

光ネット(GMPLS)の相互接続課題

インターネットフォーラム講演会

- インターネット技術の最新動向2004 -

2004.3.9

NTT 未来ねっと研究所 || フォトニックインターネットラボ(PIL)

岡本 聡

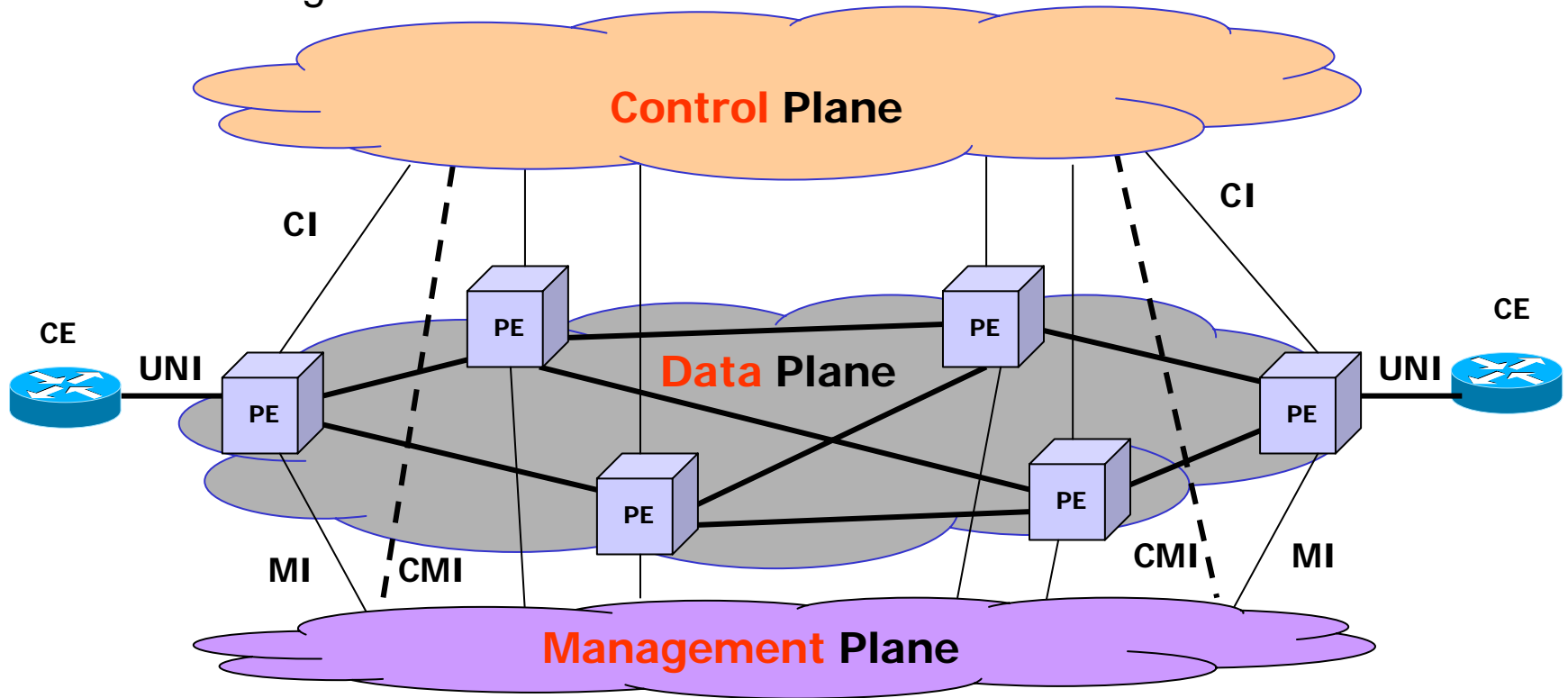
E-mail : okamoto.satoru@lab.ntt.co.jp

目次

1. 光ネットワーク制御関連標準化団体の動向
2. 相互接続性検証の動向
3. Peer vs. Overlay
4. 相互接続上の課題

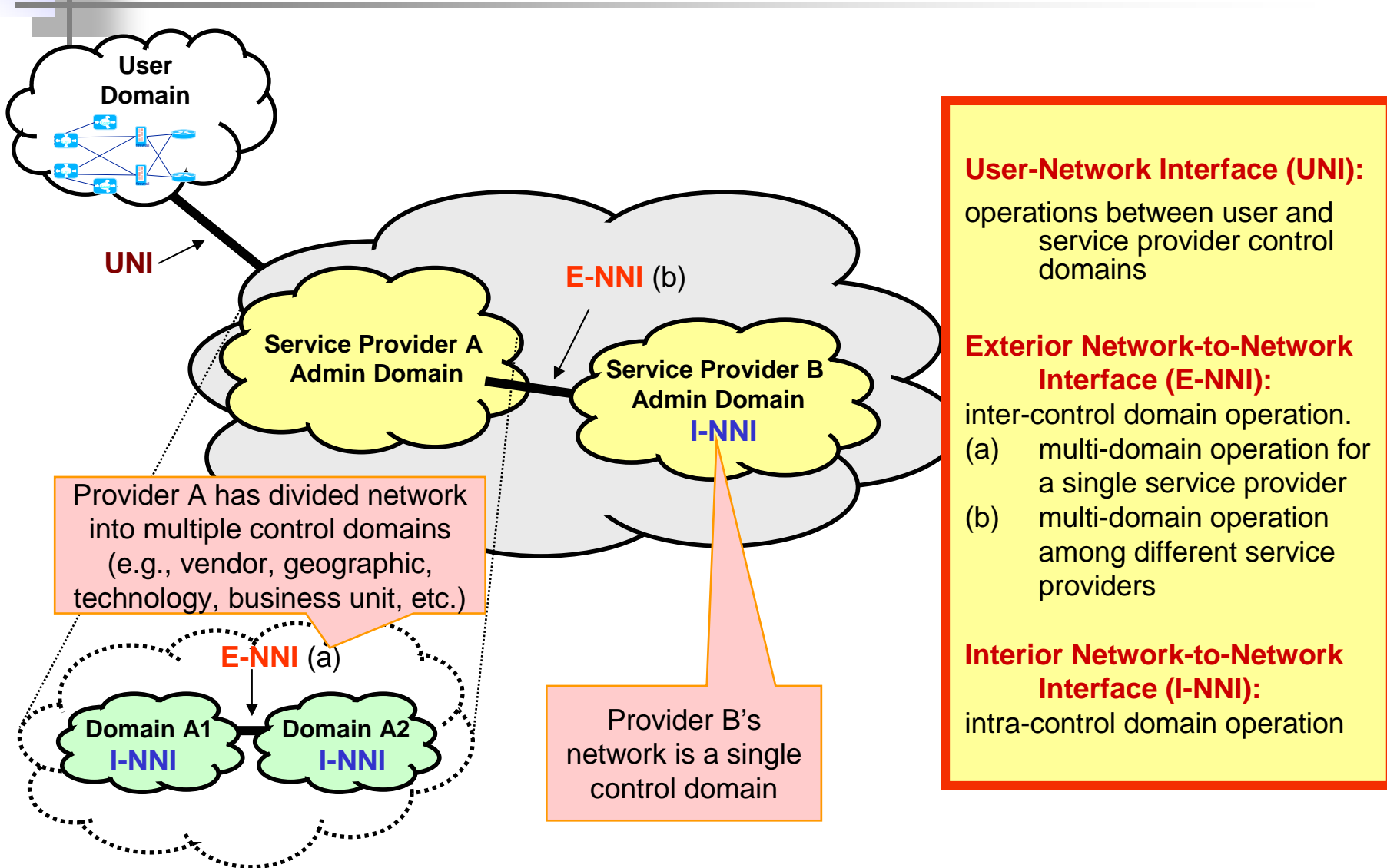
(ITU-T系の)ネットワーク参照モデル [参考]

- Transport Network is constructed with 3 planes.
 - Data Plane
 - **Control Plane**
 - Management Plane



CE: Customer's Equipment, PE: service Provider's Equipment

参照点(相互接続ポイント)



User-Network Interface (UNI):

operations between user and service provider control domains

Exterior Network-to-Network Interface (E-NNI):

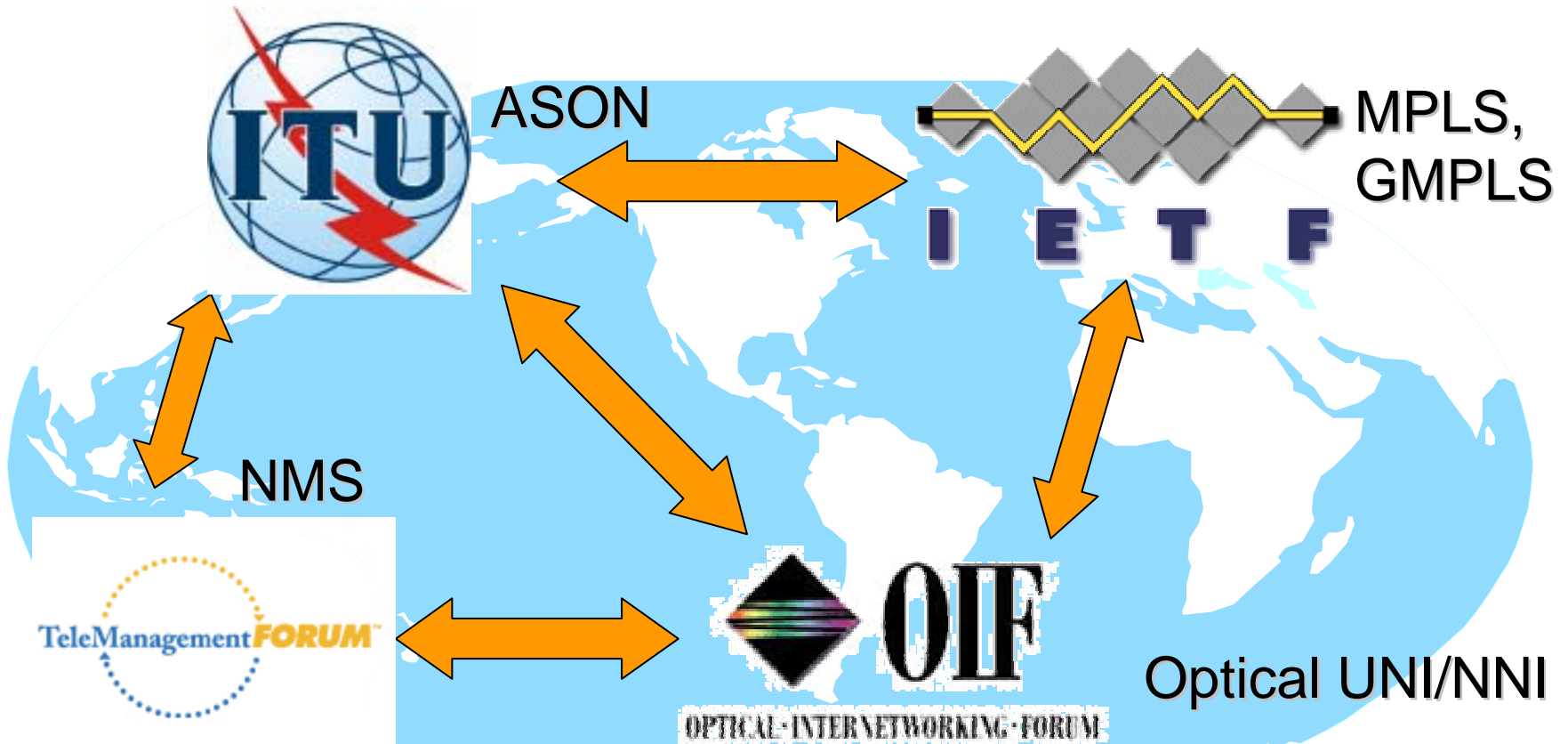
inter-control domain operation.

- (a) multi-domain operation for a single service provider
- (b) multi-domain operation among different service providers

Interior Network-to-Network Interface (I-NNI):

intra-control domain operation

Standardization Bodies and Forums [参考]



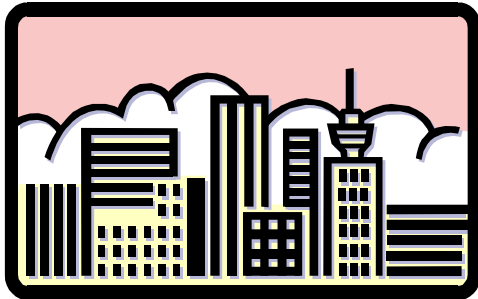
ITU
IETF
OIF
TMF

International Telecommunication Union
Internet Engineering Task Force
Optical Internetworking Forum
TeleManagement Forum

- ITU-T (SG13, SG15)
 - UNI, I-NNI, E-NNI(b)のRequirements, Architecture (ASON)が中心
 - プロトコルニュートラルな仕様を制定
 - プロトコルに特化した仕様は他団体が制定したものにITU-T拡張を追加
 - IETF GMPLS, OIF OUNI, ATMF PNNI
- IETF (CCAMP, IPO)
 - I-NNIのプロトコル(GMPLS)を制定、UNIにも触手を伸ばしている。
 - シグナリング(RSVP-TE)、ルーティング(OSPF, IS-IS)、リンク管理(LMP)
- OIF
 - UNIのRequirements, Architectureが中心
 - UNI 1.0, UNI1.0R2策定、UNI 2.0策定中、Intra-carrier E-NNI, E-NNI(a)策定中

ITU vs. IETF vs. OIF

[参考]



- Different focus
 - ITU focuses on architecture
 - ASON architecture
 - IETF focuses on building blocks
 - GMPLS protocol specs.
 - OIF focuses on applications and interoperability
 - Implementation Agreements (IAs) and Interoperability Test Events
- 共通のゴール(光ネットワークマーケット)へ向けて、勢力争いから協調へ

目 次

1. 光ネットワーク制御関連標準化団体の動向
2. 相互接続性検証の動向
3. Peer vs. Overlay
4. 相互接続上の課題

GMPLS関連の相互接続制検証団体

- Optical Internetworking Forum (OIF) [USA]
 - <http://www.oiforum.com/>
 - UNI, E-NNI(a)
- ISOCORE [USA]
 - <http://www.isocore.com/>
 - I-NNI, UNI
- UNH [USA]
 - <http://www.iol.unh.edu/>
 - UNI, I-NNI
- Photonic Internet lab. (PIL) [JPN]
 - <http://www.pilab.org/>
 - I-NNI, (UNI)
- CRLけいはんなオープンラボ 相互接続性検証WG [JPN]
 - <http://www2.crl.go.jp/jt/a130/bunkakai-gw/nw-gaiyo/gw-info.htm>
 - I-NNI, E-NNI(b)

GMPLS関連の相互接続イベント

- [UNI] OIF - 2001年6月 SuperComm2001
 - 25社 (Agilent, Alcatel, Avici, CIENA, CISCO, Corvis, Juniper, Lucent, Nortel, Sycamore, Tellium 等)
- [I-NNI] UNH (MPLS Forum) – 2002年10月 NGN2002
 - 7社 (Agilent, CISCO, DataConnection, Juniper, Netplane, NetTest, Sycamore)
- [E-NNI(a)/UNI] OIF – 2003年3月 OFC2003
 - 12社 (Alcatel, Avici, CIENA, DataConnection, NEC, Netplane, Nortel, Sycamore, Tellabs, Tellium 等)
- [I-NNI] PIL – 2002年12月/ 2003年10月/ 2004年1月
 - 6社 (NEC, NTT, 日立, 富士通研, 古河電工, 三菱電機)
- [I-NNI/UNI] ISOCORE/PIL – 2003年10月 MPLS2004
 - 12社 (Avici, Cisco, 富士通, 古河電工, Juniper, 三菱電機, Movaz, NEC, NTT, Sycamore, Tellabs 等)
- [I-NNI] CRLけいはんな – 2003年9月 ~
 - 8社 (CRL, NEC, NTT, KDDI研, 日立, 富士通研, 古河電工, 三菱電機)

詳細な結果や問題点はNDAのため闇の中へ

目 次

1. 光ネットワーク制御関連標準化団体の動向
2. 相互接続性検証の動向
3. Peer vs. Overlay
4. 相互接続上の課題

- Peer Model
 - Flat network
 - IP routers and photonic network systems fully peered
 - from the view point of C-plane, all network equipments are categorized with IP routers.
- Overlay Model
 - Hierarchical network
 - routers are clients of the photonic network
 - Clients of the photonic network are not limited to IP routers: e.g. SDH box, ATM box, ...

GMPLS protocols are commonly used
in Peer Model and Overlay Model.

GMPLS controllable equipments

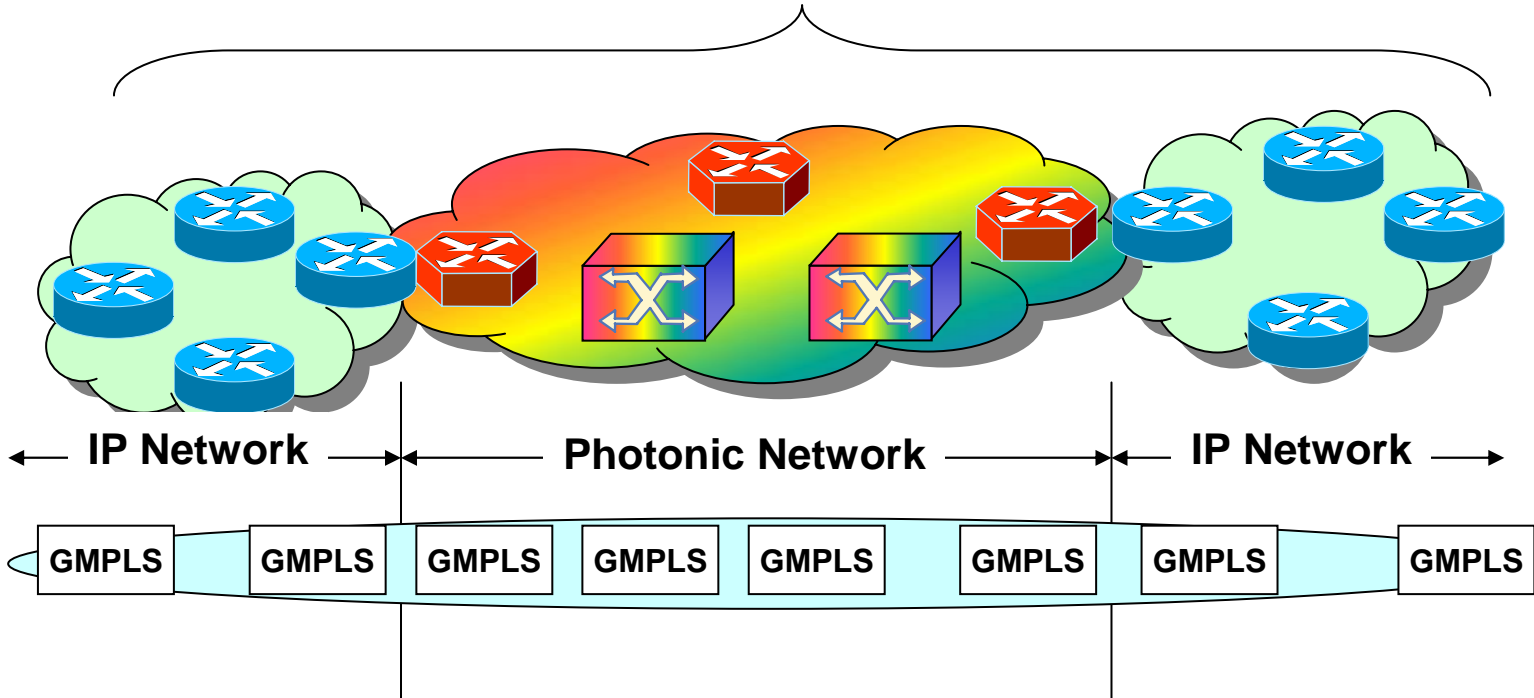
- Packet-Switch Capable (**PSC**) : MPLS Router
- Time-Division Multiplex Capable (**TDM**) : SDH (VC)-XC
- Lambda-Switch Capable (**LSC**) : OXC, PXC
 - Include both single wavelength switch and multi-wavelength (waveband) switch
- Fiber-Switch Capable (**FSC**) : PXC
- Layer2-Switch Capable (**L2SC**) : ATM-SW, FR-SW, etc. [GbE-SW (?)]
 - Defined. But not implemented.

組合せが多い！！！！

Peer Model

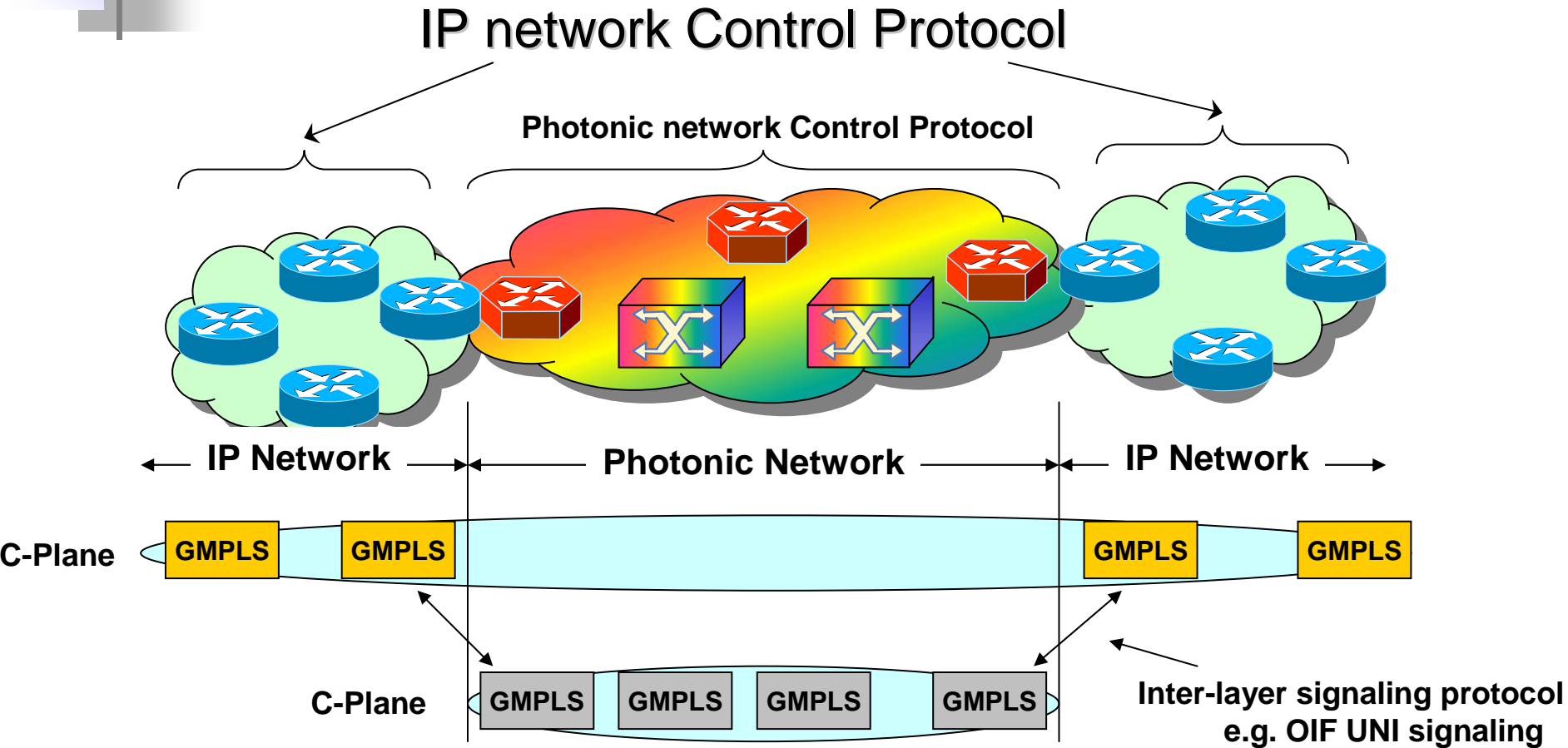
[参考]

Same Control Protocol: i.e. GMPLS



- Only one C-plane
- In the C-plane network, IP network element controllers and Photonic network controllers do not have a client-server relationship.

Overlay Model



- Multi C-Planes.
- Photonic network control protocol can alter from IP network control protocol.
 - It is possible to adapt centralized management system.

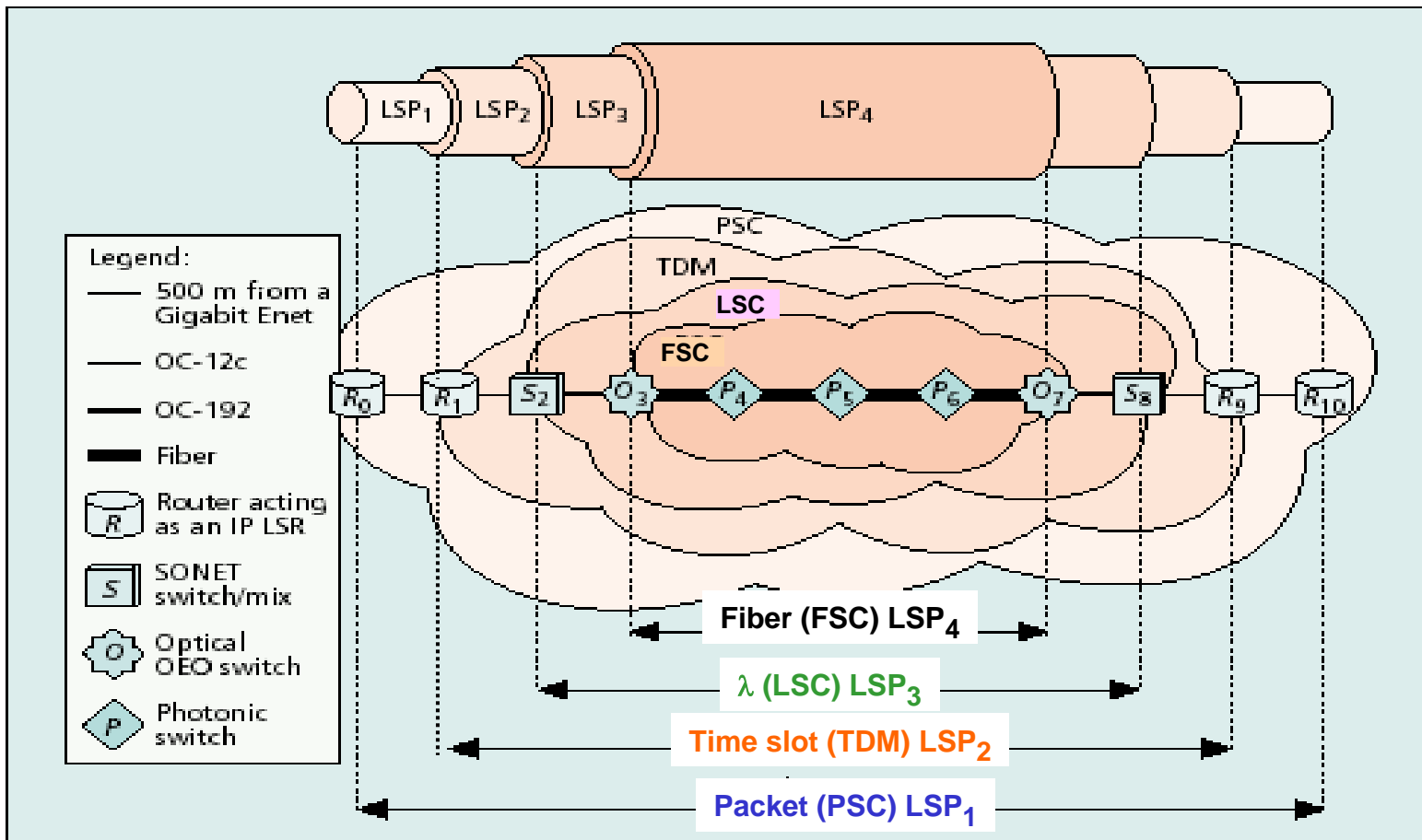
Peer vs. Overlay

- どちらもGMPLSプロトコルを利用
- モデルの違いにより LSP edge の位置が異なる。

例

- Peer ~ LSC region の edge = PSC/TDM 機器
 - PSC – LSC – LSC – LSC – LSC – PSC
 - TDM – LSC – LSC – LSC – LSC – TDM
- Overlay ~ LSC region の edge = LSC 機器
 - LSC – LSC – LSC – LSC – LSC

Peer Model による階層化 LSP 構成例



Ayan Banerjee, et al., "Generalized Multiprotocol Label Switching: An Overview of Signaling Enhancements and Recovery Techniques"
 IEEE Communication Magazine, Vol. 39, No. 7, July 2001.

Model が違うことによる弊害

- 両者の機器が混在すると
 - LSPのIngress と Egress の機器のSwitching Capability が異なる
 - 経路計算時にエラー発生
 - エラーを回避しても
 - 物理的なパス終端点(SDH VC終端点等) とLSP終端点が不一致
 - 物理パスが形成できずにエラー

目 次

1. 光ネットワーク制御関連標準化団体の動向
2. 相互接続性検証の動向
3. Peer vs. Overlay
4. 相互接続上の課題

やってみてわかったこと(1)

- RFCの記述は、きわめて曖昧
 - RFCは過去のスナップショットでしかない
 - 参照しているI-D が改版されていく！！！！
 - 各社の先行実装のAND部分(Mandatory)とOR部分(Optional) が存在
 - Mandatory 部分も入れるデータはORで定義されていたりする。
 - Ex. G-PID (PSCはEthertype (0x800)、他はIANAでアサインした0-1500を使用)
 - どのOption を採用するかネゴシエーションが必要
 - オブジェクトの順番はRFCでは規定していない
 - RFCに記述されている順番に並んでいないとダメな実装あり
 - 実装していないオプションが来るとパニック
 - Ex. RRO, PROTECTION
 - エラー処理に課題
 - 自社拡張オブジェクトなんて論外
- RFCは、競争のスタートポイント
 - RFC + が無いと他社との差異化ができない。

やってみてわかったこと(2)

- MPLSのRSVPとGMPLSのRSVPは結構違う

一例

- MPLSだと途中のルータがRSVP未サポートの場合でもパケットを転送できるようrouter alert option を使用
 - IPパケットのdestination は egress
- GMPLSは、IPパケットのdestination は隣接機器
 - Router alert option は原則として使用しない
 - MPLS改造のGMPLSソフトからのRSVPパケットを受信できない

- OSPFのモード

- 一般的には Multicast Address へHello を送出
- 場合によっては、P-MPモードが必要
 - 両者が混在すると neighbor 確立せず。

やってみてわかったこと(3)

- C-Plane 網は IP 網であり、物理的なリンク配置と一致しない。
 - LMPでは、物理的なリンク配置と一致させるための仕組みが必要
 - GREトンネル、IP over IPトンネル、IPSecトンネル、MPLSトンネル等を先に構築しておかないといけない。
 - トンネルの仕組みの事前ネゴと相互接続の確認が必要

やってみてわかったこと(4)

- GMPLSは、C-Plane, D-Plane分離
 - C-PlaneのIPアドレス
 - C-PlaneのIFアドレス (IPアドレス)
 - D-PlaneのノードID (IPアドレス)
 - D-PlaneのIF-ID (IPアドレス)
 - 論理と物理のトポロジをマッピングするためのトンネルのアドレス (IPアドレス)
 - どれとどれを共有するかが微妙にずれる
 - Numbered vs. Unnumbered も

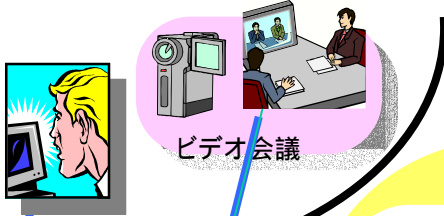
ギガビットネットワークシンポジウムにおける [参考] PIL GMPLSデモ



デモ網構成

[参考]

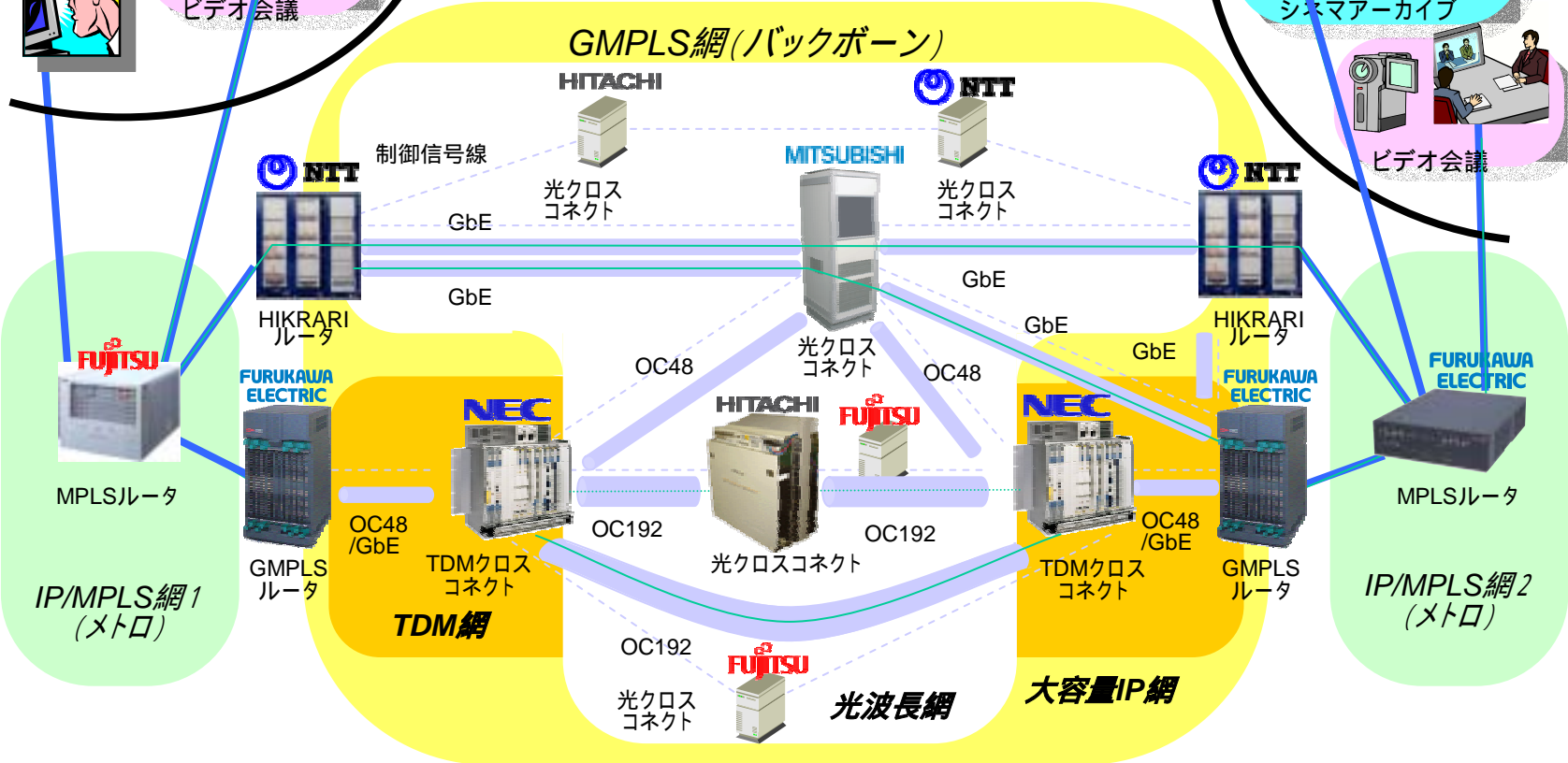
広帯域アプリケーション



広帯域アプリケーション



GMPLS網(バックボーン)



まとめ

- 光ネットワークは、そもそも物理的相互接続に難がある
 - 単純なSDH/SONET, GbEレベルではOKだが、WDMが絡むと。。。。
 - シングルベンダになりがち ベンダ島ができる
 - ベンダ島間をつながないとサービスできない OIFのE-NNI (a) が重要
- GMPLSは、マルチベンダが当たり前
 - ルータ機器ベンダと、XC機器ベンダと、OXC機器ベンダは違う
 - 現状は、つながるパラメータを手探りで探索
 - 3社以上での相互接続は結構せまき門

Thank you !