CHAPTER 36

VRF-Lite の設定

Virtual Private Network（VPN; バーチャル プライベート ネットワーク）は、ISP バックボーン ネットワーク上で帯域幅を共有する安全な手段をカスタマーに提供します。VPN は、共通のルーティング テーブルを共有するサイトの集まりです。カスタマーのサイトは、1 つまたは複数のインターフェイスでサービス プロバイダーのネットワークに接続され、サービス プロバイダーが各インターフェイスを VPN ルーティング テーブルに対応付けます。VPN ルーティング テーブルは、VPN Routing/Forwarding（VRF; VPN ルーティング /転送）テーブルと呼ばれます。

Catalyst 4500 シリーズ スイッチは、VRF-Lite 機能を使用して Customer Edge（CE; カスタマー エッジ）デバイスで複数の VRF インスタンスをサポートします （VRF-Lite は、Multi-VRF CE、または Multi-VRF CE デバイスともいいます）。VRF-Lite によって、サービス プロバイダーは 1 つのインターフェイスを使用して、重複する IP アドレスを持つ複数の VPN をサポートできます。

（注） Cisco IOS Release 12.2(52)SG から、Catalyst 4500 シリーズ スイッチでは、ルーティング プロトコル OSPF/EIGRP/BGP での VRF-Lite NSF サポートがサポートされています。

（注） スイッチは、VPN をサポートするのに Multiprotocol Label Switching（MPLS; マルチプロトコル ラベル スイッチング）を使用しません。MPLS VRF については、次の URL で『*Cisco IOS Switching Services Configuration Guide*』を参照してください。
http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/mpls/configuration/guide/mp_vpn_ipv4_ipv6_ps6922_TSD_Products_Configuration_Guide_Chapter.html

この章の内容は、次のとおりです。

- 「VRF-Lite の概要」（P.36-2）
- 「VRF-Lite のデフォルト設定」（P.36-3）
- 「VRF-Lite 設定時の注意事項」（P.36-4）
- 「VRF の設定」（P.36-5）
- 「VRF 認識サービスの設定」（P.36-6）
- 「マルチキャスト VRF の設定」（P.36-10）
- 「VPN ルーティング セッションの設定」（P.36-11）
- 「CE ルーティング セッションへの BGP PE の設定」（P.36-12）
- 「VRF-Lite の設定例」（P.36-12）
- 「VRF-Lite ステータスの表示」（P.36-16）

（注）　この章のスイッチ コマンドの構文および使用方法の詳細については、『*Catalyst 4500 Series Switch Cisco IOS Command Reference*』および次の URL の関連マニュアルを参照してください。
http://www.cisco.com/en/US/docs/switches/lan/catalyst4500/12.2/52sg/command/reference/cmdref.html

VRF-Lite の概要

VRF-Lite の機能によって、サービス プロバイダーは、VPN 間で重複した IP アドレスを使用できる複数の VPN をサポートできます。VRF-Lite は入力インターフェイスを使用して異なる VPN のルートを区別し、各 VRF に 1 つまたは複数のレイヤ 3 インターフェイスを対応付けて仮想パケット転送テーブルを形成します。VRF のインターフェイスには、イーサネット ポートなどの物理インターフェイス、または Virtual LAN（VLAN; 仮想 LAN）Switch Virtual Interface（SVI; スイッチ仮想インターフェイス）などの論理インターフェイスが有効ですが、レイヤ 3 インターフェイスは、複数の VRF に属することは常にできません。

（注）　VRF-Lite インターフェイスは、レイヤ 3 インターフェイスである必要があります。

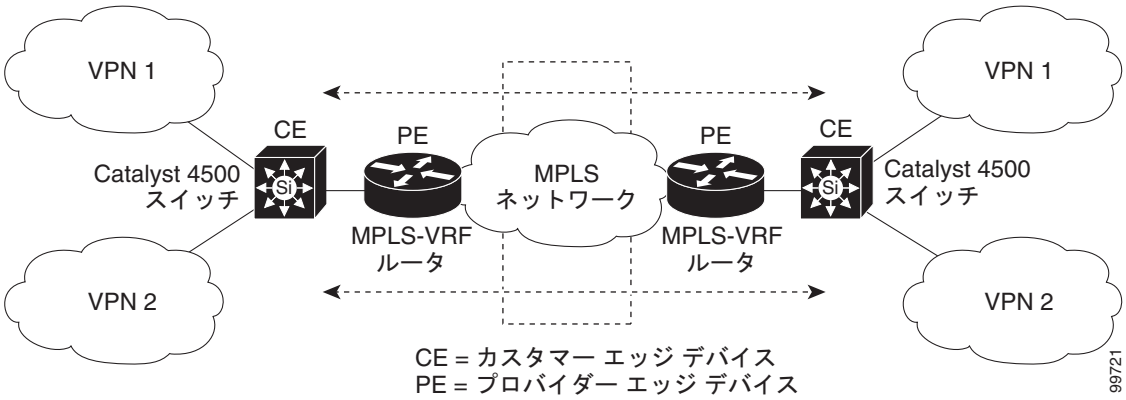
VRF-Lite には次のデバイスが含まれます。

- CE デバイスにおいて、カスタマーは、1 つまたは複数の Provider Edge（PE; プロバイダー エッジ）ルータへのデータ リンクを介してサービス プロバイダー ネットワークにアクセスできます。CE デバイスは、サイトのローカル ルートを PE ルータへアドバタイズし、PE ルータからリモート VPN ルートを学習します。Catalyst 4500 シリーズ スイッチは CE にすることができます。
- PE ルータは、スタティック ルーティング、または Border Gateway Protocol（BGP）、Routing Information Protocol バージョン 1（RIPv1）、Routing Information Protocol バージョン 2（RIPv2）などのルーティング プロトコルを使用して CE デバイスとルーティング情報を交換します。
- PE では、直接接続された VPN の VPN ルートを維持することだけが必要とされます。サービス プロバイダーのすべての VPN ルートを PE が維持する必要はありません。各 PE ルータは、直接接続されたサイトごとの VRF を維持します。このようなサイトのすべてが同一の VPN に参加する場合は、PE ルータ上の複数のインターフェイスを単一の VRF に対応付けることができます。各 VPN は、指定された VRF にマッピングされます。CE からローカルの VPN ルートが学習されると、PE ルータは Internal BGP（iBPG）を使用してその他の PE ルータと VPN ルーティング情報を交換します。
- プロバイダー ルータ（またはコア ルータ）は、CE デバイスに接続されていないサービス プロバイダー ネットワーク内のルータです。

VRF-Lite により、複数のカスタマーが 1 つの CE を共有でき、CE と PE の間には物理リンクが 1 つだけ使用されます。共有された CE は、カスタマーの別個の VRF テーブル、独自のルーティング テーブルに基づいて各カスタマーのパケットをスイッチングまたはルーティングします。VRF-Lite は、制限された PE 機能を CE デバイスに拡張して、VPN のプライバシーおよびセキュリティを支店に拡張するために、別個の VRF テーブルを維持する機能を提供しています。

図 36-1 は、各 Catalyst 4500 シリーズ スイッチが複数の仮想 CE として動作する構成を示します。VRF-Lite はレイヤ 3 機能であるため、VRF の各インターフェイスはレイヤ 3 インターフェイスである必要があります。

図 36-1　複数の仮想 CE として動作する Catalyst 4500 シリーズ スイッチ



次に、図 36-1 に示されている VRF-Lite CE 対応ネットワークのパケット転送プロセスを示します。

- CE が VPN からパケットを受信すると、CE は入力インターフェイスに基づいたルーティング テーブルを検索します。ルートが見つかると、CE はパケットを PE に転送します。
- 入力 PE が CE からのパケットを受信すると、VRF 検索を実行します。ルートが見つかると、ルータは対応する MPLS ラベルをパケットに追加して、それを MPLS ネットワークに送信します。
- 出力 PE がネットワークからパケットを受信すると、ラベルを除去し、そのラベルを使用して正しい VPN ルーティング テーブルを識別します。次に、出力 PE が通常のルート検索を行います。ルートが見つかると、PE はパケットを正しい隣接デバイスに転送します。
- CE が出力 PE からパケットを受信すると、CE は入力インターフェイスを使用して正しい VPN ルーティング テーブルを検索します。ルートが見つかると、CE はパケットを VPN 内に転送します。

VRF を設定するには、VRF テーブルを作成し、VRF に対応付けられたレイヤ 3 インターフェイスを指定します。次に、VPN、および CE と PE の間にルーティング プロトコルを設定します。BGP は、VPN ルーティング情報をプロバイダーのバックボーン上に配布するのに最適なルーティング プロトコルです。VRF-Lite ネットワークには、次の 3 つの主要なコンポーネントがあります。

- VPN ルート ターゲット コミュニティ：VPN コミュニティの他のすべてのリストです。各 VPN コミュニティ メンバに VPN ルート ターゲットを設定する必要があります。
- VPN コミュニティ PE ルータのマルチプロトコル BGP ピアリング: VPN コミュニティのすべてのメンバに VRF の到着可能性情報を伝播します。VPN コミュニティ内のすべての PE ルータに BGP ピアリングを設定する必要があります。
- VPN 転送 - VPN サービスプロバイダー ネットワークのすべての VPN コミュニティ メンバ間のすべてのトラフィックを転送します。

VRF-Lite のデフォルト設定

表 36-1 に、VRF のデフォルト設定を示します。

表 36-1　VRF のデフォルト設定

機能	デフォルト設定
VRF	ディセーブル。VRF は定義されていません。
マップ	インポート マップ、エクスポート マップ、またはルート マップは定義されていません。

表 36-1　VRF のデフォルト設定 （続き）

機能	デフォルト設定
VRF の最大ルート	なし
転送テーブル	インターフェイスのデフォルトは、グローバル ルーティング テーブルです。

VRF-Lite 設定時の注意事項

ネットワークに VRF を設定する場合に、次の点に留意してください。

- VRF-Lite が設定されたスイッチは複数のカスタマーで共有され、すべてのカスタマーが独自のルーティング テーブルを持ちます。
- カスタマーは異なる VRF テーブルを使用するので、同一の IP アドレスを再使用できます。重複した IP アドレスは、異なる VPN で使用できます。
- VRF-Lite では、複数のカスタマーが PE と CE の間で同一の物理リンクを共有できます。複数の VLAN があるトランク ポートは、パケットをカスタマーごとに分類します。すべてのカスタマーが独自の VLAN を持ちます。
- VRF-Lite は、すべての MPLS-VRF 機能（ラベル交換、Label Distribution Protocol（LDP）の隣接関係、またはラベル付きパケット）をサポートしていません。
- PE ルータでは、VRF-Lite の使用と複数の CE の使用には違いがありません。図 36-1 では、複数の仮想レイヤ 3 インターフェイスが VRF-Lite デバイスに接続されています。
- Catalyst 4500 シリーズ スイッチは、物理ポート、VLAN SVI、またはその 2 つの組み合わせを使用した VRF の設定をサポートしています。SVI は、アクセス ポートまたはトランク ポートを介して接続できます。
- カスタマーは、他のカスタマーと重複しない限り複数の VLAN を使用できます。カスタマーの VLAN は、スイッチに格納された適切なルーティング テーブルを識別するのに使用する、特定のルーティング テーブル ID にマッピングされます。
- レイヤ 3 Ternary CAM（TCAM）リソースは、すべての VRF 間で共有されます。各 VRF が十分な CAM（連想メモリ）領域を持つようにするには、**maximum routes** コマンドを使用します。
- VRF を使用した Catalyst 4500 シリーズ スイッチは、1 つのグローバル ネットワークと最大 64 の VRF をサポートできます。サポートされるルートの総数は、TCAM のサイズに制限されます。
- ほとんどのルーティング プロトコル（BGP、Open Shortest Path First（OSPF）、Enhanced Interior Gateway Routing Protocol（EIGRP）、Routing Information Protocol（RIP）、およびスタティック ルーティング）を CE と PE 間で使用できます。ただし、次のような理由から External BGP（EBGP）の使用を推奨しています。
  - BGP は、複数の CE と通信するのに複数のアルゴリズムを必要としません。
  - BGP は、異なる管理下で実行されるシステム間でルーティング情報を渡すために設計されています。
  - BGP を使用すると、CE にルートのアトリビュートを譲渡することが容易になります。
- VRF-Lite は、Interior Gateway Routing Protocol（IGRP）および ISIS をサポートしません。
- VRF-Lite は、パケット スイッチング レートに影響しません。
- Cisco IOS Release 12.2(50)SG から、マルチキャストと VRF は、レイヤ 3 インターフェイスに一緒に設定できます。

- Catalyst 4500 シリーズ スイッチでは、すべての PIM プロトコル（PIM-SM、PIM-DM、PIM-SSM、PIM BiDIR）がサポートされます。
- マルチキャスト VRF は、Supervisor Engine 6-E および Catalyst 4900M ではサポートされています。
- **router ospf** の **capability vrf-lite** サブコマンドは、PE と CE 間のルーティング プロトコルとして OSPF が設定されている場合に使用する必要があります。

VRF の設定

1 つまたは複数の VRF を設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	`Switch# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	`Switch(config)# ip routing`	IP ルーティングをイネーブルにします。
ステップ 3	`Switch(config)# ip vrf vrf-name`	VRF 名を指定し、VRF コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 4	`Switch(config-vrf)# rd route-distinguisher`	ルート識別子を指定して VRF テーブルを作成します。Autonomous System（AS; 自律システム）番号および任意の数（xxx:y）または IP アドレスおよび任意の数（A.B.C.D:y）のどちらかを入力します。
ステップ 5	`Switch(config-vrf)# route-target {export | import | both} route-target-ext-community`	指定された VRF のインポート、エクスポート、またはインポートおよびエクスポート ルート ターゲット コミュニティのリストを作成します。AS 番号および任意の数（xxx:y）、IP アドレスおよび任意の数（A.B.C.D:y）のどちらかを入力します。 **（注）** このコマンドは、BGP が動作している場合にのみ有効です。
ステップ 6	`Switch(config-vrf)# import map route-map`	（任意）VRF にルート マップを対応付けます。
ステップ 7	`Switch(config-vrf)# interface interface-id`	インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始して、VRF に対応付けるレイヤ 3 インターフェイスを指定します。有効なインターフェイスは、ルーテッド ポートまたは SVI です。
ステップ 8	`Switch(config-if)# ip vrf forwarding vrf-name`	VRF をレイヤ 3 インターフェイスに対応付けます。
ステップ 9	`Switch(config-if)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 10	`Switch# show ip vrf [brief | detail | interfaces] [vrf-name]`	設定を確認します。設定した VRF に関する情報を表示します。
ステップ 11	`Switch# copy running-config startup-config`	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

（注） コマンドの構文および使用方法の詳細については、このリリースに対するスイッチ コマンド リファレンスおよび『*Cisco IOS Switching Services Command Reference*』Release 12.2 を参照してください。

VRF を削除、および VRF からすべてのインターフェイスを削除するには、**no ip vrf** *vrf-name* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。VRF から 1 つのインターフェイスを削除するには、**no ip vrf forwarding** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

VRF 認識サービスの設定

IP サービスはグローバル インターフェイスに設定でき、これらのサービスは、グローバル ルーティング インスタンス内で実行されます。IP サービスは、複数のルーティング インスタンスが実行されるように機能が拡張されました。これが VRF 認識サービスです。システムに設定されているすべての VRF は、VRF 認識サービスに指定できます。

VRF 認識サービスは、プラットフォームに依存しないモジュールで実行されます。VRF は、Cisco IOS の複数のルーティング インスタンスを意味します。各プラットフォームには、サポートする VRF 数に独自の制限があります。

VRF 認識サービスには、次の特徴があります。

- ユーザは、ユーザが指定した VRF で、ホストに対して PING を行うことができます。
- ARP エントリは、別々の VRF で学習されるエントリです。ユーザは、特定の VRF について、Address Resolution Protocol（ARP; アドレス解決プロトコル）のエントリを表示できます。

次のサービスは VRF 認識サービスで、VRF で認識されます。

- Address Resolution Protocol（ARP; アドレス解決プロトコル）
- PING
- Simple Network Management Protocol（SNMP; 簡易ネットワーク管理プロトコル）
- Unicast Reverse Path Forwarding（uRPF; ユニキャスト RPF）
- Syslog
- Traceroute
- FTP および TFTP
- Telnet および SSH
- NTP

ARP のユーザ インターフェイス

VRF 認識 ARP を設定する手順は、次のとおりです。

コマンドの構文および使用方法の詳細については、このリリースに対するスイッチ コマンド リファレンスおよび『*Cisco IOS Switching Services Command Reference*』Release 12.2 を参照してください。

コマンド	目的
Switch# **arp vrf** *vrf-name* *<ip-address> mac-address> ARPA*	指定された VRF でスタティック arp エントリを作成します。
Switch# **show ip arp vrf** *vrf-name*	指定された VRF で、ARP テーブル（スタティック エントリおよびダイナミック エントリ）を表示します。

PING のユーザ インターフェイス

VRF 認識 PING を実行するには、次の作業を行います。

コマンドの構文および使用方法の詳細については、このリリースに対するスイッチ コマンド リファレンスおよび『*Cisco IOS Switching Services Command Reference*』Release 12.2 を参照してください。

コマンド	目的
Switch# **ping vrf** *vrf-name* **ip-host**	指定された VRF で、IP ホストまたはアドレスに対して PING を実行します。

SNMP のユーザ インターフェイス

SNMP に対して VRF 認識サービスを設定する手順は、次のとおりです。

コマンドの構文および使用方法の詳細については、このリリースに対するスイッチ コマンド リファレンスおよび『*Cisco IOS Switching Services Command Reference*』Release 12.2 を参照してください。

	コマンド	目的
ステップ 1	Switch# **configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	Switch(config# **snmp-server trap authentication vrf**	VRF で、パケットに対して SNMP トラップをイネーブルにします。
ステップ 3	Switch(config# **snmp-server engineID remote** *host* **vrf** *vpn-instance engine-id string*	スイッチ上で、リモート SNMP エンジンの名前を設定します。
ステップ 4	Switch(config# **snmp-server host** *host* **vrf** *vpn-instance* **traps** *community*	SNMP トラップ動作の受信先を指定し、SNMP トラップの送信に使用される VRF テーブルを指定します。
ステップ 5	Switch(config# **snmp-server host** *host* **vrf** *vpn-instance* **informs** *community*	SNMP 通知動作の受信先を指定し、SNMP 通知の送信に使用される VRF テーブルを指定します。
ステップ 6	Switch(config# **snmp-server user** *user group* **remote** *host* **vrf** *vpn- instance security model*	SNMP アクセスのため、VRF 上のリモート ホストにある SNMP グループにユーザを追加します。
ステップ 7	Switch(config# **end**	特権 EXEC モードに戻ります。

uRPF のユーザ インターフェイス

VRF に割り当てられているインターフェイス上で、uRPF を設定できます。ソースのルックアップは、VRF テーブルで実行されます。

uRPF に対して VRF 認識サービスを設定する手順は、次のとおりです。

コマンドの構文および使用方法の詳細については、このリリースに対するスイッチ コマンド リファレンスおよび『*Cisco IOS Switching Services Command Reference*』Release 12.2 を参照してください。

	コマンド	目的
ステップ 1	Switch# **configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	Switch(config)# **interface** *interface-id*	インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始し、設定するレイヤ 3 インターフェイスを指定します。

	コマンド	目的
ステップ 3	Switch(config-if)# **no switchport**	物理インターフェイスの場合は、レイヤ 2 インターフェイスからインターフェイスを削除します。
ステップ 4	Switch(config-if)# **ip vrf forwarding** *vrf-name*	インターフェイス上で VRF を設定します。
ステップ 5	Switch(config-if-vrf)# **ip address** *ip-address*	インターフェイスの IP アドレスを入力します。
ステップ 6	Switch(config-if-vrf)# **ip verify unicast source reachable-via rx allow-default**	インターフェイス上で uRPF をイネーブルにします。
ステップ 7	Switch(config-if-vrf)# **end**	特権 EXEC モードに戻ります。

Syslog のユーザ インターフェイス

Syslog に対して VRF 認識サービスを設定する手順は、次のとおりです。

コマンドの構文および使用方法の詳細については、このリリースに対するスイッチ コマンド リファレンスおよび『*Cisco IOS Switching Services Command Reference*』Release 12.2 を参照してください。

	コマンド	目的
ステップ 1	Switch# **configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	Switch(config)# **logging on**	ストレージ ルータ イベント メッセージのロギングを、イネーブルまたは一時的にディセーブルにします。
ステップ 3	Switch(config)# **logging host** *ip-address* **vrf** *vrf-name*	ロギング メッセージが送信される Syslog サーバのホスト アドレスを指定します。
ステップ 4	Switch(config)# **logging buffered** *logging buffered size* **debugging**	内部バッファにメッセージを記録します。
ステップ 5	Switch(config)# **logging trap debugging**	Syslog サーバに送信されるロギング メッセージを制限します。
ステップ 6	Switch(config)# **logging facility** *facility*	ロギング ファシリティにシステム ロギング メッセージを送信します。
ステップ 7	Switch(config)# **end**	特権 EXEC モードに戻ります。

Traceroute のユーザ インターフェイス

Traceroute に対して VRF 認識サービスを設定するには、次の作業を実行します。

コマンドの構文および使用方法の詳細については、このリリースに対するスイッチ コマンド リファレンスおよび『*Cisco IOS Switching Services Command Reference*』Release 12.2 を参照してください。

コマンド	目的
traceroute vrf *vrf-name ipaddress*	宛先アドレスを取得する VPN VRF の名前を指定します。

FTP および TFTP のユーザ インターフェイス

FTP および TFTP が VRF を認識するには、いくつかの FTP/TFTP CLI を設定する必要があります。たとえば、E1/0 などの、インターフェイスに接続されている VRF テーブルを使用する場合、特定のルーティング テーブルを使用することを [t]ftp に通知するため、CLI **ip [t]ftp source-interface E1/0** を 設定する必要があります。この例では、VRF テーブルを使用して宛先 IP アドレスをルックアップします。これらの変更には下位互換性があり、既存の動作には影響を及ぼしません。つまり、インターフェイス上に VRF が設定されていない場合でも、送信元インターフェイスの CLI を使用して、特定のインターフェイスにパケットを送信できます。

FTP 接続用の送信元 IP アドレスを指定するには、**ip ftp source-interface** コマンドを使用します。接続されているインターフェイスのアドレスを使用するには、このコマンドの **no** 形式を使用します。

	コマンド	目的
ステップ 1	Switch# **configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	Switch(config)# **ip ftp source-interface** *interface-type interface-number*	FTP 接続用の送信元 IP アドレスを指定します。
ステップ 3	Switch(config)# **end**	特権 EXEC モードに戻ります。

TFTP 接続用の送信元 IP アドレスとしてインターフェイスの IP アドレスを指定するには、**ip tftp source-interface** コマンドを使用します。デフォルトに戻すには、このコマンドの **no** 形式を使用します。

	コマンド	目的
ステップ 1	Switch# **configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	Switch(config)# **ip tftp source-interface** *interface-type interface-number*	TFTP 接続用の送信元 IP アドレスを指定します。
ステップ 3	Switch(config)# **end**	特権 EXEC モードに戻ります。

Telnet および SSH のユーザ インターフェイス

VRF 認識 Telnet および SSH を設定する手順は、次のとおりです。

コマンドの構文および使用方法の詳細については、このリリースに対するスイッチ コマンド リファレンスおよび『*Cisco IOS Switching Services Command Reference*』Release 12.2 を参照してください。

コマンド	目的
Switch# **telnet** *<ip-address>*/**vrf** *vrf-name*	指定された VRF で、IP ホストまたはアドレスに対して Telnet を実行します。
Switch# **ssh -l** *<username>* **-vrf** *vrf-name* **ip-host**	指定された VRF で、IP ホストまたはアドレスに対して SSH を実行します。

NTP のユーザ インターフェイス

VRF 認識 NTP を設定する手順は、次のとおりです。

コマンドの構文および使用方法の詳細については、このリリースに対するスイッチ コマンド リファレンスおよび『*Cisco IOS Switching Services Command Reference*』Release 12.2 を参照してください。

コマンド	目的
Switch# **ntp server vrf** *vrf-name* **ip-host**	指定された VRF で NTP サーバを設定します。
Switch# **ntp peer vrf** vrf-name **ip-host**	指定された VRF で NTP ピアを設定します。

マルチキャスト VRF の設定

VRF テーブル内でマルチキャストを設定する手順は、次のとおりです。

次のコマンドの構文および使用方法の詳細については、このリリースに対するスイッチ コマンド リファレンスおよび『*Cisco IOS Switching Services Command Reference*』*Release 12.2* を参照してください。

	コマンド	目的
ステップ 1	Switch# **configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	Switch(config)# **ip routing**	IP ルーティングをイネーブルにします。
ステップ 3	Switch(config)# **ip vrf** *vrf-name*	VRF 名を指定し、VRF コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 4	Switch(config-vrf)# **ip multicast-routing vrf** *vrf-name*	（任意）VRF テーブルでグローバル マルチキャスト ルーティングをイネーブルにします。
ステップ 5	Switch(config-vrf)# **rd** *route-distinguisher*	ルート識別子を指定して VRF テーブルを作成します。Autonomous System（AS; 自律システム）番号および任意の数（xxx:y）または IP アドレスおよび任意の数（A.B.C.D:y）のどちらかを入力します。
ステップ 6	Switch(config-vrf)# **route-target** {**export** | **import** | **both**} *route-target-ext-community*	指定された VRF のインポート、エクスポート、またはインポートおよびエクスポート ルート ターゲット コミュニティのリストを作成します。AS 番号および任意の数（xxx:y）、IP アドレスおよび任意の数（A.B.C.D:y）のどちらかを入力します。 *route-target-ext-community* は、手順 4 で入力した *route-distinguisher* と同じです。
ステップ 7	Switch(config-vrf)# **import map** *route-map*	（任意）VRF にルート マップを対応付けます。
ステップ 8	Switch(config-vrf)# **interface** *interface-id*	インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始して、VRF に対応付けるレイヤ 3 インターフェイスを指定します。有効なインターフェイスは、ルーテッド ポートまたは SVI です。
ステップ 9	Switch(config-if)# **ip vrf forwarding** *vrf-name*	VRF をレイヤ 3 インターフェイスに対応付けます。
ステップ 10	Switch(config-if)# **ip address** *ip-address* **mask**	レイヤ 3 インターフェイスの IP アドレスを設定します。
ステップ 11	Switch(config-if)# **ip pim** [**sparse-dense mode** | **dense-mode** | **sparse-mode**]	VRF に関連付けられているレイヤ 3 インターフェイス上で、PIM をイネーブルにします。

	コマンド	目的
ステップ 12	Switch(config-if)# **end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 13	Switch# **show ip vrf** [**brief** | **detail** | **interfaces**] [*vrf-name*]	設定を確認します。設定した VRF に関する情報を表示します。
ステップ 14	Switch# **copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

マルチ VRF CE 内でのマルチキャストの設定についての詳細は、『*Cisco IOS IP Multicast Configuration Guide*』*Release 12.4* を参照してください。

VRF を削除、および VRF からすべてのインターフェイスを削除するには、**no ip vrf** *vrf-name* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。VRF から 1 つのインターフェイスを削除するには、**no ip vrf forwarding** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

VPN ルーティング セッションの設定

VPN 内のルーティングは、サポートされるルーティング プロトコル（RIP、OSPF、または BGP）、またはスタティック ルーティングで設定できます。ここで表示する設定は OSPF 用ですが、その他のプロトコルでもプロセスは同じです。

VPN に OSPF を設定するには、次の作業を行います。

	コマンド	目的
ステップ 1	Switch# **configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	Switch(config)# **router ospf** *process-id* **vrf** *vrf-name*	OSPF ルーティングをイネーブルにし、VPN 転送テーブルを指定して、ルータ コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	Switch(config-router)# **log-adjacency-changes**	（任意）隣接ステートの変更を記録します。これがデフォルトの状態になります。
ステップ 4	Switch(config-router)# **redistribute bgp** *autonomous-system-number* subnets	BGP ネットワークから OSPF ネットワークに情報を再配布するようにスイッチを設定します。
ステップ 5	Switch(config-router)# **network** *network-number* **area** *area-id*	OSPF が動作するネットワーク アドレスとマスク、およびそのネットワーク アドレスのエリア ID を定義します。
ステップ 6	Switch(config-router)# **end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 7	Switch# **show ip ospf** *process-id*	OSPF ネットワークの設定を確認します。
ステップ 8	Switch# **copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

OSPF ルーティング プロセスから VPN 転送テーブルの対応付けを解除するには、**no router ospf** *process-id* **vrf** *vrf-name* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

CE ルーティング セッションへの BGP PE の設定

CE ルーティング セッションに BGP PE を設定するには、次の作業を行います。

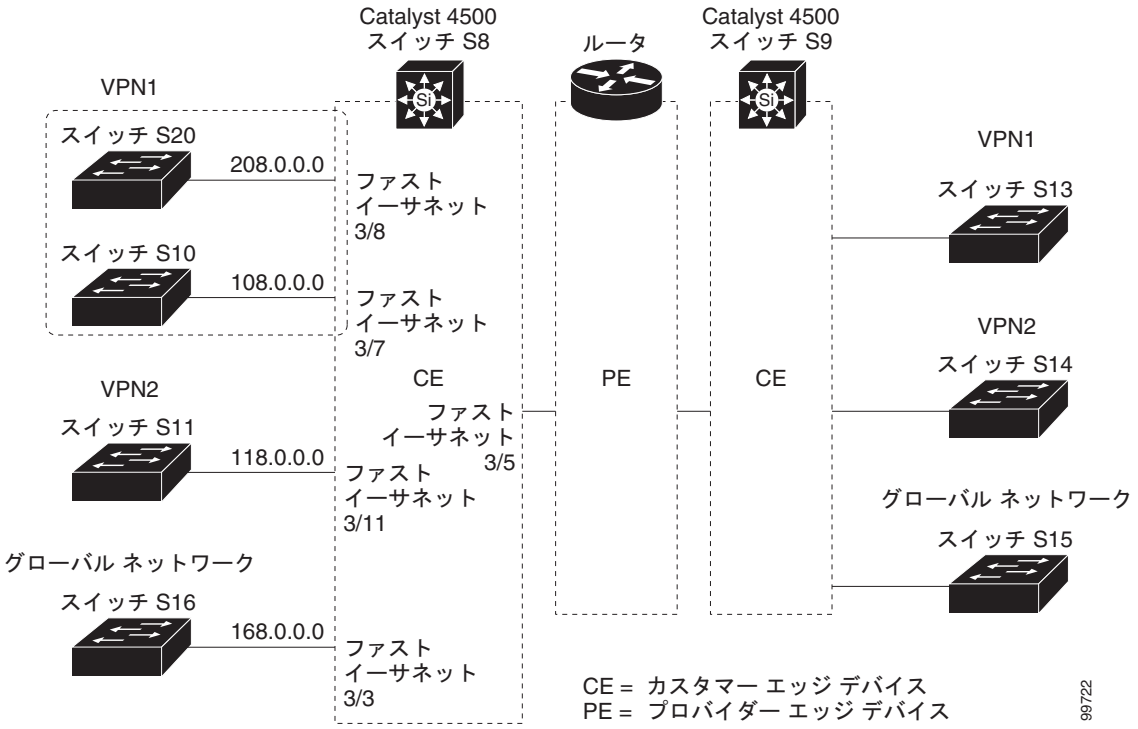
	コマンド	目的
ステップ 1	Switch# **configure terminal**	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	Switch(config)# **router bgp** *autonomous-system-number*	その他の BGP ルータに渡された AS 番号で BGP ルーティング プロセスを設定し、ルータ コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	Switch(config-router)# **network** *network-number* **mask** *network-mask*	BGP を使用してアナウンスするネットワークおよびマスクを指定します。
ステップ 4	Switch(config-router)# **redistribute ospf** *process-id* match internal	OSPF 内部ルートを再配布するようにスイッチを設定します。
ステップ 5	Switch(config-router)# **network** *network-number* **area** *area-id*	OSPF が動作するネットワーク アドレスとマスク、およびそのネットワーク アドレスのエリア ID を定義します。
ステップ 6	Switch(config-router-af)# **address-family ipv4 vrf** *vrf-name*	PE から CE のルーティング セッションの BGP パラメータを定義し、VRF アドレス ファミリ モードを開始します。
ステップ 7	Switch(config-router-af)# **neighbor** *address* **remote-as** *as-number*	PE と CE ルータの間の BGP セッションを定義します。
ステップ 8	Switch(config-router-af)# **neighbor** *address* **activate**	IPv4 アドレス ファミリのアドバタイズメントをアクティブ化します。
ステップ 9	Switch(config-router-af)# **end**	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 10	Switch# **show ip bgp** [**ipv4**] [**neighbors**]	BGP 設定を確認します。
ステップ 11	Switch# **copy running-config startup-config**	（任意）コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。

BGP ルーティング プロセスを削除するには、**no router bgp** *autonomous-system-number* グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。ルーティングの特性を削除するには、キーワードとともにコマンドを使用します。

VRF-Lite の設定例

図 36-2 は、図 36-1 と類似したネットワークの物理接続を簡略化した例です。OSPF は、VPN1、VPN2、およびグローバル ネットワークで使用されるプロトコルです。BGP は、CE と PE の接続に使用されます。次の例のコマンドは、CE スイッチ S8 を設定する方法を示し、スイッチ S20 および S11 の VRF 設定、およびスイッチ S8 のトラフィックに関連する PE ルータ コマンドが含まれます。その他のスイッチの設定のコマンドは含まれていませんが、類似したものになります。

図 36-2　VRF-Lite の設定例



スイッチ S8 の設定

スイッチ S8 上のルーティングをイネーブルにし、VRF を設定します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)# ip routing
Switch(config)# ip vrf v11
Switch(config-vrf)# rd 800:1
Switch(config-vrf)# route-target export 800:1
Switch(config-vrf)# route-target import 800:1
Switch(config-vrf)# exit
Switch(config)# ip vrf v12
Switch(config-vrf)# rd 800:2
Switch(config-vrf)# route-target export 800:2
Switch(config-vrf)# route-target import 800:2
Switch(config-vrf)# exit
```

スイッチ S8 上でループバックおよび物理インターフェイスを設定します。ファスト イーサネット インターフェイス 3/5 は、PE へのトランク接続です。インターフェイス 3/7 および 3/11 は、VPN に接続します。

```
Switch(config)# interface loopback1
Switch(config-if)# ip vrf forwarding v11
Switch(config-if)# ip address 8.8.1.8 255.255.255.0
Switch(config-if)# exit

Switch(config)# interface loopback2
Switch(config-if)# ip vrf forwarding v12
Switch(config-if)# ip address 8.8.2.8 255.255.255.0
```

```
Switch(config-if)# exit

Switch(config)# interface FastEthernet3/5
Switch(config-if)# switchport trunk encapsulation dot1q
Switch(config-if)# switchport mode trunk
Switch(config-if)# no ip address
Switch(config-if)# exit

Switch(config)# interface FastEthernet3/8
Switch(config-if)# switchport access vlan 208
Switch(config-if)# no ip address
Switch(config-if)# exit

Switch(config)# interface FastEthernet3/11
Switch(config-if)# switchport trunk encapsulation dot1q
Switch(config-if)# switchport mode trunk
Switch(config-if)# no ip address
Switch(config-if)# exit
```

スイッチ S8 上で使用される VLAN を設定します。VLAN 10 は、CE と PE の間で VRF 11 によって使用されます。VLAN 20 は、CE と PE の間で VRF 12 によって使用されます。VLAN 118 および 208 は、それぞれスイッチ S11 およびスイッチ S20 を含む VPN の VRF に使用されます。

```
Switch(config)# interface Vlan10
Switch(config-if)# ip vrf forwarding v11
Switch(config-if)# ip address 38.0.0.8 255.255.255.0
Switch(config-if)# exit

Switch(config)# interface Vlan20
Switch(config-if)# ip vrf forwarding v12
Switch(config-if)# ip address 83.0.0.8 255.255.255.0
Switch(config-if)# exit

Switch(config)# interface Vlan118
Switch(config-if)# ip vrf forwarding v12
Switch(config-if)# ip address 118.0.0.8 255.255.255.0
Switch(config-if)# exit

Switch(config)# interface Vlan208
Switch(config-if)# ip vrf forwarding v11
Switch(config-if)# ip address 208.0.0.8 255.255.255.0
Switch(config-if)# exit
```

VPN1 および VPN2 に OSPF ルーティングを設定します。

```
Switch(config)# router ospf 1 vrf vl1
Switch(config-router)# redistribute bgp 800 subnets
Switch(config-router)# network 208.0.0.0 0.0.0.255 area 0
Switch(config-router)# exit
Switch(config)# router ospf 2 vrf vl2
Switch(config-router)# redistribute bgp 800 subnets
Switch(config-router)# network 118.0.0.0 0.0.0.255 area 0
Switch(config-router)# exit
```

CE から PE のルーティングに BGP を設定します。

```
Switch(config)# router bgp 800
Switch(config-router)# address-family ipv4 vrf vl2
Switch(config-router-af)# redistribute ospf 2 match internal
Switch(config-router-af)# neighbor 83.0.0.3 remote-as 100
Switch(config-router-af)# neighbor 83.0.0.3 activate
Switch(config-router-af)# network 8.8.2.0 mask 255.255.255.0
Switch(config-router-af)# exit
```

```
Switch(config-router)# address-family ipv4 vrf vl1
Switch(config-router-af)# redistribute ospf 1 match internal
Switch(config-router-af)# neighbor 38.0.0.3 remote-as 100
Switch(config-router-af)# neighbor 38.0.0.3 activate
Switch(config-router-af)# network 8.8.1.0 mask 255.255.255.0
Switch(config-router-af)# end
```

スイッチ S20 の設定

CE に接続するように S20 を設定します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)# ip routing
Switch(config)# interface Fast Ethernet 0/7
Switch(config-if)# no switchport
Switch(config-if)# ip address 208.0.0.20 255.255.255.0
Switch(config-if)# exit

Switch(config)# router ospf 101
Switch(config-router)# network 208.0.0.0 0.0.0.255 area 0
Switch(config-router)# end
```

スイッチ S11 の設定

CE に接続するように S11 を設定します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)# ip routing
Switch(config)# interface Gigabit Ethernet 0/3
Switch(config-if)# switchport trunk encapsulation dot1q
Switch(config-if)# switchport mode trunk
Switch(config-if)# no ip address
Switch(config-if)# exit

Switch(config)# interface Vlan118
Switch(config-if)# ip address 118.0.0.11 255.255.255.0
Switch(config-if)# exit

Switch(config)# router ospf 101
Switch(config-router)# network 118.0.0.0 0.0.0.255 area 0
Switch(config-router)# end
```

PE スイッチ S3 の設定

スイッチ S3（ルータ）上では、次のコマンドはスイッチ S8 への接続だけを設定します。

```
Router# configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Router(config)# ip vrf v1
Router(config-vrf)# rd 100:1
Router(config-vrf)# route-target export 100:1
Router(config-vrf)# route-target import 100:1
Router(config-vrf)# exit

Router(config)# ip vrf v2
Router(config-vrf)# rd 100:2
```

```
Router(config-vrf)# route-target export 100:2
Router(config-vrf)# route-target import 100:2
Router(config-vrf)# exit

Router(config)# ip cef
Router(config)# interface Loopback1
Router(config-if)# ip vrf forwarding v1
Router(config-if)# ip address 3.3.1.3 255.255.255.0
Router(config-if)# exit

Router(config)# interface Loopback2
Router(config-if)# ip vrf forwarding v2
Router(config-if)# ip address 3.3.2.3 255.255.255.0
Router(config-if)# exit

Router(config)# interface Fast Ethernet3/0.10
Router(config-if)# encapsulation dot1q 10
Router(config-if)# ip vrf forwarding v1
Router(config-if)# ip address 38.0.0.3 255.255.255.0
Router(config-if)# exit

Router(config)# interface Fast Ethernet3/0.20
Router(config-if)# encapsulation dot1q 20
Router(config-if)# ip vrf forwarding v2
Router(config-if)# ip address 83.0.0.3 255.255.255.0
Router(config-if)# exit

Router(config)# router bgp 100
Router(config-router)# address-family ipv4 vrf v2
Router(config-router-af)# neighbor 83.0.0.8 remote-as 800
Router(config-router-af)# neighbor 83.0.0.8 activate
Router(config-router-af)# network 3.3.2.0 mask 255.255.255.0
Router(config-router-af)# exit
Router(config-router)# address-family ipv4 vrf vl
Router(config-router-af)# neighbor 83.0.0.8 remote-as 800
Router(config-router-af)# neighbor 83.0.0.8 activate
Router(config-router-af)# network 3.3.1.0 mask 255.255.255.0
Router(config-router-af)# end
```

VRF-Lite ステータスの表示

VRF-Lite の設定およびステータスに関する情報を表示するには、次の作業のいずれかを行います。

コマンド	目的
Switch# **show ip protocols vrf** *vrf-name*	VRF に対応付けられたルーティング プロトコル情報を表示します。
Switch# **show ip route vrf** *vrf-name* [**connected**] [*protocol* [*as-number*]] [**list**] [**mobile**] [**odr**] [**profile**] [**static**] [**summary**] [**supernets-only**]	VRF に対応付けられた IP ルーティング テーブル情報を表示します。
Switch# **show ip vrf** [**brief** | **detail** | **interfaces**] [*vrf-name*]	定義された VRF インスタンスに関する情報を表示します。
Switch# **show ip mroute vrf** *instance-name* <*a.b.c.d* | **active** | **bidriectional**| **count** | **dense**| interface | **proxy** | **pruned** | **sparse** | **ssm** | **static** | **summary**>	定義された VRF インスタンスに関する情報を表示します。

次に、VRF インターフェイスのマルチキャスト ルート テーブル情報を表示する例を示します。

```
Switch# show ip mroute vrf mcast2 234.34.10.18
IP Multicast Routing Table
Flags: D - Dense, S - Sparse, B - Bidir Group, s - SSM Group, C - Connected,
       L - Local, P - Pruned, R - RP-bit set, F - Register flag,
       T - SPT-bit set, J - Join SPT, M - MSDP created entry,
       X - Proxy Join Timer Running, A - Candidate for MSDP Advertisement,
       U - URD, I - Received Source Specific Host Report,
       Z - Multicast Tunnel, z - MDT-data group sender,
       Y - Joined MDT-data group, y - Sending to MDT-data group
       V - RD & Vector, v - Vector
Outgoing interface flags: H - Hardware switched, A - Assert winner
 Timers: Uptime/Expires
 Interface state: Interface, Next-Hop or VCD, State/Mode

(*, 234.34.10.18), 13:39:21/00:02:58, RP 1.1.1.1, flags: BC
  Bidir-Upstream: Vlan134, RPF nbr 172.16.34.1
  Outgoing interface list:
    Vlan45, Forward/Sparse-Dense, 00:00:02/00:02:57, H
    Vlan134, Bidir-Upstream/Sparse-Dense, 13:35:54/00:00:00, H
```

（注） この出力の情報の詳細については、次の URL の『*Cisco IOS Switching Services Command Reference*』を参照してください。
http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/ipswitch/command/reference/isw_book.html