

## 第 7 章 技術及びシステムの研究開発

### 第 1 節 概 況

昨今、情報化社会という言葉が一般に定着するとともに、次世代の高度情報化社会について、しばしば議論が行われるようになってきた。この情報化社会を支える主要な基盤として電気通信と情報処理とがあり、この中で電気通信は有力なメディアとして情報流通に関し重大な役割を果たしている。また、高度情報化社会に向けて通信へのニーズの多様化、技術の高度化には著しいものがあり、我が国におけるこの分野の研究開発は、今や世界のトップレベルにある。情報流通メディアに求められる要件は、いつでも、あらゆる種類の多量の情報を迅速かつ正確に伝送できることで、この要件を満たすためには、デジタル技術、光伝送技術、電波利用技術等のシステム開発が基礎技術開発とともに盛んに進められている。

このような技術をも含む広範な分野の技術的集約の上に立つシステムの一つとして、宇宙通信システムがある。

本章では、以上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、国内の関係機関等において進められている主なものの概要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の体制は、次の通りである。

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 261 名（54 年度末現在、以下同じ）、予算（54 年度、以下同じ）は歳出約 56 億 2 千万円、国庫債務負担行為は約 4 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 2,118 名、予算は約 659 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、研究者495名、研究費は56億5千万円である。

国際電電研究所の研究費は約39億7千万円で、研究者は160名である。

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設置されており、委員24名及び専門委員191名によって、電波の規律に必要な技術に関する事項について、調査審議を行っている。

## 第2節 基礎技術

### 1 大規模集積回路

大規模集積回路は、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。64kビットのLSIメモリの情報処理装置等への導入が開始され、さらに、電電公社においては256kビットのLSIメモリの試作を行い、世界でも初めてその動作確認に成功した。また、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、ファイル制御装置用の論理LSI等の導入が進められている。

加工技術として、電電公社においては最小パターン幅 $1\mu\text{m}$ 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・回路の設計製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、極低温で接合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の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、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み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・回路設計技術・実装技術の研究を進めている。

### 3 パターン情報処理

コンピュータの入出力や交換機への信号送出は、タイプライター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”文字認識がある。

電電公社においては、音声認識につい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覚えさせて行う方式から不特定の話し手の言葉を理解する方式へと進展している。

音声合成については、機械を使って音声の最小単位である母音や子音等の音韻を結合し、人間のように言葉を話させるパーコール方式の研究が積極的に進められている。現在約200語を発声できる装置の開発を行っているが、さらに、任意の言葉を発声する方式の研究を進めている。

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、活字漢字の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、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。

## 第3節 宇宙通信システム

### 1 宇宙通信の現状

#### (1) 国際動向

国際通信用の衛星通信システムとしては、世界102か国（1980年3月現在の）の加盟するインテルサット及びソ連、東欧圏を中心とするインタースプートニク（1980年3月現在加盟国数10）とがある。

インテルサットは、1965年4月に大西洋上に打ち上げた第1号衛星（アーリーバード）をはじめとして、Ⅱ号系、Ⅲ号系を順次商用に供してきた。現在は、Ⅳ号系及びⅣ-A号系衛星によってグローバル・システムが構成されている。また、増大する通信需要を満たすため、電話1万2,000回線及びテレビジョン2回線の容量を有するⅤ号系衛星が1980年秋以降大西洋地域から順次導入されることとなっている。

インタースプートニクは、ソ連の国内通信衛星用として打ち上げた長楕円軌道を回るモルニア衛星を利用してきたが、近年、ソ連が打ち上げた静止通信衛星ラドガも利用して、東欧諸国を対象とした衛星通信を行っている。

海上通信については、従来の短波を使った海上無線通信を改善する手段として、国際的な海事衛星通信システムを導入するため、1979年7月国際海事衛星機構（インマルサット、発足時加盟国数28）が設立され、1982年のサービス開始に向け諸準備が進められている。

また、国際的な航空衛星通信システムについては、1974年以来、共同エアロサット評価計画が、米国、カナダ及び欧州宇宙機関（ESA）の共同で進められてきたが、米国内の事情により、その実現が大幅に遅れており、現在、同計画の見直しが行われている。

このような国際通信における衛星の利用に加えて、近年は国内通信分野に衛星を導入する国が増加しており、現在、米国、ソ連、カナダ及びインドネ



シアがそれぞれ独自の実用通信衛星を打ち上げて、国内衛星通信システムを運用している。

カナダは、1972年以来、世界に先駆けて、静止衛星による国内衛星通信サービスを行ってきたが、従来のアニクAシリーズに加え、1978年12月、アニクB衛星を打ち上げている。

米国では、1974年以来、ウエスター衛星、サトコム衛星、コムスター衛星が順次打ち上げられ、それぞれ、国内衛星通信が構成されている。また、SBS（サテライト・ビジネス・システム）社も1980年に自前の衛星を打ち上げることを計画している。さらに、米国は、1976年にマリサットを大西洋、太平洋及びインド洋上に打ち上げ、海事衛星通信サービスを行っている。

欧州においては、1978年5月ESAが軌道試験衛星（OTS—2）を米国に依頼して打ち上げているほか、海上移動通信のためのマレックス衛星（MARRECS）、ヨーロッパ各国を対象とする地域通信衛星（ECS）等の計画を進めている。

ソ連では、従来の移動型の通信衛星モルニアのほか、静止型の衛星も利用して国内の通信需要に応じている。

また、発展途上国においても国内通信衛星の導入計画が進んでおり、インドネシアでは、既に1976年及び1977年にそれぞれパラバ1号及び2号を米国に依頼して打ち上げ、運用を開始しており、更に1983年ごろまでには、次世代の衛星を打ち上げる計画である。アラブ諸国では、域内諸国の電気通信需要を満たすため、アラブ地域衛星通信網計画を推進しているが、1976年4月、その運営主体となるアラブ衛星通信機構（加盟国数22）が発足し、1984年運用開始を予定している。このほか、インド、中国等も通信衛星を打ち上げる計画であり、また、インテルサット衛星のトランスポンダを国内用に賃借使用して国内通信の改善に充てる国も増加している。

次に、放送衛星の分野では、まず米国が1974年に打ち上げた応用技術衛星6号（ATS—6）を使って米国をはじめ、インドにおいても世界初の衛星放送実験を行ってきた（ATS—6は1979年6月をもって運用を停止した。）。ま

た、カナダは、米国と協力して通信技術衛星（CTS）を使って各種の放送実験を行ってきた（CTS は1979年10月をもって運用を停止した。）。なお、ソ連においては、直接衛星放送を一部行っているといわれている。

このほか、ヨーロッパ、インド、アラブ諸国等も放送衛星計画を進めている。

通信、放送以外の実利用分野では、気象衛星、地球観測衛星、航行衛星等が打ち上げられている。

このような世界各国における宇宙通信の目覚ましい発展に対応して、制度面からの検討も進められてきた。国際電気通信連合（ITU）は、1963年以来、宇宙通信に関する関連規定の整備を行ってきたが、1977年には12GHz帯の放送衛星業務の計画に関する世界無線通信主管庁会議（WARC—BS）が行われ、第一地域及び第三地域の放送衛星用の周波数割当計画等が作成された。この結果、我が国は、東経110度の静止軌道上に8波の放送衛星用周波数が確保された。

また、1979年に開かれた世界無線通信主管庁会議においては、宇宙通信に関する技術基準、周波数分配表等が大幅に改正された。なお、国際連合の宇宙空間平和利用委員会においては、直接放送衛星の利用を規律する原則の作成作業が進められている。

## （2）国内動向

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、宇宙開発事業団及び東京大学宇宙航空研究所を中心として、国立試験研究機関及び電電公社、NHK等の関係機関の協力の下に推進されている。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ちょく状況、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。

人工衛星及び人工衛星打ち上げ用ロケットの開発と打ち上げは、宇宙開発計画に基づいて宇宙開発事業団及び東京大学宇宙航空研究所が行っており、東京大学宇宙航空研究所においては、科学衛星打ち上げ用として開発したロケットによる科学衛星計画を進めており、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、現在までに11個の科学・試験衛星を打ち上げ、各種の宇宙観測に成果を上げている。

実利用の分野においては、宇宙開発事業団が、将来の各種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ロケットによる人工衛星の打ち上げ計画を進めており、50年9月に技術試験衛星Ⅰ型(ETS—Ⅰ「きく」)を打ち上げて以来、51年2月に電離層観測衛星(ISS「うめ」)、52年2月に技術試験衛星Ⅱ型(ETS—Ⅱ「きく2号」)を打ち上げた。このうち「きく2号」は、我が国初の静止衛星である。

また、52年7月には、静止気象衛星(GMS「ひまわり」)、同年12月には実験用中容量静止通信衛星(CS「さくら」)、53年4月には実験用中型放送衛星(BS「ゆり」)を米国航空宇宙局(NASA)の協力を得て、それぞれデルタ2914型ロケットにより米国東部射場から打ち上げたが、CS及びBSの静止軌道への投入は同事業団が自ら行い、両衛星とも所定の位置に静止させることに成功した。このほか、53年2月には電離層観測衛星(ISS—b「うめ2号」)を打ち上げ、本格的な電離層観測が行われている。54年2月及び55年2月に打ち上げた実験用静止通信衛星(ECS「あやめ」及びECS—b「あやめ2号」)は、それぞれ不具合が発生し、所期の目的は達成できなかったが、同事業団は、これまで7個の人工衛星の打ち上げに成功しており、人工衛星の開発、打ち上げに関する基礎技術の習得等においてほぼ所期の成果が得られている。

今後の宇宙開発については、宇宙開発委員会が55年3月26日に策定した「宇宙開発計画(昭和54年度決定)」に基づき推進されるが、科学研究分野

においては、第7号から第9号までの科学衛星の開発を進めるとともに、第10号科学衛星の開発研究を行うこと、また、実利用分野においては静止気象衛星2号(GMS-2)、海洋観測衛星1号(MOS-1)、通信衛星2号(CS-2a及びCS-2b)、放送衛星2号(BS-2a及びBS-2b)、技術試験衛星Ⅲ型(ETS-Ⅲ)及び技術試験衛星Ⅳ型(ETS-Ⅳ)の開発を進めるとともに測地衛星Ⅰ号(GS-Ⅰ)の研究開発を行うことが決定されている。

以上のように我が国の宇宙開発の進展には目覚ましいものがあり、今や、人工衛星打ち上げのための基礎的な研究の段階を終え、多様な利用活動を展開する段階を迎えるに至っている。特に、通信・放送の分野については、CS及びBSの開発成果を踏まえて、通信・放送衛星の実用化施策が積極的に進められており、本格的な宇宙実用化時代を迎えようとしている。

我が国の実利用分野の人工衛星一覧表を第2-7-1表に、科学研究分野の人工衛星一覧表を第2-7-2表に示す。

第2-7-1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 期	
				形 状	高 度 (km)	傾 斜 角 (度)			
宇 宙 開 発 事 業 団	実	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	83	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
	績	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、気象データの収集、配 布等	315	静 止 軌 道 (東経140°)			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
計 画	技術試験衛星Ⅳ型 (ETS-Ⅳ)	NロケットⅡ型性能確認、宇宙機 器に関する搭載実験等	640	長楕円	230 36,000	28	N-Ⅱ	55 年度	

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	375	円	1,000	45	注 N-I	56年度
	静止気象衛星2号 (GMS-2)	気象衛星に関する技術開発, 気象 業務の改善	290	静止軌道 (東経140°)			N-II	56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135°)			N-II	57年度
	通信衛星2号-b (CS-2b)	"	,	,			,	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
	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	高度約900kmの 太陽同期軌道			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

(注) Nロケットを改称

第2-7-2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)		
東京大 学 績	「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-4S	45. 2. 11
	試験衛星 「たんせい」	軌道投入後の衛星環境及び機能試験	63	円	990 1,100	30	M-4S	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	65	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 「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-3C	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 「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-3H	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・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

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)		
東京	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	M-3H	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	楕円	550 580	30	M-3C	54. 2. 21
	試験衛星 「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-3S	55. 2. 17
大学	第7号科学衛星 (ASTRO-A)	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	楕円	350 600	31	M-3S	55年度
	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	、	、	、	、	、	57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南大西洋上の電離層プラズマの特異現象解明	200	〃	300 1, 000	65	、	58年度



## 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が進められてきたものである。

CSは、52年12月に静止軌道上に打ち上げられ、53年5月15日から郵政省が電電公社等の関係機関の協力を得て、各種の実験を行っている。

主な実験項目は、①衛星とう載通信機器の特性測定に関する実験、②衛星通信システムとしての伝送特性に関する実験、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等で、これまで、当初の実験計画の大半を実施して、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。

現在までの実験の結果は、衛星とう載通信機器の諸特性は、実験開始以来ほとんど変化はなく、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特性については、マイクロ波帯中継器及び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、周波数変調及びデジタル位相変調の両変調方式によるテレビ伝送及びスペクトラム拡散技術を用いた音声の伝送についても良好な結果が得られている。

また、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、横浜及び仙台において連続自動記録によりデータの取得を行い、降雨量と降雨減衰及び交差偏波識別度の劣化の相関関係について豊富なデータが蓄積され、逐次解析が進められている。

衛星通信システムの運用技術に関する実験については、大容量通信用PCM/TDMA方式（パルス符号変調による時分割多元接続方式）及び小容量通信用SCPC方式（一つの搬送波で電話1チャンネル相当の情報信号を伝送する方式）による衛星回線設定実験を行い、良好な結果が得られている。更

に、車載局により全国各地から衛星回線を設定して行う電話及びテレビの伝送実験、可搬局による離島～本土間の回線設定実験等も継続して実施しており、いずれも良好な結果が得られている。

このほか、衛星と地球局間の測距、衛星の姿勢制御、衛星の静止軌道の保持等に関する衛星の運用管制技術についての実験も行っている。

55年度においては、これらの基本実験を引き続いて行うほか、通信衛星の実用化の促進を図るため、基本実験実施機関以外の機関の協力も得て、応用実験として、衛星通信システムの技術要件及び運用要件に関する実験、衛星通信技術の開発に資するための実験等、種々の利用形態に対する衛星通信システムの適用性について実験を行うこととしている。

実験用静止通信衛星（ECS—b「あやめ2号」）は、55年2月22日宇宙開発事業団種子島宇宙センターから国産のN—Iロケットにより打ち上げられたが、打ち上げ3日後に静止軌道へ投入するためアポジモータに点火した直後、同衛星からの電波が途絶し、所期の目的を達成することは不可能となった。

不具合の原因については、宇宙開発委員会における調査の結果、衛星に組み込まれたアポジモータが異常燃焼したことが原因となって衛星が破損し、遂には電波が途絶するに至ったものと推測されている。

郵政省では、本衛星計画のもつ重要性にかんがみ、今後ミリ波帯の電波を利用する衛星通信技術の研究を行うこととして、ミリ波帯中継器等をとう載する実験用静止通信衛星Ⅱ型（ECS—Ⅱ）を61年度に打ち上げることを目標に、所要の開発研究を行いたい旨の要望を宇宙開発委員会に提出するとともに、そのための準備として電波研究所の地上施設を活用し、ミリ波衛星通信システムの開発に資するための各種の実験を行うこととしている。

### 3 実験用放送衛星の運用

実験用中型放送衛星（BS「ゆり」）は、教育、難視聴対策等の放送需要に対処するため、実用放送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が進められてきたものである。

B Sは、53年4月8日に静止軌道上に打ち上げられ、同年7月20日から郵政省がNHK等の関係機関の協力を得て、各種の実験を行ってきた。

主な実験項目は、①衛星放送システムの基本技術に関する実験、②衛星管制技術及び衛星放送システムの運用技術に関する実験、③放送衛星電波の受信に関する実験等で、これまで、当初の実験計画の大半を実施して、放送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。

現在までの実験の結果、衛星放送システムの基本技術に関する実験では全国各地において測定した衛星電波の電界強度は、ほぼ計算値どおりの結果が得られており、無線周波帯伝送特性、ベースバンド伝送特性等の諸特性もほぼ予測どおりの良好な結果が得られている。

また、将来の新しい放送システムや放送技術を開発するため、高品質テレビ信号の伝送実験、静止画放送信号の伝送実験、高品質ステレオ音声信号の伝送実験等の特殊伝送方式の衛星回線への適合性を検討するための実験を行い、いずれも良好な結果が得られている。

降雨、降雪等の気象条件下における衛星電波（準ミリ波）の伝搬特性については、全国の各受信局において気象データとともに連続自動記録によってデータを取得しており、これまでにアンテナへの着雪による受信への影響などに関する貴重なデータも蓄積され、逐次解析が進められている。

衛星放送システムの運用技術に関する実験では、全国の2か所以上の地球局からテレビ信号を送出した場合に、テレビ信号の切替えが円滑に行えるようにするためのマルチアクセス制御装置の性能確認を行い、地上と衛星間の電波伝搬の遅延時間差があっても、視覚上問題のない極めてスムーズな切替えが可能であることが実証されている。

また、放送衛星電波の受信に関する実験では、日本全国の難視聴地域において、B Sからのカラーテレビ信号を簡易受信装置を用いて受信し、受信の状況、難視聴解消効果、受信電界強度及び受信の技術条件などについて調査を行い、衛星放送による難視聴地域解消に関して、極めて有効なデータが得

第2-7-3表 CS・BS・ISS-b 諸元

衛星 項目	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 近地点 980km 周期 約105分 傾斜角 70度
重量	約 340kg	約 355kg	約 141kg
ミッション機器周波数・空中線電力・伝送容量等	準ミリ波 (30/20 GHz) 6系統 1系統あたり 2.5 W以上 日本本土 1系統あたり電話換算 500 回線	マイクロ波 (6/4 GHz) 2系統 1系統あたり 3.0 W以上 日本本土 日本全土	14/12GHz カラーテレビ信号 2チャンネル 1チャンネルあたり 100W (受信可能なアンテナの大きさ) 日本本土の大部分 直径 1 m ～1.6 m のパラボラアンテナ
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	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
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		55. 6. 17 昨年 6 月の B 系統, 本年 5 月の R 系統 に続いて A 系統の トランスポンダが 機能を停止した。	

られている。また、太陽と衛星と受信アンテナが直線上に位置するときが、春分の日の前と秋分の日後に生じるが、この場合の太陽雑音の影響についての調査のほか、建造物、樹木、航空機等による受信への影響についてもデータの取得を行った。

このほか、テレビ同期信号による衛星と地球局間の測距等の衛星の管制技術についての実験も行い良好な結果が得られている。

BSによる実験は、約2年間にわたって順調に続けられてきたが、テレビジョン信号を伝送するためのトランスポンダについては、55年6月17日にその機能を停止したため、その後は、衛星の軌道位置・姿勢の制御、衛星各部の動作特性の確認等の衛星の運用管制技術に関する実験等を継続して実施することとしている。

#### 4 電離層観測衛星の運用

電離層観測衛星 (ISS—b「うめ2号」) は、53年2月16日に打ち上げられ、約2年を経過した現在も衛星各部機器は順調に動作している。

ISS—b は、限られた地球局で運用するために衛星の1周回分の観測データを、とう載テープレコーダに記録し、地球局の可視域内で全記録データを地上に降ろすことができ、また、観測経度を任意に選択するため観測記録開始時刻を遅延コマンドで指示できるように設計されている。

コマンド、テレメトリ等の衛星管制運用は、電波研究所鹿島支所において行ってきたが、それに加えて54年4月からはカナダ国オタワ市の通信研究センターにおいても行われ、54年度中に629地球周回分の観測データを取得した。データの処理、解析は電波研究所本所で行っている。

ISS—b の電離層観測 (TOP) により、衛星軌道に沿って衛星直下点における電離層臨界周波数 ( $f_0F_2$ ) が得られる。観測は毎日3ないし4周回について行い、軌道に沿った  $f_0F_2$  の分布が得られている。その結果は毎日電波研究所平礎支所にファクシミリ伝送され、電波警報資料として利用している。また、 $f_0F_2$  データを4か月間蓄積した後、電離層臨界周波数の世界分布

図を作成しているが、現在までに北半球の秋と冬を代表する  $f_0F_2$  のアトラスをそれぞれ第一部、第二部として出版した。この結果から短波の伝搬状況を予測することができる。このほか、電離層観測によって得られるイオノグラム（周波数対エコー見掛け距離の関係を示すデータ）から散乱エコーを検出することにより、散乱発生ひん度の世界分布図を得た。また、電波雑音観測（RAN）により、雷放電に伴う空電を検出し、空電発生ひん度の世界分布図を得ており、さらにイオン組成観測（PIC）及びプラズマ観測（RPT）では、衛星近傍に存在するイオン（水素イオン、ヘリウムイオン、酸素イオン等）の組成及び電離気体（プラズマ）の密度、温度も測定され、これらの諸量の世界分布図を作成した。

また、電波研究所では、44年及び46年に打ち上げられたカナダの国際電離層研究衛星（ISIS—1, 2号）の計画に当初から参加しており、現在も鹿島支所及び南極昭和基地において、これらの衛星からの電波を受信し、磁気テープに記録している。

54年度中、鹿島で ISIS—1 を 119 パス、ISIS—2 を 217 パス、昭和基地では ISIS—1 を 257 パス、ISIS—2 を 267 パス受信した。記録されたテープには電離層サウンダ及び VLF（ホイッスラー等自然電波）の観測データを含んでおり、データ処理は電波研究所本所において行っている。これから作られたトップサイドイオノグラム及び磁気テープのコピーは内外の研究機関（国立極地研究所、カナダ国通信研究センタ、米国宇宙科学データセンタ、米国海洋大気庁、英国アップルトン研究所）に送られて、既に多くの成果が発表されている。

## 5 衛星通信の研究

### (1) 通信方式

#### ア. 固定衛星通信方式

郵政省では、電波研究所鹿島支所を中心に電電公社の協力を得て、52年12月に打ち上げられた実験用中容量静止通信衛星（CS「さくら」）を用い

て、固定衛星通信方式に関する実験研究を行っている。増大する通信需要に対処するため、実用通信衛星の打ち上げに至る過程として、準ミリ波等の周波数帯を使用する衛星通信技術を確立するため、衛星通信回線設定に必要な基本パラメータ、すなわち、宇宙環境下でのとう載ミッション機器の特性、通信システム伝送特性、準ミリ波の衛星・地上間伝搬特性等を明らかにし、衛星通信システムの運用技術、衛星運用管制技術及び大容量局、小容量局に適した通信方式、衛星通信回線での特性測定方法等の研究開発を進めている。大容量局衛星通信用として FM—FDMA（周波数変調—周波数分割多元接続）、PCM—TDMA（パルス符合変調—時分割多元接続）方式を中心に、また小容量小規模局衛星通信用として、FM 及び PCM による SCPC（1 つの搬送波で電話 1 チャンネル相当の情報信号を伝送する方式）、MCPC（1 つの搬送波で電話数チャンネル相当の情報信号を伝送する方式）及び SSRA（周波数拡散ランダム接続）方式等についても研究を進め、その改良方式の検討を進めている。利用形態としては、大容量局間通信、離島通信、非常災害通信の各方式について基礎実験を行い、貴重なデータを取得している。

54年度までの2年間の実験研究の成果により、準ミリ波利用に関する実用のめどを得、57年度打ち上げ予定の通信衛星2号にその成果が反映されることになった。55年度からはCS応用実験として電電公社のほか、他の機関の参加も得て、より具体的な利用形態も考慮した実験研究を進める予定である。

#### イ. 衛星放送方式

郵政省電波研究所においては、53年4月に打ち上げられた実験用中型放送衛星（BS「ゆり」）を利用して衛星放送方式の研究を進めている。

BSは将来の実用放送衛星の導入のための衛星放送技術を確立することを目的とした衛星で、BSを用いて映像及び音声信号の伝送特性、14/12GHz帯電波の伝送路における降雨減衰、降雨散乱などの電波伝搬特性、衛星とう載ミッション機器特性等の衛星放送システムの基本技術に関する実験、衛星の軌道・姿勢の制御、ハウスキーピング等の衛星管制技術の開発実験、地上

送信局の電力制御、チャンネル切替え、衛星トランスポンダ制御等の衛星放送システムの運用上必要となる制御技術に関する実験、受信品質の評価等の放送衛星電波の受信に関する実験を行っている。

BSの実験で得られた成果は、実用放送衛星計画の策定及び実用衛星放送システムの確立に反映されている。

## (2) 管制

郵政省電波研究所鹿島支所及び電電公社横須賀電気通信研究所では、人工衛星の運用管制技術に関する実験と研究を行って来た。鹿島支所では実験用中容量静止通信衛星(CS)及び実験用中型放送衛星(BS)の管制に関しては、既に習得した基礎技術に加えて、小型で高精度の衛星軌道決定プログラム(KODS)の開発を行い、運用並びに管制実験に用いている。このほか、CSを用いた管制実験では、主局(鹿島支所)の1局による測距データと、Kバンドの角度データを併用した方法、あるいは衛星を經由して子局(鹿児島県山川)で折り返した簡易な2局による測距の方法等によって、高精度な軌道決定、軌道保持の実験・研究を行っている。現在の保持範囲は $\pm 0.1$ 度であるが、これを更に1けた高めるための超精密軌道保持実験を今後実施する予定である。また、CSはスピン安定衛星であり、これをうまく利用して、地上からの管制コマンドにより衛星の姿勢を南北方向に $\pm 1$ 度傾け、かつ、衛星アンテナを東西方向に $\pm 1$ 度の範囲で振って、地上の数か所で受信される電界強度をもとに、アンテナパターンの測定を行ったが、このような測定は世界でも初めてと考えられる。BSについては、放送という性格上、地上での受信レベルの安定性が重要であり、殊に三軸静止衛星の場合のレベル変動の要因を解析中である。その成果は、BS-2以降の放送衛星に反映していくことにしている。

さらに、低高度の周回衛星を対象として、データの中継を効率的に行うため、静止衛星を中継局として利用する追跡及びデータ中継衛星システム(TDRSS)についての調査研究も前年度に引き続き行った。

横須賀電気通信研究所では、米国の技術試験衛星ATS-1を用いた軌道



決定実験及びCSを用いた管制実験により取得した技術を基に、静止衛星の特徴に着目した新しい軌道決定および姿勢決定アルゴリズムを開発し、従来大型計算機に依存していたこれらの処理をすべてミニコンで運用可能なシステムを開発した。今後、スピン衛星の姿勢保持範囲の限界をは握するため、このシステムを用いてCSの姿勢保持範囲（現在は $\pm 0.1$ 度）をさらに狭めた精密姿勢制御実験を実施する予定である。また、副固定局（横須賀電気通信研究所）では、1局の測距データに追尾アンテナの角度データを併用する軌道決定法に加えて、TDMA通信中の複数の地球局で取得する送受両パーストの遅延時間データを用いる軌道決定法を確立した。後者の方法には特に測距専用の装置及び回線を設定することなく軌道決定及び制御が実施可能という利点がある。

### （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、システムの基礎実験を51年度から始め、有効性が確かめられつつある。また、宇宙開発事業団（NASDA）の協力を得て、56年度打ち上げ予定の技術試験衛星（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総合実験のための地上施設の整備を進めている。

### （4）ミリ波通信

ミリ電波は、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、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、その技術開発が進められている。ミリ波電波の利用で最大の障害は、気象環境による影響、特に、降雨による減衰の大きいことである。衛星通信回線では、地上回線に比べ降雨域の通過距離が短かく、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。その成果を基に実験用静止通信衛星（ECS「あやめ」）によるミリ波利用衛星通信実験を行うよう準備を進めてきた。ECSは54年2月に打上げられたが、打上げ後の静止軌道への投入に失敗し、所期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、ECS-bの打上げに備えた。ECS-bは55年2月に打上げられたが、再度、静止軌道への投入に失敗したためECS代替実験として55、56年度は、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、順調に運用中の実験用中容量通信衛星（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、それによるミリ波帯電波の干渉効果の検討及びミリ波等太陽電波の観測に関する実験研究を進める予定である。こ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の確立を図ることとしている。

#### （5） 小型船舶・航空機等との通信（航空・海上技術衛星（AMES））

大洋にある船舶、航空機との通信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であるため、データ通信等新たな通信需要にこれえることが困難であり、また、通信量の増大に対処する事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、一部利用され始めている。

我が国においても航空海上技術衛星（AMES）の技術的な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年度は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とう載用トランスポンダBBM（ブレッドボードモデル）の試作及び検討を行った。54年度においては、AMES 衛星模擬装置及び船上設備の試作等を行った。

55年度には、54年度試作機器を利用したLバンド電波の伝搬実験、通信実験を行うほか、Lバンド高能率高電力増幅器BBMの試作等を行う。56年度には海上通信実験、AMESシステム設計及び衛星とう載用LバンドトランスポンダEM（エンジニアリングモデル）の開発に着手する予定である。

#### （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、低トラフィックユーザの数が増加し、さらに、一つの端末で多数のコンピュータと通信したいとの要望がでてきている。

郵政省電波研究所では多数の低トラフィックユーザに柔軟な結合が可能であり、かつ回線の有効利用が図れるネットワークを提供するために、衛星利用コンピュータ・ネットワークの研究を進めている。54年度は多数の低トラフィックユーザが敷地内に小型の地球局を設置して、中央のコンピュータを使用する集中型ネットワークを実現するのに必要なサブネットワークのプロトコルの検討を行った。さらに、CSのKバンドSCPC回線を用いて実験を行うためにセンタ局1局、小規模局2局より構成するコンピュータ・ネットワーク実験システムの開発に着手した。

また、電電公社では通信伝送速度 4.8kb/s から 1.544Mb/s までの各種コ

ンピュータ・ネットワークの研究を行っている。54年度は、これらの通信に対する DCNA の適用性、パケット通信用プロトコルの研究を開始するとともに、各種速度の信号を自由に通信できるデマンドアサイン TDMA 装置、加入者に設置できる小形地球局の試作を行った。

#### (7) 国際通信用 TDMA 方式

インテルサットでは、通信方式として従来の FM/FDMA 方式に比べ回線利用効率が高く、対地及び回線の変更並びに増減に対して柔軟性があり、デジタル通信にも適している時分割多元接続方式 (TDMA 方式; Time Division Multiple Access) をインテルサット V号衛星を用いて、59年には運用を開始することを予定している。

国際電電は、従来から TDMA 方式について研究を行ってきており、同社が開発した国際通信用 TDMA 方式は、インテルサット用 TDMA 方式の仕様化の基となっている。今回この仕様書改訂の作業が行われ、特に変復調、誤り訂正、バースト同期、DSI 等の分野で国際電電は、これまでの研究成果の多くを新システム仕様書に反映させて TDMA 方式の決定に寄与した。

また、TDMA 方式開発の一環として、インテルサットから委託を受けていた誤り訂正方式の研究は、誤り訂正装置の試作を行って54年8月に完了させた。

#### (8) 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ますます増加するものと予想されている。軌道の有効利用をはかるうえから、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。

このため、国際電電は任意の許容しうる干渉量のもと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具体的手法を実現するためのソフトウェアをすでに開発している。これに加え、所定の軌道間隔にある衛星の使用する電波の干渉量が最小となるよう、搬送波の周波数配置を最適化するソフトウェアを開発した。

#### (9) BSによる時刻及び周波数標準の供給

最近、基礎科学、通信、運輸、測地、地震予知、宇宙科学等の各方面での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の必要性が高まりつつある。

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。従来の地上電波にかわり、静止衛星を用いた標準供給方式は広域性、通信の質、供給精度並びに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4月に打ち上げられた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刻、周波数標準の供給システムについて検討と一部実験を行い、簡易な受信装置により国内全域にわたり、周波数では  $2 \times 10^{-10}$  ないし  $1 \times 10^{-11}$  の高精度利用が可能となる見通しを得た。

#### (10) 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に記録する。この二つの受信テープの相関から、電波の二地点への到達時間差が高精度に求められる。VLBIシステムは当初電波天文の研究に用いていたが、近年二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など多方面の応用が期待されている。

現在、国内では54年から始まった第4次地震予知5か年計画に関する測地学審議会の答申に「宇宙技術によるプレート及び地殻変動観測」の新たな要請があり、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、1983年から日本（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などを調べることが合意された。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、現在、米国側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か年計画を実施している。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、これを利用して当面衛星軌道及び電波の位相ゆらぎなどの測定のためのシステム開発を行ってきた。日本で最初の VLBI システム（K-1）を用いた国内実験は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間で行い、人工衛星の雑音電波の到達時間決定誤差  $\pm 5\text{ns}$  を得た。また電波星の受信データ処理からもよい結果が得られた。次いで、電波の位相ゆらぎなどの測定のため、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、鹿島一平磯間で実験して到達時間差決定誤差  $\pm 0.2\text{ns}$  以下を得た。

電波研究所は以上のような技術と実績を持っており、現在開発している超高精度電波干渉計システム（K-3）に寄せる内外関係者の期待は大きい。

## 6 宇宙通信の実用化の促進

### (1) 通信衛星及び放送衛星の実用化の促進

48年以來、我が国は実験用中容量静止通信衛星（CS）及び実験用中型放送衛星（BS）の開発を行い、現在までにこれらの衛星を利用して各種の実験を実施して、多くの貴重な成果を得ているところである。これらの実験用衛星の開発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、通信衛星2号（CS-2a 及び CS-2b）を57年度及び58年度に、また、放送衛星2号（BS-2a 及びBS-2b）を58年度及び60年度に打ち上げ、それぞれ実用に供していくこととしている。

通信衛星は、①地上の災害の影響を受けにくいこと、②地理的障害に左右されず遠距離、広範囲通信が可能であること、③通信量の時間的及び場所的変動に対する適応性に富むこと等の特徴を有することから、通信衛星2号

(CS—2)については、当面、非常災害時における通信の確保、離島、辺地等との通信回線の設定及び平常時における臨時回線の設定等を目的として、電電公社が開設する国内公衆通信業務用通信回線及び行政機関等が開設する公共業務用通信回線に利用することとしている。

また、放送衛星は、1個の衛星により高仰角で日本全土をカバーできるという特質を有するので、その打ち上げは、全国規模でのテレビジョン放送の難視聴解消に有効であることから、放送衛星2号(BS—2)については、当面、辺地や離島におけるNHKのテレビジョン放送の難視聴解消に利用することとしている。また、この衛星の打ち上げにより、非常災害時における放送の確保等のための利用などが期待される。

CS—2及びBS—2は基本的には、それぞれ、CS及びBSと同規模・同機能の衛星であるが、打ち上げロケットを変更すること、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等から、CS、BSに対しそれぞれ所要の設計製作上の改修等が行われている。

CS—2及びBS—2の概要を第2—7—4表に示す。

## (2) 通信・放送衛星機構の設立

郵政省は、通信衛星及び放送衛星の実用化を積極的に推進してきたところであるが、その利用の推進に当っては、

- ① 静止軌道及び宇宙通信用周波数を有効に利用する必要があること。
- ② 多額の資金、最新の技術及び要員を集約し、これを効率的に活用する必要があること。
- ③ これら実用の衛星には、複数の利用者が予想されるが、当該利用者の利害を公正に調整する必要があること。

等の観点から実用の通信衛星及び放送衛星の管理、運用を一元的かつ効率的に行う機関を新たに設置することとした。

また、同機関の法的形態については、

- ① その実施する業務は、利用機関からの料金によって運営されるという事業経営的性格を有することから、国以外の機関の協力を得ることによ

第2-7-4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	本機 (CS-2a) 東経130度 予備機 (CS-2b) 東経135度	本機 (BS-2a), 予備機 (BS-2b) とともに東経110度
重量 (静止軌道上初朝重量)	約 350kg	約 350kg
トランスポンダ数	8 (マイクロ波帯 2, 準ミリ 波帯 6)	3 (現用 2, 予備 1) (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 チャンネル同時送信
空中線電力	マイクロ波帯 3W 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 原島等の離島においては直径 約 4.5m のパラボリアンテナ にて受信可能)
設計寿命	3年以上5年を目標	3年以上5年を目標

て、一層の発展が期待されること。

- ② 事業の公共的性格にかんがみ、国の監督と助成が及ぶ組織とする必要があること。

等を考慮して、特別法に基づき、民間の発起人の設立許可申請に対し、郵政大臣がその設立を認可するとともに、所要の監督及び助成が及ぶ法人とすることとした。

郵政省は、以上のような考え方にに基づき、54年の第87通常国会に同法人の設立、管理等について規定した「通信・放送衛星機構法案」を提出した。



同法案は54年6月6日に可決成立し、同6月12日付で公布され、同7月1日に施行された。同法案の施行に伴い、郵政大臣の認可を得て同8月13日に通信・放送衛星機構（以下「機構」という。）が発足した。

### （3）通信・放送衛星機構の概要

#### ア. 主要業務

- (ア) 通信衛星及び放送衛星を他に委託して打ち上げること。
- (イ) 通信衛星及び放送衛星の位置、姿勢等を制御すること。
- (ウ) 通信衛星及び放送衛星に搭載された無線設備をこれを用いて無線局を開設する者に利用させること。

#### イ. 資本金

機構の資本金は、昭和54年度分 8.4 億円、昭和55年度分 9.6 億円の計18億円であり、昭和58年度までに約70億円に増資される計画であり、機構の事業運営に必要な基本財産を形成する衛星の管制用地上施設の建設に充当される予定である。

この資本金は、政府及び政府以外の者が5対5の割合で出資しており、政府以外の出資者としては、電電公社、日本放送協会及び国際電電となっている。

## 第 4 節 電磁波有効利用技術

### 1 陸上移動業務の狭帯域化通信方式

近年におけるVHF帯及びUHF帯陸上移動業務用周波数の需要の増大に対処するため、従来セルコール方式の導入、集中基地方式の採用等を行うことによって周波数の有効利用を図ってきているが、さらに、今後の需要増に備えた新たな狭帯域化通信方式の開発等周波数の一層の有効利用を図る必要に迫られている。このため、51年3月電波技術審議会に対し「VHF、UHF帯における狭帯域化通信方式」について諮問がなされた。

同審議会は、本諮問にこたえ、考えられる各種の狭帯域化通信方式のうち、主として 400MHz の現行 FM通信方式の狭帯域化について重点的に審議することとし、CCIR の勧告等を考慮してチャンネル間隔 12.5kHz（現行方式のチャンネル間隔は 150MHz 帯で 20kHz、400 MHz 帯で 25 kHz である。）を前提とする FM送受信機の主要な技術特性の検討を進めた。

52年度及び53年度においては、400MHz 帯の FM送受信機を製作し、各種の耐妨害波特性等狭帯域化に必要な技術特性についての室内調査を実施するとともに、走行中の狭帯域化方式による音声受信品質について現行方式との比較評価の野外調査を実施した。

54年度は、狭帯域 FM送受信機の規格案の作成のため、隣接チャンネル干渉に関する補足の調査を実施するとともに、チャンネル間隔 10 kHz の狭帯域 FM通信方式の実用の可能性について調査を実施した。さらに、400MHz 帯 FM通信方式を狭帯域化した場合の周波数利用効率について、電子計算機

第2-7-5表 狭帯域FM通信方式の送受信機に関する主要な技術特性の規格

区 分		規 格	
チャンネル間隔		12.5kHz	
送 信 機	周波数の安定度	$\pm 3 \times 10^{-6}$	
	最大周波数偏移	±2.5kHz	
	最高変調周波数	3kHz	
	占有周波数帯幅	8.5kHz	
	隣接チャンネルへの漏えい電力	60dB	
	スプリアス発射の強度	送信出力25W以下	2.5μW
		送信出力25Wを超えるもの	70dB
受 信 機	局部発振器の周波数安定度	$\pm 3 \times 10^{-6}$	
	感 度	2μV	
	通過帯域幅 (6 dB 低下)	3kHz	
	隣接チャンネル選択度	60dB	
	相互変調特性	70dB	
	スプリアス・レスポンス	70dB	
	副次的に発する電波等の限度 (擬似空中線使用)	4nW	

シミュレーション実験を実施した。

この結果、狭帯域 FM 通信方式に関する技術的条件について結論が得られたので、55年3月郵政大臣に対し答申された。なお、送受信機に関する主要な技術特性の規格については、第2—7—5表に示すとおりである。

また、リンコンベックスによる SSB 通信方式等、その他の新しい狭帯域化通信方式についても、引き続き調査が行われる予定である。

## 2 コードレス電話方式

社会生活の多様化により各種の電話サービスが導入されているが、現在の電話機とローゼットを結ぶ有線部分を無線方式にするいわゆるコードレス電話に対する需要が高まってきたことから、電電公社では、公衆通信業務としての十分な品質の確保、消費電力の低減、価格の低廉化等が可能な技術開発を実施し、コードレス電話の実用化を図った。

コードレス電話は、コードレス電話用接続装置とコードレス電話機で構成され、さらに、コードレス電話用接続装置は送信機、受信機、信号変換装置及び空中線、また、コードレス電話機は、送信機、受信機、信号変換装置、ダイヤル、送受話器及び空中線から組み立てられており、その主な諸元は第2—7—6表のとおりである。

郵政省では、コードレス電話が公共の利益及び利便に適合しているものと認め、その需要に対処するため、新たに 250MHz 帯及び 400MHz 帯の周波数を効率的利用方策を講じた上で割り当て、55年5月から、東京23区、横浜市、名古屋市及び大阪市において、コードレス電話用無線局の開設の許可を与えることとした。今後、全国の主要都市に普及していくものと考えられている。

第2-7-6表 コードレス電話方式の概要

項 目	諸 元
構 成	コードレス電話用接続装置及びコードレス電話機
使用周波数	400MHz 帯 (コードス電話用接続装置; 送信用) 250MHz 帯 (コードレス電話機 ; 送信用)
変 調 形 式	位相変調 (最大周波数偏移 $\pm 5\text{kHz}$ )
送 信 出 力	3mW
通 信 方 式	同時送受話方式
通 話 品 質	無線区間 S/N=40dB 以上, S/N=40dB 以下はスケルチにより接続しない。
ゾ ー ン 構 成	低層 150m × 150m, 高層 300m × 300m
移 動 範 囲	コードレス電話用接続装置を中心にして無線区間 S/N=40dB 以上確保できる範囲 (通常 20m 程度)
誤 接 続 対 策	各接続装置と電話機間に固有の制御信号 (帯域内トーン信号を使用) を設け, 誤接続及び不正使用の防止を行う。
呼 出 音	トーンリング (1,336Hz のトーンを 16Hz で断続)
電 源	コードレス電話用接続装置 AC100V (停電時は内蔵の電池で約1時間使用可能) コードレス電話機 DC3.0V (単1型電池2個, 約1か月間使用可能, ただし, 1日10通話3.5分/1回として)
重 量	コードレス電話用接続装置 約 1.5kg コードレス電話機 約 2.1kg (600A形, 600P形)

### 3 車両位置等自動表示システム (AVM システム)

AVM (Automatic Vehicle Monitoring) システムは、電波を利用して運行中の車両の位置及び動態 (実車, 空車又は作業中等) その他の情報を自動的にセンタに収集表示するシステムであるが、車両の効率的な運行管理に極めて有効なものであることから、最近各事業においてこのシステムを導入しようとする気運が高まってきている。

AVM システムは、既に米国、欧州等の諸外国はもとより、我が国においても、警察庁、電力会社、タクシー会社等により45年ごろから一部の地域において実用に供されているが、今後の急速な普及が見込まれることから、郵政省においては、電波の有効利用上最も適した方式及び技術条件等を定め、

AVM の発展普及を図る必要があり、51年ごろからAVM システムに関する本格的調査検討に取り組んできた。この結果、AVM システムの需要が多いと予想される大都市においては、共同利用及び電波の有効利用上から分散送信方式が最も適したものであるとの結論を得たが、我が国では実施例がないため、その有効性の確認と技術資料を得る調査を行う必要性が認められた。このため、54年3月に財団法人移動無線センターを中心とし、タクシー関係等のユーザ、AVM 関係メーカ等計20の団体からなる「AVM 実験協議会」が設立され、54年9月以来東京において分散送信方式に関する総合的な実験

第2-7-7表 サインポスト装置の主要規格

項	目	概 要
送信装置	送信周波数	426MHz
	電波の形式	F2
	占有周波数帯幅の許容値	16kHz
	空中線電力	1W以下
	最大周波数偏移	±3.5kHz
	副搬送波変調方式	FSK
	副搬送波中心周波数	1,700Hz
	副搬送波の周波数偏移	±200Hz
	符号伝送方式	デジタル信号方式
	符号伝送速度	200 b/s
空中線系	指向特性	原則として水平面無指向性
	偏 波 面	原則として垂直
位置信号 の 構 成	1ビット	スプリット・フェーズによるNRZ方式
	1フレーム	55ビット
	フレーム同期信号	15ビット
	地域信号	10ビット、(BCDコード+パリティ符号)×2けた (00~99)
	地点信号(X, Y)	15ビット×2、(BCDコード+パリティ符号)×3けた×2 (000~999, 000~999)
電 源 部	入力電源	AC100V, 50/60Hz

が行われ、55年3月実験に関する報告書が提出された。

実験結果については、期待どおり分散送信方式の有効性と汎用性が確認されたほか、実用に際してサインポストが適切に設置された場合には、更にその有効性が高まることが明らかにされた。

郵政省においては、この実験調査結果に基づいて、55年6月AVMシステムに係る無線局の免許申請等に関する処理方針を決定したが、同方針の中で、今後大都市においてAVMシステムを導入する場合には、原則として分散送信方式又は半自動方式によることとした。

なお、分散送信方式による場合のサインポスト用無線設備の主な規格は第2-7-7表のとおりである。

#### 4 自動車公衆無線電話方式

社会活動の広域化、生活様式の高度化、多様化に伴い、即時性及び広域性に優れた公衆移動通信サービスの実施を要望する声が高まっており、今後ますます増大するものと推測される。

このような情勢を背景として、電電公社では、44年ごろから800MHz帯の周波数を使用する大容量の自動車公衆無線電話方式の研究を開始した。50年10月からは実験局を開設して、首都圏において小ゾーン方式によるサービスエリアの確認試験等の実験を行ってきたが、52年には本方式に関する研究、開発をおおむね終了し、実用化への見通しを得るに至った。

自動車公衆無線電話方式は、自動車公衆無線電話と全国即時網の一般加入電話との間、及び自動車公衆無線電話相互間をダイヤルにより自動接続が可能であり、かつ、通話品質として一般加入電話と同等の明瞭度を目標としている。このシステムによるサービスを全国規模で実施するためには、移動局の自動位置登録及び無線ゾーン通過に伴う通話チャンネルの自動切替等複雑な制御が必要であり、かつ、大容量の移動局が対象となるので、接続制御は、専用の無線チャンネルで行うことが無線回線の使用効率上有利であることから、通話用チャンネルとは別に制御用チャンネル（発信及び着信チャン

ネルにより構成)を設けて行われる。

そこで、電電公社においては、本サービスの開始に先立ち、53年10月に実験局を開設し、総合動作確認試験、通話品質試験、信頼度試験等の各種の実用化試験を実施し、良好な結果が得られた。

また、自動車公衆無線電話の導入に当たり、54年2月13日付で無線設備規則の一部改正を行い、自動車公衆無線電話用無線局の無線設備に関する技術基準が定められた。

自動車公衆無線電話サービスは、54年12月から東京23区において開始され、引き続き55年度には大阪地区と東京周辺都市に、56年度には名古屋地区と大阪周辺都市等においてサービスが開始される予定であり、さらに、以後需要の動向を考慮しつつ逐次全国の主要都市、主要幹線道路等に拡大されていくことが期待されている。

なお、大阪地区のサービス開始と東京周辺都市にサービスを拡大するに当たり、55年4月から大阪地区において実験局34局(基地局相当10局、陸上移動局相当14局及び機能試験用固定局相当10局)を開設し、総合動作確認試験を行うほか、無線回線制御局、無線基地局等の各種設備を増設する場合の試験手順、機能確認方式等の確立並びに将来の公衆電話方式に対する課金信号及びファクシミリ信号の伝送試験を実施中である。

## 5 漏えい同軸ケーブル方式による新幹線の列車無線システム

漏えい同軸ケーブル(Leaky Coaxial Cable。以下「LCX」という。)方式は、従来、地下街等における消防活動をより円滑に行うための無線通信補助施設や、列車無線システムにおけるトンネル内の不感対策等陸上移動通信システムの一部に導入され、通信系を補完するため有効に利用されてきた。

LCX方式による移動通信システムは、施設費が高いこと等の不利な点はあるが、

- ① 電波の放射がケーブルに沿ってほぼ一様であるため、地形等の影響を受けることなく、良好な回線品質を全区間にわたり一様に得ることができる

こと。

- ② 従来の空中線を使用する方式の場合のように、必要としない地域にまでも電波を放射することはないこと。
- ③ 電波の漏えい周波数帯域を広くすることができ、更に電界のレベルが一律なため相互変調が少なく、多くのチャンネルが一括して伝送できること。
- ④ スロット（ケーブルの外部導体の、電波の放射又は受信用の窓）の形状により、電波の漏えい比率を加減することができること。

などの特徴があり、周波数の有効利用、高品質の通信の確保に優れた性質を有している。

国鉄においては、この LCX 方式の特徴に着目し、56年10月開業を目標として建設を進めている東北、上越新幹線の列車無線については、トンネル区間の多いことのほか、東京周辺部においては、電波がふくそうしていることなどから、全区間に LCX 方式を採用することとしている。このため、まず栃木県小山市の 43 km の試験線区に53年6月、実験局（基地局相当1局、移動局相当2局で、いずれも 400MHz 帯 24チャンネル用）を開設し、LCX 方式による新幹線列車無線システムの各種の確認試験が行われ、良好な結果が得られた。さらに、LCX 方式による総合列車無線システムの実用化に備え、東北新幹線仙台—北上間の雪対策実車走行試験線区 113.5 km においては、LCX の雪による影響等の調査が、また、上越新幹線長岡—新潟間 62 km の雪害対策実車走行試験区間においては、消雪設備を付加することによる LCX の動作確認試験が行われる予定である。

## 6 マイクロ波通信方式

公衆通信用マイクロ波多重通信回線は、29年に 4GHz 帯で電話 360ch 又は白黒テレビジョン 1ch を伝送する方式が開発されて以来、現在までに 2, 4, 5, 6, 11, 15 及び 20GHz 帯が使用されるに至っている。これに伴い無線チャンネル当たりの伝送容量も着実に増大し、54年度には 4 及び 5 GHz



帯（搬送周波数間隔 40MHz）において電話 3,600ch を伝送する方式が実用化され、51年度に実用化された 6 GHz 帯（搬送周波数間隔 29.65MHz）と合わせて、1 ルート当たりの電話約 6 万 ch の伝送が実現した。これらは空中線系の交差偏波識別度、受信機雑音指数及び送受信機の直線性の改善、送信出力の増大等により、無線搬送波周波数間隔が周波数分割多重化したバンドの最高変調周波数の2.3～2.4倍にまで縮小し、周波数の有効利用を図ったものである。また、今後、増加すると予想される大容量のデジタル伝送路の需要に対しては、長距離幹線系用として53年度より5 GHz 帯において他のデジタル方式の2倍の周波数利用効率を有する16値直交振幅変調を用いたデジタル無線方式の伝送実験が行われており、55年度においても引き続き正規反射波の強い海上区間において伝送実験等を行い、実用化のための基礎資料を得ることとしている。

一方、マイクロ波多重通信方式は、治安維持、行政、公益事業等の分野でも広く利用されているが、今後も社会活動の高度化、複雑化に伴い、その利用は増大し、また、通信内容もデータ通信、画像通信等多様化していくことが予想される。これら公共事業等で使用されるマイクロ波回線の周波数帯としては2, 6, 7, 12 及び 15GHz 帯であり、通信容量は、電話チャンネル換算で300ch 以下の小中容量回線が多くを占めており、また、今後、ますますその必要性は高まっていくと考えられる。これらの小中容量回線の需要増大に対し、割当周波数間隔の縮小等、周波数の有効利用を図る観点から、51年度に郵政省は、電波技術審議会に対し「マイクロ波帯を使用する小中容量多重通信方式に関する技術的条件について」諮問したが、52年度には現在最も広く使用されている FDM—FM 方式について、53年度には最近需要増の著しい小容量回線に適用される PCM—4PSK 方式等について一部答申を得た。54年度からは、中容量回線について審議が始められ、現在までにデジタル方式としては TDM—4PSK 及びアナログ方式としては SSB 方式が有効であるとの一応の結論が得られ、詳細な検討が行われている。また、電波技術審議会の審議と並行して、53年度に対向形小容量 PCM—4PSK 方式に

ついて、日本電子機械工業会及び利用機関の協力を得て機器の試作、野外実験等一連の開発実験を実施し、本方式に関する免許処理方針の策定を行い、55年度には多方向型小容量 PCM—4PSK 方式について、同様の開発実験を実施することとしている。

## 7 移動体個別識別システム

最近、我が国において、マイクロ波帯を利用し、特定地点に設置した質問器から電波を発射し、自動車、貨車、コンテナ等の移動体に取り付けた無電源の番号応答器からその電波の再発射を受信することにより、個別番号を読み取る「移動体個別識別システム」の開発が行われている。

この装置が実用化されると、各種移動体の実態が自動的に検知されるので、高速道路出入登録、コンテナ運用管理等、移動体管理及び情報システムのセンサとして多くの用途が考えられる。

このシステムの一例として、マイクロ波番号自動識別装置の応答器が地上質問器送信装置（無線標定陸上局）から発射された断続波（繰返し数ミリ秒）を受信し、これを番号情報により周波数偏移変調（FSK）し、地上質問器へ再発射する方式である。

この方式の注目すべきところは、応答器が無電源である点である。応答器では質問器よりのマイクロ波をダイオードレクティブィア付アンテナで整流し、得られた直流及びパルス波で駆動させる点である。

この種のマイクロ波による近接通話は実用例が少なく、特に無電源の応答器の動作については例がないので、将来の実用化への基礎資料を収集する開発実験が進められている。

## 8 準ミリ波帯通信方式

電電公社では、年々増大・高度化する通信需要に対応するため、15GHz帯に次いで新しく20GHz帯を用いた長距離大容量デジタル通信方式の開発を行い、51、52年度に東京—横浜、大阪—神戸の2区間において商用試験

を行い良好な結果を得た。

20GHz 帯は、降雨による減衰が大きいため長距離回線には不相当と考えられてきたが、この方式は超高速 PCM 技術及び固体電子化技術の活用並びに PCM の性質と中継所構成の大幅な簡略化により約 3 km ごとに中継を繰り返し、長距離幹線系にも使用可能としたものである。

本方式は、第 2—7—8 表に示すように 1 システム当たり 400Mb/s (電話換算 5,760回線) の伝送容量を有し、1 ルート当たり現用 8 システムを用いて最大電話換算 4 万 6,080回線 を収容できる長距離大容量方式である。

今後、向上する情報化社会の中で、本方式は、多様化する各種伝送形式に適應する全国的なデジタル通信網の構成に有効であり、55年度には東京一宇都宮間をはじめとして、3 区間に導入される予定になっている。

さらに、公社ではデータ、ファクシミリ、画像通信等の新サービスの進展に伴い増大することが予想される広帯域デジタル加入者線の需要に対処するため、準ミリ波帯 (25GHz 帯) を用いて電話局と加入者を結ぶ加入者無線方式の開発を行っている。

加入者無線方式は、電話局を基地局とし四つの扇形ビームを用いて、半形約 7 km 内の事業所加入者等に広帯域デジタル加入者線を提供するものである。

本方式は、加入者当たり 64kb/s から数 Mb/s までの広帯域デジタル信号の伝送が可能であるとともに、加入者が散在していても即応性をもって経済的に対処できる特徴を有している。

技術的には DA—TDMA (Demand Assign Time Division Multiple Access) 方式を採用することにより、同じ周波数を多数の加入者で共用し、周波数の有効利用を図っている。また、マイクロ IC 化の技術を用いることにより、装置の小型・軽量化を図り、ビルの屋上あるいは屋内に容易に設置できるようにしている。

本方式について、55年度より現場試験が開始される予定になっている。

第2-7-8表 20GHz 帯長距離大容量デジタル通信方式の諸元

項 目	内 容	項 目	内 容
回 線 長	2,500km	中 継 形 式	検波再生中継方式
回線信頼度 (不かつ率)	0.3%/2,500km/年	変調方式 復調方式	4相 PSK 同期検波瞬時検出
中継区間距離	3 km (標準)	中間周波数	1.7GHz
使用周波数	17.7—21.2GHz	送信電力	22dBm
伝送容量	400Mb/s/ 1無線 チャンネル(電話 換算 5,700 回線)	受信雑音指数 空中線	8dB 1.8mφ カセグレン形 (送受共用)

## 9 ミリ波帯通信方式

ミリ波帯(36—40GHz 帯)は、固定・移動業務に分配されているにもかかわらず、これまで十分に活用されていなかったが、最近の半導体素子技術の急速な発達及び通信需要の増大とあいまって、その利用について、世界各国で研究開発が進められている。この周波数帯は、降雨による減衰が大きい反面、空中線の指向性が鋭く、耐干渉性の強い回線構成が可能であるという利点があり、比較的短距離の区間で多方向に多数の回線を設定できる可能性をもっており、長距離大容量の回線網と都市及び都市周辺部で利用される各種の通信機端末とを結ぶものとして、将来の開発利用が期待される。

54年1月、この周波数帯の利用開発を目的とし、この種のシステムとしては、我が国としては初の 39GHz 帯の周波数の電波を用いる小容量デジタル無線伝送システムの実験局が開設され、降雨減衰による回線信頼度及びシステムについての研究が開始された。

この実験に供されている装置の主な諸元は、第2-7-9表のとおりで、1システム当たり 1.544Mb/s(電話 24回線相当)の伝送容量を持ち、2相 PSK 信号として伝送するものであり、アンテナと無線送受信装置とは一体として軽量にまとめられており、設置も容易にできるように設計されてい

第 2—7—9 表 ミリ波帯小容量デジタル無線伝送システムの実験装置諸元

項 目		内 容
無 線 周 波 数 帯		38.6—40GHz
伝 送 容 量		24 回線
ビ ッ ト レ ー ト		1.544Mb/s
変 調 方 式		2 相 PSK
中 継 方 式		検波再生中継
受 信 方 式		ダブルスーパーヘテロダイン
標 準 中 継 区 間 距 離		4 km
送 信 出 力		+7 dBm
受 信 機 雑 音 指 数		12 dB 以下
ア ン テ ナ		直径 450mm
周 波 数 安 定 度		$2 \times 10^{-4}$ 以下
所 要 C/N		10 dB (BER= $10^{-3}$ )
中 間 周 波 数		320 MHz (第 1), 70 MHz (第 2)
電 源 電 圧		-48 V DC
消 費 電 力		約 50W (ヒータ使用時 80W)
外気温度 範 囲	規 格 満 足	-10~+40°C
	安 定 動 作	-30~+50°C
外 形 寸 法		527mm (H) × 527mm (W) × 660mm (D)
重 量		35 kg

る。

我が国の平均的な降雨条件において、この装置による年間の回線信頼度の推定値は、第 2—7—10 表のとおりである。

実験の結果、十分実用に供せる見通しが得られたので、55 年度には中央防災無線網の一部として 8 省庁間を結ぶ回線に利用される予定になっている。また、電電公社では、電話局と電話局との間の広帯域デジタル伝送路とし

第2-7-10表 ミリ波帯小容量デジタル無線伝送システムの回線信頼度

伝 ば ん 距 離	年 間 回 線 信 頼 度
1 km	99.9999%
2 km	99.998 %
3 km	99.99 %
4 km	99.96 %
10 km	99.6 %

て利用するため検討が進められている。

## 10 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、放送メディアの多様化が期待できる。

信号重畳の方式としては、本来の放送番組との中の相互妨害がなく、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や音声信号の副搬送波等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、音声多重放送、文字放送、静止画放送及びファクシミリ放送の4種類が主に考えられている。

#### ア. 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畳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か国語放送など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。

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、需要動向等をは握し、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、55年7月現在、NHK 5地区及び民放13地区28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期間の一部に、時刻、ニュース、天気予報、ろうあ者向け字幕等の文字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、制御信号方式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い、現在は文字放送の技術基準の細部についてのつめをい急いでいるところである。

#### 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、音声多重放送を組み合わせることで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ことが適当とされている。

53年度の電波技術審議会では、ファクシミリ信号をテレビジョン放送電波

に音声第2副搬送波を用いて重畳する場合の現用送受信装置の両立性及び伝送特性について検討を行ったが、テレビジョン音声多重放送への漏話がほぼ許容限であり、両立性の点から問題があるので、更にファクシミリ信号の変調条件について検討を行うこととしている。

## (2) FM多重放送

FM放送に多重できる信号は、二つに大別できる。一つは現行2チャンネルステレオ放送の拡大としての多チャンネルステレオ音声信号であり、もう一つはステレオ放送と内容を異にする信号（独立音声信号、データ信号等）である。

### ア. 多チャンネルステレオ

4チャンネルステレオ音声信号を重畳する場合については、電波技術審議会において、54年度末までに、音響効果、信号対雑音比、占有周波数帯域幅、混信保護比等の多重方式検討上の基本的事項を明らかにしている。今後は、ステレオ放送と内容を異にする信号を重畳する場合との関連などについて、審議が行われるものと考えられる。

### イ. ステレオ放送と内容を異にする信号

ステレオ放送と内容を異にする信号を重畳する場合については、電波技術審議会における検討の結果、42年度答申に挙げられている方式（米国が行っているSCAと同じ方式）では、現行ステレオ放送受信に漏話を生じ、両立させることは困難であることが明らかにされている。同審議会は、今後さらに、その他の方式により現行ステレオ放送と両立可能な多重を行うための技術条件について、引き続き検討を行うこととしている。

### ウ. 緊急放送システム

大規模地震の直前予知技術の水準は近年とみに向上し、53年12月施行の大規模地震対策特別措置法により、地震防災対策強化地域の指定や地震予知情報の位置づけが行われるなど、研究、開発の段階からようやく予報、警報の時代に入った。

いうまでもなく、地震予知という自然科学の成果も、それが情報として迅



速、正確かつ漏れなく必要なところへ伝達されない限り、防災には生かされない。

このような情勢を背景として、郵政省では、54年1月、放送波を利用する緊急放送システムの方式及び技術基準の早期確立に資するため、郵政省、NHK、民間放送連盟、関係民間放送事業者及び日本電子機械工業会を構成員とする「緊急放送システム技術懇談会」を設置した。

この緊急放送システムとは、災害に関する緊急情報を漏れなく周知するため、放送電波に緊急警報信号を重畳することにより、深夜など家庭の受信機のスイッチが入っていない場合でも、受信者の備える専用アダプタ、専用受信機などにより、警報音の発生、受信機電源の操作等を自動的に行うシステムの総称である。

同技術懇談会は3月までの間、3回にわたり、予想される利用形態、望ましい信号重畳方式等について予備的検討を行い、システムの方式、適用対象、妨害対策等の6項目にわたる意見の集約を行った。

さらに、郵政省は、3月の電波技術審議会定時総会において、55年度の新規審議事項として、「放送電波に重畳する緊急警報信号に関する技術的条件」を諮問した。答申が得られ次第、早急に関係法令等の整備を行った上で、実用化の道が開かれることになる。

## 11 スペクトラム拡散通信方式

郵政省電波研究所は、陸上移動通信を対象とするスペクトラム拡散方式の開発を目標に、54年度から、その適用性の調査を実施し、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。その具体的解決策を取り入れ柔軟性をもたせるため種々の設定条件を考慮した直接拡散(DS)及び周波数ホッピング(FH)の変復調法と広帯域フェージングミュレータ(WBFS)で構成した国産で初めての基本システムのハード化を開

始した。

## 12 リンコンペックス通信方式

郵政省電波研究所は、リンコンペックス方式の陸上移動通信への応用を、48年度以来研究し、開発中である。51年度の実験から、この方式は現行方FM方式と比較して周波数間隔を3分の1に程度に縮小しても、同等の性能が確保でき、周波数スペクトラムの有効利用に対し、将来かなり有望な方式となり得る見通しがあった。

また、実用的見地からみれば、フェージング抑圧器で再生できない深さと速度をもつ信号変動に応ずるAGCの開発、周波数の高安定化、装置の小型化と簡易化による低コスト化など、解決すべき多くの課題が残されたが、これらは新回路技術等の応用で解決できる見通しを得たので、53年度は実回線における周波数割当て間隔の技術的諸条件に関するデータを取得するために、新たに実用化を目指して送信装置2台、受信装置1台の設計試作を終了した。54年度は、これらの装置を用いて実用化に必要な技術基準に関する資料の調査検討を行った。55年度は、電波技術審議会第2部会第4小委員会の調査活動の一環としての野外実験を実施し、この方式の有効性を明らかにする計画である。

## 13 直交偏波による周波数再利用

国際通信需要の増大に対処するため、インテルサットV号系衛星では、4GHzと6GHzそれぞれの周波数帯において直交2偏波による周波数再利用が計画されている。

国際電電では、これらの直交2偏波が降雨域を通過する時に生じる2偏波間識別度の劣化を救済する補償装置の開発を一環として、4GHz帯補償装置を試作し、衛星実験により技術資料を取得した。引き続き6GHz帯補償制御方式の検討と装置の試作を行い、アップ/ダウン両リンクを対象とした補償システムの検討を進めている。

## 14 サイトダイバシティ

衛星通信では、通信需要の増大に対処するため、6/4GHz 帯のほかに、10 GHz 以上の周波数帯も用いられるようになってきた。インテルサット系においても、V号系以降の衛星ではスポットビーム用として、14/11GHz 帯が使用されることになっている。

10GHz 以上の周波数では、降雨によって電波が減衰を受けるが、特に、アンテナの仰角が低くなる場合にはその傾向が顕著である。降雨減衰の影響を軽減する有効な方法の一つとして、サイトダイバシティがある。電電公社では、世界に先駆けて準ミリ波帯を用いる衛星通信方式を提案するとともに、サイトダイバシティについては 20GHz 帯の研究を進めてきた。また、国際電電では、早くからサイトダイバシティ方式の研究を進めてきたが、既に、インテルサットからの委託を受けて、TDMA (Time Division Multiple Access) 方式を対象としたダイバシティ装置を試作し、インテルサットへ納入したほか、西日本各地を中心に電波伝搬特性の測定を行ってきた。また、インテルサットV号系以降のインド洋衛星を対象に14/11GHz 帯による低仰角運用に対処するためのダイバシティシステムの総合的な研究を開始した。

### (1) 14/11GHz 帯サイトダイバシティ実験

インド洋V号衛星を対象に、低仰角運用における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、山口衛星通信所及び浜田国際中継所にダイバシティ実験システムを設置することとし、その基礎検討を行った。

### (2) サイトダイバシティ効果

電電公社ではCS及びラジオメータを用いて横須賀、横浜及び川崎において20GHz 帯の降雨減衰を測定している。この降雨減衰の同時測定データを解析して、地球局間距離とダイバシティ効果の関係について検討を行っている。また、同地域の降雨強度データを用いて、サイトダイバシティ効果の測

定を行っている。

国際電電では、瀬戸内海沿岸3か所での12GHzラジオメータによる降雨減衰同時観測や、山口、茨城及び沖縄での降雨観測等によって得られたサイトダイバシティ効果に関するデータの解析を進めた。これは一部インテルサットからの受託研究によるものである。また、中・長距離でのダイバシティ効果について調査するため、約100 km離れた山口・浜田両地点での12GHzラジオメータによる降雨減衰同時測定も開始した。

### 15 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いので、この周波数帯を利用するには、降雨減衰特性の解明が重要となっている。これら降雨強度と降雨減衰との関係の解明に加えて、ミリ波降雨減衰に大きな影響を及ぼす降雨粒径分布と降雨減衰との関係の解明も重要である。

これらの研究を推進するため、54年度は、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ミリ波伝搬実験システムを運用するとともに、成果の公表及びこの周波数帯における電波利用の開発を行っている。

### 16 ラス・レーダ

郵政省電波研究所(RRL)では、新しい電波利用の計測システムの一つとして、ラス・レーダ(電波音波共用探査装置)を開発した。ラス・レーダは、音波の大気伝搬速度が気温の平方根に比例し、気圧に無関係という性質を利用して、鋭直上方に発射されたパルス音波の伝搬速度を電波のドプラレーダで測定して、気温プロファイルを求める隔測装置である。音波によって作られる気温の粗密は空気の誘電率の変化に対応し、反射係数は非常に小さいが、音波によって作られる波面に入射するレーダ電波の一部を反射する。この反

射電波は、反射面の移動すなわち音速に相当するドブラ効果を受ける。反射波のドブラシフト周波数をパルス音波の送信時を起点として、時々刻々測定すれば気温高度分布が測定される。

RRL ラス・レーダは、送受信アンテナともに 3mφ パラボラを使用する 445 MHz, CW ドブラレーダと遮音壁付き 1.5mφ パラボラ型音波アンテナをもつ 1,000Hz 帯パルス音波発射器とによって構成されている。音波アンテナの両側に送信アンテナ、受信アンテナを密着配置する運用で、夏季、常時 200～600m、ときに 1,200m までの気温高度分布測定が精度 0.6°C で可能である。アンテナ配列を変えると、この探査高度範囲は変化する。

54年度はラス・レーダ研究開発の最終年度に当たり、最終的な改造と性能の評価を行い、55年度はこの原理を応用し、上層風隔測装置の開発に着手する。

## 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、レーザ波の超々高周波性 ( $10^{13}\sim 10^{15}$ Hz) に基づき、その測定対象物質は主に原子、分子の領域に及ぶ。

郵政省電波研究所では、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じる吸収効果を利用した差分吸収型オゾンモニター用レーザレーダの開発研究を進めてきており、2～3 km 先のオゾン濃度の遠隔測定に世界で初めて成功した。現在、より広域なオゾンモニターを目的とした飛行機とう載用小型レーザ・オゾンモニター装置を飛行実験を重ねつつ開発中である。

## 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開発され、商用に供されている。

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。

さらに、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ようとしている。

## 1 平衡対ケーブル方式

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用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、54年度は発泡ポリエチレンの発泡度を高くして、絶縁被覆の薄肉化、漏話特性の向上を図った市内 PEC ケーブルの実用化が進められている。

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 方式及び我が国初のデジタル伝送方式である PCM—24 方式等があり、これらは、集中局～端局間等の近距離回線の経済化に役立っている。

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 方式が実用化された。

## 2 同軸ケーブル方式

### (1) 陸上同軸ケーブル方式

現在、陸上用大容量伝送路に用いられている同軸ケーブルは、9.5mm 同軸ケーブル（同外部導体径 2.6/9.5mm）と4.4mm 同軸ケーブル（1.2/4.4mm）とに大別され、そのケーブル特性はいずれも CCITT 規格によってい

る。

アナログ伝送方式については、我が国の代表的な方式として全国的に用いられてきた 12MHz 方式（電話 2,700 回線）をはじめとして、60MHz 方式（電話 1 万 800 回線、又は、4MHz テレビ 9 回線）が導入されている。一方、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徴を有しており、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（第 2—7—11 図参照）。本方式は、今後の多様なサービスを提供する電気通信網の形成に大いに寄与することが期待される。

デジタル伝送方式に関連して、53 年度には網同期方式と一次群（1.544 Mb/s）レベルでのデジタル同期端局装置が実用化され、初めて網としてのデジタル化が進められる段階に達した。網同期とは、デジタル網におけるデジタル端局装置等に対して、一定の共通クロックを供給することにより、その処理の簡潔かつ効率化を図るものであり、デジタル網を実現する上での最も基本的かつ不可欠の技術である。54 年度はデジタル同期端局装置、デジタル伝送路、網同期装置及びデジタル交換機を統合し、将来の本格的なデジタル網を目指した実験を行っている。

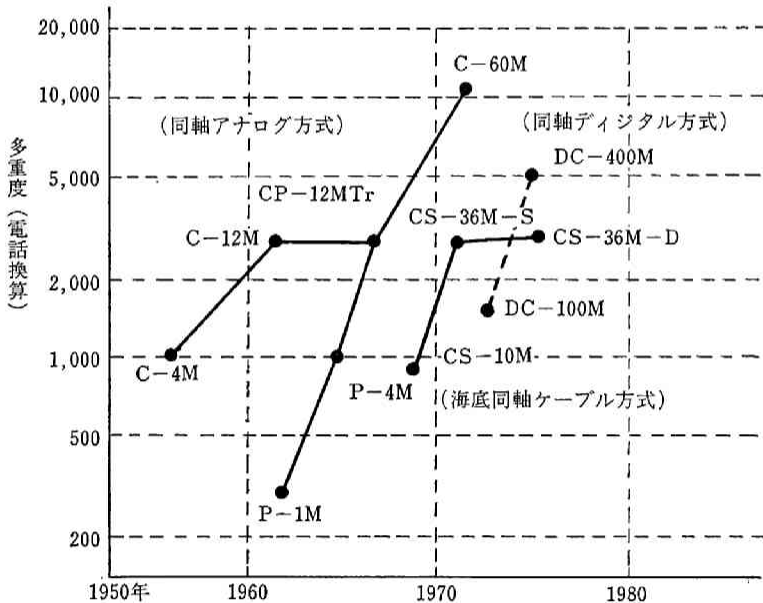
## （2） 海底同軸ケーブル方式

郵政省では、電電公社、国際電電等の協力の下に、50 年度から 4 か年計画で、従来の銅に代えてアルミニウムを外部導体として使用する新海底同軸ケーブルシステムの開発を進めた。本開発は、最近、国際間の海底同軸ケーブルの各種の建設計画が進められている状況にかんがみ、国際競争力のある海底同軸ケーブルの早急な開発が必要であること、先行の銅資源の枯渇化が憂慮されていることなどから、外部導体としてアルミニウムを使用するとともに、ケーブルシステム全体について経済化を指向した海底同軸ケーブルの開

発を行うことを目的としたものである。本計画で開発されたシステムは、12 MHz方式（電話1,600回線、3KHz/回線）であり、基礎的な研究開発を終わり、53年度及び54年度には相模湾において現場試験が行われ、システムの特長、安定度等の確認が行われた。

電電公社では、国内通信用海底同軸ケーブル方式として、45年以来短距離用の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）。

第2-7-11図 同軸ケーブル方式の開発経過



また、海底ケーブル敷設、埋設技術の開発も続けられており、敷設に関しては、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、埋設に関しては水深200mまで埋設可能なケーブル埋設機が実用に供されている。また、同軸ケーブルではケーブル障害の通信サービ



スに与える影響が大きく、迅速かつ完全な修復が要求される。このため、一般的には直線状にない修理後のケーブルの再埋設を水深、200mでも可能となるよう、ケーブル位置探知機能及び方向制御機能を備えた、修理用埋設機などの修理技術の開発も進められている。

また、国際海底ケーブル関係では、日韓間の通信需要の増大に対処するため、55年末の完成目途として日本～韓国間約290kmに海底同軸ケーブル（電話2,700回線）を敷設することとした。この区間の水深は最大でも200m程度であり、海水の温度変化の影響を受けるため、温度自動利得調整等の機能をもったCS-36M-DR方式を使用した。また、施工方法としては、漁労等からの被害を防ぐため、全区間のケーブルを海底に埋設する方法を採用した。

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。このため国際電電では、効率的な海底ケーブルの修理技術、特に埋設ケーブルにも適用できる技術の開発を行っている。

埋設ケーブルを効率的に修理するために必要なケーブルの所在個所の探索に関しては、既に実用化されたセンサ曳行式探索装置の適用水深を200mまで拡張する改善を実施した。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、54年度に開発した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開発を進めた。

また、遠方のケーブル障害点の位置を陸上から測定する方法として、中継器至特性を利用する新しい方式による障害位置測定器も開発した。これを日中ケーブルの障害時に使用した結果、高精度で障害位置の測定が可能であることが確認された。

### 3 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、直径0.1mm程度の光ファイバ1本で、同軸ケーブル1芯と同等あるいは、そ

れ以上の容量の伝送ができること、低損失であるため中継距離を長くできること、光ファイバの直径が細いので大束ケーブルの製造が可能であること、漏話が無視できること、軽量で可とう性に優れていること、電力線、電気鉄道等からの外部誘導を受けないこと、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おり、大容量基幹伝送路としてばかりでなく、加入者系にまで広範囲に適用できるものとして期待されている。このため、各方面で光ファイバ、光源である各種レーザ、発光ダイオード、受光器、中継器、変調器等の研究開発に加えて伝送方式の研究、実用化が行われている。

電電公社では、損失が 0.5dB/km を下回る 極低損失の多モードファイバ及び 0.2dB/km を下回る単一モードファイバの試作が行われたほか、ファイバの新しい融着接続技術の開発（平均損失 0.1dB 以下）及び光ファイバの連続製造法の発明並びに 1.3 $\mu\text{m}$  帯のレーザ光による 800Mb/s デジタル伝送実験の成功、1.5 $\mu\text{m}$  帯半導体レーザの室温 1 万時間連続発振等の成果を上げている。このような研究成果を踏まえ、53年度には近距離光ファイバケーブル伝送方式について都内（唐ヶ崎—霞ヶ関—大手町—蔵前一浜町）の約 20km の区間において、48芯の多モード光ファイバケーブルを主体として、商用に近い形で 32Mb/s、100Mb/s 及びカラーテレビジョン信号の伝送実験が行われ、目標値を十分満足する良好な品質の伝送回線が得られることが確認された。54年度からは上記伝送実験に 6.3Mb/s を加え、より実用化に近い形での現場試験が川崎市内約 18km の区間で進められている。また、光ファイバケーブル伝送方式の長距離大容量伝送路への適用についても研究が行われている。

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、6.3~100Mb/s のデジタル信号を約 50km にわたり無中継で伝送可能な方式の検討が行われている。

この他、超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検討が進められている。

国際電電においては、将来の国際通信に使用する光ファイバ海底ケーブル方式に関する研究開発を進めている。現在目標としているシステムは、最大方式長1万km、伝送速度約280Mb/sで、開発期間は8年を予定している。この開発の一環として、システム諸元を想定し光海底中継器回路の基礎的な試作を行った。また、水深8,000mまでに使用できる光ファイバ海底ケーブルを試作して、房総半島南東約100kmの水深約5,000mの海域において敷設実験を実施し、伝送特性、機械的特性及び敷設上の問題点のは握を行った。

また、光ファイバの低損失波長領域で動作する長波長帯半導体レーザと受光素子の開発を進めている。広帯域伝送に適した1.3 $\mu\text{m}$ 帯半導体レーザの開発に引き続き、54年8月には、光ファイバの伝送損失が最小となる1.55 $\mu\text{m}$ 帯の半導体レーザの室温連続発振に成功した。この1.55 $\mu\text{m}$ 帯レーザは、7,000時間経過後も順調に動作を続けている。一方、受光素子については、波長1.7 $\mu\text{m}$ まで感度を有する新しい構造の低雑音、高感度アバランシ・ホトダイオードの開発を進めている。

#### 4 電子交換方式

電電公社では、蓄積プログラム制御方式を採用した電子交換機を46年に実用化し、53年度末現在約270ユニットが全国で運用されている。

最初に実用化されたのは、D10形自動交換機と呼ばれる大局用の電子交換機である。54年度はこの電子交換機の高性能化、経済化を図るため、より高速で処理能力の高い中央処理系装置、小形経済化を図った新通話路系装置を採用した方式（端子容量約9万）の商用試験を行った。また、ソフトウェアについても新機能、新サービスの追加に対する即応性の向上、維持管理の容易化等を図るため、機能ブロック化によりプログラム構造を改良し、プログラム言語として交換用高水準言語（CHILL）を使用した改良プログラムシス

テムを実用化し、商用試験を実施している。

一方、中局用電子交換機としてはD20形自動交換機を実用化し、51年にサービスを開始している。その後、経済化を目的とした改良を行った。さらに、小局用電子交換機としてD30形自動交換機を開発し、商用試験を行っている。

D30形自動交換機の開発により、あらゆる規模の局に経済的に電子交換機を導入できるようになり、今後これらの電子交換機の普及により、大局、中局、小局ともに同等のサービスが受けられるようになる。

電子交換機は通常の通話の他にも蓄積プログラム制御の利点を活用し、自動車電話、自動内航船舶電話等移動通信用の交換機としても使用されており、また、無紐式手動台の制御にも使用されている。さらに、将来の新サービスに対して効力を発揮するものとして期待される共通線信号方式も既に実用に供されている。現在はその改良として CCITT No. 7 方式に準拠した共通線信号方式の実現にむけ開発を行っている。

D10～D30形自動交換機はいずれもアナログ形の交換機であるが、将来のデジタル網の中樞をなすデジタル交換機についても開発を進めている。

デジタル化により交換機の小形化、経済化を図ることができ、更にデジタル伝送路と一体となって網全体の経済化を図ることができる。また、音声に限らずデータ・画像等のデジタル情報を扱えること、速度の異なる情報を効率良く交換できることなどから将来の多様な通信サービスを効率的に提供することが期待できる。

このため、中継線交換機及び加入者線交換機の実用化を進めており、中継線交換機については、現場試験を行っている。また、加入者線交換機についても試作を終え、試験を行っている。

国際電電では、52年2月以来、XE—1 国際電話用電子交換システムを商用に供しているが、国際ダイヤル通話 (ISD) のできるのは国内の電子交換機 (DEX) に収容されている加入者に限られていたので、さらに、クロスバ交換機のプッシュホン加入者からも ISD を利用可能とする XR—2 国際電話

自動化設備を55年1月商用に供した。また、通信の需要増大に備えるとともに安定的なサービスを提供するため、58年度を目途に大阪地区へ導入する新たな国際電話用電子交換システム（自動交換系）の建設を進めている。

国際テレックスについては、非常障害時における通信の確保とともに通信の需要増に対処し、かつ、運用保守の省力化、効率化を推進するため、CT—20国際テレックス電子交換システムを55年度運用開始を目途に大阪地区へ導入すべく建設を進めているほか、電子式の国際加入者線交換機を55年度に東京地区に、また、56年度に大阪地区に導入を予定し、国際テレックス加入者線集線装置を55年度に横浜に、また、56年度に名古屋及び神戸に導入を予定している。さらに、電電公社国内テレックス網と接続するための電子式符号変換交換装置を55年度に大阪地区に、56年度に東京地区に導入すべく準備を進めている。また、テレックス預り伝送サービス等を行うため、加入電信蓄積処理設備を56年度導入を目途に建設中である。

国際電報の託送については、東京地区にこれまでの電話託送準自動受付システム（PTAS—A）、着信国際電報自動処理システム（PTAS—B）の導入に続き、発信国際電報自動処理システム（PTAS—C）を55年3月に導入した。更に大阪地区に電話託送準自動受付システム（PTAS—D）を55年度に、また、発信国際電報自動処理システム（PTAS—E）を56年度導入を目途に建設を進めている。

## 第6節 データ通信システム

### 1 データ交換網

データ通信の発達に伴い、データ通信回線として既存の電話網等を利用する比重が高まっているが、データ通信システムが高度化するにつれて、接続品質、伝送品質の制限や通信速度の限界等のため、既存網では満足しえない需要が増加している。このため、データ通信に適した新しい公衆網の出現を

要望する声が高まっている。

これに対して電電公社では、時分割交換技術やデジタル伝送技術等、デジタル技術を駆使し、高速、高品質で多彩なサービスを効率的に提供できる新しいデータ交換網の実用化を44年度から進めてきたが、54年12月には回線交換方式によるサービスを、東京、横浜、名古屋、大阪で開始した。また、55年7月にはパケット交換方式によるサービスを東京、横浜、名古屋、大阪、福岡、仙台、札幌で開始した。

回線交換、パケット交換両サービスとも 200b/s～48kb/s の幅広い通信速度で、高品質の通信が可能である。

回線交換サービスは、加入者からのデジタル信号のまま多重化し、これを時分割交換するもので、比較的長電文、高密度のデータ通信やファクシミリ通信に適している。

また、パケット交換サービスは、蓄積交換方式により加入者からのデジタル信号を、網内でパケットと呼ばれるあて名情報等を付した一定長のデータブロックとして転送するもので、比較的短電文、低密度の通信に適している。

国際電電においても、パケット交換方式による国際公衆データ網の建設計画（VENUS）が進められている。同社では、この準備段階として51年以来、国際公衆データ網に関する各種プロトコルの研究を進めてきた。52年度からは CCITT 標準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の建設が行われており、これまでにコンピュータ又はインテリジェント端末、ファクシミリ端末等の利用者のためのサービス用設備を設置し各種の試験が行われ、サービス開始に向けて準備が進められている。

また、メッセージの蓄積交換機能を提供するための建設も進められている。

一方、外国のコンピュータに蓄積されている文献等の情報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」が55年9月から開始されている。

## 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。

特に、LSI メモリについては、進歩は著しく、16kb チップから更に 64kb チップへと集積度の向上が図られ、価格の低減傾向も顕著である。また、素子レベルでは既に 256kb チップが開発されており、近い将来には本チップをとう載した装置も実用化されるものと予想されている。

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

また、主としてマイクロプログラムによってオペレーティングシステムの一部又は、その他のルーチンをハードウェアに吸収するファームウェア化が進んでいる。これはハードウェアよりは機能の追加、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長を有している。

データ通信システムの信頼性の確保は、システム規模の大型化、利用分野の拡大に伴い、ますます重要となってきた。このため、従来の RAS (Reliability, Availability, Serviceability) の概念が導入されてきたが、より高度で複雑化したシステム構成に対しては、更に完全性 (Integrity) 及び機密保護 (Security) の概念が導入され RASIS 技術として確立されている。この結果、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、プログラムモジュール形保守試験プログラムと呼ばれる高度のエラー情報処理プログラムによりオンライン運転中でも保守診断が可能になっている。また、診断プロセッサ等により、故障箇所をパッケージ単位まで検出できる故障診断プログラム (FLP; Fault Locating Program) も開発されている。

#### 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て、従来中央処理装置で実行していた通信制御機能及びファイル制御機能を別個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、通信制御のうち中央処理装置が分担していたメッセージのチェックや管理等の機能を有することから、端末の追加変更、通信方式の変更等に柔軟に対処できるなどの特長を有しており、コンピュータ間通信等に効果を発揮している。

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、ファイルの効率管理を行うほか、今後その需要の拡大が予想される大規模データベースの効率的、経済的な実現に大きな役割を果たすものと考えられる。

#### ウ. 周辺装置

超LSIの採用により、高速化、低価格化する本体系装置とのバランスから記憶系装置についてもますます高速化、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の開発や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、小型化による経済化を図った数百メガバイト級の小型の磁気ディスク記憶装置の開発が進められている。

入出力装置としては、更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図るため、文字、図形、音声等の入出力装置の開発に力が注がれており、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度化、高速化が図られ、15,000行/分以上の高速のプリンタが出現している。さらに、フレキシブルディスクの普及に伴い、フレキシブルディスクを情報交換用等に用いる入出力装置が導入されつつある。

また、小型化、機能追加の柔軟性確保のため、周辺装置の制御部にマイクロプロセッサ等が使用されつつある。

### (2) ソフトウェア



### ア. 開発技法

情報処理システム全体に占めるソフトウェアのコストは相当な割合を占めており、特に今後はシステム維持管理のための費用がますます膨大になるものと予想される。このため、システムの大型化に伴い、作成能率の向上及びソフトウェアの資産の有効利用が大きな課題となっている。

ソフトウェア開発技法として、高級言語、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、要求定義技法等が開発されている。また、ソフトウェアの開発を支援する方法として、リモートデバッグシステムや1台の実コンピュータ上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が開発されている。このような仮想化技術は記憶方式の面では既に一般化しており、大型計算機では記憶容量の制限をプログラマが意識しないでプログラミングできる仮想記憶方式が用いられているが、さらに、One Level Store を実現するための仮想ファイル方式及びネットワークを一元的に構築するためのネットワーク・アーキテクチャも開発されつつある。

### イ. ネットワーク・アーキテクチャ

コンピュータ資源の有効利用及びシステムの拡張性の向上を目的として、情報処理機能の分散化の傾向が強まっており、データ通信システムは次第に広範囲にネットワーク化される傾向にある。

このため、センタ、回線、端末から構成されるデータ通信網の各構成要素間の通信規約（プロトコル）を定めて相互通信を可能とし、データ通信網の最適化を図るネットワーク・アーキテクチャの開発が重要な課題となっている。このような情勢を背景として、内外のコンピュータメーカが相次いでネットワーク・アーキテクチャの構想を発表している。これらの内容をみると、プロトコル階層化方式やハイレベル・データリンクの採用等基本概念の面では共通しているが、それぞれ個別に開発されたものであり、今後予想される異機種システム間通信に対する要望の増大に対処するためには、これら各社のネットワーク・アーキテクチャ間の整合を図ることが望まれる。

この具体的な動きとして、郵政省では国家的見地から国際通信網も含めた

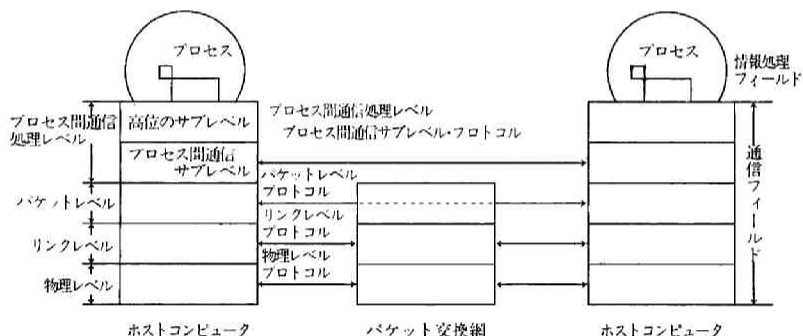
「汎用コンピュータ・コミュニケーション・ネットワーク・プロトコル (CC NP)」の開発を52年度から進めている。これはコンピュータ間通信を広く国家的立場から検討し、国際通信網との接続等も考慮した標準的なプロトコルの確立と普及とを目的としたものである。

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、公衆パケット網のもつ誤り制御機能、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。

第2-7-12図 レベル構成とプロトコル



53年度には、リンクレベル・プロトコル及びパケットレベル・プロトコルが取りまとめられた。54年には、プロセス間通信のための基本機能に相当するプロセス間通信処理レベル・プロセス間通信サブレベル・プロトコルが取りまとめられた。

これに先立ち、電電公社では、52年度当初から DCNA (Data Commu-

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	科学技術計算などの業務ごとの処理，端末の入出力装置へのデータ入出力処理など
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，ネットワーク管理など
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。

nication 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について，メーカ各社との共同研究を進めている。52年度末には，理論的な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。53年度には，第1版の機能拡充とファイル転送/アクセス・プロトコルの追加を行った DCNA 等第2版が，さらに，54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版がまとめられた。

#### ウ. データベース・マネージメント・システム

情報化システムが高度化するに伴い，処理する情報が膨大，かつ，多様となり，さらに各業務ごとに独立した処理だけではなく，各業務相互に関連した処理が必要となってきた。

このため，複数業務により共用可能な，相互に関連のあるデータを汎用的なファイルとし，これを種々の目的に応じて使用できるデータベースシステムの実用化が進んでおり，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，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・マネージメント・システムの開発が行われている。

### 3 データ伝送技術

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、とりわけ端末の多様化から 50b/s～数十Mb/s という広範囲な速度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が進められている。従来のデータ伝送は、アナログ伝送方式によっていたが、端末から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、DC—400M 方式、20GHz帯無線 PCM 方式等の有線、無線デジタル伝送方式のほか、既存のアナログ伝送方式を用いて 1.5 Mb/s、6.3Mb/s のデジタル伝送路を構成する DAT (Digital Signal on Analog Transmission Line) 方式を用い、300b/s 以下、1,200b/s 以下の非同期データ信号及び 2,400b/s、4,800b/s、9,600b/s、48kb/s の同期データ信号を伝送するものである。

また、アナログ伝送方式においても、音声帯域を使用した 9,600b/s モデム、広帯域 (60～108 kHz) を使用した 48 kb/s の伝送方式が実用化されている。

### 4 データ端末技術

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づけから、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も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コンピュータやミニコンピュータによるプロ

グラム制御方式の導入、機械式入出力機器の電子制御化、あるいは、漢字入出力装置、光学式文字読取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、システムの機能の一部をも処理する、いわゆるインテリジェント端末も実用化されている。

基本的な入出力機器であるシリアルプリンタは、マイクロプロセッサ及び小型の高性能なパルスモータやサーボモータの開発により、機械制御方式から電子制御方式に変わりつつあり、この方式を用いた低価格、高信頼度のシリアルプリンタが開発され、各種装置に適用されている。

新しい入出力機器としては、漢字入出力装置、光学的文字読取装置等の実用化が進められている。

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、バーコード読取式に加えてカナ～漢字変換入力方式が、出力方式としては 300字/s の電子写真式に加え、ゴシック体、明朝体の印字が行える 60字/s の漢字ワイヤドットプリンタが実用化された。

光学式文字読取装置は印刷及び手書きの数字、カナ、英字読み取り装置が実用化されており、さらに、技術を進めたドットマトリックス印字文字読み取りなど適用範囲を拡大しつつある。

その他としては、一般の英数カナに加えて簡単な図形、漢字が表示できるカラーディスプレイの実用化が進められている。また、入力データ確認用等ソフトコピー用として、ほとんどのデータ端末にディスプレイが組み込まれるようになってきた。

## 第7節 画像通信システム

社会が複雑化、多様化するに伴い、情報伝達面においても従来の音声を中心とした通信手段から、視覚情報伝達手段としての画像通信の発展に対する期待が年々高まってきている。画像通信の発展は、個人、経済社会活動の効率化、省力化に貢献するばかりでなく、省資源、省エネルギーにも資するものと考えられ、ファクシミリ通信をはじめ、各種画像通信システムの開発が進められている。

### 1 ファクシミリ

ファクシミリは、任意の文字や図形をそのまま伝送できる記録通信であり、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、大企業で用いられていたが、47年度のいわゆる網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、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、年平均50%を超える伸びを示している。さらに、今後ファクシミリがより低廉に利用できるようになれば、将来は一般家庭でも広く利用し得るものと思われる。

公衆電話網を利用するファクシミリでは、原稿1枚当たりの電送時間を短縮したいという利用者の要望に合わせ、電送時間を、6分→3分→1分→30秒といったように高速化の傾向がみられる。走査方式については、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になりつつある。また、記録方式としては、各種の記録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、通電感熱記録、高速機では静電記録といった傾向がみられる。さらに、ファクシミリ信号の伝送を高速化するため、3分機では高能率変調方式としてCCITTで勧告されたAM-PM・VSB方

式を用いたもの、1分機では冗長度抑圧符号化方式により、2,400b/s, 4,800 b/s 又は 9,600b/s のデジタルモデムを用いた装置が使用されている。

国際電電では、国際パケット網を利用したファクシミリ通信システムの研究を進めており、高速ファクシミリサービスがデータ通信サービスとともにパケット網で実現されることを想定し、動作実験を続けている。

また、衛星を利用する船舶からの国際ファクシミリ通信に供するための船舶用高速ファクシミリ端末装置を開発し、KDD丸にとう載して試験を実施した結果、洋上の特殊な環境で安定に動作することを確認した。

ファクシミリの国際的標準化に関しては、CCITT SG XIV において、グループ1機器（6分機）、グループ2機器（3分機）、グループ3機器（1分機）、グループ4機器（デジタル網用装置）に分類し、これらについての標準化が審議されている。グループ1及びグループ2機器については、既に51年までに主要事項が決められ、グループ3機器については、1次元符号化方式は、52年に MH (Modified Huffman) 符号化方式を用いることが合意されたが、2次元符号化方式は、継続検討事項となっていた。

我が国は、この2次元符号化方式として、郵政省の指導のもとに、電電公社、国際電電が共同で開発した READ (Relative Element Address Designate) 符号化方式を53年12月の SG XIV 会合で提案し、その READ 符号化方式は、他の提案方式に対する比較基準方式 (Comparison Code) と位置づけられた。これにより、54年11月の SGXIV 京都会合において、各国から提案された方式が READ 符号化方式と比較対照、評価された。その結果、READ 符号化方式に若干の修正追加を行った Modified READ 符号化方式が2次元符号化方式の標準方式として採択された。

一方、ファクシミリの大衆化の見地から、操作が簡単で低廉な小型端末機と、同報通信や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化した新しいファクシミリ通信システムの実用化が、電電公社において進められている。このシステムは、端末機に固体電子技術を積極的に採用し、量産時の大幅な低コスト化、操作の簡易化、高信

頼化、小型軽量化を図った小型ファクシミリを採用し、ネットワークとしては現在の電話網設備を活用しながら、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を網内に取り入れることにより、多彩なサービス機能の実現が可能となっている。また、蓄積変換装置間には高速デジタル伝送路を適用して伝送路コストの低減化を図っている。

その他、最近ではファクシミリをコンピュータと結合して、入出力端末として利用する方式について各種の研究開発が進められている。

## 2 行政用ファクシミリ通信システム

郵政省では、48年度以降行政情報通信網（AICON）及び一般加入電話網を利用して行政機関で用いるのに適した行政用ファクシミリ通信システムの研究開発を行ってきた。

このシステムは、全国的な多量の文書流通という行政機関のニーズを考慮して、端末は高速形の行政用標準ファクシミリ（ADMIX）を用い、センタは同報通信及び異種ファクシミリ間通信が可能な蓄積交換形の複合装置を用いるものである。

54年度には、この研究開発の最終段階として、ADMIX及び複合装置の機能確認と運用上の問題をは握するために一般加入電話網によりシステムを構成し、54年11月から55年1月にかけて運用試験を実施し、所期の目的を達成した。

## 3 映像通信

テレビ電話は、45年の万国博において電電公社により、1MHz方式の装置が用意され、迷子案内等に利用されて好評を博し、引き続き、49年には全国的規模を想定した1MHz方式及び4MHz方式のテレビ電話システムのモニターテストが東京一大阪間で行われた。これにより、技術的には十分実用に供し得る見通しが得られたが、現時点では、システムコストと効用のバランスから普及にはいたっていない。しかし、将来の画像通信サービスの基本



を成すものと考えられるので、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。

テレビ会議方式は、遠隔地点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テレビ電話よりもその実用性は高いと考えられている。我が国では、電電公社により51年5月から世界で最初のカラーテレビ会議システムがモニターテストとして東京—大阪間で実用化されている。さらに、利用者の意向等を取り入れ、自社ビル内に容易に設置でき、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検討も行われている。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年には中遠距離のニーズに応じるため、C—60M 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 430 回線、総延べ回線距離 3,100km が利用されている。

一方、一般の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画像センタにアクセスすれば、情報検索、学習等社会生活に必要な情報が、一般テレビ受像機を通して得られ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、電話回線を利用して文字、図形等の簡易な情報が提供できる文字図形情報ネットワークシステム (キャプテンシステム) が54年12月から実験サービスを開始した。このシステムは、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、実施にあたっては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中心となり、東京23区内の約 1,000 端末の加入者を収容して実験を行っている。キャプテンシステムは、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、西独、カナダ等で開発が急がれているシステムと類似であるが、技術的にみてセンタ・端末間伝送方式については、プレステルではコード伝送方式とし

て文字図形発生装置を各端末に置いているのに対し、本システムでは、漢字を使用することを考慮に入れ、端末コストの低減、図形情報の扱いの利便さに注目し、文字図形発生装置を画像センタに置き、パターン伝送方式をとっている点の特徴である。

また、広帯域回線を利用して、静止画、動画、音声等の豊富な情報が提供できる画像応答システム（VRS）が、電電公社により52年から実験が進められている。

なお、公衆電話網を利用した会話情報方式の国際標準化については、1978年から「VIDEOTELEX」と称して CCITT において審議が開始されている。

また、画像のデジタル高能率伝送技術についても研究が進められており、電電公社においては、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複合差分符号化方式が実用化されている。国際電電においては、さきにインテルサット衛星を対象として、一つのトランスポンダでカラーテレビジョン信号2回線をデジタル伝送するための「フィールド間、フィールド内適応形直接予測符号化方式」による30Mb/s 高能率符号化装置を開発したが、さらにこの装置を用いて54年4月にインテルサット太平洋衛星折返しによるカラーテレビジョンデジタル伝送実験を実施し、また、同年9月にはデジタル伝送画質と商用中のハーフトランスポンダFM回線の画質との比較実験を行った。この結果、この装置を用いることにより、現用FM回線と同じ回線効率（2回線／トランスポンダ）かつ同等以上の伝送品質でデジタル伝送が可能なことを確認した。

## 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及び一つの電話に対して通常の電話番号（主番号）ともう一つの番号（副番号）を与えておき、かかってくる電話の発信者を選択したいときは、電話機からその旨登録することにより、以後着信に対して主番号の場合は、不在等の案内を電話局のトーカー装置から行い、副番号の場合のみ着信する二重番号サービスの実用化が進められている。また、通話料金の支払方法を利便化するものとして、クレジット通話サービスの実用化が進められている。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が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及び分離形スピーカホンの実用化が進められている。また、通常の電話機の機紐を無線でおきかえ、置き場所も自由に変え通話できる電話（コードレスホン）が商用化された。

事業所電話サービスの向上として蓄積プログラム制御方式を採用し、不在転送、モーニングコール等の各種サービスが提供できる中容量電子式構内交換装置（内線容量480回線）が商用化された。ボタン電話装置についてもサービス機能の改善とデザインの一新を図った新形ビジネスホンが商用化された。また、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小対化を図った小規模事業所電話装置について実用化が進められている。

小規模店舗や事業所等におけるクレジットカードの信用照会等の業務が頭

在化しつつあり、これら需要にこたえる電話端末として、プッシュホンベースとし、これに磁気カードリーダー、簡易ディスプレイ、簡易印字機能等を付加したデータテレホンの実用化が進められている。

社会福祉に寄与するものとして、既に商用に供されているシルバーホン（めいりょう）では聴力の特性から聞き取りにくいという難聴者を対象としたシルバーホン（ひびき）が商用化された。また、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について実用化が進められている。

## 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、国民生活の中樞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、以下に述べるような種々の技術的検討及び施策が進められている。

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、電子交換方式を用いて約1万端子の局内設備に置き換え可能な大容量可搬形電話局装置が実用化された。さらに、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の実用化が進められている。

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の実用化や、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。

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、伝送路障害時に障害回線を他ルートへ自動的に切り替えて復旧し得るように自動切替装置を導入し、伝送路の多ルート化が進められている。

### 3 国際通信技術

電信伝送並びに低速のデータ伝送（50～75ボー）には、従来、主として音声周波多重装置（VFT）が使用されてきたが、近年、VFT より多くの利点を有する時分割多重方式（TDM）の研究が国際的に行われ、1976年にはTDMのCCITT標準方式としてR101が勧告化された。この勧告には、50～75ボーを主体とするA方式と200ボーまでを対象とするB方式が併記されている。

国際電電では、これらA、B両方式が扱えるTDM装置を53年度に開発した。この装置は、近く国際間に実際に使用されることになっている。国際テレックス加入者端末には、これまで機械式の端末装置が使用されていたが、近年の端末技術の進歩とともに、騒音や信頼性の改善が強く望まれるようになってきた。国際電電では、この要望にこたえるものとして53年に電子式の国際テレックス加入者端末の開発を行い、54年4月から商用を開始している。また、この電子式端末の機能の拡張を図るものとして、編集機能、自動ページング、自動起呼等の諸付加機能を具備した新型テレックス端末装置を開発し、実用機としての評価試験を進めている。

### 4 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、通信用電力システムは良質で信頼度が高く、しかも廉価な電力供給に対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、小型、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通信用機器の集積化に伴い、低電圧、大電流で高精度を必要とする負荷条件にこたえるため変換周波数を高くした小型高効率で信頼性の高いDC—DCコンバータのほか、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の開発が進められている。

また、高品質の無停電電源を必要とする通信用電源に用いる交流供給方式について、新しい電力用半導体素子やデジタル技術を応用した多重インバータ、PWM (Pulse Width Modulation) インバータ及び CVT (Constant Voltage Transformer) インバータの実用化に引き続いて、経済的で効率の高い商用電源同期式インバータシステムの開発が進められている。

一方、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、これまでに太陽電池式電源装置の実用化が行われてきたが、さらに風力エネルギーを利用する風力発電式電源装置や化学エネルギーを利用した高効率の燃料電池等の独立した電源システムの研究実用化も行われている。

さらに、大規模化し、複雑、高度化する重要な電力システムを良好に維持管理するため、多面的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。これにこたえるため、受配電系制御装置をはじめ、各種の監視制御機器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。

## 5 通信土木技術

通信用ケーブル等を收容し保護するための通信土木施設には管路、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伝送技術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、信頼性の向上及び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（セメントコンクリート製及びレジンコンクリート製）が開発され、さらに改築マンホール、ハンドホールについてもブロック化の検討が進められている。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 150

m程度の小断面シールド工法が開発されているが、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。

通信サービスの増大及び防災上の観点から大都市内ではどう道網が建設されているが、従来の開削工法に代わってシールド工法の採用が多くなり、湧水地盤等の掘削において切羽部分のみ圧気する限定圧気シールド工法が開発されている。さら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。

近年、耐震工学の進展は著しいものがあり、特に東海大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の見直しを行い、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てダクトスリーブ及び不等沈下にも対応可能な離脱防止継手の開発を進めている。

また、省資源の面からは、掘削発生土を改良して埋戻し土を利活用する発生土埋戻し工法等の検討が進められている。

## 6 電波予報・警報

電波予報とは、一般に電波の伝搬状態を予測することをいい、現在電波研究所の業務としては、特定の2地点間の通信に使用し得る周波数帯を予報月に3か月先立って予測する月間電波予報を発表している。電波予報の一種ではあるが、特に電離層のじょう乱に起因する電波の伝わり方の乱れを予測し、無線通信関係者に通報する業務を電波警報と呼んでいる。

電波予報・警報は、共に短波通信回線の設計並びに運用にとって不可欠である。そこで電波研究所では、太陽地球間に生起する諸現象を常時観測し（太陽電波、地磁気、地電流等）、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、警報の的中率の向上を図っている。

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、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の臨界周波数（foF2）のデータを解析して、foF2の世界分布図を発表した。現在までに秋と冬を代表する世界分布図が印刷されているが、これらは電波予報に役立っており、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、短波に対してだけ影響を与えるるものでなく、VHFテレビジョンや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VHF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）や偏波面の回転、電波の遅れ等の研究を取り上げ、着々と成果を得ている。

## 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が高度化しつつある。この情勢の下で、郵政省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。

我が国の時間及び周波数原器の高確度化のため、54年度において電波研究所の実用セシウム標準器の整備及び水素メーザの連続運転の試行並びに原子ビーム型標準器によるマヨナラ効果に関する実験を実施し、高精度化のためのデータが得られた。また、時計群の統計的平均を行うソフト開発により日本標準時の高精度化を図った。

さらに簡易、高精度かつ全国的な標準の供給法として期待される放送衛星からのテレビジョン信号を利用するシステムの試験に必要な施設の整備を行った。



## 8 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) の捕ら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。

散乱計：雨域及びその降雨強度の観測を主目的とする航空機とう載用2周波(10, 34.5GHz)散乱計/放射計を53, 54年度において製作した。これを用いて将来衛星とう載を目的とした実験、検討を行う。また、海面散乱の実験も NASDA と共同研究で行う予定である。

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(20.0~23.8, 30.6~32.1GHz: MOS—1用2周波放射計の周波数を含む。)放射計を54年度に整備し観測に着手する。

合成開ロレーダ：合成開ロレーダは、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2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。これについての調査研究を開始した。

## 9 型式検定と校正

無線設備の機器の性能に対して、定められた技術基準に適合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。

1974年海上人命安全条約 (SOLAS) の発効に備えて、54年8月から無線電話遭難周波数による警急自動受信機を型式検定機種に加え、同年度における処理件数は、届出件数 (29件) を含め総計 266 件に達した。電子技術の急速な進展に伴い受検機器も複雑高度化し、型式検定試験法の開発、試験設備の改良充実、試験実施要員の日常の研さん等がますます重要となってきた。一方、技術の発達と部品の高品質化にもかかわらず年間平均合格率はおおよそ 75%にとどまっており、製造段階における一層の努力が必要であろう。

また、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となっている。同年度における校正処理件数は、59件に達した。産業構造の細分化、完成機器の高性能化に伴い、計測単位の精密化、国際統一と国内におけるトレスビリティ体制の整備と併せ、無線用測定器の校正範囲の拡大と充実は、ますます重要で、その期待も大きい。