

第7章 技術及びシステムの研究開発

第1節 概 況

電気通信技術の研究開発は、情報の交換、処理等を急速に発展させ、国民生活の向上、経済社会の発展に極めて大きな役割を果たしてきた。情報の交換、処理等は、今後とも、情報化の進展と相まって、国土が狭かつ資源に乏しい我が国にとってこれらを補うものとしてますます重要な要素となろう。そして、この重要な要素である情報の担い手としての電気通信に対する利用ニーズの質的な多様化及び量的な増大は飛躍的に進んでいる。このようなニーズにこたえるため、より信頼性が高く、能率的で、便利な電気通信システムを構成する努力が日夜行われている。

しかし、電気通信技術は極めて広範な分野にわたっているため、個々の専門分野における科学技術を推進することはもとより、今後はより一層各分野を体系化したハード・ソフトの両面にわたる効率的な研究の促進を図る必要がある。

例えば、宇宙関係についてみると、国際通信用としては既にインテルサット系及びインタースプートニク系が実用化されて、大いに利用されているが、国内用としては各国が通信衛星、放送衛星の開発に力を注ぎつつあり、我が国においても将来の通信需要及び放送需要に対処するための過程として、それぞれの各種技術実験を行うことを目的とした実験用通信衛星システム及び実験用放送衛星システムの開発が進められている。このほか、電波の伝わり方に大きな影響をもつ電離層を中心とする宇宙環境の観測、研究を行うための電離層観測衛星の打上げ計画が進められており、観測機器等に関する研究開発も進められている。

一方、データ通信技術開発にあっても、電子計算機、交換機、伝送回線、端末機器等の多機能化、高速化、高信頼性化、標準化等のハード面の技術の

研究開発と同時に、システムソフトウェア、パターン認識、サイバネティクス等のソフト面の技術の研究開発まで含む広範多岐にわたる総合的研究開発が進められている。

また、過密化する電波利用に対処するため、数十 GHz の非常に高い周波数のミリ波通信から、更に光領域のレーザー通信までの電磁波利用帯域の拡大並びに有限な電波資源の効率的利用を図る占有帯域幅の縮小及び同一周波数の共用化等に関する研究開発が続けられている。

このほか、海洋開発分野、公害監視分野等への通信技術の応用についても研究が行われている。このように、電気通信に関する基礎及び応用分野の研究開発は、電気通信に対するニーズと互いに助長し合って今後ますます急速かつ多彩に発展し、将来の情報化社会の形成に大きく貢献するものと思われる。

電気通信に関する我が国の主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233名（49年度末現在）、49年度予算は歳出約31億7千万円、国庫債務負担行為約45億8千万円である。

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1,608名（49年度末現在）、49年度予算は約374億円である。NHKは総合技術研究所及び放送科学基礎研究所を設置しており、研究者は495名（49年度末現在）、49年度研究費は約30億1千万円である。国際電電にも研究者152名（49年度末現在）、49年度研究開発費約8億1,100万円の規模をもつ研究所がある。

なお、研究機関ではないが、郵政大臣の諮問に応じる機関として、20数名の委員及び約200名の専門委員から成る電波技術審議会が設置されており、電波の規律に必要な技術に関するものについて調査、審議を行っている。

第2節 研究開発課題とその状況

1 宇宙通信システム

我が国の宇宙開発は、50年9月、宇宙開発事業団によって我が国初の実利用分野の衛星である技術試験衛星I型(ETS-I)の打上げが成功し、新たな展開を遂げたが、宇宙通信の分野においても51年2月に電離層観測衛星(ISS)が、52年度に実験用中容量静止通信衛星(CS)及び実験用中型放送衛星(BS)が、53年度には実験用静止通信衛星(ECS)がそれぞれ打ち上げられることとなっており、これらの衛星の開発の成果により、今後の通信・放送分野における宇宙通信の役割は更に増大していくものと思われる。

(1) 通信衛星及び放送衛星の開発

ア. 国際的動向

国際通信用の衛星通信システムとしては、インテルサット及び東欧圏を中心とするインタースプートニクがある。

前者の衛星としては、現在電話換算約7,000回線の容量のIV号系衛星が大西洋上に3個、太平洋上に2個、インド洋上に2個それぞれ打ち上げられ、運用に供されているが、50年中ごろには大西洋沿岸諸国間の通信量の増大に対処するため、大西洋上にIV号系の2倍の容量を有するIV-A衛星の打上げが予定されており、更に将来の通信需要を考慮して準ミリ波帯を使用する大容量のV号系衛星の検討が進められている。

インタースプートニクには、従来周期が約12時間の周回型のモルニア衛星を使用していたが、49年7月、インド洋上にインタースプートニクとしては初めての静止通信衛星モルニアISを打ち上げ、運用に加えている。

このように国際通信への衛星の利用に加えて、最近においては、国内通信用として衛星の開発あるいは導入を計画している国が多い。

カナダは1972年アニク1号を打ち上げたのを皮切りに、既に3個の衛星を運用に供している。

米国においては、長く論争が続けられてきた国内通信衛星の利用政策についての結論が出たことにより、1974年4月ウェスター1号が、同年10月ウェスター2号が打ち上げられたのをはじめ、ここ数年内に十数個の衛星の打ち上げが計画されている。また、米国は海上通信用の衛星であるマリサットを1976年1月大西洋上に打ち上げ、世界で最初に実用に供することとしているほか、引き続き太平洋上にも打ち上げる予定である。

欧州においても通信衛星の開発が活発に行われている。西独・フランスが共同開発した実験通信衛星シンフォニーの1号機が1974年12月打ち上げられ、引き続き1975年8月に2号機が打ち上げられているほか、欧州宇宙研究機構(ESRO)を発展的に改組することにより発足した欧州宇宙機関(ESA)は、1977年に通信実験用の軌道試験衛星(OTS)及び海上通信用の軌道試験衛星(MAROTS)を打ち上げるべく開発を推進している。

最近においては開発途上国においても国内通信衛星の導入計画が活発化してきていることが注目される。インドネシアは1976年後半にも国内通信システムを導入する予定であり、フィリピン、マレーシアはこの衛星の中継器をリースすることを計画しているほか、ブラジルも1978年に独自の衛星の導入を予定している。アラブ諸国等においても衛星導入の計画がある。

放送衛星の分野では、実用に供されている衛星はいまだ存在しないが、実用に向けての開発、実験等の動きが活発である。

米国は、1974年5月に打ち上げられた応用技術衛星6号(ATS-6)により保健、教育放送実験を行い、多大の成果を収めたが、この衛星は1975年5月末からアフリカ上空に移動され、同年8月より教育テレビ実験(SITE計画)に使用されている。カナダは1976年早々にも米国、ESROと共同開発したテレビジョン及び音声の放送実験を目的とした通信技術衛星(CTS)を打ち上げることとしている。

このほか、ソ連が1975年又は1976年に実用を目的とした放送衛星の打ち上げを予定しており、西独においても放送衛星の開発が進められている。

また、開発途上国においても前記のようにインドが計画しているほか、イ

ランにおいても研究が進められている。

イ. 我が国における通信・放送衛星の開発

我が国の通信需要の増大及び多様化に対処し、かつ、災害時における通信系の確保を図るためには、地上通信システムに衛星通信システムを加えて対処していく必要があると考えられる。また放送の面でも、教育・難視聴対策等のために衛星放送システムの導入が必要と考えられる。

郵政省としては、このような情勢を踏まえ、48年度から実験用中容量静止通信衛星（CS）及び実験用中型放送衛星（BS）の開発研究を開始した。これら開発研究の成果は、48年度、宇宙開発事業団に引き継がれ、同事業団により本格的な衛星の開発が開始された。また、ミッション機器については、電電公社にCSのエンジニアリングモデルの設計及び製作を、NHKにBSのエンジニアリングモデルの設計及び製作を委託し、開発を進めた。

49年度においては、衛星本体の開発費として約234億円の予算が成立し、これにより宇宙開発事業団が両衛星の製作・試験を51年度末までに完了すべく、現在作業を進めているところである。

ミッション機器については、48年度に引き続きCSの中継器エンジニアリングモデルの試験、改良及びBSの中継器エンジニアリングモデルの製作、試験をそれぞれ電電公社及びNHKに依頼し、完了させた。これら中継器エンジニアリングモデルは49年度に宇宙開発事業団に引き渡された。宇宙開発事業団はこれらミッション機器を衛星本体と組み合わせて総合的試験を行い、プロトフライトモデル及びフライトモデルの製作を行うべく作業を進めている。

また、打上げ後の実験に必要な地上施設については、49年度予算で45億5,600万円が成立し、CSの主固定局兼運用管制局及びBSの主送受信局兼運用管制局を電波研究所鹿島支所に設置すべく建設作業を進めているほか、CS及びBSの管制ソフトウェアの開発を行うべく電波研究所で作業を進めている。更に、50年度予算において、CSの主固定局兼運用管制局の追加整備費として約4億2,700万円が認められた。

両衛星の打上げは、51年度に米国航空宇宙局（NASA）に依頼して行われることとなっていたが、宇宙開発事業団と NASA との間の打上げ依頼のための契約締結交渉の過程で打上げ経費の支払方法についての調整がつかず、51年度における打上げが不可能となったため、宇宙開発委員会は49年12月宇宙開発関係経費の見積り決定において、両衛星の打上げ時期を52年度に変更した。

なお、ミリ波等の周波数における通信実験、電波伝搬特性の調査等を行うことを目的とする実験用静止通信衛星（ECS）の開発については、宇宙開発事業団において基本設計が50年中ごろ終了し、その後エンジニアリングモデル以降の開発が進められる予定である。

また、この実験に必要な地上設備の整備についても、50年度から電波研究所において作業が開始されることとなっている。

実験用中容量静止通信衛星（CS）、実験用中型放送衛星（BS）及び実験用静止通信衛星（ECS）の諸元は次のとおりである。

(ア) 実験用中容量静止通信衛星（CS）

- ① 衛星軌道及び位置 東経 135° の静止軌道
- ② 通信対象区域
 - 準ミリ波帯 北海道、四国及び九州を含む本土周辺
 - マイクロ波帯 小笠原、沖縄等の離島を含む日本全土
- ③ 伝送内容 電話及びカラーテレビジョン等
- ④ 変調方式 PCM-PSK
- ⑤ 伝送容量 100 Mb/s
- ⑥ 使用周波数
 - 準ミリ波帯
 - 上り回線 27.5～31 GHz 帯域内に 6 波
 - 下り回線 17.7～21.2 GHz 帯域内に 6 波
 - マイクロ波帯
 - 上り回線 5.925～6.425 GHz 帯域内に 2 波

下り回線 3.7~4.2 GHz 帯域内に2波

⑦ 衛星寿命 約3年

⑧ 実験の目的

衛星システムを用いた準ミリ波等の周波数における通信実験を行うこと、衛星通信システムの運用技術の確立を図ること、その他

(イ) 実験用中型放送衛星 (BS)

- ① 衛星軌道及び位置 東経 110° の静止軌道
- ② 受信対象区域 小笠原, 沖縄等の離島を含む日本全土
- ③ 伝送内容 カラーテレビジョン 2ch
- ④ 変調方式 映像 FM
音声 FM-FM

⑤ 使用周波数
 上り回線 14.0~14.5 GHz 帯域内に2波
 下り回線 11.7~12.2 GHz 帯域内に2波

⑥ 衛星の出力 100W/ch
 ⑦ 衛星寿命 約3年

⑧ 実験の目的

衛星システムを用いた画像及び音声の伝送試験を行うこと、衛星放送システムの運用技術の確立を図ること、その他

(ウ) 実験用静止通信衛星 (ECS)

- ① 衛星軌道及び位置 東経 145° の静止軌道
- ② 業務区域 関東地方一円
- ③ 伝送内容 電話及びテレビジョン等
- ④ 変調方式 PCM-PSK
- ⑤ 伝送容量 100 Mb/s

⑥ 使用周波数
 上り回線 6 GHz 帯及び 35 GHz 帯各1波
 下り回線 4 GHz 帯及び 30 GHz 帯各1波

ミリ波帯，マイクロ波帯の上り，下り周波数はクロスストラップ可能

- ⑦ 衛星寿命 約1年
- ⑧ 実験の目的

ミリ波等における通信実験，電波伝搬の実験を行うこと，衛星通信システムの管制及び運用技術の確立を図ること，その他

(2) 電離層観測衛星の開発

電離層の状態や電離層の上部の環境及び空電に伴う電波雑音についての世界分布を知ることは，無線通信回線の効率的な運用を図る上に極めて重要なことである。従来の地上観測のみでは海域，辺地等の電離層の観測や電波雑音の観測が不可能であったが，人工衛星を利用することにより，これらの観測が可能となった。

電離層観測衛星（ISS）は我が国の技術試験衛星I型に引き続き打ち上げられる実用衛星として開発されたもので，50年度末に高度約1,000 km，傾斜角約70°の円軌道に打ち上げられる予定であり，現在宇宙開発事業団において計画どおり製作が進められている。電波研究所では電離層観測衛星の打ち上げに備えて44年度から衛星管制施設の整備を行ってきたが，電波研究所鹿島支所では，既に第一期及び第二期工事が47年度までに終了し，一部運用管制ができるようになり，現在までカナダの電離層観測衛星 ISIS-1号，2号等を対象としてコマンド送信及びテレメトリ受信を行っている。

49年度は，これらの工事に引き続き第三期工事が行われ，同施設整備が終了した。この工事では，衛星の1日当たり数回にわたる多数パスの運用管制が可能となるようプロセス計算機及び同関連装置が設置された。これによって各サブシステムが制御されるのであるが，このため送信機系統では送信装置の一部改造，トーンコマンドエンコーダの設置が行われた。受信機系統では追尾及びテレメータ受信機の受信周波数設定のためのデシマル変換装置が整備された。信号処理系統では，制御信号やテレメータ信号等を各サブシステムに分配制御する信号分配制御接続装置の設置及び衛星の多数のパスのデ

ータ取得に対応できるように磁気録音装置の1台追加がなされ合計2台となった。また衛星内部のハウスキーピングデータ取得用のPCM符号解読装置が設置された。このほかコマンド送信装置コンソールによって送信装置のリモートコントロール、状態表示等が、また、送信アンテナコンソールによって送信アンテナのリモートコントロール、指向表示等ができるようになった。

なお、CRTディスプレイの備付けによって衛星のパススケジュールやシステムの制御状態等もチェックできるようになり、衛星管制のプログラム(Computer System for Satellite Control:略称CSSC)の完成により、1週間単位の通常の運用管制がほとんど自動化された。

一方、管制監視所(電波研究所内)側においては、宇宙開発事業団からの軌道データと電波研究所鹿島支所管制センタで受信された衛星データを基としてISS衛星の運用計画を立案し、長期及び短期の観測スケジュールを作成し、管制センタに指令するとともに、受信データに基づき、観測値の校正、データ品質のチェックを行い、校正された観測値を用いて、臨界周波数の世界分布図の作成、電子密度の高さに対する分布図等の作成を行うが、これらの解読解析処理業務はすべてあらかじめ作成されたプログラムに従い、電子計算機によって処理される。この目的に使用するためには大型の電子計算機が必要であり、このため従来の計算機に代えて、その数倍の能力を持つ大型計算機の導入を計画し、49年度末にその設置を完了した。

これに伴い管制監視所に施設する設備のうち、電子密度高度分布図(N(h)プロファイル)作成に必要なイオノグラムオンライン処理システムはその製作調整を終了したが、更に衛星観測運用計画作成システム、ミッションデータ監視システム、テレメータデータ処理システム等研究所本所側における全システムのハード及びソフト両面にわたる整備を現在続行中である。

(3) 衛星通信の研究

ア. 通信方式

衛星通信における周波数の有効利用を図るため、各種の新しい通信方式の

研究が行われており、その一つとして時分割多元接続 (PCM-TDMA) 方式がある。本方式については郵政省電波研究所と電電公社電気通信研究所とが共同で SMAX (Synchronized Multiple Access System : 同期多元接続方式) を開発し、ATS-1 及び ATS-3 衛星を利用した通信実験に成功しており、電電公社横須賀電気通信研究所では更に高速の PCM-TDMA 方式実験装置を試作し、性能試験を開始している。

一方、インテルサットでは TDMA 方式を重視し、本方式の国際間接続試験を行う計画を進めている。

国際電電研究所においては TTT 方式を更に一步実用に近づけた TDMA 装置を開発し、上記の国際間試験に参加する場合に備えて検討を進めている。また、近い将来の国際間衛星通信の課題として国際電電研究所ではデジタル衛星通信の採用に適した時分割一空間分割多元接続 (TDMA-SDMA) 方式、直交偏波を利用した衛星通信方式等の基礎的検討を継続するとともに、海事衛星通信システムの方式設計及び装置の試作を行った。

電波研究所鹿島支所においては、離島通信、移動通信あるいは災害通信等の小規模地球局を対象とする衛星通信に有効と考えられる通信方式として SSRA (周波数拡散ランダム接続) 通信方式を開発し、その早期実用化のための実験研究を進めてきているが、49年度においては各地球局の周波数変動に関する制限を軽減するため、周波数同調を必要としない新しい同期方式を開発するとともに、同システムにおける同時通話路の飛躍的増大を図る新しいデジタル化 SSRA 通信方式の基礎的検討を進めた。

イ. ATS-1 衛星の管制実験

電波研究所は ATS-1 衛星の打上げ時における追尾測距の支援を行って以来今日に至るまで衛星の測距等を NASA の地上局と共同して定期的を実施する一方、この衛星を利用して衛星通信についての各種実験を行ってきたが、1974年6月電波研究所と NASA 両者の間でこれらの衛星管制技術の習得及び運用に関し合意が得られ、実施の運びとなった。すなわち NASA 側は必要なソフトウェアの供給及びコマンドエンコーダとシンクロナスコント

ローラの貸与を行い、電波研究所側は①ATS-1運用の分担ととう載機器のon/off ②軌道決定とマヌーパ計画の作成及び静止位置保持マヌーパ③衛星ハウスキーピングデータ取得と衛星内部状態監視をそれぞれ分担することとなり、電波研究所ではこれらを実行するため電離層衛星管制施設及び計算機を利用することとなった。

ウ. ミリ波通信

衛星通信により将来増大する通信需要を賄うためにはマイクロ波、準ミリ波に加えてミリ波の利用が不可欠と考えられる。このミリ波を利用した宇宙通信を行う際要求される通信品質を満足するとともに最も経済性の高い無線回線を構成するためには、ミリ波の減衰を明確にしておく必要がある。このため、電波研究所は、ミリ波の減衰と降雨構造との関連に関する総合研究を気象研究所と共同して48年度から開始している。

本研究は、天空ふく射温度測定装置（ラジオメータ）を高地及び平地に設置し、天空ふく射温度を観測し、ミリ波の減衰量を明らかにするとともに、波長 3.2 cm のレーダにより降雨の垂直構造を観測し、降雨の垂直構造とミリ波の減衰との相関関係を明らかにするものである。電波研究所では 40GHz 帯ミリ波の大気雑音電圧受信用ラジオメータの心臓部である周波数変換部の製作調整を行うとともにデータ処理装置を含む周辺測定器を整備する一方、文部省国立青年の家を利用して富士山麓に観測小屋を設置し、共同観測の開始に備えている。

2 データ通信システム

知識、情報を中心とする情報化社会への移行に伴い、遠隔地から電子計算機にアクセスし、また、より大型の電子計算機を共同利用して複雑高度な情報処理を経済的に行いたいという要望が高まってきている。

このような動向に対応して、データ通信システムはより高度化し、複雑性が増大する傾向にある。これを支える技術及びシステムの開発に関しては、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、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実用化が進められると同時に、データ通信システムとして効果的なネットワークの研究開発が推進されている。

(1) 情報処理技術

ア. データ通信用情報処理装置

最近の大型電子計算機は、論理回路及び記憶装置に集積回路（IC）を採用して、ますます高速化、大型化、高信頼化を目指している。また、システム構成は、デュプレックス方式やデュアル方式のほかマルチプロセッサ方式を採用して処理能力の向上とともに信頼性の確保を図っている。特に、システムの高信頼性を維持発展させる技術として 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・防止機構を持たせるとともに、ソフトウェアとして高度なエラー情報処理プログラムを準備し、オンライン状態での保守診断を可能とするようになりつつある。

イ. データ通信のためのハードウェア及びソフトウェア

(ア) ハードウェア

処理速度については、論理素子の高速化や新しい制御技術による処理時間の短縮によりこの10年間に平均命令実行時間は30～40倍も向上し数百ナノ秒（1ナノ秒=10⁻⁹秒）となっている。

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を図っている。

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、本体系装置との機能のバランスの面から、高速・大容量化が要求され、その方向に開発努力が向けられている。入出力装置は、高速動作が要求されるとともに電子計算機と利用者との接点であるので漢字入出力装置等利用面からの要求に対応する機器の開発が進んでいる。

(イ) 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割に達しているともいわれており、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問題となっている。

プログラミングを容易にする手法として大型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、特にひんばんに利用される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。また、システムソフトウェアの作成を容易にするため、処理能率の高い高級言語の実用化が進んでいる。

ソフトウェア資産を有効に利用するために言語の異なったプログラムでも処理が実行できるエミュレータ等の多言語処理の技術の開発が進められ、一部では実用に供されるようになった。

ウ. 通信制御技術

通信制御とは、情報処理装置とデータ伝送回線を経由してこれに接続される端末あるいは他の情報処理装置との間のデータの授受に必要な制御全般をいう。

通信制御装置の基本機能としては、回線との電氣的インタフェース、回線の接続制御、文字の分解・組立、データの蓄積、誤り制御、伝送制御、符号変換、メッセージ処理がある。

通信制御装置は、その扱うデータの大きさによって、ビットバッファ方式、キャラクタバッファ方式、ブロックバッファ方式及びメッセージバッファ方式に分けられる。

従来、情報処理装置の処理能力、通信制御装置のコストパフォーマンスからみて、キャラクタバッファ方式が最もよく用いられてきたが、近年TSSの大規模化、端末に対する融通性、電子計算機間通信に対する適用性、本体系の負荷軽減等の問題からメッセージバッファ方式が採用され始めている。

(2) データ伝送技術

遠隔地のデータ端末装置と電子計算機間、あるいは電子計算機相互間でデ

ータの送受信をいかに能率的に行うかは、データ通信システム構成上重要である。

データ伝送方式は、デジタルデータ信号を原形に近い形で伝えるベースバンド伝送方式、信号をモデム（変復調装置）によりアナログの交流信号に変換して伝える帯域伝送方式及び PCM（パルス符号変調）伝送路を利用する方式に大別される。現在、電電公社でサービスを提供しているデータ伝送の種類は第 2—7—1 表のとおりである。

データ伝送速度は、データ入出力装置によって最適速度がまちまちであり、50 b/s～数十 Mb/s という極めて広範囲な速度が要求されている。電電公社では、高速化の技術として 8 レベル AM-VSB 方式、自動等化器を採用した音声帯域専用回線用 9,600b/s モデムについて実用化が終了し、交換回線用 4,800b/s モデムの実用化検討も進められている。また、広帯域回線を利用する高速度データ伝送方式については、48kb/s（48 kHz 帯域を使用）が既に実用化され、64kb/s は目下検討が進められている。

国際電電では、音声級回線による高速データ伝送用の 9,600b/s 変復調方式について、QASK（直交振幅変調）方式による自動位相等化器付モデムの開発を行っている。これは VSB 方式等に比べて位相ジッタ等時間変動成分に強いという国際回線に適した性質をもっている。また、広帯域回線用変復調装置の開発に関しては群帯域用 72kb/s モデムの具体的な方式検討を行っている。一方、音声級回線用電信・データ時分割多重端局装置（TDM）については、国際的にも標準化の作業が進められており、国際電電でもビット単位多重化に基づく試作装置による国内伝送路での現場試験を行った。また位相変調多重搬送電信端局（レクチプレックス）の変復調方式を基礎として、種々の改良を図り変復調動作をデジタル化したディジプレックス（音声級回線に使用して 50b/s 電信 208回線の伝送容量をもつ）の開発が進み、日米間で試験を行った結果、良好な成績が得られたので、51年度半ばごろ日米間で実用に供される予定となっている。

第 2-7-1 表 電電公社提供のデータ伝送回線（専用線）

品 名		速 度	回 線 構 成	通信方式	変調方式	伝送方式	同期方式	備 考	
規 格	種 別								
A	規 格 (120 Hz)	A-1	50 b/s 以下	2線式 (アース・リターン)	全 2 重	な し	直 流	非 同 期	
B	規 格 (240 Hz)	B-1	100 "	4線式 (メタリック・リターン)	"	"	"	"	
C	規 格 (400 Hz)	C-2	200 "	2線式又は 4線式	"	F M	交 流	"	
D	規 格 (3.4kHz)	D-5	1,200 "	2線式又は 4線式	半 2 重又は全 2 重	"	"	"	
		D-7	2,400 "	4 線 式	全 2 重	4 PhM 8 PhM	"	同 期	
		D-9	4,800 "	"	"	"	"	"	
I	規 格 (48 kHz)	I-3	48,000 "	"	"	AM-VSB	ベースバンド	同期又は非同期	ファクシミリ伝送可

(3) データ端末技術

データ端末機器は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、経済性の追求のため低廉簡素な機器の開発も活発に行われており、ノンインパクトプリンタ、パネルディスプレイ、磁気記録読取装置、光学文字読取装置等の採用が積極的に行われている。日本固有の漢字を扱うデータ端末機器についても社会のニーズと呼応して研究開発が進められている。

ノンインパクトプリンタは高速、低騒音、高信頼性を特長として着実な伸びを示しており、主として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インパクトプリンタの適用領域に徐々に進出しつつある。

パネルディスプレイは、プラズマディスプレイパネルを用いた装置が中心であり、従来のCRT（ブラウン管）が立体構造であるのに比べ平板構造が可能である点が歓迎されていることに加えて、将来量産化によるコスト低減の可能性が強いこともあり今後への期待も大きい。発光ダイオードは数字等で表示することを対象とした分野に適しており、既にPOS（ポイント・オブ・セールス）端末、テラーズマシン（銀行用窓口会計機）、データコレクタ端末等に採用されている。

磁気記録読取媒体としてカセット磁気テープ及び磁気カードがそれぞれデータエントリー端末、カード預金用端末等で実用化されている。最近薄いプラスチック製の円盤に磁気材料を塗布したもので、比較的低いコストで利用できるフロッピーディスクが端末機器に導入されている。

半導体受光素子を用いた紙テープリーダー、カードリーダー等が既に使われている。またOCR（光学文字読取装置）、OMR（光学マーク読取装置）等の入力手段がマンマシン・インタフェースに優れているので、その開発が進められている。レーザ光を利用するホログラムも漢字コードメモリ等の各種パターンメモリへの適用が研究されている。

漢字データ端末では漢字入力装置、漢字ディスプレイ、漢字プリンタ等の研究開発が急速に進められている。従来の英数字、カナ文字等の少数に限定

された対象から一挙に数千字を扱うこととなるため入力手段、漢字パターン発生方式等の問題が今後の研究開発の中心テーマとなろう。

端末機器に共通する論理回路の技術については IC 化の過程を経て LSI (大規模集積回路) 化へと進んでいる。LSI 利用の一つとしてマイクロプロセッサが急速に開発されてきたが、これを端末機器に適用することにより、プログラム制御によるはん用性、あるいはインテリジェント化が行われつつある。

(4) データ通信網

公衆電気通信法の改正により、電話網によって電話帯域を用いた各種のサービスに応ずるみちが開かれたが、より広い周波数帯域を利用するサービスは、現在のところ専用線を利用するほかにはない。

しかし、電子計算機相互間のデータ伝送、高速ファクシミリ等の需要の増加に伴って、回線の短時間利用、従量料金制の要望がより強まるものと予想される。この要望にこたえる一つのサービスとして高速データ伝送を主とし、高速ファクシミリをも対象とした 48kb/s 交換網が考えられ、現在電電公社により、その実用化について検討が進められている。

一方、データ通信を指向した高品質、多機能のデータ交換網については、現在電電公社において実用化が進められており、既にデータ交換機としては 1号機(DDX-1)が開発され、これを基礎として更に改良した 2号機(DDX-2)が完成している。今後は、これらのデータ交換機とデジタル伝送路の導入とが相まって本格的なデータ通信網が形成されていくものと予想される。

また、国際電電においても異方式 PCM 間の相互乗入れ、6単位及び8単位符号伝送の共存方式、64 kb/s 新デジタル共通線信号方式、デジタル衛星通信方式等について、データ網の国際的進展に寄与することのできるよう研究が進められている。これらのデータ通信技術に関しては、諸外国においても活発な研究が行われており、特にコンピュータ利用技術の高度化・多様化から生じたハードウェア、ソフトウェア、データ等の資源の共用を主

目的とするいわゆるコンピュータネットワークの形成もこれらの新しい通信網を基盤として実現されて行こう。

3 画像通信システム

(1) テレビ会議方式

テレビ会議方式は、複数の遠隔地間での会議を可能とするもので、旅行時間を不要にし、省エネルギーに貢献できるため、諸外国でも種々の研究、開発が行われている。英国等一部の国では既にサービスが開始されているが、我が国においても電電公社において数年前から研究、開発が進められており、50年度に東京・大阪間で商用試験が計画されている。

本方式では、東京、大阪のテレビ会議室が双方向の4MHzカラーテレビジョン映像伝送路によって結ばれており、各会議室にはそれぞれ6～10名が出席できる。出席者全員の像を見やすくし、かつ、伝送路の有効利用を図るため、出席者の半数ずつを2台のカメラで撮像し、これを合成して1回線で伝送し2台の受像機に表示する画面分割並列表示方式を採用しているほか、1人像、黒板、机上の書画・物品等の映像も切換え表示できる。また、会議に必要な資料の電送用として高速ファクシミリが併設されている。

このほか、テレビ会議方式の一層の経済化やサービスの利便化を図るため、高感度カメラ使用による照明の簡略化等を行った低コストの移動形テレビ会議装置、静止画像技術を応用して人物と書画を同時に表示できるようにした書画同時表示装置、長距離伝送路に対する帯域圧縮技術の適用等について検討が進められている。

(2) ファクシミリ

電話網を利用したファクシミリ通信については、事務用ファクシミリの利用が一段と活発化し、電電公社による電話ファクスや各社のファクシミリ装置が商品化されている。

また、将来の普及を前提に小形化、経済化をねらった簡易形ファクシミリについても各方面で開発が進められている。

一方、高速化に対する要望については、ファクシミリ信号の冗長度を抑圧して高速化を図る各種帯域圧縮形ファクシミリの研究が活発に行われており、CCITTにおいても技術標準に関する諸問題の審議が進められている。

広帯域回線を利用した高速ファクシミリについては、FDM方式による群帯域（I規格）、超群帯域（J規格）を使用したファクシミリ伝送方式に関し、伝送品質の調査検討が進められるとともに、高速化、高品質化をねらいとしたPCM回線利用の高速ファクシミリ方式等についても研究、開発が進められている。

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、同報通信及び異種規格端末間通信を行うためのファクシミリ蓄積交換方式及び回線交換と蓄積交換を併合したハイブリッド交換方式についての研究、開発も進められている。

（3） 行政情報通信用ファクシミリ装置

ア. 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が、48年度からはAICON関連の技術開発として、文書流通に効果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。

この研究開発は、公衆電気通信網の開放に伴い、ファクシミリ通信の利用が多方面で増大し、行政の分野でもファクシミリの普及を促進する必要が生じたため、行政機関における文書情報の流通特性に適合した機能（蓄積同報通信、自動送受信、高速化の各機能）を持った行政用標準ファクシミリ通信システムの開発を行うことを目的としたものである。

イ. 開発の内容

49年度は、48年度に開発試作した同報装置と、我が国の代表的メーカ3社によりそれぞれ1対向ずつ計3対向試作した端末装置とにより、公衆電話網を通して運用試験、安定性試験等の通信実験を実施するとともに、ファクシ

ミリ通信システムに関する利用実態の現状と将来動向をは握するため、ファクシミリを利用している官公庁及び民間企業 350 機関を対象に、ファクシミリ技術動向調査を実施し、それらの結果を反映して「行政用標準ファクシミリ装置仕様書」及び「行政用ファクシミリ同報装置仕様書」を作成公表し、政府行政機関における今後のファクシミリ装置の導入に資することとした。

ウ. 開発の成果

(ア) 行政用標準ファクシミリ装置仕様書概要

行政用標準ファクシミリ装置は、AICON の電話網又は加入電話網を利用し、伝送の迅速化、送受信操作の全自動化等サービス機能の充実と経済性の追求を目的としている。

このため、情報処理をデジタル化し、新規に開発した 2 ライン一括モード・ランレングス方式による帯域圧縮により、画情報の符号長を約 6 分の 1 に圧縮するとともに、回線条件によりモデムの通信速度を 2,400b/s ないし 9,600b/s に対応できるものとしている。

また、ファクシミリ通信用に新たに開発したハイレベル伝送制御手順、固体走査方式及び静電記録方式の採用、自動給紙、あて先読取り及び自動送受信の機能のほか、故障、障害時の対応機能をも付加し、信頼性の向上と自動化を図ると同時に、製造メーカーが異なった場合においても接続を保証するために、必須項目と推奨項目とに区別して、相互接続条件を明らかにしている。

これにより、B 4 判ないし B 5 判の上質紙からざら紙、更に青焼き紙、ファクシミリ受信紙、コピー原紙等の使用が可能であり、分解能 5 本/mm 以上で、4 号活字の B 4 判原稿を平均約 3 分で電送出来る性能を持っている。

(イ) 行政用ファクシミリ同報装置仕様書概要

行政用ファクシミリ同報装置は、同一文書を複数対地に送る場合に使用され、送信端末から伝送された文書を一度蓄積した後、複数対地の受信端末に自動的に送信する装置で、はん用ミニコンピュータを使用した蓄積プ

プログラム制御方式による多重処理，収容回線数10回線，B5判文書で約60枚の蓄積，収容送信機30台，あて先総数100対地等の機能を有する一方，短縮あて先指定，機密保護，通信証明，優先サービス，課金記録，ポーリング処理等の多彩なサービス機能を有する。

なお，故障，障害時の対応機能をも付加し信頼性の向上を図っている。

4 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，今後コミュニティーネットワークとして最も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，防火，防犯のための警報を発するような集配信サービス等を行うことが考えられている。

CCISについての開発研究は，米国においてパイロットシステムによる実験が行われているが，我が国においても関係機器メーカー等においてここ数年活発に行われてきており，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の普及発展を図るため，郵政省，通商産業省をはじめその他の省庁でCCISの利活用について開発研究が進められている。

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開発研究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9月に CCIS 調査会を設置し、調査研究を行ったが、更に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特に強く、実現が比較的容易と思われる各種のサービスを提供することにより、住民のニーズ、経済上の諸問題、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。48年度から実験調査に必要な設備等の開発製作に着手し、49年度までに自動反復サービス、有料テレビサービス、放送応答サービス、静止画サービス、ファクシミリ新聞サービス、フラッシュ・インフォメーションサービスの提供に必要な設備等の開発製作、一部番組の作成、実験センタの設置等を完了した。

50年度には、残る設備等の開発製作、ケーブルの布設等の準備を進め、51年1月から実験を開始することになっている。

(2) 映像情報システムの開発

通商産業省では、国民生活面への電子計算機の適用による生活の情報化、高度化を通して国民福祉の向上に資する観点から、地域社会の情報化に関して需要技術、産業制度面の実態、動向調査を行ってきた地域情報化システム調査委員会の提言を受け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、CATV 回路網と電子計算機を中核とする強力な情報制御、処理機能とを組み合わせた双方向の情報システムであり、将来の多彩な情報需要にも応ずることができるいわばモデルシステムともいうべき高度なものである。このシステムでは、家庭に設置される端末機からのリクエストにこたえて、各種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・リクエスト、生涯教育を可能とする CAI、更に各種予約、防災、防犯、保健等の多くのサービスを提供する。そして、奈良県東生駒地区

をモデルタウンとして実験を実施することにより、生活の場における情報化の在り方の研究や最適なシステム機器の開発及び研究システムの経済性や需要動向等の調査研究を行うこととしている。

この映像情報システムの開発は47年度から開始され、47年度には調査及び概念設計、48年度にはシステム設計、49年度には主要機器等の試作、開発を行った。50年度からは機器等の製作や実験施設の整備が行われるが、これらの機器等の据え付け、調整後約1年半の間実験が実施される計画である。

5 電磁波有効利用技術

(1) 新周波数帯の開発

ア. レーザ通信

大気中におけるレーザ波の地上伝搬研究については昨年以降余り進展をみていないが、海洋開発に関連し、レーザを利用して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。電波研究所では現在の研究の動静、技術開発状況、実用の可能性等を検討した結果、大陸だな海底から海面上までのレーザ光による広帯域伝送システムの開発を行うこととした。

しかしながら、レーザ光の海中における伝搬特性の研究は余り行われておらず、散乱特性、偏光特性等未開拓の問題が山積している。このためアルゴンレーザを用い、レーザ光の距離減衰特性及び偏光面保存特性について49年3月及び8月に静岡県田子港において実験を行うとともに、散乱物質としてカオリンを用いたモデル実験を水槽で行った。その結果、現在のレーザ技術では、多重散乱光を利用した遠距離情報伝送は難しいが、20 dB 程度のレーザ発振出力の増大が行われれば十分可能であることが判明するとともに、偏光ダイバーシティ通信も可能であることが明らかとなった。

また海面下における上下方向通信の可能性を検討した結果、太陽光に対するSN比の点から透明度の高い沖合いでは200m 海底との間に出力10W 程度のレーザ光による通信回線が可能であることも分かった。

イ. 800 MHz 帯の陸上移動通信

近年における陸上移動業務用周波数需要の急激な増大に対処するため、無線周波数スペクトルの有効利用の観点から、割当周波数帯域の縮小による割当可能周波数の倍増を図ってきたところであるが、なお今後も予想されるし烈な需要に対処するためには新たな周波数帯を開発することが是非とも必要である。

このような背景から、電波技術審議会において、800 MHz 帯を陸上移動業務に利用する場合の技術的条件について47年度から審議が行われている。

800MHz帯の電波は、従来から陸上移動業務に割り当てられている150MHz帯や 400MHz 帯の電波に比較し伝搬特性を異にするので、その内容を十分には握る必要があることから47年度と48年度の両年度において、主として800MHz 帯の電波伝搬特性に関する事項についての審議が行われた。

特に、48年度には、郵政省と電電公社が合同で、東京、名古屋、静岡及び福岡の各都市において実地調査を行い、800 MHz 帯の伝搬特性及び減衰特性、伝送品質特性、都市雑音等についてのデータを取得し、その結果を電波技術審議会に報告した。

また、800 MHz 帯用無線機器の開発研究については、電電公社をはじめ、無線機器製造事業者が積極的に行っているため、著しい進歩をみせている。

その結果、49年度に 800 MHz 帯の無線機器の標準的な規格値は、チャンネル間隔を 25 kHz とするなど現在 400 MHz 帯用機器に適用されている値とほぼ同程度のものが実現可能である旨電波技術審議会から中間報告された。

50年度は 800 MHz 帯を陸上移動業務に利用する場合の標準的な伝送方式、周波数割当上の技術的諸条件等を究明するため、郵政省と電電公社が共同で実地調査を実施する予定である。

なお、今後における 800 MHz 帯の電波の利用形態としては、従来の一般陸上移動業務のほか、新しい分野として大容量広域公衆自動車電話業務等が考えられる。

ウ. 準ミリ波無線中継方式

現代社会において、情報及び通信に対する需要は極めて大きく、しかもそれが年を追って増加の一途をたどっている。

このようなすう勢に対し、公衆通信回線の状況をみると、10年後あるいは15年後の総通信需要を満たすには、現在国内無線回線の根幹をなしている長距離大容量無線方式としての4, 5, 6 GHz 帯マイクロウェーブ、あるいは短距離市内外回線用等としての役割を果たしている2, 11, 15 GHz 帯伝送網等の拡充強化をもってしても不十分である。

こうした情勢にかんがみ、将来の長距離大容量無線通信方式の主役として、準ミリ波帯デジタル伝送方式が注目を浴び、研究が進められてきている。

45年郵政大臣から「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」について諮問を受けた電波技術審議会は、検討審議を重ねた結果、準ミリ波帯の電波は、伝搬上降雨等による減衰が大きいため、中継間隔は従来のマイクロウェーブの場合の15分の1以下となるので中継局数は著しく多くなるが、伝送容量を大きくすることによって経済性の確保が可能であること、また、デジタル方式をとることによって伝送品質の劣化を極力抑え得ること、そしてそれに対応する部品や装置の技術と信頼性が実用に供し得ると判断されることなどの結論を得て、49年3月答申を行った。

この答申に基づき、郵政省としては、準ミリ波帯無線方式に関するチャンネルプラン及び技術基準を検討しており、基本的諸元はおおむね次のとおりである。

〔諸元〕

- ・周波数の範囲 17.7～21.2 GHz
- ・方 式 PCM 4 相位相変調 同期検波方式
- ・伝送容量 400 Mb/s (電話換算 5,760 回線)
- ・中継距離 標準 3 km

- ・無線チャンネル周波数間隔 同一偏波 320 MHz
異 偏 波 160 MHz

エ. 250 MHz 帯自動内航船舶方式

VHF 帯を使用した沿岸無線電話は、28年横浜、神戸の港湾サービスとして 150 MHz 帯で開始された。その後、33年には瀬戸内海で沿岸無線電話として実施され、更に、39年内航船舶電話として、我が国初の全国規模の移動電話方式に発展した。

本方式は手動交換接続であり、多チャンネル切替え、狭帯域リード・セレクトタによる選択呼出等既に今日主流となっている移動無線技術が採用されている。当初は 50 kHz 間隔で 32 無線チャンネルを使用し、移動機は 8 チャンネル切替えで発足したが、需要の急増に対処するため、41年無線チャンネル間隔を 25 kHz とし、使用可能無線チャンネル数を倍増する狭帯域化技術の開発に成功し、同時に、移動機も 16チャンネル切替えとし、周波数の有効利用が図られた。

その後も年々加入船舶隻数は増加の一途をたどっており、この対策として接続時間を短縮し、周波数の有効利用を図るための自動内航船舶電話方式の実用化が検討されている。

本方式は、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る。

使用周波数帯は現在の 150 MHz 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、新たに 250 MHz 帯の割当てを予定している。この方式の移動機は 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ている。

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 検定、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。

(2) 既利用周波帯の再開発

ア. CNL-SSB（リンコンベックス）通信方式

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は，計算機シミュレーションにより通信系の最適構成の検討を48年度に行ったが，この結果に基づき 150 MHz 帯リンコンベックス送受信装置を試作した。本実験装置はアタック，リカバリタイムを短く，制御チャンネルの変調感度を高く，動作範囲を広くするなどしてフラッタ性フェージングとドブラーシフトの防止に重点を置いている。

本装置を使用して都区内で延べ 400 km 近くの走行伝搬実験を行った。その結果同方式は現行 FM 方式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。今回の実験を通し，陸上移動用としてのリンコンベックス方式は現行 FM 方式と比較して約 5 分の 1 の帯域幅で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應ずる AGC の開発，干渉妨害の受けにくさの解明，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。

イ. テレビジョン・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，

大阪の総合テレビジョンで実験放送を実施したが、その結果、技術的にも普及性の上でも十分実用化が可能であるとの結論を得ている。電波技術審議会においても、46年度にこの方式の諸規格及び送受信機に必要な技術的条件に関して答申がなされている。また、CCIR においても、我が国提案の FM-FM 方式と西ドイツ提案の 2 キャリヤ方式が有力な方式として認められている。

短い文字だけの情報や静止画を多重して送り、受信側ではアダプタを付加した場合に限り情報がテレビ画面に写し出される文字放送や静止画放送に関する研究は、比較的新しい。

これらの放送は、テレビ画面に写し出される関係上、多重方法としては垂直帰線消去期間に重畳する方式が多い。

垂直帰線消去期間の利用については、電波技術審議会から、市販受像機を対象とした室内試験の結果では、信号波形等に留意すれば、17番目から21番目の水平走査期間に付加信号を重畳することが可能であることが報告されている。使用できる期間を更に広げるためには、受像機の帰線消去回路の改修等の対策が必要とされている。

なお、静止画放送は、通常音声が付加して送ることとなるが、この場合の音声チャンネルの多重方式については、必要な音質、所要チャンネル数、普及性等が考慮される必要がある。

ファクシミリについては、垂直帰線消去期間に重畳することも可能である。しかし、高解像度が要求される場合には適当ではなく、音声チャンネルにサブキャリヤにより多重する方式、あるいは付加搬送波を用いる方式によらざるを得ないと考えられている。

特殊な多重信号として、標準周波数、標準時の放送を行う研究が郵政省電波研究所で行われている。これは、周波数標準として同期信号やカラーバーストを使用するものであり、現在の短波帯の電波を使用するものに比べ 10^2 程度の精度の向上が可能である。

(1) FM多重放送

現在の超短波放送（FM放送）はステレオ放送ができるように二つの音声チャンネルを備えているが、FM多重放送は更に第三、第四のチャンネルを追加するものである。このような付加チャンネルは音声サービス用ばかりではなく、ファクシミリ、静止画等の放送にも使用の可能性がある。また、4チャンネルステレオの放送方式に関する研究も進んでいるが、モノ及び2チャンネルステレオ受信に対し、音響的な情報の欠如の生じない方式で、かつ、超短波放送（FM放送）用の許容周波数帯域幅を逸脱しない方式であることが主要な開発目標となっている。

付加チャンネルの多重方式については、我が国においては音声を重畳する場合における多重方式及び主チャンネルとの相互妨害の排除のために必要な技術的条件について、過去電波技術審議会において検討されているが、同審議会においては、更に、音声以外の信号も含めて幅広く多重できる信号についての技術的条件に関する審議が50年度から始まる予定である。

ウ. 船舶用選択呼出方式

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、WMARC-1974年（世界海上無線通信主管庁会議）は、このデジタル選択呼出方式に使用する専用の周波数の分配を行い、1977年から使用できることとした。

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、全局呼出、遭難呼出等の分類信号、相手局識別信号、自局識別信号、無線装置の制御信号、継続して行く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5～6秒で完了するものである。

本方式については、CCIR がその有効性を認めて勧告し、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。

6 大容量有線伝送方式

画像通信、データ伝送等の普及に伴う、大容量伝送路の将来需要に対処するため、アナログ、デジタル伝送による大容量同軸ケーブル方式等の検討が進められている。

(1) 陸上同軸ケーブル方式

現在、電話回線に用いられている同軸ケーブルは、標準同軸ケーブル（内外径 2.6/9.5 mm）と細心同軸ケーブル（1.2/4.4 mm）に大別され、ケーブルの特性はいずれも CCITT 規格によっている。

現在、我が国において使用されている代表的方式は、標準同軸ケーブルを用いた 12 MHz 方式（伝送帯域 308 kHz～12,435 kHz、電話 2,700 ch、周波数分割多重）であるが、更に大容量の伝送方式として標準同軸ケーブルを用いる 60 MHz 方式（伝送帯域 4,287 kHz～61,160 kHz、電話 1 万 800 ch、又は 1 MHz テレビ電話 36 ch、若しくは 4 MHz テレビ電話 9 ch、周波数分割多重）が開発され、49年度には前年度に引き続いて電話伝送とテレビ電話伝送との共用を考慮した方式設計、建設保守上の問題について調査するため、東京・名古屋・大阪間で試験が実施された。本方式については、更に、端局装置、中継装置、テレビ変換装置の長期安定度の確認、長距離・多リン

クの映像伝送を行うための伝送路等化方式の検討が計画されている。

また、長距離伝送に適合する、より経済的な大容量方式として 60 MHz 方式を超える大容量アナログ伝送方式の基礎検討が行われている。

一方、将来のデジタル網を構成するための方式として、音声、画像、データ信号等の多様な情報を経済的かつ高品質で伝送できる多重度の高い PCM 方式が検討され、49 年度には標準同軸ケーブルを用いた PCM-100M 方式（伝送速度 100M b/s、電話 1,440 ch、又は 4 MHz テレビ電話 3 ch、時分割多重）の実用化のための試験が実施された。

今後、標準同軸ケーブルを用いて更に多重度を上げた PCM-400M 方式（伝送速度 400 Mb/s、電話 5,760 ch、又は 4 MHz テレビ電話 12 ch、時分割多重）の実用化が見込まれ、中継装置、多重変換装置、伝送路切替制御装置、測定器類の機能や伝送特性及び保守・建設上の問題点について調査するため、大阪・神戸・姫路間で試験が予定されている。

（2） 海底同軸ケーブル方式

国内通信用海底同軸ケーブルについては、短距離浅海用として、電話 900 ch を伝送する方式（CS-10M 方式）及び電話 2,700 ch を伝送する方式（CS-36M 方式）が実用の段階にあるが、更に、深海用として、電話 2,700ch を伝送する大容量長距離海底同軸ケーブル方式（CS-36 M 方式）の開発が行われており、三浦（長浜）と茨城（阿字ヶ浦）を結ぶ約 450 km の伝送路において現場試験が行われている。また、この現場試験の経験を生かし、機器、ケーブルをはじめ布設工法等を含めた総合的な試験が行われている。更に将来の国内通信網に適用するためには、より大きな伝送容量を持つ方式が必要と考えられることから、超広帯域海底ケーブル方式の開発が進められようとしている。

国際通信用海底同軸ケーブル方式としては、電話 1,600 ch（3 kHz/ch）を伝送する CS-12 M 方式が開発され、二宮・三浦間に布設された 10 中継の試験用システムの現場試験が前年度から継続して行われ、順調に動作していることが確認されている。また、日本・中国間海底同軸ケーブルに採用さ

れることになっている CS-5 M方式 (480 ch, 4 kHz/ch) についても, CS-12M方式の技術を基に, 日中間のように浅海部の多い区間での実用化を目的として, 中継器, 海洋区間の等化器, 端局装置等について開発が進められている。

また, 浅海部におけるケーブル保護の面では, ケーブルをその区間埋設することが有効となる場合があり, そのための埋設機及び埋設ケーブル修理のための探線掘削機の開発, 更に埋設工法に必要なケーブル布設船の設備に関しての検討が進められるとともに, 実験も行われた。

(3) ミリ波導波管伝送方式

40~80 GHz の周波数帯域を利用し, 導波管 1 条当たり電話約 30 万 ch, 又は 4 MHz テレビ電話約 600 ch の伝送容量を有する大容量デジタル伝送方式の開発が引き続き進められている。

本方式は, 伝送媒体として直径 51mm の円形導波管を使用し, 43~87GHz の間に 28 システムを得るもので, 1 システム当たりの伝送速度は, 800Mb/s (電話換算 1 万1,520 ch, 4 相位相変調使用) という大きなものである。また, 平均中継距離は約 15 km である。

電電公社の茨城電気通信研究所と水戸電報電話局間約 22.7 km に設置された実験回線による現場試験の結果から, 中継装置, 測定器, 導波管の性能と伝送特性, 管路及びとう道における導波管の布設, 回線の品質と安定度等について多くの成果が得られ, 40~80 GHz の全周波数帯において, 長距離伝送に必要な回線品質を満足することが明らかとなっている。

これらの結果を踏まえて, 50 年度には, 導入に当たっての外部条件の検討, 導波管布設上必要な特殊導波管の開発と導波管布設の安定度の調査, 測定器の開発, システムの信頼性, 保守, 運用に関する検討等が予定されている。

(4) 光ファイバ伝送方式

光通信方式は, 超大容量伝送方式として脚光を浴びており, 現在, 発振源である各種レーザや発光ダイオード, 伝送媒体としての光ファイバ, 変調器,

検波器等の研究が活発に行われている。

光通信方式には、光ファイバ伝送方式と空間を伝搬させる方式があるが、電電公社では、このうち、主として光ファイバ伝送方式の検討が行われている。

この方式は、低損失であるため中継距離を長くできること、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、漏話が無視できるほど小さいこと、限りある銅資源を使用しなくても済むことなど多くの特徴を有しており、電電公社でも、将来の超大容量伝送方式に適するものとして積極的に基礎検討を行っており、その実用化が大いに期待されるところである。

この方式の目標である長距離大容量伝送方式が実現するまでには、半導体レーザの長寿命化、光ファイバの低損失化等なお解決しなければならない問題が残されており、これらについての基礎研究が強力に推進されている。

7 基礎技術及び研究

(1) 交換技術及び通信網制御技術

ア. 電子交換機の開発状況

電電公社では 46 年から東京、大阪、名古屋等の大都市の一部で電子交換機の商用試験を行い所期の目的どおりの極めて良好な試験結果を得ている。その後、広域時分制機能の確認、システムの拡張方法に関する調査・試験を行って加入者線交換機の実用化を終了した。また、中継線交換機についても 48 年 5 月から東京、大阪の一部で商用試験を実施し、各種機能及びその安定性の確認を得、実用化を終了した。

49 年度は、これらの試験結果を基に標準化した D10 形自動交換機の本格的導入を開始し、現在、大都市から県庁所在地級の地方都市まで全国 30 余局で運用中である。

優れた利点を持つ電子交換機を大都市のみならず中小都市にまで拡張し、新サービスの普及及び省力化を図るため、中小局用電子交換機についても開発を進めている。これは、約 1 万 6 千端子の容量を持つ DEX-A11 方式で、

48年度から一部の加入者を収容して試験を行った。運転状況は極めて安定しており、これを基本に改良を加えたD20形自動交換機の実用化を進め、商用試験を計画している。

都市部等における端子増設の経済化等を目的とした DEX-R 1 方式（D10形交換機の制御系で複数局のD10形通話路系を遠隔制御する方式）については、DEX-A11 方式と並行して試験を実施し、所期の成果を得た。この間、加入者を収容した状態での独立局移行実験を行い、技術的確認を得た。これを基本にD10形自動交換機R 1方式として実用化の準備を進めている。

また、中小規模用事業所集団電話交換機としてのD10形自動交換機R 3方式についても実用化を進めている。

一方、急増するデータ通信需要に対し公衆網が開放されたが、データ通信の要求する品質、機能の面から既存公衆網では必ずしも最適とはいえない。このため、時分割電子交換機及びデジタル伝送方式の研究開発の成果を基盤として、本格的なデジタルデータ交換網の研究開発が進められている。デジタルデータ交換機は、時分割回線交換及びパケット交換（情報をいったん蓄積して、一定の長さに区切り、これを転送の単位として送り出す交換方式）の機能を持つ交換機で、50b/s～48kb/sの広範囲な端末速度回線を交換しようとするものである。デジタルデータ交換機は、今後のデータ通信の発展に大いに寄与するものとして期待されており、世界各国で研究実用化が盛んである。

国際電電では、国際電話用電子交換機 XE-1 及び国際加入電信（テレックス）用時分割電子交換機 CT-10 について、共に51年度商用化を目途に準備が進められている。

イ. 通信網制御技術

最近の電話利用形態の多様化や災害等による電話の異常ふくそうで発生するトラフィ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させるため、適正でしかも迅速な措置をとることが必要となってきた。その対策の一環として、電電公社では、電子計算機を用いて管理区域内の電話局のトラ

フィ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（部分集中制御方式）を実用化すべく試験を行っている。

また、プッシュホンを利用した国鉄の「座席予約システム」が49年度にサービス開始されたが、このような不特定多数の利用者を対象とするサービスに用いるセンタ接続交換機には、そのサービスの利用による通常の電話とは特性の異なるトラフィックが集中し、一般電話の疎通に大きな影響を与えるおそれがある。そこで一般電話への影響を防止するため、トラフィック監視・制御機能を持つセンタ接続交換機が実用化され、使用されている。

（2）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拡大とともに質的にも高度化、多様化し、より便利で快適なものが強く求められるようになってきている。このような要請に応ずるため、電電公社では新しい電話サービスの開発を積極的に推進することとし、効用が高く需要が多く期待できるもの、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し得るものなどについて技術的検討を行い、実用化を進めている。

まず、生活の多様化、高度化により、小形軽量で使いやすく、魅力的なデザインの電話機が強く要望されているため、従来のプッシュホンに比べ約3分の1に小形軽量化した、ざん新で操作性の良いミニプッシュホン（700P形電話機）の開発を進めた。ミニプッシュホンは、通話回路をすべてIC化するとともに、世界に先駆けて小形電磁形送受話器を採用したため大幅に小形化された。また、ハンドセットには、人間工学的配慮から再発呼用フックスイッチを組み込み、重量も200gと望ましい重さに設定するなどの配慮を施した。機能的には、ベルに代えてトーンリング方式を採用し、スピーカ受話等新しい機能を備えたほか、卓上、壁掛兼用の形状として生活の多様化に対応できるよう工夫している。

また、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

話機の実用化が進められている。

電話宅内装置の福祉対策としては、盲人用ダイヤル盤、盲人用局線中継台の実用化に引き続き、難聴者用電話機（シルバーホン（めいりよう））及び老人福祉対策用電話装置（シルバーホン（あんしん））の検討が終了している。

シルバーホン（めいりよう）は、聴覚障害等級区分4～6級の人でも容易に通話できるように配慮したもので、受話増幅機能を電話機のハンドセットに内蔵したものである。この電話機は、通常の人との共用を考慮して、音量調節ダイヤル及び操作ボタンがハンドセット上部に取り付けられている。

シルバーホン（あんしん）は、一人暮らしの老人が日常はもちろん緊急時にも、容易にかつ間違いなく利用できるように配慮した電話装置であり、通常の電話機能のほか、ワンタッチ式自動ダイヤル機能、受話音量増幅機能、カセットテープによる緊急メッセージ自動送出機能等が付加されている。

一方、電話局から遠く離れた比較的需要数の少ない過疎的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及び加入者線搬送方式について実用化のための試験が行われており、更に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についても検討が進められている。

（3）大規模集積回路技術及び磁気バブル技術

ア. 大規模集積回路技術

集積回路（IC）は、一つの半導体結晶片あるいは、セラミック基板上に多数のトランジスタ、抵抗、コンデンサ等を集積したものであり、機器の軽量化、小形経済化、動作の高速化、高信頼度化が可能であり、電子工業の諸分野に広く使用されている。現在、家庭にまで普及している小形計算機は、わずか一個のICでその機能を満足している。

最近では、ICより更に集積度の大きな大規模集積回路（LSI）の研究開発が進められており、例えば記憶LSIについて、従来の数ミリ角当たり最大4kb程度のを64kb以上のものに大容量化することを目標に研究されている。

大規模集積回路の研究は、電気通信分野のみならず電子技術全般について、飛躍的な発展の基礎となるものと期待されている。

イ. 磁気バブル技術

電子計算機、電子交換機等の大容量記憶装置用記憶素子として、磁気バブル素子の研究が進められている。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、磁気ドラム、磁気ディスク等に代わる新しいファイル記憶として期待されているものである。

磁気バブルは、磁性材料の薄膜中に特殊な条件で発生させた磁区であり、磁性材料の製作技術の確立が磁気バブル技術における一つの大きなかぎといえる。最近では、電電公社でウェーハ（希土類ガーネットなど磁性材料の単結晶薄膜）の再現性の良い製作技術が確立されているほか、国際電電では、ガドリニウム・鉄合金の非晶質膜を磁気バブル材料として使用する新しい技術が開発されている。

(4) パターン情報処理技術

電子計算機の入出力や交換機への信号送出は、タイプライタや電話機ダイヤル等を用いて、電氣的・機械的に作られた信号で行われているが、これを、自然言語で可能とするためのパターン情報処理の基礎的研究が推進されている。

これは、人間の自然なコミュニケーション手段である音声や文字を、マンマシン・インタフェースに応用しようとするもので、音声入力のための音声認識方式、出力のための音声合成方式、文字読取方式等の実用化を目指しているものである。

音声認識については、音声入力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、情報として認識する方式が研究されている。また、音声合成では、音声素片録音編集方式が主に研究されており、合成された音声の品質評価を電子計算機でシミュレートするなどの検討が行われている。文字識別には、活字文字識別、手書き文字識別があり、現在は識別の比較的容

易な活字文字識別方式の開発が進められている。

(5) 国際通信技術

ア. 国際間テレビジョン標準方式変換技術

国際間のデジタルテレビジョン伝送に関して、伝送効率の向上を考慮した符号化及びテレビジョン標準方式の変換技術の研究が進められている。

現在の国際間テレビジョン信号伝送はアナログ信号で衛星回線経由で行われており、標準方式の変換は、超音波遅延線を用いた大規模な装置で行われている。国際電電では、この方式変換に MOS・IC を用いた記憶装置の採用とデジタル処理を施すことによって、安定性・保守性に優れ、極めて高品質の変換画が得られるデジタル形テレビジョン標準方式変換装置を開発し、試作機による試験の準備が進められている。

イ. 衛星回線におけるエコー対策技術

4線—2線の変換点を含む国際電話回線で生じるエコー妨害を除去するため、エコーの打消しを目的とするエコーキャンセラの方式検討、エコーをしゃ断するために現在使用されているエコーサプレッサの改善等のエコー対策技術の検討が進められている。

エコーキャンセラについては、新しい処理方式を適用して、経済性、将来性の上から多重化・PCM回線への適用を考慮した方式の研究が進められている。

また、49年にインテルサットの主催によるエコーキャンセラの現場試験が、日本・ハワイ間商用衛星電話回線を使って実施された。

(6) 省資源関連技術

近年、新技術の開発やその応用に当たっては、従来のコスト、性能という要因とは別に、資源の保護を重視する必要性が生じてきている。このような情勢の中で、電電公社では、ケーブルくずや電話機きょう体等の廃プラスチックの利活用を図るため、これらを地下管路布設用枕木として再利用する技術を確立した。

また、枯渇化傾向にある銅資源の代替として、アルミ導体通信ケーブルの

実用化が進められており、市内中継多対アルミケーブルの試験が実施されている。このほかに、市外ケーブルへの適用等についても検討が進められている。

通信用電力は、商用電源及び内燃機関による自家発電を使用しているが、自然界に無尽蔵にある太陽エネルギーや風力エネルギーを通信用電源に使用する研究が進められている。現在、離島、山間辺地等の商用電源の得られない地域で、消費電力がわずかな孤立無線サテライト局へ適用するための太陽電池式電源装置の試験が行われているほか、風力発電については、装置の耐候性、風況等について検討が行われる予定になっている。

(7) 電離層観測

現在世界中に約 180 箇所の電離層観測所があるが、47年から太陽地球環境観視計画 (MONSEE) が実施され、電離層、地磁気、宇宙線、オーロラその他の諸現象に関する国際共同観測が継続されている。郵政省電波研究所においては国分寺を含む 5 電離層観測所での電離層垂直打上げ観測、平磯支所での太陽バーストスペクトル観測等が実施されている。

我が国における電離層観測機についても小型高性能化が図られ、各地方観測所にも新装置が逐次配備されつつある。また、国際電離層規格委員会 (INAG) から観測されたデータの読取整理基準が勧告されたが、これを実際の電離層観測にあてはめると、いくつかの問題点があり、実情に合った様式を提案するための検討を行っている。

(8) 原子周波数標準

最近我が国でもカラーテレビジョンの多元同期、ロケットの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原子周波数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原器として開発され、運用されてきた 2 台の水素メーザのその後のデータが更に解析され、その結果に基づき改良された新

設計の装置が新たに電波研究所に設置され、現在調整作業を続行中で高確度化が期待される。

(9) 大気汚染の測定

電波研究所では従来行われてきたレーザの研究に関連し、その応用技術としてレーザを利用した大気複合汚染測定用レーザレーダの開発研究を行っている。特に各国に先駆けて光化学スモッグの原因となるオキシダントの主成分であるオゾンの濃度測定を試みた。これはオゾンが波長9ミクロン帯のレーザ光線を強く吸収する性質を利用して、この9ミクロン帯と吸収作用のない10ミクロン帯のレーザを交互に発振し、両レーザ光線の受信感度の強度比からオゾン濃度を知るシステムを開発し、49年にはオゾン濃度の測定に成功した。この成果は光化学スモッグの監視体制に大きな威力を発揮し、その原因究明にも新たな活路を開くものと期待される。