

第6号科学衛星 (EXOS-B) の
打上げ結果の評価について
(報 告)

昭和54年1月

宇宙開発委員会第四部会

第6号科学衛星 (EXOS-B) の打上げ結果
の評価について (報告)

昭和54年1月26日

宇宙開発委員会第四部会

● はじめに

宇宙開発委員会第四部会は、東京大学宇宙航空研究所による第6号科学衛星 (EXOS-B) の打上げ及び追跡管制結果を評価するために必要な技術的事項について、昭和53年12月7日以来、慎重に調査審議を行ってきたが、このたびその結果をとりまとめたので報告する。

目 次

I 第6号科学衛星(EXOS - B)の打上げ	1
1. 打上げの概要	1
2. 打上げ結果の分析と今後の対策	3
II 総合意見	6
参考1 第6号科学衛星(EXOS - B)の打上げ 結果の評価について(審議付託)	17
参考2 宇宙開発委員会第四部会構成員	18

I 第6号科学衛星 (EXOS-B) の打上げ

1. 打上げの概要

(1) 目的

今回の打上げは、M-3H-3号機によって第6号科学衛星 (EXOS-B) を遠地点高度約30,000km、近地点高度約250kmの長楕円軌道に投入し、第5号科学衛星 (EXOS-A) と共に国際磁気圏観測計画 (IMS) に参加し、プラズマ圏より磁気圏深部に至る領域の研究を行うことを目的としている。

(2) M-3H-3号機の概要

M-3H-3号機の形状及び主要諸元は、それぞれ第1図及び第1表に示す通りである。

第1段は固体のM-13モータ及び8本の補助ブースタから成っている。

第2段は固体のM-22モータ、ロール軸制御を行うサイドジェット装置並びにピッチ及びヨー軸制御を行う推力方向制御 (TVC) 装置で構成されている。

第3段は球形の固体のM-3Aモータより成る。また、キックステージには新規に開発した固体のKM-Bモータを採用し、その上部にEXOS-Bを搭載している。

(3) 第6号科学衛星 (EXOS-B) の概要

EXOS-Bの形状は、対向面距離750mmの正12角柱の上下に截頂角錐がついた38面体で、本体の高さは600mmである。軌道上では60mアンテナ、ループアンテナ及び磁気センサを付けた約1.5mのブームの伸展が行われる。衛星の重量は約9.2kgである。

第6号科学衛星 (EXOS-B) の外形、構造図及び機器配置図をそれぞれ

れ第2図、第3図及び第4図に示す。

(4) 打上げ経過及び結果

発射時刻：昭和53年9月16日14時00分（日本標準時）

打上げ場所：東京大学鹿児島宇宙空間観測所

発射角：上下角70°，方位角97°

発射時の天候：快晴，地上風 西南西1.2m/S，気温31.5°C

第1段ロケットが標準径路よりやや高めに飛しょうしたため，第2段の飛行制御において，ピッチ姿勢基準角を下げる方向にコマンドによる修正がなされた。このコマンドは第2段の点火前に1回，燃焼中に4回送信された。その後，さらに第3段打出し方向及び第3段点火時刻を修正するコマンドを送信し，所定軌道への投入に必要な第2段頂点速度が確保された。第3段及びキックモータは予定通り燃焼し，発射から6分13.5秒後，衛星はキックモータの燃え殻とともに所定の軌道へ投入され，その約50秒後，両者は分離された。（第5図参照）

軌道要素は次表のとおりであり，軌道の地表面への投影図は第6図のとおりである。

軌道要素	計画値	実測値
近地点高度 (km)	250	227
遠地点高度 (km)	30,000	30,065
軌道傾斜角 (度)	31.1	31.1
周期 (分)	525	524

(昭和53年9月16日現在)

その後，9月23日から26日まで，2対の観測用60mアンテナの伸展作業が行われ，また，10月9，10日の2日間にわたって高圧電源の

投入とループアンテナ及び磁気センサのブームの伸展が行われた。

60mアンテナの伸展の不具合及びループアンテナの帯電現象による一時的な機能障害が発生したが，観測はおおむね支障なく実施されている。

2. 打上げ結果の分析と今後の対策

前述のとおり，EXOS-Bは，軌道投入後予定の観測を継続しており，所期の目的を達成したと考えられるが，アンテナの伸展の不具合及び帯電現象による一時的な機能障害について分析した結果及び今後の対策は，以下のとおりである。

(1) アンテナの伸展に関する問題

ア 状況

EXOS-Bは，観測用共通機器として60mアンテナ2対4本を備えており，その伸展作業を9月23日から9月26日にかけて実施したが，伸展が進むにつれて次第に駆動モータのノイズが増加し，これによりコマンド受信機が妨害を受けて通信回線状況の悪い場合には地上からのコマンドがかからず，またアンテナ伸展に伴い駆動モータの電流が増加して電源レギュレータ部の温度が危険な程度まで上昇するようになったため，2対のアンテナがそれぞれ次表の長さになった段階で伸展作業を中止した。

アンテナ対 エレメント	A	B
1	33.4 m	51.7 m
2	36.2 m	51.3 m

イ 原因

駆動モータの電流が増加し，スパークに起因すると推定される雑音が増大したことから判断して，次の2つの原因が駆動モータに大きな

負荷をかけ伸展作業を困難にしたものと考えられる。

(ア) 真空中におけるアンテナ伸展機構のウォームギヤ等動力伝達機構の摩擦が予想以上に大きかった。

(イ) アンテナ伸展に伴うスピン率の低下が伸展を助ける遠心力を減少させた。

ウ 今後の対策

今後同種の伸展機構を用いてアンテナを伸展する場合、次の各点に留意しつつ、設計・試験等を行うことが望ましい。

(ア) 駆動モータを金属ケースに納めてシールドする等雑音の軽減対策を講ずる。

(イ) 摺動部分には摩擦抵抗を軽減するような方策を講ずる。

(ウ) 伸展機構については可能な限り軌道上と同等な条件下で地上試験を行う。

(2) 帯電現象によるコマンドモードの機能障害について

ア 状 況

コマンドで設定した衛星のデータプロセッサ(DPU; 第7図参照)の動作モードを制御し、表示する論理回路が誤動作する現象が、10月13日から10月末にかけて5～7日おきに起った。

イ 原 因

EXOS-Bは、第2図に示すとおり衛星の下方に約1.5m伸展するブームをもち、その先端に磁気センサ、中間にVLF受信用ループアンテナを装着している。このアンテナと衛星本体とはほぼ絶縁状態(直流的に $10^8 \Omega$ 程度の抵抗値)にあるため、磁気圏内の高エネルギー電子が付着し、負の高電位に帯電する。その電荷が時折放電する際に、+5V電源系に発生した電圧スパイクによりEXOS-Bのデータプロセッサ論理回路の一部に誤動作が生じたものと思われる。

ウ 今後の対策

磁気圏内の高々度衛星においては、帯電現象が衛星を使用不能にする可能性もあり、今後一般にこのような衛星の設計にあたっては、次の点を配慮することが望ましい。

(ア) 放電による誘導性雑音に妨害され難い回路方式を採用する。

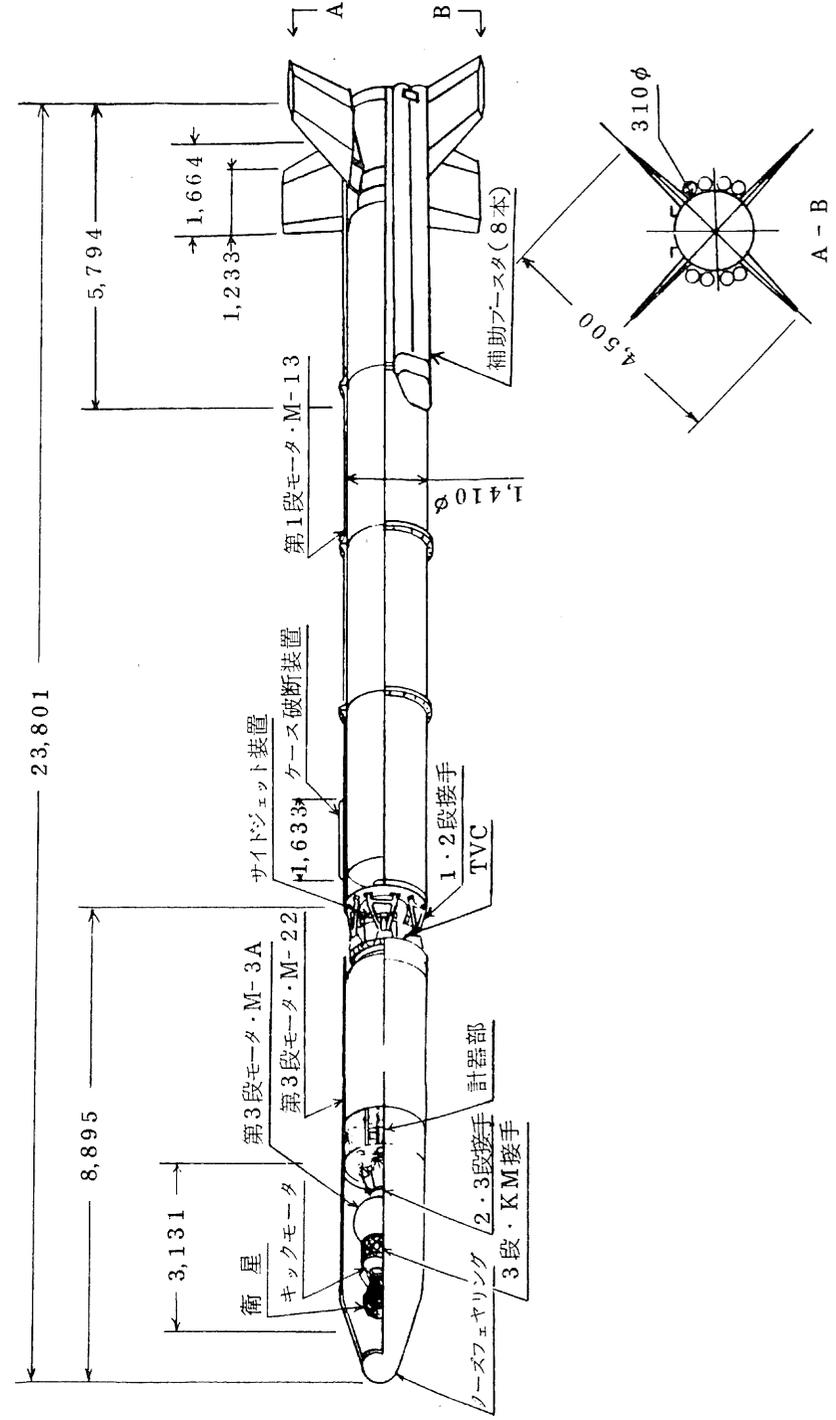
(イ) 衛星の表面を可能な限り導電性として、電位の均一化を図る。

Ⅱ 総合意見

東京大学宇宙航空研究所が実施したM-3H-3号による第6号科学衛星 (EXOS-B) の打上げについては、衛星を所定の軌道に投入することに成功し、かつ、衛星搭載機器による観測がおおむね正常であることから、所期の目的を達成したものと考えられる。

なお、衛星のアンテナの伸展の不具合と磁気圏内の荷電粒子による帯電に伴う一時的機能障害については、原因究明の結果を今後の開発に反映させることが望ましい。

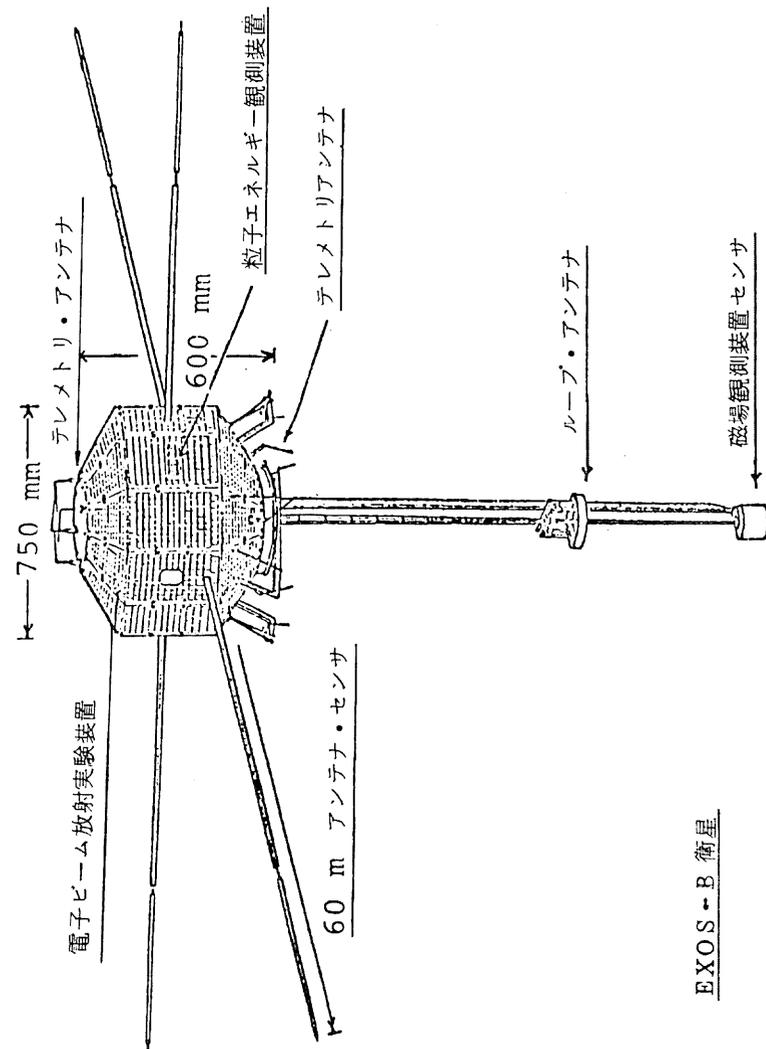
第1図 M-3H-3 外観図



第1表 M-3H-3諸元

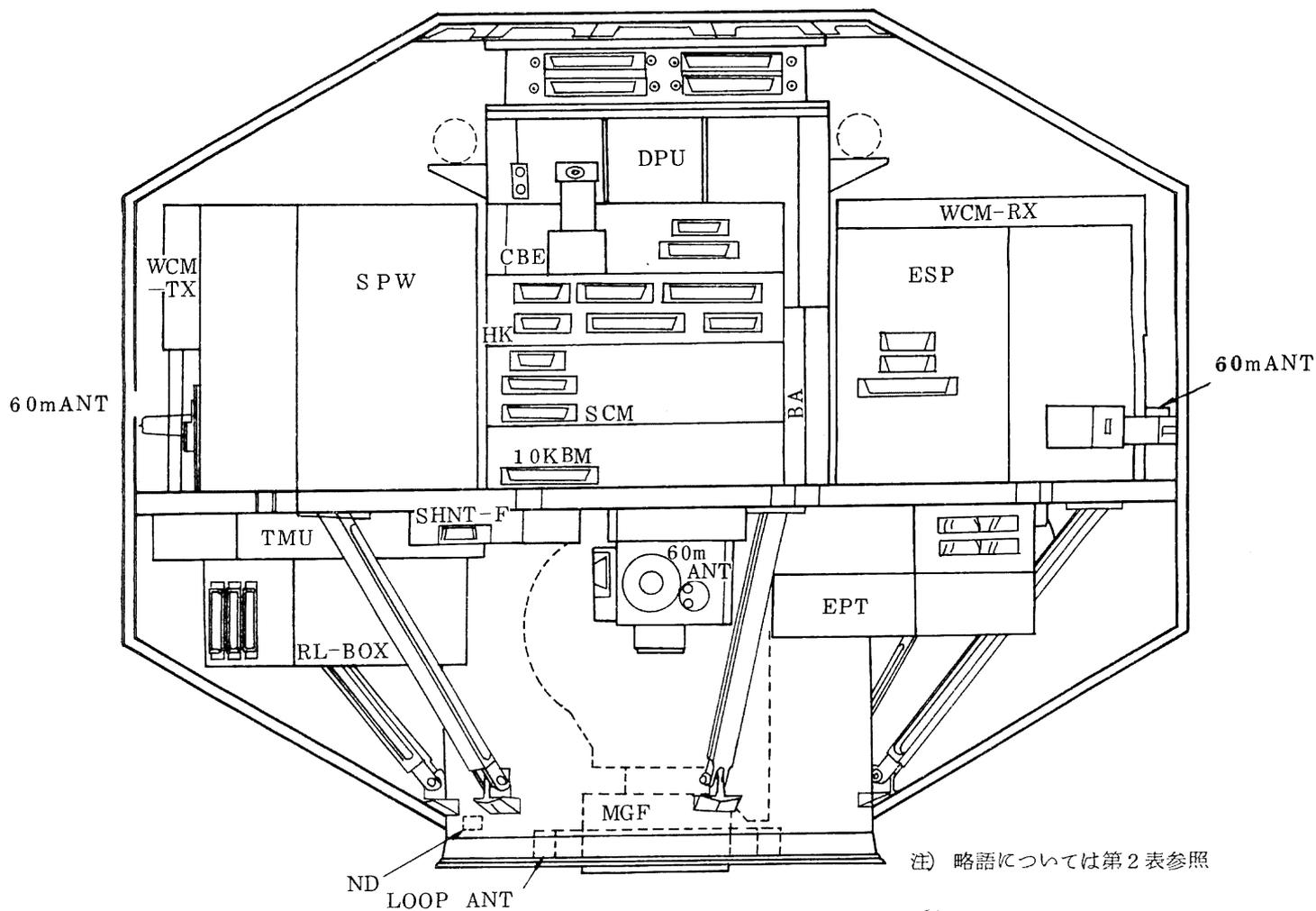
	第1段	第2段	第3段	キック・ステージ
長さ(m)	2380	8.90	3.13	1.59
外径(m)	1.41	1.41	1.14	0.75
点火時重量(ton)	449	11.4	1.63	0.290
	41(SB) 49.0			0.092(SA) 0.382
推進薬重量(ton)	27.1	7.2	1.08	0.241
	2.7(SB) 29.8			
平均推力(ton)	114	36.4	6.82	2.31
	109(SB) 223			
燃焼時間(sec)	70	72	53	33
	7.7(SB)			

第2図 衛星概観図



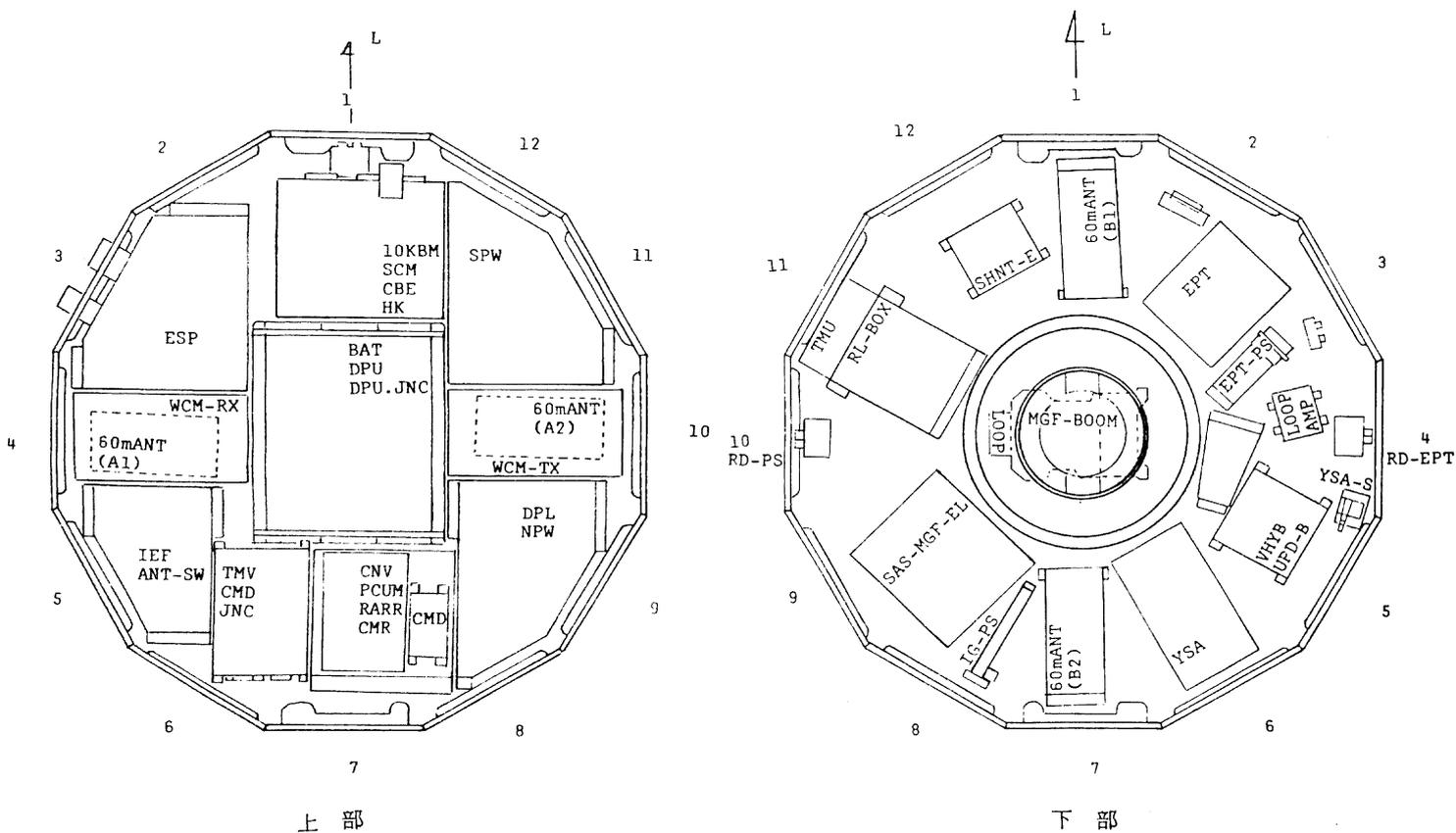
EXOS-B 衛星

第3図 衛星構造図



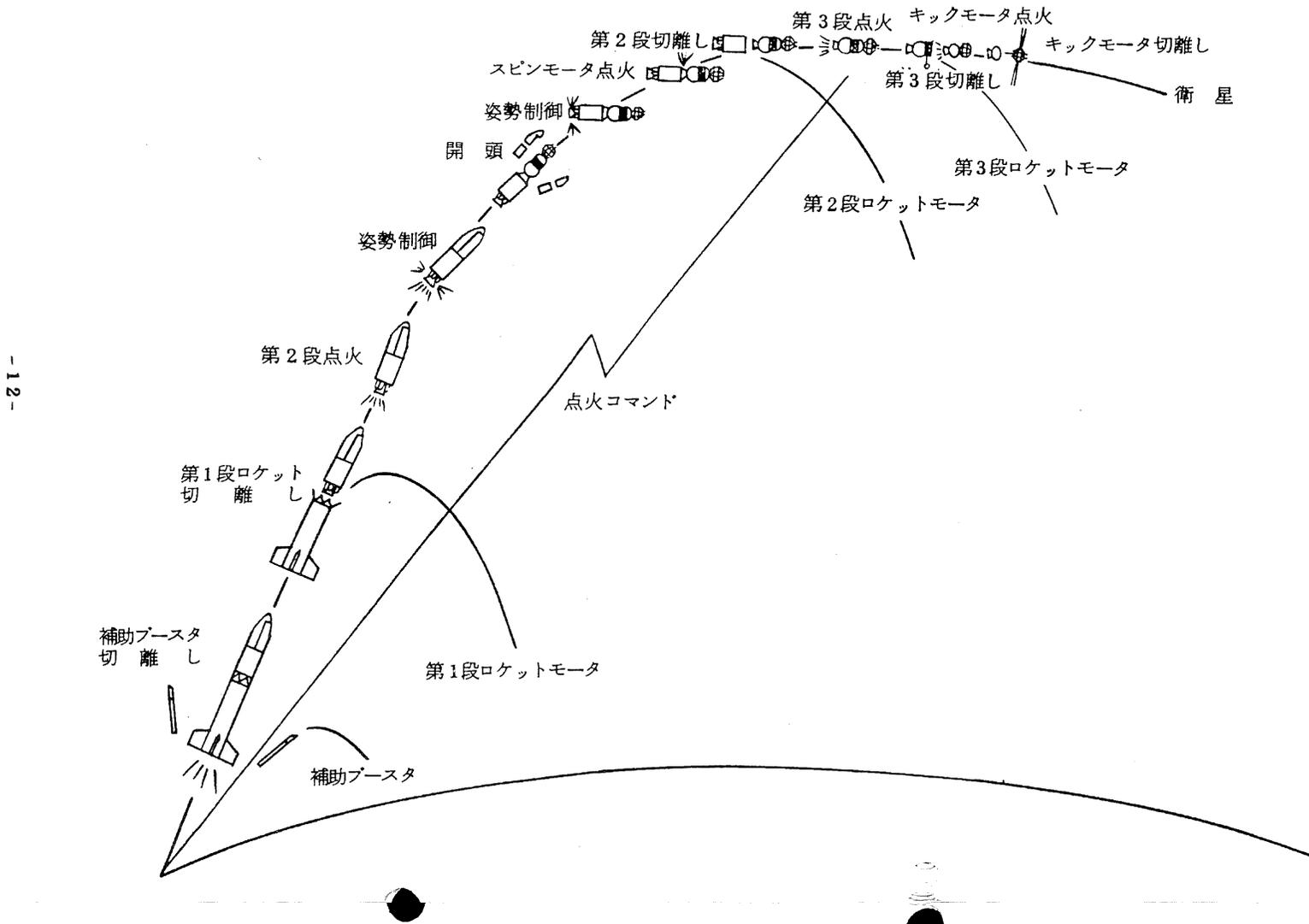
- 10 -

第4図 機器配置図



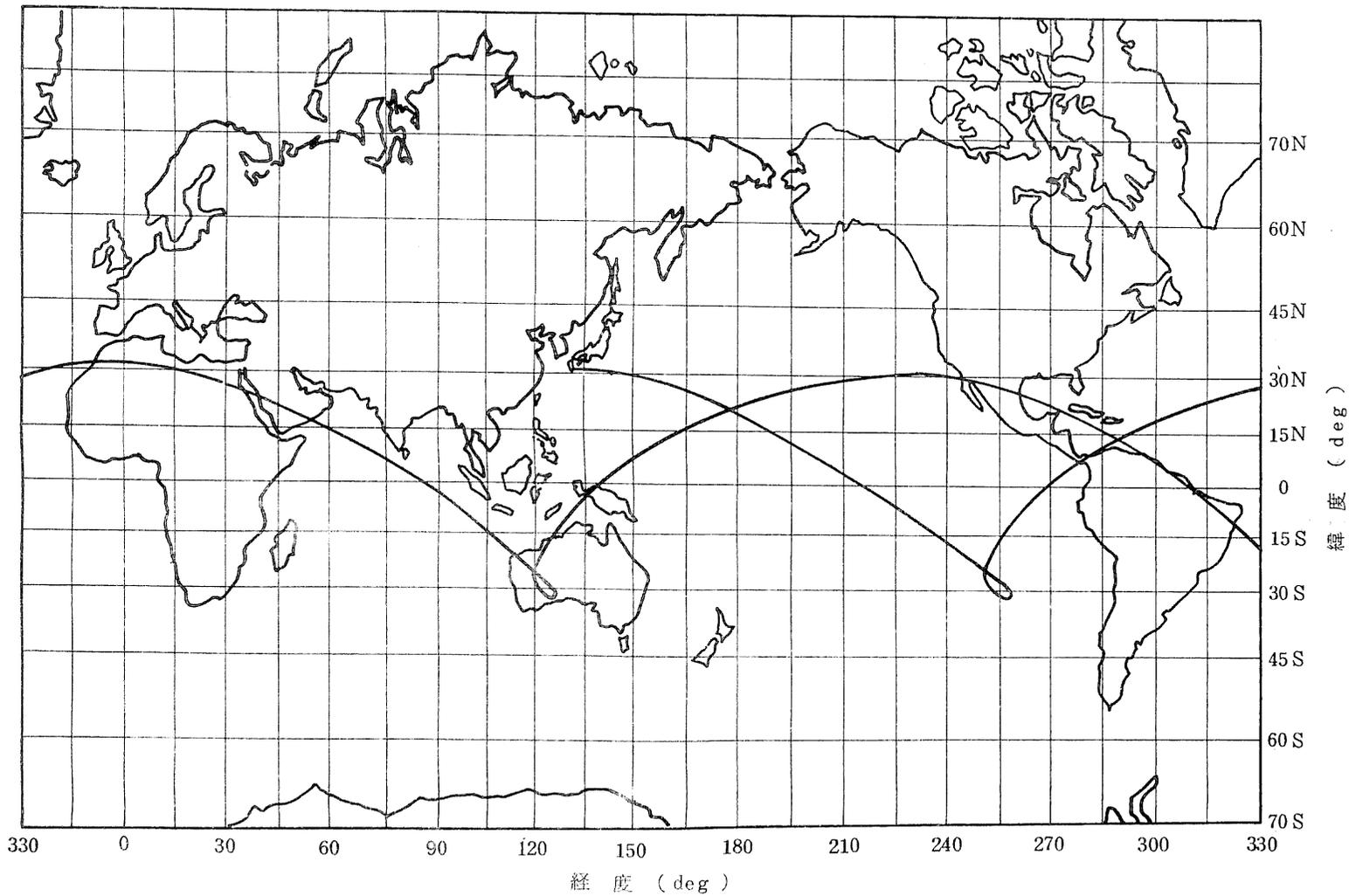
- 11 -

第5図 M-3H-3号機飛しょう計画

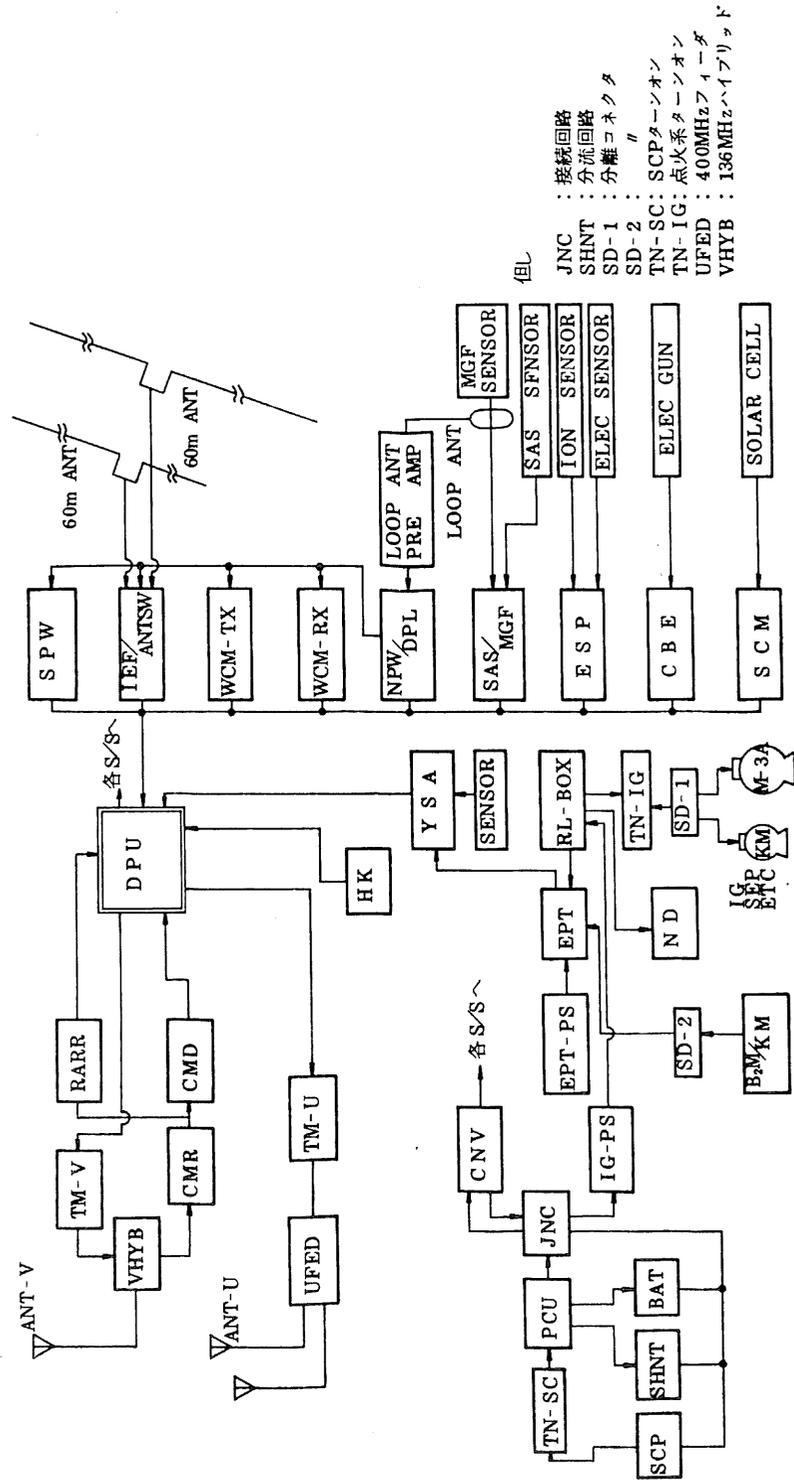


-12-

第6図 EXOS-B軌道投影図



-13-



第2表 EXOS-B略語表(その1)

略語	名称
WCM	波動共通装置
SPW	プラズマ波励起実験装置
DPL	VLFドブラ観測装置
IEF	インピーダンスおよび電場観測装置
MGF	磁場観測装置
CBE	電子ビーム放射実験装置
ESP	粒子エネルギー観測装置
LOOP-ANT	ループアンテナ
60m ANT	60mアンテナ
ND	ニューテーションダンパ
EPT	電子タイマ
HK	内部環境計測
YSA	横加速度計
DPU	データ管制装置
TM-V	136MHz帯テレメータ送信機
TM-U	400MHz帯テレメータ送信機
CMR	コマンド受信機
CMD	コマンドデコーダ
ANT-V	136/148MHz帯アンテナ
ANT-U	400MHz帯アンテナ
SCP	太陽電池パネル

EXOS-B略語表(その2)

略語	名称
BAT	蓄電池
PCU	電力制御器
CNV	コンバータ
JNC	電源接続函
IG-PS	点火電源
EPT-PS	タイマ用補助電源
TX	送信機
RX	受信機
SCM	太陽電池特性計測器
NPW	自然プラズマ波観測装置
PCUM	電力制御器モニタ
RARR	測距
RL	リレー
RD	離脱コネクタ
IOKBM	10Kビットメモリ

参考1 第6号科学衛星(EXOS-B)
の打上げ結果の評価について

昭和53年11月22日
宇宙開発委員会決定

第6号科学衛星(EXOS-B)の打上げ結果を評価するため、次により調査審議を行うものとする。

1. 東京大学宇宙航空研究所が行った「第6号科学衛星(EXOS-B)の打上げ及び追跡管制」の結果の評価のために必要な技術的事項について調査審議を行う。
2. 1.の調査審議は、第四部会において行い、昭和54年1月末までに終わることを目途とする。

参考2 第四部会構成員

昭和54年1月

(50音順)

部会長	佐貫亦男	日本大学理工学研究所顧問
部会長代理	和田正信	東北大学工学部教授
専門委員	※秋葉鎌二郎	東京大学宇宙航空研究所教授
	内田茂男	名古屋大学工学部教授
	田尾一彦	郵政省電波研究所長
	中込雪男	国際電信電話株式会社研究所長
	長洲秀夫	科学技術庁航空宇宙技術研究所 宇宙研究グループ総合研究官
	※野村民也	東京大学宇宙航空研究所教授
	平井正一	宇宙開発事業団理事
	平木一	宇宙開発事業団理事
	前田弘	京都大学工学部教授

注) ※印の専門委員は、今回の調査審議については、説明者として参加した。