

DDXパケット交換機のハードウェア

DDX Packet Switching Equipment

従来のデータ通信では、公衆電話網、専用線あるいは加入電信網が用いられているが、品質、経済性、利用法において種々の制約がある。これらの制約条件を解決し、ユーザーの要求を満たす公衆データ交換網の必要性が高まってきた。

日本電信電話公社では、このデータ交換網の必要性の増大に応じ、DDXパケット交換網を商用化し、昭和54年6月にサービス開始の予定である。

日立製作所は昭和53年5月及び6月に商用パケット交換網用の諸装置を日本電信電話公社に納入したが、ここでは、DDXパケット交換機を構成する主要装置である高速信号制御装置とパケット多重化装置を中心に、そのハードウェアについて解説した。

菅野 実* *Sugano Minoru*

加藤孝雄* *Katô Takao*

兵藤剛士* *Hyôdô Takashi*

小沢幸夫* *Ozawa Yukio*

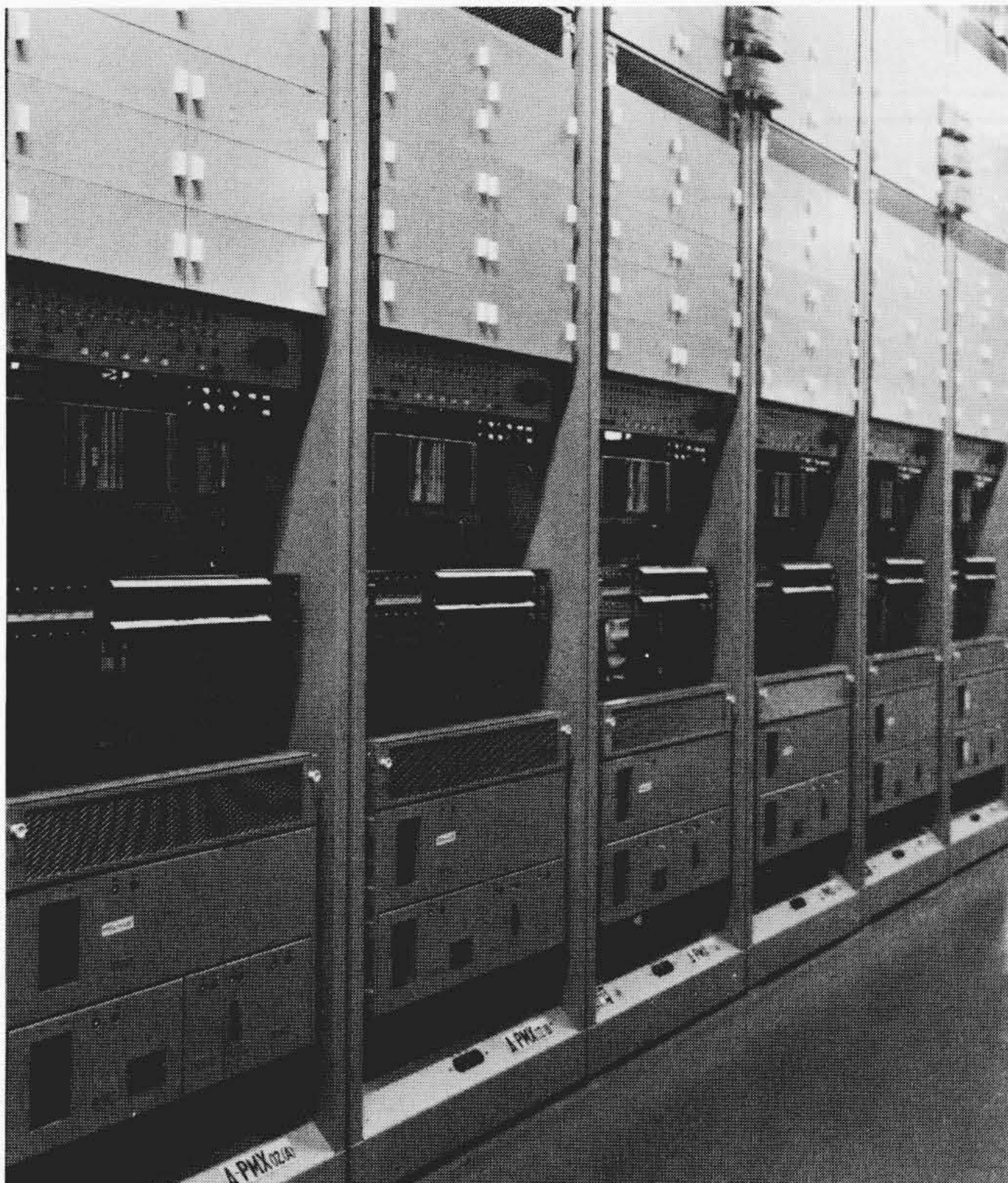
1 緒 言

Dendenkosha Digital Data Exchange(以下、DDXと略す)パケット交換機の開発は、日本電信電話公社・武蔵野電気通信研究所を中心に、日本電気株式会社、沖電気工業株式会社、富士通株式会社及び日立製作所の5社共同研究によって、昭和46年から進められてきた^{1),2)}。その成果として日本電信電話公社は、昭和52年にD50形自動交換機の特別仕様書を制定し、昭和54年6月のサービスインを目指し、商用パケット交換網を建設中である。日立製作所は昭和53年5月と6月に商用パケット交換網用の諸装置を日本電信電話公社・東京電信施設

所及び札幌データ電信施設所に納入した。本稿は、DDXパケット交換網を構成するD50形自動交換機のハードウェアについて具備すべき機能を中心に述べたものである。なお図1は、日本電信電話公社・東京電信施設所でのD50形自動交換機の設置状況を示したものである。

2 DDXパケット交換機の具備すべき条件

近年のデータ通信の発展には、まことに目覚ましいものがあり、システムはますます大規模・複雑化する傾向にある。



(a) パケット多重化装置



(b) 高速信号制御装置

図1 D50形自動交換機の設置状況 高速信号制御装置2装置とパケット多重化装置4装置とが設置されている。各1装置は2架で構成する。

* 日立製作所戸塚工場

それに伴って、データ通信システムを構成する通信サブシステムに対する要求条件も厳しいものとなっている。従来から、データ通信が利用可能な交換網としては、電話網と加入電信の二つが我が国では提供されているが、これらは本来、それぞれ電話及びテレックス通信を目的として構築されたため、データ通信にとって必ずしも最適な交換網ではなかった。そこで、既存網で制約となっている問題を解決し、かつ既存網にない各種の新しいサービスを提供するため新データ網の構築が進められており、昭和54年6月にはDDXパケット交換網のサービス開始が予定されている³⁾。

ここで用いられるDDXパケット交換機の具備すべき必要条件をハードウェアの面から整理すると、およそ次に述べるとおりである。

- (1) 公衆網としての信頼性
- (2) デジタル及びアナログ回線の収容
- (3) 多種の伝送速度への対応
- (4) 伝送誤りに対する防御
- (5) 保守性

公衆網としての信頼性を十分に確保するため、部品実装技術は、既に運用実績のあるD10形電子交換機をベースとし、方式的には、重要装置の二重化、診断の容易性を考えたハードウェアのモジュール化などを採用した。これにより、目標障害時間は電話網と同じく20年間で2時間以内となっている。

近年電話網で音声のPulse Code Modulation(PCM)化が急速に進んでおり、そのためPCM信号のためのデジタル

伝送路の増加が著しい。このデジタル伝送路は、符号品目として専用線ベースでデータ通信に利用できるようになっている。したがって、モデムによるアナログ回線のほかにデジタル回線の収容も重要である。

データ伝送速度としては、国際電信電話諮問委員会(CCITT)勧告X.1で示されている各種伝送速度と我が国で従来から広く使用されている伝送速度とを提供できることが必要である。加入電信網では50b/s、電話網では4,800~9,600b/sまでの伝送速度が扱えるが、新データ網では48kb/sまでの各種のデータ伝送速度を取り扱うことができる。

データ通信にとってデータ誤りは許されないものであり、各種のデータ誤り回線処置がとられているが、DDXパケット交換網では網内でのデータ誤り率を改善するため、リンクごとにHigh Level Data Link Control(以下、HDLCと略す)手順を適用し、非常に高品質のデータ伝送を提供することができる。

公衆網として高信頼度、高品質及び多彩なサービスを提供するには保守性の良いことが重要であり、室内実験機⁴⁾、所内試験機⁵⁾を通して改善、確認されている。

3 パケット交換網の構成

3.1 網構成及び網と端末のインタフェース

DDXパケット交換機商用試験時の網構成を図2に示す。パケット交換局(PS)は東京に設置し、これは次に述べる装置で構成する。

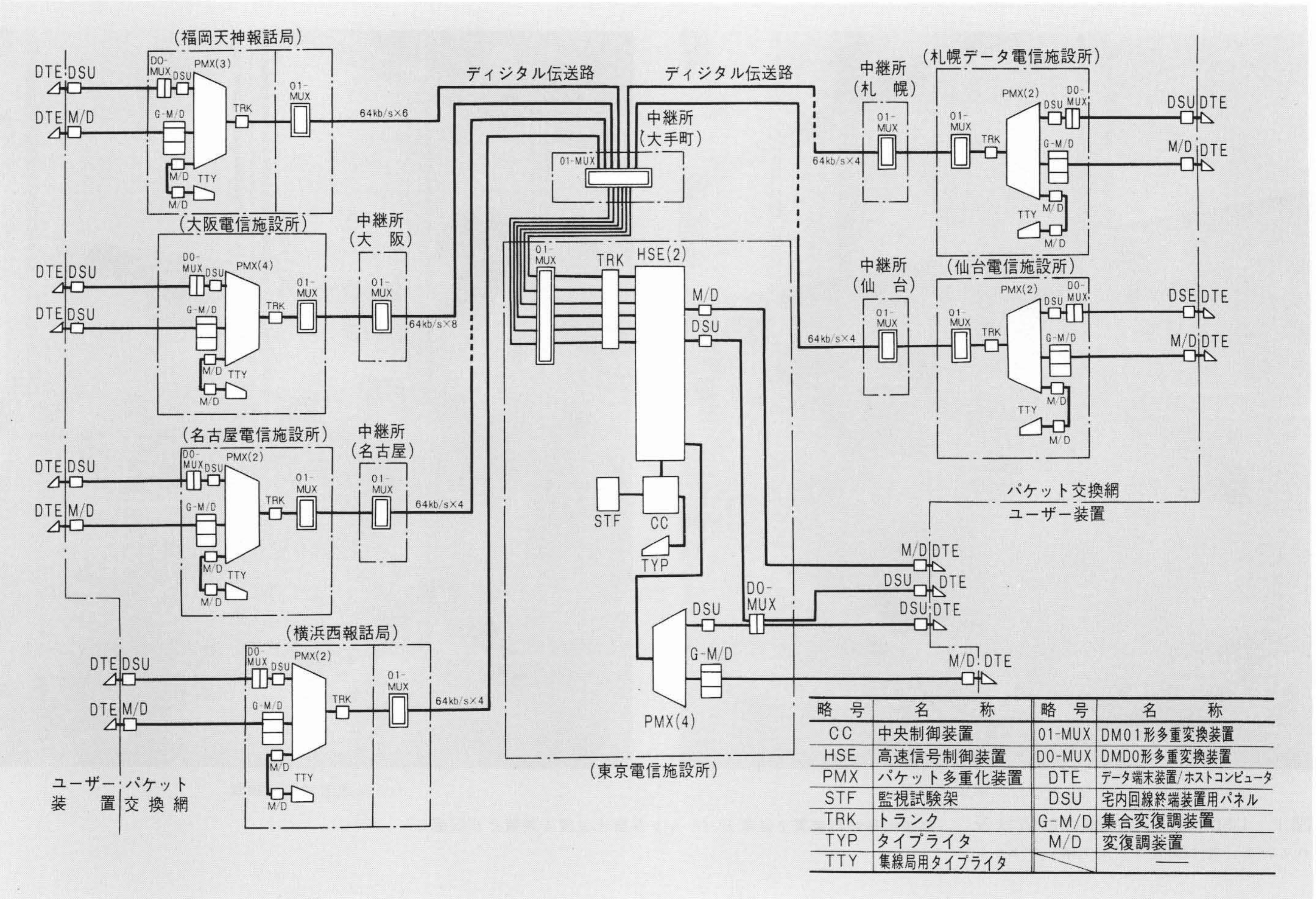


図2 DDXパケット交換機商用試験時の網構成 商用試験は、パケット交換局1局(東京)と集線局6局の構成で行なう。

- (1) 中央制御装置(C C)
- (2) 高速信号制御装置(H S E)
- (3) パケット多重化装置(P M X)
- (4) 回線終端装置用架(C E F)
- (5) 監視試験架(S T F)

パケット多重化装置は、東京のほか全国 6 箇所に設置し、回線終端装置用架を併せて置く。各局には加入者線を交換機に接続するための装置が必要である。すなわち、局に設置される高速信号制御装置又はパケット多重化装置とそれに收容される加入者端末間は、特定通信回線の接続と等価と考えられ、局内側にも加入者宅内と同じく宅内データ回線終端装置(DSU)や変復調装置(モデム)などが必要である。また、パケット交換局とパケット多重化装置設置局との間の局間中継線にアナログ伝送路を適用する場合はモデムが必要となり、デジタル伝送路を適用する場合、伝送系装置とのインタフェース用にトランクが必要となる。

パケット交換網とユーザーとの分界点は、ユーザー宅内に設置される宅内データ回線終端装置や変復調装置とデータ端末装置(DTE)との接続点である。

3.2 パケット交換網を構成する諸装置

3.1で述べたようにパケット交換網を構成する交換装置は、中央制御装置、高速信号制御装置、パケット多重化装置、回線終端装置用架及び監視試験架の 5 種類である。以下これらの装置について概要を説明するが、高速信号制御装置とパケット多重化装置はパケット交換網を構成する主要装置であるので、章を改めて詳細に説明する。

(1) 中央制御装置

データ交換用中央制御装置は次に述べる理由により電話用電子交換機として実用化されている D10 形自動交換機の中央制御装置(D10CP系)を使用した。

- (a) 建設工法が確立されている。
- (b) 保守及び操作用訓練に関し、実績がある。
- (c) 各種サポートソフトウェアが完備している。

このD10CP系の機能及び動作は、電子交換関係の資料⁶⁾などで詳細に述べられているので、ここでは説明を省略する。

(2) 回線終端装置用架

局内に設置される宅内データ回線終端装置や変復調装置あるいはトランクなどの回線終端装置類を効率良く実装するための架である。

(3) 監視試験架

パケット交換局内装置の保守及び運転に必要な機能(例えば、各装置の電源断や装置障害中の表示など)を集中し、タイプライタを介して中央制御装置からプログラムにより制御することによって各種の運用及び制御情報を入出力するなど、保守者と交換機との間のマン・マシン・インタフェースの役割をもつ架である。

4 高速信号制御装置

4.1 高速信号制御装置

この装置は、D10CP系とともにパケット交換局(P S)を構成し、回線とD10CP系との間の情報転送に関する各種の伝送制御を行なうものである。この装置の対象としている伝送制御手順は、HDLC手順である。

この装置の主な機能は、受信時に回線上をHDLC手順により伝送されてくる直列のビット情報を、並列のバイトに組み立てた後、D10CP系のデータチャンネル(D C H)を介してD10CP系の記憶装置へ転送し、更にD10CP系のソフトウェアが

処理できる形への情報フォーマットの変換(送信時にはこの逆変換)、回線上の速度とD10CPチャンネルの転送速度差の吸収、更にHDLCによる誤り制御を行なうことである。また、この装置は以上の機能を高速で処理する必要があるために、制御方式として布線論理を採用している。

4.2 高速信号制御装置とD10CP系(ソフトウェア)との機能分担

HDLC手順に基づきデータ交換機と回線との情報が授受される場合、重要となるのはパケット交換機を構成しているD10CP系と高速信号制御装置との伝送制御に必要な機能分担である。表 1 はこれを示したものである。一般に高速信号制御装置は、处理的にみて時間的には厳しいが、単純なものだけを分担し、D10側ソフトウェアは時間的には厳しくないが、複雑でかつ融通性が要求される処理を分担している。

4.3 機能ブロック構成と冗長構成

機能ブロック構成を図 3 に、各ブロックの機能概要を表 2 に示す。

信頼度構成上は二重化部と一重化部とに分けている。

クロック発生部(C L K)、インタフェース制御部(I F C)、バッファ転送制御部(B T C)、回線制御部(L C T)及び多重化部(M P X)などの共通処理部は、一部障害でもシステムダウンにつながるため二重化している。なお、電源は経済性と実装スペースの点から、二重化系の片系ずつの個別電源とする個別二重化構成を採っている。一方、セレクト部(S E L)、回線接続対応部(L U)、レベル変換部(L V C)は一重化とし、電源はダイオードオアによる完全二重化としている。これは次の理由による。セレクト部は共通部であるが、ハードウェア量が少ないので障害確率を十分小さくできる。また、回線

表 1 高速信号制御装置とD10CP系の機能分担 高速信号制御装置は、处理的にみて時間上は厳しいが、単純なものだけ分担し、D10側ソフトウェアは時間的には厳しくないが、複雑で融通性が要求される処理を分担している。

機 能		HSE	D10側 ソフト ウェア*	備 考
H	トランスペアレント伝送のための“0”挿入・除去**	○		
	F, 放棄, 通信終了パターンの発生・検出・除去	○		
	FCSの演算・チェック	○		
D	32ビット未満フレームの検出と廃棄	○		放棄パターンで終わるフレームも含む。
L	HDLC 手順の A, C 部の作成		○	
C	チェック		○	
	時間監視	(○)	○	F パターン同期待ちの時間監視はHSEが実施
	フレーム再送制御		○	
	フレーム処理		○	
	オクテット長エラー***の検出	○		
	回線対応装置の異常検出	○		
	送信時のダミーデータ****の除去	○		MSCH仕様から不要データが発生する。
	受信フレームのバイト長計数	○		

注: * HSEは該当処理を行なわないとの意味である。
** トランスペアレント伝送とは、いかなるビット情報も伝送可能なことをいう。
*** 情報フレームの総ビット数が8n(n:整数)でないこと。
**** D10側からHSEに転送されるデータのうち、回線側へ送出すべき情報以外のデータ(HSEとD10CC間の情報転送単位は4バイトであるから、4n(n:整数)バイトに満たない情報には不要データを付加する。このデータをダミーデータという。

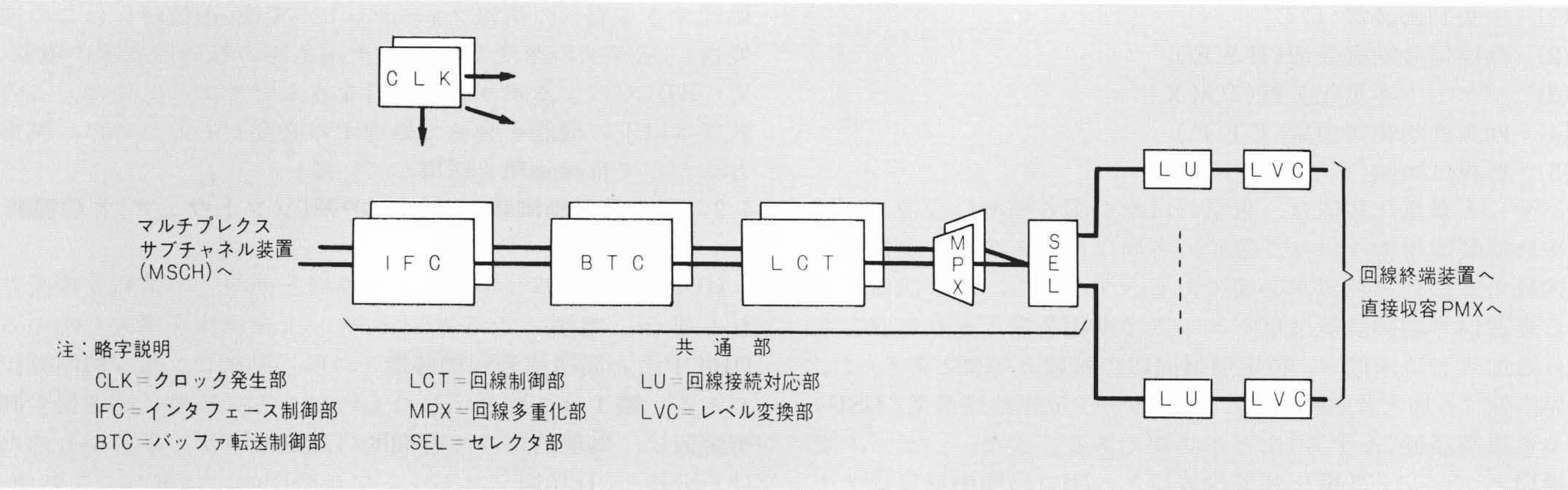


図3 高速信号制御装置の機能ブロック構成 SELを除いた共通部は二重化しており、加入者対応部は一重化としている。

表2 高速信号制御装置各ブロックの機能概要 各ブロックは機能的に分離されており、診断しやすい構成となっている。

ブロック名称	略号	機 能 概 要
クロック発生分配部	CLK	水晶振動子を用い、内部処理用クロックを作成し、各ブロックに分配する。
インタフェース制御部	IFC	IOインタフェース仕様に従い、各コマンドの起動転送・報告のシーケンス処理を行なうほか、受信フレームのバイト数の計数、送信側のダミーデータサブプレスの制御のための処理を行なう。
バッファ転送制御部	BTC	IFCの対MSCHインタフェース動作の各種動作後処理、及びLCTの1バイトごとのデータ送受動作の結果として起動され、バッファの管理及びIFC、LCTへ次動作指示を与える。
回線制御部	LCT	送受信データのバイト組立、分解とHDLCに基づくFパターンの検出、送出、FCS演算トランスペアレント伝送に基づく“0”挿入・削除
多重化部	MPX	LU群とLCT間の情報線を多重化する。
セレクト部	SEL	LU群をMPX(自系)に接続するか、MPXB(他系)に接続するかの切替え用
回線接続対応部	LU	回線側のビット単位の情報とLCT側の6ビット情報の変換処理及び回線側障害の検出を行なう。
レベル変換部	LVC	伝送系側の電気レベル (V.28, V.35, 架間伝送レベル) とLU側のTTLレベルの変換を行なう。

接続対応部、レベル変換部は加入者対応部であり、その障害波及範囲が1回線だけであるので、システムへの影響が少なく局間伝送路など必要により回線を複数設置することでネットワークとしての信頼度は確保できる。

4.4 運転形式

高速信号制御装置の運転形式の基本として、待機予備運転方式を採用している。図4にこの装置の運転構成を示す。系切替場所は、同図でのCC～チャンネル多重装置(CHM)間とこの装置内の多重化部～セレクト部間である。この装置の共通部障害時は、同図でのCC～CHM間とこの装置内の多重化部～セレクト部間を切り替えて、D10CP系のデータチャンネルとこの装置共通部を含めて系切替えを行なう。予備系を現用系へ切り替える処理は、すべてD10CP系のプログラム制御によって行なう。

4.5 収容回線の種類、速度と最大収容回線数

表3に高速信号制御装置の収容回線の種類、速度と最大収容回線数を示す。パケット多重化装置を収容する場合、1装置当たり2回線使用するため、1高速信号制御装置当たり最大16パケット多重化装置まで可能である。

収容回線の電氣的インタフェースは、宅内データ回線終端装置、又は変復調装置用にV28又はV35を準備しており、直結のパケット多重化装置用にTTL平衡伝送を準備している。なおユーザー側の端末インタフェースは、ユーザー宅内に設置

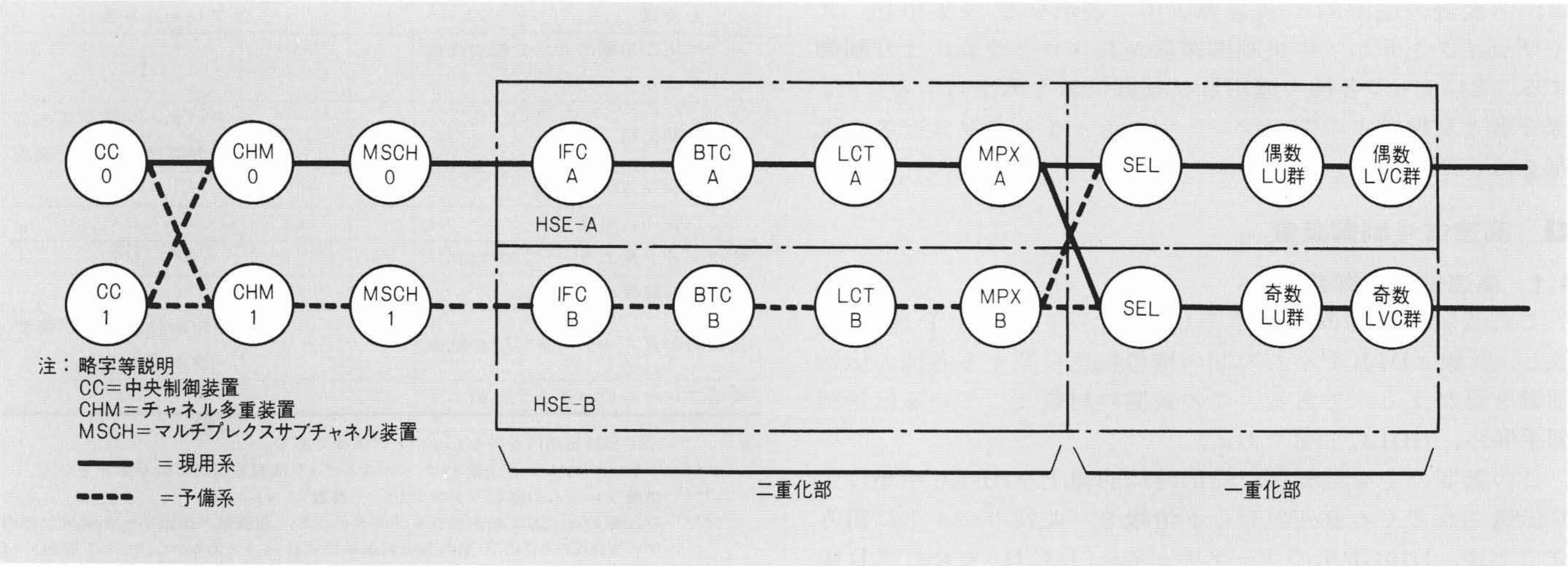


図4 高速信号制御装置の運転構成 待機予備運転を基本とする。系の切替えはすべてCCにより制御される。

表3 高速信号制御装置の収容回線の種類、速度と最大収容回線数
伝送速度は、宅内データ回線終端装置又は変復調装置から供給するクロックにより決定される。処理能力上は、48kb/s32回線の収容が可能である。

伝送方式 デジタル／ アナログ	伝送速度	収 容 回 線	単 独 最 大	インタフェース			
	(kb/s)	インタフェース	収容回線数	電氣的	論理的		
デジタル	2.4	CEF経由	32	V.28	X.25		
	4.8	同 上					
	9.6	同 上					
	48	CEF, MUX経由 D50A-PMXと直結		V.35 TTL平衡			
アナログ	2.4	CEF経由				V.28	
	4.8	同 上					
	9.6	同 上					
	48	同 上				V.35 TTL平衡	

される宅内データ回線終端装置、又は変復調装置により決まる⁷⁾。
なお、加入者が網に新規に加入する場合の審査を予備系装置を使用して行なうため、任意の回線を予備系装置に引き込み、通信中の現用系装置に影響を与えず各種の試験を行なえるよう任意回線の予備系引き込み機能を付加した。

5 パケット多重化装置

5.1 機能と役割

パケット交換網のユーザー端末であるデータ端末装置(DTE)の分布密度は、電話機の分布密度と比較すると一般に2桁程度低いと言われている。したがって、これらのデータ端末をパケット交換網に収容した場合、網全体のコストに対して1加入者当たりの加入者系のコスト、特に加入者線のコストの占める割合が大きくなることが予想される。この割合をできるだけ低く抑え、全体として効率的なパケット交換網を構成するためには、データ端末を適当な規模で集線することが重要となる⁸⁾。また、パケットインタフェースをもたない既存端末に対し、パケットの組立・分解を網が行なう必要がある。パケット交換網でこの集線機能とパケット組立・分解をつかさどるのがパケット多重化装置である。

この装置は小形プロセッサを内蔵し、蓄積プログラム制御方式により各種の処理を行なう。

この装置の主要な機能を次に述べる。

- (1) パケット組立・分解(PAD)機能をもたない一般端末(NPT)及びPAD機能をもったパケット形態端末(PT)を合計255端末収容し、加入者線の集線多重化を行なう。
- (2) 呼制御及び伝送制御の機能をもつことにより、加入者線の集線多重化だけでなくトラヒックの集束を可能としている。
- (3) パケットを一度蓄積することにより、パケット交換機との間でパケット多重通信を行ない、パケット多重化装置～パケット交換機間の伝送路の高能率使用を達成する。
- (4) NPTデータ↔パケット形式データの変換(PAD機能)、NPT手順↔網内手順の変換を行なう。
- (5) パケット多重化装置の内蔵プログラムにより端末対応の呼制御、伝送制御などの前段処理及び課金処理などの網内処理の一部を分担し、パケット交換機の負荷軽減及び網全体としての負荷分散を図る。

5.2 ハードウェア、ソフトウェア及びパケット交換機との機能分担

ハードウェア、ソフトウェア及びパケット交換機との機能分担を表4に示す。ハードウェアでは加入者線の監視、キャ

ラクタの組立・分解、初期プログラムローディング(IPL)及び初期設定といった基本的な機能を分担している。ソフトウェアでは端末対応の呼制御、伝送制御などの前段処理及び課金処理の一部などの機能を分担している。

5.3 機能ブロック構成と信頼度構成

機能ブロック構成を図5に、各ブロックの機能概要を表5に示す。基本的には共通部は二重化、個別部は一重化としている。ただし、回線多重化部(MPX)は32回線の多重処理をしているが、ハードウェア量も少なく、システムの信頼度上問題はないので一重化とした。一方、HDL C回線対応部(HLU)は、ハードウェア構成上処理しやすい二重化構成とした。なお電源は、処理装置部(PC)、記憶装置部(MM)、高速転送制御部(HTC)、回線制御共通部の二重化部を個別二重化とし、他の部分はダイオードオアによる完全二重化としている。

5.4 運転形式

パケット多重化装置の運転形式は待機予備運転を基本としている。予備系を現用系へ切り替える処理(PMXのシステムクリア、オンラインプログラムのローディング、LU群の引込みなど)はすべてパケット交換機からの遠隔制御により行なう。

5.5 収容回線の種類、速度と最大収容回線数

表6にパケット多重化装置の収容回線の種類、速度と最大収容回線数を示す。調歩端末の速度指定は、据付工事の際に行なう。一方、同期回線は宅内データ回線終端装置、又は変復調装置から供給する外部クロックにより動作速度が決まる。

収容回線のインタフェースは、調歩端末用にX.20、X.20bisの両方を準備しており、切替えは据付工事の際に行なう。パケット多重化装置側の同期一般端末インタフェースはX.21bisに統一しているが、ユーザー側の端末インタフェースは、ユーザー宅内に設置される宅内データ回線終端装置、又は変復調装置によりX.21、X.21bisを選択することができる⁷⁾。

6 結 言

DDXパケット交換機を構成する主要装置は、高速信号制

表4 パケット多重化装置のハードウェア、ソフトウェア及びパケット交換機間の機能分担
パケット多重化装置は、蓄積プログラムで制御される。単純な処理はハードウェアで行ない、若干複雑な処理はパケット多重化装置のソフトウェアで行なう。複雑で融通性の必要とされる処理は、パケット交換機で行なう。

項番	機 能	PMX		PS	記 事
		ハードウェア	ソフトウェア		
1	加入者線の監視・制御	○	○		
2	発着信分析		○	○	
3	数字分析		○	○	
4	課金処理		○	○	
5	キャラクタ組立・分解	○			調歩端末
6	フレーム組立・分解	○			HDL C端末及びPT
7	データのバッファリング	○	○		
8	伝送制御手順制御	○	○		
9	伝送制御用の誤り制御	○	○		
10	パケットの組立・分解		○		
11	パケットのルーチング			○	
12	パケットの順序制御			○	
13	PMXのIPL指示	○		○	
14	PMXのIPL制御	○	○	○	
15	PMX初期設定	○	○		
16	障害時の系切替	○		○	
17	加入者データ		○	○	

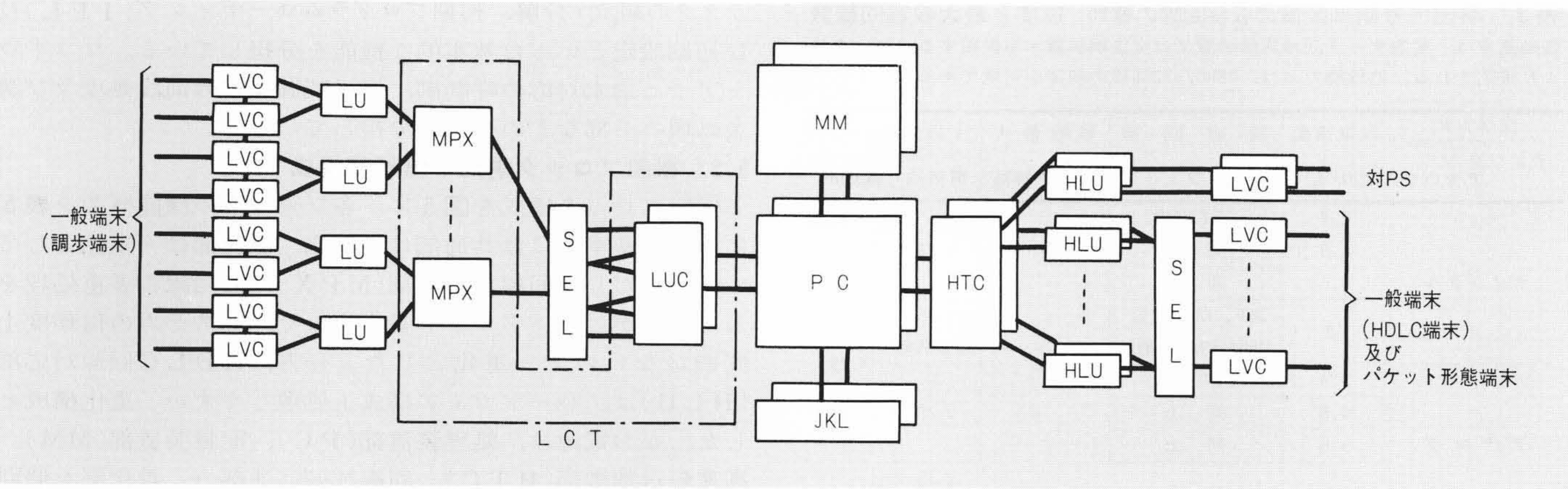


図5 パケット多重化装置のブロック構成 共通部は二重化している。MPXは32加入者単位の多重化を行なっているが、信頼度上問題はないので一重化構成としている。

表5 パケット多重化装置各ブロックの機能概要 各ブロックの機能は完全に分離されており、MPX・LU・HLU・LVCは、基本単位ごとに増設が可能のようにビルディングブロック構成としている。

略号	名 称	機 能 概 要
PC	処 理 装 置 部	MMに格納されているプログラムを解読・実行することにより、LUC、HTCから転送される端末のデータをパケット化し、HTCを通してPSへ送出する。また、この逆を行なう。
MM	記 憶 装 置 部	プログラム、加入者情報、送受信データの格納
JKL	操 作 表 示 盤	PCの状態表示、MM内容の読取り及びMMへの書込みを行なう。
HTC	高速転送制御部	PSとの中継伝送路、HDLC端末及びPTを収容するHLUの制御を行なう。PC、MMとの送受信データの転送はメモリサイクルスチールで行ない、HLUとの転送はバイト単位で行なう。
HLU	HDLC回線対応部	PS方路、HDLC端末及びPTを収容し、F同期の設定を行ない、ビット↔バイトの変換を行なう。
LUC	回線制御共通部	MPX及びLUの制御を行ない、PCとのインタフェース制御を行なう。PC及びMPXとのデータ送受信はキャラクタ単位で行なう。
MPX	回線多重化部	LUを収容し、LUからのデータを多重化し、LUCに送出する。また、この逆を行なう。データの送受信はキャラクタ単位で行なう。加入者線の発呼終話検出、閉塞を行なう。
LU	回 線 対 応 部	調歩端末を収容し、スタートビットの検出、ストップビットの付加を行ない、ビット↔キャラクタの変換を行なう。
LVC	レ ベ ル 変 換 部	回線終端装置及び直結のHSEとの間で、送受信データ及び制御信号の電氣的レベルの変換を行なう。
SEL	セ レ ク タ 部	二重化部↔一重化部の交絡制御を行なう。
LCT	回 線 制 御 部	LUCとMPXとを合わせてLCTと総称する。

御装置とパケット多重化装置である。高速信号制御装置はD10CP系とともにパケット交換機を構成し、回線とD10CP系との間の情報転送に関する各種の伝送制御を行なうものである。パケット多重化装置は、パケット交換専用の集線装置であり、その構成は小形処理装置をもち、蓄積プログラム制御方式となっている。

DDXパケット交換機の商用1号機は、東京をはじめとし、全国7箇所に設置され、昭和54年6月のサービス開始に向けて現在商用準備中である。サービス開始後は、ユーザーの各種要求に応じ、情報化社会の発展に貢献することが期待されている。

参考文献

1) 矢谷，松下：DDX-1蓄積系装置，通研実報，23，No. 9，p.1891（1905）
2) 齊藤，四方，金重，松下：DDX-2パケット交換装置の構成，通研実報，26，No. 11，p.3005，3021（昭和52-11）
3) 高月：パケット交換システムの特徴とその動向，日立評論，60，p.693～698（昭53-10）
4) 他田，ほか2名：DDX-1データ交換方式，通研実報，23，No. 9，p.1755～1773（昭49-9）
5) 松本，ほか2名：DDX-2パケット交換方式，通研実報，26，No. 11，p.2967～2977（昭52-11）
6) 荒井，ほか5名：D10形電子交換機の中央処理系および入出力系装置，日立評論，54，p.990～1000（昭47-11）
7) 日本電信電話公社：パケット交換サービスのインタフェース条件（昭和52年9月）
8) 篠岡，金重：パケット網における集線方式，電通学会交換研究会資料，SE75-71

表6 パケット多重化装置の収容回線の種類，速度と最大収容回線数 調歩端末の速度指定及びX.20，X.20bisの切替えは，工事者注意事項により行なう。同期端末の速度は，宅内データ回線終端装置，又は変復調装置から供給するクロックにより決定される。

収 容 回 線	収容端末又は装置	同期方式	速 度	最小増加単位	最大収容数		収容数合計	インタフェース	
								電氣的	論理的
回 線 制 御 部 収 容 回 線	一 般 端 末 (調歩端末)	調歩式	200 b/s	4	255	255	256	V.28	X.20 X.20bis
			300 b/s	4	255				
			1,200 b/s	4	255				
高速転送制御部 収 容 回 線	一 般 端 末 (HDLC端末及び パケット形態端末)	同期式	2,400 b/s	1	31	31	256	V.28	X.21 X.21bis X.25
			4,800 b/s	1	31				
			9,600 b/s	1	31				
	D50号A高速信号制御装置	同期式	48 kb/s	1	1	1		V.35, TTL平衡	X.25

注：回線としては、デジタル及びアナログ両者とも適用可能である。