BGP MPLS VPN

この章では、ボーダー ゲートウェイ プロトコル（BGP）、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）でサポートされるサービスについて説明します。

重要 MPLS は、別途ライセンスを必要とするライセンス供与されたシスコの機能です。特定のライセンス要件の詳細については、シスコのアカウント担当者にお問い合わせください。ライセンスのインストールと確認の詳細については、「ソフトウェア管理操作」の「ライセンスキーの管理」の項を参照してください。

説明する項目は次のとおりです：

- はじめに （1 ページ）
- PE に接続された MPLS-CE （2 ページ）
- VPC-DI PE として （2 ページ）
- BGP MPLS VPN の IPv6 サポート （4 ページ）
- VPN 関連の CLI コマンド （8 ページ）

はじめに

サービスプロバイダーは、多数の異なるアドレッシングモデルと要件を持つ多数の企業のアクセスポイント名（APN） をサポートする能力を必要とします。VPC-DI はBGP MPLS レイヤ 3 VPN を使用して、拡張性の高い方法で企業顧客の APN を分離します。このソリューションは、RFC 4364（*BGP/MPLS IP* のバーチャルプライベート ネットワーク（*VPN*）に準拠しています。

（注） オプション b は、マルチ AS バックボーン間の接続でサポートされています。

BGP/MPLS ソリューションでは、次のシナリオがサポートされています。

- PE に接続された MPLS-CE （2 ページ）

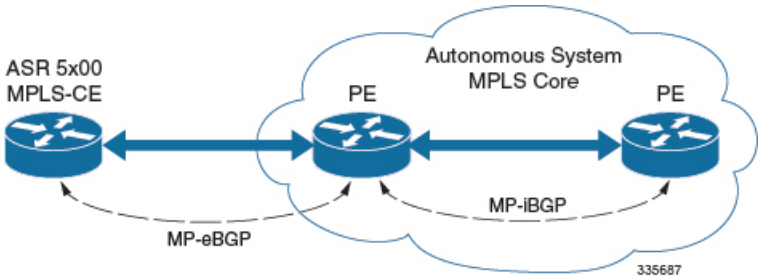
• VPC-DI PE として （2 ページ）

また、VPC-DI は RFC 4659（*BGP-MPLS IP Virtual Private Network (VPN) Extension for IPv6 VPN*）で説明されているとおり、VPNv6 をサポートします。詳細については、BGP MPLS VPN の IPv6 サポート （4 ページ）を参照してください。

PE に接続された MPLS-CE

このシナリオでは、VPC-DI はプロバイダーエッジ（PE）ラベルエッジルータ（LER）に接続されている MPLS-CE（カスタマーエッジ）ネットワーク要素として機能し、これにより MPLS コア（RFC 4364）に接続されます。以下の図を参照してください。

図 *1 : VPC-DIMPLS-CE* から *PE*



MPLS-CE は、独自の自律システム（AS）内の PE ルータのように機能します。これにより、Virtual Route Forwarding（VRF）ルートが維持され、MP eBGP（マルチプロトコル外部 BGP）セッションを介して、VPN ルート情報が PE と交換されます。

PE も VRF を使用して設定され、MP-iBGP（マルチプロトコル内部 BGP）接続を介して AS 内の他の PE と VPN ルートを交換し、MP-eBGP 接続を介して MPLS-CE を交換します。

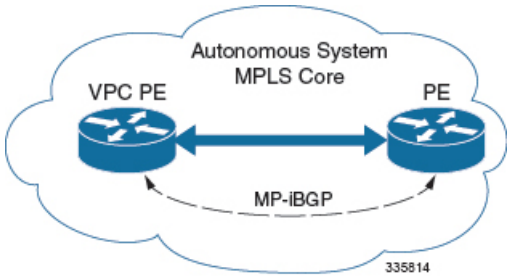
EBGP 接続を使用すると、PE は、IBGP ピアから学習したルート内のネクストホップ IP アドレスとラベルを変更してから、MPLS-CEにアドバタイズすることができます。この場合、MPLS-CE は、ルートをアドバタイズして学習するために、MP-eBGP だけを使用します。直接接続 EBGP ピアリングのため、Label Distribution Protocol（LDP）および Resource Reservation Protocol（RSVP）は必要ありません。このシナリオの MPLS-CE は、PE との間で（MP-eBGP 接続を介して学習された）単一のラベルをプッシュ/ポップします。

VPC-DI PE として

概要

このシナリオでは、VPC-DI は MPLS コアのエッジにある PE ルータとして機能します。以下の図を参照してください。

図 *2 : VPC-DI PE* として



VPC-DI では、 最初の 2 つのシナリオに示すように、ASBR または PE の必要性を排除します。このシナリオでは、IBGP 機能と MPLS ラベル配布プロトコルという 2 つの主要な要件が導入されています。

VPC-DI は、次の 2 つのラベルを追加するように設定できます。

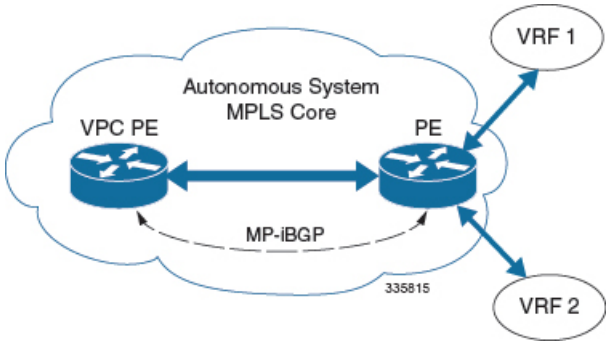
- LDP または RSVP TE から学習した外部ラベル（RSVP トラフィックエンジニアリング）
- MP-iBGP から学習した内部ラベル

このソリューションは、VPC-DI を介して開始されたトラフィック エンジニアリングと QoS をサポートします。

設定例

この例では、VRF は ASR 5500 PE で設定され、プールは VRF に関連付けられています。VPC-DI は、VPN ルートを IBGP ピア（PE ルータ）と交換し、LDP 経由で PE に到達するための MPLS パスを学習します。VPC-DI は、2 つのラベル（PE から学習した内部ラベルとネクストホップ IBGP ネイバーから学習した外部ラベル）を持つネクストホップにパケットを転送します。

図 *3 :* 設定例




```
mpls ip
  protocol ldp
    enable
  exit
exit

ip vrf vrf1
  mpls traffic-class copy
```

```
exit
ip vrf vrf2
  mpls traffic-class value 5
exit

router bgp 300
  ip vrf vrf1
    route-target export 300 1
      route-target import 300 1
      route-distinguisher 300 1
  exit
    ip vrf vrf2
      route-target export 300 2
        route-target import 300 2
        route-distinguisher 300 2
  exit

  router-id 2.2.2.2
  neighbor 192.168.107.20 remote-as 300
  neighbor 192.168.107.20 update-source node1_loopback

  address-family vpnv4
    neighbor 192.168.107.20 activate
      neighbor 192.168.107.20 send-community both
      neighbor 192.168.107.20 next-hop-self
  exit

  address-family ipv4 vrf vrf1
    redistribute connected
  exit

  address-family ipv4 vrf vrf2
    redistribute connected
exit

interface interface_to_internet
  ip address 192.168.109.65/24
  mpls ip
exit
router ospf
  network 192.168.109.0/24 area 0.0.0.0
exit
```

BGP MPLS VPN の IPv6 サポート

概要

VPC-DI は RFC 4659（*BGP-MPLS IP Virtual Private Network (VPN) Extension for IPv6 VPN*）で説明されているとおり、VPNv6 をサポートします。

IPv6 VPN は、PE ルータを通じ、IPv6 インターフェイスまたはサブインターフェイスを介してサービスプロバイダー（SP）のバックボーンに接続されます。このサイトは IPv4 と IPv6 の両方に対応できます。各 VPNv6 には独自のアドレス空間があります。つまり、特定のアドレスが異なる VPN 内の異なるシステムを示すことになります。これは、ルート識別子（RD）を IP アドレスに付加する VPNv6 アドレスファミリによって実現します。

VPNv6 アドレスのバイト数は 24 で、8 バイトの RD から始まり、16 バイトの IPv6 アドレスで終わります。サイトが IPv4 と IPv6 対応の場合、同じ RD を IPv4 と IPv6 の両方のアドレスのアドバタイズメントに使用できます。

システムは、IPv6 ルートに RD を追加し、VPNv6 アドレスファミリを使用してラベル付けされた IPv6 を交換します。VPNv6 ルートのアドレスファミリ識別子（AFI）と後続のアドレスファミリ識別子（SAFI）の フィールドは、2 と 128 にれぞれ設定されます。

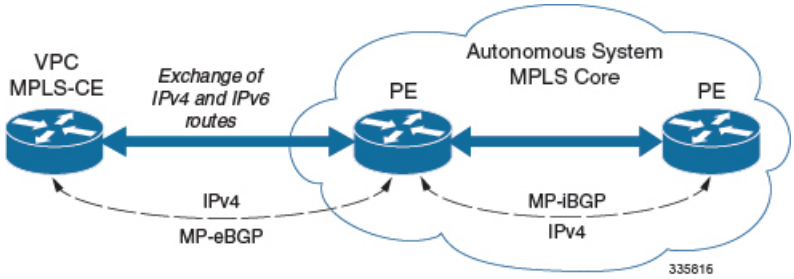
IPv6 VPN トラフィックは、IPv4 トンネリングを介して BGP スピーカーに転送されます。BGP スピーカーは、8 オクテットの RD がゼロに設定され、16 オクテットの IPv6 アドレスがアドバタイズルータの IPv4 アドレスを含む IPv4 マッピング IPv6 アドレス（RFC 4291）としてエンコードされている VPN-IPv6 アドレスを含むネクスト ホップ ネットワーク アドレス フィールドをピアにアドバタイズします。これは、VPNv6 ルートを交換するために EBGP ピアリングのみが使用されることを前提としています。

VPN IPv6 のサポートは、次を前提としています。

- デュアルスタック（IPv4/IPv6）ルーティング
- VRF の IPv6 プール
- 直接接続された IPv4 インターフェイスを介した BGP ピアリング

以下の図を参照してください。

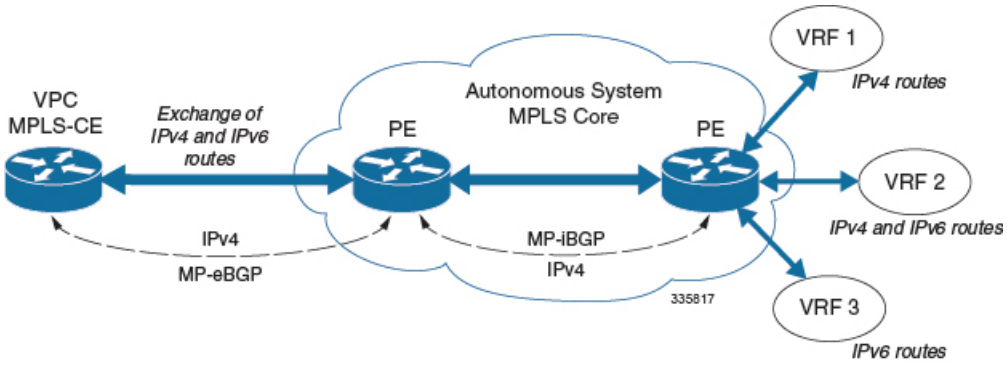
図 *4 : VPNv6* に対する *IPv6-RD* サポート



設定例

この例では、3 つの VRF を想定しています。VRF 1 には IPv4 ルートのみがあり、VRF f2 には IPv4 と IPv6 の両方のルートがあり、VRF 3 には IPv6 ルートのみがあります。

図 *5 : VPNv6* の設定例



VRF を設定します。

```
  ip vrf vrf1
  exit
  ip vrf vrf2
  exit
  ip vrf vrf3
  exit
```

MPLS bgp forwarding を有効にします。

```
  mpls bgp forwarding
```

プールを設定します。

```
  ip pool vrf1-pool 51.52.53.0 255.255.255.0 private 0 vrf vrf1
  exit
  ip pool vrf2-pool 51.52.53.0 255.255.255.0 private 0 vrf vrf2

  exit
  ipv6 pool vrf2-v6pool prefix 2005:0101::/32 private 0 vrf vrf2
  exit
  ipv6 pool vrf3-v6pool prefix 2005:0101::/32 private 0 vrf vrf3
exit
```

インターフェイスを設定します。

```
  interface ce_interface_to_rtr
    ip address 192.168.110.90 255.255.255.0
  exit
  interface ce_v6_interface
    ip address 2009:0101:0101:0101::1/96
  exit
  interface ce_loopback loopback
    ip address 52.1.2.3 255.255.255.255
  exit
  interface vrf1-loop loopback
    ip vrf forwarding vrf1
    ip address 1.52.53.54 255.255.255.255
  exit
  interface vrf2-loop loopback
    ip vrf forwarding vrf2
    ip address 2.52.53.54 255.255.255.255
  exit
  interface vrf2-v6loop loopback
    ip vrf forwarding vrf2
    ip address 2005:0202:0101::1/128
  exit
```

```
interface vrf3-v6loop loopback
  ip vrf forwarding vrf3
  ip address 2005:0303:0101::1/128
exit
```

アドレスファミリおよび再配布ルールとともに BGP を設定します。

```
router bgp 800
  router-id 1.1.1.1
neighbor 192.168.110.20 remote-as 1003
  neighbor 192.168.110.20 activate
address-family vpnv4
  neighbor 192.168.110.20 activate
  neighbor 192.168.110.20 send-community both
exit
address-family vpnv6
  neighbor 192.168.110.20 activate
  neighbor 192.168.110.20 send-community both
exit
ip vrf vrf1
  route-distinguisher 800 1
  route-target export 800 1
  route-target import 800 1
exit
address-family ipv4 vrf vrf1
  redistribute connected
  redistribute static
exit
ip vrf vrf2
  route-distinguisher 800 2
  route-target export 800 2
  route-target import 800 2
exit
address-family ipv4 vrf vrf2
  redistribute connected
  redistribute static
exit
address-family ipv6 vrf vrf2
  redistribute connected
  redistribute static
exit
ip vrf vrf3
  route-distinguisher 800 3
  route-target export 800 3
  route-target import 800 3
exit
address-family ipv6 vrf   vrf3
  redistribute connected
  redistribute static
exit
```

APN を設定します。

```
apn walmart51.com
  selection-mode sent-by-ms
  accounting-mode none
  aaa group walmart-group
  authentication pap 1 chap 2 allow-noauth
  ip context-name Gi_ce
  ip address pool name vrf1-pool
exit
apn amazon51.com
  selection-mode sent-by-ms
  accounting-mode none
  aaa group amazon-group
```

```
  authentication pap 1 chap 2 allow-noauth
  ip context-name Gi_ce
  ip address pool name vrf2-pool
  ipv6 address prefix-pool vrf2-v6pool
exit
apn apple51.com
  selection-mode sent-by-ms
  accounting-mode none
  aaa group apple-group
  authentication pap 1 chap 2 allow-noauthip context-name Gi_ce
  ipv6 address prefix-pool vrf3-v6pool
exit
aaa-group amazon-group
  radius ip vrf vrf2
aaa group default
exit
gtpp group default
exit
ip igmp profile default
exit
```

物理インターフェイスをポートにバインドします。

VPN 関連の CLI コマンド

VPN 関連の機能は、いくつかの CLI コマンドモードでサポートされています。次の表は、VPN 関連の機能の設定とモニタリングに関連するコマンドを示しています。

次に示すコマンドの使用に関する詳細については、『*Command Line Interface Reference*』を参照してください。

表 *1 : VPN* 関連の設定コマンド

CLI モード	コマンド	説明
BGP アドレスファミリ（IPv4/IPv6）構成モード	**neighbor** *ip_address* **activate**	ピアルータとのルーティング情報の交換を有効にします。
BGP アドレスファミリ（IPv4/IPv6）構成モード	**neighbor** *ip_address* **send community { both | extended | standard }**	ピアルータ（ネイバー）にコミュニティ属性を送信します。
BGP アドレスファミリ（IPv4/IPv6）構成モード	**redistribute connected**	別のプロトコルから BGP へのルートを BGP ネイバーとして再配布します。
BGP アドレスファミリ（VPNv4）構成モード	**neighbor** *ip_address* **activate**	ピアルータとのルーティング情報の交換を有効にします。

CLI モード	コマンド	説明
BGP アドレスファミリ（VPNv4）構成モード	**neighbor** *ip_address* **send community { both | extended | standard }**	ピアルータに拡張コミュニティ属性を送信します。VPN では、ルート識別子とルートターゲットは BGP 拡張コミュニティでエンコードされます。このコマンドは、拡張コミュニティを持つ BGP ルートをネイバーに送信できるようにします。
BGP アドレスファミリ（VRF）構成モード	**neighbor** *ip_address* **activate**	ピアルータとのルーティング情報の交換を有効にします。
BGP アドレスファミリ（VRF）構成モード	**neighbor** *ip_address* **send community { both | extended | standard }**	ピアルータに拡張コミュニティ属性を送信します。VPN では、ルート識別子とルートターゲットは BGP 拡張コミュニティでエンコードされます。このコマンドは、拡張コミュニティを持つ BGP ルートをネイバーに送信できるようにします。
BGP アドレスファミリ（VRF）構成モード	**redistribute connected**	別のプロトコルから BGP へのルートを BGP ネイバーとして再配布します。
BGP 構成モード	**address-family { ipv4 vrf** *vrf_name* **| vpnv4 }**	IPv4 VRF のルーティング情報の交換を有効にします。アドレスファミリごとに異なるモードがあります。
BGP 構成モード	**address-family { ipv6 vrf** *vrf_name* **| vpnv6 }**	BGP で VPNv6 アドレスファミリと IPv6 VRF ルーティングを設定します。
BGP 構成モード	**ip vrf** *vrf_name*	BGP に VRF を追加し、VRF 構成モードにスイッチして、VRF の BGP 属性を設定できるようにします。
BGP IP VRF 構成モード	**route-distinguisher {** *as_value* **|** *ip_address* **}** *rd_value*	VRF の ルート識別子（RD）を割り当てます。RD 値は、VRF ごとにルータ上の一意の値にする必要があります。

CLI モード	コマンド	説明
BGP IP VRF 構成モード	**route-target { both | import | export } {** *as_value* **|** *ip_address* **}** *rt_value*	インポートおよびエクスポートのルートターゲット拡張コミュニティのリストを VRF に追加します。
コンテキスト構成モード	**ip pool** *pool_name addr_range* **vrf** *vrf_name* **[mpls-label input** *inlabel1* **output** *outlabel1 outlabel2* **]**	指定された VRF にプールを設定します。このパラメータは、Next-Hop パラメータとともに指定する必要があります。*inlabel1* は、このプールを宛先とする着信トラフィックを識別する MPLS ラベルです。*outlabel1* と *outlabel2* は、このプールからサブスクライバに送信されるパケットに追加する MPLS ラベルを指定します。
コンテキスト構成モード	**ip vrf** *vrf_name*	VRF を作成し、VRF-ID を割り当てます。VRF がルータに作成されます。
コンテキスト構成モード	**ipv6 pool** *pool_name* **vrf** *vrf_name*	プールを VRF に関連付けます。 **注**：デフォルトでは、設定された ipv6 プールはグローバル ルーティング ドメインに関連付けられます。
コンテキスト構成モード	**mpls bgp forwarding**	MPLS のボーダー ゲートウェイ プロトコル（BGP）転送をグローバルに有効化します。

CLI モード	コマンド	説明
コンテキスト構成モード	**mpls exp** *value*	3 ビット MPLS EXP ヘッダーのゼロ値を使用して、デフォルトの動作をベストエフォートとして設定します。この値は、コンテキスト内のすべての VRF に適用されます。デフォルトの動作では、DSCP から EXP への明示的な設定がない場合に、モバイルサブスクライバのトラフィックの DSCP 値が EXP ヘッダーにコピーされます (**mpls map-dscp-exp dscp** *n* **exp** *m*コマンドを使用)。 **mpls exp** はデフォルトの動作を無効にし、EXP 値を設定された値に設定します。
コンテキスト構成モード	**mpls ip**	通常ルーティングされるパスに沿って IPv4 パケットの MPLS 転送がグローバルに行われるようにします。
コンテキスト構成モード	**radius change-authorize-nas-ip ip_address** *ip_address* **{ encrypted | key }** *value* **port** *port_num* **mpls input** *inlabel* **output** *outlabel1 outlabel2*	指定された MPLS ラベルを使用するように COA トラフィックを設定します。*inlabel* は、着信 COA トラフィックを識別します。*outlabel1* と *outlabel2* は、COA 応答に追加する MPLS ラベルを指定します。*outlabel1* は内部出力ラベル、*outlabel2* は外部出力ラベルです。
イーサネットインターフェイス構成モード	**mpls ip**	このインターフェイスで IP パケットのダイナミック MPLS 転送を有効にします。
Exec モード	**clear ip bgp peer**	BGP セッションをクリアします。
Exec モード	**lsp-ping** *ip_prefix_FEC*	指定された転送等価クラス（FEC）の MPLS ラベルスイッチドパス（LSP）接続を確認します。その後に IPv4 または IPv6 の FEC プレフィックスが続く必要があります。

CLI モード	コマンド	説明
Exec モード	**lsp-traceroute** *ip_prefix_FEC*	パケットが宛先に転送されるときに実際にたどる MPLS LSP ルートを検出します。その後に IPv4 または IPv6 の FEC プレフィックスが続く必要があります。
IP VRF コンテキスト構成モード	**mpls map-dscp-to-exp dscp** *dscp_bit_value* **exp** *exp_bit_value*	IP パケットヘッダーにおける最終の Differentiated Services Code Point（DSCP; DiffServ コードポイント）ビット値を、着信トラフィックの MPLS ヘッダーにおける最終の Experimental（EXP）ビット値にマッピングします。
IP VRF コンテキスト構成モード	**mpls map-exp-to-dscp exp** *exp_bit_value* **dscp** *dscp_bit_value*	MPLS ヘッダーの着信 EXP ビット値を発信トラフィックの IP パケットヘッダーの内部 DSCP ビット値にマッピングします。
MPLS-IP 構成モード	**protocol ldp**	MPLS プロトコルファミリの構成モードを作成するか、または既存のプロトコルを設定して、現在のコンテキストで MPLS-LDP 構成モードを開始します。このコマンドは、MPLS プロトコルファミリのプロトコルパラメータを設定します。
MPLS-LDP 構成モード	**advertise-labels { explicit-null | implicit-null }**	このコンテキストでシステムによってアドバタイズされたすべてのプレフィックスについて、暗黙的ヌルまたは明示的ヌルラベルのアドバタイズメントを設定します。
MPLS-LDP 構成モード	**discovery { hello { hello-interval** *seconds* **| hold-interval** *seconds* **} | transport-address** *ip_address* **}**	Label Distribution Protocol（LDP; ラベル配布プロトコル）のネイバー探索パラメータの設定
MPLS-LDP 構成モード	**enable**	ラベル配布プロトコル（LDP）を有効にします。
MPLS-LDP 構成モード	**router-id** *ip_address*	LDP ルータ ID を設定します。

CLI モード	コマンド	説明
MPLS-LDP 構成モード	**session timers { hold-interval** *seconds* **| keepalive-interval** *seconds* **}**	LDP セッションパラメータを設定します。

表 *2 : VPN* 関連のモニタリングコマンド

CLI モード	コマンド	説明
Exec モードの show コマンド	**show ip bgp neighbors**	BGP ネイバーに関する情報を表示します。
Exec モードの show コマンド	**show ip bgp vpnv4 { all | route-distinguisher | vrf }**	すべての VPNv4 ルーティングデータ、VRF またはルート識別子のルーティングデータを表示します。
Exec モードの show コマンド	**show ip bgp vpnv6**	VPNv6 ルーティングテーブルの内容を表示します。
Exec モードの show コマンド	**show ip bgp vpnv6 { all | route-distinguisher | vrf }**	すべての VPNv6 ルーティングデータ、VRF またはルート識別子のルーティングデータを表示します。
Exec モードの show コマンド	**show ip pool**	設定された VRF を含むプールの詳細を表示します。
Exec モードの show コマンド	**show mpls cross-connect**	MPLS 相互接続情報を表示します。インターフェイスとラベルスイッチドパス（LSP）間で相互接続する MPLS トンネルは、LSP をコンジットとして使用する MPLS トンネルを介して、同じタイプの 2 つの遠隔インターフェイス回線を接続します。
Exec モードの show コマンド	**show mpls ftn [vrf** *vrf_name*	MPLS FEC-to-NHLFE（FTN）テーブルの情報を表示します。
Exec モードの show コマンド	**show mpls ftn [vrf** *vrf_name* **]**	指定された VRF の MPLS FTN テーブルの内容を表示します。
Exec モードの show コマンド	**show mpls ilm**	MPLS の着信ラベルマップ（ILM）テーブルの情報を表示します。
Exec モードの show コマンド	**show mpls ldp**	MPLS LDP 情報を表示します。

CLI モード	コマンド	説明
Exec モードの show コマンド	**show mpls nexthop-label-forwarding-entry**	MPLS のネクストホップラベル転送エントリ（NHLFE）テーブルの情報を表示します。

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。