



GMPLSの概要と標準化動向

しおもと こうへい
塩本 公平

NTT未来ねっと研究所

MPLS (Multi-Protocol Label Switching) はIP網にラベルスイッチの概念を導入することでパスによる網の運用を可能としました。MPLSを一般化し、IP網だけでなく、SDH (Synchronous Digital Hierarchy) / SONET (Synchronous Optical Network) のようなTDM (Time Division Multiplexing) 網、波長スイッチ網などをはじめとするパス網の運用を自律分散的に行う技術がGMPLS (Generalized MPLS) です。GMPLSにより異なる装置間でのパス開通が標準化され、パスを高速に開通するBoD (Bandwidth on Demand) サービス、複数レイヤの一元管理を通した効率の良い網運用が可能となります。GMPLSの概要と標準化動向について解説します。

GMPLSにおけるラベルスイッチ

MPLSではIPパケットにMPLSヘッダを付与し、MPLSヘッダ内のラベルを基に網内を転送します。このようなパケット転送の仕組みをラベルスイッチと呼びます。これによりVPN (Virtual Private Network) やトラヒックエンジニアリングが容易に実現されるようになりました。すなわち、MPLSラベルを基にVPNグループを識別したり、輻輳を回避してパスの経路を指定したりすることが可能となります。

このようなMPLS/IPの自律分散制御技術を光ネットワークの制御に取り入れたMP S (Multi-Protocol Lambda Switching) が提案されました⁽¹⁾。GMPLSでは、さらにラベルの概念を一般化して、図1に示すようにTDM網のタイムスロット、波長スイッチ網の波長、ファイバスイッチ

網のポートなどをラベルと見立てて、パス制御を行います。

GMPLSプロトコル

GMPLSではシグナリング、ルーティング、リンク管理のプロトコルが定められています。これらのプロトコルにはSwitching Capabilityと呼ばれる概念が導入されています。具体的にはIP網、L2スイッチ網、TDM網、波長スイッチ網、ファイバスイッチ網などでパス制御を実現するため、PSC (Packet Switch Capable)、L2SC (Layer-2 Switch Capable)、TDM、LSC (Lambda Switch Capable)、FSC (Fiber Switch Capable) などが定義されています(図2)。

GMPLSでは、これらのSwitching Capabilityを持つ網でのパス制御を行うため、MPLSにさまざまな機能拡張を施しています。従来のIP/MPLS

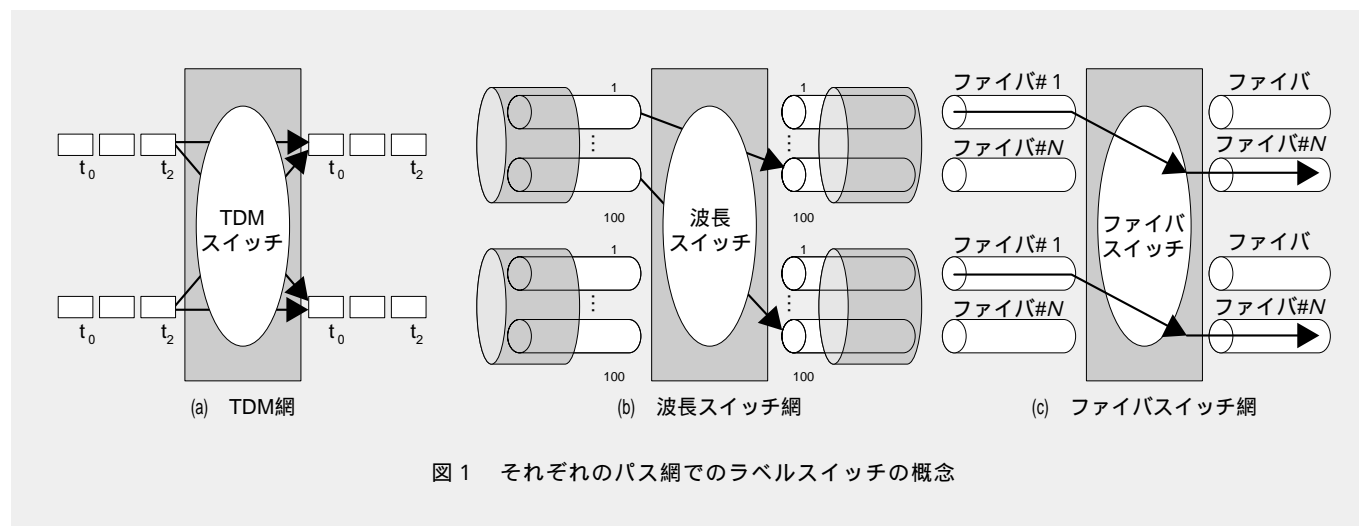


図1 それぞれのパス網でのラベルスイッチの概念



網と異なり、TDM網、波長スイッチ網、およびファイバスイッチ網では制御プレーンとデータプレーンが分離しています。またこれらのパス網では双方向パスによる運用が行われています。このため、GMPLSでは制御プレーンとデータプレーンの分離や双方向パスの運用が容易に実現できるようにプロトコルが規定されています⁽²⁾。

シグナリング

シグナリングプロトコルとしては経路に沿ってパスを設定するための手順としてRSVP-TE (resource ReSerVation Protocol-Traffic Engineering)⁽³⁾を拡張したものがRFC3473として定められています⁽⁴⁾。L2スイッチ網、TDM網、波長スイッチ網、ファイバスイッチ網の種々のパス網を識別できるように、Label Requestオブジェクトにスイッチ種別、エンコード種別、プロトコル識別子などの属性が搭載されるように拡張されています(図3)。

また2-wayの手順で順方向と逆方向の1対の双方向パスが設定できるようにUpstream Labelオブジェクトが新規に追加されています。さらに、RSVP_HOPオブジェクトに新たなクラスタイプが導入され、制御プレーンとデータプレーンのアドレスを指定できるように拡張されています。そのほか、ラベルの範囲を指定するLabel_Setや受付可能なラベルを指示するAcceptable_Label_Setなどの新規オブジェクトが定義されており、パス設定時のラベルの指定方法に柔軟性がもたらされています。また障害回復のため現用と予備のパス切替制御のためのProtection Typeオブジェクト(新規)が定義されています。

ルーチング

ルーチングでは網内のリンクの状態をリンクステートとして網内にフラッディング*¹し、各ノードが網内のリンクの状態を自律分散的に把握するため

の手順が定められています。ルーチングプロトコルとしてはリンクステート型のルーチングプロトコルOSPF (Open Shortest Path First)⁽⁵⁾をMPLSのトラフィックエンジニアリング用に拡張したOSPF-TE (OSPF-Traffic Engineering)⁽⁶⁾をさらに拡張し、種々のパス網のリンク情報をフラッディングできるようにしています⁽⁷⁾。通知されるリンクステートの中のSub-TLV (Type Length Value)に新たにISCD (Interface Switching Capability

Descriptor)が追加され、種々のパス網のリンクタイプが識別できるようにSwitching Capabilityやエンコード種別などの情報が搭載できるようになっています(図4)。また障害回復のため、リンクの信頼度クラスを表すLink Protection Typeやリンクに付与

*1 フラッディング：ネットワークを構成する各ノードが、それぞれが持つ断片的な情報をネットワーク全体に流し、すべてのノードが持つ情報を集めてデータベースとして共有することで、ネットワークの状態を検知・把握する仕組み。

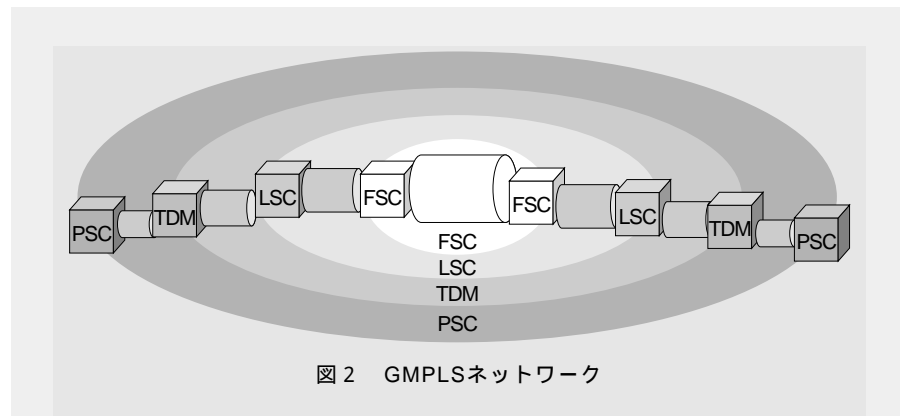


図2 GMPLSネットワーク

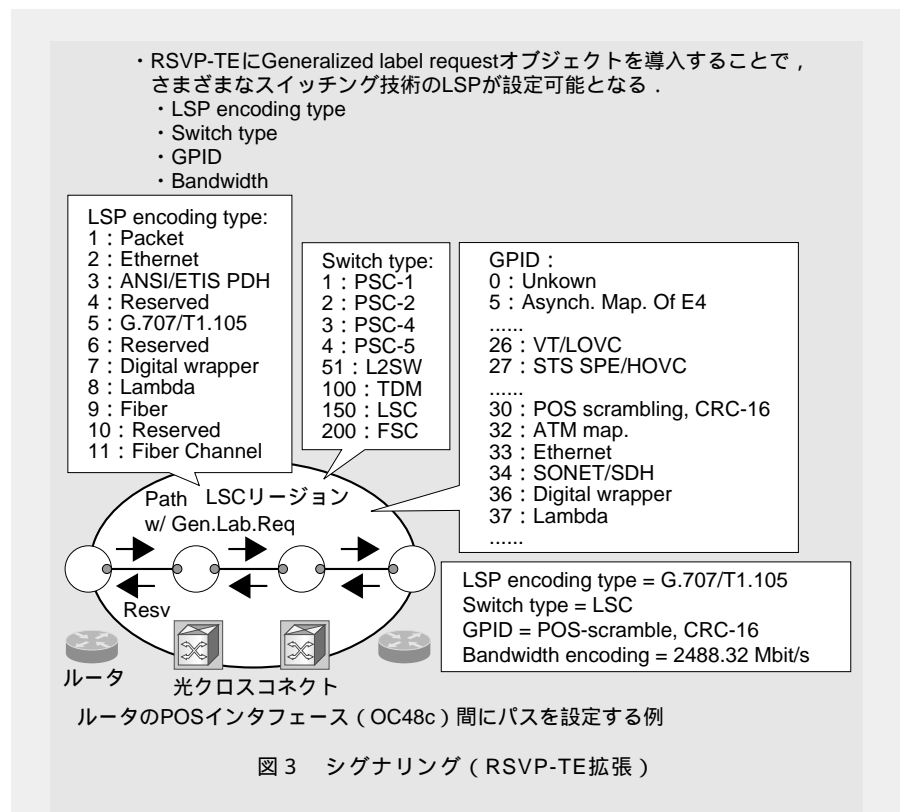


図3 シグナリング (RSVP-TE拡張)

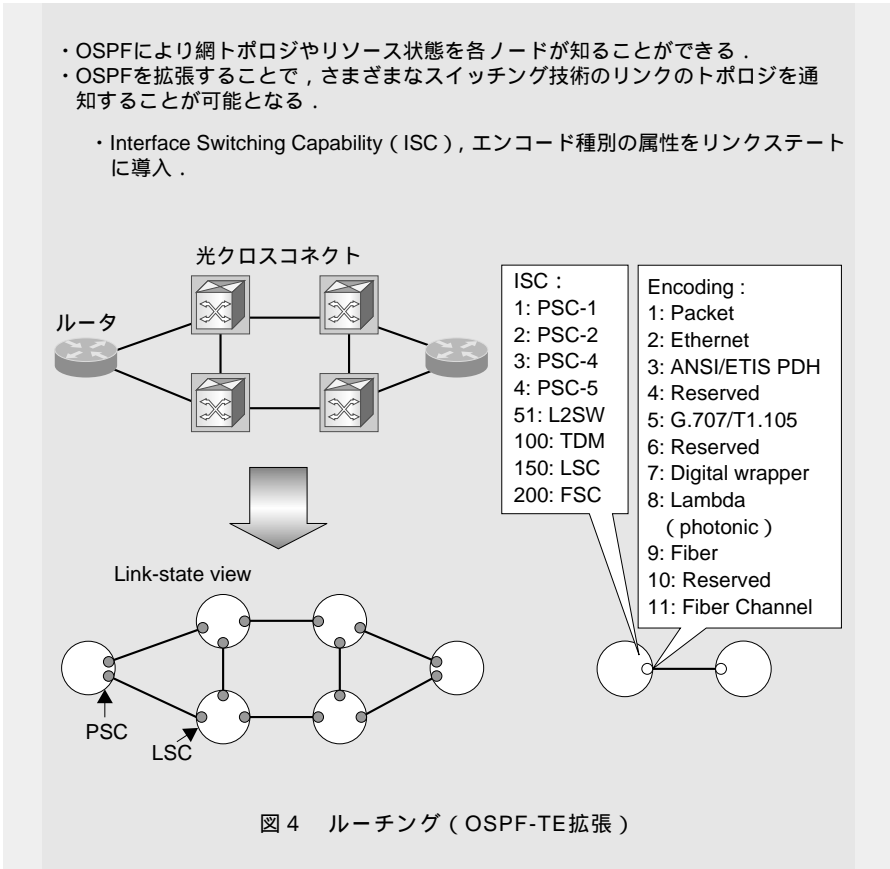


された故障要因番号を識別する

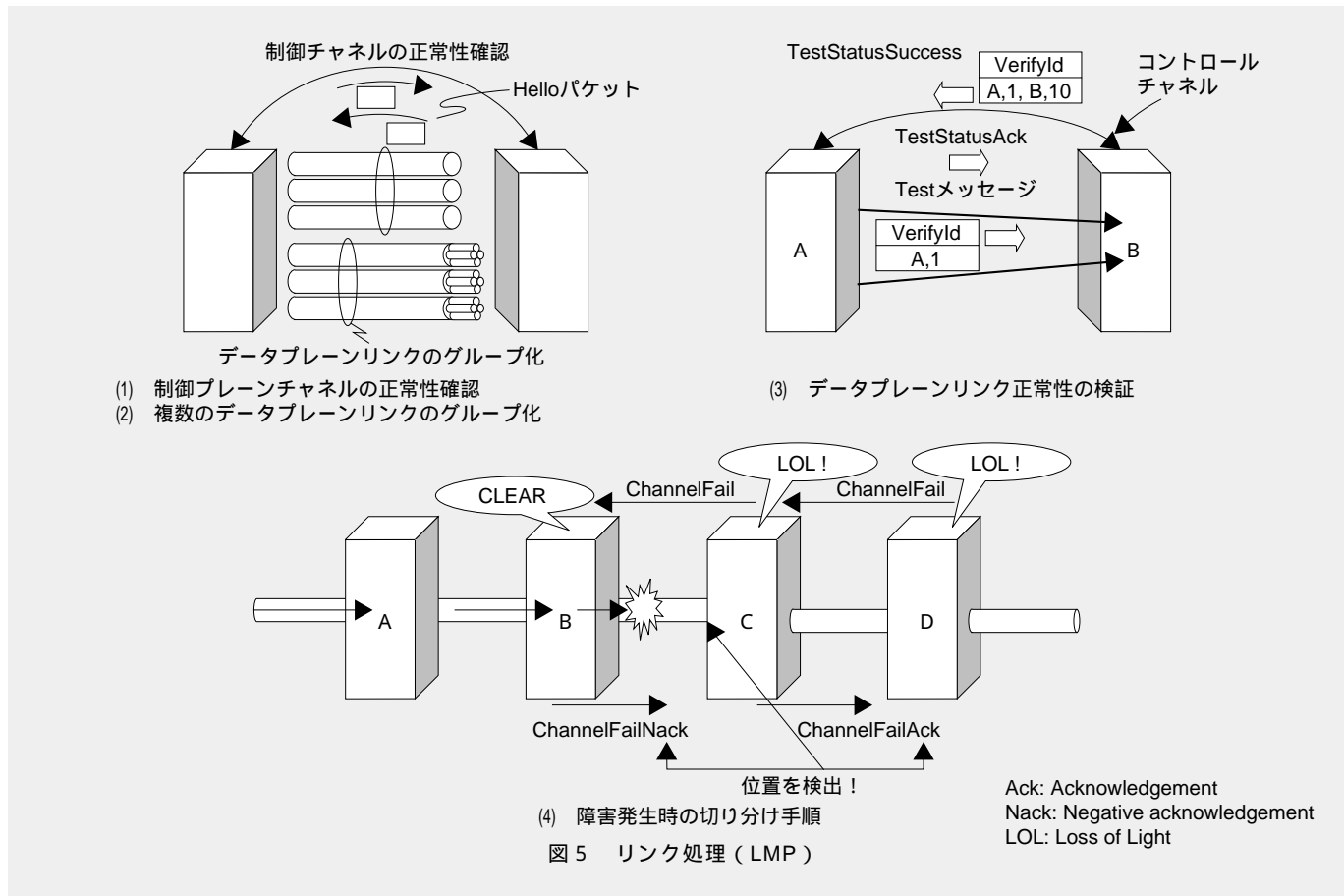
Shared Risk Link Group といった Sub-TLV が導入されています。

リンク管理

リンク管理では隣接ノード間のリンク状態を管理するための手順が LMP (Link Management Protocol) として定められています⁽⁸⁾。隣接ノード間のリンクについて、制御プレーンチャンネルとデータプレーンリンクの管理に必要な機能が規定されています。制御プレーンチャンネルの管理では、Hello パケット^{*2}を用いた隣接ノード間の制御プレーンチャンネルの正常性確認を行います。一定時間 Hello パケットが受信できない場合は制御プレーンチャンネルに異常があると判断します。データ



*2 Helloパケット：一定間隔でHelloパケットをノード間で相互に交換し、所定の期間内に相手ノードからHelloパケットを受信しなくなると通信断を検出します。





2001		2002				2003				2004		
3 Q	4 Q	1 Q	2 Q	3 Q	4 Q	1 Q	2 Q	3 Q	4 Q	1 Q	2 Q	3 Q
51回 (ロンドン) 8/5-10	52回 (SLC) (ミネアポリス) 12/7-12	53回 (ミネアポリス) 3/17-22	54回 (横浜) 7/14-19	55回 (アトランタ) 11/17-21	56回 (SF) 3/16-21	57回 (ウィーン) 7/13-18	58回 (ミネアポリス) 11/9-14	59回 (ソウル) 2/29-3/5		60回 (サンティアゴ) 8/1-8/6 (予定)		
基本仕様 (シグナリング, ルーチング, LMP)						プロテクション & リストレーション				ASON マルチエリアTE		
RFC	3471 (シグナリング共通基本仕様) 3472 (RSVP-TE基本) 3473 (CR-LDP基本) 3477 (RSVP-TE非番号IF) 3480 (CR-LDP非番号IF)								ルーチング共通基本仕様 OSPF-TE基本 IS-IS基本 LMP			

図6 IETFでの標準化

プレーンリンクの管理では、隣接ノード間の複数のデータプレーンを1つの束として扱う手順や、それら各データプレーンリンクの正常性を検証する手順や、障害発生時の切り分け手順などが規定されています(図5)。



標準化動向

GMPLSは主にIETF (Internet Engineering Task Force) のCCAMP (Common Control and Measurement Plane) - WGで標準化作業が進められています⁽⁹⁾。CCAMP-WGでは同じくIETFのTE (Traffic Engineering) - WGやIPO (IP Optical) - WGからの要求条件を基にGMPLSプロトコル仕様の策定作業を行っています。またITUとも連絡をとりながらプロトコル仕様を策定しています。

IETFでの標準化の経緯を図6に示します。シグナリングプロトコルの基本仕様のRFC (Request For Comments) 化が完了し、現在はルーチングプロトコルやリンク管理プロトコルのRFC化を行っています。またプロテ

クションとリストレーションなどの障害回復技術、ASON (Automatically Switched Optical Network) 用シグナリングおよびルーチングの拡張、マルチエリア・リージョンのトラヒックエンジニアリングなどが次期の検討課題として議論が進んでいます。



今後の展開

GMPLSを導入することにより、新しいサービス(例えば、BoDサービス、光VPNサービス、マルチグレード信頼性・Extraトラヒックサービス)の登場が期待できます。また今後GMPLSの標準化が促進されることで、異なる装置間でのパス開通が標準化され、網運用管理や設計の自由度が向上することが期待できます。

参考文献

- (1) D.Awduche, and Y.Rekhter : " Multiprotocol Lambda Switching: Combining MPLS Traffic Engineering Control with Optical Cross-connects , " IEEE Commun. Mag. , pp.111-116 , March 2001.
- (2) 山中 : " MPLSとフォトリックGMPLS , " 電気通信協会 , pp.215-267 , 2003 .
- (3) D.Awduche , L.Berger , D.Gan , T.Li , V.Srinivasan , and G.Swallow : " RSVP-TE: Extensions to RSVP for LSP Tunnels , " RFC 3209, December 2001.

- (4) L.Berger ,(Editor) : " Generalized Multi-Protocol Label Switching (GMPLS) Signaling Resource ReserVation Protocol-Traffic Engineering (RSVP-TE) Extensions , " RFC 3473 , January 2003.
- (5) J.Moy : " OSPF Version 2 , " STD 54 , RFC 2328 , April 1998.
- (6) D.Katz , K.Kompella , and D.Yeung : " Traffic Engineering (TE) Extensions to OSPF Version 2 , " RFC 3630 , September 2003 .
- (7) K.Kompella , and Y.Rekhter ,(Editors) : " OSPF Extensions in Support of Generalized Multi-Protocol Label Switching , " Internet-draft <draft-ietf-ccamp-ospf-gmpls-extensions-12.txt> , October 2003.
- (8) J. Lang ,(Editor) : " Link Management Protocol (LMP) , " Internet-draft < draft-ietf-ccamp-imp-10.txt> , October 2003.
- (9) <http://www.ietf.org/html.charters/ccamp-charter.html>