

第2章 新局面を迎えた宇宙通信

人類初の衛星が打ち上げられたのは、今からちょうど20年前の1957年であった。その後の宇宙開発は米国及びソ連を中心としてめざましい進展をみたが、その中で、国際通信における通信衛星の発達には特に著しいものがあった。1962年以降、米国は実験用通信衛星を次々に打ち上げ、実験を行った。この通信実験には、世界の各国とともに我が国も参画し、大陸間のテレビジョン及び電話中継実験を実施し、多大な成果をあげた。これら一連の実験成果を背景にして、衛星通信を行う国際組織としてインテルサットが設立され、衛星を利用した国際通信が商用通信として定着し、加盟国及び通信量は、着実に増加している。

通信衛星に代表される宇宙通信とは、人工衛星、惑星探査機等の打上げ、利用に必要な無線通信系の総称であり、通信衛星による電話やテレビジョンの中継をはじめとして、科学衛星による観測データの伝送、気象衛星による雲写真の伝送、惑星探査機等による月や火星の写真の伝送、月上の探査機の地上からの遠隔制御等はすべて宇宙通信である。宇宙通信のうち、衛星を介して行う地上相互間通信、例えば通信衛星によりテレビジョンや電話の中継を行う場合等を特に衛星通信と呼称している。

宇宙通信の特長としては、①衛星システムは創設費、保守費が地上の通信距離と無関係であり、遠距離、広範囲な通信に有利であること、②電話、テレビジョン等の高品質、広帯域通信が容易であること、③多くの地点間で同時に通信を行う、いわゆる多元接続が可能であること、④兩域伝搬距離が少ないため地上では使用しにくいミリ波等の高い周波数の利用が可能であること、などが挙げられる。このような特長を持つ宇宙通信は通信衛星、放送衛星をはじめとして、気象衛星、地球観測衛星等による各種サービスの提供を可能とし、人間生活におけるより高度な経済的、社会的、文化的な発展に寄

与することが期待されている。

宇宙通信の推進をはかっていく場合、常に電波の利用が不可欠であるが、電波及び静止衛星軌道は有限な天然資源であり、それらの使用に当っては能率のかつ経済的に行わなければならないことは国際的にも合意された基本的原則である。無線通信はその特性から国際性が強いが、特に宇宙通信は伝送方式からみて、この傾向が顕著であり、宇宙通信を推進するためには国際的協調が必要である。このため国際電気通信連合（ITU）において、宇宙通信に関する周波数の分配、電波及び軌道の使用に当っての技術的条件、宇宙通信システム計画に対する関係国間の事前調整方法等について各国の合意のもとに取決めを行っている。我が国の宇宙通信に関する監理もこの国際的合意を基本として行われている。

我が国の宇宙開発は、宇宙研究分野における東京大学の観測ロケットの開発から開始されたが、44年度に宇宙開発事業団が設立されたことにより、通信衛星をはじめとする実利用分野の開発が軌道に乗り、本格的な宇宙開発が行われる運びとなった。宇宙開発は高度かつ総合的な技術の結集により可能となるものであり、そのためには多くの資金、優秀な人材、長い期間を必要とすることから、諸外国においても国が中心となって進めている。したがって、我が国においても、宇宙開発の推進の基本となる宇宙通信を発展させるためには、先行的な宇宙通信技術の開発を国が積極的に進め、国産技術の向上をはかっていくことが特に重要であろう。

我が国の宇宙開発の現状ははまだ初期の段階であるが、52年度には実験用の通信衛星、放送衛星が打ち上げられるところまでに達した。今後は、これらの衛星の開発実験成果等を踏まえながら、社会活動、国民生活の向上に役立てる方向で、宇宙通信の進展をはかっていかなければならない。本章では、この新局面を迎えた宇宙通信について、その歩み、現状、監理の動向等を紹介することとしたい。

第1節 宇宙通信発展の歩み

1 衛星の出現と宇宙通信

宇宙通信の幕あけは、1957年の「国際地球観測年」に宇宙空間の研究のために観測機器をとう載した人工衛星を利用する構想を米国及びソ連が発表し、この計画のもとに1957年10月、ソ連がスプートニク1号の打上げに成功したときであった。この衛星は、上層大気の密度や宇宙空間の荷電粒子等の観測データ、衛星内部の温度、圧力等のデータを電波で地上に送信してきた。続いて米国も4か月後にエクスプローラ1号を打ち上げ、地球の周囲に放射能層バン・アレン帯があることを発見した。

このように初期の衛星は、主に科学観測を目的としたものであったが、衛星及びロケット技術の進展に伴って、人間生活に直接役立てようとする計画が進み、1960年に衛星から地上の雲を観測することを目的とした気象衛星タイロス1号により初の実利用分野の宇宙通信が行われた。1962年には、衛星上の中継器で受信電波を増幅して再送信する本格的実験用通信衛星テルスター1号が米国によって打ち上げられ、世界最初のテレビジョン及び電話の衛星中継に成功した。更に、宇宙通信に関する研究、開発が進展し、特に静止軌道への投入技術の確立に伴い実利用への可能性が高まった。

通信衛星の分野では、テルスター系の衛星に引き続いて、中高度衛星のリレー系衛星が、更に静止衛星であるシンコム系の衛星が打ち上げられ、世界各国がこれらの衛星を利用した通信実験に参加し、多くの成果を挙げた。我が国においても、1962年から衛星通信実験の協力に関する日米両政府間の取決めに基づいて、国際的実験計画に参加することとなった。

1962年、郵政省電波研究所鹿島支所に、直径30mのパラボラアンテナをもつ地球局が、また翌1963年には、国際電電茨城宇宙通信実験所の地球局が完成し、上記各衛星を利用した各種通信実験を行い、太平洋横断テレビジョン、電話中継等に次々と成功した。この一連の実験の中で特に印象深いもの

としては、1963年11月のリレー1号による初の日米間テレビジョン中継の受信に成功した時、受信機の画面に写し出されたものが、米国大統領ケネディ暗殺の悲報であったこと、また、1964年10月にシンコム3号により、東京オリンピックの実況を米国に向けて初めて生中継し大成功を取めたことであった。これらの通信衛星による実験成果は、インテルサットに引き継がれて、本格的国際衛星通信の確立に寄与することとなった。

初期の宇宙通信発展の動向は極めて多彩であるが、諸外国の動向としては、1965年にソ連が通信衛星モルニアI号を打ち上げ、衛星通信の分野にも独自の活動を開始したこと、1966年以降米国が応用技術衛星（ATS）数個による幅広い応用技術の実験を行い、郵政省電波研究所等がこの実験に参画したこと、1969年に、米国がアポロ11号により月面着陸に成功し、高度の宇宙通信技術が駆使されたこと、1970年に中国が初の衛星打上げを行い宇宙活動に参入したこと及び1972年カナダが初の国内用通信衛星によるサービスを開始したことなどが挙げられる。

国内の動向としては、1969年に宇宙開発事業団が発足し、実利用分野の衛星開発に一步を踏みだしたこと及び1970年に東京大学が我が国初の人工衛星として、「おおすみ」の打上げに成功したことが挙げられる。

また、国際機関の動向としては、1967年に「月その他の天体を含む宇宙空間の探査及び利用における国家活動を律する原則に関する条約（宇宙条約）」が発効し宇宙活動に対する規律原則が明確化されたこと及び1971年に国際電気通信連合（ITU）が宇宙通信に関する世界無線通信主管庁会議を開催し、宇宙通信の新しい規律について国際的合意が得られたことなどが挙げられる。

2 インテルサットの設立と発展

（1）インテルサット暫定的制度の設立

米国は、自己のリーダーシップにより速やかに全世界的な衛星通信を実現するとの構想の下に、1962年8月に「通信衛星法（Communications Satellite Act of 1962）」を制定し、翌1963年2月に「通信衛星会社（コムサット）」

を設立した後、西欧、オーストラリア、カナダ及び日本に対して、世界商業通信衛星組織の設立を呼びかけ、1964年5月から政府間交渉が開始された。組織の中で優位性を保持しようとする米国に対して、西欧諸国は一定の歯止めをかけようとして、政府間交渉においては、特に組織構成の点をめぐって意見の対立があったが、衛星通信の分野においては米国が圧倒的な技術力を保持しており、また、増大する国際通信量に対処するには衛星通信技術を早期に導入することが必要であると考えられた結果、とりえず暫定的制度として組織を設立し、その実績を踏まえて恒久的制度への移行を図るということで妥協が得られ、同年7月に「世界商業通信衛星組織に関する暫定的制度を設立する協定」（暫定協定）及び「特別協定」が仮調印された。両協定は同年8月20日に発効し、ここにインテルサット（INTELSAT-International Telecommunications Satellite Consortium）が発足することとなった。なお、我が国は暫定協定には政府が署名し、また特別協定にはインテルサットに出資し、その事業運営に参画する電気通信事業者として政府から指定された国際電電が署名し、インテルサットの原加盟国となっている。

（2）インテルサットの恒久化

インテルサット恒久化のための政府間会議は1969年2月から開始され、2年余の交渉の末、1971年5月に開催された第3回全権会議において、「国際電気通信衛星機構（インテルサット）に関する協定」（恒久協定）及び「同運用協定」が採択され、同年8月20日から署名のために開放された。

我が国は、恒久協定に同日受諾を条件として署名し、国会の承認を得て、翌年6月27日に協定の寄託国である米国に対し、受諾書を寄託した。一方、運用協定については、暫定的制度下と同じく国際電電を指定し、これに署名させた。

両協定は1973年2月12日に発効し、恒久的制度としてのインテルサット（INTELSAT-International Telecommunications Satellite Organization）が発足することとなった。

恒久的制度は、暫定的制度において確立された財務・技術・運営上等の基

第 1—2—1 表 インテルサット衛星一覧

(1977年 3 月現在)

衛 星	打上げ期日	位 置	回線容量 (電話換算)	軌道上の大きさ			設計寿命	備 考
				重 量	直 径	高 さ		
I (F-1)	1965. 4. 6	大 西 洋	240回線	38.5kg	71cm	59cm	1.5年	漂流中 (1969.1以降商用停止) スミソニアン博物館(ワシントン) に展示
I (F-2)			"	"	"	"	"	
II (F-1)	1966.10.26		240回線	87kg	142cm	67cm	3年	静止に失敗
II (F-2)	1967. 1.11	太 平 洋	"	"	"	"	"	漂流中 (1969.2以降商用停止)
II (F-3)	1967. 3.23	大 西 洋	"	"	"	"	"	漂流中 (1970.2以降商用停止)
II (F-4)	1967. 9.28	太 平 洋	"	"	"	"	"	漂流中 (1971.9以降商用停止)
II (F-5)			"	"	"	"	"	地上保管
III (F-1)	1968. 9.18		1,200回線+ 1TV回線	146kg	142cm	104cm	5年	打上げ失敗
III (F-2)	1968.12.19	大 西 洋	"	"	"	"	"	漂流中 (1970.1以降商用停止) 最初太平洋上, 1969.6インド洋上 に移動, 現在トランスポンダ・リ ースに使用中
III (F-3)	1969. 2. 6	イ ン ド 洋	"	"	"	"	"	
III (F-4)	1969. 5.22	太 平 洋	"	"	"	"	"	漂流中 (1973.5以降商用停止)
III (F-5)	1969. 7.26		"	"	"	"	"	打上げ失敗 最初大西洋上, 1972.4インド洋上 に移動し, 1973.6太平洋上に再移 動, 漂流中(1974.12以降商用停止) 位置不明 (1972.1以降商用停止)
III (F-6)	1970. 1.15	太 平 洋	"	"	"	"	"	
III (F-7)	1970. 4.23	大 西 洋	"	"	"	"	"	

衛 星	打上げ期日	位 置	回線容量 (電話換算)	軌道上の大きさ			設計寿命	備 考
				重 量	直 径	高 さ		
Ⅲ (F-8)	1970. 7. 23		1,200回線+ 1TV回線	146kg	142cm	104cm	5年	静止に失敗
Ⅳ (F-1)	1975. 5. 22	インド洋	4,000回線+ 2TV回線	720kg	238cm	528cm	7年	商 用 中
Ⅳ (F-2)	1971. 1. 26	大 西 洋	"	"	"	"	"	軌道上予備
Ⅳ (F-3)	1971. 12. 20	大 西 洋	"	"	"	"	"	軌道上予備
Ⅳ (F-4)	1972. 1. 23	太 平 洋	"	"	"	"	"	軌道上予備
Ⅳ (F-5)	1972. 6. 13	インド洋	"	"	"	"	"	軌道上予備
Ⅳ (F-6)	1975. 2. 20		"	"	"	"	"	打上げ失敗
Ⅳ (F-7)	1973. 8. 23	大 西 洋	"	"	"	"	"	トランスポンダ・リリースに使用中
Ⅳ (F-8)	1974. 11. 21	太 平 洋	"	"	"	"	"	商 用 中
Ⅳ-A(F-1)	1975. 9. 26	大 西 洋	6,000回線+ 2TV回線	793kg	238cm	678cm	"	商 用 中
Ⅳ-A(F-2)	1976. 1. 29	大 西 洋	"	"	"	"	"	商 用 中

本原則を引き継ぐこととなったが、一方、組織の法人化、組織構成上の整備等が行われ国際機関としての性格が明確となった。

(3) インテルサットの発展

インテルサットは1965年4月に第1号衛星（アーリーバード）を大西洋上に打ち上げたのを皮切りに、これまでにⅡ号系3個、Ⅲ号系5個、Ⅳ号系7個及びⅣ—A号系2個の打上げに成功している（第1—2—1表参照）。現在商用に供せられている衛星は、大西洋上のⅣ—A号系衛星2個、太平洋及びインド洋上のⅣ号系衛星各1個であり、これら4個の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、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号系衛星計画が1976年9月に決定され、1979年以降大西洋地域から順次導入されることとなっている。一方、衛星を使用して通信を行う地球局は、利用各国において建設されるが、1977年3月現在、82か国に132局あり、アンテナの数は166に達している。

第1—2—2表 インテルサット利用状況（使用ユニット数）

年・月	大 西 洋 衛 星	太 平 洋 衛 星	イ ン ド 洋 衛 星	合 計
1966.3末	152	—	—	152
1967.3	182	188 (7)	—	300 (7)
1968.3	470	268 (28)	—	738 (28)
1969.3	998	464 (62)	—	1,462 (62)
1970.3	2,005	918 (133)	116 (14)	3,039 (147)
1971.3	2,653 (1)	1,304 (151)	382 (44)	4,339 (196)
1972.3	3,634 (1)	1,719 (188)	694 (72)	6,047 (261)
1973.3	4,856 (1)	1,896 (251)	957 (94)	7,709 (346)
1974.3	6,167 (2)	1,645 (357)	1,465 (132)	9,277 (491)
1975.3	7,710 (3)	1,848 (386)	2,248 (183)	11,806 (572)
1976.3	9,033 (3)	1,900.5(415)	3,049.5(229)	13,983 (647)
1977.3	11,057 (4)	1,998 (409)	4,043 (280)	17,098 (693)

(注) 1. ユニットとは、2つの標準地球局間に4kHz相当の電話双方向回線を設定するために必要な衛星の電力と帯域であって、2単位をもって1双方向回線が設定される。

2. () 内は我が国の使用ユニット数である。

また、インテルサット衛星の利用状況は第1—2—2表のとおり、順調な伸びを示している。

なお、1977年3月31日現在におけるインテルサット加盟国は95か国である。

第2節 進展する宇宙通信の現況

1 打上げ迫る我が国の通信、放送衛星

(1) 我が国の宇宙開発

我が国の宇宙開発は、科学研究分野のものと実利用分野のものに大別される。このうち、実利用分野の開発においては通信、放送、気象、電離層観測衛星等の各利用機関がそれぞれの利用の実態を踏まえた研究を進め、これらが開発段階に達したときには宇宙開発事業団が開発、打上げを行うこととなっている。

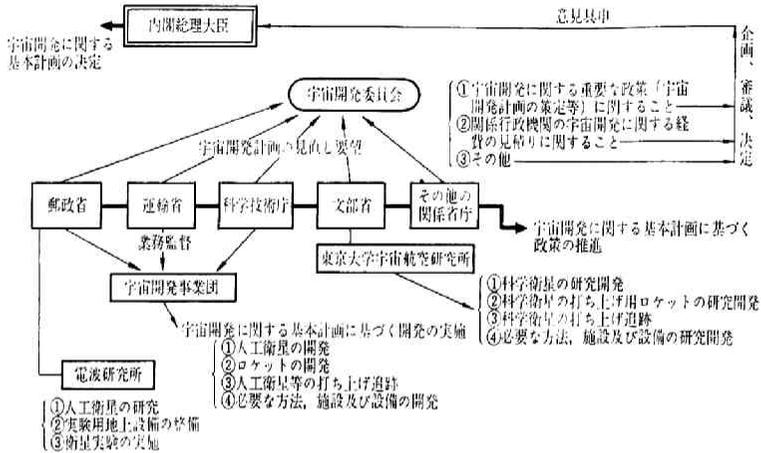
これらの宇宙開発は、総理府に設置された宇宙開発委員会が策定する宇宙開発計画を尊重して内閣総理大臣が定める宇宙開発に関する基本計画に基づき推進されているが、利用に係るものについては、利用機関において独自の開発及び研究が進められているものもある（第1—2—3図参照）。

我が国の宇宙開発は、昭和45年初の人工衛星として「おおすみ」が打ち上げられて以来、第1—2—4表に示す各種の衛星が打ち上げられ、又は打ち上げられる予定である。

人工衛星打上げ用ロケットとしては東京大学のMロケットと宇宙開発事業団のNロケット及びNロケットII型並びに今後開発が予定されている大型人工衛星打上げ用ロケットとに分けられる。

このうち、Nロケットは、静止衛星軌道上に約130kgの人工衛星を打ち上げる能力を有し、既に技術試験衛星II型（ETS—II）「きく2号」によりそ

第 1—2—3 図 日本の宇宙開発体制



の能力が実証されたが、NロケットII型は約350kgの静止衛星打上げ能力、大型人工衛星打上げ用ロケットは500kg以上の静止衛星打上げ能力を目指してそれぞれ開発及び開発研究が進められている。

通信、放送の分野の衛星計画については、郵政省が中心になってその推進を図っているところであるが、現在、これらに関し実験用中容量静止通信衛星(CS)計画、実験用静止通信衛星(ECS)計画及び実験用中型放送衛星(BS)計画の3つのプロジェクトが進行中である。

また、これらの推進に当っては、郵政省、電電公社、国際電電及びNHKの間の連絡及び調整を図るために設置された「宇宙通信連絡会議」において必要な検討を行っている。

(2) 実験用中容量静止通信衛星(CS)計画

実験用中容量静止通信衛星(CS)計画は、将来の国内通信需要の増加と通信形態の多様化に対処するため、実用衛星システム導入に必要な技術を開発し技術基準を確立することなどを目的とした実験用通信衛星計画である。衛星は、52年12月米国航空宇宙局(NASA)の協力を得て打ち上げるが、遷移(トランスファー)軌道から静止軌道への投入は宇宙開発事業団が行う。

第1—2—4表 人工衛星開発計画

区分	衛星の種類	打上げ時期	ロケットの種類	衛星の重量 (kg)	軌道		
					高度(km)	傾斜角	形状
宇宙 開発 事業 団 関係	技術試験衛星Ⅰ型 (ETS-I)「きく」	50年9月9日	N	82.5	1,000	約47°	円
	電離層観測衛星 (ISS)「うめ」	51年2月29日	N	139	1,000	約70°	円
	技術試験衛星Ⅱ型 (ETS-II)「きく 2号」	52年2月23日	N	130	36,000	0°	静止
	静止気象衛星 (G MS)「ひまわり」	52年7月14日	デルタ2914	350	36,000	0°	静止
	実験用中容量静止 通信衛星 (CS)	52年12月	デルタ2914	350	36,000	0°	静止
	電離層観測衛星 (ISS-b)	53年2月	N	139	1,000	約70°	円
	実験用中型放送衛 星 (BS)	52年度末	デルタ2914	350	36,000	0°	静止
	実験用静止通信衛 星 (ECS)	53年度	N	130	36,000	0°	静止
	技術試験衛星Ⅳ型 (ETS-IV)	55年度	N II	640	36,000 ~220	約30°	楕円
	技術試験衛星Ⅲ型 (ETS-III)	56年度	N	375	1,000	約45°	円
静止気象衛星2号 (GMS-2)	56年度	N II	335	36,000	0°	静止	
東京 大学 関係	お お す み	45年2月11日	L-4S-5	23.8	335~ 5,160	31°	楕円
	試 験 衛 星 (た ん せ い)	46年2月16日	M-4S-2	63	990~ 1,110	30°	"
	第 1 号 衛 星 (F-2 しんせい)	46年9月28日	M-4S-3	66	870~ 1,870	32°	"
	第 2 号 衛 星 (で ん ば)	47年8月19日	M-4S-4	75	250~ 6,570	31°	"
	試 験 衛 星 (たんせい2号)	49年2月16日	M-3C-1	56	290~ 3,240	"	"

区分	衛星の種類	打上げ時期	ロケットの種類	衛星の重量 (kg)	軌道		
					高度(km)	傾斜角	形状
東京大 学関 係	第3号衛星 (たいよう)	50年2月24日	M-3C-2	86	260~ 3,140	32°	"
	試験衛星 (たんせい3号)	52年2月19日	M-3H-1	129	790~ 3,810	66°	"
	第5号衛星 (EXOS-A)	52年度	M-3H-2	130	350~ 4,500	60~70°	"
	第6号衛星 (EXOS-B)	53年度	M-3H-3	85	300~ 30,000	30°	"
	第4号衛星 (CORSA-b)	53年度	M-3C-4	95	550~ 650	31°	"
	試験衛星 (MS-T4)	54年度	M-3S-1	180	350~ 600	"	"
	第7号衛星 (ASTRO-A)	55年度	M-3S-2	"	"	"	"
	第8号衛星 (ASTRO-B)	57年度	M-3S-3	"	"	"	"

郵政省は電電公社及び宇宙開発事業団等の協力を得て、次に示す項目の実験を実施する。

- ① 衛星通信システムとしての伝送実験
- ② 電波伝搬における降雨の影響に関する実験
- ③ 衛星とう載機器及び地上設備の特性に関する実験
- ④ 地上系通信との混信に関する実験
- ⑤ 衛星管制技術に関する実験
- ⑥ 衛星通信システム運用技術に関する実験

この計画は我が国の電波利用の現状殊に地上マイクロ回線が極めて混雑している実態にかんがみ、先進諸国にさきがけて準ミリ波帯 (30/20 GHz) による衛星通信技術を確立しようとするもので、国際的にも注目を浴びている。

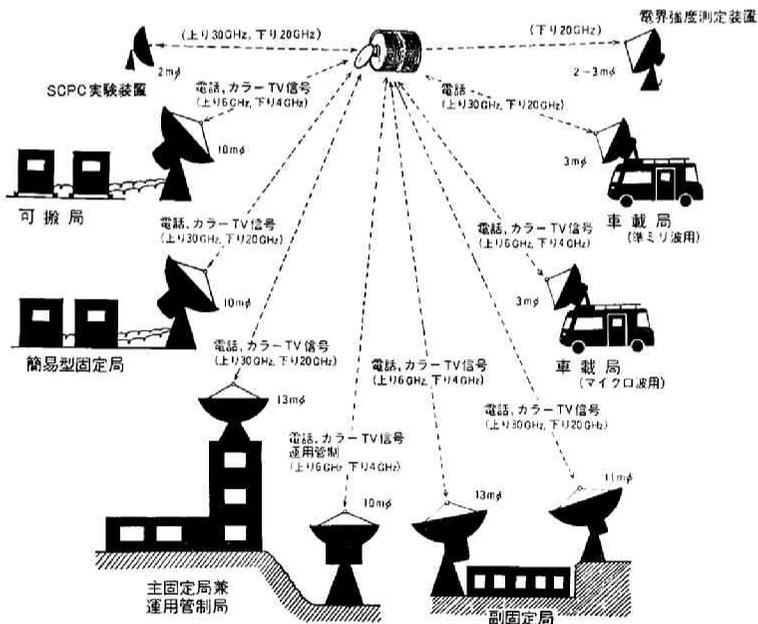
この計画は、46年頃から関係者の間で検討が進められていたが、47年9月、

郵政省から宇宙開発委員会に対し、その実現につき正式に要望した。これを受けた同委員会は、検討の結果、47年度宇宙開発計画において衛星の開発研究を48年度に行うことを決定し、引き続いて48年10月に48年度から衛星の開発を行い51年度に打ち上げることを目標に開発を進める旨の決定を行った。(その後、宇宙開発計画の見直しの際52年度に変更した。)

これに伴い郵政省は、従来の研究成果を踏まえながら進めていた衛星の概念設計及び予備設計の結果を取りまとめ、同年11月宇宙開発事業団にこれらを引き継ぎ、更に49年度には電電公社の協力を得て進めていた衛星とう載中継器のエンジニアリングモデル (EM) の開発研究成果を同事業団に引き継いだ。

事業団では、郵政省から予備設計等の引継ぎを受けた後、本格的に開発に

第1-2-5図 CS計画実験システム図



着手し基本設計プロトタイプモデル（PFM）、フライトモデル（FM）の開発を進め、PFMについては、52年3月に、FMについては同年7月に製作を完了した。

実験に必要な地上施設は衛星製作と並行して進められ、実験の中核となる主固定局兼運用管制局（CS主局）は、郵政省電波研究所が鹿島支所に、衛星の追跡管制局は、事業団が勝浦と沖縄にそれぞれ建設した。このほか各種実験を効果的に行うための副固定局、可搬局等は郵政省に協力し電電公社が整備している。これらの各局間は、テレックス、ファクシミリ、電話、データ伝送回線等の地上通信回線によって相互に連絡している。設備及び実験システムの概要は、第1—2—5図のとおりである。

（3）実験用静止通信衛星（ECS）計画

実験用静止通信衛星（ECS）計画は、我が国における通信需要の増大に対処するために、将来の衛星通信技術を開発するための一段階として、ミリ波帯等を用いた静止衛星通信システムの通信実験及び電波伝搬特性の調査を行うとともに、静止衛星打上げ技術、追跡管制技術並びに姿勢制御技術等の確立を図ることを目的とした実験用通信衛星計画である。

衛星は、54年2月宇宙開発事業団の種子島宇宙センターからNロケットにより打ち上げられ、東経145度の静止軌道に投入される。郵政省は電電公社、国際電電及び事業団等の協力を得て、次に示す項目の実験を実施することになっている。

伝搬実験

- ① サイト・ダイバシティ効果
- ② 降雨減衰特性及び交差偏波特性
- ③ シンチレーション特性

通信実験等

- ① サイト・ダイバシティ切替実験
- ② ミリ波衛星通信システムの評価
- ③ 静止衛星軌道の有効利用—CSとの共同実験

- ④ ミリ波地上局の特性
- ⑤ 衛星とう載用中継器の信頼性
- ⑥ 衛星通信システムの運用技術

この実験計画では、ミリ波帯による衛星通信システムの通信実験を行うが、これは電波の有効利用を図るため、まだ実用の段階に至っていない周波数領域を積極的に開拓し、将来、ますます増大するであろう周波数需要に備えようとするものであって、これは世界的にも画期的な実験計画として、多くの有益なデータを得られるものと期待されている。

また、限られた静止軌道を有効に利用するための資料を得るために本衛星に先立って打ち上げられるCSとの共同実験として現在、固定衛星通信業務用として最も多用されているマイクロ波帯(6/4 GHz)による衛星間干渉実験を行うことも考慮されている。

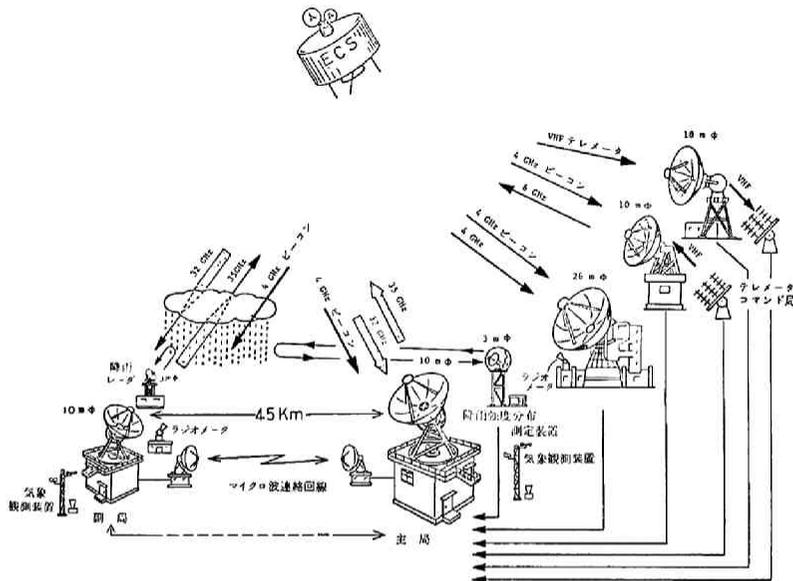
この計画は、42年郵政省によって計画され、以来郵政省電波研究所において研究が進められてきたが、44年宇宙開発事業団の設立に伴い、衛星本体の開発は事業団が行い、衛星にとう載される中継器については郵政省が開発研究を進めることになった。

郵政省は、43年度以降電電公社の協力を得ながらミッション機器のEM等の試作を進めていたがこの成果を50年度に事業団に引き継いだ。

一方、事業団では衛星本体に関する開発を進め、46年度概念設計、47年度予備設計、50年度は基本設計を行い、51年度からは、郵政省から引き継いだ開発研究成果を踏まえて衛星全体の詳細設計と、PFM及びFMの製作を行い、52年3月詳細設計を完了した。PFM及びFMについては、53年9月完成を目途に目下開発中である。

実験に使用する地上施設は、主局を郵政省電波研究所鹿島支所に、副局を同平磯支所に設置する予定である。また、CSと共同で行う衛星間干渉実験のための関連施設も整備される予定である。施設及び実験システムの概要は第1—2—6図のとおりである。

第1-2-6図 ECS実験用地上局の構成及び実験システムの概要



(4) 実験用中型放送衛星 (BS) 計画

実験用中型放送衛星 (BS) 計画は、将来の各種の放送需要に対処するために、実用放送衛星システムの導入に必要な技術開発と技術基準を確立することなどを目的とした実験用放送衛星計画である。衛星は、52年度末 NASA の協力を得て打ち上げるが、遷移軌道から静止軌道への投入は宇宙開発事業団が行う。郵政省はNHK、宇宙開発事業団の協力を得て、次に示す項目の実験を実施する。

- ① テレビジョン信号の伝搬特性に関する実験
- ② 電波伝搬における降雨の影響に関する実験
- ③ 衛星とう載機器及び地上設備の特性に関する実験
- ④ 地上系通信との混信に関する実験
- ⑤ 衛星管制技術に関する実験

⑥ 衛星放送システム運用技術に関する実験

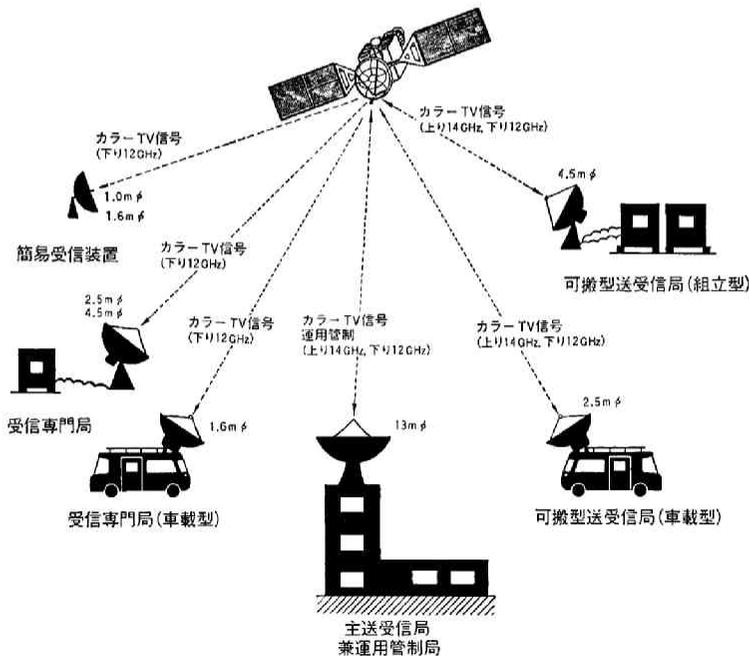
⑦ 衛星電波の受信品質の評価に関する実験

この計画は、テレビジョン放送の個別受信を可能とする実用放送衛星に至る過程としての実験用放送衛星計画であるが、CS計画と同様の経緯で進められた。

すなわち郵政省は、48年11月従来進めてきた概念設計、予備設計の結果を取りまとめ、これらの成果を宇宙開発事業団に引き継ぎ、更に49年度にはNHKの協力を得て進めていた衛星とう載中継器のEMの開発研究成果を事業団に引き継いだ。

事業団では、郵政省から予備設計等の引継ぎを受けた後、本格的に開発に着手し基本設計、PFM、FMの開発を進めこれらの製作は52年7月に完了した。

第1-2-7図 BS計画実験システム図



実験に必要な地上施設は、衛星製作と並行して進められ、実験の中核となる主送受信局兼運用管制局（BS主局）は、郵政省電波研究所が鹿島支所に、衛星の追跡管制局は事業団が勝浦と沖繩にそれぞれ建設した。このほか辺地、離島を含む日本国内各地において受信を行い、実験を効果的に行うための可搬型送受信局等はNHKが整備した。これらの各局は、テレックス、ファクシミリ、電話、データ伝送回線等の地上通信回線によって連絡され、緊密な連携のもとに実験が遂行される。地上施設と実験システムの概要は第1—2—7図のとおりである。

第1—2—8表 衛星の諸元等

衛星		CS	ECS	BS
諸元				
軌道		東経135度の赤道上約3万6,000kmの静止軌道	東経145度の赤道上約3万6,000kmの静止軌道	東経110度の赤道上約3万6,000kmの静止軌道
寿命		約3年	約1年	約3年
形状		円筒形	円筒形	展開型ソーラパドル付箱形
寸法		直径2.2m 高さ3.5m (アンテナを含む)	直径1.4m 高さ2m (アンテナを含む)	1.3m×1.2m×3.1m 太陽電池パネル展開時約9m
重量		約350kg (静止軌道上の初期値)	約130kg (静止軌道上の初期値)	約350kg (静止軌道上の初期値)
太陽電池発生電力		約422W(末期)	約100W(末期)	約800W(末期)
姿勢安定方式		スピン安定方式	スピン安定方式	三軸姿勢安定方式
通信系周波数		6/4 GHz 2系統 30/20 GHz 6系統	6/4 GHz 1系統 35/32 GHz 1系統	12 GHz カラーテレビジョン信号2チャンネル
打上げロケット		ソーデルタ2914	Nロケット	ソーデルタ2914

2 多様化する諸外国の衛星通信

(1) 米 国

米国の通信衛星開発の歴史は、ほとんどそのまま世界の通信衛星開発の歴史である。米国は国際衛星通信システムとして完全に定着したインテルサットにおいて主導的立場を占めるのみならず、近年は国内衛星通信システムの導入も活発に進めている。

国内衛星通信システムの設立については、1965年以来連邦通信委員会（FCC）により種々の検討が加えられてきたが、1972年末裁定により「オープン・スカイ政策」といわれる国内衛星通信分野での自由参入が認められ、以来各社のシステムがしのぎを削っている。

最初の国内衛星通信システムの運用は、カナダの国内通信衛星アニク2号（1973年4月打上げ）の一部を賃借して、RCA社が1973年12月に開始したが、その後1974年4月にウェスタン・ユニオン電信会社（WUT）が、米国最初の国内通信衛星ウェスター1号を打ち上げたのに続いて各社のシステムが登場している（第1-2-9表参照）。

第1-2-9表 米国内衛星通信システムの概要

衛星システム名	所有会社名	運用開始	提供サービス	備 考
ウェスターシステム	ウェスタン・ユニオン電信会社	1974年7月	電報、テレックス、データ伝送、TV伝送、専用線、メーリングラム等	アメリカン・サテライト社（ASC）はウェスター衛星から3個のトランスポンダを賃借し、1974年7月から運用を開始している。
サットコムシステム	RCA アメリカム	1973年12月	音声専用線、高速データTV伝送等	1975年12月にサットコム1号が打ち上げられるまでは、カナダのアニク2号のトランスポンダを賃借して業務を行った。
コムスターシステム	コムサット・ゼネラル社	1976年7月	広域電話サービスを含む電話業務及び政府専用通信	このシステムの所有社は、コムサット・ゼネラル社であるが、業務はアメリカ電話電信会社（AT&T）とゼネラル電話電子工業会社（GTE）の子会社のGTEサテライト社（GSAT）が共同で行っている。
サテライトビジネシステム（SBS）	IBM、コムサット・ゼネラル、エトナ社	1981年（予定）	音声、データ、画像の超高速デジタル通信サービス	1977年1月連邦通信委員会（FCC）から正式に認可され計画中

また、船舶を対象とする衛星通信システムの開発も進んでおり、1976年2月大西洋上にマリサット衛星を打ち上げ、ここに世界初の商用システムが登場した。続いて、太平洋上及びインド洋上にも同年6月及び10月に打ち上げられた。大西洋、太平洋の両マリサット衛星は、一般船舶を対象とした電話

及びテレックスのサービスに利用されている。

米国は、このような衛星通信の実用化においてめざましい進歩を示しているが、この背景には着実な技術開発への努力があり、そのために応用技術衛星（ATS）シリーズを打ち上げ、実験を行ってきた。これまでに6個のATS衛星が打ち上げられたが、このうち3個は現在も正常に作動している。なかでもATS—6は、1974年5月打ち上げられた衛星で、これまでに開発された静止衛星としては世界最大のものである。これは、通信実験として航空機との通信、衛星相互間の通信をはじめ、世界初の衛星放送実験として米国内の過疎地域を対象とした教育・保健用テレビジョン実験、また静止位置を移動してインドと共同で衛星教育テレビジョン実験を実施した。

（2）カナダ

カナダは広大な国土を有し、南部地域と北部地域とでは開発の程度、人口の密度において大きな差があり、また、英語と仏語という二重言語国としての特殊性もかかえている。このような悩みを有効に解決し、国家としての統一性を確保するとともに宇宙通信の分野でカナダ独自の立場を確立していくため、カナダ政府は早くから国内衛星通信システムの導入を検討していた。

1968年カナダ政府は、国内衛星通信に関する白書を発表し、これに基づき翌年特別法により国内衛星通信システムを商業目的で独占的に所有、運用するテレサット・カナダ社を設立した。

テレサット・カナダ社は、1972年11月米国製の衛星アーク1号を、次いで1973年4月にアーク2号、1975年5月にアーク3号をそれぞれ米国に依頼して打ち上げた。これらの衛星は、6/4 GHz帯を使用し電話及びテレビジョン中継等のサービスを行っている。なお、将来の通信需要に対処するための次期衛星として14/12 GHz帯を使用する通信衛星を計画している。

一方、カナダは衛星通信技術の研究開発にも力を注いでおり、その一つとして通信技術衛星（CTS）計画を進めている。これは、カナダ通信省とNASAとの共同プロジェクトとして実施され、電話、広帯域データ伝送、FM放送及びカラーテレビジョン放送等の実験を行うことを目的とするものであ

り、1976年 NASA により衛星が打ち上げられた。なお、この実験においては、NHK の開発した衛星放送用 12 GHz 帯受信機が、米国、カナダから注目され、NHKはこの受信実験に参加した。

(3) ソ 連

ソ連は、世界一広大な国土を持ち、その中に多数の都市が散在するため衛星通信の果たす役割は大きい。ソ連の通信衛星は、従来移動型のモルニア系衛星であったが、近年は静止通信衛星計画を具体化させつつあり、放送衛星も打ち上げている。

モルニア系衛星通信システムは、ソ連全土をカバーする長楕円軌道（周期12時間、ソ連領内での通信可能時間8時間）を使用し、複数個の衛星を一定の間隔で配置することによって、24時間連続運用するものである。ソ連を中心とする東欧諸国は、インタースプートニクという国際的な衛星通信機構を設立し、このモルニア系システムを利用して国際通信を行っている。

ソ連は、移動型のモルニア系システムには技術的な制約条件が多いため、これに代わる静止衛星通信システムとしてスタッショナー衛星シリーズを計画し、1975年末公表した。この計画は10個の静止通信衛星からなり、ソ連国内及び東欧諸国を対象とした衛星通信を行うことを目的としており、既に3個の衛星が1975年12月、1976年9月、1977年7月にそれぞれ打ち上げられている。この他にも、ソ連は各種通信衛星計画を進めているとみられ、1974年4月ラウチ及びガルスという名の衛星システムを公表した。これによると、ラウチシステムは国際通信用であり、またガルスシステムは政府通信用であって、それぞれ4個の静止衛星からなり1981年及び1979年に打ち上げることになっている。

(4) ヨーロッパ

ヨーロッパ諸国は、宇宙開発分野における米ソの独走に対抗し、また域内宇宙開発産業の振興をはかるため、宇宙開発に対して積極的な姿勢を示している。

ヨーロッパでは、各国の個別的な宇宙研究及び技術開発を統合して、研究

開発の効率を高めるとともに、これにより欧州宇宙産業を強化して、宇宙技術の米国依存体制から脱皮しようという目的で1975年5月に欧州宇宙研究機構(ESRO)と欧州ロケット開発機構(ELDO)を発展的に統合して欧州宇宙機関(ESA)を設立した。

ESA加盟国は、ベルギー、デンマーク、フランス、西独、イタリア、オランダ、スペイン、スウェーデン、スイス及び英国の10か国である。現在の開発計画としては、科学衛星GEOSをはじめとして10の多くを数えており、そのうち通信、放送衛星計画は、軌道試験衛星(OTS)、船舶を対象としたマロツツ衛星(MAROTS)、地域通信衛星(ECS)及び航空機を対象としたエアロサット衛星であり、1977年から1980年にかけて打上げが予定されている。これら衛星の特徴は、基本的な衛星構体を共通にして各種通信設備をそれぞれの用途に応じて変化させるという、新しい合理化された設計方式を用いていることである。

一方、ESAとは別個に、西独とフランスは、実験用通信衛星の開発のための協定を結び、1967年以来シンフォニーと呼ばれる通信衛星の開発を進めてきた。この目的は、技術基礎実験のほか、テレビジョン、ラジオ放送及び電話等の実用化試験を行うことである。シンフォニーI号は1974年12月、II号は1975年8月にそれぞれ米国に依頼して打ち上げられた。

また、イタリアも独自にシリオと呼ばれる通信試験衛星を開発している。これは、準ミリ波の伝搬特性の測定、テレビジョン、電話の伝送実験等を目的としており、1977年8月米国に依頼して打ち上げられた。

(5) その他の国々

通信衛星、放送衛星は国内の通信需要を満たすとともに通信基盤を整備し、かつまた国民の教育や福祉の向上を図るために、有効かつ迅速な手段であるところから、近年は次のような国々においても、これらシステムの導入計画が具体化しつつある。

インドネシアは、通信設備拡充計画の一環として、国内衛星通信網の建設を進めており、1976年7月国内通信衛星パラバI号、1977年3月パラバII号

を米国に依頼して打ち上げ、運用を開始している。国内用の通信衛星を有する国としては、カナダ、米国、ソ連について4番目であるとともに、アジア地域における最初の国内用衛星システムであるところから、各国の注目を浴びている。インドネシアは、この衛星を将来、ASEAN加盟の近隣諸国にも使用させる計画を持っており、ASEAN自体としても1982年頃を目途に独自の地域通信衛星システムを設立する構想を立てている。

インドは、1978年から1980年代中期にかけてインサットと呼ばれる静止通信衛星を2個打ち上げる計画を有しており、第1号は外国で製作し、外国のロケットで打ち上げることとしている。この衛星システムの目的は、国内テレビジョン放送の共同受信、主要都市と地方都市間の長距離通信及び気象観測を行うことである。なお、国産の通信衛星を製作する能力を開発するための予備的実験衛星として、ESAが開発中のアリアンロケットによりアプルと呼ばれる衛星を1980年に打ち上げる予定である。

中国は、1970年4月最初の人工衛星（東方紅）を打ち上げて以来、宇宙活動の分野でも次第にその能力を高めてきていると思われる。通信衛星の分野では、1977年3月初めて実験用の通信衛星（STW 1, 2）計画を公表した。これによれば、1979年から1980年頃を目途に2個の静止通信衛星を打ち上げ、6/4 GHz帯の周波数を使って各種通信実験を行うこととしている。

この他にアラブ連盟、ブラジル、イラン等の国々でも衛星通信計画が進められており、今後の発展が期待されている。

3 広い分野への宇宙通信の利用

(1) 国際海事衛星機構（インマルサット）設立の動き

衛星通信技術を導入することによって、現在主として短波帯を使用して行われている海上通信を改善することが考えられ、一方、衛星システムに対する二重投資の防止及び静止衛星軌道の有効利用の点から、衛星システムの設置・管理・運営に当たる国際機構設立の機運が生まれた。

政府間海事協議機関（IMCO）における検討の後、1975年4月から国際海

事衛星システム設立のための政府間会議が開催された。約1年半にわたる交渉の末、1976年9月3日「国際海事衛星機構（インマルサット）に関する条約」及び「同運用協定」が採択され、署名のために開放された。一方、機構の発足までの間、準備委員会が設置されることとなり、1977年1月から、活動を開始している。

インマルサットは、政府間の条約及び締約国又は締約国により指定された事業者が署名する運用協定によって設立される国際機構であり、海事衛星システムの提供を行う。

一方、インマルサット設立の動きとは別に、米国はマリサット・システムの運用を開始し、また西欧諸国はマロツ・システムを計画している。インマルサットは両システムをベースとすると予想され、現在、米国と西欧諸国との間で調整のための交渉が行われている模様である。

また、我が国としては、インマルサット設立を推進するため、1977年3月22日に条約に署名し、承認を求めるため国会に条約を提出している。また、運用協定に署名する事業者として国際電電を指定し、同社は1977年4月7日に署名を行った。しかし、インマルサットがサービスを開始するまでには、なお、数年を要するものと考えられるので、それまでの間、当面の通信需要にこたえらるとともに、その技術を習得するために、米国のマリサット・システムを利用した海事衛星通信サービスが国際電電により1977年4月18日に開始された。

（2）衛星通信以外の宇宙通信の利用

宇宙通信の利用分野としては、衛星通信以外に人工衛星による地表及び宇宙空間の計測、観測等の分野があり、近年その研究、開発が進んでいる。

この分野の具体的なシステム例としては、国内のみをみても電離層観測衛星（ISS）、静止気象衛星（GMS）及び一連の科学衛星が開発中あるいは開発済みであり、更に地球観測衛星、測地衛星、航行衛星等の研究も進められている。また、諸外国においても同様の各種衛星が多数打ち上げられており、幾多の実績が得られている。

電離層観測衛星 (ISS) は、電離層の観測、電波雑音の観測等を行い、その結果を短波通信の効率的利用に必要な電波予報及び電波警報に利用することを目的とした衛星である。

我が国においては、昭和41年、郵政省電波研究所鹿島支所において、カナダの電離層観測衛星アルエット I 及び II の電波を受信したのが衛星による電離層観測の第一歩である。我が国の ISS 計画もこれと時期を同じくして同研究所においてスタートした。当初は衛星の開発研究も行われたが、44年10月、宇宙開発事業団の発足に伴い、衛星の開発業務は既設の各種衛星試験装置とともに同事業団に引き継がれた。

宇宙開発事業団における衛星の開発と並行して、電波研究所は、鹿島支所に ISS 管制施設を整備するとともに、本所（国分寺）に取得データの処理解析に必要な諸施設の整備を進めた。これらの施設は、49～50年度に完成し、ISS の打上げ以前から、国際電離層観測衛星 (ISIS : カナダ・米国共同開発) の受信に使用して国際協力の実を挙げた。51年2月に打ち上げられた ISS は、電源系の故障により、約1か月でその機能を停止したため、現在、予備機 (ISS—b) を打ち上げるべく所要の修正、機能試験等が進められているが、ISS のデータを電波研究所で解析した結果、従来得られていなかった電離層異常現象が発見されるなど、短期間の寿命ではあったが貴重なデータが得られ、この点からも、ISS—b による観測が期待されている。

静止気象衛星 (GMS) は、世界気象監視 (WWW) 計画の一環として、世界気象機関 (WMO) と国際学術連合会議 (ICSU) が共同で行う地球大気開発計画 (GARP) の推進等を目的として52年7月に打ち上げられたが、今後気象庁において気象観測に利用される。

科学研究分野の人工衛星については、東京大学宇宙航空研究所により、一連の科学衛星が打ち上げられ、各種の科学観測及び研究が行われている。

これらのほか、我が国においては、日本測地原点の確立、国内測地観測網の規正、離島位置の決定等に資するための測地衛星、船舶及び航空機の航行援助・管制等に資するための航行衛星、地球表面の広域観測等を行い、地球

資源の有効利用，環境保全等に資するための地球観測衛星の研究も行われている。計測，観測等の分野における宇宙通信の諸外国の利用状況は極めて多彩であり，観測等の対象も月及び惑星にまで及んでいる。気象衛星の例としては，米国における一連の移動型気象衛星シリーズ（タイロス→エッサ→ニンバス→ノア）及び静止気象衛星（SMS），ソ連における移動型気象衛星（メテオール）等がある。また，米国の地球資源探査衛星（ランドサット）による実験も行われており，更に海洋観測に重きを置いた衛星（シーサット）による実験も近い将来計画されている。

宇宙通信技術の航行援助への利用例としては，米国の衛星航法システム（NNSS）がある。

電離層観測，測地，科学観測の分野では，単一目的の観測衛星，あるいは電離層観測と測地を兼ね備えるなど，各種の目的を組み合わせた観測衛星が米・ソ両国をはじめとして，欧州諸国，カナダ，オーストラリア，インド等によって多数打ち上げられている。この中には，1959年に米，ソそれぞれが打ち上げた月探査衛星パイオーア4号，ルナ1号をはじめとする火星，金星，木星等の惑星探査衛星も含まれ，宇宙探査技術も米国の宇宙船パイキングによる火星の土の採取がなされるまでに至っていることに注目すべきであろう。

以上，概括したように宇宙通信の利用形態は，今後ますます多様化してゆくものと思われる。

第3節 宇宙通信の監理

1 国際機関の動向

宇宙空間における人類の活動の発展に伴い，これらを国際的に秩序づけ，より有効な利用を図るため，ITU，国際連合，ユネスコ等において，国際的監理のための新しいフレームワークを作成する動きが盛んになってきた。

(1) ITU

ITU は、すべての種類の電気通信に関する国際的秩序を確立する責任を有する政府間国際機関であり、その活動の一環として、無線通信を行う業務のための周波数帯の分配、各国が割り当てた周波数の国際登録、混信防止のための周波数の国際調整等の活動を行っている。

ITU が宇宙通信用に初めて周波数帯の分配を行ったのは、人類最初の人工衛星スプートニク1号が打ち上げられて2年後の1959年のことで、宇宙研究業務用として13の周波数帯が分配された。加えて、1963年には、通信衛星、気象衛星等の各種人工衛星の業務別に新しい周波数帯を分配するとともに、それらの周波数帯を地上においても共用する場合の混信防止のための技術基準を作成した。

その後、宇宙通信技術の急激な発展に伴い、限られた周波数と静止衛星軌道を有効に利用するため、各国の衛星通信網計画を国際的に調整する必要性が高まり、1971年 ITU は宇宙通信のための周波数の国際的監理に関する規定の整備を行った。これにより、各国の通信主管庁は、自国又は他国の衛星通信網計画に関して、早期に問題点の解決を図り、円滑なシステムの導入を行うことができることとなった。また、新たに、放送衛星業務、地球探査衛星業務等に対して周波数帯の分配が行われた。

このような規則の整備に対応して、1973年スペインのマラガ=トレモリノスで開かれた ITU の全権委員会議においては、国際電気通信条約の改正が行われ、宇宙通信関係では、宇宙技術を使用する電気通信手段の調和的発展を図ること、周波数及び静止衛星軌道は有限な天然資源であり、その能率的かつ経済的使用が図られねばならないことなどの規定が追加された。また、1974年には海上通信に関する世界無線通信主管庁会議が開催され、船舶等による衛星通信に関して規定の整備がなされた。

一方、放送衛星業務については、特に、周波数と静止衛星軌道の利用におけるこれまでの早い者勝ちの原則に疑問が投げかけられ、ITU は1977年1月から2月にかけて、12GHz帯における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）を開いて、南北アメリカ地域を除く世界の各国別に、放送衛星業務を行うのに適した周波数帯である12GHz帯の周波数割当計画を作成し、各国が利用できる周波数チャンネル、静止衛星軌道位置、業務区域等を定めたほか、放送衛星業務と他の業務との間の周波数共用基準の作成等を行った。

このほかITUの常設下部機関である国際無線通信諮問委員会（CCIR）及び国際電信電話諮問委員会（CCITT）においても、各々の研究業務の一環として宇宙通信関係の研究や意見の表明を行っている。

なお、ITUは1979年に、一般問題に関する世界無線通信主管庁会議を開催し、周波数帯の再分配を含む全面的な規則の改正を行うこととしており、宇宙通信関係でも、新たな技術の発展に対応し、かつ、周波数と静止衛星軌道の有効利用を増進してゆく観点から、監理規定、技術基準等の一層の充実化が図られるであろう。

（2）国際連合、ユネスコ等

国際連合は、宇宙空間の探査と平和的利用について強い関心を持ち、1959年には、これらの問題を検討するため、宇宙空間平和利用委員会を設置した。そこでの活動の成果として、1966年には、宇宙活動の基本法ともいべき宇宙条約を作成し、以後宇宙条約の規定の具体化を図ったものとして、1967年に「宇宙飛行士の救助、宇宙飛行士の送還及び宇宙空間に発射された物体の返還に関する協定」を、1971年に「宇宙物体により生ずる損害の国際的賠償責任に関する条約」を、また、1974年には「宇宙空間に発射された物体の登録に関する条約」を作成した。

これらの条約及び協定は、宇宙通信を直接に規律するものではないが、宇宙通信が宇宙活動にとって不可欠なものである以上、密接な関係を有していることができ、特に宇宙条約がいわゆる宇宙活動について国の直接責任を規定している点は、宇宙通信の監理上も重要な意味を持つといえよう。

現在、宇宙空間平和利用委員会では、直接放送衛星の規律原則について法律小委員会において審議が重ねられており、衛星による外国向け直接テレビ

ジョン放送の問題について情報流通の自由と国家主権の尊重との調和点をどこに見出すかをめぐって議論が進められている。また、衛星による地球の遠隔探査の問題について、科学技術小委員会及び法律小委員会において検討がなされている。このほか、各国の宇宙活動状況及び各国が打ち上げた宇宙物体に関する情報の配布、セミナーやパネル会議の開催等の活動が行われている。

また、ユネスコは情報の自由な流通、教育の迅速な普及及び文化交流のため宇宙通信技術を利用することに関心を有しており、1972年には放送衛星の利用に関する指導原則宣言を、また、1974年には世界知的所有権機関(WIPO)と共同で、「衛星により送信される番組伝送信号の伝達に関する条約」を作成している。

学術関係のものとしては、国際学術連合会議(ICSU)の宇宙空間研究委員会(COSPAR)が、各国が打ち上げた宇宙物体の国際標識の指定を行っており、これまで我が国が打ち上げた宇宙物体については郵政省電波研究所から通報を行い、国際標識の指定を受けている。

2 監理の現状と新たな対応

(1) 宇宙関係無線局の免許等

人工衛星が軌道上で通信、放送はもとより、気象観測、資源探査、科学観測等の活動を行うためには、電波の利用が不可欠であり、このため、人工衛星上には各業務目的のための無線局を開設し、地上側でもそれらに対応する無線局を開設することが必要である。また、人工衛星を打ち上げるためのロケットの正常な作動のためにも無線局の開設が不可欠である。このような我が国の宇宙関係無線局の免許、監督等は、他の一般無線局と同様電波法に基づいて行われている。

52年3月末現在における衛星上に開設される無線局数は、東京大学の科学研究分野の衛星関係が9局、郵政省、宇宙開発事業団及び気象庁の実利用分野の衛星関係が6局である。

宇宙無線通信を行う無線局は、一般の地上系無線局と異なり軌道の要素が加わることで、衛星上に開設されていること等の特殊性を有している。したがって、その免許に際しては、衛星の軌道位置は周波数と密接不可分の技術的要素であることから、軌道位置を周波数と同じく監理の対象とすること、回線特性を衛星通信網として総合的に評価すること、及び電波監理上必要な衛星の機能に関する諸元を申請書に記載させることなど関連規則の改正を行った。しかし、技術的進歩が著しく、広範な宇宙通信の規律については国内法令はもとより国際的にも今後とも多くの点で、整備を行う必要がある。

(2) 周波数及び静止衛星軌道に関する国際調整

人工衛星に使用できる周波数帯と静止衛星の軌道位置は、物理的に有限であり、近年各国の衛星打上げ計画の増加が著しいことから、それらの調整を行うことが宇宙通信の監理上重要な業務となっている。

ITU は、1971年宇宙通信のための世界無線通信主管庁会議（WARC—ST）において、国際電気通信条約付属無線通信規則の改正を行い、宇宙通信系の周波数、電力、軌道位置等に関する国際的な調整手続を定めた。それによれば、新たに衛星の打上げを計画した場合は、その国の通信主管庁は、衛星通信系に関する技術諸元の情報を ITU の国際周波数登録委員会（IFRB）を通じて各国に事前公表し、干渉問題を未然に解決するために関係国通信主管庁との間で調整を行い、国際的承認が得られてから、周波数割当を IFRB に通告し、国際原簿に登録されることになっている。

この規定が48年1月1日に発効してから51年度末現在まで第1—2—10表に示すように100の衛星通信網が公表されている。最近、各国から公表されている中には、周波数、軌道について我が国の計画と競合するものが増えてきており、第1—2—11表に示すように各国とそれぞれ調整を行っている。

このような ITU の制度による国際調整も、近年各国から多数の衛星打上げ計画が出現し始めたために、現在の調整技術基準では必ずしも効率的な調整が行われない場合が多くなってきた。ITU としても、CCIR を中心に技

第1—2—10表 衛星の事前公表状況

(51年度末現在)

種別 国名	放 衛	送 星	通 衛	信 星	科 衛	学 星	海 衛	事 星	技 術 試 験 衛 星	気 象 衛 星	地 球 探 査 衛 星	電 離 層 測 星	航 空 無 線 航 行 衛 星	計
米 国			35	3	7	1	2	1				1	50	
フ ラ ン ス			1	7	2	2	1	1					14	
日 本	1	2	4			2	1				1		11	
ソ 連	1	10											11	
カ ナ ダ		4											4	
イ ン ド	1	1				1							3	
中 国		2											2	
ベルギー		1											1	
ブラジル		1											1	
コロンビア		1											1	
インドネシア		1											1	
イタリヤ		1											1	
計	3	60	14	9	6	4	2	1	1	1			100	

術基準の改正の検討が始められており、1979年に開催される一般問題に関する世界無線通信主管庁会議（WARC—G）では、関係規定の改正が議論されると思われる。我が国としても、国際協調を基盤としながら静止衛星軌道を含む我が国の電波権益確保の観点から、この問題に関する対応策の検討を進めているところである。

放送衛星業務に関しては、1977年1月から2月にかけて開催された WARC—B S において、同業務に最適の周波数帯である 12 GHz 帯のチャンネル及び静止衛星軌道位置が各国に割り当てられ、我が国は、当初の要求どおり軌道位置東経 110 度に 8 チャンネルを獲得した。また、同会議では、テレビジョン方式、混信保護比、受信機及び受信アンテナの特性、送信アンテナの特性、地表面における電力束密度等の技術基準並びに地上業務との共用基

第1—2—11表 我が国の衛星の事前公表一覧表

(51年度末現在)

項目 衛星名	事前公表 年月日	調整相手国	IFRB への 通告年月日	衛星打上げ 日
第3号科学衛星 SRATS	1974. 7. 30	—	1975. 3. 5	1975. 2. 24
技術試験衛星 I 型 ETS—I	1974. 8. 27	韓国, ソ連, 中国, 米 国, フィリピン, モン ゴル, 香港, ポルトガ ル, ヴィエトナム	1975. 9. 26	1975. 9. 9
実験用中型放送 衛星 BS	1974. 12. 3	放送衛星として全主管 庁	1977. 1. 10	1978. 2.
実験用中容量静 止通信衛星 CS	1974. 12. 10	中国, ソ連, 韓国	1977. 1. 5	1977. 12.
電離層観測衛星 ISS	1975. 5. 20	—	1976. 3. 6	1976. 2. 29
第4号科学衛星 CORSA	1975. 6. 10	—	1975. 2. 8 1976. 2. 18 (削除通告)	1976. 2. 4 (打上げ失 敗)
静止気象衛星 GMS	1975. 7. 29	ソ連, 中国, 韓国, 米 国, 英国, ポルトガ ル, フィリピン, ラオ ス, ヴィエトナム, カ ンボディア, 北朝鮮	(1977. 4. 21)	1977. 7. 14
技術試験衛星 II 型 ETS—II	1975. 12. 23	ソ連, 中国, 韓国, フ ィリピン, 英国, ポル トガル, 米国, 北朝鮮	1977. 2. 8	1977. 2. 23
科学試験衛星 MS—T3	1976. 5. 18	—	1976. 11. 2	1977. 2. 19
実験用静止通信 衛星 ECS	1976. 9. 28	(調整準備中)		1979. 2.
第5号科学衛星 EXOS—A	1977. 3. 15	(調整準備中)		1978. 2.

準, 監理規定等が審議され決定された。

3 宇宙通信に関する国際協力, 研究等の現状

(1) 国際協力の現状

電気通信の国際性に加えて, 宇宙通信のグローバル性は, 必然的にこの分野における国際協力の発展を促す。国際電気通信条約が国際協力の維持, 増

進、宇宙技術を使用する電気通信手段の調和ある発展をうたっているのもこの表れにはかならないといえよう。

我が国は、独自の衛星通信実験を行うだけでなく、国際協力の一環として諸外国の衛星通信実験にも参加し、多くの成果をあげている。それらの例としては、37年11月の郵政省と NASA との間の了解覚書に基づく、リレー、シンコム、ATS—1 等の衛星による日米間電話、テレビジョン中継実験、衛星管制実験、カナダの通信技術衛星 CTS 及び国際電離層研究衛星 ISIS を利用した実験、米国のマリサット衛星を利用した通信実験等があげられる。さらにインテルサット衛星を利用し、将来の衛星通信のための諸実験も行われている。

他方、開発途上国との間でも、衛星通信に関する基礎知識の付与、衛星通信機器の操作及び保守技術の習得等を目的とした各国研修員の受入れ及び専門家の派遣、衛星通信システム導入計画のフィージビリティ調査等を目的とした調査団の派遣、主として地球局の建設のための資金協力、放送衛星に関するパネル会議及びセミナーの開催等の活動をこれまで行ってきた。

このほか、我が国の宇宙開発にとって重要な意義を有するものとして、44年7月に「宇宙開発に関する日本国とアメリカ合衆国との間の協力に関する交換公文」が交わされ、我が国の特定のロケット及び通信衛星その他の平和的応用のための衛星の開発のために一定範囲の技術及び機器が提供される道が開かれたこと、及び50年5月に「宇宙開発事業団の静止気象衛星、実験用中容量静止通信衛星及び実験用中型放送衛星の打上げ計画のための協力に関する日本国政府とアメリカ合衆国政府との間の交換公文」が交わされ、これら3衛星について米政府が打上げ費用の実費弁償の原則により打上げ業務を提供することになったことがあげられる。

現在、我が国と欧州宇宙機関（ESA）との間の定期行政官会議、宇宙開発委員会が毎年度招へいする外国人技術者との会談あるいは我が国と西独、フランス、カナダ等との間の科学技術関係の合同委員会等の場を通じて、現在及び将来の宇宙通信に関する協力基盤の拡大化がはかられつつある。また、

我が国と周波数及び静止衛星軌道の使用において競合関係に立つアジア・オセアニア地域の国々や、近い将来衛星通信システムの導入を計画している開発途上国との間の協力関係も、今後一層重要なものとなると考えられる。加えて、米国は、1980年代の宇宙輸送の主流をなすと思われるスペース・シャトルにより在来型のロケットよりも経済的な打上げ業務の提供を行うことが予想される。このような状況から、我が国としても本年度打ち上げる実験用の通信衛星、放送衛星による実験をはじめとする各種の宇宙通信実験や、将来の宇宙通信の研究開発計画の策定を通じて、各国との有意義な協力関係を推進してゆくことが必要となってきている。

(2) 研究状況

宇宙通信の発展のためには、人工衛星、地上施設、通信方式、衛星軌道等に関する基礎的の先行的な研究が不可欠である。郵政省電波研究所においては、本年度打ち上げられるCS及びBS並びに来年度打ち上げられるECSに関する研究のほか、ミリ波による衛星通信回線の設定のための電波伝搬に関する研究、衛星とう載用ミリ波中継器の研究開発、衛星の軌道の決定法に関する研究等を行っている。

電電公社、国際電電及びNHKにおいても、国が進めているCS、BS及びECS計画に協力して、あるいは独自に、衛星通信技術の研究開発を行っている。

また、郵政大臣の諮問機関である電波技術審議会においては、宇宙通信技術に関しても各種の諮問を受け調査審議が進められており、特に宇宙通信用の周波数及び静止衛星軌道の有効利用方法の研究については、将来の宇宙通信の電波需要に直接に関係する重要な問題として精力的に審議が重ねられ、50年度その答申が行われた。現在、通信衛星の利用技術及び衛星間通信技術について調査審議が行われている。

(3) 宇宙開発事業団の動き

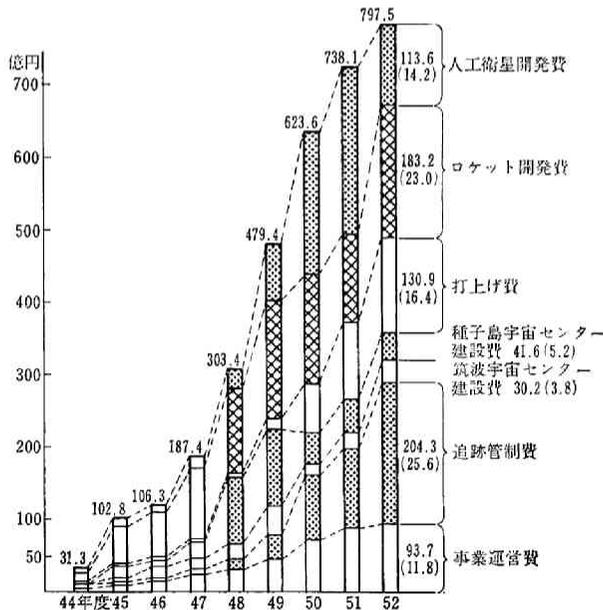
宇宙開発事業団は、平和目的に限り、人工衛星及び人工衛星打上げ用ロケットの開発、打上げ及び追跡を総合的、計画的かつ効率的に行い、宇宙の開

発及び利用の促進に寄与することを目的として、宇宙開発事業団法に基づき、44年10月1日に設立された特殊法人である。

事業団は宇宙開発計画に基づき、45年度から人工衛星及びロケットの開発に着手し、50年9月Nロケット1号機によって技術試験衛星Ⅰ型(ETS-I)「きく」を、51年2月には同2号機によって我が国初の実用衛星である電離層観測衛星(ISS)「うめ」をいずれも地上約1,000kmの中高度軌道に打ち上げることに成功し、また52年2月には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」の打上げに成功した。

事業団は、発足以来その機構、予算ともに増加の一途をたどり、52年度の職員数は804人、予算規模は約798億円にのぼっている。郵政省としてもこれに対応して監督体制の整備に努めている。

第1-2-12図 宇宙開発事業団予算の推移



(注) 1. 各年度最上部の数字は、その年度の予算額を示す。
 2. グラフの()の中の数字は、予算に対する割合(%)を示す。

第4節 宇宙通信の展望

1 宇宙通信技術の発展と利用の可能性

インテルサットや諸外国の国内衛星通信システムに見られるように各国において衛星通信技術の研究開発が活発に進められており、その成果が期待されているが、今後も社会の高度化に伴い、通信需要の増大と需要形態の多様化によって、衛星通信の重要性は一段と高まるものと予想される。

通信、放送衛星の伝送容量は衛星重量に密接に関連しているが、現在のところ、この衛星重量はロケットの打上げ能力に依存するところが大きい。我が国においては50年代末までに500 kg以上の静止衛星の打上げが可能なロケットの開発研究を進めており大容量衛星の出現が期待できる。また、米国においては、大型ロケットに加えスペース・シャトルの開発が進められているので、今後ますます衛星打上げ能力の拡大が図られ、通信、放送衛星の多様化が予想される。また、超LSIの開発に見られるように最近の電子通信技術の発達は見れば見るものがあるが、特に固体、集積化技術の進歩により衛星とう載機器の小型、軽量化が可能となり、単位重量当たりの通信容量は格段に増大する傾向にある。

加えて、衛星に関する各種の技術開発が進展するに従い衛星の性能の向上が可能となり、軌道保持技術、姿勢制御技術等の向上と相まって衛星の長寿命化が図られているので、より経済的な衛星通信システムの実現が予想される。

周波数についてみると、通信衛星では現在、主として6/4 GHz帯が利用されているが、増大する通信需要を満たすことが困難になってきているので、スポットビームの利用による空間分割や直交偏波利用等による周波数再利用の技術開発が進められてきているが、さらに10 GHz以上の準ミリ波、ミリ波帯の新規周波数開発を積極的に進める必要がある。我が国のC/S及びE/C/S計画は、このような観点から世界で初めて30/20 GHz帯及び35/32 GHz帯を使用する予定であり、その成果が期待されている。

放送衛星システムは一般家庭における個別受信を最終目標とするため地上受信設備の経済性が要求される。このため放送衛星の大出力化と地上受信機の低価格化が技術的課題となっている。

衛星送信電力を大きくするためには、とう載中継器に使用されている進行波管（TWT）の高効率、高出力化が必要であり、現在各国でその研究が進められている。

地上受信機については、外国においても研究、開発が積極的に進められているが、NHKが開発した小型受信機が国内はもとより諸外国においても注目を集めている。しかし、実用段階での小型受信機については、さらに価格の低廉化及び性能の安定化等についての研究が必要である。

一方、衛星を移動通信のために利用する傾向は、今後とも海上、航空及び陸上の各分野において強まって行くものと考えられるが、海上移動通信についてはLバンドにおける高出力管、成形マルチビームアンテナ、小型船上端末設備等の開発及び研究が早期に進められていくであろう。

このように衛星通信技術は今後ますます発展するとみられ、こうした技術革新を背景に様々な利用形態が可能になると考えられる。既に諸外国においては、衛星通信は一般公衆通信や行政等の専用通信として実用に供されているのみならず、米国、カナダ、ヨーロッパ等においては教育、医療の分野での利用実験を実施し多大な成果を上げている。我が国においてもこうした分野への利用は社会生活の向上、福祉の増進に役立つと考えられるが、さらに衛星通信は離島等との通信、放送の充実及び地震等の災害に備えての伝送路の確保にも大きく寄与することが期待されている。

2 宇宙通信の今後の課題

我が国は、前述のとおり宇宙通信の発展に積極的に取り組んできた。今後、宇宙通信は、技術的にも利用分野においても多種多様な展開が期待されるところであるが、これまでの成果を生かし、社会の要請に適合した宇宙通信の利用を促進し、社会、経済、文化の発展、国民生活の向上に役立ててい

くためには、どのような課題が考えられるであろうか。

まず第一に、これまでの宇宙通信の開発成果を可能な限り早期に国民生活に還元することである。すなわち衛星通信の分野では、通信衛星、放送衛星の早期実用化が緊急の課題であり、郵政省では、CS、BSの開発成果及び実験結果を踏まえて、次期衛星の実用化の実現に向かって努力しているところである。

第二に、宇宙通信に関する自主技術の開発という課題がある。我が国の宇宙通信技術は、最近までの関係機関の努力により、国際的にみても相当のレベルに達したが、まだ外国の技術に依存するところが少なくない。宇宙通信の発展は、その性質上技術力によって左右されるところが大きいことから、今後我が国の宇宙通信の発展を期するためには、宇宙通信に関する自主技術の確立が不可欠である。今後、この分野における国産技術の開発に一段と努力をすることが重要である。

第三に、宇宙通信の国際的な側面を考慮しなければならない。宇宙通信は、一般の無線通信についての、国際的規律に服するほかに、特に静止軌道及び周波数の使用について国際的に厳格な手続により規律されている。我が国の宇宙通信の発展にとって、静止軌道及び周波数の確保について関係国との調整を円滑に行うことなどが不可欠の条件である。したがって、今後、宇宙通信の分野における国際活動の活発化が必要である。

最後に宇宙通信は、技術開発、施設整備、システム運用等に多額の資金及び優秀な人材等を必要とすること、既存の通信体系に大きな影響を与えうること、新たな通信サービスを出現させ、国民生活への影響も小さくないことなどから通信の分野における宇宙通信の役割及び社会的、経済的、文化的ニーズの今後の動向等を検討しつつ国民のコンセンサスの下に長期ビジョンを明確にしていく必要がある。

宇宙通信は、人類にとって比較的新しい領域であるが、その進展に即応した適切な措置を講じていくことによってこの分野の無限の可能性を現実のものとしていくことができよう。