

オフィスオートメーションネットワーク —ネットワークの技術動向—

Office Automation Networks —Technical Trends of Telecommunication Networks—

あらゆる組織や企業の活動を行なう上で、迅速かつ正確な情報の伝達機能は欠かすことができない。この情報伝達の主要な担い手が電気通信ネットワークである。効果的なオフィスオートメーションシステムの実現のためにも電気通信機能は不可欠な要因である。

本稿では、まず、オフィスオートメーションでの通信の役割を明らかにする。次に、ニーズの多様化と基盤技術の進歩に基づく通信ネットワークの大きな流れについて述べる。

通信ネットワークを構成する代表的な製品技術として、PBX、パケット交換及びローカルネットワークを取り上げ、それぞれの技術動向と特徴を示し、最後に、オフィスオートメーションネットワーク構築でのPBXとローカルネットワークの適用領域について考察した。

1 緒 言

OA(オフィスオートメーション)の目的を達成するためには、迅速かつ正確な情報の流通手段が不可欠である。電気通信ネットワーク(以下、ネットワークと呼ぶ。)は、情報流通の担い手であるばかりでなく、高度の制御や処理機能を備えて、OA効果の実現に貢献する。

本稿では、OAのためのネットワークを構築する構成要素の技術動向について概観する。

まず、OAでの通信の役割を明らかにし、次に、最近のネットワーク技術の動向を示す。前者はニーズの把握であり、後者はシーズの認識である。続いて、主要構成要素であるPBX(回線交換形構内交換機)、パケット交換及びローカルネットワークの技術の現状を述べ、最後にこれらの適用領域について考察する。

2 OAでの通信の役割

OAのねらいは、オフィスで働く人々の作業能率の向上である。OAという概念の中に位置づけられたことはなかったかもしれないが、電気通信手段、特に電話は典型的なOA手段である。今、電話がないと仮定すると、大部分の企業の活動範囲は極端に狭くなり、情報の遅れから業務が停滞して判断や決定のタイミングを失うことになるであろう。

役員から一般事務員まで、オフィスで働く人々の仕事の多くは、情報を生成し、流通し、必要に応じて保管することである。この一連の流れの中で、情報流通の重要性は大きい。

ファクシミリのように、もともと通信機能をもっているものだけでなく、ワードプロセッサ、パーソナルコンピュータなどの通常は自立使用されるOA機器にも通信機能をもたせて、これらを有機的に結合し、情報の迅速かつ正確な流通を実現するシステムが本格的なOAシステムであると言える。このようなシステムでは、同じ種類の機器の間だけでなく、異なった種類の機器間での情報授受ができることが望ましい。このために、通信処理と呼ばれる通信速度変換、プロトコル変換などの機能が必要になる。

都丸敬介* Keisuke Tomaru

桧山邦夫** Kunio Hiyama

OAのためのネットワークは、多様な機器を接続できる柔軟性、拡張性をもち、更に、通信処理機能を備えたものでなければならない。こうすることにより、OAの効果を最大限に発揮させることがOAでの通信の役割である。

3 変ぼうするネットワーク

ネットワークで伝達するメッセージが、音声、データあるいは画像のどの形態の信号で表現されるかによって、ネットワークに要求される通信速度、許容遅延時間、許容ビット誤り率などが異なる。表1は各種の通信の特徴の一部を示したものである。同表から、通信の種類によってネットワークに要求される条件が広範囲にわたることが理解されるであろう。

こうした広範囲の要求条件に対応するために、最近の技術進歩に支えられて、ネットワークの急速な変ぼうが進んでいる。以下、幾つかの注目すべき動向について述べる。

(1) アナログネットワークとディジタルネットワーク
古典的なオフィス通信の主役である電話の信号は、周波数0.3~3.4kHzのアナログ信号であり、電話機とネットワークのインタフェースは比較的単純である。このために、当初アナログネットワークとして実現された電話網の基本的な形態

表1 通信の種類と特徴 通信の種類は多様化しており、それぞれの特徴によってネットワークに対する要求条件が変化する。

通信の種類	用 途 (例)	周波数/速度	メッセージ長さ
音 声	電 話	0.3~4kHz	数十秒~数十分
	放 送	0.1~10kHz	数十秒~数十分
デ ー タ (符号化文字)	メッセージ通信	50b/s~数Mb/s	数秒~数時間
	デ ー タ 処 理	50b/s~数Mb/s	数秒~数分
	プロセス制御	数百b/s~数Mb/s	<1秒~数秒
	監視・警 報	数b/s~数十kb/s	<1秒~数分
画 像	ファクシミリ	数kb/s~数Mb/s	数秒~数分
	テレビジョン(静止画)	数kb/s~数Mb/s	数秒~数分
	テレビジョン(動 画)	60Hz~6MHz	数分~数時間

* 日立製作所戸塚工場 ** 日立製作所システム開発研究所

や機能は数十年の長期間にわたってほとんど変化しなかった。しかし、信号処理技術や部品技術の進歩に伴い、音声信号をPCM(パルス符号変調)によってデジタル信号に変換して扱うデジタル伝送システム、及びデジタル交換機が実用化された。

一方、昭和40年代から50年代にかけて、コンピュータ利用のためのデータ通信、及びファクシミリ、ビデオテックスなどの画像通信が一気に普及期を迎えた。

データ通信や画像通信で扱う信号はもともとデジタル信号なので、これらの通信のためのネットワークとしては、広範囲の通信を扱うことができ、かつビット誤り率が小さなデジタルネットワークが望ましい。このために、日本電信電話公社のDDX(Digital Data Exchange)のような公衆デジタルネットワークや私設デジタルネットワークが開発され、実用期に入った。

将来は、デジタル化された電話ネットワークを中心として、一つのネットワークですべての種類の通信を扱う、総合デジタルネットワークが実現すると思われる。このために世界各国で精力的な研究が行なわれている。

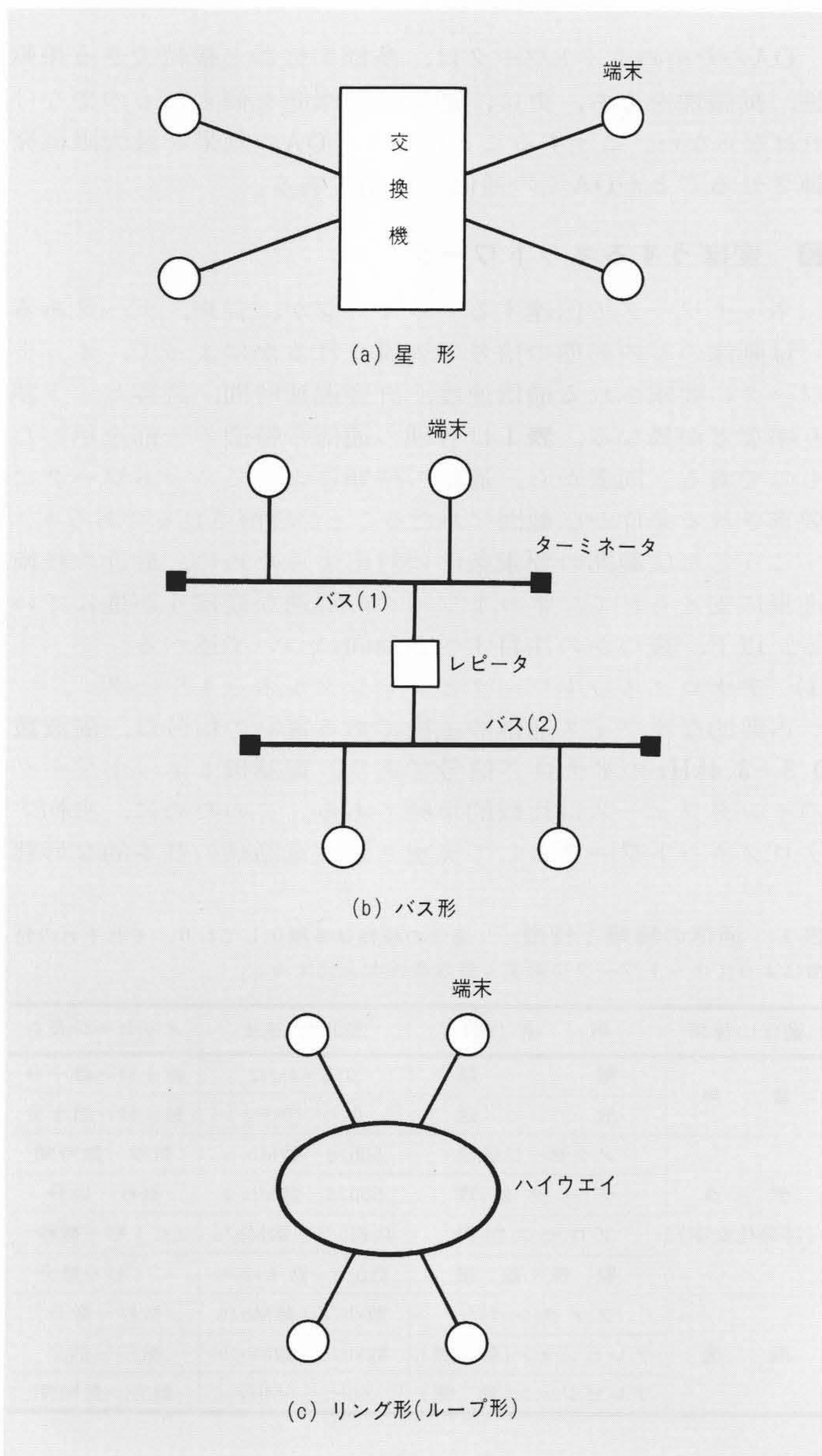


図1 OAネットワークの構成 星形は集中交換方式、バス形及びリング形は分散交換方式である。

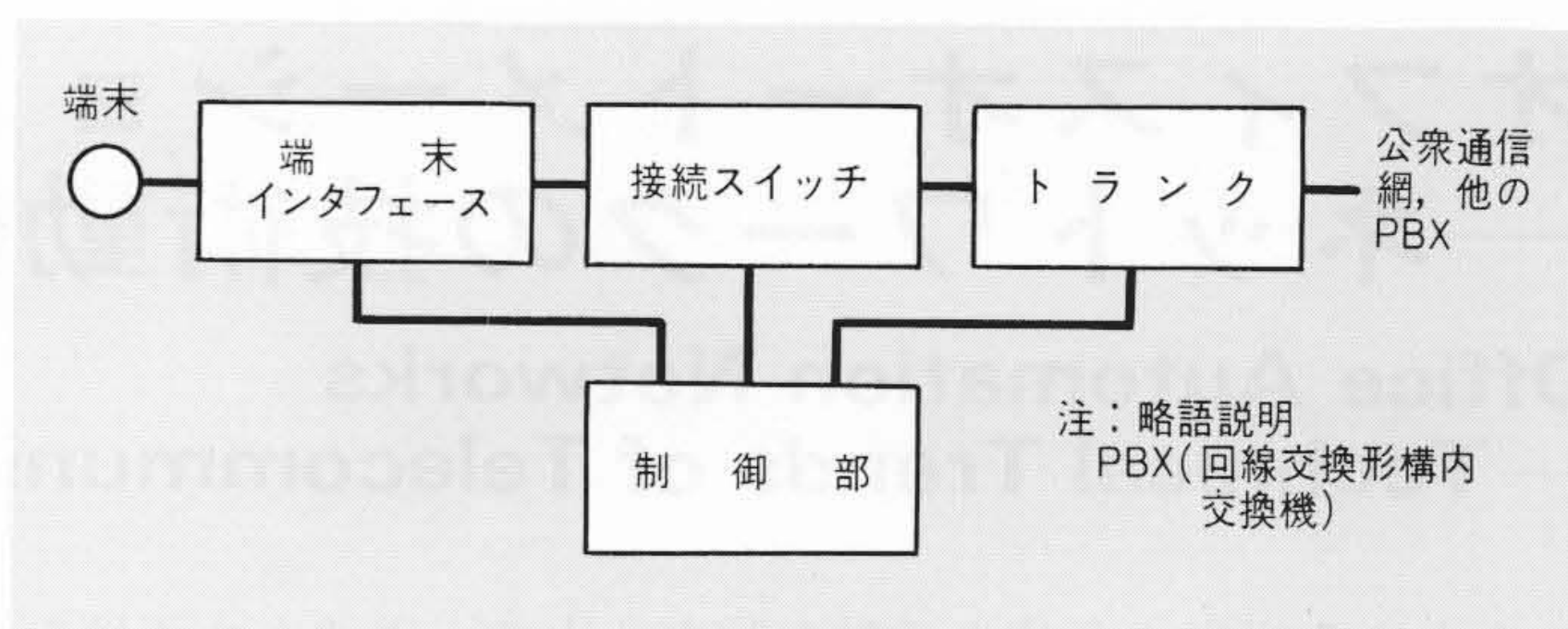


図2 PBXの基本構成 接続スイッチの方式にSD方式(空間分割方式)とTD方式(時分割方式)がある。非電話系通信も扱うOAネットワークにはTD方式が適している。

(2) 回線交換と蓄積交換

電話のような対話形通信では、ネットワーク内のメッセージ伝達遅延時間を最小にし、かつ通信中に遅延時間が変動しないように配慮する。一方、多くの一方向メッセージ通信では許容遅延時間の範囲が大きく、かつ遅延時間の変動が許される。こうした条件を考慮して、回線交換形ネットワークと蓄積交換形ネットワークが実用化されている。

回線交換形ネットワークでは、通信に先立って送信端末と受信端末との間に通信リンクを設定し、通信中はそのリンクを保留する。

これに対して、蓄積交換形ネットワークでは、あて先(受信端末識別情報)を含むメッセージを送信端末から送出すると、ネットワーク内の交換機がこのメッセージを受け取っていったん蓄積し、それから受信端末を調べて送り届ける。蓄積交換方式での代表的な技術がパケット交換方式である。

(3) ネットワーク形式

図1に示すように、ネットワークの物理的な形式として星形、バス形及びリング形(あるいはループ形)がある。星形は集中交換方式であり、バス形及びリング形は分散交換方式である。いずれの形式のネットワークにも、回線交換方式と蓄積交換方式の両方式がある。

いずれも究極の目標は、前述のように電話、データ及び画像通信のすべてを扱う総合サービスネットワークの実現である。

4 回線交換方式の動向

回線交換方式のネットワークとして代表的なものはPBXである。その基本的な構成は、図2に示すように接続スイッチを中心として、端末インタフェースとトランクがあり、全体の動作を制御部で制御する。

従来のPBXは、接続スイッチとしてクロスバススイッチや半導体クロスポイントスイッチ行列を用いた、SD方式(空間分割方式)であるが、最新のPBXは、半導体論理ゲートとメモリを用いて接続スイッチを構成するTD方式(時分割方式)が主流になっている。

TD方式では、音声信号をPCMによってデジタル信号に変換し伝達する。接続スイッチは、高速度のデジタル信号を扱うように設計されているので、データ通信や画像通信のような、もともとデジタル信号を扱う非電話系通信との親和性が高い。

従来のSD方式のPBXは、電話交換機としては十分に洗練されているが、非電話系の通信を扱う場合には以下のような問題点がある。

(1) 端末インタフェースにモデムを使う必要があるため、モデムの性能で通信速度が制限され、かつ高価になる。

- (2) 接続スイッチで発生する雑音のために、ビット誤りが生ずることがある。
- (3) 一般に、通信の都度ダイヤル接続をするので、接続遅延時間が大きい(数秒～十数秒)。
- (4) ダイヤル接続の手間と接続遅延時間を省くために、長時間にわたって接続状態を保留すると、接続スイッチの容量が実効的に低下して、接続ブロック率が大きくなる。

一方、TD方式では、一般に非電話系通信を扱う場合の上記問題点を、以下に述べるように解決できる。

- (1) PCM化した音声信号の速度は64kb/sである。非電話系通信は、64kb/sを基準速度として、この整数倍の高速伝送を行なうことができる。また、64kb/sよりも低速度の通信に対しては、64kb/sを複数の低速サブチャネルに分割して、ネットワーク全体のチャネル容量を増すことができる。いずれの場合も、非電話系端末との接続にモデムを使用せず、LSI化による低価格化が可能な接続装置を使用することができる。ただし、このような接続装置の製品化が既に始まってはいるものの、まだ普及時期は不明確である。
- (2) 接続スイッチはすべて電子的スイッチであり、接触不良や接触抵抗変化がないこと、及びスイッチの駆動電力が小さいために雑音が少ないことから、ビット誤り率が小さい。
- (3) スwitchの動作が速いので、ダイヤル終了後の接続遅延時間が小さい。端末装置から送出するダイヤル信号として文字符号を使うことにより、ダイヤル時間そのものも短縮できる。
- (4) SD方式よりも経済的にチャネル容量を大きくでき、常に空きチャネルの存在を保証する非ブロック構成を実現できる。このため、長時間にわたって接続状態を保持しても、他の通信に与える影響が小さい。

5 パケット交換

公衆データ交換網として、パケット交換網が我が国をはじめ世界各国で急速に発達、普及し始めた。

パケット交換網で扱うのは、主として非電話系のメッセージである。メッセージ本体に、あて先、制御符号、誤り検出符号などを付けて一定の形式にまとめたものをパケットと呼び、これを伝達単位としてネットワークの中で運ぶ。長いメッセージは、一定長さの複数のパケットに分割して送り、受信側で元のメッセージに復元する。

パケットの組立、分解、伝達の途中で生ずる誤り検出、誤り検出時の回復処理などについて、昭和50年代に入ってCCITT(国際電信電話諮問委員会)による詳細な勧告が制定されたことが、互換性や交信性を重視する通信の分野での新技術の導入、及び普及に大きく寄与した。

パケット交換ネットワークは、ビット誤り率が 10^{-12} 程度と非常に小さいこと、蓄積交換方式の一種であり通信回線の使用能率が高いことなど優れた特徴をもっている。専用線を使用した企業内パケット交換ネットワーク、構内パケット交換ネットワークなど、いろいろな形態でパケット交換の技術を利用できる。

図3は、国際専用線を使用して構築した企業用国際総合通信網“HIPA-NET”の一例である¹⁾。ファクシミリ、テレタイプ、データ通信などの各種メッセージをパケット多重化して、同一回線上で伝達する。また、パケット交換機に大容量のメッセージバッファメモリをもたせて電子メール機能を実現している。

6 ローカルネットワークの動向

同軸ケーブルあるいは光ファイバケーブルのような高速伝送路を、多数の通信で時分割多重使用するバス形式やリング形式のネットワークの実用化が、昭和50年代に入ってから急速に進み始めた。これらは総称してローカルネットワーク(LNあるいはLANと略される。)と呼ばれる。

伝送路長が比較的短い企業構内あるいは建物内のネットワークでは、信号の減衰などの物理的な制約や、公衆通信網の制度面の制約の影響が小さいので、設計上の自由度が大きく、新技術の導入が容易である。したがって、ローカルネットワークとして多くの方式が提案されている。

ローカルネットワークは、単なる多重化伝送路ではなく、分散交換システムとしてとらえられる。交換方式の面から見ると、ローカルネットワークにも回線交換方式とパケット交換方式とがある。

回線交換方式では、高速の共通伝送路上に多数のタイムスロットを規定する。そして、通信を行なう端末に対して使用するタイムスロットを割り当てる。同一タイムスロットを割り当てられた端末同士が接続されるわけである。単位時間内に割り当てるタイムスロットの数を変えることによって、通信速度を変えることができる。したがって、それぞれの端末

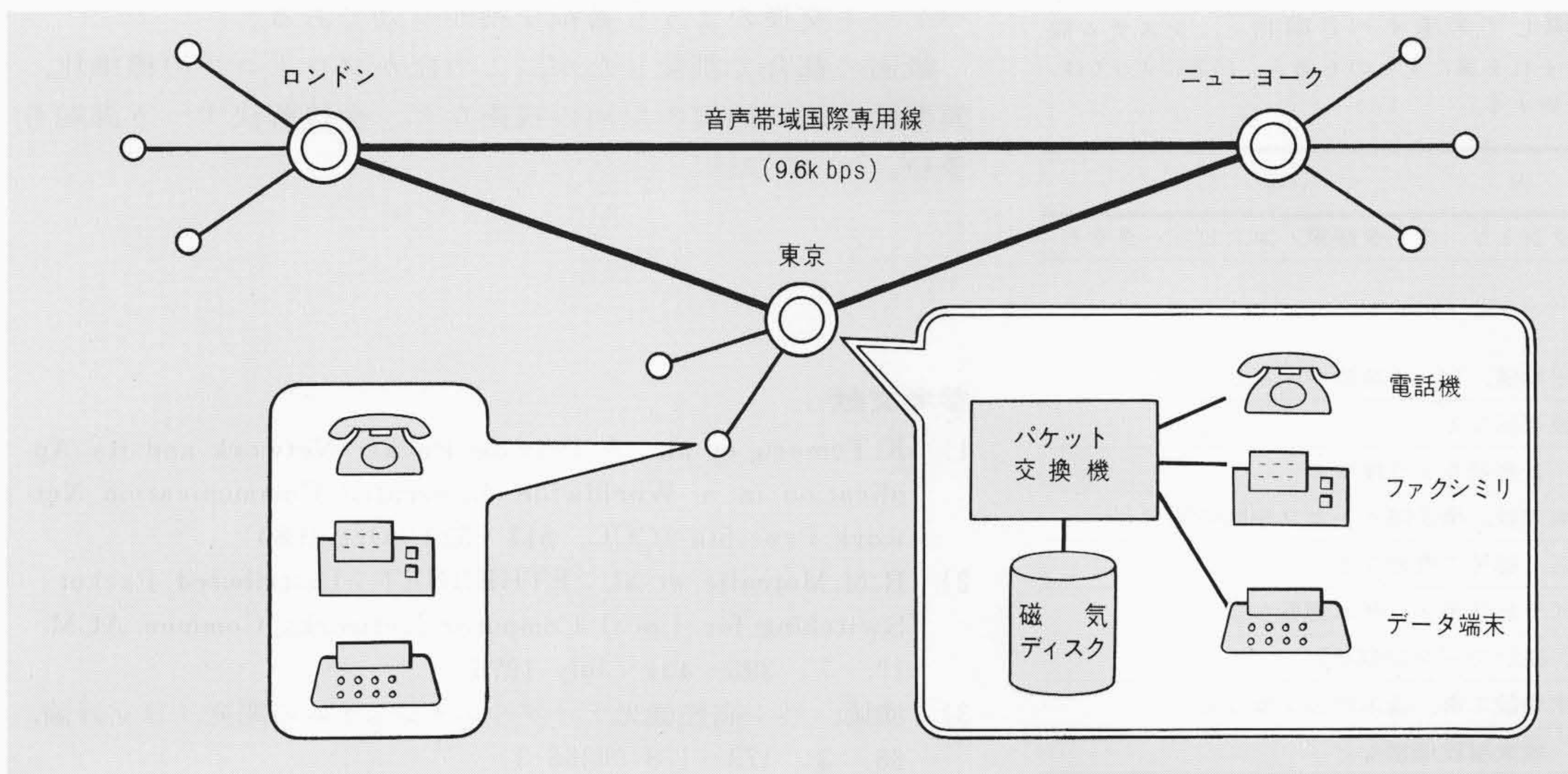


図3 HIPA-NETの応用例 国際総合通信システムの構成、高価な国際専用線を高効率で使用できる。高度の誤り補償により、高品質通信を実現した。

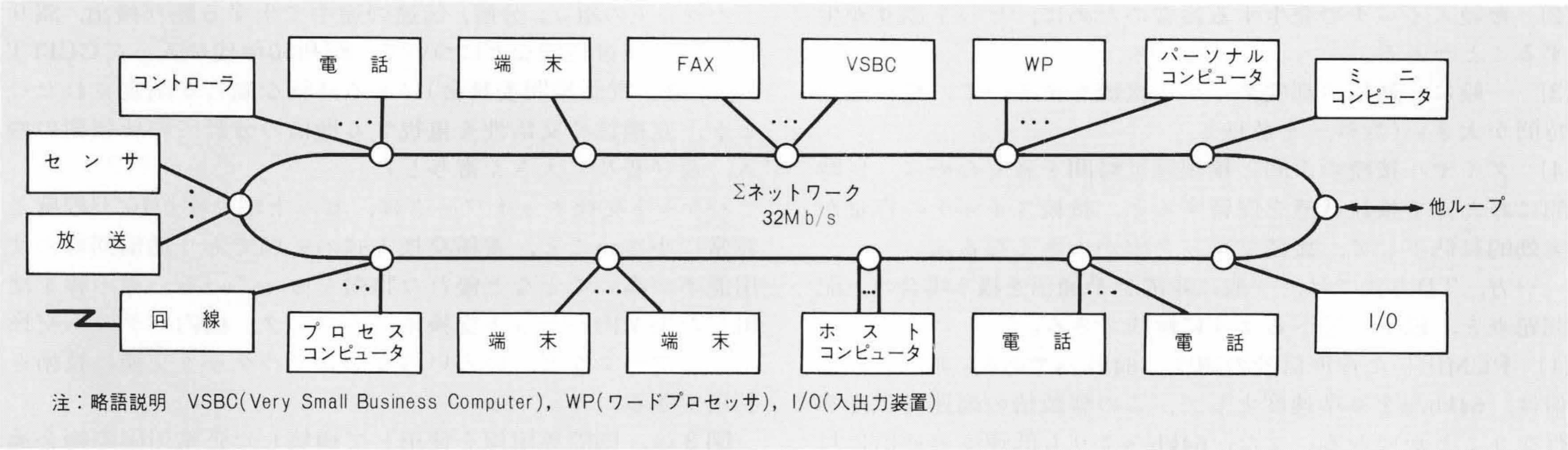


図4 多元情報光ネットワーク(Σネットワーク) 高速光ファイバを用いた多元情報(電話, データ, 静止画)を扱えるローカルネットワーク例を示す。

の通信速度に応じた多元速度ネットワークを実現し、伝送路の使用能率を高めることができる。

これに対して、パケット交換方式では、すべてのメッセージが伝送路の最大伝送速度を一杯に使用する。送信端末が、あて先などの付加情報を含むメッセージパケットを伝送路に送出すると、そのパケットはすべての端末に到達する。各端末は送られてきたパケットのあて先と自分の識別番号とを照合し、一致したものがそのパケットを受信する。

パケット交換方式では、パケットの形式、送信端末でのパケット送出タイミング、受信端末でのパケット受信の確認などの規則をプロトコル(通信規約)として規定する必要がある。米国ゼロックス社のETHERNETでは、送信端末が伝送路上の信号の有無を調べて、空いているときにパケットを送出するCSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection) 方式を用いているが、送信権を順次持ち回るトークン方式も有効な方式である。日立製作所の「データフリーウェイ」ではトークン方式を用いており、リング状のパケットネットワークを産業分野に広く提供している³⁾。

時分割方式を用いた多元情報光ループネットワークとして、現在日立製作所では「Σネットワーク」を開発中である(図4)。本システムは、回線交換とパケット交換との共存をねらっており、時分割多重技術を基に、前述の回線交換の特徴と、パケット交換の特徴を併せもっている。光通信の高速性、高品質性を活用し、回線交換では約400回線分の同時利用容量をもち、音

声、データ、静止画像の伝送を任意の相手と多様な形態で伝送可能である。接続機器は一般標準の電話機、データ端末を対象とし、更に前述したように時分割回線交換方式の特徴を生かし、複数回線を同時利用しての高速伝送も可能としている。これらの実現は分散制御交換方式であり、マイクロコンピュータ、更にLSIの活用により低価格化を図っている。

7 PBXとローカルネットワークの適用領域

PBXとローカルネットワークはそれぞれの特徴をもっているため、OAネットワークを構築する場合には、目的や条件を十分に考慮してどちらを選ぶかを定めることが重要である。この場合に考慮すべき主な事項は表2に示すとおりである。

OAネットワークとして、公衆電話網とも接続できる電話が不可欠な場合にはPBXを使用する必要がある。PBXの内線配線系にローカルネットワークを用い、それぞれの特徴を生かすような混成構成も効果的である。

8 結 言

効果的なOAを実現するために、ネットワークが具備すべき事項を示し、これを満たす技術の動向について概観した。

OAネットワーク構築の指針として、以下のことが言える。

- (1) PBXとローカルネットワークは、いずれも固有の特徴をもっており、目的に応じて使い分けるべきである。
- (2) 電話、データ及び画像通信を扱う総合サービスネットワークとしては、TD方式PBXの使用が効果的である。
- (3) ネットワーク資源、特に通信回線の使用率を高めるには、パケット交換のような蓄積交換が有効である。

紙面の都合で割愛したが、このほかプロトコルの標準化、異機種端末間通信のための技術など、今後解決すべき課題も多い。

表2 ネットワークの選択に際して考慮すべき項目 システム設計に際し、各項目の内容を規定し、それを満たすものを選ぶ。内容によっては、実現できない製品もあるので注意を要する。

項 目	内 容
端 末 種 類	電話機, ファクシミリ, データ端末, コンピュータなど
端 末 数	端末種類別
通 信 速 度	端末種類別
通 信 量	端末種類別, 平均値, ピーク時集中率など
許 容 遅 延 時 間	接続遅延, 伝達遅延など
通 信 品 質	ビット誤り率, 音声明りょう度など
拡 張 性	最大接続可能端末数, 増設時サービス中断時間など
公衆網との接続	認可条件の充足, 認可の有無など
信 頼 性	システムアベイラビリティ, 無人運転など
ネットワーク管理	ふくそう制御, 統計データ記録など
工 事 性	初期工事, 端末増設工事, 端末移設工事など
価 格	最小構成価格, 端末増設価格など

参考文献

1) K.Tomaru, et al.: A Private Packet Network and its Application in a Worldwide Integrated Communication Network, Proc.5th ICC, 517~522 (Oct. 1980)
2) R.M.Metcalf, et al.: ETHERNET: Distributed Packet Switching for Local Computer Networks, Commun. ACM, 19, 7, 395~404 (July 1976)
3) 満岡, 外: 高性能光データウェイシステムの開発, 日立評論, 63, 3, 173~178 (昭56-3)