

# 企業内通信網用日立パケット交換システム “HIPA-NET”

## Hitachi Packet Switching System “HIPA-NET” for Private Communications Network

パケット交換網には、不特定多数の企業や個人が共同利用する公衆パケット交換網<sup>1)</sup>(日本電信電話公社が開発中で昭和54年6月にサービス開始予定)があるが、これに対して企業が日本電信電話公社の専用線を借用し、その企業専用の私設パケット交換網を構築する場合がある。日立製作所は、公衆パケット交換網の開発当初から日本電信電話公社を中心とする共同研究に参加し、その開発に積極的に協力してきている。一方、データ通信網の多様な発展に伴って私設パケット交換網のニーズも考えられることから、企業内通信網用日立パケット交換システム“HIPA-NET”<sup>2)</sup>についても開発を進めてきた。“HIPA-NET”は、公衆通信網では実現しにくいような特定のユーザーに固有なサービスを実現し、企業内通信網としての付加価値を提供することを目的として設計している。

山口小一郎\* Yamaguchi Shōichirō

酒井久雄\* Sakai Hisao

兵藤剛士\* Hyōdō Takashi

加藤孝雄\* Katō Takao

### 1 緒 言

データ通信の大規模化、広域化に伴って、パケット交換網のデータ通信網への適性が認識され、既に欧米諸国では数例の実用システムがサービスを開始している。また我が国でも昭和54年度からDendenkosha Digital Data Exchange(以下、DDXと略す)パケット交換網のサービス開始が予定されている。こうしたパケット交換網の多くは、不特定多数の企業及び個人の加入を目的とする公衆網であるが、ユーザーによってはユーザー固有の端末やコンピュータを接続できるユーザー独自のパケット交換網の建設を望む場合もある。日立製作所では、このような状況を踏まえ私設パケット交換網を提供するため、日立パケット交換システム(以下、“HIPA-NET”と略す)を開発した。本稿では、公衆網との対比により私設網のねらい及び“HIPA-NET”の開発の動機を明らかにすると同時に、“HIPA-NET”の技術的特徴、システム構成要素及びネットワーク構成例について述べる。

このような観点から“HIPA-NET”が具備すべき必要条件を示すと次のようになる。

- (a) データ通信、ファクシミリ通信、テレタイプ通信などの多様な通信に適用できること。
- (b) 特定の顧客に固有なサービス条件、あるいは属性をもつ端末をサポートできること。
- (c) 遅延時間が大きい回線や伝送品質の良好でない回線など、特殊な条件の回線にも適合できること。
- (d) 複数の通信業者の提供する回線を使用する通信網にも適用できること。
- (e) アナログ専用線、デジタル専用線、DDX回線など、各種の回線に適用できること。
- (f) 総トラヒック量の小さいシステムを経済的に実現できること。

### 2 私設通信網と“HIPA-NET”

#### 2.1 私設通信網のねらい

ユーザーが公衆通信網によらないで、私設通信網の建設を希望する際の主な動機は、公衆通信網に用意されたサービス仕様とは異なるサービスの実現を求める点にある。すなわちユーザー固有のサービス要求を満たすことが私設通信網のねらいである。一般的に、公衆通信網と私設通信網の特徴を整理すると表1に示すようになると思われる。これらの中で特にユーザーが私設網に対して期待している主なものは次に述べるような点であろう。

- (1) 公衆通信網では実現しにくい固有なサービス要求の実現
- (2) 特定通信回線の高能率利用
- (3) ユーザー独自の業務に柔軟に対処しやすいネットワークの構築

このうち特に(1)が重要であり、ここに焦点を合わせて付加価値を提供することが私設通信網のセールスポイントとなる。

表1 公衆網と私設網の比較 公衆通信網と私設通信網が、それぞれの特徴を生かして共存することが重要である。私設通信網のセールスポイントは、公衆網では実現しにくい固有なサービス要求の実現にある。

項 目	公 衆 網	私 設 網
端末の種類	サポートする端末の種類を標準化する。	公衆網でサポートされない特別な端末をサポートする。
通信相手	不特定多数の相手との通信が原則である。ただし、閉域接続による通信相手の限定もある。	原則として通信相手を限定する。
通信回線のコスト低減	多数の利用者の共同利用によりスケールメリットを出す。	同一回線の使用率向上を図る。
通信回線の提供者	原則として同一業者である。異なる業者が提供する通信回線相互の接続は、網間接続となる。	同一網内に複数の通信業者が提供する回線が混在することもある。

\* 日立製作所戸塚工場

## 2.2 私設通信網実現のための技術

通信施設を有効に利用するという観点からみれば、データ通信やファクシミリ通信のようなデジタル信号と、音声やビデオのようなアナログ信号のいずれをも同じ通信回線上で伝達できることが望ましい。しかし、すべての組合せが要求されるわけではなく、また通信回線の帯域幅の制限もあるので、通信の種類や通信回線の属性を配慮した上で、できるだけ多様な通信形態に適合できるシステムを実現することが望ましい。この目的を達成するため、“HIPA-NET”ではパケット交換技術を採用し、前項(a)~(f)に示した必要条件を効果的に実現している。しかし、パケット交換網の適用が必ずしも適切でない領域(例えば、音声通信)については、パケット交換方式と他方式との混成も可能となるよう配慮している。

## 3 DDX公衆網と“HIPA-NET”

パケット交換網の発展にとっては、公衆通信網と私設通信網とがそれぞれの特徴を生かして共存することが重要である。“HIPA-NET”は単独で私設通信網を構成することができるが、インタフェースをDDX網に合わせているのでDDX網への接続及び移行が容易であり、またDDX網と組み合わせて効率の良い信頼性の高いデータ通信システムを実現することが可能である。以下にDDX網と“HIPA-NET”の組合せの例を示す。

### (1) ハイレベルネットワークとしてのDDX網の利用

全国規模のシステムで、ローカル網を“HIPA-NET”で構成して端末及びユーザーに固有の属性をローカル網で吸収し、ローカル網の上位網としてDDX網を利用する。このような構成をとることにより、DDX網加入区域外からのDDX網の利用を容易にすると同時に、ローカル網内で処理の分散を図り、データ通信システム全体としての効率を向上させることができる。この構成例を図1に示す。

なおDDX網に“HIPA-NET”を接続する場合の考え方として、“HIPA-NET”をDDX網のパケット端末として位置付け、またDDX網内は閉域接続の形態とすると考えることができる。

### (2) バックアップネットワークとしてのDDX網の利用

ユーザーによっては種々の理由からユーザー専用網の構築を希望する場合もあり得る。このような場合、“HIPA-NET”で私設通信網を構成し、網障害時のバックアップ用としてDDX網を利用する形態が考えられ、より信頼性の高い通信網を構築することができる(図2)。

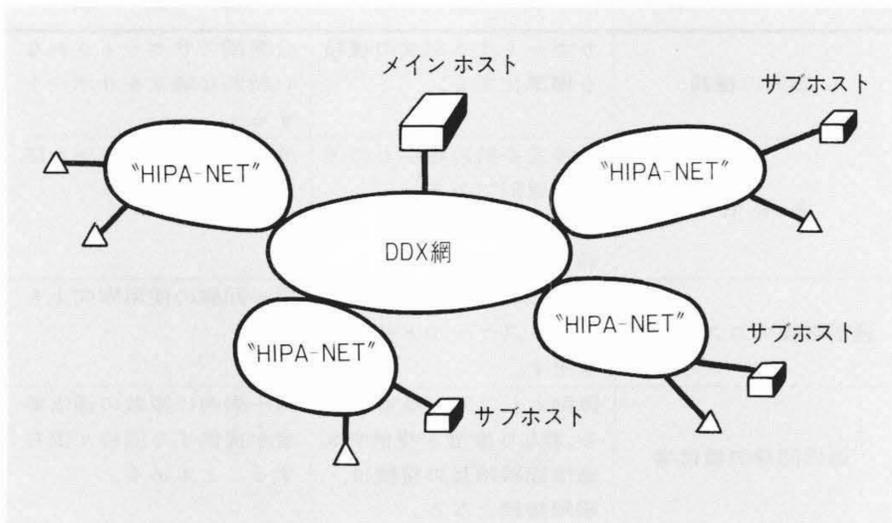


図1 ハイレベルネットワークとしてのDDX網の利用 “HIPA-NET”をDDX網に接続する場合には、“HIPA-NET”はDDX網のパケット端末として位置付けられ、DDX網内は閉域接続の形態をとると考えられる。

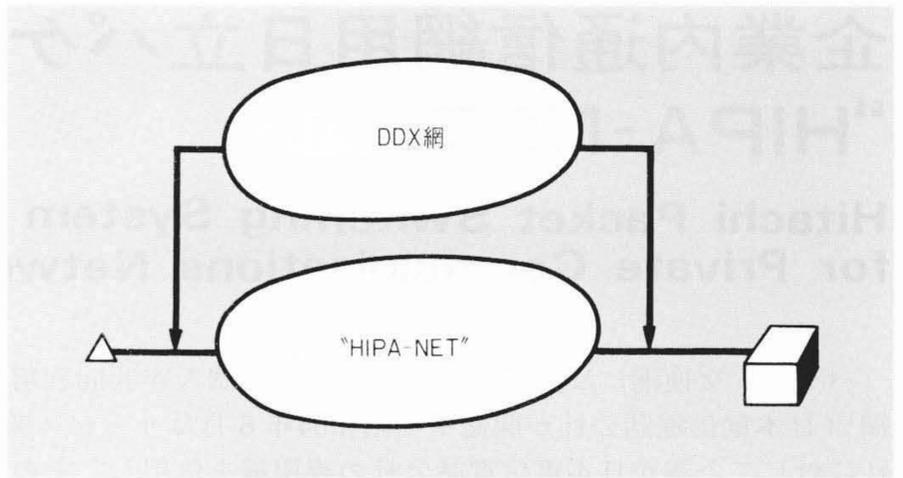


図2 バックアップネットワークとしてのDDX網の利用 私設通信の網障害時のバックアップとして、DDX網を利用する形態が考えられる。

## 4 “HIPA-NET”の特徴

“HIPA-NET”は、日本電信電話公社を中心とするデータ交換共同研究を通して習得した技術に加えて、日立製作所独自のアイデアを盛り込み、処理能力、機能仕様、拡張性、モジュール性、信頼性及び保守性に優れた特性をもち、経済性の点でも低コストの実現を図っている。

### (1) 処理能力

“HIPA-NET”では、大規模ノード装置であるPCS-200シリーズと小規模ノード装置であるPCS-100とを備えている。PCS-200のプロセッサはD20形電子交換機用中央処理装置と置換性のあるものとして、日立製作所が独自に開発した16ビットマシンであるが、通信制御処理に適した専用命令を導入し、また回線対応部とのデータ送受信には専用のハードウェアを設けることにより、ソフトウェアの大幅な簡易化、すなわち高処理能力化を実現している。またPCS-100は小規模回線を収容する経済的なパケット多重化装置の実現をねらったもので、汎用の1チップマイクロプロセッサを使用している。

### (2) 機能仕様

国際電信電話諮問委員会(CCITT)勧告による主要なサービス並びにDDX網で対象とする端末のサポート及びサービスを基本サービスとしている。更に、ファクシミリ端末の収容とその付加サービスの提供が可能である。そのため、“HIPA-NET”では、(a)プライオリティ制御、(b)大容量ファイルメモリの機能を具備している。機能仕様を表2に示す。

### (3) 拡張性

端末インタフェースはCCITT勧告X.25<sup>3)</sup>に準拠し、同時に非標準インタフェースの端末を“HIPA-NET”標準インタフェースに変換する端末接続装置を準備しており、データ通信システムの拡張が容易に行なえる。

### (4) モジュール性

多様な一般ユーザー仕様に対応するため、システムは徹底してモジュール構成を採用しており、モジュールの組合せにより広範な仕様をカバーすることができる。

### (5) 信頼性

PCS-200のハードウェアは、標準として二重化構成をとっており、ハードウェア障害が発生しても自動的に現用系から予備系に切り替えてシステムダウンを防止している。また、網制御センタにより常時トラヒックの監視を行なって障害その他の原因による異常トラヒックに対して適切な処置をとり、システム全体への影響をできるだけ少なくするなど、高い信頼性を実現している。またハードウェアの実装方法としては、

表2 “HIPA-NET”でサービスする機能仕様 DDX網で対象とする端末のほか、ファクシミリ端末の収容とその付加サービスを提供する。

項目	内容	備考
基本接続	PT-PT通信	○
	NPT-NPT通信	○
	PT-NPT通信	○
PVC接続	PT-PT通信	○
	NPT-NPT通信	○
	PT-NPT通信	○
閉域接続	PT-PT通信	△
	NPT-NPT通信	△
	PT-NPT通信	△
収容端末 (NPT)	デリミッタ端末	○
	標準端末	△
	ファクシミリ端末	△
フロー制御	X.25による	○
付加サービス	短縮ダイヤル(NPTのみ)	○
	ID(相手確認)サービス	△
	ダイレクトコール	○
	同報通信	△
	代行通信	△
	プライオリティ制御	△
	大容量ファイルメモリ	△

注：○=基本サービス △=オプションサービス  
PT=パケット端末 NPT=非パケット端末

信頼性上実績のあるD10形電子交換機の実装技術を採用している。

(6) 保守性

一般ユーザーにとって、高度に訓練された保守員を多数用意することは非常に困難である。これに対処するため、網制御センタよりシステム内の各装置を遠隔制御できるようにし、保守を容易にした。遠隔制御の具体的機能として、(a)リモートパワーコントロール、(b)リモートローディング、(c)ヘルスチェック(遠隔障害チェック)などを挙げることができる。

(7) 経済性

ハードウェアについては最新の大規模集積回路(LSI)を用いてコスト削減を図り、ソフトウェアについては専用命令の採用による簡易化とD20形電子交換機のプログラム仕様を用いることにより、プログラム製造コストの削減を図った。

5 “HIPA-NET”のシステム構成

5.1 標準ノード装置

“HIPA-NET”内のノード装置に必要な機能は、パケット組立分解機能(PAD)、パケット交換機能(PS)、網管理機能(NC)の三つに集約される。“HIPA-NET”では、標準ノード装置として表3に示す装置を準備している。

5.2 パケット交換局

(1) 主な機能

網管理機能(NC)の制御による網集中管理方式の下でのパケット交換局(PSS)の機能を表4に示す。

(2) 規模

“HIPA-NET”では、従来のオンライン通信のシステム規模とトラヒック量をもとにし、更に拡張性を考慮して表5に示す規模を設定した。

(3) ハードウェア構成

パケット交換局のハードウェア構成を図3に示す。プロセッサはD20コンパティブルの16ビットマシンであるが、専用命令(ジョブサーチ命令)の導入と回線対応部とのデータの授受に専用のハードウェア〔DMA(Direct Memory Access)インタフェース〕を設けることにより、ソフトウェアの簡易化と高処理能力化を実現している。

(4) ソフトウェア構成

“HIPA-NET”のパケット交換局(PSS)のソフトウェア構成を図4に示す。主な機能は、HTC(高速回線制御装置)からのジョブ要求の有無を探索し、ジョブ要求があればHDLC(High Level Data Link Control)手順に従ってその要求に対する処理を行ない、次に処理すべきタスクがあればタスクの内容に従って通信制御、ルーティング制御、保守運用などの処理を実行することである。これらの処理要求はその発生に比較的規則性があり、かつそれらの処理時間がほぼ均一な処理構造である点に着目し、一つのジョブを実行中には他の割込みをマスクしておき、一つのジョブを完了した時点で次のジョブを探すいわゆる「ジョブサーチ方式」を採った。更に、この命令をハードウェアで実現することにより、ソフトウェアの構成を単純化し、処理能力を高めている。なお、パケット端末を収容する場合のプロトコル制御、フロー制御及び順序制御に関してはDDX公衆パケット網の技術を踏襲している。

5.3 網管理センタ

(1) 主な機能

網管理センタ(NCS)の主な機能は、ヘルスチェック機能、保守運用及び統計データの収集である。表6にこれらの機能を示す。

(2) 装置構成

網管理センタの基本構成は、パケット交換局を構成するハードウェアに網管理用のI/O(入出力装置)筐体を付加することにより構成する。図5にNCSを構成するパケット交換機筐体とI/O筐体の外観を示す。

表3 “HIPA-NET”の標準ノード装置 標準ノード装置は、パケット組立分解機能(PAD)、パケット交換機能(PS)、網管理機能(NC)といった機能モジュールの組合せで構成される。

標準ノード装置	機能モジュール			記号
	PAD	PS	NC	
PCS-100	○	×	×	
PCS-200	○	○	×	
PCS-210	○	○	○	
PSS-200	×	○	×	
PSS-210	×	○	○	
NCS-210	×	×	○	

注：○=機能をもつ。×=機能をもたない。

表4 パケット交換局(PSS)の機能 網集中管理方式の下で、パケット交換局は高度な実行及び管理機能をもっている。

機能	内容
呼制御	ルーティング ルーティングテーブルに従ってパケットを中継方路に送出する。
	プロトコル制御 X.25に準拠して呼制御を行なう。
障害処理	障害検出 障害検出時に障害内容をエラーレジスタに登録しておき、NCSからヘルスチェックパケットが送られてきた際に、この障害内容を応答パケットとして返送する。
	系構成の切換え 緊急制御回路による指示、又はNCSからの指示に従って系構成の切換えを行なう。
保守運用	統計データの収集 中継線のトラフィック量、手順エラー数、バッファ使用率などの統計データを収集し、NCSからの問合せに対して、これらの統計データをNCSに返送する。
	サービス命令の実行 NCSからのサービス命令を受信したときにこれを実行する。
	テストの実行 オンライン中はNCSからテストコマンドを受信したときに、このテストコマンドを実行する。オフライン中は、保守員によるオフラインテストを実行する。
	タイプインコマンドの実行 保守用タイプライタからのタイプインコマンドにより障害に陥った系の診断を実行する。

表5 パケット交換局(PSS)の規模 従来のオンラインデータ通信システムの規模とトラフィック量をもとに規模を決定した。

項目	規模	決定の要因
収容回線数 (物理的に収容可能)	最大31回線	全国規模の私設通信網に適用しても十分な回線数である。 これ以上のパケット端末(PT),あるいはフレームモード端末(FDTE)を収容する場合には、パケット集線装置を前段に設けることも考えられる。
回線速度	2,400b/s 4,800b/s 9,600b/s 48kb/s	適用の可能な特定通信回線の速度をカバーする。

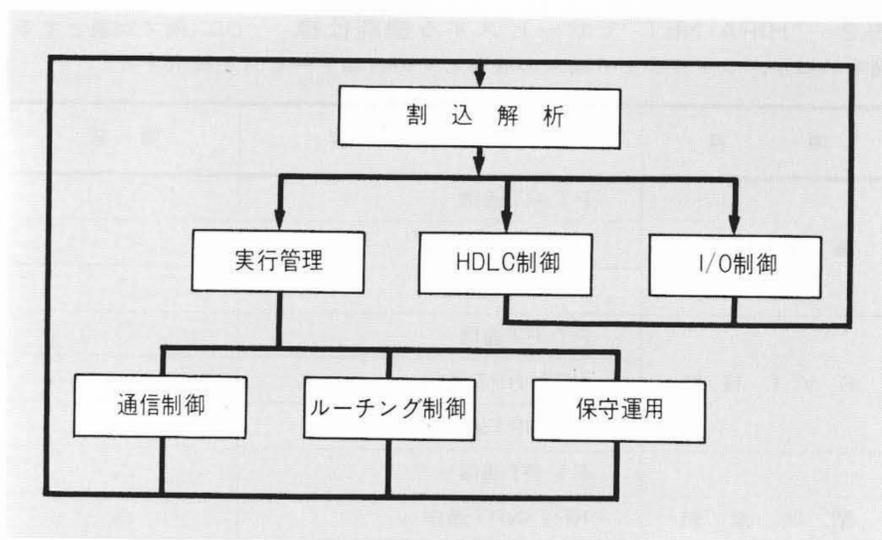
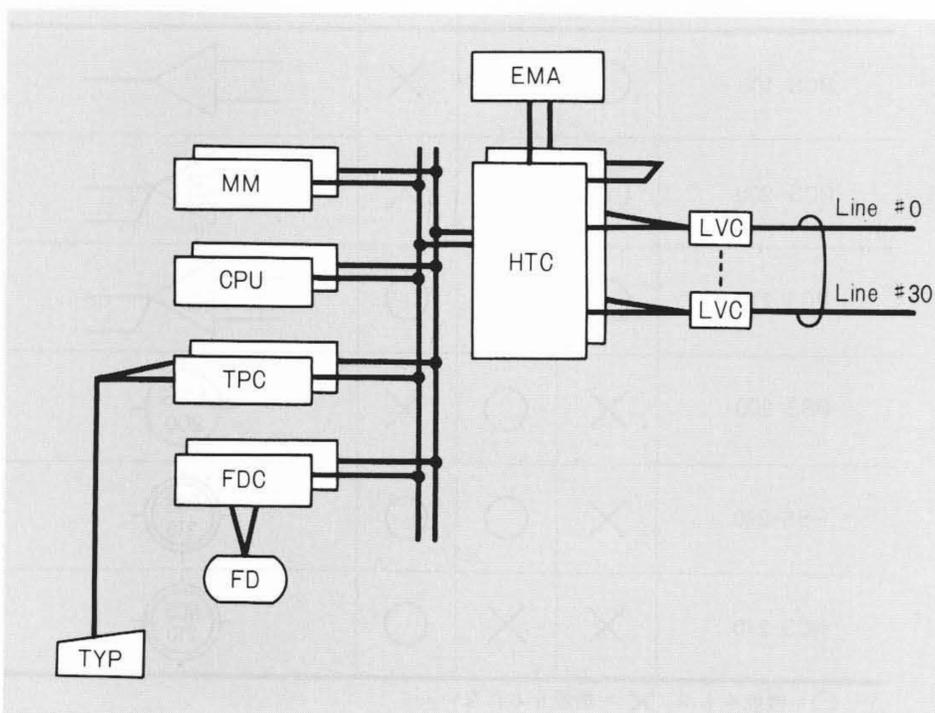


図4 パケット交換局(PSS)のソフトウェア構成 ジョブサーチ命令方式の採用により、ソフトウェア構成の簡単化とこれによる高処理能力を実現している。

表6 網管理センタ(NCS)の主な機能 "HIPA-NET"では網管理センタ(NCS)に保守員及びマンマシンインタフェース用の機器類を集中化し、網を集中管理することにより、各パケット交換局装置の経済化と網運用コストの経済化を目指している。

項目	内容
ヘルスチェック	網内のノード装置と通信回線の正常性を周期的に確認するため、NCSから周期的にヘルスチェックパケットを送り、ノード装置からの応答パケットを解析する。
リモートパワーコントロール	遠隔に設置されたノード装置の電源投入・切断制御をNCSから特定パケットを送り実行する。
リモートプログラムローディング	各ノード装置は内蔵プログラム制御であり、プログラムをRAM上に格納するため、システムの立上げ時に、NCSから遠隔制御により内蔵プログラムをローディングする。ローディングに際しては、IPLパケットをまず送り、次いでプログラムをデータパケットとして送る。
系構成の切換え	ヘルスチェックにより異常が検出されたノード装置を、現用系から予備系へ切り換えるため、系切換制御パケットを送り制御する。
統計データの収集	次の統計データをNCSからの指示により収集する。 (1)ノード装置のCPU使用率 (2)局間回線の使用率 (3)加入者回線の使用率 (4)パケット遅延時間 (5)トラフィック量 (6)手順誤り回数



注：略字説明  
 EMA=緊急制御回路  
 HTC=高速回線制御部  
 MM=メインメモリ  
 LVC=V28,V35レベル変換回路  
 CPU=中央処理部  
 TYP=保守用タイプライタ  
 TPC=タイプライタ制御部  
 FDC=フロッピディスク制御部  
 FD=フロッピディスク

図3 パケット交換局(PSS)のハードウェア構成 プロセッサは、D20形電子交換機とコンパクトな命令セットに専用命令(ジョブサーチ命令)を付加したパケット交換専用プロセッサである。

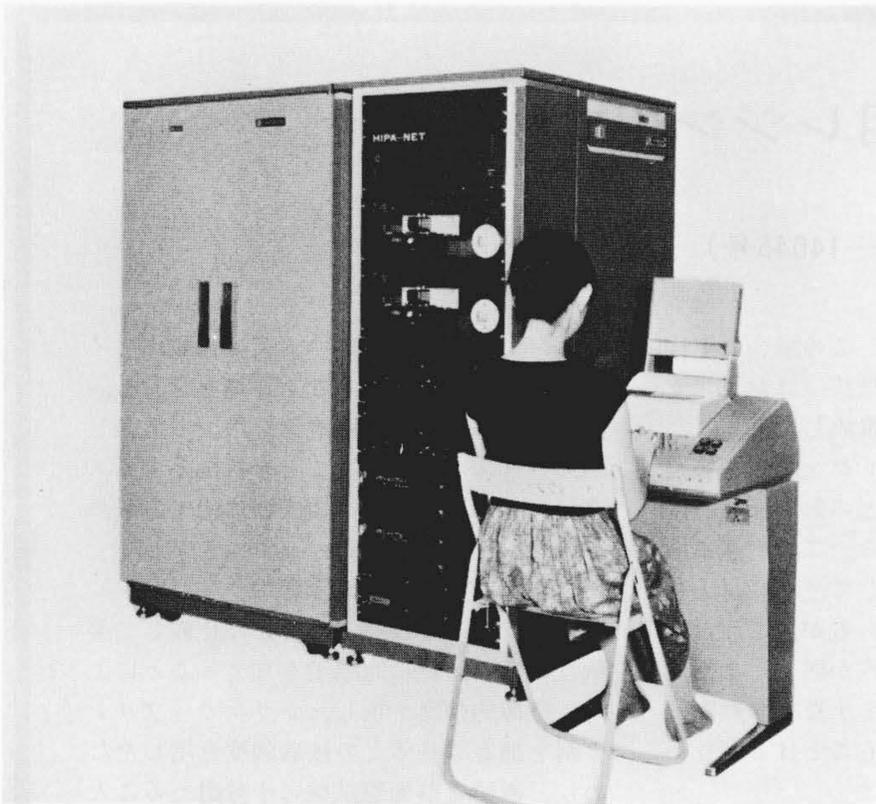


図5 網管理センターの装置構成 網管理センターは、パケット交換局を構成するハードウェア(写真左)に網管理用のI/O筐体(写真右)を付加することにより構成する。

## 6 ネットワーク構成例

“HIPA-NET”により構成される私設通信網の2例を次に示す。

### 6.1 国際ファクシミリ通信網の例

世界各地に置かれた同一企業内の支店間を音声級の国際特定通信回線で接続し、各支店間でファクシミリ、テレタイプ及び電話通信を行なう私設国際ファクシミリ通信網の例として、図6に示すようなネットワークが考えられる。このような国際パケット交換網では、国際特定通信回線の使用効率を最大限に高めるために、ファクシミリ通信とテレタイプ通信は高速のパケット多重伝送による同時通信方式とし、一方、音声通信は回線交換方式によりファクシミリ、テレタイプ通信とは別時間帯を用いて通信する「混合通信サービス」の採用

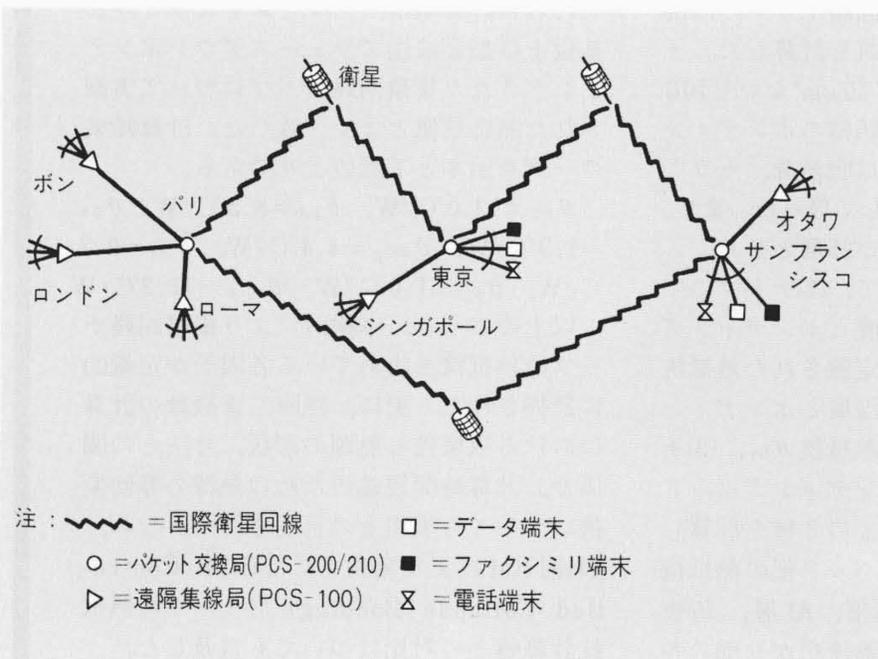


図6 国際ファクシミリ通信網の例 ファクシミリ通信、テレタイプ通信はパケット多重伝送とし、音声通信は回線交換方式とする混合通信方式が考えられる。

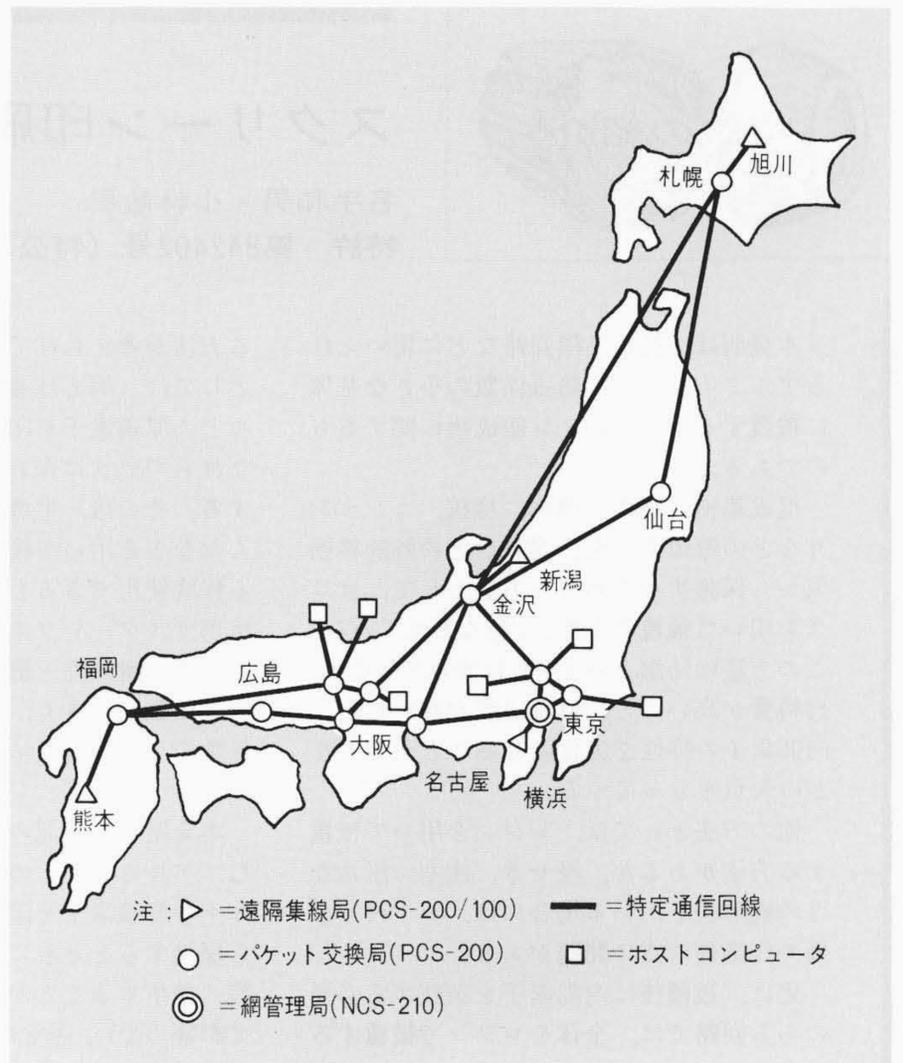


図7 コンピュータネットワークの例 全国的な広がりをもつ企業内コンピュータネットワークの例で、分散処理形のネットワークや高信頼度のネットワークを実現できる。

が考えられる。

### 6.2 コンピュータネットワークの例

全国的な広がりをもつ企業内コンピュータネットワークの例を図7に示す。このネットワークの特徴は、マルチホストコンピュータによる情報処理の負荷分散を図れること、更にホストコンピュータを地域分散することにより地震などの広域災害に対しても残存性の高い私設通信網を実現できることである。

## 7 結 言

以上、“HIPA-NET”開発の動機、システム構成及びネットワーク構成例について述べた。本稿で紹介した“HIPA-NET”は、目下商用試験中である。

日立製作所は実用システムの運用データをもとに、更にユーザーの多彩なニーズに応じられるシステムを提供すると同時に、装置の小形化、経済化及び高性能化を積極的に推進する考えである。

終わりに、“HIPA-NET”の開発、実用化に際し種々の御指導をいただいた関係各位に対し、深謝する次第である。

### 参考文献

- 1) 加藤, 高月: 電子交換特集「4.2データ交換」, 電子通信学会誌, 61, (昭53-4)
- 2) S.Yamaguchi, T.Hyôdô and T.Katô DESIGN OF A PRIVATE PACKET NETWORK, ICCO-78(1978-9)
- 3) CCITT Sixth Plenary Assembly Geneva, 27 September-8 October 1976 Orange Book Volume VIII.2 “Public Data Networks”