

ネットワーク技術 1

ネットワーク技術

1 章 通信ネットワークの基礎

1-1 通信ネットワークの発展

70年代までは、少し地方に行くと電話はダイヤル式でもプッシュ式でもなく、受話器を取り上げると交換手が出て、相手の番号を伝えとつないでくれた。市外通話が全国自動即時化を完了したのが1979年のことである。電話機、ファクシミリ、パソコンなどは、日常の仕事や生活になくはないものになってきた。携帯電話やポケットベルも日常的になっている。1995年7月からは「PHS」という簡易型携帯電話が出回ってきた。通信衛星や海底ケーブルによって外国との通信も気軽にできるようになった。こうした無数の端末と通信回線が、現代のネットワークを形成しているのである。声をやり取りするだけだった通信ネットワークが、あらゆる情報を相互に伝達し合う巨大な”神経網”となりつつある。

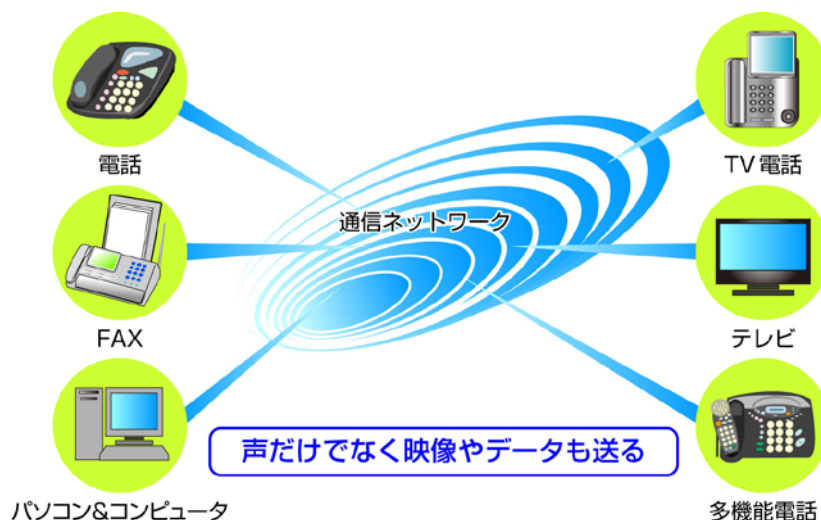


図1 通信ネットワーク

1-2 通信とは

「通信」とは“意思や情報”を言葉や文字や絵を用いて相手に伝えたり交換したりすること。相手が近くにいる場合は、会話や身ぶり手ぶりや表情で“意思や情報”を相手に伝えることができる。しかし相手が遠くにいる場合はなんらかの通信手段が必要になる。この通信手段は時代とともに進化している。

(a) 意思や情報を文書に書いて相手に運搬して届ける方法

交通機関の未発達の頃： 早馬、飛脚、伝書鳩、マラソン

交通機関が発達してから： 郵便

(b) 文書を運搬しないで意思や情報を相手に伝える方法

近距離： のろし、太鼓、ほら貝など

いつでもどこでも： 電話、FAX、携帯電話、PHS など

ここでの通信とは、いつでもどこでも誰とでも“意思や情報”を伝えたり交換したりすることができる「電気通信」である。これは、目に見える電話線を使ってコミュニケーションする電話やFAXなどの有線通信と、電波を使ってコミュニケーションする携帯電話などの無線通信に大別できる。

通信ネットワークの主要な回線である電話線は、水道管や電力線とどう違うのか。まず電話線は、任意の相手ごとに任意の意思や情報を送り届けられる。電力線の場合は同じ電気を、水道管の場合は同じ水をユーザへ届けるが、電話線の場合は意思や情報を個別に届ける。要するに1億人のユーザが電話をすれば1億通りの内容がある。さらに、電力線は電気を、水道管は水を片方向にしか送れないが、電話線の場合は「こちらが話せば相手が答える」といった双方向通信が可能である。電話線で送れる内容も、時代とともに進化している。最初は声だけであったが、文字や絵が送れるFAX、時間差通信ができるパソコン通信、動画が送れるテレビ電話などへと拡大されてきている。海外との通信も簡単になった。

1-3 ネットワークの歴史

1960年代半ば頃から、通信回線にコンピュータをつないだネットワークをつくり、銀行などでオンライン処理方式が始まった。全国の端末とコンピュータセンターとの間を結んだネットワークがつくられてきた。ただし、このとき使っていたのは、我々が日常の通話で使う 300～3400Hz までの音声電話回線であった。それまでの通信ネットワークは、音声を送るのが主体のアナログ通信であった。アナログ通信というのは、音の強弱を電気信号の強弱にして送る方法である。ベルが電話を発明して以来、ずっとこの方法をとってきた。

電話通信網は最初、人間同士が「声」でやり取りするために生まれた。しかし社会にコンピュータが普及すると、コンピュータ同士、あるいは電話とコンピュータ、FAX とコンピュータ……といった通信が行なわれるようになった。オンライン処理のような「データ通信」も行なわれ始めた。ところが、コンピュータの中では、文字も画像も、すべてデジタル情報として処理されている。このデジタル情報は、そのままではアナログの通信網で送ることはできない。そこで、モデムという変換器を使ってデジタル情報をアナログ情報に変えて送ることになる。しかし、これではいかにも不自然である。「とりあえず使えるネットワークはアナログ通信網しかないから、それを使う」という、いわばその場しのぎの方法である。これでは一度に伝送できる量や速さにも限界がある。さらに、アナログ通信網は雑音の影響を受けやすい。電話で「声」のやり取りをしているときに多少の雑音が入っても用件は伝わるが、コンピュータのデータのやり取りをしているときに雑音が入ったら、データが壊れてしまう。大規模なコンピュータネットワークシステムをつくる場合、コンピュータ同士が正確にデータをやり取りできる、より高速で安定したネットワークが必要になる。

昭和 50 年代の半ばに出てきたのがデジタル回線によるデータ専用のネットワークである。このデータ通信網には、回線交換（DDX-C）とパケット交換（DDX-P）がある。その後、音声やデータ、画像までの一つのネットワークで送る方式が考え出された。これが総合デジタル通信網（ISDN）である。さらにこの ISDN をより高速大容量ネットワークにするため、光ファイバーによる高速・広帯域 ISDN（B-ISDN）が進んでいる。

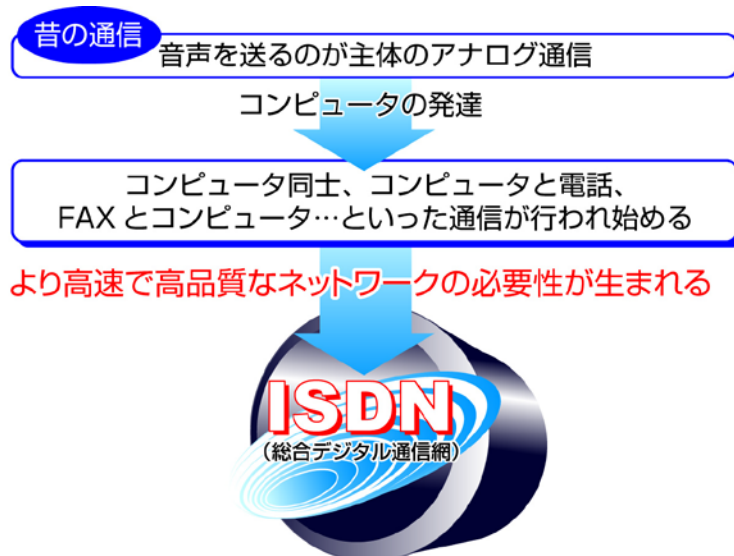


図2 アナログ通信からデジタル通信へ

1-4 電話網の構成

電話網は全国に網の目のように張り巡らされている。この「ネットワーク」は、大きく 3 つのものから成り立っている。まず、電話機などの端末、任意の相手まで接続する交換機、それに伝送路（端末を交換機まで接続する加入者線と、交換機間を結ぶ中継線に分かれる）である。

①端末

端末は電話機、FAX、ポケベル、携帯電話など、ユーザが通信網に接続してサービスを利用するための装置である。最近では、パソコン、ワープロなど、あらゆる情報機器が接続されるようになってきている。

②交換機

交換機は電話機などの端末から来る信号を受けて、相手方までの接続ルートを決めて、通信の通路を設定する役目を持っており、いわばネットワーク（網）の頭脳といえる。みなさんの家庭やオフィスの電話機はすべて、その地域をカバーする通信センターの市内交換機につながっている。現在、国内の通信センターは無人局も含めると約 5,000 局にもなる。この交換機は昔は機械的に通信の通路を設定する電磁式の交換機だったが、現在では、デジタル交換機を使用しており、高度なサービスも提供できるようになっている。

③伝送路

電話機などの端末から最寄りの通信センターの市内交換機までの回線を「加入者線」という。そして、市内交換機は市外交換機と結ばれている。この回線を「中継線」という。伝送路は音声、データ、画像等の信号を送る通路であり、マイクロウェーブや通信衛星の無線伝送路と、同軸ケーブルや光ファイバケーブル等の有線伝送路がある。信号の形態によって、アナログ伝送とデジタル伝送がある。

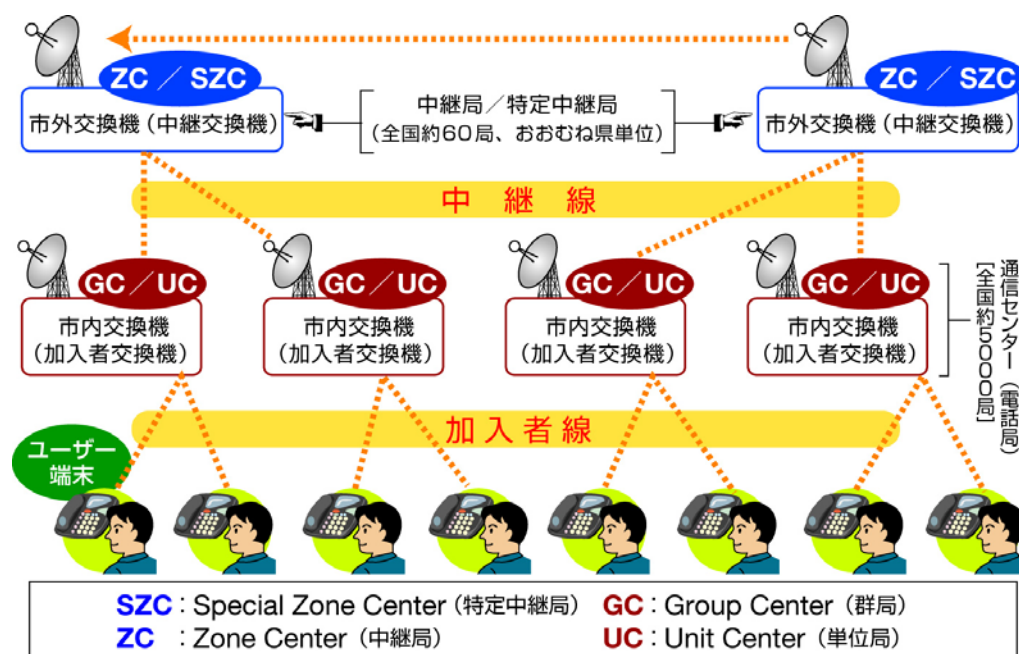


図3 NTTの電話網（デジタルの場合）

1-5 データ通信網

電話やFAXのような人間対人間の通信から、最近はコンピュータとコンピュータ、あるいはコンピュータと人間の通信が増えてきた。これがデータ通信である。最も身近なところでは銀行のオンラインシステムやJRの緑の窓口などがある。いま話題のインターネットもデータ通信の一種である。

最も普及しているのが、日常利用している電話網である。これを利用すればコンピュータとの通信もできる。しかし、もともと人間の声を送るための電話網でデータを送受信するのは、そんなに簡単ではない。コンピュータが扱うのはデジタル情報だが、これはそのままではアナログの通信網で送ることはできないのである。そこで、モデムという変換器を使ってデジタル情報をアナログ情報に変えて送ることになる。パソコン通信やインターネットは、普通はこの方法で行われている。アナログ通信網は雑音の影響を受けやすい。電話のときは少しぐらいの雑音は問題にならないが、コンピュータのデータをやり取りしているときに雑音が入ったら大変である。データ通信の場合、より高速で安定したネットワークが必要になる。

1979年に、電電公社（現NTT）によってデータ通信専用のネットワーク・DDX(Digital Data Exchange)網がつけられた。このデータ通信専用のDDX網は、回線交換(DDX-C)とパケット交換(DDX-P)の2つがある。回線交換は、電話用の交換機と同じ原理で、ダイヤル電話番号に従って回線が選択され相手とつながる。いったんつながるとその通話が終わるまで、つながったままである。

パケット交換は、データ信号をいったん決められた長さのブロック（パケット）に区切り、そ

のブロックごとに送付先の宛先をつけて一つずつ送る方式である。データ専用交換機は、現在はこのパケット方式が主流である。

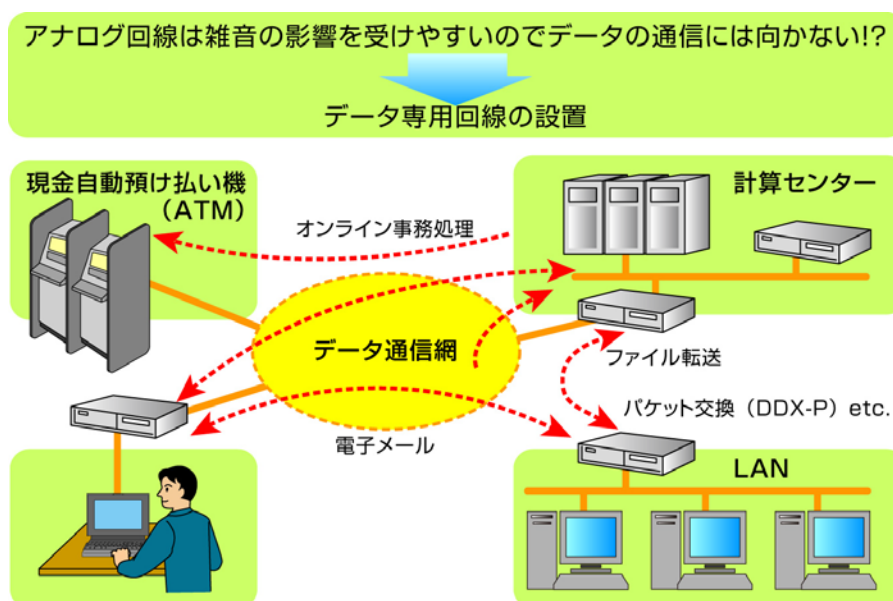


図4 データ専用ネットワーク

1-6 ISDN の経緯

1988 年、日本は通信革命の旗手といわれた ISDN の商用サービスを世界に先駆けて開始した。それまで、当時の電電公社（現 NTT）が、情報社会に先駆けて高度情報通信システム（Information Network System = INS）の実験システムをつくり、東京で商用実験を行っていた。これが「ニューメディア」である。実験に参加したのは官公庁、企業、一般市民などで、これが今日の ISDN の基礎をなしている。

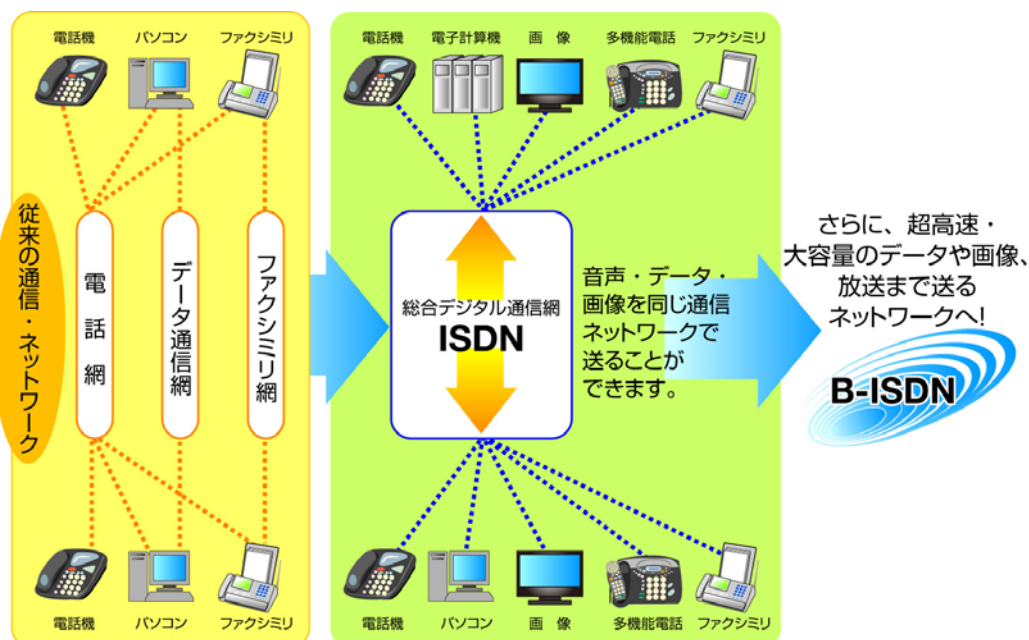


図5 ISDN

これまで、電話網、データ通信網などがそれぞれ個別のネットワークで運営されてきた。そのため、各サービスを利用するためにはそれぞれのサービスごとにユーザ回線を引かなくてはならない。ところが情報化社会が進んでくると、電話や FAX、パソコン通信、データ通信など、通

信の量も膨大になる。そのたびにユーザ回線を引いたり、回線を切り換えていたりしていたのでは効率的ではない。そこで、異なった情報を 1 本の回線で同時に扱えるネットワークが必要となってきた。これが ISDN(Integrated Service Digital Network)、すなわち総合デジタル通信網である。

1-7 デジタル通信

コンピュータは文字や数字、画像などのデータを「0」と「1」の組合せに置き換えて処理する。これに対してアナログは「連続する」という意味である。CD やフロッピーディスクの情報はデジタル、紙に書いた文章やレコードはアナログである。絵でも画像でも文章でも音声でも、デジタル信号に変換すればコンピュータで扱える。人間にとっては文字と音声はまったく違う形をした情報であるが、コンピュータにとってはどんな情報も「0」と「1」の羅列でしかないのである。言い換えれば、文字や画像、音声などあらゆる形態の情報を統合して扱うには、情報のデジタル化が欠かせない。音声や画像の送受信、放送や新聞などの情報がすべてデジタル化されて初めてマルチメディアの環境が整うのである。

マルチメディアの大きな特徴は、たとえばパソコンで動画を見ながら文書を見たり、音声で会話したりすることである。これもデジタルだから可能になる。またコンピュータグラフィックを見てもわかるように、デジタル情報は”加工”が自由自在である。そこで大きな情報は圧縮して送り、受取る側で解凍して読んだり見たりということもできる。こうすれば大量のデータを送ることができる。

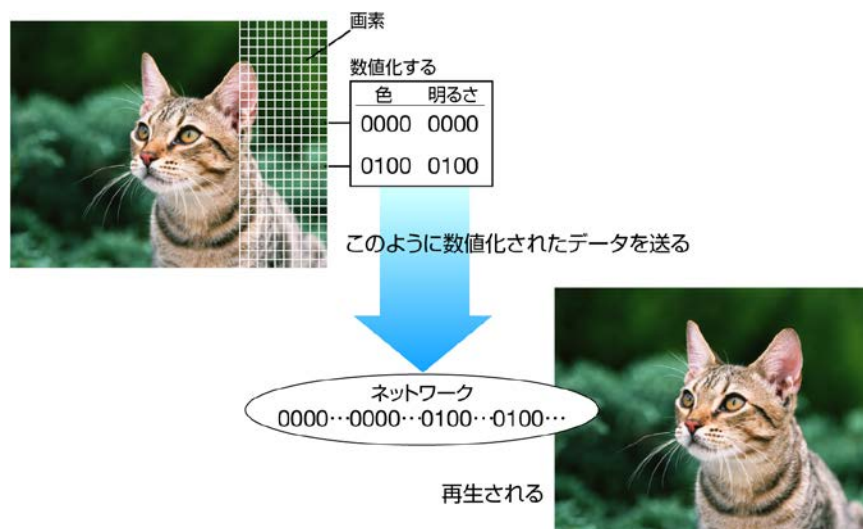


図 6 絵をデジタルで送るには

そもそもデジタルデータは 0 と 1 の組合せであるから、非常にシンプルである。デジタルデータはシンプルであるから圧縮などの加工も簡単で、データ量も小さくできる。それだけ、速く送れるのである。デジタル信号への変換は、次のようにする。画像や絵を細かく等分し（これを画素という）、部分ごとの色や明るさを数値で表す。音声は、空気の振動が連続して伝わる音波の強さと音色を、一定時間ごとに一定のメモリで測って数値化する。文書は、文字ごとに割り当てた数値コードで表現する。音楽 CD は、こうしたデジタルな数値の集まりを、CD 盤に記憶したものである。デジタル化してしまうと、画像も音声も文書も、すべてコンピュータで処理できる。

では、通信のデジタル化について考えてみよう。パソコン通信では、文章を電話回線を通じて送っている。しかし、パソコンのデータはデジタル、電話回線はアナログである。そこで「モデム」という変換器が必要になる。モデムによって変換されたデジタル情報は、電話回線のなかを電気信号となって伝わっていく。しかしこれだと、送るときと受取るときにそれぞれアナログとデジタルに変換しなければならない。しかし通信ネットワークそのものがデジタル信号を送れるのであれば、このような手間は必要なくなる。

またアナログでは、正確なデータを送る速度に限界がある（約 28.8Kbit/秒が限度）。動画をスムーズに送るには数百メガバイト/秒の情報を伝送するネットワークが必要になるので、アナログではマルチメディアなどとても無理である。

1-8 パソコン通信

パソコン通信とは、パソコンやワープロから電話回線を使ってパソコン通信センターのホストコンピュータへ接続し、データを相互にやり取りすることである。電話回線を通じて、あるホストコンピュータに接続し、そのホスト局にある様々なデータやサービスを利用するというスタイルが最も一般的である。パソコンと電話回線を使う場合、一つの問題が生じる。パソコンの扱える情報の形式は「デジタルデータ」、電話回線は「アナログデータ」である。この異なる形式のデータを調整するために、パソコン通信ではモデムという機器を使う。モデムは「変復調装置」と訳されるが、パソコンから発信されたデジタルデータをアナログデータに変調して電話回線に乗せ、受信先のモデムでもう一度デジタルデータに復調してパソコンに情報を伝える。モデムだけではまだ不十分である。パソコン通信サービスを行っている商用パソコンネット（ホストコンピュータ）に加入しなければならない。

商用ネットは、「PC-VAN」や「NIFTY-Serve」などが有名であるが、その他にも多くの商用ネットがあって、受けられるサービスや料金も少しずつ異なっている。ほとんどが全国にアクセスポイントを持っており、全国の人とコミュニケーションができる。パソコン通信サービスを利用するためには電話回線を使用するので電話料金がかかる。アクセスするホストコンピュータ（ホスト局）が遠方にある場合はこの電話料金がかさむ。

そこでなんとか安い電話料金でパソコン通信サービスを提供できないかという理由で設置されたのが「アクセスポイント」である。中央のホスト局の出張所を各地に設置しておけば、最寄りの出張所へ接続することで、市内通話料金ですむことになる。アクセスポイントとホスト局間の専用線の料金は、パソコン通信サービス提供事業者が負担するので、ユーザは市内料金相当の電話料金を払えば良いことになり経済的である。

1-9 インターネット

インターネットは、もともとアメリカの国防総省の主導によって、各大学を接続するために敷設した ARPA ネットが母体となり、この十数年の間に急速に世界に広がった巨大なネットワークである。つまりインターネットは単一のネットワークの呼び名ではなく、いわば世界中（すべて）のコンピュータネットワークの総称なのである。企業の LAN や商用のパソコン通信などのネットワークが互いに結ばれたものの総称をインターネットというのであって、「インターネット」というネットワークを運営している団体や会社があるわけではない。ここがパソコン通信と決定的に違う点である。

その後、「WWW（ワールドワイドウェブ）」と呼ばれるインターネットを利用した情報検索の仕組みが開発され、1991 年には商用にも開放。また WWW を使った「MOSAIC（モザイク）」や「ネットスケープナビゲータ」という検索ソフトが開発されたことも手伝って、ビジネスや個人での利用も急増した。

インターネットに接続するためには大きく分けて二つの方法がある。一つは商用パソコン通信からインターネットの機能を利用する方法である。大手ネットでは、電子メールやネットニュースなど、インターネットの基本的サービスを利用できる。商用パソコン通信ネットを利用する利点は、全国に接続点（アクセスポイント）を持つため、地方のユーザは長距離の通信料を支払う必要がなく、接続点までの通信料ですむことである。

もう一つは、商用プロバイダに依頼する方法である。商用プロバイダはインターネットへの接続を代行する業者で、1994 年から本格的なサービスが開始された。商用プロバイダが提供するインターネットへの接続は次の 3 つの方法がある。

①ダイヤルアップ IP 接続

電話回線を経由して商用プロバイダと接続し、自分のパソコンからインターネットに対話形式で参加できる接続方法である。インターネットの全サービスを利用でき、モザイクやネットスケープなども使える。インターネットを使うときだけダイヤル接続して、利用料と電話回線料を払えばいいので、パソコン通信とほぼ同じ使い方ができる。ただ、ダイヤルアップ IP 接続で快適にインターネットを楽しむには、最低でも 9600bps 以上の高速モデムや ISDN がないと、時間がかかって使いにくい。

②UUCP 接続方式

UUCP は UNIX to UNIX Copy Protocol の略称である。通常インターネットに接続する場合は TCP/IP という通信プロトコルを使うが、UUCP は UNIX（OS の一種）同士を接続するものである。TCP/IP でつながっていないため、モザイクなどのサービスが使えない。

③専用線 IP 接続

前述のサービスいずれもが、モデムを利用して電話回線で接続する方法である。この場合、接続時間ごとに課金され、スピードも最高で 38.4kbps（品質面での限界地。実用レベルでは 28.8kbps）が限界である。そこでさらに積極的にインターネットを利用するには、常時接続された専用線を使わなくてはならない。これが「専用線 IP 接続」である。本格的にデータをやり取りするとなると、モデム経由では画像を一枚受取るのに数分待つことも珍しくない。また、ホームページを持って情報発信するには、24 時間インターネットのどこからでもそこにアクセスできるようにしておかなければならない。そのため商用プロバイダまで 24 時間、専用線で接続するわけである。なお最近、「LAN 型ダイヤルアップ IP 接続」というものも現れた。これは、社内 LAN をルータ経由で商用プロバイダと結ぶものである。これだと、ダイヤルアップ IP よりは高くなるが、専用線接続ほど経費はかからない。

インターネット上では利用者ごとに固有の会員番号（アドレス）が決められている。アドレスの中の組織名（ドメイン）は NIC（Network Information Center）という組織が管理している。日本では JPNIC が担当している。商用プロバイダが加入すると、プロバイダがドメイン名の取得手続きを代行してくれる。インターネットアドレスの構成は以下の通りである。

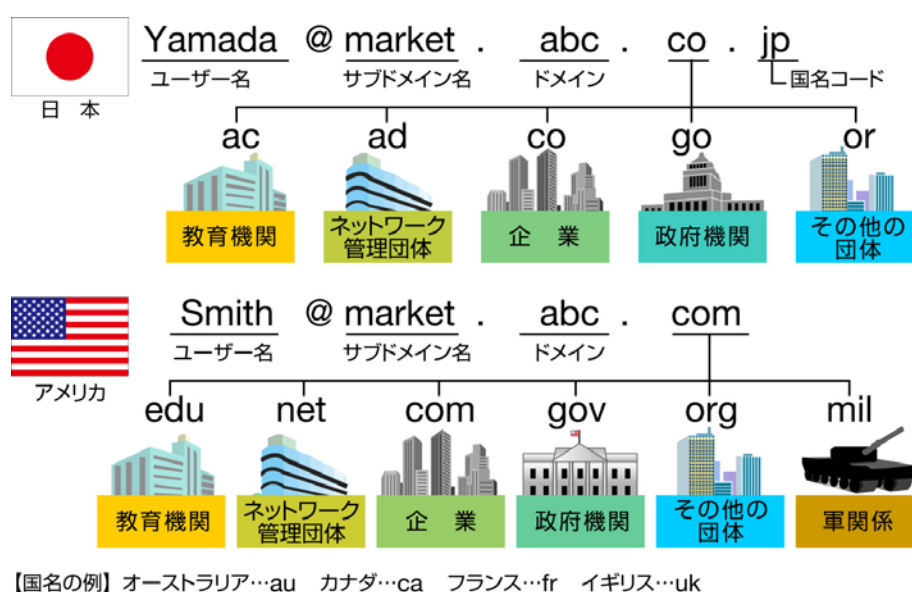


図7 インターネット会員番号（アドレス）構成

1-10 ファクシミリ

ファクシミリ（FAX）は、モールスが電信機を発明した6年後の1843年にアレキサンダ・ベインによって基本原理が考案された。日本では、1971年に公衆電気通信法が改正され、電話網を利用してFAX通信ができるようになり、急速に普及した。そもそも日本社会は、FAXが受け入れられやすい土壌であった。現在でこそワープロが普及したが、それでもまだキーボードは苦手な人は少なくない。アルファベット26文字しかない英語と違い、日本語は漢字仮名まじりであるため、入力にはある程度の経験が必要である。しかし、FAXは手書きで書いた文章や絵を簡単に相手に送ることができる。いわば日本は手書き文字の文化なのである。「さっと書いてすぐ送る」という手軽さが、日本にFAXが普及したひとつの要因でもありと思われる。今やFAXは、コミュニケーションの重要な手段となっている。

FAXで送信すると、原稿が1枚ずつFAXの中に入っていく。このときFAXは、画面を基盤の目のように区画（画素）に分解して、光を当てると反射する白い部分と反射の少ない黒い部分を電気信号に変換して送る。受信側は受けた電気信号を白と黒の情報として記録紙に出力する。FAXは解像度、伝送時間やアナログとデジタルの違いなどにより、4つのグループに分類できる。これがG4とG3というものである。送り側と受け側は、接続したときにお互いの種類で通信するかを相手と確認し合う。ビジネスにおいてはISDNを使った高速のG4タイプが多い。また、最近ではFAX機能を持ったモデムが多くなり、パソコンに接続してワープロの文書を直接FAXへ送ることも盛んになってきている。

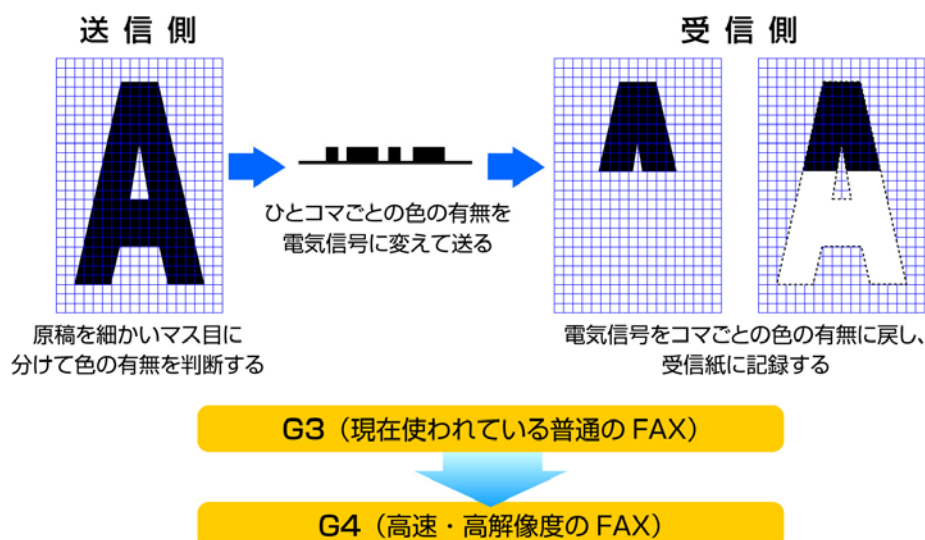


図8 ファクシミリの基本的な仕組み

1-11 ISDN の仕組み

ISDN は、中を流れる信号が従来のアナログ信号ではなく、デジタル信号になっている。そのため、交換機から周辺の通信機器 (DSU など)、端末 (デジタル電話機など) に至るまで、ほとんど新しい機械に置き換えなければならない。ISDN 網は、各端末 (デジタル電話機や G4 FAX)、各ユーザ宅に設置される DSU (Digital Service Unit)、ユーザ宅と交換局の交換機をつなぐ線 (主に光ファイバー)、交換機に設置される ISDN 用デジタルの交換機などから構成される。

ISDN の電話回線を見てみると、1 本の回線の中にチャンネルという通路があり、太い通路と細い通路が設けられている。太いほうを B チャンネル、細いほうを D チャンネルと呼んでいる。「INS ネット 64」では、B チャンネルが 2 つと D チャンネルが 1 つ用意されている。B チャンネルは通信用の回線として使い、D チャンネルは共通の信号回線として使う (D チャンネルで情報を送る場合もある)。

現在家庭にきている電話回線 1 本を使って、電話をしながら FAX を使ったり、パソコン通信をしたりすることが同時にできる。ケーブル (一対の銅線) をそのまま使って、秒速 64Kbps (6 万 4000 ビット) の道路が 2 本と、秒速 16Kbps (1 万 6000 ビット) の道路が 1 本取れる。この道路がチャンネルで、1 本の電話線に 3 つの通信チャンネルの設定ができる。

NTT の ISDN には「回線交換サービス」と「パケット交換サービス (パケット通信)」がある。両方ともデジタル通信であることには変わらない。違うのは、送信の仕組みである。回線交換サービスは通信する内容をそのまま相手方に送るが、パケット通信の場合は通信の内容を宅配便のようにある一定のまとまり (パケット=小包) に分け、各パケットに宛先や制御情報をつけて送る。パケットにはそれぞれ番号がつけられているから、バラバラに送っても受け取ったほうでデータを再生できる。通常の通話の場合にはスピードは考えないが、コンピュータの場合は高速で使うものや、低速のものなどが入り混じっている。このような場合、回線交換では相互に速度を合わせる必要がある。ところが、パケット通信では速度を意識せずに使えるのである。それは、パケット (小包) をいったんパケット交換機に蓄積し、交換機が通信相手の速度に合わせて送ってくれるからである。

1-12 テレビジョン

カメラで被写体を写すとカメラの奥にある膜 (撮像管) に像が結ばれる。結ばれた像を基盤の目のように小さく区切って (画素という) その明暗を電気信号に変換してテレビ受信機側へ送る。受信機側では受信した電気信号を送信側と同じ順番で画素を組み立て直して元の像を再現している。画面を上から横方向に 525 本の線を引き、一本の線を 533 個に区切る (それぞれが画素)。そして左上から順番に送っていく。これを「走査」といい、区分線を「走査線」という。普通のテレビでは 525 本送り終わると 1 画面 (静止画) が完成する。私たちの目に動く画面 (動画) として見せるには、1 秒間に 30 画面送ればよいことがわかっている。実際のテレビ放送では 1 秒間に 30 画面送られてきている。さらに高画質にするには、走査線の数と画素を増やせばよいことにな

る。これがハイビジョンである。

全国に家庭に放映されているテレビ番組は、主に東京と大阪の民放や NHK のキー局で製作されている。そしてその映像は東京や大阪の番組制作元から全国の放送局へ、テレビジョン中継用ネットワークを利用して伝送されている。中継用ネットワークは、衛星や地上のマイクロ波、光ファイバーなどである。東京の放送局のアンテナから直接電波で送った場合、電波は減衰して札幌の家庭では受信できない。そのため中間は衛星やマイクロ波、光ファイバーなどで映像を送っている。札幌の放送局はこれを受けて、映像を札幌の家庭へ放送している。こうすれば電波を途中で回復できるので、日本中どこでも良好な状態で受信できる。

1-13 ハイビジョン

ハイビジョンは、従来のテレビでは 525 本だった走査線を約 2 倍の 1125 本に増やし、画面の縦と横の比率も 3 対 4 から 9 対 16 と、よりワイドにしている。このため鮮明な画質となり、臨場感も向上している。ハイビジョンは画質・音質ともに高品質で、電波に乗せる情報量も従来のテレビの約 5 倍である。そのため、情報がたくさん盛り込める高い周波数 (3~30GHz 帯の電波を使用。普通のテレビは 90~300MHz の VHF 帯および、470~770MHz の UHF 帯を使っている) を使って放送されている。

ハイビジョンでは画面を高精細に見せるため、1 チャンネルの電波に現在よりも大量の映像画像をのせる必要がある。そこで、周波数帯域も現行テレビの 6MHz を 38MHz へ拡大する必要がある。しかし有限な電波を有効に使うため、所要周波数帯域を約 5 分の 1 の 8MHz 帯域に圧縮して伝送するようにしたのが MUSE (ミューズ) 方式である。具体的には、1 画面の情報を 4 分割して伝送する。4 分割して送られてきた画面情報をハイビジョンモニタ (受信機) で MUSE デコーダにより 1 枚の画像に再構成する。

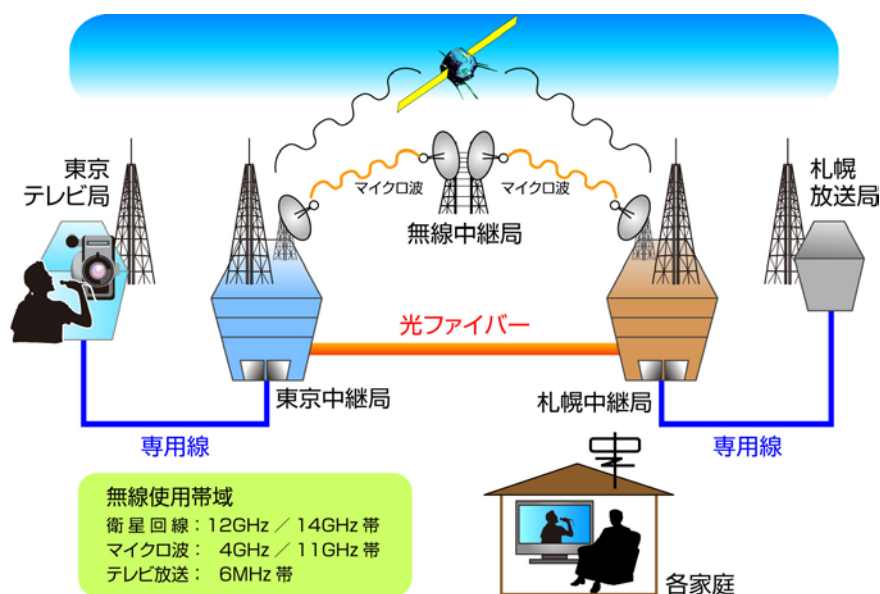


図 9 テレビが中継される仕組み

NHK が開発した MUSE 方式の「ハイビジョン」とは、高品位テレビの規格名である。この方式は完全な意味でのデジタル方式とはいえない。局からテレビまでをアナログ伝送し、それを受けたテレビでデジタルに変換しているからである。

デジタル放送のメリットは、高品位テレビと従来の標準テレビ放送を同じテレビで受信できる点にある。また、多少のノイズが入っても画面が乱れない。受信アンテナも小型化が可能で、移動している車での受信にも適している。さらにデジタル化によって画像を圧縮できるので、現行では 1 チャンネルしか送れない周波数帯域に最大 8 から 10 チャンネル送れるようになる。さらにコンピュータのソフトウェアなど様々なデジタル情報も多重送信できる。ISDB (総合デジタル放送) によって、一つのチャンネルにハイビジョン、現行テレビ、音声、データを多重送信したり、あるいは現行テレビの複数番組を多重放送したりすることもできる。

1-14 放送と通信ネットワークの融合

ISDB は、通信回線に様々なデジタル情報を統合して送受信する ISDN (総合デジタル通信網) と

混同されやういのだが、ISDN はあくまで地上波にデジタル信号を乗せるといもので、いわゆる双方向メディアではない。その意味で ISDN はマルチメディアそのものではなく、「マルチメディアをサポートするもの」といえる。しかし将来、光ファイバー網が各家庭を結ぶようになれば、この通信網を通じて、従来の電話や FAX だけでなく、ニュースや映画やドラマといった「放送」番組を好きな時間に視聴できるようになる。光ファイバー網によって通信と放送が 1 本化されていくのである。現在ワークステーションやパソコンをネットワークで結び、その間をデジタル信号で通信するようになっている。ハイビジョンもデジタル化されると、他の情報と一緒にネットワークの中に入り込むことが可能となる。

動画像情報のやり取りができるマルチメディアネットワークの時代には、新聞社も放送局も区別がなくなり、情報を集め、編集し、発信する同じ「情報提供者」となる。これまでのマスメディアの時代には、情報が新聞社や放送局に集まり、「送り手」から「受け手」に大量の情報が一方向で流されていた。しかしマルチメディアネットワークでは、情報を一方的に受け取るのではなく、情報を主体的に活用していくことが求められてくる。伝えたい情報があれば「個人」も「情報提供者」となりえる。

1-15 携帯電話

携帯電話は、声などの情報をいったん電気に変え、それを電波に乗せて送っている。空気は、音波や電波を伝えることができる。池へ小石を投げ込むと波が四方八方に広がるように、電波も空中を伝わっていくわけである。そもそも日本の携帯電話は、自動車電話が始まりであった。1979 年 11 月に当時の電電公社により開発され、東京 23 区内で始められた。当初は自動車に搭載して使う大きなものであったが、今ではサービス地域も拡大され、手のひらサイズへと小型化が進んだ。

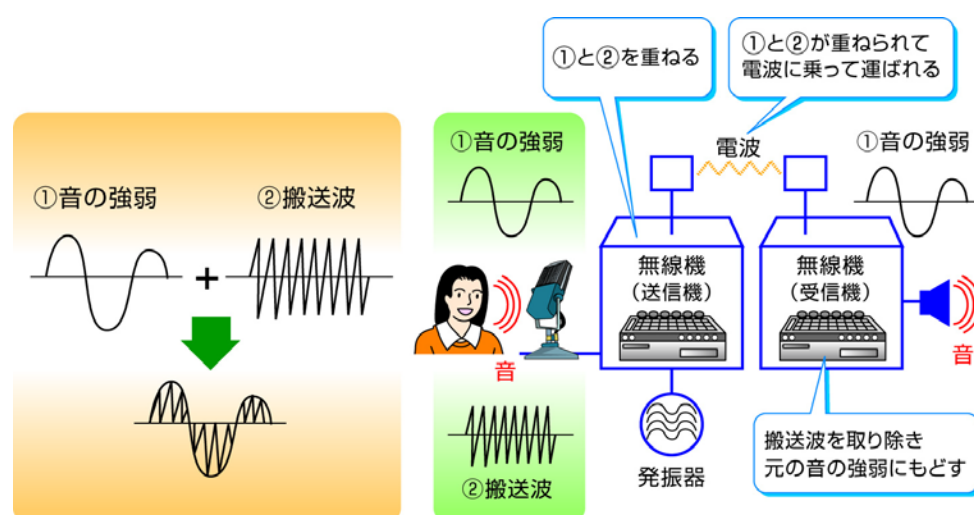


図 10 電波が音を伝える仕組み

携帯電話の声を結ぶ電波は、800MHz 帯と 1.5GHz 帯を使っている。ちなみに普通の VHS テレビ放送は 90～700MHz 帯を使っており、NHK の第 1 チャンネルテレビは 90MHz 帯である。テレビ放送を受信するにはテレビアンテナが必要になる。東京で NHK 総合テレビを見たいときには、ダイヤルを 1 チャンネルに合わせ、NHK の放送電波を受信する。同じように、携帯電話にも小さなアンテナがついている。しかし携帯電話にはテレビのようなダイヤルがない。それは、携帯電話のなかの受信器があらかじめ携帯電話用の電波に合わせてあるからである。携帯電話の電源を入れておけば、携帯電話用の電波を通して呼び出してくれる。

1-16 携帯電話の交信方法

携帯電話がスムーズにつながるには、電波をキャッチするアンテナ、増幅器を持つ無線基地局（MBS）、無線基地局間を接続する交換機が必要になる。携帯電話といっても何社もあり、各社ごとにアンテナや交換機を持っていることになる。

携帯電話に発着する電波は、数 km ほどの間隔で設置された無線基地局（MBS）に集められる。通常、ビルの屋上などに設置されている。一つの基地局カバールする地域内で発生した携帯電話からの発信は、移動通信制御局（MCC）に集められ、そこから行き先ごとに振り分けられる。東京の

丸の内を歩いている人が横浜のどこかにいる人の携帯電話を呼び出す場合、電波は丸の内にある MBS から MCC に行き、ここから横浜の MBS に行く。こうしたことがスムーズに行くには、携帯電話がどこにいるのかをネットワークが把握しておく必要がある。そのため、携帯電話の電源を入れると自動的に携帯電話の識別番号（機体番号という）を電波に乗せて発信する。その電波をネットワークがキャッチし携帯電話の所在場所（何丁目何番地ではなく特殊な番号で表す）を記録するデータベース（ホームメモリ）へ書き込む。これを「位置登録」という。

以後このデータベースを見れば呼びたい携帯電話の所在場所がわかるので、追跡して接続することができる。しかし、電源が切れていたり電波の届かない地下へ行ったりすると所在場所が不明になり呼び出せない。携帯電話の基地局がカバーする地域（ゾーン）は、半径数キロである。これでは、自動車で走っているときに使うと、すぐにゾーンが終わる。そこで携帯電話では、ゾーンを超えるたびに、電波の空きを次々と探し出し、同時に基地局も切り換える仕組みができています。たとえば、無線基地局 A の電波が届く範囲から届かない所へ移動したら、移動通信制御局は「A ゾーンの電波が弱くなった。別のゾーンへ移りつつあるぞ」とわかる。そこで隣の無線基地局 B の電波を自動的に捕まえるようになっている。これをチャンネル切り替またはハンドオーバーという。

1-17 衛星通信

衛星通信とは赤道上空約 36,000km の円軌道を、地球の自転速度と同じ 24 時間で回っている静止衛星を利用したものである。非常に高いところにあるために、一つの衛星で全国各地の無線局（地球局）同士の通信が可能である。今後、衛星通信技術の進展とともに大きく発展するメディアになることが期待されている。衛星通信の特徴は以下の通りである。

- ①1 つの衛星で広い地域をカバーできる。（サービスエリアの広域性）
- ②同一内容の情報を複数地点で同時に受信できる。（同報性）
- ③赤道上空約 3 万 6000km の静止軌道に衛星があるため、約 0.25 秒程度の遅延時間がある。（伝送遅延）
- ④地上の災害による影響を受けにくい。（耐災害性）

地球から衛星に向けて発射された電波は、大気圏内および大気圏外を通ることによって損失を受け、微弱な電波となって衛星にたどりつく。衛星はこの電波をトランスポンダ（電波中継器）で受信した後、送信用の周波数に変換しさらに増幅器によって増幅して地上に送り返している。また、混信を避けるために上りと下りとでは使用する電波の周波数を変えている。

衛星を使ったシステムはいろいろある。代表的なものが「ナビゲーションシステム（GPS = Global Positioning System）」である。これは、車の位置を衛星の信号を利用して測定し、地図上に現在地を知らせるものである。上空約 2 万 km の 6 つの軌道を回る 24 個の周回衛星のうち、最も受信しやすい 4 個以上の衛星の電波を受信し、それぞれの電波が伝わる時間のズレを測定することによって、ユーザの位置、移動方向、速度を計算する。本来、この GPS は軍事利用を目的として、米国、北大西洋条約機構（NATO）、カナダ、オーストラリアなどが加わって基本概念を構築したものであるが、一部が民間用として公開されている。24 個以上の衛星が打ち上げられており、地上・海上・空中など地球全域のどの位置からも 24 時間リアルタイムで正確な位置、移動方向、速度を知ることができる。

この衛星を用いた測位システムは、衛星の配置や周囲の状況によっては精度が落ちる場合もあり、トンネル内や建物、電柱、樹木など障害物がある場合には衛星からの電波が受信できないこともある。しかし、フェージング（電波の乱れ）が少ないなどの利点が多く、わが国では船舶の航法装置、国土地理院の地殻変動の測定などにも利用されている。

衛星通信で視覚障害者の歩行の手助けをするシステムもある。カーナビゲーションの原理を応用して、GPS 受信機と携帯電話により視覚障害者の居場所を案内するのである。利用者が目的地に到達できるように音声で現在位置を案内したり、交差点でどちらかに曲がったらよいかなどを指示したりする。利用者は衛星からの電波を受ける GPS 受信機と、磁気方位センサを携帯電話に接続したのを持っている。携帯電話で GPS 基地局を呼び出すと、利用者の位置と方向のデータが GPS 基地局に送られ、基地局に設置したコンピュータが場所を探す。その結果「あなたは今〇〇の前にいます」などと案内する。

用語・略語

DTE	Data Terminal Equipment: データ端末装置
DCE	Data Circuit terminating Equipment: データ回線終端装置
TCP/IP	Transmission Control/Internet Protocol
PPP	Point-to-Point Protocol
IP	Internet Protocol
ARP	Address Resolution Protocol
TCP	Transmission Control Protocol
UDP	User Datagram Protocol
HDLC	High level Data Link Control
TTY	Tele TType
ISDN	Integrated Service Digital Network: 総合サービスディジタル網
PM	Phase Modulation
FM	Frequency Modulation
AM	Amplitude Modulation
TDM:	Time Division Multiplex 時分割多重化方式
FMD:	Frequency Division Multiplex 周波数分割多重化方式
CRC:	Cyclic Redundancy Check
SYN:	SYNchronous transmission
JPEG:	Joint Photographic Experts Group
MPEG:	Motion Picture Experts Group
LAN:	Local Area Network
WAN:	Wide Area Network
FDDI:	Fiber Distributed Data Interface
TDMA:	Time Division Multiple Access: 時分割多重アクセス
CSMA/CD:	Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection
FDDI:	Fiber Distributed Data Interface
WWW:	World Wide Web
HTML:	Hyper Text Markup Language
FTP:	File Transfer Protocol
TELENET:	TELEcommunication NETwork
NNTP:	Network News Transfer Protocol
DNS:	Domain Name System
プロキシ:	Proxy, 代理
HTML:	Hyper Text Markup Language
HTTP:	Hyper Text Transfer Protocol
SHTTP:	Secure HTTP
SSL:	Secure Sockets Layer
URL:	Uniform Resource Locator
CGI:	Common Gateway Interface
VoIP:	Voice over Internet Protocol
POP:	Post Office Protocol
IMAP:	Internet Message Access Protocol

-
- 引用文献 「手にとるように通信ネットワークがわかる本」 かんき出版
引用文献 「基本情報技術者 標準教科書」 オーム社