

高速ネットワーク技術とネットワーク構築

山口 英（奈良先端科学技術大学院大学）

1998年12月15日

Internet Week 98 国立京都国際会館

（社）日本ネットワークインフォメーションセンター編

この著作物は、Internet Week98 における 山口 英氏の講演をもとに当センターが編集を行った文書です。この文書の著作権は、山口 英氏および当センターに帰属しており、当センターの書面による同意なく、この著作物を私的利用の範囲を超えて複製・使用することを禁止します。

©1998 Suguru Yamaguchi, Japan Network Information Center

目次

1	概要	1
2	目的	1
3	高速ネットワークとは	1
4	高速ネットワーク技術	7
5	まとめ	15
6	付録	17

1 概要

これまでネットワークによるデータ伝送を高速化するためのものと考えられていた広帯域化は、現在ではネットワークの性能を安定化させるためのものとも考えることができます。また、100BASE-T による Fast Ethernet の利用がエンドユーザ側に広がっているため、システムの運用形態を考慮してネットワークを設計し、バックボーンとして利用する技術を FDDI、ATM、HIPPI、Gigabit Ethernet などから帯域だけでなく、導入の容易さや費用を含めて検討し決定する必要があります。

2 目的

ここでは、高速ネットワークとはどのようなもので、現在どのような技術が利用でき、どのような人々がその技術を利用しているのかを説明し、ネットワークの設計や運用に対する影響を検討していきます。ただし、ここでは、レイヤ3 やアプリケーション側からの視点による説明ではなく、レイヤ2 やネットワークのデータリンク側からの視点を中心に説明しています。また、具体的な製品取り扱いについては説明していませんので、必要に応じて各ベンダーのセミナーなどの情報を利用してください。

3 高速ネットワークとは

ここでは、高速ネットワークという語の定義を見直し、さまざまな視点から高速ネットワークを分類した後、高速ネットワークを構築する目的や周辺状況の変化を示します。

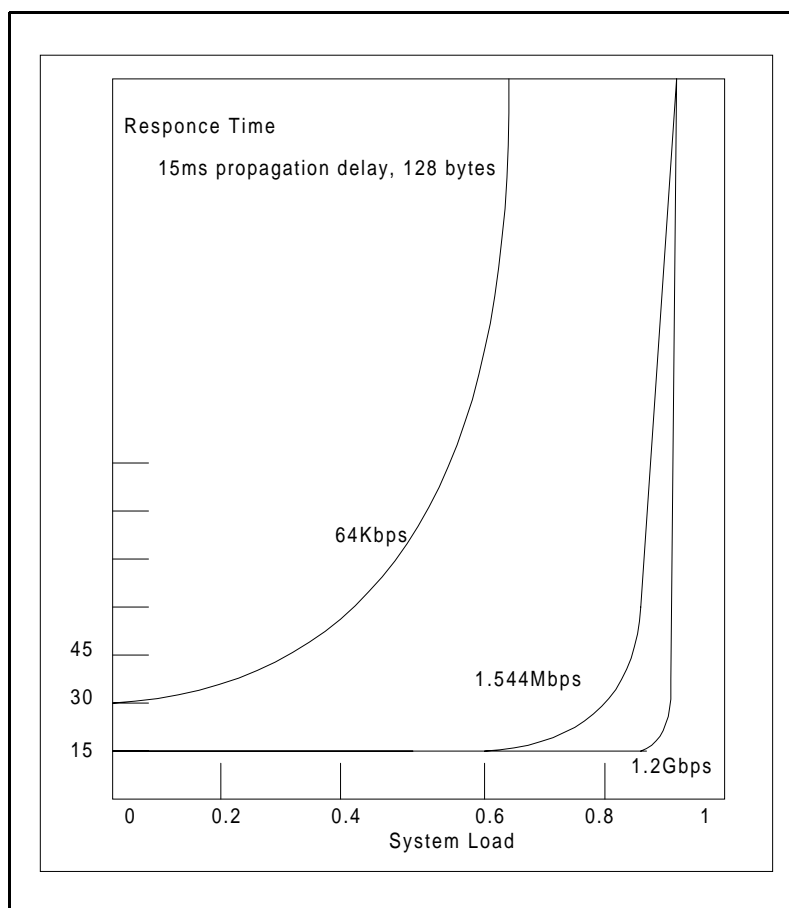
3.1 定義の見直し

最初に「高速ネットワーク」という語の意味を考えてみます。ネットワークは、ある大きさのパイプと考えることができます。このとき、パイプの径がネットワークの帯域となり、パイプの長さがネットワークの伝送距離となります。

過去には、ネットワーク内の他のトラフィックによる負荷が一定であったときに、帯域幅を広くするとネットワーク両端での遅延時間が減少したことから、このようなネットワークを高速ネットワークと呼んでいました。ただし、現在では、単純にネットワークの帯域幅を広げても遅延時間は変化せず、他の特性が改善されます。このため、これまで高速ネットワークと呼んでいたものは、その本来の意味である広帯域ネットワークと呼ぶほうが適切なものとなっています。

現在では、帯域幅の広いネットワークを利用することで、ユーザ数などの負荷が増加しても遅延時間の増加が発生しづらく、遅延時間の変動も小さく抑えることができます。これによって、ネットワークによるサービスの安定性が増し、マルチメディアなどで重要となる遅延時間の振れが小さくなります。

たとえば、次のグラフからも広帯域化が高速化ではなく、性能の安定性を増すものとなっていることがわかります。



このグラフは、15 ミリ秒の伝播遅延があるネットワークで 128 バイト単位のパケットを受け渡そうとしたときに、ネットワークの帯域による遅延時間の特性の変化を示したものです。ここでの横軸は、ネットワーク上の他のトラフィックによるバックグラウンド負荷を表しています。たとえば、このグラフから、バックグラウンド負荷が 0.6 であったときに帯域幅を 64Kbps から T1 リンクの 1.544Mbps に広げると、あきらかに遅延時間が改善されることがわかります。

ただし、帯域幅を 1.544Mbps から 1.2Gbps に広げたとしても遅延時間は変化しません。このとき、帯域を 1.544Mbps としたときと 1.2Gbps としたときの違いは、バックグラウンド負荷が変動したときの安定性の違いとなります。つまり、広帯域化は、単純にネットワークの高速化とはならず、性能面で安定性の高いネットワークを構成するための技術となっています。

3.2 さまざまな視点による分類

高速ネットワークの分類には、次のように利用形態によってさまざまな視点が存在しています。このため、どのような利用形態に対するネットワークなのかを考慮する必要があります。

- 1Mbps、10Mbps、100Mbps、1Gbps などの伝送帯域の違い
- 100m 以下、2km 以下、10km 以下、10km 以上などの対応しなければならないノード間の距離の違い
- UTP、光ファイバ、無線などの伝送媒体の違い
- ベースバンド伝送や多重化伝送などの伝送形態の違い
- 標準化動向の違い

このような利用形態の違いのほかにネットワークの適用領域も、次のように分類できます。

- 従来からの Local Area Network (LAN)
- 基本的に建屋間も含めた LAN の集合体である Campus Network
- 家庭でのネットワーク環境である Home Network
- 独自構築が可能な無線網である Wireless LAN
- 特定地域での高速ネットワーク技術である Metropolitan Area Network (MAN)
- 電気通信事業者によって提供される広域網である Wide Area Network (WAN)
- 電気通信事業者によって提供される無線通信網である Wireless WAN

先ほど示した伝送媒体としては、これまで広帯域ネットワークでの利用には光ファイバと考えられていました。ただし、最近では CAT5 (CATegory 5) の UTP (Unshielded Twisted-Pair) ケーブルの信頼感が向上し、いったん導入した後も UTP ケーブルを利用し続けられるようになってきています。

逆に、光ファイバは、広帯域化されるほどにさまざまな伝送特性に注意する必要が出てきています。たとえば、これまではマルチモードファイバ (MMF) とシングルモードファイバ (SMF) だけでしたが、現在ではファイバ径、光伝送特性、コネクタ形状、先端加工形状にも注意する必要があります。このため、既存のケーブルを利用するためには、敷設したケーブルに関するデータが重要なものとなります。

また、HIPPI や IEEE1394 などの規格では、伝送媒体として専用ケーブルが定義されています。さらに、物理的な伝送媒体を購入する必要はありませんが、無線通信では電波やレーザー光が利用されます。このうち、電波の利用については、欧米に比べて日本は大きく遅れています。逆にレーザー光や赤外線の利用については日本は進んでいるのが現状です。

3.3 構築の目的

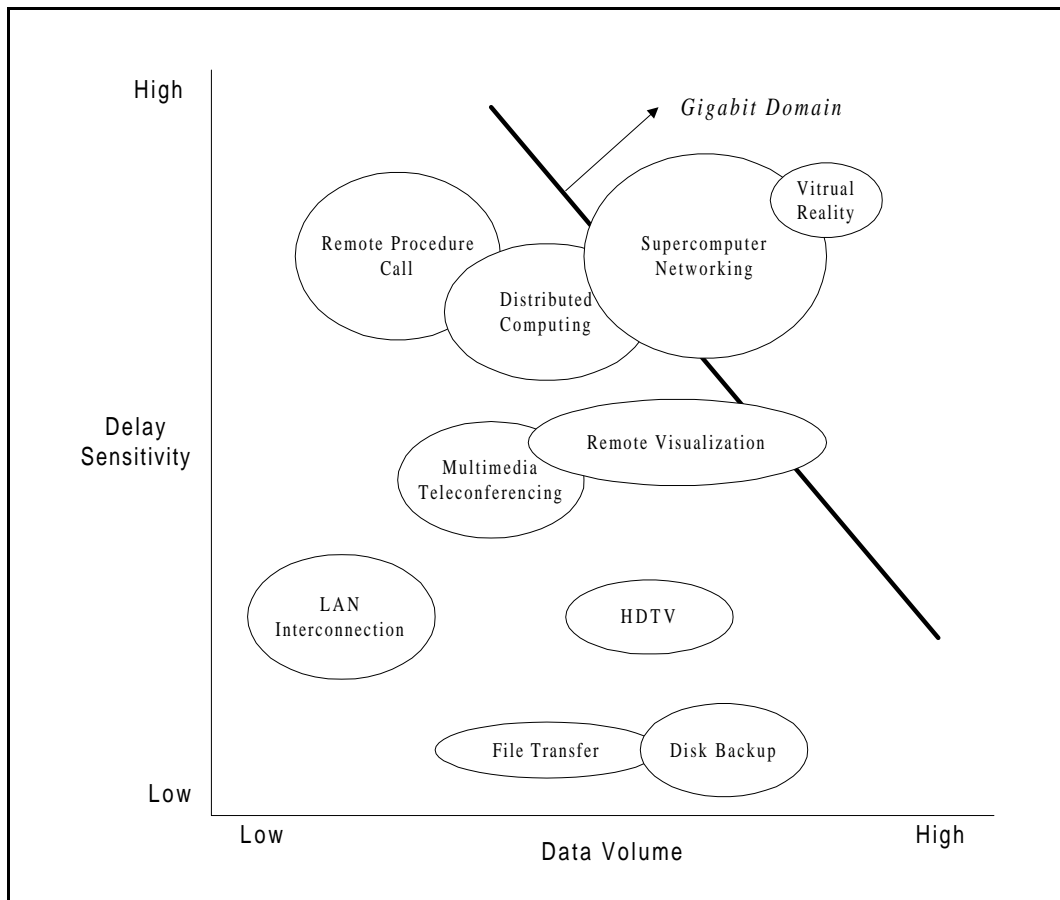
高速ネットワーク環境を構築する目的は、次のようなデータを共有する環境によって異なったものとなります。

- ゆるやかな共有環境
- 緊密な共有環境

このうち、ゆるやかな共有環境では、WWW ページや電子メールなどによる情報資源を大規模環境で共有するために高速ネットワーク環境が構築されます。このような共有環境には、Campus Network での工学部と文学部間での利用などが考えられます。このような環境に対するネットワークでは、実際に広域にわたるバックボーンをどの程度の帯域とするのかを考慮する必要があります。

これに対して緊密な共有環境での高速ネットワークは、LAN を中心としたファイルやディスクの共有、プリンタなどの周辺機器の共有などのコンピュータ内部機構の仮想的な拡張が目的となります。このため、このような環境では、バスと同程度の広帯域性を持ったネットワークが要求されます。ただし、このようなネットワークでは、大規模化や広域化に対する要求は存在しません。

次の図は、さまざまなネットワーク利用での要求されるデータ量と遅延に対する感度を示しています。



ここで示すように、ギガビットクラスのネットワークを必要とする処理は、スーパーコンピュータ利用やバーチャルリアリティなどの処理となります。ここで注意してほしいことは、保守のために多大な労力や多額の費用を必要とするギガビットネットワークを本当に導入する必要があるのかを考えることです。

3.4 周辺状況の変化

次に、高速ネットワークを取り巻いているさまざまな状況の変化について考えてみます。ここで取り上げる項目には、次のようなものがあります。

- UTP や光ファイバとスイッチを組み合わせる利用することが一般化してきたことで、スター型ネットワーク構成が一般化してきている
- マルチプロトコル環境が IP (Internet Protocol) のみの環境に統合されてきている
- アプリケーションレベルを含めてクライアント / サーバ型が明確化してきたことで、サーバの集約が加速されている

- ネットワークの各レイヤに高速化のための技術が広がってきたことで、どのレイヤを改善するかを選択できるようになってきている
- 高性能なクライアントシステムが一般的なものとなったため、サーバもクライアントも高速化しているのに対して、ネットワークだけが遅いままとなっている

3.4.1 スター型ネットワーク構成

スター型のネットワーク構成が一般化した最大の理由は、10BASE-T が一般化したためです。これによって、ハブやスイッチなどの集線型機器も一般化し、光ファイバの敷設もスター型となっています。このようなスター型のネットワーク構成によって、ルータのような管理機器は管理しやすい計算機室などに配置し、いったん設置が完了した後は管理が必要ないユーザ側のアクセス機器などはユーザが利用しやすい位置に配置できるようになります。そして、このような階層化されたネットワーク構成によって、広帯域化の対象は、基幹のネットワークとユーザ側のアクセス機器からのアップリンク部分のみとなります。

3.4.2 IP のみの環境への統合

バックボーンレベルでのプロトコルは、トンネリング技術や、AppleTalk、MS-Net、NetWare、SNA などの他プロトコルのアプリケーションプロトコル化によって、IP のみで運用できるようになっています。これにより、IP のみを高速化するラベルスイッチング技術や安価なシングルプロトコルルータを導入でき、システムをこれまでよりも若干安価に構築できるようになっています。また、ルーティングソフトウェアの要求も少なくなるため、メモリなどの資源も少なくすむことがあります。

3.4.3 サーバ集約

大規模なストレージが提供されるようになり、メールサーバやデータベースサーバなどの複数部門にまたがるサービスを提供するサーバ機能が集約され、大規模なサーバマシンが運用されるようになっています。また、ユーザ側では、プリンタサーバやファイルサーバなどのグループサーバも運用されるようになっています。

このような環境では、基幹ネットワークのルータとユーザ側を結ぶネットワークが広帯域化の対象となります。また、ユーザ側に配置されるグループサーバへのアクセスも広帯域化の対象となります。

3.4.4 各レイヤの高速化技術

各レイヤの高速化技術については、7 ~ 8 年前からルータの利用を減らし、高速接続をレイヤ 2 スイッチで制御するようになっています。さらに、最近 2 年間くらいは、より高速なルータを目指してレイヤ 3 スイッチが利用され始めています。このようなスイッチでは、経路情報管理とパケット転送機能が完全に分離されています。

そして、このような各レイヤの高速化技術によって最近のネットワーク構築は、ルーティング部分はレイヤ 3 スイッチ、バックボーンはレイヤ 2 スイッチ、広域やきちんとしたルーティング処理が必要な箇所にはルータをそれぞれ使用して、ファイヤウォールで全体を保護するという構成が一般的なものとなっています。

4 高速ネットワーク技術

ここでは、高速ネットワークのための技術を個別に説明します。

4.1 Ethernet ファミリー

高速ネットワークの基礎であり、すべての LAN 技術の基盤となっている Ethernet は、CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection) という競争型のネットワークに基づいた LAN 技術です。また、Ethernet は、10Mbps のベースバンド転送によって 1500octet MTU までのデータ伝送に対応し、IEEE802.3 で標準化されています。

当初 Ethernet は、10BASE2 や 10BASE5 を使って同軸ケーブルとトランシーバによるバス型 LAN として設計されたり開発されたりしていました。ただし、1988 ~ 1989 年に UTP ケーブルを利用した 10BASE-T 技術が登場すると、スター型配線が始まり、ハブやスイッチなどの技術が提供され始めました。この段階が LAN 技術の第 2 世代の基礎となっています。

4.1.1 Fast Ethernet

Fast Ethernet は、1992 ~ 1993 年に 100Mbps の Ethernet として登場しました。ここで注目すべきことは、Fast Ethernet では、伝送媒体が同軸ケーブルではなく UTP/CAT5 か光ファイバとなったことです。これによって、伝送媒体を変更せずに 10Mbps の Ethernet 環境から直接移行できるようになっています。

また、UTP を利用することで、上りと下りを個別に管理し、同軸ケーブルでは実現できない全二重による双方向データ伝送も可能となりました。つまり、このような双方向データ伝送が可能な 100BASE-T では、200Mbps までの広帯域化が可能となります。さらに、当初相互操作性の問題として発生していた 10BASE-T、100BASE-T、単方向データ転送、双方向データ転送に対する自動認識や自動設定も、現在では標準化されたことによってほぼ完全に解決されています。

4.1.2 Gigabit Ethernet

現在、Gigabit Ethernet の規格には、標準化された IEEE802.3z と、標準化作業中である IEEE802.3ab があります。

IEEE802.3z による Gigabit Ethernet では、伝送媒体として光ファイバが使われ、片チャンネル 1Gbps で全二重の双方向データチャンネルが実現されています。現在、多数の製品が提供され、相互操作性に関する問題も着実に解決されています。ただし、利用可能な光ファイバとして特性の異なる 100BASE-SX (短波長) と 100BASE-LX (長波長) の 2 種類の規格があるため、製品購入時の確認が必要です。

もう一方の規格である IEEE802.3ab による Gigabit Ethernet は、伝送媒体として UTP ケーブルを使う 1000BASE-T です。この規格によって、光ファイバによるインフラストラクチャの検討が不要となります。ただし、現在標準化作業中ですし、製品自体も 1999 年第 2 四半期から第 3 四半期くらいに提供され始めるため、しばらく動向を見守ることになります。

このような Gigabit Ethernet には、相互操作性と光ファイバに関する問題が存在しています。このうち、相互操作性の問題は、同一ベンダー製品でシステムを構築することで回避できますし、最近 6 カ月間で機器間の問題自体も急速に解決されています。これに対して、光ファイバの問題では、先ほど示したように短波長と長波長の 2 種類のインターフェイスが存在し、ファイバの特性が重要な要素となります。このため、既設ファイバを利用するときには、そのファイバの特性を確認したりベンダーに相談する必要があります。

4.1.3 技術比較

次に、これまで示してきた Ethernet ファミリーの技術比較表を示します。

表 1 : Ethernet ファミリーの技術比較表

	Ethernet	Fast Ethernet	Gigabit Ethernet
Data Rate	10Mbps	100Mbps	1Gbps
CAT 5 UTP	100m	100m	100m
STP/Coax	500m	100m	25m
Multi-mode Fiber	2Km	412m (hd*) 2Km (fd*)	550m
Single-mode Fiber	25Km	20Km	5Km
*IEEE half duplex/full duplex 注) IEEE 802.3z			

この表を参照するときには、いくつかの点に注意してください。

まず、「CAT 5 UTP」での「Gigabit Ethernet」の欄に示している「100m」は、IEEE802.3ab での目標値です。

また、「STP/Coax」に示した値は、Ethernet 側から順に Coax、STP、STP によるものです。「Multi-mode Fiber」での「Gigabit Ethernet」の欄に示した「550m」は、標準化されたことで昨年提示した値とは異なっています。このような距離での利用が可能となったことで、Campus Network での利用も期待できると思います。

4.1.4 Ethernet ファミリーの特徴

今後、Fast Ethernet の利用は急速に拡大すると思われます。これは、10BASE-T からの移行が容易であり、多数の製品が低価格で提供され、ケーブルや基盤もほとんど流用でき、PC やワークステーションなどに標準搭載されているためです。

また、Ethernet ファミリーでは、レイヤ 2 での特別な網管理が必要なく、設置すれば動作するという技術が大きな強みとなっています。この点が ATM との大きな違いです。

4.2 FDDI

FDDI (Fiber Distributed Data Interface) は、1991 ~ 1992 年に標準化された技術で、耐故障性を考慮した二重化リングによるトークンパス方式で 100Mbps の帯域を提供しています。FDDI は、非常に安定した技術であり、FDDI スイッチのマルチリンク機能によって広帯域なバックボーンを構築できます。ただし、FDDI 用インターフェイスが高価であり、各ベンダーの対応が ATM、Gigabit Ethernet、100BASE-T に移ってしまい、FDDI への対応が減少しているという問題点があります。

4.3 ATM

ATM (Asynchronous Transfer Mode) は、SONET (Synchronous Optical Network) という光ファイバ網を基盤とした高速同期伝送路上に構築される交換網です。そして、ATM は、SONET のフレームに同期する必要がないことから「非同期」と呼ばれています。

ATM は、1960 年代から映像と音声などの同期が必要なデータ伝送を多重化するためにマイクロパケット交換網として検討されていましたが、1980 年代後半にハードウェアによる実装が可能となったことで利用されるようになりました。ATM では、どのようなパケットも 53octet の固定長セルに分割されます。これは、このような小さなセルを受け渡すことで、伝送遅延を小さくして多重化による効果を得るためです。また、ATM では、物理網と仮想網を分離することができます。

ATM では、当初その基盤伝送路である SONET の OC (Optical Carrier level) のうち、OC-3 (155.52Mbps) が利用されていました。ただし、最近 1 ~ 2 年で OC-12 (622.08Mbps)、OC-24 (1244.15Mbps)、OC-48 (2488.32Mbps) に対応するスイッチが提供され始め、より広帯域なネットワークとして LAN でも利用できるようになってきました。また、ATM 網の利用目的に対して定義されるインターフェイス層 ATM Adaptation Layer (AAL) のほとんどは、ATM Forum によるパケット伝送モデルである AAL5 となります。

ATM による回線サービスモデルには、PVC (Permanent Virtual Circuit) と SVC (Switched Virtual Circuit) の 2 種類があります。このうち、PVC は、固定的に仮想網を設定するような単純な運用で利用され、直接 AAL のフレーム上でパケットを受け渡すときに設定されます。これに対して、SVC は、動的に仮想網を設定したい LAN Emulation などで利用されます。

このような回線サービスモデルでは、物理的なネットワーク構成から独立した論理的な網を設定するために PVC を「針金」として利用することが考えられます。このような形態は、広域ネットワークで利用されています。また、PVP (Permanent Virtual Path) によってパスを固定化し、仮想網はユーザ側に解放して利用目的に応じて設定できるようにすることもできます。このような形態は、広帯域性が必要な人々によって利用されています。

このような PVC や PVP を使った広域接続サービスの例として、NTT による MegaLink サービスがあります。このサービスを利用することで、従来の専用回線を利用していたときの費用と同額で 2 ~ 3 倍の帯域が利用できます。また、仮想網を利用することで、1 つのインターフェイスで複数対地が設定できるため、接続機器数を抑えることもできます。ただし、シングルモードファイバのインターフェイスやトラフィックシェーパなどの使用機材に対する導入費用が割高になってしまうという問題点があります。

4.3.1 ATM LANE

ATM LANE (LAN Emulation) は、基本的に SVC を利用し、LAN と同じ機能を持つ環境を ATM 網で構築しようとするものです。このためには、ネットワーク構成管理、ブロードキャストやマルチキャストのエミュレーション、ARP (Address Resolution Protocol) の解決のための次のような LANE サーバ機能が必要となります。

- LECS (LAN Emulation Configuration Server)
- LES (LAN Emulation Server)
- BUS (Broadcast and Unknown Server)

現在、このような LANE サーバ機能を ATM スイッチとして提供する製品が多数販売されています。また、ユーザ側との接続を容易にするために LANE 対応のハブも提供され始めています。

このような ATM LANE では、次の 2 点が問題点となります。

- 処理オーバーヘッドが大きい
- 仮想網の管理のオーバーヘッド

このうち、処理オーバーヘッドについては、設計時から 20 パーセント程度の帯域劣化を見積っておく必要があります。また、LANE 環境は、物理的な網から完全に独立して定義されるため、大量の仮想網を設定したときには管理のためのオーバーヘッドが増加してしまいます。

4.3.2 ATM MPOA

ATM MPOA (Multi-Protocol Over ATM) は、ATM によるネットワーク環境構築の新たな技術として、高速化やプロトコル非依存を中心に ATM Forum によって標準化されています。ATM MPOA によって ATM LANE と同様の環境が構築でき、より高速なデータ転送を実現できます。100 ~ 200 台以上の大規模環境では、ATM LANE よりも ATM MPOA のほうが処理能力やネットワーク管理に対して有効なものとなるようです。ただし、実際には、1998 年夏に製品が提供され始めるなどの実装の遅れによって、市場の注目が Gigabit Ethernet に移ってしまい、市場がほとんど反応していないのが現状です。

4.4 HIPPI

HIPPI (High Performance Parallel Interface) は、ANSI X3T9.3/88 によって標準化されていますが、本来は周辺機器の高速接続用チャンネル技術として登場したものです。HIPPI では、32 ビット幅のときに 800Mbps、64 ビット幅のときに 1.6Gbps でデータを伝送できます。そして、HIPPI-FR(Framing Protocol) が標準化されたことで、ネットワークとして HIPPI を利用できるようになっています。

現在、HIPPI スイッチによる相互接続環境は、HIPPI がエラーフリーでフロー制御されたデータチャンネルであることから、高い実効性能を示しています。実際の導入には、500 ~ 600 万円程度の費用が必要となりますが、対象とするコンピュータシステムが高価なためか、スーパーコンピュータ市場では根強い人気があります。

HIPPI についての問題点には、標準ケーブルによる接続距離が 25m と短い、ルータが少ない、NIC が高価であるなどがあります。このうち、接続距離については、光ファイバを利用して 10km まで延長することはできます。

4.4.1 GSN

GSN(Gigabyte System Network) は、HIPPI-6400 や SuperHIPPI とも呼ばれていた HIPPI の後継標準です。GSN は、6.4Gbps の帯域が確保されるため、HIPPI-800 を多重化したときのバックボーンとして利用できます。現在は、ANSI X3T11で標準化作業中であり、1998年中にも作業が完了するようです。

4.5 Fibre Channel

Fibre Channel は、HIPPI と同様に周辺機器への高速接続チャンネルとして開発された技術で、SCSI に代わるものとしてディスクアレイ用インターフェイスとして利用されています。現在は 266Mbps の帯域で最大 10km の接続距離となっていますが、将来は 800Mbps まで拡張されるようです。また、Fibre Channel は、最近では SAN (Storage Area Networking) とも呼ばれています。

このような帯域と伝送距離からネットワークへの利用技術も開発されています。ただし、標準化作業が完了していないため相互接続性が確保できない、Gigabit Ethernet や HIPPI などと比較して魅力的な点が乏しいなどの理由から、ネットワーク製品としてはほとんど存在しない状態となっています。このため、今後は、周辺機器への高速接続チャンネルとしては利用されるでしょうが、ネットワークへの利用の展開は望めないと思います。

4.6 Packet Over SONET

Packet Over SONET は、1993 ~ 1994 年に登場し、ATM などで使われている同期伝送網である SONET を直接利用してパケット交換を実現しようとする技術です。実際には、SONET 上に適用した PPP (Point-to-Point Protocol) で IP を利用します。Packet Over SONET の技術的な詳細については、次の 2 つの RFC で説明されています。

- RFC1619 『PPP over SONET/SDH』
- RFC1662 『PPP in HDLC-like Framing』

現在 Packet Over SONET は、主要なルータ上に実装され、広域データ通信サービスの基盤技術として検討されています。

では、Packet Over SONET は、LAN として利用できるのでしょうか。これまで SONET 網の構築には大型交換機が必要でしたが、すでに SONET 用の小型スイッチ製品が登場しているため、SONET/SDH 網をローカルに構築できれば LAN として利用できるようです。

また、広域接続技術としては利用できるでしょうか。これについては、SONET/SDH 網を提供する通信事業者が登場すれば可能だと思われます。ただし、基幹網をそのまま提供することになるため、現状のままでは難しいでしょうが、Packet Over SONET によるサービスを構築する通信事業者が登場すれば可能だと思います。

Packet Over SONET において、SONET 自体は通信事業者がこれまでに構築してきたデジタル交換網の基盤技術であり、その基盤技術をそのまま利用できるメリットは大きなものとなります。このため、通信事業者が提供するバックボーンサービス構築技術として Packet Over SONET の開発が進むものと思えます。また、その際には、網管理、サービス構成、性能管理などのノウハウがユーザにはないことから、通信業者からサービスとして Packet Over SONET の利用技術を購入する形式になると思います。

さらに、関連技術開発として、NTT 光ネットワーク研究所による MAPOS (Multiple Access Protocol Over SONET/SDH) があります。この技術については、RFC2171 ~ 2176 を参照してください。

4.7 WDM

WDM (Wave-Division Multiplex) は、1 本の光ファイバ上で波長の異なる複数の光信号を使用することで、物理媒体の変更なしに利用可能な帯域を増加させる技術です。大規模ネットワークの広帯域化技術として注目され、小型の WDM 装置も登場しています。ただし、ユーザとしての利用では、光ファイバ敷設に対する物理的な制約の解決策程度と考えるべきものだと思います。

4.8 ADSL

ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) は、既存のより対線を使った高速伝送技術です。数 km の伝送距離を確保でき、片方向であればデジタル CATV など利用可能な数 Mbps、双方向であれば SOHO など利用可能な 16 ~ 640Kbps の帯域で利用できます。このため、現在 ADSL は、SOHO に対する高速接続技術として期待され、多数の実装が登場しています。また、Ethernet ケーブルさえも敷設できないような古いビル内で、電話線を使ってネットワークを構築するために ADSL を利用するといった、オフィス環境改善のためのオプションとして利用されることもあるようです。

4.9 IEEE1394

IEEE 1394 は、i-Link などとも呼ばれている、TV や VCR などの AV 機器の相互接続のために開発された高速バス技術です。伝送距離は数 m ですが、帯域としては 100 ~ 400Mbps で利用できます。現在、この IEEE1394 によるシリアルバス上で IP ネットワークを構築するための技術が開発され始め、IETF ip 1394 という作業グループで標準化が策定されています。この技術は Home Network の基盤技術として期待され、AV 機器との協調によって新たなネットワーク市場が形成されていくものと考えられています。

4.10 無線通信

無線通信としては、ポイントツーポイント型であれば、すでに高速接続装置が登場しています。たとえば、昨年 Internet Week 1997 で利用したキヤノン社製の CANOBEAM では、ATM (OC-3)、FDDI、Fast Ethernet のインターフェイスが提供され、レーザー光を使って標準伝送距離 2km を達成しています。また、実際にこのようなレーザー光による伝送は、ケーブルの敷設が困難なビル間の接続などに利用されています。

Wireless Ethernet は、Wireless LAN としてもっとも多く利用され、数百 Kbps から 3Mbps 程度までの数多くの製品が提供されています。ただし、利用するときには、同一社の製品に統一するべきだと思います。

無線公衆網については、携帯電話で 9.6Kbps、PHS で 32Kbps、東京などの一部地域を除いて提供されている CDMA (Code Division Multiple Access) による cdmaOne で 64Kbps といった、かなり遅い状態となっています。ただし、近い将来に向けて IMT2000 (International Mobile Telecommunications 2000) という最大 2Mbps の帯域を提供する広帯域無線通信サービスが計画されているため、この計画が広帯域の CDMA となるのではないかと思います。

5 まとめ

今後ユーザ側のネットワークでは、次に示すような理由から 100BASE-T の利用が中心になると考えられます。

- UTP/CAT5 によるケーブルが有効利用できる
- ハブやスイッチなどの機器の低価格化が急速に進んでいる
- PC やワークステーションに搭載される標準の Ethernet 仕様が 100BASE-T となっている

また、今後のネットワーク構築では、サーバを集約して管理するのか、ユーザ側に分散して管理するのかを検討する必要があります。この際に、サーバを集約して管理するときには、ユーザとのリンクに 100Mbps 以上の帯域が必要となります。また、各サーバ間を結ぶバックボーンには、100Mbps の帯域を複数まとめて処理できる技術が必要となります。

これに対して、ユーザ側にサーバを分散して管理していくときには、各サーバ間を結ぶバックボーンは、メールや WWW ページといった比較的小さなデータ量を受け渡せる程度の帯域のみを確保することになります。今後は、このようなサーバの集約と分散を考慮してネットワークを構築する必要があります。

実際に、数百 Mbps の帯域を処理するバックボーン技術としては、次のものが利用できます。

- FDDI
FDDI では、FDDI スイッチを利用して複数チャネルを並列利用することで、必要となる帯域を確保できます。FDDI によるバックボーンの構築は、その安定性が魅力的なものとなっています。ただし、製品の種類自体が少なくなり、NIC 自体も 100BASE-T に急速に移行していたり、FDDI に対するベンダーの対応が減少しているため、FDDI による帯域の確保は、すでに FDDI を導入し利用しているユーザに対するだけのものと考えべきだと思います。
- ATM
ATM では、OC-3 を利用していたネットワークに対して OC-12 や OC-48 の技術を利用することで、必要な帯域を確保できます。また、ATM は、導入に必要な費用も低下してきています。ATM によって帯域を確保するときに検討しなければならないことは、データリンクモデルとして PVC、LANE、MPOA のいずれを利用するかということです。比較的規模が小さく利用者数が少ないときには、PVC で問題ないと思いますが、それ以外のときにはどのデータリンクモデルを採用するかを検討する必要があります。

- HIPPI
HIPPI では、HIPPI スイッチによって各サーバをスター型で接続できます。高性能なホストマシンをスター型に接続できることは魅力的ですが、HIPPI 対応のルータ製品はわずかな種類しかありません。
- Gigabit Ethernet
Gigabit Ethernet は、現在多数の製品が市場に登場し、価格も急激に低下しています。ただし、まだ登場したばかりで成熟した製品ではありません。

このようなバックボーン技術を利用するときに重要となるのが、光ファイバの敷設に関する項目です。まず、光ファイバは、再利用できるように敷設すべきです。マルチモードファイバは安価ですし、基本的に Ethernet 系に利用できます。ただし、Gigabit Ethernet による広帯域化で問題が発生することがあるため、ファイバの選択が必要だと思えます。これに対してシングルモードファイバは、インターフェイスが高価であり、HIPPI や ATM による利用を対象と考えるようにします。

また、光ファイバの入れ替えは容易ではないため、利用するネットワーク技術を検討しながら敷設すべきです。さらに、敷設する光ファイバのコストは既製の 48 芯くらいまでは大差がないので、最低必要本数の 2 倍程度の十分に余裕のあるファイバ数を敷設するようにします。そして、敷設後は、ケーブルの敷設情報を適切に管理すべきだと思います。

ここで説明した WDM や Packet Over SONET については、今後しばらくはその動向に注目する程度でよいと思えます。これらの技術は、ユーザが簡単に利用できる技術ではなく、また利用できたとしても導入の必要性があるかどうかを慎重に検討すべき技術です。

無線技術のうちポイントツーポイント型のネットワークは、ATM や Ethernet で利用できることも含めて、ケーブルの敷設工事などが困難な環境では有効な技術となります。また、Wireless LAN は、多数のベンダーから製品が提供され低価格化も進んでいることから、モバイル環境の構築に有効なものとなっています。これに対して、無線公衆網は、最大でも 64Kbps 程度の帯域しか確保できないため、ほとんど有効なものとはなっていません。

最後に、ここでは、さまざまなネットワーク技術を紹介してきましたが、これらの新しい技術を導入する必要性が本当にあるのかを判断することがもっとも重要なことです。たとえば、SOHO 環境に Gigabit Ethernet の技術を導入する必要があるでしょうか。新しい技術を大規模に導入することには先行投資や市場活性化の意味もありますが、最終的にはその技術が成熟した時点で導入したほうがコスト的に見合ったものとなります。また、今後のネットワーク設計では、ネットワークを広帯域化するだけでは問題を解決できず、サーバやクライアントの性能を考慮する必要もあります。

6 付録

ここでは、これまでの説明内容に関連する WWW サイトの URL を示します。

- ATM Forum
<http://www.atmforum.com/>
- Gigabit Ethernet Alliance
<http://www.gigabit-ethernet.org/>
- Fibre Channel Association
<http://www.fibrechannel.com/>
- High Performance Networking Forum
<http://www.hnf.org/>
- IETF home page
<http://www.ietf.org/>
- ADSL Forum
<http://www.adsl.com/>