

## 第7章 技術及びシステムの研究開発

### 第1節 概 況

情報の流通を担う通信メディアとして郵便、電話、放送、新聞等があるが、電気通信は、これら情報流通の主要部分を占め、社会経済活動の発展に伴い、ますます重要な役割りを果たしている。

電気通信の基盤となる技術は、基礎から応用にわたる広範な技術及びシステム化技術である。

電気通信は高度化する社会からの要請への対応と電子通信技術の進歩とあいまって高度な発展を遂げ、今日、我が国は世界のトップレベルに達している。しかしながら更に利便性を求める国民のニーズは、電気通信の面でも一層のサービスの向上と改善を要請しており、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進められている。

まず、電気通信を支える基礎技術としては、固体素子の開発を中心に発展してきた大規模集積回路の研究開発があり、コンピュータ、通信機器など情報処理機器の小型軽量化、高信頼化に大きく貢献することが期待されている。また従来の半導体素子よりも格段に高速処理ができ低消費電力であるジョセフソン素子の研究が進められ、電電公社では電流注入形の高性能論理演算素子の製作実験に成功しており、さらに実用化に向けての種々の研究開発が進められている。このほか国際電電では、薄膜磁性体として新しくアモルファスのガドリウム・テルビウム・鉄からなる3元合金薄膜を用いた光磁気ディスクの研究開発を進めており、また、音声、文字、図形の情報を処理する方法の一つとして、パターン情報処理の研究が各研究所で進められている。

広範な先端的技術を結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、国際動向と連携を保ちながら今後のニーズの多様化と増大に対処する

ため、それぞれの目的に応じた各種の衛星に関する研究開発が進められている。

一方電波利用の増大に伴って、使用可能な周波数帯のひっ迫が懸念されることから、ミリ波帯以上光領域を含めた未利用周波数帯の実用化の研究や、現在既に使用されている周波数帯における電波の利用効率を高めるための新しい通信方式、同一周波数帯の共用化技術、及び利用周波数帯の高域移行化技術の研究開発が進められている。

放送分野では多重化の研究が進められており、テレビジョン放送では音声のステレオ化、2か国語放送等のほか、文字放送、静止画放送、ファクシミリ放送、FM放送では現行の2チャンネル方式の4チャンネル化等の研究開発がある。さらに災害時における緊急情報を迅速、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放送システムの研究開発が進められている。

次に有線電気通信分野では、光ファイバケーブル伝送方式の実用化時代を迎え、昭和56年度には都市内の電話局間を結ぶ32Mb/sの伝送方式が実用化され、さらに大容量の伝送方式の実用化研究が進められている。また将来の国際通信幹線伝送路として、最大方式長1万km、伝送速度300Mb/sを目標とした長距離光海底ケーブル方式の研究開発が進められている。このほか、将来の情報化社会に適合する通信システムの実現を目指した高度情報通信システム（INS）の検討が進められており、この中で中核となるデジタル交換網の実用化研究が進められている。

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とする。

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258名（56年度末現在。以下同じ。）、56年度予算は歳出約46億8千万円であ

る。

電電公社には研究開発本部のほか、武蔵野、横須賀、茨城の各研究所があり、研究者総数2,833名、56年度予算は約777億円となっている。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352名、56年度予算は45億9千万円である。国際電電研究所は研究者182名、56年度研究費約62億円である。

また、研究機関には属さないが、郵政大臣の諮問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。

## 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、通信機器など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のLSIメモリの情報処理装置への導入が推進されており、さらに、電電公社においては、256kbのLSIメモリの試作が行われ、量産化技術についての検討が進められている。また、20Kゲイ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・回路設計製作法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。

日電公社においては、電流注入形の高性能論理演算素子の製作実験に成功しており、さらに、従来のジョセフソンメモリの読出し時に記憶情報が破壊されるという欠点を解決した非破壊性ジョセフソンメモリ素子を世界にさきがけて動作確認し、製作技術、回路設計及び実装技術の研究開発を進めている。

### 3 薄膜磁性体

進展する通信需要に対応し、これまで通信システムの高度化が図られてきたが、今後、さらにデータ・画像通信等も含め、蓄積交換や異機種端末間通信のための方式変換等の機能が必要となり、これを実現するために高密度大容量メモリの必要性はますます高まると考えられる。

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能のほか、集積化や大面積化など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きた。なかでも、光で記録再生する光磁気メモリは将来の高密度大容量メモリとして期待されているが、その実現には大面積で均一な記録媒体の開発や微小ビットを正確に記録再生する技術の開発、さらに、小形化するため光源として半導体レーザーが利用できること等が重要な課題となっていた。

国際電電では、このような課題に応えることのできる薄膜磁性体として新しくアモルファスのガドリニウム・テルビウム・鉄からなる3元合金薄膜を用いた光磁気ディスクの開発を進めている。

56年度は記録媒体の品質向上と光学ヘッドの改良を行い、記録ビット1  $\mu\text{m}$ 、トラック間2.6  $\mu\text{m}$ で、1  $\text{cm}^2$ 当たり約20Mbの記録密度を得た。この

記録密度は55年度より4倍向上しており、現用磁気ディスクの約50倍に相当する。また、光磁気ディスクの性能としては、2 Mb/s の記録再生速度において、C/N 値として 40dB、ビット誤り率として  $10^{-5}$  を得ている。

#### 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“機械が人間の話す言葉を理解する”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。

電電公社においては、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文章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 方式を採用し、音声の最小単位である母音や子音等の音韻を結合して、人間のように言葉を話す装置の開発が進められており、合声音にアクセント、イントネーションを付与したり、自然な肉声らしい合成音を実現するための研究を行っている。

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 of 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、106か国が加盟（1982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号系衛星は現在最も大規模な通信衛星で、その改良型である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）6機を含めた15機が1985年までに打ち上げられる予定である。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30,000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（衛星内切り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、以来各大洋上に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飽和状態にある。そこで間もなく大西洋海域においては ESA (欧州宇宙機関) の提供するマレックス衛星に替えられる予定であり、その後、他のマリサット衛星もマレックス衛星又はインテルサットV号系衛星に搭載された MCS (海事通信サブシステム) に替えられる予定となっている。また、増大するトラフィ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 14/12 GHz 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、アドバンストウェスター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。現在は、12GHz 帯を使用する直接衛星放送の計画が進められている。

#### 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 帯を使用するエクラン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12か国 (1982年3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。

## 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帯を使用するアークA衛星3機及び6/4GHz帯と14/12GHz帯を使用するアークB衛星の計4機によりサービスが提供されている。さらに、南部の通信需要に応じるため14/12GHz帯を使用するアークC衛星の打上げを計画しており、アークA、B衛星の替わりとして、6/4GHz帯を使用するアークDの打上げを計画している。

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年ごろには次世代のパラバB衛星を打ち上げる予定である。

## キ. フランス

フランスは、1983年にテレコム1衛星をESAの開発したアリアンロケットにより打ち上げる計画である。この衛星により14/11GHz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. その他の国々

インド、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し国内通信の改善に充てる国も増加している。

また、衛星放送に関しては、12GHz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、また、2.6GHz帯を使用し共同受信を行う計画が

インド及びアラブサット機構において進められている。

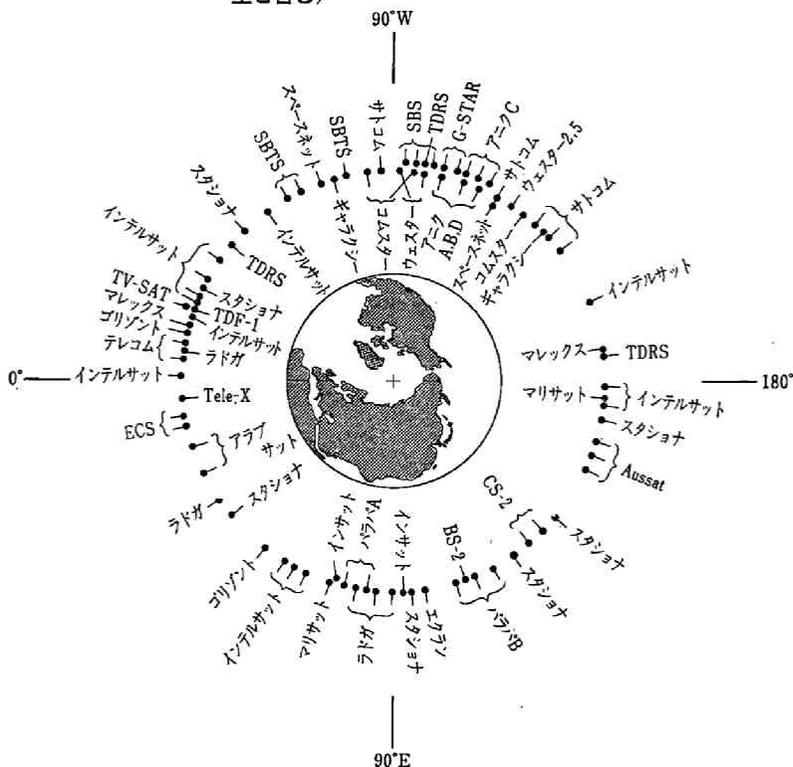
ク. 地域通信

ヨーロッパでは、暫定欧州電気通信衛星機構（暫定ユーテルサット）が設立されており、14/11GHz 帯を使用する通信衛星 ECS の打上げを計画している。また、アラブ諸国においてはアラブ衛星通信機構（アラブサット機構）が設立されており、6/4GHz 帯を使用する通信及び 2.6GHz 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。

コ. 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

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)



備を行ってきている。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て計画は、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。

## （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—b「はくちょう」）及び56年2月に打ち上げた第7号科学衛星（ASTRO—A「ひのとり」）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立するため、N—1 ロケットにより50年9月に技術試験衛星1型(ETS—1「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」)及び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」)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、同事業団、気象庁、郵政省電波研究所、電電公社及びNHKによりそれぞれ運用されており、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—1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」)が打ち上げられた。これに続き、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」)が打ち上げられた。

エ. 今後のうごき

今後の宇宙開発は、宇宙開発委員会が57年3月17日に策定した「宇宙開発計画」に基づき推進されるが、科学研究分野においては、第8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、通信衛星2号(CS—2a, 2b)、放送衛星2号(BS—2a, 2b)、海洋観測衛星1号(MOS—1)、技術試験衛星III型(ETS—III)及び静止気象衛星3号(GMS—3)の開発を進めるとともに通信衛星3号(CS—3)の開発研究を行うことが決定されている。

「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。

特に、通信・放送の分野では、CS—2 及び BS—2 が我が国で初めて民間機関による実用に供されることとなり、通信・放送衛星機構により CS—2・BS—2 の追跡管制施設の整備が進められているほか、郵政省においては、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等を目的として開発された。

CS は、52年12月に静止軌道に打ち上げられ、53年5月15日から、郵政省が電電公社及び宇宙開発事業団の協力を得て、各種の実験を行っている。

主な実験項目は、①衛星搭載通信機器（アンテナを含む）の特性測定実験、②衛星通信システムとしての伝送実験、③準ミリ波帯電波の伝搬特性の測定と評価に関する実験、④衛星通信システムの運用技術に関する実験、⑤衛星の運用管制技術に関する実験であり、これまで約4年間にわたり通信衛星の実用化のために極めて有効な各種のデータが得られている。これまでに得られた各実験項目ごとの実験結果は、以下のとおりである。

衛星搭載通信機器の諸特性については、衛星の打上げ以来約半年ごとに測定を行っており、その結果、顕著な特性の変化は認められず、安定した動作をしていることが確認されている。

衛星通信システムとしての伝送実験については、マイクロ波帯中継器及び

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 実績	技術試験衛星 I 型 (ETS-I) 「きく」	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	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	51. 2. 29
	技術試験衛星 II 型 (ETS-II) 「きく 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	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	303	静止軌道 (東経160°)			デルタ 2914 (米)	52. 7. 14
	実用中容量静止 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135°)			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	53. 2. 16
	実用中型放送衛 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) 「きく 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	長楕円	230 36,000	28	N-II	56. 2. 11

事業計画	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	295	静止軌道 (東経140°)			N-II	56. 8. 11
	技術試験衛星III型 (ETS-III)	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	円	1,000	45	注 N-I	57年度
	通信衛星2号-a (CS-2a)	通信衛星に関する技術開発, 通信需要に対処	350	静止軌道 (東経132°)			N-II	57年度
	通信衛星2号-b (CS-2b)	"	350	静止軌道 (東経136°)			N-II	58年度
	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	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	350	静止軌道 (東経110°)			N-II	60年度
	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	750	円	900km 太陽同期	99	N-II	61年度

注 Nロケットを改称

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)		
宇 宙 科 学 実	「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	楕円	350 5,140	31	L-4 S	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-4 S	46. 2. 16
	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	楕円	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) 「きょっこう」	プラズマの密度・温度・組成エネルギー分布, 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

研 究	績	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	長楕円	220 30,100	31	〃	53. 9.16
		第4号科学衛星 (CORSA-b) 「はくちょう」	X線星, $\gamma$ 線バースト, 超軟X線星雲等の観測	96	楕円	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	
	第7号科学衛星 (ASTRO-A) 「ひのと」	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	〃	580 650	31	〃	56. 2.21	
	所 計 画	計	第8号科学衛星 (ASTRO-B)	X線星, X線銀河, $\gamma$ 線バースト, 軟X線星雲等の観測	〃	〃	350 600	31	〃
第9号科学衛星 (EXOS-C)			中層大気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	〃	300 1,000	65	〃	58年度
試験衛星 (MS-T5) 「たんせい5号」		M-3 S 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-3 S 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	太陽周回			M-3 S II	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	

準ミリ波帯中継器それぞれ1台当たり約500チャンネル(双方向)の電話伝送が可能であることが実証されており、そのほか、統合デジタル衛星通信、時刻と周波数標準の供給方式等新しいシステムに関する幅広い実験を実施した。

準ミリ波帯電波の伝搬特性については、鹿島、稚内、山川、横須賀、仙台及び横浜の各地において、連続的にデータの取得を行っており、降雨量と降雨による減衰及び交差偏波識別度の劣化の相関関係について、データを蓄積し逐次解折が行われている。

衛星通信システムの運用技術に関する実験については、大容量通信を行うためのTDMA(時分割多元接続)方式並びに小容量通信を行うためのアンテナ直径1m~2mの地球局を使用したSCPC方式(一つの搬送波で1チャンネルの電話相当の情報信号を送送する方式)及びMCPC方式(一つの搬送波で数チャンネルの電話相当の情報信号を送送する方式)による衛星通信回線設定実験を行い、良好な結果を得ている。

また、準ミリ波車載局を全国各地に移動して回線を設定し、防災演習に併せた通話実験等を実施するとともにテレビジョン信号の伝送特性を測定した。

さらに、離島局、準ミリ波小形地球局及び準ミリ波小容量局を用いてそれぞれ回線設定実験を実施し、良好な結果を得ている。

このほか、コンピュータネットワーク基礎実験、地上回線との接続実験を実施し、基礎データを取得した。

衛星の運用管制技術に関する実験については、衛星の軌道及び姿勢の決定実験、衛星の姿勢制御、軌道保持制御に関する実験等を実施しているほか衛星の運用管制のための簡易型ソフトウェアを開発し、小型コンピュータによって十分精密に衛星を制御できることを確認した。

これら基本実験とともに、衛星通信の各種利用形態の適用性に係るCS応用実験を、55年度に引き続き、56年度も実施した。

CS応用実験の項目及び実施機関は表2-7-4のとおりである。

第 2-7-4 表 CS 応用実験項目

項 目	実 施 機 関
I 公共業務用衛星通信システムに関する実験 (1) 警察業務用衛星通信システムに関する実験 (2) 国鉄業務用衛星通信システムに関する実験	電波研究所, 警察庁 電波研究所, 国鉄
II コンピュータ・ネットワークに関する実験	電波研究所, 電電公社, 東北大学
III 災害対策用衛星通信システムに関する実験	電波研究所, 警察庁
IV 衛星通信回線の品質評価に関する実験 (1) 報道用各種情報の伝送実験 (2) 電話回線用高速ファクシミリの利用に関する実験 (3) 高機能画像会議実験 (4) 電話品質のオピニオン評価に関する実験	電波研究所, 電電公社, 日本新聞協会 電波研究所, 電力10社 電波研究所(注) 電電公社
V ネットワークの接続制御に関する実験 (1) 広帯域デジタル加入者無線方式の接続実験 (2) ネットワーク制御に関する実験 (3) サイトダイバシティ通信実験	電波研究所(注) 電電公社 電波研究所, 国際電電

(注) 電波研究所は、主として衛星の運用業務を行う。

CS の設計寿命は3年であるが、衛星本体及び通信機器が良好に動作していることから、57年度も継続して基本実験及び応用実験を実施し、更に成果の充実を図ることとしている。

### 3 実験用放送衛星の運用

実験用放送衛星 (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度の静止軌道の上に打ち上げられ、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したため、同日をもってBSを用いた実験を終了し、約3年半の間に得た実験成果を「BS実験総合報告書」として取りまとめた。実験結果の概要は以下のとおりである。

衛星放送システムの基本技術に関する実験では、全国の受信状況を調査し、本州、四国、九州及び北海道の大部分において直径1メートル級、小笠原、南大東、与那国等の離島では直径4.5メートル級のアンテナで良好な映像音声を得られることを確認した。降雨による衛星放送電波の減衰については、通常の降雨では実用上問題が無いことを確認し、比較的小型のアンテナで衛星放送を受信できることが分かった。

さらに、将来の高度化、多様化する放送需要に対処するための新しい放送システムや放送技術の可能性を調査するため、高品位テレビジョン信号の伝送実験、高品質ステレオ音声信号の伝送実験、音声多重信号の伝送実験、文字多重信号の伝送実験、静止画放送信号の伝送実験等を行い、それぞれの有効性を裏付ける基礎資料を得た。

衛星管制の運用と技術に関する実験では、放送衛星として十分な精度を有する軌道の決定方法等について貴重なデータを得た。

衛星放送システムの運用制御技術に関する実験では、衛星の受信入力レベルを一定にすることを目的とする地上送信局の電力制御実験を行い、簡易な装置により実現可能なことが分かった。また、全国各地の送信局からテレビジョン信号を切り替えて送信するための制御装置の性能確認を実施し、視覚上問題のない円滑な切替えが可能であることを確認するとともに実用化の見通しを得た。

これらのBS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するものと期待されている。

#### 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しているが、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る。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56年度当初から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た。

なお、電力事情によりカナダ・オタワ局による運用は全く実施されなかった。

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55年度に引き続き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。電波雑音観測ミッションでは、1978年6月から1980年5月の期間の雷活動世界分布図を、また、電離層イオン測定ミッションでは1978年10月から1979年8月の期間の各種イオン密度の世界分布図を作成・出版した。

また、電波研究所は国際電離層研究衛星（ISIS— I, II号）計画に引き続き参加しており、56年度には鹿島局にて438パス<sup>(注)</sup>、南極昭和基地において235パスのデータを取得し、電波研究所において処理した。記録された磁気テープには、電離層サウンダ及びVLF帯電波雑音のデータが含まれており、特にサウンダデータから作られたイオノグラムは内外の関係機関（国立極地研究所、カナダ国通信研究センタ、NASAゴダード宇宙飛行センタ、米国海洋大気庁、英国ラザフォード・アップルトン研究所）に、また、複製磁気テープはカナダ国通信研究センタにほぼ定期的に送られている。56年度はそれらデータを用い、各種のVLF帯及び長中波帯雑音電波（コーラス、ヒス、VLFソーサ、極光帯キロメートル放射等）の諸特性を調査した。

第 2-7-5 表 CS・BS・ISS-b 諸元

項目	衛星	CS	BS	ISS-b
目的		衛星システムを用いた準ミリ波帯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。	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。	電離層の電離状態、電離層上部の環境及び空電に伴う電波雑音についての世界的分布を観測すること。
軌道		静止軌道 東経 135度	静止軌道 東経 110度	周回軌道 遠地点 1,220km 周期約105分 近地点 980km 傾斜角 69度
重量		約 340kg	約 355kg	約 141kg
ミッション機器周波数・空中線電力・伝送容量		準ミリ波 (30/20GHz) : 6系統 1系統当たり 2.5W以上 日本本土 : 1系統当たり電話換算 500回線	マイクロ波 (6/4GHz) : 2系統 1系統当たり 2.8W以上 日本本土 : 1系統当たり電話換算 500回線	観測系 (a) 電離層観測装置 (b) 電波雑音観測装置 (c) プラズマ測定器 (d) イオン質量測定器 ・テレメトリ 136MHz 1W 400MHz 0.7W ・ビーコン 136MHz 0.1W 400MHz 0.07W アンテナ HF観測用, VHF用, UHF用 雑音校正用
仰角		北海道(釧路) 約39度 東京 約48度 沖縄(本島) 約58度	北海道(釧路) 約29度 東京 約38度 沖縄(本島) 約53度	
設計寿命		約 3年	約 3年	約 1.5年
打上げ年月日		52. 12. 15	53. 4. 8	53. 2. 16
備考			57. 1. 23 実験終了	

(注) 衛星が地球局の上空を通過することをいう。この場合、そのうち地球局でコマンド又はテレメトリを行うものをさす。

## 5 衛星通信の研究

### (1) 通信方式

C Sについては、打上げ以来ほぼ4年の歳月が経過し、実験実施手順書に従って実用衛星通信システムを確立するために必要な伝送、運用、管制等に関する基本的実験を続けている。また、B Sについては、57年1月の運用停止まで実験を行った。

C Sに関しては、電波研究所鹿島支所を中心に電電公社の協力を得て各種の通信実験を進めている。56年度に実施した主な実験研究としては、SCPC通信実験、スペクトラム拡散多元接続(SSRA)通信実験、コンピュータ・ネットワーク実験、FM波とTDMA波の共通増幅実験、時刻と周波数の分配実験、準ミリ波降雨減衰対策のための送信電力制御及びサイトダイバシティ切替え実験等があり、良好な結果を得た。また、東北大学とのコンピュータ・ネットワーク応用実験、警察庁、国鉄、電気事業連合会、新聞協会等の外部機関が参加して行う公共業務用衛星通信応用実験も行った。

B Sについては、55年6月動作をしていた最後の中継器も不具合を生じ、テレビジョン放送実験を継続することはできなくなったが、テレメトリ信号を介して衛星本体に残された機能を利用した電波伝搬、送信電力制御、衛星の機器特性、管制技術等の実験及び降雨散乱実験を実施してきた。

### (2) 管 制

電波研究所鹿島支所では、静止衛星のC S及びB S、周回衛星のISS—b及びISIS—I, IIに対して、それぞれ異なる施設を用いて運用管制を行うと同時に、衛星管制技術に関する調査・研究を行った。

C S関係では前年度に続いて、1局測距又は小局折返しによる2局測距と、鹿島主局のKバンドアンテナの衛星追尾角度データを用いて軌道決定を行う研究をした。その中でアンテナ塔屋傾斜の精密測定による追尾角度デー

タの補正，衛星に対する太陽放射圧効果の季節変化の考察，超長基線電波干渉計システム（VLBI）による高精度軌道決定の検討等を行った。CSの通常の保持範囲は東西，南北の位置及び姿勢とも $\pm 0.1$ 度であるので，このための衛星搭載ガスジェットによる制御実験を行った。さらに，この保持範囲を狭くして $\pm 0.02$ 度とする精密軌道制御実験を行い，通常保持との燃料消費や制御周期についての比較データを得た。また姿勢傾斜によるCS搭載デスペアンテナの二次元パターンの測定を前年度に続いて行ったが，今回は沖縄方面を含むアンテナパターンを測定するため姿勢傾斜角を2度にしてデータを取得し，解析した。太陽光によるデスペアンテナへの熱歪効果についても測定を行い，ほぼ影響のないことを確認した。これらの実験成果は，今後の衛星設計や運用管制面で非常に有益な資料を提供することになる。

BS関係では，燃料末期においてのみ許される三軸姿勢制御系に関する非常に稀少価値の高い管制開発実験をいくつか実施した。例えば，太陽入射角誤差による受信レベル変動の測定，モノパルスRFセンサによる三軸姿勢制御実験，連続MECO（モノパルスセンサと地球センサを結合させたヨー軸制御）実験，地球センサのバイアス測定実験等が挙げられる。なお，BSは57年1月末に燃料を使い果たしたので，各種電波を停止させ，運用管制もこの時点から行っていない。

周回衛星関係では，鹿島上空の実時間のみデータを用いて，ISS—b姿勢決定法の研究を進めている。また，衛星からの電波のドップラー偏移成分データの収集，処理及び軌道決定プログラムの開発研究も行っている。

TDRSS（追跡型データ中継衛星システム）についての調査・研究も前年度に引き続き行った。その他深宇宙衛星の追跡にVLBIを用いる方法についての検討をし，その有効性を確かめた。

### （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での地球観測も可能となり、種々の波及効果が期待できる。

このため、システムの室内基礎実験を51年度から始め、その有効性を確かめた一方、56年度には、レーザー光を地上から衛星に向けて送信したり、衛星を光学的に追尾したりする衛星追尾光学装置を完成した。現在、ビーコンC、スターレット、ラジオス衛星を対象に追尾実験を行っている。また、宇宙開発事業団(NASDA)の協力を得て、57年9月に打ち上げられた技術試験衛星Ⅲ型(ETS-Ⅲ)を利用してレーザー光の伝搬特性を含めたシステムの基礎実験を行う予定である。

#### (4) ミリ波通信

ミリ波電波は、広帯域大容量情報伝送装置の小型軽量化に適するとともに、アンテナビームの尖鋭化が容易になるなどの特徴を持っている。これらの長所を生かして、増大する通信需要に対処し、現用周波数帯の通信需要の過密化による各種無線通信業務間での干渉問題を解消するため、未利用周波数帯であるミリ波帯電波の有効利用と、その技術開発を進めている。ミリ波電波の利用で最大の障害は、気象現象による影響で、特に、降雨による減衰が大きい。したがって、地上回線に比べ降雨域の通過距離が短い衛星通信回線には、ミリ波の利用が有望であると考えられている。ミリ波を衛星通信に利用するためには衛星通信回線における伝搬特性を詳細に究明する必要がある。そのため、郵政省電波研究所では、新方式の降雨レーダを同所鹿島支所に設置し、技術試験衛星Ⅱ型(ETS-Ⅱ「きく2号」:52年2月打上げ)を利用したミリ波等(34.5GHz, 11.5GHz, 1.7GHz)に関する伝搬実験を1年間(52年5月から53年5月まで)にわたって実施してきた。この実験により通信回線の設計等に重要な意味を持つ減衰の累積確率、継続時間率等が求められ所期の目的を達成した。その結果を基に実験用静止通信衛星(EC

S「あやめ」)によるミリ波利用衛星通信実験を行う計画、準備を進めてきた。ECSは54年2月、ECS—bは55年2月に打ち上げられたが、ともに打上げ後の静止軌道への投入に失敗し、この実験研究は不可能となった。このような状況から54年度は整備したミリ波地上施設利用によるシミュレーション実験を行い、ミリ波地上装置に関する多くの貴重なデータを取得した。さらに、ECS失敗の代替実験として、55年度から56年度にかけて電波研究所鹿島支所及び平磯支所において、ミリ波帯電波利用で不可欠なサイトダイバシティ通信技術の確立を目指して、実験用中容量静止通信衛星(CS「さくら」)を利用した無瞬断情報信号切替えに関する実験研究を進めるとともに、各種通信方式の適応性、ミリ波による降雨散乱特性及びそれによるミリ波電波の干渉効果の検討並びにミリ波帯太陽電波の観測に関する実験研究を進めてきた。これらの実験研究によりミリ波帯電波利用による衛星通信技術の基礎を確立し、次期ミリ波帯衛星通信実験に役立つデータを取得した。

#### (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(インマルサット)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、高能率直線化電力増幅器、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、56年度においては、衛星搭載用低雑音増幅器の開発を行ったほか、小型アンテナを利用した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。またフェージング除去アンテナ方式の開発を行い、その効果を海上伝搬実験により確認した。

このミッションは現在、62年度打上げ予定のH-1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の統合を行い、運輸省の航空援助衛星システムのミッションとも複合して、打上げ及び実験を行うことで検討が進められている。

#### 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	2～3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-1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-1ロケット(3段式)試験機

##### (ハ) 打上げ時期 昭和62年度夏期

(オ) 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ーが、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。

56年度は、実験用中容量静止通信衛星CSを用いて、集中型コンピュータ・ネットワーク実験を開始した。実験により、パケットの誤り率特性、予測同期方式の動作特性等のパケット伝送基本特性に関するデータを取得した。また、プロトコルの性能評価実験として、パケットの伝送遅延等を測定することにより、各種アクセス方式及びHDLC 準拠伝送手順の性能評価を行った。

一方、電電公社においては、56年度からCSを介してコンピュータ・ネットワークを構成し、各種コンピュータ、データ端末間の接続を効率的に行う規約を階層的に定めたDCNA (Data Communication Network Architecture) プロトコルによるメッセージ転送実験を実施し、ネットワークの性能評価を行った。

(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」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が、56年度には、「ORBIT」に改良を加えた「ORBIT-1」が開発され、国際電気通信連合に提供された。

#### (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、カバーレージ範囲は限定され、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) からビーコン波を発射し、これ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、発信位置も数 km の精度で算出でき、信頼性、応答時間、救助効率の点で、現在のシステムよりも優れたものとなることが期待されている。そのため、国際的な衛星利用の捜索救難システムを1987年から運用開始することを目標に研究開発が国際協力で進められており、電波研究所も、KDDの協力を得て、これに参加している。

電波研究所で研究中のシステムは、近年急速に発展し、その有用性が明らかとなったスペクトラム拡散技術を用いており、諸外国とは異なり、静止衛星と周回衛星共用の新しいシステムである。56年度には、その EPIRB と受信装置を試作し、システム検証のための海上伝搬実験とCS中継実験を行った。

#### (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。

また、56年度には55年度に開発したテレビジョン信号に標準時刻情報をコード化して重畳し、これを簡単な受信アダプタで復調すると、標準時の表示のほか、秒パルス及び標準周波数出力も得られるシステムで実験用中容量静止通信衛星を用いて実験を行い、国内全域にわたり  $0.1 \sim 10\mu\text{s}$  の高精度で標準時の供給が可能であることを実証した。

#### (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 など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。

56年度は、CS 仲介で鹿島主局と電波研究所小金井本所設置の小型地球局との間で双方向伝送時刻比較実験を行い、時刻比較精度  $1\text{ ns}$  程度が得られ、また時刻比較確度は数 ns で行える見通しを得た。

## 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通信衛星 (CS) が、また、53年4月に実験用中型放送衛星 (BS) が打ち上げられ、各種の実験が実施されてきたが、その成果を踏まえるとともに、通信、放送分野における衛星の実利用に対する強いニーズにかんがみ、実用通信衛星及び実用放送衛星の開発が推進されている。

第 2-7-6 表 CS-2, BS-2 の開発スケジュール

区分		年度	54	55	56	57	58	59	60
CS-2	人工衛星								
	設計			← CS-2a					
	製作			← CS-2b					
N-II ロケット	製作								
	製作								
	製作								
BS-2	人工衛星								
	設計			← BS-2a					
	製作								
N-II ロケット	製作								
	製作								
	製作								

(1) 通信衛星 2 号 (CS-2)

通信衛星 2 号 (CS-2) は、我が国初の実用通信衛星であり、57年度に CS-2a を、58年度に CS-2b を打ち上げることにしている。CS-2 は、基本的には、CS と同規模、同性能の衛星であるが、CS の開発成果を活用するとともに、N-II ロケットに適合させること、寿命は 5 年を目標とすること、WARC (世界無線通信主管庁会議) において決定された技術基準に適合させることなど所要の改修を行いながら開発が進められている。

(2) 放送衛星 2 号 (BS-2)

放送衛星 2 号 (BS-2) は、我が国が開発する初の実用放送衛星であり、58年度に BS-2a を、60年度に BS-2b を打ち上げることにしている。BS-2 は、基本的には、BS と同規模、同性能の衛星であるが、BS の開発成果を活用するとともに、N-II ロケットに適合させること、寿命は 5 年を目標とすること、WARC において決定された技術基準に適合させることなど所要の改修を行いながら開発が進められている。

(3) 第二世代の実用衛星 CS-3, BS-3

第二世代の実用通信衛星 CS-3 及び実用放送衛星 BS-3 については、電波利用開発調査研究会実用衛星部会の CS-3, BS-3 の利用の在り方に関する調査報告書を参考にして、具体的利用方法について検討するとともに

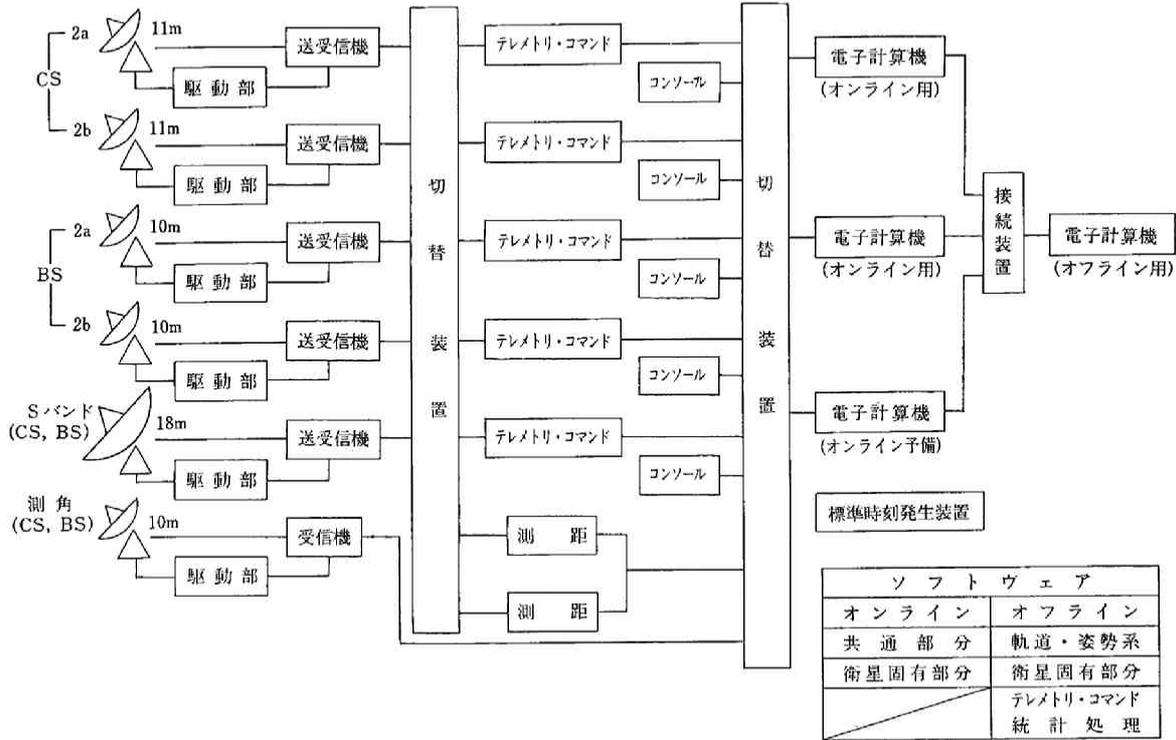
第2-7-7表 CS-2, BS-2の概要

項目 \ 衛星	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)	約350kg	約350kg
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14/12GHz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
サービスエリア	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1m, 小笠原諸 島等の離島においては直径約 4.5m 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

に、56年度の宇宙開発計画の見直しに際して、57年度にCS-3の開発研究を実施するよう要望し、宇宙開発計画(57年3月17日決定)に「通信衛星2号(CS-2)による通信サービスを継続し、また、増大かつ多様化する通信需要に対するとともに、通信衛星に関する技術の開発を進めることを目的とする通信衛星3号(CS-3)について開発研究を行う。」と盛り込まれたところである。

これに基づき、57年度は、約550kgの静止衛星を打ち上げる能力を有する国産のH-1ロケットを使用することを基本として、衛星の開発研究である予備設計を実施することとしている。

第 2-7-8 図 通信・放送衛星機構津衛星管制センター衛星管制系統図



#### (4) 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の打上げに向けて、その組織の強化、拡充を図るとともに、CS-2及びBS-2が打ち上げられ、定常段階に移行した後の衛星の管制を実施するため、衛星管制センターの建設、整備を行う等、我が国の宇宙通信の実用化に備えるため、諸準備を鋭意進めている。

機構の資本金は、56年度末現在で約34.4億円であるが、58年度までに約68億円に増資される計画であり、衛星管制センター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。

衛星管制センターの整備については、54年度に、千葉県君津市に約13万平方mの用地を取得し、55年度に整地を行うとともに局舎建設にも着手し、56年度に局舎建設を完了した。

### 第4節 電磁波有効利用技術

#### 1 移動体個別識別システム

35年ごろから光等を使用して貨車を自動的に識別する装置が国鉄を中心に研究・開発され、現在では電磁誘導方式の移動体個別識別(AVI)システムが新幹線、地下鉄において実用化されている。そして最近、目覚ましいエレクトロニクス技術の進展を背景にして、マイクロ波を使用するAVIシステムも開発された。このAVIシステムは質問器によりマイクロ波を放射し、このマイクロ波のエネルギーにより無電源の応答器を動作させ、応答器に書き込まれた個別番号をそのマイクロ波にのせて再放射し、質問器側でその個別識別番号を読み取るというものである。

我が国においては、マイクロ波を使用するAVIシステムの方式として、不揮発性のIC等の電子回路素子に個別識別番号を書き込む「メモリ方式」

と、ある周波数に固有に共振するセラミックス等の共振子の組合せによって個別識別番号を表現する「共振子方式」の二つの方式が提案されている。いずれの方式も応答器のクレジットカード並みの小型化が図れ、電算機処理が可能であることなどから、多種多様の分野に導入されていくと考えられている。

AVIシステムに適している周波数帯は、その電波伝搬特性、環境条件等から高周波利用設備が使用している2,450MHz帯とされている。このため郵政省、国鉄、民間会社は共同で、同周波数帯における各AVIシステムの基本動作の確認、環境試験並びに高周波利用設備との周波数共用の可否を調査してきた。その結果、前述の二方式のAVIシステムは、十分実用に供せられるものであることが判明したので、これらAVIシステムの早期実現を図るため現在、その免許方針等の整備を進めている。

## 2 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24ch相当）の小容量のものから、400Mb/s（電話5,760ch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、自動車との間においてもこれらのメディアを活用して車輛の運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可能な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。初年度は、陸上移動通信用として適用可能な既存のデジタル通信方式の全容を調査し、その結果、現在のアナログFM通信方式の周波数割当体系に適合させ易い16 kb/s以下の伝送速度の変復調技術について特に研究開発が進んでいることが明らかになった。このため2年目の57年度からは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率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ることとしている。

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ており、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得られる見込みである。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PLL 4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、16 kb/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。

### 3 東北・上越新幹線列車無線

東北・上越新幹線には、東海道・山陽新幹線で使用されている列車無線、防護無線、構内無線、保守用車接近警報無線、その他の連絡用無線が設備さ

ているが、このうち列車無線については、そのシステムに違いをもたせている。東海道・山陽新幹線の列車無線システムは基地局と移動局間を原則として空間波により接続し、トンネルのように空間波が伝搬しにくい区間に限って漏えい同軸ケーブル（LCX）を利用して無線回線を構成しているが、これに対して東北・上越新幹線の列車無線システムは全線にLCXを布設している。このため東北・上越新幹線では、空間波方式では得にくい高品質で安定な回線の提供が可能である。

列車無線の通信形態は、基地局から移動局へは24ch容量の多重通信路、移動局から基地局へは単一通信路といった組み合わせであり、いずれも400MHz帯の周波数を使用している。開業時の回線数は、列車指令系4ch、旅客指令系2ch、業務公衆系6ch及びデータ通信系3chである。列車及び業務の指令電話は中央指令所と列車乗務員の列車・運転旅客サービスに関する通話、業務電話は列車乗務員と国鉄業務機関との通話、データ通信は車両の故障情報、列車無線の故障情報及び列車位置を中央指令所へ伝送する機能を持っている。公衆電話は列車からの発信が100円硬貨投入によるプッシュダイヤル方式の自動発信で全国のどこにでもかけられるようになり、列車着信は交換台扱いである。また通話を確保するために使用中chは他列車が使用できないように、自ゾーン（基地局のサービスエリアであり、約20km）、進行方向の前方2ゾーン及び後方1ゾーンの計4ゾーンに対して閉塞をかけている。

#### 4 狭帯域直接印刷電信方式

狭帯域直接印刷電信方式は、送信側がタイプライタに似たけん盤のキーをたたくと文字が電気符号化されて送出され、無線回線を経て相手側に達すると自動的に送信側からの文字をタイプさせる通信方式であり、現在船舶で使用されている。

この方式は、45年に海上保安庁の専用通信系に初めて導入され、その後48年に国内の一般通信系へも導入されて、無線通信の円滑、効率化及び省力化

第 2-7-9 表 新幹線列車無線の方式・機能・性能

項 目		東海道・山陽新幹線方式	東北・上越新幹線方式
1	列車無線数 ch 容量 ( ) は実装数	指令系 (運転) 2ch 指令系 (営業) 2ch 交換系 (業務・公衆) 6ch } 計 10ch (10ch)	指令系 (運転) 4ch (4ch) 指令系 (旅客) 2ch (2ch) 交換系 (業務・公衆) 12ch (6ch) データ系 6ch (3ch) } 計 24ch (15ch)
2	1 列車当たり同時使用 ch 数	指令系 (運転) 1ch 指令系 (営業) 1ch 交換系 (業務・公衆) 2ch } 計 4ch	指令系 (運転) 1ch 指令系 (旅客) 1ch 交換系 (業務・公衆) 2ch データ系 2ch } 計 6ch
3	回線品質 サービスエリア (通話可能区域) 通話 S/N 接続安定度 (符号誤り率)	99.9%以上 全線の90%以上で S/N35dB 以上 99%以上	99.99%以上 全線の99%で S/N40dB 以上 1,200 b/s で $1 \times 10^{-4}$ 以上
4	無線方式	空間波多重 (基地局のみ)	L C X, 多重 (基地局のみ)
	使用周波数	基地局 400MHz 帯 3波 移動局 400MHz 帯 10波	基地局 400MHz 帯 1波 移動局 400MHz 帯 24波
5	ゾーン切換え (移動局)	定点制御方式 (地上子による強制切換え)	基地局よりの指定信号による切換え
6	ゾーン閉そく	指令系 大ゾーン (約150km) 交換系 小ゾーン (前4, 後3 ゾーン)	指令系 中ゾーン (約60km) 交換系 小ゾーン (前2, 後1 ゾーン)
7	無線機出力	基地局 40W 移動局 4W	基地局 2W 移動局 4W
8	空中線	基地局 グリッドパラボラ, コーナレフレクタ, 八木 8 素子 移動局 ユニポールアレー, 前後 2 方向切換え, 屋根上	基地局 全線にわたり L C X 布設 移動局 スロットアレー, 4 素子合成, スカート部
9	トンネル対策	平行 2 単線 (副導波ケーブル組み合わせ) 又は L C X	L C X

に貢献している。

しかしながら、これまでの通信方式は、和文のみを送送するシステムであるために外国の海岸局との間の通信は不可能であったが、1978年に国際的な技術的条件が定められたことに伴い我が国の船舶局においても外国の海岸局との間の印刷電信による国際通信を実施したいという要望があることなどから欧文伝送のための機能と和文伝送のための機能とを併せ持つ二つのタイプのシステムが開発され、これに適用する技術的諸元が56年6月に第2—7—10表のとおり定められた。

この狭帯域直接印刷電信方式は、将来の海上移動業務における国際的な遭

第 2—7—10 表 狭帯域直接印刷電信方式の技術的諸元

項 目		方 式 の 種 別	
		国内・国際方式兼用	国際方式専用
使用する符号		J I S—C—6220符号 (7単位)	第2国際電信アルファベット符号 (5単位)
使用する文字		カナ文字, 英字, 数字, 記号	英字, 数字, 記号
誤り検出の方法		3個のチェックビットを付加 (10単位)	信号のマーク, スペースの構成比 (7単位)
変調の速度		100ボー	100ボー
変調の速度の許容偏差		(±)5×10 <sup>-3</sup>	(±)5×10 <sup>-3</sup>
同期の方式		従属同期	従属同期
選択呼出信号の構成		選択呼出番号 海岸局: 4数字 船舶局: 5数字	選択呼出番号 海岸局: 4数字 船舶局: 5数字
周波数偏位の状態	高い周波数	スペース	スペース
	低い周波数	マ ー ク	マ ー ク
周波数偏位を得るための可聴信号の中心周波数		1,700Hz	1,700Hz
国内方式と国際方式との切替機能の有無		あ り	な し

難通信，航行警報の伝送を始め一般通信においても利用がますます拡大する方向に進むものと予想されるので，今後の海上移動業務における重要な役割を果たすものと期待されている。

## 5 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。

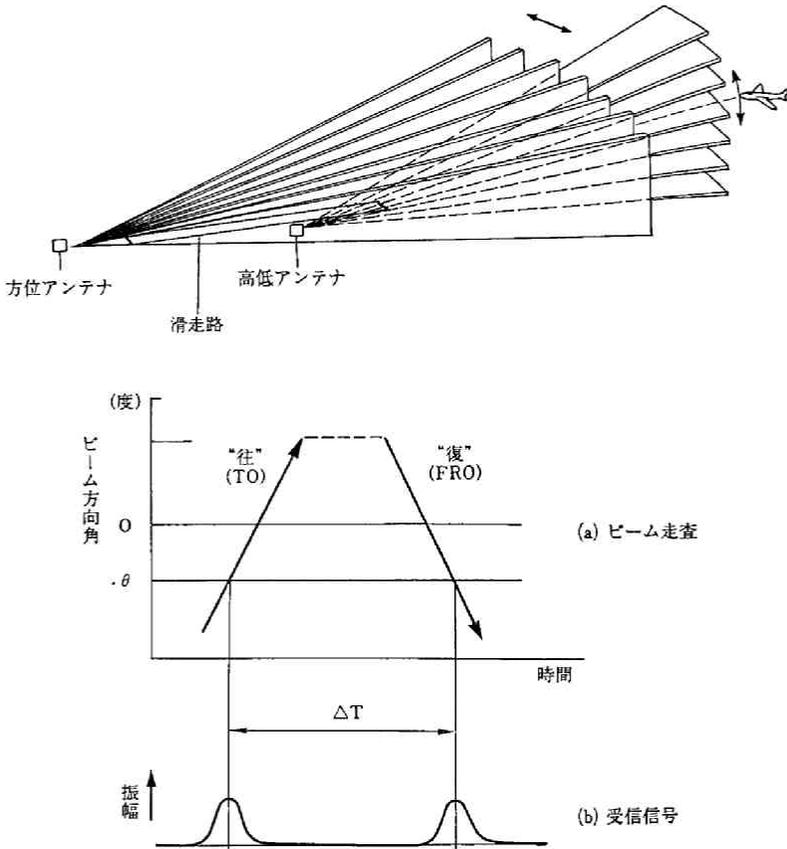
MLSはILSに代わり，これらの問題を抜本的に解決するものとして各国で開発が進められているもので，米国では既に一部実用化されており，スペースシャトルの着陸誘導にも利用されている。我が国においても既に実験局が4局開設され，基礎実験及び実用化実験が行われている。

システムの概要は第2—7—11図に示したとおりであり，5GHz帯のマイクロ波 (5,031.0~5,090.7MHz間に300kHz間隔で200チャンネルが予定されている。)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，誘導覆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

第 2-7-11 図 M L S の概念図及び角度測定原理説明図



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

なお、MLS の開発状況は既に述べたとおり実用化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) において急がれており、現在 MLS の基本システムである角度誘導機能及び精密距離測定装置 (DME/P) に関する標準及び勧告方式がほぼ固まったほか、1995 年を目途と

する I L S から M L S への移行計画が勧告されている。

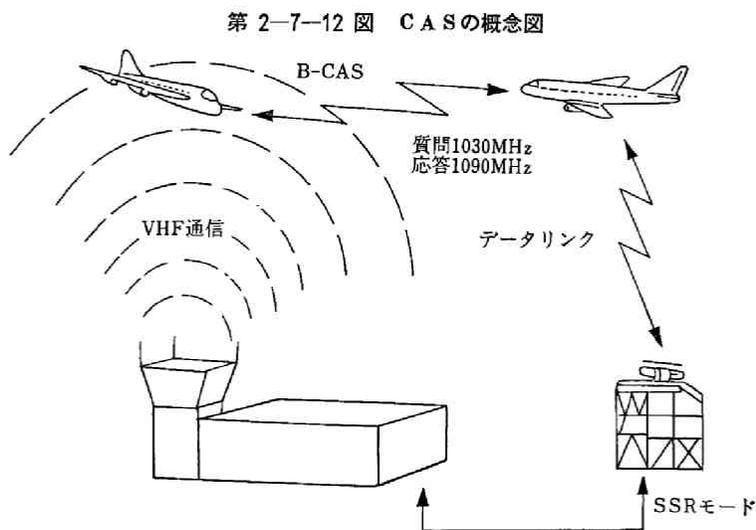
## 6 衝突防止装置 (C A S)

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。

C A S 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が零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。

C A S は、今日まで種々の方式のものが開発されてきているが、昨今の世界的な動向としては、航空交通管制に利用されている二次監視レーダ (SSR) を基礎とした B-CAS (Beacon based-CAS) が主流となってきている。

これは第2-7-12図に示したように、S S R 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等があげられる。

このほか、既存のSSRを改善するものとして、SSRモードSの信号形態を利用した機上衝突防止装置も開発が進められており、世界的に注目されている。

## 7 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。

### (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疊するものである。

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、静止画放送、ファクシミリ放送などがある。

#### ア. テレビジョン音声多重放送

現在のテレビジョン放送の音声信号に別の音声信号を重疊して放送するものであり、テレビジョン音声のステレオ化や2か国語放送等のテレビジョン番組と関連した使い方のほか、独立した内容の音声放送としても使うことができる。

音声多重の方式としては、電波技術審議会が47年3月に、両立性、音質及び普及性を考慮し、FM—FM方式（副音声で副搬送波をFMし、この副搬送波で更に音声搬送波をFMする方式）が最も適当な放送方式であるとして技術基準の答申を行っており、更に視聴者に与える影響、需要動向等を把握し、将来の円滑な実用化に備えるため、53年9月以来、東京、大阪をはじめとして57年7月現在、NHK15地区及び民放53社のテレビジョン音声多重放送が実用化試験局として免許されている。

#### イ. 文字放送

映像信号の垂直帰線消去時間の一部に、時刻、ニュース、天気予報、ろうあ者向け字幕等の文字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、伝送速度の早い、符号化伝送方式（コード伝送方式）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いる。

#### 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。

#### エ. 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。

56年度の電波技術審議会では、実験仕様にに基づき試作した送受画機の性能、ファクシミリ信号の受ける妨害、音声多重チャンネルへの漏話の少ない回路方式等について検討を行った。

その結果、実験仕様にに基づき試作した送受画機による実験により中間調の再現性はいずれも10階調程度であり、その性能は良好であることが判明した。また、ファクシミリ信号の受ける妨害については、雑音等による記録像劣化の検知限はテレビ画像劣化の許容限度を下回っており、通常のテレビジョン放送より妨害に強いことが判明した。さらに、音声多重副チャンネルのバンドパスフィルタに簡単なノッチフィルタを付加すればほとんどの受信機でファクシミリチャンネルからの漏話を検知限以下にすることが可能であり、ステレオ放送時の左右分離度もほとんど問題ないことが判明した。

57年度は、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することとしている。

### (2) FM多重放送

FM放送電波に重畳できる信号については、電波技術審議会において、50年度から審議が行われている。

現行2チャンネルステレオ放送の拡大としての4チャンネルステレオ音声信号の重畳及びステレオ放送と内容を異にする音声信号の重畳については、55年度までに多重方式検討上の基本的事項が明らかとなっており、56年度はデータ信号を重畳する方式について諸外国における開発状況の調査と、データ信号の重畳方式、伝送特性等の技術的条件の審議が行われた。

その結果、特にヨーロッパでは放送局識別、番組識別、その他の情報等を

重畳したものが多く、方式としては57kHzの副搬送波にPSK変調で1.2kb/s程度までのデータ信号を重畳する方式の開発を進めている例の多いことが明らかとなった。また、データ信号自体の伝送特性については、57kHzの副搬送波にPSK変調で1,140b/sのデータ信号を重畳した場合の基本的パラメータとなる熱雑音、パルス雑音及びマルチパス妨害による影響が明らかとなった。データ信号を重畳する場合の多重方式検討上の基本的事項については、更に若干の補足を行う必要があるので57年度も継続審議することとしている。

## 8 緊急放送システム

災害時における予報・警報等の緊急情報を迅速、正確に住民に周知する手段としては放送が最も効果的である。しかしながら、放送の場合、深夜等ラジオ・テレビ受信機のスイッチが入っていない時には受信されないという欠点がある。

この問題を解決するため、コードデータ放送の一種である緊急放送システムの開発が郵政省の電波技術審議会を中心に進められている。

このシステムは、テレビやラジオの放送電波に特定の信号(緊急警報信号)を乗せて放送することにより、受信者の備えるアダプター(緊急警報信号受信機)を用いて自動的にテレビやラジオのスイッチを入れ、更に警報音を鳴らす方式のものである。

郵政省では55年1月、郵政省、NHK、民放事業者等を構成員とする「緊急放送システム技術懇談会」を設置し、緊急放送システムについて予想される利用形態、望ましい信号方式等について予備的検討を行った。さらに、55年3月電波技術審議会に「放送電波に重畳する緊急警報信号に関する技術的条件」について諮問を行い、56年3月、同審議会からその一部である「緊急警報信号方式の基本について」の答申を得た。同審議会は、56年度から野外実験による調査結果を審議に反映させながら技術基準の審議を進めてきたが、同一周波数の他の放送局のサービスエリア内の一部においても受信機が

動作することが明らかとなったので、地域区分コードを設定するなどの不要動作対策を講ずるため、57年度も継続して審議を行い、できるだけ早期に完結することを予定している。

## 9 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、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の試作に着手した。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。

## 10 サイトダイバシティ

衛星通信では、増大する通信需要に対処するため、従来使用されてきた6/4GHz帯に加えて、10GHz以上の新しい周波数帯を使用する傾向が、我が国を含めて国際的に強まっている。しかしながら、10GHzを超える周波

数帯では、降雨による電波の減衰が無視できなくなり、特に、高い周波数帯を使用する場合及び衛星の仰角が低くなる場合に降雨減衰が顕著になる。

衛星通信における降雨減衰の影響を軽減する有力な方法の一つにサイトダイバシティがある。サイトダイバシティは、20km 程度以上離れた二地点間の降雨の相関が小さいことから、そのような二地点にそれぞれ地球局を設置し、一方の地球局の回線品質が降雨によって基準値を下回った場合に、他方の地球局に切り替えて回線を確保する方式である。

#### (1) 30/20GHz 帯サイトダイバシティ実験

郵政省電波研究所は、平磯支所に設置されている E C S 実験用の地球局を改造し、鹿島支所の C S 主局との間で、C S を用いて受信切替方式によるサイトダイバシティ実験を実施した。

電電公社は、C S 実験の一環として、横須賀電気通信研究所に設置されている副固定局等を用い、デジタル合成方式によるサイトダイバシティ実験を実施した。そのほか、C S の 20GHz 帯の下り回線における降雨減衰を継続的に測定し、サイトダイバシティ効果の基礎資料を得ている。

#### (2) 14/11GHz 帯サイトダイバシティ実験

インテルサット V 号系衛星では、6/4GHz 帯に加えてスポットビーム用に 14/11GHz 帯が使用される。我が国からは、インド洋衛星の仰角が低いため、降雨の影響を受けるおそれがある。国際電電は、インド洋 V 号衛星を対象に、山口衛星通信所及び浜田国際中継所に実験システムを設置してサイトダイバシティの各種伝搬資料の取得及び通信実験を行うため準備を進めている。

### 11 40GHz 以上の電波利用の研究

40GHz 以上の周波数帯における電波伝搬では、大気中の酸素や水蒸気による吸収とともに、降雨による減衰を考慮する必要がある。特に降雨による減衰は、40GHz 以上の周波数の電波全域にわたって著しく大きく、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、ミリ波帯電波の降

雨強度、降雨粒径分布との関係において解明し、降雨減衰特性を把握するとともに、これら雨のパラメータから、ミリ波電波の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。

これらの研究を推進するため、52年度から7か年計画で、40GHz以上の周波数帯における伝搬実験を実施しており、56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、これまでの成果をとりまとめて、国際無線通信諮問委員会(CCIR)第5研究委員会(SG5)最終会議に報告し、同委員会のテキストの改定に役立てた。

## 12 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雑音電波を遠く離れた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データ処理などの技術を持ち、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決定誤差 $\pm 5$  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など、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。

現在、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「長期的予知のため開発を行う技術」の中で、宇宙技術を含め測地測量の基礎技術の研究の進展を図ることが指摘されており、また、国際的には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）に基づき、58年度末から日本（電波研究所）と米国（航空宇宙局）との間で VLBI 実験により地殻変動等を調べる事が合意された。この計画が軌道にのれば、日米間の距離を数 cm の誤差で測定することが期待される。電波研究所ではこれら内外の要請を受け、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）開発の5か年計画を策定した。そして56年度は55年度に引き続きバックエンド部の開発を続行するとともに、VLBI 専用電子計算機の導入、データ収集・制御ソフトウェアの開発を行っており、58年度末に予定されている初の日米実験に向け準備を進めている。

### 13 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

気温高度分布を地上から遠隔測定する電波計測システム、ラス・レーダ（RASS: Radio Acoustic Sounding System）開発（54年度完了）の実績に立脚して、55年度から新たに風向風速高度分布を測定する電波音波共用上層風隔測装置（上層風ラス・レーダ）の開発研究に着手した。

55年度における独立な三軸に向けた3台のラス・レーダを組み合わせた3方向ドブラシフト周波数計測方式の装置の開発に続き、56年度においては、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電波反射波が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ことを利用して、アレー状（6×6）配列の受信アンテナ及び受信機により集束像を検出追跡して上空の風向風速高度分布を遠隔測定するスポット追跡方式の装置を試作し、試験観測を実施した。

## 14 マイクロ波リモートセンシング

1972年に打ち上げられた ERTS (LANDSAT) の捕えた地球の鮮明で精密な写真から、人工衛星による地球の資源や環境の探査は予想以上に有効であり、その利用範囲の広さや応用の可能性の非常に大きいことが明らかになった。以後、LANDSAT シリーズのデータが各国で実用化の軌道に乗りつつあり、また、我が国の海域及び陸域観測衛星シリーズをはじめカナダ、ヨーロッパ等で次々と独自のリモートセンシングを目的とした衛星が計画されている。

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、昼夜の別なく、また、天候に左右されることもなく観測が可能であり、常に同一の観測条件で精度よくデータを取得できる。電波、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利用の主要な分野の一つとなると予測される。したがって、電波の有効利用の観点から電波研究所において54年7月から衛星計測部を新設し各種の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衛星搭載用雨域散乱計の開発を目的とし、航空機搭載用2周波 (10GHz, 34.5GHz) 散乱計/放射計を53年度と54年度で製作し、56年度末までに約107時間の飛行実験を行った。また、衛星搭載用雨域散乱計の設計仕様の検討を行った。

本航空機搭載用散乱計/放射計を用いて海面散乱の実験 (海面の風向・風速の測定) を行い、NASDA と共同実験も行った。

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レーダを製作し、実験を開始する。

- ② 放射計：大気中の水蒸気の検出及びそれによる電波伝搬への影響の補正を目的として2周波 (20.0~23.8GHz, 30.6~32.1GHz: MOS-1用2周波放射計の周波数を含む) 放射計を整備し観測に着手した。
- ③ 合成開口レーダ：合成開口レーダは、飛しょう体の速度を利用して小さ

なアンテナで光学系センサに匹敵する高分解能の二次元影像を得るマイクロ波センサで、将来のリモートセンシングの主要機器として期待されている。

56年度は、合成開口レーダデータの高速度デジタル処理に不可欠な高速フーリエ演算装置等の装置の整備を進め、SEASAT データの画像作成ソフトの開発を行った。

### 15 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

電話トラヒックの増大に対処するとともに、画像通信、データ通信等の多彩なサービスを効率よく伝送するためアナログ及びデジタル両方式による大容量同軸ケーブル伝送方式が商用に供されているが、近年、性能、信頼性等あらゆる面で進歩の著しい光ファイバケーブル伝送方式が実用化の段階を迎えている。

また、今後の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も実用化されている。

## 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ーク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56年度にはDC-100M方式の改良方式であるDC-100M-R方式の実用化が進められている。

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新データ網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。また、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た。引き続き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の実用化が進められている。

### (2) 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 10Mb/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 PCM-24 方式、DC-100M 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～48kb/s のデータ信号伝送するものである。

## 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、同軸ケーブル芯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 (0.5 dB/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、0.2 dB/km を下回る単一モードファイバの試作、平均損失 0.1 dB 以下の新しい融着接続技術の開発、800 Mb/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（唐ヶ崎—霞ヶ関—大手町—蔵前一浜町）の約 20km

の区間において、54年度にはより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32 Mb/sの伝送方式及び100Mb/sの伝送方式が実用化され、更に6.3Mb/sの伝送方式の実用化が進められている。

また、将来の基幹伝送路として、大容量、長距離区間に適用を予定している大容量光ファイバケーブル伝送方式について、単一モード光ファイバケーブルを用いた400Mb/sの伝送方式の現場試験が55年度から行われている。

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、1.5~400Mb/sのデジタル信号を無中継で伝送可能な方式及び400Mb/sのデジタル信号を海底区間で中継伝送する方式の研究が行われている。

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、光ファイバの広帯域特性を活用した波長多重伝送方式等の研究が進められており、明るい見通しが得られている。また、加入者系への適用についても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研究開発を進めている。目標としてシステムは、最大方式長1万km、伝送速度約300Mb/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4,000回線から12,000回線である。

この開発の一環として、光海底ケーブル、光海底中継器の試作を行い、相模湾においてケーブルと中継器の布設回収実験を実施した。

また、57年度に予定している2中継、約50kmの光海底ケーブル方式第一次海洋実験用光海底ケーブル、光海底中継器、光端局などの試作を行った。

### 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規格にもとづいた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

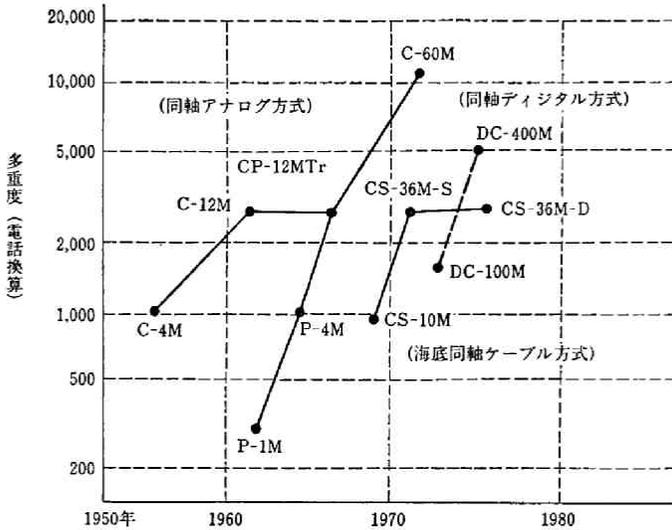
平衡対ケーブルに適用する多重化伝送方式としては、音声12回線を二対の平衡対で双方向伝送するT—12SR方式があり、集中局～端局間等の近距離回線に適用されている。

また、平衡対ケーブルを用いて4MHz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—4M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、4MHz方式（電話960回線）、12MHz方式（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）

第 2-7-13 図 同軸ケーブル方式の開発経過



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2-7-13図参照）。

国際海底ケーブルとしては、CS-5M方式（4kHz電話換算480回線）が日本・中国間ケーブル（荅北—南匯間870km、51年10月完成）及び沖縄・台湾間ケーブル（沖縄—頭城間680km、54年7月完成）に、CS-12M方式（3kHz電話1,200回線）が沖縄・ルソン・香港ケーブル（沖縄—ルソン—香港間2,200km、52年8月完成）に、CS-36M-DR方式（4kHz電話換算2,700回線）が日本・韓国間ケーブル（浜田—釜山間290km、55年11月完成）に実用されている。これら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

近年、電話の普及に伴う電話サービスの充実に加え、ファクシミリ通信、データ通信等非電話系サービスの提供やコンピュータの効率的な利用に対する社会的要請が強くなりつつあり、これにこたえ得る通信網の高度化が重要な課題となっている。

このような背景から電電公社は、将来の情報化社会に適合する通信システムの実現を目指した高度情報通信システム（INS）の検討を進めており、この中で網の中核として重要な役割を果たすデジタル交換機について積極的に実用化を進めている。

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年末には大手町局で最初のサービスを開始する予定である。

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年末には先行局のサービスを開始する予定である。

一方、これらの技術をベースとしINSに向けて必要となる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、通信処理用閘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INSのモデルシステムを実際に構築し調査を進めることとしている。

国際電電では、近い将来の本格的な国際デジタル通信網時代に対応する

ため、新型の国際電話関門局用デジタル交換機 IDS (International Distributed Switching System) の研究開発を進めている。

これからの国際交換機には、サービス中断の生じない高い信頼性と、規模の拡張と機能の拡充に対する高い柔軟性が、ますます要求される。このような要求条件を満足させるため IDS では近年発達の著しいマイクロプロセッサ及び高速大容量メモリ等を、各種信号方式に対応した呼処理モジュール並びに複数の通話スイッチモジュール等の多数の機能別モジュールに分散して適用し、これらのモジュールを適宜組み合わせることで柔軟なシステムの構成ができるようにしている。このように機能の分散と負荷の分散を徹底して図ることにより、全システムダウンを起りにくくし、増設や機能の拡張を容易にするとともに、ソフトウェアを単純化しその作成並びに保守を容易にするなどの特長を発揮できるようにしている。

IDS の試作は既に完了し、基本動作試験を行って新しいシステム構成の実現性を確認した。同時に信号方式として CCITT で最近標準化された No. 7 方式を本試作システムに実装しその実証実験も行った。

## 第6節 データ通信システム

### 1 データ交換網

データ通信の発展に伴い、デジタル情報を経済的に高品質、高速で任意の相手と交換したいという需要が年々高まっている。

これに対し、電電公社では54年12月から回線交換サービスを4都市で開始し、55年7月からパケット交換サービスを7都市で開始した。サービス提供地域の拡大に対する利用者要望に応えるため、57年3月には回線交換サービスを19都市に、パケット交換サービスを30都市に拡大した。また、新しいサービスとして、パケット交換サービスの端末接続手順の拡大、着信課金機能及び回線交換サービスのグループ形閉域接続機能の追加を57年6月より実施

した。

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国際パケット交換システムを建設し、米国、英国、フランス、西独及びスペインとの間で、57年4月より国際公衆データ伝送 (VENUS—P) サービスを開始した。また、国内パケット交換網との相互接続も57年9月より可能となった。

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) は米国を対地として、55年9月から開始されているが、同サービスの欧州諸国への対地拡張が57年4月に行われた。

郵政省では、行政管理庁と協力して、行政機関が共同利用するデジタル網 (行政データ網) の基礎的な研究を、55年度から開始した。この研究では、60年代での利用を想定して、通信衛星回線を用いて構築するシステムについて検討が進められている。

## 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、ICメモリの低価格化に伴い、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。

また、主としてマイクロプログラムによりオペレーティングシステムの一部又はその他のルーチンをハードウェアとして実現するファームウェア化が進んでいる。これはハードウェアよりは機能の追加、変更に対する融通性が大きく、ソフトウェアよりは高速処理ができる特徴を有している。

コンピュータが社会経済活動のあらゆる分野に浸透してくるのに伴い、システムに対する高度の信頼性が要求されるようになりつつある。このため、ハードウェアに高度の障害検出、防止機能を持たせるとともに、オンライン中でも保守診断が可能な保守試験プログラムが開発されている。また、これらの保守診断を遠隔地から行う遠隔保守診断システムも一部商用に供されている。

#### 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。

通信制御処理装置は、メッセージレベルまでの処理を行うものであり、複数の回線を収容し、端末装置及び通信回線の制御や誤り検出・訂正を行い、メッセージのチェック、記録等の機能までを有するものである。

また、ファイル制御処理装置は、ますます大容量化するファイル系の制御を分担することにより、ファイルの効率的管理を行うほか、大規模データベースの効率的、経済的な実現に大きな威力を発揮するものと考えられる。

#### 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の開発が進められている。

入出力装置は、更に、高速化を目指すとともに、マンマシンインターフェー

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おり、音声応答装置及び音声認識装置が導入されつつあるほか、漢字入出力についても一層の高速化、高品質化が図られ、15,000行/分以上の高速漢字プリンタ等が出現している。

## (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づ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。

このため、システム開発用に処理効率の良い、きめ細かな処理も記述可能な高水準言語の開発を始めとして、ストラクチャードプログラミング等のプログラム開発技法、ドキュメント作成システム等の開発及び運用が行われている。また、遠隔地の端末からプログラム作成を行うリモートデバッグシステムや、1台のコンピュータで同時に複数の仮想コンピュータを作り出す仮想計算機システム(VM)が開発されている。

### 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。

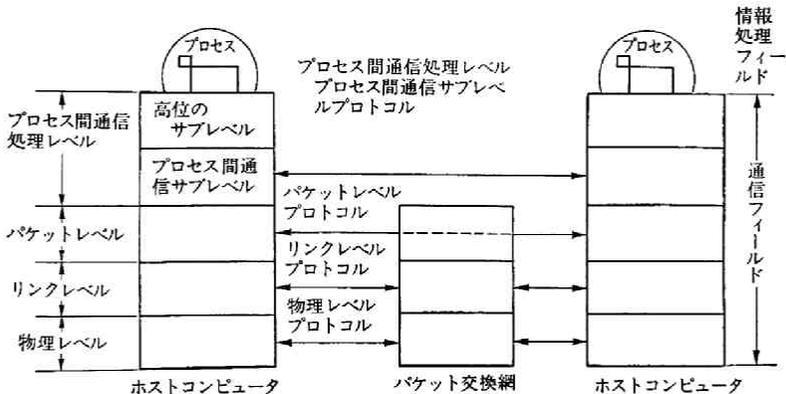
その特徴は、次のとおりである。

- 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2-7-14図、第2-7-15表に示す。

これに先立ち、電電公社では、52年度当初より DCNA (Data Communi

第 2-7-14 図 レベル構成とプロトコル



第 2-7-15 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* 間のパケット転送制御
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。

cation Network Architecture) と呼ばれる汎用ネットワーク・アーキテクチャの開発を，メーカ各社との共同研究の下に進めている。

53年度には，論理的モデルを定めた基本概念，データリンクレベル・プロトコル，トランスポートレベル・プロトコル，機能制御レベル・プロトコル及び仮想端末プロトコルが DCNA 第1版としてまとめられた。54年度には，第1版の機能拡充とファイル転送/アクセス・プロトコルの追加等を行った DCNA 第2版が，更に55年度には第2版の機能拡充並びにジョブ転送プロトコル及びデータベースアクセス・プロトコルの追加を行った DCNA 第3版がまとめられ，当初予定した開発を終了した。

DCNA はさらに，将来のインフォメーション・ネットワークシステムの構築に向けて，符号，画像，音声等複数の通信形態が混在するデータ通信網に適用できるよう，55年度から機能拡充の検討が進められている。

### (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、DES (Data Encryption Standard) 方式に代表される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、あるいは漢字入出力装置、光学式文字読取装置、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高集積メモリ素子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制御装置が実用化されサービスに供されている。また、ファイル装置を有し、システム機能の一部をも分散処理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英数字カナのシリアルプリンタとしては、母形方式にかわってワイヤドットマトリックス方式のプリンタが主流となりつつあり、各種装置に適用されている。

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。

光学式文字読取装置は、印刷及び手書きの数字、カナ及び英字読取装置が実用化されており、ドットマトリックス印字文字の読取り等へ適用範囲を拡

大しつつある。

図形入出力方式としては、簡単な図形、漢字が表示できるカラーディスプレイや直線や円のような線図形の取扱いが可能な図形入出力装置が実用化されている。

また、利用の大衆化を図るために利用者にとってより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

人間が家庭や社会で生活し行動する中で感知する情報は視覚によるものが大半を占めていることから、画像通信は、情報流通メディアの中で今後極めて重要な分野を占めるものと考えられる。

このため、企業を中心に急速に普及しているファクシミリ通信をはじめ、画像情報の利用により多彩な効用が期待できる各種画像通信システムについて、開発が進められている。

### 1 ファクシミリ

ファクシミリは、記録通信として任意の文字や図形を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、画像通信の中では早くから実用に供されているメディアである。

我が国においては、従来、主として専用線により特殊用途、官公庁及び大企業で用いられていたが、47年度のいわゆる回線開放を機に公衆電話網を利用したファクシミリが急速に普及しはじめた。最近では、中小企業や商店にまで事務合理化の手段として広範に利用されてきており、電話網利用ファクシミリの設置台数は年平均50%を超える伸びを示している。

機種別の設置台数についてみると、中・高速機のコスト低下と利用者的高速化に対する要望を反映し、近年、中・高速機の伸びが著しい。

ファクシミリの国際標準化に関しては、CCITTにおいてG1機（6分機・

低速機), G 2 機 (3分機・中速機), G 3 機 (1分機・高速機) 及び G 4 機 (公衆データ網用) に分類して審議されている。G 1 機及び G 2 機については, それぞれ, 1968年及び1976年の CCITT 総会で勧告化された。G 3 機については, 1 次元符号化方式として MH (Modified Huffman) 符号化方式, 2 次元符号化方式として MR (Modified READ) 符号化方式を用いることを含めて1980年の CCITT 総会で勧告化された。

これを受けて, 郵政省では国内標準化のため推奨通信方式を取りまとめ, 56年12月に告示した。

なお, 今会期 (1981~84年) では G 4 機の勧告化が主要課題となっている。

G 4 機は, 端末端間間の基本的なファクシミリ通信の他, 将来はテレテックス端末との通信, あるいはテレテックス機能を兼ね備えたミックスモード通信も想定され, これらの端末との端末定数, プロトコルの共通化が望まれている。G 4 機の標準化は, 国内的には郵政省に設置されている通信システム研究会において, 電電公社, 国際電電, 通信機械工業会等の協力を得て進めており, G 4 ファクシミリ端末の備えるべき機能について, 及びテレテックスプロトコルをベースにした G 4 ファクシミリ・プロトコルについて寄書を取りまとめ, CCITT SG VIII 会合に提案した。同会合では, G 4 機の符号化方式については基本的に MR 方式を採用することで合意され, 更に解像度については G 3 機とコンパティブルとする意見と, ミックスモードを考慮してテレテックスとコンパティブルとする意見があり継続検討となった。

G 4 ファクシミリの高級機能の一つとして写真のような中間調画像の伝送が想定される。中間調画像の表現法として1画素ごとに白黒だけでなく中間調のレベルも再現する方法と1画素ごとには白黒のみであるが, ある単位面積での白黒画素の割合を調整し擬似的に中間調を表現する方法 (ディザ法) が考えられる。いずれの方法も送るべき情報が増え一般的には伝送時間が長くなる。しかしディザ法は従来のファクシミリでも容易に実現できる利点を有する。国際電電では, このディザ化されたファクシミリ信号を高エネルギーに伝

送するため、G3機の国際標準方式であるMR方式をベースにした新しい符号化方式を考案した。この符号化方式を用いることにより白黒画像として伝送する場合とほぼ同程度の時間で中間調画像を送ることができることを確認した。

端末技術については、高速化の要望と半導体技術の急速な進歩によって、固体走査方式が主流となっている。送信走査系では、CCD（電荷結合素子）を用いた固体走査が主として用いられているが、近年、密着形イメージセンサと発光ダイオードアレイを用いた固体化光源とを組み合わせた方式も実用化の域に達している。また、記録方式は各種の方式が実用に供されているが、中・低速機では放電記録、感熱記録及び通電感熱記録を、高速機では静電記録、感熱記録を用いる傾向がみられ、最近ではDOD（Dot on Demand）方式によるインクジェット記録の研究も進められている。

さらに、既存の標準的なファクシミリ端末では、多様化する要望に対しては質的には十分といい難く、高速化・高精細化・多階調化・カラー化等が検討されており、このため重要な光電変換技術、記録技術、符号化等の基本技術並びに、端末のインテリジェント化の開発が進んでいる。

また、電電公社においてはファクシミリ通信の普及を図る見地から、操作が簡単で低廉な小型端末機と、同報通信、自動受信等ファクシミリ通信に適した多彩なサービス機能を有するネットワークとを一体として開発を進め、それぞれ「ミニファクス」及び「ファクシミリ通信網サービス」として56年9月からサービスを開始した。このシステムでは、現在の電話網にファクシミリ信号の冗長度抑圧及び蓄積・速度変換等の機能を有する蓄積変換装置（STOC）を設置することにより多彩なサービス機能の実現が可能となっている。また、蓄積変換装置相互間は高速デジタル伝送路を使用し、伝送路コストの低減化を図っている。

さらに、A4判端末の接続、親展通信などの長時間蓄積サービス、センタエンド形通信サービス等、新たなサービスの提供と経済的な地域拡大を図るため、新たに大容量の蓄積変換装置（STOC）、ファクシミリ信号変換制御装

置 (FCAP), ファクシミリデータ変換接続装置 (FDIC) 等の開発を進めている。

## 2 映像通信

テレビ受像機とプッシュホン等を組み合わせた端末から、電話網を介して画像センタにアクセスし、情報検索・案内等の社会生活に必要な情報を得る会話形画像情報方式の開発が、先進諸国で進められている。我が国では、電話回線利用のキャプテンシステム及び広帯域回線利用の画像応答システム (VRS) について、それぞれ実験が行われている。

キャプテンシステムは、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、東京23区内の約1,000端末のモニタを対象とし、実験サービスを開始した。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200団体の情報提供者の協力を得ており、蓄積画面数は56年3月には約10万画面に達している。

モニタを対象としたアンケート調査によれば、50%以上の高い利用意向が示されており、実用化時期も半数以上が2～3年以内を希望するなど、好評をもって迎えられている。さらに、56年8月からは、モニタ、情報提供者等の要望を踏まえ、ハードコピー装置の付加等利用者端末機能の充実、情報提供者宅から簡易情報入力端末により画面の入力・更新を可能とするなど情報入力機能の充実、外部センタとのオンライン接続等、各種機能の拡充を図るとともに、蓄積情報画面容量を20万画面と倍増し、モニタ数も2,000端末として実験サービスを行っている。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、商用システムの開発が進められている。

諸外国においても、英国郵電公社の「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、1980年の総会で基本的事項について勧告化された。一方、画像応答システムは、広帯域回線を利用して静止画、動画、音声等の豊富な情報を提供するシステムであり、電電公社が52年から都内約120端末を対象に実験サービスを実施している。この間、情報入力・更新機能の充実及びファイルの大容量化を目的として画像・音声ファイルのデジタル化を行うなど、システム機能の向上、拡充を図ってきており、今後の進展が期待される。

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え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（郵政省）、スケッチホン（電電公社）、レターホン（KDD）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）、「スクライボホン」（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1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。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実用化が進められている。

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500回線が利用されており、延べ回線距離は約3,600 kmとなっている。

一方、画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 6.3 Mb/s 複合差分符号化装置 (TRIDEC) 及び 32 Mb/s フレーム内差分符号化装置 (32M-DPCM) が実用化され、既に TRIDEC は東京～大阪間の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 1.5 Mb/s 符号化装置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1つのトランスポンダ (36 MHz 帯域) で、4回線のニュース番組等及び2回線の高い画像品質を要求される番組を同時に、十分な特性で伝送可能な“15/30 Mb/s フレーム間、フィールド間・フィールド内適応型予測符号化方式”の研究を行った。この

符号化方式は、最近 CCIR が勧告した分離符号化方式であるとともに、全世界のテレビ方式（525/50，625/50）に適用可能である。上記目的に対し十分な特性を有することが、理論的並びにシミュレーション実験により確認できたので、本方式による符号化実験装置の設計を行った。本実験装置の完成予定は58年3月である。

### 3 テレテックス通信

テレテックス通信は、文書作成・編集機能を有する通信装置を用いる文書通信であり、ワードプロセッサに通信機能を持たせたものといえる。テレテックスは、従来からの記録通信メディアであるテレックス（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情報を有しているため、事務用の新しい文書通信メディアとして注目されている。

テレテックスは、主にヨーロッパ諸国で開発が進められ、CCITT では、1980年の総会でテレテックスの基本的な網サービス、端末及び端末プロトコルに関する勧告が行われている。西独では、1981年3月から試行運用を開始し、82年3月から商用サービスを開始した。このサービスは、回線交換データ網を用い、テレックスとの相互通信が可能となっている。このほか、英国、フランス、カナダ、スウェーデン、ノルウェー、フィンランド等も近い将来のサービス開始を目指している。

我が国においては、近年の日本語処理技術の進歩により、日本語ワードプロセッサの普及が進み、これに伴い、日本語の扱いが可能なテレテックスの開発が期待されている。CCITT で標準化されたベーシックなテレテックスは、欧文を取り扱うものであるため、郵政省では、関係機関の協力を得て、我が国の通信網の実態に適合し、かつ利用者の要求に合致した日本語テレテックスの標準通信方式の検討を56年度から開始した。

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

### 1 電話サービスの多様化技術

電話の積滞解消と自動即時化を達成した今日、電話サービスに対する要望は、従来の量的なものから質的なものへと大きく変化し、ますます高度化・多様化していく傾向を強めている。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、不在中にかかってきた電話を前もって指定しておいた電話番号に自動的に転送する自動着信転送サービスが実用化された。また、迷惑電話で困っている加入者の自衛策の一助として一つの電話に対して通常の電話番号（主電話番号）ともう一つの番号（副電話番号）を与えておき、あらかじめ電話機から登録しておくことにより、主電話番号に対する着信には不在等の案内を電話局のトーカー装置から行い、副電話番号の場合のみ電話機に接続する二重番号サービスが実用化された。また、通話料金の支払方法を利便化するものとしては、クレジット通話サービスの実用化が行われた。クレジット通話は、通話に先立ち、登録した電話番号とクレジット番号を交換取扱者へ告げることにより、その通話料金は登録した電話へ請求されるものである。

ハンドフリーで通話できるスピーカホンについては、プッシュホンを対象に商用化されているが、引き続き回転ダイヤル式単独電話機及びビジネスホン、ホームテレホン等をスピーカホン化するボタン電話形拡声電話装置が実用化された。

また、ワンタッチダイヤル機能、オンフックダイヤル機能等、発信の利便化を図ったメモリダイヤル電話機、更に、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、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、電話機数20台～50台の領域において、マイクロプロセッサの導入により、サービス機能が豊富でケーブルの少対化を図ったEK50形ボタン電話装置が実用化された。さらに、現行ボタン電話の適用領域においても同様にサービスの高度化、ケーブルの少対化を図ったEK24形ボタン電話装置が実用化された。

公衆電話は、電話のアウトドアサービスとして重要な役割を果たしてきたが、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商用化され、また、現行10円、100円硬貨に加えカードによる通話が可能な磁気カード式公衆電話機の実用化が進められている。

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くしたダイヤル補助装置、通話補助装置等の肢体不自由者用電話機器が実用化された。

## 2 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。

電電公社においては、水害、火災等の災害により電話局の局内設備が被災した場合、早急に復旧を図るため、約1万端子の局内設備に置き換え可能な大容量可搬形電子交換機の実用化に引き続き、交換規模等の点から上記装置では対処できない場合に備え、3万端子程度の局内設備に置き換え可能な非常災害用電子交換機が実用化された。

また、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た。

伝送路については、市外電話トラヒックの増大に伴い、大束化した伝送路

の信頼性を向上するため、伝送路障害時にり障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、更に、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。

国際電電においても、地域災害、ビル単位の災害等による国際通信の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所である。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。

### 3 通信用電源技術

電気通信ネットワークの拡大と質的高度化に伴い、通信用電源システムには、良質で安定度の高い電力を、経済的に供給する責務が一段と増大してきている。また、省資源・省エネルギーの見地から、小形・軽量化や高効率化に対する配慮も強く要望されている。

このような状況の下で、直流供給方式については、給電品質の向上と給電線コストの低減を図った電圧変換直流供給方式が実用化された。また、集積回路を大量に使用した通信装置に、高精度な低電圧直流電力を供給するため、変換周波数を高くした小形・高効率で信頼度の高いDC—DCコンバータの開発が進められている。

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、多重インバータ、PWM (Pulse Width Modulation) インバータ及び CVT (Constant Voltage Transformer) インバータに引き続いて、経済的で効率の高い商用同期式インバータの実用化が行われた。

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電源を得るた

め、既に実用化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する風力発電式電源装置の開発を進めており、57年度末から商用試験が予定されている。

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が実用化された。

さらに、大規模化するとともに複雑化・高度化する重要な通信用電源システムを良好に維持管理するため、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、無人局の電力装置を遠隔で監視するシステムの開発や、設備の有効利用と維持管理の省力化についての調査研究が行われている。

#### 4 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 程度の小断面シールド工法が開発され、更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進められている。

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，迅速な修復を行なう必要がある。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，埋設深度増大のための実験並びに機器の試作が始められた。

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，引揚げに関しては，既開発の捕そくセンサ付探線機に，更に捕そくしたケーブルの切断，保持機能を付加するための試作が進められている。

## 5 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，地電流等）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，沖繩）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、西独及び英国との間で伝搬実験を行っている。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の世界分布図を作成し、現在までに秋、冬及び春を代表する世界分布図を印刷発表した。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ボラディック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。

## 6 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、更に、ほかの量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。

56年度においては、セシウム周波数標準器の高確度化のためのシステムの改良を細部にわたって行い、 $10^{-13}$  台の確度達成の見通しを得た。また、高精度の日本標準時を達成するため、マヨラナ効果を利用したメーザの自動同調の実験により、実用化のための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、静止衛星からの時刻及び周波数標準の供給実験を、コード化時刻情報のテレビジョン信号への重畳による標準供給システムでCSを利用して行い、所期の成果を得た。

昨年度着手したスペクトラム拡散方式を用い、CSを利用した高精度時刻比較実験をCS主局と小型地球局間で行い、時刻比較精度1ns程度を得、また時刻比較確度も数nsで行える見通しがついた。

## 7 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。

56年12月に、従来の中短波帯セルコール・ブイの周波数の一部改正と併せて新たに27MHz帯セルコール・ブイが検定対象に加えられた。また、57年3月から沿岸無線電話用無線機も新たに追加され、56年度の処理件数は届出件数(56件)を含め、総計257件に達した。合格率はおよそ90%である。

電子技術の急速な進展に伴い、受検機器もますます高度化、複雑化の傾向にあるので、これに対応した試験法や試験設備の改良充実はもちろんのこと試験実施要員の日常の研さん等は、今後とも更に重要である。

他方、同年度における校正処理件数は61件に達した。無線局検査用測定器をはじめ、型式検定用、一般産業用、その他の無線測定器の校正も、無線機器の性能維持のためには欠くことのできない業務で、校正範囲の拡大と充実は、ますます重要となってきた。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。