

P2P/ブロードバンド時代の 新・TCP/IP 入門

村上 健一郎 NTT 先端技術総合研究所 主幹研究員

第 1 回 20 年前の技術がなぜ健在なのか？

インターネットはもはや私たちの生活基盤の一部として当たり前のもとなり、単なるデータを運んでくれる土管として使えば済む時代になっています。

しかし、インターネットの中核技術である TCP/IP が開発された 20 年前と現在とでは、それを取り巻く環境がずいぶん変わってきています。たとえば、当初はメールやファイルなどの非リアルタイムの通信が主流だったのが、最近では映像や音声などリアルタイムの通信の比重が増えてきています。

さらには光の時代になり、開発当初の 10kbps から 100Mbps へと 1 万倍もの高速なスピードになってきています。この連載では改めてインターネットの基本中の基本である TCP/IP について注目し、その仕組みだけでなく背景となっている思想や歴史にも焦点をあてて、その要点を説明していきます。

ネットワークを勉強してみようという人はもちろん、これまでインターネットをブラックボックスとして扱ってきた技術者や、これからインターネットにかかわる新しいビジネスを開拓しようとする人たちにも役立つ内容となっています。今回から数回にわたって TCP/IP に関するもっとも素朴な疑問に答える形で、その全体像を捉えることにしましょう。

[Q1]

TCP/IP とはそもそも何を意味するのでしょうか？

[A1]

それは通信手段の名前だった

TCP/IP は、「ティーシーピーアイピー」と発音し、通信手順の名前です。スラッシュ(/)の部分は発音しません。TCP は Transmission Control Protocol(トランスミッション コントロール プロトコル)、IP は Internet Protocol(インターネット プロトコル)を略したものです。プロトコルとは、プロトコールと発音される場合

もあります。これは、もともと外交儀礼を意味する言葉でしたが、通信の分野では通信手順を示す言葉となりました。プロトコルは通信手順ですから、言葉と同じようなものです。たとえば日本語のやりとりを考えてみましょう。

山田太郎さんは一家団らんの夕食を取っています。旦那が奥さんに言いました。

「しょうゆを取ってくれ」

これに対しては、返事はだいたい決まっています。「はいよ」とか「いやだ」とか、「あんた自分で取りなさいよ」などでしょう。もし返事がない場合には、奥さんに聞こえていないのだと思って、再度、「しょうゆを取ってくれ」と旦那は繰り返すでしょう。奥さんが面倒で聞こえないふりをしたら、しょうゆが出てくるまで何でも言うでしょう。もしかしたら、奥さ

んは返事をする代わりに、「トヤー」という叫び声といっしょに、しょうゆを旦那にぶちまけるかもしれません。これは、たいてい浮気がばれた場合です(図1)。

さて、パソコンなどのコンピュータ間の場合にも、同じように応答確認をしながら通信処理を進めていくわけです。ただし、山田家の場合と違ってコンピュータ同士の場合には、厳格にデータの形式、データの処理方法、状態遷移、応答の方法やタイミングなどが決められています。また、しょうゆが飛んでくることもありません。

TCP/IP は
複数プロトコルの集合体

通信の分野はさまざまなプロトコルの名前であふれています。TCP や IP のよ

うに、各プロトコルには名前が付いていて、たいていの場合、プロトコルは「ピー」と略して呼ばれます。ですから、通信の分野の技術者同士が話している時には、ピーピー、ピーピーと鳴いているように聞こえます。

さて、TCP/IPは、正確にはTCP/IPプロトコル群(Protocol Suite = プロトコルスイート)と呼ばれ、インターネットを実現するための多数のプロトコルから構成される集合体です(図2)。TCPとIPは、とりわけ重要な機能を果たす中心的なプロトコルのため、その2つのプロトコル名が代表としてプロトコル群の名称に使われています。たとえば、ウェブを閲覧するためには、TCP/IPだけでなく、ウェブの表示内容を転送するHTTP(HyperText Transfer Protocol)などの多数のプロトコルが動いて、はじめてブラウザの上にウェブページが表示されます。HTTPは、TCPとIPのプロトコルが提供する指定された相手まで誤りなくデータを転送するサービス(土管)を利用します。

インターネットのようなデータ通信では、転送すべきデータを数キロバイトや数百バイト程度までのデータに分割し、決められた形式のコンテナ(格納箱)に入れて転送します。これをパケットと呼びます。

IPは、指定された相手までこのパケットを転送するだけで、転送する途中で誤りが発生しても回復をしません。一方、TCPは、IPの機能を使ってパケットを転送しますが、誤りを検出して再転送によって誤りからの回復を行います。つまり、TCP/IPは、誤りのない理想的な通信路(これをバーチャルサーキットと呼ぶ)を、言い換えると、相手のコンピュータまでデータを通す土管をHTTPに提供していると言えます(図3)。なお、TCPと同じような機能をもったプロトコルに、誤りの訂正を行わないUDP(User Datagram Protocol)というものもあります。



図1 山田家のプロトコル

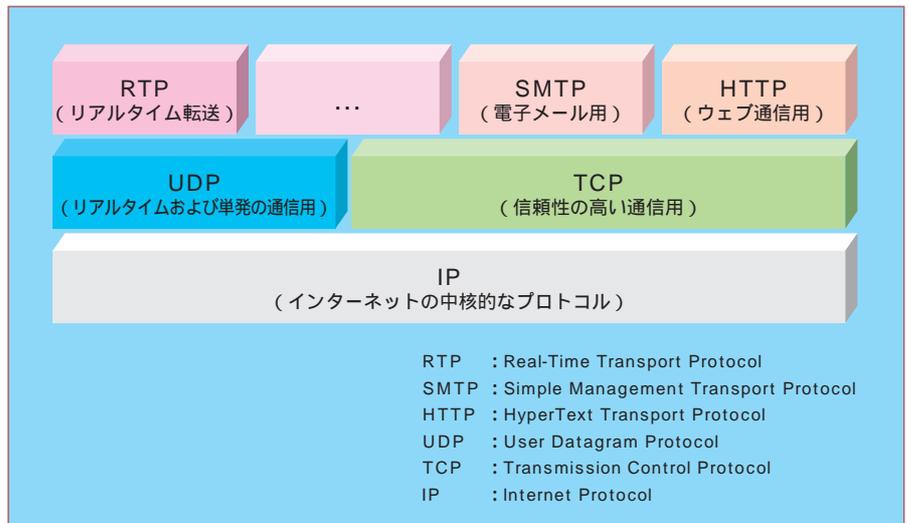


図2 TCP/IPは複数のプロトコルの集合体(TCP/IPプロトコルスイート)で、機能別にモジュール化されている

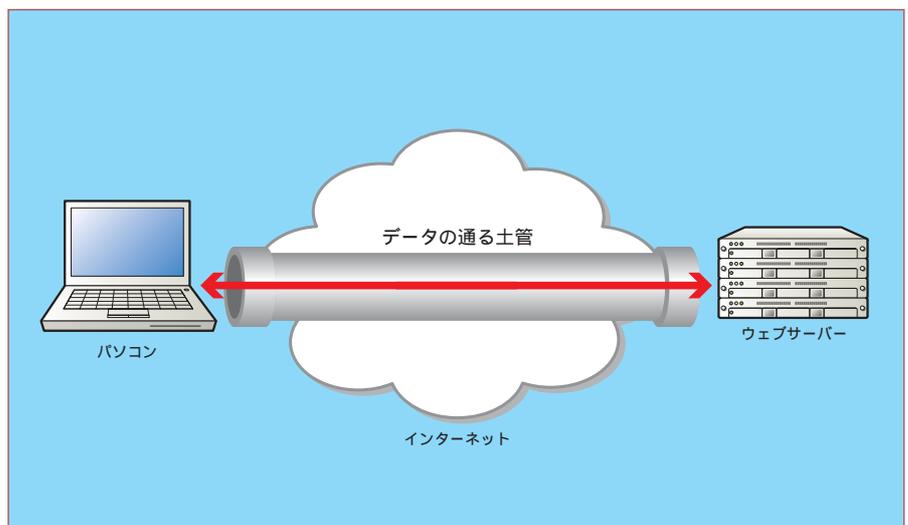


図3 TCP/IPが提供する土管を使ってウェブのデータを転送

[Q2]

20年以上も前に開発されたTCP/IPは、なぜ今日でも通用しているのでしょうか？

[A2]

まだまだ独壇場？ TCP/IP技術

これは執筆者泣かせの良い質問ですね。筆者もその回答を知るのに20年もかかってしまいました。おかげで、原稿がなかなかできずに編集者から催促の

嵐です。こういう言い訳を考えるのに原稿を書くより力が入ってしまいます。

ここでは、まず最初に、経営学の分析手法を使って説明し、次に、技術的な説明をすることにします。

TCP/IPによって実現されている現在のインターネットは、プロバイダーのネットワークやみなさんの家庭や会社にある「ルーター」と呼ばれるパケットの中継や交換をするための装置、パソコンなどの膨大な数の装置から構成される単一のシステムで、コンピュータ通信を実現する技術とも言えます。

また、技術やシステムにはライフサイクルというものがあります。これは、システムや技術が生まれて世の中に広がり、そして、最後は消滅していくという過程を

示すものです(図4)。

たとえば、ポケベルを考えてみてください。女子高生の間に、あんなにはやっていたポケベルもすたれてサービスが廃止されるという過程を私たちに示してくれました。なぜでしょう？

ある特定の商品やサービスが消滅する理由には、(1)その分野の需要がなくなった、(2)サービスするための装置の供給が止まった、(3)他の代替の技術に取って替わられた、(4)競争力のある新しい技術が出てきた、(5)すでに存在していた同業者との競争に負けた、などがあります。ポケベルの場合には、すでに存在していた携帯電話の価格低下によって、(3)の状態になったわけです。では、TCP/IPの場合を考えてみましょう。図5にインターネットに接続されているネットワーク数の推移を示します。

これではっきりとわかるのは、今でも増加し続けているということです。つまり、インターネットに使われているTCP/IPという技術は、まだ、衰退の時期に到達していないということです。これについては、今後も、その位置は安泰であると筆者は予想しています。その理由は、次のとおりです。

(1)ウェブの閲覧、メール、IP電話、P2Pのファイル交換などの需要がなくなりそうもないこと。

(2)ルーターやパソコンなどのTCP/IPプロトコルを話す新たな装置が過剰に供給されていること。

(3)これまで多くの類似のプロトコルにTCP/IPが取って替わってきたこと。後述する次世代のプロトコルIPv6のような他のプロトコルに移るには相当のコストがかかること。

(4)新しい技術として10年前から脚光をあびてきたIPv6が今でも低調なこと。

(5)インターネットサービスを提供するプロバイダー間の競争はあっても、それはインターネットの中の競争であって、イ

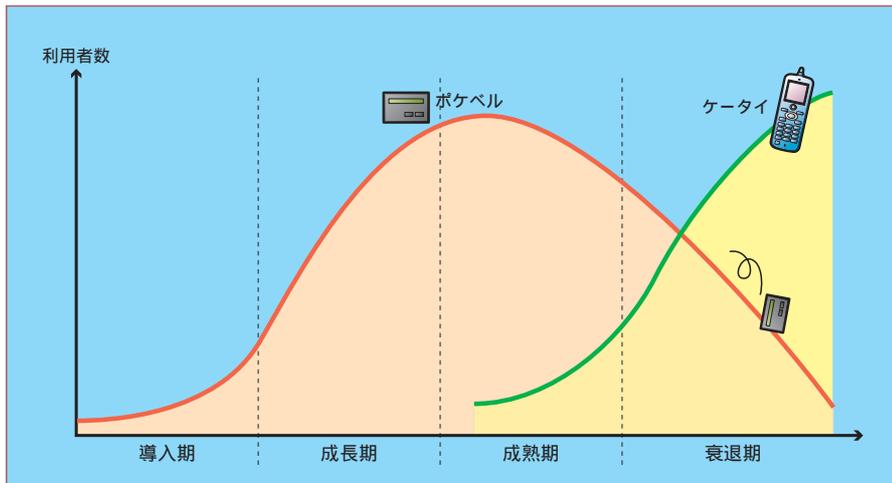


図4 プロダクトライフサイクル

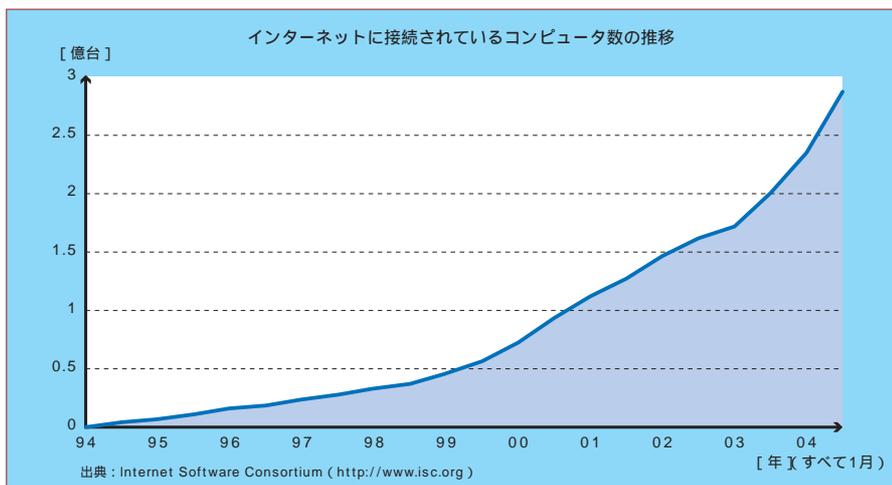


図5 いまだ世界中で増え続けるインターネット接続数

インターネットと競合する世界規模のデータ通信ネットワークがないこと。

だいたい、このようなことでしょうか。この分析に興味がある方は、名著『競争優位の戦略』(M.E.ポーター著、土岐 坤訳、ダイヤモンド社)をご覧ください。

健在の理由は巧妙な設計思想

現在のTCP/IPプロトコル群が衰退しない技術的な理由を説明しましょう。

実は、TCP/IPは、さまざまな拡張ができるように非常に巧妙に設計され、また、図らずも、一度採用すると他に簡単に移れないようにできているのです。TCP/IPの設計思想は次のようなものでした。

「ネットワーク側は簡単にし、複雑な部分は端末(パソコンやサーバーなど)に追いつく」

これで、技術の進化がネットワーク側の大変更を必要としないようにでき、ユーザーの要求に柔軟に対処できます。

たとえば、TCP/IPでは、パソコンやサーバーなどのすべての端末を一意に(世界にただ1つとして)識別するために「IPアドレス」という番号が必要となります。インターネットが予想以上に普及したために、アドレスが不足するようになりま

したが、1つのIPアドレスを多数の装置で共用できるNAT(Network Address Translation)という技術が開発されて現在に至っています。

単に、ユーザーの自宅にこの機能を含む装置、つまりNAT機能付きルーターを置けば、ネットワーク側の変更なしに1つのグローバルアドレスで複数のパソコンが接続できるのです(図6)。もしも、ネットワーク側のすべての装置で変更が必要となると、世界中で莫大な投資が一度に必要になってインターネットは持ちこたえられなかったでしょう。ただし、NATを使用するとインターネット側からパソコンにアクセスできるようにするのが面倒になるという問題もありますが、ほとんどの人はその必要がないようにセキュリティ上かかって都合が良いので、あまり問題にはなっていません。

置き換えられないプロトコルが幸いした?

プロトコルやソフトウェアを設計する場合には、機能別に分割するモジュール(1つの機能の固まり)という考え方を採ります。これは、一部の問題があっても、その部分だけを取りかえるだけで全体を作り直さなくてもよいようにするためです。また、機能を拡張する場合にも、そ

れが他のモジュールに波及しないようにして、影響範囲をモジュール内に限定できます。こうすることで、開発のコストを抑制し、拡張性を確保します。

TCP/IPプロトコル群を設計する時にも、当然、そうでした。たとえば、IPアドレスはTCP/IPが土管の機能を提供するために必要であっても、他のプロトコルでは、IPアドレスの番号そのものを使用するのではなく、後でIPアドレスに変換できる論理的な名前、つまり「ドメイン名」を使用するはずでした。ところが、TCP/IPプロトコル群を構成するプロトコルの中には、直接IPアドレスという番号を埋め込むように設計されたプロトコルがいくつもあるのです。つまり、IPプロトコルの部分(前出の図2のプロトコル群のIP部分)を簡単に別のものに入れ替えられるはずだったのに、実際にはその影響が他にも波及してしまうことになりました。このため、交換は困難になったのです。ちなみに、NATでは、この部分に苦勞しながらIPアドレスを変換しています。

このように、TCP/IPは機能の拡張が簡単で、ユーザーの要求に応えられるようになっており、しかも他のプロトコルでなかなか置き換えられないようになっていたので長く使われているのです(次号へ続く)。

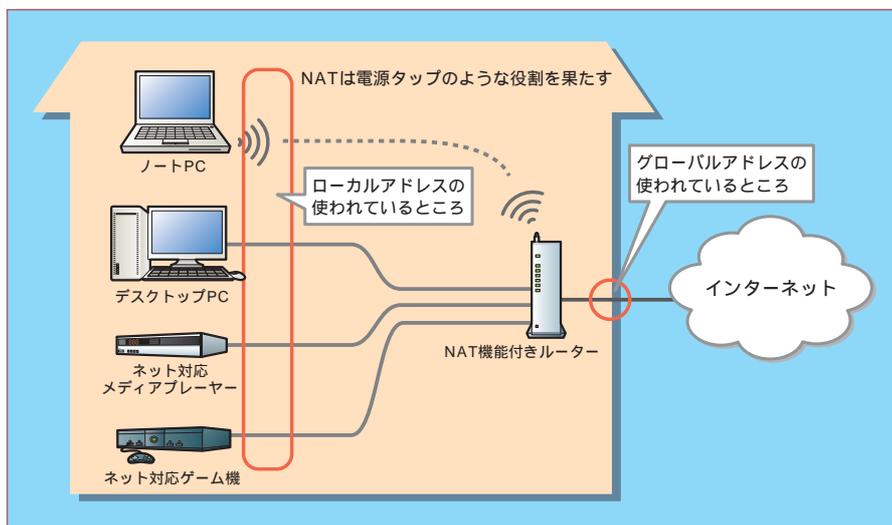


図6 NATを使って1つのグローバルアドレスで多数のネットワーク機器を接続

NATについて

以前は、NATは少数のグローバルアドレスを多数のローカルアドレスのパソコンで譲り合いながら共有するもので、単純にアドレスに変換するものを意味していました。これだけでなく、1つのグローバルアドレスだけを使用して同時に多数のローカルアドレスのパソコンがインターネットにアクセスできるように巧妙な変換を行う機能を持つものも開発され、NAPT(Network Address and Port Translation)と呼ばれていました。しかし、今では、細かいことを言わず、アドレスの変換を行うものはどれもNATと呼ばれています。



[インターネットマガジン バックナンバーアーカイブ] ご利用上の注意

このPDFファイルは、株式会社インプレスR&D(株式会社インプレスから分割)が1994年～2006年まで発行した月刊誌『インターネットマガジン』の誌面をPDF化し、「インターネットマガジン バックナンバーアーカイブ」として以下のウェブサイト「All-in-One INTERNET magazine 2.0」で公開しているものです。

<http://i.impressRD.jp/bn>

このファイルをご利用いただくにあたり、下記の注意事項を必ずお読みください。

- 記載されている内容(技術解説、URL、団体・企業名、商品名、価格、プレゼント募集、アンケートなど)は発行当時のものです。
- 収録されている内容は著作権法上の保護を受けています。著作権はそれぞれの記事の著作者(執筆者、写真の撮影者、イラストの作成者、編集部など)が保持しています。
- 著作者から許諾が得られなかった著作物は収録されていない場合があります。
- このファイルやその内容を改変したり、商用を目的として再利用することはできません。あくまで個人や企業の非商用利用での閲覧、複製、送信に限られます。
- 収録されている内容を何らかの媒体に引用としてご利用する際は、出典として媒体名および月号、該当ページ番号、発行元(株式会社インプレス R&D)、コピーライトなどの情報をご明記ください。
- オリジナルの雑誌の発行時点では、株式会社インプレス R&D(当時は株式会社インプレス)と著作権者は内容が正確なものであるように最大限に努めましたが、すべての情報が完全に正確であることは保証できません。このファイルの内容に起因する直接のおよび間接的な損害に対して、一切の責任を負いません。お客様個人の責任においてご利用ください。

このファイルに関するお問い合わせ先

株式会社インプレスR&D

All-in-One INTERNET magazine 編集部

im-info@impress.co.jp