



IPv4
EXHAUSTION

IPv6オペレーター育成プログラム

IPv6ハンズオンセミナー マルチキャスト編

<セッションテキスト>

日本アルカテル・ルーセント株式会社

鹿志村 康生



本日のターゲット

- IPv6マルチキャストで使用されるプロトコル・機能の仕組みを理解する(PIM/MLD/MLD-snooping)。
 - TrafficがSourceからReceiverに届くまでのシーケンス。
- 実機を用いてIPv6マルチキャストの設定を行い、動作を確認する。
 - マルチベンダ環境(Alaxala/Alcatel/Cisco)。



Agenda (第1部: セッション)

- IPv6の基礎: ヘッダフォーマット/アドレッシング
- マルチキャストとは?
- MLDv1/v2
- Multicast Forwarding と PIM
 - PIM-SM (ASM: Any Source Multicast)
 - PIM-SSM (SSM: Source Specific Multicast)
- MLD Snooping
- 注意すべき構成



Agenda (第2部:ハンズオン)

1. ハンズオン環境について

2. 設定とStatusの確認>

- Enable IPv6 multicast routing
- Enable MLD
- Enable PIM
- Configuring RP for PIM-ASM
- Configuring PIM-SSM
- Configuring MLD Snooping

3. 動作確認

- Streamの送信
- PIM-ASM動作確認
- PIM-SSM動作確認
- MLD-Snooping動作確認
- PIM Route Failover

4. Advanced course

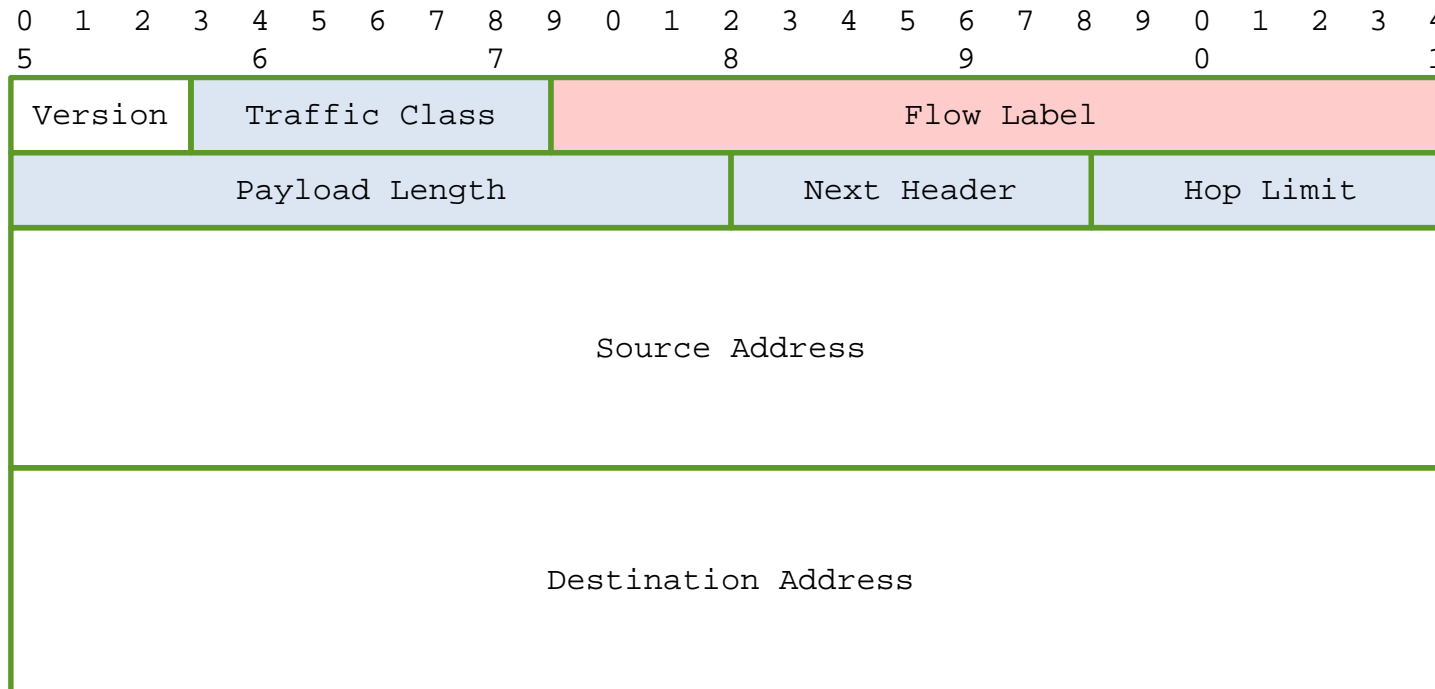
- PIM DRの動作
- Static MLD join
- SSM mapping

5. まとめ

IPv6の基礎：ヘッダフォーマット/アドレッシング



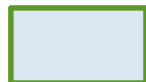
IPv6ヘッダフォーマット



※IPv6ではヘッダの長さは固定長



新設されたフィールド



名称が変更されたフィールド（現状に則した名称に）

IPv6アドレス表記法

◆IPv4のアドレス表記法

2進数表記 (32ビット)

11000000 10101000 00000000 00000001

・ 8ビットに区切り10進数で表現 区切り文字はピリオド「.」

192.168.0.1

◆IPv6のアドレス表記法

2進数表記 (128ビット)

0010000000000001 0000110110111000 1011111011101111 1100101011111110
0000000000000000 0000000000000000 0000000000000000 0001001000110100

・ 16ビットに区切り16進数で表現 区切り文字はコロン「:」

2001:0db8:beef:cafe:0000:0000:0000:1234

・ 省略表記① : 各ブロックの先頭の連続する「0」は省略可能

2001:db8:beef:cafe:0:0:0:1234

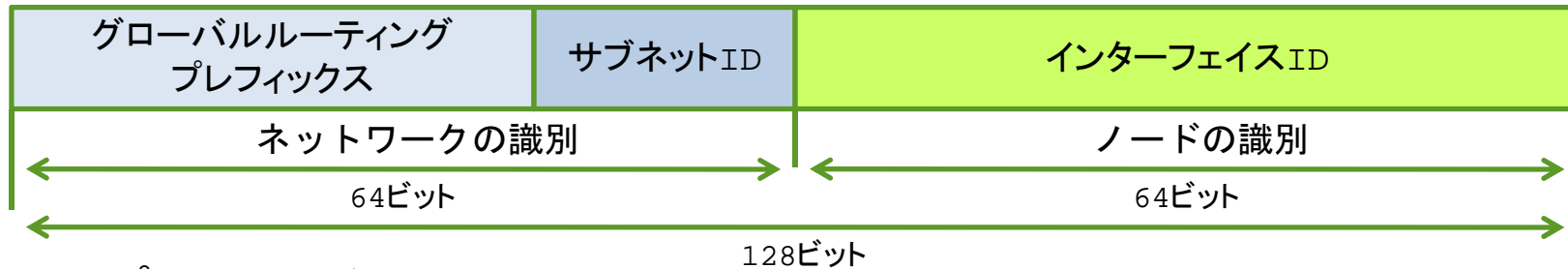
・ 省略表記② : 連続した「0」は1回に限り「::」に省略可能

2001:db8:beef:cafe::1234



IPv6アドレスの種類

◆IPv6アドレスの構造



- プレフィックス
グローバルルーティングプレフィックスとサブネットIDを合わせた
上位64ビット

◆IPv6アドレスの種類

- ユニキャストアドレス 1対1 通信
ネットワークインターフェイス毎に設定されるアドレス
グローバルアドレス, リンクローカルアドレス, ULA
- マルチキャストアドレス 1対多 通信
グループを識別するアドレスで複数のノードを識別
IPv6ではIPv4のブロードキャストの置き換えとしても利用
- エニーキャストアドレス 1対1 of 多 通信
複数のノードに指定可能な「機能」に対して設定されるアドレス



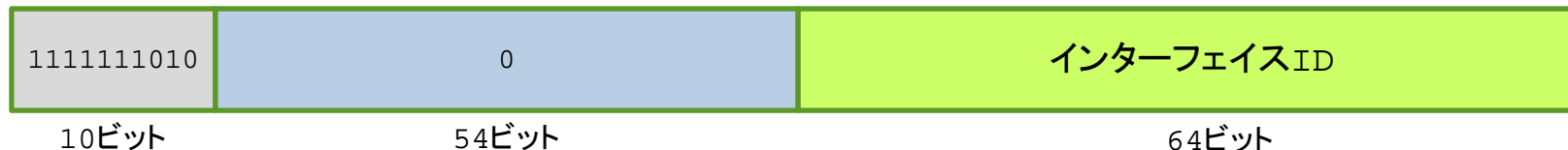
ユニキャストアドレス

◆グローバルユニキャストアドレス



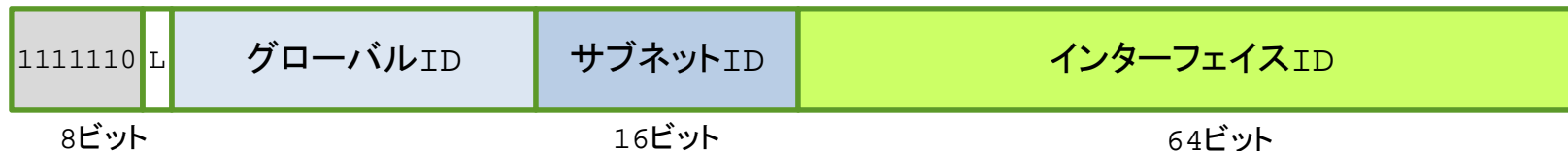
・ いわゆるグローバルアドレス (例) 2001:db8::1

◆リンクローカルユニキャストアドレス



・ 同一リンク (セグメント) 内にて一意なアドレス (fe80::/10)
プラグアンドプレイなどのリンク内通信で利用される

◆ユニークローカルユニキャストアドレス (ULA) [RFC4193]



Lビット: 0 未定義 1 ランダム生成による独自割り当て

- ・ 自由に利用可能なローカルアドレス (fd00::/8)
- ・ 廃止されたサイトローカルアドレスの代用



マルチキャストアドレス

◆マルチキャストアドレス

11111111	フラグ 0RPT	スコープ	グループID
8ビット	4ビット	4ビット	112ビット

フラグ	意味		
Tフラグ	0: 恒久的な割り当て (IANAにより定義済み) アドレス 1: 一時的な割り当てアドレス		
Pフラグ	1: Unicast-Prefix-basedマルチキャストアドレス (RFC3306) ※P=1の場合にはT=1		
Rフラグ	1: PIM-SMにおけるRendezvous Point (RP) マッピング用 (RFC3956) ※R=1の場合P=1 T=1		
スコープ: マルチキャストの有効範囲を指定			
0000 (0)	予約	0101 (5)	site-local scope
0001 (1)	interface-local scope	1000 (8)	organizational-local scope
0010 (2)	link-local scope	1110 (E)	global scope
0100 (4)	admin-local scope	1111 (F)	予約

◆例:

PIM-SM(ASM)マルチキャストアドレス FF15::1234

PIM-SSM(ASM)マルチキャストアドレス FF38::abcd



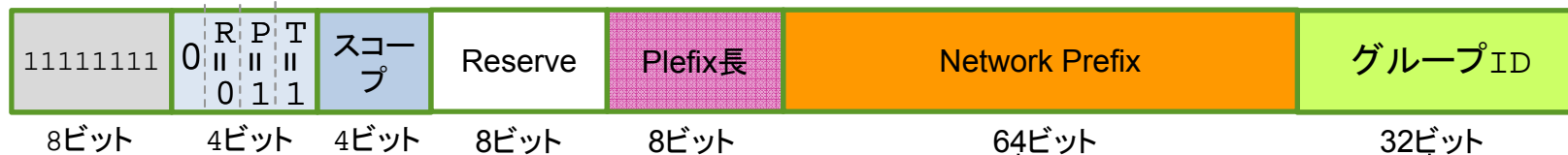
マルチキャストアドレス

◆定義済みのマルチキャストアドレス:主に各種コントロールパケットのために使用

FF02:0:0:0:0:0:1	リンク内のすべてのIPv6ノード (IPv4のブロードキャストの代用)
FF02:0:0:0:0:0:2	リンク内のすべてのIPv6ルータ
FF02:0:0:0:0:0:C	DHCPサーバ/リレーエージェント
FF02:0:0:0:0:1:FFxx:xxxx	要請ノードマルチキャストアドレス (xx:xxxxはノードのユニキャストアドレスまたはエニキャストアドレスの下位24ビット)

◆RFC3306 Unicast-Prefix-based マルチキャストアドレス

グローバルユニキャストIPv6プレフィックスを持つ場合、そのプレフィックス情報をマルチキャストアドレス内に埋め込むことによりGlobally ユニークなマルチキャストアドレスを持つことが出来る



◆例:

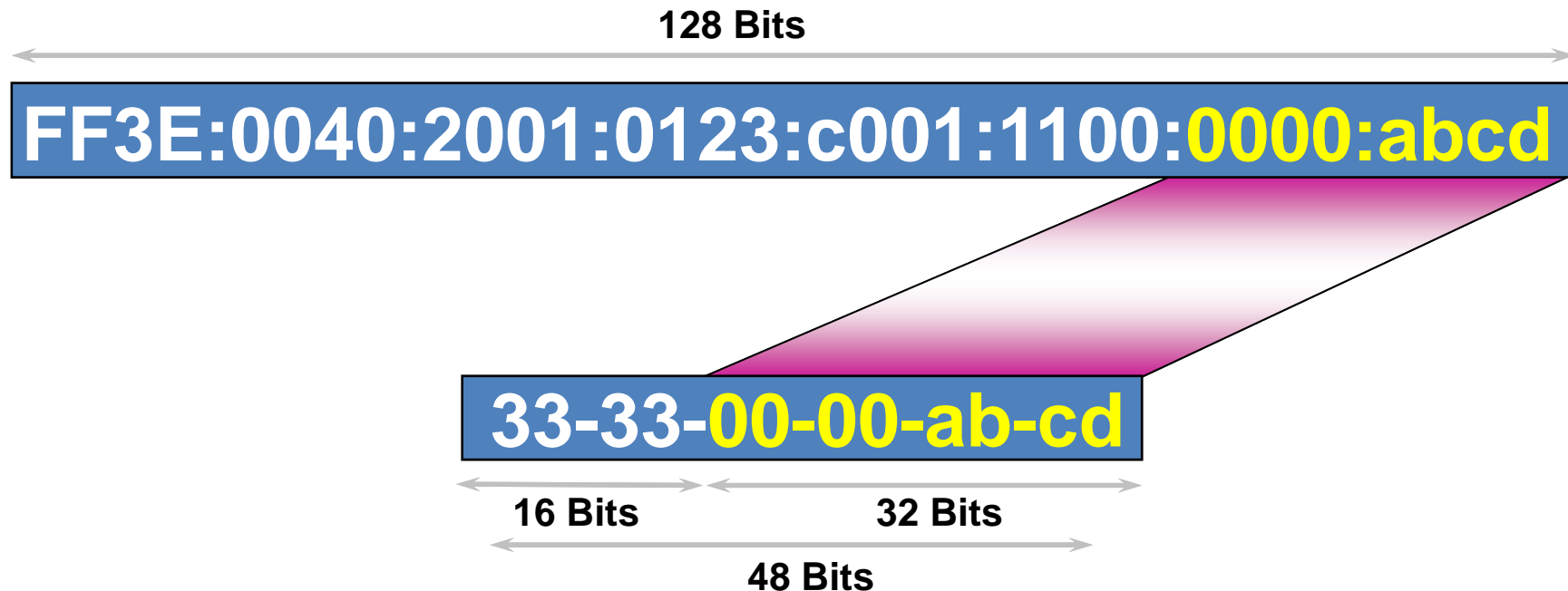
FF3E:0040:2001:0123:c001:1100:0000:abcd

Plex=64 Unicast prefix groupID=任意

Unicast Prefix = 2001:0123:c001:1100::/64を持つ場合



マルチキャスト MACアドレス

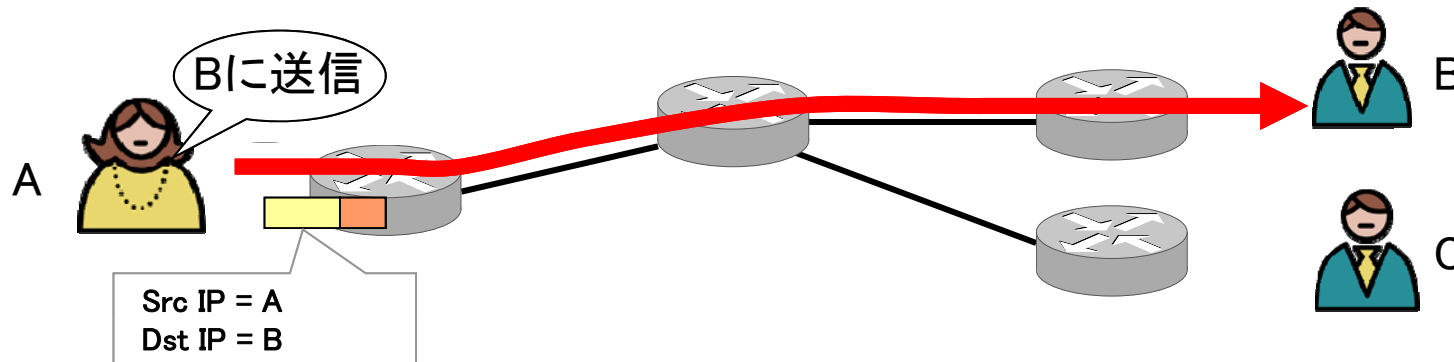


FF3E:0040:2001:0123:c001:1100:0000:abcd と
FF18:0040:2001:0234:1002:0010:0000:abcd
はMACアドレスが同じになる。
MLD-Snoopingの実装によっては区別出来ないことも。

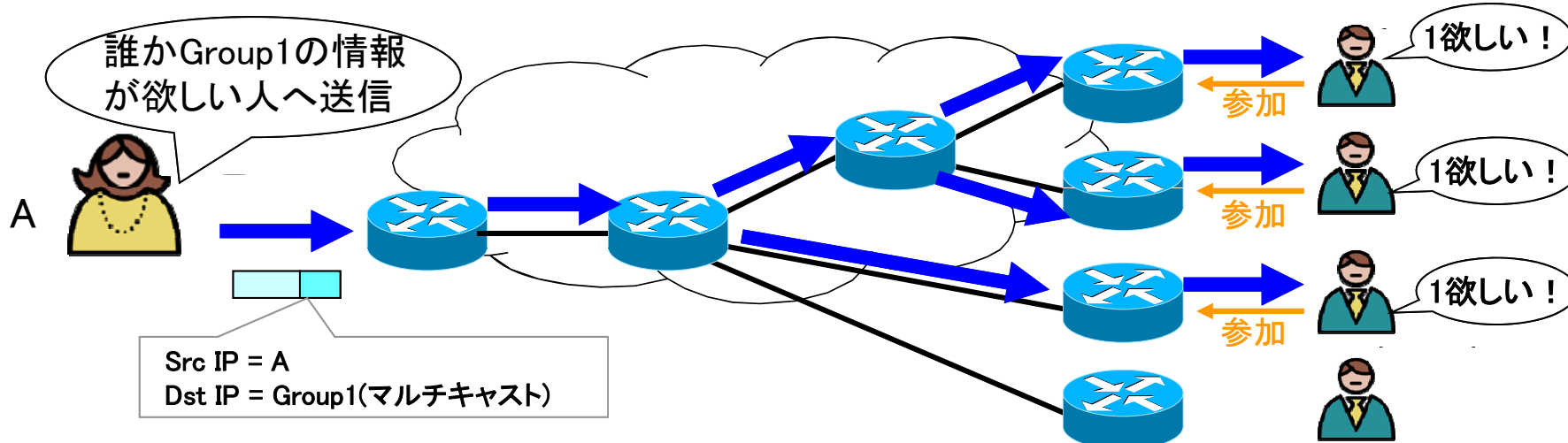
マルチキャストとは？

ユニキャスト通信とマルチキャスト通信

◆ユニキャスト 特定の相手への1対1の通信



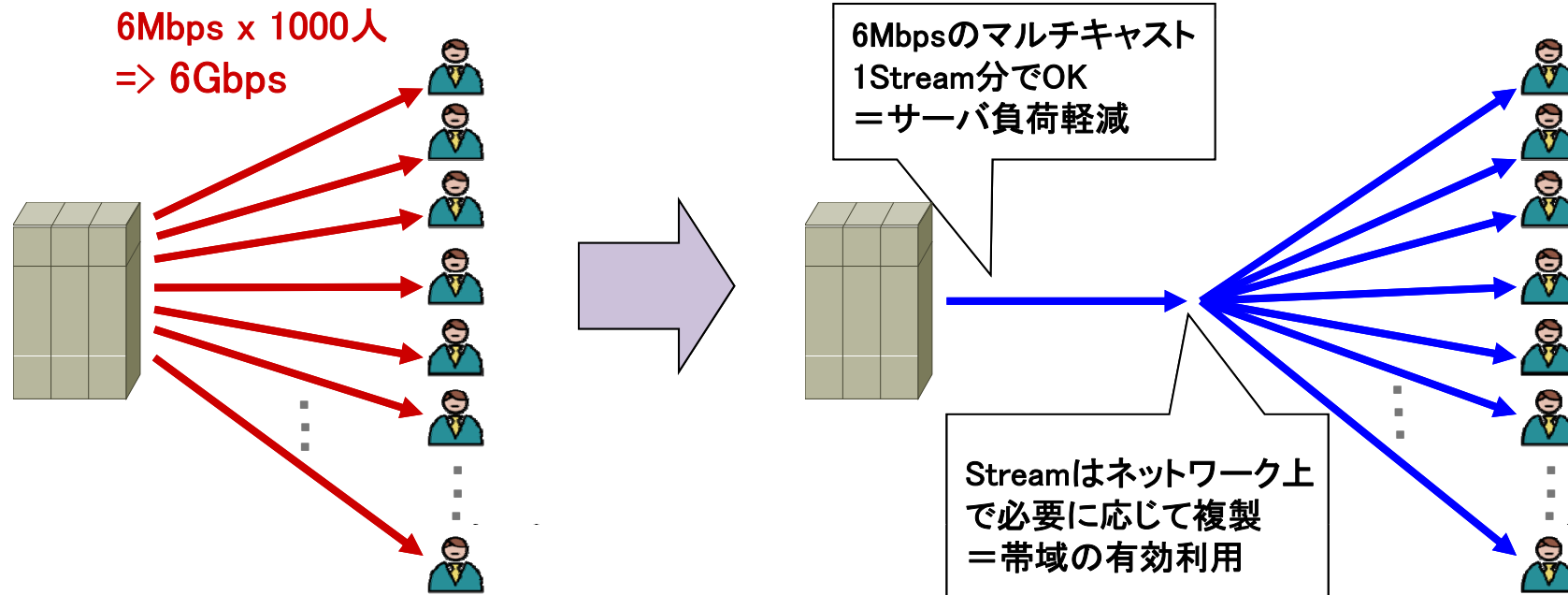
◆マルチキャスト そのGroupに参加している多数への1対多、又は多対多の通信





マルチキャスト通信のメリット

- ◆多数の受信者へ同一コンテンツを送信する際のサーバ負荷の軽減
- ◆ネットワーク帯域の有効利用





マルチキャストの適用領域

- ◆レジデンシャル ブロードバンド
 - IP/TV、ライブストリーミング
 - Game、コンテンツダウンロード
- ◆一般のエンタープライズ
 - E-ラーニング、社内中継
 - アプリケーション配信
 - 多地点会議
 - センサーネットワーク
- ◆金融
 - 一斉同報(音声)
 - ファイナンスシステム(株価情報、取引情報の一斉配信)
- ◆公共
 - 河川、道路等の監視カメラ
 - 一斉同報(音声、災害情報等)
 - 地域内情報配信

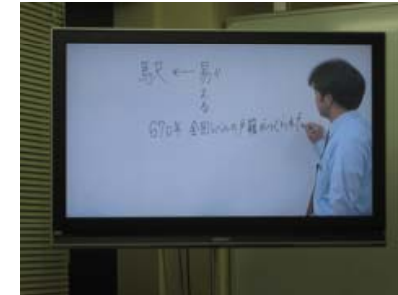


IPv6マルチキャストによるサービス例

◆IPv6マルチキャスト放送システム (i-InproV6)

- 塾の遠隔授業などに利用
 - 衛星配信と比べコストが最大で1/10に
 - ・イニシャル：数億円⇒2,000万円弱
 - ・ランニング：1,000万円/月⇒100万円/月
- 有名講師が全校舎を担当
- レベルを均一化、1授業当たりの利益向上

遠隔授業風景



<http://becare.co.jp/service/case01.html>

◆緊急地震速報配信サービス (OCN)

- 気象業務支援センターの緊急地震速報を配信
 - 緊急性、リアルタイム性、配信効率性

受信端末/アプリケーション



<http://www.ntt.com/jishinsokuho/index.html>

◆コンビニ店舗への一括配信 (FamilyMart)

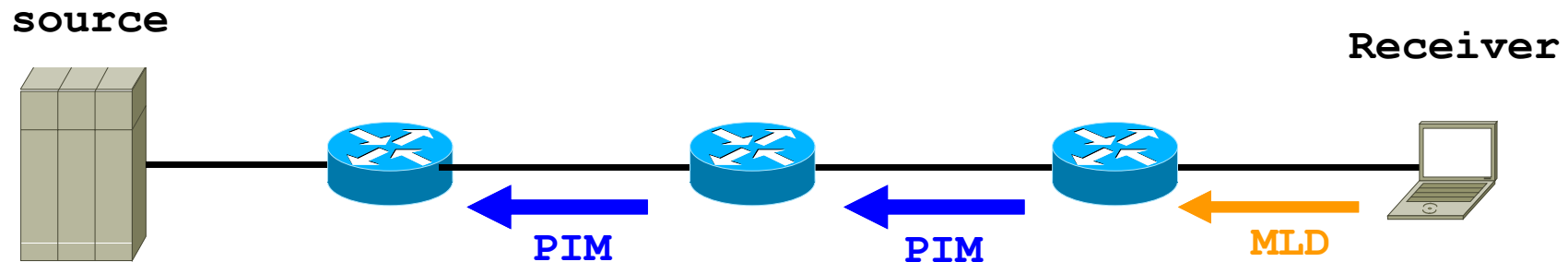
- 6,000店舗をデュアルスタック化
- 衛星からブロードバンド&マルチキャストへ
- キオスク端末への新商品キャンペーン、従業員向けマニュアル等の大容量ファイル一括配信

キオスク端末 (Famiポート)





マルチキャストプロトコル



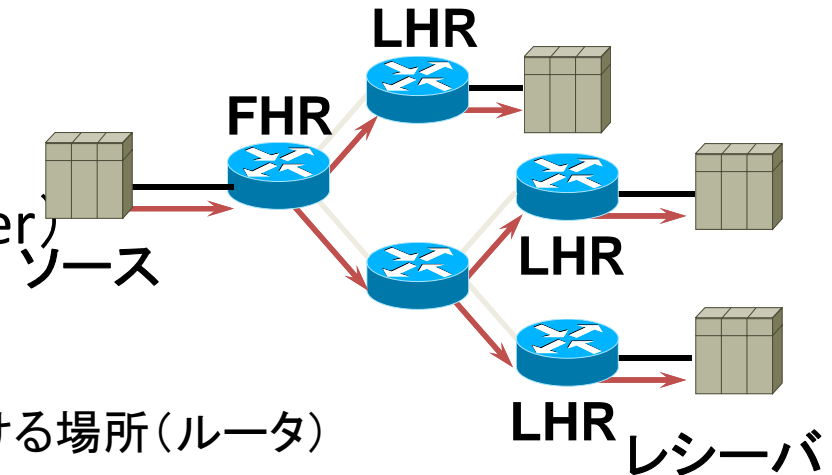
MLD: Receiver~Router間でGroupへの参加/離脱をシグナリング

PIM: Router~Router間でマルチキャスト配信Treeを構築



Terminologies

- ソース/セNDER (Source/Sender)
 - マルチキャスト送信端末
- レシーバ/リスナー (Receiver/Listener)
 - マルチキャスト受信端末
- RP (Rendezvous Point)
 - PIM-SM にてソースとレシーバを結び付ける場所 (ルータ)
- 上流 (Upstream)
 - Trafficが流れてくる方向
- 下流 (Downstream)
 - Trafficが流れて行く方向
- ファーストホップルータ (First Hop Router)
 - ソースが接続されているルータ
- ラストホップルータ (Last Hop Router)
 - レシーバが接続されているルータ





Terminologies

- マルチキャストグループ (Multicast Group)
 - マルチキャストトラフィックのSenderとReceiverで構成されるグループ。
- MDT (Multicast Distribution Tree)
 - マルチキャスト配信ツリー。
 - そのMulticast Groupのトラフィックを配信するためのTree。
 - 大きく、Shortest Path Tree(Source Tree)と、Shared Treeに分類される。
- Join
 - マルチキャストグループへの参加。
- Leave(MLD)/Prune(PIM)
 - マルチキャストグループから離脱。
- ASM (Any Source Multicast)
 - ソースを特定しないマルチキャストサービス形態。
- SSM (Source Specific Multicast)
 - ソースが特定されるマルチキャストサービス形態。

MLD(Multicast Listener Discovery) v1/ v2

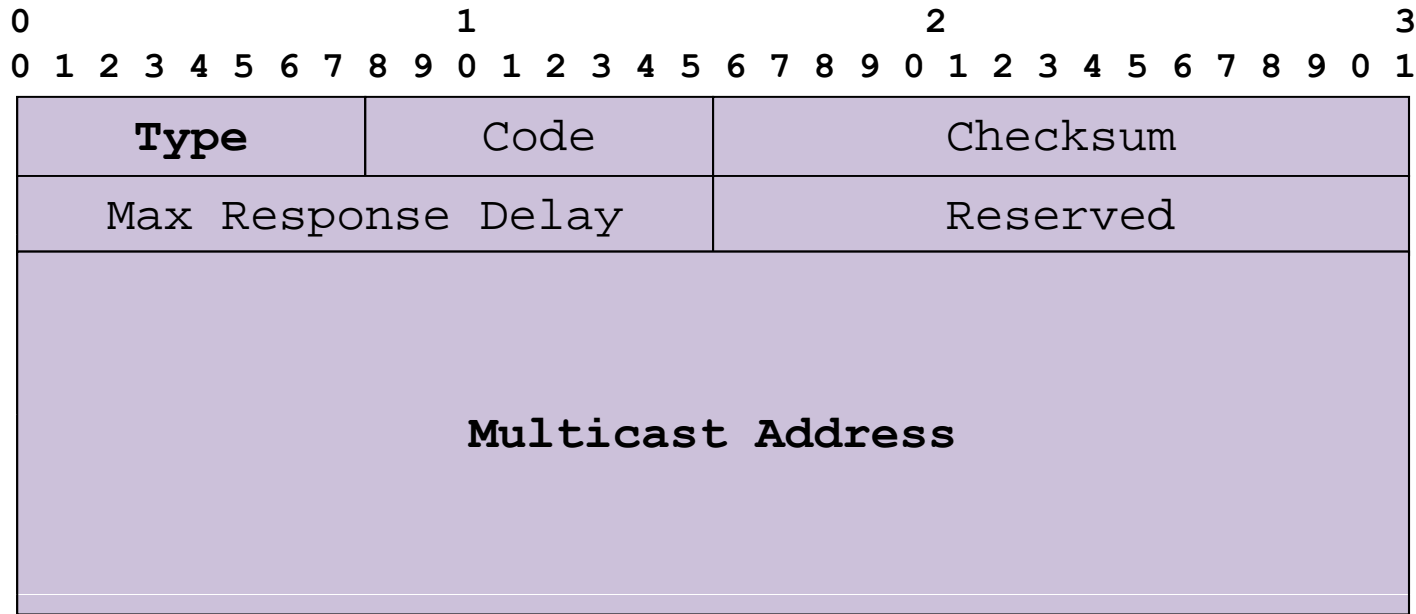


MLDv1 (RFC2710)

- Multicast Listener(Receiver)～Router間でのGroupへの参加/離脱をシグナリング
- RouterはMLD General Queryで定期的にListenerの有無を確認
- Listener Leave時にはそのGroupへの参加者が他に居ないかをMulticast Address Specific Queryで確認
- MLDはICMPv6 protocolのサブセット



MLDv1パケットフォーマット



Type :

- 130 : Multicast Listener Query
 - General Query
 - Multicast-Address-Specific Query
- 131 : Multicast Listener Report
- 132 : Multicast Listener Done

Multicast Address :

- Report ⇒ ターゲットとするMulticast Address
- General Query ⇒ ゼロ
- Multicast-Address-Specific Query
 - ⇒ ターゲットとするMulticast Address



IPv6宛先アドレスと各種タイマー

メッセージタイプ

General Query
 Multicast-Address-Specific Query
 Report
 Done

IPv6 宛先 Address

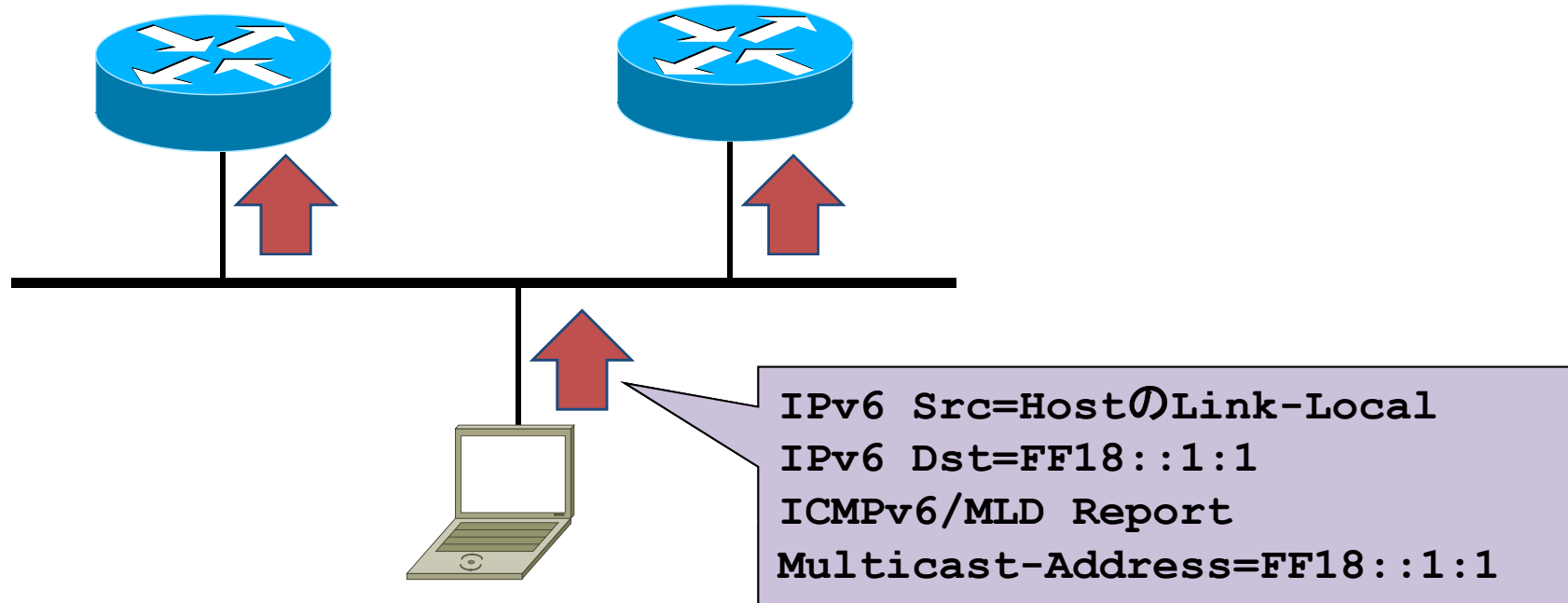
link-scope all-nodes (FF02::1)
 ターゲットのmulticast address
 ターゲットのmulticast address
 link-scope all-routers (FF02::2)

デフォルト タイマー

[Query Interval]	= 125 Sec
[Maximum Response Delay]	= 10000mSec
[Multicast Listener Interval] (expire timer on router side)	= [Query Interval] * 2 + 10Sec = 260 Sec
[Other querier Present interval]	= [Query Interval] * 2 + 5Sec = 255 Sec
[Unsolicited Report Interval]	=10Sec
[Last Listener Query Count(Robustness Variable)]	=2
[Last Listener Query Interval]	=1Sec



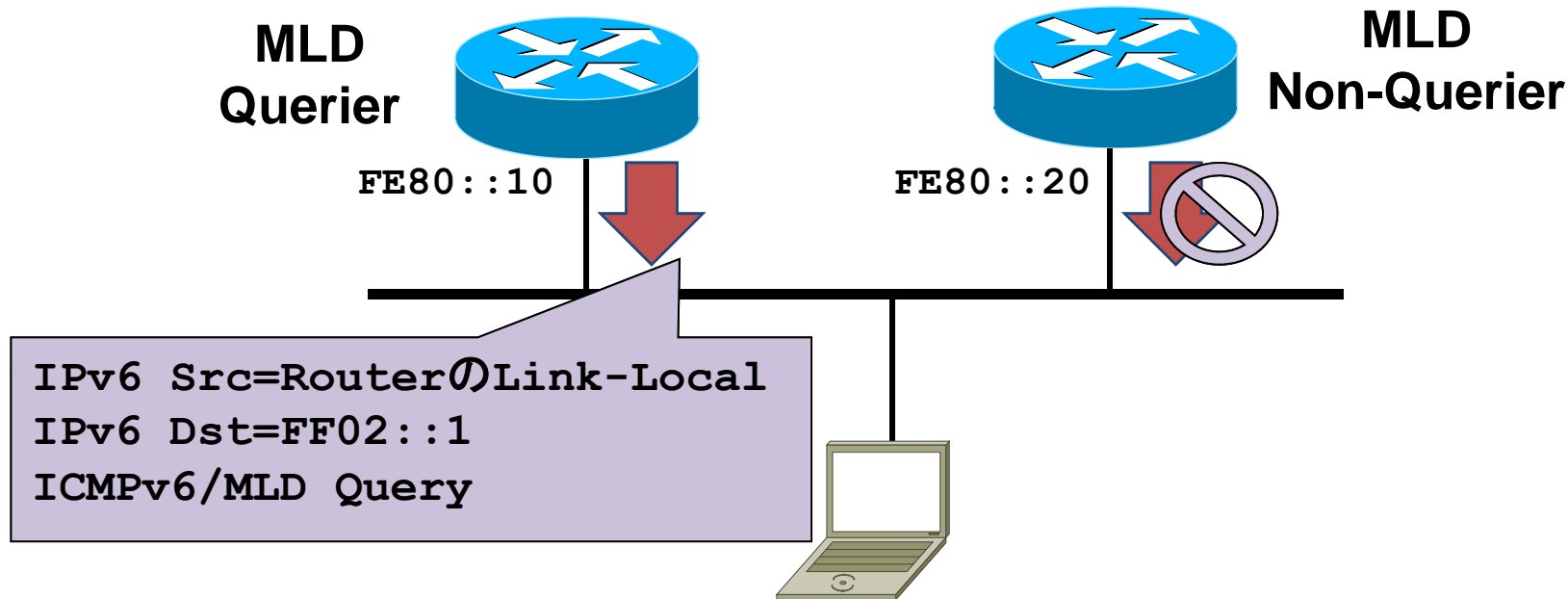
MLDv1 GroupへのJoin



- ReceiverはMLD ReportをRouterへ送信することにより特定Groupへの参加を表明する。



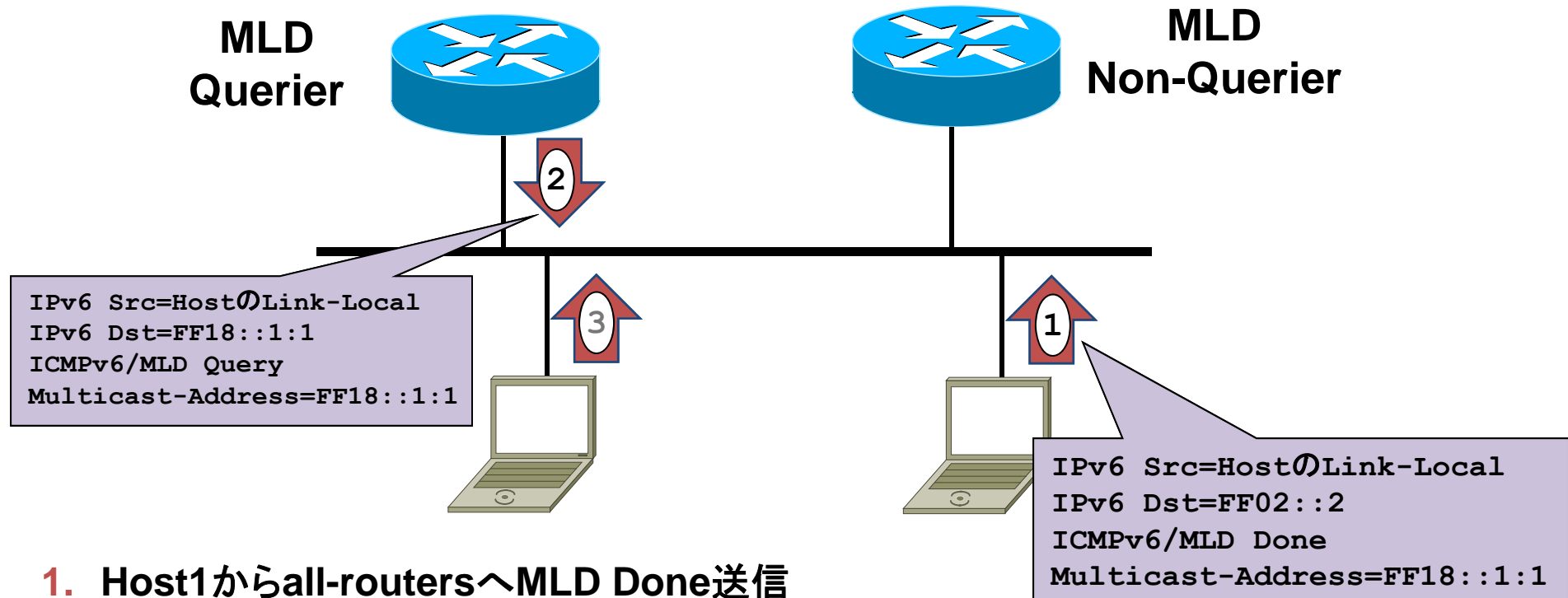
MLD Querierの選出



- 最初は全てのRouterがQueryを送信する
- 最もIPv6 Address小さいRouterがそのSubnet上でのQuerierとなる。
- 他のRouterは、自分より小さいSource AddressのQueryを受信した時点で“Non-Querier”となる



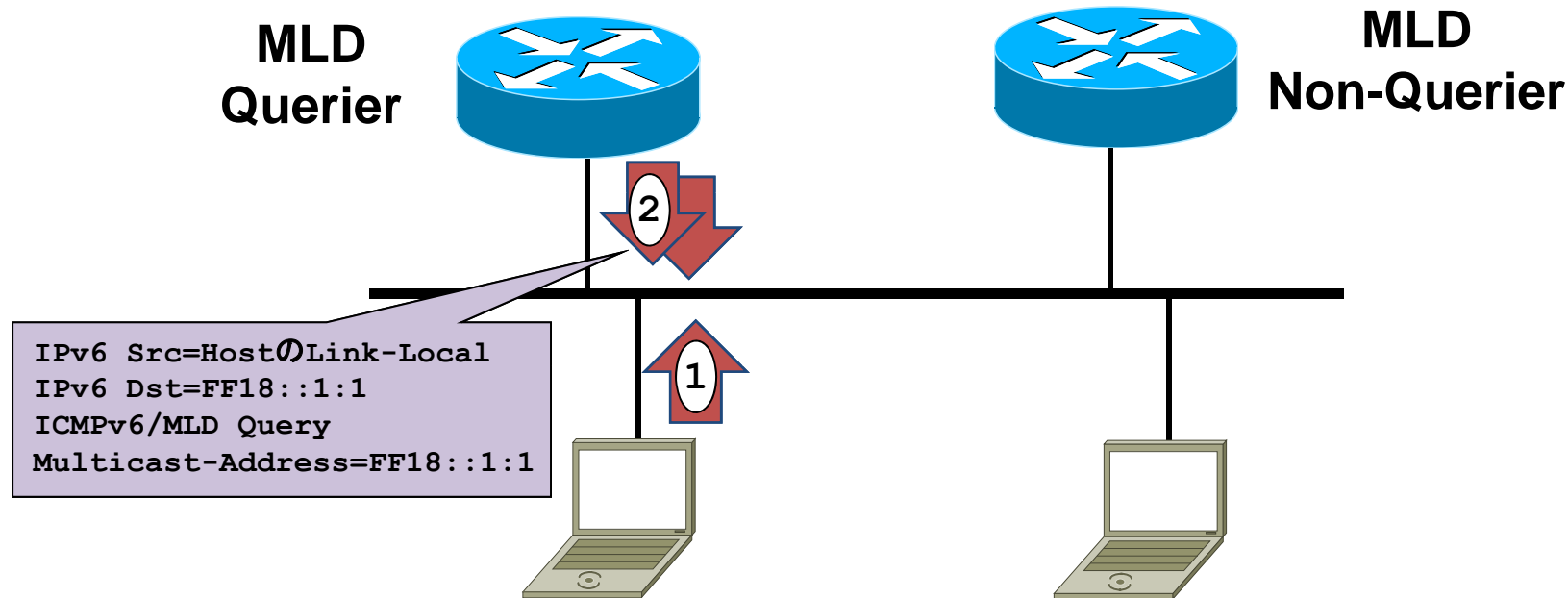
MLDv1 GroupからのLeave



1. Host1からall-routersへMLD Done送信
2. MLD QuerierからMulticast-Address-Specific-Queryを該当Group Address宛に送信
3. Host2がまだJoinしている場合には”Last Listener Query Interval”以内にMLD Reportを送信



MLDv1 GroupからのLeave



1. Host1からall-routersへMLD Done送信
2. MLD QuerierからMulticast-Address-Specific-Queryを該当 Group Address宛に送信(Timeout=1secをDefaultでは2回)
3. TimeoutによりRouterはMLD entry削除



MLDv2 (RFC3810)

- GroupだけでなくSourceを指定してのJoin/Leaveが可能。(SSMへの対応)
- Include/Exclude Source-Listの追加
- MLDv1とのBackward Compatibility有り
- 宛先IPv6アドレスは全てFF02::16



MLDv2 Report パケットフォーマット

0										1										2										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	2	3	4	5	6	7	8	9
Type=143										Reserved										Checksum																			
Reserved										#ofMcast Address Records[M]																													
Multicast Address Records [1]																																							
Multicast Address Records [2]																																							
....																																							
Multicast Address Records [M]																																							



MLDv2 Multicast Address Recordフォーマット

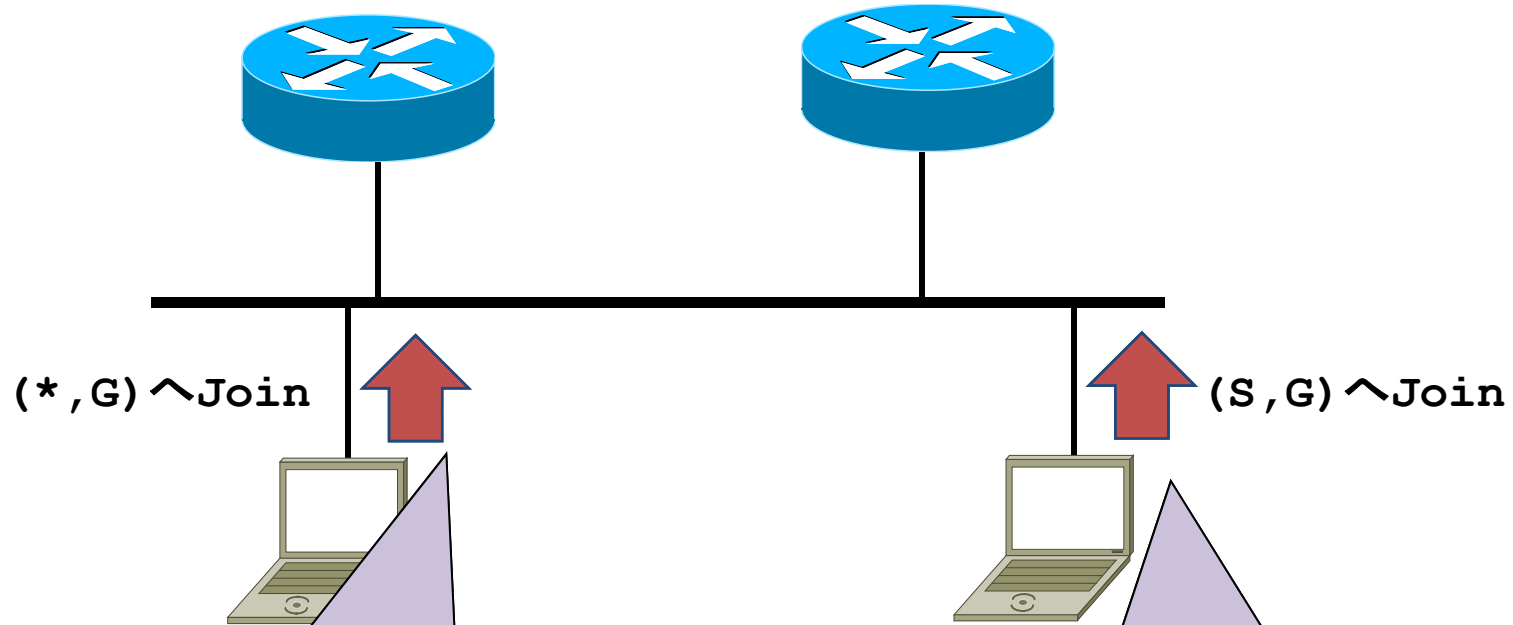
Record Type	Aux Data Len	Number of Sources (N)
Multicast Address		
Source Address [1]		
...		
Source Address [N]		

Record Type:

1. MODE_IS_INCLUDE - IS_IN ({S},G)
2. MODE_IS_EXCLUDE - IS_EX ({S},G)
3. CHANGE_TO_INCLUDE_MODE - TO_IN ({S},G)
4. CHANGE_TO_EXCLUDE_MODE - TO_EX ({S},G)
5. ALLOW_NEW_SOURCES - ALLOW ({S},G) [(S,G)のJoin]
6. BLOCK_OLD_SOURCES - BLOCK ({S},G) [(S,G)のLeave]



MLDv2 (*,G)/(S,G)へのJoin

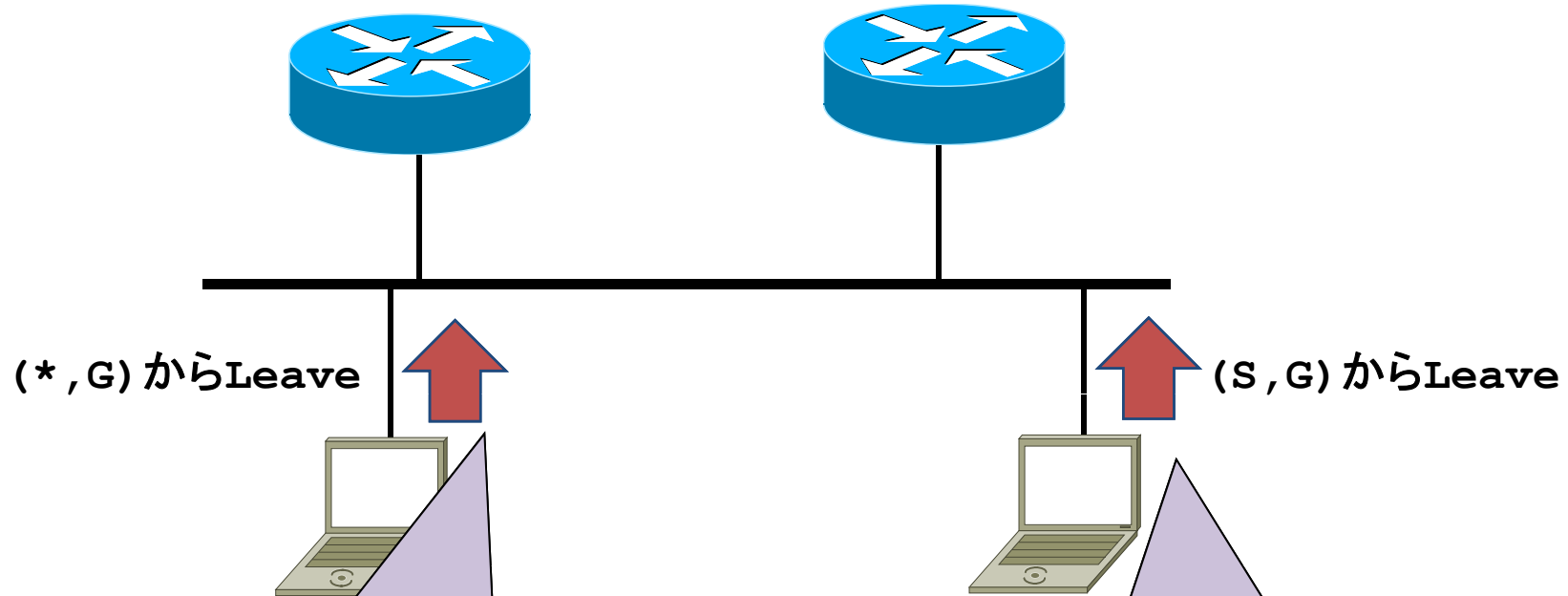


```
IPv6 Src=HostのLink-Local  
IPv6 Dst=FF02::16  
ICMPv6/MLDv2 Report  
Record Type=CHANGE_TO_EXCLUDE  
Multicast-Address=FF18::1:1  
Source-Address=
```

```
IPv6 Src=HostのLink-Local  
IPv6 Dst=FF02::16  
ICMPv6/MLDv2 Report  
Record Type=ALLOW_NEW_SOURCES  
Multicast-Address=FF38::1:1  
Source-Address=2001:10::1
```




MLDv2 (*,G)/(S,G)へのLeave

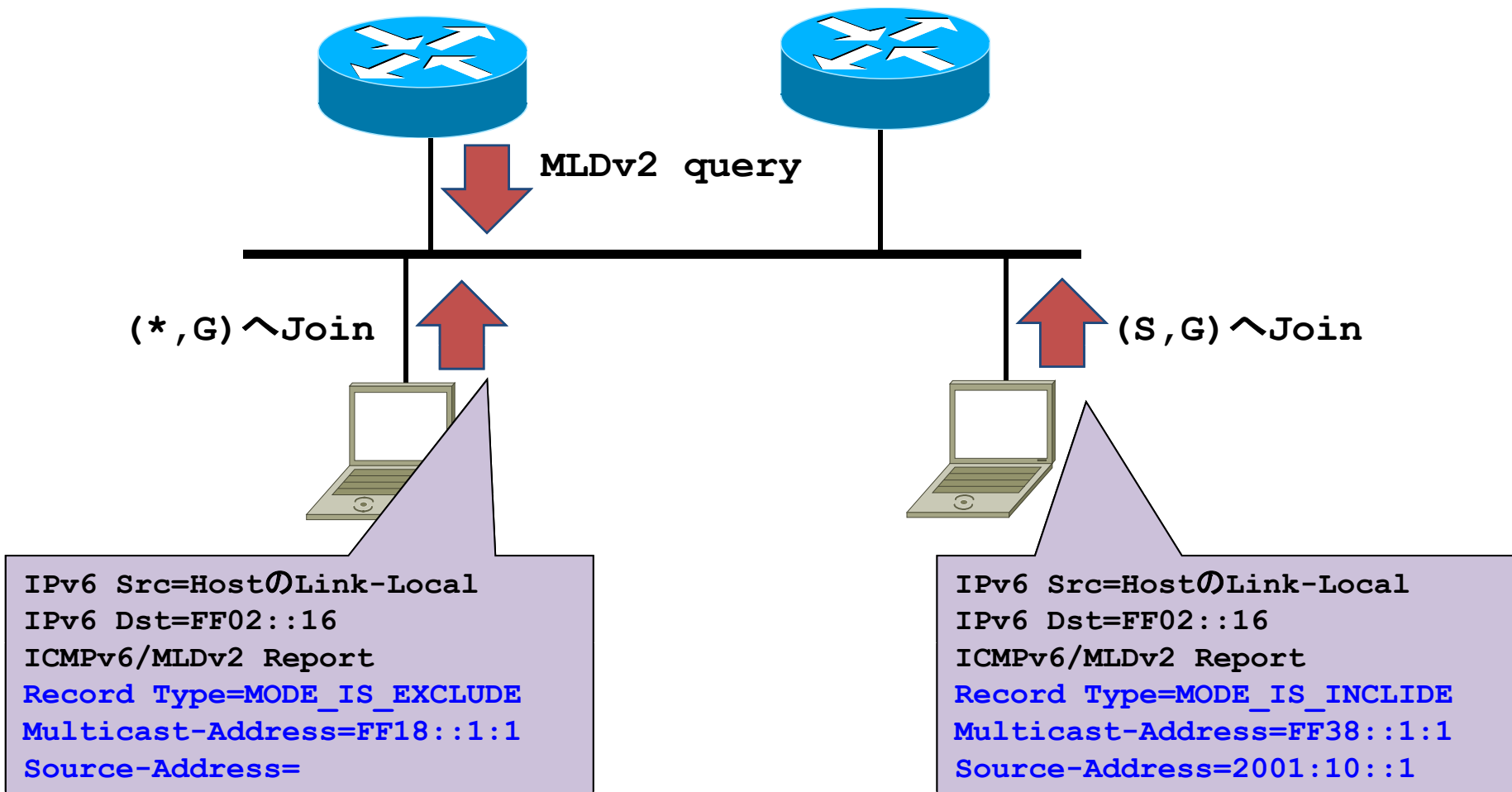


```
IPv6 Src=HostのLink-Local  
IPv6 Dst=FF02::16  
ICMPv6/MLDv2 Report  
Record Type=CHANGE_TO_INCLUDE  
Multicast-Address=FF18::1:1  
Source-Address=
```

```
IPv6 Src=HostのLink-Local  
IPv6 Dst=FF02::16  
ICMPv6/MLDv2 Report  
Record Type=BLOCK_OLD_SOURCES  
Multicast-Address=FF38::1:1  
Source-Address=2001:10::1
```



MLDv2 Queryへの応答



Multicast Forwardingと PIM (Protocol Independent Multicast)



Multicast Distribution Tree(MDT)

マルチキャストトラフィックは必ず構成されたTree上を
上流->下流へ向かって転送される。

- Shortest Path Tree/Source Tree/ (S,G) Tree
 - Treeの頂点は**Source**
 - (S,G) ベースのForwarding
 - Receiver～SourceまでのRouting上の最短経路となる
- Shared Tree / RP Tree / (*,G) Tree
 - Treeの頂点は**RP**
 - (*,G) ベースのForwarding



Reverse Path Forwarding (RPF)

- **RPF interface (Incoming interface)**

MDTを構成する際に、Multicast Sourceアドレス/RPアドレスを元に、どのInterfaceが上流のInterfaceかを各Routerで決定する。決定にはUnicast Routing情報/Multicast用Routing情報 (BGP mc-addr-family/static-mroute等) が必要
- **Outgoing interface (List)**

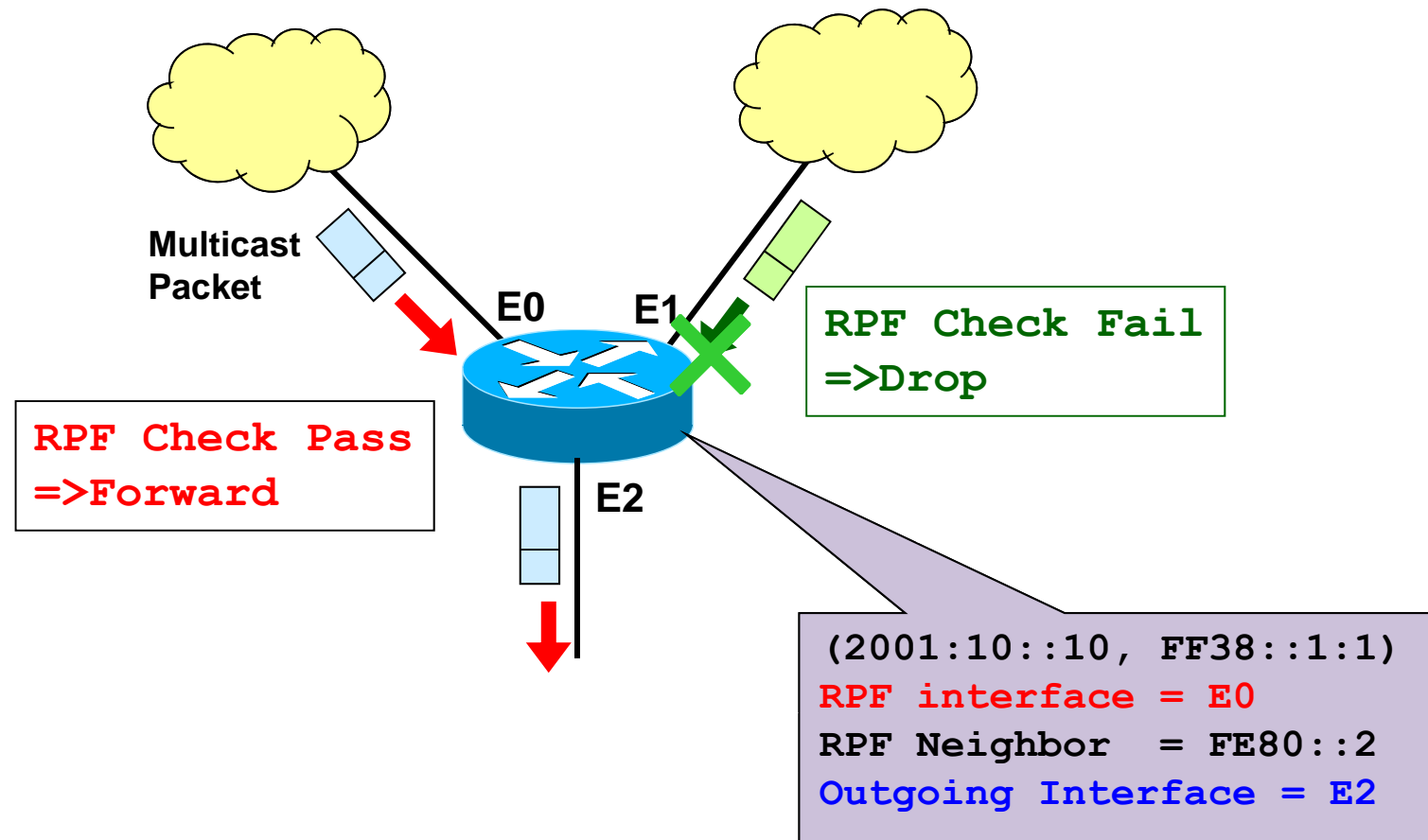
Joinされた下流側のInterface。OIF/OIL
- **RPF Neighbor**

RPF interface上の、あるRouterから見た上流側のNext Hop Router Address。(*, G) / (S, G) ごとに決定される。PIM Join/PruneはRPF Neighborに対して送信される。
- **RPF Check**

ある(*, G) / (S, G) について、そのRPF interfaceから受信されたマルチキャストパケットは下流へ転送される。RPFでないInterfaceから受信されたパケットは破棄される。



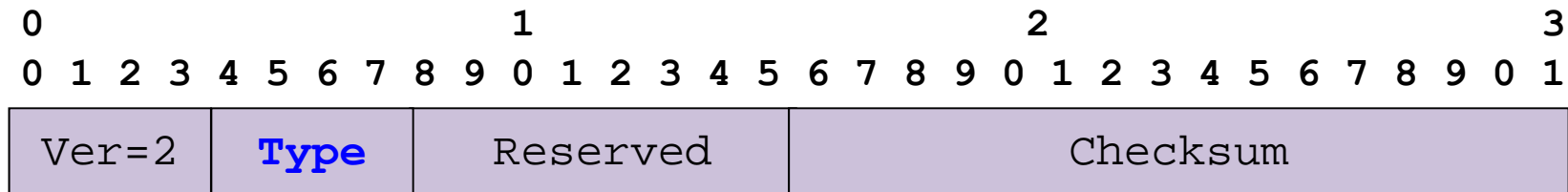
RPF Check





PIM ヘッダパケットフォーマット

IPv6 Source Addr = Router Link-Local address
 IPv6 Destination Addr = Message Typeによる
 IPv6 NextHeader = 103 (0x67)



Message Types	IPv6 destination Address
0 = Hello	ALL-PIM-ROUTERS (FF02::D)
1 = Register	RP Address
2 = Register-Stop	First Hop Router (source of register)
3 = Join/Prune	ALL-PIM-ROUTERS (FF02::D)
4 = Bootstrap	ALL-PIM-ROUTERS (FF02::D)
5 = Assert	ALL-PIM-ROUTERS (FF02::D)
8 = Candidate-RP-Advertisement	BSR address

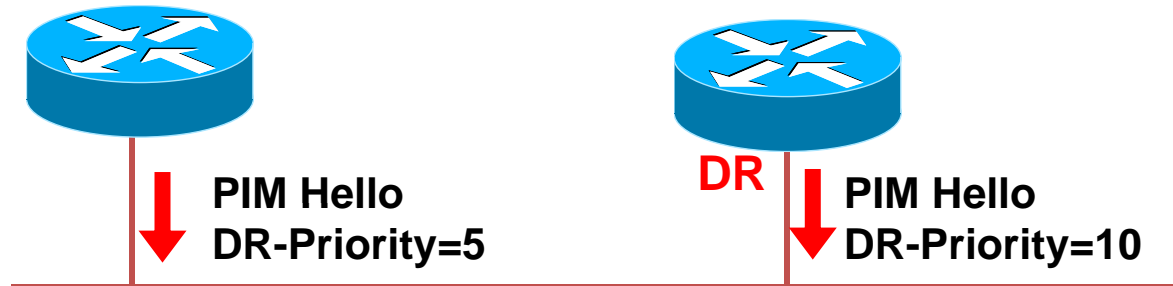


PIM Hello/PIM Neighbor

- Router同士は定期的にHello PacketをLink-Localに送信し、互いをPIM Neighborとして認識する。
- RPF neighbor が PIM Neighborとして認識されていればRPF Neighborに対しJoin/Pruneを送信出来る。
- 同一Subnet上に複数のPIM routerが存在する場合は、PIM DR-priority (DR-priorityが同じ場合にはAddressの大小によるtie-break)により、Designated-Router(DR)が1つ決定される。



PIM Neighbor Discovery



◆そのSubnetの中で最も大きいDR-Priorityを持つRouter (Priorityが同じ場合は最も大きいAddressを持つRouter) がDRとして選出される

◆PIM Helloは定期的に“FF02::D”(All-PIM-ROUTERS)宛てに送信される。
TimerのDefault値

Hello Interval = 30 Sec

Holdtime = 30 x 3.5 = 105 sec

◆DRがTimeoutしたら新しいDRが選出される。

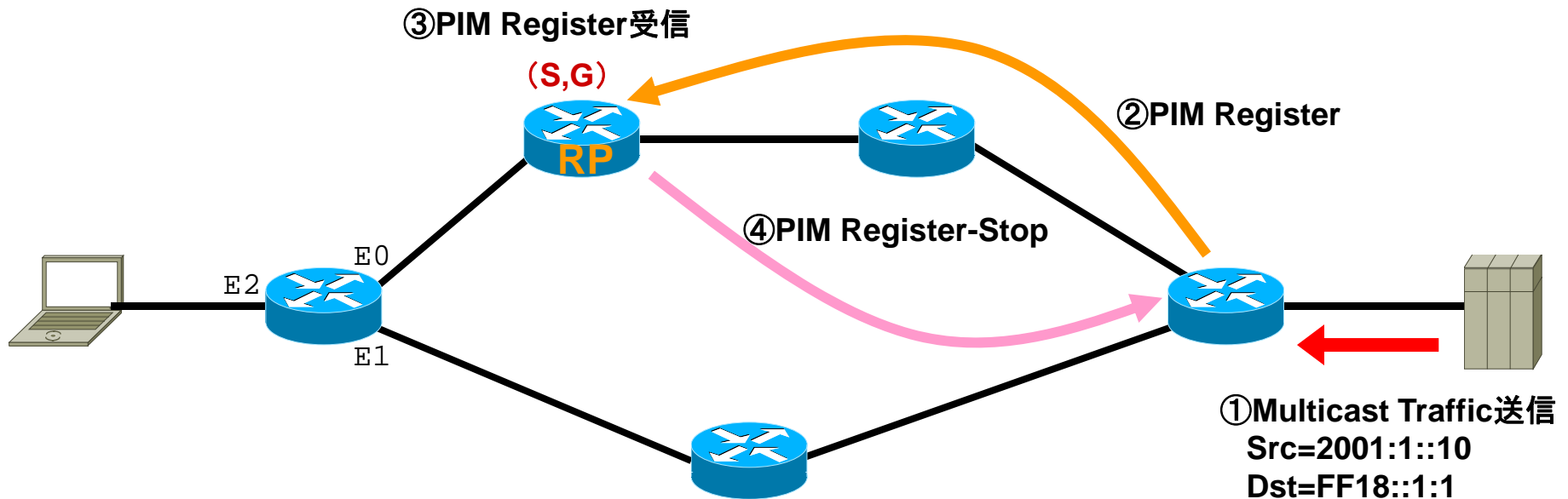
◆DRはそのSubnet上でMLDを受信した場合にその要求をPIMへ反映させる権利を持つ。(DR以外はMLDを受信してもPIMの動作を起こせない)



PIM SM(RFC4601)

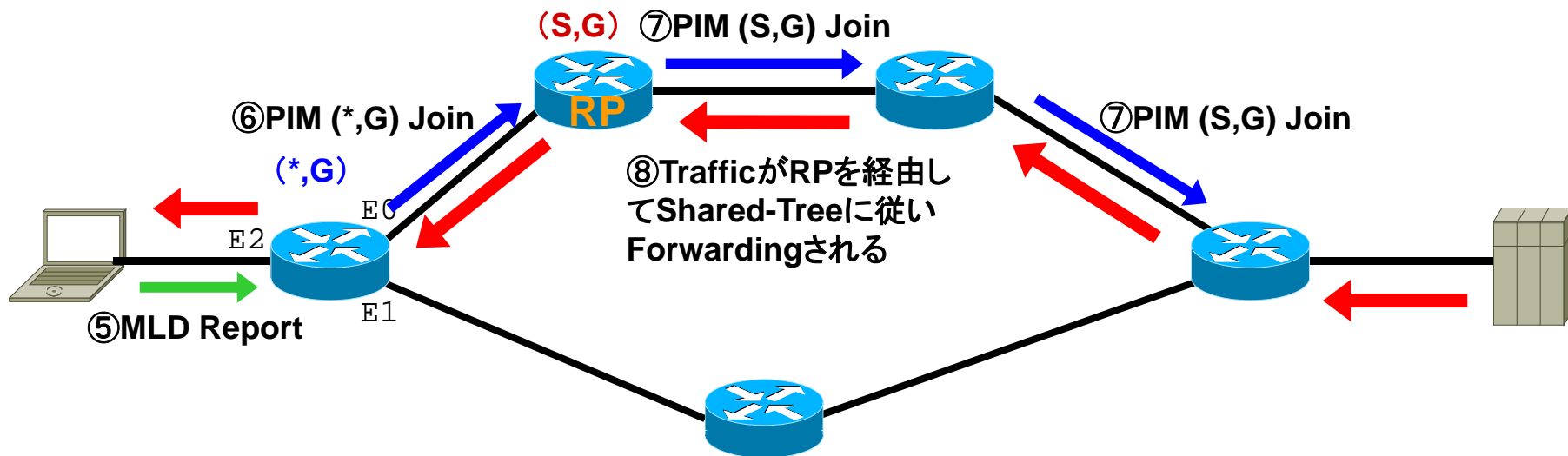
- ◆ RP(Rendezvous Point)となるRouterが必要。
- ◆ Sourceの情報はRPに登録(Register)される。一方、受信要求はRPに向かってHop-by-Hopで転送されていく。RPはそのマルチキャストドメイン内の(S,G)の情報を管理する。
- ◆ 1対多、多対多の通信に有効。

PIM-SMの動作(1)



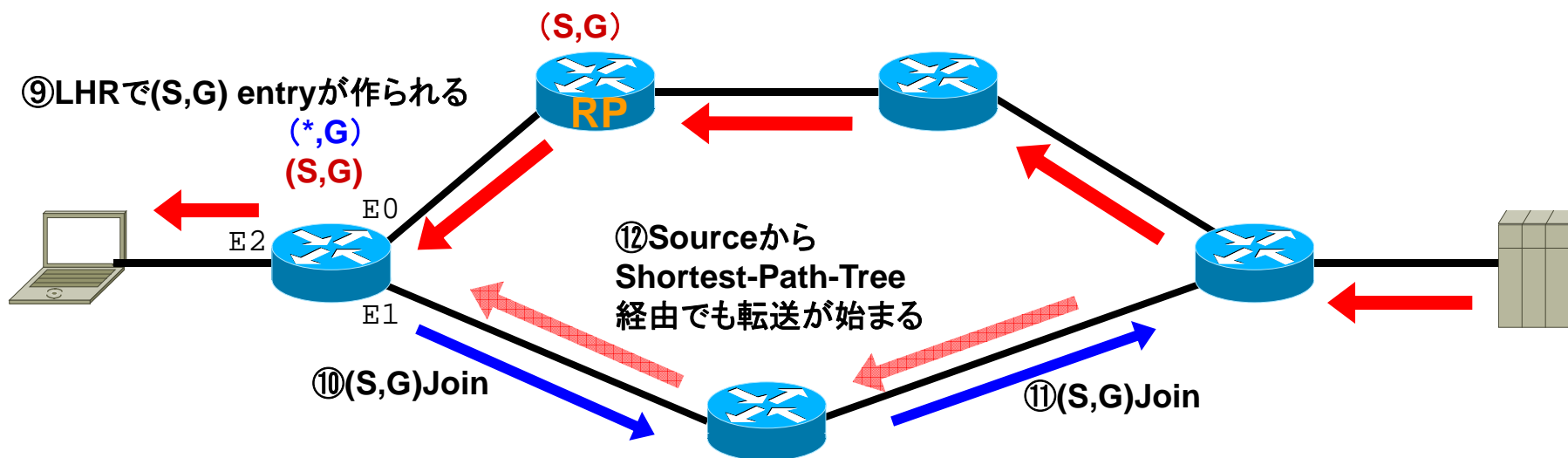
- ① SourceがMulticast Trafficを送信 (2001:1::10, FF18::1:1)
- ② First Hop RouterがRPへUnicastでPIM Registerを送信
SourceからのMulticast PacketをPIMでEnapしたものを。
- ③ RPがRegisterを受信し、RPに(S,G)の情報が作られる。
- ④ RPからFirst Hop RouterへPIM Register-Stopを送信。
First Hop RouterはPIM Registerの送信を停止する。

PIM-SMの動作(2)



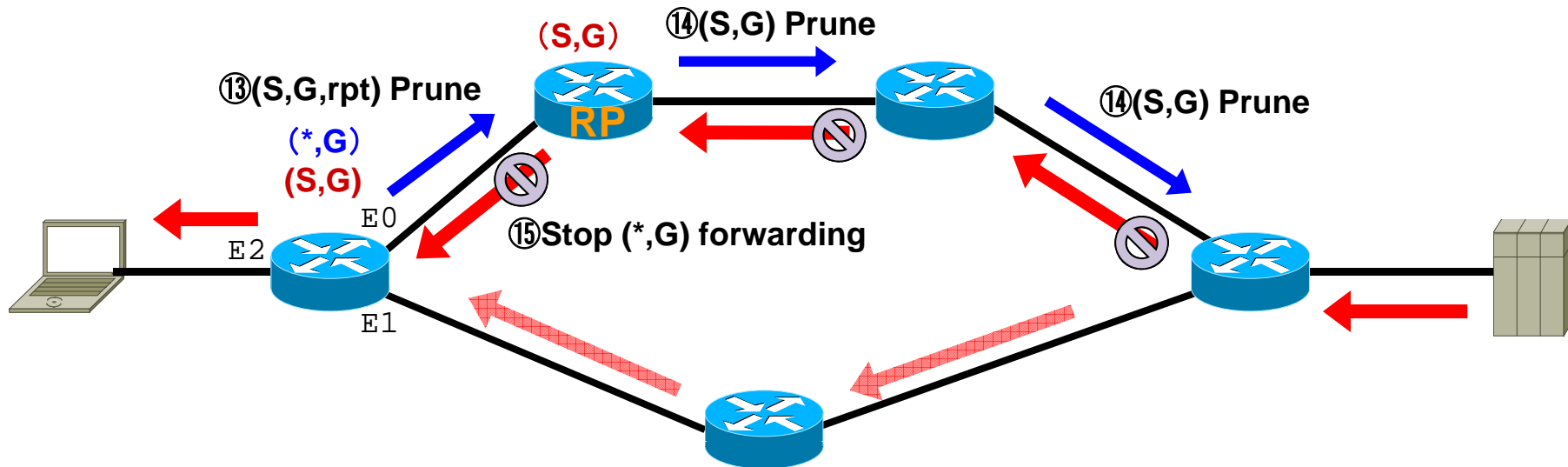
- ⑤ Receiverが該当Groupに対してMLD Reportを送信 (*, FF18::1:1)
- ⑥ Last Hop RouterからRPへの方にPIM (*,G) Joinを送信。
#RPを頂点とするShared-Tree (RP-Tree) が作られる。
- ⑦ RPからSource方向へPIM(S,G) Joinを送信
- ⑧ First Hop Routerまで(S,G) Joinが伝播され、SourceからRPを経由した経路でMulticast Trafficの転送が始まる。

PIM-SMの動作(3)



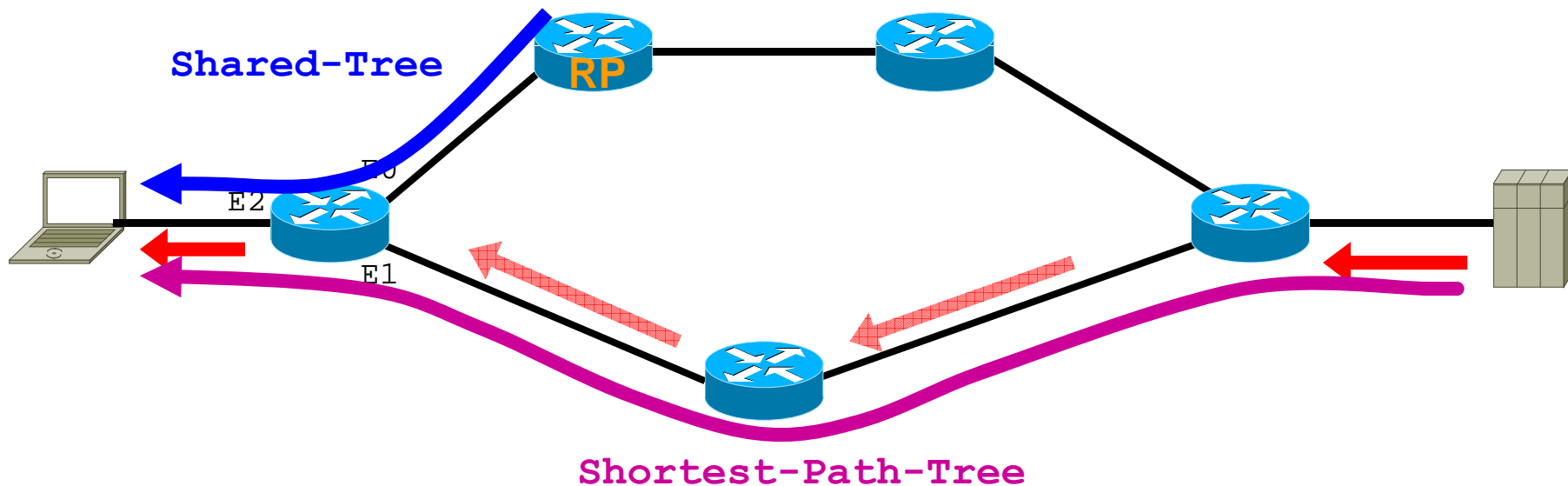
- ⑨ SourceからのMulticast Packet受信によりLHRで(S,G) Entryが作られる
このとき、(*,G) RPF-IF = E0
(S,G) RPF-IF = E1
- ⑩ Sourceに対するRPF方向に(S,G) Joinを送信
- ⑪ Sourceに対するRPF方向に(S,G) Joinを送信
#Sourceを頂点とするShortest-Path-Treeが作られる
- ⑫ SourceからShortest-Path-Tree経路でもForwardingが始まる

PIM-SMの動作(4)



- ⑬ Shortest-Path-TreeからTrafficを受信し始めたら、RP経由のTrafficは不要となるため、RP方向へ (S,G,rpt) pruneを送信
 $(*,G) RPF-IF \neq (S,G) RPF-IF$
- ⑭ Shared-Tree経由の転送が停止される。
- ⑮ Source方向へ (S,G) pruneが送信され、Source->RPへの転送が停止される。

PIM-SMの動作(5)



最終的にShortest-Path-TreeへSwitchoverし、TrafficはSPT経由でForwardingされる。
 RP~ReceiverまでのShared-TreeはForwardingには使われないがTree自体は維持される。

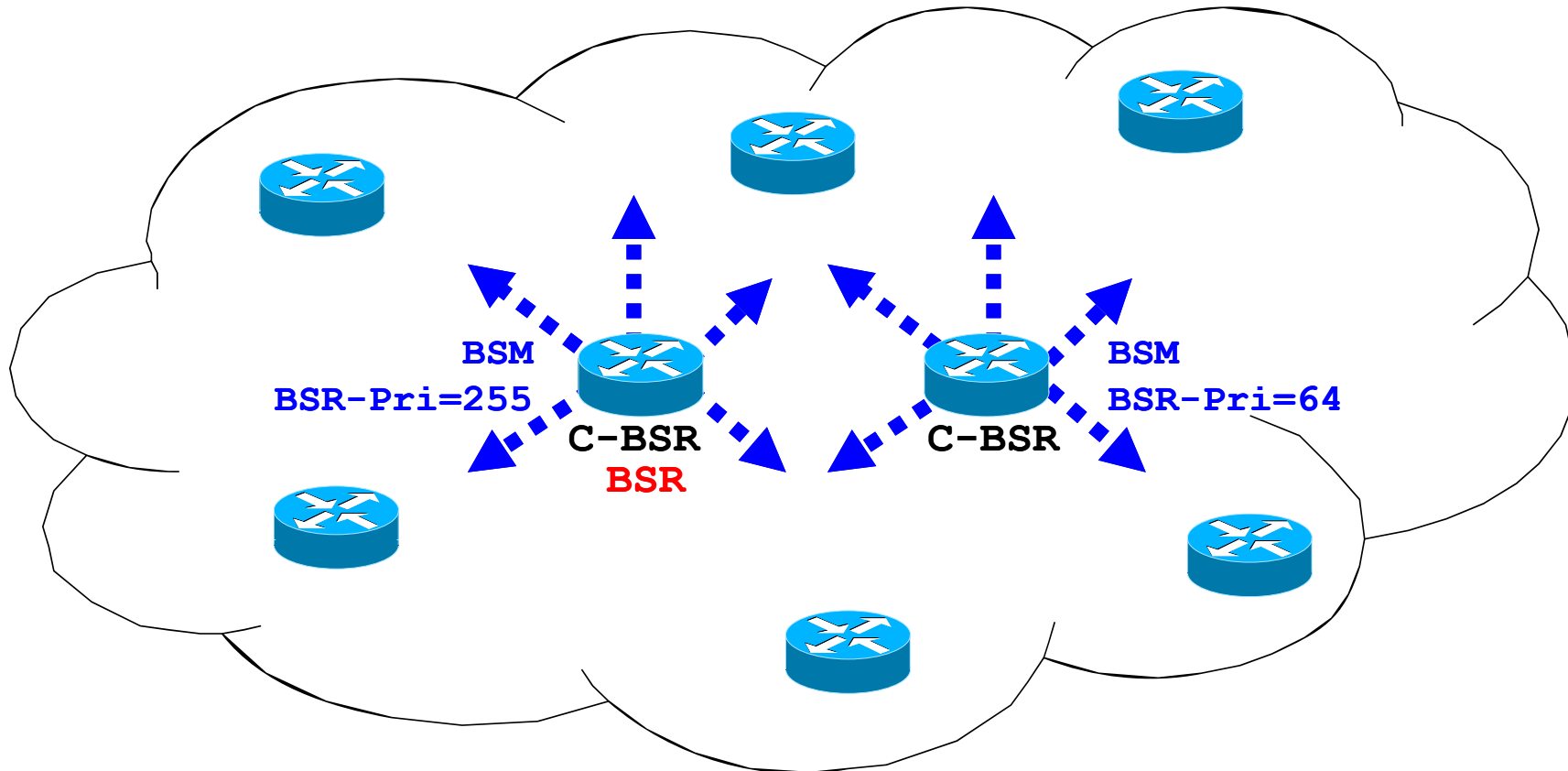


RPの決定

- ◆ **Static-RP:** 静的にRP Addressを設定。
全てのRouterに設定が必要
- ◆ **BSR(Bootstrap Router):**
幾つかの候補(Candidate-RP)の中から
Priority等に応じて自動的に選出/広報
- ◆ **Embedded-RP**
Multicast AddressにRP Addressを埋め込む。
PIM-SMでのInter-domain接続に使用



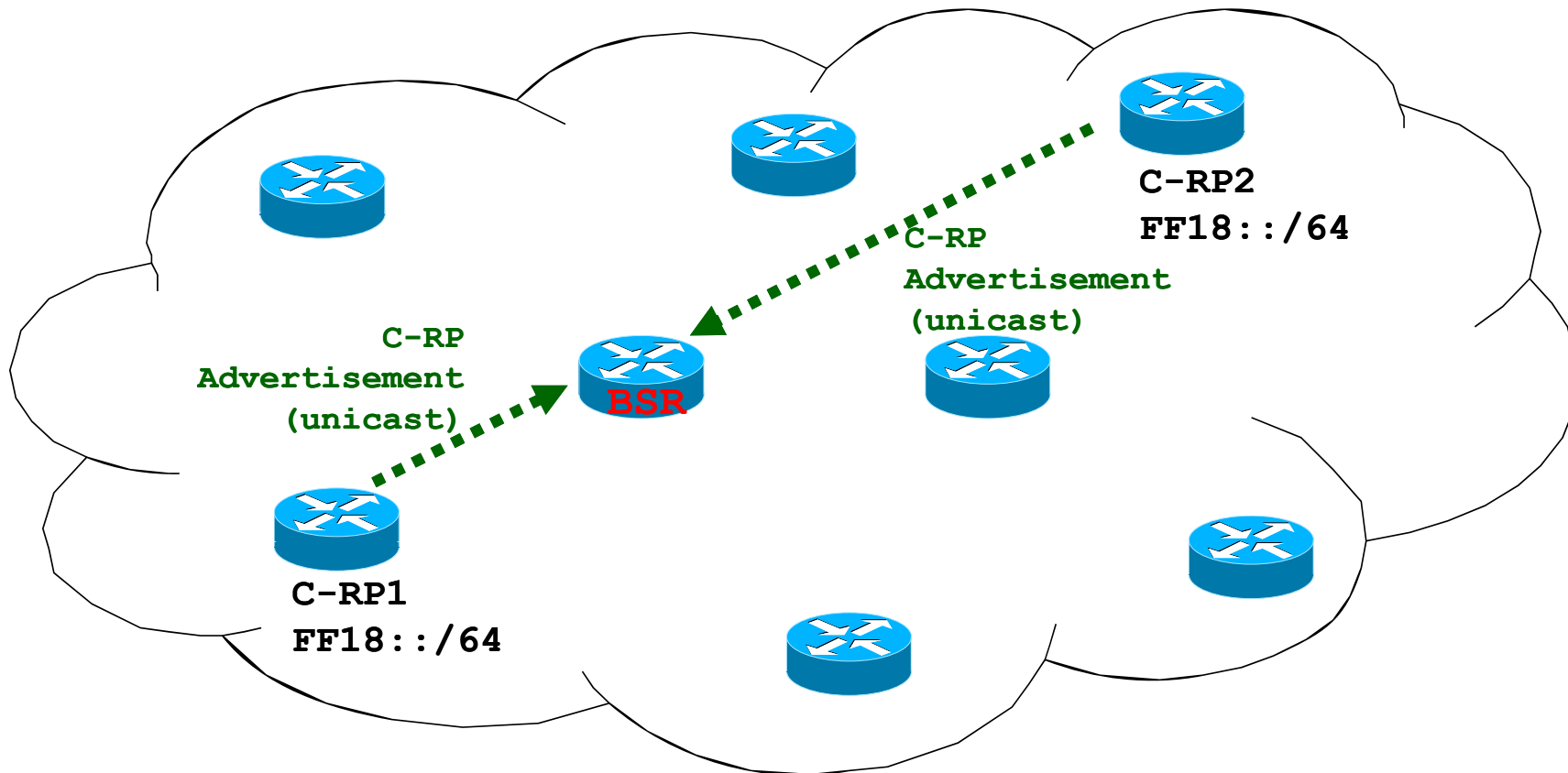
PIM BSR



Candidate-BSR (C-BSR) はBootstrap Message (BSM) をHop-by-HopでNetwork内にFloodする。
最も高いBSR Priorityを持つRouterがBSRとして選出される。



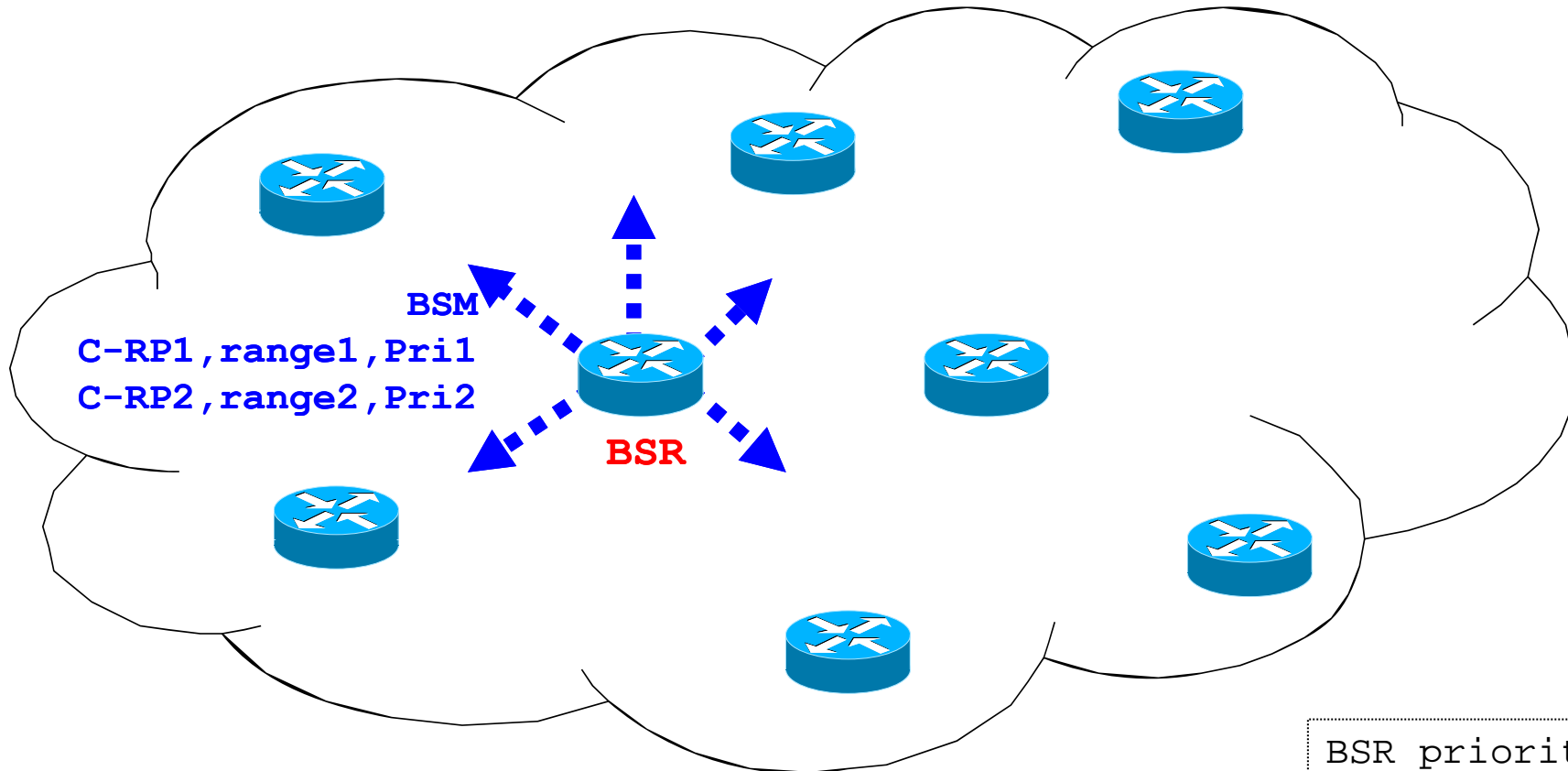
PIM BSR



Candidate-RP (C-RP) は選出されたBSRに対してC-RP AdvertisementをUnicastで送信する。(C-RP-Addr, Group-range, RP-Priority)



PIM BSR



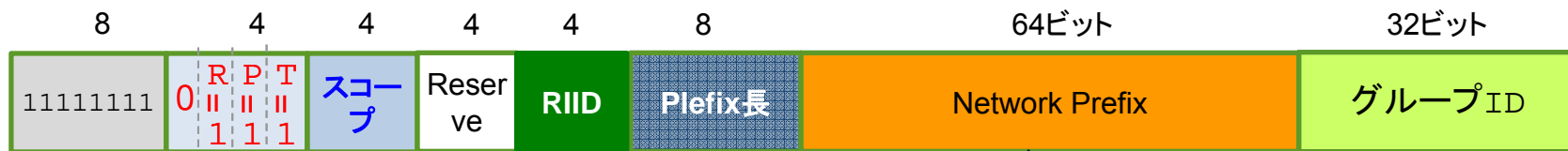
BSRは全てのC-RPの情報をBSMでNetwork内にFloodする。
各RouterはこのBSMの情報を元にして自身でRPを選択する。

```
BSR priority
255 > 0
RP priority
0 > 255
```



Embedded-RP(RFC3956)

Unicast-Prefix based Multicast Addressをベースとして、Multicast Addressの内部にRP Addressを埋め込む。
Multicast AddressからRP Addressを自動的に判断出来る。
PIM-SMのDomain間接続が主な目的。



◆例:

FF78:0140:2001:0123:c001:1100:0000:0001
Unicast prefix groupID=任意

Embedded RP Address = 2001:0123:c001:1100::1

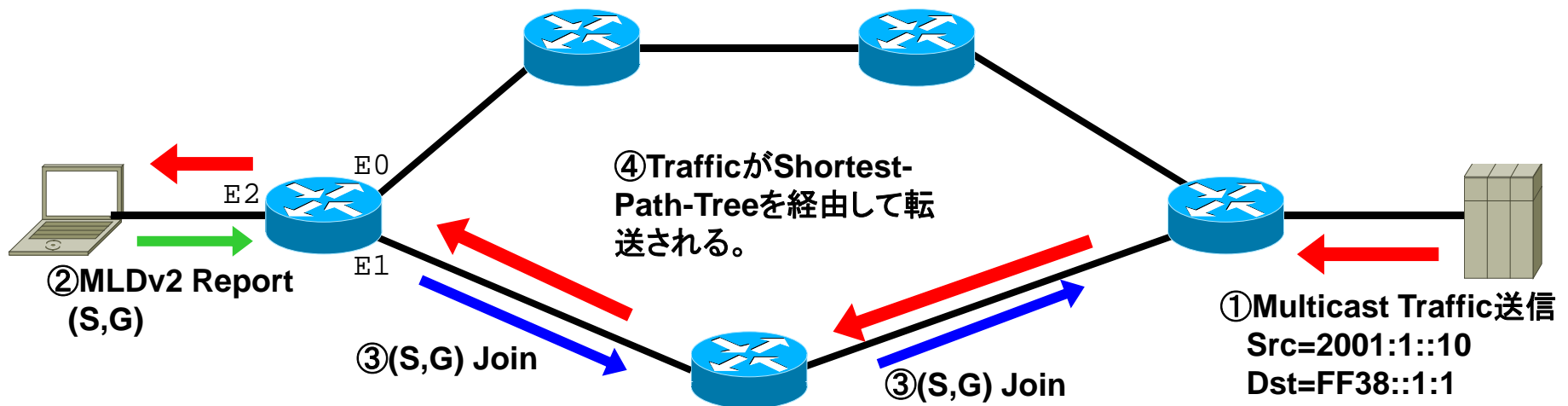


PIM SSM (RFC4601/3569/4607)

- ◆ RPは不要。
- ◆ Receiverは(S,G)両方を指定してJoin。
- ◆ PIM-SMと比べてシンプルな動作。
- ◆ PIM-SMのSubset。



PIM-SSMの動作



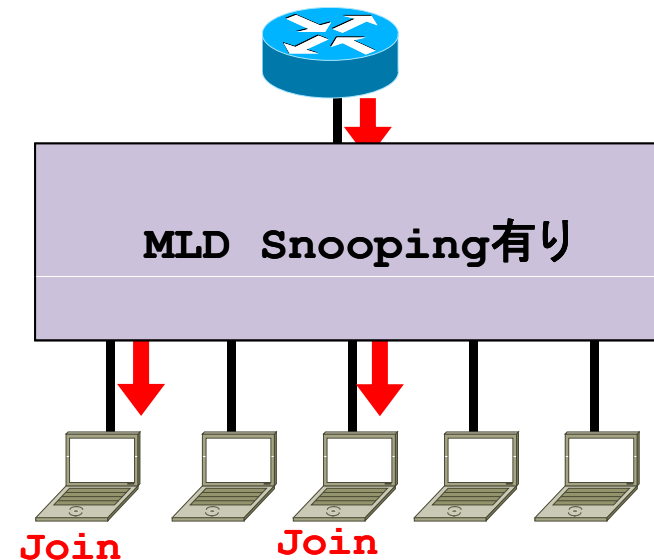
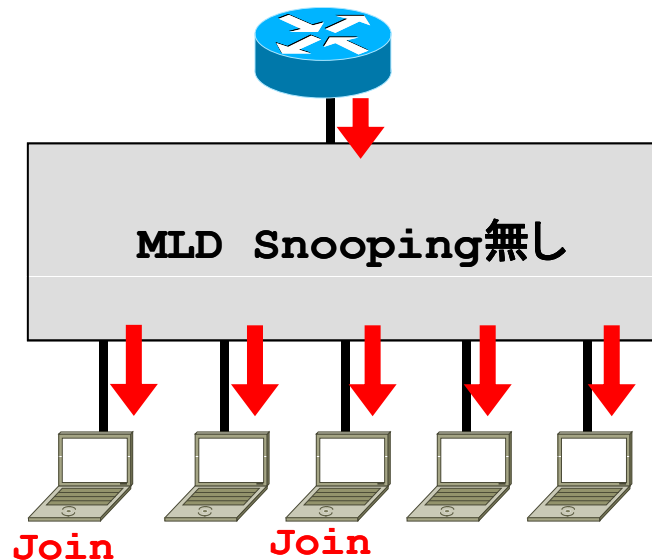
- ① SourceがMulticast Trafficを送信 (2001:1::10, FF38::1:1)
- ② Receiverが該当Group/Sourceに対してMLDv2 Reportを送信 (2001:1::10, FF38::1:1)
- ③ Last Hop RouterからSourceの方向にPIM (S,G) Joinを送信。Sourceを頂点とするShortest-Path-Treeが作られる。
- ④ SourceからShortest-Path-TreeでMulticast Trafficの転送が始まる。

MLD Snooping



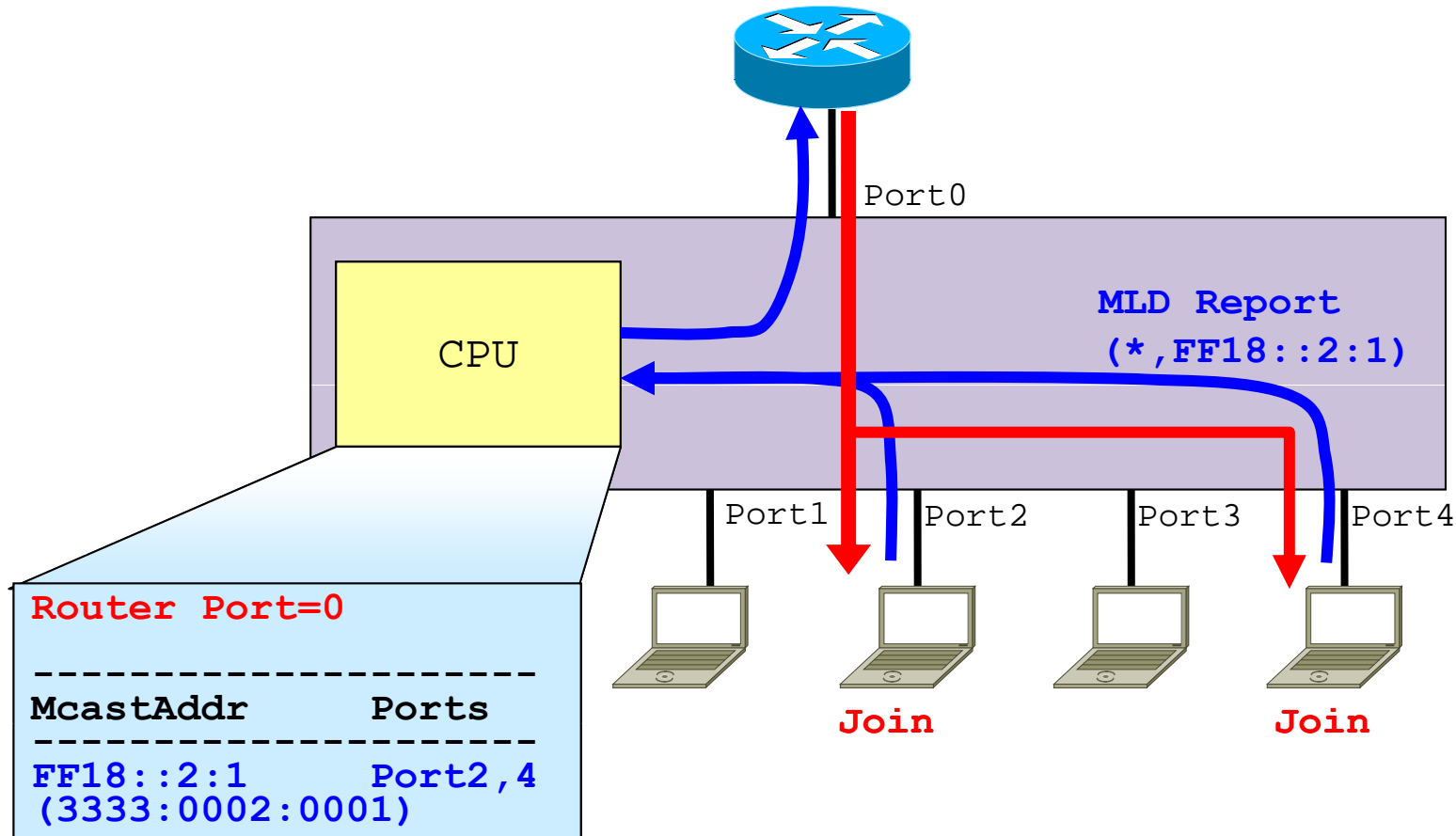
MLD Snoopingの必要性

- ◆ MLD awareでないL2 Switchでは、全てのMulticast TrafficはVLAN内の全てのPortにFloodされる。
- ◆ JoinしているReceiver向けのPortのみにMulticast Trafficを適切に転送するためにはMLD Snoopingの機能が必要となる。





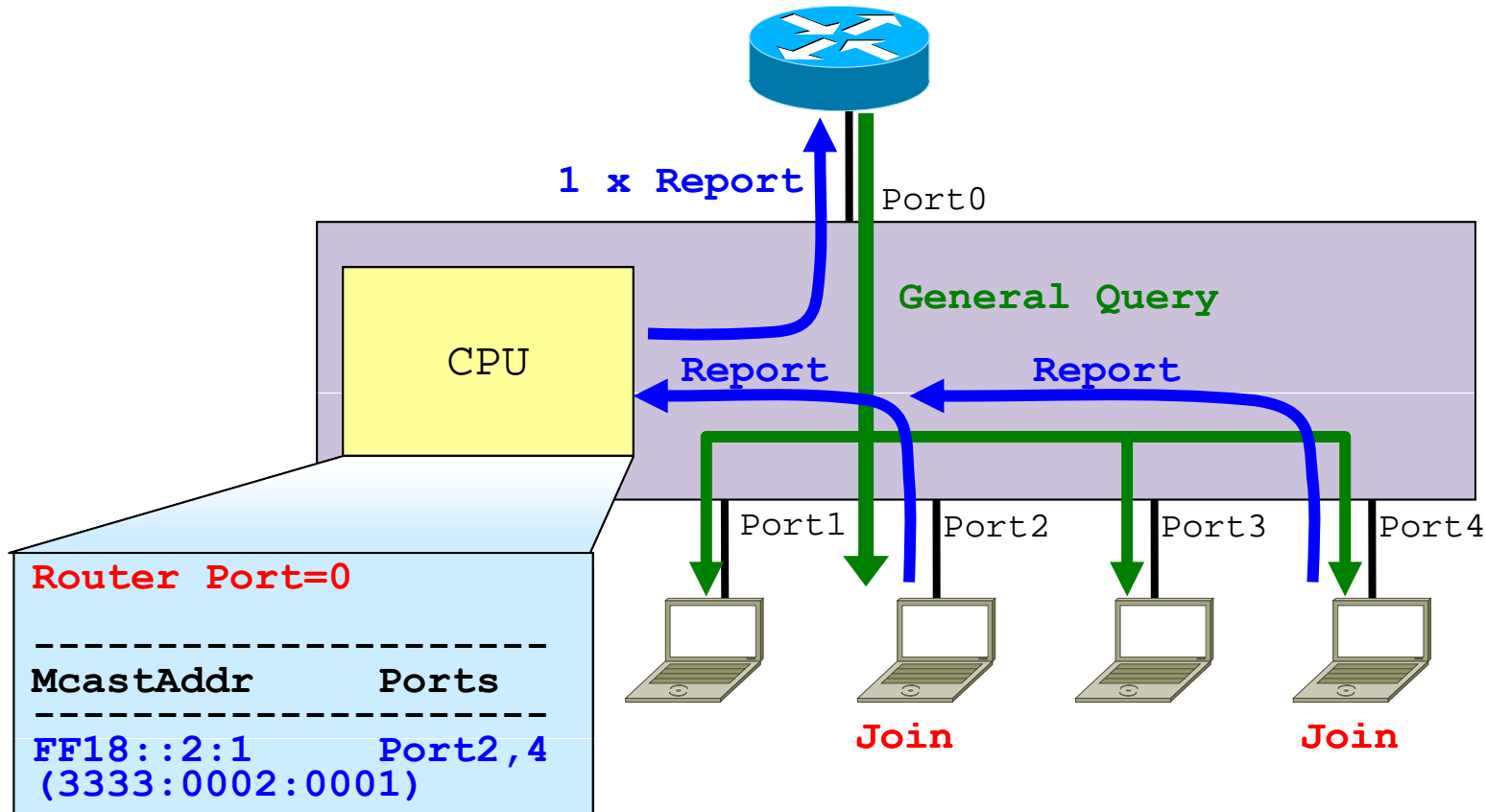
MLD Snooping: GroupへのJoin



MLD Packetは中身をSnoopされ、MLDの中身を元にL2上のForwarding Tableが作成される。その後、MLD PacketはRouterへ送信される。



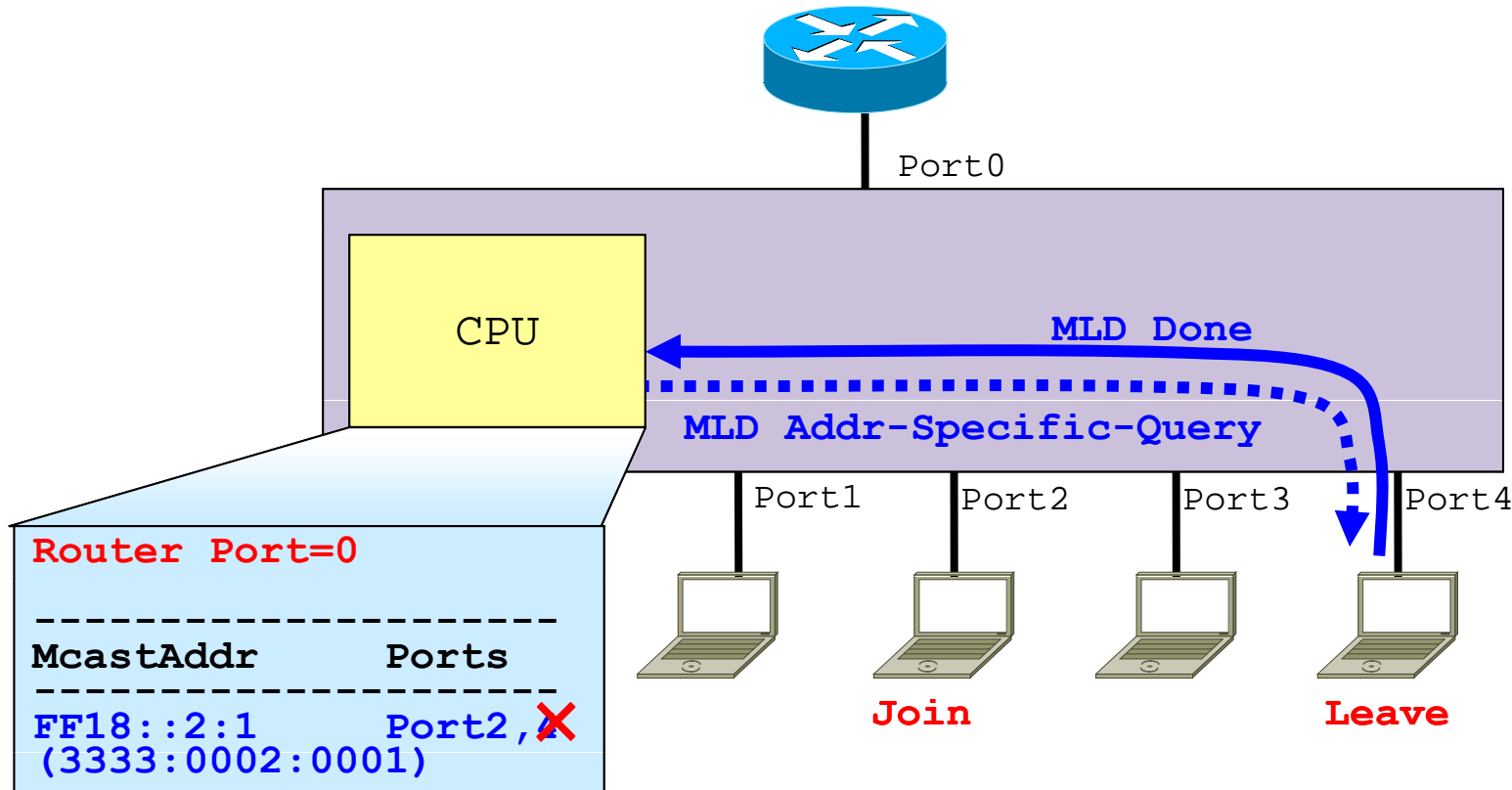
MLD Snooping: Entryのメンテナンス



MLD General Queryは全てのPortにFloodされる。JoinしているHostはそれに応答しReportを返し、MLD SnoopingのEntryはMaintainされるが、Router側へはMLD Reportは1つだけが送信される(Proxy的な動き)。



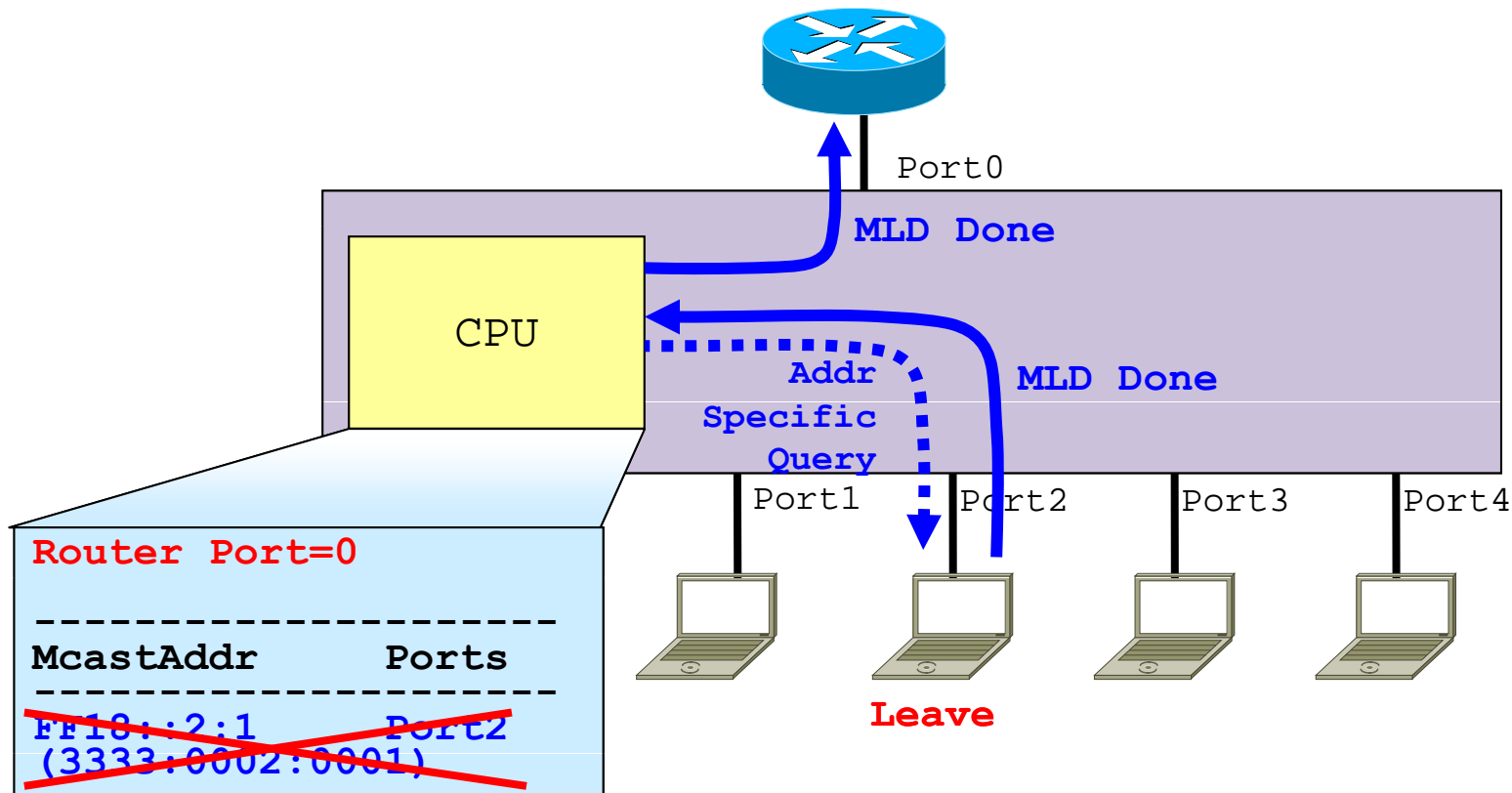
MLD Snooping: GroupからのLeave(1)



あるHostがLeaveすると、そのPortのみに対してMcast-Addr-Specific-Queryが送信される。QueryがTimeoutし受信者が他に居ないことが確認されると、そのPortはMLD Snooping Entryから削除される。ただし、他のPortでJoinしているHostが存在するため、この時点ではRouterへはMLD Doneは送信されない。



MLD Snooping: GroupからのLeave(2)



最後のHostがLeaveすると、そのPortに対してMcast-Addr-Specific-Queryが送信される。QueryがTimeoutし受信者が他に居ないことが確認されると、そのGroupのMLD Snooping Entryが削除され、RouterへMLD Doneが送信される。



MLD Snooping: その他

- ◆ **Router Portの認識:**
MLD SnoopingはRouter Portが存在する状態、又はMLD Querierが存在する状態でないと正常に動作しない。Router PortはMLD Query/PIM Helloの受信によって自動的に認識されるか、静的に設定する。(SWのインプリに依存。)
- ◆ **Router Portの役割:**
Receiver側: MLD packetをRouter Portへ送信
Sender側 : Multicast TrafficをRouter Portへ送信
- ◆ **MACアドレスの重複:**
MACアドレスのみでMulticast Groupを識別しているSWの場合、MACアドレスが重複するようなGroupアドレスを使用すると、それぞれのGroupアドレスが区別不可の可能性がある。MLDv2 SnoopingのSourceアドレスごとの区別も同様。



MLD Snooping: 即座にTrafficを停止させる機能(参考)

IP/TV、監視カメラの環境など、Join/Leaveが頻繁に発生するような状況では、切り替えを早く行うためにLeave時のTraffic停止までの時間を短くすることが必要となる。

◆ **MLD Fast-Leave:**

Leaveを受信した際に、Multicast Address Specific Queryを出さずに即座にEntryを削除する機能。同一Port上の他のListenerの存在を確認出来ないため、1Port/1Hostであることが必要。

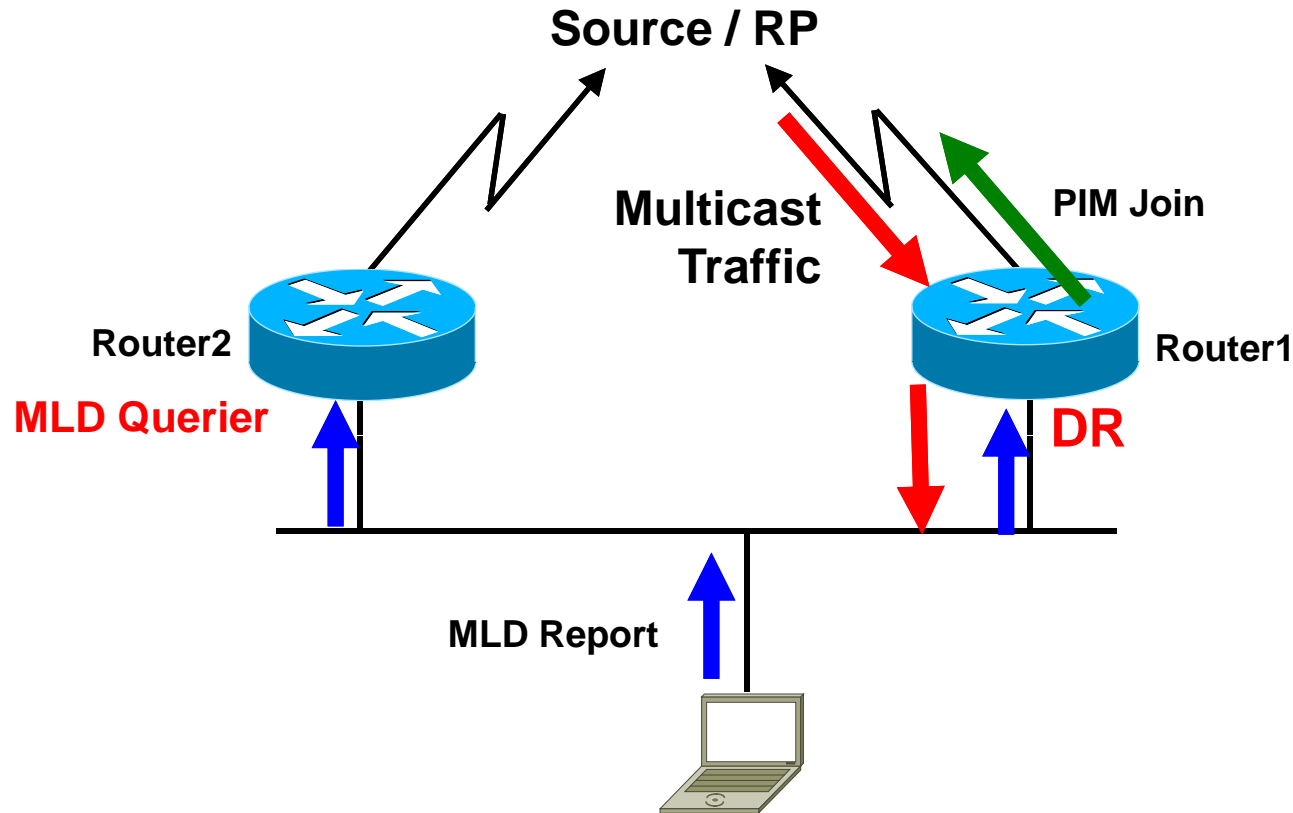
◆ **MLD Host-tracking:**

MLD packetを送信した(Joinしている)ListenerのSourceアドレスをTrackしておき、該当Port上の最後のTracked HostがLeaveしたら即座にPort Entryを削除出来る。

注意すべき構成



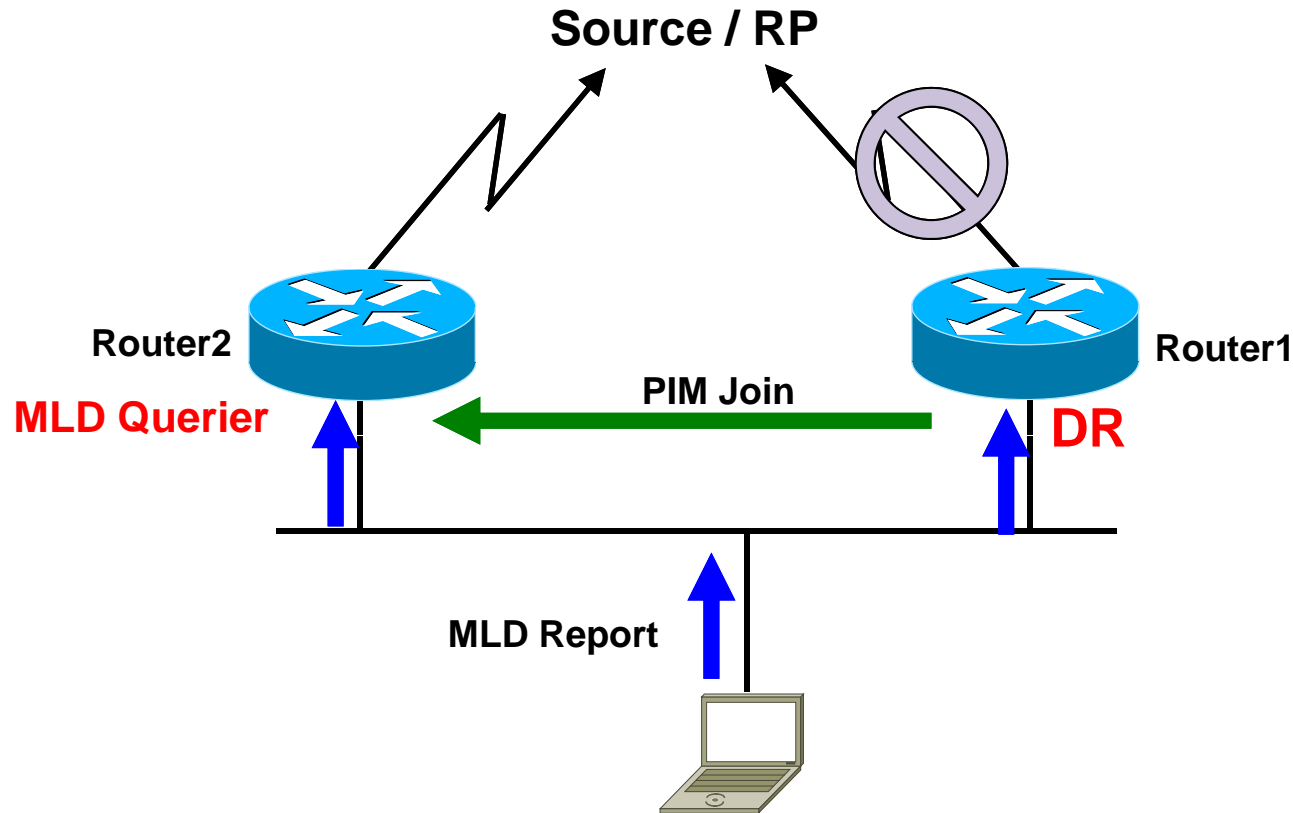
Receiver SideにおけるDR



Router2をPrimaryのMulticast Forwarderにするつもりが、Router1が予期せずDRになっていたため、Router1がForwarderになってしまった。
⇒DR Priority又はLink-Local Addressの大小で要調整



Receiver SideにおけるDR



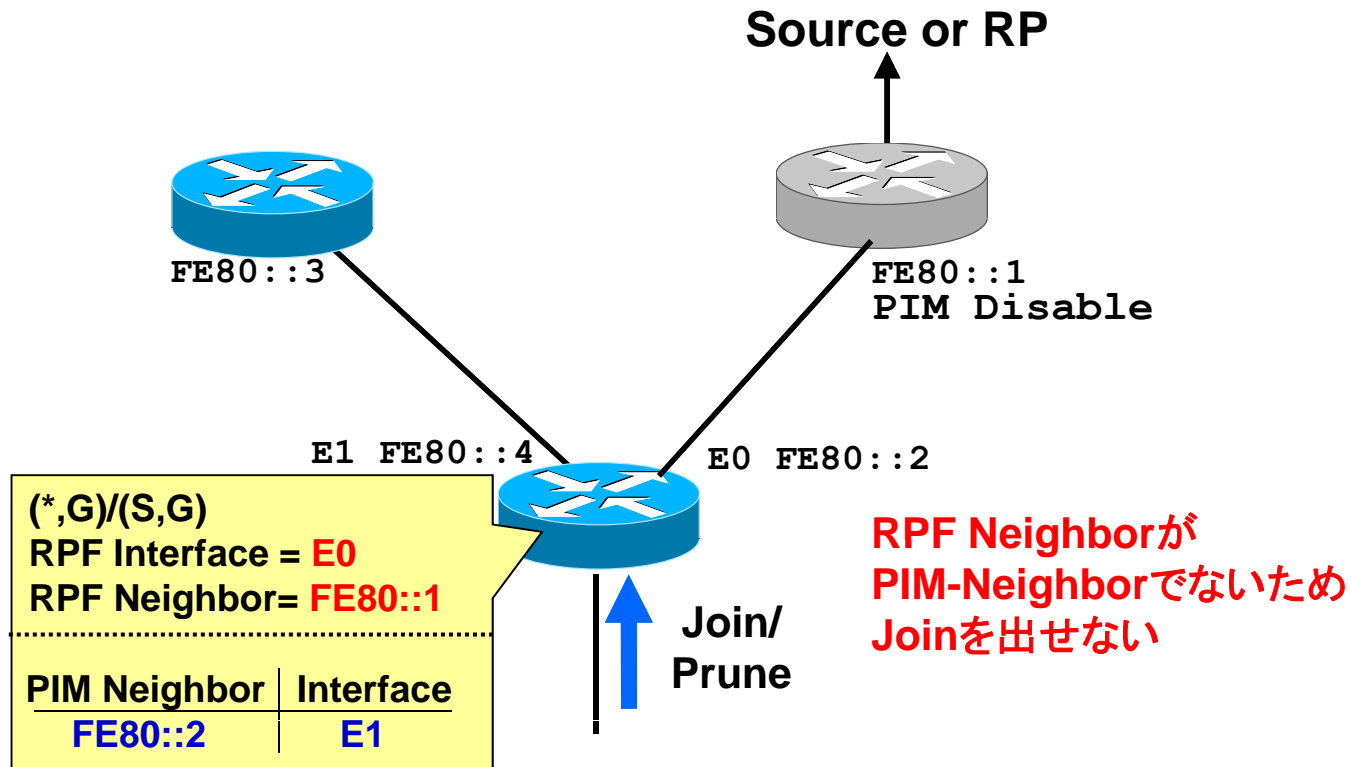
上のような構成でRouter1のUplinkのみがDownした場合には、Router1はLANセグメント側を経由するRouter2側への経路を学習しておく必要がある。
(LANセグメントを"ospf passive"にしている場合等は切り替え不可)
また、プロトコルのインプリによっては上記構成がうまくいかないことも。



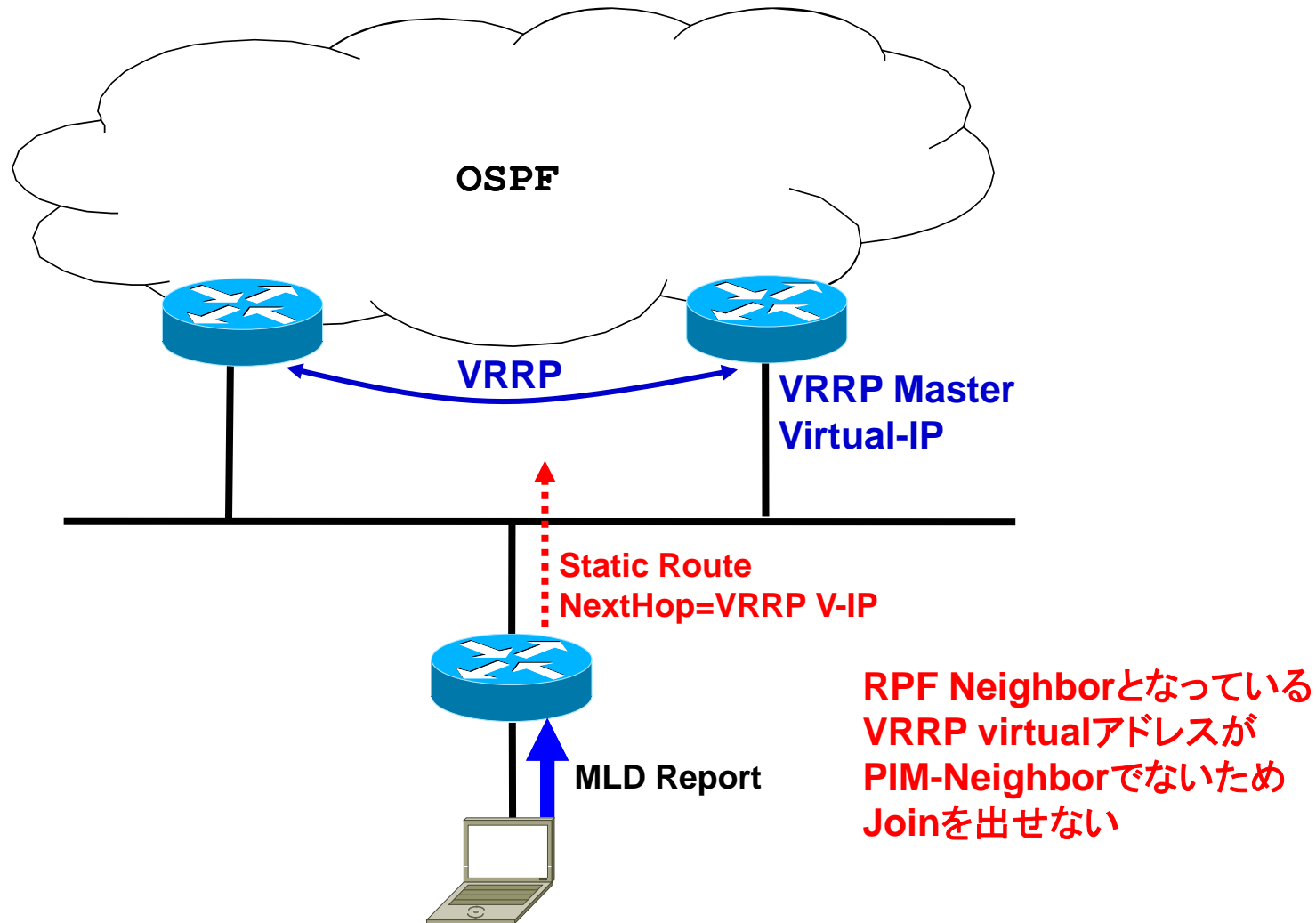
PIM-Neighbor

Unicast Routingを元にRPF Neighborが決定されても、対向のRouterがPIM-NeighborでないとPIM-Join/Pruneを出せない。

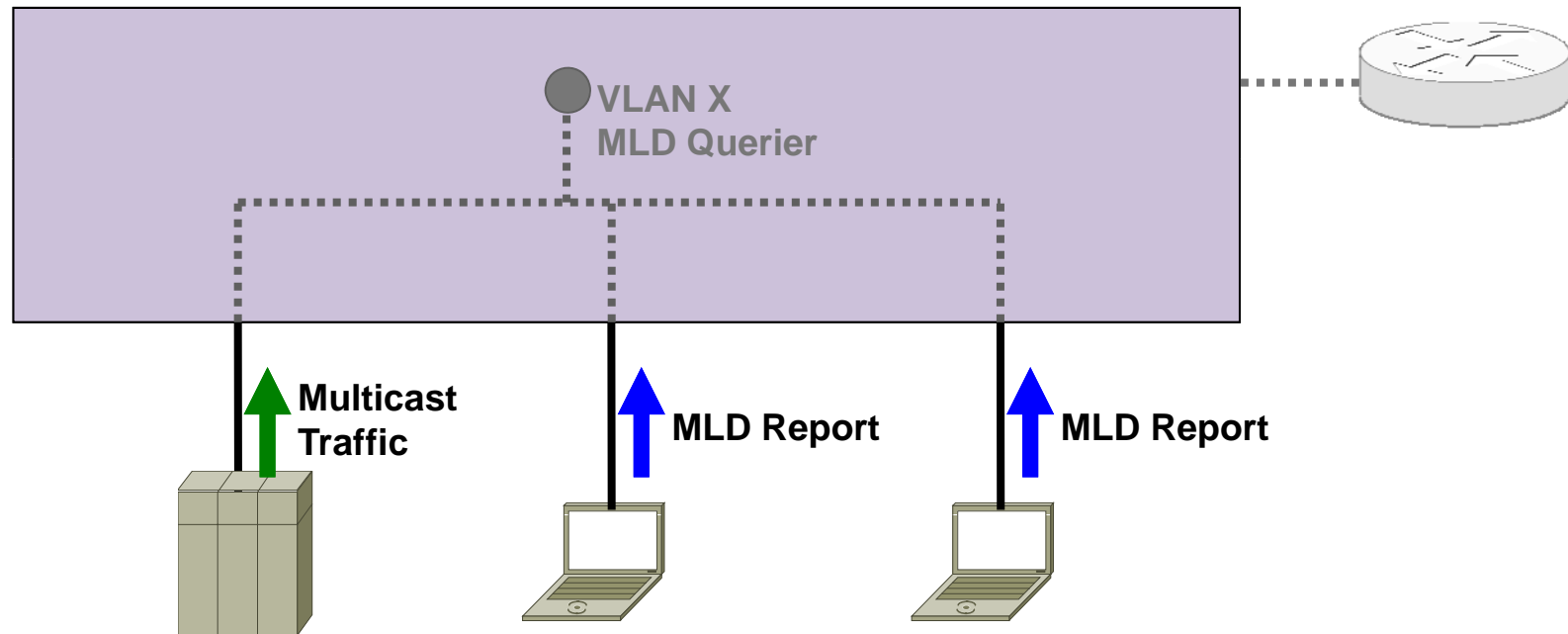
⇒ Multicastが通る可能性のある全てのLinkでPIMをEnableにする。



VRRPとPIM



L2 Switchだけの構成



QuerierがLAN上に存在しない場合又はRouter Portが存在しない場合には
MLD Snoopingがきちんと動作出来ない。

⇒ MLD Routerを接続 又は VLANでIPv6をEnableにしてMLD Querierを設定