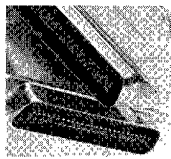


インターネットとはなにが

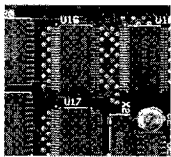
太田 昌孝 東京工業大学



インターネット技術の停滞

この10年ほどにわたって、インターネットは爆発的に普及発展してきた。今後も世界の情報通信の基盤となることは誰も疑いようのない事実に見える。しかし、本当にそうだろうか？ インターネットを支える基礎技術、インターネットのプロトコル群は、20年ほど前に確立され、ここ10年間はほとんど変化がない。これは、ある意味では安定しているといえるが、別の見方をするとまったく発展していないともいえる。最近、次世代インターネットへの期待は大きいですが、かけ声だけは勇ましいものの具体的なプロトコルに結びつく提案は少なく、また、まともなものほとんどない。技術開発は迷走状態にある。

この状況を打破するには、一度初心にかえって、ネットワークとはなにが、インターネットとはなにがをみつめ直し、停滞の原因を探る必要があるだろう。



インターネットとはなにが？

インターネットとはなんだろう？

一昔、といっても5年ほど前には、「インターネットとは電子メールのことでおまけに電子ニュースもついている」という認識の持ち主が自称ネットワークの専門家にも多数いて辟易したものだが、さすがに今どきそんな誤解をして

いる人はいないだろう。

いまインターネットといえばもちろんウェブのことであり、電子メールや電子ニュースはおまけについているに過ぎない、というのももちろん同種の大誤解である。

電子メール、電子ニュース、ウェブといったものは、それぞれインターネット上のアプリケーションに過ぎず、インターネットなどなくても存在することができる。

実際、電子メールはUNIXの個別のホスト内部で発展したし、電子メールや電子ニュースは、昔はもっぱら電話線の上でUUCPというインターネットとは関係ないプロトコルで配送されていた。ウェブはジュネーブ近辺のセルンで発明されたわけだが、当地で大成功を収めていたミニテル（フランスのテレテキストシステム、日本でいうとCAPTAIN）というアプリケーションをインターネット上に移植したものである。アプリケーションはインターネットではない。

ネットワークを理解するにはレイヤリングモデルが有効である。図-1にインターネットのレイヤリングモデルを示す。一番上にあるのがアプリケーション層で、電子メール、電子ニュース、ウェブなどは、ここに属する。レイヤリングモデルのいいところは、ある層に属するプロトコルは、その下の層とのインタフェースさえ同じであれば、あるいは適当にインタフェースだけあわせてやれば、ほかの下層プロトコルの上でも動作することである。実際UUCPの上でも電子メールや電子ニュースが動作するわけだし、電話網の上でもウェブはミニテルとして動作する。

また、物理層やデータリンク層は、イーサネットの上でインターネットとは関係ない各種プロトコルが動作するように、インターネットとは独立な層である。

つまり、インターネットの本質は、残るインターネットワーキング層とトランスポート層にある。

かつて、インターネットのことは「TCP/IP ネットワー

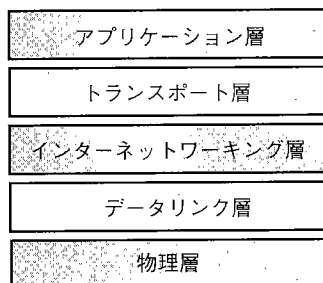


図-1 インターネットのレイヤ構造

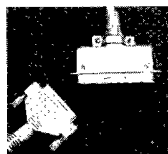
ク」と呼ばれることも多かったが、IPは“Internet Protocol”, TCPは“Transmission Control Protocol”の略であり、それぞれインターネットやそのアプリケーションのために重要な役割を担っている。

IPは、データをパケットに区切る仕組みで、そのパケットにつくヘッダを規定したプロトコルである。あるホストから出たパケットは、途中のルータではIPヘッダのみをみて目的地へ送ることができる。

一方、TCPはホスト間で信頼性よくデータをやりとりするプロトコルである。ネットワークでは伝送エラーの場合にはパケットが落ちるし、インターネットではさらにルータが混雑した場合にも落ちるが、TCPは両端のホスト間で協調してパケット落ちを検出して再送などによりデータを回復する。TCPは、さらに、パケット落ちの原因を混雑だと推定し、それに応じて転送速度を低下させる機能も持っている。

ネットワークでは、どんなに信頼性を高めても100%の信頼性ということはなくパケット落ちは避けられないので、プログラムの転送のようにまったく誤りや欠けの許されないデータ伝送のためにはTCPのようなプロトコルは必須である。逆にTCPのようなプロトコルがあるならルータは混雑時にはいくらかでもパケットを落としてもかまわないというのは、電話ネットワークにこだわってはい出てこない卓見である。さらにこの考えを逆手にとって、ネットワークの信頼性は100%ではなくとも十分高いので、パケットが落ちたらそれはまず間違いなく混雑によるものであるから、TCPは伝送速度を低下させる。このメカニズムが完成したのは1990年で¹⁾、これにより多数の利用者が混雑した回線を効率よく共有して通信することができるようになり、今日のインターネットがある。なお、音声を送信するには、多少のビット誤りはちよつとした雑音となるだけがかまわないが、パケット単位の落ちが頻発するようでは

通信にならないし、かといって再送していたのでは遅れが大きすぎる。そこで、電話では、混んだからといってパケットを落とすのは論外であり、電話の発想からはTCPは出てこない。



インターネットとは 何でないか?

以上のような考察から、インターネットの本質とは、電子メールでも電子ニュースでもなく、ウェブでもないことが分かる。ファイル転送のようなインターネットの信頼性のあるデータ伝送は、TCPにより支えられている。

しかし、TCPはインターネットの本質ではない。TCPをインターネットの本質と見誤ると、インターネットは単なるファイル転送のためのネットワークから脱却できない。

しかしながら、10年20年にわたって、TCPこそインターネットであると信じてきた技術者が多い。この人たちの信念は今日のインターネットの発展をもたらしたが、同時に将来の発展を阻害するものとなっている。

インターネットの本当の発展のためには、TCPの基本的考え方、つまり「1対1通信」、「パケット落ちの許容」、「パケット落ちを検出して速度を調節する」といった考えを一度すべて捨て去る必要がある。

参考文献

- 1) Stevens, W.: TCP Slow Start, Congestion Avoidance, Fast Retransmit, and Fast Recovery Algorithms, RFC 2001 (1997).

(平成11年2月20日受付)