

ネットワーク技術 2

ネットワーク技術

第2章 ネットワーク理論

2-1 ネットワークアーキテクチャ

(a) ネットワークアーキテクチャの概念

ネットワークシステムの構築を効率的かつ効果的に進めるためには、ネットワークの構造と機能を明確にする体系（アーキテクチャ）が必要である。狭義のネットワークアーキテクチャは、拡張性や効率性、信頼性などの観点から、ネットワークにおいて標準的に守るべきプロトコル（通信規約）を体系的にまとめたものである。広義のネットワークアーキテクチャは、コンピュータネットワークにおけるデータ通信に必要な機能全体を、機能的に明確に定義・分類し、標準化された階層構造と各層間のインターフェイスとプロトコルを、体系として確立したものである。

(b) プロトコル

異なるコンピュータ間で互いにデータをやり取りするための手順や仕組みを定めた約束事をプロトコルといい、データを渡すときの形式と、受け取ったときの動作を定めておくことをいう。

(c) 標準化の効果

ネットワークアーキテクチャの標準化により、次の三つが実現された。

- ①異なるメーカーの製品でもインターフェイスの調整がとれ、最適な製品を経済的に採用可能。
- ②システムの開発、拡張、保守が容易になった。特に、分散システム構築に大きな効果がある。
- ③ネットワークを論理的にするので、処理は物理的なネットワーク構成やその変更に影響されない。

(d) 論理ネットワーク

論理ネットワークとは、実際の物理的な構成要素（装置やプログラム）を抽象化し、階層の概念を導入し、プロトコルの規定を体系化した論理モデルである。論理ネットワークは、ノードやリンク、プロセスからなるサブネットワークと、その間を結ぶゲートウェイなどから構成される。

①サブネットワーク

OSI の環境における通信事業者の網や、私設網など、現実のネットワークのことをいう。

②ゲートウェイ

異なるネットワーク間の整合や変換機能を持つものをいう。

③ノード

交換機能および処理機能を持つネットワークの結節点のことをいう。

④リンク

ノード間の物理的、または論理的な通信路のことをいう。

⑤エンティティ

システム内の実態のある論理的機能要素のことをいう。

⑥コネクション

エンティティ間で、データをやり取りするために設けられた論理的な通信路のことをいう。

2-2 OSI の階層

(a) OSI 基本参照モデル

機種異なるコンピュータ間で通信を行う場合、プロトコルがそれぞれ異なると、ハード面のネットワーク環境が整っていても通信できない。このため、ISO が中心となり、異機種間を接続するためにプロトコルの標準化を推進した。これによってできたのが、OSI 基本参照モデルである。この OSI 基本参照モデルを基準として通信プロトコルを作成することで、異機種間の通信が可能となる。

(b) 7層のモデル

OSI 基本参照モデルは、必要なプロトコルを機能別に7層に区分けしている。より人の動作に近いほうが上位層、電気的な部分に近いほうが下位層になるように設計されている。階層化したことにより、あるレベルのプロトコルが変化しても、ほかの階層に影響を与えない。また、プロトコルは相互の階層間で決められる。下の層が上の層に提供する機能およびインターフェイスをサービスという。

①物理層（第1層）

電氣的、機械的インターフェイスを定めた規約である。DTE と DCE の接続条件である端末インターフェイスとして、加入電話網を利用する場合の ITU-T 勧告 V シリーズや、ISDN を利用する場合の I シリーズ、LAN についてなどの規約があり、ケーブルのコネクタの形状や信号電圧のよう

な電氣的条件を定めている。フィジカル層ともいう。

②データリンク層（第2層）

相手のアドレス（第3層で設定される）を基に、次の機器の宛先を管理する。データリンク層の代表例として、HDLC 手順がある。

③ネットワーク層（第3層）

パケットを相手に届ける際の取り決めを行う。データ電送路の設定や開放、ルーティング（経路選択）やデータの順序制御などの手順を規定する。代表的なものに、パケット交換の DTE-DCE（交換網）インターフェイスである X.25 の規約がある。

④トランスポート層（第4層）

フロー制御や誤り検出など上位層に均一な通信サービスを提供するための規約である。たとえば、パケットの抜けがないかを確認し、抜けがあった場合は、相手のトランスポート層に連絡して、抜けていた情報を再送信するように依頼するなどの機能がある。

⑤セッション層（第5層）

全二層や半二重という通信モード、通信に必要な同期・非同期を管理する層である。

⑥プレゼンテーション層（第6層）

第7層から渡された情報を通信に適した形に変換し、下位層に引き渡したり、下位層からの情報を第7層に適した形に変換したりする層である。

⑦応用層（第7層）

ユーザが使用するアプリケーションと下位層を結ぶ層である。アプリケーション層ともいう。

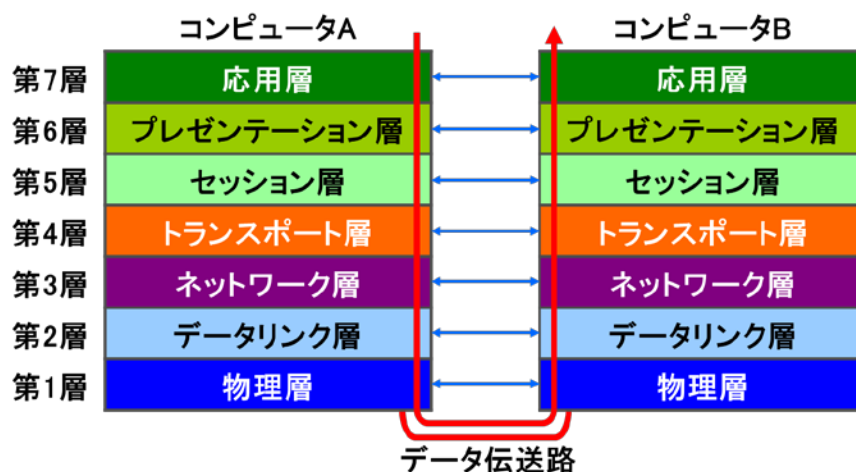


図1 OSI基本参照モデル

2-3 TCP/IP

(a) TCP/IP

異なったネットワーク間で通信を行うためには、通信のための手順（プロトコル）を統一する必要がある。インターネットの世界一般に使用されているプロトコルが TCP/IP である。TCP/IP は、OSI の正式な規格ではないが、UNIX には標準で採用されており、インターネット上のプロトコルとして、事実上の標準（デファクトスタンダード）となっている。TCP が OSI 基本参照モデルのトランスポート層、IP がネットワーク層に対応するが、一般的にはこれより上位に位置する各種のプロトコルも含めて TCP/IP と呼ぶことが多い。

(b) TCP/IP の構成

TCP/IP は、応用層、トランスポート層、インターネット層、ネットワークインターフェイス層の四つの層から構成される。

①ネットワークインターフェイス層

OSI 基本参照モデルの物理層、データリンク層に相当する。プロトコルは使用環境によってさまざまで、PPT イーサネットなどがある。PPP は、2点間を接続してデータ通信する場合に利用する WAN(広域網)用プロトコルで、OSI の7層モデルのデータリンク層にあたる。LAN 間接続装置のルータは、ほとんどの製品が PPP をサポートしている。

②インターネット層

OSI 基本参照モデルのネットワーク層に対応する。データグラムの分割と再構成、ルーティングなどの機能がある。プロトコルには、IP、ARP がある。

- ・ IP : ネットワークに参加している機器の住所づけ（アドレッシング）や、相互に接続された複数のネットワーク内での通信経路の選定（ルーティング）をするための方法を定義しているプロトコル。IP アドレスは、インターネットやイントラネットなどの IP ネットワークに接続されたコンピュータ 1 台 1 台に割り振られた識別番号で、現在広く普及している IPv4 では、8 ビットずつ四つに区切られた 32 ビットの数値が使われており、「210. 123. 208. 10」などのように表現する。一つの IP アドレスは、IP ネットワークアドレスと IP ホストアドレスの二つのアドレスを表現している。このホストアドレスの一部をサブネットアドレスとして定義することで、より多くの企業などにネットワークを割り振ることを実現するための技術がサブネットマスクである。
- ・ ARP : IP アドレスを基に、MAC アドレスを問い合わせるプロトコルである。ある IP アドレスに関連づけられたハードウェアアドレスを知ろうとするホストは、変換したい IP アドレスを含めた ARP リクエストバケットを、マルチキャストアドレスをつけてネットワーク上のすべてのノードに送信、その IP アドレスを持つターゲットホストは、自分の物理アドレスを含めた ARP リプライによってそれに応答する。また proxy-ARP は、ルータが異なるサブネットからの ARP リクエストに対して代理で自分自身の MAC アドレスを返すプロトコルである。

③トランスポート層

OSI 基本参照モデルのトランスポート層と同じで、あるアプリケーションからほかのアプリケーションへの通信を提供する。トランスポート層のプロトコルとしては、TCP と UDP がある。

- ・ TCP : データの受信側/送信側で確認をとりながら通信を行う（コネクション型）ため、信頼性は上がるが、通信速度は遅くなる。
- ・ UDP : UDP データグラムを用いて通信するコネクションレス型で、速度は速いが、信頼性が劣る、データの送受信はポート番号のつけられたポートを通じて行う。

④応用層

OSI 基本参照モデルのセッション層、プレゼンテーション層、応用層に対応する。SMTP、FTP、TELNET、POP、DHCP、SNMP などのプロトコルがある。

- ・ SMTP : 電子メールを転送する。
- ・ FTP : ファイルを転送する。
- ・ TELNET : ほかのネットワークに遠隔ログインする
- ・ POP : 電子メールを保存しているサーバからメールを受信する。
- ・ DHCP : インターネットに一時的に接続するコンピュータに、IP アドレスなど必要な情報を自動的に割り当てる。
- ・ SNMP : TCP/IP ネットワークにおいて、ネットワークに接続された通信機器をネットワーク経由で監視・制御する。

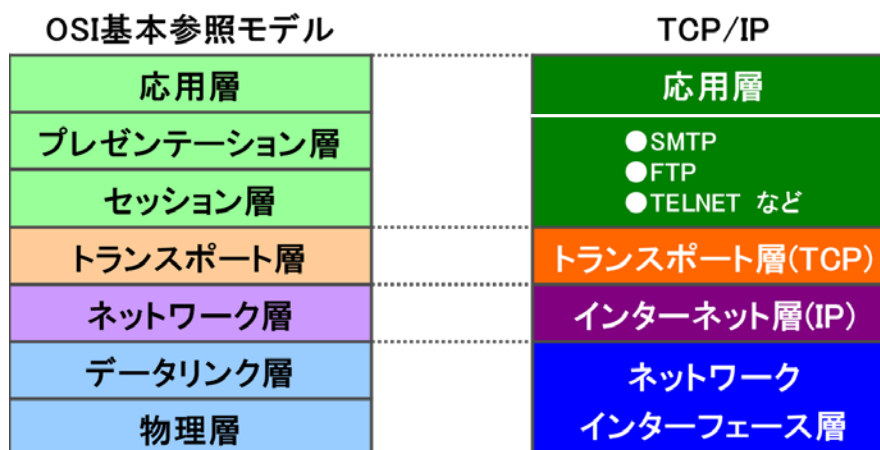


図2 OSI 基本モデルと TCP/IP

2-4 伝送制御

伝送制御手順はコンピュータと端末など送受信間で、データ通信を行うときの同期方式や伝送時の誤り制御を定めた規約をいう。無手順、ベーシック手順、HDLC 手順がある。

(a) 無手順

TTY 手順とも呼ばれ、伝送制御手順は持たない。したがって、伝送の確認応答、誤り制御などは行われない。

(b) ベーシック手順

同期用の符号や確認応答のための伝送制御文字が定められている。そのため伝送可能なデータは、定められている符号と同じでないものに限られる。データの伝送はブロック単位（文字単位）に行われ、ブロックの先頭には同期のための SYN 符号がつけられる。ベーシック手順におけるデータリンクの確立手順には、次の 2 種類がある。

①コンディション方式： 各端末がメッセージの送信権を早いもの勝ちで取り合う方式

②ポーリング/セレクトイング方式： ホストコンピュータが端末に対して送信を促したり（ポーリング）、受信を促したり（セレクトイング）する方式

伝送制御キャラクタ	機能
SOH (Start Of Heading)	ヘディング開始
STX (Start of TeXt)	テキストの開始
ETX (End of TeXt)	テキストの終了
EOT (End Of Transmission)	伝送の終了
ENQ (ENQuery)	問い合わせ
ACK (ACKnowledge)	肯定応答(正常)
NAK (Negative AcKnowledge)	否定応答(異常)
DLE (Date Link Escape)	伝送制御拡張
SYN (SYNchronous idle)	同期信号
ETB (End of Transmission Back)	伝送ブロックの終了

図 3 ベーシック伝送制御手順の SYN 符号



図 4 ベーシック手順の例

(c) HDLC 手順

ハイレベルデータリンク制御手順のことで、OSI 基本参照モデルのデータリンク層のプロトコルである。ベーシック手順などの欠点を改善し、任意のビット列を透過的に送ることができる。全二重通信に適する、高速通信が可能で信頼性が高い。8 ビットの整数倍以外の任意長ビットを送ることができるといった特徴がある。

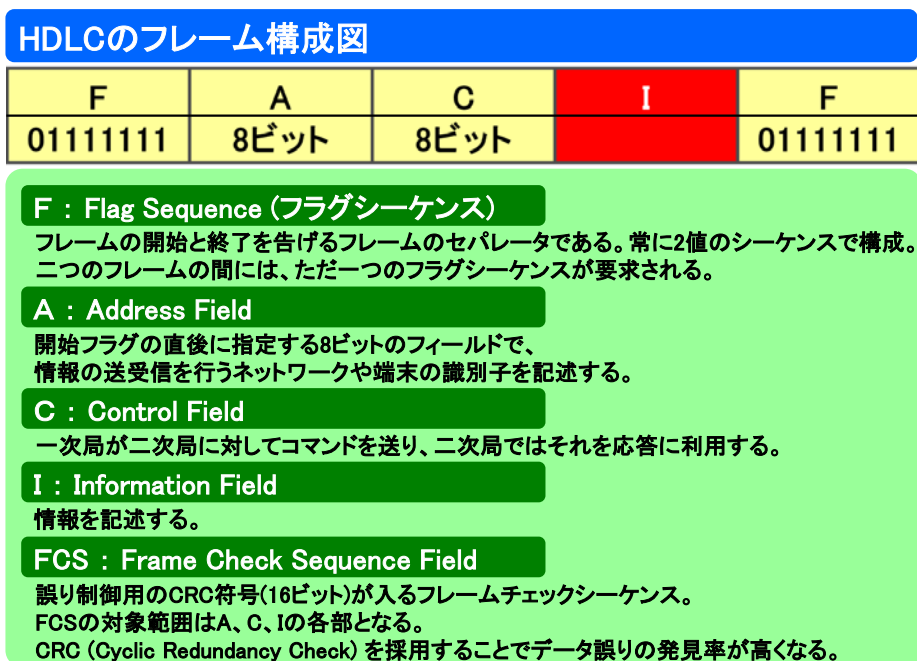


図 5 HDLC 手順の例

2-5 データの伝送

(a) 伝送方式

伝送方式には、アナログ伝送とデジタル伝送がある。アナログ伝送は、一般家庭で利用されている加入電話網などで利用される。加入電話網は 300～3.2kHz の交流の音声信号しか流さないため、モデムを用いて、デジタル信号とアナログ信号を相互に変換（変調/復調）する。デジタル伝送の代表例として ISDN があげられる。

(b) アナログ伝送

アナログ伝送では、コンピュータ（端末）のデジタル信号をアナログ信号に変換（変調）して伝送し、それをまたもとのデジタル信号に戻す（復調）必要がある。この変換は、モデム（変復調装置）が行う。アナログ伝送方式には次のようなものがある。

①位相変調（PM）

位相変調は、2 ビット以上の情報を 1 回の変調で伝送できる方式、2 相式位相変調方式は、1 回の変調で 1 ビットが伝送され、変調速度とデータ信号速度が同じである。4 相式位相変調方式は、1 回の変調で 2 ビットが伝送され、データ信号速度は変調速度の 2 倍である。8 相式位相変調方式は、1 回の変調で 3 ビットが伝送され、データ信号速度は変調速度の 3 倍とより高速伝送に適する。

②周波数変調（FM）

周波数変調は、周波数帯域内で二つの周波数を取り、符号ビットの 0 と 1 に対応してそれらのいずれかを送り出す方式。回路が簡単で、しかもレベル変動や雑音に強いいため、搬送電信や中低速のデータ伝送に広く用いられる。

③振幅変調（AM）

振幅変調は、符号ビットの 0 と 1 に対応して、振幅を変調させることによって情報を伝達する方法。回路が簡単だが、雑音や信号のレベル変動に弱い。

(c) デジタル伝送

デジタル伝送における音声の伝達は、標本化定理によって行われる。音声信号をディジタル化するには、音の波形を 0 と 1 で表し、これを標本化→量子化→符号化の流れで変換する。これを

PCM という。

標本化とは、波の時間軸方向の測定間隔のことで、1 秒間に測定した回数を標本化率といい、CD や MD では一秒間に 44,100 回測定する。一方、量子化は波の大きさを段階で表す概念で、CD では 65,536 段階で表す。標本化率が高ければ高いほど量子化数は大きく、刻みが小さければ小さいほど原音に近い音となるが、データ量が大きくなるという問題がある。

デジタル伝送方式の場合、データ送信側では、データ端末 (DTE) からのデータ信号を回線終端装置 (DSU) で伝送形式に変換する。この場合の変換方式は、6 ビットのデータ信号の前後に同期用のフレームビットと通信状態表示用のステータスビットを付加する。この 8 ビットの伝送形式をエンベロープ方式といい、この形式の信号をベアラ信号と呼ぶ。この場合の網内搬送速度 (ベアラ速度) はユーザ速度に 8/6 をかけた値となる。データ受信側では、エンベロープ形式の信号から、フレームビットとステータスビットを分離し、データ信号に変換して端末に送出する。

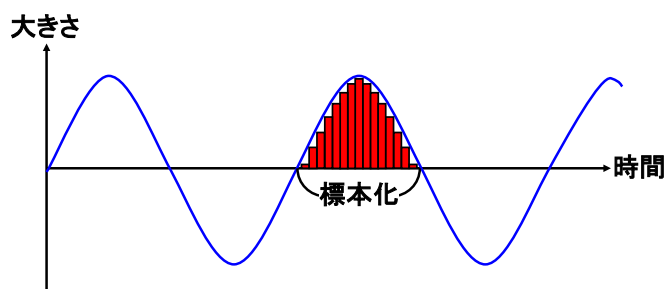


図 6 標本化

2-6 伝送技術

(a) 多重化方式

複数のデータを 1 本のデータ回数で重ねて伝送することを多重化という。多重化には時分割多重化方式と周波数分割多重化方式がある。現在は、デジタル方式で安価な時分割多重化方式が主流である。

①時分割多重化方式 (TDM)

1 本の伝送路を時間によって分割し、複数の通信を行い、多重化を実現する方式である。

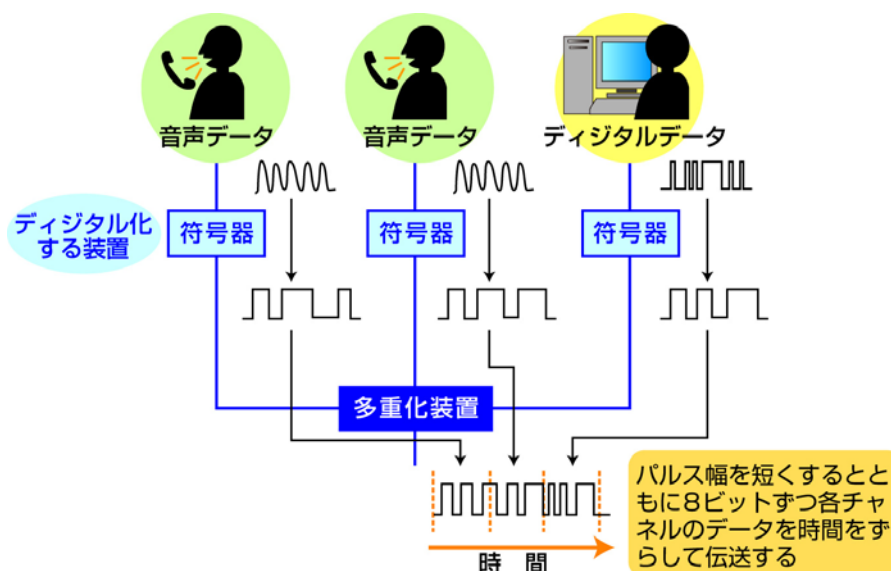


図 7 時分割多重化方式

②周波数分割多重化方式 (FDM)

1 本の伝送路に、複数の信号をそれぞれ異なる周波数通信し、多重化を実現する方式である。

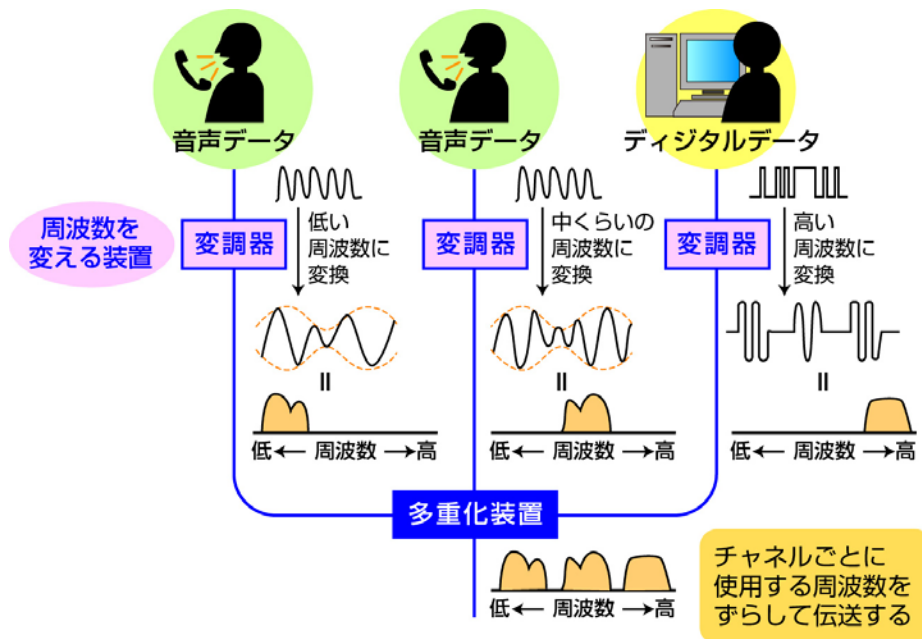


図 8 周波数分割多重化方式

(b) 誤り制御

伝送中に発生した誤りを検出したり、訂正したりすることを誤り制御という。

①CRC

巡回冗長検査のことである。データ伝送時においてデータが正しく伝送（読み書き）できたかどうかを検査するための方法の一つ、伝送する一定のビット列を一つの数字とみなし、ある数で割った余りを計算し、その余りをデータに付加して伝送する。任意長のデータ伝送で利用され、ハードウェアで実現しやすく、高速、また連続した誤りに強いという特徴がある。

②ハミング符号チェック

データ伝送時のデータの誤り（エラー）を検出する手法の一つ、誤りを検出するだけでなく、正しい値に訂正することもできる。米国ベル研究所の Hamming 氏によって考案された、本来のデータに、データから演算によって割り出したチェック用データ（ハミングコード）を付加して転送する。

③パリティチェック

コンピュータはすべてのデータを2進数（0と1）で表現している。データを送信する側は、この値の列を一定の個数（通常は7個か8個）に区切り、その中に含まれる1（または0）の個数が偶数であるか奇数であるかを添付して（パリティビット）データを転送する。受け取った側は添付されたパリティビットと、データ中に含まれる1（または0）の個数を比較して、偶奇が合わなければデータに誤りがあると判断し、再送を要求する。1ビットのパリティビットを付加すると、奇数個の誤りが生じている場合、誤りの有無を判定できる。

④ビット誤り率

2進数データが、伝送時に誤ったデータに変わる確率、データ通信においては、受信側で受けたデータが送信データに比べて、どの程度誤るかを示す。たとえばビット誤り率 10^{-3} の通信回線は、1万ビットのデータを送ると平均10ビット程度誤る回数である。誤り率をバイト単位で見たものをバイトエラー率という。

(c) 同期制御

同期とは、送信側と受信側との間でデータの授受を正しく行うためにタイミングをとることをいう。通信相手から送信されてくる符号を正しく受信するため、各ビットの位置や符号の先頭の位置を受信側で知ることである。同期方式には次のような種類がある。

①調歩同期

調歩同期方式は、送信データの前後にスタートビットとストップビットをつけることで、データの区切りを判別して送受信を行う。送受信側であらかじめデータの長さ、データの速度、ストップビットの長さに関する取り決めが必要となる。受信側ではスタートビットがくると、それ以

降の 8 ビットを文字として組み立てればよい。また、8 ビットを受け取った後にストップビットがあると、受信を中止する。

②SYN 同期

同期を知るための特殊文字（たとえば SYN 符号）をデータの前につけて送信する方式、調歩同期方式が文字ごとに同期をとっていたのに対し、SYN 同期方式はスタートビットもストップビットも用いず、同期用の文字をデータ文字列に先行して送信し同期をとる。同期用の文字は、普通 2 文字以上を用いる。同期がとれた後 8 ビットの時間ごとに 1 文字とみなし、文字が組み立てられていく。

③フラグ同期

フラグ同期方式は、データを伝送していない間でも常時一定のパターンの同期信号を送り続け、これにより送信側と受信側の同期をとり続ける方式で、この同期信号をフラグという。送信データは、フラグの間に挟まれた状態で伝送され、受信側ではフラグ以外のすべてのビットをデータとして認識する。受信側は、フラグの存在でデータの始まりと終わりの位置を判別する。フラグの間に挟まれるデータの大きさの規定はなく、多量のデータを一度に送信できる。

④フレーム同期

フレーム同期方式とは、時分割多重方式でフレーム単位に同期をとることをいい、送信側から送ったフレームに対して、受信側でそのフレームの周期を見つけ、それに従って処理を行う方法。これに対し時分割多重方式は、時間軸上に多数の信号を多重化し、伝送路の有効利用を図る方式である。

(d) 圧縮・伸張方式

①JPEG

カラー静止画像データの圧縮方式の一つ、カラー静止画符号化方式の標準化作業を進める、ISO（国際標準化機構）と ITU-T（国際電気通信連合電気通信標準部門）の共同組織の名称がそのまま使われている。圧縮の際に、若干の画質劣化を許容する（一部のデータを切り捨てる）方式と、全く劣化のない方式を選ぶことができ、許容する場合はどの程度劣化させるかを指定することができる。方式によりばらつきはあるが、圧縮率はおおむね 1/10～1/100 程度、写真などの自然画の圧縮には効果的だが、コンピュータグラフィックスには向かない。

②MPEG

映像データの圧縮方式の一つ、ISO により設置された専門家組織の名称がそのまま使われている。画像の中の動く部分だけを検出し保存するなどしてデータを圧縮している。

MPEG の符号化方式としては、MPEG1、MPEG2、MPEG4、MPEG7 の 4 タイプに分けて標準化が進められている。（数十 M ビット/秒の高繊細映像を対象にした MPEG3 は MPEG2 に吸収され、MPEG5 と MPEG6 は欠番）。MPEG1 は、転送速度が 1.5M ビット/秒程度で、主に CD-ROM などの蓄積メディアを適用対象としたもの、MPEG2 は、数 M～数十 M ビット/秒という広い範囲の転送速度を対象としている。蓄積メディアを対象にした MPEG1 の上位バージョンになるほか、次世代テレビ放送（米国の ATV や欧州の HDTV など）や、広帯域 ISDN を利用した映像伝送なども対象としている。MPEG4 は、転送速度が数 k ビット/秒という低ビットレートを対象にした映像符号化方式。MPEG7 は規格の標準化が進行中で、マルチメディア情報の高速検索エンジンの実現に向けたもので、検索時のキーワードとして使えるオーディオビジュアル情報の記述仕様を標準化する。

③MH

ITU-T により標準化された FAX 用のデータ圧縮符号方式（一時元符号化方式）。アナログ電話回線用として一般的な G3 ファクシミリで使われている。

④MR

ITU-T により標準化されたファクシミリの二次元符号化方式の一つ、境界差分逐次符号化方式とも呼ばれ、垂直方向への相関度によりデータを圧縮する。G3 ファクシミリ用の二次元符号化方式のオプションとして規定されている圧縮符号方式である。

⑤MMR

FAX の二次元符号化方式の一つ。ITU-T T.6 として規定されている G4 ファクシミリ用圧縮符号化方式で MR 符号を改良し、高速動作を可能としたものである。

⑥ランレングス圧縮

ファイル圧縮の最も簡単な方式の一つで、繰り返し現れる同じピクセルデータを、単一の値を繰り返しした回数で置き換える方法、たとえば、ある画像に、

赤 赤 赤 赤 赤 白 白 白 白 黒 黒 黒 黒 黒 黒 黒

と色が並んだ場合は

赤 5 白 4 黒 6

と表示し、データを圧縮する。

2-7 伝送方式と回線

(a) 通信方式

通信方式はデータ伝送の方向によって、単方向通信、半二重通信、全二重通信に分けられる。

①単方向通信

常に一方方向にデータを伝送する、片方向の通信方式である。

②半二重通信

送信と受信を交互に行い、両方向にデータを伝送する通信方式であるが、一時点では一方方向にしか伝送できない。

③全二重通信

同時に両方向にデータを伝送できる効率的な通信方式である。

(b) 伝送方式

データの伝送方式には、直列伝送方式と並列伝送方式とがある

①直列伝送方式（シリアル伝送方式）

1 本のデータ回線上を 1 ビット単位で時間的に直列に伝送する方式である。コストが安く、同期が確立しやすい。

②並列伝送方式（パラレル伝送方式）

複数のデータ回線を使用して、同時に複数のビットを伝送する方式、高速伝送が可能であるが、同期のタイミングが難しく回線料金が高いため、コンピュータ内部や周辺機器との伝送に使用される。

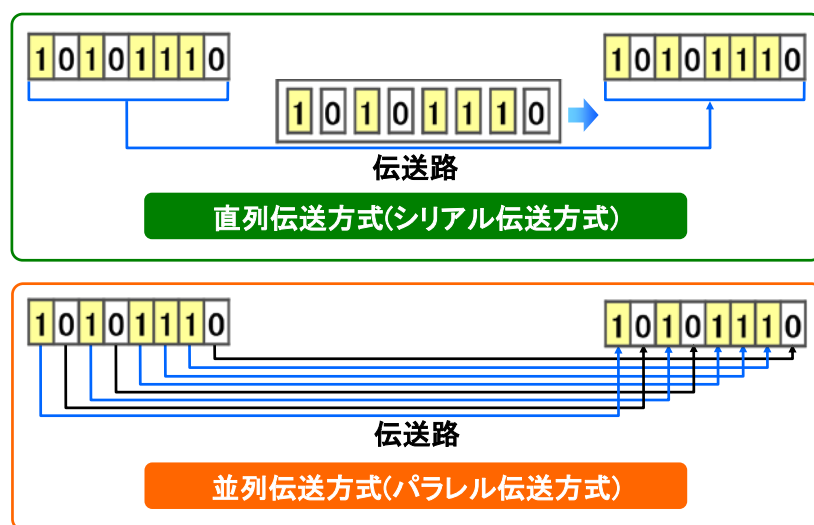


図 9 伝送方式

2-8 LAN の特徴

(a) LAN

LAN は、コンピュータネットワークの発展に伴って急速に普及してきたコンピュータシステムである。コンピュータをスタンドアロンで利用するよりも、相互に接続することの利便性が理解され、さらに接続機器が安価に、また接続技術が広く普及したことがその背景にある。LAN は前述のとおり、限定されたネットワークであるから、部門内の 2、3 台のコンピュータを接続したのも LAN であるし、会社内の数百台のコンピュータを接続したのも LAN である。

(b) LAN の特徴

LAN の特徴として、特に後述の WAN と比較すると次があげられる。

- ・ プライベートネットワーク（私設網）であるため、回線使用料金が不要。
- ・ 高速かつ大量のデータを送ることができる。
- ・ 利用環境に応じ、ネットワークの増減や変更、移設が容易。
- ・ 業務担当者がその場でデータベースや処理機能を利用できる。

- ・伝送路の品質が良く、伝送路上で生じるエラーが少ない。
- ・インターフェイスが決まっているため、オープンな分散システムを構築できる。
- ・ネットワーク管理に手間がかかる。
- ・セキュリティ対策が困難。

(c) 構築の目的

LAN を構築することには、

- ①ファイルデータの共有が可能
- ②複数のコンピュータでプリンタの共有が可能
- ③コンピュータ間のデータの送受信が高速

などのメリットがある。LAN は、そのネットワーク内のみで利用することが前提であり、外部との接続は通常考慮されていないため、プロトコルや回線の種類などを完全に自由に設定できる。

(d) イントラネット

イントラネットはインターネットの WWW 技術をそのまま社内の情報システムに利用したもので、社内の情報共有化と、企業内や企業間の情報ネットワークを構築することを目的としているものである。その特徴として、次のものがあげられる。

- ・インターネットの技術を使っているために、社内と外部の接続が全く同じ操作で簡単に行うことができる。
- ・インターネットと同じ技術を利用する LAN であるため、システムのコストが安い。
- ・ネットワークプロトコルをインターネット標準の TCP/IP に、クライアント側を WWW ブラウザと、電子メールソフトに統一することができる。
- ・インターネットとシームレスな(つなぎ目のない)状態で利用できる。

(e) WAN

WAN は LAN の対比として用いられることが多く、建物や敷地を越える遠隔地の間を接続するネットワークのことを指す。広域網とも呼ばれる。電話網、ISDN、パケット網、フレームリレー網などの交換網と、高速デジタル回線などの専用線網に分けられる。ユーザは、通信事業者が提供する交換網と専用網を組み合わせるネットワークを構築する。

(f) ピアツーピア

ピア (peer) とは、「対等のもの」という意味で、ピアツーピア型ネットワークとは、ネットワーク上に接続されるすべてのコンピュータが特定のサーバを置かず互いに対等に水平型に接続された形のものをいう。数台の小規模の LAN に適している。安価な構築が可能だが、自分のマシンにはほかのマシンがアクセスすると処理速度が低下してしまう。

2-9 LAN の形態

(a) LAN の形態

LAN のネットワークの形態にはバス型、リング型、スター型の 3 種類がある。

①バス型

1 本のケーブルに多数のコンピュータを接続させる配線方式である。ケーブルの両端には終端装置 (ターミネータ) を接続する。複雑な配線が簡略化できるが、レイアウト変更のたびに配線をやり直す必要がある。現在、最も普及しているイーサネットによる LAN はバス型で構成されている。

②リング型

リング状のケーブルにコンピュータを接続させた形のネットワークである。トークンリングや FDDI 方式がこれにあたる。一般的には、バックボーン LAN として利用されることが多い。

③スター型

ホストコンピュータや、ハブ集線装置、交換機などを中心にコンピュータを放射状にする形状である。中心に位置する装置が故障すると、ネットワーク全体がダウンするが、配線工事やレイアウト変更に対応できる。

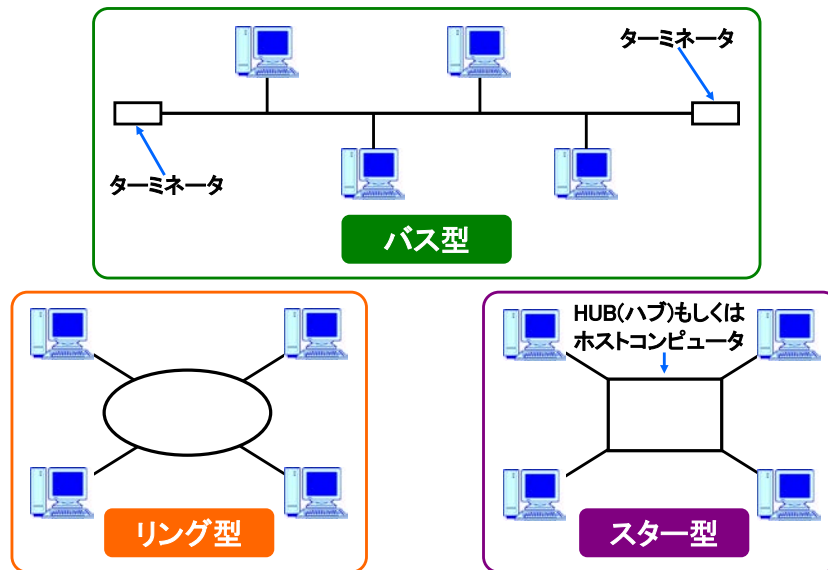


図 10 LAN の形態

(b) データ伝送路と伝送媒体

LAN の接続には従来同軸ケーブルが多く利用されていたが、現在ではより対線が多く使用されるようになっている。また、無線なども除々に増えてきている。

(c) データ伝送路

データ伝送路は、電線を利用する有線通信と電波や赤外線を利用する無線通信により実現される。有線通信の伝送媒体には、ツイストペアケーブル、同軸ケーブル、光ファイバケーブルがある。

①ツイストペアケーブル（より対線）

2～8本の芯線をより合わせて平行にしたものをいう。電話の加入者ケーブルなどで用いられる。伝送速度は数十 M ビット/秒程度である。

②同軸ケーブル

中心導体と外部導体が同心円状の構造をしていて、テレビのアンテナ線などに用いられる。広域、高速の伝送に適する。伝送速度は数十～数百 M ビット/秒である。

③光ファイバケーブル

グラスファイバの芯線を用いて光信号を伝送する。同軸ケーブルより高速の伝送ができ、外部からの雑音の影響を受けにくい。

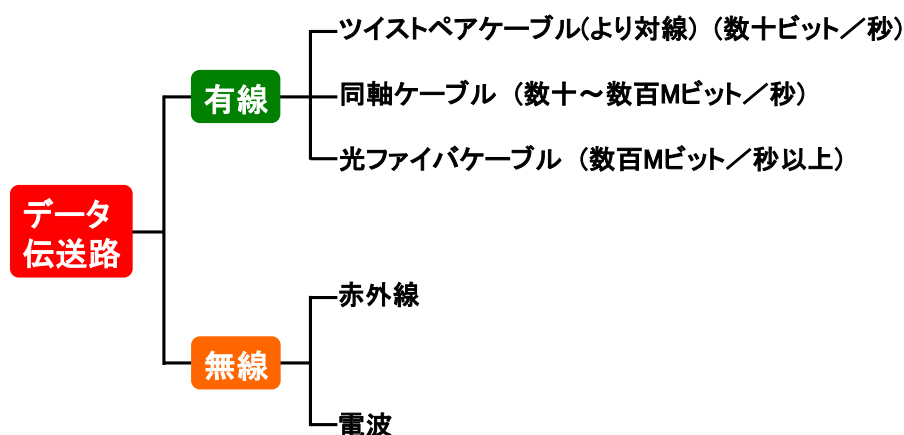


図 11 LAN のデータ伝送路

(d) LAN 間接続

LAN 間の接続には、次のような接続機器が使用される。

①リピータ

LAN の伝送路長を物理的に延ばす装置で、OSI 基本参照モデルの物理層のレベルでアクセス方式の同じ LAN を接続する。

②ブリッジ

複数の LAN を接続するときに用いる。OSI 基本参照モデルのデータリンク層のレベルで接続するもので、伝送媒体やアクセス方式が異なる LAN を交互に接続する機能を持つ。

③ルータ

WAN を介して LAN 間相互接続するのに用いられる装置で、OSI 基本参照モデルのネットワーク層までの機能を持ち、異なるネットワーク間の接続を可能とする。

④ゲートウェイ

ネットワーク層以上も含めた OSI 基本参照モデル 7 層すべてのプロトコル変換機能を持つ。異なったプロトコル体系の LAN 間の接続や LAN と WAN の接続に用いられる。

⑤ハブ

各コンピュータに接続したケーブルを、互いに接続するための集線装置、一般には 10BASE-T で使われるマルチポートリピータを指すが、最近では LAN の集線装置をハブと呼ぶことも多い。イーサネットではハブどうしを接続してネットワーク全体に接続できる機器の台数を増やすことができる（カスケード接続）。カスケード接続では、ネットワークの端から端まで、通常は 3～4 段階程度までハブを接続することができる。

⑥スイッチングハブ

通常のハブがリピータとして、ある端末から送られてきたデータをすべての端末に対して送信し、データの取捨選択は各端末が行うのに対し、端末から送られてきたデータを解析して宛先を検出し、送り先の端末にしかデータを送信しないものをスイッチングハブという。このため、ネットワーク全体の負荷が軽減し、セキュリティが向上し、一時的にデータを蓄えるため、速度の違うネットワークどうしの接続にも使える。代表的なものには、イーサネットの 10BASE-T と 100BASE-TX を両方接続することができるイーサネットスイッチなどがある。

(e) 接続方式

専用回線の接続方式には、ポイントツーポイント接続とマルチポイント接続がある。

①ポイントツーポイント接続

各端末装置に専用のデータ回線を割り当て、コンピュータと 1 対 1 で接続する方式である。データ回線の伝送能力を一つの端末装置に割り当てるので、伝送するデータが多い場合に適している。

②マルチポイント接続

1 本のデータ回線に複数の端末装置を接続する方式である。マルチドロップ接続ともいう。長距離のデータ回線を共有すると、通信コストがポイントツーポイント接続に比べて安く、伝送するデータが少ない場合に使用できる。

2-10 LAN の制御方式

(a) アクセス制御方式

アクセス制御方式とは、LAN 間でデータ送信を制御するための方式で、次の 3 種類がある。

①TDMA 方式

TDMA 方式には、主にスター型 LAN で使用される方式である。伝送路の使用時間を、時分割に各ノードに割り当て、データを伝送する方式である。

②CSMA/CD 方式

CSMA/CD 方式は、伝送路上の信号を常に監視し、自分が送信できる状態になってから送信を開始する方法で、主にバス型の LAN に使用される。代表的な LAN であるイーサネットで使われているが、接続されたコンピュータが一斉にデータを伝送し始めると大きな負荷がかかるという欠点がある。複数ノードの識別、宛先の指定、発信元の指定にはデータリンク層における 48bit の MAC アドレスを用いる。ルータはデータの送信先 IP アドレスから送信先を判断し、宛先ネットワークのみにデータを送信する。

③トークンパッシング方式

主にリング型の LAN で利用される方式である。リングの中にトークンと呼ばれる信号が巡回し

ていて、このトークンを受け取ったコンピュータだけが転送したいデータをフレームの形で送り出す方式である。リング型の LAN ではトークンリング方式、バス型の LAN ではトークンバス方式という。CSMA/CD 方式ではタイミングが合わないといつまでも信号を送れない可能性もあるが、トークンバス方式ではデータを送るためのトークンが各コンピュータに均等に回ってくるので、順番にデータを搬出することができる。

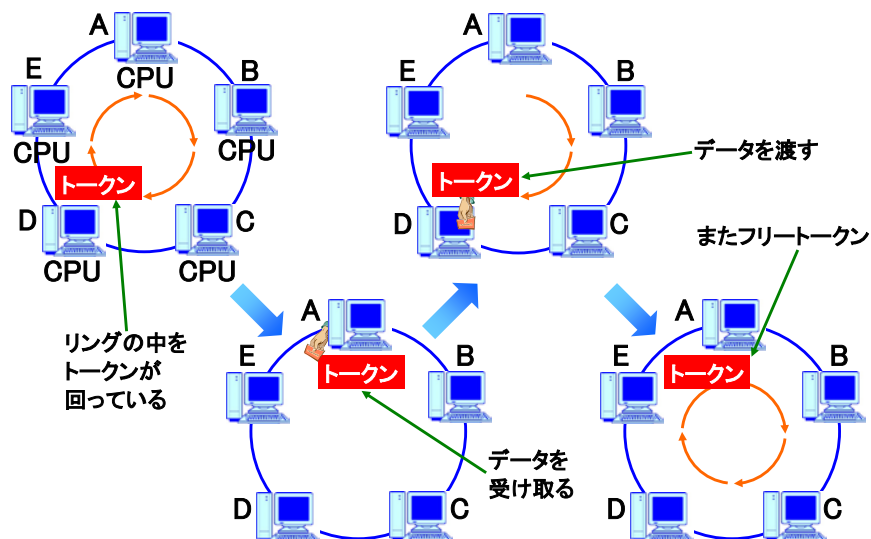


図 12 LAN のトークンパッシング方式

(b) イーサネット

イーサネットは LAN を実現するためのプロトコルとして、現在も普及しているシステムである。同軸ケーブルの種類により 10BASE-5 と 10BASE-2、より対線では 10BASE-T という規格がある。それぞれの 10 は 10M ビット/秒という伝送速度を表している。

(c) FDDI

FDDI は光ファイバを利用した高速なリング型 LAN である。アクセス方式は、4M/16M ビット/秒のトークンリング方式 (IEEE802.5) を改良したアペンドトークンパッシング方式を用いる。ANSI (米国規格協会) の X3T9.5 が 1987 年に標準化し、ISO 規格にもなっている。転送速度は 100M ビット/秒で、最大伝送距離は 100km、FDDI はビル間やビル内の幹線 LAN として、あるいはコンピュータ間を高速に接続するために用いる。幹線 LAN の場合には、FDDI インターフェイスを備えたルータやブリッジ、集線装置でリング型 LAN を構成する。ただ、イーサネットに比べて機器の値段が高く、イーサネットの高速化に伴い使われなくなりつつある。FDDI の伝送路は二重化できるのが特徴で、二重化した部分では信号を反対方向にも流すことができる。リングの一部が切断された場合には、信号を逆方向に流して通信が途絶えないようにする。また一重部分に障害が起きた場合でも、その部分をリングから切り離すことでリングが停止することを防ぐ。

(d) ギガビットイーサ

ギガビットイーサは GbE とも表記され、通信速度を 1G ビット/秒に高めた高速なイーサネット規格である。規格としては、IEEE802.3z で定義されている 1000BASE-X (1000BASE-CX、1000BASE-SX、1000BASE-LX) と、IEEE802.3ab で定義されている 1000BASE-T とがある。10BASE-T や 100BASE-TX と互換性のあるカテゴリ 5 のより対線を用いた規格も策定中である。

2-11 インターネット

(a) インターネットとは

各地に点在するコンピュータや、ネットワークどうしを世界規模で接続したネットワークがインターネットである。水平分散型のネットワークで、さまざまなネットワークどうしを接続しており、それぞれにネットワークが持つ情報を利用することができる。電話回線や専用回線を利用して接続され、電子メールやファイル転送、遠隔ログインなどのサービスが利用でき、最近では、WWW が普及している。もともとは、世界各地の研究所の LAN を相互接続したネットワークであったが、近年では一般企業などが加わり、世界規模のコンピュータネットワークとして注目されている。

(b) 接続方法

インターネットに接続するには、専用線を用いてネットワークに接続する方法と、プロバイダを通して接続する方法がある。

(c) 接続サービスプロバイダ

プロバイダとは、インターネットに常時接続した環境を持つ会社がアクセスポイントを通じてインターネットに接続するサービスを提供する、インターネット接続業者のことである。第一種電気通信事業者では、NTT が提供する OCN サービスがある。第二種電気通信事業者も数多く参入している。利用者はプロバイダと契約後、ISDN や電話などの公衆回線を通じてプロバイダに接続、そのプロバイダを通じてインターネットにアクセスする（ダイヤルアップ接続）。

(d) インターネットのサービス

①電子メール

電子メールは、住所の代わりにメールアドレスを指定すると、郵便局の役割を果たすメールサーバがメールを受け取り、各ユーザに配達する。相手が海外でも数分から数時間で届き、都合に合わせて送信したり、読んだりできる。

②WWW

世界規模で情報を継目なくアクセスできることを目指したハイパーテキストシステム。HTML というマークアップ言語を用いて文字以外に画像・音声・動画を同時に扱うことができるマルチメディア対応のシステムである。WWW のサービスは、インターネット上に情報を提供する無数の WWW サーバとそこから情報を受け取るブラウザから成り立っている。

③FTP

コンピュータの中のデータを、ネットワーク経由でほかのコンピュータにコピーしたり、ほかのコンピュータにあるデータを自分のコンピュータにコピーしたりする。

④TELNET

複数のコンピュータが接続されているとき、ほかのコンピュータをネットワーク経由で操作する。TCP/IP の上で動く端末プロトコルのことである。

⑤NetNews

ニュースといっても報道機関が記事を配信するのではなく、個人どうしがそれぞれの情報を、ニュースグループと呼ばれる分類に投稿したり、それを読んだりする。世界規模で展開しており、日本語が用いられるニュースグループは「fj」として表示される。NetNews は NNTP に基づいて管理される。

⑥チャット

ネットワーク上で会話することで、キーボードを使ったおしゃべりと同じようなものである。最近では、スピーカとマイクがパソコンに標準装備されるようになっているので、音声による会話も可能になってきている。

⑦ドメイン名と IP アドレス

インターネットに直接接続されるすべてのサーバには、個々を識別するために、32 ビットで構成される IP アドレスが世界中で重複しないように割り当てられている。インターネット上の住所のようなものであるが、これは「123.45.6.7」のような数値で表されており、ユーザには識別しにくい。そこで IP アドレスをユーザにわかりやすくしたのがドメイン名である。ドメイン名は通常、「ホスト名.組織名.組織の種類.国名」で、「www.ohmsha.co.jp」のようにユーザにわかりやすい形で表記される。ドメイン名を IP アドレスに変換するためのシステムが DNS である。

(e) プロキシサーバ

プロキシサーバとは、インターネットへのアクセスを中継する機能を持つサーバである。プロキシサーバの役割の一つは、イントラネットとインターネット間でのアクセス制御を行うことがある。プロキシサーバはインターネットから社内へのアクセスは禁止して、社内の許可したユーザだけがインターネット特定のサービス（WWW、メール、FTP など）を使えるようにするといった設定ができる。また、イントラネットとインターネット間のトラフィックを軽減する（キャッシュ）機能がある。たとえば、ある WWW のページにアクセスすると、その内容をプロキシサーバは一定期間記憶しておく。次に別のユーザが同じページにアクセスした場合は、インターネットにアクセスする必要はなく、プロキシサーバが持つ情報をユーザに返送すればよい。こうすればインターネットアクセスの頻度を減らすことができる。

2-12 WWW と電子メール

(a) WWW

WWW は、インターネットで Web ページを作成し、提供する仕組みである。もともとは、スイスにあるヨーロッパ共同研究所 (CERN) で、研究成果をネットワーク上で公表するために利用され、これがインターネットの発達に伴って爆発的に普及して現在に至り、世界規模で情報を継目なくアクセスできるハイパーテキストシステムとなっている。提供される文書は、ホームページとも呼ばれ、それぞれの文書は HTML というマークアップ言語で記述される。HTML は文字以外に画像・音声・動画を同時に扱うことができるマルチメディア対応のシステムである。情報を公開したい者は HTML で作成した情報を WWW サーバへアップし、情報を得たい者は Internet Explorer などのブラウザと呼ばれるソフトウェアを使ってその文書を閲覧(ブラウザ)する。ブラウザがあれば、MacOS、Windows など OS によらない互換性を有する。

①ハイパーテキスト

ハイパーテキストは、リンクを使用することにより、一次元的な流れでしか読めない文書に対して、さまざまな流れで読めるようにしたものである。リンクの埋め込んである部分(ハイパーリンク)をマウスなどで選択することで、その情報にアクセスできる。リンク先の情報は同一の WWW サーバにある必要はなく、このハイパーテキストのシステムが、インターネットが世界規模のネットワークに成長した一因となっている。

②HTTP

WWW サーバとブラウザ間の通信用プロトコル。ほかの通信用プロトコルにはない特徴として、ハイパーテキストを読み込み、表示する機能を持つ。TCP/IP の上位層に位置し、関連プロトコルとして、パケットを暗号化する SHTTP や SSL などがある。

③URL

WWW では情報の形態と場所を示すのに URL 形式を用いる。これは、

プロトコル : //サーバマシンのアドレス (ドメイン名) /ファイル名

という構造になっており、使用する通信プロトコルとリソースの名前をどのように指定するかを定めた規格である。指定できるプロトコルとしては、HTTP (http)、NNTP (news)、FTP (ftp)、TELNET、およびローカルディスクへのアクセス (file) などがある。

④ブラウザ

Web ページを閲覧するためのソフトウェアで、アクセスした WWW サーバから、HTML ファイルや画像・音楽・映像などのファイルなどをダウンロードし、レイアウトを解析し、表示あるいは再生する機能を持つ。フォームを使ってユーザの入力した情報を指定のサーバに送信したり、JavaScript や Java で記述されたアプリケーションソフトを動作させたりすることもできる。世界初のグラフィカルな Web ブラウザは Mosaic というソフトウェアで、その後 Mosaic の開発スタッフが Netscape Navigator (Communicator) を開発、現在では Microsoft 社の Internet Explorer が高いシェアを有している。

⑤検索エンジン

インターネットに代表されるコンピュータネットワークの発達により、膨大な数の情報が世界中から発信されるようになった。これらの情報の中から、自分が必要とする情報を探し出すのは、大変な困難を伴う。そこで、インターネットの情報の中からキーワードに従って情報を検索するサーチエンジンが登場した。必要な情報をインターネット上から探すサーチエンジンには、二つの種類がある。一つは、人間の手で収集、分類、整理されたディレクトリ型と呼ばれるもの、もう一つがロボットと呼ばれるデータ収集ソフトがインターネット上を巡回して、自動的に集めるロボット型と呼ばれるものである。ディレクトリ型・ロボット型併用として Yahoo! JAPAN、ロボット型では google や goo、Infoseek Japan などが有名である。

⑥CGI

WWW サーバが、Web ブラウザからの要求に応じて、バックエンドプログラム(ゲートウェイと呼ぶ)を起動するためのインターフェイス。初期の WWW サーバは蓄積してある文書を送出するだけであったが、CGI を使うことによって、プログラムの処理結果に基づいて動的に文書を生成し、送出することができる。UNIX や Windows などのプラットフォームによってインターフェイス仕様が異なることがある。ゲートウェイの開発言語としては、UNIX では Perl、Windows NT では Visual Basic などを用いることが多い。

⑦VoIP

インターネットなどの TCP/IP ネットワークを使って音声データを送受信する技術、音声をパケットにして IP ネットワーク経由で送ることで、長距離電話や国際電話のコストが大幅に削減される。

(b) 電子メール

電子メール (E-mail) は、住所の代わりにメールアドレスを指定すると、郵便局の役割を果たすメールサーバがメールを受け取り、各ユーザに配達するサービスである。相手が海外でも非常に短い時間 (数分～数時間) で届き、都合に合わせて送信したり、読んだりできる。WWW が不特定多数に情報を公開するのが目的であるのに対して、電子メールは特定の人に個別の情報を伝えるメディアといえる。ただし、特定多数に同時に同じ情報を送るメーリングリストなども可能である。以前はテキストデータしか取り扱えなかったが、最近は画像や音声を添付したり、HTML で記述したメールも送受信したりできる。また日本においては、広く普及している携帯電話や PHS を使用したメールサービスを利用することも多い。

メールの送信者が書いたメールは、SMTP サーバが受け取り、宛先に送信する。送信されたメールは受信者の契約しているサーバまで運ばれ、受信者は POP または IMAP というプロトコルを使い、メールを引き出す。

①メールアドレス

メールアドレスは、ユーザログイン名とドメイン名から構成されており、ドメイン名はホスト名、組織名、組織の種類、国名から構成される。メール送信時には、ドメイン名を基に、DNS サーバが相手国の IP アドレスを確認、この IP アドレス宛にメールが送信される。

②SMTP

インターネットで電子メールを送信するためのプロトコル、クライアントがサーバにメールを送信したり、サーバ間でメールのやり取りに使用されたりする。

③POP

メールを保存しているサーバからメールを受信するためのプロトコル、ユーザがタイトルや発信者を確認する前にクライアントが全メールを受信してしまうため、発信者やタイトルの一覧を見てから受信するかどうか決められる IMAP を POP の代わりに利用する場合もある。

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
HDL	High level Data Link Control
TTY	Tele TYPe
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
FDM:	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