

2. 衛星の概要

林 理三雄*, 山口 三郎**, 今井 文男**

1. はじめに

ECS†は、ETS-IIにおいて静止衛星打上げ技術、追跡管制技術、姿勢制御技術等の修得される技術を基に、同一形のNロケット及び衛星を用いて、静止衛星によるミリ波通信実験を目的としてNASDAにより打ち上げ

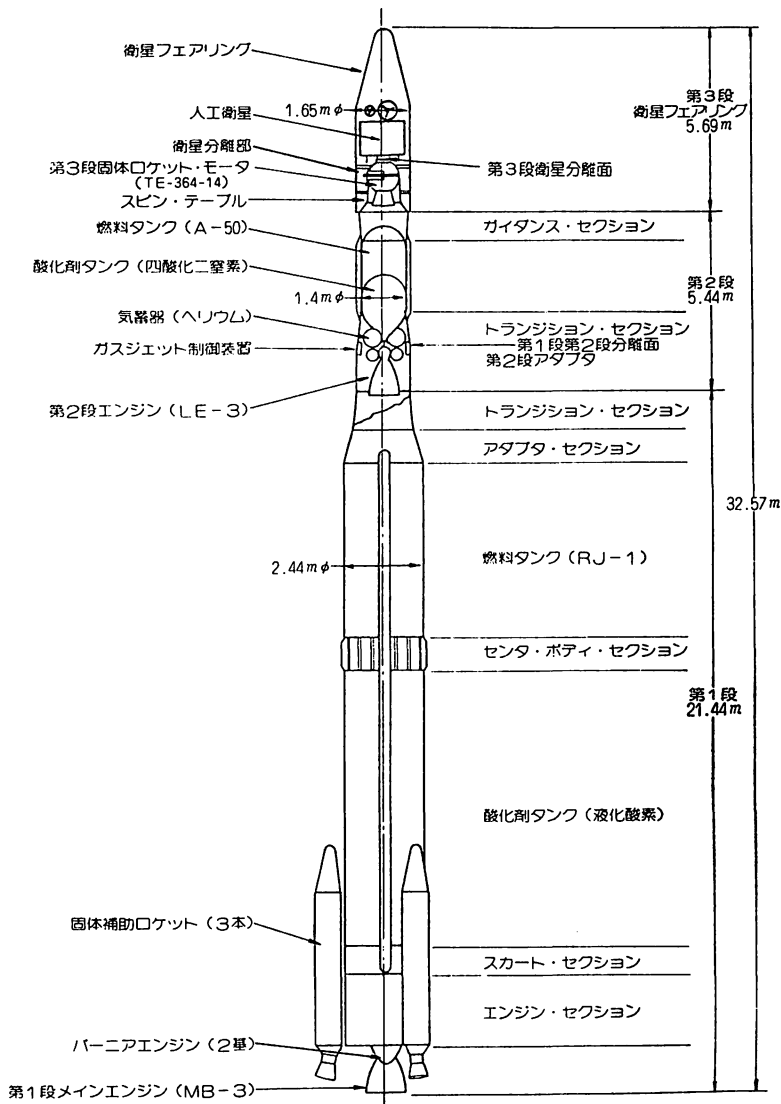
られるものである。

ECSは機能からその構成を分類すると基本機器及びミッション機器に大別され、この内特に電波研究所が関与する実験系はミッション機器系であり、その中味は搭載実験機器、アンテナ系である。ここでは、ECS(衛星)

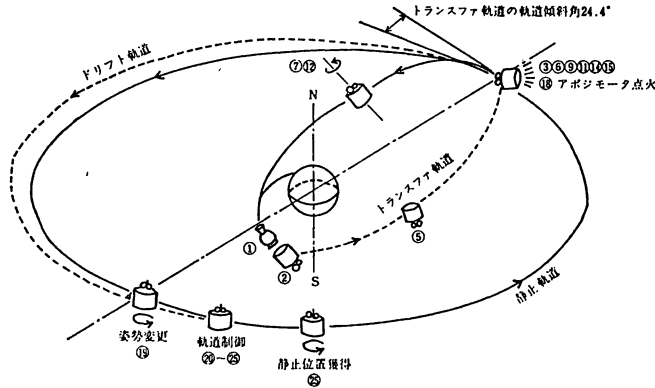
† 昭和54年2月に打ち上げられたECS「あやめ」は、トランスファ軌道からドリフト軌道に投入の際(アポジモータキック時)信号が途絶し、失敗に終わった。ここで言うECSは、昭和55年2月打ち上げ予定のECS-bを指す。

* 衛星通信部 第一衛星通信研究室

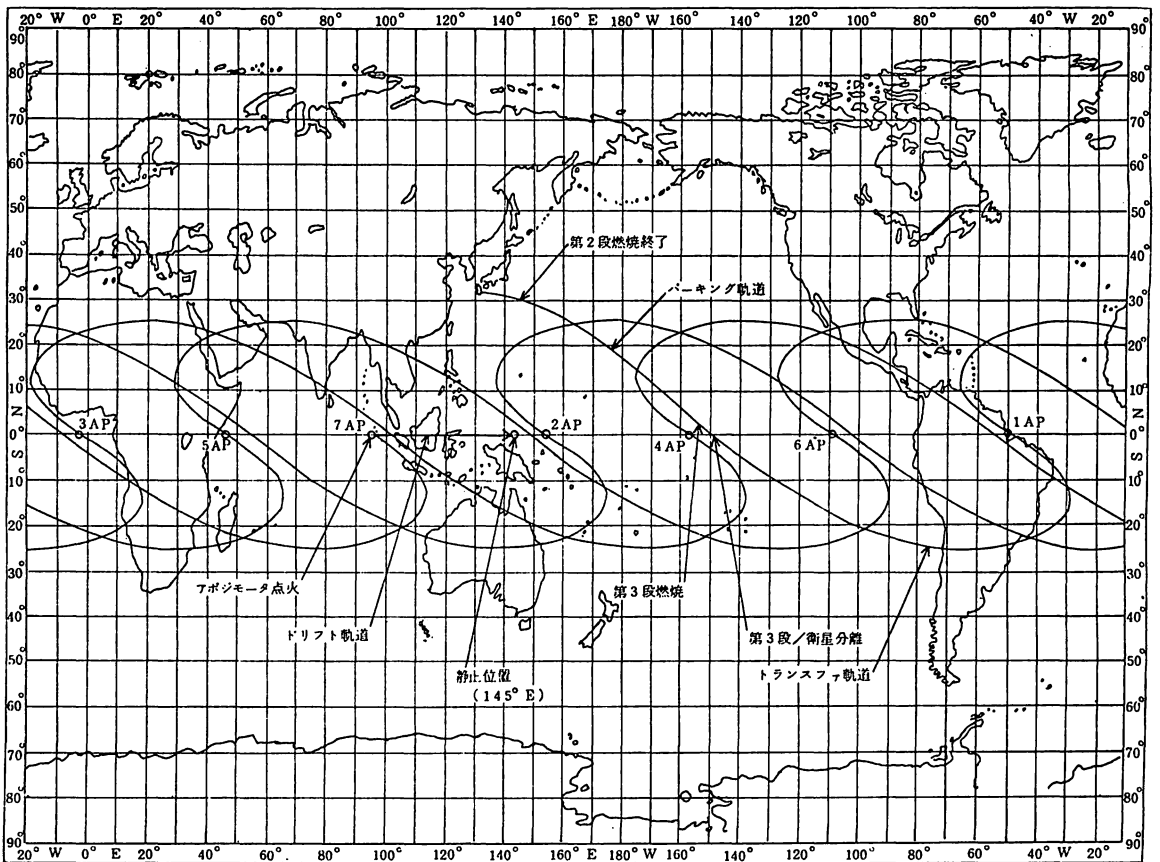
** 宇宙開発事業団 衛星設計第一グループ



第1図 Nロケット全体図



第2図 ECS の飛行計画概要



第3図 ECS 軌道地表面軌跡予定図

について通信実験に関連して必要と思われるものを中心に基本機器等についても簡単に述べている。

2. 概要及び特徴

2.1 Nロケットの概要

Nロケットは宇宙開発事業団 (NASDA) により、開発された。我が国が持つ最初の静止衛星打上げ能力を有

する直径約 2.4 m、全長約 32.6 m、重量約 90 トンの 3 段ロケットである。

第1段、第3段は米国で開発された第1段液体ロケット及び、第3段固体ロケットモータが導入されている。第2段は、NASDA により開発された国産液体ロケット (LE-3 エンジン) が組み込まれている。このロケットは、重量 130 kg の人工衛星を静止軌道約 36000 km へ

第1表 N ロケット 主要諸元

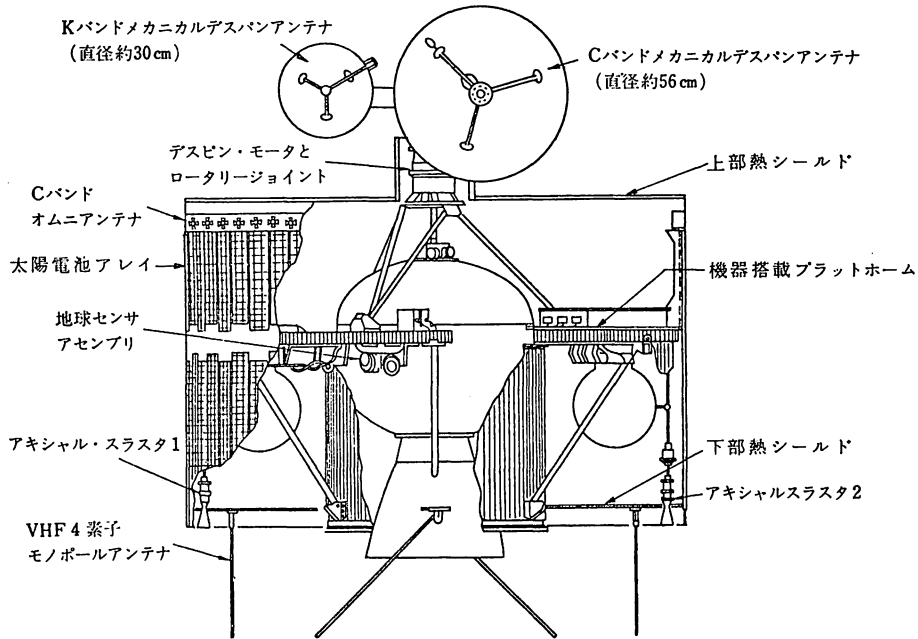
		全 段				
全 長 (m)		32.57				
外 径 (m)		2.44				
全備重量 (t)		90.38 (人工衛星及び衛星分離部を除く)				
誘導方式		電波誘導方式				
		各 段				
項目	各段等	第 1 段	固体補助ロケット	第 2 段	第 3 段	衛星フェアリング
全 長 (m)		21.44	7.25	5.44 *1	1.37(固体モータ長)	5.69
外 径 (m)		2.44	0.79	1.62	0.94(固体モータ径)	1.65
全備重量 (t)		70.21	13.42 (3本分)	5.75 *1	0.75 *2	0.25
推進薬重量 (t)		66.53	11.24 (3本分)	4.73	0.56	
平均推力 (t)		メインエンジン 77.11 *3 バーニアエンジン 0.49×2 *3	70.97 *3 (3本分)	5.44 *4	3.95 *4	
燃焼時間 (s)		メインエンジン 218.5 バーニアエンジン 224.5	39.1	約250	40.9	
推進薬種類		液化酸素/RJ-1	ポリブタジエン系 コンポジット 固体推進薬	四酸化二窒素/A-50	ポリブタジエン系 コンポジット固体推 進薬	
推進薬供給方式		ターボポンプ		ヘリウムガス押し		
比 推 力 (s)		メインエンジン 249 *3 バーニアエンジン 209 *3	238 *3	285 *4	291 *4	
姿勢制御	ピッチ・ヨー	メインエンジン ジンバリング		エンジンジンバリング ガスジェット	スピン安定	
	ロール	バーニアエンジン		ガスジェット		
搭載電子装置		1)テレメータ送信装置 290 MHz帯 PDM/FM/PM 2)指令破壊受信装置 2600 MHz帯 トーン変調		1)誘導用レーダトランスポンダ 5600 MHz帯 2)テレメータ送信装置 2300 MHz帯 PCM/PM 3)指令破壊受信装置 2600 MHz帯(2台) トーン変調 4)追尾用レーダトランスポンダ 5500 MHz帯	1)テレメータ送信装置 290 MHz帯 PAM/FM/PM	

*1 第2段アダプタを含む。

*3 海面上

*2 スピンテーブルを含む。

*4 真空中



第4図 ECS 機構図

重量 800 kg の人工衛星を高度約 1000 km の円軌道に打ち上げることができる能力を持っている。

50年9月にはNロケット1号機による技術試験衛星I型(ETS-I)を、51年2月には2号機により電離層観測衛星(ISS)及び、52年2月には3号機により技術試験衛星II型(ETS-II)を成功裏に打ち上げている。第1図にECSを搭載したNロケットの全体図を示す。第2図は、ECSの飛行計画の概要を示す。打上げ後、トランスファ軌道に投入され遠地点において、アポジモータを点火し、ドリフト軌道に投入し、その減速制御後静止位置(145°E)に止められる予定である。第3図はECS軌道地表面軌跡の予定例を示す。第1表にNロケットの主要諸元を示す。

2.2 ECSの概要

ECSの形状を第4図に示す。ECSはアポジモータ推進を含め重量約260 kg、直径1.4 mで高さは約1.6 mのスピン安定型の静止衛星である。

ECSは、ETS-IIと併せて、昭和46年度に概念設計、昭和47年度に予備設計が行われた。システム設計は、昭和49年度に基本設計に着手し、昭和50年12月完了した。

また、搭載用通信機器についてはミリ波関係を電波研究所が、ただし、そのうちミリ波高出力増幅部については、NASDAが分担し、マイクロ波関係を日本電信電話公社が担当し、開発を進めてきた。また、その基本設計は、電波研究所が担当し、昭和50年から開発に着手

し昭和51年3月にこれを完了しその成果をNASDAに引き継いだ。

両基本設計をもとに、エンジニアリングモデル、プロト・フライトモデル及びフライトモデルがNASDAにより製作され昭和53年4月～10月にわたる受入試験によって、その性能が確認された。また昭和53年11月には納入前審査が終了した。

第4図にECSの機構図を示す。

ECSの機能構成は、

- (1) 基本機器(電源系、TT&C系、姿勢アンテナ制御系、2次推進系、アポジモータ)
- (2) ミッション機器(搭載用通信機器、アンテナ系)で構成され、基本機器についてはETS-IIとほとんど同じである。

ミッション機器は、

- (1) Cバンド、Kバンド機器が4種類のモード(K/K、C/C、C/K、K/C)に地上コマンドにより切替えが可能となっている。
- (2) 通信帯域幅はIF帯(中心周波数4.08 GHz)で、120 MHz、40 MHzの切替えが可能である。R&RR用として、10 MHz(中心周波数4.075 GHz)の帯域幅に切替えも可能である。
- (3) Cバンドビーコン装置を備えている。
- (4) アンテナ系はミッション機器とロータリジョイントで接合される。Cバンド、Kバンドのメカニカル

第2表 ECS の 主 要 諸 元

項 目	説 明	主要な性能パラメータ
1. 形 状	<ul style="list-style-type: none"> 円筒形 直径 約1.4m 高さ 約1.6m (分離面から) 	Nロケットに適合する
2. 姿勢安定法	<ul style="list-style-type: none"> スピン安定方式 トランスファ軌道からミッション期間を通じて安定な質量特性 	スピン率 100±15 rpm (初期値) 慣性性能率比 1.05以上
3. ミッション機器 (1) 搭載用通信機器 (トランスポンダ) (2) メカニカル・デスパン・アンテナ(MDA) ロータリ・ジョイント (3) Cバンド・オムニ・アンテナ	<ul style="list-style-type: none"> 搭載用通信機器の運用モードは上/下回線の周波数に応じて、K/K、K/C、C/K、C/Cの4種の運用モードが基本となる。 広帯域、狭帯域の選択が可能 Cバンド RARR Cバンドビーコン Kバンド、Cバンドの各専用のパラボラ・アンテナからなり、ロータリ・ジョイントで結合 スピン軸に垂直な方向に放射パターンを有するリング状のアレイ・アンテナ 	中心周波数 上り回線 下り回線 Kバンド 34.83 31.65 GHz Cバンド 6.305 4.080 GHz 帯域幅: 120 MHz、40 MHz (6.300/4.075 GHz 帯域幅 10 MHz 3.940 GHz アンテナ利得 (公称値) Kバンド(上/下) 33/32 dB Cバンド(上/下) 22/19 dB アンテナ利得: -10 dB (スピン面より±10°)
4. テレメトリ・コマンド系	<ul style="list-style-type: none"> 無指向性 VHF 4素子モノポール・アンテナ テレメトリ・エンコーダはアナログ及びデジタル・データを処理する 2種のトーン入力信号を検出するコマンド検波器 (2トーン FSK/AM・PM方式) 	送信機出力 2W 送信周波数 136 MHz 帯 受信周波数 148 MHz 帯 64ワード/メイン・フレーム 250 BPS 128 BPS "1" トーン 8600 Hz "2" トーン 7400 Hz
5. 電源系	<ul style="list-style-type: none"> 2個の半円筒形太陽電池アレイ 1個のNi-Cd蓄電池(3AH) 電力制御器がパーシャル・シャント方式でメイン・バス電圧を制御 	太陽電池起電力(1年後) 春秋分時 106W以上 夏至時 101W以上 バス電圧 29.4±0.2V
6. 姿勢およびアンテナ制御系	<ul style="list-style-type: none"> 衛星の姿勢決定のための情報は地球幅、太陽角、スピン率 アンテナはデスピン・モータと電子回路によってデスピンされる。 受動形ニューテーション・ダンパ 	地球幅 4~23° 太陽角 ±87°

デスパンアンテナ（軸対象ビーム）及びCバンドオムニアンテナを備えている。

そのほかTT & C系用アンテナとしてVHF系：4素子モノポールアンテナをも備えている。ECSの主要諸元を第2表に示す。軌道保持精度は、緯度±1.0°以内及び経度±0.5°以内であり設計寿命は1年以上である。機器搭載用プラットフォームはアルミ・ハニカム構造を利用している。プラットフォーム上下面の機器の配置図を第5-1図、第5-2図に示す。

3. 通信系関連機器の構成

3.1 通信系機器の構成

通信系機器の全体ブロック図を第6図に示す。

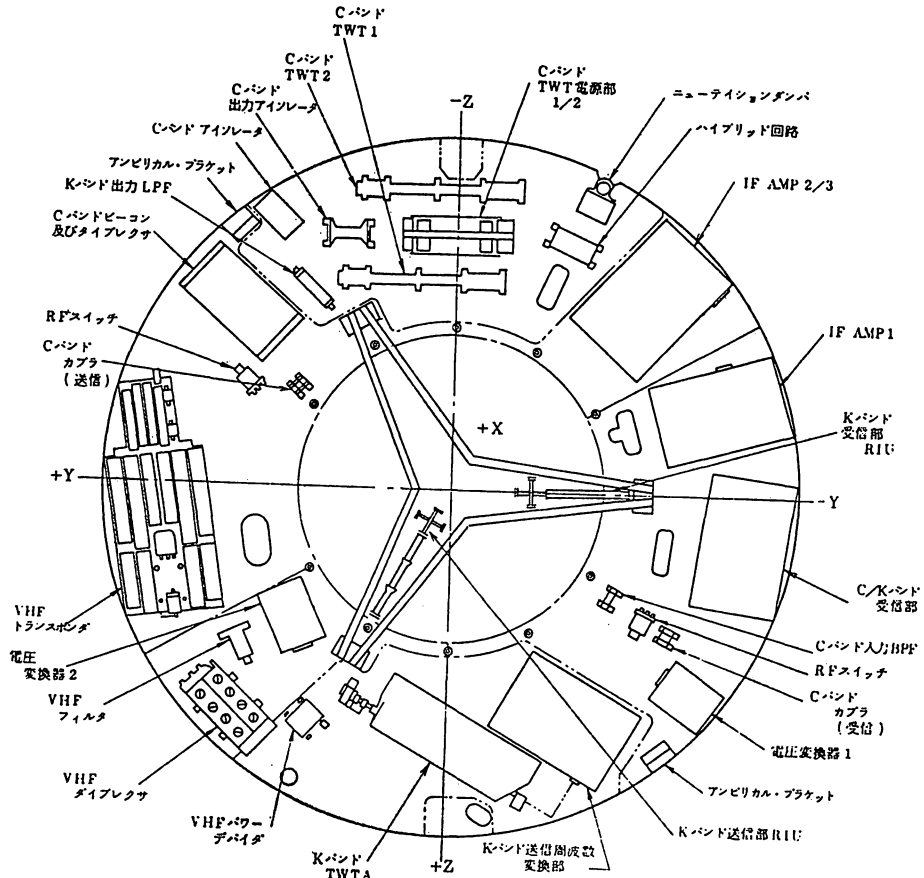
- Kバンド受信信号はMDAから出力され送信系からの漏込み等を阻止する、RIUを通して、直接周波数変換方式のKバンド受信部に入力し、中心周波数4.08 GHzのIFに変換増幅される。
- Cバンド受信信号は、オムニアンテナ又はMDAから出力され、RIUを通し、IF 4.08 GHzに直接変

換される。

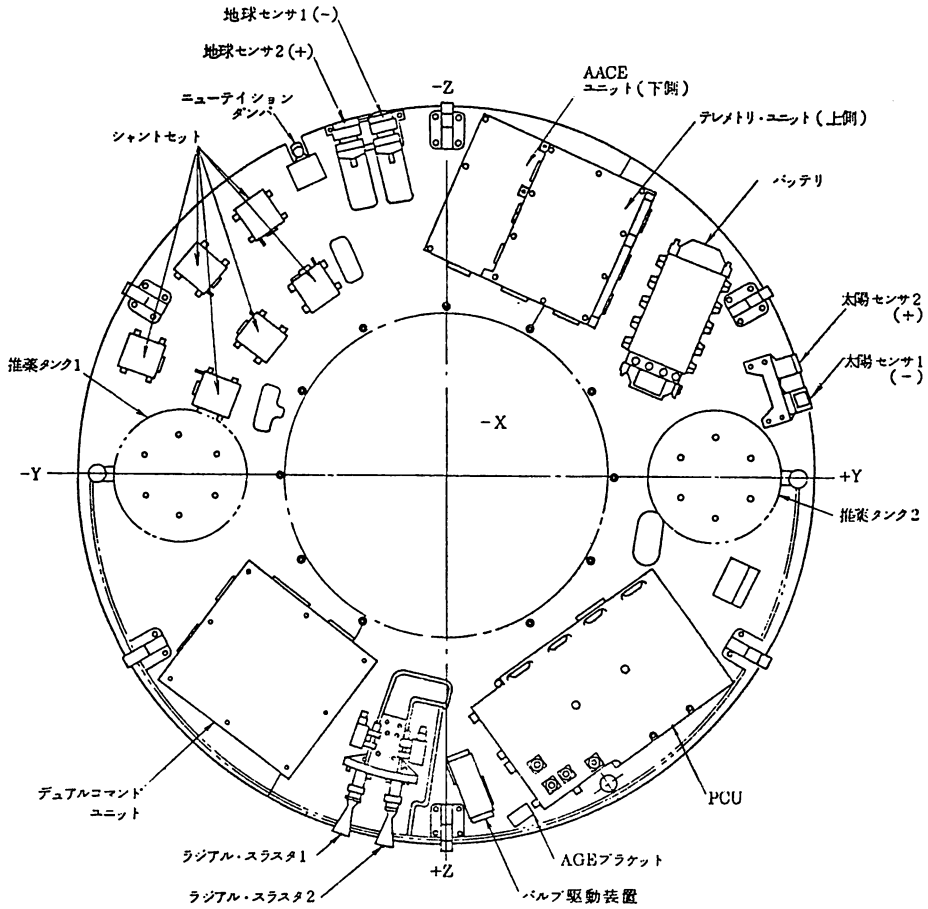
C、Kバンド受信機器及び送信機は消費電力の関係から同時運用ができず、いずれか1系統のみが運用される。したがって、中間増幅部には、HYBを通してK又はCバンドの信号が入力され、中間増幅部RF SWにより必要な帯域幅のフィルタが地上コマンドにより選択され、Kバンド送信の場合は、アップコンバータを通して高出力ミリ波増幅器(TWT)へ入力される。Cバンド送信の場合は直接高出力増幅器へ入力される。CバンドTWT増幅器は1系統のリダンダンスを持つ。Kバンド、Cバンド送信出力は、送信RIUを通してアンテナへ出力される。Cバンドビーコンは二つのモードを持っている。ビーコン部出力RF SWにより、TWTAを通す場合ハイパワーモード及びCバンド合成部を通して、直接送信する場合ローパワーモードがある。ローパワーモードではMDAを、ハイパワーモードではオムニアンテナを利用することを考慮して設計してある。

3.2 アンテナ

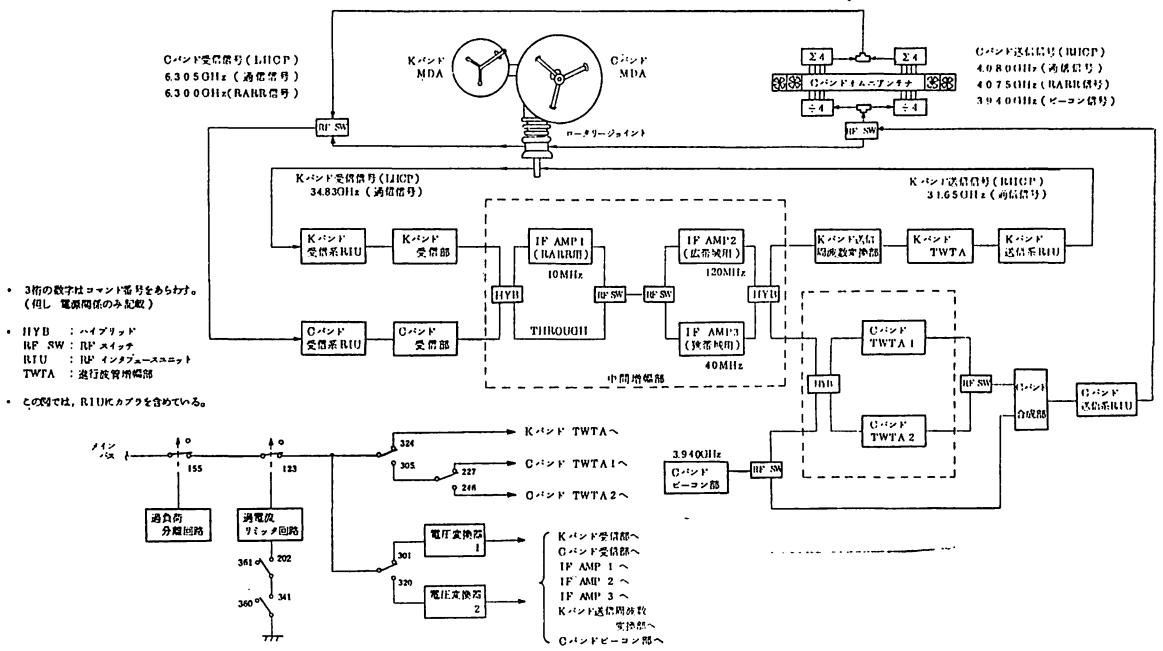
KバンドMDAは直径30cmのパラボラ反射焦点給



第5-1図 上面側搭載機器配置図

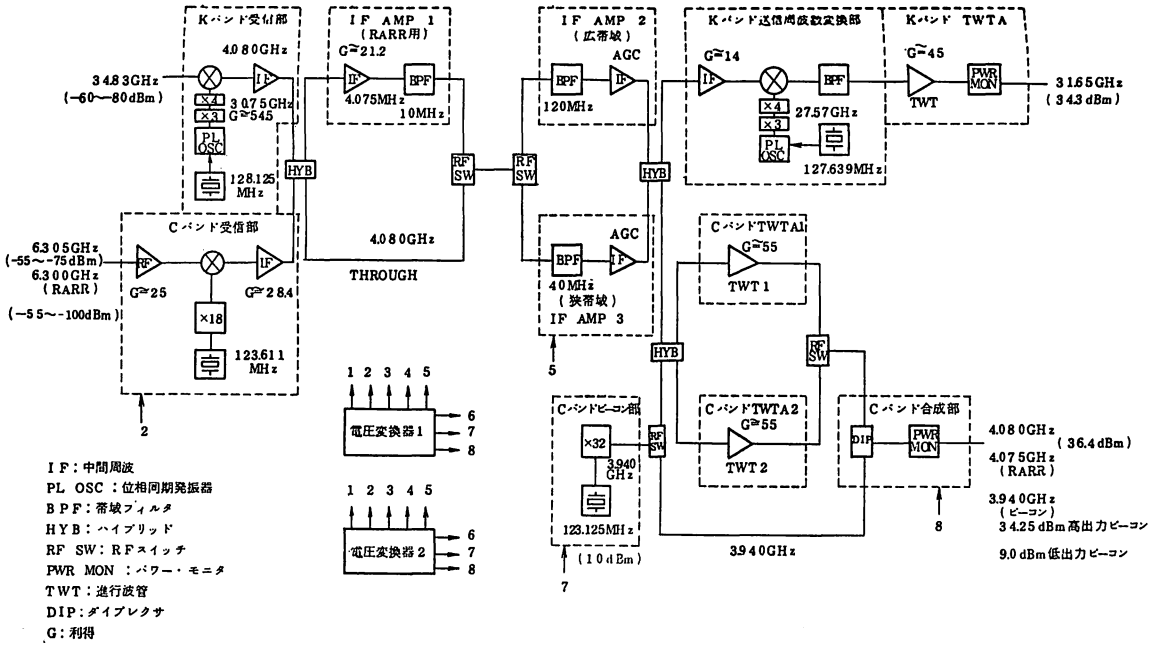


第5-2図 下面側搭載機器配置図

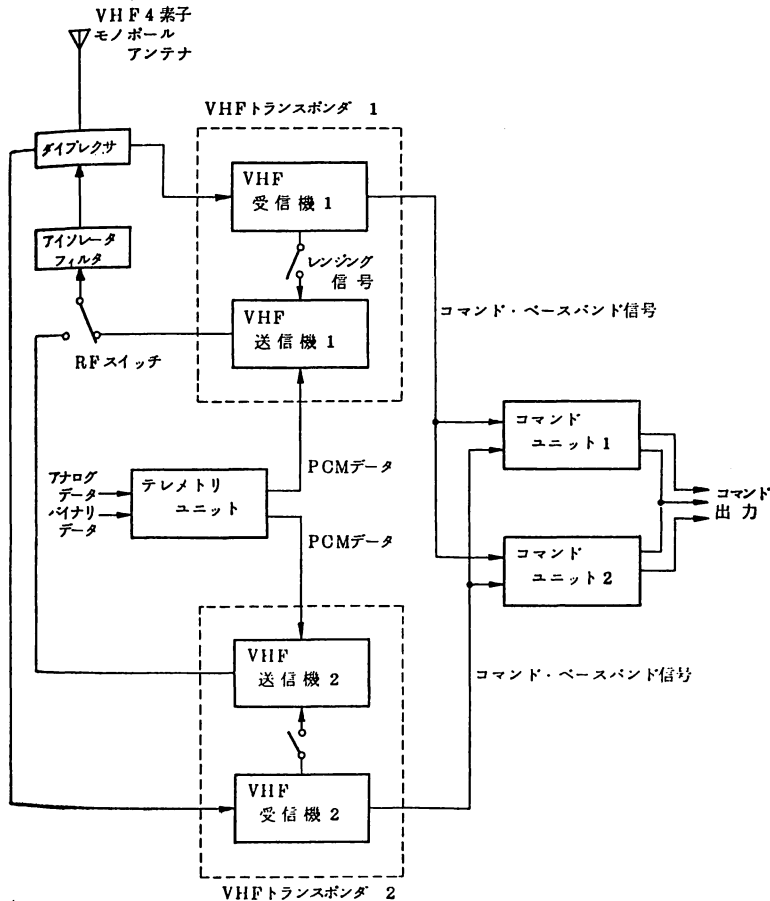


- 3桁の数字はコマンド番号をあらわす。(但し、電源関係のみ記載)
- HYB : ハイブリッド
- RF SW : RF スイッチ
- RIU : RF インチフューズユニット
- TWTA : 遠行波管増幅器
- この図では、RIUのカプラを含めていない。

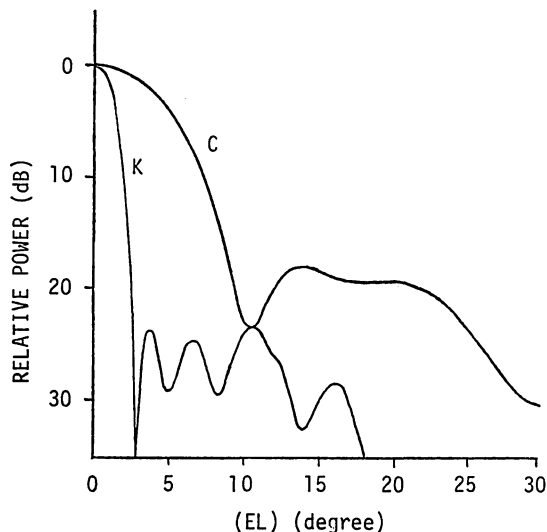
第6図 通信系ブロック図



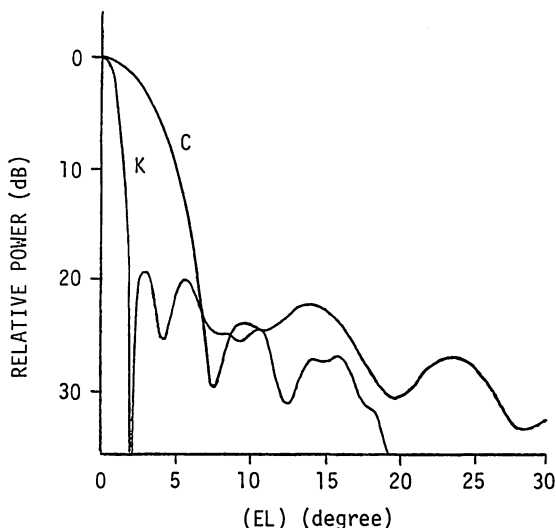
第7図 トランスポンダ・サブシステム・ブロック図



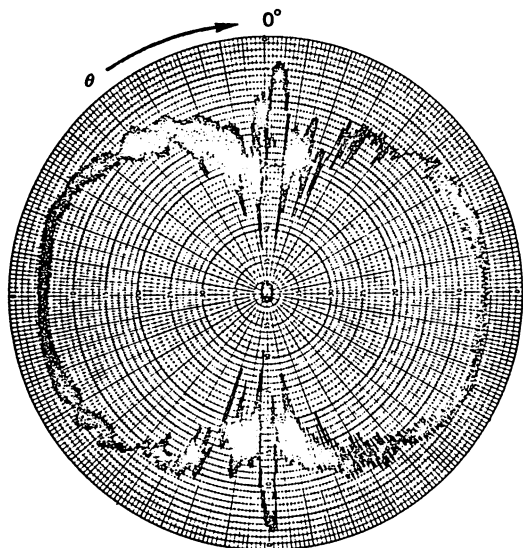
第8図 TTC サブシステム・ブロック図



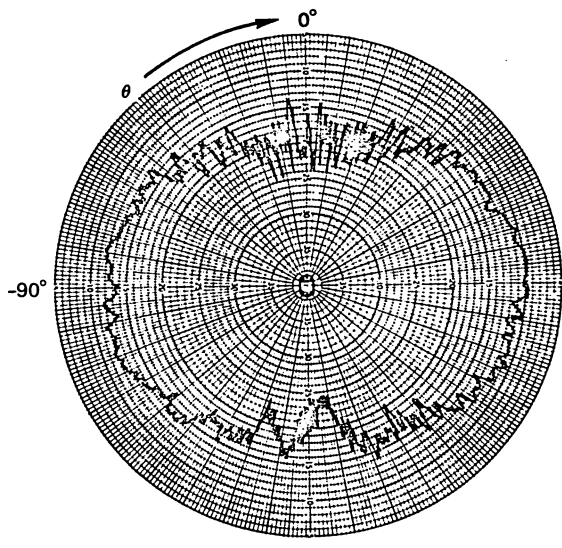
第9図 送信用K, Cバンドアンテナ放射パターン
C : 4080 MHz, K : 316500 MHz
右旋偏流, スピン軸に直角な面内のパターン



第10図 受信用K, Cバンドアンテナ放射パターン
C : 6305 MHz, K : 34830 MHz
左旋偏流, ($\phi(A_s \text{面})=0^\circ$, $\theta(EL \text{面})$ 変化)



3.9 GHz



6.4 GHz

第11図 Cバンドオムニアンテナ放射パターン (スピン軸面内のパターン)

電型で主反射鏡は、ハニカム構造アルミコアで表面にグラファイトエポキシ樹脂をコーティングしてある。CバンドMDAは直径56cmで構造はKバンドアンテナと同様である。Cバンドオムニアンテナは太陽電池パネル上部に取り付けられ、128素子から成る。

3.3 RFインタフェース・ユニット (RIU)

K・バンド受信系 RIU は 32 GHz BRF, 35 GHz BPF で、送信系 RIU は 32 GHz LPF, 35 GHz BPF, 32 GHz BPF から成り通信系内リングアラウドを除去している。Cバンド受信系 RIU は 6 GHz BPF, 送信系 RIU は 4

GHz LPF から構成されている。

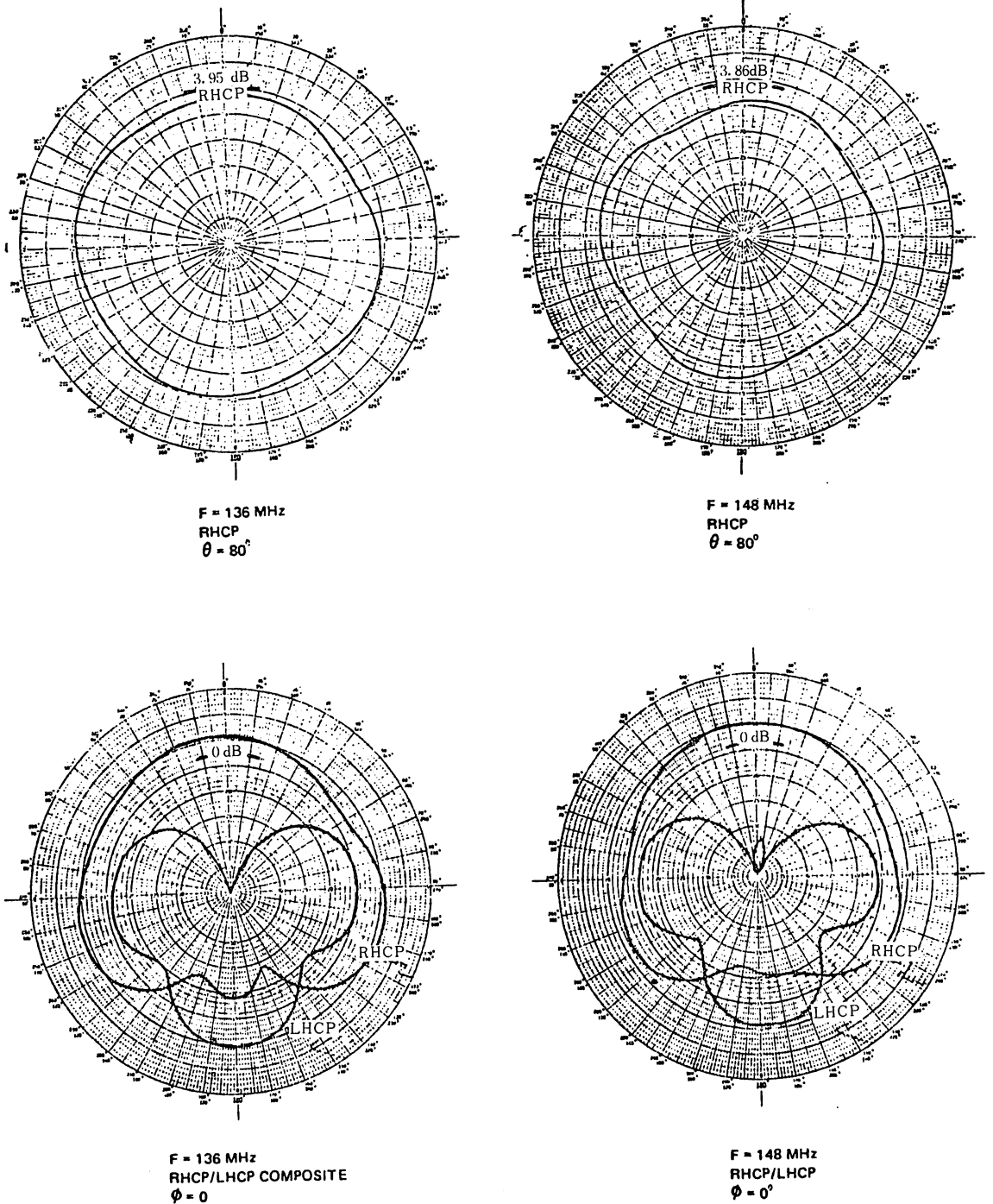
3.4 送受信機器部

第7図にトランスポンダ・ブロック図を示す。Kバンド局発部は送受用とも位相同期発振器を用いて、水晶原振低周波を増幅し、これを通倍して用いている。Cバンド系は、水晶原振を増幅通倍して局発源としている。

3.5 TTC系

TTC系のブロック図を第8図に示す。この系はVHFを利用しており、送受信系ともに冗長系を持っている。

3.6 太陽電池アレイ



第12図 代表的 VHF アンテナ放射パターン
 LHCP : 左旋偏波 RHCP : 右旋偏波

太陽電池アレイの主なものは、主電力太陽電池アレイとバッテリー充電用太陽電池アレイから成っている。太陽電池素子は $2\text{ cm} \times 2\text{ cm}$ の大きさで3素子ずつ並列に接続され、更に66個直列に接続されている。主電力用は

6336枚、充電用は72枚から成る。

4. 特 性

第3表 ECS アンテナ装置特性

Frequency, GHz	Despun Antennas		Omni
	C-Band	K-Band	C-Band
Transmit	4.08	31.65	4.08
Receive	6.305	34.83	6.305
Bandwidth, MHz	200	200	40
Gain, dBi min.*			
Transmit	20.5	34.7	-7.6/-11*
Receive	23.6	34.9	-9.2/-13*
Polarization			
Transmit	RHCP	RHCP	RHCP
Receive	LHCP	LHCP	LHCP
Axial ratio, dB max.			
Transmit	1.8	1.5	3.0-5.0
Receive	0.9	1.5	5.0-7.0
VSWR, max. (@ ±60MHz)			
Transmit	1.21	1.03	1.30
Receive	1.33	1.11	1.30
Isolation, in band.			
Tx to Rx, dB*	>40	>40	34
Weights, kg			
Antenna	1.14	0.36	1.99
Support struct.	1.45		
Lines & components	0.28		1.18
Rotary Joint	1.25		
Despin Motor Assy.	4.81		
Total spacecraft at launch	260		

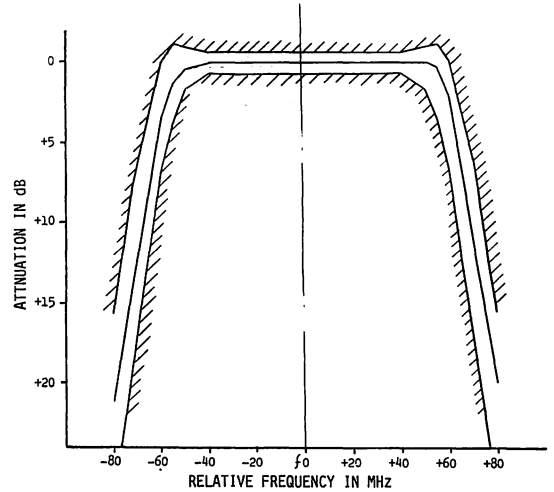
* Measured at lower rotary joint interface.
 * Within ±10/30° of plane perpendicular to spin axis.

第4表 ロータリジョイントの諸元

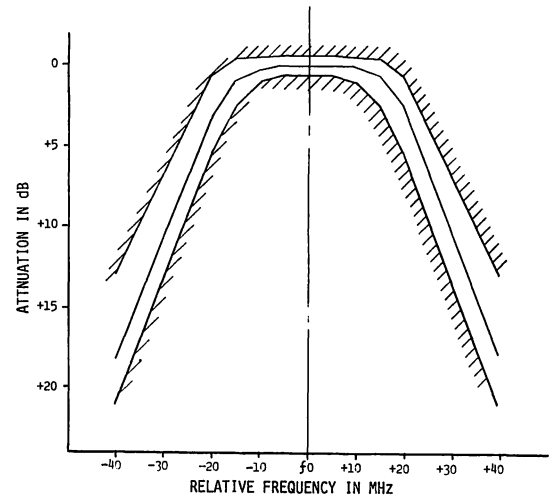
Function	C-Band		K-Band	
	Tx	Rx	Tx	Rx
Center freq, GHz	4.08	6.305	31.65	34.83
Bandwidth, MHz	200	200	200	200
Insertion loss, dB (maximum)	0.44	0.54	0.58	1.28
VSWR (max.)	1.28	1.22	1.17	1.37
Ampl. mod'n, dB	±.06	±.07	±.05	±.28
Isolation, dB				
to C-band Rx.	43.0	—	50.0	—
to K-band Rx	63.5	—	31.7	—

4.1 アンテナ系

第9図及び第10図にCバンド及びKバンドのMDA特性を示す。第9図は下り回線の4.08 GHz及び31.65 GHzにおけるパターンでC-Bandアンテナのビーム幅は8°(3dB幅)、K-Bandは~2°である。第10図は、上り回線の6.305 GHz及び34.83 GHzにおけるパターンを示す。ビーム幅はC-Bandアンテナで約±6° K-Bandアンテナで約2.4°である。第11図はオムニアンテナスピ軸に平行な面(θ面)のピーコン3.9 GHz及び6.36 GHz帯の特性例である。第12図には、VHFアンテナのパターンを示してある。スピ軸に直角な面(φ面)でリップルは断面で±10°以内では±4 dB以内に保たれている。第3表にアンテナ装置及び第4表にロータリジョイントの特性の概要を示してある。34.83 GHz(Kバンド受信系)の振幅リップル(±0.28 dB)及び挿入損1.28 dBが他の特性に比べ大きいのが目立つ。



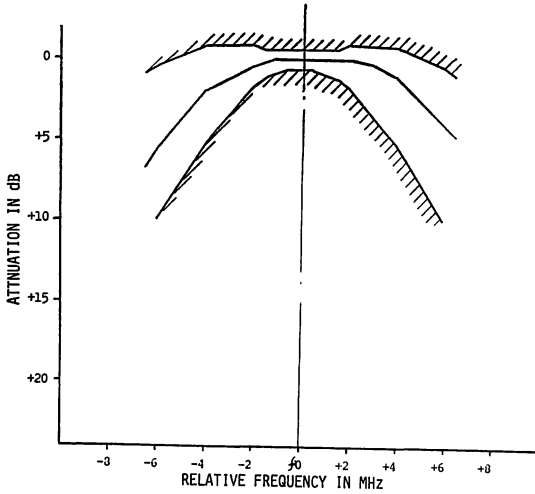
第13図 120 MHz 帯域周波数振幅特性
 斜線の無い部分は仕様規定値
 f₀ は中心周波数で IF で示せば 4.08 GHz



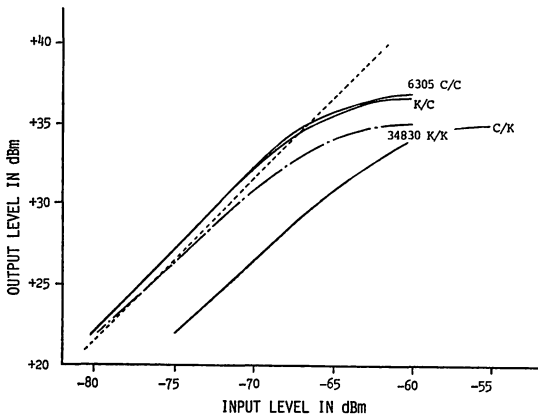
第14図 40 MHz 帯域周波数振幅特性
 斜線の無い部分は仕様規定値
 f₀ は中心周波数で IF で示せば 4.08 GHz

4.2 通信実験用送受信系

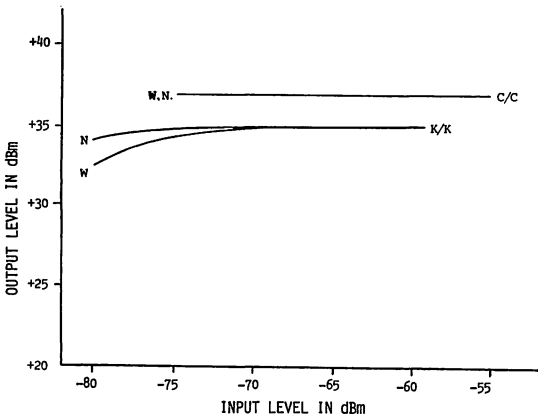
第13図から第15図に、周波数帯域特性を仕様値と共に示した。第13図は広帯域、第14図は狭帯域のもので中心に入力周波数では6.305又は34.83 GHz、出力周波数は4.08又は31.65 GHzである。第15図はR & RR用として利用が予定されている10 MHz帯域の特性で中心周波数は入力周波数で6.30 GHz及び出力周波数4.075 GHzである。各特性とも、各種の試験を通じ良好なものである。第16図はAGC OFFの状態での入出力特性である。第17図はAGC ONの状態での入出力特性例を示してある。K/Kモードでは、-75 dBm以下



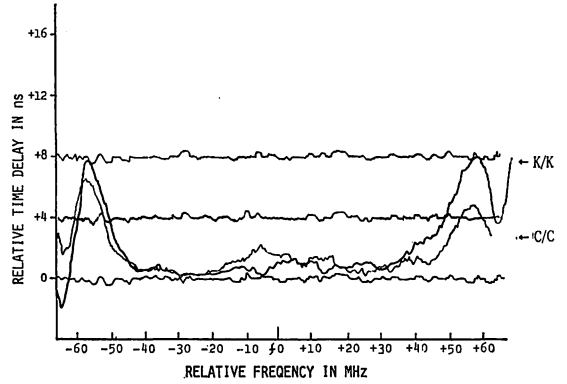
第15図 10 MHz 帯域周波数振幅特性
斜線の無い部分は仕様規定値
 f_0 は中心周波数で IF で示せば 4.075 GHz



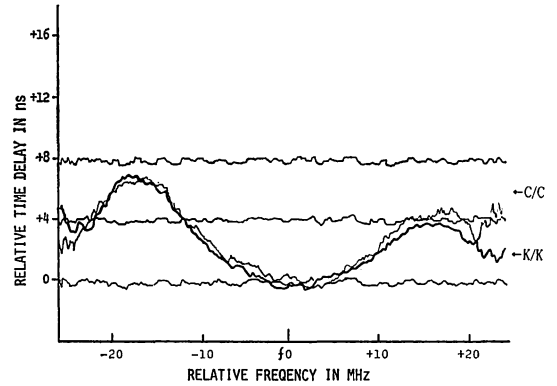
第16図 入力特性
AGC が OFF の状態 K/K, K/C, C/C 及び C/K の各トランスポンダ送受信モード特性



第17図 入出力特性
AGC ON の状態 C/C, K/K はトランスポンダ送受信モード



第18図 120 MHz 帯域モード 帯域内群遅延特性
K/K, C/C はトランスポンダ送受信モード



第19図 40 MHz 帯域モード 帯域内群遅延特性
K/K, C/C はトランスポンダ送受信モード

の入力で AGC 効果は低くなるが、同入力で約 20 dB の AGC が働いている。C/C モードでは -90 dBm まで AGC が働き出力はほぼ 36.8 dBm の飽和出力となっている。帯域内利得変動は 0.0025 dB/MHz 以下である。NF は、中心周波数で C バンド系は 5.1 dB、K バンド系は 10.95 dB であり帯域内変動は、 ± 0.2 dB 以下に保たれている。第 18 図、第 19 図に、K/K 及び C/C モードの広帯域 (120 MHz) 及び狭帯域 (40 MHz) モードでのディレイ特性例を示してある。広帯域の場合 $f_0 \pm 40$ MHz 内では 2ns 以下に帯域の端で約 8 ns である。第 20 図には C バンド、K バンド TWT の入力信号に対する AM/PM 変換特性例を示してある。TWTA 入力は AGC により -9~-10 dBm に保たれ AM/PM 変換量は $4^\circ/\text{dB}$ 以下に保たれていることがわかる。第 5 表に、各モードにおける特性一覧を示しておく。

4.3 テレメトリー・コマンド系 (VHF)

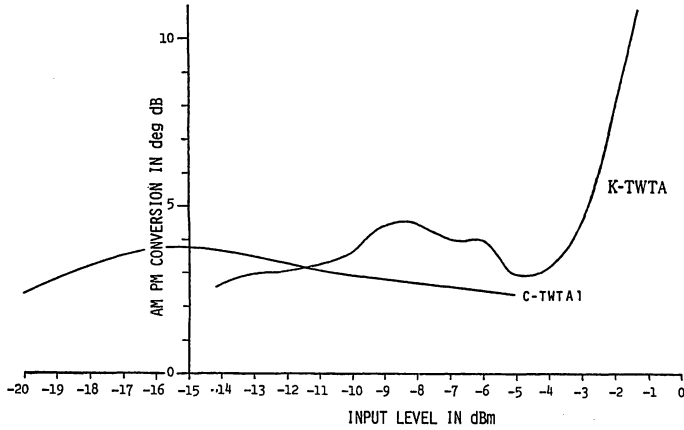
第 21 図に、K/K 及び C/C モードでの input output レベルに関するテレメトリー用出力電圧の特性例を示す。ただし、AGC OFF のときのデータで通常、軌道

第5表 トランスポンダ送受各モードでの主要電気性能一覧, () は推定値を示す

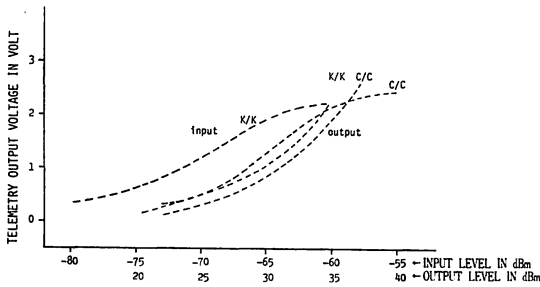
モード		K/K		C/C		C/K		K/C		備考	
		SPC	Meas	SPC	Meas	SPC	Meas	SPC	Meas		
中心周波数 (GHz)	in	34.83	34.830000	6.305	6.305000	6.305	6.305000	34.83	34.830000	R & RR	
	out	31.65	31.649991	4.08	4.080002	31.65	31.649983	4.08	4.080004	6.30	
	Beacon			3.94	3.9400000					4.075002	
雑音指数 (dB)		<13	10.55	<9	5.3						
周波数帯域 (MHz)	Wide	120		120		120		120			
	Narrow	40		40		40		40			
	R & RR			10							
利得変動 (dB _{p-p})	Wide	<1.3	0.2		0.2		0.25		0.1		
	Narrow	<1.3	0		0.1		0.1		0.1		
利得直線性 (dBm)		>29.5	31.4	>31.2	35.4					1 dB 利得圧縮	
入力レベル (dBm)	通信系 R & RR	-80~-60		-75~-55 -100~-55		-80~-60		-75~-55			
出力電力 (dBm)	通信系	>32.5	34.3	>34.2	36.8	>32.5	34.3		36.8	Hi-PWR Beacon Low-PWR Beacon	
	H. P. B.			>25.4	35.2						
	L. P. B.			>5	9.4						
群遅延特性 (ns)	W	±60 MHz	5.2		7.3 (7.3)		5.0		6.8 (6.8)	下段は No. 2 の TWTA (Cバンド) W : Wide Band	
		±40 MHz	0.5		1.4 (1.4)		0.4		1.2 (1.2)		
	N	±20		(5.5)		5.5 (5.5)		(5.5)			N : Narrow Band
		±10		(2.4)		2.4 (2.4)		(2.4)			
R & RR	±5				8.6						
	±1				2.0						
AM/PM 変換特性		<10°/dB	2.5°/dB		3.1 (2.1)						
AGC dynamic Range (dB)		>20	OK	>20	OK	>20	OK	>20	OK		
消費電力 (W)		<34.6	32.3	<35.8	31.1	<32.4	29.7	<38.0	33.3		

SPC : 仕様値

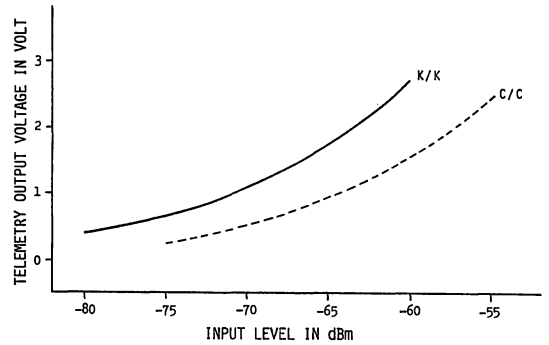
Meas : 測定値



第20図 AM-PM変換特性
KバンドTWTA及びCバンドTWTA(No.1)のAM-PM変換特性例



第21図 K/K及びC/Cモードでの入出力電力テレメ
リー出力電圧特性



第22図 K/K及びC/CモードでのAGC出力テレメ
リー出力電圧特性

第6表 テレメリー出力レベル特性一覧, ()は推定値

	K/K		C/C		SPC:仕様, Meas:測定値
	SPC	Meas	SPC	Meas	
AGC (V)	0~5V	W 0.27 ~ 2.17V	0~5V	W 0.17 ~ 1.98V	N, W は Narrow Band Wide Band
		N 0.33 ~ 2.42V		N 0.24 ~ 2.18V	
		(input -80~-60 dBm)		(input -75~-55 dBm)	
Helix curr (V)	0~5V	W 1.945V	0~5V	1. 0.40 2. (0.33)	1. 2.はTWTのNo.
		N (1.945V)		1. (0.40) 2. 0.33	
Output (V)	0~5V	W 2.51V	0~5V	1. 2.38 2. (2.30)	
		N (2.51V) (input -60 dBm)		2. (2.38) 2.30 (input -55 dBm)	

第7-1表 TTC系 VHF トランスポンダ主要性能

パラメータ	要求性能
受信機	
受信周波数	148.270±0.005 MHz
コマンド・スレッショルド感度	-109 dBm (最大)
コマンド出力レベル	1.5 V/ラジアン ±15%
送信機	
テレメトリー変調方式	250 BPS, PCM-PM
テレメトリー変調指数	0.8 ラジアン・ピーク±10%
レンジング変調指数	0.75±0.07 ラジアン
送信周波数	136.112 MHz±0.003%
スプリアス信号	40 dB 以下
RF 出力 (ダイプレクサ出力点)	
定常出力モード	31.8 dBm (最小)
高出力モード	37.8 dBm (最小)
消費電力*	
送信機 OFF	4.5 W (最大)
送信機定常出力モード	13.8 W (最大)
〃 高出力モード	28.7 W (最大)

(注) *1 受信機は2台とも ON

第7-2表 VHF 上/下回線変調パラメータ

	信号	変調指数 (ラジアン)	周波数
上り回線	コマンド・トーン	1	8600 Hz ("1") 7400 Hz ("0")
	レンジング・トーン	0.75	20 kHz (精) 4 kHz (粗)
下り回線	レンジング・副搬送波	0.75	815 kHz
	テレメトリー	0.8	250 Hz (Biφ-L)

上での中継器は AGC ON のままで (ダイナミックレンジ 20 dB) 利用されるので, output に関しては, input が変化してもテレメトリー出力電圧はほとんど変化していない。output では約 2.5 V (K/K モード), C/C モードで 2.3~2.4 V と一定のテレメトリー出力電圧となる。

第 22 図は, AGC レベルすなわち入力信号レベル用テレメトリー回路の特性例で K/K, C/C モードについてその入力電力と出力電圧の関係を示した。

第 6 表は, K/K, C/C モードにおけるテレメトリー

第9表 太陽電池諸元

項目	特性値
主電力太陽電池アレイ	
パネル数	2
パネル形状	半円筒形
全高	84.01 cm
直径 (外寸)	141.0 cm
全重量	8.85 kg
主電力用太陽電池素子	6336 枚 (3 並列×66 直列×32 回路)
バッテリー充電用太陽電池素子	72 枚 (1 並列×6 直列×12 回路)
太陽プレゼンス用太陽電池素子	16 枚 (8 直列×2 回路)
太陽電池素子	
形状	2 cm×2 cm×250 μ
型式	N-P 型シリコン
ベース抵抗	10 Ω・cm
出力	139 mA (0.450V, 25°C, 1 Sun, AM 0 時)
重量	0.273 g
カバーガラス	
厚さ	150 μ
コーティング	反射防止用ブルー・フィルタ

出力レベルに関する一覽表である。

第 7 表に, VHF TT & C 系トランスポンダ主要性能及び VHF 上下回線変調パラメータを, 第 8 表にテレメトリーコマンドリスト (通信系関連) を示しておく。

4.4 太陽電池及び消費電力

第 9 表~第 11 表に太陽電池諸元 ECS 電力配分予測値及びトランスポンダの消費電力の概略を示しておく。

4.5 重量

第 12 表に, ECS 重量配分表を示す。アポジモータ及び二次推進薬等を含めた総重量は, 約 260 kg である。

おわりに

主にミッション機器について, また通信実験系を中心に概要を報告した。ECS は所期の目的を十分満足する性能であり, ECS 打上げ後その性能を発揮して, 貴重なデータ取得が期待される。

第 8 表 コマンド及びテレメトリー項目一覧

(1) コマンド項目

CMD	名 称	CMD	名 称
012	高出力ピーコンモード選択	133	Cバンド TWTA 1 高圧 ON
023	Kバンド受信部 ON	134	Cバンド 受信部 OFF
025	Cバンド TWTA 1 選択/ヒータ ON	135	Cバンド TWTA 1 OFF
033	低出力ピーコンモード選択	146	Cバンド ピーコン部 OFF
037	Kバンド TWTA ON	152	Cバンド TWTA 2 高圧 ON
044	Kバンド 受信部 OFF	155	過負荷分離回路リレー・リセット
046	Cバンド TWTA 2 選択/ヒータ ON	156	Cバンド TWTA 2 OFF
050	IF AMP 1 選択	171	IF AMP 1 OFF
057	電圧変換器 2 ON	202\	過電流リミッタ回路イネーブル
061	広帯域選択	341\	
065	IF AMP 2 ON	227	Cバンド TWTA 1 一次電源選択
070	IF AMP 3 ON	246	Cバンド TWTA 2 一次電源選択
071	THROUGH 選択	301	電圧変換器 1 一次電源選択
075	Kバンド TWTA OFF	305	Cバンド TWTA 一次電源選択
076	電圧変換器 2 OFF	320	電圧変換器 2 一次電源選択
102	狭帯域選択	324	Kバンド TWTA 一次電源選択
106	IF AMP 2 OFF	332	電圧変換器 1 ON
110	Kバンド送信周波数変換部 ON	333	電圧変換器 1 OFF
111	IF AMP 3 OFF	360\	過電流リミッタ回路ディスエーブル
114	IF AMP 1 ON	361\	
115	Cバンド受信部 ON	013	Cバンド送信 MDA 選択
123	過電流リミッタ回路リレー・リセット	014	Cバンド受信 MDA 選択
125	Cバンド ピーコン部 ON	034	Cバンド送信オムニアンテナ選択
131	Kバンド 送信周波数変換部 OFF	035	Cバンド受信オムニアンテナ選択

(2) テレメトリー項目

名 称	名 称
低出力/高出力ピーコンモード選択状態	中間増幅部温度
IF AMP 1/THROUGH 選択状態	Kバンド TWTA 温度
広帯域/狭帯域選択状態	Cバンド TWTA 1 温度
Cバンド TWTA1/2 選択状態	Cバンド TWTA 2 温度
IF AMP 2 AGO 電圧	Kバンド 出力アイソレータ温度
IF AMP 3 AGC 電圧	Cバンド 出力アイソレータ温度
Kバンド TWTA ヘリクス電流	受信 MDA/オムニアンテナ選択状態
Cバンド TWTA 1 ヘリクス電流	送信 MDA/オムニアンテナ選択状態
Cバンド TWTA 2 ヘリクス電流	
Kバンド 送信出力	
Cバンド 送信出力	

第10表 電力配分予測値

項 目	ドリフト/静止軌道			
	日 照 中			日陰中
	レンジ ング/通信 モード	姿 勢 マヌーバ 中	速 度 マヌーバ 中	
COMM	35.4	—	—	—
TTC	21.0	21.0	21.0	21.0
AACS	17.0	17.0	17.0	1.4
APS	0.2	0.2	0.2	0.2
TCS	9.4	14.7	14.4	9.4
サブシステム 負荷 合計 (EPSを除く)	83.1	53.0	52.7	32.1
EPS				
I ² R 損失	1.1	0.7	0.7	0.4
PCU 全負荷	84.2	53.7	53.4	32.5
PCU 損 失	2.7	2.7	2.7	6.2
衛星負荷 合計	86.8	56.3	56.0	38.7
バッテリー充電 電 力	5.7/4.9*	5.7/4.9*	5.7/4.9*	—
太陽電池 予測出力(初期)	126/110*1	126/110*1	126/110*1	—
太陽電池予測出 力(1年後)	117/105*1	117/105*1	117/105*1	—
バッテリー最大放 電深度*2	—	—	—	6.4% (1.2 Hr)

注 *1 各数値は、春分/夏至の時の出力を表している

*2 バッテリー電圧 24 V, 容量 3 AH としたときの最悪計
算値

第11表 トランスポンダの消費電力

運用モード	消費電力 (W max)	消費電力 (W) (ビーコン同時運用)
K/K モード	34.6	36.8
C/C モード	35.8	38.0
K/C モード	38.0	40.2
C/K モード	32.4	34.6
RARR モード	36.5	38.7
高出力ビーコンモード	33.5	—
低出力ビーコンモード	4.7	—

(注) 一次電圧は、29.4 V, RF 信号入力を印加しない場合

第12表 ECS 重量配分表

項 目	重 量 (kg)	
	PFM	FM
通信系アンテナ	4.3	4.4
デスパン・アンテナ・アセンブリ	6.0	6.1
通信系トランスポンダ	18.7	18.7
テレメトリ・トラッキング及びコマ ンド系サブシステム	13.1	13.0
電源系サブシステム	15.2	15.3
姿勢及びアンテナ制御系サブシス テム	7.9	7.9
二次推進系サブシステム	4.6	4.6
熱制御系サブシステム	7.4	7.4
構 体 系	12.9	13.4
機械系インテグレーション	11.2	9.3
電系系インテグレーション	7.1	7.1
二次推進系推進及び加圧剤	11.4	11.4
アポジ・モータ	140.6	140.4
総 重 量	260.4	259.7

