

Unified MPLS の設定例

目次

[はじめに](#)

[前提条件](#)

[要件](#)

[使用するコンポーネント](#)

[背景説明](#)

[アーキテクチャ](#)

[設定](#)

[確認](#)

[トラブルシューティング](#)

[関連情報](#)

概要

このドキュメントでは、ユニファイド マルチプロトコル ラベル スイッチング (MPLS) の目的を説明し、設定例を示します。

前提条件

要件

このドキュメントに関しては個別の要件はありません。

使用するコンポーネント

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

本書の情報は、特定のラボ環境にあるデバイスに基づいて作成されたものです。このドキュメントで使用するすべてのデバイスは、初期 (デフォルト) 設定の状態から起動しています。稼働中のネットワークで作業を行う場合、コマンドの影響について十分に理解したうえで作業してください。

背景説明

ユニファイド MPLS の目的は拡張性です。異なるタイプのプラットフォームやサービスが含まれている MPLS ネットワークを拡張するには、ネットワークを複数のエリアに分割することが適切な方法です。一般的な設計では、中央にコアがあり、両側にアグリゲーションが配置される階層が導入されます。拡張のために、コアとアグリゲーションで異なる内部ゲートウェイプロトコル (IGP) を使用することがあります。拡張のために、IGP プレフィックスを IGP 間で配布することはできません。IGP プレフィックスを IGP 間で配布しない場合は、エンドツーエンドのラベルスイッチドパス (LSP) は実現できません。

エンドツーエンドで MPLS サービスを提供するには、LSP がエンドツーエンドである必要があります。これは、MPLS サービス (MPLS VPN、MPLS L2VPN) をそのままの状態に維持し、かつ拡張性を向上することを目的としています。このためには、一部の IGP プレフィックスを Border Gateway Protocol (BGP) に移動します (プロバイダー エッジ (PE) ルータのループバックプレフィックス)。次にこれらのプレフィックスがエンドツーエンドで配布されます。

アーキテクチャ

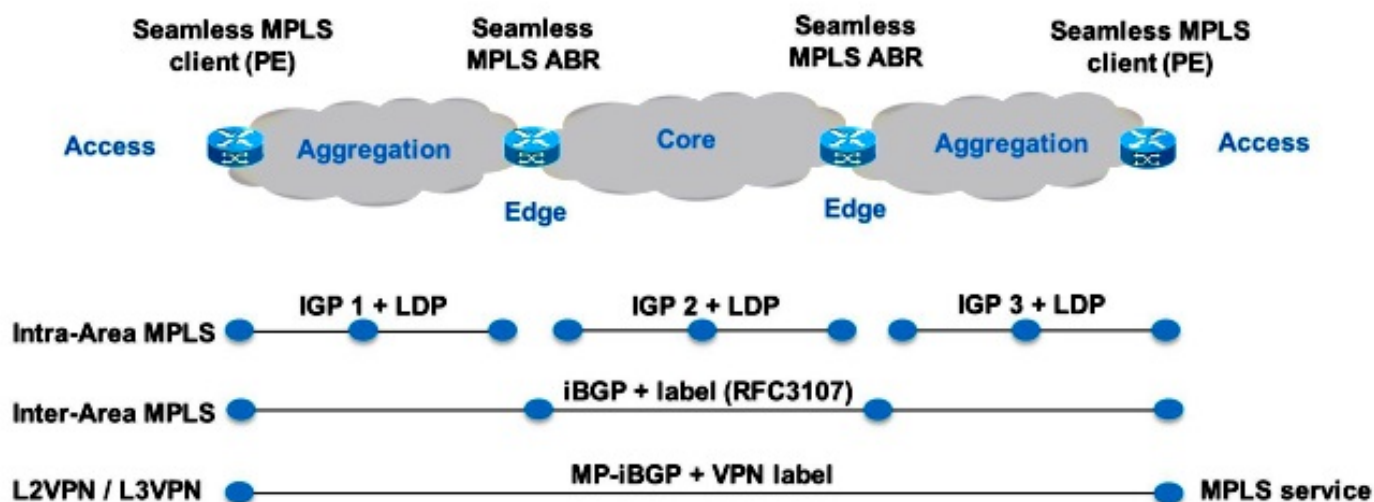


Figure 1

図 1 は、3 つの異なるエリアで構成される 1 つのネットワークを示します。1 つのコア エリアと両側の 2 つのアグリゲーション エリア。各エリアは専用の IGP を実行し、エリア境界ルータ (ABR) ではこれらのエリア間で再配布が行われません。エンドツーエンド MPLS LSP を提供するには、BGP を使用する必要があります。BGP は、ラベルが付いた PE ルータのループバックをドメイン全体にアドバタイズし、エンドツーエンド LSP を実現します。BGP は RFC 3107 により PE と ABR の間に導入されました。つまり、BGP は IPv4 プレフィックス + ラベル (AFI/SAFI 1/4) を送信します。

ネットワークのコア部分とアグリゲーション部分が統合されておりエンドツーエンド LSP が提供されているため、ユニファイド MPLS ソリューションは「シームレス MPLS」とも呼ばれます。

ここでは新しいテクノロジーまたはプロトコルは使用せず、MPLS、ラベル配布プロトコル (LDP)、IGP、BGP だけを使用します。ネットワーク内の部分間で PE ルータのループバックプレフィックスを配布しないため、プレフィックスを BGP で伝送する必要があります。内部ボ

ーダー ゲートウェイ プロトコル (iBGP) が 1 つのネットワークで使用されているため、プレフィックスのネクスト ホップ アドレスは PE ルータのループバック プレフィックスですが、これはネットワークの他の部分の IGP には認識されません。つまり、IGP プレフィックスへの再帰にネクスト ホップ アドレスを使用できません。この場合の対策は、ABR ルータをルート リフレクタ (RR) にし、反映済みの iBGP プレフィックスでも、ネクスト ホップをそのホップ自体に設定することです。このためには、新しいノブが必要です。

RR だけが、このアーキテクチャをサポートするために新しいソフトウェアを必要とします。RR は、ネクスト ホップがそのホップ自体に設定された状態で BGP プレフィックスをアドバタイズするため、ローカル MPLS ラベルを BGP プレフィックスに割り当てます。つまり、データプレーンでは、これらのエンドツーエンド LSP で転送されるパケットの場合、ラベル スタックに追加の MPLS ラベルがあります。RR は転送パス上にあります。

注: このアーキテクチャを介してすべての MPLS サービスが提供されます。たとえば、MPLS VPN または MPLS L2VPN が PE ルータ間で提供されます。これらのパケットのデータプレーンの相違点は、ラベル スタックに 3 つのラベルがあることです。一方、ユニファイド MPLS を使用しない場合、ラベル スタックにあるラベルは 2 つです。

次の 2 つのシナリオが考えられます。

- ABR は、ABR によりネットワークのアグリゲーション部分にアドバタイズ (BGP により反映) されたプレフィックスの場合、ネクスト ホップをそのホップ自体に設定しません。このため、ABR は ABR のループバック プレフィックスをコア IGP からアグリゲーション IGP に再配布する必要があります。この作業を行っても、まだ拡張性があります。アグリゲーション部分にアドバタイズする必要があるのは (コアからの) ABR ループバック プレフィックスだけであり、リモート アグリゲーション部分の PE ルータからのループバック プレフィックスはアドバタイズする必要はありません。
- ABR は、ABR によりアグリゲーション部分にアドバタイズ (BGP により反映) されたプレフィックスの場合、ネクスト ホップをそれ自体に設定します。このため、ABR は ABR のループバック プレフィックスをコア IGP からアグリゲーション IGP に再配布する必要はありません。

両方のシナリオで、ABR は、ABR によりネットワークのアグリゲーション部分からコア部分にアドバタイズ (BGP により反映) されたプレフィックスの場合、ネクスト ホップをそれ自体に設定します。このように設定していない場合、ABR は PE のループバック プレフィックスを、アグリゲーション IGP からコア IGP に再配布する必要があります。この作業を行うと、拡張性はなくなります。

反映された iBGP ルートでネクスト ホップをそれ自体に設定するには、`neighbor x.x.x.x next-hop-self all` コマンドを設定する必要があります。

設定

これは、シナリオ 2 の PE ルータと ABR の設定です。

注: 図 2 にトポロジを示します。サービスの例は `xconnect` (MPLS L2VPN) です。PE ルータと ABR 間に IPv4 + ラベルの BGP があります。

PE1

```
interface Loopback0
 ip address 10.100.1.4 255.255.255.255

!
interface Ethernet1/0
 no ip address
 xconnect 10.100.1.5 100 encapsulation mpls
!
router ospf 2
 network 10.2.0.0 0.0.255.255 area 0
 network 10.100.1.4 0.0.0.0 area 0
!
router bgp 1
 bgp log-neighbor-changes
 network 10.100.1.4 mask 255.255.255.255
 neighbor 10.100.1.1 remote-as 1
 neighbor 10.100.1.1 update-source Loopback0
 neighbor 10.100.1.1 send-label
```

RR1

```
interface Loopback0
 ip address 10.100.1.1 255.255.255.255
router ospf 1
 network 10.1.0.0 0.0.255.255 area 0
 network 10.100.1.1 0.0.0.0 area 0
!
router ospf 2
 redistribute ospf 1 subnets match internal route-map ospf1-into-ospf2
 network 10.2.0.0 0.0.255.255 area 0
!
router bgp 1
 bgp log-neighbor-changes
 neighbor 10.100.1.2 remote-as 1
 neighbor 10.100.1.2 update-source Loopback0
 neighbor 10.100.1.2 next-hop-self all
 neighbor 10.100.1.2 send-label
 neighbor 10.100.1.4 remote-as 1
 neighbor 10.100.1.4 update-source Loopback0
 neighbor 10.100.1.4 route-reflector-client
 neighbor 10.100.1.4 next-hop-self all
 neighbor 10.100.1.4 send-label

ip prefix-list prefix-list-ospf1-into-ospf2 seq 5 permit 10.100.1.1/32

route-map ospf1-into-ospf2 permit 10
 match ip address prefix-list prefix-list-ospf1-into-ospf2
```

RR2

```
interface Loopback0
 ip address 10.100.1.2 255.255.255.255

router ospf 1
 network 10.1.0.0 0.0.255.255 area 0
 network 10.100.1.2 0.0.0.0 area 0
!
router ospf 3
```

```
redistribute ospf 1 subnets match internal route-map ospf1-into-ospf3
network 10.3.0.0 0.0.255.255 area 0
!
router bgp 1
  bgp log-neighbor-changes
  neighbor 10.100.1.1 remote-as 1
  neighbor 10.100.1.1 update-source Loopback0
  neighbor 10.100.1.1 next-hop-self all
  neighbor 10.100.1.1 send-label
  neighbor 10.100.1.5 remote-as 1
  neighbor 10.100.1.5 update-source Loopback0
  neighbor 10.100.1.5 route-reflector-client
  neighbor 10.100.1.5 next-hop-self all
  neighbor 10.100.1.5 send-label

ip prefix-list prefix-list-ospf1-into-ospf3 seq 5 permit 10.100.1.2/32

route-map ospf1-into-ospf3 permit 10
  match ip address prefix-list prefix-list-ospf1-into-ospf3
```

PE2

```
interface Loopback0
  ip address 10.100.1.5 255.255.255.255

interface Ethernet1/0
  no ip address
  xconnect 10.100.1.4 100 encapsulation mpls

router ospf 3
  network 10.3.0.0 0.0.255.255 area 0
  network 10.100.1.5 0.0.0.0 area 0

router bgp 1
  bgp log-neighbor-changes
  network 10.100.1.5 mask 255.255.255.255
  neighbor 10.100.1.2 remote-as 1
  neighbor 10.100.1.2 update-source Loopback0
  neighbor 10.100.1.2 send-label
```

注: アグリゲーション IGP (ospf2 または ospf 3) へのコア IGP (ospf 1) の再配布は、ルートマップを使用して実行されます。このルートマップにより、RR のループバックプレフィックスをアグリゲーション IGP に再配布できます。これは、RR のループバックプレフィックスがコア IGP (ospf 1) に直接アドバタイズされるだけであるためです。ただし、RR のループバックプレフィックスがアグリゲーション IGP で既知である必要もあります。これにより、PE ルータの BGP が RR のループバックとピアリングできます。

確認

図 2 を参照してコントロールプレーンの動作を検証してください。

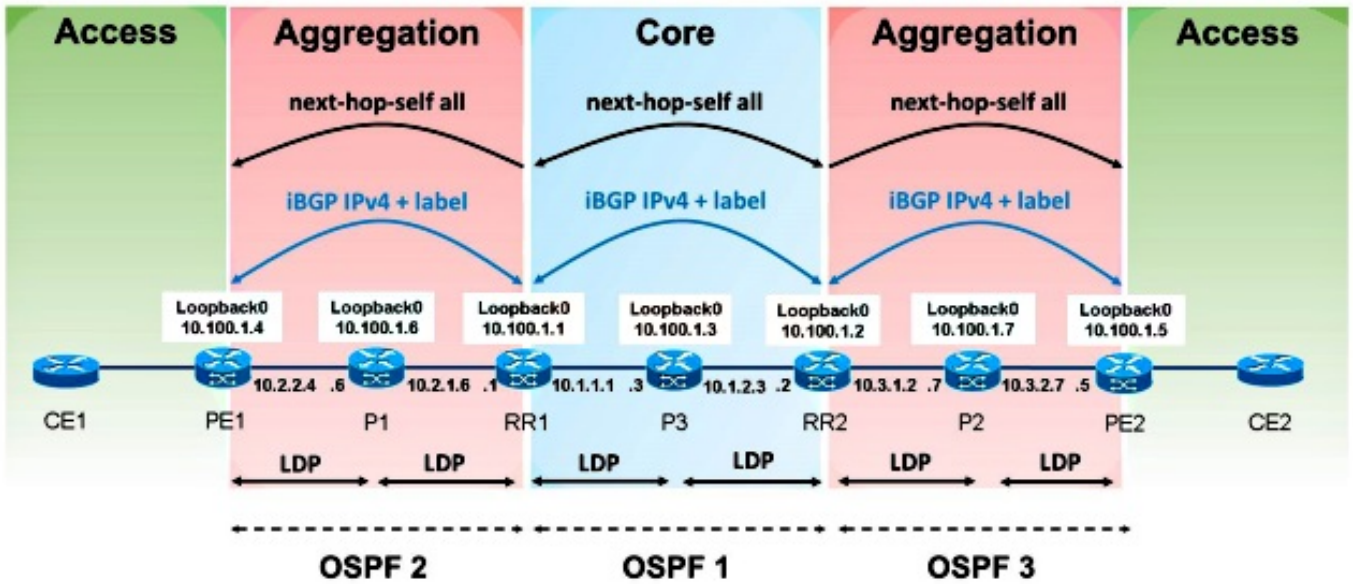


Figure 2

図 3 を参照して MPLS ラベル アドバタイズを検証してください。

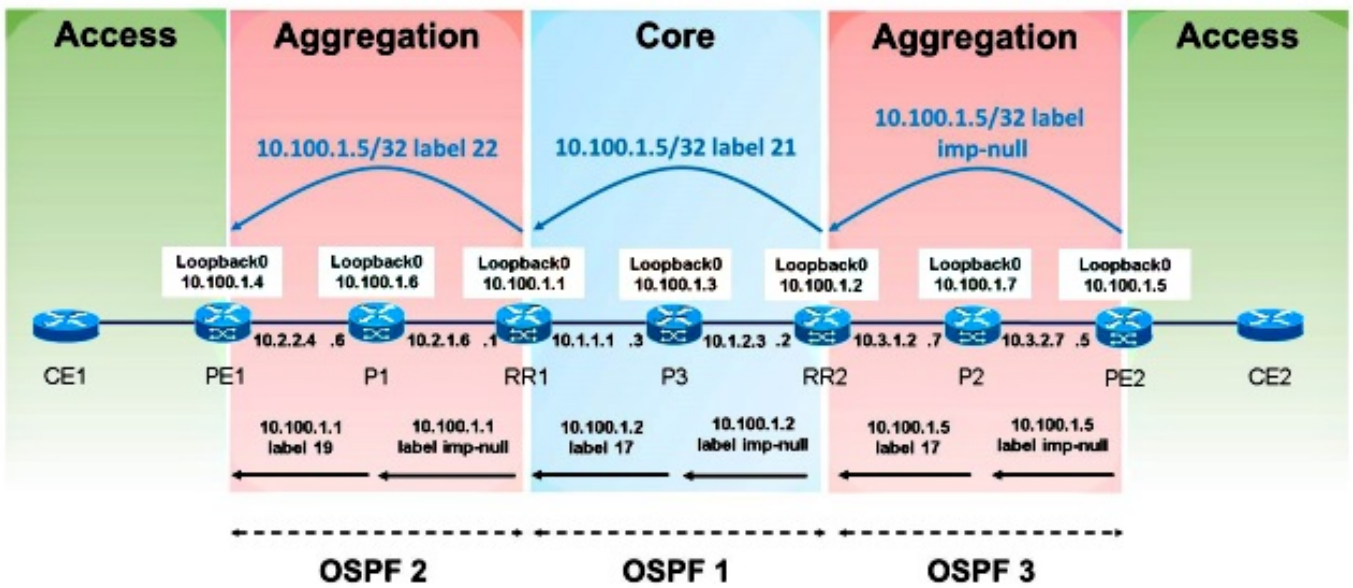


Figure 3

図 4 を参照してパケット転送を検証してください。

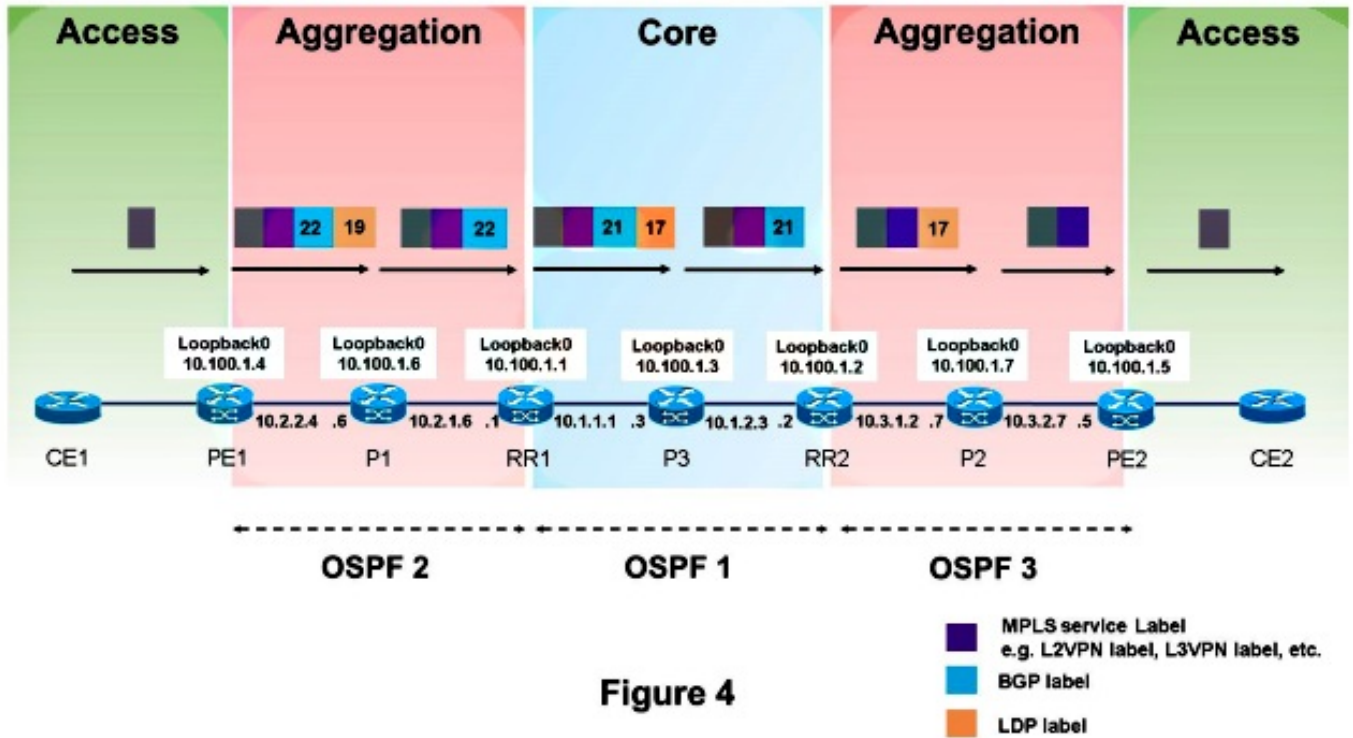


Figure 4

これは、パケットが PE1 から PE2 へ転送される様子を示しています。PE2 のループバックプレフィックスは 10.100.1.5/32 です。このため、このプレフィックスは対象となります。

```
PE1#show ip route 10.100.1.5
```

```
Routing entry for 10.100.1.5/32
  Known via "bgp 1", distance 200, metric 0, type internal
  Last update from 10.100.1.1 00:11:12 ago
  Routing Descriptor Blocks:
  * 10.100.1.1, from 10.100.1.1, 00:11:12 ago
    Route metric is 0, traffic share count is 1
    AS Hops 0
    MPLS label: 22
```

```
PE1#show ip cef 10.100.1.5
```

```
10.100.1.5/32
  nexthop 10.2.2.6 Ethernet0/0 label 19 22
```

```
PE1#show ip cef 10.100.1.5 detail
```

```
10.100.1.5/32, epoch 0, flags rib defined all labels
  1 RR source [no flags]
  recursive via 10.100.1.1 label 22
  nexthop 10.2.2.6 Ethernet0/0 label 19
```

```
PE1#show bgp ipv4 unicast labels
```

Network	Next Hop	In label/Out label
10.100.1.4/32	0.0.0.0	imp-null/nolabel
10.100.1.5/32	10.100.1.1	nolabel/22

```
P1#show mpls forwarding-table labels 19 detail
```

Local Label	Outgoing Label	Prefix or Tunnel Id	Bytes Switched	Label	Outgoing interface	Next Hop

19 **Pop Label** 10.100.1.1/32 603468 Et1/0 10.2.1.1
MAC/Encaps=14/14, MRU=1504, Label Stack{
AABBCC000101AABBCC0006018847
No output feature configured

RR1#show mpls forwarding-table labels 22 detail

Local Label	Outgoing Label	Prefix or Tunnel Id	Bytes Label Switched	Outgoing interface	Next Hop
22	21	10.100.1.5/32	575278	Et0/0	10.1.1.3

MAC/Encaps=14/22, MRU=1496, **Label Stack{17 21}**
AABBCC000300AABBCC0001008847 0001100000015000
No output feature configured

RR1#show bgp ipv4 unicast labels

Network	Next Hop	In label/Out label
10.100.1.4/32	10.100.1.4	19/imp-null
10.100.1.5/32	10.100.1.2	22/21

P3#show mpls forwarding-table labels 17 detail

Local Label	Outgoing Label	Prefix or Tunnel Id	Bytes Label Switched	Outgoing interface	Next Hop
17	Pop Label	10.100.1.2/32	664306	Et1/0	10.1.2.2

MAC/Encaps=14/14, MRU=1504, Label Stack{
AABBCC000201AABBCC0003018847
No output feature configured

RR2#show mpls forwarding-table labels 21 detail

Local Label	Outgoing Label	Prefix or Tunnel Id	Bytes Label Switched	Outgoing interface	Next Hop
21	17	10.100.1.5/32	615958	Et0/0	10.3.1.7

MAC/Encaps=14/18, MRU=1500, **Label Stack{17}**
AABBCC000700AABBCC0002008847 00011000
No output feature configured

RR2#show bgp ipv4 unicast labels

Network	Next Hop	In label/Out label
10.100.1.4/32	10.100.1.1	22/19
10.100.1.5/32	10.100.1.5	21/imp-null

P2#show mpls forwarding-table labels 17 detail

Local Label	Outgoing Label	Prefix or Tunnel Id	Bytes Label Switched	Outgoing interface	Next Hop
17	Pop Label	10.100.1.5/32	639957	Et1/0	10.3.2.5

MAC/Encaps=14/14, MRU=1504, **Label Stack{}**
AABBCC000500AABBCC0007018847
No output feature configured

PE1#trace

Protocol [ip]:
Target IP address: 10.100.1.5
Source address: 10.100.1.4
DSCP Value [0]:
Numeric display [n]:
Timeout in seconds [3]:
Probe count [3]:
Minimum Time to Live [1]:
Maximum Time to Live [30]:


```
Port Number [33434]:
Loose, Strict, Record, Timestamp, Verbose[none]:
Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 10.100.1.5
VRF info: (vrf in name/id, vrf out name/id)
 1 10.2.2.6 [MPLS: Labels 19/22 Exp 0] 3 msec 3 msec 3 msec
 2 10.2.1.1 [MPLS: Label 22 Exp 0] 3 msec 3 msec 3 msec
 3 10.1.1.3 [MPLS: Labels 17/21 Exp 0] 3 msec 3 msec 2 msec
 4 10.1.2.2 [MPLS: Label 21 Exp 0] 2 msec 3 msec 2 msec
 5 * * *
 6 10.3.2.5 4 msec * 4 msec
```

注: ホップ 5 は ? * * * ? と示されています。これはルータ P2 に traceroute の送信元 IP アドレス 10.100.1.4 (PE1) へのルートがないためです。したがって、ルータ P2 は Internet Control Message Protocol (ICMP) エラーメッセージを PE1 に返信できません。ユニファイド MPLS の目的は、1つのアグリゲーション部分のすべての PE ルータのループバックプレフィックスが、その他のアグリゲーション部分の IGP に示されないようにすることであるため、これは正常です。ルータ P2 は、ICMP エラーメッセージに元のラベルスタックを付けずに転送します。これは、元のラベルスタックに含まれているラベルが 1 つだけであるためです。パケットの元のラベルスタックに複数のラベルが含まれている場合、ICMP エラーメッセージは LSP に沿って転送され、traceroute のソースに戻ります。元のラベルスタックにラベルが 1 つだけ含まれている場合、ICMP エラーメッセージの生成元ルータはルートルックアップを試行し、ルーティングテーブルを使用して (元のラベルスタックは使用せずに) ルーティングしようとします。

```
P2#show ip route 10.100.1.4
% Subnet not in table
```

トラブルシューティング

現在のところ、この設定に関する特定のトラブルシューティング情報はありません。

関連情報

- [シームレス MPLS アーキテクチャ](#)
- [テクニカル サポートとドキュメント – Cisco Systems](#)