

概要

- 第一部
 - DWDMに代表される伝送の広帯域化
 - 光スイッチ技術
- 第二部
 - フォトニックネットワーク技術
- 第三部
 - GMPLSやOIF (Optical Internetworking Forum)の動向

Outline

- GMPLSって何者？
- ネットワークアーキテクチャのお話
- MPLS、GMPLS、フォトニックMPLS
- Optical Internetworking Forum (OIF)
 - Optical User Network Interface Signaling

GMPLSって何者？

- よくある勘違い -

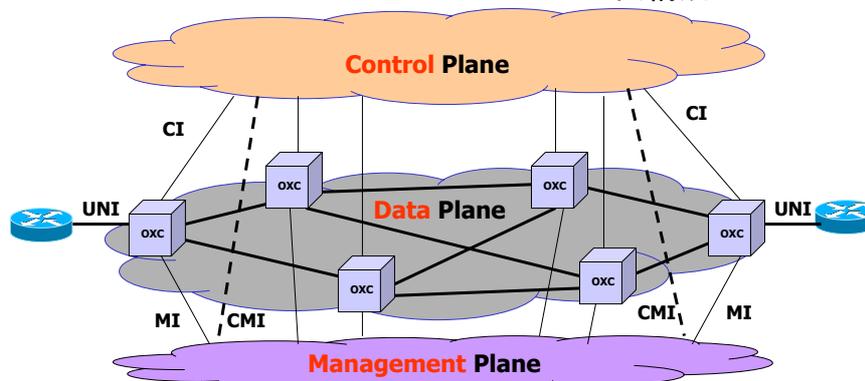
- MPLSは、パケットスイッチ技術
- **じゃあ、光のMPLS(MPλS、GMPLS)ってのは、光パケットなんだ！！**

ちよつとまった！！！！

- MPLSは、Label Switched Path (LSP)の制御技術。
 - GMPLSは、各種パスをLSPとして、IPベースのシグナリングで制御する技術

Networking機能の分離

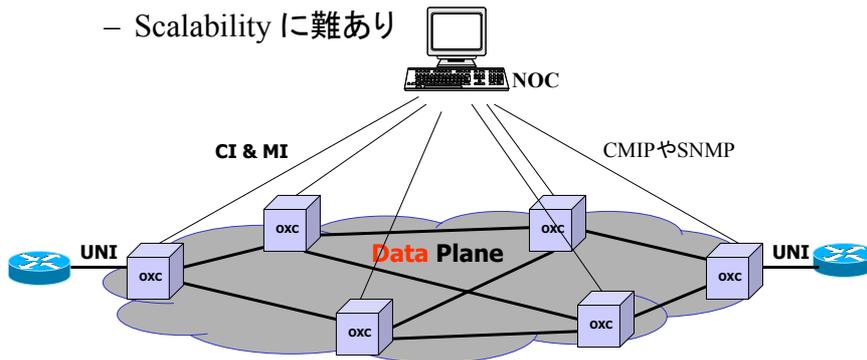
- 最近流行のネットワークモデル
 - C-Plane/D-Plane/M-Planeの三面構成



※ D-Plane は T-Plane (Transport Plane)とも呼ばれます。

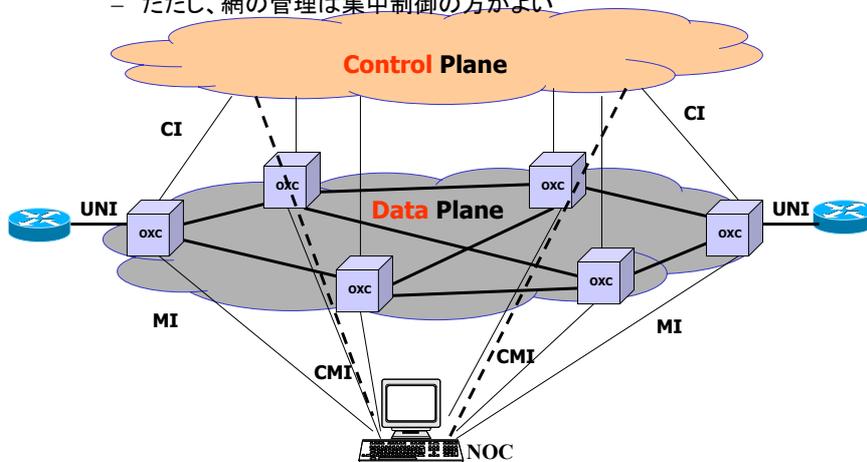
今までのネットワーク(概略)

- Network Management System (NMS)で集中的な管理・運用
 - C-PlaneとM-Planeの区別が無い
 - Scalabilityに難あり



GMPLSでどうなる？

- C-Planeは分散処理(signaling)
 - Scalabilityが高められる。
 - ただし、網の管理は集中制御の方がよい



結局どうなるの？

- ~~D-Planeから見ると、今までOpSから送られてきた制御命令が、隣接装置から送られてくるように見えるだけ。~~

~~– 本質的には、何も変わらない。~~

~~それは overlay Model での話~~

- Peer Model では
 - 装置は全て LSR (つまり一種のIPルータ)
 - ネットワークは、ノードとリンクからのみ構成される

ATM-SWはルータになることを拒否した(?)が、OXC(光スイッチ)は技術が成熟する前に手を打つことができた (MPλS)

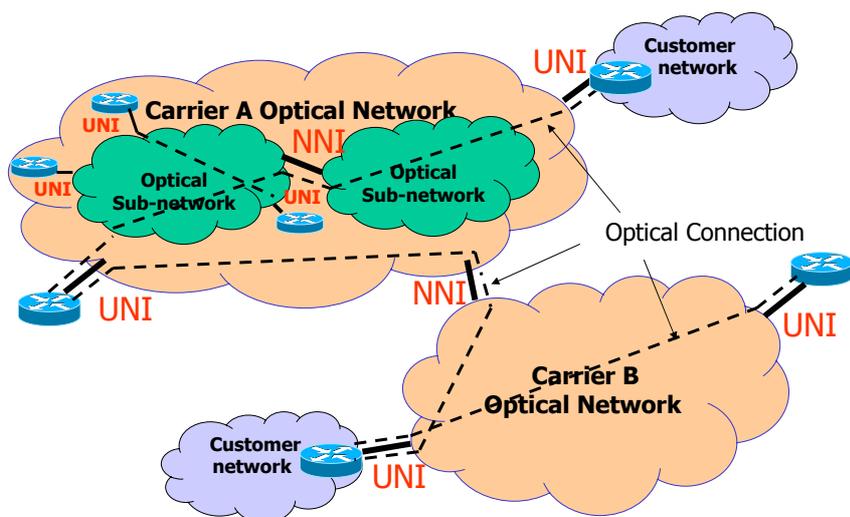
GMPLSのインパクト

- キャリアが構築してきた、設計ベースの光ネットワークから、ダークファイバベースの素人構築 Plug & Play 光ネットワークへの変遷が可能となる。
- ダークファイバでは、光の特性が不明確。また、多様な信号(GbE, SONET/SDH, ...)を収容するため、伝送路設計が困難になる。
 - Signalingや、routingで伝送可能経路を探索して欲しくなる。

Outline

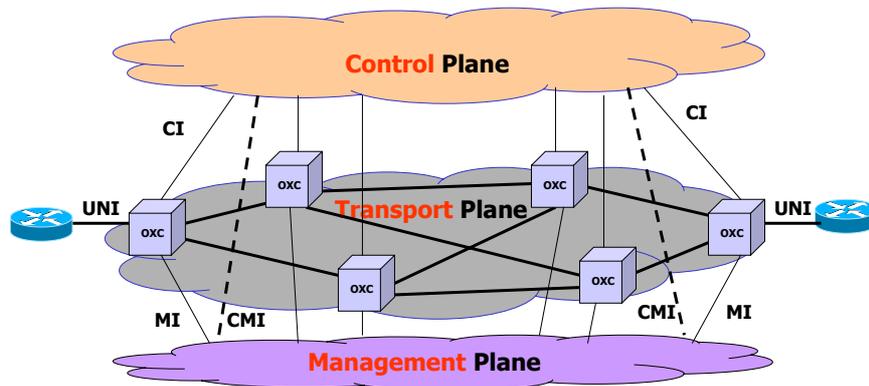
- GMPLSって何者？
- ネットワークアーキテクチャのお話
- MPLS、GMPLS、フォトニックMPLS
- Optical Internetworking Forum (OIF)
 - Optical User Network Interface Signaling

(よく見かける)ネットワークモデル



Networking機能の分離

• C-Plane/T-Plane/M-Planeの三面構成



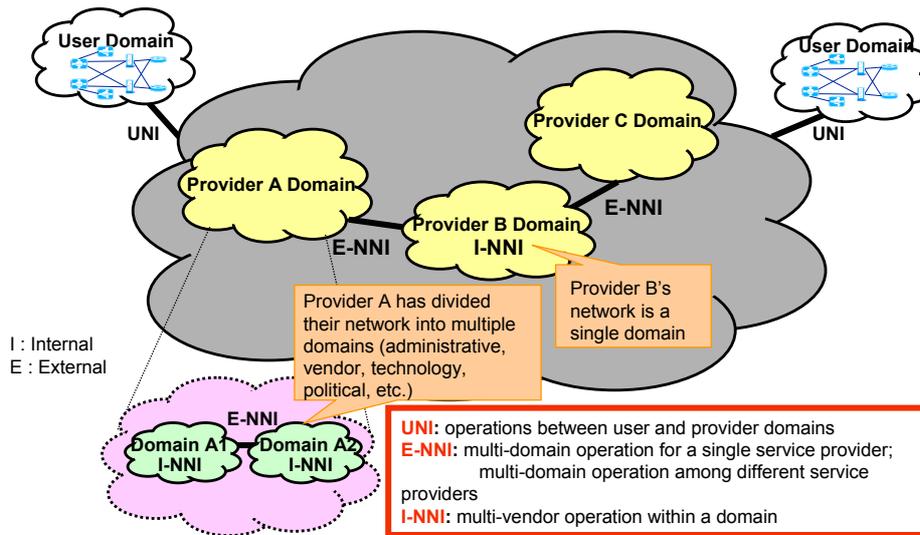
UNI/NNIとは (ITU-T Recommendation G.807)

- 従来はT-Planeの物理条件/信号フォーマットを重点的に標準化。現在は、C-PlaneのInterfaceを重点的に標準化。
- Interface: 制御対象間の論理的な関係を決めたもの
 - 制御対象の機能仕様を定義
 - 交換される情報の種別や情報量を規定
- Common control interfaces
 - User-Network Interface for the C-Plane [UNI]
 - Network-Network Interface [NNI (I-NNI/E-NNI)]
- キャリア内部(intra-carrier)とキャリア間(inter-carrier)とで必要とされる機能が異なることに着目して分類
 - 同一キャリア内でも、ベンダアイランドや管理区分の関係で、内部にE-NNIが存在する。

UNI/NNIとは(続き)

- **UNI: 最低限度の情報交換のみ行う**
 - 接続先の名称とアドレスの引渡し
 - 接続要求に対する認証制御
 - 接続要求メッセージの交換
- **E-NNI: 最低限度の情報交換のみ行う**
 - Routing **Reachability** : summarized network address information
 - 接続要求に対する認証制御
 - 接続要求メッセージの交換
- **I-NNI**
 - **トポロジー/ルーティング情報の交換**
 - 接続要求メッセージの交換
 - 網のリソース制御を行うための情報

Control Plane Interfaces

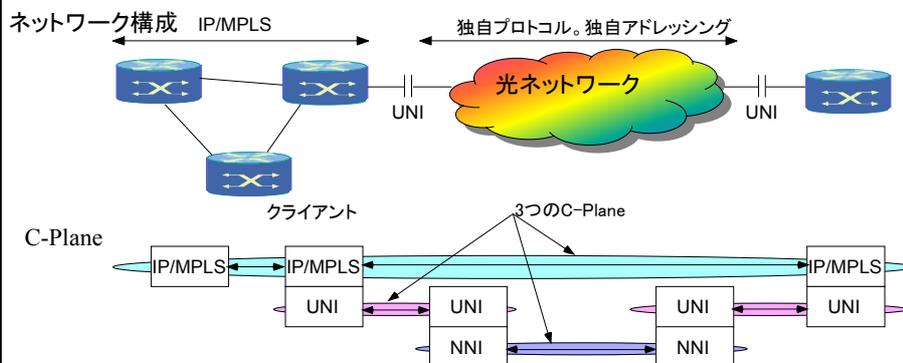


IP網と光網のインターワーキング

- Overlay Model: IP網は光網のクライアント。IP網内でのルーチング/シグナリングと光網内でのルーチング/シグナリングは別。IP網と光網の間のインタフェイス(UNI)により各レイヤのC-Plane間でインターワーキング。
 - 光網内の状態変化をIP網は知らない。逆も同じ。
- Peer Model: IPルータとOXCがC-Planeにおいてpeer (対等) なる関係をもつ。光網内の情報とIP網内の情報を等価に扱えるようにする必要がある。
 - 光網内の状態変化をIP網は知る。逆も同じ。

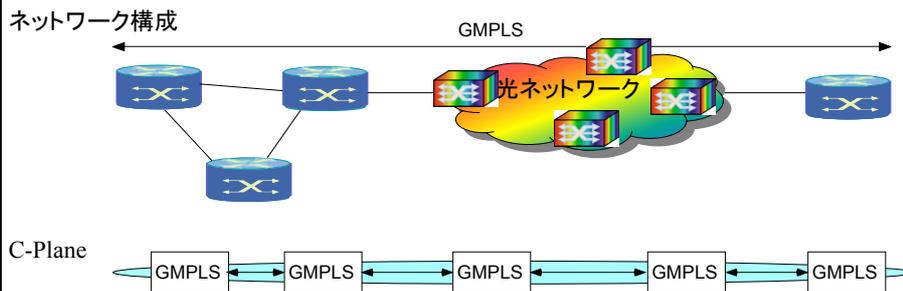
Overlay Model

- IP網は、光網のクライアント。
- IP網からは、光網のトポロジーは見えない。
- 光網内は、独自のC-Planeを用いる。集中制御OpSからの制御も可。
- IP以外のクライアントも可。



Peer Model

- IPルータとOXCは、C-Planeにおいてpeerな関係。全てがI-NNIで接続されていると考える。
- IP網-光網-IP網に対して、同一(単一)のC-Plane。
 - IETFが中心となって、GMPLSによるC-Planeを検討。
- OXCも、TDM-SWも、ファイバ-SWも特殊なIP/MPLSルータであると見なす。
- IP網は、光網のトポロジー/リンクステートを把握。



Overlay vs. Peer (?)

- I-NNIで接続されている領域はPeer ?
⇒ Yes
- サービスプロバイダの網内部のC-Planeは統一された方が良く? ⇒ Yes
- サービスは単一(つまりIP only)?
⇒ Yes and No
- ユーザは信頼できる?
⇒ Yes ならPeer、No ならUNI/E-NNIが必須
- ユーザとサービスプロバイダの関係はOverlay的にする。サービスプロバイダ内部はPeer。
 - サービスの一環としてユーザに限定的なトポロジー情報やルーティング情報を提供することは有り得る。

MPLS

- Multi Protocol Label Switching(MPLS)
 - ATM、PPP、Ethernet、Frame Relay等を下位レイヤに用いるラベルスイッチング技術
 - 電気的なラベル→数が多い
 - 現時点では最新、流行の技術
 - トラフィックエンジニアリング、Virtual Private Networkへの応用が期待される
- 
- 光NWへの応用が検討されることに...

Photonic MPLSとMPλSの提案

- MPλS(MPLambdaS): 波長番号をラベルとしてリンクに割り当てることで波長パスをLabel Switched Pathとして制御する。
 - 分散制御でOXCを制御する機構として実現
 - 1999年10月に、IETFにI-Dが初提出される
 - 2000年1月のOIF会合でNTTがPhotonic MPLSを提案、AT&T, Sycamore, Ciena, χrossからも同時にMPλS類似の提案がなされる。
- 
- IETFへ共同で提案(2000年2月)
 - draft-kompella-mpls-optical-00.txt
Juniper Networks, Cisco Systems, UUNET, Global Crossing,
AT&T Labs, Level 3 Communications, NTT, Marconi,
Ciena Corporation, Chromisys,
New Access Communications, Sirocco Systems

Classification of MPLS, GMPLS, and Photonic MPLS

Type	GMPLS						
	MPLS			Photonic MPLS			
Label Switch	Packet	Frame	Cell	Time Slot	Wavelength	Optical Burst/Optical Packet	
Label	Shim Header	DLCI	VCI	Slot Position	Wavelength(s), Waveband	Sub-carrier, CDM label	Packet Header
Signaling Protocol(s)	LDP, RSVP-TE, CR-LDP, BGP			Generalized RSVP-TE, Generalized CR-LDP, OBGp			
	Generalized MPLS Protocol						
Network Equipment	LSC+ LS	LSC+ FR-SW	LSC+ ATM-SW	LSC+ DXC		LSC+ [OXC, PXC]	
Integration with IP router(s)	MPLS router, LSR (Label Switch Router)					Photonic MPLS (HIKARI) router, OLSR (Optical LSR)	
Remarks					OTDM	MPλS	Research phase

LSC : Label Switch Controller, LS : Label Switch

- フォトニックMPLSは、MPISに限らず、光ラベルを使用するラベルスイッチ技術を含む概念として提案。

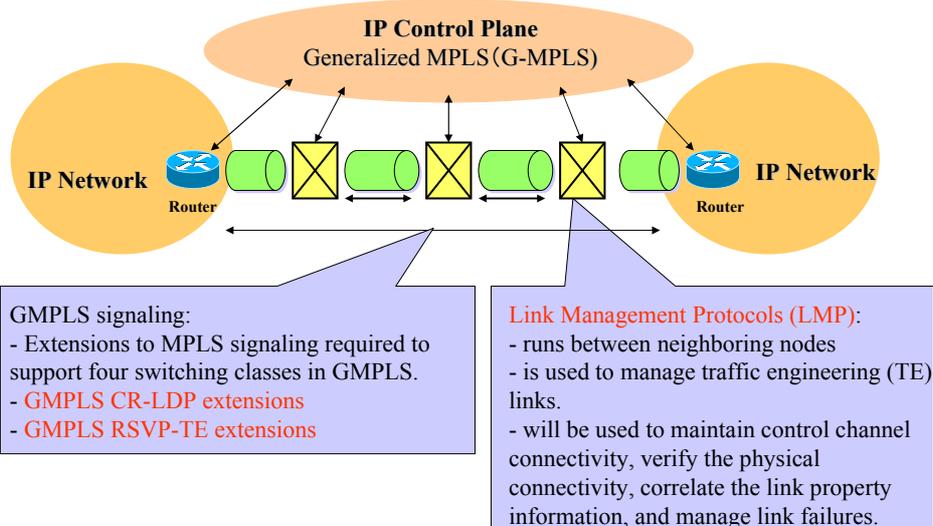
Generalized MPLSの目的

- C-Plane のパス設定プロトコルをIPベースのもので統一する。
- MPLSにおけるLabel Switched Path (LSP) 設定プロトコルによる、TDM-SW(SDH-XC)、Lambda-SW(OXC)、Fiber-SWの制御。

GMPLSで制御可能な機器

- Packet-Switch Capable (**PSC**) : MPLS Router
- Layer2-Switch Capable (**L2SC**) : MAPOS-SW, ATM-SW, FR-SW, GbE-SW(?)
- Time-Division Multiplex Capable (**TDM**) : SDH (VC)-XC
- Lambda-Switch Capable (**LSC**) : OXC, PXC
- Fiber-Switch Capable (**FSC**) :

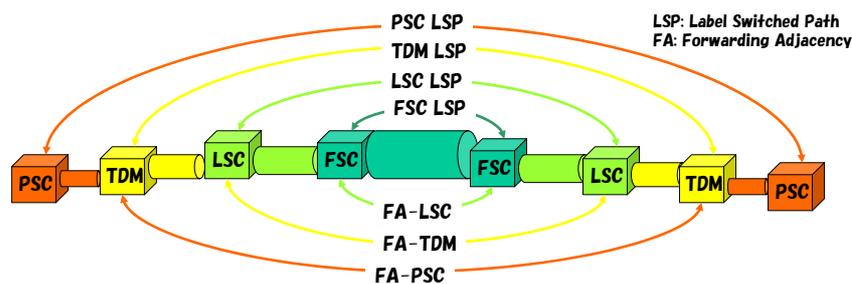
GMPLS protocols



Signaling Mechanisms

- RSVP-TE with GMPLS extensions
- CR-LDP with GMPLS extensions
- Features:
 - Support for a variety of optical layers
 - Waveband switching
 - Expedited setup (label suggestion, bidirectional paths)

GMPLSネットワーク

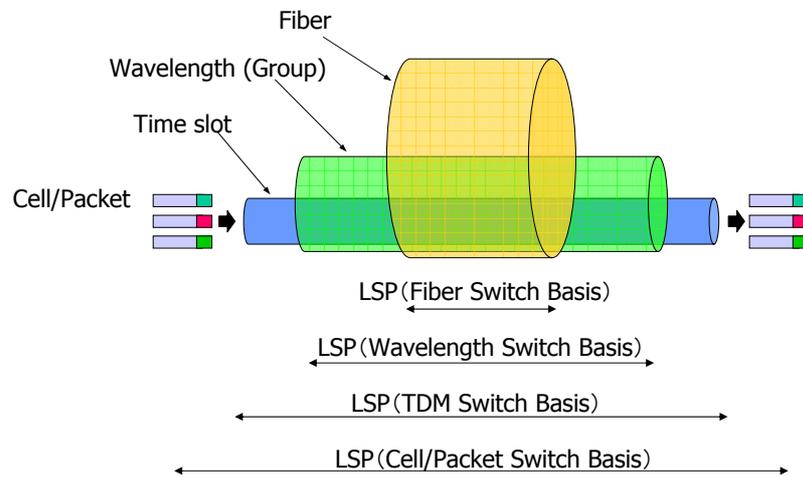


サーキットは、同じSwitch Capabilityインターフェース間に張られる
→GMPLSでは、これらを全てLSPと呼ぶ

コントロールプレーンの隣接関係 ≠ データプレーンの隣接関係

- これまでのIPネットワークとは違う！！
- Telecom Network ではあたり前

LSP Hierarchy

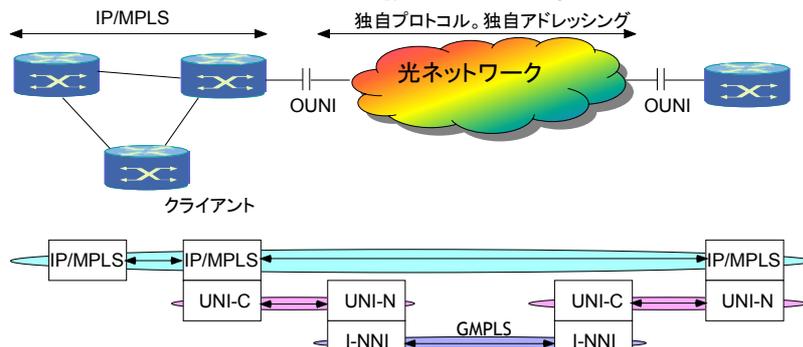


Outline

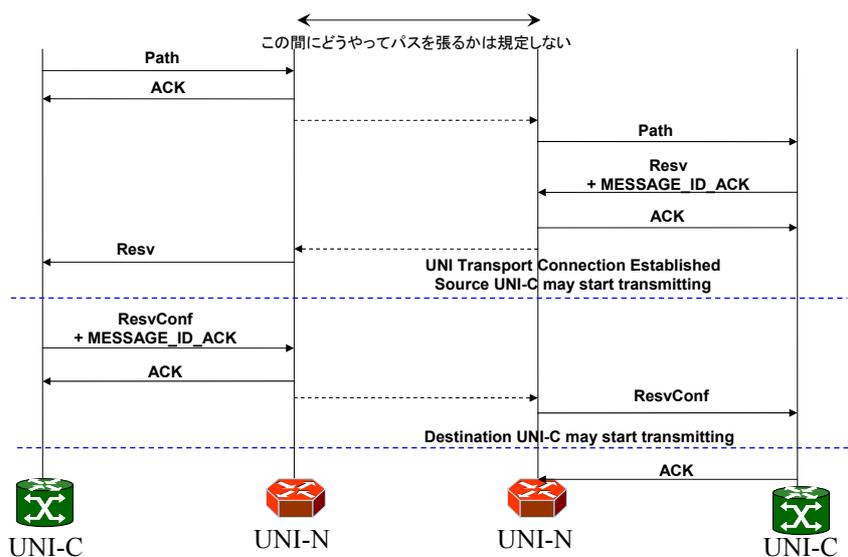
- GMPLSって何者？
- ネットワークアーキテクチャのお話
- MPLS、GMPLS、フォトニックMPLS
- Optical Internetworking Forum (OIF)
 - Optical User Network Interface Signaling

Optical Internetworking Forum (OIF) OUNI activities

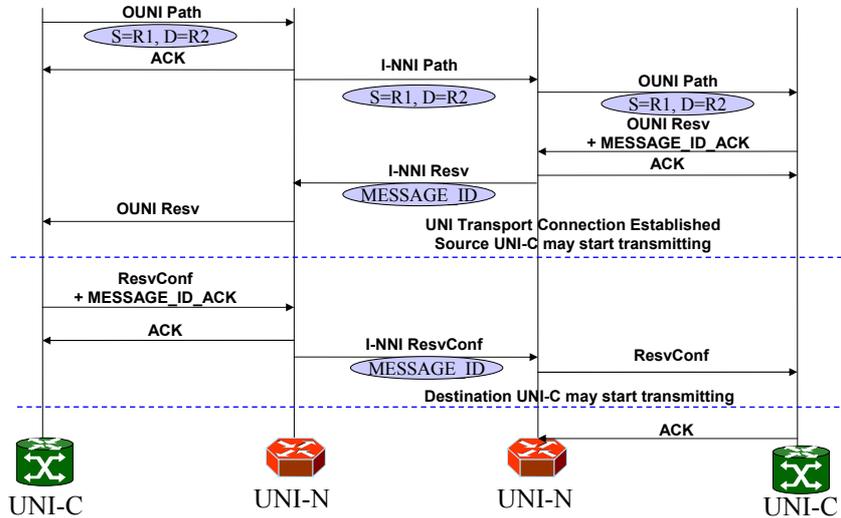
- オーバーレイモデルを採用
 - 光網に接続されたIPルータ間に、シグナリングで波長パスを設定する。
 - 光網内は、GMPLS波長パスを張っても良いし。オペレーションシステムで張ってもよい。



RSVPによるOUNIシグナリング例



OUNI+GMPLSシグナリング例



Interoperability Results

Over 196 Tests Conducted

99.5% Signaling Inter-working

68.6% Signaling & Transport Inter-working

		ONE Device													
		A	B	C	D	E ^{*2}	F	G	H	I	J	K	L ^{*2}	M	N
Client Device	1				H					H ^{*1}					
	2				H									H	
	3									*1	*1	*1			
	4	H		H										*1	
	5														
	6														*1
	7						H	H				H			
	8									*1					
	9									*1	*1				*1
	10 ^{*2}		H												H
	11									*1					
	12	H	H	H	H		H			H ^{*1}	H	H		*1	H
	13			H											
	14				H					*1					

Color Key	
	Not Interoperable
	Tested, Signaling success
	Tested, Signaling & Transport success

*1 - Not enough time to complete testing
*2 - Proxy or test device supports control plane only.
H = Another client was used to form Heterogeneous test
Results scrambled to protect individual companies



Thank you !

問合せ先
NTT未来ねっと研究所
フットニククトランスポートネットワーク研究部
岡本聡
okamoto@exa.onlab.ntt.co.jp