Cisco IOS XE Gibraltar 16.11.x（Catalyst 9300 スイッチ）マルチプロトコルラベルスイッチング（MPLS）コンフィギュレーション ガイド

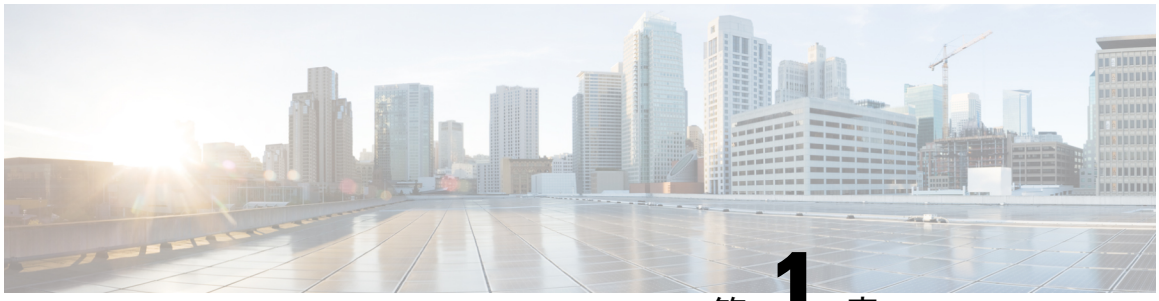
初版：2019 年 3 月 29 日

最終更新：2020 年 5 月 20 日

シスコシステムズ合同会社
〒107-6227 東京都港区赤坂9-7-1 ミッドタウン・タワー
http://www.cisco.com/jp
お問い合わせ先：シスコ コンタクトセンター
0120-092-255 （フリーコール、携帯・PHS含む）
電話受付時間：平日 10:00～12:00、13:00～17:00
http://www.cisco.com/jp/go/contactcenter/

【注意】シスコ製品をご使用になる前に、安全上の注意（**www.cisco.com/jp/go/safety_warning/**）をご確認ください。本書は、米国シスコ発行ドキュメントの参考和訳です。リンク情報につきましては、日本語版掲載時点で、英語版にアップデートがあり、リンク先のページが移動/変更されている場合がありますことをご了承ください。あくまでも参考和訳となりますので、正式な内容については米国サイトのドキュメントを参照ください。また、契約等の記述については、弊社販売パートナー、または、弊社担当者にご確認ください。

目 次



第 1 章

マルチプロトコル ラベル スイッチング（MPLS）の設定

マルチプロトコル ラベル スイッチング

このモジュールでは、マルチプロトコル ラベル スイッチングと Cisco スイッチでの設定方法について説明します。

マルチプロトコル ラベル スイッチングの制約事項

- マルチプロトコル ラベル スイッチング（MPLS）フラグメンテーションはサポートされていません。
- MPLS 最大伝送ユニット（MTU）はサポートされていません。

マルチプロトコル ラベル スイッチングに関する情報

マルチプロトコル ラベル スイッチング（MPLS）は、レイヤ 3（ネットワーク層）ルーティングの実績のある拡張性とレイヤ2（データ リンク層）スイッチングのパフォーマンスおよび機能を組み合わせたものです。MPLSにより、既存のネットワーク インフラストラクチャを犠牲にすることなく、サービスを差別化する機会を提供しながら、ネットワーク使用率の急激な増加の課題に対処できるようになります。MPLS アーキテクチャは柔軟性があり、レイヤ 2 テク

ノロジーを任意に組み合わせて使用することができます。MPLSのサポートは、すべてのレイヤ3プロトコルに対して提供され、今日のネットワークで一般的に提供されているものよりもはるかに優れたスケーリングが可能です。

マルチプロトコル ラベル スイッチングの機能の説明

ラベルスイッチングは、高性能のパケット転送テクノロジーであり、データリンク層（レイヤ2）スイッチングのパフォーマンスおよびトラフィック管理機能と、ネットワーク層（レイヤ3）ルーティングの拡張性、柔軟性、およびパフォーマンスが統合されています。

ラベル スイッチング機能

従来のレイヤ3転送メカニズムでは、パケットがネットワークを通過するとき、各スイッチがパケットの転送に関連するすべての情報をレイヤ3ヘッダーから抽出します。この情報をルーティング テーブル検索のインデックスとして使用して、パケットのネクスト ホップを決定します。

最も一般的なケースでは、ヘッダーで唯一該当するフィールドは宛先アドレス フィールドですが、場合によっては、他のヘッダー フィールドが該当する場合もあります。その結果、ヘッダーの分析はパケットが通過する各スイッチで個別に実行する必要があります。また、各スイッチで複雑なテーブル検索も行う必要があります。

ラベルスイッチングでは、レイヤ3ヘッダーの分析が一度だけ実行されます。その後、レイヤ3 ヘッダーは、ラベルという固定長の非構造化値にマップされます。

複数の異なるヘッダーで常に同じネクストホップが選択される場合は、これらのヘッダーを同じラベルにマッピングできます。実際、ラベルは転送等価クラス（つまり、パケットはそれぞれ別のものである可能性はあるが、転送機能によって識別不能な一連のパケット）を表します。

最初のラベル選択は、レイヤ 3 パケット ヘッダーの内容だけに基づいている必要はありません。たとえば、後続ホップでの転送判断はルーティング ポリシーに基づくこともあります。

ラベルを割り当てると、短いラベル ヘッダーがレイヤ 3 パケットの前に追加されます。このヘッダーは、パケットの一部としてネットワークを介して伝送されます。ネットワーク内の各MPLSスイッチを介する後続ホップでは、ラベルはスワップされ、パケットヘッダーで伝送されるラベルのMPLS転送テーブル検索を使用して転送が判断されます。そのため、ネットワークを介したパケットの送信中にパケットヘッダーを再評価する必要はありません。ラベルは構造化されていない固定長の値であるため、MPLS転送テーブル検索プロセスは簡単かつ高速です。

ラベル バインディングの配布

ネットワーク内の各ラベル スイッチング ルータ（LSR）は、転送同等クラスを表すためにどのラベル値を使用するかについて独立したローカルな決定を行います。このアソシエーションは、ラベル バインディングと呼ばれます。各 LSR は、自身が行ったラベル バインディングを

ネイバーに通知します。このようにネイバー スイッチにラベル バインディングを認識させる処理は、次のプロトコルによって促進されます。

- ラベル配布プロトコル（LDP）：MPLS ネットワーク内のピア LSR は、MPLS ネットワークでのホップバイホップ転送をサポートするためのラベル バインディング情報を交換できます
- Border Gateway Protocol（BGP）：MPLS バーチャル プライベート ネットワーク（VPN）をサポートするために使用

ラベル付きパケットが LSR A からネイバー LSR B に送信されている場合、単一の IP パケットによって伝送されるラベル値は、パケットの転送等価クラスを表すために LSR B によって割り当てられたラベル値です。このため、IP パケットがネットワークを通過するにつれて、ラベル値は変更されます。

LDP 設定の詳細については、次にある「MPLS: LDP Configuration Guide」を参照してください。
http://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/ios-xml/ios/mpls/config_library/xe-3s/mp-xe-3s-library.html

（注） ラベル エントリの規模は制限されているため（特に ECMP では）、LDP ラベル フィルタリングを有効にすることが推奨されます。LDP ラベルは、ルータのループバック インターフェイスなどのウェルノウン プレフィックスおよびグローバル ルーティング テーブルで到達可能にする必要があるプレフィックスにのみ割り当てるものとします。

MPLS レイヤ 3 VPN

マルチプロトコル ラベル スイッチング（MPLS）バーチャル プライベート ネットワーク（VPN）は、MPLS プロバイダー コア ネットワークによって相互接続された一連のサイトで構成されます。各カスタマー サイトでは、1 つ以上のカスタマー エッジ（CE）ルータが、1 つ以上のプロバイダー エッジ（PE）ルータに接続されます。

MPLS レイヤ 3 VPN を設定する前に、MPLS、ラベル配布プロトコル（LDP）、およびシスコ エクスプレス フォワーディング（CEF）が、ネットワークにインストールされている必要があります。PE ルータを含む、コア内のすべてのルータは、CEF および MPLS 転送をサポートできる必要があります。

MPLS QoS EXP の分類とマーキング

QoS EXP Matching 機能を使用すれば、IP パケットのマルチプロトコル ラベル スイッチング（MPLS）Experimental ビット（EXP ビット）フィールドを変更して、ネットワーク トラフィックを分類してマーキングすることができます。

QoS EXP Matching 機能を使用すれば、MPLS パケットの MPLS EXP フィールドに値を設定することによってネットワーク トラフィックを整理できます。MPLS EXP フィールドで異なった値を選択することにより、輻輳時にパケットが必要なプライオリティを持つようパケットをマーキングすることができます。MPLS EXP 値の設定によって次のことが可能になります。

- **トラフィックの分類**：分類プロセスでマーキングするトラフィックが選択されます。分類は、トラフィックを複数の優先順位レベル、つまり、サービス クラスに分割することによりこのプロセスを実施します。トラフィック分類は、クラス ベースの QoS プロビジョニングのプライマリ コンポーネントです。
- **トラフィックのポリシングとマーキング**：ポリシングでは、設定されたレートを上回るトラフィックが廃棄されるか、別のドロップ レベルにマーキングされます。トラフィックのマーキングは、パケット フローを特定してそれらを区別する方法です。パケット マーキングを利用すれば、ネットワークを複数の優先プライオリティ レベルまたはサービス クラスに分割することができます。

機能制限

以下に、MPLS QoS EXP の分類とマーキングに関する制約事項の一覧を示します。

- 均一モードとパイプ モードのみがサポートされます。ショートパイプ モードはサポートされません。
- サポートされる QoS グループ値の範囲は 0 ～ 30 です。（合計 31 の QoS グループ）。
- QoS ポリシーを使用した EXP マーキングは外部ラベルでのみサポートされます。内部の EXP マーキングはサポートされません。

マルチプロトコル ラベル スイッチングの設定方法

このセクションでは、MPLS スイッチングと転送用にスイッチを準備するために必要な基本設定を行う方法について説明します。

MPLS スイッチング用のスイッチの設定

シスコ スイッチ上の MPLS スイッチングでは、Cisco Express Forwarding がイネーブルである必要があります。

（注） **ip unnumbered** コマンドは MPLS 設定ではサポートされていません。

手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	**enable** 例： `Device> enable`	特権 EXEC モードを有効にします。 プロンプトが表示されたらパスワードを入力します。

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 2	**configure terminal** 例： `Device# 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 3	**ip cef distributed** 例： `Device(config)# ip cef distributed`	スイッチでシスコ エクスプレス フォワーディングをイネーブルにします。
ステップ 4	**mpls label range** *minimum-value maximum-value* 例： `Device(config)# mpls label range 16 4096`	パケット インターフェイス上で MPLS アプリケーションで使用可能なローカル ラベルの範囲を設定します。
ステップ 5	**mpls label protocol ldp** 例： `Device(config)# mpls label protocol ldp`	プラットフォームの Label Distribution Protocol を指定します。

MPLS 転送用のスイッチの設定

シスコ スイッチ上の MPLS 転送では、IPv4 パケットの転送がイネーブルになっている必要があります。

（注） **ip unnumbered** コマンドは MPLS 設定ではサポートされていません。

手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	**enable** 例： `Device> enable`	特権 EXEC モードを有効にします。 プロンプトが表示されたらパスワードを入力します。
ステップ 2	**configure terminal** 例： `Device# 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。

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 3	**interface** *type slot/subslot /port* 例： `Device(config)# interface gigabitethernet 1/0/0`	ギガビット イーサネット インターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。スイッチ仮想インターフェイス（SVI）の場合の例を次に示します。 `Device(config)# interface vlan 1000`
ステップ 4	**mpls ip** 例： `Device(config-if)# mpls ip`	ルーテッド物理インターフェイス（ギガビット イーサネット）、スイッチ仮想インターフェイス（SVI）、またはポート チャネルに沿った IPv4 パケットの MPLS 転送を有効にします。
ステップ 5	**mpls label protocol ldp** 例： `Device(config-if)# mpls label protocol ldp`	インターフェイスの Label Distribution Protocol を指定します。 （注） MPLS LDP は、Virtual Routing and Forwarding（VRF）インターフェイスで有効にすることはできません。
ステップ 6	**end** 例： `Device(config-if)# end`	インターフェイス コンフィギュレーション モードを終了し、特権 EXEC モードに戻ります。

マルチプロトコル ラベル スイッチングの設定の確認

このセクションでは、MPLS のスイッチングと転送の設定に問題がないことを確認する方法について説明します。

MPLS スイッチングの構成の確認

Cisco Express Forwarding が正しく設定されていることを確認するには、**show ip cef summary** コマンドを発行します。次に示すような出力が生成されます。

手順

show ip cef summary

例：

```
Device# show ip cef summary

IPv4 CEF is enabled for distributed and running
VRF Default
 150 prefixes (149/1 fwd/non-fwd)
 Table id 0x0
 Database epoch:        4 (150 entries at this epoch)
Device#
```

MPLS 転送の構成の確認

MPLS 転送が正しく設定されていることを確認するには、**show mpls interfaces detail** コマンドを発行します。次に示すような出力が生成されます。

（注） MPLS MTU 値は、デフォルトではポートまたはスイッチの IP MTU 値と同等です。MPLS の MTU 設定はサポートされていません。

手順

ステップ 1 show mpls interfaces detail

例：

```
For physical (Gigabit Ethernet) interface:
Device# show mpls interfaces detail interface GigabitEthernet 1/0/0

        Type Unknown
        IP labeling enabled
        LSP Tunnel labeling not enabled
        IP FRR labeling not enabled
        BGP labeling not enabled
        MPLS not operational
        MTU = 1500

For Switch Virtual Interface (SVI):
Device# show mpls interfaces detail interface Vlan1000

        Type Unknown
        IP labeling enabled (ldp) :
          Interface config
        LSP Tunnel labeling not enabled
        IP FRR labeling not enabled
        BGP labeling not enabled
        MPLS operational
        MTU = 1500
```

ステップ 2 show running-config interface

例：

```
For physical (Gigabit Ethernet) interface:
Device# show running-config interface interface GigabitEthernet 1/0/0

Building configuration...


Current configuration : 307 bytes
!
interface TenGigabitEthernet1/0/0
no switchport
ip address xx.xx.x.x xxx.xxx.xxx.x
mpls ip
mpls label protocol ldp
end

For Switch Virtual Interface (SVI):
Device# show running-config interface interface Vlan1000

Building configuration...


Current configuration : 187 bytes
!
interface Vlan1000
ip address xx.xx.x.x xxx.xxx.xxx.x
mpls ip
mpls label protocol ldp
end
```

ステップ 3 show mpls forwarding

例：

```
For physical (Gigabit Ethernet) interface:
Device# show mpls forwarding-table
Local      Outgoing   Prefix           Bytes Label   Outgoing   Next Hop
Label      Label      or Tunnel Id     Switched      interface
500        No Label   l2ckt(3)         0             Gi3/0/22   point2point
501        No Label   l2ckt(1)         12310411816789 none       point2point
502        No Label   l2ckt(2)         0             none       point2point
503        566        15.15.15.15/32   0             Po5        192.1.1.2
504        530        7.7.7.7/32       538728528     Po5        192.1.1.2
505        573        6.6.6.10/32      0             Po5        192.1.1.2
506        606        6.6.6.6/32       0             Po5        192.1.1.2
507        explicit-n 1.1.1.1/32       0             Po5        192.1.1.2
556        543        19.10.1.0/24     0             Po5        192.1.1.2
567        568        20.1.1.0/24      0             Po5        192.1.1.2
568        574        21.1.1.0/24      0             Po5        192.1.1.2
574        No Label   213.1.1.0/24[V]  0             aggregate/vpn113
575        No Label   213.1.2.0/24[V]  0             aggregate/vpn114
576        No Label   213.1.3.0/24[V]  0             aggregate/vpn115
577        No Label   213:1:1::/64     0             aggregate
594        502        103.1.1.0/24     0             Po5        192.1.1.2
595        509        31.1.1.0/24      0             Po5        192.1.1.2
596        539        15.15.1.0/24     0             Po5        192.1.1.2
597        550        14.14.1.0/24     0             Po5        192.1.1.2
633        614        2.2.2.0/24       0             Po5        192.1.1.2
634        577        90.90.90.90/32   873684        Po5        192.1.1.2
635        608        154.1.1.0/24     0             Po5        192.1.1.2
```

```
636         609         153.1.1.0/24      0               Po5         192.1.1.2
Device# end
```

マルチプロトコルラベルスイッチングに関するその他の参考資料

関連資料

関連項目	マニュアル タイトル
この章で使用するコマンドの完全な構文および使用方法の詳細。	の「マルチプロトコル ラベル スイッチング（MPLS）コマンド」の項を参照してください。*Command Reference (Catalyst 9300 Series Switches)*

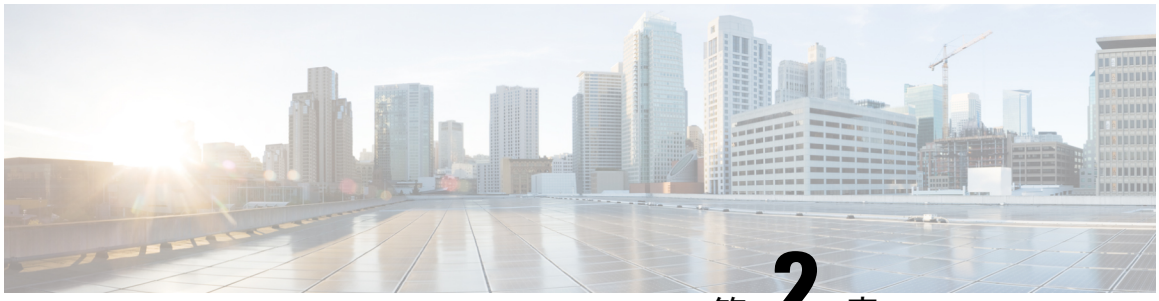
マルチプロトコル ラベル スイッチングの機能履歴

次の表に、このモジュールで説明する機能のリリースおよび関連情報を示します。

これらの機能は、特に明記されていない限り、導入されたリリース以降のすべてのリリースで使用できます。

リリース	機能	機能情報
Cisco IOS XE Everest 16.5.1a	マルチプロトコル ラベル スイッチング	マルチプロトコル ラベル スイッチングは、レイヤ3（ネットワーク層）ルーティングの実績のある拡張性とレイヤ 2（データリンク層）スイッチングのパフォーマンスおよび機能を組み合わせたものです。

Cisco Feature Navigator を使用すると、プラットフォームおよびソフトウェアイメージのサポート情報を検索できます。Cisco Feature Navigator には、http://www.cisco.com/go/cfn [英語] からアクセスします。



第 2 章

MPLS レイヤ 3 VPN の設定

MPLS バーチャル プライベート ネットワーク（VPN）は、マルチプロトコル ラベル スイッチング（MPLS）プロバイダー コア ネットワークによって相互接続された一連のサイトで構成されます。各カスタマー サイトでは、1 つ以上のカスタマー エッジ（CE）デバイスが、1 つ以上のプロバイダー エッジ（PE）デバイスに接続されます。このモジュールでは、MPLS レイヤ 3 VPN の作成方法について説明します。

MPLS レイヤ 3 VPNs

MPLS バーチャル プライベート ネットワーク（VPN）は、マルチプロトコル ラベル スイッチング（MPLS）プロバイダー コア ネットワークによって相互接続された一連のサイトで構成されます。各カスタマー サイトでは、1 つ以上のカスタマー エッジ（CE）デバイスが、1 つ以上のプロバイダー エッジ（PE）デバイスに接続されます。この章では、MPLS VPN の作成方法について説明します。

MPLS バーチャル プライベート ネットワークの前提条件

- マルチプロトコル ラベル スイッチング（MPLS）、ラベル配布プロトコル（LDP）、および Cisco Express Forwarding がネットワークにインストールされていることを確認します。
- プロバイダー エッジ（PE）デバイスを含む、コア内のすべてのデバイスは、シスコ エクスプレス フォワーディングおよび MPLS 転送をサポートできる必要があります。「MPLS バーチャルプライベート ネットワーク カスタマーのニーズの評価」を参照してください。
- PE デバイスを含む、コア内のすべてのデバイスで Cisco Express Forwarding を有効にします。Cisco Express Forwarding がイネーブルになっているかどうかを確認する方法については、『*Cisco Express Forwarding Configuration Guide*』の「Configuring Basic Cisco Express Forwarding」の章を参照してください。

MPLS バーチャル プライベート ネットワークの制約事項

マルチプロトコル ラベル スイッチング（MPLS）または MPLS バーチャル プライベート ネットワーク（VPN）環境でスタティックルートを設定する場合は、**ip route** コマンドおよび **ip route vrf** コマンドの一部のバリエーションがサポートされません。スタティック ルートを設定するときは、次の注意事項に従ってください。

MPLS 環境でサポートされるスタティック ルート

MPLS 環境でスタティックルートを設定する場合、次の **ip route** コマンドがサポートされます。

- **ip route** *destination-prefix mask interface next-hop-address*

MPLS 環境でスタティックルートを設定し、スタティックな非再帰ルートと特定のアウトバウンドインターフェイスを使用するロードシェアリングを設定する場合、次の **ip route** コマンドがサポートされます。

- **ip route** *destination-prefix mask* **interface1 next-hop1**
- **ip route** *destination-prefix mask* **interface2 next-hop2**

TFIB を使用する MPLS 環境でサポートされないスタティック ルート

MPLS 環境でスタティックルートを設定する場合、次の **ip route** コマンドはサポートされません。

- **ip route** *destination-prefix mask next-hop-address*

MPLS 環境でスタティックルートを設定し、2 つのパスでネクストホップに到達できる場所でロードシェアリングを有効にする場合、次の **ip route** コマンドはサポートされません。

- **ip route** *destination-prefix mask next-hop-address*

MPLS 環境でスタティックルートを設定し、2 つのネクストホップで宛先に到達できる場所でロードシェアリングを有効にする場合、次の **ip route** コマンドはサポートされません。

- **ip route** *destination-prefix mask* **next-hop1**
- **ip route** *destination-prefix mask* **next-hop2**

スタティック ルートを指定する場合は、*interface* an *next-hop* 引数を使用します。

MPLS VPN 環境でサポートされるスタティック ルート

次の **ip route vrf** コマンドは、MPLS VPN 環境でスタティックルートを設定し、ネクストホップとインターフェイスが同じ VRF に存在する場合はサポートされません。

- **ip route vrf** *vrf-name destination-prefix mask next-hop-address*
- **ip route vrf** *vrf-name destination-prefix mask interface next-hop-address*
- **ip route vrf** *vrf-name destination-prefix mask* **interface1 next-hop1**

- **ip route vrf** *vrf-name destination-prefix mask* **interface2 next-hop2**

MPLS VPN 環境でスタティックルートを設定し、ネクストホップがグローバル ルーティング テーブルの MPLS クラウドのグローバルテーブルに存在する場合、次の **ip route vrf** コマンドがサポートされます。たとえば、ネクスト ホップがインターネット ゲートウェイを指している場合は、次のコマンドがサポートされます。

- **ip route vrf** *vrf-name destination-prefix mask next-hop-address* **global**
- **ip route vrf** *vrf-name destination-prefix mask interface next-hop-address*（このコマンドは、ネクストホップおよびインターフェイスがコアにある場合にサポートされます）。

MPLS VPN 環境でスタティックルートを設定し、スタティックな非再帰ルートと特定のアウトバウンドインターフェイスを使用するロードシェアリングを有効にする場合、次の **ip route** コマンドがサポートされます。

- **ip route** *destination-prefix mask* **interface1 next-hop1**
- **ip route** *destination-prefix mask* **interface2 next-hop2**

TFIB を使用する MPLS VPN 環境でサポートされないスタティック ルート

MPLS VPN 環境でスタティックルートを設定し、ネクストホップがコア内の MPLS クラウドのグローバルテーブルに存在し、2 つのパスでネクストホップに到達できる場所でロードシェアリングを有効にする場合、次の **ip route** コマンドはサポートされません。

- **ip route vrf** *destination-prefix mask next-hop-address* **global**

MPLS VPN 環境でスタティックルートを設定し、ネクストホップがコア内の MPLS クラウドのグローバルテーブルに存在し、2 つのネクストホップで宛先に到達できる場所でロードシェアリングを有効にする場合、次の **ip route** コマンドはサポートされません。

- **ip route vrf** *destination-prefix mask* **next-hop1 global**
- **ip route vrf** *destination-prefix mask* **next-hop2 global**

次の **ip route vrf** コマンドは、MPLS VPN 環境でスタティックルートを設定し、ネクストホップとインターフェイスが同じ VRF に存在する場合はサポートされません。

- **ip route vrf** *vrf-name destination-prefix mask* **next-hop1** *vrf-name destination-prefix mask* **next-hop1**
- **ip route vrf** *vrf-name destination-prefix mask* **next-hop2**

ネクスト ホップが CE デバイス上のグローバル テーブルに存在する MPLS VPN 環境でサポートされるスタティック ルート

MPLS VPN 環境でスタティックルートを設定し、ネクストホップがカスタマーエッジ（CE）側のグローバルテーブルにある場合、次の **ip route vrf** コマンドがサポートされます。たとえば、外部ボーダーゲートウェイプロトコル（EBGP）マルチホップの場合と同様に、宛先プレフィックスが CE デバイスのループバック アドレスである場合は、次のコマンドがサポートされます。

- **ip route vrf** *vrf-name destination-prefix mask interface next-hop-address*

MPLS VPN 環境でスタティックルートを設定し、ネクストホップが CE 側のグローバルテーブルに存在し、スタティックな非再帰ルートと特定のアウトバウンドインターフェイスを使用するロードシェアリングを有効にする場合、次の **ip route** コマンドがサポートされます。

- **ip route** *destination-prefix mask* **interface1 nexthop1**
- **ip route** *destination-prefix mask* **interface2 nexthop2**

MPLS バーチャル プライベート ネットワークに関する情報

この項では、MPLS バーチャル プライベート ネットワークについて説明します。

MPLS バーチャル プライベート ネットワークの定義

マルチプロトコル ラベル スイッチング バーチャル プライベート ネットワーク（MPLS VPN）を定義する前に、一般的な VPN を定義する必要があります。VPN の説明を次に示します。

- パブリック インフラストラクチャを介してプライベート ネットワーク サービスを提供する、IP ベースのネットワーク
- インターネットまたはその他のパブリックネットワークやプライベートネットワークを介してプライベートに相互通信できる一連のサイト

通常の VPN は、完全メッシュのトンネル、または相手先固定接続（PVC）を VPN 内のすべてのサイトに設定することで作成されます。このタイプの VPN は、新しいサイトを追加した場合に VPN 内の各エッジ デバイスを変更する必要があるため、維持または拡張が簡単ではありません。

MPLS ベースの VPN は、レイヤ 3 に作成され、ピア モデルに基づきます。ピア モデルによって、サービス プロバイダーおよびカスタマーは、レイヤ 3 のルーティング情報を交換できます。サービス プロバイダーは、カスタマー サイト間でデータをリレーします。このとき、カスタマー側では何をする必要もありません。

MPLS VPN の管理や拡張は、従来の VPN よりも簡単です。新しいサイトが MPLS VPN に追加された場合、更新する必要があるのは、カスタマー サイトにサービスを提供するサービス プロバイダーのエッジ デバイスだけです。

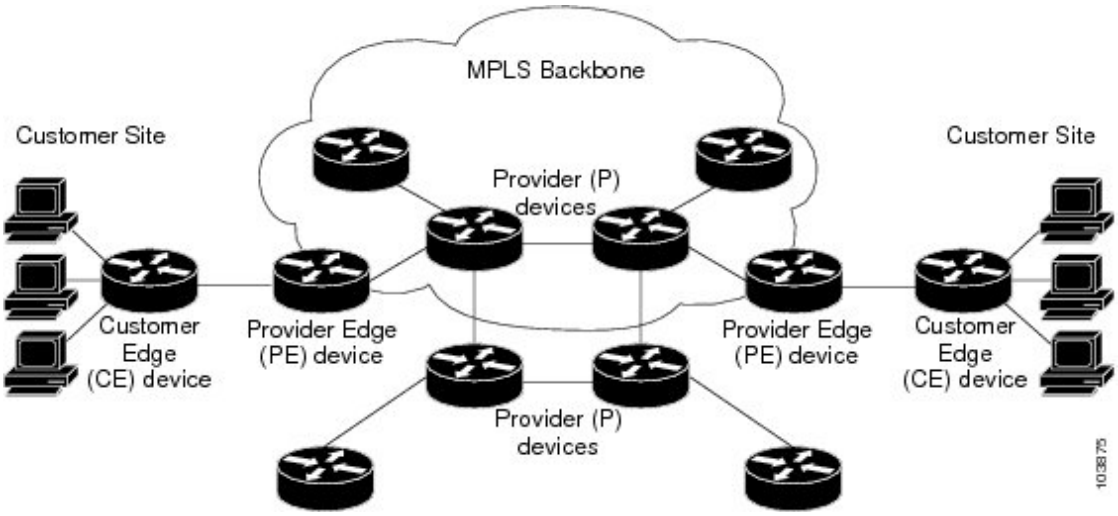
MPLS VPN のさまざまな部分について、次に説明します。

- プロバイダー（P）デバイス：プロバイダー ネットワークのコア内のデバイス。P デバイスは MPLS スイッチングを実行し、ルーティングされるパケットに VPN ラベルを付加しません。各ルートの MPLS ラベルは、プロバイダー エッジ（PE）デバイスによって割り当てられます。VPN ラベルは、データ パケットを正しい出力デバイスに誘導するために使用されます。
- PE デバイス：着信パケットが受信されるインターフェイスまたはサブインターフェイスに基づいて、着信パケットに VPN ラベルを付加するデバイス。PE デバイスは、カスタマー エッジ（CE）デバイスに直接接続されます。

- カスタマー（C）デバイス：ISP または企業ネットワークのデバイス。
- CE デバイス：ネットワーク上の PE デバイスに接続する、ISP のネットワーク上のエッジ デバイス。CE デバイスは、PE デバイスとインターフェイスする必要があります。

次の図に、基本的な MPLS VPN を示します。

図 *1* : 基本的 *MPLS VPN* 用語



MPLS バーチャル プライベート ネットワークの仕組み

マルチプロトコル ラベル スイッチング バーチャル プライベート ネットワーク（MPLS VPN）機能は、MPLS ネットワークのエッジでイネーブルになっています。プロバイダーエッジ（PE）デバイスは、次の機能を実行します。

- カスタマー エッジ（CE）デバイスとルーティング アップデートを交換する。
- CE ルーティング情報を VPNv4 ルートに変換する。
- マルチプロトコル ボーダー ゲートウェイ プロトコル（MP-BGP）を介して、他の PE デバイスと VPNv4 ルートを交換する。

ここでは、MPLS VPN の機能について説明します。

MPLS バーチャル プライベート ネットワークの主要コンポーネント

マルチプロトコル ラベル スイッチング（MPLS）ベースのバーチャル プライベート ネットワーク（VPN）には、次の 3 つの主要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 ルート ターゲット コミュニティは、VPN コミュニティのすべてのメンバのリストです。VPN ルート ターゲットは、各 VPN コミュニティ メンバに設定する必要があります。
- VPN コミュニティ プロバイダー エッジ（PE）デバイスのマルチプロトコル BGP（MP-BGP）ピアリング：MP-BGP は、VPN コミュニティのすべてのメンバーに Virtual

Route Forwarding（VRF）到達可能性情報を伝播します。MP-BGP ピアリングは、VPN コミュニティのすべての PE デバイスで設定されている必要があります。

- MPLS 転送：MPLS は、VPN サービス プロバイダー ネットワーク上のすべての 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。

1 対 1 の関係は、カスタマー サイトと VPNs 間に必ずしも存在する必要はありません。1 つの指定されたサイトを複数の VPN のメンバにできます。ただし、サイトは、1 つの VRF とだけ関連付けることができます。カスタマー サイトの VRF には、そのサイトがメンバとなっている VPN からサイトへの、利用できるすべてのルートが含まれています。

MPLS バーチャル プライベート ネットワークの利点

マルチプロトコル ラベル スイッチング バーチャル プライベート ネットワーク（MPLS VPN）を使用すると、サービスプロバイダーは、スケーラブルな VPN を展開できます。また、次のような付加価値サービスを提供するための基盤を構築します。

コネクションレス型サービス

MPLS VPN の重要な技術的メリットとして、コネクションレスであることを挙げることができます。インターネットの成功には、TCP/IP という基礎的な技術が貢献しています。TCP/IP は、パケットを基礎とする、コネクションレス ネットワーク パラダイムに基づいて構築されています。これは、ホスト間の通信を確立するための事前のアクションが不要となり、2 者間の通信が簡単になることを意味します。現在の VPN ソリューションでは、コネクションレス型の IP 環境でプライバシーを確立するために、ネットワーク上でコネクション型ポイントツーポイントのオーバーレイを行っています。VPN がコネクションレス型ネットワーク上で動作しても、VPN では接続の容易さや、コネクションレス型ネットワークで利用できる多様なサービスを活用できません。コネクションレス VPN を作成すると、ネットワーク プライバシーのためのトンネルおよび暗号化が不要となり、その結果、複雑さが大幅に軽減されます。

集中型サービス

レイヤ 3 に VPN を構築すると、VPN に代表されるユーザー グループに目的のサービスを配布できます。VPN がサービス プロバイダーに提供する内容は、ユーザーがイントラネット サービスにプライベートに接続するためのメカニズムだけではありません。VPN では、付加価値サービスを対象のカスタマーに柔軟に提供する方法も提供する必要があります。ユーザーがそれぞれのイントラネットやエクストラネットでサービスをプライベートに使用できるようにするためには、拡張性が重要です。MPLS VPN は、プライベート イントラネットと見なされ、次のような新しい IP サービスを使用できます。

- マルチキャスト
- Quality Of Service（QoS）
- VPN でのテレフォニー サポート
- コンテンツや VPN への Web ホスティングを含む、集中型サービス

カスタマーごとに特化したサービスを、複数組み合わせてカスタマイズできます。たとえば、IP マルチキャストを低遅延のサービス クラスに組み合わせると、ビデオ会議をイントラネット内で実施できます。

拡張性

コネクション型ポイントツーポイントのオーバーレイ、フレーム リレー、または ATM 仮想接続（VC）を使用する VPN を作成する場合、その VPN では、主にスケーラビリティが問題となります。特に、カスタマー サイト間での完全メッシュ接続のないコネクション型 VPN は、最適ではありません。MPLS ベースの VPN では、スケーラビリティの高い VPN ソリューションを活用するために、代わりに、ピア モデルとレイヤ 3 コネクションレス型アーキテクチャを使用します。このピア モデルでは、カスタマー サイトがピアリングする必要があるのは、VPN のメンバであるその他のすべてのカスタマー エッジ（CE）デバイスではなく、1 つのプロバイダー エッジ（PE）デバイスだけとなります。コネクションレス型アーキテクチャによって、レイヤ 3 に VPN を作成することができ、トンネルまたは VC を行う必要がなくなります。

MPLS VPN のその他の拡張性の問題は、PE デバイス間の VPN ルートのパーティショニングに起因します。また、コア ネットワークでの PE デバイスとプロバイダー（P）デバイス間での VPN ルートおよび内部ゲートウェイ プロトコル（IGP）ルートのさらなるパーティショニングに起因します。

- PE デバイスは、メンバである VPN に対して VPN ルートを維持する必要があります。
- P デバイスでは、VPN ルートを一切維持する必要がありません。

これにより、プロバイダーのコアのスケーラビリティが高まり、いずれのデバイスもスケーラビリティのボトルネックとなりません。

セキュリティ

MPLS VPN はコネクション型 VPN と同じレベルのセキュリティを提供します。1 つの VPN からのパケットが、間違って別の VPN に送信されることはありません。

セキュリティは、次の領域で提供されます。

- プロバイダーネットワークのエッジでは、お客様から受信したパケットが、正しい VPN に配置されることが保証されます。
- バックボーンでは、VPN トラフィックが常に分離されます。悪意のあるスプーフィング（PE デバイスへのアクセスを取得するための試行）は、ほぼ不可能です。これは、お客様から受信するパケットが IP パケットであるためです。これらの IP パケットは、VPN ラベルと一意に識別される特定のインターフェイスまたはサブインターフェイスで受信される必要があります。

作成の容易さ

VPN を最大限に活用するには、カスタマーは、新しい VPN とユーザー コミュニティを簡単に作成できる必要があります。MPLS VPN はコネクションレスであるため、特定のポイントツーポイント接続マップまたはトポロジは必要ありません。イントラネットやエクストラネットに

サイトを追加して、非公開ユーザーグループを形成できます。この方法でVPNを管理すると、指定された任意のサイトを複数の VPN のメンバにできるため、イントラネットやエクストラネットを構築する場合の柔軟性が最大限に高められます。

柔軟なアドレッシング

VPNサービスへのアクセスをより簡単にするために、サービスプロバイダーのお客様は、独自のアドレッシング計画を設計できます。このアドレッシング計画は、他のサービスプロバイダーのお客様のアドレッシング計画から独立させることができます。RFC 1918 に定義されているとおり、多くのお客様はプライベートアドレス空間を使用します。また、イントラネットの接続性を得るために時間と費用をかけてパブリック IP アドレスに変換することは望んでいません。MPLS VPN を使用すると、お客様は、アドレスのパブリックビューとプライベートビューを提供することで、ネットワークアドレス変換（NAT）を使用することなく現在のアドレス空間を引き続き使用できます。NAT は、重複するアドレス空間を持つ 2 つの VPN が通信する必要がある場合にだけ必要となります。これにより、カスタマーは、パブリック IP ネットワーク上で、独自の未登録プライベート アドレスを使用して自由に通信できます。

統合 QoS サポート

QoS は、多くの IP VPN カスタマーにとって重要な要件です。統合 QoS を使用すると、次の 2 つの基本的な VPN 要件に対処できます。

- 予測可能なパフォーマンスおよびポリシーの実装
- MPLS VPN における複数レベルのサービスのサポート

ネットワークトラフィックは、ネットワークのエッジで分類およびラベル付けされます。トラフィックはその後、加入者によって定義されたポリシーに従って集約され、プロバイダーによって実行されて、プロバイダーコア経由で転送されます。その後、破棄確率または遅延ごとに、ネットワークのエッジおよびコアでのトラフィックを異なるクラスに分けることができます。

直接的な移行

サービス プロバイダーは、VPN サービスを迅速に展開するために、直接的な移行パスを使用します。MPLS VPN の独自な特長として、IP、ATM、フレーム リレー、およびハイブリッド ネットワークを含む、複数のネットワーク アーキテクチャ上に構築できることを挙げることができます。

CE デバイス上で MPLS をサポートする必要がないため、エンドカスタマーの移行作業は簡単になります。お客様のイントラネットを変更する必要はありません。

MPLS バーチャル プライベート ネットワークの設定方法

次の項では、MPLS バーチャル プライベート ネットワークを設定する手順について説明します。

コア ネットワークの設定

次の項では、コアネットワークを設定する手順について説明します。

MPLS バーチャル プライベート ネットワーク カスタマーのニーズの評価

マルチプロトコル ラベル スイッチング仮想プライベート ネットワーク（MPLS VPN）を設定する前に、コア ネットワーク トポロジを識別して、MPLS VPN カスタマーに最適なサービスが提供されるようにする必要があります。コア ネットワーク トポロジを識別するには、次の作業を実行します。

手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	ネットワークのサイズを識別します。	必要となるデバイスとポートの数を決定するために、次の内容を識別します。 • サポートする必要があるカスタマーの数 • カスタマーごとに必要となる VPN の数 • 各 VPN に存在する、仮想ルーティングおよび転送インスタンスの数
ステップ 2	コアにおけるルーティング プロトコルを識別します。	コア ネットワークで必要なルーティング プロトコルを決定します。
ステップ 3	MPLS VPN ハイ アベイラビリティのサポートが必要であるかどうかを判断します。	MPLS VPN ノンストップ フォワーディングおよびグレースフル リスタートは、選択デバイスおよび Cisco IOS ソフトウェア リリースでサポートされています。Cisco サポートに問い合わせて、正確な要件およびハードウェア サポートを確認してください。
ステップ 4	MPLS VPN コアで Border Gateway Protocol（BGP）ロード シェアリングおよび冗長パスが必要であるかどうかを決定します。	設定手順については、『*MPLS Layer 3 VPNs Inter-AS and CSC Configuration Guide*』の「Load Sharing MPLS VPN Traffic」モジュールを参照してください。

コアにおける MPLS の設定

コアのすべてのデバイスでマルチプロトコル ラベル スイッチング（MPLS）をイネーブルにするには、ラベル配布プロトコルとして次のいずれかを設定する必要があります。

- MPLS ラベル配布プロトコル（LDP）。設定については、『*MPLS Label Distribution Protocol Configuration Guide*』の「MPLS Label Distribution Protocol (LDP)」モジュールを参照してください。

MPLS バーチャル プライベート ネットワーク カスタマーの接続

次の項では、MPLS バーチャル プライベート ネットワーク カスタマーの接続について説明します。

カスタマーの接続を可能にするための、PE デバイスでの VRF の定義

次の手順を使用して、IPv4 の仮想ルーティングおよび転送（VRF）設定を定義します。IPv4 と IPv6 の VRF を定義するには、MPLS レイヤ 3 VPN コンフィギュレーション ガイド [英語] の「IPv6 VPN over MPLS」モジュールの「Configuring a Virtual Routing and Forwarding Instance for IPv6」を参照してください。

手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	**enable** 例： `Device> enable`	特権 EXEC モードを有効にします。 • パスワードを入力します（要求された場合）。
ステップ 2	**configure terminal** 例： `Device# 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 3	**vrf definition** *vrf-name* 例： `Device(config)# vrf definition vrf1`	バーチャル プライベート ネットワーク（VRF）名を割り当て、VRF コンフィギュレーション モードを開始することにより、Virtual Routing and Forwarding（VPN）ルーティング インスタンスを定義します。 • *vrf-name* 引数は、VRF に割り当てる名前です。
ステップ 4	**rd** *route-distinguisher* 例： `Device(config-vrf)# rd 100:1`	ルーティング テーブルと転送テーブルを作成します。 • *route-distinguisher* 引数によって、8 バイトの値が IPv4 プレフィックスに追加され、VPN IPv4 プレフィックスが作成されます。ルート識別子

	コマンドまたはアクション	目的
		（RD）は、次のいずれかの形式で入力できます。 • 16 ビットの AS 番号：32 ビットの番号。101:3 など。 • 32 ビットの IP アドレス：16 ビットの番号。10.0.0.1:1 など。
ステップ 5	**address-family** *ipv4* | *ipv6* 例： `Device(config-vrf)# address-family ipv6`	IPv4 または IPv6 アドレスファミリモードを開始します。
ステップ 6	**route-target** {**import** | **export** | **both**} *route-target-ext-community* 例： `Device(config-vrf-af)# route-target both 100:1`	VRF 用にルート ターゲット拡張コミュニティを作成します。 • **import** キーワードを使用すると、ターゲット VPN 拡張コミュニティからルーティング情報がインポートされます。 • **export** キーワードを使用すると、ルーティング情報がターゲット VPN 拡張コミュニティにエクスポートされます。 • **both** キーワードを使用すると、ターゲット VPN 拡張コミュニティとの間でルーティング情報がインポートおよびエクスポートされます。 • *route-target-ext-community* 引数により、route-target 拡張コミュニティ属性が、インポートやエクスポートの route-target 拡張コミュニティの VRF リストに追加されます。
ステップ 7	**exit** 例： `Device(config-vrf)# exit`	（任意）終了して、グローバル コンフィギュレーション モードに戻ります。

各 VPN カスタマー用の PE デバイスでの VRF インターフェイスの設定

プロバイダー エッジ（PE）デバイス上のインターフェイスまたはサブインターフェイスに仮想ルーティングおよび転送（VRF）インスタンスを関連付けるには、次の作業を実行します。

手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	**enable** 例： `Device> enable`	特権 EXEC モードを有効にします。 • パスワードを入力します（要求された場合）。
ステップ 2	**configure terminal** 例： `Device# 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 3	**interface** *type number* 例： `Device(config)# interface GigabitEthernet 0/0/1`	設定するインターフェイスを指定し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。 • *type* 引数で、設定するインターフェイスのタイプを指定します。 • *number* 引数には、ポート、コネクタ、またはインターフェイス カード番号を指定します。
ステップ 4	**vrf forwarding** *vrf-name* 例： `Device(config-if)# vrf forwarding vrf1`	指定したインターフェイスまたはサブインターフェイスに VRF を関連付けます。 • vrf-name 引数は、VRF に割り当てる名前です。
ステップ 5	**end** 例： `Device(config-if)# end`	（任意）終了して、特権 EXEC モードに戻ります。

PE デバイスと CE デバイス間でのルーティング プロトコルの設定

カスタマー エッジ（CE）デバイスで使用されているのと同じルーティング プロトコルを使用して、プロバイダー エッジ（PE）デバイスを設定します。ボーダー ゲートウェイ プロトコル（BGP）、Routing Information Protocol バージョン 2（RIPv2）、EIGRP、Open Shortest Path First（OSPF）、または PE デバイスと CE デバイス間のスタティックルートを設定できます。

バーチャル プライベート ネットワークの設定の確認

ルート識別子は、Virtual Route Forwarding（VRF）インスタンス用に設定する必要があります。マルチプロトコル ラベル スイッチング（MPLS）は、VRF を伝送するインターフェイスで設定する必要があります。**show ip vrf** コマンドを使用して、VRF 用に設定されているルート識別子（RD）とインターフェイスを確認します。

手順

show ip vrf

一連の定義済みVRFインスタンスおよび関連付けられているインターフェイスを表示します。また、この出力では、VRF インスタンスが設定済みルート識別子にマップされます。

MPLS バーチャル プライベート ネットワーク サイト間の接続の確認

ローカルおよびリモートのカスタマー エッジ（CE）デバイスがマルチプロトコル ラベル スイッチング（MPLS）コアを介して通信できることを確認するには、次の作業を実行します。

MPLS コアを介した CE デバイスから CE デバイスへの IP 接続の確認

手順

ステップ 1 **enable**

特権 EXEC モードをイネーブルにします。

ステップ 2 **ping** [*protocol*] {*host-name* | *system-address*}

AppleTalk、コネクションレス型モード ネットワーク サービス（CLNS）、IP、Novell、Apollo、Virtual Integrated Network Service（VINES）、DECnet、または Xerox Network Service（XNS）ネットワークでの基本的なネットワーク接続を診断します。**ping** コマンドを使用して、CE デバイス間の接続を確認します。

ステップ 3 **trace** [*protocol*] [*destination*]

パケットがその宛先に送信されるときに取るルートを検出します。**trace** コマンドは、2 つのデバイスが通信できない場合に問題の箇所を分離するのに役立ちます。

ステップ 4 **show ip route** [*ip-address* [*mask*] [**longer-prefixes**]] | *protocol* [*process-id*]] | [**list** [*access-list-name* | *access-list-number*]

ルーティング テーブルの現在の状態を表示します。*ip-address* 引数を使用して、CE1 に CE2 へのルートが含まれていることを確認します。CE1 から学習したルートを確認します。CE2 へのルートがリストされていることを確認します。

ローカル CE デバイスとリモート CE デバイスが PE ルーティング テーブルに存在することの確認

手順

ステップ 1 **enable**

特権 EXEC モードをイネーブルにします。

ステップ 2 **show ip route vrf** *vrf-name* [*prefix*]

Virtual Route Forwarding（VRF）インスタンスに関連付けられている IP ルーティングテーブルを表示します。ローカル カスタマー エッジ（CE）デバイスとリモート カスタマー エッジ（CE）デバイスのループバック アドレスが、プロバイダー エッジ（PE）でデバイスのルーティング テーブルに存在することを確認します。

ステップ 3 **show ip cef vrf** *vrf-name* [*ip-prefix*]

VRF に関連付けられている Cisco Express Forwarding 転送テーブルを表示します。次のように、リモート CE デバイスのプレフィックスが、シスコ エクスプレス フォワーディング テーブルに存在することを確認します。

MPLS バーチャル プライベート ネットワーク（VPN）の設定例

次の項では、MPLS バーチャル プライベート ネットワークを設定する手順について説明します。

例：RIP を使用した MPLS バーチャル プライベート ネットワークの設定

PE の設定	CE の設定
vrf vpn1 rd 100:1 route-target export 100:1 route-target import 100:1 ! ip cef mpls ldp router-id Loopback0 force mpls label protocol ldp ! interface Loopback0 ip address 10.0.0.1 255.255.255.255 ! interface GigabitEthernet 1/0/1 vrf forwarding vpn1 ip address 192.0.2.3 255.255.255.0 no cdp enable interface GigabitEthernet 1/0/1 ip address 192.0.2.2 255.255.255.0 mpls label protocol ldp mpls ip ! router rip version 2 timers basic 30 60 60 120 ! address-family ipv4 vrf vpn1 version 2 redistribute bgp 100 metric transparent network 192.0.2.0 distribute-list 20 in no auto-summary exit-address-family ! router bgp 100 no synchronization bgp log-neighbor changes neighbor 10.0.0.3 remote-as 100 neighbor 10.0.0.3 update-source Loopback0 no auto-summary ! address-family vpnv4 neighbor 10.0.0.3 activate neighbor 10.0.0.3 send-community extended bgp scan-time import 5 exit-address-family ! address-family ipv4 vrf vpn1 redistribute connected redistribute rip no auto-summary no synchronization exit-address-family	ip cef mpls ldp router-id Loopback0 force mpls label protocol ldp ! interface Loopback0 ip address 10.0.0.9 255.255.255.255 ! interface GigabitEthernet 1/0/1 ip address 192.0.2.1 255.255.255.0 no cdp enable router rip version 2 timers basic 30 60 60 120 redistribute connected network 10.0.0.0 network 192.0.2.0 no auto-summary

例：スタティック ルートを使用した MPLS バーチャル プライベート ネットワークの設定

PE の設定	CE の設定
vrf vpn1 rd 100:1 route-target export 100:1 route-target import 100:1 ! ip cef mpls ldp router-id Loopback0 force mpls label protocol ldp ! interface Loopback0 ip address 10.0.0.1 255.255.255.255 ! interface GigabitEthernet 1/0/1 vrf forwarding vpn1 ip address 192.0.2.3 255.255.255.0 no cdp enable ! interface GigabitEthernet 1/0/1 ip address 192.168.0.1 255.255.0.0 mpls label protocol ldp mpls ip ! router ospf 100 network 10.0.0. 0.0.0.0 area 100 network 192.168.0.0 255.255.0.0 area 100 ! router bgp 100 no synchronization bgp log-neighbor changes neighbor 10.0.0.3 remote-as 100 neighbor 10.0.0.3 update-source Loopback0 no auto-summary ! address-family vpnv4 neighbor 10.0.0.3 activate neighbor 10.0.0.3 send-community extended bgp scan-time import 5 exit-address-family ! address-family ipv4 vrf vpn1 redistribute connected redistribute static no auto-summary no synchronization exit-address-family ! ip route vrf vpn1 10.0.0.9 255.255.255.255 192.0.2.2 ip route vrf vpn1 192.0.2.0 255.255.0.0 192.0.2.2	ip cef ! interface Loopback0 ip address 10.0.0.9 255.255.255.255 ! interface GigabitEthernet 1/0/1 ip address 192.0.2.2 255.255.0.0 no cdp enable ! ip route 10.0.0.9 255.255.255.255 192.0.2.3 3 ip route 198.51.100.0 255.255.255.0 192.0.2.3 3

例：BGP を使用した MPLS バーチャル プライベート ネットワークの設定

PE の設定	CE の設定
	router bgp 5000 bgp log-neighbor-changes neighbor 5.5.5.6 remote-as 5001 neighbor 5.5.5.6 ebgp-multihop 2 neighbor 5.5.5.6 update-source Loopback5 neighbor 35.2.2.2 remote-as 5001 neighbor 35.2.2.2 ebgp-multihop 2 neighbor 35.2.2.2 update-source Loopback1 neighbor 3500::1 remote-as 5001 neighbor 3500::1 ebgp-multihop 2 neighbor 3500::1 update-source Loopback1 ! address-family ipv4 redistribute connected neighbor 5.5.5.6 activate neighbor 35.2.2.2 activate no neighbor 3500::1 activate exit-address-family ! address-family ipv6 redistribute connected neighbor 3500::1 activate exit-address-family Device-RP(config)#

PE の設定	CE の設定

router bgp 5001
bgp log-neighbor-changes
bgp graceful-restart
bgp sso route-refresh-enable
bgp refresh max-eor-time 600
redistribute connected
neighbor 102.1.1.1 remote-as 5001
neighbor 102.1.1.1 update-source Loopback1
neighbor 105.1.1.1 remote-as 5001
neighbor 105.1.1.1 update-source Loopback10
neighbor 160.1.1.2 remote-as 5002
!
address-family vpnv4
  neighbor 102.1.1.1 activate
  neighbor 102.1.1.1 send-community both
  neighbor 105.1.1.1 activate
  neighbor 105.1.1.1 send-community extended
exit-address-family
!
address-family vpnv6
  neighbor 102.1.1.1 activate
  neighbor 102.1.1.1 send-community extended
 	
  neighbor 105.1.1.1 activate
  neighbor 105.1.1.1 send-community extended
exit-address-family
!
address-family ipv4 vrf full
  redistribute connected
  neighbor 20.1.1.1 remote-as 5000
  neighbor 20.1.1.1 ebgp-multihop 2
  neighbor 20.1.1.1 update-source Loopback2
  neighbor 20.1.1.1 activate
  neighbor 20.1.1.1 send-community both
exit-address-family
!
address-family ipv6 vrf full
  redistribute connected
  neighbor 2000::1 remote-as 5000
  neighbor 2000::1 ebgp-multihop 2
  neighbor 2000::1 update-source Loopback2
  neighbor 2000::1 activate
exit-address-family
!
address-family ipv4 vrf orange
  network 87.1.0.0 mask 255.255.252.0
  network 87.1.1.0 mask 255.255.255.0
  redistribute connected
  neighbor 40.1.1.1 remote-as 7000
  neighbor 40.1.1.1 ebgp-multihop 2
  neighbor 40.1.1.1 update-source Loopback3
  neighbor 40.1.1.1 activate
  neighbor 40.1.1.1 send-community extended
  neighbor 40.1.1.1 route-map orange-lp in
  maximum-paths eibgp 2
exit-address-family
!
address-family ipv6 vrf orange
  redistribute connected
  maximum-paths eibgp 2
  neighbor 4000::1 remote-as 7000
  neighbor 4000::1 ebgp-multihop 2	

PE の設定	CE の設定
neighbor 4000::1 update-source Loopback3 neighbor 4000::1 activate exit-address-family ! address-family ipv4 vrf sona redistribute connected neighbor 160.1.1.2 remote-as 5002 neighbor 160.1.1.2 activate neighbor 160.1.1.4 remote-as 5003 neighbor 160.1.1.4 activate exit-address-family	

その他の参考資料

関連資料

関連項目	マニュアル タイトル
この章で使用するコマンドの完全な構文および使用方法の詳細。	の「MPLS コマンド」の項を参照してください。*Command Reference (Catalyst 9300 Series Switches)*
Cisco Express Forwarding の設定	『*Cisco Express Forwarding Configuration Guide*』の「Configuring Basic Cisco Express Forwarding」モジュール
LDP の設定	『*MPLS Label Distribution Protocol Configuration Guide*』の「MPLS Label Distribution Protocol (LDP)」モジュール

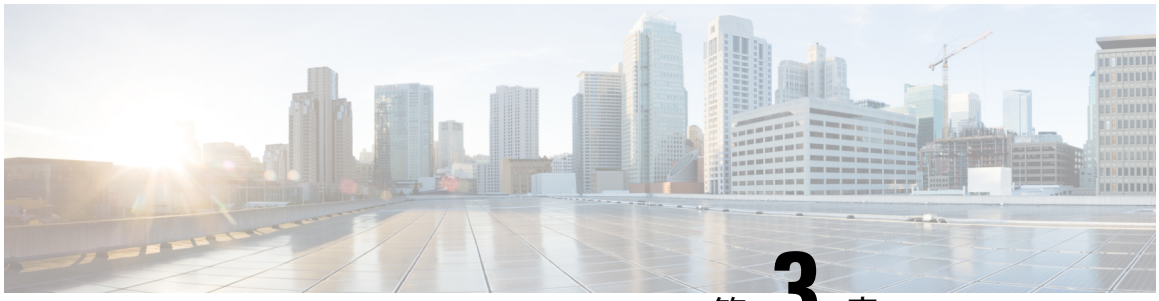
MPLS バーチャル プライベート ネットワークの機能履歴

次の表に、このモジュールで説明する機能のリリースおよび関連情報を示します。

これらの機能は、特に明記されていない限り、導入されたリリース以降のすべてのリリースで使用できます。

リリース	機能	機能情報
Cisco IOS XE Everest 16.5.1a	MPLS バーチャル プライベート ネットワーク	MPLS バーチャル プライベート ネットワーク（VPN）は、マルチプロトコル ラベル スイッチング（MPLS）プロバイダー コア ネットワークによって相互接続された一連のサイトで構成されます。各カスタマー サイトでは、1 つ以上のカスタマーエッジ（CE）デバイスが、1 つ以上のプロバイダーエッジ（PE）デバイスに接続されます。

Cisco Feature Navigator を使用すると、プラットフォームおよびソフトウェアイメージのサポート情報を検索できます。Cisco Feature Navigator には、http://www.cisco.com/go/cfn [英語] からアクセスします。



第 3 章

eBGP および iBGP マルチパスの設定

MPLS-VPN における eBGP および iBGP に対する BGP マルチパス ロード シェアリング

eBGP および iBGP に対する BGP マルチパス ロード シェアリング機能によって、マルチプロトコル ラベル スイッチング（MPLS）バーチャル プライベート ネットワーク（VPN）を使用するように設定されたボーダー ゲートウェイ プロトコル（BGP）ネットワークで、外部 BGP（eBGP）パスおよび内部 BGP（iBGP）パスの両方を使用してマルチパス ロード バランシングを設定できます。この機能によって、ロードバランシングの配備能力およびサービス提供能力が向上します。また、この機能は、マルチホーム ネットワークおよびスタブ ネットワークから eBGP パスおよび iBGP パスの両方をインポートするマルチホーム自律システムおよびプロバイダー エッジ（PE）ルータのために役立ちます。

MPLS-VPN における eBGP および iBGP の両方に対する BGP マルチパス ロード シェアリングの前提条件

Cisco Express Forwarding（CEF）または分散型 CEF（dCEF）が、参加するすべてのでデバイスでイネーブルになっている必要があります。

MPLS-VPN における eBGP および iBGP の両方に対する BGP マルチパス ロード シェアリングの制約事項

アドレス ファミリのサポート

この機能は、VPN ルーティング/転送（VRF）インスタンス単位で設定されます。この機能は IPv4 および IPv6 の VRF アドレス ファミリの両方で設定できます。

メモリ消費の制約事項

各 BGP マルチパス ルーティング テーブル エントリでは、追加のメモリを使用します。使用できるメモリが少ないデバイスや、特にフル インターネット ルーティング テーブルを送受信するデバイスでは、この機能の使用はお勧めしません。

パス数の制限

サポートされるパスの数は、2 つの BGP マルチパスに限定されます。iBGP マルチパス 2 つか、または iBGP マルチパス 1 つと eBGP マルチパス 1 つのいずれかです。

サポートされていないコマンド

ip unnumbered コマンドは MPLS 設定ではサポートされていません。

MPLS-VPN における eBGP および iBGP の両方に対する BGP マルチパス ロード シェアリングについて

eBGP と iBGP 間のマルチパス ロード シェアリング

BGP ルーティング プロセスではデフォルトで、1 つのパスをベスト パスとしてルーティング情報ベース（RIB）にインストールします。**maximum-paths** コマンドを使用すると、マルチパス ロード シェアリングのために複数のパスを RIB にインストールするように BGP を設定できます。BGP は最良パス アルゴリズムを使用して 1 つのマルチパスを最良パスとして選択し、その最良パスを BGP ピアにアドバタイズします。

（注） 設定できるマルチパスのパス数は、maximum-paths コマンド リファレンスのページに記載されています。

マルチパス全体でのロード バランシングは CEF によって実行されます。CEF ロード バランシングは、パケット単位のラウンドロビンまたはセッション単位（送信元と宛先のペア）を基準として設定されます。CEF の設定の詳細については、Cisco IOS IP スイッチング コンフィギュレーション ガイド [英語]、IP スイッチング Cisco Express Forwarding コンフィギュレーション

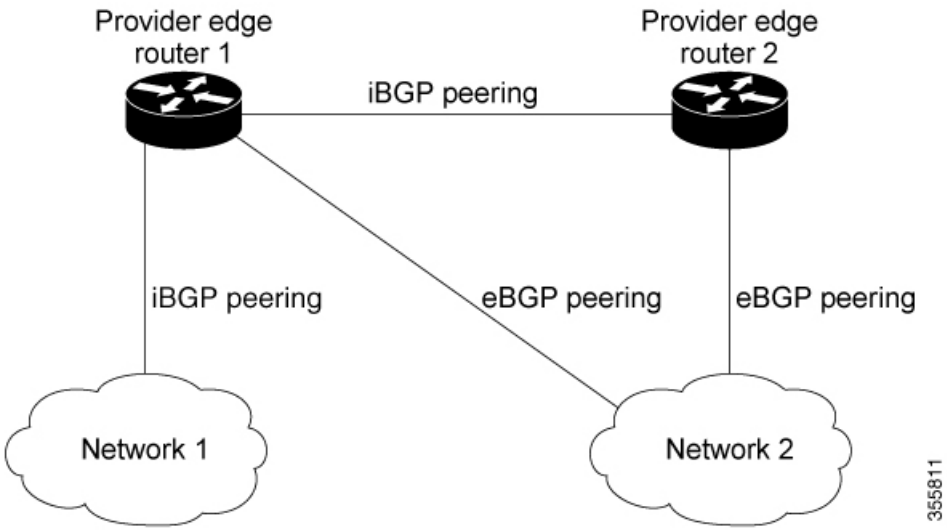
ガイド [英語] を参照してください。MPLS VPN における eBGP および iBGP に対する BGP マルチパス ロード シェアリング機能は、IPv4 VRF アドレスファミリおよび IPv6 VRF アドレスファミリ コンフィギュレーション モードで有効になります。この機能が有効にされると、VRF にインポートされた eBGP パスまたは iBGP パスあるいはその両方でロード バランシングを実行できます。マルチパスの数は VRF 単位で設定されます。別々の VRF マルチパス設定は、固有ルート識別子によって分離されます。

（注） MPLS VPN における eBGP および iBGP に対する BGP マルチパス ロード シェアリング機能は、設定されたアウトバウンド ルーティング ポリシーのパラメータの範囲内で動作します。

BGP MPLS ネットワークにおける eBGP および iBGP のマルチパス ロード シェアリング

次の図に、2 つのリモート ネットワークを PE ルータ 1 および PE ルータ 2 に接続したサービス プロバイダー BGP MPLS ネットワークを示します。PE ルータ 1 および PE ルータ 2 には、いずれも VPNv4 ユニキャスト iBGP ピアリングが設定されています。ネットワーク 2 は、PE ルータ 1 および PE ルータ 2 に接続されているマルチホーム ネットワークです。またネットワーク 2 は、ネットワーク 1 とのエクストラネット VPN サービスが設定されています。ネットワーク 1 とネットワーク 2 は両方とも、PE ルータを使用した eBGP ピアリングが設定されています。

図 *2:* サービス プロバイダー *BGP MPLS* ネットワーク



PE ルータ 1 には、MPLS VPN における eBGP および iBGP の両方に BGP マルチパス ロード シェアリング機能が設定でき、これによって、iBGP パスと eBGP パスの両方をマルチパスとして選択し、VRF にインポートできます。マルチパスは CEF によって使用され、ロード バランシングが実行されます。ネットワーク 1 からネットワーク 2 に送信される IP トラフィック

では、PEルータ1がeBGPパスを使用してロードシェアリングします。これは、IPトラフィックと iBGP パスが MPLS トラフィックとして送信されるためです。

（注）
- ローカル CE とローカル PE 間の eBGP セッションはサポートされていません。
- ローカル PE からリモート CE への eBGP セッションはサポートされています。
- eiBGPマルチパスは、プレフィックス単位のラベル割り当てモードでのみサポートされます。他のラベル割り当てモードではサポートされません。

eBGP および iBGP の両方に対するマルチパス ロード シェアリングの利点

MPLS VPN における eBGP および iBGP に対する BGP マルチパス ロード シェアリング機能を使用すると、マルチホーム自律システムおよびPEルータで、eBGPパスおよびiBGPパスの両方を経由してトラフィックを配信するように設定できます。

MPLS-VPN における eBGP および iBGP の両方に対する BGP マルチパス ロード シェアリングの設定方法

ここでは、次の手順について説明します。

eBGP および iBGP の両方に対するマルチパス ロード シェアリングの設定

手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	**enable** 例： `Device> enable`	特権 EXEC モードを有効にします。 • パスワードを入力します（要求された場合）。
ステップ 2	**configure** { **terminal** | **memory** | **network** } 例： `Device# 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。

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 3	**router bgp as-number** 例： `Device(config)# router bgp 40000`	ルータ コンフィギュレーション モードを開始して、BGP ルーティング プロセスを作成または設定します。
ステップ 4	**neighbor** {*ip-address* | *ipv6-address* | *peer-group-name* } 例： `Device(config-router)# neighbor group192`	直接接続されていないネットワーク上の外部ピアからの BGP 接続を受け入れ、またそのピアへの BGP 接続を試みます。
ステップ 5	**address-family ipv4 vrf***vrf-name* 例： `Device(config-router)# address-family ipv4 vrf RED`	ルータをアドレス ファミリ コンフィギュレーション モードにします。 • 別々の VRF マルチパス設定は、固有ルート識別子によって分離されます。
ステップ 6	**address-family ipv6 vrf***vrf-name* 例： `Device(config-router)# address-family ipv6 vrf RED`	ルータをアドレス ファミリ コンフィギュレーション モードにします。 • 別々の VRF マルチパス設定は、固有ルート識別子によって分離されます。
ステップ 7	**neighbor** {*ip-address* | *ipv6-address* | *peer-group-name* } **update-source** *interface-type interface-name* 例： `Device(config-router)# neighbor FE80::1234:BFF:FE0E:A471 update-source Gigabitethernet 1/0/0`	ピアリングが発生するリンクローカル アドレスを指定します。
ステップ 8	**neighbor** {*ip-address* | *ipv6-address* | *peer-group-name* } **activate** 例： `(config-router)# neighbor group192 activate`	設定されたアドレス ファミリに対してネイバーまたは受信範囲ピア グループをアクティブにします。
ステップ 9	**maximum-paths eibgp** [*import-number*] 例： `(config-router-af)# maximum-paths eibgp 2`	ルーティング テーブルにインストールできるパラレルの iBGP ルートおよび eBGP ルートの数を設定します。

eBGP および iBGP の両方に対するマルチパス ロード シェアリングの設定の確認

手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	**enable** 例： `Device> enable`	特権 EXEC モードを有効にします。 • パスワードを入力します（要求された場合）。
ステップ 2	**show ip bgp neighbors** 例： `Device# show ip bgp neighbors`	ネイバーへの TCP 接続および BGP 接続についての情報を表示します。
ステップ 3	**show ip bgp vpnv4 vrf***vrf name* 例： `Device# show ip bgp vpnv4 vrf RED`	VPN アドレス情報を BGP テーブルから表示します。このコマンドは、VRF が BGP によって受信されたことを確認するために使用します。
ステップ 4	**show ip route vrf***vrf-name* 例： `Device# show ip route vrf RED`	VRF インスタンスに関連する IP ルーティング テーブルを表示します。show ip route vrf コマンドは、該当する VRF がルーティング テーブルにあることを確認するために使用します。

MPLS-VPN における eBGP および iBGP の両方に対する BGP マルチパス ロード シェアリング機能の設定例

次に、この機能の設定方法および確認方法の例を示します。

eBGP および iBGP のマルチパス ロード シェアリングの設定例

次の設定例では、ルータを IPv4 アドレスファミリ モードで設定して、2 つの BGP ルート（eBGP または iBGP）をマルチパスとして選択します。

```
Device(config)# router bgp 40000
Device(config-router)# address-family ipv4 vrf RED
Device(config-router-af)# maximum-paths eibgp 2
Device(config-router-af)# end
```

次の設定例では、ルータを IPv6 アドレスファミリ モードで設定して、2 つの BGP ルート（eBGP または iBGP）をマルチパスとして選択します。

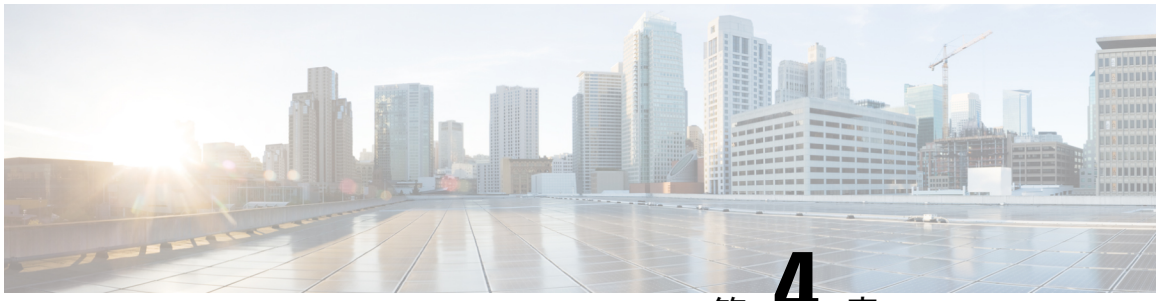
```
Device(config)#router bgp 40000
Device(config-router)# address-family ipv6 vrf RED
Device(config-router-af)# maximum-paths eibgp 2
Device(config-router-af)# end
```

MPLS-VPN における eBGP および iBGP の両方に対する BGP マルチパス ロード シェアリングの機能情報

次の表に、このモジュールで説明した機能に関するリリース情報を示します。この表は、ソフトウェア リリース トレインで各機能のサポートが導入されたときのソフトウェア リリースだけを示しています。その機能は、特に断りがない限り、それ以降の一連のソフトウェア リリースでもサポートされます。

表 *1 : MPLS-VPN* における *eBGP* および *iBGP* の両方に対する *BGP* マルチパス ロード シェアリングの機能情報

機能名	リリース	機能情報
MPLS-VPN における eBGP および iBGP に対する BGP マルチパス ロード シェアリング	Cisco IOS XE Everest 16.6.1	eBGP および iBGP に対する BGP マルチパス ロードシェアリング機能によって、マルチプロトコル ラベル スイッチング（MPLS）バーチャルプライベート ネットワーク（VPN）を使用するように設定されたボーダーゲートウェイ プロトコル（BGP）ネットワークで、外部 BGP（eBGP）パスおよび内部 BGP（iBGP）パスの両方を使用してマルチパス ロードバランシングを設定できます。この機能によって、ロードバランシングの配備能力およびサービス提供能力が向上します。また、この機能は、マルチホーム ネットワークおよびスタブ ネットワークから eBGP パスおよび iBGP パスの両方をインポートするマルチホーム自律システムおよびプロバイダーエッジ（PE）ルータのために役立ちます。



第 4 章

EIGRP MPLS VPN PE-CE Site of Origin の設定

EIGRP MPLS VPN PE-CE Site of Origin

EIGRP MPLS VPN PE-CE Site of Origin 機能によって、マルチプロトコル ラベル スイッチング（MPLS）バーチャル プライベート ネットワーク（VPN）トラフィックを、Enhanced Interior Gateway Routing Protocol（EIGRP）ネットワークに対してサイト単位でフィルタリングする機能が追加されます。Site of Origin（SoO）フィルタリングは、インターフェイス レベルで設定され、これを使用して MPLS VPN トラフィックを管理し、複雑で複合的なネットワーク トポロジにおいて過渡的なルーティング ループが発生しないようにします。この機能は、プロバイダー エッジ（PE）とカスタマー エッジ（CE）間の EIGRP に対する MPLS VPN Support 機能をサポートするために設計されています。EIGRP MPLS VPN をサポートしている PE ルータ上にインストールされている場合、この機能によってバックドア リンクに対するサポートが提供されます。

EIGRP MPLS VPN PE-CE Site of Origin の前提条件

このドキュメントでは、ネットワーク コア（またはサービス プロバイダー バックボーン）にボーダー ゲートウェイ プロトコル（BGP）が設定されていることを前提にしています。この機能を設定する前に、次のタスクも完了している必要があります。

- この機能は、PE と CE 間の EIGRP に対する MPLS VPN Support 機能をサポートするために導入されており、この機能は、EIGRP MPLS VPN の作成後に設定する必要があります。
- EIGRP MPLS VPN 対応に設定されているすべての PE ルータは、SoO の拡張コミュニティをサポートする Cisco IOS XE Gibraltar 16.11.1 以降のリリースを実行している必要があります。

EIGRP MPLS VPN PE-CE Site of Origin の制約事項

- VPN サイトがパーティション化されていて、バックドア ルータ インターフェイスで SoO 拡張コミュニティ属性が設定されている場合は、このバックドア リンクを、同じサイトの他のパーティションを起点とするプレフィックスへの代替パスとして使用することはできません。
- VPN サイトごとに、一意の SoO 値を設定する必要があります。同じ VPN サイトをサポートしているすべてのプロバイダー エッジ、およびカスタマー エッジ インターフェイスには（SoO が CE ルータ上に設定されている場合）、同じ値を設定する必要があります。
- **ip unnumbered** コマンドは MPLS 設定ではサポートされていません。

EIGRP MPLS VPN PE-CE Site of Origin について

ここでは、EIGRP MPLS VPN PE-CE Site of Origin について説明します。

EIGRP MPLS VPN PE-CE Site of Origin サポートの概要

EIGRP MPLS VPN PE-CE Site of Origin 機能によって、EIGRP から BGP へ、および BGP から EIGRP への再配布に対するサポートが追加されます。SoO 拡張コミュニティは BGP 拡張コミュニティ属性の 1 つで、これを使用して、あるサイトから生じたルートを特定し、そのプレフィックスが送信元サイトへ再アドバタイズメントされないようにします。SoO 拡張コミュニティは、PE ルータがルートを学習したサイトを一意に識別します。SoO サポートには、EIGRP サイト単位で MPLS VPN トラフィックをフィルタリングする機能があります。SoO のフィルタリングはインターフェイス レベルで設定されており、これを使用して MPLS VPN トラフィックを管理し、（VPN とバックドア リンクの両方が含まれている EIGRP VPN サイトなどの）複雑で複合的なネットワーク トポロジにおいてルーティング ループが発生しないようにします。

SoO 拡張コミュニティの設定によって、サイト単位で MPLS VPN トラフィックをフィルタリングできます。SoO 拡張コミュニティは、PE ルータ上の着信 BGP ルート マップで設定され、インターフェイスに適用されます。SoO 拡張コミュニティは、より細かくフィルタリングするために、カスタマー サイトのすべての exit ポイントに適用することができますが、VPN サービスを提供する PE ルータから CE ルータへのすべてのインターフェイスに設定する必要があります。

バックドア リンクに対する Site of Origin のサポート

EIGRP MPLS VPN PE-CE Site of Origin（SoO）機能によって、バックドア リンクに対するサポートが追加されます。バックドア リンクまたはルートは、リモート サイトとメイン サイトの間の VPN の外部に設定される接続で、たとえば、リモート サイトを企業ネットワークへ接続する WAN 専用線などがあります。バックドア リンクは通常、VPN リンクが停止した、または使用できなくなった場合に EIGRP のサイト間でバックアップ ルートとして使用されます。

VPN リンクの障害がない場合はバックドア ルータを介したルートが選択されないように、メトリックはバックドア リンク上に設定されます。

SoO 拡張コミュニティは、バックドア ルータのインターフェイス上に定義されます。これはローカル サイト ID を特定するもので、同じサイトをサポートしている PE ルータで使用される値と一致している必要があります。バックドア ルータが、バックドア リンクを介してネイバーから EIGRP アップデート（またはリプライ）を受信すると、ルータは、SoO 値のアップデートを調べます。EIGRP アップデート内の SoO 値がローカルなバックドア インターフェイスの SoO 値と一致している場合、そのルートは拒否され、EIGRP トポロジ テーブルには追加されません。このシナリオは通常、受信した EIGRP アップデート内で値が設定されたローカル SoO を備えたルートが他の VPN サイトで学習され、他の VPN サイト内のバックドア ルータによって、バックドア リンクを介してアドバタイズされたときに発生します。バックドア リンクにおける SoO フィルタリングでは、ローカル サイト ID を伝送するルートが含まれている EIGRP アップデートをフィルタリングすることによって、過渡的なルーティング ループが発生しないようにします。

PE ルータ、およびカスタマー サイトのバックドア ルータでこの機能が有効になっており、PE ルータとバックドア ルータの両方で SoO 値が定義されている場合は、PE ルータおよびバックドア ルータは VPN サイト間の統合をサポートします。カスタマー サイトの他のルータでは、ルートがネイバーへ転送されるため、ルートによって伝送される SoO 値を伝搬するだけですみます。これらのルータは、通常の拡散更新アルゴリズム（DUAL）計算以上は統合に影響を与えず、サポートもしません。

Site of Origin 拡張コミュニティとルータとの相互運用

SoO 拡張コミュニティを設定すると、EIGRP MPLS VPN PE-CE Site of Origin 機能をサポートしているルータが、各ルートの起点となるサイトを識別できます。この機能が有効になっていると、PE または CE ルータ上の EIGRP ルーティング プロセスは、受信したそれぞれのルートを SoO 拡張コミュニティに対してチェックし、次の条件に基づいてフィルタリングします。

- BGP または CE ルータから受信したルートには、受信側インターフェイス上の SoO 値と一致する SoO 値が含まれている場合：受信側インターフェイス上に設定されている SoO 値と一致する関連 SoO 値とともにルートを受信した場合、そのルートは別の PE ルータまたはバックドア リンクから学習したルートであるため、フィルタリングされます。この動作は、ルーティング ループを回避するために設計されています。

- CE ルータから受信したルートが一致しない SoO 値で設定されている場合：あるルートが、関連付けられている SoO 値とともに受信され、その値が、受信インターフェイス上で設定されている SoO 値と一致しない場合、そのルートは、BGP へ再配布されるように EIGRP トポロジテーブルに追加されます。ルートが すでに EIGRP トポロジ テーブルにインストールされているが、別の SoO 値と関連付けられている場合は、そのルートが BFP へ再配布されるときに、トポロジ テーブルの SoO 値が使用されます。

- CE ルータから受信したルートに SoO 値が含まれていない場合：受信したルートに SoO 値がない場合、そのルートは EIGRP トポロジテーブルに受け入れられます。ルートが BGP へ再配布される前に、ネクストホップ CE ルータに到達するために使用されるインターフェイスの SoO 値がそのルートに付加されます。

SoO 拡張コミュニティをサポートする BGP および EIGRP ピアがこれらのルートを受信する場合には、関連付けられている SoO 値も受信します。次に、これらの値を、SoO 拡張コミュニティをサポートしている他の BGP および EIGRP ピアへ渡します。このフィルタリングは、過渡的なルートが発信元サイトから再学習されないように、つまり過渡的なルーティング ループが発生しないようにする目的で設計されています。

Site of Origin を EIGRP に伝送する BGP VPN ルートの再配布

PE ルータ上の EIGRP ルーティング プロセスが、BGP VPN ルートを EIGRP トポロジ テーブルへ再配布する場合、EIGRP は、付加された BGP 拡張コミュニティ属性から（SoO 値があれば）SoO 値を抽出し、EIGRP トポロジ テーブルへ追加する前に、その SoO 値をルートへ付加します。アップデートを CE ルータへ送信する前に、EIGRP は各ルートについて SoO 値をテストします。インターフェイス上で設定されている SoO 値と一致する SoO 値に関連付けられているルートは、CE ルータに渡される前にフィルタリングされます。EIGRP ルーティング プロセスが、異なる SoO 値に関連付けられているルートを受信すると、その SoO 値は CE ルータに渡され、CE サイトを介して伝送されます。

EIGRP MPLS VPN PE-CE Site of Origin サポート機能の利点

EIGRP MPLS VPN PE-CE Site of Origin サポート機能の設定によって、サイト単位の VPN フィルタリングが導入されます。これにより、バックドア リンクを備えた MPLS VPN、複数の PE ルータに対してデュアルホーム接続になっている CE ルータ、同じ virtual routing and forwarding（VRF）インスタンス内のさまざまなサイトから CE ルータをサポートしている PE ルータなどの複雑なトポロジに対するサポートが改善されます。

EIGRP MPLS VPN PE-CE Site of Origin サポートの設定方法

ここでは、EIGRP MPLS VPN PE-CE Site of Originサポートの設定方法について説明します。

Site of Origin 拡張コミュニティの設定

SoO 拡張コミュニティの設定によって、サイト単位で MPLS VPN トラフィックをフィルタリングできます。SoO 拡張コミュニティは、PE ルータ上の着信 BGP ルート マップで設定され、インターフェイスに適用されます。SoO 拡張コミュニティは、より細かくフィルタリングするために、カスタマー サイトのすべての exit ポイントに適用することができますが、VPN サービスを提供する PE ルータから CE ルータへのすべてのインターフェイスに設定する必要があります。

始める前に

- ネットワーク コア（またはサービス プロバイダー バックボーン）にボーダー ゲートウェイ プロトコル（BGP）が設定されていることを確認する。
- この機能を設定する前に、EIGRP MPLS VPN を設定する。

- EIGRP MPLS VPN をサポートするよう設定されているすべての PE ルータは、SoO 拡張コミュニティをサポートしていること。
- 各 VPN サイトに対して一意の SoO 値を設定すること。各 VPN サイトでは、CE ルータに接続する PE ルータのインターフェイス上で同じ値を使用する必要があります。

手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	**enable** 例： `Device> enable`	特権 EXEC モードを有効にします。 • パスワードを入力します（要求された場合）。
ステップ 2	**configure terminal** 例： `Device# 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 3	**route-map** *map-name* {**permit** | **deny**} [*sequence-number*] 例： `Device(config)# route-map Site-of-Origin permit 10`	ルートマップ コンフィギュレーション モードを開始して、ルートマップを作成します。 • この手順でルートマップが作成され、SoO 拡張コミュニティが適用されるようになります。
ステップ 4	**set extcommunity soo***extended-community-value* 例： `Device(config-route-map)# set extcommunity soo 100:1`	BGP 拡張コミュニティ属性を設定します。 • soo キーワードには、Site of Origin 拡張コミュニティ属性を指定します。 • extended-community-value 引数には、設定する値を指定します。この値では、次のいずれかの形式を使用できます。 • 自律システム番号:ネットワーク番号 • IP アドレス: ネットワーク番号 自律システム番号とネットワーク番号、またはIPアドレスとネットワーク

	コマンドまたはアクション	目的
		番号の区切りにはコロンを使用します。
ステップ 5	**exit** 例： `Device(config-route-map)# exit`	ルートマップ コンフィギュレーション モードを終了し、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 6	**interface** *type number* 例： `Device(config)# interface GigabitEthernet 1/0/1`	特定のインターフェイスを設定するため、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 7	**no switchport** 例： `Device(config-if)# no switchport`	インターフェイスをレイヤ 2 ポートとして動作することを停止し、シスコ ルーテッド（レイヤ 3）ポートにします。
ステップ 8	**vrf forwarding** *vrf-name* 例： `Device(config-if)# vrf forwarding VRF1`	VRF をインターフェイスまたはサブインターフェイスに関連付けます。 • この手順で設定された VRF 名は、プロバイダーエッジとカスタマーエッジ間の EIGRP に対する MPLS VPN Support 機能を備えた EIGRP MPLS VPN に対して作成された VRF 名と一致している必要があります。
ステップ 9	**ip vrf sitemap** *route-map-name* 例： `Device(config-if)# ip vrf sitemap Site-of-Origin`	VRF をインターフェイスまたはサブインターフェイスに関連付けます。 • この手順で設定されたルートマップ名は、手順 3 で、SoO 拡張コミュニティを適用するために作成されたルートマップ名と一致している必要があります。
ステップ 10	**ip address** *ip-address subnet-mask* 例： `Device(config-if)# ip address 10.0.0.1 255.255.255.255`	インターフェイスの IP アドレスを設定します。 • IP アドレスは、VRF フォワーディングをイネーブルにした後で再設定する必要があります。

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 11	**end** 例： `Device(config-if)# end`	インターフェイス コンフィギュレーション モードを終了し、特権 EXEC モードを開始します。

次のタスク

- バックドアルートが含まれている、複合的な EIGRP MPLS VPN ネットワークトポロジの場合は、次に、バックドアルートに対して「準最適パス」コストコミュニティを設定します。

SoO 拡張コミュニティの設定の確認

手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	**enable** 例： `Device> enable`	特権 EXEC モードを有効にします。 • パスワードを入力します（要求された場合）。
ステップ 2	**show ip bgp vpnv4** {**all** | **rd** *route-distinguisher* | **vrf** *vrf-name*} [*ip-prefix*/*length*] 例： `Device# ip bgp vpnv4 vrf SOO-1 20.2.1.1/32`	VPN アドレス情報を BGP テーブルから表示します。 • show ip bgp vpnv4 コマンドと all キーワードを使用して、指定したルートが、SoO拡張コミュニティ属性で設定されていることを検証します。

EIGRP MPLS VPN PE-CE SoO の設定例

ここでは、EIGRP MPLS VPN PE-CE SoO の設定例を紹介します。

Site of Origin 拡張コミュニティの設定例

次に、グローバル コンフィギュレーション モードで開始し、インターフェイス上で SoO 拡張コミュニティを設定する例を示します。

```
 route-map Site-of-Origin permit 10
 set extcommunity soo 100:1
exit
```

```
GigabitEthernet1/0/1
vrf forwarding RED
ip vrf sitemap Site-of-Origin
ip address 10.0.0.1 255.255.255.255
end
```

Site of Origin 拡張コミュニティの確認の例

次の例では、BGP テーブルの VPN アドレス情報を表示し、SoO 拡張コミュニティの設定を確認します。

```
Device# show ip bgp vpnv4 all 10.0.0.1
 BGP routing table entry for 100:1:10.0.0.1/32, version 6
Paths: (1 available, best #1, no table)
Advertised to update-groups:
1
100 300
192.168.0.2 from 192.168.0.2 (172.16.13.13)
Origin incomplete, localpref 100, valid, external, best
Extended Community: SOO:100:1
```

カスタマー エッジ デバイス show コマンド

```
Device# show ip eigrp topo 20.2.1.1/32
EIGRP-IPv4 Topology Entry for AS(30)/ID(30.0.0.1) for 20.2.1.1/32
  State is Passive, Query origin flag is 1, 2 Successor(s), FD is 131072
  Descriptor Blocks:
  31.1.1.2 (GigabitEthernet1/0/13), from 31.1.1.2, Send flag is 0x0
      Composite metric is (131072/130816), route is External
      Vector metric:
        Minimum bandwidth is 1000000 Kbit
        Total delay is 5020 microseconds
        Reliability is 255/255
        Load is 1/255
        Minimum MTU is 1500
        Hop count is 2
        Originating router is 30.0.0.2
      Extended Community: SoO:100:1
      External data:
        AS number of route is 0
        External protocol is Connected, external metric is 0
        Administrator tag is 0 (0x00000000)
```

プロバイダー エッジ デバイス show コマンド

```
Device# show ip eigrp vrf SOO-1 topology 31.1.1.0/24
EIGRP-IPv4 VR(L3VPN) Topology Entry for AS(30)/ID(2.2.2.22)
           Topology(base) TID(0) VRF(SOO-1)
EIGRP-IPv4(30): Topology base(0) entry for 31.1.1.0/24
  State is Passive, Query origin flag is 1, 1 Successor(s), FD is 1310720
  Descriptor Blocks:
  1.1.1.1, from VPNv4 Sourced, Send flag is 0x0
      Composite metric is (1310720/0), route is Internal (VPNv4 Sourced)
      Vector metric:
        Minimum bandwidth is 1000000 Kbit
        Total delay is 10000000 picoseconds
        Reliability is 255/255
```

```
  Load is 1/255
  Minimum MTU is 1500
  Hop count is 0
  Originating router is 1.1.1.11
Extended Community: SoO:100:1
```

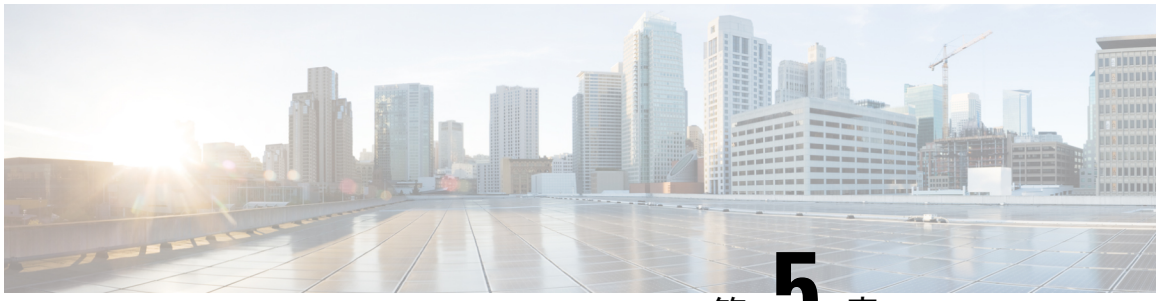
EIGRP MPLS VPN PE-CE Site of Origin の機能履歴

次の表に、このモジュールで説明する機能のリリースおよび関連情報を示します。

これらの機能は、特に明記されていない限り、導入されたリリース以降のすべてのリリースで使用できます。

リリース	機能	機能情報
Cisco IOS XE Everest 16.6.1	EIGRP MPLS VPN PE-CE Site of Origin	EIGRP MPLS VPN PE-CE Site of Origin 機能によって、マルチプロトコル ラベル スイッチング（MPLS）バーチャル プライベート ネットワーク（VPN）トラフィックを、Enhanced Interior Gateway Routing Protocol（EIGRP）ネットワークに対してサイト単位でフィルタリングする機能が追加されます。

Cisco Feature Navigator を使用すると、プラットフォームおよびソフトウェアイメージのサポート情報を検索できます。Cisco Feature Navigator には、http://www.cisco.com/go/cfn [英語] からアクセスします。



第 5 章

Ethernet-over-MPLS（EoMPLS）および疑似回線冗長性の設定

Ethernet-over-MPLS の設定

ここでは、Ethernet over Multiprotocol Label Switching（EoMPLS）の設定方法について説明します。

EoMPLS について

EoMPLS は、Any Transport over MPLS（AToM）トランスポートタイプの 1 つです。EoMPLS は、イーサネット プロトコル データ ユニット（PDU）を MPLS パケットにカプセル化し、MPLS ネットワーク上で転送することにより機能します。各 PDU は単一パケットとして転送されます。

次のモードのみがサポートされています。

- ポートモード：ポートのすべてのトラフィックが MPLS ネットワーク上の単一の仮想回線を共有できるようにします。ポートモードは仮想回線タイプ 5 を使用します。

Ethernet-over-MPLS の前提条件

EoMPLS を設定する前に、ネットワークが次のように設定されていることを確認してください。

- プロバイダーエッジ（PE）デバイスが IP によって相互に到達できるように、コアに IP ルーティングを設定します。

- PEデバイス間にラベルスイッチパス（LSP）が存在するように、コアにMPLSを設定します。
- 接続回線で Xconnect を設定する前に、**no switchport**、**no keepalive**、および **no ip address** コマンドを設定します。
- ロードバランシングの場合、**port-channel load-balance** コマンドの設定は必須です。
- EoMPLS VLANモードを有効にするには、サブインターフェイスがサポートされている必要があります。

EoMPLS の制約事項

- VLAN モードはサポートされていません。イーサネット フロー ポイントはサポートされていません。
- QoS：カスタマー DSCP 再マーキングは VPWS と EoMPLS ではサポートされていません。
- 明示的 null の VCCV ping はサポートされていません。
- L2 VPN インターワーキングはサポートされていません。
- L2 プロトコル トンネリング CLI はサポートされていません。
- タグなし、タグ付き、802.1Q in 802.1Q が着信トラフィックとしてサポートされています。

（注） 802.1Q in 802.1Q over EoMPLS のフローロードバランスはサポートされていません。

- Flow Aware Transport 疑似回線冗長性（FAT PW）は、プロトコル CLI モードでのみサポートされています。サポートされているロード バランシング パラメータは、送信元 IP、送信元 MAC アドレス、宛先 IP、および宛先 MAC アドレスです。
- 制御ワードのイネーブル化またはディセーブル化がサポートされています。
- MPLS QoSは、パイプおよび均一モードでサポートされています。デフォルトモードはパイプ モードです。
- 両方：レガシーXconnectモードとプロトコルCLI（インターフェイス疑似回線設定）モードがサポートされています。
- Xconnect と MACSec を同じインターフェイスに設定することはできません。
- MACSec は CE デバイスで設定し、Xconnect は PE デバイスで設定する必要があります。
- MACSec セッションは CE デバイス間である必要があります。

- デフォルトでは、EoMPLS PW は CDP や STP のようなすべてのプロトコルをトンネリングします。EoMPLS PW は L2 プロトコル トンネリング CLI の一環として選択的なプロトコル トンネリングを実行できません。

ポートモード EoMPLS の設定

ポートモード EoMPLS は、2 つのモードで設定できます。

- Xconnect モード
- プロトコル CLI 方式

Xconnect モード

Xconnect モードで EoMPLS ポートモードを設定するには、次の手順を実行します。

手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	**enable** 例： `Device> enable`	特権 EXEC モードを有効にします。パスワードを入力します（要求された場合）。
ステップ 2	**configure terminal** 例： `Device# 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 3	**interface** *interface-id* 例： `Device(config)# interface TenGigabitEthernet1/0/36`	トランクとして設定するインターフェイスを定義し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 4	**no switchport** 例： `Device(config-if)# no switchport`	物理ポートに限り、レイヤ 3 モードを開始します。
ステップ 5	**no ip address** 例：	物理ポートに割り当てられている IP アドレスがないことを確認します。

	コマンドまたはアクション	目的
	`Device(config-if)# no ip address`	
ステップ 6	**no keepalive** 例： `Device(config-if)# no keepalive`	デバイスがキープアライブ メッセージを送信しないことを確認します。
ステップ 7	**xconnect** *peer-device-id vc-id* **encapsulation mpls** 例： `Device(config-if)# xconnect 10.1.1.1 962 encapsulation mpls`	接続回線を擬似回線仮想回線（VC）にバインドします。このコマンドの構文は、その他のレイヤ2トランスポートの場合と同じです。
ステップ 8	**end** 例： `Device(config-if)# end`	インターフェイス コンフィギュレーション モードを終了し、特権 EXEC モードに戻ります。

プロトコル CLI 方式

プロトコル CLI モードで EoMPLS ポートモードを設定するには、次の手順を実行します。

手順

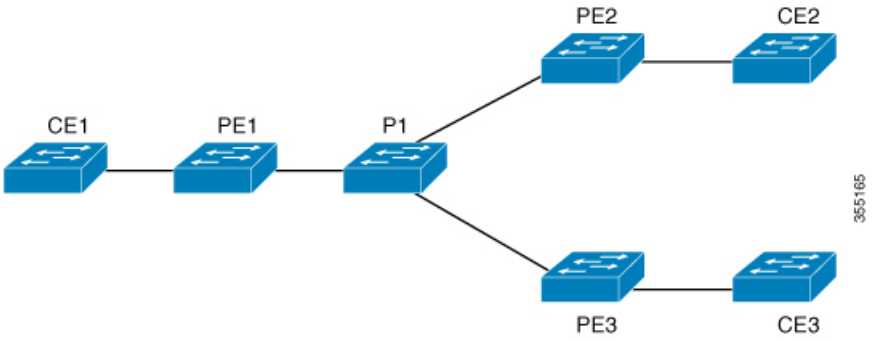
	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	**enable** 例： `Device> enable`	特権 EXEC モードを有効にします。パスワードを入力します（要求された場合）。
ステップ 2	**configure terminal** 例： `Device# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**port-channel load-balance dst-ip** 例：	負荷分散方式を宛先IPアドレスに設定します。

	コマンドまたはアクション	目的
	`Device(config)# port-channel load-balance dst-ip`	
ステップ 4	**interface** *interface-id* 例： `Device(config)# interface TenGigabitEthernet1/0/21`	トランクとして設定するインターフェイスを定義し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 5	**no switchport** 例： `Device(config-if)# no switchport`	物理ポートに限り、レイヤ 3 モードを開始します。
ステップ 6	**no ip address** 例： `Device(config-if)# no ip address`	物理ポートに割り当てられている IP アドレスがないことを確認します。
ステップ 7	**no keepalive** 例： `Device(config-if)# no keepalive`	デバイスがキープアライブ メッセージを送信しないことを確認します。
ステップ 8	**exit** 例： `Device(config-if)# exit`	インターフェイス コンフィギュレーション モードを終了し、グローバル コンフィギュレーション モードに戻ります。
ステップ 9	**interface pseudowire** *number* 例： `Device(config)# interface pseudowire 17`	指定した値で擬似回線インターフェイスを確立して、擬似回線コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 10	**encapsulation mpls** 例：	トンネリング カプセル化を指定します。

	コマンドまたはアクション	目的
	`Device(config-if)# encapsulation mpls`	
ステップ 11	**neighbor** *peer-ip-addr vc-id* 例： `Device(config-if)# neighbor 10.10.0.10 17`	レイヤ 2 VPN（L2VPN）疑似回線のピア IP アドレスと仮想回線（VC）ID を指定します。
ステップ 12	**l2vpn xconnect context** *context-name* 例： `Device(config-if)# l2vpn xconnect context vpws17`	L2VPN クロスコネクトコンテキストを作成して、Xconnect コンテキスト コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 13	**member** *interface-id* 例： `Device(config-if-xconn)# member TenGigabitEthernet1/0/21`	L2VPN クロスコネクトを形成するインターフェイスを指定します。
ステップ 14	**member pseudowire** *number* 例： `Device(config-if-xconn)# member pseudowire 17`	L2VPN クロスコネクトを形成する疑似回線インターフェイスを指定します。
ステップ 15	**end** 例： `Device(config-if-xconn)# end`	Xconnect インターフェイス コンフィギュレーションモードを終了し、特権 EXEC モードに戻ります。

EoMPLS の設定例

図 *3 : EoMPLS* トポロジ



PE の設定	CE の設定
mpls ip mpls label protocol ldp mpls ldp graceful-restart mpls ldp router-id loopback 1 force interface Loopback1 ip address 1.1.1.1 255.255.255.255 ip ospf 100 area 0 router ospf 100 router-id 1.1.1.1 nsf system mtu 9198 port-channel load-balance dst-ip ! interface GigabitEthernet2/0/39 no switchport no ip address no keepalive ! interface pseudowire101 encapsulation mpls neighbor 4.4.4.4 101 load-balance flow ip dst-ip load-balance flow-label both l2vpn xconnect context pw101 member pseudowire101 member GigabitEthernet2/0/39 ! interface TenGigabitEthernet3/0/10 switchport trunk allowed vlan 142 switchport mode trunk channel-group 42 mode active ! interface Port-channel42 switchport trunk allowed vlan 142 switchport mode trunk ! interface Vlan142 ip address 142.1.1.1 255.255.255.0 ip ospf 100 area 0 mpls ip mpls label protocol ldp !	interface GigabitEthernet1/0/33 switchport trunk allowed vlan 912 switchport mode trunk spanning-tree portfast trunk ! interface Vlan912 ip address 10.91.2.3 255.255.255.0 !

次に、**show mpls l2 vc vcid vc-id detail** コマンドの出力例を示します。

```
Local interface: Gi1/0/1 up, line protocol up, Ethernet up
 Destination address: 1.1.1.1, VC ID: 101, VC status: up
Output interface: Vl182, imposed label stack {17 16}
Preferred path: not configured
Default path: active
Next hop: 182.1.1.1
Load Balance: ECMP
flow classification: ip dst-ip
Create time: 06:22:11, last status change time: 05:58:42
Last label FSM state change time: 05:58:42  Signaling protocol:
LDP, peer 1.1.1.1:0 up
```

```
Targeted Hello: 4.4.4.4(LDP Id) -> 1.1.1.1, LDP is UP
Graceful restart: not configured and not enabled
Non stop routing: not configured and not enabled
Status TLV support (local/remote)   : enabled/supported
LDP route watch                     : enabled
Label/status state machine          : established, LruRru
Last local dataplane   status rcvd: No fault
Last BFD dataplane     status rcvd: Not sent
Last BFD peer monitor  status rcvd: No fault
Last local AC  circuit status rcvd: No fault
Last local AC  circuit status sent: No fault
Last local PW i/f circ status rcvd: No fault
Last local LDP TLV     status sent: No fault
Last remote LDP TLV    status rcvd: No fault
Last remote LDP ADJ    status rcvd: No fault
MPLS VC labels: local 512, remote 16
Group ID: local n/a, remote 0
MTU: local 9198, remote 9198
Remote interface description:   Sequencing: receive disabled, send disabled
Control Word: On (configured: autosense)
SSO Descriptor: 1.1.1.1/101, local label: 512
Dataplane:
SSM segment/switch IDs: 4096/4096 (used), PWID: 1
VC statistics:    transit packet totals: receive 172116845, send 172105364
transit byte totals:   receive 176837217071, send 172103349728
 transit packet drops:  receive 0, seq error 0, send 0
```

次に、**show l2vpn atom vc vcid vc-id detail** コマンドの出力例を示します。

```
pseudowire101 is up, VC status is up PW type: Ethernet
Create time: 06:30:41, last status change time: 06:07:12
Last label FSM state change time: 06:07:12
Destination address: 1.1.1.1 VC ID: 101
Output interface: Vl182, imposed label stack {17 16}
 Preferred path: not configured
 Default path: active    Next hop: 182.1.1.1
Load Balance: ECMP  Flow classification: ip dst-ip
Member of xconnect service pw101
Associated member Gi1/0/1 is up, status is up
Interworking type is Like2Like    Service id: 0xe5000001
Signaling protocol: LDP, peer 1.1.1.1:0 up
Targeted Hello: 4.4.4.4(LDP Id) -> 1.1.1.1, LDP is UP
Graceful restart: not configured and not enabled
Non stop routing: not configured and not enabled
PWid FEC (128), VC ID: 101    Status TLV support (local/remote)        : enabled/supported

 LDP route watch                          : enabled
Label/status state machine               : established, LruRru
Local dataplane status received          : No fault
BFD dataplane status received            : Not sent
BFD peer monitor status received         : No fault
Status received from access circuit      : No fault
Status sent to access circuit            : No fault
Status received from pseudowire i/f      : No fault
Status sent to network peer              : No fault
Status received from network peer        : No fault
Adjacency status of remote peer          : No fault
Sequencing: receive disabled, send disabled  Bindings
 Parameter    Local                          Remote
------------ ------------------------------ ------------------------------
Label        512                            16
Group ID     n/a                            0
Interface
MTU          9198                           9198
```

```
Control word on (configured: autosense)     on
PW type      Ethernet                       Ethernet
VCCV CV type 0x02                           0x02
                   LSPV [2]                       LSPV [2]
VCCV CC type 0x06                           0x06
                   RA [2], TTL [3]                RA [2], TTL [3]
Status TLV   enabled                        supported
Flow Label   T=1, R=1                      T=1, R=1
SSO Descriptor: 1.1.1.1/101, local label: 512
Dataplane:
SSM segment/switch IDs: 4096/4096 (used), PWID: 1
Rx Counters    176196691 input transit packets, 181028952597 bytes
 0 drops, 0 seq err
Tx Counters    176184928 output transit packets, 176182865992 bytes
0 drops
```

次に、**show mpls forwarding-table** コマンドの出力例を示します。

```
Local      Outgoing   Prefix           Bytes Label   Outgoing   Next Hop
Label      Label      or Tunnel Id     Switched      interface
57         18         1.1.1.1/32       0             Po45       145.1.1.1
           No Label   1.1.1.1/32       0             Te1/0/2    147.1.1.1
           No Label   1.1.1.1/32       0             Te1/0/11   149.1.1.1
           No Label   1.1.1.1/32       0             Te1/0/40   155.1.1.1
```

疑似回線冗長性の設定

ここでは、疑似回線の冗長性を設定する方法について説明します。

疑似回線冗長性の概要

L2VPN 擬似回線冗長性機能を使用すると、ネットワーク内の障害を検出して、サービスの提供を続行可能な別のエンドポイントにレイヤ 2 サービスを再ルーティングするようにネットワークを設定できます。この機能により、リモート PE デバイスで発生した障害、または PE デバイスと CE デバイス間のリンクで発生した障害から回復できます。

疑似回線冗長性は、Xconnect とプロトコル CLI 方式の両方を使用して設定できます。

疑似回線冗長性の前提条件

- 接続回線で Xconnect モードを設定する前に、**no switchport**、**no keepalive**、および **no ip address** コマンドを設定します。
- ロードバランシングの場合、**port-channel load-balance** コマンドを設定します。
- 疑似回線冗長性 VLAN モードを有効にするには、サブインターフェイスがサポートされている必要があります。

疑似回線冗長性の制約事項

- VLAN モード、EFP(イーサネット フロー ポイント)、および IGMP スヌーピングはサポートされていません。
- PWR は、ポート モードの EoMPLS のみでサポートされています。
- タグなし、タグ付き、802.1Q in 802.1Q が着信トラフィックとしてサポートされています。

（注） 疑似回線冗長性を備えた 802.1Q in 802.1Q のロードバランスはサポートされていません。

- カスタマーの送信元 IP、宛先 IP、送信元 MAC アドレス、および宛先 MAC に基づいたコア ネットワークでの ECMP ロード バランシングのフロー ラベル。
- 制御ワードのイネーブル化またはディセーブル化がサポートされています。
- MPLS QoS は、パイプおよび均一モードでサポートされています。デフォルト モードはパイプ モードです。
- ポートチャネルは接続回線としてサポートされていません。
- QoS：カスタマー DSCP 再マーキングは VPWS と EoMPLS ではサポートされていません。
- 明示的 null の VCCV ping はサポートされていません。
- L2 VPN インターワーキングはサポートされていません。
- **ip unnumbered** コマンドは MPLS 設定ではサポートされていません。
- 複数のバックアップ擬似回線はサポートされていません。
- PW 冗長グループのスイッチオーバーはサポートされていません。

疑似回線冗長性の設定

疑似回線冗長性は、2 つのモードで設定できます。

- Xconnect モード
- プロトコル CLI 方式

Xconnect モード

Xconnect モードで疑似回線冗長性ポートモードを設定するには、次の手順を実行します。

（注） ロードバランスを有効にするには、「Ethernet-over-MPLSの設定方法」セクションの Xconnect モードの手順から該当する **load-balance** コマンドを使用します。

手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	**enable** 例： `Device> enable`	特権 EXEC モードを有効にします。パスワードを入力します（要求された場合）。
ステップ 2	**configure terminal** 例： `Device# 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 3	**interface** *interface-id* 例： `Device(config)# interface GigabitEthernet1/0/44`	トランクとして設定するインターフェイスを定義し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 4	**no switchport** 例： `Device(config-if)# no switchport`	物理ポートに限り、レイヤ3モードを開始します。
ステップ 5	**no ip address** 例： `Device(config-if)# no ip address`	物理ポートに割り当てられている IP アドレスがないことを確認します。
ステップ 6	**no keepalive** 例： `Device(config-if)# no keepalive`	デバイスがキープアライブ メッセージを送信しないことを確認します。

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 7	**xconnect** *peer-device-id vc-id* **encapsulation mpls** 例： `Device(config-if)# xconnect 10.1.1.1 117 encapsulation mpls`	接続回線を疑似接続 VC にバインドします。このコマンドの構文は、その他のレイヤ 2 トランスポートの場合と同じです。
ステップ 8	**backup peer** *peer-router-ip-addr* **vcid** *vc-id* [**priority** *value*] 例： `Device(config-if)# backup peer 10.11.11.11 118 priority 9`	疑似回線 VC の冗長ピアを指定します。
ステップ 9	**end** 例： `Device(config)# end`	インターフェイス コンフィギュレーション モードを終了し、特権 EXEC モードに戻ります。

プロトコル CLI 方式

プロトコル CLI モードで疑似回線冗長性ポートモードを設定するには、次の手順を実行します。

手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	**enable** 例： `Device> enable`	特権 EXEC モードを有効にします。パスワードを入力します（要求された場合）。
ステップ 2	**configure terminal** 例： `Device# 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 3	**port-channel load-balance dst-ip** 例： `Device(config)# port-channel`	負荷分散方式を宛先 IP アドレスに設定します。

	コマンドまたはアクション	目的
	load-balance dst-ip	
ステップ 4	**interface** *interface-id* 例： `Device(config)# interface TenGigabitEthernet1/0/36`	トランクとして設定するインターフェイスを定義し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 5	**no switchport** 例： `Device(config-if)# no switchport`	物理ポートに限り、レイヤ 3 モードを開始します。
ステップ 6	**no ip address** 例： `Device(config-if)# no ip address`	物理ポートに割り当てられている IP アドレスがないことを確認します。
ステップ 7	**no keepalive** 例： `Device(config-if)# no keepalive`	デバイスがキープアライブ メッセージを送信しないことを確認します。
ステップ 8	**exit** 例： `Device(config-if)# exit`	インターフェイス コンフィギュレーション モードを終了します。
ステップ 9	**interface pseudowire** *number-active* 例： `Device(config)# interface pseudowire 17`	指定した値でアクティブ状態の擬似回線インターフェイスを確立して、擬似回線コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 10	**encapsulation mpls** 例： `Device(config-if)# encapsulation mpls`	トンネリング カプセル化を指定します。

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 11	**neighbor** *active-peer-ip-addr vc-id* 例： `Device(config-if)# neighbor 10.10.0.10 17`	L2VPN 疑似回線のアクティブ状態のピア IP アドレスと VC ID 値を指定します。
ステップ 12	**exit** 例： `Device(config-if)# exit`	インターフェイス設定モードを終了し、グローバル設定モードに戻ります。
ステップ 13	**interface pseudowire** *number-standby* 例： `Device(config)# interface pseudowire 18`	指定した値でスタンバイ状態の擬似回線インターフェイスを確立して、擬似回線コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 14	**encapsulation mpls** 例： `Device(config-if)# encapsulation mpls`	トンネリング カプセル化を指定します。
ステップ 15	**neighbor** *standby-peer-ip-addr vc-id* 例： `Device(config-if)# neighbor 10.10.0.11 18`	L2VPN 疑似回線のスタンバイ状態のピア IP アドレスと VC ID 値を指定します。
ステップ 16	**l2vpn xconnect context** *context-name* 例： `Device(config-if)# l2vpn xconnect context vpws17`	L2VPN クロスコネクトコンテキストを作成し、VLAN モードの EoMPLS 接続回線をアクティブ状態およびスタンバイ状態の擬似回線インターフェイスに接続します。

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 17	**member** *interface-id* 例： `Device(config-if-xconn)# member TenGigabitEthernet1/0/36`	L2VPN クロスコネクトを形成するインターフェイスを指定します。
ステップ 18	**member pseudowire** *number-active* **group** *group-name* [**priority** *value*] 例： `Device(config-if-xconn)# member pseudowire 17 group pwr10`	L2VPN クロスコネクトを形成するアクティブ状態の疑似回線インターフェイスを指定します。
ステップ 19	**member pseudowire** *number-standby* **group** *group-name* [**priority** *value*] 例： `Device(config-if-xconn)# member pseudowire 18 group pwr10 priority 6`	L2VPN クロスコネクトを形成するスタンバイ状態の疑似回線インターフェイスを指定します。
ステップ 20	**end** 例： `Device(config-if-xconn)# end`	Xconnect コンフィギュレーションモードを終了して、特権 EXEC モードに戻ります。

疑似回線冗長性の設定例

PE の設定	CE の設定
mpls ip mpls label protocol ldp mpls ldp graceful-restart mpls ldp router-id loopback 1 force ! interface Loopback1 ip address 1.1.1.1 255.255.255.255 ip ospf 100 area 0 router ospf 100 router-id 1.1.1.1 nsf ! interface GigabitEthernet2/0/39 no switchport no ip address no keepalive ! interface pseudowire101 encapsulation mpls neighbor 4.4.4.4 101 ! interface pseudowire102 encapsulation mpls neighbor 3.3.3.3 101 l2vpn xconnect context pw101 member pseudowire101 group pwgrp1 priority 1 member pseudowire102 group pwgrp1 priority 15 member GigabitEthernet2/0/39 ! interface TenGigabitEthernet3/0/10 switchport trunk allowed vlan 142 switchport mode trunk channel-group 42 mode active ! interface Port-channel42 switchport trunk allowed vlan 142 switchport mode trunk ! interface Vlan142 ip address 142.1.1.1 255.255.255.0 ip ospf 100 area 0 mpls ip mpls label protocol ldp !	interface GigabitEthernet1/0/33 switchport trunk allowed vlan 912 switchport mode trunk spanning-tree portfast trunk ! interface Vlan912 ip address 10.91.2.3 255.255.255.0 !

次に、**show mpls l2transport vc** *vc-id* コマンドの出力例を示します。

```
Device# show mpls l2transport vc 101
Local intf     Local circuit              Dest address         VC ID      Status
-------------- -------------------------- ---------------      ---------- ----------
Gi2/0/39       Ethernet                   4.4.4.4              101        UP


Device# show mpls l2transport vc 102
Local intf    Local circuit              Dest address         VC ID      Status
------------- -------------------------- ---------------      ---------- ----------
```

```
Gi2/0/39       Ethernet                 3.3.3.3             102         STANDBY
```

Ethernet-over-MPLS および疑似回線冗長性の機能履歴

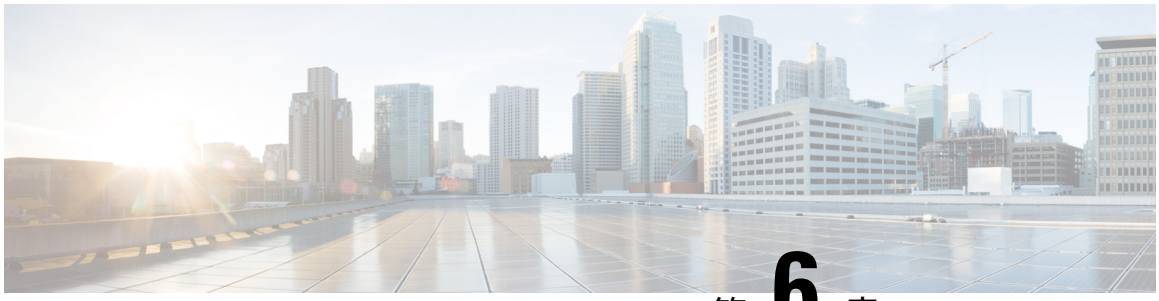
次の表に、このモジュールで説明する機能のリリースおよび関連情報を示します。

これらの機能は、特に明記されていない限り、導入されたリリース以降のすべてのリリースで使用できます。

リリース	機能	機能情報
Cisco IOS XE Everest 16.6.1	Ethernet-over-MPLS および疑似回線冗長性	Ethernet-over-MPLS は、Any Transport over MPLS（AToM）トランスポートタイプの 1 つです。EoMPLS は、イーサネットプロトコルデータユニット（PDU）を MPLS パケットにカプセル化し、MPLS ネットワーク上で転送することにより機能します。各 PDU は単一パケットとして転送されます。 L2VPN 擬似回線冗長性機能を使用すると、ネットワーク内の障害を検出して、サービスの提供を続行可能な別のエンドポイントにレイヤ 2 サービスを再ルーティングするようにネットワークを設定できます。 ポートモードのサポートが導入されています。

Cisco Feature Navigator を使用すると、プラットフォームおよびソフトウェアイメージのサポート情報を検索できます。Cisco Feature Navigator にアクセスするには、https://cfnng.cisco.com/にアクセスします。

http://www.cisco.com/go/cfn。



第 6 章

MPLS を介した IPv6 プロバイダー エッジ（6PE）の設定

6PE の前提条件

PE-CE IGP IPv6 ルートをコア BGP に再配布し、また、コア BGP を PE-CE IGP IPv6 ルートに再配布します。

6PE の制約事項

eBGP は CE-PE としてサポートされていません。スタティック ルート、OSPFv3、ISIS、RIPv2 は CE-PE としてサポートされています。

6PE について

6PE は、IPv4 MPLS を介してグローバル IPv6 到達可能性を提供する技術です。これにより、他のすべてのデバイスに対して 1 つの共有ルーティング テーブルを使用できるようになります。6PE を使用することで、IPv6 ドメインは IPv4 を介して相互に通信できるようになります。IPv6 ドメインごとに 1 つの IPv4 アドレスのみが必要であり、明示的にトンネルを設定する必要はありません。

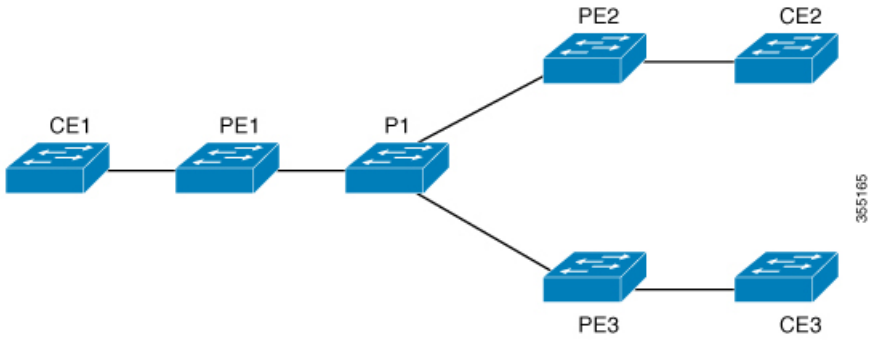
6PE 実装時は、プロバイダー エッジ ルータが 6PE をサポートするようにアップグレードされますが、残りのコア ネットワークに影響することはありません（IPv6 非対応）。転送が IP

ヘッダー自体ではなくラベルに基づいて行われるため、この実装にはコア ルータの再設定は必要ありません。これにより、IPv6 の導入を費用効率性の高い戦略で実現できます。マルチプロトコル ボーダー ゲートウェイ プロトコル（mp-iBGP）の拡張機能を使用して PE ルータによって IPv6 到達可能性情報が交換されます。

6PE は PE ルータの IPv4 ネットワーク設定の mp-iBGP に基づき、アドバタイズする各 IPv6 アドレス プレフィックスの MPLS の他にIPv6 到達可能性情報を交換します。PE ルータは、IPv4 と IPv6 の両方を実行するデュアル スタックとして設定され、IPv4 マッピング IPv6 アドレスを使用して IPv6 プレフィックスの到達可能性情報を交換します。6PE および 6VPE プレフィックスついて PE ルータがアドバタイズするネクスト ホップは、この場合も IPv4 L3 VPN ルートに使用される IPv4 アドレスです。値 ::FFFF: が IPv4 ネクスト ホップの先頭に追加されます。これは、IPv4 マッピングの IPv6 アドレスです。

次の図に 6PE トポロジを示します。

図 *4 : 6PE* トポロジ



6PE の設定

6PE を設定する PE ルータが IPv4 クラウドおよび IPv6 クラウドの両方に参加していることを確認します。

PE ルータ上で実行する BGP は、他の PE で実行する BGP と（IPv4）ネイバー関係を確立する必要があります。その後、IPv6 テーブルから学習した IPv6 プレフィックスをそれらのネイバーにアドバタイズする必要があります。BGP がアドバタイズした IPv6 プレフィックスには、アドバタイズメントのネクストホップアドレスとして IPv4 エンコードの IPv6 アドレスが自動的に設定されます。

6PE を設定するには、次の手順を実行します。

手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	**enable** 例：	特権 EXEC モードを有効にします。

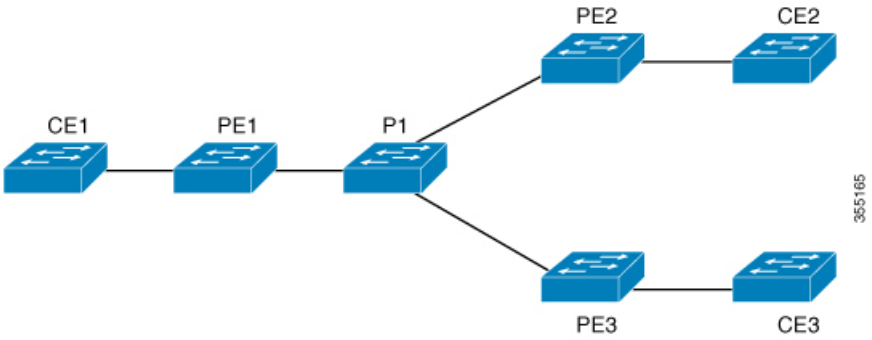
	コマンドまたはアクション	目的
	`Device> enable`	• パスワードを入力します（要求された場合）。
ステップ 2	**configure terminal** 例： `Device# configure terminal`	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	**ipv6 unicast-routing** 例： `Device(config)# ipv6 unicast-routing`	IPv6 ユニキャスト データグラムの転送を有効にします。
ステップ 4	**router bgp** *as-number* 例： `Device(config)# router bgp 65001`	ルータが存在する自律システム（AS）を識別する番号を入力します。 *as-number*：自律システム番号。2 バイトの番号の範囲は 1 ～ 65535 です。4 バイトの番号の範囲は 1.0 ～ 65535.65535 です。
ステップ 5	**bgp router-id interface** *interface-id* 例： `Device(config-router)# bgp router-id interface Loopback1`	ローカル ボーダー ゲートウェイ プロトコル（BGP）ルーティング プロセスの固定ルータ ID を設定します。
ステップ 6	**bgp log-neighbor-changes** 例： `Device(config-router)# bgp log-neighbor-changes`	BGP ネイバー リセットのロギングを有効にします。
ステップ 7	**bgp graceful-restart** 例： `Device(config-router)# bgp graceful-restart`	すべての Border Gateway Protocol（BGP）ネイバーで BGP グレースフル リスタート機能をグローバルで有効にします。
ステップ 8	**neighbor** { *ip-address* | *ipv6-address* | *peer-group-name* } **remote-as** *as-number* 例： `Device(config-router)# neighbor 33.33.33.33 remote-as 65001`	BGP ネイバー テーブルまたはマルチプロトコル BGP ネイバー テーブルにエントリを追加します。 • *ip-address*：ルーティング情報を交換するピア ルータの IP アドレス。

	コマンドまたはアクション	目的
		• *ipv6-address*：ルーティング情報を交換するピア ルータの IPv6 アドレス。 • *peer-group-name*：BGP ピア グループの名前。 • *remote-as*：リモート自律システムを指定します。 • *as-number*：ネイバーが属する自律システムの 1 ～ 65535 の範囲内の番号。
ステップ 9	**neighbor** { *ip-address* | *ipv6-address* | *peer-group-name* } **update-source** *interface-type interface-number* 例： `Device(config-router)# neighbor 33.33.33.33 update-source Loopback1`	BGP セッションが TCP 接続の動作インターフェイスを使用できるように設定します。
ステップ 10	**address-family ipv6** 例： `Device(config-router)# address-family ipv6`	標準 IPv6 アドレス プレフィックスを使用する BGP などのルーティング セッションを設定するために、アドレス ファミリ コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 11	**redistribute** *protocol as-number* **match** { **internal** | **external 1** | **external 2** 例： `Device(config-router-af)# redistribute ospf 11 match internal external 1`	ルートを 1 つのルーティング ドメインから他のルーティング ドメインに再配布します。
ステップ 12	**neighbor** { *ip-address* | *ipv6-address* | *peer-group-name* } **activate** 例： `Device(config-router-af)# neighbor 33.33.33.33 activate`	BGP ネイバーとの情報交換を有効にします。
ステップ 13	**neighbor** { *ip-address* | *ipv6-address* | *peer-group-name* } **send-label** 例：	隣接 BGP ルータに BGP ルートを含む MPLS ラベルを送信します。

	コマンドまたはアクション	目的
	`Device(config-router-af)# neighbor 33.33.33.33 send-label`	
ステップ 14	**exit-address-family** 例： `Device(config-router-af)# exit-address-family`	BGP アドレス ファミリ サブモードを終了します。
ステップ 15	**end** 例： `Device(config)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。

6PE の設定例

図 *5 : 6PE* トポロジ



PE の設定

```
router ospfv3 11
ip routing
ipv6 unicast-routing
address-family ipv6 unicast
redistribute bgp 65001
exit-address-family
!
router bgp 65001
bgp router-id interface Loopback1
bgp log-neighbor-changes
bgp graceful-restart
neighbor 33.33.33.33 remote-as 65001
neighbor 33.33.33.33 update-source Loopback1
!
address-family ipv4
neighbor 33.33.33.33 activate
!
address-family ipv6
redistribute ospf 11 match internal external 1 external 2 include-connected
neighbor 33.33.33.33 activate
neighbor 33.33.33.33 send-label
neighbor 33.33.33.33 send-community extended
!
```

次に、**show bgp ipv6 unicast summary** の出力例を示します。

```
BGP router identifier 1.1.1.1, local AS number 100
BGP table version is 34, main routing table version 34
4 network entries using 1088 bytes of memory
4 path entries using 608 bytes of memory
4/4 BGP path/bestpath attribute entries using 1120 bytes of memory
0 BGP route-map cache entries using 0 bytes of memory
0 BGP filter-list cache entries using 0 bytes of memory
BGP using 2816 total bytes of memory
BGP activity 6/2 prefixes, 16/12 paths, scan interval 60 secs

Neighbor        V           AS MsgRcvd MsgSent   TblVer  InQ OutQ Up/Down
  State/PfxRcd
2.2.2.2         4          100      21      21       34    0    0
00:04:57        2

sh ipv route
IPv6 Routing Table - default - 7 entries
Codes: C - Connected, L - Local, S - Static, U - Per-user Static route

       B - BGP, R - RIP, I1 - ISIS L1, I2 - ISIS L2
       IA - ISIS interarea, IS - ISIS summary, D - EIGRP, EX - EIGRP
external
       ND - ND Default, NDp - ND Prefix, DCE - Destination, NDr -
Redirect
       RL - RPL, O - OSPF Intra, OI - OSPF Inter, OE1 - OSPF ext 1
       OE2 - OSPF ext 2, ON1 - OSPF NSSA ext 1, ON2 - OSPF NSSA ext 2
```

```
       la - LISP alt, lr - LISP site-registrations, ld - LISP dyn-eid
lA - LISP away
C   10:1:1:2::/64 [0/0]
     via Vlan4, directly connected
L   10:1:1:2::1/128 [0/0]
     via Vlan4, receive
LC  11:11:11:11::11/128 [0/0]
     via Loopback1, receive
B   30:1:1:2::/64 [200/0]
     via 33.33.33.33%default, indirectly connected
B   40:1:1:2::/64 [200/0]
     via 44.44.44.44%default, indirectly connected
```

次に、**show bgp ipv6 unicast** コマンドの出力例を示します。

```
BGP table version is 112, local router ID is 11.11.11.11
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i -
internal,
              r RIB-failure, S Stale, m multipath, b backup-path, f
RT-Filter,
              x best-external, a additional-path, c RIB-compressed,
              t secondary path,
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete
RPKI validation codes: V valid, I invalid, N Not found
     Network          Next Hop            Metric LocPrf Weight Path
 *>   10:1:1:2::/64    ::                       0         32768 ?
 *>i  30:1:1:2::/64    ::FFFF:33.33.33.33
                                                0    100      0 ?
 *>i  40:1:1:2::/64    ::FFFF:44.44.44.44
                                                0    100      0 ?
 *>i  173:1:1:2::/64   ::FFFF:33.33.33.33
                                                2    100      0 ?
```

次に、**show ipv6 cef 40:1:1:2::0/64 detail** コマンドの出力例を示します。

```
40:1:1:2::/64, epoch 6, flags [rib defined all labels]
  recursive via 44.44.44.44 label 67
    nexthop 1.20.4.2 Port-channel103 label 99-(local:147)
```

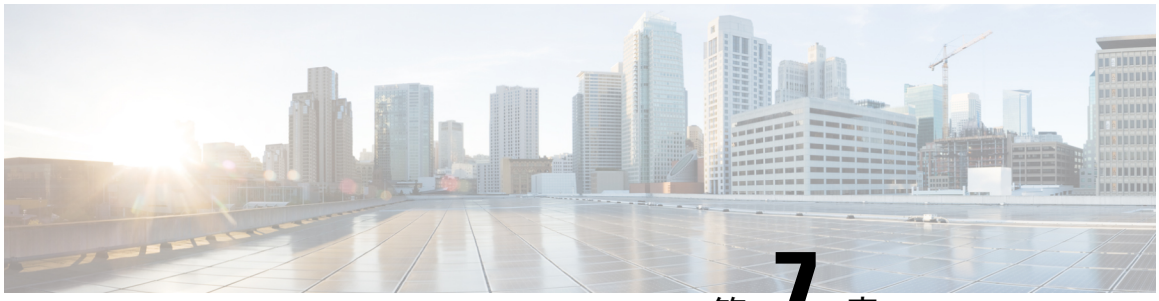
MPLS を介した IPv6 プロバイダーエッジ（6PE）の機能履歴

次の表に、このモジュールで説明する機能のリリースおよび関連情報を示します。

これらの機能は、特に明記されていない限り、導入されたリリース以降のすべてのリリースで使用できます。

リリース	機能	機能情報
Cisco IOS XE Everest 16.6.1	MPLS を介した IPv6 プロバイダーエッジ（6PE）	MPLS を介した IPv6 プロバイダーエッジ（6PE）は、IPv4 MPLS を介したグローバル IPv6 到達可能性を提供し、他のすべてのデバイスに 1 つの共有ルーティングテーブルを提供します。

Cisco Feature Navigator を使用すると、プラットフォームおよびソフトウェアイメージのサポート情報を検索できます。Cisco Feature Navigator には、http://www.cisco.com/go/cfn [英語] からアクセスします。



第 7 章

MPLS を介した IPv6 VPN プロバイダー エッジ（6VPE）の設定

6VPE の設定

次の項では、スイッチでの 6VPE の設定について説明します。

6VPE の制約事項

- Inter-AS および Carrier Supporting Carrier（CSC）はサポートされていません。
- VRF ルートリーキングはサポートされていません。
- eBGP は CE-PE としてサポートされていません。
- EIGRP、OSPFv3、RIP、ISIS、スタティックルートは、CE-PE としてサポートされています。
- サポートされている MPLS ラベル割り当てモードは VRF 単位とプレフィックス単位です。プレフィックス単位がデフォルトのモードです。
- IP フラグメンテーションは、レイヤ 3 VPN の Per-Prefix モードではサポートされていません。
- DHCPv6 は、ポート単位の信頼が有効になっている 6VPE トポロジではサポートされません。

6VPE について

6VPE は IPv4 バックボーンを使用して VPN IPv6 サービスを提供するメカニズムです。使用可能な IPv4 MPLS バックボーンを利用することで、MPLS コア内でのデュアルスタッキングが不要になります。つまり、運用コストを節減し、6PE アプローチのセキュリティ上の制限に対処

します。6VPE は、通常の IPv4 MPLS-VPN プロバイダー エッジとほぼ同じですが、VRF 内に IPv6 サポートが追加されています。これは、VPN メンバー デバイス用に、論理的に分割されたルーティング テーブル エントリを提供します。

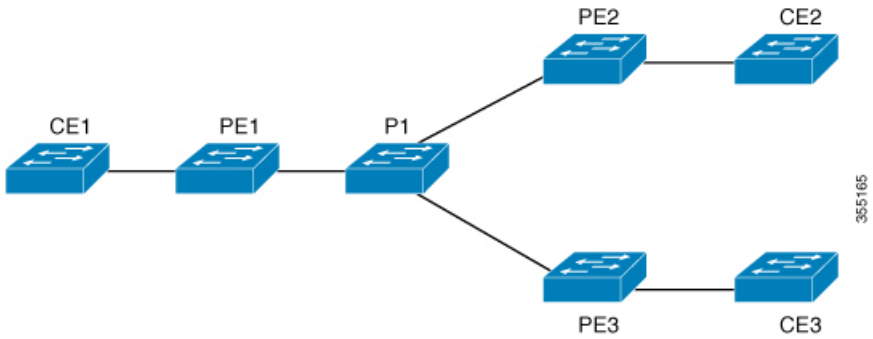
MPLS ベースの 6VPE ネットワークのコンポーネント

- VPN ルート ターゲット コミュニティ：VPN コミュニティのその他すべてのメンバのリスト。
- VPN コミュニティ PE ルータのマルチプロトコル BGP（MP-BGP）ピアリング：VPN コミュニティのすべてのメンバに VRF 到達可能性情報を伝播します。
- MPLS 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 メンバ間にすべてのトラフィックを転送します。

MPLS VPN モデルでは共通のルーティング テーブルを共有するサイトの集合として VPN が定義されます。カスタマー サイトは 1 つ以上のインターフェイスでサービス プロバイダー ネットワークに接続され、サービス プロバイダーは、VRF テーブルと呼ばれる VPN ルーティング テーブルと各インターフェイスを関連付けます。

6VPE の設定例

図 *6 : 6VPE* トポロジ



PE の設定

PE の設定

```
vrf definition 6VPE-1
 rd 65001:11
 route-target export 1:1
 route-target import 1:1
 !
 address-family ipv4
 exit-address-family
 !
 address-family ipv6
 exit-address-family
!
interface TenGigabitEthernet1/0/38
 no switchport
 vrf forwarding 6VPE-1
 ip address 10.3.1.1 255.255.255.0
 ip ospf 2 area 0
 ipv6 address 10:111:111:111::1/64
 ipv6 enable
 ospfv3 1 ipv6 area 0
!
router ospf 2 vrf 6VPE-1
 router-id 1.1.11.11
 redistribute bgp 65001 subnets
!
router ospfv3 1
nsr
graceful-restart
!
address-family ipv6 unicast vrf 6VPE-1
redistribute bgp 65001
exit-address-family
!
router bgp 65001
bgp router-id interface Loopback1
bgp log-neighbor-changes
bgp graceful-restart
neighbor 33.33.33.33 remote-as 65001
neighbor 33.33.33.33 update-source Loopback1
!
 address-family ipv4 vrf 6VPE-1
  redistribute ospf 2 match internal external 1 external 2
 exit-address-family
 address-family ipv6 vrf 6VPE-1
  redistribute ospf 1 match internal external 1 external 2 include-connected
 exit-address-family
!
address-family vpnv4
neighbor 33.33.33.33 activate
neighbor 33.33.33.33 send-community both
neighbor 44.44.44.44 activate
neighbor 44.44.44.44 send-community both
neighbor 55.55.55.55 activate
neighbor 55.55.55.55 send-community both
exit-address-family
!
address-family vpnv6
neighbor 33.33.33.33 activate
neighbor 33.33.33.33 send-community both
neighbor 44.44.44.44 activate
neighbor 44.44.44.44 send-community both
neighbor 55.55.55.55 activate
```

PE の設定

```
neighbor 55.55.55.55 send-community both
exit-address-family
!
```

次に、**show mpls forwarding-table vrf** の出力例を示します。

```
Local Outgoing Prefix Bytes Label Outgoing Next Hop
Label Label or Tunnel Id Switched interface
29 No Label A:A:A:565::/64[V] \ 0 aggregate/VRF601
32 No Label A:B5:1:5::/64[V] 2474160 Vl601 FE80::200:7BFF:FE62:2636
33 No Label A:B5:1:4::/64[V] 2477978 Vl601 FE80::200:7BFF:FE62:2636
35 No Label A:B5:1:3::/64[V] 2477442 Vl601 FE80::200:7BFF:FE62:2636
36 No Label A:B5:1:2::/64[V] 2476906 Vl601 FE80::200:7BFF:FE62:2636
37 No Label A:B5:1:1::/64[V] 2476370 Vl601 FE80::200:7BFF:FE62:2636
```

次に、**show vrf counter** コマンドの出力例を示します。

```
Maximum number of VRFs supported: 256
Maximum number of IPv4 VRFs supported: 256
Maximum number of IPv6 VRFs supported: 256
Maximum number of platform iVRFs supported: 10
Current number of VRFs: 127
Current number of IPv4 VRFs: 6
Current number of IPv6 VRFs: 127
Current number of VRFs in delete state: 0
Current number of platform iVRFs: 1
```

次に、**show ipv6 route vrf** コマンドの出力例を示します。

```
IPv6 Routing Table - VRF1 - 8 entries Codes: C - Connected, L - Local,
 S - Static, U - Per-user Static route B - BGP, R - RIP, I1 - ISIS L1,
 I2 - ISIS L2 IA - ISIS interarea, IS - ISIS summary, D - EIGRP, EX -
EIGRP external ND - ND Default, NDp - ND Prefix, DCE - Destination, NDr
 - Redirect RL - RPL, O - OSPF Intra, OI - OSPF Inter, OE1 - OSPF ext
1 OE2 - OSPF ext 2, ON1 - OSPF NSSA ext 1, ON2 - OSPF NSSA ext 2 la -
LISP alt, lr - LISP site-registrations, ld - LISP dyn-eid lA - LISP
away

B 1:1:1:1::1/128 [200/1] via 1.1.1.11%default, indirectly connected
O 2:2:2:2::2/128 [110/1] via FE80::A2E0:AFFF:FE30:3E40,
TenGigabitEthernet1/0/7
B 3:3:3:3::3/128 [200/1] via 3.3.3.33%default, indirectly connected
B 10:1:1:1::/64 [200/0] via 1.1.1.11%default, indirectly connected
C 10:2:2:2::/64 [0/0] via TenGigabitEthernet1/0/7, directly connected
L 10:2:2:2::1/128 [0/0] via TenGigabitEthernet1/0/7, receive
B 10:3:3:3::/64 [200/0] via 3.3.3.33%default, indirectly connected
L FF00::/8 [0/0] via Null0, receive
```

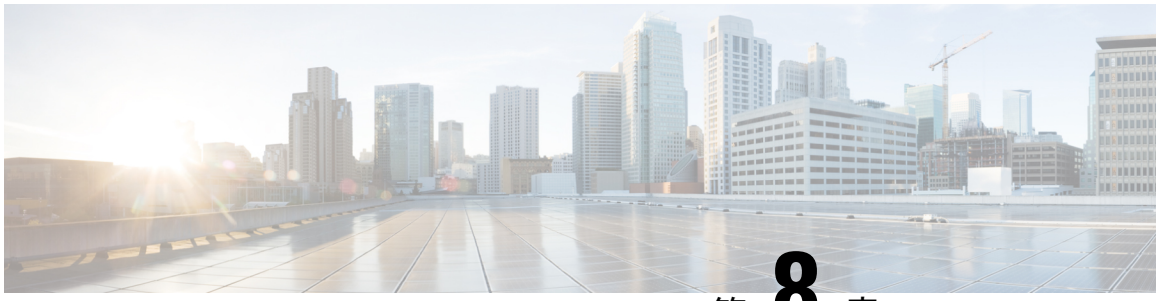
MPLS を介した IPv6 VPN プロバイダーエッジ（6VPE）の機能履歴

次の表に、このモジュールで説明する機能のリリースおよび関連情報を示します。

これらの機能は、特に明記されていない限り、導入されたリリース以降のすべてのリリースで使用できます。

リリース	機能	機能情報
Cisco IOS XE Everest 16.6.1	MPLS を介した IPv6 VPN プロバイダーエッジ（6VPE）	MPLS を介した IPv6 VPN プロバイダーエッジ（6VPE）は IPv4 バックボーンを使用して VPN IPv6 サービスを提供するメカニズムです。使用可能な IPv4 MPLS バックボーンを利用することで、MPLS コア内でのデュアルスタッキングが不要になります。

Cisco Feature Navigator を使用すると、プラットフォームおよびソフトウェアイメージのサポート情報を検索できます。Cisco Feature Navigator には、http://www.cisco.com/go/cfn [英語] からアクセスします。



第 8 章

MPLS InterAS オプション B の設定

MPLS VPN InterAS オプションに関する情報

MPLS VPN InterAS オプションは、異なる MPLS VPN サービスプロバイダー間で VPN を相互接続するさまざまな方法を提供します。これにより、お客様のサイトを複数のキャリアネットワーク（自律システム）に存在させ、サイト間でのシームレスな VPN 接続が可能になります。

ASE および ASBR

自律システム（AS）とは、共通のシステム管理グループによって管理され、単一の明確に定義されたプロトコルを使用している単一のネットワークまたはネットワークのグループのことです。多くの場合、VPN は異なる地理的領域の異なる AS に拡張されます。一部の VPN は、複数のサービスプロバイダーにまたがって拡張する必要があり、それらはオーバーラッピング VPN と呼ばれます。VPN の複雑さや場所に関係なく、AS 間の接続はお客様に対してシームレスである必要があります。

AS 境界ルータ（ASBR）は、複数のルーティングプロトコルを使用して接続された AS 内のデバイスであり、外部ルーティングプロトコル（eBGP など）またはスタティックルートを使用するか、あるいは両方を使用して、他の ASBR とルーティング情報を交換します。

異なるサービスプロバイダーからの個別の AS は、VPN IP アドレスの形式で情報を交換することによって通信し、次のプロトコルを使用してルーティング情報を共有します。

- AS 内では、ルーティング情報は iBGP を使用して共有されます。

  iBGP は、各 VPN および各 AS 内の IP プレフィックスのネットワーク層情報を配布します。

- AS 間では、ルーティング情報は eBGP を使用して共有されます。

  eBGP を使用することで、サービスプロバイダーは別の AS 間でのルーティング情報のループフリー交換を保証するインタードメイン ルーティング システムを設定できます。eBGP の主な機能は、AS ルートのリストに関する情報を含む、AS 間のネットワーク到達可能性情報を交換することです。AS は、eBGP ボーダーエッジルータを使用してラベルスイッチング情報を含むルートを配布します。各ボーダー エッジ ルータでは、ネクスト ホップおよび MPLS ラベルが書き換えられます。

MPLS VPN InterAS オプションの設定はサポートされており、異なるボーダーエッジルータで接続されている 2 つ以上の AS を含む MPLS VPNで あるプロバイダー間 VPN を含めることができます。AS は eBGP を使用してルートを交換し、iBGP やルーティング情報は AS 間で交換されません。

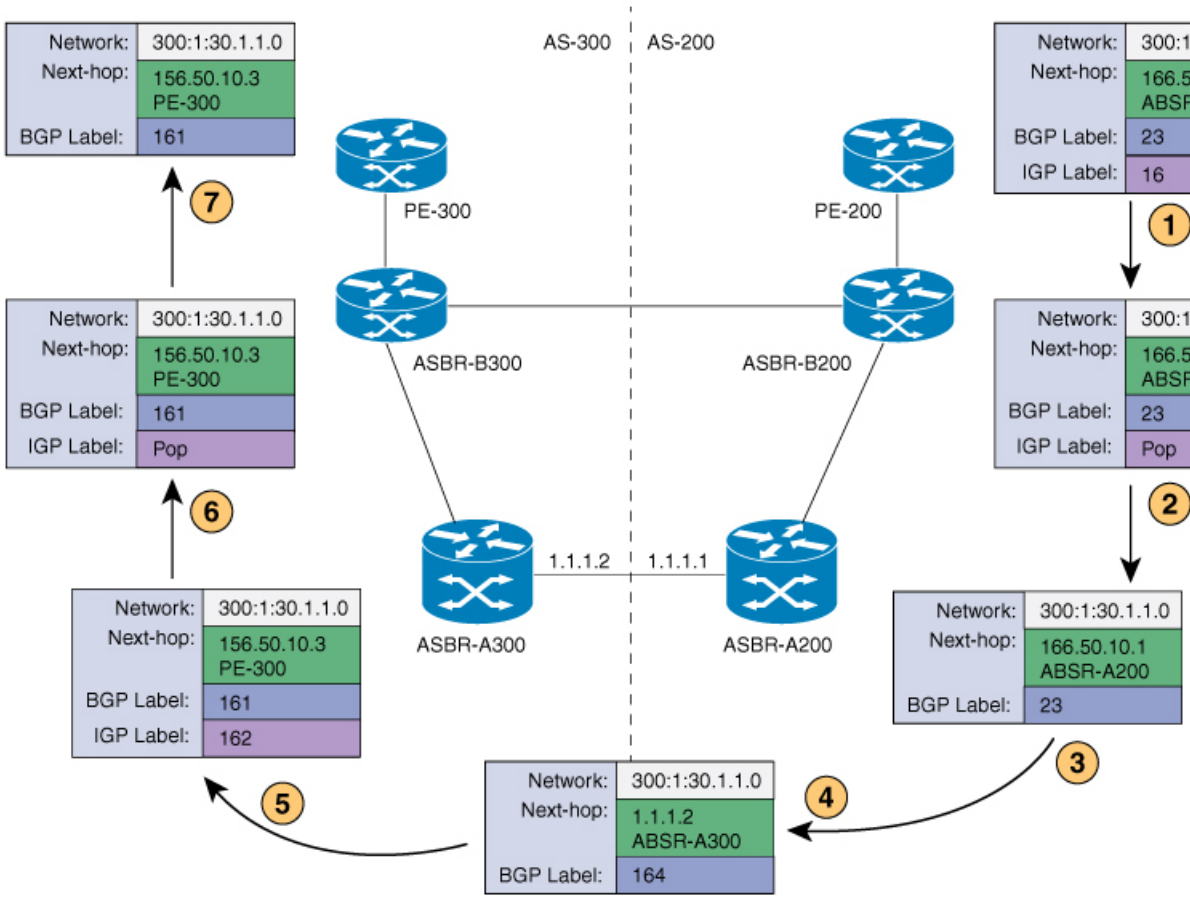
MPLS VPN InterAS オプション

RFC4364 で定義されている次のオプションは、異なる AS 間の MPLS VPN 接続を提供します。

- InterAS オプション B：このオプションは、ASBR 間の VPNv4 ルート配布を提供します。

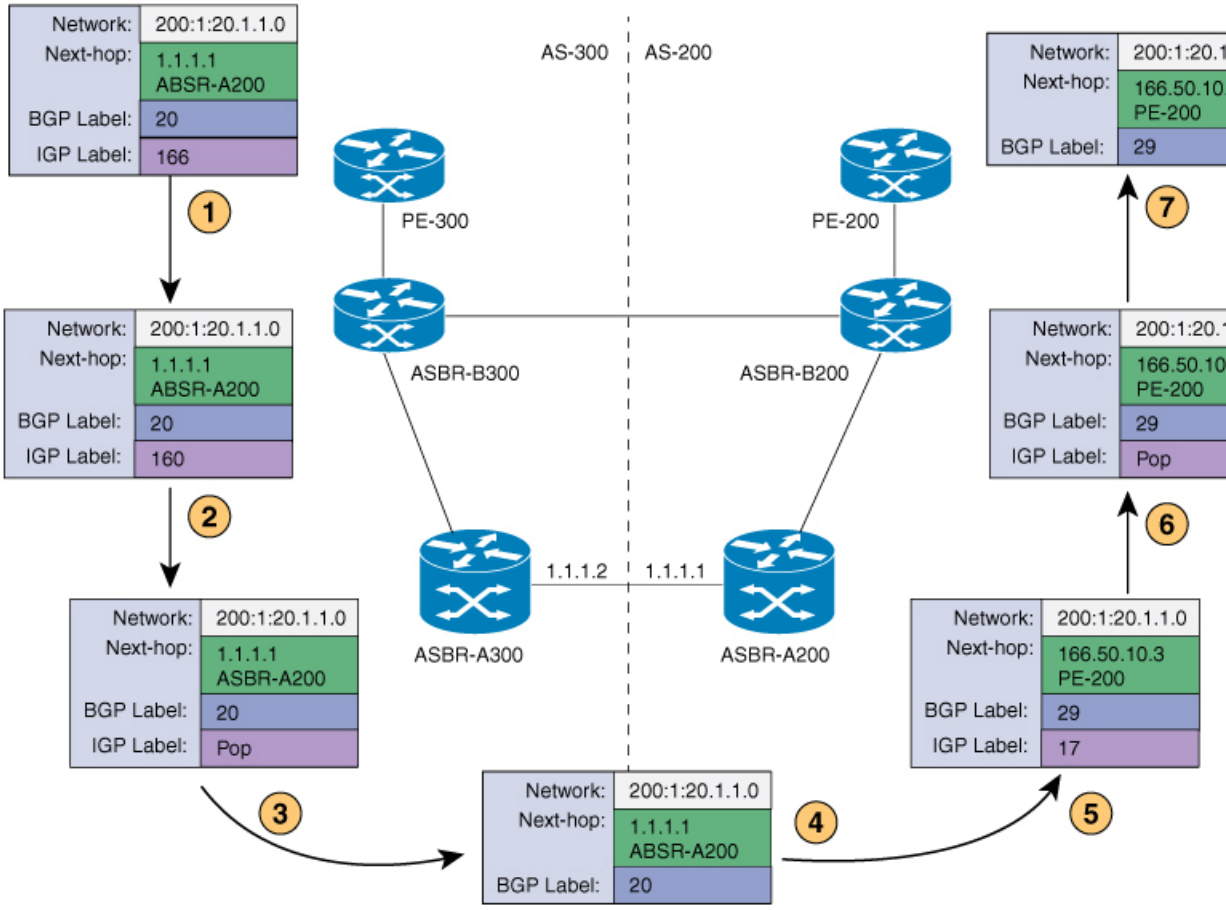
ネクストホップセルフ方式

次の図に、ネクストホップセルフ方式のラベル転送パスを示します。パケットが AS 200 の PE-200 から AS 300 のPE-300 に到達するときに、ラベルがスタックにプッシュ、スワップ、およびポップされます。ステップ 5 で、ASBR-A300 はラベル付きフレームを受信し、ラベル 164 をラベル 161 に置き換え、IGP ラベル 162 をラベルスタックにプッシュします。



Redistribute Connected Subnet 方式

次の図に、Redistribute Connected Subnet 方式のラベル転送パスを示します。パケットが AS 300 の PE-300 から AS 200 の PE-200 に移動するときに、ラベルがスタックにプッシュ、スワップ、およびポップされます。ステップ 5 で、ASBR-A200 は BGP ラベル 20 のフレームを受信し、ラベル 29 と交換し、ラベル 17 をプッシュします。



MPLS VPN InterAS オプション B の設定

ネクストホップセルフ方式を使用した InterAS オプション B の設定

ネクストホップセルフ方式を使用して ASBR で InterAS オプション B を設定するには、次の手順を実行します。

手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	**enable** 例： `Device> enable`	特権 EXEC モードを有効にします。 • パスワードを入力します（要求された場合）。

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 2	**configure terminal** 例： `Device# 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 3	**router ospf** *process-id* 例： `Device(config)# router ospf 1`	OSPFルーティングプロセスを設定し、プロセス番号を割り当てます。
ステップ 4	**router-id** *ip-address* 例： `Device(config)# router-id 4.1.1.1`	固定ルータ ID を指定します。
ステップ 5	**nsr** 例： `Device(config-router)# nsr`	OSPF ノンストップルーティング（NSR）を設定します。
ステップ 6	**nsf** 例： `Device(config-router)# nsf`	OSPF ノンストップ フォワーディング（NSF）を設定します。
ステップ 7	**redistribute bgp** *autonomous-system-number* 例： `Device(config-router)# redistribute bgp 200`	BGP 自律システムからルートを OSPF ルーティングプロセスに再配布します。

ステップ 8	**passive-interface** *interface-type interface-number*
	例：
	`Device(config-router)# passive-interface GigabitEthernet 1/0/10`
	`Device(config-router)# passive-interface Tunnel0`
		インターフェイスの Open Shortest Path First（OSPF）ルーティングアップデートを無効にします。

ステップ 9	**network** *ip-address wildcard-mask* **aread** *area-id* 例：	OSPF を実行するインターフェイスを定義し、そのインターフェイスに対するエリア ID を定義します。

	コマンドまたはアクション	目的
	`Device(config-router)# network 4.1.1.0 0.0.0.0.255 area 0`	
ステップ 10	**exit** 例： `Device(config-router)# exit`	ルータ コンフィギュレーション モードを終了します。
ステップ 11	**router bgp** *autonomous-system-number* 例： `Device(config)# router bgp 200`	BGP ルーティング プロセスを設定します。
ステップ 12	**bgp router-id** *ip-address* 例： `Device(config-router)# bgp router-id 4.1.1.1`	BGP ルーティングプロセスの固定ルータ ID を設定します。
ステップ 13	**bgp log-neighbor changes** 例： `Device(config-router)# bgp log-neighbor changes`	BGP ネイバー リセットのロギングを有効にします。
ステップ 14	**no bgp default ipv4-unicast** 例： `Device(config-router)# no bgp default ipv4-unicast`	アドレスファミリ IPv4 のルーティング情報のアドバタイズメントを無効にします。
ステップ 15	**no bgp default route-target filter** 例： `Device(config-router)# no bgp default route-target filter`	BGP の route-target コミュニティフィルタリングを無効にします。
ステップ 16	**neighbor** *ip-address* **remote-as** *as-number* 例： `Device(config-router)# neighbor 4.1.1.3 remote-as 200`	エントリを BGP ネイバーテーブルに設定します。
ステップ 17	**neighbor** *ip-address* **update-source** *interface-type interface-number* 例：	Cisco IOS ソフトウェアで、BGP セッションによる TCP 接続の特定の動作インターフェイスを使用できるようになります。

	コマンドまたはアクション	目的
	`Device(config-router)# neighbor 4.1.1.3 update-source Loopback0`	
ステップ 18	**neighbor** *ip-address* **remote-as** *as-number* 例： `Device(config-router)# neighbor 4.1.1.3 remote-as 300`	エントリを BGP ネイバーテーブルに設定します。
ステップ 19	**address-family** *ipv4* 例： `Device(config-router)# address-family ipv4`	標準 IP バージョン 4 アドレスプレフィックスを使用する BGP ルーティングセッションを設定するために、アドレス ファミリ コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 20	**neighbor** *ip-address* **activate** 例： `Device(config-router-af)# neighbor 10.32.1.2 activate`	BGP ネイバーとの情報交換を有効にします。
ステップ 21	**neighbor** *ip-address* **send-label** 例： `Device(config-router-af)# neighbor 10.32.1.2 send-label`	隣接 BGP ルータに BGP ルートを含む MPLS ラベルを送信します。
ステップ 22	**exit address-family** 例： `Device(config-router-af)# exit address-family`	BGP アドレス ファミリ サブモードを終了します。
ステップ 23	**address-family** *vpnv4* 例： `Device(config-router)# address-family vpnv4`	アドレス ファミリ コンフィギュレーションモードでデバイスを設定して、標準 VPNv4 アドレスプレフィックスを使用する、BGP などのルーティングセッションを設定します。
ステップ 24	**neighbor** *ip-address* **activate** 例： `Device(config-router-af)# neighbor 4.1.1.3 activate`	BGP ネイバーとの情報交換を有効にします。

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 25	**neighbor** *ip-address* **send-community extended** 例： `Device(config-router-af)# neighbor 4.1.1.3 send-community extended`	コミュニティ属性が BGP ネイバーに送信されるように指定します。
ステップ 26	**neighbor** *ip-address* **next-hop-self** 例： `Device(config-router-af)# neighbor 4.1.1.3 next-hop-self`	ルータを BGP スピーキングネイバーのネクストホップとして設定します。これは、ネクストホップセルフ方式を実装するコマンドです。
ステップ 27	**neighbor** *ip-address* **activate** 例： `Device(config-router-af)# neighbor 10.30.1.2 activate`	BGP ネイバーとの情報交換を有効にします。
ステップ 28	**neighbor** *ip-address* **send-community extended** 例： `Device(config-router-af)# neighbor 10.30.1.2 send-community extended`	コミュニティ属性が BGP ネイバーに送信されるように指定します。
ステップ 29	**exit address-family** 例： `Device(config-router-af)# exit address-family`	BGP アドレス ファミリ サブモードを終了します。
ステップ 30	**bgp router-id** *ip-address* 例： `Device(config-router)# bgp router-id 4.1.1.3`	BGP ルーティングプロセスの固定ルータ ID を設定します。
ステップ 31	**bgp log-neighbor changes** 例： `Device(config-router)# bgp log-neighbor changes`	BGP ネイバー リセットのロギングを有効にします。
ステップ 32	**neighbor** *ip-address* **remote-as** *as-number* 例：	エントリを BGP ネイバーテーブルに設定します。

	コマンドまたはアクション	目的
	`Device(config-router)# neighbor 4.1.1.1 remote-as 200`	
ステップ 33	**neighbor** *ip-address* **update-source** *interface-type interface-number* 例： `Device(config-router)# neighbor 4.1.1.1 update-source Loopback0`	Cisco IOS ソフトウェアで、BGP セッションによる TCP 接続の特定の動作インターフェイスを使用できるようになります。
ステップ 34	**address-family** *vpnv4* 例： `Device(config-router)# address-family vpnv4`	アドレス ファミリ コンフィギュレーションモードでデバイスを設定して、標準 VPNv4 アドレスプレフィックスを使用する、BGP などのルーティングセッションを設定します。
ステップ 35	**neighbor** *ip-address* **activate** 例： `Device(config-router-af)# neighbor 4.1.1.1 activate`	BGP ネイバーとの情報交換を有効にします。
ステップ 36	**neighbor** *ip-address* **send-community extended** 例： `Device(config-router-af)# neighbor 4.1.1.1 send-community extended`	コミュニティ属性が BGP ネイバーに送信されるように指定します。
ステップ 37	**exit address-family** 例： `Device(config-router-af)# exit address-family`	BGP アドレス ファミリ サブモードを終了します。

Redistribute Connected 方式を使用した InterAS オプション B の設定

Redistribute Connected 方式を使用して ASBR で InterAS オプション B を設定するには、次の手順を実行します。

手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	**enable** 例：	特権 EXEC モードを有効にします。

	コマンドまたはアクション	目的
	`Device> enable`	• パスワードを入力します（要求された場合）。
ステップ 2	**configure terminal** 例： `Device# 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 3	**router ospf** *process-id* 例： `Device(config)# router ospf 1`	OSPF ルーティング プロセスを設定し、プロセス番号を割り当てます。
ステップ 4	**router-id** *ip-address* 例： `Device(config)# router-id 5.1.1.1`	固定ルータ ID を指定します。
ステップ 5	**nsr** 例： `Device(config-router)# nsr`	OSPF ノンストップ ルーティング（NSR）を設定します。
ステップ 6	**nsf** 例： `Device(config-router)# nsf`	OSPF ノンストップ フォワーディング（NSF）を設定します。
ステップ 7	**redistribute connected** 例： `Device(config-router)# redistribute connected`	リモート ASBR のネクストホップ アドレスをローカル IGP に再配布します。これは、Redistribute Connected 方式を実装するコマンドです。

ステップ 8	**passive-interface** *interface-type interface-number*
	例：
	`Device(config-router)# passive-interface GigabitEthernet 1/0/10`
	`Device(config-router)# passive-interface Tunnel0`
		インターフェイスの Open Shortest Path First（OSPF）ルーティング アップデートを無効にします。

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 9	**network** *ip-address wildcard-mask* **aread** *area-id* 例： `Device(config-router)# network 5.1.1.0 0.0.0.0.255 area 0`	OSPF を実行するインターフェイスを定義し、そのインターフェイスに対するエリア ID を定義します。
ステップ 10	**exit** 例： `Device(config-router)# exit`	ルータ コンフィギュレーション モードを終了します。
ステップ 11	**router bgp** *autonomous-system-number* 例： `Device(config)# router bgp 300`	BGP ルーティング プロセスを設定します。
ステップ 12	**bgp router-id** *ip-address* 例： `Device(config-router)# bgp router-id 5.1.1.1`	BGP ルーティングプロセスの固定ルータ ID を設定します。
ステップ 13	**bgp log-neighbor changes** 例： `Device(config-router)# bgp log-neighbor changes`	BGP ネイバー リセットのロギングを有効にします。
ステップ 14	**no bgp default ipv4-unicast** 例： `Device(config-router)# no bgp default ipv4-unicast`	アドレスファミリ IPv4 のルーティング情報のアドバタイズメントを無効にします。
ステップ 15	**no bgp default route-target filter** 例： `Device(config-router)# no bgp default route-target filter`	BGP の route-target コミュニティフィルタリングを無効にします。
ステップ 16	**neighbor** *ip-address* **remote-as** *as-number* 例： `Device(config-router)# neighbor 5.1.1.3 remote-as 300`	エントリを BGP ネイバーテーブルに設定します。

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 17	**neighbor** *ip-address* **update-source** *interface-type interface-number* 例： `Device(config-router)# neighbor 4.1.1.3 update-source Loopback0`	Cisco IOS ソフトウェアで、BGP セッションによる TCP 接続の特定の動作インターフェイスを使用できるようになります。
ステップ 18	**neighbor** *ip-address* **remote-as** *as-number* 例： `Device(config-router)# neighbor 10.30.1.2 remote-as 200`	エントリを BGP ネイバーテーブルに設定します。
ステップ 19	**address-family** *vpnv4* 例： `Device(config-router)# address-family vpnv4`	アドレス ファミリ コンフィギュレーションモードでデバイスを設定して、標準 VPNv4 アドレスプレフィックスを使用する、BGP などのルーティングセッションを設定します。
ステップ 20	**neighbor** *ip-address* **activate** 例： `Device(config-router-af)# neighbor 5.1.1.3 activate`	BGP ネイバーとの情報交換を有効にします。
ステップ 21	**neighbor** *ip-address* **send-community extended** 例： `Device(config-router-af)# neighbor 5.1.1.3 send-community extended`	コミュニティ属性が BGP ネイバーに送信されるように指定します。
ステップ 22	**neighbor** *ip-address* **activate** 例： `Device(config-router-af)# neighbor 10.30.1.1 activate`	BGP ネイバーとの情報交換を有効にします。
ステップ 23	**neighbor** *ip-address* **send-community extended** 例： `Device(config-router-af)# neighbor 10.30.1.2 send-community extended`	コミュニティ属性が BGP ネイバーに送信されるように指定します。
ステップ 24	**exit address-family** 例：	BGP アドレス ファミリ サブモードを終了します。

	コマンドまたはアクション	目的
	`Device(config-router-af)# exit address-family`	
ステップ 25	**mpls ldp router-id** *interface-id* [**force**] 例： `Device(config-router)# mpls ldp router-id Loopback0 force`	LDP ルータ ID を決定する優先インターフェイスを指定します。

MPLS VPN InterAS オプションの設定の確認

InterAS オプション B の設定情報を確認するには、次のいずれかの作業を行います。

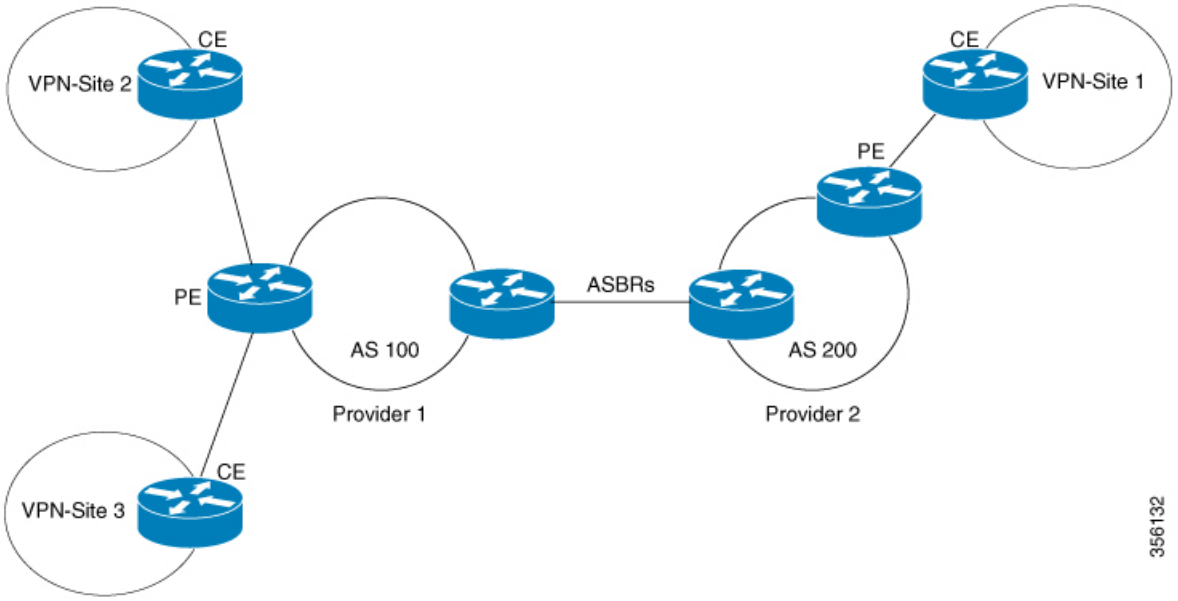
コマンド	目的
ping *ip-address* **source** *interface-type*	デバイスのアクセシビリティをチェックします。ループバック インターフェイスを使用して CE1 と CE2 間の接続を確認するには、このコマンドを使用します。
show bgp vpnv4 unicast labels	着信および発信 BGP ラベルを表示します。
show mpls forwarding-table	MPLS ラベル転送情報ベースの内容を表示します。
show ip bgp	BGP ルーティング テーブル内のエントリを表示します。
show { **ip** | **ipv6** } **bgp** [**vrf** *vrf-name*]	VRF での BGP に関する情報を表示します。
show ip route [*ip-address* [*mask*]] [*protocol*] **vrf** *vrf-name*	ルーティング テーブルの現在の状態を表示します。ip-address 引数を使用して、CE1 に CE2 へのルートが含まれていることを確認します。CE1 から学習したルートを確認します。CE2 へのルートがリストされていることを確認します。
show { **ip** | **ipv6** } **route vrf** *vrf-name*	VRF に関連付けられた IP ルーティング テーブルを表示します。ローカル CE ルータとリモート CE ルータのループバック アドレスが、PE ルータのルーティング テーブルに存在することを確認します。
show running-config bgp	BGP の実行コンフィギュレーションを表示します。

コマンド	目的
show running-config vrf *vrf-name*	VRF の実行コンフィギュレーションを表示します。
show vrf *vrf-name* **interface** *interface-type interface-id*	VRF に対して設定されるルート識別子（RD）およびインターフェイスを検証します。
trace destination [**vrf** *vrf-name*]	パケットがその宛先に送信されるときに取るルートを検出します。**trace** コマンドは、2 つのルータが通信できない場合に問題の箇所を分離するのに役立ちます。

MPLS VPN InterAS オプションの設定例

ネクストホップセルフ方式

図 *7:* ネクストホップセルフ方式を使用した ***InterAS*** オプション ***B*** のトポロジ



PE1 - P1 - ASBR1 の設定

PE1	P1	ASBR1
	interface Loopback0 ip address 4.1.1.2 255.255.255.255 ip ospf 1 area 0 interface GigabitEthernet1/0/4 no switchport ip address 10.10.1.2 255.255.255.0 ip ospf 1 area 0 mpls ip mpls label protocol ldp ! interface GigabitEthernet1/0/23 no switchport ip address 10.20.1.1 255.255.255.0 ip ospf 1 area 0 mpls ip mpls label protocol ldp	interface Loopback0 ip address 4.1.1.1 255.255.255.255 ip ospf 1 area 0 interface GigabitEthernet1/0/10 no switchport ip address 10.30.1.1 255.255.255.0 mpls bgp forwarding interface GigabitEthernet1/0/23 no switchport ip address 10.20.1.2 255.255.255.0 ip ospf 1 area 0 mpls ip mpls label protocol ldp router ospf 1 router-id 4.1.1.1 nsr nsf redistribute bgp 200 passive-interface GigabitEthernet1/0/10 passive-interface Tunnel0 network 4.1.1.0 0.0.0.255 area 0 router bgp 200 bgp router-id 4.1.1.1 bgp log-neighbor-changes no bgp default ipv4-unicast no bgp default route-target filter neighbor 4.1.1.3 remote-as 200 neighbor 4.1.1.3 update-source Loopback0 neighbor 10.30.1.2 remote-as 300 ! address-family ipv4 neighbor 10.30.1.2 activate neighbor 10.30.1.2 send-label exit-address-family ! address-family vpnv4 neighbor 4.1.1.3 activate neighbor 4.1.1.3 send-community extended neighbor 4.1.1.3 next-hop-self neighbor 10.30.1.2 activate neighbor 10.30.1.2 send-community extended exit-address-family

PE1	P1	ASBR1
vrf definition Mgmt-vrf ! address-family ipv4 exit-address-family ! address-family ipv6 exit-address-family ! vrf definition vrf1 rd 200:1 route-target export 200:1 route-target import 200:1 route-target import 300:1 ! address-family ipv4 exit-address-family interface Loopback0 ip address 4.1.1.3 255.255.255.255 ip ospf 1 area 0 ! interface Loopback1 vrf forwarding vrf1 ip address 192.1.1.1 255.255.255.255 ip ospf 200 area 0 ! interface GigabitEthernet2/0/4 no switchport ip address 10.10.1.1 255.255.255.0 ip ospf 1 area 0 mpls ip mpls label protocol ldp interface GigabitEthernet2/0/9 description to-IXIA-1:p8 no switchport vrf forwarding vrf1 ip address 192.2.1.1 255.255.255.0 ip ospf 200 area 0 router ospf 200 vrf vrf1 router-id 192.1.1.1 nsr nsf redistribute connected redistribute bgp 200 network 192.1.1.1 0.0.0.0 area 0 network 192.2.1.0 0.0.0.255 area 0 router ospf 1 router-id 4.1.1.3 nsr nsf redistribute connected router bgp 200 bgp router-id 4.1.1.3 bgp log-neighbor-changes neighbor 4.1.1.1 remote-as		

PE1	P1	ASBR1
200 neighbor 4.1.1.1 update-source Loopback0 ! address-family vpnv4 neighbor 4.1.1.1 activate neighbor 4.1.1.1 send-community extended exit-address-family ! address-family ipv4 vrf vrf1 redistribute connected redistribute ospf 200 maximum-paths ibgp 4 exit-address-family		

ASBR2 – P2 – PE2 の設定

表 *2:*

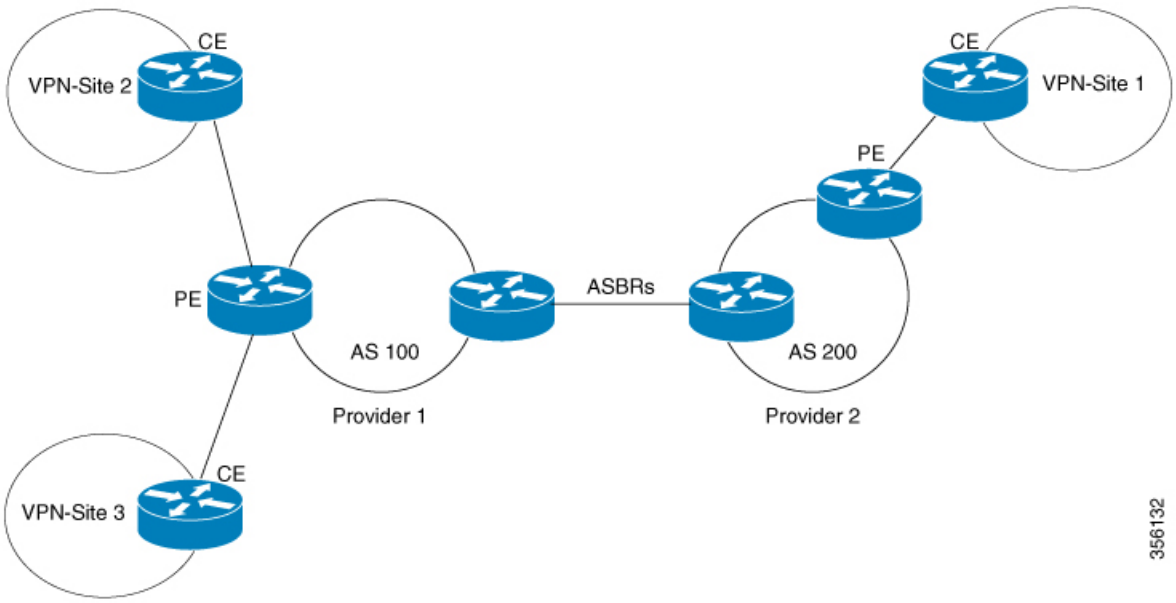
PE2	P2	ASBR2
	interface Loopback0 ip address 5.1.1.2 255.255.255.255 ip ospf 1 area 0 interface GigabitEthernet1/0/1 no switchport ip address 10.50.1.1 255.255.255.0 ip ospf 1 area 0 mpls ip mpls label protocol ldp interface GigabitEthernet2/0/3 no switchport ip address 10.40.1.2 255.255.255.0 ip ospf 1 area 0 mpls ip mpls label protocol ldp	interface Loopback0 ip address 5.1.1.1 255.255.255.255 ip ospf 1 area 0 ! interface GigabitEthernet1/0/37 no switchport ip address 10.30.1.2 255.255.255.0 mpls bgp forwarding interface GigabitEthernet1/0/47 no switchport ip address 10.40.1.1 255.255.255.0 ip ospf 1 area 0 mpls ip mpls label protocol ldp router ospf 1 router-id 5.1.1.1 nsr nsf passive-interface GigabitEthernet1/0/37 passive-interface Tunnel0 network 5.1.1.0 0.0.0.255 area 0 ! router bgp 300 bgp router-id 5.1.1.1 bgp log-neighbor-changes no bgp default ipv4-unicast no bgp default route-target filter neighbor 5.1.1.3 remote-as 300 neighbor 5.1.1.3 update-source Loopback0 neighbor 10.30.1.1 remote-as 200 ! address-family ipv4 neighbor 10.30.1.1 activate neighbor 10.30.1.1 send-label exit-address-family ! address-family vpnv4 neighbor 5.1.1.3 activate neighbor 5.1.1.3 send-community extended neighbor 5.1.1.3 next-hop-self neighbor 10.30.1.1 activate neighbor 10.30.1.1 send-community extended exit-address-family

PE2	P2	ASBR2
vrf definition vrf1 rd 300:1 route-target export 300:1 route-target import 300:1 route-target import 200:1 ! address-family ipv4 exit-address-family interface Loopback0 ip address 5.1.1.3 255.255.255.255 ip ospf 1 area 0 ! interface Loopback1 vrf forwarding vrf1 ip address 193.1.1.1 255.255.255.255 ip ospf 300 area 0 interface GigabitEthernet1/0/1 no switchport ip address 10.50.1.2 255.255.255.0 ip ospf 1 area 0 mpls ip mpls label protocol ldp ! interface GigabitEthernet1/0/2 no switchport vrf forwarding vrf1 ip address 193.2.1.1 255.255.255.0 ip ospf 300 area 0 router ospf 300 vrf vrf1 router-id 193.1.1.1 nsr nsf redistribute connected redistribute bgp 300 network 193.1.1.1 0.0.0.0 area 0 network 193.2.1.0 0.0.0.255 area 0 ! router ospf 1 router-id 5.1.1.3 nsr nsf redistribute connected router bgp 300 bgp router-id 5.1.1.3 bgp log-neighbor-changes neighbor 5.1.1.1 remote-as 300 neighbor 5.1.1.1 update-source Loopback0 ! address-family ipv4 neighbor 5.1.1.1 activate neighbor 5.1.1.1 send-label exit-address-family		

PE2	P2	ASBR2
! address-family vpnv4 neighbor 5.1.1.1 activate neighbor 5.1.1.1 send-community extended exit-address-family ! address-family ipv4 vrf vrf1 redistribute connected redistribute ospf 300 maximum-paths ibgp 4 exit-address-family		

IGP Redistribute Connected Subnet 方式

図 *8 : Redistribute Connected Subnet* 方式を使用した *InterAS* オプション *B* のトポロジ



PE1 - P1 - ASBR1 の設定

PE1	P1	ASBR1
	interface Loopback0 ip address 4.1.1.2 255.255.255.255 ip ospf 1 area 0 interface GigabitEthernet1/0/4 no switchport ip address 10.10.1.2 255.255.255.0 ip ospf 1 area 0 mpls ip mpls label protocol ldp ! interface GigabitEthernet1/0/23 no switchport ip address 10.20.1.1 255.255.255.0 ip ospf 1 area 0 mpls ip mpls label protocol ldp	router ospf 1 router-id 4.1.1.1 nsr nsf redistribute connected passive-interface GigabitEthernet1/0/10 passive-interface Tunnel0 network 4.1.1.0 0.0.0.255 area 0 router bgp 200 bgp router-id 4.1.1.1 bgp log-neighbor-changes no bgp default ipv4-unicast no bgp default route-target filter neighbor 4.1.1.3 remote-as 200 neighbor 4.1.1.3 update-source Loopback0 neighbor 10.30.1.2 remote-as 300 ! address-family vpnv4 neighbor 4.1.1.3 activate neighbor 4.1.1.3 send-community extended neighbor 10.30.1.2 activate neighbor 10.30.1.2 send-community extended exit-address-family mpls ldp router-id Loopback0 force

PE1	P1	ASBR1
vrf definition Mgmt-vrf ! address-family ipv4 exit-address-family ! address-family ipv6 exit-address-family ! vrf definition vrf1 rd 200:1 route-target export 200:1 route-target import 200:1 route-target import 300:1 ! address-family ipv4 exit-address-family interface Loopback0 ip address 4.1.1.3 255.255.255.255 ip ospf 1 area 0 ! interface Loopback1 vrf forwarding vrf1 ip address 192.1.1.1 255.255.255.255 ip ospf 200 area 0 ! interface GigabitEthernet2/0/4 no switchport ip address 10.10.1.1 255.255.255.0 ip ospf 1 area 0 mpls ip mpls label protocol ldp interface GigabitEthernet2/0/9 description to-IXIA-1:p8 no switchport vrf forwarding vrf1 ip address 192.2.1.1 255.255.255.0 ip ospf 200 area 0 router ospf 200 vrf vrf1 router-id 192.1.1.1 nsr nsf redistribute connected redistribute bgp 200 network 192.1.1.1 0.0.0.0 area 0 network 192.2.1.0 0.0.0.255 area 0 router ospf 1 router-id 4.1.1.3 nsr nsf redistribute connected router bgp 200 bgp router-id 4.1.1.3 bgp log-neighbor-changes neighbor 4.1.1.1 remote-as		

PE1	P1	ASBR1
200 neighbor 4.1.1.1 update-source Loopback0 ! address-family vpnv4 neighbor 4.1.1.1 activate neighbor 4.1.1.1 send-community extended exit-address-family ! address-family ipv4 vrf vrf1 redistribute connected redistribute ospf 200 maximum-paths ibgp 4 exit-address-family		

ASBR2 – P2 – PE2 の設定

PE2	P2	ASBR2
	interface Loopback0 ip address 5.1.1.2 255.255.255.255 ip ospf 1 area 0 interface GigabitEthernet1/0/1 no switchport ip address 10.50.1.1 255.255.255.0 ip ospf 1 area 0 mpls ip mpls label protocol ldp interface GigabitEthernet2/0/3 no switchport ip address 10.40.1.2 255.255.255.0 ip ospf 1 area 0 mpls ip mpls label protocol ldp	router ospf 1 router-id 5.1.1.1 nsr nsf redistribute connected passive-interface GigabitEthernet1/0/10 passive-interface Tunnel0 network 5.1.1.0 0.0.0.255 area 0 router bgp 300 bgp router-id 5.1.1.1 bgp log-neighbor-changes no bgp default ipv4-unicast no bgp default route-target filter neighbor 5.1.1.3 remote-as 300 neighbor 5.1.1.3 update-source Loopback0 neighbor 10.30.1.1 remote-as 200 ! address-family vpnv4 neighbor 5.1.1.3 activate neighbor 5.1.1.3 send-community extended neighbor 10.30.1.1 activate neighbor 10.30.1.1 send-community extended exit-address-family mpls ldp router-id Loopback0 force

PE2	P2	ASBR2
vrf definition vrf1 rd 300:1 route-target export 300:1 route-target import 300:1 route-target import 200:1 ! address-family ipv4 exit-address-family interface Loopback0 ip address 5.1.1.3 255.255.255.255 ip ospf 1 area 0 ! interface Loopback1 vrf forwarding vrf1 ip address 193.1.1.1 255.255.255.255 ip ospf 300 area 0 interface GigabitEthernet1/0/1 no switchport ip address 10.50.1.2 255.255.255.0 ip ospf 1 area 0 mpls ip mpls label protocol ldp ! interface GigabitEthernet1/0/2 no switchport vrf forwarding vrf1 ip address 193.2.1.1 255.255.255.0 ip ospf 300 area 0 router ospf 300 vrf vrf1 router-id 193.1.1.1 nsr nsf redistribute connected redistribute bgp 300 network 193.1.1.1 0.0.0.0 area 0 network 193.2.1.0 0.0.0.255 area 0 ! router ospf 1 router-id 5.1.1.3 nsr nsf redistribute connected router bgp 300 bgp router-id 5.1.1.3 bgp log-neighbor-changes neighbor 5.1.1.1 remote-as 300 neighbor 5.1.1.1 update-source Loopback0 ! address-family ipv4 neighbor 5.1.1.1 activate neighbor 5.1.1.1 send-label		

PE2	P2	ASBR2
exit-address-family ! address-family vpnv4 neighbor 5.1.1.1 activate neighbor 5.1.1.1 send-community extended exit-address-family ! address-family ipv4 vrf vrf1 redistribute connected redistribute ospf 300 maximum-paths ibgp 4 exit-address-family		

MPLS VPN InterAS オプションに関するその他の参考資料

関連資料

関連項目	マニュアル タイトル
この章で使用するコマンドの完全な構文および使用方法の詳細。	の「MPLS コマンド」の項を参照してください。*Command Reference (Catalyst 9300 Series Switches)*

MPLS VPN InterAS オプションの機能履歴

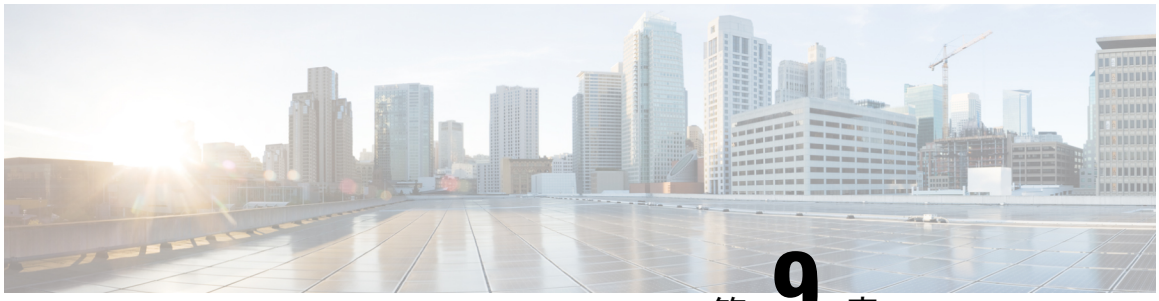
次の表に、このモジュールで説明する機能のリリースおよび関連情報を示します。

これらの機能は、特に明記されていない限り、導入されたリリース以降のすべてのリリースで使用できます。

.

リリース	機能	機能情報
Cisco IOS XE Gibraltar 16.11.1	MPLS VPN InterAS オプション B	InterAS オプションは、iBGP および eBGP ピアリングを使用して、異なる AS 内の VPN が相互に通信できるようにします。InterAS オプション B ネットワークでは、ASBR ポートは、MPLS トラフィックを受信できる 1 つ以上のインターフェイスによって接続されます。

Cisco Feature Navigator を使用すると、プラットフォームおよびソフトウェアイメージのサポート情報を検索できます。Cisco Feature Navigator には、http://www.cisco.com/go/cfn [英語] からアクセスします。



第 9 章

MPLS over GRE の設定

MPLS over GRE の前提条件

次のルーティングプロトコルが正しく設定され、動作していることを確認します。

- ラベル配布プロトコル（LDP）：MPLS ラベル配布の場合。
- コアデバイス P1-P-P2 間のルーティングプロトコル（ISIS または OSFP）
- PE1-P1 と PE2-P2 間の MPLS
- 入力トラフィックは MPLS ネットワークから IP コアに入り、出力トラフィックは IP コアを出て MPLS ネットワークに入るため、プロトコル境界を通過するときに QoS グループ値を使用して QoS ポリシーを定義することをお勧めします。

GRE を介した MPLS の制約事項

- GRE トンネリング：
  - L2VPN over mGRE および L3VPN over mGRE はサポートされていません。
  - トンネル送信元は、ループバックインターフェイスまたはレイヤ3インターフェイスにのみできます。これらのインターフェイスは、物理インターフェイスまたは EtherChannel のいずれかです。

- トンネルインターフェイスは、スタティックルート、Enhanced Interior Gateway Routing Protocol（EIGRP）、および Open Shortest Path First（OSPF）ルーティングプロトコルをサポートしています。
- GRE オプション：シーケンシング、チェックサム、およびソースルートはサポートされていません。

- IPv6 Generic Routing Encapsulation（GRE）はサポートされていません。
- Carrier Supporting Carrier（CSC）はサポートされていません。

MPLS over GRE に関する情報

MPLS over GRE 機能は、非 MPLS ネットワーク経由でマルチプロトコル ラベル スイッチング（MPLS）パケットのトンネリングを行うためのメカニズムを提供します。この機能を使用すると、非 MPLS ネットワーク間の Generic Routing Encapsulation（GRE）トンネルを作成できます。MPLS パケットは、GRE トンネル パケット内でカプセル化され、カプセル化されたパケットは、GRE トンネルを経由して非 MPLS ネットワークを通ります。GRE トンネル パケットを非 MPLS ネットワークの反対側で受信すると、GRE トンネル パケット ヘッダーが削除され、内部の MPLS パケットが最終的な宛先に転送されます。GRE トンネルのエンドポイント間のコアネットワークは ISIS または OSPF ルーティングプロトコルを使用しますが、GRE トンネルは OSPF または EIGRP を使用します。

PE-to-PE トンネリング

プロバイダーエッジ間（PE-to-PE）トンネリング設定によって、非MPLSネットワーク間の複数のカスタマーネットワークをスケーラブルな方法で接続できます。この設定を使用して、複数のカスタマー ネットワーク宛のトラフィックは、単一の Generic Routing Encapsulation（GRE）トンネルから多重化されます。

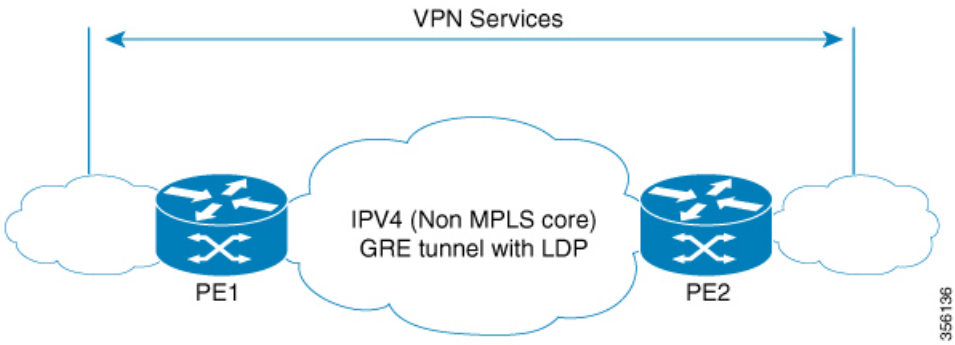
（注） 類似したスケーラブルではない代替方法は、別個のGREトンネルから各カスタマー ネットワークに接続することです（たとえば、1 つのカスタマー ネットワークを各 GRE トンネルに接続します）。

非 MPLS ネットワークのいずれかの側にある PE デバイスは、（非 MPLS ネットワーク内で動作している）ルーティング プロトコルを使用して、非 MPLS ネットワークのもう一方の側にあるPEデバイスについて学習します。PEデバイス間に確立された学習ルートは、メインまたはデフォルトのルーティング テーブルに格納されます。

反対方向の PE デバイスは、OSPF または EIGRP を使用して、PE デバイスの背後にあるカスタマーネットワークに関連付けられたルートについて学習します。これらの学習ルートは、非 MPLS ネットワークには認識されません。

次の図は、非 MPLS ネットワークにまたがる GRE トンネルを介した、ある PE デバイスから別の PE デバイスへのエンドツーエンド IP コアを示しています。

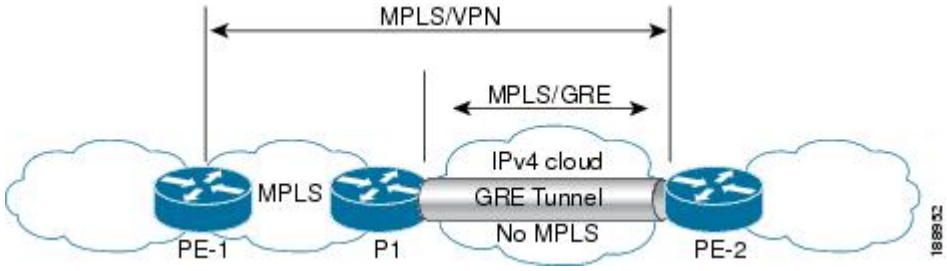
図 *9 : PE-to-PE* トンネリング



P-to-PE トンネリング

Provider-to-Provider Edge（P-to-PE）トンネリング設定によって、非マルチプロトコル ラベル スイッチング（MPLS）ネットワークで PE デバイス（P1）を MPLS セグメント（PE-2）に接続できます。この設定では、非MPLS ネットワークの一方の側宛の MPLS トラフィックは、単一の Generic Routing Encapsulation（GRE）トンネル経由で送信されます。

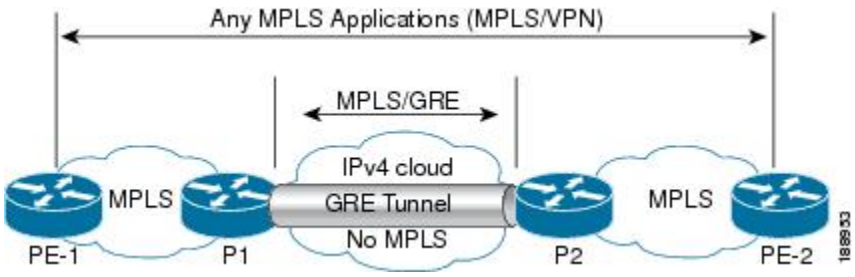
図 *10 : P-to-PE* トンネリング



P-to-P トンネリング

下図に示すように、Provider-to-Provider（P-to-P）設定によって、非マルチプロトコル ラベル スイッチング（MPLS）ネットワークで 2 つの MPLS セグメント（P1 から P2）を接続できます。この設定では、非 MPLS ネットワークの一方の側宛の MPLS トラフィックは、単一の Generic Routing Encapsulation（GRE）トンネル経由で送信されます。

図 *11 : P-to-P* トンネリング



GRE を介した MPLS の設定方法

次の項では、GRE を介した MPLS のさまざまな設定手順について説明します。

MPLS over GRE トンネル インターフェイスの設定

MPLS over GRE 機能を設定するには、非 MPLS ネットワークにまたがる GRE トンネルを作成する必要があります。次の手順は、GRE トンネルの両方の終端にあるデバイスで実行する必要があります。

手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	**enable** 例： `Device> enable`	特権 EXEC モードを有効にします。 • パスワードを入力します（要求された場合）。
ステップ 2	**configure terminal** 例： `Device# 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 3	**interface tunnel** *tunnel-number* 例： `Device(config)# interface tunnel 1`	トンネル インターフェイスを作成します。続いて、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 4	**ip address** *ip-address mask* 例： `Device(config-if)# ip address 10.0.0.1 255.255.255.0`	トンネル インターフェイスに IP アドレスを割り当てます。

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 5	**tunnel source** *source-address* 例： `Device(config-if)# tunnel source 10.1.1.1`	トンネル送信元 IP アドレスを指定します。
ステップ 6	**tunnel destination** *destination-address* 例： `Device(config-if)# tunnel destination 10.1.1.2`	トンネル宛先IPアドレスを指定します。
ステップ 7	**mpls ip** 例： `Device(config-if)# mpls ip`	トンネルの物理インターフェイスでマルチプロトコル ラベル スイッチング（MPLS）を有効にします。
ステップ 8	**end** 例： `Device(config-if)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。

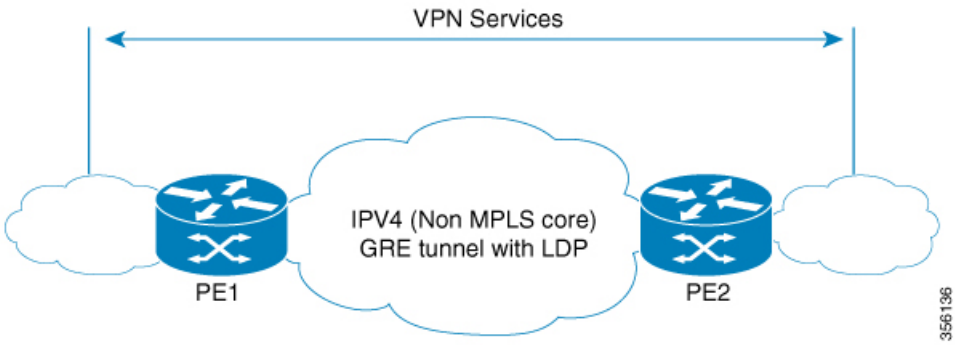
MPLS over GRE の設定例

次の項では、GRE を介した MPLS のさまざまな設定例について説明します。

例：PE-to-PE トンネリング

次に、2つのプロバイダーエッジ（PE）デバイスでの基本的なMPLS設定を示します。PE-to-PE トンネリングは、GRE トンネルを使用して非 MPLS ネットワーク経由でトラフィックを送信します。

図 *12 : PE-to-PE* トンネリングのトポロジ



PE1 の設定

```
!
mpls ip
!
interface loopback 10
ip address 11.2.2.2 255.255.255.255
ip router isis
!
interface GigabitEthernet 1/1/1
ip address 1.1.1.1 255.255.255.0
ip router isis
!
interface Tunnel 1
ip address 10.0.0.1 255.255.255.0
ip ospf 1 are 0
tunnel source 11.2.2.2
tunnel destination 11.1.1.1
mpls ip
!
interface Vlan701
ip address 65.1.1.1 255.255.255.0
ip ospf 1 area 0
!
```

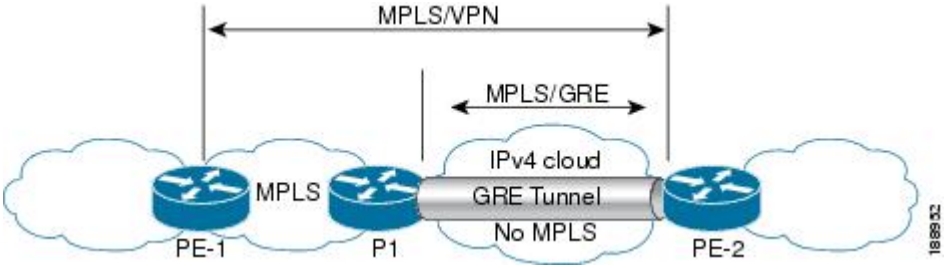
PE2 の設定

```
!
mpls ip
!
interface loopback 10
ip address 11.1.1.1 255.255.255.255
ip router isis
!
interface GigabitEthernet 1/1/1
ip address 2.1.1.1 255.255.255.0
ip router isis
!
interface Tunnel 1
ip address 10.0.0.2 255.255.255.0
ip ospf 1 are 0
tunnel source 11.1.1.1
tunnel destination 11.2.2.2
mpls ip
!
interface Vlan701
ip address 75.1.1.1 255.255.255.0
ip ospf 1 area 0
!
```

例：P-to-PE トンネリング

次に、2 つのプロバイダー（P）デバイス（P-to-PE トンネリング）での基本的な MPLS 設定を示します。P-to-PE トンネリングでは、GRE トンネルを使用して非 MPLS ネットワーク経由でトラフィックが送信されます。

図 *13 : P-to-PE* トンネリングのトポロジ



PE1 の設定

```
!
mpls ip
!
interface GigabitEthernet 1/1/1
ip address 3.1.1.2 255.255.255.0
ip ospf 1 are 0
mpls ip
!
interface Vlan701
ip address 75.1.1.1 255.255.255.0
ip ospf 1 area 0
!
```

P1 の設定

```
!
mpls ip
!
interface loopback 10
ip address 11.2.2.2 255.255.255.255
ip router isis
!
interface GigabitEthernet 1/1/1
ip address 1.1.1.1 255.255.255.0
ip router isis
!
interface GigabitEthernet 1/1/2
ip address 3.1.1.1 255.255.255.0
ip ospf 1 are 0
mpls ip
!
interface Tunnel 1
ip address 10.0.0.1 255.255.255.0
ip ospf 1 are 0
tunnel source 11.2.2.2
tunnel destination 11.1.1.1
mpls ip
!
```

PE2 の設定

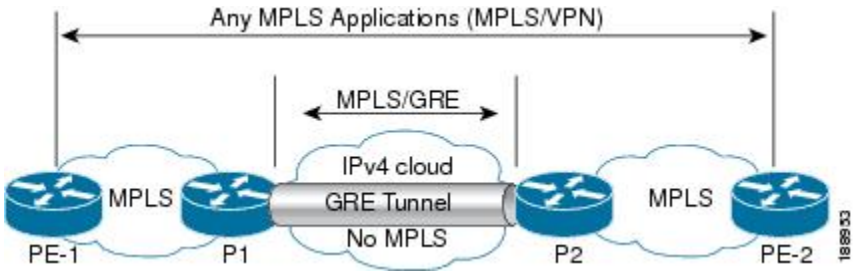
```
!
mpls ip
!
```

```
interface loopback 10
ip address 11.1.1.1 255.255.255.255
ip router isis
!
interface GigabitEthernet 1/1/1
ip address 2.2.1.1 255.255.255.0
ip router isis
!
interface Tunnel 1
ip address 10.0.0.2 255.255.255.0
ip ospf 1 are 0
tunnel source 11.1.1.1
tunnel destination 11.2.2.2
mpls ip
!
interface Vlan701
ip address 75.1.1.1 255.255.255.0
ip ospf 1 area 0
!
```

例：P-to-P トンネリング

次に、2 つのプロバイダー（P）デバイス（P-to-PE トンネリング）での基本的な MPLS 設定の例を示します。P-to-PE トンネリングでは、GRE トンネルを使用して非 MPLS ネットワーク経由でトラフィックが送信されます。

図 *14 : P-to-P* トンネリングのトポロジ



P1 の設定

```
!
interface Loopback10
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.255
 ip router isis
!
interface Tunnel10
 ip address 10.10.10.1 255.255.255.252
 ip ospf 1 area 0
 mpls ip
 tunnel source 10.1.1.1
 tunnel destination 10.2.1.1
```

P2 の設定

```
!
interface Tunnel10
```

```
 ip address 10.10.10.2 255.255.255.252
 ip ospf 1 area 0
 mpls ip
 tunnel source 10.2.1.1
 tunnel destination 10.1.1.1
!
interface Loopback10
 ip address 10.2.1.1 255.255.255.255
 ip router isis
```

MPLS over GRE に関するその他の参考資料

関連資料

関連項目	マニュアル タイトル
この章で使用するコマンドの完全な構文および使用方法の詳細。	の「MPLS コマンド」の項を参照してください。*Command Reference (Catalyst 9300 Series Switches)*

MPLS over GRE の機能履歴

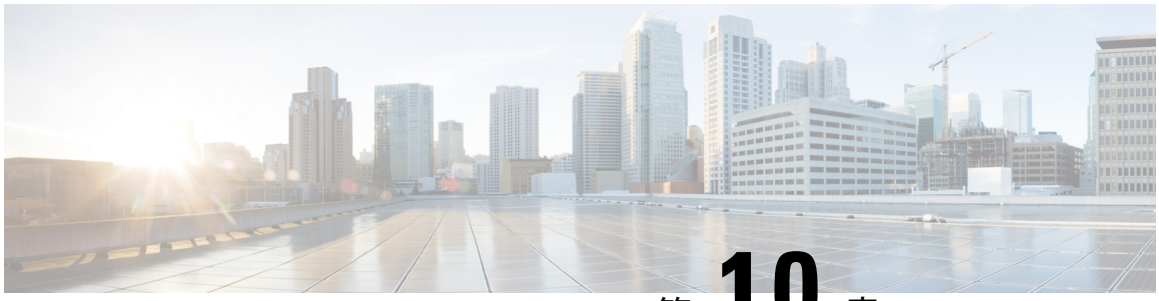
次の表に、このモジュールで説明する機能のリリースおよび関連情報を示します。

これらの機能は、特に明記されていない限り、導入されたリリース以降のすべてのリリースで使用できます。

リリース	機能	機能情報
Cisco IOS XE Gibraltar 16.11.1	MPLS over GRE	GRE を介した MPLS 機能は、Generic Routing Encapsulation（GRE）トンネルを作成することで、非 MPLS ネットワーク経由でマルチプロトコル ラベル スイッチング（MPLS）パケットのトンネリングを行うためのメカニズムを提供します。MPLS パケットは、GRE トンネル パケット内でカプセル化され、カプセル化されたパケットは、GRE トンネルを経由して非 MPLS ネットワークを通ります。GRE トンネル パケットを非 MPLS ネットワークの反対側で受信すると、GRE トンネル パケット ヘッダーが削除され、内部の MPLS パケットが最終的な宛先に転送されます。

Cisco Feature Navigator を使用すると、プラットフォームおよびソフトウェアイメージのサポート情報を検索できます。Cisco Feature Navigator にアクセスするには、https://cfnng.cisco.com/にアクセスします。

http://www.cisco.com/go/cfn。



第 10 章

MPLS QoS：EXP の分類およびマーキング

MPLS EXP の分類とマーキング

QoS EXP Matching 機能を使用すれば、マルチプロトコル ラベル スイッチング（MPLS）Experimental ビット（EXP ビット）フィールドを変更することで、ネットワーク トラフィックを分類し、マーキングすることができます。このモジュールでは、MPLS EXP フィールドを使用してネットワーク トラフィックを分類してマーキングするための概念情報と設定作業について説明します。

MPLS EXP の分類とマーキングの前提条件

- スイッチは MPLS プロバイダー エッジ（PE）またはプロバイダー（P）ルータとして設定する必要があります。この設定には、有効なラベル プロトコルと基礎となる IP ルーティング プロトコルの設定を含めることができます。

MPLS EXP の分類とマーキングの制約事項

- MPLS の分類とマーキングは、運用可能な MPLS ネットワーク内でのみ実行できます。
- MPLS EXP 分類とマーキングは、MPLS がイネーブルになっているインターフェイスか、またはその他のインターフェイス上の MPLS トラフィックでのみサポートされます。
- パケットが入力で IP タイプ オブ サービス（ToS）またはサービス クラス（CoS）によって分類された場合は、出力で MPLS EXP によって再分類できません（インポジション ケース）。ただし、パケットが入力で MPLS によって分類された場合は、出力で IP ToS、CoS、または Quality of Service（QoS）グループによって再分類できます（ディスポジション ケース）。
- プロトコルの境界を越えてトラフィックに QoS を適用するには、QoS グループを使用します。入力トラフィックを分類し、QoS グループに割り当てることができます。その後に、出力で QoS グループを分類し、QoS を適用することができます。

- パケットが MPLS でカプセル化されている場合は、IP などの他のプロトコルの MPLS ペイロードをチェックして分類またはマーキングすることはできません。MPLS EXP マーキングのみが MPLS によってカプセル化されたパケットに影響します。

MPLS EXP の分類とマーキングに関する情報

このセクションでは、MPLS EXP の分類およびマーキングに関する情報を示します。

MPLS EXP の分類とマーキングの概要

QoS EXP Matching 機能を使用すれば、MPLS パケットの MPLS EXP フィールドに値を設定することによってネットワーク トラフィックを整理できます。MPLS EXP フィールドで異なった値を選択することにより、輻輳時にパケットが必要なプライオリティを持つようパケットをマーキングすることができます。MPLS EXP 値の設定によって次のことが可能になります。

- トラフィックの分類

  分類プロセスでマーキングするトラフィックが選択されます。分類は、トラフィックを複数の優先順位レベル、つまり、サービス クラスに分割することによりこのプロセスを実施します。トラフィック分類は、クラス ベースの QoS プロビジョニングのプライマリ コンポーネントです。詳細については、『Classifying Network Traffic』モジュールを参照してください。

- トラフィックのポリシングとマーキング

  ポリシングでは、設定されたレートを上回るトラフィックが廃棄されるか、別のドロップレベルにマーキングされます。トラフィックのマーキングは、パケット フローを特定してそれらを区別する方法です。パケット マーキングを利用すれば、ネットワークを複数の優先プライオリティ レベルまたはサービス クラスに分割することができます。詳細については、『Marking Network Traffic』モジュールを参照してください。

MPLS 実験フィールド

MPLS Experimental ビット（EXP）フィールドは、ノードからパケットに付加される QoS 処理（Per-Hop Behavior）を定義するために使用可能な MPLS ヘッダー内の 3 ビット フィールドです。IP ネットワークでは、DiffServ コード ポイント（DSCP）（6 ビット フィールド）でクラスとドロップ優先順位が定義されます。EXP ビットは、IP DSCP でエンコードされた情報の一部を伝達するためにも、ドロップ優先順位をエンコードするためにも使用できます。

デフォルトで、Cisco IOS ソフトウェアは、IP パケットの DSCP または IP precedence の上位 3 ビットを MPLS ヘッダー内の EXP フィールドにコピーします。このアクションは、MPLS ヘッダーが初めて IP パケットに付加されたときに実行されます。ただし、DSCP または IP precedence と EXP ビットとの間のマッピングを定義することによって、EXP フィールドを設定することもできます。このマッピングは、 **set mpls experimental** コマンドまたは **police** コマンドを使用して設定されます。詳細については、「MPLS EXP の分類とマーキングの方法」を参照してください。

（注） **set ip dscp** により設定されたポリシーマップは、プロバイダーエッジデバイスではサポートされません。MPLS ラベルインポジションノードのポリシーアクションは、**set mpls experimental imposition** 値に基づく必要があります。ただし、入力インターフェイスと出力インターフェイスの両方がレイヤ 3 ポートである場合、アクション **set ip dscp** が指定されたポリシーマップはサポートされます。

MPLS EXP マーキング操作を実行するには、テーブルマップを使用します。入力ポリシー内の別のトラフィック クラスに QoS グループを割り当て、テーブルマップを使用して QoS グループを出力ポリシー内の DSCP および EXP マーキングに変換することをお勧めします。

MPLS EXP の分類とマーキングのメリット

ネットワーク経由で伝送されるパケットの IP precedence フィールド値をサービス プロバイダーが変更したくない場合は、MPLS EXP フィールド値を使用して IP パケットを分類してマーキングできます。

MPLS EXP フィールド用の複数の値を選択することにより、ネットワーク輻輳が発生した場合に重大なパケットが優先されるようにそのようなパケットをマーキングすることができます。

MPLS EXP の分類とマーキングの方法

このセクションでは、MPLS EXP を分類およびマーキングする方法に関する情報を示します。

MPLS カプセル化パケットの分類

match mpls experimental topmost コマンドを使用すれば、MPLS ドメイン内のパケット EXP 値に基づくトラフィック クラスを定義できます。これらのクラスは、**police** コマンドを使用して EXP トラフィックをマーキングするサービス ポリシーを定義するために使用できます。

手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	**enable** 例： `Device> enable`	特権 EXEC モードを有効にします。 • パスワードを入力します（要求された場合）。
ステップ 2	**configure terminal** 例： `Device# 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。

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 3	**class-map** [**match-all** | **match-any**] *class-map-name* 例： `Device(config)# class-map exp3`	トラフィックを指定したクラスにマッチングするために使用するクラス マップを作成し、クラス マップ コンフィギュレーション モードを開始します。 • クラス マップ名を入力します。
ステップ 4	**match mpls experimental topmost** *mpls-exp-value* 例： `Device(config-cmap)# match mpls experimental topmost 3`	一致基準を指定します。 （注） **match mpls experimental topmost** コマンドは、最上位ラベル ヘッダー内の EXP 値に基づいてトラフィックを分類します。
ステップ 5	**end** 例： `Device(config-cmap)# end`	（任意）特権EXECモードに戻ります。

最も外側のラベルでの MPLS EXP のマーキング

インポーズされたラベル エントリの MPLS EXP フィールドの値を設定するには、次の作業を実行します。

始める前に

通常の設定では、インポジションでのMPLSパケットのマーキングがIP ToSまたはCoSフィールドに基づく入力分類で使用されます。

（注） IP インポジション マーキングでは、デフォルトで、IP precedence 値が MPLS EXP 値にコピーされます。

（注） プロバイダーエッジのイーグレスポリシーは、入力時の再マーキングポリシーがある場合にのみ、MPLS EXP クラスの一致により機能します。入力時のプロバイダーエッジは IP インターフェイスであり、デフォルトではDSCP値のみが信頼されています。入力時の再マーキングポリシーを設定しない場合、キューイングのラベルはMPLS EXP値ではなくDSCP値に基づいて生成されます。ただし、中継プロバイダールータは MPLS インターフェイス上で動作するため、入力時の再マーキングポリシーを設定しなくても機能します。

（注） **set mpls experimental imposition** コマンドは、新しいまたは追加の MPLS ラベルが追加されたパケットに対してのみ機能します。

手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	**enable** 例： `Device> enable`	特権 EXEC モードを有効にします。 • パスワードを入力します（要求された場合）。
ステップ 2	**configure terminal** 例： `Device# 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 3	**policy-map** *policy-map-name* 例： `Device(config)# policy-map mark-up-exp-2`	作成されるポリシー マップの名前を指定し、ポリシー マップ コンフィギュレーション モードを開始します。 • ポリシー マップ名を入力します。
ステップ 4	**class** *class-map-name* 例： `Device(config-pmap)# class prec012`	トラフィックを指定したクラスにマッチングするために使用するクラス マップを作成し、クラス マップ コンフィギュレーション モードを開始します。 • クラス マップ名を入力します。
ステップ 5	**set mpls experimental imposition** *mpls-exp-value* 例： `Device(config-pmap-c)# set mpls experimental imposition 2`	上部のラベルの MPLS EXP フィールドの値を設定します。
ステップ 6	**end** 例： `Device(config-pmap-c)# end`	（任意）特権EXECモードに戻ります。

ラベル スイッチド パケットでの MPLS EXP のマーキング

ラベル スイッチド パケットでの MPLS EXP フィールドを設定するには、次の作業を実行します。

始める前に

（注） **set mpls experimental topmost** コマンドは、MPLS トラフィックの最も外側のラベルに EXP をマークします。入力ポリシーでのこのマーキングにより、出力ポリシーに MPLS EXP 値に基づく分類を含める必要があります。

手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	**enable** 例： `Device> enable`	特権 EXEC モードを有効にします。 • パスワードを入力します（要求された場合）。
ステップ 2	**configure terminal** 例： `Device# 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 3	**policy-map** *policy-map-name* 例： `Device(config)# policy-map mark-up-exp-2`	作成されるポリシー マップの名前を指定し、ポリシー マップ コンフィギュレーション モードを開始します。 • ポリシー マップ名を入力します。
ステップ 4	**class** *class-map-name* 例： `Device(config-pmap)# class-map exp012`	トラフィックを指定したクラスにマッチングするために使用するクラス マップを作成し、クラス マップ コンフィギュレーション モードを開始します。 • クラス マップ名を入力します。
ステップ 5	**set mpls experimental topmost** *mpls-exp-value* 例： `Device(config-pmap-c)# set mpls experimental topmost 2`	出力インターフェイスの最上位ラベルの MPLS EXP フィールド値を設定します。

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 6	**end** 例： `Device(config-pmap-c)# end`	（任意）特権EXECモードに戻ります。

条件付きマーキングの設定

すべてのインポーズされたラベルにMPLS EXPフィールドの値を条件付きで設定するには、次の作業を実行します。

始める前に

（注） **set-mpls-exp-topmost-transmit** アクションは、MPLS カプセル化パケットにのみ影響します。**set-mpls-exp-imposition-transmit** アクションは、パケットに追加されたすべての新しいラベルに影響します。

手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	**enable** 例： `Device> enable`	特権 EXEC モードを有効にします。 • パスワードを入力します（要求された場合）。
ステップ 2	**configure terminal** 例： `Device# 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 3	**policy-map** *policy-map-name* 例： `Device(config)# policy-map ip2tag`	作成されるポリシー マップの名前を指定し、ポリシー マップ コンフィギュレーション モードを開始します。 • ポリシー マップ名を入力します。
ステップ 4	**class** *class-map-name* 例： `Device(config-pmap)# class iptcp`	トラフィックと指定されたクラスを照合するために使用するクラス マップを作成し、ポリシーマップ クラス コンフィギュレーション モードを開始します。 • クラス マップ名を入力します。

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 5	**police cir** *bps* **bc pir** *bps* **be** 例： `Device(config-pmap-c)# police cir 1000000 pir 2000000`	分類するトラフィック用のポリサーを定義し、ポリシーマップ クラス ポリシング コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 6	**conform-action transmit** 例： `Device(config-pmap-c-police)# conform-action transmit 3`	ポリサーで指定された値に適合するパケットに対して実行するアクションを定義します。 • この例では、パケットが認定情報レート（cir）に適合する場合または適合バースト（bc）サイズ以内の場合に、MPLS EXP フィールドが 3 に設定されます。
ステップ 7	**exceed-action set-mpls-exp-topmost-transmit dscp table** *dscp-table-value* 例： `Device(config-pmap-c-police)# exceed-action set-mpls-exp-topmost-transmit dscp table dscp2exp`	ポリサーで指定された値を上回るパケットに対して実行するアクションを定義します。
ステップ 8	**violate-action drop** 例： `Device(config-pmap-c-police)# violate-action drop`	レートが最大情報レート（pir）を超えており、bc と be の範囲外のパケットに対して実行するアクションを定義します。 • 違反アクションを指定する前に、超過アクションを指定する必要があります。 • この例では、パケット レートが pir レートを超えており、bc と be の範囲外の場合に、パケットがドロップされます。
ステップ 9	**end** 例： `Device(config-pmap-c-police)# end`	（任意）特権 EXEC モードに戻ります。

MPLS EXP の分類とマーキングの設定例

このセクションでは、MPLS EXP の分類とマーキングの設定例を示します。

例：MPLS カプセル化パケットの分類

MPLS EXP クラス マップの定義

次に、MPLS 実験値 3 を含むパケットと一致する exp3 という名前のクラス マップを定義する例を示します。

```
Device(config)# class-map exp3
Device(config-cmap)# match mpls experimental topmost 3
Device(config-cmap)# exit
```

ポリシー マップの定義とポリシー マップの入力インターフェイスへの適用

次の例では、上の例でポリシーマップを定義するために作成したクラスマップを使用します。また、この例では、入力トラフィックの物理インターフェイスにポリシーマップを適用します。

```
Device(config)# policy-map change-exp-3-to-2
Device(config-pmap)# class exp3
Device(config-pmap-c)# set mpls experimental topmost 2
Device(config-pmap)# exit
Device(config)# interface GigabitEthernet 0/0/0
Device(config-if)# service-policy input change-exp-3-to-2
Device(config-if)# exit
```

ポリシー マップの定義とポリシー マップの出力インターフェイスへの適用

次の例では、上の例でポリシーマップを定義するために作成したクラスマップを使用します。また、この例では、出力トラフィックの物理インターフェイスにポリシーマップを適用します。

```
Device(config)# policy-map WAN-out
Device(config-pmap)# class exp3
Device(config-pmap-c)# shape average 10000000
Device(config-pmap-c)# exit
Device(config-pmap)# exit
Device(config)# interface GigabitEthernet 0/0/0
Device(config-if)# service-policy output WAN-out
Device(config-if)# exit
```

例：最も外側のラベルでの MPLS EXP のマーキング

MPLS EXP インポジション ポリシー マップの定義

次の例では、転送されたパケットの IP precedence 値に基づいて MPLS EXP インポジション値を 2 に設定するポリシー マップを定義します。

```
Device# configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Device(config)# class-map prec012
Device(config-cmap)# match ip prec 0 1 2
Device(config-cmap)# exit
Device(config)# policy-map mark-up-exp-2
Device(config-pmap)# class prec012
Device(config-pmap-c)# set mpls experimental imposition 2
Device(config-pmap-c)# exit
Device(config-pmap)# exit
```

MPLS EXP インポジション ポリシー マップをメイン インターフェイスに適用する

次に、ポリシー マップをギガビット イーサネット インターフェイス 0/0/0 に適用する例を示します。

```
Device# configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Device(config)# interface GigabitEthernet 0/0/0
Device(config-if)# service-policy input mark-up-exp-2
Device(config-if)# exit
```

例：ラベル スイッチド パケットの MPLS EXP のマーキング

MPLS EXP ラベル スイッチド パケット ポリシー マップの定義

次の例では、転送されたパケットの MPLS EXP 値に基づいて MPLS EXP 最上位値を 2 に設定するポリシー マップを定義します。

```
Device# configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Device(config)# class-map exp012
Device(config-cmap)# match mpls experimental topmost 0 1 2
Device(config-cmap)# exit
Device(config-cmap)# policy-map mark-up-exp-2
Device(config-pmap)# class exp012
Device(config-pmap-c)# set mpls experimental topmost 2
Device(config-pmap-c)# exit
Device(config-pmap)# exit
```

メイン インターフェイスへの MPLS EXP ラベル スイッチド パケット ポリシー マップの適用

次に、ポリシー マップのメイン インターフェイスへの適用例を示します。

```
Switch# configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Device(config)# interface GigabitEthernet 0/0/0
Device(config-if)# service-policy input mark-up-exp-2
Device(config-if)# exit
```

例：条件付きマーキングの設定

この例では、**ip2tag** ポリシー マップに含まれる **iptcp** クラス用のポリサーを作成し、そのポリシー マップをギガビット イーサネット インターフェイスに適用します。

```
Device(config)# policy-map ip2tag
Device(config-pmap)# class iptcp
Device(config-pmap-c)# police cir 1000000 pir 2000000
Device(config-pmap-c-police)# conform-action transmit
Device(config-pmap-c-police)# exceed-action set-mpls-exp-imposition-transmit 2
Device(config-pmap-c-police)# violate-action drop
Device(config-pmap-c-police)# exit
Device(config-pmap-c)# exit
Device(config-pmap)# exit
Device(config)# interface GigabitEthernet 0/0/1
Device(config-if)# service-policy input ip2tag
```

その他の参考資料

関連資料

関連項目	マニュアル タイトル
QoS コマンド	『*Cisco IOS Quality of Service Solutions Command Reference*』

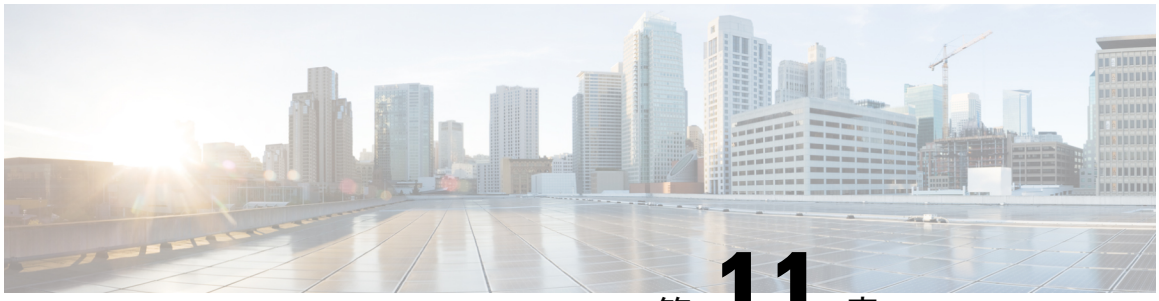
QoS MPLS EXP の機能履歴

次の表に、このモジュールで説明する機能のリリースおよび関連情報を示します。

これらの機能は、特に明記されていない限り、導入されたリリース以降のすべてのリリースで使用できます。

リリース	機能	機能情報
Cisco IOS XE Everest 16.5.1a	QoS MPLS EXP	QoS EXP Matching 機能を使用すると、マルチプロトコル ラベル スイッチング（MPLS）Experimental ビット（EXP ビット）フィールドを変更することで、ネットワークトラフィックを分類、マーキング、およびキューイングできます。

Cisco Feature Navigator を使用すると、プラットフォームおよびソフトウェアイメージのサポート情報を検索できます。Cisco Feature Navigator には、http://www.cisco.com/go/cfn [英語] からアクセスします。



第 11 章

MPLS スタティックラベルの設定

MPLS スタティック ラベル

このマニュアルでは、Cisco MPLS スタティック ラベル機能について説明します。MPLS スタティック ラベル機能は、次のものをスタティックに設定できるようにします。

- ラベルと IPv4 プレフィックス間のバインディング
- LFIB 相互接続エントリの内容

MPLS スタティック ラベルの前提条件

MPLS スタティック ラベルをイネーブルにするには、次の Cisco IOS 機能をネットワークでサポートする必要があります。

- マルチプロトコル ラベル スイッチング（MPLS）
- Cisco Express Forwarding; シスコ エクスプレス フォワーディング

MPLS スタティック ラベルの制限事項

- MPLS スタティック ラベルのトラブルシューティング プロセスは複雑です。
- MPLS VPN のプロバイダーエッジ（PE）ルータには、ラベルをカスタマー ネットワーク プレフィックス（VPN IPv4 プレフィックス）にスタティックにバインドするためのメカニズムは存在しません。
- MPLS スタティック相互接続ラベルは、エントリがポイントするルータがダウンした場合でも LFIB に残ります。
- MPLS スタティック相互接続マッピングは、トポロジが変更された場合でも有効なままです。

- MPLS スタティックラベルは、ラベル制御非同期転送モード（lc-atm）ではサポートされていません。
- MPLS スタティックバインディングは、ローカルプレフィックスではサポートされていません。

MPLS スタティック ラベルに関する情報

MPLS スタティック ラベルの概要

一般的に、ラベルスイッチングルータ（LSR）は、ラベルスイッチパケットに使用するラベルを動的に学習します。これは、次のようなラベル配布プロトコルによって行われます。

- ラベルをネットワークアドレスにバインドするために使用される Internet Engineering Task Force（IETF）標準である、Label Distribution Protocol（LDP; ラベル配布プロトコル）
- トラフィック エンジニアリング（TE）のラベル配布に使用されるリソース予約プロトコル（RSVP）
- マルチプロトコル ラベル スイッチング（MPLS）バーチャル プライベート ネットワーク（VPN）のラベル配布に使用されるボーダー ゲートウェイ プロトコル（BGP）

学習したラベルをパケットのラベル スイッチングに使用するために、LSR はそのラベルをラベル転送情報ベース（LFIB）にインストールします。

MPLS スタティック ラベル機能は、次のものをスタティックに設定できるようにします。

- ラベルと IPv4 プレフィックス間のバインディング
- LFIB 相互接続エントリの内容

MPLS スタティック ラベルの利点

ラベルと IPv4 プレフィックス間のスタティック バインディング

ラベルと IPv4 プレフィックス間のスタティックバインディングを設定して、LDP ラベル配布を実装しないネイバールータ経由の MPLS ホップバイホップ転送をサポートできます。

スタティック相互接続

スタティック相互接続は、ネイバールータが LDP または RSVP ラベル配布のいずれも実装しないが、MPLS 転送パスを実装する場合に MPLS ラベルスイッチドパス（LSP）ミッドポイントをサポートするよう設定できます。

MPLS スタティック ラベルの設定方法

MPLS スタティック プレフィックス ラベル バインディングの設定

MPLS スタティック Prefix/Label バインディングを設定するには、グローバル コンフィギュレーション モードで次のコマンドを使用します。

手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	**enable** 例： `Device> enable`	特権 EXEC モードを有効にします。パスワードを入力します（要求された場合）。
ステップ 2	**configure terminal** 例： `Device# 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 3	**mpls label range** *min-label max-label* [**static** *min-static-label max-static-label*] 例： `Device(config)# mpls label range 200 100000 static 16 199`	MPLS スタティック ラベル機能で使用するラベルの範囲を指定します。 （デフォルトではスタティック割り当て用に予約されたラベルはありません）。
ステップ 4	**mpls static binding ipv4** *prefix mask* [**input**| **output** *nexthop*] label 例： `Device(config)# mpls static binding ipv4 10.0.0.0 255.0.0.0 55`	IPv4 プレフィックスに対するラベルのスタティック バインディングを指定します。 指定したバインディングは、ルーティングの要求時に自動的に MPLS 転送テーブルにインストールされます。

MPLS スタティック Prefix/Label バインディングの確認

MPLS スタティック Prefix/Label バインディングの設定を確認するには、次の手順を実行します。

手順

ステップ 1 **show mpls label range** コマンドを入力します。出力には、新しいラベル範囲はリロードが行われるまで有効にならないことが示されます。

例：

```
Device# show mpls label range

Downstream label pool: Min/Max label: 16/100000
   [Configured range for next reload: Min/Max label: 200/100000]
Range for static labels: Min/Max/Number: 16/199
```

リロード後に実行される **show mpls label range** コマンドの次の出力には、新しいラベル範囲が有効になっていることが示されます。

例：

```
Device# show mpls label range

Downstream label pool: Min/Max label: 200/100000
Range for static labels: Min/Max/Number: 16/199
```

ステップ 2 設定されたスタティック Prefix/Label バインディングを表示するには、**show mpls static binding ipv4** コマンドを入力します。

例：

```
Device# show mpls static binding ipv4
10.17.17.17/32: Incoming label: 251 (in LIB)
  Outgoing labels:
     10.0.0.1                  18
10.18.18.18/32: Incoming label: 201 (in LIB)
  Outgoing labels:
10.0.0.1 implicit-null
```

ステップ 3 MPLS 転送で現在使用されているスタティック Prefix/Label バインディングを確認するには、**show mpls forwarding-table** コマンドを使用します。

例：

```
Device# show mpls forwarding-table
Local  Outgoing    Prefix            Bytes tag  Outgoing   Next Hop
tag    tag or VC   or Tunnel Id      switched   interface
201    Pop tag     10.18.18.18/32    0          PO1/1/0    point2point
       2/35        10.18.18.18/32    0          AT4/1/0.1  point2point
251    18          10.17.17.17/32    0          PO1/1/0    point2point
```

MPLS スタティック ラベルの監視とメンテナンス

MPLS スタティック ラベルをモニタおよびメンテナンスするには、次のコマンドを 1 つ以上使用します。

手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	**enable** 例： `Devie> enable`	特権 EXEC モードを有効にします。パスワードを入力します（要求された場合）。
ステップ 2	**show mpls forwarding-table** 例： `Device# show mpls forwarding-table`	MPLS LFIB の内容を表示します。
ステップ 3	**show mpls label range** 例： `Device# show mpls label range`	スタティック ラベル範囲に関する情報が表示されます。
ステップ 4	**show mpls static binding ipv4** 例： `Device# show mpls static binding ipv4`	設定されているスタティック Prefix/Label バインディングに関する情報を表示します。
ステップ 5	**show mpls static crossconnect** 例： `Device# show mpls static crossconnect`	設定されている相互接続に関する情報を表示します。

MPLS スタティック ラベルの設定例

例：MPLS スタティック Prefix/Label の設定

次の出力では、動的に割り当てられたラベル 16 ー 100000 から 200 ー 100000 に使用される範囲が **mpls label range** コマンドによって再設定されます。また、16 ー 199 のスタティックラベル範囲が設定されます。

```
Device# configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Router(config)# mpls label range 200 100000 static 16 199
% Label range changes take effect at the next reload.
Router(config)# end
```

次の出力では、新しいラベルの範囲はリロードが発生するまで適用されないことが **show mpls label range** コマンドによって示されています。

```
Device# show mpls label range

Downstream label pool: Min/Max label: 16/100000
```

```
   [Configured range for next reload: Min/Max label: 200/100000]
Range for static labels: Min/Max/Number: 16/199
```

次の出力では、リロード後に実行される **show mpls label range** コマンドによって、新しいラベルの範囲が有効になっていることが示されています。

```
Device# show mpls label range

Downstream label pool: Min/Max label: 200/100000
Range for static labels: Min/Max/Number: 16/199
```

次の出力では、**mpls static binding ipv4** コマンドによってスタティック Prefix/Label バインディングが設定されています。さまざまなプレフィックスの着信（ローカル）と発信（リモート）のラベルも設定されています。

```
Device# configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Device(config)# mpls static binding ipv4 10.0.0.0 255.0.0.0 55
Device(config)# mpls static binding ipv4 10.0.0.0 255.0.0.0 output 10.0.0.66 2607
Device(config)# mpls static binding ipv4 10.6.0.0 255.255.0.0 input 17
Device(config)# mpls static binding ipv4 10.0.0.0 255.0.0.0 output 10.13.0.8 explicit-null
Device(config)# end
```

次の出力では、**show mpls static binding ipv4** コマンドによってスタティック Prefix/Label バインディングが表示されています。

```
Device# show mpls static binding ipv4

10.0.0.0/8: Incoming label: none;
  Outgoing labels:
10.13.0.8           explicit-null
10.0.0.0/8: Incoming label: 55 (in LIB)
  Outgoing labels:
     10.0.0.66              2607
10.66.0.0/16: Incoming label: 17 (in LIB)
  Outgoing labels:  None
```

その他の参考資料

関連資料

関連項目	マニュアル タイトル
MPLS コマンド	『*Multiprotocol Label Switching Command Reference*』

標準

標準	タイトル
この機能がサポートする新しい規格または変更された規格はありません。既存の規格のサポートは、この機能によって変更されていません。	--

MIB

MIB	MIB のリンク
この機能によってサポートされる新しい MIB または変更された MIB はありません。またこの機能による既存 MIB のサポートに変更はありません。	選択したプラットフォーム、Cisco ソフトウェアリリース、およびフィーチャセットの MIB を検索してダウンロードする場合は、次の URL にある Cisco MIB Locator を使用します。 http://www.cisco.com/go/mibs

RFC

RFC	タイトル
この機能によりサポートされた新規 RFC または改訂 RFC はありません。またこの機能による既存 RFC のサポートに変更はありません。	--

シスコのテクニカル サポート

説明	リンク
右の URL にアクセスして、シスコのテクニカル サポートを最大限に活用してください。これらのリソースは、ソフトウェアをインストールして設定したり、シスコの製品やテクノロジーに関する技術的問題を解決したりするために使用してください。この Web サイト上のツールにアクセスする際は、Cisco.com のログイン ID およびパスワードが必要です。	http://www.cisco.com/cisco/web/support/index.html

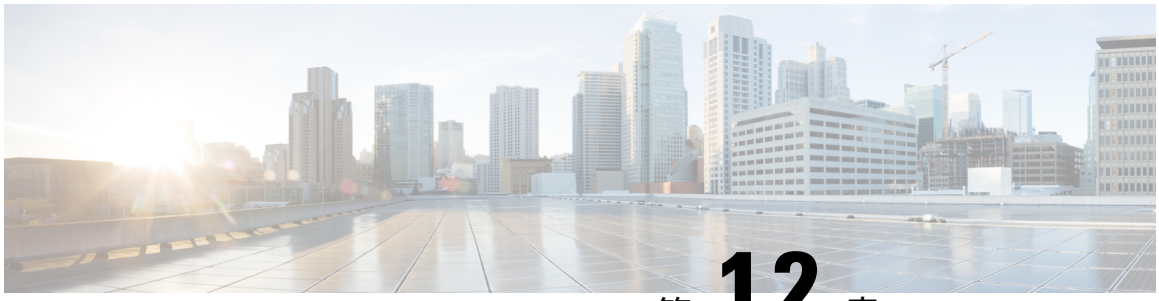
MPLS スタティックラベルの機能履歴

次の表に、このモジュールで説明する機能のリリースおよび関連情報を示します。

これらの機能は、特に明記されていない限り、導入されたリリース以降のすべてのリリースで使用できます。

リリース	機能	機能情報
Cisco IOS XE Everest 16.5.1a	MPLS スタティック ラベル	MPLS スタティックラベル機能は、ラベルと IPv4 プレフィックス間のバインディングを静的に設定できるようにします。 次のコマンドが導入または変更されました。**debug mpls static binding**、**mpls label range**、**mpls static binding ipv4**、**show mpls label range**、**show mpls static binding ipv4**

Cisco Feature Navigator を使用すると、プラットフォームおよびソフトウェアイメージのサポート情報を検索できます。Cisco Feature Navigator には、http://www.cisco.com/go/cfn [英語] からアクセスします。



第 12 章

仮想プライベート LAN サービス（VPLS）および VPLS BGP ベースの自動検出の設定

VPLS の設定

以下のセクションでは、VPLS の設定方法について説明します。

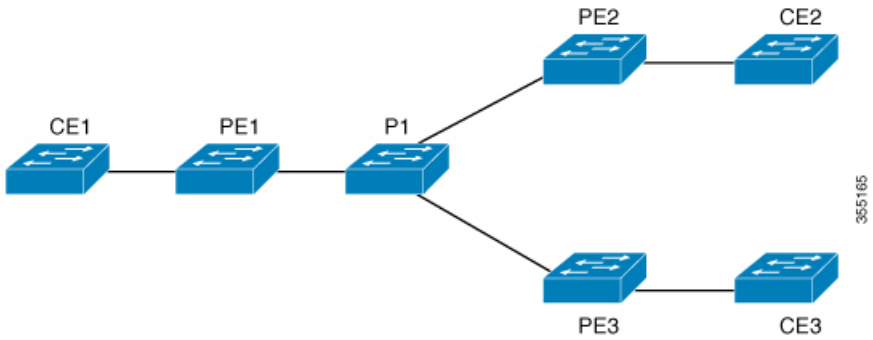
VPLS について

VPLS の概要

VPLS（仮想プライベート LAN サービス）により、企業では、サービス プロバイダーから提供されたインフラストラクチャを解して、複数のサイトからのイーサネット ベースの LAN をまとめてリンクすることが可能になります。企業の側からは、サービス プロバイダーのパブリック ネットワークは、1 つの大きなイーサネット LAN のように見えます。サービス プロバイダーからすると、VPLS は、大規模な設備投資なしで、既存のネットワーク上に収益を生み出す新たなサービスを導入するチャンスになります。オペレータは、ネットワークでの機器の運用年数を延長できます。

Virtual Private LAN Service（VPLS）は、プロバイダーコアを使用して複数の接続回線を 1 つにまとめ、複数の接続回線をまとめて接続する仮想ブリッジをシミュレートします。VPLS のトポロジは、カスタマーからは認識されません。すべての CE デバイスは、プロバイダー コアによってエミュレートされた論理ブリッジに接続されているように見えます。

図 *15 : VPLS* トポロジ



フルメッシュの設定

フルメッシュの設定では、VPLS に参加するすべての PE 間でトンネル ラベル スイッチド パス（LSP）のフルメッシュが必要です。フルメッシュでは、シグナリングのオーバーヘッドと、PE 上でプロビジョニング対象の各 VC に対するパケット複製の要件が多くなる場合があります。

VPLS のセットアップは、まず参加する各 PE ルータで Virtual Forwarding Instance（VFI）を作成して行います。VFI によって VPLS ドメインの VPN ID、そのドメインの他の PE デバイスのアドレス、トンネルのシグナリングのタイプ、各ピア PE ルータのカプセル化のメカニズムが指定されます。

エミュレーテッド VC の相互接続で形成される VFI のセットは、VPLS インスタンスと呼ばれます。これは、パケット スイッチド ネットワークを介して論理ブリッジを構成する VPLS インスタンスです。VPLS インスタンスには、一意の VPN ID が割り当てられます。

PE デバイスは、VFI を使用して、エミュレートされた VC から VPLS インスタンスの他のすべての PE デバイスまでのフルメッシュ LPS を確立します。PE デバイスは、Cisco IOS CLI を使用して、スタティック設定を通じた VPLS インスタンスのメンバーシップを取得します。

フル メッシュ設定を行うと、PE ルータは、単一のブロードキャスト ドメインを維持できます。したがって、接続回線でブロードキャスト、マルチキャスト、または未知のユニキャスト パケットを受信すると、PE ルータは、他のすべての接続回線およびその VPLS インスタンスに属する他のすべての CE デバイスへのエミュレート回線にパケットを送信します。CE デバイスでは、VPLS インスタンスを、エミュレート LAN として認識します。

プロバイダー コアでのパケット ループの問題を回避するために、PE デバイスは、エミュレート VC に「スプリット ホライズン」の原則を適用します。つまり、エミュレート VC でパケットを受信した場合、パケットは、他のいずれのエミュレート VC にも転送されません。

VFI を定義したら、CE デバイスへの接続回線にバインドする必要があります。

パケット転送の判断は、特定の VPLS ドメインのレイヤ 2 仮想転送インスタンス（VFI）を検索することによって行われます。

特定の PE ルータの VPLS インスタンスは、特定の物理または論理ポートに着信するイーサネット フレームを受信し、イーサネット スイッチによる動作同様に、MAC テーブルに入力しま

す。PE ルータでは、この MAC アドレスを使用して、リモート サイトにある別の PE ルータに配布するために、このようなフレームを適切な LSP に切り替えることができます。

MAC アドレスが MAC アドレス テーブルにない場合、PE ルータは、イーサネット フレームを複製し、直前に送信された入力ポートを除くその VPLS インスタンスに関連付けられたすべての論理ポートにフラッディングします。PE ルータは、個々のポートでパケットを受信したときに MAC テーブルを更新し、一定期間使用されていないアドレスを削除します。

VPLS の制約事項

- レイヤ 2 プロトコルトンネリングの設定はサポートされていません。
- Integrated Routing and Bridging（IRB）の設定はサポートされていません。
- 明示的 null の仮想回線接続検証（VCCV）ping はサポートされていません。
- スイッチは、ハブとしてではなく、階層型仮想プライベート LAN サービス（VPLS）でスポークとして設定されている場合にのみサポートされます。
- レイヤ 2 VPN インターワーキング機能はサポートされていません。
- **ip unnumbered** コマンドは、マルチプロトコル ラベル スイッチング（MPLS）構成ではサポートされていません。
- フラッドトラフィックの場合、仮想回線（VC）統計情報は、**show mpls l2 vc vcid detail** コマンドの出力に表示されません。
- 接続回線では、Dot1q トンネル構成はサポートされていません。

CE デバイスへのレイヤ 2 PE デバイスインターフェイスの設定

CE デバイスへのレイヤ 2 PE デバイスインターフェイスを設定する必要があります。CE デバイスからのタグ付きトラフィック用に PE デバイスで 802.1Q トランクを設定するか、CE デバイスからのタグなしトラフィック用に PE デバイスで 802.1Q アクセスポートを設定できます。その両方の設定について、以下のセクションで説明します。

CE デバイスからのタグ付きトラフィックを受け取る PE デバイスの 802.1Q トランクの設定

PE デバイスで 802.1Q トランクを設定するには、次の手順を実行します。

手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	**enable** 例：	特権 EXEC モードを有効にします。 パスワードを入力します（要求された場合）。

	コマンドまたはアクション	目的
	`Device> enable`	
ステップ 2	**configure terminal** 例： `Device# 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 3	**interface** *interface-id* 例： `Device(config)# interface TenGigabitEthernet1/0/24`	トランクとして設定するインターフェイスを定義し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 4	**no ip address** *ip_address mask* [**secondary**] 例： `Device(config-if)# no ip address`	IP 処理をディセーブルにして、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 5	**switchport** 例： `Device(config-if)# switchport`	レイヤ 2 スイッチドインターフェイスのスイッチング特性を変更します。
ステップ 6	**switchport trunk encapsulation dot1q** 例： `Device(config-if)# switchport trunk encapsulation dot1q`	スイッチ ポートのカプセル化形式を 802.1Q に設定します。
ステップ 7	**switchport trunk allow vlan** *vlan_ID* 例： `Device(config-if)# switchport trunk allow vlan 2129`	許可 VLAN のリストを設定します。
ステップ 8	**switchport mode trunk** 例： `Device(config-if)# switchport mode trunk`	トランキング VLAN レイヤ 2 インターフェイスへのインターフェイスを設定します。
ステップ 9	**end** 例： `Device(config-if)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。

CE デバイスからのタグなしトラフィックを受け取る PE デバイスの 802.1Q アクセスポートの設定

PE デバイスで 802.1Q アクセスポートを設定するには、次の手順を実行します。

手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	**enable** 例： `Device> enable`	特権 EXEC モードを有効にします。 パスワードを入力します（要求された場合）。
ステップ 2	**configure terminal** 例： `Device# 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 3	**interface** *interface-id* 例： `Device(config)# interface TenGigabitEthernet1/0/24`	トランクとして設定するインターフェイスを定義し、インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 4	**no ip address** *ip_address mask* [**secondary**] 例： `Device(config-if)# no ip address`	IP 処理をディセーブルにします。
ステップ 5	**switchport** 例： `Device(config-if)# switchport`	レイヤ 2 スイッチドインターフェイスのスイッチング特性を変更します。
ステップ 6	**switchport mode access** 例： `Device(config-if)# switchport mode access`	インターフェイスタイプを、非トランキング、タグなし、シングル VLAN レイヤ 2 インターフェイスとして設定します。
ステップ 7	**switchport access vlan** *vlan_ID* 例： `Device(config-if)# switchport access vlan 2129`	インターフェイスがアクセス モードのときに VLAN を設定します。

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 8	**end** 例： `Device(config-if)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。

PE デバイスでのレイヤ 2 VLAN インスタンスの設定

PE デバイスにレイヤ 2 VLAN インターフェイスを設定すると、VLAN データベースへの PE デバイス上のレイヤ 2 VLAN インスタンスで、VPLS と VLAN 間のマッピングを設定できます。

PE デバイスでレイヤ 2 VLAN インスタンスを設定するには、次の手順を実行します。

手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	**enable** 例： `Device> enable`	特権 EXEC モードを有効にします。 パスワードを入力します（要求された場合）。
ステップ 2	**configure terminal** 例： `Device# 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 3	**vlan** *vlan-id* 例： `Device(config)# vlan 2129`	特定の VLAN を設定します。
ステップ 4	**interface vlan** *vlan-id* 例： `Device(config-vlan)# interface vlan 2129`	この VLAN にインターフェイスを設定します。
ステップ 5	**end** 例： `Device(config-vlan)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。

PE デバイス上での MPLS の設定

PE デバイスで MPLS を設定するには、次の手順を実行します。

手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	**enable** 例： `Device> enable`	特権 EXEC モードを有効にします。 パスワードを入力します（要求された場合）。
ステップ 2	**configure terminal** 例： `Device# 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 3	**mpls ip** 例： `Device(config)# mpls ip`	MPLS ホップバイホップ転送を設定します。
ステップ 4	**mpls label protocol ldp** 例： `Device(config)# mpls label protocol ldp`	プラットフォームの Label Distribution Protocol（LDP; ラベル配布プロトコル）を指定します。
ステップ 5	**mpls ldp logging neighbor-changes** 例： `Device(config)# mpls ldp logging neighbor-changes`	（任意）ネイバーの変更の記録を指定します。
ステップ 6	**end** 例： `Device(config)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。

PE デバイスでの VFI の設定

VFI によって VPLS ドメインの VPN ID、そのドメインの他の PE デバイスのアドレス、トンネルのシグナリングのタイプ、各ピアデバイスのカプセル化のメカニズムが指定されます。

PE デバイスで VFI および関連する VC を設定するには、次の手順を実行します。

手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	**enable** 例： `Device> enable`	特権 EXEC モードを有効にします。 パスワードを入力します（要求された場合）。
ステップ 2	**configure terminal** 例： `Device# 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 3	**l2 vfi** *vfi-name* **manual** 例： `Device(config)# l2 vfi 2129 manual`	レイヤ 2 VFI 手動コンフィギュレーション モードをイネーブルにします。
ステップ 4	**vpn id** *vpn-id* 例： `Device(config-vfi)# vpn id 2129`	VPLS ドメインの VPN ID を設定します。このレイヤ 2 Virtual Routing Forwarding（VRF）にバインドされたエミュレート VC でシグナリングにこの VPN ID が使用されます。 （注） *vpn-id* は *vlan-id* と同じです。
ステップ 5	**neighbor** *router-id* {**encapsulation mpls**} 例： `Device(config-vfi)# neighbor remote-router-id encapsulation mpls`	リモートピアリングルータ ID と、エミュレート VC をセットアップするために使用されるトンネルカプセル化タイプまたは疑似回線（PW）プロパティを指定します。
ステップ 6	**end** 例： `Device(config-vfi)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。

PE デバイスでの VFI への接続回線の関連付け

VFI を定義したら、1 つ以上の接続回線に関連付ける必要があります。

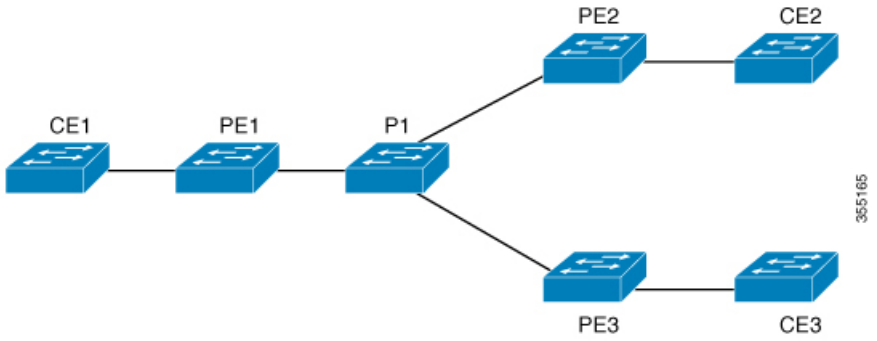
接続回線を VFI に関連付けるには、次の手順を実行します。

手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	**enable** 例： `Device> enable`	特権 EXEC モードを有効にします。 パスワードを入力します（要求された場合）。
ステップ 2	**configure terminal** 例： `Device# 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 3	**interface vlan** *vlan-id* 例： `Device(config)# interface vlan 2129`	動的なスイッチ仮想インターフェイス（SVI）を作成するか、使用します。 （注） *vlan-id* は *vpn-id* と同じです。
ステップ 4	**no ip address** 例： `Device(config-if)# no ip address`	IP 処理をディセーブルにします。（IP アドレスを設定する場合は、VLANのレイヤ 3 インターフェイスを設定できます）。
ステップ 5	**xconnect vfi** *vfi-name* 例： `Device(config-if)# xconnect vfi 2129`	VLAP ポートにバインドするレイヤ 2 VFI を指定します。
ステップ 6	**end** 例： `Device(config-if)# end`	特権 EXEC モードに戻ります。

VPLS の設定例

図 *16 : VPLS* トポロジ



PE1 の設定	PE2 の設定
pseudowire-class vpls2129 encapsulation mpls ! l2 vfi 2129 manual vpn id 2129 neighbor 44.254.44.44 pw-class vpls2129 neighbor 188.98.89.98 pw-class vpls2129 ! interface TenGigabitEthernet1/0/24 switchport trunk allowed vlan 2129 switchport mode trunk ! interface Vlan2129 no ip address xconnect vfi 2129 !	pseudowire-class vpls2129 encapsulation mpls no control-word ! l2 vfi 2129 manual vpn id 2129 neighbor 1.1.1.72 pw-class vpls2129 neighbor 188.98.89.98 pw-class vpls2129 ! interface TenGigabitEthernet1/0/47 switchport trunk allowed vlan 2129 switchport mode trunk end ! interface Vlan2129 no ip address xconnect vfi 2129 !

show mpls 12transport vc detailコマンドは、仮想回線に関する情報を提示します。

```
Local interface: VFI 2129 vfi up
  Interworking type is Ethernet
  Destination address: 44.254.44.44, VC ID: 2129, VC status: up
    Output interface: Gi1/0/9, imposed label stack {18 17}
    Preferred path: not configured
    Default path: active
    Next hop: 177.77.177.2
  Create time: 19:09:33, last status change time: 09:24:14
    Last label FSM state change time: 09:24:14
  Signaling protocol: LDP, peer 44.254.44.44:0 up
    Targeted Hello: 1.1.1.72(LDP Id) -> 44.254.44.44, LDP is UP
    Graceful restart: configured and enabled
    Non stop routing: not configured and not enabled
    Status TLV support (local/remote)   : enabled/supported
```

```
      LDP route watch                    : enabled
      Label/status state machine         : established, LruRru
      Last local dataplane   status rcvd: No fault
Last BFD dataplane     status rcvd: Not sent
      Last BFD peer monitor  status rcvd: No fault
      Last local AC  circuit status rcvd: No fault
      Last local AC  circuit status sent: No fault
      Last local PW i/f circ status rcvd: No fault
      Last local LDP TLV     status sent: No fault
      Last remote LDP TLV    status rcvd: No fault
      Last remote LDP ADJ    status rcvd: No fault
MPLS VC labels: local 512, remote 17
    Group ID: local n/a, remote 0
    MTU: local 1500, remote 1500
    Remote interface description:
  Sequencing: receive disabled, send disabled
  Control Word: Off
  SSO Descriptor: 44.254.44.44/2129, local label: 512
  Dataplane:
    SSM segment/switch IDs: 20498/20492 (used), PWID: 2
  VC statistics:
    transit packet totals: receive 0, send 0
    transit byte totals:   receive 0, send 0
    transit packet drops:  receive 0, seq error 0, send 0
```

show l2vpn atom vcは、ATM over MPLS が VC に設定されていることを示します。

```
pseudowire100005 is up, VC status is up PW type: Ethernet
  Create time: 19:25:56, last status change time: 09:40:37
    Last label FSM state change time: 09:40:37
  Destination address: 44.254.44.44 VC ID: 2129
    Output interface: Gi1/0/9, imposed label stack {18 17}
    Preferred path: not configured
    Default path: active
    Next hop: 177.77.177.2
  Member of vfi service 2129
    Bridge-Domain id: 2129
    Service id: 0x32000003
  Signaling protocol: LDP, peer 44.254.44.44:0 up
    Targeted Hello: 1.1.1.72(LDP Id) -> 44.254.44.44, LDP is UP
    Graceful restart: configured and enabled
    Non stop routing: not configured and not enabled
     PWid FEC (128), VC ID: 2129
    Status TLV support (local/remote)         : enabled/supported
      LDP route watch                         : enabled
      Label/status state machine              : established, LruRru
      Local dataplane status received         : No fault
      BFD dataplane status received           : Not sent
      BFD peer monitor status received        : No fault
      Status received from access circuit     : No fault
      Status sent to access circuit           : No fault
```

```
      Status received from pseudowire i/f     : No fault
Status sent to network peer              : No fault
      Status received from network peer       : No fault
      Adjacency status of remote peer         : No fault
  Sequencing: receive disabled, send disabled
  Bindings
    Parameter    Local                          Remote
    ------------ ------------------------------
------------------------------
    Label        512                            17
    Group ID     n/a                            0
    Interface

    MTU          1500                           1500
    Control word off                            off
    PW type      Ethernet                       Ethernet
    VCCV CV type 0x02                           0x02
                   LSPV [2]                       LSPV [2]

    VCCV CC type 0x06                           0x06
                   RA [2], TTL [3]                RA [2], TTL [3]
    Status TLV   enabled                        supported
  SSO Descriptor: 44.254.44.44/2129, local label: 512
  Dataplane:
    SSM segment/switch IDs: 20498/20492 (used), PWID: 2
  Rx Counters
    0 input transit packets, 0 bytes
    0 drops, 0 seq err
  Tx Counters
    0 output transit packets, 0 bytes
    0 drops
```

VPLS BGP ベースの自動検出の設定

次の項では、VPLS BGP ベースの自動検出の設定方法について説明します。

VPLS BGP ベースの自動検出について

VPLS BGP ベースの自動検出

VPLS 自動検出を使用すると、各仮想プライベート LAN サービス（VPLS）プロバイダー エッジ（PE）デバイスで、同じ VPLS ドメインの一部である他の PE デバイスを検出できます。VPLS 自動検出は、いつ PE デバイスが、いつ VPLS ドメインで追加および削除されたかも追跡します。そのため、VPLS 自動検出を有効にすると、VPLS ドメインを手動で設定したり、PE デバイスが追加または削除されたときに設定をメンテナンスしたりする必要がなくなります。VPLS 自動検出は、ボーダー ゲートウェイ プロトコル（BGP）を使用して、VPLS メンバを検出し、VPLS ドメイン内の擬似回線をセットアップおよび解除します。

BGP では、エンドポイント プロビジョニング情報を保存する際にレイヤ 2 VPN（L2VPN）ルーティング情報ベース（RIB）が使用されます。これは、レイヤ 2 仮想転送インスタンス（VFI）が設定される度に更新されます。プレフィックスおよびパス情報は L2VPN データベースに保存され、ベスト パスが BGP により決定されるようになります。BGP により、アップデート メッセージですべての BGP ネイバーにエンドポイント プロビジョニング情報が配布されるとき、L2VPN ベースのサービスをサポートするために、このエンドポイント情報を使用して擬似回線メッシュが設定されます。

BGP 自動検出のメカニズムにより、VPLS 機能に必要不可欠な L2VPN サービスの設定が簡易化されます。VPLS は、高速イーサネット使用した堅牢でスケーラブルな IP マルチプロトコル ラベル スイッチング（MPLS）ネットワークによる大規模な LAN として、地理的に分散した拠点間を接続することで柔軟なサービスの展開を実現します。

VPLS BGP ベースの自動検出のイネーブル化

VPLS BGP ベースの自動検出を有効にするには、次の手順を実行します。

手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	**enable** 例： `Device> enable`	特権 EXEC モードを有効にします。 パスワードを入力します（要求された場合）。
ステップ 2	**configure terminal** 例： `Device# 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 3	**l2 vfi** *vfi-name* **autodiscovery** 例： `Device(config)# l2 vfi 2128 autodiscovery`	PE デバイス上で VPLS 自動検出を有効にして、L2 VFI 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	**vpn id** *vpn-id* 例： `Device(config-vfi)# vpn id 2128`	VPLS ドメインの VPN ID を設定します。
ステップ 5	**end** 例：	特権 EXEC モードに戻ります。

	コマンドまたはアクション	目的
	`Device(config-vfi)# end`	

VPLS 自動検出を有効にする BGP の設定

VPLS 自動検出を有効にするように BGP を設定するには、次の手順を実行します。

手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	**enable** 例： `Device> enable`	特権 EXEC モードを有効にします。 パスワードを入力します（要求された場合）。
ステップ 2	**configure terminal** 例： `Device# 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 3	**router bgp** *autonomous-system-number* 例： `Device(config)# router bgp 1000`	指定したルーティング プロセスのルータ コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 4	**no bgp default ipv4-unicast** 例： `Device(config-router)# no bgp default`	BGP ルーティング プロセスで使用される IPv4 ユニキャスト アドレス ファミリを無効にします。

	コマンドまたはアクション	目的
	ipv4-unicast	（注） IPv4 ユニキャスト アドレス ファミリのルーティング情報は、**neighbor remote-as router** コマンドを使用して設定された各 BGP ルーティングセッションに対して、デフォルトでアドバタイズされます。ただし、**neighbor remote-as** コマンドを設定する前に、**no bgp default ipv4-unicast** コマンドを設定した場合は除きます。既存のネイバー コンフィギュレーションは影響されません。
ステップ 5	**bgp log-neighbor-changes** 例： `Device(config-router)# bgp log-neighbor-changes`	BGP ネイバー リセットのロギングを有効にします。
ステップ 6	**neighbor remote-as** { *ip-address* | *peer-group-name* } **remote-as** *autonomous-system-number* 例： `Device(config-router)# neighbor 44.254.44.44 remote-as 1000`	指定された自律システム内のネイバーの IP アドレスまたはピア グループ名を、ローカル デバイスの IPv4 マルチプロトコル BGP ネイバー テーブルに追加します。 • *autonomous-system-number* 引数が、**router bgp** コマンドで指定された自律システム番号と一致する場合、ネイバーは内部ネイバーになります。 • *autonomous-system-number* 引数が、**router bgp** コマンドで指定された自律システム番号と一致しない場合、ネイバーは外部ネイバーになります。
ステップ 7	**neighbor** { *ip-address* | *peer-group-name* } **update-source** *interface-type interface-number* 例：	（任意）ルーティング テーブル アップデートを受信するための特定のソースまたはインターフェイスを選択するようにデバイスを設定します。

	コマンドまたはアクション	目的
	`Device(config-router)# neighbor 44.254.44.44 update-source Loopback300`	
ステップ 8	他の BGP ネイバーを設定する場合は、ステップ 6 と 7 を繰り返します。	インターフェイス コンフィギュレーション モードを終了します。
ステップ 9	**address-family l2vpn** [**vpls**] 例： `Device(config-router)# address-family l2vpn vpls`	レイヤ 2 VPN アドレスファミリを指定し、アドレス ファミリ コンフィギュレーション モードを開始します。 オプションの **vpls** キーワードは、VPLS エンドポイント プロビジョニング情報が BGP ピアに配布されるように指定します。
ステップ 10	**neighbor** { *ip-address* | *peer-group-name* } **activate** 例： `Device(config-router-af)# neighbor 44.254.44.44 activate`	BGP ネイバーとの情報交換を有効にします。
ステップ 11	**neighbor** { *ip-address* | *peer-group-name* } **send-community** { **both** | **standard** | **extended** } 例： `Device(config-router-af)# neighbor 44.254.44.44 send-community both`	コミュニティ属性が BGP ネイバーに送信されるように指定します。
ステップ 12	ステップ 10 と 11 を繰り返して、L2VPN アドレス ファミリ内の他の BGP ネイバーをアクティブにします。	
ステップ 13	**exit-address-family** 例： `Device(config-router-af)# exit-address-family`	アドレス ファミリ コンフィギュレーション モードを終了し、ルータ コンフィギュレーション モードに戻ります。

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 14	**end** 例： `Device(config-router)# end`	ルータ コンフィギュレーション モードを終了して、特権 EXEC モードに戻ります。

VPLS BGP-AD の設定例

PE の設定

```
router bgp 1000
 bgp log-neighbor-changes
 bgp graceful-restart
 neighbor 44.254.44.44 remote-as 1000
 neighbor 44.254.44.44 update-source Loopback300
!
 address-family l2vpn vpls
  neighbor 44.254.44.44 activate
  neighbor 44.254.44.44 send-community both
 exit-address-family
!
l2 vfi 2128 autodiscovery
 vpn id 2128
interface Vlan2128
 no ip address
 xconnect vfi 2128
!
```

次に、**show platform software fed sw 1 matm macTable vlan 2000** コマンドの出力例を示します。

```
VLAN  MAC               Type      Seq#   macHandle          siHandle
        diHandle           *a_time *e_time   ports
2000  2852.6134.05c8   0X8002    0      0xffbba312c8       0xffbb9ef938
       0x5154              0        0        Vlan2000
2000  0000.0078.9012   0X1       32627  0xffbb665ec8       0xffbb60b198
       0xffbb653f98        300      278448   Port-channel11
2000  2852.6134.0000   0X1       32651  0xffba15e1a8       0xff454c2328
       0xffbb653f98        300      63       Port-channel11
2000  0000.0012.3456   0X2000001 32655  0xffba15c508       0xff44f9ec98
       0x0                 300      1        2000:33.33.33.33
Total Mac number of addresses:: 4
*a_time=aging_time(secs)  *e_time=total_elapsed_time(secs)
Type:
MAT_DYNAMIC_ADDR     0x1       MAT_STATIC_ADDR       0x2
MAT_CPU_ADDR         0x4       MAT_DISCARD_ADDR      0x8
MAT_ALL_VLANS        0x10      MAT_NO_FORWARD        0x20
MAT_IPMULT_ADDR      0x40      MAT_RESYNC            0x80
MAT_DO_NOT_AGE       0x100     MAT_SECURE_ADDR       0x200
MAT_NO_PORT          0x400     MAT_DROP_ADDR         0x800
```

```
MAT_DUP_ADDR          0x1000    MAT_NULL_DESTINATION  0x2000
MAT_DOT1X_ADDR        0x4000    MAT_ROUTER_ADDR       0x8000
MAT_WIRELESS_ADDR     0x10000   MAT_SECURE_CFG_ADDR   0x20000
MAT_OPQ_DATA_PRESENT  0x40000   MAT_WIRED_TUNNEL_ADDR 0x80000
MAT_DLR_ADDR          0x100000  MAT_MRP_ADDR          0x200000
MAT_MSRP_ADDR         0x400000  MAT_LISP_LOCAL_ADDR   0x800000
MAT_LISP_REMOTE_ADDR 0x1000000 MAT_VPLS_ADDR         0x2000000
```

次に、**show bgp l2vpn vpls all** コマンドの出力例を示します。

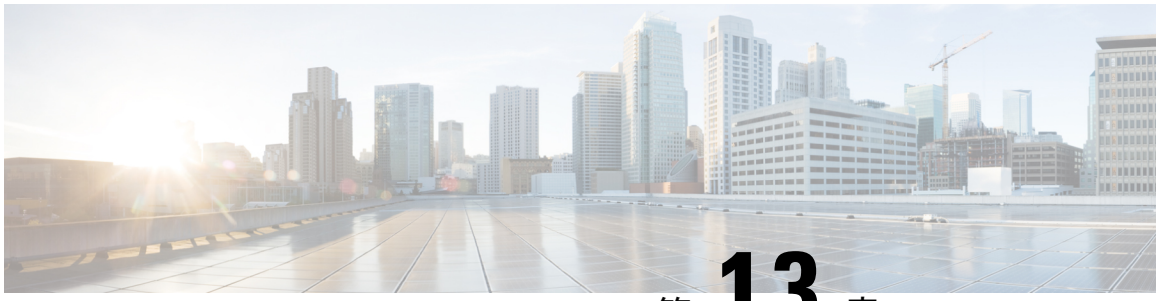
```
BGP table version is 6, local router ID is 222.5.1.1
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i -
internal,
  r RIB-failure, S Stale, m multipath, b backup-path, f RT-Filter,
  x best-external, a additional-path, c RIB-compressed,
  t secondary path,
 Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete
RPKI validation codes: V valid, I invalid, N Not found
Network          Next Hop            Metric LocPrf Weight Path
Route Distinguisher: 1000:2128
*>   1000:2128:1.1.1.72/96
                0.0.0.0                              32768 ?
*>i  1000:2128:44.254.44.44/96
                44.254.44.44             0    100      0 ?
```

VPLS および VPLS BGP ベースの自動検出の機能情報

次の表に、このモジュールで説明した機能に関するリリース情報を示します。この表は、ソフトウェア リリース トレインで各機能のサポートが導入されたときのソフトウェア リリースだけを示しています。その機能は、特に断りがない限り、それ以降の一連のソフトウェア リリースでもサポートされます。

表 *3 : VPLS* および *VPLS BGP* ベースの自動検出の機能情報

機能名	リリース	機能情報
VPLS および VPLS BGP ベースの自動検出の設定	Cisco IOS XE Everest 16.5.1a	VPLS により、企業は、サービスプロバイダーから提供されるインフラストラクチャを介して、複数サイトからのイーサネットベースの LAN をまとめてリンクできます。 VPLS 自動検出を使用すると、各 PE デバイスで、同じ VPLS ドメインの一部である他の PE デバイスを検出できます。



第 13 章

MPLS VPN ルート ターゲット書き換えの設定

MPLS VPN ルート ターゲット書き換えの前提条件

- マルチプロトコル ラベル スイッチング（MPLS）バーチャル プライベート ネットワーク（VPN）の設定方法を知っている必要があります。
- 自律システム（AS）向けに RT 置換ポリシーおよびターゲット デバイスを識別する必要があります。

MPLS VPN ルート ターゲット書き換えの制約事項

ルート ターゲットの書き換えは、単一 AS トポロジにのみ実装できます。

ip unnumbered コマンドは MPLS 設定ではサポートされていません。

MPLS VPN ルート ターゲット書き換えに関する情報

この項では、MPLS VPN ルートターゲット書き換えについて説明します。

ルート ターゲット置換ポリシー

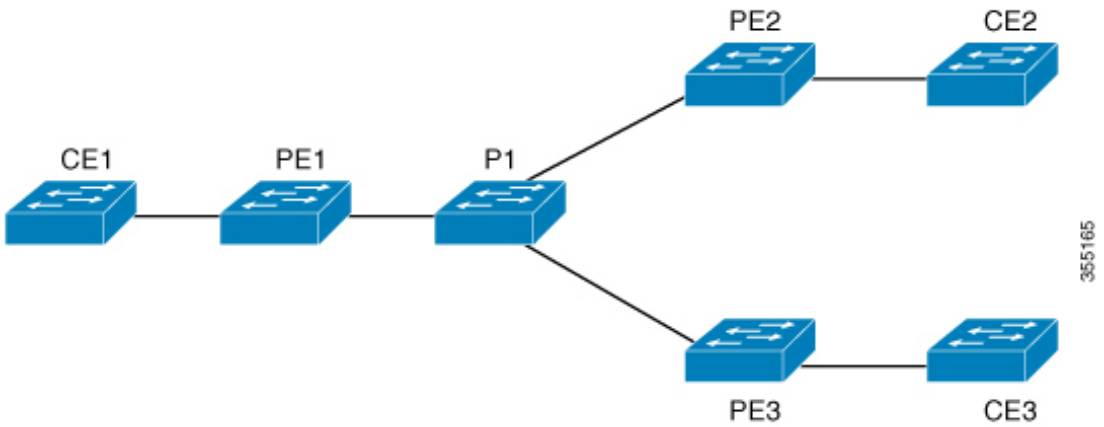
ピアのルーティング ポリシーには、インバウンドまたはアウトバウンドのルーティング テーブルアップデートに影響する可能性のある設定がすべて含まれています。インバウンドおよびアウトバウンドの Border Gateway Protocol（BGP）アップデートに対してルート ターゲットの置換を有効にすると、MPLS VPN ルート ターゲット書き換え機能がルーティング テーブルアップデートに影響する可能性があります。BGP バーチャル プライベート ネットワーク IP バージョン4（VPNv4）のアップデートでは、ルート ターゲットが拡張コミュニティ属性として送信されます。ルート ターゲット拡張コミュニティ属性を使用して、一連のサイト、および設定されたルート ターゲットを使用するルートを受信できる VPN ルーティングおよび転送（VRF）インスタンスが識別されます。

MPLS VPN ルート ターゲットの書き換え機能は、プロバイダー エッジ（PE）デバイスで設定できます。

次の図に、マルチプロトコル ラベル スイッチング（MPLS）VPN の単一自律システム トポロジ内の PE デバイスでルート ターゲットを置換する例を示します。この例には、次の設定が含まれています。

- PE1 は、VRF カスタマー A の RT 65000:1 をインポートおよびエクスポートして、RT 65000:1 のすべてのインバウンド VPNv4 プレフィックスを RT 65000:2 に書き換えるように設定されています。
- PE2 は、VRF カスタマー B の RT 65000:2 をインポートおよびエクスポートして、RT 65000:2 のすべてのインバウンド VPNv4 プレフィックスを RT 65000:1 に書き換えるように設定されています。

図 *17*：単一の *MPLS VPN* 自律システム トポロジのプロバイダー エッジ（*PE*）デバイスでのルート ターゲットの置換



ルート マップおよびルート ターゲットの置換

MPLS VPN ルート ターゲット書き換え機能によって Border Gateway Protocol（BGP）インバウンド/アウトバウンド ルート マップ機能が拡張され、ルート ターゲットの置換がイネーブルになります。ルートマップ コンフィギュレーション モードで入力した **set extcomm-list delete** コ

マンドを使用すると、拡張コミュニティリストに基づいてルートターゲット拡張コミュニティ属性を削除できます。

MPLS VPN ルート ターゲット書き換えの設定方法

次の項では、MPLS VPN ルートターゲット書き換えの設定手順について説明します。

ルート ターゲット置換ポリシーの設定

インターネットワークにルート ターゲット（RT）置換ポリシーを設定するには、次の作業を実行します。

RT *x* を RT *y* に書き換えるようにプロバイダー エッジ（PE）を設定したとき、その PE に RT *x* をインポートする仮想ルーティングおよび転送（VRF）インスタンスが設定されている場合は、RT *x* に加えて RT *y* をインポートする VRF も設定する必要があります。

手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	**enable** 例： `Device> enable`	特権 EXEC モードを有効にします。 • パスワードを入力します（要求された場合）。
ステップ 2	**configure terminal** 例： `Device# 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 3	**ip extcommunity-list** {*standard-list-number* | *expanded-list-number*} {**permit** | **deny**} [*regular-expression*] [**rt** | **soo** *extended-community-value*] 例： `Device(config)# ip extcommunity-list 1 permit rt 65000:2`	拡張コミュニティ アクセス リストを作成し、リストへのアクセスを制御します。 • *standard-list-number* 引数は 1 ～ 99 の整数で、拡張コミュニティの 1 つまたは複数の許可グループまたは拒否グループを指定します。 • *expanded-list-number* 引数は 100 ～ 500 の整数で、拡張コミュニティの 1 つまたは複数の許可グループまたは拒否グループを指定します。拡張リストには正規表現を設定できますが、標準リストには設定できません。

	コマンドまたはアクション	目的
		• **permit** キーワードを指定すると、条件が一致した場合にアクセスが許可されます。 • **deny** キーワードを指定すると、条件が一致した場合にアクセスが拒否されます。 • *regular-expression* 引数には、マッチングを行う入力ストリング パターンを指定します。拡張された拡張コミュニティ リストを使用してルート ターゲットのマッチングを行う場合は、正規表現にパターン RT: を追加します。 • **rt** キーワードには、ルートターゲット拡張コミュニティ属性を指定します。**rt** キーワードは標準拡張コミュニティリストにのみ設定できます。拡張された拡張コミュニティリストには設定できません。 • **soo** キーワードには、Site of Origin（SOO）拡張コミュニティ属性を指定します。**soo** キーワードは標準拡張コミュニティリストだけに設定できます。拡張された拡張コミュニティリストには設定できません。 • *extended-community-value* 引数には、ルート ターゲットまたは Site of Origin を指定します。この値には次の組み合わせのいずれかを指定できます。 • autonomous-system-number:network-number • ip-address:network-number 自律システム番号とネットワーク番号、または IP アドレスとネットワーク番号の区切りにはコロンを使用します。
ステップ 4	**route-map** *map-name* [**permit** | **deny**] [*sequence-number*] 例：	ルーティング プロトコル間でルートを再配布する条件を定義するか、ポリシー ルーティングをイネーブルにしてルート

	コマンドまたはアクション	目的
	`Device(config)# route-map rtrewrite permit 10`	マップ コンフィギュレーション モードを開始します。 • *map-name* 引数では、ルート マップに意味のある名前を定義します。**redistribute** ルータ コンフィギュレーション コマンドはこの名前を使用して、このルートマップを参照します。複数のルート マップで同じマップ名を共有できます。 • このルートマップの一致基準が満たされた場合、**permit** キーワードが指定されていると、設定アクションに従ってルートが再配布されます。ポリシー ルーティングの場合、パケットはポリシーに従ってルーティングされます。 一致基準が満たされなかった場合、**permit** キーワードが指定されていると、同じマップタグを持つ次のルートマップがテストされます。あるルートが、同じ名前を共有するルート マップ セットの一致基準のいずれをも満たさない場合、そのセットによる再配布は行われません。 デフォルトは **permit** キーワードです。 • ルートマップの一致基準が満たされた場合でも、**deny** キーワードが指定されているとルートは再配布されません。ポリシー ルーティングの場合、パケットはポリシーに従ってルーティングされません。また、同じマップ タグ名を共有するルートマップは、これ以上検証されません。パケットがポリシー ルーティングの対象にならない場合、通常の転送アルゴリズムが使用されます。 • sequence-number 引数は、同じ名前で設定済みのルートマップのリストにおける新しいルートマップの位置を示す番号です。 このコマンドの

	コマンドまたはアクション	目的
		no 形式を指定すると、ルートマップの位置が削除されます。

ステップ 5	**match extcommunity** {*standard-list-number* | *expanded-list-number*}
	例：
	`Device(config-route-map)# match extcommunity 1`
	例：
	`Device(config-route-map)# match extcommunity 101`
		Border Gateway Protocol（BGP）拡張コミュニティ リスト属性とマッチングします。
		• *standard-list-number* 引数は 1 ～ 99 の番号で、拡張コミュニティ属性の 1 つまたは複数の許可グループまたは拒否グループを指定します。
		• *expanded-list-number* 引数は 100 ～ 500 の番号で、拡張コミュニティ属性の 1 つまたは複数の許可グループまたは拒否グループを指定します。

ステップ 6	**set extcomm-list** *extended-community-list-number* **delete** 例： `Device(config-route-map)# set extcomm-list 1 delete`	インバウンドまたはアウトバウンドBGP バーチャル プライベート ネットワーク バージョン4（VPNv4）アップデートの拡張コミュニティ属性からルート ターゲットを削除します。 • *extended-community-list-number* 引数には、拡張コミュニティ リスト番号を指定します。

ステップ 7	**set extcommunity** { **rt** *extended-community-value* [**additive**] | **soo** *extended-community-value*}
	例：
	`Device(config-route-map)# set extcommunity rt 65000:1 additive`
		BGP 拡張コミュニティ属性を設定します。
		• **rt** キーワードには、ルートターゲット拡張コミュニティ属性を指定します。
		• **soo** キーワードには、Site of Origin 拡張コミュニティ属性を指定します。
		• *extended-community-value* 引数には、設定値を指定します。この値には次の組み合わせのいずれかを指定できます。
		  • autonomous-system-number:network-number
		  • ip-address:network-number

	コマンドまたはアクション	目的
		自律システム番号とネットワーク番号、またはIPアドレスとネットワーク番号の区切りにはコロンを使用します。 • **additive** キーワードを指定すると、既存のルートターゲットを置換することなく、既存のルートターゲットリストにルートターゲットが追加されます。
ステップ 8	**end** 例： `Device(config-route-map)# end`	（任意）特権EXECモードに戻ります。
ステップ 9	**show route-map** *map-name* 例： `Device# show route-map extmap`	（任意）マッチングと設定されたエントリが正しいことを確認します。 • *map-name* 引数には、特定のルートマップの名前を指定します。

ルート ターゲット置換ポリシーの適用

ネットワークにルート ターゲット置換ポリシーを適用するには、次の作業を実行します。

特定の BGP ネイバーへのルート マップの割り当て

手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	**enable** 例： `Device> enable`	特権 EXEC モードを有効にします。 • パスワードを入力します（要求された場合）。
ステップ 2	**configure terminal** 例： `Device# 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 3	**router bgp** *as-number* 例： `Device(config)# router bgp 100`	Border Gateway Protocol（BGP）ルーティング プロセスを設定し、デバイスでルータ コンフィギュレーション モードを開始します。

	コマンドまたはアクション	目的
		• *as-number* 引数は、デバイスを他の BGP デバイスに対して識別し、転送するルーティング情報にタグを設定する自律システムの番号を示します。 指定できる範囲は 0 ～ 65535 です。内部ネットワークで使用できるプライベート自律システム番号の範囲は、64512 ～ 65535 です。
ステップ 4	**neighbor** {*ip-address* | *peer-group-name*} **remote-as** *as-number* 例： `Device(config-router)# neighbor 172.10.0.2 remote-as 200`	BGP ネイバー テーブルまたはマルチプロトコル BGP ネイバー テーブルにエントリを追加します。 • *ip-address* 引数には、ネイバーの IP アドレスを指定します。 • *peer-group-name* 引数には、BGP ピア グループの名前を指定します。 • *as-number* 引数には、ネイバーが属している自律システムを指定します。
ステップ 5	**address-family vpnv4** [**unicast**] 例： `Device(config-router)# address-family vpnv4`	アドレス ファミリ コンフィギュレーション モードを開始して、標準バーチャル プライベート ネットワーク バージョン 4（VPNv4）アドレス プレフィックスを使用する、BGP などのルーティング セッションを設定します。 • **unicast** キーワード（任意）は、VPNv4 ユニキャスト アドレス プレフィックスを指定します。
ステップ 6	**neighbor** {*ip-address* | *peer-group-name*} **activate** 例： `Device(config-router-af)# neighbor 172.16.0.2 activate`	ネイバー BGP デバイスとの情報交換を有効にします。 • *ip-address* 引数には、ネイバーの IP アドレスを指定します。 • *peer-group-name* 引数には、BGP ピア グループの名前を指定します。

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 7	**neighbor** {*ip-address* | *peer-group-name*} **send-community** [**both** | **extended** | **standard**] 例： `Device(config-router-af)# neighbor 172.16.0.2 send-community extended`	コミュニティ属性が BGP ネイバーに送信されるように指定します。 • *ip-address* 引数には、BGP 対応ネイバーの IP アドレスを指定します。 • *peer-group-name* 引数には、BGP ピア グループの名前を指定します。 • **both** キーワードを指定すると、標準および拡張コミュニティ属性が送信されます。 • **extended** キーワードを指定すると、拡張コミュニティ属性が送信されます。 • **standard** キーワードを指定すると、標準コミュニティ属性が送信されます。
ステップ 8	**neighbor** {*ip-address* | *peer-group-name*} **route-map** *map-name* {**in** | **out**} 例： `Device(config-router-af)# neighbor 172.16.0.2 route-map extmap in`	着信ルートまたは発信ルートにルートマップを適用します。 • *ip-address* 引数には、ネイバーの IP アドレスを指定します。 • *peer-group-name* 引数には、BGP ピア グループまたはマルチプロトコル ピア グループの名前を指定します。 • *map-name* 引数には、ルート マップの名前を指定します。 • **in** キーワードを指定すると、着信ルートにルートマップが適用されます。 • **out** キーワードを指定すると、発信ルートにルートマップが適用されます。
ステップ 9	**end** 例： `Device(config-router-af)# end`	（任意）特権EXECモードに戻ります。

ルート ターゲット置換ポリシーの確認

手順

ステップ 1 **enable**

特権 EXEC モードを有効にします。パスワードを入力します（要求された場合）。

例：

```
Device> enable
Device#
```

ステップ 2 **show ip bgp vpnv4 vrf** *vrf-name*

指定したルート ターゲット（RT）拡張コミュニティ属性を持つバーチャル プライベート ネットワーク バージョン 4（VPNv4）が適切な RT 拡張コミュニティ属性で置換されることを確認して、プロバイダーエッジ（PE）デバイスが書き換えられた RT 拡張コミュニティ属性を受け取ることを確認します。

PE1 でルート ターゲットの置換を確認するには、次のコマンドを入力します。

例：

```
Device# show ip bgp vpnv4 vrf Customer_A 192.168.1.1/32 internal
BGP routing table entry for 65000:1:192.168.1.1/32, version 6901
Paths: (1 available, best #1, table Customer_A)
  Advertised to update-groups:
     5
  Refresh Epoch 1
  650002
    3.3.3.3 (metric 3) (via default) from 3.3.3.3 (55.5.4.1)
      Origin IGP, metric 0, localpref 100, valid, internal, best
      Extended Community: RT:65000:1
      mpls labels in/out nolabel/3025
      rx pathid: 0, tx pathid: 0x0
      net: 0xFFB0A72E38, path: 0xFFB0E6A370, pathext: 0xFFB0E5D970
      flags: net: 0x0, path: 0x7, pathext: 0x181
```

ステップ 3 **exit**

ユーザー EXEC モードに戻ります。

例：

```
Device# exit
Device>
```

MPLS VPN ルート ターゲット書き換えの設定例

次の項では、MPLS VPN ルートターゲット書き換えの設定例について説明します。

例：ルート ターゲット置換ポリシーの適用

例：特定の BGP ネイバーへのルート マップの割り当て

次に、Border Gateway Protocol（BGP）ネイバーにルート マップ extmap を関連付ける例を示します。BGP インバウンドルートマップは、着信アップデートのルート ターゲット（RT）を置換するように設定されています。

```
router bgp 1
address-family vpnv4
neighbor 2.2.2.2 route-map rtrewrite in
```

次に、アウトバウンドBGP ネイバーに同じルートマップを関連付ける例を示します。このルート マップは、発信アップデートの RT を置換するように設定されています。

```
router bgp 1
address-family vpnv4
neighbor 2.2.2.2 route-map rtrewrite out
```

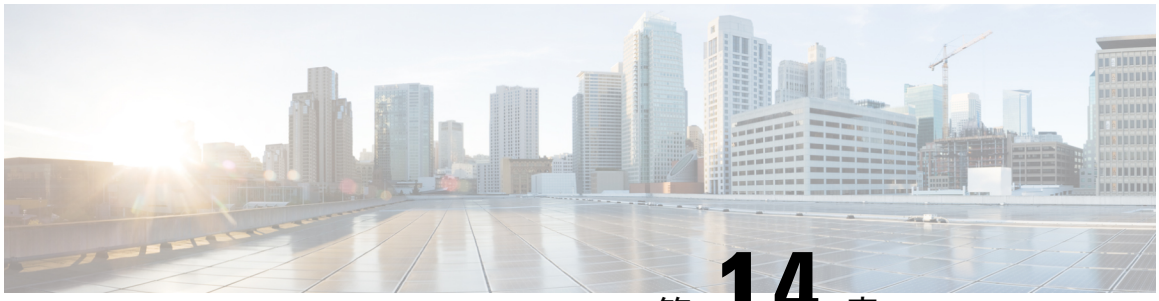
MPLS VPN ルートターゲット書き換えの機能履歴

次の表に、このモジュールで説明する機能のリリースおよび関連情報を示します。

これらの機能は、特に明記されていない限り、導入されたリリース以降のすべてのリリースで使用できます。

リリース	機能	機能情報
Cisco IOS XE Everest 16.6.1	MPLS VPN ルート ターゲット書き換え	インバウンドおよびアウトバウンドの Border Gateway Protocol（BGP）アップデートに対してルート ターゲットの置換を有効にすると、MPLS VPN ルート ターゲット書き換え機能がルーティング テーブル アップデートに影響する可能性があります。

Cisco Feature Navigator を使用すると、プラットフォームおよびソフトウェアイメージのサポート情報を検索できます。Cisco Feature Navigator には、http://www.cisco.com/go/cfn [英語] からアクセスします。



第 14 章

MPLS VPN-Inter-AS-IPv4 BGP ラベル配布の設定

MPLS VPN Inter-AS IPv4 BGP ラベル配布

この機能を使用すると、バーチャルプライベートネットワーク（VPN）サービスプロバイダーネットワークを設定できます。このネットワークでは、自律システム境界ルータ（ASBR）が、プロバイダーエッジ（PE）ルータのマルチプロトコル ラベル スイッチング（MPLS）ラベル付きの IPv4 ルートを交換します。ルートリフレクタ（RR）は、マルチホップ、マルチプロトコル外部ボーダー ゲートウェイ プロトコル（EBGP）を使用して VPNv4 ルートを交換します。この設定では、ASBR にすべての VPNv4 ルートを格納する必要がなくなります。ルートリフレクタを使用して VPNv4 ルートを格納し、PE ルータに転送すると、拡張性が向上します。

MPLS VPN—Inter-AS—IPv4 BGP ラベル配布機能には、次の利点があります。

- ルートリフレクタを使用して VPNv4 ルートを格納すると拡張性が向上する：この設定は、ASBR がすべての VPNv4 ルートを保持し、VPNv4 ラベルに基づいてルートを転送する設定よりも拡張性が優れています。この設定では、ルートリフレクタが VPNv4 ルートを保持することで、ネットワーク境界での設定が簡素化されます。
- 非 VPN コアネットワークが VPN トラフィックの中継ネットワークとして機能できる：非 MPLS VPN サービスプロバイダーを介して、MPLS ラベル付きの IPv4 ルートを転送できます。

- 隣接 LSR 間の他のラベル配布プロトコルが不要になる：隣接する 2 つのラベルスイッチルータ（LSR）が BGP ピアでもある場合、BGP で MPLS ラベルの配布を実行できます。これら 2 つの LSR 間で、他のラベル配布プロトコルは必要ありません。
- 自律システム（AS）の境界を越えた IPv4 ルートのロードバランシングを可能にする EBGP マルチパスのサポートが含まれています。

MPLS VPN Inter-AS IPv4 BGP ラベル配布

この機能には、次の制約事項があります。

- EBGP マルチホップが設定されたネットワークでは、非隣接デバイス間にラベルスイッチパス（LSP）を設定する必要があります（RFC 3107）。
- PE デバイスでは、BGP ラベル配布をサポートするイメージを実行する必要があります。実行できない場合は、PE デバイス間で EBGP を実行できません。
- ASBR 上の Point-to-Point Protocol（PPP）カプセル化は、この機能ではサポートされていません。
- BGP スピーカーを接続する物理インターフェイスは、Cisco Express Forwarding（CEF）または分散型 CEFと MPLS をサポートしている必要があります。

MPLS VPN Inter-AS IPv4 BGP ラベル配布に関する情報

MPLS VPN Inter-AS IPv4 BGP ラベル配布を設定するには、次の情報が必要です。

MPLS VPN Inter-AS IPv4 BGP ラベル配布の概要

この機能を使用すると、VPN サービス プロバイダー ネットワークを設定して、MPLS ラベル付き IPv4 ルートを交換できます。次のように VPN サービス プロバイダー ネットワークを設定できます。

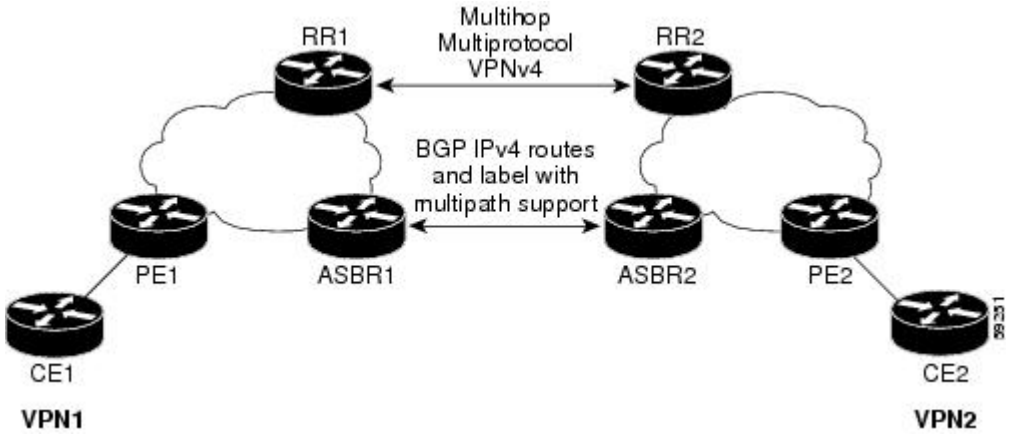
- ルートリフレクタは、マルチホップ、マルチプロトコル EBGP を使用して VPNv4 ルートを交換します。この設定では、自律システムをまたがってネクストホップ情報および VPN ラベルが維持されます。
- ローカル PE ルータ（図 1 の PE1 など）は、リモート PE ルータ（PE2）のルートおよびラベル情報を認識する必要があります。この情報は、次のいずれかの方法で PE ルータおよび ASBR 間で交換できます。
  - 内部ゲートウェイ プロトコル（IGP）と Label Distribution Protocol（LDP; ラベル配布プロトコル）：ASBR は、EBGP から学習した IPv4 ルートおよび MPLS ラベルを IGP や LDP に再配布できます。その逆も可能です。

- 内部ボーダー ゲートウェイ プロトコル（IBGP）IPv4 ラベル配布：ASBR および PE ルータは、直接 IBGP セッションを使用して、VPNv4 と IPv4 ルートおよび MPLS ラベルを交換できます。

または、ルート リフレクタが、ASBR から学習した IPv4 ルートおよび MPLS ラベルを VPN の PE ルータに反映できます。これは、ASBR が IPv4 ルートおよび MPLS ラベルをルートリフレクタと交換できるようにすることで実現されます。ルートリフレクタは、VPNv4 ルートも VPN の PE ルータに反映します（最初の箇条書き項目を参照）。たとえば、VPN1 では、RR1 は、学習した VPNv4 ルート、および ASBR1 から学習した IPv4 ルートと MPLS ラベルを PE1 に反映します。ルートリフレクタを使用して VPNv4 ルートを格納し、それらのルートを PE ルータおよび ASBR 経由で転送することで、スケーラブルな構成が可能になります。

- ASBR は、EBGP を使用して PE ルータの IPv4 ルートと MPLS ラベルを交換します。これにより、CSC 境界全体のロードバランシングが可能になります。

図 *18 : EBGP* および *IBGP* を使用してルートと *MPLS* ラベルを配布する *VPN*



BGP ルーティング情報

BGP ルーティング情報には、次の項目が含まれています。

- 宛先の IP アドレスであるネットワーク番号（プレフィックス）。
- 自律システム（AS）パス：ルートがローカルルータに到達するために通過する他の AS のリスト。リスト内の最初の自律システムがローカルルータに最も近いシステムです。リスト内の最後の自律システムはローカルルータから最も遠いシステムであり、通常は、ルートの始点となる自律システムです。
- ネクスト ホップなどの、自律システム パスについての他の情報を提供するパス属性。

BGP においてルートとともに MPLS ラベルが送信される方法

BGP（EBGP および IBGP）でルートを配布する場合、そのルートにマッピングされている MPLS ラベルも配布できます。ルートの MPLS ラベルマッピング情報は、そのルートに関する情報を含む BGP 更新メッセージによって伝送されます。ネクストホップが変わらない場合は、ラベルも維持されます。

両方の BGP ルータで **neighbor send-label** コマンドを発行すると、ルートとともに MPLS ラベルを送信できることがルータ間で相互にアドバタイズされます。ルータ間で MPLS ラベルを送信可能であると正常にネゴシエーションされると、それらのルータからのすべての発信 BGP アップデートに MPLS ラベルが追加されます。

ルートマップを使用したルートのフィルタリング

両方のルータが MPLS ラベルを使用してルートを配布するように設定されている場合、すべてのルートがマルチプロトコル拡張を使用して符号化され、すべてのルートに MPLS ラベルが付いています。ルートマップを使用して、ルータ間の MPLS ラベルの配布を制御できます。ルートマップで指定できるルートは次のとおりです。

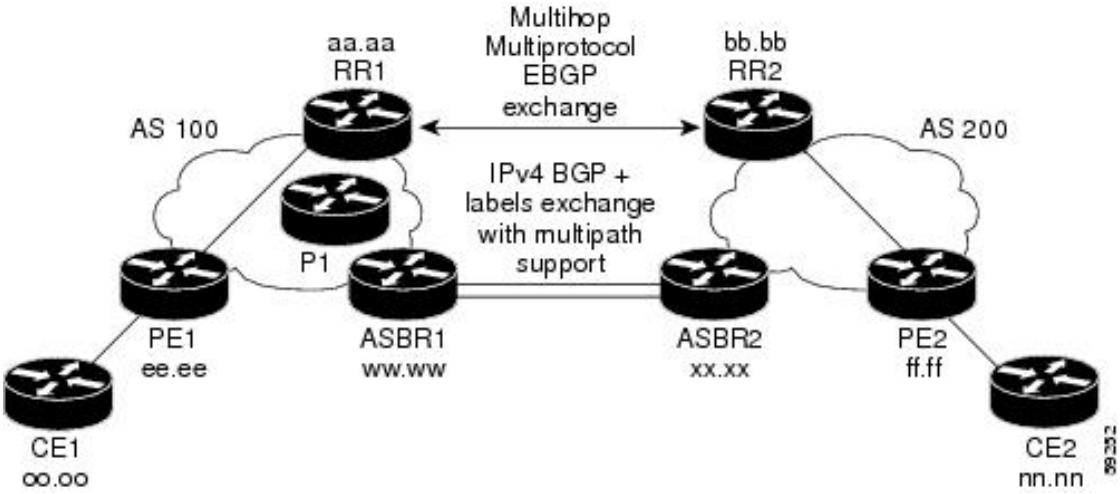
- MPLS ラベルを配布するルータの場合、MPLS ラベルを使用して配布するルートを指定できます。
- MPLS ラベルを受信するルータの場合、受け入れるルートおよび BGP テーブルにインストールするルートを指定できます。

MPLS VPN Inter-AS IPv4 BGP ラベル配布の設定方法

以下の図は、次の設定を示しています。

- この設定は、2 つの VPN で構成されています。
- ASBR は、MPLS ラベル付きの IPv4 ルートを交換します。
- ルートリフレクタは、マルチホップ MPLS EBGP を使用して VPNv4 ルートを交換します。
- ルートリフレクタは、その自律システム内の他のルータに IPv4 ルートおよび VPN4 ルートを反映します。

図 *19 : IPv4* ルートおよび *MPLS* ラベルを交換する *2* つの *VPN* サービス プロバイダーの設定



IPv4 ルートおよび MPLS ラベルを交換する ASBR の設定

次のタスクを実行して、ASBR を設定し、MPLS ラベル付きの BGP ルートを配布できるようにします。

手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	**enable** 例： `Device> enable`	特権 EXEC モードを有効にします。 • パスワードを入力します（要求された場合）。
ステップ 2	**configure terminal** 例： `Device# 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 3	**router bgp** *as-number* 例： `Device(config)# router bgp 100`	ルータ コンフィギュレーション モードを開始します。 • as-number：他の BGP ルータに対するルータを指定し、同時に渡されるルーティング情報のタギングをする自律システムの番号。有効値の範囲は 1 ～ 65535 です。内部ネットワークで使用できるプライベート自律システム番号の範囲は、64512 ～ 65535 です。

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 4	**neighbor** {*ip-address* | *peer-group-name*} **remote-as** *as-number* 例： `Device(config)# neighbor 209.165.201.2 remote-as 200`	BGP ネイバー テーブルまたはマルチプロトコル BGP ネイバー テーブルにエントリを追加します。 • *ip-address* 引数には、ネイバーの IP アドレスを指定します。 • peer-group-name 引数には、BGP ピアグループの名前を指定します。 • *as-number* 引数には、ネイバーが属している自律システムを指定します。
ステップ 5	**address-family ipv4** ［**multicast** | **unicast** | **vrf***vrf-name* ］ 例： `Device(config-router)# address-family ipv4`	標準 IPv4 アドレス プレフィックスを使用する BGP などのルーティング セッションを設定するために、アドレス ファミリ コンフィギュレーション モードを開始します。 • **multicast** キーワードでは、IPv4 マルチキャスト アドレス プレフィックスを指定します。 • **unicast** キーワードでは、IPv4 ユニキャスト アドレス プレフィックスを指定します。 • vrf vrf-name キーワードおよび引数では、後続の IPv4 アドレス ファミリ コンフィギュレーション モード コマンドに関連付ける VPN ルーティングおよび転送（VRF）インスタンスの名前を指定します。
ステップ 6	**maximum-paths** *number-paths* 例： `Device(config-router)# maximum-paths 2`	（任意）IP ルーティング プロトコルがサポートできる並列ルートの最大数を制御します。 number-paths 引数には、IP ルーティング プロトコルがルーティング テーブルにインストールするパラレル ルートの最大数を 1 ～ 6 の範囲で指定します。
ステップ 7	**neighbor** {*ip-address* | *peer-group-name*} **activate** 例：	ネイバー ルータとの情報交換をイネーブルにします。

	コマンドまたはアクション	目的
	`Device(config-router-af)# neighbor 209.165.201.2 activate`	• ip-address 引数には、ネイバーの IP アドレスを指定します。 • peer-group-name 引数には、BGP ピア グループの名前を指定します。
ステップ 8	**neighbor** *ip-address***send-label** 例： `Device(config-router-af)# neighbor 10.0.0.1 send-label`	BGP ルートとともに MPLS ラベルをネイバー BGP ルータに送信できるように BGP ルータを設定します。 • ip-address 引数には、ネイバー ルータの IP アドレスを指定します。
ステップ 9	**exit-address-family** 例： `Device(config-router-af)# exit-address-family`	アドレスファミリサブモードを終了します。
ステップ 10	**end** 例： `Device(config-router-af)# end`	（任意）終了して、特権 EXEC モードに戻ります。

VPNv4 ルートを交換するルートリフレクタの設定

始める前に

ルートリフレクタでマルチホップ、マルチプロトコル EBGP を使用して VPNv4 ルートを交換できるようにするには、次の手順を実行します。

また、この手順では、自律システム間でネクストホップ情報および VPN ラベルが維持されるように指定します。この手順では、例として RR1 を使用します。

手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	**enable** 例： `Device> enable`	特権 EXEC モードを有効にします。 • パスワードを入力します（要求された場合）。
ステップ 2	**configure terminal** 例： `Device# 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。

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 3	**router bgp** *as-number* 例： `Device(config)# router bgp 100`	ルータ コンフィギュレーション モードを開始します。 • as-number：他の BGP ルータに対するルータを指定し、同時に渡されるルーティング情報のタギングをする自律システムの番号。有効値の範囲は 1 ～ 65535 です。内部ネットワークで使用できるプライベート自律システム番号の範囲は、64512 ～ 65535 です。 自律システム番号によって、他の自律システム内のルータで RR1 が特定されます。
ステップ 4	**neighbor** {*ip-address* | *peer-group-name*} **remote-as** *as-number* 例： `Device(config)# neighbor 192.0.2.1 remote-as 200`	BGP ネイバー テーブルまたはマルチプロトコル BGP ネイバー テーブルにエントリを追加します。 • *ip-address* 引数には、ネイバーの IP アドレスを指定します。 • peer-group-name 引数には、BGP ピアグループの名前を指定します。 • *as-number* 引数には、ネイバーが属している自律システムを指定します。
ステップ 5	**address-family vpnv4** [**unicast**] 例： `Device(config-router)# address-family vpnv4`	アドレス ファミリ コンフィギュレーション モードを開始して、標準仮想プライベート ネットワーク バージョン 4（VPNv4）アドレスプレフィックスを使用する、BGP などのルーティング セッションを設定します。 • **unicast** キーワード（任意）は、VPNv4 ユニキャスト アドレス プレフィックスを指定します。
ステップ 6	**neighbor** {*ip-address* | *peer-group-name*} **ebgp-multihop** [*ttl*] 例： `Device(config-router-af)# neighbor 192.0.2.1 ebgp-multihop 255`	直接接続されていないネットワーク上の外部ピアからの BGP 接続を受け入れ、またそのピアへの BGP 接続を試みます。

	コマンドまたはアクション	目的
		• *ip-address* 引数には、BGP 対応ネイバーの IP アドレスを指定します。 • *peer-group-name* 引数には、BGP ピア グループの名前を指定します。 • ttl 引数には、1 ～ 255 ホップの範囲の存続可能時間を指定します。
ステップ 7	**neighbor** {*ip-address* | *peer-group-name*} **activate** 例： `Device(config-router-af)# neighbor 192.0.2.1 activate`	ネイバールータとの情報交換をイネーブルにします。 • *ip-address* 引数には、ネイバーの IP アドレスを指定します。 • *peer-group-name* 引数には、BGP ピア グループの名前を指定します。
ステップ 8	**neighbor** {*ip-address* | *peer-group-name*} **next-hop unchanged** 例： `Device(config-router-af)# neighbor 10.0.0.2 next-hop unchanged`	外部 BGP（EBGP）マルチホップピアで、ネクストホップを変更せずに伝播できるようにします。 • *ip-address* 引数には、ネクスト ホップの IP アドレスを指定します。 • *peer-group-name* 引数には、ネクスト ホップである BGP ピア グループの名前を指定します。
ステップ 9	**exit-address-family** 例： `Device(config-router-af)# exit-address-family`	アドレスファミリサブモードを終了します。
ステップ 10	**end** 例： `Device(config-router-af)# end`	（任意）終了して、特権 EXEC モードに戻ります。

自律システム内でリモートルートを反映するルートリフレクタの設定

RR が ASBR から学習した IPv4 ルートおよびラベルを自律システム内の PE ルータに反映できるようにするには、次の手順を実行します。

これは、ASBR および PE ルータを RR のルートリフレクタ クライアントにすることによって実現されます。また、この手順では、RR で VPNv4 ルートを反映できるようにする方法についても説明します。

手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	**enable** 例： `Device> enable`	特権 EXEC モードを有効にします。 • パスワードを入力します（要求された場合）。
ステップ 2	**configure terminal** 例： `Device# 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 3	**router bgp** *as-number* 例： `Device(config)# router bgp 100`	ルータ コンフィギュレーション モードを開始します。 • as-number：他の BGP ルータに対するルータを指定し、同時に渡されるルーティング情報のタギングをする自律システムの番号。有効値の範囲は 1 ～ 65535 です。内部ネットワークで使用できるプライベート自律システム番号の範囲は、64512 ～ 65535 です。 自律システム番号によって、他の自律システム内のルータで RR1 が特定されます。
ステップ 4	**address-family ipv4** ［**multicast** | **unicast** | **vrf***vrf-name* ］ 例： `Device(config-router)# address-family ipv4`	標準 IPv4 アドレス プレフィックスを使用する BGP などのルーティングセッションを設定するために、アドレス ファミリ コンフィギュレーション モードを開始します。 • **multicast** キーワードでは、IPv4 マルチキャスト アドレス プレフィックスを指定します。 • **unicast** キーワードでは、IPv4 ユニキャスト アドレス プレフィックスを指定します。

	コマンドまたはアクション	目的
		• vrf vrf-name キーワードおよび引数では、後続の IPv4 アドレス ファミリ コンフィギュレーション モードコマンドに関連付ける VPN ルーティングおよび転送（VRF）インスタンスの名前を指定します。
ステップ 5	**neighbor** {*ip-address* | *peer-group-name*} **activate** 例： `Device(config-router-af)# neighbor 203.0.113.1 activate`	ネイバー ルータとの情報交換をイネーブルにします。 • *ip-address* 引数には、ネイバーの IP アドレスを指定します。 • *peer-group-name* 引数には、BGP ピア グループの名前を指定します。
ステップ 6	**neighbor***ip-address***route-reflector-client** 例： `Device(config-router-af)# neighbor 203.0.113.1 route-reflector-client`	ルータを BGP ルート リフレクタとして設定し、指定したネイバーをそのクライアントとして設定します。 • ip-address 引数には、クライアントとして識別される BGP ネイバーの IP アドレスを指定します。
ステップ 7	**neighbor***ip-address***send-label** 例： `Device(config-router-af)# neighbor 203.0.113.1 send-label`	BGP ルートとともに MPLS ラベルをネイバー BGP ルータに送信できるように BGP ルータを設定します。 • ip-address 引数には、ネイバー ルータの IP アドレスを指定します。
ステップ 8	**exit-address-family** 例： `Device(config-router-af)# exit-address-family`	アドレスファミリサブモードを終了します。
ステップ 9	**address-family vpnv4**［**unicast**］ 例： `Device(config-router)# address-family vpnv4`	アドレス ファミリ コンフィギュレーション モードを開始して、標準 VPNv4 アドレス プレフィックスを使用する、BGP などのルーティング セッションを設定します。 • **unicast** キーワード（任意）は、VPNv4 ユニキャスト アドレス プレフィックスを指定します。

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 10	**neighbor** {*ip-address* | *peer-group-name*} **activate** 例： `Device(config-router-af)# neighbor 203.0.113.1 activate`	ネイバールータとの情報交換をイネーブルにします。 • *ip-address* 引数には、ネイバーの IP アドレスを指定します。 • *peer-group-name* 引数には、BGP ピアグループの名前を指定します。
ステップ 11	**neighbor** *ip-address***route-reflector-client** 例： `Device(config-router-af)# neighbor 203.0.113.1 route-reflector-client`	RR がネイバールータに IBGP ルートを渡せるようにします。
ステップ 12	**exit-address-family** 例： `Device(config-router-af)# exit-address-family`	アドレスファミリサブモードを終了します。
ステップ 13	**end** 例： `Device(config-router-af)# end`	（任意）終了して、特権 EXEC モードに戻ります。

ルートマップの作成

ルートマップを使用すると、MPLS ラベルを使用して配布するルートを指定できます。また、ルータが受信し、BGP テーブルに追加する MPLS ラベル付きのルートを指定することもできます。

ルートマップはアクセスリストと連動します。ルートをアクセスリストに入力し、ルートマップを設定するときにアクセスリストを指定します。

次の手順を実行すると、ASBR使用して、ルートマップで指定されているルートとともにMPLSラベルを送信できます。また、ASBR はルートマップで指定されたルートのみを受け入れます。

着信ルート用のルートマップの設定

着信ルートをフィルタリングするルートマップを作成するには、次の作業を実行します。アクセスリストを作成し、ルータで受け入れて BGP テーブルに追加させるルートを指定します。

手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	**enable** 例： `Device> enable`	特権 EXEC モードを有効にします。 • パスワードを入力します（要求された場合）。
ステップ 2	**configure terminal** 例： `Device# 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 3	**router bgp** *as-number* 例： `Device(config)# router bgp 100`	ルータ コンフィギュレーション モードを開始します。 • as-number：他の BGP ルータに対するルータを指定し、同時に渡されるルーティング情報のタギングをする自律システムの番号。有効値の範囲は 1 ～ 65535 です。内部ネットワークで使用できるプライベート自律システム番号の範囲は、64512 ～ 65535 です。 自律システム番号によって、他の自律システム内のルータで RR1 が特定されます。
ステップ 4	**route-map** *route-map name* [**permit** | **deny**] [*sequence-number*] 例： `Device(config-router)# route-map IN permit 11`	指定した名前でルートマップを作成します。 • **permit** キーワードを指定すると、すべての条件が満たされた場合にアクションが実行されます。 • **deny** キーワードを指定すると、すべての条件が満たされた場合にアクションが実行されません。 • sequence-number 引数を指定すると、ルートマップに優先順位付けできます。複数のルートマップが存在し、それらにプライオリティを設定する場合、それぞれに番号を割り当てます。最初に最も低い番号のルートマップが実装され、次に 2 番めに低

	コマンドまたはアクション	目的
		い番号のルートマップが実装され、それ以降も同様です。
ステップ 5	**match ip address** {*access-list-number* | *access-list-name*} [*...access-list-number* | *...access-list-name*] 例： `Device(config-route-map)# match ip address 2`	標準アクセス リストまたは拡張アクセス リストで許可された宛先ネットワーク番号アドレスを含むすべてのルートを配するか、またはパケットに対してポリシー ルーティングを実行します。 • access-list-number 引数は、標準アクセスリストまたは拡張アクセスリストの番号です。1 ～ 199 の整数を指定できます。 • access-list-name 引数は、標準アクセスリストまたは拡張アクセスリストの名前です。1 ～ 199 の整数を指定できます。
ステップ 6	**match mpls-label** 例： `Device(config-route-map)# match mpls-label`	ルートがルートマップで指定された条件を満たす場合、MPLS ラベルを含むルートが再配布されます。
ステップ 7	**end** 例： `Device(config-router-af)# end`	（任意）終了して、特権 EXEC モードに戻ります。

発信ルート用のルートマップの設定

発信ルートをフィルタリングするルートマップを作成するには、次の作業を実行します。アクセスリストを作成し、MPLS ラベルを使用してルータに配布させるルートを指定します。

手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	**enable** 例： `Device> enable`	特権 EXEC モードを有効にします。 • パスワードを入力します（要求された場合）。
ステップ 2	**configure terminal** 例：	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。

	コマンドまたはアクション	目的
	`Device# configure terminal`	
ステップ 3	**router bgp** *as-number* 例： `Device(config)# router bgp 100`	ルータ コンフィギュレーション モードを開始します。 • as-number：他の BGP ルータに対するルータを指定し、同時に渡されるルーティング情報のタギングをする自律システムの番号。有効値の範囲は 1 ～ 65535 です。内部ネットワークで使用できるプライベート自律システム番号の範囲は、64512 ～ 65535 です。 AS 番号によって、他の自律システム内のルータへの RR1 が特定されます。
ステップ 4	**route-map** *route-map name* [**permit** | **deny**] [*sequence-number*] 例： `Device(config-router)# route-map OUT permit 10`	指定した名前でルートマップを作成します。 • **permit** キーワードを指定すると、すべての条件が満たされた場合にアクションが実行されます。 • **deny** キーワードを指定すると、すべての条件が満たされた場合にアクションが実行されません。 • sequence-number 引数を指定すると、ルートマップに優先順位付けできます。複数のルートマップが存在し、それらにプライオリティを設定する場合、それぞれに番号を割り当てます。最初に最も低い番号のルートマップが実装され、次に 2 番めに低い番号のルートマップが実装され、それ以降も同様です。
ステップ 5	**match ip address** {*access-list-number* | *access-list-name*} [*...access-list-number* | *...access-list-name*] 例： `Device(config-route-map)# match 10.0.0.2 1`	標準アクセス リストまたは拡張アクセス リストで許可された宛先ネットワーク番号アドレスを含むすべてのルートを配するか、またはパケットに対してポリシー ルーティングを実行します。

	コマンドまたはアクション	目的
		• access-list-number 引数は、標準アクセスリストまたは拡張アクセスリストの番号です。1 ～ 199 の整数を指定できます。 • access-list-name 引数は、標準アクセスリストまたは拡張アクセスリストの名前です。1 ～ 199 の整数を指定できます。
ステップ 6	**set mpls-label** 例： `Device(config-route-map)# set mpls-label`	ルートがルートマップで指定された条件を満たす場合、MPLS ラベルを使用してルートを配布できるようにします。
ステップ 7	**end** 例： `Device(config-router-af)# end`	（任意）終了して、特権 EXEC モードに戻ります。

ASBR へのルートマップの適用

ASBR でルートマップを使用できるようにするには、次の手順を実行します。

手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	**enable** 例： `Device> enable`	特権 EXEC モードを有効にします。 • パスワードを入力します（要求された場合）。
ステップ 2	**configure terminal** 例： `Device# 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 3	**router bgp** *as-number* 例： `Device(config)# router bgp 100`	ルータ コンフィギュレーション モードを開始します。 • as-number：他の BGP ルータに対するルータを指定し、同時に渡されるルーティング情報のタギングをする自律システムの番号。有効値の範囲は 1 ～ 65535 です。内部ネットワー

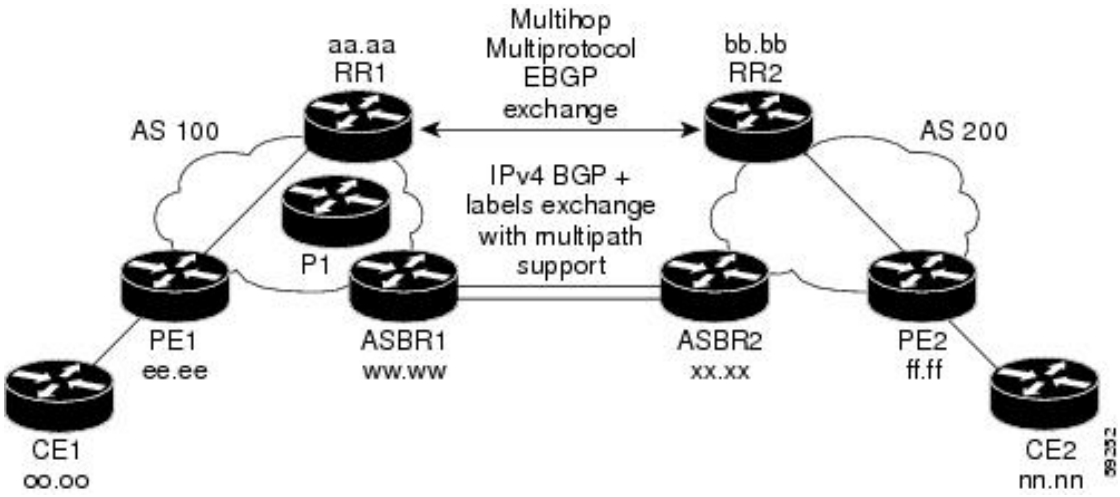
	コマンドまたはアクション	目的
		クで使用できるプライベート自律システム番号の範囲は、64512 ～ 65535 です。 自律システム番号によって、他の自律システム内のルータで RR1 が特定されます。
ステップ 4	**address-family ipv4** ［**multicast** | **unicast** | **vrf***vrf-name* ］ 例： `Device(config-router)# address-family ipv4`	標準 IPv4 アドレス プレフィックスを使用する BGP などのルーティング セッションを設定するために、アドレスファミリ コンフィギュレーション モードを開始します。 • **multicast** キーワードでは、IPv4 マルチキャスト アドレス プレフィックスを指定します。 • **unicast** キーワードでは、IPv4 ユニキャスト アドレス プレフィックスを指定します。 • vrf vrf-name キーワードおよび引数では、後続の IPv4 アドレス ファミリ コンフィギュレーション モード コマンドに関連付ける VPN ルーティングおよび転送（VRF）インスタンスの名前を指定します。
ステップ 5	**neighbor***ip-address***route-map***route-map-name***out** 例： `Device(config-router-af)# neighbor 209.165.200.225 route-map OUT out`	着信ルートにルート マップを適用します。 • ip-address 引数では、ルートマップを適用するルートを指定します。 • route-map-name 引数では、ルートマップの名前を指定します。 • **out** キーワードでは、発信ルートにルートマップを適用します。
ステップ 6	**neighbor** *ip-address***send-label** 例： `Device(config-router-af)# neighbor 209.165.200.225 send-label`	ルートとともに MPLS ラベルを送信するルータの機能をアドバタイズします。 • ip-address 引数では、ルートとともに MPLS ラベルを送信できるルータを指定します。

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 7	**exit-address-family** 例： `Device(config-router-af)# exit-address-family`	アドレスファミリサブモードを終了します。
ステップ 8	**end** 例： `Device(config-router-af)# end`	（任意）終了して、特権 EXEC モードに戻ります。

MPLS VPN Inter-AS IPv4 BGP ラベル配布の設定の確認

設定については、次の図を参照してください。

図 *20 : IPv4* ルートおよび *MPLS* ラベルを交換する *2* つの *VPN* サービス プロバイダーの設定



ルートリフレクタを使用して VPNv4 ルートを配布し、ASBR を使用して IPv4 ラベルを配布する場合は、次の手順に従って設定を確認します。

ルート リフレクタ設定の確認

ルート リフレクタ設定を確認するには、次の作業を実行します。

手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	**enable** 例：	特権 EXEC モードを有効にします。

	コマンドまたはアクション	目的
	`Device> enable`	• パスワードを入力します（要求された場合）。

ステップ 2	**show ip bgp vpnv4** {**all** | **rd** *route-distinguisher* | **vrf** *vrf-name*} [**summary**] [**labels**]
	例：
	`Device# show ip bgp vpnv4 all summary`
	例：
	`Device# show ip bgp vpnv4 all labels`
		（任意）BGP テーブルからの VPN アドレス情報を表示します。
		• ルートリフレクタ間にマルチホップ、マルチプロトコル、EBGP セッションが存在し、ルートリフレクタ間で VPNv4 ルートが交換されていることを確認するには、all キーワードと summary キーワードを指定して、**show ip bgp vpnv4** コマンドを使用します。
		• コマンド出力の最後の 2 行に、次の情報が表示されます。
		  • プレフィックスが PE1 から学習されて RR2 に渡されていること。
		  • プレフィックスが RR2 から学習されて PE1 に渡されていること。
		• ルートリフレクタ間で VPNv4 ラベル情報が交換されていることを確認するには、all キーワードと labels キーワードを指定して、**show ip bgp vpnv4** コマンドを使用します。

ステップ 3	**disable** 例： `Device# disable`	（任意）終了して、ユーザー EXEC モードに戻ります。

CE1 に CE2 のネットワーク到達可能性情報があることの確認

ルータ CE1 がルータ CE2 の NLRI を持っていることを確認するには、次の作業を実行します。

手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	**enable** 例： `Device> enable`	特権 EXEC モードを有効にします。 • パスワードを入力します（要求された場合）。
ステップ 2	**show ip route** [*ip-address* [*mask*] [**longer prefixes**]	[*protocol* [*process-id*]	[**list** *access-list-number*	*access-list-name*] 例： `Device# show ip route 209.165.201.1`	ルーティング テーブルの現在の状態を表示します。 • ip-address 引数を指定して **show ip route** コマンドを使用して、CE1 に CE2 へのルートが含まれていることを確認します。 • **show ip route** コマンドを使用して、CE1 が学習したルートを確認します。CE2 へのルートがリストされていることを確認します。
ステップ 3	**disable** 例： `Device# disable`	（任意）終了して、ユーザー EXEC モードに戻ります。

PE1 に CE2 のネットワーク層到達可能性情報があることの確認

ルータ PE1 がルータ CE2 の NLRI を持っていることを確認するには、次の作業を実行します。

手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	**enable** 例： `Device> enable`	特権 EXEC モードを有効にします。 • パスワードを入力します（要求された場合）。
ステップ 2	**show ip route vrf** *vrf-name* [**connected**] [*protocols* [*as-number*] [*tag*] [*output-modifiers*]] [**list** *number* [*output-modifiers*]] [**profile**] [**static** [*output-modifiers*]] [**summary** [*output-modifiers*]] [**supernets-only** [*output-modifiers*]] [**traffic engineering** [*output-modifiers*]]	（任意）VRF に関連付けられている IP ルーティングテーブルを表示します。 • **show ip route vrf** コマンドを使用して、ルータ PE1 がルータ CE2（nn.nn.nn.nn）からルートを学習していることを確認します。

	コマンドまたはアクション	目的
	例： `Device# show ip route vrf vpn1 209.165.201.1`	
ステップ 3	**show ip bgp vpnv4** {**all** | **rd** *route-distinguisher* | **vrf** *vrf-name*} {*ip-prefix/length* [**longer-prefixes**] [*output-modifiers*]] [*network-address* [*mask*] [**longer-prefixes**] [*output-modifiers*]] [**cidr-only**] [*community*] [**community-list**] [**dampened-paths**] [**filter-list**] [**flap-statistics**] [**inconsistent-as**] [**neighbors**] [**path** [*line*]] [**peer-group**] [**quote-regexp**] [**regexp**] [**summary**] [**tags**] 例： `Device# show ip bgp vpnv4 vrf vpn1 209.165.201.1`	（任意）BGP テーブルからの VPN アドレス情報を表示します。 • ルータ PE2 がルータ CE2 の BGP ネクストホップであることを確認するには、**vrf** または **all** キーワード指定して **show ip bgp vpnv4** コマンドを使用します。
ステップ 4	**show ip cef** [**vrf** *vrf-name*] [*network* [*mask*]] [**longer-prefixes**] [**detail**] 例： `Device# show ip cef vrf vpn1 209.165.201.1`	（任意）転送情報ベース（FIB）のエントリを表示するか、または FIB のサマリーを表示します。 • **show ip cef** コマンドを使用して、Cisco Express Forwarding（CEF）エントリが正しいことを確認します。
ステップ 5	**show mpls forwarding-table** [{*network* {*mask* | *length*} | **labels** *label* [*-label*] | **interface** *interface* | **next-hop** *address* | **lsp-tunnel** [*tunnel-id*] }] [**detail**] 例： `Device# show mpls forwarding-table`	（任意）MPLS 転送情報ベース（LFIB）の内容を表示します。 • **show mpls forwarding-table** コマンドを使用して、BGP ネクストホップルータ（自律システム境界）の IGP ラベルを確認します。
ステップ 6	**show ip bgp** [*network*] [*network-mask*] [**longer-prefixes**] 例： `Device# show ip bgp 209.165.202.129`	（任意）BGP ルーティング テーブルのエントリを表示します。 • **show ip bgp** コマンドを使用して、リモート出力 PE ルータ（PE2）のラベルを確認します。
ステップ 7	**show ip bgp vpnv4** {**all** | **rd** *route-distinguisher* | **vrf** *vrf-name*} [**summary**] [**labels**]	（任意）BGP テーブルからの VPN アドレス情報を表示します。

	コマンドまたはアクション	目的
	例： `Device# show ip bgp vpnv4 all labels`	• PE2 からアドバタイズされた CE2 の VPN ラベルを確認するには、**show ip bgp vpnv4 all summary** コマンドを使用します。
ステップ 8	**disable** 例： `Device# disable`	（任意）終了して、ユーザーEXECモードに戻ります。

PE2 に CE2 のネットワーク到達可能性情報があることの確認

PE2 が CE2 にアクセスできることを確認するには、次の作業を実行します。

手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	**enable** 例： `Device> enable`	特権 EXEC モードを有効にします。 • パスワードを入力します（要求された場合）。
ステップ 2	**show ip route vrf** *vrf-name*［**connected**］［*protocol*［*as-number*］［*tag*］［*output-modifiers*］］［**list** *number*［*output-modifiers*］］［**profile**］［**static**［*output-modifiers*］］［**summary**［*output-modifiers*］］［**supernets-only**［*output-modifiers*］］［**traffic-engineering**［*output-modifiers*］］ 例： `Device# show ip route vrf vpn1 209.165.201.1`	（任意）VRF に関連付けられている IP ルーティングテーブルを表示します。 • CE2 の VPN ルーティングおよび転送テーブルを確認するには、show ip route vrf コマンドを使用します。出力にはネクストホップ情報が表示されます。
ステップ 3	**show mpls forwarding-table**［**vrf** *vpn-name*］［{*network* {*mask* | *length* } | **labels** *label*［*-label*］ | **interface** *interface* | **next-hop** *address* | **lsp-tunnel**［*tunnel-id* ］}］［**detail**］ 例： `Device# show mpls forwarding-table vrf vpn1 209.165.201.1`	（任意）LFIB の内容を表示します。 • CE2 の VPN ルーティングおよび転送テーブルを確認するには、**vrf** キーワードを指定して **show mpls forwarding-table** コマンドを使用します。出力に、CE2 のラベルと発信インターフェイスが表示されます。

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 4	**show ip bgp vpnv4** {**all** | **rd** *route-distinguisher* | **vrf** *vrf-name*} [**summary**] [**labels**] 例： `Device# show ip bgp vpnv4 all labels`	（任意）BGP テーブルからの VPN アドレス情報を表示します。 • マルチプロトコル BGP テーブル内の CE2 の VPN ラベルを確認するには、**all** および **labels** キーワードを指定して **show ip bgp vpnv4** コマンドを使用します。
ステップ 5	**show ip cef** [**vrf** *vrf-name*] [*network* [*mask*]] [**longer-prefixes**] [**detail**] 例： `Device# show ip cef <vrf-name> 209.165.201.1`	（任意）転送情報ベース（FIB）のエントリを表示するか、または FIB のサマリーを表示します。 • CE2 の CEF エントリを確認するには、**show ip cef** コマンドを使用します。コマンド出力に、CE2 のローカル ラベルと発信インターフェイスが表示されます。
ステップ 6	**disable** 例： `Device# disable`	（任意）終了して、ユーザー EXEC モードに戻ります。

ASBR の設定の確認

ASBR 間で、ルート マップの指定に従って MPLS ラベル付きの IPv4 ルートまたはラベルなしの IPv4 ルートが交換されていることを確認するには、次の作業を実行します。

手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	**enable** 例： `Device> enable`	特権 EXEC モードを有効にします。 • パスワードを入力します（要求された場合）。
ステップ 2	**show ip bgp** [*network*] [*network-mask*] [**longer-prefixes**] 例： `Device# show ip bgp 209.165.202.129` 例：	（任意）BGP ルーティング テーブルのエントリを表示します。 • **show ip bgp** コマンドを使用して、次のことを確認します。

	コマンドまたはアクション	目的
	`Device# show ip bgp 192.0.2.1`	• ASBR1 が ASBR2 から PE2 の MPLS ラベルを受信していること。 • ASBR1 がラベルなしの RR2 の ASBR2 IPv4 ルートを受信していること。コマンド出力に MPLS ラベル情報が表示されない場合、MPLS ラベルなしでルートが受信されています。 • ASBR2 が ASBR1 に PE2 の MPLS ラベルを配布していること。 • ASBR2 が ASBR1 に RR2 のラベルを配布していないこと。

ステップ 3	**show ip cef** [**vrf** *vrf-name*] [*network* [*mask*]] [**longer-prefixes**] [**detail**]
	例：
	`Device# show ip cef 209.165.202.129`
	例：
	`Device# show ip cef 192.0.2.1`
		（任意）転送情報ベース（FIB）のエントリを表示するか、または FIB のサマリーを表示します。
		• ASBR1 および ASBR2 から **show ip cef** コマンドを使用して、次のことを確認します。
		• PE2 の CEF エントリが正しいこと。
		• RR2 の CEF エントリが正しいこと。

ステップ 4	**disable** 例： `Device# disable`	（任意）終了して、ユーザーEXECモードに戻ります。

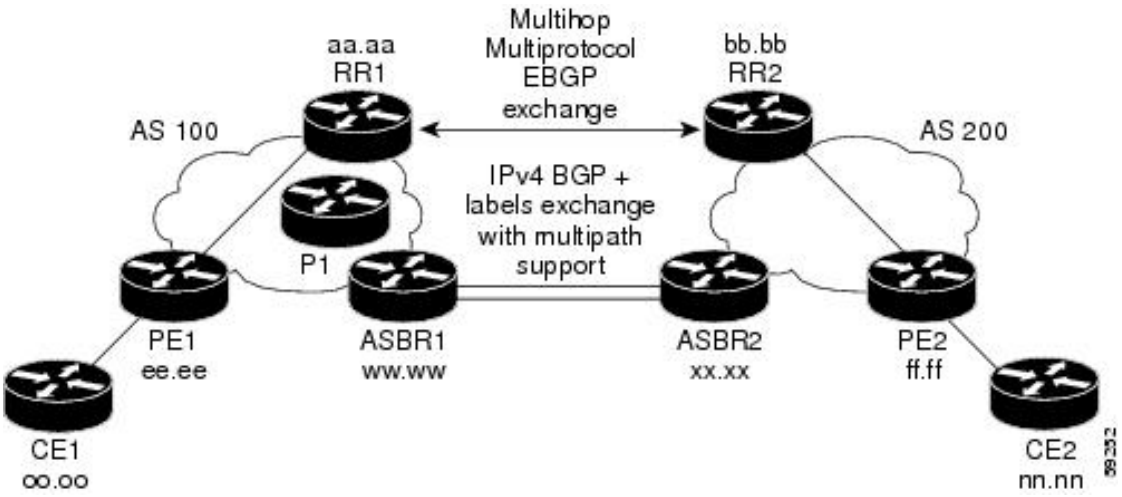
MPLS VPN Inter-AS IPv4 BGP ラベル配布の設定例

MPLS VPN Inter-AS IPv4 BGP ラベル配布機能の設定例には、次のものがあります。

BGP を使用して MPLS VPN サービスプロバイダー経由でルートおよび MPLS ラベルを配布する Inter-AS の設定例

次の図に、2 つの MPLS VPN サービスプロバイダーを示します。サービスプロバイダーは、ルートリフレクタ間で VPNv4 ルートを配布します。サービスプロバイダーは、ASBR 間で MPLS ラベル付きの IPv4 ルートを配布します。

図 *21 : MPLS VPN* サービス プロバイダー間での *IPv4* ルートと *MPLS* ラベルの配布



設定例では、リモートの RR と PE からローカルの RR と PE に、VPNv4 ルートおよび MPLS ラベル付きの IPv4 ルートを配布するために使用できる次の 2 つの技術を示しています。

- 自律システム 100 は、RR を使用して、リモート RR から学習した VPNv4 ルートを配布します。また、RR は、IPv4 ラベルを使用して、ASBR1 から学習したリモート PE アドレスとラベルを配布します。
- 自律システム 200 では、ASBR2 が学習した IPv4 ルートが IGP に再配布されます。

この項では、次の設定例を示します。

例：ルートリフレクタ 1（MPLS VPN サービスプロバイダー）

RR1 の設定例では、次のことが指定されています。

- RR1 は、マルチプロトコル、マルチホップ EBGP を使用して、RR2 と VPNv4 ルートを交換します。
- VPNv4 ネクストホップ情報および VPN ラベルは、自律システム間で保存されます。
- RR1 から PE1 に次の内容が反映されます。
  - RR2 から学習した VPNv4 ルート
  - ASBR1 から学習した IPv4 ルートおよび MPLS ラベル

例：ルートリフレクタ 1（MPLS VPN サービスプロバイダー）

```
ip subnet-zero
 ip cef
 !
 interface Loopback0
  ip address 10.0.0.1 255.255.255.255
  no ip directed-broadcast
 !
 interface Serial1/2
  ip address 209.165.201.8 255.0.0.0
  no ip directed-broadcast
  clockrate 124061
 !
 router ospf 10
  log-adjacency-changes
  auto-cost reference-bandwidth 1000
  network 10.0.0.1 0.0.0.0 area 100
  network 209.165.201.9 0.255.255.255 area 100
!
 router bgp 100
  bgp cluster-id 1
  bgp log-neighbor-changes
  timers bgp 10 30
  neighbor 203.0.113.1 remote-as 100
  neighbor 203.0.113.1 update-source Loopback0
  neighbor 209.165.200.225 remote-as 100
  neighbor 209.165.200.225 update-source Loopback0
  neighbor 192.0.2.1 remote-as 200
  neighbor 192.0.2.1 ebgp-multihop 255
  neighbor 192.0.2.1 update-source Loopback0
  no auto-summary
  !
 address-family ipv4
  neighbor 203.0.113.1 activate
  neighbor 203.0.113.1 route-reflector-client               !IPv4+labels session to PE1

  neighbor 203.0.113.1 send-label
  neighbor 209.165.200.225 activate
  neighbor 209.165.200.225 route-reflector-client                !IPv4+labels session
to ASBR1
  neighbor 209.165.200.225 send-label
  no neighbor 192.0.2.1 activate
  no auto-summary
  no synchronization
  exit-address-family
  !
 address-family vpnv4
  neighbor 203.0.113.1 activate
  neighbor 203.0.113.1 route-reflector-client                !VPNv4 session with PE1
  neighbor 203.0.113.1 send-community extended
  neighbor 192.0.2.1 activate
  neighbor 192.0.2.1 next-hop-unchanged                    !MH-VPNv4 session with RR2
  neighbor 192.0.2.1 send-community extended                 !with next hop unchanged

  exit-address-family
 !
 ip default-gateway 3.3.0.1
 no ip classless
 !
 snmp-server engineID local 00000009020000D0584B25C0
 snmp-server community public RO
 snmp-server community write RW
 no snmp-server ifindex persist
 snmp-server packetsize 2048
```

```
!
end
```

設定例：ASBR1（MPLS VPN サービスプロバイダー）

ASBR1 は、ASBR2 と IPv4 ルートおよび MPLS ラベルを交換します。

この例では、ASBR1 で、次のルートマップを使用してルートがフィルタリングされています。

- OUT というルート マップでは、ASBR1 において、PE1 ルート（ee.ee）はラベルを付けて配布し、RR1 ルート（aa.aa）はラベルを付けずに配布する必要があることが指定されています。
- IN というルート マップでは、ASBR1 にラベル付きの PE2 ルート（ff.ff）とラベルなしの RR2 ルート（bb.bb）を受け入れさせるように指定しています。

```
ip subnet-zero
 mpls label protocol tdp
 !
 interface Loopback0
  ip address 209.165.200.225 255.255.255.255
  no ip directed-broadcast
  no ip route-cache
  no ip mroute-cache
 !
 interface Ethernet0/2
  ip address 209.165.201.6 255.0.0.0
  no ip directed-broadcast
  no ip mroute-cache
 !
 interface Ethernet0/3
  ip address 209.165.201.18 255.0.0.0
  no ip directed-broadcast
  no ip mroute-cache
  mpls label protocol ldp
  mpls ip
 !router ospf 10
  log-adjacency-changes
  auto-cost reference-bandwidth 1000
  redistribute connected subnets
  passive-interface Ethernet0/2
  network 209.165.200.225 0.0.0.0 area 100
  network 209.165.201.9 0.255.255.255 area 100

 router bgp 100
  bgp log-neighbor-changes
  timers bgp 10 30
  neighbor 10.0.0.1 remote-as 100
  neighbor 10.0.0.1 update-source Loopback0
  neighbor 209.165.201.2 remote-as 200
  no auto-summary
  !
 address-family ipv4                        ! Redistributing IGP into BGP
  redistribute ospf 10                      ! so that PE1 & RR1 loopbacks
  neighbor 10.0.0.1 activate             ! get into the BGP table
  neighbor 10.0.0.1 send-label
  neighbor 209.165.201.2 activate
  neighbor 209.165.201.2 advertisement-interval 5
  neighbor 209.165.201.2 send-label
  neighbor 209.165.201.2 route-map IN in        ! accepting routes in route map IN.
  neighbor 209.165.201.2 route-map OUT out      ! distributing routes in route map OUT.
```

```
 neighbor 209.165.201.3 activate
 neighbor 209.165.201.3 advertisement-interval 5
 neighbor 209.165.201.3 send-label
 neighbor 209.165.201.3 route-map IN in        ! accepting routes in route map IN.
 neighbor 209.165.201.3 route-map OUT out      ! distributing routes in route map OUT.
 no auto-summary
 no synchronization
 exit-address-family
!
ip default-gateway 3.3.0.1
ip classless
!
access-list 1 permit 203.0.113.1 log               !Setting up the access lists
access-list 2 permit 209.165.202.129 log
access-list 3 permit 10.0.0.1 log
access-list 4 permit 192.0.2.1 log

route-map IN permit 10                             !Setting up the route maps
 match ip address 2
 match mpls-label
!
route-map IN permit 11
 match ip address 4
!
route-map OUT permit 12
 match ip address 3
!
route-map OUT permit 13
 match ip address 1
 set mpls-label
!
end
```

設定例：ルートリフレクタ 2（MPLS VPN サービスプロバイダー）

RR2 は、マルチホップ、マルチプロトコル EBGP を使用して、RR1 と VPNv4 ルートを交換します。また、この設定では、自律システム間でネクストホップ情報および VPN ラベルが維持されるように指定されています。

```
ip subnet-zero
 ip cef
 !
 interface Loopback0
  ip address 192.0.2.1 255.255.255.255
  no ip directed-broadcast
 !
 interface Serial1/1
  ip address 209.165.201.10 255.0.0.0
  no ip directed-broadcast
  no ip mroute-cache
 !
 router ospf 20
  log-adjacency-changes
  network 192.0.2.1 0.0.0.0 area 200
  network 209.165.201.20 0.255.255.255 area 200
 !
router bgp 200
  bgp cluster-id 1
  bgp log-neighbor-changes
  timers bgp 10 30
  neighbor 10.0.0.1 remote-as 100
  neighbor 10.0.0.1 ebgp-multihop 255
  neighbor 10.0.0.1 update-source Loopback0
```

```
 neighbor 209.165.202.129 remote-as 200
 neighbor 209.165.202.129 update-source Loopback0
 no auto-summary
 !
 address-family vpnv4
 neighbor 10.0.0.1 activate
 neighbor 10.0.0.1 next-hop-unchanged              !Multihop VPNv4 session with RR1
 neighbor 10.0.0.1 send-community extended              !with next-hop-unchanged
 neighbor 209.165.202.129 activate
 neighbor 209.165.202.129 route-reflector-client          !VPNv4 session with PE2
 neighbor 209.165.202.129 send-community extended
 exit-address-family
!
ip default-gateway 3.3.0.1
no ip classless
!
end
```

設定例：ASBR2（MPLS VPN サービスプロバイダー）

ASBR2 は、ASBR1 と IPv4 ルートおよび MPLS ラベルを交換します。ただし、ASBR1 とは異なり、ASBR2 は RR を使用して IPv4 ルートおよび MPLS ラベルを PE2 に反映しません。ASBR2 は、ASBR1 から学習した IPv4 ルートおよび MPLS ラベルを IGP に再配布します。これで、PE2 がこれらのプレフィックスに到達できるようになります。

```
ip subnet-zero
 ip cef
 !
 mpls label protocol tdp
 !
 interface Loopback0
  ip address 209.165.200.226 255.255.255.255
  no ip directed-broadcast
 !
 interface Ethernet1/0
  ip address 209.165.201.2 255.0.0.0
  no ip directed-broadcast
  no ip mroute-cache
 !
 interface Ethernet1/2
  ip address 209.165.201.4 255.0.0.0
  no ip directed-broadcast
  no ip mroute-cache
  mpls label protocol tdp
  mpls ip
  !
router ospf 20
  log-adjacency-changes
  auto-cost reference-bandwidth 1000
  redistribute connected subnets
  redistribute bgp 200 subnets           ! Redistributing the routes learned from
  passive-interface Ethernet1/0              ! ASBR1(EBGP+labels session) into IGP
  network 209.165.200.226 0.0.0.0 area 200         ! so that PE2 will learn them
  network 209.165.201.5 0.255.255.255 area 200
  !
 router bgp 200
  bgp log-neighbor-changes
  timers bgp 10 30
  neighbor 192.0.2.1 remote-as 200
  neighbor 192.0.2.1 update-source Loopback0
  neighbor 209.165.201.6 remote-as 100
  no auto-summary
```

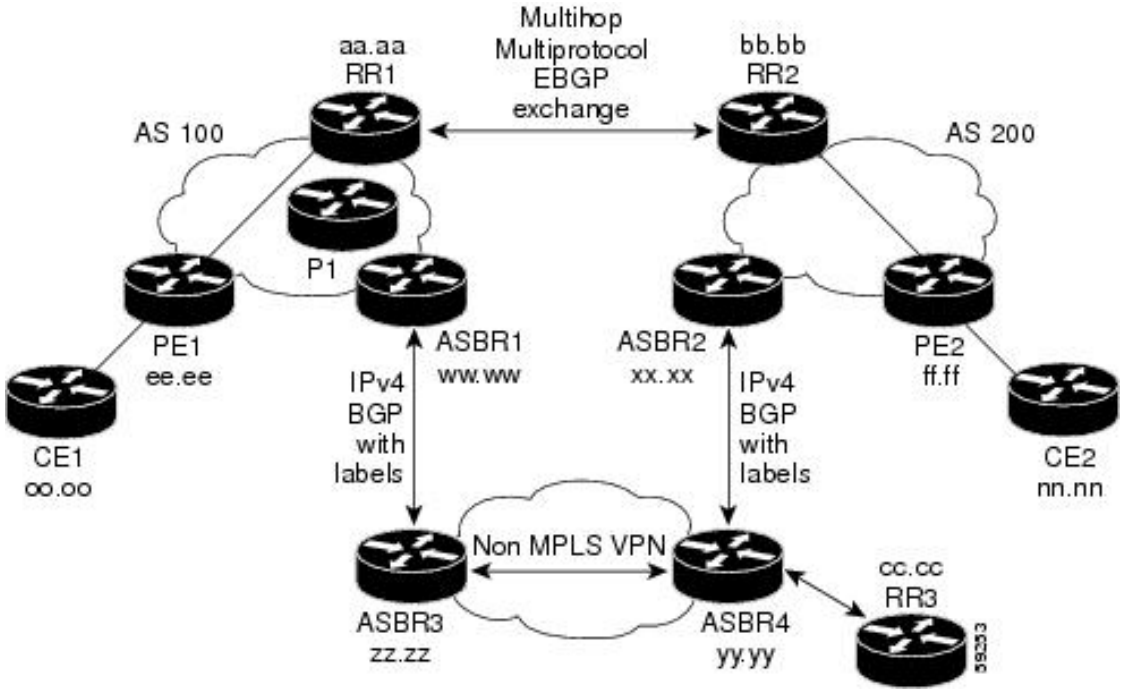
```
 !
address-family ipv4
 redistribute ospf 20                          ! Redistributing IGP into BGP
 neighbor 209.165.201.6 activate                   ! so that PE2 & RR2 loopbacks
 neighbor 209.165.201.6 advertisement-interval 5   ! will get into the BGP-4 table.
 neighbor 209.165.201.6 route-map IN in
 neighbor 209.165.201.6 route-map OUT out
 neighbor 209.165.201.6 send-label
 neighbor 209.165.201.7 activate
 neighbor 209.165.201.7 advertisement-interval 5
 neighbor 209.165.201.7 route-map IN in
 neighbor 209.165.201.7 route-map OUT out
 neighbor 209.165.201.7 send-label
 no auto-summary
 no synchronization
 exit-address-family
!
address-family vpnv4
 neighbor 192.0.2.1 activate
 neighbor 192.0.2.1 send-community extended
 exit-address-family
 !
ip default-gateway 3.3.0.1
ip classless
!
access-list 1 permit 209.165.202.129 log          !Setting up the access lists
access-list 2 permit 203.0.113.1 log
access-list 3 permit 192.0.2.1 log
access-list 4 permit 10.0.0.1 log

route-map IN permit 11                        !Setting up the route maps
 match ip address 2
 match mpls-label
!
route-map IN permit 12
 match ip address 4
!
route-map OUT permit 10
 match ip address 1
 set mpls-label
!
route-map OUT permit 13
 match ip address 3
end
```

設定例：BGPを使用して非MPLSVPNサービスプロバイダー経由でルートおよび MPLS ラベルを配布する Inter-AS

次の図に、非 MPLS VPN サービスプロバイダー経由で接続された 2 つの MPLS VPN サービスプロバイダーを示します。ネットワークの中間にある自律システムは、Label Distribution Protocol（LDP; ラベル配布プロトコル）または Tag Distribution Protocol（TDP）を使用して MPLS ラベルを配布するバックボーン自律システムとして設定されます。また、TDP や LDP の代わりにトラフィック エンジニアリング トンネルを使用して、非 MPLS VPN サービスプロバイダーで LSP を構築できます。

図 *22 :* 非 *MPLS VPN* サービスプロバイダー経由でのルートと *MPLS* ラベルの配布



ここでは、BGP を使用して非 MPLS VPN サービス プロバイダー経由でルートおよび MPLS ラベルを配布する Inter-AS の次の設定例について説明します。

設定例：ルートリフレクタ 1（非 MPLS VPN サービスプロバイダー）

RR1 の設定例では、次のことが指定されています。

- RR1 は、マルチプロトコル、マルチホップ EBGP を使用して、RR2 と VPNv4 ルートを交換します。
- VPNv4 ネクスト ホップ情報および VPN ラベルは、自律システム間で保存されます。
- RR1 から PE1 に次の内容が反映されます。
  - RR2 から学習した VPNv4 ルート
  - ASBR1 から学習した IPv4 ルートおよび MPLS ラベル

```
ip subnet-zero
 ip cef
 !
 interface Loopback0
  ip address 10.0.0.1 255.255.255.255
  no ip directed-broadcast
 !
 interface Serial1/2
  ip address 209.165.201.8 255.0.0.0
  no ip directed-broadcast
  clockrate 124061
 !
```

```
 router ospf 10
  log-adjacency-changes
  auto-cost reference-bandwidth 1000
  network 10.0.0.1 0.0.0.0 area 100
  network 209.165.201.9 0.255.255.255 area 100
 !
router bgp 100
  bgp cluster-id 1
  bgp log-neighbor-changes
  timers bgp 10 30
  neighbor 203.0.113.1 remote-as 100
  neighbor 203.0.113.1 update-source Loopback0
  neighbor 209.165.200.225 remote-as 100
  neighbor 209.165.200.225 update-source Loopback0
  neighbor 192.0.2.1 remote-as 200
  neighbor 192.0.2.1 ebgp-multihop 255
  neighbor 192.0.2.1 update-source Loopback0
  no auto-summary
  !
 address-family ipv4
  neighbor 203.0.113.1 activate
  neighbor 203.0.113.1 route-reflector-client               !IPv4+labels session to PE1

  neighbor 203.0.113.1 send-label
  neighbor 209.165.200.225 activate
  neighbor 209.165.200.225 route-reflector-client               !IPv4+labels session
to ASBR1
  neighbor 209.165.200.225 send-label
  no neighbor 192.0.2.1 activate
  no auto-summary
  no synchronization
  exit-address-family
  !
address-family vpnv4
  neighbor 203.0.113.1 activate
  neighbor 203.0.113.1 route-reflector-client               !VPNv4 session with PE1
  neighbor 203.0.113.1 send-community extended
  neighbor 192.0.2.1 activate
  neighbor 192.0.2.1 next-hop-unchanged                    !MH-VPNv4 session with RR2
  neighbor 192.0.2.1 send-community extended                 with next-hop-unchanged

  exit-address-family
 !
 ip default-gateway 3.3.0.1
 no ip classless
 !
 snmp-server engineID local 00000009020000D0584B25C0
 snmp-server community public RO
 snmp-server community write RW
 no snmp-server ifindex persist
 snmp-server packetsize 2048
 !
 end
```

設定例：ASBR1（非 MPLS VPN サービスプロバイダー）

ASBR1 は、ASBR2 と IPv4 ルートおよび MPLS ラベルを交換します。

この例では、ASBR1 で、次のルートマップを使用してルートがフィルタリングされています。

- OUT というルート マップでは、ASBR1 において、PE1 ルート（ee.ee）はラベルを付けて配布し、RR1 ルート（aa.aa）はラベルを付けずに配布する必要があることが指定されています。
- IN というルート マップでは、ASBR1 にラベル付きの PE2 ルート（ff.ff）とラベルなしの RR2 ルート（bb.bb）を受け入れさせるように指定しています。

```
ip subnet-zero
 ip cef distributed
 mpls label protocol tdp
 !
 interface Loopback0
  ip address  209.165.200.225 255.255.255.255
  no ip directed-broadcast
  no ip route-cache
  no ip mroute-cache
 !
 interface Serial3/0/0
  ip address 209.165.201.7 255.0.0.0
  no ip directed-broadcast
  ip route-cache distributed
 !
 interface Ethernet0/3
  ip address 209.165.201.18 255.0.0.0
  no ip directed-broadcast
  no ip mroute-cache
  mpls label protocol ldp
  mpls ip
 !
router ospf 10
  log-adjacency-changes
  auto-cost reference-bandwidth 1000
  redistribute connected subnets
  passive-interface Serial3/0/0
  network  209.165.200.225 0.0.0.0 area 100
  network dd.0.0.0 0.255.255.255 area 100

 router bgp 100
  bgp log-neighbor-changes
  timers bgp 10 30
  neighbor 10.0.0.1 remote-as 100
  neighbor 10.0.0.1 update-source Loopback0
  neighbor kk.0.0.1 remote-as 200
  no auto-summary
 !
  address-family ipv4
  redistribute ospf 10                      ! Redistributing IGP into BGP
  neighbor 10.0.0.1 activate             ! so that PE1 & RR1 loopbacks
  neighbor 10.0.0.1 send-label           ! get into BGP table
  neighbor 209.165.201.3 activate
  neighbor 209.165.201.3 advertisement-interval 5
  neighbor 209.165.201.3 send-label
  neighbor 209.165.201.3 route-map IN in    ! Accepting routes specified in route map
IN
  neighbor 209.165.201.3 route-map OUT out  ! Distributing routes specified in route map
 OUT
  no auto-summary
  no synchronization
  exit-address-family
 !
 ip default-gateway 3.3.0.1
 ip classless
```

```
!
access-list 1 permit 203.0.113.1 log
access-list 2 permit 209.165.202.129 log
access-list 3 permit 10.0.0.1 log
access-list 4 permit 192.0.2.1 log
!
route-map IN permit 10
 match ip address 2
 match mpls-label
!
route-map IN permit 11
 match ip address 4
!
route-map OUT permit 12
 match ip address 3
!
route-map OUT permit 13
 match ip address 1
 set mpls-label
!
end
```

設定例：ルートリフレクタ 2（非 MPLS VPN サービスプロバイダー）

RR2 は、マルチホップ、マルチプロトコル EBGP を使用して、RR1 と VPNv4 ルートを交換します。また、この設定では、自律システム間でネクストホップ情報および VPN ラベルが維持されるように指定されています。

```
ip subnet-zero
 ip cef
 !
 interface Loopback0
  ip address 192.0.2.1 255.255.255.255
  no ip directed-broadcast
 !
 interface Serial1/1
  ip address 209.165.201.10 255.0.0.0
  no ip directed-broadcast
  no ip mroute-cache
 !
 router ospf 20
  log-adjacency-changes
  network 192.0.2.1 0.0.0.0 area 200
  network 209.165.201.20 0.255.255.255 area 200
 !
router bgp 200
  bgp cluster-id 1
  bgp log-neighbor-changes
  timers bgp 10 30
  neighbor 10.0.0.1 remote-as 100
  neighbor 10.0.0.1 ebgp-multihop 255
  neighbor 10.0.0.1 update-source Loopback0
  neighbor 209.165.202.129 remote-as 200
  neighbor 209.165.202.129 update-source Loopback0
  no auto-summary
  !
  address-family vpnv4
  neighbor  10.0.0.1 activate
  neighbor  10.0.0.1 next-hop-unchanged              !MH vpnv4 session with RR1
  neighbor  10.0.0.1 send-community extended              !with next-hop-unchanged
  neighbor  209.165.202.129 activate
  neighbor  209.165.202.129 route-reflector-client          !vpnv4 session with PE2
  neighbor  209.165.202.129 send-community extended
```

```
 exit-address-family
!
ip default-gateway 3.3.0.1
no ip classless
!
end
```

設定例：ASBR2（非 MPLS VPN サービスプロバイダー）

ASBR2 は、ASBR1 と IPv4 ルートおよび MPLS ラベルを交換します。ただし、ASBR1 とは異なり、ASBR2 は RR を使用して IPv4 ルートおよび MPLS ラベルを PE2 に反映しません。ASBR2 は、ASBR1 から学習した IPv4 ルートおよび MPLS ラベルを IGP に再配布します。これで、PE2 がこれらのプレフィックスに到達できるようになります。

```
ip subnet-zero
 ip cef
 !
 mpls label protocol tdp
 !
 interface Loopback0
  ip address 209.165.200.226 255.255.255.255
  no ip directed-broadcast
 !
 interface Ethernet0/1
  ip address 209.165.201.11 255.0.0.0
  no ip directed-broadcast
 !
 interface Ethernet1/2
  ip address 209.165.201.4 255.0.0.0
  no ip directed-broadcast
  no ip mroute-cache
  mpls label protocol tdp
  mpls ip
  !
 router ospf 20
  log-adjacency-changes
  auto-cost reference-bandwidth 1000
  redistribute connected subnets
  redistribute bgp 200 subnets            !redistributing the routes learned from
  passive-interface Ethernet0/1                !ASBR2 (EBGP+labels session) into IGP
  network 209.165.200.226 0.0.0.0 area 200         !so that PE2 will learn them
  network 209.165.201.5 0.255.255.255 area 200
  !
 router bgp 200
  bgp log-neighbor-changes
  timers bgp 10 30
  neighbor 192.0.2.1 remote-as 200
  neighbor 192.0.2.1 update-source Loopback0
  neighbor 209.165.201.21 remote-as 100
  no auto-summary
 !
 address-family ipv4                          ! Redistributing IGP into BGP

redistribute ospf 20                         ! so that PE2 & RR2 loopbacks
  neighbor 209.165.201.21 activate                  !  will get into the BGP-4 table
  neighbor 209.165.201.21 advertisement-interval 5
  neighbor 209.165.201.21 route-map IN in
  neighbor 209.165.201.21 route-map OUT out
  neighbor 209.165.201.21 send-label
  no auto-summary
  no synchronization
  exit-address-family
```

```
 !
address-family vpnv4
 neighbor 192.0.2.1 activate
 neighbor 192.0.2.1 send-community extended
 exit-address-family
 !
ip default-gateway 3.3.0.1
ip classless
!
access-list 1 permit 209.165.202.129 log
access-list 2 permit 203.0.113.1 log
access-list 3 permit 192.0.2.1 log
access-list 4 permit 10.0.0.1 log
!
route-map IN permit 11
 match ip address 2
 match mpls-label
!
route-map IN permit 12
 match ip address 4
!
route-map OUT permit 10
 match ip address 1
 set mpls-label
!
route-map OUT permit 13
 match ip address 3
!
end
```

設定例：ASBR3（非 MPLS VPN サービスプロバイダー）

ASBR3 は、非 MPLS VPN サービス プロバイダーに属しています。ASBR3 は、ASBR1 との間で IPv4 ルートおよび MPLS ラベルを交換します。また、ASBR3 は、ASBR1 から学習したルートを RR3 経由で ASBR3 に渡します。

（注） IBGP を使用してルートおよびラベルを配布する場合は、学習した EBGP ルートを IBGP に再配布しないでください。このような設定はサポートされていません。

```
ip subnet-zero
 ip cef
 !
 interface Loopback0
  ip address 209.165.200.227 255.255.255.255
  no ip directed-broadcast
  no ip route-cache
  no ip mroute-cache
 !
 ip routing
mpls label protocol ldp
mpls ldp router-id Loopback0 force

interface GigabitEthernet1/0/1
ip address 209.165.201.12 255.0.0.0

interface TenGigabitEthernet1/1/1
no switchport
ip address 209.165.201.3 255.0.0.0
load-interval 30
```

```
mpls ip

 !
 router ospf 30
 log-adjacency-changes
 auto-cost reference-bandwidth 1000
 redistribute connected subnets
 network 209.165.200.227 0.0.0.0 area 300
 network 209.165.201.13 0.255.255.255 area 300
 !
 router bgp 300
  bgp log-neighbor-changes
  timers bgp 10 30
  neighbor 10.0.0.3 remote-as 300
  neighbor 10.0.0.3 update-source Loopback0
  neighbor 209.165.201.7 remote-as 100
  no auto-summary
  !
  address-family ipv4
  neighbor 10.0.0.3activate            ! IBGP+labels session with RR3
  neighbor 10.0.0.3 send-label
  neighbor 209.165.201.7 activate               ! EBGP+labels session with ASBR1
  neighbor 209.165.201.7 advertisement-interval 5
  neighbor 209.165.201.7 send-label
 neighbor 209.165.201.7 route-map IN in
 neighbor 209.165.201.7 route-map OUT out
 no auto-summary
  no synchronization
  exit-address-family
 !
 ip classless
 !
 access-list 1 permit 203.0.113.1 log
 access-list 2 permit 209.165.202.129 log
 access-list 3 permit 10.0.0.1 log
 access-list 4 permit 192.0.2.1 log
 !
 route-map IN permit 10
  match ip address 1
   match mpls-label
 !
 route-map IN permit 11
    match ip address 3
 !
 route-map OUT permit 12
  match ip address 2
   set mpls-label
 !
 route-map OUT permit 13
    match ip address 4
 !
 ip default-gateway 3.3.0.1
 ip classless
 !
 end
```

設定例：ルートリフレクタ 3（非 MPLS VPN サービスプロバイダー）

RR3 は、MPLS ラベル付きの IPv4 ルートを ASBR3 および ASBR4 に反映する非 MPLS VPN RR です。

```
ip subnet-zero
 mpls label protocol tdp
```

```
mpls traffic-eng auto-bw timers
no mpls ip
!
interface Loopback0
 ip address 10.0.0.3 255.255.255.255
 no ip directed-broadcast
!
interface POS0/2
 ip address 209.165.201.15 255.0.0.0
 no ip directed-broadcast
 no ip route-cache cef
 no ip route-cache
 no ip mroute-cache
 crc 16
 clock source internal
!
router ospf 30
 log-adjacency-changes
 network 10.0.0.3 0.0.0.0 area 300
 network 209.165.201.16 0.255.255.255 area 300
!
router bgp 300
 bgp log-neighbor-changes
 neighbor 209.165.201.2 remote-as 300
 neighbor 209.165.201.2 update-source Loopback0
 neighbor 209.165.200.227 remote-as 300
 neighbor 209.165.200.227 update-source Loopback0
 no auto-summary
 !
address-family ipv4
 neighbor 209.165.201.2 activate
 neighbor 209.165.201.2 route-reflector-client
 neighbor 209.165.201.2 send-label               ! IBGP+labels session with ASBR3
 neighbor 209.165.200.227 activate
 neighbor 209.165.200.227 route-reflector-client
 neighbor 209.165.200.227 send-label               ! IBGP+labels session with ASBR4
 no auto-summary
 no synchronization
 exit-address-family
!
ip default-gateway 3.3.0.1
ip classless
!
end
```

設定例：ASBR4（非 MPLS VPN サービスプロバイダー）

ASBR4 は、非 MPLS VPN サービス プロバイダーに属しています。ASBR4 と ASBR3 は、RR3 経由で IPv4 ルートと MPLS ラベルを交換します。

（注） IBGP を使用してルートおよびラベルを配布する場合は、学習した EBGP ルートを IBGP に再配布しないでください。このような設定はサポートされていません。

```
ip subnet-zero
 ip cef distributed
 !
 interface Loopback0
  ip address 209.165.201.2 255.255.255.255
  no ip directed-broadcast
```

```
 no ip route-cache
 no ip mroute-cache
!
interface Ethernet0/2
 ip address 209.165.201.21 255.0.0.0
 no ip directed-broadcast
 no ip mroute-cache
!
ip routing
mpls label protocol ldp
mpls ldp router-id Loopback0 force


interface GigabitEthernet1/0/1
ip address 209.165.201.17 255.0.0.0

interface TenGigabitEthernet1/1/1
no switchport
ip address 209.165.201.14 255.0.0.0
load-interval 30
mpls ip

!
router ospf 30
 log-adjacency-changes
 auto-cost reference-bandwidth 1000
 redistribute connected subnets
passive-interface Ethernet0/2
 network 209.165.201.2 0.0.0.0 area 300
 network 209.165.201.16 0.255.255.255 area 300
 network 209.165.201.13 0.255.255.255 area 300
 !
router bgp 300
 bgp log-neighbor-changes
 timers bgp 10 30
 neighbor 10.0.0.3 remote-as 300
 neighbor 10.0.0.3 update-source Loopback0
 neighbor 209.165.201.11 remote-as 200
 no auto-summary
 !
 address-family ipv4
 neighbor 10.0.0.3 activate
 neighbor 10.0.0.3 send-label
 neighbor 209.165.201.11 activate
 neighbor 209.165.201.11 advertisement-interval 5
 neighbor 209.165.201.11 send-label
 neighbor 209.165.201.11 route-map IN in
 neighbor 209.165.201.11 route-map OUT out
no auto-summary
 no synchronization
 exit-address-family
!
ip classless
!
access-list 1 permit 209.165.202.129 log
access-list 2 permit 203.0.113.1 log
access-list 3 permit 192.0.2.1 log
access-list 4 permit 10.0.0.1 log
!
route-map IN permit 10
 match ip address 1
  match mpls-label
!
route-map IN permit 11
```

```
   match ip address 3
!
route-map OUT permit 12
 match ip address 2
  set mpls-label
!
route-map OUT permit 13
   match ip address 4
!
ip default-gateway 3.3.0.1
ip classless
!
end
```

MPLS VPN Inter-AS IPv4 BGP ラベル配布の設定の機能履歴

次の表に、このモジュールで説明した機能に関するリリース情報を示します。この表は、ソフトウェア リリース トレインで各機能のサポートが導入されたときのソフトウェア リリースだけを示しています。その機能は、特に断りがない限り、それ以降の一連のソフトウェア リリースでもサポートされます。

プラットフォームのサポートおよびシスコ ソフトウェアイメージのサポートに関する情報を検索するには、Cisco Feature Navigator を使用します。Cisco Feature Navigator にアクセスするには、www.cisco.com/go/cfn に移動します。Cisco.com のアカウントは必要ありません。

リリース	機能	機能情報
Cisco IOS XE Gibraltar 16.11.1	MPLS VPN Inter-AS IPv4 BGP ラベル配布	この機能を使用すると、バーチャル プライベート ネットワーク（VPN）サービスプロバイダーネットワークを設定できます。このネットワークでは、自律システム境界ルータ（ASBR）が、プロバイダーエッジ（PE）ルータのマルチプロトコル ラベル スイッチング（MPLS）ラベル付きの IPv4 ルートを交換します。

Cisco Feature Navigator を使用すると、プラットフォームおよびソフトウェアイメージのサポート情報を検索できます。Cisco Feature Navigator には、http://www.cisco.com/go/cfn [英語] からアクセスします。

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