

GMPLSネットワークの運用・管理

株式会社KDDI研究所

大谷 朋広、大垣健一、釣谷剛宏、宮澤雅典

発表内容

- 研究の背景
- コントロールプレーンの設計
 - 高信頼度
 - スケーラビリティ Scalability
- データプレーンの設計・運用
 - プロテクション動作
- まとめと今後の課題

GMPLSによる光・IPネットワークの統合化

■ All-IPネットワークを支えるコアネットワーク技術の確立

光・IPネットワーク統合制御技術：
GMPLSによるIP/MPLS網と伝送網の
統合的な運用・制御

効果

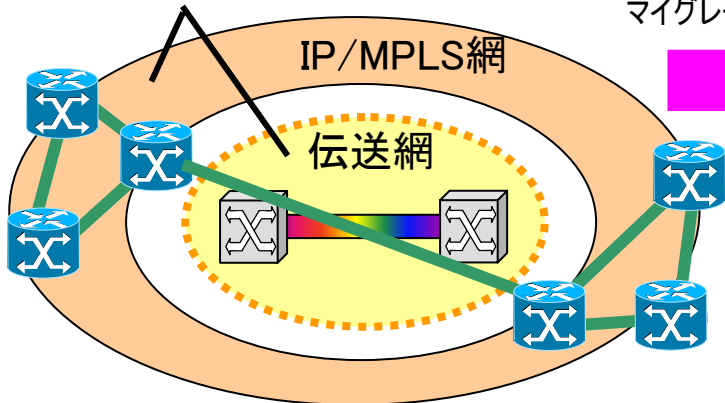
信頼性の向上、サービス開通の迅速化

運用・保守の統合化・省力化

課題：

- ◆ GMPLSネットワーク技術の確立
- ◆ 既存IP/MPLS網とGMPLS網のマイグレーション(アドレス/ルーティング隣接の維持)
- ◆ IP網と伝送網とが障害に対してアイソレーション
- ◆ 運用管理手法の確立

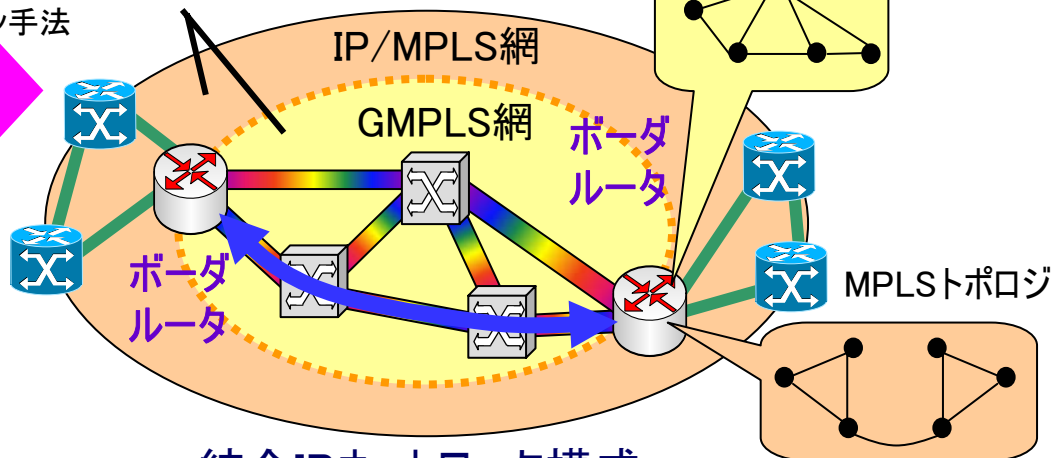
独立した運用
連携制御なし



既存のネットワーク構成

既存IP/MPLS網に
インパクトが少ない
マイグレーション手法

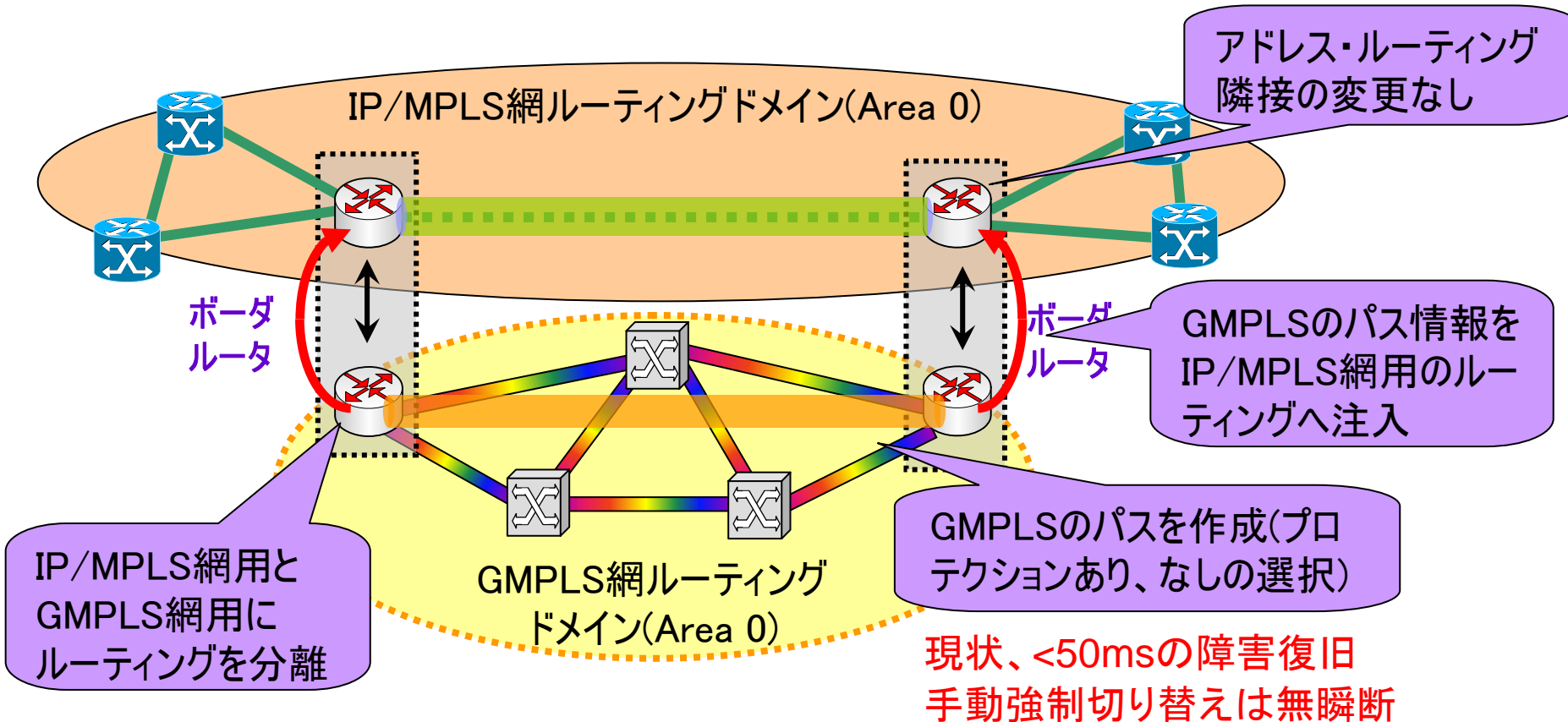
統合運用・制御
障害アイソレーション



統合IPネットワーク構成

MPLS/GMPLS連携

- MPLS/GMPLS interworking 【ECOC2005(paper Tu 3.4.5)】
 - 既存のIP/MPLS網のアドレス・ルーティング隣接の維持
 - GMPLSパス上にMPLSパスの設定(連携手法について規定)



GMPLS/MPLSの運用管理技術

光・IPネットワーク統合運用管理:

IP/MPLS網と伝送(GMPLS)網の統合的な運用管理を可能とする運用・管理システム技術

特長:

- ◆ IP網、伝送網リソースの有効な活用
- ◆ 障害時のサービス影響把握
- ◆ 支障移転への迅速な対応

- ◆ パスプロビジョニング
- ◆ トポロジー把握
- ◆ 警報管理

MPLS/GMPLS
運用管理システム

パス情報

設定

経路
情報

エッジ
ルータ

エッジ
ルータ

ポータ
ルータ

OXC

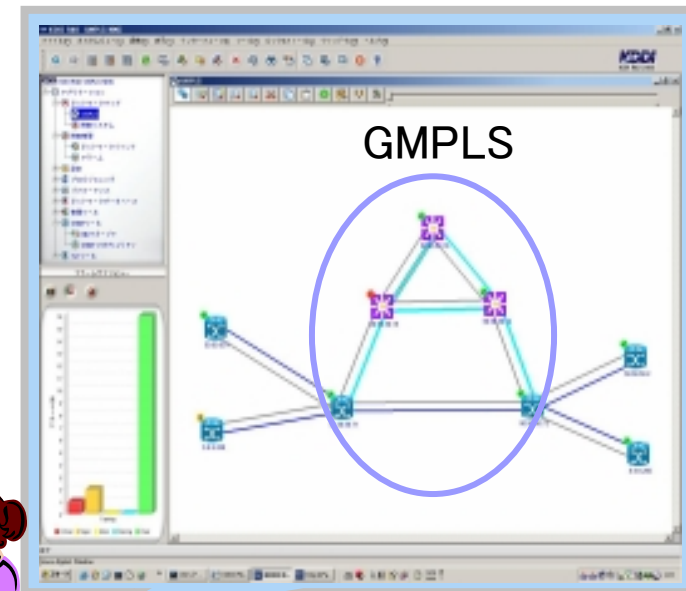
WDM

MPLSネットワーク

GMPLSネットワーク

運用者

MPLS/GMPLS運用管理



NFOEC2006 (paper JThB92)

運用管理情報リスト表示(例)

■ 表示の種類

- TEリンク属性情報
- GMPLS LSP属性情報
- MPLS LSP属性情報

■ MPLS/GMPLS LSPの連携表示

- GMPLS LSPとMPLS LSPの相関関係表示

The screenshot displays two overlapping windows from a network management system. The top window, titled 'GmplsPath (delegate Name: GmplsPathLink_50.50.50.14_50.50.50.15)', contains a table with the following data:

Name	Type	TunnelIndex	TunnelInstance	IngressLSRId	EgressLSRId
GSR_NGY_t11	GmplsPath		0	50.50.50.70	50.50.50.72

A context menu is open over the 'GSR_NGY_t11' row, showing options: 'MPLS/パス表示' and 'GMPLS/パス削除'. Below it, a 'MplsPath (parentObject: GSR_NGY_t11)' window shows a table with the following data:

Name	Type	ParentObject	TunnelIndex	TunnelInstance	IngressLSRId
7600_RD_t20	MplsPath	GSR_NGY_t11	20	0	5.5.5.250

A red arrow points from the text 'MPLS/GMPLS連携' on the right towards the 'MplsPath' window, indicating the relationship between the two LSP types.

MPLS/
GMPLS
連携

コントロールプレーンの設計

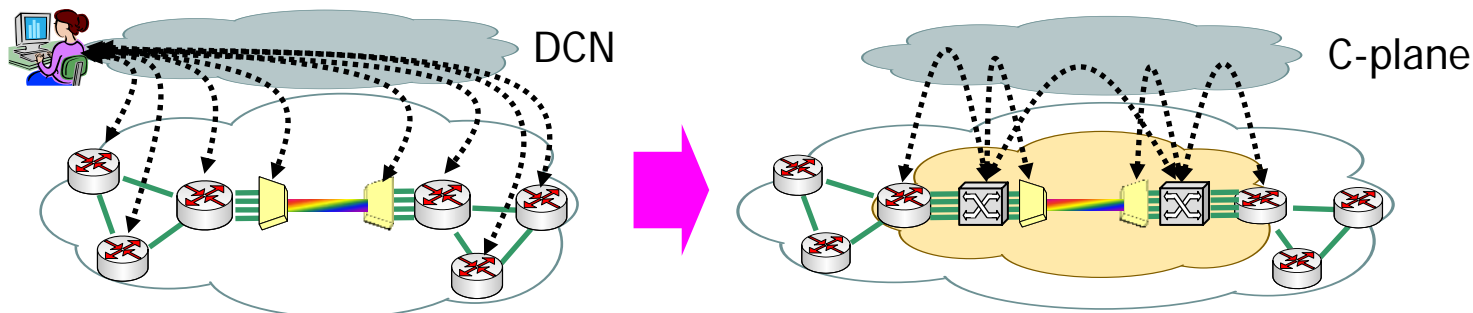
- GMPLSは、コントロールプレーンとデータプレーンの分離が前提:それぞれの個別に設計する必要あり



- コントロールプレーンのためのネットワークとは？
 - 既存のIPベースのDCN (data communication network)の再活用
 - DCNはGMPLS用に設計されていない。
 - 新たなGMPLSコントロールプレーンのためのネットワーク
 - 必要帯域、必要信頼性が不明確
 - コストの増加を招く



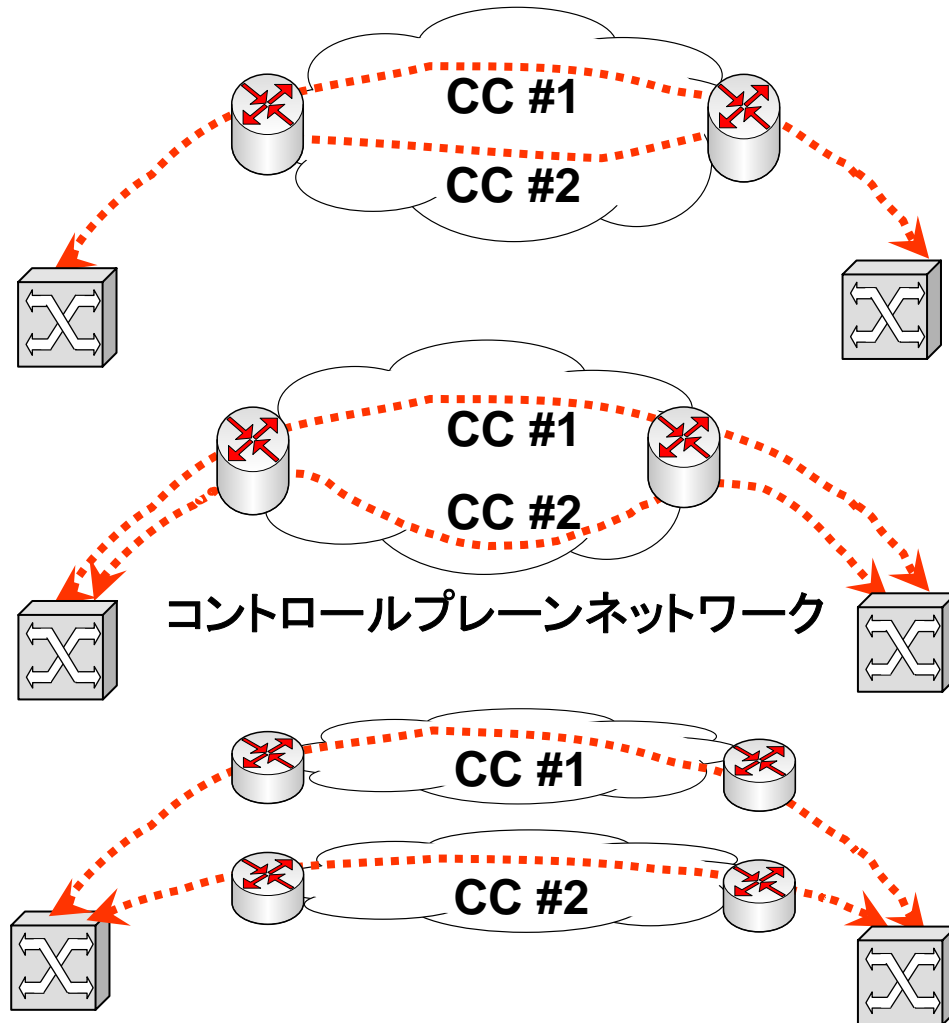
GMPLSのコントロールプレーン構築手法の確立



コントロールプレーンの冗長化

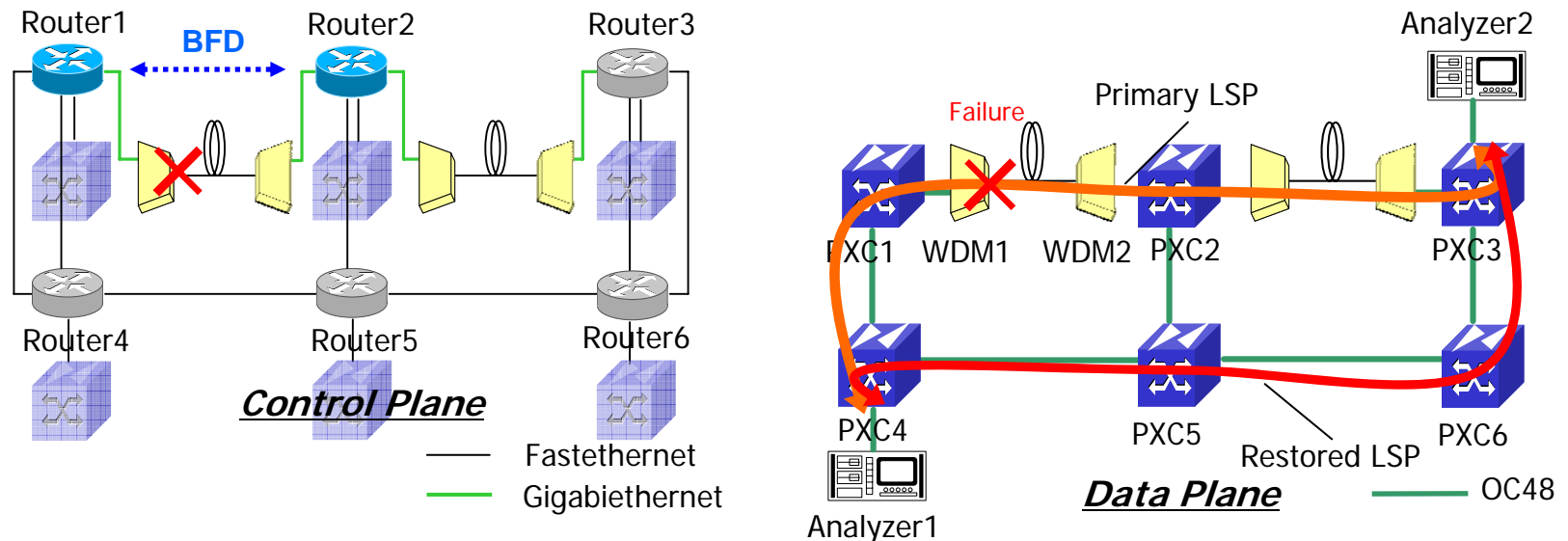
■ 基本前提: IPベースのコントロールプレーンネットワーク

- 経路の冗長化と高速復旧が必要(MPLS)
- ネットワーク装置のIF障害への対応不可
- 経路の明示的な制御(MPLS)
- データプレーンとSRLGを共有しない
- 経路の明示的な制御(MPLS)
- データプレーンとSRLGを共有しない




コントロールプレーンの信頼性評価(1)

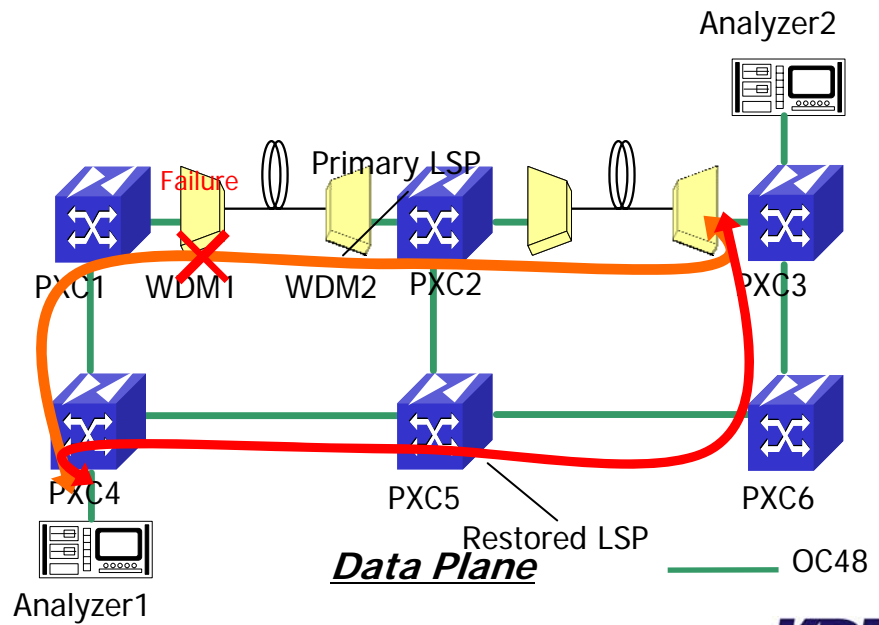
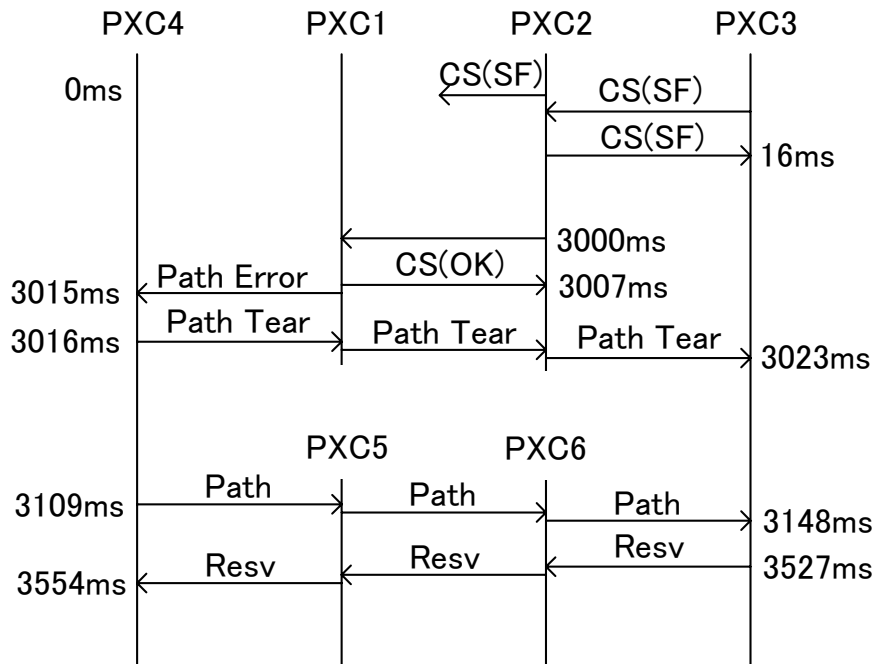
- コントロールプレーンとLSPが同時に障害が発生した場合を評価(避けられない可能性あり)
 - コントロールチャネルとデータリンクを同じファイバ上に構築
 - コントロールプレーンネットワークにIGP Fast convergenceを導入
 - BFD (Bidirectional Forwarding Detection)
 - パラメータの最適化(Minimize LSA flooding and SPF delay)



コントロールプレーンの信頼性評価(2)

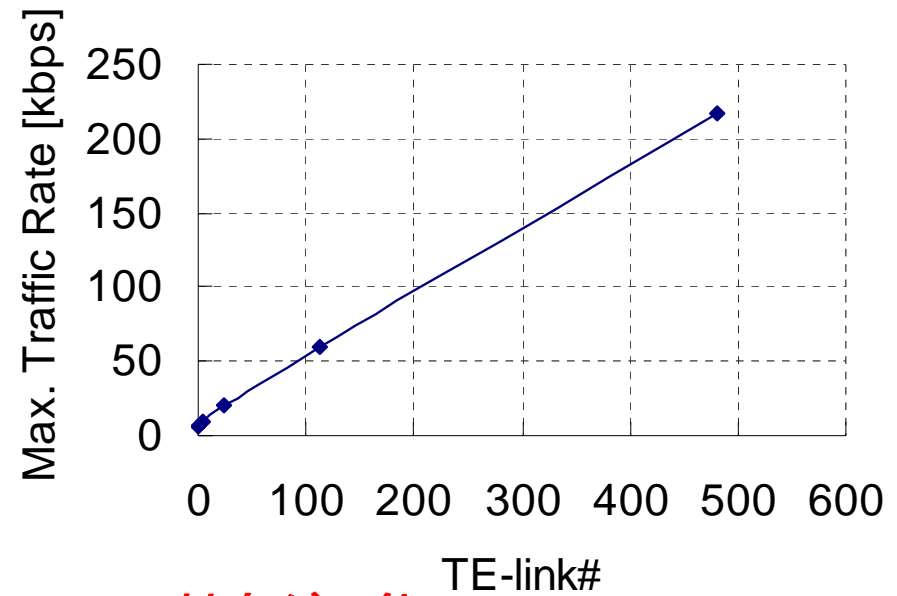
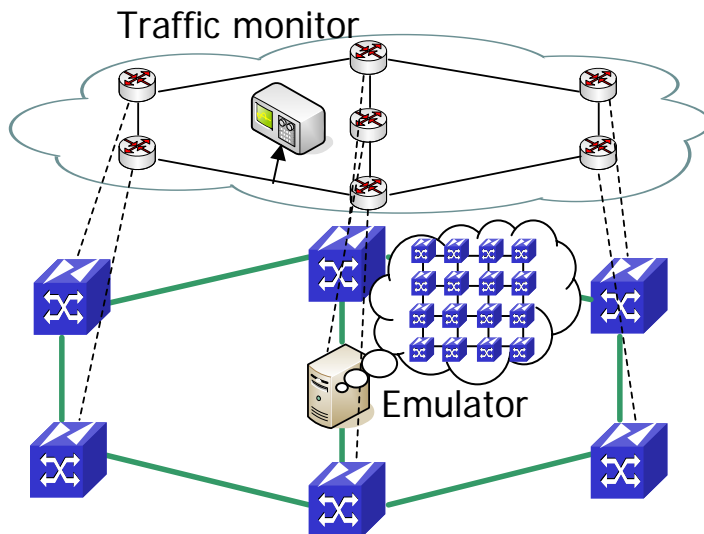
■ 障害復旧時の動作内訳(同時でない場合～700ms)

- | | | | |
|------------------|--------|---|--------|
| 1. 初期状態 | 0ms |  | 期待値 |
| 2. コントロールチャネルの復旧 | ~524ms | | 1000ms |
| 3. 再度障害特定動作を実施 | 3000ms | | ~1.5s |
| 4. LSPの復旧 | 3554ms | | |



コントロールプレーンのスケーラビリティ

- コントロールプレーンの必要帯域を明確化
- リンク上のトラフィックを測定
 - OSPF DBの同期時
 - エミュレータによりノード数を増加
 - 1→256ノード(0~480リンク)
 - 最大トラフィック
 - 216kbps (480リンク時)



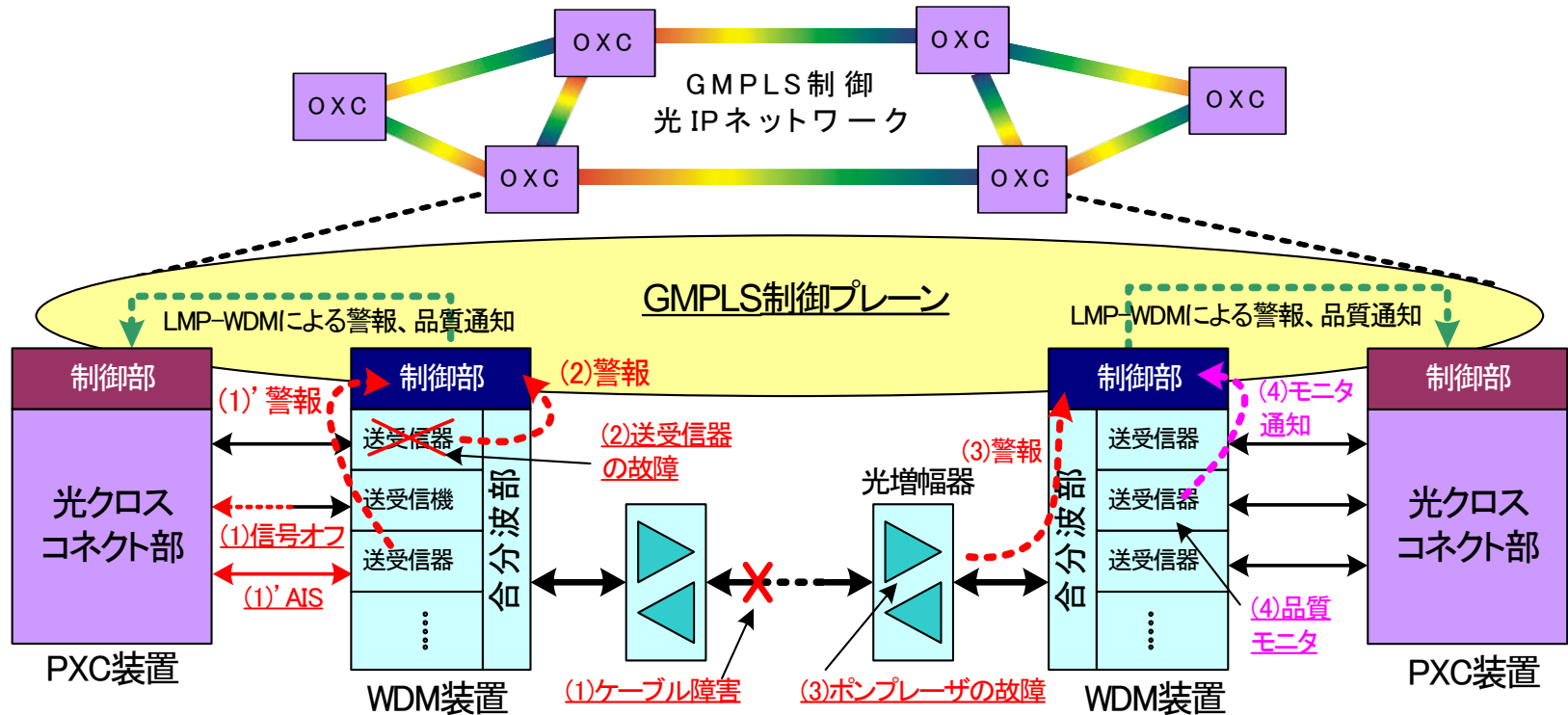
リンク帯域としては、FastEthernetで対応が可能

データプレーンの障害復旧

- GMPLSネットワークの信頼性も、既存網と同等の信頼性が不可欠
 - 50msの障害復旧時間
 - SONET/SDH path protection
 - MPLS-TE(FRR)
 - 標準化の策定が進行中
 - e2e, segment recovery draft
- 
- GMPLSにおける要求条件
 - Restoration ~1s
 - Protection ~50ms

PXC装置とWDM装置との連携動作

- GMPLSネットワークにおいてもSONET/SDHと同等レベルの運用保守性を確保
- WDM装置からPXC装置へLMPによる障害情報の通知【OFC2004 (PDP-3)】
 - ケーブル障害に対して信号光断により通知
 - ケーブル障害に対してAlarm Indication Signalを通知
 - WDM区間の信号品質劣化や機器障害に対する警報の通知
 - 予備リンクの状態変化に対する障害情報の通知



連係動作例1 (警報マスク)

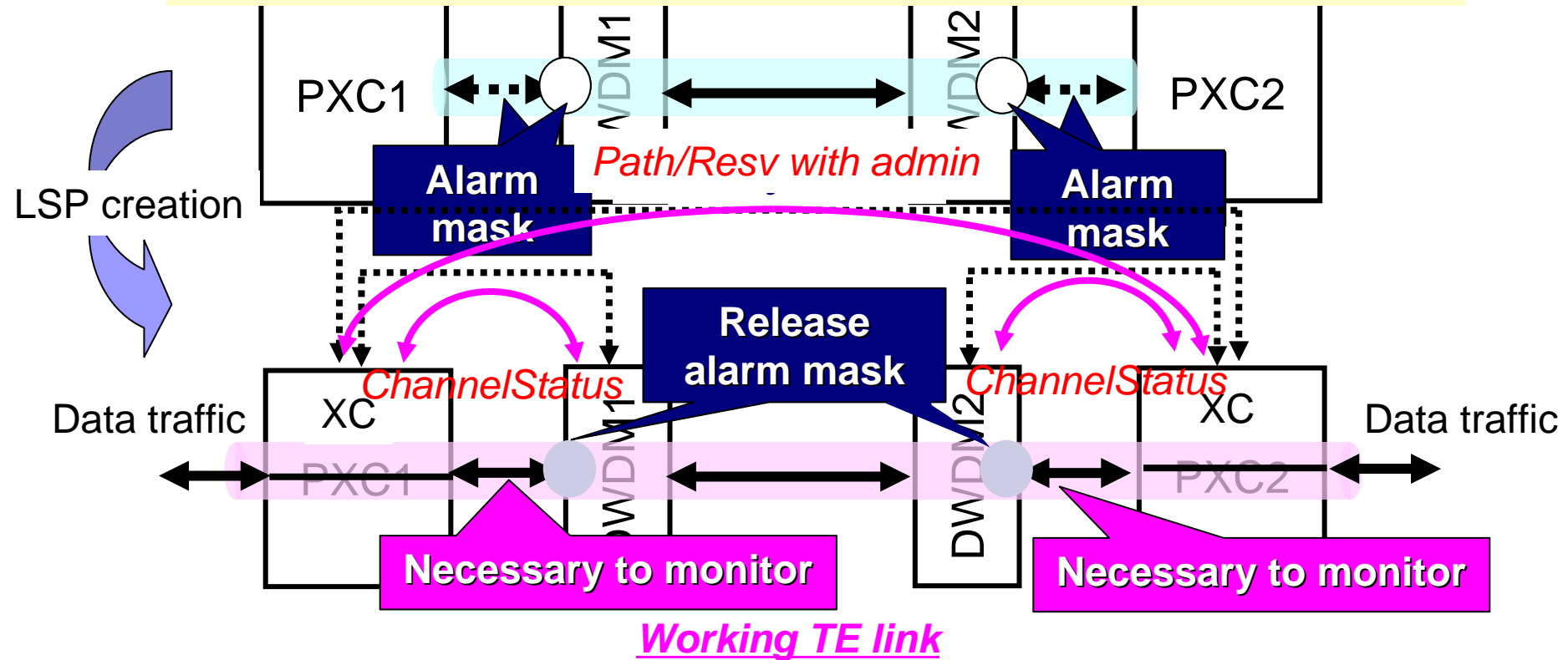
Spurious alarms



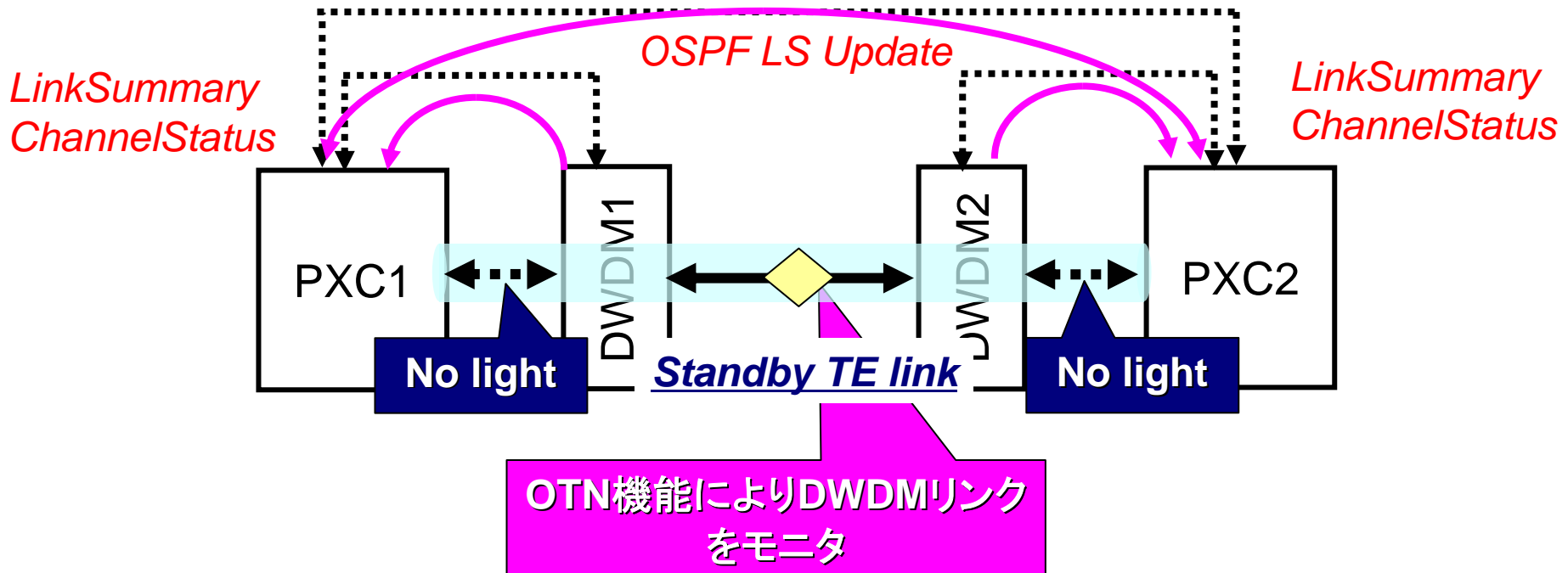
Management system

LMP-WDMによる連携動作(DWDMの警報マスク)

- ChannelStatus messageのchannel activation/deactivationを利用
- Path/Resvのadmin status objectのステータの変更を利用



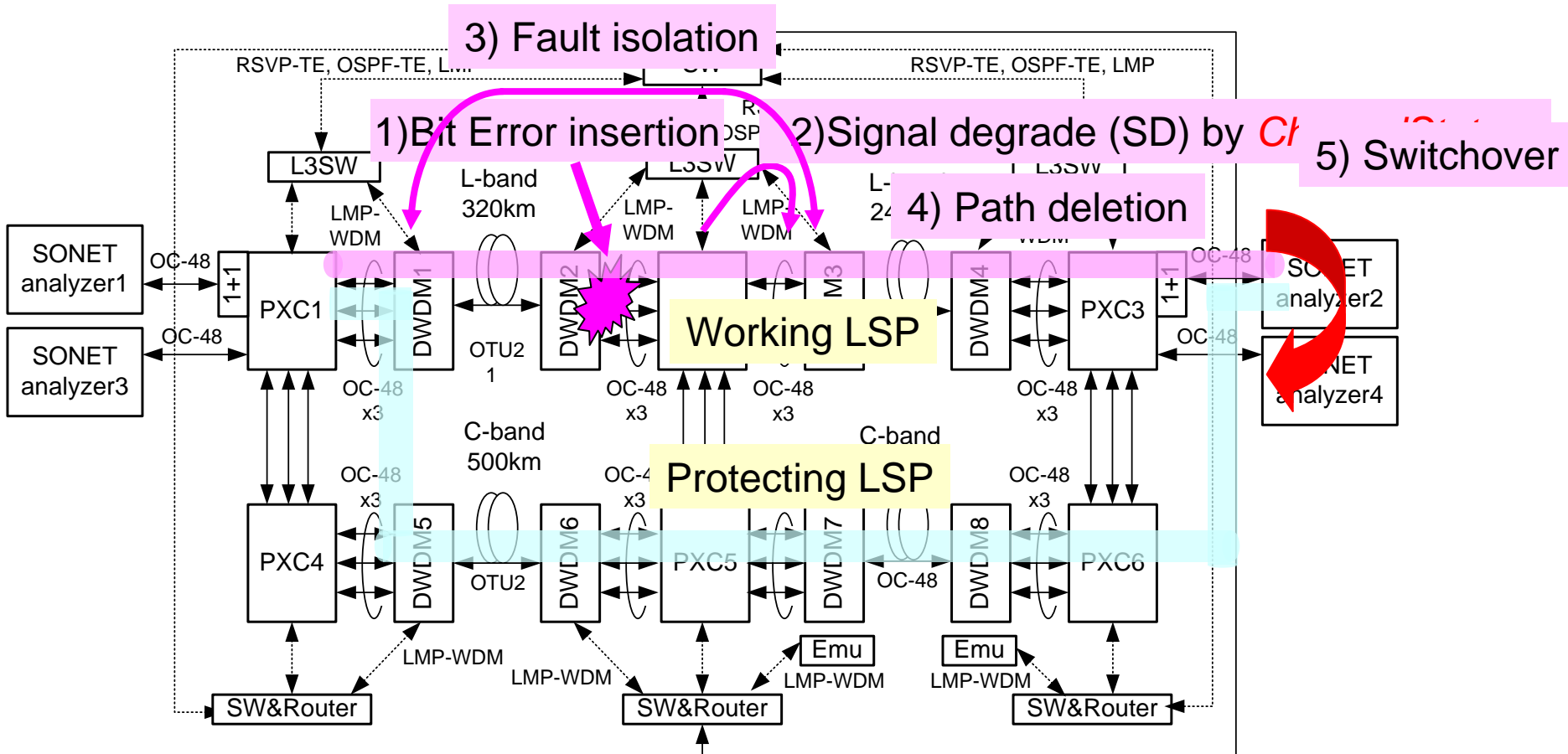
連係動作例2 (予備リンクの監視・復旧)



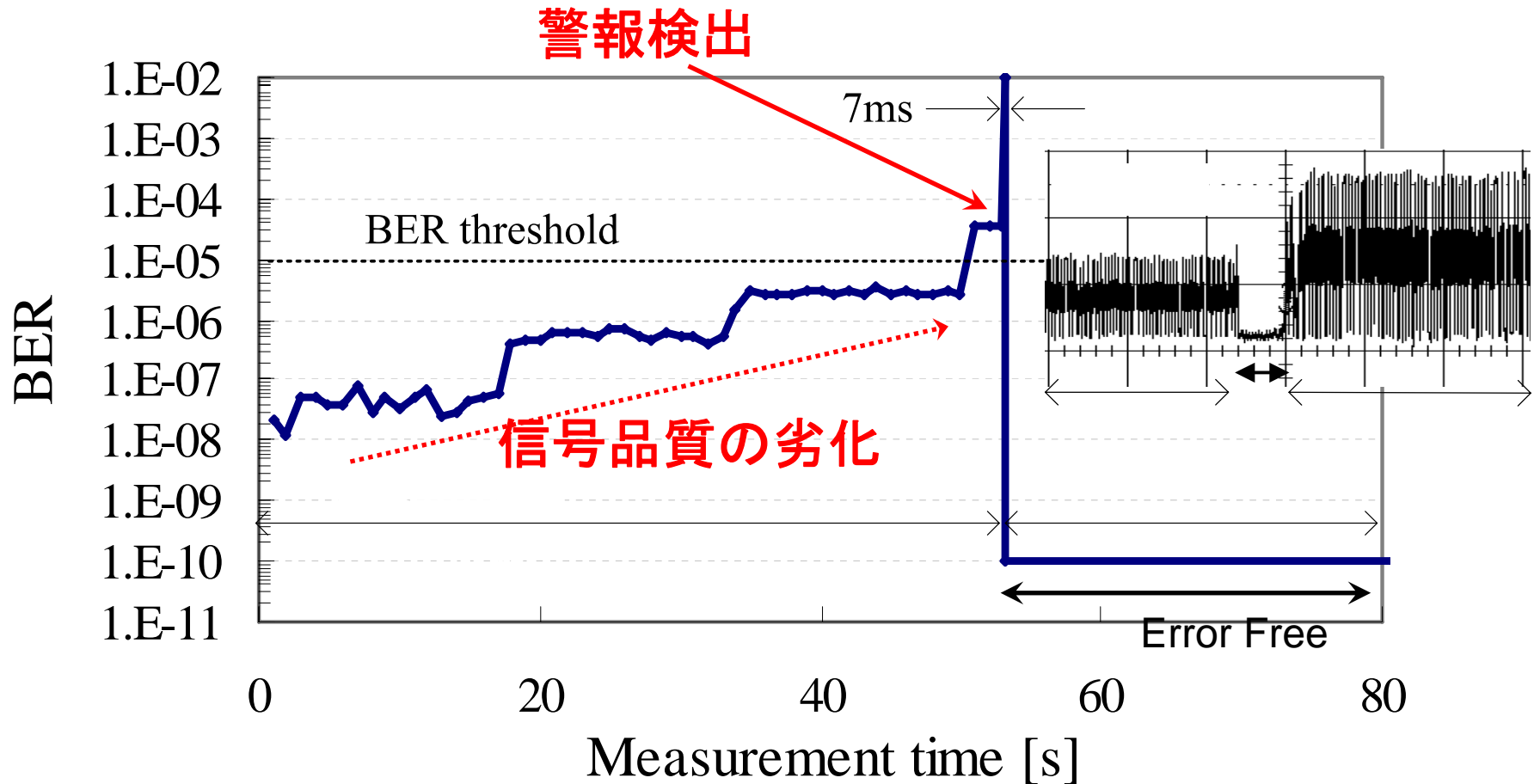
- 1) DWDM装置は、PXC装置へ信号劣化もしくは復旧を通知
- *linkSummary message* もしくは *ChannelStatus message* を仕様
- 2) 通知されたPXC装置は、DWDMリンクの状態をPXC装置間の状態へ反映
- OSPF TE link state DBを再同期

PXC装置による障害復旧動作

■ 品質劣化した場合の障害復旧動作

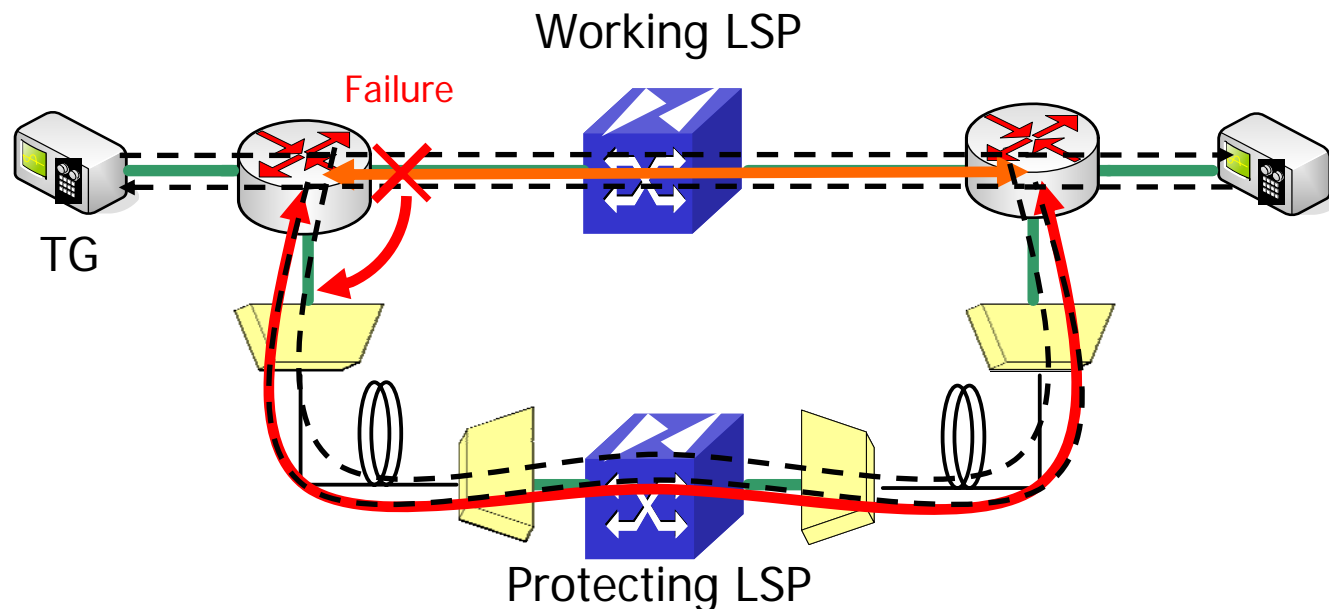


品質変動によるネットワーク制御



GMPLSルータ間のプロテクション

- パケットサービスのための1:1プロテクション
 - Working LSPとProtecting LSPはあらかじめ設定
 - 切り替え時間: **~40ms**
 - GMPLSルータ間の隣接は、プロテクション動作の間変化なし
 - 上位サービス(IP/MPLS)のトポロジーへの影響がない
 - 強制切り替え時: パケットロスなし



OSPF-TE MIB

■ OSPF-TE MIB

- Topology information retrieving
 - Topology display
 - LSP calculation (off-line)
- TE-LSA information for managing MPLS/GMPLS TE attributes



- MIB proposal
 - *draft-ietf-gmpls-ospf-mib-00.txt*

```
+---ospfTeMIB(50)
|
|   +---ospfTeObjects(1)
|   |
|   |   +---ospfTeLsdbTable(1)
|   |   |
|   |   |   +---ospfTeLsdbEntry(1)
|   |   |   |
|   |   |   |   Index: ospfLsdbLsid, ospfTeLinkId
|   |   |   |
|   |   |   |   +--- CR-- EnumVal  ospfTeLinkType(1)
|   |   |   |   |
|   |   |   |   |   Values: Point-to-point(1), Multi-access(2)
|   |   |   |   |
|   |   |   |   |   +--- CR-- IpAddr  ospfTeLinkId(2)
|   |   |   |   |   +--- CR-- Integer32 ospfTeMetric(3)
|   |   |   |   |   +--- CR-- Unsigned ospfTeMaxBandwidth(4)
|   |   |   |   |   |
|   |   |   |   |   |   Textual Convention: ospfTeLinkBandwidth
|   |   |   |   |   |   Range: 1..2147483647
|   |   |   |   |   +--- -R-- Unsigned ospfTeMaxReservableBandwidth(5)
|   |   |   |   |   |
|   |   |   |   |   |   Textual Convention: ospfTeLinkBandwidth
|   |   |   |   |   |   Range: 1..2147483647
|   |   |   |   |   +--- CR-- Unsigned ospfTeUnreservedBandwidthPri0(6)
|   |   |   |   |   |
|   |   |   |   |   |   Textual Convention: ospfTeLinkBandwidth
|   |   |   |   |   |   Range: 1..2147483647
|   |   |   |   |   +--- CR-- Unsigned ospfTeUnreservedBandwidthPri1(7)
|   |   |   |   |   |
|   |   |   |   |   |   Textual Convention: ospfTeLinkBandwidth
|   |   |   |   |   |   Range: 1..2147483647
|   |   |   |   |   +--- CR-- Unsigned ospfTeUnreservedBandwidthPri2(8)
|   |   |   |   |   |
|   |   |   |   |   |   Textual Convention: ospfTeLinkBandwidth
|   |   |   |   |   |   Range: 1..2147483647
```

まとめ

- GMPLSネットワークの運用管理の研究動向
 - GMPLSネットワークアーキテクチャ全般
 - コントロールプレーンのデザイン
 - データプレーンの障害復旧
- これまでの研究の方向性
 - 主にキャリア内のNW運用・信頼性の向上に主眼
 - 各事業部門のサービスで共通に使えるインフラストラクチャーの提供の実現を目標
- これからの研究の方向性
 - 上記の特性を生かしたサービスへの応用適用
 - ユーザ主導型のNW制御の実現



ありがとうございます。

otani@kddilabs.jp