

# アクセス/コアネットワーク技術

## RENAのネットワーク

インターネットの普及に従って増加してきた通信トラフィックは、ADSLやCATV等のブロードバンドアクセスユーザーの増加により、最近の1年半で10倍に増加した。今後、さらなるブロードバンドアクセス回線の普及や、コンテンツの充実、ブロードバンドの特徴を生かしたサービスの高品質化等により、ユーザーの増加と同時に通信占有帯域の増加が予想され、トラフィックの増加傾向はますます強まってきている。

また、今後予想される、双方向エンド・エンドリアルタイム通信、コンテンツ配信、IP電話、ユビキタ

スサービスなどのサービスでは、品質や信頼性が高く、使いやすいこと（ユーザビリティ）が重要になってくる。さらに、これらは、サービスへの各種アクセス方法や通信形態など、ユーザーの利用形態も多彩になってくるだろう。こうした需要に

えるため、RENA-NWは、高品質でセキュアなエンド・エンド通信サービスを経済的に実現することを目指している。図1にRENA-NWの全体像を示す。NWは、コア/アクセスNW、ユーザーNW、サービス/NW制御PF（プラットフォーム）



日本電信電話株式会社  
NTTアクセスサービスシステム研究所  
主幹研究員  
杉江 利彦

日本電信電話株式会社  
NTTサービスインテグレーション基盤研究所  
主幹研究員  
岡本 司

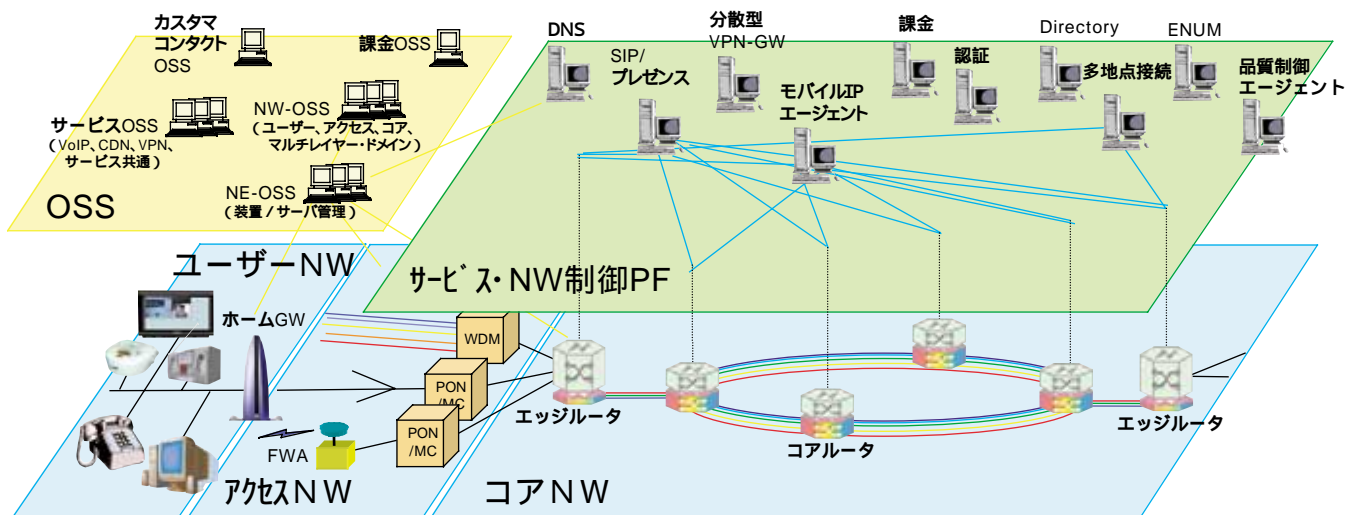


図1 ネットワークの全体像

及びOSSで構成されており、この中で、コアNW、アクセスNW、ユーザーNWは、主として情報の転送ならびに品質制御を行う機能を有している。

サービス/NW制御PFは、サービスアプリケーションとコアNWの間に位置し、下位レイヤーの転送機能を制御することによって、RENAの特徴であるコネクティビティ、品質制御、ユーザビリティの各機能を上位アプリケーションに提供している。また、サービスの連携に必要な基本機能を提供することで、新しいサービスが容易に開発できる。アクセス/コアNWは、これらのサービスを提供するため、高速化・広帯域化するとともにQoS制御技術を活用し品質制御の可能なNWであることが必要である。また、さまざまな利用形態やトラフィックの増大に柔軟に対応するため、無線や光通信における先端技術を適用することが重要となる。

## ユーザーNW技術

品質ならびに信頼性を確保した多様なサービスを提供するには、PCや電話、TVなどの端末機器をユーザーNWを通して、アクセス・コアNWと連携することが必要だ。そのためには、次のような品質制御の転送機能をもつホームゲートウェイ(HGW)が必要になってくる。

- ・帯域確保や優先制御などの品質制御(転送するパケットの対象サービスを識別し、IP-TOS値/

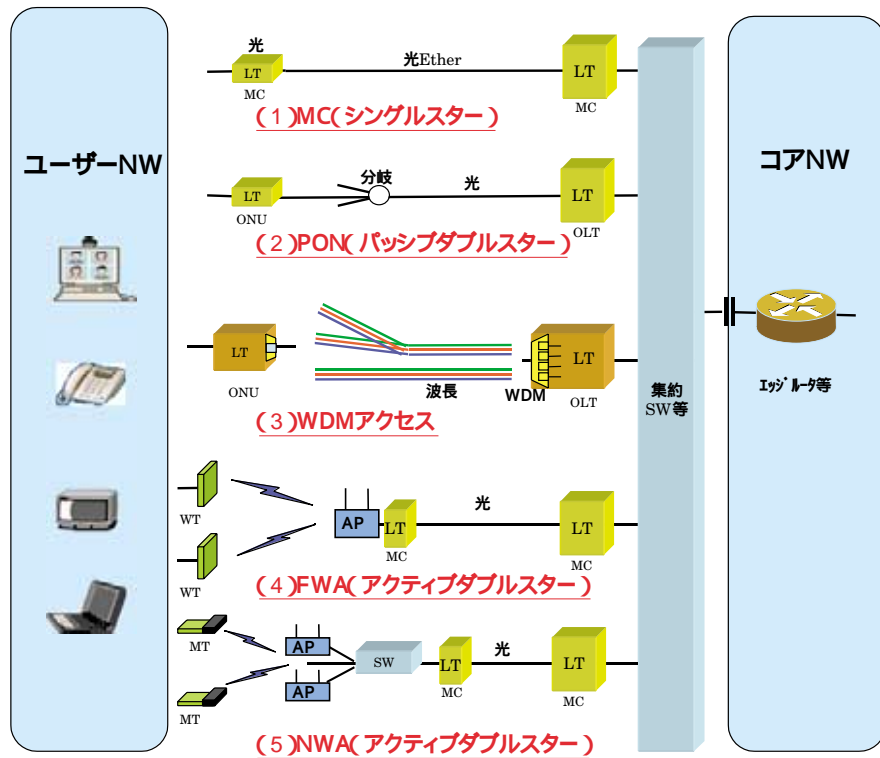


図2 各種アクセス方式

DSCP値、及びVLAN Priority-tagを指定。契約帯域に応じた流出パケットの流量制御やシェーピング機能が必要。)

- ・品質劣化補償(伝送路でのパケット損失を補償するための、誤り訂正やパケットの再送。)
- ・多様なインタフェース(ユーザーの多様な端末を収容。)

## アクセスNW技術

アクセスNWは、ユーザーNWとコアNWの間で、ユーザーNWからのさまざまな情報をコアNWへ転送する。RENA-NWでは、サービスに応じ情報を所望の品質に制御し経済的に提供することが重要で、現在、

アクセスNWでの適用形態として、MCによるシングルスター方式、PONによるパッシブダブルスター方式、無線方式、xDSL方式がある。xDSL方式、特に、ADSLは、帯域や品質が外的要因に影響されやすいため、補完的な位置付けとされており、将来的には、WDMを活用した方式が考えられている。

### (1) MC

ユーザーと局を光ファイバーでP-P(1対1)に接続する形態。ユーザーが光ファイバーの帯域を占有するので、ビジネスユーザー、集合住宅、小需要エリアに適している。

### (2) PON

ユーザーと局を光ファイバーでP-MP(1対多(M))に接続する形

態。光ファイバーの帯域と設備を複数のユーザーでシェアするので、マユーザーや高需要エリアに適している。

### (3) WDMアクセス

光の波長をサービスやユーザーに割り当てるなどさまざまな使い方が可能。現在では、メトロエリアやビジネスユーザー、集合住宅などに適している。

### (4) FWA (固定無線アクセス)

無線基地局に設置したMCとAPが一体化した「アクティブ・ダブルスター」構成。主として、光化に適さないエリアに用いられている。

### (5) NWA (ノマディック無線アクセス)

無線LAN端末を持ち運び利用する形態。ホットスポットなどの移動先でのアクセスに適している。

これらは、適用するエリアやユーザーの特徴に応じ、経済的な設備構築が可能となるように選定される。

前述のアクセス方式は、いずれも局からスター状に張り出した構成である。局内の装置(スイッチ)を複数のユーザーで共用するため経済的であるが、共用するユーザー間で転送品質が影響を受ける。このためアクセスNW内で、ユーザーに対して最低帯域の保証あるいは優先制御を行うなど、品質を制御している。また、ユーザーNWとコアNWで使用されるプロトコルをトランスペアレントに転送するため、レイヤー2でインタフェースを提供する。具体的には、IPパケットの優先度識別

子として、レイヤー2のVLAN-Priority-tagを使用し、また、ユーザーNWやコアNWとの連携は、IP-TOS値/DSCP値とVLAN-User-Priority値を活用している。特に、ユーザーからの上り信号はユーザーNW(HGW)、下り信号はコア側のエッジルータの送出パケットの流量制御やシェーピング機能と連携し制御する。アクセスNWでは、これら品質を制御し、経済的な転送系を構成している。

## コアNW技術

RENAを支えるネットワークは、高品質で多様なブロードバンドサービスを提供する必要がある。コアNWではベストエフォートサービスから専用線クラスの高品質なサービスまで、ユーザーの要求する品質を柔軟に提供するため、ネットワークのエンド・エンドでのサービス品質を保証する品質制御機能が重要である。また、トラフィックの急増に対応するためには伝送路やノードから構成されるネットワークの大容量化が不可欠であり、低コストで実現することが強く望まれている。これを実現するためには、光技術、特に光波長を利用した大容量WDM技術やOXC(Optical Cross Connect:光クロスコネクト)技術、またこれら光技術の大容量性を活かしながらIPレイヤーと協調してトラフィックを高効率で転送する光+IP技術の開発、展開を進める必要がある。

## コア転送網の品質制御技術

品質制御を達成する技術としてDiffServ(Differentiate Services)技術とセッション受け付け制御技術を紹介する。セッションとは電話サービスでの呼の概念と同等で、DiffServ技術は、各セッションに対してサービス・クラスを定義し、そのサービス・クラスに応じた転送サービスを提供する技術である。パケットの優先転送制御やフローの最低帯域保証制御機能等のQoS制御機能を用いてエンド・エンドで各種サービスに適した通信品質での転送が可能となる。

たとえば、最優先のEF(Expedited Forwarding)クラス、最低帯域保証が可能なAF(Assured Forwarding)クラス、またベストエフォートクラスであるBE等のサービス・クラスを各フローに設定。入口のノードにおいて、ポリシング(フロー毎の使用帯域によるフィルタリングとパケット毎の転送優先情報を付与するカラーリング)を行うとともに、ネットワーク内の全てのノードにおいて、キュー制御(EFクラスの確定優先、AFクラスの読み出し優先制御)を行うことによって、各フローの最低帯域の保証とそこを流れるパケットの優先制御が可能となる。

しかし、DiffServ技術だけでは、コアネットワーク内の転送品質を保証することはできない。あらかじめ設計されたネットワークの帯域以上

にトラフィックがネットワーク内に流入した場合には、たとえばクラスを分離してキュー制御を実行したとしても、結果としてキューからパケットがあふれてしまい、パケット遅延やパケット損失を生じてしまう。これらを防ぐために、RENAネットワークではセッションの受け付け制御を実現している。これは、ユーザーがセッション

の接続を要求してきた際に、ネットワーク内に設置された帯域管理サーバが、セッションが要求している帯域がネットワーク内に準備された帯域をオーバーしていないかどうかを瞬時に判断し、もしオーバーしていない場合には接続可能であることを、オーバーしている場合には接続拒否をユーザー側（HGW等）に通知するといった制御を実行する（図3参照）。これにより、ネットワーク内のトラフィックは常に各サービス・クラスに対して保証している品質が維持されるような範囲以内に抑えることができるわけである。

RENAサービスを支えるネットワークでは、DiffServによるネットワーク内転送技術とセッション受け付け制御技術を組み合わせることにより高品質で多様なブロードバンドサービスを提供することが可能だ。

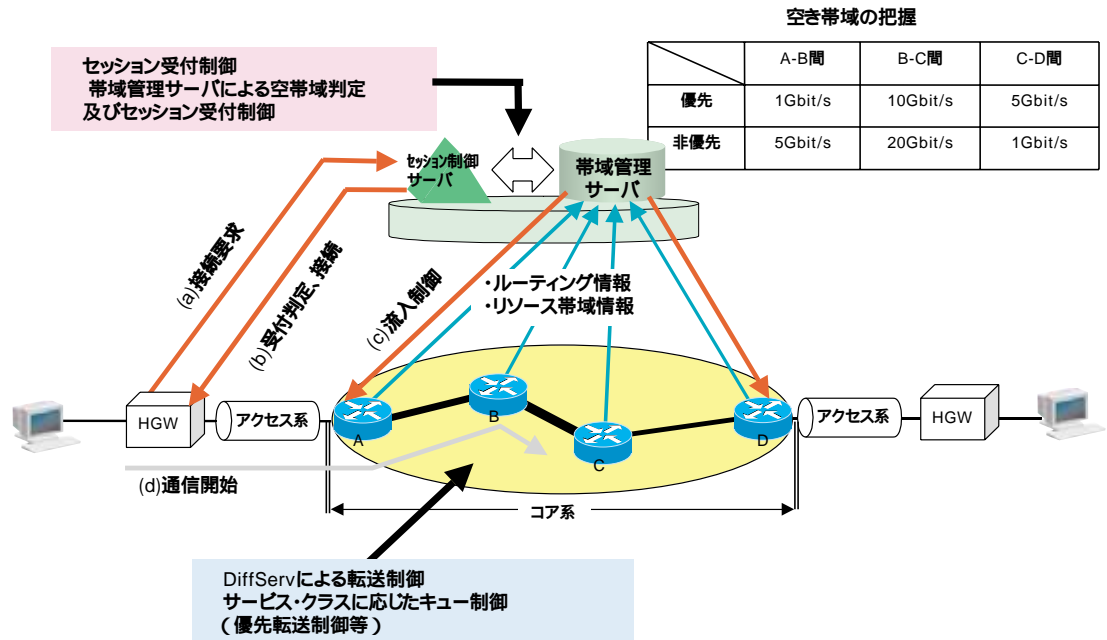


図3 コアNWにおける品質制御

## コア転送網の経済化技術

現在のインターネットプロトコル（IP）を利用した通信サービスの利用動向からは、数年後には想定される所要転送能力が数Tb/sクラスのノードが必要になる。現在のIPネットワーク・ノードとして主流となっている電気技術を用いたIPルータではそのレベルの転送能力を経済的に実現することは困難であろうと考えられている。これを経済的に実現するためには、WDM技術、OXC技術など光のメリットである高速大容量化とIPレイヤー等のパケット転送をパス単位で処理するMPLS（Multi Protocol Label Switching）技術のメリットである柔軟な転送制御を融合させた光＋IP技術が有望である（図4参照）。

ここで、MPLS技術とは、ネットワークのエッジノードにおいて通信情報にラベルを付与し、ラベル情報に基づき、設定されたネットワークの入口から出口までのLSP（Label Switched Path）と呼ばれるパスを通して転送処理を行う技術であり、現在は主にインターネット上での秘話性からIP-VPN等に利用されている。コアノードではラベル情報により設定されたパスに沿って通信パケットを転送。エッジノードでIPパケットに限らない様々な通信パケットをLSPにマッピングし、ラベルを付与することにより、これら多様な通信を同一のネットワークで扱うことが可能となる。従来のIPネットワークにおいては、コアNWの装置故障による経路切替には数秒～数十秒以上を要していたが、MPLSネットワークでは、LSPを対象とし

## ”光” 新世代ビジョンを支える研究開発の動向

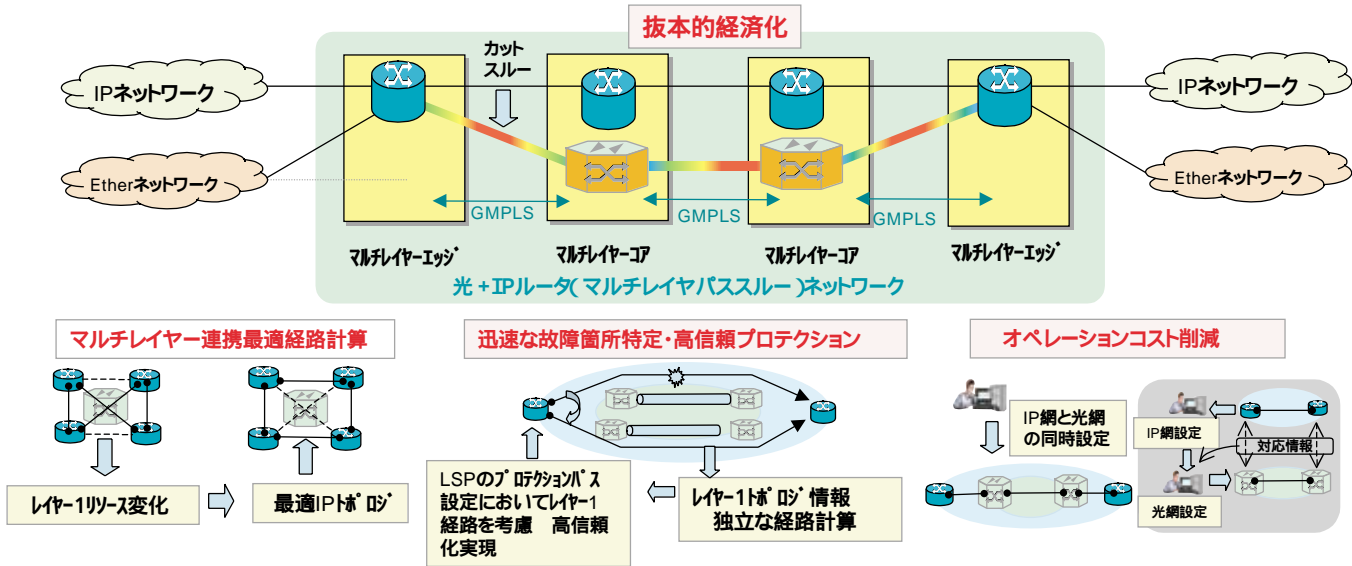


図4 光 + IP 技術

てプロテクションスイッチング技術を適用した専用線並みの高速切り替えが可能となり、信頼性の向上も図ることができる。

光 + IP 技術とは、このMPLS技術と光の波長多重技術の融合により、トラフィック転送を柔軟かつ経済的に実現することを狙ったものである。

光 + IP 技術では、MACアドレス、VLANタグ、ATMヘッダ、IPアドレス、QoS識別子などで識別される各種サービスのフローをネットワークの入口で光パスにマッピングするエッジノードと、光パスの高速転送を扱うコアノードによりトラフィックが転送される。大容量のコアノードにより高速パスでトラフィックを経済的に転送する一方、エッジノ

ードにおいて、トラフィックフローの特性を判定し、それぞれのフローに最適な光パスを選定、接続することによって、品質制御を実現する。さらに光レベル、IPレベル等の複数のレイヤーを連携させた最適な経路選択、信頼性向上及びネットワーク・オペレーションが実現可能だ。

### 今後の展開

RENA サービス実現にあたってネットワーク機能の核となる、アクセス・コア転送系アーキテクチャについて述べた。特に、RENAの特徴であるセキュリティ、QoS、信頼性などを実現するためには、サービス / NW 制御PFならびにユーザー

網に設置されるHGWとの連携が必須となる。このような連携に基づくRENA上で実現されるサービスによって、確実なエンド・エンドコミュニケーションの提供、エンドユーザーの使い勝手の向上はもちろんのこと、新しいビジネスマーケットの創出が期待される。

### 参考文献

- (1) 和田、“光”新世代ビジョン - ブロードバンドでレゾナントコミュニケーションの世界へ - ”、NTT技術ジャーナル、Vol15、No2、pp6-17、2003
- (2) 奥村他、“RENA転送系アーキテクチャ”、NTT技術ジャーナル、Vol15、No7、pp12-15、2003

### 問い合わせ先

NTTアクセスサービスシステム研究所  
TEL 043-211-3252  
E-mail:sugie@ansl.ntt.co.jp  
NTTサービスインテグレーション  
基盤研究所  
TEL 0422-59-3196  
E-mail:okamoto.tsukasa@lab.ntt.co.jp

### 読者へのメッセージ

NTTグループが取り組むRENAのサービスを提供する基盤として、サービスの多様化と低価格化を実現する転送系のシステム化を目指し、技術開発をすすめていく予定である。