



Label Switched MulticastとmLDP

河野 美也 Miya Kohno (mkohno@cisco.com)

MPLS JAPAN 2005

Agenda

- **MPLSを使ってMulticastすること**
- **MPLS Multicast Framework**
- **mLDP**

MPLSを使ってMulticastすること

- **MPLS**

Control PlaneとForwarding Plane分離

Labelによる抽象化、階層化、Aggregation

- **MulticastとMPLS**

少し前までは

反目しあうもの (?!)

最近では

MPLS関係者にとって

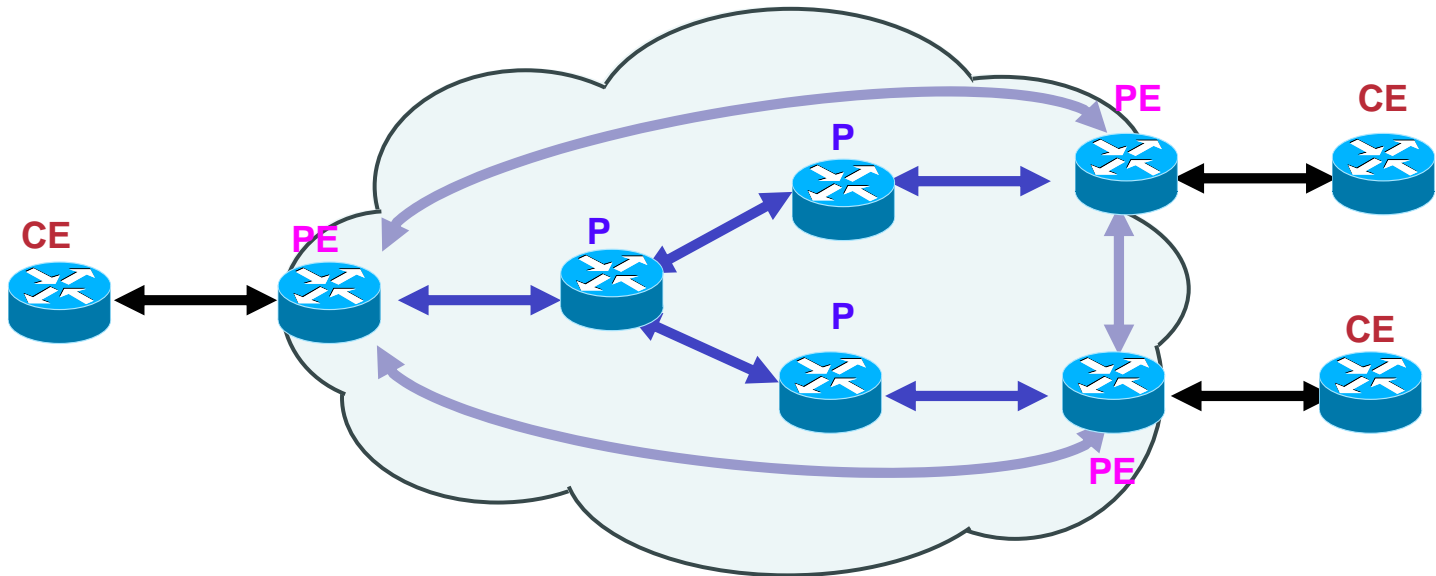
MPLSの管理、運用、障害保護をMulticastにも適用

Multicast関係者にとって

プロトコル見直しの良い機会

MPLS Multicast Framework

1. Transported Application
2. Hop-by-Hop tree building
3. PE to PE overlay signaling



1. Transported Application

- Transportされるアプリケーション

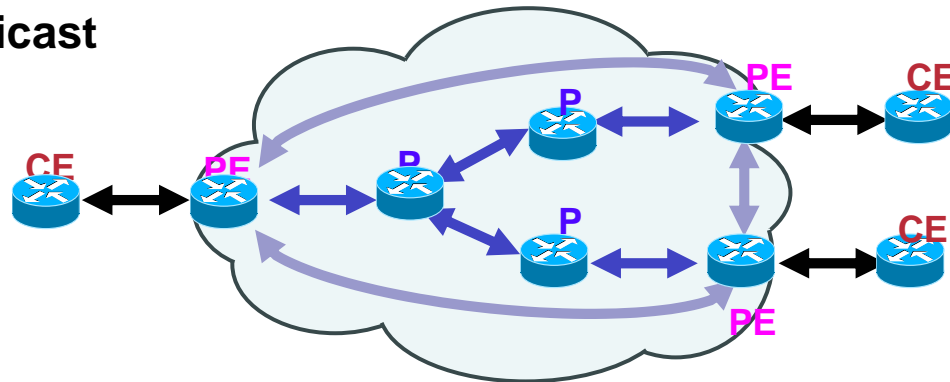
IPv4 Multicast VPN

IPv4 native Multicast

IPv6 Multicast VPN

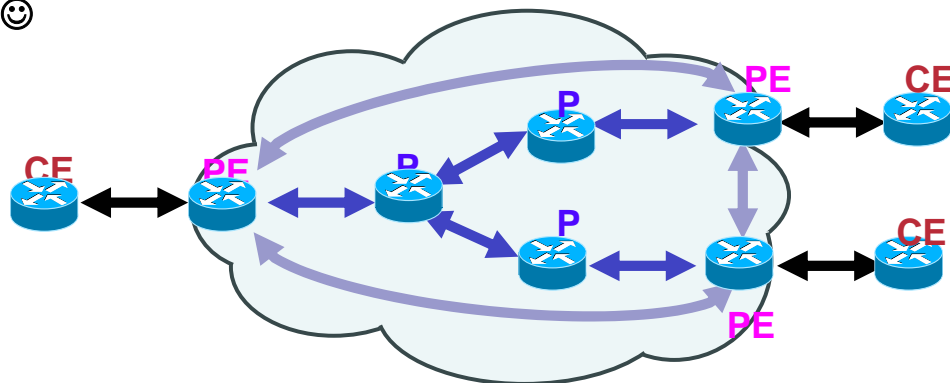
IPv6 native Multicast

VPLS multicast



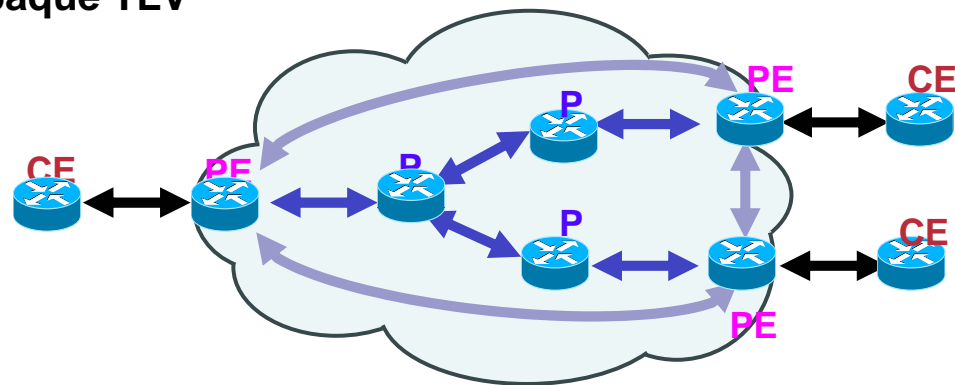
2. Hop by Hop Tree Building

- TransportとしてのMultipoint Treeの構築
 - (PIM MPLSでなく、mGRE tunnelを構築)
 - PIM-SM, SSM, Bidir
 - P2MP RSVP TE
 - mLDP
 - P2MP (PIM-SSM)
 - MP2MP (PIM-Bidir)
 - BGP P2MP ☺



3. PE to PE Overlay Signaling

- PE-PEでの、Tunnelを介したsignaling
 - Overlay signaling
 - PIM
 - BGP
 - In-band signaling
 - mLDP opaque TLV



mLDPの特徴

- P2MPもしくはMP2MP LSPのみサポート
- PIM SM関連運用の排除
 - PIMのhistoricalな複雑さを排除
 - PIM-DM → PIM-SM → PIM-SSM/Bidir
- Reliable signaling
 - TCP
 - 既に実績のあるLDP
- Aggregate Treeのサポート

mLDPの概要

- **Receiver drivenのMultipoint Tree構築**
- **Root addressにより、Multipoint Treeを識別**
- **P2MPおよびMP2MP treeの構築をサポート**
- **Downstream on demand label allocation**
- **In-band、および out-of-bandでのFEC discovery**

MP-T (Multipoint Tree) FEC elements

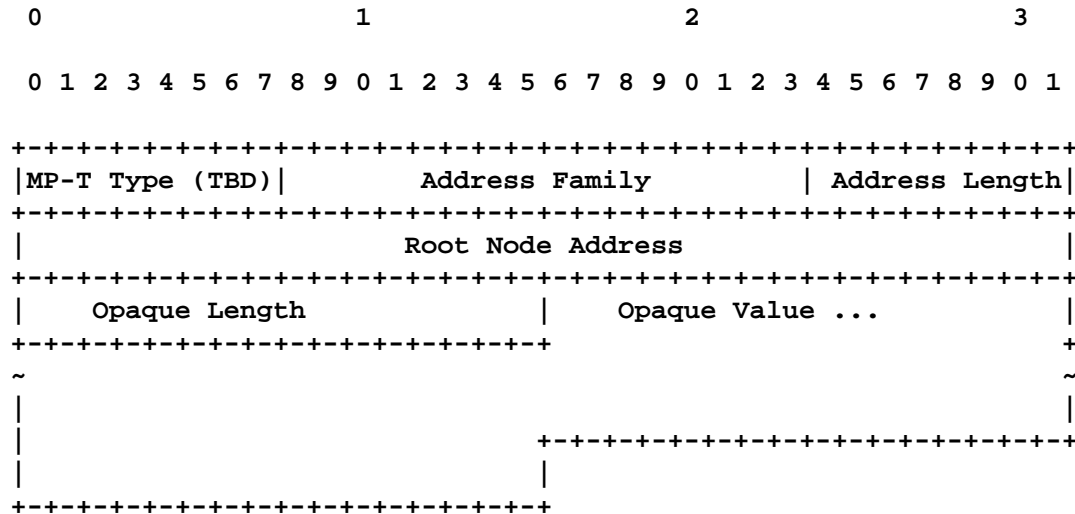
LDPによるP2MPおよびMP2MP LSP構築のため、次の3つのLDP FECを定義。

P2MP Downstream FEC

MP2MP Downstream FEC

MP2MP Upstream FEC

MP-T (Multipoint Tree) FEC elements



MP-T (Multipoint Tree) FEC elements

Root address

- Root addressは、egress routerにより選択され、MP-Tを構築するのに使用される。
- MP-T上の各ルータは、routing tableでroot addressをルックアップすることにより、nexthopを決定する。

MP-T (Multipoint Tree) FEC elements

Opaque value

- Opaque field(可変長)は、MP-Tをユニークに識別するために使用される。
- mLDP自体は、この値を解釈する必要は無い。
- 例えば、
(S,G)のようなMulticast State情報の交換に使ったり
単なるLSP識別子として使ったり

MLDP FEC operation

- **In-band signaling**を使用して

全てのegressルータは、同じアルゴリズムを使用して、それらがjoinしたい multicast groupに基づいたopaque valueを構築する。

Source, Group, RD, next-hopなど...

同じmulticast groupにjoinしたいegressルータは、同一のFECを生成する。

Ingress PEのmulticast instanceがFECを解釈し、どのmulticast groupに転送するかを決定する。

MLDP FEC operation

- **Out-of-band signaling**を使用して

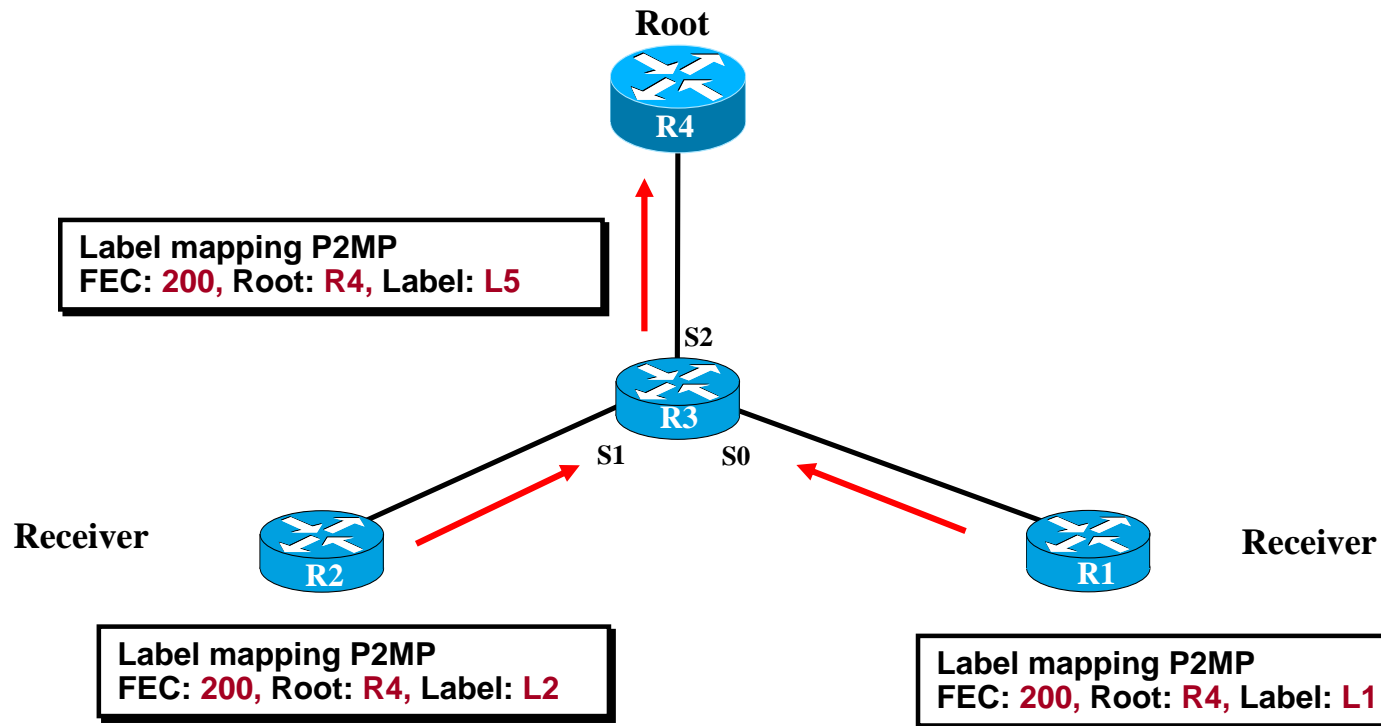
Opaque valueは、ingress root PEによりアサインされる。

Egress ルータは、Out-of-band signalingを使用して、あるMulticast groupに属するopaque valueを要求する。

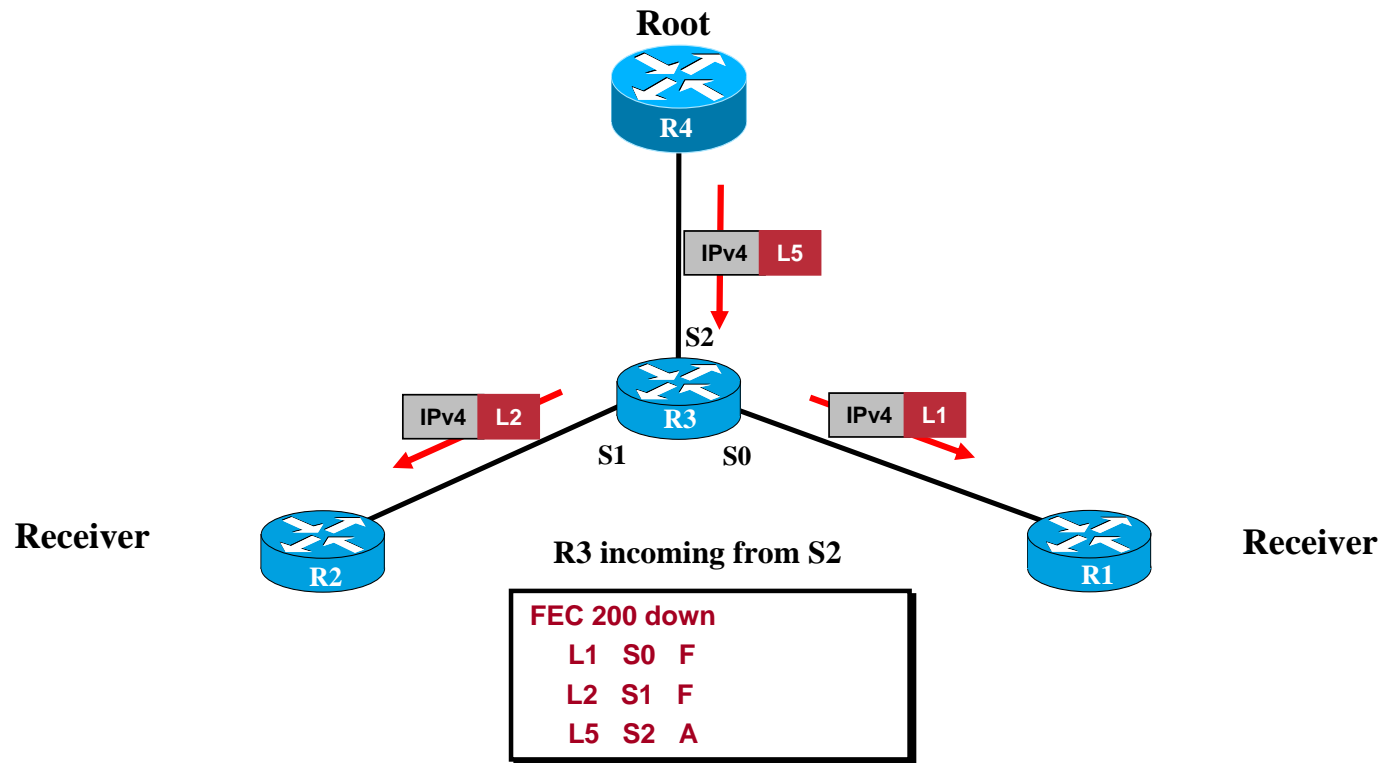
Egressルータは、そのopaque valueによりFECを生成しTreeを構築するする。

一つのMP-Tに、複数のmulticast groupをaggregationすることができる。

mLDP -P2MP 基本的動作



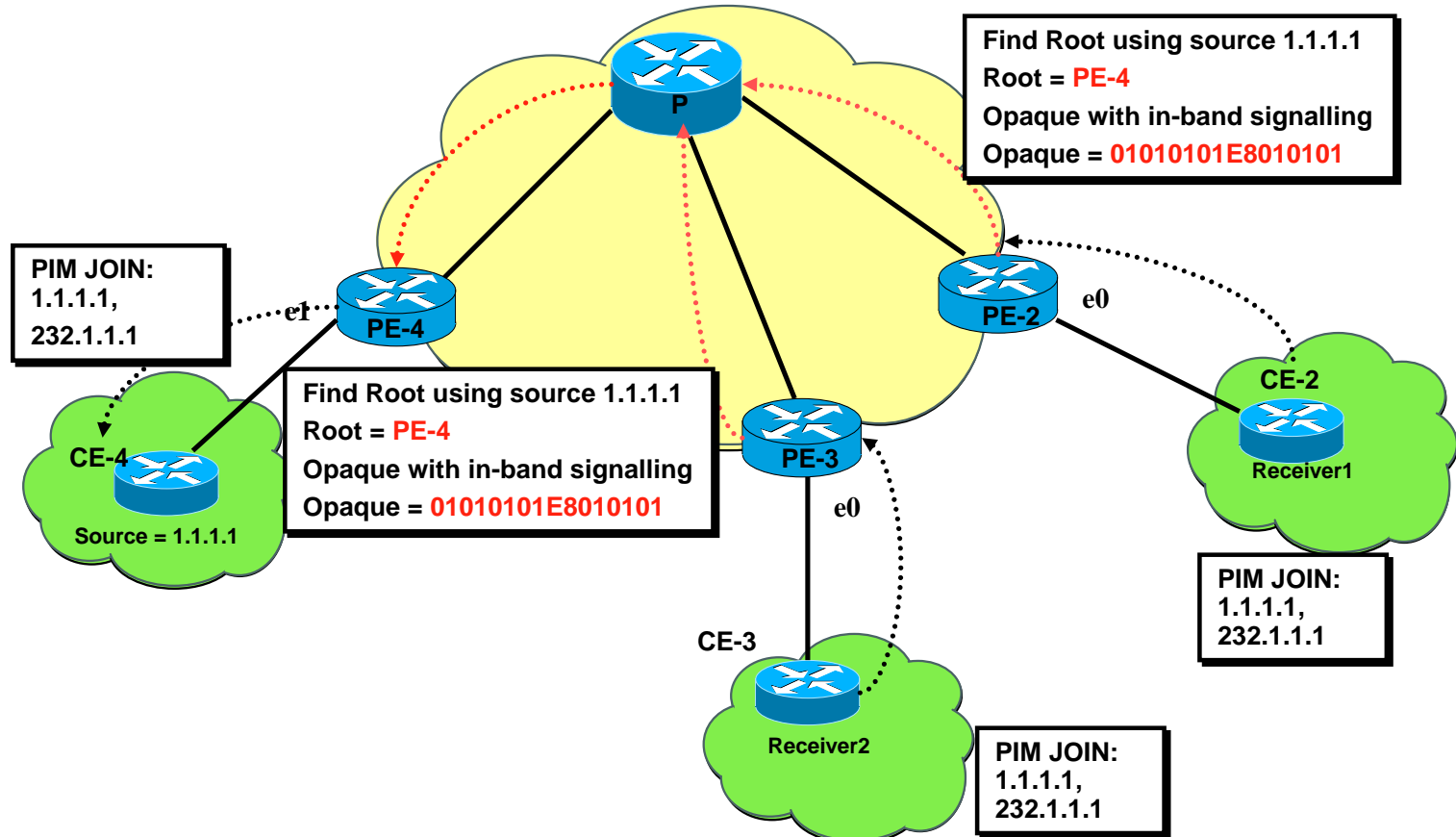
mLDP - P2MP 基本的動作



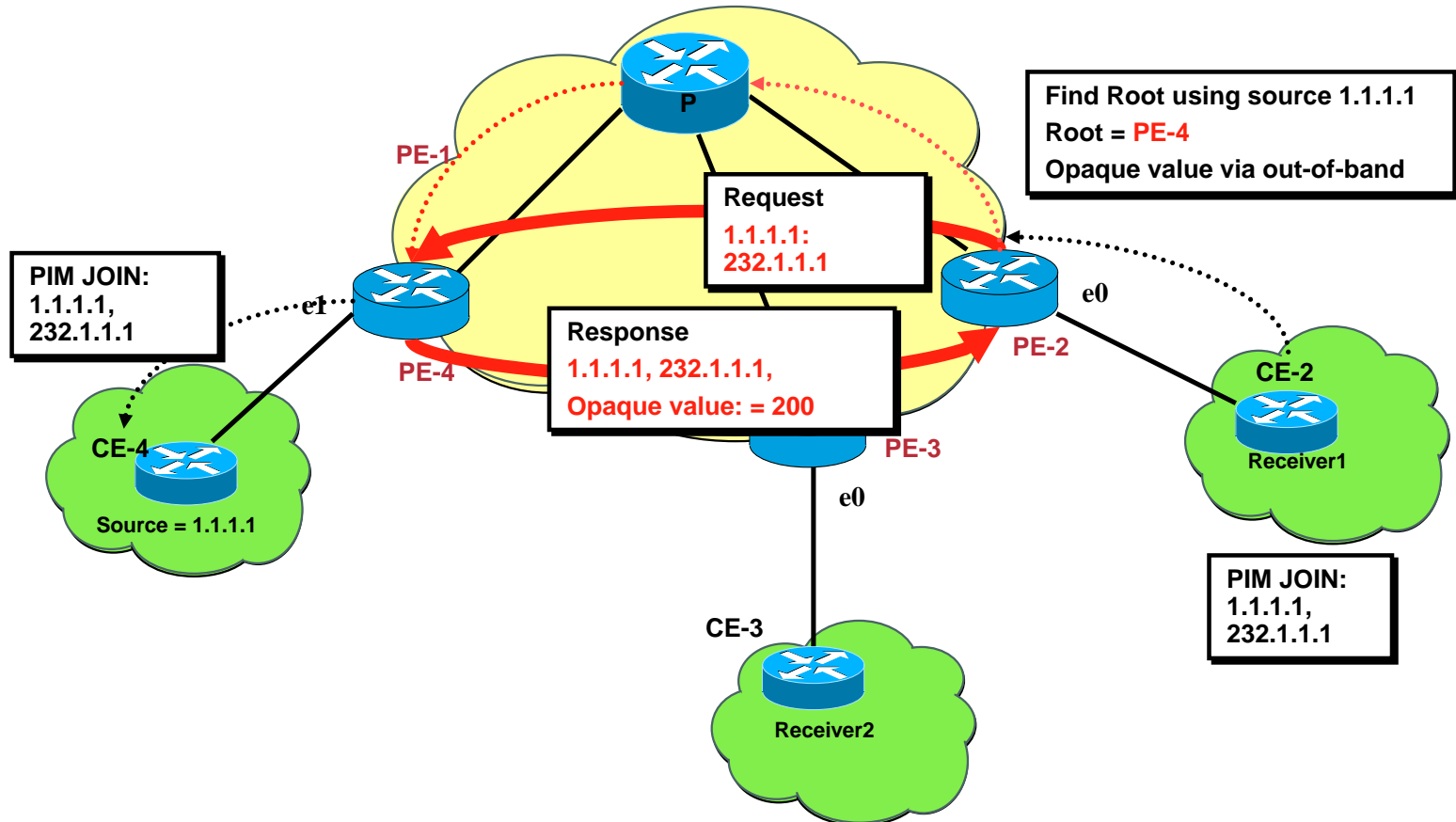
mLDP - P2MPの使用形態

- PIM SSMのTransportとして
- PIM SM Source TreeのTransportとして
- MVPNのdata-MDTとして
- 全てのone-to-many trafficに使用可能

PIM SSM Transport (in-band)



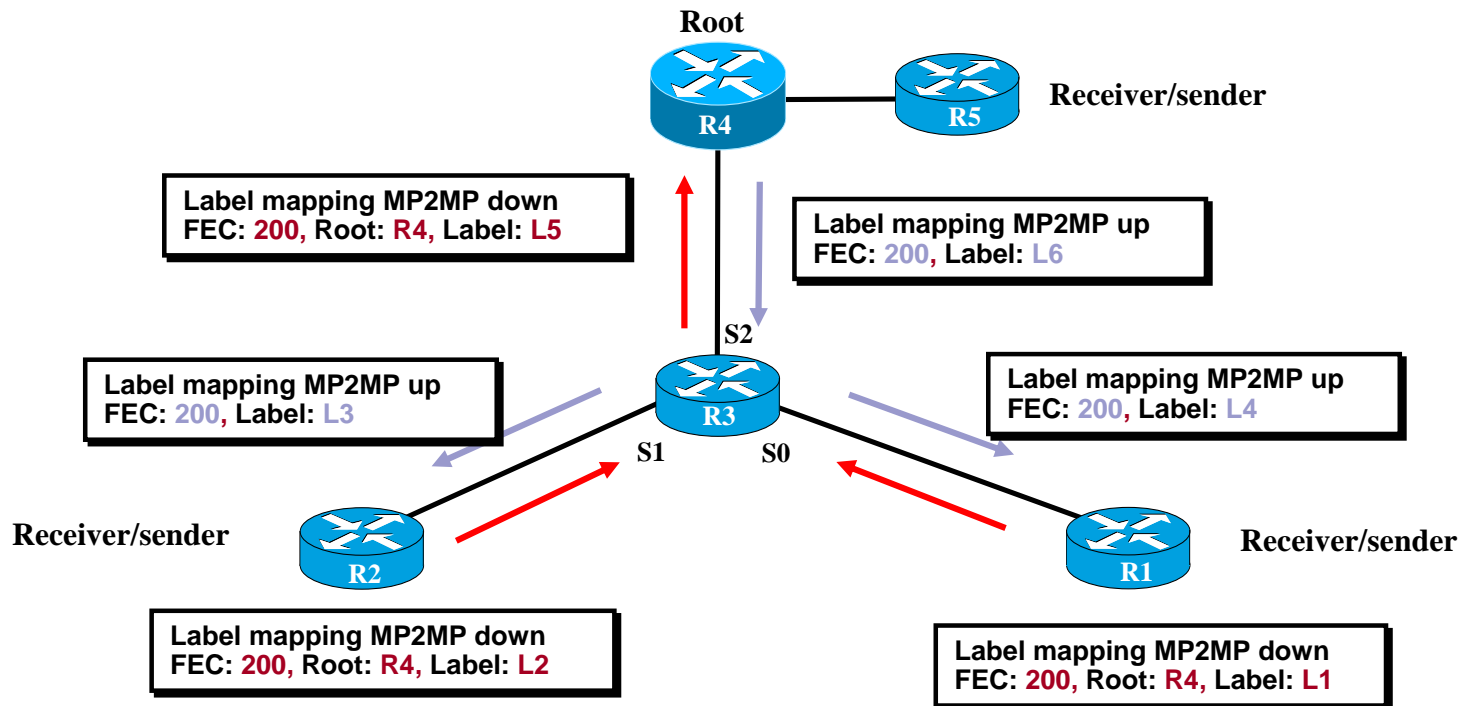
PIM SSM Transport (out-of-band)



mLDP - MP2MP 基本的動作

- **MP2MP LSP**
downstream path + upstream path
- **Downstream pathは、通常のP2MP LSP**
- **Upstream pathは、upstream routerに対するP2P LSP。但し、downstream P2MP LSPからの、downstream labelを引き継ぐ。**

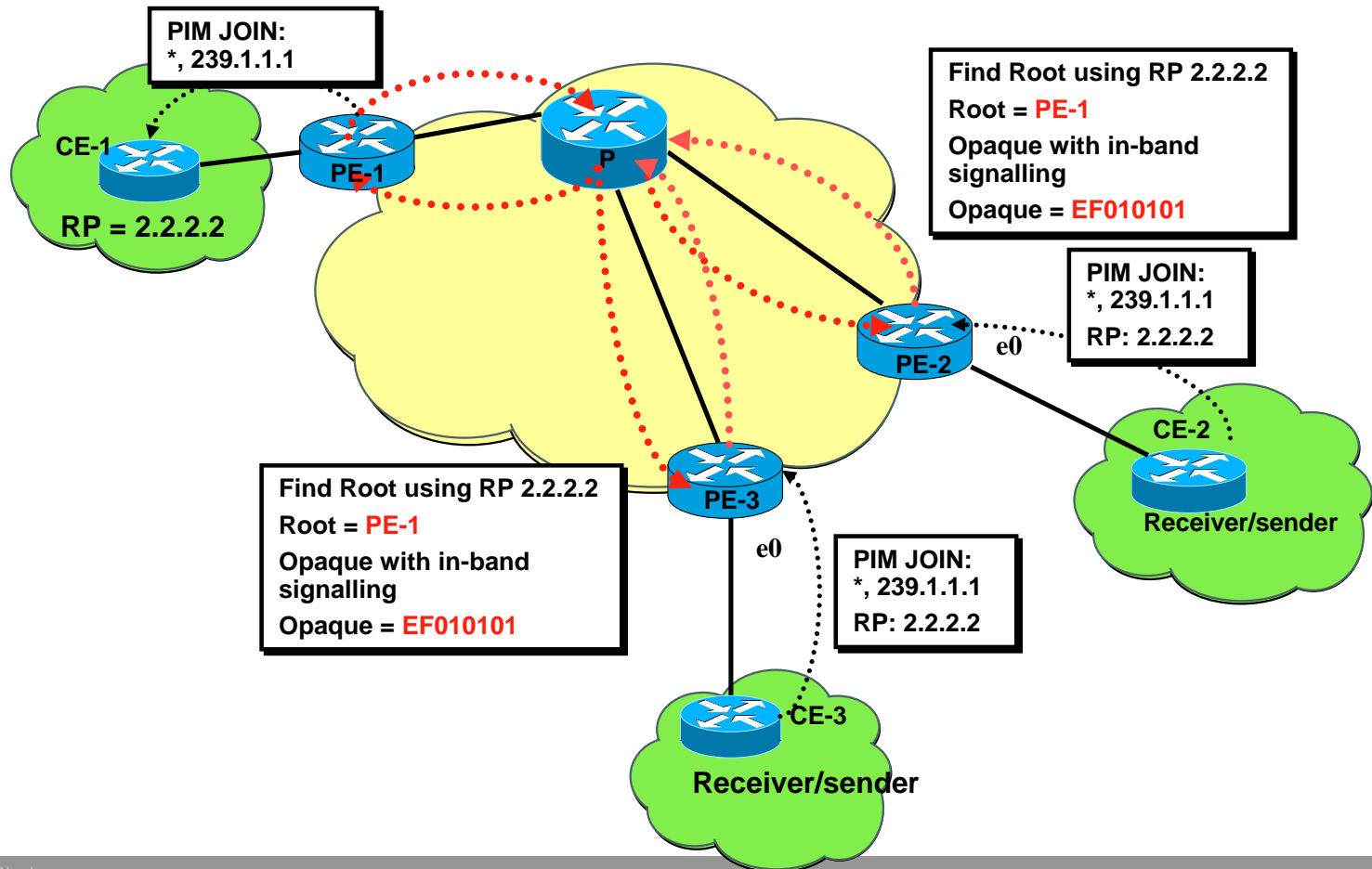
mLDP - MP2MP 基本的動作



mLDP - MP2MPの使用形態

- PIM-BidirのTransportとして
- PE間のShared Media (LAN) Emulation
- MVPNのdefault-MDTとして
- 全てのany-to-any trafficに使用可能

PIM Bidir Transport (in-band)



mLDP - PIM-SMのTransport

- PIM-SMは、2つのP2MP tree (*,G)、(S,G)を組み合わせたもの。
- (S,G) treeを持っているルータは、(*,G) treeから受けたパケットを拒否しなければならない。
- しかし、これは、multicast stateは持たず専らLabelを使用して転送を行うMPLS網には複雑。



- Ingress PEが、(*,G)を明示的にTrackingすることによって、この問題を解決する。

mLDP - PIM-SMのTransport

- Ingress PEで、out-of-band signalingにより、(*,G) treeを明示的にTrackingする。
- out-of-band signalingでPIM (S,G,R) prunesを送る。
- Egress routerが (S,G) treeに切り替わる場合は、SSMと同様単にP2MP LSPを使用する。

mLDP – まとめ

- Receiver drivenでのTree構築。
- LDP/TCPによるreliable transportとflow control。
- CoreでのPIM operationの必要なし。
- Out-of-band signalingが**必要ない**場合は (Aggregateが**必要ない**場合、等)、Inband signalingを使用可能。
- FRR (link protection) 可能

MLDPの適用領域

- Receiverのjoin/leaveが、比較的dynamicに行われる場合
- P2MP LSPの数が比較的多い場合
 - P2MP TE LSP ... $O(n)$, $n == \# \text{ leafs}$
 - mLDP LSP ... $O(n)$, $n == \# \text{ neighbors}$
- MVPN
- Multipoint Treeでの明示的Traffic Engineeringが必要無い場合

mLDP - 標準化のステータス

- **draft-minei-wijnands-mpls-ldp-p2mp-00**

Juniper

I. Minei, K.Kompella

Cisco

I. Wijnands, B. Thomas

NTT-C ☺

H. Fukuda, Y. Kamite

その他Service Provider

Level3, AT&T, France Telecom, Telenor

- **Yet another submission ?**

draft-boddapati-mpls-pim-ldp-p2mp-00