

DDXパケット交換網における 同期ベーシック端末の収容方式

杉田伸博 萩原恒男 千田昇一 伊藤剛

(日本電信電話公社 武蔵野電気通信研究所)

1. まえがき

従来、同期ベーシック端末に対しては、その手順の多様性のため効率的な収容方法が望めなかったが、端末の手順について詳細に調査した結果、それらの差異をパラメータ化することにより収容する方法の実現の見通しを得た。

本論文では、端末収容プロトコルを①端末・PAD^(注1)間のプロトコル②端末手順とX.25^(注2)との変換プロトコルの2つに分けて述べ、さらに各変換方式について、転送効率等の特性を明らかにする。

2. 同期ベーシック端末収容条件

同期ベーシック端末をパケット交換網に収容する場合の接続構成を図1に示す。

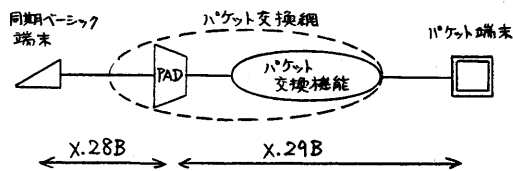


図1. 接続構成とプロトコル規定範囲

端末収容プロトコルの検討範囲は、図1における、同期ベーシック端末・PAD間及びPAD・パケット端末間である。これをそれぞれX.28B、X.29Bと呼ぶ。

X.28B：同期ベーシック端末・PAD間の伝送制御手順の規約

X.29B：PAD・パケット端末間の規約（同期ベーシック手順とX.25との変換方法等）

次に、この2つのプロトコルを検討する上で考慮すべき要求条件について述べる。

(1) X.28B（伝送制御手順）

同期ベーシック端末が使用する伝送制御手順は、基本的には、JIS (C 6362)、ISO (R 1745)あるいはIBM (BSC)の規定に準拠しているが、製造会社ごとに、フォーマット、誤り制御方法、タイミング等を変更して使用している。その結果、相互に通信不可能な種々の伝送制御手順が使われている状況である。

公衆網としては、効率よくこれらの手順をサポートする端末収容プロトコルが必要である。

(2) X.29B（変換プロトコル）

一般に、端末の伝送制御手順と計算機のOSあるいはアプリケーションプログラムとの結びつきは、システムごとに異なる。

例えば、制御信号^(注3)は伝えずデータブロックのみをOSに伝える方法、あるいは一部の制御信号も伝える方法があり、制御信号の取扱い方がシステムにより異なっている。

従って、ユーザ個々の要求に応じて必要な情報を選択し、網内標準インタフェースX.25により効率的に転送するプロトコルが必要である。

次の3節において、これらの端末収容条件に対する、プロトコル上の対応を述べる。

注1：パケット組立・分解機能

注2：パケット端末と網とのインタフェースを規定したCCITT勧告

注3：データを含まない伝送制御信号

3. 同期ベーシック端末収容プロトコル

3.1 X.28 Bプロトコル

3.1.1 [要求条件] 伝送制御手順の差異の大きい端末の収容

同期ベーシック端末の伝送制御手順は、使用する信号のフォーマットを初め、同期方式、誤り制御、タイミング等に大きな差異が見られる。その一例を表1に示す。

表1において手順を決める各項目ごとに独立にそれぞれの差異があるため、いくつかの標準的な手順に集約できない状況である。

これらの差異を持つ端末を効率よくパケット交換網に収容するプロトコルが必要である。

3.1.2 [対処] パラメータによる制御

3.1.1節で述べた手順上の差異を吸収し、より広範囲な同期ベーシック端末を接続可能とする方法として、次の

表1. 同期ベーシック手順の差異(例)

項目	内容	バリエーション	
同期方式	キャラクタ同期	キャラクタ受信タイミングが確立用キャラクタ	SYN・SYN, SYN・SYN・SYN, ----
	メッセージ同期	同期維持のためメッセージ中に送らるキャラクタ	不準, 数秒ごとにSYNを再入
コード種別	端末が使用するコード	JIS7, EBCDIC, ---	
フォーマット	最大ブロック長	1ブロックで送信可能な最大文字数	128バイト, 256バイト, 512バイト, ---
	セレクトラング	送信権の要求	ENQ, プレフィックス・ENQ, ---
	終結	送信権の放棄	EOT, プレフィックス・EOT, ---
	応答	セレクトラング, ブロックに対する肯定応答, 否定応答	(ACK, NAK), (DLE=0, DLE=1; NAK), ----
フロー制御	送信一時延期通知		無, STX・ENQ, S0H・ENQ, ---
	送信一時停止要求		無, DLE=?, DLE=;, ---
誤り制御	誤り検出方式	雑音等により発生したデータの誤りの検出法	垂直パリティ, CRC, ---
	最大再送回教	誤り回復のための最大再送回教	3回, 4回, ---
タイミング	応答特	セレクトラング, ブロックに対する応答を監視するタイミング	2秒, 3秒, ---
	無通信監視タイミング	応答送信後, セレクトラング, ブロック等を監視するタイミング	5秒, 10秒, ---

2案が考えられる。

案1: 個々の端末システム対応にプログラムを作成する。

案2: プログラムをモジュール化し、パラメータにより機能を指定可能とし、種々の手順に備える。

案1の方法により多くの端末を収容しようとするれば、表1のバリエーションごとにプログラムを作成しなければならず、プログラム量が膨大となり、現実的でない。

案2は、パラメータ種別をいかに選択するかによりサポート範囲が大きく異なる。

本プロトコルは、端末の手順を変更せず限られたプログラム量でより多くの端末を収容するため、案2を採用した。

図2に、そのプログラム構成を示す。PADの各機能モジュールは、端末の属性を登録したパラメータテーブルを参照することにより、各端末固有の手順で端末と通信する。

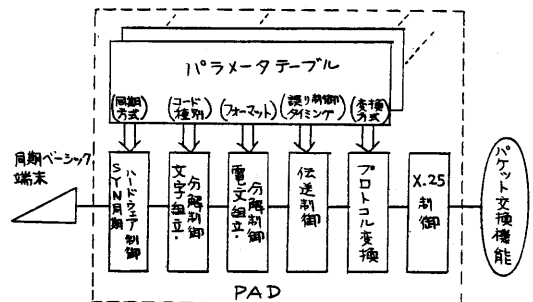


図2. PADのプログラム構成

3.2 X.29 Bプロトコル

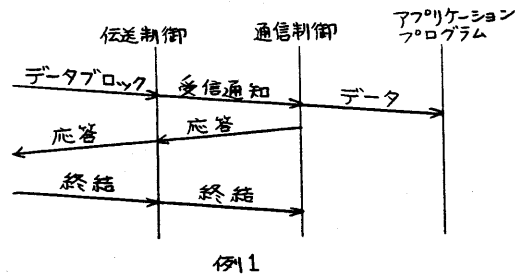
3.2.1 [要求条件] ユーザのシステムに適した変換方法のサポート

計算機における、通信管理の機能分担例を図3に示す。

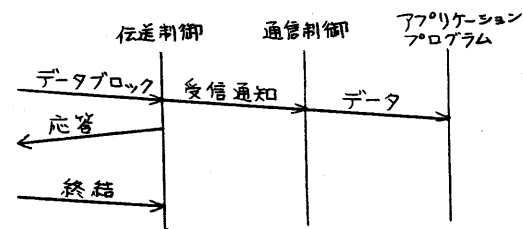
例1のようにデータブロック及び応答等の制御信号を通信制御に通知する

ようなOSを持つ計算機がパケット網へ加入する場合は、端末からのすべてのデータブロック及び制御信号をパケット化して転送する方法（E・E方式と呼ぶ）が、網に対して要求される。

また、制御信号は伝えずデータブロックのみを通信制御に通知する例2の場合は、データブロックのみを選択して転送する方法（L×L方式と呼ぶ）が、網に対して要求される。



例1



例2

図3. 計算機における通信管理の機能分担例

3.2.2 [対処]変換プロトコル

端末手順とX.25との変換方法については、3.2.1節で述べたようにE・E方式及びL×L方式の両方式の要求がある。

転送効率、網内を転送されるデータパケット数の点では、L×L方式が優れているが、E・Eな通信形態である専用線システムで使用されていた既存の端末にL×L方式を適用する場合は、端末ソフトの変更が必要となると思われる。

変換プロトコルを決定するに当たっては、既存端末のソフトをできるだけ

変更せずにパケット網に収容することをぬらいとして、すべての信号を相手に通知するE・E方式を重視した。

E・E方式でありながら少しでもL×L方式に近づける方法として、パケット化する信号の範囲により次の3方式が考えられる。

- (1) E・E方式1: ETB, ETXブロックに対する応答をE・Eに処理する方式
- (2) E・E方式2: ETBブロックに対する応答をL×Lに処理する方式
- (3) E・E方式3: ETB, ETXブロックに対する応答をL×Lに処理する方式

以上の3方式及びL×L方式における信号シーケンス例を図4～図7に示す。

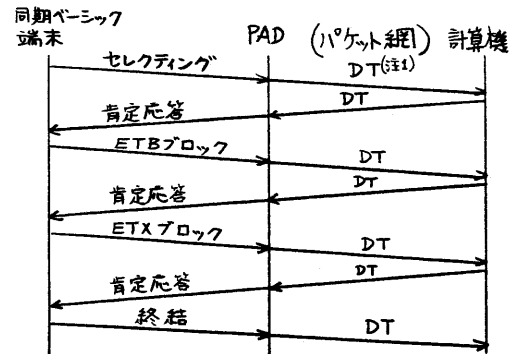


図4. E・E方式1

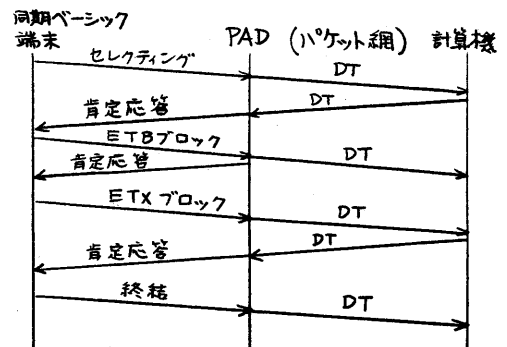


図5. E・E方式2

注1: データパケット

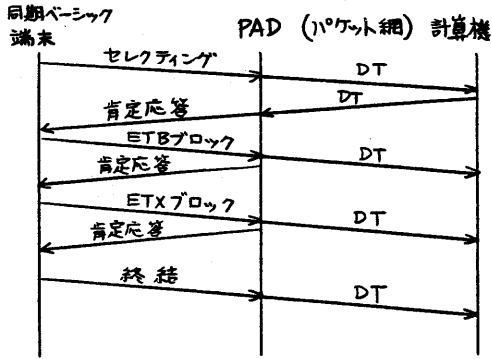


図6. E・E方式3

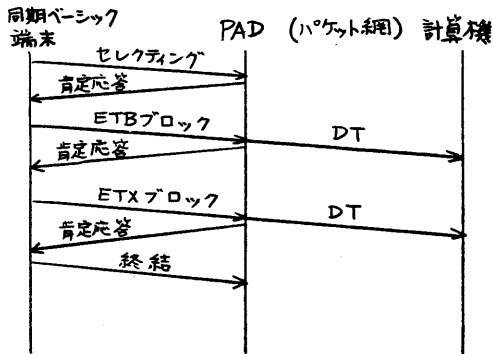


図7. LxL方式

また、各方式の比較評価を表2に示す。

既存端末の収容に重点を置いているため、ユーザのソフト変更量が少ないE・E方式について詳細に論ずる。

表2に示すように、E・E方式1～3はLxL方式に比べて網内を転送されるデータパケット数が多く、その結果通信料が高くなる。

さらにE・E方式1においては、すべての信号をパケット化するため、端末・PAD間でブロック紛失等の誤りが発生した場合、あるいは、WACK等のフロー制御が発生した場合、E・Eに再送を行うことになり、4方式中最もデータパケット数が多くなる。

これらの、E・E方式上の問題点を解決するための改善策を次節に示す。

3.2.3 E・E方式の改善策

網内を転送されるデータパケット数の減少をねらいとして、E・E方式に対し次の機能を選択指定できるような改善策が考えられる。

(1) 肯定応答のRRパケット重畳

E・E方式1～3において、端末間でE・Eに転送される肯定応答をデータパケットではなく、RRパケット(X.25で規定された受信可パケット)であり、非課金)に重畳させることにより、データパケット数を減少させる方法である。

表2. 各方式の比較

変換方式	パケット化法		データパケット数	転送効率	端末ソフト変更量	PADソフト作成量
	データブロックに対する応答	他の制御信号				
E・E方式1 (ETB, ETXブロックに) 対するE・E応答	パケット化	パケット化	大	小	ほぼ無	小
E・E方式2 (ETBブロックに対する) LxL応答	ETBブロック に対する応答 はPADが吸収	パケット化	中	大	小	中
E・E方式3 (ETB, ETXブロックに) 対するLxL応答	PADが吸収	パケット化	中	大	小	中
LxL方式	PADが吸収	PADが吸収	小	大	大	大

図8に、E・E方式1に対してRR
 パケット重畳機能を指定した場合の信号
 シーケンス例を示す。

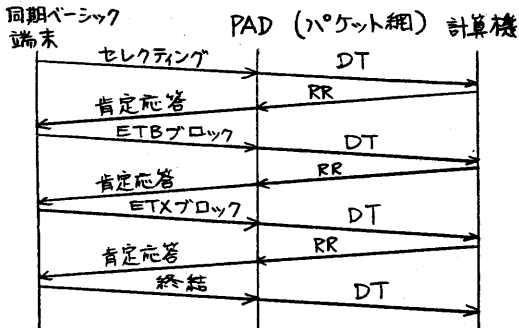


図8. 肯定応答のRRパケット重畳の例

(2) PADによるローカルな再送

E・E方式1における通信において、
 誤り回復あるいはフロー制御の再送
 制御を、端末間でE・Eではなく、P
 ADがローカルに行う方法である。

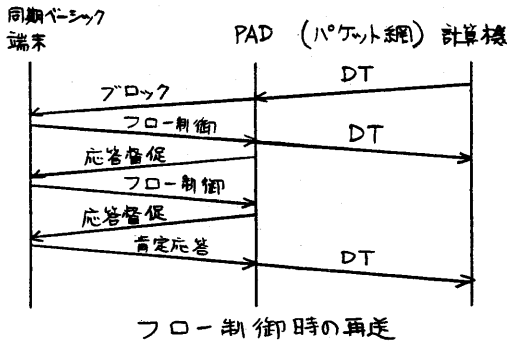
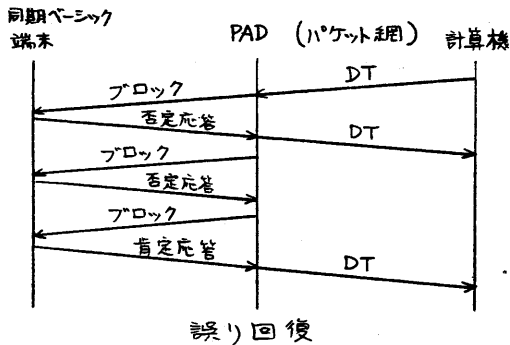


図9. ローカルな再送処理

E・E方式1においては、端末相互
 で状態を一致させながら通信を行う必要
 があるため、誤り発生あるいはフロ
 ー制御の状態を相手端末に通知後、P
 ADが再送を行う方式とする。

シーケンス例を図9に示す。再送処
 理をPADがローカルに行うことによ
 り、計算機は再送処理から解放される。

(1), (2)の改善策を採用する場合、計算
 機はそれを意識する必要があるが、通
 信料を低下させることができる。

4. 各方式の評価

3節では、各変換方式について定性的
 な特徴を述べた。

ここでは、さらに網内を転送される
 データパケット数及び転送効率につい
 て定量的な評価を行う。

4.1 データパケット数

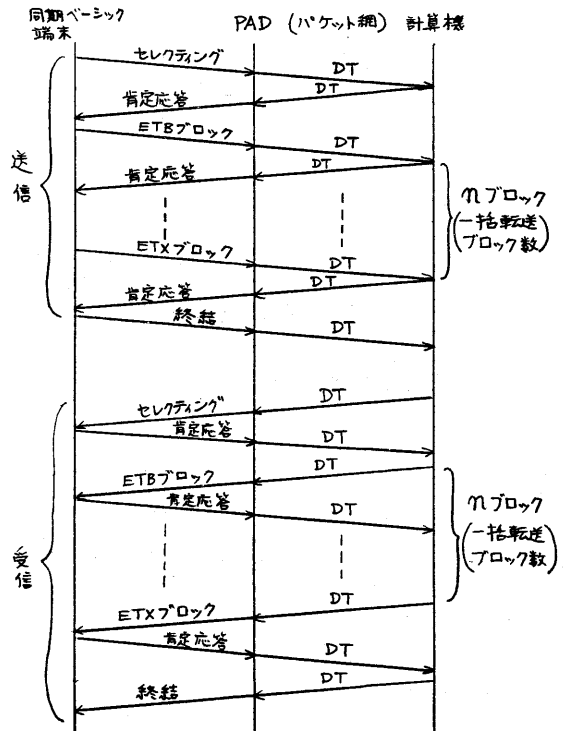


図10. 通信モデル(E・E方式1の例)

(1) 通信モデル

図10に示す通信モデルを設定した。すなわち、セレクトイングにより送信権を獲得後、データブロックを n ブロック転送し、(この n を一括転送ブロック数と呼ぶ)送信権を反転して、逆方向の同様の転送を行うものである。

このモデルに対し各変換方式を適用した場合のデータパケット数を求める。

(2) 評価

すべての信号をE・Eに転送するE・E方式1を基準とした、各変換方式のデータパケット数比を図11に示す。

一括転送ブロック数が小さい場合は、制御信号を運ぶデータパケット数の比率が高いため、4方式の差が大きく現われる。

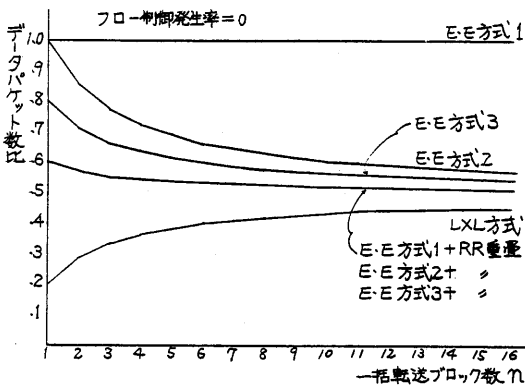


図11. RRパケット重畳の効果

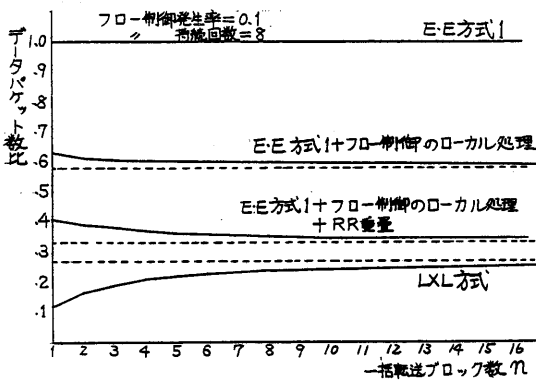


図12. ローカルな再送の効果

しかし、一括転送ブロック数が大きい場合は、部分的に $L \times L$ の要素を採り入れたE・E方式2,3の効果認められる。

さらに、E・E方式1~3に対して、3.2.3節で述べた改善策である、肯定応答のRRパケット重畳機能を適用すれば、 $L \times L$ 方式と同程度のデータパケット数となる。

もう一つの改善策であるローカルな再送機能の効果を図12に示す。

図12は、フロー制御の発生率が0.1, その持続回数が8回という条件下での結果であるが、E・E方式1に対してこの機能を適用すれば、データパケット数は40%程度減少することになり、PADによるローカルな再送の効果は十分認められる。

4.2 転送効率

E・E方式1,3及び $L \times L$ 方式の3方式について、トラヒック量と端末でのデータ送出待時間の関係を求め、転送効率を評価する。

(1) モデル

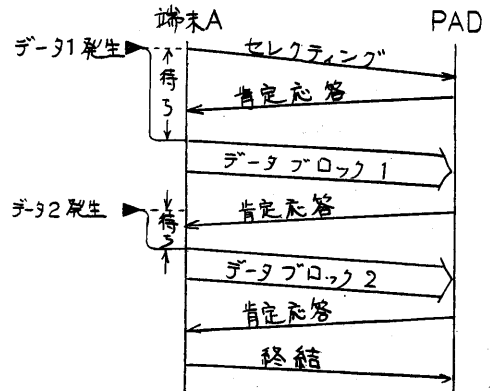
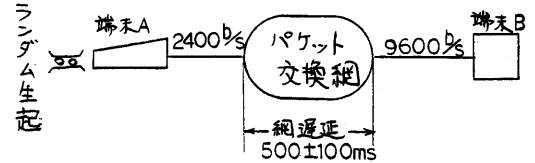


図13. 設定モデル

図13に示すように、端末Aでランダムに生起するデータ(256バイトとする)をパケット交換網を介して端末Bへ転送する一方向通信を考える。

網内の遅延は、 500 ± 100 msの矩形分布と仮定した。

当モデルに対し、送信端末で発生するトラヒック量と、データが発生してから網に対して送信可能となるまでの送出待時間の関係を、シミュレーションにより求めた。結果を図14に示す。

(2) 評価

図14より、各方式ともトラヒックの増加に従って待時間が増大し、最大転送可能情報量は、E・E方式1では約0.9kb/s, E・E方式3及びL×L方式では、約2.3kb/sとなることわかる。

また、端末における送出待の許容時間を1.5秒とすれば、各方式の転送可能情報量は以下のようになる。

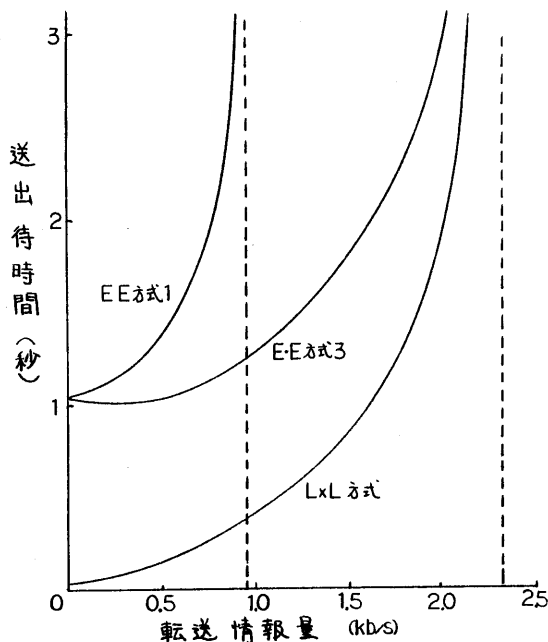


図14. 転送情報量と送出待時間

E・E方式1 ----- 約 0.6 kb/s

E・E方式3 ----- 約 1.2 kb/s

L×L方式 ----- 約 1.8 kb/s

以上のように、転送効率の点から考えれば、L×L方式が最も優れており、E・E方式3が次に次ぐ方式である。

当モデルでは、送信側に比べて受信側の端末速度が高速であるため、網のウィンドウサイズ^(注)の影響が現れていないが、受信端末が低速になると、送信端末からの転送量がウィンドウサイズにより制限される。

5. あとがき

同期ベシック端末をパケット交換網に収容するためのプロトコルについて報告した。要点を以下に示す。

- (1) 端末の手順の差異は、PADにおいてそれらをパラメータ化することにより吸収した。
- (2) 端末手順とX.25との変換方法は、ユーザのシステムに適した変換方法で通信できるよう、各種の変換方式を選択可能とした。
- (3) 網内を転送されるデータパケット数及び転送効率の点では、L×L方式が優れているが、E・E方式であっても、ローカルな再送処理等のL×Lの要素を採り入れれば、L×L方式と同等の効果が期待できることがわかった。

これらのプロトコルに基づき実際にインプリメントする場合は、ユーザの端末・計算機のソフト変更量、PADソフトの作成規模、実現の難易度等を勘案して進める必要がある。

謝辞

本プロトコルの検討に御協力いただいた関係各位に深謝いたします。

注1: 端末から網に対して連続送出可能なパケット数

参考文献

- (1) 塚本他：パケット交換網への既存一般端末収容技術，研究実用化報告，VOL30 NO.3
- (2) 杉田他：DDXパケット交換網における同期ベシツク端末の収容方式，信学会昭和56年度総合全大
- (3) JIS：基本形データ伝送制御手順（C6362），1975