

第7章 技術及びシステムの研究開発

第1節 概 況

近年、社会、経済の発展と国民生活の向上に伴い、社会活動はますます活発化と広域化の一途をたどっている。このような状況の下では、各方面における情報の円滑な流通の確保を図ることが、いっそう重要となっており、このため、情報の伝達、処理の重要な担い手である電気通信に対する利用ニーズの質的な多様化と量的な増大の飛躍的な進展をきたし、この結果、電気通信に対するいっそうの高信頼化と高能率が要求されている。

これらの要請にこたえるため、電気通信に関する各種の技術及びシステムの研究開発が広範な分野にわたって行われており、我が国においては、近年その進歩発展は目覚ましく、今や世界のトップレベルに肩を並べている。

まず、電気通信を支える基礎分野としては、固体素子の開発を中心とした電子デバイス技術がある。この分野における大きな開発目標の一つに超大規模集積回路（超 LSI）があり、その実現はコンピュータ等の情報処理機器の飛躍的な小型高性能化を実現するのみならず、新しい情報処理システムのニーズにこたえる大きな可能性を有するものである。また、レーザ技術で代表されるオプトエレクトロニクスの発達に伴い、伝送線路としてガラスを素材とする低損失、広帯域特性を有する小型軽量で、かつ、電磁誘導がないなどの利点を持つ光ファイバケーブル及び光通信システム構成に必要な各種の光デバイスの研究開発が急速に進められ、実用化時代の第一歩を踏み出している。

同軸ケーブル等の有線系とともに、電気通信のメディアとして電波を用いた通信系がある。電波は、放送システムにみられるように、多量の情報を広範囲にしかも安価に伝達できることのほか、移動通信システムや宇宙通信シ

システムに見られるように有線による接続ができない場合でも、空間を媒体として接続できる等の特徴があり、現在では、この特徴を生かした種々のシステムが発展普及しており、さらに、多様なニーズに対応すべく新しい電波利用システムの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、現在未利用周波数帯として、大容量伝送の可能な準ミリ波帯以上の高い周波数帯の開発や、さらに、光領域を使用する光通信システムの実用化のための研究開発が進められている。また、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通信方式の開発を初めとし狭帯域化及び共用化等の技術開発も進められている。

次に、広汎な分野の技術的集約の上に立つシステムの一つである宇宙通信の分野では、今後のニーズの多様化と増大に対処するため、実験用の中容量通信衛星、中型放送衛星及び気象衛星等の静止衛星、また、周回衛星として電離層観測衛星及び各種科学衛星が打ち上げられ、それぞれの目的のために研究開発が進められている。

放送の分野においては、FM 及びテレビジョン放送における多重化の研究開発が進められており、特にテレビジョン放送においては音声多重放送の実用化試験が行われているほか、文字情報、静止画及びファクシミリ等各種の多重放送について実用化のための研究が進められている。

その他、コンピュータの発達と多様化、増大する情報の効率的な伝送に対する社会需要等から、大量、高速情報伝送システムの開発について、伝送回線、交換技術、情報処理装置及び入出力端末機器の研究が行われ、その成果は逐次実用に供されている。

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 260 名(昭和55年度末現在、以下同じ)、55年度予算は歳出約55億 4 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, 198 名、55 年度予算は約 732 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、両所合せて研究者 354 名、55年度予算は43億 1 千万円である。国際電電研究所は研究者 163 名、55年度研究費約44億円である。

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 191 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 L S I 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、量産化技術の検討が進められている。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 L S I、フェイル制御用の論理 L S I 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・回路設計製法等の研究が進められ、超 L S I プロセス技術の確立を図っている。

2 ジョセフソン素子

ジョセフソン素子は、超伝導体の間を酸化物等で接合させた構造を有し、

極低温状態で接合部を流れる電流を増減させることにより零電圧状態(0)と電圧状態(1)の間を高速で遷移する機能を有する。この素子は、従来の半導体素子よりも格段に高速かつ低消費電力という高性能が期待され、コンピュータ等の高速処理化に大きく貢献することが予測され、素子製作技術、高密度化技術等の研究が進められている。

電電公社においては、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がかけて動作確認し、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ウム・テルビウム・鉄からなる三元合金薄膜を開発した。さらに、この三元合金薄膜を記録媒体に使用した光磁気ディスクメモリの試作を行い、1平方cm当り5Mbの記録密度を得た。また、約5インチ(11.5cm)のディスクの全面にわたって均一に記録できていることも確認している。

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手は、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方向へと進展している。

音声合成については、従来のパーコール方式よりもさら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。

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106か国(1981年3月現在)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ズプート

ニク（1981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Ⅰ号衛星（アーリーボード）をはじめとして、Ⅱ号系及びⅢ号系を順次商用に供してきた。

現在は、Ⅳ号系、Ⅳ号A系及びⅤ号系によってグローバル・システムが構成されている。

Ⅴ号系衛星の第1号機は、1980年12月に打ち上げられたが、通信容量としては電話1万2,000回線及びテレビジョン2回線を有している。

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年国際海事衛星機構インマルサット（1981年5月現在加盟国数36）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、従来のアークAシリーズに加え、1978年12月にアークB衛星を打ち上げている。

さらに、南部の通信需要に備えアークC及びアークA・Bの代替としてアークD衛星計画を推進している。

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、SBS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、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、(MARECS)、ヨーロッパ各国を対象とする地域通信衛星(EGS)等の計画を進めている。

なお、フランスでは、テレコム-1計画を推進しており、1983年にアリアンロケットにより打ち上げることとしている。

ソ連では、従来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年にそれぞれパラパ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、1984年に、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月に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。

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 時期
				形状	高度 (km)	傾斜角 (度)		
実 用 開 発 中 の 宇 宙 機 器	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
	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	69	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
	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	220 35,820	29	N-II	56. 2. 11

発 事 業 団 画	計	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	294	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	375	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 130°)			N-II	57年度
		通信衛星2号-b (CS-2b)	"	"	静止軌道 (東経 135°)			"	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	290	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-I)	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	61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)		
宇宙 実 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 (MS-T1) 「たんせい」	軌道投入後の衛星環境及び機能試験	63	円	990 1,110	30	M-4S	46. 2.16
	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) 「でんば」	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-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 (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-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

学 研 究 所	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、 γ 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 (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-3S	55. 2.17
	第7号科学衛星 (ASTRO-A) 「ひのとろ」	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
	第8号科学衛星 (ASTRO-B)	X線星、X線銀河、 γ 線バースト、軟X線星雲等の観測	"	"	350 600	31	"	57年度
	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-3S IIの性能確認、プラズマ、ハレーすい星の予備観測等	125	太陽周回			M-3S II	59年度
画	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-3S 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

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（昭和56年4月14日、文部省宇宙科学研究所に改組）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年程度の間に遂行する宇宙開発の基本的枠組と方向を示した「宇宙開発政策大綱」を策定した。

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

「宇宙開発計画」に従って進められている。

45年2月に我が国初の人工衛星「おおすみ」を打ち上げた東京大学宇宙航空研究所は、各種科学衛星計画を進めており、56年2月にはM-3 S ロケットにより第7号科学衛星（ASTRO-A「ひのとり」）の打上げに成功した。

この「ひのとり」に加え、同研究所は53年9月に打ち上げた第6号科学衛星（EXOS-B「じきけん」）及び54年2月に打ち上げた第4号科学衛星（CORS-A-b「はくちょう」）の運用も引き続き行っており、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挙げている。

実利用の分野における人工衛星開発、ロケット開発、打上げは宇宙開発事業団により行われており、同事業団は、各種実用衛星システムの実現に不可欠な基礎技術を確認するため、N-1 ロケットにより50年9月の技術試験衛星Ⅰ型（ETS-1「きく」）をはじめ、電離層観測衛星（ISS「うめ」）及びISS-b「うめ2号」）、我が国初の静止衛星となった技術試験衛星Ⅱ型（ETS-II「きく2号」）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あげている。

また、54年2月及び55年2月にN-1 ロケットにより打上げられた実験用静止通信衛星（ECS「あやめ」）及びECS-b「あやめ2号」）は、いずれも静止軌道投入に失敗し、これまで順調に進んできた我が国の宇宙開発に一つの反省の場を与えた。

この失敗の原因究明から得られた教訓は、N-1 ロケットを改良大型化したN-II ロケットに生かされ、56年2月この初号機により技術試験衛星Ⅳ型

(E T S—IV「きく 3 号)」の打上げに成功している。

今後の宇宙開発は宇宙開発委員会が56年3月18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、また、実利用分野においては、静止気象衛星2号(GMS号—2)、通信衛星2号(CS—2 a及びCS—2 b)、放送衛星2号(BS—2 a及びBS—2 b)、海洋観測衛星1号(MOS—1)及び技術試験衛星Ⅲ型(E T S—Ⅲ)の開発を進めるとともに測地衛星1号(GS—1)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。

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。

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衛星とう載通信機器（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3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。

衛星とう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、双方向画像通信、データ通信、周波数拡散技術等に関する実験、地上通信系が衛星通信系に及ぼす影響の調査等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析が行われている。

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伝送する方式）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伝送する方式）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。さらに、準ミリ波車載局及びマイクロ波車載局を全国各地に移動して回線設定実験を行った。この結果、それぞれ基本特性が良好であること、マイクロ波車載局のような小型地球局によるカラーテレビ信号伝送が十分可能であることが明らかとなった。このほか、コンピュータ・ネットワーク基礎実験、離島局による回線設定実験、

準ミリ波小形局による回線設定実験等を実施し、良好な結果が得られている。

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。

以上のように、基本実験が順調に実施されていることから、郵政省は、55年度から基本実験参加機関以外の機関の参加も得て、CS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

第2-7-3表 CS応用実験候補項目

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、 東北大学及びその他の大学
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、国土庁
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、日本新聞協会、電電公社 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

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た。C S 応用実験の候補項目及びその概要は第2—7—3表のとおりであり、55年度には、警察業務用衛星通信システムに関する実験、国鉄業務用衛星通信システムに関する実験、災害対策用衛星通信システムに関する実験及び報道用各種情報の伝送実験を実施した。

C S 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、56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

実験用中型放送衛星（B S 「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月に静止軌道の上に打ち上げられ、同年7月20日から郵政省がNHK及び宇宙開発事業団の協力を得て、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約2年半にわたりこれらの実験を実施し、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。

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、全国各地において予定した直径のアンテナではほぼ予想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及び放送技術を開発するため、高品位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、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順次送出した場合、テレビ信号の切替えが円滑に行えるかの試験を行い、スムーズな切替えが可能であることが実証された。

また、放送衛星電波の受信に関する実験では、日本全国各地において、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られている。また、太陽雑音の影響及び構造物、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。

B Sによる実験は、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の機能が55年6月17日に停止した。

その原因については、宇宙開発委員会における調査の結果、高出力進行波管増幅器の高圧電源部の絶縁体に経年変化等によるき裂が生じ、その部分に放電が起これ高出力進行波管増幅器が作動しなくなったものと推定されている。

したがって、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日の打上げ以来3年以上経過し、太陽電池発電能力が徐々に低下してきているが、衛星各部の機器はすべて正常に動作し、55年度に鹿島局において286パス、カナダ^(注)国オタワ局において80パスの運用が行われた。

衛星にとう載された4ミッション機器すなわち電離層観測（TOP）、電波雑音観測（RAN）、イオン組成観測（PIC）及びプラズマ観測（RPT）の機器は地球一周回中に約100回の観測を行い、データはとう載テープレコ

第2-7-4表 CS・BS・ISS—b諸元

項目	衛 星	C S	B S	I S S—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・伝送容量等		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 : 日本本土	14/12GHzカラーテレビ信号2チャンネル 1チャンネル当たり 100W (受信可能なアンテナの大きさ) 日本本土の大部 : その他の地域 分 直径1m~ : 直径2.5m~4.5mのパラボラアンテナ	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			55. 6. 17 トランスポンダの機能が停止した。	

ーダに記録されて、電波研究所鹿島支所及びカナダ国オタワ市の通信研究センター（CRC）の地球局可視域において記録時の26倍の速度で再生、伝送される。打上げ以来これまでに約16万回の観測が行われ、貴重なデータが取得されている。

データの処理、解析は、電波研究所本所において行われており、電離層観測ミッションにおいては、トップサイド・イオノグラムから電離層臨界周波数 f_oF_2 を読み取り、電離層世界分布図を作成、アトラスとして第3部まで出版したほか、電波雑音観測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作成した。また、直接測定 of イオン組成観測及びプラズマ観測によって衛星近傍でのイオン組成、プラズマの密度、温度が測定され、これら諸量の世界分布図集第1集が出版されている。

また、電波研究所では、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、55年度鹿島局において379パス、南極昭和基地において154パスのデータが取得され、磁気テープに記録されている。記録された磁気テープには電離層サウンダ及びVLF（ホイッスラー、コーラス等）の観測データが含まれており、データ処理のため電波研究所本所に送られてくる。

これから作られたトップサイド・イオノグラム（35%フィルム）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ー、NASAゴダード宇宙飛行センター、米国海洋大気庁、英国アップルトン研究所）に、また、磁気テープ（コピー）はカナダ国通信研究センターに送られ、これまでに多くの成果が発表されている。

（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

CS及びBSについては、いずれも打上げ以来ほぼ3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な実験研究が続けられている。

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方式の実験研究を進めている。55年度実施した主な実験研究としては、FM衛星回線における伝送方式、位相偏移電信（P S K）衛星回線の特性測定、時分割多元接続（TDMA）衛星回線における特性試験、小局用 TDMA 方式、周波数拡散多元接続方式（SSRA）衛星回線特性の測定等の実験研究を実施し良好な結果を得た。また、コンピュータ・ネットワーク実験、更に警察庁、国鉄、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実験や、災害対策衛星通信実験の応用実験も行った。

B Sについては、NHK及び宇宙開発事業団の協力により実験研究を行っていたところ、55年6月TWT増幅器に不具合が発生し、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、衛星本体に残された機能（テレメトリ電波等）を利用して、電波伝搬、降雨散乱、衛星の機器特性、管制技術等の実験を実施してきた。また、応用実験に関する計画書、手順書やトランスポンダ不具合に伴う今後のB S実験計画について検討した。

（2）管 制

郵政省電波研究所鹿島支所では、人工衛星の運用管制技術に関する実験と研究を行ってきたが、実験用中容量静止通信衛星（C S）及び実験用中型放送衛星（B S）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、C Sによる管制実験では、主局（鹿島支所）の1局による測距データと、アンテナ塔の日射による変形量を補正した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）で折返した簡易な二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継続して行った。ところで、現在の保持範囲は、 ± 0.1 度であるが、これを更に ± 0.02 度まで高める東西方向の超精密軌道保持実験を行い成功した。今後、南北方向についても同様な試みを行う

予定である。

CSはスピン安定衛星である。この性質を利用して、地上からの管制コマンドにより衛星の姿勢を1度倒し、かつ、とう載されている機械的デスペンアンテナを東西方向に約±1度振って、地上の数か所で受信した強度をもとに、衛星アンテナのパターンを昨年に続き測定し、有益な資料を得ることができた。このような測定例は世界でも少ない。

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、BSの衛星正常時のデータを解析して、三軸静止衛星の場合のレベル変動の要因をまとめた。その結果は、BS-2以後の三軸静止衛星に反映して行くことになっている。また、今後、BS管制実験の一環として姿勢制御やアンテナパターンの測定に関する実験を予定している。さらに、低高度の移動衛星を対象として、データ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型中継衛星システム（TDRSS）についての調査、研究も前年度に引き続き行った。

(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、その有効性が確かめられた一方、宇宙開発事業団（NASDA）の協力を得て、57年度打上げ予定の技術試験衛星Ⅲ型（ETS-Ⅲ）を利用してレーザ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り、その地上施設の整備を進めている。

(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、気象環境による影響、特に、降雨による減衰が大きい。従って、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（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、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、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、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、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ている。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を確立し、次期ミリ波帯衛星における実験に資する予定である。

(5) 小型船舶・航空機等との通信（航空・海上技術衛星（AMES））

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、回線が不安定であるため、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、一部利用され始めている。

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 B B M（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年度においては、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 ーバンド電波による海上伝搬、通信実験を行った。56年度においては、低歪率高電力増幅器、低雑音増幅器の開発を行うほか、航空機用アンテナの実験を行う予定である。

(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対して柔軟な結合が可能で、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。55年度は、小型の地球局を設置した多数の低トラフィックユーザが、準ミリ波帯 SCPC チャンネルを用いて、中央のコンピュータを使用する集中型コンピュータ・ネットワー

クの基礎資料を得ることを目的として、衛星利用コンピュータ・ネットワーク実験システムを開発した。この実験システムは、センタ局1局とユーザ局(小型 SCPC 局) 2局で構成されているが、ソフトウェアにより、30局までのユーザ局で構成するネットワークをシミュレートすることができる。

(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。

国際電電及び電電公社は、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プログラム「ORBIT(国際電電), SATPOS(電電公社)」を開発した。

また、国際電電は、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プログラム「CAP-23」を開発した。

(8) 静止衛星による時刻及び周波数標準の供給

高精度の時間と周波数の標準及び遠隔地間での時計精密同期が最近の基礎科学、通信、運輸、測地、地震予知、宇宙科学等の各分野で必要とされつつある。

この情勢の下で、時刻及び周波数の国家標準をいかに精度よく、広い地域の一般利用者に供給し得るかが重要な問題となっている。従来の地上電波に代わり、静止衛星を用いた標準供給方式は広域性、通信の質、供給精度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年以來、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 2×10^{-10} ないし 1×10^{-11} の高精度利用が実現できることを確めた。

また、55年度には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を開発し、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となる見通しを得た。

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。

(1) 通信衛星2号（CS-2）計画

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、広域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などの特徴を有する。このため、通信衛星は、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等に有効であり、また、将来は衛星の大型化に伴い、同報通信及び統合デジタル通信等の新たな分野への利用が考えられる。

通信衛星2号（CS-2）は、我が国初の実用通信衛星であり、57年度に本機（CS-2 a）を、58年度に予備機（CS-2 b）を打ち上げることとしている。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、寿命を5年目標とすること、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。CS-2は、非常災害時における通信の確保、離島との通信回線の設定及び臨時回線の設定等を目的として、電電公社の公衆通信及び行政機関等の公共業務用通信に利用することとしている。

(2) 放送衛星2号（BS-2）計画

放送衛星は、1個の衛星により高仰角で広い地域をカバーできるという特

徴を有することから、テレビジョン放送の難視聴解消等に有効であり、また、将来は、医療、教育等の専門放送や高品位テレビジョン放送等への利用が考えられる。

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年度に本機(BS-2a)を、60年度に予備機(BS-2b)を打ち上げることとしている。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

第2-7-5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にて受信可能)
設計寿命		3年以上5年を目標	4年以上5年を目標

る。BS-2は、辺地や離島におけるNHK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ほか、非常災害時における放送の確保のための利用も期待されている。

(3) 第二世代の実用通信衛星及び実用放送衛星

60年代の前半には、CS-2及びBS-2の寿命を考慮すると、第二世代の実用衛星として、通信衛星3号(CS-3)及び放送衛星3号(BS-3)の打上げが必要となる。このため、郵政省は、CS-3及びBS-3の利用の在り方に関する基本的な考え方についての調査研究を行うことを目的として、55年6月、電波利用開発調査研究会の下に学識経験者から成る実用衛星部会を設置した。実用衛星部会では、CS-3及びBS-3について、利用の促進を図るべき分野及び促進を図るための方策についての調査研究が進められている。

(4) 通信・放送衛星機構

実用通信衛星及び実用放送衛星の利用の推進に当たっては、静止軌道及び宇宙通信用周波数の有効利用、資金及び技術力の集約化並びに実用衛星の管理、運用等を一元的かつ効率的に行う機関を設立する必要があることから、54年8月、通信・放送衛星機構法に基づき、郵政大臣の認可を得て通信・放送衛星機構が発足した。

機構の主要業務は、①通信衛星及び放送衛星を他に委託して打ち上げること、②通信衛星及び放送衛星の位置、姿勢等を制御すること、③通信衛星及び放送衛星にとう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である。

機構の資本金は、55年度末現在で18億円であるが、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50%づ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建設については、54年度に取得した用地の造成、局舎の建設及び通信衛星管制施設の整備に着手した。また、衛星の打上げ委託に

については、CS-2の打上げについて54年度に宇宙開発事業団に委託したが、55年度は、BS-2の打上げについて委託した。

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、我が国における社会活動の多様化、広域化に伴い陸上移動通信の需要は、増加の一途をたどり、特に、VHF帯及びUHF帯陸上移動業務用周波数の需要の増大は著しく、当該周波数帯における需給の関係はひっ迫してきている。このような状況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により周波数の有効利用を図ってきたところであるが、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、51年度から4年間にわたり主として、400MHz帯における狭帯域FM通信方式について審議を行い、チャンネル間隔を現行の25kHzから12.5kHzに縮小した狭帯域化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月一部答申を行った。

55年度は、その他の狭帯域化通信方式について継続審議を行い、そのうちリンコンベックスによるSSB通信方式に関しては、耐フェージング特性、耐雑音妨害特性及び近接波干渉等を対象として、室内シミュレーションにより種々の条件の下でのオピニオン評価試験等を行うとともに、室内実験結果を確認するための野外実験を実施し、その技術的条件について、結論が得られた。これにより狭帯域化通信方式に関する諮問に対しては、すべての審議事項について、結論が得られたので56年3月完結答申がなされた。

同答申のうち、リンコンベックスによるSSB通信方式の概要は次のとお

りである。リンコンペックスは、元来短波無線電話におけるSSB通信方式の品質改善を目的として、開発されたものであるが、諸実験の結果、VHF帯においてもフェージングに強く、かつ、低受信電界時の雑音特性に優れるなどの利点を有していることが確認され、VHF、UHF帯におけるSSB通信方式の改良方式として最も実用レベルに近く、狭帯域FM通信方式に次ぐ有望な狭帯域通信方式として、その実用化が期待される場所である。次に主な技術特性等について述べる。

(1) 送信部

ア. 適用周波数帯

UHF帯については、周波数安定度などの点から、適用は難しく、60 MHz帯、150 MHz帯等VHF帯が適当である。

イ. 周波数間隔

室内及び野外伝搬による干渉特性などの実験結果により、周波数間隔は約7 kHzが適当である。

ウ. 変調方式

陸上移動無線特有の深くて早いフェージングにおける自動制御機能を考慮し、低減搬送波方式とする。

エ. 周波数安定度

60 MHz帯で $\pm 3.5 \times 10^{-6}$ 、150 MHz帯で $\pm 1.5 \times 10^{-6}$ 程度とするのが適当である。

オ. 占有周波数帯幅

音声の自然性や選択信号などの十分な伝送を考慮し、3.6 kHz程度とするのが適当である。

カ. 隣接チャンネルへの漏えい電力

隣接チャンネル周波数における希望波の電力減衰量を60 dBとするのが適当である。

(2) 受信部

ア. 局部発振器の周波数安定度

60 MHz 帯で $\pm 3.5 \times 10^{-6}$, 150 MHz 帯で $\pm 1.5 \times 10^{-6}$ 程度とするのが適当である。

イ. 感 度

$2\mu\text{V}$ (12 dB SINAD 法) とするのが適当である。

ウ. 通過帯域幅

3 dB 低下幅とし, 3.8 kHz とするのが適当である。

エ. 隣接チャンネル選択度

60 dB とするのが適当である。

(3) リンコンベックス部

ア. 振幅制限レベル

基準入力レベルより 10 dB 高い値とするのが適当である。

イ. 音声チャンネル圧縮範囲

振幅制限レベルから 40 dB の範囲とするのが適当である。

ウ. 制御チャンネルの周波数偏移の範囲

無変調時の周波数から低域側に 160 Hz とするのが適当である。¹

エ. 周波数利用効率

周波数利用効率に大きな影響を与える同一チャンネル干渉比及び隣接チャンネル干渉比は, 現行 FM 通信方式と同程度以上得られることから, 周波数間隔の縮小分をそのまま周波数利用効率の向上に役立てることができる。例えば, 60 MHz 帯及び 150 MHz 帯における現行 FM 通信方式の周波数間隔をそれぞれ 2 分割, 3 分割して本方式を適用することは十分可能である。

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, 室内を自由に持ち運ぶことができ, かつ, 普通の電話機と同様に使用すること

ができる、電話機とローゼットの間の有線部分を無線化した、いわゆるコードレス電話に対する要望が高まってきたことから、郵政省では、55年に電電公社に対し、コードレス電話用無線局の開設の許可を行った。

コードレス電話は、単独電話、事業所集団電話、内部通話用電話、着信用電話等の附属電話機及び構内交換電話の内線電話の附属電話機として使用できるもので、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、

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	250MHz帯及び400MHz帯
変調方式	位相変調 (最大周波数偏移 ± 5 kHz)
送信出力	3 mW
通話方式	同時送受話方式
通話品質	無線区間 $S/N=40$ dB以上。 $S/N=40$ dB以下ではスピーカに接続しない。
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 $S/N=40$ dB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	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 (停電時は内蔵電池で約1時間使用可能) コードレス電話機 DC3.0V (単1型乾電池2本で約1ヶ月使用可能。ただし、1日10通話、1通話3.5分として)
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)

250 MHz 帯及び 400 MHz 帯の周波数を効率的に使用することにより公衆通信業務として十分な通信品質を確保している。その主な諸元を第2—7—6表に示す。

電電公社は、55年度、東京、横浜、名古屋、大阪地区の16都市でサービスを開始しており、56年度中には全国57都市へのサービス拡大を計画している。さらに、利用者からのコードレス電話機の小型軽量化をはじめとした要望に対処するとともに、一層、周波数利用効率を改善するマルチチャンネルアクセス機能を有する新形コードレス電話機の開発が進められている。

3 MCA システム (Multi Channel Access System)

社会活動の多様化、高度化に伴い陸上移動通信に対する需要は著しい伸びを示しており、特に貨物自動車輸送、製造・販売業など各種業務における需要は潜在需要も含めて極めて大きいと考えられる。

一方、陸上移動業務用の周波数は極端にひっ迫している現状から、これらの需要にこたえるため、より一層の周波数の有効利用を図り得る施策を講ずる必要がある。

その一方策として、複数チャンネルを複数の加入者が共用する通信システムである Multi Channel Access System (以下「MCA システム」という。)を採用すれば、個別チャンネル占有又は共用通信方式に比べて大量のトラヒックを処理することが可能であり、周波数を有効に利用することができると考えられる。

このシステムの導入に当たっては、我が国の陸上移動通信の実状を十分反映する必要があることから、各種MCAシステムの調査、最適システムの検討及び利用者の希望条件等の調査・研究を財団法人移動無線センターに依頼した。その調査結果から十分実用に供し得る見通しが得られれば、免許処理方針等策定の上、早期に導入する方針である。

なお、このMCAシステムの基本的な考え方は、800 MHz 帯の周波数を用いる大ゾーン方式であり、1システム当たりの規模としては、制御チャン

ネルを含め最大16チャンネルで約5,000局の移動局を収容することを予定している。

4 自動車公衆無線電話方式

電電公社では、44年ごろから 800 MHz 帯を使用する小容量の自動車電話方式の研究を開始し、53年10月には実験局を開設して総合動作試験、通話品質試験、信頼度試験等の各種の実用化試験を経て、54年12月に東京23区において初めて自動車公衆無線電話のサービスを開始した。引き続き55年11月に大阪地区、56年3月には東京周辺地区でもサービスを開始し、加入者数もサービス開始以来順調な伸びをみせ、55年度末には6,406加入に達している。

さらに、56年度にはいり大阪周辺地区においてサービスが開始され、年度末には名古屋地区においてもサービスが開始される予定であり、57年度以降逐次地方都市にも拡大していく計画である。電電公社は、この地方都市への拡大に対処するため中小都市用に適した方式の開発を進め、55年9月から、仙台地区において現場試験を行っている。この方式は、基本的には現在の方式と変わらないが、交換機、基地局設備等の経済化を図ったものである。

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2-7-7図に示したとおりであり、5 GHz 帯のマイ

クロ波 (5,031.0~5,090.7 MHz 間に 300 kHz 間隔で 200 チャンネルが予定されている。)を利用して薄いフェ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、 ΔT 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°、通達距離 20 NM(海里)と広く、同覆域内において曲線を含めて任意の進入コースが選定できるため、空港周辺空域の有効利用による安全性の確保、人口密集地域の上空通過回避による騒音公害防止、航空燃料の節約等が図れること
- (2) 所要の運用要件を満たすために広大な平坦地を必要とする ILS に比較して狭い空港においても十分な精度の着陸誘導が期待できること
- (3) 同時に多数の航空機に対してサービスが可能となるほか、将来全自動着陸への発展が期待できること
- (4) 高角度進入誘導が可能であることから将来発展が予想される STOL 機、ヘリコプター等にもサービスが可能であること

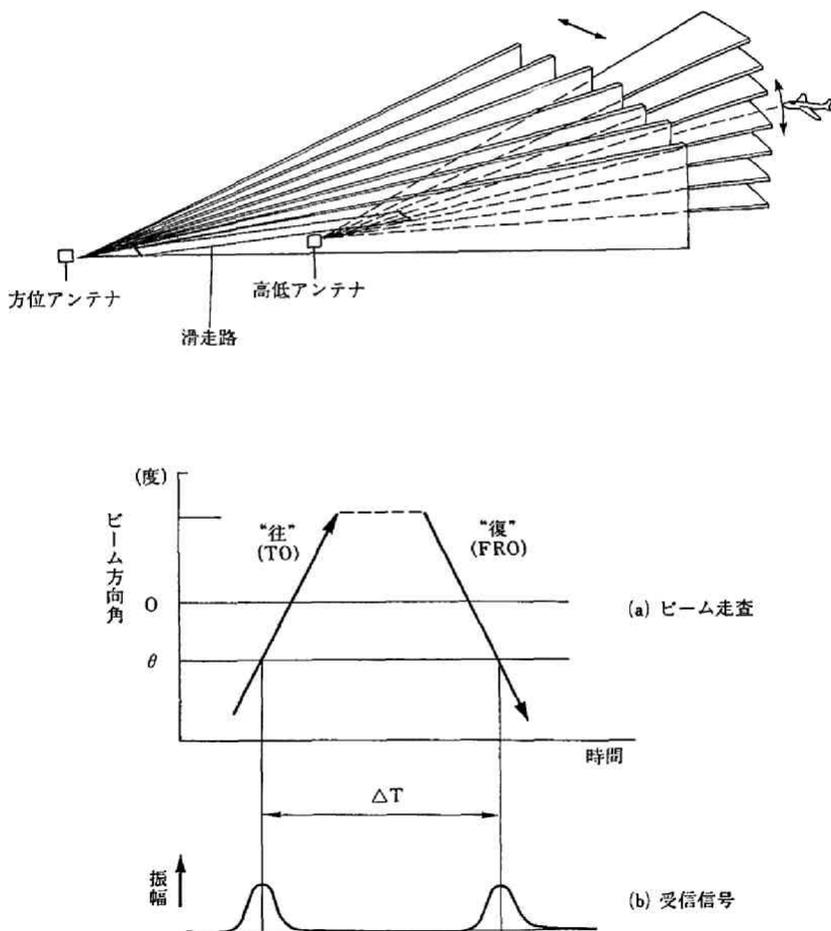
なお、MLSの開発状況が既に述べたとおり実用化段階に入っていることから、国際的な標準化作業が国際民間航空機関 (ICAO) において急がれており、現在、MLSの基本システムである角度誘導機能に関する標準勧告方式がほぼ固まったほか、1995年を目途とする ILS から MLS への移行計画が勧告されている。

6 衝突防止装置 (CAS)

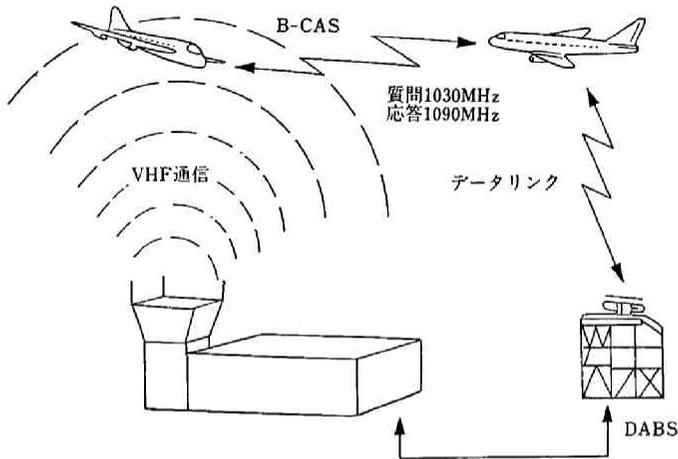
航空交通量の激増により、近年、航空機相互間の空中衝突の危険性が増加してきているのに加えて、航空機の高速化に伴いパイロット自ら衝突防止機能を果たすことは、人間の視認判断による回避操作にも限界があることから極めて困難な状況になってきている。

CAS は、このような背景から、航空機相互間の空中衝突を未然に防止するため、各国で開発が進められているものであり、我が国においても46年7月30日全日空ボーイング727と自衛隊のF86が雫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。

第 2—7—7 図 M L S の概念図及び角度測定原理説明図



第2-7-8図 CAS の概念図



CAS 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2-7-8図に示したように、SSR と同一の周波数を使用して自機に接近する航空機に対し質問信号を發し、相手機の ATC トランスポンダからの応答信号を受信して、この応答遅延時間等から相手機の位置をは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 をとう載していれば、ATC トランスポンダをとう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、SSR を改善するものとして、米国が中心となって開発が進められている DABS (Discrete Address Beacon System) も、地上のレーダでは握した航空機の位置情報をデータリンクを介して航空機に衝突警戒メッセージを伝送することにより容易に衝突防止機能を持たせることが可能であり、世界的に注目されている。

7 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1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5GHz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6GHz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ベース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、6GHz帯で、1無線チャンネル当たり電話5,400chを伝送するSSB方式の導入について詳細な検討が行われている。一方今後、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20GHz帯で、1無線チャンネル当たり400Mb/s(電話換算5,700ch)を伝送する方式が実用化されているが、5GHz帯において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、56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, 6.5, 7.5, 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、55年度には今後幹線系に導入されていくものと予想される中容量 PCM—4PSK 方式等について一部答申を得た。また、電波技術審議会の審議と並行して、53年度に対向型小容量 PCM—4PSK 方式について、54及び55年度には時分割多方向型 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た。この結果、十分実用に供せられるものであることが判明したので、これらの方式に関する免許処理方針等を54及び55年度にそれぞれ策定し、導入を図ったところである。

8 準ミリ波帯通信方式

社会活動の高度化にともない電気通信の需要は、ますます増大、多様化しており電話だけでなく、高速データ、ファクシミリ、画像通信等のための広帯域デジタル伝送路の需要が増大すると予想される。したがって、無線通信の分野でも現在拡充を図っている長距離大容量デジタル回線に加えて、今後は経済的な広帯域デジタル加入者無線回線の必要性が高まるものと考えられる。

電電公社では、以上の需要に対処するため準ミリ波帯（25～27GHz帯）を用いて電話局と加入者を結ぶデジタル加入者無線方式の開発を行っており、周波数の有効利用、装置の小型・軽量化等について研究するため実験局を開設した。

本方式は電話局を基地局として4つの扇形ビームを有する空中線を用いて半径7km内の事業者等の加入者に時分割多重したデジタル信号を伝送するものであり、1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、実験用通信衛星「さくら」を使ってテス

トに成功した DA—TDMA 方式を採用することにより、加入者が散在していても、即応性をもって経済的に回線を設定できる特長を有している。また、マイクロ I C 等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構造になっている。第 2—7—9 表に本方式の主要諸元を示す。

55年度は、親局と 3 局の加入者局の回線構成により、初期設定、符号誤り率特性の測定、衛星回線との接続実験等を行い、良好の結果が得られたので、56年度は都市内において実際の運用形態に即した回線構成で伝送実験及び伝搬実験を行う予定にしている。

第 2—7—9 表 準ミリ波帯加入者無線方式の諸元

周 波 数	準ミリ波帯 (25~27GHz 帯)
伝 送 容 量	1 無線 ch 当たり 12.3Mb/s 1 加入者当たり 64kb/s~1.544Mb/s
サービ ス ・ ゾ ー ン	基地局から半径 7 km
加 入 者 数	100 / (1 ゾ ー ン, 1 無 線 ch)
稼 動 率	99.96%
送 信 出 力	20dBm (100mW)
変 調 方 式	A S K
ア ン テ ナ	基地局：扇形ビームアンテナ 加入者：パラボラアンテナ 30cmφ (ゾーン半径 3 km内) 60cmφ (ゾーン半径 5 ") 130cmφ (ゾーン半径 7 ")

9 ミリ波帯通信方式

年々増加する無線周波数の利用に対処するため、既利用周波数帯の一層の有効利用を図るとともに、30GHz を超える未利用周波数帯の活用のため各種研究開発が進められている。30GHz を超えるような高い周波数になると、通信装置を構成する半導体素子として十分な性能を持ったものが得にくいこ

とや、降雨による減衰が大きくなるといった問題がある反面、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ともに、占有帯域幅を広くとり得るといった利点があるため、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がある。

こうした中で、最近の半導体素子技術の急速な発達もあって、ミリ波帯電波を利用した通信システムの実用化が始まった。56年3月、我が国としては初の40GHz帯(37.5~38.9GHz)の電波を用いた実用局が国土庁によって開設された。防災関係行政機関を結ぶ中央防災無線網の一部6区間に小容量デジタル無線システムとして導入され、現在順調に運用が行われている。本システムの主な諸元は第2-7-10表のとおりで、1システム当たり6.312Mb/s(電話換算96ch)の伝送容量を持ち、2値FSK信号として伝送するもので、アンテナ及び無線送受信装置は一体となって一つのケースに収められている。

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装置諸元

項 目	内 容
周 波 数 帯	37.5~38.9GHz
伝 送 容 量	6.312Mb/s (電話換算96ch)
中 継 方 式	検波再生中継
中 継 区 間 距 離	200~600m
変 調 方 式	2 値 F S K
送 信 出 力	-2.0~+10dBm
周 波 数 安 定 度	1×10^{-4} 以下
受 信 方 式	スーパーヘテロダイン
中 間 周 波 数	140MHz
受信機雑音指数	12dB以下
所 要 C/N	17.6dB (誤り率 10^{-4} , 固定劣化 6dB を含む。)
電 源 電 圧	-24V D C
消 費 電 力	95W
外 気 温 度 範 囲	-10°C ~ 50°C
外 形 寸 法	670mm (H) × 580mm (W) × 552mm (D)
重 量	約60kg

また、更に高い周波数である50GHz帯においても同様の無線伝送システムの開発が進められており、56年度には実験局の開設が予定され、降雨減衰による回線信頼度、システム構成上の諸問題について検討及び実験が計画されている。

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、電波の有効利用が図られ放送メディアの多様化が期待できる。

多重方式としては、本来の放送番組との間の相互妨害がなく、良好な品質が得られ、しかも普及性のあることが開発の目標となっている。

(1) テレビジョン多重放送

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

一般受信者を対象とする多重放送としては、現在テレビジョン音声多重放送、文字放送、静止画放送及びファクシミリ放送の4種類が考えられている。

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56年7月現在、NHK 6地区及び民放19地区43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「文字放送の技術基準」について答申した。

ウ. 静止画放送

映像信号の垂直帰線消去期間の一部に静止画の信号を重畳して放送するものであり、本来のテレビジョン放送を映画とすれば、静止画放送はスライドに相当する。

また、テレビジョン音声多重放送と組み合わせて音声付きの静止画放送とすることも可能である。静止画放送は、技術面、利用面とも検討すべき問題が多く残されている。

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。

55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、市販テレビジョン音声多重受信

機に対する両立性、ファクシミリ信号の漏話に対する所要 S I 比及びファクシミリチャンネルの伝送特性の検討を行った。その結果、市販テレビジョン音声多重放送への漏話は、大部分の機種は許容限以上であり、半数以上が評価 4 であり、漏話に対する所要 S I 比は、評価 4 で、46～47 d B、許容限で 44～45 d B であることが判明した。

今後は、実験仕様に基づく送受画機を試作し、ファクシミリ信号の伝送路によるひずみと妨害の影響について検討することとしている。

(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、ステレオ放送とは内容を異にする信号を重畳する場合との関連について検討が行われるものと考えられる。

イ. ステレオ信号とは内容を異にする信号

データ信号を重畳する場合と 42 年度答申にあげられている方式（米国の S C A と同じ方式）以外の方式で音声信号を重畳する場合の現行ステレオ放送との両立性を確保するための技術的条件について検討を行っている。

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シミュレータ(WBFS)で構成した国産で初めての基本システムのハードウェアを、56年度前半までに完成することを目標として進めている。

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FM方式と比較して周波数間隔を3分の1程度に縮小しても、同等の性能が確保できることが明らかになったので、周波数スペクトラムを有効利用するための有望な方式となり得る見通しがついた。

また、実用的見地からみれば、フェージング抑圧器で補償できない深さと速度をもつ信号変動に必ず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。しかし、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室内及び野外実験を実施し、この方式の所期の有効性を明らかにし、答申の基本を確立することができた。

13 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) ミリ波帯サイトダイバシティ

郵政省電波研究所は、実験用静止通信衛星（ECS「あやめ」）を用いて、約40km離れた同所鹿島支所及び平磯支所の間で、ミリ波帯サイトダイバシティ通信実験を計画した。しかしながら、衛星を静止軌道に投入するためにアポジモータに点火したところ、衛星からの電波が途絶し、実験の実施が不可能となった。このため、設備を改修し、56年度からCSの準ミリ波帯を用いてサイトダイバシティ通信実験を行うこととしている。

(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。

(3) サイトダイバシティ効果

電電公社では、CS実験の一環として、CSの20GHz帯の下り回線における降雨減衰を横須賀及び横浜で測定し、サイトダイバシティ効果の基礎資料を得ている。

14 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、55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、成果の公表及びミリ波帯における素子の開発の現状について調査した。

15 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信号を相関法により比較すると、電波の二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「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、58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、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、55年度は主としてバックエンド部の開発を中心に進め、K-3システムの開発についての見通しを得た。

電波研究所では従来から V L B I 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 V L B I 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 V L B I 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 $\pm 5\text{ns}$ を得た。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、マイクロ回線でデータ伝送を行う実時間相関処理など、改良した V L B I システム (K-2) を開発し、電波研究所鹿島支所——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。

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。

16 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。

これは地上から発射する音波の伝搬速度が、静止空気中の音速と風速とのベクトル和であることを利用して独立な3軸に向けた3台のラス・レーダを組み合わせる方式である。また、この方式とは別に、音波波面からの反射電波強度は地上で比較的小さなスポットを結ぶことを利用して、フレイ状 (6×6) 配列の受信アンテナ及び受信機群による方式のものを試作し、両方式とも並行して検討を進めている。

17 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。

散乱計：雨域及びその降雨強度の観測を行う衛星とう載用雨域散乱計の開発を目的とし、航空機とう載用2周波（10GHz, 34.5GHz）散乱計／放射計を53年度と54年度で製作し、55年度は約70時間の飛行実験を行った。また、衛星とう載用雨域散乱計の設計仕様の検討を行った。

本航空機とう載用散乱計／放射計を用いて海面散乱の実験（海面の風向・風速の測定）も行った。海面散乱の実験はNASDAと共同で行うことも計画している。

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。

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 GHz, 30.6～32.1 GHz：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。

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次元映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おり、これ

についての調査研究を実施した。

18 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。

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じるオゾン分子と、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用レーザレーダの開発研究を進めており、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を目的とした飛行機とう載用小型レーザ・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 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

スタルベスケープル，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プルは，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。

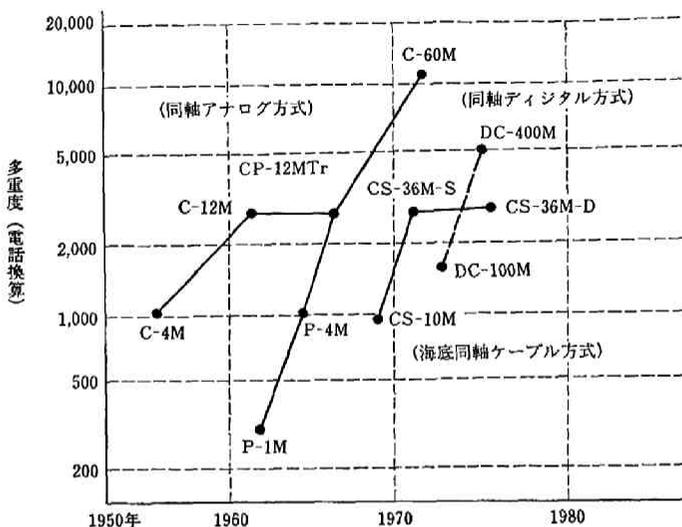
また，平衡対ケーブルを用いて4MHz帯域の白黒及びカラーテレビ信号をベースバンドで中継するための方式として，中継器の伝送特性の改善により適用距離の延長を図ったITV-4M方式が実用化されている。

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）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）。

国際海底ケーブル関係では，我が国で開発された海底同軸ケーブル方式であるCS-5M方式が日中ケーブル（日本-中国間約800km，電話480回

第 2-7-11 図 同軸ケーブル方式の開発経過



線、51年10月完成)及び沖台ケーブル(沖縄—台湾間約700km, 電話480回線, 54年7月完成)に、CS-12M方式がOLUケーブル(沖縄—フィリピン間約1,500km, 電話1,600回線, 52年8月完成)に実用化されている。さらに、日韓間の通信需要の増大に対処するため、日本～韓国間約290kmに海底同軸ケーブル(電話2,700回線)が55年11月に建設された。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持ったCS-36M-DR方式が採用された。

2 デジタル伝送方式

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(1.544 Mb/s)から5次群(397.2 Mb/s)までのデジタルハイアラキに沿った各種の有線伝送方式が実用化されてきた。

平衡対ケーブルを用いたデジタル伝送方式としてはデジタル1次群に

適用する PCM—24 方式があり、我が国初のデジタル伝送方式として集中局～端局等の近距離回線に使用されている。

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 4 MHz 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 4 MHz 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）。

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とデジタル 1 次群レベルでのデジタル同期端局方式が実用化された。

引き続き、デジタル交換機など通信網の本格的なデジタル化に対処するため、デジタル 2 次群レベルまでの同期化を行った同期端局方式について実用化が進められている。

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、①直径 0.1 mm 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、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ー、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 μm 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 μm 帯における損失が、0.2 dB/km を下廻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 μm 帯半導体レーザーの実用化等の成

果をあげている。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—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形で川崎市内約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もとに、55年度は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、100 Mb/sの伝送方式の導入が開始された。

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400 Mb/sの伝送方式の研究が行われている。

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、6.3~100 Mb/sのデジタル信号を約50 kmにわたり無中継で伝送可能な方式及び400 Mb/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。

この他、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、将来の国際通信に使用する海底光ファイバケーブル方式の研究開発を進めている。現在目標としているシステムは、最大長1万 km、伝送速度約280 Mb/sで最大3サブシステム実装が可能で、伝送容量は電話換算4,000回線~12,000回線である。この開発の一環として海底光ファイバケーブル光海底中継器の試作を行い、伝送特性、機械的特性の試験を行った。また試作ケーブル、試作中継器を用いてケーブルシップKDD丸により、取扱性やケーブルエンジン通過実験を行い、敷設上の基本的問題点のは握を行った。

4 電子交換機

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、55年度末には530ユニットが全国で運用されている。従来からの大局用D10形自動交換機及び中局用D20形自動交換機に加え、55年度は、小局用D30形自動交換機を実用化し、大局から小局まですべての規模の局に電子交換機を適用できるようになった。

電子交換機は通常の電話交換のほかに、蓄積プログラム制御方式の利点を生かして自動車電話、自動内航船舶電話等の移動通信用交換機としても使用されており、さらに今後新サービスの実現に向けその効力を発揮していくものと期待されている。

電子交換機にとって、機能追加に伴うソフトウェアの維持管理は最も重要な事項の一つである。このため、電電公社では機能ブロック化によりプログラムを構造的に改良し、プログラム言語として交換用高水準言語（CHILL；CCITT High Level programming Language）を採用したD10形自動交換機用の新しいプログラム・システム（D100Bプログラム）を開発した。このプログラム・システムを適用した電子交換機は、56年1月から運用に供されており、今後全国に導入されていく予定である。

電子交換機間の信号方式として開発された共通線信号方式は、その経済性と共に、豊富な信号種別、高速性など多くの利点をもっている。共通線信号方式は既に実用に供されているが、現在その改良方式であるCCITT No. 7方式に準拠した方式の実用化が進められている。

電子交換機及び共通線信号方式の実用化により、ネットワークの機能高度化の基盤は着々と整いつつあるが、なお、現在、全国の交換機の多くをクロスバ交換機が占めている。このため、クロスバ交換機にも蓄積プログラム制御方式による付加装置の導入が進められており、東京、大阪のC400形系自動交換機には既にこの付加装置が設置されており、新しいフェクシミリ通信方式を初めとする各種新サービスの提供に寄与するものと期待される。

D10～D30形自動交換機は、いずれもアナログ交換機であるが、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実用化が進められている。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、さ

らに、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。

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に收容されている加入者に限られていたもので、さらに、55年11月、XR—2 国際電話自動化設備を商用に供し、クロスバ交換機のプッシュホン加入者からも ISD の利用を可能とした。

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年度に新たな国際電話用電子交換システム (自動交換系) を大阪地区に導入する計画を進めている。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するため、大阪地区に CT—20 国際テレックス電子交換システムを建設し、56年度早期に運用を開始する予定である。また、電子式の国際加入者線交換機については、55年11月に東京地区に導入し、56年度には大阪地区に導入を予定している。同じく電子式の国際テレックス加入者線集線装置については、56年1月に横浜に導入し、56年度には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については、55年9月に大阪地区に導入し、東京地区には56年度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年度導入を目的に建設中である。

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)、及び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。さらに、大阪地区については、55年12月の電話託送準自動受付システム (PTAS—D) の導入に引続き、56年度導入を目的に発信国際電報自動処理システム (PTAS—E) の建設を進めている。

なお、将来の国際電話トラヒックの伸びに備えて今後も新規交換機の導入が必要であり、その研究開発が進められている。国際交換機では、国内及び国際の多種類の信号方式の扱いが必要なうえ、処理も複雑なこと、全国のトラヒックを収容するため特に高い信頼性が要求されること、国際的な動向に合せた新信号方式や新サービス機能の追加、修正などのため極力柔軟性のある構成が望まれることなど、特別の要件がある。これらを考慮するとともに、近年の急速な半導体技術を積極的に活用して、マイクロプロセッサの複合体による制御方式を採用した分散形デジタル交換機の研究試作を進めている。

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、電電公社では回線交換網及びパケット交換網の開発を進めてきたが、54年12月の回線交換サービスの開始に引続き、55年7月にはパケット交換サービスを東京、横浜、名古屋、大阪、福岡、仙台、札幌で開始した。

パケット交換網は、蓄積交換方式により加入者からのデジタル情報をパケットと呼ばれる、あて先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。この方式は、伝送路の使用効率が高いため、通信料の遠近格差を最大1.5倍と小さくするとともに、実際に送信する情報量に比例した情報量課金方式を採用している。さらに、異速度端末間の通信を可能とするなど、既存の通信網にない数多くの特長を有している。

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の建設計画（VENUS）が進められており、これまで一部諸外国との国際接続試験をはじめ、各種端末の接続試験等も行われ、サービス開始に向けて準備が進められている。

また、同建設計画では、国際間のメッセージ蓄積交換機能を提供するための建設も行われ、サービス開始に向けて準備が進められている。

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）」が、米国を対地として55年9月から開始されている。

また、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データ網（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、昭和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、先廻り制御、並列処理方式等の高速演算方式の開発が課題となっている。

記憶装置は、高速ICメモリと低速ICメモリとで主記憶を構成するという記憶階層方式が一般の大型機で採用されている。ここしばらくは、このような記憶階層が存続すると思われるが、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

部または、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た。

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、記録など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、小型化による経済化をはか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。

入出力装置は、さらに、高速化を目指すとともに、マンマシンインタフェースの改善を目指し、文字・図形・音声等による入出力装置の開発が進められており、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ベース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って、データの蓄積についての物理的配置や論理の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、複数の計算機、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年度郵政省告示として発表した。

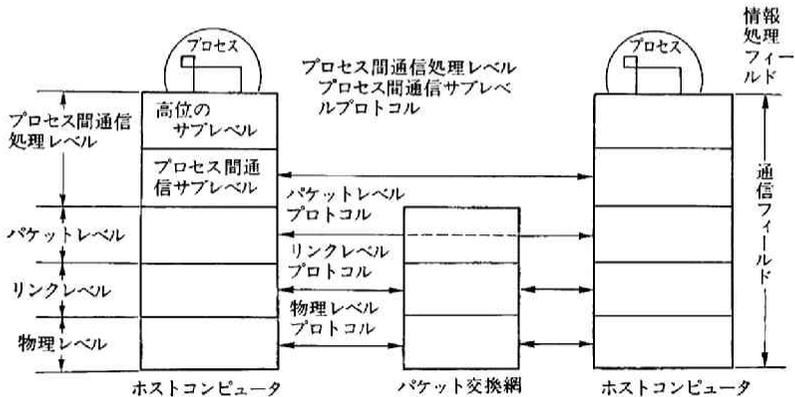
これはコンピュータ間通信を広く国家的立場から検討し、国際通信網との接続等も考慮した標準的なプロトコルの確立と普及とを目的としたものである。

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



これに先立ち、電電公社では、52年度当初より DCNA (Data Communication Network Architecture) と呼ばれる汎用ネットワーク・アーキテク

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。

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，理論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，音声など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 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に伴って 50 b/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、現在、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、300 b/s 以下、1,200 b/s 以下の非同期データ信号及び2,400 b/s、4,800 b/s、9,600 b/s、48 kb/s の同期データ信号を伝送するものである。

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コンピュータ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処理する高度な端末も実用化されている。

基本的な入出力機器である英数字カナのシリアルプリンタは、母形方式とならんでワイヤドットマトリックス方式のプリンタが多数開発され、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のほか、図形入出力装置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、出力方式としては電子写真式に加え、ゴシック体及び明朝体の印字が行える漢字ワイヤドット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などへ適用範囲を拡大しつつある。

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が実用化され、また直線や円のような線図形を扱う図形入出力装置が実用化されている。

国際電電においては、国際間における文書通信の迅速化とビジネスにおけるオフィス作業の効率化をねらいとする国際テレテックス通信用として、CCITT テレテックス関連勧告に適合した欧文を主体とするテレテックス端末装置の開発に着手した。また、文字と図形が混在する文書を統一的に伝送するためのテレテックスとファクシミリの統合端末の研究も進めている。

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。

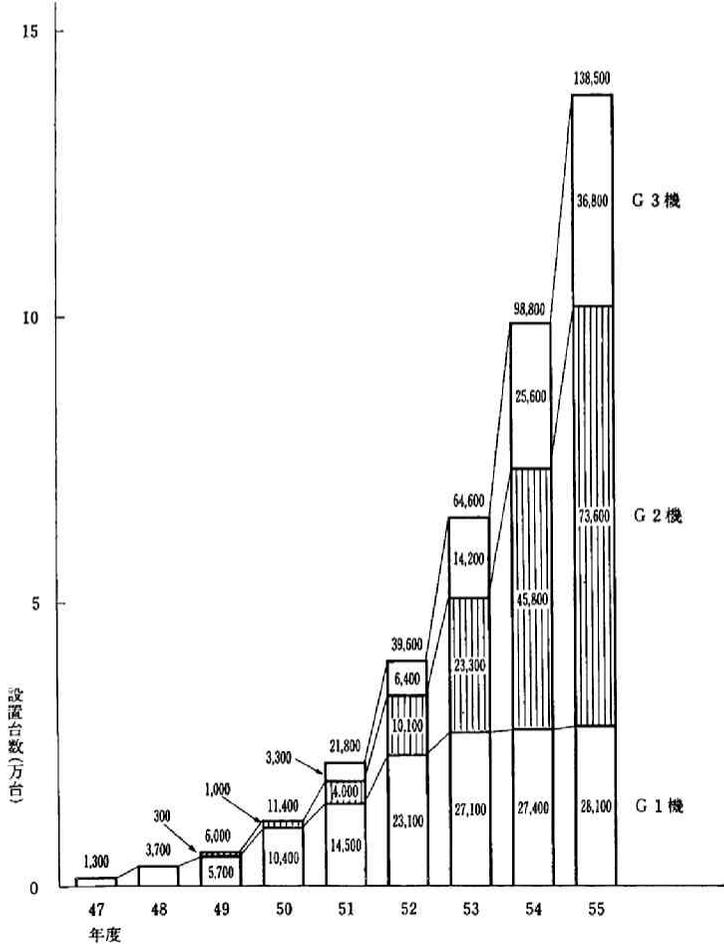
1 ファクシミリ

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

第2-7-14図 電話網利用ファクシミリ設置台数の推移



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、第 2—7—14 図のと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）、G2 機（3 分機・中速機）、G3 機（1 分機・高速機）及び G4 機（公衆データ網用）に分類して審議されている。G1 機及び G2 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。G3 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の作業を通信システム研究会に付託し、成果を得た。

なお、今会期（1981～84 年）では G4 機の勧告化が主要課題となっている。

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合せた方式の研究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。

一方、家庭で将来用いられる画像通信メディアのあり方に関する研究も行われている。家庭における画像端末としては、テレビジョン放送がほとんど唯一のものであるが、近い将来には、電話ファクシミリ、ファクシミリ放送、ビデオテックス、テレテックス等の多種多様なものが登場してくると予

測されている。これらのメディアが普及する条件としては、安価で小型の家庭用装置が使用できることがあげられる。これを実現する方法の一つとして、複数のメディアで家庭用装置を共用することが考えられるが、そのためには複数のメディアの通信方式に整合性があることが必要である。

郵政省ではこの考え方に従って、55年度に、通信システム研究会において電話ファクシミリとファクシミリ放送とで共用する将来の家庭用ファクシミリ装置の検討を行い、方式試案を取りまとめた。これによれば、家庭用ファクシミリの主要規格としては、①記録紙サイズでA4判、②高解像度（8画素/mm×7.7ライン/mm）、③伝送速度は、A4判標準原稿で1～2分程度、④放送系では中間調も表現する、となっている。また、この方式案に基づく装置も試作している。

また、電電公社においてはファクシミリ通信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、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開発が進められている。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。

国際電電では、高速ファクシミリ・サービスがパケット交換データ網で実現される場合を想定した実験システムを試作した。本システムは、パケット交換機、高速デジタルファクシミリ装置、ファクシミリ通信処理装置（FCP）、ファクシミリ変換接続装置（FAX—PAD）及び電話網ファクシミリ端末から構成されている。パケット網ファクシミリは勧告X25インターフェイスを採用し、再送方式による自動誤り訂正、多論理チャンネルを利用した同時送受信等、電話網ファクシミリにはない機能を備えている。FCPは同報通信、メールボックス等のファクシミリ蓄積サービスを提供するもので、対地間に大きな時差のある国際ファクシミリ通信に特に有効である。FAX—

PADは、データ網用ファクシミリと電話網ファクシミリを相互に接続する装置であり、サービス領域の拡大が期待される。

また、海事衛星回線を利用する船舶用高速デジタルファクシミリ装置を開発し、現場実験を行い、船舶通信設備として十分な機能を有することを実証した。

2 映像通信

テレビ受像機とブッシュホン等を組合せた端末から、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。

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。

オーディオグラフィーは、電話1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。郵政省では、行政機関が専用通信網でを使用することを想定して、通信システム研究会で通信方式等の検討を進めてきたが、55年度には試作機を作り評価試験を実施した。一方、CCITTでは、オーディオグラフィーと同様の通信サービスを「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た。

テレビ電話は、45年の万国博において1MHz方式の装置が、迷子案内等に利用されて好評を博した。引続き、電電公社は49年に全国的規模を想定した1MHz方式及び4MHz方式を用いたテレビ電話システムのモニタテストを東京—大阪間で行った。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至っていない。しかし、今後の発展に備え、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、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—大阪間で開始された。さらに、利用者の意向等を取入れ、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えるため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540回線が利用されており、延べ回線距離は約3,700kmとなっている。

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、4MHz帯域のカラーテレビジョン信号をデジタル信号に変換して高能率に伝送する6.3Mb/s複合差分符号化装置及び32Mb/sフレーム内差分符号化装置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、1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に、「フィールド間・フィールド内適応形直接予測方式」による30Mb/s高能率符号化装置を開発し、フィールドテストにより現用のFM伝送方式に較べて同等以上の特性を有することを確認したが、さらに、良い伝送画質を実現するために新たに4モード適応量子化方式を考案して上記装置に導入した。これについて画質の主観評価実験を行ない、5段階評価で0.5ポイントの画質向上が達成されることを確認した。また、これらの技術を基礎として15Mb/s伝送方式の基本検討を進めた。

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、あらかじめ電話機から登録しておくことにより、主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、副番号の場合のみ電話機に接続する二重番号サービスの実用化の検討が行われた。また、通話料金の支払方法を利用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の実用化が進められている。

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、さらに、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の実用化が進められている。

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形ボタン電話装置の実用化が進められている。また、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、オーダエントリ等の業務に対応した電話端末として、プッシュホンをベースとし、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

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、硬貨が無くても使用できる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、通信補助装置等の肢体不自由者用電話機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、超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、大東化した伝送路の信頼性を向上するため、伝送路障害時に隣回線を他ルートへ自動的に切り替えて復旧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。

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、さらに、東京地区に集中している通話疎通を災害の影響が及ばない地域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する計画である。

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ルート化をはかり、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の開発が進められている。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用電源を得るため、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や、化学エネルギーを利用する高効率の燃料電池式電源装置の開発が行われている。

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、受配電系制御装置が実用化されたほか、各種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。

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、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 150m 程度の小断面シールド工法が開発され、さらに、掘進長の拡大を図って、早強性レジンモルタルを用いた自動ライニング（覆工）方式による新工法の開発が進められている。

その他に、崩壊性地盤にも適用できる圧力平衡式シールド工法の開発も進められている。また、大都市とう道内における災害防止や、作業の円滑化等を目的として、災害の早期感知、設備管理、入出管理等が可能な、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検討が進められている。

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検討が始められた。

修理技術に関しては、直線状にない修理後のケーブルの再埋設も行えるケーブル方向探知機能及び方向制御機能を備えた舵付埋設機が実用化された。また、海底面上約 1m を走行する自走式ケーブル探索装置の開発のほか、既開発の捕そくセンサ付探線機にケーブルの切断、保持機能を付加する検討が進められている。

5 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う。電波研究所の現行業務としては、特定の二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て無線通信関係者に通報する業務を電波警報業務と呼んでいる。電波予報及び警報は、ともに短波通信回線の設計並びに通信用にとって不可欠である。

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の臨界周波数（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ち、国の内外から高く評価されている。

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

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、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も高度化しつつある。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。

55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^{-12} の確度が得られた。また、高度の日本標準時を発生するため、水素メーザの連続運転を前年度に続いて行うとともに、マヨラナ効果を利用したメーザの自動同調の実験を行い、運用できる見通しを得た。

また、標準の供給に関しては、前年度に引き続き、BSからのテレビジョン信号を利用した時刻及び周波数標準の供給実験を行うとともに、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の開発とCSを利用した実験を行い、いずれも所期の成果を得た。

なお、高精度の国際及び国内時刻比較法開発のため、CSを利用したスペクトラム拡散方式の時刻符号の伝送実験に着手した。

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、昨年検定対象機種に追加された無線電話遭難周波数による警急自動受信機に引き続き、本年度は、同周波数の電波によりホーミングするための中短波無線方位測定機が追加され、同条約発効の日(55年5月25)日から施行された。

また、56年1月から自動車公衆無線電話用無線機も新たに追加され、本年度の処理件数は、届出件数(14件)を含め、総計244件に達した。合格率は、およそ80%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、試験実施要員の技術レベルの強化、向上も今後は更に重要である。

他方、同年度における校正処理件数は、82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(2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。