



---

# GMPLS Inter-domainの アーキテクチャと相互接続実験

大谷 朋広  
株式会社KDDI研究所

# 発表内容

- Inter-domainのアーキテクチャー
  - Inter-domainの定義
  - MPLS vs. GMPLS
  - GMPLS inter-domainの必要性
- けいはんな相互接続性検証WG
  - 活動概略
  - GMPLS相互接続評価
  - E-NNIの検討
- まとめと今後の課題

# (G)MPLS inter-domainの定義

## ■ Inter-domainの定義

### □ Area間

- OSPFの場合、Opaque LSAはAreaを越えて広告されない。

### □ AS間

- BGPは、TE情報を広告しない(現状)。

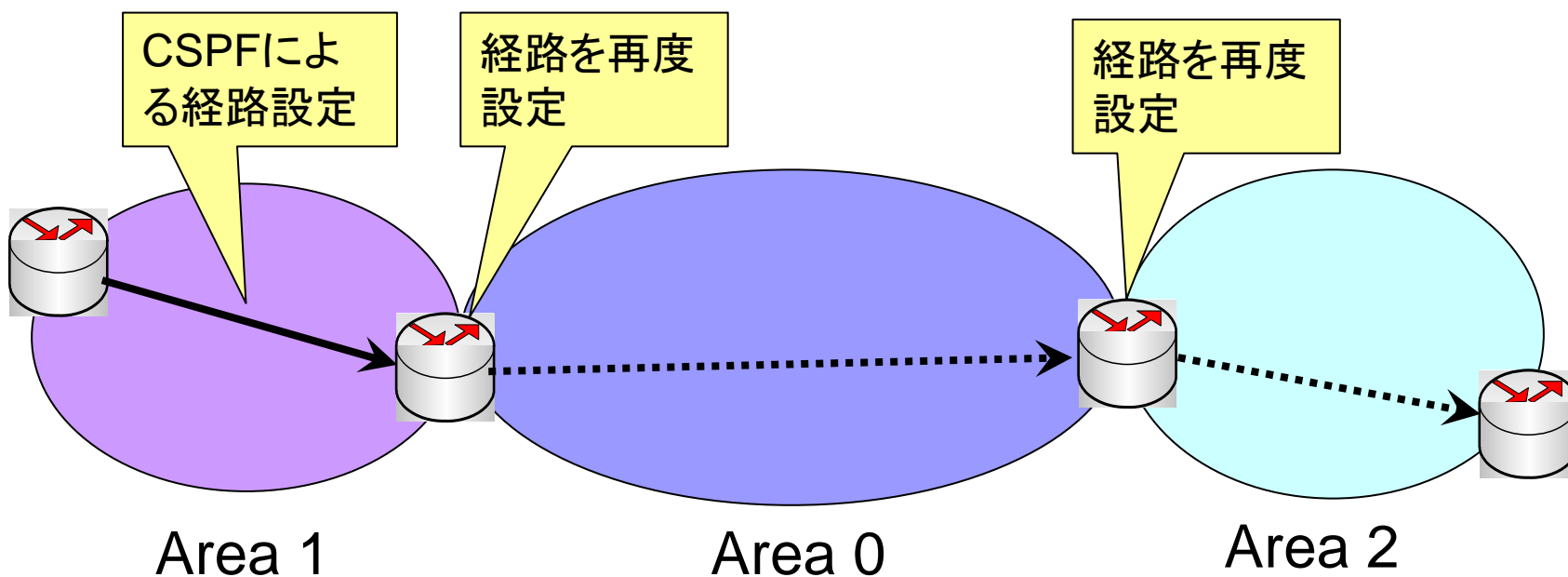
## ■ RSVPでLSPをInter-domainにて設定する場合に問題

### □ ReachabilityのみでTE情報がない。

### □ Constrained SPFが計算できない。

# MPLSの場合

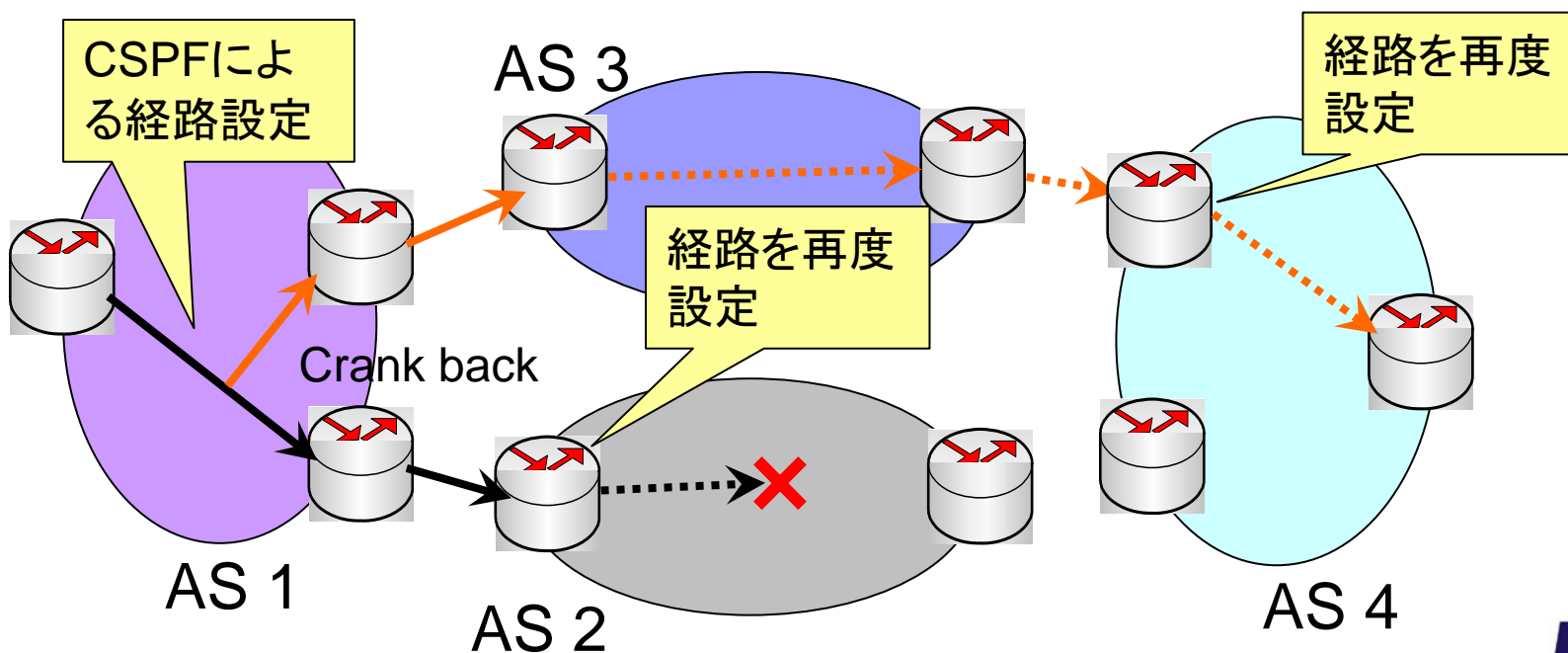
- パス設定時(Inter-area)
  - 自ドメイン内はCSPFを計算
  - それ以降はドメインをルースホップ指定
    - ドメイン境界ルータにて経路再計算  
(draft-ietf-ccamp-inter-domain-rsvp-te)  
(draft-ietf-ccamp-inter-domain-pd-path-comp)



# MPLSの場合

## ■ パス設定時(Inter-AS)

- 自ドメイン内はCSPFを計算
- それ以降はドメインをルースホップ指定
  - ASBRにて経路再計算
  - 経路制御したい場合あり
  - Crank-backによりパス設定の試行回数の増大の可能性



# MPLSとGMPLSの違い

## MPLS

- シグナリング(RFC3209)
  - 一方向 → 光伝送路に対応
  - インバンド → 光スイッチに対応
  - スイッチング
    - パケット → 一般化(Generalized)
  - 設定
    - 帯域 → 一般化(Generalized)
  
  - Fast reroute → 光スイッチに対応
- ルーティング(RFC3630)
  - アドレス → 一般化(Generalized)
  - 帯域

## GMPLS

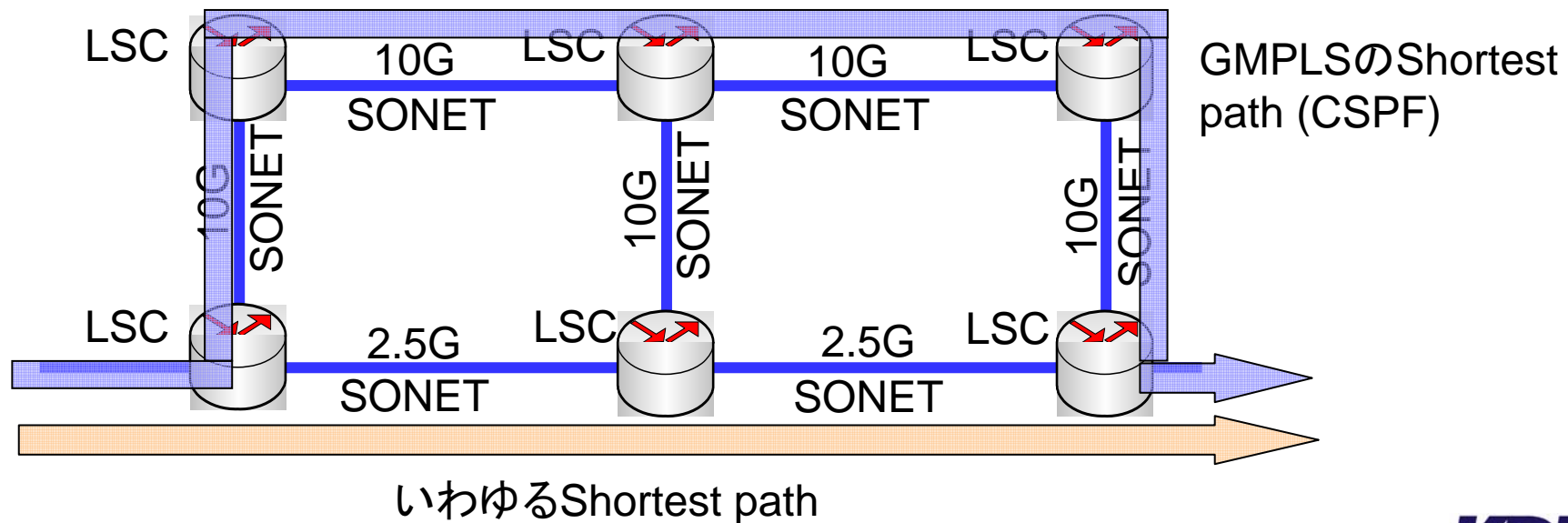
- シグナリング(RFC3471/3473)
  - 双方向
  - アウトオブバンド
  - スイッチング
    - (Packet)/TDM/Lambda/fiber
  - 設定
    - スイッチ能力
    - 帯域
    - エンコーディング
  - GMPLS e2e
- ルーティング(RFC4202/4203)
  - アドレス
  - 帯域
  - スイッチング能力
  - エンコーディング

似て非なるもの……

# CSPF

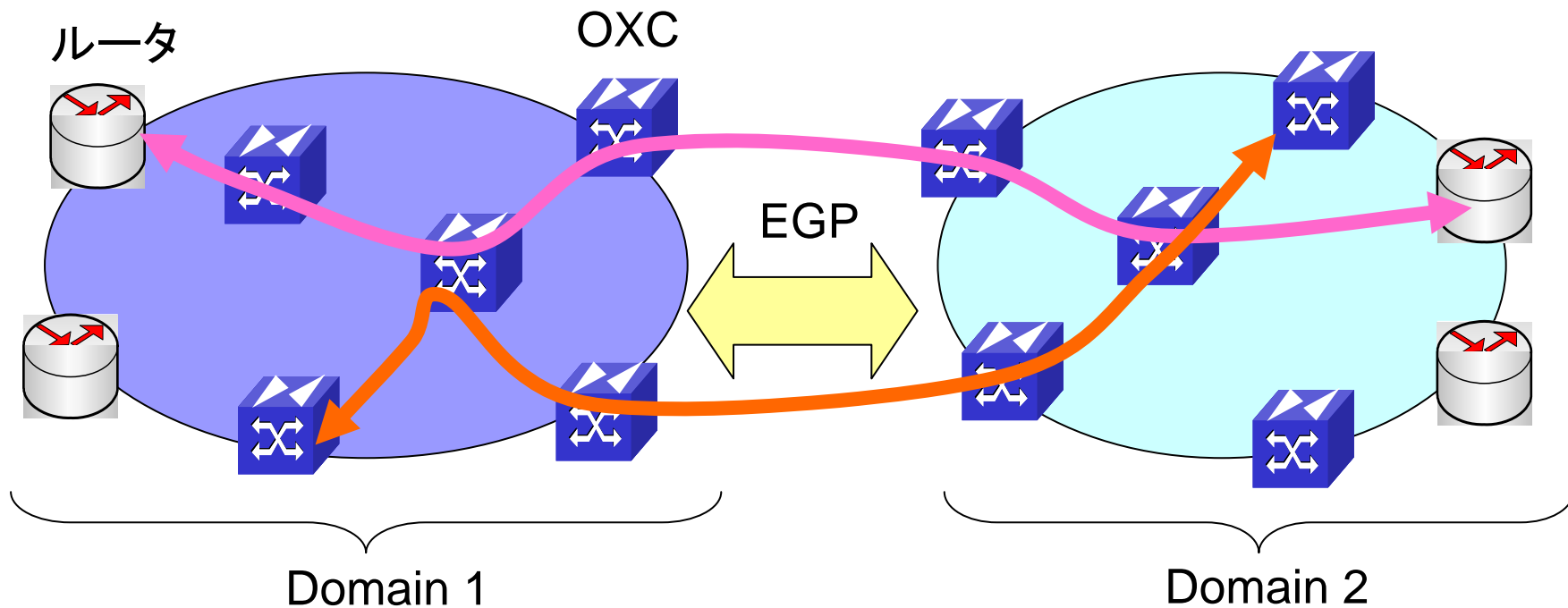
## ■ GMPLS CSPF

- Bandwidth/SRLGに加えて、GMPLS特有のパラメータ (Encoding type/Switching capability)を考慮に入れる必要あり。
  - draft-otani-ccamp-gmpls-constraint-02.txt
- GMPLSのCSPFによる経路≠OSPFの経路



# GMPLS Inter-domainでやりたいこと

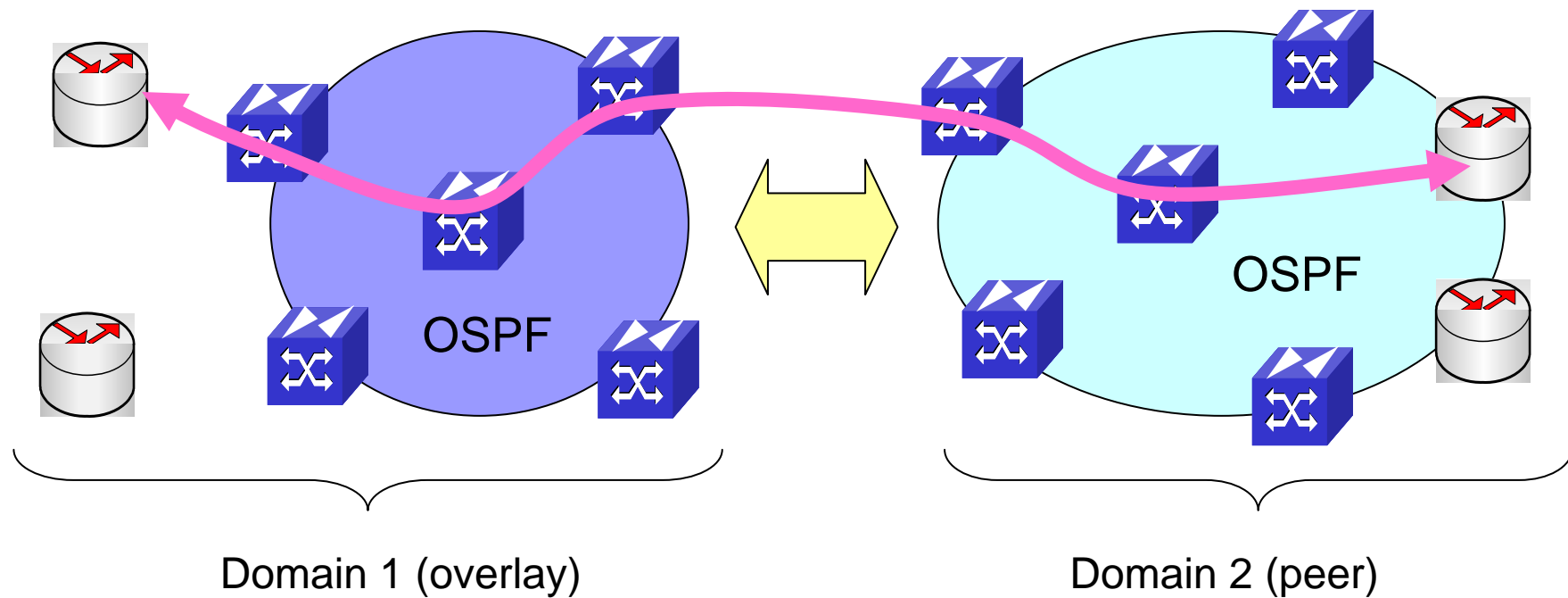
- ドメイン間でルーティング情報(EGP)を交換
- ドメイン間でGMPLSのパスを設定
  - GMPLSルータ間
  - GMPLSノード(OXC)間





# モデル間の接続

- 例えばPeer modelとOverlay modelで運用しているネットワーク間の相互接続を考える。
  - Inter-domainの形態の一つ



# (G)MPLS inter-domainの必要性

- ルーティングのスケールラビリティ
  - マルチドメインによるスケールラビリティ向上
- キャリア間接続(E-NNI)
  - トポロジーの隠蔽
  - ドメイン境界でポリシー制御
- モデル間接続
  - 単純なドメイン間接続と同等？
- Crank-backだとスケールしない？
- もう少しエレガントな解は？
  - PCE？
  - ルーティング拡張？

# GMPLSのInter-domain routing

## ■ Reachabilityのみ考慮

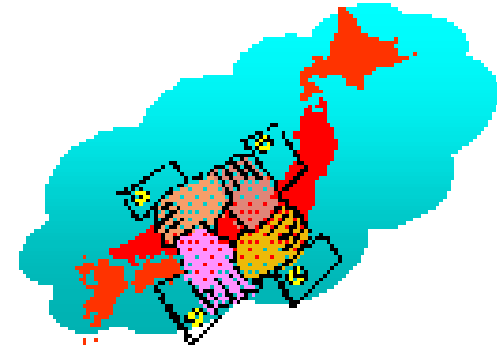
- ドメインを越えた場合に、TE属性を考慮したパスはSource nodeで予め指定できない。
  - 設定が最大{(Border node数)-1}回失敗する可能性あり。

## ■ TE情報の拡張をサポートした場合

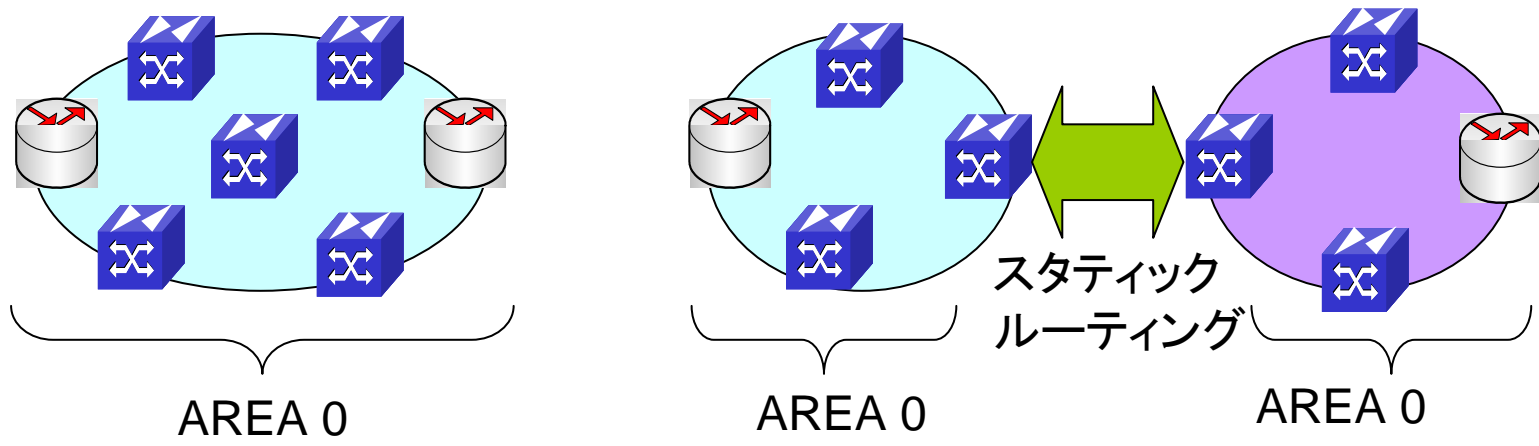
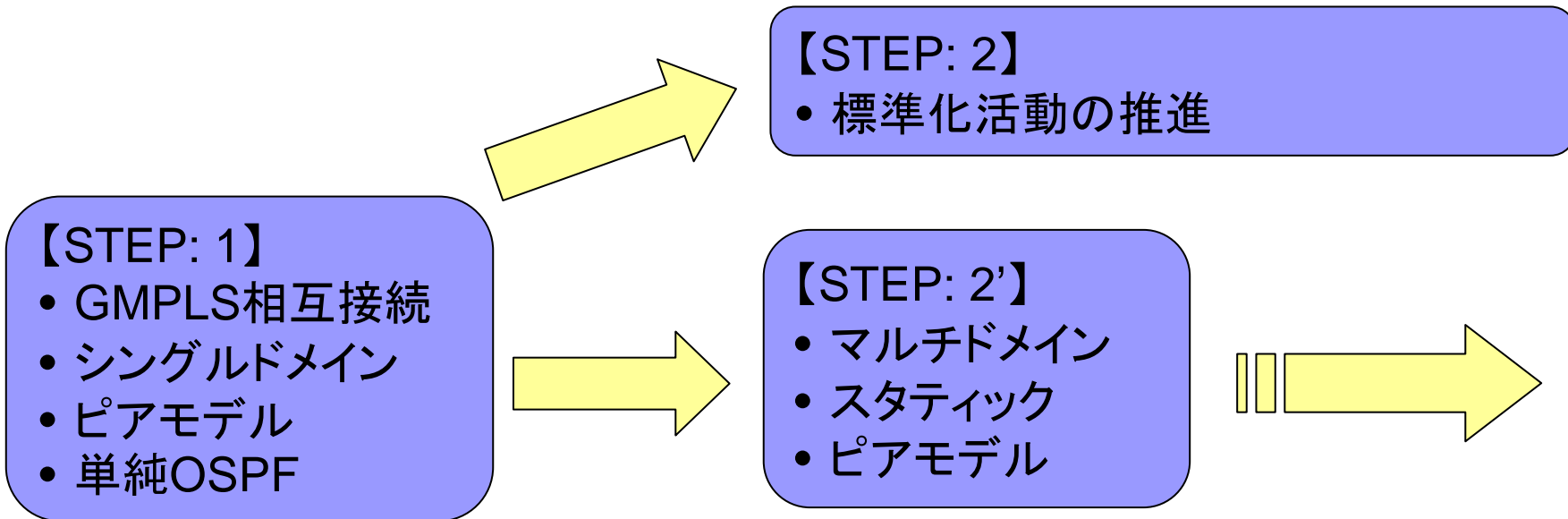
- ドメインを越えた場合にも、TE属性を考慮したパスがある程度設定可能
  - トポロジー情報の隠蔽は必要
  - リーチャビリティのあるノードのTE属性のみ交換？

# けいはんなオープンラボ相互接続性検証WG

- NICT Kei-han-na Info-Communication Open Laboratory Interoperability WG is promoting rapid development and improving interoperability of GMPLS.
- There are currently four projects, especially focusing on carrier-to-carrier logical and physical interfaces in optical networks, ensuring multi-vendor interoperability.
  - # PJ1: GMPLS Protocol Interoperability Testing (C-Plane/D-Plane) Project
  - # PJ2: New Inter-Carrier Network-to-Network Physical Interface Development Project
  - # PJ3: New Inter-Carrier Network-to-Network Logical Interface Development Project
  - # PJ4: Nation Wide GMPLS Network Constitution Project
- For more detail information: see <http://www.khn-openlab.jp/bunkakai-gw/kokino-net/sousetsu/>



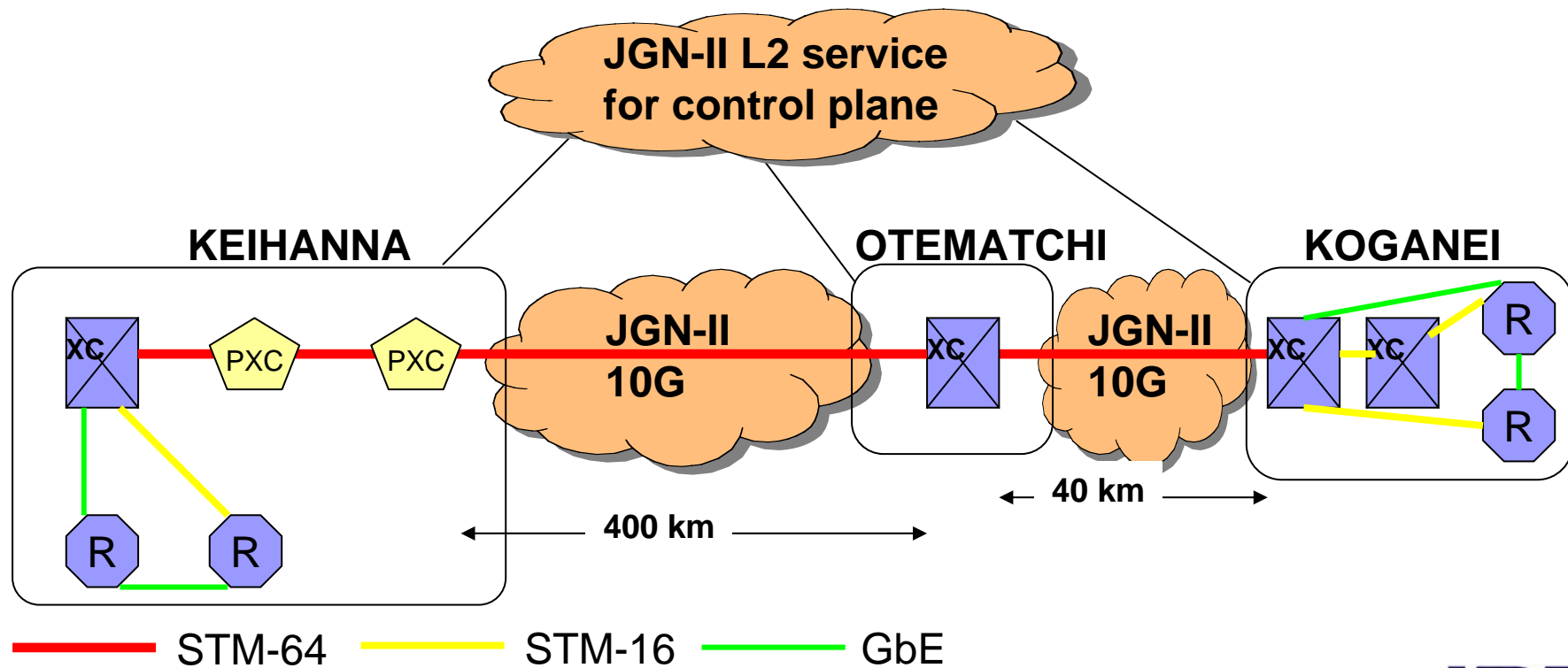
# 検討のステップ



# Multi-vendor/multi-layerトリアル構成



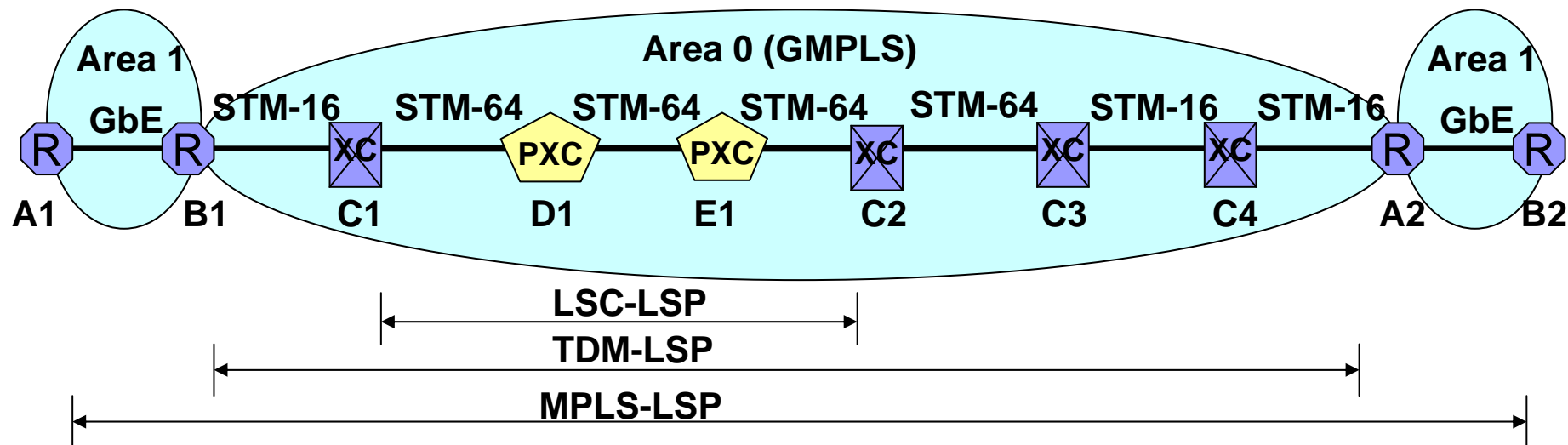
- PXC, SDH XC, GMPLS routers, MPLS routers were utilized
    - Verification of the interoperability in a nation-wide network environment
    - The knowledge for future definition of the requirements for the carrier-to-carrier interface.
- (OFC2005 Post deadline paper)



# 評価構成 (1)



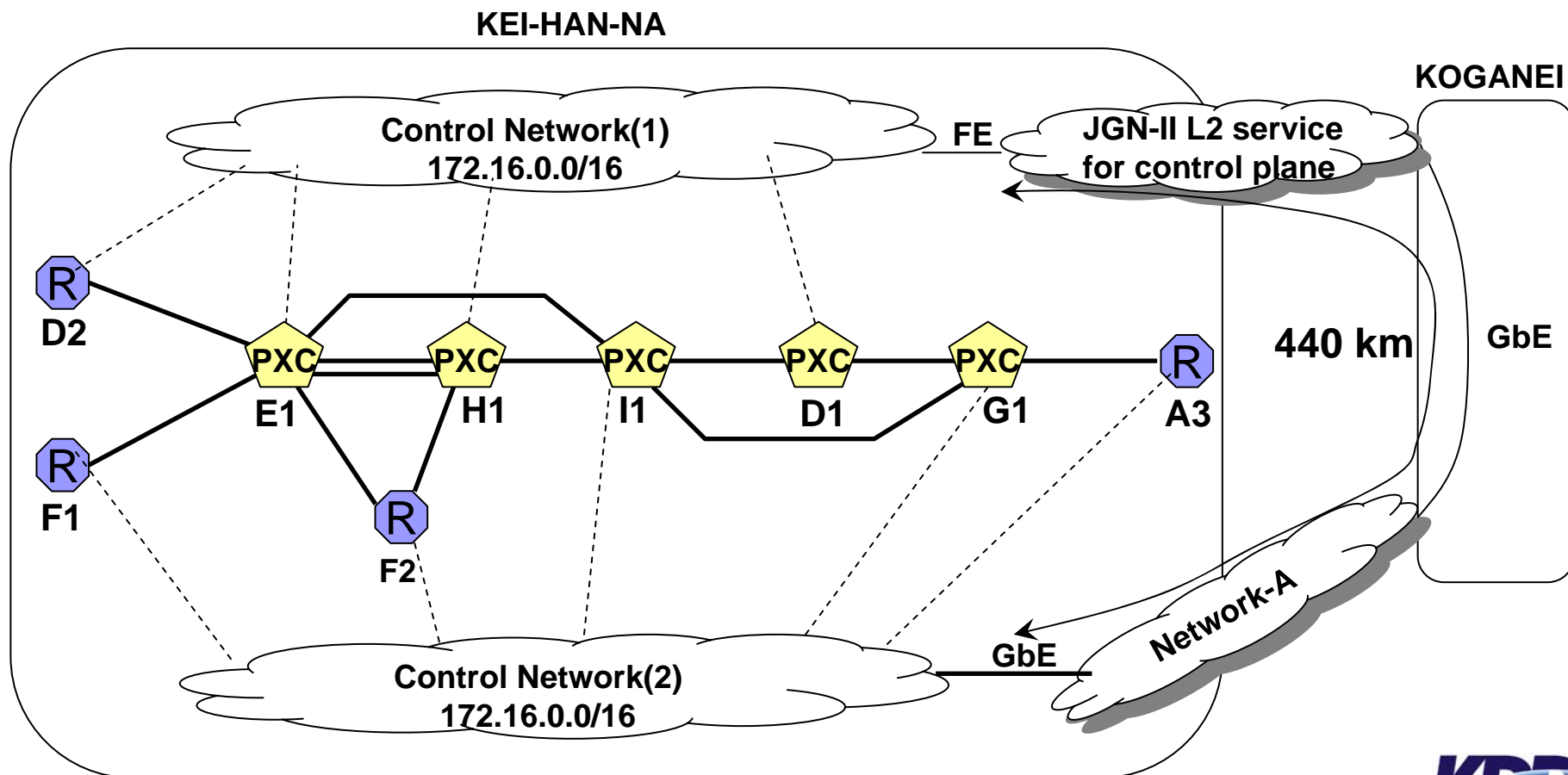
- Multi-layer (MPLS/TDM/Lambda) network
  - Successful creation of hierarchical LSPs.
    - The created Lambda-LSP is advertised as a FA.
  - Successful exchange of OSPF information over
    - TDM-LSP over Lambda-LSP



# 評価構成 (2)



- Creation of more LSPs among more vendors
  - Totally 9 types of LSP could be created.

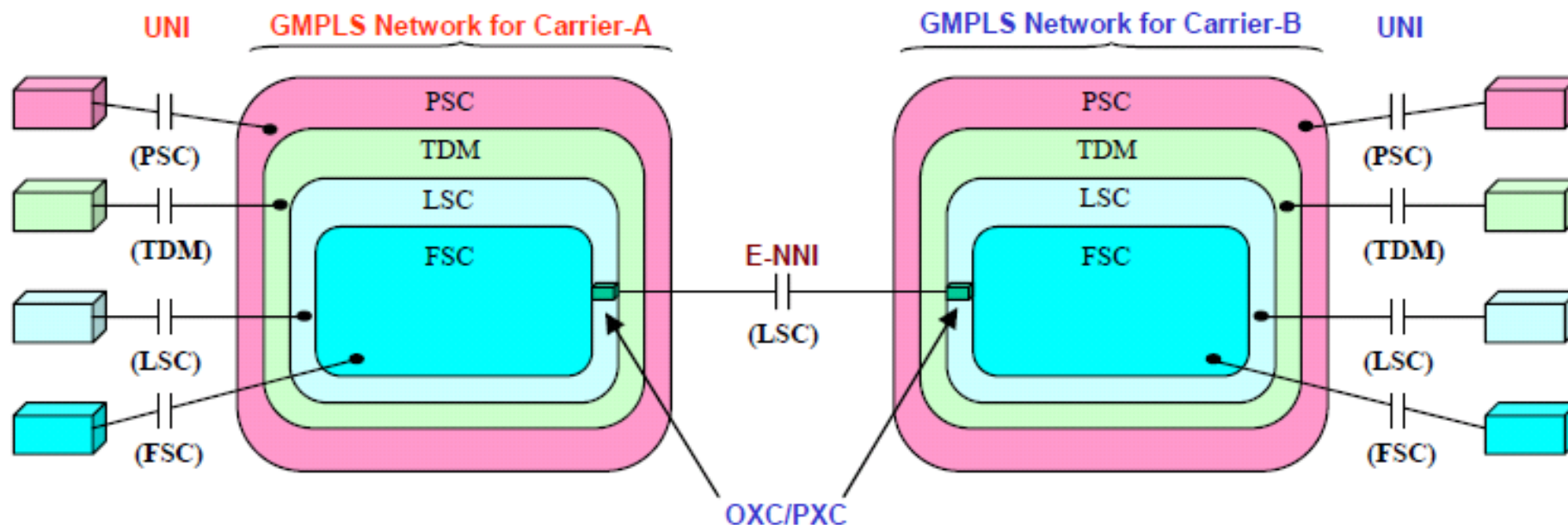




# ドメイン間接続のモデル



## ■ 異なるキャリア間のGMPLSネットワークの相互接続



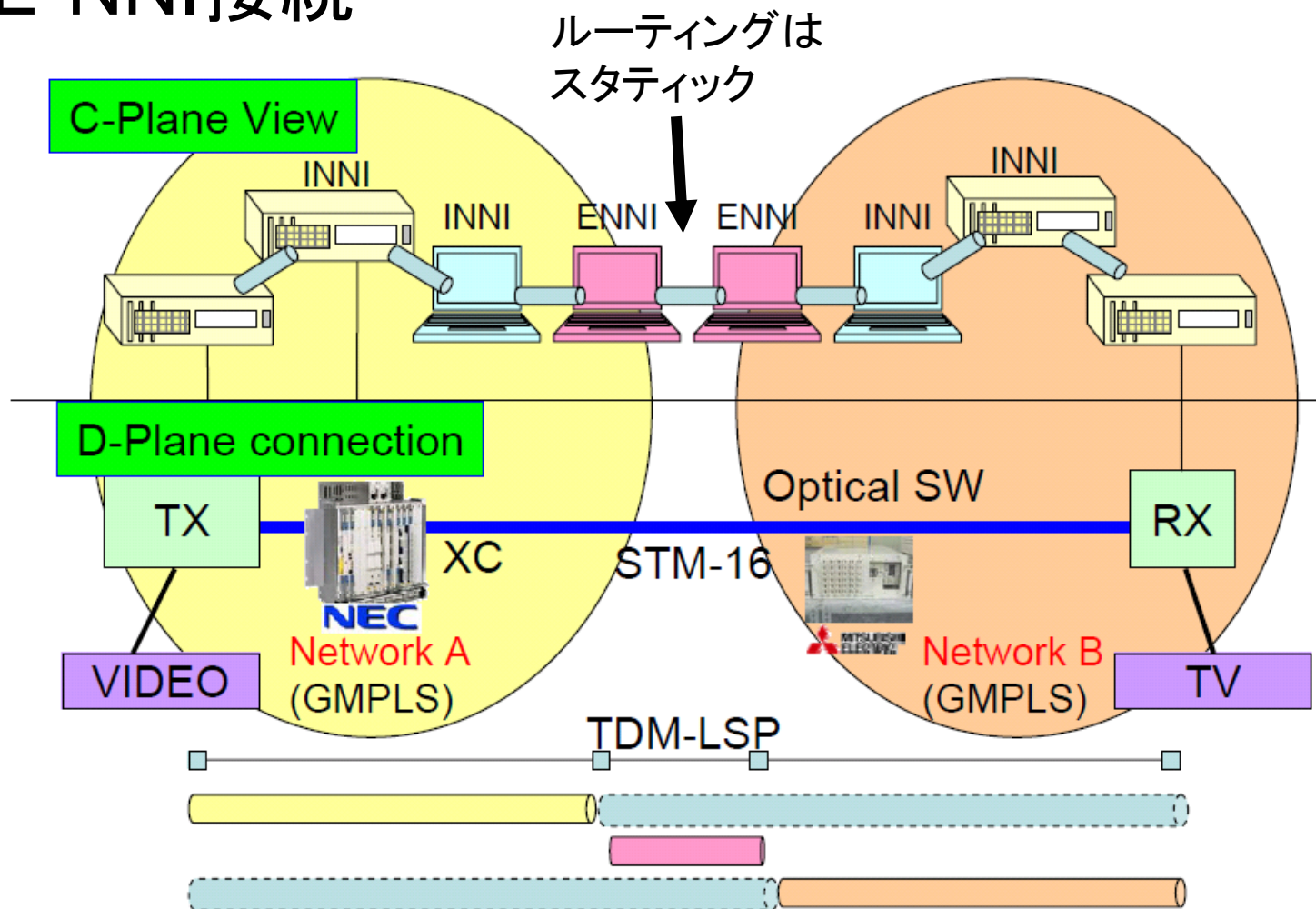
### □ E-NNI規約の策定

- 論理規定
  - ルーティング、シグナリング
- 物理規定
  - OTNなど

# MPLS2005でのデモ(ワシントン)



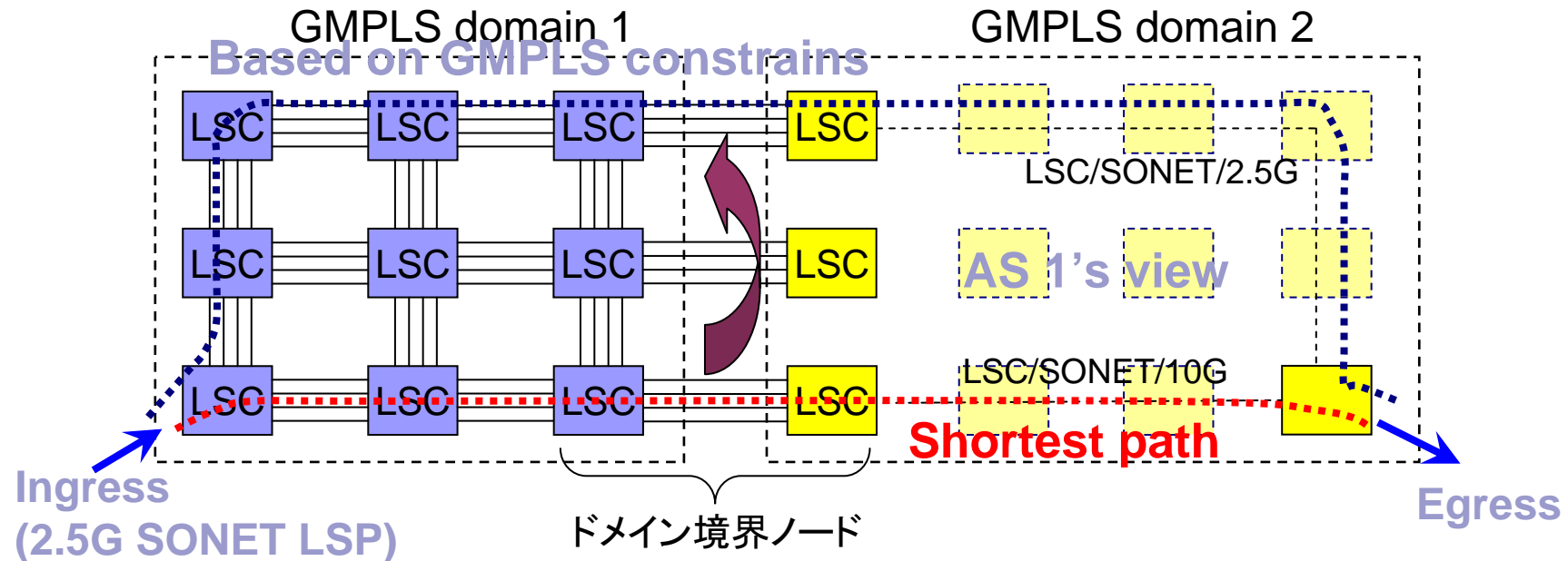
## ■ E-NNI接続



# 標準化

- IETF ccamp WGで提案中のドラフト
  - draft-otani-ccamp-inter-domain-routing-req-00.txt
  - draft-otani-ccamp-interas-gmpls-te-03.txt
- Inter-domain MPLS-TE framework
  - draft-ietf-ccamp-inter-domain-framework-04.txt中に上記のドラフトがGMPLS-TEの部分でリファー

# GMPLS Inter domain TE overview



- MPLSのinter-domainとことなり、GMPLSのinter-domainでは、正確にGMPLS LSPを確立するためにGMPLSのリンク属性を考慮する必要がある。
    - Switching capability : TDM-SC, LSC, FSC
    - Encoding type: Ethernet, SONET, Lambda, etc.
    - Bandwidth: 1G, 2.4G, 10G, 40G, etc.
    - SRLG:
- } ドメイン間ポリシーにて決定
- リーチャビリティ情報の交換 +  $\alpha$  :  $\alpha$  についてIETFにて議論
  - 境界ノードでのドメイン間のモデルの差異の吸収

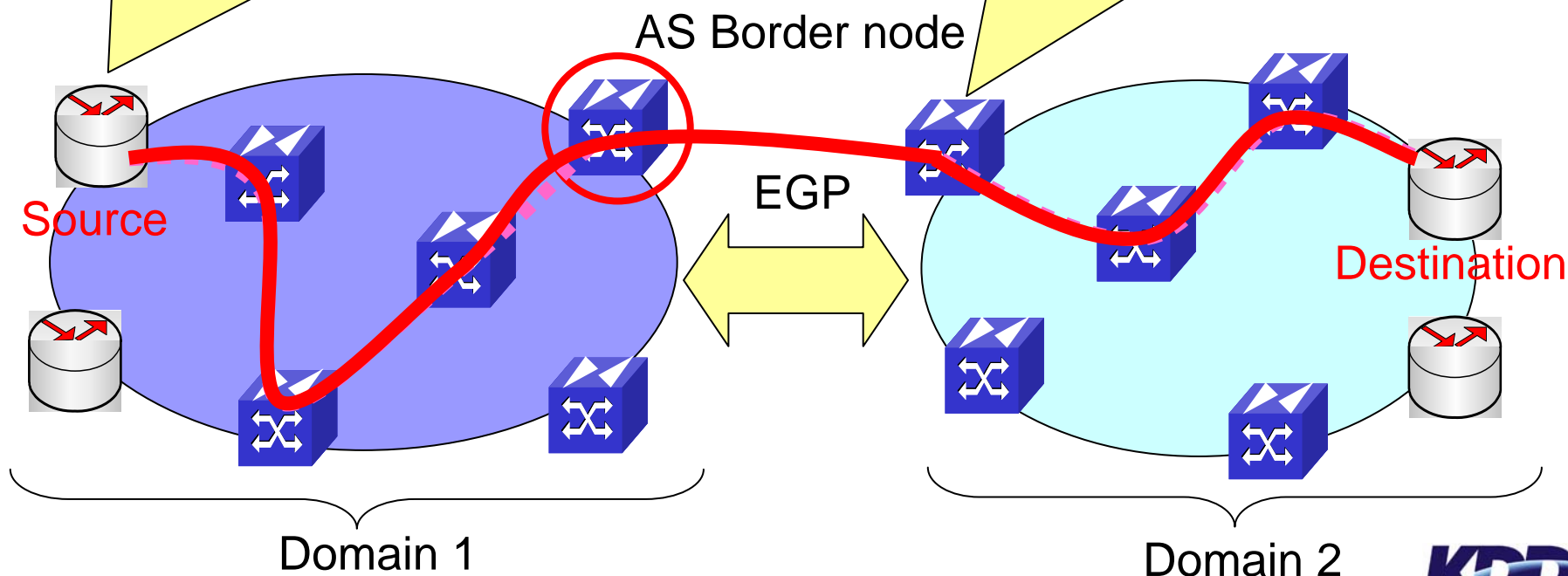
# 最終的にGMPLS Inter-domainでやりたいこと

## 【ソースノードにおいて】

1. Destinationに応じて、EGPにより学習したAS経路を検索
2. 適切なAS Border nodeを選択
3. そのノードまでのGMPLS CSPFを計算
4. GMPLSパスメッセージを送出

## 【ボーダノードにおいて】

1. Destinationに応じて、IGPにより学習した経路を検索
2. そのノードまでのGMPLS CSPFを計算
3. GMPLSパスメッセージを送出



# まとめと今後の課題

- GMPLS inter-domainのアーキテクチャの検討
  - MPLSとGMPLSの違いの明確化
  - GMPLS inter-domainの要求条件
- けいはんな相互接続性検証WGの活動
  - GMPLS相互接続性の向上、標準化の推進
  - E-NNI(GMPLS inter-domain) 接続技術の検討
- 今後の課題
  - ルーティング機能の確立
  - JGN IIなどとの連携、フィールドトライアル