレクトされるインターフェイスに必要な出力 ACL を具体的に設定しない限り、適用されません。

サポートされない WCCP 機能

次の WCCP 機能は、このソフトウェア リリースではサポートされません。

- **ip wccp redirect out** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用して設定する、アウトバウンド インターフェイスでのパケット リダイレクション。このコマンドはサポートされません。
- パケット リダイレクションに GRE 転送方式は使用できません。
- ロード バランシングにハッシュ割り当て方式を使用できません。
- WCCP で SNMP はサポートされません。

WCCP の設定

ここでは、スイッチに WCCP を設定する手順について説明します。

- 「WCCP のデフォルト設定」（P.44-5）
- 「WCCP 設定時の注意事項」（P.44-5）
- 「キャッシュ サービスのイネーブル化」（P.44-6）（必須）

WCCP のデフォルト設定

表 44-1　WCCP のデフォルト設定

機能	デフォルト設定
WCCP イネーブル ステート	WCCP サービスはディセーブル
プロトコル バージョン	WCCPv2
インターフェイスで受信したトラフィックのリダイレクト	ディセーブル

WCCP 設定時の注意事項

スイッチに WCCP を設定する前に、次に示す設定時の注意事項に従ってください。

- 同じサービス グループ内のアプリケーション エンジンとスイッチは、WCCP をイネーブルにしたスイッチが直接接続される同じサブネットワーク内にある必要があります。
- クライアント、アプリケーション エンジン、およびレイヤ 3 インターフェイスとしてのサーバ（ルーテッド ポートおよび Switch Virtual Interface（SVI; スイッチ仮想インターフェイス））に接続されたスイッチ インターフェイスを設定します。WCCP パケット リダイレクションが動作するには、サーバ、アプリケーション エンジン、およびクライアントは異なるサブネット上にある必要があります。
- 各アプリケーション エンジンに単一のマルチキャスト アドレスを設定する場合は、予約されていないマルチキャスト アドレスだけを使用してください。
- WCCP エントリと Policy-Based Routing（PBR; ポリシーベース ルーティング）エントリは、同じ TCAM リージョンを使用します。WCCP は、PBR をサポートするアクセス テンプレート、ルーティング テンプレート、およびデュアル IPv4/v6 ルーティング テンプレートに限り、サポートされます。

- WCCP エントリを追加する際に TCAM エントリが使用できない場合、パケットはリダイレクトされずに標準のルーティング テーブルを使用して転送されます。
- WCCP 入力リダイレクションをイネーブルにしたインターフェイスの数が増えると、使用可能な PBR ラベルの数は減ります。ラベルは、サービス グループをサポートするインターフェイスごとに 1 つ消費されます。WCCP ラベルは PBR ラベルから取得されます。PBR と WCCP の間で使用可能なラベルの数をモニタし、管理するようにしてください。ラベルが使用できないと、スイッチはサービス グループを追加できません。ただし、同じ順番のサービス グループを持つインターフェイスが別にある場合は、新しいラベルがなくてもインターフェイスにグループを追加できます。
- スタック メンバ スイッチに設定するルーティング Maximum Transmission Unit（MTU; 最大伝送ユニット）サイズは、クライアントの MTU サイズより大きい必要があります。アプリケーション エンジンに接続されるポートに設定する MAC レイヤの MTU サイズには、GRE トンネル ヘッダーのバイト数を含める必要があります。
- WCCP と VPN Routing/Forwarding（VRF; VPN ルーティング / 転送）は、同じスイッチ インターフェイスに設定できません。
- WCCP と PBR は、同じスイッチ インターフェイスに設定できません。
- WCCP と プライベート VLAN（PVLAN）は、同じスイッチ インターフェイスに設定できません。

キャッシュ サービスのイネーブル化

WCCP パケット リダイレクションが動作するには、クライアントに接続されたスイッチ インターフェイスが、インバウンド パケットをリダイレクトするように設定されている必要があります。

次に、ルーテッド ポートにこれらの機能を設定する方法を示します。これらの機能を SVI に設定する場合は、この手順の後の設定例を参照してください。

（注）　WCCP コマンドを設定する前に、SDM テンプレートを設定し、スイッチを再起動します。詳細については、第 7 章「SDM テンプレートの設定」を参照してください。

キャッシュ サービスをイネーブルにしたり、マルチキャスト グループ アドレスまたはグループ リストを設定したり、ルーテッド インターフェイスを設定したり、クライアントから受信した着信パケットをアプリケーション エンジンにリダイレクトしたり、マルチキャスト アドレスを受信するようにインターフェイスをイネーブルにしたり、パスワードを設定したりするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は必須です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**ip wccp** {**web-cache** | *service-number*} [**group-address** *groupaddress*] [**group-list** *access-list*] [**redirect-list** *access-list*] [**password** *encryption-number password*]	キャッシュ サービスをイネーブルにし、アプリケーション エンジンで定義されたダイナミック サービスに対応するサービス番号を指定します。デフォルトでは、この機能はディセーブルです。 （任意）**group-address** *groupaddress* には、サービス グループに参加するスイッチおよびアプリケーション エンジンが使用するマルチキャスト グループ アドレスを指定します。 （任意）マルチキャスト グループ アドレスを使用しない場合、**group-list** *access-list* には、サービス グループに参加するアプリケーション エンジンに対応する有効な IP アドレスのリストを指定します。 （任意）**redirect-list** *access-list* には、特定のホストまたはホストからの特定のパケットに対するリダイレクト サービスを指定します。 （任意）**password** *encryption-number password* には、暗号化番号を指定します。指定できる範囲は 0 ～ 7 です。暗号化しない場合は 0 を、独自の暗号化方式の場合は 7 を使用します。パスワード名には最大 7 文字を指定します。スイッチは、パスワードと MD5 認証値を組み合わせて、スイッチとアプリケーション エンジンとの接続にセキュリティを確保します。デフォルトではパスワードは設定されません。認証も行われません。 各アプリケーション エンジンには、同じパスワードを設定する必要があります。 認証をイネーブルにした場合、認証されなかったメッセージは廃棄されます。
ステップ 3	**interface** *interface-id*	アプリケーション エンジンまたはサーバに接続されたインターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 4	**no switchport**	レイヤ 3 モードを開始します。
ステップ 5	**ip address** *ip-address subnet-mask*	IP アドレスおよびサブネット マスクを設定します。
ステップ 6	**no shutdown**	インターフェイスをイネーブルにします。
ステップ 7	**exit**	グローバル コンフィギュレーション モードに戻ります。各アプリケーション エンジンおよびサーバにステップ 3 ～ 7 を繰り返します。
ステップ 8	**interface** *interface-id*	クライアントに接続するインターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 9	**no switchport**	レイヤ 3 モードを開始します。
ステップ 10	**ip address** *ip-address subnet-mask*	IP アドレスおよびサブネット マスクを設定します。
ステップ 11	**no shutdown**	インターフェイスをイネーブルにします。
ステップ 12	**ip wccp** {**web-cache** | *service-number*} **redirect in**	クライアントから受信したパケットを、アプリケーション エンジンにリダイレクトします。クライアントに接続するインターフェイスで、これをイネーブルにします。
ステップ 13	**ip wccp** {**web-cache** | *service-number*} **group-listen**	（任意）マルチキャスト グループ アドレスを使用する場合、**group-listen** によりインターフェイスでマルチキャスト アドレスの待ち受けが可能になります。アプリケーション エンジンに接続するインターフェイスで、これをイネーブルにします。

	コマンド	目的
ステップ 14	**exit**	グローバル コンフィギュレーション モードに戻ります。各クライアントで、ステップ 8 ～ 13 を繰り返します。
ステップ 15	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 16	**show ip wccp web-cache** および **show running-config**	設定を確認します。
ステップ 17	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

キャッシュ サービスをディセーブルにするには、**no ip wccp web-cache** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。インバウンド パケット リダイレクションをディセーブルにするには、**no ip wccp web-cache redirect in** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。この手順を完了した後、ネットワークでアプリケーション エンジンを設定します。

次に、ルーテッド インターフェイスを設定し、マルチキャスト グループ アドレスとリダイレクト アクセス リストでキャッシュ サービスをイネーブルにする例を示します。ギガビット イーサネットのポート 1 をアプリケーション エンジンに接続し、IP アドレス 172.20.10.30 のルーテッド ポートとして設定してから、再度イネーブルにします。ギガビット イーサネット ポート 2 はインターネット経由でサーバに接続され、IP アドレス 175.20.20.10 のルーテッド ポートとして設定され、再イネーブル化されています。ギガビット イーサネットのポート 3 ～ 6 をクライアントに接続し、IP アドレス 175.20.30.20、175.20.40.30、175.20.50.40、および 175.20.60.50 のルーテッド ポートとして設定します。スイッチはマルチキャスト トラフィックを待ち受け、クライアント インターフェイスから受信したパケットをアプリケーション エンジンにリダイレクトします。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# ip wccp web-cache 80 group-address 224.1.1.100 redirect list 12
Switch(config)# access-list 12 permit host 10.1.1.1
Switch(config)# interface gigabitethernet0/1
Switch(config-if)# no switchport
Switch(config-if)# ip address 172.20.10.30 255.255.255.0
Switch(config-if)# no shutdown
Switch(config-if)# ip wccp web-cache group-listen
Switch(config-if)# exit
Switch(config)# interface gigabitethernet0/2
Switch(config-if)# no switchport
Switch(config-if)# ip address 175.20.20.10 255.255.255.0
Switch(config-if)# no shutdown
Switch(config-if)# exit
Switch(config)# interface gigabitethernet0/3
Switch(config-if)# no switchport
Switch(config-if)# ip address 175.20.30.20 255.255.255.0
Switch(config-if)# no shutdown
Switch(config-if)# ip wccp web-cache redirect in
Switch(config-if)# exit
Switch(config)# interface gigabitethernet0/4
Switch(config-if)# no switchport
Switch(config-if)# ip address 175.20.40.30 255.255.255.0
Switch(config-if)# no shutdown
Switch(config-if)# ip wccp web-cache redirect in
Switch(config-if)# exit
Switch(config)# interface gigabitethernet0/5
Switch(config-if)# no switchport
Switch(config-if)# ip address 175.20.50.40 255.255.255.0
Switch(config-if)# no shutdown
Switch(config-if)# ip wccp web-cache redirect in
Switch(config-if)# exit
Switch(config)# interface gigabitethernet0/6
```

```
Switch(config-if)# no switchport
Switch(config-if)# ip address 175.20.60.50 255.255.255.0
Switch(config-if)# no shutdown
Switch(config-if)# ip wccp web-cache redirect in
Switch(config-if)# exit
```

次に、SVI を設定し、マルチキャスト グループ リストでキャッシュ サービスをイネーブルにする例を示します。VLAN 299 を作成し、IP アドレス 175.20.20.10 に設定します。ギガビット イーサネットのポート 1 をインターネット経由でサーバに接続し、VLAN 299 のアクセス ポートとして設定します。VLAN 300 を作成し、IP アドレス 172.20.10.30 に設定します。ギガビット イーサネットのポート 2 をアプリケーション エンジンに接続し、VLAN 300 のアクセス ポートとして設定します。VLAN 301 は、IP アドレス 175.20.30.50 で作成および設定されています。ファスト イーサネットのポート 3 ～ 6 をクライアントに接続し、VLAN 301 のアクセス ポートとして設定します。スイッチはクライアント インターフェイスから受信したパケットをアプリケーション エンジンにリダイレクトします。

（注）　リダイレクトリストには許可 ACL エントリだけを使用します。拒否エントリはサポートされていません。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# ip wccp web-cache 80 group-list 15
Switch(config)# access-list 15 permit host 171.69.198.102
Switch(config)# access-list 15 permit host 171.69.198.104
Switch(config)# access-list 15 permit host 171.69.198.106
Switch(config)# vlan 299
Switch(config-vlan)# exit
Switch(config)# interface vlan 299
Switch(config-if)# ip address 175.20.20.10 255.255.255.0
Switch(config-if)# exit
Switch(config)# interface gigabitethernet0/1
Switch(config-if)# switchport mode access
Switch(config-if)# switchport access vlan 299
Switch(config)# vlan 300
Switch(config-vlan)# exit
Switch(config)# interface vlan 300
Switch(config-if)# ip address 171.69.198.100 255.255.255.0
Switch(config-if)# exit
Switch(config)# interface gigabitethernet0/2
Switch(config-if)# switchport mode access
Switch(config-if)# switchport access vlan 300
Switch(config-if)# exit
Switch(config)# vlan 301
Switch(config-vlan)# exit
Switch(config)# interface vlan 301
Switch(config-if)# ip address 175.20.30.20 255.255.255.0
Switch(config-if)# ip wccp web-cache redirect in
Switch(config-if)# exit
Switch(config)# interface gigabitethernet0/3 - 6
Switch(config-if-range)# switchport mode access
Switch(config-if-range)# switchport access vlan 301
Switch(config-if-range)# exit
```

WCCP のモニタリングおよびメンテナンス

WCCP をモニタしてメンテナンスするには、表 44-2 に記載された特権 EXEC コマンドを 1 つまたは複数使用します。

表 44-2　WCCP のモニタリングおよびメンテナンスのためのコマンド

コマンド	目的
clear ip wccp web-cache	Web キャッシュ サービスの統計情報を削除します。
show ip wccp web-cache	WCCP に関連するグローバル情報を表示します。
show ip wccp web-cache detail	スイッチおよび WCCP クラスタ内のすべてのアプリケーション エンジンの情報を表示します。
show ip interface	インターフェイスに設定されたすべての IP WCCP リダイレクション コマンドのステータスを表示します（`Web Cache Redirect is enabled / disabled` のように表示）。
show ip wccp web-cache view	他の検出されたメンバまたは検出されなかったメンバを表示します。

CHAPTER 45

IP マルチキャスト ルーティングの設定

この章では、Catalyst 3560 スイッチに IP マルチキャスト ルーティングを設定する方法について説明します。IP マルチキャストは、ネットワークのリソースをより効率的に使用する方法です。特に、音声やビデオなど、帯域幅を消費するサービスに効果があります。IP マルチキャスト ルーティングを使用すると、ホスト（送信元）は IP「*マルチキャスト グループ アドレス*」と呼ばれる特殊な形式の IP アドレスを使用し、IP ネットワーク内の任意の場所にあるホスト（レシーバー）のグループにパケットを送信できます。送信側ホストは、マルチキャスト グループ アドレスをパケットの IP 宛先アドレス フィールドに挿入します。IP マルチキャスト ルータおよびマルチレイヤ スイッチは、マルチキャスト グループのメンバに接続されたすべてのインターフェイスから着信した IP マルチキャスト パケットを転送します。グループのメンバであるかどうかに関係なく、すべてのホストはグループに送信できます。ただし、そのメッセージを受信できるのは、グループのメンバだけです。

この IP マルチキャスト ルーティング機能を使用するには、スイッチ上で IP サービス イメージが稼動している必要があります。PIM スタブ ルーティング機能を使用する場合は、スイッチ上で IP ベース イメージを稼動することができます。

（注） この章で使用するコマンドの構文および使用方法の詳細については、Cisco.com にある『*Cisco IOS IP Command Reference, Volume 3 of 3: Multicast, Release 12.4*』を参照してください。

Multicast Source Discovery Protocol（MSDP）の設定の詳細については、第 46 章「MSDP の設定」を参照してください。

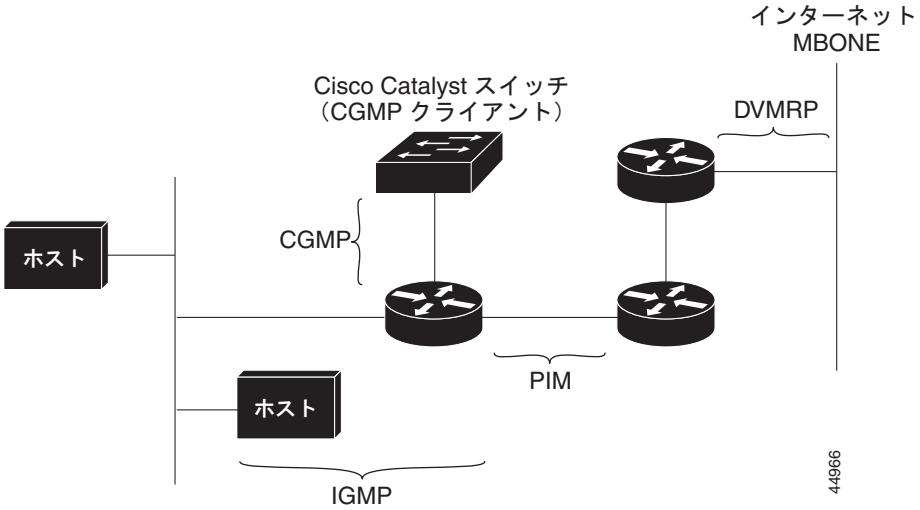
IP マルチキャスト ルーティングの実装の概要

Cisco IOS ソフトウェアは IP マルチキャスト ルーティングを実装するため、次のプロトコルをサポートしています。

- Internet Group Management Protocol（IGMP; インターネット グループ管理プロトコル）: LAN のホストおよび LAN のルータ（およびマルチレイヤ スイッチ）間で使用され、ホストがメンバとして属するマルチキャスト グループをトラッキングします。
- Protocol-Independent Multicast（PIM）: ルータおよびマルチレイヤ スイッチ間で使用され、相互に転送されるマルチキャスト パケット、および直接接続された LAN に転送されるマルチキャスト パケットをトラッキングします。
- Distance Vector Multicast Routing Protocol（DVMRP; ディスタンス ベクトル マルチキャスト ルーティング プロトコル）: インターネットの Multicast Backbone（MBONE; マルチキャスト バックボーン）に使用されます。ソフトウェアは PIM と DVMRP の相互作用をサポートします。
- Cisco Group Management Protocol（CGMP）: レイヤ 2 Catalyst スイッチに接続された Cisco ルータおよびマルチレイヤ スイッチで使用され、IGMP で実行される作業と同様の作業を実行します。

図 45-1 に、これらのプロトコルが動作する IP マルチキャスト環境内の位置を示します。

図 45-1　IP マルチキャスト ルーティング プロトコル



IPv4 マルチキャスト規格に従って、MAC 宛先マルチキャスト アドレスは 0100:5e で始まり、IP アドレスの最後の 23 ビットが付加されます。Catalyst 3560 スイッチでは、マルチキャスト パケットがスイッチのマルチキャスト アドレスと一致しない場合、パケットは次のように取り扱われます。

- パケットにマルチキャスト IP アドレスとユニキャスト MAC アドレスがある場合、パケットはソフトウェアで転送されます。これは、従来型デバイスのプロトコルの中に、マルチキャスト IP アドレスとともにユニキャスト MAC アドレスを使用するものがあるために発生します。
- パケットにマルチキャスト IP アドレスと不一致のマルチキャスト MAC アドレスがある場合、パケットはドロップします。

ここでは、次の内容について説明します。

- 「IGMP の概要」（P.45-3）
- 「PIM の概要」（P.45-4）
- 「DVMRP の概要」（P.45-9）
- 「CGMP の概要」（P.45-9）

IGMP の概要

IP マルチキャスティングに加入するには、マルチキャスト ホスト、ルータ、およびマルチレイヤ スイッチで IGMP が動作している必要があります。このプロトコルは、クエリアおよびホストの役割を定義します。

- クエリアは、指定されたマルチキャスト グループに属するネットワーク デバイスを検出するためのクエリー メッセージを送信するネットワーク デバイスです。
- ホストは、クエリアにホスト メンバシップを通知するためのレポート メッセージ（クエリー メッセージに応答するメッセージ）を送信するレシーバーです。

同じ送信元からマルチキャスト データ ストリームを受信する一連のクエリアおよびホストは、マルチキャスト グループと呼ばれます。クエリアおよびホストは IGMP メッセージを使用して、マルチキャスト グループに加入したり、脱退したりします。

グループのメンバであるかどうかに関係なく、すべてのホストはグループに送信できます。ただし、そのメッセージを受信できるのは、グループのメンバだけです。マルチキャスト グループのメンバシップはダイナミックです。ホストはいつでもグループに加入し、また脱退できます。マルチキャスト グループの場所またはメンバ数に制限はありません。ホストは一度に複数のマルチキャストのメンバになることができます。マルチキャスト グループのアクティブ状態および所属メンバは、グループや時間によって変化し、マルチキャスト グループを長時間または短時間アクティブにすることもできます。グループのメンバシップはいつでも変更可能です。メンバを含むグループにアクティビティがない場合もあります。

IP マルチキャスト トラフィックには、グループ アドレス（クラス D アドレス）が使用されます。クラス D アドレスの上位ビットは 1110 です。したがって、ホスト グループ アドレスは 224.0.0.0 ～ 239.255.255.255 の範囲を取ります。224.0.0.0 ～ 224.0.0.255 のマルチキャスト アドレスは、ルーティング プロトコルおよびその他のネットワーク制御トラフィックが使用するために確保されています。アドレス 224.0.0.0 は、どのグループにも割り当てられません。

IGMP パケットは、次に示す IP マルチキャスト グループ アドレスを使用して送信されます。

- IGMP 汎用クエリアは、アドレス 224.0.0.1（サブネット上のすべてのシステム）を宛先とします。
- IGMP グループ固有のクエリーは、クエリー対象グループの IP アドレスを宛先とします。
- IGMP グループ メンバシップ レポートは、レポート対象グループの IP アドレスを宛先とします。
- IGMPv2（IGMP バージョン 2）Leave メッセージは、アドレス 224.0.0.2（サブネット上のすべてのマルチキャスト ルータ）を宛先とします。古いホスト IP スタックの中には、Leave メッセージの宛先がすべてのルータのアドレスでなく、グループの IP アドレスであるものがあります。

IGMPv1

IGMPv1（IGMP バージョン 1）にはクエリー応答モデルが使用されているため、マルチキャスト ルータおよびマルチレイヤ スイッチは、ローカル サブネット上のどのマルチキャスト グループがアクティブであるか（マルチキャスト グループに関係するホストが 1 台または複数存在するか）を判別できます。IGMPv1 では別のプロセスを使用して、ホストをマルチキャスト グループに加入および脱退させることができます。詳細については、RFC 1112 を参照してください。

IGMPv2

IGMPv2 は IGMP 機能の拡張版です。IGMP 脱退処理などの機能を提供して、脱退遅延を短縮し、グループ固有のクエリー数を削減し、明示的な最大クエリー応答時間を短縮します。また、この作業を実行するために、マルチキャスト プロトコルに依存することなく IGMP クエリアを選択する機能もルータに追加されます。詳細については、RFC 2236 を参照してください。

PIM の概要

protocol-independent : ユニキャスト ルーティング テーブルを読み込むために使用されるユニキャスト ルーティング プロトコルに関係なく、PIM はこのテーブルの情報を使用してマルチキャスト転送を実行します。マルチキャスト ルーティング テーブルは個別に維持されません。

PIM は、RFC 2362『*Protocol-Independent Multicast-Sparse Mode (PIM-SM): Protocol Specification*』で規定されています。次に示す Internet Engineering Task Force（IETF; インターネット技術特別調査委員会）インターネット ドラフトを参照してください。

- 『*Protocol Independent Multicast (PIM): Motivation and Architecture*』
- 『*Protocol Independent Multicast (PIM), Dense Mode Protocol Specification*』
- 『*Protocol Independent Multicast (PIM), Sparse Mode Protocol Specification*』
- 『*draft-ietf-idmr-igmp-v2-06.txt, Internet Group Management Protocol, Version 2*』
- 『*draft-ietf-pim-v2-dm-03.txt, PIM Version 2 Dense Mode*』

PIM のバージョン

PIMv2 は、PIMv1 と比べて次の点が改善されています。

- マルチキャスト グループごとに、複数のバックアップ Rendezvous Point（RP; ランデブー ポイント）を持つアクティブな RP が 1 つ存在します。この単一の RP で、PIMv1 内の同じグループにアクティブな RP が複数ある場合と同様の処理を行います。
- Bootstrap Router（BSR; ブートストラップ ルータ）はフォールトトレラントな、自動化された RP ディスカバリ メカニズム、および配信メカニズムを提供します。これらのメカニズムにより、ルータおよびマルチレイヤ スイッチはグループ /RP マッピングをダイナミックに取得できます。
- スパース モード（SM）およびデンス モード（DM）は、インターフェイスではなく、グループに関するプロパティです。SM または DM のいずれか一方だけでなく、SM-DM（sparse-dense モード）を使用してください。
- PIM の Join メッセージおよび Prune メッセージを使用すると、複数のアドレス ファミリを柔軟に符号化できます。
- 現在は以降の機能オプションを符号化するため、クエリー パケットではなく、より柔軟な hello パケット形式が使用されています。
- RP への登録メッセージが境界ルータによって送信されるか、あるいは代表ルータによって送信されるかは、メッセージ自身によって指定されます。
- PIM パケットは IGMP パケット内に格納されず、独立したパケットとして処理されます。

PIM のモード

PIM は DM、SM、または PIM SM-DM のいずれかのモードで動作します。PIM DM-SM では、スパース グループとデンス グループの両方が同時に処理されます。

PIM DM

PIM DM では、送信元ベースのマルチキャスト配信ツリーが構築されます。DM の場合、PIM DM のルータまたはマルチレイヤ スイッチは、他のすべてのルータまたはマルチレイヤ スイッチで常にグループ宛のマルチキャスト パケットが転送されると想定しています。直接接続されたメンバまたは PIM ネイバーが存在しない場合、PIM DM デバイスがマルチキャスト パケットを受信すると、Prune メッセージが送信元に送信され、不要なマルチキャスト トラフィックが停止されます。このプルーニ

ング済みブランチ上のこのルータまたはスイッチでは、後続のマルチキャスト パケットがフラッディングしません。レシーバーを含まないブランチが配信ツリーからプルーニングされ、レシーバーを含むブランチだけが存続するためです。

プルーニング済みのツリー内ブランチのレシーバーがマルチキャスト グループに新規に加入すると、PIM DM デバイスは新しいレシーバーを検出し、配信ツリーの送信元方向にすぐに接合メッセージを送信します。アップストリームの PIM DM デバイスが接合メッセージを受信すると、受信したデバイスは接合メッセージが着信したインターフェイスをすぐにフォワーディング ステートにし、マルチキャスト トラフィックのレシーバーへの転送を開始します。

PIM SM

PIM SM は共有ツリーおよび Shortest-Path-Trees（SPT）を使用し、マルチキャスト トラフィックをネットワーク内のマルチキャスト レシーバーに配信します。PIM SM の場合、ルータまたはマルチレイヤ スイッチは、トラフィックに関する明示的な要求（Join メッセージ）がない限り、他のルータまたはスイッチではグループ宛のパケットが転送されないと想定します。IGMP を使用してホストがマルチキャスト グループに加入すると、直接接続された PIM SM デバイスは、RP と呼ばれるルートに向けて PIM Join メッセージを送信します。この Join メッセージはルートに向かってルータを順次移動しながら、共有ツリーのブランチを作成します。

RP はマルチキャスト レシーバーをトラッキングします。また、送信元の先頭ホップ ルータ（*Designated Router*（DR; 代表ルータ））から受信した登録メッセージを使用して送信元を登録し、送信元からレシーバーへの共有ツリー パスを完成させます。共有ツリーを使用する場合、送信元は RP にトラフィックを送信し、これらのトラフィックをすべてのレシーバーに到達させるようにする必要があります。

マルチキャスト グループ トラフィックをプルーニングする場合は、Prune メッセージが配信ツリーの上方向に送信されます。この結果、明示的な Join メッセージによって作成された共有ツリーまたは SPT のブランチが不要になった場合、これらを解除することが可能となります。

PIM スタブ ルーティング

PIM スタブ ルーティング機能は、すべてのソフトウェア イメージで使用することができ、エンド ユーザの近くにルーテッド トラフィックを移動することでリソースの利用率が軽減されます。

（注）　IP ベース イメージには PIM スタブ ルーティングだけが含まれています。IP サービス イメージには、完全なマルチキャスト ルーティングが含まれています。IP ベース イメージが稼動するスイッチで、VLAN インターフェイスを PIM DM、SM、または SM-DM に設定しようとしても、設定は許可されません。

PIM スタブ ルーティングを使用するネットワークでは、ユーザへの IP トラフィックの許可ルートだけが PIM スタブ ルーティングを設定しているスイッチを通過します。PIM 受動インターフェイスは、VLAN などのレイヤ 2 アクセス ドメインに接続されるか、他のレイヤ 2 デバイスを接続先とするインターフェイスに接続されます。直接接続されるマルチキャスト（IGMP）受信者と送信元だけが、レイヤ 2 アクセス ドメイン内に許可されます。PIM 受動インターフェイスは、受信した PIM 制御パケットの送信や処理を行いません。

PIM スタブ ルーティングを使用する場合、分散ルータとリモート ルータで IP マルチキャスト ルーティングを使用するように設定し、スイッチだけを PIM スタブ ルータとして設定するようにしてください。スイッチは、分散ルータ間で中継トラフィックをルーティングしません。また、スイッチにルーテッド アップリンク ポートを設定する必要があります。スイッチのアップリンク ポートは SVI と併用できません。SVI アップリンク ポートに PIM が必要な場合は、IP サービス フィーチャ セットにアップグレードする必要があります。

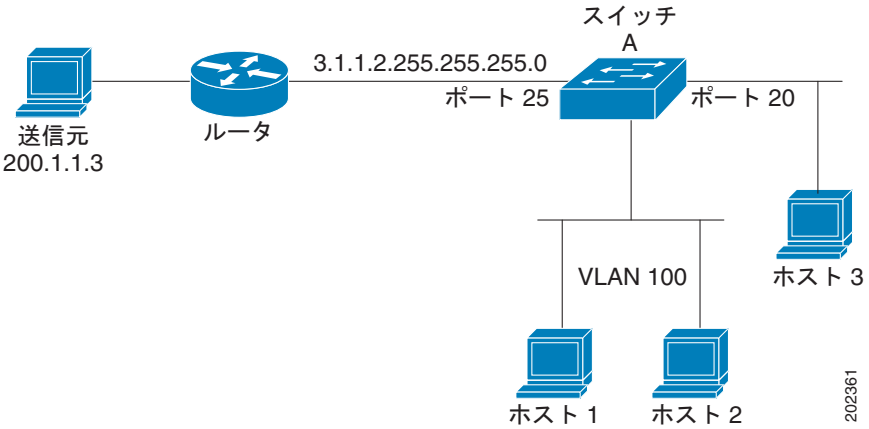
スイッチに PIM スタブ ルーティングを設定する場合は、EIGRP スタブ ルーティングも設定する必要があります。詳細については、「EIGRP スタブ ルーティングの設定」（P.37-43）を参照してください。

冗長 PIM スタブ ルータ トポロジはサポートされません。マルチキャスト トラフィックをシングル アクセス ドメインにフォワーディングする PIM ルータが複数存在すると、冗長トポロジになります。PIM メッセージはブロックされ、PIM アセットおよび代表ルータ選出メカニズムは PIM 受動インターフェイスではサポートされません。PIM スタブ機能は、非冗長アクセス ルータ トポロジだけをサポートします。非冗長トポロジを使用することで、PIM 受動インターフェイスは自己がアクセス ドメイン上の唯一のインターフェイスで代表ルータであると想定します。

PIM スタブ機能は、IP ベース イメージに実装されています。上位のソフトウェア バージョンにアップグレードした場合、インターフェイスを再設定するまで PIM スタブ設定は残ります。

図 45-2 で、スイッチ A のルーテッド アップリンク ポート 25 はルータに接続されており、VLAN 100 インターフェイスおよびホスト 3 で PIM スタブ ルーティングがイネーブルになっています。この設定により、直接接続されているホストはマルチキャスト送信元 200.1.1.3 からのトラフィックを受信できます。詳細については、「PIM スタブ ルーティングの設定」（P.45-23）を参照してください。

図 45-2　PIM スタブ ルータ設定



IGMP ヘルパー

PIM スタブ ルーティングはルーティングされたトラフィックをエンド ユーザの近くに移動させ、ネットワーク トラフィックを軽減します。また、スタブ ルータ（スイッチ）に IGMP ヘルパー機能を設定してトラフィックを軽減させることもできます。

igmp helper help-address インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用してスタブ ルータ（スイッチ）を設定し、スイッチからネクストホップ インターフェイスにレポートを送信できます。このようにすると、ダウンストリーム ルータに直接接続していないホストはアップストリーム ネットワークからのマルチキャスト グループに参加できます。この機能を設定すると、マルチキャスト ストリームへの参加を待機しているホストの IGMP パケットがアップストリームのネクストホップ デバイスに転送されます。アップストリーム中央ルータがヘルパー IGMP レポートを受信した場合や脱退した場合、ルータはそのグループの発信インターフェイス リストにインターフェイスを追加または削除します。

ip igmp helper-address コマンドの詳しい構文と使い方については、『*Cisco IOS IP and IP Routing Command Reference, Release 12.1*』を参照してください。

自動 RP

この独自の機能により、ネットワーク内のルータまたはマルチレイヤ スイッチごとに RP 情報を手動で設定する必要がなくなります。自動 RP を機能させるには、Cisco ルータまたはマルチレイヤ スイッチをマッピング エージェントとして設定します。マッピング エージェントは IP マルチキャストを使用して、候補 RP アナウンスメントを受信する候補 RP として設定可能なネットワーク内のルータまたはスイッチを取得します。候補 RP はマルチキャスト RP アナウンス メッセージを特定のグループまたはグループ範囲に定期的に送信し、それらが使用可能であることをアナウンスします。

マッピング エージェントはこれらの候補 RP アナウンスメントをリスニングし、この情報を使用して、グループ /RP マッピング キャッシュにエントリを作成します。受信されたグループ /RP 範囲に対して複数の候補 RP が RP アナウンスメントを送信した場合でも、この範囲には 1 つのマッピング キャッシュ エントリだけが作成されます。RP アナウンス メッセージ着信時に、マッピング エージェントは IP が最大であるルータまたはスイッチをアクティブ RP として選択し、この RP アドレスをグループ /RP マッピング キャッシュ内に保存します。

マッピング エージェントは、グループ /RP マッピング キャッシュの内容を定期的にマルチキャストします。このため、すべてのルータおよびスイッチで、サポート対象のグループに使用される RP が自動的に検出されます。ルータまたはスイッチが RP ディスカバリ メッセージの受信に失敗し、グループ /RP マッピング情報が期限切れになると、ルータまたはスイッチは、**ip pim rp-address** グローバル コンフィギュレーション コマンドによって定義された、スタティックに設定された RP に切り替わります。スタティックに設定された RP が存在しない場合、ルータまたはスイッチはグループの動作を DM に変更します。

複数の RP がさまざまなグループ範囲として、または互いのホット バックアップとして機能します。

BSR

PIMv2 BSR は、グループ /RP マッピング情報をネットワーク内のすべての PIM ルータおよびマルチレイヤ スイッチに配信する別の方法です。これにより、ネットワーク内のルータまたはスイッチごとに RP 情報を手動で設定する必要がなくなります。ただし、BSR は IP マルチキャストを使用してグループ /RP マッピング情報を配信する代わりに、特殊な BSR メッセージをホップバイホップでフラッディングしてマッピング情報を配信します。

BSR は、BSR として機能するように設定されたドメイン内の一連の候補ルータおよびスイッチから選択されます。選択メカニズムは、ブリッジングされた LAN で使用されるルートブリッジ選択メカニズムと類似しています。BSR の選択メカニズムの基準は、ネットワークを経由してホップバイホップで送信される BSR メッセージに格納されている、デバイスの BSR プライオリティです。各 BSR デバイスは BSR メッセージを調べ、自身の BSR プライオリティよりも BSR プライオリティが同等以上で、BSR IP アドレスが大きなメッセージだけを、すべてのインターフェイスから転送します。この方法によって、BSR が選択されます。

選択された BSR によって、Time to Live（TTL; 存続可能時間）値が 1 である BSR メッセージが送信されます。近接する PIMv2 ルータまたはマルチレイヤ スイッチは BSR メッセージを受信し、TTL 値が 1 である他のすべてのインターフェイス（BSR メッセージの着信インターフェイスを除く）にマルチキャストします。この方法で、BSR メッセージは PIM ドメイン内をホップバイホップで移動します。BSR メッセージには現在の BSR の IP アドレスが格納されているため、候補 RP はフラッディング メカニズムを使用し、どのデバイスが選択された BSR であるかを自動的に学習します。

候補 RP は候補 RP アドバタイズメントを送信し、対象となるグループ範囲を BSR に指示します。この情報は、ローカルな候補 RP キャッシュに格納されます。BSR はドメイン内の他のすべての PIM デバイスに、BSR メッセージ内のこのキャッシュの内容を定期的にアドバタイズします。これらのメッセージはネットワークをホップバイホップで移動し、すべてのルータおよびスイッチに送信されます。BSR メッセージ内の RP 情報は、到達したルータおよびスイッチのローカルな RP キャッシュに格納されます。すべてのルータおよびスイッチには一般的な RP ハッシュ アルゴリズムが使用されるため、指定されたグループには同じ RP が選択されます。

マルチキャスト転送およびリバース パス チェック

ユニキャスト ルーティングの場合、ルータおよびマルチレイヤ スイッチは、送信元から IP パケットの宛先アドレス フィールドに IP アドレスが格納されている宛先ホストへ、ネットワーク内の単一のパスに沿ってトラフィックを送信します。パス上の各ルータおよびスイッチはユニキャスト ルーティング テーブル内の宛先アドレスを参照し、指定されたインターフェイスを経由して、宛先方向のネクスト ホップへパケットを転送します。その後、パケット内の宛先 IP アドレスを使用して、ユニキャスト転送判断を行います。

マルチキャスティングの場合、送信元は IP パケットの宛先アドレス フィールドに格納された、マルチキャスト グループ アドレスで表されるホストの任意のグループにトラフィックを送信します。着信マルチキャスト パケットを転送するかドロップするかを決定するため、ルータまたはマルチレイヤ スイッチで、パケットに対する RPF チェックを実行します（図 45-3 を参照）。

1. ルータまたはマルチレイヤ スイッチは着信したマルチキャスト パケットの送信元アドレスを調べ、リバース パス上のインターフェイスに着信したパケットを送信元に戻すかどうかを決定します。
2. パケットが送信元に逆戻りするインターフェイスに着信した場合、RPF チェックは成功し、発信インターフェイス リスト内のすべてのインターフェイス（ルータのすべてのインターフェイスとは限りません）にパケットが転送されます。
3. RPF チェックに失敗した場合、パケットは廃棄されます。

DVMRP など一部のマルチキャスト ルーティング プロトコルでは、マルチキャスト ルーティング テーブルは個別に維持され、RPF チェックに使用されます。ただし、PIM では RPF チェックを実行するためにユニキャスト ルーティング テーブルが使用されます。

図 45-3 に、送信元 151.10.3.21 からのマルチキャスト パケットを受信するポート 2 を示します。表 45-1 により、送信元へのリバース パス上にあるポートはポート 2 ではなく、ポート 1 であることがわかります。RPF チェックに失敗したため、マルチレイヤ スイッチはパケットを廃棄します。送信元 151.10.3.21 からの別のマルチキャスト パケットは、ポート 1 に着信します。ルーティング テーブルにより、このポートは送信元へのリバース パス上にあることがわかります。RPF チェックに合格したため、パケットは発信ポート リスト内のすべてのポートに転送されます。

図 45-3　RPF チェック

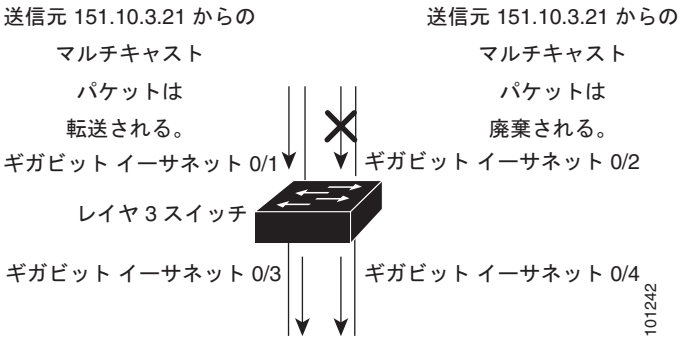


表 45-1　RPF チェックのルーティング テーブル例

ネットワーク	ポート
151.10.0.0/16	ギガビット イーサネット 0/1
198.14.32.0/32	ギガビット イーサネット 0/3
204.1.16.0/24	ギガビット イーサネット 0/4

PIM は送信元ツリーと RP でルーティングされた共有ツリーを使用して、データグラムを転送します（「PIM DM」（P.45-4）および「PIM SM」（P.45-5）を参照）。RPF チェックは、それぞれ異なる方法で実行されます。

- PIM ルータまたはマルチレイヤ スイッチが送信元ツリー ステートである場合（つまり（S,G）エントリがマルチキャスト ルーティング テーブル内にある場合）、マルチキャスト パケットの送信元の IP アドレスに対して RPF チェックが実行されます。
- PIM ルータまたはマルチレイヤ スイッチが共有ツリー ステートである場合（および送信元ツリー ステートが明示されていない場合）、（メンバがグループに加入している場合は既知である）RP アドレスについて RPF チェックが実行されます。

PIM SM は RPF 参照機能を使用し、加入および Prune メッセージを送信する必要があるかどうかを決定します。

- （S,G）Join メッセージ（送信元ツリー ステート）は送信元に向け送信されます。
- （*,G）Join メッセージ（共有ツリー ステート）は RP に向け送信されます。

DVMRP および PIM DM では送信元ツリーだけが使用され、上記のように RPF が使用されます。

DVMRP の概要

DVMRP は多くのベンダーのデバイスに実装されており、パブリック ドメインでマルチキャスト ルーティング（mroute）されたプログラムに基づいて動作します。このプロトコルは MBONE、およびその他のドメイン内マルチキャスト ネットワークに採用されています。

Cisco ルータおよびマルチレイヤ スイッチでは PIM が動作し、マルチキャスト パケットの DVMRP ネイバーへの転送および、DVMRP ネイバーからの受信を可能にします。DVMRP ルートを PIM クラウド内に伝播したり、PIM クラウドを経由して伝播することもできます。ソフトウェアは DVMRP ルートを伝播し、ルータやマルチレイヤ スイッチごとにこれらのルートのデータベースを個別に構築します。ただし、PIM はこのルーティング情報をパケット転送判断に使用します。ソフトウェアに完全な DVMRP は実装されていません。ただし、DVMRP ルータのダイナミック ディスカバリをサポートし、従来のメディア（イーサネットや FDDI など）または DVMRP 固有のトンネルを通して、これらを相互運用します。

DVMRP ネイバーは、送信元ネットワーク ルーティング情報をルートレポート メッセージに格納して定期的に交換し、ルート テーブルを構築します。DVMRP ルーティング テーブルに格納されているルーティング情報は、ユニキャスト ルーティング テーブルから独立し、送信元配信ツリーの構築および、RPF によるマルチキャスト転送の実行に使用されます。

DVMRP は DM プロトコルです。抑制されたマルチキャスト モデルを使用して親子データベースを構築し、マルチキャスト パケットの送信元でルーティングされた転送ツリーを構築します。マルチキャスト パケットはまず、この送信元ツリーの下方向にフラッディングされます。冗長パスが送信元ツリー上にある場合、パケットはこれらのパスに沿って転送されません。これらの親子リンクで Prune メッセージが受信されるまで転送が行われ、これによってマルチキャスト パケットのブロードキャストが抑制されます。

CGMP の概要

このソフトウェア リリースは、スイッチ上で CGMP サーバ サポート機能を提供します。クライアント側の機能は提供されません。スイッチは、IGMP スヌーピングをサポートしない、CGMP クライアント機能が組み込まれているデバイス用の CGMP サーバとして機能します。

CGMP はレイヤ 2 Catalyst スイッチに接続された Cisco ルータおよびマルチレイヤ スイッチで使用され、IGMP で実行される作業と同様の作業を実行します。CGMP を使用すると、レイヤ 2 グループ メンバシップ情報を CGMP サーバからスイッチに通信できます。これにより、スイッチはすべてのスイッチ インターフェイスにマルチキャスト トラフィックをフラッディングしないで、マルチキャスト メンバが存在するインターフェイスを取得できるようになります（IGMP スヌーピングは、マルチキャスト パケットのフラッディングを抑制するためのもう 1 つの方法です）。詳細については、第 22 章「IGMP スヌーピングおよび MVR の設定」を参照してください。

CGMP が必要となるのは、レイヤ 2 スイッチで IP マルチキャスト データ パケットと IGMP レポート メッセージを区別できないためです。これらはともに MAC レベルで、同じグループ アドレスにアドレッシングされます。

CGMP は HSRPv1 と相互に排他的です。CGMP 脱退処理と HSRPv1 を同時にイネーブルにできません。ただし、CGMP と HSRPv2 は同時にイネーブルにできます。詳細については、「HSRP バージョン」（P.41-3）を参照してください。

IP マルチキャスト ルーティングの設定

ここでは、次の設定情報について説明します。

- 「マルチキャスト ルーティングのデフォルト設定」（P.45-10）
- 「マルチキャスト ルーティング設定時の注意事項」（P.45-11）
- 「基本的なマルチキャスト ルーティングの設定」（P.45-12）（必須）
- 「Source-Specific Multicast の設定」（P.45-14）
- 「SSM マッピングの設定」（P.45-17）
- 「PIM スタブ ルーティングの設定」（P.45-23）（任意）
- 「RP の設定」（P.45-25）（インターフェイスが SM モードで、グループをスパース グループとして扱う場合に必須）
- 「自動 RP および BSR の使用法」（P.45-35）（他社製の PIMv2 デバイスをシスコ製 PIMv1 デバイスと相互運用する場合に必須）
- 「RP マッピング情報のモニタ」（P.45-35）（任意）
- 「PIMv1 および PIMv2 の相互運用性に関するトラブルシューティング」（P.45-36）（任意）

マルチキャスト ルーティングのデフォルト設定

表 45-2 に、マルチキャスト ルーティングのデフォルト設定を示します。

表 45-2　マルチキャスト ルーティングのデフォルト設定

機能	デフォルト設定
マルチキャスト ルーティング	すべてのインターフェイスでディセーブル
PIM のバージョン	バージョン 2
PIM モード	モードは未定義
PIM スタブ ルーティング	未設定
PIM RP アドレス	未設定
PIM ドメイン境界	ディセーブル

表 45-2　マルチキャスト ルーティングのデフォルト設定 （続き）

機能	デフォルト設定
PIM マルチキャスト境界	なし
候補 BSR	ディセーブル
候補 RP	ディセーブル
SPT しきい値レート	0 kbps
PIM ルータ クエリー メッセージ インターバル	30 秒

マルチキャスト ルーティング設定時の注意事項

スイッチ上でのマルチキャスト ルーティングの設定ミスを回避するには、ここに記載する情報を確認してください。

- 「PIMv1 および PIMv2 の相互運用性」（P.45-11）
- 「自動 RP および BSR 設定時の注意事項」（P.45-12）

PIMv1 および PIMv2 の相互運用性

シスコの PIMv2 実装機能を使用すると、バージョン 1 とバージョン 2 間での相互運用性および変換が可能となります。ただし、若干の問題が発生する場合もあります。

PIMv2 に付加的にアップグレードできます。PIM バージョン 1 および 2 を、1 つのネットワーク内の異なるルータおよびマルチレイヤ スイッチに設定できます。内部的には、共有メディア ネットワーク上のすべてのルータおよびマルチレイヤ スイッチで同じ PIM バージョンを実行する必要があります。したがって、PIMv2 デバイスが PIMv1 デバイスを検出した場合は、バージョン 1 デバイスがシャットダウンするかアップグレードされるまで、バージョン 2 デバイスはバージョン 1 にダウングレードされます。

PIMv2 は BSR を使用して各グループ プレフィクスの RP 設定情報を検出し、PIM ドメイン内のすべてのルータおよびマルチレイヤ スイッチにアナウンスします。自動 RP 機能を組み合わせることにより、PIMv2 BSR と同じ作業を PIMv1 で実行できます。ただし、自動 RP は PIMv1 から独立している、スタンドアロンのシスコ独自のプロトコルで、PIMv2 は IETF 標準のトラッキング プロトコルです。従って、PIMv2 の使用を推奨します。BSR メカニズムは、Cisco ルータおよびマルチレイヤ スイッチ上の自動 RP と相互運用します。詳細については、「自動 RP および BSR 設定時の注意事項」（P.45-12）を参照してください。

PIMv2 デバイスを PIMv1 デバイスと相互運用させる場合は、自動 RP を事前に導入しておく必要があります。自動 RP マッピング エージェントでもある PIMv2 BSR は、自動 RP で選択された RP を自動的にアドバタイズします。つまり、自動 RP によって、グループ内のルータまたはマルチレイヤごとに 1 つの RP が設定されます。ドメイン内のルータおよびスイッチの中には、複数の RP を選択するために PIMv2 ハッシュ機能を使用しないものもあります。

PIMv1 と PIMv2 が混在する領域内の DM グループは、特殊な設定を行わなくても自動的に相互運用します。

PIMv1 の自動 RP 機能は PIMv2 RP 機能と相互運用するため、PIMv1 と PIMv2 が混在する領域内に SM グループを設定できます。すべての PIMv2 デバイスで PIMv1 を使用できますが、RP を PIMv2 にアップグレードすることを推奨します。PIMv2 への変換を簡単に行うための推奨事項は次のとおりです。

- 領域全体で自動 RP を使用します。
- 領域全体で SM-DM を設定します。

自動 RP がまだ PIMv1 領域に設定されていない場合は、自動 RP を設定してください。詳細については、「自動 RP の設定」（P.45-26）を参照してください。

自動 RP および BSR 設定時の注意事項

PIMv2 は 2 つの方法で使用できます。1 つはバージョン 2 をネットワーク内で排他的に使用する方法、もう 1 つは PIM バージョンの混在環境を採用してバージョン 2 に移行する方法です。

- 使用しているネットワークがすべて Cisco ルータおよびマルチレイヤ スイッチである場合は、自動 RP または BSR のいずれかを使用できます。
- ネットワークに非 Cisco ルータがある場合は、BSR を使用する必要があります。
- Cisco PIMv1 および PIMv2 ルータとマルチレイヤ スイッチ、および非 Cisco ルータがある場合は、自動 RP と BSR の両方を使用する必要があります。ネットワークに他のベンダー製のルータが含まれる場合には、シスコの PIMv2 デバイス上に自動 RP マッピング エージェントと BSR を設定します。BSR と他社製の PIMv2 デバイス間のパス上に、PIMv1 デバイスが配置されていないことを確認してください。
- ブートストラップ メッセージはホップバイホップで送信されるため、PIMv1 デバイスの場合、これらのメッセージはネットワーク内の一部のルータおよびマルチレイヤ スイッチに到達しません。このため、ネットワーク内に PIMv1 デバイスがあり、Cisco ルータおよびマルチレイヤ スイッチだけが存在する場合は、自動 RP を使用してください。
- ネットワーク内に非 Cisco ルータが存在する場合は、Cisco PIMv2 ルータまたはマルチレイヤ スイッチに自動 RP マッピング エージェントおよび BSR を設定します。BSR と他社製の PIMv2 ルータ間のパス上に、PIMv1 デバイスが配置されていないことを確認してください。
- シスコ PIMv1 ルータおよびマルチレイヤ スイッチと他社製の PIMv2 ルータを相互運用させる場合は、自動 RP と BSR の両方が必要です。シスコ PIMv2 デバイスを、自動 RP マッピング エージェントと BSR の両方に設定してください。詳細については、「自動 RP および BSR の使用法」（P.45-35）を参照してください。

基本的なマルチキャスト ルーティングの設定

IP マルチキャスト ルーティングをイネーブルにし、PIM バージョンおよび PIM モードを設定する必要があります。これにより、ソフトウェアはマルチキャスト パケットを転送し、スイッチがそのマルチキャスト ルーティング テーブルを読み込むことができます。

インターフェイスは PIM DM、SM、または SM-DM のいずれかに設定できます。スイッチはモード設定に従って、マルチキャスト ルーティング テーブルを読み込み、直接接続された LAN から受信したマルチキャスト パケットを転送します。IP マルチキャスト ルーティングを実行するには、インターフェイスに対して、これらの PIM モードのいずれかをイネーブルにする必要があります。インターフェイスで PIM をイネーブルにすると、同じインターフェイス上で IGMP 処理もイネーブルになります。

（注）　複数のインターフェイスで PIM をイネーブルにした場合、そのほとんどのインターフェイスが発信インターフェイス リストになく、IGMP スヌーピングがディセーブルであると、余分なレプリケーションのために発信インターフェイスでマルチキャスト トラフィックのラインレートを維持することができません。

マルチキャスト ルーティング テーブルへのパケット読み込みでは、DM インターフェイスは常にテーブルに追加されます。SM インターフェイスがテーブルに追加されるのは、ダウンストリーム デバイスから定期的な Join メッセージを受信した場合、またはインターフェイスに直接接続されたメンバが存在する場合に限ります。LAN から転送する場合、グループが認識している RP があれば、SM 動作が行われます。その場合、パケットはカプセル化され、その RP に送信されます。認識している RP がなければ、パケットは DM 方式でフラッディングされます。特定の送信元からのマルチキャスト トラフィックが十分であれば、レシーバーの先頭ホップ ルータからその送信元に Join メッセージが送信され、送信元を基点とする配信ツリーが構築されます。

デフォルトでは、マルチキャスト ルーティングはディセーブルとなっており、モードは設定されていません。この手順は必須です。

IP マルチキャストをイネーブルにし、PIM バージョンおよび PIM モードを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は必須です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**ip multicast-routing distributed**	IP マルチキャストによる分散スイッチングをイネーブルにします。
ステップ 3	**interface** *interface-id*	マルチキャスト ルーティングをイネーブルにするレイヤ 3 インターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。 次のいずれかのインターフェイスを指定する必要があります。 • ルーテッド ポート：**no switchport** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを入力して、レイヤ 3 ポートとして設定された物理ポートです。 • SVI：**interface vlan** *vlan-id* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用して作成された VLAN（仮想 LAN）インターフェイスです。 これらのインターフェイスには、IP アドレスを割り当てる必要があります。詳細については、「レイヤ 3 インターフェイスの設定」（P.11-26）を参照してください。
ステップ 4	**ip pim version** [**1** | **2**]	インターフェイスに PIM バージョンを設定します。 デフォルトでは、バージョン 2 がイネーブルです（推奨設定）。 PIMv2 モードのインターフェイスに PIMv1 ネイバーが存在する場合、インターフェイスは自動的に PIMv1 モードにダウングレードされます。バージョン 1 のすべてのネイバーがシャットダウンするかアップグレードされると、インターフェイスはバージョン 2 モードに戻ります。 詳細については、「PIMv1 および PIMv2 の相互運用性」（P.45-11）を参照してください。
ステップ 5	**ip pim** {**dense-mode** | **sparse-mode** | **sparse-dense-mode**}	インターフェイスで PIM モードをイネーブルにします。 デフォルトで、モードは設定されていません。 キーワードの意味は次のとおりです。 • **dense-mode**：DM 動作をイネーブルにします。 • **sparse-mode**：SM 動作をイネーブルにします。SM を設定する場合は、RP も設定する必要があります。詳細については、「RP の設定」（P.45-25）を参照してください。 • **sparse-dense-mode**：グループが属するモードでインターフェイスが処理されます。DM-SM 設定を推奨します。
ステップ 6	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 7	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 8	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

マルチキャスティングをディセーブルにするには、**no ip multicast-routing distributed** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。デフォルトの PIM バージョンに戻すには、**no ip pim version** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。インターフェイスで PIM をディセーブルにするには、**no ip pim** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

Source-Specific Multicast の設定

ここでは、Source-Specific Multicast（SSM）の設定方法について説明します。ここに記載されている SSM コマンドの詳細については、『*Cisco IOS IP Command Reference, Volume 3 of 3: Multicast*』の「IP Multicast Routing Commands」の章を参照してください。この章に記載されている他のコマンドのマニュアルについては、コマンド リファレンス マスター インデックスを使用するか、オンラインで検索してください。

SSM 機能は IP マルチキャストの拡張版で、レシーバーが明示的に加入しているマルチキャスト送信元だけからのデータグラム トラフィックをレシーバーに転送します。SSM 用に設定されるマルチキャスト グループには、SSM 配信ツリーだけ（共有ツリーなし）が作成されます。

SSM コンポーネントの概要

SSM は、1 対多のアプリケーション（ブロードキャスト アプリケーション）を最適なデータグラム デリバリ モデルです。SSM は、音声およびビデオのブロードキャスト アプリケーション環境を対象にしたシスコの IP マルチキャスト ソリューションのコア ネットワーキング テクノロジーです。スイッチは、SSM の導入をサポートする次のコンポーネントをサポートします。

- Protocol Independent Multicast Source-Specific Mode（PIM-SSM）

  PIM-SSM は SSM の導入をサポートするルーティング プロトコルであり、PIM Sparse Mode（PIM-SM; PIM スパース モード）から派生しています。

- IGMP バージョン 3（IGMPv3）

  SSM と IGMPv3 を稼動するには、SSM が Cisco IOS ルータ、アプリケーションの稼動するホスト、およびアプリケーション自身でサポートされている必要があります。

SSM とインターネット標準マルチキャストとの違い

インターネットおよび多くの企業イントラネットの IP マルチキャスト インフラストラクチャは、PIM-SM プロトコルおよび Multicast Source Discovery Protocol（MSDP）に基づいています。これらのプロトコルには、Internet Standard Multicast（ISM）サービス モデルの制限があります。たとえば、ISM を使用する場合、ネットワークはネットワーク内でマルチキャスト トラフィックをアクティブに送信しているホストを把握している必要があります。

ISM サービスは、任意の送信元からレシーバー グループ（マルチキャスト ホスト グループ）への IP データグラムの配信です。マルチキャスト ホスト グループに対するデータグラム トラフィックは、任意の IP ユニキャスト送信元アドレス S と、IP 宛先アドレスであるマルチキャスト グループ アドレス G で構成されています。システムは、ホスト グループのメンバになることでこのトラフィックを受信します。

ホスト グループのメンバシップに必要なのは、IGMP バージョン 1、2、または 3 を使用してホスト グループにシグナリングすることだけです。SSM では、データグラムの配信は（S,G）チャネルに基づいています。SSM および ISM のどちらでも、送信元になるためにシグナリングは必要ありません。ただし SSM の場合、レシーバーは、特定の送信元からのトラフィックを受信するには（S,G）チャネルに加入し、受信しないようにするには（S,G）チャネルから脱退する必要があります。つまりレシーバーは、加入先の（S,G）チャネルからだけトラフィックを受信できます。これに対し ISM の場合、受信トラフィックの送信元 IP アドレスを知る必要はありません。チャネル加入シグナリングに関する提案標準方式では、IGMP の INCLUDE モード メンバシップ レポートを使用しますが、これは IGMP バージョン 3 でだけサポートされます。

SSM の IP アドレスの範囲

SSM は、SSM デリバリ モデルを IP マルチキャスト グループ アドレス範囲の既定サブセットに適用することで、ISM サービスと共存できます。Cisco IOS ソフトウェアでは、224.0.0.0 ～ 239.255.255.255 の IP マルチキャスト アドレス範囲に対して SSM を設定できます。SSM 範囲が定義されると、既存の IP マルチキャスト レシーバー アプリケーションがその SSM 範囲のアドレスを使用しようとしても、トラフィックをまったく受信しません（アプリケーションが明示的な（S,G）チャネル加入を使用するように変更されている場合を除きます）。

SSM の動作

PIM-SM に基づいて IP マルチキャスト サービスを実装しているネットワークでは、SSM サービスをサポートできます。SSM サービスだけが必要な場合は、ドメイン間の PIM-SM に必要なプロトコル（MSDP、自動 RP、Bootstrap Router（BSR; ブートストラップ ルータ）など）がすべて揃っていないネットワークでも、SSM を単独で導入できます。

PIM-SM がすでに設定されているネットワークに SSM を導入する場合、SSM がサポートされるのは最終ホップ ルータだけです。レシーバーに直接接続されていないルータは、SSM をサポートする必要がありません。一般に、最終ホップを除いたこれらのルータは、SSM 範囲で PIM-SM だけを実行する必要があり、アクセス コントロールを追加設定して SSM 範囲内で MSDP シグナリング、登録動作、または PIM-SM 共有ツリー動作が起こらないようにすることが必要になる場合があります。

SSM 範囲を設定し、SSM をイネーブルにするには、**ip pim ssm** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。この設定は、次のような影響があります。

- SSM 範囲内のグループについては、（S,G）チャネル加入は IGMPv3 の INCLUDE モード メンバシップ レポートを使用して受け入れられます。
- SSM 範囲内にあるアドレスの PIM 動作は、PIM-SM から派生したモードである PIM-SSM に切り替わります このモードでは、PIM（S,G）Join および Prune メッセージだけがルータによって生成され、（S,G）Rendezvous Point Tree（RPT）および（*, G）RPT メッセージは生成されません。RPT 動作に関連する着信メッセージは、無視または廃棄されます。着信 PIM 登録メッセージには、登録停止メッセージがただちに返されます。ルータが最終ホップ ルータである場合を除いて、PIM-SSM は PIM-SM と下位互換性があります。したがって、最終ホップ以外のルータは SSM グループに対し PIM-SM を実行できます（ルータが SSM をまだサポートしていない場合など）。
- SSM 範囲内の MSDP Source-Active（SA）メッセージは、受け入れ、生成、転送ができません。

IGMPv3 ホスト シグナリング

IGMPv3 では、ホストがマルチキャスト グループの最終ホップ ルータにメンバシップを伝えます。ホストは、送信元を基準にしたフィルタリング機能を使用してグループ メンバシップを伝えることができます。具体的には、ホストは、グループに送信するすべての送信元のうち、特定送信元からのトラフィックの受信を希望しない（EXCLUDE モード）こと、またはそのグループに送信する特定送信元だけからのトラフィックの受信を希望する（INCLUDE モード）ことを伝えることができます。

IGMPv3 は ISM および SSM の両方と連動できます。ISM では、EXCLUDE および INCLUDE モード レポートの両方を使用できます。SSM では、INCLUDE モード レポートだけが最終ホップ ルータで受け入れられます。EXCLUDE モード レポートは無視されます。

設定時の注意事項

ここでは、SSM を設定する際の注意事項について説明します。

SSM 範囲の制約事項に該当するレガシー アプリケーション

SSM より古いネットワークの既存アプリケーションは、（S,G）チャネル加入をサポートするように変更しない限り、SSM 範囲内では動作しません。そのため、ネットワークで SSM をイネーブルにした場合、既存アプリケーションが SSM の指定範囲内のアドレスを使用していると問題が生じます。

アドレス管理の制約事項

SSM をレイヤ 2 スイッチング メカニズムで使用すると、アドレス管理がある程度は必要になります。CGMP、IGMP スヌーピング、または Router-Port Group Management Protocol（RGMP）は、グループ別フィルタリングだけをサポートし、（S,G）チャネル別フィルタリングをサポートしていません。スイッチド ネットワーク内の異なるレシーバーが、同じグループを共有している異なる（S,G）チャネルを要求した場合、レシーバーは既存メカニズムの恩恵を受けられません。代わりに、両方のレシーバーは全（S,G）チャネルのトラフィックを受信し、入力時に不要なトラフィックをフィルタリングします。SSM は、多くの個別アプリケーションに対し SSM 範囲のグループ アドレスを再利用できるので、この状況はスイッチド ネットワークのトラフィック フィルタリング機能の低下につながります。そのため、アプリケーションに対して SSM 範囲の IP アドレスをランダムに使用し、SSM 範囲内の 1 つのアドレスがさまざまなアプリケーションに再利用される可能性を小さくすることが重要です。たとえば、TV チャネル セットを提供するアプリケーション サービスは、SSM を使用する場合でも、TV（S,G）チャネルごとに異なるグループを使用するようにしてください。このようにすることで、レイヤ 2 スイッチを含むネットワークにおいて、同じアプリケーション サービス内の異なるチャネルを利用する複数のレシーバーでトラフィック エイリアシングが発生しないようにできます。

IGMP スヌーピングおよび CGMP の制限事項

IGMPv3 には新しいメンバシップ レポート メッセージが採用されており、このメッセージが従来の IGMP スヌーピング スイッチで正しく認識されない場合があります。

IGMP（特に CGMP）に関連するスイッチングの問題の詳細については、「IGMP の概要」（P.45-3）を参照してください。

ステート管理の制限事項

PIM-SSM では、インターフェイス上に適切な（S,G）加入が存在している場合、最終ホップ ルータは（S,G）Join メッセージの定期的な送信を継続します。したがって、レシーバーが（S,G）加入を送信している限り、レシーバーから送信元への Shortest Path Tree（SPT）ステートが維持されます。これは送信元が長期間（あるはまったく）トラフィックを送信しない場合も同様です。

PIM-SM は、この反対の動作になります。つまり、送信元がトラフィックの送信を続けていて、レシーバーがグループに加入している場合に限り、（S,G）ステートが維持されます。PIM-SM では、送信元が 3 分間を超えて送信を停止した場合、（S,G）ステートは削除され、送信元からのパケットが再び RPT を介して到着した後に再確立されます。PIM-SSM には送信元がアクティブであることをレシーバーに通知するメカニズムが存在しないため、ネットワークはレシーバーがそのチャネルの受信を要求している限り、PIM-SSM の（S,G）ステートを維持する必要があります。

SSM の設定

SSM を設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**ip pim ssm** [**default** | **range** *access-list*]	IP マルチキャスト アドレスの SSM 範囲を定義します。
ステップ 2	**interface** type number	IGMPv3 をイネーブルにできるホストに接続されているインターフェイスを選択し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**ip pim** {**sparse-mode** | **sparse-dense-mode**}	インターフェイス上で PIM をイネーブルにします。**sparse mode** または **sparse-dense mode** のどちらかを使用する必要があります。
ステップ 4	**ip igmp version 3**	このインターフェイス上で IGMPv3 をイネーブルにします。IGMP のデフォルト バージョンはバージョン 2 に設定されています。
ステップ 5	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 6	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 7	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

SSM のモニタリング

SSM をモニタするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

コマンド	目的
show ip igmp groups detail	IGMPv3 を介した（S,G）チャネル加入を表示します。
show ip mroute	マルチキャスト グループが SSM サービスをサポートしているかどうか、または送信元固有のホスト レポートを受信したかどうかを表示します。

SSM マッピングの設定

SSM マッピング機能は、エンド システムでの SSM のサポートが管理上または技術的な理由で不可能であるか、または望ましくない場合に SSM の変換をサポートします。SSM マッピングを使用すると、IGMPv3 がサポートされないレガシー STB にビデオを配信したり、IGMPv3 ホスト スタックを使用しないアプリケーションで、SSM を活用できます。

ここで説明する内容は次のとおりです。

- 「設定時の注意事項」（P.45-18）
- 「SSM マッピングの概要」（P.45-18）
- 「SSM マッピングの設定」（P.45-20）
- 「SSM マッピングのモニタリング」（P.45-22）

設定時の注意事項

SSM マッピングの設定時の注意事項を次に示します。

- SSM マッピングを設定する前に、IP マルチキャスト ルーティングをイネーブルにし、PIM-SM をイネーブルにして、SSM を設定します。IP マルチキャスト ルーティングおよび PIM-SM をイネーブルにする方法については、「マルチキャスト ルーティングのデフォルト設定」（P.45-10）を参照してください。
- スタティック SSM マッピングを設定する前に、Access Control List（ACL; アクセス コントロール リスト）を設定して、送信元アドレスにマッピングするグループ範囲を定義しておく必要があります。ACL の設定方法については、第 33 章「ACL によるネットワーク セキュリティの設定」を参照してください。
- SSM マッピングを設定し DNS lookup を使用して SSM マッピングを行う前に、稼動中の DNS サーバにレコードを追加できるようになっている必要があります。DNS サーバが稼動していない場合は、インストールする必要があります。

  Cisco Network Registra（CNR; Cisco ネットワーク レジストラ）などの製品が使用できます。詳細については、次の URL にアクセスしてください。

  http://www.cisco.com/en/US/docs/net_mgmt/network_registrar/6.2/user/guide/Userguide.html

SSM マッピングの制約事項を次に示します。

- SSM マッピング機能では、完全な SSM の利点のすべてが提供されるわけではありません。SSM マッピングでは、ホストのグループ加入を用いて、1 つまたは複数の送信元に関連付けられたアプリケーションとそのグループを結びつけるため、グループあたり 1 つのアプリケーションしかサポートできません。完全な SSM のアプリケーションでも、SSM マッピングに見られるような同じグループを共有できます。
- 完全な SSM の変換ソリューションとして SSM マッピングに全面的に依存している場合は、注意して最終ホップ ルータで IGMPv3 をイネーブルにしてください。SSM マッピングおよび IGMPv3 の両方をイネーブルにするときに、各ホストがすでに IGMPv3 をサポートしている場合（ただし SSM はサポートしていない）、ホストは IGMPv3 グループ レポートを送信します。SSM マッピングは、これらの IGMPv3 グループ レポートをサポートしていません。またルータは、送信元とこれらのレポートを正しく関連付けることができません。

SSM マッピングの概要

一般的な STB 構成の場合、各 TV チャネルは、1 つの独立した IP マルチキャスト グループを使用し、TV チャネルを送信する 1 つのアクティブ サーバ ホストを持っています。1 つのサーバで複数の TV チャネルを送信できますが、各チャネルは異なるグループに送信されます。このネットワーク環境では、特定グループに対する IGMPv1 または IGMPv2 メンバシップ レポートをルータが受信する場合、レポートはマルチキャスト グループに関連付けられた TV チャネルの well-known TV サーバに宛てられます。

SSM マッピングが設定されている場合、特定のグループに対する IGMPv1 または IGMPv2 メンバシップ レポートをルータが受信すると、ルータはこのレポートをそのグループに関連付けられている well-known 送信元の 1 つまたは複数のチャネル メンバシップに変換します。

ルータがグループに対する IGMPv1 または IGMPv2 メンバシップ レポートを受信すると、ルータは SSM マッピングを使用して、そのグループの 1 つまたは複数の送信元 IP アドレスを特定します。SSM マッピングは次に、メンバシップ レポートを IGMPv3 レポートとして変換し、IGMPv3 レポートを受信したものとして動作を続けます。ルータは次に、PIM Join を送信し、IGMPv1 または IGMPv2 メンバシップ レポートを受信し続ける限り、グループに加入され続けます。グループの SSM マッピングも同じ状態のままです。

SSM マッピングにより、最終ホップ ルータは、ルータ上のスタティックに設定されたテーブルまたは DNS サーバを使用して送信元アドレスを特定することができます。スタティックに設定されたテーブルまたは DNS マッピングの変更があると、ルータは加入グループに関連付けられた現在の送信元から脱退します。

SSM マッピングの詳細については、次の URL を参照してください。
http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/12_3t/12_3t2/feature/guide/gtssmma.html

スタティック SSM マッピング

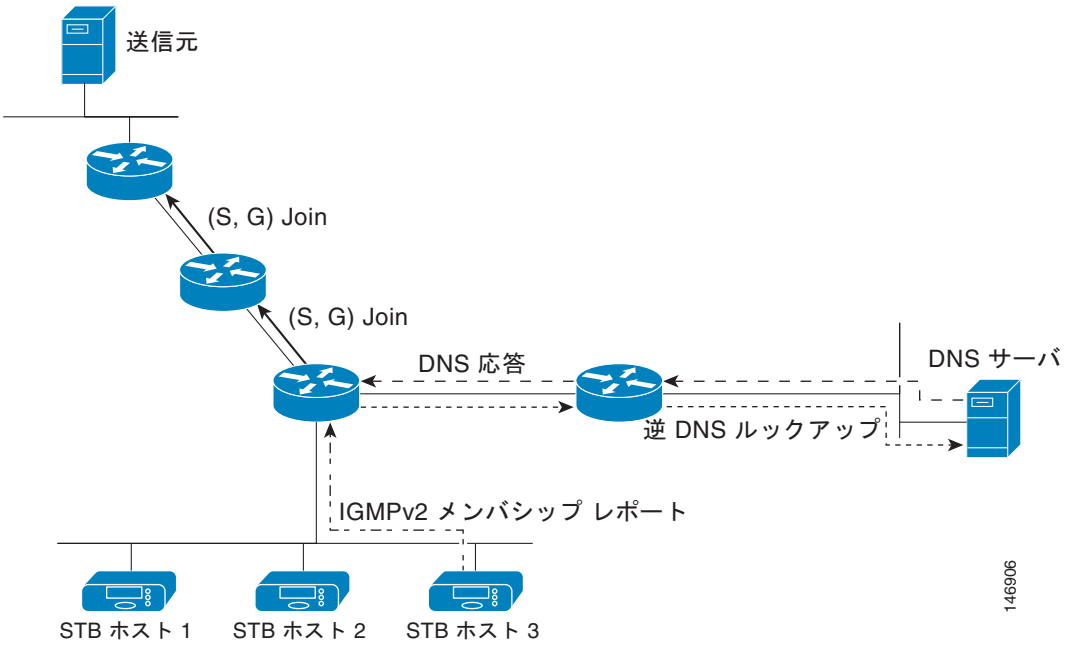
スタティック SSM マッピングを使用すると、グループに送信する送信元の特定にスタティック マップを使用するよう最終ホップ ルータを設定できます。スタティック SSM マッピングを使用するには、ACL を設定してグループ範囲を定義する必要があります。次に、**ip igmp static ssm-map** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用して、ACL で許可したグループを送信元にマッピングします。

DNS が必要ない小規模ネットワークや、DNS マッピングをローカルで無効にする場合、スタティック SSM マッピングを設定できます。スタティック SSM マッピングが設定されると、DNS マッピングに優先します。

DNS ベースの SSM マッピング

DNS ベースの SSM マッピングを使用すると、グループに送信する送信元の特定に逆 DNS ルックアップを実行するよう最終ホップ ルータを設定できます。DNS ベースの SSM マッピングが設定されている場合、ルータはグループ アドレスを含んだドメイン名を作成し、DNS の逆ルックアップを実行します。ルータは IP アドレス リソース レコードを検索し、それをグループに関連付けられた送信元アドレスとして使用します。SSM マッピングは、グループあたり最大 20 の送信元をサポートしています。ルータは、1 つのグループに設定されているすべての送信元に加入します（図 45-4 を参照）。

図 45-4　DNS ベースの SSM マッピング



SSM マッピングのメカニズムにより、最終ホップ ルータがグループの複数の送信元に加入できるため、TV ブロードキャストの送信元冗長性を提供できます。この状況では、最終ホップ ルータが SSM マッピングの使用により冗長性を提供して、同じ TV チャネルの 2 つのビデオ送信元に同時に加入します。ただし、最終ホップ ルータでビデオ トラフィックが重複しないように、ビデオの送信元はサーバ側のスイッチオーバー メカニズムを使用する必要があります。つまり、一方のビデオ送信元をアクティブに、他方のバックアップ ビデオ送信元をパッシブにします。パッシブな送信元はアクティブな送信元の障害が検出されるのを待って、TV チャネルのビデオ トラフィックを送信します。このように、サーバ側のスイッチオーバー メカニズムにより、1 台のサーバだけが TV チャネルのビデオ トラフィックをアクティブに送信することができるようになります。

G1、G2、G3、および G4 を含むグループの 1 つまたは複数の送信元アドレスを検索するには、DNS サーバ上に次の DNS レコードを設定する必要があります。

```
G4.G3.G2.G1 [multicast-domain] [timeout]IN A source-address-1
    IN A source-address-2
    IN A source-address-n
```

DNS リソース レコードの設定の詳細については、DNS サーバのマニュアルを参照してください。
SSM マッピングの詳細については、次の URL を参照してください。
http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/12_3t/12_3t2/feature/guide/gtssmma.html

SSM マッピングの設定

- 「スタティック SSM マッピングの設定」（P.45-20）（必須）
- 「DNS ベースの SSM マッピングの設定」（P.45-21）（必須）
- 「SSM マッピングを使用したスタティック トラフィック フォワーディングの設定」（P.45-22）（任意）

スタティック SSM マッピングの設定

スタティック SSM マッピングを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**ip igmp ssm-map enable**	設定した SSM 範囲内のグループの SSM マッピングをイネーブルにします。 **（注）** デフォルトでは、このコマンドは DNS ベースの SSM マッピングをイネーブルにします。
ステップ 3	**no ip igmp ssm-map query dns**	（任意）DNS ベースの SSM マッピングをディセーブルにします。 **（注）** スタティック SSM マッピングだけを使用する場合、DNS ベースの SSM マッピングをディセーブルにしてください。デフォルトでは、**ip igmp ssm-map** グローバル コンフィギュレーション コマンドは DNS ベースの SSM マッピングをイネーブルにします。

	コマンド	目的
ステップ 4	**ip igmp ssm-map static** *access-list source-address*	スタティック SSM マッピングを設定します。 *access-list* の ACL には、*source-address* に入力した送信元 IP アドレスにマッピングされるグループを定義します。 （注）　スタティック SSM マッピングの設定は追加できます。SSM マッピングの設定が追加されている場合、ルータが SSM 範囲内のグループの IGMPv1 または IGMPv2 メンバシップ レポートを受信すると、スイッチは設定された各 **ip igmp ssm-map static** コマンドを使用して、グループに関連付けられた送信元アドレスを特定します。スイッチはグループあたり 20 までの送信元を関連付けます。
ステップ 5	必要な場合は、ステップ 4 を繰り返してスタティック SSM マッピングの設定を追加します。	—
ステップ 6	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 7	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 8	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

SSM マッピングの設定例については、次の URL を参照してください。
http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/12_3t/12_3t2/feature/guide/gtssmma.html

DNS ベースの SSM マッピングの設定

DNS ベースの SSM マッピングを設定するには、DNS サーバ ゾーンを作成するか、既存のゾーンにレコードを追加する必要があります。DNS ベースの SSM マッピングを使用しているルータが他の目的にも DNS を使用している場合は、通常設定されている DNS サーバを使用するようにしてください。DNS ベースの SSM マッピングがルータ上で使用されている唯一の DNS の運用である場合は、空のルート ゾーンを使用するか、自身を指定するルート ゾーンを使用して疑似的な DNS セットアップを設定できます。

DNS ベースの SSM マッピングを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**ip igmp ssm-map enable**	設定した SSM 範囲内のグループの SSM マッピングをイネーブルにします。
ステップ 3	**ip igmp ssm-map query dns**	（任意）DNS ベースの SSM マッピングをイネーブルにします。 デフォルトでは、**ip igmp ssm-map** コマンドは DNS ベースの SSM マッピングをイネーブルにします。この **no** 形式のコマンドだけが実行コンフィギュレーションに保存されます。 （注）　DNS ベースの SSM マッピングがディセーブルになっている場合に、DNS ベースの SSM マッピングを再度イネーブルにするためにこのコマンドを使用します。
ステップ 4	**ip domain multicast** *domain-prefix*	（任意）DNS ベースの SSM マッピングにスイッチが使用しているドメイン プレフィクスを変更します。 デフォルトでは、スイッチは *ip-addr.arpa* ドメイン プレフィクスを使用します。

	コマンド	目的
ステップ 5	**ip name-server** *server-address1* [*server-address2... server-address6*]	1 つまたは複数のネーム サーバのアドレスを指定して、名前およびアドレスの解決に使用します。
ステップ 6	必要な場合は、ステップ 5 を繰り返して冗長性のための DNS サーバの設定を追加します。	—
ステップ 7	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 8	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 9	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

SSM マッピングを使用したスタティック トラフィック フォワーディングの設定

特定のグループの SSM トラフィックをスタティックに転送するには、SSM マッピングによるスタティック トラフィック フォワーディングを使用します。

SSM マッピングを使用したスタティック トラフィック フォワーディングを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *type number*	マルチキャスト グループのトラフィックを SSM マッピングを使用してスタティックに転送するインターフェイスを選択し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。 **（注）** SSM マッピングによるトラフィックのスタティック フォワーディングは、DNS ベースの SSM マッピングまたはスタティックに設定された SSM マッピングと連動します。
ステップ 3	**ip igmp static-group** *group-address* **source ssm-map**	インターフェイスからの（S,G）チャネルをスタティックに転送するように SSM マッピングを設定します。 特定のグループの SSM トラフィックをスタティックに転送する場合に、このコマンドを使用します。DNS ベースの SSM マッピングは、チャネルの送信元アドレスの特定に使用します。
ステップ 4	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

SSM マッピングのモニタリング

SSM マッピングをモニタするには、表 45-3 に示す特権 EXEC コマンドを使用します。

表 45-3　SSM マッピングのモニタリング コマンド

コマンド	目的
show ip igmp ssm-mapping	SSM マッピングに関する情報を表示します。
show ip igmp ssm-mapping *group-address*	SSM マッピングが使用する、特定のグループの送信元を表示します。
show ip igmp groups [*group-name* | *group-address* | *interface-type interface-number*] [**detail**]	ルータに直接接続されているレシーバーで IGMP によって学習されたレシーバーを持ったマルチキャスト グループを表示します。

表 45-3　SSM マッピングのモニタリング コマンド （続き）

コマンド	目的
show host	デフォルトのドメイン名、名前検索サービスの方式、ネームサーバ ホストのリスト、およびキャッシュに格納されているホスト名とアドレスのリストを表示します。
debug ip igmp *group-address*	送受信した IGMP パケットおよび IGMP ホスト関連のイベントを表示します。

SSM マッピングのモニタリングの例については、次の URL を参照してください。
http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/12_3t/12_3t2/feature/guide/gtssmma.html#wp1047772

PIM スタブ ルーティングの設定

PIM スタブ ルーティング機能は、ディストリビューション レイヤとアクセス レイヤの間のマルチキャスト ルーティングをサポートします。また、アップリンク PIM インターフェイスと PIM パッシブ インターフェイスの 2 種類の PIM インターフェイスをサポートします。PIM パッシブ モードで設定されたルーテッド インターフェイスは、PIM コントロール トラフィックの通過または転送を行いません。IGMP トラフィックの通過または転送だけを行います。

PIM スタブ ルーティングの設定時の注意事項

インターフェイスで PIM スタブ ルーティングをイネーブルにするときは、次の注意事項に従ってください。

- PIM スタブ ルーティングを設定する前に、スタブ ルータおよび中央ルータの両方に IP マルチキャスト ルーティングを設定しておく必要があります。また、スタブ ルータのアップリンク インターフェイスに PIM モード（DM、SM、または DM-SM）も設定しておく必要があります。
- PIM スタブ ルータは、ディストリビューション ルータ間で中継トラフィックのルーティングを行いません。ユニキャスト（EIGRP）スタブ ルーティングではこの動作が適用されます。ユニキャスト スタブ ルーティングを設定して PIM スタブ ルータの動作を補助する必要があります。詳細については、「EIGRP スタブ ルーティングの設定」（P.37-43）を参照してください。
- 直接接続されるマルチキャスト（IGMP）受信者と送信元だけが、レイヤ 2 アクセス ドメイン内に許可されます。PIM プロトコルは、アクセス ドメインではサポートされません。
- 冗長 PIM スタブ ルータ トポロジはサポートされません。

PIM スタブ ルーティングのイネーブル化

インターフェイス上で PIM スタブ ルーティングをイネーブルにするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	PIM スタブ ルーティングをイネーブルにするインターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**ip pim passive**	インターフェイスに PIM スタブ機能を設定します。

	コマンド	目的
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show ip pim interface**	各インターフェイスでイネーブルになっている PIM スタブを表示します。
ステップ 6	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 7	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

インターフェイスで PIM スタブ ルーティングをディセーブルにするには、**no ip pim passive** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次の例では、IP マルチキャスト ルーティングがイネーブルになっており、スイッチ A の PIM アップリンク ポート 25 はルーテッド アップリンク ポートとして設定されています（**spare-dense-mode** がイネーブル）。PIM スタブ ルーティングは、図 45-2 に示すように、VLAN 100 インターフェイスとギガビット イーサネット ポート 20 でイネーブルになっています。

```
Switch(config)# ip multicast-routing distributed
Switch(config)# interface GigabitEthernet0/25
Switch(config-if)# no switchport
Switch(config-if)# ip address 3.1.1.2 255.255.255.0
Switch(config-if)# ip pim sparse-dense-mode
Switch(config-if)# exit
Switch(config)# interface vlan100
Switch(config-if)# ip pim passive
Switch(config-if)# exit
Switch(config)# interface GigabitEthernet0/20
Switch(config-if)# ip pim passive
Switch(config-if)# exit
Switch(config)# interface vlan100
Switch(config-if)# ip address 100.1.1.1 255.255.255.0
Switch(config-if)# ip pim passive
Switch(config-if)# exit
Switch(config)# interface GigabitEthernet0/20
Switch(config-if)# no switchport
Switch(config-if)# ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
Switch(config-if)# ip pim passive
Switch(config-if)# end
```

各インターフェイスで PIM スタブがイネーブルなっていることを確認するには、**show ip pim interface** 特権 EXEC コマンドを使用してください。

```
Switch# show ip pim interface
Address Interface Ver/ Nbr Query DR DR
Mode Count Intvl Prior
3.1.1.2 GigabitEthernet0/25 v2/SD 1 30 1 3.1.1.2

100.1.1.1 Vlan100 v2/P 0 30 1 100.1.1.1
10.1.1.1 GigabitEthernet0/20 v2/P 0 30 1 10.1.1.1
```

PIM スタブの設定およびステータスに関する情報を表示するには、次の特権 EXEC コマンドを使用します。

- **show ip pim interface** は、各インターフェイスでイネーブルになっている PIM スタブを表示します。
- **show ip igmp detail** は、特定のマルチキャスト送信グループに加入している対象クライアントを表示します。
- **show ip igmp mroute** は、マルチキャスト ストリームが送信元から対象クライアントに転送されていることを確認します。

RP の設定

インターフェイスが SM-DM で、グループをスパース グループとして扱う場合には、RP を設定する必要があります。次のいくつかの方法を使用できます。

- 「マルチキャスト グループへの RP の手動割り当て」（P.45-25）
- 「自動 RP の設定」（P.45-26）（PIMv1 から独立した、スタンドアロンのシスコ独自のプロトコル）
- 「PIMv2 BSR の設定」（P.45-31）（IETF 標準のトラッキング プロトコル）

動作中の PIM バージョン、およびネットワーク内のルータ タイプに応じて、自動 RP、BSR、またはこれらを組み合わせて使用できます。詳細については、「PIMv1 および PIMv2 の相互運用性」（P.45-11）および「自動 RP および BSR 設定時の注意事項」（P.45-12）を参照してください。

マルチキャスト グループへの RP の手動割り当て

ここでは、RP を手動で割り当てる方法について説明します。ダイナミック メカニズム（自動 RP や BSR など）を使用してグループの RP を取得する場合、RP を手動で割り当てる必要はありません。

マルチキャスト トラフィックの送信側は、送信元の先頭ホップ ルータ（代表ルータ）から受信して RP に転送される Register メッセージを通し、自身の存在をアナウンスします。マルチキャスト パケットの受信側は RP を使用し、マルチキャスト グループに加入します。この場合は、明示的な Join メッセージが使用されます。RP はマルチキャスト グループのメンバではなく、マルチキャスト送信元およびグループ メンバの「*合流地点*」として機能します。

アクセス リストで定義される複数のグループに、単一の RP を設定できます。グループに RP が設定されていない場合、マルチレイヤ スイッチは PIM DM 技術を使用し、グループをデンスとして処理します。

RP のアドレスを手動で設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**ip pim rp-address** *ip-address* [*access-list-number*] [**override**]	PIM RP のアドレスを設定します。 デフォルトで、PIM RP アドレスは設定されていません。すべてのルータおよびマルチレイヤ スイッチ（RP を含む）で、RP の IP アドレスを設定する必要があります。グループに RP が設定されていない場合、スイッチは PIM DM 技術を使用し、グループをデンスとして処理します。 1 台の PIM デバイスを、複数のグループの RP にできます。1 つの PIM ドメイン内で一度に使用できる RP アドレスは、1 つだけです。アクセス リスト条件により、デバイスがどのグループの RP であるかを指定します。 • *ip-address* には、RP のユニキャスト アドレスをドット付き 10 進表記で入力します。 • （任意）*access-list-number* には、1 ～ 99 の IP 標準アクセス リスト番号を入力します。アクセス リストが設定されていない場合は、すべてのグループに RP が使用されます。 • （任意）**override** キーワードを指定すると、このコマンドによって設定された RP と、自動 RP または BSR で取得された RP との間に矛盾が生じた場合に、このコマンドによって設定された RP が優先されます。

	コマンド	目的
ステップ 3	**access-list** *access-list-number* {**deny** | **permit**} *source* [*source-wildcard*]	標準アクセス リストを作成し、必要な回数だけこのコマンドを繰り返します。 • *access-list-number* には、ステップ 2 で指定したアクセス リスト番号を入力します。 • **deny** キーワードは、条件が一致した場合にアクセスを拒否します。**permit** キーワードは、条件が一致した場合にアクセスを許可します。 • *source* には、RP が使用されるマルチキャスト グループのアドレスを入力します。 • （任意）*source-wildcard* には、送信元に適用するワイルドカードビットをドット付き 10 進表記で入力します。無視するビット位置には 1 を入れます。 アクセス リストの末尾には、すべてに対する暗黙の拒否ステートメントが常に存在することに注意してください。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

RP アドレスを削除するには、**no ip pim rp-address** *ip-address* [*access-list-number*] [**override**] グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、マルチキャスト グループ 225.2.2.2 の場合だけ、RP のアドレスを 147.106.6.22 に設定する例を示します。

```
Switch(config)# access-list 1 permit 225.2.2.2 0.0.0.0
Switch(config)# ip pim rp-address 147.106.6.22 1
```

自動 RP の設定

自動 RP は IP マルチキャストを使用し、グループ /RP マッピングを PIM ネットワーク内のすべての Cisco ルータおよびマルチレイヤ スイッチに自動配信します。自動 RP には次の利点があります。

- ネットワーク内で複数の RP を使用し、複数のグループ範囲を処理する作業が簡単になります。
- 複数の RP 間で負荷を分散し、グループに加入するホストの場所に従って RP を配置できます。
- PIM ネットワーク内のすべてのルータおよびマルチレイヤ スイッチで矛盾が発生しなくなり、手動による RP 設定が不要になります。この結果、接続問題を引き起こす要因が取り除かれます。

自動 RP を設定する場合は、次の注意事項に従ってください。

- PIM を SM または SM-DM に設定し、自動 RP を設定しない場合は、RP を手動で設定する必要があります（「マルチキャスト グループへの RP の手動割り当て」（P.45-25）を参照）。
- ルーテッド インターフェイスが SM に設定されていると、すべてのデバイスが自動 RP グループの手動 RP アドレスによって設定されている場合も、自動 RP を使用できます。
- ルーテッド インターフェイスが SM に設定されていて、**ip pim autorp listener** グローバル コンフィギュレーション コマンドを入力した場合は、自動 RP グループの手動 RP アドレスですべてのデバイスが設定されていない場合でも、自動 RP を使用できます。

ここでは、自動 RP を設定する方法について説明します。

- 「新規インターネットワークでの自動 RP の設定」（P.45-27）（任意）

- 「既存の SM クラウドへの自動 RP の追加」（P.45-27）（任意）
- 「問題のある RP への Join メッセージの送信禁止」（P.45-29）（任意）
- 「着信 RP アナウンスメント メッセージのフィルタリング」（P.45-29）（任意）

概要については、「自動 RP」（P.45-7）を参照してください。

新規インターネットワークでの自動 RP の設定

新規インターネットワーク内に自動 RP を設定している場合は、すべてのインターフェイスが SM-DM に設定されるため、デフォルトの RP は不要です。「既存の SM クラウドへの自動 RP の追加」（P.45-27）に記載された手順に従ってください。ただし、PIM ルータをローカル グループの RP として設定する場合は、ステップ 3 を省略してください。

既存の SM クラウドへの自動 RP の追加

ここでは、最初に自動 RP を既存の SM クラウドに導入し、既存のマルチキャスト インフラストラクチャができるだけ破壊されないようにする方法について説明します。

既存の SM クラウドに自動 RP を導入するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**show running-config**	すべての PIM デバイス上でデフォルトの RP が設定されていること、および RP が SM ネットワーク内にあることを確認します。RP は、**ip pim rp-address** グローバル コンフィギュレーション コマンドによって設定済みです。 SM-DM 環境の場合、このステップは不要です。 選択された RP は接続が良好で、ネットワークで使用可能となる必要があります。この RP は、グローバル グループ（224.x.x.x やその他のグローバル グループなど）に対して使用されます。この RP で処理されるグループ アドレス範囲は再設定しないでください。自動 RP によってダイナミックに検出された RP は、スタティックに設定された RP よりも優先されます。ローカル グループ用に別の RP を使用することもできます。
ステップ 2	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**ip pim send-rp-announce** *interface-id* **scope** *ttl* **group-list** *access-list-number* **interval** *seconds*	別の PIM デバイスをローカル グループの候補 RP として設定します。 • *interface-id* には、RP アドレスを識別するインターフェイス タイプおよび番号を入力します。有効なインターフェイスは、物理ポート、ポート チャネル、VLAN などです。 • **scope** *ttl* には、ホップの TTL 値を指定します。RP アナウンスメッセージがネットワーク内のすべてのマッピング エージェントに到達するように、十分な大きさのホップ数を入力します。デフォルト設定はありません。指定できる範囲は 1 ～ 255 です。 • **group-list** *access-list-number* には、1 ～ 99 の IP 標準アクセス リスト番号を入力します。アクセス リストが設定されていない場合は、すべてのグループに RP が使用されます。 • **interval** *seconds* には、アナウンスメント メッセージを送信する頻度を指定します。デフォルト値は 60 ミリ秒です。指定できる範囲は 1 ～ 16383 です。

	コマンド	目的
ステップ 4	**access-list** *access-list-number* {**deny** | **permit**} *source* [*source-wildcard*]	標準アクセス リストを作成し、必要な回数だけこのコマンドを繰り返します。 • *access-list-number* には、ステップ 3 で指定したアクセス リスト番号を入力します。 • **deny** キーワードは、条件が一致した場合にアクセスを拒否します。**permit** キーワードは、条件が一致した場合にアクセスを許可します。 • *source* には、RP が使用されるマルチキャスト グループのアドレス範囲を入力します。 • （任意）*source-wildcard* には、送信元に適用するワイルドカードビットをドット付き 10 進表記で入力します。無視するビット位置には 1 を入れます。 アクセス リストの末尾には、すべてに対する暗黙の拒否ステートメントが常に存在することに注意してください。
ステップ 5	**ip pim send-rp-discovery scope** *ttl*	接続が中断される可能性がないスイッチを検索し、RP マッピング エージェントの役割を割り当てます。 **scope** *ttl* には、ホップの TTL 値を指定し、RP ディスカバリ パケットを制限します。ホップ数内にあるすべてのデバイスは、送信元デバイスから自動 RP ディスカバリ メッセージを受信します。これらのメッセージは他のデバイスに対し、矛盾（グループ /RP 範囲の重なりなど）を回避するために使用されるグループ /RP マッピングを通知します。デフォルト設定はありません。指定できる範囲は 1 ～ 255 です。
ステップ 6	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 7	**show running-config** **show ip pim rp mapping** **show ip pim rp**	設定を確認します。 関連するマルチキャスト ルーティング エントリとともに保管されているアクティブな RP を表示します。 ルーティング テーブルに保管されている情報を表示します。
ステップ 8	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

候補 RP として設定された PIM デバイスを解除するには、**no ip pim send-rp-announce** *interface-id* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。RP マッピング エージェントとして設定されたスイッチを解除するには、**no ip pim send-rp-discovery** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、最大ホップ数が 31 であるすべての PIM 対応インターフェイスから RP アナウンスメントを送信する例を示します。ポート 1 の IP アドレスが RP です。アクセス リスト 5 には、このスイッチが RP として機能するグループが記述されています。

```
Switch(config)# ip pim send-rp-announce gigabitethernet0/1 scope 31 group-list 5
Switch(config)# access-list 5 permit 224.0.0.0 15.255.255.255
```

問題のある RP への Join メッセージの送信禁止

ip pim accept-rp コマンドがネットワーク全体に設定されているかどうかを判別するには、**show running-config** 特権 EXEC コマンドを使用します。**ip pim accept-rp** コマンドが設定されていないデバイスがある場合は、後でこの問題を解決できます。ルータまたはマルチレイヤ スイッチが **ip pim accept-rp** コマンドによってすでに設定されている場合は、このコマンドを再入力し、新規にアドバタイズされる RP を許可する必要があります。

自動 RP によってアドバタイズされるすべての RP を許可し、他のすべての RP をデフォルトで拒否するには、**ip pim accept-rp auto-rp** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。この手順は任意です。

すべてのインターフェイスが SM の場合はデフォルト設定の RP を使用し、既知のグループ 224.0.1.39 および 224.0.1.40 をサポートします。自動 RP はこれら 2 つの既知のグループを使用し、RP マッピング情報を収集、配信します。**ip pim accept-rp auto-rp** コマンドが設定されている場合は、RP を許可する別の **ip pim accept-rp** コマンドを次のように設定してください。

```
Switch(config)# ip pim accept-rp 172.10.20.1 1
Switch(config)# access-list 1 permit 224.0.1.39
Switch(config)# access-list 1 permit 224.0.1.40
```

着信 RP アナウンスメント メッセージのフィルタリング

マッピング エージェントにコンフィギュレーション コマンドを追加すると、故意に不正設定されたルータが候補 RP として動作し問題を引き起こさないようにできます。

着信 RP アナウンスメント メッセージをフィルタリングするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**ip pim rp-announce-filter rp-list** *access-list-number* **group-list** *access-list-number*	着信 RP アナウンスメント メッセージをフィルタリングします。 ネットワーク内のマッピング エージェントごとに、このコマンドを入力します。このコマンドを使用しないと、すべての着信 RP アナウンスメント メッセージがデフォルトで許可されます。 **rp-list** *access-list-number* を指定する場合は、候補 RP アドレスのアクセス リストを設定します。アクセス リストが許可されている場合は、**group-list** *access-list-number* 変数で指定されたグループ範囲に対してアクセス リストを使用できます。この変数を省略すると、すべてのマルチキャスト グループにフィルタが適用されます。 複数のマッピング エージェントを使用する場合は、グループ /RP マッピング情報に矛盾が生じないようにするため、すべてのマッピング エージェント間でフィルタを統一する必要があります。

	コマンド	目的
ステップ 3	**access-list** *access-list-number* {**deny** | **permit**} *source* [*source-wildcard*]	標準アクセス リストを作成し、必要な回数だけこのコマンドを繰り返します。 • *access-list-number* には、ステップ 2 で指定したアクセス リスト番号を入力します。 • **deny** キーワードは、条件が一致した場合にアクセスを拒否します。**permit** キーワードは、条件が一致した場合にアクセスを許可します。 • どのルータおよびマルチレイヤ スイッチからの候補 RP アナウンスメント（rp-list ACL）がマッピング エージェントによって許可されるかを指定するアクセス リストを作成します。 • 許可または拒否するマルチキャスト グループの範囲を指定するアクセス リスト（グループリスト ACL）を作成します。 • *source* には、RP が使用されるマルチキャスト グループのアドレス範囲を入力します。 • （任意）*source-wildcard* には、送信元に適用するワイルドカードビットをドット付き 10 進表記で入力します。無視するビット位置には 1 を入れます。 アクセス リストの末尾には、すべてに対する暗黙の拒否ステートメントが常に存在することに注意してください。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

着信 RP アナウンスメント メッセージに関するフィルタを削除するには、**no ip pim rp-announce-filter rp-list** *access-list-number* [**group-list** *access-list-number*] グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、候補 RP アナウンスメントが不正な候補 RP から許可されないようにするために使用される自動 RP マッピング エージェントの設定例を示します。

```
Switch(config)# ip pim rp-announce-filter rp-list 10 group-list 20
Switch(config)# access-list 10 permit host 172.16.5.1
Switch(config)# access-list 10 permit host 172.16.2.1
Switch(config)# access-list 20 deny 239.0.0.0 0.0.255.255
Switch(config)# access-list 20 permit 224.0.0.0 15.255.255.255
```

この例では、マッピング エージェントは 2 つのデバイス（172.16.5.1 および 172.16.2.1）からの候補 RP アナウンスだけを許可します。マッピング エージェントは 2 つのデバイスからの候補 RP アナウンスメントのうち、グループ範囲が 224.0.0.0 ～ 239.255.255.255 であるマルチキャスト グループ宛のアナウンスメントだけを許可します。マッピング エージェントは、ネットワーク内の他のデバイスからの候補 RP アナウンスメントを許可しません。さらに、候補 RP アナウンスメントが 239.0.0.0 ～ 239.255.255.255 の範囲のグループに宛てたものである場合、マッピング エージェントは 172.16.5.1 または 172.16.2.1 からの候補 RP アナウンスメントを許可しません。この範囲は、管理の有効範囲付きアドレス範囲です。

PIMv2 BSR の設定

ここでは、PIMv2 ネットワークでの BSR の設定方法について説明します。

- 「PIM ドメイン境界の定義」（P.45-31）（任意）
- 「IP マルチキャスト境界の定義」（P.45-32）（任意）
- 「候補 BSR の設定」（P.45-32）（任意）
- 「候補 RP の設定」（P.45-33）（任意）

概要については、「BSR」（P.45-7）を参照してください。

PIM ドメイン境界の定義

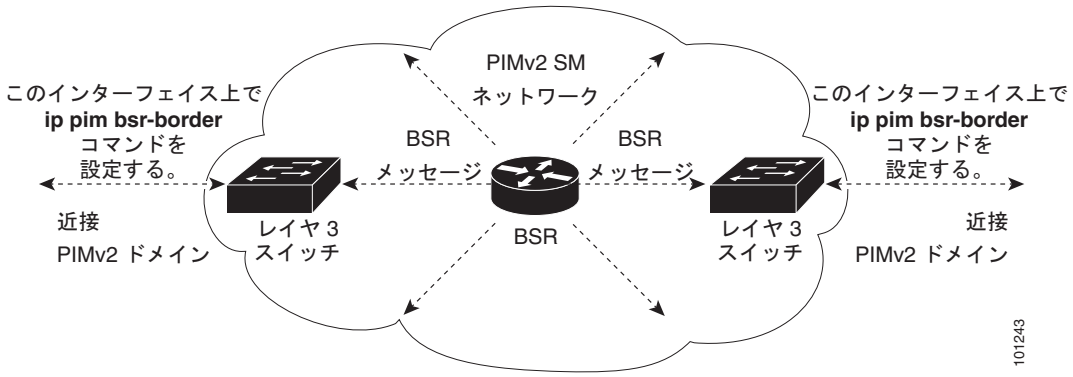
IP マルチキャストの普及に伴い、PIMv2 ドメインと別の PIMv2 ドメインが境界を挟んで隣接する場合が増えています。これらの 2 つのドメインは同じ RP、BSR、候補 RP、候補 BSR のセットを共有していないことが多いため、PIMv2 BSR メッセージがドメインの内外に流れないようにする必要があります。これらメッセージのドメイン境界通過を許可すると、通常の BSR 選択メカニズムに悪影響が及んだり、境界に位置するすべてのドメインで単一の BSR が選択されたり、候補 RP アドバタイズメントが共存し、間違ったドメイン内で RP が選択されたりすることがあります。

PIM ドメイン境界を定義するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	設定するインターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**ip pim bsr-border**	PIM ドメイン用の PIM ブートストラップ メッセージ境界を定義します。 境界に位置する他の PIM ドメインに接続されているインターフェイスごとに、このコマンドを入力します。このコマンドを実行すると、スイッチは、このインターフェイス上で PIMv2 BSR メッセージを送受信しないように指示されます（図 45-5 を参照）。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

PIM 境界を削除するには、**no ip pim bsr-border** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

図 45-5　PIMv2 BSR メッセージの抑制



IP マルチキャスト境界の定義

自動 RP メッセージが PIM ドメインに入らないようにする場合は、マルチキャスト境界を定義します。自動 RP 情報を伝達する 224.0.1.39 および 224.0.1.40 宛のパケットを拒否するアクセス リストを作成します。

マルチキャスト境界を定義するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**access-list** *access-list-number* **deny** *source* [*source-wildcard*]	標準アクセス リストを作成し、必要な回数だけこのコマンドを繰り返します。 • *access-list-number* の範囲は 1 ～ 99 です。 • **deny** キーワードは、条件が一致した場合にアクセスを拒否します。 • *source* には、自動 RP 情報を伝達するマルチキャスト アドレス 224.0.1.39 および 224.0.1.40 を入力します。 • （任意）*source-wildcard* には、送信元に適用するワイルドカード ビットをドット付き 10 進表記で入力します。無視するビット位置には 1 を入れます。 アクセス リストの末尾には、すべてに対する暗黙の拒否ステートメントが常に存在することに注意してください。
ステップ 3	**interface** *interface-id*	設定するインターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 4	**ip multicast boundary** *access-list-number*	ステップ 2 で作成したアクセス リストを指定し、境界を設定します。
ステップ 5	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 6	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 7	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

境界を削除するには、**no ip multicast boundary** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、自動 RP 情報を拒否する IP マルチキャスト境界のコンフィギュレーション例の一部を示します。

```
Switch(config)# access-list 1 deny 224.0.1.39
Switch(config)# access-list 1 deny 224.0.1.40
Switch(config)# access-list 1 permit all
Switch(config)# interface gigabitethernet0/1
Switch(config-if)# ip multicast boundary 1
```

候補 BSR の設定

候補 BSR を、1 つまたは複数設定できます。候補 BSR として機能するデバイスは、他のデバイスと正しく接続され、ネットワークのバックボーン部分に配置されている必要があります。

スイッチを候補 BSR として設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**ip pim bsr-candidate** *interface-id hash-mask-length* [*priority*]	候補 BSR となるようにスイッチを設定します。 • *interface-id* には、スイッチを候補 BSR に設定するときに BSR アドレスの取得元となる、スイッチ上のインターフェイスを入力します。このインターフェイスは PIM を使用してイネーブルにする必要があります。有効なインターフェイスは、物理ポート、ポート チャネル、VLAN などです。 • *hash-mask-length* には、ハッシュ機能を呼び出す前に、グループ アドレスとの AND 条件となるマスク長（最大 32 ビット）を指定します。ハッシュ元が同じであるすべてのグループは、同じ RP に対応します。たとえば、マスク長が 24 の場合、グループ アドレスの最初の 24 ビットだけが使用されます。 • （任意）*priority* を指定する場合は、0 ～ 255 の番号を入力します。プライオリティが大きな BSR が優先されます。このプライオリティ値が同じである場合は、大きな IP アドレスを持つデバイスが BSR として選択されます。デフォルトは 0 です。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

候補 BSR として設定されたデバイスを解除するには、**no ip pim bsr-candidate** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、候補 BSR の設定例を示します。この例では、アドバタイズ済み BSR アドレスとしてポートの IP アドレス 172.21.24.18 を、hash-mask-length として 30 ビットを使用します。プライオリティは 10 です。

```
Switch(config)# interface gigabitethernet0/2
Switch(config-if)# ip address 172.21.24.18 255.255.255.0
Switch(config-if)# ip pim sparse-dense-mode
Switch(config-if)# ip pim bsr-candidate gigabitethernet0/2 30 10
Switch(config-if)# ip pim bsr-candidate gigabitethernet1/2 30 10
```

候補 RP の設定

候補 RP を、1 つまたは複数設定できます。BSR と同様、RP は他のデバイスと正しく接続され、ネットワークのバックボーン部分に配置されている必要があります。RP は IP マルチキャスト アドレス スペース全体、またはその一部を処理します。候補 RP は候補 RP アドバタイズメントを BSR に送信します。RP となるデバイスを決定するときは、次の可能性を考慮してください。

- 自動 RP だけが使用されている Cisco ルータおよびマルチレイヤ スイッチで構成されるネットワークでは、すべてのデバイスを RP として設定できます。
- シスコの PIMv2 ルータおよびマルチレイヤ スイッチと、他のベンダーのルータだけで構成されるネットワークでは、すべてのデバイスを RP として使用できます。
- シスコの PIMv1 ルータ、PIMv2 ルータ、および他のベンダーのルータで構成されるネットワークでは、シスコ PIMv2 ルータおよびマルチレイヤ スイッチを RP として設定できます。

スイッチが自身を PIMv2 候補 RP として BSR にアドバタイズするよう設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**ip pim rp-candidate** *interface-id* [**group-list** *access-list-number*]	候補 RP となるようにスイッチを設定します。 • *interface-id* には、対応する IP アドレスが候補 RP アドレスとしてアドバタイズされるインターフェイスを指定します。有効なインターフェイスは、物理ポート、ポート チャネル、VLAN などです。 • （任意）**group-list** *access-list-number* には、1 ～ 99 の IP 標準アクセス リスト番号を入力します。group-list を指定しない場合は、スイッチがすべてのグループの候補 RP となります。
ステップ 3	**access-list** *access-list-number* {**deny** | **permit**} *source* [*source-wildcard*]	標準アクセス リストを作成し、必要な回数だけこのコマンドを繰り返します。 • *access-list-number* には、ステップ 2 で指定したアクセス リスト番号を入力します。 • **deny** キーワードは、条件が一致した場合にアクセスを拒否します。**permit** キーワードは、条件が一致した場合にアクセスを許可します。 • *source* には、パケットの送信元であるネットワークまたはホストの番号を入力します。 • （任意）*source-wildcard* には、送信元に適用するワイルドカードビットをドット付き 10 進表記で入力します。無視するビット位置には 1 を入れます。 アクセス リストの末尾には、すべてに対する暗黙の拒否ステートメントが常に存在することに注意してください。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

候補 RP として設定されたデバイスを解除するには、**no ip pim rp-candidate** *interface-id* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、スイッチが自身を候補 RP として PIM ドメイン内の BSR にアドバタイズするよう設定する例を示します。標準アクセス リスト番号 4 により、ポートで識別されるアドレスを持つ RP に対応するグループ プレフィクスが指定されます。この RP は、プレフィクスが 239 であるグループを処理します。

```
Switch(config)# ip pim rp-candidate gigabitethernet0/2 group-list 4
Switch(config)# access-list 4 permit 239.0.0.0 0.255.255.255
```

自動 RP および BSR の使用法

ネットワーク上のルータがすべてシスコ デバイスである（他のベンダー製のルータが存在しない）場合には、BSR を設定する必要はありません。PIMv1 と PIMv2 が両方とも動作しているネットワークに、自動 RP を設定します。

シスコ PIMv1 ルータおよびマルチレイヤ スイッチと他社製の PIMv2 ルータを相互運用させる場合は、自動 RP と BSR の両方が必要です。シスコ PIMv2 ルータまたはマルチレイヤ スイッチを、自動 RP マッピング エージェントと BSR の両方に設定してください。

BSR を 1 つまたは複数使用する必要がある場合は、次の推奨事項に従ってください。

- 候補 BSR を自動 RP 用の RP マッピング エージェントとして設定します。詳細については、「自動 RP の設定」（P.45-26）および「候補 BSR の設定」（P.45-32）を参照してください。
- グループ プレフィクスが自動 RP によってアドバタイズされた場合は、異なる RP セットによって処理されたこれらのグループ プレフィクスのサブ範囲が、PIMv2 BSR メカニズムによってアドバタイズされないようにする必要があります。PIMv1 および PIMv2 ドメインが混在する環境では、バックアップ RP で同じグループ プレフィクスが処理されるように設定します。このようにすると、RP マッピング データベースの最長一致検索によって、PIMv2 DR はこれらの PIMv1 DR から異なる RP を選択できなくなります。

グループ /RP マッピングの一貫性を確認するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**show ip pim rp** [[*group-name* | *group-address*] | **mapping**]	任意のシスコ デバイスに関して、使用可能な RP マッピングを表示します。 • （任意）*group-name* を指定する場合は、RP を表示するグループの名前を指定します。 • （任意）*group-address* を指定する場合は、RP を表示するグループのアドレスを指定します。 • （任意）シスコ デバイスによって認識されている（設定されているか、自動 RP によって取得されている）すべてのグループ /RP マッピングを表示するには、**mapping** キーワードを使用します。
ステップ 2	**show ip pim rp-hash** *group*	PIMv2 ルータまたはマルチレイヤ スイッチ上で、PIMv1 システムで選択されている RP と同じ RP が使用されていることを確認します。 *group* には、RP 情報を表示するグループ アドレスを入力します。

RP マッピング情報のモニタ

RP マッピング情報をモニタするには、特権 EXEC モードで次のコマンドを使用します。

- **show ip pim bsr**：現在選択されている BSR の情報を表示します。
- **show ip pim rp-hash** : *group* 指定グループに選択されている RP を表示します。
- **show ip pim rp** [*group-name* | *group-address* | **mapping**]：スイッチが RP を取得する方法（BSR 経由か、または自動 RP メカニズムによるか）を表示します。

PIMv1 および PIMv2 の相互運用性に関するトラブルシューティング

PIMv1 および PIMv2 間の相互運用性に関する問題を解決するには、次の点を順にチェックします。

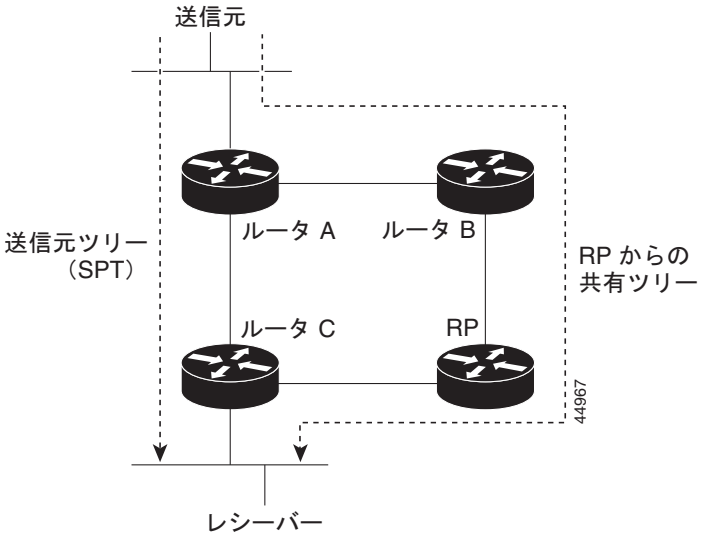
1. **show ip pim rp-hash** 特権 EXEC コマンドを使用して RP マッピングを確認し、すべてのシステムが同じグループの同じ RP に同意していることを確認します。
2. DR と RP の各バージョン間の相互運用性を確認し、RP が DR と適切に相互作用していることを確認します（この場合は、登録停止に応答し、カプセル化が解除されたデータ パケットをレジスタから転送します）。

高度な PIM 機能の設定

PIM 共有ツリーおよび送信元ツリーの概要

デフォルトでは、グループのメンバで受信されるデータは、RP でルーティングされた単一のデータ配信ツリーを経由して、送信側からグループに送られます。図 45-6 に、このタイプの共有配信ツリーを示します。送信側からのデータは、共有ツリーに加入しているグループ メンバに配信するため、RP にアドバタイズされます。

図 45-6　共有ツリーおよび送信元ツリー（SPT）



データ レートによって保証されている場合は、送信元でルーティングされるデータ配信ツリーを、共有ツリーのリーフ ルータ（ダウンストリーム接続がないルータ）で使用できます。このタイプの配信ツリーは、SPT または送信元ツリーと呼ばれます。デフォルトでは、ソフトウェアが送信元から最初のデータ パケットを受信すると、送信元ツリーに切り替わります。

共有ツリーから送信元ツリーへの移動プロセスは、次のとおりです。

1. レシーバーがグループに加入します。リーフ ルータ C は Join メッセージを RP に向けて送信します。
2. RP はルータ C とのリンクを発信インターフェイス リストに格納します。
3. 送信元がデータを送信します。ルータ A はデータをカプセル化して Register メッセージに格納し、RP に送信します。
4. RP はデータをルータ C に向けて共有ツリーの下方向に転送し、送信元に向けて Join メッセージを送信します。この時点で、データはルータ C に 2 回着信する可能性があります（カプセル化されたデータ、およびネイティブ状態のデータ）。
5. データがネイティブ状態（カプセル化されていない状態）で着信すると、RP は Register 停止メッセージをルータ A に送信します。
6. デフォルトでは、最初のデータ パケット受信時に、ルータ C が Join メッセージを送信元に送信するよう要求します。
7. （S,G）に関するデータを受信すると、ルータ C は送信元宛の Prune メッセージを共有ツリーの上方向に送信します。
8. RP は（S,G）の発信インターフェイスからルータ C へのリンクを削除します。RP は送信元に向けて Prune メッセージを送信します。

Join および Prune メッセージが送信元および RP に送信されます。これらのメッセージはホップバイホップで送信され、送信元または RP へのパス上にある各 PIM デバイスで処理されます。Register メッセージおよび Register 停止メッセージはホップバイホップで送信されません。これらのメッセージは、送信元に直接接続された代表ルータで送信され、グループの RP で受信されます。

グループへ送信する複数の送信元で、共有ツリーが使用されます。

共有ツリー上に存在するように、PIM デバイスを設定できます。詳細については、「PIM SPT 使用の延期」（P.45-37）を参照してください。

PIM SPT 使用の延期

最初のデータ パケットが最終ホップ ルータ（図 45-6 のルータ C）に着信すると、共有ツリーから送信元ツリーへと変更されます。この変更が生じるのは、**ip pim spt-threshold** グローバル コンフィギュレーション コマンドによってタイミングが制御されるためです。

SPT には共有ツリーよりも多くのメモリが必要ですが、遅延が短縮されます。SPT の使用を延期することもできます。リーフ ルータを SPT にすぐ移動せず、トラフィックがしきい値に最初に到達した後で移動するように指定できます。

PIM リーフ ルータが、指定グループの SPT に加入する時期を設定できます。送信元の送信速度が指定速度（キロビット/秒）以上の場合、マルチレイヤ スイッチは PIM Join メッセージを送信元に向けて送信し、送信元ツリー（SPT）を構築します。送信元からのトラフィック速度がしきい値を下回ると、リーフ ルータは共有ツリーに再び切り替わり、Prune メッセージを送信元に送信します。

SPT しきい値を適用するグループを指定するには、グループ リスト（標準アクセス リスト）を使用します。値 0 を指定する場合、またはグループ リストを使用しない場合、しきい値はすべてのグループに適用されます。

マルチキャスト ルーティングが送信元ツリーから SPT に切り替わる上限値となるトラフィック速度のしきい値を設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**access-list** *access-list-number* {**deny** | **permit**} *source* [*source-wildcard*]	標準アクセス リストを作成します。 • *access-list-number* の範囲は 1 ～ 99 です。 • **deny** キーワードは、条件が一致した場合にアクセスを拒否します。**permit** キーワードは、条件が一致した場合にアクセスを許可します。 • *source* には、しきい値が適用されるマルチキャスト グループを指定します。 • （任意）*source-wildcard* には、送信元に適用するワイルドカードビットをドット付き 10 進表記で入力します。無視するビット位置には 1 を入れます。 アクセス リストの末尾には、すべてに対する暗黙の拒否ステートメントが常に存在することに注意してください。
ステップ 3	**ip pim spt-threshold** {*kbps* | **infinity**} [**group-list** *access-list-number*]	SPT に移行する上限値となるしきい値を指定します。 • *kbps* を指定する場合は、トラフィック速度をキロビット / 秒で指定します。デフォルト値は 0 kbps です。 **（注）** 有効範囲は 0 ～ 4294967 ですが、スイッチ ハードウェアの制限により、0 kbps 以外は無効です。 • **infinity** を指定すると、指定されたグループのすべての送信元で共有ツリーが使用され、送信元ツリーに切り替わらなくなります。 • （任意）**group-list** *access-list-number* には、ステップ 2 で作成したアクセス リストを指定します。値 0 を指定する場合、または group-list を使用しない場合、しきい値はすべてのグループに適用されます。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

デフォルト設定に戻すには、**no ip pim spt-threshold** {*kbps* | **infinity**} グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

PIM ルータクエリー メッセージ インターバルの変更

PIM ルータおよびマルチレイヤ スイッチでは、各 LAN セグメント（サブネット）の DR になるデバイスを判別するため、PIM ルータクエリー メッセージが送信されます。DR は、直接接続された LAN 上のすべてのホストに IGMP ホストクエリー メッセージを送信します。

PIM DM 動作では、IGMPv1 が使用中の場合だけ、DR は意味を持ちます。IGMPv1 には IGMP クエリア選択プロセスがないため、選択された DR は IGMP クエリアとして機能します。PIM SM 動作では、マルチキャスト送信元に直接接続されたデバイスが DR になります。DR は PIM Register メッセージを送信し、送信元からのマルチキャスト トラフィックを共有ツリーの下方向へ転送する必要があることを RP に通知します。この場合、DR は最大の IP アドレスを持つデバイスです。

ルータクエリー メッセージ インターバルを変更するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	設定するインターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**ip pim query-interval** *seconds*	スイッチが PIM ルータクエリー メッセージを送信する頻度を設定します。 デフォルト値は 30 秒です。指定できる範囲は 1 ～ 65535 です。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show ip igmp interface** [*interface-id*]	設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

デフォルトの設定に戻すには、**no ip pim query-interval** [*seconds*] インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

オプションの IGMP 機能の設定

- 「IGMP のデフォルト設定」（P.45-40）
- 「グループのメンバとしてのスイッチの設定」（P.45-40）（任意）
- 「IP マルチキャスト グループへのアクセスの制御」（P.45-41）（任意）
- 「IGMP バージョンの変更」（P.45-42）（任意）
- 「IGMP ホストクエリー メッセージ インターバルの変更」（P.45-42）（任意）
- 「IGMPv2 の IGMP クエリー タイムアウトの変更」（P.45-43）（任意）
- 「IGMPv2 の最大クエリー応答時間の変更」（P.45-44）（任意）
- 「スタティックに接続されたメンバとしてのスイッチの設定」（P.45-44）（任意）

IGMP のデフォルト設定

表 45-4 に、IGMP のデフォルト設定を示します。

表 45-4　IGMP のデフォルト設定

機能	デフォルト設定
マルチキャスト グループのメンバとしてのマルチレイヤ スイッチ	グループ メンバシップは未定義
マルチキャスト グループへのアクセス	インターフェイスのすべてのグループを許可
IGMP バージョン	すべてのインターフェイスでバージョン 2
IGMP ホストクエリー メッセージ インターバル	すべてのインターフェイスで 60 秒
IGMP クエリー タイムアウト	すべてのインターフェイスで 60 秒
IGMP 最大クエリー応答時間	すべてのインターフェイスで 10 秒
スタティックに接続されたメンバとしてのマルチレイヤ スイッチ	ディセーブル

グループのメンバとしてのスイッチの設定

スイッチをマルチキャスト グループのメンバとして設定し、マルチキャストがネットワークに到達可能かどうかを検出できます。管理しているすべてのマルチキャスト対応ルータおよびマルチレイヤ スイッチがマルチキャスト グループのメンバである場合、グループに ping を送信すると、これらのすべてのデバイスが応答します。デバイスは、所属グループにアドレッシングされた ICMP エコー要求パケットに応答します。もう 1 つの例は、ソフトウェア付属のマルチキャスト トレースルート ツールです。

注意　この手順を実行すると、グループ アドレス用のデータ トラフィックがすべて CPU に送られるため、CPU のパフォーマンスが低下する場合があります。

スイッチがグループのメンバになるように設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	設定するインターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**ip igmp join-group** *group-address*	マルチキャスト グループに加入するスイッチを設定します。 デフォルトで、グループのメンバシップは定義されていません。 *group-address* には、マルチキャスト IP アドレスをドット付き 10 進表記で指定します。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show ip igmp interface** [*interface-id*]	設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

グループ内のメンバシップを取り消すには、**no ip igmp join-group** *group-address* インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、マルチキャスト グループ 255.2.2.2 へのスイッチの加入を許可する例を示します。

```
Switch(config)# interface gigabitethernet0/1
Switch(config-if)# ip igmp join-group 255.2.2.2
```

IP マルチキャスト グループへのアクセスの制御

スイッチは IGMP ホストクエリー メッセージを送信し、接続されたローカル ネットワーク上のメンバが属しているマルチキャスト グループを判別します。次に、スイッチは、マルチキャスト グループにアドレッシングされたすべてのパケットをこれらのグループ メンバに転送します。インターフェイスごとにフィルタを適用し、インターフェイスで処理されるサブネット上のホストが加入可能なマルチキャスト グループを制限できます。

インターフェイスで許可されるマルチキャスト グループをフィルタリングするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	設定するインターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**ip igmp access-group** *access-list-number*	インターフェイスで処理されるサブネット上のホストが加入できるマルチキャスト グループを指定します。 デフォルトでは、インターフェイスのすべてのグループが許可されています。 *access-list-number* には、IP 標準アドレス アクセス リスト番号を指定します。指定できる範囲は 1 ～ 99 です。
ステップ 4	**exit**	グローバル コンフィギュレーション モードに戻ります。
ステップ 5	**access-list** *access-list-number* {**deny** | **permit**} *source* [*source-wildcard*]	標準アクセス リストを作成します。 • *access-list-number* には、ステップ 3 で作成したアクセス リストを指定します。 • **deny** キーワードは、条件が一致した場合にアクセスを拒否します。**permit** キーワードは、条件が一致した場合にアクセスを許可します。 • *source* には、サブネット上のホストが加入できるマルチキャスト グループを指定します。 • （任意）*source-wildcard* には、送信元に適用するワイルドカード ビットをドット付き 10 進表記で入力します。無視するビット位置には 1 を入れます。 アクセス リストの末尾には、すべてに対する暗黙の拒否ステートメントが常に存在することに注意してください。
ステップ 6	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 7	**show ip igmp interface** [*interface-id*]	設定を確認します。
ステップ 8	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

インターフェイスでグループをディセーブルにするには、**no ip igmp access-group** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、ポートに接続されたホストが、グループ 255.2.2.2 にだけ加入できるように設定する例を示します。

```
Switch(config)# access-list 1 255.2.2.2 0.0.0.0
Switch(config)# interface gigabitethernet0/1
Switch(config-if)# ip igmp access-group 1
```

IGMP バージョンの変更

スイッチでは、IGMP クエリー タイムアウトや最大クエリー応答時間などの機能を使用できる IGMP バージョン 2 がデフォルトで使用されます。

サブネット上のすべてのシステムで、同じバージョンをサポートする必要があります。スイッチは自動的にバージョン 1 のシステムを検出せず、バージョン 1 へのスイッチングも行いません。バージョン 2 のルータまたはスイッチは、常に IGMPv1 ホストと正しく連動しているため、バージョン 1 とバージョン 2 のホストはサブネット上で混在できます。

使用しているホストでバージョン 2 がサポートされていない場合は、スイッチをバージョン 1 に設定してください。

IGMP バージョンを変更するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	設定するインターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**ip igmp version** {**1** | **2**}	スイッチで使用する IGMP バージョンを指定します。 （注）　バージョン 1 に変更すると、**ip igmp query-interval** または **ip igmp query-max-response-time** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを設定することができません。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show ip igmp interface** [*interface-id*]	設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

デフォルトの設定に戻すには、**no ip igmp version** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

IGMP ホストクエリー メッセージ インターバルの変更

スイッチは、IGMP ホストクエリー メッセージを定期的に送信し、接続されたネットワーク上にあるマルチキャスト グループを検出します。これらのメッセージは、TTL が 1 の全ホスト マルチキャスト グループ（224.0.0.1）に送信されます。スイッチはホストクエリー メッセージを送信し、ネットワーク上に存在するメンバシップに関する情報をリフレッシュします。クエリーをいくつか実行した後で、マルチキャスト グループのメンバであるローカルホストが存在しないことをソフトウェアが検出した場合、そのグループのリモート送信元からローカル ネットワークへのマルチキャスト パケット転送が停止され、Prune メッセージが送信元のアップストリーム方向へ送信されます。

スイッチは LAN（サブネット）用の PIM DR を選択します。DR は、IP アドレスが最大である、IGMPv2 用のルータまたはマルチレイヤ スイッチです。IGMPv1 の場合、DR は LAN 上で動作するマルチキャスト ルーティング プロトコルに従って選択されます。DR は、LAN 上のすべてのホストに IGMP ホストクエリー メッセージを送信します。SM の場合、DR は PIM 登録メッセージおよび PIM Join メッセージも RP ルータに向けて送信します。

ホストクエリー インターバルを変更するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	設定するインターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**ip igmp query-interval** *seconds*	DR が IGMP ホストクエリー メッセージを送信する頻度を設定します。 デフォルトでは、DR は IGMP ホストクエリー メッセージを 60 秒ごとに送信し、ホストおよびネットワークでの IGMP オーバーヘッドを抑制します。指定できる範囲は 1 ～ 65535 です。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show ip igmp interface** [*interface-id*]	設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

デフォルト設定に戻すには、**no ip igmp query-interval** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

IGMPv2 の IGMP クエリー タイムアウトの変更

IGMPv2 を使用している場合、スイッチがインターフェイスのクエリアとして引き継ぐまでの時間を指定できます。デフォルトでは、スイッチは **ip igmp query-interval** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドによって制御されるクエリー インターバルの 2 倍の時間だけ待機します。この時間を経過しても、スイッチがクエリーを受信しない場合は、スイッチがクエリアになります。

クエリー インターバルを設定するには、**show ip igmp interface** *interface-id* 特権 EXEC コマンドを入力します。

IGMP クエリー タイムアウトを変更するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	設定するインターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**ip igmp querier-timeout** *seconds*	IGMP クエリー タイムアウトを指定します。 デフォルトは 60 秒です（クエリー インターバルの 2 倍）。指定できる範囲は 60 ～ 300 です。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show ip igmp interface** [*interface-id*]	設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

デフォルト設定に戻すには、**no ip igmp querier-timeout** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

IGMPv2 の最大クエリー応答時間の変更

IGMPv2 を使用している場合は、IGMP クエリーでアドバタイズされる最大クエリー応答時間を変更できます。スイッチは最大クエリー応答時間を使用し、LAN 上に直接接続されたグループ メンバが存在しないことを短時間で検出します。値を小さくすると、グループのプルーニング速度が向上します。

最大クエリー応答時間を変更するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	設定するインターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**ip igmp query-max-response-time** *seconds*	IGMP クエリーでアドバタイズされる最大クエリー応答時間を変更します。 デフォルト値は 10 秒です。指定できる範囲は 1 ～ 25 です。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show ip igmp interface** [*interface-id*]	設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

デフォルト設定に戻すには、**no ip igmp query-max-response-time** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

スタティックに接続されたメンバとしてのスイッチの設定

ネットワーク セグメント上にグループ メンバが存在しなかったり、ホストで IGMP を使用してグループ メンバシップを報告することができないにもかかわらず、そのネットワーク セグメントにマルチキャスト トラフィックを送り込むことが必要な場合もあります。マルチキャスト トラフィックをネットワーク セグメントに送り込む方法は次のとおりです。

- **ip igmp join-group** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。この方法の場合、スイッチはマルチキャスト パケットの転送だけでなく、受信も行います。マルチキャスト パケットを受信する場合は、高速スイッチングを実行できません。
- **ip igmp static-group** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。この方法の場合、スイッチはパケットそのものを受信せず、転送だけを実行します。この方法を使用すると、高速スイッチングが可能です。発信インターフェイスが IGMP キャッシュに格納されますが、マルチキャスト ルート エントリに *L*（ローカル）フラグが付かないことからも明らかなように、スイッチ自体はメンバではありません。

スタティックに接続されたグループのメンバになるように（および高速スイッチングできるように）スイッチを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	設定するインターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**ip igmp static-group** *group-address*	スイッチをスタティックに接続されたグループのメンバとして設定します。 デフォルトでは、この機能はディセーブルです。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show ip igmp interface** [*interface-id*]	設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

グループのメンバとして設定されたスイッチを解除するには、**no ip igmp static-group** *group-address* インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

オプションのマルチキャスト ルーティング機能の設定

ここでは、オプションのマルチキャスト ルーティング機能の設定方法について説明します。

- レイヤ 2 接続および MBONE マルチメディア会議セッションに関する機能と設定：
  - 「CGMP サーバ サポート機能のイネーブル化」（P.45-45）（任意）
  - 「sdr リスナー サポート機能の設定」（P.45-47）（任意）
- 帯域幅の利用率を制御する機能：
  - 「IP マルチキャスト境界の設定」（P.45-48）（任意）
- VPN Routing/Forwarding Table（VRF; VPN ルーティング / 転送テーブル）にマルチキャストを設定する手順：
  - 「マルチキャスト VRF の設定」（P.37-81）

CGMP サーバ サポート機能のイネーブル化

スイッチは、IGMP スヌーピングをサポートしない、CGMP クライアント機能が組み込まれているデバイス用の CGMP サーバとして機能します。CGMP はレイヤ 2 Catalyst スイッチに接続された Cisco ルータおよびマルチレイヤ スイッチで使用され、IGMP で実行される作業と同様の作業を実行します。CGMP が必要となるのは、レイヤ 2 スイッチで IP マルチキャスト データ パケットと IGMP レポート メッセージを区別できないためです。これらはともに MAC レベルで、同じグループ アドレスにアドレッシングされます。

スイッチ インターフェイスで CGMP サーバをイネーブルにするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	レイヤ 2 Catalyst スイッチに接続されたインターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**ip cgmp** [**proxy**]	インターフェイス上で CGMP をイネーブルにします。 デフォルトでは、CGMP はすべてのインターフェイス上でディセーブルです。 CGMP をイネーブルにすると、CGMP Join メッセージが送信されます。レイヤ 2 Catalyst スイッチに接続されたレイヤ 3 インターフェイスでだけ、CGMP をイネーブルにします。 （任意）**proxy** キーワードを入力すると、CGMP プロキシ機能がイネーブルになります。プロキシ ルータは、CGMP 非対応ルータの MAC アドレス、およびグループ アドレス 0000.0000.0000 が格納された CGMP Join メッセージを送信し、CGMP 非対応ルータが存在することをアドバタイズします。 **（注）** CGMP プロキシを実行するには、スイッチを IGMP クエリアに設定する必要があります。**ip cgmp proxy** コマンドを設定する場合は、ネットワークで動作中の IGMP のバージョンに応じて、IP アドレスが最大または最小のスイッチが IGMP クエリアになるように IP アドレスを手動で操作する必要があります。IGMP バージョン 2 クエリアは、インターフェイスの最小の IP アドレスに基づいて選択されます。IGMP バージョン 1 クエリアは、インターフェイスで使用されるマルチキャスト ルーティング プロトコルに基づいて選択されます。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。
ステップ 7		レイヤ 2 Catalyst スイッチ CGMP クライアントの設定を確認します。詳細については、製品に付属のマニュアルを参照してください。

インターフェイス上で CGMP をディセーブルにするには、**no ip cgmp** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

複数のシスコ CGMP 対応デバイスがスイッチド ネットワークに接続されていて、**ip cgmp proxy** コマンドを使用する必要がある場合は、すべてのデバイスを同じ CGMP オプションを使用して設定し、非 Cisco ルータよりも IGMP クエリアを優先させてください。

sdr リスナー サポート機能の設定

MBONE は、相互接続された、IP マルチキャスト トラフィックの転送が可能なインターネット ルータおよびホストの小さなサブセットです。その他のマルチメディア コンテンツも、通常は MBONE を通してブロードキャストされます。マルチメディア セッションに加入する前に、このセッションで使用されているマルチメディア グループ アドレス、ポート、セッションがアクティブになる時期、およびワークステーションで必要となるアプリケーションの種類（音声、ビデオなど）を把握する必要があります。この情報は、MBONE Session Directory バージョン 2（sdr）ツールによって提供されます。このフリーウェア アプリケーションは WWW 上の複数のサイト（http://www.video.ja.net/mice/index.html など）からダウンロードできます。

SDR は、Session Announcement Protocol（SAP）マルチキャスト パケット用の既知のマルチキャスト グループ アドレスおよびポートを、SAP クライアントからリスニングするマルチキャスト アプリケーションです（SAP クライアントは、会議セッションをアナウンスします）。これらの SAP パケットには、セッションの説明、セッションがアクティブな期間、IP マルチキャスト グループ アドレス、メディア形式、担当者、およびアドバタイズされたマルチメディア セッションに関するその他の情報が格納されます。SAP パケットの情報は、SDR Session Announcement ウィンドウに表示されます。

sdr リスナー サポート機能のイネーブル化

デフォルトでは、スイッチでセッション ディレクトリのアドバタイズメントはリスニングされません。

スイッチがインターフェイスのデフォルトのセッション ディレクトリ グループ（224.2.127.254）に加入し、セッション ディレクトリ アドバタイズメントをリスニングできるようにするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	sdr に対してイネーブルにするインターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**ip sdr listen**	sdr リスナー サポート機能をイネーブルにします。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

sdr サポート機能をディセーブルにするには、**no ip sdr listen** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

sdr キャッシュ エントリの存在期間の制限

デフォルトでは、エントリは sdr キャッシュから削除されません。送信元が SAP 情報のアドバタイズを停止した場合に、古いアドバタイズメントが無駄に保持されないようにするため、エントリがアクティブである期間を制限できます。

sdr キャッシュ エントリがキャッシュ内でアクティブである期間を制限するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**ip sdr cache-timeout** *minutes*	sdr キャッシュ エントリがキャッシュ内でアクティブである期間を制限します。 デフォルトでは、エントリはキャッシュから削除されません。 *minutes* に指定できる範囲は 1 ～ 4294967295 です。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

デフォルトの設定に戻すには、**no ip sdr cache-timeout** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。キャッシュ全体を削除するには、**clear ip sdr** 特権 EXEC コマンドを使用します。

セッション ディレクトリ キャッシュを表示するには、**show ip sdr** 特権 EXEC コマンドを使用します。

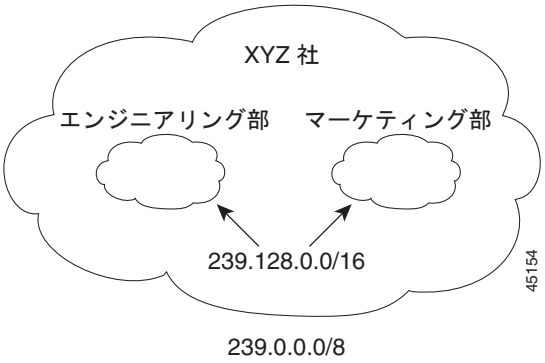
IP マルチキャスト境界の設定

管理の有効範囲付き境界を使用し、ドメインまたはサブドメイン外部へのマルチキャスト トラフィックの転送を制限できます。この方法では、「*管理の有効範囲付きアドレス*」と呼ばれる特殊なマルチキャスト アドレス範囲が境界のメカニズムとして使用されます。管理用スコープの境界をルーテッド インターフェイスに設定すると、マルチキャスト グループ アドレスがこの範囲内にあるマルチキャスト トラフィックは、このインターフェイスに出入りできません。この結果、このアドレス範囲内のマルチキャスト トラフィックに対するファイアウォール機能が提供されます。

（注）　マルチキャスト境界および TTL しきい値は、マルチキャスト ドメインの有効範囲を制御しますが、TTL しきい値はこのスイッチでサポートされていません。ドメインまたはサブドメイン外部へのマルチキャスト トラフィックの転送を制限するには、TTL しきい値でなくマルチキャスト境界を使用する必要があります。

図 45-7 に、XYZ 社が自社ネットワーク周辺にあるすべてのルーテッド インターフェイス上で、管理の有効範囲付き境界をマルチキャスト アドレス範囲 239.0.0.0/8 に設定した例を示します。この境界では、239.0.0.0 ～ 239.255.255.255 の範囲のマルチキャスト トラフィックはネットワークに入ったり、外へ出ることができません。同様に、エンジニアリング部およびマーケティング部では、各自のネットワークの周辺で、管理の有効範囲付き境界を 239.128.0.0/16 に設定しました。この境界では、239.128.0.0 ～ 239.128.255.255 の範囲のマルチキャスト トラフィックは、それぞれのネットワークに入ったり、外部に出ることができません。

図 45-7　管理の有効範囲付き境界



マルチキャスト グループ アドレスに対して、ルーテッド インターフェイス上に管理の有効範囲付き境界を定義できます。影響を受けるアドレス範囲は、標準アクセス リストによって定義されます。この境界が定義されている場合、マルチキャスト データ パケットはいずれの方向であっても境界を通過することができません。この境界を使用すると、異なる管理ドメイン内で同じマルチキャスト グループ アドレスを再利用できます。

IANA は、マルチキャスト アドレス範囲 239.0.0.0 ～ 239.255.255.255 を管理の有効範囲付きアドレスとして指定しました。このアドレス範囲は、異なる組織によって管理されたドメイン内で再利用できます。このアドレスはグローバルではなく、ローカルで一意であると見なされます。

管理の有効範囲付き境界を設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**access-list** *access-list-number* {**deny** | **permit**} *source* [*source-wildcard*]	標準アクセス リストを作成し、必要な回数だけこのコマンドを繰り返します。 • *access-list-number* の範囲は 1 ～ 99 です。 • **deny** キーワードは、条件が一致した場合にアクセスを拒否します。**permit** キーワードは、条件が一致した場合にアクセスを許可します。 • *source* には、パケットの送信元であるネットワークまたはホストの番号を入力します。 • （任意）*source-wildcard* には、送信元に適用するワイルドカード ビットをドット付き 10 進表記で入力します。無視するビット位置には 1 を入れます。 アクセス リストの末尾には、すべてに対する暗黙の拒否ステートメントが常に存在することに注意してください。
ステップ 3	**interface** *interface-id*	設定するインターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 4	**ip multicast boundary** *access-list-number*	ステップ 2 で作成したアクセス リストを指定し、境界を設定します。
ステップ 5	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 6	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 7	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

境界を削除するには、**no ip multicast boundary** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、すべての管理の有効範囲付きアドレスに対して境界を設定する例を示します。

```
Switch(config)# access-list 1 deny 239.0.0.0 0.255.255.255
Switch(config)# access-list 1 permit 224.0.0.0 15.255.255.255
Switch(config)# interface gigabitethernet0/1
Switch(config-if)# ip multicast boundary 1
```

基本的な DVMRP 相互運用性機能の設定

- 「DVMRP 相互運用性の設定」（P.45-50）（任意）
- 「DVMRP トンネルの設定」（P.45-52）（任意）
- 「DVMRP ネイバーへのネットワーク 0.0.0.0 のアドバタイズ」（P.45-54）（任意）
- 「mrinfo 要求への応答」（P.45-55）（任意）

高度な DVMRP 機能の詳細については、「高度な DVMRP 相互運用性機能の設定」（P.45-55）を参照してください。

DVMRP 相互運用性の設定

PIM を使用するシスコのマルチキャスト ルータおよびマルチレイヤ スイッチは、DVMRP を使用する他社製のマルチキャスト ルータと相互運用させることができます。

PIM デバイスは、DVMR プローブ メッセージをリスニングし、接続されているネットワーク上にある DVMRP マルチキャスト ルータを動的に検出します。DVMRP ネイバーが検出された場合、PIM デバイスは、PIM ドメイン内の到達可能なユニキャスト送信元をアドバタイズする DVMRP レポート メッセージを定期的に送信します。デフォルトでは、直接接続されたサブネットおよびネットワークがアドバタイズされます。デバイスは DVMRP ルータによって転送されたマルチキャスト パケットを転送し、次にマルチキャスト パケットを DVMRP ルータに転送します。

DVMRP ルート レポート内でアドバタイズされるユニキャスト ルート数を制限するには、MBONE に接続された PIM ルーテッド インターフェイスにアクセス リストを設定できます。この設定を行わないと、ユニキャスト ルーティング テーブル内のすべてのルートがアドバタイズされます。

（注）マルチキャスト ルーティングされるプロトコルは、DVMRP のパブリックドメイン実装バージョンです。Cisco ルータおよびマルチレイヤ スイッチを DVMRP ルータに直接接続する場合、または MBONE トンネルを通して DVMRP ルータと相互運用する場合は、マルチキャスト ルーティングのバージョン 3.8 を使用する必要があります（バージョン 3.8 には、DVMRP の非プルーニング バージョンが実装されています）。Cisco IOS ソフトウェアによって作成される DVMRP アドバタイズメントを使用すると、マルチキャスト ルーティングされた古いバージョンのプロトコルによってルーティング テーブルやネイバーのルーティング テーブルが破壊されることもあります。

アドバタイズされる送信元、および使用されるメトリックを設定する場合は、**ip dvmrp metric** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを設定します。特定のユニキャスト ルーティング プロセスによって取得されたすべての送信元を、DVMRP にアドバタイズするように指示することもできます。

DVMRP ルートレポート メッセージが送信されるときに、アドバタイズされる送信元と使用されるメトリックを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**access-list** *access-list-number* {**deny** | **permit**} *source* [*source-wildcard*]	標準アクセス リストを作成し、必要な回数だけこのコマンドを繰り返します。 • *access-list-number* の範囲は 1 ～ 99 です。 • **deny** キーワードは、条件が一致した場合にアクセスを拒否します。**permit** キーワードは、条件が一致した場合にアクセスを許可します。 • *source* には、パケットの送信元であるネットワークまたはホストの番号を入力します。 • （任意）*source-wildcard* には、送信元に適用するワイルドカードビットをドット付き 10 進表記で入力します。無視するビット位置には 1 を入れます。 アクセス リストの末尾には、すべてに対する暗黙の拒否ステートメントが常に存在することに注意してください。
ステップ 3	**interface** *interface-id*	MBONE に接続されている、マルチキャスト ルーティングが可能なインターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 4	**ip dvmrp metric** *metric* [**list** *access-list-number*] [[*protocol process-id*] | [**dvmrp**]]	DVMRP レポートの一連の宛先に関連付けられるメトリックを設定します。 • *metric* の範囲は、0 ～ 32 です。値が 0 の場合、ルートはアドバタイズされません。値 32 は無限大（到達不能）を意味します。 • （任意）**list** *access-list-number* には、ステップ 2 で作成したアクセス リスト番号を入力します。これらが指定されている場合は、アクセス リストと一致するマルチキャスト宛先だけが、設定されたメトリックとともにレポートされます。 • （任意）*protocol process-id* には、**eigrp**、**igrp**、**ospf**、**rip**、**static**、または **dvmrp** などのユニキャスト ルーティング プロトコルの名前、およびルーティング プロトコルのプロセス ID 番号を入力します。これらが指定されている場合は、指定されたルーティング プロトコルによって取得されたルートだけが、DVMRP レポート メッセージに格納されてアドバタイズされます。 • （任意）**dvmrp** キーワードが指定されている場合は、設定された *metric* を使用して DVMRP ルーティング テーブルのルートをアドバタイズしたり、フィルタリングできます。
ステップ 5	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 6	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 7	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

メトリックまたはルート マップをディセーブルにするには、**no ip dvmrp metric** *metric* [**list** *access-list-number*] [[*protocol process-id*] | [**dvmrp**]] または **no ip dvmrp metric** *metric* **route-map** *map-name* インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

より詳細な方法で上記コマンドと同じ結果を得るには、アクセス リストの代わりに、ルート マップ（**ip dvmrp metric** *metric* **route-map** *map-name* インターフェイス コンフィギュレーション コマンド）を使用します。ユニキャスト ルートが DVMRP に入る前に、ルート マップ条件にユニキャスト ルートを適用します。

次に、PIM デバイスおよび DVMRP ルータが同じネットワーク セグメント上にある場合に、DVMRP 相互運用性を設定する例を示します。次の例では、アクセス リスト 1 はネットワーク（198.92.35.0、198.92.36.0、198.92.37.0、131.108.0.0、および 150.136.0.0）を DVMRP ルータにアドバタイズします。アクセス リスト 2 は他のすべてのネットワークのアドバタイズを禁止します（**ip dvmrp metric 0** インターフェイス コンフィギュレーション コマンド）。

```
Switch(config)# interface gigabitethernet0/1
Switch(config-if)# ip address 131.119.244.244 255.255.255.0
Switch(config-if)# ip pim dense-mode
Switch(config-if)# ip dvmrp metric 1 list 1
Switch(config-if)# ip dvmrp metric 0 list 2
Switch(config-if)# exit
Switch(config)# access-list 1 permit 198.92.35.0 0.0.0.255
Switch(config)# access-list 1 permit 198.92.36.0 0.0.0.255
Switch(config)# access-list 1 permit 198.92.37.0 0.0.0.255
Switch(config)# access-list 1 permit 131.108.0.0 0.0.255.255
Switch(config)# access-list 1 permit 150.136.0.0 0.0.255.255
Switch(config)# access-list 1 deny   0.0.0.0 255.255.255.255
Switch(config)# access-list 2 permit 0.0.0.0 255.255.255.255
```

DVMRP トンネルの設定

ソフトウェアは、MBONE への DVMRP トンネルをサポートします。一方の端で DVMRP が動作しているルータまたはマルチレイヤ スイッチには、DVMRP トンネルを設定できます。これにより、トンネルを通してマルチキャスト パケットが送受信されます。この方法で、パス上の一部のルータでマルチキャスト ルーティングがサポートされていない場合に、PIM ドメインを DVMRP ルータに接続できます。2 つのルータ間で DVMRP トンネルを設定できません。

Cisco ルータまたはマルチレイヤ スイッチがトンネルを通して DVMRP を実行している場合は、DVMRP レポート メッセージ内の送信元が、実際のネットワークと同様にアドバタイズされます。また、受信された DVMRP レポート メッセージはキャッシュに格納され、RPF 計算にも使用されます。この動作により、トンネルを通して受信されたマルチキャスト パケットの転送が可能になります。

次の場合は、DVMRP トンネルを設定するときに、IP アドレスをトンネルに割り当てる必要があります。

- トンネルを通して IP パケットを送信する場合
- DVMRP サマライズを実行するようにソフトウェアを設定する場合

トンネルとサブネットのネットワーク番号が異なる場合、サブネットはトンネルを通してアドバタイズされません。この場合は、ネットワーク番号だけがトンネルを通してアドバタイズされます。

DVMRP トンネルを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**access-list** *access-list-number* {**deny** | **permit**} *source* [*source-wildcard*]	標準アクセス リストを作成し、必要な回数だけこのコマンドを繰り返します。 • *access-list-number* の範囲は 1 ～ 99 です。 • **deny** キーワードは、条件が一致した場合にアクセスを拒否します。**permit** キーワードは、条件が一致した場合にアクセスを許可します。 • *source* には、パケットの送信元であるネットワークまたはホストの番号を入力します。 • （任意）*source-wildcard* には、送信元に適用するワイルドカードビットをドット付き 10 進表記で入力します。無視するビット位置には 1 を入れます。 アクセス リストの末尾には、すべてに対する暗黙の拒否ステートメントが常に存在することに注意してください。
ステップ 3	**interface tunnel** *number*	トンネル インターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 4	**tunnel source** *ip-address*	トンネル インターフェイスの送信元アドレスを指定します。スイッチのインターフェイスの IP アドレスを入力します。
ステップ 5	**tunnel destination** *ip-address*	トンネル インターフェイスの宛先アドレスを指定します。マルチキャスト ルーティングされたルータの IP アドレスを入力します。
ステップ 6	**tunnel mode dvmrp**	DVMRP へのトンネルに対してカプセル化モードを設定します。
ステップ 7	**ip address** address mask または **ip unnumbered** *type number*	インターフェイスに IP アドレスを割り当てます。 または インターフェイスを非番号として設定します。
ステップ 8	**ip pim** [**dense-mode** | **sparse-mode**]	インターフェイスに PIM モードを設定します。
ステップ 9	**ip dvmrp accept-filter** *access-list-number* [*distance*] **neighbor-list** *access-list-number*	着信 DVMRP レポートに対して許可フィルタを設定します。 デフォルトでは、距離が 0 のすべての宛先レポートが許可されます。したがって、すべてのネイバーからのレポートが許可されます。 • *access-list-number* には、ステップ 2 で作成したアクセス リスト番号を指定します。アクセス リストに一致するすべての送信元は、距離とともに DVMRP ルーティング テーブルに格納されます。 • （任意）*distance* を指定する場合は、宛先への管理上の距離を入力します。デフォルトでは、DVMRP ルートへの管理上の距離は 0 で、ユニキャスト ルーティング テーブル ルートよりも優先されます。ユニキャスト ルーティングによるパス（マルチキャスト ルーティング プロトコルとして PIM を使用）と DVMRP を使用するパスという、送信元への 2 つのパスがある場合に PIM パスを使用するときは、DVMRP ルートの管理上の距離を増加させます。指定できる範囲は 1 ～ 255 です。 • **neighbor-list** *access-list-number* には、ステップ 2 で作成したネイバー リストの番号を入力します。DVMRP レポートは、リスト内のネイバーでだけ許可されます。

	コマンド	目的
ステップ 10	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 11	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 12	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

フィルタをディセーブルにするには、**no ip dvmrp accept-filter** *access-list-number* [*distance*] **neighbor-list** *access-list-number* インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、DVMRP トンネルを設定する例を示します。この設定では、Cisco スイッチ上のトンネルの IP アドレスに、*unnumbered* が割り当てられます。これにより、トンネルにはポート 1 と同じ IP アドレスが設定されます。トンネルのエンドポイント送信元 IP アドレスは 172.16.2.1 です。トンネルの接続先であるリモート DVMRP ルータのトンネルのエンドポイント アドレスは 192.168.1.10 です。トンネルを通して送信されるパケットは、外部 IP ヘッダー内にカプセル化されます。Cisco スイッチは、198.92.37.0 から 198.92.37.255 への距離が 100 である着信 DVMRP レポートを受信するように設定されます。

```
Switch(config)# ip multicast-routing
Switch(config)# interface tunnel 0
Switch(config-if)# ip unnumbered gigabitethernet0/1
Switch(config-if)# ip pim dense-mode
Switch(config-if)# tunnel source gigabitethernet0/1
Switch(config-if)# tunnel destination 192.168.1.10
Switch(config-if)# tunnel mode dvmrp
Switch(config-if)# ip dvmrp accept-filter 1 100
Switch(config-if)# interface gigabitethernet0/1
Switch(config-if)# ip address 172.16.2.1 255.255.255.0
Switch(config-if)# ip pim dense-mode
Switch(config)# exit
Switch(config)# access-list 1 permit 198.92.37.0 0.0.0.255
```

DVMRP ネイバーへのネットワーク 0.0.0.0 のアドバタイズ

使用しているスイッチがマルチキャスト ルーティング バージョン 3.6 のデバイスと近接している場合は、ネットワーク 0.0.0.0（デフォルト ルート）を DVMRP ネイバーにアドバタイズするように、ソフトウェアを設定できます。DVMRP デフォルト ルートでは、具体的なルートと一致しないマルチキャスト送信元の RPF 情報が計算されます。

DVMRP のデフォルト ルートを MBONE にアドバタイズしないでください。

インターフェイスの DVMRP ネイバーにネットワーク 0.0.0.0 をアドバタイズするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	DVMRP ルータに接続されたインターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**ip dvmrp default-information** {**originate** | **only**}	DVMRP ネイバーへのネットワーク 0.0.0.0 をアドバタイズします。 このコマンドは、スイッチがマルチキャスト ルーティング バージョン 3.6 のデバイスのネイバーである場合に限り使用します。 キーワードの意味は次のとおりです。 • **originate**：0.0.0.0 以外の具体的なルートもアドバタイズできるように指定します。 • **only**：0.0.0.0 以外の DVMRP ルートはアドバタイズされません。

	コマンド	目的
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

デフォルト ルートのアドバタイズメントを禁止するには、**no ip dvmrp default-information** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

mrinfo 要求への応答

ソフトウェアは、マルチキャスト ルーティングされたシステム、Cisco ルータ、およびマルチレイヤ スイッチによって送信された mrinfo 要求に応答します。ソフトウェアはネイバーに関する情報を、DVMRP トンネルおよびすべてのルーテッド インターフェイスを通して戻します。この情報にはメトリック（常に 1 に設定）、設定された TTL しきい値、インターフェイスのステータス、および各種フラグが含まれます。次の例のように、**mrinfo** 特権 EXEC コマンドを使用し、ルータまたはスイッチ自体をクエリーすることもできます。

```
Switch# mrinfo
  171.69.214.27 (mm1-7kd.cisco.com) [version cisco 11.1] [flags: PMS]:
  171.69.214.27 -> 171.69.214.26 (mm1-r7kb.cisco.com) [1/0/pim/querier]
  171.69.214.27 -> 171.69.214.25 (mm1-45a.cisco.com) [1/0/pim/querier]
  171.69.214.33 -> 171.69.214.34 (mm1-45c.cisco.com) [1/0/pim]
  171.69.214.137 -> 0.0.0.0 [1/0/pim/querier/down/leaf]
  171.69.214.203 -> 0.0.0.0 [1/0/pim/querier/down/leaf]
  171.69.214.18 -> 171.69.214.20 (mm1-45e.cisco.com) [1/0/pim]
  171.69.214.18 -> 171.69.214.19 (mm1-45c.cisco.com) [1/0/pim]
  171.69.214.18 -> 171.69.214.17 (mm1-45a.cisco.com) [1/0/pim]
```

高度な DVMRP 相互運用性機能の設定

Cisco ルータおよびマルチレイヤ スイッチは PIM を実行し、マルチキャスト パケットをレシーバーに転送したり、送信側から受信したりします。DVMRP ルートを PIM クラウド内に伝播したり、PIM クラウドを経由して伝播することもできます。PIM はこの情報を使用しますが、Cisco ルータおよびマルチレイヤ スイッチでは、マルチキャスト パケットを転送するために DVMRP を実行しません。

- 「DVMRP ユニキャスト ルーティングのイネーブル化」（P.45-56）（任意）
- 「DVMRP の非プルーニング ネイバーの拒否」（P.45-57）（任意）
- 「ルート交換の制御」（P.45-59）（任意）

基本的な DVMRP 機能の詳細については、「基本的な DVMRP 相互運用性機能の設定」（P.45-50）を参照してください。

DVMRP ユニキャスト ルーティングのイネーブル化

マルチキャスト ルーティングおよびユニキャスト ルーティングには個別のトポロジが必要となるため、PIM はマルチキャスト トポロジに従って、ループのない配信ツリーを構築する必要があります。Cisco ルータ、マルチレイヤ スイッチ、およびマルチキャスト ルーティング ベースのデバイスは、DVMRP ユニキャスト ルーティングを使用して、DVMRP ユニキャスト ルートを交換します。PIM はこれらのルートにリバース パスを転送します。

シスコ デバイスは DVMRP マルチキャスト ルーティングを相互に実行しませんが、DVMRP ルートを交換します。DVMRP ルートは、ユニキャスト トポロジと異なるマルチキャスト トポロジを提供します。このため、マルチキャスト トポロジを通して PIM を実行し、この結果 MBONE トポロジを通しての PIM SM が可能になります。

DVMRP ユニキャスト ルーティングがイネーブルの場合、ルータまたはスイッチは、DVMRP ルーティング テーブル内の DVMRP レポート メッセージで取得されたルートをキャッシュに格納します。PIM が動作中の場合、これらのルートはユニキャスト ルーティング テーブル内のルートよりも優先されます。したがって、MBONE トポロジがユニキャスト トポロジと異なる場合、PIM による MBONE トポロジが可能となります。

DVMRP ユニキャスト ルーティングは、すべてのインターフェイスで実行できます。DVMRP トンネルの場合は、DVMRP マルチキャスト ルーティングが使用されます。この機能を使用しても、Cisco ルータおよびマルチレイヤ スイッチ間で DVMRP マルチキャスト ルーティングはイネーブルになりません。ただし、DVMRP 対応マルチキャスト ルータがある場合は、シスコ デバイスで PIM/DVMRP マルチキャスト ルーティングを実行できます。

DVMRP ユニキャスト ルーティングをイネーブルにするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

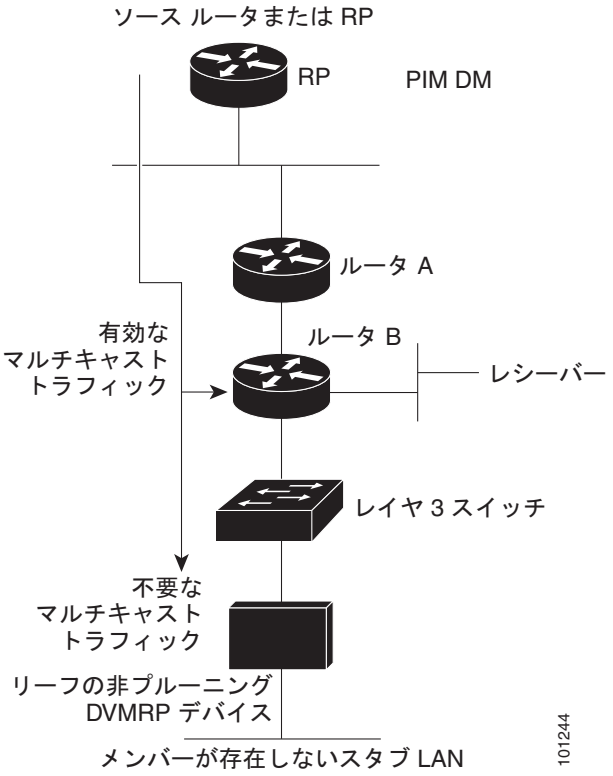
	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	DVMRP ルータに接続されたインターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**ip dvmrp unicast-routing**	DVMRP ユニキャスト ルーティングをイネーブルにします（DVMRP ルートを送受信します）。この機能は、デフォルトではディセーブルに設定されています。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

この機能をディセーブルにするには、**no ip dvmrp unicast-routing** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

DVMRP の非プルーニング ネイバーの拒否

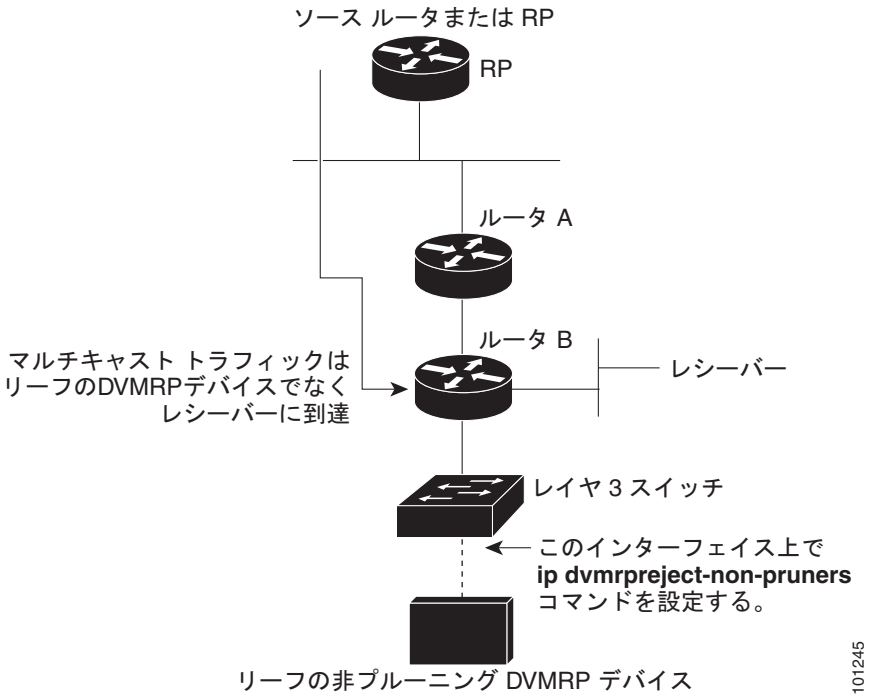
デフォルトでは、DVMRP 機能に関係なく、シスコ デバイスはすべての DVMRP ネイバーをピアとして受け入れます。ただし、一部の非シスコ デバイスでは、プルーニング機能を持たない古いバージョンの DVMRP が動作するため、常時転送パケットが受信されて帯域幅が消費されます。図 45-8 にこの事例を示します。

図 45-8　リーフの非プルーニング DVMRP ネイバー



DVMRP ネイバーで DVMRP プルーニングまたは接合がサポートされていない場合、スイッチとこのネイバーとのピアリング（通信）を禁止できます。これを行うには、非プルーニング デバイスに接続されたインターフェイスで **ip dvmrp reject-non-pruners** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用し、スイッチ（リーフの非プルーニング DVMRP デバイスのネイバー）を設定します（図 45-9 を参照）。この場合、プルーニング対応フラグが設定されていない DVMRP プローブまたはレポート メッセージをスイッチが受信すると、Syslog メッセージがロギングされ、メッセージが廃棄されます。

図 45-9　ルータが非プルーニング DVMRP ネイバーを拒否する例



ip dvmrp reject-non-pruners インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用すると、ネイバーとのピアリングだけが禁止されます。拒否されていない非プルーニング ルータが（レシーバー候補のダウンストリーム方向に）2 ホップ以上離れている場合、非プルーニング DVMRP ネットワークが存在する場合もあります。

非プルーニング DVMRP ネイバーとのピアリングを禁止するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	非プルーニング DVMRP ネイバーに接続されたインターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**ip dvmrp reject-non-pruners**	非プルーニング DVMRP ネイバーとのピアリングを禁止します。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

この機能をディセーブルにするには、**no ip dvmrp reject-non-pruners** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

ルート交換の制御

ここでは、DVMRP ルートに関するシスコ デバイスのアドバタイズメントを調整する方法について説明します。

- 「アドバタイズされる DVMRP ルート数の制限」（P.45-59）（任意）
- 「DVMRP ルートしきい値の変更」（P.45-59）（任意）
- 「DVMRP サマリー アドレスの設定」（P.45-60）（任意）
- 「DVMRP 自動サマライズのディセーブル化」（P.45-62）（任意）
- 「DVMRP ルートへのメトリック オフセットの追加」（P.45-63）（任意）

アドバタイズされる DVMRP ルート数の制限

デフォルトでは、DVMRP を実行するためにイネーブル化されたインターフェイス（つまり、DVMRP トンネル、DVMRP ネイバーが検出されたインターフェイス、または **ip dvmrp unicast-routing** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを実行するように設定されたインターフェイス）を通して、7000 の DVMRP ルートだけがアドバタイズされます。

DVMRP ルートの制限を変更するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**ip dvmrp route-limit** *count*	DVMRP に対してイネーブル化されたインターフェイスを通してアドバタイズされる DVMRP 数を変更します。 このコマンドを使用すると、**ip dvmrp metric** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドの設定ミスによって大量のルートが MBONE に入るのを防ぐことができます。 デフォルトでは、7000 のルートがアドバタイズされます。指定できる範囲は 0 ～ 4294967295 です。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

ルート数が制限されないように設定するには、**no ip dvmrp route-limit** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

DVMRP ルートしきい値の変更

デフォルトでは、1 つのインターフェイスにつき、1 分間に 10,000 の DVMRP ルートを受信できます。この速度を超えると、ルート サージが発生した可能性を警告する Syslog メッセージが発行されます。通常この警告は、デバイスの設定ミスにより大量のルートが MBONE に入った場合、迅速な検出を行うために使用されます。

警告送信の基準となるルート数のしきい値を変更するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**ip dvmrp routehog-notification** *route-count*	Syslog メッセージの送信基準となるルート数を設定します。 デフォルト値は 10,000 ルートで、指定できる範囲は 1 ～ 4294967295 です。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

デフォルト設定に戻すには、**no ip dvmrp routehog-notification** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

動作中のルート数を表示するには、**show ip igmp interface** 特権 EXEC コマンドを使用します。このルート数を超えると、*** *ALERT* *** が表示行に表示されます。

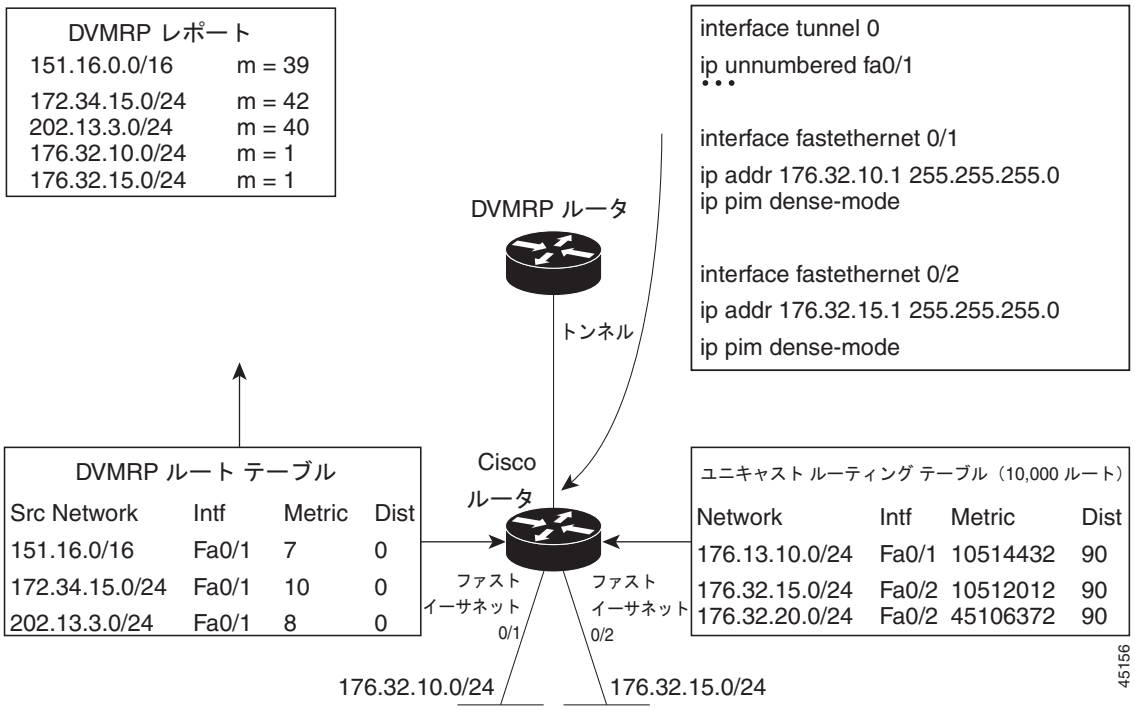
DVMRP サマリー アドレスの設定

デフォルトでは、シスコ デバイスは、ユニキャスト ルーティング テーブル内の接続されたユニキャスト ルートだけ（つまり、ルータに直接接続されたサブネットへのルートだけ）を DVMRP ルートレポート メッセージに格納してアドバタイズします。これらのルートは、通常の DVMRP のクラス指定されたルート サマライズによって処理されます。このプロセスは、アドバタイズされているルートとアドバタイズ中に経由するインターフェイスが、クラス指定された同じネットワーク内にあるかどうかに応じて異なります。

図 45-10 に、デフォルトの動作例を示します。この例では、Cisco ルータによって送信される DVMRP レポートに、DVMRP メトリックに 32 を追加してポイズンリバースされた、DVMRP ルータから受信した 3 つの元のルートが記述されています。これらのルートの後に、ユニキャスト ルーティング テーブルから取得した、直接接続されている 2 つのネットワーク（176.32.10.0/24 および 176.32.15.0/24）にアドバタイズメントされる 2 つのルートが記述されています。DVMRP トンネルはファスト イーサネット ポート 1 と同じ IP アドレスを共有し、直接接続された 2 つのサブネットと同じクラス B ネットワークに分類されるため、これらのルートに対してクラス指定サマライズは実行されません。その結果、DVMRP ルータは、直接接続されたサブネットへ向かうこれらの 2 つのルートだけをポイズンリバースします。また、これらの 2 つのイーサネット セグメント上の送信元によって送信されたマルチキャスト トラフィックに対しては、RPF だけを適切に実行します。これら 2 つのイーサネット セグメント上にはない、Cisco ルータ背後のネットワーク内の他のマルチキャスト送信元では、DVMRP ルータに関する RPF チェックは適切に行われず、廃棄されます。

サマリー アドレス（**ip dvmrp summary-address** *address mask* インターフェイス コンフィギュレーション コマンドのアドレスおよびマスクのペアで指定）の範囲内にあるルートの代わりに、サマリー アドレスをアドバタイズするように Cisco ルータを設定できます。ユニキャスト ルーティング テーブルにサマリー アドレス範囲内のルートが 1 つまたは複数格納されている場合は、サマリー アドレスが DVMRP ルート レポートに格納されて送信されます。それ以外の場合、サマリー アドレスはアドバタイズされません。図 45-10 では、Cisco ルータ トンネル インターフェイスに **ip dvmrp summary-address** コマンドを設定します。その結果、Cisco ルータは、ユニキャスト ルーティング テーブルのネットワーク 176.32.0.0/16 に、サマライズされた単一のクラス B アドバタイズメントを送信します。

図 45-10　接続されたユニキャスト ルートにだけアドバタイズ（デフォルト）する例



デフォルトのクラス指定サマライズが要求を満たさない場合に、DVMRP ルートのサマライズをカスタマイズするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

（注）　設定されたサマリー アドレスをアドバタイズする前に、ユニキャスト ルーティング テーブルに具体的なルートを 1 つまたは複数設定する必要があります。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	DVMRP ルータに接続されたインターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを入力します。
ステップ 3	**ip dvmrp summary-address** *address mask* [**metric** *value*]	DVMRP サマリー アドレスを指定します。 • **summary-address** *address mask* には、サマリー IP アドレス、および具体的なルートの代わりにアドバタイズされるマスクを指定します。 • （任意）**metric** *value* を指定する場合は、サマリー アドレスとともにアドバタイズされるメトリックを指定します。デフォルト値は 1 です。指定できる範囲は 1 ～ 32 です。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

サマリー アドレスを削除するには、**no ip dvmrp summary-address** *address mask* [**metric** *value*] インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

DVMRP 自動サマライズのディセーブル化

ソフトウェアでは、デフォルトで一部のレベルの DVMRP サマライズが自動実行されます。サマリーだけでなくすべてのルートをアドバタイズする場合は、この機能をディセーブルにします。特別な場合には、すべてのサブネット情報が格納された近接する DVMRP ルータを使用し、DVMRP ネットワーク内のマルチキャスト トラフィックの流れを詳細に制御できます。この例としては、PIM ネットワークが DVMRP クラウドに複数のポイントで接続されているとき、具体的な（サマライズされていない）ルートが DVMRP ネットワークに送信され、PIM クラウド内の各サブネットへ向かうさらに適切なパスがアドバタイズされる場合などがあります。

ip dvmrp summary-address インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを設定し、**no ip dvmrp auto-summary** を設定しなかった場合は、カスタムと自動サマリーの両方が得られます。

DVMRP 自動サマリーをディセーブルにするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	DVMRP ルータに接続されたインターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**no ip dvmrp auto-summary**	DVMRP 自動サマライズをディセーブルにします。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

自動サマライズを再びイネーブルにするには、**ip dvmrp auto-summary** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

DVMRP ルートへのメトリック オフセットの追加

デフォルトでは、着信 DVMRP レポートに格納されてアドバタイズされた DVMRP ルートのメトリック（ホップ数）は、スイッチによって 1 だけ増加されます。特定のルートの優先度を上下させる場合は、メトリックを変更できます。

たとえば、マルチレイヤ スイッチ A からルートが取得され、より大きなメトリックを持つ同じルートがマルチレイヤ スイッチ B から取得されたとします。スイッチ B を経由するパスの方が高速であるため、このパスを使用する場合は、スイッチ A によって取得されたルートにメトリック オフセットを適用し、スイッチ B によって取得されたメトリックよりもメトリックを大きくできます。この結果、スイッチ B を経由するパスを選択できます。

デフォルトのメトリックを変更するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	設定するインターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**ip dvmrp metric-offset** [**in** | **out**] *increment*	着信レポートに格納されてアドバタイズされる DVMRP ルートに追加されるメトリックを変更します。 キーワードの意味は次のとおりです。 • （任意）**in** : 増分値が着信 DVMRP レポートに追加され、mrinfo 応答内で報告されまするように指定します。 • （任意）**out** : 増分値が、DVMRP ルーティング テーブルのルートに対する発信 DVMRP レポートに追加されるように指定します。 **in** と **out** のどちらも指定しない場合は、**in** がデフォルトになります。 *increment* には、レポート メッセージに格納されてアドバタイズされる DVMRP ルータのメトリックの増分値を指定します。指定できる範囲は 1 ～ 31 です。 **ip dvmrp metric-offset** コマンドがインターフェイス上で設定されていない場合、着信ルートのデフォルトの増分値は 1 です。発信ルートのデフォルト値は 0 です。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

デフォルト設定に戻すには、**no ip dvmrp metric-offset** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

IP マルチキャスト ルーティングのモニタおよびメンテナンス

キャッシュ、テーブル、およびデータベースのクリア

特定のキャッシュ、テーブル、またはデータベースのすべての内容を削除できます。特定のキャッシュ、テーブル、またはデータベースの内容が無効である場合、または無効である可能性がある場合は、これらをクリアする必要があります。

表 45-5 に示す特権 EXEC コマンドのいずれかを使用すると、IP マルチキャストのキャッシュ、テーブル、データベースをクリアできます。

表 45-5　キャッシュ、テーブル、およびデータベースをクリアするコマンド

コマンド	目的
clear ip cgmp	Catalyst スイッチによってキャッシュに格納されたすべてのグループ エントリをクリアします。
clear ip dvmrp route {* | *route*}	DVMRP ルーティング テーブルからルートを削除します。
clear ip igmp group [*group-name* | *group-address* | *interface*]	IGMP キャッシュのエントリを削除します。
clear ip mroute {* | *group* [*source*]}	IP マルチキャスト ルーティング テーブルのエントリを削除します。
clear ip pim auto-rp *rp-address*	自動 RP キャッシュをクリアします。
clear ip sdr [*group-address* | “*session-name*“]	Session Directory Protocol バージョン 2 キャッシュ（sdr キャッシュ エントリ）を削除します。

システムおよびネットワーク統計情報の表示

IP ルーティング テーブル、キャッシュ、データベースの内容など、特定の統計情報を表示できます。

（注）　このリリースでは、ルート単位の統計情報がサポートされていません。

また、リソースの使用状況を学習し、ネットワーク問題を解決するための情報を表示することもできます。さらに、ノードの到達可能性に関する情報を表示し、デバイスのパケットが経由するネットワーク内のパスを検出することもできます。

表 45-6 に示す特権 EXEC コマンドのいずれかを使用すると、さまざまなルーティング統計情報を表示できます。

表 45-6　システムおよびネットワーク統計情報を表示するコマンド

コマンド	目的
ping [*group-name* | *group-address*]	マルチキャスト グループ アドレスに ICMP エコー要求を送信します。
show ip dvmrp route [*ip-address*]	DVMRP ルーティング テーブルのエントリを表示します。
show ip igmp groups [*group-name* | *group-address* | *type number*]	スイッチに直接接続されている、IGMP によって取得されたマルチキャスト グループを表示します。
show ip igmp interface [*type number*]	インターフェイスのマルチキャスト関連情報を表示します。
show ip mcache [*group* [*source*]]	IP 高速スイッチング キャッシュの内容を表示します。
show ip mpacket [*source-address* | *name*] [*group-address* | *name*] [**detail**]	回覧用キャッシュヘッダー バッファの内容を表示します。
show ip mroute [*group-name* | *group-address*] [*source*] [**summary**] [**count**] [**active** *kbps*]	IP マルチキャスト ルーティング テーブルの内容を表示します。
show ip pim interface [*type number*] [**count**] [**detail**]	PIM 用に設定されたインターフェイスの情報を表示します。このコマンドは、すべてのソフトウェア イメージで使用できます。
show ip pim neighbor [*type number*]	スイッチによって検出された PIM ネイバーのリストを示します。このコマンドは、すべてのソフトウェア イメージで使用できます。
show ip pim rp [*group-name* | *group-address*]	SM マルチキャスト グループに関連付けられた RP ルータを表示します。このコマンドは、すべてのソフトウェア イメージで使用できます。
show ip rpf {*source-address* | *name*}	スイッチの RPF の実行方法（ユニキャスト ルーティング テーブル、DVMRP ルーティング テーブル、またはスタティック マルチキャスト ルーティングのいずれか）を表示します。
show ip sdr [*group* | “*session-name*” | **detail**]	Session Directory Protocol バージョン 2 のキャッシュを表示します。

IP マルチキャスト ルーティングのモニタ

表 45-7 に示す特権 EXEC コマンドを使用すると、IP マルチキャスト ルータ、パケット、パスをモニタできます。

表 45-7　IP マルチキャスト ルーティングをモニタするためのコマンド

コマンド	目的
mrinfo [*hostname* | *address*] [*source-address* | *interface*]	マルチキャスト ルータまたはマルチレイヤ スイッチとピアリングするネイバー マルチキャスト デバイスに関して、マルチキャスト ルータまたはマルチレイヤ スイッチをクエリーします。
mstat *source* [*destination*] [*group*]	IP マルチキャスト パケット速度および損失情報を表示します。
mtrace *source* [*destination*] [*group*]	指定されたグループのマルチキャスト配信ツリーに対して、送信元から宛先ブランチへのパスをトレースします。

CHAPTER 46

MSDP の設定

この章では、Catalyst 3560 スイッチに Multicast Source Discovery Protocol（MSDP）を設定する方法について説明します。MSDP によって、複数の Protocol-Independent Multicast Sparse-Mode（PIM-SM）ドメインが接続されます。

このソフトウェア リリースでは、MSDP と連携して動作する Multicast Border Gateway Protocol（MBGP）がサポートされていないため、MSDP は完全にはサポートされていません。ただし、MBGP が動作していない場合、MSDP と連携して動作するデフォルト ピアを作成できます。

この機能を使用するには、スイッチ上で IP サービス イメージが稼動している必要があります。

（注） この章で使用するコマンドの構文および使用方法の詳細については、Cisco.com にある『*Cisco IOS IP Command Reference, Volume 3 of 3: Multicast, Release 12.4*』を参照してください。

この章で説明する内容は、次のとおりです。

MSDP の概要

MSDP を使用すると、さまざまなドメイン内のすべての Rendezvous Point（RP; ランデブー ポイント）に、グループのマルチキャスト送信元を通知できます。各 PIM-SM ドメインでは独自の RP が使用され、他のドメインの RP には依存しません。RP は Transmission Control Protocol（TCP）を通じて MSDP を実行し、他のドメイン内のマルチキャスト送信元を検出します。

PIM-SM ドメイン内の RP は、他のドメイン内の MSDP 対応デバイスと MSDP ピアリング関係にあります。ピアリング関係は TCP 接続を通じて発生します。交換されるのは、主にマルチキャスト グループを送信する送信元のリストです。RP 間の TCP 接続は、基本的なルーティング システムによって実現されます。受信側の RP では、送信元リストを使用して送信元のパスが確立されます。

このトポロジの目的は、ドメインから、他のドメイン内のマルチキャスト送信元を検出することです。マルチキャスト送信元がレシーバーのあるドメインを対象としている場合、マルチキャスト データは PIM-SM の通常の送信元ツリー構築メカニズムを通じて配信されます。MSDP は、グループを送信する送信元のアナウンスにも使用されます。これらのアナウンスは、ドメイン RP で発信する必要があります。

MSDP のドメイン間動作は、Border Gateway Protocol（BGP; ボーダー ゲートウェイ プロトコル）または MBGP に大きく依存します。ドメイン内の RP（インターネットへのアナウンス対象であるグローバル グループを送信する送信元用の RP）で、MSDP を実行してください。

MSDP の動作

図 46-1 に、2 つの MSDP ピア間での MSDP の動作を示します。PIM では、ドメインの RP に送信元を登録するための標準メカニズムとして、MSDP が使用されます。MSDP が設定されている場合は、次のシーケンスが発生します。

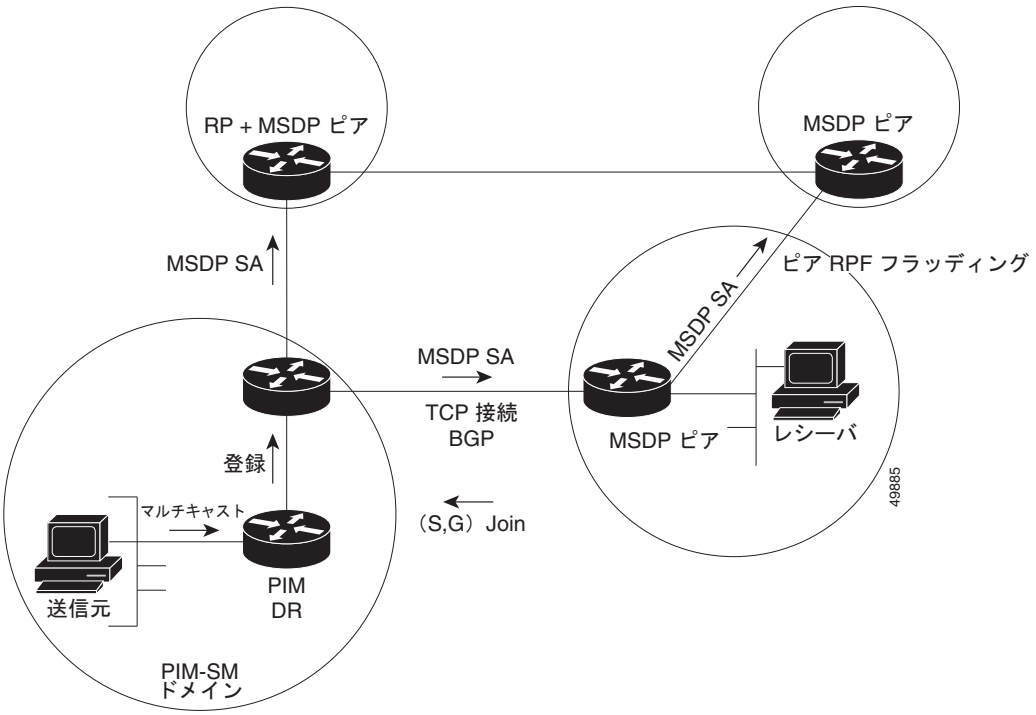
送信元が最初のマルチキャスト パケットを送信すると、送信元に直接接続された先頭ホップ ルータ（*代表ルータ*または RP）によって RP に PIM Register メッセージが送信されます。RP は Register メッセージを使用し、アクティブな送信元を登録したり、ローカル ドメイン内の共有ツリーの下方向にマルチキャスト パケットを転送します。MSDP が設定されている場合は、Source-Active（SA）メッセージもすべての MSDP ピアに転送されます。送信元、送信元からの送信先であるグループ、および RP のアドレスまたは発信元 ID（RP アドレスとして使用されるインターフェイスの IP アドレス）が設定されている場合は、SA メッセージによってこれらが識別されます。

各 MSDP ピアは SA メッセージを発信元の RP から受信および転送し、ピア Reverse-Path Forwarding（RPF）フラッディングを実現します。MSDP デバイスは、BGP または MBGP ルーティング テーブルを調べ、どのピアが SA メッセージの発信元 RP へのネクスト ホップであるかを検出します。このようなピアは *RPF ピア*と呼ばれます。MSDP デバイスでは、RPF ピア以外のすべての MSDP ピアにメッセージが転送されます。BGP および MBGP がサポートされていない場合に MSDP を設定する方法については、「デフォルトの MSDP ピアの設定」（P.46-3）を参照してください。

MSDP ピアは、非 RPF ピアから発信元 RP へ向かう同じ SA メッセージを受信すると、そのメッセージを廃棄します。それ以外の場合、その MSDP ピアはすべての MSDP ピアにメッセージを転送します。

ドメインの RP は MSDP ピアから SA メッセージを受信します。この RP が SA メッセージに記述されているグループへの Join 要求を持ち、空でない発信インターフェイス リストに（*,G）エントリが含まれている場合、そのグループはドメインの対象となり、RP から送信元方向に（S,G）Join メッセージが送信されます。（S,G）join メッセージが送信元の DR に到達すると、送信元からリモート ドメイン内の RP への送信元ツリーのブランチが構築されます。この結果、マルチキャスト トラフィックを送信元から送信元ツリーを経由して RP へ、そしてリモート ドメイン内の共有ツリーを下ってレシーバーへと送信できます。

図 46-1　　RP ピア間で動作する MSDP



MSDP の利点

MSDP には次の利点があります。

- 共有されたマルチキャスト配信ツリーが分割され、共有ツリーがドメインに対してローカルになるように設定できます。ローカル メンバはローカル ツリーに加わります。共有ツリーへの Join メッセージをドメイン外へ送信する必要はありません。
- PIM SM ドメインは独自の RP だけを信頼するため、他のドメインの RP に対する信頼度が低下します。このため、送信元の情報がドメイン外部に漏れないようにすることができ、セキュリティが高まります。
- レシーバーだけが配置されているドメインは、グループ メンバシップをグローバルにアドバタイズしなくても、データを受信できます。
- グローバルな送信元マルチキャスト ルーティング テーブル ステートが不要になり、コストが削減されます。

MSDP の設定

MSDP のデフォルト設定

MSDP はイネーブルになっていません。デフォルトの MSDP ピアはありません。

デフォルトの MSDP ピアの設定

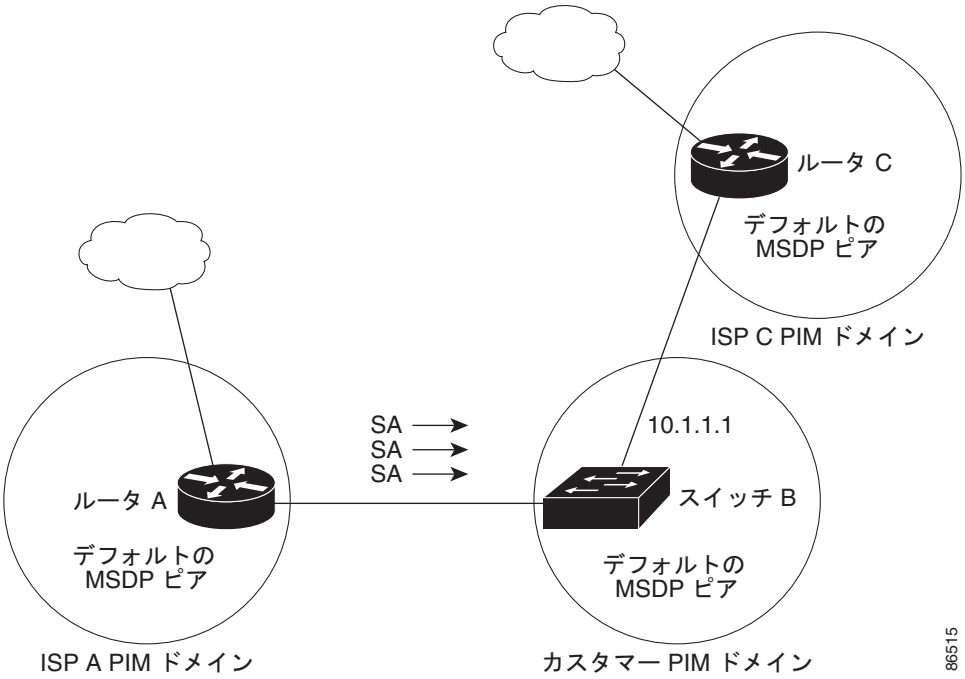
このソフトウェア リリースでは、BGP および MBGP がサポートされていないため、**ip msdp peer** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用して、ローカル スイッチに MSDP ピアを設定できません。その代わり、デフォルトの MSDP ピアを定義し、そこから送信されるスイッチのすべての SA メッセージを受信します（そのためには、**ip msdp default-peer** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します）。デフォルトの MSDP ピアは、事前に設定しておく必要があります。スイッチで MSDP ピアによる BGP または MBGP ピアリングが行われない場合は、デフォルトの MSDP ピアを設定します。単一の MSDP ピアが設定されている場合、スイッチでは常にそのピアからのすべての SA メッセージが受信されます。

図 46-2 に、デフォルトの MSDP ピアを使用できるネットワークを示します。図 46-2 では、スイッチ B を所有するカスタマーが、2 つの Internet Service Provider（ISP; インターネット サービス プロバイダー）に接続されています。一方の ISP はルータ A、もう一方の ISP はルータ C を所有しています。これらの ISP 間で、BGP または MBGP は動作していません。ISP のドメイン内、または他のドメイン内の送信元を学習するため、カスタマー サイトのスイッチ B はルータ A をデフォルトの MSDP ピアとして識別します。スイッチ B はルータ A とルータ C の両方に SA メッセージをアドバタイズしますが、受信するのはルータ A からの SA メッセージ、またはルータ C からの SA メッセージだけです。ルータ A がコンフィギュレーション ファイルの最初に記述されている場合、ルータ A が動作していれば、ルータ A が使用されます。ルータ A が動作していない場合だけ、スイッチ B はルータ C からの SA メッセージを受信します。これが、プレフィクス リストがない場合のデフォルトの動作です。

プレフィクス リストを指定すると、ピアはリスト内のプレフィクス専用のデフォルト ピアになります。プレフィクス リストがそれぞれ関連付けられている場合は、複数のアクティブなデフォルト ピアを設定できます。プレフィクス リストがない場合も、複数のデフォルト ピアを設定できますが、アクティブなデフォルト ピアになるのは最初のピアだけです（このピアにルータが接続されていて、ピアがアクティブの場合に限ります）。最初に設定されたデフォルト ピアに障害が発生した場合、またはこのピアが正常に接続されていない場合は、2 番めに設定されているピアがアクティブなデフォルト ピアになります。以下同様に処理されます。

通常、ISP はプレフィクス リストを使用して、カスタマーのルータから受信するプレフィクスを定義します。

図 46-2　　デフォルトの MSDP ピア ネットワーク



デフォルトの MSDP ピアを指定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は必須です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**ip msdp default-peer** *ip-address* | *name* [**prefix-list** *list*]	すべての MSDP SA メッセージの受信元となるデフォルト ピアを定義します。 • *ip-address* | *name* には、MSDP デフォルト ピアの IP アドレスまたは Domain Name System（DNS; ドメイン ネーム システム）サーバ名を入力します。 • （任意）**prefix-list** *list* を指定する場合は、リスト内のプレフィクス専用のデフォルト ピアとなるピアを指定するリスト名を入力します。プレフィクス リストがそれぞれ関連付けられている場合は、複数のアクティブなデフォルト ピアを設定できます。 **prefix-list** キーワードが指定された **ip msdp default-peer** コマンドを複数入力すると、複数の RP プレフィクスに対してすべてのデフォルト ピアが同時に使用されます。この構文は通常、スタブ サイト クラウドに接続されたサービス プロバイダー クラウドで使用されます。 **prefix-list** キーワードを指定せずに **ip msdp default-peer** コマンドを複数入力すると、単一のアクティブ ピアですべての SA メッセージが受信されます。このピアに障害がある場合は、次の設定済みデフォルト ピアですべての SA メッセージが受信されます。この構文は通常、スタブ サイトで使用されます。
ステップ 3	**ip prefix-list** *name* [**description** *string*] | **seq** *number* {**permit** | **deny**} *network length*	（任意）ステップ 2 で指定された名前を使用し、プレフィクス リストを作成します。 • （任意）**description** *string* を指定する場合は、このプレフィクス リストを説明する 80 文字以下のテキストを入力します。 • **seq** *number* には、エントリのシーケンス番号を入力します。指定できる範囲は 1 ～ 4294967294 です。 • **deny** キーワードを指定すると、条件が一致した場合にアクセスが拒否されます。 • **permit** キーワードを指定すると、条件が一致した場合にアクセスが許可されます。 • *network length* には、許可または拒否されているネットワークの番号およびネットワーク マスク長（ビット単位）を指定します。
ステップ 4	**ip msdp description** {*peer-name* | *peer-address*} *text*	（任意）設定内で、または **show** コマンド出力内で簡単に識別できるように、指定されたピアの説明を設定します。 デフォルトでは、MSDP ピアに説明は関連付けられていません。
ステップ 5	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 6	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 7	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

デフォルト ピアを削除するには、**no ip msdp default-peer** *ip-address* | *name* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、図 46-2 のルータ A およびルータ C の設定の一部を示します。それぞれの ISP には、デフォルト ピア（BGP および MBGP 以外）を使用する複数のカスタマーが存在します（図 46-2 のカスタマーと同様）。この場合、両方の ISP で類似した設定となります。つまり、両方の ISP では、対応するプレフィクス リストで SA が許可されている場合、デフォルト ピアからの SA だけが受信されます。

ルータ A

```
Router(config)# ip msdp default-peer 10.1.1.1
Router(config)# ip msdp default-peer 10.1.1.1 prefix-list site-a
Router(config)# ip prefix-list site-b permit 10.0.0.0/1
```

ルータ C

```
Router(config)# ip msdp default-peer 10.1.1.1 prefix-list site-a
Router(config)# ip prefix-list site-b permit 10.0.0.0/1
```

SA ステートのキャッシング

デフォルトでは、スイッチで受信された SA メッセージ内の送信元とグループのペアは、キャッシュに格納されません。また、MSDP SA 情報が転送される場合、この情報はメモリに格納されません。したがって、ローカル RP で SA メッセージが受信された直後にメンバがグループに加入した場合、次の SA メッセージによって送信元に関する情報が取得されるまでそのメンバは待機する必要があります。この遅延は加入遅延と呼ばれます。

メモリを消費して送信元情報の遅延を短縮する場合は、SA メッセージをキャッシュに格納するようにスイッチを設定できます。

送信元とグループのペアのキャッシングをイネーブルにするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**ip msdp cache-sa-state** [**list** *access-list-number*]	送信元とグループのペアのキャッシングをイネーブルにします（SA ステートを作成します）。アクセス リストを通過したこれらのペアがキャッシュに格納されます。 **list** *access-list-number* を指定する場合、範囲は 100 ～ 199 です。
ステップ 3	**access-list** *access-list-number* {**deny** | **permit**} *protocol source source-wildcard destination destination-wildcard*	IP 拡張アクセス リストを作成します。必要な回数だけこのコマンドを繰り返します。 • *access-list-number* の範囲は 100 ～ 199 です。ステップ 2 で作成した番号と同じ値を入力します。 • **deny** キーワードは、条件が一致した場合にアクセスを拒否します。**permit** キーワードは、条件が一致した場合にアクセスを許可します。 • *protocol* には、プロトコル名として **ip** を入力します。 • *source* には、パケットの送信元であるネットワークまたはホストの番号を入力します。 • *source-wildcard* には、送信元に適用するワイルドカード ビットをドット付き 10 進表記で入力します。無視するビット位置には 1 を入れます。 • *destination* には、パケットの送信先であるネットワークまたはホストの番号を入力します。 • *destination-wildcard* には、宛先に適用するワイルドカード ビットをドット付き 10 進表記で入力します。無視するビット位置には 1 を入れます。 アクセス リストの末尾には、すべてに対する暗黙の拒否ステートメントが常に存在することに注意してください。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。

	コマンド	目的
ステップ 5	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

（注）　このコマンドの代わりに、**ip msdp sa-request** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用できます。代替コマンドを使用すると、グループの新しいメンバがアクティブになった場合に、SA 要求メッセージがスイッチから MSDP ピアに送信されます。詳細については、次の項を参照してください。

デフォルト設定（SA ステートが作成されていない状態）に戻すには、**no ip msdp cache-sa-state** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、グループ 224.2.0.0/16 への送信元である 171.69.0.0/16 のすべての送信元のキャッシュ ステートをイネーブルにする例を示します。

```
Switch(config)# ip msdp cache-sa-state 100
Switch(config)# access-list 100 permit ip 171.69.0.0 0.0.255.255 224.2.0.0 0.0.255.255
```

MSDP ピアからの送信元情報の要求

ローカル RP では、SA 要求を送信し、指定されたグループに対するすべてのアクティブな送信元の応答をすぐに取得できます。デフォルトでは、新しいメンバがグループに加入してマルチキャスト トラフィックを受信する必要が生じた場合、スイッチは MSDP ピアに SA 要求メッセージを送信しません。新しいメンバは次の定期的な SA メッセージの受信を待機します。

グループへの送信元である接続 PIM SM ドメイン内のアクティブなマルチキャスト送信元を、グループの新しいメンバが学習する必要がある場合は、新しいメンバがグループに加入したときに、指定された MSDP ピアに SA 要求メッセージを送信するようにスイッチを設定します。ピアは SA キャッシュ内の情報を使用して応答します。ピアにキャッシュが設定されていない場合、このコマンドを実行しても何も起こりません。この機能を設定すると加入遅延は短縮されますが、メモリが消費されます。

新しいメンバがグループに加入し、マルチキャスト トラフィックを受信する必要が生じた場合、MSDP ピアに SA 要求メッセージを送信するようにスイッチを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**ip msdp sa-request** {*ip-address* | *name*}	指定された MSDP ピアに SA 要求メッセージを送信するように、スイッチを設定します。 *ip-address* | *name* を指定する場合は、グループの新しいメンバがアクティブになるときにローカル スイッチの SA メッセージの要求元になる MSDP ピアの IP アドレス、または名前を入力します。 SA メッセージを送信する必要がある MSDP ピアごとに、このコマンドを繰り返します。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

デフォルト設定に戻すには、**no ip msdp sa-request** {*ip-address* | *name*} グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、171.69.1.1 の MSDP ピアに SA 要求メッセージを送信するように、スイッチを設定する例を示します。

```
Switch(config)# ip msdp sa-request 171.69.1.1
```

スイッチから発信される送信元情報の制御

スイッチから発信される次のマルチキャスト送信元情報を制御できます。

- アドバタイズ対象の送信元（送信元ベース）
- 送信元情報のレシーバー（要求元認識ベース）

詳細については、「送信元の再配信」（P.46-8）および「SA 要求メッセージのフィルタリング」（P.46-9）を参照してください。

送信元の再配信

SA メッセージは、送信元が登録されている RP で発信されます。デフォルトでは、RP に登録されているすべての送信元がアドバタイズされます。送信元が登録されている場合は、RP に *A フラグ*が設定されています。このフラグは、フィルタリングされる場合を除き、送信元が SA に格納されてアドバタイズされることを意味します。

アドバタイズされる登録済みの送信元を制限するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**ip msdp redistribute** [**list** *access-list-name*] [**asn** *aspath-access-list-number*] [**route-map** *map*]	SA メッセージに格納されてアドバタイズされる、マルチキャスト ルーティング テーブル内の（S,G）エントリを設定します。 デフォルトでは、ローカル ドメイン内の送信元だけがアドバタイズされます。 • （任意）**list** *access-list-name* を指定する場合は、IP 標準または IP 拡張アクセス リストの名前または番号を入力します。標準アクセス リストの範囲は 1 ～ 99、拡張アクセス リストの範囲は 100 ～ 199 です。アクセス リストによって、アドバタイズされるローカルの送信元、および送信されるグループが制御されます。 • （任意）**asn** *aspath-access-list-number* を指定する場合は、1 ～ 199 の範囲の IP 標準または IP 拡張アクセス リスト番号を入力します。このアクセス リスト番号は、**ip as-path access-list** コマンドでも設定する必要があります。 • （任意）**route-map** *map* を指定する場合は、1 ～ 199 の範囲の IP 標準または IP 拡張アクセス リスト番号を入力します。このアクセス リスト番号は、**ip as-path access-list** コマンドでも設定する必要があります。 アクセス リストまたは自律システム パス アクセス リストに従って、（S,G）ペアがアドバタイズされます。

	コマンド	目的
ステップ 3	**access-list** *access-list-number* {**deny** | **permit**} *source* [*source-wildcard*] または **access-list** *access-list-number* {**deny** | **permit**} *protocol source source-wildcard destination destination-wildcard*	IP 標準アクセス リストを作成します。必要な回数だけこのコマンドを繰り返します。 または IP 拡張アクセス リストを作成します。必要な回数だけこのコマンドを繰り返します。 • *access-list-number* には、標準アクセス リストの範囲の場合は 1 ～ 99、拡張アクセス リストの範囲の場合は 100 ～ 199 を入力します。ステップ 2 で作成した番号と同じ値を入力します。 • **deny** キーワードは、条件が一致した場合にアクセスを拒否します。**permit** キーワードは、条件が一致した場合にアクセスを許可します。 • *protocol* には、プロトコル名として **ip** を入力します。 • *source* には、パケットの送信元であるネットワークまたはホストの番号を入力します。 • *source-wildcard* には、送信元に適用するワイルドカード ビットをドット付き 10 進表記で入力します。無視するビット位置には 1 を入れます。 • *destination* には、パケットの送信先であるネットワークまたはホストの番号を入力します。 • *destination-wildcard* には、宛先に適用するワイルドカード ビットをドット付き 10 進表記で入力します。無視するビット位置には 1 を入れます。 アクセス リストの末尾には、すべてに対する暗黙の拒否ステートメントが常に存在することに注意してください。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

フィルタを削除するには、**no ip msdp redistribute** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

SA 要求メッセージのフィルタリング

デフォルトでは、SA 情報をキャッシングしているスイッチだけが、SA 要求に応答します。このようなスイッチでは、デフォルトで MSDP ピアからのすべての SA 要求メッセージが受信され、アクティブな送信元の IP アドレスが提供されます。

ただし、MSDP ピアからの SA 要求をすべて無視するように、スイッチを設定できます。標準アクセス リストに記述されたグループのピアからの SA 要求メッセージだけを受信することもできます。アクセス リスト内のグループが指定された場合は、そのグループのピアからの SA 要求メッセージが受信されます。他のグループのピアからの他のメッセージは、すべて無視されます。

これらの方法のいずれかを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**ip msdp filter-sa-request** *ip-address* | *name*	指定された MSDP ピアからの SA 要求メッセージをすべてフィルタリングします。
	または	または
	ip msdp filter-sa-request {*ip-address* | *name*} **list** *access-list-number*	標準アクセス リストを通過したグループに対して、指定された MSDP ピアからの SA 要求メッセージをフィルタリングします。アクセス リストには、マルチキャスト グループのアドレスが記述されています。access-list-number の範囲は 1 ～ 99 です。
ステップ 3	**access-list** *access-list-number* {**deny** | **permit**} *source* [*source-wildcard*]	IP 標準アクセス リストを作成します。必要な回数だけこのコマンドを繰り返します。 • *access-list-number* の範囲は 1 ～ 99 です。 • **deny** キーワードは、条件が一致した場合にアクセスを拒否します。**permit** キーワードは、条件が一致した場合にアクセスを許可します。 • *source* には、パケットの送信元であるネットワークまたはホストの番号を入力します。 • （任意）*source-wildcard* には、送信元に適用するワイルドカードビットをドット付き 10 進表記で入力します。無視するビット位置には 1 を入れます。 アクセス リストの末尾には、すべてに対する暗黙の拒否ステートメントが常に存在することに注意してください。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

デフォルト設定に戻すには、**no ip msdp filter-sa-request** {*ip-address* | *name*} グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、171.69.2.2 の MSDP ピアからの SA 要求メッセージをフィルタリングするように、スイッチを設定する例を示します。ネットワーク 192.4.22.0 の送信元からの SA 要求メッセージはアクセス リスト 1 を通過して、受信されます。その他のすべてのメッセージは無視されます。

```
Switch(config)# ip msdp filter sa-request 171.69.2.2 list 1
Switch(config)# access-list 1 permit 192.4.22.0 0.0.0.255
```

スイッチで転送される送信元情報の制御

デフォルトでは、スイッチで受信されたすべての SA メッセージが、すべての MSDP ピアに転送されます。ただし、フィルタリングするか、または Time To Live（TTL; 存続可能時間）値を設定し、発信メッセージがピアに転送されないようにできます。次の項では、この方法について説明します。

フィルタの使用法

フィルタを作成すると、次のいずれかの処理を実行できます。

- すべての送信元とグループのペアのフィルタリング
- 特定の送信元とグループのペアだけが通過するように、IP 拡張アクセス リストを指定
- ルート マップの一致条件に基づくフィルタリング

フィルタを適用するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**ip msdp sa-filter out** *ip-address* | *name*	指定された MSDP ピアへの SA メッセージをフィルタリングします。
	または	または
	ip msdp sa-filter out {*ip-address* | *name*} **list** *access-list-number*	IP 拡張アクセス リストを通過する、指定されたピア宛の SA メッセージだけを通過させます。拡張アクセス リスト *access-list-number* の範囲は 100 ～ 199 です。 **list** と **route-map** の両方のキーワードを使用した場合、発信 SA メッセージ内の任意の（S,G）ペアを通過させるには、すべての条件が true である必要があります。
	または	または
	ip msdp sa-filter out {*ip-address* | *name*} **route-map** *map-tag*	ルート マップ *map-tag* 内の一致条件を満たす、指定された MSDP ピア宛の SA メッセージを通過させます。 すべての一致条件が true の場合、ルート マップに **permit** が指定されていれば、ルートはフィルタを通過します。**deny** が指定されていれば、ルートはフィルタリングされます。
ステップ 3	**access-list** *access-list-number* {**deny** | **permit**} *protocol source source-wildcard destination destination-wildcard*	（任意）IP 拡張アクセス リストを作成します。必要な回数だけこのコマンドを繰り返します。 • *access-list-number* には、ステップ 2 で指定した番号を入力します。 • **deny** キーワードは、条件が一致した場合にアクセスを拒否します。**permit** キーワードは、条件が一致した場合にアクセスを許可します。 • *protocol* には、プロトコル名として **ip** を入力します。 • *source* には、パケットの送信元であるネットワークまたはホストの番号を入力します。 • *source-wildcard* には、送信元に適用するワイルドカード ビットをドット付き 10 進表記で入力します。無視するビット位置には 1 を入れます。 • *destination* には、パケットの送信先であるネットワークまたはホストの番号を入力します。 • *destination-wildcard* には、宛先に適用するワイルドカード ビットをドット付き 10 進表記で入力します。無視するビット位置には 1 を入れます。 アクセス リストの末尾には、すべてに対する暗黙の拒否ステートメントが常に存在することに注意してください。

	コマンド	目的
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

フィルタを削除するには、**no ip msdp sa-filter out** {*ip-address* | *name*} [**list** *access-list-number*] [**route-map** *map-tag*] グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、アクセス リスト 100 を通過する（S,G）ペアだけが SA メッセージに格納され、*switch.cisco.com* という名前のピアに転送されるように設定する例を示します。

```
Switch(config)# ip msdp peer switch.cisco.com connect-source gigabitethernet0/1
Switch(config)# ip msdp sa-filter out switch.cisco.com list 100
Switch(config)# access-list 100 permit ip 171.69.0.0 0.0.255.255 224.20 0 0.0.255.255
```

SA メッセージに格納されて送信されるマルチキャスト データの TTL による制限

TTL 値を使用して、各送信元の最初の SA メッセージにカプセル化されるデータを制御できます。IP ヘッダー TTL 値が *ttl* 引数以上であるマルチキャスト パケットだけが、指定された MSDP ピアに送信されます。たとえば、内部トラフィックの TTL 値を 8 に制限できます。他のグループを外部に送信する場合は、これらのパケットの TTL を 8 より大きく設定して送信する必要があります。

TTL しきい値を確立するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**ip msdp ttl-threshold** {*ip-address* | *name*} *ttl*	指定された MSDP ピア宛の最初の SA メッセージにカプセル化されるマルチキャスト データを制限します。 • *ip-address* | *name* を指定する場合は、TTL の制限が適用される MSDP ピアの IP アドレスまたは名前を入力します。 • *ttl* には、TTL 値を入力します。デフォルトは 0 です。この場合、すべてのマルチキャスト データ パケットは、TTL がなくなるまでピアに転送されます。指定できる範囲は 0 ～ 255 です。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

デフォルト設定に戻すには、**no ip msdp ttl-threshold** {*ip-address* | *name*} グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

スイッチで受信される送信元情報の制御

デフォルトでは、スイッチは、MSDP の RPF ピアによって送信されたすべての SA メッセージを受信します。ただし、着信 SA メッセージをフィルタリングし、MSDP ピアから受信する送信元情報を制御できます。つまり、特定の着信 SA メッセージを受信しないようにスイッチを設定できます。

次のいずれかの処理を実行できます。

- MSDP ピアからのすべての着信 SA メッセージのフィルタリング
- 特定の送信元とグループのペアが通過するように、IP 拡張アクセス リストを指定
- ルート マップの一致条件に基づくフィルタリング

フィルタを適用するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**ip msdp sa-filter in** *ip-address* | *name* または **ip msdp sa-filter in** {*ip-address* | *name*} **list** *access-list-number* または **ip msdp sa-filter in** {*ip-address* | *name*} **route-map** *map-tag*	指定された MSDP ピアからの SA メッセージをすべてフィルタリングします。 または IP 拡張アクセス リストを通過する、指定されたピアからの SA メッセージだけを通過させます。拡張アクセス リスト *access-list-number* の範囲は 100 ～ 199 です。 **list** と **route-map** の両方のキーワードを使用した場合、着信 SA メッセージ内の任意の（S,G）ペアを通過させるには、すべての条件が true である必要があります。 または ルート マップ *map-tag* 内の一致条件を満たす、指定された MSDP ピアからの SA メッセージを通過させます。 すべての一致条件が true の場合、ルート マップに **permit** が指定されていれば、ルートはフィルタを通過します。**deny** が指定されていれば、ルートはフィルタリングされます。
ステップ 3	**access-list** *access-list-number* {**deny** | **permit**} *protocol source source-wildcard destination destination-wildcard*	（任意）IP 拡張アクセス リストを作成します。必要な回数だけこのコマンドを繰り返します。 • *access-list-number* には、ステップ 2 で指定した番号を入力します。 • **deny** キーワードは、条件が一致した場合にアクセスを拒否します。**permit** キーワードは、条件が一致した場合にアクセスを許可します。 • *protocol* には、プロトコル名として **ip** を入力します。 • *source* には、パケットの送信元であるネットワークまたはホストの番号を入力します。 • *source-wildcard* には、送信元に適用するワイルドカード ビットをドット付き 10 進表記で入力します。無視するビット位置には 1 を入れます。 • *destination* には、パケットの送信先であるネットワークまたはホストの番号を入力します。 • *destination-wildcard* には、宛先に適用するワイルドカード ビットをドット付き 10 進表記で入力します。無視するビット位置には 1 を入れます。 アクセス リストの末尾には、すべてに対する暗黙の拒否ステートメントが常に存在することに注意してください。

	コマンド	目的
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

フィルタを削除するには、**no ip msdp sa-filter in** {*ip-address* | *name*} [**list** *access-list-number*] [**route-map** *map-tag*] グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、*switch.cisco.com* という名前のピアからのすべての SA メッセージをフィルタリングする例を示します。

```
Switch(config)# ip msdp peer switch.cisco.com connect-source gigabitethernet0/1
Switch(config)# ip msdp sa-filter in switch.cisco.com
```

MSDP メッシュ グループの設定

MSDP メッシュ グループは、MSDP によって完全なメッシュ型に相互接続された MSDP スピーカーのグループです。メッシュ グループ内のピアから受信された SA メッセージは、同じメッシュ グループ内の他のピアに転送されません。したがって、SA メッセージのフラッディングが削減され、ピア RPF フラッディングが簡素化されます。ドメイン内に複数の RP がある場合は、**ip msdp mesh-group** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。特に、ドメインにわたって SA メッセージを送信する場合に使用します。単一のスイッチに複数のメッシュ グループを（異なる名前で）設定できます。

メッシュ グループを作成するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**ip msdp mesh-group** *name* {*ip-address* | *name*}	MSDP メッシュ グループを設定するには、そのメッシュ グループに属する MSDP ピアを指定します。 デフォルトでは、MSDP ピアはメッシュ グループに属しません。 • *name* には、メッシュ グループの名前を入力します。 • *ip-address* | *name* には、メッシュ グループのメンバになる MSDP ピアの IP アドレスまたは名前を入力します。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。
ステップ 6		グループ内の MSDP ピアごとに、この手順を繰り返します。

メッシュ グループから MSDP ピアを削除するには、**no ip msdp mesh-group** *name* {*ip-address* | *name*} グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

MSDP ピアのシャットダウン

複数の MSDP コマンドが設定された単一のピアをアクティブにしない場合は、ピアをシャットダウンしてから、後で起動できます。ピアがシャットダウンすると、TCP 接続が終了し、再起動されません。ピアの設定情報を保持したまま、MSDP セッションをシャットダウンすることもできます。

ピアをシャットダウンするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**ip msdp shutdown** {*peer-name* | *peer address*}	設定情報を保持したまま、指定された MSDP ピアを管理上のシャットダウン状態にします。 *peer-name* | *peer address* を指定する場合は、シャットダウンする MSDP ピアの IP アドレスまたは名前を入力します。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

ピアを再起動するには、**no ip msdp shutdown** {*peer-name* | *peer address*} グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。TCP 接続が再確立されます。

MSDP への境界 PIM DM 領域の追加

Dense-Mode（DM; デンス モード）領域と PIM SM 領域の境界となるスイッチに MSDP を設定します。デフォルトでは、DM 領域のアクティブな送信元は MSDP に加入しません。

（注）　**ip msdp border sa-address** グローバル コンフィギュレーション コマンドの使用は推奨できません。DM ドメイン内の送信元が SM ドメイン内の RP にプロキシ登録されるように SM ドメイン内の境界ルータを設定し、標準 MSDP 手順でこれらの送信元をアドバタイズするように SM ドメインを設定してください。

DM 領域でアクティブな送信元の SA メッセージを MSDP ピアに送信するように境界ルータを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**ip msdp border sa-address** *interface-id*	DM 領域内のアクティブな送信元に関する SA メッセージを送信するように、DM 領域と SM 領域の境界スイッチを設定します。 *interface-id* には、SA メッセージ内の RP アドレスとして使用され、IP アドレスを取得するインターフェイスを指定します。 インターフェイスの IP アドレスは、SA メッセージ内の RP フィールド [Originator-ID] の値として使用されます。

	コマンド	目的
ステップ 3	**ip msdp redistribute** [**list** *access-list-name*] [**asn** *aspath-access-list-number*] [**route-map** *map*]	SA メッセージに格納されてアドバタイズされる、マルチキャスト ルーティング テーブル内の（S,G）エントリを設定します。 詳細については、「送信元の再配信」（P.46-8）を参照してください。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

ip msdp originator-id グローバル コンフィギュレーション コマンドを実行すると、RP アドレスとして使用されるインターフェイスも識別されます。**ip msdp border sa-address** と **ip msdp originator-id** の両方のグローバル コンフィギュレーション コマンドが設定されている場合、**ip msdp originator-id** コマンドから取得されたアドレスが RP アドレスを指定します。

デフォルト設定（DM 領域内のアクティブな送信元が MSDP に加入しない設定）に戻すには、**no ip msdp border sa-address** *interface-id* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

RP アドレス以外の発信元アドレスの設定

SA メッセージの発信元である MSDP スピーカーで、インターフェイスの IP アドレスを SA メッセージ内の RP アドレスとして使用する場合は、送信元 ID を変更します。次のいずれかの場合に送信元 ID を変更できます。

- MSDP メッシュ グループ内の複数のスイッチ上で、論理 RP を設定する場合
- PIM SM ドメインと DM ドメインの境界となるスイッチがある場合。サイトの DM ドメインの境界となるスイッチがあり、SM がその外部で使用されている場合は、DM の送信元を外部に通知する必要があります。このスイッチは RP でないため、SA メッセージで使用される RP アドレスはありません。したがって、このコマンドではインターフェイスのアドレスを指定し、RP アドレスを提供します。

SA メッセージの発信元である MSDP スピーカーで、インターフェイスの IP アドレスを SA メッセージ内の RP アドレスとして使用できるようにするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**ip msdp originator-id** *interface-id*	発信元デバイスのインターフェイスのアドレスとなるように、SA メッセージ内の RP アドレスを設定します。 *interface-id* には、ローカル スイッチのインターフェイスを指定します。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

ip msdp border sa-address と **ip msdp originator-id** の両方のグローバル コンフィギュレーション コマンドが設定されている場合、**ip msdp originator-id** コマンドから取得されたアドレスによって RP アドレスが決まります。

この方法で RP アドレスが取得されないようにするには、**no ip msdp originator-id** *interface-id* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

MSDP のモニタおよびメンテナンス

MSDP SA メッセージ、ピア、ステート、またはピア ステータスをモニタするには、表 46-1 に示す特権 EXEC コマンドを 1 つまたは複数使用します。

表 46-1　MSDP のモニタおよびメンテナンスのためのコマンド

コマンド	目的
debug ip msdp [*peer-address* | *name*] [**detail**] [**routes**]	MSDP アクティビティをデバッグします。
debug ip msdp resets	MSDP ピアのリセット原因をデバッグします。
show ip msdp count [*autonomous-system-number*]	SA メッセージに格納され、各自律システムから発信された送信元およびグループの個数を表示します。**ip msdp cache-sa-state** コマンドは、このコマンドによって出力が生成されるように設定する必要があります。
show ip msdp peer [*peer-address* | *name*]	MSDP ピアに関する詳細情報を表示します。
show ip msdp sa-cache [*group-address* | *source-address* | *group-name* | *source-name*] [*autonomous-system-number*]	MSDP ピアから学習した（S,G）ステートを表示します。
show ip msdp summary	MSDP ピア ステータスおよび SA メッセージ数を表示します。

MSDP 接続、統計情報、または SA キャッシュ エントリをクリアするには、表 46-2 に示す特権 EXEC コマンドを使用します。

表 46-2　MSDP 接続、統計情報、または SA キャッシュ エントリをクリアするためのコマンド

コマンド	目的
clear ip msdp peer *peer-address* | *name*	指定された MSDP ピアへの TCP 接続をクリアし、すべての MSDP メッセージ カウンタをリセットします。
clear ip msdp statistics [*peer-address* | *name*]	セッションをリセットせずに、1 つまたはすべての MSDP ピア統計情報カウンタをクリアします。
clear ip msdp sa-cache [*group-address* | *name*]	すべてのエントリの SA キャッシュ エントリ、特定のグループのすべての送信元、または特定の送信元とグループのペアのすべてのエントリをクリアします。

CHAPTER 47

フォールバック ブリッジングの設定

この章では、Catalyst 3560 スイッチにフォールバック ブリッジング（VLAN ブリッジング）を設定する方法について説明します。フォールバック ブリッジングを使用すると、スイッチが VLAN ブリッジ ドメインとルーテッド ポート間でルーティングしない、非 IP パケットを転送できます。

（注） この機能を使用するには、スイッチ上で IP サービス イメージが稼動している必要があります。この章で使用するコマンドの構文および使用方法の詳細については、Cisco.com にある『*Cisco IOS Bridging and IBM Networking Command Reference, Volume 1 of 2, Release 12.4*』を参照してください。

フォールバック ブリッジングの概要

フォールバック ブリッジングを使用すると、スイッチは複数の VLAN またはルーテッド ポート（特に 1 つのブリッジ ドメイン内で複数の VLAN に接続されている VLAN またはルーテッド ポート）をまとめてブリッジングできます。フォールバック ブリッジングを行うと、スイッチでルーティングされないトラフィックや DECnet など、ルーティングできないプロトコルに属するトラフィックが転送されます。

VLAN ブリッジ ドメインは、Switch Virtual Interface（SVI; スイッチ仮想インターフェイス）によって表されます。（VLAN が関連付けられていない）一連の SVI およびルーテッド ポートは、ブリッジ グループを形成するように設定（グループ化）できます。SVI はスイッチ ポートの VLAN を、システム内のルーティング機能またはブリッジング機能へのインターフェイスの 1 つとして表します。1 つの VLAN に関連付けることができる SVI は 1 つだけです。VLAN 間のルーティング、VLAN 間でルーティングできないプロトコルのフォールバック ブリッジング、またはスイッチと IP ホストの接続を実現する場合にだけ、VLAN に SVI を設定してください。ルーテッド ポートはルータ上のポートと同様に機能する物理ポートですが、ルータには接続されていません。ルーテッド ポートは特定の VLAN と関連付けられておらず、VLAN サブインターフェイスをサポートしていませんが、通常のルーテッド ポートのように動作します。SVI およびルーテッド ポートの詳細については、第 11 章「インターフェイス特性の設定」を参照してください。

ブリッジ グループは、スイッチ上のネットワーク インターフェイスの内部構造です。ブリッジ グループが定義されているスイッチの外側にあるブリッジ グループ内では、スイッチングされるトラフィックを識別する際にブリッジ グループは使用できません。同じスイッチ上のブリッジ グループは、異なるブリッジとして機能します。つまり、スイッチ上の異なるブリッジ グループ間で、ブリッジド トラフィックおよび Bridge Protocol Data Unit（BPDU; ブリッジ プロトコル データ ユニット）は交換されません。

フォールバック ブリッジングを使用しても、ブリッジングされている VLAN のスパニング ツリーは縮小できません。各 VLAN には、独自のスパニング ツリー インスタンスと、ループを防止するためにブリッジ グループの一番上で動作する個別のスパニング ツリー（別名 VLAN ブリッジ スパニング ツリー）があります。

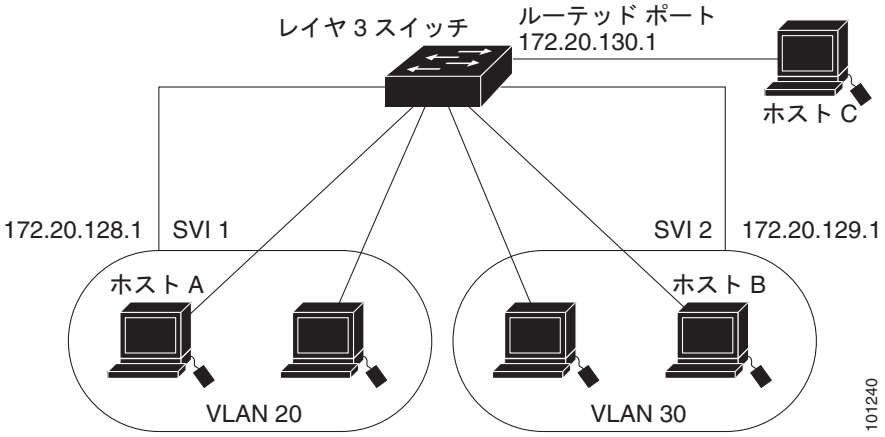
ブリッジ グループが作成されると、スイッチは VLAN ブリッジ スパニング ツリー インスタンスを作成します。スイッチはブリッジ グループを実行し、ブリッジ グループ内の SVI およびルーテッド ポートをスパニング ツリー ポートとして処理します。

ネットワーク インターフェイスをブリッジ グループに格納する理由は、次のとおりです。

- ブリッジ グループを構成するネットワーク インターフェイス間でルーティングされない全トラフィックをブリッジングするため。宛先アドレスがブリッジ テーブルに格納されているパケットは、ブリッジ グループ内の単一のインターフェイス上で転送されます。宛先アドレスがブリッジ テーブル内に格納されていないパケットは、ブリッジ グループ内のすべてのインターフェイス上でフラッディングされます。ブリッジ グループで送信元 MAC アドレスが取得されるのは、このアドレスが VLAN 上で取得された場合だけです（この逆は成り立ちません）。
- 接続されている LAN 上で BPDU を受信（場合によっては送信）することにより、スパニング ツリー アルゴリズムに参加するため。設定されたブリッジ グループごとに、個別のスパニング ツリー プロセスが動作します。各ブリッジ グループは個別のスパニング ツリー インスタンスに参加します。ブリッジ グループは、メンバ インターフェイスだけが受信する BPDU に基づいて、スパニング ツリー インスタンスを確立します。VLAN がブリッジ グループに属していないポートに着信したブリッジ Spanning-Tree Bridge Protocol（STP; スパニング ツリー ブリッジ プロトコル）BPDU は、VLAN のすべての転送ポートでフラッディングされます。

図 47-1 に、フォールバック ブリッジング ネットワークの例を示します。このスイッチには、SVI として 2 つのポートが設定されています。これらの SVI は異なる IP アドレスを持ち、2 つの異なる VLAN に接続されています。さらに、もう 1 つのポートが独自の IP アドレスを持つルーテッド ポートとして設定されています。これらの 3 つのポートがすべて同じブリッジ グループに割り当てられている場合は、これらのポートが異なるネットワークや異なる VLAN にあっても、スイッチに接続されているエンド ステーション間で非 IP プロトコル フレームを転送できます。フォールバック ブリッジングを機能させるために IP アドレスをルーテッド ポートや SVI に割り当てる必要はありません。

図 47-1　　フォールバック ブリッジング ネットワークの例



フォールバック ブリッジングの設定

フォールバック ブリッジングのデフォルト設定

表 47-1　フォールバック ブリッジングのデフォルト設定

機能	デフォルト設定
ブリッジ グループ	未定義であるか、またはポートに割り当てられていません。VLAN ブリッジ STP は定義されていません。
動的に学習されたステーションに対するスイッチからのフレーム転送	イネーブル。
スパニング ツリー パラメータ • スイッチ プライオリティ • ポート プライオリティ • ポート パス コスト • hello BPDU インターバル • 転送遅延インターバル • 最大アイドル時間	 • 32768 • 128. • 10 Mb/s：100、100 Mb/s：19、1000 Mb/s：4 • 2 秒。 • 20 秒。 • 30 秒。

フォールバック ブリッジング設定時の注意事項

スイッチには、最大 32 個のブリッジ グループを設定できます。

1 つのインターフェイス（SVI またはルーテッド ポート）が所属できるブリッジ グループは 1 つだけです。

スイッチに接続されている個別のブリッジド ネットワーク（トポロジの上で区別されるネットワーク）ごとに、1 つのブリッジ グループを使用してください。

フォールバック ブリッジングをプライベート VLAN が設定されたスイッチに設定しないでください。

IP（バージョン 4 とバージョン 6）、Address Resolution Protocol（ARP; アドレス解決プロトコル）、Reverse ARP（RARP; 逆アドレス解決プロトコル）、LOOPBACK、フレーム リレー ARP、共有 STP パケットを除くすべてのプロトコルは、フォールバック ブリッジングされます。

ブリッジ グループの作成

一連の SVI またはルーテッド ポートにフォールバック ブリッジングを設定する場合は、これらのインターフェイスをブリッジ グループに割り当てる必要があります。同じグループ内のすべてのインターフェイスは、同じブリッジ ドメインに属します。各 SVI またはルーテッド ポートは、1 つのブリッジ グループだけに割り当てることができます。

（注）　保護ポート機能はフォールバック ブリッジングと併用できません。フォールバック ブリッジングがイネーブルである場合、スイッチ上の 1 つの保護ポートから、別の VLAN 内にある同じスイッチ上の別の保護ポートにパケットが転送される可能性があります。

ブリッジ グループを作成し、そこにインターフェイスを割り当てるには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は必須です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**bridge** *bridge-group* **protocol vlan-bridge**	ブリッジ グループ番号を割り当て、ブリッジ グループで実行する VLAN ブリッジ スパニング ツリー プロトコルを指定します。**ibm** および **dec** キーワードはサポートされていません。 *bridge-group* には、ブリッジ グループ番号を指定します。指定できる範囲は 1 ～ 255 です。最大 32 個のブリッジ グループを作成できます。 フレームは同じグループ内のインターフェイス間に限り、ブリッジングされます。
ステップ 3	**interface** *interface-id*	ブリッジ グループを割り当てるインターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。 次のいずれかのインターフェイスを指定する必要があります。 • ルーテッド ポート：**no switchport** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを入力して、レイヤ 3 ポートとして設定された物理ポートです。 • SVI：**interface vlan** *vlan-id* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用して作成された VLAN インターフェイスです。 （注）　ルーテッド ポートや SVI に IP アドレスを割り当てることができますが、これは必須ではありません。
ステップ 4	**bridge-group** *bridge-group*	ステップ 2 で作成したブリッジ グループにインターフェイスを割り当てます。 デフォルトでは、インターフェイスはどのブリッジ グループにも割り当てられていません。インターフェイスは 1 つのブリッジ グループにだけ割り当てることができます。
ステップ 5	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 6	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 7	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

ブリッジ グループを削除するには、**no bridge** *bridge-group* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。**no bridge** *bridge-group* コマンドを使用すると、該当するブリッジ グループからすべての SVI およびルーテッド ポートが自動的に削除されます。ブリッジ グループからインターフェイスを削除したり、ブリッジ グループを削除したりするには、**no bridge-group** *bridge-group* インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、ブリッジ グループ 10 を作成してこのブリッジ グループ内で実行する VLAN ブリッジ STP を指定し、ポートをルーテッド ポートとして定義して、ブリッジ グループにポートを割り当てる例を示します。

```
Switch(config)# bridge 10 protocol vlan-bridge
Switch(config)# interface gigabitethernet0/1
Switch(config-if)# no switchport
```

```
Switch(config-if)# no shutdown
Switch(config-if)# bridge-group 10
```

次に、ブリッジ グループ 10 を作成して、このブリッジ グループで実行する VLAN ブリッジ STP を指定する例を示します。VLAN 2 の SVI を定義し、これをブリッジ グループに割り当てます。

```
Switch(config)# bridge 10 protocol vlan-bridge
Switch(config)# vlan 2
Switch(config-vlan)# exit
Switch(config)# interface vlan2
Switch(config-if)# bridge-group 10
Switch(config-if)# exit
```

スパニング ツリー パラメータの調整

特定のスパニング ツリー パラメータのデフォルト値が不適切な場合は、このパラメータを調整する必要があります。スパニング ツリー全体に影響するパラメータを設定する場合は、さまざまなタイプの **bridge** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。インターフェイス固有のパラメータを設定する場合は、さまざまなタイプの **bridge-group** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

スパニング ツリー パラメータを調整するには、次に示す作業のいずれかを実行します。

- 「VLAN ブリッジ スパニング ツリー プライオリティの変更」（P.47-5）（任意）
- 「インターフェイス プライオリティの変更」（P.47-6）（任意）
- 「パス コストの割り当て」（P.47-7）（任意）
- 「BPDU インターバルの調整」（P.47-7）（任意）
- 「インターフェイスでのスパニング ツリーのディセーブル化」（P.47-9）（任意）

（注）　スパニング ツリー パラメータの調整は、スイッチおよび STP の機能に精通しているネットワーク管理者だけが行ってください。計画が不十分なまま調整を行うと、パフォーマンスの低下を招くことがあります。スイッチングに関する資料としては、IEEE 802.1D 仕様が適しています。詳細については、『*Cisco IOS Configuration Fundamentals Command Reference*』の付録「References and Recommended Reading」を参照してください。

VLAN ブリッジ スパニング ツリー プライオリティの変更

ルート スイッチの候補として別のスイッチと同等のレベルにあるスイッチには、VLAN ブリッジ スパニング ツリー プライオリティをグローバルに設定できます。このスイッチがルート スイッチとして選択される可能性を設定することもできます。

スイッチ プライオリティを変更するには、特権 EXEC モードで次の手順を行います。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**bridge** *bridge-group* **priority** *number*	スイッチの VLAN ブリッジ スパニング ツリー プライオリティを変更します。 • *bridge-group* には、ブリッジ グループ番号を指定します。指定できる範囲は 1 ～ 255 です。 • *number* には、0 ～ 65535 の数字を入力します。デフォルト値は 32768 です。この値が小さいほど、スイッチがルートとして選択される可能性が高くなります。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

デフォルト設定に戻すには、**no bridge** *bridge-group* **priority** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。ポートのプライオリティを変更するには、**bridge-group priority** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します（次の項を参照）。

次に、ブリッジ グループ 10 のスイッチ プライオリティを 100 に設定する例を示します。

```
Switch(config)# bridge 10 priority 100
```

インターフェイス プライオリティの変更

ポートのプライオリティを変更できます。2 つのスイッチがルート スイッチの候補として同等のレベルにある場合は、レベルに差が付くようにポート プライオリティを設定します。インターフェイスのプライオリティ値が低いスイッチが選択されます。

インターフェイス プライオリティを変更するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	プライオリティを設定するインターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**bridge-group** *bridge-group* **priority** *number*	ポート プライオリティを変更します。 • *bridge-group* には、ブリッジ グループ番号を指定します。指定できる範囲は 1 ～ 255 です。 • *number* には、0 ～ 255 の数字を入力します（増分値は 4）。この値が小さいほど、スイッチのポートがルートとして選択される可能性が高くなります。デフォルト値は 128 です。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

デフォルト設定に戻すには、**no bridge-group** *bridge-group* **priority** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、ブリッジ グループ 10 内のポートのプライオリティを 20 に変更する例を示します。

```
Switch(config)# interface gigabitethernet0/1
Switch(config-if)# bridge-group 10 priority 20
```

パス コストの割り当て

各ポートにはパス コストが割り当てられています。規定では、パス コストは 1000/ 接続された LAN のデータ速度の値を Mbps 単位で表したものです。

パス コストを割り当てるには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	パス コストを設定するポートを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**bridge-group** *bridge-group* **path-cost** *cost*	ポートのパス コストを割り当てます。 • *bridge-group* には、ブリッジ グループ番号を指定します。指定できる範囲は 1 ～ 255 です。 • *cost* には、0 ～ 65535 の数字を入力します。値が大きいほど、コストは大きくなります。 – 10 Mbps の場合、デフォルトのパス コストは 100 です。 – 100 Mbps の場合、デフォルトのパス コストは 19 です。 – 1000 Mbps の場合、デフォルトのパス コストは 4 です。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

デフォルトのパス コストに戻すには、**no bridge-group** *bridge-group* **path-cost** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、ブリッジ グループ 10 内のポートのパス コストを 20 に変更する例を示します。

```
Switch(config)# interface gigabitethernet0/1
Switch(config-if)# bridge-group 10 path-cost 20
```

BPDU インターバルの調整

- 「hello BPDU インターバルの調整」（P.47-8）（任意）
- 「転送遅延インターバルの変更」（P.47-8）（任意）
- 「最大アイドル時間の変更」（P.47-9）（任意）

（注）　スパニング ツリーの各スイッチには、個々の設定に関係なく、ルート スイッチの hello BPDU インターバル、転送遅延インターバル、および最大アイドル時間パラメータが採用されています。

hello BPDU インターバルの調整

hello BPDU インターバルを調整するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**bridge** *bridge-group* **hello-time** *seconds*	hello BPDU インターバルを指定します。 • *bridge-group* には、ブリッジ グループ番号を指定します。指定できる範囲は 1 ～ 255 です。 • *seconds* には、1 ～ 10 の数字を入力します。デフォルトは 2 です。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

デフォルト設定に戻すには、**no bridge** *bridge-group* **hello-time** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、ブリッジ グループ 10 内の hello インターバルを 5 秒に変更する例を示します。

```
Switch(config)# bridge 10 hello-time 5
```

転送遅延インターバルの変更

転送遅延インターバルは、ポートでスイッチングがアクティブになってから実際に転送を開始するまでの時間です。この間にトポロジ変更情報のリスニングが行われます。

転送遅延インターバルを変更するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**bridge** *bridge-group* **forward-time** *seconds*	転送遅延インターバルを指定します。 • *bridge-group* には、ブリッジ グループ番号を指定します。指定できる範囲は 1 ～ 255 です。 • *seconds* には、4 ～ 200 の数字を入力します。デフォルト値は 20 です。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

デフォルト設定に戻すには、**no bridge** *bridge-group* **forward-time** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、ブリッジ グループ 10 内の転送遅延インターバルを 10 秒に変更する例を示します。

```
Switch(config)# bridge 10 forward-time 10
```

最大アイドル時間の変更

指定時間内にルート スイッチから BPDU が受信されない場合は、スパニング ツリー トポロジが再計算されます。

最大アイドル時間（最大エージング タイム）を変更するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**bridge** *bridge-group* **max-age** *seconds*	ルート スイッチから BPDU をヒアリングするために待機する時間を指定します。 • *bridge-group* には、ブリッジ グループ番号を指定します。指定できる範囲は 1 ～ 255 です。 • *seconds* には、6 ～ 200 の数字を入力します。デフォルト値は 30 です。
ステップ 3	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 5	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

デフォルト設定に戻すには、**no bridge** *bridge-group* **max-age** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、ブリッジ グループ 10 内の最大アイドル時間を 30 秒に変更する例を示します。

```
Switch(config)# bridge 10 max-age 30
```

インターフェイスでのスパニング ツリーのディセーブル化

2 つの任意のスイッチング サブネットワーク間にループのないパスが存在する場合は、一方のスイッチング サブネットワークで生成された BPDU の影響が他方のサブネットワーク内のデバイスに及ばないようにできます（ただし、ネットワーク全体に及ぶスイッチングは可能です）。たとえば、スイッチング LAN サブネットワークが WAN によって分離されている場合は、BPDU の WAN リンク間移動を禁止できます。

ポート上でスパニング ツリーをディセーブルするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**interface** *interface-id*	ポートを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**bridge-group** *bridge-group* **spanning-disabled**	ポート上でスパニング ツリーをディセーブルにします。 *bridge-group* には、ブリッジ グループ番号を指定します。指定できる範囲は 1 ～ 255 です。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 6	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

ポート上でスパニング ツリーを再びイネーブルにするには、**no bridge-group** *bridge-group* **spanning-disabled** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

次に、ブリッジ グループ 10 内のポートのスパニング ツリーをディセーブルにする例を示します。

```
Switch(config)# interface gigabitethernet0/1
Switch(config-if)# bridge group 10 spanning-disabled
```

フォールバック ブリッジングのモニタリングおよびメンテナンス

ネットワークをモニタしてメンテナンスするには、表 47-2 に記載された特権 EXEC コマンドを 1 つまたは複数使用します。

表 47-2　フォールバック ブリッジングのモニタリングおよびメンテナンスのためのコマンド

コマンド	目的
clear bridge *bridge-group*	取得されたエントリを転送データベースから削除します。
show bridge [*bridge-group*] **group**	ブリッジ グループの詳細を表示します。
show bridge [*bridge-group*] [*interface-id* | *mac-address* | **verbose**]	ブリッジ グループ内で取得された MAC アドレスを表示します。

この出力に表示されるフィールドの詳細については、Cisco.com にある『*Cisco IOS Bridging and IBM Networking Command Reference, Volume 1 of 2, Release 12.4*』を参照してください。

CHAPTER 48

トラブルシューティング

この章では、Cisco IOS ソフトウェアに関連する、Catalyst 3560 スイッチの問題点を特定し、解決する方法について説明します。問題の性質に応じて、Command-Line Interface（CLI; コマンドライン インターフェイス）、デバイス マネージャ、または Network Assistant を使用して、問題を特定し解決できます。

LED の説明など、トラブルシューティングの詳細については、ハードウェア インストレーション ガイドを参照してください。

（注） この章で使用するコマンドの構文および使用方法の詳細については、Cisco.com の『*Cisco IOS Commands Master List, Release 12.4*』を参照してください。

この章で説明する内容は、次のとおりです。

ソフトウェアで障害が発生した場合の回復

スイッチ ソフトウェアが破損する状況としては、アップグレードを行った場合、スイッチに誤ったファイルをダウンロードした場合、イメージ ファイルを削除した場合などが考えられます。いずれの場合にも、スイッチは Power-On Self-Test（POST; 電源投入時セルフテスト）に失敗し、接続できなくなります。

次の手順では、XMODEM プロトコルを使用して、破損したイメージ ファイルまたは間違ったイメージ ファイルを回復します。XMODEM プロトコルをサポートするソフトウェア パッケージは多数あり、使用するエミュレーション ソフトウェアによって、この手順は異なります。

ここで紹介する回復手順を実行するには、スイッチを直接操作しなければなりません。

ステップ 1　PC 上で、Cisco.com から tar 形式のソフトウェア イメージ ファイル（*image_filename.tar*）をダウンロードします。

Cisco IOS イメージは、tar ファイルのディレクトリ内に bin ファイルとして格納されます。Cisco.com 上のソフトウェア イメージ ファイルの検索方法については、リリース ノートを参照してください。

ステップ 2　tar ファイルから bin ファイルを抽出します。

- Windows を使用している場合は、tar ファイルの読み取り機能を備えた zip プログラムを使用します。zip プログラムを使用して bin ファイルを特定し、抽出します。
- UNIX を使用している場合は、次の手順に従ってください。

1. **tar -tvf** <*image_filename.tar*> UNIX コマンドを使用して、tar ファイルの内容を表示します。

```
unix-1% tar -tvf image_filename.tar
```

2. **tar -xvf** <*image_filename.tar*> <*image_filename.bin*> UNIX コマンドを使用して、bin ファイルを特定し、抽出します。

```
unix-1% tar -xvf image_filename.tar image_filename.bin
x c3560-ipservices-mz.122-25.SEB/c3560-ipservices-mz.122-25.SEB.bin, 3970586
bytes, 7756 tape blocks
```

3. **ls -l** <*image_filename.bin*> UNIX コマンドを使用して、bin ファイルが抽出されたことを確認します。

```
unix-1% ls -l image_filename.bin
-rw-r--r--   1 boba      3970586 Apr 21 12:00
c3560-ipservices-mz.122-25.SEB/c3560-ipservices-mz.122-25.SEB.bin
```

ステップ 3　XMODEM プロトコルをサポートする端末エミュレーション ソフトウェアを備えた PC を、スイッチのコンソール ポートに接続します。

ステップ 4　エミュレーション ソフトウェアの回線速度を 9600 ボーに設定します。

ステップ 5　スイッチの電源コードを取り外します。

ステップ 6　**Mode** ボタンを押しながら、電源コードをスイッチに再接続します。

ポート 1 の上の LED が消灯してから 1 ～ 2 秒後に、**Mode** ボタンを放します。ソフトウェアに関する数行分の情報と指示が表示されます。

```
The system has been interrupted prior to initializing the flash file system. The following
commands will initialize the flash file system, and finish loading the operating system
software#

flash_init
load_helper
boot
```

ステップ 7　フラッシュ ファイル システムを初期化します。

```
switch: flash_init
```

ステップ 8　コンソール ポートの速度を 9600 以外に設定していた場合、9600 にリセットされます。エミュレーション ソフトウェアの回線速度をスイッチのコンソール ポートに合わせて変更します。

ステップ 9　ヘルパー ファイルがある場合にはロードします。

```
switch: load_helper
```

ステップ 10　XMODEM プロトコルを使用して、ファイル転送を開始します。

```
switch: copy xmodem: flash:image_filename.bin
```

ステップ 11　XMODEM 要求が表示されたら、端末エミュレーション ソフトウェアに適切なコマンドを使用して、転送を開始し、ソフトウェア イメージをフラッシュ メモリにコピーします。

ステップ 12　新規にダウンロードされた Cisco IOS イメージを起動します。

```
switch:boot flash:image_filename.bin
```

ステップ 13　**archive download-sw** 特権 EXEC コマンドを使用して、スイッチにソフトウェア イメージをダウンロードします。

ステップ 14　**reload** 特権 EXEC コマンドを使用してスイッチを再起動し、新しいソフトウェア イメージが適切に動作していることを確認します。

ステップ 15　スイッチから、flash:*image_filename.bin* ファイルを削除します。

パスワードを忘れた場合の回復

スイッチのデフォルト設定では、スイッチを直接操作するエンド ユーザが、スイッチの電源投入時に起動プロセスを中断して新しいパスワードを入力することにより、パスワードを紛失した状態から回復できます。ここで紹介する回復手順を実行するには、スイッチを直接操作してください。

（注）　これらのスイッチでは、システム管理者はデフォルト設定に戻す場合に限りエンド ユーザによるパスワードのリセットを許可することによって、この機能の一部をディセーブルにできます。パスワード回復がディセーブルになっている場合に、エンド ユーザがパスワードをリセットしようとすると、回復プロセスの間、ステータス メッセージにその旨が表示されます。

ここでは、スイッチのパスワードを忘れた場合の回復手順について説明します。

- 「パスワード回復がイネーブルになっている場合の手順」（P.48-4）
- 「パスワード回復がディセーブルになっている場合の手順」（P.48-6）

パスワードの回復をイネーブルまたはディセーブルにするには、**service password-recovery** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。スイッチのパスワードを忘れた場合には、次の手順に従ってください。

ステップ 1　端末エミュレーション ソフトウェアを実行している端末または PC をスイッチのコンソール ポートに接続します。

ステップ 2　エミュレーション ソフトウェアの回線速度を 9600 ボーに設定します。

ステップ 3　スイッチの電源を切ります。

ステップ 4　電源コードをスイッチに再接続してから 15 秒以内に、**Mode** ボタンを押します。このときシステム LED はグリーンに点滅しています。システム LED が一瞬オレンジに点灯してからグリーンになるまで Mode ボタンを押したままにしてください。グリーンになったら **Mode** ボタンを放します。

ソフトウェアについての情報および指示が数行表示され、パスワード回復手順がディセーブルであるかどうかが示されます。

- 次の内容で始まるメッセージが表示された場合

  ```
  The system has been interrupted prior to initializing the flash file system. The
  following commands will initialize the flash file system
  ```

  「パスワード回復がイネーブルになっている場合の手順」（P.48-4）に進んで、その手順に従います。

- 次の内容で始まるメッセージが表示された場合

  ```
  The password-recovery mechanism has been triggered, but is currently disabled.
  ```

  「パスワード回復がディセーブルになっている場合の手順」（P.48-6）に進んで、その手順に従います。

ステップ 5　パスワードが回復したら、スイッチをリロードします。

```
Switch> reload
Proceed with reload? [confirm] y
```

パスワード回復がイネーブルになっている場合の手順

パスワード回復メカニズムがイネーブルになっている場合は、次のメッセージが表示されます。

```
The system has been interrupted prior to initializing the flash file system. The following
commands will initialize the flash file system, and finish loading the operating system
software:

flash_init
load_helper
boot
```

ステップ 1　フラッシュ ファイル システムを初期化します。

```
switch: flash_init
```

ステップ 2　コンソール ポートの速度を 9600 以外に設定していた場合、9600 にリセットされます。エミュレーション ソフトウェアの回線速度をスイッチのコンソール ポートに合わせて変更します。

ステップ 3　ヘルパー ファイルがある場合にはロードします。

```
switch: load_helper
```

ステップ 4　フラッシュ メモリの内容を表示します。

```
switch: dir flash:
```

スイッチのファイル システムが表示されます。

```
Directory of flash:
   13  drwx          192   Mar 01 1993 22:30:48  c3560-ipservices-mz-122-25.SEB
   11  -rwx         5825   Mar 01 1993 22:31:59  config.text
   18  -rwx          720   Mar 01 1993 02:21:30  vlan.dat

16128000 bytes total (10003456 bytes free)
```

ステップ 5　コンフィギュレーション ファイルの名前を config.text.old に変更します。

このファイルには、パスワード定義が収められています。

```
switch: rename flash:config.text flash:config.text.old
```

ステップ 6　システムを起動します。

```
switch: boot
```

セットアップ プログラムを起動するように求められます。プロンプトに **N** を入力します。

```
Continue with the configuration dialog? [yes/no]: N
```

ステップ 7　スイッチ プロンプトで、特権 EXEC モードを開始します。

```
Switch> enable
```

ステップ 8　コンフィギュレーション ファイルを元の名前に戻します。

```
Switch# rename flash:config.text.old flash:config.text
```

ステップ 9　コンフィギュレーション ファイルをメモリにコピーします。

```
Switch# copy flash:config.text system:running-config
Source filename [config.text]?
Destination filename [running-config]?
```

確認を求めるプロンプトに、**Return** キーを押して応答します。

これで、コンフィギュレーション ファイルがリロードされ、パスワードを変更できます。

ステップ 10　グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。

```
Switch# configure terminal
```

ステップ 11　パスワードを変更します。

```
Switch (config)# enable secret password
```

シークレット パスワードは 1 ～ 25 文字の英数字です。数字で始めることができます。大文字と小文字が区別され、スペースを使用できますが、先行スペースは無視されます。

ステップ 12　特権 EXEC モードに戻ります。

```
Switch (config)# exit
Switch#
```

ステップ 13　実行コンフィギュレーションをスタートアップ コンフィギュレーション ファイルに書き込みます。

```
Switch# copy running-config startup-config
```

新しいパスワードがスタートアップ コンフィギュレーションに組み込まれました。

（注）　上記の手順を実行すると、スイッチの仮想インターフェイスがシャットダウン ステートになることがあります。このステートになっているインターフェイスを調べるには、**show running-config** 特権 EXEC コマンドを入力します。インターフェイスを再びイネーブルにするには、**interface vlan** *vlan-id* グローバル コンフィギュレーション コマンドを入力して、シャットダウン インターフェイスの VLAN ID を指定します。スイッチがインターフェイス コンフィギュレーション モードの状態で、**no shutdown** コマンドを入力します。

ステップ 14　スイッチをリロードします。

```
Switch# reload
```

パスワード回復がディセーブルになっている場合の手順

パスワード回復メカニズムがディセーブルになっている場合は、次のメッセージが表示されます。

```
The password-recovery mechanism has been triggered, but
is currently disabled.  Access to the boot loader prompt
through the password-recovery mechanism is disallowed at
this point.  However, if you agree to let the system be
reset back to the default system configuration, access
to the boot loader prompt can still be allowed.

Would you like to reset the system back to the default configuration (y/n)?
```

注意　スイッチをデフォルト設定に戻すと、既存の設定がすべて失われます。システム管理者に問い合わせて、バックアップ スイッチと VLAN（仮想 LAN）コンフィギュレーション ファイルがあるかどうかを確認してください。

- **n**（no）を入力すると、**Mode** ボタンを押さなかった場合と同様に、通常のブート プロセスが継続されます。ブート ローダ プロンプトにはアクセスできません。したがって、新しいパスワードを入力できません。次のメッセージが表示されます。

  ```
  Press Enter to continue........
  ```

- **y**（yes）を入力すると、フラッシュ メモリ内のコンフィギュレーション ファイルおよび VLAN データベース ファイルが削除されます。デフォルト設定がロードされるときに、パスワードをリセットできます。

ステップ 1　パスワード回復手順の継続を選択すると、既存の設定が失われます。

```
Would you like to reset the system back to the default configuration (y/n)? Y
```

ステップ 2　ヘルパー ファイルがある場合にはロードします。

```
Switch: load_helper
```

ステップ 3　フラッシュ メモリの内容を表示します。

```
switch: dir flash:
```

スイッチのファイル システムが表示されます。

```
Directory of flash:
13  drwx         192   Mar 01 1993 22:30:48 c3560-i5-mz.121.19-EA1.0

16128000 bytes total (10003456 bytes free)
```

ステップ 4　システムを起動します。

```
Switch: boot
```

セットアップ プログラムを起動するように求められます。パスワード回復手順を継続するには、プロンプトに **N** を入力します。

```
Continue with the configuration dialog? [yes/no]: N
```

ステップ 5　スイッチ プロンプトで、特権 EXEC モードを開始します。

```
Switch> enable
```

ステップ 6　グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。

```
Switch# configure terminal
```

ステップ 7　パスワードを変更します。

```
Switch (config)# enable secret password
```

シークレット パスワードは 1 ～ 25 文字の英数字です。数字で始めることができます。大文字と小文字が区別され、スペースを使用できますが、先行スペースは無視されます。

ステップ 8　特権 EXEC モードに戻ります。

```
Switch (config)# exit
Switch#
```

ステップ 9　実行コンフィギュレーションをスタートアップ コンフィギュレーション ファイルに書き込みます。

```
Switch# copy running-config startup-config
```

新しいパスワードがスタートアップ コンフィギュレーションに組み込まれました。

（注）　上記の手順を実行すると、スイッチの仮想インターフェイスがシャットダウン ステートになることがあります。このステートになっているインターフェイスを調べるには、**show running-config** 特権 EXEC コマンドを入力します。インターフェイスを再びイネーブルにするには、**interface vlan** *vlan-id* グローバル コンフィギュレーション コマンドを入力して、シャットダウン インターフェイスの VLAN ID を指定します。スイッチがインターフェイス コンフィギュレーション モードの状態で、**no shutdown** コマンドを入力します。

ステップ 10　ここでスイッチを再設定する必要があります。システム管理者によって、バックアップ スイッチと VLAN コンフィギュレーション ファイルが使用可能に設定されている場合は、これらを使用します。

コマンド スイッチで障害が発生した場合の回復

ここでは、コマンド スイッチで障害が発生した場合の回復手順について説明します。Hot Standby Router Protocol（HSRP; ホットスタンバイ ルータ プロトコル）を使用すると、冗長コマンド スイッチ グループを設定できます。詳細については、第 5 章「スイッチのクラスタ化」、および 第 41 章「HSRP および VRRP の設定」Cisco.com で『*Getting Started with Cisco Network Assistant*』を参照してください。

（注）　HSRP は、クラスタを冗長構成にする場合に適しています。

スタンバイ コマンド スイッチが未設定で、かつコマンド スイッチで電源故障などの障害が発生した場合には、メンバ スイッチとの管理接続が失われるので、新しいコマンド スイッチに交換する必要があります。ただし、接続されているスイッチ間の接続は影響を受けません。また、メンバ スイッチも通常どおりにパケットを転送します。メンバ スイッチは、コンソール ポートを介してスタンドアロンのスイッチとして管理できます。また、IP アドレスが与えられている場合は、他の管理インターフェイスを使用して管理できます。

コマンド対応メンバ スイッチまたは他のスイッチに IP アドレスを割り当て、コマンド スイッチのパスワードを書き留め、メンバ スイッチと交換用コマンド スイッチ間の冗長接続が得られるようにクラスタを配置することにより、コマンド スイッチ障害に備えます。ここでは、故障したコマンド スイッチの交換方法を 2 通り紹介します。

- 「故障したコマンド スイッチをクラスタ メンバと交換する場合」（P.48-8）
- 「故障したコマンド スイッチを他のスイッチと交換する場合」（P.48-9）

ここで紹介する回復手順を実行するには、スイッチを直接操作してください。

コマンド対応スイッチについては、リリース ノートを参照してください。

故障したコマンド スイッチをクラスタ メンバと交換する場合

故障したコマンド スイッチを同じクラスタ内のコマンド対応メンバ スイッチに交換するには、次の手順に従ってください。

ステップ 1　コマンド スイッチとメンバ スイッチとの接続を切断し、クラスタからコマンド スイッチを物理的に取り外します。

ステップ 2　故障したコマンド スイッチの代わりに新しいメンバ スイッチを取り付け、コマンド スイッチとクラスタ メンバ間の接続を復元します。

ステップ 3　新しいコマンド スイッチで CLI セッションを開始します。

CLI にはコンソール ポートを使用してアクセスできます。また、スイッチに IP アドレスが割り当てられている場合は、Telnet を使用してアクセスできます。コンソール ポートの詳しい使用方法については、スイッチのハードウェア インストレーション ガイドを参照してください。

ステップ 4　スイッチ プロンプトで、特権 EXEC モードを開始します。

```
Switch> enable
Switch#
```

ステップ 5　*故障したコマンド スイッチ*のパスワードを入力します。

ステップ 6　グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
```

ステップ 7　クラスタからメンバスイッチを削除します。

```
Switch(config)# no cluster commander-address
```

ステップ 8　特権 EXEC モードに戻ります。

```
Switch(config)# end
Switch#
```

ステップ 9　セットアップ プログラムを使用して、スイッチの IP 情報を設定します。IP アドレス情報およびパスワードを入力するように要求されます。特権 EXEC モードから **setup** と入力し、**Return** キーを押します。

```
Switch# setup
         --- System Configuration Dialog ---
Continue with configuration dialog? [yes/no]: y

At any point you may enter a question mark '?' for help.
Use ctrl-c to abort configuration dialog at any prompt.
Default settings are in square brackets '[]'.

Basic management setup configures only enough connectivity
for management of the system, extended setup will ask you
to configure each interface on the system

Would you like to enter basic management setup? [yes/no]:
```

ステップ 10　最初のプロンプトに **Y** を入力します。

セットアップ プログラムのプロンプトは、コマンド スイッチとして選択したメンバ スイッチによって異なります。

```
Continue with configuration dialog? [yes/no]: y
```

または

```
Configuring global parameters:
```

このプロンプトが表示されなければ、**enable** と入力し、**Return** キーを押してください。セットアップ プログラムを開始するには、**setup** と入力し、**Return** キーを押してください。

ステップ 11　セットアップ プログラムの質問に応答します。

ホスト名を入力するように要求された場合、コマンド スイッチ上で指定できるホスト名の文字数は 28 文字、メンバ スイッチ上では 31 文字に制限されていることに注意してください。どのスイッチでも、ホスト名の最終文字として *-n*（*n* は数字）を使用しないでください。

Telnet（仮想端末）パスワードを入力するように要求された場合、パスワードには 1 ～ 25 文字の英数字を使用でき、大文字と小文字が区別され、スペースを使用できますが、先行スペースは無視されることに注意してください。

ステップ 12　**enable secret** および **enable** パスワードを入力するように要求された場合、*故障したコマンド スイッチ*のパスワードを再び入力してください。

ステップ 13　スイッチをクラスタ コマンド スイッチとしてイネーブルにすることを確認し、**Return** キーを押します（要求された場合）。

ステップ 14　クラスタに名前を指定し、**Return** キーを押します（要求された場合）。

クラスタ名には 1 ～ 31 文字の英数字、ダッシュ、または下線を使用できます。

ステップ 15　初期設定が表示されたら、アドレスが正しいことを確認してください。

ステップ 16　表示された情報が正しい場合は、**Y** を入力し、**Return** キーを押します。

情報に誤りがある場合には、**N** を入力し、**Return** キーを押して、ステップ 9 からやり直します。

ステップ 17　ブラウザを起動し、新しいコマンド スイッチの IP アドレスを入力します。

ステップ 18　クラスタ メニューから、**Add to Cluster** を選択し、クラスタへ追加する候補スイッチの一覧を表示します。

故障したコマンド スイッチを他のスイッチと交換する場合

故障したコマンド スイッチを、クラスタに組み込まれていないコマンド対応スイッチと交換する場合、次の手順に従ってください。

ステップ 1　故障したコマンド スイッチの代わりに新しいスイッチを取り付け、コマンド スイッチとクラスタ メンバ間の接続を復元します。

ステップ 2　新しいコマンド スイッチで CLI セッションを開始します。

CLI にはコンソール ポートを使用してアクセスできます。また、スイッチに IP アドレスが割り当てられている場合は、Telnet を使用してアクセスできます。コンソール ポートの詳しい使用方法については、スイッチのハードウェア インストレーション ガイドを参照してください。

ステップ 3　スイッチ プロンプトで、特権 EXEC モードを開始します。

```
Switch> enable
Switch#
```

ステップ 4　*故障したコマンド スイッチ*のパスワードを入力します。

ステップ 5　セットアップ プログラムを使用して、スイッチの IP 情報を設定します。

IP アドレス情報およびパスワードを入力するように要求されます。特権 EXEC モードから **setup** と入力し、**Return** キーを押します。

```
Switch# setup
         --- System Configuration Dialog ---
Continue with configuration dialog? [yes/no]: y

At any point you may enter a question mark '?' for help.
Use ctrl-c to abort configuration dialog at any prompt.
Default settings are in square brackets '[]'.

Basic management setup configures only enough connectivity
for management of the system, extended setup will ask you
to configure each interface on the system

Would you like to enter basic management setup? [yes/no]:
```

ステップ 6　最初のプロンプトに **Y** を入力します。

セットアップ プログラムのプロンプトは、コマンド スイッチとして選択したスイッチによって異なります。

```
Continue with configuration dialog? [yes/no]: y
```

または

```
Configuring global parameters:
```

このプロンプトが表示されなければ、**enable** と入力し、**Return** キーを押してください。セットアップ プログラムを開始するには、**setup** と入力し、**Return** キーを押してください。

ステップ 7　セットアップ プログラムの質問に応答します。

ホスト名を入力するように要求された場合、コマンド スイッチ上で指定できるホスト名の文字数は 28 文字に制限されていることに注意してください。どのスイッチでも、ホスト名の最終文字として *-n*（*n* は数字）を使用しないでください。

Telnet（仮想端末）パスワードを入力するように要求された場合、パスワードには 1 ～ 25 文字の英数字を使用でき、大文字と小文字が区別され、スペースを使用できますが、先行スペースは無視されることに注意してください。

ステップ 8　**enable secret** および **enable** パスワードを入力するように要求された場合、*故障したコマンド スイッチ*のパスワードを再び入力してください。

ステップ 9　スイッチをクラスタ コマンド スイッチとしてイネーブルにすることを確認し、**Return** キーを押します（要求された場合）。

ステップ 10　クラスタに名前を指定し、**Return** キーを押します（要求された場合）。

クラスタ名には 1 ～ 31 文字の英数字、ダッシュ、または下線を使用できます。

ステップ 11　初期設定が表示されたら、アドレスが正しいことを確認してください。

ステップ 12　表示された情報が正しい場合は、**Y** を入力し、**Return** キーを押します。

情報に誤りがある場合には、**N** を入力し、**Return** キーを押して、ステップ 9 からやり直します。

ステップ 13　ブラウザを起動し、新しいコマンド スイッチの IP アドレスを入力します。

ステップ 14　クラスタ メニューから、**Add to Cluster** を選択し、クラスタへ追加する候補スイッチの一覧を表示します。

クラスタ メンバ スイッチとの接続の回復

構成によっては、コマンド スイッチとメンバ スイッチ間の接続を維持できない場合があります。メンバに対する管理接続を維持できなくなった場合で、かつ、メンバ スイッチが正常にパケットを転送している場合は、次の矛盾がないかどうかを確認してください。

- メンバ スイッチ（Catalyst 3750、Catalyst 3560、Catalyst 3550、Catalyst 3500 XL、Catalyst 2970、Catalyst 2960、Catalyst 2950、Catalyst 2900 XL、Catalyst 2820、および Catalyst 1900 スイッチ）は、ネットワーク ポートとして定義されたポートを介してコマンド スイッチに接続できません。
- Catalyst 3500 XL、Catalyst 2900 XL、Catalyst 2820、および Catalyst 1900 メンバ スイッチは、同じ管理 VLAN に所属するポートを介してコマンド スイッチに接続する必要があります。
- セキュア ポートを介してコマンド スイッチに接続するメンバ スイッチ（Catalyst 3750、Catalyst 3560、Catalyst 3550、Catalyst 2970、Catalyst 2960、Catalyst 2950、Catalyst 3500 XL、Catalyst 2900 XL、Catalyst 2820、および Catalyst 1900 スイッチ）は、セキュリティ違反が原因でポートがディセーブルになった場合、接続不能になることがあります。

自動ネゴシエーションの不一致の防止

IEEE 802.3ab 自動ネゴシエーション プロトコルは速度（10 Mbps、100 Mbps、および Small Form-Factor Pluggable（SFP）モジュール ポート以外の 1000 Mbps）およびデュプレックス（半二重または全二重）に関するスイッチの設定を管理します。このプロトコルは設定を適切に調整しないことがあり、その場合はパフォーマンスが低下します。不一致は次の条件で発生します。

- 手動で設定した速度またはデュプレックスのパラメータが、接続ポート上で手動で設定された速度またはデュプレックスのパラメータと異なっている場合。
- ポートが自動ネゴシエーション モードに設定されており、接続ポートが自動ネゴシエーションを指定せずに全二重に設定されている場合。

スイッチのパフォーマンスを最大限に引き出してリンクを確保するには、次のいずれかの注意事項に従って、デュプレックスおよび速度の設定を変更してください。

- 速度とデュプレックスの両方について、両端のポートに自動ネゴシエーションを実行させます。
- 接続の両端で、ポートの速度およびデュプレックス パラメータを手動設定します。

（注）　リモート デバイスが自動ネゴシエーションを実行しない場合は、2 つのポートのデュプレックス設定が一致するように設定します。速度パラメータは、接続ポートが自動ネゴシエーションを行わない場合でも、自動調整が可能です。

PoE スイッチ ポートのトラブルシューティング

ここでは、Power over Ethernet（PoE）ポートのトラブルシューティングについて説明します。

電力喪失によるポートの障害

PoE スイッチ ポートに接続され、AC 電源から電力が供給されている受電装置（Cisco IP Phone 7910 など）に AC 電源から電力が供給されない場合、そのデバイスは errdisable ステートになることがあります。errdisable ステートから回復するには、**shutdown** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを入力してから、**no shutdown** インターフェイス コマンドを入力します。スイッチで自動回復を設定し、errdisable ステートから回復することもできます。**errdisable recovery cause loopback** および **errdisable recovery interval** *seconds* グローバル コンフィギュレーション コマンドは、指定した期間が経過した後自動的にインターフェイスを errdisable ステートから復帰させます。

このリリースのコマンド リファレンスに記載されている次のコマンドを使用すると、PoE ポート ステータスをモニタできます。

- **show controllers power inline** 特権 EXEC コマンド
- **show power inline** 特権 EXEC コマンド
- **debug ilpower** 特権 EXEC コマンド

不正リンクアップによるポート障害

シスコ受電装置をポートに接続し、**power inline never** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用してポートを設定した場合は、不正リンクアップが発生し、ポートが errdisable ステートになることがあります。ポートを error-disabled ステートから修正するには、**shutdown** および **no shutdown** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを入力します。

power inline never コマンドで設定したポートにシスコ受電装置を接続しないでください。

SFP モジュールのセキュリティと識別

シスコの SFP モジュールは、モジュールのシリアル番号、ベンダー名とベンダー ID、一意のセキュリティ コード、および Cyclic Redundancy Check（CRC; 巡回冗長検査）が格納されたシリアル EEPROM（電気的に消去可能でプログラミング可能な ROM）を備えています。スイッチに SFP モジュールを装着すると、スイッチ ソフトウェアは、EEPROM を読み取ってシリアル番号、ベンダー名、およびベンダー ID を確認し、セキュリティ コードおよび CRC を再計算します。シリアル番号、ベンダー名、ベンダー ID、セキュリティ コード、または CRC が無効な場合、ソフトウェアは、セキュリティ エラー メッセージを生成し、インターフェイスを errdisable ステートにします。

（注）セキュリティ エラー メッセージは、GBIC_SECURITY ファシリティを参照します。スイッチは、SFP モジュールをサポートしていますが、GBIC（ギガビット インターフェイス コンバータ）モジュールはサポートしていません。エラー メッセージ テキストは、GBIC インターフェイスおよびモジュールを参照しますが、セキュリティ メッセージは、実際は SFP モジュールおよびモジュール インターフェイスを参照します。エラー メッセージの詳細については、このリリースに対応するシステム メッセージ ガイドを参照してください。

他社の SFP モジュールを使用している場合、スイッチから SFP モジュールを取り外し、シスコのモジュールに交換します。シスコの SFP モジュールを装着したら、**errdisable recovery cause gbic-invalid** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用してポート ステータスを確認し、errdisable ステートから回復する時間間隔を入力します。この時間間隔が経過すると、スイッチは errdisable ステートからインターフェイスを復帰させ、操作を再試行します。**errdisable recovery** コマンドの詳細については、このリリースに対応するコマンド リファレンスを参照してください。

モジュールがシスコ製 SFP モジュールとして識別されたにもかかわらず、システムがベンダー データ情報を読み取ってその情報が正確かどうかを確認できないと、SFP モジュール エラー メッセージが生成されます。この場合、SFP モジュールを取り外して再び装着してください。それでも障害が発生する場合は、SFP モジュールが不良品である可能性があります。

SFP モジュール ステータスのモニタリング

show interfaces transceiver 特権 EXEC コマンドを使用すると、SFP モジュールの物理または動作ステータスを確認できます。このコマンドは、温度や特定のインターフェイス上の SFP モジュールの現状などの動作ステータスと、アラーム ステータスを表示します。また、このコマンドを使用して SFP モジュールの速度およびデュプレックス設定も確認できます。詳細については、このリリースのコマンド リファレンスに記載された **show interfaces** transceiver コマンドの説明を参照してください。

温度のモニタリング

Catalyst 3560G-48TS、3560G-48PS、3560G-24TS、3560G-24PS スイッチでは、温度状態をモニタします。スイッチでは温度情報が使用されてファンも制御されます。

温度の値、状態、しきい値を表示するには、**show env temperature** status 特権 EXEC コマンドを使用します。温度の値は、スイッチ内の温度であり、外部の温度ではありません。**system env temperature threshold yellow** *value* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用してイエローのしきい値レベル（摂氏）だけを設定し、イエローのしきい値およびレッドのしきい値の差を設定できます。グリーンまたはレッドのしきい値を設定できません。詳細については、このリリースのコマンド リファレンスを参照してください。

ping の使用

- 「ping の概要」（P.48-13）
- 「ping の実行」（P.48-14）

ping の概要

スイッチは IP の ping をサポートしており、これを使ってリモート ホストへの接続をテストできます。ping はアドレスにエコー要求パケットを送信し、応答を待ちます。ping は次のいずれかの応答を返します。

- 正常な応答：正常な応答（*hostname* が存在する）は、ネットワーク トラフィックにもよりますが、1 ～ 10 秒以内で発生します。
- 宛先の応答なし：ホストが応答しない場合、*no-answer* メッセージが返ってきます。
- ホスト不明：ホストが存在しない場合、*unknown host* メッセージが返ってきます。

- 宛先に到達不能：デフォルト ゲートウェイが指定されたネットワークに到達できない場合、*destination-unreachable* メッセージが返ってきます。
- ネットワークまたはホストに到達不能：ルート テーブルにホストまたはネットワークに関するエントリがない場合、*network or host unreachable* メッセージが返ってきます。

ping の実行

別の IP サブネットワーク内のホストに ping を実行する場合は、ネットワークへのスタティック ルートを定義するか、またはこれらのサブネット間でルーティングされるように IP ルーティングを設定する必要があります。詳細については、第 37 章「IP ユニキャスト ルーティングの設定」を参照してください。

IP ルーティングは、デフォルトではすべてのスイッチでディセーブルになります。IP ルーティングをイネーブルにする場合、または設定する必要がある場合は、第 37 章「IP ユニキャスト ルーティングの設定」を参照してください。

スイッチからネットワーク上の別のデバイスに ping を実行するには、特権 EXEC モードで次のコマンドを使用します。

コマンド	目的
ping ip *host* | *address*	IP またはホスト名やネットワーク アドレスを指定してリモート ホストへ ping を実行します。

（注）　**ping** コマンドでは、他のプロトコル キーワードも使用可能ですが、このリリースではサポートされていません。

次に、IP ホストに ping を実行する例を示します。

```
Switch# ping 172.20.52.3

Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echoes to 172.20.52.3, timeout is 2 seconds:
!!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 1/2/4 ms
Switch#
```

表 48-1 で、ping の文字出力について説明します。

表 48-1　ping の出力表示文字

文字	説明
!	感嘆符 1 個につき 1 回の応答を受信したことを示します。
.	ピリオド 1 個につき応答待ちの間にネットワーク サーバのタイムアウトが 1 回発生したことを示します。
U	宛先到達不能エラー PDU を受信したことを示します。
C	輻輳に遭遇したパケットを受信したことを示します。
I	ユーザによりテストが中断されたことを示します。
?	パケット タイプが不明です。
&	パケットの存続時間を超過したことを示します。

ping セッションを終了するには、エスケープ シーケンス（デフォルトでは **Ctrl+^ X**）を入力してください。**Ctrl** キー、**Shift** キー、および **6** キーを同時に押してから離し、その後 **X** キーを押します。

レイヤ 2 traceroute の使用

レイヤ 2 traceroute の概要

レイヤ 2 traceroute 機能により、パケットが通過する、送信元デバイスから宛先デバイスへの物理パスを識別できます。レイヤ 2 traceroute はユニキャスト送信元および宛先 MAC（メディア アクセス コントロール）アドレスだけをサポートします。パス内にあるスイッチの MAC アドレス テーブルを使用してパスを識別します。スイッチがレイヤ 2 traceroute をサポートしないデバイスをパスで検出すると、スイッチはレイヤ 2 トレース キューを送信し続けてタイムアウトにしてしまいます。

スイッチは、送信元デバイスから宛先デバイスへのパスだけを識別できます。パケットが通過する、送信元ホストから送信元デバイスまで、または宛先デバイスから宛先ホストまでのパスは識別できません。

使用上のガイドライン

レイヤ 2 traceroute の使用上の注意事項を次に示します。

- Cisco Discovery Protocol（CDP）がネットワーク上のすべてのデバイスでイネーブルでなければなりません。レイヤ 2 traceroute が適切に動作するために、CDP をディセーブルにしないでください。

  レイヤ 2 traceroute をサポートするスイッチの一覧については、「使用上のガイドライン」（P.48-15）を参照してください。物理パス内のデバイスが CDP に対して透過的な場合、スイッチはこれらのデバイスを通過するパスを識別できません。CDP をイネーブルにする場合の詳細については第 24 章「CDP の設定」を参照してください。
- スイッチは、**ping** 特権 EXEC コマンドを使用して接続をテストする場合に他のスイッチから到達できます。物理パス内のすべてのスイッチは、他のスイッチから到達可能でなければなりません。
- パス内で識別可能なホップ数は 10 です。
- 送信元デバイスから宛先デバイスの物理パス内にないスイッチに、**traceroute mac** または **traceroute mac ip** 特権 EXEC コマンドを実行できます。パス内のすべてのスイッチは、このスイッチから到達可能でなければなりません。
- 指定した送信元および宛先 MAC アドレスが同一 VLAN に属する場合、**traceroute mac** コマンド出力はレイヤ 2 パスだけを表示します。異なる VLAN にある送信元および宛先 MAC アドレスを指定する場合、レイヤ 2 パスは識別されず、エラー メッセージが表示されます。
- マルチキャスト送信元または宛先 MAC アドレスを指定する場合、レイヤ 2 パスは識別されず、エラー メッセージが表示されます。
- 送信元または宛先 MAC アドレスが複数の VLAN に属している場合、送信元および宛先 MAC アドレスの両方が属する VLAN を指定しなければなりません。VLAN が指定されない場合、パスは識別されず、エラー メッセージが表示されます。

- 指定した送信元および宛先 MAC アドレスが同一サブネットに属する場合、**traceroute mac ip** コマンド出力はレイヤ 2 パスを表示します。IP アドレスを指定する場合、スイッチは Address Resolution Protocol（ARP; アドレス解決プロトコル）を使用して、IP アドレスを対応する MAC アドレスおよび VLAN ID に関連付けます。
  - ARP エントリが指定した IP アドレスにある場合、スイッチは関連する MAC アドレスを使用して物理パスを識別します。
  - ARP エントリが存在しない場合、スイッチは ARP クエリーを送信して IP アドレスを解決しようとします。IP アドレスが解決されない場合、パスは識別されず、エラー メッセージが表示されます。
- 複数のデバイスがハブを介して 1 つのポートに接続されている場合（たとえば複数の CDP ネイバーがポートで検出された場合）、レイヤ 2 traceroute 機能はサポートされません。複数の CDP ネイバーが 1 つのポート上で検出されると、レイヤ 2 パスは識別されず、エラー メッセージが表示されます。
- この機能は、トークンリング VLAN 上ではサポートされません。

物理パスの表示

次のいずれかの特権 EXEC コマンドを使用して、パケットが通過する、送信元デバイスから宛先デバイスへの物理パスを表示できます。

- **tracetroute mac** [**interface** *interface-id*] {*source-mac-address*} [**interface** *interface-id*] {*destination-mac-address*} [**vlan** *vlan-id*] [**detail**]
- **tracetroute mac ip** {*source-ip-address* | *source-hostname*}{*destination-ip-address* | *destination-hostname*} [**detail**]

詳細については、このリリースのコマンド リファレンスを参照してください。

IP traceroute の使用

- 「IP traceroute の概要」（P.48-16）
- 「IP traceroute の実行」（P.48-17）

IP traceroute の概要

IP traceroute を使用すると、ネットワーク上でパケットが通過するパスをホップバイホップで識別できます。このコマンドを実行すると、トラフィックが宛先に到達するまでに通過するルータなどのすべてのネットワーク レイヤ（レイヤ 3）デバイスが表示されます。

スイッチは、**traceroute** 特権 EXEC コマンドの送信元または宛先として指定できます。また、スイッチは **traceroute** コマンドの出力でホップとして表示される場合があります。スイッチを traceroute の宛先とすると、スイッチは、traceroute の出力で最終の宛先として表示されます。中間スイッチが同じ VLAN 内でポート間のパケットのブリッジングだけを行う場合、traceroute の出力に中間スイッチは表示されません。ただし、中間スイッチが、特定のパケットをルーティングするマルチレイヤ スイッチの場合、中間スイッチは traceroute の出力にホップとして表示されます。

traceroute 特権 EXEC コマンドは、IP ヘッダーの Time To Live（TTL; 存続可能時間）フィールドを使用して、ルータおよびサーバで特定のリターン メッセージが生成されるようにします。traceroute の実行は、UDP データグラムを、TTL フィールドが 1 に設定されている宛先ホストへ送信することから始まります。ルータで TTL 値が 1 または 0 であることを検出すると、データグラムを廃棄し、Internet

Control Message Protocol（ICMP; インターネット制御メッセージ プロトコル）time-to-live-exceeded メッセージを送信元に送信します。traceroute は、ICMP time-to-live-exceeded メッセージの送信元アドレス フィールドを調べて、最初のホップのアドレスを判別します。

ネクスト ホップを識別するために、traceroute は TTL 値が 2 の UDP パケットを送信します。1 番めのルータは、TTL フィールドの値から 1 を差し引いて次のルータにデータグラムを送信します。2 番めのルータは、TTL 値が 1 であることを確認すると、このデータグラムを廃棄し、time-to-live-exceeded メッセージを送信元へ返します。このように、データグラムが宛先ホストに到達するまで（または TTL の最大値に達するまで）TTL の値は増分され、処理が続けられます。

データグラムが宛先に到達したことを学習するために、traceroute は、データグラムの UDP 宛先ポート番号を、宛先ホストが使用する可能性のない大きな値に設定します。ホストが、ローカルで使用されない宛先ポート番号を持つ自分自身宛のデータグラムを受信すると、送信元に ICMP *ポート到達不能* エラーを送信します。ポート到達不能エラーを除くすべてのエラーは中間ホップから送信されるため、ポート到達不能エラーを受信するということは、このメッセージが宛先ポートから送信されたことを意味します。

IP traceroute の実行

ネットワーク上でパケットが通過するパスを追跡するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

コマンド	目的
traceroute ip *host*	ネットワーク上でパケットが通過するパスを追跡します。

（注）　**traceroute** 特権 EXEC コマンドでは、他のプロトコル キーワードも使用可能ですが、このリリースではサポートされていません。

次に、IP ホストに **traceroute** を実行する例を示します。

```
Switch# traceroute ip 171.9.15.10

Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 171.69.115.10

  1 172.2.52.1 0 msec 0 msec 4 msec
  2 172.2.1.203 12 msec 8 msec 0 msec
  3 171.9.16.6 4 msec 0 msec 0 msec
  4 171.9.4.5 0 msec 4 msec 0 msec
  5 171.9.121.34 0 msec 4 msec 4 msec
  6 171.9.15.9 120 msec 132 msec 128 msec
  7 171.9.15.10 132 msec 128 msec 128 msec
Switch#
```

ディスプレイには、送信される 3 つのプローブごとに、ホップ カウント、ルータの IP アドレス、およびラウンドトリップ タイム（ミリ秒単位）が表示されます。

表 48-2　traceroute の出力表示文字

文字	説明
*	プローブがタイムアウトになりました。
?	パケット タイプが不明です。

表 48-2　traceroute の出力表示文字 （続き）

文字	説明
A	管理上、到達不能です。通常、この出力は、アクセス リストがトラフィックをブロックしていることを表しています。
H	ホストが到達不能です。
N	ネットワークが到達不能です。
P	プロトコルが到達不能です。
Q	ソース クエンチ
U	ポートが到達不能です。

実行中の追跡を終了するには、エスケープ シーケンス（デフォルトでは **Ctrl+^ X**）を入力してください。**Ctrl** キー、**Shift** キー、および **6** キーを同時に押してから離し、その後 **X** キーを押します。

TDR の使用

- 「TDR の概要」（P.48-18）
- 「TDR の実行および結果の表示」（P.48-19）

TDR の概要

Time Domain Reflector（TDR）機能を使用して、ケーブル配線の問題を診断して解決できます。TDR の実行時、ローカル デバイスはケーブルを介して信号を送信して、最初に送信した信号と反射された信号を比べます。

TDR は 10/100/1000 の銅線イーサネット ポート上でだけサポートされます。10/100 ポート、SFP モジュール ポートではサポートされません。

TDR は次のケーブル障害を検出します。

- ツイストペア ケーブルの導線のオープン、損傷、切断：導線がリモート デバイスからの導線に接続されていない状態。
- ツイストペア ケーブルの導線のショート：導線が互いに接触している状態、またはリモート デバイスからの導線に接触している状態。たとえば、ツイスト ペア ケーブルの一方の導線が、もう一方の導線にはんだ付けされている場合、ツイストペア ケーブルのショートが発生します。

ツイストペアの導線の一方がオープンになっている場合、TDR はオープンになっている導線の長さを検出できます。

次の状況で TDR を使用して、ケーブル障害を診断および解決してください。

- スイッチの交換
- 配線クローゼットの設定
- リンクが確立できない、または適切に動作していない場合における、2 つのデバイス間の接続のトラブルシューティング

TDR の実行および結果の表示

TDR を実行する場合、**test cable-diagnostics tdr interface** *interface-id* 特権 EXEC コマンドを実行します。

TDR の結果を表示するには、**show cable-diagnostics tdr interface** *interface-id* 特権 EXEC コマンドを実行します。出力フィールドの説明に関しては、このリリースに対応するコマンド リファレンスを参照してください。

debug コマンドの使用

ここでは、**debug** コマンドを使用してインターネットワーキングの問題を診断し、解決する方法について説明します。

- 「特定機能に関するデバッグのイネーブル化」（P.48-19）
- 「システム全体診断のイネーブル化」（P.48-20）
- 「デバッグおよびエラー メッセージ出力のリダイレクト」（P.48-20）

注意　デバッグ出力には、CPU プロセスで高いプライオリティが与えられるので、システムが使用不能になる可能性があります。したがって、**debug** コマンドを使用するのは、特定の問題のトラブルシューティング時、またはシスコのテクニカル サポート担当者とともにトラブルシューティングを行う場合に限定してください。**debug** コマンドは、ネットワーク トラフィックが少なく、ユーザも少ないときに使用するのが最良です。このような時間にデバッグを実行すると、**debug** コマンドの処理の負担によってシステム使用が影響を受ける可能性が少なくなります。

（注）　特定の **debug** コマンドの構文および使用方法の詳細については、このリリースのコマンド リファレンスを参照してください。

特定機能に関するデバッグのイネーブル化

debug コマンドはすべて特権 EXEC モードで実行します。ほとんどの **debug** コマンドは引数を取りません。たとえば、Switched Port Analyzer（SPAN; スイッチド ポート アナライザ）に対するデバッグをイネーブルにするには、特権 EXEC モードで次のコマンドを入力します。

```
Switch# debug span-session
```

スイッチは **no** 形式のコマンドが入力されるまで、出力を生成し続けます。

debug コマンドをイネーブルにしても、出力が表示されない場合は、次の状況が考えられます。

- モニタするトラフィック タイプを生成するようにスイッチが正しく設定されていない可能性があります。**show running-config** コマンドを使用して、設定を確認してください。
- スイッチが正しく設定されていても、デバッグがイネーブルである間にモニタすべきタイプのトラフィックを生成しないことがあります。デバッグする機能によっては、TCP/IP の **ping** コマンドなどを使用すると、ネットワーク トラフィックを生成できます。

SPAN のデバッグをディセーブルにする場合は、特権 EXEC モードで次のコマンドを入力します。

```
Switch# no debug span-session
```

また、特権 EXEC モードで **undebug** 形式のコマンドを入力することもできます。

```
Switch# undebug span-session
```

各デバッグ オプションのステートを表示するには、特権 EXEC モードで次のコマンドを入力します。

```
Switch# show debugging
```

システム全体診断のイネーブル化

システム全体診断をイネーブルにするには、特権 EXEC モードで、次のコマンドを入力します。

```
Switch# debug all
```

注意　デバッグ出力は他のネットワーク トラフィックより優先され、**debug all** 特権 EXEC コマンドは他の **debug** コマンドより出力が大量になるので、スイッチのパフォーマンスが極度に低下したり、場合によっては使用不能になったりすることがあります。状況にかかわらず、特定性の高い **debug** コマンドを使用するのが原則です。

no debug all 特権 EXEC コマンドを使用すると、すべての診断出力がディセーブルになります。いずれかの **debug** コマンドが誤ってイネーブルのままにならないようにするには、**no debug all** コマンドを使用すると便利です。

デバッグおよびエラー メッセージ出力のリダイレクト

ネットワーク サーバはデフォルトで、**debug** コマンドおよびシステム エラー メッセージの出力をコンソールに送信します。このデフォルトの設定を使用する場合は、コンソール ポートに接続する代わりに、仮想端末接続によってデバッグ出力をモニタできます。

出力先に指定できるのは、コンソール、仮想端末、内部バッファ、および Syslog サーバが実行している UNIX ホストです。Syslog フォーマットは、4.3 BSD UNIX およびそのバリエーションと互換性があります。

（注）　デバッグの出力先がシステムのオーバーヘッドに影響を与えることがないように注意してください。コンソールでメッセージ ロギングを行うと、オーバーヘッドが非常に大きくなりますが、仮想端末でメッセージ ロギングを行うと、オーバーヘッドが小さくなります。Syslog サーバでメッセージ ロギングを行うと、オーバーヘッドはさらに小さくなり、内部バッファであれば最小限ですみます。

システム メッセージ ロギングの詳細については、第 30 章「システム メッセージ ロギングおよびスマート ロギングの設定」を参照してください。

show platform forward コマンドの使用

show platform forward 特権 EXEC コマンドの出力からは、インターフェイスに入るパケットがシステムを介して送信された場合、転送結果に関して、有意義な情報がいくつか得られます。パケットに関して入力されたパラメータに応じて、参照テーブル結果、転送宛先の計算に使用されるポート マップ、ビットマップ、および出力側の情報が表示されます。

（注）　**show platform forward** コマンドの構文および使用方法の詳細については、このリリースに対応するスイッチ コマンド リファレンスを参照してください。

このコマンドで出力される情報のほとんどは、主に、スイッチの Application Specific Integrated Circuit（ASIC; 特定用途向け集積回路）に関する詳細情報を使用するテクニカル サポート担当者に役立つものです。ただし、パケット転送情報はトラブルシューティングにも役立ちます。

次に、VLAN 5 のポート 1 に入るパケットが、不明な MAC アドレスにアドレス指定されている場合の **show platform forward** コマンドの出力例を示します。パケットは VLAN 5 内のその他のすべてのポートに対してフラッディングされなければなりません。

```
Switch# show platform forward gigabitethernet0/1 vlan 5 1.1.1 2.2.2 ip 13.1.1.1 13.2.2.2
udp 10 20
Global Port Number:24, Asic Number:5
Src Real Vlan Id:5, Mapped Vlan Id:5

Ingress:
 Lookup                   Key-Used                    Index-Hit  A-Data
InptACL  40_0D020202_0D010101-00_40000014_000A0000     01FFA   03000000
L2Local  80_00050002_00020002-00_00000000_00000000     00C71   0000002B
Station Descriptor:02340000, DestIndex:0239, RewriteIndex:F005

==========================================
Egress:Asic 2, switch 1
Output Packets:

------------------------------------------
Packet 1
 Lookup                   Key-Used                    Index-Hit  A-Data
OutptACL 50_0D020202_0D010101-00_40000014_000A0000     01FFE   03000000

Port       Vlan      SrcMac          DstMac    Cos  Dscpv
Gi0/1    0005 0001.0001.0001  0002.0002.0002

------------------------------------------
Packet 2
 Lookup                   Key-Used                    Index-Hit  A-Data
OutptACL 50_0D020202_0D010101-00_40000014_000A0000     01FFE   03000000

Port       Vlan      SrcMac          DstMac    Cos  Dscpv
Gi0/2    0005 0001.0001.0001  0002.0002.0002

------------------------------------------
<output truncated>
------------------------------------------
Packet 10
 Lookup                   Key-Used                    Index-Hit  A-Data
OutptACL 50_0D020202_0D010101-00_40000014_000A0000     01FFE   03000000
Packet dropped due to failed DEJA_VU Check on Gi1/0/2
Packet dropped due to failed DEJA_VU Check on Gi0/2
```

次に、VLAN 5 のポート 1 に着信するパケットを、VLAN 上の別のポートで学習済みのアドレスに送信する場合の出力例を示します。パケットは、アドレスを学習したポートから転送する必要があります。

```
Switch# show platform forward gigabitethernet0/1 vlan 5 1.1.1 0009.43a8.0145 ip 13.1.1.1
13.2.2.2 udp 10 20
Global Port Number:24, Asic Number:5
Src Real Vlan Id:5, Mapped Vlan Id:5

Ingress:
```

```
 Lookup                    Key-Used                     Index-Hit  A-Data
InptACL  40_0D020202_0D010101-00_40000014_000A0000     01FFA   03000000
L2Local  80_00050009_43A80145-00_00000000_00000000     00086   02010197
Station Descriptor:F0050003, DestIndex:F005, RewriteIndex:0003

==========================================
Egress:Asic 3, switch 1
Output Packets:

------------------------------------------
Packet 1
 Lookup                    Key-Used                     Index-Hit  A-Data
OutptACL 50_0D020202_0D010101-00_40000014_000A0000     01FFE   03000000

Port            Vlan      SrcMac          DstMac    Cos  Dscpv
interface-id    0005 0001.0001.0001  0009.43A8.0145
```

次に、VLAN 5 内のポート 1 に着信するパケットの宛先 MAC アドレスが VLAN 5 内のルータ MAC アドレスに設定されていて、宛先 IP アドレスが不明である場合の出力例を示します。デフォルト ルートが設定されていないため、パケットはドロップされます。

```
Switch# show platform forward gigabitethernet0/1 vlan 5 1.1.1 03.e319.ee44 ip 13.1.1.1
13.2.2.2 udp 10 20
Global Port Number:24, Asic Number:5
Src Real Vlan Id:5, Mapped Vlan Id:5

Ingress:
Lookup                   Key-Used                     Index-Hit  A-Data
InptACL  40_0D020202_0D010101-00_41000014_000A0000     01FFA   03000000
L3Local  00_00000000_00000000-90_00001400_0D020202     010F0   01880290
L3Scndr  12_0D020202_0D010101-00_40000014_000A0000     034E0   000C001D_00000000
Lookup Used:Secondary
Station Descriptor:02260000, DestIndex:0226, RewriteIndex:0000
```

次に、VLAN 5 内のポート 1 に着信するパケットの宛先 MAC アドレスが VLAN 5 内のルータ MAC アドレスに設定されていて、宛先 IP アドレスが IP ルーティング テーブル内の IP アドレスに設定されている場合の出力例を示します。パケットはルーティング テーブルの指定どおりに転送されます。

```
Switch# show platform forward gigabitethernet0/1 vlan 5 1.1.1 03.e319.ee44 ip 110.1.5.5
16.1.10.5
Global Port Number:24, Asic Number:5
Src Real Vlan Id:5, Mapped Vlan Id:5

Ingress:
Lookup                   Key-Used                     Index-Hit  A-Data
InptACL  40_10010A05_0A010505-00_41000014_000A0000     01FFA   03000000
L3Local  00_00000000_00000000-90_00001400_10010A05     010F0   01880290
L3Scndr  12_10010A05_0A010505-00_40000014_000A0000     01D28   30090001_00000000
Lookup Used:Secondary
Station Descriptor:F0070007, DestIndex:F007, RewriteIndex:0007

==========================================
Egress:Asic 3, switch 1
Output Packets:

------------------------------------------
Packet 1
 Lookup                    Key-Used                     Index-Hit  A-Data
OutptACL 50_10010A05_0A010505-00_40000014_000A0000     01FFE   03000000

Port        Vlan      SrcMac          DstMac    Cos  Dscpv
Gi0/2     0007 XXXX.XXXX.0246  0009.43A8.0147
```

crashinfo ファイルの使用

crashinfo ファイルには、シスコのテクニカル サポート担当者が Cisco IOS イメージの障害（クラッシュ）が原因で起きた問題をデバッグするときに使用する情報が保存されます。スイッチは障害発生時にその情報をコンソールに書き込みます。スイッチは次の 2 つのタイプの crashinfo ファイルを作成します。

- 基本 crashinfo ファイル：障害発生後に Cisco IOS イメージを起動すると、スイッチが自動的にこのファイルを作成します。
- 拡張 crashinfo ファイル：システムに障害が発生すると、スイッチが自動的にこのファイルを作成します。

基本 crashinfo ファイル

この基本ファイルに保存される情報は、障害が発生した Cisco IOS イメージの名前とバージョン、プロセッサ レジスタのリスト、およびその他のスイッチ固有情報です。**show tech-support** 特権 EXEC コマンドを使用することによって、この情報をシスコのテクニカル サポート担当者に提供できます。

基本 crashinfo ファイルはすべて、フラッシュ ファイル システムの次のディレクトリに保存されます。

flash:/crashinfo/

ファイル名は crashinfo_*n* になります。*n* には一連の番号が入ります。

新しい crashinfo ファイルが作成されるたびに、前のシーケンス番号より大きいシーケンス番号が使用されるので、シーケンス番号が最大のファイルに、最新の障害が記述されています。タイムスタンプではなく、バージョン番号を使用するのは、スイッチにリアルタイム クロックが組み込まれていないからです。ファイル作成時にシステムが使用するファイル名を変更できません。ただし、ファイルが作成されてから、**rename** 特権 EXEC コマンドを使用して名前を変更することもできますが、**show tech-support** 特権 EXEC コマンドを実行しても、名前が変更されたファイルの内容は表示されません。**delete** 特権 EXEC コマンドを使用して crashinfo ファイルを削除できます。

最新の crashinfo ファイル（つまり、ファイル名の末尾のシーケンス番号が最大であるファイル）を表示する場合は、**show tech-support** 特権 EXEC コマンドを使用します。**more** 特権 EXEC コマンド、**copy** 特権 EXEC コマンドなど、ファイルのコピーまたは表示が可能な任意のコマンドを使用して、ファイルにアクセスすることもできます。

拡張 crashinfo ファイル

システムに障害が発生すると、スイッチが拡張 crashinfo ファイルを作成します。拡張ファイルに保存される情報は、スイッチの障害となった原因を特定するのに役立つ追加情報です。このファイルに手動でアクセスし、**more** または **copy** 特権 EXEC コマンドを使用すると、シスコのテクニカル サポート担当者にこの情報を提供できます。

拡張 crashinfo ファイルはすべて、フラッシュ ファイル システムの次のディレクトリに保存されます。
flash:/crashinfo_ext/

ファイル名は crashinfo_ext_*n* になります。*n* には一連の番号が入ります。

no exception crashinfo グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用すると、スイッチが拡張 crashinfo ファイルを作成しないように設定できます。

メモリの整合性検査ルーチン

スイッチは、メモリの整合性検査ルーチンを実行して、スイッチのパフォーマンスに影響を与える可能性のある無効な Ternary Content Addressable Memory（TCAM; 3 値連想メモリ）テーブル エントリを検出し、修正します。

スイッチでエラーが修正できない場合は、システム エラー メッセージがログに記録され、エラーが発生している次の TCAM スペースが示されます。

- 未割り当てスペース：現在の SDM テンプレートに割り当てられていない TCAM テーブル エントリ。
- Hulc Forwarding TCAM Manager（HFTM）スペース：レイヤ 2 およびレイヤ 3 の転送テーブルに関連します。
- Hulc Quality of Service（QoS）/Access Control List（ACL; アクセス コントロール リスト）TCAM Manager（HQATM）スペース：ACL および QoS 分類やポリシー ルーティングなどの ACL と同様のテーブルに関連します。

show platform tcam errors 特権 EXEC コマンドからの出力に、スイッチの TCAM メモリの整合性に関する情報が示されます。

スイッチで検出された TCAM メモリの整合性検査エラーを表示するには、特権 EXEC モードで **show platform tcam errors** コマンドを使用します。

コマンド	目的
show platform tcam errors	HQATM HFTM の TCAM メモリの整合性検査エラーおよび TCAM の未割り当て領域を表示します。

次に、**show platform tcam errors** コマンドの出力例を示します。

```
DomainMember# show platform tcam errors

TCAM Memory Consistency Checker Errors
--------------------------------------
TCAM Space  Values  Masks   Fixups  Retries Failures
Unassigned  0       0       0       0       0
HFTM        0       0       0       0       0
HQATM       0       0       0       0       0

DomainMember#
```

表 48-3　TCAM チェッカの出力のフィールドの定義

列	説明
Values	TCAM テーブルで検出された無効な値の数。
Masks	TCAM テーブルで検出された無効なマスクの数。
Fixups	無効な値またはマスクの修正を最初に試みた回数。
Retries	無効な値またはマスクの修正を試みた回数。
Failures	無効な値またはマスクを修正できなかった回数。

show platform tcam errors 特権 EXEC コマンドの詳細については、このリリースのコマンド リファレンスを参照してください。

トラブルシューティングの表

次の表は、Cisco.com にあるトラブルシューティングのドキュメントの簡易版です。

- 「CPU 使用率に関するトラブルシューティング」（P.48-25）
- 「Power over Ethernet（PoE）に関するトラブルシューティング」（P.48-26）

CPU 使用率に関するトラブルシューティング

ここでは、CPU の使用率が高すぎるために発生しうる症状を一覧で示し、CPU 使用率の問題を確認する方法を示します。表 48-4 に、CPU 使用率に関して発生しうる主な問題を示します。考えられる原因と対処法のほか、Cisco.com の「*Troubleshooting High CPU Utilization*」のマニュアルへのリンクも示します。

CPU 使用率が高いために発生しうる症状

CPU の使用率が高い場合、次のような症状が発生する可能性があります。ただし、このような症状は別の原因によって発生することもあります。

- スパニング ツリー トポロジの変化
- 通信障害による EtherChannel リンクのダウン
- 管理要求への応答の失敗（ICMP ping、SNMP タイムアウト、Telnet または SSH セッションの速度低下）
- UDLD のフラッピング
- SLA の応答がしきい値の許容範囲を超えたことによる IP SLA の失敗
- スイッチが要求の転送または応答を行わない場合に DHCP または IEEE 802.1x の失敗

レイヤ 3 スイッチ：

- ソフトウェアでルーティングされるパケットのパケット ドロップまたは遅延増大
- BGP または OSPF ルーティング トポロジの変化
- HSRP のフラッピング

問題と原因の確認

CPU 使用率の高さが問題となっているかどうかを判断するには、**show processes cpu sorted** 特権 EXEC コマンドを入力します。出力例の最初の行の下線を引いた部分を確認してください。

```
Switch# show processes cpu sorted
CPU utilization for five seconds: 8%/0%; one minute: 7%; five minutes: 8%
PID Runtime(ms) Invoked uSecs 5Sec 1Min 5Min TTY Process
309 42289103 752750 56180 1.75% 1.20% 1.22% 0 RIP Timers
140 8820183 4942081 1784 0.63% 0.37% 0.30% 0 HRPC qos request
100 3427318 16150534 212 0.47% 0.14% 0.11% 0 HRPC pm-counters
192 3093252 14081112 219 0.31% 0.14% 0.11% 0 Spanning Tree
143 8 37 216 0.15% 0.01% 0.00% 0 Exec
...
<output truncated>
```

この例で示されているのは、通常の CPU の使用率です。この出力は、直前の 5 秒間の使用率が *8%/0%* であることを示しています。この意味は次のとおりです。

- CPU の総使用率は 8% です。ここには、Cisco IOS プロセスの実行時間と割り込み処理の時間の両方が含まれます。
- 割り込み処理の時間は 0% です。

表 48-4　CPU 使用率に関する問題のトラブルシューティング

問題のタイプ	原因	対処法
割り込みの % 値が CPU の総使用率値とほぼ同じ高さになっています。	CPU がネットワークから受信するパケット量が多すぎます。	ネットワーク パケットの原因を特定します。フローの停止、またはスイッチ設定の変更が必要です。「Analyzing Network Traffic」の項を参照してください。
割り込みの時間が少ない状態で、CPU の総使用率が 50% を超えています。	1 つまたは複数の Cisco IOS プロセスにより、多くの CPU 時間が消費されています。通常、プロセスをアクティブ化したイベントが原因となっています。	異常のあるイベントを特定し、根本原因を解決してください。「Debugging Active Processes」の項を参照してください。

CPU 使用率の詳細と使用率に関連する問題の解決方法については、Cisco.com の「*Troubleshooting High CPU Utilization*」を参照してください。

Power over Ethernet（PoE）に関するトラブルシューティング

表 48-5 に、PoE に関するトラブルシューティングのシナリオを示します。表に示されている原因および解決策の詳細については、Cisco.com の『*Troubleshooting Power over Ethernet (PoE)*』トラブルシューティング ガイドを参照してください。

表 48-5　Power Over Ethernet に関するトラブルシューティングのシナリオ

症状または問題	考えられる原因と対処法
1 つのポート上に PoE がありません。 問題は 1 つのスイッチ ポートに限定されます。PoE または非 PoE デバイスがこのポート上では動作しませんが、他のポート上では動作します。	別の PoE ポートで受電装置が動作していることを確認します。 **show run**、**show interface status**、または **show power inline detail** ユーザ EXEC コマンドを使用して、ポートがシャットダウンまたはエラー ディセーブルの状態になっていないことを確認します。 **（注）**　IEEE の仕様では任意となっていますが、大部分のスイッチでは、ポートがシャットダウンされるとポートの電源がオフになります。 受電装置からスイッチ ポートまでのイーサネット ケーブルに不具合がないことを確認します。正常な動作が確認されている非 PoE イーサネット デバイスをイーサネット ケーブルに接続し、受電装置でリンクの確立が行え、別のホストとのトラフィックのやり取りが行えることを確認してください。 スイッチの前面パネルから受電装置までの総ケーブル長が 100 以下であることを確認します。 スイッチ ポートのイーサネット ケーブルを外します。短いイーサネット ケーブルを使用し、正常な動作が確認されているイーサネット デバイスとスイッチの前面パネル（パッチ パネルではなく）のこのポートとを直接接続します。イーサネット リンクが確立でき、別のホストとのトラフィックのやり取りが行えることを確認するか、またはポート VLAN SVI に対して ping を実行してください。次に、このポートに受電装置を接続し、電源がオンになることを確認します。 受電装置をパッチコードでスイッチ ポートに接続しても電源がオンにならない場合、接続された受電装置の総量とスイッチの電力バジェット（利用可能な PoE）の総量を比較してください。**show inline power** および **show inline power detail** コマンドを使用して、利用可能な電力の総量を確認します。

表 48-5　Power Over Ethernet に関するトラブルシューティングのシナリオ （続き）

症状または問題	考えられる原因と対処法
すべてのスイッチ ポートまたはポート グループに PoE がありません。 問題はすべてのスイッチ ポートで発生します。電力の供給されていないイーサネット デバイスでは、どのポートでもイーサネット リンクが確立できず、PoE デバイスの電源がオンになりません。	連続して断続的に繰り返し発生する、電力に関するアラームがある場合、現場交換が可能であれば電源装置を交換します。電源装置を交換できない場合は、スイッチを交換してください。 問題がすべてのポートではなく、連続したポート グループで発生している場合、電源に不具合がある可能性は低く、問題がスイッチの PoE レギュレータに関連している可能性があります。 また、**show log** 特権 EXEC コマンドを使用して、PoE の状態やステータスの変化を以前にレポートしたアラームまたはシステム メッセージを表示します。 アラームが発生していない場合は、**show interface status** コマンドを使用して、ポートがシャットダウンまたはエラー ディセーブルの状態になっていないことを確認します。ポートがエラー ディセーブルの状態になっている場合は、**shut** および **no shut** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用して、ポートを再度イネーブルにします。 **show env power** および **show power inline** 特権 EXEC コマンドを使用して、PoE ステータスと電力バジェット（利用可能な PoE）を表示します。 実行中の設定を表示して、ポートに **power inline never** が設定されていないことを確認します。 電力が供給されていないイーサネット デバイスをスイッチ ポートに直接接続します。必ず、短いパッチコードを使用してください。既存の分散ケーブルは使用しないでください。**shut** および **no shut** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを入力して、イーサネット リンクが確立されていることを確認します。この接続が良好な場合、短いパッチコードを使用して、受電装置をこのポートに接続し、電源がオンになることを確認します。装置の電源がオンになる場合、中間のパッチパネルがすべて正しく接続されているかどうか確認してください。 イーサネット ケーブルを 1 本だけ残して、スイッチ ポートからはずします。短いパッチコードを使用して、受電装置を 1 つだけの PoE ポートに接続します。受電装置で、スイッチ ポートから供給可能な電力以上の電力を必要としていないことを確認します。 **show power inline** 特権 EXEC コマンドを使用して、ポートがシャットダウンされていないときに受電装置に電力が供給されるかどうか確認します。または、受電装置を観察し、電源がオンになることを確認します。 受電装置が 1 台だけスイッチに接続されている場合に、受電装置の電源がオンになる場合、残りのポートに対して **shut** および **no shut** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを入力し、イーサネット ケーブルを順番に 1 本ずつスイッチの PoE ポートに再接続します。**show interface status** および **show power inline** 特権 EXEC コマンドを使用して、インライン パワーの統計情報とポートのステータスをモニタします。 それでもどのポートにも PoE がない場合、電源装置の PoE セクションのヒューズが開回路になっている可能性があります。これによって通常アラームが生成されます。ログで、システム メッセージによって以前にレポートされたアラームを再度確認してください。

表 48-5　Power Over Ethernet に関するトラブルシューティングのシナリオ （続き）

症状または問題	考えられる原因と対処法
Cisco IP Phone が切断されるかリセットされます。 それまで正常に機能していたにもかかわらず、Cisco の IP Phone またはワイヤレス アクセス ポイントが PoE から断続的にリロードしたり、切断されたりします。	スイッチから受電装置までのすべての電気接続を確認します。接続の不確実な箇所があると、電力供給が中断したり、受電装置の動作が不規則になったりして、受電装置がリロードしたり切断されたりすることがあります。 スイッチ ポートから受電装置までのケーブル長が 100 メートル以下であることを確認します。 スイッチの場所での電気的環境の変化や、切断の発生時に受電装置で発生する事象に注意してください。 切断の発生時にエラー メッセージが表示されるかどうかについても、注意が必要です。**show log** 特権 EXEC コマンドを使用して、エラー メッセージを表示します。 リロードが発生する直前に IP Phone から Call Manager へのアクセスが中断されていないことを確認します（PoE の問題ではなく、ネットワークの問題である可能性もあります)。 受電装置を非 PoE デバイスと交換し、デバイスが正常に機能することを確認します。非 PoE デバイスでもリンクの問題があったり、エラーの発生率が高かったりする場合、スイッチ ポートと受電装置の間のケーブル接続に問題がある可能性もあります。
Cisco PoE スイッチで、Cisco 製以外の受電装置が正しく機能しません。 Cisco PoE スイッチに接続された Cisco 製以外の受電装置の電源がオンにならない、またはオンになってもすぐに電源がオフになります。非 PoE デバイスは正常に動作しています。	**show power inline** コマンドを使用して、受電装置の接続前後にスイッチの電力バジェット（利用可能な PoE）が使い尽くされていないことを確認します。受電装置を接続する前に、その受電装置で利用できる電力が十分にあることを確認します。 **show interface status** コマンドを使用して、接続された受電装置がスイッチで検出されることを確認します。 また、**show log** コマンドを使用して、ポートの過電流状態をレポートするシステム メッセージを表示します。症状を正確に確認してください。受電装置の電源が最初はオンになっていて、途中からオフになった場合、電流の初期サージ（*インラッシュ*）がポートの電流制限しきい値を超えたことが原因である可能性があります。

CHAPTER 49

オンライン診断の設定

この章では、Catalyst 3560 スイッチでオンライン診断を設定する方法について説明します。

（注） この章で使用するコマンドの構文および使用方法の詳細については、このリリースのスイッチ コマンド リファレンスを参照してください。

- 「オンライン診断の概要」（P.49-1）
- 「オンライン診断テストの実行」（P.49-3）

オンライン診断の概要

オンライン診断では、スイッチが稼動中のネットワークに接続されている間にスイッチのハードウェア機能のテストと検証を実行できます。

オンライン診断には、個別のハードウェア コンポーネントをチェックし、データ パスおよび制御信号を検証するパケット スイッチング テストが含まれています。

オンライン診断では、次の領域での問題を検出できます。

- ハードウェア コンポーネント
- インターフェイス（イーサネット ポートなど）
- はんだ接合

オンライン診断は、オンデマンド診断、スケジュール診断、またはヘルス モニタリング診断に分類されます。オンデマンド診断は、CLI（コマンドライン インターフェイス）から実行します。スケジュール診断は、ユーザが指定する時間間隔で実行するか、またはスイッチが稼動ネットワークに接続するように指定された時間に実行します。ヘルス モニタリングはバックグランドで実行します。

オンライン診断のスケジューリング

特定のスイッチについて指定した時間、または日、週、月単位でオンライン診断をスケジューリングできます。スケジュールを削除するには、このコマンドの **no** 形式を使用します。

オンライン診断をスケジューリングにするには、グローバル コンフィギュレーション モードで、次のコマンドを使用します。

コマンド	目的
diagnostic schedule test {*test_id* | *test_id_range* | **all** | **basic** | **non-disruptive**} {**daily** *hh*:*mm* | **on** *mm dd yyyy hh*:*mm*} | **weekly** *day_of_week hh*:*mm*}	特定日時のオンデマンド診断テスト、テストの実行回数（反復）、エラーを検出したときに実行する処理をスケジューリングします。

次に、特定のスイッチに対して、特定の日時にオンデマンド診断テストを実行するようにスケジューリングする例を示します。

```
Switch(config)# diagnostic schedule test 1,2,4-6 on january 3 2006 23:32
```

次に、特定のスイッチに対して、毎週一定の時間にオンデマンド診断テストを実行するようにスケジューリングする例を示します。

```
Switch(config)# diagnostic schedule test 1,2,4-6 weekly friday 09:23
```

ヘルス モニタリング診断の設定

スイッチが稼動中のネットワークに接続している間に、ヘルス モニタリング診断テストを設定できます。ヘルス モニタリング診断テストの実行間隔と、テストに障害が発生したときにシステム メッセージを生成するかどうか、あるいは各テストをイネーブルにするかディセーブルにするかを設定できます。テストをディセーブルにするには、このコマンドの **no** 形式を使用します。

ヘルス モニタリング診断を設定にするには、グローバル コンフィギュレーション モードで、次のコマンドを使用します。

コマンド	目的
diagnostic monitor interval test {*test_id* | *test_id_range*} *hour:mm:ss milliseconds day*	指定したテストのヘルス モニタリングの間隔を設定します。モニタリングは、デフォルトではディセーブルに設定されています。
diagnostic monitor syslog	ヘルス モニタリング テストに失敗した場合の syslog メッセージの生成をイネーブルにします。syslog は、デフォルトではディセーブルに設定されています。
diagnostic monitor threshold test {*test_id* | *test_id_range*} **failure count** *count*	モニタリング テストの障害しきい値を設定します。モニタリングは、デフォルトではディセーブルに設定されています。

間隔をデフォルト値またはゼロに変更するには、**no diagnostic monitor interval test** {*test-id* \| *test-id-range*} グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。ヘルス モニタリング テストに失敗した場合の syslog メッセージの生成をディセーブルにするには、**no diagnostic monitor syslog** コマンドを使用します。障害しきい値を削除するには、**diagnostic monitor threshold test** {*test_id* | *test_id_range*} **failure count** コマンドを使用します。

次に、2 分ごとに指定したテストを実行するように設定する例を示します。

```
Switch(config)# diagnostic monitor interval test 1 00:02:00 0 1
```

次に、スイッチでのモニタリング テストの障害しきい値を設定する例を示します。

```
Switch(config)# diagnostic monitor threshold test 1 failure count 50
```

次に、ヘルス モニタリング テストに失敗したときに Syslog メッセージの生成をイネーブルにする例を示します。

```
Switch(config)# diagnostic monitor syslog
```

オンライン診断テストの実行

オンライン診断を設定した後、診断テストを開始したり、テスト結果を表示したりできます。また、各スイッチに設定されているテストの種類、およびすでに実行された診断テスト名を確認できます。

ここでは、オンライン診断テストの設定後に、実行する例を示します。

- 「オンライン診断テストの開始」（P.49-3）
- 「オンライン診断テストおよびテスト結果の表示」（P.49-3）

オンライン診断テストの開始

スイッチまたは各スイッチで実行する診断テストを設定した後、**start** を使用して診断テストを開始できます。

オンライン診断テストを開始するには、グローバル コンフィギュレーション モードで、次のコマンドを使用します。

コマンド	目的
diagnostic start test {*test-id* | *test-id-range* | **all** | **basic** | **non-disruptive**}	特定のスイッチで診断テストを開始します。

次に、特定のスイッチで診断テストを開始する例を示します。

```
Switch# diagnostic start test 1
Switch#
06:27:50: %DIAG-6-TEST_RUNNING: Running TestPortAsicStackPortLoopback{ID=1} ...
06:27:51: %DIAG-6-TEST_OK: TestPortAsicStackPortLoopback{ID=1} has completed
successfully Switch#
```

オンライン診断テストおよびテスト結果の表示

show コマンドを使用すると、特定のスイッチに設定されたオンライン診断テストの表示と、テスト結果の確認をすることができます。

スイッチに設定されている診断テストとテスト結果を表示するには、この特権 EXEC コマンドを使用します。

表 49-1　show diagnostic コマンド

コマンド	目的
show diagnostic content	スイッチに設定されたオンライン診断を表示します。
show diagnostic status	スイッチでテストが実行中かどうかを表示します。
show diagnostic result detail **show diagnostic result test** [*test_id* | *test_id_range* [**detail**]	オンライン診断テスト結果を表示します。
show diagnostic schedule	オンライン診断テスト スケジュールを表示します。
show diagnostic post	POST の結果を表示します（**show post** コマンドと同様）。

次に、スイッチに設定されたオンライン診断を表示する例を示します。

```
Switch# show diagnostic content
Diagnostics test suite attributes:
    B/* - Basic ondemand test / NA
  P/V/* - Per port test / Per device test / NA
  D/N/* - Disruptive test / Non-disruptive test / NA
    S/* - Only applicable to standby unit / NA
    X/* - Not a health monitoring test / NA
    F/* - Fixed monitoring interval test / NA
    E/* - Always enabled monitoring test / NA
    A/I - Monitoring is active / Monitoring is inactive
    R/* - Switch will reload after test list completion / NA
    P/* - will partition stack / NA
                                                     Test Interval   Thre-
ID    Test Name                             attributes  day hh:mm:ss.ms shold
==== ================================== ============ =============== =====
 1)    TestPortAsicStackPortLoopback     B*N****A**   000 00:01:00.00 n/a
 2)    TestPortAsicLoopback              B*D*X**IR*   not configured  n/a
 3)    TestPortAsicCam                   B*D*X**IR*   not configured  n/a
 4)    TestPortAsicRingLoopback          B*D*X**IR*   not configured  n/a
 5)    TestMicRingLoopback               B*D*X**IR*   not configured  n/a
 6)    TestPortAsicMem                   B*D*X**IR*   not configured  n/a
```

次に、スイッチのオンライン診断結果を表示する例を示します。

```
Switch# show diagnostic result
Overall diagnostic result: PASS
Test results: (. = Pass, F = Fail, U = Untested)
1) TestPortAsicStackPortLoopback ---> .
2) TestPortAsicLoopback ------------> .
3) TestPortAsicCam -----------------> .
4) TestPortAsicRingLoopback --------> .
5) TestMicRingLoopback -------------> .
6) TestPortAsicMem -----------------> .
```

次に、スイッチのオンライン診断テスト スケジュールを表示する例を示します。

```
Switch# show diagnostic scheduleCurrent Time = 14:39:49 PST Tue Jul 5 2005
Schedule #1:
To be run daily 12:00
Test ID(s) to be executed: 1.
```

APPENDIX A

Cisco IOS ファイル システム、コンフィギュレーション ファイル、およびソフトウェア イメージの操作

この付録では、Catalyst 3560 スイッチのフラッシュ ファイル システムの操作方法、コンフィギュレーション ファイルのコピー方法、スイッチにソフトウェア イメージをアーカイブ（アップロードおよびダウンロード）する方法について説明します。

（注） この章で使用するコマンドの構文および使用方法の詳細については、このリリースに対応するスイッチ コマンド リファレンス、および Cisco.com にある『*Cisco IOS Configuration Fundamentals Command Reference, Release 12.4*』を参照してください。

この付録で説明する内容は、次のとおりです。

フラッシュ ファイル システムの操作

フラッシュ ファイル システムは、ファイルを格納できる単一のフラッシュ デバイスです。ソフトウェア イメージおよびコンフィギュレーション ファイルの管理に役立つ複数のコマンドも備えています。スイッチのデフォルトのフラッシュ ファイル システムは *flash:* です。

ここでは、次の設定情報について説明します。

使用可能なファイル システムの表示

スイッチで使用可能なファイル システムを表示するには、**show file systems** 特権 EXEC コマンドを使用します（次の例を参照）。

```
Switch# show file systems
File Systems:
     Size(b)     Free(b)      Type  Flags   Prefixes
*   15998976    5135872     flash     rw   flash:flash3:
          -          -    opaque     rw   bs:
          -          -    opaque     rw   vb:
     524288     520138     nvram     rw   nvram:
          -          -   network     rw   tftp:
          -          -    opaque     rw   null:
          -          -    opaque     rw   system:
          -          -    opaque     ro   xmodem:
          -          -    opaque     ro   ymodem:
```

表 A-1　show file systems のフィールドの内容

フィールド	値
Size(b)	ファイル システムのメモリ サイズ（バイト）。
Free(b)	ファイル システムのメモリ空き容量（バイト）。
Type	ファイル システムのタイプ。 **flash**：フラッシュ メモリ デバイス用のファイル システムです。 **nvram**：NVRAM デバイス用のファイル システムです。 **opaque**：ローカルに生成された *pseudo* ファイル システム（*system* など）または brimux などのダウンロード インターフェイスです。 **unknown**：ファイル システムのタイプが不明です。
Flags	ファイル システムのアクセス権を示します。 **ro**：読み取り専用アクセス。 **rw**：読み書きアクセス。 **wo**：書き込み専用アクセス。
Prefixes	ファイル システムのエイリアスを示します。 **flash：**フラッシュ ファイル システム。 **nvram：**NVRAM。 **null：**コピーに対するヌルの宛先を示します。リモート ファイルをヌルにコピーしてサイズを確認できます。 **rcp：**Remote Copy Protocol（RCP; リモート コピー プロトコル）ネットワーク サーバ。 **system：**実行コンフィギュレーションを含むシステム メモリを示します。 **tftp：**TFTP ネットワーク サーバ。 **xmodem：**Xmodem プロトコルを使用してネットワーク マシンからファイルを取得します。 **ymodem：**Ymodem プロトコルを使用してネットワーク マシンからファイルを取得します。

デフォルト ファイル システムの設定

デフォルトのファイル システムとして使用されるファイル システムまたはディレクトリを指定するには、**cd** *filesystem:* 特権 EXEC コマンドを使用します。デフォルト ファイル システムを設定すると、関連するコマンドを実行するときに *filesystem:* 引数を省略できます。たとえば、オプションの *filesystem:* 引数を持つすべての特権 EXEC コマンドでは、**cd** コマンドで指定されたファイル システムが使用されます。

デフォルトでは、デフォルト ファイル システムは *flash:* です。

cd コマンドで指定された現在のデフォルトのファイル システムを表示するには、**pwd** 特権 EXEC コマンドを使用します。

ファイル システムのファイルに関する情報の表示

ファイル システムの内容を操作する前に、そのリストを表示できます。たとえば、新しいコンフィギュレーション ファイルをフラッシュ メモリにコピーする前に、ファイル システムに同じ名前のコンフィギュレーション ファイルが格納されていないことを確認できます。同様に、フラッシュ コンフィギュレーション ファイルを別の場所にコピーする前に、ファイル名を確認して、その名前を別のコマンドで使用できます。

ファイル システムのファイルに関する情報を表示するには、表 A-2 に記載された特権 EXEC コマンドのいずれかを使用します。

表 A-2　ファイルに関する情報を表示するためのコマンド

コマンド	説明
dir [/**all**] [*filesystem*:][*filename*]	ファイル システムのファイル リストを表示します。
show file systems	ファイル システムのファイルごとの詳細を表示します。
show file information *file-url*	特定のファイルに関する情報を表示します。
show file descriptors	開いているファイルの記述子リストを表示します。ファイル記述子は開いているファイルの内部表現です。このコマンドを使用して、別のユーザによってファイルが開かれているかどうかを調べることができます。

ディレクトリの変更および作業ディレクトリの表示

ディレクトリの変更や、作業ディレクトリの表示を行うには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**dir** *filesystem*:	指定されたファイル システムのディレクトリを表示します。 *filesystem*: には、システム ボードのフラッシュ デバイスとして **flash:** を使用します。
ステップ 2	**cd new_configs**	目的のディレクトリに変更します。 コマンド例では、*new_configs* という名前のディレクトリに変更する方法を示します。
ステップ 3	**pwd**	作業ディレクトリを表示します。

ディレクトリの作成および削除

特権 EXEC モードを開始して、ディレクトリを作成および削除するには、次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**dir** *filesystem***:**	指定されたファイル システムのディレクトリを表示します。 *filesystem***:** には、システム ボードのフラッシュ デバイスとして **flash:** を使用します。
ステップ 2	**mkdir old_configs**	新しいディレクトリを作成します。 コマンド例では、*old_configs* という名前のディレクトリの作成方法を示します。 ディレクトリ名では大文字と小文字が区別されます。 スラッシュ（/）間に指定できるディレクトリ名は最大 45 文字です。ディレクトリ名には制御文字、スペース、削除文字、スラッシュ、引用符、セミコロン、コロンは使用できません。
ステップ 3	**dir** *filesystem***:**	設定を確認します。

ディレクトリを、その内部のすべてのファイルおよびサブディレクトリとともに削除するには、**delete /force/recursive** *filesystem***:**/*file-url* 特権 EXEC コマンドを使用します。

名前で指定されたディレクトリを、その内部のすべてのサブディレクトリおよびファイルとともに削除するには、**/recursive** キーワードを使用します。ディレクトリ内のファイルごとに表示される、削除を確認するためのプロンプトを省略するには、**/force** キーワードを使用します。この削除プロセスを実行すると、最初に 1 度だけプロンプトが表示されます。**archive download-sw** コマンドでインストールされ、不要になった古いソフトウェア イメージを削除するには、**/force** キーワードおよび **/recursive** キーワードを使用します。

filesystem には、システム ボード フラッシュ デバイスとして **flash:** を使用します。*file-url* には、削除するディレクトリ名を入力します。ディレクトリ内のすべてのファイルおよびディレクトリが削除されます。

注意　ファイルおよびディレクトリが削除された場合、その内容は回復できません。

ファイルのコピー

送信元から宛先にファイルをコピーするには、**copy** *source-url destination-url* 特権 EXEC コマンドを使用します。送信元および宛先の URL には、**running-config** および **startup-config** キーワード ショートカットを使用できます。たとえば、**copy running-config startup-config** コマンドを実行すると、現在の実行コンフィギュレーション ファイルがフラッシュ メモリの NVRAM セクションに保存され、システム初期化中のコンフィギュレーションとして使用されます。

XMODEM または YMODEM プロトコルを使用するネットワーク マシンのファイルに対する送信元として特殊なファイル システム（**xmodem:**、**ymodem:**）を指定し、そこからコピーすることもできます。

ネットワーク ファイル システムの URL には、**ftp:**、**rcp:**、**tftp:** などがあり、構文は次のとおりです。

- FTP：**ftp:**[[//*username* [**:***password*]**@***location*]/*directory*]/*filename*
- RCP：**rcp:**[[//*username***@***location*]/*directory*]/*filename*
- TFTP：**tftp:**[[//*location*]/*directory*]/*filename*

ローカルにある書き込み可能なファイル システムには flash: などがあります。

送信元および宛先の組み合わせによっては、無効な場合があります。特に、次に示す組み合わせの場合は、コピーできません。

- 実行コンフィギュレーションから実行コンフィギュレーションへ
- スタートアップ コンフィギュレーションからスタートアップ コンフィギュレーションへ
- デバイスから同じ名前のデバイスへ（たとえば、**copy flash: flash:** コマンドは無効）

コンフィギュレーション ファイルによる **copy** コマンドの具体的な使用例については、「コンフィギュレーション ファイルの操作」（P.A-8）を参照してください。

新しいバージョンをダウンロードするか、または既存のバージョンをアップロードして、ソフトウェア イメージをコピーするには、**archive download-sw** または **archive upload-sw** 特権 EXEC コマンドを使用します。詳細については、「ソフトウェア イメージの操作」（P.A-24）を参照してください。

ファイルの削除

フラッシュ メモリ デバイスのファイルが不要になった場合は、そのファイルを永久に削除できます。指定されたフラッシュ デバイスからファイルまたはディレクトリを削除するには、**delete** [**/force**] [**/recursive**] [*filesystem***:**]/*file-url* 特権 EXEC コマンドを使用します。

ディレクトリを、その内部のすべてのサブディレクトリやファイルとともに削除するには、**/recursive** キーワードを使用します。ディレクトリ内のファイルごとに表示される、削除を確認するためのプロンプトを省略するには、**/force** キーワードを使用します。この削除プロセスを実行すると、最初に 1 度だけプロンプトが表示されます。**archive download-sw** コマンドでインストールされ、不要になった古いソフトウェア イメージを削除するには、**/force** キーワードおよび **/recursive** キーワードを使用します。

*filesystem***:** オプションを省略すると、**cd** コマンドで指定したデフォルトのデバイスが使用されます。*file-url* には、削除するファイルのパス（ディレクトリ）および名前を指定します。

ファイルを削除しようとすると、削除の確認を求めるプロンプトが表示されます。

注意　ファイルが削除された場合、その内容は回復できません。

次に、デフォルトのフラッシュ メモリ デバイスからファイル *myconfig* を削除する例を示します。

```
Switch# delete myconfig
```

tar ファイルの作成、表示、および抽出

tar ファイルを作成してそこにファイルを書き込んだり、tar ファイル内のファイルをリスト表示したり、tar ファイルからファイルを抽出したりできます（次の項を参照）。

（注）　ソフトウェア イメージ ファイルをダウンロードおよびアップロードするには、**copy** 特権 EXEC コマンドや **archive tar** 特権 EXEC コマンドではなく、**archive download-sw** および **archive upload-sw** 特権 EXEC コマンドを使用することを推奨します。

tar ファイルの作成

tar ファイルを作成してそこにファイルを書き込むには、次の特権 EXEC コマンドを使用します。

archive tar/create *destination-url* **flash:**/*file-url*

destination-url には、ローカルまたはネットワーク ファイル システムの宛先 URL のエイリアス、および作成する tar ファイルの名前を指定します。次のオプションがサポートされています。

- ローカル フラッシュ ファイル システムの場合、構文は次のとおりです。
  flash:
- FTP の場合、構文は次のとおりです。
  ftp:[[//*username*[**:***password*]**@***location*]/*directory]*/*tar-filename***.tar**
- RCP の場合、構文は次のとおりです。
  rcp:[[//*username***@***location*]/*directory*]/*tar-filename***.tar**
- TFTP の場合、構文は次のとおりです。
  tftp:[[//*location*]/*directory*]/*tar-filename***.tar**

*tar-filename***.tar** は、作成される tar ファイルです。

flash:/*file-url* には、新しい tar ファイルの作成元になる、ローカル フラッシュ ファイル システム上の場所を指定します。送信元ディレクトリ内に格納されているオプションのファイルまたはディレクトリのリストを指定して、新しい tar ファイルに書き込むこともできます。何も指定しないと、このレベルにおけるすべてのファイルおよびディレクトリが、新規に作成された tar ファイルに書き込まれます。

次に、tar ファイルの作成方法を示します。次のコマンドを実行すると、ローカルなフラッシュデバイスのディレクトリ *new-configs* の内容が、172.20.10.30 にある TFTP サーバ上のファイル *saved.tar* に書き込まれます。

```
Switch# archive tar /create tftp:172.20.10.30/saved.tar flash:/new-configs
```

tar ファイルの内容の表示

画面に tar ファイルの内容を表示するには、次の特権 EXEC コマンドを使用します。

archive tar/table *source-url*

source-url には、ローカルまたはネットワーク ファイル システムの送信元 URL のエイリアスを指定します。次のオプションがサポートされています。

- ローカル フラッシュ ファイル システムの場合、構文は次のとおりです。
  flash:
- FTP の場合、構文は次のとおりです。
  ftp:[[//*username*[**:***password*]**@***location*]/*directory*]/*tar-filename***.tar**
- RCP の場合、構文は次のとおりです。
  rcp:[[//*username***@***location*]/*directory*]/*tar-filename***.tar**
- TFTP の場合、構文は次のとおりです。
  tftp:[[//*location*]/*directory*]/*tar-filename***.tar**

*tar-filename***.tar** は、表示する tar ファイルです。

tar ファイルの後ろにオプションのファイルまたはディレクトリ リストを指定して、表示するファイルを制限することもできます。リストを指定すると、リスト内のファイルだけが表示されます。何も指定しないと、すべてのファイルおよびディレクトリが表示されます。

次に、フラッシュ メモリ内にあるスイッチ tar ファイルの内容を表示する例を示します。

```
Switch# archive tar /table flash:image-name.tar
image-name/ (directory)
```

```
image-name/html/ (directory)
image-name/html/foo.html (0 bytes)
image-name/image-name.bin (610856 bytes)
image-name/info (219 bytes)
```

次に、*/html* ディレクトリおよびその内容だけを表示する例を示します。

```
Switch# archive tar /table flash: image-name/html
cimage-name/html
cimage-name/html/ (directory)
cimage-name/html/const.htm (556 bytes)
cimage-name/html/xhome.htm (9373 bytes)
cimage-name/html/menu.css (1654 bytes)
<output truncated>
```

tar ファイルの抽出

tar ファイルをフラッシュ ファイル システム上のディレクトリに抽出するには、次の特権 EXEC コマンドを使用します。

archive tar/xtract *source-url* **flash:**/*file-url* [*dir/file...*]

source-url には、ローカル ファイル システムの送信元 URL のエイリアスを指定します。次のオプションがサポートされています。

- ローカル フラッシュ ファイル システムの場合、構文は次のとおりです。
  flash:
- FTP の場合、構文は次のとおりです。
  ftp:[[//*username*[**:***password*]**@***location*]/*directory*]/*tar-filename***.tar**
- RCP の場合、構文は次のとおりです。
  rcp:[[//*username***@***location*]/*directory*]/*tar-filename***.tar**
- TFTP の場合、構文は次のとおりです。
  tftp:[[//*location*]/*directory*]/*tar-filename***.tar**

*tar-filename***.tar** は、ファイルの抽出元の tar ファイルです。

flash:/*file-url* [*dir/file...*] には、tar ファイルの抽出先にするローカル フラッシュ ファイル システム上の場所を指定します。抽出対象の tar ファイル内の任意のファイルまたはディレクトリの一覧を指定するには、*dir/file...* オプションを使用します。何も指定しないと、すべてのファイルおよびディレクトリが抽出されます。

次に、172.20.10.30 の TFTP サーバ上にある tar ファイルの内容を抽出する例を示します。このコマンドを実行すると、*new-configs* ディレクトリがローカルなフラッシュ ファイル システムのルート ディレクトリに抽出されます。*saved.tar* ファイルの残りのファイルは無視されます。

```
Switch# archive tar /xtract tftp://172.20.10.30/saved.tar flash:/new-configs
```

ファイルの内容の表示

リモート ファイル システム上のファイルを含めて、読み取り可能ファイルの内容を表示するには、**more** [**/ascii** | **/binary** | **/ebcdic**] *file-url* 特権 EXEC コマンドを使用します。

次に、TFTP サーバ上のコンフィギュレーション ファイルの内容を表示する例を示します。

```
Switch# more tftp://serverA/hampton/savedconfig
!
! Saved configuration on server
!
version 11.3
```

```
service timestamps log datetime localtime
service linenumber
service udp-small-servers
service pt-vty-logging
!
<output truncated>
```

コンフィギュレーション ファイルの操作

ここでは、コンフィギュレーション ファイルの作成、ロード、およびメンテナンスの手順について説明します。

コンフィギュレーション ファイルには、Cisco IOS ソフトウェアの機能をカスタマイズするために入力されたコマンドが格納されています。基本的なコンフィギュレーション ファイルを作成するには、**setup** プログラムを使用するか、または **setup** 特権 EXEC コマンドを使用します。詳細については、第 3 章「スイッチの IP アドレスおよびデフォルト ゲートウェイの割り当て」を参照してください。

TFTP、FTP、または RCP サーバから、スイッチの実行コンフィギュレーションまたはスタートアップ コンフィギュレーションにコンフィギュレーション ファイルをコピー（*ダウンロード*）できます。次のいずれかの目的でこの操作が必要になります。

- バックアップ コンフィギュレーション ファイルを復元するため。
- コンフィギュレーション ファイルを別のスイッチに使用するため。たとえば、ネットワークに別のスイッチを追加して、元のスイッチと同じ設定にできます。ファイルを新しいスイッチにコピーすると、ファイル全体を再作成しないで、関連部分を変更できます。
- すべてのスイッチのコンフィギュレーションが同じになるように、ネットワーク内のすべてのスイッチに同じコンフィギュレーション コマンドをロードするため。

スイッチからファイル サーバにコンフィギュレーション ファイルをコピー（*アップロード*）するには、TFTP、FTP、または RCP を使用します。内容を変更する前に、現在のコンフィギュレーション ファイルをサーバにバックアップしておくと、後でサーバから元のコンフィギュレーション ファイルを復元できます。

使用するプロトコルは、使用中のサーバのタイプに応じて異なります。FTP および RCP トランスポート メカニズムを使用すると、TFTP よりもパフォーマンスが速く、データがより確実に配信されます。これらの機能を実現するために、FTP および RCP はコネクション型の TCP/IP スタックに基づいて構築され、このスタックが使用されています。

ここでは、次の設定情報について説明します。

コンフィギュレーション ファイルの作成および使用上の注意事項

コンフィギュレーション ファイルを作成すると、スイッチを設定するときに役立ちます。コンフィギュレーション ファイルには、1 台または複数のスイッチを設定する場合に必要となるコマンドの一部または全部を格納できます。たとえば、同じハードウェア構成の複数のスイッチに、同じコンフィギュレーション ファイルをダウンロードできます。

コンフィギュレーション ファイルを作成するときは、次に示す注意事項に従ってください。

- スイッチを最初に設定する場合、コンソール ポートから接続することを推奨します。コンソール ポートとの直接接続ではなく、ネットワーク接続を介してスイッチにアクセスする場合は、設定の変更によっては（スイッチの IP アドレスの変更やポートのディセーブル化など）、スイッチとの接続が切断される可能性があることに注意してください。
- スイッチにパスワードが設定されていない場合は、**enable secret** *secret-password* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用して、パスワードを設定することを推奨します。

（注）　**copy** {**ftp: | rcp: | tftp:**} **system:running-config** 特権 EXEC コマンドを実行すると、コマンドラインにコマンドを入力した場合と同様に、スイッチにコンフィギュレーション ファイルがロードされます。コマンドを追加するまで、既存の実行コンフィギュレーションは消去されません。コピーされたコンフィギュレーション ファイル内のコマンドによって既存のコンフィギュレーション ファイル内のコマンドが置き換えられると、既存のコマンドは消去されます。たとえば、コピーされたコンフィギュレーション ファイルに格納されている特定のコマンドの IP アドレスが、既存のコンフィギュレーションに格納されている IP アドレスと異なる場合は、コピーされたコンフィギュレーション内の IP アドレスが使用されます。ただし、既存のコンフィギュレーション内のコマンドの中には、置き換えたり無効にしたりできないものもあります。このようなコマンドがある場合は、既存のコンフィギュレーション ファイルとコピーされたコンフィギュレーション ファイルが組み合わされた（コピーされたコンフィギュレーション ファイルが優先する）コンフィギュレーション ファイルが作成されます。

コンフィギュレーション ファイルを復元して、サーバに保存されたファイルの正確なコピーを作成するには、コンフィギュレーション ファイルを直接スタートアップ コンフィギュレーションにコピーして（**copy** {**ftp: | rcp: | tftp:**} **nvram:startup-config** 特権 EXEC コマンドを使用）、スイッチを再起動します。

コンフィギュレーション ファイルのタイプおよび場所

スタートアップ コンフィギュレーション ファイルは、ソフトウェアを設定するために、システムの起動中に使用されます。実行コンフィギュレーション ファイルには、ソフトウェアの現在の設定が格納されています。2 つのコンフィギュレーション ファイルは別々の設定にできます。たとえば、一時的に設定を変更しなければならない場合があります。この場合は、実行コンフィギュレーションを変更した後、**copy running-config startup-config** 特権 EXEC コマンドによる設定の保存は行わないようにします。

実行コンフィギュレーションは DRAM に保存されますが、スタートアップ コンフィギュレーションはフラッシュ メモリの NVRAM セクションに保存されます。

テキスト エディタによるコンフィギュレーション ファイルの作成

コンフィギュレーション ファイルを作成する場合は、システムが適切に応答できるように、コマンドを論理的に並べる必要があります。次に、コンフィギュレーション ファイルの作成方法の一例を示します。

ステップ 1　スイッチからサーバに既存のコンフィギュレーションをコピーします。

詳細については、「TFTP によるコンフィギュレーション ファイルのダウンロード」（P.A-11）、「FTP によるコンフィギュレーション ファイルのダウンロード」（P.A-13）、または「RCP によるコンフィギュレーション ファイルのダウンロード」（P.A-17）を参照してください。

ステップ 2　UNIX の vi または emacs、PC のメモ帳などのテキスト エディタで、コンフィギュレーション ファイルを開きます。

ステップ 3　目的のコマンドが格納されたコンフィギュレーション ファイルの一部を抽出して、新しいファイルに保存します。

ステップ 4　コンフィギュレーション ファイルをサーバ内の適切な場所にコピーします。たとえば、ファイルをワークステーションの TFTP ディレクトリ（UNIX ワークステーションの場合は、通常は /tftpboot）にコピーします。

ステップ 5　ファイルに関する権限が world-read に設定されていることを確認します。

TFTP によるコンフィギュレーション ファイルのコピー

作成したコンフィギュレーション ファイルを使用してスイッチを設定したり、別のスイッチからダウンロードしたり、TFTP サーバからダウンロードできます。また、コンフィギュレーション ファイルを TFTP サーバにコピー（アップロード）して、格納できます。

ここでは、次の設定情報について説明します。

- 「TFTP によるコンフィギュレーション ファイルのダウンロードまたはアップロードの準備」（P.A-10）
- 「TFTP によるコンフィギュレーション ファイルのダウンロード」（P.A-11）
- 「TFTP によるコンフィギュレーション ファイルのアップロード」（P.A-12）

TFTP によるコンフィギュレーション ファイルのダウンロードまたはアップロードの準備

TFTP を使用してコンフィギュレーション ファイルのダウンロードやアップロードを開始する前に、次の作業を実行します。

- TFTP サーバとして機能しているワークステーションが適切に設定されていることを確認します。Sun ワークステーションの場合、/etc/inetd.conf ファイル内に次の行が含まれていることを確認します。

  ```
  tftp dgram udp wait root /usr/etc/in.tftpd in.tftpd -p -s /tftpboot
  ```

  /etc/services ファイルに次の行が含まれていることを確認します。

  ```
  tftp 69/udp
  ```

（注）　/etc/inetd.conf および /etc/services ファイルを変更した後に、inetd デーモンを再起動する必要があります。このデーモンを再起動するには、inetd プロセスを終了して再起動するか、または **fastboot** コマンド（SunOS 4.x の場合）や **reboot** コマンド（Solaris 2.x または SunOS 5.x の場合）を入力します。TFTP デーモンの詳細については、ワークステーションのマニュアルを参照してください。

- スイッチに TFTP サーバへのルートが設定されているかどうかを確認します。サブネット間でトラフィックをルーティングするようにルータを設定していない場合、スイッチと TFTP サーバは同じサブネットに置かれていなければなりません。**ping** コマンドを使用して、TFTP サーバへの接続をチェックします。
- ダウンロードするコンフィギュレーション ファイルが TFTP サーバ上の正しいディレクトリ内にあることを確認します（UNIX ワークステーションの場合は、通常 /tftpboot）。
- ダウンロードを行う場合は、ファイルに関する権限が正しく設定されていることを確認します。ファイルの権限は world-read でなければなりません。
- コンフィギュレーション ファイルをアップロードする前に、TFTP サーバに空のファイルを作成する必要があります。空のファイルを作成するには、**touch** *filename* コマンドを入力します。*filename* は、サーバにアップロードするときに使用するファイルの名前です。
- アップロード処理中に、サーバの既存のファイル（空のファイルを作成する必要があった場合は、空のファイルを含む）を上書きする場合は、そのファイルに関する権限が正しく設定されていることを確認します。ファイルの権限は world-write でなければなりません。

TFTP によるコンフィギュレーション ファイルのダウンロード

TFTP サーバからダウンロードしたコンフィギュレーション ファイルを使用してスイッチを設定するには、次の手順を実行します。

ステップ 1　コンフィギュレーション ファイルをワークステーションの適切な TFTP ディレクトリにコピーします。

ステップ 2　「TFTP によるコンフィギュレーション ファイルのダウンロードまたはアップロードの準備」（P.A-10）を参照して、TFTP サーバが適切に設定されていることを確認します。

ステップ 3　コンソール ポートまたは Telnet セッションを介して、スイッチにログインします。

ステップ 4　TFTP サーバからコンフィギュレーション ファイルをダウンロードして、スイッチを設定します。

TFTP サーバの IP アドレスまたはホスト名、およびダウンロードするファイル名を指定します。

次に示す特権 EXEC コマンドのいずれかを使用します。

- **copy tftp:**[[[//*location*]/*directory*]/*filename*] **system:running-config**
- **copy tftp:**[[[//*location*]/*directory*]/*filename*] **nvram:startup-config**

このコンフィギュレーション ファイルを実行すると、ダウンロードが実行され、ファイルが行単位で解析されてコマンドが実行されます。

次に、IP アドレス 172.16.2.155 上にあるファイル *tokyo-confg* からソフトウェアを設定する例を示します。

```
Switch# copy tftp://172.16.2.155/tokyo-confg system:running-config
Configure using tokyo-confg from 172.16.2.155? [confirm] y
Booting tokyo-confg from 172.16.2.155:!!! [OK - 874/16000 bytes]
```

TFTP によるコンフィギュレーション ファイルのアップロード

スイッチから TFTP サーバにコンフィギュレーション ファイルをアップロードして格納するには、次の手順を実行します。

ステップ 1　「TFTP によるコンフィギュレーション ファイルのダウンロードまたはアップロードの準備」（P.A-10）を参照して、TFTP サーバが適切に設定されていることを確認します。

ステップ 2　コンソール ポートまたは Telnet セッションを介して、スイッチにログインします。

ステップ 3　スイッチのコンフィギュレーションを TFTP サーバにアップロードします。TFTP サーバの IP アドレスまたはホスト名、および宛先ファイル名を指定します。

次に示す特権 EXEC コマンドのいずれかを使用します。

- **copy system:running-config tftp:**[[[//*location*]/*directory*]/*filename*]
- **copy nvram:startup-config tftp:**[[[//*location*]/*directory*]/*filename*]

TFTP サーバにファイルがアップロードされます。

次に、スイッチから TFTP サーバにコンフィギュレーション ファイルをアップロードする例を示します。

```
Switch# copy system:running-config tftp://172.16.2.155/tokyo-confg
Write file tokyo-confg on host 172.16.2.155? [confirm] y
#
Writing tokyo-confg!!! [OK]
```

FTP によるコンフィギュレーション ファイルのコピー

FTP サーバから、または FTP サーバに、コンフィギュレーション ファイルをコピーできます。

FTP プロトコルでは、FTP 要求ごとにリモート ユーザ名およびパスワードを、クライアントがサーバに送信する必要があります。FTP を使用してコンフィギュレーション ファイルをスイッチからサーバにコピーすると、Cisco IOS ソフトウェアは次のリスト内の最初の有効なユーザ名を送信します。

- **copy** コマンドで指定されたユーザ名（ユーザ名が指定されている場合）
- **ip ftp username** *username* グローバル コンフィギュレーション コマンドで設定されたユーザ名（このコマンドが設定されている場合）
- anonymous

スイッチは、次のリスト内の最初の有効なパスワードを送信します。

- **copy** コマンドで指定されたパスワード（パスワードが指定されている場合）
- **ip ftp password** *password* グローバル コンフィギュレーション コマンドで設定されたパスワード（このコマンドが設定されている場合）
- スイッチが作成した *username@switchname.domain* パスワード。変数 *username* は現在のセッションに関連付けられているユーザ名、*switchname* は設定されているホスト名、*domain* はスイッチのドメインです。

ユーザ名およびパスワードは、FTP サーバのアカウントに関連付けられていなければなりません。サーバに書き込む場合は、ユーザからの FTP 書き込み要求が許可されるように FTP サーバを適切に設定する必要があります。

すべてのコピー操作に使用するユーザ名およびパスワードを指定するには、**ip ftp username** および **ip ftp password** コマンドを使用します。特定のコピー操作にだけ使用するユーザ名を指定する場合は、**copy** コマンド内でユーザ名を指定します。

サーバがディレクトリ構造である場合、コンフィギュレーション ファイルはサーバ上のユーザ名に関連付けられたディレクトリに書き込まれたり、そこからコピーされたりします。たとえば、コンフィギュレーション ファイルがサーバ上のユーザのホーム ディレクトリに置かれている場合は、ユーザの名前をリモート ユーザ名として指定します。

詳細については、FTP サーバのマニュアルを参照してください。

ここでは、次の設定情報について説明します。

- 「FTP によるコンフィギュレーション ファイルのダウンロードまたはアップロードの準備」（P.A-13）
- 「FTP によるコンフィギュレーション ファイルのダウンロード」（P.A-13）
- 「FTP によるコンフィギュレーション ファイルのアップロード」（P.A-15）

FTP によるコンフィギュレーション ファイルのダウンロードまたはアップロードの準備

FTP を使用してコンフィギュレーション ファイルのダウンロードやアップロードを開始する前に、次の作業を実行します。

- スイッチに FTP サーバへのルートが設定されているかどうかを確認します。サブネット間でトラフィックをルーティングするようにルータを設定していない場合、スイッチと FTP サーバは同じサブネットに置かれていなければなりません。**ping** コマンドを使用して、FTP サーバへの接続をチェックします。
- コンソールまたは Telnet セッションを介してスイッチにアクセスしていて有効なユーザ名がない場合は、現在の FTP ユーザ名が FTP ダウンロードに使用するユーザ名であることを確認します。**show users** 特権 EXEC コマンドを使用して、有効なユーザ名を表示できます。このユーザ名を使用しない場合は、**ip ftp username** *username* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用して、すべてのコピー処理中に使用する新しい FTP ユーザ名を作成します。新しいユーザ名は NVRAM に格納されます。Telnet セッションを介してスイッチにアクセスしていて、有効なユーザ名がある場合は、このユーザ名が使用されるので、FTP ユーザ名を設定する必要はありません。特定のコピー操作にだけ使用するユーザ名を指定する場合は、**copy** コマンド内でユーザ名を指定します。
- コンフィギュレーション ファイルを FTP サーバにアップロードする場合は、スイッチ上のユーザからの書き込み要求が許可されるように、FTP サーバを適切に設定する必要があります。

詳細については、FTP サーバのマニュアルを参照してください。

FTP によるコンフィギュレーション ファイルのダウンロード

FTP を使用してコンフィギュレーション ファイルをダウンロードするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1		「FTP によるコンフィギュレーション ファイルのダウンロードまたはアップロードの準備」（P.A-13）を参照して、FTP サーバが適切に設定されていることを確認します。
ステップ 2		コンソール ポートまたは Telnet セッションを介して、スイッチにログインします。

	コマンド	目的
ステップ 3	**configure terminal**	スイッチ上で、グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。 このステップが必要になるのは、デフォルトのリモート ユーザ名またはパスワードを上書きする場合だけです（ステップ 4、5、および 6 を参照）。
ステップ 4	**ip ftp username** *username*	（任意）デフォルトのリモート ユーザ名を変更します。
ステップ 5	**ip ftp password** *password*	（任意）デフォルトのパスワードを変更します。
ステップ 6	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 7	**copy ftp:**[[[//[*username*[**:***password*]**@**]*location*]/*directory*]/*filename*] **system:running-config** または **copy ftp:**[[[//[*username*[**:***password*]**@**]*location*]/*directory*]/*filename*] **nvram:startup-config**	FTP を使用して、コンフィギュレーション ファイルをネットワーク サーバから実行コンフィギュレーション ファイルまたはスタートアップ コンフィギュレーション ファイルにコピーします。

次に、*host1-confg* という名前のコンフィギュレーション ファイルを、IP アドレスが 172.16.101.101 であるリモート サーバ上のディレクトリ *netadmin1* からコピーして、スイッチ上でこれらのコマンドをロードおよび実行する例を示します。

```
Switch# copy ftp://netadmin1:mypass@172.16.101.101/host1-confg system:running-config
Configure using host1-confg from 172.16.101.101? [confirm]
Connected to 172.16.101.101
Loading 1112 byte file host1-confg:![OK]
Switch#
%SYS-5-CONFIG: Configured from host1-config by ftp from 172.16.101.101
```

次に、*netadmin1* というリモート ユーザ名を指定する例を示します。コンフィギュレーション ファイル *host2-confg* が、IP アドレスが 172.16.101.101 であるリモート サーバ上のディレクトリ *netadmin1* からスイッチのスタートアップ コンフィギュレーションにコピーされます。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# ip ftp username netadmin1
Switch(config)# ip ftp password mypass
Switch(config)# end
Switch# copy ftp: nvram:startup-config
Address of remote host [255.255.255.255]? 172.16.101.101
Name of configuration file[rtr2-confg]? host2-confg
Configure using host2-confg from 172.16.101.101?[confirm]
Connected to 172.16.101.101
Loading 1112 byte file host2-confg:![OK]
[OK]
Switch#
%SYS-5-CONFIG_NV:Non-volatile store configured from host2-config by ftp from
172.16.101.101
```

FTP によるコンフィギュレーション ファイルのアップロード

FTP を使用してコンフィギュレーション ファイルをアップロードするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
		「FTP によるコンフィギュレーション ファイルのダウンロードまたはアップロードの準備」（P.A-13）を参照して、FTP サーバが適切に設定されていることを確認します。
		コンソール ポートまたは Telnet セッションを介して、スイッチにログインします。
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。 このステップが必要になるのは、デフォルトのリモート ユーザ名またはパスワードを上書きする場合だけです（ステップ 4、5、および 6 を参照）。
ステップ 2	**ip ftp username** *username*	（任意）デフォルトのリモート ユーザ名を変更します。
ステップ 3	**ip ftp password** *password*	（任意）デフォルトのパスワードを変更します。
ステップ 4	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**copy system:running-config ftp:**[[[//[*username*[**:***password*]**@**]*location*]/*directory*]/*filename*] または **copy nvram:startup-config ftp:**[[[//[*username*[**:***password*]**@**]*location*]/*directory*]/*filename*]	FTP を使用して、スイッチの実行コンフィギュレーション ファイルまたはスタートアップ コンフィギュレーション ファイルを指定場所に格納します。

次に、実行コンフィギュレーション ファイル *switch2-confg* を、IP アドレスが 172.16.101.101 であるリモート ホスト上のディレクトリ *netadmin1* にコピーする例を示します。

```
Switch# copy system:running-config ftp://netadmin1:mypass@172.16.101.101/switch2-confg
Write file switch2-confg on host 172.16.101.101?[confirm]
Building configuration...[OK]
Connected to 172.16.101.101
Switch#
```

次に、FTP を使用してスタートアップ コンフィギュレーション ファイルをサーバに格納して、ファイルをコピーする例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# ip ftp username netadmin2
Switch(config)# ip ftp password mypass
Switch(config)# end
Switch# copy nvram:startup-config ftp:
Remote host[]? 172.16.101.101
Name of configuration file to write [switch2-confg]?
Write file switch2-confg on host 172.16.101.101?[confirm]
![OK]
```

RCP によるコンフィギュレーション ファイルのコピー

リモート ホストとスイッチ間でコンフィギュレーション ファイルをダウンロード、アップロード、およびコピーするための別の方法は、RCP を使用することです。コネクションレス プロトコルである UDP を使用する TFTP と異なり、RCP ではコネクション型の TCP が使用されます。

RCP を使用してファイルをコピーする場合は、ファイルのコピー元またはコピー先のサーバで RCP がサポートされている必要があります。RCP の copy コマンドは、リモート システム上の rsh サーバ（またはデーモン）を利用します。RCP を使用してファイルをコピーする場合は、TFTP の場合のようにファイル配信用サーバを作成する必要がありません。ユーザは rsh をサポートするサーバにアクセスするだけですみます（ほとんどの UNIX システムは rsh をサポートしています）。ある場所から別の場所へファイルをコピーするので、コピー元ファイルに対して読み取り権限、コピー先ファイルに対して書き込み権限が必要です。コピー先ファイルが存在しない場合は、RCP によって作成されます。

RCP では、RCP 要求ごとのリモート ユーザ名をクライアントがサーバに送信する必要があります。コンフィギュレーション ファイルをスイッチからサーバにコピーすると、Cisco IOS ソフトウェアは次のリスト内の最初の有効なユーザ名を送信します。

- **copy** コマンドで指定されたユーザ名（ユーザ名が指定されている場合）
- **ip rcmd remote-username** *username* グローバル コンフィギュレーション コマンドで設定されたユーザ名（このコマンドが設定されている場合）
- 現在の TTY（端末）プロセスに関連付けられたリモート ユーザ名。たとえば、ユーザが Telnet を介してルータに接続されており、**username** コマンドを介して認証された場合は、リモート ユーザ名として Telnet ユーザ名がスイッチ ソフトウェアによって送信されます。
- スイッチのホスト名

RCP コピー要求を正常に終了させるには、ネットワーク サーバ上にリモート ユーザ名用のアカウントを定義する必要があります。サーバがディレクトリ構造である場合、コンフィギュレーション ファイルはサーバ上のリモート ユーザ名に関連付けられたディレクトリに書き込まれるか、そこからコピーされます。たとえば、コンフィギュレーション ファイルがサーバ上のユーザのホーム ディレクトリ内に置かれている場合は、ユーザの名前をリモート ユーザ名として指定します。

ここでは、次の設定情報について説明します。

- 「RCP によるコンフィギュレーション ファイルのダウンロードまたはアップロードの準備」（P.A-16）
- 「RCP によるコンフィギュレーション ファイルのダウンロード」（P.A-17）
- 「RCP によるコンフィギュレーション ファイルのアップロード」（P.A-18）

RCP によるコンフィギュレーション ファイルのダウンロードまたはアップロードの準備

RCP を使用してコンフィギュレーション ファイルのダウンロードやアップロードを開始する前に、次の作業を実行します。

- RCP サーバとして機能しているワークステーションで、rsh がサポートされていることを確認します。
- スイッチに RCP サーバへのルートが設定されているかどうかを確認します。サブネット間でトラフィックをルーティングするようにルータを設定していない場合、スイッチとサーバは同じサブネットに置かれていなければなりません。**ping** コマンドを使用して、RCP サーバへの接続を確認します。
- コンソールまたは Telnet セッションを介してスイッチにアクセスしていて有効なユーザ名がない場合は、現在の RCP ユーザ名が RCP ダウンロードに使用するユーザ名であることを確認します。**show users** 特権 EXEC コマンドを使用して、有効なユーザ名を表示できます。このユーザ名を使用しない場合は、すべてのコピー処理中に **ip rcmd remote-username** *username* グローバル コン

フィギュレーション コマンドを使用し、新しい RCP ユーザ名を作成します。新しいユーザ名は NVRAM に格納されます。Telnet セッションを介してスイッチにアクセスしていて、有効なユーザ名がある場合は、そのユーザ名が使用されるので、RCP ユーザ名を設定する必要はありません。特定のコピー操作にだけ使用するユーザ名を指定する場合は、**copy** コマンド内でユーザ名を指定します。

- ファイルを RCP サーバにアップロードする場合は、スイッチ上のユーザからの RCP 書き込み要求が許可されるように、適切に設定する必要があります。UNIX システムの場合は、RCP サーバ上のリモート ユーザ用の .rhosts ファイルにエントリを追加する必要があります。たとえば、スイッチに次のコンフィギュレーション行が含まれているとします。

  ```
  hostname Switch1
  ip rcmd remote-username User0
  ```

  このスイッチの IP アドレスを *Switch1.company.com* に変換する場合は、RCP サーバ上の User0 用の .rhosts ファイルに次の行が含まれている必要があります。

  ```
  Switch1.company.com Switch1
  ```

詳細については、RCP サーバのマニュアルを参照してください。

RCP によるコンフィギュレーション ファイルのダウンロード

RCP を使用してコンフィギュレーション ファイルをダウンロードするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1		「RCP によるコンフィギュレーション ファイルのダウンロードまたはアップロードの準備」（P.A-16）を参照して、RCP サーバが適切に設定されていることを確認します。
ステップ 2		コンソール ポートまたは Telnet セッションを介して、スイッチにログインします。
ステップ 3	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。 このステップが必要になるのは、デフォルトのリモート ユーザ名を上書きする場合だけです（ステップ 4 および 5 を参照）。
ステップ 4	**ip rcmd remote-username** *username*	（任意）リモート ユーザ名を指定します。
ステップ 5	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 6	**copy rcp:**[[[//[*username*@]*location*]/*directory*]/*filename*] **system:running-config** または **copy rcp:**[[[//[*username*@]*location*]/*directory*]/*filename*] **nvram:startup-config**	RCP を使用して、コンフィギュレーション ファイルをネットワーク サーバから実行コンフィギュレーション ファイルまたはスタートアップ コンフィギュレーション ファイルにコピーします。

次に、*host1-confg* という名前のコンフィギュレーション ファイルを、IP アドレスが 172.16.101.101 であるリモート サーバ上のディレクトリ *netadmin1* からコピーして、スイッチ上でこれらのコマンドをロードおよび実行する例を示します。

```
Switch# copy rcp://netadmin1@172.16.101.101/host1-confg system:running-config
Configure using host1-confg from 172.16.101.101? [confirm]
Connected to 172.16.101.101
Loading 1112 byte file host1-confg:![OK]
```

```
Switch#
%SYS-5-CONFIG: Configured from host1-config by rcp from 172.16.101.101
```

次に、*netadmin1* というリモート ユーザ名を指定する例を示します。コンフィギュレーション ファイル *host2-confg* が、IP アドレスが 172.16.101.101 であるリモート サーバ上のディレクトリ *netadmin1* からスタートアップ コンフィギュレーションにコピーされます。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# ip rcmd remote-username netadmin1
Switch(config)# end
Switch# copy rcp: nvram:startup-config
Address of remote host [255.255.255.255]? 172.16.101.101
Name of configuration file[rtr2-confg]? host2-confg
Configure using host2-confg from 172.16.101.101?[confirm]
Connected to 172.16.101.101
Loading 1112 byte file host2-confg:![OK]
[OK]
Switch#
%SYS-5-CONFIG_NV:Non-volatile store configured from host2-config by rcp from
172.16.101.101
```

RCP によるコンフィギュレーション ファイルのアップロード

RCP を使用してコンフィギュレーション ファイルをアップロードするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1		「RCP によるコンフィギュレーション ファイルのダウンロードまたはアップロードの準備」（P.A-16）を参照して、RCP サーバが適切に設定されていることを確認します。
ステップ 2		コンソール ポートまたは Telnet セッションを介して、スイッチにログインします。
ステップ 3	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。 このステップが必要になるのは、デフォルトのリモート ユーザ名を上書きする場合だけです（ステップ 4 および 5 を参照）。
ステップ 4	**ip rcmd remote-username** *username*	（任意）リモート ユーザ名を指定します。
ステップ 5	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 6	**copy system:running-config rcp:**[[[//[*username*@]*location*]/*directory*]/*filename*] または **copy nvram:startup-config rcp:**[[[//[*username*@]*location*]/*directory*]/*filename*]	RCP を使用して、コンフィギュレーション ファイルをスイッチの実行コンフィギュレーション ファイルまたはスタートアップ コンフィギュレーション ファイルからネットワーク サーバにコピーします。

次に、実行コンフィギュレーション ファイル *switch2-confg* を、IP アドレスが 172.16.101.101 であるリモート ホスト上のディレクトリ *netadmin1* にコピーする例を示します。

```
Switch# copy system:running-config rcp://netadmin1@172.16.101.101/switch2-confg
Write file switch-confg on host 172.16.101.101?[confirm]
Building configuration...[OK]
Connected to 172.16.101.101
Switch#
```

次に、スタートアップ コンフィギュレーション ファイルをサーバ上に格納する例を示します。

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# ip rcmd remote-username netadmin2
Switch(config)# end
Switch# copy nvram:startup-config rcp:
Remote host[]? 172.16.101.101
Name of configuration file to write [switch2-confg]?
Write file switch2-confg on host 172.16.101.101?[confirm]
![OK]
```

設定情報の消去

スタートアップ コンフィギュレーションから設定情報を消去できます。スタートアップ コンフィギュレーションを使用しないでスイッチを再起動すると、スイッチはセットアップ プログラムを開始し、新しい設定でスイッチを再設定できます。

スタートアップ コンフィギュレーション ファイルの消去

スタートアップ コンフィギュレーションを消去するには、**erase nvram:** または **erase startup-config** 特権 EXEC コマンドを使用します。

注意　削除されたスタートアップ コンフィギュレーション ファイルは復元できません。

格納されたコンフィギュレーション ファイルの削除

保存された設定をフラッシュ メモリから削除するには、**delete flash:***filename* 特権 EXEC コマンドを使用します。**file prompt** グローバル コンフィギュレーション コマンドの設定に応じて、ファイルを削除する前に確認を求めるプロンプトが表示されます。デフォルトでは、有害なファイル操作を行った場合に、確認を求めるプロンプトが表示されます。**file prompt** コマンドの詳細については、『*Cisco IOS Command Reference, Release 12.4*』を参照してください。

注意　削除されたファイルは復元できません。

コンフィギュレーションの交換またはロール バック

コンフィギュレーション交換およびロールバック機能を使用すると、実行コンフィギュレーションと保存されている任意の Cisco IOS コンフィギュレーション ファイルを交換できます。ロールバック機能を使用すると以前のコンフィギュレーションに戻すことができます。

ここでは、次の情報について説明します。

- 「コンフィギュレーション交換およびロールバックの概要」（P.A-20）
- 「設定時の注意事項」（P.A-21）
- 「コンフィギュレーション アーカイブの設定」（P.A-22）
- 「コンフィギュレーション交換またはロールバック動作の実行」（P.A-23）

コンフィギュレーション交換およびロールバックの概要

コンフィギュレーションのアーカイブ

コンフィギュレーション アーカイブは、コンフィギュレーション ファイルのアーカイブを保管、構成、管理するメカニズムです。**configure replace** 特権 EXEC コマンドを使用すると、コンフィギュレーション ロールバック機能が向上します。または、**copy running-config** *destination-url* 特権 EXEC コマンドを使用して実行コンフィギュレーションのコピーを保存し、交換ファイルをローカルまたはリモートで保存することができます。ただし、この方法ではファイルの自動管理を行うことはできません。コンフィギュレーション交換およびロールバック機能を使用すれば、実行コンフィギュレーションのコピーを自動的にコンフィギュレーション アーカイブに保存できます。

archive config 特権 EXEC コマンドを使用して、コンフィギュレーションをコンフィギュレーション アーカイブに保存します。その際は標準のディレクトリとファイル名のプレフィクスが使用され、連続ファイルを保存するたびにバージョン番号（およびオプションでタイムスタンプ）が自動的に付加されます。このときのバージョン番号は 1 つずつ大きくなります。アーカイブに保存する実行コンフィギュレーションの数は指定することができます。保存したファイル数が指定数に達した場合は、次の新しいファイルを保存するときに最も古いファイルが自動的に削除されます。**show archive** 特権 EXEC コマンドを使用すると、コンフィギュレーション アーカイブに保存されたすべてのコンフィギュレーション ファイルを表示できます。

Cisco IOS コンフィギュレーション アーカイブでは、コンフィギュレーション ファイルを保存し、**configure replace** コマンドで使用します。ファイル システムは FTP、HTTP、RCP、TFTP のいずれかです。

コンフィギュレーションの交換

configure replace 特権 EXEC コマンドを使用すると、実行コンフィギュレーションと保存されている任意のコンフィギュレーション ファイルを交換できます。**configure replace** コマンドを入力すると実行コンフィギュレーションと指定した交換コンフィギュレーションが比較され、コンフィギュレーションの差分が生成されます。生成された差分がコンフィギュレーションの交換に使用されます。コンフィギュレーション交換は、通常 3 回以下のパスで完了します。ループを防ぐために 6 回以上のパスが実行されることはありません。

copy *source-url* **running-config** 特権 EXEC コマンドを使用すると、保存されているコンフィギュレーション ファイルが実行コンフィギュレーションに保存できます。このコマンドを **configure replace** *target-url* 特権コマンドの代わりに使用する場合は、次のような違いがある点に注意してください。

- **copy** *source-url* **running-config** コマンドはマージ動作であり、コピー元ファイルと実行コンフィギュレーションのコマンドをすべて保存します。このコマンドでは、コピー元ファイルに実行コンフィギュレーションのコマンドがない場合でも実行コンフィギュレーションのコマンドを削除しません。**configure replace** *target-url* コマンドの場合は、交換先のファイルに実行コンフィギュレーションのコマンドがない場合は実行コンフィギュレーションから削除し、実行コンフィギュレーションにないコマンドがある場合はそのコマンドを追加します。
- **copy** *source-url* **running-config** コマンドのコピー元ファイルとして、部分コンフィギュレーション ファイルを使用できます。**configure replace** *target-url* コマンドの交換ファイルとして、完全なコンフィギュレーション ファイルを使用する必要があります。

コンフィギュレーションのロール バック

configure replace コマンドを使用して、前回コンフィギュレーションを保存した後で行った変更をロール バックさせることもできます。コンフィギュレーション ロールバック機能では、コンフィギュレーションを特定の変更時点に戻すのではなく、保存されているコンフィギュレーション ファイルに基づいて特定のコンフィギュレーションに戻します。

コンフィギュレーション ロールバック機能を利用する場合は、コンフィギュレーションを変更する前に実行コンフィギュレーションを保存する必要があります。その後、コンフィギュレーションを変更した後で **configure replace** *target-url* コマンドを使用し、保存したコンフィギュレーション ファイルを使って変更をロール バックします。

保存されている任意のファイルをロールバック コンフィギュレーションとして指定できます。一部のロールバック モデルと同様、ロールバック回数は無制限です。

設定時の注意事項

コンフィギュレーション交換およびロールバックを設定し実行する場合は、次の注意事項に従ってください。

- スイッチのメモリの空き容量が、2 つのコンフィギュレーション ファイル（実行コンフィギュレーションと保存されている交換コンフィギュレーション）の合計容量よりも大きいことを確認します。スイッチのメモリ容量の方が小さい場合、コンフィギュレーション交換は実行されません。
- また、スイッチにコンフィギュレーション交換やロールバック コンフィギュレーション コマンドが実行できるほどの空き容量があることも確認してください。
- ネットワーク デバイスの物理コンポーネント（物理インターフェイスなど）に関連するコンフィギュレーション コマンドを実行コンフィギュレーションに追加または削除できません。
  - インターフェイスがデバイス上に物理的に存在する場合、コンフィギュレーション交換を行っても実行コンフィギュレーションから **interface** *interface-id* コマンド行を削除できません。
  - インターフェイスがデバイス上に物理的に存在しない場合、**interface** *interface-id* コマンド行を実行コンフィギュレーションに追加できません。
- **configure replace** コマンドを使用する場合、保存されているコンフィギュレーションを実行コンフィギュレーションの交換コンフィギュレーション ファイルとして指定する必要があります。交換ファイルは Cisco IOS デバイスによって生成された完全なコンフィギュレーションであることが必要です（たとえば **copy running-config** *destination-url* コマンドで生成したコンフィギュレーション）。

（注）　交換コンフィギュレーション ファイルを外部に生成する場合、Cisco IOS デバイスで生成したファイルのフォーマットと一致する必要があります。

コンフィギュレーション アーカイブの設定

configure replace コマンドをコンフィギュレーション アーカイブおよび **archive config** コマンドとともに使用することは任意ですが、コンフィギュレーション ロールバックを行うときに大きな利点があります。**archive config** コマンドを使用する前に、コンフィギュレーション アーカイブを設定しておく必要があります。コンフィギュレーション アーカイブを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	**archive**	アーカイブ コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**path** *url*	コンフィギュレーション アーカイブに、ファイルのディレクトリとファイル名プレフィクスを指定します。
ステップ 4	**maximum** *number*	（任意）コンフィギュレーション アーカイブに保存する実行コンフィギュレーションのアーカイブ ファイルの最大数を指定します。 *number*：コンフィギュレーション アーカイブでの実行コンフィギュレーション ファイルの最大数。有効な番号は、1 ～ 14 です。デフォルトは 10 です。 **（注）** このコマンドを使用する前に **path** アーカイブ コンフィギュレーション コマンドを入力して、コンフィギュレーション アーカイブのファイルのディレクトリとファイル名プレフィクスを指定しておく必要があります。
ステップ 5	**time-period** *minutes*	（任意）コンフィギュレーション アーカイブに実行コンフィギュレーションのアーカイブ ファイルを自動保存する間隔を設定します。 *minutes*：コンフィギュレーション アーカイブに実行コンフィギュレーションのアーカイブを自動保存する間隔を、分単位で指定します。
ステップ 6	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 7	**show running-config**	設定を確認します。
ステップ 8	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

コンフィギュレーション交換またはロールバック動作の実行

実行コンフィギュレーション ファイルを保存されているコンフィギュレーション ファイルと交換するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	**archive config**	（任意）実行コンフィギュレーション ファイルをコンフィギュレーション アーカイブに保存します。 （注）　**path** アーカイブ コンフィギュレーション コマンドを入力してから、このコマンドを実行します。
ステップ 2	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3		実行コンフィギュレーションに必要な変更を行います。
ステップ 4	**exit**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 5	**configure replace** *target-url* [**list**] [**force**] [**time** *seconds*] [**nolock**]	実行コンフィギュレーション ファイルを保存されているコンフィギュレーション ファイルと交換します。 *target-url* : 保存されているコンフィギュレーション ファイルの URL（ファイル システムからアクセス可能）。実行コンフィギュレーションと交換するファイルで、ステップ 2 で **archive config** 特権 EXEC コマンドを使用して作成したコンフィギュレーション ファイルなどです。 **list** : コンフィギュレーション交換動作のパスごとにソフトウェア パーサーによって適用されるコマンド エントリのリストを表示します。パスの合計数も表示されます。 **force** : 実行コンフィギュレーション ファイルと指定した保存済みコンフィギュレーション ファイルの交換を確認なしで実行します。 **time** *seconds* : **configure confirm** コマンドを入力して実行コンフィギュレーション ファイルとの交換を確認するまでの時間を秒単位で指定します。指定時間内に **configure confirm** コマンドを入力しない場合、コンフィギュレーション交換動作が自動的に停止します（つまり、実行コンフィギュレーション ファイルは **configure replace** コマンドを入力する以前に存在していたコンフィギュレーションに保存されます）。 （注）　**time** *seconds* コマンドライン オプションを使用する前に、コンフィギュレーション アーカイブをイネーブルにしておく必要があります。 **nolock** : コンフィギュレーション交換動作時に他のユーザが実行コンフィギュレーションを変更できないようにする実行コンフィギュレーション ファイルのロックをディセーブルにします。
ステップ 6	**configure confirm**	（任意）実行コンフィギュレーションと保存されているコンフィギュレーション ファイルとの交換を確認します。 （注）　このコマンドは、**time** *seconds* キーワードと **configure replace** コマンドの引数が指定されている場合にだけ使用します。
ステップ 7	**copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

ソフトウェア イメージの操作

ここでは、システム ソフトウェア、Cisco IOS コード、および組み込みのデバイス マネージャ ソフトウェアを格納するソフトウェア イメージ ファイルをアーカイブ（ダウンロードおよびアップロード）する方法を示します。

（注）ソフトウェア イメージ ファイルをダウンロードおよびアップロードするには、**copy** 特権 EXEC コマンドや **archive tar** 特権 EXEC コマンドではなく、**archive download-sw** および **archive upload-sw** 特権 EXEC コマンドを使用することを推奨します。

スイッチ ソフトウェアをアップグレードするには、TFTP、FTP、または RCP サーバからスイッチ イメージ ファイルをダウンロードします。TFTP サーバへアクセスできない場合、Web ブラウザ（HTTP）で PC またはワークステーションへ直接ソフトウェア イメージ ファイルをダウンロードします。次にデバイス マネージャまたは Cisco Network Assistant を使用してスイッチをアップグレードします。TFTP サーバまたは Web ブラウザ（HTTP）を使用したスイッチのアップグレードについては、リリース ノートを参照してください。

現在のイメージを新しいイメージで置き換えたり、ダウンロード後に現在のイメージをフラッシュ メモリに保存したりできます。

archive download-sw /allow-feature-upgrade 特権 EXEC コマンドを使用して、IP ベース イメージから IP サービス イメージへのアップグレードなど、別のフィーチャ セットを有するイメージをインストールすることができます。このリリース以降では、**boot auto-download-sw** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用して、自動ソフトウェア アップグレードのイメージを取得するのに使用する URL を指定することができます。

バックアップのために、スイッチ イメージ ファイルを TFTP、FTP、または RCP サーバにアップロードします。アップロードされたこのイメージは、今後同じスイッチや、同じタイプの別のスイッチにダウンロードする場合に使用できます。

使用するプロトコルは、使用中のサーバのタイプに応じて異なります。FTP および RCP トランスポート メカニズムを使用すると、TFTP よりもパフォーマンスが速く、データがより確実に配信されます。これらの機能を実現するために、FTP および RCP はコネクション型の TCP/IP スタックに基づいて構築され、このスタックが使用されています。

ここでは、次の設定情報について説明します。

- 「スイッチ上のイメージの場所」（P.A-25）
- 「サーバまたは Cisco.com 上のイメージの tar ファイル形式」（P.A-25）
- 「TFTP によるイメージ ファイルのコピー」（P.A-26）
- 「FTP によるイメージ ファイルのコピー」（P.A-30）
- 「RCP によるイメージ ファイルのコピー」（P.A-34）

（注）ソフトウェア イメージ、およびサポートされているアップグレード パスのリストについては、スイッチに付属のリリース ノートを参照してください。

スイッチ上のイメージの場所

Cisco IOS イメージは、バージョン番号を表すディレクトリ内に *.bin* ファイルとして格納されます。サブディレクトリには、Web 管理に必要なファイルが格納されます。イメージはシステム ボードのフラッシュ メモリ（flash:）に格納されます。

show version 特権 EXEC コマンドを使用すると、スイッチで現在稼動しているソフトウェア バージョンを参照できます。画面上で、`System image file is...` で始まる行を調べます。この行は、イメージが格納されているフラッシュ メモリ内のディレクトリ名を示します。

dir *filesystem***:** 特権 EXEC コマンドを使用して、フラッシュ メモリに格納されている他のソフトウェア イメージのディレクトリ名を調べることもできます。**archive download-sw /directory** 特権 EXE コマンド を使用して、各 tar ファイルに対してパス全体を指定する代わりに、ディレクトリの後ろにダウンロードする tar ファイルまたは tar ファイルのリストを続けることでディレクトリの指定を 1 回で済ませることが可能です。

サーバまたは Cisco.com 上のイメージの tar ファイル形式

サーバ上にあるソフトウェア イメージまたは Cisco.com からダウンロードされたソフトウェア イメージは、次のファイルを含む tar ファイル形式で提供されます。

- tar ファイルの内容を表形式で示す *info* ファイル
- Cisco IOS イメージや Web 管理用ファイルなど、他のイメージおよびファイルが格納された 1 つまたは複数のサブディレクトリ

次に、info ファイルに格納された情報の一部の例を示します。表 A-3 に、この情報の詳細を示します。

```
system_type:0x00000000:image-name
    image_family:xxxx
    stacking_number:x
    info_end:
version_suffix:xxxx
    version_directory:image-name
    image_system_type_id:0x00000000
    image_name:image-nameB.bin
    ios_image_file_size:6398464
    total_image_file_size:8133632
    image_feature:IP|LAYER_3|PLUS|MIN_DRAM_MEG=128
    image_family:xxxx
    stacking_number:x
    board_ids:0x401100c4 0x00000000 0x00000001 0x00000003 0x00000002 0x00008000 0x00008002
0x40110000
    info_end:
```

（注）　stacking_number フィールドは無視してください。スイッチに適用されません。

表 A-3　info ファイルの説明

フィールド	説明
version_suffix	Cisco IOS イメージ バージョン ストリングのサフィックスを指定します。
version_directory	Cisco IOS イメージおよび HTML サブディレクトリがインストールされているディレクトリを指定します。
image_name	tar ファイル内の Cisco IOS イメージの名前を指定します。

表 A-3　info ファイルの説明 （続き）

フィールド	説明
ios_image_file_size	tar ファイル内の Cisco IOS イメージのサイズを指定します。このサイズは、Cisco IOS イメージだけを保持するために必要なフラッシュ メモリ サイズの概算値です。
total_image_file_size	tar ファイル内のすべてのイメージ（Cisco IOS イメージおよび Web 管理ファイル）のサイズを指定します。このサイズは、これらのファイルを保持するために必要なフラッシュ メモリ サイズの概算値です。
image_feature	イメージの主な機能に関する説明です。
image_min_dram	このイメージを実行するために必要な DRAM の最小サイズを指定します。
image_family	ソフトウェアをインストールできる製品ファミリに関する説明です。

TFTP によるイメージ ファイルのコピー

TFTP サーバからスイッチ イメージをダウンロードしたり、スイッチから TFTP サーバにスイッチ イメージをアップロードしたりできます。

スイッチ ソフトウェアをアップグレードするには、サーバからスイッチ イメージ ファイルをダウンロードします。現在のイメージを新しいイメージで上書きしたり、ダウンロード後に現在のファイルを保存したりできます。

バックアップのために、スイッチ イメージ ファイルをサーバにアップロードします。アップロードされたこのイメージは、今後同じスイッチや、同じタイプの別のスイッチにダウンロードするために使用できます。

（注）　ソフトウェア イメージ ファイルをダウンロードおよびアップロードするには、**copy** 特権 EXEC コマンドや **archive tar** 特権 EXEC コマンドではなく、**archive download-sw** および **archive upload-sw** 特権 EXEC コマンドを使用することを推奨します。

ここでは、次の設定情報について説明します。

- 「TFTP によるイメージ ファイルのダウンロードまたはアップロードの準備」（P.A-26）
- 「TFTP によるイメージ ファイルのダウンロード」（P.A-27）
- 「TFTP によるイメージ ファイルのアップロード」（P.A-29）

TFTP によるイメージ ファイルのダウンロードまたはアップロードの準備

TFTP を使用してイメージ ファイルのダウンロードやアップロードを開始する前に、次の作業を実行します。

- TFTP サーバとして機能しているワークステーションが適切に設定されていることを確認します。Sun ワークステーションの場合、/etc/inetd.conf ファイル内に次の行が含まれていることを確認します。

  ```
  tftp dgram udp wait root /usr/etc/in.tftpd in.tftpd -p -s /tftpboot
  ```

  /etc/services ファイルに次の行が含まれていることを確認します。

  ```
  tftp 69/udp
  ```

（注）　/etc/inetd.conf および /etc/services ファイルを変更した後に、inetd デーモンを再起動する必要があります。このデーモンを再起動するには、inetd プロセスを終了して再起動するか、または **fastboot** コマンド（SunOS 4.x の場合）や **reboot** コマンド（Solaris 2.x または SunOS 5.x の場合）を入力します。TFTP デーモンの詳細については、ワークステーションのマニュアルを参照してください。

- スイッチに TFTP サーバへのルートが設定されているかどうかを確認します。サブネット間でトラフィックをルーティングするようにルータを設定していない場合、スイッチと TFTP サーバは同じサブネットに置かれていなければなりません。**ping** コマンドを使用して、TFTP サーバへの接続をチェックします。
- ダウンロードするイメージが TFTP サーバ上の正しいディレクトリ内にあることを確認します（UNIX ワークステーションの場合は、通常 /tftpboot）。
- ダウンロードを行う場合は、ファイルに関する権限が正しく設定されていることを確認します。ファイルの権限は world-read でなければなりません。
- イメージ ファイルをアップロードする前に、TFTP サーバに空のファイルを作成する必要があります。空のファイルを作成するには、**touch** *filename* コマンドを入力します。*filename* は、イメージをサーバにアップロードするときに使用するファイルの名前です。
- アップロード処理中に、サーバの既存のファイル（空のファイルを作成する必要があった場合は、空のファイルを含む）を上書きする場合は、そのファイルに関する権限が正しく設定されていることを確認します。ファイルの権限は world-write でなければなりません。

TFTP によるイメージ ファイルのダウンロード

新しいイメージ ファイルをダウンロードして、現在のイメージを置き換えたり、保存したりできます。

TFTP サーバから新しいイメージをダウンロードして、既存のイメージを上書きするには、特権 EXEC モードでステップ 1 ～ 3 を実行します。現在のイメージを保存するには、ステップ 3 に進んでください。

	コマンド	目的
ステップ 1		イメージをワークステーション上の適切な TFTP ディレクトリにコピーします。TFTP サーバが適切に設定されていることを確認します（「TFTP によるイメージ ファイルのダウンロードまたはアップロードの準備」（P.A-26）を参照）。
ステップ 2		コンソール ポートまたは Telnet セッションを介して、スイッチにログインします。

	コマンド	目的
ステップ 3	**archive download-sw /allow-feature-upgrade /overwrite /reload tftp:**[[*//location*]/*directory*]/*image-name*.**tar**	TFTP サーバからスイッチにイメージ ファイルをダウンロードして、現在のイメージを上書きします。 • **/allow-feature-upgrade** オプションを使用して、異なるフィーチャ セットを持つイメージをインストールすることができます。 • **/overwrite** オプションを指定すると、フラッシュ メモリ内のソフトウェア イメージがダウンロードされたイメージによって上書きされます。 • **/reload** オプションを指定すると、設定が変更されて保存されなかった場合を除いて、イメージのダウンロード後にシステムがリロードされます。 • *//location* には、TFTP サーバの IP アドレスを指定します。 • /*directory*/*image-name*.**tar** には、ディレクトリ（任意）およびダウンロードするイメージを指定します。ディレクトリ名およびイメージ名では大文字と小文字が区別されます。
ステップ 4	**archive download-sw/leave-old-sw/reload tftp:**[[*//location*]/*directory*]/*image-name*.**tar**	TFTP サーバからスイッチにイメージ ファイルをダウンロードして、現在のイメージを保存します。 • **/leave-old-sw** オプションを指定すると、ダウンロード後に古いソフトウェア バージョンが保存されます。 • **/reload** オプションを指定すると、設定が変更されて保存されなかった場合を除いて、イメージのダウンロード後にシステムがリロードされます。 • *//location* には、TFTP サーバの IP アドレスを指定します。 • /*directory*/*image-name*.**tar** には、ディレクトリ（任意）およびダウンロードするイメージを指定します。ディレクトリ名およびイメージ名では大文字と小文字が区別されます。

ダウンロード アルゴリズムによって、イメージがスイッチ モデルに対して適切であるかどうか、および DRAM サイズが十分であるかどうかが検証されます。問題がある場合、プロセスは中断され、エラーが報告されます。**/overwrite** オプションを指定した場合、ダウンロード アルゴリズムによって、新しいイメージと同じであるかどうかに関係なくフラッシュ デバイスの既存のイメージが削除され、新しいイメージがダウンロードされて、ソフトウェアがリロードされます。

（注）　フラッシュ デバイスに 2 つのイメージを保持する十分なスペースがあり、これらのイメージのいずれかを同じバージョンで上書きする場合は、**/overwrite** オプションを指定する必要があります。

/leave-old-sw を指定すると、既存のファイルは削除されません。新しいイメージをインストールする十分なスペースがない場合に、現在稼動中のイメージを保存しようとすると、ダウンロード プロセスが停止して、エラー メッセージが表示されます。

ダウンロードされたイメージは、システム ボードのフラッシュ デバイス（flash:）にアルゴリズムによってインストールされます。このイメージはソフトウェア バージョン ストリングの名前が付いた新しいディレクトリに格納されます。また、新しくインストールされたイメージを示すように、BOOT 環境変数が更新されます。

ダウンロード プロセス中に古いイメージを保存（**/leave-old-sw** キーワードを指定）した場合は、**delete /force/recursive** *filesystem***:/***file-url* 特権 EXEC コマンドを入力して、そのイメージを削除できます。*filesystem* には、システム ボード フラッシュ デバイスとして **flash:** を使用します。*file-url* には、古いイメージのディレクトリ名を入力します。ディレクトリ内のすべてのファイルおよびディレクトリが削除されます。

注意　ダウンロードおよびアップロード アルゴリズムを適切に動作させるために、イメージの名前は変更*しないでください*。

TFTP によるイメージ ファイルのアップロード

スイッチから TFTP サーバにイメージをアップロードできます。後でこのイメージをこのスイッチや、同じタイプの別のスイッチにダウンロードできます。

組み込みのデバイス マネージャと連携する Web 管理ページが、既存のイメージでインストールされている場合に限って、アップロード機能を使用します。

イメージを TFTP サーバにアップロードするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1		TFTP サーバが適切に設定されていることを確認します（「TFTP によるイメージ ファイルのダウンロードまたはアップロードの準備」（P.A-26）を参照）。
ステップ 2		コンソール ポートまたは Telnet セッションを介して、スイッチにログインします。
ステップ 3	**archive upload-sw tftp:**[[*//location*]/*directory*]/*image-name*.**tar**	現在稼動中のスイッチ イメージを TFTP サーバにアップロードします。 • *//location* には、TFTP サーバの IP アドレスを指定します。 • /*directory*/*image-name*.**tar** には、ディレクトリ（任意）およびアップロードするソフトウェア イメージの名前を指定します。ディレクトリ名およびイメージ名では大文字と小文字が区別されます。*image-name*.**tar** は、サーバ上に格納するソフトウェア イメージの名前です。

archive upload-sw 特権 EXEC コマンドを実行すると、これらのファイルが info、Cisco IOS イメージ、Web 管理ファイルの順にアップロードされて、サーバにイメージ ファイルが構築されます。これらのファイルがアップロードされた後に、アップロード アルゴリズムによって tar ファイル形式が作成されます。

注意　ダウンロードおよびアップロード アルゴリズムを適切に動作させるために、イメージの名前は変更*しないでください*。

FTP によるイメージ ファイルのコピー

FTP サーバからスイッチ イメージをダウンロードしたり、スイッチから FTP サーバにスイッチ イメージをアップロードしたりできます。

スイッチ ソフトウェアをアップグレードするには、サーバからスイッチ イメージ ファイルをダウンロードします。現在のイメージを新しいイメージで上書きしたり、ダウンロード後に現在のファイルを保存したりできます。

バックアップのために、スイッチ イメージ ファイルをサーバにアップロードします。アップロードされたこのイメージは、今後同じスイッチや、同じタイプの別のスイッチにダウンロードする場合に使用できます。

（注）ソフトウェア イメージ ファイルをダウンロードおよびアップロードするには、**copy** 特権 EXEC コマンドや **archive tar** 特権 EXEC コマンドではなく、**archive download-sw** および **archive upload-sw** 特権 EXEC コマンドを使用することを推奨します。

ここでは、次の設定情報について説明します。

- 「FTP によるイメージ ファイルのダウンロードまたはアップロードの準備」（P.A-30）
- 「FTP によるイメージ ファイルのダウンロード」（P.A-31）
- 「FTP によるイメージ ファイルのアップロード」（P.A-33）

FTP によるイメージ ファイルのダウンロードまたはアップロードの準備

FTP サーバから、または FTP サーバに、イメージ ファイルをコピーできます。

FTP プロトコルでは、FTP 要求ごとにリモート ユーザ名およびパスワードを、クライアントがサーバに送信する必要があります。FTP を使用してイメージ ファイルをスイッチからサーバにコピーすると、Cisco IOS ソフトウェアは次のリスト内の最初の有効なユーザ名を送信します。

- **archive download-sw** または **archive upload-sw** 特権 EXEC コマンドで指定されているユーザ名（ユーザ名が指定されている場合）
- **ip ftp username** *username* グローバル コンフィギュレーション コマンドで設定されたユーザ名（このコマンドが設定されている場合）
- anonymous

スイッチは、次のリスト内の最初の有効なパスワードを送信します。

- **archive download-sw** または **archive upload-sw** 特権 EXEC コマンドで指定されたパスワード（パスワードが指定されている場合）
- **ip ftp password** *password* グローバル コンフィギュレーション コマンドで設定されたパスワード（このコマンドが設定されている場合）
- スイッチが作成した *username@switchname.domain* パスワード。変数 *username* は現在のセッションに関連付けられているユーザ名、*switchname* は設定されているホスト名、*domain* はスイッチのドメインです。

ユーザ名およびパスワードは、FTP サーバのアカウントに関連付けられていなければなりません。サーバに書き込む場合は、ユーザからの FTP 書き込み要求が許可されるように FTP サーバを適切に設定する必要があります。

すべてのコピー操作に使用するユーザ名およびパスワードを指定するには、**ip ftp username** および **ip ftp password** コマンドを使用します。この処理のためだけにユーザ名を指定する場合は、**archive download-sw** または **archive upload-sw** 特権 EXEC コマンドでユーザ名を指定します。

サーバがディレクトリ構造である場合、イメージ ファイルはサーバ上のユーザ名に関連付けられたディレクトリに書き込まれたり、そこからコピーされたりします。たとえば、イメージ ファイルがサーバ上のユーザのホーム ディレクトリ内に置かれている場合は、ユーザの名前をリモート ユーザ名として指定します。

FTP を使用してイメージ ファイルのダウンロードやアップロードを開始する前に、次の作業を実行します。

- スイッチに FTP サーバへのルートが設定されているかどうかを確認します。サブネット間でトラフィックをルーティングするようにルータを設定していない場合、スイッチと FTP サーバは同じサブネットに置かれていなければなりません。**ping** コマンドを使用して、FTP サーバへの接続をチェックします。
- コンソールまたは Telnet セッションを介してスイッチにアクセスしていて有効なユーザ名がない場合は、現在の FTP ユーザ名が FTP ダウンロードに使用するユーザ名であることを確認します。**show users** 特権 EXEC コマンドを使用して、有効なユーザ名を表示できます。このユーザ名を使用しない場合は、**ip ftp username** *username* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用して、新しい FTP ユーザ名を作成します。新しい名前は、すべてのアーカイブ処理中に使用されます。新しいユーザ名は NVRAM に格納されます。Telnet セッションを介してスイッチにアクセスしていて、有効なユーザ名がある場合は、このユーザ名が使用されるので、FTP ユーザ名を設定する必要はありません。ユーザ名をこの処理のためだけに指定する場合は、**archive download-sw** または **archive upload-sw** 特権 EXEC コマンド内でユーザ名を指定します。
- イメージ ファイルを FTP サーバにアップロードする場合は、スイッチ上のユーザからの書き込み要求が許可されるように、適切に設定する必要があります。

詳細については、FTP サーバのマニュアルを参照してください。

FTP によるイメージ ファイルのダウンロード

新しいイメージ ファイルをダウンロードして、現在のイメージを上書きしたり、保存したりできます。

FTP サーバから新しいイメージをダウンロードして、既存のイメージを上書きするには、特権 EXEC モードでステップ 1 ～ 7 の手順を実行します。現在のイメージを保存するには、ステップ 7 に進んでください。

	コマンド	目的
ステップ 1		「FTP によるイメージ ファイルのダウンロードまたはアップロードの準備」（P.A-30）を参照して、FTP サーバが適切に設定されていることを確認します。
ステップ 2		コンソール ポートまたは Telnet セッションを介して、スイッチにログインします。
ステップ 3	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。 このステップが必要になるのは、デフォルトのリモート ユーザ名またはパスワードを上書きする場合だけです（ステップ 4、5、および 6 を参照）。
ステップ 4	**ip ftp username** *username*	（任意）デフォルトのリモート ユーザ名を変更します。
ステップ 5	**ip ftp password** *password*	（任意）デフォルトのパスワードを変更します。
ステップ 6	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。

	コマンド	目的
ステップ 7	**archive download-sw /allow-feature-upgrade /overwrite /reload ftp:**[[*//username*[**:***password*]**@***location*]/*directory*]/*image-name***.tar**	FTP サーバからスイッチにイメージ ファイルをダウンロードして、現在のイメージを上書きします。 • **/allow-feature-upgrade** オプションを使用して、異なるフィーチャ セットを持つイメージをインストールすることができます。 • **/overwrite** オプションを指定すると、フラッシュ メモリ内のソフトウェア イメージがダウンロードされたイメージによって上書きされます。 • **/reload** オプションを指定すると、設定が変更されて保存されなかった場合を除いて、イメージのダウンロード後にシステムがリロードされます。 • *//username*[**:***password*] には、ユーザ名およびパスワードを指定します。これらは FTP サーバ上のアカウントに関連付けられていなければなりません。詳細については、「FTP によるイメージ ファイルのダウンロードまたはアップロードの準備」（P.A-30）を参照してください。 • **@***location* には、FTP サーバの IP アドレスを指定します。 • *directory*/*image-name***.tar** には、ディレクトリ（任意）およびダウンロードするイメージを指定します。ディレクトリ名およびイメージ名では大文字と小文字が区別されます。
ステップ 8	**archive download-sw/leave-old-sw/reload ftp:**[[*//username*[**:***password*]**@***location*]/*directory*]/*image-name***.tar**	FTP サーバからスイッチにイメージ ファイルをダウンロードして、現在のイメージを保存します。 • **/leave-old-sw** オプションを指定すると、ダウンロード後に古いソフトウェア バージョンが保存されます。 • **/reload** オプションを指定すると、設定が変更されて保存されなかった場合を除いて、イメージのダウンロード後にシステムがリロードされます。 • *//username*[**:***password*] には、ユーザ名およびパスワードを指定します。これらは、FTP サーバのアカウントに関連付けられていなければなりません。詳細については、「FTP によるイメージ ファイルのダウンロードまたはアップロードの準備」（P.A-30）を参照してください。 • **@***location* には、FTP サーバの IP アドレスを指定します。 • *directory*/*image-name***.tar** には、ディレクトリ（任意）およびダウンロードするイメージを指定します。ディレクトリ名およびイメージ名では大文字と小文字が区別されます。

ダウンロード アルゴリズムによって、イメージがスイッチ モデルに対して適切であるかどうか、および DRAM サイズが十分であるかどうかが検証されます。問題がある場合、プロセスは中断され、エラーが報告されます。**/overwrite** オプションを指定した場合、ダウンロード アルゴリズムによって、新しいイメージと同じであるかどうかに関係なくフラッシュ デバイスの既存のイメージが削除され、新しいイメージがダウンロードされて、ソフトウェアがリロードされます。

（注）　フラッシュ デバイスに 2 つのイメージを保持する十分なスペースがあり、これらのイメージのいずれかを同じバージョンで上書きする場合は、**/overwrite** オプションを指定する必要があります。

/leave-old-sw を指定すると、既存のファイルは削除されません。新しいイメージをインストールする十分なスペースがない場合に、現在稼動中のイメージを保存しようとすると、ダウンロード プロセスが停止して、エラー メッセージが表示されます。

ダウンロードされたイメージは、システム ボードのフラッシュ デバイス（flash:）にアルゴリズムによってインストールされます。このイメージはソフトウェア バージョン ストリングの名前が付いた新しいディレクトリに格納されます。また、新しくインストールされたイメージを示すように、BOOT 環境変数が更新されます。

ダウンロード プロセス中に古いイメージを保存（**/leave-old-sw** キーワードを指定）した場合は、**delete /force/recursive** *filesystem*:/*file-url* 特権 EXEC コマンドを入力して、そのイメージを削除できます。*filesystem* には、システム ボード フラッシュ デバイスとして **flash:** を使用します。*file-url* には、古いソフトウェア イメージのディレクトリ名を入力します。ディレクトリ内のすべてのファイルおよびディレクトリが削除されます。

注意　ダウンロードおよびアップロード アルゴリズムを適切に動作させるために、イメージの名前は変更*しないでください*。

FTP によるイメージ ファイルのアップロード

スイッチから FTP サーバにイメージをアップロードできます。後でこのイメージをこのスイッチや、同じタイプの別のスイッチにダウンロードできます。

組み込みのデバイス マネージャと連携する Web 管理ページが、既存のイメージでインストールされている場合に限って、アップロード機能を使用します。

イメージを FTP サーバにアップロードするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1		「FTP によるコンフィギュレーション ファイルのダウンロードまたはアップロードの準備」（P.A-13）を参照して、FTP サーバが適切に設定されていることを確認します。
ステップ 2		コンソール ポートまたは Telnet セッションを介して、スイッチにログインします。
ステップ 3	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。 このステップが必要になるのは、デフォルトのリモート ユーザ名またはパスワードを上書きする場合だけです（ステップ 4、5、および 6 を参照）。
ステップ 4	**ip ftp username** *username*	（任意）デフォルトのリモート ユーザ名を変更します。
ステップ 5	**ip ftp password** *password*	（任意）デフォルトのパスワードを変更します。
ステップ 6	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 7	**archive upload-sw ftp:**[[//[*username*[**:***password*]**@**]*location*]/*directory*]/*image-name***.tar**	現在稼動中のスイッチ イメージを FTP サーバにアップロードします。 • //*username*:*password* には、ユーザ名およびパスワードを指定します。これらは、FTP サーバのアカウントに関連付けられていなければなりません。詳細については、「FTP によるイメージ ファイルのダウンロードまたはアップロードの準備」（P.A-30）を参照してください。 • **@***location* には、FTP サーバの IP アドレスを指定します。 • /*directory*/*image-name***.tar** には、ディレクトリ（任意）およびアップロードするソフトウェア イメージの名前を指定します。ディレクトリ名およびイメージ名では大文字と小文字が区別されます。*image-name***.tar** は、サーバ上に格納するソフトウェア イメージの名前です。

archive upload-sw コマンドを実行すると、これらのファイルが info、Cisco IOS イメージ、Web 管理ファイルの順にアップロードされて、サーバにイメージ ファイルが構築されます。これらのファイルがアップロードされた後に、アップロード アルゴリズムによって tar ファイル形式が作成されます。

注意　ダウンロードおよびアップロード アルゴリズムを適切に動作させるために、イメージの名前は変更しないでください。

RCP によるイメージ ファイルのコピー

RCP サーバからスイッチ イメージをダウンロードしたり、スイッチから RCP サーバにスイッチ イメージをアップロードしたりできます。

スイッチ ソフトウェアをアップグレードするには、サーバからスイッチ イメージ ファイルをダウンロードします。現在のイメージを新しいイメージで上書きしたり、ダウンロード後に現在のファイルを保存したりできます。

バックアップのために、スイッチ イメージ ファイルをサーバにアップロードします。アップロードされたこのイメージは、今後同じスイッチや、同じタイプの別のスイッチにダウンロードする場合に使用できます。

（注）　ソフトウェア イメージ ファイルをダウンロードおよびアップロードするには、**copy** 特権 EXEC コマンドや **archive tar** 特権 EXEC コマンドではなく、**archive download-sw** および **archive upload-sw** 特権 EXEC コマンドを使用することを推奨します。

ここでは、次の設定情報について説明します。

- 「RCP によるイメージ ファイルのダウンロードまたはアップロードの準備」（P.A-34）
- 「RCP によるイメージ ファイルのダウンロード」（P.A-36）
- 「RCP によるイメージ ファイルのアップロード」（P.A-38）

RCP によるイメージ ファイルのダウンロードまたはアップロードの準備

リモート ホストとスイッチの間でイメージ ファイルをダウンロードおよびアップロードするための別の方法は、RCP を使用することです。コネクションレス プロトコルである UDP を使用する TFTP と異なり、RCP ではコネクション型の TCP が使用されます。

RCP を使用してファイルをコピーする場合は、ファイルのコピー元またはコピー先のサーバで RCP がサポートされている必要があります。RCP の copy コマンドは、リモート システム上の rsh サーバ（またはデーモン）を利用します。RCP を使用してファイルをコピーする場合は、TFTP の場合のようにファイル配信用サーバを作成する必要がありません。ユーザは rsh をサポートするサーバにアクセスするだけですみます（ほとんどの UNIX システムは rsh をサポートしています）。ある場所から別の場所へファイルをコピーするので、コピー元ファイルに対して読み取り権限、コピー先ファイルに対して書き込み権限が必要です。コピー先ファイルが存在しない場合は、RCP によって作成されます。

RCP では、RCP 要求ごとのリモート ユーザ名をクライアントがサーバに送信する必要があります。RCP を使用してイメージ ファイルをスイッチからサーバにコピーすると、Cisco IOS ソフトウェアは次のリスト内の最初の有効なユーザ名を送信します。

- **archive download-sw** または **archive upload-sw** 特権 EXEC コマンドで指定されているユーザ名（ユーザ名が指定されている場合）
- **ip rcmd remote-username** *username* グローバル コンフィギュレーション コマンドで設定されたユーザ名（このコマンドが入力されている場合）
- 現在の TTY（端末）プロセスに関連付けられたリモート ユーザ名。たとえば、ユーザが Telnet を介してルータに接続されており、**username** コマンドを介して認証された場合は、リモート ユーザ名として Telnet ユーザ名がスイッチ ソフトウェアによって送信されます。
- スイッチのホスト名

RCP コピー要求を正常に実行するためには、ネットワーク サーバ上にリモート ユーザ名のアカウントを定義する必要があります。サーバがディレクトリ構造である場合、イメージ ファイルはサーバ上のリモート ユーザ名に関連付けられたディレクトリに書き込まれるか、そこからコピーされます。たとえば、イメージ ファイルがサーバ上のユーザのホーム ディレクトリ内に置かれている場合は、ユーザの名前をリモート ユーザ名として指定します。

RCP を使用してイメージ ファイルのダウンロードやアップロードを開始する前に、次の作業を実行します。

- RCP サーバとして機能しているワークステーションで、rsh がサポートされていることを確認します。
- スイッチに RCP サーバへのルートが設定されているかどうかを確認します。サブネット間でトラフィックをルーティングするようにルータを設定していない場合、スイッチとサーバは同じサブネットに置かれていなければなりません。**ping** コマンドを使用して、RCP サーバへの接続を確認します。
- コンソールまたは Telnet セッションを介してスイッチにアクセスしていて有効なユーザ名がない場合は、現在の RCP ユーザ名が RCP ダウンロードに使用するユーザ名であることを確認します。**show users** 特権 EXEC コマンドを使用して、有効なユーザ名を表示できます。このユーザ名を使用しない場合は、すべてのアーカイブ処理中に使用される **ip rcmd remote-username** *username* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用して、新しい RCP ユーザ名を作成します。新しいユーザ名は NVRAM に格納されます。Telnet セッションを介してスイッチにアクセスしていて、有効なユーザ名がある場合は、このユーザ名が使用されるので、RCP ユーザ名を設定する必要はありません。この処理のためだけにユーザ名を指定する場合は、**archive download-sw** または **archive upload-sw** 特権 EXEC コマンドでユーザ名を指定します。
- イメージを RCP サーバにアップロードする場合は、スイッチ上のユーザからの RCP 書き込み要求が許可されるように、適切に設定する必要があります。UNIX システムの場合は、RCP サーバ上のリモート ユーザ用の .rhosts ファイルにエントリを追加する必要があります。

  たとえば、スイッチに次のコンフィギュレーション行が含まれているとします。

  ```
  hostname Switch1
  ip rcmd remote-username User0
  ```

  このスイッチの IP アドレスを *Switch1.company.com* に変換する場合は、RCP サーバ上の User0 用の .rhosts ファイルに次の行が含まれている必要があります。

  ```
  Switch1.company.com Switch1
  ```

詳細については、RCP サーバのマニュアルを参照してください。

RCP によるイメージ ファイルのダウンロード

新しいイメージ ファイルをダウンロードして、現在のイメージを置き換えたり、保存したりできます。

RCP サーバから新しいイメージをダウンロードして、既存のイメージを上書きするには、特権 EXEC モードでステップ 1 ～ 6 の手順を実行します。現在のイメージを保存するには、ステップ 6 に進んでください。

	コマンド	目的
ステップ 1		「RCP によるイメージ ファイルのダウンロードまたはアップロードの準備」（P.A-34）を参照して、RCP サーバが適切に設定されていることを確認します。
ステップ 2		コンソール ポートまたは Telnet セッションを介して、スイッチにログインします。
ステップ 3	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。 このステップが必要になるのは、デフォルトのリモート ユーザ名を上書きする場合だけです（ステップ 4 および 5 を参照）。
ステップ 4	**ip rcmd remote-username** *username*	（任意）リモート ユーザ名を指定します。
ステップ 5	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 6	**archive download-sw /allow-feature-upgrade /overwrite /reload rcp:**[[[//[*username*@]*location*]/*directory*]/*image-name*.**tar**]	RCP サーバからスイッチにイメージ ファイルをダウンロードして、現在のイメージを上書きします。 • **/allow-feature-upgrade** オプションを使用して、異なるフィーチャ セットを持つイメージをインストールすることができます。 • **/overwrite** オプションを指定すると、フラッシュ メモリ内のソフトウェア イメージがダウンロードされたイメージによって上書きされます。 • **/reload** オプションを指定すると、設定が変更されて保存されなかった場合を除いて、イメージのダウンロード後にシステムがリロードされます。 • //*username* には、ユーザ名を指定します。RCP コピー要求を正常に実行するためには、ネットワーク サーバ上にリモート ユーザ名のアカウントを定義する必要があります。詳細については、「RCP によるイメージ ファイルのダウンロードまたはアップロードの準備」（P.A-34）を参照してください。 • @*location* には、RCP サーバの IP アドレスを指定します。 • /*directory*/*image-name*.**tar** には、ディレクトリ（任意）およびダウンロードするイメージを指定します。ディレクトリ名およびイメージ名では大文字と小文字が区別されます。

	コマンド	目的
ステップ 7	**archive download-sw/leave-old-sw/reload rcp:**[[[//[*username*@]*location*]/*directory*]/*image-name*.**tar**]	RCP サーバからスイッチにイメージ ファイルをダウンロードして、現在のイメージを保存します。 • **/leave-old-sw** オプションを指定すると、ダウンロード後に古いソフトウェア バージョンが保存されます。 • **/reload** オプションを指定すると、設定が変更されて保存されなかった場合を除いて、イメージのダウンロード後にシステムがリロードされます。 • //*username* には、ユーザ名を指定します。RCP コピー要求を実行するためには、ネットワーク サーバ上にリモート ユーザ名のアカウントを定義する必要があります。詳細については、「RCP によるイメージ ファイルのダウンロードまたはアップロードの準備」（P.A-34）を参照してください。 • @*location* には、RCP サーバの IP アドレスを指定します。 • /*directory*]/*image-name*.**tar** には、ディレクトリ（任意）およびダウンロードするイメージを指定します。ディレクトリ名およびイメージ名では大文字と小文字が区別されます。

ダウンロード アルゴリズムによって、イメージがスイッチ モデルに対して適切であるかどうか、および DRAM サイズが十分であるかどうかが検証されます。問題がある場合、プロセスは中断され、エラーが報告されます。**/overwrite** オプションを指定した場合、ダウンロード アルゴリズムによって、新しいイメージと同じであるかどうかに関係なくフラッシュ デバイスの既存のイメージが削除され、新しいイメージがダウンロードされて、ソフトウェアがリロードされます。

（注）　フラッシュ デバイスに 2 つのイメージを保持する十分なスペースがあり、これらのイメージのいずれかを同じバージョンで上書きする場合は、**/overwrite** オプションを指定する必要があります。

/leave-old-sw を指定すると、既存のファイルは削除されません。新しいイメージをインストールする十分なスペースがない場合に、稼動中のイメージを保存しようとすると、ダウンロード プロセスが停止して、エラー メッセージが表示されます。

ダウンロードされたイメージは、システム ボードのフラッシュ デバイス（flash:）にアルゴリズムによってインストールされます。このイメージはソフトウェア バージョン ストリングの名前が付いた新しいディレクトリに格納されます。また、新しくインストールされたイメージを示すように、BOOT 環境変数が更新されます。

ダウンロード プロセス中に古いソフトウェアを保存（**/leave-old-sw** キーワードを指定）した場合は、**delete /force/recursive** *filesystem*:/*file-url* 特権 EXEC コマンドを入力して、そのイメージを削除できます。*filesystem* には、システム ボード フラッシュ デバイスとして **flash:** を使用します。*file-url* には、古いソフトウェア イメージのディレクトリ名を入力します。ディレクトリ内のすべてのファイルおよびディレクトリが削除されます。

注意　ダウンロードおよびアップロード アルゴリズムを適切に動作させるために、イメージの名前は変更*しないで*ください。

RCP によるイメージ ファイルのアップロード

スイッチから RCP サーバにイメージをアップロードできます。後でこのイメージをこのスイッチや、同じタイプの別のスイッチにダウンロードできます。

組み込みのデバイス マネージャと連携する Web 管理ページが既存のイメージでインストールされている場合に限って、アップロード機能を使用します。

イメージを RCP サーバにアップロードするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1		「RCP によるイメージ ファイルのダウンロードまたはアップロードの準備」（P.A-34）を参照して、RCP サーバが適切に設定されていることを確認します。
ステップ 2		コンソール ポートまたは Telnet セッションを介して、スイッチにログインします。
ステップ 3	**configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。 このステップが必要になるのは、デフォルトのリモート ユーザ名を上書きする場合だけです（ステップ 4 および 5 を参照）。
ステップ 4	**ip rcmd remote-username** *username*	（任意）リモート ユーザ名を指定します。
ステップ 5	**end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 6	**archive upload-sw rcp:**[[[//[*username*@]*location*]/*directory*]/*image-name*.**tar**]	現在稼動中のスイッチ イメージを RCP サーバにアップロードします。 • //*username* には、ユーザ名を指定します。RCP コピー要求を実行するためには、ネットワーク サーバ上にリモート ユーザ名のアカウントを定義する必要があります。詳細については、「RCP によるイメージ ファイルのダウンロードまたはアップロードの準備」（P.A-34）を参照してください。 • @*location* には、RCP サーバの IP アドレスを指定します。 • /*directory*]/*image-name*.**tar** には、ディレクトリ（任意）およびアップロードするソフトウェア イメージの名前を指定します。ディレクトリ名およびイメージ名では大文字と小文字が区別されます。 • *image-name*.**tar** は、サーバ上に格納するソフトウェア イメージの名前です。

archive upload-sw 特権 EXEC コマンドを実行すると、これらのファイルが info、Cisco IOS イメージ、Web 管理ファイルの順にアップロードされて、サーバにイメージ ファイルが構築されます。これらのファイルがアップロードされた後に、アップロード アルゴリズムによって tar ファイル形式が作成されます。

注意　ダウンロードおよびアップロード アルゴリズムを適切に動作させるために、イメージの名前は変更しないでください。

APPENDIX **B**

Cisco IOS Release 12.2(58)SE でサポートされていないコマンド

この付録では、Catalyst 3560 スイッチのプロンプトに疑問符（?）を入力したときに表示される Command-Line Interface（CLI; コマンドライン インターフェイス）コマンドの中で、まだテストが済んでいないコマンド、または Catalyst 3560 スイッチのハードウェアの制限により、このリリースでサポートされていないコマンドを示します。このリストは完全ではありません。サポートされていないコマンドは、ソフトウェア機能およびコマンド モード別に掲載されています。

ACL

サポートされていない特権 EXEC コマンド

access-enable [**host**] [**timeout** *minutes*]

access-template [*access-list-number* | *name*] [*dynamic-name*] [*source*] [*destination*] [**timeout** *minutes*]

clear access-template [*access-list-number* | *name*] [*dynamic-name*] [*source*] [*destination*]

show access-lists rate-limit [*destination*]

show accounting

show ip accounting [**checkpoint**] [**output-packets** | **access violations**]

show ip cache [*prefix-mask*] [*type number*]

サポートされていないグローバル コンフィギュレーション コマンド

access-list rate-limit *acl-index* {*precedence* | **mask** *prec-mask*}

access-list dynamic extended

サポートされていないルートマップ コンフィギュレーション コマンド

match ip address prefix-list *prefix-list-name* [*prefix-list-name...*]

アーカイブ コマンド

サポートされていない特権 EXEC コマンド

archive config

logging persistent

show archive config

show archive log

ARP コマンド

サポートされていないグローバル コンフィギュレーション コマンド

arp *ip-address hardware-address* **smds**

arp *ip-address hardware-address* **srp-a**

arp *ip-address hardware-address* **srp-b**

サポートされていないインターフェイス コンフィギュレーション コマンド

arp probe

ip probe proxy

ブート ローダ コマンド

サポートされていないグローバル コンフィギュレーション コマンド

boot buffersize

組み込みイベントマネージャ

サポートされていない特権 EXEC コマンド

event manager update user policy [*policy-filename* | *group* [*group name expression*]] | *repository* [*url location*]

次のコマンドでは、パラメータがサポートされていません。

event manager run [*policy name*] |<*paramater1*>|... <***paramater15***>|

サポートされていないグローバル コンフィギュレーション コマンド

no event manager directory user repository [*url location*]

event manager applet [*applet-name*] maxrun

アプレット コンフィギュレーション モードでサポートされていないコマンド

no event interface name [*interface-name*] parameter [*counter-name*] entry-val [*entry counter value*] entry-op {*gt*|*ge*|*eq*|*ne*|*lt*|*le*} [**entry-type {increment | rate | value**] [exit-val [*exit value*] exit-op {*gt*|*ge*|*eq*|*ne*|*lt*|*le*} **exit-type { increment | rate | value}**][**average-factor <average-factor-value>**]

no trigger

tag

debug コマンド

サポートされていない特権 EXEC コマンド

debug platform cli-redirection main

debug platform configuration

フォールバック ブリッジング

サポートされていない特権 EXEC コマンド

clear bridge [*bridge-group*] **multicast** [**router-ports** | **groups** | **counts**] [*group-address*] [*interface-unit*] [**counts**]

clear vlan statistics

show bridge [*bridge-group*] **circuit-group** [*circuit-group*] [*src-mac-address*] [*dst-mac-address*]

show bridge [*bridge-group*] **multicast** [**router-ports** | **groups**] [*group-address*]

show bridge vlan

show interfaces crb

show interfaces {**ethernet** | **fastethernet**} [*interface* | *slot/port*] **irb**

show subscriber-policy *range*

サポートされていないグローバル コンフィギュレーション コマンド

bridge *bridge-group* **acquire**

bridge *bridge-group* **address** *mac-address* {**forward** | **discard**} [*interface-id*]

bridge *bridge-group* **aging-time** *seconds*

bridge *bridge-group* **bitswap_l3_addresses**

bridge *bridge-group* **bridge ip**

bridge *bridge-group* **circuit-group** *circuit-group* **pause** *milliseconds*

bridge *bridge-group* **circuit-group** *circuit-group* **source-based**

bridge cmf

bridge crb

bridge *bridge-group* **domain** *domain-name*

bridge irb

bridge *bridge-group* **mac-address-table limit** *number*

bridge *bridge-group* **multicast-source**

bridge *bridge-group* **protocol dec**

bridge *bridge-group* **route** *protocol*

bridge *bridge-group* **subscriber policy** *policy*

subscriber-policy *policy* [**no** | **default**] *packet* [**permit** | **deny**]]

サポートされていないインターフェイス コンフィギュレーション コマンド

bridge-group *bridge-group* **cbus-bridging**

bridge-group *bridge-group* **circuit-group** *circuit-number*

bridge-group *bridge-group* **input-address-list** *access-list-number*

bridge-group *bridge-group* **input-lat-service-deny** *group-list*

bridge-group *bridge-group* **input-lat-service-permit** *group-list*

bridge-group *bridge-group* **input-lsap-list** *access-list-number*

bridge-group *bridge-group* **input-pattern-list** *access-list-number*

bridge-group *bridge-group* **input-type-list** *access-list-number*

bridge-group *bridge-group* **lat-compression**

bridge-group *bridge-group* **output-address-list** *access-list-number*

bridge-group *bridge-group* **output-lat-service-deny** *group-list*

bridge-group *bridge-group* **output-lat-service-permit** *group-list*

bridge-group *bridge-group* **output-lsap-list** *access-list-number*

bridge-group *bridge-group* **output-pattern-list** *access-list-number*

bridge-group *bridge-group* **output-type-list** *access-list-number*

bridge-group *bridge-group* **sse**

bridge-group *bridge-group* **subscriber-loop-control**

bridge-group *bridge-group* **subscriber-trunk**

bridge *bridge-group* **lat-service-filtering**

frame-relay map bridge *dlci* **broadcast**

interface bvi *bridge-group*

x25 map bridge *x.121-address* **broadcast** [*options-keywords*]

ハイ アベイラビリティ

サポートされていないSSO 認識 HSRP コマンド

すべて

HSRP

サポートされていないグローバル コンフィギュレーション コマンド

interface Async
interface BVI
interface Dialer
interface Group-Async
interface Lex
interface Multilink
interface Virtual-Template
interface Virtual-Tokenring

サポートされていないインターフェイス コンフィギュレーション コマンド

mtu
standby mac-refresh *seconds*
standby use-bia

IGMP スヌーピング コマンド

サポートされていないグローバル コンフィギュレーション コマンド

ip igmp snooping tcn

インターフェイス コマンド

サポートされていない特権 EXEC コマンド

show interfaces [*interface-id* | **vlan** *vlan-id*] [**crb** | **fair-queue** | **irb** | **mac-accounting** | **precedence** | **irb** | **random-detect** | **rate-limit** | **shape**]

サポートされていないグローバル コンフィギュレーション コマンド

interface tunnel

サポートされていないインターフェイス コンフィギュレーション コマンド

transmit-interface *type number*

IP マルチキャスト ルーティング

サポートされていない特権 EXEC コマンド

clear ip rtp header-compression [*type number*]

debug ip packet コマンドを実行すると、スイッチの CPU で受信されるパケットが表示されます。ハードウェアでスイッチングされるパケットは表示されません。

debug ip mcache コマンドは、スイッチの CPU で受信されるパケットに影響します。ハードウェアでスイッチングされるパケットは表示されません。

debug ip mpacket [**detail**] [*access-list-number* [*group-name-or-address*] コマンドは、スイッチの CPU で受信されるパケットにだけ影響します。ほとんどのマルチキャスト パケットはハードウェアでスイッチングされるため、このコマンドは、パケットが CPU に転送されることがわかっている場合だけ使用してください。

debug ip pim atm

show frame-relay ip rtp header-compression [**interface** *type number*]

show ip mcache コマンドを実行すると、スイッチの CPU に送信されるパケット用のキャッシュ内のエントリが表示されます。ほとんどのマルチキャスト パケットは CPU の関与を受けずにハードウェアでスイッチングされるため、このコマンドを使用しても、マルチキャスト パケット情報は表示されません。

show ip mpacket コマンドはサポートされていますが、スイッチの CPU で受信されるパケットに対してだけ効果があります。ルートがハードウェアによってスイッチングされる場合、このコマンドは効果がありません。CPU はパケットを受信せず、パケット情報が表示されないためです。

show ip pim vc [*group-address* | *name*] [*type number*]

show ip rtp header-compression [*type number*] [**detail**]

サポートされていないグローバル コンフィギュレーション コマンド

ip pim accept-rp {*address* | **auto-rp**} [*group-access-list-number*]

ip pim message-interval *seconds*

サポートされていないインターフェイス コンフィギュレーション コマンド

frame-relay ip rtp header-compression [**active** | **passive**]

frame-relay map ip *ip-address dlci* [**broadcast**] **compress**

frame-relay map ip *ip-address dlci* **rtp header-compression** [**active** | **passive**]

ip igmp helper-address *ip-address*

ip multicast helper-map {*group-address* | **broadcast**} {*broadcast-address* | *multicast-address*} *extended-access-list-number*

ip multicast rate-limit {**in** | **out**} [**video** | **whiteboard**] [**group-list** *access-list*] [**source-list** *access-list*] *kbps*

ip multicast ttl-threshold *ttl-value*（代わりに **ip multicast boundary** *access-list-number* インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用）

ip multicast use-functional

ip pim minimum-vc-rate *pps*

ip pim multipoint-signalling

ip pim nbma-mode

ip pim vc-count *number*

ip rtp compression-connections *number*

ip rtp header-compression [**passive**]

IP SLA

サポートされていない MPLS ヘルス モニタ コマンド

すべて

サポートされていないイーサネット ゲートキーパー登録コマンド

すべて

サポートされていない VoIP コール セットアップ プローブ コマンド

すべて

IP ユニキャスト ルーティング

サポートされていない特権 EXEC コマンドまたはユーザ EXEC コマンド

clear ip accounting [**checkpoint**]

clear ip bgp *address* flap-statistics

clear ip bgp prefix-list

debug ip cef stats

show cef [**drop** | **not-cef-switched**]

show ip accounting [**checkpoint**] [**output-packets** | **access-violations**]

show ip bgp dampened-paths

show ip bgp inconsistent-as

show ip bgp regexp *regular expression*

show ip prefix-list *regular expression*

サポートされていないグローバル コンフィギュレーション コマンド

ip accounting precedence {**input** | **output**}

ip accounting-list ***ip-address wildcard***

ip as-path access-list

ip accounting-transits *count*

ip cef traffic-statistics [**load-interval** *seconds*] [**update-rate** *seconds*]]

ip flow-aggregation

ip flow-cache

ip flow-export

ip gratuitous-arps

ip local

ip prefix-list

ip reflexive-list

router egp

router-isis

router iso-igrp

router mobile

router odr

router static

サポートされていないインターフェイス コンフィギュレーション コマンド

ip accounting

ip load-sharing [**per-packet**]

ip mtu *bytes*

ip ospf dead-interval minimal hello-multiplier *multiplier*

ip verify

ip unnumbered *type number*

すべての **ip security** コマンド

サポートされていない BGP ルータ コンフィギュレーション コマンド

address-family vpnv4

default-information originate

neighbor advertise-map

neighbor allowas-in

neighbor default-originate

neighbor description

network backdoor

table-map

サポートされていない VPN コンフィギュレーション コマンド

すべて

サポートされていないルート マップ コマンド

Policy-Based Routing（PBR; ポリシーベース ルーティング）の **match route-type**

set as-path {**tag** | **prepend** *as-path-string*}

set automatic-tag

set dampening *half-life reuse suppress max-suppress-time*

set default interface *interface-id* [*interface-id.....*]

set interface *interface-id* [*interface-id.....*]

set ip default next-hop *ip-address* [*ip-address.....*]

set ip destination *ip-address mask*

set ip next-hop verify-availability

set ip precedence *value*

set ip *qos-group*

set metric-type internal

set origin

set metric-type internal

set tag *tag-value*

IPv6

IPv4/v6 トンネリング コマンド

すべて

レイヤ 3

BGP

次の機能のすべてのコマンド

- ネットワーク AS 移行のためのデュアル AS 構成に対する BGP サポート
- グローバル テーブルから VRF テーブルへの IP プレフィクスのインポートに対する BGP サポート
- 名前付き拡張コミュニティ リストに対する BGP サポート
- 拡張コミュニティ リストのシーケンス エントリに対する BGP サポート
- TTL セキュリティ チェックに対する BGP サポート
- BGP ルートマップ ポリシー リストのサポート
- BGP ネクストホップ伝播
- BGP ポリシー アカウンティング
- BGP ポリシー アカウンティング出力インターフェイス アカウンティング
- BGP リンク帯域幅
- BGP ハイブリッド CLI サポート
- BGP コスト コミュニティ
- BGP ダイナミック アップデート ピアグループ
- BGP 条件付きルート インジェクション
- ピア テンプレートを使用した BGP 設定
- AS パス アクセス リスト 500 番までに対する BGP サポートの拡張

その他のサポートされていない BGP コマンド

address-family l2vpn

address-family vpnv4

bgp-policyclear bgp nsapaddress-family nsap

clear bgp nsap dampening

clear bgp nsap external

clear bgp nsap flap-statistics

clear bgp nsap peer-group

clear ip bgp ipv6

clear ip bgp l2vpn

clear ip bgp vpnv4

clear ip bgp vpnv6

ha-mode graceful-restartip extcommunity-list redistribute（BGP から ISO IS-IS）

ip policy-listredistribute（ISO IS-IS から BGP）

match extcommunity

neighbor ha-mode graceful-restart

neighbor sooredistribute dvmrp

neighbor ttl-securityset extcommunity

set extcommunity cost

show bgp nsap

show bgp nsap community

show bgp nsap community-list

show bgp nsap dampening

show bgp nsap dampened-paths

show bgp nsap filter-list

show bgp nsap flap-statistics

show bgp nsap inconsistent-as

show bgp nsap neighbors

show bgp nsap paths

show bgp nsap quote-regexp

show bgp nsap regexp

show bgp nsap summary

show ip bgp ipv4 multicast

show ip bgp ipv4 multicast summary

show ip bgp l2vpn

show ip bgp vpnv4

show ip extcommunity-list

show ip policy-list

OSPF

area sham-link

ignore lsa mospf

nsf ietf

nsf ietf helper disable

nsf ietf helper strict-lsa-checking

show ip ospf sham-links

VRF 認識 AAA

すべて

MAC アドレス コマンド

サポートされていない特権 EXEC コマンド

show mac-address-table

show mac-address-table address

show mac-address-table aging-time

show mac-address-table count

show mac-address-table dynamic

show mac-address-table interface

show mac-address-table multicast

show mac-address-table notification

show mac-address-table static

show mac-address-table vlan

show mac address-table multicast

（注）　VLAN（仮想 LAN）のレイヤ 2 マルチキャスト アドレス テーブル エントリを表示するには、**show ip igmp snooping groups** 特権 EXEC コマンドを使用します。

サポートされていないグローバル コンフィギュレーション コマンド

mac-address-table aging-time

mac-address-table notification

mac-address-table static

その他

サポートされていないユーザ EXEC コマンド

verify

サポートされていない特権 EXEC コマンド

file verify auto

remote command

show cable-diagnostics prbs

test cable-diagnostics prbs

サポートされていないグローバル コンフィギュレーション コマンド

errdisable recovery cause unicast flood

l2protocol-tunnel global drop-threshold

memory reserve critical

service compress-config

track *object-number* **rtr**

stack-mac persistent timer

MSDP

サポートされていない特権 EXEC コマンド

show access-expression

show exception

show location

show pm LINE

show smf [*interface-id*]

show subscriber-policy [*policy-number*]

show template [*template-name*]

サポートされていないグローバル コンフィギュレーション コマンド

ip msdp default-peer *ip-address* | *name* [**prefix-list** *list*]（BGP/MBGP がサポートされていないため、このコマンドの代わりに、**ip msdp peer** コマンドを使用してください）

マルチキャスト

サポートされていない BiDirectional PIM（bidir-PIM; 双方向 PIM）コマンド

すべて

サポートされていないマルチキャスト ルーティング マネージャ コマンド

すべて

サポートされていない IP マルチキャスト レート制限コマンド

すべて

サポートされていない UDLR コマンド

すべて

サポートされていない GRE でのマルチキャスト コマンド

すべて

NetFlow コマンド

サポートされていないグローバル コンフィギュレーション コマンド

ip flow-aggregation cache

ip flow-cache entries

ip flow-export

NAT コマンド

サポートされていない特権 EXEC コマンド

show ip nat statistics

show ip nat translations

QoS

サポートされていないグローバル コンフィギュレーション コマンド

priority-list

サポートされていないインターフェイス コンフィギュレーション コマンド

priority-group

rate-limit

サポートされていないポリシーマップ コンフィギュレーション コマンド

class class-default（**class-default** が *class-map-name* の場合）

RADIUS

サポートされていないグローバル コンフィギュレーション コマンド

aaa nas port extended

aaa authentication ***feature*** **default enable**

aaa authentication ***feature*** **default line**

aaa nas port extended

radius-server attribute nas-port

radius-server configure

radius-server extended-portnames

SNMP

サポートされていないグローバル コンフィギュレーション コマンド

snmp-server enable informs

snmp-server ifindex persist

SNMPv3

サポートされていない 3DES 暗号化コマンド

すべて

スパニング ツリー

サポートされていないグローバル コンフィギュレーション コマンド

spanning-tree pathcost method {long | short}

サポートされていないインターフェイス コンフィギュレーション コマンド

spanning-tree stack-port

VLAN

サポートされていないグローバル コンフィギュレーション コマンド

vlan internal allocation policy {ascending | descending}

サポートされていないユーザ EXEC コマンド

show running-config vlan

show vlan ifindex

vlan database

サポートされていない VLAN データベース コマンド

vtp

vlan

vtp

サポートされていない特権 EXEC コマンド

vtp {**password** *password* | **pruning** | **version** *number*}

（注）　このコマンドは、**vtp** グローバル コンフィギュレーション コマンドに置き換えられています。

INDEX

数字

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

P

Q

R

S

T

U

V

W

X

あ

い

う

え

お

か

き

く

け

さ

し

す

せ

そ

た

ち

つ

て

と

な

に

ね

は

ひ

ふ

へ

ほ

ま

み

む

め

も

ゆ

よ

ら

り

る

れ

ろ