

# 大容量(D51形)パケット交換システム

## D51 Packet Switching Systems

高度情報社会の構築に向けISDNを具体化していくなかで、パケット交換網はますます大容量化を図るとともに、多様な通信サービスを安価に提供していくことが要求される。この要求にこたえるため、1万パケット/秒の処理能力をもつD51形パケット交換機を開発した。大容量化と経済化を実現する技術として、(1)ポーリング形式の高速バスを用いたプロセッサ間通信方式、(2)保守運用プロセッサとパケット処理プロセッサを分離し、パケット処理プロセッサを負荷分散とした疎結合マルチプロセッサ方式、(3)  $N+1$  予備構成で系切替え時の通信断を防ぐメモリコピー再開処理方式を開発した。更に、'80年版X.25のサポートや4,096バイトのロングパケットサービスなどの機能拡充を行なった。

菅野 実\* *Minoru Sugano*  
堀木 晃\* *Akira Horiki*  
土岐 隆一\* *Ryūichi Toki*  
青木 栄司\* *Eiji Aoki*  
林 和行\* *Kazuyuki Hayashi*  
小松 禎治郎\* *Teijirō Komatsu*

### 1 緒 言

高度情報社会の構築に向けISDN (Integrated Service Digital Network)を具体化していくなかで、パケット交換網にはコンピュータシステムを中心とするデータ通信の分野だけでなく、ファクシミリや画像などの情報量の多い通信の分野でも利用できるようますます大容量化を図るとともに、多様な通信サービスを安価に提供していくことが要求される。

従来のDDX (Digital Data Exchange)パケット交換網を構成するD50形パケット交換機は、1970年代後半の技術と当時の需要予測をベースに構成された装置である<sup>1),2)</sup>。しかし、DDXパケット交換サービス開始後の予想を大幅に上回る需要の伸びと、最近の急激な半導体技術の進歩により、大容量で経済的なパケット交換機を開発する必要性が増大してきた。

D51形パケット交換機は、最近のLSIなど半導体部品技術の進歩を取り入れ、今後のトラヒック需要の増大に対応できる大容量のパケット交換機として開発された。

日本電信電話株式会社は1981年から研究を開始し、1985年12月にD51形パケット交換機によるサービスを開始した<sup>3)~6)</sup>。

日立製作所は、このD51形パケット交換機の開発に当初から参画するとともに、試作機及び商用試験機を納入してきた。本稿では開発の背景と要求仕様、方式構成、更にハードウェア及びソフトウェアについて述べる。

### 2 D51形パケット交換機開発の目的

D50形パケット交換機を用いたDDXパケット交換網は、1980年7月にサービスを開始して以来現在に至っている。D50形パケット交換機を構成する方式や部品は、構成を決めた1977年ごろの技術がベースとなっており、すでに10年近くの年月が経過している。この間、DDXパケット交換網を取り巻く環境の変化は著しく、例えば、

- (1) 需要動向(低速指向から高速指向へ、パケット交換需要の急激な伸び)
- (2) 通信形態(回線当たりトラヒック量の増加、地方分散)
- (3) 網のサービス機能(X.25プロトコルのバージョンアップ)
- (4) 部品技術の進歩[VLSI, 256k DRAM (Dynamic Random Access Memory), X.25制御LSI, マスタスライスLSI]などは大きく変わっている。

この結果、以下の点についてD50形パケット交換機を改良した新機種が求められた。

#### (1) 処理能力

D50形パケット交換機は、処理能力500~1,000パケット/秒であり、網としてのスループット約8,000パケット/秒を目標とした交換機である。開発当時のパケット交換機の処理能力としては世界的にもトップレベルのものであった。しかし、サービス開始後の需要の伸びが急であり、予定より早く網としてのスループットが8,000パケット/秒を超える見通しとなったため、大容量パケット交換機を開発を早める必要が生じた。

#### (2) 増設性

トラヒックが集中し、大容量の交換機を必要とする大都市に比べトラヒック密度の少ない地域では、小容量で経済的な交換機を必要とする。DDXパケット交換網の拡大に伴い、小容量から大容量までを同一アーキテクチャで構成できる増設性に優れた交換機がますます必要になってきた。

#### (3) メモリ容量

1本の回線上に複数の論理チャネルを設定することにより、同時に複数の相手と通信ができるパケット交換のメリットを生かした加入者が多く、論理チャネルの状態を記憶するメモリ領域が増大した。最近のホストコンピュータの処理能力向上は目覚ましく、接続端末数は増加する傾向にある。この結果、回線当たりの論理チャネル数は増加しており、今後大規模システムの接続を想定すると、多数の論理チャネル用にメモリ容量の大幅拡張が必要である。

#### (4) 収容回線数

D50形パケット交換機は、交換局間、パケット多重化装置及び48kビット/秒ホストコンピュータ用に同一の回線を準備し、最大96回線を収容する。

大容量交換機の開発に当たっては、処理能力の増加に合わせた収容回線数の増加が必要であり、更に今後の大幅な加入者増加に対応できる回線数の拡張が望まれる。

#### (5) 経済化

最近の部品技術の進歩は著しく、特にVLSI技術の発達をベースとしたメモリやマイクロプロセッサのコストパフォーマンス

\* 日立製作所戸塚工場

表1 D51形パケット交換機設計条件 D50形パケット交換機の改良項目を織り込んだD51形パケット交換機の設計条件である。

項目	D51形パケット交換機設計条件	D50形パケット交換機
基本構成	1. トラヒック需要に応じたビルディングブロック構成が可能なこと。 2. 中容量局から大容量局まで同一アーキテクチャで実現できること。	シングルプロセッサ
最大処理能力	10,000パケット/秒(中継交換時)	500~1,000パケット/秒
パケット長	最大4,096バイト/パケットの交換が可能であること。 パケットサイズの種類は以下のとおりである。 128バイト 256バイト 1,024バイト 4,096バイト	256バイト
経済化	冗長構成はN+1予備方式とする。	二重化
LSI技術の積極採用	●X.25制御LSI ●DEX-VLSIプロセッサ ●256kビットMOS DRAM ●マスタスライスLSI	採用 特になし
収容回線数	●224回線/プロセッサ	96回線/システム

注：略語説明 MOS DRAM(Metal Oxide Semiconductor Dynamic Random Access Memory)

ンスは著しく上昇した。この結果、パケット交換機を大幅に経済化できる可能性が出てきた。

上記D50形パケット交換機の改良点を織り込んだD51形パケット交換機の設計条件を表1に示す。

### 3 方式構成

表1に示す設計条件に基づくD51形パケット交換機のアーキテクチャを図1に、方式諸元を表2に示す。本パケット交換機は、基本的にはパケットの交換を行なう複数のPPU(パケット処理装置)とシステムの管理を行なうAMU(保守運転装置)及びこれらの装置を結合する大容量の交換リンクから構成さ

れる。本章では、以下D51形パケット交換方式の特徴点を述べる。

#### 3.1 マルチプロセッサ方式

##### 3.1.1 プロセッサの構成

1万パケット/秒の処理能力を実現するため、次の理由からマルチプロセッサ方式を採用した。シングルプロセッサ方式は最大規模に見合ったプロセッサ構成となるため、中容量以下で経済性が損なわれるが、マルチプロセッサ方式はビルディングブロック構成により必要なプロセッサ容量が得られるため、広い範囲にわたって経済的なプロセッサ構成を提供できる。マルチプロセッサの構成方式として図2に示す3方式をあげ、1万パケット/秒の実現性、大容量化時のハードウェア量の点などで比較した結果、交換リンク結合方式を採用した。

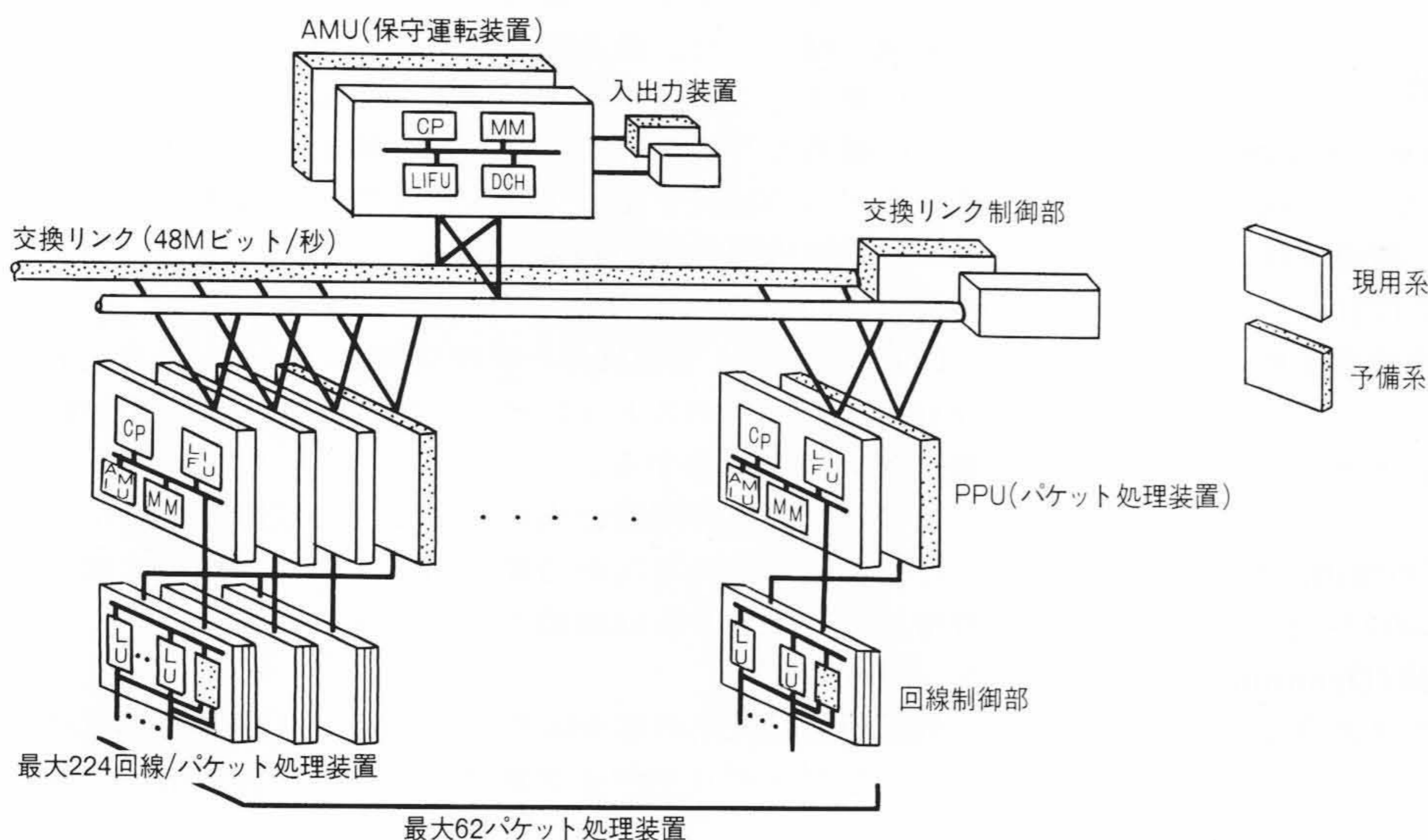
##### 3.1.2 プロセッサ間通信方式

交換リンク結合マルチプロセッサ方式の処理能力は、プロセッサ間を結合する交換リンクのスループットで決まる。

表2 大容量(D51形)パケット交換方式の主要諸元 D51形パケット交換機の主要諸元を、D50形パケット交換機のそれと比較して示す。

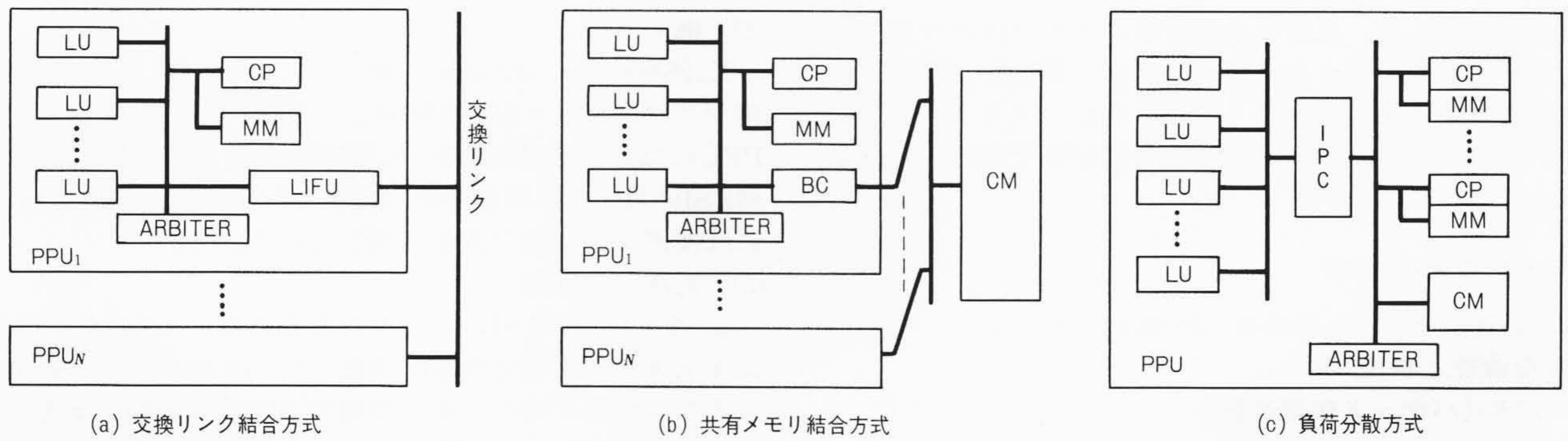
項目	D51形方式	D50形方式
処理能力*	6,400パケット/秒(LS) 10,000パケット/秒(TS)	~1,000パケット/秒(LS)
交換機収容回線数	10,304	96
収容回線速度	2.4, 4.8, 9.6, 48, 384kビット/秒	48kビット/秒
プロトコル	X.25 '76年版, '80年版	X.25 '76年版
パケット長	128, 256, 1,024, 4,096バイト	256バイト
言語	CHILL, 一部アセンブラ	アセンブラ
プロセッサ機種	DEX-VLSI (32ビット)	D10HCP(32ビット)
機能配分	呼処理と保守運転処理を別プロセッサで実施するマルチプロセッサ	すべて1プロセッサで実施
メモリ素子	256kビット/チップ	16kビット/チップ
回線制御	X.25制御LSI	HSE(高速信号制御装置)

注：\* 制御パケットを含む値



注：略語説明  
CP(プロセッサ)  
MM(主メモリ)  
LIFU(交換リンクインタフェース回路)  
DCH(データチャネル)  
AMU(トラヒック観測回路)  
LU(ライン回路)

図1 大容量(D51形)パケット交換機構成 交換リンクを用いた疎結合のマルチプロセッサであり、最大64台のプロセッサを結合する。AMUは二重化、PPUは3+1予備である。



注：略語説明 ARBITER(バスアービタ), LU(回線対応回路), BC(バスコントローラ), CM(共有メモリ), IPC(プロセッサ間通信制御装置), PPU(パケット処理装置)

図2 マルチプロセッサ構成方式 大容量化を実現するマルチプロセッサ構成方式案である。1万パケット/秒の実現性、ハードウェア量の点から交換リンク結合方式を選んだ。

1万パケット/秒を実現するうえで必要なスループットを確保できる交換リンクの実現方式としては、図3に示す4方式がある。これらの方式を比較し、高トラヒック時の遅延時間ばらつきが小さく、ハードウェア量の最も少ないポーリング方式を採用した。

3.1.3 プロセッサの機能分担

パケット交換機の機能は、パケット処理機能と保守運用機能(障害処理, コマンド処理, 二次メモリ制御など)に大別できる。パケット処理機能は処理負荷の大部分を占めるがソフトウェア規模が小さい。逆に、保守運用機能は処理負荷に占める割合は小さいが規模が大きい。そして、共にサービスの拡大や機能向上のために規模が増加するに伴い、ソフトウェアが複雑化し、品質や開発効率の低下を招く傾向にある。また、ソフトウェア量が増加すると、パケット用バッファに当てるべきメモリが減少し、処理能力に影響を与える。そこで、保守運用機能を実行するプロセッサ(AMU)と、パケット処理を実行するプロセッサ(PPU)に分離し各々専用化して、ソフトウェアの簡略化やPPUのバッファメモリの拡大を図ることとした。更に、従来はトラヒック監視についても、指定監視項目に対応するプログラムルートの走行回数をソフトウェアで計数していたが、ソフトウェアの簡略化や今後のサービス追加に対する処理能力余裕を残すため、プロセッサとは別の

装置でプロセッサのアドレスバスを監視し、指定アドレスの走行回数を計数する方式とした。

3.2 パケット処理装置台数

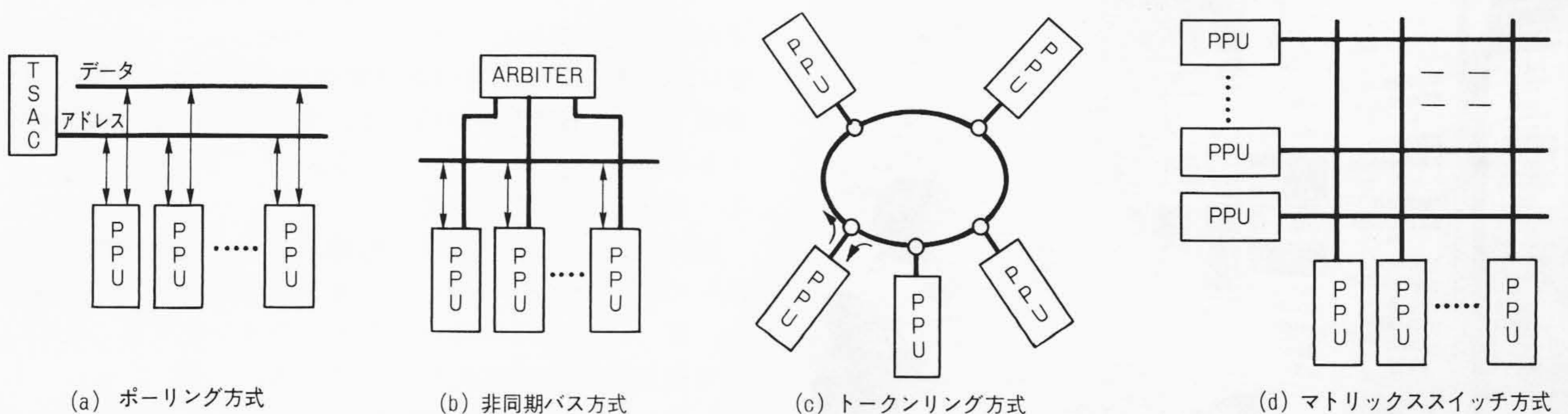
D50形パケット交換機の実績からパケット処理装置1台当たりの処理能力を400~500パケット/秒と推定すると、交換リンク結合のマルチプロセッサでは一つの通信に2台のPPUを経由することから、1万パケット/秒の処理能力を得るには現用系に40~50台のパケット処理装置が必要である。

3.3 冗長構成

システムの冗長構成は、障害時の社会的影響度と経済性を考慮し、障害波及規模に応じて

- (1) 保守運用プロセッサは二重化
- (2) パケット処理プロセッサはN+1予備
- (3) 回線対応部は28回線(方式的には32回線)単位のグループごとに一重化とした。

N+1予備構成でのNの値は、システムの要求信頼度とハードウェアの推定故障率から3とし、4台のパケット処理装置を1群として管理することとした。N+1予備の構成方式としては、特定の装置を予備とする予備固定形N+1予備構成を採用した。N+1予備構成を実現する上で重要な技術は、正常な系切替時の呼切断防止である。呼切断防止は予備装



注：略語説明 TSAC(タイムスロット割当て回路)

図3 プロセッサ間結合方式 マルチプロセッサでのプロセッサ間の結合方式案である。高トラヒック時の遅延時間ばらつき、ハードウェア量の点からポーリング方式を選んだ。

置のメモリを熱予備化し、系切替え時も呼情報を引き継ぐことにより実現できる。正常時予備装置のメモリは冷予備であるが、保守上必要なとき及び障害復旧時の系切替えは現用系のメモリ内容を予備系のメモリへコピーし、メモリ内容をそのまま引き継ぐことで等価的に予備装置を熱予備化し、呼切断を防止できる。

#### 4 ハードウェア構成

図4にD51形パケット交換機の外観を示す。

##### 4.1 主な機能と特徴

###### 4.1.1 PPU(パケット処理装置)

###### (1) CP(プロセッサ)とMM(主メモリ)

プロセッサとして、32ビットの電子交換機用のDEX-VLSIプロセッサを採用している。主メモリには256kビットDRAMを採用し、容量は基本実装1M語(4Mバイト)で最大2M語まで増設可能である。また、メモリの信頼性を向上させるために8ビットのECC(エラーコネクティングコード)を付加している。

###### (2) LIFU(交換リンクインタフェース回路)

LIFUは、PPU又はAMUが互いにパケットの送受を行なう場合、48Mビット/秒で動作する交換リンクを経由したパケットの転送を制御する。

本パケット交換機全体として最大1万パケット/秒の処理能力をもつため、交換リンク上では、瞬間的に数万パケット/秒のトラヒックが特定のPPUに集中する可能性がある。LIFUではこのトラヒック集中を解決するために、交換リンクと主メモリ間に高スループット能力をもつ専用チャンネル方式を採用している。

###### (3) AMIU(トラヒック観測回路)

AMIUは、PPUのプロセッサバスを外部から常時監視し、AMU(保守運転装置)からあらかじめ指定されたアドレス(トレースポイント)をPPUのプロセッサがアクセスした場合にAMIU内部のカウンタを積算する。AMUはこの積算により、PPUでのトラヒック観測、監査などの各種統計情報の収集が行なえる。

###### 4.1.2 LCU(回線制御装置)

各LCUには、2.4kビット/秒~48kビット/秒までのX.25回線を最大224回線収容し、回線対応回路ごとに実装されるX.25

制御LSIでX.25プロトコルのレイヤ1, 2の制御を行なう。

###### (1) 構成

X.25制御LSIとプロセッサバスとのインタフェース用に専用マスタスライスLSIを開発し、装置の小形化を図った。1 PPUには最大224回線分のX.25制御LSIを接続し、各X.25制御LSIに対する処理を公平に扱うために、各LSI間の競合制御には優先順位回転方式を採用している。

###### (2) 回線対応回路

X.25制御LSIを用いた回線対応回路は、1枚のパッケージに4加入者を収容できる構成にした。1加入者の対応回路に障害が発生した場合、正常な他の3加入者の通信状態を継続したままパッケージを交換することが必要である。本装置ではパッケージの交換時、X.25レイヤ2だけを中断し、パッケージ交換後、中断点から再開することによりX.25レイヤ3以上になら影響なく、すなわち通信を継続したままパッケージを交換する方法を用いている。

###### 4.1.3 AMU(保守運転装置)

AMUは入出力装置を接続し、交換機全体の保守運転機能、障害監視機能を実行する。なお、プロセッサ及び交換リンクインタフェース回路は、PPUと同一のハードウェアを使用している。

###### (1) DCH(データチャンネル)

データチャンネルでは、入出力制御機能の一部をマイクロプロセッサで分担し、本体プロセッサの負荷を軽減するとともにプロセッサからのソフトウェア制御を容易にしている。

接続可能な入出力装置は、キーボードディスプレイ端末、磁気ディスク装置及び磁気テープ装置である。

###### (2) STE(監視試験装置)

監視試験装置は、本パケット交換機を構成する各架、各装置の障害を監視し、警報を表示するとともに、各種電源や信号の供給及び監視を行なうものである。本装置による障害情報の表示機能は必要最小限にとどめ、できる限り保守用端末のディスプレイに表示することとして、経済化と保守の容易化を図った。

#### 5 ソフトウェア構成

ソフトウェア開発でのポイントは、以下のとおりである。

###### (1) 性能確保

1万パケット/秒の性能を確保するために、保守運用などは極力AMUが実行し、PPUはパケット処理に専念する。更に、PPU間のパケット送受信方法を簡略化することにより、処理能力の向上を図っている。

###### (2) ソフトウェアの生産性と維持管理性の向上

サービスやプロトコルの制御及び保守運用管理など、それぞれの機能に着目したプログラムのモジュール化を行なった。更に、CCITT(国際電信電話諮問委員会)勧告の交換用高水準言語であるCHILLを使用して、生産性の向上と機能拡張に対する柔軟性の確保を図っている。

###### (3) 保守運用機能の高度化

遠隔地に設置された保守用端末から、交換機内の保守用情報へのアクセスを可能とし、保守用情報の遠隔管理を実現した。更に網拡大時の局分割をオンライン化することにより、保守運用機能の高度化を図っている。

###### 5.1 ハードウェア制御方式

###### (1) PPU制御

PPU間では機能の分散を行わず、負荷分散形の構成としているため、PPUのプログラムはすべて同一としている。そ

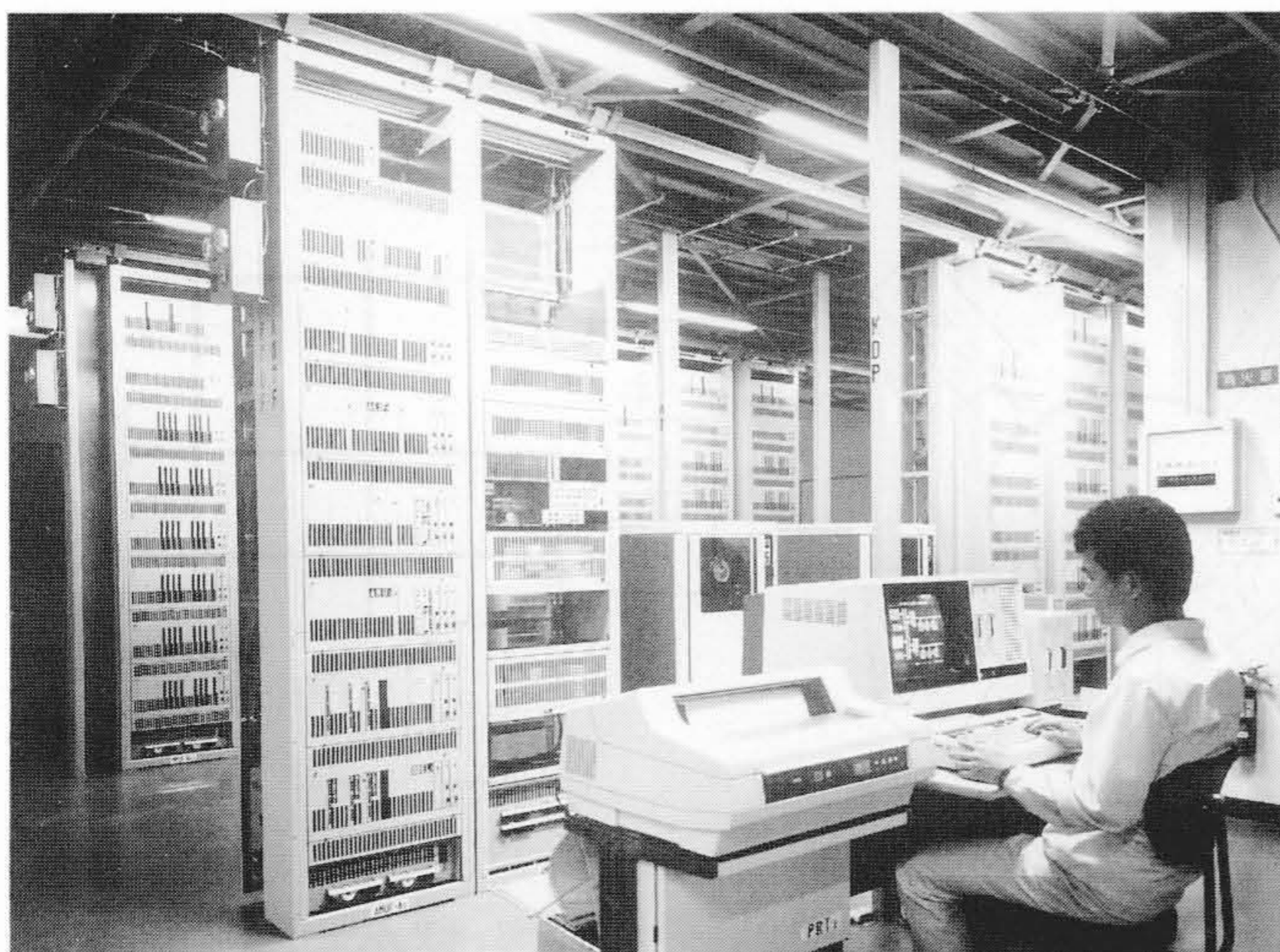


図4 D51形パケット交換機 1,200回線を収容する局を13架で構成できる。架の大きさは幅0.65m, 奥行0.45m, 高さ2.75mである。

してAMUの二次メモリ中にバックアップファイルをもち、AMUから交換リンクを経由してPPUにローディングする。このとき、ローディング時間短縮のために、すべてのPPUに共通なプログラムは、交換リンクがもつ全PPUに同報が可能な、グローバルアドレス指定機能を使用して、全PPUに同時にローディングする。その後、各PPU個別のデータをローディングする。PPUへのIPL(Initial Program Loading)方式を図5に示す。

(2) AMIU制御

4.1.1項の(3)で述べた、PPUアドレス(トレースポイント)のAMIUへの書き込みは、PPU初期設定と同時に、AMUから行なう。また、AMIU内で計数したトラヒックや監査などのデータの読み出しもAMUから行なう。

5.2 プロセッサ間通信方式

AMU~PPU間、PPU~PPU間で、交換リンクを使って転送する情報には、ユーザーパケットと保守用情報がある。このうちユーザーパケットの転送は、隣接交換機との間の回線が他PPUにしかない場合や、障害で使えない場合のPPU中継時に発生する。ところで、交換リンクは一般の伝送路に比べて誤り発生率が低く、かつ高速であることからPPU中継のための伝送制御は、ハードウェアによる簡易な誤り回復手順だけとし、PPUの処理負荷の軽減を図っている。保守用情報についても同様である。

次に、プロセッサ間で情報を送受信する場合、図6に示すように、情報の送受信元プログラム(アプリケーションプログラム)と交換リンク制御用プログラム間に、プロセッサ間通信用のプログラムを置き、アプリケーションプログラム同士が、あたかも隣接するプログラム間のように動作できる方式とし、インタフェースを簡略化している。

5.3 パケット処理方式

パケット処理では、パケットの送受信以外基本的には入出力装置などのハードウェアを制御する必要がない。また、パケットの送受信を行なうX.25制御LSIは、パケット用バッファをもち、自律的にデータリンク制御を行なうため、パケット処理に優先して制御する必要がない。更に、ほとんどの場合、パケット当たりの処理は短時間で終了することなどから、パケットの受信から送信までの処理を中断なく実行し、パケットの伝達遅延時間の短縮と、処理能力の向上を図っている。

また、X.25プロトコルでの論理チャンネル対応のパケット処

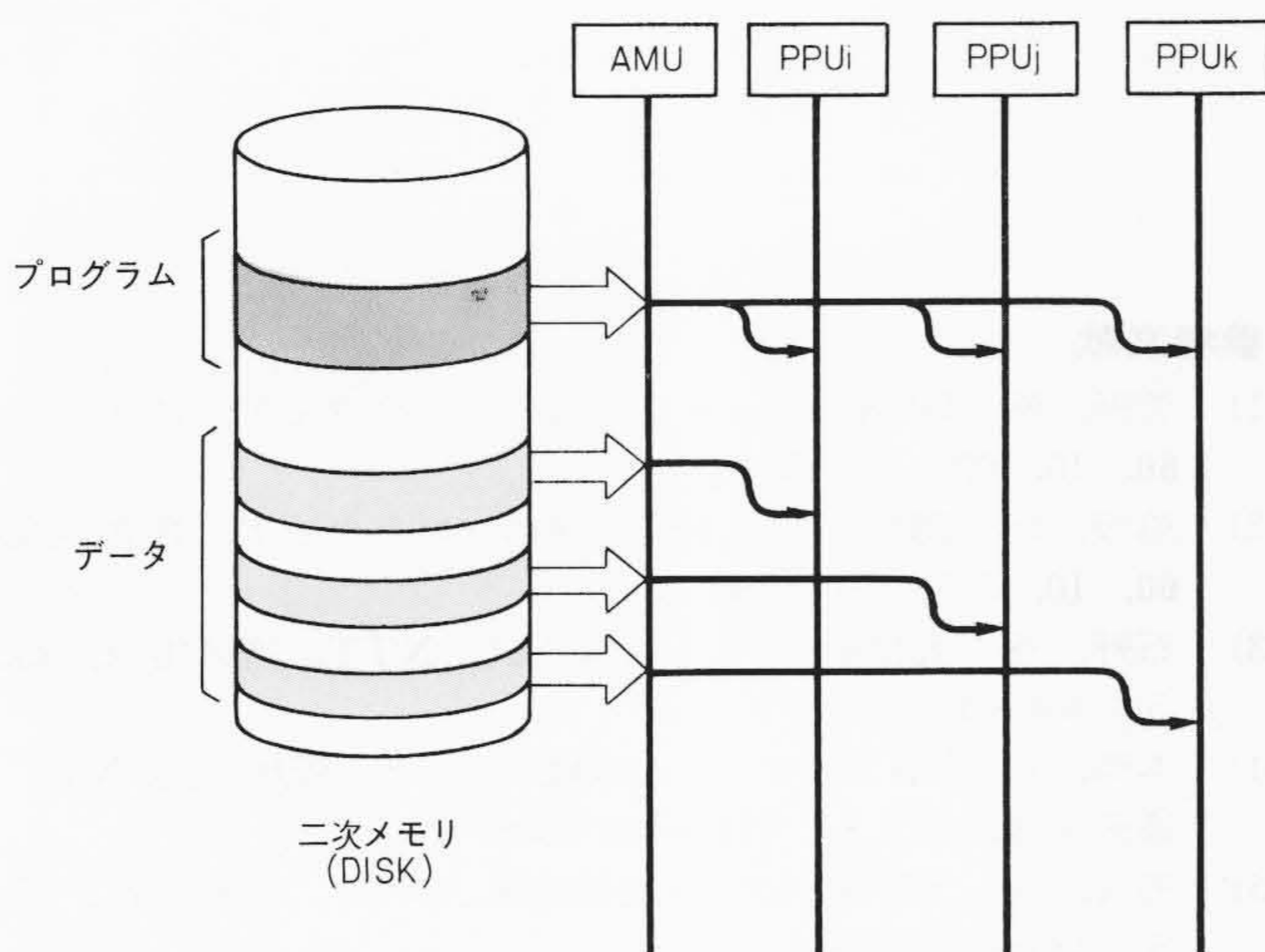
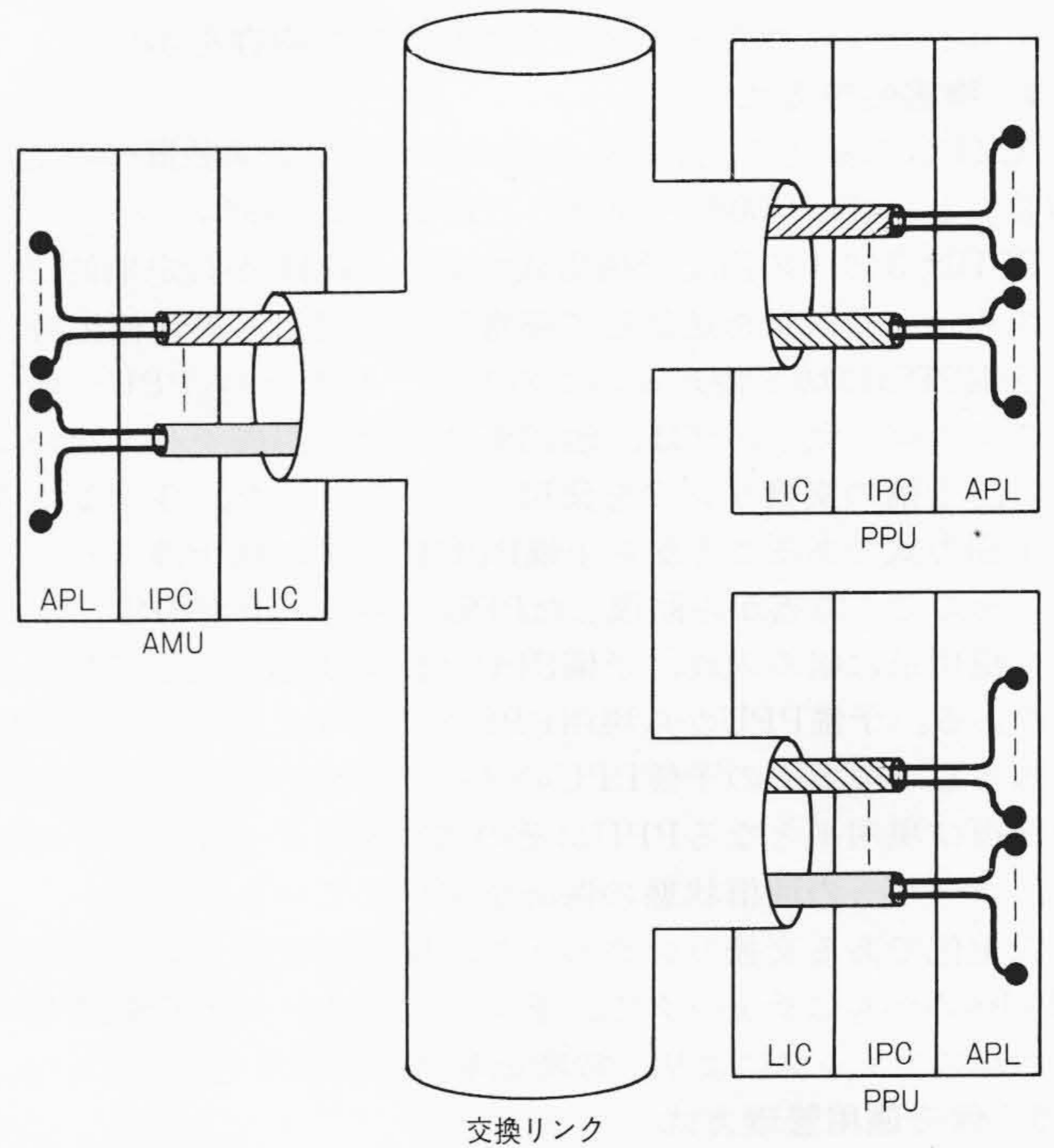


図5 PPUへのIPL方式 プログラムはグローバルアドレス指定で、全PPUに同時にローディングし、データは各PPUに個別にローディングする。



注：略語説明  
 APL[アプリケーションプログラム(パケット処理、保守運用管理など)]  
 LIC(交換リンク制御プログラム)、IPC(プロセッサ間通信制御プログラム)

図6 プロセッサ間通信方式 APU~PPU間及びPPU~PPU間で情報を送受信する場合、APLは自プロセッサ内のIPCが相手APLであるかのように通信を行なう。

理は、その端末を収容するPPUで処理を完結させることにより、基本的には従来のシングルプロセッサ方式であるD50形とほぼ同様のプログラム構造が使用でき<sup>2)</sup>、技術の継承性を高めている。更に、他PS(パケット交換機)やPMX(パケット多重化装置)とのインタフェースもD50形交換機との接続を考慮して、基本的にはD50形方式とした。以下に、D51形システムとして拡張したサービスの処理方式を示す<sup>6)</sup>。

(1) '80年版X.25プロトコル制御

DDX'76年版X.25プロトコルでは、パケットの送達確認を端末間(E~E)で行なうこととしていた。しかし、'80年版X.25では送達確認ビット(Dビット)を使用して、E~E確認とするか、リンクバイリンク(L×L)確認とするかを、パケットごとに端末が表示する。このとき、L×L指定のパケットに対して交換機から応答を送信した後、受信端末からの応答送信が遅れると、交換機内にパケットが滞留する。これを防止するために、X.25プロトコルによるフロー制御とは独立に、送受信交換機間でウィンドウ方式によるフロー制御を行なっている。

(2) ロングパケット制御

パケット長の長短にかかわらず、処理はパケットごとに発生するため、パケット長が処理負荷に与える影響は小である。しかし、ロングパケットは多量のバッファを使用するため、256バイトのショートパケットを単位としたバッファを、複数個連結して使用するセグメントバッファ方式により、バッファメモリ量の削減を図っている。

また、ロングとショートの両パケットを同一回線上で送信すると、ショートパケットの遅延時間が大となる可能性があり、回線の分離使用を可能としている。

(3) プロトコル変換

'80年版X.25の追加に伴い、'76年版X.25端末との相互通信

を実現するために、プロトコル変換を行なっている。表3に両プロトコルの差異と、プロトコル変換の内容を示す。

### 5.4 障害処理方式

AMUは二重化で、障害発生時の系切替や予備装置への定期切替など、ほぼD50形と同様の方式としている<sup>4)</sup>。

PPUは3+1の固定予備方式であり、AMUから定期的にヘルスチェック信号を送信して正常性を監視し、異常検出時には予備PPUに切り替える。このとき、AMUからPPUへのプログラムローディングは、他PPUの通信に影響を与えないように、予備の交換リンクを使用している。また、3+1の固定予備方式であることから予備PPU使用中は無予備状態となる。そこで、障害から回復したPPUを早期に予備PPUに代わって現用系に組み入れ、予備PPUは待機状態に戻しておく必要がある。予備PPUから現用PPUへの復帰に当たっては、現用系として使用中の予備PPUのメモリ内容を凍結し、異常回復後再び現用系となるPPUにその内容をコピーすることにより、ユーザーの通信状態の保証を実現している。

二重化である交換リンクのうち、現用の交換リンクは現用PPUへのヘルスチェックで、予備の交換リンクは予備PPUへのヘルスチェックにより、常時正常性の確認を行なっている。

### 5.5 保守運用管理方式

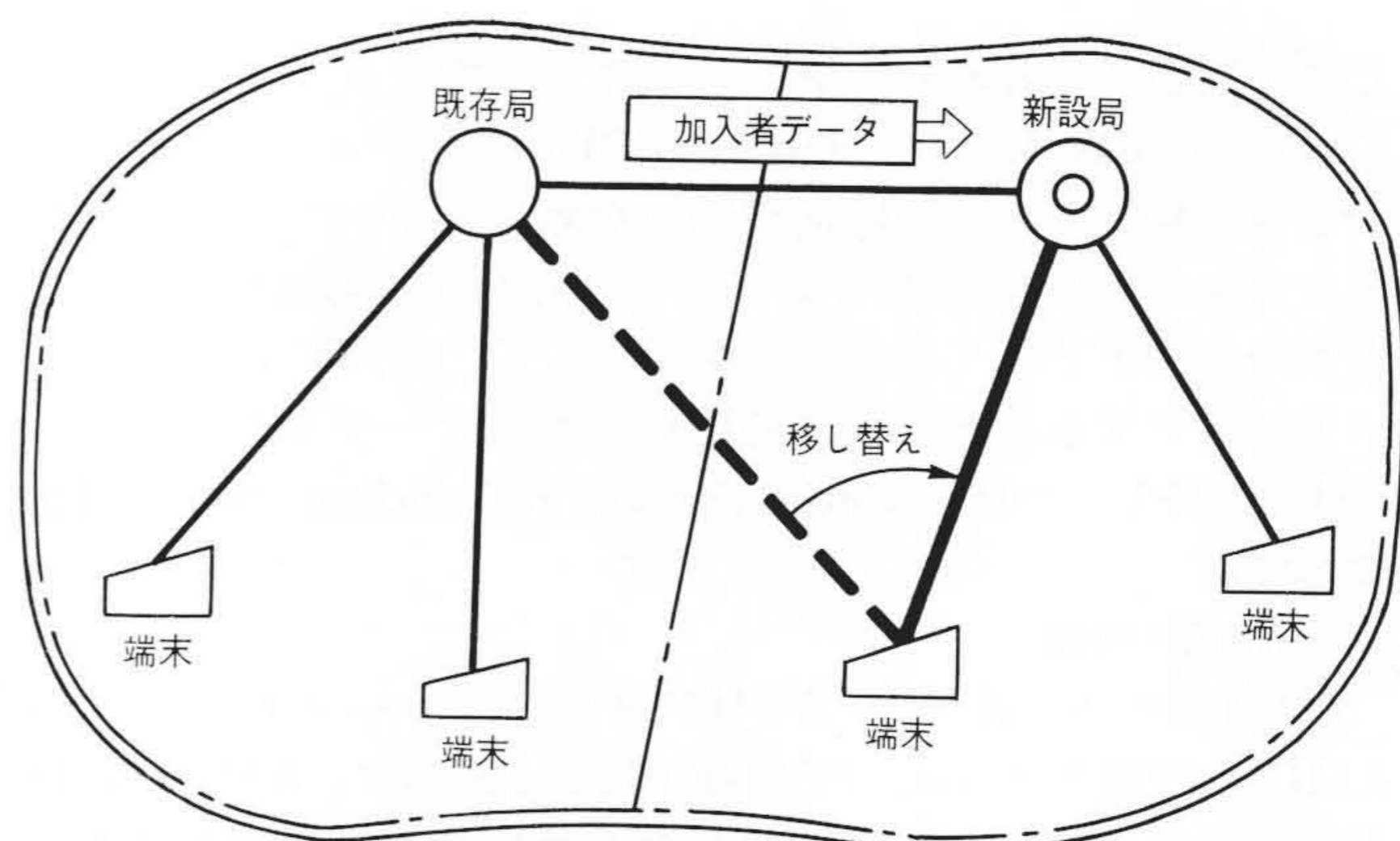
保守運用管理はAMU主体で実行するが、D51形システムの特徴を以下に述べる<sup>6)</sup>。

#### (1) オンライン局分割

加入者が増加し交換機を新設すると、加入者の収容区域の再編成が必要となり、交換機間で加入者の移し替えが発生する。従来はこの局分割をオフライン方式で行なっていたが、データの移し替えとチェックに多大の日数を要するため、オンラインで実行できることとした。図7にその概念図を示す。

#### (2) 遠隔アクセス

従来、交換機内の保守用情報へのアクセスは、交換機に付属した保守用端末に限定していたが、網の拡大に伴い情報の遠隔管理や、網状態の1箇所での把握が必要となってきた。そこで、遠隔地に設置した特定の保守用端末から、一般のユ



注：○ (旧収容区域), ⊖ (新収容区域)

図7 オンライン局分割の概念図 新設局の設置に伴い、加入者収容区域の分割を行なう。このとき、既存局から新設局への端末の移し替えが発生し、対象加入者のデータをオンラインで新設局に転送する。

ーザー端末と同一のインタフェースで交換機内の保守用情報へのアクセスを可能とする、遠隔アクセス機能を追加した。

## 6 結 言

D51形パケット交換システムの開発に至った状況と、ハードウェア及びソフトウェアについて述べた。

D51形パケット交換機は、大容量化と経済化を図るとともに、D50形パケット交換システムで培ってきた経験をもとに、高機能化とサービスの拡充を実現したものであり、現在順調に稼動中である。

今後、D51形パケット交換機を用いたDDXパケット交換網が、ISDN実現に向けた各種通信サービスの中核として活用されることが期待される。

終わりに、本システムの開発に当たり、御指導いただいた日本電信電話株式会社の関係各位に対し、厚く御礼を申し上げる次第である。

表3 DDX'76年版X.25と'80年版X.25の差異及びプロトコル変換  
両プロトコル端末間の相互通信を、プロトコル変換により実現している。

項番	項 目	DDXプロトコルの差異		プロトコル 変 換
		1976年版X.25	1980年版X.25	
1	パケット長 (バイト)	256	128, 256, 1,024, 4,096	×
2	パケットシーケ ンス番号モジュール	128	8	○
3	Dビット	D=0: エンド ツー エンド(E- E) 確認	D=0: ローカル 確認 D=1: E-E確認	○
4	端末からのパケッ ト再送	許容	不許容(網内再送)	○
5	ファーストセレクト	ファシリティ指定 なし。	ファシリティ指定 あり。	○
6	スループットクラス	規定なし。	規定あり。	○
7	ユーザーファシリティ	ファシリティコード、ファシリティパラ メータ、ファシリティのデフォルト 値が一部異なる。		○

注：略語説明など DDX (Digital Data Exchange), ○ (変換する) × (変換しない)

### 参考文献

- 菅野, 外: DDXパケット交換機のハードウェア, 日立評論, 60, 10, 699~704(昭53-10)
- 脇坂, 外: DDXパケット交換機のソフトウェア, 日立評論, 60, 10, 705~710(昭53-10)
- 石野, 外: 大容量パケット交換方式, NTT, 通研実報, 35, 5, 461~470(1986)
- 本郷, 外: 大容量パケット交換機のシステム管理方式, NTT, 通研実報, 35, 5, 471~480(1986)
- 矢代, 外: 大容量パケット交換装置, NTT, 通研実報, 35, 5, 481~492(1986)
- 吉江, 外: 大容量パケット交換プログラムシステム, NTT, 通研実報, 35, 5, 493~502(1986)