

## ATMとギガビットイーサネット

楠本博之 / 慶應義塾大学

インターネットの増大するトラフィックをさばくためには、それに応じたバックボーン技術が必要です。現在の主要な回線技術は何でしょうか？ 少し前までは、T3の45Mbpsシリアル回線が高速バックボーンとしては数多く使われてきました。しかしながら、最近の急速なインターネットの普及により、より高速なバックボーン技術が求められてきました。その結果、OC-3 (155Mbps) や、OC-12 (622Mbps) といった回線技術が使われるようになってい

ます。さて、OC-3やOC-12と聞くと、すぐにATMを思い浮かべますが、そうとは限りません。155MbpsのOC-3回線をIP over ATMで使う場合、LLC/SNAPヘッダとAAL5のフレーミングで、IPパケットごとに16バイトのオーバーヘッドが生じ、さらに48バイトのATMセルごとに5バイトのヘッダが必要で、利用効率が80%くらいになります。

これに対し、Packet over SONET/SDHという方式では、PPPヘッダがパケットごとに7バイト必要なのと、SONETのフレーミングが、2340バイトあたり90バイトであることを考えると、利用効率は94%くらいになります。もちろん、これらの利用効率はIPパケットの大きさに依存します。PPPでそのままOC-3の回線を使うという技術は、超高速インターネットバックボーンとして、太平洋、大西洋をまたいだリンクでも使われています。

光ファイバによる高速通信技術は、OC-3、OC-12、OC-48、OC-192と10Gbpsが目の前です。ATMには、回線設定の柔軟性があり、便利な面もありますが、効率を重視した場合には不利で、IPで2地点間を高速に接続したいというインターネットバックボーンでの利用では、PPPが好まれてい

るのかもしれませんが。利用効率が変わらなると、回線速度が速くなればなるほど、オーバーヘッドの部分がが増えていくのでちょっとした問題です。155Mbpsの20%といえば、30Mbps相当です。サービスプロバイダの運用担当者や経理担当者は頭の痛いところです。

ATMはさまざまな種類の情報伝送を1つのアーキテクチャや技術で、まとめて取り扱えるようにして、通信の基盤設備にしようとしたものと言えます。音声とデータを統一的に扱える技術として考えられたわけで、回線交換的な使い方もできるようになっていま

す。が、通常の電話のトラフィックを運べるように、伝送単位であるセルの大きさも48バイトと小さく、シグナリングと呼ばれる、制御方式も複雑になっています。

データ系と音声系のトラフィックを比べると、年々データ系の比率が大きくなっているのはあきらかです。さらに、インターネット電話やインターネットFAXのように、IP網の上で従来のサービスをしようという動きもさかんです。帯域予約(確保)や動的な回線設定といったATMの機能は重要ですが、RSVPなどのIP層での帯域予約機能とこのような物理層での資源予約機構の対応づけや、それを用いたエンドツーエンドでの帯域保証された通信の実現は、大きな研究課題です。サービスプロバイダをまたいでの帯域予約など、悩ましい問題も数多くあります。

ATMには多大な投資がなされており、いまさら後にはひけないでしょうが、もう少しデータ系に特化した網になっていれば、違った展開になっていたことでしょう。新しい技術が安定して使われるには、時間がかかりますが、ATMは機能を欲張った分、ちょっと時間がかかりすぎたようです。

柔軟な回線設定機能という面では、インターネットの巨大化と高速化、自己の配線設備を持った通信事業者のプロバイダとしての参入により、状況は変わりつつあります。ATMには、回線設定の自由度があり、広域のIP網の構成をわりと簡単に変更できます。しかしながら通信事業者がIP網を構築する場合、トラフィックに合わせた自由な回線設定をATMのレベルでやるのか、もっと下のレベルでやったほうがいいのかという問題があります。もちろん頻度にもよりますが、日本の場合は、自前の配線設備を持つ第1種電気通信事業者と、持たない第2種電気通

信事業者の区別があり、多くのインターネットサービスプロバイダは第2種電気通信事業しかやっていませんから、あまり選択の余地はありません。自前の配線設備を持つ事業者がインターネットサービスプロバイダをやっている、自由度がある場合には、選択の余地があります。

ATMはLANとWANで同じ通信技術がシームレスに使えるという利点があるわけですが、高速LAN技術としては、CSMA/CD (IEEE 802.3) の技術が優勢なようです。機能を欲張らずに、ただ高速化を目指したのがよかったようです。もちろん、一長一短があります。多くの場合、CSMA/CDで足りるという現状も普及の後押しになっています。100Mbpsの技術として、FDDIが先行しましたが、現在では、CSMA/CDのFastEthernet技術が、数多く使われるようになっていきます。IEEE 802.12のDAPM (Demand Priority Access Method) の100Mbpsもありますが、FastEthernetほどは使われていません。

さて、次世代の高速LAN技術はどうかというと、10Mbpsから100Mbpsに高速化がはかられたときは、FDDIが先行しましたが、今度はそのままCSMA/CD技術を10倍高速にする方向が主流になりそうです。といっても、信号方式は異なり、UTPを使うほうは、100Mbpsまでは2ペアの使用だったのが、カテゴリ5ケーブルの4ペア全部を使うことになります。

IEEE 802.3z Gigabit Task Forceでは、標準化作業が最終段階に入っています。1997年1月に最初のドラフトが出て、修正が加えられ、12月にドラフト第4版、そして最後の第5版が5月にはまとまり、6月には標準が決定する予定になっています。MMF (Multi Mode Fiber) を使うのかSMF (Single

Mode Fiber) を使うのか、同じMMFでも短波長か長波長か、コア系が50 $\mu$ mか、62.5 $\mu$ mかで、伝送距離の違いが出るので、実現技術とその扱いの関係で、当初の予定より標準化が遅れたようです。

IEEE 802.3ab 1000BASE-T Task Forceでは、UTPを使ったギガビットイーサネットの標準化作業が進められています。カテゴリ5のUTPで100m伸ばせるように、4ペア全部を使い、FEC (Forward Error Correction) コードも組み込み、10/100BaseTとのauto negotiationもするというので、技術的見通しはあるけど、たくさんやる必要があります。

さて、WANのほうは、Gbpsを超えるOC-48とかOC-192がありますが、LANのほうは今後どうなるのでしょうか。IEEE 802.3には、Trunking Study Groupというのがあり、リンクを束ねる方式の標準化を検討しています。これは、802.3標準の複数の物理リンクを束ねて、1つの論理リンクにするための技術で、物理リンクの速度には無関係な仕組みです。10MbpsのEthernetを4本束ねれば40Mbpsですし、1GbpsのGigabit Ethernetを2本束ねれば2Gbpsです。PAR (Project Authorization Request) によると、1999年12月が標準化の目標です。IEEE 802.3adという名称になる予定です。

ともあれ、ギガビットインターネットの時代になりそうですが、いつまでこのペースで高速化が進むのでしょうか。半導体技術の集積度や計算機の高速度の予測では、「もう駄目だ派」に対して、「まだまだいける派」が勝利をおさめてきましたが、ネットワーク技術ではどうでしょうか。歴史の教えるところに従うことにしましょう。

(余談その1)

Gigabit EthernetはGbEとも書くようですが、TbE、PbE、EbE、ZbE、YbEと書く日がくるのでしょうか。

(余談その2)

ところで、3Mbpsイーサネットの実験で、世界で最初に通信した2台の計算機の名前が、MichelsonとMorleyだったという話の真偽を知っている方がおられましたらご一報を。エーテル (ether) が存在しないという実験を最初に行った<sup>1)</sup> 2人の科学者の名前ですから、本当だと思うのですが、一名前のセンスの良さは重要—

#### [単語帳]

SONET=Synchronous Optical Network  
SDH=Synchronous Digital Hierarchy  
PPP=Point-to-Point Protocol  
RSVP=Resource reSerVation Protocol  
FDDI=Fiber Distributed Data Interface  
UTP=Unshielded Twisted Pair  
WAN=Wide Area Network

参考文献

1) Michelson, A. A., Morley, E. W.:  
American Journal of Science, 34, 333  
(1887).

(平成10年5月19日受付)

