

# ネットワーク技術の現状と動向

山口 太平(やまぐち たいへい)

井部 成身(いべ なるみ)

## 1 まえがき

本来、人間の意思伝達の手段であった通信技術がコンピュータをはじめとする情報処理や、自動制御のシステムの相互接続に応用されるようになったのは最近の30年ほどの出来事である。現在のネットワーク技術はそれらの装置が元来持っていた制御回路やインターフェースの技術と、通信技術が複雑に融合して構成されている。

ネットワークの重要性はますます増大し、人間の知覚能力をはるかに超えた高速・大量の情報を、複雑で高度な手法を用いて伝送することが当然のようになった。利用される技術は多岐にわたり、技術者にとっても全容が分かりにくいものとなっている。

産業制御分野におけるネットワーク技術は特にこのような傾向が顕著であり、本稿ではできるだけ広い視野での技術動向の概観を試みた。本特集号をお読みいただけた際の一助となれば幸いである。

## 2 通信プロトコルの標準化

複数者間の通信は何らかの共通的な規約（プロトコル）

表1 OSI 基本参照モデルの概要

階層 (layer)	プロトコルの技術的内容
⑦応用 application	ユーザーに対するサービス機能 (例) ファイル転送、電子メール
⑥表現変換 presentation	構文変換、コード変換、暗号化など (例) 抽象構文、文脈 (context) 制御
⑤会話制御 session	通話路の開設・開放・反転・同期方式 (例) 会話・全二重形手順
④転送制御 transport	通信網に依存しない高信頼度の情報転送機能 (例) virtual circuit
③網制御 network	端末間やネットワーク間の接続方式 (例) 回線交換、パケット交換
②伝送制御 data link	MAC/LLC 層とも呼ばれる。送信権制御、同期方式、データ形式、誤り制御など
①物理 physical	伝送媒体、変調・符号化・多重化方式、通信速度、網形態、端末接続方法など

がなければ成立しない。このようなプロトコルの分類方法としては ISO (国際標準化機構) の 7 層モデル (OSI=Open System Interconnection 基本参照モデル) が最もよく知られており、これを表1に示す。

### 2.1 上層プロトコル

OSI モデルの第 4 層以上は伝送路に依存しない情報の論理的な取扱いを規定するものであり、上層プロトコルと呼ばれる。これらはコンピュータ間通信の発展に伴って形成された概念であり、汎用機による集中処理を前提とした、垂直連係形の方式をコンピュータメーカー各社が独自に提供してきた (IBM : SNA, DEC : DECnet, 富士通 : FNA など)。最近に至ってコンピュータの小形・高性能化 (ダウンサイジング) が進み、分散処理によって従来よりも便利で効率のよいシステムを構築することが現実に可能となってきた。これに伴い水平連係形の高度なネットワークが必要とされ、プロトコルの国際標準化と、コンピュータアーキテクチャ開放化が急速に進展しつつある。

TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) は米国国防総省で開発され、20年以上の歴史をもつ広域コンピュータ網のプロトコルである。名称が示すように、機能的には OSI モデルの第 4 層以下に相当し、第 5 層以上に相当する部分は自然発生的に各種のユーザーにより開発された。当初から水平連係システムの実現を意図しており、UNIX OS や Ethernet と密接な関係をもつて、広く普及した。現在では実質的に世界標準の地位を占めており、当分の間この状況は続くと思われる。

OSI は昭和52年以来、規格化が ISO によって推進されてきた水平形のプロトコルである。各層の規約の組織的かつ厳密な標準化により、前者よりも高度なネットワークの構築を目指している。規格制定の作業はほぼ終了の段階にあり、国内では INTAP (情報処理相互運用技術協会) が認証制度や JIS 化を検討している。

〈注1〉 UNIX : 米国 AT & T 社の登録商標

〈注2〉 Ethernet : 米国ゼロックス社の登録商標



山口 太平

昭和39年入社。平成元年まで(株)ビーエフユーにおいてコンピュータ関連装置の開発に従事。現在、富士ファコム制御(株)技術本部本部長代理兼第六技術部長。



井部 成身

昭和40年入社。上下水道電気計装システムの設計、技術開発に従事。現在、制御システム事業本部技術企画統括部主幹。

制定されたプロトコルは多岐にわたり、これらのすべてをシステムに実装することは現実的でない、実際にはシステム内で各層に相当するプロトコルを適宜選択する必要がある。この選択方法を実装規約（プロファイル）と呼ぶ。

MAP/TOP3.0 (Manufacturing Automation Protocol/Technical & Office Protocol) は OSI に準拠して標準化された FA 指向の通信規約であり、「FA 向き実装規約」としての性格を持っている。応用層の独自の規約である MMS (Manufacturing Message Service) については、OSI 規約に包含する方向で現在検討中である。

ミニ MAP はリアルタイム性を重視し、MAP の第 3 ~ 6 層の機能を簡略化した方式であり、FAIS プロジェクトとして、日本において規格化が推進されてきたことはよく知られている。本年 MAP3.0 の規約として世界的に認定され、今後の普及が期待される。

一般に、複雑な論理構造をもった通信網を構成するためには上層のプロトコルが不可欠であるが、逆にその機能処理のために、物理層の通信速度に比べて実効通信速度が 1/10 ~ 1/100 になってしまふことも珍しくない。この問題の解決が今後のネットワーク技術の大きな課題である。

## 2.2 下層プロトコル

下層のプロトコルは物理的な通信路を介して、情報をそのままの形で特定の相手に伝達する機能であり、広い意味ではすべての物理的インターフェースを包含する。

物理層だけの規約の例としては、アナログ式の電話回線や制御システムにおける電流伝送方式などがあるが、デジタル信号の場合はデータの形式に関する第 2 層の規約が不可欠であり、また任意の通信相手を選択するためには第 3 層の規約が必要となる。

電信電話網に関しては、古くから CCITT (国際電信電話諮問委員会) の規格が権威をもっている。電話回線による伝送制御規約としてよく知られているベーシック手順や、ハイレベル手順 (HDLC) は ISO により標準化された。

無線伝送は限られた電波資源を利用するため、法制上の規制を受ける。標準化の中心機関は CCIR (国際無線諮問委員会) である。最近は無線 LAN (10Mビット/秒) が米国で製品化されているが、まだ標準化には至っていない。

汎用的な LAN の標準化は米国の IEEE (Institute of Electrical & Electronics Engineers) によって推進され、現在は ISO に受け継がれている。統一は結局断念され、3 方式が併存する形となった。これらの規約はいずれも OSI の第 2 層以下に相当するものである。

### (1) ISO 8802/3 : Ethernet

Xerox 社ほかが提案した方式で、世界的に最も普及している。最近、細線同軸や対より線を使用する方式が規格化された。

### (2) ISO 8802/4 : Token bus

MAP の標準方式であるが、コスト的な問題が指摘されており、8802/3 の利用も本年 3 月に承認された。

### (3) ISO 8802/5 : Token ring

IBM によって提案された。FA 用の LAN ではこれに準拠するものが多い。

フィールドバスは、各国で未統一な FA システムのコンローラ以下の信号路を標準化しようとするものである。IEC (国際電気標準会議) で上位層の機能も含めて検討されているが、規格化にはまだ時間が必要な状況にある。国内でも IROFA (国際ロボット FA 技術センタ) をはじめとして、同様の試みが並行して推進されており、現状では世界的な標準化が最も困難な分野であると見られる。

## 3 LAN と WAN

ネットワークの物理的規模を表す用語として、LAN (Local Area Network : 閉域網) と WAN (Wide Area Network : 広域網) がある。これらは本来、下層プロトコルの相違にすぎないが、前者が制御用インターフェースから、後者が電話網から発展したものであるために、その実現する特性は表 2 のようにかなり異なったものであった。

WAN が LAN と区別される最も大きな技術的要因は通信速度 (ISDN = 総合ディジタル通信網でも 64 k ビット/秒) であるが、最近の光通信技術の発展により、両者の区分はあいまいなものになろうとしている。

WAN の領域では、光通信を前提とした広帯域 ISDN (基本伝送速度 : 156M ビット/秒) が最近 CCITT で規格化され、実用化の段階に入ろうとしている。さらにコヒーレント光通信技術が実用化されれば、理論上 1 本のケーブルに広帯域 ISDN10 万回線が収容可能とされているから、経済性についても近い将来に解決されることになろう。

一方、LAN については ANSI (米国標準化機構) が中心となって規格化された FDDI (Fiber Distributed Data Interface, 通信速度 100M ビット/秒) が国内でも普及しつつあり、さらに高速の次世代方式も検討が開始された。

また、最近では一定の地域内の LAN を相互接続するネットワークとして、MAN (Metropolitan Area Network, 45 ~ 156M ビット/秒) を IEEE が検討中である。

これらの伝送性能は 1 回線で 32 ビットコンピュータの内部バスに匹敵し、また高品位テレビの信号を余裕をもって伝送できるものであることに注意すべきであろう。

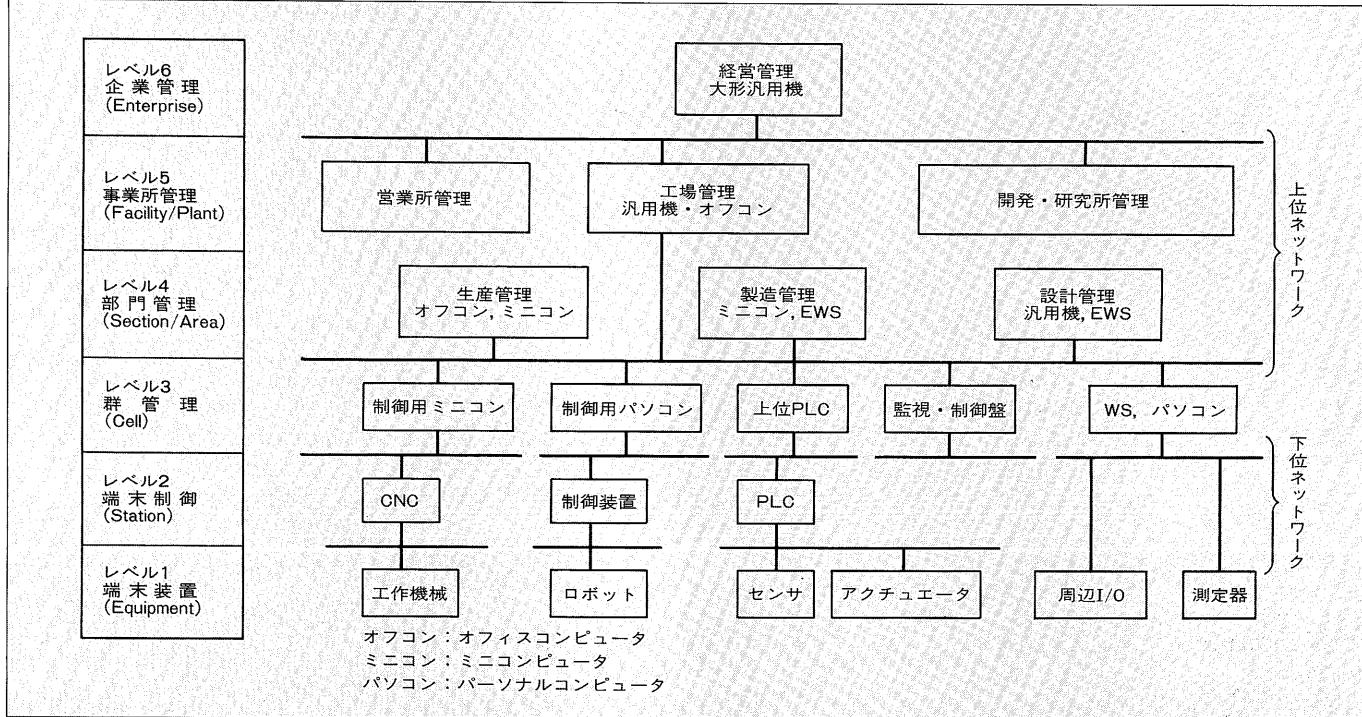
## 4 FA ネットワーク

いわゆる OA システムは人間の事務作業の効率化を指

表 2 LAN と WAN の相違点

LAN (閉域網)	WAN (広域網)
閉域性：接続距離・端末数に制限がある	広域性：全国的・国際的な通信網で、端末数は無制限
私的設備：目的に応じて任意の方式を採用できる	公共施設：国際規格・法律の規制を受け、有料
高速伝送・高速応答性能の実現が容易	電話網が基本であるため、通信速度が制約される

図1 FAシステムの階層モデル（ISO TC184/SC5 Factory Automation Modelによる）



向るものであり、人間との情報交換（MMI）が基本となるから、ネットワークは均質なものでよい。

これに対して、FAシステムでは人間とは異質の工作機械や製造設備を制御するために、階層構造が必要となる。

ISOでは製造業の企業構造を一般化して図1のようなFAモデル（Factory Automation Model）を定めている。このモデルでは「FA」を経営管理まで含めた、CIM（Computer Integrated Manufacturing）の同義語として用いているので、本稿でもこれに従うこととする。

#### 4.1 上位ネットワーク

FAモデルのレベル3以上で使用されるネットワークはおおむねOA用と同じものと考えて差し支えなく、これを上位ネットワークと呼ぶことにする。下位ネットワークとの主な相違点を表3に示す。

上位ネットワークでは論理的な機能（上層プロトコル）の比重が大きい。システム開発の効率や今後の発展性を考慮すれば、開放形プロトコルの採用がメーカー、ユーザー双方にとって便利であることはいうまでもない。

最近のパソコンLAN、あるいはネットワークOSと呼ばれるソフトウェア製品は応用層の機能を拡大して、ユーザーが手軽にネットワーク機能を利用できるようにしたものである。このようなエンドユーザー指向の機能提供も大きな流れとなりつつある。

#### 4.2 下位ネットワーク

FAモデルのレベル3以下の通信網（フィールドネットと呼ばれる）では、機能の複雑さよりも速さが主要な問題となる。このため下層の規約が重視され、上層の機能は最小限に抑制される。規模の面では工場内LANの形態が基

表3 上位/下位FAネットワークの相違点

分類項目	上位FAネットワーク	下位FAネットワーク
プロトコル	上層まで必要	下層が主体
転送時間	特に上限はない	上限が設定される
転送情報量	大	小
安全防爆性	不要	適用分野により必要
構成の変更	頻度は小	頻度は大

本であるが、遠方監視制御（TM/TC）の分野ではWANとしての性格も要求される。

従来データウェイと総称される制御用の高速ネットワークは大体この領域に属するもので、システムの制御性能を直接左右する要因であるために、富士電機をはじめとして各社が独自の方式を開発してきた。

この領域での技術動向として注目すべきことは、前述のミニMAPやフィールドバスをはじめとして、より上層のプロトコル（MMSなど）を搭載し、高機能化を試みていることである。

このような方式の成否についてはまだ評価が定まったとは言えず、理論的な定説もない。FAネットワークの技術者にとっては、最も興味深い課題であるといえる。

#### 5 あとがき

ネットワーク技術の発展にはめざましいものがあるが、その消長は、実効性が利用者に理解され、評価されるか否かにかかっている。関連製品の提供に携わるものとして、より利用者の「役に立つ」技術開発に努める所存である。



\*本誌に記載されている会社名および製品名は、それぞれの会社が所有する商標または登録商標である場合があります。