

# ネイティブマルチキャストフロー – Any-Sourceマルチキャストモデル

## 内容

### [概要](#)

### [背景説明](#)

[ステップ1: レシーバがアクティブな場合、IGMPレポートメッセージを送信する](#)

[ステップ2: ソースがアクティブの場合](#)

[ステップ3: フォーム共有ツリー](#)

[ステップ4:\(S,G\)FHRに到達するパケット](#)

[ステップ5: マルチキャストパケットの最初のストリーム、共有ツリー経由でレシーバに到達](#)

[ステップ6:LHRがSPTからトラフィックを受信し、共有ツリーにプルーンメッセージを送信する](#)

## 概要

このドキュメントでは、Any-Source Multicast(ASM)モデルのパケットフローについて説明します。

## 背景説明

このドキュメントでは、Native Multicastパケットフローの詳細なパケットフローとその出力の分析について説明します。ここでは、コントロールプレーンとフォワーディングプレーンの詳細な分析出力とパケットフローについて説明します。

ASMは、受信側が送信側の知識を持たないモデルです。これは、任意の送信元からトラフィックを受信できることを意味します。受信側は、送信側が使用するマルチキャストグループと、このアドレス宛てのすべてのトラフィックを受信するためにサブスクライブするInternet Group Management Protocol(IGMP)のみを認識します。

これらはすべて、このドキュメントで説明します。

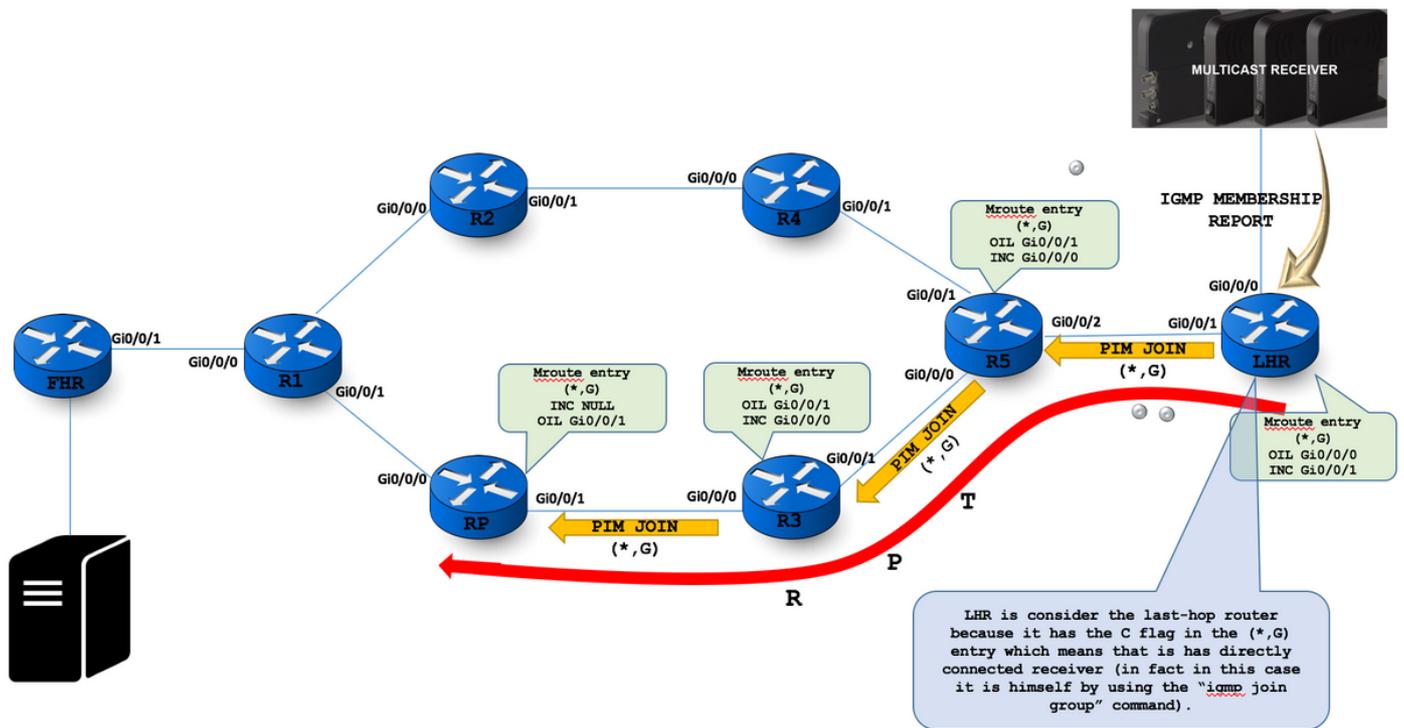
- 1.レシーバがアクティブな場合の動作
- 2.ソースがアクティブな場合の動作
- 3.ランデブーポイント(RP)でレジスタを受信するとどうなりますか。
- 4.(S,G)の形成Till First Hop Router(FHR)。
- 5.最初のマルチキャストストリームに使用するパス。
- 6.2つのストリームがラストホップルータ(LHR)で受信されると、どうなりますか。
- 7.共有ツリー上での最短パスツリー(SPT)の形成何が起こるか、スイッチオーバーが行われる理由が正確に示されます。

Protocol Independent Multicast(PIM)は、マルチキャストツリーを作成するために送信元と受信側間のマルチキャストルーティングプロトコルとして使用されます。ASMでは、(\*,G)マルチキャストエントリが使用されます。\*はany-sourceを表し、Gはトラフィックを受信するために関心のあるマルチキャストグループアドレスの受信者です。

## ステップ1：レシーバがアクティブな場合、IGMPレポートメッセージを送信する

- 受信側の関心表現を受信すると、代表ルータ(DR)は、そのマルチキャストグループのRPに向けてPIM Joinメッセージを送信します。
- このJoinメッセージは(\*,G) Joinと呼ばれます。これは、すべてのソースのグループGをそのグループに結合するためです。
- (\*,G) Joinは、グループのRPに対してホップ単位で移動し、通過する各ルータでは、グループGのマルチキャストツリー状態がインスタンス化されます。

LHRは(\*,G)エントリにCフラグがあるため、ラストホップルータと見なします。これは、直接接続されたレシーバがあることを意味します(実際この場合はigmp join groupコマンドを使用して自身です)。



**Step 1 :** On receiving the receiver's expression of interest, the DR then sends a PIM Join message towards the RP for that multicast group. This Join message is known as a (\*,G) Join because it joins group G for all sources to that group.

The (\*,G) Join travels hop-by-hop towards the RP for the group, and in each router it passes through, multicast tree state for group G is instantiated.

```

LDR#6@ is in igmp group
IGMP Connected Group Membership
Group Address      Interface          Uptime    Expires    Last Reporter  Group Accounted
224.1.1.1          GigabitEthernet1/0  40:37:30  00:02:02  10.0.108.8
224.0.1.40         FastEthernet0/0    01:21:01  00:02:43  10.0.78.8
  
```

```

LDR#6@ is route
(*, 224.1.1.1), 00:00:29/00:02:30, RP 4.4.4.4, Flags: SPTL
  Incoming Interface: GigabitEthernet1/0/1, RPF nbr 10.0.78.7
  Outgoing Interface list:
    GigabitEthernet0/0/0, Forward/Sparse
  
```

**C Flag** in the (\*,G) entry which means that it has directly connected receiver.

```

RP #6@ is route
(*, 224.1.1.1), 00:10:39/00:02:30, RP 4.4.4.4, Flags: S
  Incoming Interface: Null, RPF nbr 0.0.0.0
  Outgoing Interface list:
    FastEthernet0/0, Forward/Sparse
  
```

The value of "0.0.0.0" means self, and it appears in the output if the router is the RP itself

**E Flag** Sparse mode created.

```

(*, 224.0.1.40), 01:56:40/00:02:58, RP 4.4.4.4, Flags: SPTCL
  Incoming Interface: FastEthernet0/0, RPF nbr 10.0.78.7
  Outgoing Interface list: Null (*, 224.0.1.40), 01:56:40/00:02:58, RP 4.4.4.4, Flags: SPTCL
  Incoming Interface: FastEthernet0/0, RPF nbr 10.0.78.7
  Outgoing Interface list: Null
  
```

There is a single (\*,G) entry for the group 224.0.1.40 which is Auto-RP Discovery group address.

**NOTE :** To prevent a stale PIM-SM forwarding state from getting stuck in the routers, it is given a finite lifetime (5 minutes), after which it is deleted. Routers refresh shared trees by periodically (once a minute) sending (\*, G) Joins to the upstream neighbor in the direction of the RP.

Actually the PIM register message encapsulates the multicast packet sent by the source into a unicast packet.

```

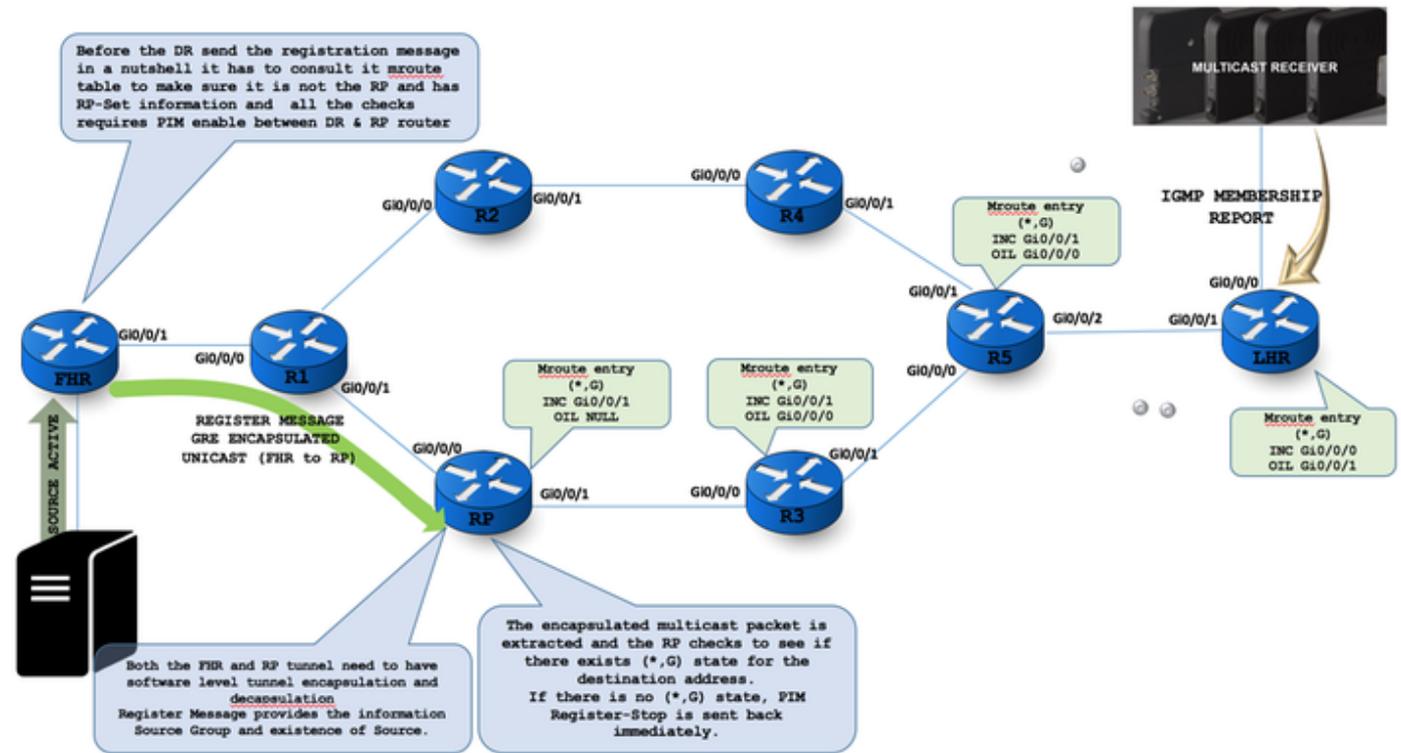
▶ Frame 59: 68 bytes on wire (544 bits), 68 bytes captured (544 bits) on interface 0
▶ Ethernet II, Src: ca:08:fa:92:00:00 (ca:08:fa:92:00:00), Dst: IPv4mcast_0d (01:00:5e:00:00:0d)
▼ Internet Protocol Version 4, Src: 10.0.78.8, Dst: 224.0.0.13
  0100 ... = Version: 4
  ... 0101 = Header Length: 20 bytes
  ▶ Differentiated Services Field: 0xc0 (DSCP: CS6, ECN: Not-ECT)
  Total Length: 54
  Identification: 0x0b27 (2855)
  ▶ Flags: 0x00
  Fragment offset: 0
  Time to live: 1
  Protocol: PIM (103)
  ▶ Header checksum: 0x7565 [validation disabled]
  Source: 10.0.78.8
  Destination: 224.0.0.13
  [Source GeoIP: Unknown]
  [Destination GeoIP: Unknown]
▼ Protocol Independent Multicast
  0010 ... = Version: 2
  ... 0011 = Type: Join/Prune (3)
  Reserved byte(s): 00
  Checksum: 0x87c7 [correct]
▼ PIM Options
  Upstream-neighbor: 10.0.78.7
  Reserved byte(s): 00
  Num Groups: 1
  Holdtime: 210
  ▼ Group 0: 224.10.10.10/32
    ▶ Num Joins: 1
    Num Prunes: 0
  
```

TTL is always 1. Which means it's a RP/RE destined packet.

PIM JOIN Message carries the active group address

## ステップ2：ソースがアクティブの場合

- DRが登録メッセージを送信する前に、RPではなくRPセット情報を持っていることを確認するためにmrouteテーブルを調べる必要があります、すべてのチェックでDRとRPルータ間でPIMを有効にする必要があります。
- FHRトンネルとRPトンネルの両方に、ソフトウェアレベルのトンネルカプセル化とカプセル化解除が必要です。
- [Register Message]は、情報ソースグループとソースの存在を示します。
- カプセル化されたマルチキャストパケットが抽出され、RPは宛先アドレスの状態(\*,G)があるかどうかを確認します。
- (\*,G)状態がない場合、PIM Register-Stopはすぐに戻されます。



Once Source is active :

```
FHR #
(1.1.1.1, 224.22.22.44), 00:03:15/00:00:02, flags: PFT
Incoming interface: Loopback0, RPF nbr 0.0.0.0, Registering
Outgoing interface list: Null
```

Register flag (F) is enabled for registration process in the FHR.

F flag: Source is directly connected and the register process must be used to notify the RP to this source.  
P flag: Outgoing interface is null as no one has joined the SPT tree yet for this source  
T flag: traffic is being received from the source.

PIM must enable between DR & RP router to send and receive the Register message.

- ▶ Frame 442: 142 bytes on wire (1136 bits), 142 bytes captured (1136 bits) on interface 0
- ▶ Ethernet II, Src: ca:01:c1:46:00:1c (ca:01:c1:46:00:1c), Dst: ca:02:c1:6a:00:00 (ca:02:c1:6a:00:00)
- ▶ Internet Protocol Version 4, Src: 10.0.12.1, Dst: 4.4.4.4
- ▼ Protocol Independent Multicast
  - 0010 .... = Version: 2
  - .... 0001 = Type: Register (1)
  - Reserved byte(s): 00
  - Checksum: 0xdef [correct]
  - ▼ PIM Options
    - ▶ Flags: 0x00000000
    - 0100 .... = IP Version: IPv4 (4)
- ▶ Internet Protocol Version 4, Src: 1.1.1.1, Dst: 224.10.10.10
- ▶ Internet Control Message Protocol

If no active receiver present at RP, then RP sends REGISTER STOP DR will be silent for default 60 seconds may result in the so-called "join latency" where a newly Joined listener may have to wait for almost a minute before it can discover a multicast source. This is why in many practical deployments with dynamic listeners you see PIM SSM being used in favor of complicated PIM SM mechanics.

1.1.1.1	224.22.22.44	PIMv2	142 Register
4.4.4.4	10.0.91.1	PIMv2	52 Register-stop

```
RP #
(1.1.1.1, 224.22.22.44), 00:00:43/00:02:16, flags: P
  Incoming interface: FastEthernet0/0, RPF nbr 10.0.24.2
  Outgoing interface list: Null
```

Prune Flag (P) is set as no active receiver (\*,G) entry present in RP.

RP SENDS REGISTER STOP WHEN NO ACTIVE RECEIVER FOR THE GROUP AND DISCARD THE MULTICAST PACKET

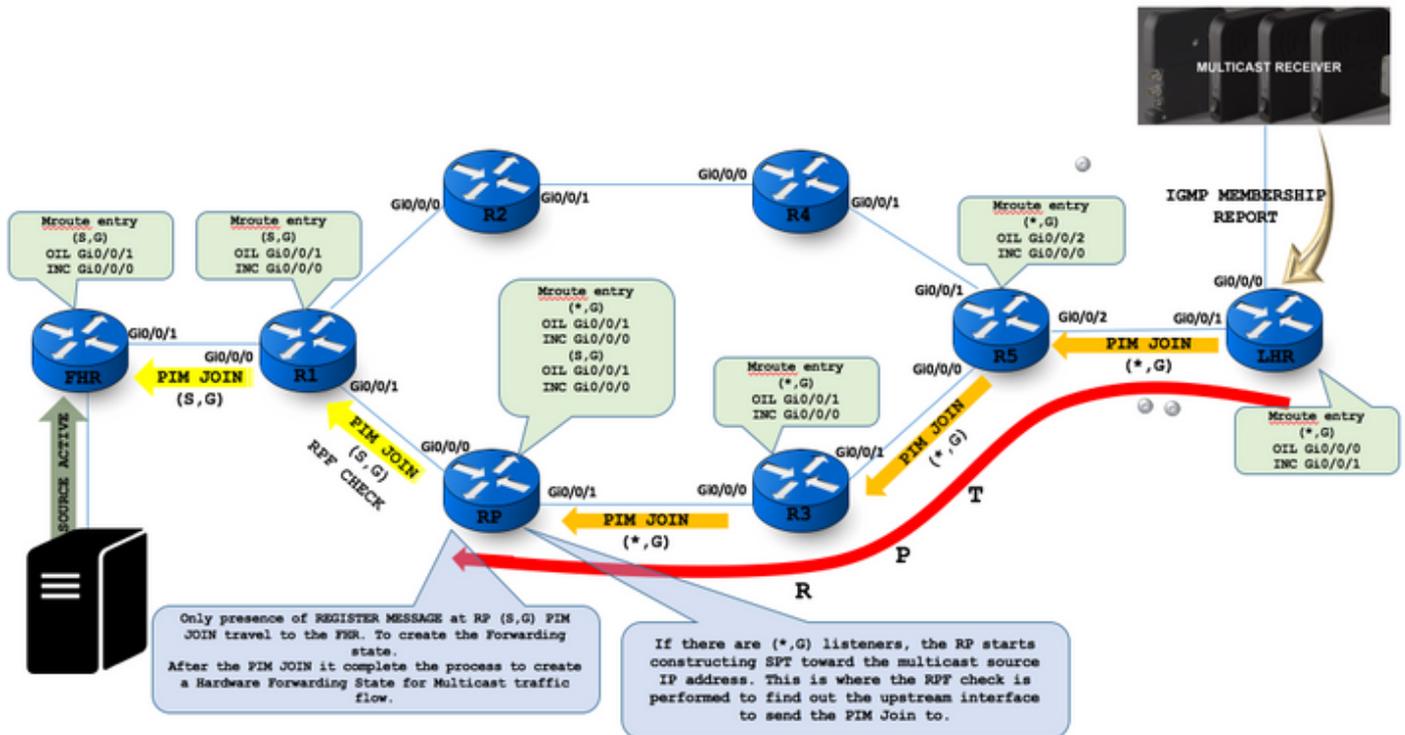
```
▶ Frame 973: 52 bytes on wire (416 bits), 52 bytes captured (416 bits) on interface 0
▶ Ethernet II, Src: ca:02:c1:6a:00:00 (ca:02:c1:6a:00:00), Dst: ca:01:c1:46:00:1c (ca:01:c1:46:00:1c)
▶ Internet Protocol Version 4, Src: 4.4.4.4, Dst: 10.0.91.1
▼ Protocol Independent Multicast
  0010 .... = Version: 2
  .... 0010 = Type: Register-stop (2)
  Reserved byte(s): 00
  Checksum: 0xe39a [correct]
▼ PIM Options
  Group: 224.22.22.44/32
  Source: 1.1.1.1
```

## ステップ3：フォーム共有ツリー

- DRが登録メッセージを送信する前に、RPではなくRPセット情報があることを確認するためにmrouteテーブルを調べる必要があります、すべてのチェックでDRとRPルータ間でPIMを有効にする必要があります
- FHRトンネルとRPトンネルの両方に、ソフトウェアレベルのトンネルカプセル化とカプセル化解除が必要です
- [Register Message]は、情報ソースグループと、ソースの場合は存在を示します。
- カプセル化されたマルチキャストパケットが抽出され、RPは宛先アドレスの状態(\*,G)があるかどうかを確認します。
- (\*,G)状態がない場合、PIM Register-Stopはすぐに戻されます。

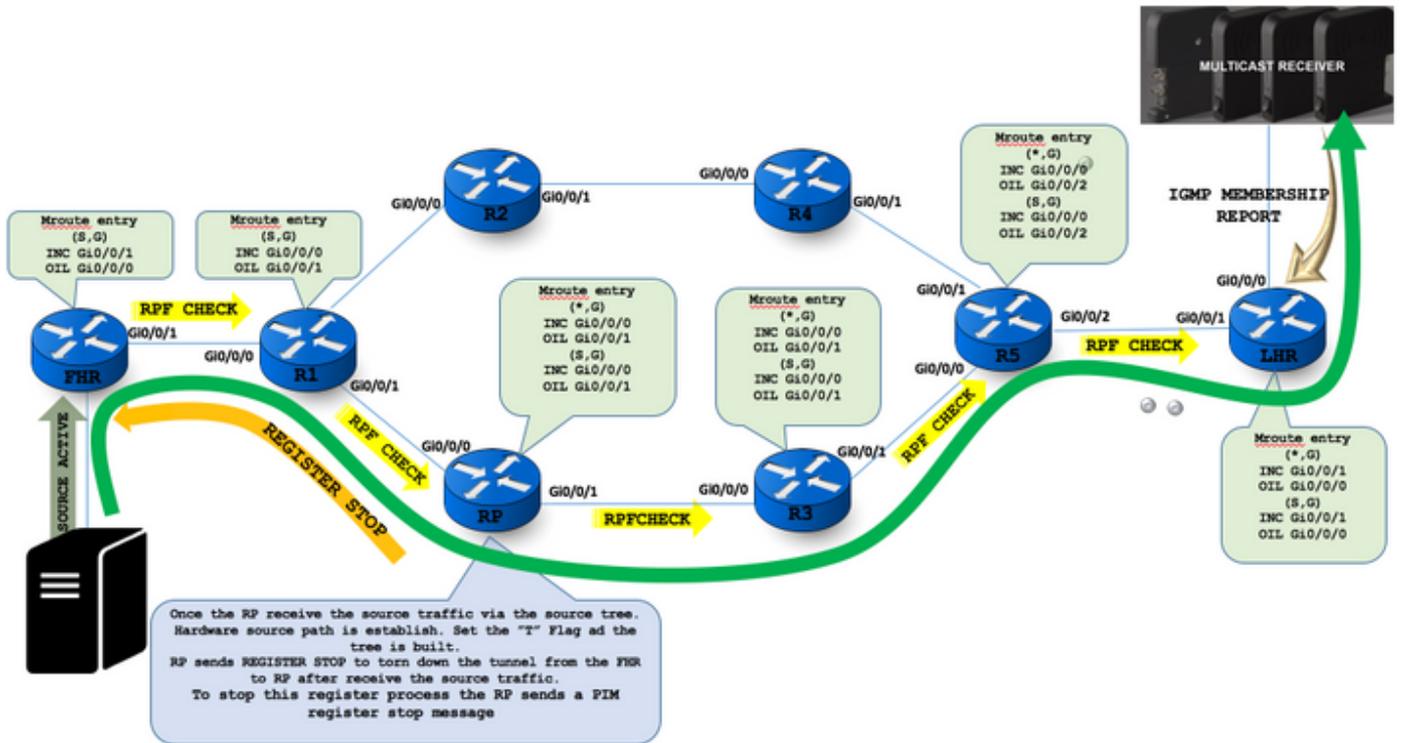


- (\*,G)リスナーが存在する場合、RPはマルチキャスト送信元IPアドレスに向けてSPTの構築を開始します。ここで、PIM Joinを送信するアップストリームインターフェイスを検出するためにRPFチェックが実行されます。



## ステップ5：マルチキャストパケットの最初のストリーム、共有ツリー経由でレシーバに到達

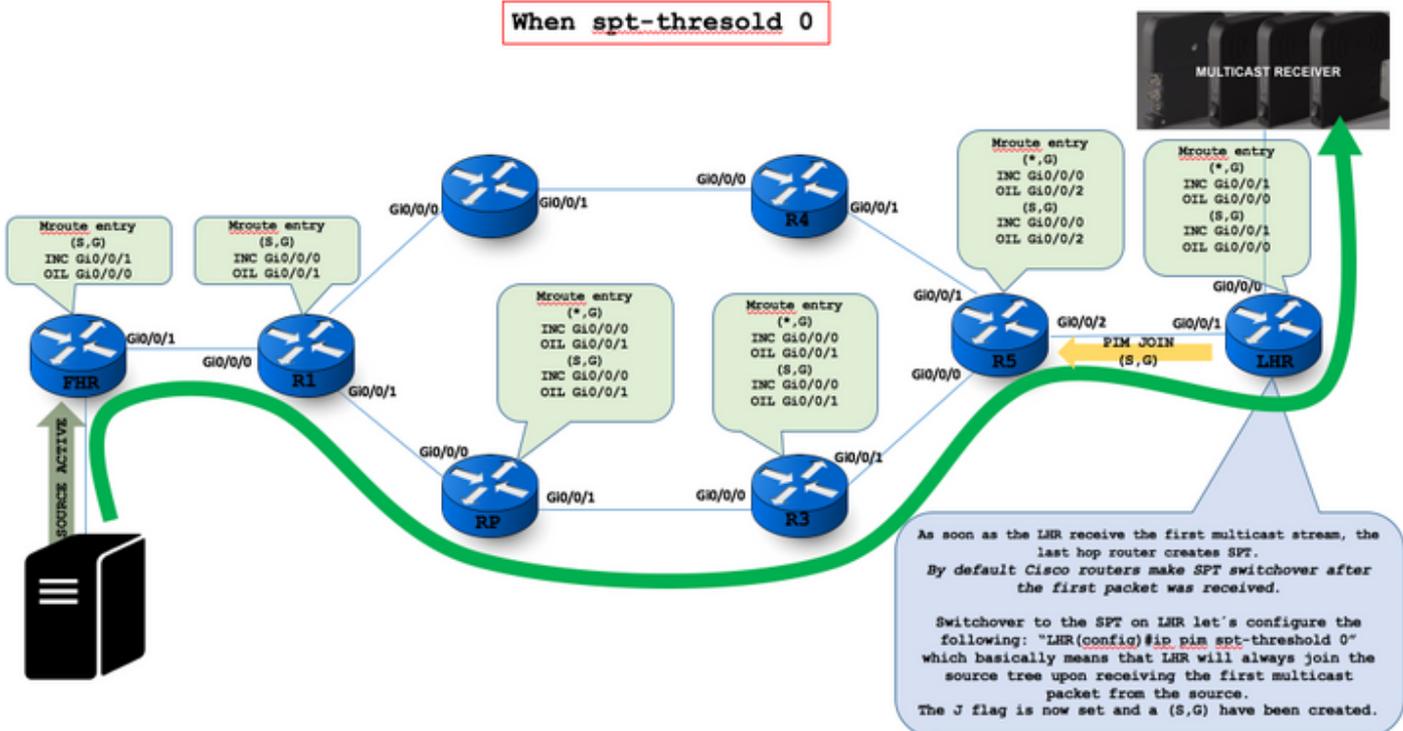
- ルータがマルチキャストストリームを転送するのは、INC/RFPインターフェイスで受信された場合だけです。
- マルチキャストパケットの送信元アドレスがユニキャストRTと照合されます。
- 参加が送信された送信元の方で、インターフェイスとネクストホップマルチキャストルータを決定します。
- RPはSのソース固有のツリーに参加している最中であり、データパケットはRPにカプセル化され続けます。SからのパケットもネイティブにRPに到着し始めると、RPはこれらのパケットの2つのコピーを受信します。
- この時点で、RPはこれらのパケットのカプセル化されたコピーを廃棄し始め、REGISTER STOPメッセージをSのDRに送り返して、DRがパケットを不必要にカプセル化するのを防ぎます。



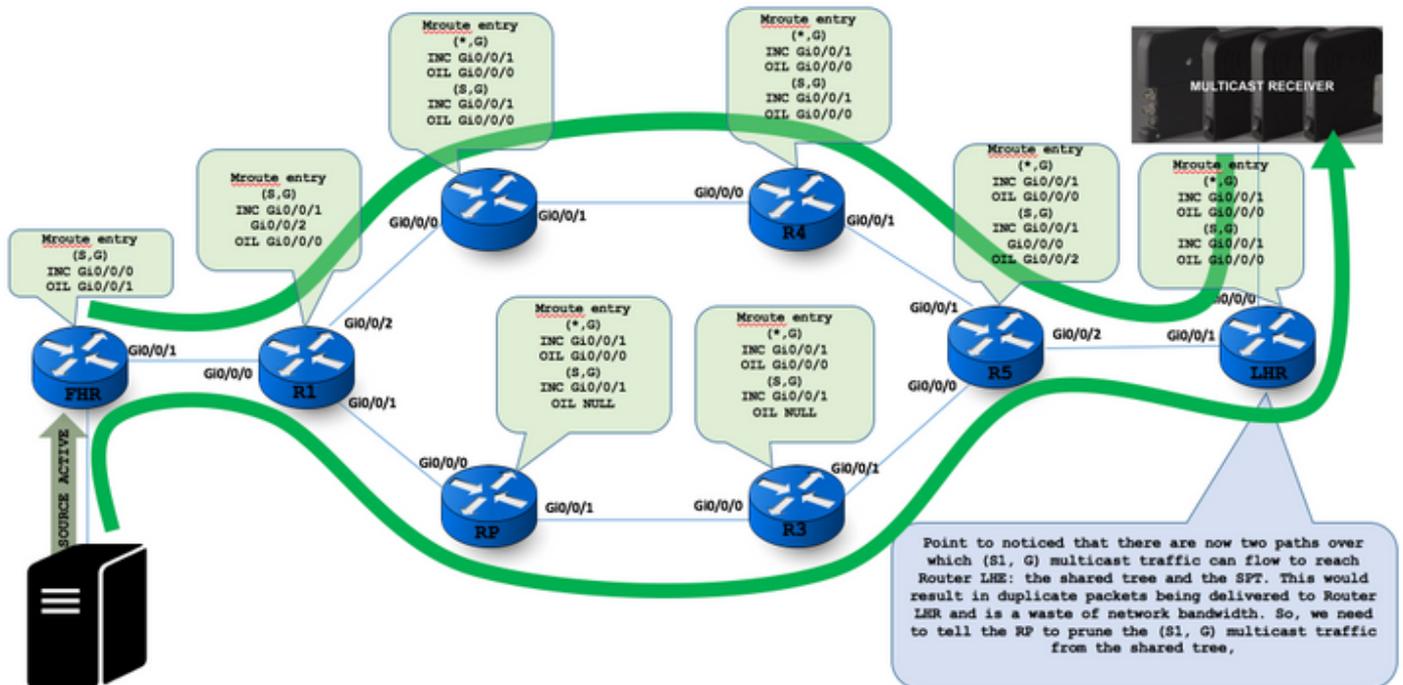
PIM-SM enables a last hop DR (that is, a DR with directly connected hosts that have joined a multicast group) to switch from the shared tree to the SPT for a specific source. This step is usually accomplished by specifying an SPT-Threshold in terms of bandwidth. If this threshold is exceeded, the last-hop DR joins the SPT. (Cisco routers have this threshold set to zero by default, which means that the SPT is joined as soon the first multicast packet from a source has been received via the shared tree.)

- RPが送信元ツリーを介して送信元トラフィックを受信すると、ハードウェアソースパスが確立されます。「T」フラグを設定すると、ツリーが構築されます。
- RPがREGISTER STOPを送信し、送信元トラフィックの受信後にFHRからRPへのトンネルを切断します。
- この登録プロセスを停止するために、RPはPIMレジスタ停止メッセージを送信します

When **spt-threshold 0**







## ステップ6:LHRがSPTからトラフィックを受信し、共有ツリーにプルーンメッセージを送信する

マルチキャストトラフィックの2つのストリームを受信すると、LHRはSPTからのトラフィックの受信を開始し、共有ツリーにプルーンメッセージを送信します。

Jフラグは、それぞれの(\*,G)状態がリーフルータによってSPTを切り替えることを意味します。

LHR番号

(10.0.12.1, 239.1.1.1), 00:00:38/00:02:21, flags:LJT

Incoming interface:FastEthernet0/0、RPF nbr 10.0.78.7

Outgoing interface list:

GigabitEthernet1/0、Forward/Sparse、00:00:38/00:02:21

「F」フラグは通常、PIM DRルータで作成された状態に対して見られ、RPに登録されているフローに対応する転送状態を示します。「F」フラグが引き続き表示される場合、ルータはRPからPIM Register-Stopメッセージを受信できない可能性が高いため、SPTに切り替えられていないソースがあります。

The J flag means the respective (\*,G) state is to be switched the SPT by the leaf router.

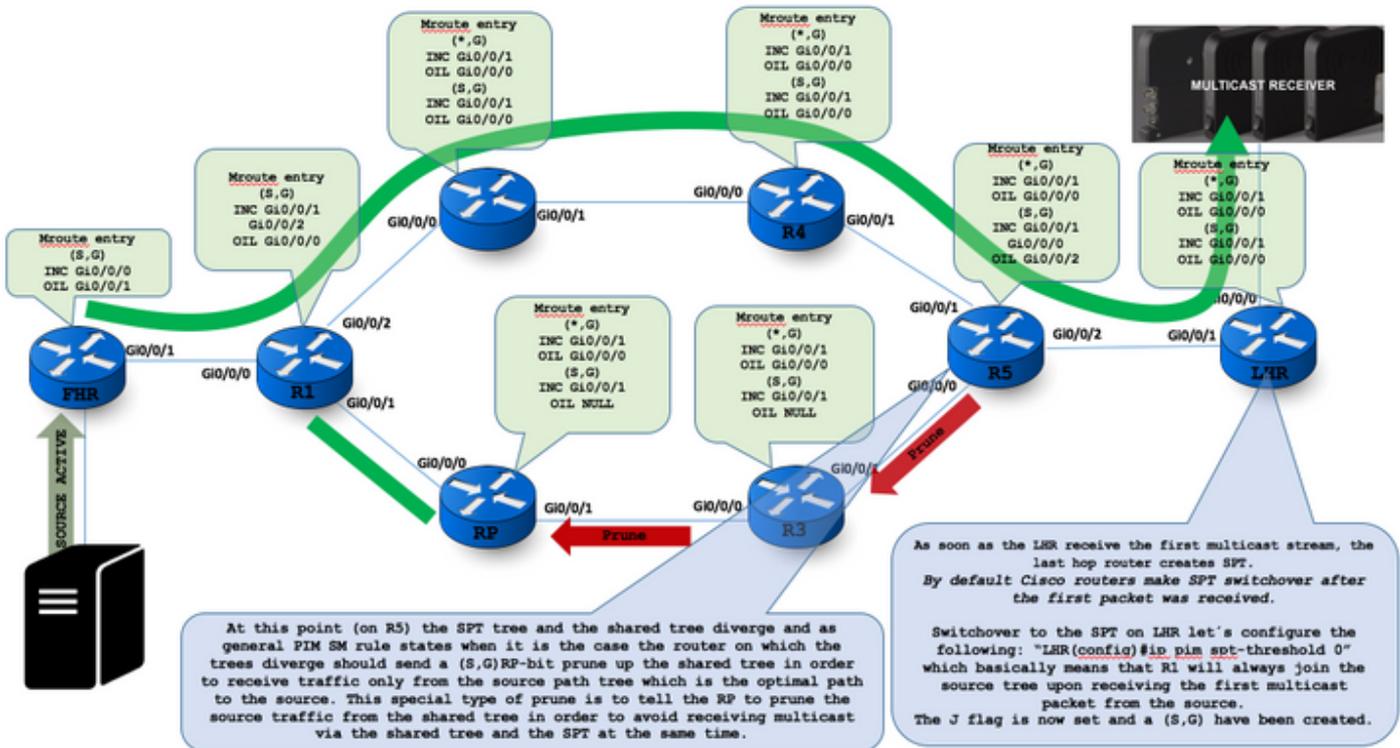
```
LHR #
(10.0.12.1, 239.1.1.1), 00:00:38/00:02:21, flags: LJT
Incoming interface: FastEthernet0/0, RPF nbr 10.0.78.7
Outgoing interface list:
GigabitEthernet1/0, Forward/Sparse, 00:00:38/00:02:21
```

The "F" flag is typically found for the states created at the PIM DR router - it signals the forwarding states that correspond to the flows being registered with the RP. If the "F" flag persists, then your router is most likely not receiving the PIM Register-Stop messages back from the RP, and thus there are sources that has not switched to the SPT tree.

```
FHR #
(*, 239.1.1.1), 00:09:01/stopped, RP 4.4.4.4, flags: SPF
Incoming interface: Null, RPF nbr 0.0.0.0
Outgoing interface list: Null

(1.1.1.1, 239.1.1.1), 00:03:02/00:00:15, flags: PFT
Incoming interface: Loopback0, RPF nbr 0.0.0.0, Registering
Outgoing interface list: Null
```

There is an (S,G) entry in this table, which has the flag "T" meaning it's a shortest-path and not a shared tree construct. The incoming interface is set to Loopback0 and RPF neighbor to "0.0.0.0" which means the local router is the traffic source.



The receiver (or a router upstream of the receiver) will be receiving two copies of the data: one from the SPT and one from the RPT. When the first traffic starts to arrive from the SPT, the DR or upstream router starts to drop the packets for G from S that arrive via the RP tree. In addition, it sends an (S,G) Prune message towards the RP. This is known as an (S,G,rpt) Prune. The Prune message travels hop-by-hop, instantiating state along the path towards the RP indicating that traffic from S for G should NOT be forwarded in this direction. The prune is propagated until it reaches the RP or a router that still needs the traffic from S for other receivers.

At this point (on R5) the SPT tree and the shared tree diverge and as general PIM SM rule states when it is the case the router on which the trees diverge should send a (S,G)RP-bit prune up the shared tree in order to receive traffic only from the source path tree which is the optimal path to the source. This special type of prune is to tell the RP to prune the source traffic from the shared tree in order to avoid receiving multicast via the shared tree and the SPT at the same time.

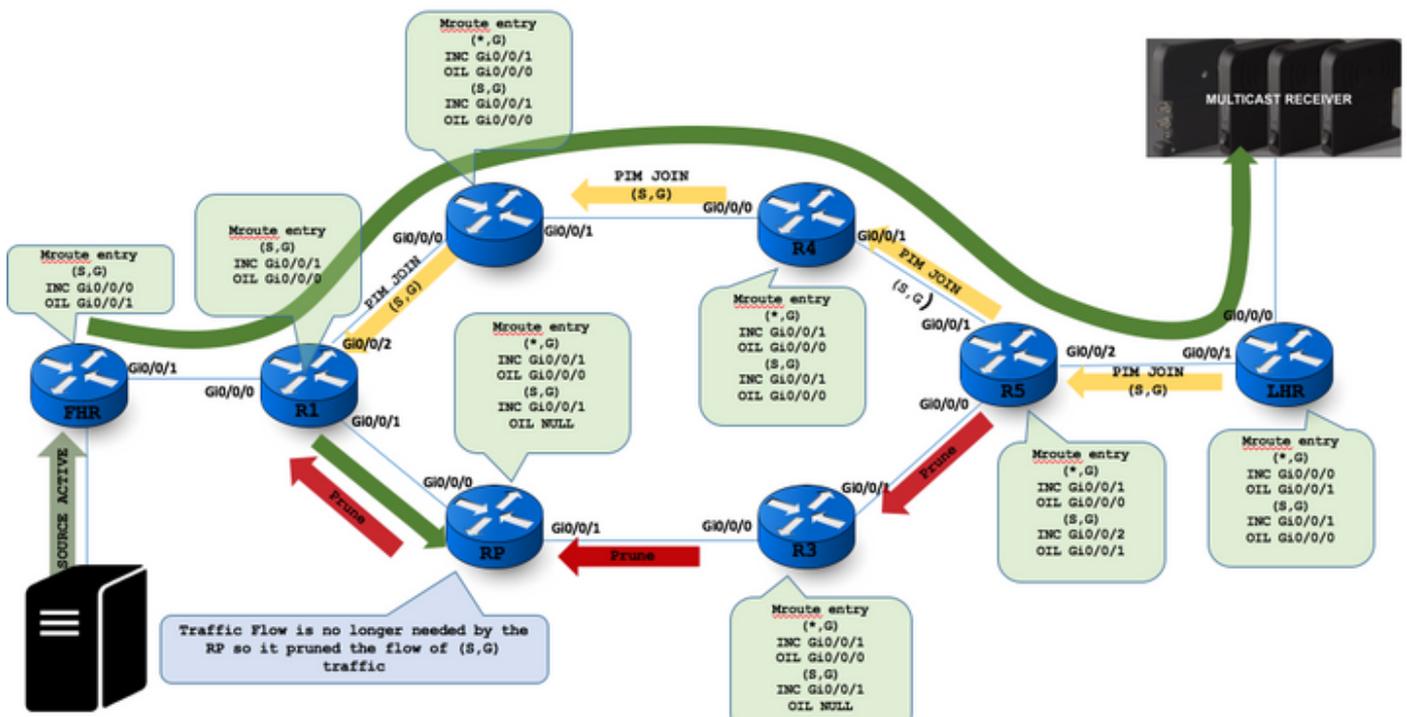
RP #  
 (10.0.12.1, 224.1.1.1), 00:00:10/00:02:53, flags: PTX  
 Incoming interface: FastEthernet0/0, RPF nbr 10.0.24.2  
 Outgoing interface list: Null

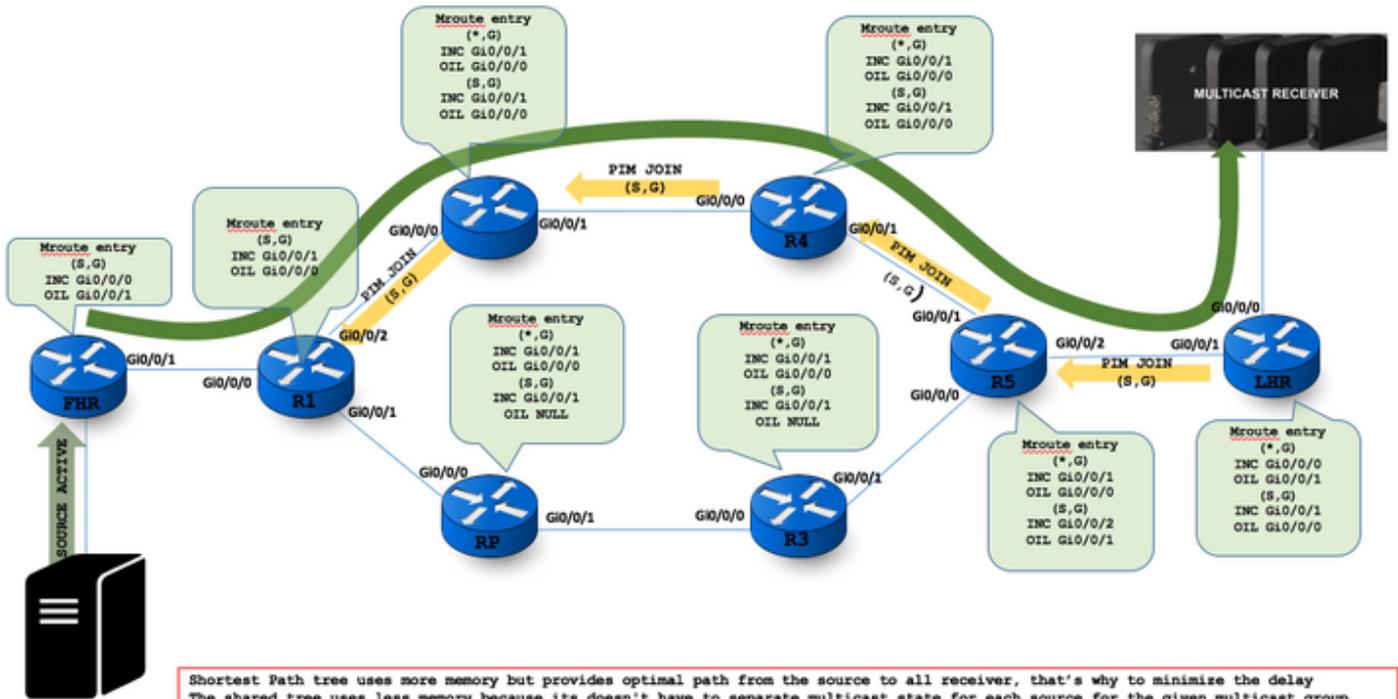
P Bit (Prune Flag) received from the diverge point.

LHR #  
 (10.0.12.1, 224.1.1.1), 00:01:59/00:01:00, flags: LJT  
 Incoming interface: FastEthernet0/0, RPF nbr 10.0.78.7  
 Outgoing interface list:  
 GigabitEthernet1/0, Forward/Sparse, 00:01:59/00:02:57

J Flag Join the SPT// T Flag Tree formed

"PIM Join/Prune Messages" the RP flag (also referred to as the RP-bit) indicates that this message is applicable to the shared tree and should be forwarded up the shared tree toward the RP. Setting this flag/bit in an (S1, G) Prune and sending it up the shared tree tells the routers along the shared tree to prune Source S1 multicast traffic from the shared tree.





Shortest Path tree uses more memory but provides optimal path from the source to all receiver, that's why to minimize the delay. The shared tree uses less memory because it doesn't have to separate multicast state for each source for the given multicast group. But may create a suboptimal routing for some receiver. Shared tree also introduced extra delay.

"Incoming interface" is set to Null, which means there is no incoming traffic for this group. If any physical interface the traffic is their.

"C" means there is a group-member directly connected

R5#sh ip mroute

```
(*, 239.1.1.1), 00:27:32/00:02:08, RP 4.4.4.4, flags: SJCL
Incoming interface: FastEthernet0/0, RPF nbr 10.0.78.7
Outgoing interface list:
GigabitEthernet1/0, Forward/Sparse, 00:27:32/00:02:08
```

"L" means the router itself joined the group.

possibly the next-hop router

Expire times (How soon the group will expired if no refreshed)

Uptime (How long this state has been created)

Incoming interface: Null, RPF nbr 155.29.0.5

If the incoming interface is null and the RPF neighbor is IP address, then there is a RPF failure. Mtrace will confirm the issue.