

CatOS が稼働する Catalyst 4500/4000、 5500/5000 および 6500/6000 シリーズ スイッチ の設定と管理のベスト プラクティス

目次

[はじめに](#)

[前提条件](#)

[要件](#)

[使用するコンポーネント](#)

[表記法](#)

[背景説明](#)

[基本設定](#)

[Catalyst コントロール プレーン プロトコル](#)

[VLAN Trunking Protocol](#)

[拡張 VLAN と MAC アドレス リダクション](#)

[自動ネゴシエーション](#)

[ギガビット イーサネット](#)

[ダイナミック トランキング プロトコル](#)

[スパニング ツリー プロトコル](#)

[EtherChannel](#)

[単方向リンク検出](#)

[ジャンボ フレーム](#)

[管理設定](#)

[ネットワーク構成図](#)

[インバンド管理](#)

[アウトオブバンド管理](#)

[システム テスト](#)

[システムおよびハードウェアのエラー検出](#)

[EtherChannel およびリンク エラーの処理](#)

[Catalyst 6500/6000 パケット バッファの診断](#)

[システム ロギング](#)

[Simple Network Management Protocol](#)

[リモート モニタリング](#)

[ネットワーク タイム プロトコル](#)

[Cisco 発見プロトコル](#)

[セキュリティ設定](#)

[基本的なセキュリティ機能](#)

[Terminal Access Controller Access Control System](#)

[設定チェックリスト](#)

[はじめに](#)

このドキュメントでは、ネットワーク内の Cisco Catalyst シリーズ スイッチ、特に、Catalyst 4500/4000、5500/5000、および 6500/6000 プラットフォームの実装について説明します。設定とコマンドについては、Catalyst OS (CatOS) General Deployment ソフトウェア 6.4(3) 以降を実行していることを前提にして説明します。設計上の考慮事項が一部含まれていますが、このドキュメントはキャンパス設計全体を網羅しているわけではありません。

[前提条件](#)

[要件](#)

このドキュメントは、読者が [Catalyst 6500 シリーズ コマンド リファレンス、7.6 \[英語\]](#) に精通していることを前提としています。

このドキュメントでは、さらに詳しい情報を得られるように、オンラインで公開されている資料に言及していますが、基本的な教育用資料としては、次のような資料もあります。

- [Cisco ISP Essentials](#) : すべての ISP が検討する必要がある必須の IOS 機能。
- [シスコのネットワーク監視およびイベント関連付けのガイドライン \[英語\]](#)
- [ギガビット キャンパス ネットワークの設計：原則およびアーキテクチャ \[英語\]](#)
- [Cisco SAFE : エンタープライズ ネットワークのセキュリティ設計 \[英語\]](#)

[使用するコンポーネント](#)

このドキュメントは、特定のソフトウェアやハードウェアのバージョンに限定されるものではありません。

[表記法](#)

ドキュメント表記の詳細は、『[シスコ テクニカル ティップスの表記法](#)』を参照してください。

[背景説明](#)

このドキュメントで紹介するソリューションは、数多くの大規模企業のお客様と協力しながら長年にわたって複雑なネットワークに取り組んできたシスコのエンジニアの現場経験から生まれたものです。その結果、このドキュメントはネットワークを適切に運用するための、現実的な構成に重点を置くものとなっています。このドキュメントでは次のようなソリューションを紹介しています。

- 統計的に見て現場で最も幅広く利用されてきた、リスクが最も低いソリューション。
- 確定的な結果を得るために、一部の柔軟性を犠牲にしているシンプルなソリューション。
- ネットワーク運用チームによる管理と設定が容易なソリューション。
- 高可用性と高い安定性を促進するソリューション。

このドキュメントは次の 4 つの項で構成されています。

- [基本設定](#) : スパニング ツリー プロトコル (STP) やトランキングなど、ネットワークの大部分で使用される機能。
- [管理設定](#) : 設計上の考慮事項、および Simple Network Management Protocol (SNMP) 、リモート モニタリング (RMON) 、 syslog、Cisco Discovery Protocol (CDP) 、および Network Time Protocol (NTP) を使用したシステムとイベントのモニタリング。
- [セキュリティの設定](#) : TACACS+ を使用したパスワード、ポート セキュリティ、物理的セキュリティ、および認証。
- [設定チェックリスト](#) : 推奨の設定テンプレートの概要。

[基本設定](#)

この項では、ほとんどの Catalyst ネットワークで導入される機能について説明します。

[Catalyst コントロールプレーン プロトコル](#)

この項では、通常動作時にスイッチ間で実行されるプロトコルを紹介します。それらのプロトコルの基本を理解すると、各項の内容を理解するのに役立ちます。

[スーパバイザトラフィック](#)

Catalyst ネットワークで使用可能なほとんどの機能には、協調して動作する 2 台以上のスイッチが必要です。そのため、制御された方法でキープアライブ メッセージ、設定パラメータ、管理上の変更などを交換する必要があります。そのようなプロトコルは、CDP のようにシスコ独自のものであるか、IEEE 802.1d (STP) のように標準ベースのプロトコルであるため、Catalyst シリーズに実装された場合、すべてに一定の共通要素が備わっています。

基本的なフレーム転送では、ユーザ データ フレームはエンド システムから発信され、各データ フレームの発信元アドレスと宛先アドレスは、レイヤ 2 (L2) スイッチド ドメイン内では変更されません。各スイッチの Supervisor Engine にある Content Addressable Memory (CAM) ルックアップ テーブルは、発信元アドレスの学習プロセスによって読み込まれ、受信した各フレームの転送先出力ポートが示されます。アドレス学習プロセスが不完全 (宛先が不明、またはフレームの宛先がブロードキャスト アドレスかマルチキャスト アドレス) の場合、その VLAN のすべてのポートにフレームが転送 (フラッディング) されます。

スイッチでは、システム経路でスイッチングするフレーム、およびスイッチの CPU (ネットワーク管理プロセッサ (NMP) としても知られる) 自体に送信するフレームも識別する必要があります。

Catalyst コントロールプレーンは、内部スイッチ ポートでトラフィックを受信して、NMP にトラフィックを送信するために、CAM テーブル内にあるシステム エントリと呼ばれる特別なエントリを使用して作成されます。そのため、既知の宛先 MAC アドレスが設定されたプロトコルを使用することで、コントロールプレーントラフィックをデータトラフィックから分離できます。次に示すように、スイッチに対して [show CAM system](#) コマンドを発行してこの点を確認します。

```
>show cam system
```

```
* = Static Entry. + = Permanent Entry. # = System Entry. R = Router Entry.
```

```
X = Port Security Entry
```

```
VLAN Dest MAC/Route Des [CoS] Destination Ports or VCs / [Protocol Type]
```

```

-----
1      00-d0-ff-88-cb-ff #          1/3
!---- NMP internal port. 1 01-00-0c-cc-cc-cc # 1/3 !---- CDP and so on. 1 01-00-0c-cc-cc-cd # 1/3
!---- Cisco STP. 1 01-80-c2-00-00-00 # 1/3 !---- IEEE STP. 1 01-80-c2-00-00-01 # 1/3 !---- IEEE
flow control. 1 00-03-6b-51-e1-82 R# 15/1 !---- Multilayer Switch Feature Card (MSFC) router. ...

```

シスコでは、次の表に示されているイーサネット MAC アドレスとプロトコルアドレスの範囲を予約しています。各アドレスについては、後述していますが、便宜上、次の表には要約のみ提示しています。

機能	SNAP HDLC プロトコル タイプ	宛先マルチキャスト MAC
Port Aggregation Protocol (PAgP)	0x0104	01-00-0c-cc-cc-cc
スパニング ツリー PVSTP+	0x010b	01-00-0c-cc-cc-cd
VLAN ブリッジ	0x010c	01-00-0c-cd-cd-ce
単方向リンク検出 (UDLD)	0x0111	01-00-0c-cc-cc-cc
Cisco Discovery Protocol	0x2000	01-00-0c-cc-cc-cc
Dynamic Trunking Protocol (DTP)	0x2004	01-00-0c-cc-cc-cc
STP UplinkFast	0x200a	01-00-0c-cd-cd-cd
IEEE スパニング ツリ ー 802.1d	該当なし : DSAP 42 SSAP 42	01-80-c2-00-00- 00
Inter Switch Link (ISL)	N/A	01-00-0c-00-00- 00
VLAN Trunking Protocol (VTP)	0x2003	01-00-0c-cc-cc-cc
IEEE Pause、802.3x	該当なし : DSAP 81 SSAP 80	01-80-C2-00-00- 00>0F

シスコの大部分の制御プロトコルでは、LLC 0xAAAA03、OUI 0x00000C を含む、IEEE 802.3 SNAP カプセル化を使用しており、LAN アナライザのトレースで確認できます。これらのプロトコルのその他の共通プロパティには、次のものがあります。

- これらのプロトコルはポイントツーポイント接続を前提としています。マルチキャストの宛先アドレスを意図的に使用することで、2 台の Catalyst スイッチがシスコ以外のスイッチを経由して透過的に通信できるようになります。これは、フレームの解釈と傍受を行わないデバイスがフレームを単純にフラッディングするためです。ただし、マルチベンダー環境を経由するポイントツーマルチポイント接続では動作の一貫性が失われることがあるため、一般的には避ける必要があります。
- これらのプロトコルはレイヤ 3 (L3) ルータで終端し、スイッチ ドメイン内でのみ機能します。
- これらのプロトコルは、入力側の特定用途集積回路 (ASIC) 処理とスケジューリングによって、ユーザ データより優先して受信されます。

制御プロトコルの宛先アドレスを紹介したら、完全を期して発信元アドレスについても説明する必要があります。スイッチ プロトコルでは、シャーシの EPROM によって提供される使用可能なアドレスのバンクから取得される MAC アドレスが使用されます。 [show module](#) コマンドを発行すると、STP ブリッジ プロトコル データ ユニット (BPDU) や ISL フレームなどのトラフィックを各モジュールが発信するときに使用可能なアドレス範囲が表示されます。

```
>show module
```

```
...
Mod MAC-Address (es)                               Hw      Fw      Sw
-----
1   00-01-c9-da-0c-1e to 00-01-c9-da-0c-1f 2.2     6.1(3)  6.1(1d)
    00-01-c9-da-0c-1c to 00-01-c9-da-0c-1
    00-d0-ff-88-c8-00 to 00-d0-ff-88-cb-ff
!--- MACs for sourcing traffic. ... VLAN 1
```

[VLAN 1](#)

VLAN 1 は Catalyst ネットワークでは特別な意味を持ちます。

Catalyst Supervisor Engine はトランキング時にデフォルトの VLAN である VLAN 1 を常に使用して、多数の制御プロトコルや管理プロトコル (CDP、VTP、および PAgP など) のタグ付けを行います。デフォルトでは、内部 sc0 インターフェイスを含むすべてのポートが VLAN 1 のメンバーとなるように設定されています。デフォルトでは、すべてのトランクで VLAN 1 が伝送に使用されます。バージョン 5.4 より前の CatOS ソフトウェアでは、VLAN 1 のユーザ データはブロックできませんでした。

Catalyst のネットワーキングでよく使用されるいくつかの用語を明確にするために、用語の定義を次に示します。

- 管理 VLAN は sc0 が存在する場所です。この VLAN は変更できます。
 - ネイティブ VLAN は、トランキングが行われていない場合にポートが戻される VLAN として定義されます。また、802.1Q トランク上のタグなし VLAN のことです。デフォルトでは、VLAN 1 がネイティブ VLAN です。
 - ネイティブ VLAN を変更するには、[set vlan](#) *vlan-id mod/port* コマンドを発行します。注 : VLAN を作成してから、その VLAN をトランクのネイティブ VLAN として設定します。
- ネットワークを調整して、VLAN 1 のポートの動作を変更する理由には、次のようなものがあります。

- その他すべての VLAN と同様、VLAN 1 の直径が (特に、STP の観点から) 安定性に対するリスクとなるほど大きくなった場合はプルーニングする必要があります。詳細については、このドキュメントの「[インバンド管理](#)」の項を参照してください。
- VLAN 1 のコントロールプレーン データは、トラブルシューティングを簡素化し、最大限の CPU サイクルを利用可能にするためにユーザ データから分離する必要があります。
- STP を使用せずにマルチレイヤ キャンパス ネットワークを設計する場合は、VLAN 1 での L2 ループは避ける必要があります。それでも、複数の VLAN や IP サブネットが存在する場合は、アクセス レイヤへのトランキングが必要です。そのためには、トランク ポートから VLAN 1 を手動で削除します。

要約すると、トランクについては次の点に注意してください。

- CDP、VTP、および PAgP のアップデートは、トランクでは常に VLAN 1 のタグ付きで転送されます。これは、VLAN 1 がトランクから削除されていてネイティブ VLAN でない場合で

も同様です。ユーザ データ用の VLAN 1 を削除しても、引き続き VLAN 1 を使用して送信されているコントロールプレーントラフィックには影響しません。

- ISL トランクでは、DTP パケットが VLAN 1 で送信されます。これは、VLAN 1 がトランクから削除されていてネイティブ VLAN でなくなっている場合でも同様です。802.1Q トランクでは、DTP パケットがネイティブ VLAN で送信されます。これは、ネイティブ VLAN がトランクから削除されている場合でも同様です。
- PVST+ では、VLAN 1 がトランクから削除されていない限り、他のベンダーとの相互運用性を確保するために、802.1Q IEEE BPDU が Common Spanning Tree の VLAN 1 上をタグなしで転送されます。これは、ネイティブ VLAN の設定にかかわらず同様です。その他すべての VLAN に対しては、Cisco PVST+ BPDU がタグ付きで送信されます。詳細については、このドキュメントの「[スパニング ツリー プロトコル](#)」の項を参照してください。
- ISL と 802.1Q の両トランクでは、802.1s マルチ スパニング ツリー (MST) BPDU は常に VLAN 1 で送信されます。これは、VLAN 1 がトランクから削除されている場合でも当てはまります。
- MST ブリッジと PVST+ ブリッジ間にあるトランクの VLAN1 を削除したり、無効にしたりしないでください。ただし、VLAN 1 が無効になっている場合、すべての VLAN で MST ブリッジの境界ポートが root-inconsistent ステートにならないようにするために、MST ブリッジがルートになる必要があります 詳細については、[Multiple Spanning Tree Protocol \(802.1s \) の概要 \[英語\]](#) を参照してください。

推奨事項

クライアントもホストも接続されていない VLAN を up/up の状態で維持するためには、その VLAN に少なくとも 1 台の物理デバイスが接続されている必要があります。接続されているデバイスがない場合、その VLAN は up/down 状態になります。現在、当該 VLAN のスイッチにアクティブなポートが存在しない場合、VLAN インターフェイスを up/up 状態にするコマンドはありません。

デバイスを接続したくない場合は、当該 VLAN の任意のポートにループバック プラグを接続します。あるいは、同じスイッチ上にある当該 VLAN の 2 つのポートを接続するクロス ケーブルを使用してみてください。この方法だとポートが強制的に起動します。詳細については、[T1/56K 回線のループバック テスト \[英語\]](#) の「[ループバック プラグ](#)」の項を参照してください。

あるネットワークが 2 つのサービス プロバイダーにマルチホームされている場合、そのネットワークは 2 つのサービス プロバイダー間の中継ネットワークとして機能します。パケットで受信した VLAN 番号を、1 つのサービス プロバイダーから別のサービス プロバイダーに渡す際に変換または変更する必要がある場合、QinQ 機能を使用して VLAN 番号を変更することを推奨します

[VLAN Trunking Protocol](#)

VLAN を作成する前に、ネットワークで使用される VTP モードを決定します。VTP を使用すると、1 つまたは複数のスイッチで VLAN の設定を一元的に変更できます。それらの変更はドメイン内のその他すべてのスイッチに自動的に伝達されます。

動作概要

VTP は、VLAN 設定の整合性を維持する L2 メッセージング プロトコルです。VTP では、ネットワーク全体にわたって VLAN の追加、削除、名前の変更が管理されます。VTP を使用すると、

VLAN 名の重複、誤った VLAN タイプの指定、セキュリティ違反など、さまざまな問題の原因となる設定の誤りや矛盾が最小限に抑えられます。VLAN データベースはバイナリ ファイルであり、VTP サーバの NVRAM に設定ファイルとは別に保存されます。

VTP プロトコルでは、イーサネット宛先 MAC アドレス (01-00-0c-cc-cc-cc) と SNAP HDLC プロトコル タイプ Ox2003 を使用して、スイッチ間で通信が行われます。これは非トランクポート (VTP が ISL または 802.1Q のペイロード) では機能しないため、[DTP](#) によってトランクがオンラインになるまでメッセージは送信できません。

メッセージ タイプには、5 分ごとに生成されるサマリー アドバタイズメント、変更があったときに生成されるサブセット アドバタイズメントと要求アドバタイズメント、および VTP プルーニングが有効になっている場合の参加が含まれます。VTP コンフィギュレーション リビジョン番号は、サーバで変更が発生するごとに 1 増加し、ドメイン全体に新しいテーブルが伝達されます。

VLAN を削除すると、その VLAN のメンバーだったポートは非アクティブ状態になります。同様に、クライアント モードのスイッチがブートアップ時に (VTP サーバまたは別の VTP クライアントから) VTP VLAN テーブルを受信できなかった場合、デフォルトの VLAN 1 を除く VLAN のすべてのポートが非アクティブ化されます。

次の表に、さまざまな VTP モードの機能比較の概要を示します。

機能	server	クライアント	トランスペアレント	オフ ¹
送信元 VTP メッセージ	Yes	Yes	なし	なし
VTP メッセージのリッスン	Yes	Yes	なし	なし
VTP メッセージの転送	Yes	Yes	Yes	なし
VLAN の作成	Yes	なし	はい (ローカルでのみ有意)	はい (ローカルでのみ有意)
VLAN の記憶	Yes	なし	はい (ローカルでのみ有意)	はい (ローカルでのみ有意)

VTP トランスペアレント モードでは、VTP アップデートは無視されます。VTP マルチキャスト MAC アドレスは、制御フレームを選択してスーパバイザ エンジンに送るために通常使用されるシステム CAM から削除されます。このプロトコルではマルチキャスト アドレスが使用されるため、トランスペアレント モードのスイッチ (または他のベンダーのスイッチ) はドメイン内のその他のシスコスイッチにフレームを単純にフラッディングします。

¹ CatOS ソフトウェア リリース 7.1 では、オフ モードを使用して VTP を無効にするオプションが導入されています。VTP オフ モードでは、スイッチは VTP トランスペアレント モードと非常によく似た方法で動作します。ただし、オフ モードでは VTP アップデートの転送も抑制されません。

次の表に、初期設定の概要を示します。

機能	デフォルト値
VTPドメイン名	ヌル
VTP モード	server
VTP バージョン	バージョン 1 がイネーブル
VTP パスワード	なし
VTP Pruning	Disabled

VTP バージョン 2 (VTPv2) には、次の機能上の柔軟性があります。ただし、VTP バージョン 1 (VTPv1) とは相互運用できません。

- トークン リングのサポート
- 認識されない VTP 情報のサポート。スイッチで解析できない値も伝達されるようになりました。
- バージョン依存のトランスペアレント モード。トランスペアレント モードではドメイン名がチェックされなくなりました。そのため、トランスペアレント ドメインを越えて複数のドメインをサポートできます。
- バージョン番号の伝達。すべてのスイッチで VTPv2 が使用可能な場合、1 台のスイッチを設定することですべてのスイッチを有効にできます。

詳細については、[VLAN トランク プロトコル \(VTP \) の説明と設定 \[英語\]](#) を参照してください。

VTP バージョン 3

CatOS ソフトウェア リリース 8.1 では、VTP バージョン 3 (VTPv3) のサポートが導入されています。VTPv3 には、既存バージョンに対する拡張機能があります。それらの拡張機能により次のことが可能になります。

- 拡張 VLAN のサポート
- プライベート VLAN の作成およびアドバタイズメントのサポート
- VLAN インスタンスおよび MST マッピング伝達インスタンス (CatOS リリース 8.3 でサポート) のサポート
- サーバ認証の向上
- 「誤った」データベースが偶発的に VTP ドメインに挿入されることからの保護
- VTPv1 と VTPv2 との相互作用
- ポート単位の設定機能

VTPv3 の実装と以前のバージョンの実装間の主な違いの 1 つは、VTP プライマリ サーバの導入です。ドメインがパーティション化されていない場合、1 つの VTPv3 ドメインに 1 つのプライマリ サーバのみあるのが理想的です。VTP ドメインに加える変更はすべて、VTP プライマリ サーバで実行して VTP ドメインに伝達する必要があります。1 つの VTPv3 ドメイン内に複数のサーバを設定することもでき、それらは、セカンダリ サーバとしても知られています。スイッチがサーバになるように設定されている場合、そのスイッチはデフォルトでセカンダリ サーバになります。セカンダリ サーバにはドメインの設定を保存できますが、設定を変更することはできません。セカンダリ サーバは、スイッチからのテイクオーバーに成功するとプライマリ サーバになることができます。

VTPv3 を実行するスイッチは、現在のプライマリ サーバよりも大きいリビジョン番号の VTP データベースのみ受け入れます。このプロセスは、スイッチが常に同じドメイン内のネイバーからの優れた設定を受け入れる VTPv1 や VTPv2 とは大きく異なります。この VTPv3 での変更により保護が提供されます。より大きい VTP リビジョン番号を持つ新しいスイッチがネットワーク

に導入されても、ドメイン全体の VLAN 設定は上書きされません。

VTPv3 では、VTP によるパスワード処理に対する拡張機能も導入されています。パスワードを「hidden」として設定するために、hidden パスワード設定オプションを使用すると、次の状態が生じます。

- パスワードが設定のプレーン テキストに表示されず、シークレット 16 進形式のパスワードが設定に保存されます。
- スイッチをプライマリ サーバとして設定しようとする、パスワード入力を要求されます。パスワードがシークレット パスワードに一致すれば、スイッチはプライマリ サーバとなり、ドメインの設定が可能となります。

注: プライマリ サーバは、いずれかのインスタンスの VTP 設定を変更する必要がある場合にのみ必須である点に注意してください。セカンダリ サーバがリロードを通じて設定の持続性を保証するため、VTP ドメインは、アクティブなプライマリ サーバがなくても動作できます。プライマリ サーバの状態は、次の理由により終了します。

- スイッチのリロード
- アクティブおよび冗長スーパーバイザ エンジン間のハイ アベイラビリティ スイッチオーバー
- 別のサーバからのテイクオーバー
- モード設定の変更
- 次のような、VTP ドメイン設定の変更バージョンドメイン名ドメイン パスワード

VTPv3 では、スイッチが VTP の複数のインスタンスに参加することもできます。この場合、VTP モードは各 VTP インスタンスごとに固有であるため、同じスイッチを 1 つのインスタンスの VTP サーバおよび別のインスタンスのクライアントに設定できます。たとえば、1 台のスイッチを MST インスタンスのトランスペアレント モードで稼働させながら、そのスイッチを VLAN インスタンスのサーバ モードに設定することができます。

VTPv1 と VTPv2 との相互運用の点では、VTP のすべてのバージョンのデフォルト動作は同じで、VTP の旧バージョンでは新しいバージョンの更新が単純に破棄されていました。VTPv1 スイッチと VTPv2 スイッチがトランスペアレント モードでない限り、VTPv3 の更新はすべて破棄されます。一方で、VTPv3 スイッチは、レガシーの VTPv1 または VTPv2 フレームをトランクで受信すると、それぞれのデータベース更新の縮小バージョンを VTPv1 スイッチと VTPv2 スイッチに渡します。ただし、この情報交換は、VTPv1 スイッチと VTPv2 スイッチからの更新が VTPv3 スイッチによって受け入れられないという点で単方向の交換です。トランク接続では、VTPv3 スイッチは、トランク ポート全体で VTPv2 ネイバーと VTPv3 ネイバーの存在に応じるために、縮小された更新と VTPv3 の本格的な更新の送信を続けます。

拡張 VLAN に対する VTPv3 のサポートを提供するために、VTP により VLAN ごとに 70 バイトが割り当てられる VLAN データベースの形式が変更されています。この変更により、レガシープロトコルの未変更フィールドを伝達する代わりに、デフォルト値以外のコーディングのみ許可されます。この変更のために、4K VLAN のサポートが結果として作成される VLAN データベースのサイズに影響します。

推奨事項

VTP クライアント/サーバ モードを使用すべきか、VTP トランスペアレント モードを使用すべきかに関する具体的な推奨事項はありません。一部のお客様は、後述のような考慮事項はありますが、VTP クライアント/サーバ モードの管理の容易さを好んでいます。冗長性を確保するためにドメインごとに 2 つのサーバ モード スイッチ、通常は 2 つのディストリビューション レイヤ スイッチを設定することを推奨します。ドメイン内の残りのスイッチはクライアント モードに設定する必要があります。VTPv2 を使用してクライアント/サーバ モードを実装する場合、同じ VTP

ドメインではより大きなリビジョン番号が常に受け入れられることに注意してください。VTP クライアントまたはサーバモードに設定されているスイッチをVTP ドメインに導入し、そのリビジョン番号が既存のVTP サーバより大きい場合、そのVTP ドメイン内のVLAN データベースが上書きされます。この設定変更が意図したものではなく、VLAN が削除された場合、この上書きによってネットワークの大規模な停止が発生する可能性があります。クライアントスイッチまたはサーバスイッチのコンフィギュレーション リビジョン番号がサーバの番号よりも常に低い番号になるようにするには、クライアントのVTP ドメイン名を標準以外の名前に変更してから、再び標準の名前に戻します。この操作により、クライアントのコンフィギュレーション リビジョン番号が0に設定されます。

ネットワークに簡単に変更を加えられるVTP の機能には長所と短所があります。多くの企業では、次の理由により、注意深いアプローチが好まれるため、VTP トランスペアレント モードが使用されています。

- スwitchまたはトランク ポート上のVLAN の変更要件を1台のswitchごとに検討する必要があるため、適切な変更管理が実践できる。
- 誤ってVLAN を削除するなど、ドメイン全体に影響を及ぼす管理者のエラーのリスクを限定できる。
- より大きいVTP リビジョン番号を持つ新しいswitchがネットワークに導入されて、ドメイン全体のVLAN 設定が上書きされるリスクがなくなる。
- 実行中のトランクからVLAN をプルーニングして、そのVLAN 内にポートを持たないswitchに戻すことができる。その結果、フレームフラッディング時の帯域幅効率が向上します。また、手動でプルーニングすることで、スパンニングツリーの直径が小さくなります(このドキュメントの「[DTP](#)」の項を参照してください)。ポートチャネルトランクの未使用のVLAN をプルーニングする前に、IP フォンに接続されているすべてのポートが音声VLAN があるアクセスポートとして設定されていることを確認します。
- CatOS 6.x および CatOS 7.x の拡張VLAN の範囲(1025 ~ 4094)は、この方法でのみ設定できる。詳細については、このドキュメントの「[拡張VLAN と MAC アドレスリダクション](#)」の項を参照してください。
- VTP トランスペアレントモードは、Cisco Works 2000 の一部である Campus Manager 3.1 でサポートされている。VTP ドメイン内に少なくとも1台のサーバが必要だった以前の制限は削除されています。

サンプル VTP コマンド	コメント
set vtp domain name password x	CDP では、ドメイン間の配線のミスをチェックするために名前が確認されます。簡易パスワードは、意図しない変更に対する予防措置となります。貼り付ける場合は名前やスペースの大文字と小文字の区別に注意してください。
set vtp mode transparent	

set vlan vlan numb er name name	VLAN にポートを持つスイッチごとに設定します。
set trunk mod/p ort vlan range	必要に応じてトランク経由の VLAN 伝送を可能にします。デフォルトはすべての VLAN です。
clear trunk mod/p ort vlan range	ディストリビューションレイヤからアクセスレイヤへのトランクなど、VLAN が存在しないトランクで手動プルーニングを行うことにより、STP の直径を制限します。

注: set コマンドを使用して VLAN を指定しても、VLAN が追加されるだけで、削除はされません。たとえば、[set trunk x/y 1-10](#) コマンドは、許可リストを VLAN 1 ~ 10 のみに設定するコマンドではありません。目的とする結果を得るには、[clear trunk x/y 11-1005](#) コマンドを発行します。

トークンリングスイッチングはこのドキュメントの範囲外ですが、VTP トランスペアレントモードは TR-ISL ネットワークには推奨されない点に注意してください。トークンリングスイッチングの基本は、ドメイン全体が 1 つの分散マルチポートブリッジを形成することです。そのため、すべてのスイッチの VLAN 情報が同じである必要があります。

[その他のオプション](#)

VTPv2 はトークンリング環境では必須であり、クライアント/サーバモードの使用が強く推奨されます。

VTPv3 には、より厳密な認証およびコンフィギュレーションリビジョンの制御を実装する機能があります。VTPv3 では、基本的に VTPv1/VTPv2 のトランスペアレントモードで提供されているのと同じレベルの機能が提供されますが、セキュリティはより強化されています。また、VTPv3 はレガシーの VTP バージョンとは部分的に互換性があります。

このドキュメントでは、VLAN をプルーニングすることでフレームの不要なフラッディングが削減されるという利点を挙げました。[set vtp pruning enable](#) コマンドを使用すると、VLAN が自動的にプルーニングされ、必要でない場所へのフレームの非効率的なフラッディングが停止されます。手動での VLAN プルーニングとは異なり、自動プルーニングではスパンニングツリーの直径は制限されません。

CatOS 5.1 以降では、Catalyst スイッチは 1000 よりも大きい 802.1Q VLAN 番号を ISL VLAN 番号にマッピングできます。CatOS 6.x では、Catalyst 6500/6000 スイッチは IEEE 802.1Q 規格に従って 4096 個の VLAN をサポートします。これらの VLAN は次の 3 つの範囲に分けられており、その中の一部だけが、VTP に対応したネットワーク内のスイッチに伝達されます。

- 通常範囲 VLAN : 1 ~ 1001

- 拡張範囲 VLAN : 1025 ~ 4094 (VTPv3 でのみ伝達可能)
- 予約範囲 VLAN : 0、1002 ~ 1024、4095

IEEE は、VTP と同じ結果を実現する標準ベースのアーキテクチャを作成しました。802.1Q Generic Attribute Registration Protocol (GARP) のメンバーとして、Generic VLAN Registration Protocol (GVRP) は異なるベンダー間における VLAN 管理の相互運用を可能にします。ただし、これはこのドキュメントの範囲外です。

注: CatOS 7.x では、トランスペアレントによく似たモードであるオフモードに VTP を設定するオプションが導入されています。ただし、スイッチは VTP フレームを転送しません。これは、管理制御の範囲外にあるスイッチにランキングするような設計の場合に役立つことがあります。

拡張 VLAN と MAC アドレス リダクション

MAC アドレス リダクション機能により、拡張範囲 VLAN の識別が可能になります。MAC アドレス リダクションを有効にすると、VLAN スパニング ツリーに使用される MAC アドレス プールが無効になり、1 つの MAC アドレスが残ります。スイッチは、この MAC アドレスで識別されます。CatOS ソフトウェア リリース 6.1(1) には、Catalyst 6500/6000 スイッチと Catalyst 4500/4000 スイッチに対する MAC アドレス リダクションのサポートが導入されており、IEEE 802.1Q 標準に準拠して 4096 個の VLAN がサポートされます。

動作の概要

スイッチ プロトコルでは、PVST+ 下で動作する VLAN のブリッジ ID の一部としてシャーシの EPROM によって提供される、使用可能なアドレスのバンクから取得される MAC アドレスが使用されます。Catalyst 6500/6000 スイッチおよび Catalyst 4500/4000 スイッチでは、シャーシタイプに応じて 1024 個または 64 個の MAC アドレスがサポートされます。

1024 個の MAC アドレスを使用する Catalyst スイッチの場合、MAC アドレス リダクションはデフォルトでは有効になりません。MAC アドレスは連続的に割り当てられるため、範囲内の最初の MAC アドレスは VLAN 1 に割り当てられます。範囲内の 2 番目の MAC アドレスは VLAN 2 に割り当てられ、その後も同様に割り当てられます。このため、それぞれが固有のブリッジ ID を使用する 1024 個の VLAN をスイッチがサポートできます。

シャーシタイプ	シャーシアドレス
WS-C4003-S1、WS-C4006-S2	1024
WS-C4503、WS-C4506	64
WS-C6509-E、WS-C6509、WS-C6509-NEB、WS-C6506-E、WS-C6506、WS-C6009、WS-C6006、OSR-7609-AC、OSR-7609-DC	1024
WS-C6513、WS-C6509-NEB-A、WS-C6504-E、WS-C6503-E、WS-C6503、CISCO7603、	64

¹ 64 個の MAC アドレスがあるスイッチでは MAC アドレス リダクションがデフォルトで有効になります。この機能を無効にすることはできません。

1024 個の MAC アドレスがある Catalyst シリーズ スイッチの場合、MAC アドレス リダクションを有効にすると、スイッチに必要な MAC アドレスの数を増やさずに、PVST+ 下で動作する 4096 個の VLAN をサポートしたり、Multiple Instance STP (MISTP) の 16 個のインスタンスに固有の ID を設定したりできます。MAC アドレス リダクションを使用すると、STP で必要な MAC アドレス数が、VLAN または MISTP インスタンスごとに 1 つから、スイッチごとに 1 つへと減少します。

次の図は、ブリッジ ID MAC アドレス リダクションが有効になっていない場合を示しています。ブリッジ ID は、2 バイトのブリッジ プライオリティと 6 バイトの MAC アドレスで構成されています。

Bridge Priority (2 bytes)	MAC Address (6 bytes)
------------------------------	--------------------------

MAC アドレスリダクションでは、BPDU の STP ブリッジ ID 部分が変更されます。元の 2 バイトのプライオリティ フィールドは 2 つのフィールドに分割されます。分割後、4 ビットのブリッジ プライオリティ フィールドと 0 から 4095 までの VLAN 番号を割り当てられる 12 ビットのシステム ID 拡張部分になります。

Bridge Priority (4 bits)	System ID Extension (12 bits)	MAC Address (6 bytes)
-----------------------------	----------------------------------	--------------------------

拡張範囲 VLAN を利用するために、Catalyst スイッチで MAC アドレス リダクションを有効にする場合は、同じ STP ドメイン内のすべてのスイッチで MAC アドレス リダクションを有効にします。この手順は、すべてのスイッチの STP ルート計算の一貫性を保つために必要です。MAC アドレス リダクションを有効にすると、ルートブリッジのプライオリティは、4096 の倍数に VLAN ID を加えた値になります。MAC アドレス リダクションが設定されていないスイッチは、ブリッジ ID の選択精度が高くなるため、意図せずにルートになることがあります。

設定のガイドライン

拡張範囲 VLAN を設定する際には、特定のガイドラインに従う必要があります。スイッチは、内部使用の目的で、拡張範囲から VLAN のブロックを割り当てることができます。たとえば、スイッチは、ルーテッドポートや Flex WAN モジュール用の VLAN を割り当てることができます。VLAN のブロックの割り当ては、常に VLAN 1006 から昇順に割り当てられます。Flex WAN モジュールが必要とする範囲内の VLAN がある場合、ユーザの VLAN エリアからは VLAN が割り当てられないため、必要なすべての VLAN が割り当てられなくなります。ユーザ割り当ての VLAN と内部使用の VLAN の両方を表示するには、[show vlan](#) コマンドまたは [show vlan summary](#) コマンドをスイッチで発行します。

```
>show vlan summary
```

Current Internal Vlan Allocation Policy - Ascending

```

Vlan status      Count  Vlans
-----
VTP Active      7      1,17,174,1002-1005

Internal        7      1006-1011,1016
!--- These are internal VLANs. >show vlan
-----

1      default          active    7          4/1-48

```

```

!--- Output suppressed. 1006 Online Diagnostic Vlan1 active 0 internal 1007 Online Diagnostic
Vlan2 active 0 internal 1008 Online Diagnostic Vlan3 active 0 internal 1009 Voice Internal Vlan
active 0 internal 1010 Dtp Vlan active 0 internal 1011 Private Vlan Internal Vlan suspend 0
internal 1016 Online SP-RP Ping Vlan active 0 internal !--- These are internal VLANs.

```

さらに、拡張範囲 VLAN を使用する前に、802.1Q から ISL への既存のマッピングをすべて削除する必要があります。また、VTPv3 よりも前のバージョンでは、VTP トランスペアレント モードを使用して各スイッチに拡張 VLAN を静的に設定する必要があります。詳細については、[VLAN の設定 \[英語\]](#) の「[拡張範囲 VLAN の設定ガイドライン](#)」の項を参照してください。

注: ソフトウェア リリース 8.1(1) よりも前のソフトウェアでは、拡張範囲 VLAN の VLAN 名を設定できません。この機能は、VTP のバージョンまたはモードに関係ありません。

推奨事項

同じ STP ドメイン内では、一貫性のある MAC アドレス リダクションの設定を維持するようにしてください。ただし、64 個の MAC アドレスが設定された新しいシャーシを STP ドメインに導入する場合、すべてのネットワーク デバイスで MAC アドレス リダクションを実施するのは現実的ではない場合があります。64 個の MAC アドレスがあるスイッチでは MAC アドレス リダクションがデフォルトで有効になっており、この機能を無効にすることはできません。同じスパニング ツリー プライオリティが 2 つのシステムに設定されている場合、MAC アドレス リダクションが設定されていないシステムのスパニング ツリー プライオリティの方が高くなることに注意してください。MAC アドレス リダクションを有効または無効にするには、次のコマンドを発行します。

```
set spantree macreduction enable | disable
```

内部 VLAN の割り当ては VLAN 1006 から昇順に行われます。ユーザ VLAN と内部 VLAN の競合を避けるために、VLAN 4094 にできるだけ近いユーザ VLAN を割り当てます。Cisco IOS® システム ソフトウェアが稼働する Catalyst 6500 スイッチでは、内部 VLAN の割り当てを降順に設定できます。CatOS ソフトウェア用のコマンドライン インターフェイス (CLI) 相当の機能は正式にはサポートされていません。

自動ネゴシエーション

イーサネット/ファスト イーサネット

自動ネゴシエーションは IEEE ファスト イーサネット (FE) 規格 (802.3u) のオプション機能であり、デバイス間で速度とデュプレックス機能に関する情報をリンク経由で自動的に交換できます。自動ネゴシエーションはレイヤ 1 (L1) で動作し、PC などの一時的なユーザがネットワークに接続するアクセス レイヤ ポートを対象とします。

動作概要

10/100 Mbps イーサネット リンクでパフォーマンスの問題が発生する最も一般的な原因は、リンクの一方のポートが半二重で動作し、もう一方のポートが全二重で動作していることにあります。これは、リンクの一方または両方のポートがリセットされた後、両リンク パートナーの設定が自動ネゴシエーション プロセスによって同じに設定にならない場合にもときどき発生します。また、管理者がリンクの一方を再設定し、もう一方の再設定を忘れた場合にも発生します。この場合の典型的な症状としては、スイッチでのフレーム チェック シーケンス、Cyclic Redundancy Check (CRC; 巡回冗長検査)、配置カウンタ、またはラント カウンタの増加があります。

自動ネゴシエーションについては、次のドキュメントで詳細に説明されています。次のドキュメントでは、自動ネゴシエーションの動作方法および設定オプションも説明されています。

- 「[Configuring and Troubleshooting Ethernet 10/100Mb Half/Full Duplex Auto-Negotiation \(イーサネット 10/100 Mb 半/全二重 自動ネゴシエーションの設定とトラブルシューティング \)](#)」
- 「[Troubleshooting Cisco Catalyst Switches to NIC Compatibility Issues \(Cisco Catalyst スイッチと NIC との互換性に関する問題のトラブルシューティング \)](#)」

自動ネゴシエーションでは、一方のリンク パートナーを 100 Mbps の全二重に手動で設定すれば、もう一方のリンク パートナーは全二重に自動ネゴシエーションされるものと一般に誤解されています。実際は、このように設定すると、デュプレックス ミスマッチが起こります。つまり、一方のリンク パートナーで自動ネゴシエーションが行われた結果、もう一方のリンク パートナーからの自動ネゴシエーション パラメータが認識されず、半二重にデフォルト設定されてしまいます。

ほとんどの Catalyst イーサネット モジュールでは 10/100 Mbps と半二重/全二重がサポートされており、この点は [show port capabilities mod/port](#) コマンドで確認できます。

FEFI

自動ネゴシエーションが物理層およびシグナリング関連の障害から 100BASE-TX (銅線) を保護するのに対し、Far End Fault Indication (FEFI) は 100BASE-FX (ファイバ) およびギガビット インターフェイスを保護します。

遠端障害は、TX ワイヤが外れている場合など、一方のステーションでは検出でき、もう一方では検出できない種類のリンク エラーです。この例では、送信側ステーションは有効なデータを受信し、リンク完全性モニタを通じてリンクが良好であることを検出できますが、自身が送信したデータが相手側ステーションで受信されていないことは検出できません。このようなりモート障害を検出した 100BASE-FX ステーションは、ネイバーにリモート障害を通知するために、送信された IDLE ストリームを修正して特別なビットパターン (FEFI IDLE パターンと呼ばれる) を送信できます。その後、FEFI-IDLE パターンによってリモート ポートのシャットダウンがトリガーされます (errdisable)。障害保護の詳細については、このドキュメントの「[UDLD](#)」の項を参照してください。

FEFI は次のハードウェアとモジュールでサポートされています。

- Catalyst 5500/5000 : WS-X5201R、WS-X5305、WS-X5236、WS-X5237、WS-U5538、WS-U5539
- Catalyst 6500/6000 および 4500/4000 : すべての 100BASE-FX モジュールと GE モジュール

推奨事項

10/100 リンクで自動ネゴシエーションを設定するか、または速度とデュプレックスをハードコードするかは、リンク パートナーのタイプ、または Catalyst スイッチ ポートに接続したエンド デバイスのタイプによって最終的に決まります。エンド デバイスと Catalyst スイッチ間の自動ネゴシエーションは、通常は適切に動作し、Catalyst スイッチは IEEE 802.3u 仕様に準拠しています。ただし、NIC やベンダーのスイッチが厳密に準拠していない場合は、問題が生じることがあります。自動極性や配線の完全性など、10/100 Mbps 自動ネゴシエーションに関する IEEE 802.3u 仕様に規定されていないベンダー固有の拡張機能のために、ハードウェアの非互換性などの問題が生じることがあります。詳細については、『[Field Notice : Intel Pro/1000T NIC が CAT4K/6K に接続している場合のパフォーマンスの問題](#) [英語] を参照してください。

ホスト、ポート速度、およびデュプレックスの設定が必要になる状況があることを想定してください。一般的には、次の基本的なトラブルシューティング手順に従います。

- リンクの両側で自動ネゴシエーションが設定されているか、または両側でハードコーディングが設定されていることを確認します。
- CatOS のリリース ノートを参照し、一般的な注意事項を確認します。
- NIC ドライバや実行しているオペレーティング システムのバージョンを確認します。最新のドライバやパッチが必要な場合がよくあります。

原則として、リンク パートナーのタイプにかかわらず、最初は自動ネゴシエーションを使用してみます。ラップトップなどの一時的なデバイスのために自動ネゴシエーションを設定することには明らかな利点があります。理想的な環境では、自動ネゴシエーションは、サーバや固定ワークステーションなどの非一時的デバイス、スイッチ間、およびスイッチとルータ間でも適切に動作します。ただし、前述のような理由から、ネゴシエーションの問題が生じる場合があります。そのような場合は、記載されている TAC リンクの説明に従って基本的なトラブルシューティング手順を実行します。

10/100 Mbps イーサネット ポート上でポート速度を auto に設定すると、速度とデュプレックスの両方で自動ネゴシエーションが行われます。ポートを auto に設定するには、次のコマンドを発行します。

```
set port speed port range auto
!--- This is the default.
```

ポートをハードコーディングする場合は、次の設定コマンドを発行します。

```
set port speed port range 10 | 100 set port duplex port range full | half
```

CatOS 8.3 以降では、オプションの **auto-10-100** キーワードが導入されています。10/100/1000 Mbps の速度をサポートするポートで、1000 Mbps に自動ネゴシエーションされるのが望ましくない場合には、**auto-10-100** キーワードを使用します。**auto-10-100** キーワードを使用すると、そのポートを、速度が auto に設定されている 10/100 Mbps のポートと同様に動作させることができます。10/100 Mbps のポートだけに対して速度とデュプレックスがネゴシエートされ、1000 Mbps の速度はネゴシエーションの対象になりません。

```
set port speed port_range auto-10-100
```

[その他のオプション](#)

スイッチ間で自動ネゴシエーションを使用しない場合は、ある種の問題に関する L1 障害表示も表示されなくなることがあります。 アグレッシブ [UDLD](#) などの L2 プロトコルを使用すると、障害検出の強化に役立ちます。

ギガビット イーサネット

ギガビット イーサネット (GE) の自動ネゴシエーション手順 (IEEE 802.3z) は 10/100 Mbps イーサネットの手順よりも幅広い機能に対応しており、フロー制御パラメータ、リモート障害情報、およびデュプレックス情報の交換に使用されます (ただし、Catalyst シリーズの GE ポートでは全二重モードのみサポートされます) 。

注: 802.3z は IEEE 802.3:2000 仕様で置き換えられています。 詳細については、[IEEE Standards On Line LAN/MAN Standards Subscription: Archives](#) を参照してください。

動作概要

GE ポートのネゴシエーションはデフォルトで有効になっており、GE リンクの両端のポートで設定が同一である必要があります。 FE とは異なり、リンクの両端のポートで自動ネゴシエーションの設定が異なっていると GE リンクがアップしません。 ただし、自動ネゴシエーションが無効になっているポートでは、遠端から有効なギガビット シグナルを受信するだけでリンクがアップします。 この動作は、遠端の自動ネゴシエーションの設定には依存しません。 たとえば、A、B という 2 台のデバイスがあり、各デバイスの自動ネゴシエーションを有効または無効にできるとします。 次の表は、可能な設定とそれぞれのリンク ステートを示しています。

ネゴシエーション	B 有効	B 無効
A 有効	両端で up	A down、B up
A 無効	A up、B down	両端で up

GE では、同期と自動ネゴシエーション (有効な場合) は、予約済みの特別なシーケンスのリンク コードワードを使用して、リンクの起動時に実行されます。

注: 有効なワードのディクショナリが備わっていますが、すべての使用可能なワードが GE で有効なわけではありません。

GE 接続のライフサイクルには、次のように表すことができます。



同期の損失とはリンク ダウンが MAC で検出されることを意味します。 同期の損失は自動ネゴシエーションの有効/無効に関係なく適用されます。 無効なワードを 3 回続けて受信するなど、特定の障害条件を満たすと同期が失われます。 この状態が 10 ミリ秒間続くと、「sync fail」状態がアサートされて、リンクが link_down 状態に変わります。 同期が失われた後に再同期するためには、有効なアイドルが 3 回連続する必要があります。 受信 (Rx) 信号の損失など、その他の壊滅的なイベントも link-down イベントの原因となります。

自動ネゴシエーションはリンクアップ プロセスの一部です。 リンクがアップすると、自動ネゴシ

エーションは終了します。ただし、スイッチは引き続きリンクのステータスをモニタします。ポートの自動ネゴシエーションが無効になっている場合、「autoneg」フェーズは使用できなくなります。

GE 銅線仕様 (1000BASE-T) では、Next Page Exchange による自動ネゴシエーションがサポートされています。Next Page Exchange では、10/100/1000 Mbps の速度の自動ネゴシエーションを銅線ポートで実行できます。

注: GE ファイバ仕様では、デュプレックスのネゴシエーション、フロー制御、およびリモート障害検出のみ規定されています。GE ファイバポートでは、ポート速度のネゴシエーションは行われません。自動ネゴシエーションの詳細については、[IEEE 802.3-2002](#) 仕様のセクション 28 と 37 を参照してください。

同期の再起動遅延は、自動ネゴシエーションの合計時間を制御するソフトウェア機能です。この時間内に自動ネゴシエーションが正常に行われず、デッドロックが存在する場合、ファームウェアにより自動ネゴシエーションが再起動されます。[set port sync-restart-delay](#) コマンドが有効なのは、自動ネゴシエーションが enable に設定されている場合だけです。

[推奨事項](#)

自動ネゴシエーションの有効化は、10/100 環境の場合よりも GE 環境においてはるかに重要です。実際には、ネゴシエーションをサポートしていないデバイスに接続されたスイッチポート、または相互運用性の問題が原因で接続の問題が生じているスイッチポートでのみ自動ネゴシエーションを無効にする必要があります。シスコでは、すべてのスイッチ間リンクおよび通常はすべての GE デバイスでギガビットネゴシエーションを有効 (デフォルト) にすることを推奨しています。自動ネゴシエーションを有効にするには、次のコマンドを発行します。

```
set port negotiation port range enable
!--- This is the default.
```

既知の例外の 1 つは、リリース 12.0(10)S (フロー制御と自動ネゴシエーションが追加されたリリース) より前の Cisco IOS ソフトウェアを実行中のギガビットスイッチルータに接続している場合です。この場合はこれら 2 つの機能をオフにします。そうしないと、スイッチポートでは not connected と報告され、GSR ではエラーが報告されます。次にコマンドシーケンスの例を示します。

```
set port flowcontrol receive port range off set port flowcontrol send port range off set port negotiation port range disable
```

スイッチとサーバ間の接続はケースバイケースで対応する必要があります。シスコのお客様からは、Sun、HP、および IBM サーバでギガビットネゴシエーションに関する問題が報告されています。

[その他のオプション](#)

フロー制御は 802.3x 仕様のオプション部分ですが、使用する場合はネゴシエーションする必要があります。デバイスは、PAUSE フレーム (既知の MAC 01-80-C2-00-00-0F) の送信や応答に対応している場合と対応していない場合があります。また、遠端のネイバーのフロー制御要求には同意できません。入力バッファが一杯になりそうなポートからそのリンクパートナーに

PAUSE フレームが送信されると、リンク パートナーは送信を停止し、自身の出力バッファに以降のフレームを保持します。これで定常状態のオーバーサブスクリプション問題が解決されることはありませんが、バースト時にはパートナーの出力バッファの一部だけで入力バッファを効率的に拡張できます。

この機能は、アクセスポートとエンド ホスト間のリンクで使用するのが最も有効で、エンド ホストの出力バッファを最大で仮想メモリと同じサイズまで拡張できます。スイッチ間で使用しても限られたメリットしかありません。

スイッチ ポートでこの制御を行うには、次のコマンドを発行します。

```
set port flowcontrol mod/port receive | send off | on | desired
```

```
>show port flowcontrol
```

Port	Send FlowControl		Receive FlowControl		RxPause	TxPause
	admin	oper	admin	oper		
6/1	off	off	on	on	0	0
6/2	off	off	on	on	0	0
6/3	off	off	on	on	0	0

注: ネゴシエートされた場合、すべての Catalyst モジュールが PAUSE フレームに応答します。WS-X5410 や WS-X4306 などの一部のモジュールはノンブロッキング モジュールであるため、送信するようにネゴシエートされている場合でも、PAUSE フレームを送信しません。

[ダイナミック トランキング プロトコル](#)

[カプセル化タイプ](#)

トランクでは、元のイーサネット フレームを一時的に識別してタグ付けし（リンクローカル）、それらのフレームを単一リンク上で多重化できるようにすることで、デバイス間の VLAN が拡張されます。これにより、スイッチ間で異なる VLAN ブロードキャスト ドメインとセキュリティ ドメインが維持されます。スイッチ内部では、CAM テーブルによってフレームと VLAN のマッピングが保持されます。

トランキングは、ATM LANE、FDDI 802.10、イーサネットなどの各種 L2 メディアでサポートされています。ただし、ここではイーサネットについてのみ説明しています。

[ISL の動作概要](#)

長年、シスコ独自の識別またはタグging方式である ISL が使用されてきましたが、現在では 802.1Q IEEE 規格も使用できます。

元のフレームを 2 レベルのタグging方式で完全にカプセル化することから、ISL は事実上トンネリング プロトコルであり、非イーサネット フレームを伝送できるという付加的な利点もあります。ISL では標準のイーサネット フレームに 26 バイトのヘッダーと 4 バイトの FCS が追加されます。つまり、トランクとして設定されたポートでは、標準よりも大きいイーサネット フレームが到達して処理されます。ISL は 1024個 の VLAN をサポートします。

ISL フレーム形式

40 ビット	4 ビット	4 ビット	48 ビット	16 ビット	24 ビット	24 ビット	15 ビット	ビット	16 ビット	16 ビット	可変長	32 ビット
着信アドレス	タイプ	USER SA	長さ	SNAP LLC	HS A	VLAN	B P D U	インデックス	予約	カプセル化フレーム	FCS	
01-00-0c-00-00				AAAAA03	00000C							

詳細については、『[スイッチ間リンクと IEEE 802.1Q のフレーム形式](#)』を参照してください。

802.1Q の動作概要

IEEE 802.1Q 規格では、カプセル化タイプだけではなく、スパニング ツリーの拡張機能、GARP (このドキュメントの「VTP」の項を参照)、802.1p Quality of Service (QoS) タギングなどが規定されています。

802.1Q フレーム形式では元のイーサネット送信元アドレスと宛先アドレスが保持されます。一方、スイッチは、ホストが QoS シグナリングの 802.1p ユーザプライオリティを示すためにタギングを使用できるアクセスポートの場合でも、ベビージャイアントフレームの受信を想定する必要があります。タグは 4 バイトなので、802.1Q イーサネット v2 フレームは 1522 バイトになります。これは IEEE 802.3ac ワーキンググループが決めたものです。802.1Q では、4096 個の VLAN に対応する番号領域もサポートされています。

送受信されるすべてのデータフレームには、ネイティブ VLAN 上のフレームを除き、802.1Q タグが付けられます (ネイティブ VLAN には、入力スイッチポートの設定に基づく暗黙的なタグがあります)。ネイティブ VLAN 上のフレームは常にタグなしで送信され、通常はタグなしで受信されますが、タグ付きで受信される場合もあります。

詳細については、[IEEE 802.10 による VLAN の標準化](#) [英語] および [Get IEEE 802](#) を参照してください。

802.1Q/801.1p フレーム形式

		タグヘッダー						
		TPI D	TCI					
48 ビット	48 ビット	16 ビット	3 ビット	1 ビット	12 ビット	16 ビット	可変長	32 ビット

DA	SA	TPI D	優先 順位	CFI	VL AN ID	長さ/タ イプ	データ (PAD を含む)	FC S
		0x8 100	0 ~ 7	0 ~ 1	0 ~ 409 5			

推奨事項

最近のハードウェアではすべて 802.1Q がサポートされているため (Catalyst 4500/4000 シリーズや CSS 11000 などは 802.1Q のみサポート)、新しく実装する場合はすべて IEEE 802.1Q 規格に準拠して、古いネットワークを ISL から徐々に移行することを推奨します。

IEEE 規格では異なるベンダーの相互運用が可能です。新しいホストの 802.1p 対応の NIC やデバイスが使用可能になるため、この点はすべてのシスコ環境に利点をもたらします。ISL と 802.1Q の実装はどちらも成熟していますが、最終的には IEEE 規格の方が現場で広く利用されるようになり、ネットワークアナライザのサポートなど、サードパーティのサポートも IEEE 規格が中心になります。802.1Q のカプセル化のオーバーヘッドは ISL に比べて小さいため、802.1Q の小さな利点として挙げられます。

カプセル化タイプは DTP を使用してスイッチ間でネゴシエートされます。両端で ISL がサポートされている場合はデフォルトで ISL が選択されるため、次のコマンドを発行して dot1q を指定する必要があります。

```
set trunk mod/port mode dot1q
```

このドキュメントの「[インバンド管理](#)」の項で説明されているように、トランクから VLAN 1 が削除されると、ユーザ データは送受信されなくなりますが、CDP や VTP などの制御プロトコルは、NMP によって引き続き VLAN 1 で転送されます。

また、このドキュメントの「[VLAN 1](#)」の項で説明されているように、CDP、VTP、および PAgP パケットは、トランキングされている場合は常に VLAN 1 で送信されます。dot1q カプセル化を使用している場合に、スイッチのネイティブ VLAN が変更されると、これらの制御フレームは VLAN 1 でタグ付けされます。ルータへの dot1q トランキングが有効で、スイッチのネイティブ VLAN が変更されている場合、タグ付き CDP フレームを受信し、ルータに CDP ネイバーの可視性を提供するために、VLAN 1 にサブインターフェイスが必要になります。

注: dot1q では、ネイティブ VLAN の暗黙的なタグgingによって生じるセキュリティ上の考慮が必要な場合があります。これは、ある VLAN から別の VLAN ヘルータを介さずにフレームを送信できる場合があるためです。詳細については、[Are there Vulnerabilities in VLAN Implementations?](#) を参照してください。この問題を回避するには、エンドユーザ アクセスに使用していない、トランクのネイティブ VLAN の VLAN ID を使用します。シスコのお客様のほとんどは、トランクのネイティブ VLAN を VLAN 1 のままとし、アクセスポートを VLAN 1 以外の VLAN に割り当てることで簡単にこの問題を解決しています。

トランキングモード

DTP は Dynamic ISL (DISL) の第 2 世代で、ISL フレームや 802.1Q フレームの送信に関する

各種パラメータ（設定済みのカプセル化タイプ、ネイティブ VLAN、ハードウェア機能など）を、トランクの両端にあるスイッチ間で一致させるために存在します。また、ポートとそのネイバーが一貫性のある状態を保つようにすることで、重大なセキュリティリスクになり得る、非トランクポートからのタグ付きフレームのフラグディングに対する保護の役割を果たします。

動作概要

DTP は、スイッチポートとそのネイバーとの間で設定パラメータをネゴシエートする L2 プロトコルです。DTP では別のマルチキャスト MAC アドレス（01-00-0c-cc-cc-cc）と SNAP プロトコルタイプ 0x2004 が使用されます。次の表に、設定モードの要約を示します。

モード	機能	DTP フレーム送信	最終状態 (ローカルポート)
Auto	ポートは自発的にリンクをトランクに変換しようとしています。隣接ポートが on または desirable モードに設定されている場合、ポートはトランクポートになります。	送信する、定期的	トランキング
	ポートを永続的なトランキングモードにし、リンクをトランクに変換するようにネゴシエートします。隣接ポートが変更同意しなくても、ポートはトランクポートになります。	送信する、定期的	トランキング、無条件
Nonegotiate	ポートを永続的なトランキングモードにしますが、ポートが DTP フレームを生成しないようにします。トランクリンクを確立するには、ネイバーポートを手動でトランクポートとして設定する必要があります。これはデバイスが DTP をサポートしていない場合に役立ちます。	なし	トランキング、無条件
	リンクからトランクリンクへの変換をポートに積極的に試行させます。隣接ポートが on、desirable、	送信する、定期的	リモートモードが on、auto、または desirable の場合のみ

	または auto モードに設定されている場合、ポートはトランクポートになります。		、トランキング状態になります。
	ポートを永続的な非トランキング モードにし、リンクを非トランク リンクに変換するようにネゴシエートします。隣接ポートが変更に同意しない場合でも、ポートは非トランク ポートになります。	定常状態では送信しない。ただし、on からの変更後、リモート エンドでの検出を迅速化するために通知を送信する。	非トランキング

このプロトコルには次のような特徴があります。

- DTP ではポイントツーポイント接続が前提となっており、シスコ デバイスではポイントツーポイントの 802.1Q トランク ポートのみサポートしています。
- DTP ネゴシエーションの間、ポートは STP に参加しません。ポートは、3 つの DTP タイプ (access、ISL、802.1Q) のいずれかになって初めて STP に追加されます。PAgP が設定されている場合、ポートが STP に参加する前に実行されるプロセスは PAgP です。
- ポートが ISL モードでトランキングしている場合、DTP パケットは VLAN 1 に送信されます。それ以外の場合 (802.1Q トランキングまたは非トランキング ポートの場合) はネイティブ VLAN に送信されます。
- desirable モードでは、DTP パケットは VTP ドメイン名 (アップするにはネゴシエートされたトランクと一致している必要あり) に加えて、トランク設定と **admin status** を転送します。
- メッセージは、ネゴシエーション中は 1 秒ごとに送信され、その後は 30 秒ごとに送信されます。
- on、non negotiate、および off の各モードでは、ポートの最終的な状態が明示的に指定されることを理解してください。設定が正しくないと、一方がトランキングで、もう一方がトランキングでない、整合性のない危険な状態になる可能性があります。
- on、auto、または desirable モードのポートでは DTP フレームが定期的送信されます。auto または desirable モードのポートは、DTP パケットを 5 分間受信しなかった場合、非トランクに設定されます。

ISL の詳細については、[Catalyst 5500/5000 および 6500/6000 ファミリースイッチでの ISL トランキングの設定 \[英語\]](#) を参照してください。802.1Q の詳細については、[Cisco CatOS システム ソフトウェアによる 802.1Q カプセル化を使用した Catalyst 4500/4000、5500/5000、および 6500/6000 シリーズ スイッチ間のトランキング \[英語\]](#) を参照してください。

推奨事項

シスコではリンクの両端でトランク設定を明示的に desirable に設定することを推奨しています。このモードでは、on モードとは異なり、ネットワーク オペレータは、ポートがアップしてトランキング状態にあるという syslog メッセージとコマンドライン ステータス メッセージを信頼できます。on モードでは、ネイバーの設定が正しくない場合でも、ポートがアップしているように見せることができます。また、desirable モードのトランクでは、リンクの一方がトランクになれない場合や、トランク状態でなくなった場合にも安定して動作します。desirable モードに設定するには、次のコマンドを発行します。

```
set trunk mod/port desirable ISL | dot1q
```

注: すべての非トランク ポートでトランクを off に設定してください。こうすれば、ホスト ポートの起動時の無駄なネゴシエーション時間を削除できます。このコマンドは、[set port host](#) コマンドを使用した場合にも実行されます。詳細については、「[STP](#)」の項を参照してください。特定範囲のポートでトランクを無効にするには、次のコマンドを発行します。

```
set trunk port range off
```

!--- Ports are not trunking; part of the set port host command.

その他のオプション

お客様がよく使用されるその他の設定として、ディストリビューション レイヤでのみ desirable モードを使用し、アクセス レイヤでは最も簡単なデフォルト設定 (auto モード) を使用する方法があります。

Catalyst 2900XL などの一部のスイッチ、Cisco IOS ルータ、または他のベンダーのデバイスでは現在、DTP によるトランク ネゴシエーションはサポートされていません。Catalyst 4500/4000、5500/5000、および 6500/6000 スイッチで nonegotiate モードを使用すると、それらのデバイスで無条件にポートをトランクに設定できます。これは、キャンパス全体での共通の設定による標準化に有効です。また、nonegotiate モードを実装して、「全体的な」リンクの初期化時間を短縮することもできます。

注: チャンネル モードや STP 設定などの要因も、初期化時間に影響することがあります。

nonegotiate モードに設定するには、次のコマンドを発行します。

```
set trunk mod/port nonegotiate ISL | dot1q
```

ブリッジングを実行しているときに、on モードで受信した DTP フレームの一部がトランク ポートに戻される場合があるので、Cisco IOS ルータに接続している場合は nonegotiate を使用することを推奨します。DTP フレームを受信すると、スイッチ ポートは不必要な再ネゴシエーションを試みます (つまり、トランクがいったんダウンして再度アップします)。nonegotiate が有効になっている場合、スイッチは DTP フレームを送信しません。

スパニング ツリー プロトコル

基本的な考慮事項

スパニング ツリー プロトコル (STP) は、冗長なスイッチド ネットワークおよびブリッジ型ネットワークにおいてループのない L2 環境を維持します。STP がないと、フレームは無限に増加しながらループし続け、その結果、大量のトラフィックによってブロードキャスト ドメイン内のすべてのデバイスで絶えず割り込みが発生し、ネットワークがメルトダウンします。

STP には当初はソフトウェアベースの低速なブリッジ仕様 (IEEE 802.1d) のために開発された

成熟したプロトコルという側面がありますが、一方で、多数の VLAN が存在し、ドメイン内に多くのスイッチがあり、マルチベンダー サポートや新しい IEEE 拡張機能を取り込んだ大規模なスイッチド ネットワークにも十分に実装できるほど複雑でもあります。

今後の参考のために述べると、CatOS 6.x には、MISTP、ループガード、ルートガード、BPDU 到達時間のスキュー検出などの STP の新機能が今後も追加されます。また、CatOS 7.x では、IEEE 802.1s 共有スパニング ツリーや IEEE 802.1w 高速コンバージェンス スパニング ツリーなどの今後標準化されるプロトコルが使用可能になります。

動作概要

VLAN ごとに、最も小さいルート ブリッジ ID (BID) のスイッチがルート ブリッジとして選択されます。BID は、ブリッジ プライオリティとスイッチの MAC アドレスを組み合わせたものです。

最初にすべてのスイッチから BPDU が送信されます。BPDU には各スイッチの BID とそのスイッチに到達するためのパス コストが含まれています。これで、ルート ブリッジとルートへの最小コスト パスを決定できます。ルートからの BPDU に含まれている追加の設定パラメータによってローカルに設定されたパラメータがオーバーライドされ、ネットワーク全体で一貫性のあるタイマーを使用できます。

続いて、次の手順でトポロジの統合が行われます。

1. スパニング ツリー ドメイン全体で 1 つのルート ブリッジが選択されます。
2. すべての非ルート ブリッジでルート ポート (ルート ブリッジに面するポート) が 1 つ選択されます。
3. すべてのセグメントで、BPDU を転送するための指定ポートが 1 つ選択されます。
4. 非指定ポートがブロッキング状態になります。

詳細については、[スパニング ツリーの設定 \[英語\]](#) を参照してください。

基本タイマーのデフォルト (秒)	名前	機能
2	Hello	BPDU の送信を制御します。
15	Forward Delay	ポートがリスニングまたはラーニング状態にとどまる時間を制御し、トポロジ変更プロセスに影響を与えます (次の項を参照) 。
20	Max age	スイッチが代替パスの検索を始める前に、現在のトポロジを維持する時間を制御します。Max age 秒を経過すると、BPDU は古いと見なされ、スイッチはブロッキング ポートのプールから新しいルート ポートを探します。使用可能なブロックされたポートがない場合、スイッチは指定ポートで自身がルートになることを宣言します。

ポートの状態	意味	次の状態に移行するデフォルトのタイミング
Disabled	管理上ダウンされています。	N/A
Blocking	BPDUを受信し、ユーザデータは停止されます。	BPDUの受信をモニタします。Maxageが期限切れになるまで20秒待ちます。直接リンクまたはローカルリンク障害が検出された場合は即座に変更されます。
	BPDUを送受信し、ブロッキング状態に戻る必要があるかどうかチェックされます。	Fwddelay タイマー (15秒待機)
	トポロジおよびCAMテーブルが構築されます。	Fwddelay タイマー (15秒待機)
	データを送受信します。	
	基本的なトポロジ変更にかかる合計時間：	Maxageが期限切れになるまで待つ場合は $20 + 2(15) = 50$ 秒。直接リンク障害の場合は30秒

STPのBPDUには、コンフィギュレーションBPDUとトポロジ変更通知(TCN)BPDUの2種類があります。

コンフィギュレーションBPDUのフロー

コンフィギュレーションBPDUは、スパニングツリーの状態を維持するために、Helloインターバルごとにルートブリッジのすべてのポートから発信され、すべてのリーフスイッチに渡されます。定常状態では、BPDUフローは単方向です。つまり、ルートポートとブロッキングポートはコンフィギュレーションBPDUを受信するだけで、指定ポートはコンフィギュレーションBPDUを送信するだけです。

ルートからのBPDUがスイッチで受信されるたびに、新しいBPDUがCatalystの中央NMPで処理され、ルート情報を含んだ状態で送信されます。つまり、ルートブリッジが失われた場合、またはルートブリッジへのすべてのパスが失われた場合、(maxageタイマーによる再選択が開始されるまで)BPDUの受信が停止します。

TCNBPDUのフロー

TCNBPDUは、スパニングツリーでトポロジの変更が検出されると、リーフスイッチから発信され、ルートブリッジに向けて送信されます。ルートポートはTCNを送信するだけで、指定ポートはTCNを受信するだけです。

TCNBPDUはルートブリッジに向かって進み、各ステップで確認応答されるため、これは信頼性の高いメカニズムです。TCNBPDUがルートブリッジに到達すると、ルートブリッジはTCN

フラグが `maxage + fwwdelay` 時間 (デフォルトでは 35 秒間) に設定されたコンフィギュレーション BPDU を発信し、変更が行われたことをドメイン全体に通知します。この結果、すべてのスイッチの通常の CAM エージング タイムが (デフォルトの) 5 分から `fwwdelay` で指定された間隔 (デフォルトでは 15 秒) に変更されます。詳細については、[スパニング ツリー プロトコル トポロジの変更について \[英語\]](#) を参照してください。

スパニング ツリーのモード

VLAN をスパニング ツリーと関連付ける方法には次の 3 つの方法があります。

- すべての VLAN で 1 つのスパニング ツリーを実行する、つまりモノ スパニング ツリー プロトコル (IEEE 802.1Q など)
- VLAN ごとに 1 つのスパニング ツリーを実行する、つまり共有スパニング ツリー (Cisco PVST など)
- 一連の VLAN ごとに 1 つのスパニング ツリーを実行する、つまりマルチ スパニング ツリー (Cisco MISTP や IEEE 802.1s など)

すべての VLAN に対してモノ スパニング ツリーを実行すると、アクティブなトポロジが 1 つだけになるため、ロード バランシングは行われません。STP のブロックされたポートはすべての VLAN をブロックし、データを伝送しません。

VLAN ごとに 1 つのスパニング ツリーを実行すると、ロード バランシングは可能になりますが、VLAN の数が増えるに従って BPDU に必要な CPU 処理も増えます。CatOS リリース ノートに、スイッチごとにスパニング ツリーで推奨される論理ポートの数についてのガイダンスが記載されています。たとえば、Catalyst 6500/6000 Supervisor Engine 1 での公式は次のとおりです。

ポートの数 + (トランクの数 X トランク上の VLAN の数) < 4000

Cisco MISTP と新しい 802.1s 規格では、アクティブな STP インスタンスまたはトポロジを 2 つだけ定義し、すべての VLAN を 2 つのツリーのどちらかにマッピングできます。この手法を使用すると、ロード バランシングを有効にししながら、STP を何千もの VLAN に拡張できます。

BPDU のフォーマット

IEEE 802.1Q 規格をサポートするために、既存の Cisco STP 実装が拡張され、IEEE 802.1Q モノ スパニング ツリー領域にわたるトンネリングのサポートが追加されて PVST+ になりました。そのため、PVST+ は、IEEE 802.1Q MST プロトコルと Cisco PVST プロトコルの両方と互換性があり、特別なコマンドや設定は必要ありません。また、PVST+ には、スイッチ間でポート トランキングと VLAN ID の設定が一致していることを保証する検証メカニズムがあります。

PVST+ プロトコルの動作には、次のような特徴があります。

- PVST+ は、802.1Q トランク上のいわゆる Common Spanning Tree (CST) を通じて 802.1Q モノ スパニング ツリーと相互運用できます。CST は常に VLAN 1 にあるため、他のベンダーと相互運用するためにはトランク上でこの VLAN を有効にする必要があります。CST BPDU は、常にタグなしで IEEE 規格ブリッジ グループ (MAC アドレス 01-80-c2-00-00-00、DSAP 42、SSAP 42) に送信されます。完全を期すために付け加えると、BPDU のパラレル セットが VLAN 1 の Cisco Shared Spanning Tree MAC アドレスにも送信されます。
- PVST+ では、802.1Q VLAN 領域全体で PVST BPDU がマルチキャスト データとしてトンネリングされます。Cisco Shared Spanning Tree BPDU は、トランク上の VLAN ごとに MAC

アドレス 01-00-0c-cc-cc-cd (SNAP HDLC プロトコル タイプ 0x010b) に送信されます。BPDU はネイティブ VLAN ではタグなしで、その他すべての VLAN ではタグ付きです。

- PVST+ はポートと VLAN の不一致をチェックします。PVST+ は転送ループを避けるために、一致しない BPDU を受信したポートをブロックします。また、設定の不一致が見つかった場合は、syslog メッセージでユーザに通知します。
- PVST+ は、ISL トランクで PVST を実行している既存のシスコ スイッチと下位互換性があります。ISL カプセル化 BPDU は、引き続き IEEE MAC アドレスを使用して送受信されます。つまり、各 BPDU タイプはリンクローカルであり、変換の問題は発生しません。

推奨事項

Catalyst スイッチはすべて、デフォルトで STP が有効になります。これは、L2 ループを含めない設計を選択したために、ブロックされたポートがアクティブに維持されるという意味で STP が有効でない場合でも推奨されます。

```
set spantree enable all
!--- This is the default.
```

シスコでは、次のような理由から STP を有効にしておくことを推奨しています。

- パッチのミスやケーブル不良などによってループが発生した場合、STP により、マルチキャスト データやブロードキャスト データによってネットワークに悪影響が生じるのを防ぐことができます。
- EtherChannel の障害に対する保護。
- STP はほとんどのネットワークで設定されているため、現場で広く利用されています。広く利用されるのは、コードが安定しているからです。
- 二重接続された NIC の動作不良 (またはサーバ上で有効になっているブリッジング) に対する保護。
- PAgP、IGMP スヌーピング、トランキングなど、多くのプロトコルのソフトウェアは STP と密接に関係しているため、STP を無効にした状態で実行すると、望ましくない結果が生じることがあります。

安定性に悪影響を及ぼすことがあるため、タイマーは変更しないでください。展開されているネットワークの大部分は調整されていません。コマンドラインからアクセス可能な Hello インターバルや Maxage などの単純な STP タイマーはそれ自体、その他の装備された組み込みタイマーを複雑に組み合わせて構成されています。そのため、すべての影響を考慮しながらタイマーを調整するのは困難です。さらに、[UDLD](#) による保護の効果が失われるおそれがあります。

ユーザトラフィックと管理 VLAN を分離するのが理想的です。特に古い Catalyst スイッチ プロセッサでは、管理 VLAN とユーザ データを分離することで、STP に関する問題を回避する必要があります。正常に動作しない 1 台のエンドステーションからのブロードキャスト パケットによってスーパーバイザ エンジン プロセッサがビジー状態になり、1 つまたは複数の BPDU が失われる可能性があります。ただし、より強力な CPU を搭載し、スロットリングを制御できる新しいスイッチを使用すれば、この問題は緩和されます。詳細については、このドキュメントの「[インバンド管理](#)」の項を参照してください。

冗長性を過剰に設計しないでください。結果的に、大量のブロッキング ポートにより長期的な安定性に悪影響が生じる、トラブルシューティングの悪夢につながる可能性があります。SPT 全体の直径は 7 ホップ未満にしてください。可能な場合は、設計時にはシスコのマルチレイヤ モデルに基づき、より小さいスイッチド ドメイン、STP トライアングル、および確定的なブロックされ

たポートを使用してください ([ギガビット キャンパス ネットワーク設計：基本方針とアーキテクチャ](#) [英語] を参照)。

ルート機能とブロックされたポートの位置を動かして把握し、それらの位置をトポロジ図に記入してください。STP のトラブルシューティングはブロックされたポートから始まります。多くの場合、ポートがブロッキング ステートからフォワーディング ステートに変わった理由が根本原因の分析の重要な部分となります。ルートまたはセカンダリ ルートの位置にはディストリビューション レイヤとコア レイヤを選択してください。これは、これらのレイヤがネットワークの最も安定した部分だと考えられているためです。L2 データ転送パスに最適な L3 および HSRP のオーバーレイを確認します。次のコマンドは、ブリッジ プライオリティを設定するためのマクロです。root を指定すると、ブリッジ プライオリティがデフォルト (32768) よりもはるかに小さい値に設定され、root secondary を指定すると、デフォルトよりも適度に小さい値に設定されます。

```
set spantree root secondary vlan range
```

注: このマクロは、ルート プライオリティを 8192 (デフォルト)、現在のルート プライオリティ - 1 (別のルート ブリッジがわかっている場合)、または現在のルート プライオリティ (自身の MAC アドレスが現在のルートよりも小さい場合) のいずれかに設定します。

不要な VLAN をトランク ポートからプルーニングしてください (双方向で実施)。プルーニングすることで STP の直径が制限され、特定の VLAN を必要としないネットワーク部分で NMP 処理のオーバーヘッドが小さくなります。VTP の自動プルーニングでは、STP はトランクから削除されません。詳細については、このドキュメントの「[VTP](#)」の項を参照してください。CatOS 5.4 以降を使用している場合、デフォルトの VLAN 1 もトランクから削除できます。

詳細については、『[スパニング ツリー プロトコルの問題点と設計上の考慮事項](#)』を参照してください。

[その他のオプション](#)

シスコには VLAN ブリッジという別の STP もあります。このプロトコルは、宛先 MAC アドレス 01-00-0c-cd-cd-ce、およびプロトコル タイプ 0x010c を使用して動作します。

これは、VLAN で実行されている IEEE スパニング ツリー インスタンスの動作を妨げることなく、それらの VLAN 間でルーティング不能プロトコルやレガシー プロトコルをブリッジする必要がある場合に最も役立ちます。非ブリッジ トラフィック用の VLAN インターフェイスで L2 トラフィックがブロックされるようになると (これは、VLAN インターフェイスが IP VLAN と同じ STP に参加している場合は容易に発生します)、オーバーレイしている L3 トラフィックも誤ってプルーニングされます。これは望ましくない副作用です。そのため、VLAN ブリッジはブリッジ プロトコルの STP とは異なるインスタンスになっており、IP トラフィックに影響を与えずに操作できる別のトポロジが提供されます。

シスコでは、MSFC などのシスコ ルータで VLAN 間のブリッジングが必要な場合に、VLAN ブリッジを実行することを推奨しています。

[PortFast](#)

PortFast を使用すると、アクセス ポート上での通常のスパニング ツリーの動作がバイパスされるため、エンドステーションと、リンクの初期化後にエンドステーションが接続する必要があるサービス間の接続時間が短縮されます。IPX/SPX などの一部のプロトコルでは、GNS 問題を回

避するために、リンク ステートがアップになった直後にアクセス ポートがフォワーディング モードになっていることが重要です。

詳細については、[PortFast と他のコマンドを使用したワークステーションの接続始動遅延の修復 \[英語\]](#) を参照してください。

動作概要

PortFast では、リンクが稼働中であることが確認された後、ポートをブロッキングからフォワーディング モードに直接移行することにより、STP の通常のリスニング ステートとラーニング ステートが省略されます。この機能が有効になっていない場合、ポートがフォワーディング モードに移行できることが STP によって確認されるまで、ユーザ データはすべて廃棄されます。これには、ForwardDelay の 2 倍の時間 (デフォルトでは合計 30 秒) がかかることがあります。

PortFast モードには、ポート状態がラーニングからフォワーディングに移行するたびに STP TCN が生成されるのを防ぐ効果もあります。TCN 自体は問題ではありませんが、TCN の波がルートブリッジに押し寄せると (朝に人々が一斉に PC の電源を入れた場合など)、コンバージョン時間が不必要に長くなることがあります。

STP PortFast は、マルチキャスト CGMP ネットワークと Catalyst 5500/5000 MLS ネットワークでは特に重要です。これらの環境では、TCN が原因で静的な CGMP CAM テーブル エントリがエージアウトし、その結果、次の IGMP レポートまでマルチキャスト パケットが失われる可能性があります。また、その後再構築される必要がある MLS キャッシュ エントリがフラッシュされ、キャッシュのサイズによってはルータの CPU スパイクが発生することがあります (Catalyst 6500/6000 の MLS 実装と、IGMP スヌーピングから学習したマルチキャスト エントリは影響を受けません)。

推奨事項

シスコでは、すべてのアクティブなホスト ポートに対しては STP PortFast を有効にし、スイッチ間リンクおよび未使用のポートに対しては無効にすることを推奨しています。

トランキングとチャネリングも、すべてのホスト ポートで無効にする必要があります。各アクセスポートではトランキングとチャネリングがデフォルトで有効になっていますが、ホストポートでは設計上、スイッチのネイバーは想定されていません。これらのプロトコルをネゴシエート対象のままにしておくと、その後のポートのアクティベーションの遅延によって、ワークステーションからの初期パケット (DHCP 要求など) が転送されないという望ましくない状況が発生することがあります。

CatOS 5.2 では、マクロ コマンド [set port host port range](#) が導入されています。このコマンドはアクセスポートに次の設定を実装し、自動ネゴシエーションと接続のパフォーマンスを大幅に向上させます。

```
set port host port range
!--- Macro command for these commands: set spantree portfast port range enable set trunk port
range off set port channel port range mode off
```

注: PortFast を設定しても、それらのポートでスパニング ツリーがまったく実行されないわけではありません。BPDU は通常どおり送受信されて、処理されます。

[その他のオプション](#)

PortFast BPDU ガード機能は、非トランキング ポートで BPDU を受信した場合にそのポートを errdisable 状態に移行することでループを防止します。

PortFast に設定されたアクセス ポートでは、BPDU パケットを受信できません。これは、ホストポートはスイッチに接続できないためです。BPDU が確認される場合、設定が無効であり、危険な可能性もあるので管理上の措置が必要です。BPDU ガード機能を有効にすると、BPDU を受信する PortFast が設定されたインターフェイスは、STP のブロッキング ステートに設定される代わりに、スパニング ツリーによってシャットダウンされます。

次のコマンドはポート単位ではなく、スイッチ単位で機能します。

```
set spantree portfast bpdu-guard enable
```

ポートがダウンすると、SNMP トラップまたは syslog メッセージによってネットワーク マネージャに通知されます。errdisabled ポートに対して自動回復時間を設定することもできます。詳細については、このドキュメントの「[UDLD](#)」の項を参照してください。詳細については、『[スパニング ツリー PortFast BPDU ガード機能拡張](#)』を参照してください。

注: トランク ポート用の PortFast は CatOS 7.x で導入されましたが、以前のリリースのトランクポートには効果がありません。トランク ポート用の PortFast は、L3 ネットワークのコンバージェンス時間が長くなるように設計されています。この機能を補完するため、CatOS 7.x では PortFast BPDU ガードをポート単位で設定する機能も導入されています。

[UplinkFast](#)

UplinkFast は、ネットワーク アクセス レイヤで直接リンク障害が発生したときに、迅速な STP コンバージェンスを実現します。UplinkFast では STP は変更されません。その目的は、通常は 30 秒かかるコンバージェンス時間を、特定の環境において 3 秒未満に短縮することにあります。詳細については、『[UplinkFast 機能の説明と設定](#)』を参照してください。

[動作概要](#)

アクセス レイヤでシスコのマルチレイヤ設計モデルを使用すると、フォワーディング アップリンクが失われた場合、ブロッキング アップリンクはリスニング ステートとラーニング ステートを待たずに、すぐにフォワーディング ステートになります。

アップリンク グループは VLAN 単位のポートのセットで、ルート ポートおよびバックアップ ルート ポートと見なすことができます。通常の条件下では、ルート ポートはアクセス ポートからルート ポートへの接続を確立しています。何らかの理由でこのプライマリ ルート接続に障害が発生した場合、通常の 30 秒間のコンバージェンス遅延なしに、即時にバックアップ ルート リンクが使用可能になります。

このため、通常の STP トポロジ変更処理プロセス (リスニングとラーニング) が事実上バイパスされるので、代替のトポロジ修正メカニズムを使用して、ローカル エンドステーションが代替パスを介して到達できるドメイン内のスイッチをアップデートする必要があります。また、UplinkFast を実行しているアクセス レイヤ スイッチは、CAM 内の MAC アドレスごとにマルチキャスト MAC アドレス (01-00-0c-cd-cd-cd、HDLC プロトコル 0x200a) 宛てのフレームを生成し、新しいトポロジに関係するドメイン内の全スイッチの CAM テーブルを更新します。

推奨事項

シスコでは、ブロックされたポートを持つスイッチ（通常はアクセスレイヤのスイッチ）に対して UplinkFast を有効にすることを推奨しています。バックアップルートリンクの暗黙的なトポロジ情報を持たないスイッチ（シスコのマルチレイヤ設計では通常、ディストリビューションスイッチとコアスイッチ）では使用しないでください。この機能は実稼働ネットワークを中断せずに追加できます。UplinkFast を有効にするには、次のコマンドを発行します。

```
set spantree uplinkfast enable
```

このコマンドはまた、ブリッジプライオリティを高い値に設定して、設定対象のスイッチがルートブリッジになるリスクを最小限に抑え、ポートプライオリティを高い値に設定して、指定ポートになるリスクを最小限に抑えます。スイッチがルートブリッジや指定ポートになると機能が破綻します。UplinkFast が有効になっていたスイッチを復元する場合は、この機能を無効にし、「clear uplink」を使用してアップリンクデータベースをクリアして、ブリッジプライオリティを手動で復元する必要があります。

注: プロトコルフィルタリング機能を有効にする場合は、UplinkFast コマンドの **all protocols** キーワードを指定する必要があります。プロトコルフィルタリングが有効な場合、CAM には MAC および VLAN 情報とともにプロトコルタイプが記録されるため、UplinkFast フレームは各 MAC アドレスのプロトコルごとに生成する必要があります。rate キーワードでは、UplinkFast トポロジアップデートフレームの 1 秒間のパケット数を指定します。デフォルトが推奨されています。Rapid STP (RSTP) や IEEE 802.1w には BackboneFast がネイティブに含まれており、RSTP では自動的に有効になるので、BackboneFast を設定する必要はありません。

BackboneFast

BackboneFast は間接リンク障害からの迅速なコンバージェンスを実現します。STP にこの機能を追加すると、通常はコンバージェンス時間がデフォルトの 50 秒から 30 秒に短縮されます。

動作概要

BackboneFast 機能は、スイッチのルートポートまたはブロックされたポートが代表ブリッジから下位 BPDU を受信すると動作を開始します。この状況は、ダウンストリームスイッチがルートへの接続を失い、新しいルートを選択するために自身の BPDU の送信を開始すると発生します。下位 BPDU では、1 つのスイッチがルートブリッジと代表ブリッジの両方として識別されません。

通常のスパニングツリールールでは、受信側スイッチは、設定された最大エージングタイム（デフォルトでは 20 秒）が経過するまで下位 BPDU を無視します。ただし、BackboneFast が有効な場合、スイッチは下位 BPDU をトポロジが変更されたことを示す信号として認識し、Root Link Query (RLQ) BPDU を使用して、ルートブリッジへの代替パスがあるかどうか確認します。このプロトコルを追加することで、スイッチはルートがまだ使用可能かどうか確認でき、ブロックされたポートがより短時間でフォワーディングステートに移行され、下位 BPDU を送信している独立スイッチにルートがまだ存在することが通知されます。

このプロトコルの動作には次のような特徴があります。

- スwitchはルートポートからのみ RLQ パケットを送信します（つまり、ルートブリッジに

向けて送信されます)。

- RLQ を受信するスイッチは、自身がルート スイッチの場合、またはルートとの接続を失ったことを認識している場合に応答できます。これらの情報を持っていないスイッチは、ルートポートからクエリを転送する必要があります。
- ルートへの接続を失っているスイッチは、このクエリに対して否定応答する必要があります。
- 応答はクエリの発信元のポートからのみ送信する必要があります。
- ルート スイッチはこのクエリに対して常に肯定応答する必要があります。
- 非ルート ポートで受信された応答は廃棄されます。

Maxage が期限切れになるまで待つ必要がないため、STP コンバージェンス時間は最大 20 秒短縮できます。

詳細については、[Catalyst スイッチ上の BackboneFast の概要と設定 \[英語\]](#) を参照してください、

推奨事項

シスコでは、STP を実行しているすべてのスイッチで BackboneFast を有効にすることを推奨しています。この機能は実稼働ネットワークを中断せずに追加できます。BackboneFast を有効にするには、次のコマンドを発行します。

```
set spantree backbonefast enable
```

注: このグローバル レベル コマンドは、すべてのスイッチで認識される必要がある機能を STP プロトコルに追加するため、ドメイン内のすべてのスイッチで設定する必要があります。

その他のオプション

BackboneFast は 2900XL および 3500 ではサポートされていません。スイッチ ドメインに、Catalyst 4500/4000、5500/5000、および 6500/6000 スイッチに加えてこれらのスイッチがある場合は BackboneFast を有効にしないでください。

RSTP や IEEE 802.1w には BackboneFast がネイティブに含まれており、RSTP では自動的に有効になるので、BackboneFast を設定する必要はありません。

スパニング ツリー ループ ガード

ループ ガードは、STP に対するシスコ独自の最適化機能です。ループ ガードは、次の原因で発生するループから L2 ネットワークを保護します。

- ネットワーク インターフェイスの誤動作
- CPU の過負荷
- BPDU の通常転送を妨害する要因

STP ループは、冗長なトポロジにおいてブロッキング ポートが誤ってフォワーディング ステートに移行すると発生します。この移行は通常、物理的に冗長なトポロジ内のポートの 1 つ (ブロッキング ポートとは限らない) が BPDU の受信を中断すると発生します。

ループ ガードは、スイッチがポイントツーポイント リンクによって接続されているスイッチド

ネットワークでのみ有効です。最近のキャンパス ネットワークやデータセンター ネットワークは、ほとんどがこのタイプのネットワークです。ポイントツーポイント リンクでは、下位 BPDU を送信するか、リンクをダウンしない限り、代表ブリッジは消えることはありません。STP ループ ガード機能は、Catalyst 4000 および Catalyst 5000 プラットフォーム用の CatOS バージョン 6.2(1) および Catalyst 6000 プラットフォーム用のバージョン 6.2(2) で導入されています。

ループ ガードの詳細については、『[ループ ガードと BPDU スキュー検出機能によるスパニング ツリー プロトコルの拡張機能](#)』を参照してください。

動作概要

ループ ガードは、ルート ポートや代替またはバックアップ用のルート ポートで BPDU が受信されているかどうかをチェックします。ポートで BPDU が受信されていない場合、ループ ガードはそのポートで BPDU の受信が再開されるまで、ポートを不整合状態 (ブロック) にします。不整合状態のポートは BPDU を送信しません。そのようなポートが BPDU を再び受信すると、ポート (およびリンク) は再び動作可能であると見なされます。ポートの loop-inconsistent 状態が解消します。このような復元は自動で行われるため、ポートの状態は STP によって決定されます。

ループ ガードは障害を切り離して、スパニング ツリーを障害リンクや障害ブリッジのない安定したトポロジに収束させます。ループ ガードは、使用中の STP バージョンの速度で STP ループを防止します。STP 自体 (802.1d または 802.1w) に依存関係はなく、STP タイマーの調整時の影響もありません。これらの理由により、ループ ガード機能がソフトウェアでサポートされている場合は、STP に依存するトポロジに UDLD とともにループ ガードを実装してください。

Loop Guard によって loop-inconsistent ポートがブロックされると、次のメッセージが表示されます。

```
set spantree backbonefast enable
```

STP loop-inconsistent ステートのポートで BPDU が受信されると、そのポートは別の STP ステートに移行します。受信された BPDU に従って自動的にリカバリが行われるため、操作は不要です。リカバリ後、次のメッセージがログに記録されます。

```
set spantree backbonefast enable
```

その他の STP 機能との相互作用

- **ルート ガード** ルート ガードでは、ポートが常に強制的に指定されます。ループ ガードは、ポートがルート ポートか代替ポートの場合にのみ有効です。これらの機能は相互排他的です。ループ ガードとルート ガードを 1 つのポートで同時に有効にすることはできません。
- **UplinkFast** ループ ガードは UplinkFast と互換性があります。ループ ガードによってルート ポートがブロック ステートに設定されると、UplinkFast によって新しいルート ポートがフォーワーディング ステートに設定されます。また、UplinkFast によって loop-inconsistent ステートのポートがルート ポートとして選択されることはありません。
- **BackboneFast** ループ ガードは BackboneFast と互換性があります。代表ブリッジからの下

位 BPDU を受信すると、BackboneFast がトリガーされます。BPDU はこのリンクから受信されるので、ループガードはアクティブになりません。そのため、BackboneFast とループガードには互換性があります。

- **PortFast**PortFast では、リンクアップするとすぐにポートがフォワーディング指定ステートに移行します。PortFast が有効なポートは、ルートポートや代替ポートにはなれないため、ループガードと PortFast は相互排他的です。
- **PAgP**ループガードでは、STP に認識されているポートが使用されます。そのため、ループガードでは、PAgP で実現される論理ポートの抽象化を利用できます。ただし、チャンネルを形成するためには、チャンネルにグループ化されているすべての物理ポートの設定に互換性がある必要があります。PAgP は、チャンネルを形成するために、すべての物理ポート上でルートガードの設定を均一にします。注: EtherChannel にループガードを設定するときには、次の点に注意が必要です。STP は、BPDU を送信するためにチャンネル内で最初に動作可能なポートを常に選択します。そのリンクが単方向になると、チャンネルの他のリンクが正しく機能している場合でも、ループガードによってそのチャンネルがブロックされます。ループガードですでにブロックされているポートがチャンネルを形成するためにグループ化されると、STP ではそれらのポートの状態情報がすべて失われます。新しいチャンネルポートは、指定された権限を使用してフォワーディングステートに移行できます。チャンネルがループガードによってブロックされ、チャンネルが切断されると、STP からすべての状態情報が失われます。チャンネルを形成していた 1 つ以上のリンクが単方向である場合も、各物理ポートは指定された権限を使用してフォワーディングステートに移行できます。このリストの最後の 2 つのケースでは、UDLD が障害を検出するまでループが発生する可能性があります。ループガードはループを検出できません。

ループガードと UDLD 機能の比較

ループガードの機能と UDLD 機能は部分的にオーバーラップしています。どちらも、単方向リンクによって生じる STP の障害から保護しますが、この 2 つの機能では、問題に対するアプローチが異なり、機能も異なります。具体的には、BPDU を送信しない CPU によって発生する障害のように、UDLD では検出できない特定の単方向障害があります。さらに、アグレッシブ STP タイマーおよび RSTP モードを使用すると、UDLD が障害を検出する前にループが発生することがあります。

ループガードは、共有リンクやリンクがリンクアップ時から単方向である状況では機能しません。リンクがリンクアップ時から単方向である場合、ポートは BPDU を受信することなく、指定ポートになります。この動作は正常である場合もあるため、このケースはループガードの対象にはなりません。UDLD では、そのようなシナリオでも保護されます。

最高レベルの保護を実現するためには、UDLD とループガードの両方を有効にします。ループガードと UDLD の機能比較については、『[ループガードと BPDU スキュー検出機能によるスパニングツリープロトコルの拡張機能](#)』の「[Loop Guard vs. Unidirectional Link Detection](#)」を参照してください。

推奨事項

シスコでは、物理的ループのあるスイッチネットワークでは、ループガードをグローバルに有効にすることを推奨しています。Catalyst ソフトウェアバージョン 7.1(1) 以降では、すべてのポートでループガードをグローバルに有効にできます。この機能は事実上、すべてのポイントツーポイントリンクで有効になります。リンクのデュプレックスステータスによってポイントツーポイントリンクが検出されます。全二重の場合、リンクはポイントツーポイントであると見なさ

れます。ループガードをグローバルに有効にするには、次のコマンドを発行します。

```
set spantree global-default loopguard enable
```

その他のオプション

グローバルなループガード設定がサポートされていないスイッチの場合は、ポートチャネルのポートを含む、個々のすべてのポートでこの機能を有効にします。指定ポートでループガードを有効にしても利点はありませんが、有効にしても問題はありません。さらに、有効なスパニングツリーの再コンバージェンスにより、指定ポートが実質的にルートポートに変わり、ループガード機能がこのポートに役立つことがあります。ループガードを有効にするには、次のコマンドを発行します。

```
set spantree guard loop mod/port
```

ループフリートポロジのネットワークでも、ループが偶発的に発生した場合にループガードが役立つことがあります。ただし、このタイプのトポロジでループガードを有効にすると、ネットワークの分離の問題が発生することがあります。ループフリートポロジを構築してネットワークの分離の問題を回避するには、次のコマンドを発行してループガードをグローバルに、または個別に無効にします。共有リンクではループガードを有効にしないでください。

-

```
set spantree global-default loopguard disable  
!--- This is the global default.
```

または

-

```
set spantree guard none mod/port  
!--- This is the default port configuration.
```

Spanning Tree Root Guard

ルートガード機能には、ネットワークにルートブリッジを強制的に配置する方法があります。ルートガード機能により、ルートガードが有効になっているポートが指定ポートになります。通常、ルートブリッジの2つ以上のポートが互いに接続されている場合を除き、ルートブリッジのポートはすべて指定ポートになります。ブリッジは、ルートガードが有効になっているポートで上位のSTP BPDUを受信すると、そのポートをroot-inconsistent STPステートに移行します。root-inconsistentステートは、実質的にはリスニングステートと同じです。このポートからはトラフィックは転送されません。このようにして、ルートガードはルートブリッジを強制的に配置します。ルートガードは、Catalyst 29xx、4500/4000、5500/5000、および6500/6000用のCatOSソフトウェアバージョン6.1.1以降で使用できます。

動作概要

ルートガードはSTPの組み込みメカニズムです。ルートガードには独自のタイマーはなく、BPDUの受信にのみ依存しています。ルートガードをポートに適用すると、そのポートはルートポートになれなくなります。BPDUを受信するとスパニングツリーのコンバージェンスがト

リガーされ、指定ポートがルートポートになり、そのポートが root-inconsistent ステートになります。このアクションは、syslog メッセージに次のように表示されます。

```
set spantree guard none mod/port
!--- This is the default port configuration.
```

ポートが上位の BPDU を送信しなくなると、ポートのブロックが再び解除されます。STP によって、ポートはリスニング ステートからラーニング ステートになり、最終的にはフォワーディング ステートに移行します。リカバリは自動的に行われるので、人の介入は不要です。次に syslog メッセージの例を示します。

```
set spantree guard none mod/port
!--- This is the default port configuration.
```

ルートガードはポートを強制的に指定ポートにしますが、ループガードはポートがルートポートか代替ポートの場合にのみ有効です。そのため、この2つの機能は相互排他的です。ループガードとルートガードを1つのポートで同時に有効にすることはできません。

詳細については、『[スパニング ツリー プロトコル ルート ガード機能拡張](#)』を参照してください。

推奨事項

シスコでは、直接管理下でないネットワーク デバイスに接続されているポートに対しては、ルートガード機能を有効にすることを推奨しています。ルートガード機能を設定するには、次のコマンドを発行します。

```
set spantree guard root mod/port
```

EtherChannel

EtherChannel テクノロジーを使用すると、複数のチャネル (Catalyst 6500/6000 では最大 8 チャネル) を 1 つの論理リンクに逆多重化できます。各プラットフォームでの実装はそれぞれ異なりますが、次の共通の要件を理解することが重要です。

- 複数のチャネル上で複数のフレームを統計的に多重化するアルゴリズム
- 単一インスタンスの STP を実行できるようにする 1 つの論理ポートの作成
- PAgP や Link Aggregation Control Protocol (LACP) などのチャネル管理プロトコル

フレーム多重化

EtherChannel には、コンポーネントの 10/100 リンクやギガビット リンク間でフレームを効率的に多重化するフレーム分散アルゴリズムが含まれています。プラットフォームごとのアルゴリズムの違いは、分散を決定するためのフレーム ヘッダー情報を抽出する機能が各ハードウェアのタイプによって異なるために生じます。

負荷分散アルゴリズムは、両方のチャネル制御プロトコルに対するグローバル オプションです。IEEE 規格では特定の分散アルゴリズムの使用が必須になっていないため、PAgP と LACP ではフ

フレーム分散アルゴリズムが使用されます。ただし、いずれの分散アルゴリズムでも、フレーム受信時にアルゴリズムによって特定のカンパセーションの一部であるフレームの順序が変わったり、フレームが重複したりすることはありません。

注: 次の情報を考慮する必要があります。

- Catalyst 6500/6000 は Catalyst 5500/5000 よりも新しいスイッチング ハードウェアを備えており、IP レイヤ 4 (L4) 情報をワイヤ スピードで読み取ることで、単純な MAC L2 情報の場合よりも、多重化に関してよりインテリジェントな判断を下すことができます。
- Catalyst 5500/5000 の機能は、モジュールに Ethernet Bundling Chip (EBC) が搭載されているかどうかによって決まります。各ポートの機能を確認するには、[show port capabilities mod/port](#) コマンドを使用します。

次の表に、リストされた各プラットフォームのフレーム分散アルゴリズムの詳細を示します。

プラットフォーム	チャンネル ロード バランシング アルゴリズム
Catalyst 5500/5000 シリーズ	<p>必要なモジュールを搭載した Catalyst 5500/5000 では、FEC¹ あたり 2 ~ 4 のリンクを接続できます。ただし、それらのリンクは同じモジュール上に存在する必要があります。送信元と宛先の MAC アドレス ペアに基づいてフレーム転送用のリンクが決定されます。送信元 MAC アドレスと宛先 MAC アドレスの最下位 2 ビットで X-OR 演算が行われます。この演算の結果は、次の 4 つのうちいずれかになります：(0 0)、(0 1)、(1 0)、または (1 1)。それぞれの値が FEC バンドル内の 1 つのリンクを指します。2 ポートの Fast EtherChannel の場合、X-OR 演算には 1 ビットだけが使用されます。状況によっては、送信元/宛先ペアのアドレスの 1 つが一定になることがあります。たとえば、宛先がサーバの場合がそうです。さらに可能性が高いのは宛先がルータの場合です。この場合、送信元アドレスが常に異なるため、統計的なロード バランシングが発生します。</p>
Catalyst 4500/4000 シリーズ	<p>Catalyst 4500/4000 の EtherChannel は、各フレームの送信元と宛先の MAC アドレスの下位ビットに基づいて、(単一モジュール上の) 1 つのチャンネル内のリンク間でフレームを分散させます。このアルゴリズムは Catalyst 5500/5000 よりも複雑で、MAC DA (バイト 3、5、6)、SA (バイト 3、5、6)、入力ポート、および VLAN ID の各フィールドの確定ハッシュが使用されます。フレーム分散方式は設定可能ではありません。</p>
Catalyst 6500/6000 シリーズ	<p>Supervisor Engine ハードウェアに応じて 2 種類のハッシュ アルゴリズムがあります。ハッシュはハードウェアに実装された 17 次多項式で、すべての場合に、MAC アドレス、IP アドレス、または IP TCP/UDP2 ポート番号が使用</p>

されて、3ビットの値を生成するためのアルゴリズムが適用されます。この処理は送信元アドレスと宛先アドレスの両方に対して個別に実行されます。その結果、XORで別の3ビット値が生成され、その値を使用して、パケットの転送に使用するチャンネル内のポートが決まります。Catalyst 6500/6000のチャンネルは、任意のモジュール上のポート（最大8ポート）の間で形成できます。

¹ FEC = Fast EtherChannel

² UDP = User Datagram Protocol

次の表は、さまざまな Catalyst 6500/6000 Supervisor Engine モデルでサポートされている分散方式と、それぞれのデフォルトの動作を示しています。

ハードウェア	説明	分散方式
WS-F6020 (L2 エンジン)	初期 Supervisor Engine 1	L2 MAC : SA、DA、 SA および DA
WS-F6020A (L2 エンジン) WS-F6K-PFC (L3 エンジン)	後期 Supervisor Engine 1 および Supervisor Engine1A/PFC1	L2 MAC : SA、DA、 SA および DA L3 IP : SA、DA、 SA および DA (デフォルト)
WS-F6K-PFC2	Supervisor Engine 2/PFC2 (CatOS 6.x が必要)	L2 MAC : SA、DA、 SA および DA L3 IP : SA、DA、 SA および DA (デフォルト) L4 セッション : S ポート、 D ポート、 S および D ポート (デフォルト)
WS-F6K-PFC3BXL WS-F6K-PFC3B WS-F6K-PFC3A	Supervisor Engine 720/PFC3A (CatOS 8.1.x が必要) Supervisor Engine 720/Supervisor Engine 32/PFC3B (CatOS 8.4.x が必要) Supervisor Engine 720/PFC3BXL (CatOS 8.3.x が必要)	L2 MAC : SA、DA、 SA および DA L3 IP : SA、DA、 SA および DA (デフォルト) L4 セッション : S ポート、 D ポート、 S および D ポート IP-VLAN-L4 セッション : SA、VLAN、 および S ポート、 DA、VLAN、 および D ポート、 SA、

		DA、VLAN、S ポート、および D ポート
--	--	-------------------------

注: L4 分散では、最初のフラグメント パケットが L4 分散を使用します。後続のパケットはすべて L3 分散を使用します。

他のプラットフォームでの EtherChannel のサポートの詳細、および各プラットフォームでの設定方法とトラブルシューティング方法については、次のドキュメントを参照してください。

- [Catalyst スイッチでの EtherChannel のロード バランシングと冗長性について](#)
- [CatOS システム ソフトウェアを実行している Catalyst 4500/4000、5500/5000、および 6500/6000 スイッチ間での EtherChannel の設定](#)
- [Catalyst 6500/6000 と Catalyst 4500/4000 間の LACP \(802.3ad \) の設定](#)
- [レイヤ 3 とレイヤ 2 の EtherChannel の設定 \[英語\]](#)

推奨事項

Catalyst 6500/6000 シリーズ スイッチでは、デフォルトで IP アドレスによるロード バランシングが実行されます。IP が主要なプロトコルであると仮定して、CatOS 5.5 ではこの方法を推奨します。ロード バランシングを設定するには、次のコマンドを発行します。

```
set port channel all distribution ip both
!--- This is the default.
```

Catalyst 4500/4000 および 5500/5000 シリーズの L2 MAC アドレスに基づくフレーム分散は、ほとんどのネットワークで使用できます。ただし、チャネルを介して通信している主なデバイスが 2 台だけの場合、すべてのトラフィックで同じリンクが使用されます (SMAC と DMAC が一定であるため)。これは通常、サーバのバックアップやその他の大きいファイルの転送、または 2 台のルータ間のトランジット セグメントに対して問題になることがあります。

論理集約ポート (agport) を SNMP を使用して単独のインスタンスとして管理し、総スループットの統計情報を収集することは可能ですが、シスコでは、フレーム分散メカニズムの動作状況をチェックし、統計的ロード バランシングが実現されているかどうかを確認するために、各物理インターフェイスを個別に管理することを推奨しています。

CatOS 6.x の新しいコマンドである [show channel traffic](#) コマンドでは、CatOS 5.x で [show counters mod/port](#) コマンドまたは [show mac mod/port](#) コマンドを使用して個々のポート カウンタをチェックする場合よりも簡単に分散統計情報のパーセンテージを表示できます。CatOS 6.x の別の新しいコマンドである [show channel hash](#) コマンドでは、分散モードに基づいて、特定のアドレスおよびポート番号の発信ポートとして選択されるポートを確認できます。LACP チャネル用の同等のコマンドは、[show lacp-channel traffic](#) コマンドと [show lacp-channel hash](#) コマンドです。

その他のオプション

Catalyst 4500/4000 または Catalyst 5500/5000 の MAC ベースのアルゴリズムの相対的な制限が問題で、良好な統計的ロード バランシングが実現されない場合に実行可能な手順を次に示します。

。

- Catalyst 6500/6000 スイッチを要所に展開する
- たとえば、複数の FE ポートから 1 つの GE ポートに、または複数の GE ポートから 1 つの 10 GE ポートに切り替えることでチャネリングせずに帯域幅を増やす
- 大量のフローを扱うエンドステーションのペアのアドレスを変更する
- 高帯域幅デバイスに対して専用のリンクまたは VLAN をプロビジョニングする

[EtherChannel の設定ガイドラインと制約事項](#)

EtherChannel では、互換性のあるポートが 1 つの論理ポートに集約される前に、すべての物理ポートのポートプロパティが確認されます。設定ガイドラインと制約事項はスイッチプラットフォームごとに異なります。バンドリングの問題を回避するには、ガイドラインに従ってください。たとえば、QoS が有効な場合、Catalyst 6500/6000 シリーズのスイッチングモジュールを異なる QoS 機能とバンドリングすると EtherChannel が形成されません。Cisco IOS ソフトウェアでは、[no mls qos channel-consistency](#) port-channel interface コマンドを使用して、EtherChannel バンドリングの QoS ポート属性チェックを無効にできます。CatOS には、QoS ポート属性チェックを無効にする同等のコマンドはありません。QoS ポートの機能を表示して、ポートに互換性があるかどうかを確認する場合は、[show port capability mod/port](#) コマンドを発行します。

設定上の問題を回避するには、各プラットフォームの次のガイドラインに従ってください。

- [EtherChannel の設定](#) [英語] (Catalyst 6500/6000) の「[EtherChannel Configuration Guidelines](#)」
- [Fast EtherChannel と Gigabit EtherChannel の設定](#) [英語] (Catalyst 4500/4000) の「[EtherChannel Configuration Guidelines and Restrictions](#)」
- [Fast EtherChannel と Gigabit EtherChannel の設定](#) [英語] (Catalyst 5000) の「[EtherChannel Configuration Guidelines and Restrictions](#)」

注: Catalyst 4000 でサポートされるポートチャンネルの最大数は 126 です。ソフトウェアリリース 6.2(1) 以前では、6 個および 9 個のスロットを持つ Catalyst 6500 シリーズスイッチが最大 128 個の EtherChannel をサポートします。ソフトウェアリリース 6.2(2) 以降のリリースでは、スパニングツリー機能がポート ID を処理します。したがって、サポートされる EtherChannel の最大数は、6 個または 9 個のスロットを持つシャーシでは 126、13 個のスロットを持つシャーシでは 63 です。

[Port Aggregation Protocol](#)

PAgP は、リンクの両端でパラメータの一致をチェックし、リンクの障害や追加が発生したときにチャンネルの適応を支援する管理プロトコルです。PAgP に関しては次の点に注意してください。

- PAgP では、チャンネルのすべてのポートが同じ VLAN に属するか、トランクポートとして設定されている必要があります。(ダイナミック VLAN はポートを強制的に異なる VLAN に変更できるため、EtherChannel のメンバには含まれません)
- バンドルがすでに存在していて、1 つのポートの設定が変更された場合 (VLAN やトランッキングモードの変更など)、バンドル内のすべてのポートがその設定に合わせて変更されます。
- PAgP は、異なる速度またはポートデュプレックスで動作しているポートをグループ化しません。バンドルが存在する場合に速度とデュプレックスが変更されると、PAgP はバンドル内のすべてのポートのポート速度とデュプレックスを変更します。

動作概要

PAgP ポートは、各物理（または論理）ポートのグループ化を制御します。PAgP パケットは、CDP パケットに使用されるのと同じマルチキャストグループ MAC アドレス 01-00-0c-cc-cc-cc を使用して送信されます。プロトコル値は 0x0104 です。次にプロトコル動作の要約を示します。

- 物理ポートが up である間、PAgP パケットは、検出時には 1 秒間隔、定常状態では 30 秒間隔で送信されます。
- このプロトコルは、物理ポートが別の PAgP 対応デバイスに双方向接続していることを証明する PAgP パケットをリッスンします。
- データパケットを受信し、PAgP パケットを受信しない場合、そのポートは PAgP 非対応デバイスに接続していると想定されます。
- 物理ポートのグループで PAgP パケットが 2 つ受信されると、すぐに集約ポートの形成が試行されます。
- PAgP パケットが一定時間停止すると、PAgP の状態は切断されます。

通常処理

プロトコルの動作の理解を助けるために、いくつかの概念の定義を次に示します。

- agport** : 同じ集約に含まれるすべての物理ポートで構成される論理ポート。固有の SNMP ifIndex で識別できます。したがって、agport には非稼働状態のポートは含まれません。
- チャンネル** : 形成基準を満たす集約。チャンネルには非稼働状態のポートが含まれる場合があります（agport はチャンネルのサブセット）。プロトコルには STP や VTP が含まれますが、agport を介して PAgP 上で動作する CDP と DTP は含まれません。これらのプロトコルはいずれも、PAgP によってそれぞれの agport が 1 つまたは複数の物理ポートに接続されるまでパケットを送受信できません。
- グループ機能** : 各物理ポートと agport には、group-capability と呼ばれる設定パラメータがあります。ある物理ポートを別の物理ポートと集約できるのは、両方のポートに同じ group-capability がある場合に限られます。
- 集約手順** : 物理ポートは UpData または UpPAgP 状態になると、適切な agport に接続されます。この 2 つ以外の状態に移行すると、agport との接続は解除されます。

次の表に、状態の定義と作成手順を示します。

State	意味
UpData	まだ PAgP パケットを受信していませんが、PAgP パケットが送信されます。この物理ポートは、その agport に接続している唯一のポートです。物理ポートと agport の間で非 PAgP パケットが交換されます。
BiDir	厳密に 1 つの PAgP パケットを受信しました。これは 1 つのネイバーとの双方向接続が存在することを証明しています。この物理ポートはどの agport にも接続していません。PAgP パケットが送信され、受信することもあります。
Up	この物理ポートは、おそらく他の物理ポートと関連

PA	付けられていて、1つの agport に接続しています。
gP	物理ポート上で PAgP パケットが送受信されます。 物理ポートと agport の間で非 PAgP パケットが交換されます。

接続の両端で許容される agport 内の最大のポートグループとして定義されている場合、グループ化の結果について、両方の接続の両端で承認される必要があります。

物理ポートは UpPAgP ステートになると、新しい物理ポートの group-capability と一致し、BiDir または UpPAgP ステートであるメンバー物理ポートを持つ agport に割り当てられます（このような BiDir ポートはすべて、同時に UpPAgP ステートに移行します）。構成する物理ポートのパラメータが新しく使用可能になった物理ポートと互換性がある agport が存在しない場合、適切なパラメータを持つ、物理ポートが関連付けられていない agport に割り当てられます。

PAgP タイムアウトは、物理ポート上で認識されている最後のネイバーに対して発生します。タイムアウトしたポートは agport から削除されます。同時に、同じ agport 上のタイマーがタイムアウトしている物理ポートもすべて削除されます。これにより、相手側が停止した agport を、一度に1つの物理ポートを切断する代わりに、一斉に切断することができます。

障害時の動作

既存チャネルのリンクで障害（ポートのケーブルが抜ける、ギガビット インターフェイス コンバータ（GBIC）が外れる、光ファイバが破損するなど）が発生すると、agport がアップデートされ、トラフィックは残りのリンク上で1秒以内にハッシュされます。障害発生後に再ハッシュする必要がないトラフィック（同じリンク上で送信を続けるトラフィック）では損失は発生しません。障害が発生したリンクを復元すると、agport に対する別のアップデートがトリガーされて、トラフィックが再度ハッシュされます。

注: モジュールの電源オフ、またはモジュールの取り外しが原因でチャネルのリンクで障害が発生した場合の動作は異なることがあります。定義上、チャネルの形成には2つの物理ポートが必要です。2ポートチャネルの一方のポートがシステムから失われると、論理的な agport は切断され、元の物理ポートがスパンニング ツリーに対して再初期化されます。これは、STP によってポートが再びデータを送信可能になるまで、トラフィックが廃棄されることがあることを意味します。

Catalyst 6500/6000 では、この規則の例外があります。CatOS 6.3 よりも前のバージョンでは、チャネルがモジュール1と2のポートだけで構成されている場合、モジュールが削除されている間も agport は切断されません。

この2つの障害モードの違いは、ネットワークのメンテナンスを計画する際に重要になります。これは、モジュールをオンラインで削除または挿入する場合に考慮すべき STP TCN が存在することがあるためです。前述のように、agport は障害発生時にも影響を受けない場合があるため、NMS（ネットワーク管理システム）によってチャネルの各物理リンクを管理することが重要です。

Catalyst 6500/6000 での不要なトポロジ変更の発生を軽減するために推奨される手順を次に示します。

- モジュールごとに1つのポートを使用してチャネルを形成している場合は、3つ以上のモジュールを使用する必要があります（合計3ポート以上）。
- チャネルが2つのモジュールにまたがっている場合は、各モジュールの2つのポートを使用する必要があります（合計4ポート）。

- 2枚のカード上で2つのポートチャンネルが必要な場合は、Supervisor Engine のポートだけを使用します。
- CatOS 6.3 にアップグレードします。これにより、複数のモジュールに分割されているチャンネルの STP を再計算せずにモジュールを削除できます。

設定オプション

EtherChannel はさまざまなモードに設定できます。次の表に各モードの要約を示します。

モード	設定可能なオプション
	PAGP は動作していません。ポートは、ネイバーポートの設定内容にかかわらず、チャンネルリングされます。ネイバーポートのモードが on の場合、チャンネルが形成されます。
	ポートは、ネイバーポートの設定内容にかかわらず、チャンネルリングされません。
Auto	集約は PAgP プロトコルの制御下にあります。ポートをパッシブ ネゴシエーション ステートにします。送信元が desirable モードで動作していることを示す PAgP パケットを少なくとも1つ受信するまで、PAgP パケットはインターフェイスから送信されません。
	集約は PAgP プロトコルの制御下にあります。ポートをアクティブ ネゴシエーション ステートにします。この場合、ポートは PAgP パケットを送信することによって、相手ポートとのネゴシエーションを開始します。相手側のポートグループが desirable または auto モードの場合にチャンネルが形成されます。
Non-silent (Catalyst 5500/5000 のファイバ FE および GE ポートのデフォルト)	auto または desirable モードのキーワード。データパケットを受信していないインターフェイスは、agport に接続されることはなく、データ送信には使用できません。この双方向性チェックは、一部のリンク障害によってチャンネルが壊れてしまう特定の Catalyst 5500/5000 ハードウェアのために提供されています。non-silent モードが有効になっているため、リカバリ中のネイバーポートが再びアップ状態になることはできず、チャンネルが不必要に切断されます。Catalyst 4500/4000 および 6500/6000 シリーズのハードウェアでは、より柔軟なバンドリングと改善された双方向性チェックがデフォルトで提供されています。
Silent (Catalyst	auto または desirable モードのキーワード。データパケットを受信していないインターフ

6500/600 0 および 4500/400 0 のすべ てのポー トおよび 5500/500 0 の銅線 ポートの デフォル ト)	エイスは、15 秒のタイムアウト期間の後に、自動的に agport に接続され、データ送信に使用できるようになります。 Silent モードでは、PAgP を送信しないアナライザやサーバがパートナーの場合にチャンネルを動作させることができます。
---	--

silent/non-silent の設定は、単方向トラフィックが生じる状況に対するポートの対応方法、つまりフェールオーバーの実現方法に影響を及ぼします。物理サブレイヤ (PHY) の障害や、光ファイバやケーブルの破損などにより、あるポートが送信不能になった場合、そのネイバーポートは引き続き動作状態であることがあります。パートナーはデータを送信し続けますが、リターントラフィックは受信できないのでデータは失われます。また、単方向リンクの性質により、スパンニングツリー ループが生じることもあります。

ファイバポートの中には、受信信号を失ったときにポートを非動作状態にする機能を備えたものがあります (FEFI)。この機能により、パートナーポートが非動作状態に移行し、事実上リンクの両端のポートがダウンします。

BPDU などのデータを送信し、単方向状態を検出できないデバイスを使用している場合は、non-silent モードを使用して、受信データが存在し、リンクが双方向であると確認されるまで、ポートを非動作のままにする必要があります。 PAgP が単方向リンクの検出に要する時間は、約 $3.5 \times 30 \text{ 秒} = 105 \text{ 秒}$ です。ここで 30 秒は、2 つの連続した PAgP メッセージの間隔を表します。単方向リンクをより迅速に検出する方法として、[UDLD](#) を使用することが推奨されます。

データを送信しないデバイスを使用している場合は、silent モードを使用する必要があります。これで、受信データの有無にかかわらず、ポートは強制的に接続されて動作状態になります。また、L1 FEFI および UDLD を使用する最近のプラットフォームのように、単方向状態を検出できるポートの場合、デフォルトで silent モードが使用されます。

確認

次の表は、直接接続された 2 台のスイッチ (Switch-A と Switch-B) の間で起こり得るすべての PAgP チャンネリングモードのシナリオの要約です。一部の組み合わせでは、STP によってチャンネル側のポートが errdisable 状態になります (つまり、チャンネル側のポートがシャットダウンされます)。

スイッチ A のチャンネルモード	Switch-B のチャンネルモード	チャンネル状態
		チャンネル (非 PAgP)
		非チャンネル (errdisable)
	Auto	非チャンネル (errdisable)
		非チャンネル (errdisable)
		非チャンネル (errdisable)
	Auto	

Auto		非チャンネル (errdisable)
Auto		
Auto	Auto	
Auto		PAgP Channel
		非チャンネル (errdisable)
	Auto	PAgP Channel
		PAgP Channel

推奨事項

シスコでは、on モードを使用せずに、すべてのスイッチ間チャンネル接続で PAgP を有効にすることを推奨しています。推奨の方法は、リンクの両端で desirable モードに設定する方法です。さらに、silent/non-silent キーワードをデフォルトのままにする、つまり Catalyst 6500/6000 および 4500/4000 スイッチでは silent、Catalyst 5500/5000 のファイバポートでは non-silent にしておくことを推奨しています。

前述したように、他のすべてのポートでチャネリングの設定を明示的にオフにしておく、データ転送が高速になります。チャネリングに使用されないポートで PAgP がタイムアウトするまで 15 秒待つのは避けてください。これは、ポートがタイムアウト後に STP にハンドオーバーされるためです。STP ではデータ転送が可能になるまでに 30 秒かかり、場合によっては DTP のためにも 5 秒必要となり、合計で 50 秒かかることとなります。 [set port host](#) コマンドについては、このドキュメントの「[STP](#)」の項を参照してください。

```
set port channel port range mode desirable
```

```
set port channel port range mode off
```

```
!--- Ports not channeled; part of the set port host command.
```

このコマンドは、チャンネルに管理グループ番号を割り当てます。この番号は [show channel group](#) コマンドで確認できます。必要に応じて、管理番号を使用して、同じ agport に対するチャネリングポートの追加と削除を管理できます。

その他のオプション

アクセスレイヤで最小限の管理モデルを採用しているお客様がよく使用されるその他の設定としては、ディストリビューションレイヤとコアレイヤでモードを desirable に設定し、アクセスレイヤスイッチはデフォルト設定の auto のままにする設定があります。

PAgP をサポートしていないデバイスに対してチャンネルを形成する場合は、チャンネルを on にハードコードする必要があります。これは、サーバ、Local Director、コンテンツスイッチ、ルータ、古いソフトウェアが動作しているスイッチ、Catalyst XL スイッチ、Catalyst 8540 などのデバイスに当てはまります。次のコマンドを発行します。

```
set port channel port range mode on
```

CatOS 7.x で使用可能な新しい 802.3ad IEEE LACP 規格は、クロスプラットフォームやベンダ

一問での相互運用性という利点があるため、長期的には PAgP に取って代わる可能性があります。

[Link Aggregation Control Protocol \(LACP \)](#)

LACP は、同様の特性を持つポートが隣接スイッチと動的にネゴシエーションしてチャンネルを形成できるようにするプロトコルです。 PAgP はシスコ独自のプロトコルであり、このプロトコルを使用できるのはシスコ製スイッチおよびシスコのライセンスに基づいてベンダーが販売しているスイッチだけです。 IEEE 802.3ad で定義されている LACP を使用すると、802.3ad 仕様に準拠したデバイスを使用したイーサネット チャネリングをシスコスイッチで管理できます。 CatOS 7.x ソフトウェア リリースには、LACP のサポートが導入されています。

機能的には、LACP と PAgP の間の違いはごくわずかです。 どちらのプロトコルも、チャンネルごとに最大 8 ポートまでをサポートし、バンドルの形成前に同じポート プロパティがチェックされます。 チェックされるポート プロパティには次のものが含まれます。

- Speed
- 二重
- ネイティブ VLAN
- トランッキング タイプ

LACP と PAgP の間には次の顕著な違いがあります。

- LACP は全二重ポートでのみ実行でき、半二重ポートはサポートしていない。
- LACP では、ホット スタンバイ ポートがサポートされている。 LACP では、ハードウェアで許容される最大数 (8 ポート) まで、互換性のあるポートの最大数を 1 つのチャンネルに設定するように常に試みられます。 互換性があるすべてのポートを LACP で集約できない場合、チャンネルにアクティブに含めることができないポートはすべてホット スタンバイ状態になり、使用中のポートのいずれかで障害が発生した場合にのみ使用されます。 互換性のあるすべてのポートを LACP で集約できない状況の例としては、リモート システムのハードウェア制限がより厳しい場合が考えられます。

注: CatOS では、同じ管理キーを割り当てることができるポートの最大数は 8 です。 Cisco IOS ソフトウェアの LACP では、ハードウェアで許容される最大数 (8 ポート) まで、互換性のあるポートの最大数を 1 つの EtherChannel に設定するように試みられます。 さらに 8 ポートをホット スタンバイ ポートとして設定できます。

[動作概要](#)

LACP は、バンドルする個々の物理 (または論理) ポートを個別に制御します。 LACP パケットは、マルチキャスト グループ MAC アドレス 01-80-c2-00-00-02 を使用して送信されます。 タイプまたはフィールドの値は 0x8809 で、サブタイプは 0x01 です。 次にプロトコル動作の要約を示します。

- このプロトコルは、集約機能と状態情報のアドバタイズをデバイスに依存しています。 送信は、「集約可能」リンクごとに定期的に行われます。
- 物理ポートが up である間、LACP パケットは、検出時には 1 秒間隔、定常状態では 30 秒間隔で送信されます。
- 「集約可能」リンクにあるパートナーは、プロトコル内で送信される情報をリッスンして、実行するアクションを決定します。
- ハードウェアで許容される最大数 (8 ポート) までの互換性のあるポートが 1 つのチャンネル

に設定されます。

- 最新の状態情報が定期的かつタイムリーにリンク パートナー間で交換されて、集約が維持されます。リンク障害などのために設定が変更されると、プロトコル パートナーがタイムアウトして、システムの新しい状態に基づいて適切なアクションが実行されます。
- 定期的な LACP データ ユニット (リンク集約制御プロトコル データ ユニット) の転送に加えて、状態情報に変更がある場合、イベント駆動型リンク集約制御プロトコル データ ユニットがパートナーに送信されます。プロトコル パートナーは、システムの新しい状態に基づいて適切なアクションを実行します。

LACP パラメータ

一連のリンクが同じシステムに接続されているか、および集約の観点からそれらのリンクに互換性があるかを LACP が判断できるようにするためには、次のパラメータを設定できる機能が必要になります。

- リンク アグリゲーションに参加する各システムのグローバル一意識別子 LACP が動作する各システムには、自動的または管理者によって選択できるプライオリティを割り当てる必要があります。デフォルトのシステム プライオリティは 32768 です。システム プライオリティは、システム識別子を形成するために、主にシステムの MAC アドレスとともに使用されます。
- 特定のシステムが把握している、ポートごとおよびアグリゲータごとに関連付けられている一連の機能を識別する方法システムの各ポートには、自動的または管理者によってプライオリティを割り当てる必要があります。デフォルトは 128 です。プライオリティは、ポート ID を形成するためにポート番号とともに使用されます。
- リンク アグリゲーション グループとそれに関連付けられているアグリゲータを識別する方法別のポートと集約できるポートの機能は、ゼロより大きな単純な 16 ビットの整数パラメータによって要約されています。このパラメータは「キー」と呼ばれています。各キーは、次のような要因によって決定されます。ポートの次のような物理特性。データ レート Duplexity ポイントツーポイントまたは共有メディアネットワーク管理者が決定する設定上の制約各ポートには、次の 2 つのキーが関連付けられています。管理キー：このキーの値は管理者が操作できます。ユーザはこのキーを選択できます。動作キー：このキーは、システムが集約を形成するために使用します。ユーザはこのキーを選択することも、直接変更することもできません。同じ動作キー値を共有するシステム内の一連のポートを、同じキーグループのメンバーと呼びます。

2 つのシステムがあり、同じ管理キーが設定された一連のポートがある場合、それぞれのシステムがポートの集約を試みます。各システムは、最も優先順位が高いシステムの最も高い優先順位が設定されたポートから集約を開始します。この動作は、各システムがシステム自身の優先順位とパートナーの優先順位を把握しているため可能になります。システムの優先順位はユーザまたはシステムによって割り当てられ、パートナーの優先順位は LACP パケットから検出されています。

障害時の動作

LACP の障害時の動作は、PAgP の動作と同じです。既存チャネルのリンクで障害が発生すると、agport が更新され、トラフィックは残りのリンク上で 1 秒以内にハッシュされます。リンクの障害は次のような理由で発生します。

- ポートが取り外されている

- GBIC が削除されている
- 光ファイバが破損している
- ハードウェア障害 (インターフェイスまたはモジュール)

障害発生後に再ハッシュする必要がないトラフィック (同じリンク上で送信を続けるトラフィック) では損失は発生しません。障害が発生したリンクを復元すると、agport に対する別のアップデートがトリガーされて、トラフィックが再度ハッシュされます。

設定オプション

LACP EtherChannel はさまざまなモードに設定できます。次の表に要約を示します。

モード	設定可能なオプション
	LACP ネゴシエーションなしで、リンクの集約が強制的に形成されます。スイッチは、LACP パケットの送信も、着信 LACP パケットの処理も行いません。ネイバーポートのモードが on の場合、チャンネルが形成されます。
	ポートは、ネイバーポートの設定内容にかかわらず、チャネリングされません。
Passive	これは、PAgP における auto モードに似ています。スイッチではチャンネルの起動は行われませんが、着信 LACP パケットの認識は行われます。ピア (アクティブ状態) は、LACP パケットを送信してネゴシエーションを開始します。スイッチはパケットを受信して応答し、最終的にはピアとともに集約チャンネルを形成します。
Active	これは、PAgP の desirable モードに似ています。スイッチは aglink を形成するためにネゴシエーションを開始します。相手側が LACP Active または Passive モードで動作している場合、リンクアグリゲーションが形成されます。

検証 (LACP と LACP)

この項の表は、直接接続された 2 台のスイッチ (Switch-A と Switch-B) の間で起こり得るすべての LACP チャネリングモードのシナリオの要約です。一部の組み合わせでは、STP によってチャネリング側のポートが errdisable 状態になります。つまり、一部の組み合わせでは、チャネリング側のポートがシャットダウンされます。

スイッチ A のチャンネルモード	Switch-B のチャンネルモード	Switch-A のチャンネル状態	Switch-B のチャンネル状態
		Channel (非 LACP)	Channel (非

			LACP)
		非チャンネル (errdisable)	
	パッシブ	非チャンネル (errdisable)	
	Active	非チャンネル (errdisable)	
	パッシブ		
	Active		
パッシブ	パッシブ		
パッシブ	Active	LACP Channel	LACP Channel
Active	Active	LACP Channel	LACP Channel

検証 (LACP と PAgP)

この項の表は、直接接続された 2 台のスイッチ (Switch-A と Switch-B) の間で起こり得るすべての LACP と PAgP チャンелиング モードのシナリオの要約です。一部の組み合わせでは、STP によってチャンネル側ポートが errdisable 状態になります。つまり、一部の組み合わせでは、チャンネル側ポートがシャットダウンされます。

スイッチ A のチャンネルモード	Switch-B のチャンネルモード	Switch-A のチャンネル状態	Switch-B のチャンネル状態
		Channel (非 LACP)	チャンネル (非 PAgP)
		非チャンネル (errdisable)	
	Auto	非チャンネル (errdisable)	
		非チャンネル (errdisable)	
			非チャンネル (errdisable)
	Auto		
パッシブ			非チャンネル (errdisable)
パッシブ			
パッシブ	Auto		
パッシブ			
Active			非チャンネル

			(errdisable)
Active			
Active	Auto		
Active			

推奨事項

シスコでは、シスコスイッチ間のチャンネル接続で PAgP を有効にすることを推奨しています。PAgP はサポートしていないが LACP はサポートしているデバイスに対してチャンネルを形成する場合は、両端のデバイスで LACP を active に設定して LACP を有効にします。どちらかのデバイスが LACP や PAgP をサポートしていない場合は、チャンネルを on にハードコードする必要があります。

-

```
set channelprotocol lacp module
```

CatOS が動作するスイッチでは、Catalyst 4500/4000 および Catalyst 6500/6000 のすべてのポートで、チャンネル プロトコル PAgP がデフォルトで使用されるため、LACP は実行しないでください。LACP を使用するようにポートを設定する場合は、モジュールのチャンネル プロトコルを LACP に設定する必要があります。CatOS が動作するスイッチの同じモジュールで LACP と PAgP を実行することはできません。

-

```
set port lacp-channel port_range admin-key
```

admin key (管理キー) パラメータは、LACP パケットで交換されます。チャンネルは、同じ admin key が設定されたポート間でのみ形成されます。 [set port lacp-channel port_range admin-key](#) コマンドで、チャンネルに admin key 番号を割り当てます。番号は [show lacp-channel group](#) コマンドで表示できます。 [set port lacp-channel port_range admin-key](#) コマンドで、ポート範囲内のすべてのポートに同じ admin key を割り当てることができます。特定のキーを設定しない場合、admin key がランダムに割り当てられます。その場合、必要に応じて admin key を参照して、同じ agport に対するチャンネルング ポートの追加と削除を管理できます。

-

```
set port lacp-channel port_range mode active
```

[set port lacp-channel port_range mode active](#) コマンドでは、以前に同じ admin key を割り当てられていた一連のポートのチャンネル モードを active に変更できます。

さらに、LACP EtherChannel が確立された後、LACP では、30 秒のインターバル タイマー (Slow_Periodic_Time) が使用されます。長いタイムアウト (3 X Slow_Periodic_Time) を使用して、受信したリンク集約制御プロトコル データ ユニット情報を無効にするには 90 秒かかります。単方向リンクをより速く検出するには、[UDLD](#) を使用します。LACP タイマーは調整できません。現時点では、チャンネル形成後のチャンネル維持のために、高速 PDU 伝送 (1 秒ごと) を使用するようにスイッチを設定することはできません。

[その他のオプション](#)

アクセスレイヤで最小限の管理モデルを採用している場合は、ディストリビューションレイヤとコアレイヤでモードを active にする設定がよく使用されています。アクセスレイヤのスイッチはデフォルトの passive 設定のままにしておきます。

単方向リンク検出

UDLD はシスコ独自の軽量プロトコルで、デバイス間の単方向通信のインスタンスを検出するために開発されました。FEFI のように、伝送メディアの双方向状態を検出する方法は他にもありますが、L1 検出メカニズムでは十分ではない場合があります。そのようなシナリオは、次のような事象が発生した場合に生じます。

- STP の予期しない動作
- 不正な、または過剰なパケットのフラッディング
- トラフィックのブラックホール化

UDLD 機能は、光ファイバおよび銅線イーサネット インターフェイスの次のような障害状況に対処するための機能です。

- 物理的なケーブル構成をモニタし、配線が誤っているポートを errdisable としてシャットダウンします。
- 単方向リンクから保護します。メディアまたはポート/インターフェイスの動作不良に起因する単方向リンクが検出されると、影響を受けるポートが errdisable としてシャットダウンされ、対応する syslog メッセージが生成されます。
- さらに、UDLD アグレッシブ モードでは、以前に双方向と見なされていたリンクが、輻輳時に接続を失って使用不可になっていないかチェックされます。UDLD では、リンク全体の接続テストが継続的に実行されます。UDLD アグレッシブ モードの主な目的は、特定の障害状態におけるトラフィックのブラックホール化を回避することです。

定常状態の単方向 BPDU フローを持つスパニング ツリーでは、これらの障害は重大な問題でした。あるポートが突然 BPDU を送信できなくなる状況は簡単に発生します。そのような状況になると、ネイバーの STP ステートがブロッキングからフォワーディングに変わります。そのポートはまだ受信可能なため、この変更によりループが形成されます。

動作概要

UDLD は LLC レイヤ上で動作する L2 プロトコルです (宛先 MAC 01-00-0c-cc-cc-cc、SNAP HDLC プロトコル タイプ 0x0111)。UDLD を FEFI および自動ネゴシエーション L1 メカニズムと組み合わせて実行すると、リンクの物理的 (L1) および論理的 (L2) な整合性を検証できます。

UDLD では、FEFI および自動ネゴシエーションでは実行できない機能と保護が提供されます。具体的には、ネイバー情報の検出とキャッシング、正しく接続されていないポートのシャットダウン、ポイントツーポイント以外のリンク (メディア コンバータやハブを経由するリンク) での論理インターフェイスとポートの動作不良や障害の検出を実行できます。

UDLD には 2 つの基本的なメカニズムが採用されています。UDLD はネイバーについて学習し、最新情報をローカル キャッシュに保持します。そして、新しいネイバーが検出されるたび、またはネイバーからキャッシュの再同期要求を受けるたびに、一連の UDLD プロブ/エコー (Hello) メッセージを送信します。

UDLD は、UDLD が有効になっているすべてのポートでプロブ メッセージを絶えず送信します。「トリガーとなる」特定の UDLD メッセージがポートで受信されるたびに、検出フェーズと検

証プロセスが開始されます。このプロセスの最後ですべての有効な条件が満たされた場合、ポート状態は変更されません。条件を満たすためには、ポートが双方向であり、正しく配線されている必要があります。そうでない場合、そのポートは errdisable になり、syslog メッセージが表示されます。次のような syslog メッセージが表示されます。

- UDLD-3-DISABLE: Unidirectional link detected on port [dec]/[dec]. Port disabled
- UDLD-4-ONEWAYPATH: A unidirectional link from port [dec]/[dec] to port [[dec]/[dec] of device [chars] was detected

UDLD イベントを含む、ファシリティごとのすべてのシステム メッセージのリストについては、[メッセージとリカバリ手順](#) [英語] (Catalyst シリーズ スイッチ、7.6) を参照してください。

リンクが確立し、双方向として分類されると、UDLD は 15 秒間隔 (デフォルト) でプローブ/エコーメッセージをアドバタイズし続けます。次の表は、`show udld port` コマンドの出力に表示される有効な UDLD リンクの状態を示しています。

ポート状態	コメント
不確定	検出中であるか、または隣接する UDLD エンティティが無効になっているか、その送信がブロックされています。
該当なし	UDLD が無効になっています。
Shut down	単方向リンクが検出され、ポートが無効になっています。
双方向性	双方向リンクが検出されました。

- **ネイバー キャッシュのメンテナンス** : UDLD は、UDLD ネイバー キャッシュの整合性を維持するために、すべてのアクティブ インターフェイスで Hello プロブ/エコー パケットを定期的に送信します。Hello メッセージを受信すると、そのメッセージをキャッシュし、ホールド時間として定義されている最大時間が経過するまでメモリに保持します。ホールド時間が経過すると、各キャッシュ エントリがエージアウトします。ホールド時間内に新しい Hello メッセージを受信すると、新しいメッセージによって古いエントリが置き換えられ、対応する存続可能時間タイマーがリセットされます。
- **UDLD キャッシュの整合性を維持するために**、UDLD 対応インターフェイスが無効になったとき、またはデバイスがリセットされたときは常に、設定変更の影響を受けるインターフェイスの既存のキャッシュ エントリがすべてクリアされます。さらに、各ネイバーに、対応するキャッシュ エントリの消去を通知するメッセージが少なくとも 1 つ送信されます。
- **エコー検出メカニズム** : エコー メカニズムは検出アルゴリズムの基盤となります。UDLD デバイスは新しいネイバーについて学習するか、同期していないネイバーから再同期要求を受信した場合は常に、接続の UDLD デバイス側で検出ウィンドウを開始または再開して、応答としてエコーメッセージをバースト送信します。この動作はすべてのネイバーで同じである必要があります。エコーの送信側は応答としてエコーバックを受信する予定でいます。検出ウィンドウが終了しても有効な応答メッセージを受信しない場合、そのリンクは単方向と見なされ、リンクの再確立またはポート シャットダウン プロセスがトリガーされます。

コンバージェンス時間

STP ループを防止するため、CatOS 5.4(3) では UDLD のデフォルトのメッセージ間隔が 60 秒から 15 秒に短縮されました。これは、ブロックされたポートがフォワーディング ステートに移行

可能になる前に単方向リンクをシャットダウンするためです。

注: リンクアップまたは検出フェーズの後にネイバーが UDLD プロブを送信する頻度は、メッセージ間隔の値によって決まります。可能な場合は一貫性のある設定が望ましいですが、リンクの両端でメッセージ間隔が一致している必要はありません。UDLD ネイバーが確立されると、設定されたメッセージ間隔が送信され、そのピアのタイムアウト間隔が ($3 \times \text{message_interval}$) になるように計算されます。そのため、Hello (またはプロブ) が 3 回連続で受信されないとピアの関係がタイムアウトします。両側のメッセージ間隔が異なる場合、このタイムアウト値も異なることとなります。

UDLD が単方向障害を検出するために必要な概算時間は ($2.5 \times \text{message_interval} + 4 \text{ 秒}$) の式で表され、デフォルトのメッセージ間隔である 15 秒を代入すると約 41 秒となります。これは、STP の再コンバージェンスに通常必要な 50 秒よりもかなり短い時間です。NMP の CPU サイクルに多少余力があり、CPU 使用率のレベルを注意深くモニタしている場合は、メッセージ間隔を最小で 7 秒にまで短縮できます。このようなメッセージ間隔にすると、検出時間を大幅に短縮できます。

従って、UDLD は想定上、デフォルトのスパニング ツリー タイマーに依存しています。UDLD よりも短時間でコンバージェンスするように STP を調整する場合は、CatOS 6.2 のループ ガード機能のような代替メカニズムを検討してください。トポロジによっては、RSTP (IEEE 802.1w) がミリ秒単位でコンバージェンスする特性があるため、RSTP を実装する際にも代替メカニズムを検討してください。このような場合には、UDLD とループ ガードを組み合わせ使用して、最大限の保護を実現します。ループ ガードでは、使用中の STP バージョンの速度で STP ループが防止され、UDLD では、個々の EtherChannel リンクで、または動作しなくなった方向に BPDU が流れない場合に単方向接続が検出されます。

注: UDLD ではすべての STP 障害状態が検出されるわけではありません。たとえば、CPU が ($2 \times \text{FwdDelay} + \text{Maxage}$) 時間経過しても BPDU を送信しないことによって生じる障害は検出されません。そのため、STP に依存するトポロジでは、UDLD を (CatOS 6.2 で導入された) ループ ガードとともに使用することを推奨します。

注意: 古いリリースの UDLD では、設定不能な 60 秒のデフォルトのメッセージ間隔が使用されている点に注意してください。それらのリリースでは、スパニング ツリーのループ状態が起こりやすくなります。

UDLD アグレッシブ モード

アグレッシブ UDLD は、双方向接続の継続的なテストが必要な、次のような (まれな) ケースに対処するために作成されました。そのため、アグレッシブ モード機能では、次のような危険な単方向リンクの状態に対する保護が強化されています。

- UDLD PDU の損失が対称的で、両側がタイムアウトした場合に、いずれのポートも errdisabled にならない場合。
- リンクの一方向の側でポート スタック (送信 (Tx) と Rx の両方) が生じている場合。
- リンクの一方向の側がダウンしているが、もう一方の側がアップしたままの場合。
- 自動ネゴシエーションまたは別の L1 障害検出メカニズムが無効になっている場合。
- L1 FEFI メカニズムへの依存度を下げることが望ましい場合。
- ポイントツーポイントの FE/GE リンクの単方向リンク障害に対する最大限の保護が必要な場合。具体的には、2 つのネイバー間での障害を許容できない場合、UDLD のアグレッシブ プロブを「ハートビート」と見なすことができます。ハードビートの存在により、リンクの健全性が保証されます。

アグレッシブ UDLD を実装する最も一般的なケースは、自動ネゴシエーションや別の L1 障害検出メカニズムが無効になっているか、または使用できない場合に、バンドルのメンバーに対して接続チェックを実行する場合です。これは EtherChannel 接続の場合に特に当てはまり、PAgP や LACP が有効になっている場合でも、定常状態では極端に小さい値の Hello タイマーは使用しないでください。この場合、アグレッシブ UDLD には、スパニング ツリー ループの発生を防止できるという利点もあります。

対称的な UDLD プロブ パケットの損失の一因となる状況を明らかにするのはさらに困難です。通常の UDLD では、リンクが双方向状態になった後でも、単方向リンク状態のチェックが行われることを理解しておく必要があります。UDLD の目的は、STP ループの原因になる L2 の問題を検出することです。BPDU は定常状態では一方向にのみ流れるため、通常、そのような問題は単方向の問題です。そのため、通常の UDLD を自動ネゴシエーションおよびループ ガード (STP に依存するネットワークの場合) とともに使用すれば、ほとんどの場合は問題ありません。しかし、輻輳が両方向に等しく影響を及ぼし、両方向で UDLD プロブの損失が生じるような場合には、UDLD アグレッシブ モードは有効です。たとえば、リンクの両端の CPU 使用率が上がると、UDLD プロブの損失が生じることがあります。また、次のいずれかのデバイスに障害が発生した場合にも、双方向の接続が失われます。

- 高密度波長分割多重 (DWDM) トランスポンダ
- メディア コンバータ
- ハブ
- 別の L1 デバイス注: この障害は自動ネゴシエーションでは検出できません。

このような障害状態では、アグレッシブ UDLD によってポートがエラー ディセーブルになります。ポイントツーポイントではないリンクで UDLD アグレッシブ モードを有効にする場合は、その影響を注意深く検討してください。メディア コンバータ、ハブ、または同様のデバイスを使用するリンクはポイントツーポイントではありません。中継デバイスにより UDLD パケットの転送が阻止され、リンクが不必要に強制シャットダウンされることがあります。

ポートのすべてのネイバーがエージ アウトすると、UDLD アグレッシブ モードが有効になっている場合には、同期がずれている可能性があるネイバーを再同期するために、リンクアップシーケンスが再起動されます。この処理は、アドバタイズメントまたは検出フェーズのいずれかで実行されます。迅速な一連のメッセージ (8 回再試行に失敗した) 後、リンクが引き続き「不確定」と見なされる場合、そのポートは errdisable 状態になります。

注: 一部のスイッチは、アグレッシブ UDLD 機能に対応していません。現時点では、Catalyst 2900XL と Catalyst 3500XL ではメッセージ間隔が 60 秒にハードコードされています。この間隔は、(デフォルトの STP パラメータを使用して) 潜在的な STP ループから保護するには長すぎると考えられます。

ルーテッドリンク上の UDLD

ここでは説明のために、ルーテッドリンクは次の 2 つの接続タイプのいずれかであるとします。

- 2 つのルータ ノード間のポイントツーポイントこのリンクは 30 ビットのサブネット マスクで設定されています。
- 複数のポートがあるが、ルーテッド接続のみをサポートしている VLAN 例としては、分割された L2 コア トポロジです。

各 Interior Gateway Routing Protocol (IGRP) には、ネイバー関係とルートの収束の処理方法に関する独自の特性があります。この項で説明する特性は、現在広く使用されている Open Shortest Path First (OSPF) プロトコルおよび Enhanced IGRP (EIGRP) という 2 つのルーティング プロトコルと対比するときに関係してきます。

まず、ポイントツーポイントのルーテッド ネットワークで L1 または L2 の障害が発生すると、L3 接続がほぼ瞬時に切断されることに注目してください。L1 または L2 で障害が発生すると、その VLAN のスイッチ ポートだけが not-connected 状態に移行するため、MSFC の自動状態機能によって、L2 と L3 のポート状態が約 2 秒で同期されます。この同期によって、L3 VLAN インターフェイスが up/down 状態 (回線プロトコルは「down」) になります。

デフォルトのタイマー値が使用されていると仮定した場合、OSPF から 10 秒ごとに Hello メッセージが送信され、40 秒 (4 X Hello) の dead 間隔が経過します。これらのタイマーは OSPF ポイントツーポイント ネットワークとブロードキャスト ネットワークで一致しています。隣接関係 (アジャセンシー) を形成するために OSPF には双方向通信が必要なため、最悪の場合のフェールオーバー時間は 40 秒になります。ポイントツーポイント接続の L1 または L2 の障害が全面的なものではなく、中途半端に動作するようなシナリオで、L3 プロトコルによる処理が必要になる場合でも、このフェールオーバーは発生します。UDLD の検出時間は OSPF dead タイマーの期限切れ時間 (約 40 秒) と非常に近いため、OSPF の L3 ポイントツーポイント リンクに UDLD 通常モードを設定する利点は限られています。

多くの場合、EIGRP の方が OSPF よりも速く収束します。ただし、ネイバーがルーティング情報を交換するためには、必ずしも双方向通信が必要ではない点に注意してください。非常に特殊な中途半端に動作する障害のシナリオでは、他のイベントがそのネイバーを「active」にしてルートを作成するまで、トラフィックのブラックホール化に対する脆弱性が EIGRP に存在します。UDLD 通常モードの場合、この項で説明されている状況を緩和できます。UDLD 通常モードでは、単方向リンク障害が検出されて、ポートがエラー ディセーブルになります。

任意のルーティング プロトコルを使用する L3 ルーテッド接続では、リンクの初期起動時の問題を UDLD 通常モードで引き続き保護できます。そのような問題には、ケーブル配線の間違いや障害のあるハードウェアなどがあります。さらに、UDLD アグレッシブ モードには、L3 ルーテッド接続に対して次の利点があります。

- トラフィックの不必要なブラックホール化を防止する注: 最小タイマーが必要になる場合があります。
- フラッピング リンクを errdisable 状態にする
- L3 EtherChannel の設定に起因するループから保護する

UDLD のデフォルト動作

UDLD はグローバルには無効ですが、ファイバ ポート上ではデフォルトですぐに有効になります。UDLD はスイッチ間でのみ必要となるインフラストラクチャ プロトコルなので、銅線ポートではデフォルトで無効になっています。銅線ポートは、ホスト アクセスによく使用されます。

注: UDLD は、ネイバーが双方向状態を確立する前にインターフェイス レベルでグローバルに有効にする必要があります。CatOS 5.4(3) 以降では、デフォルトのメッセージ間隔が 15 秒になっており、7 ~ 90 秒の間で設定できます。

errdisable 回復は、デフォルトではグローバルに無効になっています。errdisable 回復をグローバルに有効にすると、ポートは errdisable 状態になっても、選択した時間間隔後に自動的に再び有効になります。デフォルトの時間は 300 秒です。これは、グローバル タイマーの設定なので、スイッチ内のすべてのポートで維持されます。そのポートに対する errdisable タイムアウトを disable に設定すると、ポートの再有効化を手動で防止できます。 [set port errdisable-timeout mod/port disable](#) コマンドを発行します。

注: このコマンドの使用の可否はソフトウェアのバージョンによって異なります。

アウトオブバンド ネットワーク管理機能を設定せずに UDLD アグレッシブ モードを実装する場合は、errdisable タイムアウト機能の使用を検討します。errdisable 状態が発生するとネットワークから分離する可能性があるアクセス レイヤやデバイスの場合には、特に検討が必要です。

errdisable 状態のポートに対するタイムアウト期間の設定方法の詳細については、[イーサネット、ファストイーサネット、ギガビットイーサネット、および 10 ギガビットイーサネットスイッチングの設定](#) [英語] を参照してください。

推奨事項

適切な機能やプロトコルとともに正しく使用すれば、ほとんどの場合、通常モードの UDLD で問題ありません。そのような機能やプロトコルには、次のものがあります。

- FEF1
- 自動ネゴシエーション
- ループガード

UDLD を展開する場合、双方向接続の継続的なテスト (アグレッシブ モード) が必要かどうかを検討します。通常、自動ネゴシエーションが有効になっている場合、L1 の障害検出は自動ネゴシエーションで補われるため、アグレッシブ モードにする必要はありません。

UDLD メッセージ間隔がデフォルトの 15 秒に設定されているシスコスイッチ間のすべてのポイントツーポイント FE/GE リンクでは、UDLD 通常モードを有効にすることを推奨します。この設定では、デフォルトの 802.1d のスパンニング ツリー タイマーの使用が想定されています。また、冗長性とコンバージェンスを STP に依存するネットワークでは、ループガードとともに UDLD を使用します。この推奨事項は、トポロジ内に STP ブロッキング ステートのポートが 1 つ以上存在するネットワークに当てはまります。

UDLD を有効にするには、次のコマンドを発行します。

```
set uddl enable
!--- After global enablement, all FE and GE fiber !--- ports have UDLD enabled by default. set
uddl enable port range
!--- This is for additional specific ports and copper media, if needed.
```

単方向リンクの症状が原因で error-disabled になっているポートは手動で有効にする必要があります。set port enable コマンドを発行します。

詳細については、『[単方向リンク検出プロトコル機能の説明と設定](#)』を参照してください。

その他のオプション

単方向リンクによって生じる症状に対する保護を最大限に行うには、アグレッシブ モードの UDLD を次のように設定します。

```
set uddl aggressive-mode enable port_range
```

さらに、コンバージェンスをより速くするために、両端の UDLD メッセージ間隔の値を 7 ~ 90 秒の間で次のように調整できます (サポートされている場合)。

```
set udlld interval time
```

errdisable 状態になるとネットワークから分離する可能性があるデバイスには、errdisable タイムアウト機能の使用を検討します。この状況は、通常、アクセスレイヤや、アウトオブバンドネットワーク管理機能を設定せずに UDLD アグレッシブ モードを実装する場合に当てはまります。

ポートが errdisable 状態になった場合、デフォルトではそのポートはダウンしたままになります。次のコマンドを発行すると、タイムアウト間隔後に、ポートを再び有効にできます。

注: デフォルトのタイムアウト間隔は 300 秒です。

```
>set errdisable-timeout enable ?
```

```
bpdu-guard
```

```
!--- This is BPDU port-guard. channel-misconfig !--- This is a channel misconfiguration. duplex-  
mismatch udlld other !--- These are other reasons. all !--- Apply errdisable timeout to all  
reasons.
```

パートナー デバイスが UDLD に対応していない場合 (エンド ホストやルータなどの場合) は、UDLD を実行しないでください。次のコマンドを発行します。

```
set udlld disable port_range
```

UDLD のテストとモニタ

不良 GBIC などの、実際に障害のあるコンポーネントや単方向コンポーネントがない状態で、ラボで UDLD をテストするのは簡単ではありません。UDLD は、ラボで通常取り扱う障害シナリオよりも発生頻度の低いシナリオを検出するために設計されています。たとえば、目的の errdisable 状態を確認するために光ファイバの一方を引き抜く簡単なテストを実行する場合は、L1 の自動ネゴシエーションをオフにする必要があります。そうしないと、物理ポートがダウンして、UDLD のメッセージ通信がリセットされます。UDLD 通常モードでは、リモート エンドは不確定状態に移行します。UDLD アグレッシブ モードを使用している場合、リモート エンドは errdisable 状態に移行します。

UDLD のネイバー PDU の損失をシミュレートするテスト方法はもう 1 つあります。MAC レイヤフィルタを使用して、UDLD や CDP のハードウェア アドレスをブロックし、その他のアドレスを通過させる方法です。

UDLD をモニタするには、次のコマンドを発行します。

```
>show udlld
```

```
UDLD : enabled  
Message Interval : 15 seconds
```

```
>show udlld port 3/1
```

```
UDLD : enabled  
Message Interval : 15 seconds  
Port Admin Status Aggressive Mode Link State
```

3/1 enabled disabled bidirectional

enable モードで [show udlld neighbor](#) 隠しコマンドを発行して、UDLD キャッシュの内容を (CDP が行う方法で) 確認できます。プロトコル固有の異常の有無を確認するには、多くの場合、UDLD キャッシュと CDP キャッシュを比較するのが便利な方法です。CDP も影響を受けている場合、通常はすべての PDU と BPDU が影響を受けています。そのため、STP もチェックしてください。たとえば、最近のルート ID の変更、ルート ポートや指定ポートの配置変更をチェックします。

```
>show udlld neighbor 3/1
```

Port	Device Name	Device ID	Port-ID	OperState
3/1	TSC07117119M(Switch)	000c86a50433	3/1	bidirectional

また、UDLD のステータスと設定の一貫性は、Cisco [UDLD SNMP MIB](#) 変数を使用してモニタできます。

[ジャンボ フレーム](#)

GE や 10 GE を含むすべてのイーサネット ポートのデフォルトの最大伝送ユニット (MTU) フレーム サイズは 1518 バイトです。ジャンボ フレーム機能を使用すると、イーサネットの標準フレーム サイズよりも大きなフレームにインターフェイスを切り替えることができます。この機能は、サーバ間のパフォーマンスを最適化し、元のフレームのサイズを大きくするマルチプロトコル ラベル スイッチング (MPLS)、802.1Q トンネリング、および L2 Tunneling Protocol Version 3 (L2TPv3) などのアプリケーションをサポートするのに役立ちます。

[動作概要](#)

IEEE 802.3 規格の仕様では、イーサネットの最大フレーム サイズは、通常フレームの場合は 1518 バイト、802.1Q カプセル化フレームの場合は 1522 バイトに規定されています。802.1Q カプセル化フレームは「ベビー ジャイアント」と呼ばれることもあります。一般に、特定のイーサネット接続に指定されたイーサネットの最大長を超えるパケットはジャイアント フレームに分類されます。ジャイアント パケットは、ジャンボ フレームとも呼ばれます。

特定のフレームの MTU サイズが 1518 バイトを超えてしまう理由はさまざまです。次にいくつかの例を示します。

- ベンダー固有の要件：アプリケーションおよび特定の NIC では、標準の 1500 バイト以外の MTU サイズを指定できます。さまざまな研究により、イーサネット フレームのサイズを大きくすれば平均スループットが向上することが証明されているため、そのような MTU サイズを指定する傾向があります。
- トランキング：スイッチまたは他のネットワーク デバイス間で VLAN ID 情報を転送するために、トランキングを使用して標準のイーサネット フレームが拡張されています。現在、最も広く使用されている形態のトランキングはシスコ独自の ISL カプセル化と IEEE 802.1Q です。
- MPLS：MPLS がインターフェイス上で有効になると、パケットのフレーム サイズの拡張が可能になります。この拡張は、MPLS タグが付いたパケットのラベル スタックにあるラベルの数によって異なります。1 つのラベルの合計サイズは 4 バイトです。ラベル スタックの合計サイズは $n \times 4$ バイトです。ラベル スタックが形成されている場合は、フレームが MTU を超過する場合があります。

- 802.1Q トンネリング：802.1Q トンネリング パケットには 2 つの 802.1Q タグが含まれており、通常は一度に 1 つのタグだけがハードウェアに認識されます。そのため、内部タグにより、MTU の値 (ペイロード サイズ) に 4 バイトが追加されます。
- Universal Transport Interface (UTI) /L2TPv3：UTI/L2TPv3 では、IP ネットワーク経由で転送される L2 データがカプセル化されます。このカプセル化により、元のフレーム サイズが最大で 50 バイト増えることがあります。新しいフレームには、新しい IP ヘッダー (20 バイト)、L2TPv3 ヘッダー (12 バイト)、および新しい L2 ヘッダーが含まれます。L2TPv3 のペイロードは、L2 ヘッダーを含む完全な L2 フレームで構成されています。

各 Catalyst スイッチのさまざまなフレーム サイズをサポートする能力は、ハードウェアとソフトウェアを含む多くの要因によって決まります。同じプラットフォーム内でも、特定のモジュールでは、他よりも大きなフレーム サイズをサポートできる場合があります。

- Catalyst 5500/5000 スイッチでは、CatOS 6.1 リリースでジャンボ フレームがサポートされています。ポート上でジャンボ フレーム機能を有効にすると、MTU サイズは 9216 バイトに増えます。10/100 Mbps のシールドなしツイスト ペア (UTP) ベースのライン カードでは、8092 バイトの最大フレーム サイズだけがサポートされています。この制限は ASIC の制限です。一般的には、ジャンボ フレーム サイズ機能を有効にした場合の制限はありません。この機能は、トランキング/非トランキングおよびチャネリング/非チャネリングで使用できます。
- Catalyst 4000 スイッチ (Supervisor Engine 1 (WS-X4012) および Supervisor Engine 2 (WS-X4013)) では、ASIC の制限のためにジャンボ フレームはサポートされていません。ただし、802.1Q トランキングは例外です。
- Catalyst 6500 シリーズ プラットフォームでは、CatOS リリース 6.1(1) 以降でジャンボ フレーム サイズをサポートできます。ただし、このサポートは使用するライン カードのタイプに左右されます。一般的には、ジャンボ フレーム サイズ機能を有効にした場合の制限はありません。この機能は、トランキング/非トランキングおよびチャネリング/非チャネリングで使用できます。個々のポートでジャンボ フレームのサポートが有効になると、デフォルトの MTU サイズは 9216 バイトになります。CatOS を使用してデフォルトの MTU を設定することはできません。ただし、Cisco IOS ソフトウェア リリース 12.1(13)E には、デフォルトの MTU をオーバーライドする [system jumbomtu](#) コマンドが導入されています。

詳細については、[Catalyst スイッチでのジャンボ/ジャイアント フレーム サポートの設定例](#) [英語] を参照してください。

次の表に、Catalyst 6500/6000 シリーズ スイッチ用のさまざまなライン カードでサポートされる MTU サイズを示します。

注: MTU サイズまたはパケットサイズは、イーサネット ペイロードだけを指しています。

ライン カード	MTU サイズ
デフォルト	9216 バイト
WS-X6248-RJ-45、WS-X6248A-RJ-45 WS-X6248-TEL、WS-X6248A-TEL WS-X6348-RJ-45(V)、WS-X6348-RJ-21(V)	8092 バイト (PHY チップによる制限)
WS-X6148-RJ-45(V)、WS-X6148-RJ-21(V)	9100 バイト

WS-X6148-45AF、WS-X6148-21AF	イト (100 Mbps 時) 9216 バイト (10 Mbps 時)
WS-X6148A-RJ-45、WS-X6148A-45AF、WS-X6148-FE-SFP	9216 バイト
WS-X6324-100FX-MM、-SM、WS-X6024-10FL-MT	9216 バイト
Supervisor Engine 1、2、32、および 720 の WS-X6548-RJ-45、WS-X6548-RJ-21、WS-X6524-100FX-MM WS-X6148X2-RJ-45、WS-X6148X2-45AF WS-X6196-RJ-21、WS-X6196-21AF WS-X6408-GBIC、WS-X6316-GE-TX、WS-X6416-GBIC WS-X6516-GBIC、WS-X6516A-GBIC、WS-X6816-GBIC アップリンク	9216 バイト
WS-X6516-GE-TX	8092 バイト (100 Mbps 時) 9216 バイト (10 ま たは 1000 Mbps 時)
WS-X6148-GE-TX、WS-X6148V-GE-TX、WS-X6148-GE-45AF、WS-X6548-GE-TX、WS-X6548V-GE-TX、WS-X6548-GE-45AF	1500 バイト (ジャンボフレームのサポートなし)
WS-X6148A-GE-TX、WS-X6148A-GE-45AF、WS-X6502-10GE、WS-X67xx シリーズ	9216 バイト
OSM ATM (OC12c)	9180 バイト
OSM CHOC3、CHOC12、CHOC48、CT3	9216 バイト (OCx および DS3) 7 673 バイト (T1/E1)
Flex WAN	7673 バイト

	イト (CT3 T1/DS0) 9216 バイト (OC3c POS) 7 673 バイ ト (T1)
CSM (WS-X6066-SLB-APC)	9216 バ イト (CSM 3.1(5) お よび 3.2(1) の 時点)
OSM POS OC3c、OC12c、OC48c。 OSM DPT OC48c、OSM GE WAN	9216 バ イト

レイヤ 3 ジャンボ フレーム サポート

Supervisor Engine 上で動作する CatOS および MSFC 上で動作する Cisco IOS ソフトウェアを備えた Catalyst 6500/6000 スイッチでは、Cisco IOS® ソフトウェア リリース 12.1(2)E 以降で PFC/MSFC2、PFC2/MSFC2 またはそれ以降のハードウェアを使用する場合に L3 ジャンボ フレームがサポートされます。入力と出力の両方の VLAN がジャンボ フレーム用に設定されている場合、すべてのパケットが PFC によりワイヤ スピードでハードウェア スイッチングされます。入力の VLAN がジャンボ フレーム用に設定されていて、出力の VLAN が設定されていない場合のシナリオは次の 2 つです。

- エンド ホストから Don't Fragment (DF) ビットが設定されたジャンボ フレームが (パス MTU ディスカバリー用に) 送信される場合 : パケットが廃棄され、Internet Control Message Protocol (ICMP) 到達不能メッセージがメッセージ コード fragment needed and DF set とともにエンド ホストに送信されます。
- エンド ホストから DF ビットが設定されていないジャンボ フレームが送信される場合 : パケットが MSFC2/MSFC3 にパントされ、ソフトウェアでフラグメント化とスイッチングが行われます。

次の表は、さまざまなプラットフォームでの L3 ジャンボ フレームのサポートの要約です。

L3 スイッチまたはモジュール	最大 L3 MTU サイズ
Catalyst 2948G-L3/4908G-L3 シリーズ	ジャンボ フレームはサポートされません。
Catalyst 5000 RSM ¹ /RSFC2	ジャンボ フレームはサポートされません。
Catalyst 6500 MSFC1	ジャンボ フレームはサポートされません。
Catalyst 6500 MSFC2 以降	Cisco IOS ソフトウェア リリース 12.1(2)E : 9216 バイト

¹ RSM = ルート スイッチ モジュール

² RSFC = ルート スイッチ フィーチャ カード

ネットワーク パフォーマンスの考慮事項

WAN (インターネット) 上の TCP のパフォーマンスについては広く研究が行われてきました。次の公式は、TCP のスループットには次の要因に基づく上限があることを示しています。

- 最大セグメント サイズ (MSS)。MTU 長から TCP/IP ヘッダーの長さを引いた値です。
- ラウンドトリップ時間 (RTT)
- パケット損失

$$\text{Throughput} \leq \sim 0.7 \times \text{MSS} / \left(\text{RTT} \times \sqrt{\text{packet_loss}} \right)$$

この公式によれば、達成可能な TCP の最大スループットは、MSS と正比例の関係にあります。RTT とパケット損失が一定の場合、パケット サイズを 2 倍にすれば、TCP スループットを 2 倍にできます。同様に、1518 バイトのフレームの代わりにジャンボ フレームを使用すると、サイズが 6 倍になるので、イーサネット接続の TCP スループットが 6 倍に向上する可能性があります。

第二に、サーバファームのパフォーマンスへの要求は増大し続けているため、ネットワーク ファイル システム (NFS) の UDP データグラムをより高いデータ レートで処理できる、より効率的な方法が求められています。NFS は、UNIX ベースのサーバ間でファイルを転送するために最もよく利用されているデータ ストレージ メカニズムであり、8400 バイトのデータグラムが特長です。イーサネットの拡張 9 KB MTU では、(NFS などの) 8 KB のアプリケーション データグラムとパケット ヘッダーのオーバーヘッドを 1 つのジャンボ フレームで十分に転送できます。NFS ブロックを別々の UDP データグラムにフラグメント化するためのソフトウェアは不要になるため、この機能により付随的に、ホスト上でのさらに効率的なダイレクト メモリ アクセス (DMA) 転送が可能になります。

推奨事項

ジャンボ フレームのサポートが必要な場合、ジャンボ フレームの使用は、すべてのスイッチ モジュール (L2) とインターフェイス (L3) でジャンボ フレームがサポートされているネットワークのエリアに制限します。このように設定すれば、パス内のすべての場所でフラグメンテーションを防止できます。パスでサポートされるフレーム長より長いジャンボ フレームを設定すると、フラグメンテーションが必要になるため、この機能を使用する利点が失われます。この「[ジャンボ フレーム](#)」の項にある表に示されているように、サポートされる最大パケット サイズに関しては、プラットフォームやライン カードによって異なります。

ホスト デバイスがある L2 VLAN 全体に対しては、ネットワーク ハードウェアで一般的にサポートされている最小の値である MTU サイズを指定してジャンボ フレーム対応のホスト デバイスを設定します。ジャンボ フレームがサポートされているモジュールでジャンボ フレームのサポートを有効にするには、次のコマンドを発行します。

```
set port jumbo mod/port enable
```

さらに、L3 境界を越えてジャンボ フレームをサポートする場合は、該当するすべての VLAN インターフェイスで使用可能な MTU の最大値である 9216 バイトを設定します。VLAN インターフェイスで、次の `mtu` コマンドを発行します。

```
interface vlan vlan# mtu 9216
```

このように設定すれば、モジュールでサポートされる L2 ジャンボ フレーム MTU は常に、トラフィックが通過する L3 インターフェイスに設定されている値以下になります。これで、トラフィックが VLAN から L3 インターフェイスを超えてルーティングされる場合のフラグメンテーションが防止されます。

管理設定

この項では、Catalyst ネットワークの制御、プロビジョニング、およびトラブルシューティングに役立つ考慮事項について説明します。

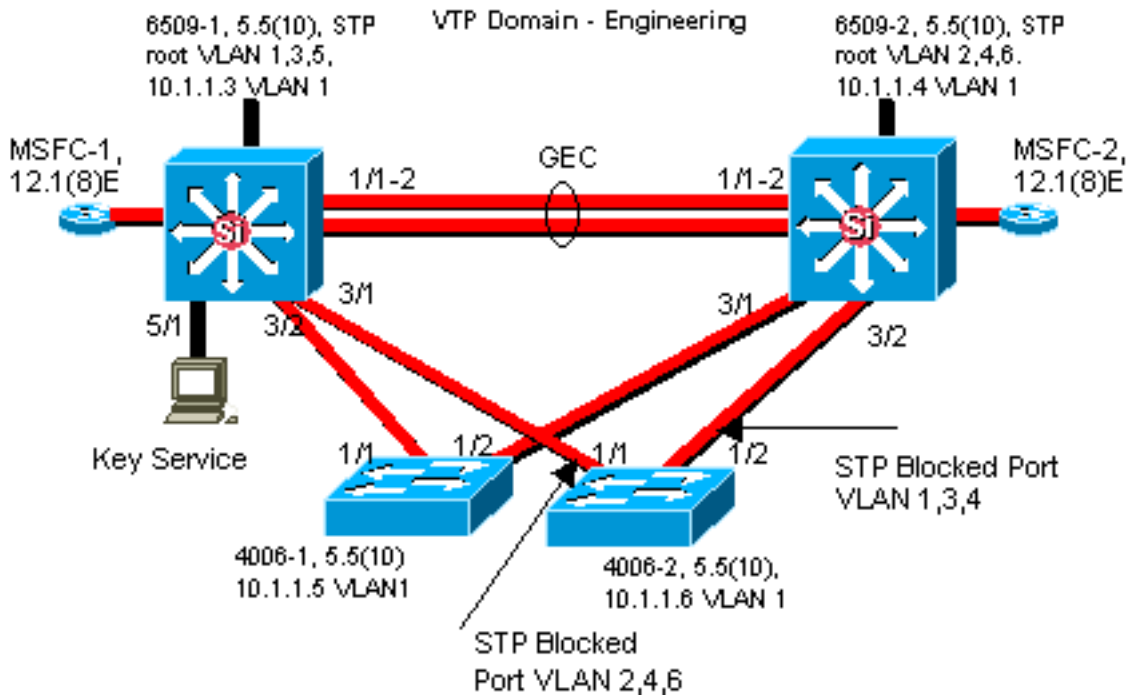
ネットワーク構成図

明確なネットワーク図はネットワーク運用の基本部分です。ネットワーク図はトラブルシューティングの際に重要となり、ネットワーク停止時に情報をベンダーやパートナーにエスカラーションするための唯一の最も重要な手段となります。ネットワーク図の準備やアクセシビリティを過小評価しないでください。

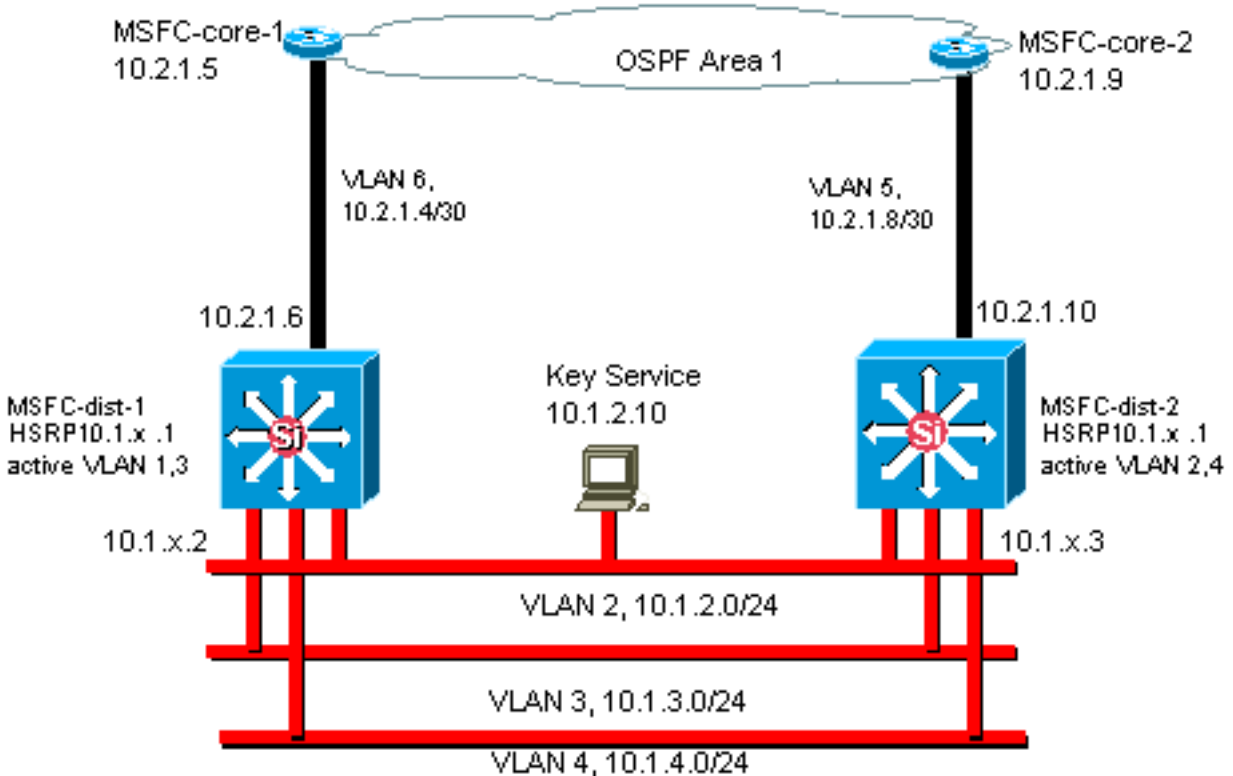
推奨事項

シスコでは、次の 3 つの図の作成を推奨しています。

- **全体図**：最大規模のネットワークの場合でも、エンドツーエンドの物理接続と論理接続を示す図は重要です。階層的な設計を実装している企業では、各レイヤを別々にドキュメント化するのが一般的です。ただし、計画時や問題解決時には、多くの場合、ドメインの全体的なリンク情報がわかれば十分です。
- **物理図**：すべてのスイッチおよびルータ ハードウェアとその配線を示します。トランク、リンク、速度、チャネルグループ、ポート番号、スロット、シャーシタイプ、ソフトウェア、VTP ドメイン、ルートブリッジ、バックアップルートブリッジプライオリティ、MAC アドレス、VLAN ごとのブロックされたポートなどを記入する必要があります。Catalyst 6500/6000 MSFC などの内部デバイスは、トランク経由で接続している枝上のルータとして表すとさらに明確になります。



- **論理図** : L3 機能 (オブジェクトとしてのルータ、イーサネット セグメントとしての VLAN) のみを示します。IP アドレス、サブネット、セカンダリアドレッシング、HSRP アクティブおよびスタンバイ、アクセスコア ディストリビューション レイヤ、ルーティング情報などを記入する必要があります。



インバンド管理

設定によっては、スイッチのインバンド (内部) 管理インターフェイス (sc0 として知られている) で次のデータを処理する必要があります。

- SNMP、Telnet、セキュア シェル (SSH) プロトコル、および syslog などのスイッチ管理プロトコル

- ブロードキャストやマルチキャストなどのユーザ データ
- STP BPDU、VTP、DTP、CDP などのスイッチ制御プロトコル

シスコのマルチレイヤ設計では、スイッチド ドメイン全体に広がり、すべての sc0 インターフェイスを含む管理 VLAN を 1 つ設定するのが普通です。そのように設定することで、管理トラフィックがユーザトラフィックから分離され、スイッチ管理インターフェイスのセキュリティが向上します。この項では、デフォルトの VLAN 1 を使用して管理トラフィックをユーザトラフィックと同じ VLAN 内のスイッチに送信することの意味と起こり得る問題について説明します。

動作概要

ユーザデータに VLAN 1 を使用する際の一番の懸念事項は、Supervisor Engine の NMP は一般的に、エンドステーションで生成される多くのマルチキャストおよびブロードキャストトラフィックによって中断される必要がないことです。古い Catalyst 5500/5000 ハードウェア、特に Supervisor Engine I と Supervisor Engine II では、このトラフィックを処理するためのリソースは限定されています (もともと、この原則はすべての Supervisor Engine に当てはまります)。Supervisor Engine の CPU、バッファ、またはバックプレーンへのインバンドチャネルが、不要なトラフィックをリスニングするために完全に占有されている場合、制御フレームが失われるおそれがあり、最悪の場合、スパニングツリーのループや EtherChannel の障害につながります。

Catalyst で [show interface](#) および `show ip stats` コマンドを発行すると、ユニキャストトラフィックとブロードキャストトラフィックの割合、および非 IP トラフィックと IP トラフィックの割合が表示されます (管理 VLAN では通常表示されません)。

古い Catalyst 5500/5000 ハードウェアのヘルスチェックをさらに行うには、`show inband / biga` (隠しコマンド) で出力されるリソースエラー (RsrcErrors) を調べます。これはルータのバッファドロップと似ています。このようなリソースエラーが増え続けている場合、管理 VLAN で大量のブロードキャストトラフィックが発生している可能性があるため、システムパケットの受信にメモリを使用できない状況にあります。1 つのリソースエラーは、Supervisor Engine が BPDU などのパケットを処理できないことを意味します。その結果、スパニングツリーなどのプロトコルにより、失われた BPDU が再送信されないため、すぐに問題が生じる可能性があります。

推奨事項

このドキュメントの「[Cat Control](#)」の項で説明したように、VLAN 1 は特別な VLAN で、ほとんどのコントロールプレーントラフィックをタグ付けして処理します。VLAN 1 はデフォルトですべてのトランクで有効になっています。大規模なキャンパスネットワークでは、VLAN 1 の STP ドメインの直径に注意する必要があります。ネットワークの一部における不安定さが VLAN 1 に影響を与え、その結果、コントロールプレーンの安定性、およびその他すべての VLAN での STP の安定性に影響を及ぼします。CatOS 5.4 以降では、VLAN 1 でのユーザデータの伝送と STP の実行を次のコマンドで制限できます。

```
clear trunk mod/port vlan 1
```

ネットワークアナライザで確認できますが、このコマンドを実行しても、VLAN 1 のスイッチ間でのコントロールパケットの送信は止まりません。しかし、データは転送されず、STP はこのリンク上で実行されません。したがって、この手法を使用すれば VLAN 1 をより小さい障害ドメインに分割できます。

注: 現時点では、3500 および 2900XL シリーズで VLAN 1 トランクをクリアすることはできません。

キャンパス設計では、比較的小さいスイッチ ドメインと、それに対応した小規模の障害/L3 境界にユーザ VLAN を制限するように考慮している場合でも、一部のお客様では、管理 VLAN の扱いが異なっている傾向があり、ネットワーク全体を単一の管理サブネットでカバーしようとしています。中央の NMS アプリケーションが管理対象のデバイスと L2 で隣接していなければならない技術的な理由はなく、またセキュリティ上適切な理由もありません。シスコでは、管理 VLAN の直径をユーザ VLAN と同じルーテッド ドメイン構造に制限すること、およびネットワーク管理のセキュリティを向上する方法としてアウトオブバンド管理と CatOS 6.x の SSH サポートを検討することを推奨しています。

その他のオプション

ただし、一部のトポロジでは、これらの推奨事項について設計上の考慮が必要です。たとえば、理想的で一般的なシスコ マルチレイヤ設計では、アクティブなスパンニング ツリーの使用を避けません。そのためには、各 IP サブネットと VLAN を 1 台のアクセスレイヤスイッチ、またはスイッチのクラスタに限定する必要があります。このような設計では、アクセスレイヤへのトランキングを設定できません。

L2 アクセスレイヤと L3 ディストリビューションレイヤ間で管理 VLAN を伝送するために、別の管理 VLAN を作成してトランキングを有効にすべきかどうかという質問に対する簡単な答えはありません。シスコのエンジニアとの設計レビューでは、次の 2 つのオプションが検討されます。

- **オプション 1:** 2 ~ 3 の固有の VLAN をディストリビューションレイヤから各アクセスレイヤスイッチにトランキングする。これで、データ VLAN、音声 VLAN、管理 VLAN などを利用でき、STP が非アクティブだという利点も得られます (VLAN 1 がトランクから削除されている場合、追加の設定手順が必要です)。このソリューションでは、障害回復中にルーティングされたトラフィックが一時的にブラックホール化しないようにするために、次の点も設計時に考慮する必要があります。トランクの STP PortFast (CatOS 7.x 以降) または STP 転送との VLAN 自動ステート同期 (CatOS 5.5(9) より後)。
- **オプション 2:** 1 つの VLAN をデータと管理に使用することを容認する。より強力な CPU やコントロールプレーンのレート制限機構などを備えた最新のスイッチ ハードウェアでは、比較的小さいブロードキャスト ドメインの設計がマルチレイヤ設計で推奨されているため、多くのお客様にとって sc0 インターフェイスとユーザデータの分離は以前ほど重要な問題ではなくなっています。最終的には、その VLAN のブロードキャストトラフィックプロファイルを調査し、スイッチ ハードウェアの能力についてシスコのエンジニアと話し合った上で判断するのが一番良いでしょう。実際に、管理 VLAN にそのアクセスレイヤスイッチ上のすべてのユーザが含まれる場合は、このドキュメントの「[セキュリティの設定](#)」の項の説明に従い、スイッチをユーザから保護するために IP 入力フィルタを使用することを強く推奨します。

アウトオブバンド管理

前の項の議論を一步進めると、トラフィック駆動のイベントやコントロールプレーンのイベントが発生したとしても、リモートから常にデバイスに到達できるように、実稼働ネットワークの周囲に別の管理インフラストラクチャを構築することで、ネットワーク管理の可用性を大幅に向上させることができます。一般的には、次の 2 つのアプローチが取られます。

- 専用 LAN を使用したアウトオブバンド管理
- ターミナル サーバを使用したアウトオブバンド管理

動作概要

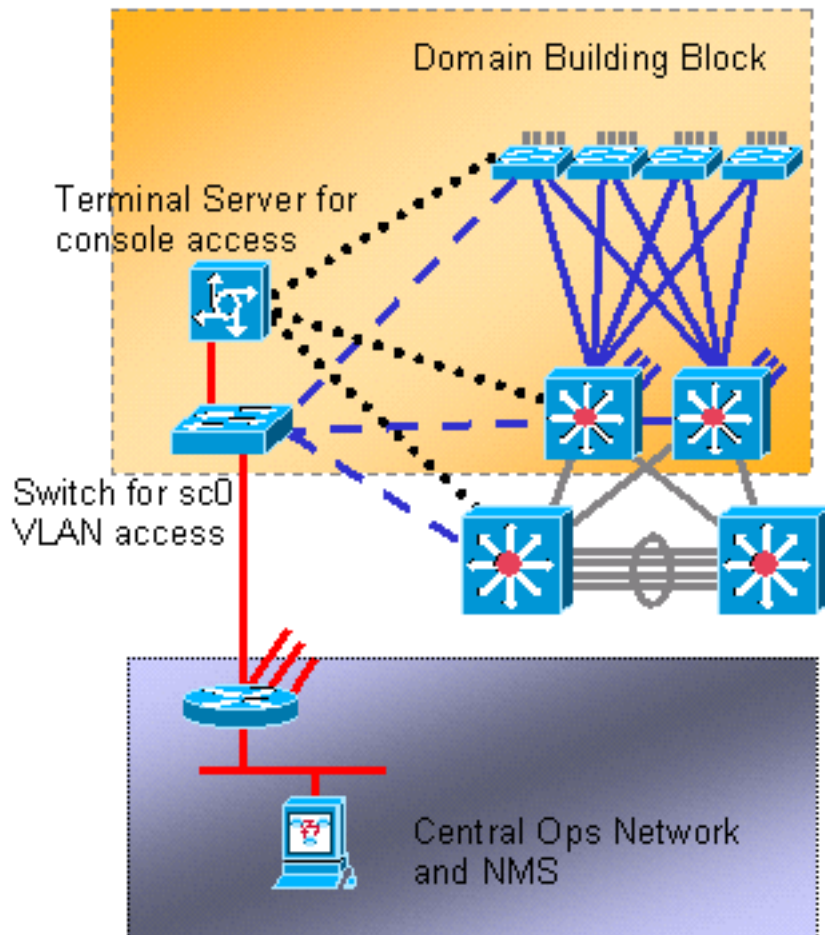
ネットワーク内のすべてのルータとスイッチには、管理 VLAN 上のアウトオブバンドイーサネット管理インターフェイスを搭載できます。デバイスごとに1つのイーサネットポートを管理 VLAN に設定し、sc0 インターフェイスを介して、そのポートを実稼働ネットワークの外部にある別のスイッチド管理ネットワークにケーブル接続します。Catalyst 4500/4000 スイッチには Supervisor Engine 上に特別な me1 インターフェイスがあります。このインターフェイスはスイッチポートとしてではなく、アウトオブバンド管理用にものみ使用されます。

また、Cisco 2600 または 3600 から RJ-45 to シリアル ケーブルを介して、レイアウト内のすべてのルータとスイッチのコンソールポートにアクセスするように構成することで、ターミナルサーバ接続を実現できます。ターミナルサーバを使用すると、バックアップシナリオの構成(すべてのデバイスの補助ポートのモデムなど)が不要になります。ターミナルサーバの補助ポートにモデムを1台設定すれば、ネットワーク接続障害の発生時に他のデバイスへのダイヤルアップサービスを提供できます。

推奨事項

この配置では、多数のインバンドパスに加えて、すべてのスイッチとルータに通じる2本のアウトオブバンドパスを使用できるため、可用性の高いネットワーク管理が可能になります。アウトオブバンドには次の役割があります。

- アウトオブバンドにより、管理トラフィックがユーザデータから分離される。
- アウトオブバンドは、分離したサブネット、VLAN、およびスイッチ内に管理 IP アドレスを持つため、セキュリティが向上する。
- アウトオブバンドにより、ネットワーク障害時でも管理データを確実に配信できる。
- アウトオブバンドには、管理 VLAN にアクティブなスパニングツリーがない。冗長性は重要ではありません。



システム テスト

ブートアップ診断

システムのブートアップ時には、信頼性の高い動作可能なプラットフォームの利用を可能にするために多数のプロセスが実行されます。その結果、障害のあるハードウェアによるネットワークの中断を防止できます。Catalyst のブート診断は、POST (電源投入時自己診断テスト) とオンライン診断に分かれています。

動作概要

プラットフォームおよびハードウェアの設定に応じて、ブートアップ時とカードがシャーシにホットスワップされた場合には異なる診断が実行されます。診断レベルが高ければより多くの問題が検出されますが、ブートサイクルが長くなります。POST (電源投入時自己診断テスト) 診断では次の3つのレベルを選択できます (すべてのテストで DRAM、RAM、およびキャッシュの存在とサイズがチェックされ、それらが初期化されます)。

動作概要		
バイパス	N/A	CatOS 5.5 以前を使用している 34500/4000 シリーズでは使用できません。 。

最小	DRAM の最初の MB に対してのみパターン書き込みテストが実行されます。	300	5500/5000 および 6500/6000 シリーズのデフォルト。 4500/4000 シリーズでは使用できません。
完了	すべてのメモリに対してパターン書き込みテストが実行されます。	600	4500/4000 シリーズのデフォルト。

オンライン診断

これらのテストではスイッチ内部の packets パスがチェックされます。したがって、オンライン診断は単純なポートテストではなく、システム全体のテストである点に注意してください。Catalyst 5500/5000 および 6500/6000 スイッチでは、最初にスタンバイ Supervisor Engine からテストが実行され、次にプライマリ Supervisor Engine から同じテストが実行されます。診断時間はシステムの構成（スロット、モジュール、ポートの数）によって異なります。テストには次の3つのカテゴリがあります。

- ループバックテスト：Supervisor Engine NMP から各ポートにパケットを送信し、NMP に戻ってきたパケットのエラーを調べます。
- バンドリングテスト：最大 8 ポートのチャネルを作成し、その agport に対してループバックテストを実行して、特定のリンクへのハッシュを確認します（詳細については、このドキュメントの「[EtherChannel](#)」の項を参照）。
- Enhanced Address Recognition Logic (EARL) テスト：中央の Supervisor Engine とインラインイーサネットモジュールの L3 リライトエンジンの両方がテストされます。ハードウェア転送エントリとルーテッドポートが作成された後、NMP から各モジュールのスイッチングハードウェア経由で（プロトコルカプセル化タイプごとに）サンプルパケットが送信され、NMP に戻ります。このテストは Catalyst 6500/6000 PFC 以降のモジュールを対象としています。

完全なオンライン診断には約 2 分かかります。最小限の診断では、Supervisor Engine 以外のモジュールのバンドルテストやリライトテストは実行されず、約 90 秒で終了します。

メモリテスト中に書き込まれたパターンとリードバックされたパターンに違いが見つかった場合、ポートの状態が `faulty` に変わります。これらのテスト結果は、検査対象のモジュール番号を指定して `show test` コマンドを発行すると確認できます。

```
>show test 9
```

```
Diagnostic mode: complete (mode at next reset: complete)
!--- Configuration setting. Module 9 : 4-port Multilayer Switch Line Card Status for Module 9 :
PASS Port Status : Ports 1 2 3 4 ----- . . . Line Card Diag Status for Module 9 (.
= Pass, F = Fail, N = N/A) Loopback Status [Reported by Module 1] : Ports 1 2 3 4 -----
--- . . . F . !--- Faulty. Channel Status : Ports 1 2 3 4 ----- . . .
```

推奨事項

シスコでは、最大限の障害検出を実現し、通常運用時のネットワーク停止を防止するために、す

すべてのスイッチで完全な診断を実行する設定にすることを推奨しています。

注: この変更は、デバイスを再起動するまで有効になりません。完全な診断を設定するには、次のコマンドを発行します。

```
set test diaglevel complete
```

[その他のオプション](#)

場合によっては、完全な診断の実行を待つよりもブートアップ時間の短縮が優先されることがあります。システムの起動にはその他の要素やタイミングも関係していますが、概して、POST (電源投入時自己診断テスト) およびオンライン診断を実行すると起動時間が 1/3 ほど長くなります。1 つの Supervisor Engine、9 スロット シャーシがフル構成されている Catalyst 6509 でテストした場合、合計ブート時間は、完全な診断で約 380 秒、最小限の診断で約 300 秒、診断をバイパスすると約 250 秒でした。バイパスを設定するには、次のコマンドを発行します。

```
set test diaglevel bypass
```

注: Catalyst 4500/4000 では最小限の診断を設定することもできますが、その場合でも実際には完全テストが実行されます。将来的には、このプラットフォームでも最小モードがサポートされる予定です。

[実行時診断](#)

システムが稼働可能になると、スイッチの Supervisor Engine では他のモジュールに対するさまざまなモニタリングが実行されます。管理メッセージ (アウトオブバンド管理バス上で動作する Serial Control Protocol (SCP)) を介してモジュールに到達できない場合、Supervisor Engine はそのカードの再起動を試みるか、または適切なアクションを実行します。

[動作概要](#)

Supervisor Engine ではさまざまなモニタリングが自動的に実行され、これには設定はいっさい必要ありません。Catalyst 5500/5000 および 6500/6000 の場合、スイッチの次の構成要素がモニタされます。

- NMP (ウォッチドッグでのモニタ)
- Enhanced EARL チップのエラー
- Supervisor Engine からバックプレーンへのインバンド チャネル
- モジュール (アウトオブバンド チャネル上でのキープアライブでのモニタ) (Catalyst 6500/6000)
- アクティブ Supervisor Engine (スタンバイ Supervisor Engine によるステータスのモニタリング) (Catalyst 6500/6000)

[システムおよびハードウェアのエラー検出](#)

動作概要

CatOS 6.2 以降には、重要なシステム コンポーネントとハードウェアレベルのコンポーネントをモニタするための機能が追加されています。次の 3 つのハードウェア コンポーネントがサポートされています。

- インバンド
- ポート カウンタ
- メモリ

この機能が有効になっているときにエラー状態が検出されると、スイッチから syslog メッセージが生成されます。このメッセージにより、顕著なパフォーマンスの低下が発生する前に、問題の存在が管理者に通知されます。CatOS バージョン 6.4(16)、7.6(12)、8.4(2) 以降では、3 つすべてのコンポーネントのデフォルト モードが disabled から enabled に変更されています。

インバンド

インバンド エラーが検出された場合、著しいパフォーマンスの低下が発生する前に、Syslog メッセージによって問題が生じていることが通知されます。エラーには、発生したインバンド障害のタイプが表示されます。例をいくつか示します。

- インバンド スタック
- リソース エラー
- ブートアップ中のインバンド障害

この機能では、インバンドの ping 障害が検出されると、インバンド接続の現在の Tx レートと Rx レート、CPU、およびスイッチのバックプレーンの負荷のスナップショットを含む追加の syslog メッセージも報告されます。このメッセージにより、インバンドがスタックしている (Tx/Rx がない) か、過負荷 (Tx/Rx が過度) であるかを正しく判断できます。この追加情報は、インバンド ping 障害の原因を判断するのに役立ちます。

ポート カウンタ

この機能を有効にすると、ポート カウンタをデバッグするプロセスが作成されて開始されます。ポート カウンタは、選択した内部ポート エラー カウンタを定期的にモニタします。ラインカードのアーキテクチャ、具体的には、モジュールの ASIC によって、この機能のクエリ対象カウンタが決まります。この情報は、シスコ テクニカル サポートや開発技術部門が問題をトラブルシューティングするために使用します。この機能では、FCS、CRC、配置、ラントなどの、リンク パートナーの接続に直接関連するエラー カウンタはポーリングされません。この機能の組み込み方法については、このドキュメントの「[EtherChannel やリンク エラーの処理](#)」の項を参照してください。

ポーリングは 30 分ごとに実行され、選択したエラー カウンタのバックグラウンドで動作します。同じポートに対する連続した 2 回のポーリングでカウンタの値が上昇している場合、そのインシデントが syslog メッセージで報告され、モジュールやポート、およびエラー カウンタの詳細が表示されます。

ポート カウンタ オプションは Catalyst 4500/4000 プラットフォームではサポートされていません。

「メモリ

この機能を有効にすると、バックグラウンドのモニタリングが実行されて、DRAM の破損状態が検出されます。検出されるメモリ破損には、次のようなものがあります。

- 割り当て
- 解放
- 範囲外
- 配置不良

[推奨事項](#)

サポートされている場合は、インバンド、ポート カウンタ、メモリなど、すべてのエラー検出機能を有効にしてください。これらの機能を有効にすると、システムとハードウェア向けに強化されたプロアクティブな警告診断が Catalyst スイッチ プラットフォームで行われます。3 つのエラー検出機能をすべて有効にするには、次のコマンドを発行します。

```
set errordetection inband enable
!--- This is the default in CatOS 6.4(16), 7.6(12), 8.4(2), and later. set errordetection
portcounters enable
!--- This is the default in CatOS 6.4(16), 7.6(12), 8.4(2), and later. set errordetection memory
enable
!--- This is the default in CatOS 6.4(16), 7.6(12), 8.4(2), and later.
```

エラー検出機能が有効になっていることを確認するには、次のコマンドを発行します。

```
>show errordetection

Inband error detection:           enabled
Memory error detection:          enabled
Packet buffer error detection:    errdisable
Port counter error detection:     enabled
Port link-errors detection:       disabled
Port link-errors action:          port-failover
Port link-errors interval:        30 seconds
```

[EtherChannel およびリンク エラーの処理](#)

[動作概要](#)

CatOS 8.4 以降には、EtherChannel にある 1 つのポートから同じ EtherChannel にある別のポートにトラフィックを自動フェールオーバーする新機能が導入されています。指定したインターバルの間に、チャンネルにあるポートのいずれかが設定されたエラーしきい値を超えると、ポート フェールオーバーが発生します。ポート フェールオーバーが発生するのは、EtherChannel に動作可能なポートが存在する場合だけです。障害が発生したポートが EtherChannel にある最後のポートの場合、そのポートは port-failover 状態にはなりません。受信したエラーのタイプにかかわらず、そのポートはトラフィックを通過させ続けます。単一のチャンネル化されていないポートは、port-failover 状態にはなりません。指定したインターバルの間に、エラーしきい値を超えた場合、これらのポートは errdisable 状態になります。

この機能が有効なのは、**set errordetection portcounters** を有効にした場合だけです。リンク エラーは、次の 3 つのカウンタに基づいてモニタされます。

- InErrors

- RxCRC (CRCAlignErrors)
- TxCRC

エラーカウンタの数字を表示するには、スイッチで [show counters](#) コマンドを発行します。次に例を示します。

```
>show counters 4/48
```

```
.....
32 bit counters
0  rxCRCAlignErrors      =          0
.....
6  ifInErrors            =          0
.....
12 txCRC                  =          0
```

次の表は、指定可能な設定パラメータとそれぞれのデフォルト設定を示しています。

パラメータ	デフォルト
グローバル	Disabled
RxCRC 用のポート モニタ	Disabled
InErrors 用のポート モニタ	Disabled
TxCRC 用のポート モニタ	Disabled
Action	Port-failover
間隔	30 秒
サンプリング カウント	3 回連続
下限しきい値	1000
上限しきい値	1001

この機能が有効になっていて、指定したサンプリング カウント期間内に、設定された上限しきい値にポートのエラー カウントが達した場合、設定可能なアクションはエラー ディisable かポート フェールオーバーになります。エラー ディisable アクションでは、ポートが errdisable 状態になります。ポート フェールオーバー アクションを設定すると、ポート チャネルの状態が考慮されます。ポートがチャネル内にあり、そのポートがチャネル内で動作可能な最後のポートではない場合にのみ、そのポートは errdisable 状態になります。さらに、設定されたアクションがポート フェールオーバーで、ポートが単一のポートまたはチャネル化されていない場合、ポートのエラー カウントが上限しきい値に達するとそのポートは errdisable 状態になります。

インターバルは、ポート エラー カウンタを読み込むためのタイマー定数です。link-errors インターバルのデフォルト値は 30 秒です。許容範囲は 30 ~ 1800 秒です。

予期しない単発イベントのために、ポートが偶発的にエラー ディisable になるリスクがあります。このリスクを最小限に抑えるために、この連続したサンプリング回数の中にこの状態が続いた場合にのみ、ポートに対するアクションが実行されます。デフォルトのサンプリング値は 3 で、許容範囲は 1 ~ 255 です。

しきい値は、link-errors インターバルに基づいてチェックされる絶対値です。デフォルトの link-error の下限しきい値は 1000 で、許容範囲は 1 ~ 65,535 です。デフォルトの link-error の上限しきい値は 1001 です。連続したサンプリング回数が下限しきい値に達すると syslog が送信され

ます。連続したサンプリング回数が上限しきい値に達すると、syslog が送信されて、エラー デイセーブルまたはポート フェールオーバー アクションがトリガーされます。

注: 同じポート エラー検出設定をチャンネル内のすべてのポートに使用してください。詳細については、Catalyst 6500 シリーズのソフトウェア コンフィギュレーション ガイドの次の各項を参照してください。

- [状態と接続の確認 \[英語\]](#) の「[EtherChannel やリンクのエラー処理の設定](#)」
- [イーサネット、ファストイーサネット、ギガビットイーサネット、および 10 ギガビットイーサネット スイッチングの設定 \[英語\]](#) の「[ポート エラー検出の設定](#)」

推奨事項

この機能では、データの記録と比較に SCP メッセージが使用されるため、アクティブ ポートが多数あると CPU の負荷が高くなります。このシナリオでは、しきい値の間隔が非常に小さな値に設定されると、さらに CPU 負荷が高くなります。この機能は、重要なリンクとして指定されていて、機密性の高いアプリケーションのトラフィックを転送するポートに対して、慎重に有効にしてください。リンク エラーの検出をグローバルに有効にするには、次のコマンドを発行します。

```
set errordetection link-errors enable
```

また、デフォルトのしきい値、インターバル、サンプリング パラメータを指定して使用を開始します。さらに、デフォルト アクションであるポート フェールオーバーを使用します。

個々のポートにグローバル link-error パラメータを適用するには、次のコマンドを発行します。

```
set port errordetection mod/port inerrors enable
```

```
set port errordetection mod/port rxcrc enable
```

```
set port errordetection mod/port txcrc enable
```

link-errors の設定を確認するには、次のコマンドを発行します。

```
show errordetection
```

```
show port errordetection {mod | mod/port}
```

Catalyst 6500/6000 パケット バッファの診断

CatOS バージョン 6.4(7)、7.6(5)、および 8.2(1) には、Catalyst 6500/6000 のパケット バッファの診断機能が導入されています。デフォルトで有効になるパケット バッファの診断では、一時的なスタティック RAM (SRAM) 障害によって発生するパケット バッファの障害が検出されます。次の 48 ポート 10/100 Mbps ライン モジュールで検出が有効になります。

- WS-X6248-RJ45

- WS-X6248-RJ21
- WS-X6348-RJ45
- WS-X6348-RJ21
- WS-X6148-RJ45
- WS-X6148-RJ21

障害状態が発生すると、48 個の 10/100 Mbps ポートの内 12 個のポートが接続されたままになり、接続の問題がランダムに発生する可能性があります。この状態から回復する唯一の方法は、ライン モジュールの電源の再投入です。

動作概要

パケット バッファの診断では、パケット バッファの特定のセクションに格納されたデータが一時的な SRAM の障害によって破損しているかどうかを判断するためのチェックが行われます。書き込まれたデータと異なるデータが読み取られた場合、次の 2 つの設定可能なリカバリ オプションが実行されます。

1. デフォルト アクションでは、バッファ障害の影響を受けるライン カードのポートがエラー ディセーブルにされます。
2. 2 番目のオプションでは、ライン カードの電源の再投入が行われます。

2 つの syslog メッセージが追加されています。それらのメッセージには、パケット バッファのエラーに伴い、ポートがエラー ディセーブルになること、またはモジュールの電源の再投入が行われることの警告が表示されます。

```
show errordetection
```

```
show port errordetection {mod | mod/port}
```

8.3 および 8.4 よりも前のバージョンの CatOS の場合、ライン カードの電源の再投入時間は 30 ~ 40 秒の間です。CatOS バージョン 8.3 および 8.4 には高速ブート機能が導入されています。この機能では、ブートアップ時間を最短にするために、初期ブート プロセス時に、インストールされているライン カードにファームウェアが自動的にダウンロードされます。高速ブート機能では、電源の再投入時間が約 10 秒に短縮されます。

推奨事項

シスコでは、デフォルト オプションである *errdisable* を使用することを推奨しています。このアクションを使用すると、実稼働時間帯にネットワーク サービスに与える影響を最小限に抑えることができます。可能であれば、error-disabled ポートの影響を受けている接続を使用可能な他のスイッチ ポートに移動して、サービスを復元します。メンテナンスの時間帯に、手動でライン カードの電源の再投入を行うスケジュールを作成します。破損したパケット バッファの状態から完全に回復するためには、[reset module mod](#) コマンドを発行します。

注: モジュールをリセットしてもエラーが継続する場合は、そのモジュールを取り付け直してください。

errdisable オプションを有効にするには、次のコマンドを発行します。

```
set errordetection packet-buffer errdisable
!--- This is the default.
```

その他のオプション

SRAM 障害が発生したすべてのポートを完全に回復するにはライン カードの電源の再投入が必要なため、代替回復アクションとして、電源の再投入オプションを設定する方法もあります。ネットワーク サービスの中断が 30 ~ 40 秒間続いても許容できるような状況では、このオプションが有効です。この中断時間は、ライン モジュールの電源の再投入が完全に行われ、高速ブート機能を使用せずにサービスが再開されるまでに必要な時間です。高速ブート機能では、電源の再投入オプションを有効にした状態でネットワーク サービスの中断時間を 10 秒に短縮できます。電源の再投入オプションを有効にするには、次のコマンドを発行します。

```
set errordetection packet-buffer power-cycle
```

パケットバッファの診断

このテストは Catalyst 5500/5000 スイッチ専用です。このテストは、ユーザ ポートとスイッチ バックプレーンの中で 10/100 Mbps の接続を提供する特定のハードウェアを備えたイーサネット モジュールを使用している、Catalyst 5500/5000 スイッチで障害のあるハードウェアを検出するために設計されています。これらのスイッチにはトランキング フレームに対して CRC チェックを実行する機能がないため、実行時にポート パケット バッファで障害が起こった場合、パケットが破損して CRC エラーが発生する可能性があります。あいにく、これが原因で Catalyst 5500/5000 ISL ネットワークに不正フレームが伝達され、最悪の場合はコントロールプレーンの中断やブロードキャスト ストームが発生することがあります。

新しい Catalyst 5500/5000 モジュールおよび他のプラットフォームには最新のハードウェア エラー チェック機構が組み込まれているため、パケット バッファ テストは不要です。そのため、設定オプションもありません。

パケット バッファ診断が必要なライン モジュールは、WS-X5010、WS-X5011、WS-X5013、WS-X5020、WS-X5111、WS-X5113、WS-X5114、WS-X5201、WS-X5203、WS X5213/a、WS-X5223、WS-X5224、WS-X5506、WS-X5509、WS-U5531、WS-U5533、および WS-U5535 です。

動作概要

この診断では、パケット バッファの特定のセクションに格納されたデータが、障害のあるハードウェアによって誤って破損されていないかがチェックされます。書き込まれたデータと異なるデータが読み取られた場合は、ポートでデータが破損する可能性があるため、そのポートがシャットダウンされて failed モードになります。エラーのしきい値は不要です。障害ポートは、モジュールがリセット (または交換) されるまで、再度有効にすることはできません。

パケット バッファのテストには次の 2 つのモードがあります。「スケジュール」および「オンデマンド」。テストが始まると、テストの予想実行時間 (最も近い分数に切り上げられた時間) とテストが開始したことを示す syslog メッセージが生成されます。正確なテスト時間は、ポート タイプ、バッファのサイズ、および実行するテストのタイプによって異なります。

オンデマンド テストは数分間で完了するためにアグレッシブに実行されます。これらのテストはパケット メモリとアクティブに干渉するため、テストを開始する前に、ポートを管理上シャットダウンする必要があります。ポートをシャットダウンするには、次のコマンドを発行します。

```
> (enable) test packetbuffer 4/1
Warning: only disabled ports may be tested on demand - 4/1 will be skipped.
> (enable) set port disable 4/1
> (enable) test packetbuffer 4/1
Packet buffer test started. Estimated test time: 1 minute.
%SYS-5-PKTTESTSTART:Packet buffer test started
%SYS-5-PKTTESTDONE:Packet buffer test done. Use 'show test' to see test results
```

スケジュール テストはオンデマンド テストほどアグレッシブではなく、バックグラウンドで実行されます。このテストは複数のモジュール間で並行して実行されますが、モジュールごとに一度に1つのポートでのみ実行できます。このテストでは、ユーザ パケット バッファ データを復元する前に、パケット バッファ メモリの小さいセクションに対して保存、書き込み、および読み取りが行われるため、エラーは発生しません。ただし、バッファ メモリへの書き込みが行われるため、数ミリ秒間着信パケットがブロックされ、混雑したリンクではパケット損失が生じることがあります。デフォルトでは、パケット損失を最小限に抑えるために、8 秒間隔でバッファ書き込みテストが行われます。これは、モジュールがフル構成されたシステムでパケット バッファ テストを実行する場合、完了までに 24 時間以上かかることを意味します。このスケジュール テストは、CatOS 5.4 以降ではデフォルトで有効になっており、毎週日曜日の 03:30 に実行されます。テスト ステータスを確認するには、次のコマンドを発行します。

```
>show test packetbuffer status
```

```
!--- When test is running, the command returns !--- this information: Current packet buffer test
details Test Type : scheduled Test Started : 03:30:08 Jul 20 2001 Test Status : 26% of ports
tested Ports under test : 10/5,11/2 Estimated time left : 11 minutes !--- When test is not
running, !--- the command returns this information: Last packet buffer test details Test Type :
scheduled Test Started : 03:30:08 Jul 20 2001 Test Finished : 06:48:57 Jul 21 2001
```

推奨事項

シスコでは、Catalyst 5500/5000 システムでスケジュール パケット バッファ テスト機能を使用することを推奨しています。これは、わずかなパケット損失のリスクよりも、モジュールの問題を検出できる利点の方が大きいからです。

テストは、ネットワーク全体で毎週決められた時刻に実行されるようにスケジュールします。そうすることで、必要に応じて障害のあるポートや RMA モジュールからリンクを変更できます。ネットワークの負荷によっては、テスト中に多少のパケット損失が生じる可能性があるため、日曜日の 3:30 AM (デフォルト) など、ネットワークの使用率が低い時間帯にスケジュールする必要があります。テスト時刻を設定するには、次のコマンドを発行します。

```
set test packetbuffer Sunday 3:30
!--- This is the default.
```

テストを有効にすると (初めて CatOS 5.4 以降にアップグレードしたときと同様)、それまで隠れていたメモリまたはハードウェアの問題が明らかになり、結果としてポートが自動的にシャットダウンされることがあります。次のメッセージが表示される場合があります。

```
set test packetbuffer Sunday 3:30
!--- This is the default.
```

その他のオプション

毎週ポート単位でわずかなパケット損失が生じるリスクを許容できない場合は、スケジュールし

た停止時間中にオンデマンド機能を使用することを推奨します。一定のポート範囲ごとにこの機能を手動で開始するには、次のコマンドを発行します（ただし、ポートは事前に管理上シャットダウンする必要があります）。

```
test packetbuffer port range
```

システム ロギング

syslog メッセージはシスコ固有のもので、プロアクティブな障害管理の重要な部分です。syslog を使用することで、標準化された SNMP よりも広い範囲でネットワークやプロトコルの状態を報告できます。Cisco Resource Manager Essentials (RME) や Network Analysis Toolkit (NATkit) などの管理プラットフォームでは、次のようなタスクが実行されるため、syslog 情報を有効利用できます。

- 重大度、メッセージ、デバイスなどの項目別に分析を提供する
- 分析用に着信メッセージのフィルタリングを有効にする
- ポケットベルなどへのアラートや、インベントリおよび設定変更のオンデマンド収集をトリガーする

推奨事項

重要なことは、どのレベルのロギング情報がローカルに生成され、syslog サーバに送信されずにスイッチのバッファに保持されるかという点です（ [set logging server severity value](#) コマンドを使用）。高レベルの情報を一元的にログに記録している組織もあれば、イベントの詳細なログを見る場合はスイッチ自体にアクセスする組織や、トラブルシューティング時にのみ高レベルの syslog の取得を有効にする組織もあります。

CatOS プラットフォームのデバッグは Cisco IOS ソフトウェアの場合と異なりますが、[set logging session enable](#) を使用することで、デフォルトでログに記録される情報を変更することなく、セッション単位で詳細なシステム ロギングを有効にできます。

シスコでは通常、spantree および system syslog 機能をレベル 6 に上げることを推奨しています。これらは追跡を行うための安定性に関する主要な機能です。また、マルチキャスト環境では、mcast 機能のロギング レベルを 4 に上げ、ルータ ポートが削除された場合に syslog メッセージが生成されるようにすることを推奨します。あいにく、CatOS 5.5(5) より前のバージョンでこのように設定すると、IGMP Join および Leave の syslog メッセージが記録されることがあり、量が多すぎてモニタできません。最後に、IP 入力リストを使用している場合は、不正なログイン試行をキャプチャするために、最小のロギング レベルの 4 に設定することを推奨します。これらのオプションを設定するには、次のコマンドを発行します。

```
set logging buffer 500
!--- This is the default. set logging server syslog server IP address set logging server enable
!--- This is the default. set logging timestamp enable
set logging level spantree 6 default
!--- Increase default STP syslog level. set logging level sys 6 default
!--- Increase default system syslog level. set logging server severity 4
!--- This is the default; !--- it limits messages exported to syslog server. set logging console
disable
```

メッセージの量が多いときに低速または存在しない端末からの応答を待つことでスイッチがハングするリスクを防ぐために、コンソールメッセージをオフにします。コンソールロギングはCatOSでは優先順位が高く、主にトラブルシューティング時やスイッチのクラッシュ時に最後のメッセージをローカルにキャプチャするために使用されます。

次の表に、Catalyst 6500/6000での個々のロギング機能、デフォルトレベル、および推奨される変更を示します。各プラットフォームの機能は、サポートされる機能によって多少異なります。

ファシリティ	デフォルトレベル	推奨処置
acl	5	デフォルトのままにする。
cdpcdp	4	デフォルトのままにする。
cops	3	デフォルトのままにする。
dtp	8	デフォルトのままにする。
earl	2	デフォルトのままにする。
ethc ¹	5	デフォルトのままにする。
filesys	2	デフォルトのままにする。
gvrp	2	デフォルトのままにする。
ip	2	IP入力リストを使用している場合は4に変更する。
kernel	2	デフォルトのままにする。
1日	3	デフォルトのままにする。
mcast	2	マルチキャストを使用している場合は4に変更する (CatOS 5.5(5)以降)。
mgmt	5	デフォルトのままにする。
mls	5	デフォルトのままにする。
pagp	5	デフォルトのままにする。
protfilt	2	デフォルトのままにする。
pruning	2	デフォルトのままにする。
Privatevlan	3	デフォルトのままにする。
qos	3	デフォルトのままにする。
radius	2	デフォルトのままにする。
rsvp	3	デフォルトのままにする。
セキュリティ	2	デフォルトのままにする。
snmp	2	デフォルトのままにする。
spantree	2	6に変更する。
sys	5	6に変更する。
tac	2	デフォルトのままにする。
tcp	2	デフォルトのままにする。
Telnet	2	デフォルトのままにする。
tftp	2	デフォルトのままにする。
UDLD	4	デフォルトのままにする。
VMPS	2	デフォルトのままにする。

VTP	2	デフォルトのままにする。
-----	---	--------------

¹ CatOS 7.x 以降では、LACP のサポートを反映するために、ethc ファシリティ コードが pagp ファシリティ コードの代わりに使用されています。

注: 現在、Catalyst スイッチでは、設定モード終了後に初めてメッセージがトリガーされる Cisco IOS ソフトウェアとは異なり、**set** または **clear** コマンドを実行するたびに、設定変更の syslog レベル 6 メッセージがログに記録されます。このメッセージをトリガーとして、RME でリアルタイムに設定をバックアップする必要がある場合は、これらのメッセージも RME syslog サーバに送信する必要があります。ほとんどのお客様の場合、Catalyst スイッチの設定は定期的にバックアップするだけで十分であり、サーバ ロギングのデフォルトの重大度を変更する必要はありません。

NMS アラートを調整する場合は、[システム メッセージ ガイド](#) [英語] を参照してください。

Simple Network Management Protocol

SNMP は、ネットワーク デバイスの Management Information Base (MIB) に保存された統計情報、カウンタ、およびテーブルを取得するために使用します。収集した情報を HP Openview などの NMS で使用して、リアルタイムのアラートの生成、可用性の測定、キャパシティプランニング情報の生成を行い、設定やトラブルシューティングのチェックを行うこともできます。

動作概要

ネットワーク管理ステーションにはいくつかのセキュリティ メカニズムが搭載されており、SNMP プロトコルの **get** および **get next** 要求を使用して MIB の情報を取得し、**set** コマンドを使用してパラメータを変更することができます。また、ネットワーク デバイスは、リアルタイムアラートのために NMS 用のトラップ メッセージを生成するように設定できます。SNMP ポーリングでは IP UDP ポート 161 が使用され、SNMP トラップではポート 162 が使用されます。

シスコでは次のバージョンの SNMP をサポートしています。

- SNMPv1 : RFC 1157 インターネット標準。セキュリティにはクリア テキストのコミュニティ スtring が使用されます。IP アドレスのアクセス コントロール リストとパスワードによって、エージェントの MIB にアクセスできるマネージャのコミュニティが定義されます。
- SNMPv2C : SNMPv2 (RFC 1902 ~ 1907 で定義されたドラフト インターネット標準) と SNMPv2C (SNMPv2 用のコミュニティベースの管理フレームワーク。RFC 1901 で定義された実験的なドラフト) の組み合わせ。利点としては、テーブルおよび大量の情報の取得をサポートするバルク取得メカニズム、必要なラウンドトリップ数の最小化、エラー処理の改善などがあります。
- SNMPv3 : RFC 2570 提案ドラフト。ネットワーク上での認証とパケットの暗号化を組み合わせることで、デバイスへのセキュアなアクセスを提供します。SNMPv3 で提供されるセキュリティ機能は、次のとおりです。メッセージ整合性 : パケットが伝送中に改ざんされていないことを保証します。認証 : メッセージの送信元が有効かどうかを判別します。暗号化 : パケットの内容を暗号化し、不正な送信元によってパケットの内容が表示されないようにします。

次の表に、セキュリティ モデルの組み合わせを示します。

モデル	認証	暗号	結果
-----	----	----	----

ル レ ベル		化	
v1	noAuthNoPriv 、コミュニティ ストリング	なし	コミュニティストリングの照合 を使用して認証します。
v2 c	noAuthNoPriv 、コミュニティ ストリング	なし	コミュニティストリングの照合 を使用して認証します。
v3	noAuthNoPriv 、ユーザ名	なし	ユーザ名の照合を使用して認証 します。
v3	authNoPriv、 MD5 または SHA	Np	HMAC-MD5 または HMAC-SHA アルゴリズムに基づく認証を提 供します。
v3	authPriv、MD5 または SHA	D ES	HMAC-MD5 または HMAC-SHA アルゴリズムに基づく認証を提 供します。CBC-DES (DES- 56) 標準に基づいて認証する以 外に、DES 56ビット暗号化を 行います。

注: SNMPv3 オブジェクトについては、次の点に注意してください。

- 各ユーザはグループに属します。
- グループは、一連のユーザに対するアクセス ポリシーを定義します。
- アクセス ポリシーは、読み取り、書き込み、および作成のためにアクセスできる SNMP オブジェクトを定義します。
- グループは、ユーザが受信できる通知の一覧を決定します。
- グループは、所属するユーザのセキュリティ モデルとセキュリティ レベルも定義します。

SNMP トラップに関する推奨事項

SNMP はすべてのネットワーク管理の基盤となるもので、すべてのネットワークで有効化されて、使用されます。スイッチの SNMP エージェントは、管理ステーションでサポートされている SNMP のバージョンを使用するように設定する必要があります。エージェントは複数のマネージャと通信できるため、たとえば、ある管理ステーションとは SNMPv1 プロトコルを使用して通信し、別の管理ステーションとは SNMPv2 プロトコルを使用して通信するように設定することができます。

現在、ほとんどの NMS ステーションでは、次の設定で SNMPv2C が使用されています。

```
set snmp community read-only string
!--- Allow viewing of variables only. set snmp community read-write string
!--- Allow setting of variables. set snmp community read-write-all string<string>
!--- Include setting of SNMP strings.
```

シスコでは、使用中のすべての機能に対して SNMP トラップを有効にすることを推奨しています (使用していない機能は、必要に応じて無効にできます)。有効になったトラップは、NMS でエラー (ポケットベルのアラートやポップアップなど) の適切な処理を設定した上で、[test snmp](#)

コマンドを使用してテストできます。

デフォルトでは、トラップはすべて無効になっているため、個別にまたは次のように all パラメータを使用して、設定に追加する必要があります。

```
set snmp trap enable all
set snmp trap server address read-only community string
```

CatOS 5.5 で使用できるトラップは次のとおりです。

Trap	説明
auth	認証
ブリッジ	ブリッジ
シャーシ	シャーシ
config	設定
エンティティ	エンティティ
ippermit	IP 許可
モジュール	モジュール
リピータ	リピータ
stp	スパニング ツリー拡張
syslog	Syslog 通知
vmps	VLAN Membership Policy Server; VLAN メンバーシップ ポリシー サーバ
vtp	VLAN Trunking Protocol (VLAN トラン キング プロトコル)

注: syslog トラップでは、スイッチで生成されたすべての syslog メッセージが SNMP トラップとして NMS にも送信されます。Cisco Works 2000 RME などのアナライザによって syslog アラートがすでに実行されている場合、この情報を 2 回受信することになるため、必ずしも有効ではありません。

Cisco IOS ソフトウェアとは異なり、ポート レベルの SNMP トラップはデフォルトで無効になっています。これは、スイッチには何百ものアクティブなインターフェイスを設定できるためです。そのためシスコでは、ルータ、スイッチ、メインサーバへのインフラストラクチャリンクなどのキーポートでポートレベルの SNMP トラップを有効にすることを推奨しています。ユーザホストポートなど、その他のポートでは有効にする必要はありません。これにより、ネットワーク管理を簡素化できます。

```
set port trap port range enable
!--- Enable on key ports only.
```

[SNMP ポーリングに関する推奨事項](#)

具体的なニーズについて詳細に確認するためにネットワーク管理のレビューを行うことが推奨されますが、シスコには大規模ネットワークの管理に関する次のような基本理念があります。

- 単純なことを確実にやり遂げる。
- 過度のデータ ポーリング、収集、ツール、および手動分析によるスタッフの過重な負担を減らす。
- ネットワーク管理はごくわずかなツールだけで実行できる。たとえば、NMS としての HP Openview、設定、syslog、インベントリ、およびソフトウェア マネージャとしての Cisco RME、NMS データ アナライザとしての Microsoft Excel、Web への公開手段としての CGI。
- レポートを Web に公開すれば、シニア マネージャやアナリストなどのユーザが、多くの特別な要求で運用スタッフに負担をかけることなく自分で情報を入手できる。
- ネットワーク上で正常に動作しているものを調べ、それには手をつけない。正常に動作していないものに集中する。

NMS の実装の最初のフェーズでは、ネットワーク ハードウェアのベースラインを確立する必要があります。デバイスおよびプロトコルの状態については、ルータの CPU、メモリ、およびバッファの使用率、スイッチの NMP CPU、メモリ、およびバックプレーンの使用率から多くのことを推測できます。ハードウェアのベースラインが確立して初めて、L2 および L3 トラフィックの負荷、ピーク、および平均のベースラインが十分に意味のあるものとなります。ベースラインの確立には通常、企業のビジネス サイクルに応じて、日、週、および四半期のトレンドを把握するために数ヵ月かかります。

ネットワークの多くは、過度のポーリングによって生じる NMS のパフォーマンスおよびキャパシティの問題を抱えています。そのため、ベースラインが確立されたら、デバイス自体にアラームとイベントの RMON しきい値を設定することを推奨します。これで、NMS にデバイスの異常な変化が通知され、ポーリング量が削減されます。つまり、継続的なポーリングによってすべてが正常であるかどうかを確認するのではなく、ネットワークで異常が発生した場合にオペレータに通知できるようになります。しきい値は、最大値 + パーセンテージや、平均からの標準偏差など、さまざまな規則に基づいて設定できますが、それらはこのドキュメントの範囲外です。

NMS の実装の 2 番目のフェーズでは、特定のネットワーク領域に対して、SNMP を使用して詳細なポーリングを行います。領域には、疑わしい領域、変化が起こる前の領域、正常に稼働している領域が含まれます。NMS システムをサーチライトとしてネットワークを詳細にスキャンし、ホットスポットを明らかにします (ネットワーク全体を対象にしないでください)。

シスコのネットワーク管理コンサルティング グループでは、キャンパス ネットワークにおいて、次の主要な障害 MIB を分析またはモニタすることを推奨しています。ポーリングするパフォーマンス MIB などの詳細については、[シスコ ネットワークの監視とイベントに関するガイドライン](#) [英語] を参照してください。

Object Name	オブジェクトの説明	OID	ポーリング間隔	しきい値 (Threshold)
MIB-II				
sysUp Time	システム稼働時間 (1/100 秒単位)	1.3.6.1.2.1.1.3	5分	< 30000
Object Name	オブジェクトの説明	OID	ポーリング間隔	しきい値 (Threshold)
CISCO-PROCESS-MIB				
cpmCPU Total5min	直近の 5 分間の CPU 全体	1.3.6.1.4.1.9.9.109.1.1.1.1.5	10分	基準

	のビジー パーセン テージ			
Object Name	オブジェクトの 説明	OID	ポーリ ング間 隔	しきい 値 (Thres hold)
CISCO-STACK-MIB				
sysEnabl eChassi sTraps	この MIB の chassisAlarmOn および chassisAlarmOff トラップの生成 の有無を示しま す。	1.3.6.1.4 .1.9.5.1. 1.24	24時間	1
sysEnabl eModule Traps	この MIB の moduleUp およ び moduleDown トラップの生成 の有無を示しま す。	1.3.6.1.4 .1.9.5.1. 1.25	24時間	1
sysEnabl eBridgeT raps	BRIDGE- MIB (RFC 1493) の newRoot および topologyChange トラップの生成 の有無を示しま す。	1.3.6.1.4 .1.9.5.1. 1.26	24時間	1
sysEnabl eRepeat erTraps	REPEATER- MIB (RFC 1516) のトラッ プの生成の有無 を示します。	1.3.6.1.4 .1.9.5.1. 1.29	24時間	1
sysEnabl eIpPermi tTraps	この MIB の IP 許可トラップの 生成の有無を示 します。	1.3.6.1.4 .1.9.5.1. 1.31	24時間	1
sysEnabl eVmmpsTr aps	CISCO-VLAN- MEMBERSHIP- MIB で定義され ている vmVmmpsChange トラップの生成 の有無を示しま す。	1.3.6.1.4 .1.9.5.1. 1.33	24時間	1
sysEnabl eConfigT raps	この MIB の sysConfigChang e トラップの生 成の有無を示し	1.3.6.1.4 .1.9.5.1. 1.35	24時間	1

	ます。			
sysEnableStpxTrap	CISCO-STP-EXTENSIONS-MIB の stpxInconsistencyUpdate トラップの生成の有無を示します。	1.3.6.1.4 .1.9.5.1.1.40	24時間	1
chassisPowers1status	電源 1 のステータス。	1.3.6.1.4 .1.9.5.1.2.4	10分	2
chassisPowers1TestResult	電源 1 のステータスに関する詳細情報。	1.3.6.1.4 .1.9.5.1.2.5	必要に応じて行います。	
chassisPowers2Status	電源 2 のステータス。	1.3.6.1.4 .1.9.5.1.2.7	10分	2
chassisPowers2TestResult	電源 2 のステータスに関する詳細情報。	1.3.6.1.4 .1.9.5.1.2.8	必要に応じて行います。	
chassisFanStatus	シャーシファンのステータス。	1.3.6.1.4 .1.9.5.1.2.9	10分	2
chassisFanTestResult	シャーシファンのステータスに関する詳細情報。	1.3.6.1.4 .1.9.5.1.2.10	必要に応じて行います。	
chassisMinorAlarm	シャーシのマイナーアラームのステータス。	1.3.6.1.4 .1.9.5.1.2.11	10分	1
chassisMajorAlarm	シャーシのメジャーアラームのステータス。	1.3.6.1.4 .1.9.5.1.2.12	10分	1
chassisTempAlarm	シャーシの温度アラームのステータス。	1.3.6.1.4 .1.9.5.1.2.13	10分	1
moduleStatus	モジュールの動作ステータス。	1.3.6.1.4 .1.9.5.1.3.1.1.10	30分	2
moduleTestResult	モジュールの状態に関する詳細情報。	1.3.6.1.4 .1.9.5.1.3.1.1.11	必要に応じて行います。	
moduleStandbyStatus	冗長モジュールのステータス。	1.3.6.1.4 .1.9.5.1.3.1.1.21	30分	=1 または =4
Object	オブジェクトの説明	OID	ポー	しき

Name			リング間隔	い値 (Threshold)
CISCO-MEMORY-POOL-MIB				
dot1dStpTimeSinceTopologyChange	エンティティによって最後にトポロジ変更が検出されてからの時間 (1/100 秒単位)。	1.3.6.1.2.1.17.2.3	5分	< 30000
dot1dStpTopChanges	管理エンティティが最後にリセット、または初期化されてから、このブリッジによって検知されたトポロジに対する変更の総数。	1.3.6.1.2.1.17.2.4		必要に応じて行います。
dot1dStpPortState [1]	スパニング ツリー プロトコルの適用によって定義されたポートの現在の状態。戻り値は次のいずれかになります。 disabled (1)、 blocking (2)、 listening (3)、 learning (4)、 forwarding (5)、または broken (6)。	1.3.6.1.2.1.17.2.15.1.3		必要に応じて行います。

Object Name	オブジェクトの説明	OID	ポーリング間隔	しきい値 (Threshold)
CISCO-MEMORY-POOL-MIB				
ciscoMemoryPoolUsed	管理対象デバイスアプリケーションによって現在使用されているメモリ プールのバイト数を示します。	1.3.6.1.4.1.9.9.48.1.1.1.5	30分	基準
ciscoMemoryPoolFree	管理対象デバイスで現在使用されていないメモリ プールのバイト数を示します。 注 : ciscoMemoryPoolUsed と ciscoMemoryPoolFree の合計がプール内のメモリの総量になります。	1.3.6.1.4.1.9.9.48.1.1.1.6	30分	基準

ciscoMemoryPoolLargestFree	管理対象デバイスで現在使用されていないメモリプールの連続した最大バイト数を示します。	1.3.6.1. 4.1.9.9. 48.1.1. 1.7	30 分	基準
----------------------------	--	--	---------	----

Cisco MIB のサポートの詳細については、[シスコ ネットワーク管理ツールキット : MIB \[英語\]](#) を参照してください。

注: 標準 MIB の中には、特定の SNMP エンティティに含まれる MIB のインスタンスが 1 つだけであると仮定しているものがあります。そのような標準 MIB には、MIB の特定のインスタンスに直接アクセスするために使用できるインデックスはありません。そのような場合は、コミュニティストリング インデックスを使用して標準 MIB の各インスタンスにアクセスします。構文は [community string]@[instance number] で、通常、インスタンスは VLAN 番号です。

[その他のオプション](#)

SNMPv3 はセキュリティの観点から、いずれ SNMPv2 よりも使用されるようになると予想されるため、シスコではお客様の NMS 戦略の一環として、この新しいプロトコルを採用することを推奨しています。SNMPv3 の利点は、データの改ざんや破損を心配することなく、SNMP デバイスからデータを安全に収集できる点です。スイッチの設定を変更する SNMP set コマンド パッケージなどの機密情報は暗号化できるため、その内容がネットワーク上に公開されるのを防ぐことができます。また、ユーザグループごとに異なる権限を付与することもできます。

注: SNMPv3 の設定は SNMPv2 のコマンドラインとは大きく異なります。また、Supervisor Engine の CPU 負荷の上昇が予想されます。

[リモート モニタリング](#)

RMON では、履歴ベースラインに基づく決定やしきい値分析の実行など、ネットワーク マネージャによる情報の一般的な使用や応用に対する準備として、ネットワーク デバイス自体による MIB データの前処理が可能です。

[RFC 1757](#) で定義されているように、RMON 処理の結果は RMON MIB に保存され、後で NMS によって収集されます。

[動作概要](#)

Catalyst スイッチでは各ポートのハードウェアでミニ RMON をサポートしています。ミニ RMON は 4 つの基本 RMON-1 グループ、つまり統計 (グループ 1)、履歴 (グループ 2)、アラーム (グループ 3)、イベント (グループ 9) で構成されています。

RMON-1 の最も強力な部分は、アラームおよびイベント グループによって提供されるしきい値のメカニズムです。前述したように、RMON しきい値を設定することで、異常状態が発生した際にスイッチから SNMP トラップを送信できます。キーポートが特定されたら、SNMP を使用してカウンタまたは RMON 履歴グループをポーリングし、それらのポートの通常のトラフィック アクティビティを記録するベースラインを作成できます。次に、RMON の上昇しきい値と下降しきい値を設定し、ベースラインからの定義済みバリエーションが生じたときにアラームが通知されるよう設定できます。

アラームおよびイベント テーブルのパラメータ行を正しく作成するのは面倒なため、しきい値の

設定には RMON 管理パッケージを使用するのが最適です。Cisco Traffic Director (Cisco Works 2000 の一部) などの商用 RMON NMS パッケージは GUI を備えており、RMON しきい値を容易に設定できます。

ベースラインの目的では、etherStats グループから有用な一連の L2 トラフィック統計が提供されます。このテーブルのオブジェクトは、ユニキャスト、マルチキャスト、およびブロードキャストトラフィックに関する統計の取得のほか、各種 L2 エラーの取得にも使用できます。それらのサンプリング値を履歴グループに保存するように、スイッチの RMON エージェントを設定することもできます。このメカニズムを使用すると、サンプルレートを低下させることなく、ポーリングの量を削減できます。RMON 履歴を使用すると、大量のポーリング オーバーヘッドが発生することなく、正確なベースラインが得られます。ただし、収集する履歴が多いほど、より多くのスイッチ リソースが使用されます。

スイッチによって提供されるのは RMON-1 の 4 つの基本グループだけですが、RMON-1 の残りのグループと RMON-2 があることを忘れないください。UsrHistory (グループ 18) や ProbeConfig (グループ 19) を含む、すべてのグループは RFC 2021 で定義されています。L3 以上の情報をスイッチから取得するには、SPAN ポートまたは VLAN ACL リダイレクト機能を使用します。これらの機能を使用すれば、トラフィックを外部の RMON SwitchProbe や内部の Network Analysis Module (NAM) にコピーできます。

NAM はすべての RMON グループをサポートしており、アプリケーション層のデータ、たとえば、MLS が有効な場合に Catalyst からエクスポートされる Netflow データを調べることもできます。MLS が実行中ということは、ルータでフロー内のすべてのパケットが交換されていないことを意味するため、インターフェイス カウンタではなく Netflow データ エクスポートからのみ信頼性の高い VLAN アカウンティングが得られます。

SPAN ポートとスイッチ プロブを使用して特定のポート、トランク、または VLAN のパケット ストリームをキャプチャし、パケットをアップロードして RMON 管理パッケージで復号化できます。SPAN ポートは CISCO-STACK-MIB の SPAN グループを通じて SNMP で制御できるため、このプロセスは容易に自動化できます。Traffic Director はローピング エージェント機能でこれらの機能を利用します。

VLAN 全体で SPAN 機能を使用する場合は注意すべき点があります。1 Gbps プロブを使用している場合でも、1 つの VLAN または 1 つの 1 Gbps 全二重ポートからのパケット ストリームが全体で SPAN ポートの帯域幅を超えることがあります。SPAN ポートが継続的に帯域幅全体を使用している場合、データが失われる可能性があります。詳細については、[Catalyst Switched Port Analyzer \(SPAN; スイッチド ポート アナライザ \) 機能の設定 \[英語\]](#) を参照してください。

推奨事項

シスコでは、SNMP ポーリング単独の場合よりもインテリジェントにネットワークを管理するために、RMON しきい値とアラートを設定することを推奨しています。これにより、ネットワーク管理トラフィックのオーバーヘッドが減り、ネットワークでベースラインからの変更が発生したときにインテリジェントにアラートを通知できます。RMON は Traffic Director などの外部エージェントによって制御する必要があります。CLI はサポートされていません。RMON を有効にするには、次のコマンドを発行します。

```
set snmp rmon enable
set snmp extendedrmon netflow enable mod
!--- For use with NAM module only.
```

スイッチの主な機能はフレームの転送機能であり、大型のマルチポート RMON プロブとして

機能することではありません。したがって、複数のポートで複数の条件に関する履歴としきい値を設定すると、リソースが消費される点に注意してください。RMON をスケールアップする場合は NAM モジュールの導入を検討してください。また、次の重要なポート規則を遵守してください。「計画段階で重要と認められたポートに対してのみ、ポーリングを実行し、しきい値を設定する」。

メモリ要件

RMON のメモリ使用量は、すべてのスイッチプラットフォームの間で、統計、履歴、アラーム、およびイベントに関して一定です。RMON はバケットを使用して RMON エージェント (この場合はスイッチ) に履歴と統計を保存します。バケットサイズは RMON プロブ (Switch Probe) または RMON アプリケーション (Traffic Director) で定義してから、スイッチに送信して設定します。通常、メモリの制約を考慮するのは DRAM が 32 MB 未満の古い Supervisor Engine の場合だけです。次のガイドラインを参照してください。

- ミニ RMON (統計、履歴、アラーム、イベントの 4 つの RMON グループ) をサポートするために、統計、履歴、アラーム、イベントの 4 つの RMON グループをサポートする場合)。RMON の動的なメモリ要件は実行時コンフィギュレーションによって決まるため、一定ではありません。ミニ RMON グループごとの、RMON のランタイムメモリの使用情報は次のとおりです。イーサネット統計グループ: スイッチドイーサネット/FE インターフェイスごとに 800 バイトを使用します。履歴グループ: イーサネットインターフェイスの場合、設定された 50 バケットの履歴制御エントリごとに約 3.6 KB のメモリ領域を使用し、追加バケットごとに 56 バイトを使用します。アラームおよびイベントグループ: 設定されたアラームと、対応するイベントエントリごとに 2.6 KB を使用します。
- RMON 関連の設定を保存すると、システムの合計 NVRAM サイズが 256 K 以上の場合は約 20 K、合計 NVRAM サイズが 128 K の場合は 10 K の NVRAM 領域が使用されます。

ネットワーク タイム プロトコル

NTP ([RFC 1305](#)) は、一連の分散されたタイムサーバとクライアントの間で計時を同期化し、システム ログの生成時やその他の時間固有イベントの発生時にイベントを関連付けることができます。

一般的に、NTP を使用した場合のクライアント時間の精度は、協定世界時 (UTC) に同期したプライマリサーバと比較して、LAN で 1 ミリ秒以内、WAN で数十ミリ秒以内です。標準的な NTP の設定では、高い精度と信頼性を実現するために、複数の冗長サーバと多様なネットワークパスが利用されます。一部の設定には、偶発的または悪意のあるプロトコル攻撃を防ぐための暗号化認証が含まれています。

動作概要

NTP は [RFC 958](#) で初めてドキュメント化され、RFC-1119 (NTP バージョン 2) で拡張され、現在は [RFC 1305](#) で定義されたバージョン 3 になっています。NTP は [UDP ポート 123 上で動作します](#)。NTP の通信ではすべて、[グリニッジ標準時と同じ時刻である UTC が使用されます](#)。

公開タイムサーバへのアクセス

現在、NTP のサブネットには、無線、衛星、またはモデムによって UTC と直接同期されている公開プライマリサーバが 50 以上存在しています。通常、比較的少数のクライアントにサービスを提供するクライアントワークステーションやサーバは、プライマリサーバに同期しません。プ

ライマリ サーバに同期した公開セカンダリ サーバは約 100 台あり、インターネット上の 100,000 を超えるクライアントとサーバに同期されています。最新のリストは [List of Public NTP Servers] ページで管理されていて、定期的に更新されます。通常は公開されていないプライベートのプライマリ サーバとセカンダリ サーバも多数存在します。公開 NTP サーバのリストと、それらのサーバの使用方法については、デラウェア大学の [Time Synchronization Server](#) Web サイトをご覧ください。

これらのインターネット上の公開 NTP サーバが利用できる保証や正確な時刻が提供される保証はないため、他の選択肢を検討することを強く推奨します。選択肢には、多数のルータに直接接続されたスタンドアロンの各種 Global Positioning Service (GPS) デバイスの利用が含まれます。

また、ストラタム 1 マスターとして設定した各種ルータを使用することも可能ですが、推奨されません。

[ストラタム](#)

各 NTP サーバでは、そのサーバと外部の時刻源との距離を示すストラタムが採用されています。ストラタム 1 サーバは、電波時計などの外部時刻源にアクセスします。ストラタム 2 サーバは指定されたストラタム 1 サーバ群から詳細な時刻を取得し、ストラタム 3 サーバはストラタム 2 サーバから詳細な時刻を取得します。後続も同様に取得されます。

[サーバとピアの関係](#)

- サーバはクライアントの要求に応答しますが、クライアントの時刻源から日付情報を取得しようとはしません。
- ピアはクライアントの要求に応答しますが、クライアントの要求をより良い時刻源の候補として使用し、ピアのクロック周波数の安定のために利用しようとしています。
- 真のピアになるためには、接続の両側がピアの関係になる必要があります。一方のユーザがピアで、もう一方のユーザがサーバでは真のピアにはなりません。また、信頼できるホスト同士のみが互いにピアとして通信できるようにするために、ピア間でキーを交換することが推奨されます。
- サーバへのクライアント要求では、サーバはクライアントに応答しますが、そのクライアントから要求が来たことは記憶されません。ピアへのクライアント要求では、サーバはクライアントに応答した上で、そのクライアントに関する状態情報を保持し、クライアントでの計時の状況、および実行中のストラタム サーバを追跡します。注: CatOS は NTP クライアントとしてのみ動作できます。

1 台の NTP サーバで何千台ものクライアントを処理することも可能です。ただし、何百ものピアを処理するとメモリへの影響が生じ、その状態を維持すると帯域幅だけでなく、装置の CPU リソースの使用量も増加します。

[ポーリング](#)

NTP プロトコルでは、クライアントは必要なときにいつでもサーバにクエリを送信できます。実際には、NTP がシスコ デバイスで初めて設定されたときに、NTP_MINPOLL (24 = 16 秒) 間隔で連続して 8 個のクエリが送信されます。NTP_MAXPOLL は 214 秒 (これは 16,384 秒、つまり 4 時間 33 分 4 秒) で、応答を得るために NTP が再びポーリングするまでにかかる最大時間です。現時点では、ユーザが手動で POLL 時間を強制的に設定する方法はありません。

NTP ポーリング カウンターは 2^6 時で開始します (64) 秒は 2^{10} への 2 の電源によって (2 つのサーバが互いに同期すると同時に)、増分し。つまり、設定したサーバまたはピアごとに、同期

メッセージが 64、128、256、512、または 1024 秒間隔で送信されます。この間隔は、パケットを送受信する位相同期回路に基づいて、64 秒から 1024 秒までの 2 の累乗の秒数で変動します。時間内にジッターが多い場合、ポーリング回数が増えます。基準クロックが正確で、ネットワーク接続が安定している場合、ポーリング間隔が 1024 秒に収束します。

これは実際には、クライアントとサーバ間の接続が変わると NTP ポーリング間隔も変わることを意味します。接続が良好なほど、ポーリング間隔は長くなります（つまり、NTP クライアントが最後の 8 個の要求に対して 8 個の応答を受信すると、ポーリング間隔が 2 倍になります）。1 つの応答が受信されなかった場合、ポーリング間隔が半分になります。ポーリング間隔は 64 秒から始まり、最大値は 1024 秒です。最良の環境では、ポーリング間隔が 64 秒から 1024 秒になるまでに 2 時間強かかります。

ブロードキャスト

NTP のブロードキャストは転送されません。 `ntp broadcast` コマンドを使用すると、ルータは設定されたインターフェイス上で NTP ブロードキャストを発信します。 `ntp broadcastclient` コマンドを使用すると、ルータまたはスイッチは設定されたインターフェイス上の NTP ブロードキャストをリッスンします。

NTP のトラフィック レベル

ピア間で交換されるポーリング メッセージの間隔は通常、17 分 (1024 秒) ごとに 1 メッセージの間隔まで徐々に戻っていくため、NTP で利用される帯域幅は最小限です。周到に計画すれば、WAN リンクを経由するルータ ネットワーク内でこの間隔を維持できます。NTP クライアントは、WAN 経由でセントラル サイトのコア ルータ (ストラタム 2 サーバ) とピアリングするのではなく、ローカルの NTP サーバとピアリングする必要があります。

収束した NTP クライアントは、サーバごとに約 0.6 bps を消費します。

推奨事項

現在、お客様の多くは CatOS プラットフォームで NTP をクライアント モードに設定し、インターネット上の信頼性の高い提供元や電波時計と同期させています。しかし、多数のスイッチを稼働させている場合、サーバ モードに代わる単純な方法として、スイッチド ドメイン内の管理 VLAN 上で NTP をブロードキャスト クライアント モードで有効にする方法があります。このメカニズムでは、Catalyst のドメイン全体が 1 つのブロードキャスト メッセージからクロックを受信できます。ただし、情報のフローが一方向になるため、計時の精度が少し低くなります。

アップデートの送信元としてループバック アドレスを使用すると、一貫性が向上します。セキュリティの問題は次の 2 つの方法で対処できます。

- サーバ アップデートのフィルタリング
- 認証

トラブルシューティングとセキュリティ監査においては、イベントの時間相関が非常に重要です。そのため、時刻源とデータを保護するための対策を採る必要があります。また、故意または過失によって重要なイベントが消去されないように、暗号化を使用することを推奨します。

シスコでは次の設定を推奨しています。

Catalyst Configuration

```

set ntp broadcastclient enable
set ntp authentication enable
set ntp key key
!--- This is a Message Digest 5 (MD5) hash. set ntp
timezone <zone name>
set ntp summertime <date change details>

```

Catalyst の代替設定

```

!--- This more traditional configuration creates !---
more configuration work and NTP peerings. set ntp client
enable
set ntp server IP address of time server set timezone
zone name set summertime date change details

```

ルータの設定

```

!--- This is a sample router configuration to distribute
!--- NTP broadcast information to the Catalyst broadcast
clients. ntp source loopback0
ntp server IP address of time server ntp update-calendar
clock timezone zone name clock summer-time date change
details ntp authentication key key ntp access-group
access-list
!--- To filter updates to allow only trusted sources of
NTP information. Interface to campus/management VLAN
containing switch sc0 ntp broadcast

```

Cisco 発見プロトコル

CDP はデータリンク層を介して隣接デバイス間で情報を交換します。CDP は、論理層または IP 層の外部のネットワーク トポロジと物理構成の判別に大変役立ちます。サポートされているデバイスは主にスイッチ、ルータ、および IP フォンです。この項では、CDP バージョン 1 に対するバージョン 2 の強化点について説明します。

動作概要

CDP ではタイプ コード 2000 の SNAP カプセル化が使用されます。イーサネット、ATM、および FDDI では、宛先マルチキャスト アドレス 01-00-0c-cc-cc-cc、HDLC プロトコル タイプ 0x2000 が使用されます。トークン リングでは、機能アドレス c000.0800.0000 が使用されます。デフォルトでは、CDP フレームは 1 分間隔で定期的送信されます。

CDP メッセージには 1 つ以上のサブメッセージが含まれており、宛先デバイスはこのサブメッセージを使用してすべてのネイバー デバイスに関する情報を収集して保存できます。

CDP バージョン 1 では、次のパラメータがサポートされています。

パラメータ	タイプ	説明
1	Device-ID	ASCII 形式でのデバイスのホスト名、またはハードウェア シリアル番号。

2	アドレス	アップデートを送信したインターフェイスの L3 アドレス。
3	Port-ID	CDP アップデートが送信されたポート。
4	機能	次にデバイスの機能を示します。ルータ： 0x01 TBブリッジ： 0x02 SRブリッジ： 0x04 スイッチ： 0x08 (L2 または L3 スイッチングを提供する) ホスト： 0x10 IGMP 条件付きフィルタリング： 0x20 ブリッジやスイッチは非ルータポートで IGMP レポート パケットを転送しません。リピータ： 0x40
5	バージョン	ソフトウェアバージョンを含む文字列 (<code>show version</code> と同じ)。
6	プラットフォーム	ハードウェアプラットフォーム。WS-C5000、WS-C6009、Cisco RSP など。

CDP バージョン 2 では、追加のプロトコル フィールドが導入されています。CDP バージョン 2 ではすべてのフィールドがサポートされていますが、次にリストされているフィールドはスイッチ環境では特に役に立つもので、CatOS で使用されています。

注: スイッチで CDPv1 を実行している場合、v2 フレームは破棄されます。CDPv2 を実行中のスイッチのインターフェイスで CDPv1 フレームを受信すると、そのインターフェイスからは CDPv2 フレームに加えて CDPv1 フレームの送信も開始されます。

パラメータ	タイプ	説明
9	VTPドメイン	VTP ドメイン (デバイスで設定されている場合)。
10	ネイティブVLAN	dot1q では、これはタグなし VLAN です。
11	Full/Half Duplex	このフィールドには送信元ポートのデュプレックス設定が含まれます。

推奨事項

CDP はデフォルトで有効になっており、隣接デバイスの可視性の取得やトラブルシューティングに不可欠です。また、ネットワーク管理アプリケーションで L2 トポロジ マップを作成するときにも使用されます。CDP を設定するには、次のコマンドを発行します。

```
set cdp enable
!--- This is the default. set cdp version v2
!--- This is the default.
```

高いレベルのセキュリティが必要なネットワークの部分 (インターネットに面した DMZ など) では、次のコマンドを発行して、CDP をオフにする必要があります。

```
set cdp disable port range
```

[show cdp neighbors](#) コマンドはローカルの CDP テーブルを表示します。星印 (*) の付いたエントリは VLAN の不一致を示し、# の付いたエントリはデュプレックス ミスマッチを示しています。この情報はトラブルシューティング時に役立つ場合があります。

```
>show cdp neighbors
```

```
* - indicates vlan mismatch.
# - indicates duplex mismatch.
Port  Device-ID                Port-ID Platform
-----
 3/1  TBA04060103 (swi-2) 3/1    WS-C6506
 3/8  TBA03300081 (swi-3) 1/1    WS-C6506
15/1  rtr-1-msfc             VLAN 1  cisco   Cat6k-MSFC
16/1  MSFC1b                 Vlan2   cisco   Cat6k-MSFC
```

[その他のオプション](#)

Catalyst 6500/6000 などの一部のスイッチには、UTP ケーブルを通じて IP フォンに電力を供給する機能があります。CDP によって取得された情報がスイッチの電源管理に利用されます。

IP フォンに接続している PC があり、両方のデバイスが Catalyst の同じポートに接続している場合、スイッチは VoIP フォンを別の VLAN (Auxiliary VLAN) に配置できます。この機能により、スイッチでは VoIP トラフィックに対して異なる Quality of Service (QoS) を容易に適用できます。

また、Auxiliary VLAN が変更された場合 (たとえば、電話機が特定の VLAN や特定のタギング方式を使用するように設定する場合)、この情報は CDP を通じて電話機に送信されます。

パラメータ	タイプ	説明
14	アプライアンスID	別の VLAN ID (Auxiliary VLAN) によって、VoIP トラフィックをその他のトラフィックと区別できます。
16	消費電力	VoIP フォンが消費する電力量 (ミリワット単位)。

注: Catalyst 2900 および 3500XL スイッチは、現時点では CDPv2 をサポートしていません。

[セキュリティ設定](#)

理想的には、お客様が、シスコのどのツールと技術が適格であるかを定義するのに役立つセキュリティ ポリシーをすでに確立していることが望まれます。

注: CatOS とは対照的に、Cisco IOS ソフトウェアのセキュリティについては、[Cisco ISP Essentials](#) など、多くのドキュメントで取り上げられています。

[基本的なセキュリティ機能](#)

パスワード

ユーザレベルのパスワード (ログイン) を設定します。CatOS 5.x 以降、パスワードは大文字と小文字が区別されており、スペースを含めて 0 ~ 30 文字の長さで設定できます。次のように、イネーブルパスワードを設定します。

```
set password password set enablepass password
```

ログインパスワードおよびイネーブルパスワードを使用する場合、すべてのパスワードが最小長の基準 (最低 6 文字、文字と数字、大文字と小文字を混在させるなど) を満たしている必要があります。これらのパスワードは、MD5 ハッシュアルゴリズムを使用して暗号化されます。

パスワードのセキュリティとデバイスへのアクセスをより柔軟に管理できるように、シスコでは TACACS+ サーバの使用を推奨しています。詳細については、このドキュメントの「[TACACS+](#)」の項を参照してください。

セキュアシェル

スイッチへの Telnet セッションおよびその他のリモート接続に対するセキュリティを実現するには、SSH 暗号化を利用します。SSH 暗号化がサポートされるのは、スイッチにリモート ログインする場合だけです。スイッチから開始される Telnet セッションは暗号化できません。SSH バージョン 1 は CatOS 6.1 でサポートされており、バージョン 2 のサポートは CatOS 8.3 で追加されています。SSH バージョン 1 は Data Encryption Standard (DES; データ暗号規格) と Triple DES (3-DES) の暗号化方式をサポートしており、SSH バージョン 2 は 3-DES と Advanced Encryption Standard (AES) の暗号化方式をサポートしています。SSH 暗号化は、RADIUS 認証および TACACS+ 認証で使用できます。この機能は、SSH (k9) イメージでサポートされています。詳細については、『[CatOS が稼働する Catalyst スイッチでの SSH の設定](#)』を参照してください。

```
set crypto key rsa 1024
```

バージョン 1 のフォールバックを無効にして、バージョン 2 の接続を受け入れるには、次のコマンドを発行します。

```
set ssh mode v2
```

IP 許可フィルタ

IP 許可フィルタは、Telnet やその他のプロトコルを介した管理 sc0 インターフェイスへのアクセスを保護するためのフィルタです。このフィルタは、管理に使用している VLAN にユーザも含まれている場合に特に重要になります。IP アドレスとポートのフィルタリングを有効にするには、次のコマンドを発行します。


```
set ip permit enable
set ip permit IP address mask Telnet/ssh/snmp/all
```

ただし、このコマンドで Telnet アクセスが制限されると、少数の信頼できるエンドステーションからのみ CatOS デバイスにアクセスできることになり、トラブルシューティング時の障害となる場合があります。IP アドレスをスプーフィングして、フィルタされたアクセスを欺くことができることに注意してください。そのため、これは保護の最初の層に過ぎません。

ポート セキュリティ

たとえば、固定的なエンドステーションが変更管理を通さずに新しいステーションと交換されないようにするために、ポートセキュリティを利用して、1つまたは複数の既知の MAC アドレスからのデータのみ特定のポートを通過できるようにすることを検討してください。これを実現するには、次のようにスタティック MAC アドレスを使用します。

```
set port security mod/port enable MAC address
```

また、限定された MAC アドレスを動的に学習する方法もあります。

```
set port security port range enable
```

次のオプションを設定できます。

- 新しい[アドレスが学習されます前にポートのアドレスが保護される期間を規定します](#)。有効な時間は 10 ~ 1440 分で、デフォルトではエージングは設定されていません。
- MAC の最大数を[規定するキーワードはポートで保護するために当たります](#)。有効な値は 1 (デフォルト) ~ 1025 です。
- [違反が発生する、また syslog メッセージ \(デフォルト\) を送信し、トラフィックを廃棄すれば場合ポート \(デフォルト\) をシャットダウンします](#)。
- ポートがディセーブルのままになっている[期間](#)。有効な値は 10 ~ 1440 分です。デフォルトではシャットダウンしたままになります。

CatOS 6.x 以降には 802.1x 認証が導入されています。この認証方式を利用すると、クライアントが中央管理サーバに認証されてから、データに対してポートを有効にできます。この機能は Windows XP などのプラットフォームでサポートされ始めたばかりですが、多くの企業で戦略的方向性として検討することができます。Cisco IOS ソフトウェアが稼働するスイッチでのポートセキュリティの設定方法については、[ポートセキュリティの設定 \[英語\]](#) を参照してください。

ログイン バナー

不正アクセスに対して実行するアクションを明確に示す適切なデバイス バナーを作成します。不正ユーザに情報を提供する可能性があるサイト名やネットワーク データをアドバタイズしないでください。これらのバナーは、デバイスが不正アクセスされて、犯人が捕まったときに頼りになります。

```
# set banner motd ^C
*** Unauthorized Access Prohibited ***
```

```
*** All transactions are logged ***
----- Notice Board -----
----Contact Joe Cisco at 1 800 go cisco for access problems----
^C
```

物理的なセキュリティ

デバイスには、適切な認証を行わないと物理的にアクセスできない必要があります。そのため、機器は管理された（ロックされた）スペースに設置してください。環境要因の悪意のある改ざんにより、ネットワークが影響を受けることなく稼働し続けるようにするために、すべての機器に適切な UPS（可能であれば冗長電源を使用）を設置し、温度（空調）を制御する必要があります。悪意のある者によって物理的アクセスが破られた場合、パスワードの回復などの方法による中断が生じる可能性が高いことを覚えておいてください。

Terminal Access Controller Access Control System

デフォルトでは、非特権モードおよび特権モードのパスワードはグローバルであり、コンソールポート、またはネットワーク経由の Telnet セッションを介してスイッチまたはルータにアクセスするすべてのユーザに適用されます。ネットワークデバイスへのこれらの実装は時間がかかり、一元的には行われません。また、設定エラーが起こりやすいアクセスリストを使用してアクセス制限を実装するのも困難です。

ネットワークデバイスへのアクセスの制御とポリシングに利用できるセキュリティシステムには、次の3つがあります。これらはクライアント/サーバアーキテクチャを使用し、すべてのセキュリティ情報を1つの中央データベースに格納します。セキュリティシステムには次の3つがあります。

- TACACS+
- RADIUS
- Kerberos

この章で説明する TACACS+ は、シスコネットワークで一般的に導入されているシステムです。TACACS+ には次のような機能があります。

- 認証：ユーザの識別および検証プロセス。ユーザの認証にはいくつかの方法が使用できますが、最もよく使用されるのはユーザ名とパスワードの組み合わせです。
- 認可：認証されたユーザに各種コマンドを付与できます。
- アカウンティング：デバイス上でユーザが行っている操作や過去に行った操作の記録。

詳細については、『[Cisco Catalyst スイッチにおける TACACS+、RADIUS、および Kerberos の設定](#)』を参照してください。

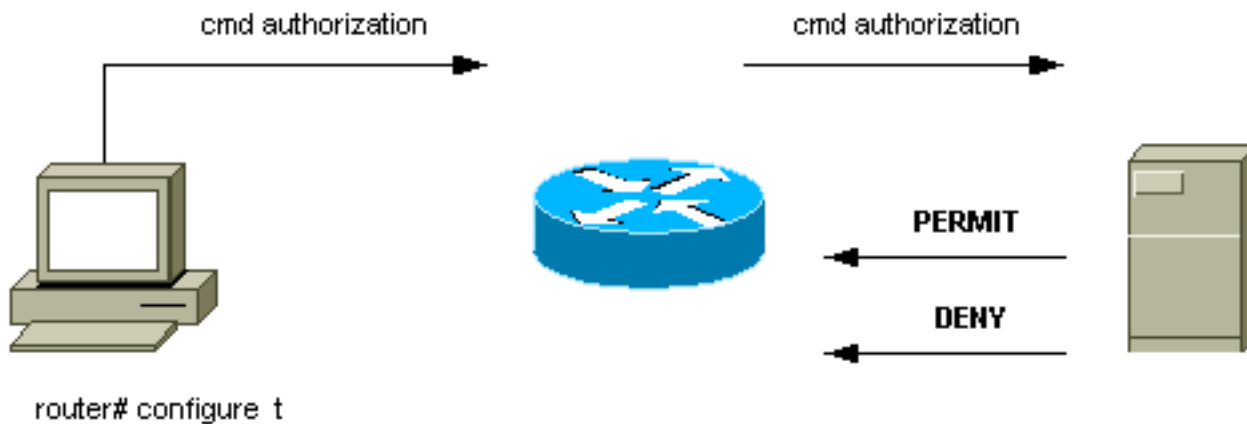
動作概要

TACACS+ プロトコルは、MD5 単方向ハッシュ ([RFC 1321](#)) を使用してユーザ名とパスワードを暗号化した上で、ネットワークを通じて中央サーバに転送します。 [TACACS+ はトランスポートプロトコルとして TCP ポート 49 を使用します。そのため、\(RADIUS によって使用される \) UDP に比べて次のような利点があります。](#)

- コネクション型の転送
- バックエンドの認証メカニズムの現在の負荷にかかわらず、要求が受信されたことを示す確認応答 (TCP ACK) が別々に送信される

- ・サーバクラッシュが迅速に検出される (RST パケット)

セッション中に追加の認可チェックが必要になった場合、スイッチは TACACS+ を使用して、ユーザに特定のコマンドの使用権限が付与されているかどうかをチェックします。これにより、認証メカニズムと切り離しながら、スイッチで実行可能なコマンドを制御できます。コマンドアカウントリングを使用すると、特定のネットワーク デバイスに接続した状態で特定のユーザが発行したコマンドの監査を行うことができます。



ユーザが TACACS+ を使用してネットワーク デバイスに対して認証を行うことで簡易 ASCII ログインを試みると、通常、次のプロセスが発生します。

- ・接続が確立すると、スイッチは TACACS+ デーモンに接続してユーザ名プロンプトを取得し、ユーザに表示します。ユーザがユーザ名を入力すると、スイッチは TACACS+ デーモンにアクセスしてパスワードプロンプトを取得します。スイッチからパスワードプロンプトが表示され、ユーザがパスワードを入力すると、そのパスワードが TACACS+ デーモンに送信されます。
- ・ネットワーク デバイスは最終的に、TACACS+ デーモンから次のいずれかの応答を受信します。ACCEPT : ユーザは認証され、サービスを開始できます。ネットワーク デバイスの設定で認可が必要とされている場合、この時点で認可が開始されます。REJECT : ユーザは認証に失敗しました。TACACS+ デーモンに応じて、ユーザは今後のアクセスを拒否されるか、ログインシーケンスの再試行を求められます。ERROR : 認証中のある時点でエラーが発生しました。このエラーは、デーモンで発生する場合と、デーモンとスイッチ間のネットワーク接続で発生する場合があります。ERROR 応答を受信すると、ネットワーク デバイスは通常、代替のユーザ認証方式の使用を試行します。CONTINUE : 追加の認証情報の入力を促すプロンプトがユーザに表示されます。
- ・ユーザは TACACS+ 認可に進む前に、まず TACACS+ 認証を正常に完了する必要があります。
- ・TACACS+ 認可が必要な場合、TACACS+ デーモンに再度接続し、ACCEPT または REJECT 認可応答が返されます。ACCEPT 応答が返された場合、応答にはそのユーザの EXEC または NETWORK セッション向けに使用される属性の形式でデータが含まれており、そのユーザがアクセスできるコマンドが決定されます。

推奨事項

シスコでは、CiscoSecure ACS for NT、UNIX、またはその他のサードパーティ製ソフトウェアを使用して簡単に実装できる TACACS+ の使用を推奨しています。TACACS+ の機能には、コマンドの使用とシステムの使用に関する統計情報を提供する詳細なアカウントリング、MD5 暗号化アルゴリズム、認証および認可プロセスの管理制御などがあります。

次の例では、ログインモードとイネーブルモードの認証に TACACS+ サーバを使用し、サーバが使用できない場合はローカル認証にフォールバックできます。ローカル認証はほとんどのネットワークに残しておくべき重要なバックドアです。TACACS+ を設定するには、次のコマンドを発行します。

```
set tacacs server server IP primary set tacacs server server IP
!--- Redundant servers are possible. set tacacs attempts 3
!--- This is the default. set tacacs key key
!--- MD5 encryption key. set tacacs timeout 15
!--- Longer server timeout (5 is default). set authentication login tacacs enable
set authentication enable tacacs enable
set authentication login local enable
set authentication enable local enable
!--- The last two commands are the default; they allow fallback !--- to local if no TACACS+
server available.
```

その他のオプション

TACACS+ 認可を使用することで、個々のユーザまたはユーザグループがスイッチで実行できるコマンドを制御できますが、この領域にはすべてのお客様が個別の要件を持っているため、推奨事項を提示するのは困難です。詳細については、[認証、認可、およびアカウントिंगを使用したスイッチへのアクセスの制御](#) [英語] を参照してください。

最後に、アカウントिंग コマンドを使用することで、各ユーザの入力内容と設定内容に関する監査証跡を提供できます。次に、コマンドの最後で監査情報を受信する一般的な方法の使用例を示します。

```
set accounting connect enable start-stop tacacs+
set accounting exec enable start-stop tacacs+
set accounting system enable start-stop tacacs+
set accounting commands enable all start-stop tacacs+
set accounting update periodic 1
```

この設定には次の特長があります。

- **connect** コマンドは、スイッチでのアウトバウンド接続イベント (Telnet など) のアカウントिंगを有効にします。
- **exec** コマンドは、スイッチでのログイン セッション (運用スタッフなど) のアカウントिंगを有効にします。
- **system** コマンドは、スイッチでのシステム イベント (リロードやリセットなど) のアカウントिंगを有効にします。
- **commands** コマンドは、スイッチで入力されたコマンド (show コマンドと設定コマンドの両方) のアカウントिंगを有効にします。
- 定期的なアップデートを 1 分ごとにサーバに送信することで、ユーザがログイン中かどうかを記録するのに役立ちます。

設定チェックリスト

この項では、推奨される設定の要約を示します。ただし、セキュリティの詳細は除きます。

すべてのポートにラベルを付けておくと非常に便利です。ポートにラベルを付けるには、次のコマンドを発行します。

```
set port description descriptive name
```

次の凡例を、以下に示す表のコマンドとともに使用します。

凡例：
太字のテキスト：推奨される変更
通常のテキスト：デフォルト、推奨される設定

グローバル設定コマンド

コマンド	コメント
set vtp domain name passwordx	新しいスイッチからの不正な VTP アップデートを防止します。
set vtp mode transparent	このドキュメントで推奨されている VTP モードを選択します。詳細については、このドキュメントの「 VLAN Trunking Protocol 」の項を参照してください。
set spantree enable all	すべての VLAN で STP を有効にします。
set spantree root vlan	VLAN ごとのルート（およびセカンダリ ルート）ブリッジの推奨位置。
set spantree backbonefast enable	間接的な障害からの迅速な STP コンバージェンスを有効にします（ドメイン内のすべてのスイッチがこの機能をサポートしている場合のみ）。
set spantree uplinkfast enable	直接的な障害からの迅速な STP コンバージェンスを有効にします（アクセス レイヤ スイッチの場合のみ）。
set spantree portfast bpdu-guard enable	不正なスパニング ツリー拡張が存在する場合、ポートの自動シャットダウンを有効にします。
set udld enable	単方向リンク検出を有効にします（ポート レベルの設定も必要）。
set test diaglevel complete	ブートアップ時の完全診断を有効にします（Catalyst 4500/4000 ではデフォルト）。
set test packetbuffer sun 3:30	ポート バッファのエラー チェックを有効にします（Catalyst

	5500/5000 のみに適用)。
set logging buffer 500	最大の内部 syslog バッファを維持します。
set logging server IP address	外部のシステム メッセージ ロギング用のターゲット syslog サーバを設定します。
set logging server enable	外部ロギング サーバを許可します。
set logging timestamp enable	ログ内のメッセージのタイムスタンプを有効にします。
set logging level spantree 6 default	STP のデフォルト syslog レベルを上げます。
set logging level sys 6 default	システムのデフォルト syslog レベルを上げます。
set logging server severity 4	より重大度の高い syslog のエクスポートのみ許可します。
set logging console disable	トラブルシューティングの場合を除き、コンソールを無効にします。
set snmp community read-only string	パスワードを設定し、リモートでのデータ収集を許可します。
set snmp community read-write string	パスワードを設定し、リモートでの設定を許可します。
set snmp community read-write-all string	パスワードを設定し、パスワードを含むリモートでの設定を許可します。
set snmp trap enable all	NMS サーバに対する SNMP トラップを有効にして、障害およびイベント アラートを行います。
set snmp trap server address string	NMS トラップの受信者のアドレスを設定します。
set snmp rmon enable	ローカルで統計を収集するための RMON を有効にします。詳細については、このドキュメントの「 リモート モニタリング 」の項を参照してください。
set ntp broadcastclient enable	上流に位置するルータからの正確なシステム クロックの受信を有効にします。
set ntp timezone zone name	デバイスのローカル タイムゾーンを設定します。
set ntp summertime date change details	サマータイムを設定します (タイムゾーンに適用可能な場合)。
set ntp authentication enable	セキュリティを確保するために、暗号化された時間情報を設定します。

set ntp key key	暗号キーを設定します。
set cdp enable	ネイバー探索を有効にします (デフォルトではポート上でも有効になります)。
set tacacs server IP address primary	AAA サーバのアドレスを設定します。
set tacacs server IP address	可能であれば、AAA サーバを冗長化します。
set tacacs attempts 3	AAA ユーザ アカウントのパスワード入力を 3 回まで認めます。
set tacacs key key	AAA MD5 暗号キーを設定します。
set tacacs timeout 15	サーバのタイムアウトを長くします (デフォルトは 5 秒)。
set authentication login tacacs enable	ログインの認証に AAA を使用します。
set authentication enable tacacs enable	イネーブル モードの認証に AAA を使用します。
set authentication login local enable	デフォルト : AAA サーバが使用できない場合にローカル フォールバックを許可します。
set authentication enable local enable	デフォルト : AAA サーバが使用できない場合にローカル フォールバックを許可します。

ホスト ポートの設定コマンド

コマンド	コメント
set port host port range	不要なポート処理を削除します。このマクロは、スパニングツリーの PortFast を有効、チャンネルをオフ、トランクをオフに設定します。
set udd disable port range	不要なポート処理を削除します (銅線ポートではデフォルトで無効)。
set port speed port range auto	最新のホスト NIC ドライバによる自動ネゴシエーションを使用します。
set port trap port range disable	一般ユーザの SNMP トラップは不要です。キーポートのみ追跡されます。

サーバ設定コマンド

コマンド	コメント
set port host port range	不要なポート処理を削除します。このマクロは、スパニングツリーの PortFast を有効、チャネ

	ルをオフ、トランクをオフに設定します。
set udd disable port range	不要なポート処理を削除します (銅線ポートではデフォルトで無効)。
set port speed port range 10 / 100	通常はスタティック/サーバポートを設定します。それ以外は自動ネゴシエーションを使用します。
set port duplex port range full / half	通常はスタティック/サーバポート。それ以外は自動ネゴシエーションを使用します。
set port trap port range enable	キーサービスポートはトラップを NMS に送信する必要があります。

未使用ポートの設定コマンド

コマンド	コメント
set spantree portfast port range disable	STP 用に必要なポートの処理と保護を有効にします。
set port disable port range	未使用ポートを無効にします。
set vlan unused dummy vlan port range	ポートが有効な場合、不正トラフィックを未使用の VLAN に送信します。
set trunk port range off	管理されるまでポートのトランキングを無効にします。
set port channel port range mode off	管理されるまでポートのチャネリングを無効にします。

インフラストラクチャポート (スイッチ間、スイッチとルータ間)

コマンド	コメント
set udd enable port range	単方向リンク検出を有効にします (銅線ポートではデフォルトではない)。
set udd aggressive-mode enable port range	アグレッシブモードを有効にします (デバイスでサポートされている場合)。
set port negotiation port range enable	リンクパラメータのデフォルトの GE 自動ネゴシエーションを許可します。

set port trap port range enable	これらのキーポートに対して SNMP トラップを許可します。
set trunk port range off	トランクを使用していない場合、機能を無効にします。
set trunk mod/port desirable ISL / dot1q / negotiate	トランクを使用している場合、dot1q が優先されます。
clear trunk mod/port vlan range	トランクが不要な場合、トランクから VLAN をプルーニングすることで STP の直径を制限します。
set port channel port range mode off	チャンネルを使用していない場合、機能を無効にします。
set port channel port range mode desirable	チャンネルを使用している場合、PAgP を有効にします。
set port channel all distribution ip both	チャンネルを使用している場合、L3 送信元/宛先ロード バランシングを許可します (Catalyst 6500/6000 ではデフォルト)。
set trunk mod/port nonegotiate ISL / dot1q	ルータ、Catalyst 2900XL、3500、またはその他のベンダーにトランキングしている場合、DTP を無効にします。
set port negotiation mod/port disable	ネゴシエーションは、一部の古い GE デバイスとは互換性がないことがあります。

関連情報

- [Catalyst 4500/4000 シリーズ スイッチでの一般的な CatOS エラー メッセージ](#)
- [Catalyst 5000/5500 シリーズ スイッチでの一般的な CatOS エラー メッセージ](#)

- [Catalyst 6500/6000 シリーズ スイッチでの一般的な CatOS エラー メッセージ](#)
- [スイッチ製品に関するサポート ページ](#)
- [LAN スイッチングに関するサポート ページ](#)
- [テクニカル サポートとドキュメント - Cisco Systems](#)