

## 第7章 技術及びシステムの研究開発

### 第1節 概 況

近年、社会経済の進展とともに情報の果たす役割が飛躍的に高まってきており、情報流通の主要な担い手である電気通信の役割はますます重要なものとなってきている。我が国の電気通信は、電子通信技術の急速な進歩に伴い高度な発展を遂げており、今日では、世界のトップレベルに達しているが、更に利便性を求める国民のニーズは強く、これにこたえるため新しい技術やシステムの研究開発が積極的に進められている。

まず、電気通信、情報の高速処理を支える基礎技術として大規模集積回路の開発が進められており、コンピュータ、通信機器等電気通信全般にわたる各種装置の小型軽量化、高信頼性に大きく貢献することが期待されている。また、より高速かつ低消費電力のジョセフソン素子、薄膜磁性体の三元合金薄膜を用いた光磁気ディスク等の研究開発が進められており、さらに、人間の音声や文字を用いてコンピュータ等への入出力を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。

広範な先端技術を集集することによって目的が達成される宇宙通信分野では、昭和58年2月及び8月に打ち上げられた「さくら2号-a」及び「さくら2号-b」により初めて実用に供される通信衛星が実現し、多様な利用目的に応じた宇宙開発が展開されつつある。衛星通信の研究については、衛星の管制技術、衛星の最適軌道配置等の研究開発が行われている。

電磁波有効利用技術の分野では限られた資源である周波数の開発と利用効率向上のため、光領域を含めた40GHz以上の未利用周波数帯の実用化の研究や、既に利用されている周波数帯におけるデジタル陸上移動通信方式、スペクトラム拡散地上通信方式等の新しい通信方式、周波数共用技術のため

の研究が続けられている。また、50GHz 帯の簡易無線局、パーソナル無線、漁業新通信システム等が実用化された。

放送の分野では、多重化の研究が進められた結果、テレビジョン文字多重放送についてパターン伝送方式により58年10月から放送が開始されており、さらにコード伝送方式についての研究が進められている。12GHz 帯衛星テレビジョン放送は、59年2月に打ち上げられる放送衛星2号により実用化される予定であり、また災害時における緊急情報を迅速かつ正確に住民に周知する手段として、ラジオ・テレビ放送を利用した緊急警報放送システムの実用化へ向けての検討が進められている。

次に、有線電気通信分野では、デジタル網を形成する上での基本技術である網同期方式とデジタル同期端局装置が開発された。光ファイバケーブル伝送方式は実用化の段階を迎え、57年度には、単一光ファイバケーブルを用いた北海道から九州に至る日本縦貫の400Mb/sのデジタル伝送路の建設が開始された。このほかオフィスにおける情報通信システムについて利用面から見た技術的、制度的検討が進められている。

本章では、このような電気通信に関する技術及びシステムの研究開発について、我が国の関係研究機関等において進められている主なものを以下に述べることにする。

これらの研究開発を行っている我が国の代表的な機関としては、次のものがある。

郵政省の附属機関として電波研究所があり、その規模としては研究者257名(57年度末現在。以下同じ。)、57年度予算は約44億円である。電電公社には、研究開発本部のほか、武蔵野、横須賀、茨城及び今年度に開設された厚木の各研究所があり研究者総数2,900名、57年度予算約859億円となっている。NHKには、総合技術研究所及び放送科学基礎研究所があり、両所合わせて研究者345名、57年度予算約49億円である。国際電電研究所は、研究者182名、57年度研究費約77億円である。

一方、研究機関には属さないが、郵政省の附属機関として電波技術審議会

があり、24名の委員及び190名の専門委員によって、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が行われている。また、電気通信審議会技術部会は58年3月25日設置され、7名の委員及び12名の専門委員によって、電気通信に関する事務（電波及び放送の規律に関するものを除く。）のうち技術的事項について調査審議が行われている。

## 第2節 基礎技術

### 1 大規模集積回路

大規模集積回路は、コンピュータ、通信機器等電気通信技術全般にわたる各種装置の小型軽量化、経済化、高信頼化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研究開発が進められている。現在、64kb LSIメモリの情報処理装置への導入が進んでおり、さらに、電電公社においては、1Mb以上の大容量メモリの開発が進められている。また、20Kゲート規模のプロセッサ等VLSIの開発が進められるとともに、デジタル通信用諸装置への適用を目的とした通信制御用LSI、ファイル制御用の論理LSI等の導入が進められている。

加工技術としては、電電公社において最小パターン幅 $0.5\mu\text{m}$ の微細化プロセスに適した電子ビーム露光技術及び素子・回路設計製作技術の高度化・自動化等の研究が進められ、超LSIプロセス技術の確立を図っている。

### 2 ジョセフソン素子

ジョセフソン素子は、超伝導体の間を酸化物等で接合させた構造を有し、極低温状態で接合部を流れる電流を増減させることにより零電圧状態(0)と電圧状態(1)の間を高速で遷移する機能を有する。この素子は、従来の半導体素子よりも格段に高速かつ低消費電力という高性能が期待され、コンピュータ等の高速処理化に大きく貢献することが予測され、素子製作技術、

高密度化技術等の研究が進められている。

電電公社においては 1 Kb メモリの試作が行われ、集積化技術の検討が進められている。また、演算回路についても 16 ビット加算回路の基本要素が試作され、超高速コンピュータの実現を目指して回路設計、製作技術及び実装技術の研究開発が進められている。

### 3 薄膜磁性体

薄膜磁性体は、不揮発性メモリを実現できるという磁性体特有の性質のほか、集積化や大面積化等の点で製造性に優れており、また高密度記録及び高速動作が可能なことから、早くからメモリ用材料としての研究が行われている。

国際電電では、光で記録再生する光磁気メモリが将来の高密度大容量メモリとして期待できることから、その実現のため大面積で均一な高性能記録媒体の開発が進められてきた。その結果、既にアモルファスのガドリニウム・テルビウム・鉄からなる三元合金薄膜が開発され、半導体レーザーによる記録再生実験に成功し、 $1\text{ cm}^2$  当たり約 20Mb の記録密度、1 MHz の記録再生速度で C/N 値として 40dB が得られている。

57年度は、光磁気ディスクの実用化を目指し、記録媒体の性能向上とともに、ランダムアクセスに必要な溝付ディスク媒体や光学ヘッドの小形化に重点を置いて開発が進められた。記録媒体については、記録層に干渉層、反射層を設けた多層構造により、C/N 値として 45dB 以上を達成できた。また、溝付ディスク基板上での特性も同様の結果が得られ、ビット誤り率は  $10^{-4}$  ~  $10^{-5}$  の範囲であった。

これらの結果を踏まえて、デジタル信号で画像情報の入出力実験を行い、ファクシミリ等を入出力装置としたランダムアクセスが可能で、大容量の画像ファイルメモリとして実用可能であることが確認された。さらに、将来はコンピュータ用等に使えるデジタル符号メモリの実用化のため、媒体の性能向上のための研究開発が進められている。

#### 4 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。パターン情報処理には“機械が人間の言葉を理解する”音声認識，“機械が合成音で話をする”音声合成及び“手書きや印刷の文字を認識する”文字認識等がある。

電電社においては、音声認識の方法として、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分析し、単語を識別する方式が研究されている。研究は特定の話し手の特徴を計算機に記憶させて認識する方式から不特定の話し手の言葉を理解する不特定話者認識法、さらに、単語の認識から連続的に発声される言葉の認識へと方向を進展している。

音声合成については、従来のパーコール方式よりも更に少ない情報から音を合成する LSP 方式が採用されている。また、漢字・かな混りの日本語テキストを解析して、読みやアクセント、イントネーションを付与し、人間のように朗読する装置を実現するための研究が行われている。

文字認識については、活字及び手書きの数字、英字、カナ文字認識法が開発され、現在は、活字漢字、手書漢字の認識技術及びファクシミリ入力の文字認識技術が急速に進歩しつつある。文字の識別方法としては、文字線と背景の白地の両方から文字の特徴を抽出して識別する位相構造化法が開発され、印字及び手書きの英字、数字、カナ文字を対象とした高性能で経済的な文字読取方法として、データ通信用端末装置に適用されている。また、位相構造化法の特徴抽出能力の強化を図り、低品質の印刷文字読取りに適した位相特徴分布法が開発され、装置の開発が進められている。

## 第3節 宇宙通信システム

### 1 宇宙通信の現状

#### (1) 国際動向

##### ア. インテルサット

インテルサット（国際電気通信衛星機構）は、109か国が加盟（1983年3月現在）しており、1965年に業務を開始して以来、現在もその扱うトラヒック量は着実に増加している。現在のシステムは6/4GHz帯を使用するIV号系衛星（電話4,000チャンネル及びテレビジョン2チャンネル）及びIV号A系衛星（電話6,000チャンネル及びテレビジョン2チャンネル）、そして新たに14/11GHz帯も使用するV号系衛星（電話12,000チャンネル及びテレビジョン2チャンネル）により構成されている。V号系衛星の改良型であるV号A系衛星（電話14,000チャンネル及びテレビジョン2チャンネル）も打ち上げられる予定である。サービスに関しては従来の電話及びテレビジョン伝送のほか、高速データ回線を小型地球局を用いて提供するビジネスサービスの検討も開始された。

今後、大西洋において大幅に増大するトラヒックに対処するため、1986年には、VI号系衛星（電話33,000チャンネル及びテレビジョン4チャンネル）が打ち上げられる予定となっている。VI号系衛星は、6/4GHz帯及び14/11GHz帯を使用し、6/4GHz帯では6重の周波数再利用を行うほか新たにSS/TDMA（衛星内切換えを伴う時分割多元接続）方式を導入する予定である。

##### イ. インマルサット

1976年、米国は、三大洋上にマリサット衛星を打ち上げ、以来各大洋上を航行する船舶と陸との間において電話、テレックス等の通信サービスを提供してきたが、このサービスは1982年2月1日をもって、インマルサット（国

際海事衛星機構)に引き継がれた。トラヒック量は大西洋において最も多く、容量の小さなマリサット衛星は大西洋海域においてはESA(欧州宇宙機関)のマレックス衛星に、また、インド洋海域においてはインテルサットV号系衛星に搭載されたMCS(海事通信サブシステム)に替えられた。他のマリサット衛星もマレックス衛星又はMCSに替えられるとともに、軌道上予備機も整備される予定である。

また、増大するトラヒックに対処するため、1988年ごろには第二世代のインマルサット衛星が必要となるので、現在、衛星システムの検討が進められている。

#### ウ. 米 国

米国では、1974年以来、6/4GHz帯を使用し電話やテレビジョン伝送等を行うためのウェスター衛星、サトコム衛星、コムスター衛星、そして14/12GHz帯を使用しユーザーが直接、衛星にアクセスして高速デジタル通信を行うためのSBS衛星の各シリーズが打ち上げられてきた。

また、1983~84年ごろにはGスター衛星、ギャラクシー衛星、スペースネット衛星等が打ち上げられ、従来の電話やテレビジョンに加えてSBSと同様のサービスも提供される予定である。

衛星放送に関しては、1974年に打ち上げられた応用技術衛星ATS-6により2.6GHz帯及び800MHz帯を使用し世界で初めての衛星放送実験が行われた。1982年には12GHz帯を使用する直接衛星放送の計画について、8社の衛星放送計画が認可された。

#### エ. ソ 連

ソ連では、1/0.8GHz帯、4.1/3.4GHz帯又は6/4GHz帯を使用する周回軌道のモルニア衛星及び6/4GHz帯を使用するラドガ衛星、ゴリゾント衛星による通信サービスが行われており、700MHz帯を使用するエ克蘭衛星により共同受信のための放送が行われている。

また、ソ連、東欧等13か国(1982年11月現在)の加盟する国際通信のための組織としてインターズプートニクがあるが、これにはソ連のゴリゾント衛

星が使用されており、電話やテレビジョン等の通信サービスが行われている。

さらに、捜索救難通信のための COSPAS/SARSAT 計画の一環として、COSPAS 衛星 2 機が打ち上げられた。

#### オ. カナダ

カナダは、世界に先駆け 1972 年に国内衛星通信システムの運用を開始した。現在、6/4GHz 帯を使用するアニク A 衛星 3 機及び 6/4GHz 帯と 14/12 GHz 帯を使用するアニク B 衛星の計 4 機によりサービスが提供されている。

1982 年からアニク A、B 衛星の替わりとして、6/4GHz 帯を使用するアニク D シリーズの初号機及び南部の通信需要に応じるため 14/12 GHz 帯を使用するアニク C シリーズを打ち上げている。

また、衛星放送に関してカナダは米国と共同し、1976 年通信技術衛星 CTS を打ち上げ、12GHz 帯では世界で初めての衛星放送実験を行った。

#### カ. インドネシア

インドネシアでは、1976 年から 6/4GHz 帯を使用するパラバ A 衛星 2 機を用いた通信衛星システムを運用しており、その中継器の一部をフィリピン、マレーシア、タイに賃貸している。また 1983 年 6 月には 6/4 GHz 帯を使用する次世代のパラバ B を打ち上げた。

#### キ. フランス

フランスは、1984 年にテレコム 1 衛星を打ち上げる計画である。この衛星により 14/11 GHz 帯を使用する国内又は西ヨーロッパ諸国に対する通信サービス、6/4GHz 帯を使用する海外領地に対する通信サービス及び 8/7GHz 帯を使用する政府用通信を行う。

また、1985 年には、12GHz 帯による個別受信を目的とした放送衛星 TDF-1 の打上げを計画している。

#### ク. 英 国

英国は、1986 年ごろに UNISAT 衛星を打ち上げ、12GHz 帯を使用する放送及び 14/12 GHz 帯を使用する通信を行う計画である。



## ケ. その他の国々

インドは、1982年からインサット1を打ち上げている。

また、オーストラリア、中国、コロンビア、ブラジル等の国々においても通信衛星を打ち上げる計画が進められている。そして、インテルサット衛星の中継器の一部を国内通信用に賃借りし国内通信の改善に充てる国も増加している。

衛星放送に関しては、12 GHz 帯を使用し個別受信を行う計画が西独、イタリア等において、2.6 GHz 帯を使用し共同受信を行う計画がインド及びアラブ衛星通信機構（アラブサット機構）において進められている。

## コ. 地域通信

ヨーロッパでは、欧州電気通信衛星機構（ユーテルサット）が設立されており、1983年に14/11 GHz 帯を使用する通信衛星 ECS-1を打ち上げた。また、アラブ諸国においてはアラブサット機構が設立されており、6/4 GHz 帯を使用する通信及び2.6 GHz 帯を使用する放送を行うアラブサット衛星の打上げを計画している。

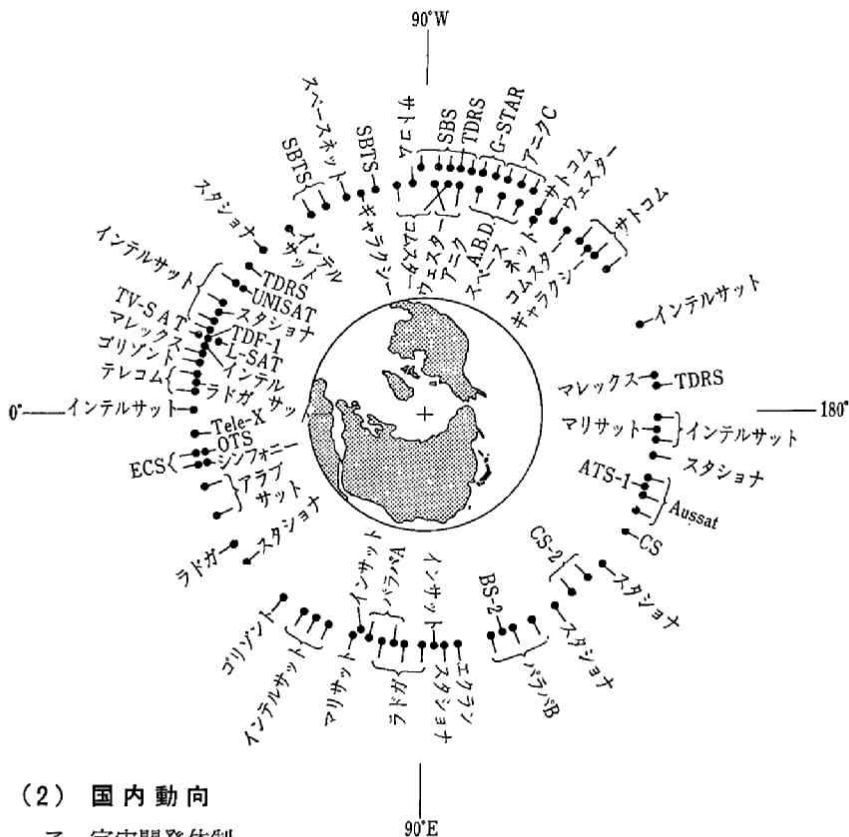
## サ. 国際電気通信連合

国際電気通信連合（ITU）は、1963年以来、宇宙通信に関連する規定の整備を行ってきた。

1979年に開催された世界無線通信主管庁会議（WARC-79）においては、宇宙通信に関する技術基準、周波数分配表等が従来のものから大幅に改正された。また、放送衛星の軌道位置及び周波数の割当計画は、アジア、アフリカ及びヨーロッパ地域に関して1977年の世界無線通信主管庁会議（WARC-BS）において作成されており、残る南北アメリカ地域に関しては1983年夏に開催予定の地域無線通信主管庁会議（RARC-83）において作成されることとなっている。

主要な通信・放送衛星の静止軌道上配置は、第2-7-1図のとおりである。

第 2-7-1 図 主要な通信・放送衛星の静止軌道上配置 (計画中の衛星を含む)



## (2) 国内動向

### ア. 宇宙開発体制

我が国の宇宙開発は、宇宙開発委員会が行う総合的な企画調整に基づき、郵政省、科学技術庁等関係各省庁が推進しており、宇宙開発事業団及び文部省宇宙科学研究所が国立試験研究機関及び電電公社、NHK等の関係機関の協力を得て開発を実施している。

宇宙開発委員会は、我が国の宇宙開発がこれまでの技術の蓄積の結果、科学研究及び実利用の両分野にわたって多様かつ本格的な活動を展開し得る基盤が整ってきたことから、53年3月、今後15年程度の間遂行する宇宙開発

の基本的枠組と方向を示した「宇宙開発政策大綱」を策定した。

現在における具体的な宇宙開発活動は、宇宙開発委員会が、宇宙開発に関する内外の情勢、宇宙開発政策大綱の趣旨、国内の研究及び開発の進捗よく状況、宇宙の利用に関する長期的な見通し等を踏まえて、毎年度に策定する「宇宙開発計画」に従って進められている。

#### イ. 科学分野の開発

宇宙科学研究所は、45年2月に我が国初の人工衛星「おおすみ」を打ち上げて以来、各種の科学衛星計画を進めている。同研究所では、53年9月に打ち上げた第6号科学衛星（EXOS—B「じきけん」）、54年2月に打ち上げた第4号科学衛星（CORS—A「はくちょう」）、56年2月に打ち上げた第7号科学衛星（ASTRO—A「ひのとり」）及び58年2月に打ち上げた第8号科学衛星（ASTRO—B「てんま」）の運用を行っており、電子密度、粒子線、プラズマ波、X線等各種宇宙観測に多大の成果を上げている。

#### ウ. 実利用分野の開発

宇宙開発事業団は、実利用の分野における人工衛星開発、ロケット開発及び打上げを行っており、各種の実用衛星システムの実現に不可欠な基礎技術を確認するため、N—Iロケットにより50年9月に技術試験衛星I型（ETS—I「きく」）を打ち上げたのをはじめ、電離層観測衛星（ISS「うめ」及びISS—b「うめ2号」）、我が国初の静止衛星となった技術試験衛星II型（ETS—II「きく2号」）及び大電力を必要とする人工衛星等に共通な技術の開発能力を高めるなどのための技術試験衛星III型（ETS—III「きく4号」）を打ち上げた。

また、本格的実用衛星の開発を目指し、52年から53年にかけて米国航空宇宙局（NASA）の協力を得て、静止気象衛星（GMS「ひまわり」）、実験用中容量静止通信衛星（CS「さくら」）及び実験用中型放送衛星（BS「ゆり」）をデルタ2914型ロケットにより打ち上げ、それぞれ所定の静止軌道に投入することに成功した。

これらの衛星は、宇宙開発事業団、気象庁、郵政省電波研究所、電電公社

及びNHKにより運用され、人工衛星の開発、打上げ、利用に関する基礎技術の習得等においてはほぼ所期の成果を上げている。

さらに、我が国の打上げ能力の向上を図るため、N—I ロケットを改良大型化したN—II ロケットを開発し、この初号機により56年2月に技術試験衛星IV型 (ETS—IV「きく3号」)、56年8月には同じくN—II ロケット2号機により静止気象衛星2号 (GMS—2「ひまわり2号」)、58年2月にはN—II ロケット3号機により通信衛星2号—a (CS—2 a「さくら2号—a」)、さらに8月にはN—II ロケット4号機により通信衛星2号—b (CS—2 b「さくら2号—b」) が打ち上げられた。

#### エ. 今後の動き

今後の宇宙開発は、科学研究分野においては、第9号から第11号までの科学衛星の開発を行うこと、実利用の分野においては、放送衛星2号 (BS—2a, 2b)、静止気象衛星3号 (GMS—3)、海洋観測衛星1号 (MOS—1)、技術試験衛星V型 (ETS—V) 及び通信衛星3号 (CS—3a, 3b) の開発を進めるとともに、放送衛星3号 (BS—3) の開発研究を行っている。

「おおすみ」の打上げ以来、十余年を経過した我が国の宇宙開発は、科学研究及び実利用の両分野にわたって着実な進展を遂げ、今や人工衛星打上げのための基礎技術の確立の段階から多様な利用目的に基礎を置いた宇宙開発を展開する段階に入りつつある (第2—7—2表及び第2—7—3表参照)。

特に、通信・放送の分野では、CS—2・BS—2に続く第二世代の実用通信・放送衛星の技術的検討及び利用方法の検討が進められるなど通信・放送衛星の実用化施策が積極的に進められている。

## 2 実験用通信衛星の運用

実験用中容量静止通信衛星 (CS「さくら」) は、社会経済活動の進展に伴う国内通信需要の増大と利用形態の多様化に対処するため、実用通信衛星システムの導入に必要な技術を開発し、技術基準の確立を図ることなどを目的

第 2-7-2 表 実利用分野の人工衛星

区 分	衛 星	ミ ッ シ ョ ン	重 量 (kg)	軌 道			打 上 げ ロケット	打 上 げ 時 期
				形 状	高 度 (km)	傾斜角 (度)		
宇 宙 開 発 事 業 団	技術試験衛星 I 型 (ETS-I) 「さく」	ロケット打上げ技術の確認、衛星追跡 管制技術の習得、伸展アンテナの伸展 実験等	82	円	980 1,100	47	N-I	50. 9. 9
	電離層観測衛星 (ISS) 「うめ」	電離層の臨界周波数の世界的分布、電 波雑音源の世界的分布等の観測	139	円	990 1,010	70	N-I	51. 2. 29
	技術試験衛星 II 型 (ETS-II) 「さく 2号」	静止軌道への投入技術の習得、軌道姿 勢の測定及び保持技術の習得、衛星搭 載機器の性能試験等	130	静 止 軌 道 (東経130°)			N-I	52. 2. 23
	静止気象衛星 (GMS) 「ひまわり」	地球大気開発計画 (GARP) への参 加協力、気象衛星に関する技術開発、 気象業務の改善	315	静 止 軌 道 (東経160°)			デルタ 2914 (米)	52. 7. 14
	実験用中容量静止 通信衛星 (CS) 「さくら」	衛星による通信システムの運用技術の 確立等	340	静 止 軌 道 (東経150°)			デルタ 2914 (米)	52. 12. 15
	電離層観測衛星 (ISS-b) 「うめ 2号」	電離層観測衛星 (ISS)「うめ」に同 じ	141	円	980 1,220	70	N-I	53. 2. 16
	実験用中型放送衛 星 (BS) 「ゆり」	衛星による放送システムの運用技術の 確立等	355	静 止 軌 道 (東経110°)			デルタ 2914 (米)	53. 4. 8
	技術試験衛星 IV 型 (ETS-IV) 「さく 3号」	Nロケット II 型の性能確認、宇宙機器 に関する搭載実験等	638	長だ円	220 35,820	28.5	N-II	56. 2. 11

宇 宙 開 発 事 業 団	実 績	静止気象衛星 2 号 (GMS-2) 「ひまわり 2 号」	気象衛星に関する技術開発, 気象業務 の改善	296	静 止 軌 道 (東経140°)		N-Ⅱ	56. 8. 11	
		技術試験衛星Ⅲ型 (ETS-Ⅲ) 「きく 4 号」	大電力を必要とする人工衛星等に共通 な技術の開発, 宇宙機器に関する搭載 実験等	385	だ円	970 1, 230	45	N-Ⅰ	57. 9. 3
		通信衛星 2 号-a (CS-2a) 「さくら 2 号-a」	通信衛星に関する技術開発, 通信需要 に対処	347	静 止 軌 道 (東経132°)			N-Ⅱ	58. 2. 4
		通信衛星 2 号-b (CS-2b) 「さくら 2 号-b」	"	347	静 止 軌 道 (東経136°)			N-Ⅱ	58. 8. 6
	計 画	放送衛星 2 号-a (BS-2a)	放送衛星に関する技術開発, テレビジ ョン放送の難視聴解消等	約350	静 止 軌 道 (東経110°)			N-Ⅱ	58年度
		静止気象衛星 3 号 (GMS-3)	気象衛星に関する技術開発, 気象業務 の改善	約300	静 止 軌 道 (東経140°)			N-Ⅱ	59年度
		放送衛星 2 号-b (BS-2b)	放送衛星 2 号-a (BS-2a) に同じ	約350	静 止 軌 道 (東経110°)			N-Ⅱ	60年度
		測地実験機能部 (H-Ⅰロケット 性能確認用ペイ ロードの一部)	H-Ⅰロケットの性能確認 日本測地原点の確立, 離島位置の決定 等	約675	円	1, 500	50	H-Ⅰ 2 段式 試験機	60年度
		アマチュア衛星 (JAS-1) ( " )	複数衛星打上げに関する基礎実験, ア マチュア無線の中継	約50	円	1, 500	50	"	60年度

宇宙 開発 事業 団	計 画	海洋観測衛星1号 (MOS-1)	海洋面の色及び温度を中心とした海洋現象の観測，地球観測のための人工衛星共通技術の確立	約750	円	900km 太陽同期	99	N-I-II	61年度
		技術試験衛星V型 (ETS-V)	静止三軸衛星バスの基盤技術の確立，次期実用衛星開発に必要な自主技術の蓄積，航空機の洋上管制，船舶の通信，航行援助，捜索救難等のための移動体通信実験	約550	静止軌道			H-I 3段式 試験機	62年度
		通信衛星3号-a (CS-3a)	CS-2による通信サービスの継続，増大する通信需要に対処，通信衛星に関する技術開発	約550	"			H-I	62年度
		通信衛星3号-b (CS-3b)	"	約550	"			H-I	63年度

第2-7-3表 科学研究分野の人工衛星

区分	衛星	ミッション	重量 (kg)	軌道			打上げ ロケット	打上げ 時期
				形状	高度 (km)	傾斜角 (度)		
	「おおすみ」	衛星打上げ技術の習得と衛星についての工学的試験	24	だ円	350 5,140	31	L-4S	45. 2.11
	試験衛星 (MS-T1) 「たんせい」	軌道投入後の衛星環境及び機能試験	63	円	990 1,110	30	M-4S	46. 2.16

宇  
宙  
科  
学  
研  
究  
所実  
績

第1号科学衛星 (MS-F2) 「しんせい」	電離層, 宇宙線, 短波帯太陽雑音等の 観測	66	だ円	870 1,870	32	''	46. 9.28
第2号科学衛星 (REXS) 「でんぱ」	プラズマ波, プラズマ密度, 電子粒子 線, 電磁波, 地磁気等の観測	75	''	250 6,570	31	''	47. 8.19
試験衛星 (MS-T2) 「たんせい2号」	ロケットの特性測定と衛星についての 工学的試験	56	''	290 3,240	31	M-3 C	49. 2.16
第3号科学衛星 (SRATS) 「たいよう」	太陽軟X線, 太陽真空紫外放射線, 紫 外地球コロナ輝線等の観測	86	''	260 3,140	32	''	50. 2.24
試験衛星 (MS-T3) 「たんせい3号」	ロケットの特性測定と衛星についての 工学的試験	129	''	790 3,810	66	M-3 H	52. 2.19
第5号科学衛星 (EXOS-A) 「ぎょっこう」	プラズマの密度・温度・組成・電子エ ネルギー分布, 地球コロナ分布等の観 測, オーロラの紫外線撮像	126	''	630 3,970	65	''	53. 2. 4
第6号科学衛星 (EXOS-B) 「じきけん」	電子密度, 粒子線, プラズマ波等の観 測	90	長だ円	220 30,100	31	''	53. 9.16
第4号科学衛星 (CORSA-b) 「はくちょう」	X線星, X線バースト, 超軟X線星雲 等の観測	96	だ円	550 580	30	M-3 C	54. 2.21
試験衛星 (MS-T4) 「たんせい4号」	ロケットの特性測定と衛星についての 工学的試験	185	''	520 610	39	M-3 S	55. 2.17



宇 宙	実績	第7号科学衛星 (ASTRO-A) 「ひのとり」	太陽硬X線フレアの2次元像, 太陽粒子線, X線バースト等の観測	180	だ円	580 640	31	M-3 S	56. 2. 21
	績	第8号科学衛星 (ASTRO-B) 「てんま」	X線星, X線銀河, $\gamma$ 線バースト, 軟X線星雲等の観測	"	円	500	31	"	58. 2. 20
科 学 研 究 所	計 画	粒子加速装置を用いた宇宙科学実験装置 (SEPA C)	オーロラの発光機構, プラズマ中の荷電粒子の運動, 電磁波動の励起等の解明 第一次スペースラブ計画に参加	—	—	—	—	スペース シャトル (米)	58年度
		第9号科学衛星 (EXOS-C)	中層大気の地球環境に及ぼす影響の究明及び大西洋上の電離層プラズマ特異現象解明	200	だ円	300 1,000	65	M-3 S	58年度
		試験衛星 (MS-T5)	M-3S IIの性能確認, プラズマ, ハレーすい星の予備観測等	125	太陽周回			M-3S II	59年度
		第10号科学衛星 (PLANET-A)	惑星間プラズマ, ハレーすい星の紫外領域における観測研究	125	"			"	60年度
		第11号科学衛星 (ASTRO-C)	活動銀河の中心核のX線源, X線天体の精密な観測	400	円	500	31	"	61年度

として開発された。

CSを用いた実験は、53年5月15日に開始されて以来4年以上の期間にわたり、電波研究所と電電公社の緊密な連携により、宇宙開発事業団の協力を得て、円滑に実施され多大な成果が収められた。

CSは、53年7月から6か月ごとに実施された搭載機器定期チェックアウト、運用管制実験等により性能が確認されており、現在もなお良好に動作している。

CSを用いた実験を更に長期にわたって継続するため、57年1月をもって衛星の南北軌道制御を停止し、衛星の燃料消費の低減を図っている。このため、衛星の軌道傾斜角は年間約0.8度の割合で増大しており、57年度後半からは、このような条件における衛星の運用管制実験、搭載通信機器の特性測定実験、小形地球局用の簡易なアンテナ追尾技術に関する実験等を中心に実施している。

宇宙通信連絡会議開発実験部会は57年8月までのCS実験の成果を取りまとめ「CS実験総合報告書」を作成した。報告書の概要は以下のとおりである。

#### ① 衛星搭載通信機器の特性測定実験

6か月ごとに定期点検を実施し、搭載アンテナの放射特性や中継器の送信電力、周波数特性等の経年変化を測定した。その結果、これらが長期間にわたり安定に動作することが実証された。

#### ② 衛星回線の基本特性の測定実験

雑音やスピン変調（衛星のスピン軸がアンテナの回転軸からずれることにより生じる。）が衛星回線に与える影響を測定し、回線設計のための基本データを得た。

#### ③ 衛星通信実験

準ミリ波帯及びマイクロ波帯を利用して固定局通信実験、小容量通信実験及び車載局通信実験を実施し、ネットワーク構造や伝送情報の種類と量に適合した回線設定技術、変復調技術、多元接続技術等を確立した。

#### ④ 電波伝搬実験

準ミリ波帯電波の降雨強度に対する降雨減衰特性及び交差偏波識別度劣化特性を4年間にわたって測定し、全国各地の降雨強度分布から降雨減衰量の確率分布を推定するための統計データを取得した。

#### ⑤ 衛星の運用管制実験

この実験において、一つの地球局を用いて測角と測距を同時に行うことにより衛星を追尾する技術並びにスピ安定型の静止衛星の軌道及び姿勢を高精度で決定し制御する技術を取得するとともに、これを支援する運用管制ソフトウェアの小形化に成功した。

#### ⑥ 応用実験

災害対策用衛星通信システム、紙面電送システム等衛星通信の各種利用形態に即した実験を実施し、これらのシステムの技術的条件及び運用条件を把握した。

以上の実験を通じて、我が国は、世界に先駆けて30/20GHz帯の周波数を用いた衛星通信技術を取得し、実用の国内衛星通信システムを実現するための技術的基礎を確立した。

CS計画は、将来の増大かつ多様化する通信需要にこたえる通信衛星の早期実用化を目的とした国家プロジェクトであり、CS実験の成果を十分に反映して開発されたCS-2の実現によって、CS計画の目的は達成されたいえよう。

一方、宇宙通信は、今後とも飛躍的に進展していくものと予想される。これに伴い、宇宙通信技術も高度化し、多様化していくものと考えられ、我が国においても、これらの研究開発を積極的に推進していく必要がある。CS計画の成果は、これらの研究開発の遂行のための貴重な礎石となって引き継がれ、ひいては、宇宙通信の発展に大きく貢献することとなろう。

### 3 実験用放送衛星の運用

実験用中型放送衛星（BS「ゆり」）は、将来の各種放送需要に対処するために必要な実用放送衛星打上げに至る過程として、衛星放送技術の確立を図ることを目的として開発された衛星である。

BSは、53年4月に東経110度の静止軌道に打ち上げられ、同年7月20日から郵政省はNHK及び宇宙開発事業団の協力を得て、①衛星放送システムの基本技術に関する実験、②衛星管制技術及び運用技術に関する実験、③衛星放送システムの運用制御技術に関する実験を行った。

57年1月23日に搭載燃料を消費し尽くしたため、同日をもってBSを用いた実験を終了した。

この実験の成果は、今後の我が国における実用放送衛星計画の推進のみならず、諸外国の放送衛星計画に対しても大きく貢献してきている。

### 4 電離層観測衛星の運用

53年2月16日に打ち上げられた電離層観測衛星（ISS—b「うめ2号」）は、搭載ミッション機器のすべてが正常に動作するものの、太陽電池の発電能力の低下により電離層及び電波雑音の世界分布観測を目的とした正規の運用モードを維持することが困難な状態となっていた。電波研究所は、ハウスキーピング（HK）データによる電力解析に基づき、日本上空における可視時間観測を中心とした運用を行い、鹿島局でミッションデータを取得していたが、電源系の能力低下がさらに進んだため、57年7月12日、ビーコン波を停止し、58年2月23日には、すべての運用を終了した。

データの処理・解析は電波研究所本所で行い、電離層観測ミッションでは、イオノグラムから読み取られた電離層臨界周波数を基にしてその世界分布図を作成したほか、宇宙通信用電波のシンチレーションの原因となる電子密度不規則分布を統計的に調査し、世界の分布状況を明らかにした。

## 5 衛星通信の研究

### (1) 通信方式

CS については実験開始後5年を経過し、57年度はそれらの実験をまとめて「実験用通信衛星「さくら」—4年間の成果」を郵政省より発行した。

またBS に関しては55年6月、TV放送の実験は終了したが、57年1月運用停止まで伝搬実験、電力制御実験、管制実験等を行いBS—2への有効な資料を残しつつBS 実験を終了した。

CS 実験は基本実験をほぼ終了し、57年度は主として経年変化データの取得を目的とした実験、SCPC 実験、スペクトラム拡散実験、TDMA（時分割多元接続方式）波とFM波の共通増幅実験等や新しく追加された実験、すなわちマイクロ波・準ミリ波間周波数切替 TDMA 実験、SS/TDMA（衛星切替え TDMA）シミュレーション実験、超小型局の実験等を行った。

また、東北大学とのコンピュータネットワーク実験、警察庁や国鉄の公共業務の実験、電気事業連合会のFAX 伝送実験、新聞協会の紙面電送実験は57年度をもってほとんど終了し、3年間にわたる実験の報告をまとめた。この実験で培われた衛星通信技術は58年2月に打ち上げられた実用通信衛星の利用（主として公共事業関係）に役立てられた。

### (2) 管 制

電波研究所鹿島支所では、静止衛星のCS、周回衛星ISS—b及びISIS—I、IIの運用管制を行うとともに、ETS—III、ASTRO—B、SEO等を追跡し、衛星管制技術に関する調査・研究を行った。

CS 関係では、前年度に引き続き1局の測距データとKバンド自動追尾アンテナの角度データによる軌道決定のほか、改良した小局折返し方式による2局と同等な測距データにより、軌道決定を行った。軌道制御実験として、自動追尾アンテナの角度データの変化から制御時を決め、簡易な方法により東西方向軌道保持実験を実施した。搭載デスパンアンテナの特性測定として、今年度も姿勢傾斜による2次元パターンの測定を行い、経年変化を調査

したほか、蝕時のアンテナパターンにつき、温度変化の影響を調べ、ほとんど影響のないことを確認した。CSは打上げ以来5年を経過し、搭載燃料が乏しくなったため、57年1月以降燃料消費量の多い南北方向軌道制御を中止した。このため軌道傾斜角が増加し、57年度末には約1度になった。

軌道傾斜角の増加は搭載アンテナの指向方向に影響を与えるので、姿勢制御及びデスペンアンテナの制御による指向方向制御の検討を行った。さらに衛星の中継器、バッテリー、サーマルシールド等の経年変化について調査を行っている。

ISS-bは、発生電力の低下により、57年5月にテレメトリデータ伝送が、また6月にはビーコン電波送信も困難となり、2万1,584周回を最後に実質的な運用を終了した。ビーコン電波のドップラ偏移測定による軌道決定及び地磁気センサデータによる姿勢決定の研究に良好な結果が得られた。

また、9月のETS-III打上げ時の追跡及び58年2月のASTRO-B打上げ時の支援を行ったほか、その後も追跡を行いドップラデータを取得し軌道決定の研究を行っている。

衛星管制技術に関しては、人工衛星の打上げ増加に伴う軌道の有効利用のため、受動的な方法による軌道決定の調査研究を行っている。周回衛星については、ドップラ偏移測定による軌道決定を、静止衛星に対しては超長基線電波干渉計(VLBI)による研究を進めている。VLBI法は高精度、高感度という特徴があり、衛星と位置が正確に求められている準星を交互に観測すれば、さらに高精度のデータが得られ、軌道決定精度も向上する。

### (3) 高精度姿勢検出及び制御

衛星通信、科学探査等の分野における通信需要の増大と通信形態の多様化に伴って、宇宙通信にもミリ波帯の高利得アンテナやマイクロ波帯のマルチスポット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検出と制御が必要となる。高精度の姿勢制御ができれば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。また、宇宙空間での光通信や静止

衛星からの高分解能の地球観測での絶対位置校正も可能となり、種々の波及効果が期待できる。

57年9月に打ち上げられた技術試験衛星Ⅲ型（ETS—Ⅲ）を利用した地上—衛星間レーザ光伝送実験は成功し、レーザを利用した衛星の姿勢決定システムの有効性を実証できた。本実験は58年度も継続されている。

#### （4）マルチビームアンテナの研究

マルチビームアンテナは地上ユーザの送受信設備を簡易化・経済化するとともに、異なるビームで同一周波数を繰返し使用することにより通信容量の増大を図ることも可能とするため、今後の衛星通信に不可欠であるばかりでなく、衛星放送にも新しいサービスを提供する技術である。

このアンテナは固定通信、放送、移動体通信等すべての衛星通信業務に適用できるが、アンテナの形式には、反射鏡形、レンズ形、アレー形、複合形等いろいろあり、サービスの形態や目的、使用周波数の違いに応じて使い分けられる。

特に、移動体通信では隣接ビーム間の交差レベルを高く保つことが要求され、これにはアレー形マルチビームアンテナが適している。電波研究所では、移動体通信の一形態である低軌道観測衛星からのデータを中継するデータ中継衛星システムへの適用を目的として、2GHz帯で19素子、19ビームのアレー形マルチビームアンテナの研究開発を行っている。これまでにアンテナの主要構成要素の研究が行われ、衛星搭載用薄形・軽量素子アンテナ、簡易で高性能なマルチビーム形成回路等が開発され性能の確認が行われた。今後、他の構成要素の製作と総合組立・調整を行い、58年度末までには、19ビームマルチビームアンテナが完成する予定である。

#### （5）航空・海上衛星技術の研究開発

##### ア. 航空・海上衛星技術の必要性及び経緯

洋上にある船舶、航空機との通信には、主として短波帯の電波が利用されている。しかし、これらの周波数帯は、電波伝搬の状態により、回線が不安定となるため、データ通信等新たな通信需要にこたえることが困難であり、

また、通信量の増大に対処することが周波数的に困難であることから、船舶通信、航空管制通信等においては、衛星通信により安定かつ高品質な回線を確保するシステム、すなわち、海事衛星、航空衛星が検討され、まず船舶通信を対象とした国際海事衛星システムの運用が開始された。

さらに、我が国においては、小型船舶・航空機等との通信をねらいとして、小型アンテナでも受信可能な航空・海上衛星技術の検討が進められており、郵政省ではこれらに対処するため電波研究所において、53年度以後通信系システムについて種々の検討を進めるとともに衛星搭載用トランスポンダBBM（ブレッドボードモデル）の試作・検討並びに衛星模擬装置及び船上設備の試作等を行ってきた。

また、トランスポンダシステム設計、衛星搭載用高能率直線化電力増幅器、衛星搭載用低雑音増幅器、航空機地球局用フェーズドアレイアンテナ等の開発を行うとともに、Lバンド電波による海上伝搬、通信実験を行ってきたが、57年度においては、衛星搭載用中間周波フィルター部の開発を行ったほか、船舶衛星通信で問題となる海面反射波によるフェージング特性を測定した。また、音声符号化装置の開発を行い、デジタル通信方式の適用を開始した。

一方、運輸省では、衛星を用いた測位等の航行援助システムの研究開発を行っている。

これらのミッションは62年度打上げのH-Iロケット3段式試験機により、宇宙開発事業団のミッションである国産静止三軸バスとミッションとの統合を行い、技術試験衛星V型（ETS-V）として打ち上げるための開発に着手することとなった。

#### イ. 衛星システムの概要

##### (ア) 搭載ミッション機器

A 中継器	対移動局用	2台
	対固定局用	2台
B アンテナ	対移動局用	オフセットパラボラアンテナ



## 対固定局用 ホーンアンテナ

- |           |                             |
|-----------|-----------------------------|
| C 重量      | 約90kg                       |
| D 消費電力    | 約500W                       |
| (イ) 衛星バス  | ETS—V (国産三軸バス)              |
| A 形状      | H—I ロケット (3 段式) フェアリングに収容可能 |
| B 重量      | 静止軌道上 約550kg                |
| C 姿勢制御方式  | 三軸制御方式                      |
| D 寿命      | 約1.5年                       |
| E 発生電力    | 約800W                       |
| (ロ) 打上げ機  | H—I ロケット (3 段式) 試験機         |
| (ハ) 打上げ時期 | 昭和62年度夏期                    |
| (ニ) 軌道    | 静止軌道                        |

## (6) コンピュータ・ネットワーク

情報化社会の進展及び情報処理技術の発展に伴い、遠隔地にあるコンピュータのデータを利用したいというような要望が強まっており、コンピュータ・ネットワークに対する関心が深まっている。コンピュータ・ネットワークの通信回線に衛星回線を用いると、地上局を設置するだけでどこからでもネットワークに参加できるため、地域格差のないネットワークを構成することができる。

電波研究所では、54年度から小型地球局を設置した多数の低トラフィックユーザが、準ミリ波帯 SCPC チャンネルを用いて中央のコンピュータを使用する集中型コンピュータ・ネットワークのシステム開発を行ってきた。

57年度は、56年度に引き続いて、CS を用いて、集中型コンピュータ・ネットワーク実験を実施し、誤り回復方式の評価等、ネットワークの性能に関する評価を行った。

一方、各地に分散設置されているコンピュータ間を対等に結ぶ分散型コンピュータ・ネットワークを念頭において、東北大学と共同で、分散制御型プ

ロトコルによるネットワークの性能評価実験を実施し、回線制御を各局に分散させた場合の性能の評価を行った。

### (7) 衛星の最適配置に関するソフトウェア

衛星通信の発展に伴い、静止軌道上の通信衛星、放送衛星の数は増加し続けている。軌道の有効利用を図る上から、できるだけ狭い軌道間隔で衛星システム間の干渉規格を満足させることが望ましい。

任意の許容し得る干渉量の下で軌道上の全衛星の平均的軌道間隔を最小にする最適化のプログラム「ORBIT-1」及び「SATPOS」がそれぞれ国際電電及び電電公社によって既に開発済みである。57年度には「ORBIT-1」に改良を加えた「ORBIT-2」が開発された。

### (8) 捜索救難衛星通信システムの研究

現在の捜索救難通信システムは、地表伝搬波を用いているため、カバーレージが限定され、発信位置の算出が困難な場合もある。一方、衛星利用の捜索救難衛星通信システムは、遭難時に非常用位置指示無線標識(EPIRB)から送信された信号を衛星中継で地球局で受信し、遭難者の識別と発信位置の決定を行うもので、カバーレージは地表全体となり、信頼性、応答時間、救助経費の点でも、現在のシステムよりも優れたものになると期待されている。

このため、国際的な衛星利用の捜索救難システムを1990年から運用することを目標に研究開発が国際協力で進められ、電波研究所も国際電電の協力を得て、静止衛星システムの実験に参加してきた。その結果、現在の海事衛星システムを利用する場合、EPIRBの送信電力は1W程度で遭難信号の伝送が可能ながことが明らかとなった。電波研究所のシステムは、近年急速に発展してきた周波数拡散方式を用いているが、諸外国と異なり、静止衛星と周回衛星の共用システムであり、周回衛星利用の場合は、衛星がビーコン波を受信するとき生ずるドップラー周波数からEPIRBの位置を算出することができる。

### (9) 静止衛星による時刻及び周波数標準の供給

高精度の時間と周波数の標準及び遠隔地間での時計精密同期が最近の基礎

科学、通信、運輸、測地、地震予知、宇宙科学等の各分野で必要とされつつある。

この情勢の下で、時刻及び周波数の国家標準をいかに精度よく、広い地域の一般利用者に供給し得るかが重要な問題となっている。従来の地上電波に代わり、静止衛星を用いた標準供給方式は広域性、通信の質、供給精度及び実現可能性の観点から最適と考えられる。

電波研究所は、53年以来、実験用中型放送衛星(BS「ゆり」)を用い、そのテレビジョン信号を利用した時計比較及び周波数標準の供給システムについて検討と実験を行い、簡易な受信装置により  $0.1\mu\text{s}$  の時計比較精度と、周波数では  $2 \times 10^{-10}$  ないし  $1 \times 10^{-11}$  の高精度利用が実現できることを確めた。

57年度では、実用放送衛星 BS-2 を利用した実用システムと、気象衛星を利用したグローバルな時刻供給システムについて、調査検討を行った。

#### (10) 静止衛星による高精度時刻比較

前項の時刻及び周波数標準の供給よりも、高精度、高確度 (ns オーダ) の時刻比較が標準機関相互及び高度の利用者の間で必要性が高まっている。そのため、CCIR や URSI 等の場でも高精度時刻比較への衛星利用の研究開発の促進が提唱されている。

電波研究所では、衛星利用高精度時刻比較システムの実用化を目的として55年度以来、実験用中容量静止通信衛星 (CS) を仲介とし、SSRA 通信方式を用いた双方向伝送方式による時刻比較法について比較精度・確度向上への問題点説明のための予備実験を行っている。

57年度は、車載局等小形地球局間で実験を行い、時刻比較精度 1 ns 程度が得られ、また時刻比較確度向上のため共通時計法等により各地球局局内遅延の評価を行い、ns オーダで測定できることを示した。

## 6 宇宙通信の実用化の促進

我が国の宇宙開発は、基礎固めを重点とした段階を終え、今後は、実利用の多様な計画を推進すべき時期に至っている。52年12月に実験用中容量静止



ど所要の改修を行いながら開発が進められている。

### (3) 通信衛星3号 (CS-3)

通信衛星2号に続く次世代の衛星として、宇宙開発計画(58年3月16日決定)において、58年度にCS-3の開発に着手することが決定された。これにより57年度に行った予備設計を基に、基本設計等衛星の開発・ロケットの開発が進められることになっている。なお、CS-3は約550kgの静止衛星であり62年度及び63年度に国産のH-Iロケットにより打ち上げられる予定である。

### (4) 放送衛星3号 (BS-3)

57年度の宇宙開発計画の見直しに際し、58年度にBS-3の開発研究を実施するよう要望し、宇宙開発計画(58年3月16日決定)に盛り込まれたところである。これに基づき、国産H-Iロケットの利用を基本としてBS-3を63年度ごろ打ち上げるため、58年度は衛星の予備設計を行うこととしている。

### (5) 通信・放送衛星機構

通信・放送衛星機構は、54年8月に発足して以来、CS-2及びBS-2が定常段階に移行した後の衛星の管制を実施するため、衛星管制センタの建設、整備を行ってきた。57年度には、CS-2管制用施設の整備が完了し、58年2月に打ち上げられたCS-2aの運用管制を58年5月から開始した。

なお、衛星管制センタ衛星管制系統図は第2-7-6図のとおりである。

機構の資本金は、57年度末現在で約54.6億円であるが、58年度までに約68億円に増資される計画であり、衛星管制センタ建設費に充当されている。この資本金は、政府及び政府以外の者が50%ずつの割合で出資しており、政府以外の出資者は、電電公社、NHK及び国際電電となっている。

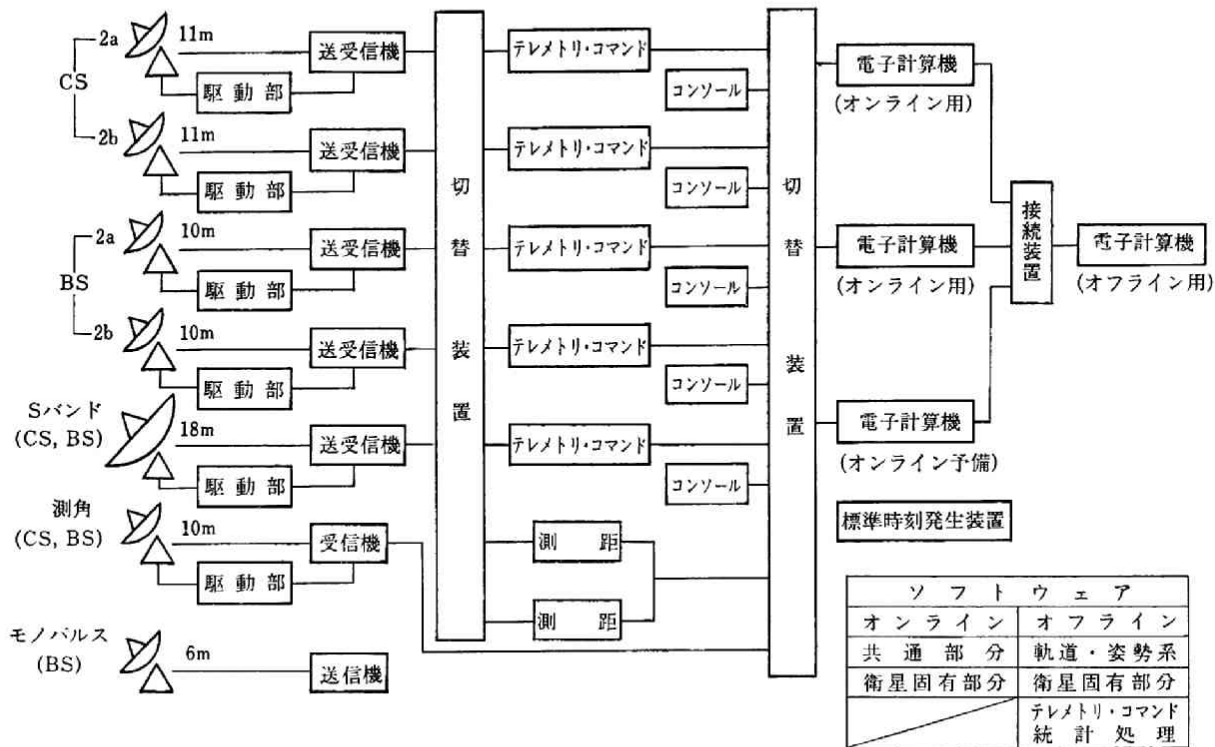
### (6) 衛星利用パイロット計画

CS-3以降における将来の衛星通信の実利用の推進に向け、技術的・制度的な検討を行うため、衛星利用に関心を有する関係者に、CS-2を使用して運用実験を行う機会を提供する「衛星利用パイロット計画」を58年度か

第 2-7-5 表 CS-2 及び BS-2 の概要

衛星 項目	CS-2	BS-2
目 的	通信衛星に関する技術開発 公共業務用通信 国内公衆通信	放送衛星に関する技術開発 NHKテレビジョン放送の難視聴 解消等
静 止 軌 道 位 置	CS-2a 東経 132 度 CS-2b 東経 136 度	BS-2a, BS-2b とも 東経 110 度
重 量 (静止軌道上) (初期重量)	347 kg	約 350 kg
トランスポンダ数	8 台 (マイクロ波帯 2 台, 準 ミリ波帯 6 台)	2 台 (いずれも 14/12 GHz 帯)
伝 送 容 量	電話換算 約 4,000 チャンネル	カラーテレビジョン 2 チャンネル
空 中 線 電 力	マイクロ波帯 2.8W 以上 準ミリ波帯 2.5W 以上	100W
サービスイリア	マイクロ波帯 日本全土 準ミリ波帯 日本本土	日本全土 (日本本土の中央部にお いては直径約 0.75m, 小笠原諸島 等の離島においては直径約 3 m 程 度のパラボラアンテナで受信可能)
設 計 寿 命	3 年以上 5 年を目標	4 年以上 5 年を目標

第 2-7-6 図 通信・放送衛星機構津衛星管制センタ衛星管制系統図



ら62年度まで実施することとし、同計画の推進母体として、学識経験者、利用関係者等から成る「衛星利用パイロット計画に関する調査研究会」を設置し、基本方針等の審議を行った。

## 第4節 電磁波有効利用技術

### 1 デジタル陸上移動通信方式

近年、IC 技術、LSI 技術の進歩によりデジタル信号処理が容易になってきているが、無線通信の分野においても固定通信では、1.544Mb/s（電話24チャンネル相当）の小容量のものから、400Mb/s（電話5,760チャンネル相当）の大容量のものまでのデジタル通信方式が実用に供されている。しかし、陸上移動通信にデジタル通信方式を導入するためには、陸上移動通信特有の高速フェージングの影響が少なく、かつ、伝送速度に対する必要周波数帯幅の小さい高能率変復調方式、所要伝送速度が低く、かつ、符号誤り率の増加に対して品質の劣化が少ない音声符号方式又は誤り訂正符号等の開発が課題になっている。

一方、社会経済活動面では、オフィスオートメーション等にみられるように、ファクシミリ、データ通信等が身近なものとなり、移動体との間においてもこれらのメディアを活用して業務の遂行を効率化したいという要望が高まっている。これらの新しい多様な情報伝送を効率的に行うためには、デジタル通信が最適であり、国際的にみても多くの国でこの分野の研究開発が活発に行われている。

このような状況の中で、電波研究所は、56年度から周波数有効利用度が高く、電波監理を容易にすることができる陸上移動通信用デジタル通信方式の研究開発に着手した。

57年度から4か年計画で将来利用されるデジタル通信方式の開発を目標として、高品質と高信頼性を得るためのフェージング克服技術、高度な周波



数有効利用を実現するための干渉・妨害対策技術及び情報源（音声等）の効率的な符復号化技術を総合した通信方式の研究開発を進めている。

また、行政面からは、このようなデジタル陸上移動通信方式の開発状況を踏まえ、56年3月、電波技術審議会に「陸上移動業務におけるデジタル通信方式の技術的条件」について諮問した。審議は、近い将来に実用化の可能な方式に焦点が当てられ、57年11月には「現行FM通信方式に準ずるデジタル音声通信方式の技術的条件」について一部答申がなされた。この通信方式は、16kb/sの伝送速度で適応デルタ変調（ADM）したデジタル音声信号をGMSK、TFM、4値FM又はPLL4相PSK等により変調して無線伝送するものである。周波数間隔25kHzで現行アナログFM通信方式と同程度の伝送品質、周波数利用率が得られる方式である。今後は、16kb/s以下の各種の伝送速度に対応したデジタル通信方式の変復調方式、必要周波数帯幅、伝送特性、干渉条件等の技術的条件の答申が予定されている。

## 2 スペクトラム拡散地上通信方式

電波研究所は、陸上移動通信を主に対象とするスペクトラム拡散方式を開発するために、54年度からその適用性について調査を実施し、本格的な研究を開始した。

その結果、この方式を陸上移動通信に利用するには、広帯域多重波伝搬現象が初期接続と同期保持に大きな障害を与えることが判明した。そこで、その具体的解決策を取り入れて柔軟性をもたせるために、種々の設定条件と範囲を考慮した直接拡散（SSDS）及び周波数ホッピング（SSFH）の変復調法と、広帯域フェージングシミュレータ（WBFS）で構成した最大帯域10MHzをもつ国産で初めての基本システムのハードウェアを、56年度前半に予定どおり完成し、引き続き各種の室内実験を実施した。その結果、新開発したSSDS、SSFHは主な障害となる周波数選択性フェージングに対し、誤り率、回線接続時間、受信音声等に顕著な改善効果を有することを確認した。取り分け、SSFHの多数決判定法等による周波数ダイバシティ効果は

威力のあることが明らかとなった。

さらに、これらの成果を活用して、56年度から次期システムとして伝搬実地試験用となるシステムモデルを製作中である。このシステムは、同時利用の通信局数を増加させるための符号化法等を具備した可搬用の双方向 SSFH システムであり、野外妨害実験等ができるように 6 台で構成されている。

### 3 大容量ディジタルマイクロ波方式

我が国のマイクロ波固定回線は、大部分アナログ方式により構成されているが、将来の多種多様な通信サービスにこたえる通信網として、フレキシビリティ・経済性に優れたディジタル網への要望が高まってきている。

このため、電電公社では、50年より大容量ディジタルマイクロ波方式の開発に着手し、実用化の段階に達した。

この方式では、16値直交振幅変調という高能率な変調方式を採用しており、1チャンネル当たり 200Mb/s (電話換算 2,880 チャンネル) の大容量の伝送が可能となっている。

第 2-7-7 表 大容量ディジタル無線伝送システムの諸元

項 目	内 容
周 波 数 帯	4,400 MHz~5,000 MHz
伝 送 容 量	200 Mb/s (電話換算 2,880 チャンネル)
中 継 方 式	再生中継
標 準 中 継 区 間	50km
変 調 方 式	16 QAM
送 信 機 定 格 出 力	26 dBm (0.4 W) 又は 32 dBm (1.6 W)
周 波 数 安 定 度	$\pm 10 \times 10^{-6}$
中 間 周 波 数	140 MHz
受 信 機 雑 音 指 数	4 dB 以下
所 要 C/N 比	21.5 dB (誤り率 $10^{-4}$ , 固定劣化 3 dB を含む。)

16値直交振幅変調方式は、従来、主に使用されていた4 PSK方式に比べ2倍の伝送効率を有する反面、回線の瞬断が大きな問題となるので、電波伝搬特性を解析し、空間、周波数及び時間の三つの領域における補償技術を開発することにより対処した。本システムの主要な諸元は、第2-7-7表のとおりであり、まず、5 GHz 帯で実用化されたが、電電公社では、逐次4 GHz帯、6 GHz帯においても導入したいとしている。

#### 4 40GHz 以上の電波利用の研究

40 GHz 以上の周波数帯の電波は、大気中の酸素や水蒸気により吸収されるとともに、降雨による減衰が大きく、この周波数帯利用の開発の大きな制約となっている。このため、ミリ波帯電波利用の開発には、降雨減衰を予測する方法を開発することが重要な課題となっている。電波研究所は、この研究を推進するため、52年度から7か年計画で、40 GHz 以上の周波数帯における伝搬実験を実施しており、57年度は、ミリ波帯電波伝搬実験装置、雨量計ネットワーク、降雨粒径分布測定装置等を含む実験システムを運用するとともに、30~100 GHz 帯の伝搬特性推定結果をまとめた。

#### 5 50GHz 帯の周波数の電波を使用する簡易無線局

58年6月6日から施行になった50 GHz 帯の周波数の電波を使用する簡易無線局は、無線従事者の資格を必要とせず、だれでも容易に開設できる無線局であり、画像信号、データ信号、音声信号等の広帯域信号を伝送できる方式である。

この周波数帯の特徴は、①小型軽量のアンテナによって鋭い指向性が得られ、耐干渉性、耐妨害性に富むこと、②帯域が大きくとれ、広帯域信号の伝送が可能であること、③通信機器の小型化が容易であり、可搬性に富んだ装置の製作が可能であることなどであり、テレビ電話等企業内における画像信号の伝送、コンピュータ端末、ファクシミリ等のOA機器との接続によるデータ信号の伝送等の簡易な無線通信業務に使用されている。

## 6 パーソナル無線

電波技術の発展とともに無線機器の小型・軽量化、省電力化が進み、一方ではモータリゼーション社会の進展とあいまって、だれでもが簡単に自動車に搭載又は携帯して容易に使用できる無線機の需要が増大しており、この需要に対応するため、モータリゼーション社会に適応した機動性、即時性のある簡易な連絡用無線として「パーソナル無線」を開発し、57年12月から制度化した。

このパーソナル無線は、自動車公衆無線電話方式及び MCA 陸上移動通信方式で開発されてきた新しい電波利用技術を採り入れた 900MHz 帯の周波数の電波を使用するマルチ・チャンネル・アクセス方式の無線電話である。使用チャンネル数は、制御用1チャンネル及び通話用79チャンネルとなっており、空中線電力は5ワット以下、また、変調方式は FM である。無線機にはマイクロプロセッサを内蔵し、一定の動作手順に従う発着信及び通話接続の制御並びに空きチャンネルのランダム検出等の複雑な操作を全て自動的に行うほか、5けたの数字から成る群コードによる選択呼出し及び電波発射に際して一定のタイミングで行う呼出名称の自動送信等の特徴的機能を有している。

このような高度かつ新しい技術によるパーソナル無線は、簡易無線業務用として小型で取扱いが簡便であるほか、通信品質が良好であり、さらに周波数の有効利用及び電波の利用秩序の確保の面からも優れた特長を有しているため、これまでになかった新しいパーソナル・メディアとして極めて大きな社会的要請に十分適合するシステムである。既に、58年9月末現在の免許局数は、およそ25万局に達し、今後も大幅に増加する傾向にある。

## 7 マイクロ波着陸装置 (MLS)

現在、航空機が空港に着陸する際、最終進入及び着陸援助施設として計器着陸装置 (ILS) が広く利用されているが、航空交通量の増大、空港及びそ

の周辺の過密化に伴い、安全上、騒音対策上等種々困難な問題が生じるようになってきている。

MLS は ILS に代わり、これらの問題を抜本的に解決するものとして各国で開発が進められているもので、米国では既に一部実用化されており、スペースシャトルの着陸誘導にも利用されている。我が国においても既に実験局が4局開設され、基礎実験及び実用化実験が行われている。

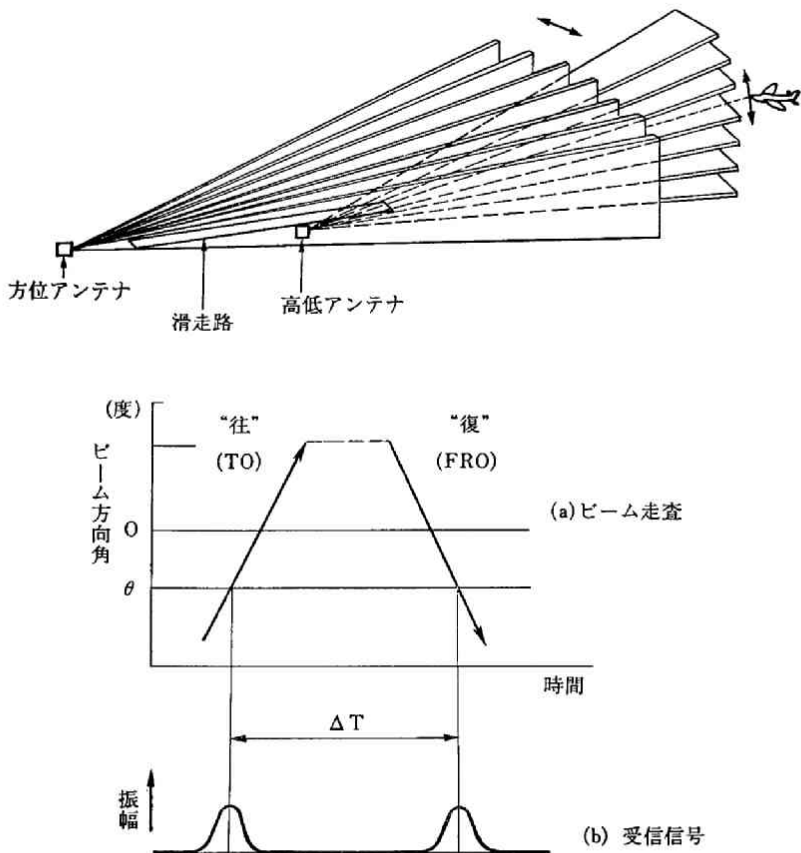
システムの概要は第2-7-8図に示したとおりであり、5GHz帯のマイクロ波を利用して薄いファンビームを左右及び上下に時分割で走査させ、これを航空機上で受信し、 $\Delta T$ から滑走路に対する自機の方位及び仰角を連続的に測定することにより、精度の高い着陸誘導を行おうとするものである。

MLSには、主に次のような特徴がある。

- ① 直線の進入コースが一つに限られる ILS に比べて、誘導領域が滑走路の中心線の延長線上左右 $40^\circ$ 、通達距離20NM（海里）と広く、同覆域内において曲線を含めて任意の進入コースが選定できるため、空港周辺空域の有効利用による安全性の確保、人口密集地域の上空通過回避による騒音公害防止、航空燃料の節約等が図れること。
- ② 所要の運用要件を満たすために広大な平坦地を必要とする ILS に比較して狭い空港においても十分な精度の着陸誘導が期待できること。
- ③ 同時に多数の航空機に対してサービスが可能となるほか、将来、全自動着陸への発展が期待できること。
- ④ 高角度進入誘導が可能であることから将来発展が予想される STOL 機、ヘリコプター等にもサービスが可能であること。

MLS は実用段階に入っていることから国際的な標準化作業が国際民間航空機関（ICAO）で行われており、方位誘導装置及び高低誘導装置については標準及び勧告方式が規定されたほか、精密距離測定装置（DME/P）についても標準及び勧告方式の案が作成されている。また1995年を目途とした ILS から MLS への移行計画が1981年に開催された通信部会会議で勧告さ

第2-7-8 図 M L S の概念図及び角度測定原理説明図



れている。

## 8 衝突防止装置 (CAS)

航空交通量の激増により、近年、航空機相互間の空中衝突の危険性が増加してきているのに加えて、航空機の高速化に伴いパイロット自ら衝突防止機能を果たすことは、人間の視認判断による回避操作にも限界があることから極めて困難な状況になってきている。

CAS は、このような背景から、航空機相互間の空中衝突を未然に防止するため、各国で開発が進められているものであり、我が国においても46年7月30日全日空ボーイング727と自衛隊のF86が霏石上空で空中衝突して161人の死者を出す大事故を契機として本格的な開発が始められている。

我が国で開発しているCASは航空交通管制に利用されている二次監視レーダ(SSR)のモードA/Cを基礎としたB-CAS(Beacon based CAS)である。

これは第2-7-9図に示したように、SSRと同一の周波数を使用して自機に接近する航空機に対し質問信号を發し、相手機のATCトランスポンダからの応答信号を受信して、この応答遅延時間等から相手機の位置を把握しようとするもので、必要に応じてパイロットに警報を發するものである。

この方式の特徴は、自機がB-CASを搭載していれば、ATCトランスポンダを搭載している航空機に対し有効に機能することから、漸次導入が可能であること、既存のSSRとコンパティビリティを有することなどが挙げられる。

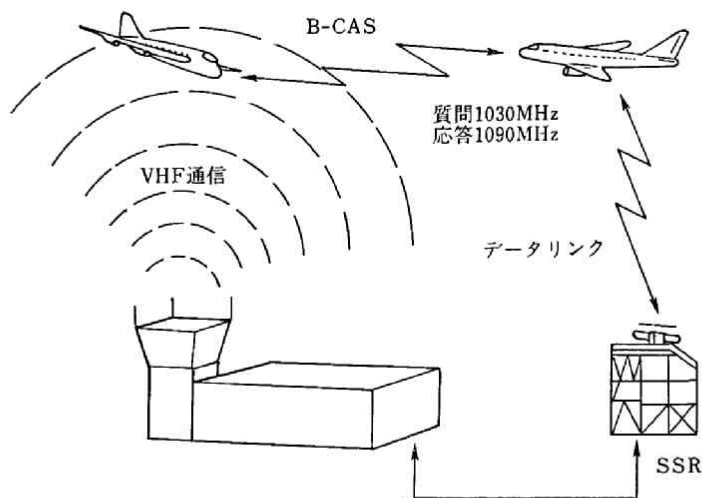
一方、ICAOでは、1981年の通信部会会議の勧告に基づいて、SSRの改善と衝突防止装置について検討する機関(SICASパネル)が1981年11月に設置され、SSRモードSとこの信号形態を利用した衝突防止装置の検討が58年5月から始まった。

## 9 レーダプロットィングの自動化方式

レーダは、船舶の安全航行にはなくてはならない無線設備であり、最近の石油タンカー等の船舶の大型化に伴い、その重要性はますます高まってくるとともにその機能の改善が要望されていた。

国際海事機関(IMO)は、このような背景のもと、従来、人手によりレーダ指示器表面に記録していた他船の航跡を自動的に表示するとともに、針路と速度を計算、評価して衝突回避に有効な情報の形で表示する機能(自動レーダプロットィング機能)の研究開発を進め、我が国も参加してきた。

第 2-7-9 図 CAS の概念図



自動レーダプロット機能は、レーダから発射され他船に反射して戻ってくるレーダ電波の復調信号、ジャイロコンパスからの針路信号、スピードログからの速度信号等をマイクロプロセッサで計算処理することにより実現される。

表示内容は、通常のレーダ表示に加え、他船の速度と針路のベクトル表示、過去の航跡、最接近予測距離及び時間、衝突予測危険範囲等であり、さらに他船が衝突予測危険範囲に進入してきたとき警報を発生させる。

IMO では、レーダに本機能を付加することにより船舶の衝突の防止が図れることから、1974年の海上における人命の安全のための国際条約 (SOLAS 条約) を改正し、1984年9月1日以降1万総トン数以上の船舶に順次本機能を有するレーダの設置を強制することとした。

これに備えて、郵政省は、IMO 総会決議に準拠して技術的条件を定め、58年2月1日に無線設備規則を改正した。



## 10 漁業新通信システム

現在、我が国の沿岸漁業に主として従事している総トン数10トン未満の漁船の船舶局は5万1,623局（57年3月31日現在）あり、主に26MHz帯及び27MHz帯の1WDSBの無線設備を設置して操業上の安全の確保と漁業経営の円滑な運営等に大きな役割を果たしている。

一方、最近においては、操業に関する打合せ等の通信量の増加に伴い、陸上の施設と直接通話ができるシステムが要望されていた。

漁業新通信システムは、この要望に対処し、58年6月15日から導入したもので、その主な諸元は、第2—7—10表のとおりである。この通信システムは、海岸局から50～60kmの海域をサービスエリアとするものであるが、船舶から陸上の施設と通信する回線は、半複信方式の無線回線と公衆通信回線とが、海岸局に設置された手動方式の有無線連絡装置により接続され、海岸局と船舶局との連絡設定には、選択呼出技術を採用していることから、通信回線の秘匿性が確保されている。また、船舶局の無線設備においては、シンセサイザー技術を採用して、多数のチャンネルが使用できる構成とするともに、機器の安定化及び低廉化が図られている。

さらに、海岸局と船舶局との間及び船舶局相互間の通信は、現行の26MHz帯及び27MHz帯の1WDSBと同様な通信形態で確保できる。したがって、この通信システムは、まだ海岸局を開設していない地域及び船舶局を開設していない小型漁船にまで広く普及するものと予想される。

## 11 多重放送

多重放送は、テレビジョン放送や超短波放送（FM放送）の電波の周波数的又は時間的な「すき間」を利用して、別の情報を同時に放送するものであり、電波の有効利用が図られ放送メディアの多様化が期待できる。

多重方式としては、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ことが開発の目標となっている。

第 2-7-10 表 漁業新通信システムの主な諸元

項 目	海 岸 局	船 舶 局
電波の型式	A3E	A3E
使用周波数	陸上通話波(35~36MHz)1~3波 地区陸船波(39~40MHz)1~2波 全国共通波( " )1波	陸上通話波(39~40MHz)1~3波 地区陸船波( " )1~2波 全国共通波( " )1波 船間波( " )20波
空中線電力	10W以下	5W以下
発振方式	水晶発振方式	シンセサイザ方式
通信方式	単信方式 半複信方式(陸上通話波)	単信方式
選択呼出装置	選択呼出信号発生装置	選択呼出信号検出装置
有無線連絡装置	手動式	—
空中線系	垂直偏波 水平面無指向性又は指向性	垂直偏波 水平面無指向性
サービスエリア	半径 50~60 km	

### (1) テレビジョン多重放送

信号を多重する方法として、実用性があると考えられるものは、映像信号の垂直帰線消去期間あるいは音声信号の副搬送波に別の信号を重畳するものである。

一般受信者を対象とする多重放送としては、現在テレビジョン音声多重放送、文字放送、ファクシミリ放送、静止画放送等があるが、このうちテレビジョン音声多重放送については、57年12月に放送が開始されている。

#### ア. 文字放送

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、聴力障害者向け字幕等の文字あるいは簡単な図形を重畳して放送し、受信側ではアダプタを付加することにより、テレビ受信機のブラウン管上に、単独に、あるいはスーパーインポーズの形で文字又は図形を表示するものである。一

一般的には、数種類の情報が同時に放送され、受信者側でそれを自由に選択することとなる。

文字放送の方式については、走査方法、伝送方法、伝送速度、制御信号等の異なるものが開発され、提案されているが、電波技術審議会では、これらの方式を基にして、普及性、発展性、国際性等を考慮し、53年12月に「文字放送の方式の基本」について答申を行った。さらに、これを基に、野外実験、室内実験を行い、56年3月に「文字放送の方式（パターン伝送方式）の技術基準」について答申している。

また、伝送速度の速い、符号化伝送方式（コード（ハイブリッド）伝送方式）の文字放送についても電波技術審議会において、55年度以来審議が進められており、57年3月にコード（ハイブリッド）伝送方式に関する「文字放送（符号化伝送方式）の方式の基本」を答申した。

これにより簡易なコードコンバータの接続が可能なパターン伝送方式の受信機的设计が可能となり、この結果、パターン伝送方式の受信機の所有者は、コード伝送方式の放送が開始されても経済的で簡易なコードコンバータの付加による容易な受信が可能となった。

#### イ. ファクシミリ放送

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、受信者はアダプタ及び記録装置を用いて、印刷物の形で情報を得るものであり、ファクシミリ信号を重畳する方法としては、音声副搬送波を利用するものを開発研究している。

57年度の電波技術審議会では、送信装置の特性の調査、伝送路の所要特性、各種制御信号等について検討を行った。

その結果、基幹局の現用送信装置でファクシミリ信号を送信することは可能であるが、ファクシミリ信号の重畳による音声副搬送波のスペクトルの広がりや映像へ及ぼす妨害の調査では、受信機の中に妨害を受け易い機種があることなどが判明した。

### ウ. 静止画放送

映像信号の垂直帰線消去期間の一部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、テレビジョン音声多重放送と組み合わせて音声付きの静止画放送とすることも可能である。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。

### (2) FM 多重放送

FM 放送電波に重畳できる信号については、50年度から電波技術審議会において現行ステレオ受信と両立する4チャンネルステレオ音声信号を重畳すること、現行のステレオ音声信号と別の音声信号を重畳すること、及び1 kb/s 程度の伝送速度をもつ、データ信号（例えばFM番組を受信する上で役立つ情報や天気予報等）を重畳することについて審議が進められていたが、58年3月答申がなされた。答申では各信号の重畳について、それぞれ解決すべき問題点はあるが可能性はあるとし、また、これらの実施に必要とする具体的な技術的条件の詳細については、多重方式の利用が具体化する段階で、慎重に検討するのが適当であるとしている。

## 12 12 GHz 帯衛星テレビジョン放送の音声信号方式

放送衛星による12GHz帯テレビジョン放送の開始に当たり、電波技術審議会は最近のデジタル技術の急速な進歩を反映して、その音声信号方式としてPCM（パルス符号変調）方式を選定するとともに、その技術的条件について57年12月に答申した。

PCM方式では、音声の高品質化、多チャンネル化が実現でき、また、最近のデジタル技術開発の進展によって受信機の低廉化も可能である。

この方式の採用により、音声信号としては、DAD（デジタル・オーディオ・ディスク）並みの高品質音声ステレオ1チャンネル又は現在のFM放送並みの品質の音声ステレオ2チャンネルが放送できることとなった。

また、テレビジョン放送に多重するコード・データ放送、ファクシミリ放送等を可能とするための伝送容量の確保、高品質独立音声放送等への機能の拡張性についても考慮されている。

なお、この方式を採用した衛星テレビジョン放送は59年2月期に打ち上げられる実用放送衛星2号-a (BS-2a) から実用化される予定である。

### 13 緊急警報放送システム

非常災害時における予報・警報等の緊急情報を迅速かつ漏れなく住民に周知する手段として放送は有効であるが、深夜等家庭の受信機のスイッチが入っていない場合には無力のものになってしまう。

そこで、この問題を解決するために開発されたのが「緊急警報放送システム」である。

このシステムは、放送局で緊急情報を放送するに先立って特定の制御信号（緊急警報放送信号）を送出すると、受信者側で、あらかじめ備えたアダプタ（緊急警報放送受信機）、あるいはアダプタ内蔵型の受信機で、この信号を受信することにより、自動的にスイッチが入り、警報音が聞こえるとともに、それに続く緊急情報を聞くことができるものである。

このシステムについては、55年1月設置した「緊急放送システム技術懇談会」（構成員 郵政省、NHK、民放事業者等）の予備的検討を踏まえ、55年度から電波技術審議会において「放送電波に重畳する緊急警報信号に関する技術的条件について」の審議が進められていたところであるが、57年12月答申がなされた。

現在、その実用化に向けて、防災関係機関、放送事業者等と協議を進めているところである。

### 14 高精度測位技術の研究開発

超長基線電波干渉計（VLBI）システムは、電波星あるいは人工衛星からの微弱な電波を遠く離れた2地点で受信し、磁気テープ上に時刻とともに精

密記録する。この二つの受信テープの信号を相関法により比較すると、電波の2地点への到達時間差を高精度に求めることができる。VLBI システムは当初電波天文の研究に用いていたが、近年2地点間の時刻同期や測地的応用が脚光を浴びており、これを基にした地殻変動測定、長期的地震予知をもたらすプレート運動の検証のほか、衛星の軌道決定、極運動、地球回転、位相ゆらぎ検出による電波伝搬等多方面の応用が期待されている。

電波研究所では従来から VLBI システム 開発に必要な、高安定原子周波数標準器や超精密時刻同期、天体電波源や人工衛星追尾、高速 VLBI データ処理等の技術を持ち、これを利用して衛星軌道及び電波の位相ゆらぎ等の測定のためのシステム開発を行ってきた。我が国で最初の VLBI システム (K-1) による国内実験を、52年電波研究所鹿島支所と電電公社横須賀電気通信研究所で行い、人工衛星の雑音電波の到達時間差決定誤差  $\pm 5 \text{ ns}$  を得た。次いで、電波の位相ゆらぎ等の測定のため、帯域幅合成による受信帯域の拡張、マイクロ回線でデータ伝送を行う 実時間相関処理等、改良した VLBI システム (K-2) を開発し、電波研究所鹿島支所一同平磯支所間の実験で到達時間差決定誤差  $\pm 0.2 \text{ ns}$  以下を得た。

国内では測地学審議会の建議により、54年度から始まった第4次地震予知計画(5か年)における「長期的予知のための技術の開発と研究」の中で、宇宙技術による測地測量の基礎技術の研究進展を図ることが指摘された。

また、国際的には、宇宙開発委員会と米国航空宇宙局 (NASA) との合意 (54年7月) により、日本 (電波研究所) と米国 (NASA) との間で VLBI 実験により地殻変動等を調べる「地殻プレート運動の研究」が協力テーマにとりあげられ、58年度末から日米実験が開始されることとなっており、非エネルギー分野の日米科学技術協力協定 (55年5月1日締結) に基づく協力テーマともなっている。

電波研究所では内外の要請を受け、米国システムと互換性のある超高精度電波干渉計システム (K-3) 開発5か年計画 (54—58年度) を策定し、施設の開発・研究を開始した。そして57年度は前年度に引き続きバックエンド

部の開発を継続するとともに、VLBI 用水素メーザ周波数標準器、水蒸気ラジオメータ、データ処理・解析ソフトウェアの開発を行い、58年度末に予定されている初の日米実験に向けて準備を進めている。この計画が軌道にのれば、日米間の距離が数 cm 以下の誤差で測定されるとともに、太平洋プレートとの動きが確かめられ、ひいては長期的地震予知への利用、さらに地球回転、国際時刻同期比較等多くの分野への寄与が期待されている。

### 15 電波音波共用上層風隔測装置（上層風ラス・レーダ）の開発研究

大気汚染物質の分布状態の事前評価等に必要な上層大気中の風向風速・気温高度分布を地上から連続的に遠隔測定するための電波音波計測システム、ラス・レーダ（RASS：Radio Acoustic Sounding System）の開発研究を環境庁の国立機関公害防止等試験研究プロジェクトの一環として、55年度から3年計画で実施した。

地上の音源から発射したパルス音波の球形音波面からの CW 電波が反射され、地上にスポット状の集束像を結ぶこと、及び風による音波面の移動に伴い電波の集束像が移動する性質を利用して、アレー状（6×6）配列の電波受信アンテナで集束像を検出追跡することにより、上空の風向風速・気温高度分布を遠隔測定する装置を試作した。57年度に実施した性能評価実験により、高度約800mまでの気温分布及び高度約300mまでの風向風速分布が測定可能であることが確認された。

### 16 マイクロ波リモートセンシング

電波によるリモートセンシングは、従来、主に用いられてきた可視赤外領域の光を利用するものと異なり、昼夜の区別なく、天候に左右されることなく観測が可能である。特に、マイクロ波によるリモートセンシングは今後、電波の主要な利用分野の一つになると予想されるため電波研究所では、電波の有効利用の観点から、各種マイクロ波リモートセンシングに関する研究を

行っている。

- ① 散乱計：雨域及びその降雨強度の観測を行う航空機搭載マイクロ波（10GHz 及び 34.5 GHz）雨域散乱計を53, 54年度で製作し、57年度末までに約107時間の飛行実験を行った。57年度の梅雨期には鹿島支所と共同で多周波レーダによる降雨観測実験も行った。また宇宙基地用降雨レーダの設計仕様を検討した。

海面の風向、風速算定アルゴリズムを確立し、このアルゴリズムを使って56年度に実施した海面散乱実験の全データの解析を終えた。電波の散乱特性の基礎データ収集のため、室内実験用 FM—CW（10GHz 帯）レーダシステムを整備し、基礎実験を行った。

- ② 放射計：大気の等価伝搬遅延長及び電波の減衰を測定する高精度微分輻射測定法を開発した。これらの成果を MOS—1 の放射計予備検証実験に反映すべく、宇宙開発事業団と共同実験を開始した。
- ③ 合成開口レーダ：56, 57年で合成開口レーダデータの高速度デジタル処理装置の整備を完了し、SEASAT データの画像再生ソフトウェアの改良を進めた結果、70km×50km の散乱データを約4時間で画像化することに成功した。

## 17 レーザリモートセンシング

電磁波の有効利用の一つとして、リモートセンシング技術の開発は、近年マイクロ波からレーザ波まで、とみに盛んに行われている。レーザを用いたリモートセンシングの場合、レーザ波の超高周波特性（ $10^{13} \sim 10^{15} \text{Hz}$ ）に基づき、原子、分子の組成の測定が可能である。

電波研究所では、光化学スモッグ発生時に重要な役割を演ずるオゾン分子と、炭酸ガスレーザとの間で生ずる吸収効果を利用した差分吸収型オゾンモニタ用レーザレーダの開発研究を進めてきており、現在、より広域なオゾンモニタを目的とした飛行機搭載用小型レーザ・オゾンモニタ装置の飛行実験を重ねつつ研究開発中である。



## 第5節 有線伝送及び交換技術

### 1 デジタル伝送方式

#### (1) デジタル中継伝送方式

デジタル伝送方式は、音声はもとより画像通信、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、デジタル1次群(1.544Mb/s)から5次群(397.2Mb/s)までのデジタルハイアラキに沿った各種の有線伝送方式が実用化されてきた。

平衡対ケーブルを用いたデジタル伝送方式としてはデジタル1次群に適用するPCM—24方式があり、我が国初のデジタル伝送方式として集中局～端局等の近距離回線に使用されてきたが、56年度には諸機能の向上を図ったDP—1.5M方式が実用化された。

標準同軸ケーブルを用いたデジタル伝送方式としては、中・短距離区間に適用されるDC—100M方式(電話1,440回線又は4MHzテレビ15回線)の実用化に続き、デジタル伝送方式としては世界最大の伝送容量を持ち、長距離区間に適用されるDC—400M方式(電話5,760回線又は4MHzテレビ60回線)が51年度から商用に供されている。また、57年度にはDC—100M方式の改良方式であるDC—100M—R方式が実用化された。

一方、網としてのデジタル化を推進するため、53年度には網同期方式及びデジタル1次群レベルを同期化しデジタル・データ交換網によるサービスを提供するためのデジタルデータ伝送方式が実用化された。その後56年度にはデジタル中継線交換機と組み合わせて電話網の本格的なデジタル化を行うために、デジタル2次群レベルで同期多重変換を行う市外系デジタル同期端局方式が実用化され、57年度にはデジタル加入者線交換機と組み合わせ、市内中継網のデジタル化を目的とした市内系デジタル同期端局方式が実用化された。

## (2) デジタル符号化方式

音声信号をデジタル信号に変換するための符号化装置については、LSI 単一チャンネル符号器を用いて小形化、経済化を図った PCM 端局装置が 56 年度に実用化された。

テレビジョン信号の符号化装置については、53 年度にカラーテレビジョン信号を 6.3Mb/s に変換するフレーム間符号化装置が、また 56 年度には 32 Mb/s に変換するフレーム内符号化装置がそれぞれ実用化されており、57 年度からこれらについて新アルゴリズムの採用、主要部分の LSI 化等により、一層の高品質化、経済化を図った装置の実用化が進められている。

## (3) データ伝送方式

データ通信システムの構成に当たって、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が重要な要素となっており、データ通信システムの多様化、取り分け端末の多様化に伴って 50b/s～数 10kb/s という広範囲な速度でのデータ伝送が要求されている。

電電公社では、データ回線の高速化・経済化を図るため、各種データ伝送方式の開発を進めている。従来のデータ伝送は、変復調装置を用いたアナログ伝送方式によっていたが、現在、端末までの全区間をデジタル構成で伝送するデジタルデータ伝送方式が実用化されている。この方式は、局間伝送路として DC-400M 方式等のデジタル伝送方式のほか、DAT 方式（アナログ伝送路により、デジタル情報を伝送する方式）により、200b/s～48 kb/s のデータ信号を伝送するものである。

57 年度には本方式の一層の経済化を図った諸装置の実用化を行うとともに、数 kb/s～数 Mb/s の高速度データ伝送サービスを可能とする高速デジタルデータ伝送方式の開発が進められている。

## (4) デジタル加入者線伝送方式

2 線メタリックケーブルを用いて 64kb/s 及び 16kb/s の双方向伝送を可能とし、端末—端末間のデジタル 1 リンクサービスを経済的に実現するデ

ィジタル加入者線伝送方式の開発が進められており、59年度から現場試験が開始される予定である。

## 2 光ファイバケーブル伝送方式

光ファイバケーブル伝送方式は、光ファイバを伝送媒体とするもので、①直径0.1mm程度の光ファイバ1本で、同軸ケーブル心と同等あるいはそれ以上の容量の伝送ができる、②光ファイバの直径が細いので多心ケーブルを細径で実現できる、③低損失であるため中継距離が長くできる、④漏話が無視できる、⑤軽量で可とう性に優れている、⑥電力線、電気鉄道等からの外部誘導を受けない、⑦限りある銅資源を使用する必要がないことなど、多くの特長を有している。このため、各方面で光ファイバ、光源である各種レーザ、発光ダイオード、受光器、中継器、変調器等の研究、実用化が進められている。

電電公社においては、量産化、経済化に適した製造法であるVAD法の開発をはじめ、 $1.3\mu\text{m}$ 波長帯における極低損失(0.5dB/km以下)の多モードファイバ及び $1.5\mu\text{m}$ 帯における損失が、0.2dB/kmを下回る単一モードファイバの試作、平均損失0.1dB以下の新しい融着接続技術の開発、800Mb/sデジタル伝送実験の成功、 $1.3\mu\text{m}$ 帯半導体レーザの実用化等の成果を上げている。このような成果を踏まえ、中小容量光ファイバ伝送方式については、53年度に都内の約20kmの区間において、54年度には実用化に近いかたちで川崎市内約18kmの区間において、それぞれ現場試験が行われた。これらの試験結果を基に、56年度にグレーデッド型光ファイバケーブルにより都市内の電話局間を結ぶ32Mb/sの伝送方式及び100Mb/sの伝送方式が実用化され、さらに6.3Mb/sの伝送方式の実用化が進められている。

また、今後の基幹伝送路として、大容量、長距離区間に適用する大容量光ファイバケーブル伝送方式について、57年度には単一モード光ファイバケーブルを用いた400Mb/sの伝送方式が実用化され、北海道から九州に至る日本縦貫のデジタル伝送路の構築を開始した。

一方、陸上用の光ファイバケーブル伝送方式の開発と並行して、海底光ファイバケーブル伝送方式の開発も進められており、 $1.3\mu\text{m}$ の長波長帯の光源を用い、 $1.5\sim 400\text{Mb/s}$ のデジタル信号を無中継で伝送可能な方式及び $400\text{Mb/s}$ のデジタル信号を海底区間で中継伝送する方式の実用化が進められている。

また、映像信号（4MHz カラー-TV 信号）を伝送する光ファイバケーブル伝送方式の開発が進められ、57年度に実用化された。

このほか、光ファイバケーブル伝送方式を加入者系へ適用するための研究が進められている。

国際電電においては、将来の国際通信用幹線伝送路として期待されている長距離光海底ケーブル方式の開発が進められている。システムの目標は、最大方式長1万km、伝送速度約 $300\text{Mb/s}$ で最大3サブシステム実装が可能なもので、伝送容量は、電話換算で4,000回線から12,000回線である。

この開発の一環として57年6月に相模湾において実験を行い、光海底ケーブル、光海底中継器の基本性能の確認が行われた。

引き続き、長距離方式実用化のための信頼性の改善等の開発が進められている。

### 3 アナログ伝送方式

#### (1) 通信用ケーブル技術

平衡対ケーブルに関する技術については、細心化、多対化、伝送特性及び信頼性の向上等を図る観点から開発が進められており、これまで、紙絶縁のスタルベスケーブル、ポリエチレン絶縁の市内 CCP ケーブル、発泡ポリエチレン絶縁の中継 PEF—LAP ケーブル等が実用化されている。このうち、主に地下き線に使用されるスタルベスケーブルは、今後の非電話系サービスに対しては漏話特性からくる心線収容制限等の面で制約がある。このため、55年度には高発泡ポリエチレンを用いて絶縁被覆の薄肉化、漏話特性の向上を図った市内 PEC ケーブルが実用化された。

一方、同軸ケーブルについては、陸上の大容量伝送路に用いられるものとして、CCITT 規格に基づいた 9.5mm 同軸ケーブルと 4.4mm 同軸ケーブルが実用化されている。

また、海底の大容量伝送路に用いられるものとしては、浅海部に使用される鉄線外装付 25mm 海底同軸ケーブルと深海部に使用される無外装の 38mm 海底同軸ケーブルが実用化されている。

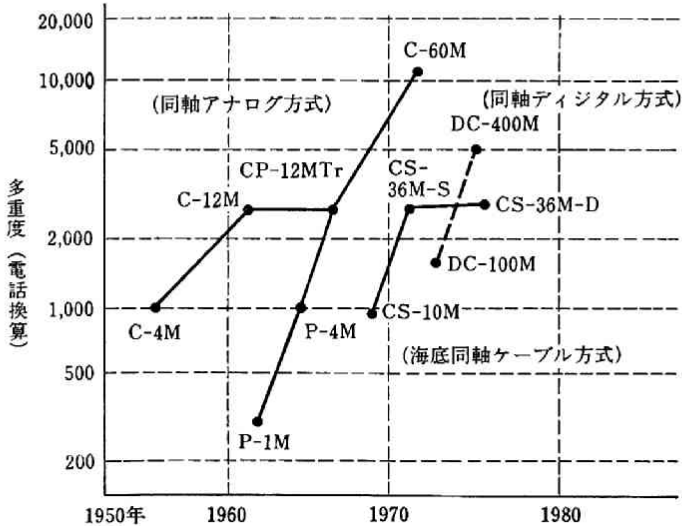
## (2) 伝送方式

平衡対ケーブルに適用する多重化伝送方式としては、音声12回線を二対の平衡対で双方向伝送する T-12SR 方式があり、集中局～端局間等の近距離回線に適用されている。

また、平衡対ケーブルを用いて 4 MHz 帯域の白黒及びカラーテレビ信号をベースバンドで中継するための方式として、中継器の伝送特性の改善により適用距離の延長を図った ITV-4 M 方式が実用化されている。

陸上同軸ケーブル方式としては、4 MHz 方式（電話960回線）、12MHz 方

第 2-7-11 図 同軸ケーブル方式の開発経過



式（電話2,700回線）及び60MHz方式（電話1万800回線又は4MHzテレビ9回線）等が導入されている。

海底同軸ケーブル方式としては短距離用のCS—10M方式（電話900回線）及びCS—36M—S方式（電話2,700回線）、並びに長距離方式のCS—36M—D2方式（電話900回線及びカラーテレビ2回線）及びCS—36M—D1方式（電話2,700回線）が現在までに実用化されている（第2—7—11図参照）。また、59年末完成予定で建設の進められている沖縄・本州間ケーブルにはCS—12M方式が用いられる。

国際海底ケーブルのうち敷設ルートの浅い日本・中国間ケーブル及び日本・韓国間ケーブルでは海水の温度変化によるケーブル減衰量の変化を自動的に補償する自動利得調整機能付中継器が採用されている。

#### 4 デジタル交換

交換機のデジタル化によりデジタル伝送路と一体となって、通話品質の向上及び網全体の経済化を図ることができるばかりでなく、加入者線のデジタル化により、高速非電話サービスの提供あるいは電話と非電話サービスの同時提供といったサービス面での利便向上が期待できる。

このようなデジタル交換機について電電公社では大局用の中継線交換機であるD60形自動交換機の商用試験を56年から4局で順次開始し、57年12月には大手町局で最初のサービスを開始した。

引き続き、加入者線交換機及び中継線交換機機能を併せ持つD70形自動交換機の商用試験を57年から全国で開始し、58年10月には青森局で最初のサービスを開始した。

一方、これらの技術をベースとしデジタル加入者線用インタフェースを持ったデジタル加入者線交換機をはじめ、通信処理用関門交換機能を有するデジタル中継交換機、音声蓄積サービス用の通信処理装置等の技術の確立を進めており、これらの交換技術をはじめ、各分野にわたる新しい技術を確認するため、電電公社では57年度より東京、三鷹地区を中心に高度情報通

信システム (INS) のモデルシステムを実際に構築し調査を開始した。

国際電電では、近い将来の本格的な国際通信網のデジタル総合化に対応するため、新型の国際関門局用デジタル交換機の研究開発とデジタル共通線信号方式 No. 7 の実証的検討が進められている。

デジタル交換機については、万一の障害に際してもサービス中断がない高い信頼性と、規模の拡張と機能の拡充に対する高い柔軟性を具備するシステムを実現することを目標として、汎用マイクロプロセッサによる分散制御方式のデジタル交換機 IDS (International Distributed Switching System) が試作された。さらに、本システムのソフトウェアに対する高級言語 (C言語) の適用性の評価が行われている。

信号方式については、近年標準化された CCITT No. 7 信号方式を上記 IDS に実装し、実証実験が行われている。さらに、これを用いて、58年8月から同信号方式の日本/オーストラリア間対向試験が開始された。

## 第6節 データ通信システム

### 1 データ交換網

近年のデータ通信システムの発展と多様化に伴い、デジタル情報を経済的かつ高品質・高速で任意の相手と交換したいという需要がますます高まっている。

これにこたえて電電公社では54年12月から回線交換サービスが4都市で、55年7月からパケット交換サービスが7都市で開始された。以降サービス地域拡大に対する利用者の要望が強くなり、58年6月末にはそれぞれ96都市、183都市に拡大された。

国際電電においても、CCITT 標準のネットワーク・プロトコルを採用したパケット交換システムにより、57年4月より、国際公衆データ伝送サービス (VENUS-P) が開始されている。当初のサービス対地は5か国 (米国、

英国、フランス、西独及びスペイン)であったが、その後の対地拡張により、58年6月末におけるサービス対地は14か国となっている。

なお、国内パケット交換サービス加入者による VENUS—P 利用を可能とする国内パケット網との相互接続は、57年9月より実施されている。

また、外国のコンピュータに蓄積されている文献情報、経営情報等のデータベースを我が国の端末から検索するための国際コンピュータ・アクセス・サービス (ICAS) は、55年9月以来提供されていたが、58年7月15日をもって、VENUS—P に統合されている。

## 2 情報処理技術

### (1) ハードウェア

#### ア. 本体系装置

コンピュータは、半導体技術の進歩を背景として、急速な性能向上とコストの低下を果たしており、汎用機種の場合、この15年間で演算速度は20倍に、主記憶装置のコストは70分の1になっている。

従来は主として LSI 等の素子技術の進歩により、演算速度の高速化を実現してきたが、今後は、先回り制御、並列処理方式等の高速演算方式の開発が課題となっている。

記憶装置は、高速 IC メモリと低速 IC メモリとで主記憶を構成するという記憶階層方式が一般の大型機で採用されている。ここしばらくは、このような記憶階層が存続すると思われるが、高速 IC メモリの高集積化、低価格化に伴い、近い将来、高速大容量の IC メモリのみで主記憶装置が構成される可能性がある。

#### イ. 通信制御処理装置及びファイル制御処理装置

情報処理機能の分散化傾向を反映し、従来、中央処理装置で行っていた通信制御機能及びファイル制御機能を個別に実行する通信制御処理装置及びファイル制御処理装置の開発が進められている。



### ウ、周辺装置

周辺装置は、大別してファイル記憶装置と入出力装置に分けられる。ファイル記憶装置については、高速化・大容量化が進められており、1ギガバイト級の磁気ディスク記憶装置や1台当たり数十～数百ギガバイトの超大容量磁気記憶装置の実用化が進められている。また、高密度化、小形化による経済化を図った数百メガバイト級の小形の磁気ディスク記憶装置が開発されている。

入出力装置は、さらに、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目指し、文字・図形・音声等による入出力装置の開発が進められている。

## (2) ソフトウェア

### ア、データベース技術

データの大容量化及び相互関係の複雑化に伴い、より効率的で使いやすい高度なデータ管理機能の必要性が高まり、複雑、大量のデータを一元的に管理して解決しようとするデータシステムの実用化が進んでいる。

この種のシステムの実現に当たって、データの蓄積についての物理的配置や論理的関係付けを行うデータベース定義機能、データの検索、更新及び加工を行うデータベース操作機能等を備えたデータベース管理システム（DBMS）の開発が進められている。

### イ、ソフトウェア作成及び維持管理の効率化

ソフトウェア量の飛躍的増大、保守費の急増、プログラム要員不足等の要因により、“ソフトウェアの危機”が叫ばれており、プログラムの生産性向上及び維持管理の効率化が重要となっている。

### ウ、ネットワーク・アーキテクチャ

最近のデータ通信システムは、各種資源の分散及び共用、システム全体としての価格性能比の向上等をねらいとしたネットワーク化の進展が著しい。しかしながら、複数の電算機、端末などを通信回線で結合して効率的なデータ通信網を構築するためには、その構成方法、通信規約（プロトコル）の標

準化等多くの問題を解決しなければならない。

これらの問題を個々のシステム対応ではなく、統一的に解決するネットワーク・アーキテクチャの技術開発が進められている。

この具体的な動きとして、郵政省では「汎用コンピュータ・コミュニケーション・ネットワーク・プロトコル (CCNP)」の開発を進め、55年郵政省告示として発表した。

これはコンピュータ間通信を広く国家的立場から検討し、国際通信網との接続等も考慮した標準的なプロトコルの確立と普及とを目的としたものである。

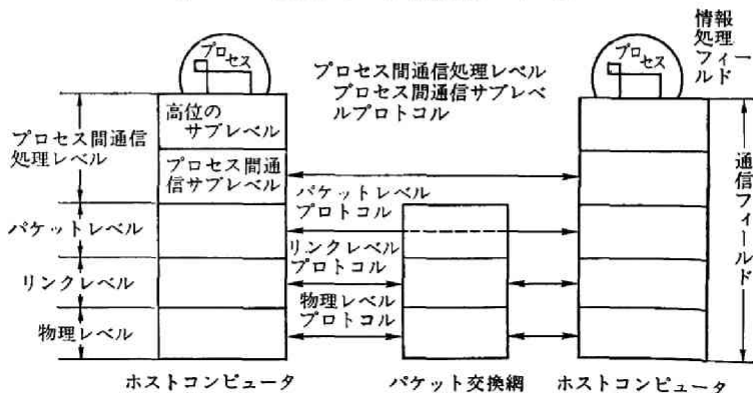
その特徴は、次のとおりである。

- ① 異機種コンピュータ及び端末相互間で資源の共用が可能である。
- ② 公衆パケット網との整合が考慮されており、公衆パケット網の持つ誤り制御機能、フロー制御機能、送達確認機能等を活用し経済化が図れる。
- ③ 各レベルのプロトコルは、他のレベルのプロトコルと独立に変更、拡張が可能であり、アプリケーション指向の機能追加が容易である。

また、レベルの構成及び各プロトコルの概要を第 2—7—12 図、第 2—7—13 表に示す。

なお、55年以降の国際勧告等の動向を勘案し、58年度より現行 CCNP の

第 2—7—12 図 レベル構成とプロトコル



第 2-7-13 表 各レベルのプロトコルの概要

レ ベ ル	主 な 機 能
情報処理レベル	科学技術計算等の業務ごとの処理，端末の入出力装置へのデータ入出力処理等
プロセス間通信処理レベル	異なるホストコンピュータ（あるいは端末）内に存在するプロセス間の論理的な通信路の設定・解放，データ・フロー制御，メッセージ転送，仮想端末制御，ネットワーク管理等
パケットレベル	パケット交換網を介して結ばれた二つのノード* 間のパケット伝送制御
リンクレベル	隣接ノード* 間のトランスペアレントな転送制御
物 理 レ ベ ル	通信媒体の電氣的・物理的な制御

\* データ通信網の構成要素であり，データ端末コンピュータ等をいう。

見直し作業を開始することとしている。

これに先立ち，電電公社ではデータ通信の円滑な発展を図るため計算機，通信網及び端末間の汎用的な通信規約の確立を目指して52年度より DCNA（Data Communication Network Architecture）の開発に着手し，所期の目的である国内での異機種計算機間通信に適用可能な標準的なデータ通信サービス用プロトコルの開発を行い57年度でメーカ各社との共同研究を終了した。

今後は高度情報通信システム（INS）の構築に向けて文字，画像，音声情報が混在したマルチメディア通信用プロトコル拡充及び国際標準動向との整合による一層の充実を図るなどの検討が続けられる。

### （3）機密保護

コンピュータが社会活動の中でますます重要性を高めていく中で，コンピュータシステムの安全対策が大きな関心を呼んでいる。取り分け，今後のネットワーク化の進展とともに，一層システムの大規模化，広域化，分散化が進むと予想され，従来の閉鎖的システムでは考えられないような各種の事故や障害が懸念されている。

このような事故を未然に防止するため、センタ、回線、端末にわたり安価で効果的な暗号化方式、また DES 方式や公開鍵暗号化方式等を含めた高度な暗号化方式をはじめ、各種の技術開発が積極的に進められている。

### 3 データ宅内装置

データ通信システムの多様化・高度化に伴い、データ宅内装置は、単なる遠隔入出力手段としての位置付けから、システムを効率的に実現するための機能を付与した高度な役割を持つものへと発展しつつある。技術的には、LSI の大幅な採用及びマイクロプロセッサによるプログラム制御方式の導入が進むとともに、文字認識装置、図形入出力装置、音声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、LSI 技術の進歩によりマイクロプロセッサとメモリと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わって採用され、小型軽量化、低価格化に大きく寄与している。さらに、多様化・高度化するユーザの要望に対処するため、メモリに書換え可能な RAM (Random Access Memory) を採用することにより、プログラムを書き換えるだけで種々の業務に適用できる汎用のプログラマブル端末が広く利用されている。また、ファイル装置を有し、システム機能の担当部分を分担する高度な端末も実用化されている。

基本的な出力機器であるプリンタとしては、インパクト式プリンタでは母形活字方式にかわって、ワイヤドットマトリックス方式が主流となりつつあり、また、サーマル方式、インクジェット方式、電子写真式などのノンインパクト式プリンタの普及も進みつつある。表示装置としては、表示容量、精細度、価格等の点で優れている CRT が大半を占めているが、プラズマディスプレイパネル、発光ダイオード、液晶などを利用した平板形ディスプレイの研究開発も積極的に進められている。

漢字の入力方式としては、タブレット式、漢字ドットコード式、バーコード読取式等に加えて、カナ漢字変換入力方式が、出力方式としては、ワイヤ

ドットプリンタ方式に加え、電子写真式等の高性能プリンタが普及しつつある。

文字認識装置では、印刷及び手書きの英数字、カナ文字を読み取る光学式文字読取装置が既に実用化されており、さらに、高性能化、低価格化が進められている。また、印刷漢字や手書き漢字の読取装置についても実用化に向けて研究が進められている。

図形入出力方式としては、カラー図形の出力が可能なカラーグラフィックディスプレイや直線、円などのような線図形の入力可能な図形入力装置等が実用化され、ビジネスグラフィックスや CAD/CAM の分野で利用されはじめている。また、利用の大衆化を図るために利用者にとって簡便な音声による入出力の実用化が進みつつある。

## 第7節 画像通信システム

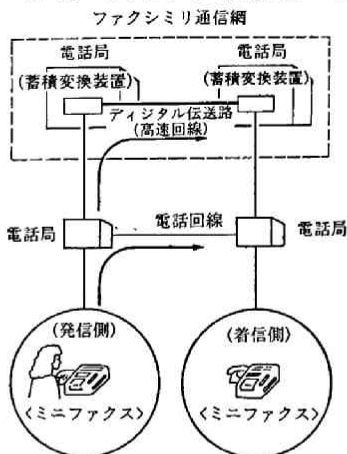
### 1 ファクシミリ通信

ファクシミリは、記録通信として任意の文字や図形を、簡単な操作でそのまま伝送できることから、漢字を使用する我が国の国民生活に適したニーズの高い通信手段として、早くから実用に供されているメディアである。

我が国のファクシミリ通信は、46年の公衆電気通信法改正を契機として、47年以降電話網利用によるファクシミリを中心に急速に普及し、利用者も官公庁や大企業中心から中小企業、さらに個人事務所や商店等へと広がりを見せている。

このような状況において、国内のファクシミリ通信は、専用回線や電話網の利用だけでなく、新たにファクシミリ通信網サービスや公衆ファクスサービス（一般利用者が電報電話局の窓口等に設置されたファクシミリ装置を利用して通信する。）が提供されるなど、サービスも多彩になってきている。

第2-7-14 図 ファクシミリ通信網サービスの概要



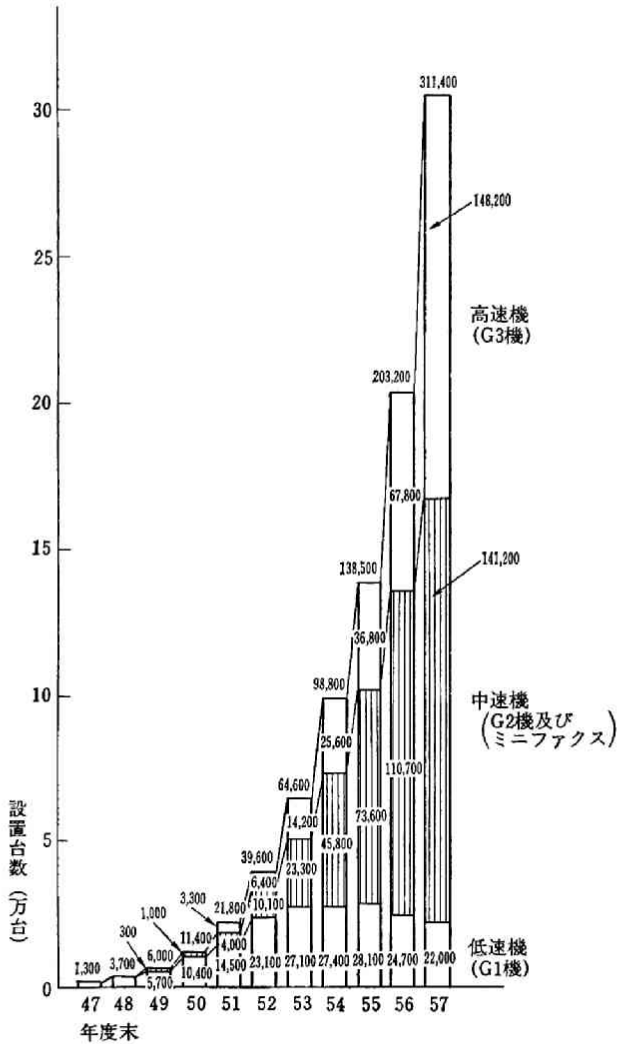
特に、56年9月から開始されたファクシミリ通信網サービスは、ファクシミリ通信のための専用通信網サービスであり、効率的にファクシミリ信号を送ることができるため、従来の電話網に比べ、中長距離の通信料が安くなっているほか、同報通信機能等多彩なサービス機能も持っている。また、併せて提供開始されたミニファクスは、A5版用のファクシミリ装置であるが、機能の簡易化等により低価格化・小型化、操作性の向上が図られており、ファクシミリ通信網と電話網の双方に接続して通信できるものである（第2-7-14 図参照）。

さらに、57年9月には、「ファクシミリ通信網サービスの利用契約に係る技術的条件」が制定され、この条件を満たす利用者設置のファクシミリ端末もファクシミリ通信網を利用できることとなり、その利用が増加している。

また、国際間のファクシミリ通信には、専用回線、デーテル、電話網、ファクシミリ電報及び国際公衆データ伝送サービス（VENUS-P）が利用されている。

我が国におけるファクシミリ総設置台数は、57年度末現在、およそ40万台と推定され、このうち電話網を利用したファクシミリが70%程度を占めているとみられ、年平均50%前後の伸びを示している。また、機種別のファ

第2-7-15 図 電話網利用ファクシミリ設置台数の推移



電電公社資料による。

(注) 56年度、57年度の中速機にはミニファクスが含まれる。

クシミリ設置状況をみると、中・高速機のコスト低下と利用者の高速化志向を反映し、低速機（G 1 機）に比べ中速機（G 2 機及びミニファクス）及び高速機（G 3 機）の伸びが著しい（第 2—7—15 図参照）。

ファクシミリ通信は今後、企業の業務用通信を中心に一層利用が進むとともに一般家庭等にも利用分野が拡大し、利用形態も多様化するものと予想されている。すなわち、企業では事務部門の合理化を図るために OA 化が推進され、ファクシミリ通信は OA の中核をなすと見込まれており、コンピュータ等と結び付いてその利用分野、方法はますます高度化・多様化していくものと考えられる。また、個人では当面、作家、コピーライター、弁護士等の利用が考えられるが、ミニファクスのように装置の簡易化・低廉化が進めば、広く一般家庭にも普及するものとみられる。

さらに、近く実用化が予定されるキャプテンシステムや文字放送等の新しいメディアと端末装置の共用化が図られるなど、各メディアと調和のとれた通信メディアとして一層の発展が期待される。

ファクシミリ通信方式の標準化については、国際電信電話諮問委員会（CCITT）において電話網利用によるファクシミリ装置の G 1 機、G 2 機及び G 3 機に関する標準化の勧告を採択している。我が国においては、郵政省が 54 年 10 月に G 2 機、56 年 12 月に G 3 機の推奨通信方式を告示し、標準化を図っている。現在、公衆データ網を利用する G 4 機の標準化についても、CCITT の動向を踏まえつつ検討を進めている。

## 2 映像通信

画像応答システム（VRS）は、プッシュホン又はキーボードから画像センタを呼び出し、広帯域ケーブルを介してセンタに蓄積されている各種情報をカラー静止画又は動画でテレビ受像機に映し出し、音声でもサービスを行う複合情報システムである。48 年から電電公社で開発が進められており、都内約 120 端末を対象に実験サービスが実施されている。

キャプテンシステム（CAPTAIN: Character And Pattern Telephone



Access Information Network System) は、電話回線を利用して文字図形等による豊富な情報を提供するシステムであり、郵政省と電電公社が関係各方面の協力を得て準備を進め、54年12月より東京23区内の約2,000 端末のモニタを対象とし、実験サービスが行われている。システムの運用は、54年2月に設立された財団法人キャプテンシステム開発研究所が行っている。実験サービスに必要な情報については、多分野にわたる約280 団体の情報提供者の協力を得ている。さらに、簡易動画、メロディー音、ハイブリッド伝送方式等の機能を確認するとともに、実用システムの開発が進められている。

諸外国においても、英国電気通信公社の「プレステル」(54年3月商用開始)をはじめ、フランスの「テレテル」、西独の「ビルトシルムテキスト」、カナダの「テリドン」等、各種システムの開発が積極的に進められている。

なお、公衆電話網を利用した会話形画像情報方式の国際標準化については、CCITT において1978年から「ビデオテックス」と称して審議が行われており、日本のキャプテン方式は、北米の NAPLPS 方式、西欧の CEPT 方式と同様に国際標準の一つとして、認められる予定である。

テレライティングは、電話回線を用いて音声と手書情報の2種類の情報を同時に伝送する新しい通信サービスであり、通常の電話及びファクシミリが満たし得ない需要を満たす可能性を持っている。

我が国では行政用オーディオグラフィー(郵政省)、スケッチホン(電電公社)、レターホン(国際電電)等が既に発表されており、当面、専用線への適用が検討されている。国外での例としては、「テレボードシステム」(フランス)、「スクリボホン」(オランダ)等があり、前者は既に実用化されている。CCITT ではこれらの通信サービスを「テレライティング」と命名し、その通信方式の標準化の作業を始めている。

テレビ電話は電気通信の未来像の一つとして期待され、以前から世界各国が開発に力を入れてきた。我が国でも45年の万国博で利用されたのを始めとして、47年にはグループタイプのテレビ電話が試行され、49年には東京一大

阪間で大規模なモニタテストが実施された。このような実用化努力にもかかわらず、従来のアナログ技術に基づいた方式では、テレビ電話の効用に比べサービス実現に要するコストが高く、現在のところ普及の傾向にない。しかし現段階での普及は難しいとしてもテレビ電話が電気通信の未来像であることに変わりなく、各種機能の充実、経済化等システム全般にわたる技術開発、検討が継続して進められている。

テレビ会議は、遠隔地で臨場感をもって会議が行えるものであり、交通の代替、省エネルギーに貢献するものとして、その実用性は高いと考えられる。我が国では、電電公社により51年5月から57年1月まで、世界で最初のカラーテレビ会議システムがモニタテストとして東京—大阪間で実施された。このモニタテストにおける利用者の意向等を取り入れ、利用者宅内の会議室等に容易に設置でき、かつ、伝送路を多端末で共用するなど、システム全体として経済化を図った新しいテレビ会議方式の開発が進められてきたが、58年4月からは宅内設置形テレビ会議システムの商用試験が開始された。58年度内には本システムによる商用サービスが、東京、名古屋、大阪、神戸地域において開始される予定である。国際テレコンファレンスについては、その技術要件を明らかにするため、国際電電において58年末完成予定で、ビデオコンファレンスモデルシステム（オーディオグラフィックコンファレンス機能を含む。）の開発を進めている。また、59年4月3日～5日、東京、フィラデルフィア、トロント、ロンドン、シドニーの5会場をビデオコンファレンス方式で結んで開催される International Teleconference Symposium の技術準備を電電公社の協力を得て進めている。

CCTV (Closed Circuit Television) の分野では、45年から電電公社の映像伝送サービスが開始されており、道路交通監視システム、外国語による有線テレビシステム等に用いられている。このサービスは、比較的短距離区間で使用される場合が多く、当初は既設平衡対ケーブルによる市内区間のみとされていたが、51年には、中距離のニーズにこたえるため同軸方式や、マイクロ波方式による伝送路を用いて市外伝送が可能となった。現在、約600回

線が利用されており、延べ回線距離は約 4,000km となっている。

映像の光ファイバケーブル伝送及びデジタル高能率伝送技術についても開発が進められており、前者については平衡対ケーブルに比し中継間隔の増大、被誘導妨害の軽減が可能のため逐時導入が進められている。また、後者については電電公社において、4 MHz 帯域のカラーテレビジョン信号をデジタル信号に変換して高能率に伝送する 6.3Mb/s フレーム間符号化装置 (TRIDEC 6.3) 及び 32Mb/s フレーム内差分符号化装置 (32M-DPCM) が実用化され、既に TRIDEC 6.3 はテレビ会議システムに、また、32M-DPCM は一般の映像伝送サービスの市外区間に適用されている。現在、更にこれら装置の LSI 化による経済化、品質の向上を目指した検討が行われているが、他方、一層の高能率帯域圧縮を行う 1.5Mb/s フレーム間符号化装置 (TRIDEC 1.5) についても研究が進められている。

国際電電においては、インテルサット衛星の一つのトランスポンダ (36 MHz 帯域幅) で、4 回線のニュース TV 番組、あるいは 2 回線の高い画像品質の番組の伝送を可能とする、15/30Mb/s カラーテレビ高能率符号化実験装置が製作された。本装置は、これまで研究を進めてきた、新しい適応予測制御方式である“中央値予測法”を基本とし、動き補償フレーム間予測技術が採用されている。また、本装置は、1982年2月に採択された、デジタルテレビ伝送の基本原則に関する CCIR 勧告 604 に従ったものであり、世界の二つのテレビ方式 (625/50と525/60) に共通に適用できる単一符号化アルゴリズムが開発採用されたことが大きな特徴である。これまでの予備実験によりほぼ予想どおりの優れた特性が達成する見通しが得られた。

### 3 テレテックス通信

テレテックスは、文書作成・編集機能及び通信機能を有する端末装置相互間の文書通信に関し CCITT が定めた国際的な標準通信方式であり、ワードプロセッサに通信機能を付加したものと言える。テレテックスは、従来からの記録通信方式であるテレックス (加入電信) と比べ、情報の伝送速度が

速いこと、使用できる文字数が多いこと、伝送する文書がページ単位であり文書体裁が優れていることなどの特徴を有しているため、事務用の新しい文書通信方式として注目されている。

テレテックスの標準化については、1980年に開催された CCITT 第7回総会においてラテンアルファベット文字を基本とし日本語等非アルファベット文字の使用に対する拡張性を考慮した勧告が採択されている。これを受けて西独、カナダではサービスを開始しているほか、他の欧米諸国でも実用化への準備が進められている。

我が国においては、近年、日本語情報処理技術の進展とともにオフィス・オートメーション（OA）の中核として日本語ワードプロセッサが数多く使用されるようになり、より高度なOAの展開を図るためこれらの装置を通信回線で結び文書伝送の効率化を図る気運にある。

郵政省では、このような状況を背景に、我が国におけるテレテックスの健全な発展・普及を図るため、異なるメーカーで製造された端末装置間の相互通信を確保すべく、日本語の取扱いに適したテレテックス、すなわち日本語テレテックスの標準通信方式の検討を、関係機関の協力を得て56年度から実施した。

日本語テレテックスに関する推奨通信方式について、郵政省は58年10月の電気通信審議会の答申を受けて、58年11月日本語テレテックス装置推奨通信方式として告示した。テレテックスとファクシミリは、当面は各々の特徴を生かして独自の分野で利用されるが、将来は両者の融合形態が登場するものと予測される。

## 第8節 その他の技術及びシステム

### 1 電話サービスの多様化技術

社会経済の進展に伴い、電話サービスに対する要望もますます高度化・多様化してきている。このため電電公社では、電話の効用が一段と高まるもの、公共性があり社会福祉に役立つものなどを中心に、新しい電話サービスの実用化が進められている。着信者の利便向上を図るサービスとして、自動着信転送サービス、二重番号サービス、クレジット通話サービスが既に提供されているほか、発信者の利便向上を図るためワンタッチダイヤル、再ダイヤル、オンフックダイヤル、プリセットダイヤル、ダイヤル番号表示等の機能を備えたメモリダイヤル電話機が実用化された。

また、制御情報のデジタル多重化により、ケーブルの少対化を図るとともに、ドアホン機能、自動応答等サービス機能を向上した新形ホームテレホンが実用化された。

事業所電話サービスの向上として、既に実用化されているEK50形ボタン電話装置と同様にサービスの高度化、ケーブルの少対化を図ったEK20形ボタン電話装置が実用化された。

公衆電話は、操作性の向上を図るとともに、停電時にも使用できる新ボックス形公衆電話機が実用化され、また、現行10円、100円硬貨に加えカードによる通話ができ、利用可能度数を表示する磁気カード式公衆電話機が実用化された。

福祉社会に寄与するものとして、肢体の不自由な人を対象に電話を利用しやすいようにダイヤル補助装置、通話補助装置等から構成される肢体不自由者用電話機器が実用化された。

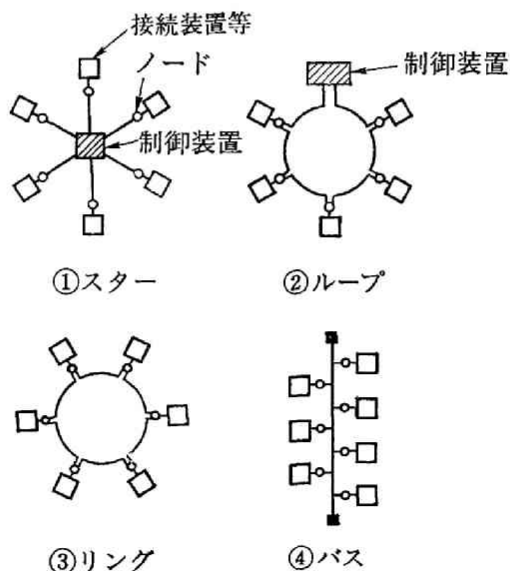
## 2 オフィス・オートメーション・ネットワーク

### (1) オフィス・オートメーション・ネットワーク (OAネットワーク) の技術動向

企業等においては、事務作業の効率化を図るため、ファクシミリ、ワードプロセッサ、パーソナル・コンピュータ等が導入され、OA化が積極的に推進されており、最近では、これらOA機器をローカル・エリア・ネットワーク (LAN) 等で結んだシステムを実現しようとする動きが活発である。

OAのシステム化に当たって、必要不可欠なネットワークの発展段階を考えると、単体として導入されたOA機器 (第一段階) が閉じた構内・ビル内でネットワーク化され (第二段階)、その後、距離的に離れた構内・ビル間が結ばれ (第三段階)、OAシステムが完成するものと想定される。我が国のOA化の現状は、第一段階から第二段階に進み始めたところといえる。

第 2-7-16 図 ネットワークの形態



現在、特に、各方面で注目を浴びてきている構内・ビル内のネットワークの形態としては、一般に、第2—7—16図に示すように、スター、ループ、リング、バスの4種類に分けられる。

ネットワークの構成に当たっては、PBX（構内交換機）とLANが重要な構成要素となっている。PBXについては、その標準化が公衆電気通信網と接続する上で重要であり、通話品質確保のための伝送特性に関する規格規定並びに、通信網のサービス総合デジタル網（ISDN）化に伴うPBXと通信網間の信号方式の高度化が課題となっている。

デジタルPBXの伝送特性に関する規格等については、デジタルPBXの技術的パラメータ、性能要求条件、伝送特性等に関する検討がCCITTの第XI研究委員会（SGXI）の中のデジタル加入者線交換機の検討に含めて進められており、今会期（1981年～1984年）に勧告される予定となっている。

またPBXと加入者線交換機（LS）間の信号方式の高度化については、ISDNにおけるデジタル加入者線信号方式並びに、No.7信号方式の研究のなかで取り扱われている。

LANの標準化については、現在米国のIEEE（Institute of Electrical and Electronics Engineers）、CCITT及びISO（国際標準化機構）等で検討が進められている。一番活発に動いているのはIEEE（802委員会）で、7階層のプロトコルのうち、フィジカル・レイヤ、データリンク・レイヤの両層の機能及びネットワークレイヤとのインタフェースの標準化の検討が進められている。また、通信方式の国際的な標準化作業は、CCITTで行うこととなっているが、SG VII（データ通信用の網）において、LANと将来の公衆電気通信網との接続にかかる標準化が話題となっており、今後活発な動きが見られると思われる。また、LANに接続される装置という面からはSG VIII（テレマティクサービスのための端末）における標準化動向が注目される。

なお、国内においては、LANの標準化はこれからという段階である。

## (2) OAネットワークに関する取組

郵政省では、今後OAが発展していく上で必要不可欠となるOAのネットワーク化に関し、LAN及びデジタルPBX等の開発・実用化動向を踏まえ電気通信行政の的確な展開を図るため「OAネットワークに関する調査研究」を57年度から2か年計画で行っている。

57年度の調査研究結果については、「オフィス・オートメーション・ネットワークに関する調査研究報告書」として取りまとめられている。

この報告書には、① LANなどのOAネットワークに関する技術・利用動向、② OAネットワークに関連する事項の標準化動向、③ 利用者の意向とメーカーの対応状況、④ OAのネットワーク化に関する課題(LANと公衆電気通信網との接続等)についての調査結果と、58年度の検討課題を取りまとめており、今後のOAネットワークの発展・普及に資するため、両年度にわたる本調査研究の成果については、公衆電気通信設備との接続等に関する技術条件・標準方式の設定、必要な制度面の見直し等の施策に反映させる予定である。

## 3 通信網の信頼性向上技術

情報化社会の進展に伴い、電気通信網の役割は社会活動及び国民生活の中核神経として極めて重要なものとなってきている。このため電気通信網は、より高い信頼性が要求され、これに対処するため種々の技術的検討及び施策が進められている。

特定加入者への着信ふくそうや、災害時等における特定地域への電話の異常ふくそうに対し、網機能が最大限に発揮できるように、通過するトラヒックを制御するトラヒック制御方式が実用化され、地域を拡大中である。

伝送路については、市外電話トラヒックの増大に伴い、大東化した伝送路の信頼性を向上するため、伝送路障害時に隣回線を他ルートへ自動的に切り替えて復旧させる伝送路の多ルート化が進められており、さらに、災害時における通信の確保をはじめとした多様な通信に利用できる中容量国内衛星



通信方式の研究が進められている。

国際通信についても、地域災害、ビル単位の災害等による途絶を防止するため、通信施設の分散、伝送路の多ルート化等を進めている。国際電話及び国際テレックスについては東京及び大阪に国際中継交換機をそれぞれ分散設置しているが、更に東京地区に集中している通信疎通を災害の影響が及ばない地域（小山市）において分散処理し、かつ需要増に効率的に対処するための施策を推進しているところである。国際伝送路については可能な限り海底ケーブルと衛星とによる2ルート化を図り、相互にバックアップすることとしている。

#### 4 通信用電源技術

電気通信ネットワークのデジタル化の進展に対応して、より高品質で信頼性の高い電力が必要とされるとともに、省資源・省エネルギーの見地から通信用電源システムの変換効率の向上、小形・軽量化も強く要望されている。これらの要求を満たすべく各種の電源システムの実用化が積極的に進められた。直流供給方式については、ブースタコンバータを用い配線方式を見直すことにより電源品質、増設性の改善を図り、今後のデジタル化の進展に対応可能な新しい48V直流供給方式の実用化が進められた。また、デジタル交換機用コンバータについては、変換周波数の高周波化（200 KHz）、制御回路のIC化等の技術を適用したパッケージ形コンバータを実用化し導入が図られた。

高品質の無停電電源を供給する交流供給方式については、常時商用電源と同期し、これを予備とする商用同期式インバータの本格導入が進められた。一方各種インバータの経済化、効率向上、小形化を図るため、主素子にGTOサイリスタや大容量トランジスタ等の各種新素子の適用についての検討が進められている。

また商用電源の得難い地域において、経済的で安定な通信用電源を得るため、既に開発されている太陽電池式電源装置に加えて、風力エネルギーを利

用したダリウス形風力発電装置の導入が図られ、現在商用試験中である。

その他、災害時における通信用電源確保対策として、小形でヘリコプターによる輸送が可能な可搬形ガスタービン発電装置の導入が行われた。

さらに、複雑化・高度化する重要な通信用電源システムを良好に維持するため、その保守作業を効率的に支援する新しい技術も求められている。これに応えるため、無人局舎の電力システムを遠隔で監視するための電力遠隔集中監視システムの導入が行われ商用試験が開始された。また、ディーゼル機関発電装置の定期試験作業の省力化及び信頼性の向上を目的として自動試験運転機能や自己診断機能を付与した新しいディーゼル機関発電装置の実用化が進められた。

## 5 通信用土木技術

通信用ケーブル等を収容し保護するための通信土木施設は、管路、マンホール、ハンドホール、とう道等があり、これらは原則的に道路占用物件として公道内に埋設されている。これらは過去において幾多の改良が加えられてきたものであるが、通信事業の進展に伴う量的拡大に加えて、光ファイバケーブル等の新しい技術の導入に伴って、今後とも経済性の向上、工事の省力化、信頼性の向上、都市内環境との調和等を図る必要があり、それらに対応した通信土木技術の開発が行われている。

電電公社では、通信土木工事の省力化及び工期の短縮を図る技術としてブロック・マンホールが開発され、レジンコンクリートを用いた改築マンホール、ハンドホールについての導入が進められている。また、環境との調和を図るため、開削工法に代わりトンネル施工で管路を築造する自動制御、計測技術を駆使した最大掘進長150m程度のシールド工法(D1200)が開発され、さらに掘進長の拡大を図って、早強性レジンモルタルを用いた自動ライニング(覆工)方式による新工法の開発が進められている。

その他に、崩壊性地盤にも適用できる圧力平衡式シールド工法の開発も進められている。また、大都市とう道内における災害防止や、作業の円滑化等

を目的として、災害の早期感知、設備管理、出入管理等が可能な、とう道管理システムの導入が進められている。

近年、耐震工学の進展は著しいものがあり、特に、東海地震の発生等も予想されている中で、建設省から新耐震設計法が提唱されている。通信土木施設についてもこれによる耐震性を見直しが行われ、管路とマンホールとの接続部における信頼性の向上を図ったダクトスリーブが導入され、さらに、不等沈下にも対応可能な離脱防止継手の開発が行われた。

また、省資源の面からは、掘削発生土を改良して埋戻し土に利用する発生土埋戻し工法等の導入が進められている。

さらに、離島間ケーブルや大容量国際海底ケーブルでは、ケーブル障害が通信サービスに重大な影響を与えるため、障害となった場合には、迅速な修復を行う必要がある。このため、電電公社及び国際電電においては、効率的な海底ケーブルの敷設・修理技術の開発を行っている。

敷設技術に関しては、航行制御、ケーブル敷設・工事記録等をコンピュータで制御する敷設自動化システム及び水深 200m まで埋設可能なケーブル埋設機が実用化されている。また、従来の海底ケーブルの埋設深度(約70cm)を超えるような漁具の使用が増加してきたので、敷設深度増大(砂地約 150 cm)のための埋設機の開発を行っている。

修理技術に関しては、ケーブルの所在個所を効率的に探索可能なセンサえい行式ケーブル探索装置及び海底面上約 1 m を走行する自走式ケーブル探索装置の開発が行われた。また、埋設されたケーブルの探線、捕そく、引揚げを行う探線機、埋設されたケーブルの修理後再埋設作業を行うことのできる自走式修理再埋設システムの開発を進めている。

## 6 電波予報・警報

電波研究所は、太陽・地球間に生起する諸現象(太陽電波、地磁気等)を常時観測し、また国内5電波観測所(稚内、秋田、国分寺、山川、沖縄)及び南極昭和基地において垂直打上げ電離層観測を絶え間なく行って電波予報

及び警報的の中率向上を図っている。最近、電波予報をよりきめ細かく行う短期予報が要請されてきた。これに対応するため、平磯支所に新しい型の斜入射電離層観測装置（チャープサウンダ）を設置し、西独との間で伝搬実験を行った。さらに、人工衛星を用いた観測にも力を入れ、電離層観測衛星（ISS—b「うめ2号」）によって得た電離層臨界周波数（foF2）のデータを解析して foF2 の秋、冬及び春を代表する世界分布図を作成し、発表した。これらは電波予報に役立つ、国の内外から高く評価されている。

地球を取り囲む電離圏は、短波に対して影響を与えるだけでなく、VHF テレビジョン電波や VHF～UHF 帯衛星通信電波にも影響を与える。そこで、新しい研究項目としてスプラディック E 層によるテレビジョン電波の遠距離異常伝搬の研究及び衛星電波のシンチレーション（ゆらぎ）、偏波面回転、伝搬遅れ等の研究を行い、着々と成果を上げている。

## 7 周波数、時刻及び時間間隔の標準

時間及び周波数の標準は、物理基本量の一つであること、さらに、ほかの標準に比し高精度化が実現されていることから、科学、産業、通信、交通、測地等多くの分野での利用も高度化しつつある。この情勢の下で、電波研究所での原子周波数標準及び日本標準時の高確度化、標準電波その他による高精度な標準の供給法、国際時刻比較法、時間及び周波数の精密計測法等の開発がますます重要となってきた。

57年度では、一次セシウム周波数標準器の確度評価実験を実施し、予備的評価値として  $1.5 \times 10^{-13}$  を得た。また、超長基線干渉計用に小形高性能水素メーザ標準器を開発した。新方式原子標準器として、光励起式セシウム標準器と、イオンストレージ標準器の基礎実験を行い、有益なデータを得た。

また、標準の供給に関しては、前年度に引き続き、放送及び静止気象衛星を利用した、時刻及び周波数標準の供給システムについて調査を行い、国際時刻比較については、気象衛星及び世界測位システム GPS (Global Positioning System) による実験の準備を進めた。

スペクトラム拡散方式を用いた CS 仲介高精度時刻比較実験では、車載地球局等小型局間で実験を行い、時刻比較精度 1 ns 程度を得、また時刻比較精度向上のための、地球局局内遅延時間測定法のより高精度化を行った。

## 8 型式検定・校正・性能試験

無線設備の機器の性能に対して、定められた技術的条件を満足するか否かを試験によって確認し、証明するとともに、製造技術の向上を図り、能率的な電波監理の遂行に寄与するものに型式検定がある。

57年度は、MCA（マルチ・チャンネル・アクセス）陸上移動局用送受信機が検定対象に加えられるとともに、400MHz 帯の簡易無線機及び FM 送受信機の狭帯化が実施された。同年度の処理件数は、届出件数20件を含めて総計 226 件に達し、合格率はおよそ90%であった。なお、58年度中に、自動レーダプロットング機能装置が検定対象に追加される予定であり、このための準備を進めている。

他方、57年度における校正処理件数は53件であった。無線局検査用測定器をはじめ型式検定用、その他の無線測定器の校正は、電波監理上欠くことのできない業務で、校正範囲の拡大と精度の向上はますます必要となっている。このほか雑音電界強度測定器 1 件の性能試験の委託を受け、国際無線障害特別委員会（CISPR）規格による試験を実施した。