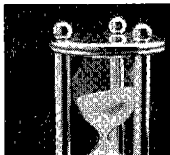


IP uber Alles

太田 昌孝

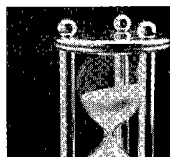
東京工業大学 総合情報処理センター



IP uber Alles

英語圏の人間は、ドイツ帝国のスローガンをもじってこういうことが多いが、IP至上主義、つまりインターネットワーキング層はすべてIPになるということである。図-1のように、データリンク層やアプリケーション層では多種多様なプロトコルが存在してもいいが、インターネットワーキング層のプロトコルはIPだけになる。

アプリケーション層では各種の分野でさまざまなプロトコルが発展し、データリンク層ではさまざまな物理層に応じてさまざまなプロトコルが発展する。プロトコル間の関係は完全な自由競争である。



自由競争とは？

「自由競争」といえば、すべての競争参加者が対等の立場で競争しつつ共存共栄できると誤解する人もいるかもし

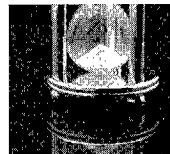
| | | | | | | |
|---------------|--------|-------|-------|-----------|------|-----|
| アプリケーション層 | SMTP | X・400 | DNS | X・500 | HTTP | ... |
| トランスポート層 | TCP | | | UDP | | |
| インターネットワーキング層 | IP | | | | | |
| データリンク層 | イーサネット | PPP | ATM | IEEE 1394 | ... | |
| 物理層 | 同軸ケーブル | UTP-5 | 光ファイバ | 電波 | 赤外線 | ... |

図-1 インターネットのレイヤ構造と各プロトコル

れない。しかし、経済学の常識として、自由競争は独占や寡占を呼ぶ。

つまり、たいていの競争においては規模の大きい参加者が有利であり、対等の立場で競争すれば、規模の小さい参加者は規模の大きい参加者にたうちできない。結果的にある程度以上規模の大きい参加者しか残らない。競争によっては規模の利益がある規模以上では飽和する場合もあるが、そうでない場合には独占や寡占状態が生まれる。

経済の場では、独占や寡占を達成してしまった参加者はもはや競争の必要がなくなる。新規参入を成功させるにも膨大な初期投資が必要となり、容易ではない。競争がなくなると、切磋琢磨による進歩はなくなり、さまざまな弊害が生まれる。



ネットワークプロトコルと独占

ネットワークの世界では、プロトコルは単独の機器で動作させても意味がなく、同じプロトコルを利用する他の機器と協調して動いて初めて意味を持つ。そこで、インターネットのように公衆に開かれたネットワークの世界では、規模の利益は規模が大きくなればなるほど大きくなり、50%の人が利用するプロトコルは10%の人が利用するプロトコルより利用者には5倍便利である。公衆ネットワークの世界では、自由競争の結果、寡占を乗り越えて自然独占状態が発生する。

ITUでは、ある意味、プロトコルをわざと国ごとに違えてプロトコルの国際的独占を防ぎ、自国のプロトコルに特化しやすい自国業者を保護する活動を行ってきた。これは、それなりに意味があることである。しかし、通信の社会的重みが増した結果、国際的な独占を達成したプロトコルを利用する利用者の利便性が、各国の業者の利益を圧倒したのがインターネットであるということもできよう。

| | | | | |
|---------------|--------|-------|-------|------------------|
| アプリケーション層 | SMTP | DNS | HTTP | ... |
| トランスポート層 | TCP | | UDP | |
| インターネットワーキング層 | IP | | | |
| データリンク層 | イーサネット | | | ... |
| 物理層 | 同軸ケーブル | UTP-5 | 光ファイバ | 電波 赤外線 ... |

図-2 今後のプロトコル構造

もちろん、利用目的がまったく違うプロトコルは競争しないので、独占はそれぞれの分野別に発生する。

アプリケーション層の世界では、電子メールの配送ではX.400が消えSMTPのみが使われ、名前とアドレスの対応ではX.500が消えDNSのみが使われる。

トランスポート層にはTCPとUDPしかなく、インターネットワーキング層でも、IPしか生き残らない。

経済の世界では独占業者は価格支配力を握りそのサービスの利用に不当な高値をつけることができるので、独占は問題が大きい。そこで自然独占になりがちな分野では、サービスを非営利の公的機関に独占させたり、私企業の料金を許認可制にすることにより、独占の弊害を防ぐ。

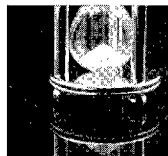
プロトコルの世界では独占による直接的利益は生じないが、プロトコルの独占はそのプロトコルを利用する機器やソフトウェアを製造する業界での独占と密接に結びついている。そこで、プロトコルを定める中立な標準化機関の存在は重要となる。

インターネットでは、プロトコルの管理はIETF (Internet Engineering Task Force) という団体が行っており、既存のプロトコルの改良や新たなプロトコルの創造が一応中立的な立場で行われている。

しかしそれでも独占の弊害は、独占を達成したプロトコルの改良は、これまでのプロトコルと互換性を保ったままでないとはほとんど不可能であるという形で現れる。

電子メールの配信の際の機能拡張は、SMTPと完全な互換性のあるESMTPという形でうまくやれた。しかし、互換性を保った改良が常に可能なわけではないし、可能だとしても非効率的なプロトコルになることが多い。

現在特に問題なのは、インターネットワーキング層での、32ビットのアドレスしかない現行のIPv4から128ビットのアドレスを持つIPv6への移行である。IPv6はIETFにより1995年に定められたが、IPv4とIPv6には互換性はないので、移行は商業的にはまったくといっていいほどうまくいっていない。逆に、IPv4を現在のままなるべく長く使おうという試みはさまざまな商業的成功を収めている。



Ethernet under Everything

物理層というのはプロトコルのように抽象的なものではなく、ある物あるいは物理的現象を使うわけで、その特性に応じてさまざまなものが使われる。

データリンク層としては下位の物理層と上位のインターネットワーキング層とによりさまざまなプロトコルが使えはるはずである。

しかし実際にはインターネットの多くの物理層の上でイーサネットが圧倒的な独占状態にある。というのは、インターネットワーキング層はIPに独占され、イーサネットとの相性が抜群によいからである。

インターネットではパケット配送の品質保証を求めない。そこで、データリンク層に品質保証の能力があってもインターネットでは何の役にも立たない。

データリンク層としては、電話網などとの共用を狙って品質保証もできるように設計されたプロトコルは多々あるが、品質保証を徹底的に放棄し、その代わりに圧倒的に安価で高速で増設も簡単なイーサネットが普及したのは当然であろう。

さて、現在、インターネットに帯域や遅延などの品質保証が導入されようとしている。するとデータリンク層に品質保証能力が要求され、電話業界好みのATMが息を吹き返したり、AV業界好みのIEEE.1394が普及するかというと、これがそうはなりそうになく、イーサネットの天下は続きそうである。

インターネットでの広域の品質保証の制御はRSVPのような新たなプロトコルを導入することによってトランスポート層で達成するしかない。LAN環境でも同じプロトコルが使えれば、データリンク層に品質保証の制御能力があっても邪魔なだけである。データリンク層は2地点間を結ぶ全2重ポイントツーポイントのものさえあればよく、品質保証の制御はトランスポート層に独占される。

なお、最近のイーサネットは、従来のイーサネットとの互換性を残しつつ全2重ポイントツーポイントのものが主流になりつつあり、イーサネットの独占は揺るがない。

唯一考えられる例外は、本質的に多対多の通信が行える物理層である電磁波の上のデータリンク層と帯域の無駄に厳しい超高速幹線（光イーサネットは25%の帯域の無駄がある）であろうか。しかし、電磁波でもIEEE 802.11というイーサネットと親和性が高く品質保証もできるプロトコルは非常に有利な立場にいる。

つまり、自由競争の結果今後のプロトコルの関係は図-2のようになりそうである。

(平成11年11月12日受付)