

PIM-SM の設定

©2021 いとねっと。

Agenda

- ▶ PIM-SM の基本設定 (Static RP)
- ▶ Dynamic RP
 - ▶ Auto RP
 - ▶ Sparse-dence mode
 - ▶ Auto-RP Listener
 - ▶ BSR

©2021 いとねっと。

PIM-SM の基本設定

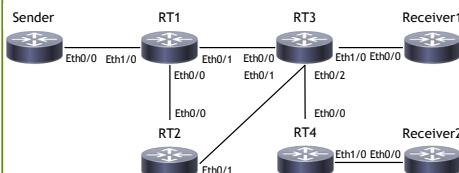
©2021 いとねっと。

Step1, Multicast routing を有効化
RT1(config)#ip multicast-routing

Step2, 設定確認
RT1#show ip multicast
Multicast Routing: enabled
Multicast Multipath: disabled
Multicast Route limit: No limit
Multicast Fallback group mode: Sparse
Number of multicast boundaries configured with filter-autorp option: 0

Step3, PIM-SM を有効化
RT1(config)#interface ethernet 0/0
RT1(config-if)ip pim sparse-mode
!
RT1(config)#interface ethernet 0/1
RT1(config-if)ip pim sparse-mode
!
RT1(config)#interface ethernet 1/0
RT1(config-if)ip pim sparse-mode

Step4, PIM neighbor を確認
RT1#show ip pim neighbor
PIM Neighbor Table
Mode: B - Bidir Capable, DR - Designated Router, N - Default DR Priority,
P - Proxy Capable, S - State Refresh Capable, G - GenID Capable
Neighbor Interface Uptime/Expires Ver DR
Address Prio/Mode
192.168.12.2 Ethernet0/0 00:02:04/00:01:38 v2 1 / DR S P G
192.168.13.3 Ethernet0/1 00:02:04/00:01:38 v2 1 / DR S P G
192.168.1.1 Ethernet1/0 00:02:04/00:01:37 v2 1 / S P G



この例では Sender / Receiver も Router で模擬する。

また、OSPF により各機器間の疎通性は確保されているものとする。

はじめに、各機器で multicast routing を有効化する。

続いて、各機器の各 I/F で PIM-DM を有効化する。

全機器で設定後に確認すると、PIM neighbor が形成されていることが確認できる。

また、ここでは RP として動作させる I/F (この例では RT2 の Loopback 0) も PIM-SM を有効化させる必要がある。

<pre>Step5, 各 Router で RP を 「2.2.2.2」に指定する RT1(config)#ip pim rp-address 2.2.2.2 *Aug 1 03:34:16.130: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Tunnel0, changed state to up</pre>	
<pre>Step6, Receiver1, 2 を Multicast group 「239.1.1.1」に参加させる Receiver1(config)#interface ethernet 0/0 Receiver1(config-if)#ip igmp join-group 239.1.1.1</pre>	
<pre>Step7, 各機器の MRIB を確認 RT1#show ip mroute 239.1.1.1 Group 239.1.1.1 not found ----- RT2#show ip mroute 239.1.1.1 Group 239.1.1.1 not found ----- RT3#show ip mroute 239.1.1.1 IP Multicast Routing Table ... (*, 239.1.1.1), 00:11:22/00:02:44, RP 2.2.2.2, flags: SJC Incoming interface: Ethernet0/1, RPF nbr 192.168.23.2 Outgoing interface list: Ethernet0/2, Forward/Sparse, 00:00:56/00:02:33 Ethernet1/0, Forward/Sparse, 00:11:22/00:02:44 ----- RT4#show ip mroute 239.1.1.1 IP Multicast Routing Table ... (*, 239.1.1.1), 00:11:01/00:01:57, RP 2.2.2.2, flags: SJC Incoming interface: Ethernet0/0, RPF nbr 192.168.34.3 Outgoing interface list: Ethernet1/0, Forward/Sparse, 00:11:01/00:01:57</pre>	
<pre>Step7, Sender より Multicast packet を送信 Sender#ping 239.1.1.1 Type escape sequence to abort. Sending 1, 100-byte ICMP Echos to 239.1.1.1, timeout is 2 seconds: Reply to request 0 from 192.168.3.1, 31 ms Reply to request 0 from 192.168.4.1, 60 ms</pre>	

続いて、各 Router で RP address を指定する。
 今回は基本設定であるため、static RP を採用している。

また、RP を設定することで Tunnel I/F が生成される。
 これは PIM Register message で multicast を送信するための Tunnel である。

そして、Receiver を模擬している Router を Multicast group 「239.1.1.1」 に参加させる。

「ip igmp join-group」 を設定すると、その I/F は指定した Multicast group に参加され、且つ対象の multicast packet を受信した際に処理できるようになる。
 これにより、Router を Receiver として模擬することが可能となった。

また、「ip igmp join-group」 を設定した I/F からは IGMP join message を送信される。
 RT3/4 はこれを受信することで、「239.1.1.1」 に対する (*, G) Entry が生成された。

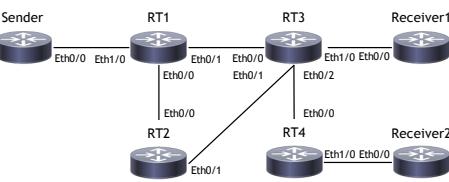
これにより Multicast packet を転送する準備が整ったため、Sender から Multicast packet を送信する。
 すると、「192.168.3.1」 より reply があることを確認できた。

このように、multicast group 宛に ping を実行することで Multicast 通信を模擬することが可能である。

```

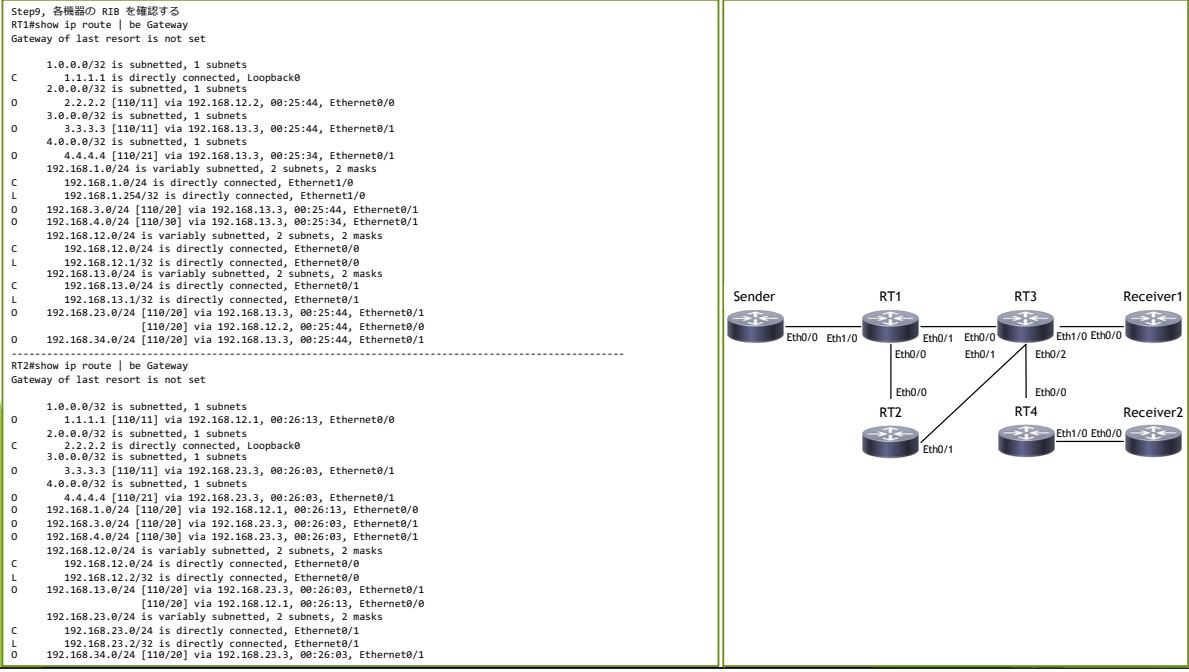
Step8. 各機器の MRIB を確認
RT1#show ip mroute 239.1.1.1
IP Multicast Routing Table
...
(*, 239.1.1.1), 00:03:43/stopped, RP 2.2.2.2, flags: SPF
  Incoming interface: Ethernet0/0, RPF nbr 192.168.12.2
  Outgoing interface list: Null
(192.168.1.1, 239.1.1.1), 00:03:43/00:01:14, flags: FT
  Incoming interface: Ethernet1/0, RPF nbr 192.168.1.1
  Outgoing interface list:
    Ethernet0/1, Forward/Sparse, 00:03:43/00:02:45
...
RT2#show ip mroute 239.1.1.1
IP Multicast Routing Table
...
(*, 239.1.1.1), 00:11:24/00:02:53, RP 2.2.2.2, flags: S
  Incoming interface: Null, RPF nbr 0.0.0.0
  Outgoing interface list:
    Ethernet0/1, Forward/Sparse, 00:11:24/00:02:53
(192.168.1.1, 239.1.1.1), 00:03:50/00:02:54, flags: PT
  Incoming interface: Ethernet0/0, RPF nbr 192.168.12.1
  Outgoing interface list: Null
...
RT3#show ip mroute 239.1.1.1
IP Multicast Routing Table
...
(*, 239.1.1.1), 00:24:23/00:03:21, RP 2.2.2.2, flags: SJC
  Incoming interface: Ethernet0/1, RPF nbr 192.168.23.2
  Outgoing interface list:
    Ethernet0/2, Forward/Sparse, 00:13:57/00:03:21
    Ethernet1/0, Forward/Sparse, 00:24:23/00:02:38
(192.168.1.1, 239.1.1.1), 00:06:15/00:03:05, flags: T
  Incoming interface: Ethernet0/0, RPF nbr 192.168.13.1
  Outgoing interface list:
    Ethernet0/0, Forward/Sparse, 00:06:15/00:02:38
    Ethernet0/2, Forward/Sparse, 00:06:15/00:03:21
...
RT4#show ip mroute 239.1.1.1
IP Multicast Routing Table
...
(*, 239.1.1.1), 00:25:06/stopped, RP 2.2.2.2, flags: SJC
  Incoming interface: Ethernet0/0, RPF nbr 192.168.34.3
  Outgoing interface list:
    Ethernet1/0, Forward/Sparse, 00:25:06/00:01:58
(192.168.1.1, 239.1.1.1), 00:07:00/00:01:56, flags: JT
  Incoming interface: Ethernet0/0, RPF nbr 192.168.34.3
  Outgoing interface list:
    Ethernet1/0, Forward/Sparse, 00:07:00/00:01:58

```

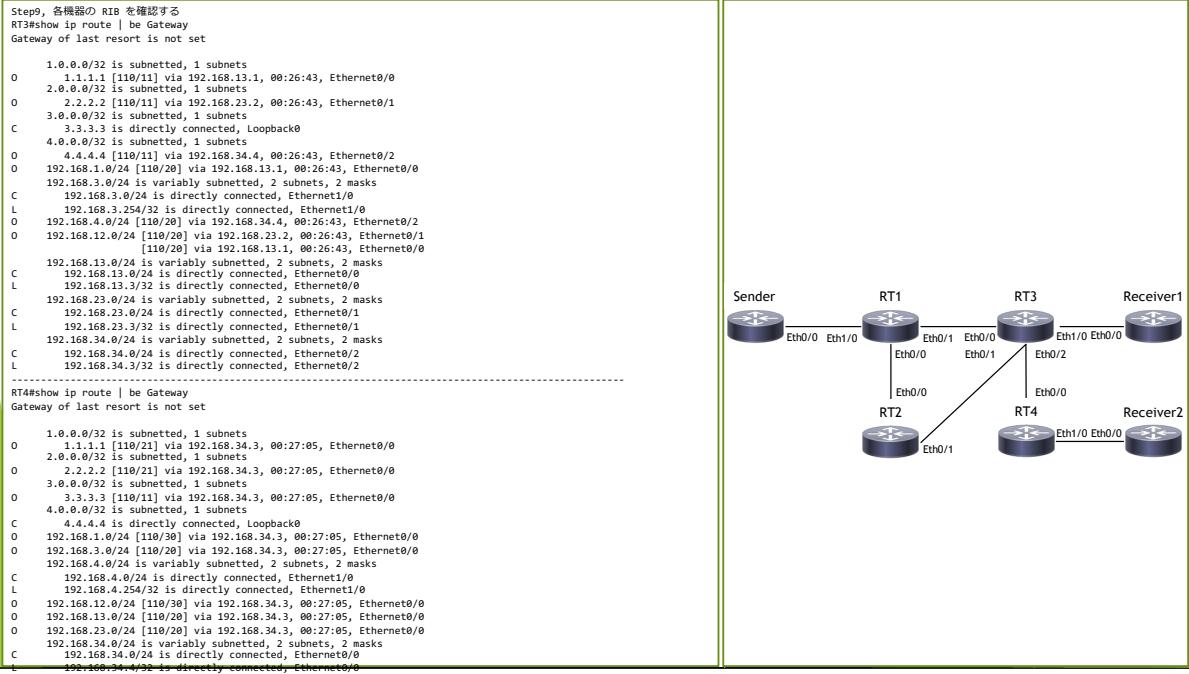


これにより Multicast packet を転送する準備が整ったため、 Sender から Multicast packet を送信する。
すると、「192.168.3.1」より reply があることを確認できた。

このように、 multicast group 宛に ping を実行することで Multicast 通信を模擬することが可能である。



各機器の RIB は記載の通り。



各機器の RIB は記載の通り。

Dynamic RP
～Auto RP～

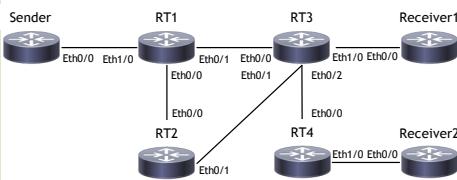
©2021 いとねっと。

Step1, Multicast routing を有効化
RT1(config)#ip multicast-routing

Step2, 設定確認
RT1#show ip multicast
 Multicast Routing: enabled
 Multicast Multipath: disabled
 Multicast Route limit: No limit
 Multicast Fallback group mode: Sparse
 Number of multicast boundaries configured with filter-autorp option: 0

Step3, PIM-SM を有効化
RT1(config)#interface ethernet 0/0
RT1(config-if)#ip pim sparse-mode
!
RT1(config)#interface ethernet 0/1
RT1(config-if)#ip pim sparse-mode
!
RT1(config)#interface ethernet 1/0
RT1(config-if)#ip pim sparse-mode
!
RT1(config)#interface loopback 0
RT1(config-if)#ip pim sparse-mode

Step4, PIM neighbor を確認
RT1#show ip pim neighbor
PIM Neighbor Table
Mode: B - Bidir Capable, DR - Designated Router, N - Default DR Priority,
P - Proxy Capable, S - State Refresh Capable, G - GenID Capable
Neighbor Interface Uptime/Expires Ver DR
Address Prio/Mode
192.168.12.2 Ethernet0/0 00:02:04/00:01:38 v2 1 / DR S P G
192.168.13.3 Ethernet0/1 00:02:04/00:01:38 v2 1 / DR S P G
192.168.1.1 Ethernet1/0 00:02:04/00:01:37 v2 1 / S P G



ここでは、Dynamic RP である Auto-RP を用いた設定方法を紹介する。
各機器で multicast routing や PIM-SM を有効化する設定は同様であるため、
詳細は割愛。

Step5, RT2 (2.2.2.2) を RP candidate として設定
 RT2(config)#ip pim send-rp-announce loopback 0 scope 255 interval 60

Step6, RT1 (1.1.1.1) を MA として設定
 RT1(config)#ip pim send-rp-discovery loopback 0 scope 255 interval 60

Step7, 各 Router の RP address を確認
 RT1#show ip pim rp mapping
 PIM Group-to-RP Mappings
 This system is an RP-mapping agent (Loopback0)

Group(s) 224.0.0.0/4
 RP 2.2.2.2 (?), v2v1
 Info source: 2.2.2.2 (?), elected via Auto-RP
 Uptime: 00:01:47, expires: 00:02:10

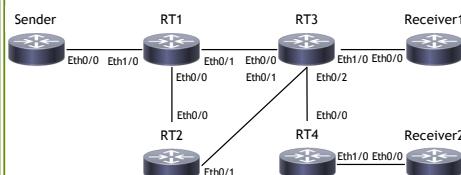
RT2#show ip pim rp mapping
 PIM Group-to-RP Mappings
 This system is an RP (Auto-RP)

Group(s) 224.0.0.0/4
 RP 2.2.2.2 (?), v2v1
 Info source: 1.1.1.1 (?), elected via Auto-RP
 Uptime: 00:01:57, expires: 00:01:57

RT3#show ip pim rp mapping
 PIM Group-to-RP Mappings

Group(s) 224.0.0.0/4
 RP 2.2.2.2 (?), v2v1
 Info source: 1.1.1.1 (?), elected via Auto-RP
 Uptime: 00:02:01, expires: 00:02:56

RT4#show ip pim rp mapping
 PIM Group-to-RP Mappings



まずは RT2 を RP candidate として設定する。

また、 RP address として Loopback 0 (2.2.2.2) を指定する。

ここでは RP-Announce message の scope (TTL) を 255 で 60秒ごとに送信するよう設定している。

続いて、 RT1 を MA (Mapping Agent) として設定する。

また、 MA の address として Loopback 0 (1.1.1.1) を指定する。

ここでは RP-discovery message の scope (TTL) を 255 で 60秒ごとに送信するよう設定している。

※RP や MA の address として使用する I/F は PIM を有効化させる必要があり、各機器からの到達性が必要である。

この設定をすることで RP address が MA により広報されるが、 Auto RP では RP address の広報に multicast routing を使用するため、 RP address が不明な状態では PIM-SM により multicast packet を転送できない。

そのため、 本構成では RT4 のみ RP address がわからない状態となっている。

※動作詳細は 「PIM-SM の概要2」 を参照。

これらを解決する手法として以下が存在する。

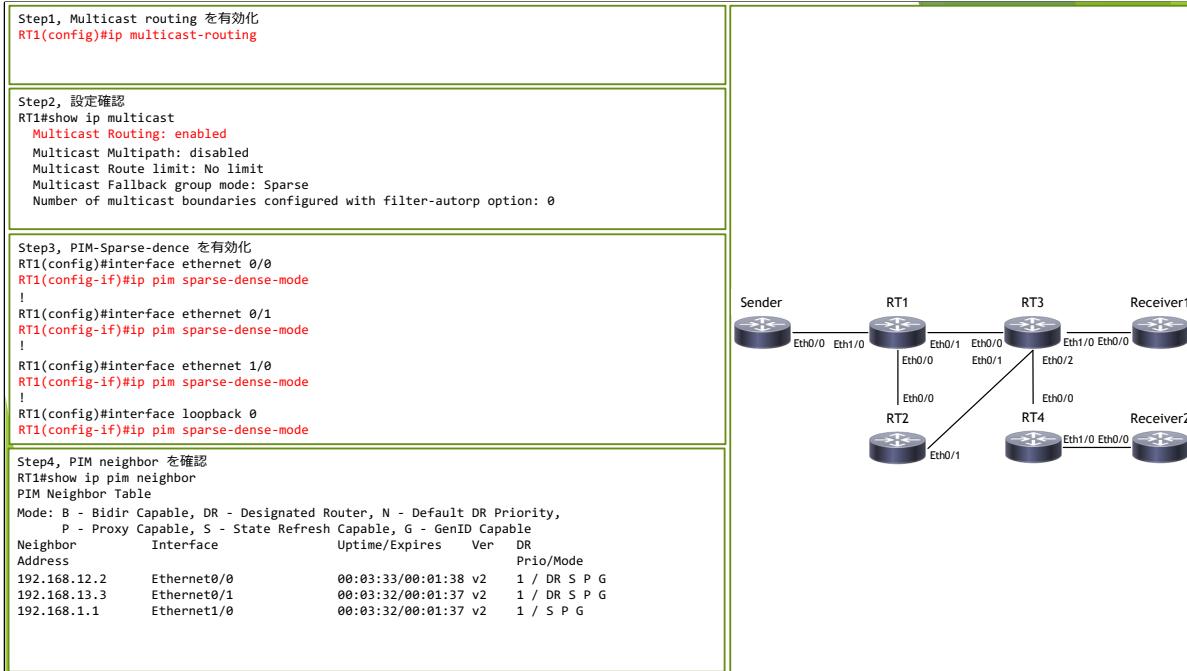
- (1) 「224.0.1.39」と「224.0.1.40」の RP address を Static に登録する
- (2) PIM sprase-dence mode を使用する
- (3) Auto RP Listener 機能を使用する

ここでは、 (2), (3) について次ページより解説する。

Dynamic RP

～Auto RP (sparse-dence mode)～

©2021 いとねっと。



Sparse-dence mode を使用すると、Multicast routing の際に以下のよう動作する。

RP を認識している場合 : Sparse mode によって転送される
 RP を認識していない場合 : Dense mode によって転送される

このため、PIM sparse-dence mode でを使用すれば、「224.0.1.39」と「224.1.0.40」宛の multicast packet がネットワーク全体に Flooding される。

これにより、各機器が Auto-RP により RP address を認識できるようになる。

そのため、各 Router での pim mode を sparse mode ではなく sparse-dence mode として設定する。

```
Step5, RT2 (2.2.2.2) を RP candidate として設定
RT2(config)#ip pim send-rp-announce loopback 0 scope 255 interval 60
```

```
Step6, RT1 (1.1.1.1) を MA として設定
RT1(config)#ip pim send-rp-discovery loopback 0 scope 255 interval 60
```

```
Step7, 各 Router の RP address を確認
RT1#show ip pim rp mapping
PIM Group-to-RP Mappings
This system is an RP-mapping agent (Loopback0)
```

```
Group(s) 224.0.0.0/4
RP 2.2.2.2 (?), v2v1
Info source: 2.2.2.2 (?), elected via Auto-RP
Uptime: 00:01:47, expires: 00:02:10
```

```
RT2#show ip pim rp mapping
PIM Group-to-RP Mappings
This system is an RP (Auto-RP)
```

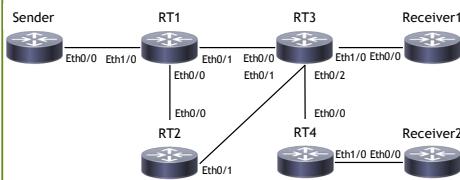
```
Group(s) 224.0.0.0/4
RP 2.2.2.2 (?), v2v1
Info source: 1.1.1.1 (?), elected via Auto-RP
Uptime: 00:01:57, expires: 00:01:57
```

```
RT3#show ip pim rp mapping
PIM Group-to-RP Mappings
```

```
Group(s) 224.0.0.0/4
RP 2.2.2.2 (?), v2v1
Info source: 1.1.1.1 (?), elected via Auto-RP
Uptime: 00:02:01, expires: 00:02:56
```

```
RT4#show ip pim rp mapping
PIM Group-to-RP Mappings
```

```
Group(s) 224.0.0.0/4
RP 2.2.2.2 (?), v2v1
Info source: 1.1.1.1 (?), elected via Auto-RP
Uptime: 00:01:27, expires: 00:02:31
```



続いて、同様に RT2 を RP-candidate 、 RT1 を MA として設定する。

すると、 PIM sparse-mode では RT4 に multicast packet が到達できないため RP address を学習できていなかったが、今回は PIM sparse-dence mode を使用しているため、 RT4 まで RP-discovery message が到達し、 RT4 が RP address を学習していることがわかる。

```
Step6, Receiver1, 2 を Multicast group 「239.1.1.1」に参加させる
Receiver1(config)#interface ethernet 0/0
Receiver1(config-if)#ip igmp join-group 239.1.1.1
```

```
Step7, 各機器の MRIB を確認
RT1#show ip mroute 239.1.1.1
Group 239.1.1.1 not found
```

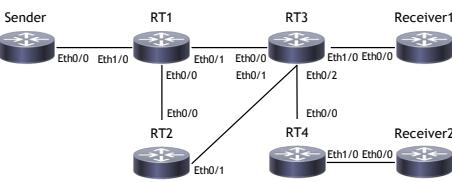
```
RT2#show ip mroute 239.1.1.1
IP Multicast Routing Table
...
(*, 239.1.1.1), 00:09:49/00:03:28, RP 2.2.2.2, flags: S
  Incoming interface: Null, RPF nbr 0.0.0.0
  Outgoing interface list:
    Ethernet0/1, Forward/Sparse-Dense, 00:09:49/00:03:28
```

```
RT3#show ip mroute 239.1.1.1
IP Multicast Routing Table
...
(*, 239.1.1.1), 00:12:01/00:03:17, RP 2.2.2.2, flags: SJC
  Incoming interface: Ethernet0/1, RPF nbr 192.168.23.2
  Outgoing interface list:
    Ethernet0/2, Forward/Sparse-Dense, 00:11:01/00:03:17
    Ethernet1/0, Forward/Sparse-Dense, 00:12:01/00:01:59
```

```
RT4#show ip mroute 239.1.1.1
IP Multicast Routing Table
...
(*, 239.1.1.1), 00:12:36/00:02:33, RP 2.2.2.2, flags: SJC
  Incoming interface: Ethernet0/0, RPF nbr 192.168.34.3
  Outgoing interface list:
    Ethernet1/0, Forward/Sparse-Dense, 00:12:36/00:02:33
```

```
Step8, Sender より Multicast packet を送信
Sender#ping 239.1.1.1
Type escape sequence to abort.
Sending 1, 100-byte ICMP Echos to 239.1.1.1, timeout is 2 seconds:
```

```
Reply to request 0 from 192.168.3.1, 54 ms
Reply to request 0 from 192.168.4.1, 69 ms
```



これにより、各 Receiver が multicast group に join すると、IGMP join message が送信される。

RT3,4 は RP address を認識しているため、RP の方向に PIM (*, G) join message を送信し、Shared Tree が生成されていく。

これにより multicast packet を転送する準備が整ったため、Sender から送信された multicast packet が無事に各 Receiver へ到達していることが確認できた。

Dynamic RP

～Auto RP (Auto RP Listener)～

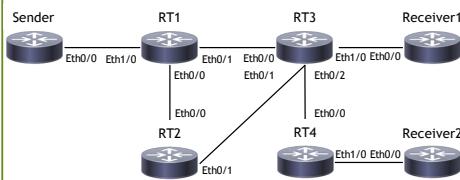
©2021 いとねっと。

```
Step1, Multicast routing を有効化
RT1(config)#ip multicast-routing
```

```
Step2, 設定確認
RT1#show ip multicast
  Multicast Routing: enabled
    Multicast Multipath: disabled
    Multicast Route limit: No limit
    Multicast Fallback group mode: Sparse
      Number of multicast boundaries configured with filter-autorp option: 0
```

```
Step3, PIM-SM を有効化
RT1(config)#interface ethernet 0/0
RT1(config-if)#ip pim sparse-mode
!
RT1(config)#interface ethernet 0/1
RT1(config-if)#ip pim sparse-mode
!
RT1(config)#interface ethernet 1/0
RT1(config-if)#ip pim sparse-mode
!
RT1(config)#interface loopback 0
RT1(config-if)#ip pim sparse-mode
```

```
Step4, PIM neighbor を確認
RT1#show ip pim neighbor
PIM Neighbor Table
Mode: B - Bidir Capable, DR - Designated Router, N - Default DR Priority,
P - Proxy Capable, S - State Refresh Capable, G - GenID Capable
Neighbor           Interface      Uptime/Expires   Ver  DR
Address
          Prio/Mode
192.168.12.2     Ethernet0/0    00:02:04/00:01:38 v2  1 / DR S P G
192.168.13.3     Ethernet0/1    00:02:04/00:01:38 v2  1 / DR S P G
192.168.1.1      Ethernet1/0    00:02:04/00:01:37 v2  1 / S P G
```



PIM-SM で Auto RP Listener を使用すると、「224.0.1.39」と「224.1.0.40」宛の multicast packet のみ dence mode で flooding される。これにより、各機器が Auto-RP により RP address を認識できるようになる。

Auto RP Listener を使用する場合、各機器で multicast routing や PIM-SM を有効化する設定は同様であるため、詳細は割愛。

<pre>Step5, RT2 (2.2.2.2) を RP candidate として設定 RT2(config)#ip pim send-rp-announce loopback 0 scope 255 interval 60</pre> <pre>Step6, RT1 (1.1.1.1) を MA として設定 RT1(config)#ip pim send-rp-discovery loopback 0 scope 255 interval 60</pre> <pre>Step7, 各 Router の RP address を確認 RT1#show ip pim rp mapping PIM Group-to-RP Mappings This system is an RP-mapping agent (Loopback0) Group(s) 224.0.0.0/4 RP 2.2.2.2 (?), v2v1 Info source: 2.2.2.2 (?), elected via Auto-RP Uptime: 00:01:47, expires: 00:02:10</pre> <hr/> <pre>RT2#show ip pim rp mapping PIM Group-to-RP Mappings This system is an RP (Auto-RP) Group(s) 224.0.0.0/4 RP 2.2.2.2 (?), v2v1 Info source: 1.1.1.1 (?), elected via Auto-RP Uptime: 00:01:57, expires: 00:01:57</pre> <hr/> <pre>RT3#show ip pim rp mapping PIM Group-to-RP Mappings Group(s) 224.0.0.0/4 RP 2.2.2.2 (?), v2v1 Info source: 1.1.1.1 (?), elected via Auto-RP Uptime: 00:02:01, expires: 00:02:56</pre> <hr/> <pre>RT4#show ip pim rp mapping PIM Group-to-RP Mappings Group(s) 224.0.0.0/4 RP 2.2.2.2 (?), v2v1 Info source: 1.1.1.1 (?), elected via Auto-RP Uptime: 00:01:27, expires: 00:02:31</pre>	
---	--

続いて、同様に RT2 を RP-candidate 、 RT1 を MA として設定する。

すると、 PIM sparse-mode では RT4 に multicast packet が到達できないため RP address を学習できていなかったが、今回は PIM sparse-dence mode を使用しているため、 RT4 まで RP-discovery message が到達し、 RT4 が RP address を学習していることがわかる。

Dynamic RP
～BSR～

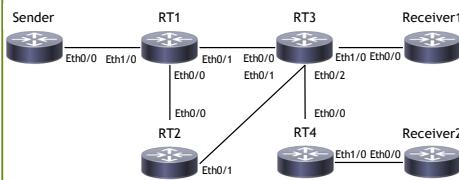
©2021 いとねっと。

```
Step1, Multicast routing を有効化  
RT1(config)#ip multicast-routing
```

```
Step2, 設定確認  
RT1#show ip multicast  
  Multicast Routing: enabled  
    Multicast Multipath: disabled  
    Multicast Route limit: No limit  
    Multicast Fallback group mode: Sparse  
      Number of multicast boundaries configured with filter-autorp option: 0
```

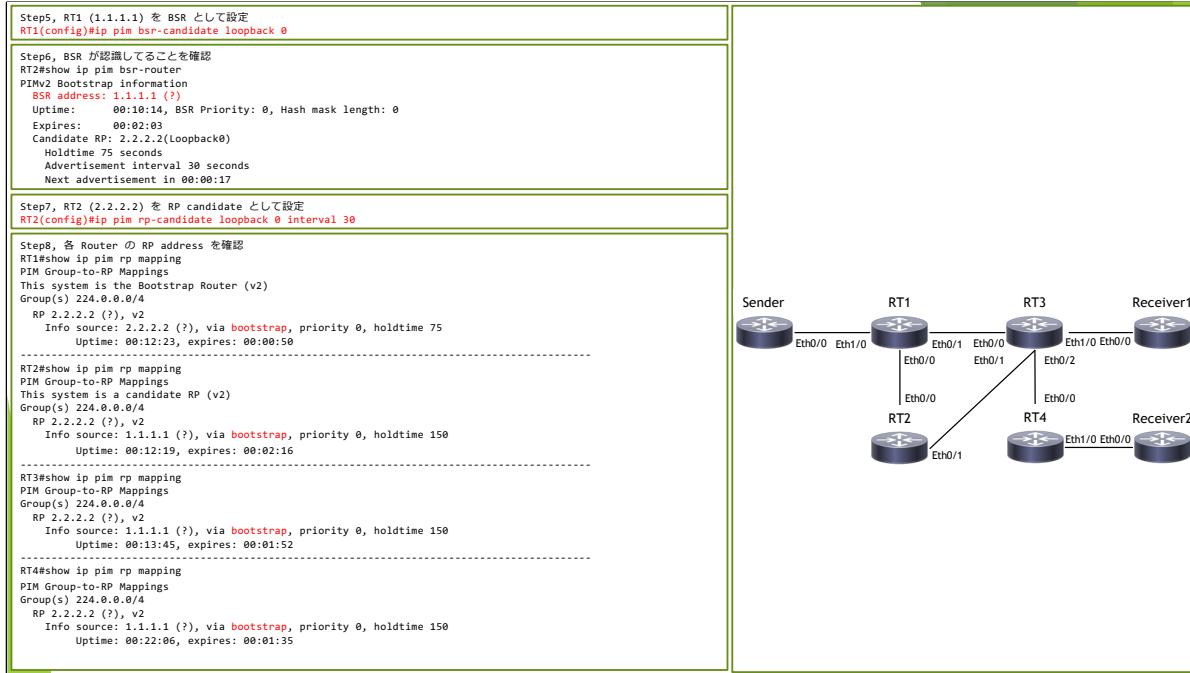
```
Step3, PIM-SM を有効化  
RT1(config)#interface ethernet 0/0  
RT1(config-if)#ip pim sparse-mode  
!  
RT1(config)#interface ethernet 0/1  
RT1(config-if)#ip pim sparse-mode  
!  
RT1(config)#interface ethernet 1/0  
RT1(config-if)#ip pim sparse-mode  
!  
RT1(config)#interface loopback 0  
RT1(config-if)#ip pim sparse-mode
```

```
Step4, PIM neighbor を確認  
RT1#show ip pim neighbor  
PIM Neighbor Table  
Mode: B - Bidir Capable, DR - Designated Router, N - Default DR Priority,  
P - Proxy Capable, S - State Refresh Capable, G - GenID Capable  
Neighbor       Interface          Uptime/Expires   Ver  DR  
Address                                         Prio/Mode  
192.168.12.2    Ethernet0/0        00:02:04/00:01:38 v2  1 / DR S P G  
192.168.13.3    Ethernet0/1        00:02:04/00:01:38 v2  1 / DR S P G  
192.168.1.1     Ethernet1/0        00:02:04/00:01:37 v2  1 / S P G
```



ここでは、Dynamic RP である BSR を用いた設定方法を紹介する。

各機器で multicast routing や PIM-SM を有効化する設定は同様であるため、
詳細は割愛。



続いてRT1をBSR、RT2をRP candidateとして設定する。

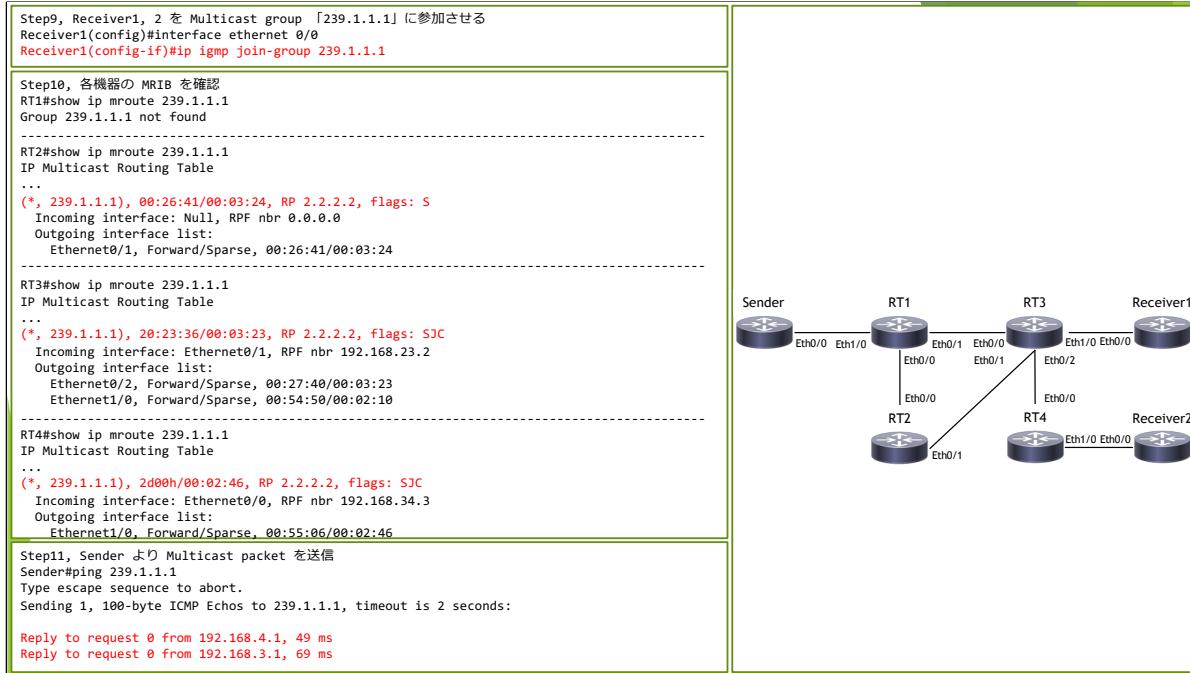
RT1がBSRとして設定されるとBSR messageとdefaultで60秒ごとに送信する。

これにより、各RouterはBSRのIP addressを認識する。

BSRを認識したRT2(RP candidate)はC-RP(Candidate-RP)Advertisement messageをunicastでRPに通知する。

RP addressを認識したBSRはBSR messageにRP addressを含め送信する。

これにより、各RouterはRP addressを認識する。



各 Receiver が multicast group に join すると、 IGMP join message が送信される。

RT3,4 は RP address を認識しているため、 RP の方向に PIM (*, G) join message を送信し、 Shared Tree が生成されていく。

これにより multicast packet を転送する準備が整ったため、 Sender から送信された multicast packet が無事に各 Receiver へ到達していることが確認できた。