

MPLS Japan 2012
トランスポート制御技術の現状と今後

15/Oct/2012

梶尾 祐治

(株)富士通研究所 ネットワークシステム研究所

n MPLS-TP - 完成か? 道半ばか? (冒頭談)

n ITU-T からみた標準化状況

MPLS-TP 関連 RFC (IETF)

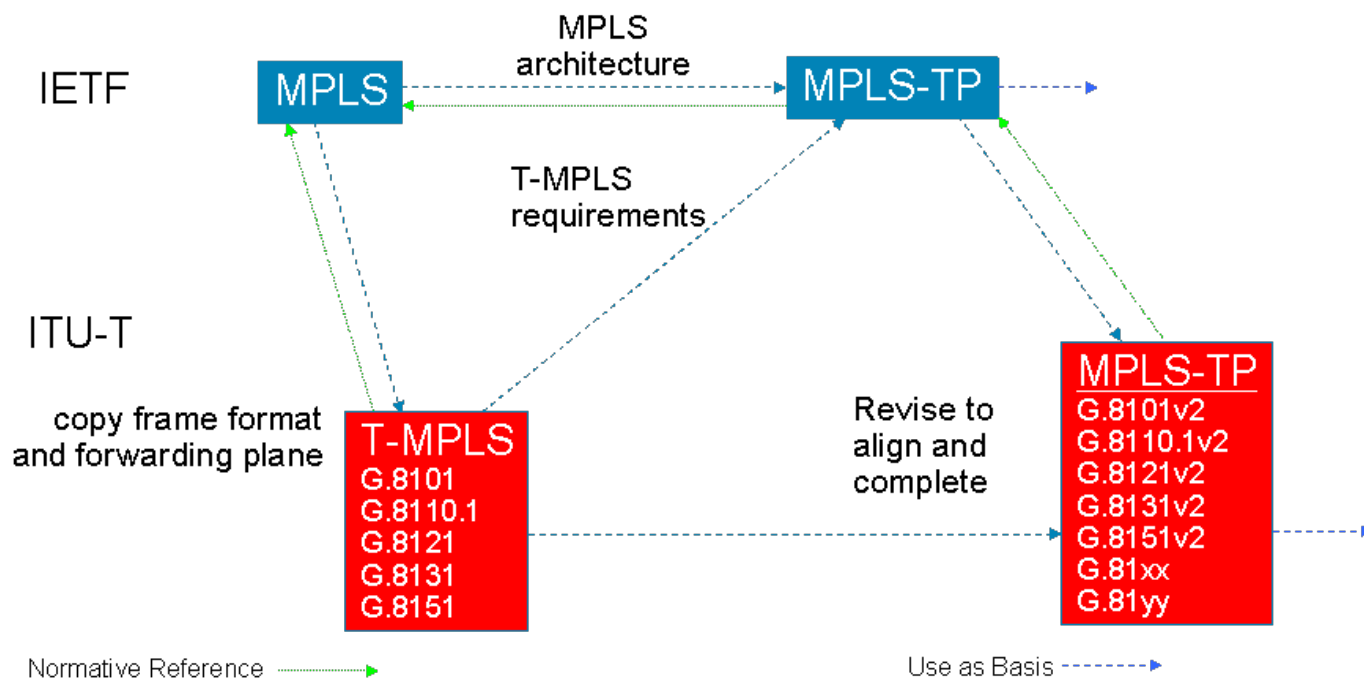
n IETFで標準化作業が進み RFC化された文書

n 大きな案件(特にOAM)は IETF#82(台北)でほぼ完了済み

発行時期	RFC	タイトル
2009/2	RFC 5317	Joint Working Team (JWT) Report on MPLS Architectural Considerations for a Transport Profile
2009/6	RFC 5586	MPLS Generic Associated Channel
2009/9	RFC 5654	Requirements of an MPLS Transport Profile
2010/5	RFC 5860	Requirements for Operations, Administration, and Maintenance (OAM) in MPLS Transport Networks
2010/7	RFC 5921	A Framework for MPLS in Transport Networks
2010/9	RFC 5950	Network Management Framework for MPLS-based Transport Networks
2010/9	RFC 5951	Network Management Requirements for MPLS-based Transport Networks
2010/8	RFC 5960	MPLS Transport Profile Data Plane Architecture
2011/4	RFC 6215	MPLS Transport Profile User-to-Network and Network-to-Network Interfaces
2011/9	RFC 6370	MPLS Transport Profile (MPLS-TP) Identifiers
2011/9	RFC 6371	Operations, Administration, and Maintenance Framework for MPLS-Based Transport Networks
2011/9	RFC 6372	MPLS Transport Profile (MPLS-TP) Survivability Framework
2011/9	RFC 6373	MPLS Transport Profile (MPLS-TP) Control Plane Framework
2011/9	RFC 6374	Packet Loss and Delay Measurement for MPLS Networks
2011/9	RFC 6375	A Packet Loss and Delay Measurement Profile for MPLS-Based Transport Networks
2011/10	RFC 6378	MPLS Transport Profile (MPLS-TP) Linear Protection
2011/11	RFC 6389	MPLS Upstream Label Assignment for LDP
2011/11	RFC 6423	Using the Generic Associated Channel Label for Pseudowire in the MPLS Transport Profile (MPLS-TP)
2011/11	RFC 6426	MPLS On-Demand Connectivity Verification and Route Tracing
2011/11	RFC 6427	MPLS Fault Management Operations, Administration, and Maintenance (OAM)
2011/11	RFC 6428	Proactive Connectivity Verification, Continuity Check, and Remote Defect Indication for the MPLS Transport Profile
2011/11	RFC 6435	MPLS Transport Profile Lock Instruct and Loopback Functions
2012/07	RFC 6669	An Overview of the Operations, Administration, and Maintenance (OAM) Toolset for MPLS-Based Transport Networks
2012/07	RFC 6670	The Reasons for Selecting a Single Solution for MPLS Transport Profile (MPLS-TP) Operations, Administration, and Maintenance (OAM)

ITU-T における MPLS-TP 勧告化状況

- n T-MPLS としての活動は終息(2008/04)
- n T-MPLS として発行した ITU-T 勧告はMPLS-TP の結果 を反映して修正
- n **2012/09 会合までに以下勧告は承認済み = 修正完了**
G.8110.1(アーキ), G.8121(装置処理), G.8151(装置管理), G.8101 (用語)
- n **2012/9 会合で、G.8112 (Interface) はコンセント**
- n OAM 関連は G.8113.1 (Y.1731 based), G.8113.2 (IETF MPLS based)
WTSA-12 (11月開催)で承認予定



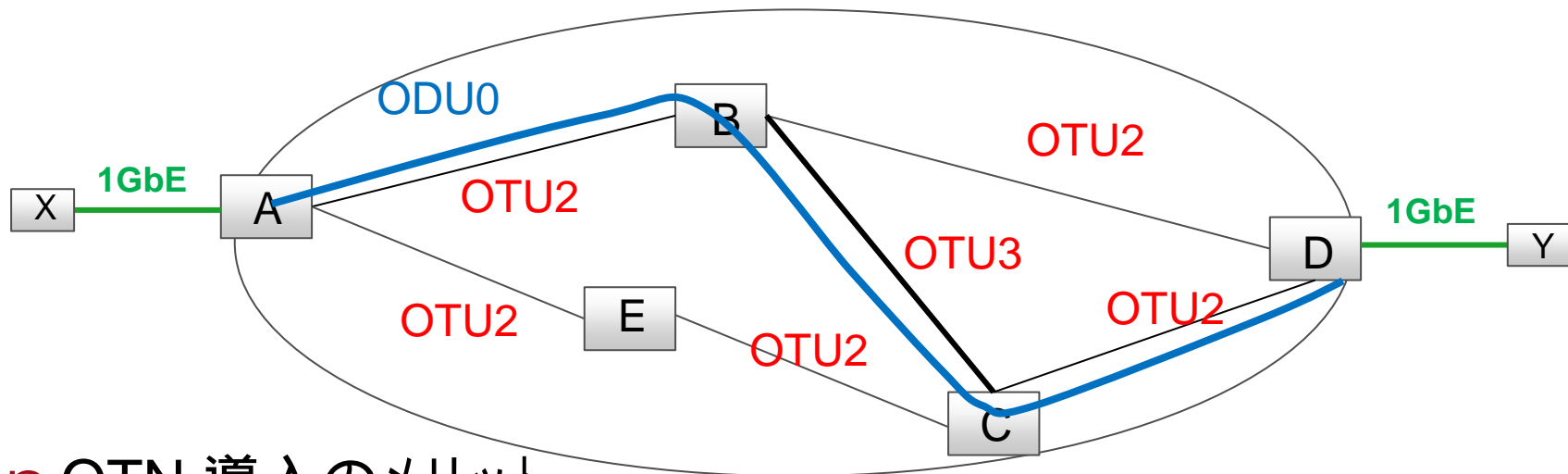
- n ITU-T の観点では、T- のまま存在する勧告はプロテクションのみ
 - n G.8131: Linear protection switching for transport MPLS (T-MPLS) networks (2007/02, Amd 1 2009/02)
 - n MPLS-TP への更新を阻むもの - プロテクションメカニズム (いわゆる APS)
 - APS (SDH, OTN, Ethernet) 定義と、PSC (RFC 6378) 定義に相違が存在
 - どう反映するか?
 - 両論併記?、別勧告化(G.8131.1 & G.8131.2)?、一方のみ定義?、APS 系は何もしない?...
 - 現在、双方の技術分析とRFC6378における課題を明確にして Liaison 更新中
 - n もう一つ、Work plan のまま残った草案 G.8132 についても今後の課題
 - Linear 適用で十分? BLSR 相当必要? ラベル処理(スタック)は?
- n 他、OAM 処理などの装置処理規定、装置管理モデル(UML)
 - n **G.8121.1**: Characteristics of MPLS-TP equipment functional blocks supporting **G.8113.1/Y.1373.1**
 - n **G.8121.2**: Characteristics of MPLS-TP equipment functional blocks supporting **G.8113.2/Y.1373.2**
 - この二つを完成しないと、OAM 処理なり警報転送定義が明確になりません
 - n **G.8152**: Protocol-neutral management information model for the MPLS-TP network element

n OTN 網制御技術から見たパケット網の融合

- n OTN 網でのサービス提供(ユースケース)
- n G.709 GMPLSシグナリング、GMPLSルーティング標準化状況
- n マルチレイヤ(L2 or L1 への)

OTN ネットワーキングへの期待 (昨年スライド)

- n 昨年の MPLS Japan で OTN についてお話ししてこんなスライド示しました
- n OTN (G.709) の特徴: **広帯域とEthernet IF の直収**
- n 応用例: 顧客拠点間での 1GbE 回線接続サービス提供

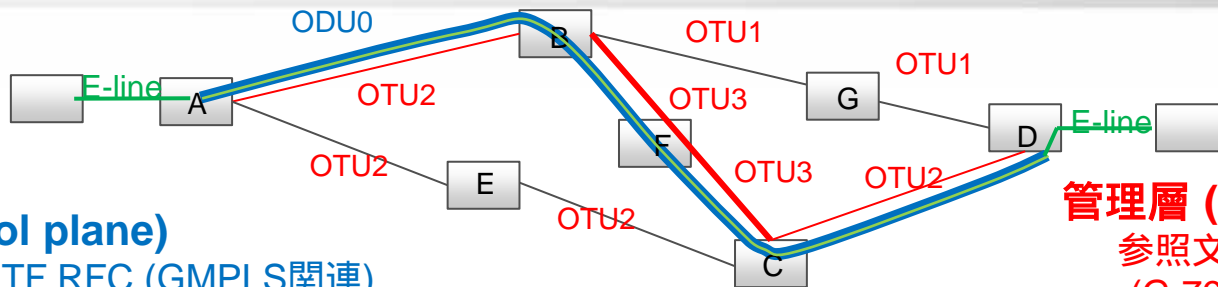


n OTN 導入のメリット

- n 低遅延なサービス回線 (PW/MPLS相当)提供
- n LO/HO ODU (多重化)導入により以下のことを実現
 - 物理回線 (HO ODU) に依存しないサービスとしてのODU(LO ODU)提供
 - ネットワークリソースの最適化(収用効率・最適経路)の実現

→ **パケットとトランスポート融合を提供する重要な接点としても期待**

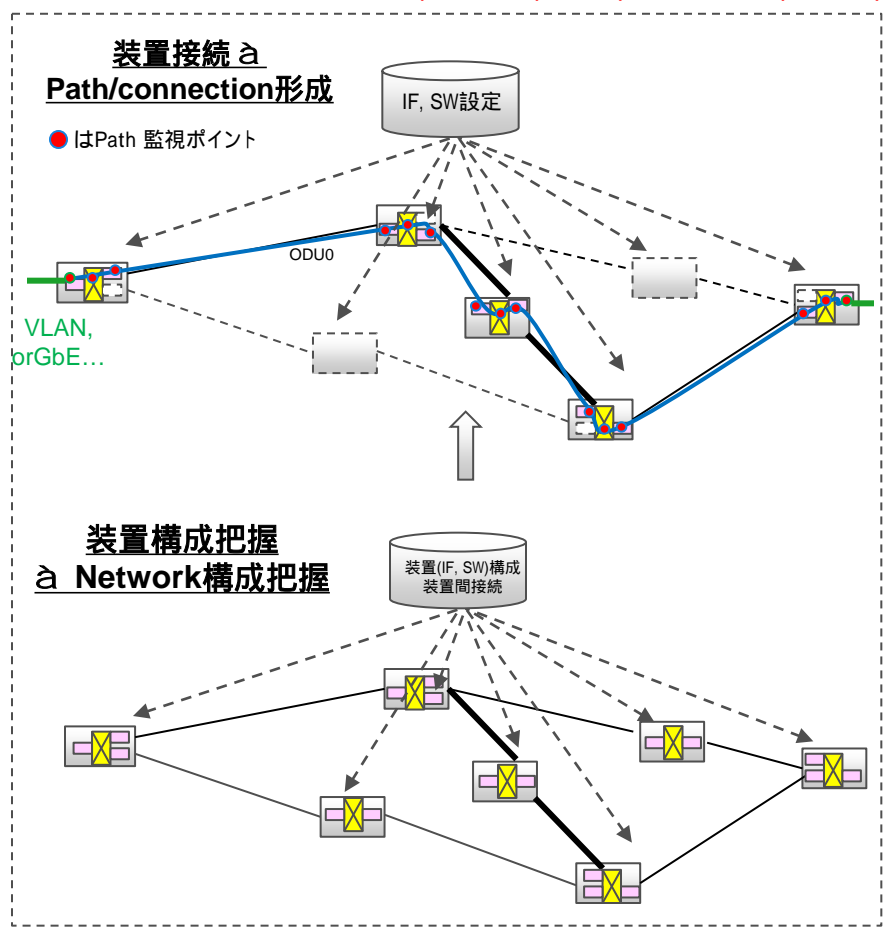
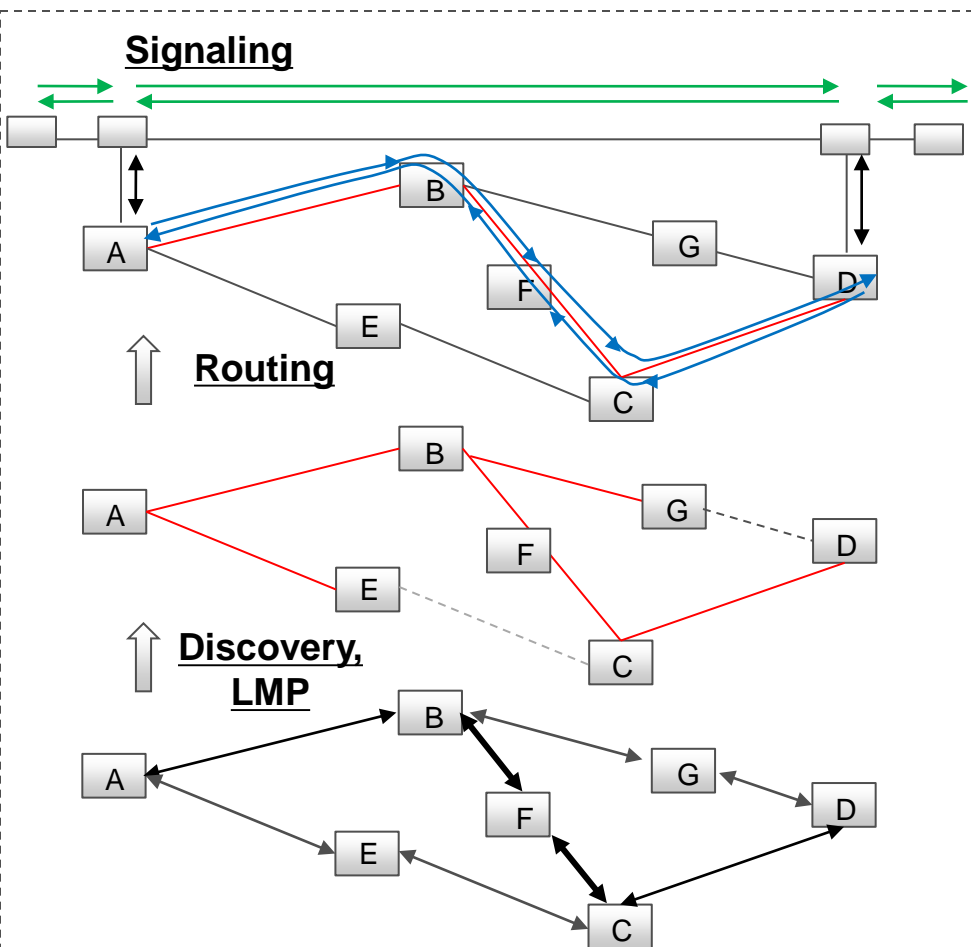
OTN網制御・設定 - 現状分析

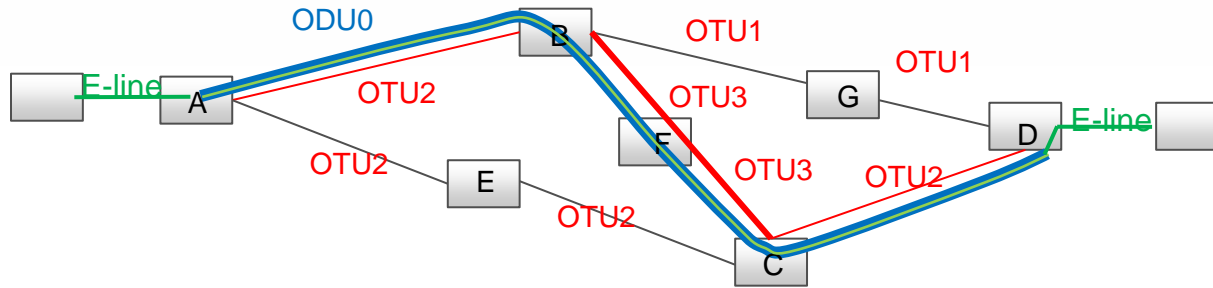


管理層 (Management plane)
 参照文献: ITU-T 装置処理勧告 (G.798(OTN), G.8021(Ether))

制御層 (Control plane)

参照文献: 主にIETF RFC (GMPLS関連)





n 分散制御 (GMPLSプロトコル)

→GMPLS シグナリングによる End-to-End の E-Line設定と提供

“パス提供するノード間(水平)の連携”

n GMPLSシグナリング設定

- n OTN 網内部も含めて(飛び越して)の設定
- n マルチレイヤに対応した設定
- n *ただし諸情報の事前の広告・発見は必要*

n OTN網内における仮想パス提供

- n LO 相当の ODU0 (Client GbE)
- n HO 相当は OTN に閉じた運用が可能
 - 網内収容最適化
 - 最適 LO ODU 経路提供となる

n 集中管理 (NMS – EMS 構成)

→ マッピング処理・多重処理・警報設定によるEnd-to-End の E-Line設定と提供

“ノードにおけるレイヤ間(上下)の連携”

n 装置設定の簡略化

- n OTN 網は OTN のみの設定
- n リソース管理含め OTN に閉じた管理
- n *レイヤ間の設定削減は、管理情報 (MI_ {Server, Client}) の連携 (標準範疇外)*

n 装置警報処理の連携

- n A, D の Edge 装置
- n 警報 (AIS(FDI), RDI(BDI)) のレイヤ間(OTN - Ethernet) 連携

n 顧客起点

n On demand (顧客要求) による提供

- ユーザトラフィック帯域・変動などを考慮したパス設定・提供
- 最適経路(低遅延など)の提供

n ネットワーク運用者起点

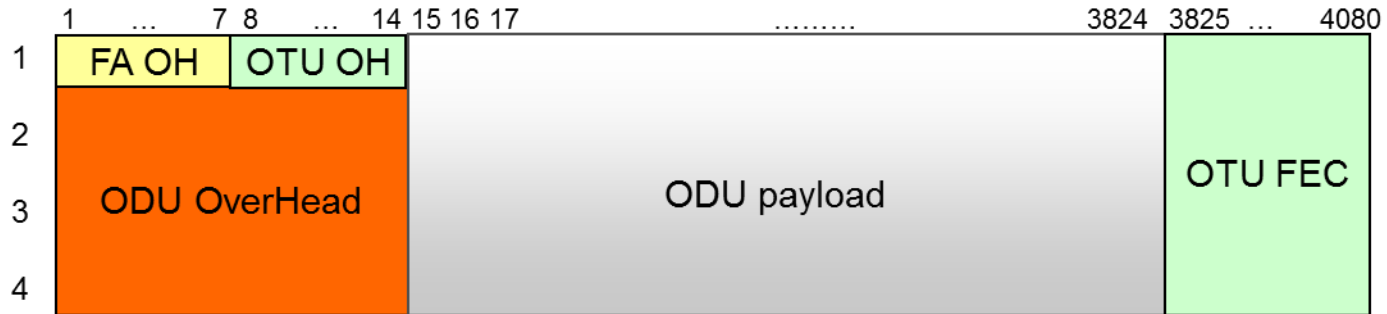
n 多重すなわち収容効率最適化を考慮したパス提供ならびに経路最適化
ネットワークリソースの最適化の実現

n マルチレイヤ・ドメインを考慮したパス提供

n 経路管理の自動化・集中化ならびに強化

- プロトコルによる自動生成
- PCE (Path Computing Element)の導入による計算機能装置の定義

n OTU/ODU/OPU基本構成



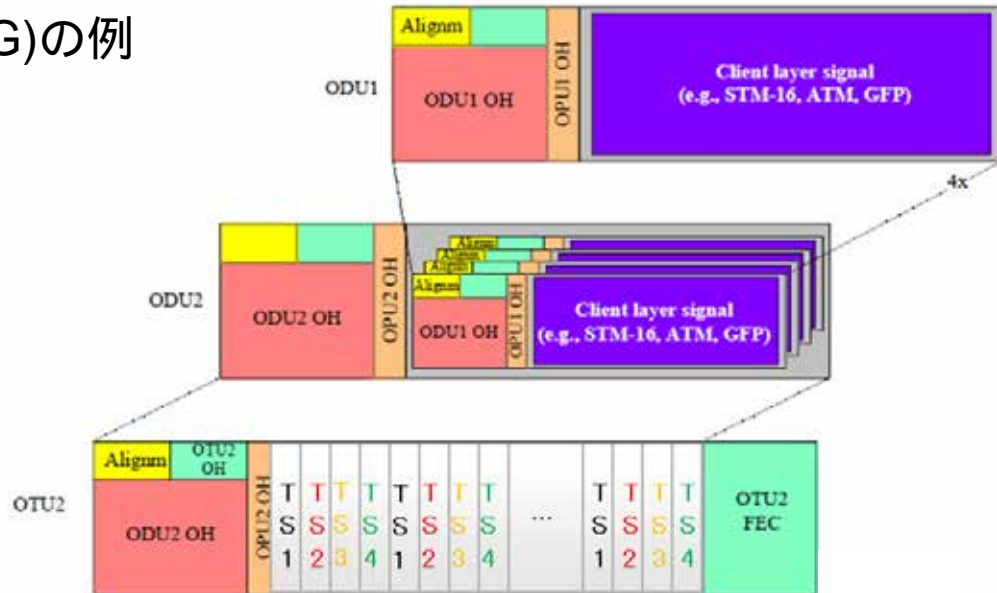
n LO(Lower order) ODU à HO (Higher Order) ODU 多重

n ODU1 (2.5G) à ODU2 (10G)の例

n OPU2 では TS(Tributary slot)による多重・マッピング

1 TS = 2.5G (~ 2009)

1 TS = 1.25G (2009 ~)

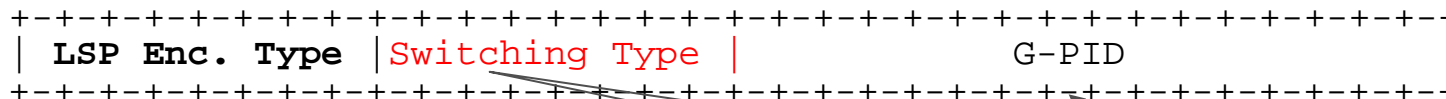


- n G.709 (2009 ~) によるインパクト
 - n Tributary Slot の新しい定義 (1.25G, 2.5G)
 - n ODUflex の定義
 - n 多重化 (HO/LO のバリエーション増加)
- n 未定義であったRouting 拡張手法
- n 現在のInternet Draft
 - n Framework
 - draft-ietf-ccamp-gmpls-g709-framework
 - n Info model (Signaling, Routing にどう encode するか 明記したもの)
 - draft-ietf-ccamp-otn-g709-info-model
 - n Signaling
 - RFC4328 (G.709(2003))
 - draft-ietf-ccamp-gmpls-evolving-g709 (G.709 (2009)対応)
 - n Routing
 - draft-ietf-ccamp-gmpls-ospf
 - n LMP
 - draft-zhang-ccamp-gmpls-g709-lmp-discovery
 - draft-cecczhang-ccamp-gmpls-g709v3-lmp etc.

OTNシグナリング最新動向

n 最新ドラフト: draft-ietf-ccamp-gmpls-signaling-g709v3-02

n Label Request Object: **SW type 101** を別途規定

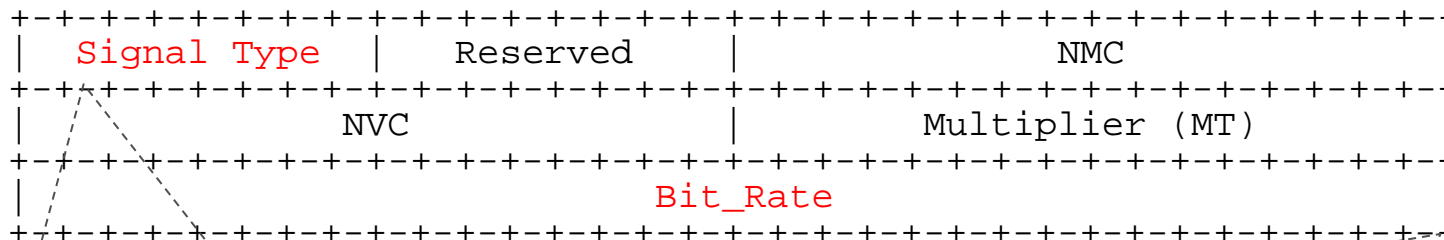


n **G.709 Traffic Parameters**

101 (New)

n **Signal type: ODU0, ODU2e, ODUflex 定義**

- ODUflex には **Bitrate** を併せて定義



Value	Type
0	Not significant
1	ODU1 (i.e., 2.5 Gbps)
2	ODU2 (i.e., 10 Gbps)
3	ODU3 (i.e., 40 Gbps)
4	ODU4 (i.e., 100 Gbps)
5	Reserved (for future use)
6	OCh at 2.5 Gbps
7	OCh at 10 Gbps
8	OCh at 40 Gbps
9	OCh at 100 Gbps
10	ODU0 (i.e., 1.25 Gbps)
11	ODU2e (i.e., 10Gbps for FC1200 and GE LAN)
12~19	Reserved (for future use)
20	ODUflex(CBR) (i.e., 1.25*N Gbps)
21	ODUflex(GFP-F), resizable (i.e., 1.25*N Gbps)
22	ODUflex(GFP-F), non resizable (i.e., 1.25*N Gbps)
23~255	Reserved (for future use)

- **Extended G-PID for G.709 ODU client signals:**

Value	G-PID Type	TSG (LO ODU into requested LSP)
47	G.709 ODU	2.5Gbps [RFC4328]
59 (TBA)	G.709 ODU-1.25G	1.25Gbps (new)
60 (TBA)	G.709 ODU-any	either 1.25 or 2.5Gbps (new)

- **Added other new G-PID values for new client signals supported by G.709V3**

Value	G-PID Type
61 (TBA)	CBRc (via GMP)
62 (TBA)	1000BASE-X
63 (TBA)	FC-1200

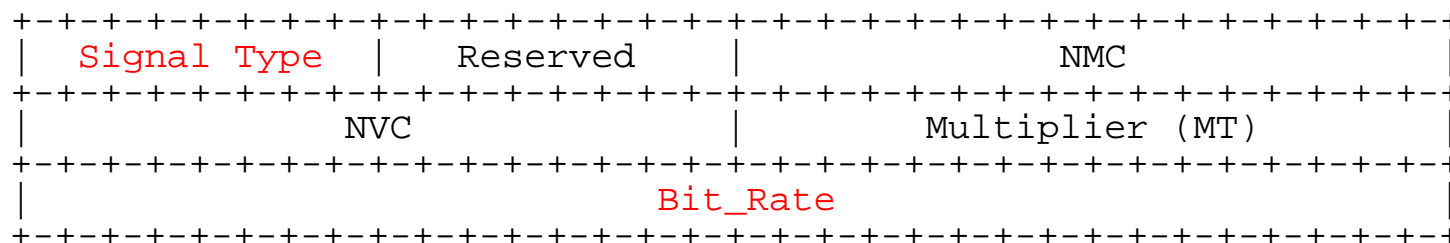
- **Updated some existing G-PID description to support new 1.25G, 100G, supra-2.488G client signals, such as 32 for ATM, 49 for asynchronous CBR, 50 for synchronous CBR, 51 for BSOT, 52 for BSNT.**

n 最新ドラフト: draft-ietf-ccamp-gmpls-evolving-g709-09

n G.709 Traffic Parameters

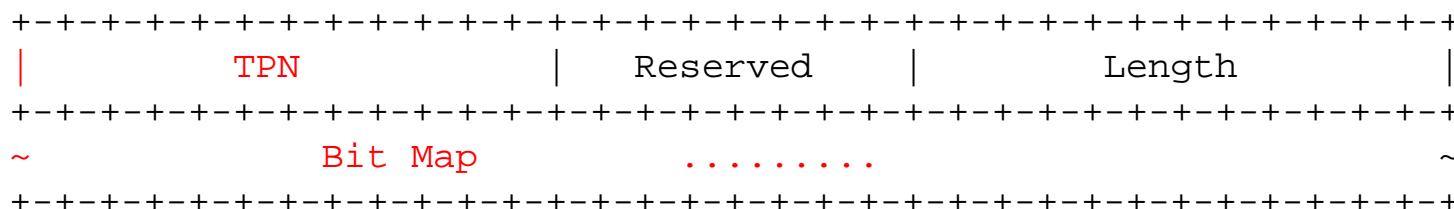
n Signal type: ODU0, ODU2e, ODUflex 定義

- ODUflex には Bit_rate を併せて定義



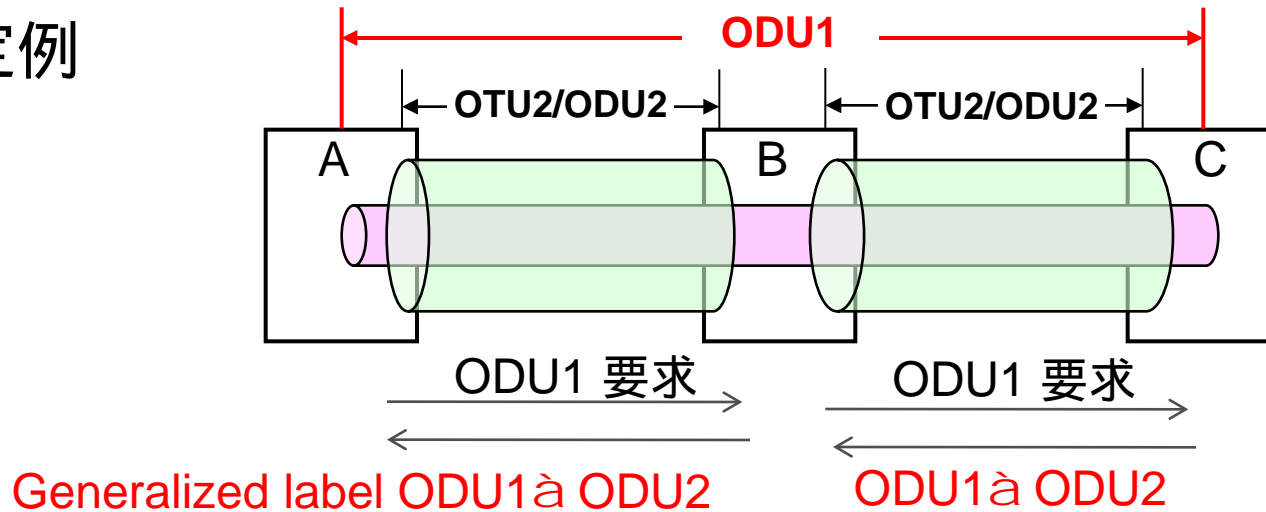
n ODU Label space は新規規定

- n | ODU4, ODU0, ODUflex 導入 (HO/LO の組み合わせ多様化)
- | 2.5G Tributary slot (TS) に加え 1.25G TS の導入



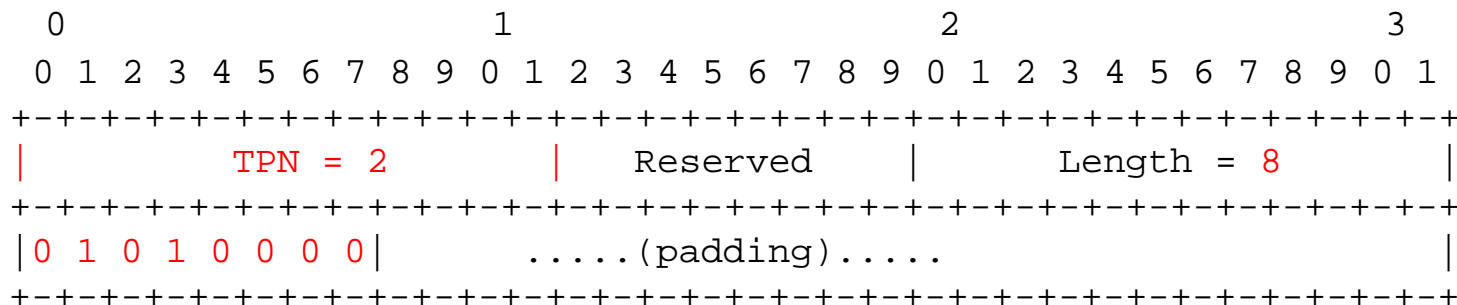
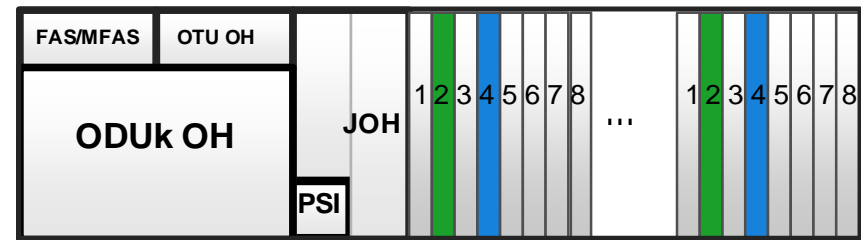
OTNシグナリング動向

n 設定例



n ODU Label space

- n TPN (Tributary Port number) = 2
- n ODU2 à ODU1 (1.25G x 8 TS)
- n TS = #2, #4 (8 TS から2つ)



OTNルーティング動向

n 最新ドラフト: draft-ceccarelli-ccamp-gmpls-ospf-g709-07

n OSPF 拡張

n ODU Interface 情報を如何にして広告するかがポイント

n RFC4203 に定義の ISCD (Interface Switching Capability Descriptor) に従った拡張

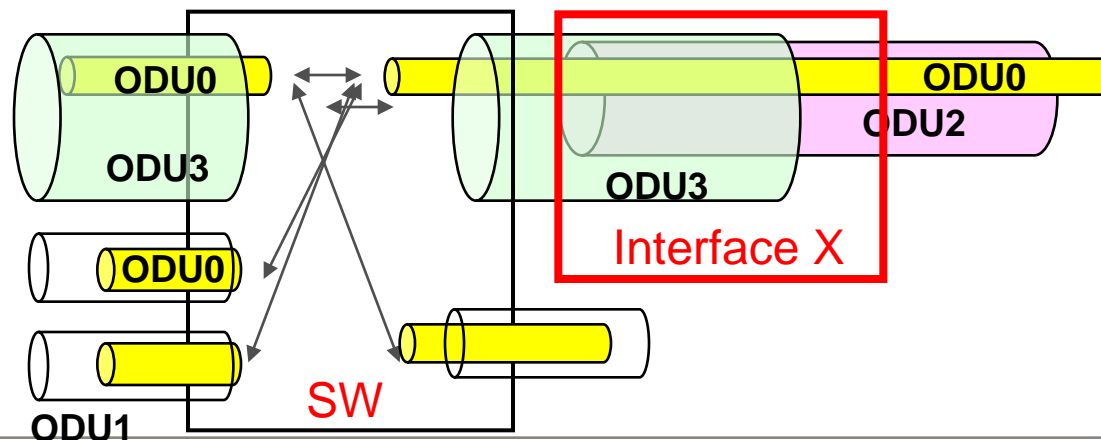
n ODUの多重(マルチステージ)も同時に広告する

n 交換可能か終端のみ可能かどうかも定義する

n 例: **Interface X** では以下を広告する

n ODU3 à ODU2 à ODU0 の多重

n ODU2 は終端(多重)のみ、ODU3, ODU0は交換可能

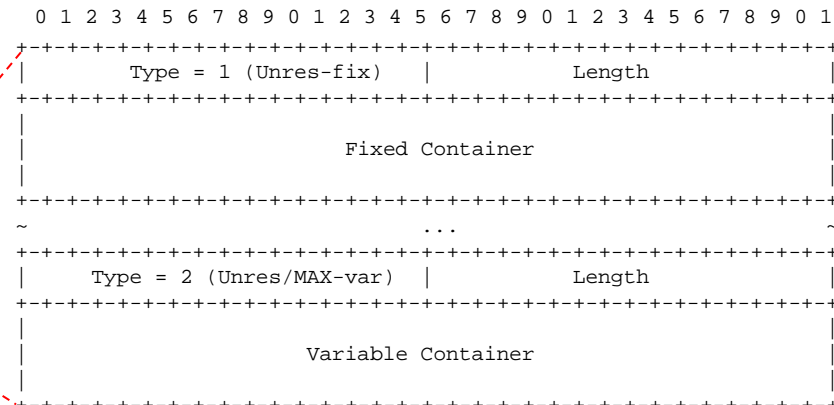
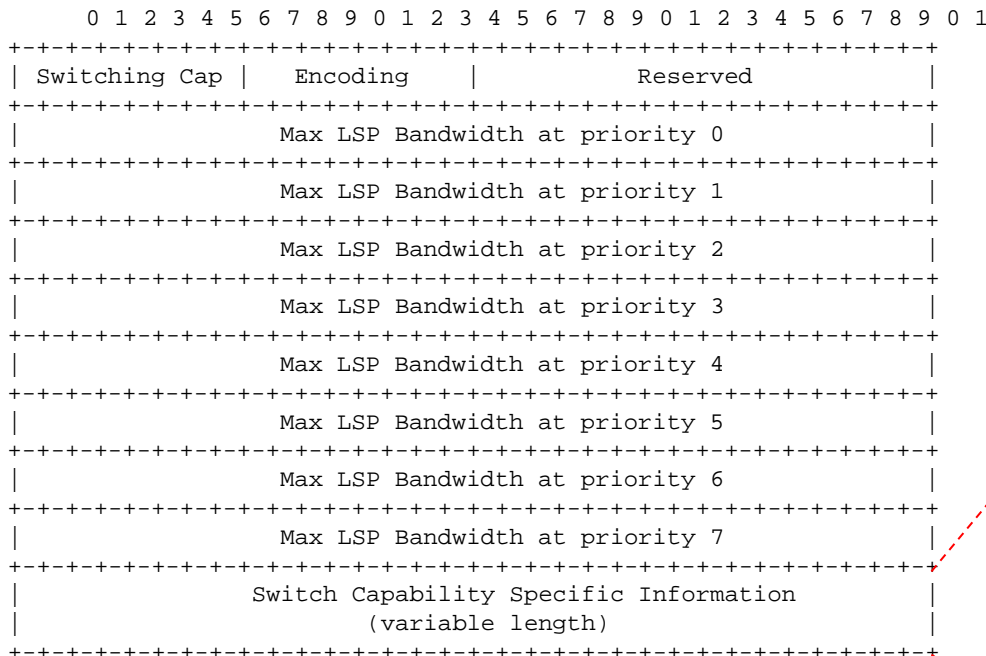


n draft-ietf-ccamp-gmpls-ospf-g709v3-02

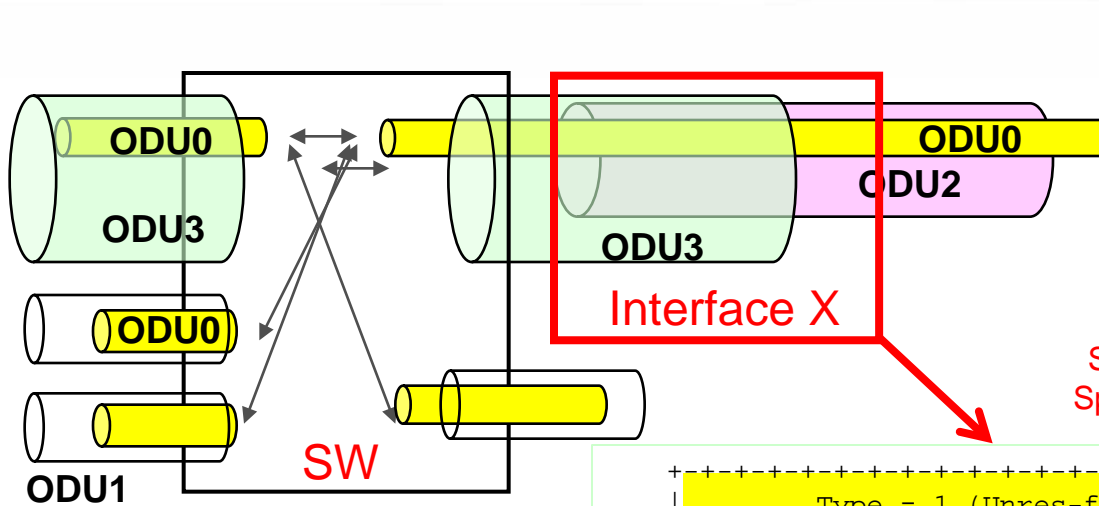
n RFC4203 定義のISCD (Interface Switching Capability Descriptor) に従った拡張

n Switch Capability Specific Information には、二種類の sub TLV 定義

- Type 1 - Unreserved Bandwidth for fixed containers
- Type 2 - Unreserved/MAX LSP Bandwidth for flexible containers



OTNルーティング: 具体例



Interface X
 ODU3 は交換も終端もする
 ODU2 は終端のみ
 ODU0 は交換のみ可能

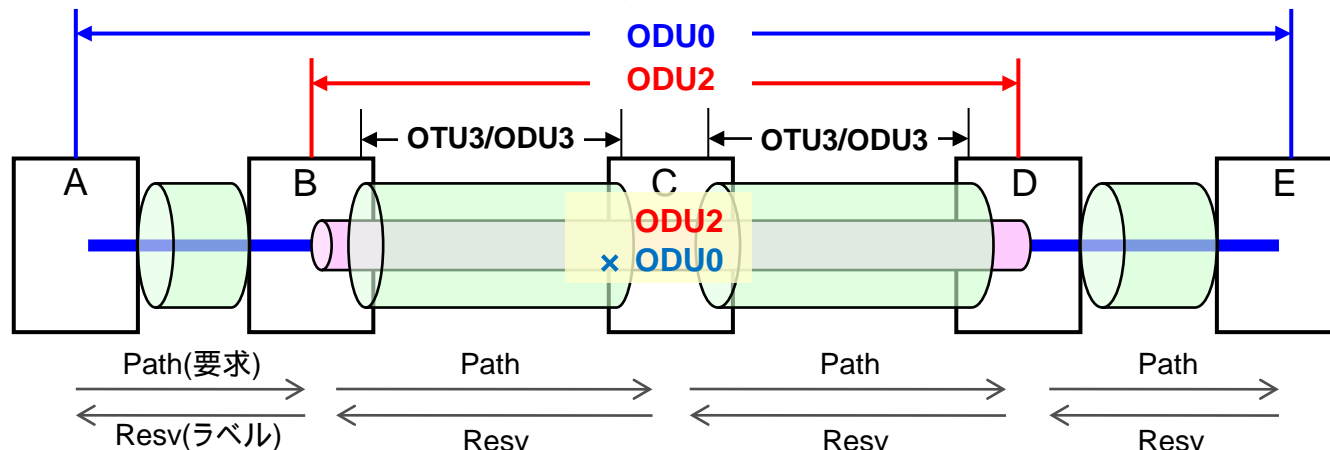
Switch Capability
 Specific Information

```

+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
|                                     Type = 1 (Unres-fix) |                                     Length |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| Sig type=ODU0 | #stages= 2 | T0|S1|001| Res |1|0|0|1|0|0|0|0| |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| Stage#1=ODU2 | Stage#2=ODU3 |                                     Padding |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| Unres ODU1 at Prio 0 | Unres ODU1 at Prio 3 |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
|                                     Type = 1 (Unres-fix) |                                     Length |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| Sig type=ODU2 | #stages= 1 | T1|S0|001| Res |1|0|0|1|0|0|0|0| |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| Stage#1=ODU3 |                                     Padding |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| Unres ODU2 at Prio 0 | Unres ODU2 at Prio 3 |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
|                                     Type = 1 (Unres-fix) |                                     Length |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| Sig type=ODU3 | #stages= 0 | T1|S1|001| Res |1|0|0|1|0|0|0|0| |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| Unres ODU3 at Prio 0 | Unres ODU3 at Prio 3 |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
    
```

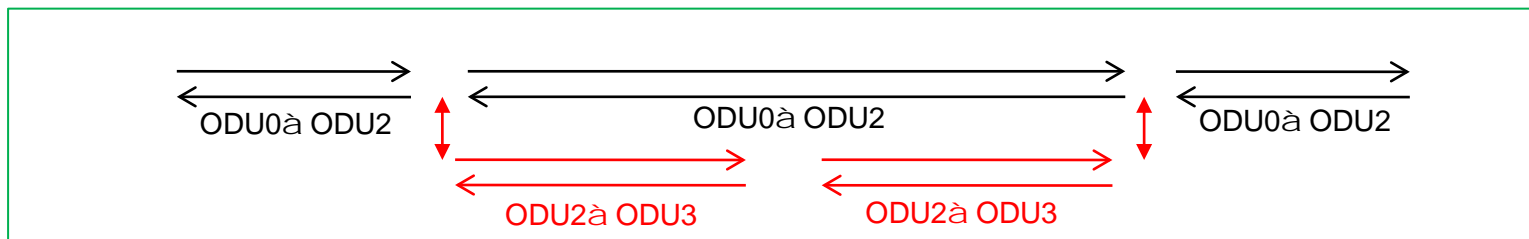
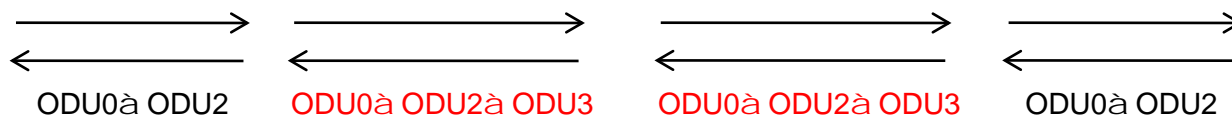
階層化(マルチステージ)とシグナリング

n ODUの多重階層化により、B, Dでは3段階の多重は可能



n シグナリング手法: 二つのアプローチがあるが現在進められているのは

n 但し、B – C間 or C- D 間は、ODU0à ODU2à ODU3 が多重できる TE リンク広告が必要



OTN – Client 連携について

二つにわけて考える必要がある

n OTN 網 Edge (UNI) における OTN – Client (Packet) 連携

n OTN 網 内部における OTN – Client (Packet) 連携

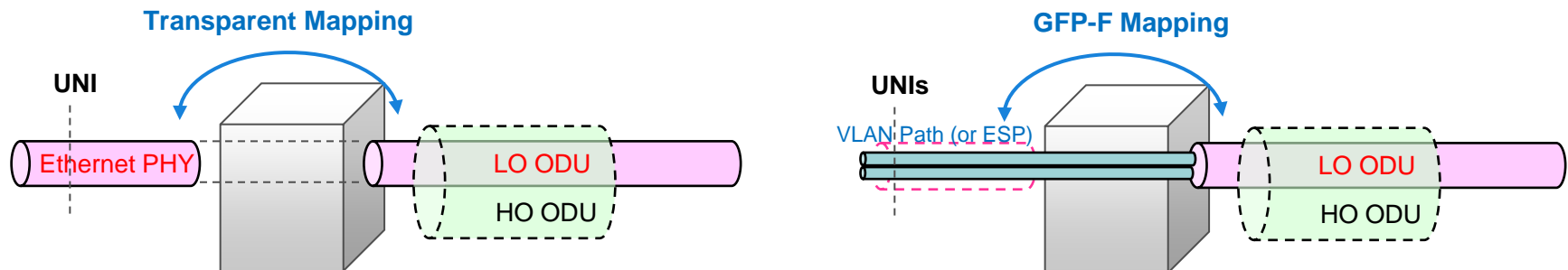
n OTN 網 Edge (UNI):

n コネクション提供に対しては、実はOIF (UNI IA) では E-Line over SDH/SONET 向けシグナリング拡張は存在 (UNI RSVP Objects) - OTN でも同様の拡張は原理上可能

- 但しあくまでクライアント多重で L2 Switch をシグナリングにまきこむものでない

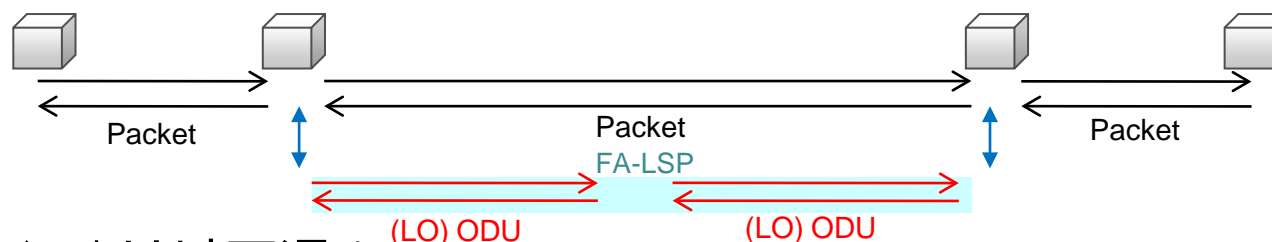
n むしろ考慮すべきことは:

- どうマッピングするのか (ポート or フレーム)
- どういうインタフェースを Client 側に見せるか



n OTN 網 内部における OTN – Client (Packet) 連携

n Switch も含むマルチレイヤ(L1/L2)シグナリングまたは End-to-end L2 パスを行うためには、GMPLS MLN/MRN の導入が必要



n その際、ポイントは以下通り

n 装置構成

- スイッチ構成はRFC5212の通りになっているか
 - single-switching-type-capable or multi-switching-type-capable
- Lower-region での複数のスイッチング能力(SC)の選択機能 – Port 削減

n VNT(Virtual Network Topology)の見せ方、またはFA-LSPの立ち上げ方・管理が鍵

- 共にL1ベース (ODU link) になる
- VNT に対して、どのL1 Link をL2に見せることになるかがポイント。そのためには
 - L1 による VNT (ドメイン) をユーザ単位で見せることができるか
 - どのFA-LSP がどのユーザに見せるのかの管理
- **これを実現する手法(装置) – PCE ないしは いわゆるSDNアーキテクチャが該当**

■ MPLS Japan 2012 一番目のお話として以下を紹介

■ MPLS-TP 近況 (特に ITU-T 側から)

■ OTN 網制御技術 (GMPLS) 近況から見たパケット網の融合についての考察

■ 後者(制御技術)について今後の方向性

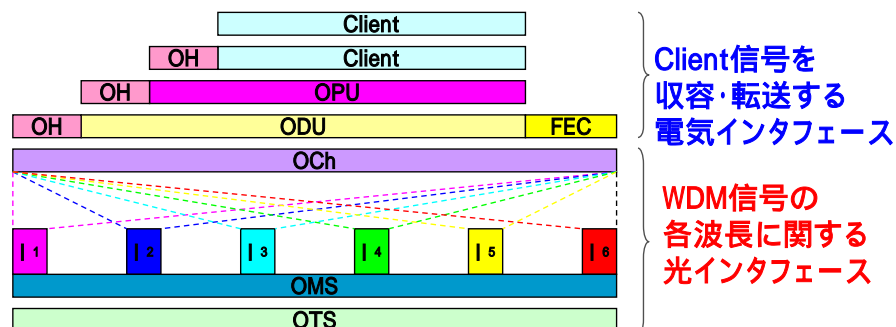
■ L2/L1 連携については方式(すべきこと)は明確に。あとはどう実現するか。


- 参考(一個人意見): GMPLS + PCE と NMS どちらなのか? と聞かれたら。。
- 判断の分かれ目: ポート数削減(またはリソース最適化)、主信号警報処理・管理

■ 課題となるのはL0/L1 との連携

- L0 は WSON, SSON (Flexi grid)で進行中
- 特に SSON はアーキテクチャ定義と Switching Capability定義で、GMPLS プロトコルでの議論以前に、アーキテクチャ解釈の明確化が必要

■ SDN との関係明確化 (笑)





FUJITSU

shaping tomorrow with you