

GMPLSを用いた 光ネットワークの障害回復

2004年11月2日

日本電気(株)

末村 剛彦

E-mail: y-suemura@bp.jp.nec.com

本研究の一部は、情報通信研究機構(NICT)の委託研究
「テラビット級スーパーネットワークの研究開発」プロジェクトの成果です。

光ネットワークでの障害回復の課題

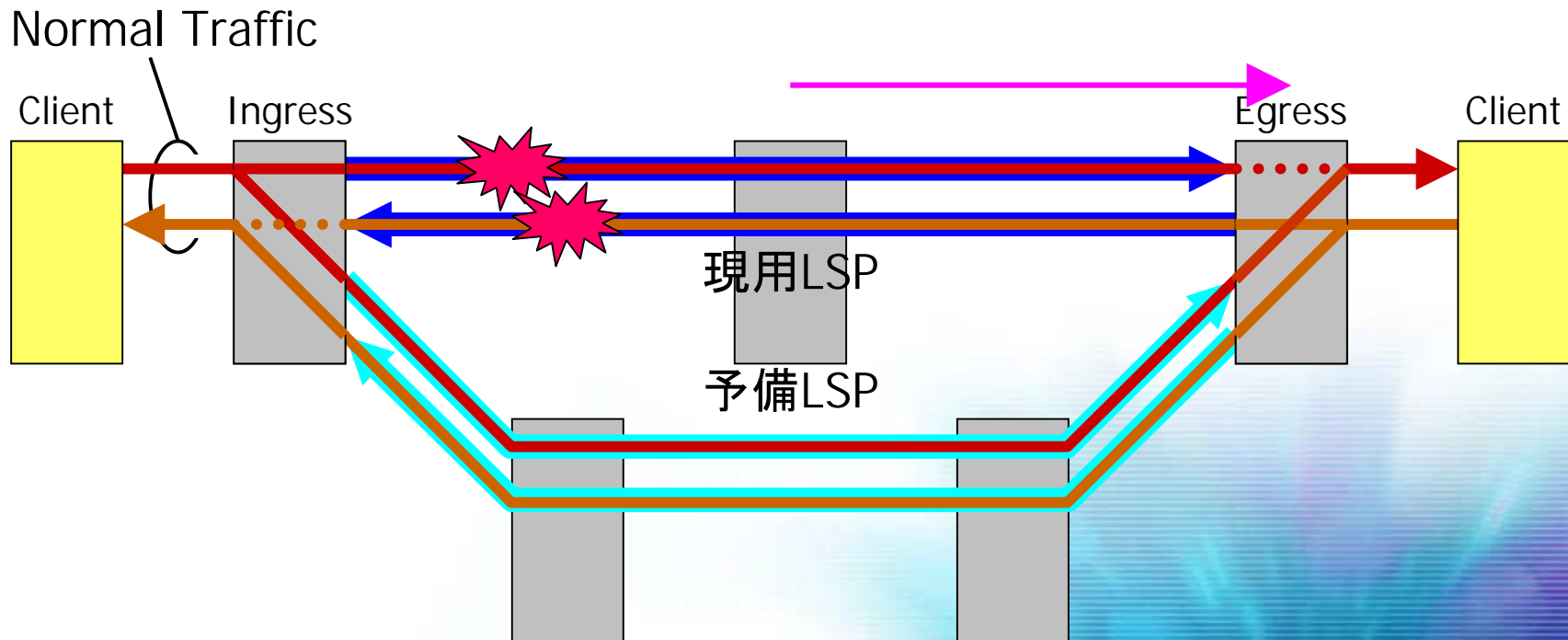
- Class of Service (CoS)の実現
 - サービスにより、要求されるCoS(障害回復時間等)は大きく異なる
 - CoSとリソース利用効率はトレードオフ
 - 全てのサービスに最も高いCoSを適用するのはリソースの無駄
- 障害検出／通知
 - 障害検出／通知方式はレイヤ／ベンダに依存する
 - 相互接続の障壁
 - 誤検出防止
- スケーラビリティ
 - 1箇所 optical fiber切断が、数万のパス障害をまねく
(例) OC-192 (10Gb/s) × 160波長の optical fiberが切れると
最大30720本の STS-1パスが障害となる

IETFにおける標準化状況

- End-to-endパス障害回復のシグナリング仕様を策定中 (draft-ietf-ccamp-gmpls-recovery-e2e-signaling-01)
 - 障害が発生したパスをEnd-to-endで迂回
 - パス毎に障害回復タイプを使い分けられる
→CoSとリソース利用効率を両立
 - 迂回時に障害位置の特定が不要(光スイッチ使用時に有利)
 - ノード障害を迂回可能(端点を除く)
 - ただし、障害回復時間はlocalに迂回する場合より長い
 - 4つの障害回復タイプを規定
 - 1+1 Protection
 - 1:1 Protection
 - 1:1/Shared-Mesh Restoration (Rerouting)
 - Full Restoration (Rerouting)
 - NECは実装/実験から得られた知見を標準化にフィードバックする活動を2002年より実施

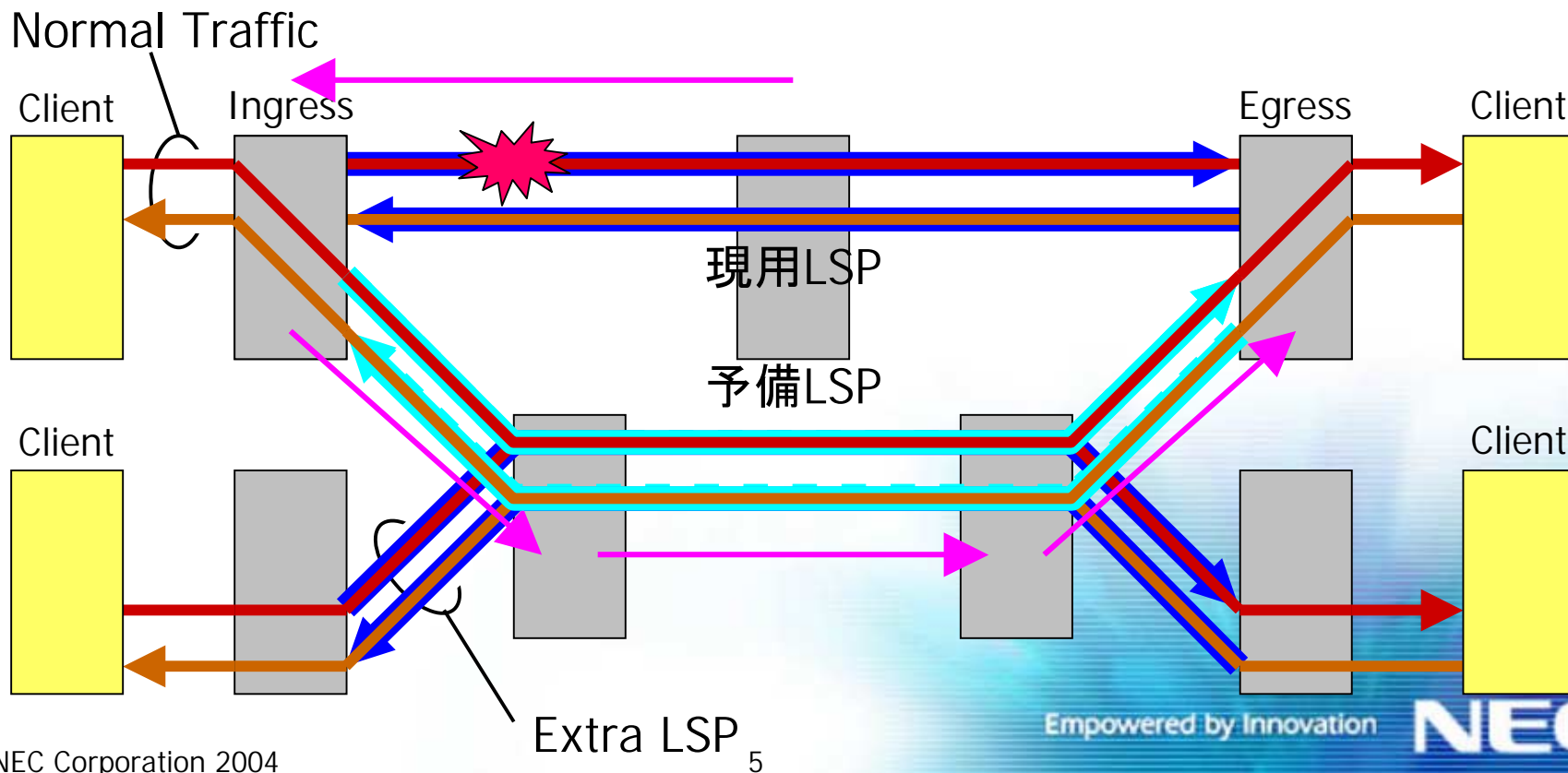
Uni-directional 1 + 1 Protection

- 現用LSPと予備LSPの両方を予め設定
- 現用LSPと予備LSPの両方にNormal Trafficを流す
→ Extra Trafficは流せない
- Switchover/Reversionは片方向ずつ独立
- Switchoverにシグナリング不要(受信端でlocalに切替)



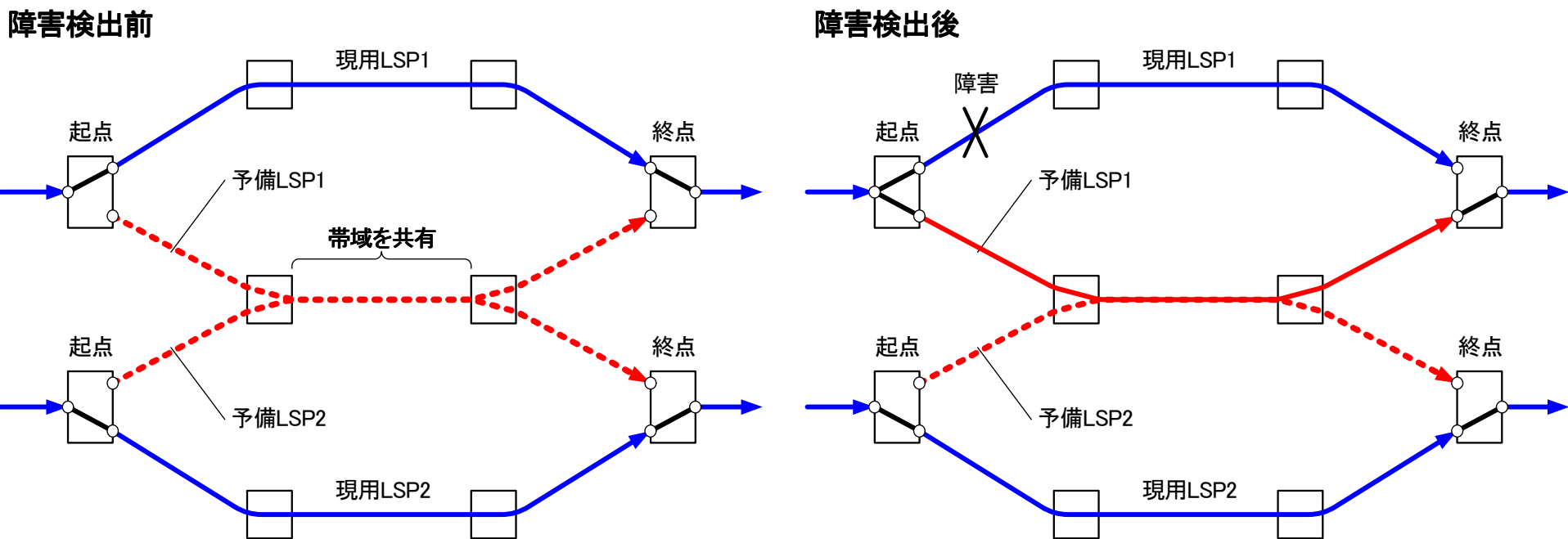
1:1 Restoration

- 現用LSPのみ設定し、予備LSPは帯域を予約するのみ
(スイッチは設定しない)
 - 現用LSPの障害後、予備LSP上のスイッチを設定するシグナリングが必要
 - 平常時は、予備LSPの帯域をExtra LSP*に使用可能
- *Photonic Internet Lab. (PIL)からdraft-pil-ccamp-extra-lsp-00で提案



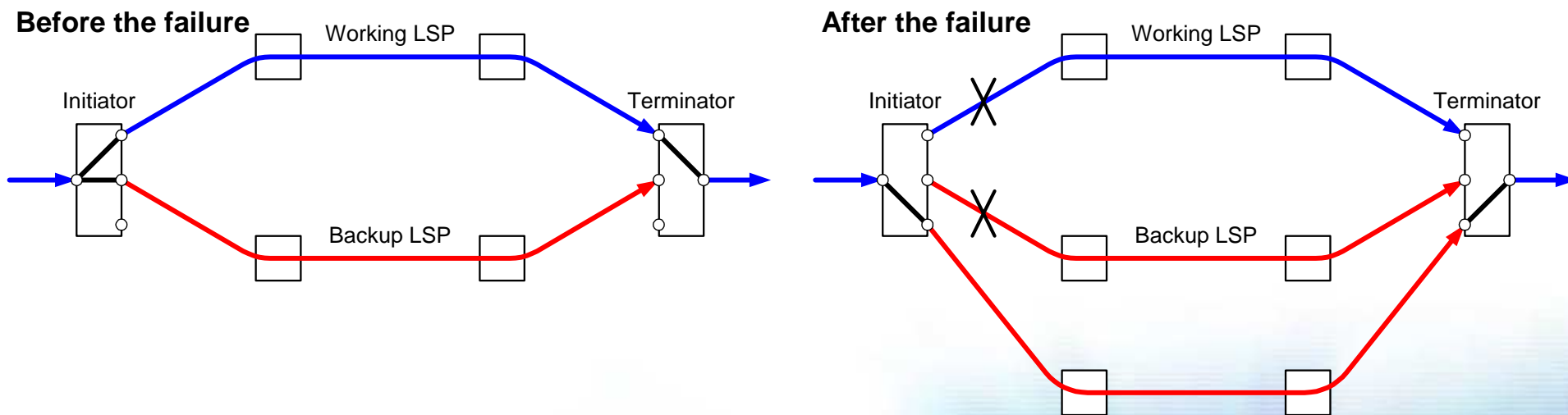
Shared Mesh Restoration

- 1:1 Restorationに包含される
- 現用パス同士がdisjointな(資源を共有しない)場合、予備パス同士が帯域を共有できる
- 現用LSP1と現用LSP2の同時障害は回復できない



Full Restoration

- 障害検出後に起点ノードが障害を迂回する経路を計算し、パスを再設定する
- 下図は、Preplannedの補助として用いた場合



Class of Serviceの実現例

CoS	回復時間	多重障害	所要帯域	障害回復タイプ
Platinum	< 50 ms	○	×	1+1 Pro.
Gold	< 200 ms	○	△	1:1 Res.
Silver	< 200 ms	×	○	Shared Res.
Bronze	回復しない	×	◎	Unprotected

- パス毎に障害回復タイプを使い分けることによりマルチCoSをサポート
- 低いCoSには帯域利用効率の高い障害回復タイプを適用



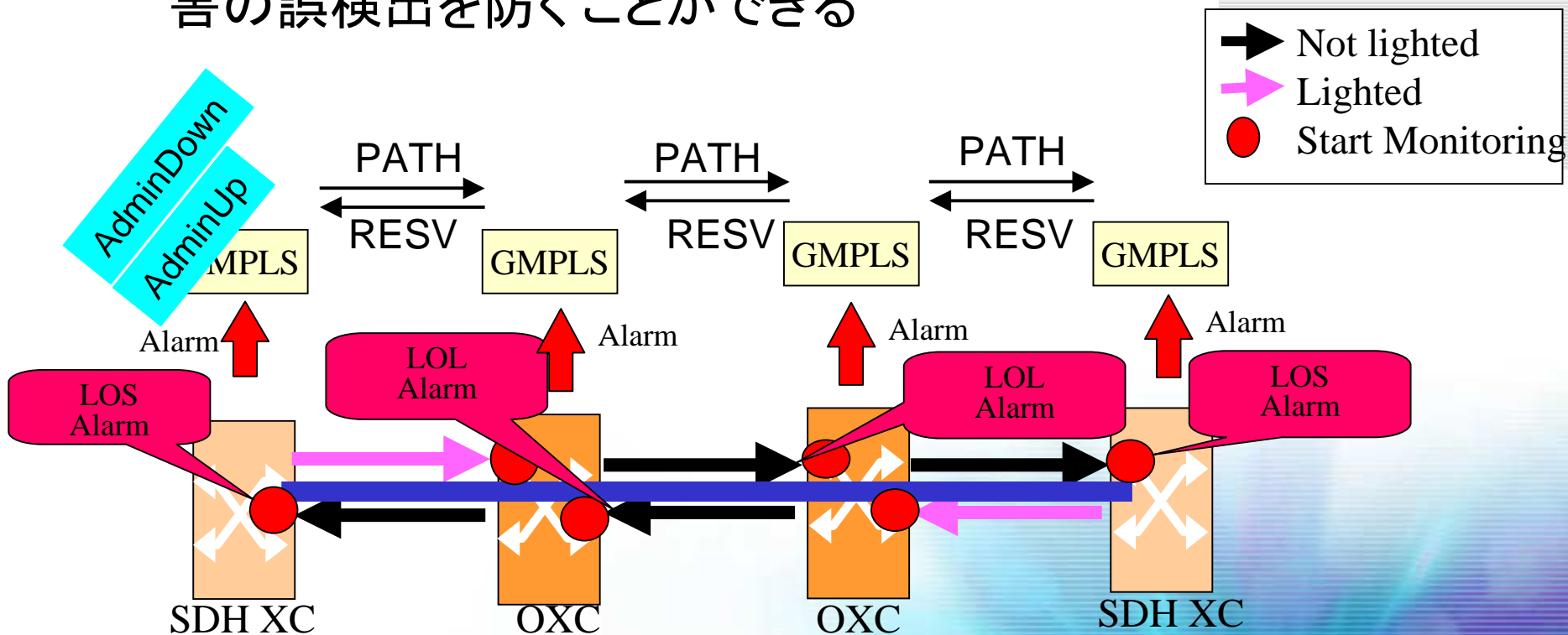
ネットワーク全体での帯域利用効率を改善

障害検出／通知

- GMPLSでは特に規定しない(スコープ外)
- 障害検出
 - D-planeの機能を用いる
 - 光スイッチの場合: Loss of Signal
 - SDH: Bit Interleaved Parity
- 障害通知
 - C-planeの機能を用いる →汎用性高い
 - RSVP-TEのNotify
 - D-planeの機能を用いる →高速
 - 光スイッチのLoss of Signal
 - SDH AIS
- 相互接続には、障害検出／通知も含めた仕様整合が必要

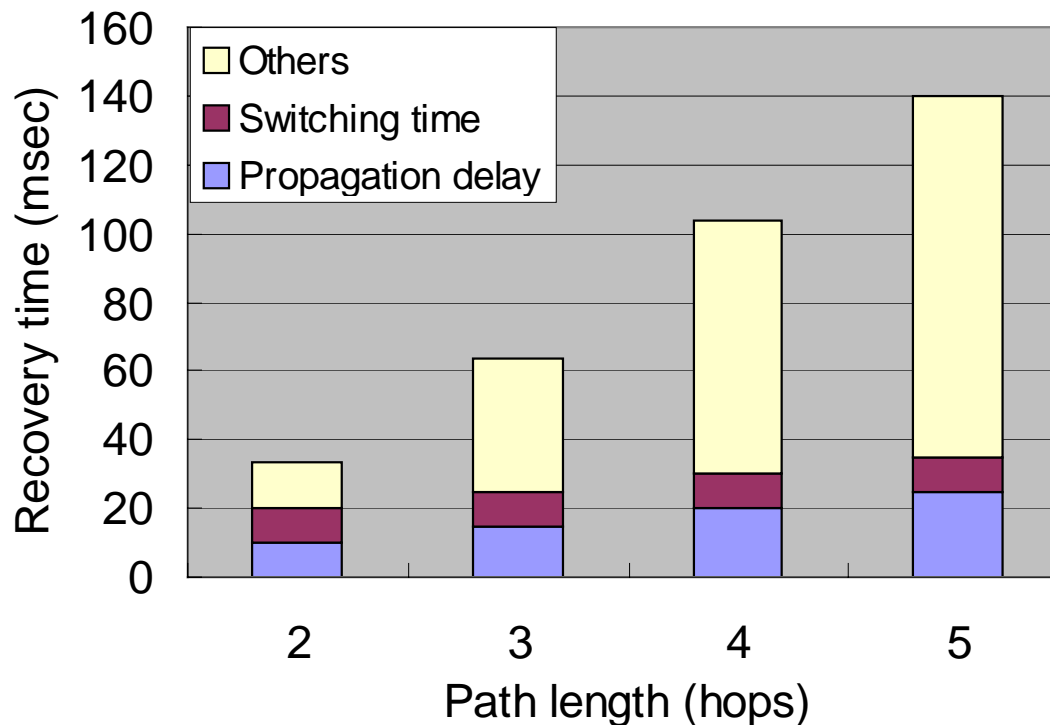
障害の誤検出防止

- パスの設定が完了しないうちに障害モニタリングを開始すると、障害を誤検出する可能性がある
- AdminStatusを用いたシグナリングシーケンスにより、障害の誤検出を防ぐことができる



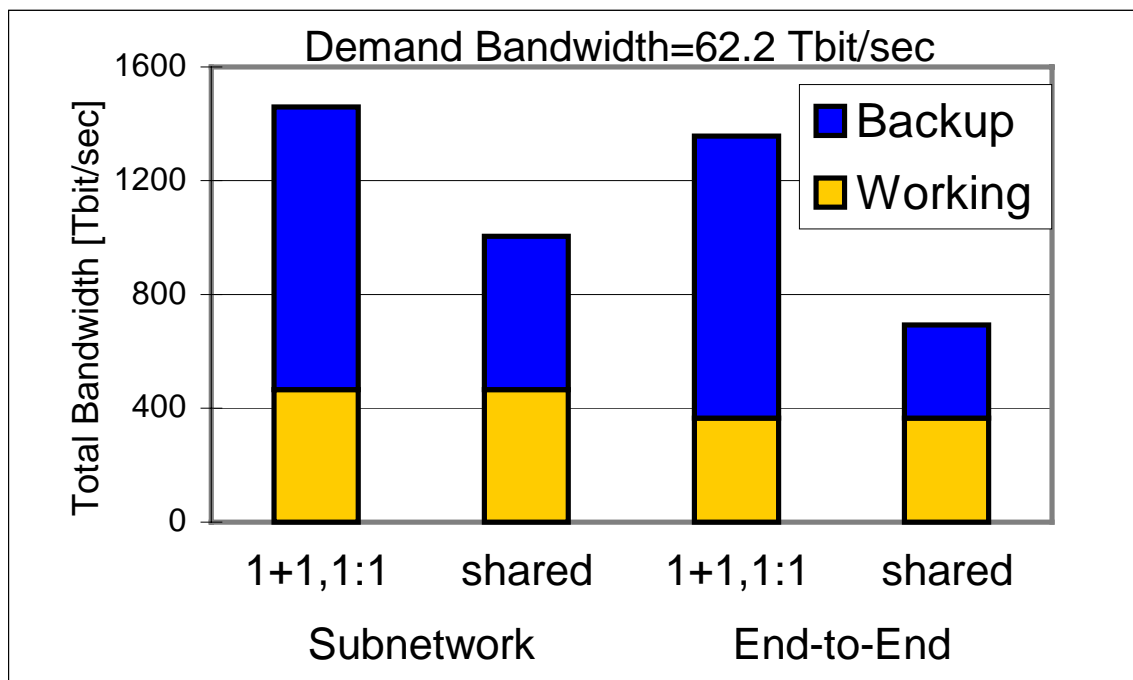
実験結果：障害回復時間

- 1+1 Protection: 11 msec
- 1:1/Shared Restoration: 予備パス長に比例(下図)
 - スイッチング時間: 10 msec
 - ノード間距離: 500 km
 - 障害検出、通知時間を含まない



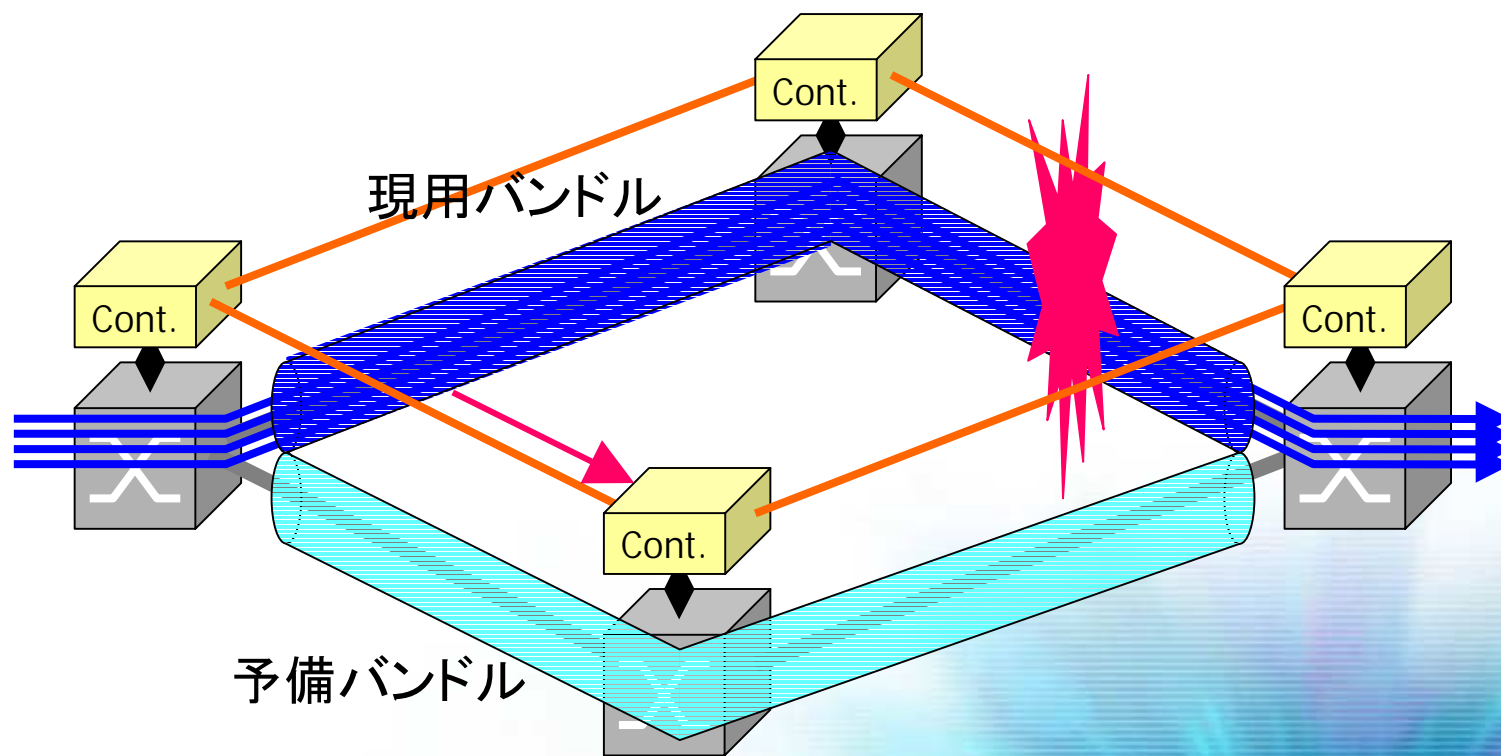
実験結果：所要帯域

- Shared Meshでは、1+1/1:1より所要帯域を30～50%削減可能



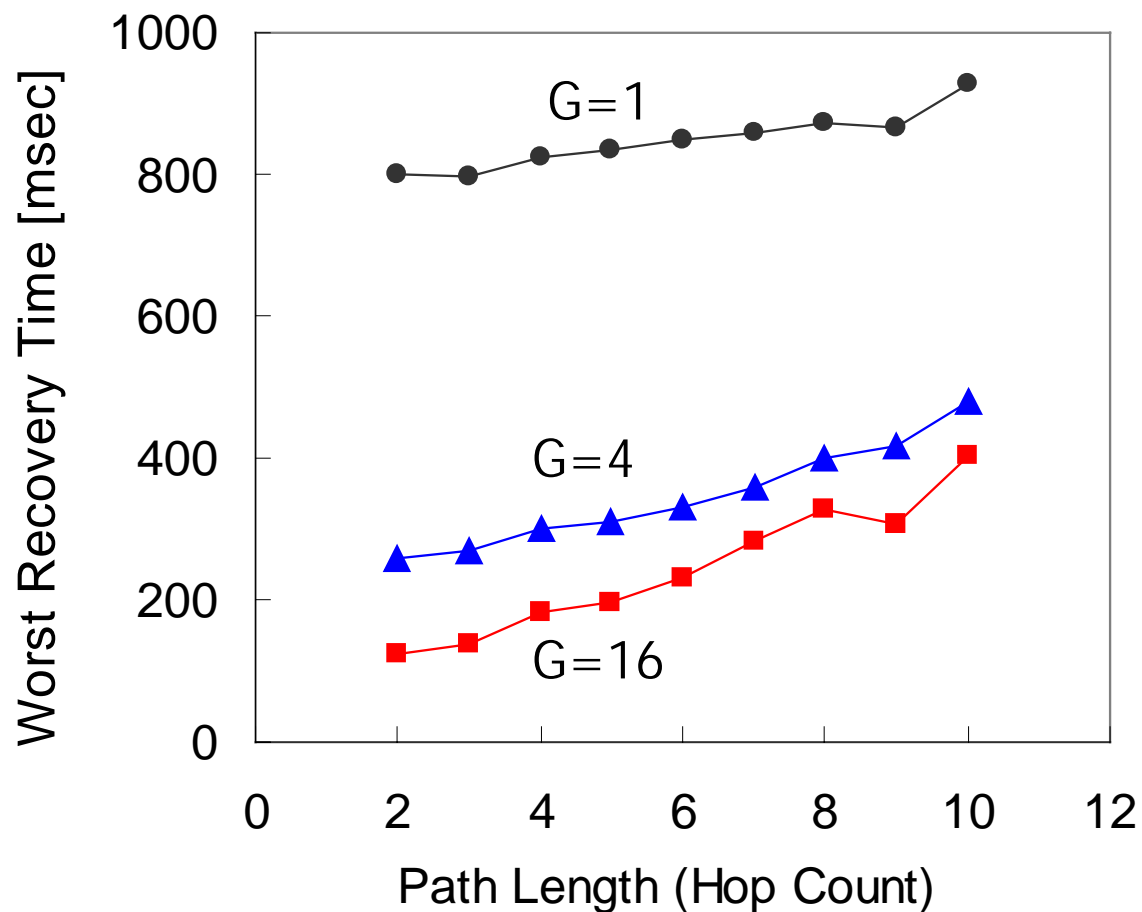
バンドリングによるスケーラビリティ改善

- 複数のパスを束ねた"バンドル"を設定
- バンドル単位で障害回復
→ シグナリングの輻輳緩和により障害回復のスケーラビリティを改善



バンドリングによる高速化

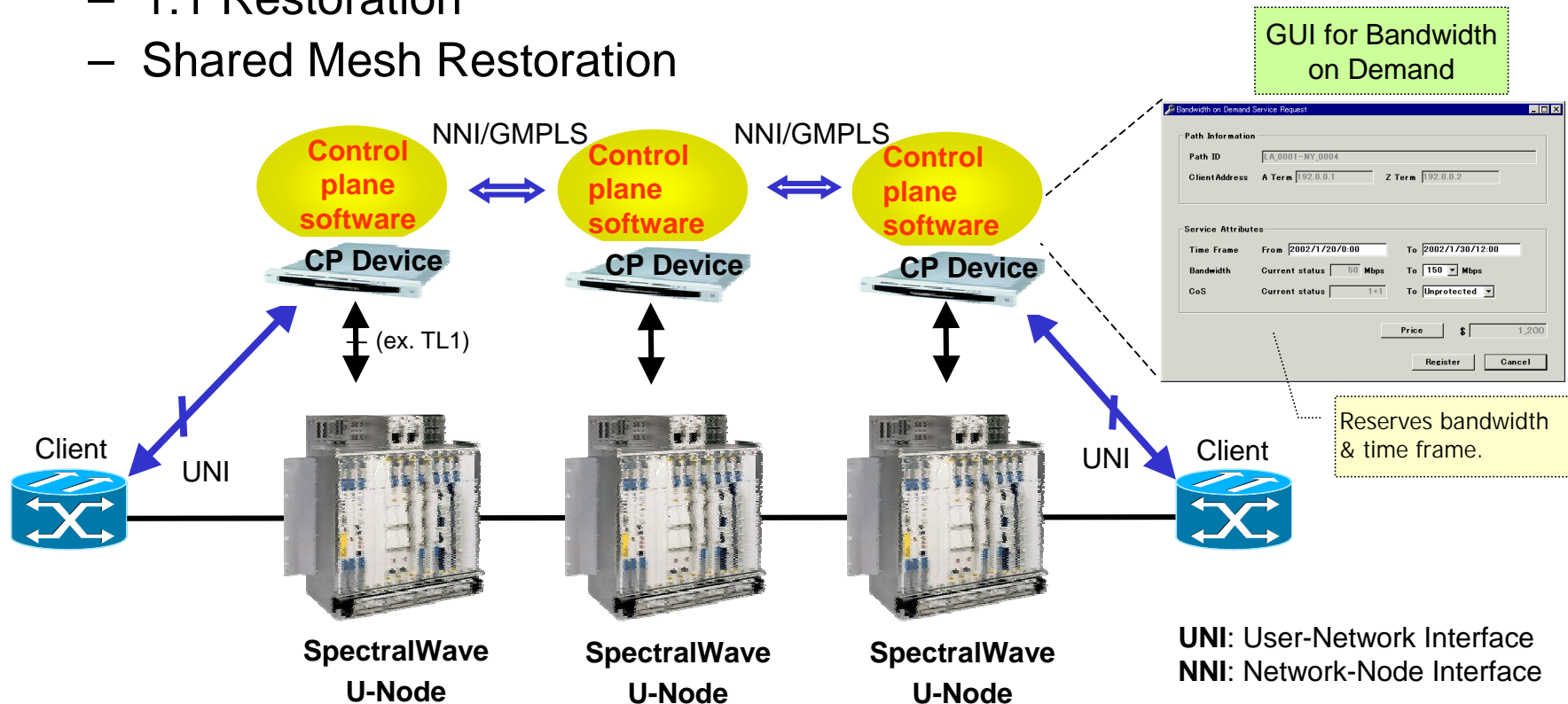
- 障害回復時間の最悪値を半分以下に短縮



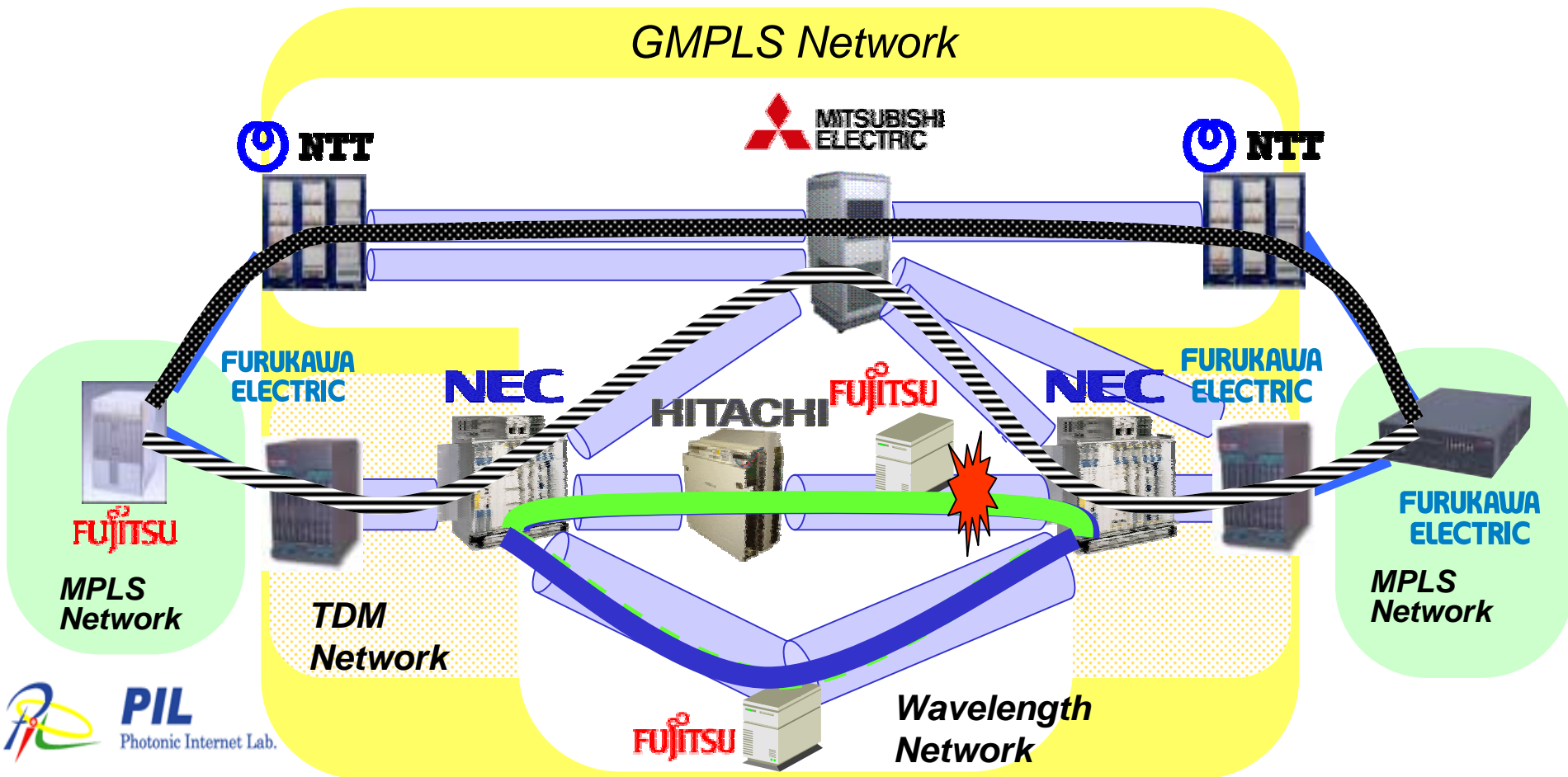
G: バンドルに束ねるパス数

CP Device

- LegacyなNEにGMPLS機能を付加するコントローラ
- GMPLSとOIF UNIをサポート
- 障害回復サポート
 - 1+1 Protection
 - 1:1 Restoration
 - Shared Mesh Restoration



PILによる相互接続実験



Recovery time: 420 msec

Failure notification: 10 msec

Signaling processing time: 410 msec

2004年1月

ギガビットネットワークシンポジウム

まとめ

- GMPLSを用いた光ネットワークの障害回復の課題と解決策を述べた
 - End-to-endパス障害回復による複数Class of Serviceのサポート
 - AdminStatusを用いたシグナリングシーケンスによる障害誤検出の防止
 - バンドリングによるスケーラビリティ改善
- PILによる相互接続実験

Empowered by Innovation

NEC