

GMPLS制御光ネットワークの 障害回復とネットワークデザイン

日本電信電話(株) 未来ねっと研究所

今宿 互

imajuku.wataru@lab.ntt.co.jp

2005年11月22日



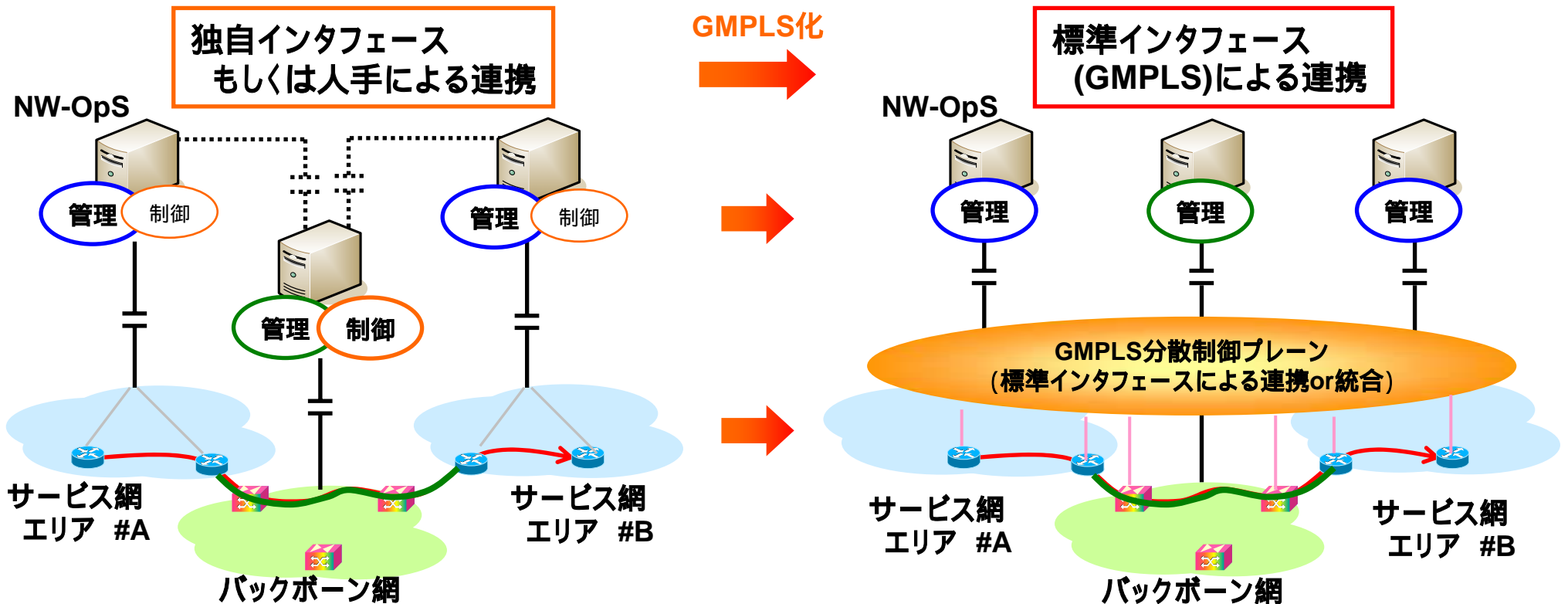
本日の発表内容

- 背景：なぜGMPLSとOXCか？
 - Shared Mesh Restoration
- 故障救済のストラテジー
- ストラテジー選択
- 実装と評価
- まとめ

背景：なぜGMPLSとOXCか？（1）

■ 運用の効率化

- サービス網とバックボーン網の連携強化による効率運用の実現
- サービス開通の短縮化（サービス網からバックボーン網パスを制御）
- サービス網の故障救済・再構成（サービスノード故障）



背景：なぜGMPLSとOXCか？（2）

■ NW投資コストの低減

● WDM IF数の削減

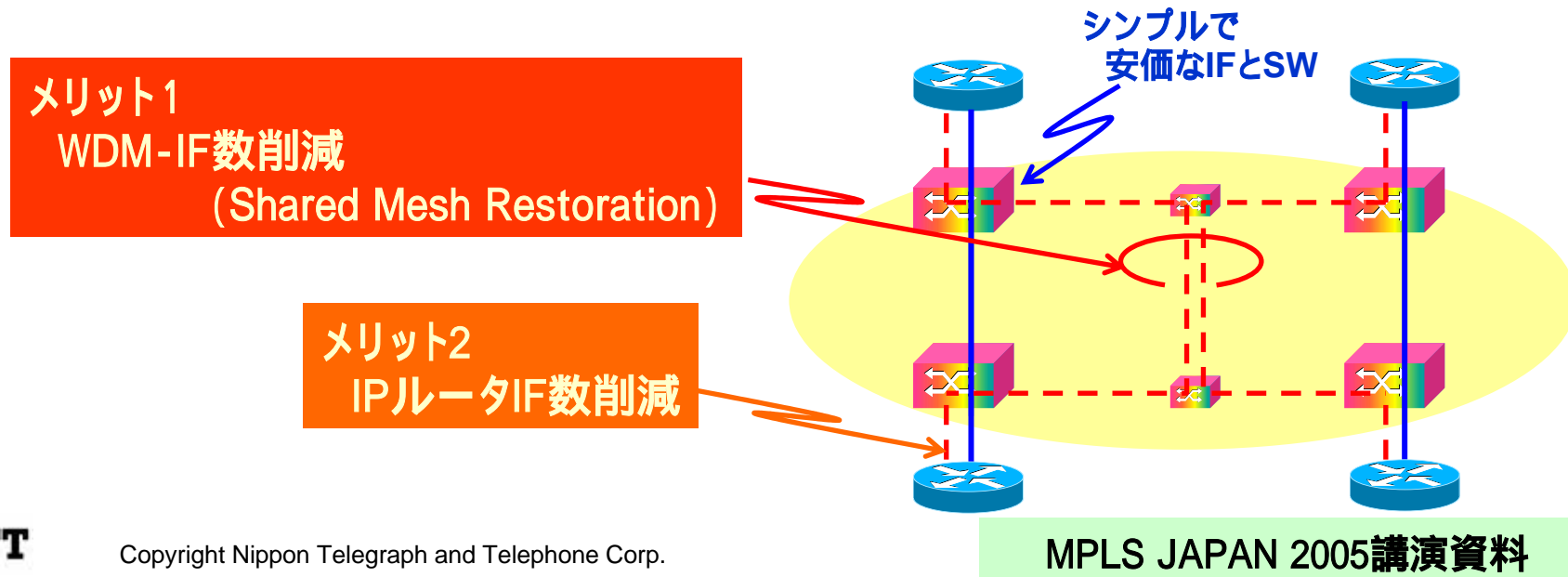
- GMPLS制御リストラクションによる予備系WDM-IFの削減
 - Shared Mesh Restoration

● IPルータIF数の削減

● IPルータIFの削減

- IPレイヤの冗長構成の見直し

» 例えば 四経路分散から二経路分散+光パスリストラクション

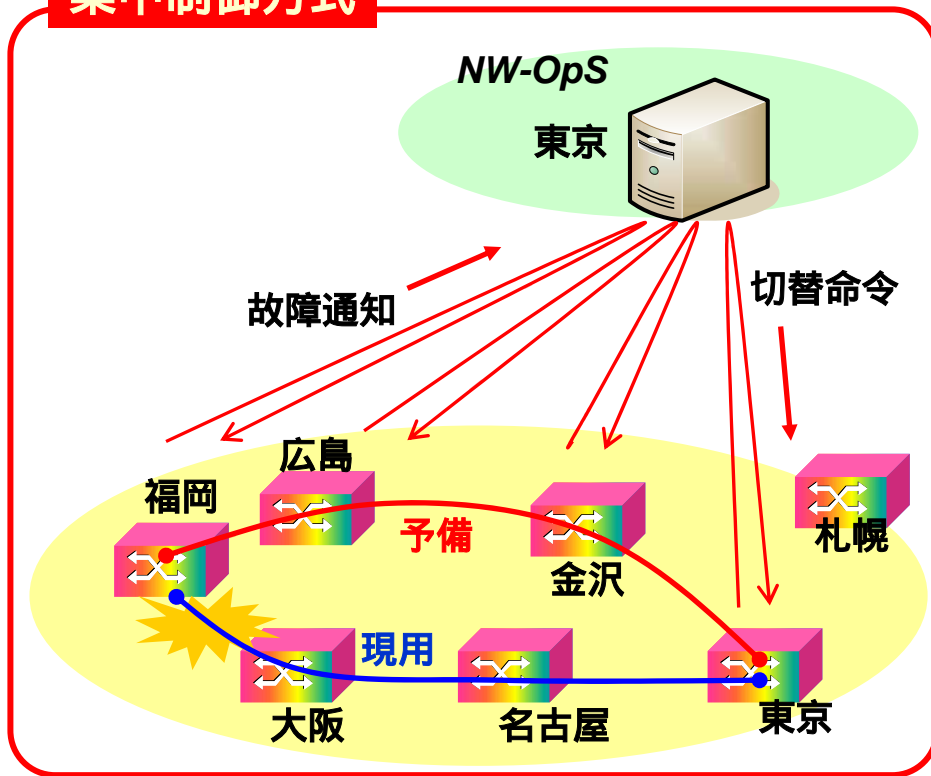


GMPLSによる網的故障救済のスケールラビリティ向上

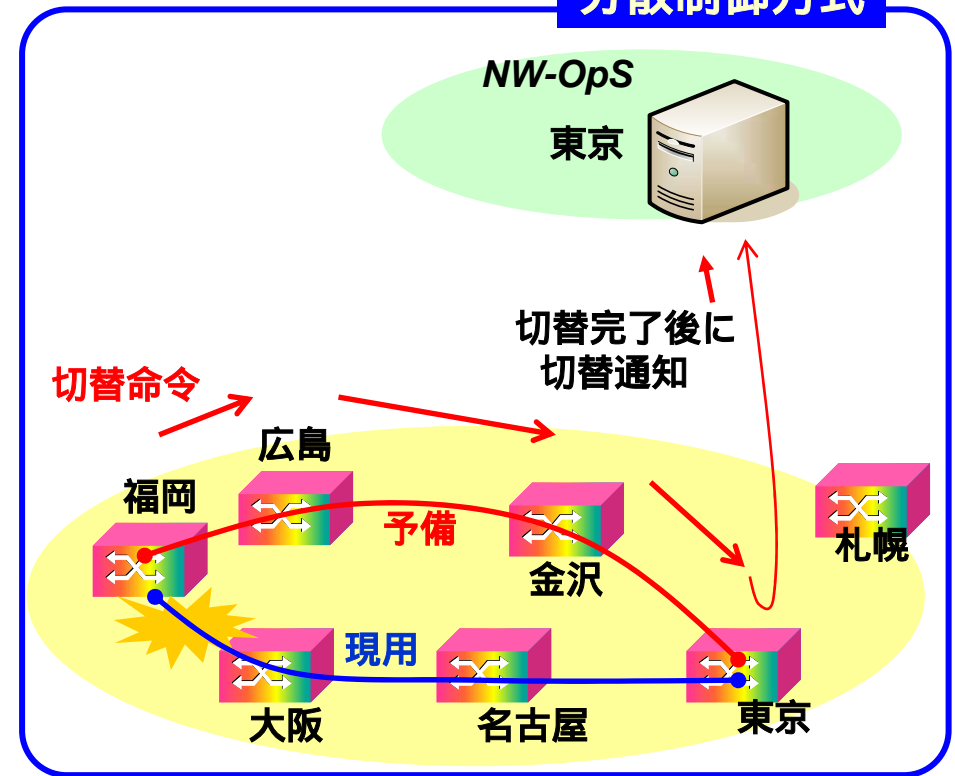
分散制御アーキテクチャによるスイッチ切替処理のスケールラビリティ確保

- 切替処理負荷の分散
- 故障切替メッセージのラウンドトリップタイムロスの軽減

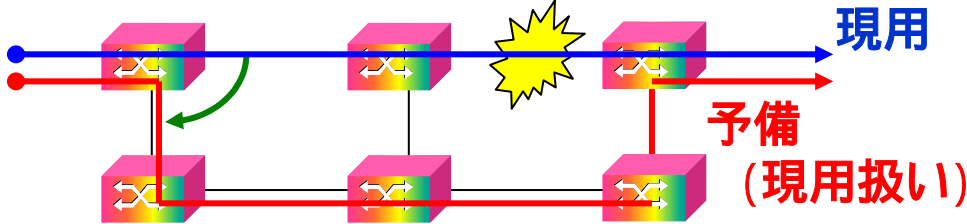
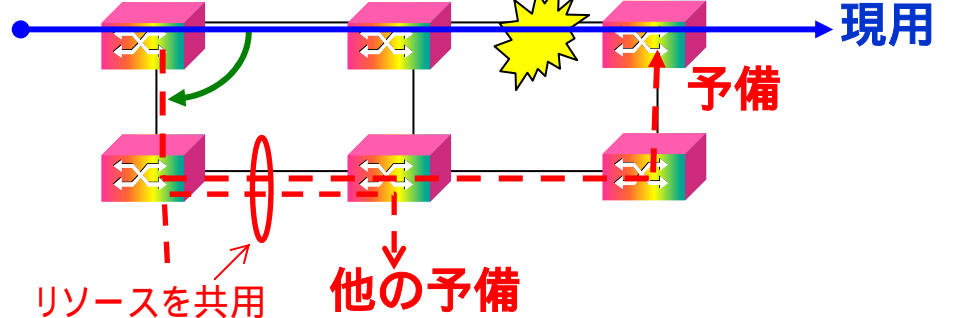
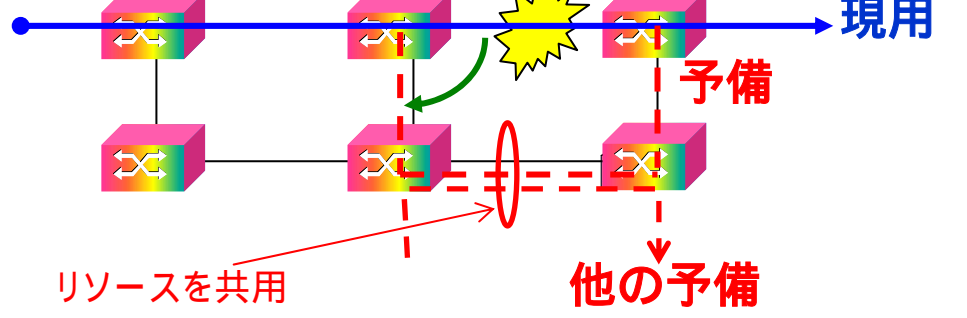
集中制御方式



分散制御方式



GMPLS故障救済のストラテジー

Scheme	Switching Strategy
1+1/1:1 Protection	 <p>The diagram shows a network with three nodes. A primary path (blue) and a secondary path (red) are established. A fault (yellow starburst) occurs on the primary path at the second node. The secondary path is activated, labeled as '予備 (現用扱い)' (Standby (Active)).</p>
End-To-End Restoration	 <p>The diagram shows a network with three nodes. A primary path (blue) and a secondary path (red) are established. A fault (yellow starburst) occurs on the primary path at the second node. The secondary path is activated, labeled as '予備' (Standby). A red circle highlights the second node, with an arrow pointing to the text 'リソースを共用' (Share resources). Another arrow points to the text '他の予備' (Other standby).</p>
Segment Restoration	 <p>The diagram shows a network with three nodes. A primary path (blue) and a secondary path (red) are established. A fault (yellow starburst) occurs on the primary path at the second node. The secondary path is activated, labeled as '予備' (Standby). A red circle highlights the second node, with an arrow pointing to the text 'リソースを共用' (Share resources). Another arrow points to the text '他の予備' (Other standby).</p>

GMPLS故障救済のストラテジー：運用性比較

Scheme	Pros	Cons
End-To-End Restoration	<p>プロテクション方式と同様の運用性 (切替点、切替アルゴリズムに類似性)</p> <p>故障区間評価が不要</p>	<p>信頼性 低め</p> <p>故障切替Hop数 大 (故障切替速度 遅い)</p>
Segment Restoration	<p>信頼性 高め (多重故障にも対応可)</p> <p>故障切替Hop数 小 (故障切替速度 速い)</p>	<p>NW設計が困難 (故障シナリオ毎に予備系設定)</p> <p>複数の予備パスセッション管理</p> <p>故障切替管理が複雑 (中継ノードでも故障切替状態管理)</p> <p>故障区間評価が必要</p>

GMPLS故障救済のストラテジー： ネットワーク設計の観点から

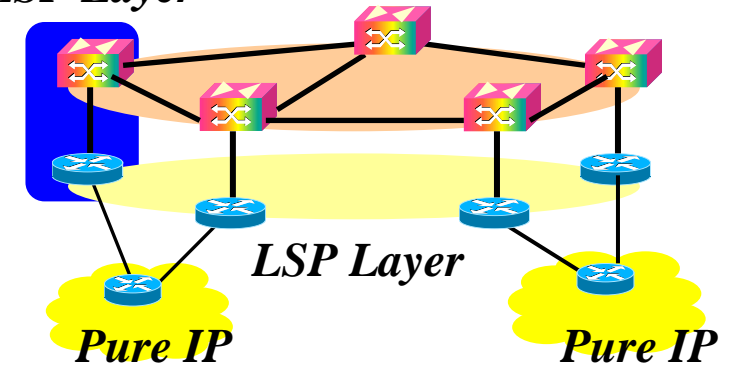
■ MPLS/GMPLSマルチレイヤネットワーク設計

- OXC
光パス単位の切替
- MPLS-LSR
LSP単位の切替
- Pure IP Router
パケット単位のルーティング

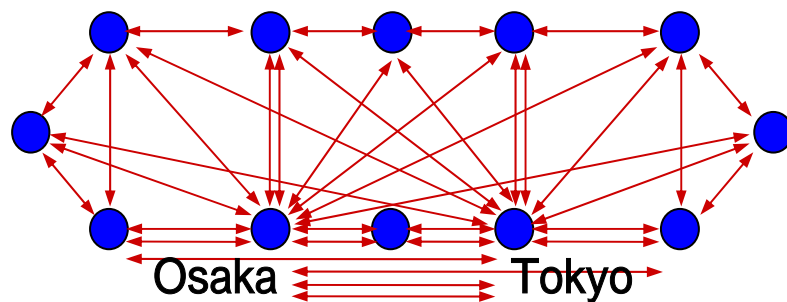
■ 想定するトラフィック

- 東京・大阪 Wスター + 隣接トラフィック
- 対地間交流が2倍以上になると
マルチレイヤ運用による設備削減効果は希薄に

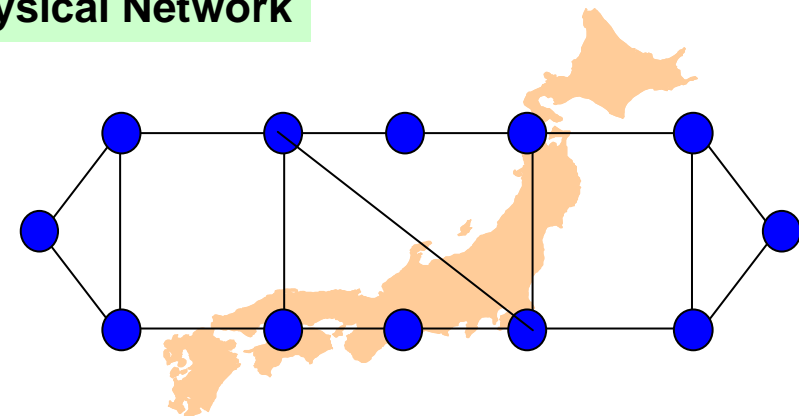
OLSP Layer



Path Demand (38 Paths)



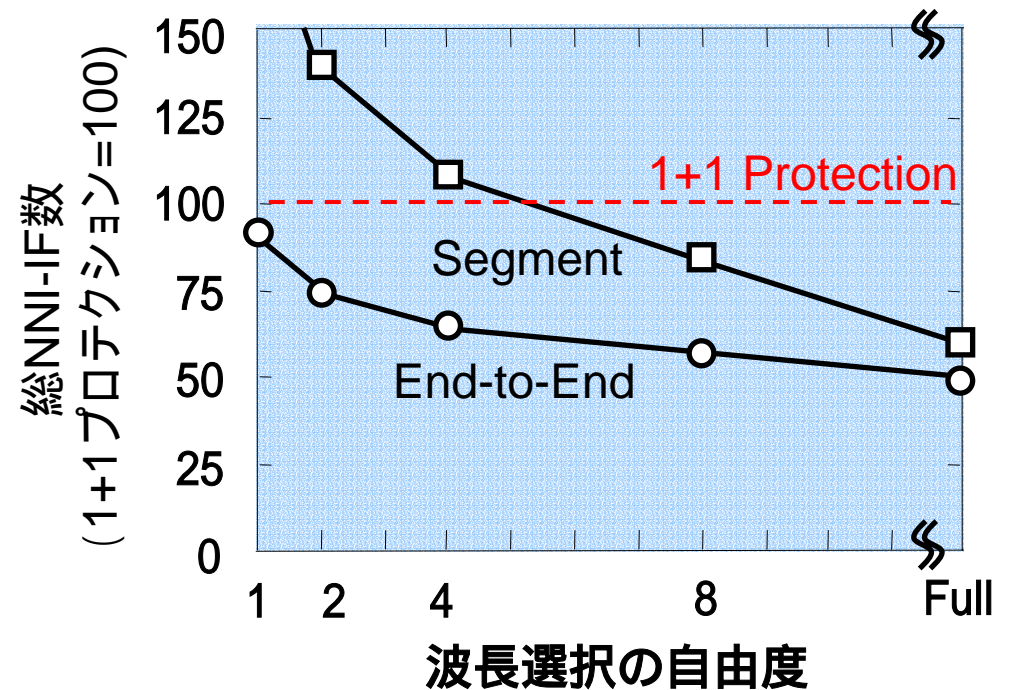
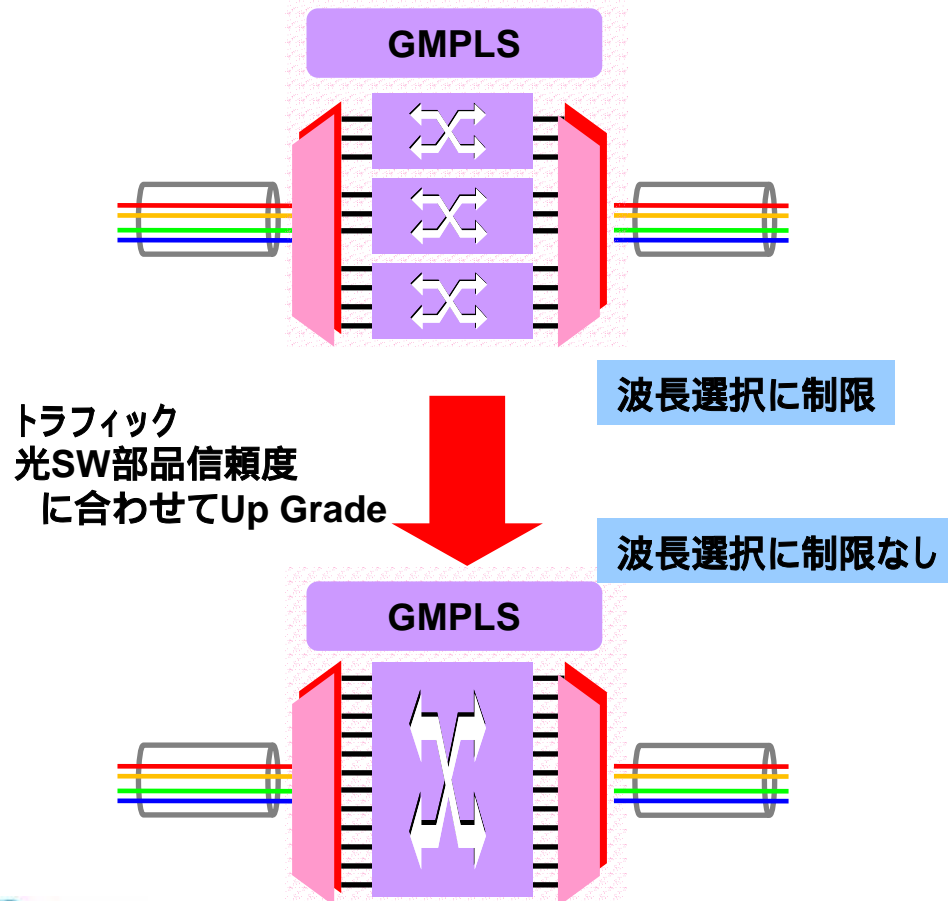
Physical Network



GMPLS故障救済のストラテジー： ネットワーク設計の観点から

■ 各ストラテジーの比較

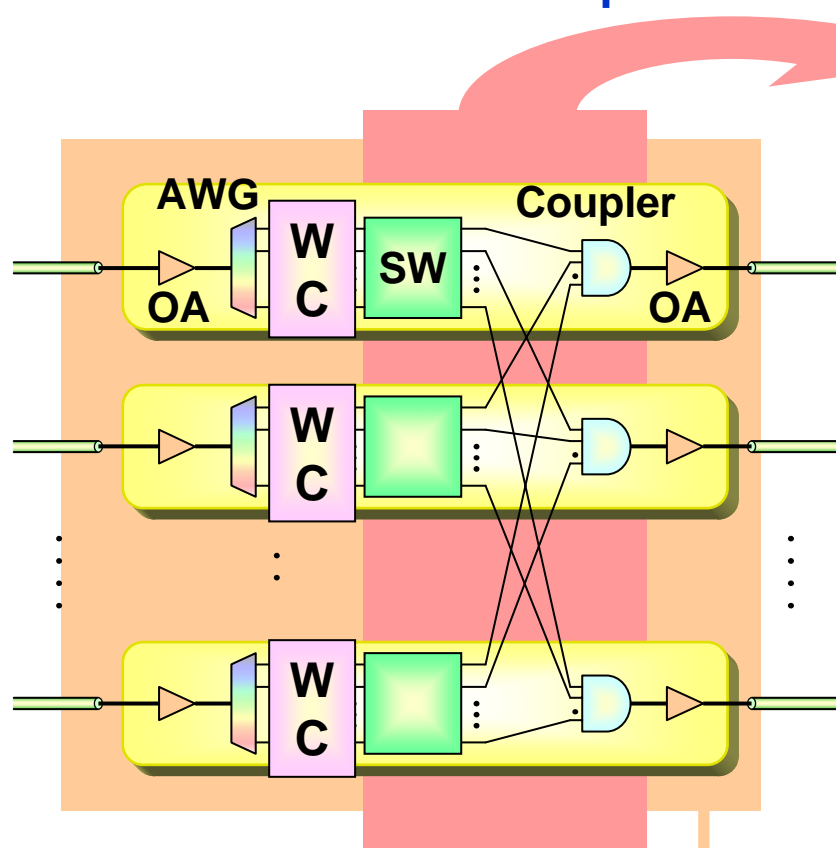
- 光SW部品技術の成熟度に合わせてGMPLS-OXCを
- 横軸： 波長選択の自由度
- 縦軸： 総NNI-IF数 (1+1プロテクション方式で必要な数を100)



*) Normalized by wavelength channel Ifs in a 1+1 protection scheme

Photonic MPLS Router Prototype

Optical Switch/Controller Shelves

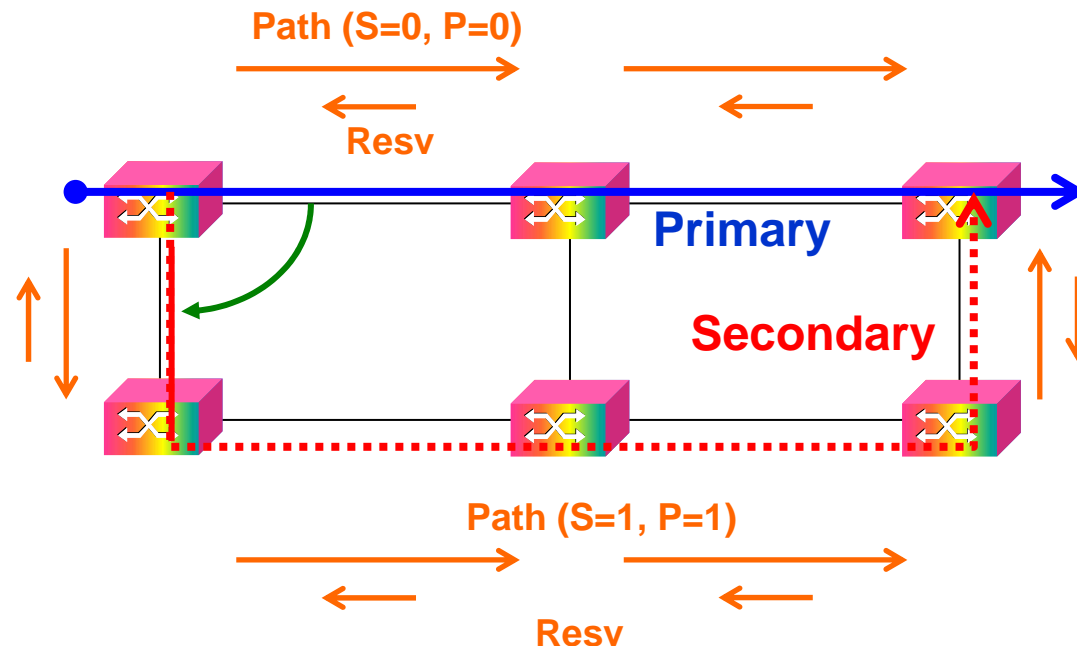


Optical IF Shelf

現用・予備パス生成

■ 現用・予備パス生成

- 現用系を最初に生成、次に予備を生成
- 予備系ではプロテクションオブジェクトの変数を下記に設定
 - S=1 Control Planeだけ設定されている状態であることを明示
 - P=1 予備系であることを明示
 - 現用経路情報を挿入(PPRO: Primary Path Route Object)
(現用系の経路情報を元に予備IFを共有可能かどうか経路上の各NEが判断)

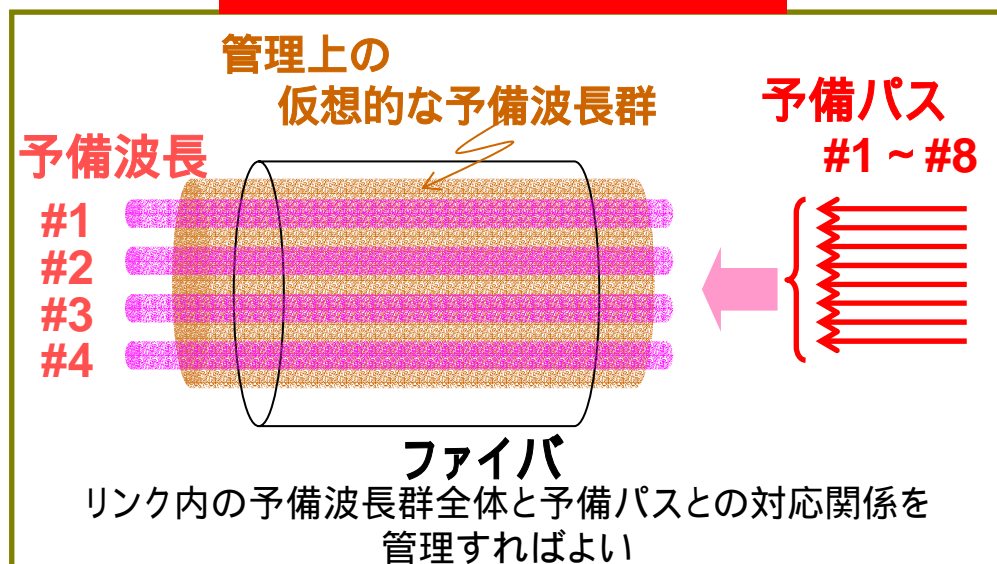


M:N共用の実現

■ 予備リソースをM:Nバンドル管理

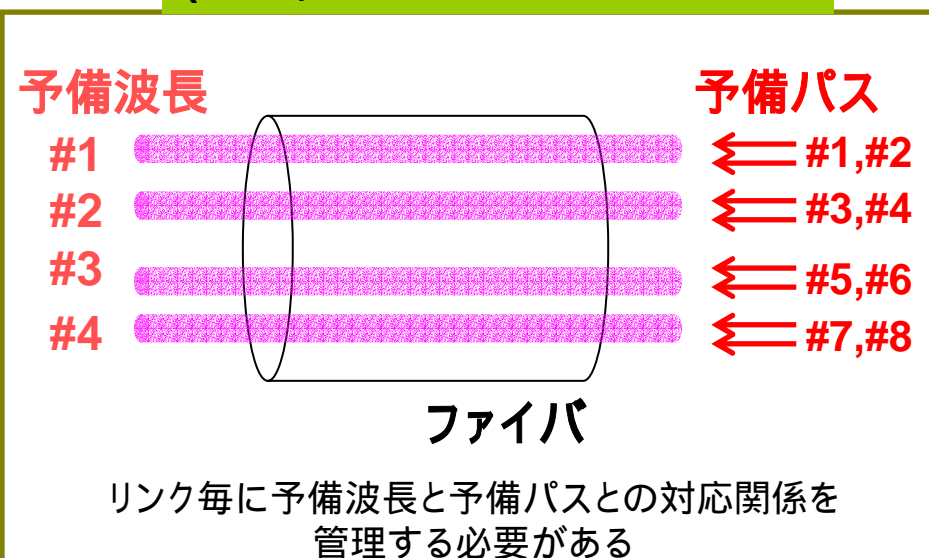
- 単一故障100%救済を保證できる予備リソースを自律的に確保

今回提案のM:N共用方式



前頁のトラフィックパタンの場合
予備リソース管理対象数 17

(参考) 既存の1:N共用方式

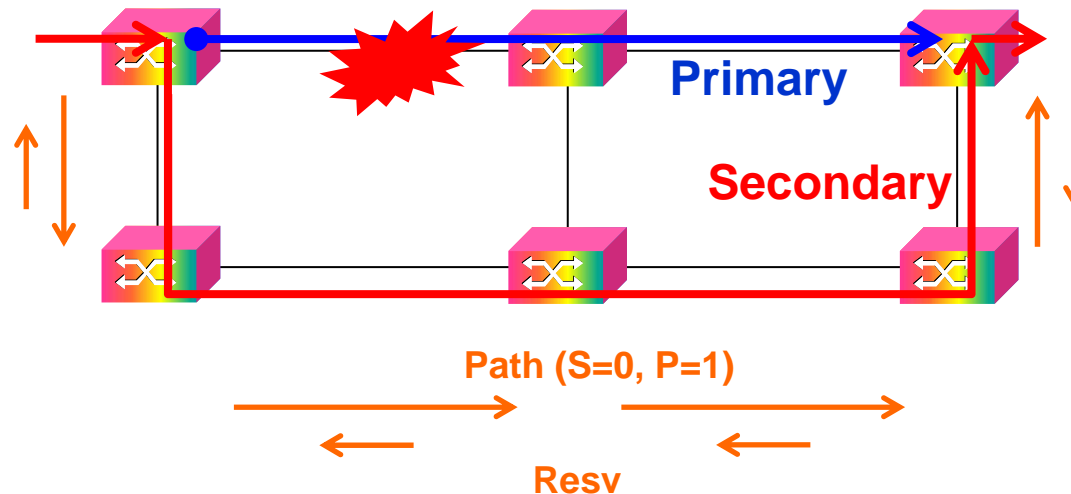


前頁のトラフィックパタンの場合
予備リソース管理対象数 122
管理対象数はパストラフィックの増大に比例

故障切替動作

■ 予備パスの起動

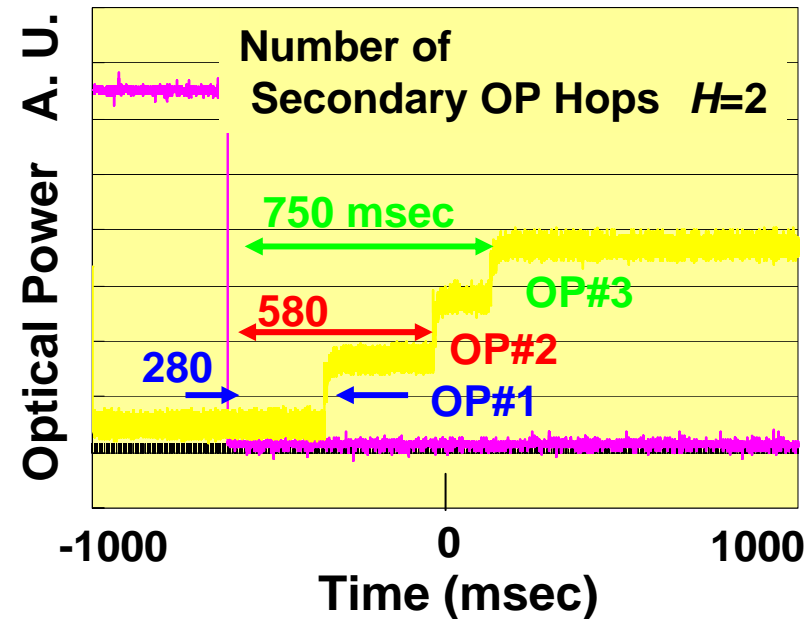
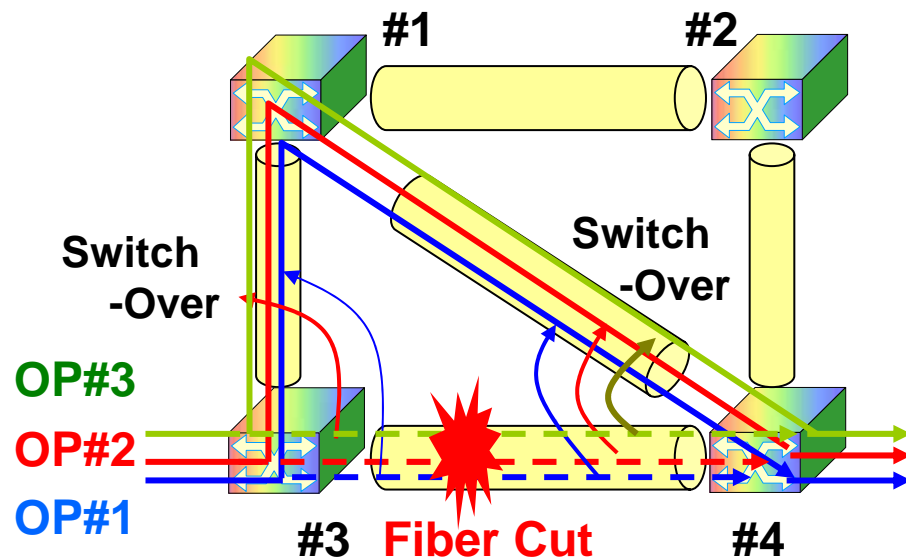
- SDH/SONET, OTNではパス端点で故障検出が可能
 - MPLSとの一番の違い
- 予備LSPのProtection ObjectのS bit, P bitを变化
 - S=1 S=0 : Data-Planeへのスイッチ起動
- 下記シーケンスチャートはBDI Alarm検出を想定



Experimental NW Configuration

Evaluation of Restoration Protocol Performance in 4-Node Networks

Evaluated Optical Path Recovery Time after fiber-cut between PR #3 - PR #4





まとめ

■ Generalized MPLS技術

- サービス網とコア網の連携 (L1-VPNフレームワークの進展が鍵)
- トラフィックの増大
 - コア網のシングルレイヤ運用がリーズナブル(対地間交流が2倍以上)
 - 光パス単位のリストレーション
 - GMPLSリストレーション
 - 設備投資コスト削減の有力な手段に

■ 課題

- コア網のNMS(特に在庫管理機能)とGMPLS制御の連携
- GMPLSリストレーションのスケラビリティ向上

■ 参考

- 日経コミュニケーション早分かり講座 2005年12月15日号 (日経BP社)
- Internet Week 2005 T23 (予定)
- W. Imajuku and K. Shimano, OECC/COIN-PS 2004, Paper 15B2 (Invited).
- W. Imajuku, N. Nagatsu, and Y. Takigawa, ECOC2004, Paper Tu1.6.4.

Thank You !!