



# MPLSの応用と最新動向

---

InternetWeek 2004

日本テレコム(株)

松嶋 聡

<satoru@ft.solteria.net>

12/03/2004

InternetWeek2004 <Satoru Matsushima, Japan Telecom >



## MPLS最新動向 Agenda

---

- MPLSプロトコル関連の話題
- VPN関連の話題(L3VPN/L2VPN)
- IPv6関連の話題
- GMPLS関連の話題

12/03/2004

InternetWeek2004<Satoru Matsushima, Japan Telecom >



## MPLSプロトコル関連の話題

---

12/03/2004

InternetWeek2004 <Satoru Matsushima, Japan Telecom >



## RSVP Extension関連の話題

---

### ■ Diffserv関連

#### ■ Diffserv aware Traffic-Engineering

- RFC3564: Requirements for support of Diffserv aware MPLS TE
- draft-ietf-tewg-diff-te-proto-07.txt

### ■ Point-to-Multipoint LSP

- 1つの入口から複数の出口へ分岐することができるLSP
- draft-ietf-mpls-p2mp-requirement-04.txt

12/03/2004

InternetWeek2004<Satoru Matsushima, Japan Telecom >

## High Availability関連の話題

### ■ IETF MPLS-WGより

#### ■ Fast Reroute関連の検討状況

- 障害検出後、約50ms以内で代替パスに迂回
- draft-ietf-mpls-rsvp-lsp-fastreroute-07.txt

#### ■ Graceful Restart関連の話題

- Control PlaneのみのResetを無瞬断で行う。
- RFC3478 (Graceful Restart for LDP)
- 関連するプロトコル群
  - RFC3623 (Graceful OSPF Restart)
- draft-ietf-idr-restart-10.txt (Graceful Restart for BGP)

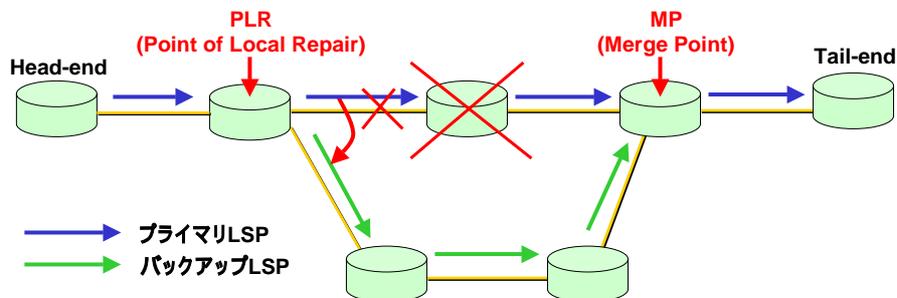
12/03/2004

InternetWeek2004<Satoru Matsushima, Japan Telecom >

## Fast Reroute

### ■ “Local Repair”と呼ばれる高速障害回復手法の1つ。

- 障害となったリンクまたはノードに隣接し、トラフィックの上流となっているノードによってLSPが高速迂回される。(数msec~数10msec)
- プライマリLSPのためのバックアップLSPが事前に設定される。
- 他にはGlobal Repair, Alternative Egress Repair, etc...



12/03/2004

InternetWeek2004<Satoru Matsushima, Japan Telecom >

## Fast Reroute

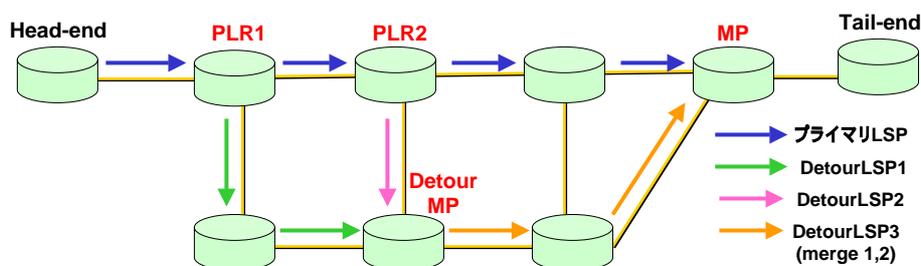
- 障害検出方法としては、
  - Layer2以下のアラーム(e.g, 光入力断やSONET/SDHアラーム)
  - IGPやRSVPのadjacency/hello断
- バックアップパス確立やトラフィック迂回にいくつか種類がある。
  - One-to-one backup
    - プライマリLSP1本毎にバックアップLSPが設定される。
  - Facility backup
    - 共通のリンクorノードを通過する複数のプライマリLSP毎に、1つのバックアップLSPが設定される。
    - Link protection (注:仕様の中のTerminologyではない)
      - 障害となったリンクを通過するLSPをバックアップLSPへ迂回する。
    - Node Protection
      - 障害となったノードを通過するLSPをバックアップLSPへ迂回する。

12/03/2004

InternetWeek2004<Satoru Matsushima, Japan Telecom >

## Fast Reroute

- One-to-one backup
  - Head-endから、  
“One-to-one backup desired”(FAST\_REROUTE Object)としてProtected LSPを要求。
  - PLRでバックアップLSP(Detour LSP)をCSPFにより計算し設定。
    - PLRよりDetour Object付きのPathにより設定される。
  - Detour LSPはマージされることがある。



12/03/2004

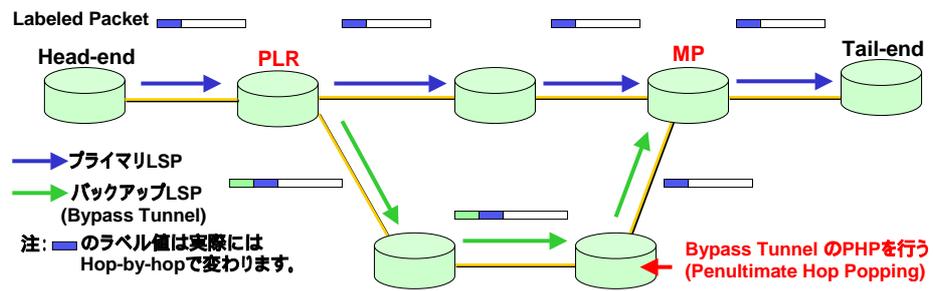
InternetWeek2004<Satoru Matsushima, Japan Telecom >



# Fast Reroute

## Facility backup

- ラベルスタック(ラベルの2段重ね)によって、1バックアップLSP(Bypass Tunnel)で複数LSPのバックアップが可能。
  - One-to-one backupでのDetour LSPはProtected LSPに1対1で対応するので、バックアップのためにラベルスタックは必要ない。
- PLRはMPにおけるプライマリLSPラベルを学習、変更後バックアップ。
  - Label recordingが必要(Resvメッセージ内RROにMPでのラベルが入る)
- MPがGlobal Label Spaceでない、個別シグナリングが必要となる。



12/03/2004

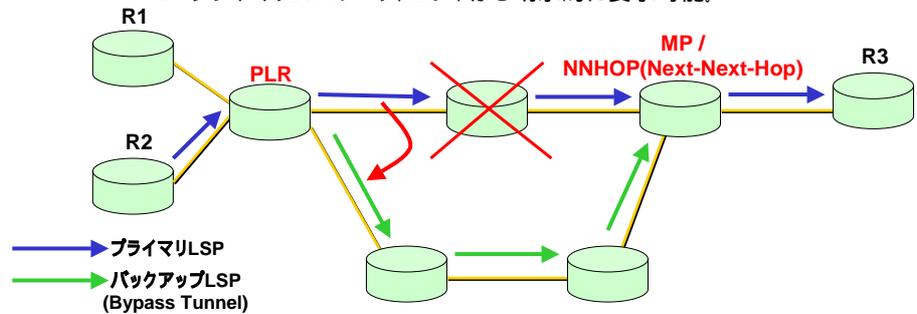
InternetWeek2004<Satoru Matsushima, Japan Telecom >



# Fast Reroute

## Facility backup (ノードプロテクション)

- 隣接下流ノードダウン時に下流隣隣接(Next-Next-HOP)へ高速切替。
  - One-to-one backupの場合は、更に下流ノードがMPとなることが可能。
- PLRからNNHOPへバックアップLSP(Bypass Tunnel)を設定。
- PLRはMPにおけるプライマリLSPラベルを学習。
- プライマリLSPのヘッドエンドから明示的に要求可能。



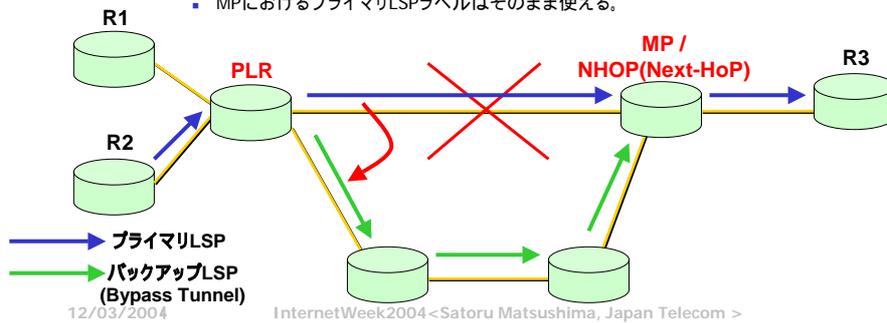
12/03/2004

InternetWeek2004<Satoru Matsushima, Japan Telecom >

# Fast Reroute

## Facility backupの種類 (リンクプロテクション)

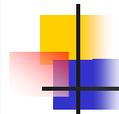
- 下流リンク切断時に隣接ノード(Next-HOP)へ高速切替。
- 仕様上、Facility backupの時のみ可能。
  - One-to-one backupは隣接ノードにDetour LSPを設定しない。
- PLRからNHOPへバックアップLSP(Bypass Tunnel)を設定。
  - ノードプロテクションと特別区別されるものではないが、NHOPへのBypass Tunnelしかなかった場合このような動作となる。
  - MPにおけるプライマリLSPラベルはそのまま使える。



# Fast Reroute 設定例(C)

```

interface Tunnel100
ip unnumbered Loopback0
tunnel destination 100.200.1.1
tunnel mode mpls traffic-eng
tunnel mpls traffic-eng path-option 1 explicit name frr
!
interface POS6/1
ip address 10.1.0.1 255.255.255.0
mpls traffic-eng tunnels
mpls traffic-eng backup-path Tunnel100
pos ais-shut
ip rsvp bandwidth 116250 116250
!
router ospf 1
mpls traffic-eng router-id Loopback0
mpls traffic-eng area 0
!
ip explicit-path name frr enable
next-address 10.1.0.2
    
```



## Fast Reroute 設定例(J)

```
interfaces {
  so-0/2/0 {
    unit 0 {
      family inet {
        address 10.0.11.1/24;
      }
      family mpls;
    }
  }
}

protocol {
  mpls {
    no-propagate-ttl;
    label-switched-path to-hoge {
      from 192.168.254.22;
      to 192.168.254.21;
      fast-reroute;
    }
  }
}
```

12/03/2004

InternetWeek2004 <Satoru Matsushima, Japan Telecom >



## VPN関連の話題 (L3VPN/L2VPN)

12/03/2004

InternetWeek2004 <Satoru Matsushima, Japan Telecom >

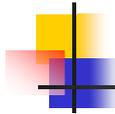


## VPN関連の話題(L3VPN)

- IETF L3VPN-WGより
  - L3VPN方式は、3つの大きな方向性
    - RFC 2547方式
    - VR方式
    - CE-Based IPsec
  - IP-VPNとしては、RFC2547を多くのベンダが実装しており徐々に相互接続も可能に。

12/03/2004

InternetWeek2004<Satoru Matsushima, Japan Telecom >



## VPN関連の話題(L2VPN)

- IETF L2VPN-WG/PWE3-WGより
  - Point-to-Point L2VPN
    - Ethernet、ATM、FR、TDM、SONET/SDHの回線エミュレーション
    - VPWS(Virtual Private Wire Services)
    - 既存の回線の完全なエミュレートはできない。
  - Ethernet Multipoint
    - VPLS(Virtual Private LAN Services)
    - 階層化VPLS
    - 非常にたくさんの方式が提案されている。

12/03/2004

InternetWeek2004<Satoru Matsushima, Japan Telecom >

## IPv6関連の話題

12/03/2004

InternetWeek2004 <Satoru Matsushima, Japan Telecom >

## IPv6関連への応用

- IPv4で作られたMPLSネットワーク上にIPv6パケットを通す方式
- IPv6パケットをラベルでカプセル化

IPv4 MPLS ドメイン



12/03/2004

InternetWeek2004<Satoru Matsushima, Japan Telecom >



## IPv6関連への応用

---

- 現在は主に2つの方式が提案されている。
  - 6PE
    - IPv4バックボーンを使ってIPv6を通す。
    - BGPでIPv6経路情報をエッジ・エッジ間で交換しレベルスタックを使ってLSP内にIPv6を通す。
  - draft-ietf-l3vpn-bgp-ipv6-03.txt
    - RFC2547bis形態によるIPv6 VPN方式
    - VRF等を使うほかは、6PEと類似

12/03/2004

InternetWeek2004 <Satoru Matsushima, Japan Telecom >



## GMPLS関連の話題

---

12/03/2004

InternetWeek2004 <Satoru Matsushima, Japan Telecom >

## Optical関連への応用

- IETF CCAMP-WGより
  - MPLS Signaling方式の一般的なノード制御方式としての発展: GMPLS (Generalized MPLS)
    - SONET/SDH, WaveLengthなどを制御
    - IPを使って伝送装置を制御する。
  - 光パス設定をMPLS Signalingを用いて行うMP( )S
  - IP網と光網のシームレスな接続を可能にし、将来のIPネットワークの最終系？

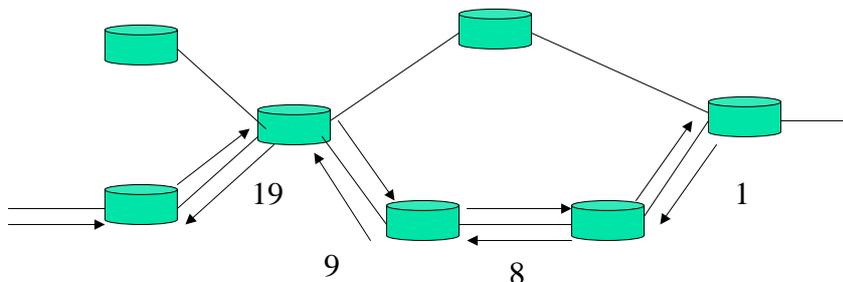
12/03/2004

InternetWeek2004<Satoru Matsushima, Japan Telecom >

## MP SのLSP

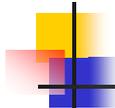
- MPL(ambda)S

LSPのセットアップ方法は同じだが、Labelをアサインするのではなく、Lambdaをアサインする。



12/03/2004

InternetWeek2004<Satoru Matsushima, Japan Telecom >



## Optical MPLS(LSP) model

- OpticalでMPLSを実装する場合に、2つのModelがある。
  - Unified Service Model  
IPのLSPを反映させてOptical網上でもLSPを確立する。
  - Domain Service Model  
Optical網以外のLSPには依存せず、Optical網独自にLSPを確立する。光の専用線サービスのイメージ

12/03/2004

InternetWeek2004<Satoru Matsushima, Japan Telecom >



## GMPLS/Optical MPLS References

- GMPLSアーキテクチャ
  - RFC3945
- MPLS Signaling For GMPLS
  - GMPLS CR-LDP Extensions (RFC3472)
  - GMPLS RSVP-TE Extensions (RFC3473)

12/03/2004

InternetWeek2004<Satoru Matsushima, Japan Telecom >



## Optical MPLS References

- **OSPF/ISIS Extensions in Support GMPLS**

- draft-ietf-ccamp-gmpls-routing-09.txt
- draft-ietf-ccamp-ospf-gmpls-extensions-12.txt
- draft-ietf-isis-gmpls-extensions-19.txt

12/03/2004

InternetWeek2004<Satoru Matsushima, Japan Telecom >



## GMPLS/Optical MPLS References

- **IETFとITU-Tの協調**

- **Signalling Protocol Work in Q.14/15**
  - G.7713.1: the Q.2931 (ATMF UNI and PNNI) signalling protocol
  - G.7713.2: GMPLS RSVP-TE signalling protocol
  - G.7713.3: GMPLS CR-LDP signalling protocol

- **その他OIF(Optical Internetworking Forums)においてもIETF GMPLSプロトコルの適用**

- UNI1.0

12/03/2004

InternetWeek2004<Satoru Matsushima, Japan Telecom >



## その他の動向

---

- マルチエリアTEの検討(IETF CCAMP-WG)
  - OSPF/ISIS等のISPで複数のAreaにまたがったTraffic Engineeringパスの確立
  - Constraintを満たすために、トポロジー情報の欠落を補完する必要
  - Opticalへの適用も念頭に置いたLSPの階層化対応
- Protection/Recoveryに関する検討
  - Protection方式(1:1, 1:N等)
  - BackupLSP

12/03/2004

InternetWeek2004 <Satoru Matsushima, Japan Telecom >



## まとめ

---

12/03/2004

InternetWeek2004 <Satoru Matsushima, Japan Telecom >



## MPLSの今後

- MPLSのLabel、LSPという考えかたを汎用的に利用し様々なサービスへの応用が行われている。また、MPLSで開発されたシグナリングプロトコルをさまざまな通信技術に当てはめて行こうという動きが活発に行われている。今後は、アプリケーションも含めた様々なレイヤでの適用も考えられ、今後のIPネットワークの基盤技術となる可能性を秘めている。

12/03/2004

InternetWeek2004<Satoru Matsushima, Japan Telecom >



## MPLS ~ 基礎、実現するサービス、そして最新動向 ~

日本テレコム(株)

松嶋聡<satoru@ft.solteria.net>

アジアネットコム(株)

石井 秀雄<hishii@agcx.net>

12/03/2004

InternetWeek2004<Satoru Matsushima, Japan Telecom >