

公衆データ交換網*

高 月 敏 晴**

1. はじめに

情報化社会の進展とデータ通信技術の進歩が相まって、データ通信システムの新しい構造的概念の明確化や新しいデータ通信網の開発といった動きが世界的に活発になって来ている。

これらの新しい動向の背景には、従来のデータ通信システムが端末とコンピュータとを通信回線で結合した単純な形態で、ユーザからの処理要求をセンタのコンピュータで集中処理するものであったのに対して、近年、データ通信の高度化傾向が著しく、

- ① システム更改、拡張及び一部変更（例えば業務追加、端末変更等）がシステムに及ぼす影響を極力小さくしたい。
- ② 適切な機能分散による情報処理システムの実現及びこれに伴う端末の機能を増強したい。
- ③ 関連するシステム間を結合し、システムの効用を大きくしたい。
- ④ 通信回線費用を低減したい。
- ⑤ システム全体の信頼性をさらに高めたい。

等の要望が大きくなっていることをあげることができ

る。わが国においても、各社が各々にネットワーク・アーキテクチャを持ち、専用回線を使った専用システムを拡充あるいは結合しようとしており、公社でも公衆データ通信サービスを提供しているシステム間のネットワークングを指向する動きがある。他方、新たなデータ通信網の開発としては、通信設備を含むあらゆるリソースシェアをねらいとして、時分割交換機やパケット交換機とデジタル伝送路とを結合した公衆データ交換網を実用化する段階にある。

本稿では、この公衆データ交換網として実用化を進

めている回線交換方式及びパケット交換方式の概要を述べるものである。

2. デジタルデータ交換網の必要性

2.1 データ通信における交換接続の必要性

従来のデータ通信システムはセンタのコンピュータを中心とし、これに多数の端末が特定通信回線を介して接続される形態が大部分であった。しかし、近年のデータ通信システムは大型化し、かつ広域化する傾向にある。各所に分散して設置されたコンピュータを通信回線で結合したり、情報処理や通信に関する機能を分散化したりすることによって、より高度の能力を発揮させるコンピュータ間通信が、これからの有力な通信形態として注目を集めている。また、他方では、1つの端末から通信量は少ないが複数の相手と通信するといった形態も増えて来ている。

以上のような状況では、コンピュータ間や各システムの多数の端末を特定通信回線で結びつけなければならない。しかし、もし機能・品質・信頼性・サービス性の高い交換網を経済的に利用できるならば、これは任意のコンピュータ間での通信から低トラヒックの端末の通信の需要まで応え得る有効な方法となろう。

現在、データ通信分野における機能の分散やデータ処理の分散に伴う広域化、散在するコンピュータの結合、低トラヒック端末の普及、通信システムのインテリジェント化、あるいは公衆通信回線を利用するシステムの増加等の動向を見ると、特定通信回線利用の一般的なデータ通信システムでは今後交換網利用の傾向が強まるものと考えられる。そして、この場合の交換網はデータ通信の高度化傾向に合った通信手段を提供し得るデータ交換網として実現されることになる。

2.2 既存交換網の限界

現在、データ通信等に利用できる交換網は、公衆電話網と加入電信網との2つである。これら公衆通信網は既に全国に設備を拡大しており、技術基準などを守

* Public Data Networks by Toshiharu TAKATSUKI (Engineering Bureau, N. T. T.)

** 日本電信電話公社技術局

りさえすれば、全国どこからでも使用時間に応じた料金で手軽に利用できる。しかし、これらの既存網は本来電話または加入電信に最適のように作られており、データ通信に利用する場合には各種の制約が生じて来ている。例えば、電話網についてみると次のような限界または欠点を指摘できる。

- ① 接続時間が長い——データ通信の高速化に伴い、電文の伝送時間が極めて短くなり、電話網での最大 15 秒程度の接続時間で生じる無効保留時間がデータ通信の大部分の呼に対して無視できなくなる。
- ② 伝送品質のバラツキが大きい——データ信号速度 1,200 bit/s の標準接続系でも 10^{-5} のビット誤り率が実現できるのは呼全体の 80% 程度である。
- ③ 高速のデータ通信に向かない——音声回線で伝送品質を保証し得る通信速度は 1,200 bit/s 程度で、2,400 bit/s 以上になるともう十分な品質が得られない場合がある。

2.3 新しい交換網の開発

データ通信の新しい要求に応え、既存網の接続時間、伝送品質上の制約、通信速度の限界を緩和するとともに、データトラヒックを効率的に交換処理し、将来の需要に対しても十分な融通性を有する公衆データ交換網の開発が進められることとなった。

このすう勢は国際的にも共通したものであって、昭和 43 年頃から世界各国において新データ網の研究が開始された。公社においても翌年から検討を開始し武蔵野電気通信研究所は昭和 49 年 3 月に試作第 1 号 (DDX-1) を完成、同所内で実験を行った。次いで、現場試験機 (DDX-2) を完成し、東京・横浜・名古屋を結んで社内業務用端末へのサービスを昭和 50 年 12 月に開始しており、現在良好に稼動中である。また、この現場試験で、東京大学、京都大学の大型コンピュータ相互間での通信実験が両大学と公社との共同で進められ、異機種コンピュータを接続し、相互の処理要求、処理結果の転送を行うリモートジョブの実験にも成功している。

これらの実績を基礎とすると共に、CCITT や ISO による国際標準化の動向、新勧告の内容、国際接続に必要な条件等を反映させた公衆データ通信網の実用化及びデータ交換網サービスの提供に関して、わが国でも近い将来実現できる見通しが得られたと考えている。

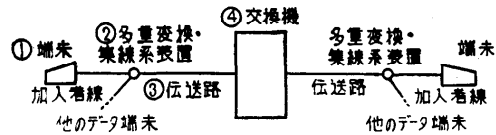


図-1 システムの基本構成

3. デジタルデータ交換網の概要

3.1 システムの基本構成

システムの基本構成を 図-1 に示す。システムを構成する基本要素は、端末装置、多重変換・集線多重化装置、伝送路、データ交換機等である。

① 端末装置

端末はユーザの端末装置と宅内回線終端装置とから構成される。ここでいう端末装置は網側から見たユーザ側の装置の総称で、コンピュータからキーボード端末、文字表示装置、ファクシミリ等まで含んでいる。

データ交換網に加入する端末はデジタル信号で通信するものに限られるのであるが、同期方式、調歩クラス等によって加入クラスが分類されている。

宅内回線終端装置は、従来のモデムに相当するもので、加入者線を端末で終端し端末に出入りするデータ信号と加入者線信号とを相互に変換するなどの役割をはたす。また、この終端装置が網とユーザ端末側との設備・保守上の境界点になる。

② 多重変換・集線多重化装置

これらの装置は端末と交換機の間設置され、各端末に出入りする通信信号を多重化し、またトラヒックの集束・展開を行う。これにより、端末と交換機間の伝送路の使用効率を上げて、通信コストの経済化をはかろうとするものである。

具体的には、回線交換とパケット交換の場合で構成装置が異なり、装置によっては交換機の機能の一部も代行する。

③ 伝送路

多重変換・集線多重化装置または交換機からの多重化信号を伝送する。回線交換では、原理的にいわゆる PCM 方式によるデジタル伝送路を必要とし、パケット交換ではデジタル伝送路のほかアナログ伝送路も使用できる。

デジタル伝送路が網の構成要素の一つとして有機的なつながりを持つことは重要なことである。特に、同期方式は、従来のビット同期以外に位相同期機能も必要になってきている。新しい同期方式として、極めて安全な発振器 (CCITT ではセシウム発振器による

10⁻¹¹ の周波数安定度を想定している) をマスターとする従属同期方式による網同期が考えられている。

④ データ交換機

回線交換機及びパケット交換機ともプログラム制御によるデータ網用の電子交換機である。交換方式は、回線交換では時分割交換、パケット交換では蓄積交換が用いられている。

3.2 回線交換方式

3.2.1 方式概要

回線交換方式では、電話交換網のように発信データ端末から受信した選択信号によって、交換機が発着信端末間を結ぶ回線を設定し、終話を検出して回線を切断する。この基本的な通信形態は全二重通信回線で、発着信端末の通信速度は同一速度である。また、交換接続処理のため、端末の通信速度、同期方式及びインタフェース条件について規定されている。

接続完了後は、交換機は発着端末間でのデータ通信には全く関与しない。従って、回線交換方式では電文のフォーマットや通信信号の符号化の方法に制約がなく、比較的通信時間の長いデータ通信やファクシミリ伝送に適した交換サービスを提供する。

3.2.2 システム構成

回線交換方式の中継方式を 図-2 に示す。回線交換網は、中央処理装置と時分割通話路装置から成る時分割交換機、集線多重化装置、多重変換装置で構成され、デジタル伝送路がこれら各装置を結合する。網同期装置とフレーム同期装置はこの交換網の同期をとり、宅内回線終端装置は加入者宅内に設置されてデータ端末を交換網に接続する。

3.2.3 回線交換網の諸装置

① 端末装置

交換網に収容されるデータ端末装置は、通信速度に

応じて低速 200 bit/s 以下から高速 48 kbit/s までの速度クラスのものがある。同期方式は、速度に対応して調歩式または同期式のいずれかである。

なお、同期式の端末からは、網全体に共通の同期クロックに合わせたデータ信号が宅内回線終端装置に送出される。

② 宅内回線終端装置

加入者線とデータ端末装置とを接続する装置で、同期及び非同期用とが各速度クラス対応にある。

本装置は、データ端末装置から送出される符号を交換網に適したデータ信号に変換して加入者線へ送出し、逆に交換網を介して受信したデータ信号をデータ端末装置に適した符号に戻してデータ端末装置に伝達する。

速度に関しては、200 bit/s~48 kbit/s で7種類、インタフェースに関しては、新規定のXシリーズ、既存のモデム・インタフェースであるVシリーズの2種類がある。なお、多重変換装置へ遠隔の端末を収容する場合には、3.2, 12.8, 64 kbit/s のベアラ・モデムを介することも考えられている。

③ 多重変換装置

本装置は端末と集線多重化装置との間に設置され、0次群及び1次群装置とから成る。0次群装置は、各端末からのデータ信号を時分割多重化し、64 kbit/s の局内インタフェースで1次群装置へ送り込む。1次群装置は複数の0次群装置からの64 kbit/s の束を積み上げて、PCM 1次群 1.544 Mbit/s 伝送路に送出する。集線多重化装置側の1次群装置は、1.544 Mbit/s 伝送路からの信号を受取り、再び64 kbit/s の束に分離し、0次群装置を介して局内インタフェースで集線多重化装置に送り込む。また、下り方向の信号に対してこの逆の動作を行う。

④ 集線多重化装置

集線多重化装置は、各種データ端末及び多重変換装置からの信号を多重化するとともに、トラヒック集束して、PCM 1次群伝送路へ送出する。

本装置の多重化、トラヒック集束等の動作は時分割通話路装置の集線多重化制御部を介して制御される。また、本装置の機能は主に次のものである。

- (i) 動作に必要なクロックの供給
- (ii) オクテット多重・分離
- (iii) ラインナンバの割付

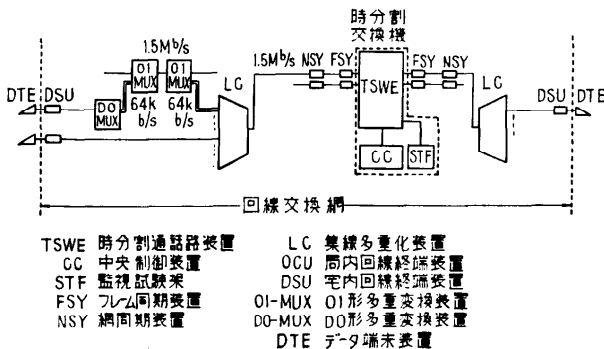


図-2 回線交換網の中継方式

- | | |
|---------------|------------------|
| TSWE 時分割通話路装置 | LG 集線多重化装置 |
| CC 中央制御装置 | OCU 局内回線終端装置 |
| STF 監視試験架 | DSU 宅内回線終端装置 |
| FSY フレーム同期装置 | 01-MUX 01形多重変換装置 |
| NSY 網同期装置 | 00-MUX 00形多重変換装置 |
| | DTE データ端末装置 |

- (iv) 加入者線信号のレベル変換, 発呼・終話検出, オクテット変換

⑤ 伝送路

伝送路には, PCM-24 方式, PCM-100 方式, PCM-FDM 方式及び無線 PCM 方式等が用いられる. 時分割交換機に出入りする伝送路は, PCM-24 方式 1 システム分に相当する 1.544 Mbit/s の伝送路が単位となっている.

⑥ 時分割交換機

本交換機は, 伝送路からの時分割多重化された信号をそのまま時分割交換する電子交換機である.

この交換機は, 中央処理装置のプログラム制御を受け, 主に次のような機能を有している.

- (i) 通話路のクロスポイント開閉の信号分配制御
- (ii) ダイアルやサービス信号等の送受信動作
- (iii) 集線多重化装置との制御情報の送受信動作
- (iv) 集線多重化装置の制御
- (v) 装置全体のクロックの作成分配

⑦ フレーム同期装置

データ交換網におけるフレーム構成を 図-3 に示す.

1 データフレームは 20 PCM フレームから成り, 24 CH×20=480 CH で構成されている.

本装置は, 交換機がチャンネルを識別するため, 全入ハイウェイのフレーム位相を交換機の基準位相に合わせる機能を有している.

⑧ 網同期装置

時分割交換機は伝送路から受け取った多重化信号の位相をチェックし, ズレを修正する必要がある. このため, 本装置はデジタルデータ交換網の動作の基本となるクロックの周波数及び位相を網内において同期を取り, 網内統一周波数を時分割交換機や集線多重化装置に供給する.

網同期方式としては, 特定の局をマスター局とし, 他の局 (スレーブ局) はマスター局のクロックにより動作する従属同期方式を採用している.

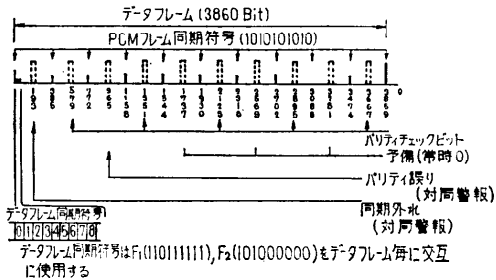


図-3 フレーム構成

3.3 パケット交換方式

3.3.1 方式概要

パケット交換方式は, データ情報を蓄積交換で網内転送するもので, 回線を中央処理系に直結するので, 通話路系を必要としない. この蓄積交換の機能では, 中央処理系のバッファメモリを用いて, データ情報を一度交換機に蓄積してから, 改めてその情報を目的の方路へ送出するという形態をとる. したがって, 発着両端末間を物理的に直接結ぶ回線は設定されず, 交換機がデータ情報をリンクバイリンクに蓄積転送することによって両端末間で通信することになる.

パケット交換方式の基本的な通信形態は, 送信加入者とその指定する着信加入者との間に全二重通信を提供するものであって, 両者の間には見かけ上の全二重通信回線が設けられ, 通信が終了するとこの見かけ上の回線は切断されることになる.

パケット交換では, 交換機が端末からの通信フォーマットの内容に関与するので完全なトランスペアレnciaな通信とならない. また, 端末側からみても呼の電文フォーマットや通信信号の符号化の方法等が制約を受けることになる. しかし, 加入者が契約している端末の通信速度が異なっても通信ができる等のサービスの拡張性, パケット多重での伝送能率向上による伝送路の経済化, 交換機相互間でのパケット単位の迂回ルート選択・誤り制御による信頼性の向上, 接続に伴う無効保留時間が極めて小さい等の特長があり, 一般に通信時間の比較的短い電文呼に適している蓄積交換サービスを提供する.

3.3.2 システム構成

パケット交換方式の中継方式を 図-4 (次頁参照) に示す. パケット交換網は, 高速信号制御装置と中央処理装置とを中心とするパケット交換機, パケット多重化装置, 多重変換装置等で構成され, デジタル伝送路あるいはアナログ伝送路でこれらの各装置間を接続する.

データ端末は宅内回線終端装置あるいはモデムを介して網へ接続される.

3.3.3 パケット交換網の諸装置

① 端末装置

データ端末としては, パケット組立・分解機能をもつパケット形態端末とその機能のない一般端末とがある. パケット形態端末はパケット多重形式のインタフェースでパケット交換機に直接接続し, 一般端末 (ノンパケット形態) はパケット多重化装置または多重変

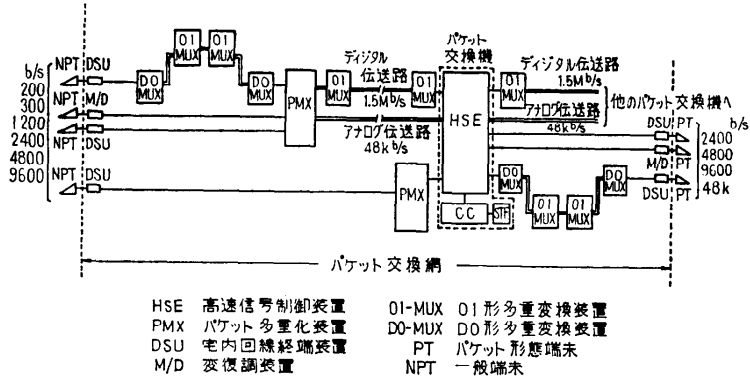


図-4 パケット交換網の中継方式

パ 区 ケ 切 ッ 符 ト 号	宛 先 番 号 等	通 信 文*	誤 チ ェ ッ ク 情 報	パ 区 ケ 切 ッ 符 ト 号

* 1つのパケットの中に納める通信文の長さには制限がある。

図-5 パケットの形状 (フォーマット)

換装置に一般端末のインタフェースで接続する。

パケット形態端末は、公社の規定するプロトコルに従うパケット形式でデータ情報を送受信するかなり高度の機能を有する装置を指し、一般にはコンピュータやインテリジェント端末がこれに該当する。

一般端末は、パケットの形式でデータ情報を送受信する機能がない装置を指し、一般的にはキーボードプリンタや文字表示装置等の既存のデータ宅内装置がこれに該当する。このため、通信文のパケット・デパケット化を網側で行う必要があり、これらを收容するパケット多重化装置でこの変換を行うことになる。

なお、パケットフォーマットを 図-5 に示す。

② 宅内回線終端装置

回線交換方式における装置と同様である。なお、多重変換装置へ遠隔の端末を收容する場合のベアラ・モデムについても考えられている。

③ 多重変換装置

回線交換方式における装置と同様である。なお、0次群及び1次群装置とデジタル伝送路とで構成される加入者系送路は、回線交換網との設備共用を計るよう考えられている。

④ パケット多重化装置

パケット多重化装置は、調歩式及び同期式の一般端末からの回線あるいは多重変換装置を経由した通信文をパケットに変換してパケット多重化を行うとともにトラヒック集束を行い、48kbit/s の高速で伝送路ある

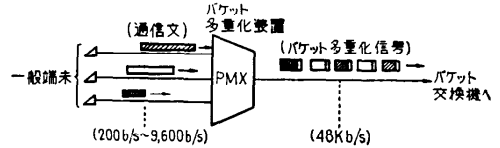


図-6 パケット多重化の原理

いは局内インタフェースを介してパケット交換機に送り込まれる。

なお、パケット多重化は、図-6 に示すように、端末からの通信文をパケットに変換し、このパケットを順番に伝送路に送り出す方法である。

⑤ 伝送路

パケット交換機間の伝送路は、1次群多重変換装置を介して 1.544Mbit/s デジタル伝送路である。

パケット交換機とパケット多重化装置間の伝送路は、1.544Mbit/s デジタル伝送路あるいは 48kbit/s アナログ伝送路である。

加入者系伝送路は、0次群及び1次群多重変換装置を介しての 1,544Mbit/s デジタル伝送路である。

加入者線は、一般端末の場合 200, 300, 1,200, 2,400, 4,800, 9,600bit/s のデジタルあるいはアナログ信号を伝送する。また、パケット形態端末の場合 2,400, 4,800, 9,600, 48kbit/s のデジタルあるいはアナログ信号を伝送する。

⑥ パケット交換機

本交換機は、パケット形態端末、パケット多重化装置からの回線及び局内インタフェースを收容し、送り込まれたパケット多重化信号をパケット単位で蓄積交換する電子交換機である。

本交換機の中心的機能を有する高速信号制御装置は中央処理装置のプログラム制御を受け、主に次のような機能を有している。

- (i) パケットの授受
- (ii) バイトの組立・分解
- (iii) パケット区切り符号 (Fパターン) の送出・検出・除去
- (iv) 誤りチェック情報 (FCS) の作成・チェック
- (v) HDLC 手順に基づく "0" 挿入・除去
- (vi) オクテット・エラーの検出
- (vii) 放棄パターンの送出・検出

また、中央処理装置 (CC) のソフトウェアは、主に次のような処理を行う。

- (i) アドレスコマンド部の作成
- (ii) コマンドシーケンス・チェック
- (iii) 応答送出
- (iv) フレーム再送処理
- (v) パケット処理

4. サービス機能

データ交換網サービスで設計上準備しているサービス機能について、基本サービス機能、各種サービス機能及びサービス品質の面から述べる。

4.1 基本サービス機能

回線交換方式では、交換処理のため端末装置の通信速度、同期方式及びインタフェースについて規定する必要があり、これらの規定は、ユーザ側からみでできるだけ多くの種類の端末が加入できるように豊富な加入クラスが要求される。

表-1 (1) 回線交換方式の速度クラスと同期方式

端末速度	ダイヤル速度 (キヤラクタダイヤル)	同期方式	適用例
200b/s 以下	200b/s	調歩式	データ端末装置
300b/s 以下	300		
1,200b/s 以下	1,200	同期式	電子計算機
2,400b/s	2,400		
4,800b/s	4,800		
9,600b/s	9,600		データ端末装置、ファクシミリ装置
48k b/s	48k b/s		磁気テープ伝送、電子計算機、ファクシミリ装置

(2) パケット交換方式の速度クラスと同期方式

端末速度	同期方式	適用例
200b/s	調歩式	データ端末装置
300b/s		
1,200b/s	同期式	データ端末装置、電子計算機
2,400b/s		
4,800b/s		
9,600b/s		
48k b/s		電子計算機

表-2 インタフェース条件の比較

インタフェース方式	電気的条件	物理的条件	論理的条件
回線交換方式	新設計の端末用として: X シリーズインタフェース 既存端末用として: V シリーズインタフェース	電気的条件と同様、X及びVシリーズインタフェース	Xシリーズインタフェース CCITT 勧告にもとづき、公社が定める新しいインタフェース 調歩用と同期用の2種類がある。
パケット交換方式	CCITT 勧告にもとづくX及びVシリーズインタフェース	同上	Xシリーズインタフェース 通信形態 (PT/NPT) と接続形態 (相手選択/相手固定) とによる端末種別ごとに、原則として CCITT 勧告案にもとづき、公社が定める新しいインタフェース ただし、一般端末については回線交換用の論理的条件 (Xシリーズ) 及び既存の汎用的な伝送制御手順 (公社が定めるもの) を適用する

パケット交換方式では、上記のほか、端末種別ごとのインタフェースがより深く規定されている。

両方式の加入形態を端末装置の速度クラスと同期方式で表わし表-1に示す。

インタフェース条件は、電気的、物理的及び論理的条件で各々次のように規定され、これを整理して表-2に示す。

(1) 電気的条件

インタフェース回路の各リードの電圧・電流特性を規定する。国際標準の動向に合わせて、既存端末も加入できるよう新旧2種類のインタフェース条件を用意する。

(2) 物理的条件

インタフェース回路のケーブルコネクタの形状、ピン配列等を規定する。

表-3 パケット交換方式の加入形態

接続形態	通信形態	速度クラス (b/s)	同期方式	インタフェースの論理的条件	
				発呼・ダイヤル・切断の手順	データ転送中の手順
相手選択クラス	一般端末	200 300 1,200	調歩式	回線交換方式用のXシリーズインタフェースと同じ	(1) ベーシック手順会話形 (2) ベーシック手順全二重 (3) デリミタのみを規定するクラス
		2,400 4,800 9,600	同期式	ハイレベル伝送制御手順	ハイレベル伝送制御手順
相対相手固	パケット形態端末	2,400 4,800 9,600 48k	同期式	パケット形態端末用 X シリーズインタフェース	パケット形態端末用 X シリーズインタフェース
			同期式	手順不要	相手選択クラスと同じ

(3) 論理的条件

発呼、ダイヤル、データ転送、切断までの一連の動作を規定する。なお、この論理条件をプロトコルと呼ぶこともある。

パケット交換方式の論理条件を端末種別ごとにまとめると表-3 (前頁参照) のとおりである。

4.2 各種サービス機能

データ交換網では、主な対象需要であるデータ通信等における様々な利用形態を考慮し、次のような各種サービス機能を用意して、ユーザの利用に供することとしている。

各種サービス機能は、回線交換方式、パケット交換方式とも同じである。

(1) さしむき提供を検討しているもの

(ア) 閉域接続

特定の端末間で1つのグループを組み、同一グループ内の端末相互間に限り接続を行うサービス。

なお、同じグループの中でも他のグループと接続を希望する端末が、複数のグループに所属して通信を行えるよう考えられている。

(イ) 相手通知 (ID サービス)

通信開始に先立ち、発信者及び着信者に交換機から通信相手の番号を通知するサービス。これによって、あらかじめ通信相手を確認することができる。

(ウ) 短縮ダイヤル

通信相手の番号を2～3桁の番号に短縮して登録しておけば、後にこの短縮番号を使って通信できるサービス。

(エ) ダイレクト・コール

通信相手が1つに固定されている場合、その番号を一度交換機に登録しておけば、あとはダイヤル操作なしで通信ができるサービス。このサービスを利用すれば、ダイヤルの手間が省け操作が簡単になる。また、端末装置のダイヤル機能が不要になる。

(オ) 料金のセンター一括払い

このサービスを受ける端末に着信するすべての呼の通信料金は、この端末に課金される。このサービスを利用すれば、例えばデータ通信システムのセンターでデータ端末側の料金を一括して支払うことが可能となる。

(2) 将来提供したいと考えているもの

(ア) 同報通信

複数の相手に同一の通信文を送りたい場合、交換機が発信端末に代わってこれを行うサービス。発信端末

は交換機に対して、複数の宛先と通信文を一度伝えるだけですむ。

(イ) 代行受信

ある端末が発呼してその宛先の相手が話中の場合、交換機が宛先の相手に代わって、発信端末から通信文を受信し、相手が空き次第交換機からその通信文を送り届けるサービス。

4.3 サービス品質

接続時間や伝送品質等からサービス品質をとらえることとなる。

(1) 回線交換方式の場合

(ア) 接続時間: ダイヤルし終ってから相手と通信可能になるまでの時間は1秒程度で、長い場合でも2秒以下である。

(イ) 伝送品質: ビット誤り率は現在のサービスのうちでも品質が良いとされている専用線等にくらべ同等以上に向上する。

(2) パケット交換網の場合

(ア) 接続時間: ダイヤルし終ってから相手につながるまでの接続時間は、相手端末の速度クラスによって異なるが、平均して1秒以下になる。

(イ) データ転送時間: 端末から通信文またはパケットを交換機等から送出し終ってから、これが相手端末に届くまでの転送時間は

①網内転送時間+②着信側で交換機から相手端末に通信文またはパケットを送達するのに要する時間

となる。

①の網内転送時間は、その時の網内の混み具合等で異なるが、平均100ミリ秒程度、長い場合でも300ミリ秒程度以下にするよう設計している。

②は相手端末が契約している端末の速度クラスによる。例えば、2,400 bit/s の契約をしている相手に、1,000 bit の通信文またはパケットを送達するためには、約0.4秒の時間を要する。

(ウ) 伝送品質: パケット形態端末及び標準のベーシック手順 (会話形または全二重) またはハイレベル手順による一般端末については、加入者線を含む網内の伝送路の全区間で誤り制御するので、ビット誤り率は 10^{-10} 以下のほとんど無視しうる値となる。

デリミタのみを規定する一般端末についても、加入者線部分を除き網内の伝送路の全区間で誤り制御するので、伝送品質は既存サービスのうちでも品質が良いとされている専用線等にくらべ同等以上となる。

5. データ交換網の特長

回線交換、パケット交換両方式について、1.で述べた必要性にどのように応えているかという観点から整理すると次のようになる。

5.1 回線交換方式の特長

回線交換方式では、発着両端末間を結ぶ回線で接続されたあとは、この回線を通してどのような通信が行われようとも網は通信に関与しない。従って、端末から見て、通信文の形状や通信信号の符号化方法、伝送制御手順等について網から制約を受けることのないトランスペアレントな性格を有している。主な特長は以下のとおりである。

(1) 接続時間の短縮

発信端末から交換機への選択信号の送出にはキャラクターダイアルによる方法、局間の選択信号の送受には48kbit/sの高速共通線信号方式で行われるので、ダイアルし終わってから相手につながるまでの接続時間は長くて1~2秒程度以下である。

(2) 伝送品質の向上と高信頼性

伝送路の大部分がPCM方式を利用しているので、伝送路の雑音やひずみに強く、また交換機は通話路を含めて集積回路等の電子部品を用いるので、雑音が極めて少なく、ビット誤り率の改善かつ品質の安定化、さらに迂回ルートの選択等きわめて信頼性の高いサービスを提供できることになる。

(3) 通信速度の向上

デジタル信号の時分割交換とPCM伝送路の結合は、PCMの電話1チャンネル分で48kbit/sの速度のデジタルデータ伝送が可能となる。

(4) 回線交換サービスの適用領域

本方式では、発着両端末間の回線を接続するまでの交換処理は電話網と同じ程度の処理量を要するが、いったん接続されたあとは、回線を単に保持しておくだけでよく交換処理はほとんど要しない。

従って、本方式は比較的長電文が多く、通信密度の高いトラヒックのデータ通信やメッセージ通信及びファクシミリ電送に適した交換サービスと言える。

5.2 パケット交換方式の特長

パケット交換方式では、蓄積交換機能を利用し、速度・符号・同期方式・伝送制御手順の異なった端末とのデータ通信が原理的に可能となる。さしむきは、速度、同期方式の異なった端末の機能のみを提供することとしている。主な特長は以下のとおりである。

(1) 接続時間の短縮

同期式の一般端末及びパケット形態端末の場合は、通常の通信情報と同じ形で宛先番号を交換機へ送る、調歩式ではキャラクターダイアルによる方法により、ダイアルし終わってから相手につながるまでの接続時間は相手端末の速度クラスによるが長くて1秒以下である。

なお、相手につながったあと通信情報が発着信両側の交換機間を転送されるのに要する時間は約0.1秒程度である。

(2) 伝送品質の向上と高信頼性

網内のパケット交換機等間でパケットを転送する場合は1パケットごとに誤り制御を行い、標準の伝送制御手順を用いる端末では加入者線部分の伝送についても誤り制御を行うので、全体としてビット誤り率は 10^{-10} 以下になるものと期待される。

また、各装置は予備を設け、伝送路は二重化し、かつ迂回ルートの選択も弾力的に行うので、網内での障害発生の際にもシステムの維持を確保するなど、きわめて信頼性の高いサービスを提供できる。

(3) 通信速度の向上

低速は200bit/sから、高速は48kbit/sまで幅広い速度クラスを提供する。

(4) 回線交換方式との比較

パケット交換方式は、端末からみて通信規約があり、また情報伝達に若干の遅延時間があるが、異速度端末間の通信やパケット多重通信、さらにきわめて高い伝送品質といった回線交換方式にないすぐれたサービス機能を有する。

回線交換方式が通信の都度局間にその通信占有の回線を設定あるいは開放する必要があるのに比べ、パケット交換方式ではこの必要がなく、かわりに端末装置あるいは網側で通信文をパケットに分解したり、逆にパケットを通信文に組立てる処理が必要となる。

このため、パケット交換方式では、短電文の多い通信に対して交換コストが一般に低廉になるが、通信文が長くこれを多数のパケットに分割しなければならない通信については、通信文⇄パケットの変換処理コストがかさみ、パケット交換の有利さが失われてくることになろう。

6. あとがき

以上、公衆データ交換網を目指すデジタルデータ交換網について述べてた。

現在、データ通信における技術動向は、システムの情報処理あるいは通信処理の機能分散化やシステム相互間のネットワーク化による結合が拡がりつつあり、システム側と網側との機能分担、網との接続方法、システムの相互接続あるいはシステムの広域拡大等の問題が提起されている。

このため、公社はこれらシステム側を煩わせているネットワークの設計の容易さ、通信コストの実質的な有利さ、多様なサービスの提供等とともに、伝送品質の向上、障害復旧の迅速化さらに高信頼性の確保とい

った網側の問題の解決を図った新しい公衆データ交換網を実用化し、新しいデータ交換サービスを提供しようとしている。

今後、この新しい公衆データ通信網が、既存網との網間接続、国際接続さらに網自体のインテリジェント化など多くの問題を解決して、広く顧客のニーズに沿ったデータ交換サービスを提供できるように一層の充実を図る予定である。

(昭和51年12月7日受付)

(昭和52年1月27日再受付)