

MPLS L3 VPN における PE-CE プロトコルおよびループ防止技術としての OSPF 設定例

目次

[概要](#)

[前提条件](#)

[要件](#)

[使用するコンポーネント](#)

[背景説明](#)

[設定](#)

[ネットワーク図](#)

[設定](#)

[DN ビット](#)

[ドメイン タグ](#)

[確認](#)

[トラブルシューティング](#)

概要

このドキュメントでは、プロバイダー エッジ (PE) ルータとカスタマー エッジ (CE) ルータ間で Open Shortest Path First (OSPF) ルーティング プロトコルを実行する際の、ループ防止機能と最小限の設定手順を説明します。ここでは、リンク ステート アドバタイズメント (LSA) およびドメイン タグのオプションである、下方ビット (DN) の使用を示すネットワーク シナリオを示します。

前提条件

要件

OSPF およびマルチプロトコル ラベル スイッチング (MPLS) のレイヤ 3 VPN の専門知識があることが推奨されます。

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。

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、クリアな（デフォルト）設定で作業を開始しています。ネットワークが稼働中の場合は、コマンドが及ぼす潜在的な影響を十分に理解しておく必要があります。

背景説明

サービスプロバイダー（SP）と CE ルータは、SP および顧客の両方が合意するルーティングプロトコルを使用してルートを交換します。このドキュメントで扱う範囲は、OSPFv2 が使用される場合のループ防止機能を説明することです。

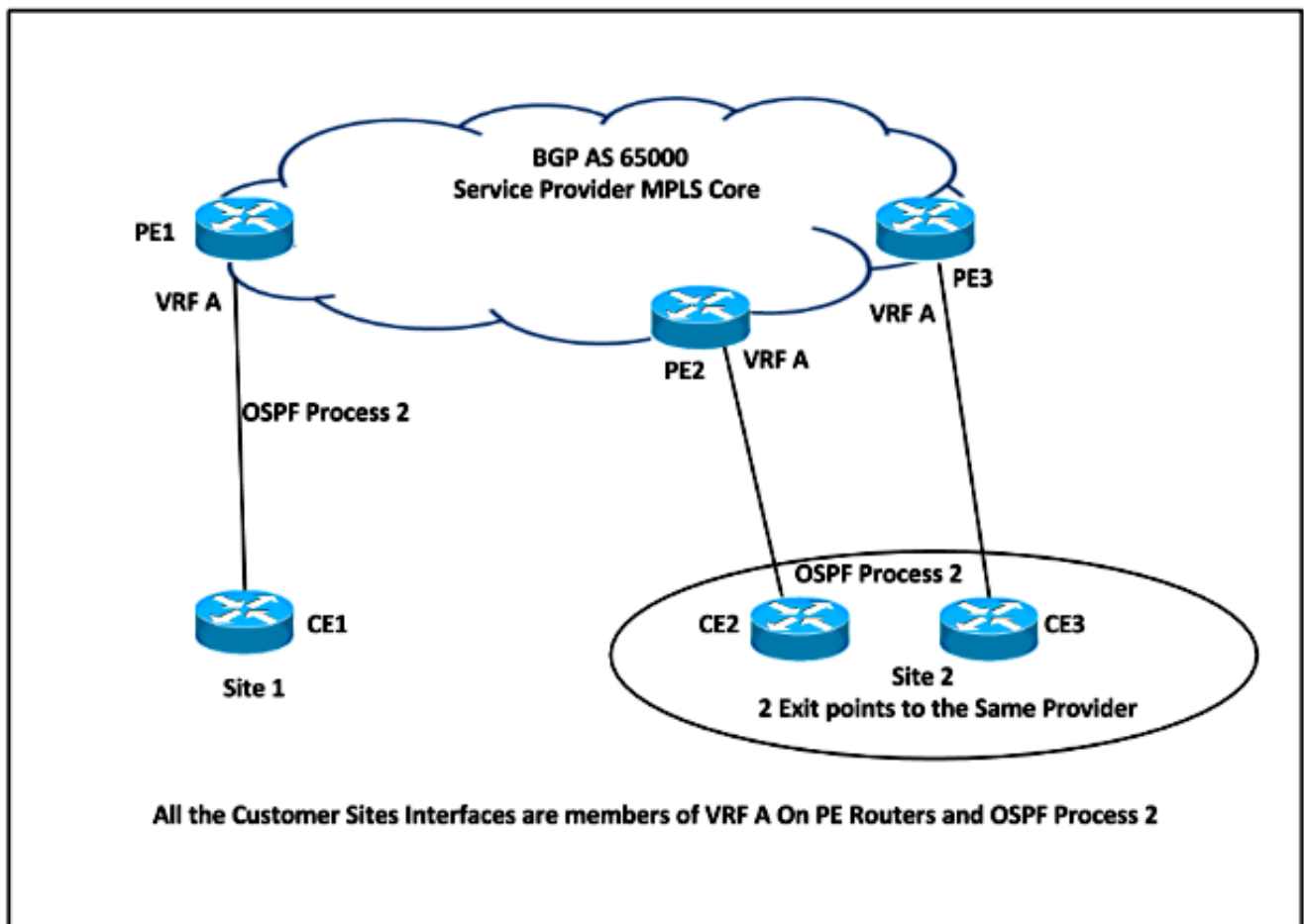
OSPFv2 が特定の Virtual Routing and Forwarding（VRF）または VPN に属する PE-CE リンクで使用される場合、PE ルータは次のように動作します。

- その VPN の OSPF 経路で受信したルートを Multiprotocol-Border Gateway Protocol（MP-BGP）に再配布し、他の PE ルータにアドバタイズします。
- MP-BGP 経路で VPN に導入された BGP ルートをその VPN の OSPF インスタンスに再配布し、CE ルータにアドバタイズします。

設定

ネットワーク図

ループ防止技法を理解するために、このネットワーク トポロジを検討します。



この設定では、ループが発生する可能性があります。たとえば、CE1がOSPF LSAタイプ1をPE1にアドバタイズする場合、PE1はルートをVPNv4に再配布し、PE2にアドバタイズします。次に、PE2はサマリーLSAをCE2にアドバタイズします。CE2によって受信されるこのルートはPE3にアドバタイズされ戻ってくる可能性があります。3番目のPEルータはOSPFルートを学習し、BGPルートよりも適切なため、顧客サイト2のローカルとして、ルートをBGPに再アドバタイズします。PE3は、アドバタイズされたルートが顧客サイト2から発生していないことを学習しません。

この状況を克服するために、ルートがMP-BGPからOSPFに再配布される際、LSAタイプ3、5、または7のDNビットでマークされ、タイプ5および7ではLSAドメインタグが付けられます。

設定

PEルータの設定例です。この設定には、VRF設定、PE-CEルータ間で動作するOSPFプロセス2、MPLSコアで内部ゲートウェイプロトコル(IGP)として動作するOSPFプロセス1、およびMP-BGP設定が含まれます。

Sample Configuration for PE1

```
ip vrf A
rd 1:1
route-target both 65000:1
route-target import 65000:2
route-target import 65000:3
! VRF A configuration with Route Distinguisher and Route Targets
! 2:2 and 3:3 import route-target is configured as export route-target on PE2 and PE3

interface Ethernet0/0
ip vrf forwarding A
ip address 10.10.23.3 255.255.255.0
! Eth0/0 Interface - CE1 Facing

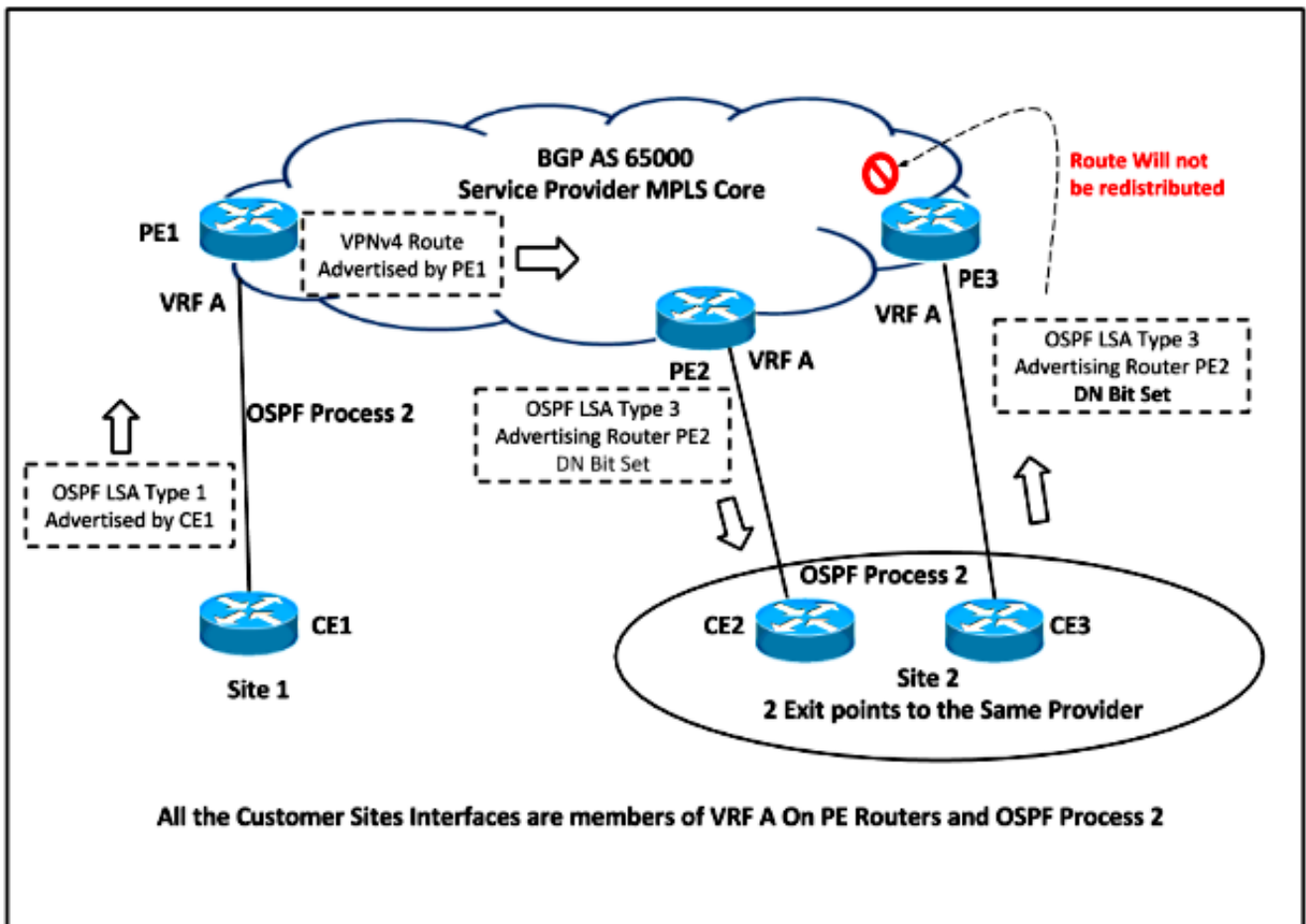
router ospf 1
router-id 10.1.1.1
network 0.0.0.0 255.255.255.255 area 0
! OSPF Process 1 running in MPLS Core and Loopback1

router ospf 2 vrf A
redistribute bgp 65000 subnets
network 10.10.23.3 0.0.0.0 area 0
! OSPF Process 2 in VRF A and redistribution of BGP Routes installed via MP-BGP in the VRF A into OSPF 2

router bgp 65000
no bgp default ipv4-unicast
neighbor 10.2.2.2 remote-as 65000
neighbor 10.2.2.2 update-source Loopback1
neighbor 10.3.3.3 remote-as 65000
neighbor 10.3.3.3 update-source Loopback1
!
address-family vpnv4
neighbor 10.2.2.2 activate
neighbor 10.2.2.2 send-community extended
neighbor 10.3.3.3 activate
neighbor 10.3.3.3 send-community extended
exit-address-family
!
address-family ipv4 vrf A
redistribute ospf 2 metric 10 match internal external 1 external 2
exit-address-family
! BGP VPNv4 and OSPF Process 2 configuration
! Redistribution of OSPF Process 2 into BGP, so that the routes could be advertised via MP BGP to PE2 and PE3
```

DN ビット

OSPF LSA オプション フィールドで、従来未使用だったビットは DN ビットと呼ばれます。タイプ 3、5、および 7 LSA のこのビットは、MP-BGP ルートが OSPF に再配布される際に設定されます。他の PE ルータが CE ルータからタイプ 3、5、または 7 に DN ビットが設定された LSA を受信すると、その LSA の情報は OSPF ルートの計算には使用されません。



ネットワークトポロジに基づいて、PE2は再配布されるLSAのDNビットを設定して、このLSAはPE3のOSPFプロセス2のルート計算では考慮されません。したがって、PE3はMP-BGPにこのルートを再配布しません。

ルートがタイプ3LSAでPEルータからアドバタイズされた際のDNビット設定を示すOSPFヘッダーの例を次に示します。

Open Shortest Path First

OSPF Header

```
Version: 2
Message Type: LS Update (4)
Packet Length: 56
Source OSPF Router: 10.10.23.3 (10.10.23.3)
Area ID: 0.0.0.0 (0.0.0.0) (Backbone)
Checksum: 0x4034 [correct]
Auth Type: Null (0)
Auth Data (none): 0000000000000000
```

LS Update Packet

```
Number of LSAs: 1
Summary-LSA (IP network)
.000 1110 0001 0000 = LS Age (seconds): 3600
0... .. = Do Not Age Flag: 0
Options: 0xa2 (DN, DC, E)
1... .. = DN: Set
.0.. .. = O: Not set
..1. .... = DC: Demand Circuits are supported
...0 .... = L: The packet does NOT contain LLS data block
.... 0... = NP: NSSA is NOT supported
.... .0.. = MC: NOT Multicast Capable
```

```
.... ...1. = E: External Routing Capability
.... ...0 = MF: NO Multi-Topology Routing
```

ドメイン タグ

ドメイン タグは OSPF タイプ 5 およびタイプ 7 LSA にのみ適用されます。VPNv4 ルートが PE ルータで MP-BGP から OSPF に再配布されると、ドメイン タグは OSPF の外部ルート向けに設定されます。タグは OSPF プロセスで **domain-tag** コマンドを使用して手動で設定するか、または 32 ビット値が自動的に生成されます。

Manually configured tags:

```
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 3 3
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|0|                                     LocalInfo                                     |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
```

```
Command:      router ospf
              domain-tag <1-4294967295>
              OSPF domain tag - 32-bit value
```

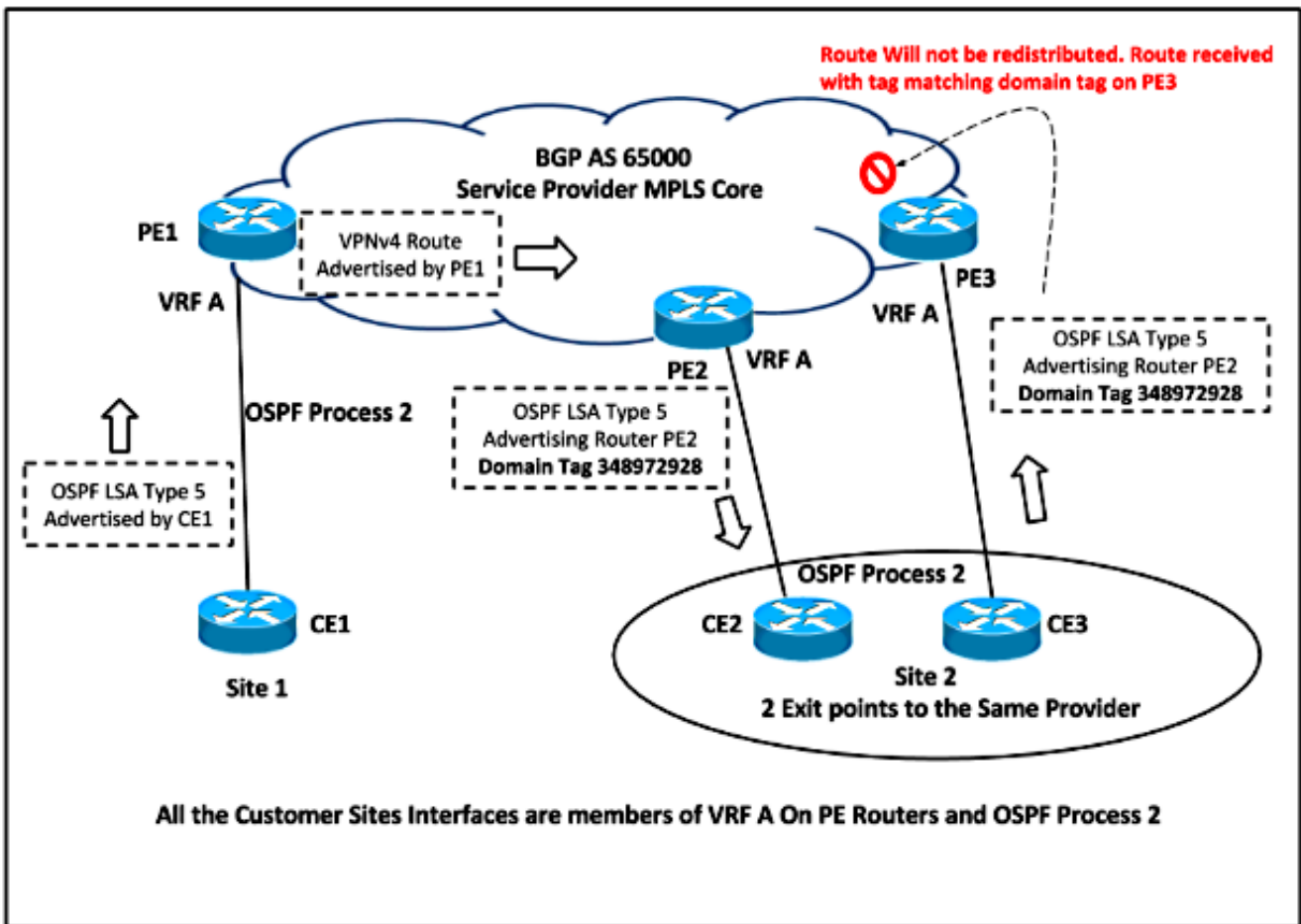
Automatic Tag Generation: 32 bits

When the tag is automatically generated, the high order bit is set to 1
 c bit is set when Origin is EGP or IGP
 pl 2 bits are for Path Length information
 ArbitraryTag 12 bits defaults to 0
 AutonomousSystem 16 bits indicating the AS number
 The other bits are defined below:

```
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 3 3
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|1|c|p l|      ArbitraryTag      |      AutonomousSystem      |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
```

In our example the routes received on CE2 from PE1, the tag is set to **3489725928**
 Binary Representation:

```
11010000 00000000 11111101 11101000
          <-----65000----->
          Autonomous System Number
```



ネットワークトポロジに基づいて、PE2は、VPNv4ルートをOSPFに再配布するときに、タイプ5およびタイプ7LSAにドメインタグを設定します。DNビットがすでに設定されているため、このLSAはルート計算に考慮されませんが、ドメインタグも設定されており、VPN/VRFタグに一致するのでLSAは無視されます。したがって、ルートはOSPFに再配布されません。

次の例では、PE3のローカルVRFドメインタグと同じ設定で、CE3から受信した際に、LSAタイプ5が無視される例を示します。

```
*Jan 31 00:29:23.947: OSPF-2 EXTER: adv_rtr 10.10.57.5, age 3, seq 0x80000001,
metric 10, metric-type 2, fw-addr 0.0.0.0
*Jan 31 00:29:23.947: OSPF-2 EXTER: Tag equals to VPN Tag, ignoring the LSA
*Jan 31 00:29:23.947: OSPF-2 EXTER: Process partial nssa spf queue
```

```
PE3#show ip ospf database external 192.168.5.5
```

```
OSPF Router with ID (10.3.3.3) (Process ID 1)
```

```
OSPF Router with ID (10.10.68.6) (Process ID 2)
```

```
Type-5 AS External Link States
```

```
LS age: 38
Options: (No TOS-capability, DC)
LS Type: AS External Link
Link State ID: 192.168.5.5 (External Network Number )
Advertising Router: 10.10.57.5
LS Seq Number: 80000001
Checksum: 0x89A3
```



```
Length: 36
Network Mask: /32
Metric Type: 2 (Larger than any link state path)
MTID: 0
Metric: 10
Forward Address: 0.0.0.0
External Route Tag: 3489725928
```

確認

該当する LSA とドメイン タグに関して DN ビットが設定されているかどうかを検出するコマンドは、LSA データベースをチェックするために使用するものと同じです。

この出力は OSPF タイプ 3 およびタイプ 5 LSA の例を示し、VPNv4 ルートが PE2 で OSPF に再配布されるとき DN ビットとタグ セットを強調表示しています。

LSA Type 3	LSA Type 5
<pre>PE2#sh ip ospf 2 database summary 192.168.1.1 OSPF Router with ID (10.10.57.5) (Process ID 2) Summary Net Link States (Area 0) LS age: 1735 Options: (No TOS-capability, DC, Downward) LS Type: Summary Links(Network) Link State ID: 192.168.1.1 (summary Network Number) Advertising Router: 10.10.57.5 LS Seq Number: 80000001 Checksum: 0x46AE Length: 28 Network Mask: /32 MTID: 0 Metric: 10 LS age: 1738 Options: (No TOS-capability, DC, Downward) LS Type: Summary Links(Network) Link State ID: 192.168.1.1 (summary Network Number) Advertising Router: 10.10.68.6 LS Seq Number: 80000001 Checksum: 0xF2F5 Length: 28 Network Mask: /32 MTID: 0 Metric: 10</pre>	<pre>PE2#sh ip ospf 2 database external 192.168.5.5 OSPF Router with ID (10.10.57.5) (Process ID 2) Type-5 AS External Link States LS age: 1756 Options: (No TOS-capability, DC, Downward) LS Type: AS External Link Link State ID: 192.168.5.5 (External Network Number) Advertising Router: 10.10.57.5 LS Seq Number: 80000001 Checksum: 0x2AA Length: 36 Network Mask: /32 Metric Type: 2 (Larger than any link state path) MTID: 0 Metric: 10 Forward Address: 0.0.0.0 External Route Tag: 3489725928 LS age: 1759 Options: (No TOS-capability, DC, Downward) LS Type: AS External Link Link State ID: 192.168.5.5 (External Network Number) Advertising Router: 10.10.68.6 LS Seq Number: 80000001 Checksum: 0xAEF1 Length: 36 Network Mask: /32 Metric Type: 2 (Larger than any link state path) MTID: 0 Metric: 10 Forward Address: 0.0.0.0 External Route Tag: 3489725928</pre>

注: MPLS VPN OSPF PE-CE は問題に対処するためにループ防止機能を常に含みます。古い Cisco IOS[®] では、当初の IETF ドラフトに従ったタイプ 3 LSA が LSA 内の DN ビットを使用し、タイプ 5 LSA がタグを使用します。新しい RFC 4576 では、タイプ 3 とタイプ 5 の両方の LSA に対して DN ビットの使用が必須になっています。

これは、Cisco Bug ID [CSCtw79182](#) で確定されました。

この障害の修正が含まれた Cisco IOS イメージを持つ PE ルータは、ループ防止機能として DN ビットとタグの両方を持つタイプ 5 外部 LSA を発生させます。以前の Cisco IOS バージョンでは、外部ルートのこの目的のタグのみをアドバタイズしていました。

動作の変更理由は、タグは書き換えの可能性がある（VPN ドメイン ID の変更またはルートマップによる）のに対して、DN ビットはユーザ制御できないためです。一部の特殊な状況の設計では、PE ルータが BGP ルートよりも OSPF ルートを優先させるために、お客様が外部 LSA のタグを上書きすることによって、ループ防止機能を故意に無効にしている場合があります。

新しいバージョンの Cisco IOS では、これはできません。標準どおりの設定で PE-CE OSPF を使用するほとんどのお客様は影響を受けません。タグを上書きするお客様では動作の変化が見られることがあります。

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。