

公衆パケット交換網へのユーザ装置の接続について

大友宏樹 三木康生 吉江金三郎 金重州起 (日電公社武蔵野通研)

中 博道(日本電気) 秋山文夫(日立) 早野靖雄(沖電気) 樋口正雄(富士通)

1 まえがき

公衆データ交換網であるDDX (Dendenkosha Data Exchange) 網には計算機から簡単な端末まで各種の端末が接続される。特にパケット網は、回線交換網、電話網等のトランスペアレントな伝送を行う網と異なり、情報をいったん交換機内に蓄積して交換を行うため、網と端末のインタフェース条件を深いレベルまで規定する必要がある。

また、パケット網は計算機等の高機能端末に親和性の高い、いわゆるパケットモードインタフェース(CCI TT勧告X. 25)を持つことを特徴としている。

一方、DDX網に接続されるユーザ端末は原則として自営であり、その種類およびインタフェース条件は多様である。

このようにパケット網では網と端末間のインタフェース条件が複雑であり、網が関与する範囲は広く、深度も深い。

公衆パケット網の端末制御技術を確立するため、DDXパケット交換所内試験機では、まずDDX標準インタフェースを持つ各種直管端末(計算機や試験機を含む)を接続し、運用試験を行った。

一方、これと並行して大学コンピュータネットワークの実験計画の一環として、東京大学と京都大学の大型計算機センタと所内試験機を接続し、接続試験と運用試験を行っている。

さらに、代表的な各種ユーザ端末をパケット交換所内試験機に接続し、端末制御技術・網機能の確認、端末通信試験を行っているので、端末の接続方法、接続試験の結果等について報告する。

2 網への端末の接続方法

2.1 網と端末のインタフェース条件

パケット網は、端末の呼設定後、データ転送制御まで網が関与して蓄積・転送を行うサービスである。したがって端末と網のインタフェース(DTE-DCEインタフェース)条件は、①通信速度・同期方式、②電気・物理条件、③交換接続制御手順の他に、④伝送制御手順まで規定する必要がある。

またパケット網に収容される端末は、次の2種類に分けられる。

- ①パケット端末：網とパケット単位で情報をやりとりする計算機等の端末。
- ②一般端末：網とキャラクタ単位で情報のやりとりを行う端末(既存端末を含む。)

DDXパケット交換所内試験機とこれら端末のインタフェース条件を表1に示す。

2.2 既存端末の接続方法

網のDTE-DCEインタフェースは、網コスト上、非標準的なものはできるだけ除いて標準化しており、その種類は限定されている。

一方、既存端末は多数存在し、そのインタフェース条件は必ずしも一致しない場合が多い。

網と端末のインタフェース条件が整合しない場合に、既存端末を接続する方法を以下に示す。

〔方法1〕インタフェースを介して接続する方法：網と端末のインタフェースが完全に整合しない（例えば通信速度、同期方式等が異なる）場合は、端末を網へ直接接続することは出来ないで、両者のインタフェースを整合する装置（これをインタフェースと呼ぶ）を設置し、これを介して端末を接続する必要がある。なおこの方法は既存の計算機の接続に一般的に適用される。

〔方法2〕直接収容法：網と端末のインタフェースの一部が整合する場合（例えば通信速度等は一致するが、伝送制御手順が不整合）な場合には、デリミタ（パケット区切り符号）が合えば、デリミタクラス1～3のインタフェースで端末を接続する方法がある。

なお、既存端末の接続制御形式は次のとおりとなる。

①電話網利用の既存端末をパケット

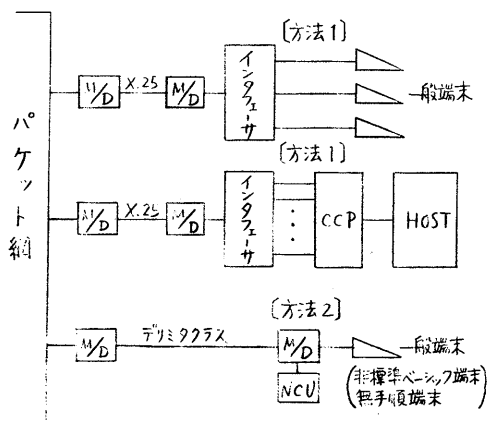


図1 既存端末の接続方法

表1 パケット網と端末のインタフェース条件

端末種別	通信速度	同期方式	電気条件	交換機制御手順	伝送制御手順
一般端末	200 b/s	調歩式	V.10, 11, 28	X.20	ベシフ手順(標準) (全二重)
	300	"	"	"	デリミタ 1
	1200	"	"	"	" 2
	2400	同期式(F同期)	"	UI	" 3
	4800	"	"	"	HDL C
	9600	"	"	"	ARM
パケット端末	2400	"	"	X.25	
	4800	"	"		
	9600	"	"		
	48k	"	"		

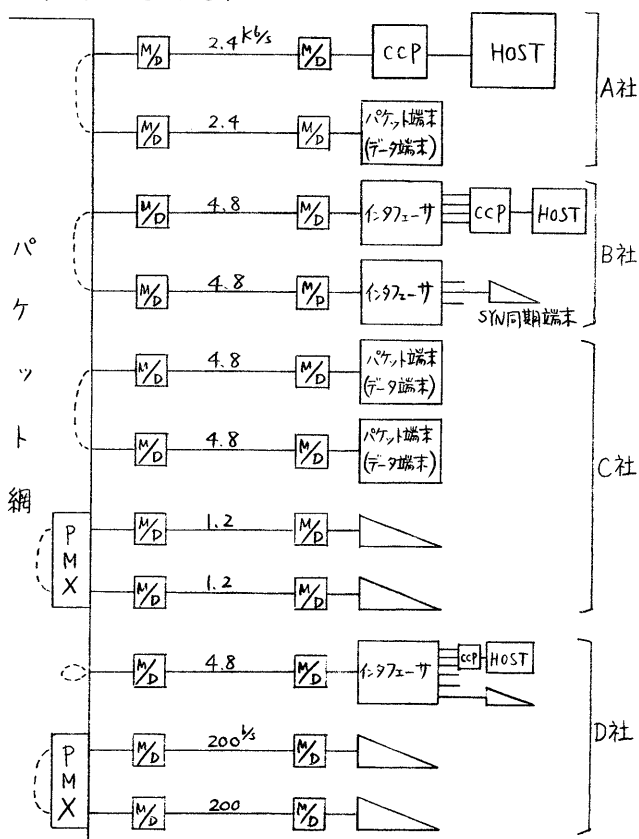


図2 パケット網への接続構成例

網へ接続替する場合には、網制御装置（NCU）を用いたバーチャルコール（VC）接続となる。

②専用網利用の既存端末をパケット網へ接続替する場合には、パーマネントバーチャルサーキット（PVC）接続となる。

以上の接続方法を図1に示す。

3 接続試験の概要

3.1 接続構成

パケット網への計算機、インタフェーサおよびデータ端末の接続構成例を図2に示す。ここで、所内試験機とメーカ端末のインタフェースはX.25またはデリミタクラス1である。

また、端末間の通信の組合せを図2の鎖線で示す。

3.2 端末等の概要

所内試験機に接続している端末の種類、網とのインタフェース、装置の内容等を表2に示す。端末の種類を、計算機(X.25)、インタフェーサおよびデータ端末に分けて、その各々の機能、装置構成等を以下に述べる。

(1) 計算機(X.25)

網に直結する計算機(X.25)の構成例を図3に示す。ここで通信制御処理装置（CCP）が、網との間でX.25

インタフェース制御を、またHOSTとの間でHOST-CCPインタフェース制御を行っている。汎用CCPは、回線対応部のハードウェアとインタフェース制御用のソフトウェアを入れ替えることにより、パケット網用の使用が可能である。

なお、計算機をインタフェーサを介して接続する場合については、既存計算機システムには殆んど変更がないので、次のインタフェーサのところで説明する。

(2) インタフェーサ

2.2項で述べたように、インタフェーサは、網とインタフェース条件が一致しない既存端末および計算機を中継して網へ接続するインタフェース変換装置である。インタフェーサの機能および特徴は次のとおりである。

表2 端末等の種類

端末の種類		網とのインタフェース	装置の内容
計算機(X.25) ^{*1}		X.25	CCP-HOST (例)
インタフェーサ		X.25	既存端末あるいは既存CCPの回線対応部を複数回線で接続する。
データ端末	パケット端末	X.25	複数I/Oを接続する伝送制御装置
	一般端末	デリミタクラス1 ^{*2}	ベーシック系端末

*1 X.25インタフェースを有する計算機

*2 デリミタ: ETX, ETB, EOT, ENQ, ACK, NAK, DLE, BEL

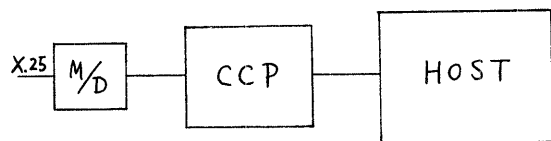


図3 計算機の構成例

① 網との間はパケットモードインタフェース、端末との間は既存端末インタフェースをそれぞれ制御する。

② 計算機 および既存端末を殆んど変更しないで、パケット網へ収容することが可能である。

③ 網側は1回線、計算機 あるいは端末側は複数回線をそれぞれ収容する。

④ パケット網内の転送パケット数を削減することができる。

(i) インタフェース

インタフェースの一例を表3に示す。

収容端末数は装置性能・規模、隔通性等を考慮し、最大16台である。

(ii) 計算機 との機能分担

既存システムが専用線を用いたポーリング制御を行っており、この制御を網内で効率よく行うためには、計算機にインタフェース(リモート側)に対するポーリングリスト転送機能を付加し、リモート側のインタフェースにポーリング制御を代行させる使い方もある。

(iii) 装置構成

インタフェースのハードウェア構成およびソフトウェア構成の一例を、それぞれ図4、図5に示す。ハードウェアは16ビット・プロセッサと約32KBのメモリを持ち、インタフェース制御プログラムの規模は約20KBである。

(3) データ端末

データ端末には伝送制御装置を有する集合端末制御装置と簡易な一般端末がある。前者については、X.25インタフェースが適している。

表3 インタフェースの内容

項目	内容
収容回線数	1. 加入者線：最大16回線 2. パケット網との回数：1回線
DDXパケット網とのインタフェース	X.25 (2.4, 4.8, 9.6, 48 kbps)
加入者インタフェース	1. 通信速度 調歩式：100, 200, 300, 1200 ^{bps} SYN同期式：600, 1200, 2400 ^{bps} 2. 端末手順：ベーシック手順、無手順
伝送コード	1. 単位数：7/8単位 2. ストップビット長：1/2ビット

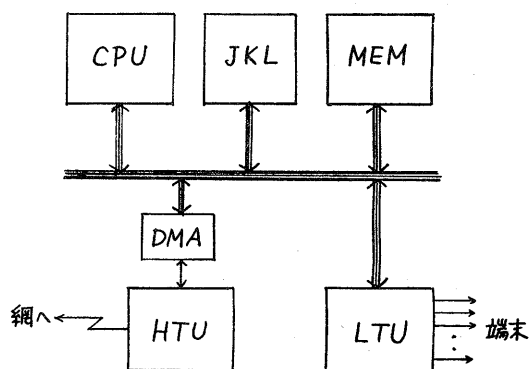


図4 インタフェースのハードウェア構成

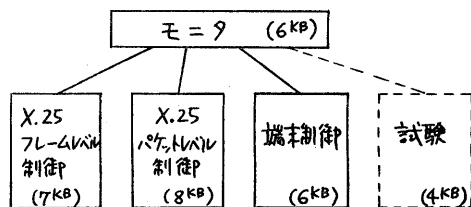


図5 インタフェースのソフトウェア構成

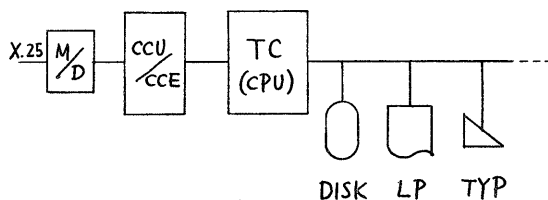


図6 データ端末の構成例

(i) パケット端末の構成例

伝送制御装置とDISK, MT, TYP, LP, CR等の複数のI/O機器から構成される複合端末である。本装置の構成例を図6に示す。

(ii) 一般端末

既存端末のベーシック手順は各社異なっているのが、現状である。したがって、パケット網には標準ベーシック手順クラスでは収容できず、デリミタクラス1で収容するのが一般的である。

なお、伝送制御手順をもたない端末は、デリミタクラス1または2で収容される。

3.3 試験方法の概要

(1) 試験手順

接続試験は図7に示す試験手順で行った。各試験段階での試験内容を表4に示す。

工事検査は予備(SBY)系交換機のプロトコルテストによるフレームレベルおよびパケットレベルの論理条件の試験であり、正常シーケンスのほか、準正常・異常シーケンスについての試験も可能である。その試験処理シーケンスの一例を図8に示す。

(2) 試験項目

SBY系プロトコルテストによる試験用信号シーケンスの選定は任意であるが、今回は次の点を考慮して定めた。

- ① 通信シーケンスのメインルートの範囲をカバーする。
- ② 網主導形とする。
- ③ ユーザ装置側には専用の試験機能を必要最少限とする。

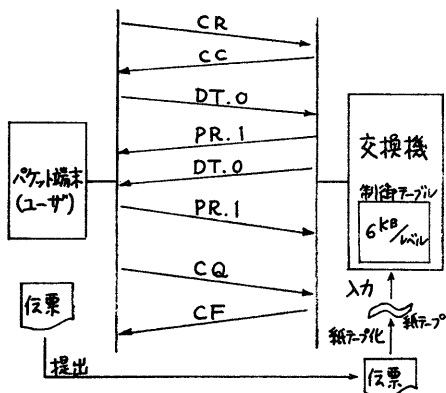


図8 試験シーケンス

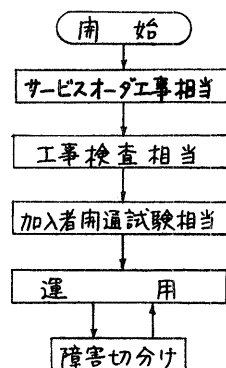


図7 接続の手順

表4 接続試験の内容

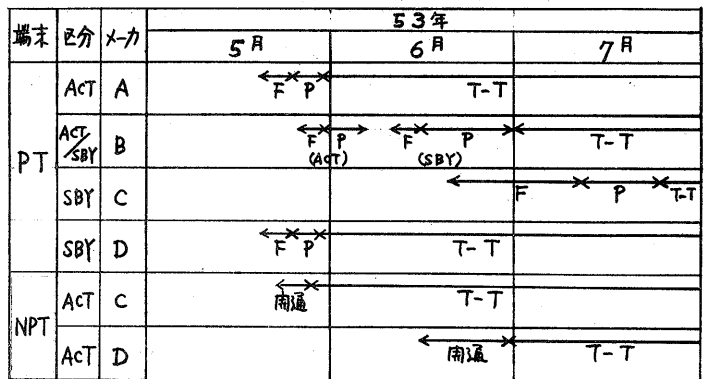
段 階	試 験 項 目	使用ツール														
サービスオーダー 工事相当	回線品質の確認 モデム動作の確認 加入者回線の誤り率測定 サービスオーダー工事確認	LTF モデムテスト 誤り率測定器 キャラクタ照合試験														
工事検査 相当	電気・物理的条件の確認 論理的条件の確認	モデムテスト プロトコルテスト(SBY系)														
	試験項目															
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>フレームレベル</th><th>パケットレベル</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>・1フレーム送受信</td><td>・1データパケット送受信</td></tr> <tr> <td>・1連続受信</td><td>・データパケット連続送信</td></tr> <tr> <td>・1連続送信</td><td>・データパケット連続受信</td></tr> <tr> <td>・誤り回復</td><td>・送信抑圧</td></tr> <tr> <td>・送信抑圧・再開手順</td><td>・受信抑圧</td></tr> <tr> <td></td><td>・リセット・割込み</td></tr> <tr> <td></td><td>・リスタート</td></tr> </tbody> </table>		フレームレベル	パケットレベル	・1フレーム送受信	・1データパケット送受信	・1連続受信	・データパケット連続送信	・1連続送信	・データパケット連続受信	・誤り回復	・送信抑圧	・送信抑圧・再開手順	・受信抑圧		・リセット・割込み
フレームレベル	パケットレベル															
・1フレーム送受信	・1データパケット送受信															
・1連続受信	・データパケット連続送信															
・1連続送信	・データパケット連続受信															
・誤り回復	・送信抑圧															
・送信抑圧・再開手順	・受信抑圧															
	・リセット・割込み															
	・リスタート															
加入者開通 試験相当	加入者の実通信による確認	エラー統計 パケットトレース (パケット網内折り返し試験)														
運用	トラヒック情報収集 網品質測定 端末対向通信	トラヒック観測 データスコープ 収集用ツール														
障害切分け	障害切分け	上記全ツール														

今回の試験項目を表4に示す。項目数はフレームレベル5項目、パケットレベル8項目で計13項目である。

5 試験結果および評価

5.1 経過

接続試験および端末間通信の経過を図9に示す。



F: フレームレベル試験 P: パケットレベル試験 T-T: 端末間通信

図9 試験経過

5.2 接続試験の結果および評価

(1) 試験方法及所要時間

パケット端末の接続試験については、SBY系プロトコルテストを使用した工事検査相当と直接ACT系で実通信による試験を行う加入者周通試験の2種類を実施した。一般端末の接続試験は実通信試験を実施した。以上の各試験ごとの所要時間を図10に示す。試験時間はバグ発生により左右されるが、ユーザ装置にバグが少ない場合は、いずれの試験方法でもほぼ同程度である。

(2) ACT系による接続試験

(i) 今回の試験では、端末は網と接続する前に網シミュレータ(デバッグツール)と対向接続試験を十分に行っていたので、工事試験相当を省略しても特に問題はなかった。したがって事前のテストが十分行われていれば、直接ACT系に接続し加入する事も可能と思われる。

(ii) パケット端末は自端末自体を呼出すことにより同一端末の2つのロジカルチャネルを接続しパケットの折返しを行うことが可能であるが、これはパケット端末1台を試験する時の試験手段として有効である。

(3) SBY系プロトコルテストによる接続試験

(i) 試験項目は今回の試験程度で十分であり、1項目当りに要する試験時間(試験テープ入力、試験、結果ダンプ等)は約30分である。

(ii) ACT系との接続では検出できない準正常・異常通信シーケンスの検出に有効である。またこのシーケンス設定において修飾情

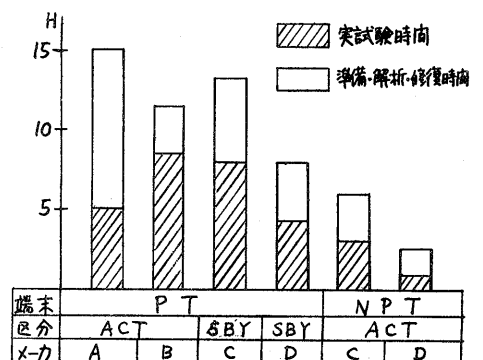


図10 所要試験時間

表5 接続試験時の主なバグ

項目	原因	件数
網	ハード 増設パッケージ実装ミス	1
	ソフト SBY系シミュレータのバグ	2
端末	ハード パッケージ不良等	3
	ソフト 論理仕様設計ミス	6
	操作 シミュレータの操作ミス	4
インタフェース仕様書	規定不十分	3
回線	回線不良	3
モデム	パッケージ不良	1

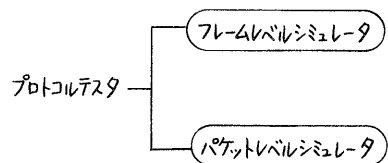


図11 プロトコルテストの構成

報の変更(例えばP/Fビット, タイミング値, 送受信シーケンス番号等)が容易にできるので、ソフトウェアデバッグに大変有効である。

(iii) 標準シーケンスが準備されているので、修飾情報の変更が不要な試験シーケンスの場合、コーディング工数が少なくて済む。

(iv) 端末側にフレームレベルとパケットレベルそれぞれの試験シーケンス制御用プログラムが必要である。一例としては制御プログラム等に約0.5Ksを使用している。図11にプロトコルテストの構成を示す。

(v) フレームレベルシミュレータでは、試験シーケンス設定が1通りのため、手順で許される範囲であってもシーケンスが違えばエラーとなる。このため試験シーケンス設定時にはフレームレベルだけでなくパケットレベルも考慮する必要があり、シーケンス設定が難しい。したがって受信フレームチェックについては手順の範囲内のシーケンスずれをエラーと判定しないこと、あるいは受信フレームの設定においてOR条件のフレーム設定を可能とすることが望ましいと考えられる。

(vi) 試験は網、端末ともに互いに離れた場所で行われるため、試験結果を絶対時間で記録するユーザが多い。しかし網の試験結果のダンプリストは相対時間しか出力しないため、試験結果を照合する場合不便である。

(vii) 網のトレーサは、端末の論理バグを発見する手段として有効である。

以上、使い勝手の面で改良の余地はあるが、プロトコルテストの機能はほぼ十分であることを確認した。

(4) サービスオーダ工事試験

回線の試験では、各試験段階での回線障害の発見手段として、網からのキャラクタ照合試験が有効である。

(5) 接続試験時のバグ

本試験時に発生したバグを表5に示す。

5.3 端末通信試験の評価

計算機等のパケット端末間の通信試験では、各種業務処理アプリケーションの通信は正常に行われた。この結果、X.25インタフェースの適用はユーザレベルプロトコルに影響を与えないことを確認した。

一般端末のデリミタ収容も実用性を確認したが、以下に示すような問題点をもつ場合もある。

(1) デリミタクラス収容の低速ベーシック手順端末間で通信を行う場合、応答監視時間が短かいと、図12に示すように応答待タイムアウトが発生し、網内に無駄なパケットが増える。(コスト増)

(2) 一般端末間がPVCで接続されている場合、網内装置に切換えが発生すると、PVCは解除されてしまう。リンクを再設定するためには、端末のキャリアを一旦切って再び上げる必要がある。

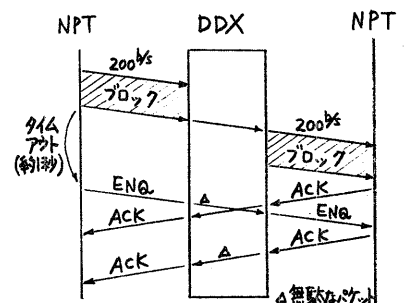


図12 タイムアウトの信号シーケンス

6 むすび

パケット交換所内試験機と各種ユーザ装置の接続試験は本年5月に開始し、接続試験終了後、端末通信試験を行っている。

これまでに、計算機を含む各種ユーザ装置を所内試験機へ接続し、網機能と端末の各種接続方法を確認した。

既存端末の網への接続については、インタフェースを介して接続する方法の有効性を確認するとともに、パケット網利用上考慮すべき条件を明らかにした。

端末の接続試験については、各種試験方法・手順・ツールで実施し、それらの有効性と網試験機能が十分満足できることを確認した。

今後は所内試験機・端末の運用試験を通じて、各種網品質の測定および通研端末—メーカー端末接続試験等を実施する予定である。

また、本試験結果は商用サービス時のユーザ装置の接続方法および試験方法の確立に反映させる予定である。

最後に、接続試験の実施に御協力いただいた関係各位に深く感謝いたします。

参考文献

- (1) 浅野、北川、大友他：パケット交換網における端末接続試験，
情報学会コンピュータ・ネットワーク研究会資料，16-2，1978
- (2) 大友、塘他：パケット交換網の利用技術，通研実報，Vol. 26，No. 11，1977