

第7章 技術及びシステムの研究開発

第1節 概 況

経済、社会及び国民生活の急速な発展向上に伴い、情報に対するニーズも量的な増大のみならず、より信頼性の高いもの、能率的なもの、便利なものへと移りつつある。したがって、これら情報の担い手である電気通信の利用及び多様化は飛躍的に増大しつつある。

このようなニーズにこたえるため、基礎的な新技術から巨大システムに至るまで、非常に広範な分野にわたって、種々研究開発が進められている。

例えば、宇宙開発については、既にインテルサット衛星が開発実用化され、グローバルシステムとして国際通信に大きな力を発揮しているが、国内用としても各国が通信衛星、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の需要にこたえるための国内通信衛星システムの開発及びテレビジョン放送の難視聴解消のための国内放送衛星システムの開発が、それぞれ着々と進められている。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等、人工衛星を利用した宇宙通信に関する研究開発が進められている。

一方、過密化する電波利用に対処するため、数 10GHz の非常に高い周波数のミリ波通信から、電波よりなお高い周波数の電磁波である光領域のレーザ通信まで、電磁波の利用帯域を拡大するための研究、電波をより効率的に利用するための通信方式の開発等が続けられているほか、海洋開発分野、大気汚染観測等への通信技術の応用についても研究が行われている。

また、データ、画像、その他の情報を有線によりユーザと直接結び付け、双方向の情報のやりとりを可能にするような通信形態、更にそれらを総合的に電子計算機と結び付け、多様な情報交換を可能とらしめるような情報シ

システムの開発が進められている。

以上のほか、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、未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231名（48年度末現在）、48年度予算は歳出約19億6,000万円、国庫債務負担行為約1億9,000万円である。

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1,508名（48年度末現在）、48年度予算は約347億円である。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（48年度末現在）、48年度研究費は約28億3,100万円である。国際電電にも研究者117名（48年度末現在）、48年度研究開発費約9億3,900万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

(1) 通信衛星及び放送衛星の開発

最近の世界における宇宙開発のなかで、特に目覚ましい進展をみせているのは通信・放送衛星の開発である。

通信衛星については、既に打ち上げられているものとして、国際通信用のインテルサット衛星及びモルニア衛星があり、また国内通信用としてはカナダのアニク衛星及び米国のウェスター衛星がある。現在、開発中の通信衛星

としては、1975年秋までに打上げ予定の約10個の米国の国内通信衛星をはじめとして、1974年打上げ予定の独仏共同開発のシンフォニー衛星、1975年打上げ予定のイタリアのシリオ衛星等があり、また ESRO (欧州宇宙研究機構) においても、1980年代に ECS (欧州通信衛星) による実用システムを完成させる前段階として1977年ごろに軌道試験衛星 (OTS) を打ち上げることを計画している。

放送衛星については、1974年5月に打上げに成功した米国の応用技術衛星6号 (ATS-6) が現在では唯一のものである。これは、多目的実験衛星であるが、その実験項目中には、衛星放送実験が含まれている。今後予定されている放送衛星としては、1975年にカナダの通信技術衛星 (CTS) が実験用衛星として打ち上げられる予定であり、1976年にブラジルが、また、1979年ごろには西独も放送衛星の打上げを計画している。

一方、国内に目を転じると、通信、放送ともに、衛星システムの導入が必要とされる状態になっている。すなわち通信の面では、今後の国内通信需要を満たし、かつ、大規模災害の発生時等に備えるため、従来の地上システムに衛星通信システムを加えて通信回線の多様化を図る必要性があると考えられる。また、放送の面でも、難視聴の解消等のためには、衛星放送システムの導入が必要であると考えられる。

こうした状況から郵政省では、48年度から実験用中容量静止通信衛星及び実験用中型放送衛星の開発に着手する必要があるとして、初年度は8億7,000万円によって両衛星の開発研究 (概念設計、予備設計) を開始した。これら二つの衛星開発研究の成果を踏まえ、宇宙開発委員会は、48年10月29日、これらを51年度に打ち上げることを目標に開発を行うことを正式に決定し、また、49年3月13日の宇宙開発計画 (48年度決定) においては、この内容に付け加えてその打上げは米国の依頼することを定めた。

一方、打上げの目標年次が確定したことに伴い、スケジュールの上から48年度中に開発研究を完了するほか、基本設計に取り掛かる必要があったため、そのための経費として一般会計予備費から約9億4,000万円の使用が認

められることとなった。更に49年度予算においては、これらの衛星開発関係経費として約279億8,000万円（49年度歳出 39億 4,000万円、国庫債務負担行為 240億 4,000万円（49年度に現金化される 30億 3,000万円は歳出に含めた。））が認められた。

実験用中容量静止通信衛星及び実験用中型放送衛星の開発は、開発研究が終了したので郵政省から宇宙開発事業団に引き継がれることとなり、宇宙開発事業団は基本設計の契約等両衛星の開発に必要な所要の業務を開始した。一方、必要な地上施設については、郵政省及び関係機関が整備を進めることとなった。

なお、実験用中容量静止通信衛星及び実験用中型放送衛星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

- 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、沖縄など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 100Mb/キャリア
- ⑥ 使用周波数
 - 準ミリ波帯
 - 上り回線 27.5～31GHz 帯域内に6波
 - 下り回線 17.7～21.2GHz 帯域内に6波
 - マイクロ波帯
 - 上り回線 5.925～6.425GHz 帯域内に2波
 - 下り回線 3.7～4.2GHz 帯域内に2波
- ⑦ 衛星寿命 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

- 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、沖縄など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 14.0～14.5GHz 帯域内に2波
下り回線 11.7～12.2GHz 帯域内に2波
- ⑥ 衛星の出力 100W×2
- ⑦ 衛星寿命 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

(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利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、我が国が技術試験衛星1型に引き続き打ち上げる実用衛星として開発され、50年度末に高度約1,000km、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通り製作が進められている。電波研究所はこの製作に関し宇宙開発事業団に協力するとともに、打上げ後における衛星の利用に必要な管制施設の整備を進めている。この施設に関しては、受信に必要な基幹設備がほぼ完成し、この

施設を使用して現在、ISS 打上げに備えた訓練を兼ね、カナダの電離層研究衛星 (ISIS) を対象に、電離層上部のデータ、超長波の伝搬及び宇宙雑音に関するデータ、その他の科学データの収集を行っている。更に ISS 打上げまでには、状態制御、テレメータ解読及びコマンドの自動化等の施設の整備に加え、収集されたデータを解析するために必要な中央処理装置の整備並びにプログラムの開発等が必要であり、計画にそってこれら整備開発が進められている。

(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。この方式は、従来の周波数分割多元接続(FM—FDMA)方式に比べて、

- ① 回線数の変更が容易であること
- ② 衛星中継器を各地上局が時分割で使用するため、各地上局の電波の間で混変調が生じないこと
- ③ デジタル音声入方式 (DSI) の採用により、FM に比べて容易に回線量を約2倍に増加できること

などの利点がある。

PCM—TDMA 方式については、郵政省電波研究所及び電電公社電気通信研究所の協同で SMAX を開発し、ATS—1 及び ATS—3 衛星を用いる通信実験に成功している。電電公社電気通信研究所では更に高速の PCM—TDMA 方式等、国内衛星通信方式の研究を行っている。

一方、インテルサットでは、TDMA 方式を重視し、51年初頭を目途として、本方式の国際間接続試験を行う計画を進めている。

国際電電でも TTT 方式と称する時分割多元接続方式を開発し、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。

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大幅な採用に適した時分割—空間分割多元接続 (TDMA—SD

MA)方式、直交偏波を利用した衛星通信方式、新サービスの提供を目的とした移動衛星通信方式などについて、基礎的検討を開始している。

また、近年、離島通信、移動通信あるいは災害通信等の多様化に伴い、郵政省電波研究所鹿島地球局では、これら小規模局の通信に特に有効と考えられる通信方式として、同時に多数の小規模地球局が1個の衛星を仲介として随時通信ができ、また、附属装置を接続することにより、通信と同時に衛星までの距離と距離変化率の測定ができる SSRA (Spread Spectrum Random Access) 方式の実用化を図るため、実験装置の試作とともに衛星折返し実験を行い、その有効性を確認した。

この通信方式は将来我が国で静止衛星を打ち上げる場合には、軌道測定及び姿勢の検知等にも応用できるので極めて重要な役割を果たし得るものである。一方、この装置を使用すれば国際間における時刻同期にも有効であり、本方式の早期実用化のための実験研究が進められている。

イ. ミリ波通信

衛星通信に使用されている電波は、現在マイクロ波の4GHz及び6GHzがその主力をなしているが、今後増大する通信需要を満たすためには、なお高い周波数の準ミリ波あるいはミリ波帯の衛星通信系への導入をも考慮しなければならない。しかし、この場合に問題となるのは大気による電波の吸収及び降雨による電波の減衰である。特に降雨による減衰に関しては、長期にわたり地域別に、また統計的に調査を行う必要がある。

このため現在、郵政省電波研究所、電電公社電気通信研究所及びNHK総合技術研究所などで、それぞれ組織的な調査が続けられており、電波研究所では、ミリ波帯太陽電波観測及び大気ふく射温度の観測を行い、衛星と地球間の減衰量及びダイバーシティ効果(合成受信)等について実験を行っている。また51年度打上げが予定されている技術試験衛星(ETS-II)及び52年度打上げ予定の実験用静止通信衛星(ECS)には、それぞれ電波研究所が開発したミリ波の発振器あるいは中継器がとう載されることとなっており、これらの実験研究は、将来のミリ波帯衛星通信実用化のための基礎的研究とし

て積極的に推進されている。

2 電磁波有効利用技術

(1) レーザ通信

最近における電気通信需要の急激な増大に対し、レーザ波はミリ波帯よりなお高い光領域のコヒーレント（可干渉性）な電磁波として、その通信への応用について研究開発が進められている。

電波研究所におけるレーザの研究は幾つか行われているが、基礎的な分野では、大気中及び海中における伝搬特性の実験及び研究が、また応用面では、強力なパルスレーザによる上層大気の組成観測並びに大気汚染測定用としてのレーザ・レーダの開発などが行われている。

レーザ波の伝搬研究に関しては、大気中におけるその伝搬特性を究明するため、実験に最適な秋田県八郎潟等において、ヘリウムネオン・レーザにより、シンチレーション（光のゆらぎ）の観測を行ったが、更に気象構造との関係等から、その伝搬特性を明らかにするため実験研究が進められている。

一方、海中における伝搬特性の研究は、海洋開発の一環として実施されているものであり、室内水そうでの基礎的実験とともに実際の海中においてレーザ光の減衰特性や散乱の実態、その他通信システムの開発に必要な特性について、観測や解析研究が行われている。

(2) CNL—SSB（リンコンベックス）通信方式

陸上移動無線については、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が図られてきたが、従来の方式ではおのずから限度があり、一方、通信の需要は今後ますます増大することが予測される。現在これらに使用されている電波型式は FM であるが、SSB（単側波帯）方式を用いることができれば周波数帯の大幅な有効利用にもつながる。

上記の観点から、電波研究所では英国で考案され、既に短波遠距離固定回線で実用化されている、CNL（Constant Net Loss の略でリンコンベックスとも呼ばれている。）方式の応用について、計算機シミュレーションによ

り通信系の最適構成を検討してきたが、この結果に基づき 150MHz 帯における製作技術上の問題点を探り、実験装置の試作を行うとともに伝搬実験を開始した。

この方式の原理は、送信側の音声信号を、周波数成分を持つ音声チャンネルと振幅成分を持つ制御チャンネルとに分割し、音声チャンネルは SSB 変調し、制御チャンネルは周波数変調し、この二つの信号を複合して送信したものを、受信側で両者を同期させて合成して音声信号の復元を行い、結果として良好な通話品質を確保しようとするものである。

本方式はフェージング、雑音等にも強く、将来の移動無線通信方式として有望であり、今後大都市における伝搬実験、他方式との比較実験等を実施し、総合システムとして開発研究が進められることとなる。

3 通信応用技術

(1) 海洋波浪の観測

この研究は短波の電波伝搬に関連し、その応用研究として行われているものである。

現在波浪の観測は主として船舶による直接観測のほか、観測用パイロボットを利用する等種々の方法が考えられているが、海上の安全や経済性からみて必ずしも満足すべきものではない。これに対して電波による海洋波浪の観測は従来の方法とは全く異なる新しい測定手段であって、陸上から電波を放射し波浪からの反射電波から海面情報をとらえようとするもので、その大きな特色はすべての施設が陸上に設置され、安全上経済上一段と有利になる点である。

短波ないし中短波帯の電波による海面散乱現象と波浪の間には強い相関性があることが近年実験的に確かめられている。電波研究所では海上保安庁の協力を得て、電波による観測と船舶による波浪の直接観測とを日本近海において実施し、これに関する観測データを取得するとともにその解析を行っている。現段階ではデータ不足であるが、沖合 100~150km 程度までについ

てはかなり有望であることが確認されており、更に短波の遠距離伝搬特性を利用し、数1,000km先の波浪観測の可能性についても検討が加えられている。今後観測機器を整備し、観測の強化を図り、定量的データを蓄積する等実用化のための研究も推進されることになるろう。

(2) ヘリウム音声の研究

海中居住や潜水など高圧環境下では、人体に及ぼす生理的な障害を除くため通常ヘリウム空気が用いられる。しかしヘリウム空気中では音速が速くなり、したがってこのような環境下で発声した音声はひずみを生じ、気圧を上げていくに従い会話の内容はほとんど了解できなくなる。このような障害を除去し、海中で作業する人々の音声通信を確保することは、今後海洋開発を進めていくに当たり作業の安全性の上から極めて重要なことである。このため、ヘリウム空気中の音声について研究を行い、音声信号を一定の間隔に区分し、その一部を捨てて残りを元の間隔に伸長するという比較的簡単な原理による「切出し伸長型」のヘリウム音声復元装置を開発した。

この装置は48年度のシートピア計画で行われた60m海中居住実験で試用し、良好な結果が得られているが、この方式では海中約100m程度までが改善される限度と予想される。したがって、深い海中まで改善効果を上げるためには、原理的に理想的改善方式と考えられる分析合成方式を検討する必要がある。

本方式はヘリウム音声を声道の共振周波数とか音源波形とかの幾つかの要素に分解し、それぞれに望ましい修正を施した後、音声を合成して復元する方式であり、今後ともその開発を目指して、実験、研究が進められよう。

(3) 大気汚染の測定

大気汚染状況を的確には握し、汚染の予知と適切な防止対策を確立することは環境保全上緊急を要する課題である。

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。

レーザ・レーダによる測定は、化学的手法のように汚染物質をサンプルすることなく、一地点で汚染物質の立体的な濃度分布を瞬時的に求められることから、将来有望な大気汚染の測定手段であると考えられている。この研究はレーザ光と汚染ガスの吸収、蛍光などの相互作用から特定の汚染ガスの濃度分布を求めるもので、吸収方式、蛍光方式及び赤外レーザの三つの方式に分けて研究が進められた。その結果吸収方式では SO_2 、 NO_2 、赤外レーザでは O_3 の汚染ガスの濃度検出に良好な結果が得られた。

今後は更に上記各方式の検出感度の向上を図るとともに、実用化に必要な処理システムの研究も進められよう。

4 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、より大型の計算機を共同利用して複雑高度な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

最近の大型計算機は、論理回路及び記憶装置に 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。特に、システムの高信頼性を維持発展させる技術として最近 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100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が、本体系装置との機能バランスの面から、補助記憶装置は高速・大容量化が、入出力装置では高速動作が要求される。入出力装置はまた、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など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、主記憶装置の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とするため、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など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ーフェイス、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の問題等からメッセージバッファ方式が採用されはじめている。

(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、50b/s～数10Mb/s という極めて広範囲な速度が要求されている。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 4,800 b/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 (48kHz 帯域を使用) が既に実用化され、240kb/s (240kHz 帯域を使用) の実用化試験も終了した。

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 (120Hz)	A-1	50b/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 (240Hz)	B-1	100 "	4線式 (メタリック・リターン)	"	"	"	"	
C規格 (400Hz)	C-2	200 "	4線式	"	FM	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	"	同期	
	D-9	4,800 "	"	"	"	"	"	8 PhM
I規格 (48kHz)	I-3	48,000 "	"	"	"	"	同期又は非同期	ファクシミリ伝送可

また、国際間デジタル通信の需要の著しい増大にこたえるため、国際電電では、帯域を有効に利用して高密度伝送を行う方式の研究を進め、電話信号帯域で50ボー電信を108回線伝送し得る位相変調多重搬送電信方式（レクチプレックス）を開発し、43年、対米通信に実用化した。

更に国際回線の一層の有効利用を図るため、電話信号帯域で50ボー電信208回線の伝送容量を持つ新方式（ディジプレックス）が開発され、49年2月、東京・ローダイ（米国、ミルウォーキー近郊）間で、海底ケーブル及び衛星回線を用いて試験が行われた。

（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、磁気記録読取装置及び光学文字読取装置など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など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、テラズマシン（銀行用窓口会計機）及びデータコレクタ端末などに採用されている。

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及びカード預金用端末など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 low 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ようとしている。

半導体受光素子を用いた紙テープリーダ及びカードリーダなどが既に使われており、OCR（光学文字読取装置）、OMR（光学マーク読取装置）などの入力手段がマンマシン・インターフェイスに優れているので、その開発が進められている。レーザー光を利用するホログラムも漢字コードメモリなど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、漢字ディスプレイ及び漢字プリンタなどの研究開発が急速に進められている。従来の英数字、カナ文字など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及び漢字パターン発生方式など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（集積回路）化の過程を経て LSI（高密度集積回路）化へ進んでいる。特に最近ワンチップコンピュータと呼ばれる LSI 化された処理装置が出現し、広範な機能が小型構造内

に收容されることが期待されている。

デジタル信号の多様化に対応するため、50b/s～2,400b/sの通信速度に
応動し、かつ5～8単位符号に適合し得る多機能形プリンタの開発も進めら
れている。

アルファベット以外の文字を母国語とする諸国が母国語で国際通信を行
いたいという要望にこたえるため、テレタイプと同一の電信符号を用いて任意
の文字・記号及び図形を一筆書きに印出する端末機の開発も進められてい
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4kHzの周波数帯域を用い
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、計算機相互間のデータ伝送、高速ファクシミリなどの需要の増加
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。技術的には、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48kHz帯域回線の国際標準モデムが既に完成しているので、D10形電
子交換機と組み合わせれば、既存技術のみによって国際標準規格のサービス
が可能であり、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、新データ網に関しては、ユーザ設備の標準化、サービス品質、DTE
(データ端末装置)―DCE(データ通信装置)インターフェイス、網同期、信
号方式等の問題に対して、国際電信電話諮問委員会(CCITT)を中心に近年
研究が盛んになってきている。

我が国においては、現在電電公社の手で1.544Mb/sのデジタル伝送路
とDDX-2からなる時分割交換機によるデジタルデータ網の現場試験計
画が進められており、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、64kb/s新デジタル共通線信号方式
などについて、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。

将来、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が、これらの新しい通信網を基盤として形成されよう。

5 画像通信システム

(1) テレビ電話

テレビ電話は、電話と映像機能とを組み合わせ、会話本来の形態を再現させようとするものであるが、また、品物や簡単な図面などを相手に見せ、言葉では表現しにくい内容を容易に理解させたり、簡単なデータ端末として多面的に利用できる。米国においては、1650年ごろよりベル電話研究所において本格的に実用化研究が開始され、1970年のピッツバーグを皮切りにニューヨーク、シカゴ等で対面通話を主体とした1 MHz テレビ電話サービスを開始した。最近、ベル電話研究所ではテレビ電話の多機能化を進めている。

我が国では、電電公社の手により、45年の万国博にテレビ電話を出展して以降47年度まで試験が行われ、それらの技術を基に、47年度末よりテレビ電話（グループタイプ）のサービスが短距離の範囲内で試行的に開始された。

(2) テレビ会議方式

テレビ画面と音声とにより、遠隔・複数地間で会議を可能とするテレビ会議方式について既に英国等でサービスが開始されているが、その他の国でも研究開発が行われている。我が国においては、電電公社が45年ごろより研究開発を開始しており、48年度には画面分割により1会議室6～10名が会して利用可能な4 MHz カラー方式による標準テレビ会議方式の実験が行われ、十分実用に供し得る見通しを得ている。この結果を基に、現在、東京・大阪間で実用に供するための準備が進められている。このほか、応用型としてフレーム多重、こま落とし等の技術を導入し、システムの経済化、複数対地間での会議を可能とする方式、及びカラー画像品質の向上について検討が進められている。

(3) ファクシミリ

48年度には、電電公社により電話網を利用する電話ファクス・サービス（A4判の原稿を走査線密度3.85本/mmで4分又は6分で電送可能）が開始された。また、電話ファクスと相互通信が可能で、小型軽量、経済化を目標とした簡易型ファクスの開発が進められている。一方、更に高速のものに対する要望に対し、48kHz帯域使用の高速ファクス（B4判の原稿を走査線密度6本/mmで55秒で電送可能）の商用試験が行われ良好な結果が得られている。

このほか、将来の超高速ファクシミリとして電子走査方式、電荷転送素子等の固体走査方式、更にはデータ通信端末の出力装置としてファクシミリ応答装置の研究開発が進められている。

受信記録方式としては各種のものがあり、従来は写真電送には銀鉛紙を用いた化学的写真方法が用いられ、白黒模写伝送は放電記録が主に用いられていたが、最近では、放電記録方式のようににおいが発生しないこと、記録品質が優れていること等から静電記録方式が多く採用されるようになってきている。

このほかに、現像定着等の手段が不用な感熱記録、普通紙が使えるインクジェット記録、中間調記録ができるドライシルバー紙等が実用化されつつある。ファクシミリの高速電送としては伝送帯域を広げる方式及び伝送帯域を広げずに高速化を図る帯域圧縮方式の研究開発が各方面で進められている。

広帯域を利用したファクシミリは、現在新聞電送などに使われているが、将来は有線テレビ（CATV）など広帯域回線の普及によりビデオ帯域の高速ファクシミリの可能性も考えられ、これらについて基礎的研究が進められている。

国際ファクシミリ電報業務は、47年に取扱いが開始された日本・韓国間国際ファクシミリ電報が現在における世界唯一のものであるが、その他の諸国間にも、将来この種の業務を開設したいとの要望の聲が高まってきている。このような要望にこたえるため、CCITTでは加入電話網に付加すべきファ

クシミリ装置について、技術標準の取決め等の諸問題を研究課題として取り上げている。

ファクシミリの冗長性を削減し、回線の有効利用を図るためには、帯域圧縮技術の開発が必要であるが、国際電電研究所では、先行走査が1走査線にわたって白情報を検出すると後続する主走査が当該走査線を飛び越すようにして伝送時間を短縮する方法、あるいはファクシミリ信号を平面的に白黒情報変化の密な部分と疎な部分に分け、それぞれの部分に適した符号化を行う方法等について研究を進めている。

(4) 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、45年度以来、行政管理庁と共同して、各省の協力を得つつ、行政情報通信ネットワークの基本構想の検討、行政情報流通の実態調査及びシステム設計など基礎的な調査研究を進めているが、48年度においてはその関連技術の開発として、効率的なファクシミリ通信システムの研究開発を行った。

この研究開発は、ファクシミリ通信がデータ通信などに比較して伝送技術、利用技術において立ち遅れているため、行政情報の流通特性に適合した機能（蓄積同報、自動送受信、高速化の各機能）をもつ標準システムを開発することを目的としている。

イ. 開発の内容

標準ファクシミリ通信システムは、ファクシミリ端末装置と同報装置により構成される。同報装置は、同一文書を複数対地に送る場合に使用され、送信機から伝送された文書を一度蓄積した後、複数対地の受信機に送信する装置である。48年度は試作装置を開発し、その評価を行っている。端末装置に関しては、メーカー各社の固有技術を有効に活用することをねらいとして、我が国の代表的メーカー3社により、それぞれ1対向ずつ計3対向の装置を、同報装置についてはミニコンピュータを使用した蓄積プログラム制御方式の1装置を試作した。

ウ. 開発の成果

(ア) 端末装置

試作装置を評価するに当たり、機能、性能条件、外部条件、経済性、運用条件にわたる約40の要求項目を設け、各要求項目ごとに、最低必要条件、望ましい要求条件、理想条件の3要求レベルを設定し、ユーザ側の要求条件を明確化している。そして画質試験用4種、伝送時間測定用10種、紙質試験用10種の計24種のテストチャートを用いて、画質試験、伝送速度試験、自動送受信機能試験、温度試験、伝送路試験等18種の試験を行い、自動給紙ブロック、帯域圧縮ブロック等端末装置の10ブロックごとに、3装置の方式を、要求条件に照らし評価している。その結果、加入電話網とのインターフェイスを持ち、B4判1枚を3分以内で自動送受信できるファクシミリ装置の実現性が確認された。

(イ) 同報装置

同報装置の機能・性能は、ソフトウェアに依存しているため、評価は基本的な同報機能を確認するにとどめている。その結果、電話網とのインターフェイスを持ちミニコンピュータ方式で行う同報装置の実現性が確認された。また蓄積能力は2.5MbのディスクにB4判で約30ページ可能であり、同報装置を経由することによる画質劣化は特に認められなかった。

6 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30ch近くの極めて多量の情報を伝送することができることから、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もたせることにより、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

針を行ったり、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が考えられている。

CCIS についての開発研究は関係機器メーカーなど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もある。

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。

現在具体的に多能型の CCIS として開発研究が推進されているものは、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である。

(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、在来型 CATV の利活用に資するため、テレビの再送信のほか、地域ニュースサービス、案内サービス、放送応答サービスなど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生活情報サービスを提供することにより、CCIS に関する需要、経済性、技術上の問題点などを解明することをねらいとするものであり、48年度には実験調査に必要な設備、機器等のうち、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、静止画サービス及びファクシミリ新聞サービスに要する設備等の開発製作を完了した。これらのなかで有料テレビサービス設備ではチャンネル別、時間帯別で課金が可能な定額型（キー方式）、番組単位で課金が可能な従量型（切符方式）の2種類の端末を開発製作した。

放送応答サービス設備では、端末からセンターに対する上り回線は加入者

ごとに敷設されるペアケーブルを使用することにし、加入者から符号による応答のほか、音声による参加も可能なものとなっている。

静止画サービスも加入者がセンターにリクエストする上り回線にはペアケーブルを使用することにしており、センターの情報倉庫としてはマイクロフィッシュを利用するイメージファイル、端末のフレームメモリとしては磁気ディスク式と磁気シート式の2種類を開発製作した。

49年度には残る設備等の開発製作及びセンター施設の建設を行い、50年度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国民福祉の向上並びに映像産業の振興という観点から、46年度から地域情報化システム調査委員会を設置し、映像産業の実態調査、需要予測等を行ってきたが、更にこれと関連して実験タウンに実地に施設を作り、映像情報システムの開発を行うこととした。この映像情報システムはCATV回線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ふ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、テレビ番組や各種のデータを提供するリクエスト・テレビや、リクエスト・データ更にはCAIや防災・防犯などの多くのサービスを実験し、映像情報システムの技術的可能性、需要動向、経済性等について調査研究することになっている。48年度においてトータルシステム、サブシステムの詳細設計、機器及びセンターの設計を行った。実験の場所は、奈良県東生駒地区に決定している。50年度までにシステム及び所要機器の開発、51年度には機器の設置、試験を終わり、52年度から実験を行うことにしている。

7 基礎技術及び研究

(1) 交換技術

ア. 電子交換機の開発状況

電電公社では46年度から東京の一部で我が国において初めての電子交換機の商用試験を開始した。サービス開始後の状況は、所期の目的どおりハードウェア、ソフトウェアともに極めて安定な運転を続けている。48年度は、広域時分制機能等の確認を行うとともに、今後のハードウェア及びソフトウェアの増設に対処するため、システムの拡張方法に関する調査、試験を実施し、加入者線交換機に関する実用化を終了した。

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行い、各種機能及びその安定性の確認を得、実用化を終了した。

電子交換機の優れた利点を大局のみならず中小容量局にまで拡張し、新サービスの普及及び省力化を図ることを目的として、約1万6千端子の容量をもつ中小局用電子交換機（DEX—A11）について検討を進め、48年度から一部の加入者を収容して現場試験を開始した。サービス開始後の状況は極めて安定しており、これを基本に中小局用のD20形交換機の実用化の準備を進めている。

都市部等における端子増設の経済化等を目的としたDEX—R1方式（D10形自動交換機の制御系で複数局のD10形通路路系を制御する方式）については、DEX—A11と並行して現場試験を行った。この間、加入者を収容した状態で独立局移行の技術的確認を行い、所期の成果が得られたので、これを基本にD10形自動交換機R1方式につき実用化の準備を進めている。

また、中小規模用事務所集団電話交換機としてのD10形自動交換機R3方式についても検討を進めている。

一方、急増するデータ通信需要に対して公衆網が開放されたが、既存公衆網ではデータ通信の要求する品質、機能の面から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、電電公社の武蔵野電気通信研究所で、本格的なデジタルデータ交換網の研究が46年から開始された。現在、時分割デジタルデータ交換方式を採用した室内実験機により研究が続けられている。この実験機は、回線交換及びパケット交換（情報をいったん蓄積して、ある一定の長さで区切り、これを転送の単位として送り出す交換方式）の両機能を備えた交換機で、交換可能な端末速度は 50b/s～48kb/s という広い範囲を扱うことができる等の特徴を有しており、今後のデータ交換の発展に大いに寄与するものと期待されている。なお、世界的にみてもデータ交換の研究実用化は盛んで、時分割回線交換方式とパケット交換方式が主体となっている。

国際電話に関しては、実験用電子交換機 KDX—0 の試験結果を基に新設計された商用国際交換機（電子交換台を含む。）XE—1 が51年度に商用化される予定である。国際加入電信（テレックス）についても、CT—10 形時分割電子交換機が同じく51年度には商用に入る予定である。

次の時代の交換機としてはデジタル電子交換方式の採用が予想される。国際通信網においてはサービスの総合化も進められる可能性がある。国際電電研究所では、このような方向に対応して、異方式 PCM 間の符号変換、音声信号のデジタル認識など伝送・交換の境界領域の問題の研究を進める一方、回線交換とパケット交換の共存、網同期などの方式的研究にも着手している。

イ. 共通線信号方式

個々の通話路に制御信号を伝送する従来の信号方式に対して、1本の信号専用線を設けて多数の通話路（1,000回線以上）に対する信号をデータ伝送の形で送受信する共通線信号方式は、電子交換機間の信号方式として最適であり、将来の信号方式の本流になるものと思われる。国際電電の国際交換機 XE—1 には CCITT で仕様化された共通線信号方式（No. 6方式）が組み込まれており、国内の D—10方式も国内用共通線信号方式のプログラムを内蔵している。内外の交換機の電子化が進むにつれ、電話接続のスピード・アップが期待される。

一方、本格的なデジタル統合網時代の到来に備えて、更に高速 (64kb/s) のビットレートをもつ共通線信号方式の研究開発が CCITT の場で始められており、我が国でも電電公社武蔵野電気通信研究所、国際電電研究所を中心に研究が行われている。新共通線信号方式は電話のみでなくデータ通信等のサービスにも適用されるため、多くの機能が要求され、また柔軟な拡張性をもったものでなければならない。

我が国の国内用共通線信号方式は、No. 6 信号方式に準拠し、更に国内用として若干修正を加え、電子交換機の開発の中においてその検討が進められてきた。47年に D10形交換機商用試験の一環として、世界に先駆けて東京と大阪の一部における局間信号方式として適用し、48年商用試験を終了、十分実用に供し得ることが確認された。

共通線信号方式は通話路と信号路が分離しているため通話路網のほかに信号路網の形成が必要であり、数局、数10局と網が拡大するにつれて信号回線の高能率使用、信頼性の向上、各種遅延時間の一層の短縮、交換機情報の転送内容の充実等の共通線信号の機能が十分発揮できることとなる。このように網としての形態を備えるためには、既に試験済みの対応網構成のほかに準対応網構成での運用実績、更に準対応予備構成の機能確認が必要であり、これらを統合した形のより高度な機能をもった網形成の検討が進められている。

ウ. ソフトウェアの標準化

D10形自動交換機は、ようやく本格的な導入の段階を迎えるに至り、大局用電子交換ソフトウェアも加入者線交換用、中継線交換用の2系列が商用に供せられている。そして既に広域時分制や増設機能等の機能追加を幾たびか行い、良好な運用実績が得られている。

これらのソフトウェアは、その実用化の過程のなかでシステムごとの開発を進めたため、複数のシステムを個別に管理している状況である。このため、機能の追加、拡充等を行うたびに、各システムをそれぞれ修正しなければならないことになる。今後、電子交換機の提供するサービスの多様化に伴い機能の追加はひん発し、作成すべきプログラムの規模も増大する一方であ

り、このままでは今後のプログラムの管理作業は膨大なものとなる。このため、従来個々に実用化してきたシステムについて、プログラムを基本機能単位に区分して、これらを整理、統合し、標準化を図るとともに一元管理を行うことを目的として標準ソフトウェアシステムを完成した。

電子交換ソフトウェア技術の標準化に関する検討については、CCITTの第11研究委員会でもこれを取り上げ、「プログラム論理仕様の標準化」を検討中であり、積極的な寄与を行うとともに、更にプログラムの標準化を進めることが必要であろう。

(2) 伝送技術

ア. 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、ケーブル特性はいずれもCCITT規格を満足している。

現在、我が国において使用されている代表的な方式は、12MHz方式（伝送帯域308kHz～12,435kHz、電話2,700ch）である。更に大容量の伝送方式として、60MHz方式（伝送帯域4,287kHz～61,160kHz、電話10,800ch、又は1MHzテレビ電話36ch、若しくは4MHzテレビ電話9ch）が実用化され、現在、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、東京・名古屋・大阪間で商用試験が行われている。

デジタル伝送方式としては、標準同軸ケーブルを用いたPCM—100M方式（電話1,440ch、又は1MHzテレビ電話60ch、若しくは4MHzテレビ電話15ch）の商用試験が、またPCM—400M方式（電話5,760ch、又は1MHzテレビ電話240ch、若しくは4MHzテレビ電話60ch）の現場試験が実施されている。

イ. 海底同軸方式

大洋横断深海長距離用ケーブル方式としては、米国では845ch方式が既に実用になり、現在は約4,000chの方式の開発が進められている。また、英国では最近1,840ch方式が実用化されている。国際電電では、電電公社との協

力体制の下に 1,600ch の CS—12M方式 (3 kHz/ch) の開発を進めており、50年には実用に供することのできる技術が確立される見込みである。

一方、中国及び東南アジア諸国等との通信需要に適した中容量、中距離方式として 480ch の CS—5 M (4 kHz/ch) の開発が必要となり、この開発に着手した。この方式は CS—12M 方式の技術を基本としているので、CS—12M方式とはほぼ同時期には、実用に供することのできる技術が確立される見通しである。なお、中国及び東南アジア海域では浅海部が多いので、浅海方式特有の技術の開発が必要となる。すなわち、電気的には海底温度の時間的変動に基づくケーブル特性の変動を補償する機能を持った中継器の開発が必要であり、またケーブル保護の面ではケーブルをかなりの距離にわたって埋設する技術の開発が要求される。そこで、これらの技術の開発も併せて推進している。

ウ. 準ミリ波通信方式

準ミリ波帯では、1無線システム当たり 400Mb/s の速度で電話5,760ch、又は1 MHz テレビ電話 240ch、若しくは 4 MHz テレビ電話 60ch の容量をもつ、無線中継方式による 20GHz 帯準ミリ波 PCM 方式の実用化が進められている。

エ. ミリ波通信方式

電電公社において開発中の方式は、40GHz～80GHz 帯を用い、導波管1条当たり電話約 30万ch、又は1 MHz テレビ電話約 12,480ch、若しくは 4 MHz テレビ電話約 3,120ch の伝送容量を目標としたもので、現在、試験用に敷設した各種導波管線路により、現場試験が行われている。

オ. 光通信方式

光通信方式は超大容量通信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、LED (発光ダイオード)、伝送媒体としてのオプティカルファイバー等の研究が行われている。光通信方式には従来のマイクロ波等のように空間を伝搬させる空間伝搬方式、レンズを用いる光ビーム伝送方式、オプティカルファイバーを用いるファイバーケーブル伝送方式があり、それ

ぞれの特長を生かした方式検討が行われている。各種伝送方式の中で空間伝搬方式は、雨や霧等の影響を受けやすく長距離伝送には適していないが、システム構成、伝送路の作成・変更が比較的容易等の利点を生かして、1システム当たり96chの伝送容量をもつ可搬方式について実用化が進められている。

また、オプティカルファイバーについては、1km当たり数dB程度の伝送損失のものが得られており、その実用化が大いに期待されている。

カ. 線路技術

(ア) 導波管線路

既存通信サービスの拡充並びに画像通信などの新サービスの実施のために、経済的な超広帯域市外伝送路の実現が必要である。この要求に応ずるため、電電公社ではミリ波導波管伝送方式の研究が行われている。

現在開発中の方式は主として51mmφ導波管を用い、双方向電話換算約30万chの容量をもつW-40G方式である。導波管としては誘電体内装導波管、らせん導波管、伸縮導波管、コーナ導波管、細径可とう導波管等がある。

42年には4.2km2条の直埋方式実験線路を建設し、導波管敷設工法、伝送特性の検討がなされ、長距離伝送の可能性が確認された。

46年以降上記直埋方式実験線路を延長して約23kmに管路方式による導波管線路の建設がなされ、現在伝送特性、障害監視システム等の調査が進められている。また、とう道内に適用するWT-40G方式についても約2km敷設し検討が進められている。

(イ) 広帯域対形ケーブル

テレビ電話、ITV等、数MHz帯のサービスを経済的に提供するための加入者系伝送路として、広帯域対形ケーブルの開発が進められている。46年度から実用化のための試験が行われているが、その結果、4MHz白黒テレビ信号の伝送は、対選択なしに任意の対でベースバンド伝送することが可能であるとの結論が得られた。またカラーテレビ信号の伝送については加入者系は全対に収容可能であるが、中継系は1対とびに収容することにより対処で

きる見通しが得られた。このような結果から必要に応じ実用に供し得る段階となっている。

ケーブルとしては心線径 0.65mm, PEF 絶縁, 対形しゃへいユニット構成で, 4 MHz での減衰量 20dB/km, 特性インピーダンス 140Ω の電気的特性を有している。

また既設 75mmφ 管路へ収容可能とするため最大対数を320対としている。

(3) 端末技術

ア. 新電話サービス

近年の生活水準の向上, 福祉社会指向に伴い電話サービスに対する要望は量的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へと移りつつある。

このような要請に応じるため, 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, 地域社会の発展に役立つ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, 小型軽量で使いやすく, 魅力的なデザインの電話機が強く要望されるようになり, 従来のプッシュホンに比べ約 1/3に小型軽量化され, ざん新で操作性のよいミニプッシュホン (700P型電話機) の開発を進めた。この電話機は通話回路を全部 IC 化するとともに, 世界に先駆け超小型電磁形送受話器を採用することにより可能となった。この電話機には, 人間工学的考慮から, 再発呼用のフックスイッチをハンドセットに組み込むとともに, 重量も, 200g と望ましい重さに設定する等の配慮を施した。機能としてもトーンリング, スピーカ受話などの新しい機能を備えるとともに, 卓上・壁掛兼用の形状とした。

また, プッシュホンの普及に対応し, 主として事業所等に使用される 206型, 410型, 620型の各種ボタン電話装置, 並びに, ホームテレホンのプッシュ化を進めてきたが, 今後, プッシュホンの一層の大衆化を図る方策として, 環境試験等を主体にして公衆電話機のプッシュ化についても検討を開始

した。

電話宅内における福祉対策としては、既に盲人用ダイヤル盤、盲人用局線中継台を提供し好評を博しているが、引き続き難聴者用電話機並びに老人福祉対策用電話装置の実用化を進めており、49年中に提供を開始することを目的に準備を進めている。

難聴者用電話機は、聴覚障害等級区分4～6級の人に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内に内蔵させることにより実現した。この電話機には通常の人との共用も考慮し、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設けてある。

老人福祉対策用電話装置は、独り暮らしの老人が日常はもちろん緊急時にも容易にかつ、間違いなく電話を利用できるよう配慮した電話装置であり、従来の電話機能のほか、ワンタッチ式自動ダイヤル、受話音量増幅機能並びにカセットテープによる緊急メッセージ自動送出機能などより構成されている。

一方、構内交換電話については、押しボタンダイヤル等の新機能を有し、サービスを向上するとともに、小型軽量化、高性能化を図った新型小容量構内交換機の開発を進めている。これは部品に電子交換機用に開発され、従来のクロスバ用のものと比べ、大幅に小型軽量化された新型クロスバスイッチ及び継電器を使用することにより可能となった。

イ. 移動通信サービス

社会活動の高度化・多様化に伴い、自動車、列車、船舶等の移動体との通信が強く要望されているが、移動通信サービスはこれら移動体に乗っている人あるいは歩行中の人、いつでもどこからでも通信できる手段として社会活動の利便向上に役立つとともに、災害時における通信の途絶を防止する手段としても極めて有効なものである。

現在移動通信サービスに関する研究開発は、船舶電話、自動車電話などについて進められている。これら移動通信サービスの基礎技術は無線技術であることはもちろんであるが、このほか伝送、交換、宅内など多くの分野の通

信技術との結合によりはじめて実現されるものであり、また携帯に便利な小型軽量の移動機の開発は、回路部品技術、半導体技術の発達によるところが大きい。

船舶電話サービスについては、現在は手動接続方式であるが、周波数の有効利用、サービス内容の改善等を目的とした自動接続方式について48年度実験局を開設し信号方式などの検討が行われるなど、開発が進められている。

また、自動車電話サービスについては、米国など多数の国でサービスが行われているが我が国ではまだ商用に供されていない。現在電電公社横須賀電気通信研究所では、800MHz帯の加入者容量10万（東京圏）の自動車電話方式について実験局を開設し、電波伝搬特性の調査及びゾーン構成法、通話制御技術、追跡交換技術の確立のための検討が進められている。

今後の移動通信サービスは、使用周波数帯の拡大、周波数の有効利用及び小型軽量化等に考慮を払いながら、加入者の多様なニーズに応じてますます拡大されていくであろう。

ウ. レターホン

国際電電では、0.3kHz～3.4kHzの電話回線1chを用いて、電話と手書き記録信号を同時に送受することのできるレターホンを開発したが、これは電話回線の有効利用の一手段として期待されている。音声は全周波数帯域のうちの高域半分すなわち1.8kHz以上の成分を切り捨てて低域半分の成分のみを送出し、受信側で低域半分の成分から倍音、和音又は差音をとり、これらで高域を埋めることによって全帯域に相当する音声成分を再現する方法を用いているが、その通話品質は通常の電話に比べてそん色がない。一方、記録信号については、附属の紙面上に送信ペンで文字あるいは図形を手書きすると、ペンの動きが高域半分の周波数の電気信号に変換されて送出され、受信側では電気信号が受信ペンの動きに変換されて附属の紙面上に文字あるいは図形が再現される。

(4) 電力供給方式

通信サービスの多様化、通信機器の進展に伴い通信用電力に要求される条

件も逐年厳しくなってきた。更に電力用部品及び回路技術の目覚ましい発展と相まって、新しい通信用電力供給方式及び機器について積極的に研究開発を進めている。

ア. 情報処理装置用電力供給方式

情報処理装置では交直流電力を大量に必要とするが、各種の条件を考慮して静止型交流電源装置による定周波定電圧交流電力の無停電一括供給方式を採用している。

静止型交流電源装置は、サイリスタを逆変換素子として用いた出力 150 kVA～250kVA のモジュールインバータ 3～6 台により構成され、これらの冗長並行運転によりシステム容量 300kVA～1,250kVA を得ているもので、47年度に商用試験を実施して特性、機能等の確認を行い、48年度より本格的に導入している。この装置は過去10年に及ぶ研究が結実したもので、出力容量、特性機能の面において世界的にもトップクラスに位置付けられる。しかしながら、この種の技術は日進月歩であり、今後とも一層の小型化、高効率化、経済化並びに保全性の向上が望まれるので、49年度には新型機の実用化を計画している。

イ. 予備電源方式

通信用電力供給システムの安定化を図るため各種の予備電源装置を設置しているが、最近の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、従来のディーゼル機関発電機では対処し得なくなってきたのでガスタービン発電装置の実用化を進めている。

まず、据置型については 10,000kVA ガスタービン発電装置の商用試験を48年度に開始し、引き続き実用化のための検討を行っている。

非常災害時用の移動型は、1,000kVA ガスタービン式移動発電装置について47年度より商用試験を実施してきたが、良好な結果を得たので49年度には本格導入を行う。

ウ. 通信用自立電源方式

太陽電池を用いた電源装置については48年度から検討をはじめ、49年度に

は孤立防止無線方式のサテライト局を対象とした装置について実用化のための試験を開始し、また、風力発電、波力発電等についても49年度より調査検討を進める計画である。

(5) 部品・材料

ア. 半導体及び材料

トランジスタとダイオードは、半導体部品の中でも特に通信用機器とのかかわりが深く、その高速性、広帯域性及び信頼性についての研究は重要な課題である。このため電電公社の電気通信研究所では性能を支配する材料及び加工法と寿命を支配する要因解析の研究が進められ、これまでに各種伝送方式用として実用化が行われてきた。最近では、海底同軸中継方式用超高信頼度半導体部品、大容量伝送方式用超高周波トランジスタ、低雑音・低歪高出力トランジスタ、ミリ波用ガリウム、ひ素ショットキーダイオード、シリコンインパクトダイオード等の研究が進んでいる。また、国際電電研究所では、周波数特性の優れた FET トランジスタを開発することを目的として、半絶縁性のガリウムひ素 (GaAs) 基板内にセレン (Se) イオンを注入することによって、電子移動度が比較的高いN型伝導層を制御性よく形成する方法について研究を進めている。

イ. 集積回路 (IC)

IC は、一つの半導体結晶片あるいはセラミック基板上に、多くのトランジスタ、抵抗、コンデンサ等を集積したもので、機器の軽量化、小型経済化、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。

電気通信の分野でも、その経済性・高信頼性に着目され電電公社の電気通信研究所では電子交換機用として研究が開始され、制御飽和論理素子 (CSL) がD10形電子交換機に採用された。その後、情報処理装置に使用するための集積度の大きいモノリシック型の高密度集積回路 (LSI) について高速化、経済化を目標に研究が進められている。また、各種伝送機器、入出力端末機器等のIC化についても研究が行われており、海底同軸中継器、携帯無線電話、

押しボタンダイヤル電話用多周波発信器等各種装置，機器の高性能化，高信頼度をねらいとした混成集積回路の研究実用化が進められた。また，国際電電研究所でも磁性薄膜について，IC技術の導入と効率的な磁束キーパの利用とによって $5,000\text{b}/\text{cm}^2$ の記憶密度を持つ高密度集積型磁性薄膜記憶素子(FSM)を開発し，その実用化を目指して研究を進めている。これに関連して，FSMの微細な端子と外部回路との接続のように，極めて多数のリード線を一括して同時にハンダ付けする接続技術の研究が行われた結果，赤外線照射する方式の熱線溶着装置が開発され，これによって自動的に信頼性の高いハンダ付けが可能となった。

ウ．記憶部品

電子交換方式，情報処理方式などの経済化は，現在の技術の大きな課題となっている。

これらに使用する記憶装置の高性能化，低価格化を実現するためには，IC記憶素子，バブルメモリ素子，半導体シリアル素子，ディスクパック，磁気ヘッド，アクセス機構等の記憶部品の研究が重要である。

将来のファイルメモリの一つとして，バブルメモリについては磁気バブルの駆動法，検出法，パターン製作技術，結晶の評価法などの研究が行われている。また，更に高速，高密度，低価格化をねらいとした電荷結合素子(CCD)などの検討も進められている。

また，磁気ディスク，ドラムの大容量化，高性能化を図るため，磁気ヘッド部品材料の改良，磁気ヘッド浮上機構，磁気ディスク用セラミック基板の研究も進められている。

エ．回路部品，材料

画像通信，データ通信等の新サービスに対応して，伝送周波数帯域の広帯域化，高能率化技術はますます重要視されてきている。

これらを実現するために必要な回路部品について，高信頼化，小型化，経済化を目的として研究が進んでいる。

長期無保守を必要とする海底同軸中継方式に必要な超高信頼度回路部品，

セラミック基板についての研究が進められるとともに、チャンネルフィルタの小型化、経済化をねらいとした LC フィルタ、メカニカルフィルタ、半導体可変抵抗器、FDM 方式の位相等化に使用する広帯域遅延線等の研究が行われた。

非相反素子については、ミリ波導波管方式用サーキュレータを実用化するため、広帯域化、低損失化をねらいにした研究が進んでいる。

オ. 金属・磁性部品及び材料

電気通信用各種機器に使用される金属合金は、機能別到大別すると、構造体、磁性体、導電体、接点に分類できる。

構造体としては、摩耗、腐食、疲労によるき裂、破壊変形などが問題であり、これらの現象の解明が必要になる。

磁性体としては、記録媒体用微粒子の薄層化、高保磁力化及び媒体層の磁気ディスク基板に対する密着性、耐摩耗性の向上が研究課題である。

導電体としては、代替材料の実用化が、また、接点としては信頼性の向上が重要課題である。具体的なものとしては、海底同軸中継器きょう体について、耐水圧特性、耐食性、経済性に優れた材料、ファイルメモリ用ディスク装置の高性能化をねらいとした記録媒体用磁性材料、通信ケーブル用としてのアルミ複合材料などの研究が進められるとともに、接点の信頼性向上、障害対策をねらいとして、貴金属合金材料の表面生成物の解析、発生条件などの研究が行われている。

カ. 表示・記録部品、電子管及び材料

電子管は、一般通信用としては半導体部品の進歩によって次々と置き換えられてきたが、現在なお、超高周波大電力用部品、及び画像表示用としてのブラウン管は重要な位置を占めている。

電子管については、ミリ波通信方式用、準ミリ波通信方式用、及び衛星通信方式用の進行波管や画像通信用撮像管、蓄積管、プラズマ表示管等の研究が進められている。

また、ブラウン管に代わるものとして、平面表示が可能な液晶、プラズマ

表示、ハードコピーが可能な電子記録材料、静電記録材料の高感度化、高品質化等の研究も進められている。

キ. 資源の利活用並びに代替化技術

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、性能という伝統的な要因とともに、資源の保護と環境の保全を重視する必要性が生じてきている。このような情勢に対処するため電電公社では、クリーン・リサイクル委員会を設置し、これら問題の積極的な検討を進めている。

この結果、まず代替技術としては、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行われている。電電公社では、46年から実用化を進めており、現在更に多対のケーブルについて商用試験が行われているが、従来電気通信ケーブルの導体はすべて銅が使用されており、その量は年間約15万トンで国内消費量の約15%を占めている（47年度実績）現状にかんがみ有効な施策といえよう。

クロスバ交換機等で使用されているワイヤスプリング継電器接点のパラジウム節減の検討は、40年に開始され、既に銀40%、パラジウム60%の合金を用いた接点実用化されている。なお、パラジウムの国内年間消費量は、約20トンでありそのうち60%近くがワイヤスプリング接点に用いられている。

(6) 電離層観測

電離層の変化は、VHF帯以下の電波の伝搬途上における反射及び減衰等その伝わり方に密接な関係があるので、世界各国は一定の基準のもとに、電離層の状態を、地上から垂直に打ち上げた電波の電離層からの反射により、常時観測しているが、この観測結果は電離層の周波数に対する反射特性並びに突抜けの究明及び周波数特性を明らかにするもので、電波の伝わり方を評価する上において最も基本的な情報となるものである。

現在世界中に約180箇所の観測所があるが、43年から45年の太陽活動極大期に国際共同観測を実施した太陽活動期国際観測年(IASY)に引き続き、47年からは国際太陽地球観測計画(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。

これらに使用する電離層観測装置の確度及び信頼度の向上についても鋭意研究が進められ、最近小型、高性能の新装置が完成し、実用化された。

また、観測されたデータの読取整理基準についても、最近国際電離層規格委員会 (INAG) から新しいルールハンドブックが勧告されたが、これには、散乱エコーの解釈等最近の科学技術の進歩に伴う改訂がなされており、我が国においても全面的にこの新規準を取り入れることとしている。

(7) 原子周波数標準

原子周波数標準は物質の原子の固有振動数が一定不変であることを利用するもので、この値から得られる時間間隔が秒の国際単位として使用されている。我が国の周波数標準は水素メーザを一次標準として周波数変化率が 10^{-13} という高い確度に到達した。また一次標準で校正されたセシウムビームやルビジウムガスセルなど、常時使用可能の実用原子標準により現在我が国では標準周波数や標準時を維持している。

最近我が国でも、カラーテレビの多元同期、ロケットの追跡ステーションの時刻同期等その他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技術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などの開発がますます重要となっている。

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近く設置される予定であり、その高確度化が期待される。これらを基として刻まれる原子時も更に正確さと安定性を増し、国際原子時確立への寄与もますます大となろう。また、実用原子標準器の国産化を図るためルビジウム発振器の研究開発も強力に進められている。