

データ交換網の開発状況について

加藤満左夫 倉橋和夫

(日本電信電話公社 武蔵野電気通信研究所)

1. まえがき

わが国におけるデータ通信は、昭和39年国鉄緑の窓口、日航座席予約システムなどに始まるといわれている。その後、年率数10%の割合で急速な発展を続け、昭和49年3月には744システム、26,300回線に達している。

このようなデータ通信の発展に対し、公社は昭和46年5月公衆電気通信法の一部改正によって、従来の専用線制度の使用条件を緩和した特定通信回線、および加入電話網、加入電信網などの公衆通信回線の利用制度を設けることで対処してきた。

しかし、これら通信回線の母体となる伝送路はアナログ信号である音声の伝送を主目的に発展してきており、交換機もまた、人による電話機操作を前提としている。従って、いかにモデム等の技術が発達し、利用制度が改められても、今後ますます発展するであろうデータ通信に対し、既存網では遠からずユーザの要望に対応できなくなる日が来ることが予想される。

このような認識は海外主要国でも同様であり、昭和43年頃からCCITT, ISOの研究グループを中心に検討が続けられ、各国とも新しいデータ網の計画を進めている。

公社もほぼ同時期から研究所において準備的な検討を開始し、昭和46年に本格的な研究に着手した。昭和48年室内実験機DDX-1を試作し、時分割回線交換およびパケット交換の実験により基本技術を得得し実用化への見通しを得ることができた。⁽¹⁾

この結果に基づき昭和49年現場試験機DDX-2を試作、東銀座局に交換機、名古屋布池局に集線多重化装置、横浜西統計中局に回線多重化装置を設置して試験の準備を進めている。これは回線交換の機能をもつもので、端末としては公社業務用のデータ端末、コンピュータ回線を一部切替え収容する。伝送路としては従来のPCM-24CH方式のほかに、最近実用化されたPCM-100M（東京-横浜）およびPCM-FDM方式（東京-名古屋）を用いる。現在、装置試験中でありプログラムデバッグを経て今年度末から運用試験に入る予定である。

パケット交換については、最初武蔵野研究所内で所内のコンピュータを用いて試験し、そのあと横須賀研究所とも結ぶ予定である。

商用サービス計画については、サービス機能、時期、制度などについて事業担当部局と共同で検討中である。サービス提供時期は、ユーザとのインタフェースに制約の少ない回線交換サービスを2〜3年以内に開始し、続いてパケット交換サービスを提供する方向である。

以下、おもに回線交換についてユーザと関連の深いサービス機能、インタフェース条件などについて述べる。内容は現場試験機に基づくものであるが、商用機でも大きな変更はないと考えている。パケット交換については方式主要事項を今後判断することになるが、いくつかの問題点について簡単にふれる。

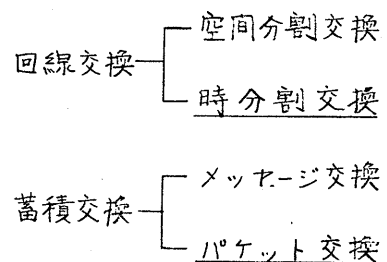
2. 時分割回線交換とパケット交換

データ通信に交換網が必要かという議論がしばしばある。たしかに現在のデータ通信システムはセンタコンピュータとその傘下にある端末を特定通信回線で結んだ構成がほとんどであり、この形態は当分続くと予想される。しかし、本研究会のテーマであるコンピュータネットワークをはじめとしてさらに高度の利用形態が図られよう。また他方では特定通信回線を借りるには負担が多すぎるし、既存公衆網ではその性能に満足しないユーザも多いと思われる。

これに対する公社側の方策は高性能の交換網を提供することであると思う。すなわち、伝送速度、伝送品質において特定通信回線以上であり、高速のスイッチングとデータ通信に適したサービス機能を備えた交換網によってデータ通信が多様な形態の発展を行なえる基盤を提供する。また、従量的料金によって高速・広域のデータ通信システムを手軽に構成できることを可能とする。

以上が交換網の意義であるが、データ交換の形態としては表1のように分類することができよう。

表1 データ交換の分類



回線交換は電話交換と同様通信する端末相互は、網によって選択されたリンクを専有する方式である。接続・切断時(いわゆるフェーズ1およびフェーズ5)のみをユーザと網とで約束すればよく伝送制御手順に対する制約はない。

網側の技術としては、本来デジタルなデータ信号を有効に伝送・交換するためにデジタル伝送路と時分割交換機によって網を構成する。

蓄積交換は、古くは電報中継をはじめとして、コンピュータによるメッセージ交換が馴染みが深い。パケット交換も蓄積交換の一種であり、アメリカ国防省のARPA NETによって通信分野およびデータ処理分野の人達の強い関心をひくようになったことは周知のとおりである。

パケット交換は、伝送路の高能率使用、交換機(ノード)相互の誤り制御による高品質伝送など蓄積交換としての長所を受継ぎながら、その欠陥であった伝送遅延を最小に止め、回線交換に近い即時性も期待される。

ユーザと網とのインタフェースでは交換機がデータを蓄積するところから全接続段階(フェーズ1~5)にわたって約束が必要であり、ユーザにとっては窮屈かも知れない。しかし、他面からみると料金・性能などにおいてパケット網が十分魅力的であれば、これを契機に、インタフェースその他の通信規約(プロトコル)の標準化が進み、端末の経済化、通信範囲の拡大となってデータ通信の一層の発展が期待できる。

このように時分割回線交換とパケット交換はデータ交換の代表的な形態としてそれぞれ特長をもつ。網のコストについても試作装置からの推定によるとスなしい数パケットを境として長電文は回線交換、短電文はパケット交換が有利となっている。従って、公社としては両者のサービスを提供し、そのいずれを選択するかはユーザのアプリケーションなどから判断されるべきであると考えている。

3. 回線交換網

3.1 網構成

図1に構成機要を示す。加入者の数は電話に比べて2桁程度少なく、しかし広範囲に分布するであろうから加入者線の広域集線機能が網構成上のポイントとなる。

交換機(CS)のプロセッサはD10形電子交換機と同一仕様のものであり、数千加入以上を収容する

能力があるから、交換機は東・名・阪をはじめ地方の首都圏に設置されよう。集線多重化装置(LC)はその他の大都市にも設けられ百ないし数百の加入者を収容する。LCと交換機との距離は導入初期には数百kmにも及ぶためデジタル伝送路へ多重化する機能に加えトラヒック的集束機能ももっている。さらに中小都市に散在する加入者は5~20単位で簡単な回線多重化装置(MPE)へ収容する。

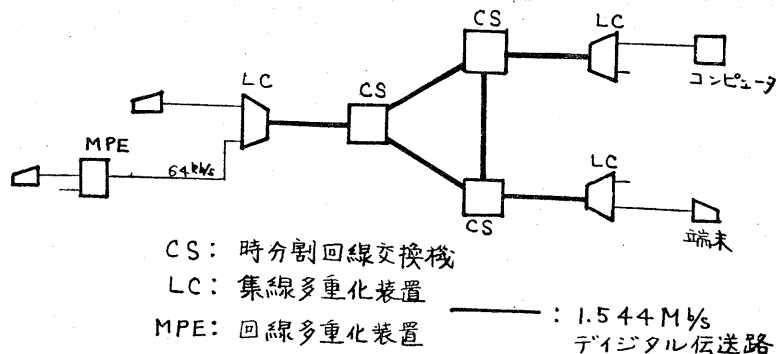


図1 回線交換網構成

表2 回線交換サービス概要

3.2 サービス機能

表2に概要を示す。サービス機能の選定にあたってはわが国の事情とCCITTの新データ網に関する勧告(勧告X1, X2)を考慮した。

(1) 速度クラス

現在、わが国の端末は1200bps以下の調歩式が圧倒的に多い。しかし将来は電子回路技術の進歩等によって中高速の同期クラスへ移行することが予想される。データ交換網も2400bps以上の同期クラスに対し経済的な構成となっており、これが料金等に反映され高速データ通信が促進されることを期待している。

なお、高速同期クラスはデータ通信のほかにデジタルファクシミリにも利用されることが考えられ研究所では48kbpsのデジタルFAX装置を試作した。

(2) 選択信号

データ交換網では端末・コンピュータからデータ送受と同じ形式で選択信号を送出できるのが大きな特長である。これによって従来のダイヤル装置あるいは自動

(1) 速度クラス

- ・ 50 ~ 200bps 調歩
- ・ 50 ~ 1200bps 調歩
- ・ 2400bps 同期
- ・ 9600bps 同期
- ・ 48kbps 同期

(2) 選択信号

- ・ キャラクタダイヤル (各速度クラスの最高値)
- ・ 回転ダイヤル (20PP)

(3) 基本サービス

- ・ 4線式全2重通信
- ・ 同一速度クラス間のみ接続

(4) 付加サービス

- ・ 閉域接続
- ・ ダイレクトコール
- ・ 短縮ダイヤル
- ・ 交換機によるID処理
- ・ 着信課金

呼出装置 (ACE) は必要がなくなる。ただし、既存システムでインタフェースの変更が困難なユーザのために、モデムに代る付加装置 (アダプタ) から回転ダイヤルで送抜数字を送出してもよいように準備している。

なお、インタフェースについては 3.4 節で詳しく述べる。

(3) 基本サービス・付加サービス

データ通信の高度化に備え全二重通信を可能とする。もちろん、ユーザの意志で半二重で使用することは自由である。接続範囲は同速度クラス相互であり、これについては交換機がチェックするが、手順の相違などによる通信不能はユーザの責任となる。

付加サービスは網を使い易くするためにオプションとしてサービスするものである。

・閉域接続

1つの企業あるいは関連する企業で1つのグループを作り、このグループに属する端末・コンピュータ相互のみを接続する。すなわち、そのグループのための一種の専用網を形成するものであり機密保護の役割りを果たす。ただし、ユーザから指定された特定の端末はグループ外との通信も可能である。閉域接続に短縮ダイヤルを併用してグループ内は内線番号だけで通信することも考えられる。

・ダイレクトコール

端末から常に特定センタのみへ発信するような場合、接続要求表示だけで送抜信号 (ダイヤル) は不要である。従量制の専用線のようなもので、当初は一般のダイヤル接続よりもこのサービスの方が多く使われるのではないかと思う。

・交換機によるID処理

現在の端末はID送出機能を備えているものが多いが、このサービスでは発信信端末に相手側の加入番号を交換機が知らせる。従って、端末はID送出機能をもたなくて済むし、さらにIDが網側で管理されているので悪意による事故を防ぐことにも役立つと考えられる。

・着信課金

文字どおり着信者に対して課金するもので、予約サービスセンタ、計算センタなどで広域にわたって顧客を確保したい場合などに役立つと思われる。

なお課金方式一般論として、課金は通信速度・距離・秒数をパラメータとする積算方式である (現行の度数制に速度の要素を加えたもの)。

以上のほか同報通信・代行受信なども検討しているが、それ相応のコストもかかるのでニーズとの兼ね合いを十分見通してから実用化を判断したいと思っている。サービス機能はいろいろ考えられるが、どんなものが本当に役立つかは、ユーザの評価によるべきもので、最初から益沢山にして見当はずれのものを提供しないようにしたいと考えている。

3.3 網の品質

(1) ビット誤り率

現在の特定通信回線のビット誤り率は 10^{-6} のオーダー、電話網の場合は 10^{-5} のオーダーである。データ交換網では End-to-End でデジタル伝送であるため変調歪相加等による雑音マージンの低下はない。マルチック加入着線などの雑音・漏話、伝送路切替え時の瞬断等による同期系の乱れが支配的であり、これらについては現場試験で調査する。

設計目標は 10^{-7} であり、この程度であれば記録通信(メッセージ通信)を目的とするユーザは誤り制御をもたない簡単な端末を利用できるのであろう。

(2) 接続時間

電話網の場合、加入者のダイヤル後相手を呼出すまでに5~15秒かかる。接続時間の短縮はデータ交換網の主目標の1つであり、実験機等からの推定によるとダイヤル後の応答は0.5秒以下である。2400%以上の同期クラスはさらに速く、自動送出手のキャラクタダイヤルを用いれば、送込数字送出を含めても0.5秒程度である。

(3) 信頼性

伝送路、交換機の障害などに基く網の不稼働率は実績を積まないといへないが、システム構成上少なくとも電話網の信頼性を下廻らないように設計してある。

3.4 網と端末・コンピュータ(DTE)とのインターフェース^{(2),(3)}

(1) DCE-DTEインターフェース

図2にDCE(データ回線終端装置)とDTEのインターフェースを示す。これはCCITTの新データ網の勧告X20(調歩), X21(同期)に準拠している。

調歩インターフェースは、接地線を別とすれば、SD, RDのみの最小インターフェースである。

同期インターフェースでは制御(C), 表示(I)およびエレメントタイミング(ET)が追加されている。C, Iによってデータのビット系列に無関係に切断ができる。すなわち、ビットシーテンスインディペンデントなデータ伝送が可能である。(X20の場合はスタート・ストップビットがあることを前記としている)。ETは網から常時クロックが供給されており、データの送り受け共通に使用する。

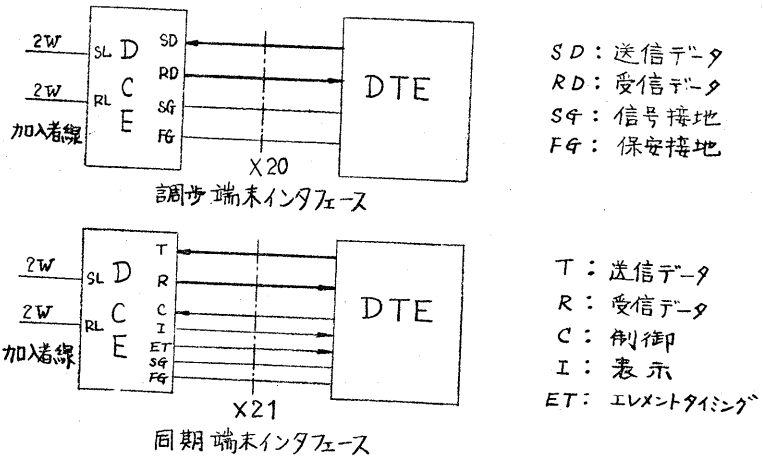


図2 データ交換網のDCE-DTEインターフェース

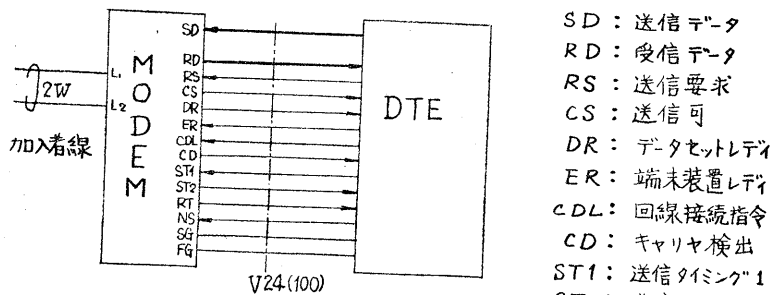


図3 既存Vシリーズインターフェース(例)

(公社 DT2403 MODEM (2400%, 特定通信回線用))

図3(前頁)は既存Vシリーズの特定通信回線用モデムインタフェースであるがデータ交換網のインタフェースが極めて単純化されていることが理解されよう。さらに、既存交換網をデータ通信システムに利用する場合には、網制御のためのACE, トランクがコンピュータ側に必要である。図4に電話網用の例を示す。データ交換網を利用する場合は図2のDCEを所要回線数だけコンピュータのCCEに接続するだけでよい。

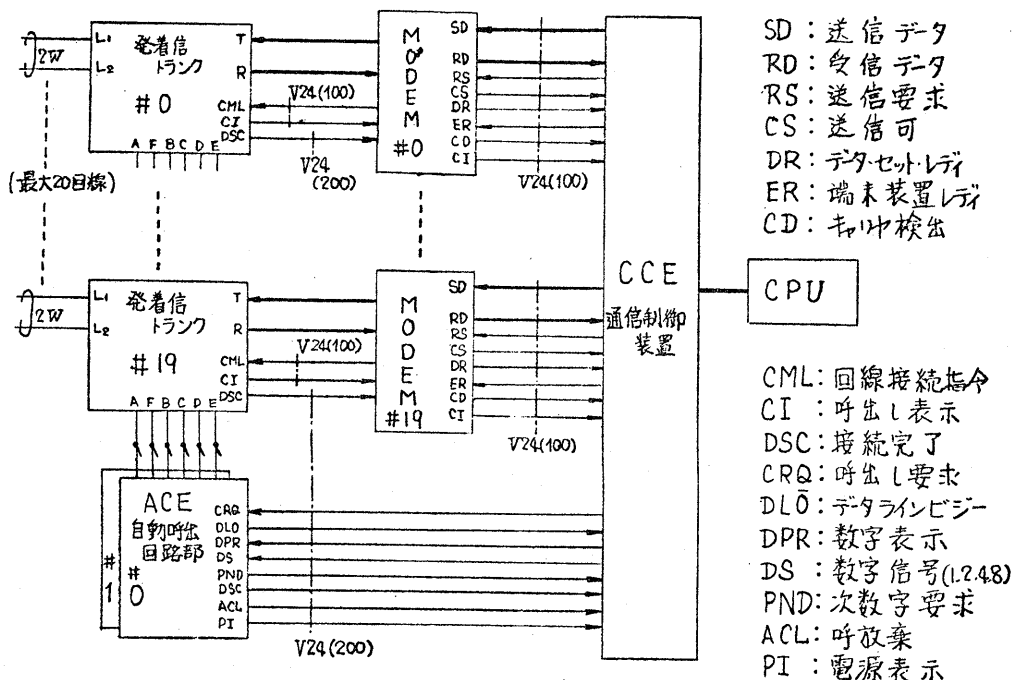


図4 電話網を利用する場合のインタフェース(例)
[公社CA20形網制御装置(調歩回線)]

注. SG, FGは省略した。

(2) 信号シーケンス

図5にDCE-DTEの信号シーケンスを示す。同期式(X21)に関しては最近のCCITT/SGVIIの検討の結果若干変更されることとなる。

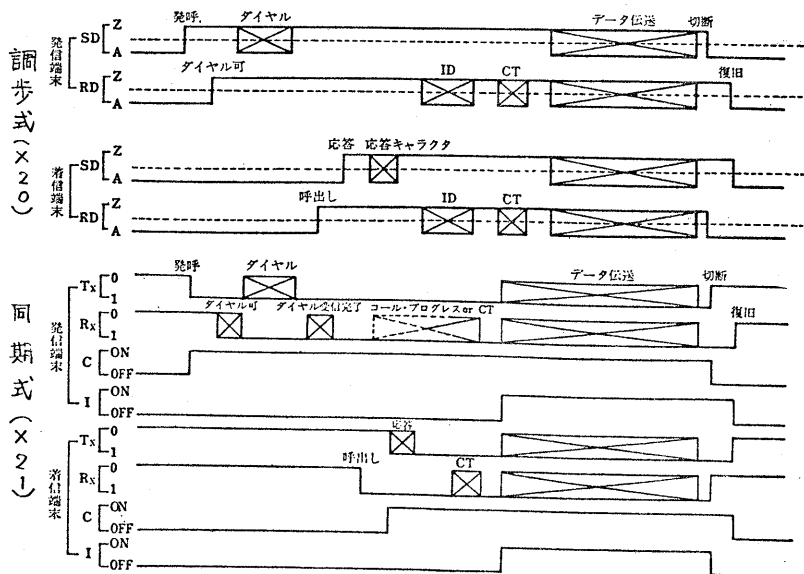


図5 データ交換網のDCE-DTEインタフェース

(3) 既存端末・コンピュータの収容

データ交換網が機能・料金などでいかに魅力的であったとしても既存システムをもつユーザはインタフェースをすぐ修正することは容易でないと思われる。

このためにはアダプタによってインタフェースを変換するのが現実的であろう。図6に概念図を示す。研究所の試作装置では選択信号送出用に経済的な回転ダイヤル(20PP)を用いた。

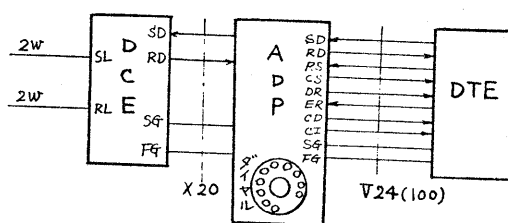


図6 既存端末用アダプタ(例)
(調歩端末用)

コンピュータ側に対しては図5に類似した網制御装置が考えられる。

既存システムのインタフェースはユーザによって各種のバリエーションが考えられるので、アダプタについては、公社が標準的なものを準備するとしても、ユーザ側の技術にまっところが多いと思われる。

いずれにしてもアダプタを用いることは、単純なインタフェース、速い接続などの新しい網の特長を減殺してしまうから、網の発展とともになるべく早く新しいインタフェースに切替えることが望ましい。

(4) アナログ回線によるアクセス

データ交換網の加入者線は4線式ベースバンド伝送であるが、網の設備計画上直接収容できない遠隔地のユーザに対しては搬送回線を介して収容することになる。この問題については、現在、技術および制度の両面から検討を進めている。

(5) 時分割多重加入者線

コンピュータセンタなど多数の回線を1個所に引込むユーザに対しては、たとえば、2400bps×20回線を48kbpsに多重化して提供することが考えられる。ユーザ宅内では、これを多重化装置によって個々の回線に分解することもできるし、また、直接CCEに接続することもできよう。前者については、宅内回線多重化装置として研究所でも試作した。

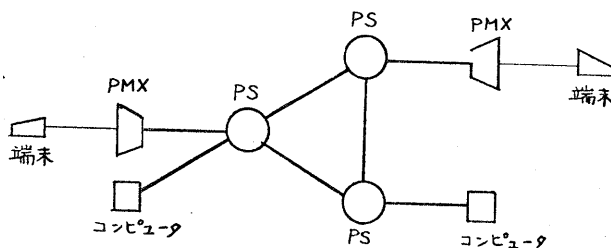
具体的にどのような条件でユーザとインタフェースをとるかは今後検討することになろう。

4. パケット交換網

パケット交換については別の機会に報告することになろうが簡単に問題点を述べておきたい。

4.1 網構成

図7に概要を示す。パケット交換機(PS)は出入ともパケット単位であり、所内試験では48kbps回線を用いている。パケット多重化装置(PMX)は低・中速の端末からキャラクタ単位でデータを受け取り、パケット化してPSへ送る。



PS: パケット交換機
PMX: パケット多重化装置
—: パケット多重回線(48kbps)

図7 パケット交換網構成

4.2 伝送制御手順

調歩端末の手順はベシック系が対象となるが、その中にも詳細に見れば各種各様であるのが現実である。一栗として、代表的な端末手順を送定してこれを標準としてサポートするとともに、他種に対してはパケット化のきっかけとなるデリミッタのみを約束する考え方がある。後者に対しては、伝送能率などで不利な面もでるが、完全な標準化は長期を要するとすれば止むをえない。なお、この種の端末としては無手順端末も含まれる。

同期端末は現在数量も少ないから標準化を強力に進めたいところである。最近 ISO で標準化が進められている HDLC は通信制御と I/O 制御に関する部分が明確であり、機能も豊富にとりうるところから有力な候補である。とくにコンピュータに対してはパケット網の特長を生かす上でも HDLC によるパケット単位のインタフェースを前提としたい。

4.3 基本制御方式⁽⁴⁾

(1) データグラムとバーチャルコール

データグラムは網と端末・コンピュータ間で 1 パケットごとに授受動作が完結するもので、名前の示すように電報と動作が似ている。

複数のパケットを続けて同一の相手に送っても到着先では誤り再送、ルーチングなどのためにパケット順序の乱れや、他の発信者からのパケットが混入することがある。

これに対しバーチャルコールは通信しようとする発着端末間でパケットの授受に先立ち論理的な対応づけ、すなわち論理リンクを設け、このリンクによって順序逆転、他通信の混在を避けようとするものである。このため回線交換の発呼・切断と同じように論理リンクの設定・解除の制御が必要である。所内試験ではバーチャルコール方式により図 8 に対コンピュータのパケットフォーマットを示す。

(2) フロー制御

網内に入出力するパケットがバランスしない、パケットが網内に滞留しオーバフロー状態となる。とくに高速コンピュータから低速端末へ連続してパケットを送出すると着信局のバッファが足りなくなる可能性が大きくなる。このようなパケットのフローを制御する方法はいろいろ研究されているが、上記データグラム形式かバーチャルコール形式かの選択にも関係する重要なテーマである。

5. 標準化動向^{(2),(5)}

端末・コンピュータが国際商品的性格の強いこともあり、インタフェースの標準化にあたっては国際的なコンセンサスが重要である。公社もデータ通信に関係する

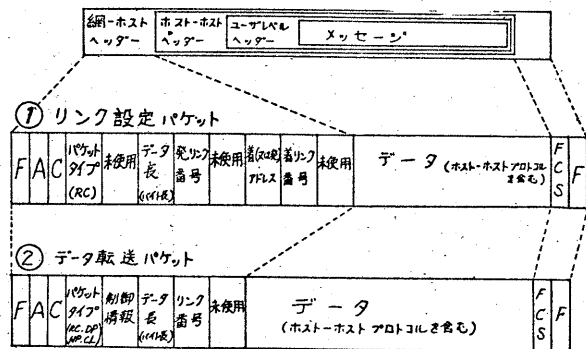


図 8 パケットフォーマット(例)
(所内試験のフォーマット)

機関、企業とも協力して CCITT, ISO の活動に寄与している。

回線交換については、いくつか引用したように基本的項目の勧告がなされており、その後も詳細検討を続け標準化の動向は固まってきた。しかしパケット交換については、基本制御方式とも関連しインタフェース、プロトコルの深度が深く、また、標準化活動も諸についたばかりであるからコンセンサスに至るまでにはかなりの日時を要すると思われる。

6. おすび

データ通信の発展に対応し、電気通信サービスの提供を責務とする公社は新しいデータ交換網の実用化を進めている。回線交換網の方式はほぼ固まっており、ユーザにとって最も関心の深い制度・料金なども速からず試案がまとまると思われる。技術的に見て回線交換網は中高速同期サービスに適したものであり、この方面でユーザの積極的利用を期待したい。

パケット交換については、今後、方式の基本的事項について判断が必要である。ユーザとの関連においては、インタフェースの標準化、あるいは通信プロトコルのコンセンサスが重要なポイントである。これらを含めパケット交換の評価を固める上にも、なるべく早期にサービスを提供して世に問う必要があると考えている。

文 献

- (1) 池田、鈴木、倉橋： DDX-1 データ交換方式，研究実用化報告，23，9，1974. 9.
- (2) 松本、城崎： CCITT/SG VII 新データ網標準化の動向，ビジネスコミュニケーション，11，11，1974. 11.
- (3) 城崎ほか： データ交換網における同期端末インタフェースの検討，電子通信学会，交換研究会資料 SE 75-4，1975. 4.
- (4) 西山ほか： パケット転送方式，電子通信学会，交換研究会資料，SE 75-3，1975. 4.
- (5) 吉田、松下： パケット交換網の現状と国際標準化について，情報処理，16，3，1975. 3.