

設定ミス切り分けのアプローチ

MPLS-VPN では、MPLS バックボーンが正常に構成されていなければいけません。その上で、MPLS-VPN 経由でユーザの packets をルーティングするために VRF のルーティングを行なっています。そのため、MPLS-VPN の設定ミスを切り分けるためには、

- MPLS バックボーン
- VRF ルーティング

に分けて考えると効率がよいです。

以降では、以下の部分の設定ミスについて切り分けと修復を行います。

- MPLS バックボーン
- VRF SITE_A のルーティング
- VRF SITE_B のルーティング

MPLS バックボーン

LDP ネイバー

MPLS バックボーンでは、MPLS によるラベルスイッチングができるように主に LDP または TDP ネイバーを確立します。基本的には標準化されている LDP を前提として解説します。LDP ネイバーを確立する上でのポイントは、次の 2 点です。

- 通常の IP ルーティングが正常にできていること
 - OSPF または Integrated IS-IS を利用することがほとんどです。
- ルータ ID への接続性が必要
 - LDP ではルータ ID として利用される IP アドレスに対して TCP コネクションを確立するためです。
 - ✧ LDP TCP646
 - ✧ TDP TCP711
 - ✧ アクセスリストなどでこれらの packets がフィルタされていると、当然ながら LDP ネイバーを確立することはできません。

LDP のルータ ID は、OSPF や BGP のルータ ID と似ています。しかし、ルータが持つインタフェースの IP アドレスから決定されることになります。OSPF や BGP では任意のルータ ID を指定することもできますが、LDP では任意のルータ ID を指定することはできません。LDP のルータ ID は、以下のように決まります。

- ・ アクティブな Loopback インタフェースの最大の IP アドレス
- ・ Loopback 以外のアクティブなインタフェースの最大の IP アドレス

また、次のコマンドによって特定のインタフェースの IP アドレスを LDP ルータ ID として利用できます。

```
(config)#mpls ldp router-id <interface> [force]
```

※ force のオプションを付けることで、即座にルータ ID を指定したインタフェースの IP アドレスにすることができます。

では、具体的に LDP ネイバーの確立について、設定ミスの切り分けと修復を行なっていきます。LDP ネイバーが正常に確立できているかを確認するためには、次の show コマンドが便利です。

表 1 LDP ネイバーの確認コマンド

コマンド	内容
#show mpls interface	LDP が有効になっているインタフェースを確認します。
#show mpls ldp neighbor	確立している LDP ネイバーを確認します。
#show mpls ldp discovery	LDP ルータ ID などコマンドを実行するルータ自身の LDP に関する情報を確認します。

MPLS バックボーンの中央に位置するルータ P1、P2 で show mpls ldp neighbor は次のような表示になります。

P1 show mpls ldp neighbor

P1#show mpls ldp neighbor

Peer LDP Ident: 3.3.3.3:0; Local LDP Ident 4.4.4.4:0

TCP connection: 3.3.3.3.646 - 4.4.4.4.46346

State: Oper; Msgs sent/rcvd: 13/13; Downstream

Up time: 00:00:31

LDP discovery sources:

FastEthernet0/0.34, Src IP addr: 192.168.34.3

Addresses bound to peer LDP Ident:

192.168.34.3 3.3.3.3 192.168.35.3

P2 show mpls ldp neighbor

P2#show mpls ldp neighbor

P1 は PE3 とのみ LDP ネイバーを確立できています。一方、P2 は LDP ネイバーをまったく確立できていません。

まず、P1 の LDP ネイバーについて設定ミスの切り分けと修復を考えます。P1 で LDP が有効になっているインタフェースを確認すると、次のようになっています。

P1 show mpls interface

P1#show mpls interfaces

Interface	IP	Tunnel	Operational
FastEthernet0/0.24	Yes (ldp)	No	Yes
FastEthernet0/0.34	Yes (ldp)	No	Yes

この表示より、P1 の Fa0/0.14 で LDP が有効化されていないことがわかります。LDP が有効化されていないインタフェース上では、当然、LDP ネイバーを確立できません。P1 の Fa0/0.14 でも LDP ネイバーを有効化します。

P1 Fa0/0.14 LDP 有効化

```
interface FastEthernet0/0.14
mpls ip
```

P1 Fa0/0.14 で LDP を有効化したあと、show mpls interface、show mpls ldp neighbor コマンドは以下のようになります。

P1 show mpls interface / show mpls ldp neighbor

P1#show mpls interfaces

Interface	IP	Tunnel	Operational
FastEthernet0/0.14	Yes (ldp)	No	Yes
FastEthernet0/0.24	Yes (ldp)	No	Yes
FastEthernet0/0.34	Yes (ldp)	No	Yes

P1#show mpls ldp neighbor

Peer LDP Ident: 3.3.3.3:0; Local LDP Ident 4.4.4.4:0

TCP connection: 3.3.3.3.646 - 4.4.4.4.46346

State: Oper; Msgs sent/rcvd: 20/20; Downstream

Up time: 00:06:25

LDP discovery sources:

FastEthernet0/0.34, Src IP addr: 192.168.34.3

Addresses bound to peer LDP Ident:

192.168.34.3 3.3.3.3 192.168.35.3

Peer LDP Ident: 1.1.1.1:0; Local LDP Ident 4.4.4.4:0

TCP connection: 1.1.1.1.646 - 4.4.4.4.18711

State: Oper; Msgs sent/rcvd: 14/14; Downstream

Up time: 00:01:05

LDP discovery sources:

FastEthernet0/0.14, Src IP addr: 192.168.14.1

Addresses bound to peer LDP Ident:

192.168.14.1 1.1.1.1 192.168.15.1

P1 は PE1、PE3 との間で LDP ネイバーを確立できていることがわかります。ですが、PE2 との間の LDP ネイバーを確立できていません。そこで、PE2 で show コマンドを確認します。

PE2 show mpls interface / show mpls ldp neighbor / show mpls ldp discovery

PE2#show mpls interfaces

Interface	IP	Tunnel	Operational
FastEthernet0/0.24	Yes (ldp)	No	Yes
FastEthernet0/0.25	Yes (ldp)	No	Yes

PE2#show mpls ldp neighbor

PE2#show mpls ldp discovery

Local LDP Identifier:

20.20.20.20:0

Discovery Sources:

Interfaces:

FastEthernet0/0.24 (ldp): xmit/recv

LDP Id: 4.4.4.4:0

FastEthernet0/0.25 (ldp): xmit/recv

LDP Id: 5.5.5.5:0; no route

PE2 では、LDP ルータ ID が 20.20.20.20 となっていることがわかります。MPLS バックボーンの PE1~PE3、P1、P2 には Loopback0 インタフェースがあります。PE2 以外の他のルータでは Loopback0 インタフェースの IP アドレスが LDP ルータ ID です。PE2 だけ Loopback1 インタフェースが作成されていて、その IP アドレスが LDP ルータ ID となっていてしまっています。ルータ ID となる PE2 Loopback1 インタフェースをアドバタイズしていないため、PE2 は他のルータと LDP ネイバーを確立できません。

PE2 の LDP ルータ ID が Loopback0 インタフェースの 2.2.2.2 となるように設定を修正します。

PE2 LDP ルータ ID の指定

```
-----
mpls ldp router-id loopback0 force
-----
```

PE2 でルータ ID の設定を修正したあと、show mpls ldp discovery、show mpls ldp neighbor は次のようになります。

PE2 show mpls ldp discovery / show mpls ldp neighbor

```
-----
PE2#show mpls ldp discovery
```

```
Local LDP Identifier:
```

```
2.2.2.2:0
```

```
Discovery Sources:
```

```
Interfaces:
```

```
FastEthernet0/0.24 (ldp): xmit/rcv
```

```
LDP Id: 4.4.4.4:0
```

```
FastEthernet0/0.25 (ldp): xmit/rcv
```

```
LDP Id: 5.5.5.5:0; no route
```

```
PE2#show mpls ldp neighbor
```

```
Peer LDP Ident: 4.4.4.4:0; Local LDP Ident 2.2.2.2:0
```

```
TCP connection: 4.4.4.4.38926 - 2.2.2.2.646
```

```
State: Oper; Msgs sent/rcvd: 17/15; Downstream
```

```
Up time: 00:01:52
```

```
LDP discovery sources:
```

```
FastEthernet0/0.24, Src IP addr: 192.168.24.4
```

```
Addresses bound to peer LDP Ident:
```

```
192.168.14.4    192.168.24.4    4.4.4.4        192.168.34.4
```

```
-----
```

PE2 の LDP ルータ ID が 2.2.2.2 になり、P1 との間で LDP ネイバーを確立できるようになったことがわかります。しかし、P2 との間の LDP ネイバーはまだ確立できません。その理由は、P2 のルータ ID への接続性がないためです。show mpls ldp discovery の最後の行に「LDP Id: 5.5.5.5:0; no route」とあり、P2 のルータ ID への接続性がないことがわかります。次の表示のように PE2 のルーティングテーブルには 5.5.5.5 へのルートがありません。

PE2 show ip route

```
-----  
PE2#show ip route 5.5.5.5  
% Network not in table  
-----
```

PE2 以外の他のルータのルーティングテーブルにも 5.5.5.5 へのルートがないので、原因は P2 の OSPF の設定にあると推測できます。P2 で show ip ospf interface brief を見ると、次のようになります。

P2 show ip ospf interface brief

```
-----  
P2#show ip ospf interface brief  


| Interface | PID | Area | IP Address/Mask | Cost | State | Nbrs | F/C |
|-----------|-----|------|-----------------|------|-------|------|-----|
| Fa0/0.35  | 1   | 0    | 192.168.35.5/24 | 1    | DR    | 1/1  |     |
| Fa0/0.25  | 1   | 0    | 192.168.25.5/24 | 1    | DR    | 1/1  |     |
| Fa0/0.15  | 1   | 0    | 192.168.15.5/24 | 1    | DR    | 1/1  |     |

  
-----
```

P2 では Loopback0 で OSPF を有効化していないことがわかります。そのため、他のルータからルータ ID への接続性がないので、LDP ネイバーを確立できません。P2 の Loopback0 で OSPF を有効化して、他のルータからルータ ID への接続性を確保できるようにします。

P2 Loopback0 で OSPF の有効化

```
-----  
router ospf 1  
network 5.5.5.5 0.0.0.0 area 0  
-----
```

P2 の Loopback0 で OSPF を有効化すると、次のように LDP ネイバーも確立できるようになります。

P2 show mpls ldp neighbor

P2#show mpls ldp neighbor

Peer LDP Ident: 3.3.3.3:0; Local LDP Ident 5.5.5.5:0

TCP connection: 3.3.3.3.646 - 5.5.5.5.15456

State: Oper; Msgs sent/rcvd: 14/14; Downstream

Up time: 00:00:49

LDP discovery sources:

FastEthernet0/0.35, Src IP addr: 192.168.35.3

Addresses bound to peer LDP Ident:

192.168.34.3 3.3.3.3 192.168.35.3

Peer LDP Ident: 1.1.1.1:0; Local LDP Ident 5.5.5.5:0

TCP connection: 1.1.1.1.646 - 5.5.5.5.43534

State: Oper; Msgs sent/rcvd: 14/14; Downstream

Up time: 00:00:49

LDP discovery sources:

FastEthernet0/0.15, Src IP addr: 192.168.15.1

Addresses bound to peer LDP Ident:

192.168.14.1 1.1.1.1 192.168.15.1

Peer LDP Ident: 2.2.2.2:0; Local LDP Ident 5.5.5.5:0

TCP connection: 2.2.2.2.646 - 5.5.5.5.58672

State: Oper; Msgs sent/rcvd: 14/16; Downstream

Up time: 00:00:44

LDP discovery sources:

FastEthernet0/0.25, Src IP addr: 192.168.25.2

Addresses bound to peer LDP Ident:

10.12.12.2 192.168.24.2 2.2.2.2 20.20.20.20
192.168.25.2

正常な LDP ネイバーの状態と設定ミスのまとめ

以上の設定の修正で、MPLS バックボーン内で正常に LDP ネイバーを確立できるようになっています。正常な LDP ネイバーの状態として、P1、P2 の `show mpls ldp neighbor` の出力は次のようになります。

P1 show mpls ldp neighbor

P1#show mpls ldp neighbor

Peer LDP Ident: 3.3.3.3:0; Local LDP Ident 4.4.4.4:0

TCP connection: 3.3.3.3.646 - 4.4.4.4.46346

State: Oper; Msgs sent/rcvd: 49/50; Downstream

Up time: 00:31:46

LDP discovery sources:

FastEthernet0/0.34, Src IP addr: 192.168.34.3

Addresses bound to peer LDP Ident:

192.168.34.3 3.3.3.3 192.168.35.3

Peer LDP Ident: 1.1.1.1:0; Local LDP Ident 4.4.4.4:0

TCP connection: 1.1.1.1.646 - 4.4.4.4.18711

State: Oper; Msgs sent/rcvd: 44/44; Downstream

Up time: 00:26:27

LDP discovery sources:

FastEthernet0/0.14, Src IP addr: 192.168.14.1

Addresses bound to peer LDP Ident:

192.168.14.1 1.1.1.1 192.168.15.1

Peer LDP Ident: 2.2.2.2:0; Local LDP Ident 4.4.4.4:0

TCP connection: 2.2.2.2.646 - 4.4.4.4.38926

State: Oper; Msgs sent/rcvd: 32/34; Downstream

Up time: 00:15:47

LDP discovery sources:

FastEthernet0/0.24, Src IP addr: 192.168.24.2

Addresses bound to peer LDP Ident:

10.12.12.2 192.168.24.2 2.2.2.2 20.20.20.20
192.168.25.2

P2 show mpls ldp neighbor

P2#show mpls ldp neighbor

Peer LDP Ident: 3.3.3.3:0; Local LDP Ident 5.5.5.5:0

TCP connection: 3.3.3.3.646 - 5.5.5.5.15456

State: Oper; Msgs sent/rcvd: 14/14; Downstream

Up time: 00:00:49

LDP discovery sources:

FastEthernet0/0.35, Src IP addr: 192.168.35.3

Addresses bound to peer LDP Ident:

192.168.34.3 3.3.3.3 192.168.35.3

Peer LDP Ident: 1.1.1.1:0; Local LDP Ident 5.5.5.5:0

TCP connection: 1.1.1.1.646 - 5.5.5.5.43534

State: Oper; Msgs sent/rcvd: 14/14; Downstream

Up time: 00:00:49

LDP discovery sources:

FastEthernet0/0.15, Src IP addr: 192.168.15.1

Addresses bound to peer LDP Ident:

192.168.14.1 1.1.1.1 192.168.15.1

Peer LDP Ident: 2.2.2.2:0; Local LDP Ident 5.5.5.5:0

TCP connection: 2.2.2.2.646 - 5.5.5.5.58672

State: Oper; Msgs sent/rcvd: 14/16; Downstream

Up time: 00:00:44

LDP discovery sources:

FastEthernet0/0.25, Src IP addr: 192.168.25.2

Addresses bound to peer LDP Ident:

10.12.12.2 192.168.24.2 2.2.2.2 20.20.20.20
192.168.25.2

設定ミスとその修復のまとめ

また、MPLS バックボーンの LDP ネイバー確立に関する設定ミスをまとめたものが次の図です。

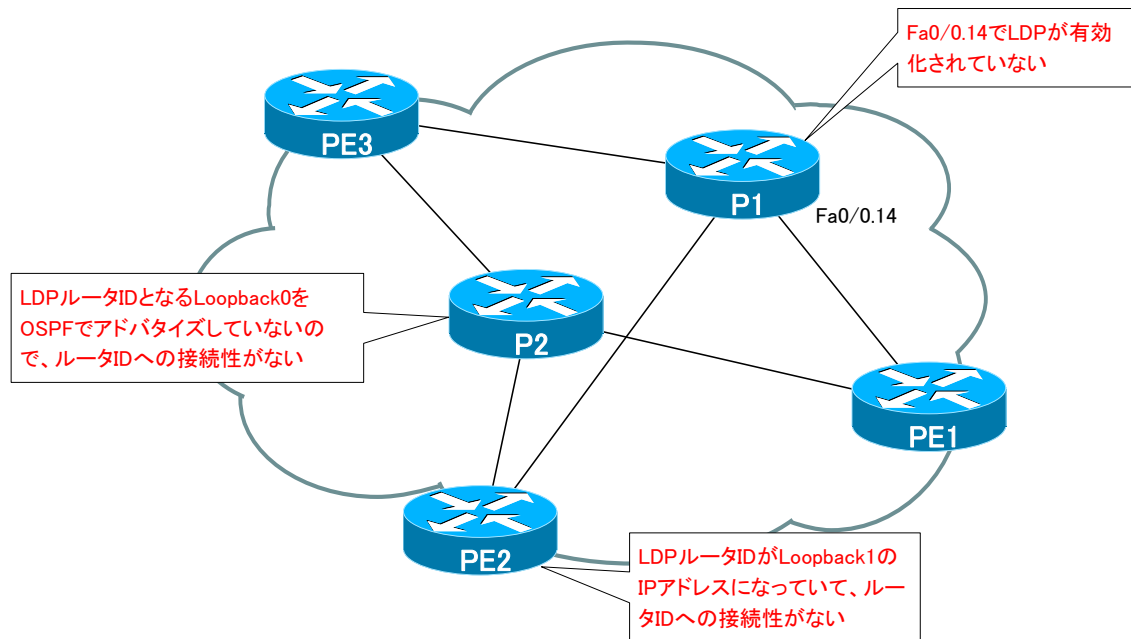


図 1 LDP ネイバーに関する設定ミス

そして、このような設定ミスについて、以下のように修正しています。

P1 Fa0/0.14 LDP 有効化

```
interface FastEthernet0/0.14
mpls ip
```

PE2 LDP ルータ ID の指定

```
mpls ldp router-id loopback0 force
```

P2 Loopback0 で OSPF の有効化

```
router ospf 1
network 5.5.5.5 0.0.0.0 area 0
```