

解説



パケット交換網のプロトコル†

松本 允介** 坂井 敏††
小野 欽司††† 浦野 義頼†††

1. ま え が き

パケット交換方式は、米国の P. Baran によって基本原理が提案され、ARPA 網がその実用性を立証して以来各国で研究が進められ、すでに稼働中の商用網も多い。こうした中で、パケット網が1国の国内ばかりでなく全世界とつながる通信網として位置付けられることや、端末が国際商品としての性格をもつことなどから、端末と網とのインタフェース、網間信号方式、番号計画等について国際的レベルで標準化が進められている。

標準化は、CCITT (国際電信電話諮問委員会) の第7研究委員会 (SG VII, 公衆データ網) および ISO (国際標準化機構) の TC 97 (電子計算機と情報処理) を中心に進められているが、本稿では両団体でのプロトコルの標準化動向を述べた後、パケット網に関する

CCITT の主要勧告を紹介する。

2. プロトコルの標準化動向

2.1 CCITT における標準化動向^{1),2)}

CCITT では 1960 年代後半より公衆データ網の研究を開始した。引き続き第 V 会期 (1973~1976) から SG VII を設置し、公衆データ網全般の標準化を進め、今会期 (1977~1980) までに基本的なプロトコルを確立した。表-1 にこれまでに作成されたパケット網関連の勧告を示す。各国ではこれらの検討結果に基づき網の建設を急いでおり、1980 年代の初めまでにほとんどの先進国で公衆データ網のサービスが始まると言われている。

このほか、テレテックス、ファクシミリ、メッセージ通信などのサービスを実現する上で必要なプロトコルの機能を階層化し、共通に使用可能なプロトコルを

表-1 パケット網関連の勧告

| 勧告 | 表 題 | 勧告 | 表 題 |
|-----------|--|--------|--|
| X. 1 | 公衆データ網の国際ユーザサービスクラス | X. 29 | 公衆データ網用非パケット端末についての PAD-PT インタフェース |
| X. 2 | ユーザファシリティの標準化 | X. 75 | パケット網間の信号方式 |
| X. 3 | 公衆データ網用非パケット端末の PAD 機能 | X. 87 | 公衆データ網における国際ユーザファシリティとネットワークユーティリティ実現のための原理と手順 |
| X. 20 | 公衆データ網用調歩式端末の DTE-DCE インタフェース | X. 92 | 公衆データ網用ネットワークモデル |
| X. 20 bis | 公衆データ網用非同期 V シリーズモデムとのインタフェースを持つ DTE の使用 | X. 96 | コールプログレス信号 |
| X. 21 | 公衆データ網用同期式端末の DTE-DCE インタフェース | X. 110 | 同種の公衆データ交換網における国際公衆データサービスのためのルーティング原則 |
| X. 21 bis | 公衆データ網用同期 V シリーズモデムとのインタフェースを持つ DTE の使用 | X. 121 | 公衆データ網の国際番号計画 |
| X. 24 | 公衆データ網での DTE-DCE 間の結合回路の定義 | X. 150 | 公衆データ網における DTE と DCE のテストループ |
| X. 25 | 公衆データ網用パケット端末の DTE/DCE インタフェース | X. 180 | 国際閉域ユーザグループのための網提供者間の管理運用手順 |
| X. 28 | 公衆データ網用非パケット端末の PAD アクセス方法 | | |

† Packet Switched Network Access Protocols by Masasuke MATSUMOTO, Satoshi SAKAI (Musashino Electrical Communication Laboratory, N. T. T.), Kinji ONO, Yoshiyori URANO (Research and Development Laboratories, KDD).

†† 日本電信電話公社武蔵野電気通信研究所

††† 国際電信電話(株)研究所

標準化することをねらいとした階層化モデルについても公衆網の立場から検討を開始している。

2.2 ISO における標準化動向³⁾

TC 97 配下の各 SC(分科会)のうち、パケット交換に関係が深いものは、SC 6(データ通信)および SC 16(開放形システム間相互接続)である。

SC 6 は、1960年代にベーシックモードの伝送制御手順を勧告化した⁴⁾が、さらにコンピュータ間通信に適した新しい制御手順としてハイレベルデータリンク制御手順(HDLC)を検討しその作業をほぼ終了した。この HDLC の手順クラスには、平衡型と不平衡型があるが、CCITT 勧告 X.25 では、端末と端末を直結する場合も考慮し、平衡型クラスのサブセットである LAPB* を採用している。また、回線容量の増加や高信頼度化のために、パケット交換網相互間や端末と網の間を複数の回線で接続する場合の制御手順についても CCITT に協力して検討が進められている。

以上のほか SC 6 ではシステムアーキテクチャ等の検討も進めてきたが、1977年より SC 16 が設置され、その検討は現在 SC 16 を中心に進められている。

3. 網アクセスプロトコル

パケット交換網に関する主要勧告の相互関連を図-1に示す。

3.1 パケット端末インタフェース(X.25)

勧告 X.25 はパケット端末とパケット網間のプロトコルを規定しており、レベル1、レベル2、レベル3に階層化されている。

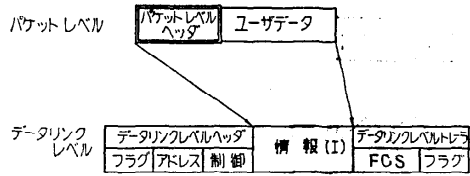


図-2 パケットレベルの規定内容

レベル1は網と端末の接続回路における電気・物理条件を述べており、回線交換の同期端末インタフェース(X.21, X.21 bis)を適用するとしている。

レベル2は、端末と網の間で回線の初期設定、情報の転送、伝送誤りの検出と再送などを行う伝送制御手順に関する条件を述べており、先に述べた LAPB を標準として採用し、シンメトリカル型(LAP)をオプション扱いにしている。また、後に述べる X.75 で採用されたマルチリンク手順の採用は来会期の課題としている。

レベル3は、図-2に示すように HDLC の情報フレーム(Iフレーム)の内容、すなわちパケット交換制御の大半を規定するパケットレベルの通信規約を定めており、端末と網間のデータリンク上でパケット多重通信を可能にしている。X.25 は勧告検討時に、バーチャルサーキット方式**とデータグラム方式***が提案され、当初バーチャルサーキット方式のみが勧告化されたが、今会期の会議において米国からの強い要望により、データグラム方式も X.25 に盛り込まれ国際標準となった。ただし、変動するトラヒック条件下で個々の呼の通信を保証する必要がある公衆網では

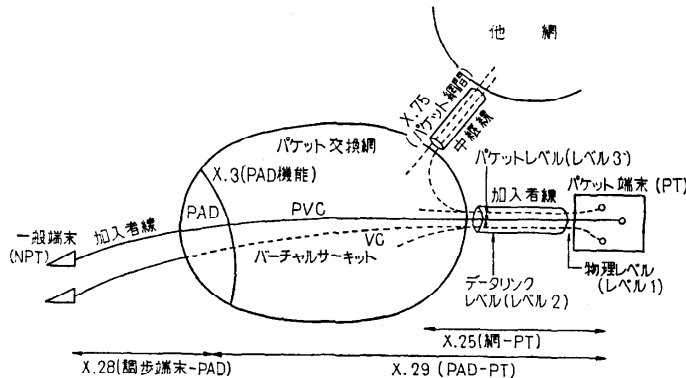


図-1 パケット網における主要勧告の相互関連

* Link Access Procedure-B.

** 相互通信する端末間に網機能としてバーチャルサーキットが設定され、網が個々の呼びを識別できるパケット転送方式で、バーチャルコール(VC)とパーマネントバーチャルサーキット(PVC)サービスがある。

*** 呼びの概念が無く、端末はパケットごとに通信相手(アドレス)を指定する方式。

バーチャルサーキット方式の方が一般的である。一方、データグラム方式は網が呼を認識できないため、きめの細かいフロー制御が困難であるが、網設計が単純化され、アプリケーションやトラヒック形態が既知の専用線では設計の自由度が増すメリットがある。

なお、ISO からデータグラムと、バーチャルコールの呼制御パケットにデータを付加するファーストセレクト方式等との間にはサービスの重複があるとして整理の要求が出されており、来会期の検討項目となっている。

X.25 についてはすでに紹介されている⁴⁾ので、以下バーチャルサーキット方式とデータグラム方式に分け、最近の話題を中心に紹介する。

3.1.1 バーチャルサーキットサービス

(1) パケットの種類とフォーマット

X.25 で規定しているパケットの種類とフォーマットの1例を表-2、図-3 に示す。

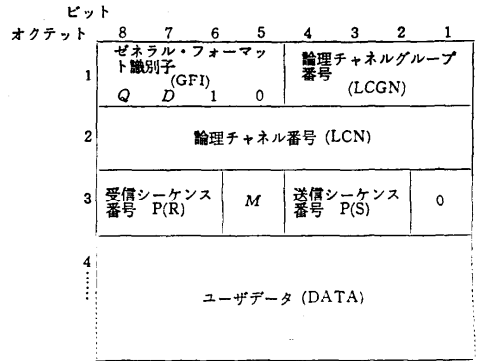
(2) 論理チャネル

X.25 では多重通信を可能とするため論理チャネルが使用されており、端末は 4095 までの多重化が可

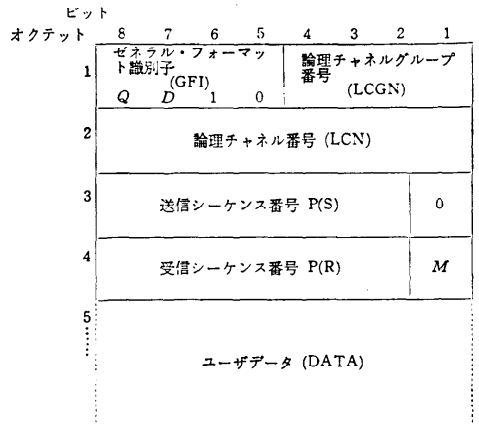
表-2 サービスごとのパケット種別

| 分類 | パケットタイプ | | サービス | | |
|------------|--------------|--------------|------|-----|-----|
| | 網→端末 | 端末→網 | VC | PVC | DG* |
| 呼設定・解放 | 着呼 | 発呼要求 | ○ | | |
| | 通信可 | 着呼受付 | ○ | | |
| | 切断指示 | 復旧要求 | ○ | | |
| | 復旧確認 | 切断確認 | ○ | | |
| データ・割込 | データ | データ | ○ | ○ | |
| | 割込 | 割込 | ○ | ○ | |
| データグラム | データグラム | データグラム | | | ○ |
| | データグラムサービス信号 | データグラムサービス信号 | | | ○ |
| フロー制御・リセット | 送信可 | 送信可 | ○ | ○ | ○ |
| | 送信停止要求 | 送信停止要求 | ○ | ○ | ○ |
| | | リジェクト* | ○ | ○ | ○ |
| リスタート | リセット指示 | リセット要求 | ○ | ○ | ○ |
| | リセット確認 | リセット確認 | ○ | ○ | ○ |
| 診断 | リスタート指示 | リスタート要求 | ○ | ○ | ○ |
| | リスタート確認 | リスタート確認 | ○ | ○ | ○ |
| 診断 | 診断* | | ○ | ○ | ○ |

* すべての網に採用されるとは限らない。
 VC =バーチャルコール
 PVC=パーマメントバーチャルコール
 DG =データグラム



(モジュール 8)



(モジュール 128)

Q=クオリファイビット
 D=送達確認ビット
 M=モアデータビット

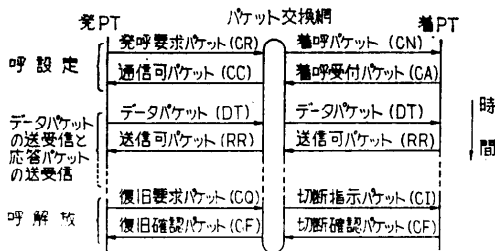
図-3 データパケットのフォーマット

能である。論理チャネルの割付けは、バーチャルコール (VC) では呼設定時に、パーマメントバーチャルサーキット (PVC) では加入時の契約で行われることとなっている。(すなわち、VC ではプロセスあるいは入出力機器と論理チャネルは一意には対応しないが、PVC では1:1に対応づけられる。なお、VCの場合も論理チャネルの割付けの範囲は加入時の契約である。)

VC の場合、交換機は着呼があると空き論理チャネルのうち最小のものを使用するので、端末から発呼する場合は大きな論理チャネル番号から使用するよう設計すれば発着呼の衝突の危険性は少なくなる。

(3) バーチャルサーキットの手順

各論理チャネルに対する VC の通信シーケンスの1例を図-4 に示す。あらかじめ特定の端末の、特定の



(a) 一般的なシーケンス



(b) 相手端末が着呼を拒否した場合のシーケンス

図4 パーチャルコールの通信シーケンス例

論理チャンネル間で通信を行うことを網に登録し、網によってその端末間に論理的な回線を設定しておくPVCは、網の専用線的な使い方であり、図-4のうち呼設定、解放手順は不要である。

(4) データ転送手順

i) データ長

標準最大データ長は128オクテットであるが、網によっては16, 32, 64, 256, 512, 1024オクテットの中から提供する。また、必要があれば流量制御パラメータネゴシエーションファシリティによって呼ごとに最大データ長を決めることも可能である。

ii) モアデータ表示 (Mビット)

端末が最大データ長を越えるメッセージを送信したい場合は、Mビット(図-3参照)を使用してそのメッセージを表示することができる。例えば、1つのメッセージを4パケットに分割して相手端末に送信する場合、初めの3パケットのMビットを1とし、最後のパケットのMビットを0にする。

このほかMビットは網内でパケット長変換が行われる場合に使用される。例えば、受信ネットワークの最大データ長が送信側より小さければ、上の例と同じ方法で網内でパケットが細分化される。

iii) クオリファイアビット (Qビット)

端末が2レベルのデータを送りたいときQビット(図-3参照)を利用できる。例えば、一般のデータと制御情報の送信を区別したい場合、前者はQビット=0、後者はQビット=1として送信する。後述するX.29では、PADパラメータの変更、読み取り等のためにQビット=1のデータパケットを使用している。

iv) 流量制御

送信端末と受信端末間の速度の違い等を吸収するため、ウィンドウ方式による流量制御が行われている。この方式は、確認信号*を受信することなく連続して転送して良いパケット数(これをウィンドウサイズ、WSと呼んでいる)を決め、未確認の送信済パケット数がWSの値に達したときに、送信側でパケットの送信を抑制するものである。ここで、確認信号の解釈に、単に網が受け取ったことを意味する(リンクバイリンク方式**, L/L)とする立場と相手端末まで送達したことを意味する(エンドツーエンド方式, E-E)とする立場があり、長い間議論されてきた。

パケットの連続送信を可能にするWSの最小値(W_0)は、端末のスループットを T_s 、パケットサイズを P_s 、パケットを送信してから確認信号を受けとるまでの時間を t とすると、 $W_0 = T_s \cdot t / P_s$ により決められる。L/L方式では、網内の条件を考慮せずにWSを決めることが可能であるが、より高位レベルでデータパケットによるメッセージの通番管理が必要である。一方、E-E方式は網内の遅延時間の考慮が必要で、WSの値も大きくなるが、高位レベルでのデータパケットによる通番管理が不必要となる可能性があり***、さらに送達確認信号を逆方向のデータパケットに相乗りさせ、網内を通過するパケット数を削減できる特徴をもつ。

v) 送達確認ビット (Dビット)

パケットの受信確認には、前述のL/L方式とE/E方式の議論が長く続いたが、今会期妥協の産物として、データパケットごとにL/LかE-Eかを決められるDビット方式が勧告化された。これにより、データパケットあるいは発呼パケット、着呼受付パケットのDビット(図-3参照)=0/1により、L/LかE-Eかをユーザに選択可能にしている。この機能を使うと、例えば1つのメッセージをMビットを利用して数パケットに分割して相手端末に送る場合、最後のパケットのみE-Eに送達確認し、それ以外のパケットはL/Lに確認するような使用方法も考えられる。Dビット方式は、確認信号の解釈を統一したという点では画期的であるが、機能の実現上は大変複雑な方式であると考え

* パケットの受信確認は表-2の送信可、送信停止要求またはデータパケットに相乗りした受信シーケンス番号P(R)によって行われる。

** ローカル方式ともいう。

*** メッセージレベルの送達確認をパケットレベルの送達確認にマッピングすることにより可能となる。

られる。

3.1.2 データグラムサービス

データグラム (DG) サービスは、提供する網としない網がある “A (付加的)” ファシリティとなっている。PVC と同様に DG サービスには呼設定、解放の手順がなく、また本質的には論理チャンネル番号も必要としないが、X.25 ではパーチャルサーキット方式との共存のため論理チャンネルの一部を DG サービス用に割り付け可能にしている。データ転送は図-5 に示すデータグラムパケットにより行われ、そのデータパートには、各々の DG の識別のためにユーザの責任においてデータグラム識別番号を付与する。また、DG 方式は流量制御がウィンドウ方式によりリンクパイリンクに行われること、比較的短電文の通信に適していることが特徴である。

DG サービスに特徴的なパケットとしては、データグラムパケット以外にデータグラムサービス信号パケットがある。このパケットには、データグラム操作に関連して網により生成されるもの*と、端末からのデータグラム送信に関連して網により生成されるもの**とがあり、例えばデータグラム送信に対するサービス信号には大別して次の3種類がある。

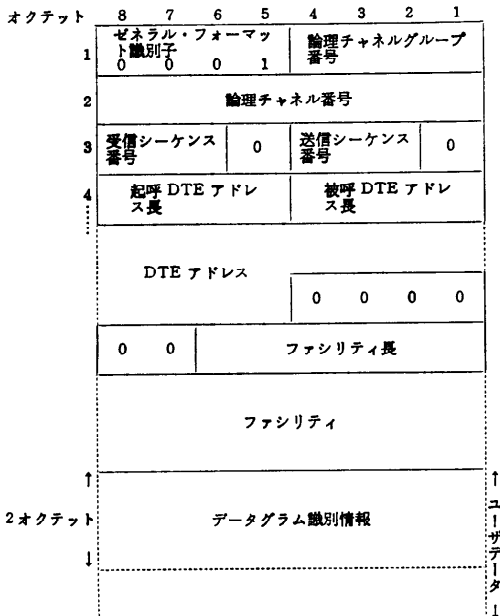


図-5 データグラムパケット (モジュール 8)

* Datagram Service Signal-General.
** Datagram Service Signal-Specific.

a) DG 拒否: 網により DG が廃棄された。端末は、受信した原因*に基づき誤りを訂正後再送するよう求められている。

b) DG 不配達表示: DG を相手端末に届けることができなかった。受信した原因**に基づき再試行すれば次はうまくいくかもしれないことを表示している。

(網はファシリティで要求されている時のみこの信号を送信する。)

c) DG 送達確認: DG が相手端末まで送達された。(網はファシリティで要求されている時のみこの信号を送信する。)

3.1.3 ユーザファシリティ

勧告 X.2 では網の付加サービス機能を “E (必須)” と “A (付加的)” に分けて勧告化している。これらの付加サービスは、網が提供していれば、加入時の契約によりサービスを受けるか否かを定めることになる。以下、サービスを契約した場合に利用可能なファシリティの例を示す。

i) 閉域接続の選択

閉域接続は加入者により決定される閉域群内の通信のみを許可し、その閉域群に加入していない端末からのアクセスを禁止するサービスである。ここで、1つの端末が複数の閉域群に属している場合、閉域の選択を行うプロトコルが提供されている。

ii) 着信課金

着信課金は、パーチャルコールあるいはデータグラムの場合に端末から要求される。この場合、着信課金を許す端末は加入時、網との間で着信課金承諾の契約を結んでおく必要がある。

iii) 流量制御パラメータネゴシエーション

流量制御のパラメータ (パケットサイズおよびウィンドサイズ) を変更するファシリティである。このファシリティが要求されなければ、網が与えるデフォルトのパラメータ値が使用される。

iv) ファーストセレクト

パーチャルコールにおいて短電文の通信を効率良く行うために発呼、通信可、切断要求パケットに 128 オクテットまでのデータ付加を可能にしている。

3.2 調歩端末インタフェース (X.3, X.28, X.29)

今日のデータ通信システムではきわめて多種多様の端末が用いられているが、前述したパケット・モード

* 例えば、ローカル手順エラー、無効なファシリティ要求などがある。
** 例えば、網輻輳、到着キュービジーなどがある。

・インタフェースをもたない、“非パケット端末”（一般端末）も少なくない。このような非パケット端末を公衆パケット交換網に収容することは通信業者の課題の1つであるといえよう。

このような背景から、CCITT では、現在 TSS やデータベースアクセスに広く使われている簡易なデータ端末；スタート・ストップ・モード端末（調歩端末）を公衆パケット交換網に収容するためのファシリティ；PAD (Packet Assembly/Disassembly) の標準化を進めている。

PAD に関連するプロトコルは図-1 に示された通りである。すなわち、勧告 X.3 は PAD の基本機能とユーザが選択できる PAD パラメータ機能を規定している。また、勧告 X.28 は調歩端末と PAD 間のプロトコル、勧告 X.29 は PAD とパケット端末間のプロトコルである。

3.2.1 PAD の基本機能とユーザが選択可能な機能

PAD はキャラクタ・モードで通信を行う調歩端末とパケット・モードの端末が対話できるようにするための、一種の“プロトコル・コンバータ”であり、次のような基本機能をもつ。

- ・パケットの組立/分解、転送および X.25 パーチャルコールの管理

- ・調歩端末の制御（データ転送、制御信号の処理など）

これらの基本機能を PAD がいかに実現するか、例えばどのような条件でパケット化するか、あるいは、調歩端末への出力を 1 ラインあたり最大何文字までとするかなどについてはパラメータ化されている (PAD パラメータと呼ばれる)。

この PAD パラメータは、後述するように調歩端末またはパケット端末からユーザが自由に選択できるようになっており、ユーザは自分のニーズに合わせて PAD の動作を規定することができる。例えば、TSS を提供するホスト・コンピュータがそのアプリケーションに適合した PAD パラメータを設定することにより、異なる種類の端末の制御を容易に実行できるようになる。

表-3 に勧告 X.3 で標準化されている PAD パラメータの例を示す。

3.2.2 調歩端末—PAD 間プロトコル

調歩端末と PAD を接続する物理回線（アクセスバス）としては、電話網、回線交換網および専用線が想定されており、両者間の情報のやりとりは国際アル

表-3 PAD パラメータの例

| パラメータ番号* | 機 能 | 選択可能な値 | | パラメータ値の意味 |
|--------------|---------------------------------|-------------------|--------|--|
| | | 必須 | オプション* | |
| 1 | データ転送状態から PAD コマンド状態への遷移(エスケープ) | 0 1 | | 不可 キャラクタ DLE |
| 2 | エ コ ー | 0 1 | | エコーなし エコーあり |
| 3 | データ送出信号の選択 | 0 2 126 | | データ送出信号なし キャラクタ CR IA5 の 0, 1 カラムのすべてのキャラクタおよび DEL |
| 4 | アイドル・タイム値の選択 | 0 20 255 | | タイムアウトなし (1/20)×20秒 (1/20)×255秒 |
| 5 | 補助デバイス制御 | 0 1 | | X-ON(DC1) および X-OFF (DC3) を使用しない X-ON、および X-OFF を使用する |
| 6 | PAD サービス信号の制御 | 0 1 | | 調歩端末へ PAD サービス信号を送出しない PAD サービス信号を送出する |
| 7 | 調歩端末からのブレイク信号の処理 | 0 2 8 21 | | 何もしない リセット データ転送状態から PAD コマンド状態への遷移 出力廃棄、割込みおよびブレイク表示 |
| 8 | 出力廃棄 | 0 1 | | 通常のデータ送達 PAD による出力廃棄 |
| 9 | キャリッジ・リターン (CR) 後のパディング | 0 1-7 | | CR 後のパディングなし 1 から 7 までの任意の数のパディング・キャラクタ |
| 10 | ライン・フォールディング | 0 1-255 | | ライン・フォールディングなし 1 行から 255 までの任意の数のグラフィック・キャラクタ |
| 11 読出しのみ可 | 調歩端末のバイナリ速度 | 0 2 8 | | 110 bps 300 bps 200 bps |
| 12 | PAD のフロー制御 | 0 1 | | X-ON(DC1) および X-OFF (DC3) を使用しない X-ON および X-OFF を使用する |

* パラメータ 13~18 ならびに、オプションの値についてはすべての PAD が提供するとは限らないものであり、ここでは記述を省略する。

ファセット No. 5 (IA5) のキャラクタにより行われる。

(1) PAD コマンド

調歩端末からユーザが利用できるコマンドとして、パーチャルコール設定/切断、PAD パラメータの設定、回線状態の間合せなどに必要なコマンドが定義されている。例えばパーチャルコールを設定するときには、相手アドレスやファシリティ要求などからなる選択コ

マンドが PAD に送られ、さらに PAD から網へ発呼要求パケットが送られていくことになる。

また、PAD パラメータ設定コマンドにより、調歩端末の属性や使い方に応じた PAD の動作を指定することができる。

(2) データ転送

調歩端末からのデータについては、パケット化するのに十分なキャラクタを受信したり、特定の文字(例えばキャリッジ・リターン)を受信すると、PAD はデータパケットとして網へ送出する。一方、網からのデータは、スタートおよびストップ・ビットが付加され、キャラクタモードで調歩端末に送られる。

3.2.3 PAD—パケット端末間プロトコル

PAD とパケット端末での情報(制御情報とユーザデータ)のやりとりは、X.25 バーチャルコールサービスを用いて行われる。

(1) バーチャルコールの設定

前項で述べたように、バーチャルコールの設定は、通常、調歩端末から選択コマンド信号を送ることで開始されるが、このとき PAD 経由で発呼要求(着呼)パケットが相手パケット端末に届けられる。

このパケットのコールユーザデータには、プロトコル識別子フィールドがあり、CCITT で定める調歩端末用 PAD プロトコルが用いられていることが示される。

(2) ユーザデータと制御情報の転送

バーチャルコール設定後、調歩端末とパケット端末間でやりとりされるユーザデータはクオリファイビット Q=0 のデータパケットで転送される。(3.1.1 参照)

一方、端末制御などに必要な制御情報を PAD とパケット端末間でやりとりするために PAD メッセージが定義されている。このメッセージはクオリファイビット Q=1 のデータパケットで転送される。

例えば、パケット端末であるホストコンピュータは、アプリケーションに適した端末制御を PAD に指示するために「パラメータ設定/読出し」PAD メッセージを用いて、パラメータ値を指定することができる。これに対し、PAD は、「パラメータ表示」メッセージでそのときのパラメータ値を通知する。このとき、パケット端末側に不当な指示や誤りがあれば、PAD はその旨を告げる。このような、一種のネゴシエーションのプロトコルにより、最適な PAD パラメ

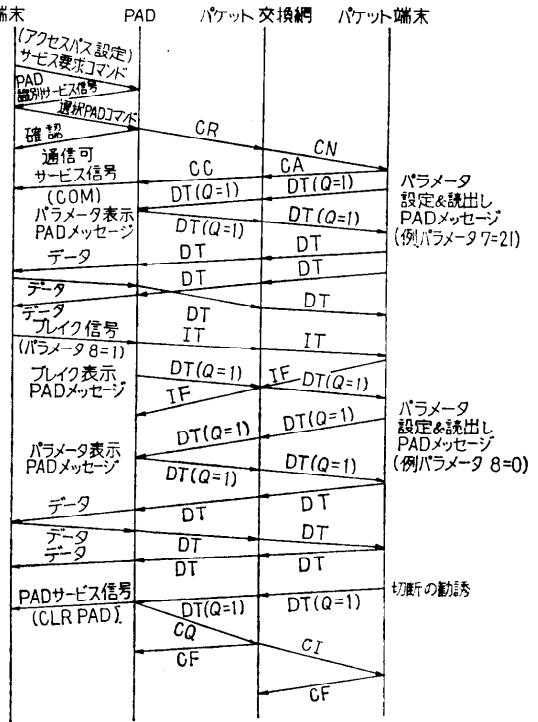


図-6 PAD プロトコルによる調歩端末—パケット端末間の通信例

ータの選択が可能となっている。

このように、PAD パラメータの設定に関しては、勧告のうえでは調歩端末およびパケット端末のいずれからでも可能となっているが、現実の TSS などでは、ホストが最終的に決定するというホスト主導型が多い。

以上で述べてきた PAD プロトコル (X.3, X.28, X.29) に基づき、調歩端末とパケット端末間で行う通信の例を図-6 に示す。

3.3 網間プロトコル

近年、国際的規模でデータ通信システムやコンピュータシステムを構築する動きが顕在化している。CCITT では各国のパケット交換網を相互接続するために必要なプロトコル; X.75 の標準化を進め、サービスエリアの拡大というユーザニーズに対応しようとしている。

勧告 X.75 は、勧告 X.25 で規定するバーチャルコールサービスなどを複数の網にまたがって提供するために必要な網間プロトコルである。このプロトコルの基本的な考え方は X.25 と同じであるが、課金情報のような網管理情報の授受など網間接続に必要なプロ

トコルが追加されている。そこで、本節では主として X.25 との相違点に着目して説明する。

網間プロトコル X.75 は X.25 と同様、3レベルに分け、階層的に記述される。

物理レベルに関しては長遅延の衛星回線も用いられることが特徴といえる。

3.3.1 マルチリンク手順

X.75 のフレームレベルプロトコルとして、単一物理回線を用いる手順 (SLP; Single Link Procedure) と複数回線による手順 (MLP; Multilink Procedure) を定めている。

SLP は、X.25 のレベル2、LAPB と同じものであるが、衛星回線のように伝播遅延が大きい場合、所定のスループットを確保するためにシーケンス番号のモジュロを 128 とするなどの考慮が必要である。

一方、網間の接続のように多量のトラヒックが予想され、また高信頼度が要求される場合では、複数回線を用いることが有効と考えられる。勧告 X.75 で採用された複数回線制御手順 (MLP) は、ISO でも標準化を進めているマルチリンク方式である。

この MLP は各回線ごとに SLP を適用し、誤りのないデータ (フレーム) の転送を行った後、それらのフレームをまとめ (多重化)、順序制御を施し、パケットレベルに渡すものである。

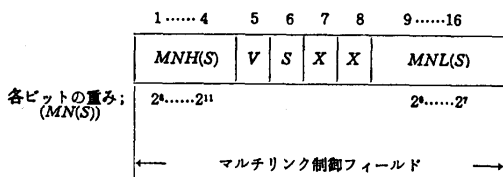
MLP でやりとりされる情報は、図-7 の形式をもつ。X.75 はバーチャルコールサービスを提供するため、順序制御ビット V を "0" に設定し、マルチリンク送信シーケンス番号 MN(S) により順序制御を行

| | | | | | | |
|---|---|---|-----|----|-----|---|
| F | A | C | MLC | 情報 | FCS | F |
|---|---|---|-----|----|-----|---|

→|2オクテット|←
MLC; Multilink Control Field

(a) マルチリンクフレーム形式

ビットの転送順序 →



MNH(S): 送信シーケンス番号のビット 9~12

MNL(S): 送信シーケンス番号のビット 1~8

V: 順序制御ビット

S: 順序検査ビット

X: 未使用

(b) マルチリンクコントロールフィールド

図-7 マルチリンクフレーム

| | | | | | | | | |
|---------------|---------------------|---|---------------|---|--------------|---|---|---|
| | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 1オクテット | ゼネラル・フォーマット識別子 (注1) | | | | 論理チャネルグループ番号 | | | |
| 1 | 論理チャネル番号 | | | | | | | |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 起呼 DTE アドレス表 | | | | 被呼 DTE アドレス長 | | | |
| 15 (最大) | 被呼、起呼 DTE アドレス | | | | | | | |
| 1 | 0 | 0 | ネットワークファシリティ長 | | | | | |
| 63 (最大) | ネットワークファシリティ | | | | | | | |
| 1 | 0 | 0 | ユーザファシリティ長 | | | | | |
| 63 (最大) | ユーザファシリティ | | | | | | | |
| 16または128 (最大) | コールユーザデータ (注2) | | | | | | | |

(注1) 0D01 (モジュロ 8), 0D10 (モジュロ 128)

D=送達確認ビット

(注2) ファーストセレクトのとき16オクテット以上も使用可

図-8 X.75 発呼要求パケットのフォーマット

うことを定めている。(具体的な手順については文献5)を参照されたい。)

3.3.2 パケットレベル手順

(1) バーチャルコールの設定と切断

X.25 に準拠してパケット端末から送られた X.25 発呼要求パケットを受取った関門局では、X.75 発呼要求パケット (図-8) にマッピングして相手網に送る。相手網が、目的地のパケット端末からの X.25 着呼受付パケットに対応する X.75 通信可パケットを返送することで、バーチャルコールが設定される。切断手順も同様である。

ここで注目されるのは、X.75 発呼要求パケットな

| | | | | | | | | |
|--|------------------------|---|---|---|--------------|---|---|---|
| | 8 | 7 | 6 | 6 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| | ゼネラル・フォーマット識別子 Q D 1 0 | | | | 論理チャネルグループ番号 | | | |
| | 論理チャネル番号 | | | | | | | |
| | 送信シーケンス番号 P(S) | | | | | | | 0 |
| | 受信シーケンス番号 P(R) | | | | | | | M |
| | ユーザデータ | | | | | | | |

Q=クオリファイアビット

D=送達確認ビット

M=モアデータビット

図-9 X.75 データパケットのフォーマット (モジュロ 128)

どに含まれるネットワーク・ユーティリティ・フィールド (NUF) である。NUF には中継局情報や識別子など網管理のため局間でやりとりすべき情報が含まれている。

(2) データ転送

ユーザデータは X.75 データパケット (図-9) によりそのまま (トランスペアレントに) 転送される。標準最大データ長は 128 オクテットである。Dビットは P(R) のエンド・ツー・エンド送達確認を指定するものである。Mビット、Qビットの使用法も X.25 に準じている。

4. 今後の展望

以上で概説してきたように、CCITT では公衆パケット交換網のプロトコルについて標準活動を精力的に進めている。バーチャルサーキットサービスを中心としたプロトコルに関しては、Dビットの取扱いなどに若干の問題点を残しているものの、大枠はほぼ完成している。今後は、各国における公衆パケット交換網の運用経験に基づいて現行プロトコルの整備が続けられるとともに、さまざまなネットワーク機能の拡張が議論されることになろう。

例えば、端末インタフェースの拡充や他の通信網との相互接続、さらに ISDN (サービス総合デジタル網) との関連である。また、蓄積サービスを中心とし

たネットワーク・ファシリティの拡充、メッセージ通信、ファクシミリ、テレテックスなど公衆データ網のアプリケーションの開発、ならびに階層化モデル関連も含まれよう。

このように、将来の公衆パケット交換網サービスはユーザ・アプリケーションとの関連がきわめて強く、網だけに閉じた議論では不十分であり、他の標準化機関 (例えば ISO) と一層緊密な連けいをもちつつ、サービスならびにそのプロトコルを決めていくことが必要である。

参 考 文 献

- 1) 加藤満左夫, 富田修二: CCITT SG VII 研究委員会の動向, ビジネス・コミュニケーション, Vol. 16, No. 11, pp. 121-127 (1979).
- 2) 松本允介, 三木康生: 新データ網と国際標準化動向, データ通信, Vol. 10, No. 5, pp. 63-73 (1978).
- 3) 信国弘毅: 国際的標準化活動の動向, 情報処理, Vol. 20, No. 6, pp. 545-550 (1979).
- 4) 石野福彌: パケット交換網の通信規約, 情報処理, Vol. 18, No. 11, pp. 1148-1156 (1977).
- 5) 近藤 久, 高井 啓: 複数データリンク制御手順の標準化動向, 情報処理, Vol. 21, No. 8 (本号), pp. 886-891 (1980).

(昭和55年4月17日受付)