

# IETF

## 第7回 Sub-IP エリア

地引昌弘

NEC ネットワークス開発研究所 第5研究部  
jibiki@bx.jp.nec.com

柳生智彦

NEC ネットワークス開発研究所 第5研究部  
yagyu@cp.jp.nec.com

荒木壮一郎

NEC ネットワーキング研究所 光ネットワーク TG  
s-araki@cj.jp.nec.com

岩田 淳

NEC ネットワーキング研究所  
ネットワーク・アーキテクチャ TG  
a-iwata@ah.jp.nec.com

### はじめに

今回は、Sub-IPエリアの紹介である。Sub-IPエリアは、IETFに設けられている各エリアの中でも歴史の浅い新しいエリアに分類され、Routingエリアに属していたMPLS (Multiprotocol Label Switching) ワーキンググループを中心に、2001年に組織された。MPLSの中核であるラベルスイッチ技術は1990年代の半ばより提案/議論/試作/製品化がなされていたが、標準化という動きの中ではここ数年（1998年頃より）急激に活動が活発化してきたテーマである。数年前までは、全世界のネットワークは基本的にルータを用いてフラットに接続されるという考え方が多く存在していた。しかし、現時点ではコストを始めとするさまざまな要因から、複数のネットワーク階層におけるスイッチを、状況に応じて使い分けているのが現状である。Sub-IPエリアはこのような複数のネットワーク階層を統合し、IP層と透過的に接続できる技術や仕様の

標準化を目指している。

本稿では、まずSub-IPエリアの生い立ちとしてラベルスイッチ技術の歴史を整理し、Sub-IPエリアに属する各ワーキンググループおよびその憲章と現況について説明する。続いて、ラベルスイッチ技術の発展に深い関与を持つITU-T (International Telecommunication Union - Telecom Standardization)<sup>1)</sup>を始めとした他の標準化団体とIETFとのコラボレーションについて報告を行い、最後にSub-IPエリアにおける最新のトピックスを紹介する。

### Sub-IPエリアの概要

Sub-IPエリアは、ラベルスイッチ技術を中心としたテーマを議論するエリアである。

MPLSへと連なるラベルスイッチ技術は1995年3月に東芝の勝部氏より "Router Architecture Extensions for ATM: Overview"として提案され、IETFにおいて初めて議論の俎上に登った。この提案は、セルスイッチルータ (CSR: Cell Switching Router) と

してまとめられ、1997年にRFC化<sup>2), 3)</sup>がなされている。続いて、1996年にIpsilon Networks (現在はNOKIAに買収されている) よりラベルスイッチ技術に基づいた製品 (IPスイッチ) が発表<sup>4), 5), 6)</sup>され、その後、Ciscoよりタグスイッチと呼ばれる方式が提案された<sup>7)</sup>。当初のラベルスイッチ技術は処理の遅いIP層における経路制御を避け、ATM (Asynchronous Transfer Mode) によるカットスルーを利用することでパケット転送の高速化を目指していた。上記の各提案/製品は、それぞれIPの通信フローとATMにおけるVPI (Virtual Path Identifier) /VCI (Virtual Channel Identifier) とを対応させる。最初のパケットはIP層で経路制御を行い、同時にATMに対して対応するVPI/VCIを設定することにより、以後のパケット転送はカットスルーを用いて行われる。各社からの提案や製品発表を受け、ATMだけではなくより包括的なラベルスイッチ技術を検討する場として、1997年にMPLSワーキンググループが作成された。

ここでラベルスイッチ技術について簡単に説明しておく。インターネット

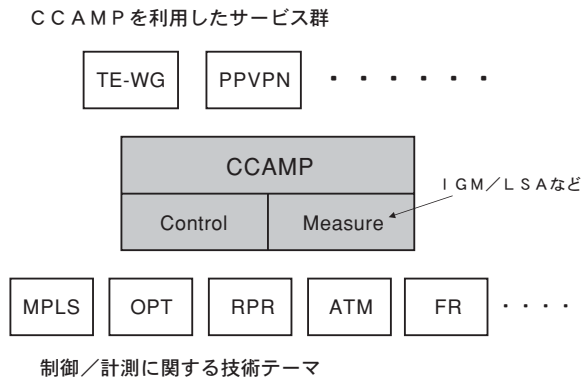


図-1 Sub-IPエリアの概要

は全世界で一意に決定されるIPアドレスを各ノードに割り当て、これをもとに通信を行う。一方、パケットの転送という観点から見ればIPアドレスのような普遍的な識別子は必ずしも必要ではなく、転送を行うネットワーク機器(たとえばルータ)はそのとき取り扱っている通信の中から個々の通信を識別し、どの方向へ転送するかを判断できれば十分である。ラベルスイッチは、通信に先立ち個々の通信を識別するためのラベルを定義し、通信パス上に存在する各ネットワーク機器へその経路情報(どのラベルを持った通信をどちらへ転送するか指定する情報)を登録してまわる(これをシグナリングと呼ぶ)。初期のラベルスイッチ技術ではVCI/VPIをラベルとして採用していた。ラベルは1つのネットワーク機器内で一意であればよく、グローバルな識別子である必要はない。事前に通信を行うEnd-to-Endのパスを決定できるため、トラフィックエンジニアリングなどネットワークの負荷分散や最適化を期待できる。さらに、ラベルの概念を波長やSONET(Synchronous Optical Network)のTDM(Time Division Multiplexer)などにも拡張することで、従来は独立に議論されていたネットワーク技術をラベルスイッチ技術の枠組みで統合的に論じることができるようになる。パケット転送におけるラベルスイッチ技術であるMPLSに対し、このような一般化を目指したラベ

ルスイッチ技術はGMPLS(Generalized Multi-protocol Label Switching)と呼ばれる。2000年頃には、MPLSやトラフィックエンジニアリングといった分野に加え、計測やVPN(Virtual Private Networks)などさまざまな技術領域において、ラベルスイッチをキーワードにした議論や提案がきわめて活発に(あるいは無秩序に近い状態で)行われるようになっていた。

Sub-IPエリアは、技術項目としてきちんと分類すべき話題が混然として少数のワーキンググループ内で議論されるという状況を整理し、標準化活動に秩序を取り戻すために、当時のIETFチエアであったFred Bakerにより創設された。Fred Bakerは、2000年12月にSub-IPエリア創設に関する最初の指針を示した。当初の案は、CCAMP(Common Control and Measurement Protocols)ワーキンググループ(CoMaより改名)を中心に、ラベルスイッチ技術に関連したMPLS、IPO(IP over Optical)、TE(Traffic Engineering)、IoPTR(IP over Packet Transport Ring)、CEOT(Circuit Emulation over Transport)およびPPVPN(Provider Provisioned Virtual Private Networks)といった各ワーキンググループやBOF(Birds of a Feather)の再編を目的としていた。

Sub-IPエリアにおける各テーマの関係は図-1で表されている。

Sub-IPエリアの中核をなす技術領域

は、CCAMPと位置付けられている。CCAMPのテーマは、共通の制御(Control)領域および計測(Measurement)領域に関する技術であり、特にシグナリングプロトコルや計測プロトコルを定義することにある。Sub-IPエリアではCCAMPを中心に、下位レイヤに向けてはATMやフレームリレーといった各トランスポートプロトコルに関する議論が行われ、上位レイヤに向けてはトラフィックエンジニアリングやVPNといったサービスに関する議論が行われている。

以下に、Sub-IPエリアにおける各ワーキンググループおよびその憲章と現況について説明する。

#### ■CCAMP WG

Sub-IPエリアの中核をなすワーキンググループである。ラベルスイッチ技術の一般化を目指したGMPLSのフレームワークやアーキテクチャ、シグナリングプロトコル(RSVP-TE(Resource Reservation Protocol TE)、CR-LDP(Constraint-based Routed Label Distribution Protocol))、経路制御プロトコル(OSPF-TE(Open Shortest Path First TE))、リンク管理プロトコル(LMP(Link Management Protocol))など、GMPLSの基本となる規格が活発に議論されている。

#### ■GSMP(General Switch Management Protocol) WG

ATMスイッチモジュールとコントローラモジュールのインタフェースを議論するワーキンググループである。Ipsilon NetworksがIPスイッチを発表した後、ATMスイッチモジュールとコントローラモジュールの独立性を保ち、マルチベンダのATMスイッチをIPスイッチへ拡張することを目指して作成された。現在では、2層技術における主流がATMから光波へと移り変わってきたことにより、ATMだけではなく

光波スイッチ全般のTDMにまで対象を広げた議論を行っている。

#### ■ IPO WG

パケット交換に関するラベルスイッチを対象にしたMPLSに対し、IPOはラベルの概念を光波スイッチにおけるTDMや波長まで拡張させた議論を行う場所として作成された。Sub-IPエリアの創設前はMPLS技術の光波スイッチに対する適用などについて、非常に活発な議論が行われていた時期も存在した。しかし、MPLS技術の一般化を目指すGMPLSがその議論の場をCCAMPワーキンググループへ移したことにより、Sub-IPエリアの創設後は基本的に光デバイスに特化したテーマを議論する場所となっている。

#### ■ IPORPR (IP over Resilient Packet Rings) WG

Ciscoが提案している双方向光波リングの規格であるResilient Packet Rings (IEEE 802.17 RPR WG) のインターネットへの適用を検討するワーキンググループである。

#### ■ MPLS WG

Sub-IPエリア創設後のMPLSワーキンググループは、それまでの混然としたラベルスイッチ全般の議論から純粋にMPLSに特化した議論を行う場へと変化を遂げている。階層化MPLSやFast Rerouteなど、CCAMPと同様、ラベルスイッチ技術の中核的なテーマが活発に議論されている。

#### ■ PPVPN WG

ラベルスイッチ技術に基づいたVPNサービスを実現するための議論を行う場として作成された。VPNサービスは、ラベルスイッチ技術を用いた有望なビジネスとしてその展開が期待されており、ITU-

Tとのコラボレーションも盛んに行われている。

#### ■ TEWG (Internet Traffic Engineering) WG

インターネットにおけるトラフィックエンジニアリングを議論するワーキンググループである。トラフィックエンジニアリングは基本的にはネットワークの最適利用を目指す技術であるが、ここではもっと広い意味を持つ概念として用いられている。TEWGワーキンググループにおいても、計測/モデル化/特徴の検出/信頼性の向上など扱うテーマが広がっている。現在は、キャリア系からの関心が高いワーキンググループである。

### 他の標準化団体との連携

Sub-IPエリアにおいて議論されているGMPLSは、MPLSの対象を光波ネットワークにまで拡張したコントロールプレーンと言える。コントロールプレーンに関連した標準の策定は、IETFの他にテレコム系では最も伝統的な国際標準化団体であるITU-Tや、1998年に設立された比較的新しい光波ネットワークの標準化団体であるOIF (Optical Internetworking Forum)<sup>8)</sup>においても議論がなされている。通常、複数の標準化団体がある1つのトピックスを議論する場合は、各団体間でうまく連携をとることにより以下のようなメリットが生まれる。

- 仕様に関するさまざまなアスペクトを同時並行的に検討できる。
- 仕様策定を加速できる。
- それぞれの団体に参加する企業や機関に広く共通仕様を普及させられる。

その一方で、各々の団体が連携することなく同一の分野に対して異なる複数の標準を策定してしまった場

合には、標準化における本来のメリットである相互接続性の向上やコンポーネントの共通化による低コスト化は困難となる。複数の標準が市場原理で淘汰され、1つの標準に収束するという考え方もあるが、その場合は、淘汰された標準を策定した団体の努力はまったく無駄になってしまう。したがって、他の標準化団体との連携は非常に重要であり、それぞれの団体における特徴を活かした検討範囲の設定および棲み分けや、団体間での連携方法の確立などが必要となる。

### 各標準化団体の特徴と棲み分け

IETFはオープンな団体であり、個人資格による参加が基本ではあるが、参加者の大半が所属する企業はCiscoを代表とするルータバダなどデータコム系企業が主体である。それに対し、ITU-Tは会員制であり、その参加者はAT&TやLucentを代表とする伝統的テレコム系企業である通信事業者(キャリア)や通信機器ベンダなどが主体である。また、OIFも会員制であり、IETFやITU-Tに比べて新しい団体ではあるものの、現在では300以上の企業が参加している。その内訳は、データコム系企業/テレコム系企業あるいは伝統的企業/新興企業などさまざまである。

IETFと他の標準化団体との特徴を比較したものを表-1にまとめた。IETFは、Rough Consensus & Running Codeという言葉に代表されるように実装指向であり、一度決めた標準を変えることには比較的抵抗が少なく、標準の策定が迅速である。一方、ITU-Tは仕様指向であり、最終的には全員一致により仕様が採択されるため、標準の策定には長い時間を要するというのが通例であった。しかし、ドッグイヤーとも呼ばれるような劇的な速度で発展を続ける通信産業において、他の標準化団体と比べたこのような仕様策



団体	IETF	ITU-T	OIF
指向	Implementation Oriented (先に実装を考える)	Specification Oriented (先に仕様を決める)	Specification Oriented (先に仕様を決める)
重視するスベック	Connectivity	Quality of Service	Connectivity, Quality of Service
仕様策定方法	Running Code & Rough Consensus	Unanimous (投票あるいは承認による全員一致)	Voting
GMPLS 関連標準化の棲み分け	Protocol Specific	Architecture, Protocol Neutral, ---> Protocol Specific	Interface Specification (UNI/NNI) 相互接続デモ
参加企業	データコム系企業	伝統的テレコム系企業	テレコム系企業, データコム系企業, 新興企業, 伝統的企業
参加資格	個人参加, オープン	会員制	会員制

表-1 IETF/ITU-T/OIFの比較 (一部文献9) より引用

定の遅れは、ITU-Tの標準が確立する前に市場が成熟してしまうことを意味しており、その存在意義が薄れてしまいかねない。この反省から、現在のITU-Tでは、仕様採択の決議方法として、従来の投票方式に加えてWebを利用した承認方式を採用している。これにより、最短の場合は5週間での承認を可能にするなど、そのスピード差を埋めるための努力がなされている。これらに対し、OIFは、IPネットワーク～光波ネットワーク間のインタフェースに関する実装合意 (Implementation Agreement) を策定することを目的としており、投票による民主的な運営、スピーディな仕様策定、キャリアによる要求事項の提示などを特徴としている。OIFは、IETFやITU-Tに比べて仕様策定の対象範囲は狭いものの、相互接続デモを行うなど積極的に市場へアピール活動を行っている。

各団体が対象とするテーマは、IETFがGMPLSというプロトコルスペシフィックな仕様を策定しているのに対し、ITU-Tはプロトコルニュートラルなアーキテクチャの策定を行い、OIFはIPネットワーク

～光波ネットワーク間のインタフェースであるUNI (User Network Interface) の策定を行うなど、これまではうまく棲み分けが行われてきた。

### 標準化団体間の連携方法

IETF～ITU-T間のコミュニケーションに関する手続きは、RFC2436とITU-T Recommendation A.4に記載されている。各標準化団体間で連携をとる方法としては、お互いに策定している仕様とその状況などの情報を交換するリエゾン (Liaison) という仕組みが採られている。たとえば、ITU-TはASON (Automatic Switched Optical Network) と呼ばれるアーキテクチャに関するRecommendation G.8080が策定されたことをCCAMPワーキンググループに報告し、IETFに対してその仕様を参照することを要請する。一方、IETFでは、GMPLSの仕様に関する策定状況や計画、あるいはITU-Tから示された情報とIETFで策定している標準仕様との差異や齟齬から生じる課題などをITU-Tに報告する。このようなプロセスを通じて

お互いに補完的な仕様の策定を行うことが可能となる。また、OIFからIETFへは、実装合意の批准を完了したUNI 1.0がOIF Liaison Documentとして送られる。

### 各団体の動向と今後の展開

前節まで、Sub-IPエリアにおける重要なトピックスの1つであるGMPLSに関連した複数の団体 (IETF, ITU-T, OIF) について紹介し、各団体間の連携について述べた。GMPLSに関しては、実際のところ団体が異なっても参加者はほぼ同じ顔ぶれである場合が多い。その結果、これまでは常に団体間の棲み分けを意識した議論が行われ、連携は比較的うまくとられている。

現在、IETFではGMPLSの基本的プロトコルに関する策定がほぼ終結に向かっており、今後はそれらを用いたサービスとして障害回復やドメイン間ルーティングに話題が移ろうとしている。ITU-Tでは、コントロールプレーンのプロトコルとしてPNNI (Private Network-Network Interface) を始めとするGMPLS以外の議論も始まっており、これまでのプロトコルニュートラルな仕様策定からプロトコルスペシフィックな仕様策定までも視野に入れるようになってきた。また、OIFではOFC2003 (Optical Fiber Communication Conference) を舞台とする相互接続デモを目指し、ネットワーク間インタフェース (NNI: Network-Network Interface) の策定を急ピッチで進めている。

このように、各団体の最近の動向を見ると、これまで整理されてきた棲み分けが崩れ始め、このままでは混沌とした関係に陥る可能性がある。今後は、各団体間の活動を整理し、統合した連携をとることが再び重要となるであろう。

## 技術トピックス

### — GMPLS —

本節では、現在、Sub-IPエリアで議論されているトピックスの1つであるGMPLSを紹介する。GMPLSは主にCCAMPワーキンググループで議論されている技術テーマであり、パケットネットワークのためのラベルスイッチ技術として開発されたMPLSの概念を拡張し、パケット以外のネットワークでもMPLSと同様の分散制御メカニズムを提供することを目的とした技術である<sup>10)</sup>。GMPLSの枠組みで捉えると、MPLSはGMPLSのうちパケットネットワークに関する部分のみを指しているとも言える。

GMPLSが対象とするネットワークは広範囲に渡り、たとえばSONET/SDH (Synchronous Digital Hierarchy) ネットワークやWDM (Wavelength Division Multiplexing) ネットワークなどが挙げられる。図-2にGMPLSネットワークにおけるパス階層の概念を示す。MPLSネットワークでは、24ビットの論理的な整数値がラベルとして用いられ、MPLSパケットはすべてそのラベルの値に基づいて転送される。それに対し、SONET/SDHネットワークではタイムスロットが、WDMネットワークでは波長などがラベルとして採用される。これらのネットワークでは、MPLSと同様、ラベルはパスの設定時に決定される。しかし、ラベルの情報が各転送装置に経路情報として設定された後は、MPLSパケットと異なり送信データやヘッダ中にラベルが現れることはない。GMPLSを利用することにより、これまでトランスポート装置の種別によりさまざまなバリエーションの存在した制御技術やプロトコルが統合され、シンプルでより効率の良いネットワーク制御が期待できる。

GMPLSネットワークの運用形態

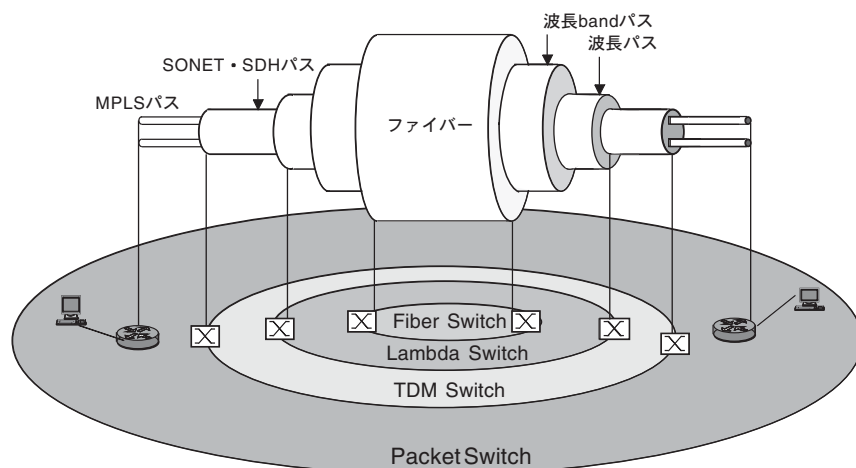


図-2 GMPLSネットワークにおけるパス階層

として、現在のところオーバーレイモデルとピアモデルの2種類が考えられている。オーバーレイモデルはクライアントネットワーク (IP/MPLSネットワークなど) とトランスポートネットワーク (SONETやWDMネットワーク) が基本的に独立しており、互いにシグナリングやルーティングなどを共有しないモデルである。オーバーレイモデルの構成を図-3に示す。一方、ピアモデルはクライアントネットワーク〜トランスポートネットワーク間でシグナリングやルーティングを共有するモデルであり、その結果、クライアントネットワークのEnd-to-End間で透過的にパスを張ることができる。ピアモデルの構成を図-4に示す。

現在、IETFで行われているGMPLSの議論ではピアモデルが想定されているが、実際にはオーバーレイモデルによる普及が現実的と考えられている。これを受け、OIFではクライアントネットワークとトランスポートネットワークを接続するためのOptical UNI (UNI 1.0) を策定している。さらにOIFは、トランスポートネットワークを複数のドメインに分けて制御するE-NNI (NNI 1.0) の策定にも着手

した。ただし、ネットワークのマルチエリア化に関してはIETFでも複数の提案が存在し、現状ではあまり議論が進んでいない状況にある。

GMPLSネットワークで設定されるパスはLSP (Label Switched Path) と呼ばれ、LSPを制御するためのさまざまな方式やプロトコルが提案されている。その基本は、シグナリング/ルーティング/リンクマネージメントの3つであり、これらはそれぞれ連携してGMPLSネットワークの制御を行う。

シグナリングプロトコルは、ネットワーク内のある通信装置 (以下、ノード) から別のノードまでLSPを設定するためのプロトコルである<sup>11)</sup>。現在、シグナリングプロトコルとして、RSVP-TE<sup>12)</sup> とCR-LDP<sup>13)</sup> の2種類が提案されている。RSVP-TEはもともとIPネットワークにおけるリソース予約プロトコルとして提案されたプロトコルであり、GMPLS用のシグナリング機能として、ソースルートによるGMPLSのラベル予約を行えるように拡張が施されている。CCAMPワーキンググループにおける現在の議論では、GMPLSに関するシグナリングとして特にどちらか一方を選択するというバイアスはかかっておら

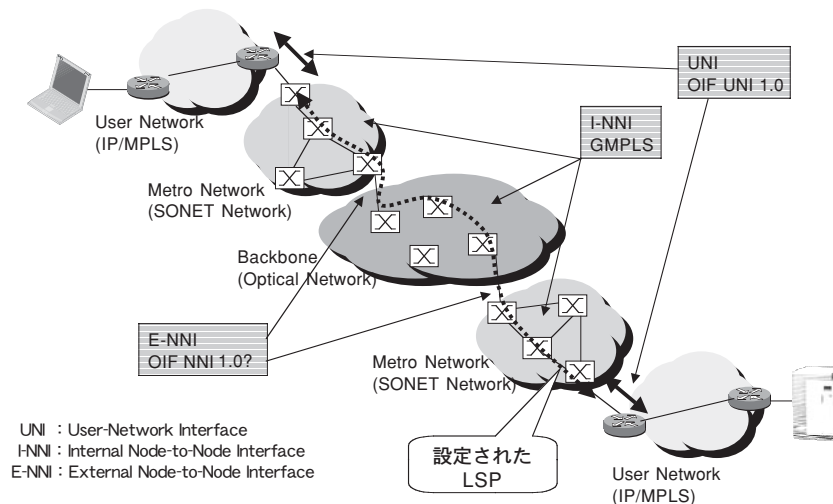


図-3 オーバーレイモデル構成

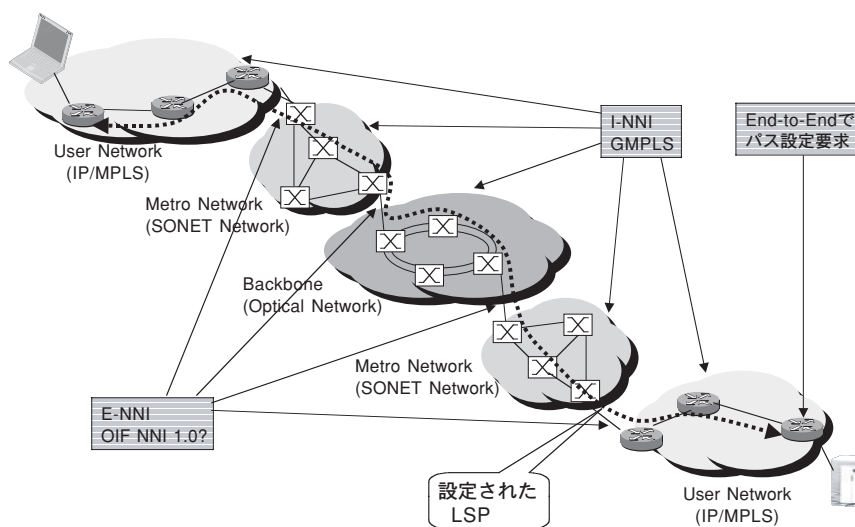


図-4 ピアモデル構成

ず、どちらを使うかはユーザの選択に任せられている。

ルーティングプロトコルはネットワークのトポロジやリソース状況など、パスの経路計算に必要なネットワーク情報を交換する（GMPLSの世界では、これをトポロジディスカバリと呼ぶ）ためのプロトコルである<sup>14)</sup>。ルーティングプロトコルにも、現在のところ OSPF-TE<sup>15)</sup>、IS-IS-TE (Intermediate System to Intermediate System TE)<sup>16)</sup> と2つのプロトコルが提案されている。RSVP-TEと同様、OSPF-TEも元来がIPネットワークのルーティングプロトコルであり、GMPLS用のTEリンク情報を広告できるよ

う拡張されている。これもシグナリングプロトコルと同様、どちらを使うかはユーザの判断に委ねられている。

リンクマネジメントプロトコルは隣接ノードの発見（同、ネイバードィスカバリと呼ぶ）やノード間リンクの属性および状態などを交換（同、サービスディスカバリと呼ぶ）するためのプロトコルである。CCAMPワーキンググループでは、リンクマネジメントプロトコルとしてLMP<sup>17)</sup>が提案されている。

GMPLSにおけるネットワーク管理の特徴として、各プロトコルの制御パケットは基本的にコントロールプレーン上で交換されるが、制御ネ

ットワークのトポロジとトランスポートネットワークのトポロジは必ずしも一致していないことが挙げられる。たとえば、LMPとOSPF-TEはどちらもトランスポートプレーンのリンク情報を収集/広告するが、OSPF-TEはコントロールプレーン上の隣接ノードとメッセージの交換を行うのに対し、LMPはトランスポートプレーンにおける隣接ノードとメッセージの交換を行う。RSVP-TEもトランスポートプレーンにおける隣接ノード間でメッセージを交換する。図-5に各プロトコルの動作について簡単に図示する。

また、CCAMPワーキンググループでは、今年の1月からプロテクシ

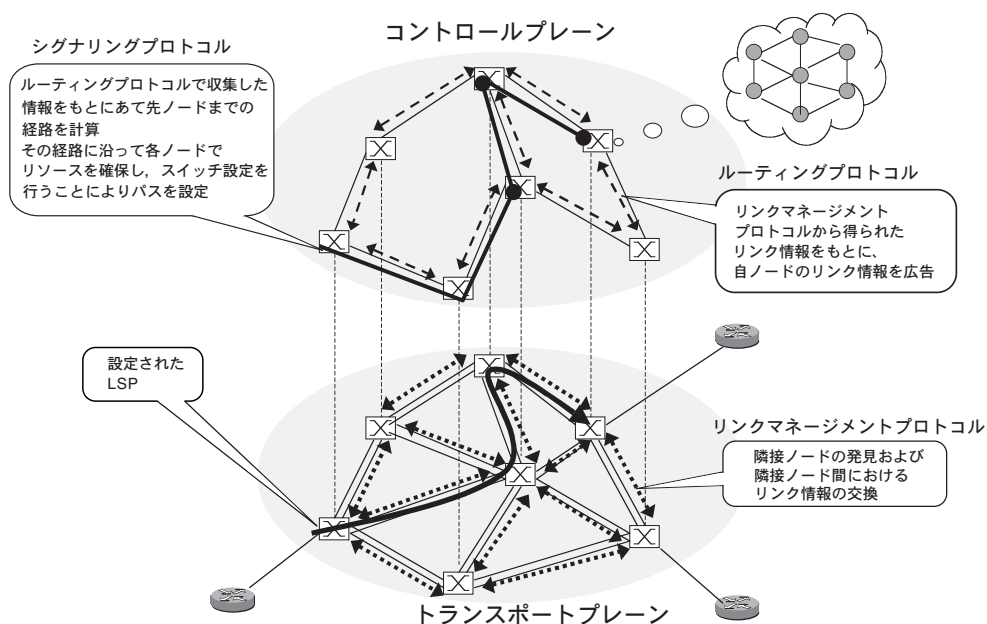


図-5 各プロトコルの動作概要

ジョン・レストレーション・デザインチームが結成され、これまで数多く提案されてきた障害回復方式の一本化を目指す動きが始まった。現在のところGMPLSの障害回復については、Dedicated 1+1/Dedicated 1:1/Shared/Extra Trafficといったプロテクションタイプが定義されているが、それらを実現するためのメカニズムはまだプロトコルに反映されていない。各プロトコルの基本的な仕様がほぼ決定され、Last Callを迎えたことで、障害回復機能などさらに高度な機能を標準化する動きが活発になっている。

## おわりに

本稿は、ラベルスイッチ技術を中心にIPで培った技術の適用やそのサービス形態を議論する新しいエリアであるSub-IPエリアの紹介を行った。ラベルスイッチに基づくネットワークではIPアドレスのような普遍的な識別子を必要とせず、通信ごとにシグナリングを用いた動的な経路設定を行うため、IPだけではカバーできないサービスも提供できる。また、ラベルスイッチ技術を拡

張したGMPLSでは、異なるトランスポートにおけるリソース（TDM、波長など）をラベルという形式で抽象化することにより、統一された方式で通信を提供できる。Sub-IPエリアでは、ITU-TやOIFとのコラボレーションを通して、GMPLSによる多階層ネットワークの透過的な接続を目指している。

ラベルスイッチ技術は、IP技術と共に今後ともネットワークの中核であり続けると筆者らは考えている。

### 参考文献

- 1) <http://www.itu.int/ITU-T/>
- 2) Katsube, Y., Nagami, K. and Esaki, H.: Toshiba's Router Architecture Extensions for ATM : Overview, RFC 2098 (Feb. 1997).
- 3) Nagami, K., Katsube, Y., Shobatake, Y., Mogi, A., Matsuzawa, S., Jinmei, T. and Esaki, H.: Toshiba's Flow Attribute Notification Protocol (FANP) Specification, RFC 2129 (Apr. 1997).
- 4) Newman, P., Edwards, W. L., Hinden, R., Hoffman, E., Ching Liaw, F., Lyon, T. and Minshall, G.: Ipsilon Flow Management Protocol Specification for IPv4 Version 1.0, RFC 1953 (May 1996).
- 5) Newman, P., Edwards, W. L., Hinden, R., Hoffman, E., Ching Liaw, F., Lyon, T. and Minshall, G.: Transmission of Flow Labelled IPv4 on ATM Data Links Ipsilon Version 1.0, RFC 1954, (May 1996)
- 6) Newman, P., Edwards, W., Hinden, R., Hoffman, E., Ching Liaw, F., Lyon, T. and Minshall, G.: Ipsilon's General Switch Management Protocol Specification Version 1.1, RFC 1987 (Aug. 1996).

- 7) Rekhter, Y., Davie, B., Katz, D., Rosen, E. and Swallow, G.: Cisco Systems' Tag Switching Architecture Overview, RFC 2105 (Feb. 1997).
- 8) <http://www.oiforum.com/>
- 9) 江崎 浩: What is IETF, [http://rfc-jp.nic.ad.jp/what\\_is\\_ietf/ietf\\_abstract.html](http://rfc-jp.nic.ad.jp/what_is_ietf/ietf_abstract.html)
- 10) <http://www.ietf.org/internet-drafts/draft-ietf-ccamp-gmpls-architecture-02.txt>
- 11) <http://www.ietf.org/internet-drafts/draft-ietf-mpls-generalized-signaling-08.txt>
- 12) <http://www.ietf.org/internet-drafts/draft-ietf-mpls-generalized-rsvp-te-07.txt>
- 13) <http://www.ietf.org/internet-drafts/draft-ietf-mpls-generalized-cr-ldp-06.txt>
- 14) <http://www.ietf.org/internet-drafts/draft-ietf-ccamp-gmpls-routing-04.txt>
- 15) <http://www.ietf.org/internet-drafts/draft-ietf-ccamp-ospf-gmpls-extensions-07.txt>
- 16) <http://www.ietf.org/internet-drafts/draft-ietf-isis-gmpls-extensions-12.txt>
- 17) <http://www.ietf.org/internet-drafts/draft-ietf-ccamp-lmp-03.txt>  
(平成14年6月10日受付)