

# 1. ETS-V/EMSS 実験計画の概要

## 1.1 実験のねらい

移動体に対する通信手段としては無線通信による以外は困難であり、現在、船舶、航空機、自動車、列車等に対して広く無線による通信が行われている。しかし、インマルサットのサービス対象となる比較的大型の船舶等に対するものや軍用を除き、衛星通信は利用されておらず、大多数の移動体に対する通信の品質や稼働率は良好とは言えず、また通信可能領域に問題のあるものもある。このようなことから電波研究所では移動体に対する衛星通信の研究を行ってきたが、これらの研究成果を踏まえ、昭和62年からは同年に打ち上げられる技術試験衛星V型を用いた実験を行うことが計画されている。このための実験システムは、EMSS (Experimental Mobile Satellite System) と称されており、したがって本実験は ETS-V/EMSS 実験と呼ばれている。

世界的にも新しい移動体衛星通信システムに関する研究開発が急速に進展している。この例としてはインマルサットの航空機衛星通信サービスを含む新サービスの開発、アメリカ、カナダ、オーストラリアの主に国内用の移動体衛星通信システムの開発、ARINC 社の航空機用衛星通信システムの構想などがある。また、GPS のような従来の測位のみためのシステムに加え GEOSTAR

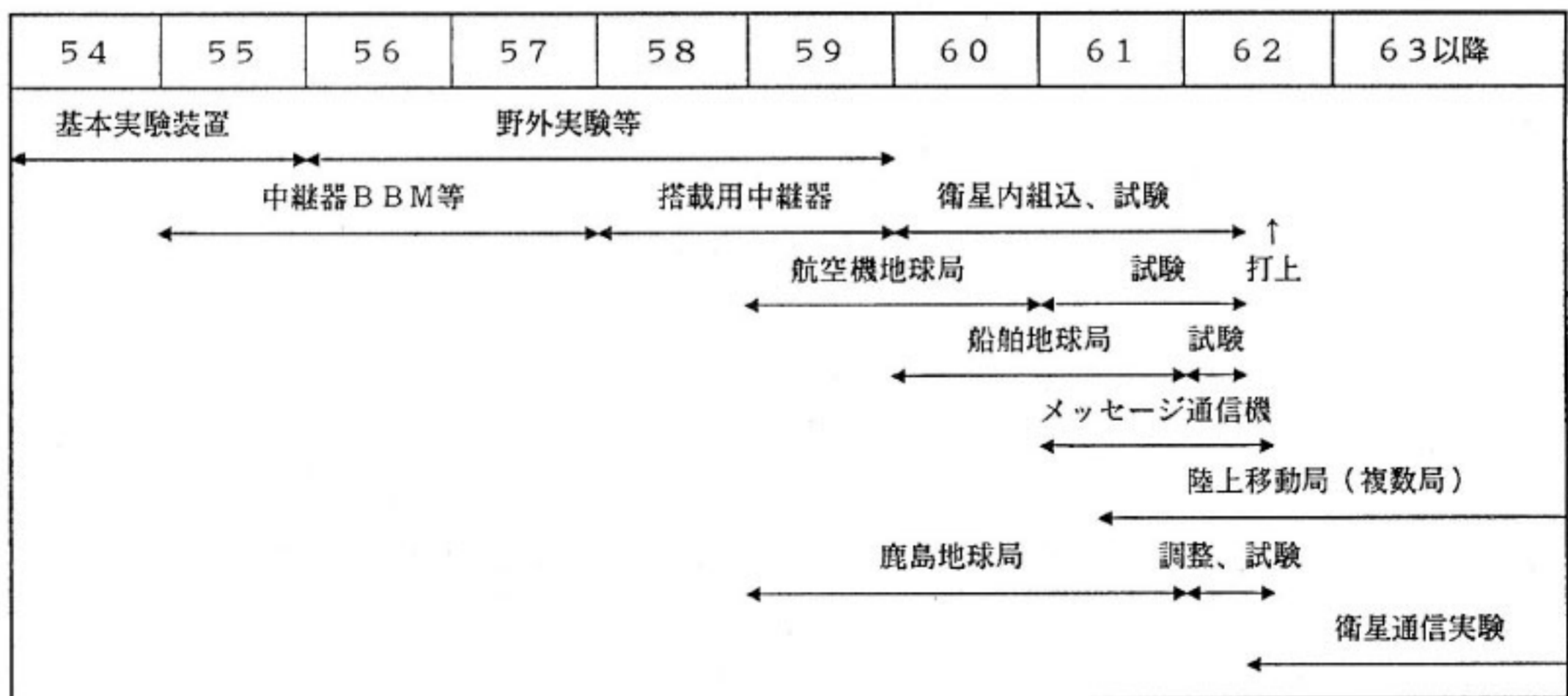
システムのように簡単なメッセージ通信機能を付加したものも現れている。さらに COSPAS/SARSAT のような捜索救難用システムも移動体通信の一種として検討が加えられている。このような各種の移動体衛星通信システムの出現により、使用できる周波数帯、特に現行のLバンド帯の業務分配の見直しに関する国際的な議論に発展している。

EMSS 実験では、このような状況を踏まえ、陸、海、空を含めた総合的な移動体衛星通信システムの基盤技術の確立を目的としている。このためには、変復調技術、符号化技術、アンテナ等の高周波装置に関する技術開発、衛星回線における電波伝搬状況の解明、衛星通信網の中心にある衛星の制御方法の最適化などについて衛星通信実験を通して検討するとともに、システム全体としてこれら要素技術を検討する必要がある。さらに移動体通信システムの望ましいあり方について、現行の地上通信システムとの比較や経済的な側面をも含めて考慮されることになろう。

## 1.2 プロジェクトの経緯

電波研究所では昭和51年ごろから、日本近海における小型船舶を主な対象とした移動体衛星通信の研究を開始し、その実験のための衛星は海上通信技術衛星構想へと

第1-1表 開発経緯及び年次計画



小坂克彦 (宇宙通信部 移動体通信研究室), 山本 稔 (鹿島支所 第二宇宙通信研究室), 石澤 薫 (日本無線株式会社, 元電波研究所)

第1-2表 実験用地球局一覧

地球局	周波数帯	アンテナ		G/T (dB/K)	EIRP (dBW)	通信方式等	使用、設置場所	使用機関
		形式	利得 (dBi)					
鹿島局 (固定)	C	カセグレイン (10 m)	54	33	76	SCPC: MSK (16, 24 kbps), BPSK (4.8 kbps), NBFM, ACSSB, CPFSK (100 bps), MSK 又は QPSK (4.8-9.6 kbps)	鹿島支所	RRL ENRI NTT*2 KDD
	L	パラボラ (3 m)	31	6.6	43	TDM/TDMA: BPSK (160 kbps) SSMA (2.4 kbps), TT & C*1		
測距折返し局 (固定)	L	パラボラ (2.4 m)	26.1	1	43	測距 (衛星) 信号折返し	山川電波観測所	
航空機局	L	16素子フェーズドアレイ	15	-11.5	30.4	SCPC: MSK (16, 24 kbps), BPSK (4.8 kbps), NBFM	B-747貨物機 (JAL)	
船舶局	L	改良型ショートバックファイア (40 cm)	15	-8.6	32	SCPC: MSK (16, 24 kbps), BPSK (4.8 kbps), NBFM TDM/TDMA: BPSK (160 kbps)	漁業練習船「おしよろ丸」 (北大)	RRL
メッセージ通信機	L	円形パッチ (送受別)	3-7	-18.1	3-7	CPFSK (100 bps)	携帯型	
陸上移動局	L		3-7		13-17	ACSSB	車両	
陸上移動局	L		3-7			SSMA (2.4 kbps)	車両	
陸上移動局	L	4線巻ヘリカル/ヘリカル	3-7	-20/-12	14/22	MSK, QPSK, BPSK (4.8-9.6 kbps)	車両	
航空機局	L	3素子切替型	7	-21	23	TDM/TDMA: PM (4.8 kbps) BPSK (4.8 kbps), SSMA (4.8 kbps), NBFM 測距 (トーン)	B-747貨物機 (JAL)	
航空機局	L	4素子Σ-Jアンテナ (機体両側) パッチアンテナ (機首, 疑似衛星用)	7	-20	25	TDM/TDMA: PM (4.8 kbps) BPSK (4.8 kbps), SSMA (4.8 kbps), NBFM 測距 (トーン)	B-99 (ENRI)	ENRI
船舶局	L	パラボラ (予定)	15-21	-12/-6	15-21	B-747 または B-99 の端局装置を移設	巡視船「つしま」 (海上保安庁)	
疑似衛星局 (固定)	L	クロスダイポール	3	約-24	—	測距信号の受信のみ (測位実験)	鹿島支所	
海岸地球局 (固定)	C	カセグレイン (12.8 m)	55.9	28.9	76.3	QPSK, OQPSK, BPSK, FSK (100 bps-330 kbps), FM	横須賀市	
	L	3×3素子マイクロストリップ	17.4	-6.2	31.2			
移動局*3	L	3×3素子マイクロストリップ	17.4	-6.2	31.2	QPSK, OQPSK, BPSK, FSK (100 bps-330 kbps), FM		NTT
移動局	L	6素子スイッチングアレイ	10.3	-14.2	24.1			
移動局	L	未定	15.0	-9.1	28.8	QPSK, OQPSK, BPSK, FSK (100 bps-34 kbps)		
移動局	L	6素子スイッチングアレイ	8.3	-16.5	21.1			
移動局	L	4線巻ヘリカル	8.0	-17.1	23	FSK (300 bps)		
移動局	L	4線巻ヘリカル	8.0	-16.3	10.5			
移動受信局	L	4線巻ヘリカル	3.0	-23.2	—	FSK (300 bps) (受信専用)		
移動受信局	L	円錐ビームアレイ	8.0	-16.4	—			
船舶局	L	パラボラ (85 cm)	20.7	-4	34	QPSK/OQPSK (13.2, 24, 36, 128 kbps)		KDD
船舶局	L	ショートバックファイア (40 cm)	15	-10	27			
航空機局	L	9素子フェーズドアレイ	12程度	-13	27	QPSK/OQPSK (13.2, 24, 36, 128 kbps)		
移動受信局	L	円形パッチ	6-8	-19	—	無変調波の受信のみ		

\*1 RRL が使用するもののみ, 他に ENRI, KDD の装置が設置される.

\*2 テレメトリ信号を地上回線で海岸地球局に伝送する.

\*3 NTT 移動局はすべて船舶及び陸上移動局として使用される.

発展した。この構想は、運輸省の実験用航行衛星及び宇宙開発事業団の N-II ロケットに適合する標準型のスピコン型静止衛星の構想とまとめられ、航空海上技術衛星 (AMES) として衛星の概念設計 (54年度) やシステム設計 (55年度) が行われた。しかしながら、このスピコン型静止衛星の構想は今後の衛星需要等にかんがみ、次期の H-I ロケットに適合する大型の静止三軸衛星 (ETS-V) に変更され、昭和62年度の夏季に打ち上げる計画が昭和57年度に決定された。

この間当所では、第 1-1 表に示されるように搭載中継器の一部の BBM の製作、小型船舶地球局、航空機用フェーズドアレイアンテナ、フェージング除去技術等の開発や海上伝搬実験を実施してきたが、ETS-V の具体的な構想が固まるとともに、宇宙開発事業団及び電子航法研究所との開発分担に従い、それまでの成果を基に搭載中継器の Lバンド及び IF 部分の開発 (58—59年度) 及び移動・通信実験用の各種地球局の開発 (59—62年度) に着手した。搭載中継器は60年度末に完成後宇宙開発事業団に寄託され、61年度には電子航法研究所担当の Cバンド部とともに ETS-V 本体に組み込まれ各種試験が実施された。さらに ETS-V は62年6月に種子島の打上げ場に搬入され、8月27日に打ち上げられた。

実験に使用される地球局は第 1-2 表に示されるように、電波研究所のほか実験に参加する運輸省電子航法研究所、日本電信電話株式会社、国際電信電話株式会社によっても整備される。これらは現段階のものであり予定も含まれているため、性能や諸元が変更される可能性がある。また今後計画の進展とともにさらにその数の増加することが予想される。電波研究所の地球局は鹿島支所に設置される固定局であるフィードリンク地球局と複数の移動地球局に分けられる。鹿島支所に設置される鹿島局は、59—60年度にかけて通信端局装置の開発が行われ、61—62年度にかけては衛星管制装置、Lバンドの RF 装置そして CS 実験で用いられた Cバンドアンテナ及び送信系の改修が行われた。また並行して電子航法研究所は Cバンド受信部の整備を行った。

移動体地球局としては、航空機地球局が59—60年にかけて、また船舶地球局が60—61年にかけて、さらにメッセージ通信用携帯地球局が61年度に整備された。これらに加え、当所の共同研究規定に基づきいくつかの陸上移動地球局を開発または検討中である。これらについては62年度以降に完成予定である。

これらの搭載機器や地球局の開発とともに、実験実施に必要な他の各種の作業も行われている。これらは後述の実験実施及び実験推進体制の整備、関係機関との開発及び実験推進に伴う各種協定の統括、共同研究規定に基

づく複数機関との、主に陸上移動地球局の開発体制の整備などである。また無線局免許に必要な各種の作業のほか、国際的には国際電気通信条約、インテルサット条約やインマルサット条約に基づく他国等との衛星システム間調整も62年度に行われている。

### 1.3 実験項目

ETS-V のミッション期間は1.5年とされているため、現在のところ、この期間での実験について計画を作成中である。しかし、現在予定されている燃料の量から計算すると、予定されている軌道保持精度 (東西、南北とも  $+0.1$  度) を維持しても4年程度は十分に使用できそうである。この燃料の使用量からみた寿命は衛星の打ち上げ精度に大きく依存するため、打ち上げ後に衛星の他の機器の状態をも考慮し、その後の運用や実験計画に付いて検討を加える予定である。

62年8月の衛星打ち上げ後は、衛星の打ち上げ後の状態を確認するため初期点検が行われる。この期間は通常約3か月であるが、ETS-V の場合はミッション期間が短いことから、極力短縮することが望まれる。この初期点検の後に正式な実験が開始されることになる。

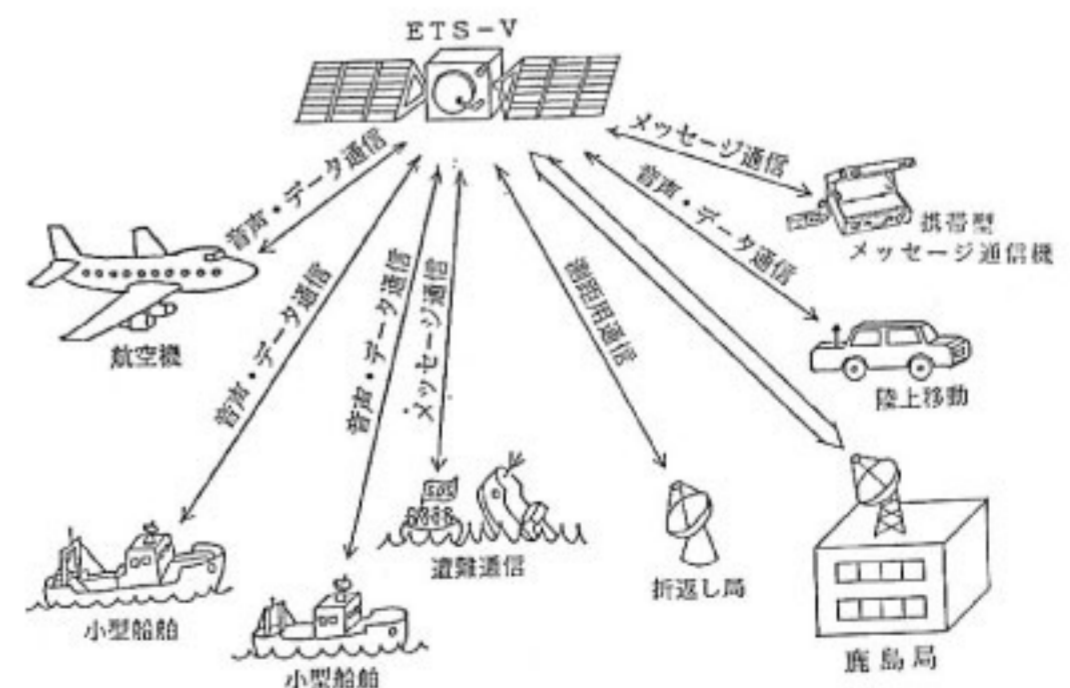
第 1-1 図は実験システムである EMSS の概念図である。郵政省が実施する実験としては、現在のところ30種類以上の多数の項目が提案されているが、大きく分けて以下の七つに分類される。

#### (1) 衛星搭載機器の特性に関する実験

衛星打上げ後の静止軌道上での搭載アンテナ、中継器及びテレメトリ、コマンド系の特性を測定し、開発成果の確認をするとともに、それらの特性の変化や衛星の軌道及び姿勢制御時の影響、毎年春秋分の時期に発生する食の影響などを調査し、将来の移動体衛星通信用搭載機器開発のための資料とする。

#### (2) 地球局の特性に関する実験

各種地球局の特性を測定し、他の各種実験のための基



第 1-1 図 EMSS 実験概念図

礎データを得るとともに、移動体地球局についてはそれらに特有の特性として追尾特性、動揺補償特性、フェージング補償特性などの測定をする。

(3) 電波伝搬特性に関する実験

海面反射によるフェージング特性や陸上における地形、構造物などの反射及び遮蔽等による影響を調査する。また移動体固有の形状が伝搬特性に及ぼす影響についても調査する。さらに電離層に起因するシンチレーション等による影響についても調査する。

(4) 伝送技術に関する実験

基本的な特性として衛星回線の高周波伝送特性を測定するとともに、各種の多元接続方式による接続特性や各種の変復調及び符号復号化方式による音声やデータの伝送特性を測定し、移動体衛星通信として望ましい方式を検討する。またこれらの実験を通して誤り訂正技術に関する検討も加えられる。実験のための船舶や航空機は、日本付近の他に北洋を経由したアラスカや米国西海岸及び南太平洋への航路を持つものが用いられる予定である。

(5) 移動体衛星通信システムの運用技術に関する実験

移動体衛星通信システム全体での検討を行うものであり、移動体位置決定に関する実験や、搜索救難通信に関する実験、送信電力制御実験等が考えられている。また移動体間の通信を行うために、鹿島局折り返しによる2一ホップ伝送や搭載中継器の特色を利用したL/L折り返し伝送実験が行われる。さらに搭載アンテナが2ビーム構成になっていることからこのビーム間の切り替え実験も行われる。

(6) 衛星運用管制技術に関する実験

高精度な衛星軌道や姿勢の決定と保持、衛星状態の監視や制御等の運用管制に関する実験を行う。

(7) 応用技術に関する実験

新しい移動体通信の形態を検討するための実験であり、計算機情報や医療情報の伝送実験等が検討されている。

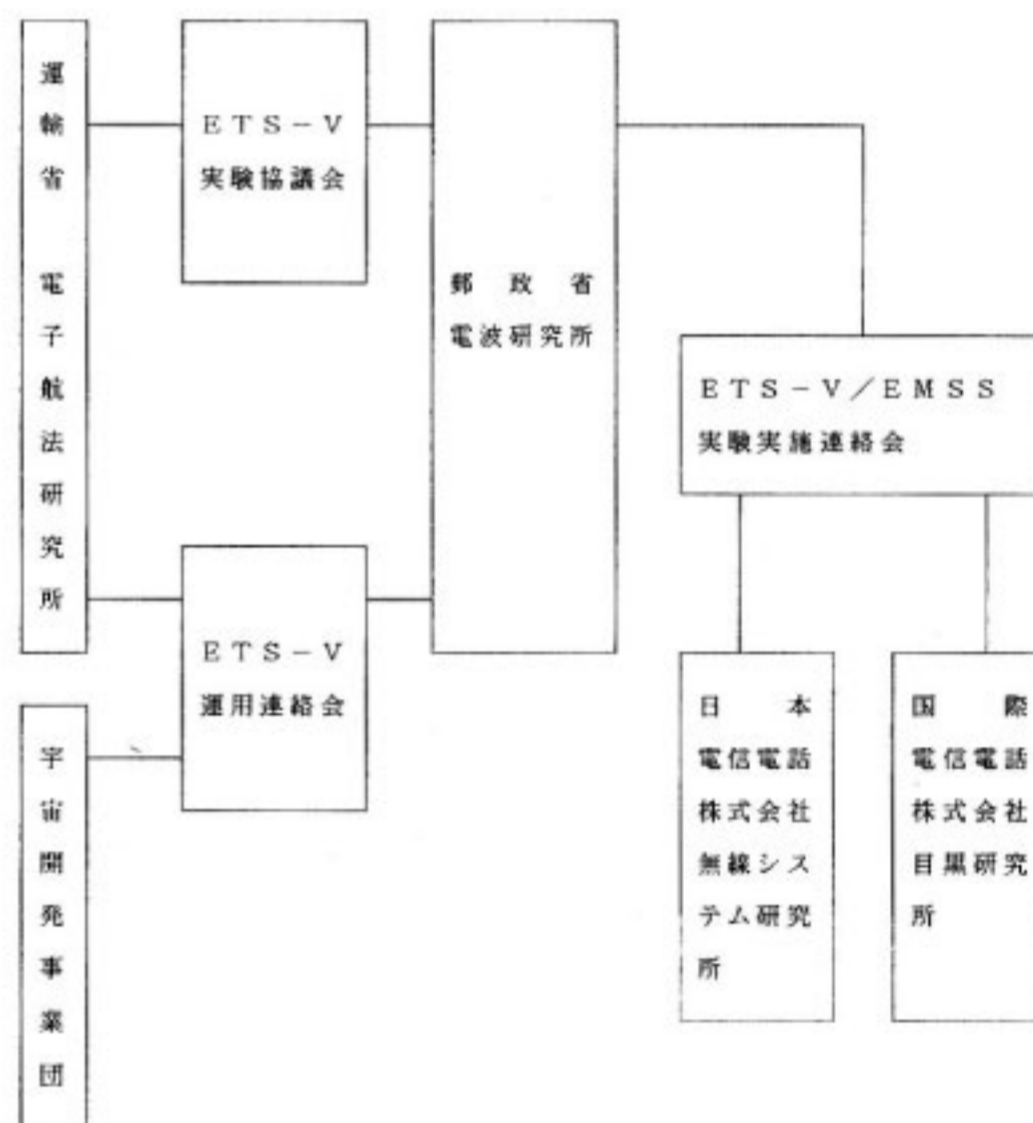
1.4 実験実施体制

電波研究所には、全所的な計画の推進体制として、ETS-V/EMSS 計画推進本部及び ETS-V/EMSS 海岸/航空地球局研究開発センターが設置されていたが、実験の開始を控えた62年度にはそれぞれETS-V/EMSS

実験実施本部及び ETS-V/EMSS 実験実施センターと改称された。さらに、60年度には郵政省内に ETS-V/EMSS 開発実験推進会議が設置され、現在、実験実施計画等についての審議を行っている。なお、本推進会議において日本電信電話株式会社 (NTT) 及び国際電信電話株式会社 (KDD) が郵政省の実施する実験に参加することが決定されており、NTT は船舶及び陸上移動体通信に関する実験を、また KDD は船舶及び航空機通信に関する実験を実施することになっている。

ETS-V による実験は、宇宙開発事業団による衛星設計評価解析実験と郵政省及び運輸省による移動体通信実験に分けられる。そのため、各種実験はこれら三機関の密接な連携、協力の下に実施される予定である。

第1-2図は実験実施体制を示している。衛星の運用や各機関の実験計画の概略の計画は、電波研究所と電子航法研究所による ETS-V 実験協議会および宇宙開発事業団を加えた ETS-V 運用連絡会で決定される。郵政省の実験実施機関である電波研究所は、この概略の計画をもとに ETS-V/EMSS 実験実施連絡会を主宰し、NTT, KDD を含めた月間スケジュールの調整等、実験を実施するために必要な事項に関し、これら3機関の間の連絡調整を行う。また電波研究所はこれら3機関の実験進捗状況及び実験結果を通信政策局に報告する。



第1-2図 実験実施体制