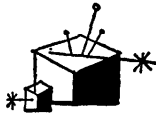


講座

—データ通信網アーキテクチャの開発とその将来(1)—



データ通信網アーキテクチャの現状†

信 国 弘 毅††

1. はじめに

情報処理技術の進歩と経済、社会生活の高度化、多様化が相まって、データ通信の適用分野は拡大の一途をたどっており、昭和52年度末における我が国のデータ通信システム数は約2,800に達している。また、システムの構成も、1つのホスト・コンピュータに多数の端末が接続された星形の比較的単純な形態から、異なったデータ通信システムのホスト・コンピュータ相互を通信回線で接続したコンピュータ・ネットワーク化の傾向が顕著になりつつあり、大規模化、広域化しつつある。コンピュータ・ネットワークの発展は国民生活の向上に大きく貢献しており、身近な例としては、54の銀行システムが参加している店外設置キャッシュ・ディスペンサの共同利用システムや座席予約システム等がなじみ深い。また、最近のデータ通信システムでは、インテリジェント端末を用いたり、中間処理装置に機能分散を行うなど、コンピュータ、端末及び通信回線網の機能配分を最適化し、それらを標準的な通信規約(プロトコル)で効率的に接続した形態へと発展する傾向にあり、このようなネットワーク化するデータ通信システム(データ通信網)を構築するための基本技術として、データ通信網アーキテクチャの開発や、プロトコルの体系化の動きが内外で活発に行われている。本稿では、内外のデータ通信網の現状について述べ、データ通信網アーキテクチャ出現の背景とその現状について解説する。

2. データ通信網の実例

2.1 データ通信網の形成

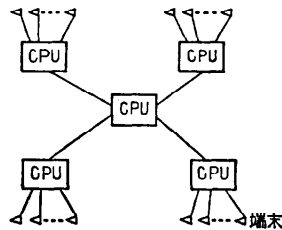
データ通信システムが多数出現するにしたがって、これら個別のシステムを通信回線で相互接続することにより、複数のシステムのサービスを受けたいという

利用者の要望に応えたり、他のシステムの持つ情報の利用を可能としてきた。このような、いわば自然発生的なコンピュータ・ネットワークは依然として数多いが、今後はコンピュータ、端末及び通信回線網間を標準的なプロトコルで効率的に結合した、いわゆるデータ通信網へと発展していくこととなる。図-1にデータ通信網の代表的形態を示す。

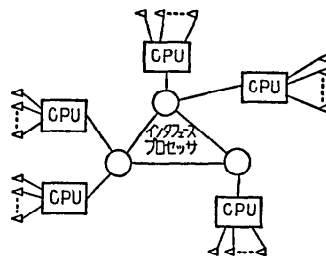
2.2 日本におけるデータ通信網の例

(1) 全国銀行データ通信システム

全国銀行データ通信システムは参加銀行数が88に及ぶ我が国では最大規模(今後信用金庫、相互銀行等も加わる予定)のデータ通信網であり、1日平均約35



(i) 自然発生的なデータ通信網



(ii) 計画的なデータ通信網



(iii) 公衆データ網を用いたデータ通信網

図-1 データ通信網の形態

† Present Situation of Network Architecture by Hiroki NOBUKUNI (Senior staff engineer of Engineering Bureau, N. T. T.).

†† 日本電信電話公社 技術局

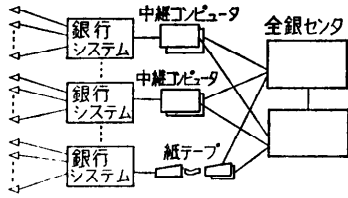


図-2 全銀システムの構成

万件の為替メッセージの交換を行っている。

全銀システムは資源共用を目的として計画的に構築されたデータ通信網ではないが、自然発生的に形成されたデータ通信網の代表的な例である。

(2) N1 ネットワーク

東京大学、京都大学のホスト・コンピュータを電電公社の DDX で接続した実験ネットワークであり、昭和 51 年の実験開始以来、リモート・ジョブ・エントリ (RJE) などの各種のプロトコルの研究、開発が行われた。将来は、全国の大学のコンピュータを接続して、RJE, TSS, データ・ベース・アクセス等を行う学術用の一大データ通信網に発展するものと予想される。

(3) JIPNET

日本情報処理開発センタが、米国の ARPA 網をモデルに開発した実験ネットワークである。JIPNET では、異機種コンピュータ間での資源共用を大きなねらいとして各種のプロトコルが開発された。

(4) データ交換網

データ通信の発展に合わせて、高速、高信頼性等を実現した公衆データ交換網が各国で実用化されてきており、我が国では電電公社の DDX, 国際電電の VE-NUS が開発されている。データ交換網は今後のデータ通信網のサブ・ネットワークとして重要な位置を占め、データ通信網の形成を促進するものと期待される。図-6 に DDX パケット交換網の構成を示す。

その他、実験ネットワークとしては KUIPNET や TECNET, 商用のデータ通信網としては TRIPS, QUICK や ACT など枚挙にいとまがないが、紙面の都合で割愛する。

2.3 諸外国におけるデータ通信網の例

(1) ARPA 網

ARPA 網は米国国防省によって推進、開発されたコンピュータ・ネットワークであり、1969 年に実験を開始して以来、図-7(次頁参照)に示すように、ホスト・コンピュータ数が 100 を越える大規模なネットワークに発展している。ARPA 網は全米各地の大学や研究機

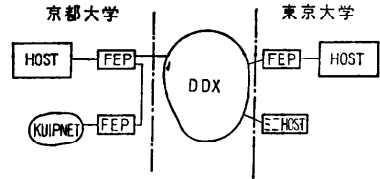


図-3 N1 ネットワークの構成

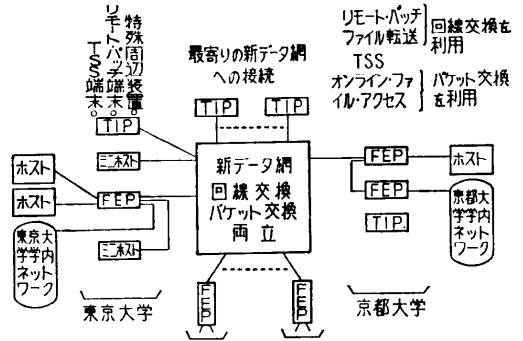


図-4 大学間ネットワーク拡大予想形態

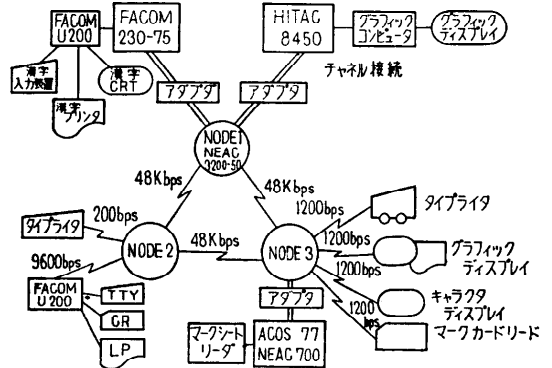


図-5 JIPNET の構成

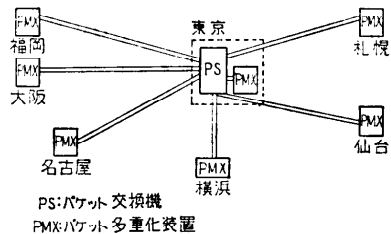


図-6 DDX パケット交換網の構成

関をパケット交換方式で接続し、ソフトウェアやデータ・ベース等の資源共用を実現している。ARPA 網で確立された技術的成果は TELENET に受け継がれ、公衆パケット交換網が確立する基となっており、ARPA 網は、今日のデータ通信網の源流であるとも言えよう。

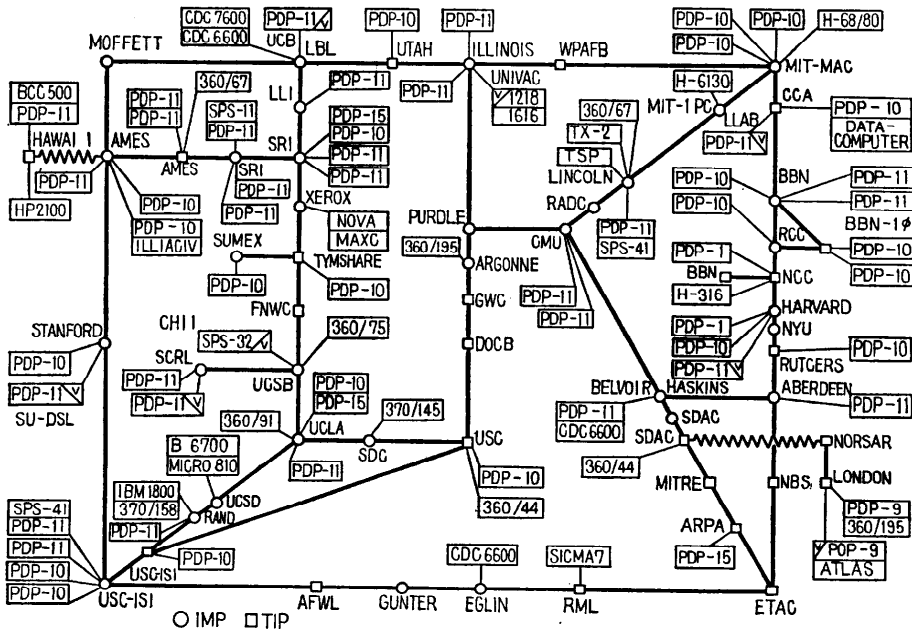


図-7 ARPANET の構成

(2) CYCLADES

CYCLADES は仏の国家的プロジェクトとして開発された実験ネットワークである。CYCLADES はパケット交換方式を用いて、政府機関のデータ・ベースへのアクセスや、各ホスト・コンピュータ間でのプログラム共用等を実現したが、現在は実験を終了しており、その成果は、仏の公衆パケット交換網 TRANSPAC に引き継がれている。

(3) TYMNET

TYMNET は TSS, データ・ベース等を全米 61 都市で提供している商用ネットワークであり、図-8 に示すように、端末オリエンテッドなデータ通信網である。

上記の他、金融用の SWIFT や航空用の SITA 等の国際商用ネットワークをはじめ、公衆データ交換網としては DATAPAC, NORDIC, ACS 等があり、各国でデータ通信網の形成が活発に行われている。

3. データ通信網アーキテクチャとその背景

アーキテクチャという言葉は一般に、基本方式という意味で用いられている。コンピュータ

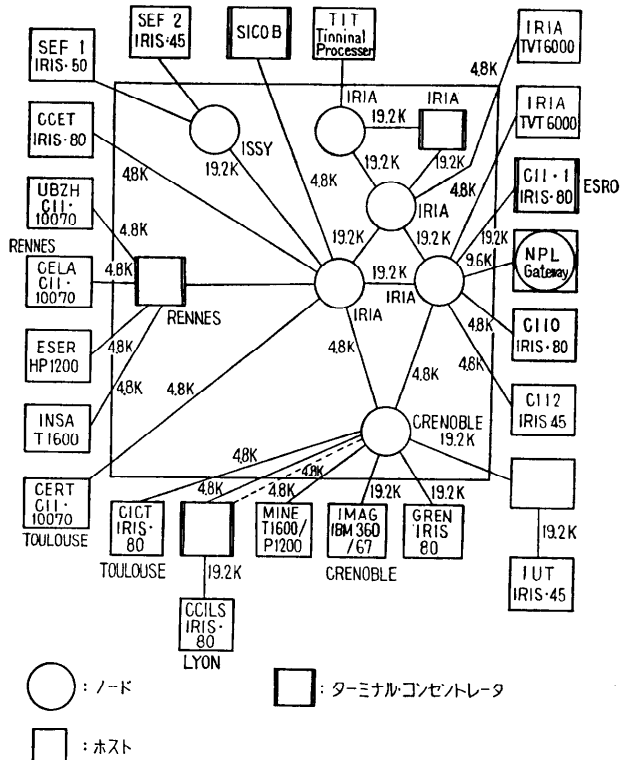


図-8 CYCLADES の構成

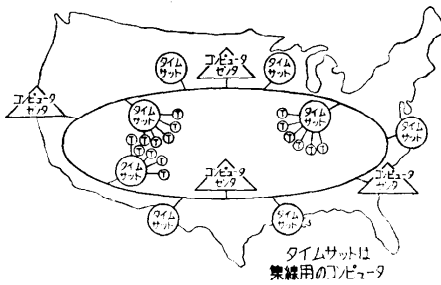


図-9 TYMNET の構成

・アーキテクチャと言う場合には、命令セット、アドレス方式、入出力制御方式等を意味しており、IBM/システム360シリーズにおいて、統一したアーキテクチャを採用したファミリー・シリーズの概念が現われてきた。コンピュータ・アーキテクチャを統一することにより、小形から大形に至るまで、同一アーキテクチャの場合には、同じソフトウェアや周辺装置の使用が可能となり、コンピュータの利用が促進された。

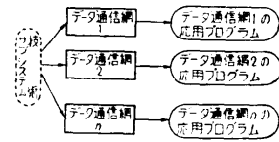
データ通信網アーキテクチャとはデータ通信網を構成する各種コンピュータ、端末、通信回線網の機能を整理・体系化したデータ通信網に統一的に適用するプロトコルの体系を意味している。図-10 にデータ通信網アーキテクチャの概念を示す。

3.1 データ通信網アーキテクチャ出現の背景

従来のデータ通信システムでは、「性能は価格の2乗に比例する」というグロッシュの経験則に基づいてホスト・コンピュータを大形化し、システムを集中的に制御する形態をとってきた。このような形態は、端末の管理の容易性、リカバリ処理の単純化等の利点が数多く、現在でも一般的であるが、一方でその限界が指摘され、それを打破するためのハードウェア技術の進歩がデータ通信網アーキテクチャ出現の背景となっている。表-1 に集中形システムの問題点を示す。

経済性については図-11 に示すように、今後トータル・コストに占める情報処理部分(コンピュータ等)の価格は低下する傾向にある。また、ハードウェア技術の進歩による装置価格の低下及び小形化は、ミニ・コンピュータやマイクロ・プロセッサ等の導入による端末等への経済的なインテリジェンスの分散を可能にし、システム利用者へのサービス性の向上を実現している。

次に伝送制御手順の面を考えると、データ通信の標準的プロトコルとして、基本形伝送制御手順が広く用いられてきたが、伝送制御手順の中に、データ・リンク制御に加えて端末機構部の制御や、オペレータ操



(i) 従来のデータ通信網の開発



(ii) データ通信網アーキテクチャに基づくデータ通信網の開発

図-10 データ通信網アーキテクチャの概念

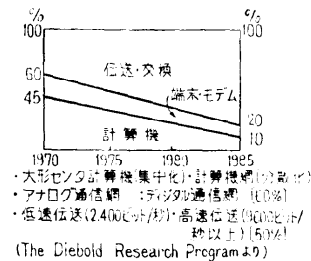


図-11 データ通信システム構成要素の価格比

作に関する制御も含まれていたため、システムの適用業務や使用する端末の種別が異なると、異なった手順が用いられるなど、ソフトウェア作成上非効率的な方法をとってきた。

プロトコルが標準化されていない場合には、図-12 (次頁参照) の例に示すように、標準化されている場合に比較して、多種類のソフトウェアの開発が必要となり、製品を提供するメーカーにとっても、ユーザにとっても大きな負担となる。IBM 社の場合には、SNA 発表以前には、15 種類の伝送制御手順と、35 種類の通信制御用プログラムを提供してきたと言われている。

表-1 集中形システムの問題点

項目	内容
経済性	システムの広域化にともなう回線費用のトータルコストに占める割合の増加
サービス性	<ul style="list-style-type: none"> ○ 端末利用者のニーズに応じたきめ細かい処理が難しい(センタ中心により、オペレータガイダンス、ローカルサービス等が犠牲になる) ○ 業務追加、変更や端末変更等の多様化に応じたソフト変更が難しく融通性がない
実現性	<ul style="list-style-type: none"> ○ ソフトウェアの大規模化、複雑化により作成工数が増大し、維持管理が難しい ○ 1 CPU 当りの処理能力に限界 ○ OS の汎用化によるオーバヘッドの増加
信頼性	センタの障害がシステム全体に影響を及ぼす

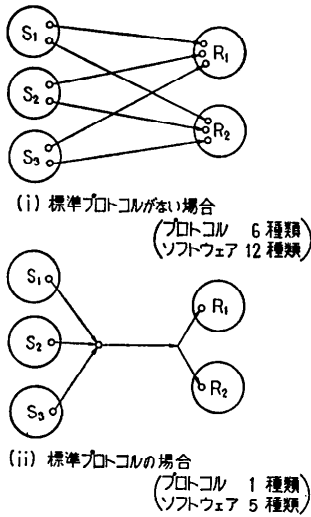


図-12 プロトコル標準化の必要性

また、基本形伝送制御手順は、伝送効率や信頼性の面からもコンピュータ間通信向きの伝送制御手順とは言い難い面がある。このような基本形伝送制御手順の問題点を解決する新しい制御手順として、ハイ・レベル・データ・リンク制御手順 (HDLC) の検討が行われてきた。HDLCの標準化はプロトコル階層化とデータ通信網アーキテクチャの概念に大きなインパクトを与えることとなった。

3.2 データ通信網アーキテクチャのねらい

データ通信網の構築にあたって、データ通信網アーキテクチャを適用することの効果は次のような点である。

(1) 資源分散と共用

データ通信網内に最適配置された資源 (ハードウェア、ソフトウェア、ファイル、データ・ベース等) を共用可能とすることにより、経済的にサービスを提供できるようにする。また、資源を分散することにより、信頼性を向上させるのみならず、システムのサービス開始後における各種の拡張や変更等に対しても、柔軟に対処することができる。

(2) 分散処理によるスループットの向上

端末近傍でのローカルな処理を実現することにより、ホスト・コンピュータの負荷を軽減し、システム全体のスループットを向上させる。また、オペレータに対するサービス性も向上させることができる。

(3) ソフトウェア開発と維持管理の改善

ソフトウェアの開発規模は次第に巨大化しており、

システム更改時における既存プログラムの継承は大きな問題となっている。また、業務の拡大や新機種 of 端末導入に伴うホスト・コンピュータのソフトウェア改造は、人件費の上昇もあって困難になってきている。データ通信網アーキテクチャを適用し、ソフトウェアを、階層化されたプロトコルを前提として開発、維持管理することにより、ソフトウェア開発の効率化、改造時の影響範囲の最少化が可能となる。

(4) 回線の有効利用

前述の HDLC を用いれば回線の伝送効率は大きく向上する。またパケット多重化を行うことにより、複数のアプリケーションプログラムと端末間で回線を共用できる。機能分散が行われているデータ通信網においては、端末側で誤りチェック等を行うことにより、ホスト・コンピュータと端末間の転送データ量を削減することが可能である。

4. データ通信網アーキテクチャの現状

データ通信網アーキテクチャは 1974 年の IBM 社の SNA の発表を皮切りに、内外のコンピュータ・メーカーから相次いで発表されている。表-2 (次頁参照) に主なデータ通信網アーキテクチャを示す。

表-2 に示した各種のデータ通信網アーキテクチャは、詳細が明らかになっていないものが多いが、以下にその特徴的な事項について述べる。

4.1 プロトコル階層

システムの形態が、ホスト・コンピュータと端末から成る星状の場合には、基本形伝送制御手順のように機能がまとめられている方が効率的とも言える。しかし、データ通信網として遠隔処理装置が分散配置されたり、これらのデータ通信網が、相互接続されて新たなデータ通信網を構成するような場合には、通信の機能分離を図ることが、ネットワークの拡張性や柔軟性の面から好ましい。このような観点から、図-13 (次頁参照) に示すようなプロトコルの階層化が行われており、内外で発表されたデータ通信網アーキテクチャのいずれもが、基本的には類似したプロトコル階層構成をとっている。プロトコル階層化における通信の基本的な機能を整理すれば以下のとおりである。

(1) リンク・バイ・リンクの転送制御

データ通信網内の隣接した装置間で行われるデータの送、受信に関する制御機能であり、トランスペアレントなデータ転送が行われる。

(2) エンド・ツー・エンドの転送制御

表-2 主なデータ通信網アーキテクチャ

[発表順]

作成者	名称	主な特徴 (特に他社と相違する点)	発表年月 リリース月
IBM	SNA (Systems Network Architecture)	① 1ホスト・システムを階層構成し、ホストが集中管理 ② 複数システムの拡張	1974年9月 [1975年10月] 1976年11月拡張 [1976年3月]
DEC	DNA または DECNET (Digital Network Architecture)	① ミニコン・ネットワーク	1975年5月 [1975年~76年]
東京 大 六	大形計算センタ間ネットワーク用プロトコル	① 異種計算機間通信 ② RJE プロトコル・サポート ③ DDX 使用	1975年11月
パロース	DNS (Decentralized Data Processing Network System)	① 網構成を高次元言語によって記述し、プロトコルを選択可能	1976年6月
三菱	MNA (Multishare N. A.)	① 制御機能を各ノードに分散 (ノン・セントライズ方式) 異機種・他社端末も接続 (オープン・ネットワーク)	1976年9月
ユニパック	DCA (Distributed Communications A.)	① 異機種もサポート (独立制御) ② X. 25 に整合性あり ③ 信頼性 (ARMIS) の確保	1976年11月
レイセオン	PNA (Processing Terminal Network Architecture)	① 端末に重点を置いたアーキテクチャ	1976年11月
東 芝	ANSA (Advanced Network System A.)	① データ・ベースと COBOL で結合 ② X. 25 に整合性あり	1976年12月 [1977年1月から営業開始]
日 電	DINA (Distributed Information Processing N. A.)	① X. 25 を用い DDX の利用をおこなうほか、自営パケット交換網を可能とする	1976年12月 [1977年1月から営業開始]
富士 通 立	MSNA (M-Series N. A.)	① IBM コンパチブル X. 25 のサポート可	1977年3月
沖	DONA (Decentralized Open N. A.)	① 他社ネットワーク、DDX 網への接続可能 ② ミニコン・ネットワーク	1977年3月
電 電 公 社 日 立 通 信	DCNA (Data Communication N. A.)	① 複数ホスト可能 ② 新データ網 X. 25 (DDX) に整合 ③ 仮想端末プロトコル	1977年3月
富 士 通	FNA (Fujitsu N. A.)	① IBM コンパチブル ② X. 25 のサポート	1977年5月
日 立	HNA (Hitachi N. A.)	① IBM コンパチブル ② X. 25 のサポート	1977年9月

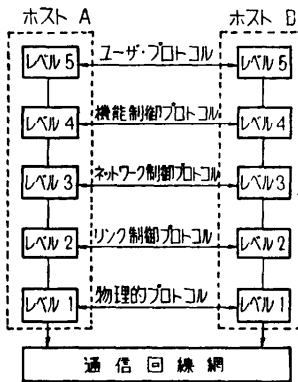


図-13 プロトコル階層構成の例

データを最終的に送、受信する装置間で行われる転送制御 (エンド・ツー・エンド制御) 機能であり、受信したデータの中継転送、送達確認等が行われる。

(3) 共通的な機能制御

データ通信網全体の管理機能や、データ圧縮、コード変換等の機能に加えて、メッセージ転送やファイル転送、データ・ベース・アクセス等の多種多様な業務処理に共通的に適用できる処理機能である。

(1) から (3) のような整理に基づいて、プロトコル階層化が行われている場合には、通信は同一のレベル相互間で用いられる制御情報を、プロトコル・ヘッダとしてユーザ・データの頭部に順次付加して伝送する形式をとる。

4.2 データ通信網アーキテクチャの課題

データ通信網アーキテクチャの検討は、ISO/TC97/SC 16 の設立により、標準化へ向けての活動が本格的に始まったといえるが、標準化に関連していくつかの課題が明らかとなってきた。

(1) プロトコルの標準化

データ通信網アーキテクチャとしてプロトコルを標準化することは最も重要な事項であるが、表-2 に示したように、現状では各メーカーの製品群に閉じた標準化に止まっている。勿論、同一メーカーの製品であっても、接続に当って種々の考慮を必要とした従来に比べて、アーキテクチャを定めることによる利点は、メーカーとユーザの双方に大きい。データ通信網の発展とともに、異機種コンピュータ等の接続の必要性は高まる一方である。我が国のコンピュータ・ユーザの約 40% が異機種コンピュータを導入していると言われていたことから、異機種コンピュータ間に適用可能なデータ通信網アーキテクチャの開発が必要である。

我が国では、このような観点から、電電公社を中心として、日本電気、日立、富士通、沖電気の 5 社が、標準的なデータ通信網アーキテクチャとして DCNA の開発を進めており、現在その第 1 版が発表されている。

(2) 公衆パケット網との整合

前述の ARPA 網の成功により、世界各国でデータ通信の新しい公衆網（パケット交換網）が建設されている。パケット交換サービスは、パケット多重による複数 DTE 間との同時通信や網に処理機能を付加した付加価値通信等の特徴を有しており、CCITT の勧告 X.25 に準拠したインタフェースによる公衆パケット網をデータ通信網アーキテクチャにおいてどのように位置づけるかは重要な点である。

当初コンピュータ・メーカーから発表されたデータ通信網アーキテクチャは、専用回線によるデータ通信網に適用するうえで最適となるような観点からプロトコルが定められていたが、今後のデータ通信網の広域化やデータ・ベースの普及による低トラフィックのシステム間接続のニーズを考慮すれば、公衆パケット網の機能を有効利用できるデータ通信網アーキテクチャが必要となろう。一般にデータ通信網アーキテクチャは、専用線オリエンテッドのアーキテクチャの場合でも、X.25 インタフェースと同等のパケット多重機能等を考慮しているので、公衆パケット網との接続にそのまま適用すると、機能の重複が生じることが指摘されている。前述の DCNA をはじめ、国内各メーカーのデータ通信網アーキテクチャは、X.25 インタフェースとの整合を特徴として掲げており、今後の標準化の動向と関連して、その成り行きが注目される。

参考文献

1) 「通信白書」(53 年版), 郵政省。

- 2) 高月: 「コンピュータネットワーク」, (1975, 3 月).
- 3) 猪瀬他: N1 プロジェクトにおける東大 TIP の実現方式, 情報学会コンピュータネットワーク研究, (1978, 1 月).
- 4) 金沢他: 大学間ネットワーク (N1 プロジェクト) における京大 TIP システムについて, 情報学会コンピュータネットワーク研究, (1978, 1 月).
- 5) 猪瀬, 坂井他: N1 ネットワークにおけるシステム将来計画, 情報学会第 19 回全国大会, (1978, 8 月).
- 6) 「コンピュータネットワーク JIPNET の研究開発」, 日本情報処理開発協会, (1977, 3 月).
- 7) 川合: 「コンピュータコンプレックス」, 情報処理, Vol. 16, No. 7.
- 8) 渡辺: 「日本交通公社のオンライン・リザーベション・システム (トリップス II)」, データ通信, Vol. 9, No. 12.
- 9) 赤司他: 「簡易サーマルプリンタ利用による証券情報オンラインシステム—QUICK ホームプリンタ・サービス—」, ビジネス・コミュニケーション, Vol. 15, No. 9.
- 10) 名和他: 「ACT システム—企業内コンピュータ・ネットワーク—」, 情報処理, Vol. 16, No. 7.
- 11) J. F. Guilbert: TRANSPAC—marketing issues in a public packet network, Eurocomp. 78, (1978).
- 12) 「国際ネットワークのケーススタディ」, ビジネス・コミュニケーション, Vol. 15, No. 5.
- 13) 中道: 「国際コンピュータネットワーク」, 情報処理, Vol. 16, No. 7.
- 14) W. Clipsham 他: Datapac Network Overview, Proceedings of 3rd ICC, (1976, 8 月).
- 15) A. H. Kvist: The Public Data Network in the Nordic Countries, Proceedings of 4th ICC, (1978, 9 月).
- 16) Phil Hirsch: NEWS IN PERSPECTIVE, DATAMATION, (1978, 8 月).
- 17) 野口: コンピュータネットワークの最近の研究・開発動向, 情報処理, Vol. 18, No. 8.
- 18) J. Ferreira 他: Five-Year Planning for Data Communications, DATAMATION, (1976, 10 月).
- 19) J. McQuillan 他: A Practical View of Computer Communications Protocols, 5th Data Communications Symposium (Tutorial), (1977, 9 月).
- 20) 阿部他: データ通信網とプロトコルの動向, ITU 研究, No. 63, (1977, 5 月).
- 21) ISO/TC 97/SC 6 資料 N 1309.
- 22) 「主なデータ通信網アーキテクチャ一覽」, ビジネス・コミュニケーション, Vol. 14, No. 7.
- 23) 苗村他: DCNA の設計方針と基本概念, 情報学会コンピュータネットワーク研究, (1978, 7 月).

(昭和 53 年 10 月 17 日受付)