

# MPLSレイヤ3 VPN転送の確認

## 内容

---

[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](#)

[表記法](#)

[トポロジ](#)

[トラブルシューティング](#)

[初期情報](#)

[検証](#)

[Cisco IOS XE検証コマンド](#)

[Cisco IOS XRの検証コマンド](#)

[関連情報](#)

---

## はじめに

このドキュメントでは、MPLSレイヤ3 VPNコアネットワーク全体のエンドツーエンド接続を確認するプロセスについて説明します。

## 前提条件

### 要件

次の項目に関する知識があることが推奨されます。

- IPルーティングの基礎知識
- Cisco IOS® XEおよびCisco IOS® XRコマンドラインの知識

### 使用するコンポーネント

このドキュメントの情報は、次のソフトウェアとハードウェアのバージョンに基づいています。

- Cisco IOS XRソフトウェアが稼働するルータ
- Cisco IOS XEソフトウェア搭載のルータ

このドキュメントの情報は、特定のラボ環境にあるデバイスに基づいて作成されました。このドキュメントで使用するすべてのデバイスは、クリアな（デフォルト）設定で作業を開始しています。本稼働中のネットワークでは、各コマンドによって起こる可能性がある影響を十分確認してください。

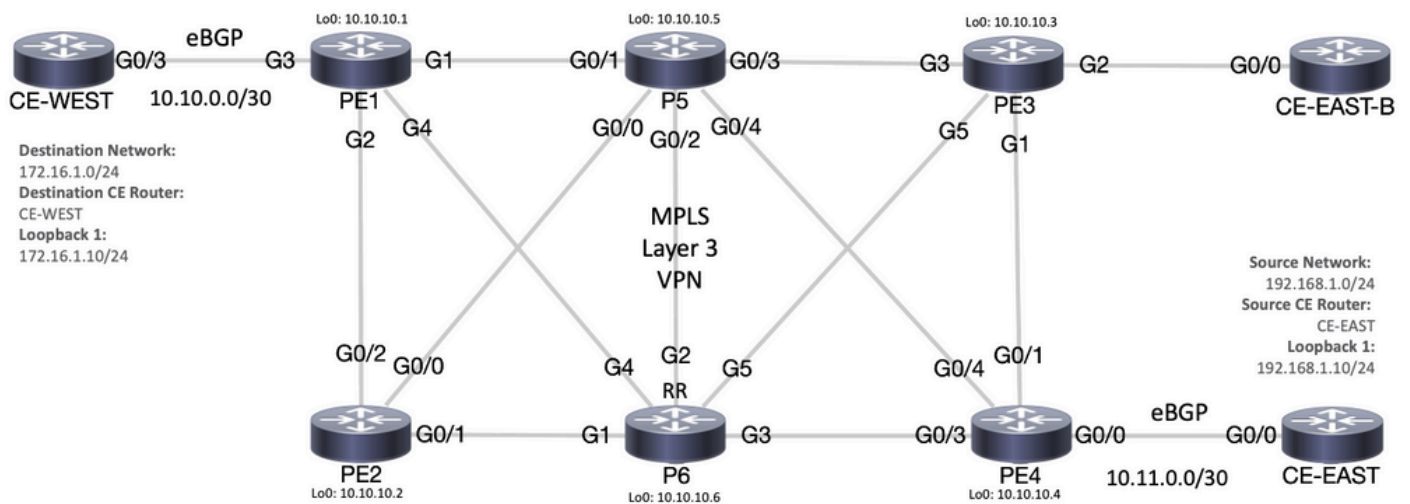
## 背景説明

このドキュメントの目的は、MPLSレイヤ3 VPNコアネットワークによってBGP ( ボーダーゲートウェイプロトコル ) で相互接続されている2台のCE ( カスタマーエッジ ) ルータ間の接続と転送を確認し、PE ( プロバイダーエッジ ) ルータおよびP ( プロバイダー ) ルータとして機能するCisco IOS XEルータとCisco IOS XRルータを組み合わせる基本的な検証とトラブルシューティングの手順を示すことです。

## 表記法

表記法の詳細については、『[シスコテクニカルティップスの表記法](#)』を参照してください。

## トポロジ



MPLSトポロジ図

## トラブルシューティング

### 初期情報

送信元ネットワーク : 192.168.1.0/24

送信元CEルータ : CE-EAST

宛先ネットワーク : 172.16.1.0/24

宛先CEルータ : CE-WEST

最初の情報とトポロジに基づいて、到達可能性は、ルータCE-EASTのLoopback1で表される送信元アドレス192.168.1.10と、ルータCE-WESTのLoopback1で表される宛先アドレス172.16.1.10の間で成功する必要があります。

<#root>

```
CE-EAST#  
  
show run interface loopback1  
  
Building configuration...  
  
Current configuration : 66 bytes  
!  
interface Loopback1  
 ip address 192.168.1.10 255.255.255.0  
end
```

```
CE-WEST#  
  
show run interface loopback 1  
  
Building configuration...  
  
Current configuration : 65 bytes  
!  
interface Loopback1  
 ip address 172.16.1.10 255.255.255.0  
end
```

ICMP到達可能性とtracerouteは、これらの送信元アドレスと宛先アドレス間の接続チェックを開始するために使用されましたが、次の出力からは、これが成功しなかったことがわかります。

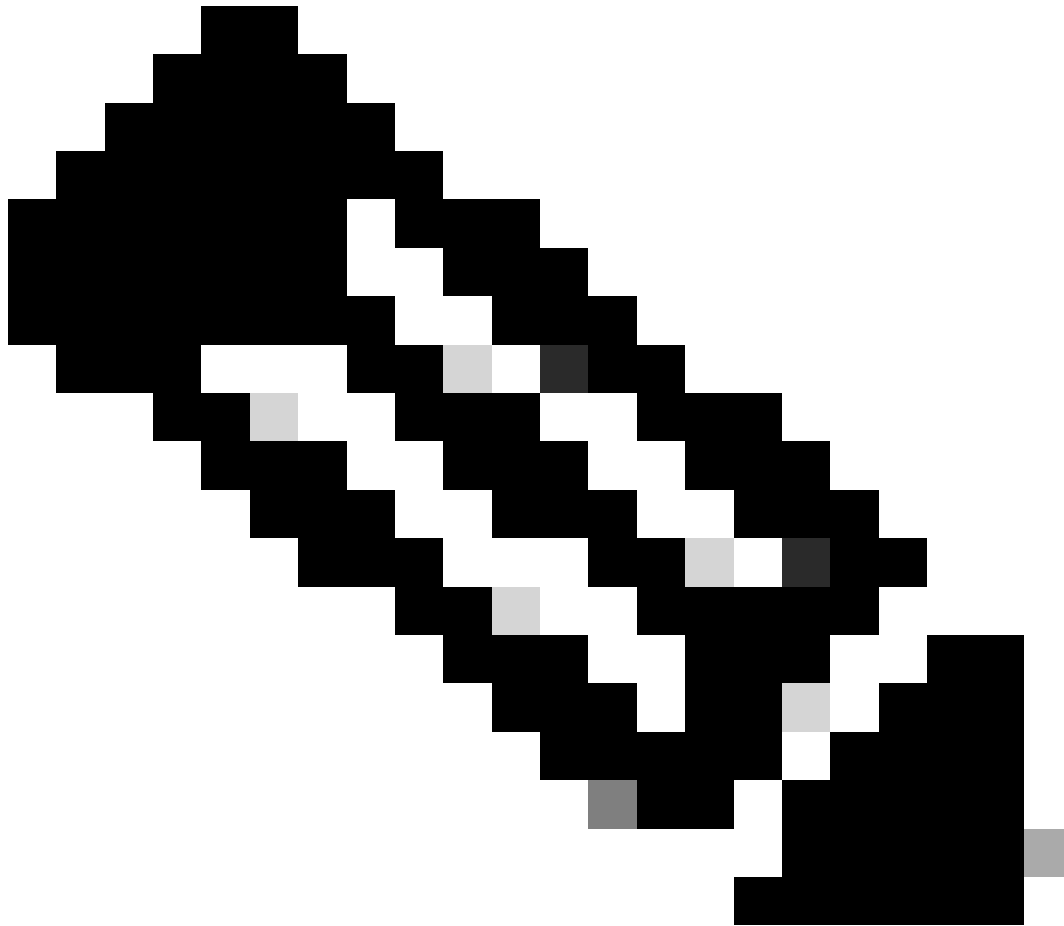
<#root>

```
CE-EAST#  
  
ping 172.16.1.10 source loopback1  
  
Type escape sequence to abort.  
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 172.16.1.10, timeout is 2 seconds:  
Packet sent with a source address of 192.168.1.10  
.....  
Success rate is 0 percent (0/5)
```

```
CE-EAST#  
  
traceroute 172.16.1.10 source loop1 probe 1 numeric  
  
Type escape sequence to abort.  
Tracing the route to 172.16.1.10  
VRF info: (vrf in name/id, vrf out name/id)  
 1 10.11.0.2 2 msec  
 2 *  
 3 10.10.0.2 [MPLS: Label 16 Exp 0] 9 msec  
 4 *  
 5 *  
 6 *  
 7 *  
 8 *  
 9 *  
10 *  
11 *  
12 *  
13 *  
14 *
```

15 \*  
16 \*  
17 \*  
18 \*  
19 \*  
20 \*  
21 \*  
22 \*  
23 \*  
24 \*  
25 \*  
26 \*  
27 \*  
28 \*  
29 \*  
30 \*

CE-EAST#



注：トラブルシューティングの際にMPLSネットワークに接続されたtracerouteを使用すると、一部のサービスプロバイダーはコア内のすべてのLSR（ラベルスイッチルータ）を

---

非表示にするために、Cisco IOS XEのno mpls ip propagat-ttl forwardコマンドまたはCisco IOS XRのmpls ip-ttl-propagate disable forwardedコマンドを設定する傾向があるため、効果が低くなる場合があります(ただし、入力および出力PEルータをををを除除除を除除除除除)。

送信元CEルータのステータスを確認する際に、このルータはVRF(Virtual Route Forwarding)を持たず、MPLSに対応していないため、RIB(Routing Information Base)、CEF(Cisco Express Forwarding)、およびBGPを確認する必要があります。次の出力では、BGPを介して宛先サブネット172.16.1.0/24に既知のルーティングエントリがあり、インターフェイスGigabitEthernet0/0を介して到達可能であることが確認できます。

<#root>

CE-EAST#

```
show ip route 172.16.1.10
```

```
Routing entry for 172.16.1.0/24
```

```
Known via "bgp 65001", distance 20, metric 0
```

```
<<<<<
```

```
Tag 65500, type external  
Last update from 10.11.0.2 3d01h ago  
Routing Descriptor Blocks:  
* 10.11.0.2, from 10.11.0.2, 3d01h ago  
  Route metric is 0, traffic share count is 1  
  AS Hops 2  
  Route tag 65500  
  MPLS label: none
```

CE-EAST#

```
show ip cef 172.16.1.10
```

```
172.16.1.0/24
```

```
nexthop 10.11.0.2 GigabitEthernet0/0
```

```
<<<<<
```

CE-EAST#

送信元のCE-EASTルータにはRIBにインストールされた宛先へのルートがあるため、トポロジに示すように、プロバイダーエッジ(PE)ルータPE4(入力PE)を調べる時間です。この時点で、次の出力に示すように、VRFとルート識別子、およびルートターゲットのインポートとエクスポートが設定されます。

<#root>

RP/0/0/CPU0:PE4#

```
show run vrf EAST
```

```
Mon Sep 11 20:01:54.454 UTC  
vrf EAST  
address-family ipv4 unicast
```

```
import route-target 65000:1 65001:1 65001:2 ! export route-target 65001:1
```

```
!  
!  
!
```

```
RP/0/0/CPU0:PE4#
```

```
show run router bgp
```

```
Mon Sep 11 20:06:48.164 UTC  
router bgp 65500  
address-family ipv4 unicast  
!  
address-family vpnv4 unicast  
!  
neighbor 10.10.10.6  
remote-as 65500  
update-source Loopback0  
address-family vpnv4 unicast  
!  
!  
vrf EAST
```

```
rd 65001:1
```

```
address-family ipv4 unicast  
!  
neighbor 10.11.0.1  
remote-as 65001  
address-family ipv4 unicast  
route-policy PASS in  
route-policy PASS out  
!  
!  
!  
!
```

```
RP/0/0/CPU0:PE4#
```

前の出力から、VRF名「EAST」が65000:1のルートターゲットインポートで定義されていることがわかります。ここでVRFルーティングテーブルをチェックでき、これはPE4に宛先IPアドレス172.16.1.10へのルートがあるかどうかを判断するのに役立ちます。

```
<#root>
```

```
RP/0/0/CPU0:PE4#
```

```
show route vrf EAST 172.16.1.10
```

```
Mon Sep 11 19:58:28.128 UTC
```

```
Routing entry for 172.16.1.0/24
  Known via "bgp 65500", distance 200, metric 0
  Tag 65000, type internal
  Installed Sep  8 18:28:46.303 for 3d01h
  Routing Descriptor Blocks
    10.10.10.1, from 10.10.10.6
      Nexthop in Vrf: "default", Table: "default", IPv4 Unicast, Table Id: 0xe0000000
      Route metric is 0
  No advertising protos.
RP/0/0/CPU0:PE4#
```

このPEはCisco IOS XRデバイスであるため、show route vrf <name>コマンドの最後に「detail」キーワードを使用して、MP-BGP ( マルチプロトコルBGP ) によって付加されるVPNv4ラベルや、プレフィックスからのソースRD ( ルート識別子 ) などの追加情報を確認できます。

```
<#root>
```

```
RP/0/0/CPU0:PE4#
```

```
show route vrf EAST 172.16.1.10 detail
```

```
Mon Sep 11 20:21:48.492 UTC
```

```
Routing entry for 172.16.1.0/24
  Known via "bgp 65500", distance 200, metric 0
  Tag 65000, type internal
  Installed Sep  8 18:28:46.303 for 3d01h
  Routing Descriptor Blocks
    10.10.10.1, from 10.10.10.6
      Nexthop in Vrf: "default", Table: "default", IPv4 Unicast, Table Id: 0xe0000000
      Route metric is 0
```

```
Label: 0x10 (16)
```

```
    <<<<<
      Tunnel ID: None
      Binding Label: None
      Extended communities count: 0
```

```
Source RD attributes: 0x0000:65000:1
```

```
    <<<<<
      NHID:0x0(Ref:0)
      Route version is 0x5 (5)
      No local label
      IP Precedence: Not Set
      QoS Group ID: Not Set
      Flow-tag: Not Set
      Fwd-class: Not Set
      Route Priority: RIB_PRIORITY_RECURSIVE (12) SVD Type RIB_SVD_TYPE_REMOTE
      Download Priority 3, Download Version 36
      No advertising protos.
RP/0/0/CPU0:PE4#
```

次に、VRFにインポートされたBGP VPNv4プレフィックスを見てみましょう。これは前の出力と同じラベル16であり、拡張コミュニティ65000:1もあることを確認してください。また、10.10.10.1は、PE4がルート再帰を実行するために必要なネクストホップであり、次のアドレス「10.10.10.6から」は、PE4がこのプレフィックスを学習するために使用したBGPピアです（このシナリオでは、ルートルリフレクタP6です）。

```
<#root>
```

```
RP/0/0/CPU0:PE4#
```

```
show bgp vpnv4 unicast vrf EAST 172.16.1.10
```

```
Mon Sep 11 22:42:28.114 UTC
```

```
BGP routing table entry for 172.16.1.0/24, Route Distinguisher: 65001:1
```

```
Versions:
```

```
Process          bRIB/RIB  SendTblVer
Speaker          48        48
```

```
Last Modified: Sep  8 18:28:46.314 for 3d04h
```

```
Paths: (1 available, best #1)
```

```
Not advertised to any peer
```

```
Path #1: Received by speaker 0
```

```
Not advertised to any peer
```

```
65000
```

```
10.10.10.1 (metric 20) from 10.10.10.6 (10.10.10.1)
```

```
<<<<<
```

```
Received Label 16
```

```
Origin IGP, metric 0, localpref 100, valid, internal, best, group-best, import-candidate, imported
```

```
Received Path ID 0, Local Path ID 0, version 48
```

```
Extended community: RT:65000:1
```

```
<<<<<
```

```
Originator: 10.10.10.1, Cluster list: 10.10.10.6
```

```
Source AFI: VPNv4 Unicast, Source VRF: default, Source Route Distinguisher: 65000:1
```

```
<<<<<
```

CEFを調べるときに、VRFレベルでexact-routeキーワードを指定すると、パケットの出カインターフェイスを把握できます。このコマンドは、プレフィックスに付加された2つのラベル24001と16を示すため、重要な詳細を提供する場合があります。その理由は、ラベル16がBGP VPNv4から来ており、ラベル24001(LDP)がLDP (ラベル配布プロトコル) から来ているためです。

```
<#root>
```

```
RP/0/0/CPU0:PE4#
```

```
show cef vrf EAST exact-route 192.168.1.10 172.16.1.10
```



```

Mon Sep 11 22:48:15.241 UTC
172.16.1.0/24, version 36, internal 0x5000001 0x0 (ptr 0xa12dc74c) [1], 0x0 (0x0), 0x208 (0xa155b1b8)
Updated Sep  8 18:28:46.323
local adjacency 10.0.0.16
Prefix Len 24, traffic index 0, precedence n/a, priority 3
  via GigabitEthernet0/0/0/4
  via 10.10.10.1/32, 3 dependencies, recursive [flags 0x6000]
  path-idx 0 NHID 0x0 [0xa15c3f54 0x0]
  recursion-via-/32
  next hop VRF - 'default', table - 0xe0000000
  next hop 10.10.10.1/32 via 24010/0/21

next hop 10.0.0.16/32 Gi0/0/0/4 labels imposed {24001 16}

<<<<<

```

次の手順として、show bgp vpnv4 unicastコマンドを使用して、このPEによって学習されているVPNv4ルートをチェックします。次の出力は、VPNv4プレフィクスがVRFにインポートされる前の情報を示しています。設定されているRT ( ルートターゲット ) が(この例では、インポートされたRTが65000:1、65001:1、65001:2である)のは、どのルートをどのVRFにインポートするかを示しています。

```
<#root>
```

```
RP/0/0/CPU0:PE4#
```

```
show bgp vpnv4 unicast
```

```

Fri Sep 15 02:15:15.463 UTC
BGP router identifier 10.10.10.4, local AS number 65500
BGP generic scan interval 60 secs
Non-stop routing is enabled
BGP table state: Active
Table ID: 0x0  RD version: 0
BGP main routing table version 85
BGP NSR Initial initsync version 1 (Reached)
BGP NSR/ISSU Sync-Group versions 0/0
BGP scan interval 60 secs

Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best
               i - internal, r RIB-failure, S stale, N Nexthop-discard
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete
   Network          Next Hop          Metric LocPrf Weight Path

```

```
Route Distinguisher: 65000:1
```

```
*>i172.16.1.0/24 10.10.10.1 0 100 0 65000 i
```

```

<<<<<
*>i172.16.2.0/24 10.10.10.1 0 100 0 65000 i
Route Distinguisher: 65001:1 (default for vrf EAST)
* i0.0.0.0/0 10.10.10.3 0 100 0 65001 i
*> 10.11.0.1 0 0 65001 i
*>i172.16.1.0/24 10.10.10.1 0 100 0 65000 i
*>i172.16.2.0/24 10.10.10.1 0 100 0 65000 i
*> 192.168.1.0/24 10.11.0.1 0 0 65001 i
*>i192.168.2.0/24 10.10.10.3 0 100 0 65001 i

```

```
*> 192.168.3.0/24    10.11.0.1          0          0 65001 i
Route Distinguisher: 65001:2
*>i0.0.0.0/0        10.10.10.3         0    100    0 65001 i
*>i192.168.2.0/24   10.10.10.3         0    100    0 65001 i
```

Processed 10 prefixes, 11 paths

この例では、VPNv4テーブルが小さい場合がありますが、実稼働環境では、すべてのVPNv4プレフィックスを調べる代わりに、次のコマンドを使用して、確認を特定のRDとプレフィックスに絞り込むことができます。

```
<#root>
```

```
RP/0/0/CPU0:PE4#
```

```
show bgp vpnv4 unicast rd 65000:1 172.16.1.10
```

```
Mon Sep 11 22:54:04.967 UTC
```

```
BGP routing table entry for 172.16.1.0/24, Route Distinguisher: 65000:1
```

```
Versions:
```

```
Process          bRIB/RIB  SendTblVer
Speaker          46        46
```

```
Last Modified: Sep  8 18:28:46.314 for 3d04h
```

```
Paths: (1 available, best #1)
```

```
Not advertised to any peer
```

```
Path #1: Received by speaker 0
```

```
Not advertised to any peer
```

```
65000
```

```
10.10.10.1 (metric 20) from 10.10.10.6 (10.10.10.1)
```

```
Received Label 16
```

```
Origin IGP, metric 0, localpref 100, valid, internal, best, group-best, import-candidate, not-in-
```

```
Received Path ID 0, Local Path ID 0, version 46
```

```
Extended community: RT:65000:1
```

```
Originator: 10.10.10.1, Cluster list: 10.10.10.6
```

この時点で、MP-BGPコントロールプレーンには、それぞれ宛先プレフィックスとLDPおよびVPNv4ラベル{24001 16}があり、このトラフィックの出口インターフェイスはGi0/0/0/4であると思われ、トラフィックを転送する必要があるネクストホップは10.10.10.1です。ただし、優先される出口インターフェイスを確認する別のオプションはありますか。次に、MPLS転送テーブルまたはLFIB ( Label Forwarding Information Base ; ラベル転送情報ベース ) を調べます。show mpls forwardingコマンドを使用すると、10.10.10.1の宛先 ( PE1からのループバック0 ) に向けて2つのエントリが表示されます。一方のパスはGi0/0/0/4の発信インターフェイス(Outgoing Label)が24001でネクストホップ10.0.0.16 ( ルータP5 ) を持ち、もう一方のパスはGi0/0/0/3を通り、ネクストホップ110.0.0.0.13 ( ルータ6 ) を23の発信発信ラベル

```
<#root>
```

```
RP/0/0/CPU0:PE4#
```

```
show mpls forwarding
```

Mon Sep 11 23:28:33.425 UTC

Local Label	Outgoing Label	Prefix or ID	Outgoing Interface	Next Hop	Bytes Switched
24000	Unlabelled	192.168.1.0/24[V]	Gi0/0/0/0	10.11.0.1	1096
24001	Unlabelled	192.168.3.0/24[V]	Gi0/0/0/0	10.11.0.1	56056
24002	Unlabelled	0.0.0.0/0[V]	Gi0/0/0/0	10.11.0.1	0
24003	Pop	10.10.10.6/32	Gi0/0/0/3	10.0.0.13	7778512
24004	Pop	10.0.0.4/31	Gi0/0/0/3	10.0.0.13	0
24005	Pop	10.0.0.8/31	Gi0/0/0/3	10.0.0.13	0
24006	Pop	10.10.10.5/32	Gi0/0/0/4	10.0.0.16	3542574
24007	Pop	10.0.0.10/31	Gi0/0/0/3	10.0.0.13	0
	Pop	10.0.0.10/31	Gi0/0/0/4	10.0.0.16	0
24008	Pop	10.0.0.6/31	Gi0/0/0/4	10.0.0.16	0
24009	Pop	10.0.0.0/31	Gi0/0/0/4	10.0.0.16	0

24010 23 10.10.10.1/32 Gi0/0/0/3 10.0.0.13 22316

<<<<<

24001 10.10.10.1/32 Gi0/0/0/4 10.0.0.16 42308

<<<<<

24011	18	10.10.10.2/32	Gi0/0/0/3	10.0.0.13	0
	24003	10.10.10.2/32	Gi0/0/0/4	10.0.0.16	0
24012	17	10.0.0.2/31	Gi0/0/0/3	10.0.0.13	0
	24005	10.0.0.2/31	Gi0/0/0/4	10.0.0.16	0
24013	Pop	10.10.10.3/32	Gi0/0/0/1	10.0.0.20	3553900
24014	Pop	10.0.0.14/31	Gi0/0/0/1	10.0.0.20	0
	Pop	10.0.0.14/31	Gi0/0/0/4	10.0.0.16	0
24015	Pop	10.0.0.18/31	Gi0/0/0/1	10.0.0.20	0
	Pop	10.0.0.18/31	Gi0/0/0/3	10.0.0.13	0

RP/0/0/CPU0:PE4#

show mpls forwarding prefix 10.10.10.1/32

Mon Sep 11 23:30:54.685 UTC

Local Label	Outgoing Label	Prefix or ID	Outgoing Interface	Next Hop	Bytes Switched
24010	23	10.10.10.1/32	Gi0/0/0/3	10.0.0.13	3188
	24001	10.10.10.1/32	Gi0/0/0/4	10.0.0.16	6044

RP/0/0/CPU0:PE4#

show mpls forwarding prefix 10.10.10.1/32 detail hardware egress

Mon Sep 11 23:36:06.504 UTC

Local Label	Outgoing Label	Prefix or ID	Outgoing Interface	Next Hop	Bytes Switched
24010	23	10.10.10.1/32	Gi0/0/0/3	10.0.0.13	N/A
Updated: Sep 8 20:27:26.596					
Version: 39, Priority: 3					
Label Stack (Top -> Bottom): { 23 }					
NHID: 0x0, Encap-ID: N/A, Path idx: 0, Backup path idx: 0, Weight: 0					
MAC/Encaps: 14/18, MTU: 1500					
Outgoing Interface: GigabitEthernet0/0/0/3 (ifhandle 0x000000a0)					
Packets Switched: 0					
	24001	10.10.10.1/32	Gi0/0/0/4	10.0.0.16	N/A

```
Updated: Sep  8 20:27:26.596
Version: 39, Priority: 3
Label Stack (Top -> Bottom): { 24001 }
NHID: 0x0, Encap-ID: N/A, Path idx: 1, Backup path idx: 0, Weight: 0
MAC/Encaps: 14/18, MTU: 1500
Outgoing Interface: GigabitEthernet0/0/0/4 (ifhandle 0x000000c0)
Packets Switched: 0
```

上記の出力から、トラフィックのロードバランシングが可能なパスオプションが2つあることは明らかですが、どちらが優先パスであるかを判断する方法がいくつかあります。その1つの方法は、`show cef exact-route <source IP> <destination IP>` コマンドを使用して、送信元PEからのLoopback0と宛先PEからのLoopback0を追加することです。次の出力に示すように、優先パスはGi0/0/0/4を通過します。

<#root>

RP/0/0/CPU0:PE4#

```
show cef exact-route 10.10.10.4 10.10.10.1
```

Mon Sep 11 23:49:44.558 UTC

10.10.10.1/32, version 39, internal 0x1000001 0x0 (ptr 0xa12dbdbc) [1], 0x0 (0xa12c18c0), 0xa28 (0xa185

Updated Sep 8 20:27:26.596

local adjacency 10.0.0.16

Prefix Len 32, traffic index 0, precedence n/a, priority 3

via GigabitEthernet0/0/0/4

via 10.0.0.16/32, GigabitEthernet0/0/0/4, 9 dependencies, weight 0, class 0 [flags 0x0]

<<<<<

path-idx 1 NHID 0x0 [0xa16765bc 0x0]

next hop 10.0.0.16/32

local adjacency

local label 24010 labels imposed {24001}

もう1つのオプションは、最初にLIB (ラベル情報ベース)を確認し、コマンド`show mpls ldp bindings <prefix/mask>`を使用して宛先Loopback0 (出力PEに属する10.10.10.1)のLDPバインディングを取得し、その出力からローカルバインディングラベルが見つかったら、コマンド`show mpls forwarding exact-route label <label> ipv4 <source IP> <destination IP> detail`でそのラベル値をを使用して優先パスを取得します。

<#root>

RP/0/0/CPU0:PE4#

```
show mpls ldp bindings 10.10.10.1/32
```

Wed Sep 13 17:18:43.007 UTC

10.10.10.1/32, rev 29

Local binding: label: 24010

```

<<<<<
Remote bindings: (3 peers)
  Peer          Label
  -----
  10.10.10.3:0  24
  10.10.10.5:0  24001
  10.10.10.6:0  23

```

RP/0/0/CPU0:PE4#

```
show mpls forwarding exact-route label 24010 ipv4 10.10.10.4 10.10.10.1 detail
```

Wed Sep 13 17:20:06.342 UTC

Local Label	Outgoing Label	Prefix or ID	Outgoing Interface	Next Hop	Bytes Switched
24010	24001	10.10.10.1/32	Gi0/0/0/4	10.0.0.16 N/A	

```

<<<<<
Updated: Sep 12 14:15:37.009
Version: 198, Priority: 3
Label Stack (Top -> Bottom): { 24001 }
NHID: 0x0, Encap-ID: N/A, Path idx: 1, Backup path idx: 0, Weight: 0
Hash idx: 1
MAC/Encaps: 14/18, MTU: 1500
Outgoing Interface: GigabitEthernet0/0/0/4 (ifhandle 0x000000c0)
Packets Switched: 0

```

```

Via: Gi0/0/0/4, Next Hop: 10.0.0.16
Label Stack (Top -> Bottom): { 24001 }
NHID: 0x0, Encap-ID: N/A, Path idx: 1, Backup path idx: 0, Weight: 0
Hash idx: 1
MAC/Encaps: 14/18, MTU: 1500
Outgoing Interface: GigabitEthernet0/0/0/4 (ifhandle 0x000000c0)

```

次に、データプレーンにあるネクストホップルータを確認することが重要です。この例では、確認すべきルータはP5 ( インターフェイス10.0.0.16 ) です。最初にMPLS転送テーブルを調べます。ここでは、プレフィクス10.10.10.1のローカルラベルを24001にする必要があります。

<#root>

RP/0/0/CPU0:P5#

```
show mpls forwarding
```

Thu Sep 14 20:07:16.455 UTC

Local Label	Outgoing Label	Prefix or ID	Outgoing Interface	Next Hop	Bytes Switched
24000	Pop	10.10.10.6/32	Gi0/0/0/2	10.0.0.11	361906
24001	Pop	10.10.10.1/32	Gi0/0/0/1	10.0.0.0	361002

```

<<<<<
24002 Pop 10.0.0.4/31 Gi0/0/0/1 10.0.0.0 0
      Pop 10.0.0.4/31 Gi0/0/0/2 10.0.0.11 0
24003 Pop 10.10.10.2/32 Gi0/0/0/0 10.0.0.6 360940

```

```

24004 Pop      10.0.0.8/31      Gi0/0/0/0      10.0.0.6       0
      Pop      10.0.0.8/31      Gi0/0/0/2      10.0.0.11      0
24005 Pop      10.0.0.2/31      Gi0/0/0/0      10.0.0.6       0
      Pop      10.0.0.2/31      Gi0/0/0/1      10.0.0.0       0
24006 Pop      10.10.10.4/32    Gi0/0/0/4      10.0.0.17      361230
24007 Pop      10.0.0.12/31     Gi0/0/0/2      10.0.0.11      0
      Pop      10.0.0.12/31     Gi0/0/0/4      10.0.0.17      0
24008 Pop      10.10.10.3/32    Gi0/0/0/3      10.0.0.15      361346
24009 Pop      10.0.0.20/31     Gi0/0/0/3      10.0.0.15      0
      Pop      10.0.0.20/31     Gi0/0/0/4      10.0.0.17      0
24010 Pop      10.0.0.18/31     Gi0/0/0/2      10.0.0.11      0
      Pop      10.0.0.18/31     Gi0/0/0/3      10.0.0.15      0

```

RP/0/0/CPU0:P5#

```
show mpls forwarding labels 24001
```

Thu Sep 14 20:07:42.584 UTC

Local Label	Outgoing Label	Prefix or ID	Outgoing Interface	Next Hop	Bytes Switched
24001	Pop	10.10.10.1/32	Gi0/0/0/1	10.0.0.0	361060

RP/0/0/CPU0:P5#

上記の出力から、プレフィックス10.10.10.1/32のLFIBエントリでは、発信ラベルとして「Pop」が表示されていることがわかります。これは、このルータがPenultimate Hop Popping(PHP)であることを意味します。また、トラフィックはLFIB情報に基づいてGi0/0/0/1経由で送信される必要があることも示しています。これはCEFを調べる際にも確認できます。次のCEF exact-route出力は、付加されたラベルとして暗黙的ヌルラベルを示しています。これは、Gi0/0/0/1に接続されたネクストホップがラベルスイッチパスの最後のルータであり、宛先サイト(CE-WEST)に面するPEでもあるため、やはり同じです。これは、ルータP5がパケットから別のラベルを削除し、強制しない理由でもあります。このプロセスのおかげで、出力ルータPE1はLDPラベルのないパケットを受信することになります。

<#root>

RP/0/0/CPU0:P5#

```
show cef exact-route 10.10.10.4 10.10.10.1
```

Thu Sep 14 20:25:57.269 UTC

```

10.10.10.1/32, version 192, internal 0x1000001 0x0 (ptr 0xa1246394) [1], 0x0 (0xa122b638), 0xa20 (0xa15
Updated Sep 12 14:15:38.009
local adjacency 10.0.0.0
Prefix Len 32, traffic index 0, precedence n/a, priority 3
via GigabitEthernet0/0/0/1
via 10.0.0.0/32, GigabitEthernet0/0/0/1, 9 dependencies, weight 0, class 0 [flags 0x0]
path-idx 0 NHID 0x0 [0xa166e280 0xa166e674]
next hop 10.0.0.0/32
local adjacency

```

```
local label 24001 labels imposed {ImplNull}
```

<<<<<

ラベルスイッチパスを確認する最後のポイントはPE1です。MPLS転送テーブルを見ると、LFIBにプレフィクス10.10.10.1/32のエントリがないことがわかります。

<#root>

PE1#

show mpls forwarding-table

Local Label	Outgoing Label	Prefix or Tunnel Id	Bytes Label Switched	Outgoing interface	Next Hop
16	No Label	172.16.1.0/24[V]	12938	Gi3	10.10.0.1
17	No Label	172.16.2.0/24[V]	0	Gi3	10.10.0.1
18	Pop Label	10.0.0.6/31	0	Gi1	10.0.0.1
	Pop Label	10.0.0.6/31	0	Gi2	10.0.0.3
19	Pop Label	10.0.0.8/31	0	Gi2	10.0.0.3
	Pop Label	10.0.0.8/31	0	Gi4	10.0.0.5
20	Pop Label	10.0.0.10/31	0	Gi1	10.0.0.1
	Pop Label	10.0.0.10/31	0	Gi4	10.0.0.5
21	Pop Label	10.0.0.12/31	0	Gi4	10.0.0.5
22	Pop Label	10.0.0.14/31	0	Gi1	10.0.0.1
23	Pop Label	10.0.0.16/31	0	Gi1	10.0.0.1
24	Pop Label	10.0.0.18/31	0	Gi4	10.0.0.5
25	24009	10.0.0.20/31	0	Gi1	10.0.0.1
	22	10.0.0.20/31	0	Gi4	10.0.0.5
26	Pop Label	10.10.10.2/32	0	Gi2	10.0.0.3
27	24008	10.10.10.3/32	0	Gi1	10.0.0.1
	24	10.10.10.3/32	0	Gi4	10.0.0.5
28	24006	10.10.10.4/32	0	Gi1	10.0.0.1
	25	10.10.10.4/32	0	Gi4	10.0.0.5
29	Pop Label	10.10.10.5/32	0	Gi1	10.0.0.1
Local Label	Outgoing Label	Prefix or Tunnel Id	Bytes Label Switched	Outgoing interface	Next Hop
30	Pop Label	10.10.10.6/32	0	Gi4	10.0.0.5
31	[T] Pop Label	1/1[TE-Bind]	0	drop	

[T] Forwarding through a LSP tunnel.  
View additional labelling info with the 'detail' option

すでに説明したように、この動作の理由は、プレフィクス(10.10.10.1/32)がPE1に属しており、ルータもこの接続されたプレフィクスに暗黙的なヌルラベルを割り当てているためです。これは、show mpls ldp bindingsコマンドを使用して確認できます。

<#root>

PE1#

show run interface loopback 0

Building configuration...

```
Current configuration : 66 bytes
!  
interface Loopback0  
 ip address 10.10.10.1 255.255.255.255  
end
```

PE1#

```
show mpls ldp bindings 10.10.10.1 32
```

```
lib entry: 10.10.10.1/32, rev 24
```

```
local binding: label: imp-null
```

```
remote binding: lsr: 10.10.10.6:0, label: 23  
remote binding: lsr: 10.10.10.5:0, label: 24001  
remote binding: lsr: 10.10.10.2:0, label: 24000
```

PE1はCisco IOS XEルータであるため、コマンドshow bgp vpnv4 unicast allまたはshow bgp vpnv4 unicast rd <value> <destination IP>を使用すると、宛先プレフィックス172.16.1.0/24がMP-BGPを介して正しく学習されていることを識別および確認するのに役立ちます。次のコマンドの出力は、エクスポート後のプレフィックスを示しています。

<#root>

PE1#

```
show bgp vpnv4 unicast all
```

```
BGP table version is 61, local router ID is 10.10.10.1  
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, L long-lived-stale,  
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: 65000:1 (default for vrf WEST)					
*>i 0.0.0.0	10.10.10.3	0	100	0	65001 i
*bi	10.10.10.4	0	100	0	65001 i
*> 172.16.1.0/24 10.10.0.1 0 0 65000 i					
<<<<<<					
*>	172.16.2.0/24	10.10.0.1	0		0 65000 i
*>i	192.168.1.0	10.10.10.4	0	100	0 65001 i
*>i	192.168.2.0	10.10.10.3	0	100	0 65001 i
*>i	192.168.3.0	10.10.10.4	0	100	0 65001 i
Route Distinguisher: 65001:1					
*>i	0.0.0.0	10.10.10.4	0	100	0 65001 i
*>i	192.168.1.0	10.10.10.4	0	100	0 65001 i
*>i	192.168.3.0	10.10.10.4	0	100	0 65001 i
Route Distinguisher: 65001:2					
Network	Next Hop	Metric	LocPrf	Weight	Path
*>i	0.0.0.0	10.10.10.3	0	100	0 65001 i
*>i	192.168.2.0	10.10.10.3	0	100	0 65001 i



PE1#

```
show bgp vpnv4 unicast rd 65000:1 172.16.1.10
```

BGP routing table entry for 65000:1:172.16.1.0/24, version 2

Paths: (1 available, best #1, table WEST)

Additional-path-install

Advertised to update-groups:

6

Refresh Epoch 2

65000

10.10.0.1 (via vrf WEST) from 10.10.0.1 (172.16.2.10)

<<<<<

Origin IGP, metric 0, localpref 100, valid, external, best

Extended Community: RT:65000:1 , recursive-via-connected

<<<<<

mpls labels in/out 16/nolabel

rx pathid: 0, tx pathid: 0x0

Updated on Sep 15 2023 18:27:23 UTC

同様に、show bgp vpnv4 unicast vrf <name> <prefix>コマンドを使用して、CE-WESTが受信したプレフィクスであるVRFのBGP VPNv4プレフィクスを調べると、出力は、入力PE4まで運ばれたMP-BGPラベル16と、設定されたRTエクスポート65000:1を示しています。

<#root>

PE1#

```
show bgp vpnv4 unicast vrf WEST 172.16.1.10
```

BGP routing table entry for 65000:1:172.16.1.0/24, version 2

Paths: (1 available, best #1, table WEST)

Additional-path-install

Advertised to update-groups:

6

Refresh Epoch 2

65000

10.10.0.1 (via vrf WEST) from 10.10.0.1 (172.16.2.10)

Origin IGP, metric 0, localpref 100, valid, external, best

Extended Community: RT:65000:1 , recursive-via-connected

<<<<<

mpls labels in/out 16/nolabel

<<<<<

rx pathid: 0, tx pathid: 0x0

Updated on Sep 15 2023 18:27:23 UTC

PE1#

```
show run vrf WEST
```

Building configuration...

```
Current configuration : 478 bytes
vrf definition WEST
rd 65000:1
```

```
route-target export 65000:1
```

```

    <<<<<
route-target import 65000:1
route-target import 65001:1
route-target import 65001:2
!
address-family ipv4
exit-address-family
!
!
interface GigabitEthernet3
vrf forwarding WEST
ip address 10.10.0.2 255.255.255.252
negotiation auto
no mop enabled
no mop sysid
!
router bgp 65500
!
address-family ipv4 vrf WEST
neighbor 10.10.0.1 remote-as 65000
neighbor 10.10.0.1 activate
exit-address-family
!
end
```

このPEで最後にチェックする情報は、PE4ではプレフィックス172.16.1.0/24のRIBにラベルがないことがわかっているのに対して、宛先IPへのVRFレベルのRIBおよびCEFエントリです。これは、これがCEから着信するルートであり、このプレフィックスがVPNv4にエクスポートされる前に、eBGPを介して学習され、VRFルーティングテーブルに挿入されているためです。これは、次に示すshow ip route vrf <name> <prefix>コマンドとshow ip cef vrf <name> <prefix>コマンドを使用して確認できます。

<#root>

PE1#

```
show ip route vrf WEST 172.16.1.10
```

Routing Table: WEST

Routing entry for 172.16.1.0/24

Known via "bgp 65500", distance 20, metric 0

Tag 65000, type external

Last update from 10.10.0.1 1w0d ago

Routing Descriptor Blocks:

\* 10.10.0.1, from 10.10.0.1, 1w0d ago, recursive-via-conn

opaque\_ptr 0x7F8B4E3E1D50

Route metric is 0, traffic share count is 1

AS Hops 1

```
Route tag 65000
MPLS label: none
```

```
PE1#
```

```
show ip cef vrf WEST 172.16.1.10
```

```
172.16.1.0/24
  nexthop 10.10.0.1 GigabitEthernet3
```

この時点で、宛先プレフィックス172.16.1.0/24がトラフィックCE(CE-EAST)の送信元によって正しく学習され、MP-BGPを介して正しく伝播されたこと、およびPEおよびPsループバックからのラベルがラベルスイッチパスを介して学習されたことが確認されました。ただし、発信元と宛先間の到達可能性は成功せず、CE-WESTを確認する最後のルータがまだ1つあります。このルータで最初に確認するのはルーティングテーブルです。ここで送信元IPプレフィックス192.168.1.0/24が表示されることが想定されています。

```
<#root>
```

```
CE-WEST#
```

```
show ip route 192.168.1.10
```

```
% Network not in table
```

```
CE-WEST#
```

「Network not in table」が問題であることは明らかです。BGPテーブルも確認できますが、プレフィックスを検索した後は存在しません。

```
<#root>
```

```
CE-WEST#
```

```
show ip bgp
```

```
BGP table version is 41, local router ID is 172.16.2.10
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
*>	172.16.1.0/24	0.0.0.0	0		32768	i
*>	172.16.2.0/24	0.0.0.0	0		32768	i

```
CE-WEST#
```

一歩戻ると、このプロバイダーエッジルータ(PE1)がプレフィックスをeBGPネイバーCE-

WESTにアドバタイズしているかどうかを確認できます。これを行うには、次に示すshow bgp vpv4 unicast vrf <name> neighbors <neighbor IP> advertised-routesコマンドを使用します。

```
<#root>
```

```
PE1#
```

```
show bgp vpv4 unicast vrf WEST neighbors 10.10.0.1 advertised-routes
```

```
BGP table version is 61, local router ID is 10.10.10.1
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, L long-lived-stale,
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: 65000:1 (default for vrf WEST)					
*>i 0.0.0.0	10.10.10.3	0	100	0	65001 i
*>i 192.168.1.0 10.10.10.4 0 100 0 65001 i					
<<<<<					
*>i 192.168.2.0	10.10.10.3	0	100	0	65001 i
*>i 192.168.3.0	10.10.10.4	0	100	0	65001 i

```
Total number of prefixes 4
```

前の手順に基づいて、PE1ルータがプレフィックスをCE-WESTに正しくアドバタイズしていることを確認できます。次に、CE側のBGPネイバーを確認します。

```
<#root>
```

```
CE-WEST#
```

```
show ip bgp neighbors
```

```
BGP neighbor is 10.10.0.2, remote AS 65500, external link
BGP version 4, remote router ID 10.10.10.1
BGP state = Established, up for 1w4d
Last read 00:00:40, last write 00:00:43, hold time is 180, keepalive interval is 60 seconds
Neighbor sessions:
  1 active, is not multisesion capable (disabled)
Neighbor capabilities:
  Route refresh: advertised and received(new)
  Four-octets ASN Capability: advertised and received
  Address family IPv4 Unicast: advertised and received
  Enhanced Refresh Capability: advertised and received
  Multisesion Capability:
    Stateful switchover support enabled: NO for session 1
Message statistics:
  InQ depth is 0
  OutQ depth is 0
```

	Sent	Rcvd
Opens:	1	1
Notifications:	0	0
Updates:	3	17
Keepalives:	19021	18997
Route Refresh:	2	0
Total:	19029	19019

Do log neighbor state changes (via global configuration)  
 Default minimum time between advertisement runs is 30 seconds

For address family: IPv4 Unicast  
 Session: 10.10.0.2  
 BGP table version 41, neighbor version 41/0  
 Output queue size : 0  
 Index 3, Advertise bit 0  
 3 update-group member  
 Inbound path policy configured

Route map for incoming advertisements is FILTER

<<<<<

Slow-peer detection is disabled  
 Slow-peer split-update-group dynamic is disabled

	Sent	Rcvd
Prefix activity:	----	----
Prefixes Current:	2	0
Prefixes Total:	4	23
Implicit Withdraw:	2	13
Explicit Withdraw:	0	10
Used as bestpath:	n/a	0
Used as multipath:	n/a	0
Used as secondary:	n/a	0

	Outbound	Inbound
Local Policy Denied Prefixes:	-----	-----
route-map:	0	4
Bestpath from this peer:	18	n/a
Total:	18	4

Number of NLRI in the update sent: max 2, min 0  
 Last detected as dynamic slow peer: never  
 Dynamic slow peer recovered: never  
 Refresh Epoch: 3  
 Last Sent Refresh Start-of-rib: 4d23h  
 Last Sent Refresh End-of-rib: 4d23h  
 Refresh-Out took 0 seconds  
 Last Received Refresh Start-of-rib: 4d23h  
 Last Received Refresh End-of-rib: 4d23h  
 Refresh-In took 0 seconds

	Sent	Rcvd
Refresh activity:	----	----
Refresh Start-of-RIB	1	2
Refresh End-of-RIB	1	2

Address tracking is enabled, the RIB does have a route to 10.10.0.2  
 Route to peer address reachability Up: 1; Down: 0  
 Last notification 1w5d  
 Connections established 3; dropped 2  
 Last reset 1w4d, due to Peer closed the session of session 1  
 External BGP neighbor configured for connected checks (single-hop no-disable-connected-check)  
 Interface associated: GigabitEthernet0/3 (peering address in same link)  
 Transport(tcp) path-mtu-discovery is enabled

```
Graceful-Restart is disabled
SSO is disabled
Connection state is ESTAB, I/O status: 1, unread input bytes: 0
Connection is ECN Disabled, Minimum incoming TTL 0, Outgoing TTL 1
Local host: 10.10.0.1, Local port: 179
Foreign host: 10.10.0.2, Foreign port: 39410
Connection tableid (VRF): 0
Maximum output segment queue size: 50

Enqueued packets for retransmit: 0, input: 0 mis-ordered: 0 (0 bytes)
```

Event Timers (current time is 0x4D15FD56):

Timer	Starts	Wakeups	Next
Retrans	19027	1	0x0
TimeWait	0	0	0x0
AckHold	19012	18693	0x0
SendWnd	0	0	0x0
KeepAlive	0	0	0x0
GiveUp	0	0	0x0
PmtuAger	0	0	0x0
DeadWait	0	0	0x0
Linger	0	0	0x0
ProcessQ	0	0	0x0

```
iss: 1676751051 snduna: 1677112739 sndnxt: 1677112739
irs: 2109012892 rcvnxt: 2109374776
```

```
sndwnd: 16061 scale: 0 maxrcvwnd: 16384
rcvwnd: 15890 scale: 0 delrcvwnd: 494
```

```
SRTT: 1000 ms, RTT0: 1003 ms, RTV: 3 ms, KRTT: 0 ms
minRTT: 0 ms, maxRTT: 1000 ms, ACK hold: 200 ms
uptime: 1036662542 ms, Sent idletime: 40725 ms, Receive idletime: 40925 ms
Status Flags: passive open, gen tcbs
Option Flags: nagle, path mtu capable
IP Precedence value : 6
```

Datagrams (max data segment is 1460 bytes):

```
Rcvd: 37957 (out of order: 0), with data: 19014, total data bytes: 361883
Sent: 37971 (retransmit: 1, fastretransmit: 0, partialack: 0, Second Congestion: 0), with data: 19027,
```

```
Packets received in fast path: 0, fast processed: 0, slow path: 0
fast lock acquisition failures: 0, slow path: 0
TCP Semaphore 0x0F3194AC FREE
```

上記の出力から、「FILTER」という名前の着信アドバタイズメントに対してルートマップが適用されていることがわかります。ルートマップ設定を確認すると、192.168.0.0/16のpermit文があるプレフィックスリストを指すmatch句が表示されています。ただし、プレフィックスリストはその特定のプレフィックスのみを許可し、この範囲に含めることができるすべてのプレフィックスを許可するわけではないため、これは正しくありません。

<#root>

CE-WEST#

```
show route-map FILTER
```

```
route-map FILTER, permit, sequence 10
```

Match clauses:

```
ip address prefix-lists: FILTER
```

Set clauses:

Policy routing matches: 0 packets, 0 bytes

CE-WEST#

```
show ip prefix-list FILTER
```

```
ip prefix-list FILTER: 1 entries
```

```
seq 5 permit 192.168.0.0/16
```

```
<<<<<
```

CE-WEST#

```
show run | i ip prefix-list
```

```
ip prefix-list FILTER seq 5 permit 192.168.0.0/16
```

プレフィックスリストの設定を少し変更すると、192.168.1.10へのルートがRIBにインストールされます。

<#root>

CE-WEST#

```
show run | i ip prefix-list
```

```
ip prefix-list FILTER seq 5 permit 192.168.0.0/16 le 32
```

```
<<<<<
```

CE-WEST#

```
show ip bgp
```

BGP table version is 44, local router ID is 172.16.2.10

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
*>	172.16.1.0/24	0.0.0.0	0		32768	i
*>	172.16.2.0/24	0.0.0.0	0		32768	i

```
*> 192.168.1.0 10.10.0.2 0 65500 65001 i
```

```
<<<<<
```

*>	192.168.2.0	10.10.0.2			0 65500	65001 i
*>	192.168.3.0	10.10.0.2			0 65500	65001 i

```
CE-WEST#
```

```
show ip route 192.168.1.10
```

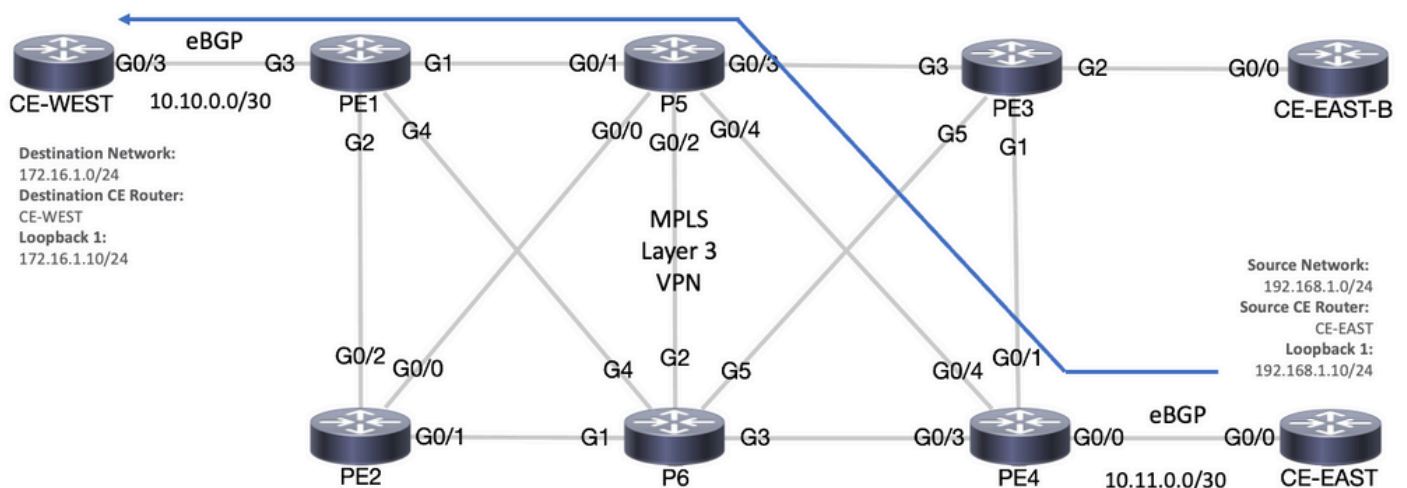
```
Routing entry for 192.168.1.0/24
```

```
<<<<<
```

```
Known via "bgp 65000", distance 20, metric 0
Tag 65500, type external
Last update from 10.10.0.2 00:00:37 ago
Routing Descriptor Blocks:
* 10.10.0.2, from 10.10.0.2, 00:00:37 ago
  Route metric is 0, traffic share count is 1
  AS Hops 2
  Route tag 65500
  MPLS label: none
```

## 検証

ここで、送信元と宛先間の到達可能性が成功し、tracerouteがMPLSネットワーク全体で追跡されたのと同じラベルスイッチパスを通過することを確認できます。



転送パス

```
<#root>
```

```
CE-EAST#
```

```
ping 172.16.1.10 source loopback 1
```

```
Type escape sequence to abort.
```

```
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 172.16.1.10, timeout is 2 seconds:
```

```
Packet sent with a source address of 192.168.1.10
```

```
!!!!!
```

```
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 7/7/9 ms
```

```
<<<<<
```

```
CE-EAST#
```

```
traceroute 172.16.1.10 source loop1 probe 1 numeric
```



```
Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 172.16.1.10
VRF info: (vrf in name/id, vrf out name/id)
 1 10.11.0.2 2 msec
 2 10.0.0.16 [MPLS: Labels 24001/16 Exp 0] 9 msec
 3 10.10.0.2 [MPLS: Label 16 Exp 0] 8 msec
 4 10.10.0.1 9 msec
```

```
RP/0/0/CPU0:P5#
```

```
show ipv4 interface brief
```

```
Wed Sep 20 18:23:47.158 UTC
```

Interface	IP-Address	Status	Protocol	Vrf-Name
Loopback0	10.10.10.5	Up	Up	default
MgmtEth0/0/CPU0/0	unassigned	Shutdown	Down	default
GigabitEthernet0/0/0/0	10.0.0.7	Up	Up	default

```
GigabitEthernet0/0/0/1 10.0.0.1 Up Up default
```

```
<<<<<
```

GigabitEthernet0/0/0/2	10.0.0.10	Up	Up	default
GigabitEthernet0/0/0/3	10.0.0.14	Up	Up	default

```
GigabitEthernet0/0/0/4 10.0.0.16 Up Up default
```

```
<<<<<
```

```
RP/0/0/CPU0:P5#
```

## Cisco IOS XE 検証コマンド

```
<#root>
```

### MPLS/LDP

```
show mpls interfaces
show mpls forwarding-table
show mpls ldp bindings [destination prefix]
show mpls ldp neighbor [neighbor address]
clear mpls ldp neighbor [neighbor address|*]
```

### RIB and CEF

```
show ip vrf [detail]
show run vrf
show ip route [destination prefix]
show ip route vrf <name> [destination prefix]
show ip cef vrf <name> [destination prefix]
show ip cef exact-route <source IP> <destination IP>
show ip cef vrf <name> exact-route <source IP> <destination IP>
```

### BGP/VPNv4

```
show ip bgp [neighbors] <neighbor address>
show bgp vpnv4 unicast all [summary|destination prefix]
show bgp vpnv4 unicast all neighbor <neighbor address> advertised-routes
show bgp vpnv4 unicast vrf <name> neighbors <neighbor IP> advertised-routes
show bgp vpnv4 unicast vrf <name> <prefix>
show bgp vpnv4 unicast rd <value> <destination IP>
```

## Cisco IOS XRの検証コマンド

<#root>

### MPLS/LDP

```
show mpls interfaces
show mpls forwarding
show mpls ldp bindings [destination prefix/mask]
show mpls ldp neighbor [neighbor address]
show mpls forwarding prefix [destination prefix/mask]
show mpls forwarding prefix [destination prefix/mask] detail hardware egress
clear mpls ldp neighbor [neighbor address]
```

### RIB and CEF

```
show vrf [name|all]
show run vrf [name]
show route [destination prefix]
show route vrf <name> [destination prefix]
show cef vrf <name> [destination prefix]
show cef exact-route <source IP> <destination IP>
show cef vrf <name> exact-route <source IP> <destination IP>
```

### BGP/VPNv4

```
show bgp vpnv4 unicast [summary|destination prefix/mask]
show bgp vpnv4 unicast neighbors <neighbor address> advertised-routes
show bgp vpnv4 unicast vrf <name> [prefix]
show bgp vrf <name> neighbors <neighbor IP> advertised-routes
show bgp vpnv4 unicast rd [value|all] [destination IP]
```

## 関連情報

- [MPLSの基本MPLSコンフィギュレーションガイド](#)
- [基本的な MPLS VPN ネットワークの設定](#)
- [MPLS VPN のトラブルシューティング方法](#)
- [セグメントルーティングSP全体でのエンドツーエンド接続の確認](#)

## 翻訳について

シスコは世界中のユーザにそれぞれの言語でサポート コンテンツを提供するために、機械と人による翻訳を組み合わせて、本ドキュメントを翻訳しています。ただし、最高度の機械翻訳であっても、専門家による翻訳のような正確性は確保されません。シスコは、これら翻訳の正確性について法的責任を負いません。原典である英語版（リンクからアクセス可能）もあわせて参照することを推奨します。