

MPLS

Multi-Protocol Label Switching

(株) 東芝
永見 健一

目次

- ラベルスイッチ技術(MPLS)の歴史
- 動作概要
 - LSP設定解放トリガ
 - ラベル配布プロトコル
 - ラベルのフォーマット
- LSRの応用分野
 - Explicit Routing, VPN, QoS/CoS
- MPLS-WGの現状

歴史

- 1995 April : colip BOF at IETF
- 1996 march : IP switch by Ipsilon
- Dec. : Tag switch BOF(IETF)開催
- 1997 march : MPLS WG(IETF)設立

LSRとは？

- LSR(Label Switching Router)はラベルスイッチ技術(MPLS)を実現するルータ
- IP転送部とラベル転送部を持ち、ラベルによる転送を行う

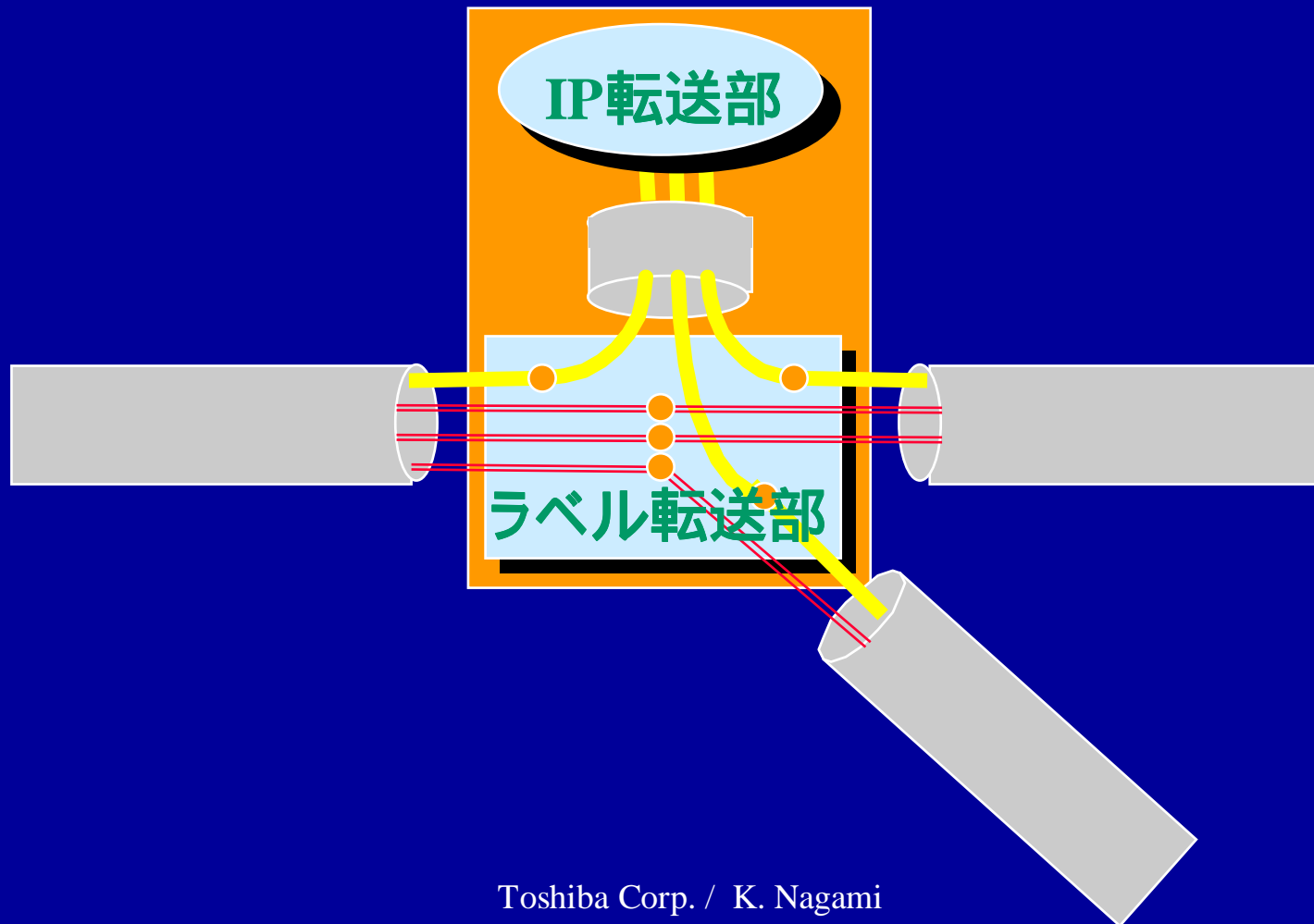
LSRの特徴(1)

- ラベル転送により従来のパケット処理をカットスルー
 - 低遅延
 - 高スループット
 - IP経路表と異なる経路を選べる
- 可変長経路情報検索 (**Best Match**) を固定長ラベル検索 (**Exact Match**) で実行

LSRの特徴(2)

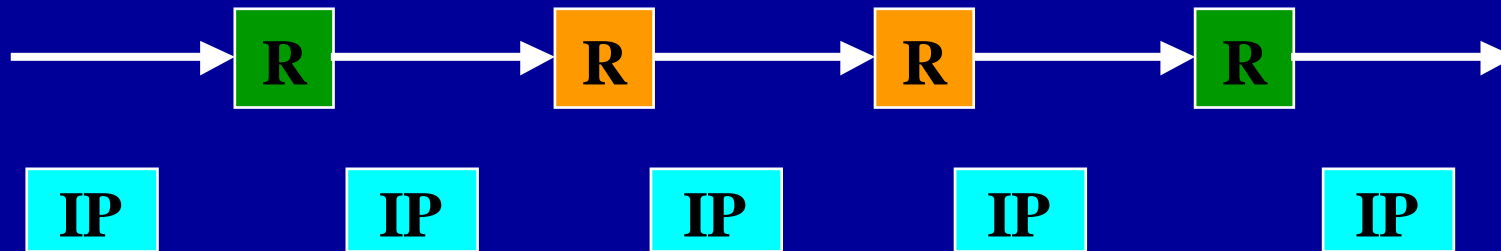
- ラベル転送部のスケジューリング機能を用いた**QoS/CoS**
- LSPのトンネル機能を用いた**VPN**
- IP経路と異なる経路を通るLSP設定による**Explicit Routing**

LSRの構成

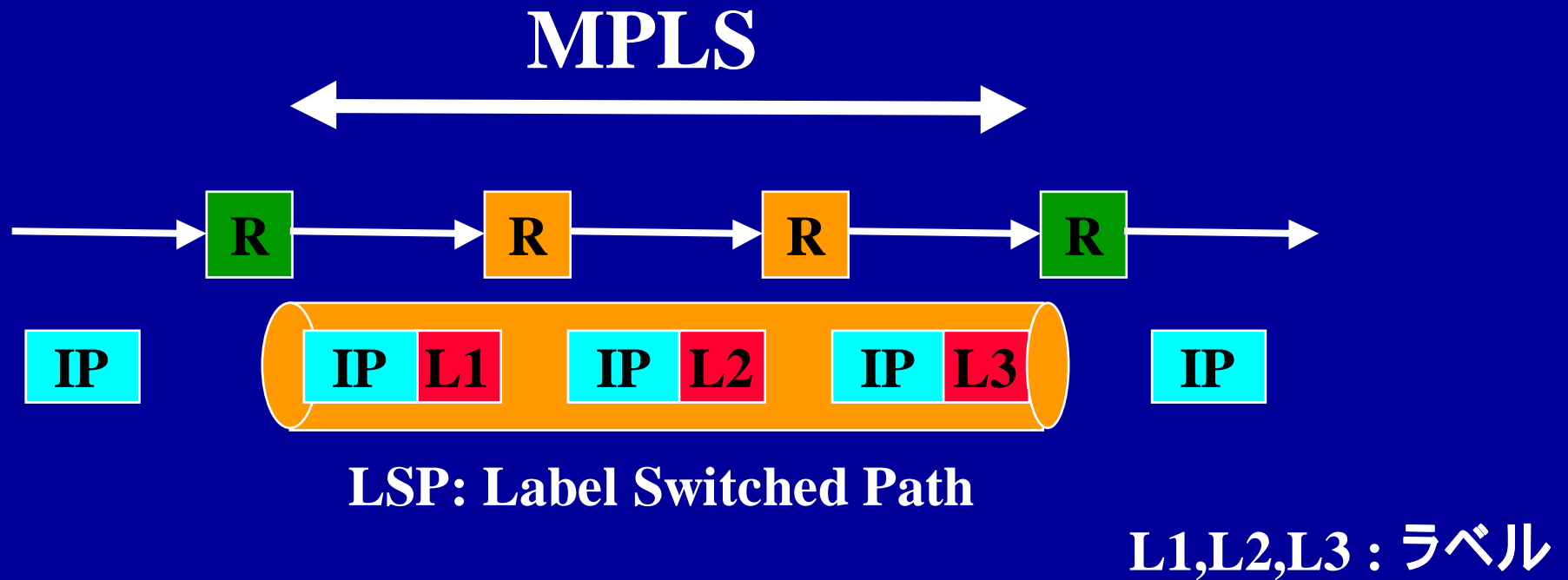


LSRのパケット転送

Hop-by-Hop転送



LSRの packets 転送



ラベルとLSPに流す packets ストリームの
対応づけが必要

LSP制御とパケット転送

- LSP制御フェーズ
 - LSP設定・解放トリガ
 - ラベル配布プロトコル(LDP)
- パケット転送フェーズ
 - ラベルの挿入

LSP制御とパケット転送

- LSP制御フェーズ
 - LSP設定・解放トリガ
 - ラベル配布プロトコル(LDP)
- パケット転送フェーズ
 - ラベルの挿入

LSPの設定・解放トリガ

- **トラヒックドリブン**
 - 特定の packets 受信により LSP を設定
 - 一定期間トラフィックがないと LSP を解放
- **トポロジードリブン**
 - 経路エントリができたときに LSP を設定
 - 経路エントリがなくなったときに LSP を解放
- **リクエストドリブン**
 - 帯域要求などにより LSP を設定・解放

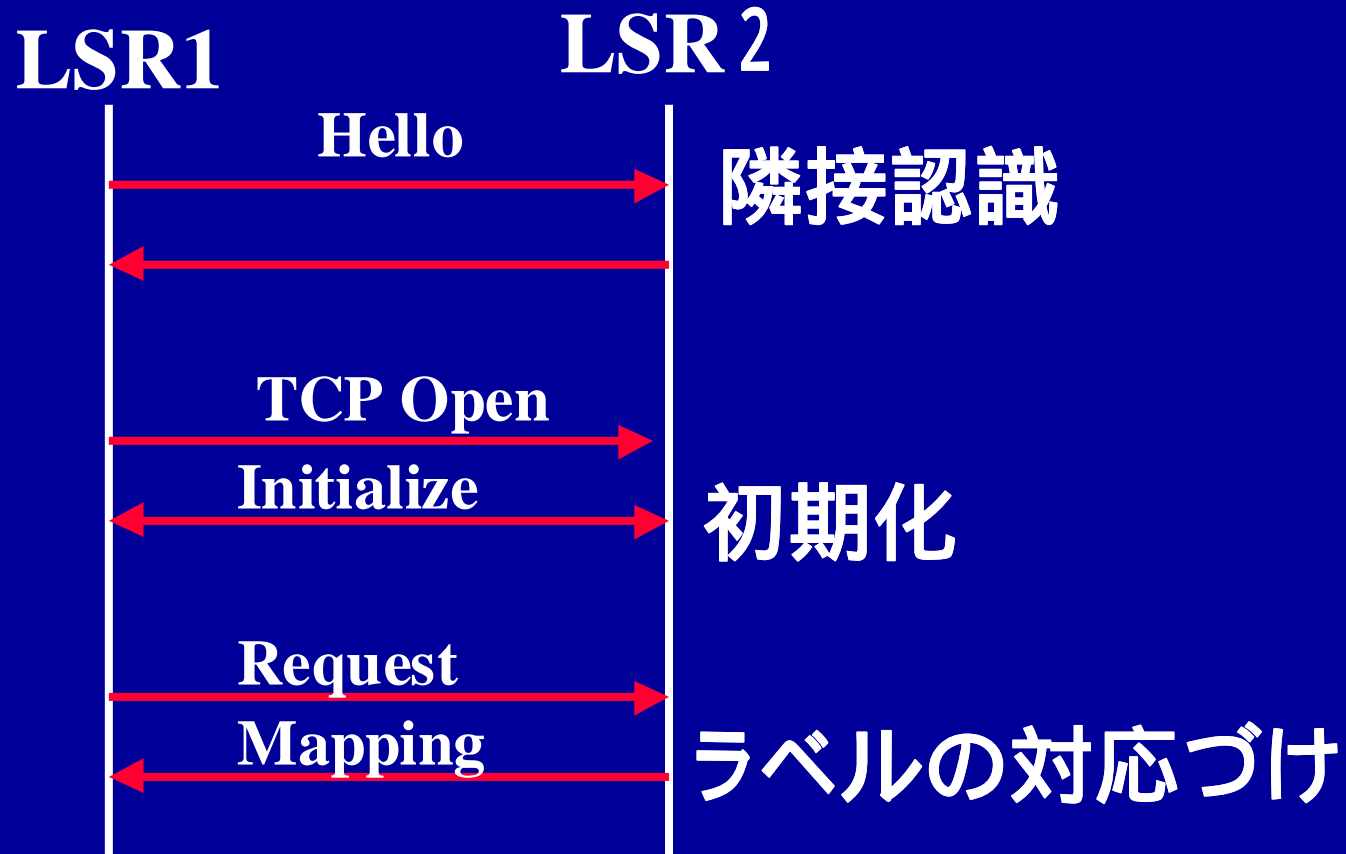
LSP制御とパケット転送

- LSP制御フェーズ
 - LSP設定・解放トリガ
 - ラベル配布プロトコル(LDP)
- パケット転送フェーズ
 - ラベルの挿入

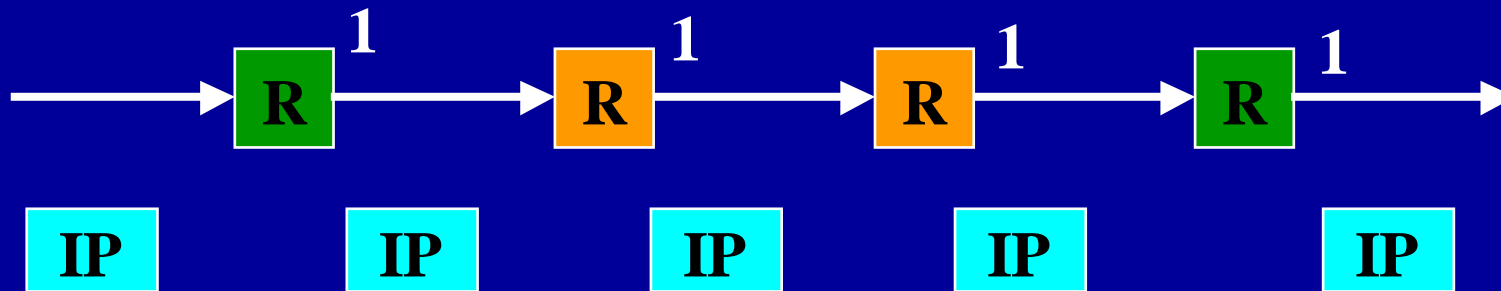
LDP(1)

- TCPでメッセージ交換するためメッセージ紛失がない
- Helloパケットによる隣接の認識
- ラベルとパケットストリーム(FEC)の対応付け・解除
 - FEC: Forwarding Equivalence Class
パケットの集合
例) 10.1.1.0/24

LDP(2)



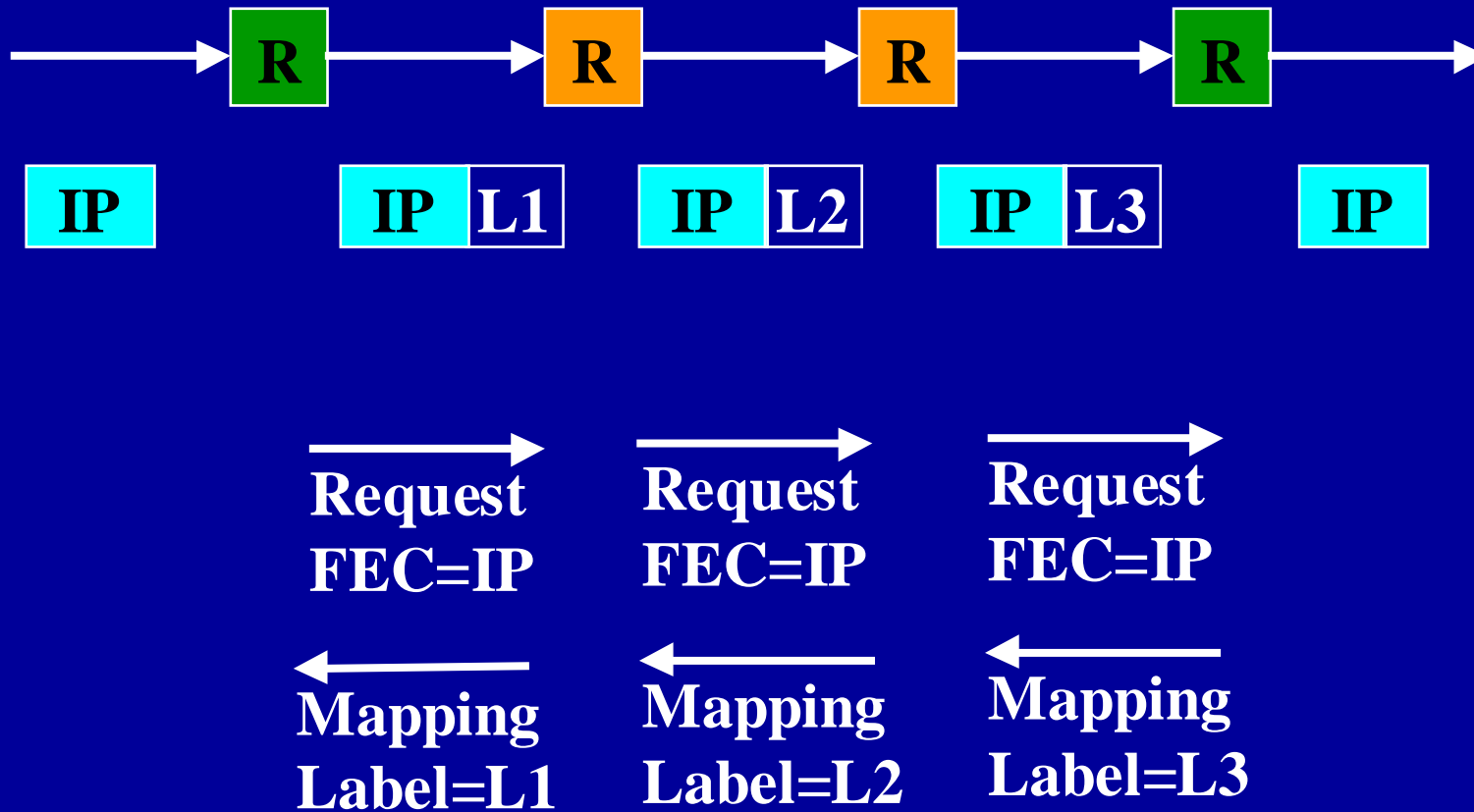
Label Mapping(0)



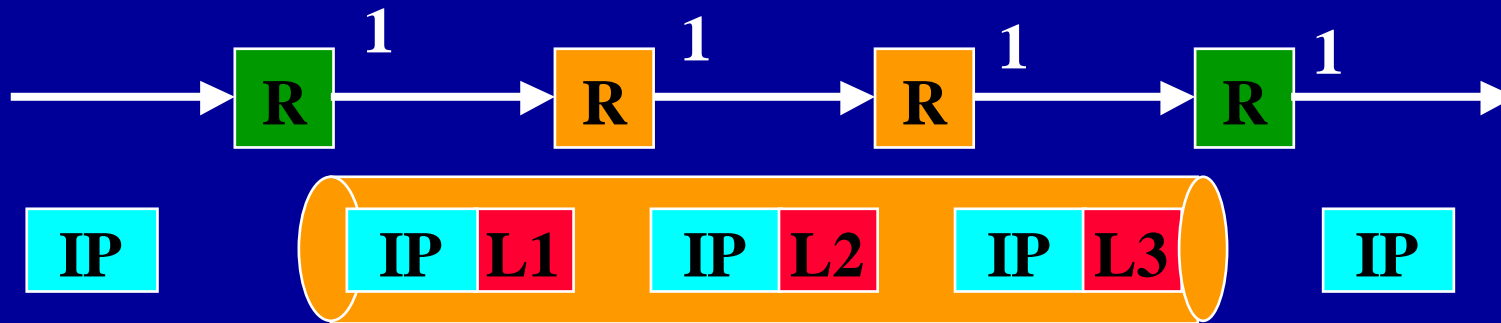
	Out		Out		Out		Out
Dst	I/F	Dst	I/F	Dst	I/F	Dst	I/F
IP	1	IP	1	IP	1	IP	1

Hop-by-Hop Forwarding

Label Mapping(1)



Label Mapping(2)



LSP: Label Switched Path

	Out Label
Dst IP	L1

In Label	Out Label	In Label	Out Label	In Label	Out Label
L1	L2	L2	L3	L3	---

LSP制御とパケット転送

- LSP制御フェーズ
 - LSP設定・解放トリガ
 - ラベル配布プロトコル(LDP)
- パケット転送フェーズ
 - ラベルの挿入

ラベル

- 一般的にデータリンク層ヘッダとネットワーク層ヘッダの間にラベル(shim/label stack)を挿入
- ATMの場合はVPI/VCIがラベル
FRの場合はDLCIがラベル
但し、shimも使用

ラベルの例(イーサネット)

Ether header	Shim (Label Stack)	IP Header + Data
--------------	-------------------------------------	------------------

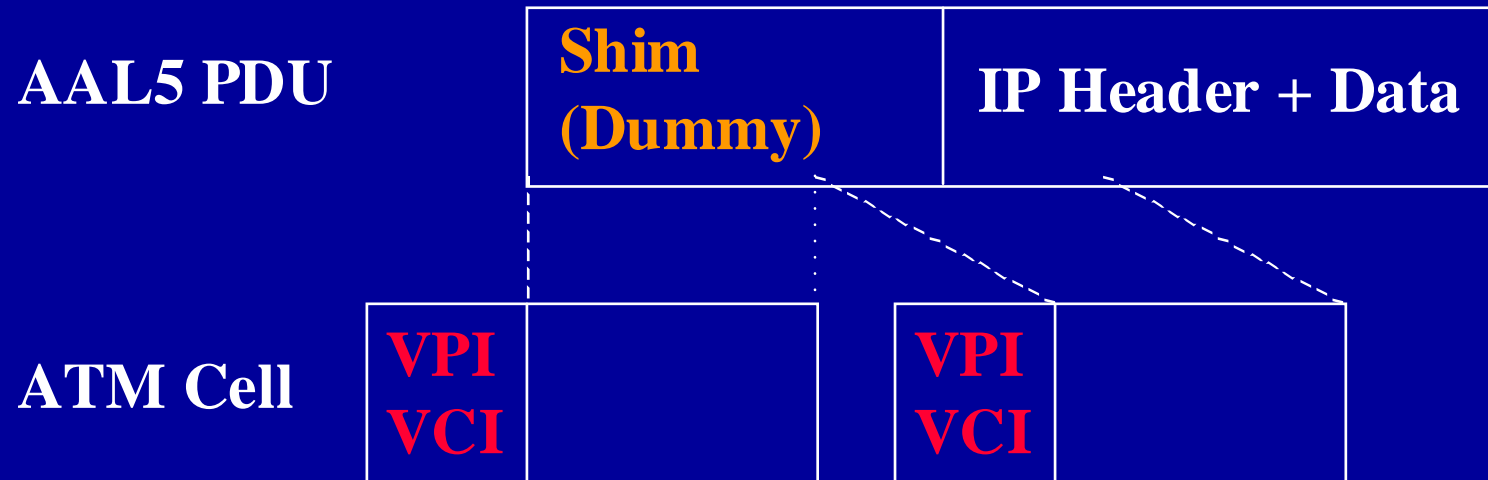
- イーサヘッドのイーサタイプ値
 - Unicast : 0x8847
 - Multicast : 0x8848
- EthernetとLLC/SNAPカプセル化も同様

ラベルの例(PPP)

PPP header	Shim (Label Stack)	IP Header + Data
------------	-------------------------------------	------------------

- PPPヘッダのinformation値
 - Unicast : 0x0281
 - Multicast : 0x0283

ラベルの例(ATM)



- VPI/VCIがラベル
- Shim headerのトップはダミー

ラベルスタックエントリ(LSE)

4bytes

Label	Exp.	S	TTL
20 bits	3bits	1bit	8bits

- ラベルスタックは4バイト
- ラベルは20ビット
- Exp.は実験用の予約フィールド
- Sビットを使って階層化可能

ラベルスタックの階層化

Datalink Layer	LSE S=0	LSE S=0	LSE S=1	Network Layer
---------------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------------

**Top
Label**

**Bottom
Label**

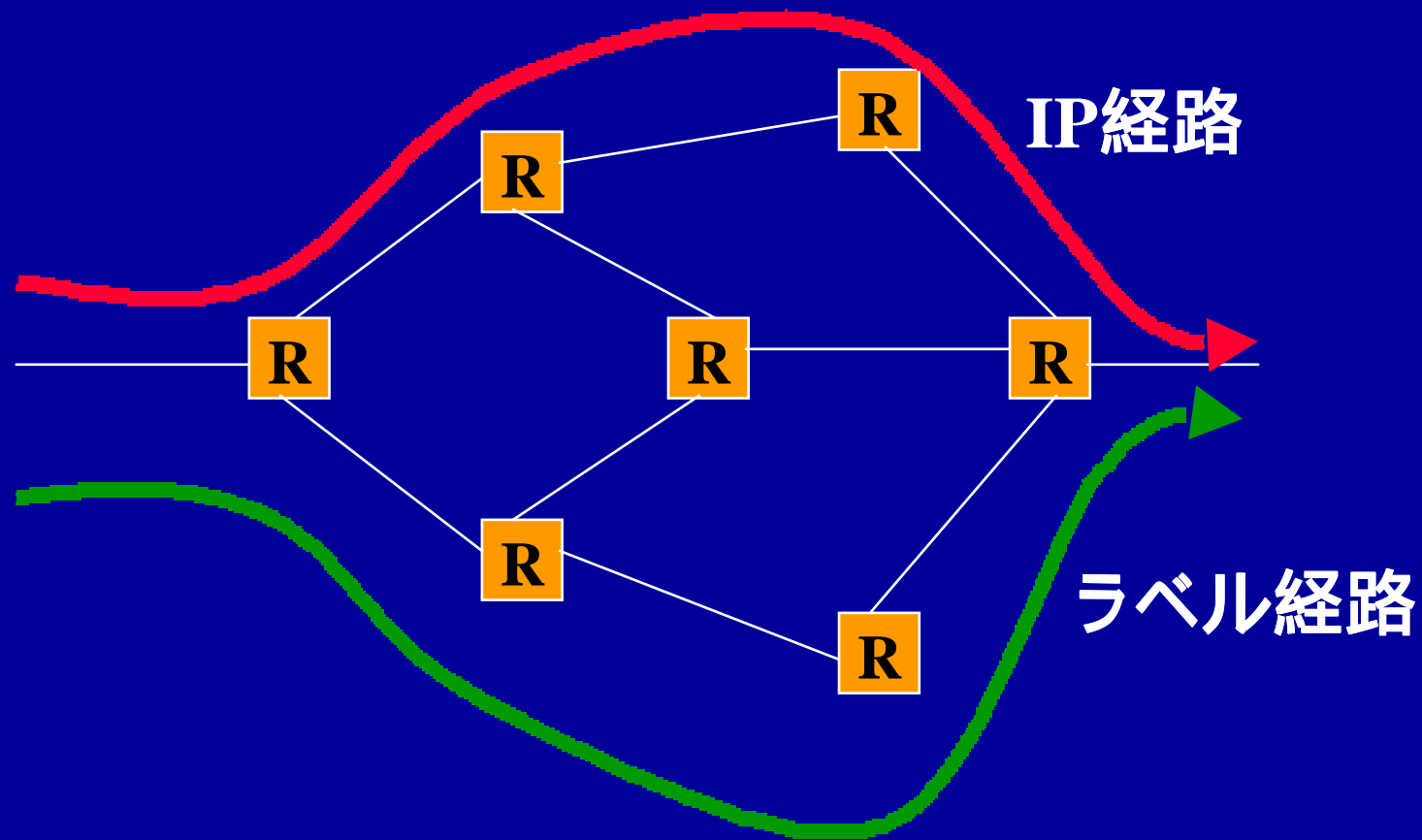
LSRの特徴

- 高速・低遅延パケット転送.....
- Explicit routing
- VPN
- QoS/CoS

Explicit Routing (1)

- IP経路情報と異なる経路にLSPを設定
 - 負荷分散
 - QoS
- 初段LSRが途中の経路を指定
- CR-LDP/RSVPの2方式が存在

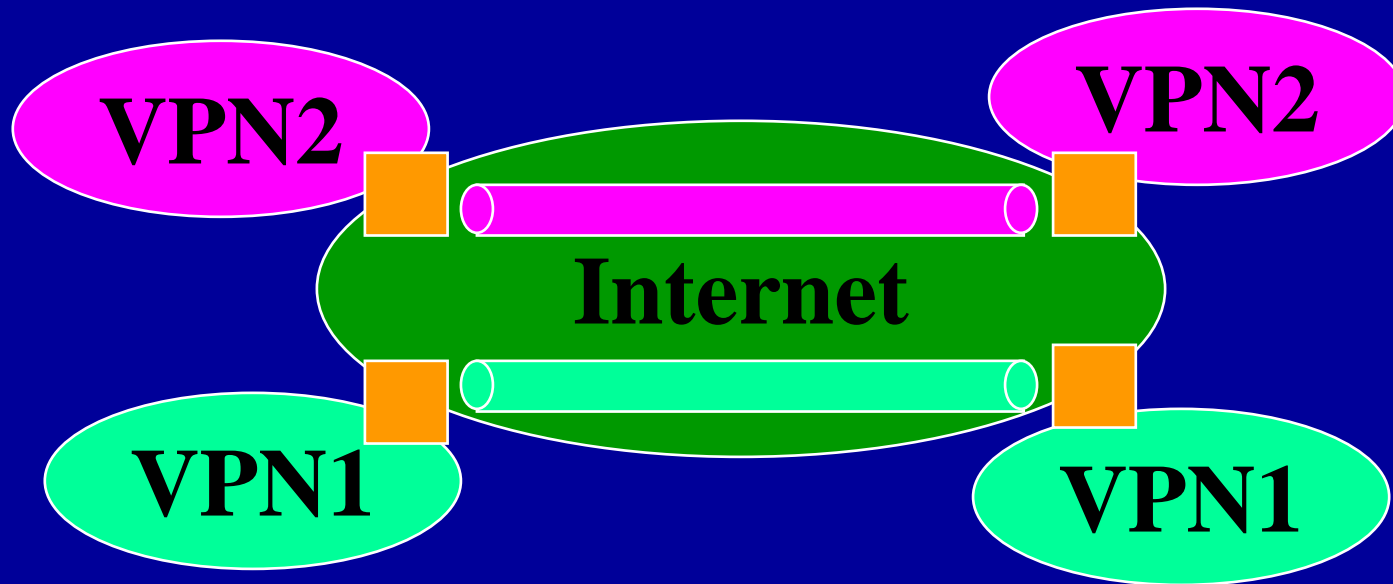
Explicit Routing (2)



VPN (1)

- LSPでプライベートアドレスのパケット等を転送
- 経路情報の交換は、ピアモデルとオーバレイモデルがある
 - ピアモデル:グローバル経路情報とプライベート経路情報の両方を1つのプロトコルで扱う
 - オーバレイモデル:プライベート経路情報は、LSPでトンネルされる

VPN (2)



QoS/CoS

- レイヤ2モジュールのスケジューラでQoS/CoSを実現
- Explicit Routingを使ってIP経路以外の経路を通ることが可能

MPLS WGの状況

- ユニキャスト基本仕様完了
 - LDP他
- トラフィックエンジニアリング基本仕様完了
 - CR-LDP
 - RSVP

MPLS WG Draft Status(1)

- **Informational RFC**
 - **Requirements for Traffic Engineering**
- **Standard RFC**
 - **None**

MPLS WG Draft Status(2)

- **RFC Editor Queue**
 - MPLS Architecture
 - MPLS Label Stack
- **In hands of IESG**
 - MPLS ATM
 - MPLS FR
 - VCID
 - GIT

MPLS WG Draft Status(3)

- **IESG Last Call**
 - **LDP**
 - **RSVP Extensions**
 - **CR-LDP**
 - **Framework (Informational)**

MPLS WG Draft Status(4)

- **Active Draft**
 - **MPLS Support of Diffserv**
 - **LDP MIB**
 - **TE MIB**
 - **LSR MIB**

MPLS WGの今後

- **LSP Recovery**
- **OAM Function**
- **Signaling improvement for TE**
- **Optical Cross Connect**