

## 第 7 章 技術及びシステムの研究開発

### 第 1 節 概 況

様々な態様をもって社会経済の諸活動を支えている電気通信の基盤をなすものは、基礎から応用にわたる広範な技術であり、またこれらを組み合わせたシステムである。本章ではこの技術及びシステムについて我が国の関係研究機関において行われている主な研究開発の状況について述べる。

電気通信は社会経済からの要請への対応と電子通信技術の進歩とあいまって近年高度な発展を遂げ、欧米の先進国と肩を並べるほどの水準に達した。しかしながら更に便利で快適な生活を求める国民のニーズは、電気通信の面でも一層のサービスの向上と改善を希求しており、これにこたえて新たな技術やシステムの研究開発が進められている。

まず、電気通信を支える基礎的な技術としては、固体素子の開発を中心とする電子技術がある。この分野での技術進歩はトランジスタから IC 及び LSI の実現を可能とし、コンピュータ等各種電子機器の小型化、高信頼化や情報処理の高速化の達成に寄与している。電子技術は今後ますますその範囲を拡大し発展を続けるものと予想されるが、その足掛りとして新しい物理現象の探究と機能素子の開発、あるいはオプトエレクトロニクスのような革新的な技術の研究開発が行われようとしている。

電波技術については、近年の周波数のひっ迫とともに資源としての電波という考え方が強まり、たとえばミリ波帯の開発や既利用周波数帯の再開発といった観点からの研究開発が積極的に行われている。特に、利用周波数帯を光領域にまで拡張したレーザについては、その応用分野が通信、計測、情報処理と広く、今後、画期的なエレクトロニクスの分野として切り開かれることが期待される。

次に電気通信の分野の新しい技術及びシステムとしての電子交換方式、大

容量伝送方式、画像通信及びデータ通信をあげることができる。

既に実用期に入った電子交換方式は、ICメモリの導入によって適用領域の拡大が図られ、中小規模での試験が実施されまた国際通信の面でも独自のシステムが導入されている。

ますます増大する通信需要を満たすために大容量通信方式の開発が一層重要になっており、1システムあたり400 Mb/s（電話換算5,760回線）、18心標準同軸ケーブルでは電話4万6,080回線を伝送する大容量同軸PCM方式及び20GHz帯を用いた準ミリ波無線PCM方式が実用化されている。

画像通信については、東京一大阪間のテレビ会議が実用に供されており、また、A4判原稿を8～15秒で伝送できる超高速デジタルファクシミリも試作にとりかかっている。更に、多摩ニュータウンで行われている生活情報システムの開発実験は、サービスの種類の拡大など更に充実したものとなりつつある。

放送の分野では近年増加しつつある都市内でのテレビジョンの受信障害の解決に有力と見られるSHF帯の使用やテレビジョン放送波や超短波放送波を利用した多重放送についての検討が行われている。

以上のような研究開発を進めている我が国の主要な研究機関としては次のようなものがある。

郵政省における研究機関としては電波研究所があり、その規模は研究者が244名（51年度末現在、以下同じ）、51年度予算は歳出約53億8千万円、国庫債務負担行為約1億8千万円である。

電電公社、NHK及び国際電電もそれぞれ研究部門を持っている。電電公社には研究開発本部のほか、武蔵野、横須賀、茨城の各電気通信研究所があり研究者総数1,818名、51年度予算は約419億円である。NHKには総合技術研究所及び放送科学基礎研究所があり、研究者は495名、51年度研究費は約41億2千万円である。国際電信電話研究所は研究者152名、51年度研究費約25億1千万円である。

なお、研究機関ではないが郵政大臣の諮問機関として25名の委員及び約

200名の専門委員からなる電波技術審議会があり、電波の規律に必要な技術に関する事項について調査審議を行っている。

## 第2節 基礎技術

### 1 大規模集積回路

大規模集積回路は、機器の小形軽量化、高信頼化及び経済化が図れるものとして、コンピュータはもとより通信機器など電気通信技術全般に大きく貢献することが期待され、その高集積化のための技術開発が進められており、数ミリメートル角当り4キロビット、16キロビットの記憶容量を持つメモリが実用化されている。

電電公社において微細パターン形成技術等高集積化の研究が進められてきたが、6ミリメートル角当り64キロビットの記憶容量を持つ超 LSI メモリ（MOS 形ランダムアクセスメモリ）の開発が世界に先がけて成功し、実用化に大きく前進している。

### 2 磁気バブル

磁気バブルは、不揮発性（電源が切れても情報が消滅しない）、高記憶密度、低消費電力のほか機械的可動部分がないなど、従来の記憶素子にない特徴を持っているため、コンピュータや電子交換機等の磁気ドラム・磁気ディスク等に代る新しいファイルメモリとして期待されている。

電電公社においては、材料から装置にわたる研究が進められて、誤り率などの特性が優れ信頼性の向上、小形化を図った2メガビット規模の磁気バブル記憶装置が試作されたのに引き続き更に経済化を図るため、新しい単結晶膜材料の研究、高密度化のための集積化技術、回路技術の研究が進められている。

国際電電においては、鉄を主成分とした非晶質の合金薄膜が磁気バブル用材料として有効であることに着目し、その特性を生かした装置の実現化につ

いて材料面からの研究が進められている。また、結晶材料バブルの応用として、単に外部記憶装置としてのみならず、論理と記憶を組み合わせることで高度の情報処理能力を持つ装置についても基礎的な研究が進められている。

### 3 パターン情報処理

コンピュータの入出力や交換機への信号送出手は、タイプライタや電話機のダイヤル等により行われているが、これを人間の自然なコミュニケーション手段でもある音声や文字を用いて、可能とするためのパターン情報処理の研究が進められている。

音声認識については、入力された音声の周波数スペクトルパターンを標準パターンと比較して分析し、単語を認識する方式が研究されている。また、音声合成では、線形予測係数等音声の特徴パラメータを用いる方式が主に研究され、これらの研究成果をもとに、会話音声でコンピュータと対話できる実験用の質問回答システムが試作され研究が進められている。

文字識別については、手書きの英字、カナ文字の識別の研究が進められ、識別能力の高い位相構造化法の開発が行われている。この識別方法を用いることにより高性能で経済的な文字読取装置の実用化が期待されている。

### 4 光ケーブル伝送

光ケーブル伝送方式は、光ファイバを用いていることから、直径0.1mm程度の光ファイバ1本で、1本の同軸心と同等あるいはそれ以上の容量の伝送ができること、低損失であるため中継距離を長くできること、光ファイバの直径が細いので大束ケーブルの製造が可能であること、漏話が無視できること、限りある銅資源を使用する必要がないこと、軽量で可とう性に優れていること、電力線、電気軌道等からの外部誘導を受けないことなど、多くの特長を有しており、大容量伝送方式としてばかりでなく中小容量伝送方式まで広範囲に適用できるものとして期待されている。このため、各方面で光源である各種レーザーや発光ダイオード、光ファイバケーブル、中継器、受光器、

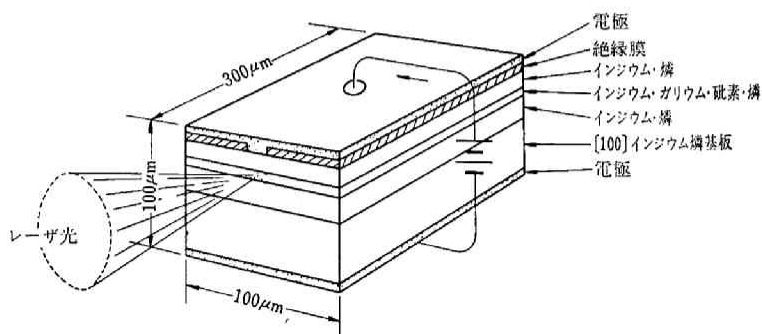
変調器等の基礎研究に加えて伝送方式の研究実用化も行われている。

電電公社では、多モードファイバとして  $0.5\text{dB/km}$  を下回る極低損失ファイバ、また  $1.0\text{dB/km}$  を下回る単一モードファイバの試作が行われたほか、ファイバの新しい融着接続技術の開発（平均損失  $0.1\text{dB}$  以下）や光ファイバの連続製造法の発明及び  $1.05\mu\text{m}$  帯の波長での  $800\text{Mb/sPCM}$  伝送実験の成功等の成果をあげている。更に、横須賀電気通信研究所構内に多モード光ファイバケーブルを布設し、光中継器と組み合わせた総合的な伝送実験を行い、 $32\text{Mb/s}$  で延長  $64\text{km}$  の多中継実験に成功するなど実用化に向けての光ケーブル伝送方式の開発が順調に進められている。

国際電電では、光ファイバの低損失波長領域（波長  $1.2\sim 1.4\mu\text{m}$ ）として、インジウム・ガリウム・砒素・燐及びインジウム・燐を用いた半導体レーザ開発を、デバイス化容易な結晶面である  $[100]$  面を用いて進め、 $1.31\mu\text{m}$  の波長で室温連続発振に成功した。第 2-7-1 図に、今回開発した半導体レーザの構造を示す。この波長は、光ファイバの低損失波長領域にあるばかりではなく、光ファイバの伝送帯域を制限する一つの要因である材料分散が、ほとんど 0 となる波長である。引き続き、更に長時間の連続発振を実現するため、発振しきい値の低減化を進めている。

このほか、クラッド形光ファイバを中心として、光ファイバの伝送特性に関する理論的、実験的検討を進めている。

第 2-7-1 図 半導体レーザの構造



### 第3節 電磁波有効利用技術

#### 1 新周波数帯の開発

##### (1) 準ミリ波以上の通信方式

近年、情報化の進展に伴う通信需要の著しい伸びを背景として、大量の通信需要に対処するための固定地点間情報伝送回線の拡充が強く要請されている。

一方、従来からこれらの大容量の固定地点間情報伝送回線用として活用を図ってきたマイクロ波帯の電波は、新しい電波利用分野におけるぼう大な需要増とあいまって利用限界に達しつつある。

このため、郵政省では、準ミリ波帯以上の周波数帯における電波の利用開発を図ることを目的として、45年に電波技術審議会に対して「準ミリ波以上の周波数を使用する電波の利用開発に関するものうち、固定地点間情報伝送の技術的諸問題」について諮問し、同審議会における審議の結果、49年3月準ミリ波帯の電波を使用する大容量デジタル伝送システム等について一部答申が行われ、更に、52年3月準ミリ波以上の周波数の電波の伝搬特性、装置技術の現状と将来の動向及び方式構成上考慮すべき事項について次のような趣旨の完結答申が行われた。

##### ① 伝搬特性

準ミリ波以上の高い周波数の電波伝搬においては、大気酸素及び水蒸気分子による吸収並びに降雨による減衰と交差偏波識別度の劣化が存在する。このため、これらの周波数を選定使用するに当っては、これらの特性を総合的に検討して電波の有効利用を図ることが必要である。また、大気による減衰特性は理論的に300GHz程度まで、更に降雨による減衰特性は実験的に140GHz程度まで、おおむね明らかとなっている。

##### ② 部品及び装置等のハードウェア技術

準ミリ波及びミリ波帯のハードウェア技術の最近の進歩は著しいものが

あり、部品、回路、装置の諸特性は信頼性も含めて、20GHz 帯で既に実用の域に達している。また、100GHz 程度までは近い将来実用化が期待されており、更に 300GHz 程度までは固体技術の延長線上の技術により、将来、実用化の可能性があるものと考えられる。

### ③ 変調方式

準ミリ波以上の高い周波数での変調方式は、一般に干渉に強く、端局装置が安価で、中継による伝送品質の劣化が少ない、従って周波数の有効利用が図れるデジタル方式を用いるのが適当である。また、近距離の画像伝送用無線方式の場合には、経済性及びシステムの簡易性の点でアナログ方式も有効と考えられる。

これらの答申に基づき、郵政省では公衆通信用の準ミリ波帯大容量無線中継方式の免許方針を策定し、51年12月東京～横浜間において、世界で初めて本格的な準ミリ波帯の実用回線（第2—7—2表）が導入されたが、更に、将来、短距離区間に適用する小中容量デジタル無線伝送、画像無線伝送等の分野でミリ波帯の電波を利用することが有効と考えられる。

第2—7—2表 準ミリ波帯デジタル無線伝送方式構成例

回線長	2,500km	中継形式	検波再生中継方式
回線信頼度 (不か働率)	0.3%/年	変調方式	4相差動位相変調
中継区間距離	3km標準	復調方式	同期検波瞬時検出
使用周波数	17.7～21.2GHz	中間周波数	1.7GHz
伝送容量	400Mb/s/1無線システム (電話換算 5,760回線)	送信電力	22dBm
		受信雑音指数	10dB
		空中線	1.8mφカセグレン形送受 共用

### (2) 250MHz 帯無線呼出方式

無線呼出サービスは相手の人が外出中であっても緊急の用件があることを通知するサービスであり、社会活動の迅速化、高度化にマッチしていることもあって、43年7月東京でサービスを開始して以来逐次サービスを全国各地

に拡大しているが、いずれの地区でも好評を博し、52年3月末現在49地区約64万加入に達している。

一方、この方式で使用している 150MHz 帯周波数は各種業務に利用されているため、新たに周波数を割当てることが困難な状況にあり、今後増大する需要に対処するため 250MHz 帯を利用し、1周波数当たりの収容加入数の増大等周波数の有効利用を図るとともに受信機の小型化、連続使用時間の延長等機能の拡充を計る方式について検討を進めてきたが、51年6月から51年9月にかけて東京において、250MHz 帯実験局により試験を行った結果、満足な結果を得、実用化できる見通しが得られたので今後本方式が導入される予定である。

なお本方式の概要は次の通りである。

- ア. 呼出し信号をデジタル化することにより1無線周波数当たりの加入者容量を従来の1万から3万とし、電波の有効利用を図る。
- イ. 受信機は高密度実装による小型化を図るため、LSI 等を採用し、大きさ、重さは 150MHz 帯受信機の7割である。
- ウ. 電池に単3乾電池を使用し、連続使用時間を2か月以上とする。
- エ. ベル音量の2段切替や3回呼出1回鳴音の機能拡充。

### (3) 800MHz 帯の陸上移動通信

現在、陸上移動通信には、主に 400MHz 帯以下の電波が利用されているが、近年社会活動の多様化、高度化にともない自動車等、陸上移動体との通信に対する社会的要望が高まりつつあり、これら需要の増加に答えていくためには、より高い周波数帯の利用開発を図る必要がある。このため、昭和47年に、郵政省は電波技術審議会に対し「陸上移動業務の 800MHz 帯における技術的条件」について諮問し、50年10月～11月にかけて東京都内において実施した 800MHz 帯に関する実地調査の結果をもとに、51年3月電波伝搬特性と都市雑音、有効な利用形態と伝送品質、無線機の諸特性、周波数割当上考慮すべき技術条件等について答申が行なわれた。



#### (4) 250MHz 帯自動内航船舶電話方式

船舶電話は、沿岸を航行する船舶と陸上の一般加入者間、あるいは陸上局を介して加入船舶相互間の公衆通信サービスを行うものであり、使用周波数帯は、150MHz 帯のものと 250MHz 帯のものがある。通信方式は、両者とも同時送受話のできる複信方式であり、交換方式は現在のところ、交換手を介しての手動交換方式を実施している。加入船舶数は、51年度末で150MHz 帯のもの7,036隻、250MHz 帯のもの1,931隻となっているが、年々増加の一途をたどっており58年度末には約20,000隻が加入するものと見込まれている。自動内航船舶電話方式は従来の船舶交換台経由の手動接続方式から加入者ダイヤルによる自動接続方式とし、接続時間の短縮による周波数使用効率の向上とサービスの改善をねらいとしたものであり、本方式の実用化が進められている。

使用周波数帯は、現在の 150MHz 帯では新規に割当ての余地がなく、激増する需要に対処できないと判断されるため、更に 250MHz 帯の追加割当てが検討されている。この方式の移動局は24チャンネル切替えであって、従来の方式より更にマルチ・チャンネル・アクセスの効果を高め無線回線の使用効率を向上させる。

自動化のために新たに採用される技術としては、船舶位置の自動検出及び登録、船舶に対する在圏位置の自動探索等があり、精度の高い S/N 検出、高信頼度の無線回線制御信号の授受等の無線技術に電子交換機による自動交換接続、位置登録、課金処理等の交換技術を有機的に組み合わせることによって、高度な移動無線システムが可能となる。

本方式の実用化により、従来の手動方式にみられた船舶の在圏海域を想定しなおすといった手間を省き、サービス性が向上すると同時に、無線回線の無効保留も減少し、その有効利用度が向上することとなる。

#### (5) 都市内受信障害対策用 SHF 帯の放送

都市内受信障害はテレビジョン放送が良好に受信できていた地域に高層建築物等の障害物が出現したため、電波がさえぎられたり、反射したりするこ

とによって生ずるものであり、画面にスノー・ノイズと呼ばれる細かいはん点が現れたり、ゴーストと呼ばれる多重像が現れたりすることである。

このような都市内受信障害を生じている受信世帯数は、51年度末現在、全国で約4万世帯と推定されており、都市の高層化が進むにつれて、今後この数はますます増加するものと思われ、その受信対策は大きな社会問題となっている。

テレビジョン難視聴対策調査会は、50年8月に行った報告の中で、都市内受信障害解消の技術的方策としては、現在、主として有線による共同受信施設が用いられているが、このほか多地点送信、微小電力放送局の設置、送信アンテナの高さの変更、SHF帯放送・衛星放送の導入等についても検討することが望ましいと述べている。

一方、電波技術審議会では、テレビジョン放送の技術的諸問題のうち、SHF帯(11.7~12.2GHz)の放送に関して、その考えられる用途とそれに適する方式、及び実現可能と考えられる時期について答申すべく、48年度から調査審議を行い、SHF帯の放送としては、都市内受信障害対策放送用高品位テレビジョン放送、静止画放送等が適することを明らかにした。このうち、都市内受信障害対策用のSHF帯の放送は、早期の実現が望まれるため、特に重点的に審議を行った結果、都市内の高層建築物等に起因するしゃへい障害、或いはゴースト障害の解消方法として極めて有効であり、かつ良質な受信画像が期待できること及び送信装置、受信装置についても低れんなコストで製造可能であることなどが明らかとなったため、51年11月に、都市内受信障害対策用SHF帯の放送の方式、送信の技術基準及び受信設備等その他の技術的条件について、答申が行われた。

答申の概要は、つぎのとおりであり、この放送を実施するための省令改正、免許方針の策定等行政上の措置も完了している。

〔答申の概要〕

- (1) 都市内受信障害対策用SHF帯の放送の方式としては、
  - ① 送信側は、現行のテレビジョン放送に関する送信の標準方式を基礎と

し、既存の VHF 帯又は UHF 帯のテレビジョン放送の電波を SHF 帯に変換して、同時再発射するもの。

- ② 受信側は、通常的全チャンネル・テレビジョン受信機に小型のパラボラアンテナと SHF コンバータを付加するもの。

が適当である。

- (2) 送信の技術基準については、周波数の許容偏差及び音声対映像電力比を次のとおりとするほかは、現行規則におけるテレビジョン放送の送信の技術基準の適用に問題はない。

- ① SHF 帯の中継放送局の送信周波数の許容偏差は  $\pm 10\text{KHz}$  以内にする  
ことが適当である。

- ② SHF 帯の中継放送局の送信機の音声対映像電力比は 1 対 10 にする  
ことが適当である。

- (3) 受信設備として全チャンネル・テレビジョン受信機に付加する SHF コンバータ及び SHF 標準受信空中線の所要性能は、第 2—7—3 表及び第 2—7—4 表とすることが適当である。

- (4) 置局に関する技術的条件である最小所要受信電力束密度は、 $-70\text{dBW}/\text{m}^2$  とすることが適当である。また、受信電力束密度の算定は次式による  
ことが適当である。

$$\phi = 10 \log P - 20 \log d - 71 - R - C$$

$\phi$  ; 受信電力束密度 ( $\text{dBW}/\text{m}^2$ )

P ; 等価等方幅射電力 (W)

d ; 距離 (km)

R ; 降雨減衰量 (dB)

C ; 都市減衰量 (6 dB)

#### (6) 海中のレーザ通信

海洋開発の一環として、レーザを利用し海中での各種の情報を海上へ高速、広帯域に伝送するシステムが強く要望されてきた。

郵政省電波研究所では、技術開発状況、実用の可能性等を検討した結果、

第2-7-3表 SHF コンバータの所要性能

項 目	性 能
(1) 受信周波数の帯域幅	11.7~12.2GHz 内の 200MHz
(2) 出力周波数の帯域幅	470~770MHz 内の 200MHz
(3) 局部発振周波数	下側指定の1波(固定)
(4) 入力構造	任意
(5) 出力インピーダンス	75Ω 不平衡, VSWR 3 以下
(6) 出力レベル	80~90dBμ (75Ω 終端値)
(7) 入力レベル許容範囲	-84~-69dBw
(8) 雑音指数	10dB (目標値)
(9) 帯域特性	チャンネル内 2dB 以内, チャンネル間 6dB 以内
(10) イメージ妨害比	15dB以上 (暫定)
(11) 局部発振周波数の漂動	±300KHz 以内 (実用限度値), ±100KHz 以内 (目標値)
(12) 不要輻射	-40dB以下 (暫定)
(13) ハム変調	-54dB以下 (50Hz), -40dB以下 (60Hz)
(14) 混変調	7波最大入力にて-46dB 以下
(15) ビート妨害	-55dB 以下
(16) 電 源	A C 30V未満, D C 45V未満とし, A C, D Cの区別および電圧値は任意とする
(17) 使用条件	屋外使用

第2-7-4表 SHF 標準受信空中線の所要性能

項 目	性 能
(1) 空中線の種類	パラボラ形
(2) 寸 法	40cmφ
(3) 絶対利得	31dB 以上
(4) 実効開口面積	-12dB 以上
10log A (dBm <sup>2</sup> )	
(5) 指向性半値幅 (水平, 垂直とも)	4.5°以下
(6) サイドローブ	第1サイドローブは-25dB 以下 上記範囲以外は-25dB 以下
(7) VSWR	規定せず (コンバータと一体として考える)
(8) 使用条件	耐風速40m/s

大陸だなから海面上までのレーザー光による広帯域伝送システムの開発を行うこととした。

49年度に行ったアルゴンレーザーの海中伝搬に続いて、50年度は水槽を使ったモデル実験を行い、両者の結果を比較検討した。また、水中における偏光保存性、偏光多重通信の可能性、散乱光の時間遅れ等の実験的あるいは理論的検討を行った。51年度は水槽実験のほか、海中レーザー通信装置の野外実験を行った。

51年2月横須賀市久里浜港内で、海水レーザー스코ープの探知能力を調べる野外実験を行ったが、このレーザー스코ープは、YAG レーザの2倍高調波(5,320 Å)を使用し、レンジゲート方式を採用した。実験によると、一般に使用されている水中テレビジョンの約4倍の探知能力をもつことが判明した。

## 2 既利用周波数帯の再開発

### (1) リンコンベックス通信方式

郵政省電波研究所においては、リンコンベックス方式の陸上移動無線への応用について、コンピュータシミュレーションによる通信系の最適構成の検討を48年度に行い、この結果に基づき、49年度は、150MHz帯リンコンベックス送受信装置(帯域幅3kHz)を試作した。

本装置を使用して都区内における伝搬実験を行った結果、同方式は現行FM方式(帯域幅16kHz)と比較して同等か若干良く、SSB方式よりかなり良いことが判明した。この成果をまとめ、51年3月に開催されたCCIR中間会議に寄与文書として提出し、新報告案(new draft Rep.AC/8)として採択された。51年度はリンコンベックス信号発生器を試作して、同一波及び近接波の妨害特性を実測した。これの実験から、陸上移動用としてのリンコンベックス方式は、現行FM方式と比較して周波数間隔を3分の1程度に縮小しても同等の性能が確保でき、周波数スペクトルの有効利用に対し、将来かなり有望な方式になり得る見通しがついた。

しかし、実用的見地から見れば、フェージング抑圧器で再生できない深さを持つ信号変動に应付する AGC の開発、周波数の高安定化、装置の小型化と簡略化による低コスト化等の解決すべき多くの問題点が残っている。現在これらについて電波研究所で検討中であり、周波数安定化については、新回路技術の応用で解決できる見通しである。また、陸上移動無線においては、フェージングが最大の障害となるが、フィールドテストには各種の制約があるため、ばらつきの少ない反復実験が不可能に近い。その対策としてフェージングシミュレータを試作し、上記リンコンボックスのほか FM、SSB など各種方式の比較評価実験を行うことを検討している。

## (2) 自己相関関数を利用した音声処理方式 (SPAC)

VHF、UHF 帯の移動無線や、短波による音声通信の需要はますます増大している。したがって、これらの通信においても、電波の有効利用の立場から、伝送帯域幅の節約や雑音やフェージングに強い伝送方式の開発が望まれている。

このため、電波研究所において音声波形を自己相関波形に変換して接続する音声処理方式 SPAC (Speech Processing system by use of Auto Correlation function) を50年に開発した。SPAC は、自己相関関数の性質を巧妙に利用することにより、音声周波数帯域の圧縮・拡大と、雑音やひずみの減少を合わせて行うことができ、上記の問題解決にこたえられる可能性があるものである。

51年度は、SPAC の雑音低減能力を理論的に解析し、S/N が 0 dB の信号の S/N を 10dB 以上も改善できることを明らかにした。また、この結果は聴覚試験によっても裏付けられた。一方、SPAC の狭帯域伝送 (低ビット伝送) への応用も検討され、振幅値をビットで伝送しても通話品質が劣化しないこと、また、伝送速度 10Kb/s の場合、振幅値 1 ビットで伝送しても十分な了解性が得られることを実験的に明らかにした。

今後は、SPAC の実時間実験装置を製作し、SPAC の各機能の定量的評価を行うとともに、他の伝送方式との比較検討を行う予定である。

### (3) テレビジョン放送波及びFM放送波を利用した多重方式

現在、我々が視聴しているテレビジョン放送や超短波放送（FM放送）の電波には、別の情報を重畳して同時に放送することができる。このような放送を多重放送と呼んでおり放送電波の節約、放送施設・設備の効率的な使用、受信者への多様なサービスの提供等が期待できる。多重放送の方式は、本来の放送番組との間の相互妨害がなく、良好な品質が得られ、しかも普及性のあるものであることが開発の目標となっている。

#### ア. テレビジョン多重放送

テレビジョン放送電波に重畳することが可能な信号の種類としては、①試験、制御、監視などの放送局の運用に関する信号、②ファクシミリ、静止画などの画像信号、③新たに付加する音声信号、④時刻、ニュース、天気予報などの文字情報信号などが考えられており、これらを重畳する方法として実用性があると考えられるものは、次の3方法である。

- ① 映像信号の垂直帰線消去期間へ重畳する方法
- ② 音声信号の副搬送波（1波又は2波）を利用して重畳する方法
- ③ 新たに付加搬送波をそう入して重畳する方法

一般受信者を対象とする多重放送としては、現在、音声多重放送、文字放送、静止画放送、及びファクシミリ放送の4種類が主に考えられている。

音声多重放送は、現在のテレビジョン放送の音声のほかに、別の音声信号を付加する方式であり、テレビジョン音声のステレオ化や多国語放送などのテレビジョン番組と関連した使い方のほか、テレビジョン番組と独立した内容の音声放送としても使うことができる。

この方式については、47年3月に、電波技術審議会が両立性、音質、普及性を考慮して最も適当な放送方式としてFM—FM方式（副音声で副搬送波をFMし、この副搬送波で更に音声搬送波をFMする方式）について標準方法や技術基準の答申を行っている。代表的な音声多重方式としては、この他に西独が開発した2キャリア方式（既存の音声搬送波のほかに付加搬送波として第2の音声搬送波を設ける方式）があり、CCIRにおいても二つの方式

は有力な方式として認められている。

文字放送は、映像信号の垂直帰線消去期間の一部に、時刻、ニュース、天気予報、ろうあ者向け字幕等の文字だけの情報を重畳して放送し、テレビジョン受像機のブラウン管に、単独に、あるいはテレビジョン画面へのスーパーインポーズとして表示するものであり方法によっては図形表示も可能である。一般的には、数種類の情報を同時に放送して、受信者側で写し出すか否か及び情報の種類の選択を行うこととなる。

文字放送は、海外においても活発な開発が進んでおり、イギリスの TELETEXT 方式など数か国で実験放送が行われている。

我が国では、電波技術審議会が47年度から垂直帰線消去期間の利用や文字放送等についても審議を行っており、垂直帰線消去期間の利用については、市販受像機を対象として行った室内及び実験電波を用いての両立性試験の結果を基に、52年3月に、『映像信号の垂直帰線消去期間に他の信号を重畳する場合は、水平走査線番号第16Hから第21Hまでの区間（両フィールドを含む）が適当であり、既に利用されている放送局の運用に関する信号は第17Hから第20Hの4H区間に集約することが適当である。』との答申を行っている。

また、51年度に電波技術審議会は、文字放送を目的とした垂直帰線消去期間に重畳するデジタル信号の伝送特性について実験電波による野外実験を行い、結果を中間報告している。

文字放送の方式については、既に数種類の方式が開発され、提案されているが、電波技術審議会では電波の有効利用と普及性の観点から、できるだけ情報量が多く、低コストの標準方式を確立すべく審議が進められている。

静止画放送は、テレビジョンの画像信号のほかに、静止画の信号を重畳して放送するものであり、本来のテレビジョン放送を映画とすれば静止画放送はスライドに相当する。また、音声多重放送を組合わせて音声付きの静止画放送とすることができるので、従来のテレビジョン放送に近い内容の放送が可能となる。



信号を重畳する方法としては、文字放送の場合と同様に垂直帰線消去期間を利用することが考えられているが、静止画放送は、技術面・利用面とも検討すべき問題が多く残されている。

ファクシミリ放送は、現在のテレビジョン放送にファクシミリ信号を重畳して放送し、受信者に印刷物の形で情報を提供するものであり、情報の種類としては、テレビジョン放送の教育・料理番組等の教材や、テレビジョン番組と独立したニュース、株式市況などが考えられる。ファクシミリ信号を重畳する方法としては、音声副搬送波又は付加搬送波を利用することが適当とされている。電波技術審議会では、50年度に付加搬送波及び第2副搬送波を用いる場合の両立性に関する室内実験を行い、その結果を基に CCITT の審議結果を参考にして、51年度に『テレビファクシミリ放送の基本的な機能を検討するための実験仕様』を作成した。52年度以降は更に詳細に検討することとしている。

#### イ FM多重放送

FM放送電波には、信号の多重方式を工夫すれば、別の信号を多重することが可能である。実際、このような多重は相当古くから各国で研究され、CCIR にも報告されている。各国で既に実験等が行われたことのある多重信号には次のようなものがある。

- ① 多チャンネルステレオ音声信号（伝送路・3チャンネル以上のもの）
- ② 独立音声信号（1, 2, 4, 8チャンネル）
- ③ ファクシミリ信号（文書、手書）
- ④ 静止画信号（白黒画像、手書）
- ⑤ 受信機制御信号（番組識別、音量制御）

多重方式は、多チャンネルステレオ音声信号を除いて、周波数分割多重方式であり、ステレオ複合信号の上部帯域の適当な箇所に伝送路が設けられる。米国が行っている SCA (Subsidiary Communications Authorizations) 業務は、特定の受信契約者にのみ番組を提供するものであり、厳密には、放送とは言い難いものであるが、1955年以降の歴史をもっている。これは、モ

ノホニク放送に多重する場合とステレオホニク放送に多重する場合では異なるが、後者の場合67kHzの副搬送波を使用してFM—FM方式により多重されている。このような信号の多重方式については、CCIRでもステレオホニク放送への多重条件を勧告している。

多重放送について、我が国では、電波技術審議会において42年度に、第2副チャンネル（SCA方式と同じ方式）を多重する場合の送信、受信に関する技術的特性等について答申している。50年度には、内外の研究動向の高まりに応じて再度FM多重放送に関する諮問が行われ、目下審議中である。ここではまず、42年度答申の場合においても大きな問題とされた多重信号と被多重信号間の混信問題について検討が行われた。その結果、現在普及している受信機について第2副チャンネルを多重した場合送信がモノ、ステレオのいずれの場合においても、受信がモノの場合は、ほとんど問題が認められなかった。しかし、ステレオ受信の場合は、約半数の受信機で漏話の生ずることが明らかとなもた。我が国のFM放送の実施状況から、ステレオに多重できることを基本と考え、51年度は、受信機の改善策について検討が行われた。その結果、PLL（Phase Locked Loop）復調回路等を用いてスイッチング波形を良好に保つことにより、漏話のもととなる第2高調波の発生をおさえることなど市販ベースで実施可能な改善方策により、ほぼ満足すべき程度まで漏話を少なくすることができることが明らかとなった。

多チャンネルステレオについては、現在、各国で考えられているものほとんどが、4チャンネルステレオを対象としている。4チャンネルステレオには、4個の信号に対応して4個の伝送路を有するもの以外に、4個の信号を変換回路を通して3ないし2個の信号にまとめて伝送し、受信側で逆の変換回路により4個の信号に分離するものも含まれる。このように伝送路を減少する方式は、分離度が劣化するが、占有周波数帯幅の増加を伴わないで済むなどの長所が考えられる。電波技術審議会では、このような多重方式上の問題の検討が行われる一方、多チャンネルステレオの音響効果の検討が行われた。

51年度の審議結果から、①4チャンネルステレオは、2チャンネルステレオに比べてCCIR提案の7段階評定尺度上ほぼ1ランク程度良いこと、②4チャンネルステレオ信号を伝送する場合の伝送路の数による音響効果の相異については、伝送路が4個(4—4—4方式)あるいは、3個(4—3—4方式)の場合は、2個(4—2—4方式)の場合に比べて明らかに良いことなど、多チャンネルステレオの音響効果が明らかとなった。電波技術審議会では、引き続き、さらにニーズの動向を注視しつつ技術的側面から多重できる信号の種類、方式及び放送に必要な技術的条件について慎重に審議が進められている。

#### (4) マイクロウェーブ回線の伝送容量

マイクロウェーブ回線では、逐次伝送容量を増加することで、周波数の効率的利用が図られてきた。29年のマイクロウェーブ回線導入当時は、1搬送波当たり電話360回線の伝送が限度であったが、技術の進歩・発展により、5GHz帯(搬送周波数間隔40MHz)で電話2,700回線、6GHz帯(同29.65MHz)で電話1,800回線という大容量の伝送が実施されている。

51年度には、更に、伝送容量の増大が図られ、6GHz帯において2,700回線を伝送する方式が実用化された。また、5GHz帯においては3,600回線を伝送する方式の研究が進められ、実用化の見通しが得られている。これらは、空中線交差偏波識別度の改善、送信出力の増大、受信機雑音指数の低減、送・受信機直線性の改良等により達成されたものである。

両方式は、FDM—FM方式としては世界にも例を見ない画期的なものである。これまでCCIR等の場では、所要の搬送周波数間隔は、周波数分割多重したベースバンド最高周波数の3倍以上必要であるというのが常識となっていた。両方式は、この値を2.3～2.4倍としたものである。

これら実用化及び研究の時点で得られたデータは、CCIRへ提出され、各国から大きな関心が寄せられたが、今後の周波数有効利用に多大の貢献をするものと考えられている。

### (5) 車両位置自動表示システム (AVM システム)

AVM (Automatic Vehicle Monitoring) システムは、何らかの方法で検出された走行中の車両の位置及び動態、例えば作業内容、行先、積荷の有無等、種々の情報を自動的に基地局で収集し、表示させるシステムである。既に陸上移動無線を利用している機関等においては、さらに陸上移動無線を事業運営に直結させるとともに、その合理化又は能率化を図るため、このシステムを導入しようとするものが増大している。

郵政省では、周波数の有効利用を図るとともに、施設等の共同利用により十分経済性を有する最適な AVM システムの開発を図ることを目的として、51年度、財団法人移動無線センターを中心に、陸上移動無線の利用者及び関係団体並びに機器製造業者の協力により、AVM システムに要求される機能、位置動態等に関する信号方式、信号の伝送方式、使用目的別適用性及び使用地域別適用性について、総合的な調査を実施した。

調査結果によると、AVM システムには、第2—7—5表に示すような多くの方式が考えられるが、技術的、経済的観点から、当面、分散送信方式(半自動方式を含む)、分散受信方式及び双曲線方式の実用性が高いものと考えられる。

なお、52年度には、AVM システムに必要な移動体と基地局との間の無線データ回線の技術的条件について実験が実施される予定である。

### (6) 短波船舶用デジタル選択呼出方式

海上移動業務に使用する選択呼出方式は、長期間にわたり世界的に研究がなされてきた。CCIR (1970年)は選択呼出の海上移動業務への早急な使用を満足すべく、暫定的に SSFC (Sequential Single Frequency Code) 方式を勧告し、また、将来の選択呼出方式の開発を要請した。その後、CCIR、IMCO等の研究の成果として、将来の選択呼出としてはデジタル信号を用いた選択呼出(デジタル選択呼出)方式が有効であるとの結論を得た。一方ITU は、WMARC—1974年(世界海上無線通信主管庁会議)において、このデジタル選択呼出方式に使用する専用の周波数分配を行い、1977年か

第 2—7—5 表 AVM システムの方式

方式の種別	方 式 の 概 要
半自動方式	移動局で手動により位置・動態等の情報の設定を行い、基地局においてこれを自動的に無線回線を介して収集する方式
分散受信方式	移動局から位置・動態等の情報を送出し、これをあらかじめ街路上等に分散配置した複数個の受信装置の 1 つで受信し、有線で収集し処理する方式
分散送信方式	小出力送信装置を街路上等に分散配置し、移動局がこの送信波を受信し、他の無線回線でデータを基地局に送出する方式
双曲線方式	2 組の固定送信局の送信波の位相差あるいはパルスの到達時間差の等しい曲線情報を移動局で受信、検知し、その情報を他の無線回線を通して基地局で収集のうえ、移動局の位置を標定する方式
逆双曲線方式	移動局から送出された電波を 3 局以上の固定受信局で受信し、その位相差あるいはパルスの到達時間差の等しい曲線上の交点を基地局で算出し、移動局の位置を標定する方式

ら使用できることとし、CCIR に対し早急にこの方式の運用上及び技術上の特性に関する勧告を改定するよう要請する決議を行った。これらの世界情勢を踏まえて、我が国においても海上移動業務の近代化を図るべくデジタル選択呼出方式の研究開発を行ってきたが、その研究成果、実験結果等を取りまとめて CCIR に報告し、勧告案をまとめるに当たっての作業班に参加している。

デジタル選択呼出方式は、海岸局→船舶局、船舶局→海岸局、船舶局→船舶局方向へメッセージを伝送し、被呼局に呼の存在を知らせ、このメッセージに含まれる情報により、すべての海上移動業務の回線設定を行う方式で、海上移動業務の回線設定を容易にするものである。

このメッセージは、個別呼出、グループ呼出、地域呼出、全局呼出遭難呼出等の分類信号、自局識別信号、無線装置の制御信号、継続して行う通信の回線設定に使用する周波数情報等で構成されている。また、本方式は中波帯、短波帯及び VHF 帯で使用するため、時間ダイバーシティ、重み付けパ

リティチェック方式等の技術を採用しておりかつ、1回の呼出しも5秒で完了するのである。

本方式については、CCIR がその有効性を認めて、運用特性について勧告しているが、技術特性についても各国の開発している方式の統一を図る必要があり、近く我が国等の寄与文書に基き、現行勧告の改訂が行われる見とおしである。

本方式が船舶通信に広く使用された場合、限られた海上移動業務用周波数の有効利用ができるだけでなく、通信士を常時聴守から解放するなど将来の船舶通信の近代化に大きく貢献するものと期待される。

#### (7) 直交偏波による周波数の再利用

国際通信需要の増大に対処する有望な衛星通信方式の一つとして、直交偏波共用通信が、インテルサットV号系で使用される予定となっている。

この実用化に寄与するため、国際電電においても、この方式を実現するために必要な研究課題の一つとして、直交2偏波間弁別度の降雨による劣化特性に関する伝搬実験を2か所の衛星通信所で実施している。

一つは、50年8月以降インド洋衛星を利用して山口衛星通信所で行っているもの(52年12月まで継続の予定)、また一つは、51年3月から52年3月まで太平洋衛星を利用して茨城衛星通信所で行ってきたものである。これら二つの伝搬実験により、降雨による電波強度の減衰と直交する2偏波間の弁別度劣化の相関、劣化量の累積時間分布等の諸特性が解明されつつあるが、特に衛星電波通路が低仰角になる山口衛星通信所の場合、降雨による弁別劣化が大きいので、現在、その補償装置の開発も併せ進められている。

## 第4節 有線伝送及び交換技術

### 1 有線伝送技術

電話をはじめ、画像通信、データ通信のトラヒックの増加に対処できるように、大容量伝送方式の開発が進められている。

### (1) 陸上同軸ケーブル方式

アナログ伝送方式については、我が国の代表的な方式として全国的に用いられてきた 12MHz 方式（電話 2,700 回線）を始めとして、60MHz 方式（電話 1 万 800 回線または 4 MHz テレビ 9 回線）が導入されている。60MHz を超える大容量アナログ伝送方式の基礎検討も進められている。

デジタル伝送方式は、音声はもとより画像、データ通信等の多様な情報を経済的かつ高品質で伝送できる特長を有しており、既に PCM—100M 方式（電話 1,440 回線または 4 MHz テレビ 15 回線）が実用化されている。

さらに、デジタル伝送方式としては世界最大の伝送容量を誇る PCM—400 M 方式が 51 年 12 月、大阪—神戸、神戸—姫路の 2 区間に導入された。この方式は、1 秒間に約 4 億個のパルスを送送する超高速、超広帯域の伝送方式で、超高速トランジスタ、ハイブリッド IC 等の新しい部品及び回路技術と新しい方式技術とが有機的に結合して実用化されたものである。電話 5,760 回線、4 MHz テレビ 60 回線を高品質かつ経済的に伝送することができる本方式は、今後の多様なサービスを提供する電気通信網の形成に大いに寄与するものと期待されている。PCM—400M 方式の諸元を第 2—7—6 表に示す。

なお、更に将来の容量増大や経済化のための各種デジタル伝送方式の研究が進められている。

### (2) 海底同軸ケーブル方式

郵政省では、電電公社、国際電電等の協力のもとに、50 年度から 4 か年計画で、従来の銅に代えてアルミニウムを外部導体として使用する新海底同軸ケーブルシステムの開発を進めている。本開発は最近における国際通信の著しい需要増に対処するため、国際間の海底同軸ケーブルの各種の建設計画が進められている状況にかんがみ、国際競争力のある海底同軸ケーブルの早急な開発が必要であること、先行きの銅資源の枯渇化が憂慮されていることなどから外部導体としてアルミニウムを使用するとともに、ケーブルシステム全体について経済化を指向した新海底同軸ケーブルシステムの開発を行うことを目的としたものである。本計画で開発されるシステムは、12MHz 方式

第2-7-6表 PCM-400M方式諸元

適用領域	長距離区間
伝送容量	電話：5,760回線，4 MHzテレビ：60回線
伝送速度	400.352Mb/s
伝送媒体	2.6/9.5mm同軸ケーブル
伝送誤り率	$10^{-8}/2,500\text{km}$
最大中継間隔	1.6km
伝送符号	スクランブル付AMI (Alternate Mark Inversion)
中継器消費電力	6.6W (電流 550 mA)
中継器寸法	160×80×270mm
最大給電電圧	± 650 V
監視・給電区間	100km
システム切替	現用8，予備1

(電話1,600回線，3 kHz/回線)のものであり，51年度にはケーブル及び中継器等に関する基礎的な研究開発を完了し，53年度に予定されている現場試験に向けて作業が順調に進められている。

国内通信用海底同軸ケーブル方式については，従来，短距離浅海用のCS-10M方式(電話900回線)及びCS-36M-S方式(電話2,700回線)が実用化されているが，50年10月には，深海用の大容量長距離方式のCS-36M-D2方式(電話900回線及びカラーテレビジョン2回線)が沖縄-宮古島間約360kmに布設され，51年12月から商用に供されている。この方式は，長距離海底同軸ケーブルとしては世界で最も広帯域のものであり，電話とテ



レビジョン信号の同時伝送も世界で初めての試みである。また、宮崎—沖縄間約900kmにおいてCS—36M—D1方式（電話2,700回線）の布設が52年4月に完了し、52年秋の開通を目途に試験が進められている。また、海底ケーブルの布設技術の開発も続けられており、50年度に竣工した布設船黒潮丸には、航行制御、ケーブル布設、工事記録などをコンピュータで制御する布設自動化システムが導入され、沖縄—宮古、宮崎—沖縄の海底同軸ケーブルの布設でその性能・動作が確認された。また、ケーブル埋設機の開発が進められ、水深200m程度までの埋設が可能となった。更に、障害修理後のケーブルの再埋設に用いる修理用埋設機等修理技術の開発が進められている。国際通信用海底同軸ケーブル方式については、CS—12M方式（電話1,600回線、3kHz/回線）及び5M方式（480回線、4kHz/回線）が開発されており、前者は、52年7月末完成予定の沖縄—ルソン—香港ケーブルの沖縄—ルソン間に、後者は、51年10月に開通した日本—中国間海底ケーブルに採用されている。

大容量国際間海底ケーブルでは、ケーブル障害は通信サービスに重大な影響を与える。従って、ケーブル障害の迅速な修復を期するための効率的な海底ケーブル修理技術、特に埋設ケーブルにも適用できるものについて検討を行っている。埋設ケーブルを効率的に修理するためには、まず、海底床下に埋設されているケーブルの所在個所を探知し、これを捕捉し、ケーブル修理母船上に回収することが前提となる。このようなことから、海底ケーブルの探索及び捕捉について、その方式やセンサーの研究を進めているが、まず、ケーブル捕捉センサーとしてケーブル構成材料（鉄、銅などの金属）に電気・磁氣的に反応するセンサーの研究開発を完了した。埋設ケーブルを従来の方式で捕捉すると、異常なテンションが加わって切断の恐れがあるが、本方式によれば捕捉信号が瞬時に発出され、ケーブルに異常なテンションをかけることを防止できる。

## 2 交換技術

電電公社では、空間分割、蓄積プログラムの制御方式を用いた電子交換機の開発を進め、46年12月最初の商用機によるサービスが開始され、以来全国に導入され順調に運用されている。

この電子交換機の適用領域の拡大を図るため、中小局用電子交換機として、約16,000端子容量のD20形自動交換機の試験が箱根局及び中軽井沢局で実施され、また、経済的な導入を図るためD10形自動交換機の中央制御系装置を複数の電子交換局で共用するD10-R1方式が、名古屋笠寺局、東京蒲田局等で商用に供されている。

また、D10形自動交換機の高性能化、経済化を図るため、主記憶装置のIC化、より高速で処理能力の大きい中央制御系装置の開発が進められている。更に、電子交換機に適合する信号方式として共通線信号方式の実用化が

第2-7-7表 CT-10形国際加入電信用電子交換機の基本仕様

項 目		基 本 仕 様		備 考
運 用 形 態		全自動・半自動		
規 模	回 線 数	初 期	終 期	50ボー換算
		2,700回線	8,200回線	
	処 理 呼 量	3,500アーラン		
通 信 速 度		50ボー		300ボーまで対応可能
信 号 方 式		タイプA, B, C, D及びその変形		国内, 国際
符 号 方 式		5単位(国際アルファベットNo.2)及び6単位(NTT)の調歩式電信符号		6単位は符号分配装置で5単位に変換
変 換 方 式		時分割キャラクタ変換方式		
制 御 方 式		蓄積プログラムによる時分割多重制御方式		
信 頼 度	不稼働時間	1時間/10年間 以下		目標値
	誤処理率	$2 \times 10^{-4}$ 以下		

進められている。

国際電電では、C T—10形国際加入電信用電子交換機及びX E—1形国際電話用電子交換機がそれぞれ51年8月及び52年2月に稼動を開始し、順調にサービスが行われている。両システムの基本システムは第2—7—7表及び第2—7—8表に示すとおりである。

第2—7—8表 X E—1形国際電話用電子交換機の基本仕様

項 目		基 本 仕 様		備 考
運 用 形 態		全自動、半自動、手動		
規	回 線 数	初 期	終 期	国際回線 国内回線 共通線信号リンク
		1,000回線	3,850回線	
		1,200	4,000	
	4	16		
模	交 換 台 数	150	500	プラズマディスプレイ付
	処 理 能 力	3,100アーラン		但し、国際回線分のみ
信 号 方 式		CCITT No.6, No.5, No.4, R/D, OD		国際回線
		OM, LD, R/D 等		国内回線
交 換 方 式		空間分割交換方式		
制 御 方 式		蓄積プログラム制御方式		
信 頼 度	不稼動時間	1時間/20年間 以下		目標値
	誤処理率	$2 \times 10^{-4}$ 以下		

## 第5節 データ通信システム

データ通信システムは、情報化社会の進展とコンピュータテクノロジーの飛躍的な発達に伴い、社会経済のあらゆる分野に普及しつつあり、その処理内容はより高度化、複雑化するとともに、その利用範囲も広域化の傾向にある。

このような動向に対応し、データ通信システムを支える技術として効率的

なデータ通信網の研究開発をはじめとして、データを処理するための情報処理技術、データを伝送し制御するための伝送技術並びに遠隔地においてデータを入出力するための端末技術の研究開発が進められている。

## 1 新しいデータ通信網の動向

従来のデータ通信システムは、コンピュータを中心とし、これに多数の端末が専用線を通じて接続される形式のものが大部分であった。しかし、コンピュータの利用が浸透し、社会活動が多様化してくるに伴い、一つの端末で多数のコンピュータと通信したいとの要望が出てきており、また、利用範囲の拡大に伴い低トラヒックの端末の需要が増加してきている。更に、分散設置された複数のコンピュータを結合してより高度のシステムを構成するいわゆるコンピュータネットワーク形成の動きが盛んとなっている。これらのことから、交換網利用のデータ通信システムへの期待が今後ますます高まるものと予想される。

しかし、既設の電話網や加入電信網は、データ伝送の面では接続品質、伝送品質上の制約があり、通信速度についても限界があるので、高速、高品質で今後の多彩かつ高度なサービスを効率的に提供できるデジタルデータ交換網の開発が必要とされ、これは電電公社を中心に進められている。

このデジタルデータ交換網は、44年度から検討が開始され、49年3月に試作機 DDX-1により回線交換方式、パケット交換方式について試験が行われた。この成果に基づき、現場試験機 DDX-2が試作され、50年12月から回線交換方式について東京、横浜、名古屋を結び試験が行われている。この試験の一環として、東京大学と京都大学間を結ぶ異機種コンピュータ間通信の実験が行われ、良好な結果を得るなど順調に試験が進められている。また、パケット交換方式についても試作試験が進められている。

国際データ通信の分野においては、その多様化、高度化に柔軟に対処するため、伝送、交換機能とは別に、異種の加入者間のインターフェース機能を持つ通信処理装置(プロトコルマシン)の試作が国際電電により実施された。

試作機は、汎用ミニコンピュータと通信制御装置から構成され、その機能は、①端末プロトコルの標準プロトコルへの変換（CCITT 勧告 X25）、②パケットの分解・組立、③パケット多重による伝送路の有効利用、④高品質伝送、優先処理等の高度通信処理等を目的としており、その特徴は①通信処理機能の分散処理、②階層構造プロトコルの採用、③ハードウェア、ソフトウェア両面にわたるモジュール構成の採用等であるが、更に、システム構成の柔軟性、機能の拡張及び各処理能力の向上について検討が進められている。

世界各国のデータ通信網の利用状況をみると、米国において、既に本格的サービスが実施されているのをはじめとして、カナダやヨーロッパ各国においてもサービスが開始されつつある。

このような新しいデータ通信網技術に関する国際標準化作業は、CCITT（国際電信電話諮問委員会）において重要かつ緊急を要する課題として審議されており、我が国もこの標準化作業に積極的に参加している。51年秋のCCITT 第6回総会では、データ通信網に関するいくつかの重要な勧告が採択された。

## 2 情報処理技術

### (1) 分散処理とネットワークアーキテクチャ

オンラインシステムの普及、システム規模の大形化、業務内容の多様化高度化は、中央制御装置への負荷の増大をもたらし、従来の集中形システムではデータ処理機能の効率的活用が難しくなってきた。

このため、データ処理機能を分散してシステムを構成する分散処理形システムへの傾向が強まってきており、LSI 技術の発展を背景として汎用のマイクロプロセッサやミニコンピュータを複数使用してシステムを構成するマルチプロセッサ方式によるシステムの分散が進められている。

一方、通信制御処理装置、インテリジェント端末等のプログラム制御機能を持つ装置類によりネットワークを構成しそれぞれに機能を分散する階層分散方式やセンタを分散させ計算機間結合を行う方式等データ通信システム

は、ネットワーク化システムへと変わりつつある。

このため、システムのコスト低減、コンピュータ資源の共同利用、システムの拡張性向上を目的とし、センタ、回線、端末から構成されるデータ通信網の各構成要素の機能を明確化し、それらの要素間のインタフェース、通信規約（プロトコル）を定め、データ通信網の最適化を図るネットワークアーキテクチャの開発が重要な課題となっている。このような情勢を背景として、最近、内外のコンピュータメーカーが、相次いでネットワークアーキテクチャの構想を発表している。これらの内容を見ると、階層分散方式やハイレベルデータリンク制御手順の採用等基本的概念の面では共通しているが、それぞれ個別に開発されているものであり、今後、予想される異機種システム間通信の要望の増大に対処するためには、これら各社のネットワークアーキテクチャ間の整合を図ることが望まれている。

ネットワークアーキテクチャ間の整合を図る動きの一つとして、電電公社では、同社で開発中のデジタルデータ網の効率的な利用も考慮し、DCNA（Data Communication Network Architecture）と呼ばれる汎用ネットワークアーキテクチャの開発を進めている。

## （2）ハードウェア

### ア．本体系装置

大形計算機の処理速度については、半導体技術の進歩、高速演算方式の開発などにより、この10年間に30～40倍の高速化が達成されている。

記憶装置は、一般に論理装置内にローカルメモリとして小容量・高速記憶装置を、主記憶装置として大容量・低速記憶装置を置く階層構成をとってシステムの経済性と性能の確保が図られている。

また、主としてマイクロプログラムによってオペレーティングシステムの一部又はその他のルーティンをハードウェアに吸収するファームウェア化が進んでいる。これは、ハードウェアとソフトウェアの中間的な考え方にもとづくもので、ハードウェアよりは機能の追加変更に対する融通性が大きくソフトウェアより高速処理できる特長を有している。

データ通信システムの信頼性の確保は、システム規模の大形化、利用分野の拡大に伴い、ますます重要となってきた。このためシステム構成は、シンプレックスからデュプレックス、マルチプロセッサ構成へと移行している。また、RAS (Reliability, Availability, Serviceability) の概念が導入され、ハードウェアに高度の障害検出・防止機能を持たせるとともに、高度のエラー情報処理プログラムによりオンライン運転中でも保守診断が可能となりつつある。

#### イ. 通信制御処理装置

オンラインデータ通信システムにおいて、中央処理装置と多数の端末につながる通信回線との間を結ぶ位置で、データの授受における各種の制御を行う通信制御装置が従来、用いられてきた。この通信制御装置に代るものとして、通信制御装置をプロセッサ化しプログラム制御方式を採用した通信制御処理装置の開発が進められている。

通信制御処理装置は、通信制御のうち中央処理装置が分担していたメッセージのチェックやメッセージの管理などの機能まで有することから中央処理装置の負荷を軽減し、またプログラム制御方式を採用していることから、端末の追加変更、通信方式の変更等に柔軟に対処できるなどの特長を有しており、今後、発展すると予想されるコンピュータ間通信に効果を発揮するものと期待されている。

#### ウ. 周辺装置

周辺装置には、補助記憶装置と入出力装置がある。補助記憶装置は、高速化する本体系装置とのバランスの面から、高速、大容量化が進められており、特に磁気ディスク装置については、1ギガバイトクラスの大容量磁気ディスク装置が開発されている。また、1台当たり数十～数百ギガバイトの超大容量記憶装置の開発も進められている。一方、入出力装置は、高速化を目指すとともに、マンマシンインタフェースの改善を図るため、文字、図形、音声等の入出力装置の開発に力が注がれている。また、小形化、機能追加の柔軟性等のために、周辺装置の制御部にマイクロプロセッサが使用されつつ

ある。

### (3) ソフトウェア

ソフトウェアのコストは、情報処理システム全体のコストの中で、既に7割に達しているといわれており、システムの大型化に伴い作成能率の向上及びソフトウェア資産の有効利用が大きな課題となっている。

プログラミングを容易にする手法として、大形の情報処理システムでは、主記憶装置容量をプログラマが意識しないでプログラミングができる仮想記憶方式が用いられている。また、特に使用頻度の多いルーチンをハードウェアとして組み込んだファームウェア技術が利用されている。更に、システムプログラムの作成を容易にするため、作成能率の高い高級言語の実用化が進んでおり、プログラミング作成後の修正、追加を容易にするためのストラクチャードプログラミング手法の検討も行われている。

また、システムの利用が高度化するに伴い、処理する情報がぼう大かつ多様となり、更に各業務ごとに独立した処理だけでなく各業務間相互に関連した処理が必要となってきている。このため、複数業務による共用可能な相互に関連のあるデータを汎用的なファイルとし、これを種々の目的に応じて使用できるデータベースシステムの実用化が進められている。

## 3 データ伝送及びデータ端末技術

### (1) データ伝送技術

データ通信システムの構成にあたって、データ端末装置とコンピュータ間あるいはコンピュータ相互間でデータの送受信をいかに能率よく行うかは、重要な要素となっており、データ通信システムの多様化、とりわけ端末の多様化から 50b/s～数十Mb/s という広範囲な速度のデータ伝送が要求されている。

電電公社では、データ伝送回線の高速化、経済化を図るため、各種のデータ伝送方式の開発が進められている。すなわち、音声帯域における高速化については、専用回線用 9,600b/s モデムの開発が進められた、広帯域を利



用する高速度データ伝送方式としては、48Kb/s (60~108kHz 帯域を使用)方式が実用化され、引き続き PCM 伝送路を用いた伝送効率がよく経済的なデジタルデータ伝送方式の実用化が進められている。

国際電電では、音声級回線での高速データ伝送用の QAM(直交振幅変調)方式による自動位相等化器付 9,600b/s モデムの研究が行われており、研究段階を終り、実用機の製作が進められている。広帯域回線用変復調装置については、群帯域用 96Kb/s 誤り訂正装置付モデムが試作され、室内試験が行われている。

また、変復調動作をデジタル化した超多重搬送電信端局装置(ディジブレックス、音声級回線で50b/s×208回線)については、51年度後半に日米間で実用化され、順調な運転状態にある。

## (2) データ端末技術

データ端末は、従来システムへの単なる入出力手段としてとらえられていたが、最近では、入出力に関する簡易な処理を行うものから、ファイル装置を有するものまで開発されている。このように、用途の多様化及び機能の複雑高度化の傾向をたどりつつ、反面、低廉簡素な機器の開発も進められている。

端末制御技術としては、LSI の大幅な採用及びマイクロコンピュータやミニコンピュータによるプログラム制御方式の導入、また、入出力技術としては、電子制御形プリンタ、光学文字読取装置、磁気記録読取装置、漢字入出力装置等の開発が積極的に進められている。

端末の制御回路技術については、IC 化の過程を経て LSI 化へと進み、特にマイクロプロセッサと高集積なROM (Read Only Memory) を組み合わせたプログラム制御方式が、従来の布線論理方式に代って採用され、小形軽量、低価格化に大きく寄与している。また、メモリに書き替え可能なRAM (Random Access Memory) を採用することにより端末の制御内容が書き替え可能となり、汎用的な制御装置が開発されている。更に、このメモリの容量を増加させ、端末である程度の業務処理を行うことのできる、いわゆる

インテリジェント端末の開発が進められている。

メモリとしては、ICメモリのほか磁気バブルや光メモリが今後大幅に採用されるものと予想される。なお、インテリジェント端末によりシステム機能が分散できることになるが、システム全体からみてアーキテクチャの検討が今後急速に標準化を指向して行われることになる。

電子制御形プリンタは、高速・低騒音・高信頼性・低価格を特長として着実な伸びを示しており、主としてモータ制御方式、ワイヤ印字方式、感熱印字方式及びインクジェット方式を採用したプリンタが従来の機械式プリンタに代って進出しつつある。特に、小形高性能のパルスモータやサーボモータの実現によるモータ制御方式は、60字/秒程度まで逐次印字が可能となっており、今後の低速プリンタの主流となろう。

入力を容易にするため、文字を直接入力する光学文字読取装置(OCR)として既に手書き及び活字の英文字、数字、カナ文字を読取る装置が開発されているが一層の認識率の向上が進められ、更には漢字を読取る装置の開発が進められている。

磁気記録媒体としてカセット磁気テープ、フレキシブルディスク及び磁気カードがそれぞれデータエントリ端末、銀行窓口端末、カード預金用端末等で実用化されている。また、大形ディスプレイ装置としては、CRTが一般的に用いられているが、POS 端末、データコレクタ、銀行用窓口装置等における簡易な表示パネルとしてプラズマディスプレイ、液晶ディスプレイ等も用いられている。

漢字入出力装置として、けん盤入力装置、漢字コード入力装置、漢字ディスプレイ、漢字プリンタ等の開発が進められている。

## 第6節 画像通信システム

画像通信サービスは、従来の音声による情報伝達に加え、情報量豊かな視覚情報を取り扱うことから、経済社会の諸活動の効率化、省力化に寄与し、

あるいは交通機関の代替手段としても期待されており、そのための各種のサービスの開発が進められている。

## 1 ファクシミリ技術の動向

ファクシミリは、電話にはない記録性があること、漢字を含む日本語並びに図形の情報伝達に適合する通信手段であることなどの特長を持ち、今後の発展が期待されている。

我が国においては、47年度のいわゆる網開放を機に公衆電話網を利用するファクシミリが発展し、事務合理化の手段として広い分野で積極的に利用されつつあり、そのため、電電公社の電話ファクスや各社の自営端末用ファクシミリ装置が商品化されている。

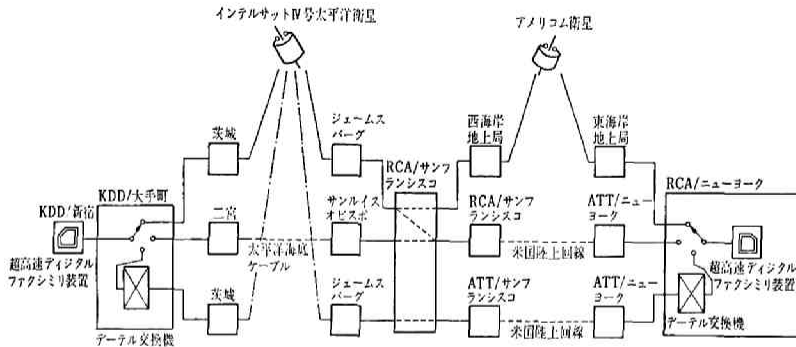
また、電話回線を利用するファクシミリ伝送の高速化のため、信号の冗長度を除去する技術と伝送路に送り出す情報量を高密度伝送するための各種の帯域圧縮技術の研究開発が進められており、A4版の原稿の伝送速度が6分から3分へ、更には1分へとより高速のファクシミリの開発が進められている。

国際電電では、52年1月から2月にかけて、同社で開発した超高速デジタルファクシミリ装置の日米間対向試験を行った。実験に用いた装置は、RAC (Relative Address Coding) 方式により信号の冗長性を削減して高速ファクシミリ伝送を可能としたものであり、専用データ回線だけでなく公衆電話回線においても効果を発揮する。

実験は、第2—7—9図に示すように、太平洋上のインテルサットIV号衛星、太平洋海底ケーブル、米国内のRCAアメリカコム衛星などを組合せた専用回線及び国際データ交換網を使用して行われ、その結果、本装置の高速性、高信頼性が確認された。また、受信画質は、伝送誤りの自動再送訂正を行っているため、予想どおりの好結果が得られている。

ファクシミリ伝送の各種規格に関しては、国際的にも種々審議されており、例えば、帯域圧縮等の技術が異なると相互通信が不可能となり、ファク

第2-7-9図 超高速デジタルファクシミリ装置の日米間試験回線構成



シミリ通信の今後の発展に大きな支障をきたすため、CCITT（国際電信電話諮問委員会）においても電話回線を利用したファクシミリについて、グループ1（6分機）、グループ2（3分機）、グループ3（1分機）の分類の下に冗長度圧縮方式、変調方式、制御手順等の規格の標準化が審議されている。

51年秋に開催されたCCITT総会において、グループ1（6分機）、グループ2（3分機）、グループ3（1分機）の制御手段に関する新規格並びにグループ2（3分機）の新しい規格が正式に決定されたのに伴い、各国のメーカーが一斉にCCITT規格に準じたファクシミリの開発を開始しており、我が国でも電電会社をはじめ各社で急ピッチで開発が進められている。円滑な相互通信を目的とする標準化傾向は、今後一層強まるものと予想される。更に、デジタルデータ交換網を利用するデジタルファクシミリ方式、同報通信方式及び異機種端末間通信を行うためのファクシミリ蓄積交換方式等の研究開発も行われている。

ファクシミリは、その記録性から不在受信もできるため、家庭でも便利な通信手段であり、小形化、経済化を図った操作の容易なファクシミリ装置の開発が進められている。ファクシミリの走査方法については、高速化等に対処するための電子的走査方法の開発が進み、記録方法についても放電記録、静電記録、化学写真記録のほか、感熱記録、インクジェット等の各種の方式

についても研究開発が進められている。

国際電電では、将来のファクシミリ交換サービスに備え、方式の異なる端末装置間の相互通信、同報、預りサービス等の新サービスを指向する実験用デジタル・ファクシミリ交換システムの試作研究を進めている。

本システムの特徴の一つは、回線交換と蓄積交換のハイブリッド交換方式を採用し、サービスの迅速性と融通性を兼ね備えていることである。すなわち、両通信端末が、情報圧縮方式、解像度、伝送速度等において同一で、かつ回線があいている時には、回線交換により通信の迅速性を発揮する。両端末の方式が異なる場合又は回線がふさがっている時あるいは同報、預り等情報蓄積を必要とする場合には、蓄積交換とし、きめ細かい情報処理を行うとともに回線の利用効率の向上を図っている。

## 2 行政用ファクシミリ通信システム

### (1) 開発の経緯

郵政省は、46年度以来行政管理庁と共同して、各省庁の協力を得て、行政情報通信ネットワーク(AICON)の基礎的な調査研究を進めてきた。48年度からはAICON関連技術開発として、行政機関における文書情報の流通特性に適合した効率的なファクシミリ通信システムの開発を行うこととし、これを郵政省が担当することとなった。

48年度及び49年度の2年度では、行政機関における文書流通特性に適合した機能(自動送受信、高速化、蓄積同報通信等の各機能)を持った行政用標準ファクシミリ装置仕様書及び行政用標準ファクシミリ同報装置仕様書を作成し、全省庁に配布した。50年度以降は、効率的、経済的なファクシミリ通信システムを構成するため行政用標準ファクシミリ装置と市販の低速ファクシミリ装置との相互接続を目的とする異種ファクシミリ接続装置の開発を行っている。

### (2) 開発の内容

ア. 行政用標準ファクシミリ仕様の見直し

49年度末に作成した行政用標準ファクシミリ装置の仕様を一部改正した。これは、国際電信電話諮問委員会 (CCITT) における同機種ファクシミリの通信方式の標準化に関する審議が、ある程度進展したことに伴いその成果をとり入れ、より高度の標準化と適用範囲の拡大を図ったためである。

主たる改正点は次のとおりである。

- ① 従来、変復調器 (モデム) として、CCITT 規格の2,400b/s を規定していたが、4,800b/s のものが新たに追加されるのに伴い、これを取り入れ、電送の高速化を図った。
- ② 副走査線密度として3.85本/mm、オプションとして7.7本/mmがCCITT 勧告案としてほぼ確定したことに伴いこれを取り入れ、従前の5本/mmと合わせて種類の走査線密度に切替使用可能とした。
- ③ 冗長圧縮回路のユニット化を仕様で規定し、国際標準が決定した時にこれに対処できるようにした。

#### イ. 異種ファクシミリ接続装置の開発

異種ファクシミリ接続装置は高速の行政用標準ファクシミリ装置と市販の低速ファクシミリ装置を相互に接続する方式変換装置ともいふべきもので経済的、効率的なファクシミリ通信システムを構成するために必要とされるものである。

50年度は、異種ファクシミリ接続装置の方式設計を行い、方式変換の機能を確認するための装置を製作した。

51年度は、コンピュータによるシミュレーション試験を行うとともに装置を用いて実際に異機種間ファクシミリの通信を行い、最適な方式変換技術を確立した。

その結果、方式変換に伴う了解度の劣化は、明朝体漢字4号活字の原稿を低速ファクシミリ装置から高速ファクシミリ装置に電送した場合1%程度、高速ファクシミリ装置から低速ファクシミリ装置に電送した場合1%ないし数%であり、予期の成果が得られた。

また、シミュレーション試験における最適な方式変換法は、第2—7—10表

のとおりであった。

第2—7—10表 異種ファクシミリ間的方式変換方法

方 向	変換項目	最適方式 変換方法	説 明
高速ファクシミリ 装置	画面サイズ (B 4判→ A 4判)	全画面変換	高速ファクシミリ装置の走査線長と 低速ファクシミリ装置の走査線長が 同じになるように高速ファクシミリ 装置の走査線長を縮小する方法
↓			
低速ファクシミリ 装置	主走査画素 密度	間 接 変 調	高速ファクシミリ装置のデジタル 信号を低速ファクシミリ装置のアナ ログ信号へ変換する際に、黒信号が ある場合には、それを強調して画素 処理をする方法
	副走査線数	密度比変換	高速ファクシミリ装置の副走査線数 と低速ファクシミリ装置の副走査線 数の整数比で、高速ファクシミリ装 置の副走査線の本数をまびく方法
↓			
低速ファクシミリ 装置	画面サイズ (A 4判→ B 4判)	縮 小 変 換	低速ファクシミリ装置の主走査の画 素数と高速ファクシミリ装置の主走 査の画素数と同じになるようにする 方法
↓			
高速ファクシミリ 装置			

### 3 同軸ケーブル情報システム (CCIS)

CATV は、その構成要素である同軸ケーブルが、現在の技術でもテレビジョン換算30回線近くの極めて多量の情報を伝送する能力があり、テレビジョン放送の再送信以外に多種多様な情報の伝送を可能とするところから、今後住民の生活に必要な情報を提供するコミュニティネットワークとしてふさわしい情報メディアである CCIS (Coaxial Cable Information System, 同軸ケーブル情報システム) に発展する可能性を有するものとして一般の期待と注目を集めている。CCIS の利用形態としては、放送の再送信、自主制作番組の提供等放送型のサービスのほかに、システムに双方向伝送機能を持た

せることにより、加入者からの要求に基づき情報を提供する個別情報サービス、電気、ガス、水道等の自動検針、防災、防犯のための警報を発するような集配サービス等多種多様なサービスを行うことが考えられている。

CCIS についての研究開発は、米国、フランスにおいてパイロットシステムによる実験が行われてきており、一部のシステム機器については、既に実用の段階に達しているものがある。

しかしながら、現実に CCIS が普及発展し、社会的に機能していくためには低廉なシステムの開発等解決すべき多くの問題がある。

そこで、この社会的に有用な CCIS の普及発達を図るため、郵政省、通商産業省等において、CCIS の研究開発等が進められている。現在、多能型の CCIS としては、郵政省の生活情報システムと通商産業省の映像情報システムの二つのシステムの研究開発が具体的に推進されている。

#### (1) 生活情報システムの開発

郵政省では、CATV の多角的利用の可能性を検討するため、46年に CCIS 調査会を設置し、調査研究を行い、その調査結果等を受けて東京都下多摩ニュータウンにおいて、CCIS を利用した生活情報システムの開発実験を行うこととした。実験は、CATV の利活用に資するため、テレビジョンの再送信、通常の自主放送のほか、CCIS により実現可能な各種のサービスのうち住民のニーズが強く、実現が比較的容易と思われる各種サービスを実際に住民に提供することにより、住民のニーズ、経営上の諸問題、技術上の諸問題、コミュニティにおける CCIS の役割等を解明することをねらいとするものである。

実験調査に必要な設備等の開発は、48年度から開始され50年末までに実験の準備が整い、51年1月から実験が約250戸を対象にして開始された。実験では、テレビジョン放送の再送信及び自主放送に加えて、新しく開発した機器を用いて、自動反復、有料テレビジョン、放送応答、静止画、ファクシミリ新聞、フラッシュ・インフォメーションの6種類のサービスを提供している。更に、51年10月から、対象区域を他の住区に拡げ、かつ対象戸数を約



250戸追加してサービスするとともに、従来のサービスにメモコピー及び親子テレビジョンを追加提供している。また、これらのサービスに対する利用実態調査等を行い住民ニーズ等のは握に努めている。

実験は、引き続き行われているが、52年度は住宅総合管理情報システムを本システムの中に統合化するため、新しいサービスとして防災、防犯サービス及び自動検針サービスを追加提供するようその準備を進めている。

## (2) 映像情報システムの開発

通商産業省では、国民生活面へのコンピュータを適用して、生活の情報化、高度化を図ることにより国民福祉の向上に資する観点から映像情報システムの開発実験を行うこととした。この映像情報システムは、映像関連技術、伝送技術及びコンピュータ技術を基礎とし、家庭にいる利用者からの要求にこたえて、望む情報を映像で提供する、いわゆる双方向の情報処理システムである。サービスとしては、端末機からのリクエストにこたえて各種のデータやテレビ番組を提供するデータリクエスト、テレビジョンリクエスト、生涯教育を可能とするCAI、コミュニティの形成に有効な自主放送、防災・防犯・保健・福祉サービス等の多くのサービスが予定されている。実験は、47年度から奈良県・東生駒ニュータウンを実験モデル地区に、映像情報システムの研究・開発を進めてきたが、社会情勢の変化に伴い当初の全体計画を見直した結果、将来の発展を考え、同軸ケーブルに代え今世界で注目を集めている光通信ケーブルを採用することに決めた。51年度からセンター機器、伝送機器、端末機器等のシステム機器の開発製造及び情報ソフトウェアの作成を行っており、54年から本格的実験に備えるべく準備を進めている。

## 4 その他の画像通信技術

テレビ電話は、電電公社により、45年の万国博に出展された1MHz方式の装置に引き続き開発が進められている。

47年12月からは、特定者間のある限られた範囲で用いられる4MHzのグループタイプの白黒テレビ電話サービスが試行的に開始された。また、49年

には、全国的規模を想定した1 MHz方式及び4 MHz方式の白黒テレビ電話の試験が東京、大阪で実施された。これらの試験結果をもとに、各種機能の充実、経済化の検討が進められている。

テレビ会議は、遠く相隔った地点相互間での会議を可能とするものであり、乗り物に乗って会議に出席するための旅行時間と経費等の節約が図れ、また、省エネルギーに貢献するため、諸外国においても種々の開発が進められている。我が国においても、電電公社により45年度から研究が開始され、51年5月からモニタテストとしてカラーテレビジョンによるテレビ会議方式が東京及び大阪間において運用されている。

CCTV (Closed Circuit Television) の分野では電電公社により44年度から映像伝送サービスが開始されている。このサービスは、当初、4 MHzの白黒テレビジョン信号を約10kmの範囲で伝送するものであったが、47年度には、範囲が20kmに延長されカラー伝送も行われるようになり、交通管制等の遠方監視、ホテルを結んだ外国語有線放送、書類照会に利用されている。更に、51年度には、大阪京都間約60kmをC-60M方式で結ぶ中距離サービスが開始された。また、ベースバンド伝送区間の伝送距離の拡大を図るため、テレビジョン信号等の広帯域伝送に適する広帯域対形ケーブルを媒体とするベースバンド伝送方式の実用化も行われた。

将来、予想される国際テレビジョン伝送路のデジタル化に際しては、経済的伝送のために、高能率符号化方式は必須技術である。このため国際電電では、従来直交変換符号化方式の研究を行ってきたが、50年よりそれに加えて、輝度、色度の複合信号であるNTSC信号を各信号成分に分離することなくそのまま予測符号化する直接予測符号化方式の開発を進めている。この方式は、簡単な装置で、よりよい画品質を実現できることが特徴である。動画像を含む実際のNTSC画像を用いたこれまでのシミュレーション実験の結果から、フィールド内の予測方式により、32~44Mb/s程度の伝送レートで放送テレビジョンの品質を満足することが可能なこと、また、カメラが固定されるテレビジョン会議サービスなどの場合、フィールド間の予測方式に

よる 16Mb/s 程度の伝送レートで、十分な画品質を達成できる見通しが得られている。

## 第7節 衛星通信の研究

### 1 通信方式

電波研究所鹿島支所においては、50年度以来、離島通信、非常通信あるいは移動通信等小規模地球局衛星通信に有効な SSRA（周波数拡散ランダム接続）通信方式の改良について研究を進めている。従来の SSRA 方式の欠点は、同時通信可能局数が小さいことであるが、改良方式では、妨害局信号による雑音成分を除去する方式を導入して、信号対雑音比の改善及び通信容量の増大が期待される。これら研究の成果は、CS 実験計画の一環に組み込まれており、実験のための所要の準備が進められている。

また、ミリ波（K—バンド）とセンチ波（C—バンド）切替方式による TDMA 等ミリ波周波数帯電波の有効利用についても検討を進めている。これらの基礎となるものは、ミリ波の衛星—地上間伝搬特性、特に降雨の影響である。このため、51年末に完成した ETS—II 型衛星用の高感度受信施設を用い、52年2月23日打ち上げられた ETS—II 型衛星からの電波の受信を行っている。この実験結果を参照して、降雨減衰シミュレータを開発し、ミリ波帯衛星通信方式の研究を進める予定である。

### 2 衛星管制

電波研究所鹿島支所は、ATS—I 衛星を用いた静止衛星の軌道と姿勢の決定・予報・修正実験、二次推進系推力測定及びアンテナパターン測定を実施し、52年度打上げ予定の CS、BS の運用管制に必要な静止衛星管制技術の基礎を修得した。軌道決定については、NASA の決定値と数百 m のオーダーで一致した。

これらの技術を生かし、52年度からは、CS、BS の運用管制と実験を実

施する計画である。

将来の衛星運用管制システムについては、その省力化と高性能化が望まれる。このために、ISS 運用管制システムを改修・拡張し、移動衛星のみでなく静止衛星も同時に運用管制しうるシステムを開発し、53年度打上げ予定の ECS により実験を行うべく準備を進めている。

さらに、低高度の移動衛星を対象とする運用管制データ中継を効率的に行うため、静止衛星を中継局として利用する TDRS (トラッキングデータ中継衛星システム) の調査研究を進める予定である。

これらの衛星管制システムの高性能研究を推進するため、衛星管制シミュレータの導入を検討するとともに、衛星搭載運用管制方式についても、実験、研究を推進する計画である。

### 3 衛星の高精度姿勢検出・制御

我が国の宇宙開発もようやく各種衛星の実用化時代に入りつつある。このような現状において、打ち上げられた衛星を通信、科学探査等の目的により効果的に利用するために姿勢・位置の精密測定及び制御は重要な課題である。

すなわち、各種分野における人工衛星打上げ個数の増大、通信需要の増大及び通信形態の多様化に伴い、宇宙通信においてもミリ波等のより高い周波数帯の開発が世界的すう勢となっているが、ミリ波帯による高利得アンテナが用いられるようになると電波のビーム幅が狭くなるので、従来以上に精度のよい姿勢制御と正確な位置の決定が必要となる。高精度の姿勢制御ができるようになれば、更に電波ビームを狭めることにより、周波数の空間的再利用が可能となるので、電波の有効利用にもつながる。

このため、電波研究所では、レーザを利用した衛星の三軸姿勢決定方式を提案し、理論的検討と基礎実験を行ってきた。このシステムによれば、衛星にレーザ受信装置を搭載し地球局から偏光面を回転させたレーザ光を送信することにより衛星の三軸姿勢を高精度で決定することができ、また制御も可

能となる。

このシステムの特徴は、高精度のみならず、一方向からのレーザ光受信で姿勢の三要素を決定してしまうことにあり、我が国の独創的な姿勢決定システムとして早期実用化のための研究を進めている。

#### 4 ミリ波通信

ミリ波を衛星通信に利用しようとする場合、電波伝搬上の最も大きな問題は降雨減衰と降雨による交さ偏波識別度の劣化である。

降雨減衰は、電波伝搬路上の降雨域の各部分において電波の受ける減衰の積分効果として現われるものであるが、この現象を一層詳細に究明するため、電波研究所では新しい方式の気象レーダを鹿島支所に設置した。この装置が、技術試験衛星 ETS—II 以後の各種の通信衛星実験において活躍することが期待されている。

周波数有効利用のため直交偏波にそれぞれ別個の情報を乗せて同時に伝送しようとする場合、電波伝搬上大きな障害となるのは降雨による交さ偏波識別度の劣化である。

数年来電波研究所では、この問題について、理論研究を進めてきているが、雨滴の落下傾斜角がガウス分布にて変動するものと仮定した場合、従来から用いられてきた「差の伝搬定数」をいくぶん修正することによって、交さ偏波識別等の劣化を容易に計算できる理論式が導かれた。一例として、この方法による計算値は、インド洋衛星にアクセスしている国際電電山口衛星通信所によって求められた測定結果を非常に良く説明できた。

### 第8節 その他の研究

#### 1 電話サービスの多様化技術

近年の生活水準の向上と福祉社会指向に伴い電話サービスに対する要望は量的なものから質的なものへと変わり、ますます多様化・高度化するとともに

便利で快適なものがより一層求められてきている。このため電電公社では、効用が高いもの、公共性があり社会福祉に役立つもの、地域社会の発展に寄与するものなどを中心に、新しい電話サービスの実用化が進められている。

小形軽量で使い易くスピーカ受話機能等新しい機能を持ち、スマートなデザインのミープッシュホン（700P形電話機）が開発され商用に供されている。また、スピーカ・マイクロホンにより通話のできる拡声電話機の開発が進められている。この電話機は、送受話器を手を持つことなく通話できることから電話の効用の新しい面をひらくものとして期待されている。

公衆電話サービスの向上を図るため、押しボタンダイヤル式公衆電話機の実用化に続いて、10円と100円硬貨が併用できる卓上形公衆電話機の開発が進められている。

社会福祉に役立つものとしては、難聴者のための電話機シルバーホン（めいりょう）及び公衆電話機のほか一人暮らしの老人を対象とした電話装置シルバーホン（あんしん）が実用化され、引き続き、難聴者のための公衆電話機やシルバーホン（めいりょう）でも通話困難な難聴者及び弱声者を対象とする骨伝導電話機の実用化が進められている。骨伝導電話機には、頭部等の骨の振動を介して内部聴覚に音を伝達する受話タイプ及び発声の際に生ずる骨の振動を利用する送話タイプの2種類がある。

一方、電話局から遠く離れた比較的需要の少い過疎地域に対して、経済的に電話の充足を可能とするため、デジタル加入者線多重化方式、加入者線搬送方式、マルチアクセス加入者線無線方式及び過疎地域用加入者交換方式等の実用化が進められている。

## 2 通信網の信頼性向上技術

社会活動、国民生活の中樞神経として大きな役割を果たしている電気通信を確保するため、種々の検討が進められている。

水害、火災等により電話局の局内設備が被災した場合、早急に復旧を図るため、電子交換方式を用いた大容量可搬形電話局装置の実用化が進められて

いる。

また、災害時等における電話の異常ふくそうで発生するトラヒックの変動に対応して、通信網の疎通能力を最大限に発揮するため、電話局のトラヒックデータを収集し、異常を検出した場合にう回拡大や呼の規制等適切な網制御を行う自動即時網管理方式の開発が進められている。

更に、災害時における通信の確保を主目的とし、臨時回線や離島回線にも使用できる商用中容量衛星通信方式の研究が進められている。この方式は、電話3,000回線及びカラーテレビジョン2回線が伝送できる。

周波数帯は、準ミリ波を主とし、マイクロ波を従として用いるもので、固定局、車載局、衛星及び衛星管制システムの研究が行われている。

### 3 国際通信技術

#### (1) 衛星回線におけるエコー対策技術

長遅延回線での通話時に生ずるエコー対策として、国際電電では、エコーサプレッサの欠点を除いたエコーキャンセラの研究を進めている。

エコーキャンセラは、エコーと同じものを複製し、これを本もののエコーから差し引くことによりエコーを打ち消すもので、現用のエコーサプレッサの欠点である言葉の切断、残留エコー等を除き、更にデータ通信時におけるエコーサプレッサの着脱を不必要とするなどの利点があり、国際電話回線の通話品質向上に効果がある。

このエコーキャンセラの設計基礎資料を得るため、実験用エコーキャンセラが試作され、各種テストが実施された。更に、マイクロコンピュータ等の外部技術を用いる小形化、経済化についての開発が進められている。

#### (2) トランスマルチプレクサ

近年、PCM時分割多重(TDM)によるデジタル伝送路の開発と導入が盛んであるが、一方、周波数分割多重(FDM)による既存のアナログ伝送路も依然多く使用されており、TDM回線とFDM回線の円滑な相互接続が重要な問題となってきた。トランスマルチプレクサは、TDM信号とFDM

信号を多重化レベルで直接相互交換する装置であり、回線レベルで接続する従来の方式に比し、装置の小形化、低価格化、通信の高品質化の点で有利である。

このため、国際電電においては、デジタル衛星回線と中央局—地球局間 FDM 連絡線の相互接続を目的としたトランスマルチプレクサの研究が進められ、52年3月に24回線 PCM 基礎群1群と12回線 FDM 基礎群2群とを相互変換する試作装置を完成している。

この種の装置は、種々の領域に適用されると予想され、引き続き相互変換におけるハイアラキレベル及び諸特性の標準化等について検討が進められている。

### (3) 誤り訂正技術 (FEC ; Forward Error Correction)

衛星通信において、PCM により高速デジタル伝送を行うことができる通信方式としては、SCPC (Single Channel Per Carrier) 及び TDMA (Time Division Multiple Access) がある。しかしながら、制限のある回線品質の下で、いかに低いビット誤り率でより高速のデジタルデータ伝送を実現するかが問題となってくる。

FEC は、このような通信方式を利用した高速デジタルデータ伝送における誤り訂正技術の一つで、事前にデジタル情報列に特殊な形でチェックビットをそう入して符号化し、受信端で自動的に符号誤りを訂正する方式であり、SCPC 方式では、既にその有用性が確認されている。TDMA 方式では、SCPC と信号形態が異なることから、その適応性についての検討が必要であり、国際電電が、インテルサットと研究開発契約を結んで研究を進めている。この研究は、まず各種符号の能力、構成方法、適応性等の基礎研究を行い、その結果をもとに装置の試作が行われる予定である。

### (4) 大電力 TWT (進行波管) 増幅器の非線形補償回路 (リニアライザ)

国際衛星通信において、国際電電の地球局のように多数の相手地球局と通信するには、複数の搬送波の送出が必要となる。この様な地球局の電力増幅器は、割り当てられた周波数帯域幅 (500 MHz) をカバーし、かつ、まとめ



て送信される各搬送波の電力が十分なものでなければならない。

これら複数の搬送波を、一つの TWT で送信するためには、大電力の TWT が必要となるが、TWT の特性上そのリニアリティが悪く、一般には最大出力の10～20%で使用せざるを得ない。このリニアリティを向上させるために各種の研究が進められているが、国際電電では、大電力 TWT の非線形特性を低電力 TWT を使用した逆特性の回路で補償することにより、リニアリティを大幅に改善することに成功した。

本方式は、①補償帯域幅が広い（500 MHz 以上）、②補償入出力特性の可変範囲が広い、③逆特性を得るための調整が容易であるという特徴を備えており、今後実用化する方向で研究が進められている。

#### 4 降雨ダイバシチ技術

インテルサット V号系で使用を予定されている 14/11GHz 帯の電波は、通常使用する 6/4GHz 帯に比較し、周波数が降雨によって減衰を受けやすい。

これまでの調査結果によると、この周波数帯で我が国からインド洋衛星にアクセスする場合、低仰角のため降雨減衰の影響が大であり、十分な回線稼働率を得るためには、局間距離を10～30kmとった空間ダイバシチによる送受切替方式の採用が必要不可欠とされている。

国際電電では、このような背景のもとにダイバシチシステムを設計する上で必要となる次の2項目について研究を進めている。

##### (1) ダイバシチ効果

空間ダイバシチで十分な改善度を得るために必要とされる2局間距離を明らかにするため、大気雑音の観測から降雨減衰を推定できるラジオメータシステムと降雨計を用いたダイバシチ実験を、51年12月から瀬戸内海沿岸で開始している。

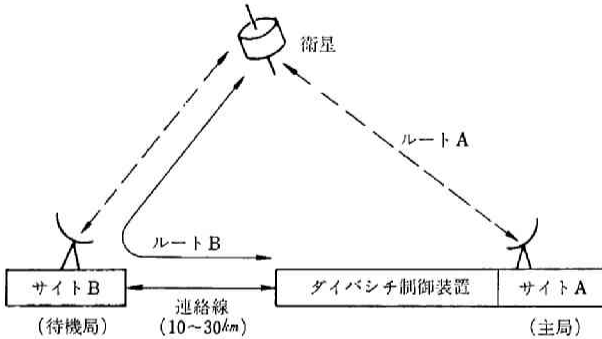
##### (2) TDMA 用ダイバシチ地球局の構成

空間ダイバシチをTDMA (Time Division Multiple Access) 方式に適用した場合、地球局において信号の同期と切替えが特に重要な問題となるの

で、これについての研究が進められている。

この基本システム構成を第2-7-11図に示す。

第2-7-11図 ダイバチシステムの構成図



## 5 通信用電源技術

電気通信サービスの多様化と高度化に伴う通信機器の発展は、高精度、高信頼度で大容量の通信用電力の開発を促し、また、電力機器の小形、軽量化が要求されている。

直流供給方式については、高品質直流出力を得るため、パワートランジスタ等を使用した高効率、小形、低騒音の各種DC-DCコンバータの開発が進められている。交流供給方式については、商用電源を受電して、これを無停電、定周波、定電圧等多様な要求条件の交流出力として得るため、サイリスタ等を採用した整流装置とDC-ACインバータの組合せによる各種交流電源が実用化されつつある。

また、通信用電力を安定に供給するため、各種の予備電源装置を設置しているが、データ通信サービス等の進展に伴い所要電力が大容量化し、従来のディーゼルエンジンでは対処し得なくなっているため、ガスタービンエンジンを用いた予備電源装置の開発を進め、10,000KVAのガスタービン発電装置が実用化されている。さらに、蓄電池については、触媒栓を用いて電槽内に発生するガスを水に還元することにより補水周期を大幅に延長した全密閉

形鉛蓄電池の実験を進めている。

## 6 省資源関連技術

資源保護、環境保全は、我が国ばかりでなく世界的な課題となっており、資源の有効利活用、代替資源の開発について検討が進められている。

電電公社では、ケーブル屑等の廃棄プラスチックの利活用を図るとともに、銅資源の枯渇化傾向に備え、アルミ導体ケーブルの実用化を進め地下配線用ケーブルへの適用についての試験に引き続き架空用ケーブルへの適用を図るための試験が行われている。

さらに、省エネルギー、省資源あるいは環境保全を図るものとして、また商用電源の得られない地域あるいは商用電源を得るのに多額の費用を要する地域の通信用自立電源として、新エネルギー変換電源方式の実用化が進められている。すなわち、太陽エネルギーや風力等の自然エネルギーを利用する通信用電源装置として太陽電池式電源装置の試験が行われているほか、風力発電式電源装置についても開発が進められている。

## 7 電離層の観測

電離層の観測は、短波無線通信回線の設計及び運用上不可欠なものであり、我が国では、国際地球観測年をはじめとする数次の国際共同観測に参加し、電離層の世界分布の究明に貢献してきた。研究面では、地上からの観測と人工衛星、ロケット等により上空からの立体観測が行われ太陽地球間物理学（STP）の新分野を誕生させた。

人工衛星を利用した宇宙通信は急激に利用が上昇し、国際幹線は短波通信からマイクロ波通信に移行した。しかし設備が簡便で経費の安い短波通信は、国際幹線通信から、その利点の大きい小型船舶等移動用の通信への利用の転換が進み、日本では重要な通信手段となり、その電波の伝搬状況の利用地域における詳細な予報・警報の必要性がますます重みを増してきた。

郵政省電波研究所では、このため国内の5観測所で実施している電離層定

常観測と平磯支所で行っている太陽電波等の観測から電波の週間予報や3か月先の電波伝搬予報を行っており、異常現象の警報も高確率で実施してきている。

51年は電離層観測衛星「うめ」が打上げられ、地上観測点のない無人地域の観測結果が得られ、一層の精度の向上が期待されたが衛星の機能停止で目下中断している。本年は、国際磁気圏観測計画（JMS）の初年度であり、秋田では流星レーダ観測が始められ電離層下部の研究が進められている。コンピュータを利用した電波予報システムも完了し、52年1月分の月間予報には、国内3地点を基点とする国内近距離漁船用のより使い易い短波予報のサービスを行うようになった。

南極地域における電離層の観測には毎年参加しており、今期は、オーロラ発生時のロケット観測の成功により極地域の上層大気の研究に有益な資料が得られた。

近年各種公害問題が話題になっているが、超高速航空機によるオゾン破壊が日常生活に影響することが指摘され、地球環境の監視が重要視されるようになった。このため電離圏に限らずもっと広範囲（特に中間圏以下成層圏まで）の大気の観測が必要とされ、電離層観測技術の応用・発展が期待されつつある。

## 8 時間及び周波数の標準

最近、我が国でもカラーテレビジョンの多元同期、ロケット追跡ステーションの時刻同期等諸科学分野において確度の高い時間及び周波数の原子標準器を必要とする範囲が多くなりつつある。このような情勢の下で、電波研究所の原子周波数標準の高確度化はもちろんのこと時間及び周波数の精密計測あるいは校正法、標準の更に高精度な供給法等の開発がますます重要となってきた。

我が国の時間及び周波数のより高精度原器として新設した2台の水素メーザを、昨年に引き続き原器としての整備を行っている。それとともに、高精

度实用セシウム標準器の開発のため、実験装置本体部の試作を完了し、現在回路系の製作を進めている。

さらに、郵政省電波研究所では、通信、計測、測地等の各分野からその実現を期待されている超高安定発振器の開発実用化を目途として、超伝導空洞発振器の開発に着手した。51年度は、極低温装置等の試作が行われている。