

# 次世代光IPトランスポート

久木田 信哉・中村 真也

## 要 旨

次世代ネットワークにおけるトランスポートは、光トランスポートネットワーク、コアパケットネットワーク、アグリゲーションネットワークから成ります。アクセス、サービスが多様化するなか、トランスポートの統合により、コスト削減が図られます。その一方で、この新しいトランスポートは、信頼できる社会インフラであるとともに、新しいサービスのプラットフォームとしての役割も担っています。NECでは、様々な角度から、トランスポートの課題に取り組んでいます。

## キーワード

- 光トランスポートネットワーク
- コアパケットネットワーク
- アグリゲーションネットワーク
- GMPLS
- RPR

## 1. はじめに

次世代ネットワーク(Next Generation Network:NGN)の導入と時を同じくして、ネットワーク機器のオープン化、水平分業化が進行中です。その過程において、NGN標準で定義された機能の装置単位への組合せ、物理的な配置の最適化が行われます。アクセスについては、従来からのメタル回線に加えて、光ファイバの普及が進みます。ワイヤレスアクセスについても、いわゆる携帯電話の世代交代に加えて、様々な方式によるワイヤレスLAN、ワイヤレスMANが使われるようになります。また、いわゆる通信サービスだけではなく、これまで別のメディアで提供されてきた様々なサービスが通信事業者を通じて提供されるようになります。このように、加入者の数、アクセス機会、サービスの種類、サービスを利用する頻度を増やすために、アクセスとサービスは、積極的に多様化されていきます。一方、トランスポートにおいては、統合による共用化が図られます。

## 2. NGNにおいて、トランスポートに求められる要件

トランスポートネットワークは、アクセスやサービスと異なり、エンドユーザの目に触れることはありませんが、通信事業者のコストにおいて、相当の割合を占めます。このセクションでは、特に、NGNにおいて、トランスポートに求められる要件を整理します。

## 2.1 大容量バックボーンネットワークの構築

従来の電話、ダイヤルアップ接続からADSLが広く使われるようになり、さらにはFTTH(Fiber To The Home)の普及により、アクセスの帯域は飛躍的に大きくなりました。さらに、モバイルデータ通信の広帯域化も急速に進展しています。それに呼応して、ストリーミングビデオ、テレビ電話などの、より大きな帯域を必要とするサービス、および、その利用者が増えています。この両者の相乗効果により、バックボーンの大容量化が必要となります。また、ローカルトラフィック中心の電話サービスに対して、インターネットをはじめとする新しいサービスは、ナショナル/グローバルトラフィックが多くなるという特性を持っています。このことが、さらにバックボーンの大容量化要求を促進します。

## 2.2 サービスごとのネットワークから統合ネットワークへ

運用費用(Operational Expenditure:OPEX)は、多くの通信事業者において、総費用の過半を占めます。このOPEX削減の決め手は、管理運用するネットワークそのものの数を減らすことにあります。

通信事業者によっては、ベストエフォートIPネットワーク、専用IPネットワーク、公衆ATMネットワーク、FRネットワーク、VPN用イーサネットネットワーク、TDM専用線ネットワーク、電話ネットワークなど、実に多くのネットワークを運用しています。これは、主に、新たなサービスを提供するたびに、新

次世代光IPトランスポート

たなネットワークを構築してきたためです。アクセスとサービスの多様化を妨げず、いかに統合していくかが鍵です。

2.3 多様化するサービスへの柔軟な対応

従来からの電話とFAXサービスに加えて、電子メール、Webページ閲覧を中心とするインターネットアクセスのためのダイアルアップサービスは、元々、電話のために用意された64kbpsのチャンネルで提供されてきました。AVパソコンの普及、アクセスの広帯域化、IPプロトコルを介した相互連携などにより、新しいサービスが登場しています。

新しく提供されるサービスのうち、どのサービスが広く受け入れられるかは、予測がつきません。そのため、共通のプラットフォームとしてのトランスポートは、素早く小規模でサービスを開始することができ、その後タイミングを見て、スムーズにスケールアップできるプラットフォームであることが必要です。

さらに、通信事業者自身によるサービスに加えて、これまでは別のメディアを使用してきた事業者や、まったく新しいサービスを始める事業者など外部のサービス提供事業者が利用しやすい、オープンなプラットフォームであることも重要です。

2.4 パケットトランスポートへの移行

今後はますます時分割多重(Time Division Multiplexing:TDM)ベースのトラフィックに比べて、パケットベースのトラフィックが支配的になっていきます。そのため、トランスポートネットワークも、パケットトランスポートに最適化されていくことが重要です。

一方で、エンドユーザが現在使用しているネットワーク端末/サービスは今後相当の期間にわたって、使われ続けると考えられます。そのため、従来の、TDMネットワークにパケットを擬似TDMトラフィックとして通す方式に代わって、逆にパケットに最適化されたトランスポートにTDMトラフィックを擬似パケットとして通す方式の検討が行われています。

2.5 公衆サービス提供のための機能

緊急通報、通信傍受、優先接続など、単純なIPネットワークでは提供できない公衆ネットワークとして提供すべき機能も、NGNの大きな要素です。こうした機能は、従来の電話システムにおいては、シグナリング・システムで実現していまし

たが、同等の機能をパケットネットワークで実現するには多くの課題があります。そのために必要な1つの機能として、広い意味でのトランスポートにおいて、セッション設定受付時のリソース受付制御機能が、検討されています。また、様々なネットワーク間、あるいは、通信事業者間を接続するために、コーデック変換、ファイアウォール、アドレス変換などの機能を具備したセッションボーダコントローラの必要性も高く認識されています。

3. 次世代光IPトランスポートの構成

次世代光IPトランスポートは、(1) 光トランスポートネットワーク、(2) コアパケットネットワーク、(3) アグリゲーションネットワーク、から構成されます。ここでは、(1)と(2)を総称して、バックボーンと呼びます。

次世代光IPトランスポートの概観を図に示します。

3.1 光トランスポートネットワーク

光トランスポートネットワークは、従来、SDH(Synchronous Digital Hierarchy)に代表されるTDM技術で構成されてきました。さらに、ファイバ1芯当たりの容量を拡大する方式として、波長多重(Wavelength Division Multiplexing:WDM)技術が使われています。光トランスポートネットワークには、太平洋を一気に横断する9,000kmの超長距離システムもあります。

WDMテクノロジーは、1995年に、2.5Gbps - 8波多重システムが実用化されて以来、長距離化、大容量化(波長数、ビットレート)が進んできました。

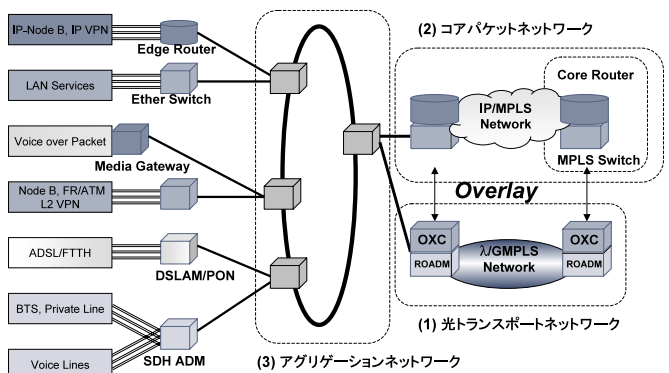


図1 次世代光トランスポートの概観

コアルータのラインインタフェース速度の増大により、コアルータとWDM装置とが、直接接続されることが一般的になりつつあります。比較的規模の小さいバックボーンネットワークでは、TDM機能も継続して使用されます。

WDMシステムでは、All Optical Networkをめざして、光信号のままの各種の処理に取り組んでいます。つまり、光フィルタや光スイッチを用いて、電気信号に変換することなく、特定波長の分離、多重、クロスコネクトを行います。この際、電気光変換の間の光ファイバの長さが変化することから、ファイバ特性補償の自動適応技術も必要となります。

### 3.2 コアパケットネットワーク

コアパケットネットワークは、ギガビット、または、テラビットクラスのコアノードとエッジノードから構成されます。NGNのトランスポートを担うコアパケットネットワークには、純粋なIPルーティング機能に加えて、高信頼性、トラフィックエンジニアリング(Traffic Engineering:TE)機能が要求されます。これを実現するのが、MPLS(Multi Protocol Label Switching)を中心とする新たなプロトコル群です。それぞれのノードは、IPルータとMPLSスイッチを一体化したものになっています。

### 3.3 アグリゲーションネットワーク

メトロネットワークとも呼ばれる、アクセスとバックボーンとをつなぐネットワークです。

現在は、SDH標準に基づいた装置を中心に構築されています。高速自動切替による高信頼性と、エンドツーエンド・パスの品質管理など豊富な運用管理機能が特徴です。SDHは、当初、TDM専用として制定された標準ですが、その後、パケットトラフィック、特に、イーサネットの転送に、積極的に取り組んできました。イーサネットを収容する方式も、GFP(Generic Framing Procedure)、VCAT(Virtual Concatenation)、LCAS(Link Capacity Adjustment Scheme)と高度化してきています。このEthernet over TDMと総称される方式は、TDM特有のシュアな多重、転送能力を重く見たものといえます。今後は、バックボーンネットワークの統合に対応して、イーサネット以外のレイヤ2、および、レイヤ3の多様なパケットベースのサービスも効率よく収容するために、パケット統計多重機能やパケットスイッチ機能の取り込みが行われます。そのため、トラフィックの構成の変化に追従できる

マイグレーションシナリオが求められています。

## 4. NECにおける取り組み

NECでは、NGNトランスポートに関連して、様々な研究開発を行っています。そのなかから、(1) GMPLS、(2) RPR、(3) 光デバイス、について、NECにおける取り組みを紹介します。

### (1) GMPLS

光トランスポートネットワークとコアパケットネットワークの統合に向けて、GMPLS(Generalized MPLS)の開発が行われています。

GMPLSは、その名の通り、パケット向けに開発されたMPLSをより広く、TDM、WDMシステムの領域にまで拡張するものです。光トランスポートネットワークのネットワーク機能を、パケットコアネットワークと統一的に制御することを狙うものです。これにより、光トランスポートネットワークとコアパケットネットワークのより効率的な構築が可能になります。さらに、エンドユーザからの要求に応じて利用帯域を変更するBoD(Bandwidth on Demand)サービスも検討されています。別の切り口として、TDMで使われてきたNMS(Network Management System)による集中制御と、ルータに代表される分散制御の連携技術としても期待されています。

NECでは、プロトコルの実装、製品への組込みに並行して、ベンダ間の相互接続を実現するためのインターオペラビリティ・デモに積極的に参加しています。図2に相互接続試験の例を示します。

## iPOP2005 Showcase Network

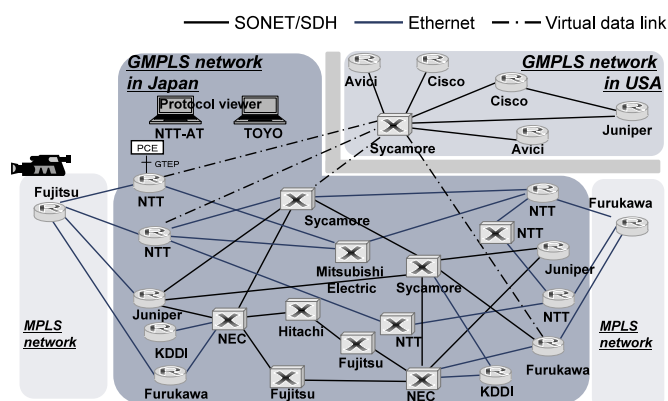


図2 相互接続試験の例

(2) RPR

RPR(Resilient Packet Ring)は、IETFにおいて、2004年6月に制定された標準プロトコルです。

主な特徴は、(1) リングプロテクションによる高速切替、(2) 効率的なパケット統計多重、(3) ポイントツーマルチポイント、マルチキャストによる効率的な多重、です。

NECでは、SDH装置にRPR技術を導入することにより、「100% TDMトラフィック」から「100% パケットトラフィック」に至る、マイグレーションのすべてのフェーズをサポートすることができます。さらに、一種のリンクアグリゲーションなどの技術を組み合わせ、リング固有の制限を容量の面、物理トポロジーの面で、拡張することに取り組んでいます。RPRネットワークの1例を図3に示します。

(3) 光デバイス

光トランスポートネットワークを支える光通信システムの要ともいえるのが、光デバイスです。代表的なものに、光信号と電気信号を相互に変換する、光トランシーバがあります。NECでは、FTTH用光トランシーバやバックボーンシステム用の高速光トランシーバなどを開発しています。その他、WDMシステムのキーテクノロジーとして、波長の異なる光を

束ねる、束ねた光から特定の波長の光を分離するという処理を担うフィルタ、任意の波長を選択できる可変波長光源、などのデバイスもあります(図4)。

5. おわりに

本稿では、NGNに向けて、トランスポートネットワークが果たすべき役割と課題、それに対するNECの取り組みを紹介しました。

NECでは、NGNトランスポートが、まさにその名の通り、次世代の信頼できる社会インフラとして、また、数多くのサービスが提供されるプラットフォームとして発展していくように、研究開発を重ね、積極的に提案してまいります。

執筆者プロフィール

久木田 信哉  
キャリアネットワーク企画本部  
本部長代理

中村 真也  
ブロードバンドネットワーク事業本部  
光ネットワーク事業部  
統括マネージャー

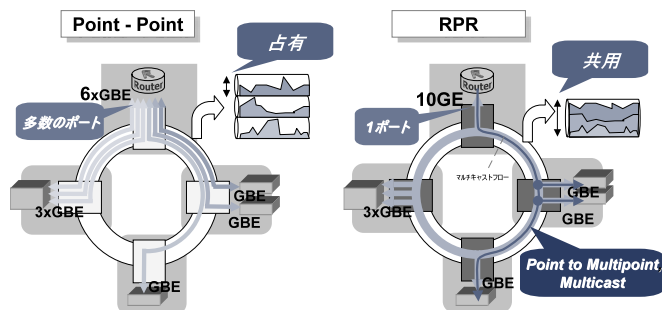


図3 RPRネットワーク

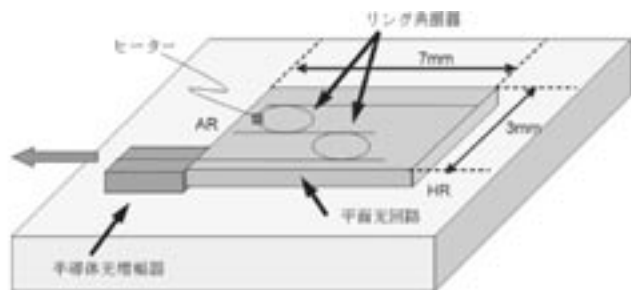


図4 可変波長光源