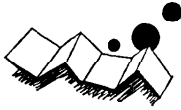


解 説



通 信 制 御 の 動 向†

八 木 驥 竹

はじめに

1946年最初のコンピュータ ENIAC が完成してから 30 年余り、その間部品技術、回路技術等の急速な進歩とともにコンピュータの信頼性、処理能力・価格比も飛躍的に改善し、その利用技術についても急激な進歩が見られる。

1958年に完成した米軍の作戦・指令システム SAGE (Semi Automatic Ground Environment), 1964年に完成したアメリカ航空の座席予約システム SABRE (Semi Automatic Business Research Environment) に始まるオンライン化の傾向は、日本も例外でなく 1976年には 40,716 システムの中、7.5% 3,052 システムがオンラインシステムといわれている¹⁾。コンピュータと通信 (C & C) の結び付きは、やっとその緒についた感がある。

本稿では、主としてコンピュータ側から見た通信制御の動向について、“1. 標準化”は国内、国外の標準化動向、“2. ハードウェア”は通信制御に関するハードウェア、通信制御装置の動向、“3. ソフトウェア”は通信アクセス法と記述言語について触れている。“4. 分散処理とネットワークアーキテクチャ”は分散処理の必然性とネットワークアーキテクチャの動向について述べ、最後“5. 最近の事例”で現在稼動または実験が行われている日本を中心とした各種のネットワークの事例を御紹介する。

1. 標準化動向

通信制御に関連する主な標準化動向として、ISO や CCITT 等の国際機関で行われている国際的な標準化作業がある。

ISO では、システムの使用者の立場から、リンクレベルの伝送制御手順、ユーザレベルの通信手順等の各

種プロトコルの標準化の制定、および検討が進められている。一方、CCITT では、通信網提供者の立場から、主として、公衆データ通信網に関する各種の検討が行われている。

これらの国際標準化動向に対応して国内では、JIS の制定作業が、行われている。

1.1 データリンク制御手順と各種プロトコルの標準化動向

ISO で制定および検討中の各種プロトコルは、大別して以下の 3 つに代表される。

- 1) ベーシックモード伝送制御手順
- 2) ハイレベルデータリンク制御手順
- 3) 通信レベルプロトコル

1.1.1 ベーシックモード伝送制御手順 (BDLC)

BDLC は、すでに制定済みのもので、ISO 情報交換用符号の中で規定されている 10 個の伝送制御符号を用いて符号伝送を可能にする伝送制御手順である。現在、最も多く実用化されている手順であるが、制御符号のやりとりが複雑である割には、融通性、拡張性がなく、伝送効率も悪くコンピュータ通信には不向きな手順である。データリンク制御の外に装置の制御オペレータ操作に関する制御等が未分化のまま手順の中に包含されていてデータ通信システムの構成、業務の目的等が異なるごとに、伝送制御手順も少しずつ変えざるを得ず、多様な形態となり、一義的な標準化が困難である。

1.1.2 ハイレベルデータリンク制御手順 (HDLC)

前記 BDLC の諸問題を解決すべく、新たに検討に入り、作業がほぼ最終段階にある手順が、HDLC である。

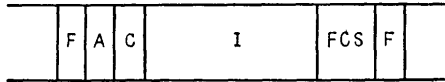
HDLC 国際標準は、大別して次の 3 つに分け、制定される見通しである。

- (1) HDLC のフレーム構成
- (2) HDLC の手順要素
- (3) HDLC の手順クラス

HDLC のフレーム構成として、HDLC で回線上を

† Trends of computer communications and networks by Takeshi YAGI, NTT Systems division 2nd Systems Support Department, Nippon Electric Co., L. T. D.

†† 日本電気(株)電電システム事業部第2システム部



F: 01111110 の8ビットのシーケンス
 A: アドレス
 C: コントロール
 I: 情報
 FCS: フレームチェックシーケンス

図-1 HDLC フレーム構成

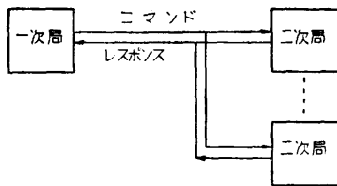
表-1 主要なコマンドおよびレスポンス

	コマンド	レスポンス
情報伝送	I—情報	I—情報
監視	RR —受信レディ	RR —受信レディ
	RNR —受信ノットレディ	RNR —受信ノットレディ
	REJ —リジェクト	REJ —リジェクト
視	SREJ —セレクトティブ・リジェクト	SREJ —セレクトティブ・リジェクト
	非番号制	SNRM—正常応答モード設定 SARM—非同期応答モード設定 SABM—非同期バランスモード設定 DISC —切断モード設定

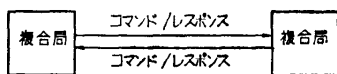
流れるフレームの構成につき規定している。これを図-1に示す。

HDLC の手順要素として、HDLC で用いる動作モード、コマンドとレスポンスに関する機能とフォーマットが制定されている。コマンドとレスポンスの主要なものを表-1に示す。

HDLC の手順クラスとして、(1)、(2)の標準を用いて、データ通信システムを構成する場合の実現方法をいくつかのクラスに分けて定めている。大別して、



(a) 不平衡型手順クラス



(b) 平衡型手順クラス

図-2 HDLC の手順クラス

不平衡型2つと平衡型1つの3つのクラスがあり、その各々のクラスが付加機能をもつ、この概要を図-2に示す。

1.1.3 通信プロトコル

ISO では、従来 TC 97/SC 6 において、デジタルデータ伝送を担当し、伝送制御手順の標準化作業を進めて来た。しかし、それより上位のプロトコルについて、分担が明らかでないまま過ぎて来たが、一昨年の ISO/TC 97 シドニー会議で、新たに、SC 16 の分科会を設置する決定がなされ、昨年2月その第1回会議がワシントンで開かれた。席上、開放形システムアーキテクチャの暫定モデルが作成された。そのモデルによれば、制御機能層が図-3に示す7つの階層に分けられている。各層の機能は以下の通り²⁾

(a) プロセス制御レベル

業務処理に必要な情報処理機能を取り扱うために、アプリケーションおよびシステムに関する動作をおこなうレベル。

(b) プレゼンテーション制御レベル

転送される情報にたいし、必要な変換をおこなうレベル。

(c) セッション制御レベル

プロセス間のダイアログを提供するレベル。

(d) トランスポート・エンド・エンド制御レベル

ネットワーク機能や形態の複雑さにかかわらず、ネットワーク・サービスをユーザに同一のインタフェースで見せるためのレベル。

(e) ネットワーク制御レベル

単位ネットワーク内におけるデータの転送動作に

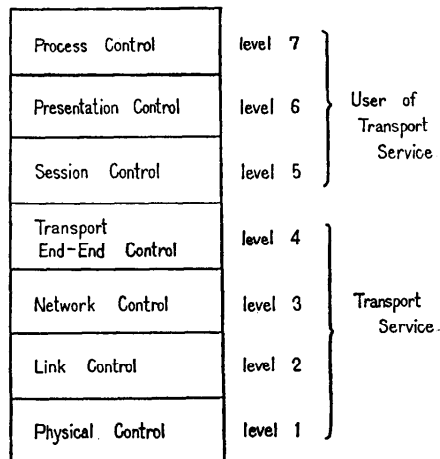


図-3 制御機能層の階層分けモデル

表-2 CCITT 勧告一覧 (データ通信網関係)

勧告番号	内 容	対 象			前会期勧告 (NRD 勧告) との関係	備 考
		回線交換	専用線	パケット交換		
X 1	サービスクラス	○	○	○	部分修正	速度クラス等
X 2	オプションユーザファシリティ	○	○	○	大幅修正	網で具備する付加サービス
X20	非同期端末標準インタフェース	○	○	—	部分修正	DTE/DCE インタフェース
X20bis	“ Vシリーズ “	○	○	—	新 規	“ (既存端末用)
X21	同期端末標準インタフェース	○	○	○	大幅修正	“
X21bis	“ Vシリーズ “	○	○	○	新 規	“ (既存端末用)
X24	相互接続回路	○	○	○	“	インタフェース線の定義
X25	パケット端末インタフェース	—	—	○	“	
X50	同期網間多重化構成	○	○	△	部分修正	8+2 相互間及び 6+2-8+2 間
X51	“	○	○	△	新 規	8+2 相互間
X60	同期網間共通線信号方式	○	—	—	“	データユーザパートのみ
X70	非同期網間分散信号方式	○	—	—	部分修正	
X71	同期網間 “	○	—	—	新 規	
X92	同期データ網のネットワークモデル	○	○	○	“	Hypothetical Reference Connection
X95	データ網ネットワークパラメータ	○	○	○	“	
X96	データ網用コールプログレス信号	○	—	○	“	サービス信号
	データ網用語の定義	○	○	○	修正・追加	

必要な機能を提供するレベル。

(f) データリンク制御レベル

物理リンク・レベルの機能によって結びつけられた装置間で信頼に足るデータ交換を提供するレベル。

(g) 物理リンク・レベル

装置間の物理的回路接続/保持/切断をおこなうレベル。

本暫定モデルの詳細を明らかにし、合わせてセッション制御以上の高位レベルプロトコルの標準を設定する方向で各 WG が精力的な活動を続けており、前回会議は昨年 10 月にパリで開催された。

1.2 CCITT 公衆データ網に関する標準化動向

広範な CCITT の活動の中で、通信制御に関連が深い標準化活動として、SG VII の公衆データ通信網に関する活動にふれる。

標準化対象としては、以下の 2 つがある。

- 1) デジタル型専用線
 - 2) 公衆データ交換網 (回線交換, パケット交換)
- データ通信網に関する CCITT の勧告の一覧を表-2 に示す。

デジタル型専用線については、網とユーザとのインタフェースにつき、デジタル通信向きに簡略化された新インタフェース X20, X21 が、勧告されている。

回線交換サービスについては、上記の X20, X21, および X96 インタフェースにおいて、データ通信向きに、各種機能の追加 (キャラクタダイヤル, 各種コールプログレス信号) や各種サービス (相手通知サー

ビス等) が、可能な勧告がなされ国際的な標準化は、ほぼ一段落している。

パケット交換網に関する標準化については、CCITT 第 6 回総会 (1976) において X25 が採択された。この勧告 X25 は、パケットの組立, 分解機能を有する端末と網とのインタフェースを規定したもので、

- (1) フィジカルレベル (レベル 1)
- (2) リンクレベル (レベル 2)
- (3) パケットレベル (レベル 3)

の 3 つのレベルについて基本的な部分の仕様を勧告したものである。

1) フィジカルレベルとは、物理的, 電気的条件を規定したもので X21, または X21 bis を使用することとなっている。

2) リンクレベルとは、端末と網との間の情報の転送を制御するデータリンク制御手順で LAP (Link Access Procedure) と呼ばれ、基本的には、ISO の HDLC 手順に類似した手順, および最近の修正提案で追加された LAPB と呼ばれる ISO の HDLC 平衡形手順のいずれかを使用することになった。

3) パケットレベルとは、パケット交換用のプロトコルで発端末と着端末間に論理的なリンク (バーチャルリンク) を設定するバーチャルコール (VC) 方式が採用されている。この方式では、通信の開始時に論理リンクの設定を行う必要があるが、あらかじめ、恒久的にこの設定を行うパーマネントバーチャルサーキット (PVC) の機能も追加されている。通信状態に入ってから、データパケットが送受されるが、従来の公

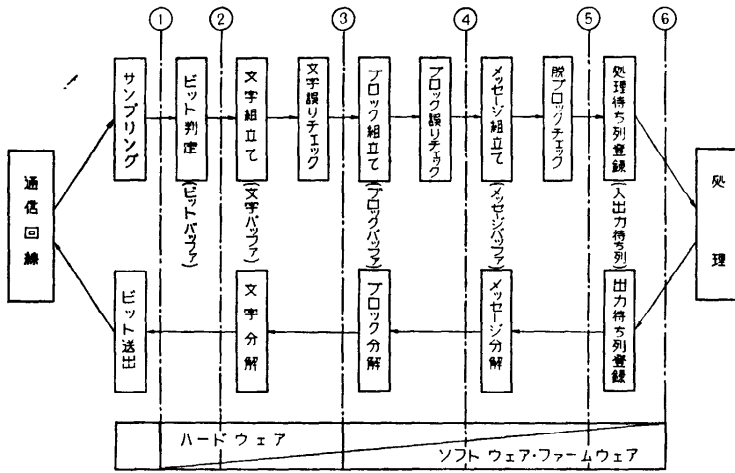


図-4 送受信動作

衆網にない機能として、パケット順序制御と、パケット流量制御機能がある。

このほか、最近における研究課題として、データグラム、ファーストセレクトィング、非パケット端末インタフェース、フレームレベルDTE、マルチプルラインアクセスインタフェースなどを挙げることができる。

2. ハードウェア

通信処理は、図-4 に示すごとく、受信の場合、信号をサンプリングしてビットを検出し、そのビットを蓄積して文字を組立てる。この間、同期信号の取除き機能符号の検出をしながら受信ブロックを組立てさらに複数ブロックを集めてメッセージを復元する。

これら一連の複雑な動作を概念的に図式化したものが図-4 である。ハードウェアとプログラムが分担して動作するが、その機能分担は当然装置によって異なっている。

最近では、システムの規模が大きくなり、多回線の収容が必要になったこと、コンピュータ間通信等複雑なプロトコルによる通信が行われること、システム開発時の経費の節減のため豊富な機能を持ったこと、さらには保守、診断機能を持ったこと等から通信処理が増増複雑化、大型化の傾向にある。この傾向に対処するため、通信処理装置は大型化する傾向と小型、簡易化する極端な傾向が見られる。前者は大規模システムにおいて、通信処理が独立して行く方向を示し、後者は中小規模システムにおいて内装形通信制御装置として、大部分の通信処理を中央処理装置(CPU)とファ-

ウェアに委ねて経済化してゆく方向を示している。通信制御装置は、CPU の1周辺装置として従属的

表-3 各社の通信制御装置

メーカー	型番	タイプ	最大収容回線 (line)	回線速度 (BPS)	接続ホスト
IBM	IBM 2701	CCU	4	45.5~240K	システム 360/370
"	2702	"	31	75~600	"
"	2703	"	176	45.5~240K	"
"	2704	FEP	32	50~48K	"
"	2705	"	352	"	"
日電	N7291	"	128	"	ACOS
"	N7293	"	200	"	"
"	N7294	"	512	"	"
"	N292	CCU	128	50~2400	N2200
"	C6600	"	32	50~1200	N3200/50
"	C6700	"	32	"	"
"	C6800	"	128	50	"
"	C6500N	"	128	50~9600	N3200/70
"	C6020N	"	1	"	"
"	C6030N	"	1	"	"
"	C6040N	"	1	2400~240K	"
"	C6050N	"	1	"	"
日立	H-8622	FEP	2~256	50~48K	Mシリーズ
"	H-8666	"	16+2	"	"
"	H8685-1	CCU	16+1	50~9600	"
"	H8686-1	"	16+1	50~48K	"
"	H8687-1	"	16+1	"	"
富士通	F1801F	"	4	~9600	8シリーズ
"	F1801G	"	2	48K	"
"	F1802L	"	124	~9600	"
"	F1802M	"	16	~9600	"
"	F1802K	"	128	~9600	"
"	F1851A	"	2	1200~9600	"
"	F1851B	"	16	48K	"
"	F2803A	FEP	64	50~48K	Mシリーズ
"	F2805A	"	512	"	"
(注)	JS-7300	FEP	256	50~240K	DIPS-1, DIPS-11

(注) 電電公社標準仕様

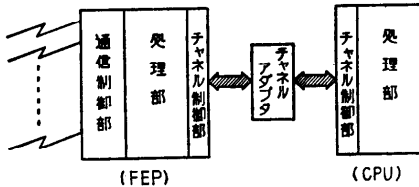


図-5 前置通信処理システム (FEP)

に動くタイプの通信制御装置 (CCU) と CPU と独立して、プログラム制御のもとに独立して動くタイプの前置通信処理装置 (FEP) とに大別できる。前者に属するものに、内装形のもの、独立形のものがある。主な CCU, FEP を表-3 (前頁参照) に示す。

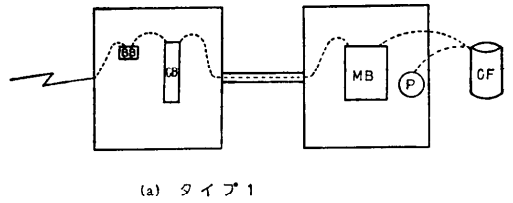
FEP の構成を図-5 に示す。FEP には専用のプロセッサを使ったものと、汎用ミニコンピュータをベースにしたものがある。いずれも 1 長 1 短である。

FEP の分担する機能にも各種のものがある。第 1 は、単に CCU をエミュレートして動作するもの、例えば電電公社 JS-7300 のタイプ 1、IBM の 3704、3705 の 2701、2702、2703 エミュレートモードがそれである。第 2 は、メッセージキューイングバッファは持たないがほとんどの通信処理を FEP の中で処理するもの。例えば、電電公社の JS-7300 のタイプ 2、IBM の 3704、3705 のネイティブモード等である。第 3 は、メッセージキューイングバッファを総て FEP 側に持つ形式のもので、例として、JS-7300 のタイプ 3、日電の N2950、N2970 等がある。この他、第 2 と第 3 のタイプの中間的なメッセージキューイングバッファを FEP と CPU でシェアして使うタイプのものもある。図-6 に通信処理装置の各タイプを示す。通信処理の大型形にとまない、FEP もタイプ 1 からタイプ 3 に移行するのは必然的傾向である。

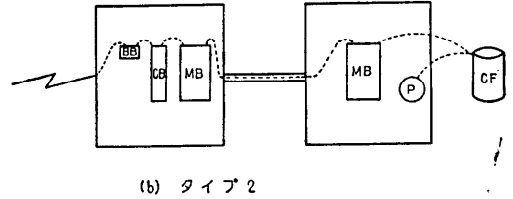
通信制御の今後の動向においても半導体技術の進歩は無視できない。特に、通信制御ロジックの IC 化、ファームウェア化、メモリの大容量化は顕著な影響を与え始めている。

ファームウェアの導入によって、従来、工場出荷時回線単位に、符号単位、割込み符号パターン、通信方式等の指定を行って来たが、ファームウェアを使った場合、処理能力を落さず現地で指定、指定変更ができ、システムに柔軟に対応できる。このことは、副次的に稼働中のシステムがダイナミックに回線の性格を変えられることにもつながっている。

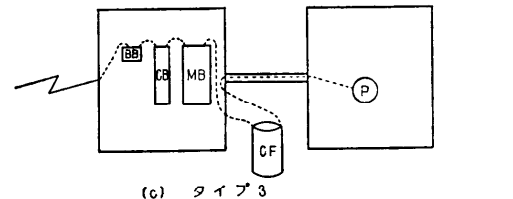
さらに進んで、国際的、国内的な標準化作業が進んだこと、マイクロプロセッサとファームウェアの技術



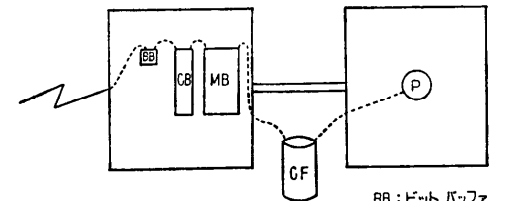
(a) タイプ 1



(b) タイプ 2



(c) タイプ 3



(d) タイプ 4

BB: ビットバッファ
CB: 文字バッファ
MB: メッセージバッファ
CF: 通信ファイル
P: 処理
----: データの流れ

図-6 FEP のタイプ

が進んだことからロジックの LSI 化が、次第に進みつつある。現在、国内外で市販されている通信用のインタフェース LSI を表-4 (次頁参照) に示す。今後は、ROM を持ったマイクロプロセッサを組込んだ LSI が作られる傾向にあり、プログラム制御の簡単な LSI が手軽に使用出来る様になる。

3. ソフトウェア

通信制御装置は一般の周辺装置、例えば磁気テープ装置、磁気ディスク装置等と性格上大きな違いがあるが、一種のアクティブなファイルとして扱える。このファイルに対するアクセス方法を一般に通信アクセス法と呼んでいる。通信アクセス法に標準はない。これは、通信を行うプロトコル、伝送制御手順、通信制御

表-4 通信用インタフェース LSI

分類	調歩式送受信用					SYN 同期式送受信用	調歩/SYN 同期送受信用	調歩/SYN 同期受信用
製造会社	TI	SMC	GIC	WD	NEC	SMC	WD	
品名	TM S6011	COM 2502	AY-5-1013	TR-1602A	MPD 369D	COM-261	PT-1482 B	PR-1472 B
同期方式	調歩式					SYN 同期式	調歩式, アイソクロナス, SYN 同期式	
回線速度	DC ~12.5 kb/s	DC ~25 kb/s	DC ~40 kb/s	DC ~20 kb/s	DC ~50 kb/s	DC~250 kb/s	(調歩, アイソクロナス) 40 kb/s (SYN 同期) 100 kb/s	
単位数	5, 6, 7, 8 bit (選択可能)							
パリティ	奇数, 偶数, 無 (選択可能)							
ストップビット数	1, 2 bit (選択可能)		1, 1.5, 2 (選択可能)		—	1, 1.5, 2 bit (選択可能)		—
受信マージン (サンプリング回数)	43.75% (16回)		46.875% (16回)		—	46.875 % (16回) 48.437.5 % (32回) 49.2187.5% (64回)		選択可能

分類	調歩/SYN 同期送受信用		SYN/F 同期送受信用	HDLCL SYN 同期送受信
製造会社	INTEL		WD	NEC
品名	8251		UC 1671 A	μPD 379
同期方式	調歩, SYN 同期		調歩, SYN 同期	SYN 同期, F 同期
回線速度	(調歩) DC~9.6 kb/s (SYN 同期) DC~56 kb/s		DC~1 Mb/s (4種の SELECTION 可)	DC~250 kb/s
単位数	5, 6, 7, 8 (選択可能)		5, 6, 7, 8 (選択可能)	8 bit
パリティ	奇数, 偶数, 無 (選択可能)		奇数, 偶数, 無 (選択可能)	無
ストップビット数	1, 1.5, 2 (選択可能)		1, 1.5, 2 (選択可能)	—
受信マージン (サンプリング回数)	(調) 16回, 64回, (同) 1回		47% 以上 (調) 32回 (同) 1回	—

装置等が開発途上で、かつオンラインシステムが一度稼働し始めると、新方式に移行するのが困難で、既存の方式がいつまでも残るためである。

通信アクセス法は当初各システム個有に開発して来たが、やがて、共通部分を標準化し、OS ごとに標準機能として提供するようになった。この標準化の範囲が、端末の伝送制御手順、業務プログラムの標準化と関連して広がってきている。今日では、通信を知らない人でも一般のファイルを扱うのと同じ位容易に、高水準言語とネットワーク定義言語を用いて端末との通信が可能になりつつある。

ここでは、主に通信アクセス法の今日の課題について触れる。

3.1 負荷・機能分散

負荷・機能分散として広く行われている方法は前述の FEP 採用である。FEP の有無が、通信アクセス法に与える影響は大である。前に述べた FEP と CPU との機能分担と業務プログラムとのインタフェースによって各種の方式が考えられ、図-6 の通信処理装置の各タイプごとに異なった方式が採用されている。

3.2 同期型と非同期型

端末との通信に関し、同期的に行う方法、すなわち業務プログラムと端末との独立性を補う待ち行列管理

を通信アクセス法の中で吸収しない方法と非同期的に行う方法、すなわち待ち行列管理を通信アクセス法内部で吸収する方法とがある。大部分の業務プログラムの特性は非同期型であるが、TSS 等一部のものについては同期型が要求される。この状況をいかに容易に通信アクセス法で実現するかがひとつのポイントである。ある通信アクセス法ではすべて同期型に、他のものでは非同期型を主体に同期機能を加えたものに、また第3の型では受信は非同期型、送信は同期型にしている。

3.3 ネットワーク資源の共用範囲

回線、端末制御部、端末などのネットワーク資源を有効に使うためには、それらを各種の業務プログラム(トランザクション処理、リモートジョブ処理、タイムシェアリング処理)で共通に使用することが必要である。初期の通信アクセス法では個々の回線、端末を特定の業務プログラムに割当て、その端末はその業務プログラム以外に使用できない方式が多かったが最近では、個々の端末に対し、端末コマンドで業務プログラムとの接続・解放を行う多目的端末方式になり、端末個々に業務プログラム間での時分割使用が行えるようになってきている。

3.4 階層型プロトコル

1. 標準化でも述べたごとく現在 ISO などで検討が加えられているリンクレベルやその他の高位プロトコルは、階層構造になっておりこれに対する通信アクセス法は、これらの動向に対応しやすい事が大切で OS を含めて階層構造に作られる傾向にある。この場合、通信アクセス法内を多階層のしくみに構成することになる。

3.5 構築の容易性と拡張能力

最近の利用者が要求する条件の1つは、オンラインシステム構築の容易性である。これに対し、各通信アクセス法はシステム構築のためのマクロ言語、ネットワーク定義言語を規定し提供している。しかし、通信アクセス法で提供している範囲（通常は通信アクセス法を提供しているメーカのネットワーク、端末機器に限られる）内では容易に拡張出来るが、それを越えた拡張は難しいのが現状で、いかに柔軟性を持たせるかが、今後の課題である。FEP の導入はこの問題の1つの解決策ではあるが、総てを FEP だけに求めることにはおおいに危険がある。

通信アクセス法は、OS の各機能と同様に、その強化が計られ、より使い易い方向に向っている反面、メモリ空間の大きさが数十キロバイトから百キロバイト以上へと確実に増加している。この点、メモリの価格低下を考えれば、必ずしも問題とはいえない。

4. 分散処理^{9)~5)}とネットワークアーキテクチャ

システムとしての、コスト/パフォーマンスを向上させるため、これまでデータ処理機能、通信制御機能、データベースを中央に集中することにより効率化をはかり、ハードウェア、リフトウェア、コンピュータ要員などのコスト低減を行ってきた。しかしシステム規模の拡大、広域化に伴ない、これまで中央に集中してきたシステムが大型化、複雑化し、システム実現のためのハードウェア/ソフトウェアの困難さと費用の増大、柔軟性、拡張性の欠如がクローズアップされてきた。更に、システムの広域化とも相伴って、現場部門の要求に対する対処の遅延、システム信頼性の低下などの問題点が如実のものとなり、集中型システムはその規模限界に近づくつつある。

そこで、これからの問題点を解決するために機能的あるいは目的別に分散して処理を行う分散処理の形態が考え出されてきた。分散処理の対象として、

○ データ処理の分散

○ 通信制御の分散

○ データベースの分散

が考えられる。

本稿に関連する通信制御の分散は、従来ホストコンピュータに集中していた通信制御の機能を、FEP や遠隔集配信処理装置、パケット交換処理装置などのネットワーク・プロセッサに分散させるもので、ホストの負荷軽減に基づくシステムスループットの向上、回線の集線による通信コストの低減、通信経路の最適化による回線の有効利用、システム信頼性の向上等がはかれる。

1974 年秋 IBM が SNA⁶⁾ を発表してから続々と各社のネットワークアーキテクチャが発表され、特に一昨年末からは、国産メーカも加わり各社の動きが活発になってきた^{7),8)}。

一方応用面から見ると、アメリカの ARPANET に代表される汎用分散型のコンピュータネットワークを始めとして各国でネットワークが盛んに建設され、実用化されようとしている。我が国でも 5. 最近の事例で紹介する大学間ネットワーク^{9)~11)}、旭化成工業(株)の ACT システム^{12),13)}などのコンピュータネットワークが建設されている。こうしたコンピュータネットワークに対する要求の高まりと、それを回線網の面から支援する電電公社の DDX サービス^{14)~18)} が、54 年春に開始されようとする事からも、コンピュータネットワークの容易な実現を目的とし、また、前述の分散処理の要求に対処するためのネットワークアーキテクチャの確立が急がれている。

各メーカから発表されているネットワークアーキテクチャは、IBM の SNA の他、ユニパックの DCA、DEC の DNA、パロースの DNS、東芝の ANSA、日本電気の DINA、三菱電気の MNA、沖電気の DONA、富士通の FNA、日立的 HNA、および日立・富士通共同発表の MSNA などがある。

各社で発表しているアーキテクチャは、いずれも効率的な高速伝送を目的としたハイレベル伝送手順を採用し、データ通信の各機能を階層的に機能分化し、端末の仮想化や各階層でのプロトコルの標準化を図り、処理の分散化による処理能力と信頼性の向上を目指している。国産メーカのほとんどに共通しているのはネットワークレベルまでのプロトコルについては国際標準に準拠し、DDX サービスとの親和性を強調している点である。

加えて、電電公社が異機種間接続を目指して、国産

メーカ4社と共同研究を始めたネットワークアーキテクチャに DCNA があり、1980年代のアーキテクチャを目指し研究が進められていて、第1版が本年6月に公開された。その中で、DDX パケット網は機能を持った1つのノードとして取入れられており、DCNAを経由して異種ネットワークの相互接続も考慮されている。

ネットワークアーキテクチャとしては今後、トラフィック特性、料金体系などによるパケット交換、回線交換の交換方式の使い分け、経済的に高速回線が確保できる衛星通信の導入、障害や保守などのネットワーク管理や異なるアーキテクチャ間の結合問題などの検討が残されている。

さらに、アプリケーションプログラムやデータベースの分散に関してアクセス手法が限定された特定のネットワークだけでなく、あらゆるシステムに共通のアーキテクチャの確立が急務となっている。

5. 最近の事例

ここでは、我が国における最近の事例につき、動向別に述べる。

5.1 星型ネットワーク

5.1.1 大規模化

大規模システムの事例としては、専用のサービスを提供するものとして、国鉄の列車座席予約システム MARS^{19),20)}、銀行間為替決済のための全銀データ通信システム^{21),22)}、ADESSを中心とする気象データ通信システム^{23),24)}、汎用的なサービスを提供するものとして、電電公社直営の販売在庫管理システム DRESS²⁵⁾、科学技術計算システム DEMOS²⁶⁾、国際的 TSS サービス MARK III^{27),28)} など、枚挙にいとまが無いが、ここでは、日本航空の JALCOM-II²⁹⁾⁻³¹⁾ (図-7 次頁参照) を御紹介する。

JALCOM-II は、テレタイプメッセージ交換、国内線座席予約、国際線座席予約、航空機のデパーチャコントロールなどの諸機能を総合したシステムで、機能的には他航空会社システムのほか、日本交通公社 TRIPS-II 等の旅行者のシステムともつながりを持ち、地域的には我が国のほか米州、欧州、アジア各地へ広がった1大システムである。

5.1.2 機能の垂直分散

(a) フロントエンドネットワークプロセッサ (FEP)

60年代においては、GE の DATANET シリーズ、

日電の N2950 など数えるほどであった FEP は、HOST から通信制御機能を分離独立させる利点が認められ、70年代においては IBM が 370 シリーズに 3704, 3705 を採用したのを契機として、ACOS シリーズ用の N7291, N7294, Mシリーズ用の F2805 など、各社のメインラインに採用されるに至っている。

(b) リモートネットワークプロセッサ (RNP)

低速回線を多数集線し、冗長ビットの除去、無効メッセージの排除等トラフィック効率の向上を行って高速中継線で HOST と結ぶための集配機能リモートプロセッサに移行し、HOST の負荷を更に軽減させる方式が考えられ、郵政省簡易保健局の保健業務機械化システム POM³²⁾ (図-8 次頁参照) など、一部では、既に実用に至っている。今後は分散処理の傾向に伴い、この様な処理形態の増加が予想される。

5.1.3 回線料金の節約

(a) マルチドロップ方式の活用

基幹回線に、電電公社技術規準の許す範囲で多数の端末を分岐接続する方式であって、基幹回線のトラフィック密度を高く保つ事が出来、経済的である。米国では、国土が横に広く時差があるところから、分岐接続をしても各端末機の使用ピークが重なる事がなく、有効な方式として古くから利用されてきた。我が国でも70年代に入り増加の傾向を見せているが、どの様な分岐地図を画くのが最も経済的かという問題を解くのは、かなりやっかいである。例えば、前述の POM システムでは、約 20 台のリモートプロセッサに約 1200 端末を最適分岐接続する問題となり、人知人手の及ぶ範囲を越える。そこで最近ではプログラムを開発し、コンピュータに解かせるアプローチがとられている。図-9(次頁参照)には、一例として日電の NETS が解いた某情報サービスネットワークの最適解を示す。

(b) TDM, FDM マルチプレクサの利用

近年、電電公社が広帯域回線サービスを開始し、また回線の分割利用を許可したところから、急速に浸透した方式である。例えば D-1 もしくは D-1S 規格回線 (300~3400 Hz 帯域使用) は、MODEM を自営すればおおむね 2.4 KBPS 内至 9.6 KBPS のデータ通信能力を有するが、料金的には、D-1 は D-5 規格 (1.2 KBDS) と、D-1S は D-13 規格 (9.6 KBPS) 同じであるところから、TDM を用いて例えば D-1S 規格 1 回線を D-5 規格相当 8 回線に分割使用すると東京、大阪間の場合回線使用料がおよそ 5 分の 1 にな

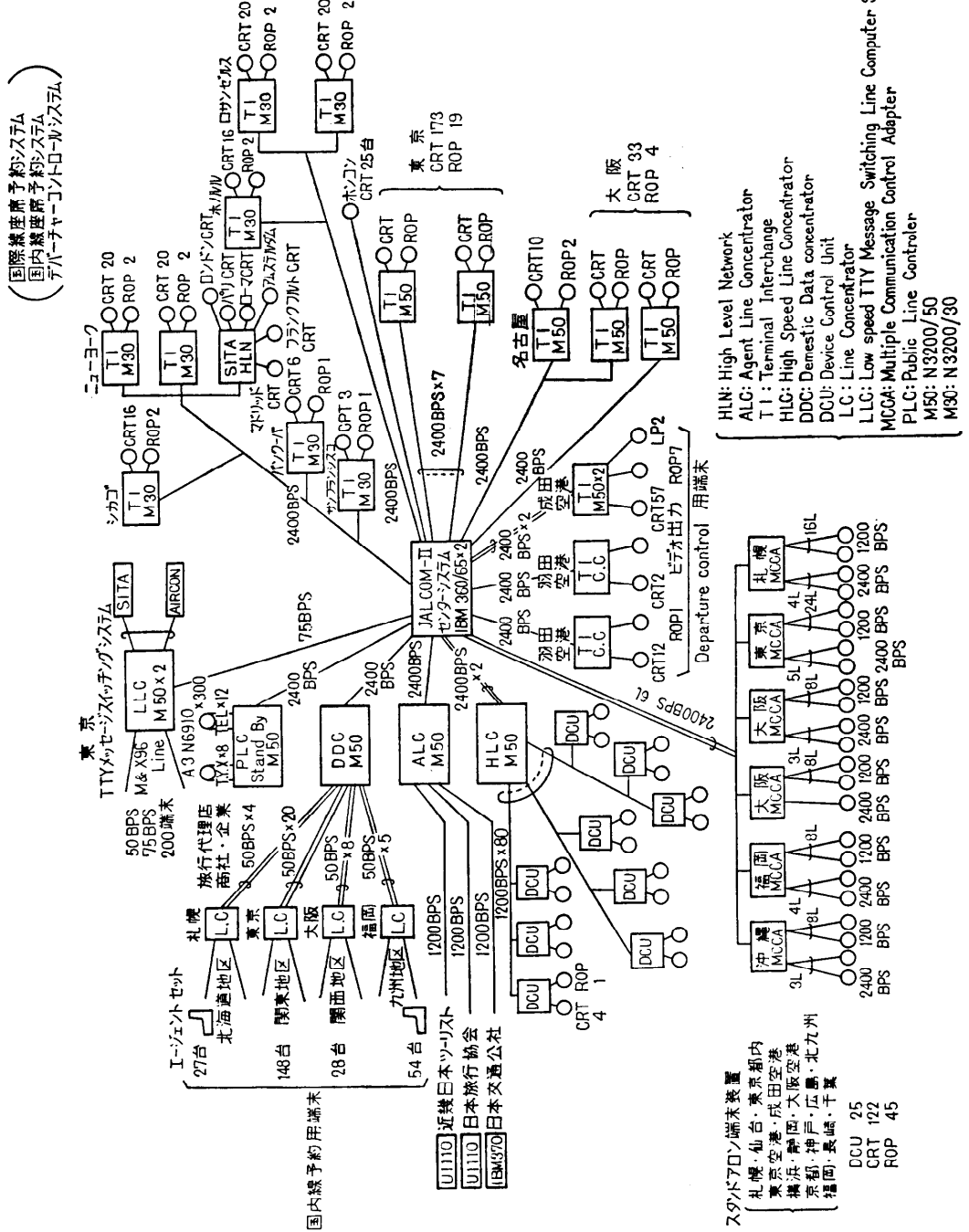
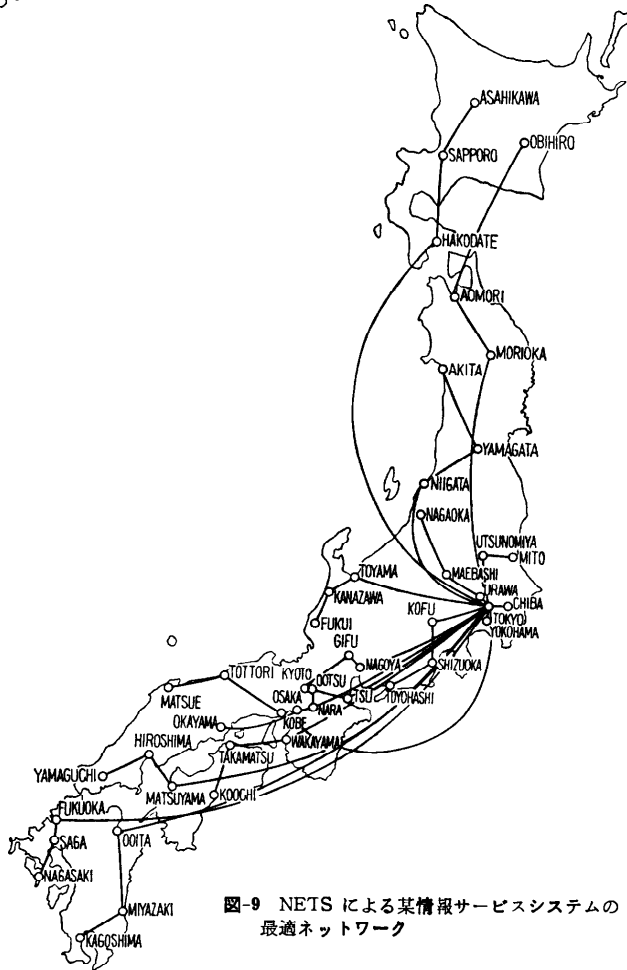
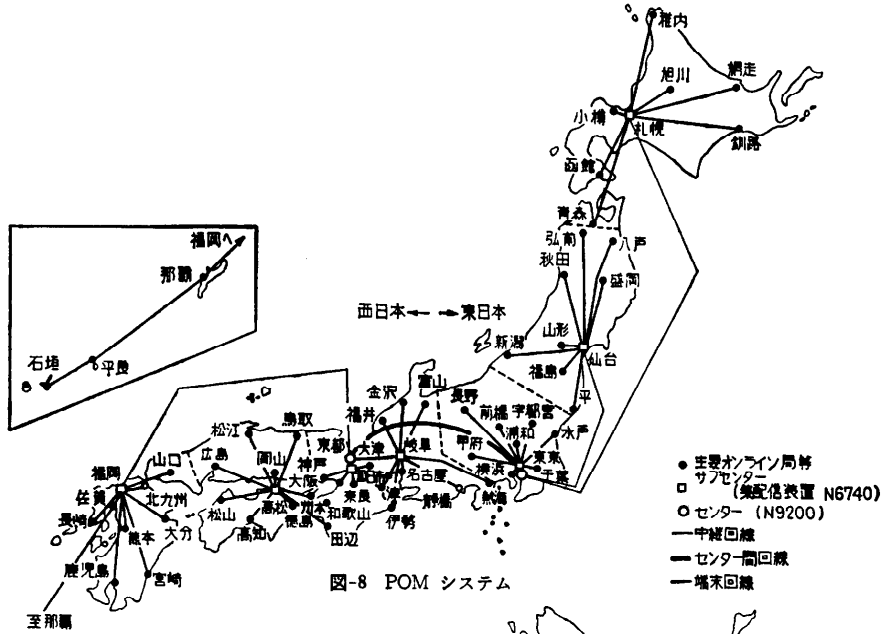


図-7 日本航空 JALCOM-II システム



る。また FDM を用いて I-1 規格 1 回線を D-1 規格相当に分割使用すれば同じ東京、大阪間で料金が約 1/6 になる。

最近では、これらを組み合わせ、例えば三洋電気(株)オンラインシステム³⁴⁾のように、FDM の出力回線(D-1 規格相当)に更に TDM を適用する例、明治生命保険(相)システム³⁵⁾(図-10)のように、TDM を階層的に構成し、50 BPS を集めて 1.2 Kbps にし、更に 50 BPS を集め加えて 2.4 Kbps にするなど、効率良い集線を計る例が見られる。

(c) 公衆回線の利用

低トラフィック端末を多数有するシステムでは、公衆回線を積極的に利用する事が経済的である。公衆回

線には電話型、電信型(テレックス)があり、前者ではおおむね 2.4 Kbps までの、後者では 50 BPS のデータ通信が可能である。専用回線との損益分岐は、距離にもよるが、およそ 1 日当たりの延べ通信量が 3 ~ 4 時間以下である事が条件となる。この形態の事例としては、農林省生鮮食料品流通情報データ通信システム AIDS³⁶⁾、いすゞ自動車(株)オンラインシステム³⁷⁾(図-11)、東洋工業(株)オンラインシステム³⁸⁾などを挙げる事が出来る。

最近では、低トラフィックの公衆回線端末も、同地区で多数集線すれば専用回線の使用が有利なトラフィック量に達する事を利用し、リモートで公衆網と専用回線を網間接続する動向が見られる。

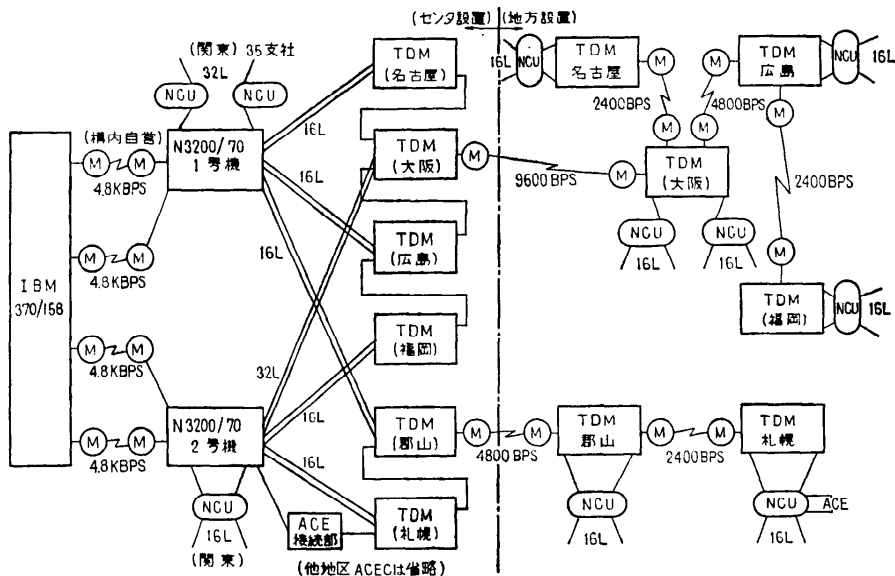


図-10 明治生命 TELEX ON-LINE SYSTEM

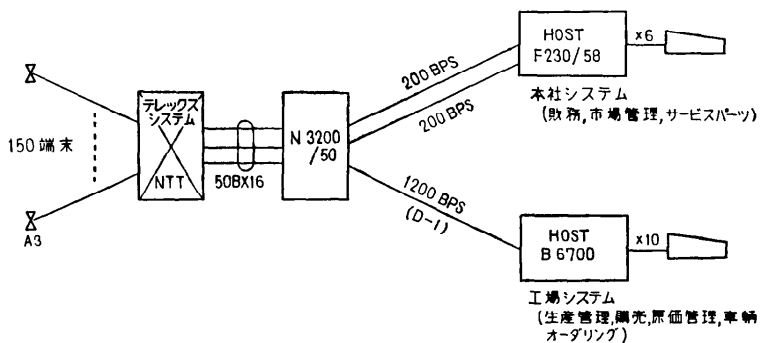


図-11 いすゞ自動車システム

これには、RNP が用いられる他、もっと簡便には NCU のリモート制御機能を持った TDM が用いられる。後者の例として、前述の明治生命システムが挙げられる。

(d) データハイウェイ

工場内、ビル内など自営の通信回線を利用するシステムでは、回線の施設費を低減する事が重要なテーマとなる。スターネットワークまたは、メッシュネットワークにかわってループネットワークを採用し、回線の総延長距離を減らすシステムがデータハイウェイであって、鉄鋼業^{39),40)}またビル空調関係⁴¹⁾では、以前から導入されていたが、速度も幹線で 10 KBPS~100 KBPS と比較的遅かったために、小規模な応用にとどまっていた。最近では PCM、光伝送ケーブルの技術を応用

し、幹線速度を 1.5 MBPS または 6 MBPS 以上に高め、電話線 1,000 本相当の通信を収容し、地域内における基幹網とするシステムが見られる。(株)神戸製鋼所における環境管理・生産管理システム⁴²⁾(図-12)はその代表的な例である。

5.2 分散型ネットワーク

5.2.1 星型ネットワークの相互接続

初めは個々に建設されたオンラインシステムが、時と共に相互関連を深め、接続の必要をせまられる例は良く見られる。今後は益々その傾向が深まるであろうが、問題は個々ばらばらに、それも管理全体を別として建設されたシステムを相互接続する際のインタフェース決定の困難さである。このため、個々の既存システムに改造が及ばぬ様に、間にインタフェースプロセ

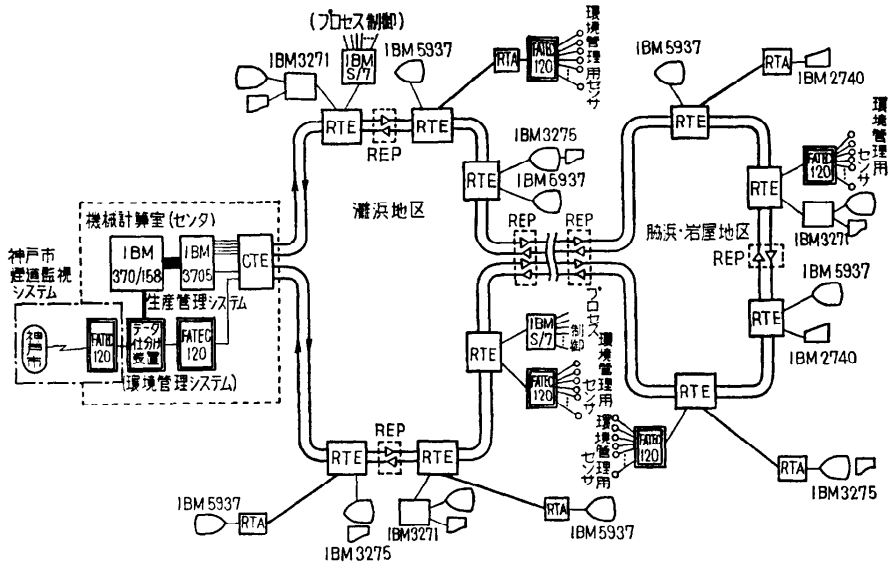


図-12 神戸製鋼環境管理、生産管理システム

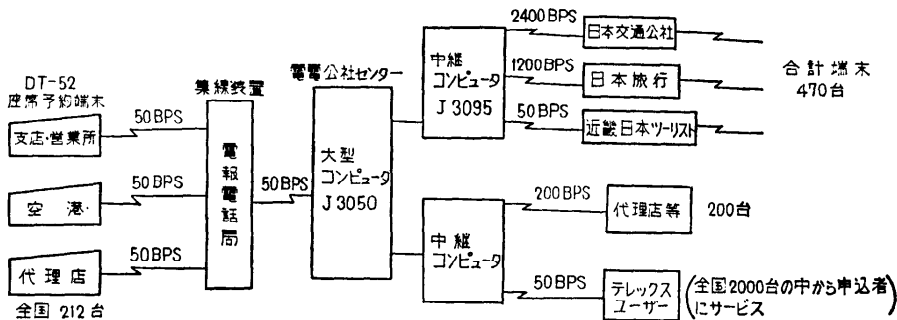


図-13 航空座席予約システム

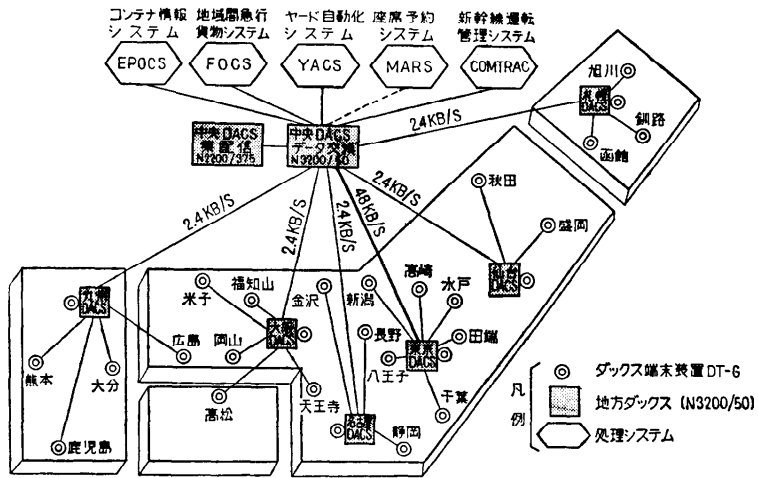


図-14 DACS システム

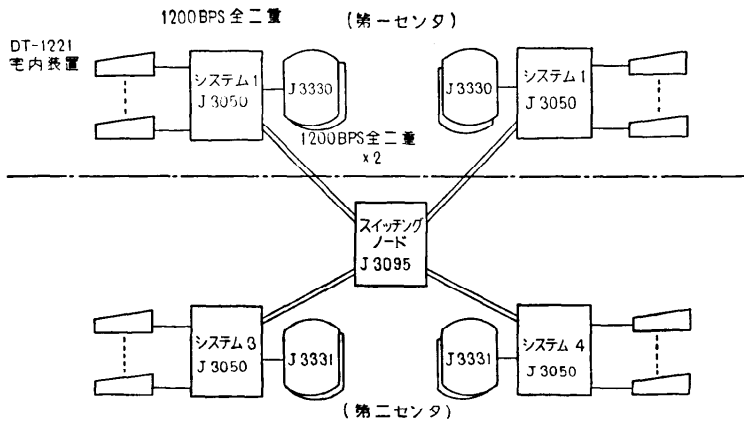


図-15 運輸省自動車局データ通信システム

ッサをはさむアプローチがしばしば採用される。典型的な例として電電公社が、東亜国内航空と旅行者三社システムを結びつけるために建設した航空座席予約システム^{43),44)} (図-13 前頁参照)、国鉄のデータ交換システム DACS (図-14) を挙げることができる。

5.2.2 機能の水平分散

(a) 負荷分散

ひとつのシステムを建設する際に、単一の HOST にたよるとあまりにも膨大なシステムになってしまうために、これを適切な規模のサブシステムに分割し、サブシステム間を通信回線で結びつけるアプローチがしばしばとられる。

例としては、運輸省の自動車登録・検査のために電電公社が建設した運輸省自動車局データ通信システム^{45),46)} (図-15) がある。

このシステムは先ず第1センタ内のシステム1から建設が進められたが、システム2の建設と、それに伴うシステム間の相互接続を実行するに際して、将来のシステム3、システム4の存在を予測して、スイッチ

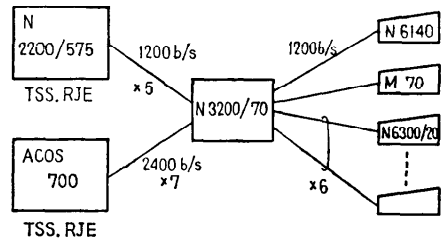


図-16 通産省 TSS, RJE システム

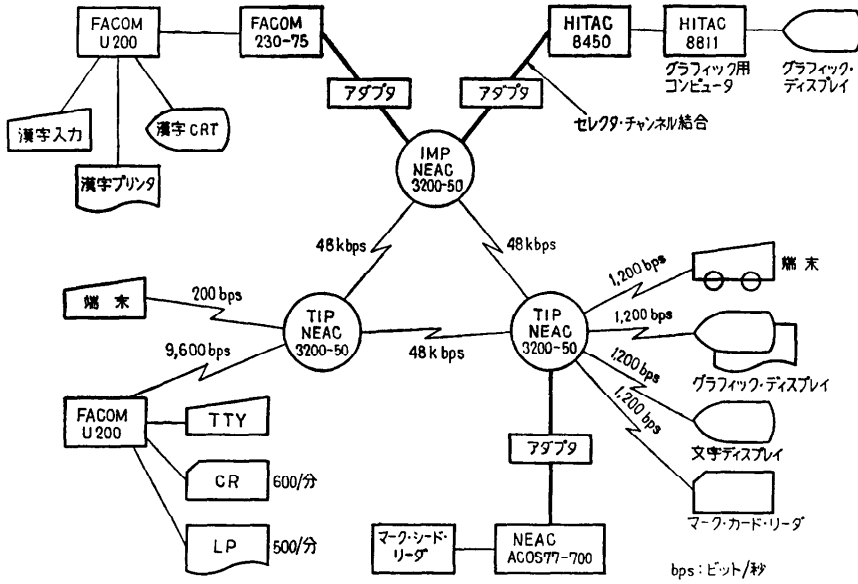


図-17 JIPNET

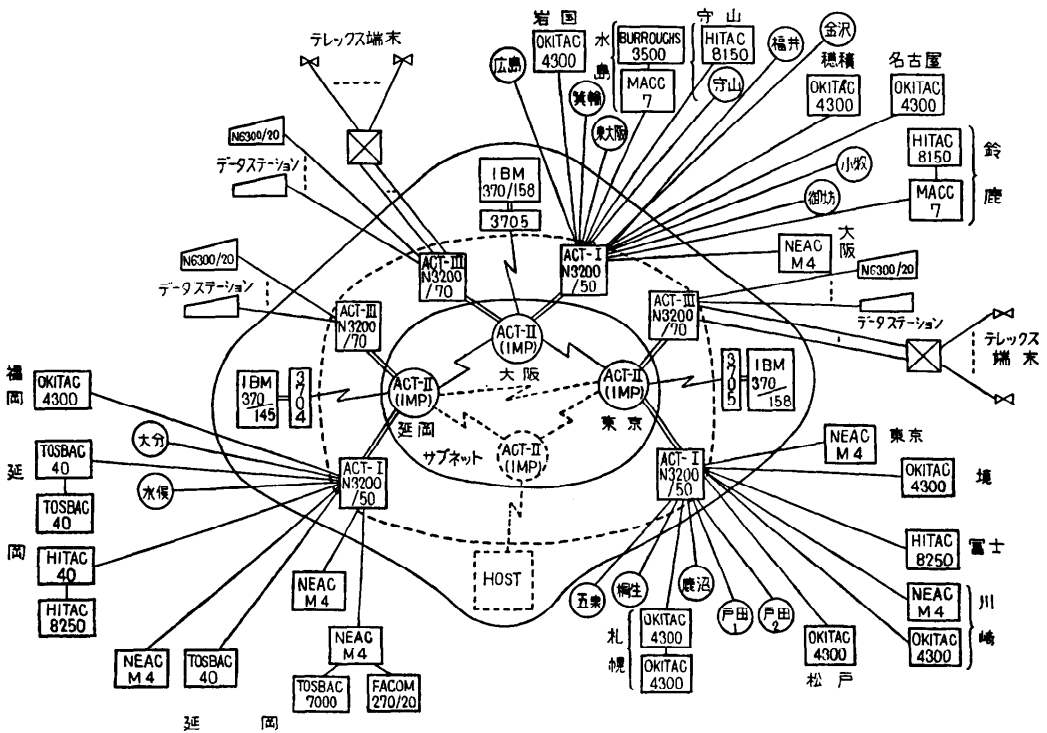


図-18 旭化成 ACT システム

グノードを経由するアプローチを選んだものである。

(b) 業務別分担

前項と同様な理由で処理をサブシステムに分散する際、サブシステムが業務別の機能を持つように構成するアプローチである。

事例としては前述のいすゞ自動車システムにおける FOCOM 230/58 (本社システム) とパローズ B6700 (工場システム) の業務分担、住友銀行オンラインバンキングシステムにおける NCR センチュリ 350 (預金、名寄せ) と NEAC 2200/700 (為替交換) の業務

分担のほか、通産省大臣官房における TSS, RJE システム⁴⁾ (図-16 前頁参照) を挙げる事が出来る。

通産省システムは更に高度に、端末から HOST 及び処理種別 (RJE, TSS) を任意に指定出来るようになっていて、信頼度の高い構成を成しているといえるが、端末ユーザから見れば、業務別に相手 HOST を固定した使用法が一般的であろう。

(c) コンピュータネットワーク

分散処理を更に発展させ、システム間で単に情報を交換するのみならず、特殊ハードウェア、特殊ソフトウ

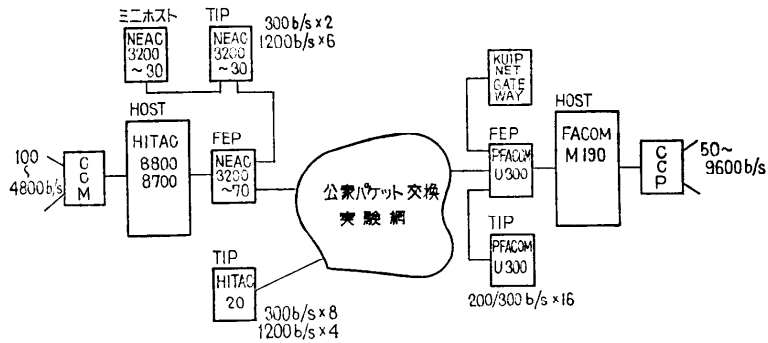
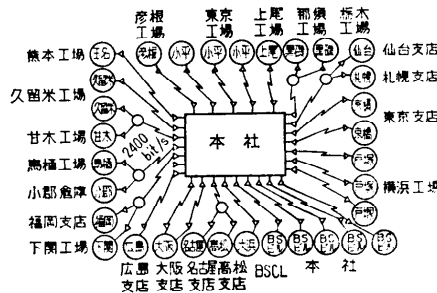


図-19 N1 第二期実証実験システム



(a) ブリジストンFAX交換システム

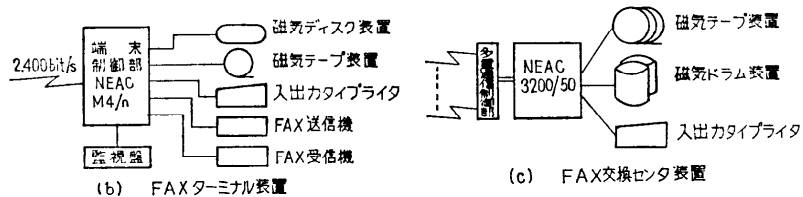


図-20 ブリジストン FAX 蓄積交換システム

エア、専門別データベースなど分散設置された情報資源の共用、ダイナミックな負荷配分、障害時のバックアップなどを行おうとするもので、米国の ARPA^{(48)~(50)} ネットワークが極めて有名である。我が国では情報処

理開発センターの JIPNET^{(51), (52)} (図-17 前頁参照) 後述の大学間ネットなど、実用化実証実験的な段階のものに加えて旭化成工業(株)における自家商用ネットワーク ACT^{(12), (13)} (図-18 前頁参照) が実現されている。

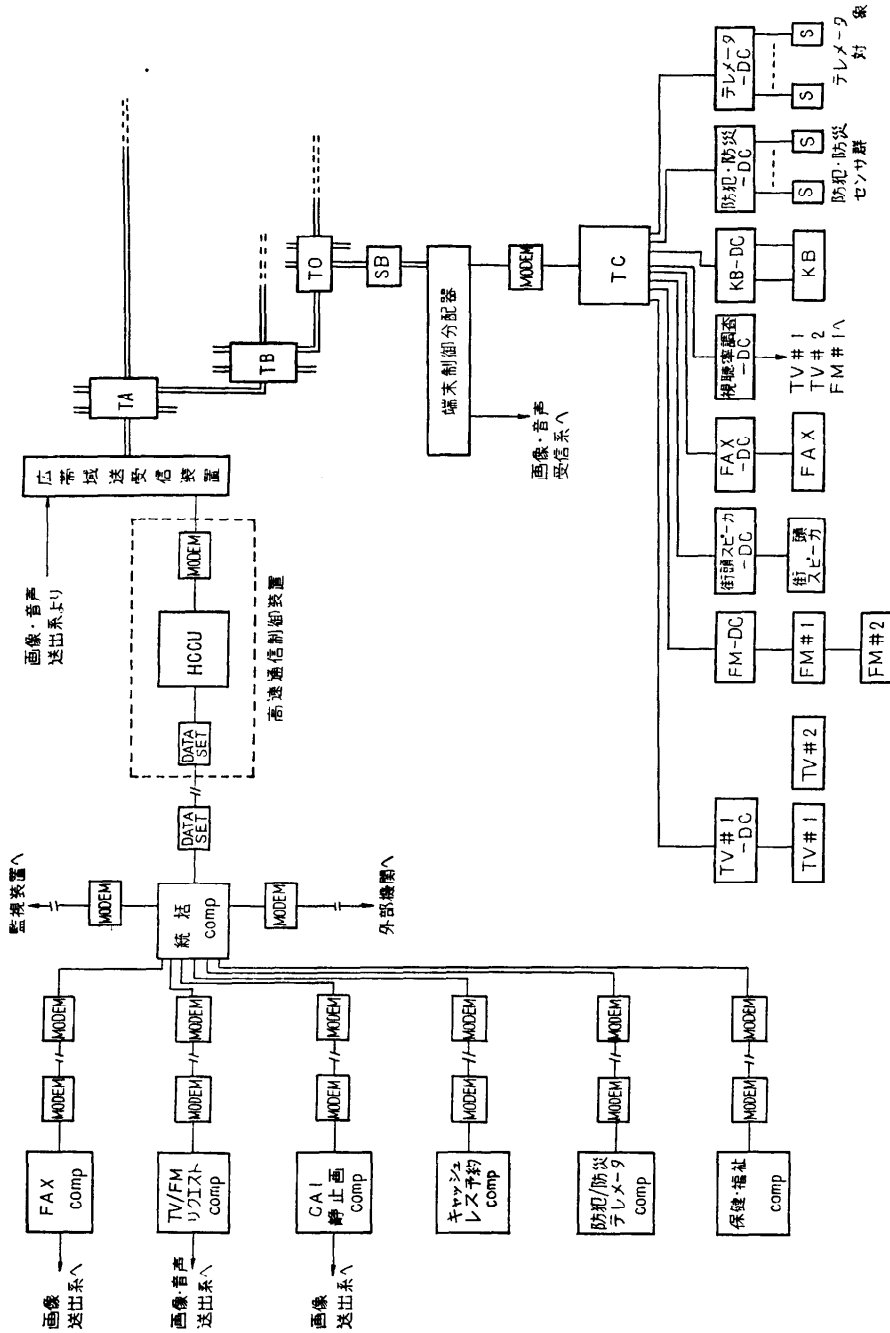


図-21 東/生駒双方向 CATV 実験システム

5.3 その他

5.3.1 新データ網

新データ網は狭義に解決すればデジタル技術を用い、パケット交換など新しいテクノロジーを応用したデータ通信専用網であり、広義に解釈すれば、技術面は問わず、データ通信のための新しい網である。

世界各国でその建設が精力的に進められており、我が国でも電電公社が DDX 網^{14)~18)}を開発中である。

ユーザとしては、将来の本格的な大学間ネットワークへの移行を目指した実証実験である東京大学、京都大学間 N1 ネットワーク^{9)~11)} (図-19 前頁参照) がその第一号であって、電電公社との共同開発実験に参加している。

5.3.2 デジタル FAX 交換

我が国においてはタイプライタの普及が困難であるため、手書き文書の送れる FAX は事務合理化の有力な材料として期待されている。

特に近年は、帯域圧縮技術を伴ったデジタル FAX が出現し、従来のデータ交換のテクノロジーをそのまま用いて、同報や相手先ビジー時の待合わせ機能まで含めた FAX 蓄積交換システムを、容易に構成しうることになった。事例としては、プリジストンタイヤ(株)における FAX 蓄積交換システム³²⁾ (図-20 前頁参照) が挙げられる。

5.3.3 双方向 CATV

CATV システムを双方向化し、例えば視聴者の反応をリアルタイムで送信局に吸い上げようとする動きは、徐々に活発化している。CATV 伝送路は通常広帯域の同軸ケーブルであるからデータ伝送速度の高速化や雑音対策が容易な反面、CATV 網が分配網であるところから、多数の端末との交信を行うには超高速ポーリングを行う必要があるなど、独得なシステム特性を持ち、その開発は今後待つところが多い。図-21 (前頁参照) に示すものは(財)生活映像情報システム開発協会が、東生駒のニュータウンに実験的に建設を計画した当初段階のシステム⁵⁴⁾である。現在幹線伝送路を光ファイバに設計変更するなどの手直しが行われている。

なおこのうち、960 KBPS の超高速モデムを用いた高速通信制御系は、ほぼ同等の形態で電電公社鈴鹿学園において、CATV を用いた動画及び静止画像検索システムとして稼動に入っている。

双方向 CATV のシステムは前述のデータハイウェイ、ワードプロセッサ、FAX などと結合し、将来の

オフィスオートメーションシステムへと発展していくであろう。

おわりに

通信制御の技術は、今だ流動的で、変化に富んでいて、開発・改良が続けられる。中でも今後の通信制御に大きな影響を及ぼすものは、第1に半導体技術、特にマイクロプロセッサとファームウェアの技術である。この分野の未来はまだ未知といってよい程、今後、大きな発展が期待される。第2は、ネットワークの技術で、すなわちネットワークアーキテクチャの開発が急速に進むであろうと思われる。ここでは、インタフェースの標準化が急務であり、CCITT、ISO 等の国際機関を中心とした標準化・作業の成果を期待したい。従来、各社バラバラに開発を続けて来た情報処理の分野も、個々独立しては通用せず、ここに至って急速にインタフェースの統一が計られるようになる。その結果として理想的な C & C の世界が実現することを期待したい。なお、本稿の作成に当たり、田代彰、赤井貞夫、島直、勅使河原可海各主任の協力を得てまとめた事を申し添え、誌面をお借りし諸氏の御協力に感謝する。

参 考 文 献

- 1) 鈴木正和：公社データ通信サービスの現状と課題，施設，Vol. 30, No. 3, pp. 10~30.
- 2) 島直：開放形システム・アーキテクチャと高位プロトコルの標準化動向，ビジネスコミュニケーション，Vol. 15, No. 5, pp. 94~98 (1978).
- 3) 日本電子工業振興協会：分散システムに関する調査（国際動向専門委員会報告書），52-C-324 (1977).
- 4) G. Booth：Distributed Systems, NCC '76 (1976).
- 5) 猪瀬博他：特集・分散処理指向，データ通信，Vol. 9, No. 3 (1977).
- 6) 三井信雄：SNA (Systems Network Architecture) の概要，情報処理，Vol. 16, No. 11 (1975).
- 7) 日本 ITU 協会：データ通信網プロトコルの動向，CC 177, 研資 46 号 (1977).
- 8) 出羽洋，下田博次：コンピュータネットワーク入門，別冊コンピュータピア，コンピュータ・エージ社 (1977).
- 9) 猪瀬博：大型計算機センタ間コンピュータネットワーク研究 (A)，特定研究広域大量情報の高次処理一総括報告，東京大学出版会，pp. 69~134 (1976).
- 10) 坂井利之：大型計算機センタ間コンピュータネットワーク研究 (B)，特定研究広域大量情報の

- 高次処理—総合報告, 東京大学出版会, pp. 135~180 (1976).
- 11) 猪瀬博: ネットワーク計画推進委員会 (N委員会) 報告, 情報システムの形成過程と学術情報の組織化—第一年度報告, 総括班報告 3 (1977年3月).
 - 12) 名和小太郎, 中村充男, 八木暁: 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, pp. 645~649 (1975).
 - 13) 名和, 中村, 八木, 島他: 企業内パケット交換網 ACT-II. 電子通信学会交換研究会資料, SE 76-68, pp. 71~78 (1976).
 - 14) 加藤満佐夫, 城崎龍太郎: コンピュータ通信用の新しい通信網(新データ網), 計測と制御, Vol. 14, No. 8, pp. 47-57 (1975).
 - 15) 千葉正人: デジタルデータ交換網の概要, ビジネス・コミュニケーション, Vol. 12, No. 7, pp. 20~26 (1976).
 - 16) 高月敏晴: デジタルデータ交換網とプロトコル, ビジネス・コミュニケーション, Vol. 13, No. 9, pp. 33~43 (1976).
 - 17) 鹿子木昭介: デジタル網の開発と発展, データ通信, Vol. 8, No. 12, pp. 33~37 (1976).
 - 18) 石川宏: 新データ網サービスとオンラインシステム, ビジネス・コミュニケーション, Vol. 14, No. 3, pp. 33~40 (1977).
 - 19) 稲田伸一: 国鉄, マルス・コムトラック, ビジネス・コミュニケーション, Vol. 12, No. 8, pp. 51~56 (1975).
 - 20) 竹井大輔, 鴨川和正, 元持一男: 国鉄座席予約システム MARS-105 の開発, 日立評論, Vol. 57, No. 9, p. 17 (1975).
 - 21) 信国弘毅: 全銀システム, ビジネス・コミュニケーション, Vol. 12, No. 8, pp. 68~71 (1975).
 - 22) 清水正義: 全銀データ通信システムの現状と今後の問題, データ通信, Vol. 7, No. 11, pp. 51~55 (1975).
 - 23) 森 博: 気象データ通信システム, データ通信, Vol. 6, No. 3, pp. 53~60 (1974).
 - 24) 猪狩実, 山田忠夫, 森成司, 松元信雄, 松岡忠敬, 渡辺佳彦, 鹿野春清, 小杉広: 地域気象観測データ通信システム, 日立評論, Vol. 57, No. 9, pp. 21~26 (1975).
 - 25) 岩山政敏, 伊藤祐亮, 藤田宗太郎, 佐藤博美: DIPS を用いた販売在庫管理システムの概要, 施設, Vol. 28, No. 11, pp. 79~84 (1976).
 - 26) 星野孔昭, 高橋保之, 大川真久, 高倉慶充: 科学技術計算システム (DEMOS-E) のソフトウェア概要 (その1), (その2), (その3), 施設, Vol. 27, No. 7, pp. 123~128, No. 8, pp. 98~106, No. 9, pp. 108~115 (1974).
 - 27) 柳井朗人: GE 超大型コンピュータネットワーク, 情報処理, Vol. 15, No. 7, pp. 542~549 (1974).
 - 28) 柳井朗人: 電通: TSS サービス, ビジネス・コミュニケーション, Vol. 12, No. 8, pp. 63~67 (1975).
 - 29) 錦織孜: 航空機の座席予約システム, 電子通信学会誌, Vol. 57, No. 4, pp. 464~471 (1974).
 - 30) 細川喬: 座席予約システム「JALCOM II」について, データ通信, Vol. 7, No. 6, pp. 36~40 (1975).
 - 31) 篠崎正俊: 各種通信回線利用の例—日航オンラインシステム, ビジネス・コミュニケーション, Vol. 12, No. 12, pp. 42~45 (1975).
 - 32) 丸木義勝: ファクシミリ蓄積交換システム, ビジネス・コミュニケーション, Vol. 12, No. 7, pp. 87~89 (1975).
 - 33) 簡易保健総合機械化システム: 郵政省簡易保健局, (1977).
 - 34) 横山利雄, 仙洞田実夫, 小橋享: N6710 時分割多重装置—三洋電気殿における全国オンラインシステム例, 日本電気技報 No. 113, pp. 65~68 (1975).
 - 35) 生田勝彦: TDM を利用した新オンラインシステム (明治生命保険相互会社), ビジネス・コミュニケーション, Vol. 13, No. 10, pp. 51~56 (1976).
 - 36) 高嶺安雄, 田村文彦, 三上宣昭: 農林省生鮮食料品流通情報データ通信システムの概要, 施設, Vol. 28, No. 3, pp. 61~76 (1976).
 - 37) 林秀雄, 樋口唯史: 自動車販売混合オンラインシステム (いすゞ自動車株式会社), ビジネス・コミュニケーション, Vol. 13, No. 10, pp. 65~69 (1976).
 - 38) 落合紘一, 吉永修: テレックス・オンラインによる販売管理 (東洋工業株式会社), 全 NEAC ユーザ会シンポジウム資料, (1977年3月).
 - 39) 松村義正, 佐沢光一: 製鉄所におけるデータハイウェイシステム導入実例 (新日本製鉄株式会社), オートメーション, Vol. 18, No. 6, pp. 37~45 (1973).
 - 40) 栗木義光, 西川和之: 製鉄所におけるデータハイウェイシステム導入実例 (神戸製鋼株式会社), オートメーション, Vol. 18, No. 6, pp. 46~51 (1973).
 - 41) : 松家敬, 空調機器製造工場におけるデータハイウェイシステム導入実例 (日立製作所), オートメーション, Vol. 18, No. 6, pp. 58~62 (1973).
 - 42) 岡添健介, 岡村政勝, 島袋幸成, 寛 元, 星野圭右, 河野義昭: FATECによる構内ハイウェイシステム—株式会社神戸製鋼所における環境管理, 生産管理用データハイウェイシステム, FUJITSU, Vol. 27, No. 2, pp. 31~38 (1976).
 - 43) 野垣内章: 旅行業者と運輸・航空機関とのコンピュータリンク, ビジネス・コミュニケーション, Vol. 12, No. 2, pp. 48~55 (1975).
 - 44) 東亜国内航空 (ユーザ訪問): 週間コンピュータ, No. 174 (1976年6月7日).
 - 45) 上田泰治, 須田紀明, 加賀徳行, 松尾厚二郎:

- 運輸省車検登録データ通信システムにおける電文交換システムについて, 情報処理学会第 13 回大会予講集, (1972).
- 46) 辻岡健: 電電社の国民福祉型プロジェクト, データ通信, Vol. 6, No. 3, pp. 37~41 (1974).
- 47) 林秀行, 藤森隼子: 通産省における TSS への移行, ビジネス・コミュニケーション, Vol. 9, No. 12, pp. 61~69 (1972).
- 48) F. E. Heart, R. E. Kahn, S. M. Ornstein, W. R. Crowther, and D. C. Walden: The Interface Message Processor for the ARPA Computer Network, AFIPS Conference Proceedings, Vol. 36, pp. 551~567 (June 1970).
- 49) J. M. McQuillan, W. R. Crowther, B. P. Cosell, D. C. Walden, and F. E. Heart: Improvements in the Design and Performance of the ARPA Network AFIPS Conference Proceedings, Vol. 41, pp. 741~754 (Dec. 1972).
- 50) David C. Walden: Experiences in Building, Operating, and Using the ARPA Network, 2nd USA-JAPAN Computer Conference Proceedings, pp. 453~458 (Aug. 1975).
- 51) コンピュータネットワーク JIPNET の研究開発: 日本情報処理開発センタ, 48-S-001, 1974年3月, 49-S-002, (1975年3月), 50-S-603, (1976年3月).
- 52) 鍛冶勝三: JIPNET の NCP とロジカルリンク, 日経エレクトロニクス, No. 136, pp. 76~95 (1976年6月14日).
- 53) 映像情報システム. 高速通信制御装置詳細設計書: (財)生活映像情報システム開発協会映像情報システム開発本部, (1974年3月).

(昭和53年6月20日受付)