

コアテクノロジー 21世紀を支えるネットワークコアテクノロジー

坂元 宏行 小沼 良平
青木 周生

インターネットの普及とコンピュータ技術の進歩により、通信の利用環境が大きな変革をとげつつある。企業・個人活動における通信の利用形態が多様化し、音声による人対人の通信からデータによる人対機械、機械対機械の通信へと変化している。今やインターネットは単なる通信手段から、社会の重要なインフラへと成長した。

本稿では、21世紀のネットワークへの要求の変化と関連させながら、インターネットに代表される今後のIP (Internet Protocol) ネットワークに求められる機能を概観する。次にその機能を実現するために必要な要素技術(コアテクノロジー)を述べ、当社のこれら技術への取組みと将来の展望を紹介する。

21世紀のネットワークへの要求事項

インターネットによる物品販売は商品の流通形態を変えた。ユーザは欲しい物を欲しい時に注文することが可能となった。また、携帯端末の普及により通信の利便性が高まり、新たなビジネスをも創出した。このような通信を利用した企業・個人活動における変化の速度は21世紀ではさらに加速し、情報通信技術が広く深く社会生活に影響を与えていくのは誰の目にも明らかであろう。

一方、現在の社会活動全般を支えているネットワークは、爆発的に急増するトラフィックへの対応、料金問題、通信品質問題、新サービスの提供など、多くの課題を抱えている。これらの課題を解決し、さらに、21世紀の社会活動を支えるネットワークには、以下の機能・性能が求められる(図1)。

(1) 柔軟性

ネットワークが社会生活に深く浸透するに従い、新たな利用方法、サービスへのニーズが発生する。これらのニーズは世界各地で同時多発的に発生し、当初は個々の地域でサービスが提供されるが、ネットワークを通じて短期間で世界中に広まっていくものと考えらる。ネットワークにはニーズごとに多様化するサービスを短期間で提供するための柔軟性、拡張性が必須となる。

(2) 通信品質 (QoS : Quality of Service)

電話の時代からインターネットの時代になり、ネットワーク上に音声・データ・画像というマルチメディア情報が流れ、ネットワークには各メディアに対応した複数のサービス品質が求められる。また、金融取引や証券取引情報がネットワーク上を行き交うようになることを考えると、データの損失や遅延に対する要求は厳しくなる。したがって、多種多様なメディアがそれぞれ異なる通信品質を要求するという傾向は今後ますます強まると考えられ、ネットワークの状況に関わらず各メディアごとに最適な通信品質を提供することが求められる。

(3) 高速・広帯域性

1999年末の我が国のインターネット利用数が2706万人、2005年末には7670万人に達するといわれている¹⁾。また、2000年12月から開始されたデジタルテレビ等の放送サービスが通信サービスと融合して提供されると、ユーザ間でやり取りする情報量は、電子メール、音楽情報、画像情報へと急ピッチに拡大していく。21世紀に向けては大幅に増加すると予想される情報量(トラフィック量)を処理できる高速性と広帯域性が求められる。

(4) 接続性

携帯端末によるWebアクセス、電子メールの利用が爆発的に伸びていることから、場所に限定されない通信に対する要求が高い。この背景には、欲しい時に欲しい情報を得るだけでなく、自分の考え、感動を共有したいという心理も含まれていると考えられる。いつでもどこでも使いたい時にすぐ接続される、あるいはネットワークを使っているという意識を与えず接続されるというユビキタな接続性を確保することが必須となる。

(5) 信頼性・安全性

21世紀の社会は、一般生活、健康や経済の様々な側面でネットワークに常に大きく依存したものになっていく。そのため、地震や水害等の自然災害時にもネットワーク機能が停止しないことが望まれる。また、ネットワークを利用した企業・個人活動が当たり前になりつつ

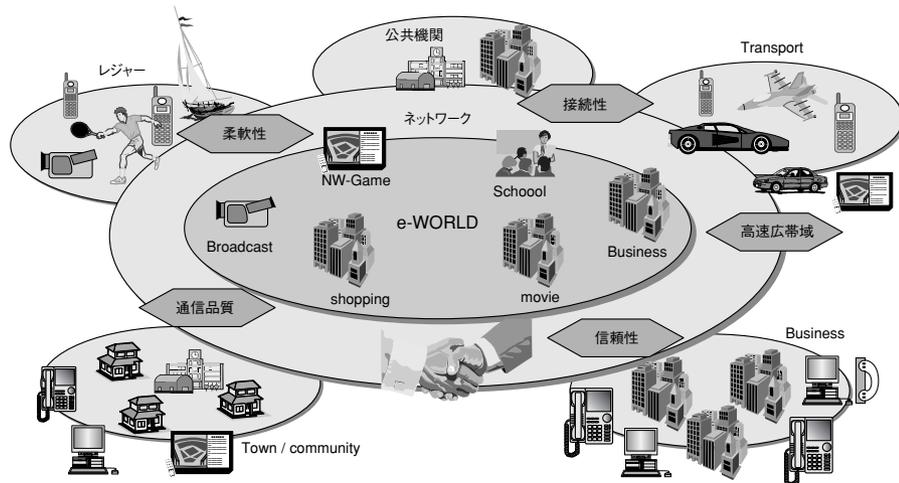


図1 ネットワークへの要求事項

ある中で、金銭情報の守秘性、個人情報の保護など様々な面で安全性が要求される。

ネットワークを支えるコアテクノロジー

これらの機能を実現するためのコアテクノロジーを表1に示す。

インテリジェント化技術は、通信キャリアやユーザが求める多様な通信サービスを素早く提供するために、柔軟にネットワークの機能変更や機能拡張を行う基本的な技術領域である。さらに通信端末が異なる網を跨って自由に接続できる、いわゆるシームレス化を実現する上でも求められる技術である。

QoS技術は、パケット通信を基本とした原理的に時間遅延に対する保証のないインターネット上で、転送する情報のトラヒック特性に適した通信品質を提供するために必須の技術である。また、ネットワーク内で発生する輻輳を制御するトラヒック制御技術も通信品質の提供には欠かせない重要な技術である。

高速大容量化技術は増え続けるインターネットバックボーンのトラヒックを円滑に流通させるという点で、重

表1 求められる機能と必要な技術

	ネットワークに求められる機能	コアテクノロジー
1	柔軟性	インテリジェント化技術
2	通信品質	QoS制御技術 トラヒック制御技術
3	高速・広帯域性	高速大容量化技術
4	接続性	アクセス技術
5	信頼性・安全性	高信頼性技術 セキュリティ技術

要な技術である。今後は個々の加入者通信アプリケーションで扱われる情報が大容量化することが予想されるため、アクセス網においても重要な技術となっている。

アクセス技術は、ネットワーク接続への利便性を高めネットワークの付加価値を増すために欠かせない技術である。現在、多くのアクセス技術（光、無線、メタリック等）が登場しているが、ニーズに合わせた多様なアクセス手段をユーザに提供することが望まれている。

ミッションクリティカルなネットワークでは、ネットワーク機器の高信頼性技術と、情報セキュリティ技術が必須である。

沖電気のコアテクノロジーへの取り組み

コアテクノロジーに対する当社の現在の取り組みと将来の展望を紹介する。(図2)

<現在の取り組み>

(1) インテリジェント化技術領域

ネットワーク付加価値サービスの機能拡張や変更を容易に行うためにネットワークプロセッサと分散環境(CORBA, JAVA)プラットフォームを融合したシステムの構築技術を推進している。

ネットワークプロセッサとはIPパケット処理等に適したプロセッサの総称であり、我々はこのプロセッサを使用し、ハードウェアではなくソフトウェア的な手法でIPパケットを転送・経路選択処理することを目指している。これにより装置に求められる機能を臨機応変に追加・変更でき、新サービスへの対応やプロトコルのバージョンアップ等も容易となり、顧客ニーズへも迅速かつ柔軟に対応することができる。

この技術を用いた応用の一例として、障害者と健常者

技術領域	現在の取り組み	将来の取り組み
インテリジェント化	ネットワークプロセッサ アクセスビリティ	ネットワークプロセッサ アクティブネットワーク
QoS/トラフィック制御	アクティブネットワーク 光パス動的配置 インバースマックス	IPフォトニック
高速大容量化	OTDM 40G	80G/160G
		OCDM
アクセス技術	COF アドホックネットワーク FWA 無線アクセス Bluetooth	
高信頼性/セキュリティ	フォルトトレラント VPN	
基本技術	CORBA, JAVA, Linux, WDM	

OTDM:Optical Time Division Multiplex VPN:Virtual Private Network
OCDM:Optical Code Division Multiplex FWA:Fixed Wireless Access
COF :Code division multiplex On Fiber
WDM :Wavelength Division Multiplex
CORBA:Common Object Request Broker Architecture

図2 当社の取り組み

の円滑なコミュニケーションを実現するアクセスビリティ通信支援システムにも取り組んでいる。

(2) QoS制御/トラフィック制御技術領域

ネットワークのトラフィック状態が変化しても可能な限り最適なQoSを確保するためには、ネットワーク資源の適切な運用が重要となる。当社では、IPパケットのトラフィック量の変化に応じて光レイヤ（光ファイバー網における物理レイヤ）のパス制御（ノード間をどの波長を用いて接続するか）の制御）を行なう光パスの動的配置技術と複数の回線を束ねて大容量の転送を実現するインバースマックス技術に取り組んでいる。

また、QoS制御に関する網管理にアクティブネットワーク技術を適用し、より負荷の少ない管理を実現する。最終的にはEnd-EndのQoSを実現する手段にまで展開しようとしている。

(3) 高速大容量化技術領域

光の状態で時分割多重/分離を行うOTDM（Optical Time Division Multiplex）技術、高速大容量伝送シミュレーション技術およびその高速信号を波長多重化する伝送技術²⁾を開発している。電子回路で実用化されている10Gbpsの伝送速度を時間軸上で4倍に多重する40GbpsのOMUX（Optical Multiplex）技術（光多重技術）、40Gbpsの光信号を4×10Gbpsの信号に分離するODeMUX（Optical Demultiplex）技術（光分離技術）、40Gbpsの光信号からクロックを抽出するCDR（Clock

Data Recovery）技術の商品化検討を進めている。

(4) アクセス技術領域

アクセス技術領域では、光伝送技術とCDM（Code Division Multiplex）技術を融合して光アクセス系をより柔軟に利用するCOF（CDM on Fiber）技術と、ユビキタスなユーザ間の通信の利便性を向上させるアドホックネットワーク技術を手がけている。

COF技術は、CDM多重された信号を光ファイバで転送する技術であり、信号多重数の拡大によりユーザに複数のサービスを同時に提供できるアクセス網の構築が可能となる。

アドホックネットワークは、一時的に集合した端末間で無線によるデータの送受信を実現する技術であり、ユビキタスな接続環境を構築する一つの解である。既存のインフラに頼らずに一時的にネットワークを構築することを特徴としており、災害地や極限環境での緊急通信手段などへの展開が考えられる。一方、Bluetoothに代表される近距離無線技術と組み合わせることにより、ユーザ間をピアツーピアで接続する新しいネットワークとしても注目されている。我々は、このようなネットワークをPAN（Personal Area Network）の応用の一つとして捉えており、これまでの近距離無線デバイスの開発に加えて、ネットワークサービス面からの検討を進めており、新しいビジネスモデルの開発にも着手している。

(5) 高信頼性/セキュリティ技術領域

リアルタイムOS（Operating System）を用いたフォルトトレラント技術とVPN構築技術を深めて対応していく。

<将来に向けた取り組み>

(1) アクティブネットワーク技術

本技術は、柔軟性、通信品質制御性、信頼性を実現させるためのコアテクノロジーである。アクティブネットワークでは、転送されるアクティブパケットに埋め込まれたプログラムをノード自身が実行することでノードの機能や処理を変更して、柔軟なネットワークを構築する。これにより、多様なサービスの提供とノード機能の動的な変更による相互運用が可能となる。しかし、実用に当たっては、ネットワーク機器のアクティブパケット処理能力の不足、ユーザパケットの処理能力の低下などが今後の課題である。

当社では、大規模ネットワークにおける効率の良いネットワーク管理手法の一つとして、本技術のポリシーネットワークへの適用を検討している³⁾。大規模ネットワークでは、ネットワーク管理のためのトラフィック量の増加と処理の集中によるリアルタイム性の欠如が問題となる。図

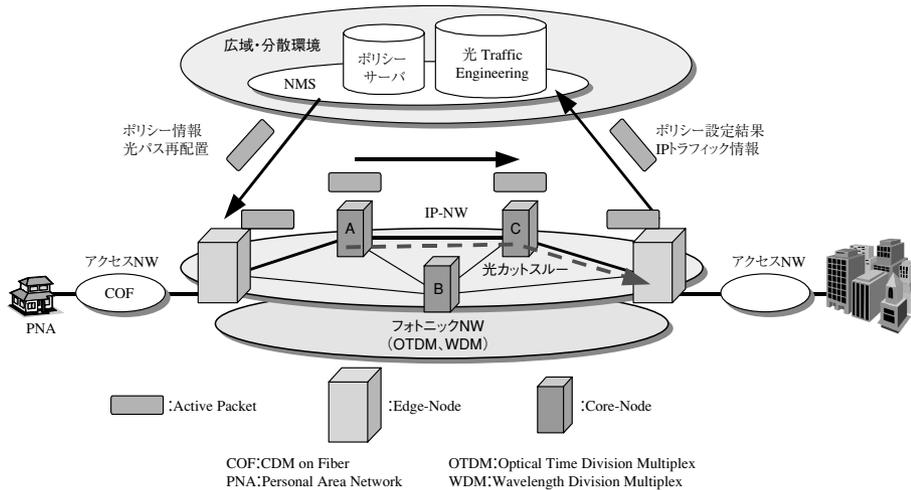


図3 アクティブネットワークとIPフォトニックネットワーク

3にアクティブパケットを用いた管理例を示す。図3で、ポリシー設定情報を搭載したアクティブパケットは、ポリシーサーバよりエッジノードに送られ、エッジノード間のコネクションに沿ってコアルータを経由し、出側のエッジノードからポリシーサーバに戻る。各ノードはアクティブパケットに搭載されたポリシー情報に従いポリシーの設定を行い、設定結果をアクティブパケットに搭載する。アクティブパケットを用いることによりネットワーク管理トラフィックはポリシーサーバとエッジノード間にのみ存在するため、管理トラフィックの削減と、より木目の細かい通信サービスの提供が可能になる。

(2) IPフォトニックネットワーク

本技術は高速広帯域性や通信品質制御、信頼性を実現するコアテクノロジーである。IP over WDMネットワークで変動の激しいIPトラフィックを効率良く転送するために、IPトラフィックの状態に従って波長光パスを動的に再配置するトラフィック制御技術の開発⁴⁾を進めている。このようなIPレイヤと光レイヤの制御を融合して機能やサービスを提供するネットワークをここではIPフォトニックネットワークと呼ぶ。

図3に本技術の適用例を示す。コアノードCの処理するIPトラフィックが増加した時に、コアノードCが持つ光スイッチを制御してコアノードAとエッジノード間に光パスを再配置(図中の矢印: 光カットスルー)する。その結果、IPパケットの廃棄や転送遅延時間の増大を防ぎ、ユーザ間のQoSの保証が可能となる。また、光パスの制御だけでなく、インパスマックス技術と組み合わせると、効率良くネットワーク資源を利用することが可能である。

(3) 高速大容量化

本技術は、さらなる高速性を実現させるためのコアテクノロジーである。80Gbps⁵⁾、160Gbpsの伝送速度を目指したOTDM技術の基礎検討を進め、さらに、WDM技術と複合して伝送容量10Tbpsを目指した技術開発を進めている。

また、光の状態でも多重を行うOCDM (Optical Code Division Multiplex) 技術に取り組み、アクセス系だけでなく将来のフォトニックネットワークへの適用も検討している。

21世紀のネットワークに対

する要求機能を整理し、実現に必要なコアテクノロジーと当社の取り組みについて紹介した。今後ますます成長していくネットワークを構築するにあたり、個々の技術を高めていくとともに、複数の技術を融合して対応していく。また、これらの技術の研究開発と並行して、ITU-Tはもとより、IETF (Internet Engineering Task Force)、OIF (Optical Internetworking Forum) 等の標準化団体に参加し提案活動を推進する。◆◆

参考文献

- 1) 郵政省 平成12年版通信白書
<http://www.mpt.go.jp/policyreports/>
- 2) H.Murai et al., Electronics Letters, Vol.36, No.17, pp1479, 2000
- 3) Kei Kato et al., : Active Policy Networking, WTC, T6, 2000
- 4) Yoshihiro NAKAHIRA et al., "An IP/ATM over WDM system for ultra high speed and quality guaranteed backbone network", proc.of Telecom'99, infrastructure summit, Inf.4, Geneva, Switzerland, Oct.1999
- 5) H.T.Yamada et al., ECOC2000, Proceedings Vol.1, Session 1.3.5, pp47, 2000

筆者紹介

- 坂元宏行: Hiroyuki Sakamoto.ネットワークシステムカンパニー NS開発センタ テクノ戦略PJ
小沼良平: Ryouhei Konuma.ネットワークシステムカンパニー NS開発センタ テクノ戦略PJ
青木周生: Shusei Aoki.ネットワークシステムカンパニー NS開発センタ テクノ戦略PJ