

M-3H-2号機実験計画書  
(EXOS-A)

昭和 53 年 1 月

東京大学宇宙航空研究所  
SESデータセンター



## M-3H-2 実験計画書目次

<del>はじめに</del>	1
<del>ロケット</del>	3
<del>ロケット組立設備</del>	27
<del>構造・機能</del>	31
<del>整備塔・ランチャ</del>	39
<del>テレメータ・コマンド</del>	53
<del>レーダ</del>	89
<del>ラジオガイダンス</del>	121
<del>タイマ</del>	123
<del>計測</del>	149
<del>GAS</del>	155
<del>集中電源</del>	157
<del>外部電源装置について</del>	165
<del>CN</del>	167
<del>CNE</del>	175
<del>CN地上設備</del>	189
<del>サイトシエット</del>	219
<del>TVC</del>	231
<del>光学観測</del>	241
<del>KE</del>	251

# SA

全般	253
計装	259
<del>アンテナ</del>	263
IM・CM	275
<del>RARR</del>	297
<del>プログラム・タイマー</del>	301
<del>タイマ</del>	305
HK	313
<del>PS</del>	321
<del>部品信頼性</del>	365
<del>YSA</del>	367
SA制御総論	371
Yo-Yo	373
GAS	375
SLD	381
SAS	391
SA地上データ処理	397
PI	
ATV	403
AUV	419
ESP	425
NEL	429
TEL	433
MSP	437
ESW	445
<del>総務</del>	461

昭和52年12月4日

SESデータセンター

# はじめに

実験主任

M-3HロケットはM-4S, M-3Cに続くものとして去る昭和52年2月19日、その1号機を成功裡に打ち上げ、試験衛星「たんせい3号」を準極軌道にのせることができた。

第1段の推力増強を図り、さらに遷移軌道を半周の後に南米の上空でキックモータを点火するという意欲的な試みに挑んで成果を収め、我々のチームの自信を強めたことは記憶に新しいところである。

悉く同機種を用いて第5号科学衛星EXOS-Aを打ち上げることとなった。その多元的な観測計画に対してはもとより後続のEXOS-Bと併せた相補的な観測に対しても大いに期待が寄せられている。

さらにM-3H-1号機のデータを仔細に検討した結果なお改むべき箇所が若干見出されている。またM-3H-2号機に関するこれまでの飛しょう前試験においても問題点が見出されている。それぞれ遺漏のないよう対策は講ぜられている等であるが、地上系を含む全系統を前にして、本計画書を活用することにより他班との境界領域に特に注意を払い、十分な校対を行うようお願いする次第である。

(林 秋葉)



# S A

S A 班

## 全 般

S A 班

### 1) 緒言

1976年1月1日より1979年12月31日迄を目標として国際的・総合的科学観測計画として、国際磁気圏研究計画 (INTERNATIONAL MAGNETOSPHERIC STUDY) 通称IMSが実施されている。この研究計画は科学衛星、観測ロケット、気球および地上観測網を使って、地球の磁気圏の中に生起する諸種の現象を研究して磁気圏の本質を探るという大計画であるが、特に科学衛星とあけることのできる国は科学衛星とあけて、この計画に参加することと要請されたものである。我国でもEXOS-AおよびEXOS-Bの二つの科学衛星とあけることによりこの計画に参加して居る。因みにこの計画に科学衛星とあけることにより参加しているのは、我国の他に米国、欧州宇宙機構とソ連である。これらの衛星に関する情報は「ロケットおよび衛星の世界データセンター」(WDC)を通じて国際社会に発表され、又特に軌道情報についてはWDCの中のSATELLITE SITUATION CENTERがとりまとめた軌道予報も含めて半年毎にレポートを発行し国際的協同観測の便に供される仕組みになっている。

EXOS-Aはこのような国際協力計画のうちで磁気圏現象の最も地球に近い所で生起しているものにその研究主眼を置いてゐるものである。即ちこのような現象のうちで最も著明なものである極光現象とそれに関連した現象、たとえばスーロウ粒子や静電波等の観測や、磁気圏下部のプラズマ圏の構造の観測を行うものである。又これらの結果は他の衛星との同時観測、又は同じ磁力線上にある他の観測の時の結果の比較研究によって磁気圏の構造や、特殊な現象の生成消滅過程をしらべるための資料とすることが出来るのである。

### 2) EXOS-Aの特徴

緒言にふつてのべたような観測を行うために、EXOS-A衛星の軌道、姿勢制御等は、今迄の科学衛星とはかなり異なるとなり、付随して工学的問題も発生する。

後にのべるような極端紫外線によるオーロラ像撮影のため、軌道は今迄の衛星より  
はるかに高い傾斜角をもたせる。この軌道はM-3H-1号機によるMS-T3衛星と似  
た軌道であり且似たような打ち上げ方法をとられる。オーロラ撮像のために遠地英  
4000 kmである必要があり、又その反対側で静電波等の観測を行うために500 km程左  
の低い近地英が必要である。且4000 kmの遠地英はオーロラ活動の治癒と冬期  
に軌道の北縁にあることが望ましい。打ち上げ時の遠地英は打ち上げ方法からきま  
り北緯20度附近である。この遠地英が軌道上でずれてゆくことを利用して望む時期  
に遠地英と軌道の北縁にもつと中にくるためには傾斜角を適当に選ばなければな  
らない。計画当初2つのケースが考えられた。即ちこの遠地英をゆくりずらし  
て次の冬期に北縁にくる場合と、やや早くかわして初期にも早く北縁に中き更に  
次の冬期に軌道を一周わりして再び北縁にゆくようにすることである。EXOS-Aの  
場合このような軌道は前者については約66度、後者については約75度の軌道傾斜角  
をとることによって実現できる。観測側からは後者の場合がより望ましいとされた  
が現段階においては飛行保安上や、問題があるということでEXOS-Aについては前者  
を採用することとした。

更に望望制御としては、オーロラ撮像のためにまたオーロラ観測や静電波観測  
のためにも沿磁力線制御が最適であるためにそれを採用した。これもMS-T3によつて  
あらかじめ試験されたものであり、秤動アンパの改善によつて多くの場合磁力線  
よりずれを10度以内程に抑えることができたものである。しかし沿磁力線制御を  
行うためには強力磁石を搭載しなければならぬが、この磁石を衛星搭載装置にふ  
よぼす影響を軽減するため2冊というほどの磁石保持用腕を考へなければならなかつ  
たがこれもMS-T3によりあらかじめ試験されておりその機能は満足すべきものであ  
る。

沿磁力線制御の場合には原則的には衛星スピン角は0である。しかし実際には衛星  
の各軸まわりの慣性モーメントの関係から、一軌道あたりごく小さな範囲がスピンを行  
う。もし完全にロスビンの場合には衛星の一面はたえず太陽光線をうけたり又宇宙空間  
にむいたりして衛星に対する熱入力がかた常に不平衡になりそのために衛星に非常  
に大きな温度差が生じる。このために衛星内の諸部が互によく見通せて輻射による熱  
輸送と出来るだけよくしてやる必要があると更に衛星表面の熱収支設計が重大  
な問題になる。EXOS-Aではこの他の表面に対する条件として、なるべく広い単位  
表面をもつ必要がある。これは必載したプラズマ探針の反対電極面積を確保するた  
めである。これらの条件と最小必要電力との兼ねあいでEXOS-Aの表面が設計され  
ている。

EXOS-Aにはプログラマブルタイマが搭載してある。今迄の科学衛星ではデー



取得は火星が内之浦上空で地上局と接触できる軌道のみにおいて行われた。このためデータ取得率は30%にも満たず、又地球物理探査火星においては特定の位置のデータしか得られなかった。EXOS-Aではこの点の改良と共に後述するように南極昭和基地とカナダの国立科学研究所の4ヶ所の研究基地のいずれでもテレメータデータを取得するので、MS-TBで試験を行ったプログラマブルタイマを搭載している。これは内之浦で司令電波により火星上のタイマの記憶装置に2分8秒毎に9桁の4桁の数字で各種の司令コードと向きをむくことにより、あらかじめ設定した場所の観測を行うことが出来るようにしたものである。

EXOS-Aでは今迄の火星と異り、リアルタイム観測に毎秒5/2ビットおよび2048ビットの二つのビットレートの記録を行えるようにしてある。記録には記憶容量が5メガビットのメモリ或擬似インデックス方式の新型のデータレコーダを用いている。これにより早いビットレートの時は約40分、おそいビットレートの時は160分間の記録が出来る、記録されたデータは内之浦で8192ビット/毎秒のペースで10分間で回収される。

### 3) EXOS-Aの観測

#### 3a) オーロラ撮像 (ATV)

EXOS-Aにおけるオーロラの撮像は真空紫外領域において北半球高緯度地帯の上空から視野角60度の光学系をもつ低速度型テレビカメラで行われる。撮像系は真空紫外領域であるので石英の反射鏡で構成されており、太陽に直接さらされるのを防ぐためセンサーによって駆動されるメカニカルシャッターがつけられている。又この装置は火星の3Aレーザ測距のスラスト4ユーブ内に収められているが、切断された3Aレーザにヨーテスピタが作動してラングリングを起した際、より多くのガスがふりかき可能性があるため、それとを避けるためスラスト4ユーブの端面にATVプロテクタとよばれる保護板が取り付けられている。この板にあけてあるATV視野用およびセンサー視野用の円形の蓋は後刻コマンドによってとりのぞかれるようにになっている。今迄火星上から撮像されたオーロラは可視域であり且主として火星のスピンと運動により真視野の放射状のスキヤミングによってとられたものであり、画像は数十分かけとられたものであるが、EXOS-Aでは観測方向の露光により2分8秒毎に一枚づつ画像をとることになるので、オーロラの全貌の描像のみならず、サブストームの動態観測を行うことが出来る、オーロラの研究に寄与することが出来る。尚この観測と共にカナダの火星ISISの観測を行うことにより極端紫外オーロラ像と可視光オーロラ像との比較を行うことが出来るであろう。

### 3b) 極紫外ゲローの観測 (AUV)

極端紫外域の大気放射はプラズマ圏にある酸素、ヘリウム、ヘリウムイオン、酸素イオンおよび酸素イオン原子等の輝線スペクトルから成っており、太陽の極端紫外放射の反射散乱によって発光しているが、多重散乱によって地球の夜側にも光がもたれ、地球コロナといわれるものも形成している。EXOS-Aでは四面四折格子をつかった分光器によりこれらの輝線と分離して測定するが、分光器の入口にビエリ素子によって駆動される振動スリットをおくことにより各輝線近傍の±15 Å程度の波長掃引を行うことにより輝線位置を正確にもとめられるようにしている。四折格子で分散された線は4ヤネルマルティプライヤによって光子計測によって測られる。プラズマ圏は磁気圏の底部にあり、この大きさは地球磁場の擾乱によって大きく変化するが、これは磁気圏内に生ずる大規模なプラズマ対流の結果であると考えられており、この中に起るゲローの観測はプラズマ圏の変動を知る上にも大巾である。

又この極端紫外ゲロー観測により惑星間ゲローも見出されると期待される。

### 3c) 電子エネルギー・スペクトルの観測 (ESP)

EXOS-Aには5 eVから11 keVの範囲の電子のエネルギー・スペクトルを観測装置が火星の軌道にそって上面と下面にそれぞれつけられてある。火星の軌道は地球磁場に沿うように制御されているので、地球磁場の磁力線に沿って両方向に動いている電子のエネルギー・スペクトルを測ることが出来る。火星が北半球磁緯度側にある時は、ATVと反対側にあるセンサーは地球大気とよびこんでくる電子をはかることになり、オーロラを起す電子はこれによってとらえられる。一方ATV側にあるセンサーは地球から上へ昇ってくる電子をとらえることになり、地球大気から逃げ出してくる光電子や、地球大気ではおかしき侵入電子のアルビドのエネルギー分布をはかることとなる。北半球側ではオーロラ現象と同所に行われ、南半球側では静電波スペクトルと同時に測ると大気との侵入電子とこれらの現象の対応を明らかにすることが出来る。又中低緯度地帯では光電子のエネルギー変化過程についての資料を得ることが出来る。これらの観測のためにエネルギー・スペクトルの取得のモードを二つに分けて一方は低エネルギー電子主体に他方はkeVの角のエネルギー電子を主体に観測できるようにしてある。使用している分析器は半球型静電分析器であり、電子検出には4ヤネルマルティプライヤ(可撓型)を使用している。

### 3d) 正イオン組成の観測 (MSP)

EXOS-A搭載の正イオン質量分析器はマスフィルタースとして四重極型を使用し、イオン検出用として4ヤネルマルティプライヤを使用している。EXOS-Aの軌道を考慮して測定する質量数は1~4および14~16の7つであり、1質量あたり5段階通

流電圧をかえてゐる。これによつて得られる正イオン組成比の分布およびその変化からプラスマの形およびその変化、磁気圏対流、電離圏-磁気圏相互間のプラスマの流入、流出状態をしらべることで大まかに磁気圏研究に大いに寄与することができようものである。オーストラリア科学衛星に「よう」によつて得られたような重水素イオンより軽いイオンに移りかわる層の厚さの汎世界的分布等が得られることが期待されるが、これにより磁気圏下部の力学的様態が調べられるであろう。

### 3c) 電子温度の観測 (TEL)

オーストラリア科学衛星に「よう」に搭載されたものと同じ型の電子温度計を2ヶ所搭載し、磁気圏に平行および直角方向の電子温度を測定する。「よう」によつては低緯度地帯の電子温度分布が太陽活動の外帯に静穏な時期に測定された。EXOS-Aはオーロラ出現地帯の高緯度で測定することができ、これによつて磁気圏-電離圏の磁的相互作用と更にくわしく調べることができる。又プラスマボーズをこきつての電子温度の変化については特に意味がある。電子温度は位置の電子密度と共にプラスマの基礎量であり、EXOS-Aの諸観測の研究資料としても重要な量である。

### 3f) 電子密度の観測 (NEL)

上に述べたように電子密度は電子温度と共にプラスマの基礎量であり他の観測結果の解析にも必要不可欠なものである。EXOS-Aでは電子密度の観測にラングミューアプローブが用いられている。こゝで用いられている探針電極はあらかじめ実験室において約1週間の間、300℃で加熱しながら真空ロウし、ガラス管の中に封じたものであり、これによつて電極表面が汚れけとりさうとせず、所謂システム2現象のない清浄化プローブである。衛星が軌道に入った後このガラス管はこねられてプラスマ中に突き出し、衛星から約1mの所でつかえとされる。このような方法によつて探針電極特性から電子密度と電子温度が決定され後者の値は上述の電子温度計の結果とCross checkされる。

### 3g) 静電プラスマ波の観測

オーロラ地帯では各種の超低周波の電波の観測はよく、その原因として、粒子-波動相互作用や、静電プラスマ波が電波に変換されるということが考えられる。EXOS-Aはオーロラ地帯を横切つて飛ぶのでこのような現象の観測に適している。搭載装置としては0.4~30 KHzの静電プラスマ波の観測と、45 KHz~3 MHzの超超周波電波の観測器から成り立っている。このうち静電プラスマ波は一つは磁気圏に沿った成分と直角成分とをわけて観測するために、2本の1m長の腕の先にそれぞれ

なフアラデーカップセンサーとし、もう一つは電位測定のための極点センサーとして  
衛星本体から絶縁された二本の電極の腕にそれぞれ電極ポールを設け、VLF  
(超短波)は後者の電極ポールにより観測される、観測はESW(静電波)モードとVLF  
モードに切換を行われ、0.4~30 KHzの信号は主として400 MHzのFMワイドバンドテ  
レメータで、45 KHz ~ 3 MHzの信号は114チャンネルの周波数にわけPCMテレメータで、  
フアラデーカップの直流電流成分はPCMテレメータで伝送する。この観測は近地帯か  
軌道の南極附近にある時に最もよい条件で観測される予定であり、この際伝送する南  
極昭和基地で受信される予定である。

#### 4) EXOS-Aのデータ取得

EXOS-A衛星のデータ取得の主旨は勿論KSCであり特に極点データレコーダの両主  
記録はKSCのみにおいて取得される。しかし今回の衛星の経験および理論的にし  
て4チャンネルのみのデータ回収率は30%以下であり、特にこの衛星の主目的である極点デ  
ータの取得はKSCのみでは非常にむくむくしてしよう。このためカナダの4チャ  
ネルにあるカナダ国立科学研究所の観測研究所実験場である4チャンネル研究基地に、  
受信とコマンド両機能をもつ北方地球局(JNGS)を設置された。これはオーロ  
ラ出現地帯の直下であるため、実時観測のみを行うこととした。更に前述したよ  
うに極点研究の南極昭和基地に衛星受信局を設置されること、両研究の共同  
研究として、PCMとFMの実時観測を行うことにしている。この3ヶ所の  
受信局の主旨はKSCであり、すべての観測計画の樹立および実行を遂行するため  
プログラマブルタイマの停止等のコマンドはKSCにおいて行われ、その計画と両局に  
通じて観測を行うことにしている。このことは衛星のミッドレンジ管理、電源管理上  
からも必要であるので、4チャンネルにおける電流コマンドも補助として使用する計画で  
ある。

#### 5) 総括

以上EXOS-A計画の全般について述べたが、各 Sub-system 等については本計画書  
他の部分に詳細に述べられており、又以前に発行された「科学衛星EXOS-A中間報告書」に  
も述べられているのを参照されたい。この衛星はIMS衛星として、我が国ではじめて  
国際研究計画の一環として打ち上げられる科学衛星であり大きな成果が期待されるもの  
である。

# 計 装

S A 班

EXOS-Aに搭載される機器を表1に示す。

表1 EXOS-A 搭載機器一覧表

	機器名称	略号	メーカー		機器名称	略号	メーカー
観測装置 (PI)	1 ノイズ検出装置	ATV	秋葉電子	1	106MHz 送信機	TMV	NEC
	2 紫外分光装置	AUV	秋葉電子	2	400MHz 送信機	TMU	NEC
	3 電子レンジパルス測定装置	ESP	秋葉電子	1	140MHz 受信機	CMR	NEC
	4 質量分析装置	HSP	明星電気	2	コマデコーダ	CMD	NEC
	5 電子線検出装置	NEL	明星電気	3	コマデモジュール	CMJ	NEC
	6 "温度"	TEL	秋葉電子	4	701セレータ	PSEL	NEC
	7 静電ワズマ	ESW	明星電気	1	電力制御器	PCU	NEC
姿勢系 (AC)	1 センサ	SAS	測候舎	2	蓄電池	BAT	NEC
	2 地磁気センサ	GAS	測候舎	3	接続回路	JNC	NEC
	3 磁気浮上磁石	MAG	日立	4	充電装置	CNV	NEC
	4 スクウェアレシオゲート	SLD	日立	5	115V電源	IG-PS	NEC
	5 Y-Yo デスビツ	Y-Yo	日立	6	シャント	SHUNT	NEC
	6 テーザンダバ	ND	日立	7	太陽電池(1組)	SC-P	NEC
アンテナ系 (ANT)	1 UHFアンテナ	UANT	NEC	1	エンコーダ	ENC	NEC
	2 UHF電力分配器	UPD	NEC	2	プロテクト	PRT	NEC
	3 VHFアンテナ	VANT	NEC	3	デタリーダ (周辺装置)	DR	ODETICS (NEC)
	4 VHF送受信器	VHYB	NEC	1	R&RR制御装置	RARR	NEC
	1 ハウスギンギン	HK	松下通工	2	構造体/釘装	STR	NEC
	2 シーセンスタイマ	EST	松下通工	3	釘装配線	WH	NEC
	3 リレーボックス	RL-BOX	松下通工	4	MAG伸張装置	MAG-EXT	NEC
	4 横加算装置	YSA	松下通工	5	ATVプロテクト	ATV-PRO	NEC

すなわち、これらの機器の結合ブロック図は図1の通りである。

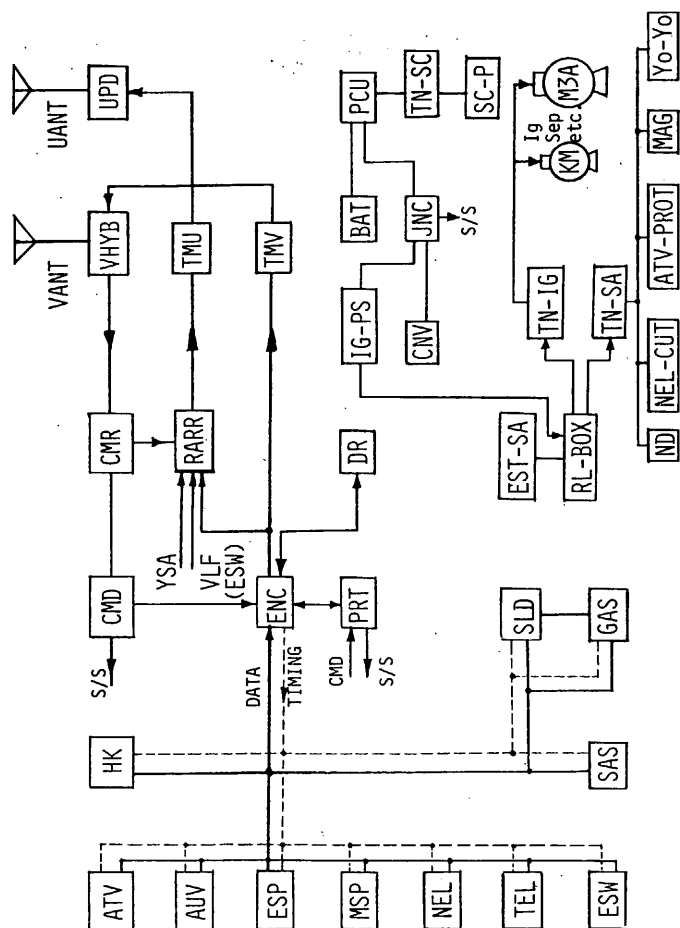


図1. EXOS-A 概略ブロック図

表1に挙げる各機器を図1のブロック図に従って実装する際、EXOS-Aで特に留意すべき点は、

- α) 岩磁力線制御を行う為に必要は強力な磁石が、搭載機器に及ぼす影響を出来るだけ小さくする為に、これを衛星本体からなるべく離して取り付ける。
- β) この衛星のスピン率はこれまでの衛星に比べ極端に小さい為に、衛星内部の温度差が非常に大となる。そこでこの温度差を出来るだけ減らす意味に衛星内部の熱交換を良くし、また衛星表面では太陽光吸収率のみならず赤外線放射率をなるべく小さくしなければならぬ。
- γ) 観測上の目的から衛星表面はなるべく導電性のものでも覆われる事が望ましいが、これは太陽電池の数を減らす事により供給電力が小さくなるので適切な妥協が必要となる。

等である。これらの諸条件と打ち上げ時の機体的強度を総合的に評価して得た衛星の外観図と組立図をそれぞれ図2、3に示す。

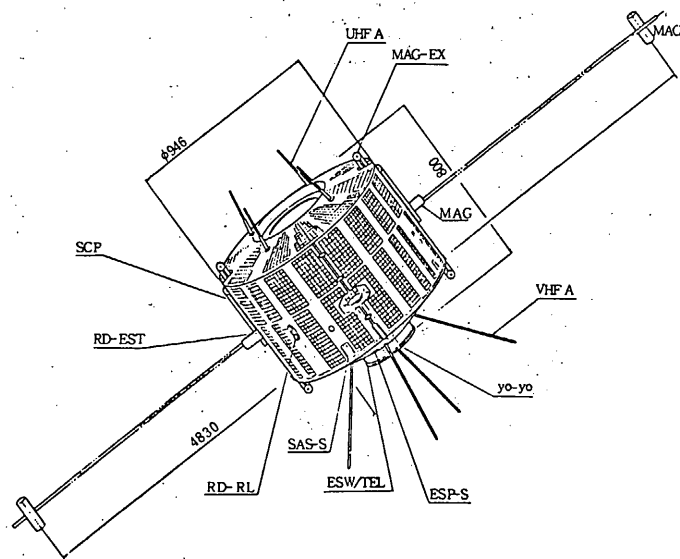


図2 EXOS-A 概観図





# T M . C M

S A 班

## I テレメータ

### 1. 概要

EXOS-A衛星のテレメータシステムは従来の衛星と同様にVHF帯(136 MHz)とUHF帯(400 MHz)の2系統を使用して構成されている。

この衛星の軌道は北極側近地点約4000km、南極側近地点約500kmであるので最接近距離約8000kmとなる。また地上受信点として国内の他に南極(昭和基地)、北極(チーチー)で直接テレメータ受信が可能な受信設備が敷設されている。

テレメータシステムの要点を次に示す。

- (1)伝送方式はsplit-phase-Mark PCM信号で、伝送速度はATVの高速データ(2048 bits/sec)とグローバルの低速データ(512 bits/sec)の2段階を使用し、データ再生時は8192 bits/secで行なう。
- (2)データは1ワード8 bits、1フレームは128ワード、256フレーム/サフレーム構成。
- (3)PCM信号の送信は、136 MHz送信機によって行なうことをメインとし、字時間および再生時の伝送を行う。また400 MHz送信機では、RXRD信号およびVLFのアナログ信号の伝送を送ると共に、136 MHzのバックアップ用としても使用可能である。
- (4)副搬送波は低速データの伝送時のみ、2048 Hzを使用し、PCM信号で位相変調(FPM)をかける。
- (5)送信電力は136 MHz送信機は0.5 Wと0.1 Wの切替を地上のコマンドにより実行出来る。400 MHz送信機は0.1 W一定である。

### 2. テレメータ送信装置(TM)

本装置は136 MHz帯および400 MHz帯の指定された各1周波を発射し、周波数変換器、温度補償水晶発振器の原振周波数を適倍増幅し、この出力をテレメータ信号(PCM信号)と副搬送波信号(400 MHzのみ)で位相変調し、さらに適倍増幅して高周波電力を空中線に供給する。その機能系統図を図-1、

図-2に示す。さらに地上でのドップラ-測定、位相測定、方位の自動追尾などを高精度で行なえるように、発振器と受動型振盪槽に入れて発振周波数を高安定に保つて103。構成は13.6MHz送信機1台、400MHz送信機1台である。寸法、外觀図を図-3、図-4に示す。重量は、13.6MHz送信機0.9kg以下、400MHz送信機0.9kg以下、全-半装置の電気的性質を表-1に示す。

	13.6 MHz 系	400MHz 系
(1) 伝送形式	(テレメトリ) PCM(SFM)-1M PCM(SFM)-PM	(テレメトリ) PCM(SFM)-1M PCM(SFM)-1M VLF - 4M FM - 1M (RAEP) PCM-FM 1M
(2) 搬送波周波数 (原振周波数)	MHz (45.5751112)	MHz (44.474424112)
(3) 周波数許容偏差	$5 \times 10^{-5}$ 以下	$5 \times 10^{-5}$ 以下
(4) 周波数安定度	$5 \times 10^{-9}/10$ 以下 (温度範囲-10°C~+40°C)	$5 \times 10^{-9}/10$ 以下 (温度範囲-10°C~+40°C)
(5) 変調指数	1.2 + 0.2 以下	1.2 + 0.2 以下
(6) 送信電力	UP時 500mW +20% -50% DOWN時 100mW +20% -50%	100mW +20% -50%
(7) スプリング幅射	搬送波レベルに於いて-40dB以下	搬送波レベルに於いて-40dB以下
(8) 消費電力	UP時 1.56W 以下 DOWN時 1.02W 以下 (電源電圧 +12V)	1.02W 以下 (電源電圧 +12V)
(9) コマンドインターフェース	コマンド項目 ◦ ENC ON (13.6MHz 電源ON) ◦ ENC OFF (13.6MHz 電源OFF) ◦ TMV ON (13.6MHz 電源ON) ◦ TMV OFF (13.6MHz 電源OFF) ◦ REP (13.6MHz POWER-Down)	コマンド項目 ◦ ENC ON (400MHz 電源ON) ◦ ENC OFF (400MHz 電源OFF) ◦ TMU ON (400MHz 電源ON) ◦ TMU OFF (400MHz 電源OFF)
(10) HKインターフェース	HK項目 TMV 温度	

表-1. テレメトリ送信装置の電気的性質

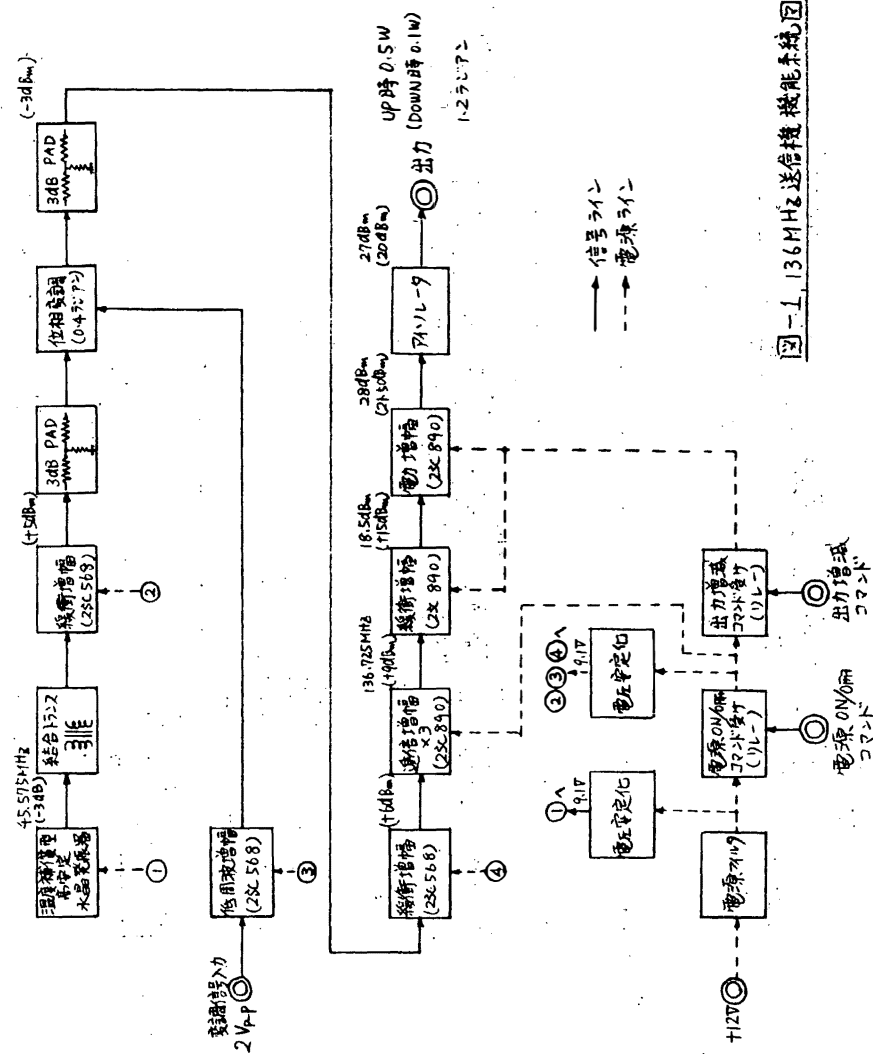


図-1 136MHz送信機機能系統図



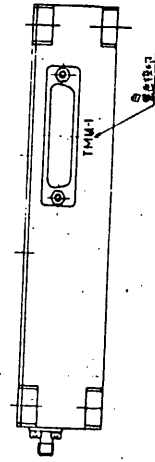
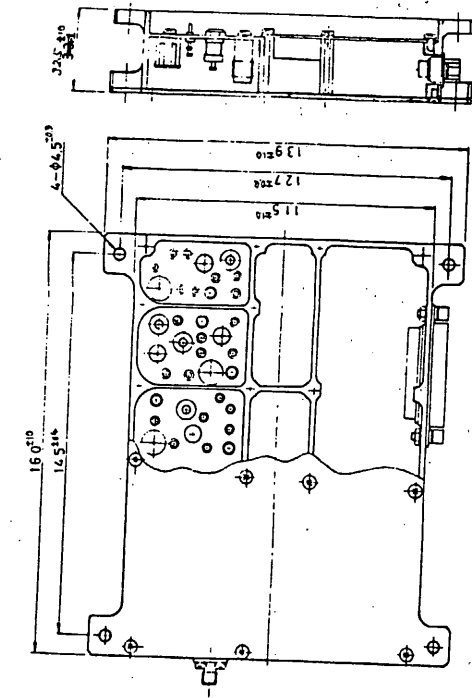


图-3 400 MHz 送信機外觀圖

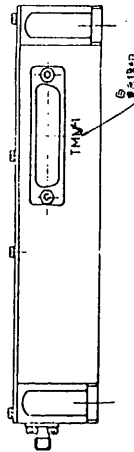
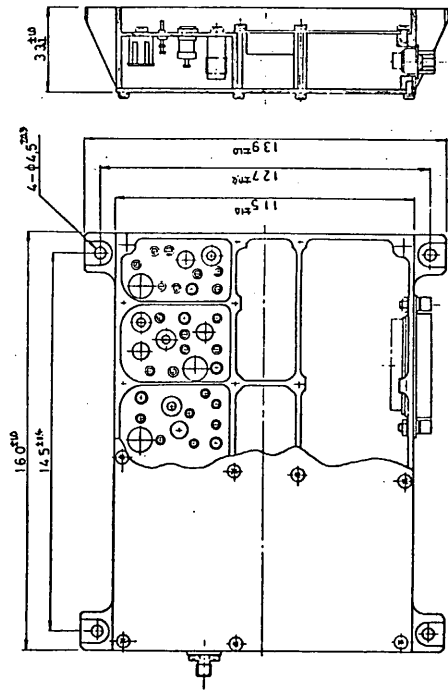


图-4 136 MHz 送信機外觀圖

### 3. テレメータエンコーダ (ENC)

エンコーダは、リアルタイムコマンド又はデレイコマンドによって指示された動作モードでデータを集積編集するとともに各観測器を制御する。編集されたPCMデータはリアルタイムデータとして7日毎の間に地上に伝送されるほか、一旦データレコーダに記録されて可視期間に10分間で加算再生される。各モードのデータフォーマットとステイクスモークの内容とも2表-3に示す。EXOS-Aのエンコーダは、データ伝送モードはGLモード、NPモード、およびプログラムタイマのメモリ内容をチェックするCHモードがあり、設定された伝送形式に従って各機器のデータが編集され、テレメータ送信機あるいはデータレコーダに送られる。また、各機器に対しては、クロック、タイミング信号などの制御信号を供給し、観測機全体の制御を行なう。

構成は図-5にその機能ブロック図として示してあるが、タイミング信号発生部、データ変換部、信号及びデータ切替部などである。電氣的、機械的性能を下記に示す。

#### (1) 電氣的性能

ビット速度	高速	2048 ビット/分
	低速	512 ビット/分
符号形式	SP-M	低ビットレート時は DI K <sup>(72144)</sup> <sub>(2048)</sub>
ワード構成		8ビット/ワード
フレーム構成		128ワード/フレーム
サブミション数		64ワード
データフォーマット	NPモード	北極観測モード
	GLモード	地球周回観測モード
	CHモード	プログラムタイマチェックモード
A/D変換性能	A/D変換範囲	0 ~ 3.0V
	出力桁数	8ビット
	変換精度	±0.8%以下 (入力電圧)
インターフェース	アナログ入力	入力インピーダンス 20kΩ以下
		PI出力インピーダンス 2kΩ以下
		入力レベル 0 ~ 13V
	デジタル入力	インコダ出力信号 DTL-IC
		"1" 2.7 ~ 5V
		"0" 0 ~ 0.3V

消費電力 : エコ-ON時 --- 2724 mW  
(実測値)  
エコ-OFF時/PRT ON時 --- 580 mW  
(実測値)

## (2) 機械的性能

寸法及び外觀 : 図-6  
重量 : 4464 g

## 4. データレコーダ (DR)

今回EXOS-Aに搭載するデータレコーダは、今までに使用していたものと異なり、米国ODEDICS社製のテープレコーダで種々の特徴を具えている。構成はビット速度512ビット/s又は2048ビット/sのPCMデータを記録することが出来る本体と、コマンド、テレメタ、電源等とのインターフェースを行なう回路部分からなりたっている。

主な特徴ならびに電気的、機械的性能は次の通りである。

- (1) 観測目的、観測時間に応じて2種類のビット速度のデータを記録することができる。
- (2) Reel to Reel方式である。
- (3) テープの端で自動的にテープの進行方向が変わる擬似エンドレステープ方式を採用している。
- (4) フェースロック式サーボシステム及びDe-jitter回路を採用して再生信号のジッタを減少させている。
- (5) 専用電源を内蔵している。

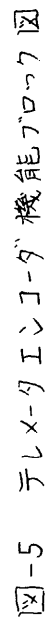
## 電気的性能

記録信号	:	512ビット/s または 2048ビット/s のSP-M信号
再生信号	:	8192ビット/s のSP-M信号
記録時間	:	40分(2048ビットの時), 160分(512ビットの時)
再生時間	:	10分
コマンド	:	(REC) ④記録開始/電源ON, ①記録開始/電源ON (REP) 再生開始/電源ON, 電源OFF (DR OFF ENC OFF)
入力電圧	:	7 ~ 24 V
消費電力	:	記録モード 4.0 W Max. (実測) 3.02 W at 25°C 再生モード 6.0 W Max. (実測) 4.48 W at 25°C
使用温度範囲	:	-25°C ~ +45°C

### 機械的性能

重量	: 本体	5103 gr 以下 (実測値 5263gr)
	周辺装置	350 gr 以下 (実測値 283gr)
形状, 外觀:	図-7	





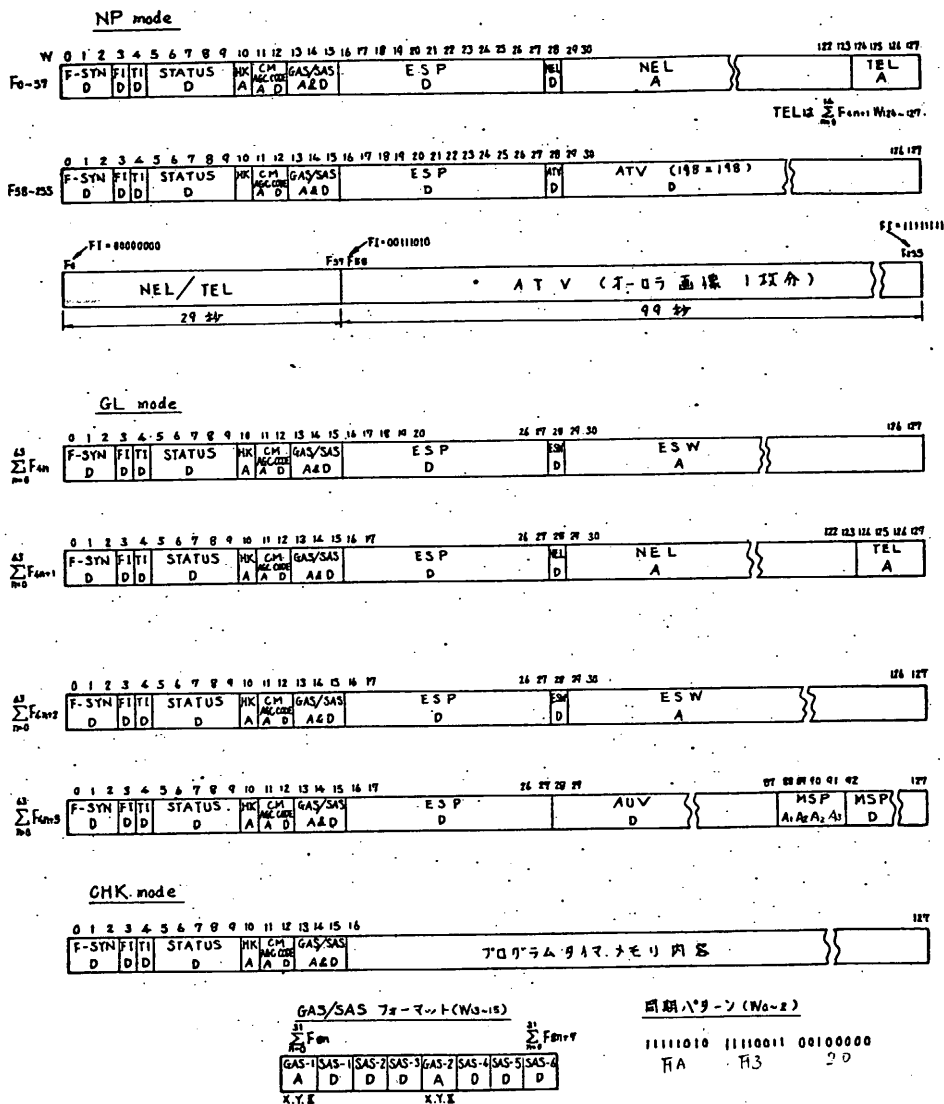


表-2 テレタデータフォーマット

Jul-4 No.	7-4 No.	C-4 No.	項目	"1"	"0"
Fn	Ws	B0	NPモ-ド	NP	
		B1	GLモ-ド	GL	
		B2	CHKモ-ド	CHK	
		B3	Bit rate	H	L
		B4	PT Readモ-ド	R	
		B5	PT Writeモ-ド	W	
		B6	PT Stand By	S	
		B7	Cal ON/OFF	ON	OFF
		B0	PT-M1(AD delay)	1	0
		B1	PT-M2( )	1	0
B2	PT-M3( )	1	0		
B3	PT-M4(EX delay)	1	0		
B4	PT-M5( )	1	0		
B5	PCU-Level	A	B		
B6	PCU-FUL/ERIC	F	T		
B7	BLH H/L	H	L		
Fn	W6	B0	TEL OFF	ON	OFF
		B1	ESW	ON	OFF
		B2	NEL	ON	OFF
		B3	MSP	ON	OFF
		B4	ESP	ON	OFF
		B5	ATV	ON	OFF
		B6	AUV	ON	OFF
		B7	D/R	ON	OFF
Fn	W7	B2	SD/LD	SD	LD
		B3	CN/CCW	CCW	CW
		B4	TH	①	②
		B5	X-mag	③	④
		B6	Y-mag	⑤	⑥
B7	T				
Fn	W9	B0	TEL gain 1/2	2	1
		B1	TEL Sensor 1/2	2	1
		B2	ESP H.V. (1)	100	20
		B3	" (2)	10	2
		B4	ESP 1/2 (1)	100	20
		B5	" (2)	10	2
		B6	ESP 1/2 (1)	100	20
		B7	ESP 1/2 (1)	100	20
Fn	W10	B0	TEL gain 1/2	2	1
		B1	TEL Sensor 1/2	2	1
		B2	ESP H.V. (1)	100	20
		B3	" (2)	10	2
		B4	ESP 1/2 (1)	100	20
		B5	" (2)	10	2
		B6	ESP 1/2 (1)	100	20
		B7	ESP 1/2 (1)	100	20
Fn	W11	B0	TEL gain 1/2	2	1
		B1	TEL Sensor 1/2	2	1
		B2	ESP H.V. (1)	100	20
		B3	" (2)	10	2
		B4	ESP 1/2 (1)	100	20
		B5	" (2)	10	2
		B6	ESP 1/2 (1)	100	20
		B7	ESP 1/2 (1)	100	20
Fn	W12	B0	TEL gain 1/2	2	1
		B1	TEL Sensor 1/2	2	1
		B2	ESP H.V. (1)	100	20
		B3	" (2)	10	2
		B4	ESP 1/2 (1)	100	20
		B5	" (2)	10	2
		B6	ESP 1/2 (1)	100	20
		B7	ESP 1/2 (1)	100	20
Fn	W13	B0	TEL gain 1/2	2	1
		B1	TEL Sensor 1/2	2	1
		B2	ESP H.V. (1)	100	20
		B3	" (2)	10	2
		B4	ESP 1/2 (1)	100	20
		B5	" (2)	10	2
		B6	ESP 1/2 (1)	100	20
		B7	ESP 1/2 (1)	100	20
Fn	W14	B0	TEL gain 1/2	2	1
		B1	TEL Sensor 1/2	2	1
		B2	ESP H.V. (1)	100	20
		B3	" (2)	10	2
		B4	ESP 1/2 (1)	100	20
		B5	" (2)	10	2
		B6	ESP 1/2 (1)	100	20
		B7	ESP 1/2 (1)	100	20
Fn	W15	B0	TEL gain 1/2	2	1
		B1	TEL Sensor 1/2	2	1
		B2	ESP H.V. (1)	100	20
		B3	" (2)	10	2
		B4	ESP 1/2 (1)	100	20
		B5	" (2)	10	2
		B6	ESP 1/2 (1)	100	20
		B7	ESP 1/2 (1)	100	20
Fn	W16	B0	TEL gain 1/2	2	1
		B1	TEL Sensor 1/2	2	1
		B2	ESP H.V. (1)	100	20
		B3	" (2)	10	2
		B4	ESP 1/2 (1)	100	20
		B5	" (2)	10	2
		B6	ESP 1/2 (1)	100	20
		B7	ESP 1/2 (1)	100	20
Fn	W17	B0	TEL gain 1/2	2	1
		B1	TEL Sensor 1/2	2	1
		B2	ESP H.V. (1)	100	20
		B3	" (2)	10	2
		B4	ESP 1/2 (1)	100	20
		B5	" (2)	10	2
		B6	ESP 1/2 (1)	100	20
		B7	ESP 1/2 (1)	100	20
Fn	W18	B0	TEL gain 1/2	2	1
		B1	TEL Sensor 1/2	2	1
		B2	ESP H.V. (1)	100	20
		B3	" (2)	10	2
		B4	ESP 1/2 (1)	100	20
		B5	" (2)	10	2
		B6	ESP 1/2 (1)	100	20
		B7	ESP 1/2 (1)	100	20
Fn	W19	B0	TEL gain 1/2	2	1
		B1	TEL Sensor 1/2	2	1
		B2	ESP H.V. (1)	100	20
		B3	" (2)	10	2
		B4	ESP 1/2 (1)	100	20
		B5	" (2)	10	2
		B6	ESP 1/2 (1)	100	20
		B7	ESP 1/2 (1)	100	20
Fn	W20	B0	TEL gain 1/2	2	1
		B1	TEL Sensor 1/2	2	1
		B2	ESP H.V. (1)	100	20
		B3	" (2)	10	2
		B4	ESP 1/2 (1)	100	20
		B5	" (2)	10	2
		B6	ESP 1/2 (1)	100	20
		B7	ESP 1/2 (1)	100	20
Fn	W21	B0	TEL gain 1/2	2	1
		B1	TEL Sensor 1/2	2	1
		B2	ESP H.V. (1)	100	20
		B3	" (2)	10	2
		B4	ESP 1/2 (1)	100	20
		B5	" (2)	10	2
		B6	ESP 1/2 (1)	100	20
		B7	ESP 1/2 (1)	100	20
Fn	W22	B0	TEL gain 1/2	2	1
		B1	TEL Sensor 1/2	2	1
		B2	ESP H.V. (1)	100	20
		B3	" (2)	10	2
		B4	ESP 1/2 (1)	100	20
		B5	" (2)	10	2
		B6	ESP 1/2 (1)	100	20
		B7	ESP 1/2 (1)	100	20
Fn	W23	B0	TEL gain 1/2	2	1
		B1	TEL Sensor 1/2	2	1
		B2	ESP H.V. (1)	100	20
		B3	" (2)	10	2
		B4	ESP 1/2 (1)	100	20
		B5	" (2)	10	2
		B6	ESP 1/2 (1)	100	20
		B7	ESP 1/2 (1)	100	20
Fn	W24	B0	TEL gain 1/2	2	1
		B1	TEL Sensor 1/2	2	1
		B2	ESP H.V. (1)	100	20
		B3	" (2)	10	2
		B4	ESP 1/2 (1)	100	20
		B5	" (2)	10	2
		B6	ESP 1/2 (1)	100	20
		B7	ESP 1/2 (1)	100	20
Fn	W25	B0	TEL gain 1/2	2	1
		B1	TEL Sensor 1/2	2	1
		B2	ESP H.V. (1)	100	20
		B3	" (2)	10	2
		B4	ESP 1/2 (1)	100	20
		B5	" (2)	10	2
		B6	ESP 1/2 (1)	100	20
		B7	ESP 1/2 (1)	100	20
Fn	W26	B0	TEL gain 1/2	2	1
		B1	TEL Sensor 1/2	2	1
		B2	ESP H.V. (1)	100	20
		B3	" (2)	10	2
		B4	ESP 1/2 (1)	100	20
		B5	" (2)	10	2
		B6	ESP 1/2 (1)	100	20
		B7	ESP 1/2 (1)	100	20
Fn	W27	B0	TEL gain 1/2	2	1
		B1	TEL Sensor 1/2	2	1
		B2	ESP H.V. (1)	100	20
		B3	" (2)	10	2
		B4	ESP 1/2 (1)	100	20
		B5	" (2)	10	2
		B6	ESP 1/2 (1)	100	20
		B7	ESP 1/2 (1)	100	20
Fn	W28	B0	TEL gain 1/2	2	1
		B1	TEL Sensor 1/2	2	1
		B2	ESP H.V. (1)	100	20
		B3	" (2)	10	2
		B4	ESP 1/2 (1)	100	20
		B5	" (2)	10	2
		B6	ESP 1/2 (1)	100	20
		B7	ESP 1/2 (1)	100	20
Fn	W29	B0	TEL gain 1/2	2	1
		B1	TEL Sensor 1/2	2	1
		B2	ESP H.V. (1)	100	20
		B3	" (2)	10	2
		B4	ESP 1/2 (1)	100	20
		B5	" (2)	10	2
		B6	ESP 1/2 (1)	100	20
		B7	ESP 1/2 (1)	100	20
Fn	W30	B0	TEL gain 1/2	2	1
		B1	TEL Sensor 1/2	2	1
		B2	ESP H.V. (1)	100	20
		B3	" (2)	10	2
		B4	ESP 1/2 (1)	100	20
		B5	" (2)	10	2
		B6	ESP 1/2 (1)	100	20
		B7	ESP 1/2 (1)	100	20
Fn	W31	B0	TEL gain 1/2	2	1
		B1	TEL Sensor 1/2	2	1
		B2	ESP H.V. (1)	100	20
		B3	" (2)	10	2
		B4	ESP 1/2 (1)	100	20
		B5	" (2)	10	2
		B6	ESP 1/2 (1)	100	20
		B7	ESP 1/2 (1)	100	20
Fn	W32	B0	TEL gain 1/2	2	1
		B1	TEL Sensor 1/2	2	1
		B2	ESP H.V. (1)	100	20
		B3	" (2)	10	2
		B4	ESP 1/2 (1)	100	20
		B5	" (2)	10	2
		B6	ESP 1/2 (1)	100	20
		B7	ESP 1/2 (1)	100	20
Fn	W33	B0	TEL gain 1/2	2	1
		B1	TEL Sensor 1/2	2	1
		B2	ESP H.V. (1)	100	20
		B3	" (2)	10	2
		B4	ESP 1/2 (1)	100	20
		B5	" (2)	10	2
		B6	ESP 1/2 (1)	100	20
		B7	ESP 1/2 (1)	100	20
Fn	W34	B0	TEL gain 1/2	2	1
		B1	TEL Sensor 1/2	2	1
		B2	ESP H.V. (1)	100	20
		B3	" (2)	10	2
		B4	ESP 1/2 (1)	100	20
		B5	" (2)	10	2
		B6	ESP 1/2 (1)	100	20
		B7	ESP 1/2 (1)	100	20
Fn	W35	B0	TEL gain 1/2	2	1
		B1	TEL Sensor 1/2	2	1
		B2	ESP H.V. (1)	100	20
		B3	" (2)	10	2
		B4	ESP 1/2 (1)	100	20
		B5	" (2)	10	2
		B6	ESP 1/2 (1)	100	20
		B7	ESP 1/2 (1)	100	20
Fn	W36	B0	TEL gain 1/2	2	1
		B1	TEL Sensor 1/2	2	1
		B2	ESP H.V. (1)	100	20
		B3	" (2)	10	2
		B4	ESP 1/2 (1)	100	20
		B5	" (2)	10	2
		B6	ESP 1/2 (1)	100	20
		B7	ESP 1/2 (1)	100	20
Fn	W37	B0	TEL gain 1/2	2	1
		B1	TEL Sensor 1/2	2	1
		B2	ESP H.V. (1)	100	20
		B3	" (2)	10	2
		B4	ESP 1/2 (1)	100	20
		B5	" (2)	10	2
		B6	ESP 1/2 (1)	100	20
		B7	ESP 1/2 (1)	100	20
Fn	W38	B0	TEL gain 1/2	2	1
		B1	TEL Sensor 1/2	2	1
		B2	ESP H.V. (1)	100	20
		B3	" (2)	10	2
		B4	ESP 1/2 (1)	100	20
		B5	" (2)	10	2
		B6	ESP 1/2 (1)	100	20
		B7	ESP 1/2 (1)	100	20
Fn	W39	B0	TEL gain 1/2	2	1
		B1	TEL Sensor 1/2	2	1
		B2	ESP H.V. (1)	100	20
		B3	" (2)	10	2
		B4	ESP 1/2 (1)	100	20
		B5	" (2)	10	2
		B6	ESP 1/2 (1)	100	20
		B7	ESP 1/2 (1)	100	20
Fn	W40	B0	TEL gain 1/2	2	1
		B1	TEL Sensor 1/2	2	1
		B2	ESP H.V. (1)	100	20
		B3	" (2)	10	2
		B4	ESP 1/2 (1)	100	20
		B5	" (2)	10	2
		B6	ESP 1/2 (1)	100	20
		B7	ESP 1/2 (1)	100	20
Fn	W41	B0	TEL gain 1/2	2	1
		B1	TEL Sensor 1/2	2	1
		B2	ESP H.V. (1)	100	20
		B3	" (2)	10	2
		B4	ESP 1/2 (1)	100	20
		B5	" (2)	10	2
		B6	ESP 1/2 (1)	100	20
		B7	ESP 1/2 (1)	100	20
Fn	W42	B0	TEL gain 1/2	2	1
		B1	TEL Sensor 1/2	2	1
		B2	ESP H.V. (1)	100	20
		B3	" (2)	10	2
		B4	ESP 1/2 (1)	100	20
		B5	" (2)	10	2
		B6	ESP 1/2 (1)	100	20
		B7	ESP 1/2 (1)	100	20
Fn	W43	B0	TEL gain 1/2	2	1
		B1	TEL Sensor 1/2	2	1
		B2	ESP H.V. (1)	100	20
		B3	" (2)	10	2
		B4	ESP 1/2 (1)	100	20
		B5	" (2)	10	2
		B6	ESP 1/2 (1)	100	20
		B7	ESP 1/2 (1)	100	20
Fn	W44	B0	TEL gain 1/2	2	1
		B1	TEL Sensor 1/2	2	1
		B2	ESP H.V. (1)	100	20
		B3	" (2)	10	2
		B4	ESP 1/2 (1)	100	20
		B5	" (2)	10	2
		B6	ESP 1/2 (1)	100	20
		B7	ESP 1/2 (1)	100	20
Fn	W45	B0	TEL gain 1/2	2	1
		B1	TEL Sensor 1/2	2	1
		B2	ESP H.V. (1)	100	20
		B3	" (2)	10	2
		B4	ESP 1/2 (1)	100	20
		B5	" (2)	10	2
		B6	ESP 1/2 (1)	100	20
		B7	ESP 1/2 (1)	100	20
Fn	W46	B0	TEL gain 1/2	2	1
		B1	TEL Sensor 1/2	2	1
		B2	ESP H.V. (1)	100	20
		B3	" (2)	10	2
		B4	ESP 1/2 (1)	100	20
		B5	" (2)	10	2
		B6	ESP 1/2 (1)	100	20
		B7	ESP 1/2 (1)	100	20
Fn	W47	B0	TEL gain 1/2	2	1
		B1	TEL Sensor 1/2	2	1
		B2	ESP H.V. (1)	100	20
		B3	" (2)	10	2
		B4	ESP 1/2 (1)	100	20
		B5	" (2)	10	2
		B6	ESP 1/2 (1)	100	20

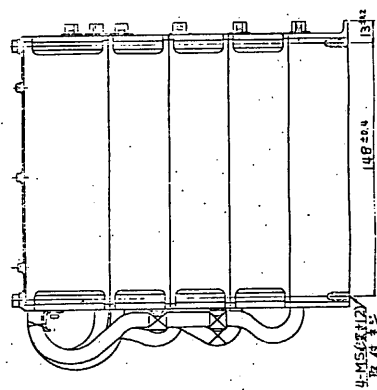
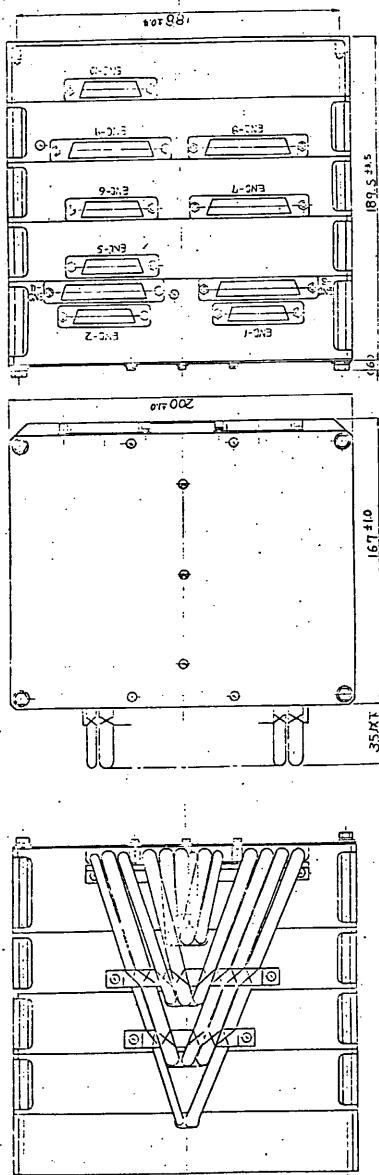


図-6 テレタインコ-9 外觀図

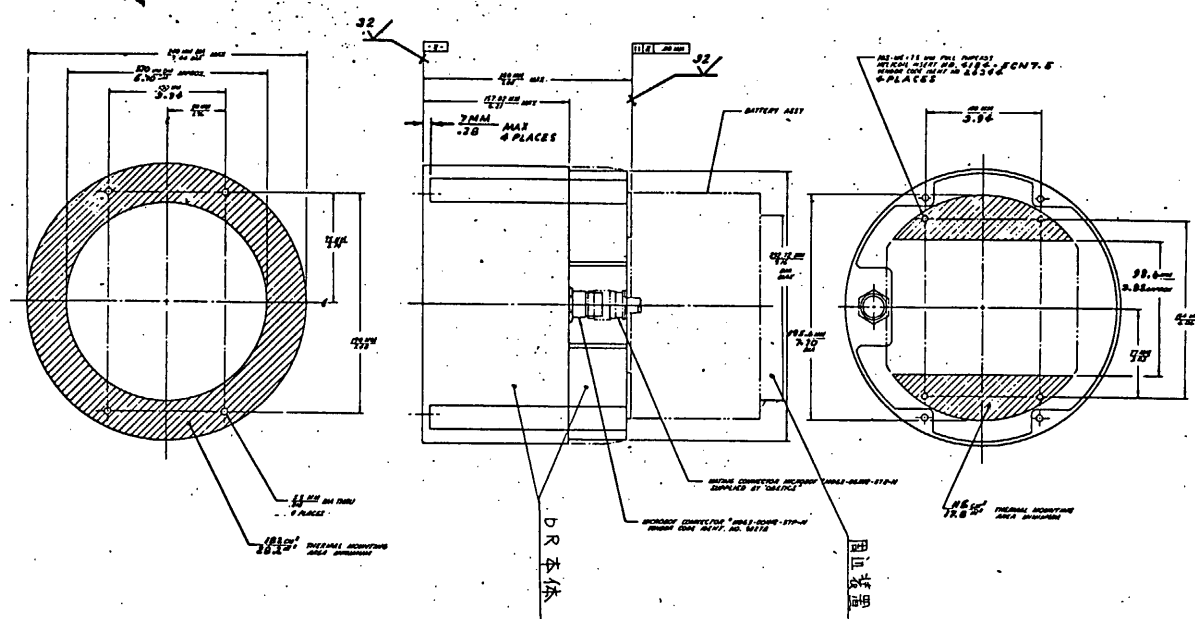
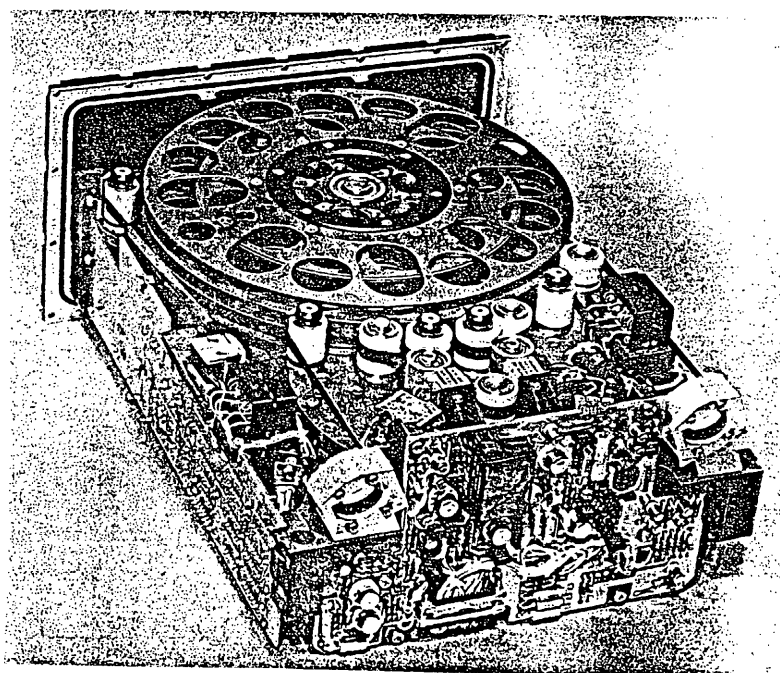


図-7 デタルコ-ダ 外觀形状

# H K

S A 班

## 1. 概要

内部環境計測装置 (H K: House Keeping) は, EXOS-A 衛星内各部の電圧, 電流, 温度, SQ モニタの環境計測を行い, そのデータにより衛星の動作の確認を行う。

測定チャネルは 64 チャネルあり, 項目は校正電圧も含め全部で 70 項目 (内 6 項目はコメントにより切り換えて使用) である。

当初ヒートパイプの温度測定のため項目が予定されていたが, ヒートパイプを搭載しない事になり, かかりに流通機器本体の温度測定等に変更された。

スキャナ-切替器としては FET を用いており, 切替え用のタイミングパルスは ENC よりコントロールパルス, バイナリー 6 Bit を送り H K 内部で 64 に切換える。切換えられた信号は増幅器で増中されエングラ-に送出する。

なお, H K データは M-4, U-200, U-400 等コンピュータで物理量に変換され, CRT デスプレーやラインプリンタに表示される。

## 2. 構成

区 分	品 名	員 数	備 考
本 体	H K	1	
検 出 器	温 度 セ ン サ	51	白金センサ
"	電 圧 セ ン サ	5	精密抵抗
付 属 品	計装側コネクタ	6	コネクタキャップ, スクリューロック 含む

ブロック図を第 1 図に示す

## 3. 性 能

### 3.1 電 気 的 性 能

#### 3.1.1 電圧測定系

- (1) 測 定 範 囲 : 測定項目参照
- (2) 測 定 方 法 : 抵抗分圧
- (3) 出力電圧精度 :  $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  において

0 V :  $\pm 0.06 \text{ V}$

3 V :  $\pm 0.09 \text{ V}$

(4) 検出器	BAT-V	MFA10kΩCT1A
(電源系のみ)	Ep-P	"
	Es-12P	"
	Es-5P	"
	Es-12N	"

### 3.1.2 温度測定系

- (1) 測定範囲：測定項目表参照
- (2) 測定方法：白金温度センサによる
- (3) 検出器：Q0516PT 50Ω±1%(20℃)
- (4) 検出器感度：TL 0.38mV±0.1%/℃  
TH 0.24mV±0.1%/℃
- (5) 出力電圧精度：23℃±2℃において  
0V : ±0.06V  
3V : ±0.09V

### 3.1.3 総合

- (1) 周波数特性：DC~200Hz(±1dB)増幅器
- (2) 出力電圧温度ドリフト：-30~+60℃において±30mV以内
- (3) 出力電圧経時ドリフト：300時間のランニングテスト中におけるドリフトは  
±10mV以内
- (4) 出力インピーダンス：1kΩ±20%
- (5) コントロールパルス電圧："1" 2.0~5.5V  
"0" 0.9~0V
- (6) コントロールパルス受けインピーダンス：  
"1" 150kΩ以上(4.5V)  
"0" 167Ω以上(0.2V)
- (7) 出力立ち上がり時間遅れ：100μs以下

(8) コマンドパルス電圧：10～17V

(9) コマンド受けインピーダンス：

HK-ON  $219\Omega \pm 10\%$

HK-OFF  $390\Omega \pm 10\%$

ENC-ON  $250\Omega \pm 10\%$

ENC-OFF  $167\Omega \pm 10\%$

CH-Change  $390\Omega \pm 10\%$

00 校正電圧：

CAL-A  $\begin{cases} 0.5V \pm 1\% & (23 \pm 2^\circ\text{C}) \\ 0.5V \pm 3\% & (-30 \sim +60^\circ\text{C}) \end{cases}$

CAL-B  $\begin{cases} 2.67V \pm 1\% & (23 \pm 2^\circ\text{C}) \\ 2.67V \pm 3\% & (-30 \sim +60^\circ\text{C}) \end{cases}$

01 入力電圧、消費電流： $+12V \pm 4\%$  10mA以下

$+5V \pm 5\%$  130mA以下

$-12V \pm 4\%$  30mA以下

$+15V \pm 10\%$  100mA以下(コマンド時のみ)

02 外部操作：HK-ON：AD-3 EX-5

(CM) HK-OFF：AD-4 EX-15

ENC-ON

ENC-OFF

CH-Change：AD-5 EX-13

03 アナログ信号：なし

### 3.2 機械的性能

(1) 外形寸法： $206 \pm 2 \times 168 \pm 2 \times 55 \pm 2\text{H (mm)}$

(2) 重量：1400g以下

(3) ケース材質：A5052P

(4) ケース表面処理：EPICO 2000 黒色半つや塗装



EXOS-A HK 測定項目表

F. No.	項 目	測定範囲	HK入力電圧	HK入力抵抗	備 考
0	TH -- 4	-90~+120℃	+48~97mV	1 MΩ	SCP側面上 1
1	5				2
2	6				3
3	7/23				4/KMケース
4	8				SCP側面下 1
5	9				2
6	10				3
7	11				4
8	12				SCP 下 1
9	13				2
10	14				SAS-S-2
11	15				4
12	..				GAS-H/L.モータ
13	17				TEL-S-2
14	18				底部ポート/ATV70777 モータ
15	19				NEL Case
16	20				頭 部 カ ッ プ ラ
17	21				SHUNT-R
18	22				下 部 カ ッ プ ラ
19	CAL-A	-	-	-	0.50V(HK)
20	B	-	-	-	2.50V(HK)
21	ESP-HV1	0~+4 kV	0~+3.9 V	78 kΩ	ESP-HV 1 モニタ
22	ESP-HV2				2 モニタ
23	MSP-HV	0~+3.9 kV	0~+3.5 V	70 kΩ	MSP-HV モニタ
24	AUV-HV	0~+4 kV	0~+4.9 V	98 kΩ	AUV-HV モニタ

F. No.	項 目	測 定 範 囲	HK入力電圧	HK入力抵抗	備 考
25	AUV-SLIT	0 ~ +10 V	0 ~ +49 V	98 k $\Omega$	AUVスリット振幅モニタ
26	BAT-V	0 ~ +30 V	0 ~ +29.5 V	590 k $\Omega$	バッテリー端子電圧
27	Ep -P	↓	↓	↓	+BUS電圧
28	Es -12P	0 ~ +15 V	0 ~ +14.5 V	290 k $\Omega$	+12V Reg 出力電圧
29	Es -5P	0 ~ +7.5 V	0 ~ +7 V	140 k $\Omega$	+5V Reg 出力電圧
30	Id -P	-2 ~ +2 A	0 ~ +2 V	40 k $\Omega$	太陽電池出力電流
31	Ic -P	0 ~ +3 A	↓	↓	BATを放電マ流
32	Es-12N	0 ~ -15 V	0 ~ -14.5 V	290 k $\Omega$	-12V Reg 出力電圧
33	ATV-HV	0 ~ -2.5 kV	0 ~ 50 mV	1 M $\Omega$	ATV-HVモニタ
34	TL - 1	-50 ~ +80 $^{\circ}$ C	+87 ~ 137 mV		ESP センサ 1
35	2				↓ 2
36	3				AUVセンサ
37	4				MSPセンサ
38	5				ENC Case
39	6				ESW-B Case
40	7				CM $\Phi$ Case
41	8				CMR Case
42	9				スラストケース上/Sep Moni
43	10				MSP-E Case
44	11/28				スラストケース下/MAG ダンパ
45	12/SQ0				ベースプレート1/SQ 0
46	13/SQ1				↓ 2/ 1
47	14/SQ2				↓ 3/ 2
48	15/SQ3				↓ 4/ 3
49	16				BAT Cell 表面
50	17				BAT Case 内面
51	18				TMV Case





# SA制御総論

SA班

第5号科学衛星EXOS-Aの姿勢制御はソーラ観測等のために、断崖の慣性主軸と常に局所磁力線方向に追従させるいわゆる治磁力線制御が行われる。このための姿勢制御装置としては、昨年に打ち上げられた試験衛星MS-T3とほぼ同様の装置が搭載される。しかし、MS-T3の姿勢制御実験において貴重な飛行データが得られ、これより種々の問題点も検討され、EXOS-Aではかなりの部分に改良が加えられている。以下、姿勢検出系及び制御系の変更・改良の要約を述べる。

## (1) 安定化剤トルキングマグネット (MAG)

・磁気モーメントの大きさ

$$25 \times 2 \text{ [AT-m}^2\text{]} \rightarrow 50 \times 2 \text{ [AT-m}^2\text{]}$$

## (2) スピン及びライブラレーションダンピング装置 (SLD)

・スレッシュホールドレベル

$$\text{High} \quad 7000 \text{ [r]} \rightarrow 3000 \text{ [r]}$$

$$\text{Low} \quad 2000 \text{ [r]} \rightarrow 1500 \text{ [r]}$$

## (3) ニュー・ラショフ・ダンパー (ND)

・直径  $244 \text{ [cm]} \rightarrow 137 \text{ [cm]}$

・水銀重量  $200 \text{ [g]} \rightarrow 140 \text{ [g]}$

## (4) ヨーヨー・デスビナ (YO-YO)

・脱 救  $2\text{段減速} \rightarrow 1\text{段減速}$

MS-T3ではガスジェット制御に必要なスピン速度(約40RPM)と治磁力線制御に必要なスピン速度(約0RPM)が必要(あつたが、EXOS-Aでは治磁力線制御だけのため1段(2RPS→約0RPM)に変更]

## (5) 地磁気姿勢計 (GAS)

・感 度

$$\text{High gain 時 (X, Y 軸)} \quad \pm 5000 \text{ } \gamma/3\text{V} \rightarrow \pm 10000 \text{ } \gamma/3\text{V}$$

## (6) 太陽方向検出器 (SAS)

・個 数

$$\begin{array}{l} 5\text{個 (上下面各1個} \\ \quad \text{側面 3個} \end{array} \rightarrow \begin{array}{l} 6\text{個 (上下面各1個} \\ \quad \text{側面 4個} \end{array}$$

以上、各装置の変更・改良の要約を述べたが、これらの改良によりEXOS-Aの姿勢検出及び制御の精度はMS-T3の場合より改善されるものと期待される。

なお、各装置の内容及び仕様等は次ページ以降を参照されたい。

# Y<sub>0</sub> - Y<sub>0</sub>

S.A 班

先端に錘（ヨーヨーマス）をつけたワイヤ1組を、衛星のベースプレート附近の外周に巻きつけて、ワイヤカッターでヨーヨーマスとめてあるピンを切断すると、ワイヤは計数にほどこけてゆき、それまで衛星の持っていた角運動量がヨーヨーマスに移動することにより、衛星のスピン速度が低下する。ワイヤはほどこけると半径方向に分離する。なおワイヤカッターの作動は地上からのコマンドにより実施される。

EXOS-Aでは、初期スピン速度132 rpmを磁気減速を行うために約0 rpmに落すように設計されている。尚このヨーヨーは「たんせⅡ号」「たいうよう」「CORSA」「たんせⅡ号」のヨーヨーと同一方式で、ヨーヨーマス中にワイヤカッターが入っているものである。

外観

ヨーヨーマス重量

ワイヤの長さ

図1に示す

約140g/個

約6m

(上杉 大西、日立製作所)

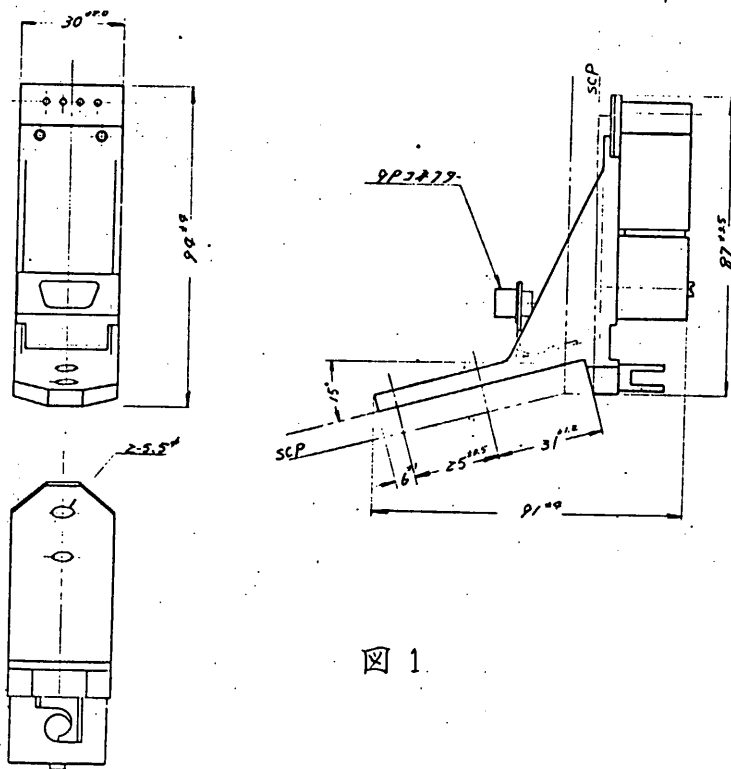


図 1





# G A S

S A 班

## 1. 概 要

本計器は、3軸の磁力計から構成されている。それぞれの磁気センサは、衛星のスピン軸に平行な方向(Z軸)及びそれと垂直な平面にそれぞれ直交する方向(X, Y軸)に搭載されており、地磁気ベクトルに対する磁気成分を測定するものである。

また、姿勢安定系に送り出している信号として、GASのX軸とY軸の信号をSLDに入力している。この信号は、衛星の残留スピンを減衰させるスピンドamping機能とライブラレーションダンパ機能に使用される。図1はこれらを含むGASブロックダイヤを示す。

## 2. 仕 様

- |             |   |
|-------------|---|
| 2. 1 磁場測定範囲 | X, Y, Z 各軸 $\pm 50000 \gamma$<br>X, Y 軸はコマンドによりゲインの切替可能 $\pm 10000 \gamma$    |
| 磁力計感度       | $100000 \gamma / 3 V$ (X, Y, Z 軸) 及び<br>$200000 \gamma / 3 V$ (X, Y 軸) 切替による。 |
| 磁場測定精度      | $80 \gamma$ ( $0 \sim 40^\circ C$ ) 但し最大感度において。                               |
| 応答速度        | DC $\sim 10 Hz$   |
| 出力信号型式      | ・ T+10V 電圧<br>・ 1V レベル : 70 mV 以下<br>・ 出力インピーダンス : 2K $\Omega$ 以下             |
| 動作温度範囲      | $-30^\circ C \sim +60^\circ C$  |
| 2. 2 消費電力   | +12V 70 mA 以下 0.84 W<br>-12V 50 mA " 0.60 W                                   |
| 2. 3 外形寸法   |   |
| 電気部         | 135 x 130 x 94 H (図2)   |
| センサ部        | 80 x 55 x 108 H (図3)  |
| 2. 4 重 量    |   |
| 電気部         | 1.2 Kg  |
| センサ部        | 0.29 Kg   |
| 2. 5 H K 項目 | ゲイン High or Low の $\Sigma = 7$  |

## 2.6 コマンド項目

電源	個別コマンド	AD-1	EX-15
ON	連動コマンド	ENC ON+	ENC ON-
電源	個別コマンド	AD-2	EX-10
OFF	連動コマンド	ENC OFF+	ENC OFF-
CAL	CAL ON コマンド	AD-4	EX-10
	"	AD-4 (delay)	EX-2 (delay)
	CAL OFF コマンド	AD-5	EX-11
	"	AD-5 (delay)	EX-2 (delay)





仕上 記号		各面 C 第	3 角法
----------	--	-----------	---------

4-φ4.5  
取付孔

GAS-S-1  
(DBM-25P)

2909				共通規格		備考	
訂正事項							
					製	材 質	
					番	寸 度	
承認	設計	製図	検図	処	機 名		尺 度
(印)	(印)	(印)		理	EXOS-A FM		1/2
					部 名		個 数
					GAS センサ部 外観図		1
株式会社 堀井物産					番 号		
作成					G1114-4000		



# S L D

S A 班

SLDはチャージブルマグネット部(SLDM)とこれと制御する電子回路部(SLDE)からなり、機能として、衛星の残留スピンを減衰させるスピンドアンパ(SD)機能と、ライブラレーションダンパ(LD)機能の2つを有している。SLDM, SLDEの外観は図1, 図2-1および図2-2に示すとおりである。

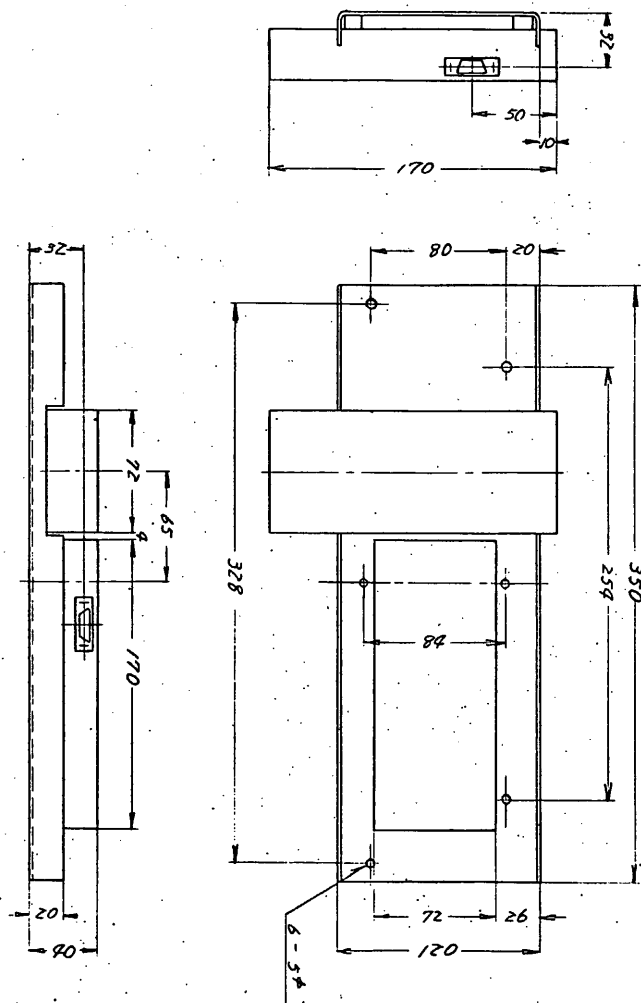


図1. SLDM 外観

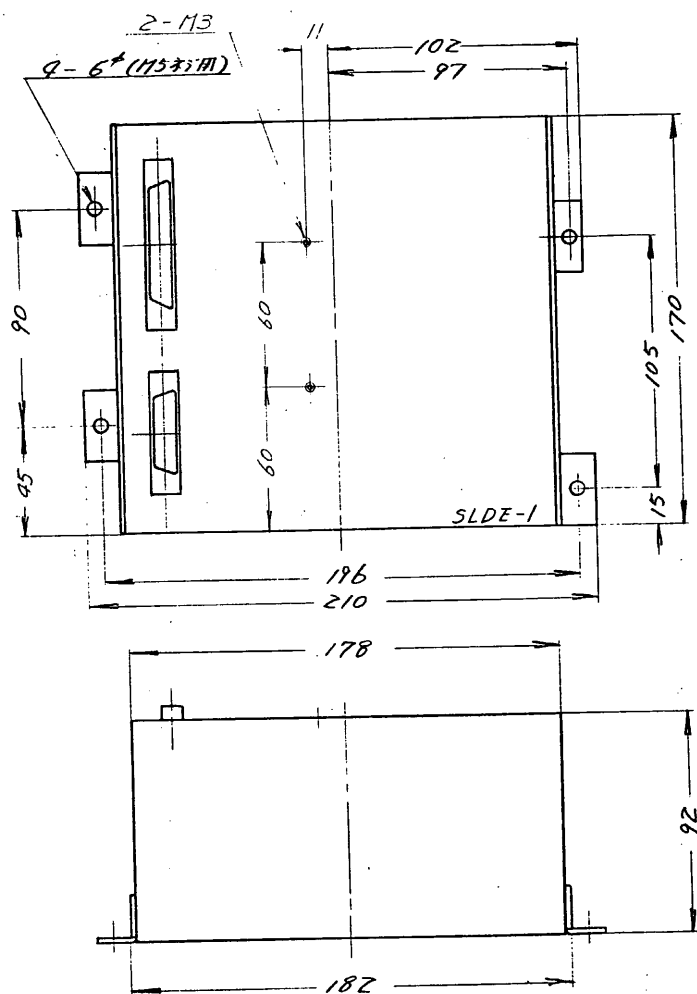


圖 2-1 SLDE-1 外觀



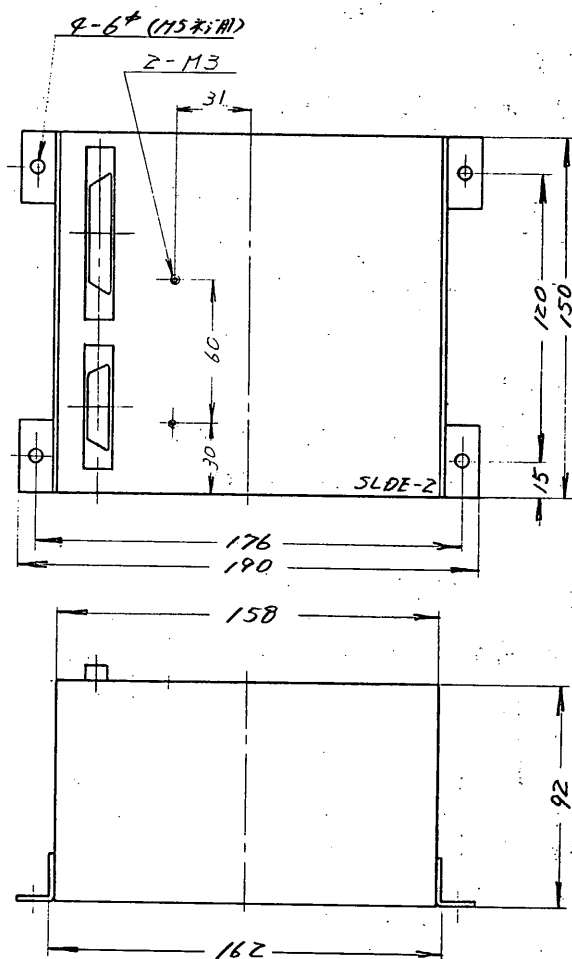


图 2-2 SLDE-2 外觀

## 1. SLDM

5.6φ x 160mmのリメンダを磁心としたチャージャブルマグネットでX軸およびY軸に平行に各2本ずつ搭載されている。磁気モーメントはSLDEにより、スレッシュホールドのレベルによってそれぞれ1.8 ATm (3000 r) 0.5 ATm (1500 r) にチャージされる。

またコマンドにより0 ATmに消磁される。

## 2. SLDE

SLDEは、従来のオープンループの制御と異なり、GASの信号を受け、オンボードにより制御を行なう。

その動作は図3に示すようにGASからの信号があるスレッシュホールド(コマンドにより可変)を超えた時にSLDMをチャージする。(チャージの方向等はSLDの動作モードにより自動的に選択される。)

なおこれらの動作は、テレメータによりモニタ(6ビット)される。モニタの内容については表1に示す通りである。

またコマンド項目、HK項目についてはそれぞれ表2、表3に示す通りである。

SLDEは衛星実装上の判約から2筐体に分割されている。

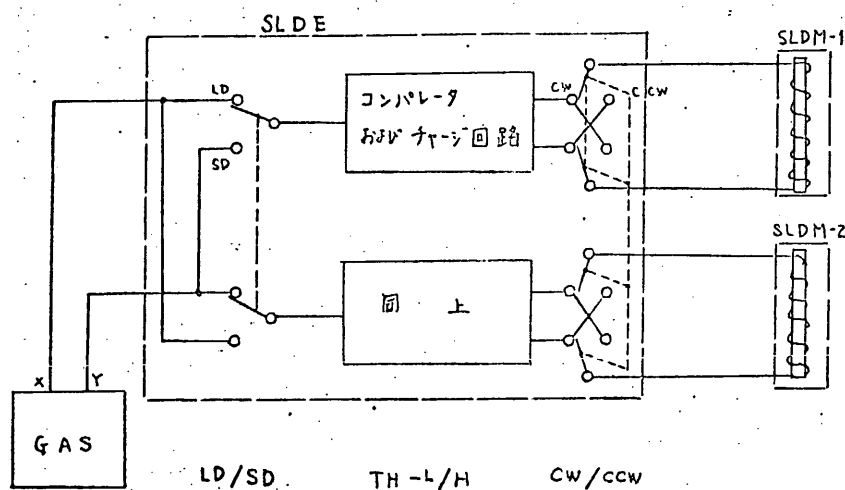


図3 SLD機能

表 1 SLDテレメータ内容

フレーム No	ワード No	ビット No	名称	内 容
F <sub>4n+2</sub> F <sub>4n+3</sub>	W <sub>3</sub>	B <sub>2</sub>	SLD	1 SDモード
				SD/LD 0 LDモード
		B <sub>3</sub>	SLD	1 CW
				CW/CCW 0 CCW
		B <sub>4</sub>	SLD T/H	1 High
				0 Low
		B <sub>5</sub>	SLD CH(X)	1 チャージ -
				0 チャージ +
		B <sub>6</sub>	SLD CH(Y)	1 チャージ -
				0 チャージ +
		B <sub>7</sub>	アキ	1

表 2 コマンド内容

コマンド名称	AD	EX	内 容
SLD-ON	8	9	SLDの電源をONにする。 SDモードのリセット(SD→LD)
SDモード	8	2	SLDをSDとして動作させる
SDモード CW	8	3	SDモードにおける発生トルク の方向を時計方向にする(M 3Aモータより見る場合)
スレッシホル ド-H	8	4	コンパレータのスレッシホル ドをHigh(3000r)にする。SL DMの磁気モーメントを1.8ATm にする
CAL	8	5	疑似GAS信号を発生し、SLD系 の動作が正常であることを校正する
START	8	6	制御を開始させる。CALモード のリセットを行う
SHOJ1	8	7	コマンドのリセットを行う [CW→CCW TH-H→TH-L SLDMを消磁(=0ATm)する
SLD-OFF	8	8	SLDの電源をOFFする

表 3 H K項目

フレームNO	項目	内 容
59	SLD-X	X.コンパレータレベルのエ=タ
60	SLD-Y	Y.コンパレータレベルのエ=タ

## 3. 動作

## (1) SD

ヨーヨーデスピタ展開後の残留スピンを完全に0にする機能であり、コマンドにより任意の方向のトルク(時計方向または反時計方向)を発生させることができる。

このモードでは、GASのX軸(Y軸)の信号を用いてY軸(X軸)に平行なSLDMをチャージする。

外部磁界を20,000 T、スレッシュホールドを3,000 T(磁気モーメントを1.8 ATm<sup>2</sup>)とすれば、約460 dYn・cmのトルクを発生する。

## (2) LD

沿磁力線モードでMAGだけでは前述したようにライブラレーションを起すが、LDモードではこれを減衰させることができる。

このモードでは、CASのX軸(Y軸)の信号を用いてX軸(Y軸)に平行なSLDMをチャージする。発生するトルクは各軸とも、スレッシュホールドにより、40または980 dYn・cmとなる。

また、沿磁力線方向からの誤差角は、ほぼ不感角 $\theta_0$ の値であろうと考えられている。ここで不感角は外部磁界を $H_0(\ddot{O}e)$ 、スレッシュホールドを $H_{th}(\ddot{O}e)$ とすれば

$$\theta_0 = \sin^{-1}(H_{th}/H_0)$$

で表わされる。従って、 $H_0 = 10000 T$ 、 $H_{th} = 2000 T$  とすれば誤差角は約12°となる。

N D

SA 班

ND は「たんせい正」「たんよう」「たんせい正」に搭載されたものと同じ方式のものであり、ナイロン円環内に水銀を封入し水銀の運動に伴う粘性流体抵抗を利用して衛星をロケットから切り離す際に発生する衛星スピン軸の首振り運動（ニュートーション）を減衰させるものである。なお水銀は、打上げの際には水銀溜の中に収納しておき、軌道投入後（×+ 秒）に衛星タイマによってメカニズムが作動し円環内に導かれる。

外観 図1に示す。

ND 時定数 ニュートーション5°のとき 562秒 \*  
ただし 衛星のマピン軸まわりの慣性率を 8.6  
kg・m<sup>2</sup> (MAC EX展開前) \* 衛星スピン速  
度132rpm. とする。

(注) \*印は衛星諸元が未確定のため暫定的な値である。

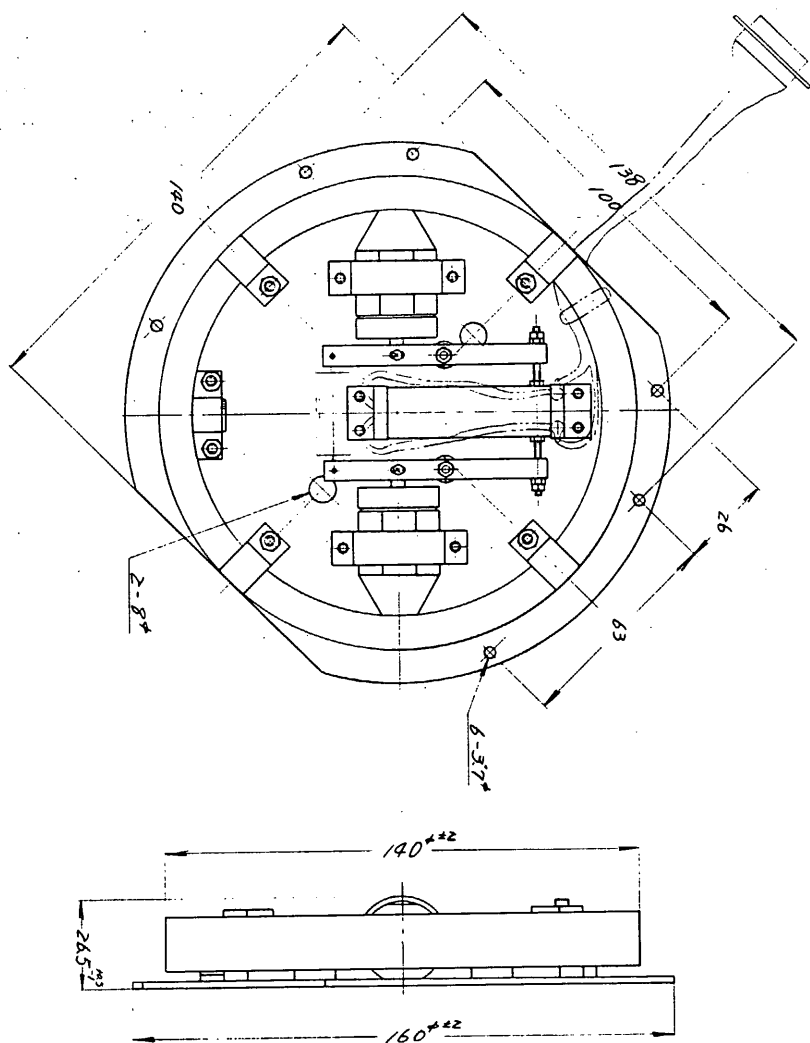


図 1. ND 外観

# MAG

— S A 班 —

磁気力線制御とは、衛星の特定軸（EXのS-Aではスピナー軸）を常に磁力線の方  
向に向けるものである。これは磁針（コンパス）が磁力線の方角を向くと同じ原理  
で、特定軸に大きな磁気モーメントを持たせた衛星のスピナーが0であれば磁力線の方  
向を向くことを利用している。

MAGは以上述べたように、衛星に大きな磁気モーメントを持たせるものであり、  
1対のMAG-EXの先端に取り付けられており、ヨーヨーデスピナによりスピナーを  
止めた後、地上からのコマンドによりMAG-EXの腕が展開すると、衛星中心から  
約2.4m離れた位置に固定される。

外観

図1に示す

(磁気部 24φ×160L)

磁気モーメント

50 ATm<sup>2</sup>×2個

## 2.2.1 動作

スピナー軸と磁力線の成す角を $\theta$ 、地磁気の全強度を $H(\text{Oe})$ 、MAGの磁気モー  
メントを $M(\text{ATm}^2)$ とすれば、MAGKによって発生する復元トルク $T(\text{dyn}\cdot\text{cm})$   
は

$$T = MH \sin \theta \times 10^3$$

となる。

また衛星のスピナー軸直角方向の慣性モーメント（MAG-EX展開後）を約21.3  
kg・m<sup>2</sup>、外部磁界を20,000Gとすれば衛星は約10分の周期で磁力線のまわりを  
振動（ライブラレーション）する。このライブラレーションは宇宙空間では摩擦がないた  
め永続に減衰しない。

このため、別稿で述べるSLDが必要である。

なお、MAG-EX展開後のMAGによる衛星中心附近の磁界は、約700G程度  
であらうと考えられる。

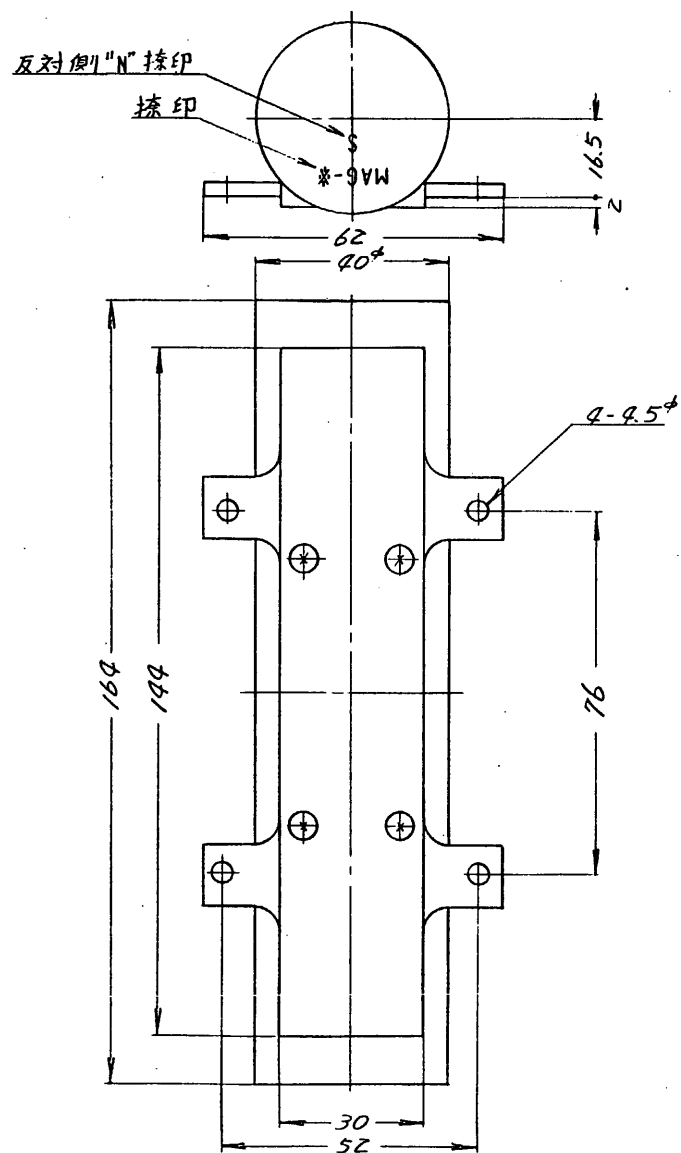


図 1. MAGr 外觀



# S A S

S A 班

## § 1 観測目的

太陽方向を検出して衛星の姿勢を測定する事を目的とする。

## § 2 概 要

SASは科学衛星EXOS-Aの姿勢決定のための一要素として、衛星軸と太陽方向の成す角を測定し出力する。

EXOS-Aは沿磁力線制御されスピンは行なわないので、スリット型センサを2個直交するように組合せた非スピン型センサを用いてアジマス角及びエレベーション角を測定する。(図1参照) センサは衛星の水平周りに90度間隔で4組、上下面に1組づつ配置されている。太陽角に対応するスリット光はシリコン光電素子によりグレイコード化された電気信号となり、図2のブロックダイヤグラムに示されるように指定された時刻にレジスタに一時記憶され順番に読み出される。1組の非スピン型センサから出力される2つの角度信号は、真のアジマス角及びエレベーション角ではないので、地上において2つの角度信号から計算により真の角度に変換する必要がある。

SASの主な仕様は次章に記す通りであり、試験中に得たパターン特性のアナログデータの一部を図4に示す。

## § 3 主仕様

### 3-1 太陽方向検出器

光電素子	シリコンモノリシックフォトダイオードアレイ
角度測定範囲	±50度
分解能	1度
出力信号型式	デジタル(8ビットグレイコード)
	$\sum_n (F_{8n+1} + F_{8n+2} + \dots + F_{8n+7}) W_{13} \sim W_{14}$
レジスタ記憶時刻	$\sum_n F_{8n} W_{12}$
動作温度範囲	-30°C ~ +60°C

3-2 消費電力 5V 30mA以下

実測	CAL	OFF	3.2 ~ 4.7 mA
	CAL	on	8.0 ~ 9.5 mA
	OFF		73 $\mu$ A

3-3 外形寸法

センサ部 図1参照

電気部 図3参照

3-4 重量

電気部 1258 g

センサ部(2個1組) 245 g

(但しセンサ取付金具を含む)

3-5 機械的性能

振動衝撃試験及びその他の環境試験は宇宙研規格に準ずる。

§ 4 HK項目

温度センサ SAS-N2, SAS-N4の取付金具部分を測定。

§ 5 コマンド項目

電源ON連動コマンド	ENC ON ⊕	ENC ON ⊖
電源ON個別コマンド	AD-1	EX-5
電源OFF連動コマンド	ENC OFF ⊕	ENC OFF ⊖
電源OFF個別コマンド	AD-2	EX-5
CAL ON コマンド	AD-4	EX-10
	AD-4 (delay)	EX-2 (delay)
CAL OFF コマンド	AD-4	EX-11
	AD-5 (delay)	EX-2 (delay)

東大宇宙研 河東田 研究室

測研社(株)

DRM-15 P

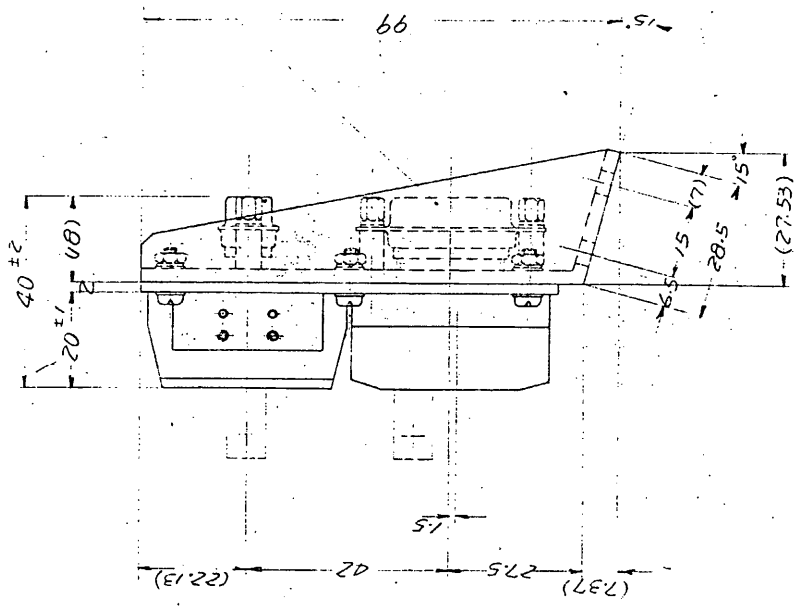
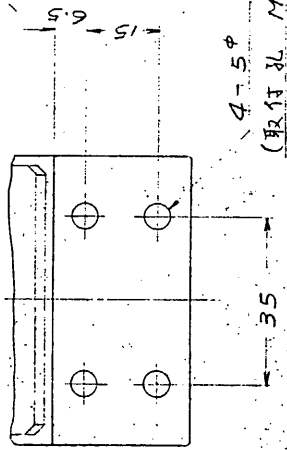
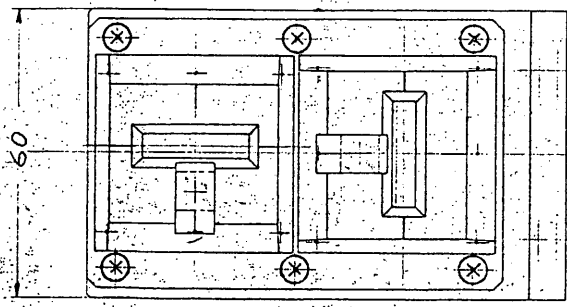
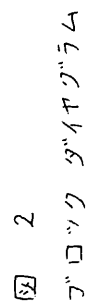


図 1



4-5  
(取付孔 M4×0.7用)



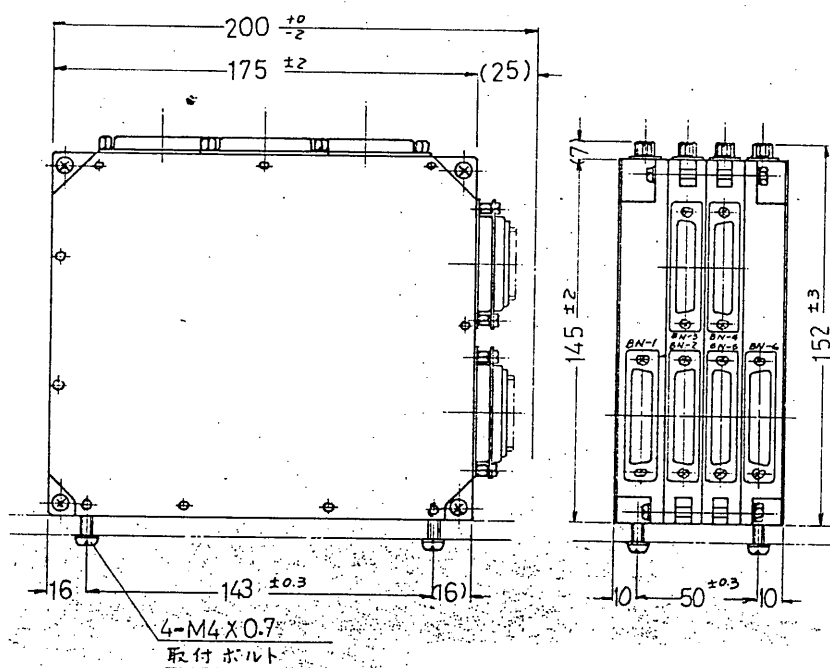
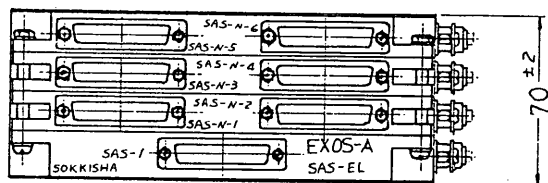


図 3  
電 気 部

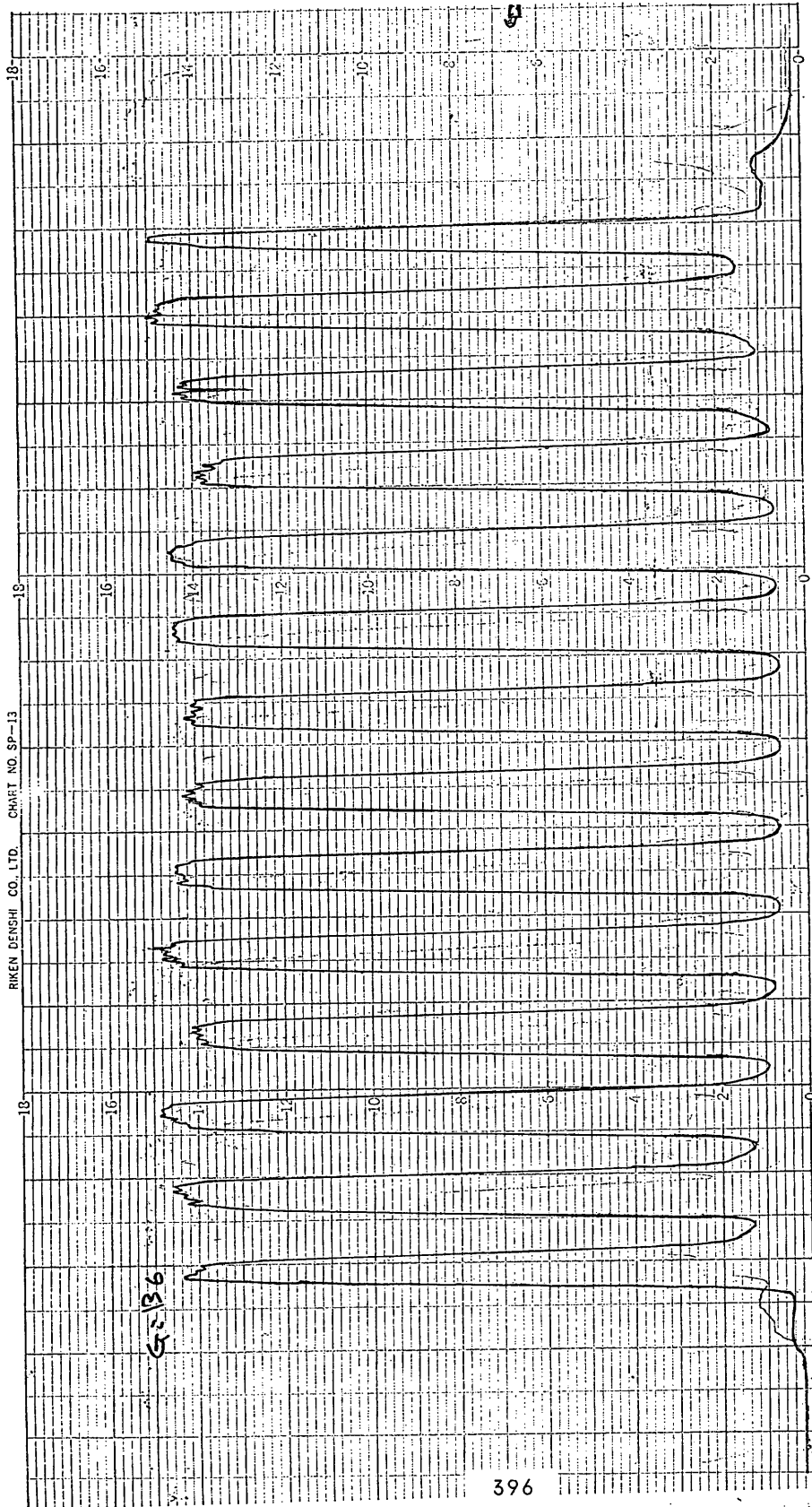


図 4  
パターンの特性

# ATV

S A 班

## 1. 概要

本装置はオーロラの観測的様相の動態観測を目的とするものであり、真空紫外光用TVカメラを基幹として構成されて居る。ATVの装置構成の概略は以下の如くである。

i 低速走査型テレビカメラ ATVの基幹は、コマンドに依る制御を通して起動・停止・感度調節等が可能である。低速走査は従来科上のデータ転送速度に対応して附与した性能であり、この為にはピフアップには撮像蓄積管を使用して居る。

ii 結像系 テレビカメラへ観測対象の光学像を入力させる。真空紫外光に依る撮像を行う関係上、反射鏡に依って構成されて居る。

iii 保護装置 太陽に依る異常露光から結像系、撮像管を保護する為のメカニカル・シャッター・同駆動機構と、シャッター制御用のセンサーを中核として構成されて居る。

ATVの各部には新規開発の部分と比較的数多く採用されて居るが、地上に於ける各種試験の他に、1976年1月には観測ロケットK-10-12号機に於いてATV用に開発した真空紫外光用光電面の飛行体上での性能試験と、更に1977年2月にはM-3H-1号機に依って打上げが行われた技術試験衛星“たんざく-3号”(MS-TJ)に於いて、ATVで採用予定の撮像蓄積管の蓄積部、走査部の多陽極への置換から作成された多陽極型光電子増倍管とピフアップとし、この変更に伴ってテレビカメラと多点測光装置に交換した真空紫外光多点測光装置(UVP)を通しての、ATV各部の従来環境に於ける動作性能試験と行って性能の確認を完了して居る。

ATVは20項目の実時間コマンドに依って起動・停止・感度調節等の制御を受ける他、従来科上のプログラマブル・タイマー中に書込まれる遅延コマンド4項目に依って起動・停止の制御を受ける。ATVは設定されて居る二つの観測モード中のNPモードで稼働し、1 sceneの観測データは1サブフレーム中の198フレームを使用して伝送されるが、この画像データは帯域圧縮されたものであり、実効6ビットの画像データが実質4.5ビットの容量で伝送される。観測の時間分解能は1サブフレーム分のデータ伝送時間に依って規定され、NPモードとペアにして運用されるハイ・ビットレート(2Kbps)の伝送速度に於いて128秒となる。観測データその他、ATVは装置のステータス・モニターとデータ・フレーム中に

8項目設定し、動作状態の監視に供する。このうち1項目(ATV ON/OFF)は各モード共通のワード位置に設定されて居るが、残り7項目の動作時パラメーターはNPモードに於いてのみ表示される。

ATVは、衛星の姿勢制御方式の関係上、衛星軌道上位置の地磁気緯度が北緯45°以上の場合に観測を行う事を運用の原則として居るが、EXOS-Aの予定軌道では1周当り約20 sceneのデータ取得する事になる。この観測時間中衛星はKSCから殆んど非可視の位置にある為、観測は主として遅延コマンドに依って開始・終了の制御を受け、データは地上のデータレコーダーに記録されKSC上空でその再生も行い、データを取得する事になる。予定軌道ではKSCとコンタクト可能なものは、1日約6周程度であるが、EXOS-A観測実験期間中、北半球高緯度地域上空での観測強化、データ取得率向上を目的としてFort Churchill (Canada)に地上局を設置される事になった結果、ATVの観測・データ取得は、これ等2地上局の利能と利用する事に依って、殆んど全ての軌道周回に就いて可能となった。

## 2. 実験目的

本装置に依る観測目的は以下の如くに要約される。

- i) サブストームに伴って極地域全体に展開するオーロラ現象の全体像の時間的変化を観測し、サブストームの動態を巨視的規模で解明する。
- ii) 地上で同時に行はれる他の in-situ 観測とリゾンし、これ等の観測結果と本装置に依るサブストームの巨視的側面との対応関係を明確にしてサブストーム時の magneto-ionospheric coupling の様相解明に当る。

## 3. 観測装置

真空紫外オーロラ撮像観測装置である本装置の概略を i) 形状・寸法・取付位置、ii) 構成・利能、iii) 動作ライフエンス等に沿って略述する。

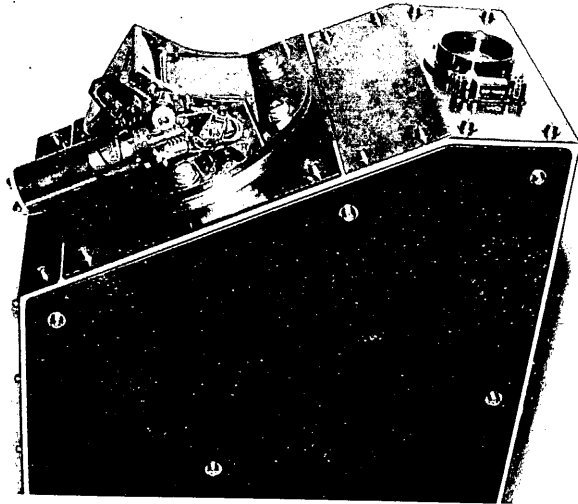
### i) 形状・寸法・取付位置

ATVはオノ目に見られる如き外觀であり、結像系及び保護装置が低速走査テレビカメラの筐体上に取付けられて居る。この様に一筐体構成とするATVの外觀寸法をオノ目にした。

ATVは北半球高緯度地域のオーロラを観測するが、姿勢制御装置との関連で、ベースプレート下部のスラスト・チューブ内に取付けられ、その結像系への入射主光線は衛星基軸と並行である。猶、衛星打上げ時の3段階モーター燃焼終了・刈離しの際、MJAのスラストに依るATV光学系汚染の防止を目的として、衛星と3段階モーターとの接合部位置側にATVプロテクターが取付けられ



て居る。最終軌道投入後、実時間コマンドに依ってこのプロテクトの切離しが行はれる。



オ1図 ATV 外觀写真

## 1) 構成・機能

オ3図に ATV の構成ブロック図も示したが、概要に於て述べた如く、機能的には次の三つに大別する事が可能である。

### (a) 伝送走査型テレビカメラ

映像系 (Reflector) に依って入力された観測対象の光学像をピンプ・アップ (MCP-IMT) 中で電子像に変換し、伝送種上のデータ伝送速度 (ATV 稼働時: 2 Kbps) に合せた伝送走査に依ってこれを読み出し、A/D 変換後にエンコーダーに出力するもので、ピンプ・アップを中心として構成されて居る。ピンプ・アップは大気球実験に於いて搭載された実績と有する撮像蓄積管をベースにして作成された真空紫外光用高感度撮像蓄積管である。本撮像蓄積管は、軽量・小型・低電力消費の設計基準の遵守から、静電偏向・静電集束方式を採用して居る。MCP-IMT の面板の材料は、真空紫外光用の窓材のうち、安定性及び透過限界波長の点から酸化マグネシウム ( $MgF_2$ ) と使用し、軟質ガラスに依って面板のシールを行って居る。本撮像管は、その高感化のためにマイクロチャンネル・プレート (MCP) を二段のカスケードで使用して居る。その初段入射側に臭化カリウム (KBr) と蒸着して、そこを

光電面として居る為、光電面からの光電子は電子レンズを使用する事なく、直接 MCP に依る増やが可能である。この“近接型”方式の採用で、重量・消費電力に於いて、更に或る程度の軽減がなされた。

光電面からの光電子は上述の MCP に依って最大  $10^5$  倍迄の電子増やを受けた後、蓄積電極格子点絶縁物 ( $\text{CaF}_2$ ) 上に電子像として蓄積され、カソードからの読取りビームの走査を受けてビデオ信号として出力される。この際の信号電極として、オ2段 MCP の出力側の面が使用されて居る。ビデオ信号読出しに於いて S/N 比を向上させる目的から、読取りビームの水平走査は階段状の重圧掃引に依って行い、読出信号は一定時間積分後、A/D 変換に依って 6 ビットのデジタル信号として取り出される。然し実際にエンコーダに送出される信号はデータ圧縮(帯域圧縮)を受けて居る。

#### (b) 結像系

オ1図の外観写真に見られる様に結像系は低速走査テレビカメラの筐体に取付けられ、更に結像系自身にも保護装置の一部と形成するメカニカル・シャッター、同駆動機構、同駆動用マイクロモーター等が取付けられて居る。結像系 (90FL34) は“たんゼい号”(MS-T3) に於いて UVP が使用したプロテイル (90FL20) と基本的には全く同一の設計思想に依ってまとめられて居る。90FL34 は MCP-IMT の“近接型”化に対応した設計変更を行って居る。主たる変更点は像面フリンジバック距離 ( $P \text{ mm} \rightarrow 11 \text{ mm}$ )、像サイズ (長径:  $24 \text{ mm} \rightarrow 16 \text{ mm}$ ) である。

#### (c) 保護装置

オ3図中の Shutter, Micro Motor, Solar Cell, Motor Controller 等に依って構成されるものである。このうちメカニカル部分は (b) に於いて述べた如く、結像系上に取付けられて居る。センサーと形成する Solar Cell とそのハウジングはオ1図に於いて筐体頂部右側に取付けられて居るのが認められる。保護装置は ATV 稼動中、太陽に依る異常露光に伴って発生する MCP-IMT 光電面等の焼損事故を防止する目的で附加されたものである。軌道投入時のスラスタに依る光線系の汚染も防止する様に、メカニカル・シャッターの設計に配慮が加えられて居る。

保護装置に於けるトピックスは、i) 可動部分の真空潤滑、ii) メカニカル・シャッター自体の動作センサーである。これ等の点に於いては、前述の“たんゼい号”搭載の UVP に於いて動作確認試験を完了して居る。

#### iii) 動作及び制御

ATV はコマンドに依って起動・停止を含む動作状態の変更を受ける他、前項の ATV 内蔵のセンサーに依る感光部保護の動作等も行う。オ4図は定率的に稼動して居る場合の MCP-IMT の動作状態と、それに伴う管内各部の電位配分の変化を示したものである。ATV はハイ・ビットレート (2Kbps) の“NP モード”に於いて、

1/47 フレームに対応する時間内で、その動作を1回させる。動作はMCP-IMTの状態と対応するa)消去、b)準備、c)記録、d)読取の4段階に区分される。各段階はATVに配分されたテレメータ・データフレームに合わせて設定されて居る。ATVモードはF58よりF59迄198フレーム中に収められる為、"読取"はこの間の77秒間行われ、F60~F57の間の29秒間には"消去"~"記録"が行われる。

ATVは観測モード"NP"に於いてのみコマンドに依る制御が可能であるが、唯一の例外はATVに於いて使用して居る高圧電源の安定的使用の為のウォーミング・アップ用のコマンドであり、これには観測モードの指定はない。コマンドに依るATV動作停止後、再稼働させる場合にはATVの回路構成から、このウォーミング・アップ用コマンドを再稼働に先行して送信する事が必要である。実時間コマンドには、これ等の起動・停止用コマンドの他、パラメータ指定のものも含めて20項目から用意されて居るが、遅延コマンドは前者のグループ4項目のみである。装置の動作状態の判定は、テレメータ・データフレーム中の特定の位置に設定されたステータス・モータのビット・パターンの解説を通して行われる。なお図1はNPモードに於けるFMデータのフォーマットを示した。

#### iv) 表面処理・ポフティング

ATV外側面のうち結像系90FL34(含附属物)外面及びテレビカメラ筐体の結像系取付部附近は金メッキ。その他の部分はテレビカメラ筐体のベース・プレート取付面、及びコネクター部分の塗り逃しを除いて黒色ツヤ消し塗装を行った。これ等の表面処理は全て指定に従って行った。なお図2は、この表面処理の様相を理解せよ。

ATVに於いては、撮像蓄積管内の電子増や用マイクロ・チャネルプレート(MCP)にVelonex社製のプログラマブル高圧電源(-1.8~ -2.6KV)及び同管内電極に印加する-300V前後の中圧電源と使用して居る。これ等の高圧はMCP-IMTの管内各部に印加される為、外部に直接開放されては居ないが、放電事故防止対策として、グリッド・抵抗・MCP-IMTピン等の部分にはレコンゴム系の材料(GE RTV-11)を使用してポフティングを行ってある。その他、電子回路部分等には防震用のポフティングを施してある。

#### 4. 運用

ATVはEXOS-Aの軌道投入後、一定期間の"ガス抜き"後に観測を開始する。EXOS-Aの予備軌道、姿勢制御方式等を考慮に入れたATVに依るオーロラ撮像の計算機シミュレーションの結果では、各周回に於けるATV稼働期間を決定するパラメータは従来軌道上位置の地磁気緯度であり、同緯度が北緯40°以上の場合には観測(=行)事へ一般的に妥当であると認められた。各周回でのATV稼働期間中、EXOS-Aは内之浦KSCより殆んど見通しの範囲外に存る為、KSCからの運用

に於いては遅延コマンドを併用する必要がある。地球磁気双極子極軸は自転軸に対し  
11.5°傾斜して居る。高度方向の位置関係からKSCに於ける可視軌道は地球磁気緯度  
に於いて最大11.5°の逆バイアスがかかっている。一方、Fort Churchill (FC)に於ける  
可視軌道は最大11.5°の正バイアスがかかっている。ATV稼動期間には恒星が見通し  
の範囲に大部分存在する為、実時間コマンドのみに依る運用が可能である。然し  
FC局に於いては受信データの解析設備がない為、FC局の制御結果のチェック  
には、各FC可視軌道群の最終周回に於いて、恒星からFCへ観測データを送信  
すると同時に地上のデータレコーダーに記録を行い、KSC上空でこれを再生して行う  
データ解析が必要である。

お6図はATVの運用を考へる為に行った、予測軌道上のEXOS-AのKSC  
及びFCからの可視率の計算結果を示したものである。予測軌道としては“なんぜい  
3号”の実際の軌道を基準に基くものを採用し、J2迄の摂動効果を入れて計算した  
ものである。お6図-iは軌道投入後32日目の可視率、-iiは279日目の可視率  
であり、それぞれに就いてお1周から11周迄の結果を示している。図中の記号の大小  
は恒星の地上高度に対応させてあり、対応表は各図の左下部に存する。記号の種類は  
FC及びKSCからの可視状態を示して居る。星印はFCから恒星が可視状態に存  
する事を表し、丸印は非可視状態に存する事を示して居る。記号の白抜きはKSCからの可視  
状態を示し、黒の塗りつぶしは非可視状態に存する事を表して居る。従って自星は  
双方から同時に可視状態に存する事を示し、黒丸は全く非可視の状態に存する事を表す。

シミュレーションを行った予測軌道では、軌道長軸が軌道面内をやりくり  
ドリフトして行くが、投入後9月9日の時点で遠地点が軌道の北側に来る事  
になり、1~2月の恒星投入に於いては、その次の北半球の冬シーズンが、最も適  
にオーロラの動態観測を行う目的には適すと云へよう。

## 5. 諸元

次頁以降に、略記する。

# ATV Elements

Mission : Synoptic Obs. of Auroral Display in Global Scale

Object : VUV (1150 - 1600A) Aurora in N. Polar Region  
main emisn. ; (OI)1304A, Ly- $\alpha$ , N<sub>2</sub> LBH

Observation: 1 Field/ 128 sec

Command : Real ; 20 item  
Delay ; 4 item (down to 9.1 h)

Optical Sys.: Reflector (Convex + Concave) & Shutter  
F.O.V. ; 60°  
F ; 3.0

Pickup Tube: Image Memory Tube  
Multiplier ; Micro Channel Plate  
Window ; Mg F<sub>2</sub>  
Photocathode ; KBr

Image Output: 176 pixel X 198 line  
Contrast ; 6 bit equivalent

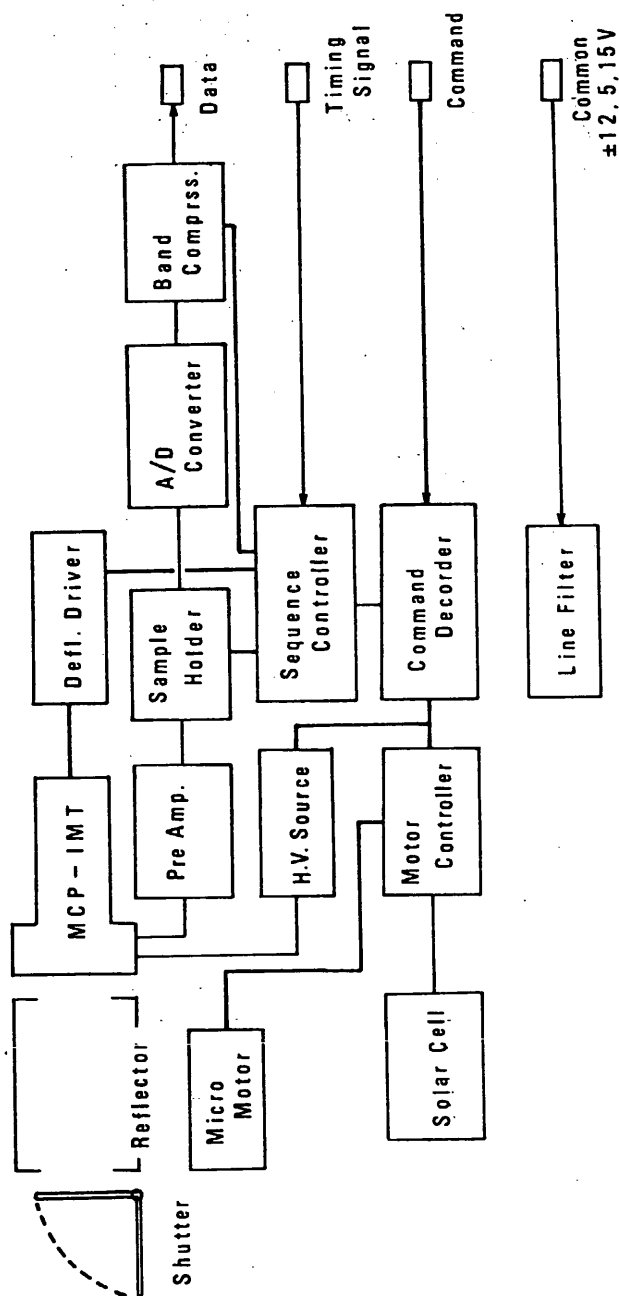
System : Weight ; 4.6 kg  
Power ; 5.2 w  
Size ; 28 h X 17 w X 22 d (cm)

コマンド 実行時間: 20項目 遅延: 4項目

コマンド項目名	実行時間コマンド		遅延コマンド		コマンドの内容と ステータス・メモリー
	AD	EX	AD	EX	
HV-Stand By	5	3	2	2	この二つのコマンドのANDされた時に 高圧がONされる。 F <sub>K</sub> W <sub>28</sub> B <sub>0</sub>
Pre Heat ON	3	4	1	1	
ATV ON	4	7	4	0	ATVのON/OFF制御 W <sub>7</sub> B <sub>5</sub>
ATV OFF	5	2	3	2	
Cal. ON	4	10	4	2	ATV機能フェージの時のCal信号の ON/OFF W <sub>3</sub> B <sub>7</sub>
Cal. OFF	4	11	5	2	
Gain 1	2	3			高圧電源の二次側出力を指定し。 ATVの感度の粗調整を行う。  F <sub>NP</sub> W <sub>9</sub> B <sub>0</sub> ~ B <sub>0</sub> とビット対応
" 2	2	2			
" 3	2	4			
" 4	3	1			
" 5	3	2			
露光時間 1	1	1			MCP-IMTの"記録"の露光時間を 指定し。ATV感度の微調整を行う。  F <sub>K</sub> W <sub>28</sub> B <sub>5</sub> ~ B <sub>7</sub> とバリエーション
" 2	1	2			
" 3	1	3			
" 4	1	4			
" 5	2	1			
バイアス 1	3	3			MCP-IMT電子銃エミッション量の調整 F <sub>K</sub> W <sub>28</sub> B <sub>3</sub>
2	4	3			
γ 1	4	2			画像増感度調整 F <sub>K</sub> W <sub>28</sub> B <sub>4</sub>
2	4	3			
ガンセンサー	5	1			サイリウムコマンドであり、画像系に 取付けられて居るシャッターの開閉と 保護装置センサーの出力に依って 自動制御を行うか、或いはATV ON/ OFFに同期して制御するかの切替。  F <sub>K</sub> W <sub>28</sub> B <sub>1</sub> 猶、シャッターの開閉状態 F <sub>K</sub> W <sub>28</sub> B <sub>2</sub>

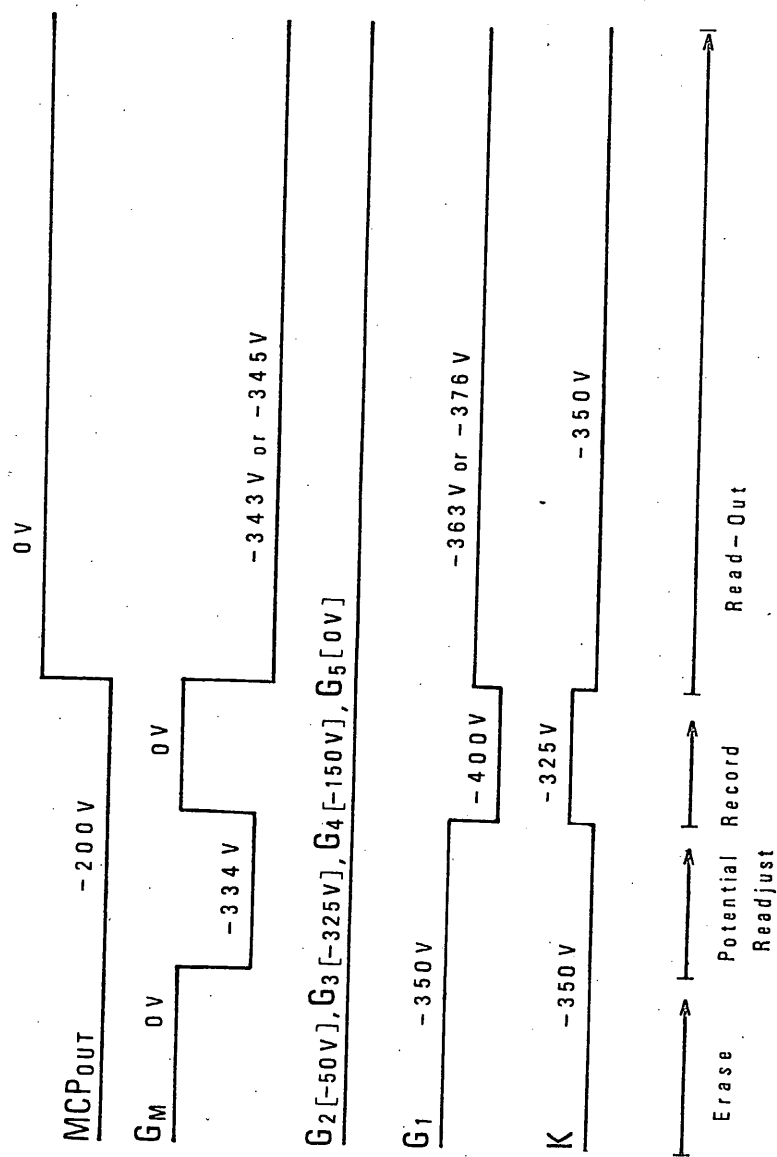
K: NPモードで58XX.





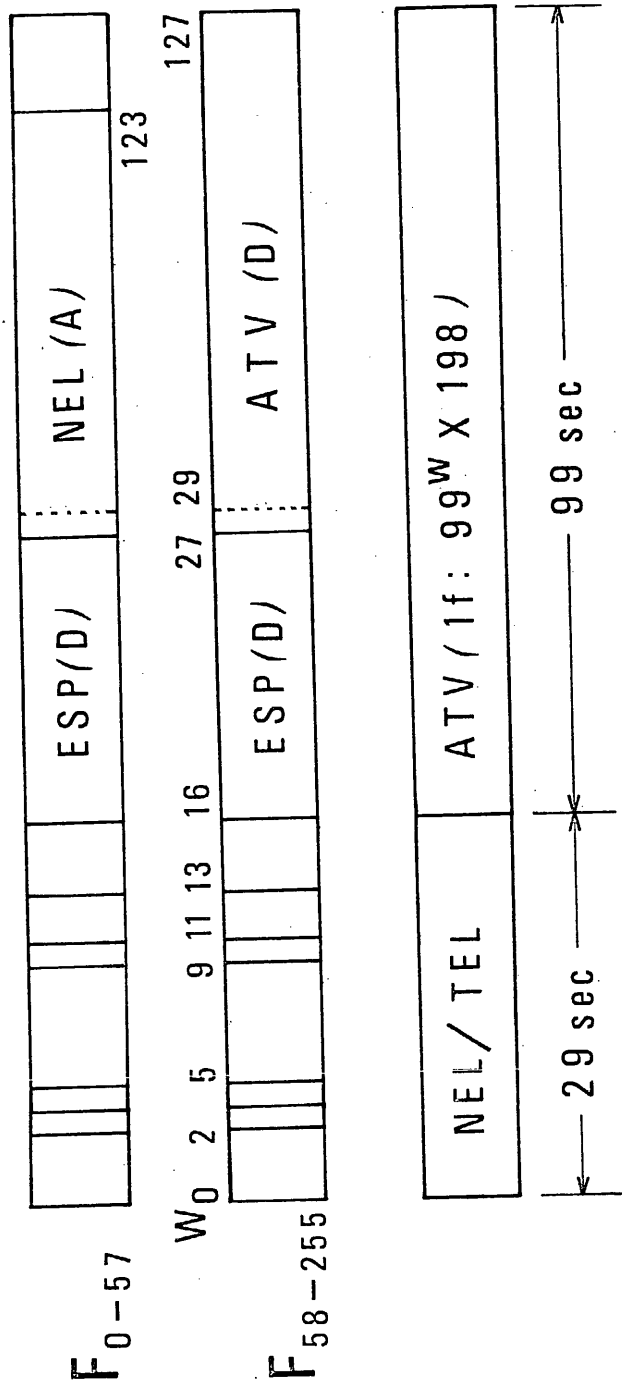
本3図 ATV 系統ブロック図





中4図 ATVと動作段階とMCP-IMTの電圧配分

# NP - Mode Data Frame



414

$W_{0-2}$  : F-SYNC (D)     $W_{5-9}$  : STATUS (D)     $W_{13-15}$  : GAS/SAS (A&D)  
 $W_3$  : FI (D)     $W_{10}$  : HK (A)     $W_{124-127}$  : TEL (A)  
 $W_4$  : TI (D)     $W_{11-12}$  : CM (A&D)     $F_{4N+1}$

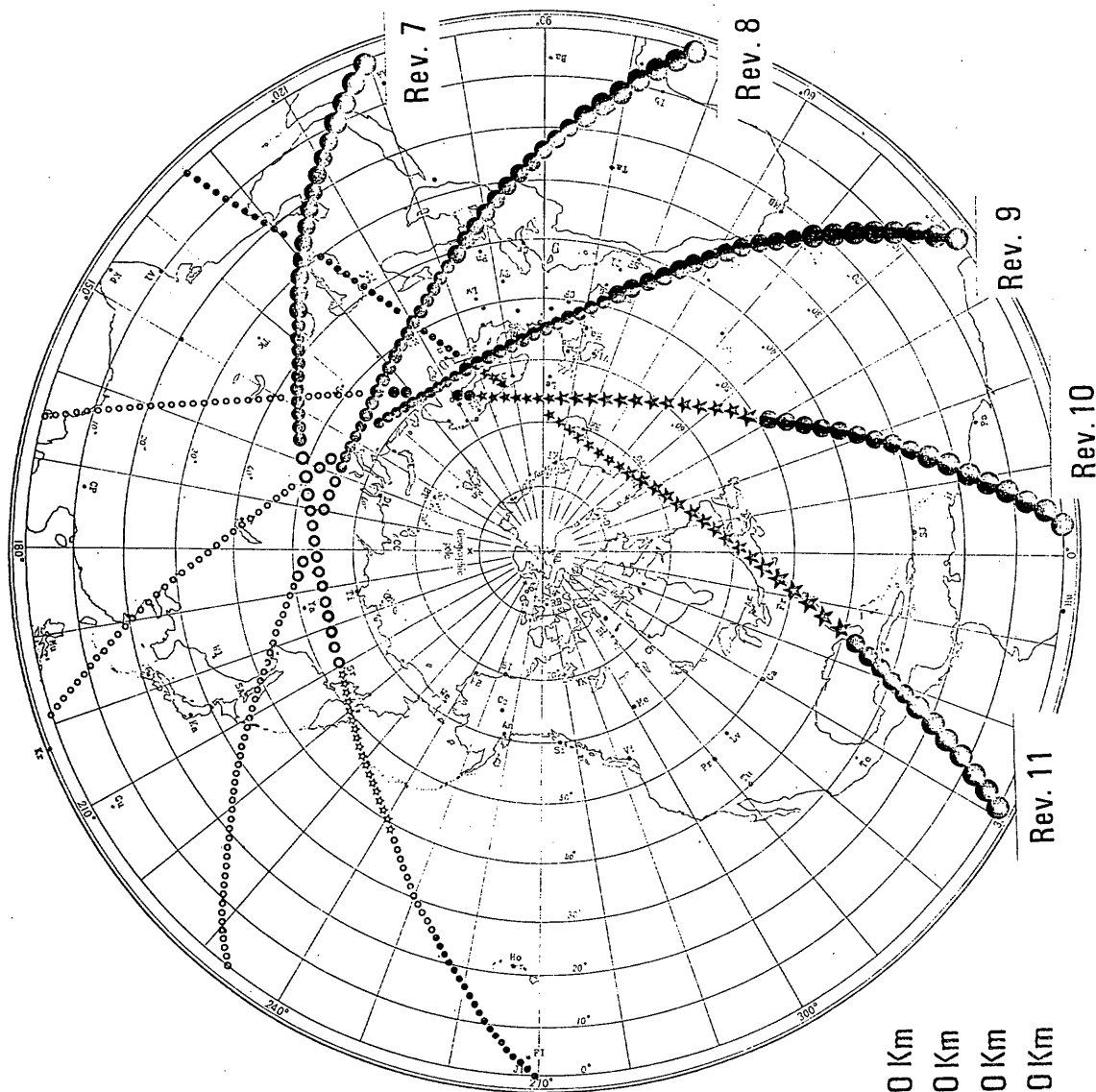
第5図 TVI-9-7-9 TV-公中の ATV 7-9

[illegible]

Rev. 1

$\circ \quad \star \quad \circ \quad \star \quad \circ \quad \star \quad \circ \quad \star \quad \circ \quad \star \quad \circ \quad \star$   
 3300 Km  $\geq$   $\circ \quad \star \quad \circ \quad \star \quad \circ \quad \star \quad \circ \quad \star \quad \circ \quad \star \quad \circ \quad \star$   
 2500 Km  $\geq$   $\circ \quad \star \quad \circ \quad \star \quad \circ \quad \star \quad \circ \quad \star \quad \circ \quad \star \quad \circ \quad \star$   
 1700 Km  $\geq$   $\circ \quad \star \quad \circ \quad \star \quad \circ \quad \star \quad \circ \quad \star \quad \circ \quad \star \quad \circ \quad \star$   
 1000 Km  $\geq$   $\circ \quad \star \quad \circ \quad \star \quad \circ \quad \star \quad \circ \quad \star \quad \circ \quad \star \quad \circ \quad \star$

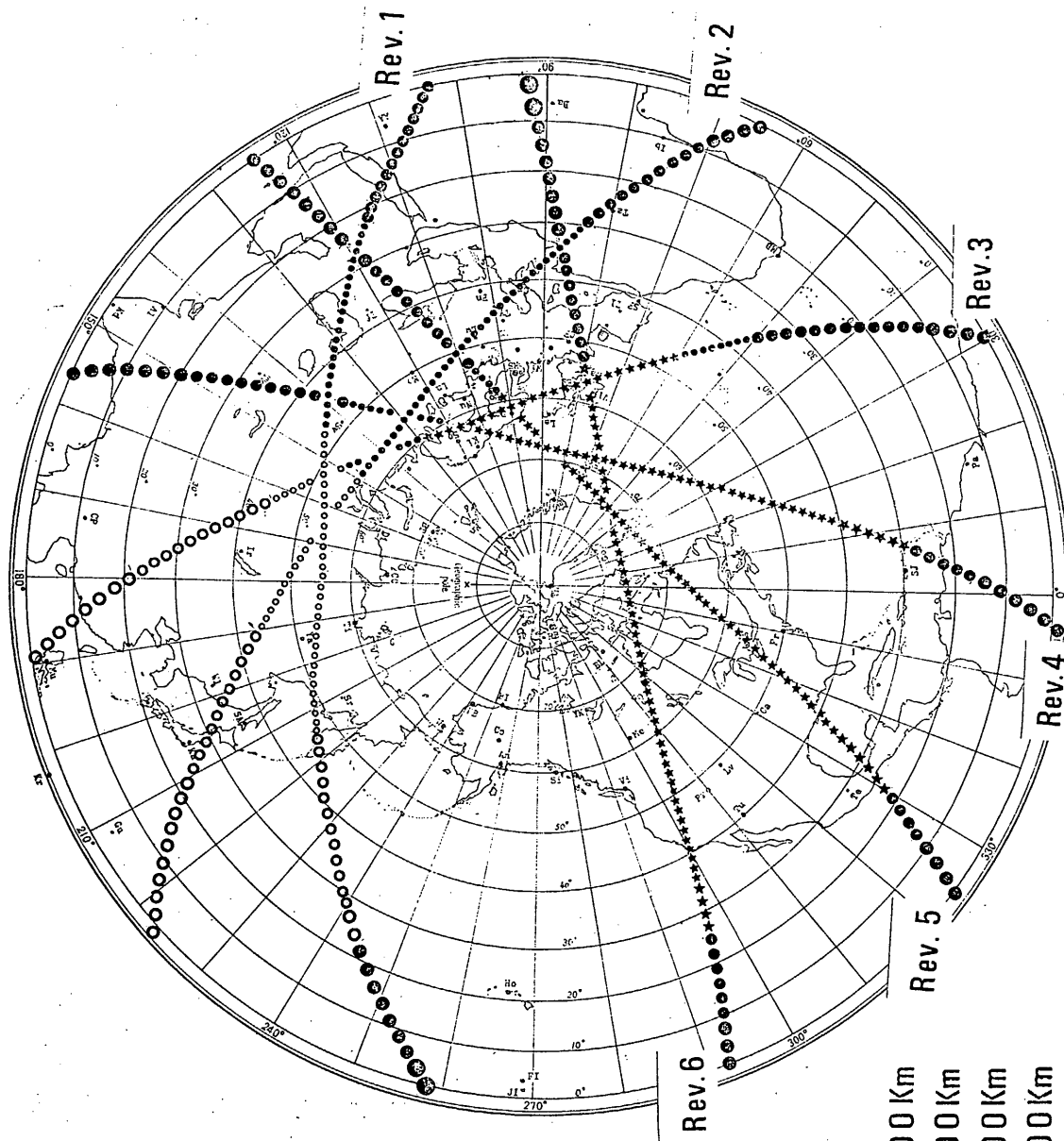
Inclination:  $65.8^{\circ}$   
after 32 Days



本図 EXOS-A 可視率  
1) 投入後 32 日後

$\circ \star \circ \star > 3300 \text{ Km}$   
 $3300 \text{ Km} > \circ \star \circ \star > 2500 \text{ Km}$   
 $2500 \text{ Km} > \circ \star \circ \star > 1700 \text{ Km}$   
 $1700 \text{ Km} > \circ \star \circ \star > 1000 \text{ Km}$   
 $1000 \text{ Km} > \circ \star \circ \star$

Inclination:  $65.8^{\circ}$   
after 279 Days

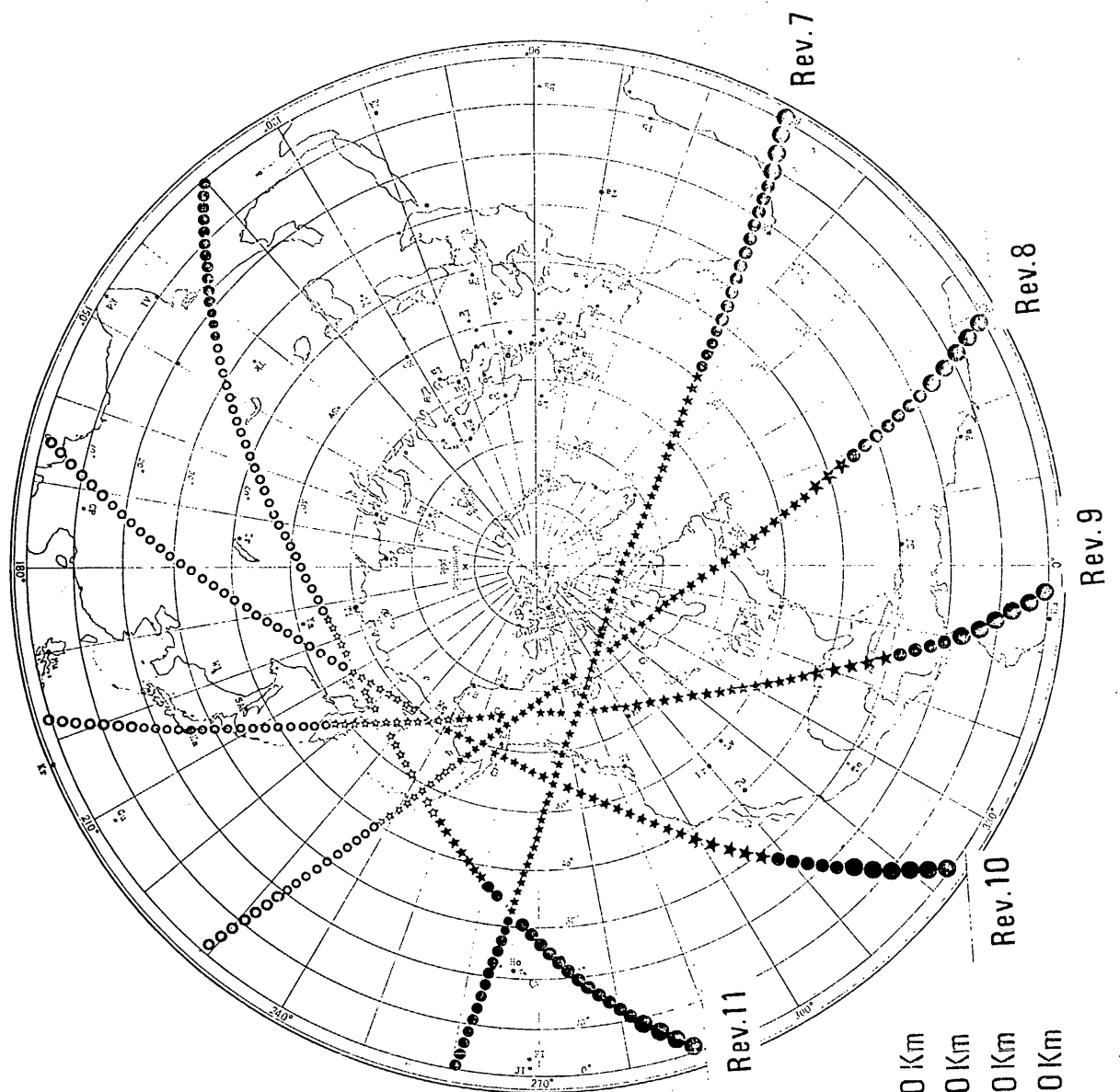


本6回 EXOS-A 可観率  
1) 観測後279日後

$\circ \star \circ \star > 3300 \text{ Km}$   
 $3300 \text{ Km} > \circ \star \circ \star > 2500 \text{ Km}$   
 $2500 \text{ Km} > \circ \star \circ \star > 1700 \text{ Km}$   
 $1700 \text{ Km} > \circ \star \circ \star > 1000 \text{ Km}$   
 $1000 \text{ Km} > \circ \star \circ \star$

Inclination:  $65.8^{\circ}$   
after 279 Days

本6回 EXOS-A 可観率  
ii) 投入後279日後



# A U V

S A 班

## 1. 観測目的・方法

AUVでは熱圏・外気圏あるいはプラズマ圏とよばれる比較的外側の地球大気中に分布する原子・原子イオンからの紫外放射の測定を行なうことを目的としている。測定対象はヘリウムイオン  $\text{He}^+$   $304\text{\AA}$ 、ヘリウム  $\text{He}$   $584\text{\AA}$ 、酸素イオン  $\text{O}^+$   $844\text{\AA}$ 、水素原子  $\text{H}$   $1216\text{\AA}$  (ライマンアルファ) 及び酸素原子  $\text{O}$   $1304\text{\AA}$  の5つの輝線で、それぞれの輝線のスペクトル強度が紫外分光器によって分光測定される。

これらの輝線は太陽 EUV 放射が地球大気成分によって共鳴散乱されたものが大部分を占めていると考えられ、これらの原子や原子イオンの分布や流入・遷散などの運動が調べられる。

AUVの観測は2つある観測モードのうちGLモードでのみ行なわれる。

## 2. 装置概要

AUVは次の部分から構成されている。

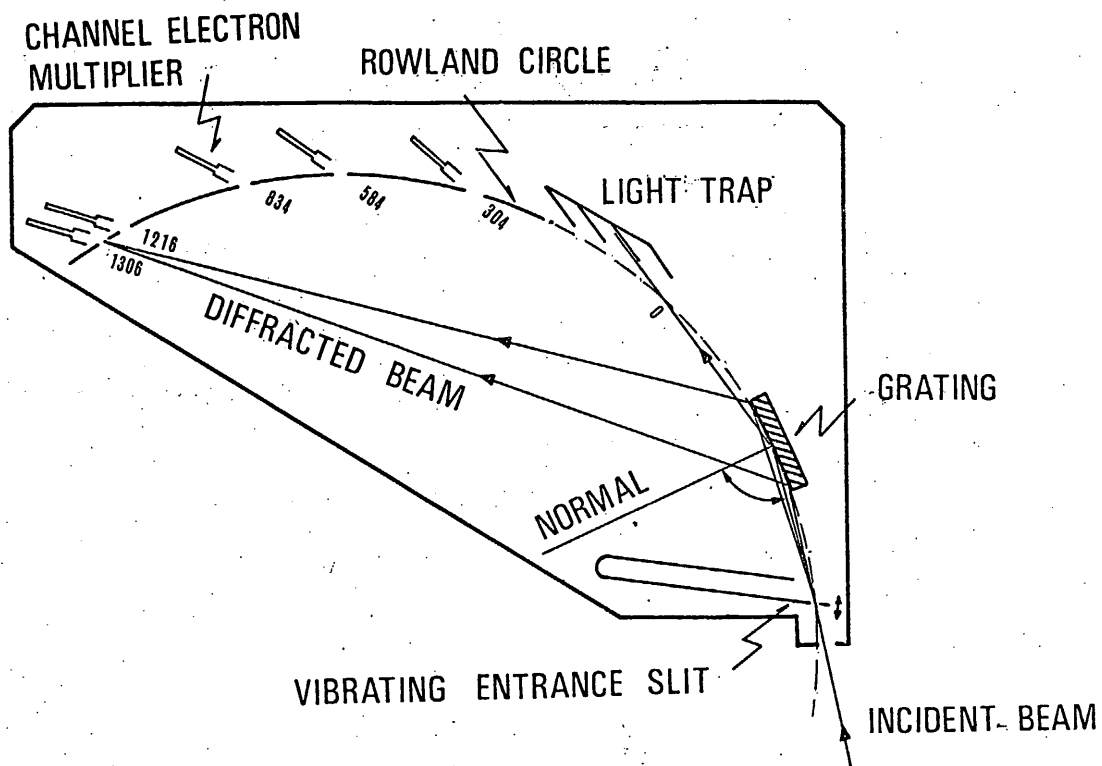
### (1) センサー部 (極紫外分光器) 1組

(凹面回折格子, 振動型入射スリット 各1組, 出射スリット及び光検出器 各5組) を含む

### (2) エレクトロニクス部 1組

(増幅・計数・メモリー部 各5組  
スリット駆動及びコントロール回路 1組  
高圧電源 (0~3.5 kV) 1組) を含む

AUVセンサー部は凹面回折格子を分散素子に用いた極紫外分光器で、その光学系概要が図1に示されている。極紫外域では反射ロスが大きいため、光学系を単純にするために凹面回折格子が採用され、更に入射角度を  $90^\circ$  と大きくして反射ロスを更に小さくするよう工夫されている。入射スリットから入射した紫外光は回折格子で回折され、それぞれの出射スリット上にフォーカスし、それぞれの輝線の放射強度はチャンネルロンで検出される。チャンネルロンは上記の5本の光線がフォーカスする位置にそれぞれ配置され、高圧電源 (Velonex, 0~3.5 kV) から供



为1四 AUV 光学系概観图

#### EUV SPECTROMETER CHARACTERISTICS

Spectral range	240 - 1360 <sup>o</sup> A
Spectral resolution	10 <sup>o</sup> A (entrance slit width: 1mm)
Concave grating:	
focal length	400mm
grating constant	2400 lines/mm
ruled area	30 x 38 mm
blaze wavelength	304 <sup>o</sup> A
reflecting coating	Platinum
Field of view	5 <sup>o</sup> x 5 <sup>o</sup>
Angle of incidence	80 <sup>o</sup>
Wavelength scan	30 <sup>o</sup> A
Scan period	1/42.67 sec
Accumulation time	2 sec (at 2048 bit/sec) or 8 sec (at 512 bit/sec)

为1表 AUV 光学系諸元



給される高圧を印加することによって動作する。4チャンネルからの出力は増幅回路・ディスクリミネータを経て16ビットのカウンタで計数される。高圧電源電圧(2.5~3.5 kV, 4段階)及びディスクレベル(4段階)はリアルタイム・コマンドによりS/Nが最大になるような組み合わせが選択される。

また入射スリットは通常の分光器のような固定型のものと異なり、ピエゾ効果を用いた音叉型振動スリットが新たに開発されて使用されている。この振動型入射スリット( $f=42.67\text{ Hz}$ , 振幅 $\pm 2.5\text{ mm}$ )によって各輝線付近の $\pm 15\text{ \AA}$ の波長掃引が行なえるため、輝線のスペクトル強度をバックグラウンドから分離して測定することが可能になり、より正確なスペクトル強度の測定を行なうことができる。

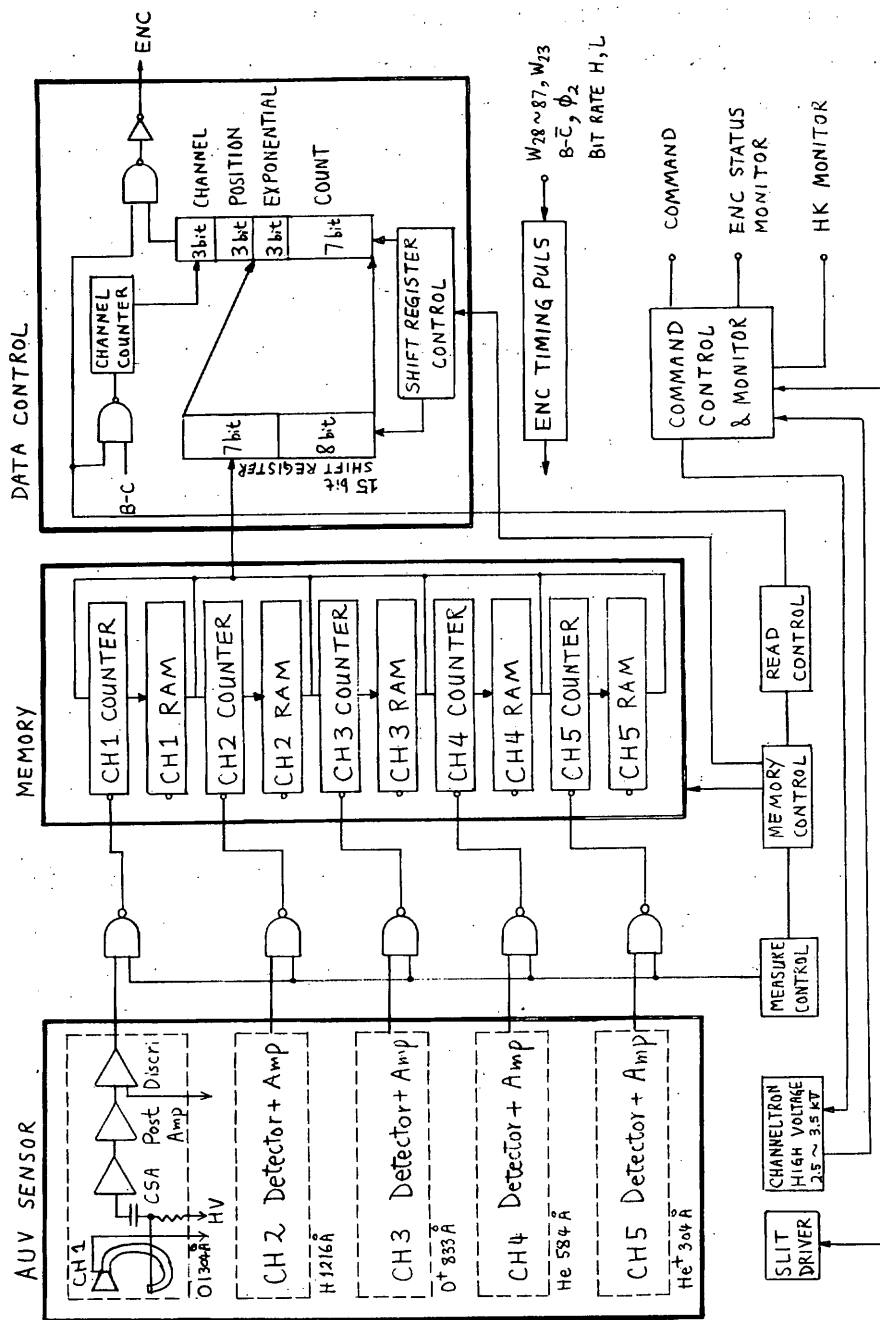
AUVセンサーの視野は約 $5^\circ \times 5^\circ$ の大きさを持ち、衛星のスピン軸に垂直な方向を向いており、衛星のスピン及び軌道運動に従って空間スキャンを行なう。

### 3. 観測データ処理・データ表示方法

AUVの5つのチャンネル(波長)では各波長付近の $\pm 15\text{ \AA}$ の波長掃引を入射スリットの振動によって行なっているが、そのためチャンネル出力を入射スリットの振動に同期させてサンプリングしている。即ち入射スリットの $1/2$ 周期を6分割した時間间隔に受けた信号をスリットの6つのポジションに対応するRAMのアドレスに順次入力させるようになっている。スリット1ポジション当りの測定時間は $\frac{1}{42.7} \times \frac{1}{6}(\text{sec}) = 3.9\text{ msec}$ である。測定データは $F_{4n+3} \cdot W_{88}$ から4フレーム後の $F_{4n+3} \cdot W_{23}$ までの447ワードに対応する時間、即ちLow bit rateの時6.98 sec, High bit rateの時1.75 secである。

カウント・データは16ビットカウンタの下位14ビットの内容を指数3ビット仮数7ビットの計10ビットに圧縮してENCORDERに送り出される。各データの先頭にはチャンネル(波長)3ビット, スリットポジション3ビットの指標を加えて、合計16ビット(2語)で4フレーム毎に $F_{4n+3} \cdot W_{28} \sim W_{87}$ 間の60語(30データ; 1データ=2語)で順次送り出される。図3にAUVデータ表示法が示してある。このように表示された指数データ(A), 仮数データ(B)はカウント数(I)と次のような関係がある。

$$I = B \times 2^{7-A} \quad \text{counts/4 frames}$$



★ 2 四 AUV 7" 0" 7" 9" 1" 7" 3" 4

### 3. AUV コマンド項目

項 目	CM		ENC		遅延コマンド PROG. TIMER	備 考
	AD	EX	AD	EX	AD EX	
ディスプレイレベル	5	5	-	-	-	Δ (4段階)
高圧電源 ON	5	6	-	-	0 2	
チャンネルオンHV制御	6	5	-	-	-	Δ (4段階)
スリットラック ストップ	7	6	-	-	-	Δ
GL モード ON	-	-	GL-mode ⊕ ⊖	GL-mode ⊕ ⊖	5* 0*	連動コマンド
AUV-OFF	6	6	NR-mode ⊕ ⊖	NR-mode ⊕ ⊖	-	"
CAL-ON	4	10	ENC-off ⊕ ⊖	ENC-off ⊕ ⊖	4 2	"
CAL-OFF	4	11	-	-	5 2	"
AUV-ON	7	5	-	-	0 3	"

Δ サイクリックコマンド

### 4. AUV ステータス モータ, HK 項目

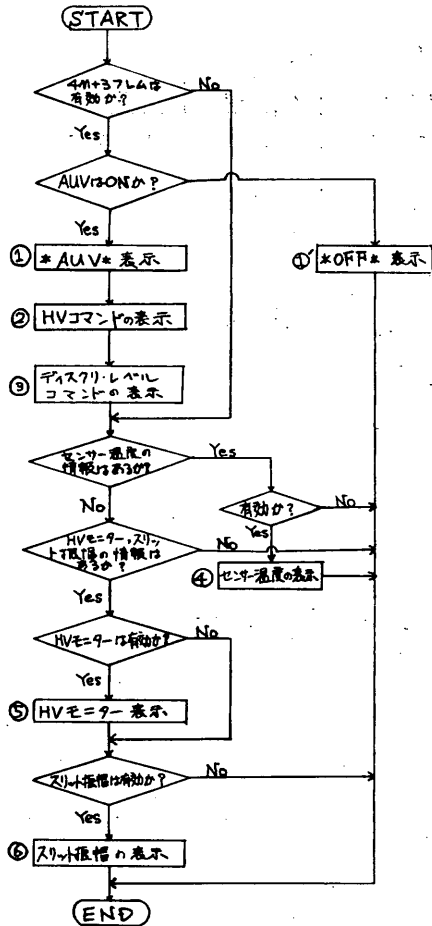
FL-4 No.	7-4 No.	ビット No.	項目	備 考
F12	W7	B6	AUV ON/OFF	"1" = ON, "0" = OFF
	W9	B0, B1	高圧レベル	
		B2, B3	ディスプレイレベル	
F36	W10		AUV センサ温度	} HK 項目
F24	W10		チャンネルオン高圧モータ	
F25	W10		振動スリット振幅モータ	

F4n+3 W28								F4n+3 W29							
B0	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B0	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7
波 長				ポ ジ シ ョ ン				デ ー タ ( 指 数 部 )				デ ー タ ( 仮 数 部 )			

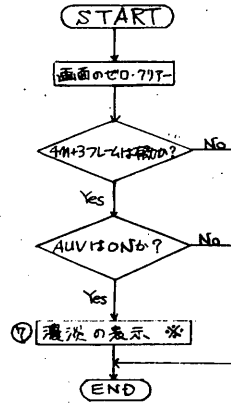
図 3 AUV データ表示法

# 5. U-400 + Graphic Display による Quick Look 処理

キャラクタ (文字情報) 表示



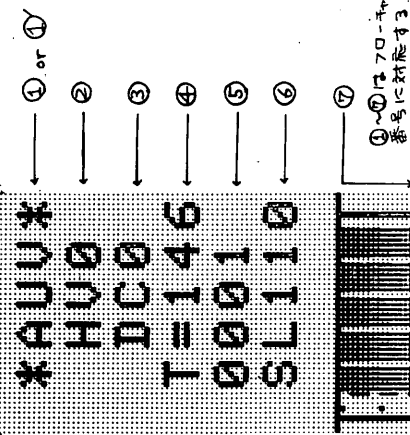
カウント数の濃淡表示



\* 濃淡の

階調度はカウント数を2  
進で表わした場合の桁数  
が15段階で表示される。

グラフィック・ディスプレイ  
のハード・コピー例



A: O (1304Å)  
B: H (1216Å)  
C: O<sup>+</sup> (833Å)  
D: He (584Å)  
E: He<sup>+</sup> (304Å)

A~E のそれぞれは図6  
のように6本に分かれてい  
るが、これはスリットの  
6本のポジションに対  
応している。  
なお、このデータはチェク  
バリスによるキャラクタ  
シミュレーションの結果。

[ 筑波大物理 中村・渡辺・大嶋, 松栄電子(株) ]

# ESP

S A 班

## 1. 観測目的および概要

電離圏および磁気圏において低エネルギー電子の果たす役割は非常に大きい。ESPの観測目的はオーロラ電子および電離層光電子の観測である。測定エネルギー範囲は5 eV ~ 11 keVで、磁力線に沿った2成分の電子フラックス（互に逆向きの成分、即ち、upward flux と downward flux）を同時計測するように設計されている。ESPの観測モードにはAモードとBモードがあって、それぞれ keV-range および 10 eV-range に主眼を置いたモードである。ESPはその観測目的の為に NP, GL 両方のモードで ON になる。

オーロラ電子の観測は主としてAモードで行われる。NPモードではATVの観測データとの比較によりオーロラのパターンに対応したエネルギースペクトルが得られる。またGLモードではESPの観測データとの比較によりオーロラ電子の加速機構に関する情報が得られることが期待される。

電離層光電子の観測はBモードで行われる。特に興味があるのは escaping photo-electron の観測である。そのエネルギースペクトルは、観測点の磁力線に沿って下る1次電離層の状態および途中での輸送を反映して upward flux と downward flux に差のあることが予想される。これらの観測は非常に少なく、その意義は大きい。

## 2. 電子分析装置

電子分析装置はセンサ部とエレクトロニクス部（データ処理部）に分れている。そのブロック図を図1に示す。センサ部は同一のものが2コあって、それぞれコリメータ方向が磁力線方向になるようにスラストチューブ側面の上部と下部に取り付けられている。各センサ部には電子分析器、分析器用掃引電源、高圧電源およびアンプ部がそれぞれ組み込まれている。電子分析器は同心半球形静電偏向板をエネルギー分析器として、その前にコリメータ、後に検出器としてのチャンネルマルチプライアを配置して構成され、磁気遮蔽のために high- $\mu$  metal で囲われている。

エネルギー掃引は分析器用電源が発生した指数関数的な正負の掃引電圧（+1500  $\rightarrow$  +0.6 V, -1500  $\rightarrow$  -0.6 V）を半球形静電分析器に印加することにより行われる。1回の掃引時間は、立ち上がり時間（125 msec）およびバックグラウンド測定時間（62.5 msec）を含めて1秒である。このエネルギー掃引は両方のセンサで同時に行われ、high Bit Rate では連続的に、low Bit Rate では4秒に1回の割合で行われる。

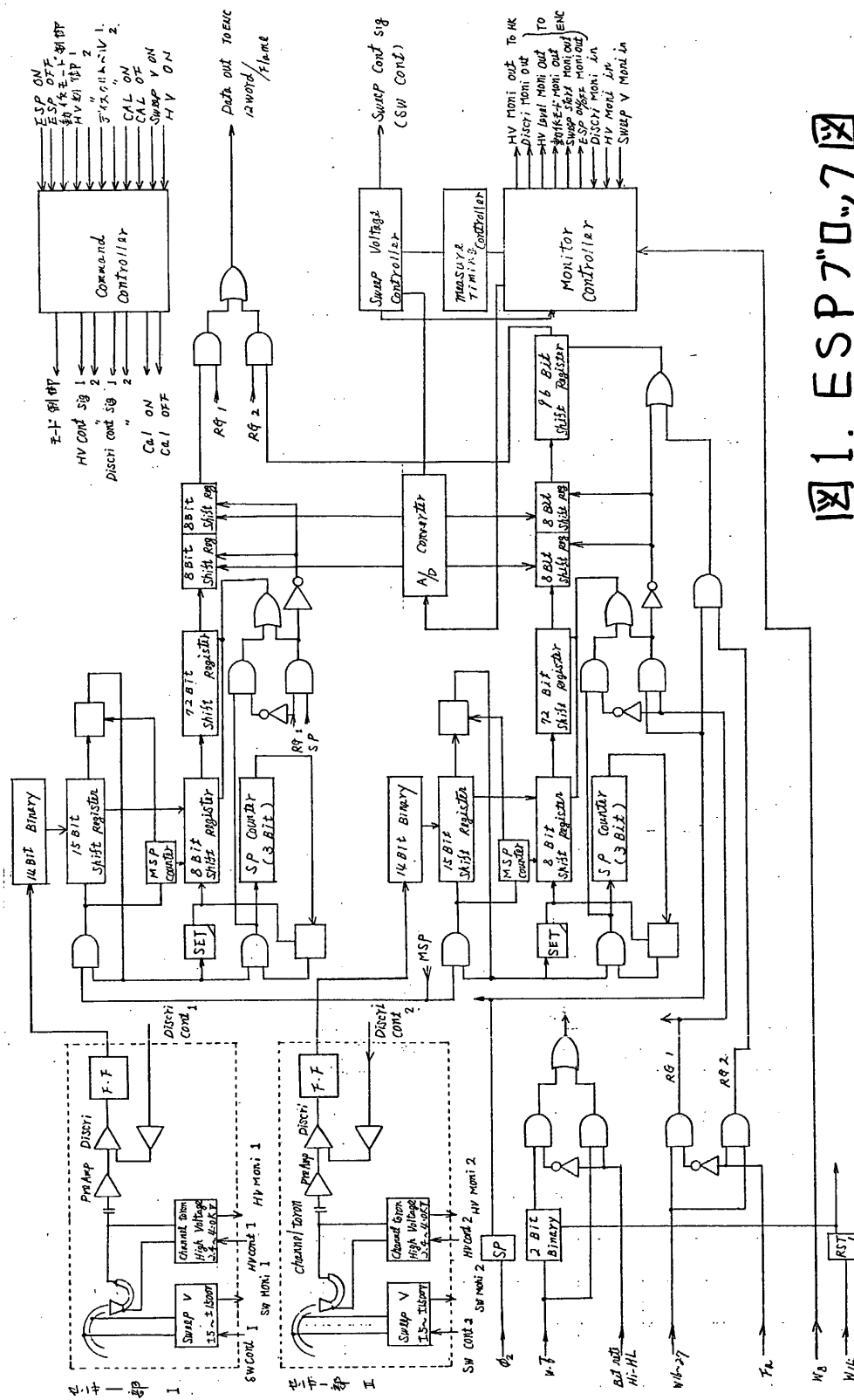


図 1. ESP7077 図

チャンネルマルチプライアは複合型のフレキシブル・マルチプライアで、高圧電源によって発生された2.5~4.0 kVの直流電圧を印加することにより $10^{7\sim 8}$ のゲインを有する。2.5~4.0 kVの電圧レベル(4段階)の制御はコマンドによって行われる。マルチプライアの出カ電荷パルスはアリアンプ部で増幅・弁別・整形されてデータ処理部に送られる。弁別レベルは入力電荷量換算で $2 \times 10^{-13}$ ,  $8 \times 10^{-13}$ ,  $3 \times 10^{-12}$ ,  $1 \times 10^{-11}$ クーロンの4段階あって、このレベル設定はコマンドによって行われる。なお、この弁別レベルおよび2.5~4.0 kVの電圧レベルはESPがOFFになっても、その前の状態がHOLDされている。

カウントデータは62.5 msec/125 msecのサンプリング時間毎に連続的に15 Bitのカウントで計数される。このカウント出力は機上処理により8 Bitに圧縮されて、一旦メモリに貯えられた後、指定されたテレメータ・ワード(18~27)のタイミングで地上に伝送される。センサIのデータは偶数フレームで、センサIIのデータは奇数フレームで伝送される。

・コマンド項目

項 目	リアル コマンド				遅延 コメント		備 考
	CM		ENC				
	AD	EX	AD	EX	AD	EX	
動作モード制御	1	13	—	—	2	3	タイクック コマンド
チャンネルトロンHV制御1	1	14	—	—	—	—	〃
〃 2	2	13	—	—	—	—	〃
ディスクリレベル制御1	2	14	—	—	—	—	〃
〃 2	3	14	—	—	—	—	〃
CAL ON	4	10	—	—	4	2	連動 コマンド
CAL OFF	4	11	—	—	5	2	〃
掃引電源 ON	4	13	—	—	1	2	
高圧電源 ON	4	14	—	—	1	2	
ESP ON	2	15	—	—	1	3	
NP モード ON	—	—	NP mode ⊕	NP mode ⊖	4	0	連動 コマンド
GL モード ON	—	—	GL mode ⊕	GL mode ⊖	5	0	〃
ESP OFF	3	13	ENC OFF ⊕	ENC OFF ⊖	—	—	ENC OFFは連動コマンド

• モニタ関係

(1) 分析器電圧モニタ :  $W_{16}$  および  $W_{17}$

分析器用掃引電源のモニタ出力として  $1/300$  に分圧した出力があり、これをバッファアンプを通した後、7 Bit で A-D 変換する。1 回の掃引をカウントデータのサンプリングと同期して 9 点の測定でモニタを行なう。掃引の途中でバッファアンプのゲインを切り換えているが、このゲイン切替の status の 1 Bit と A-D 変換出力の 7 Bit を合わせて 8 Bit のデータとしている。なお、 $W_{16}$  には負の掃引電圧モニタ、 $W_{17}$  には正の掃引電圧モニタを出している。

(2) Status Monitor

フレーム No.	ワード No.	Bit	項目	Y	B
$F_n$	$W_7$	$B_4$	ESP ON/OFF		
$F_{4n}$ および $F_{4n+1}$ (*)	$W_8$	$B_2$	HV レベル	$B_2 B_3$	$q$
		$B_3$	HV レベル	0 0	1
		$B_4$	ディスクリレベル	1 0	3
		$B_5$	ディスクリレベル	$B_4 B_5$	0
		$B_6$	観測モード A/B	0 1	1
		$B_7$	SV モニタスタート	1 0	2

(\*) SLD が OFF のとき

は、全てのフレーム ( $F_n$ )

データが ESP になる。

センサ I の Status : 偶数

フレーム

センサ II の Status : 奇数

フレーム

(3) HK :  $W_{10}$

フレーム No.	内容
$F_{21}$	センサ I チャネル トロン HV モニタ
$F_{22}$	センサ II チャネル トロン HV モニタ
$F_{34}$	センサ I 温度
$F_{35}$	センサ II 温度

• 消費電流

+12 V : 70 ~ 140 mA (SP ON, HV レベル 1°)

-12 V : 23.5 ~ 24.5 mA

+5 V : 27 ~ 28 mA

• 重量

センサ I : 1915 g

センサ II : 1910 g

EL710 = 2 部 : 1040 g

{ 合計 4865 g

担当

東大宇宙研
宇尾邦雄
向井利典
橋本正之
林 友直
松栄電子(株)



# N E L

S A 班

目的 電子密度は電離圏、磁気圏における地球物理現象を議論する時に欠かせない  
 プラズマパラメータの一つであり、地上からは電磁波観測機によって、宇宙空間に  
 おいては、1945年V-2ロケットによって初めてE層の電子密度が測定されて  
 以来、ほとんどすべての観測ロケットおよび衛星で測定されてきた。電子密度は主に電  
 極に電圧を印加した時に流れ込むあるいは流れ出る電流との関係から求められてき  
 た(DCラングミュアプローブ法とよばれる)。DCラングミュアプローブでは  
 EXOS-Aにおいても、極域現象に重点をおいて主に電子密度を測定すべく搭載を予  
 定されている測定器であって、これから得られるプラズマ物理量は上記の電子密度の  
 他に、電子温度、質量分析計およびエネルギー分析装置などのデータと合わせて総  
 合的に検討される。

測定原理 衛星からまわりのプラズマに突出された電極に流れ込む電流  $i_p$  は

$V < V_p$  のとき

$$i_p = \frac{1}{4} N_e \cdot S_e \cdot e \cdot \sqrt{\frac{8kT_e}{\pi m_e}} \exp\left(-\frac{eV_p}{kT_e}\right) + \dots \quad (1)$$

$V > V_p$  のとき

$$i_p = \frac{1}{4} N_e \cdot S_e \cdot e \cdot \sqrt{\frac{8kT_e}{\pi m_e}} \cdot f \quad (2)$$

ここで

$$f = \frac{a}{r} p(\sqrt{\phi}) + e^{\eta} (1 - p(\sqrt{\eta + \phi}))$$

$$\eta = \frac{eV_p}{kT_e}, \quad \phi = \frac{r^2}{a^2 - r^2} \eta, \quad p(x) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^x e^{-y^2} dy$$

$r$ : プローブ半径,  $N_e$ : 電子密度,  $e$ : 電子の電荷,  $V_p$ : 空間電位  
 $a$ : シース半径,  $S_e$ : プローブ表面積,  $k$ : ボルツマン定数  
 $m_e$ : 電子質量,  $i_p$ : イオン電流

室内実験においては、電子温度は  $V < V_p$ 、即ちまわりのプラズマ電位に対して電極電位  
 が低い時の式(1)より、イオン電流をさしひいて、これを片対数することにより求め  
 られた電子密度は  $V = V_p$  における電流より計算する事がよく行われているが、宇宙空間

プラス2において、プローブ特性を一般的に

$$i_p = A \exp\left(\frac{eV_p}{kT_e}\right) + BV_p + C$$

とおき、実際に与えられた電流とのカーブフィッティングにより、B, C, 即ちイオン電流成分に関する情報とA, 即ち電子密度に関する情報、及び $T_e$ をもとめる方法が広くとられており、この衛星でも、この方法によってデータ処理を行う予定である。

**測定器** 上記の原理に従って設計された測定器は電極に印加する掃引電圧を発生する回路とその結果電圧に流れ込む電流を、検出、増幅するDC AMPであり、この他に、おおよその電子密度を知るためのピーク電流の保持回路、衛星電位検出回路が付け加えられている。この他にDC AMPゲイン切替、測定器のON, OFF, 掃引電圧の設定等の為のコマンドに関する回路がある。電極に印加する掃引電圧は本来0から3Vで極域において衛星電位の変動を考慮されるので、時に応じて-1, 0, 1, および2Vのげたをばかせ、従って掃引電圧は-1~2V, 0~3V, 1~4V, 2~5Vに設定できるようにしている。プラス2密度の測定範囲は $10^3 \sim 10^5 \text{ el/cm}^3$ で、電子温度は300~7000°Kである。

**セニサーについて** 使用される電極は長さ230mm, 直径2mmの心線を先端より98mmのところから長さ132mm(内径3.6mm, 外径4mm)の内筒でおおったもので、心線と外側円筒電極には同じ電圧を印加するが、心線に流れる電流のみを検出増幅し、エンコーダへ送る。電極および外側円筒は外径8mm, 内径6mmのガラス管に封入されており、地上で約300°Cに加熱しながら真空にいき、約一週間後にチップオフして電極3本に対して策を施したのち、衛星が宇宙空間に投げ出してから、ガラス管をやり測定を開始する。このセニサーに関する、ガラス管の破壊、電極のつま出しの動作の具合は1 wordを使ってモニターする。

**エンコーダへの入力信号について** NEL信号はNPモードにおいて $F_0 \sim F_{57}$ , GLモードにおいて $\sum_{n=0}^{63} F_{4n+1}$  の $W_{28} \sim W_{123}$  を使ってエンコーダに送られる。このうち $W_{28}$  は下記のように、プローブのバイアス, AMPゲイン, Calibrationなどのステータスモニターにかけられる。

**電氣的諸元のため** 電子密度測定器の電氣的諸元をまとめると下記のようにある。

(4) ステータスモニター

$W_{28}, B_0$ , バイアス制御

$B_1$ , バイアス制御

$B_2$ , Bit rate Hold

$B_5$ , センサSW ON. モニタ

$B_6$ , アンテナカットモニタ

$B_7$ , プロブ終了モニタ

B<sub>3</sub>, AMP Gain H or L    W<sub>7</sub> B<sub>0</sub>, 電子密度測定時 ON OFF 識別  
B<sub>4</sub>, NEL CAL

(2) アナログ信号

W<sub>29</sub>, W<sub>123</sub>, バイアス電圧

W<sub>30</sub> ~ W<sub>119</sub>, ランクシ・P フードーフ特性

W<sub>120</sub> ~ W<sub>121</sub>, 衛星誘動電位

W<sub>122</sub>, フードーフ掃引電圧の最大値が印加された時の電圧の保持値

(3) DC AMP 諸元

入力電流, 0.01 ~ 10  $\mu$ A (検出抵抗 20 k $\Omega$ )

出力電圧, 3 mV ~ 3 V (Low Gain AMP, 30 倍)

出力電圧, 30 mV ~ 3 V (High Gain AMP, 450 倍)

常温における CMMR, 80 db 以上 (5V の フードーフ バイアス印加時)

東京大学宇宙航空研究所

平尾邦雄

小山孝一郎



# TEL

S A 班

目的 EXOS-Aは準極軌道衛星であり、赤道から極光帯までの広範囲緯度圏をカバーした観測が可能である。いわゆるF領域の赤道異常を1000 Km以上の高度で観測する事ができる。特に興味深いのは、プラズマボース付近の電子密度、温度の緯度プロファイルである。またこの地域は赤道アーチ出現の領域であり磁気圏からの熱伝導による上対流圏の加熱、運動など、電子密度、温度などをモニターする事によって知る事ができるであろう。電子温度測定器は電子温度だけを測定するものではなくて、電子密度はDCラングミ-アプローフ法によって測定される。

測定原理 プラズマ中に与えられた電位に高周波電圧を加加するとソースの非直線性によって変動電位(電位に流れ込むイオン電流と電子電流が等しくなる電位)が変化する。この電位の変動  $\Delta V_f$  は

$$\Delta V_f = G \cdot k T_e / e \cdot \ln [I_0 (e \alpha / k T_e)]$$

ここで

$\alpha$ ; 印加した高周波電圧の振幅 (V)

$e$ ; 電子の電荷,  $1.6 \times 10^{-19} C$

$k$ ; ボルツマン定数  $1.38 \times 10^{-23} J/^{\circ}K$

$T_e$ ; 電子温度 K

$G$ ; 増幅器利得

と表わされる。この式で  $\Delta V_f$  は測定量であって従って  $\Delta V_f$  がわかれば、電子温度が原理的には算出できる。しかしこのためには増幅器の利得  $G$  が正確に知られていなければならない。電子温度算出の精度が  $G$  によって左右される事になる。実際には振幅  $\alpha$ , 2回を加した事による変動電位の変動分  $\Delta V_{f1}$  と  $\Delta V_{f2}$  を検出し、その比を求める事によって電子温度を求める。即ち

$$\gamma = \frac{\Delta V_{f2}}{\Delta V_{f1}} = \frac{\ln [I_0 (2e\alpha / kT_e)]}{\ln [I_0 (\frac{e\alpha}{kT_e})]}$$

により、 $\gamma$  が測定される。但し、 $e, \alpha$  は既知であるので上式より電子温度がもとめられる。上記の方法によって得られるデータは、まず情報処理が通常のDCラングミ-アプローフ法と異なり極めて簡単であるということ、帯電汚染の影響をうけることが信頼性の高いデータが得られる事である。また測定器そのものについて言えば、DCラングミ-アプローフ法よりはるかに装置点数が少なり事があせられる。

測定器 上記の原理による測定器は数多くの内外のロケット、および“太陽”衛星に搭載され、その性能は既に確認済みである。測定器は大きく2つに分けられる。その一つは衛星より約1m 突出され、始終厳しい宇宙環境にある電子温度プローブと衛星内部にある コマンド信号受回路およびエコーダへ入力するためのデータ処理部である。電子温度プローブは電極へ印加する高周波電圧の発生回路とこの振幅を調整するパルス回路、および高周波電圧を電極へ印加した事によって得られる浮動電位の shift の検出、その増幅のための回路である。電子温度の測定 Range は高周波電圧の振幅によって左右され、中、低衛星での観測では  $0.2V \sim 0.4V$  の振幅が適当であると考えられるが、極域においては電子温度が高い事が考えられるので、電極に印加する高周波電圧はコマンド信号によって2段階に切換える事ができるようにしている。測定器の校正時には、高周波電圧をダイオードに印加した時の電位の shift が出力にあらかじめ定まっている事になっており、これによって DC AMP および高周波電圧発生回路の check を行う。電子温度プローブは磁気線に沿う方向とこれに直角な方向に1つつ突出され、特に極域における電子温度の方向性を調べる事ができるであろう。衛星内部に搭載されたデータ処理部は電極に印加した高周波電圧の振幅に応じて、順次に送られてくる浮動電位をメモリアルし、指定された時間までストップし、これをエコーダへ送り出すための回路である。処理部は2つの電子温度プローブに対して共通で センサー 1, 2 の信号は互に データ処理部へ送られ、フレーム毎に交互にエコーダへ送られる。電子温度の測定範囲は  $300 \sim 50000 K$  で 電子密度  $10^3 \text{ el/cm}^3$  以上であれば信頼しうるデータとすることが出来る。以上電気的諸元をまとめると、

#### センサー部

プローブ	, 130cm, 2合割 金メッキ
高周波印加部	, 30kHz, $0.4/0.8 V_{p-p}$ または $0.5/1.0 V_{p-p}$
直流増幅部	, AMP ゲイン 15 倍, 周波数特性 (100Hz, 3db Down)
校正信号発生部	, 入力 $0.8 V_{p-p}$ にて出力 $0.3V$ DC
データ処理部	
データ保持部	, ホールド時間 15.6ms
セリフ回路部	, センサー 1 と センサー 2 の出力を交互に Data out と移
制御部	, 各部の動作をコントロールするためのパルス発生部
P-S コマンド部	, コマンド電圧による電源の ON-OFF
TEL/NEEL 出力切替部	, TEL 出力と NEEL 出力の切替を行う。

## 性能

### 高周波印加部

印加電圧振幅;  $0.4 V_{pp}$  または  $0.8 V_{pp}$  または  $0.5 V_{pp}$  または  $1.0 V_{pp}$  をコシドからの Gain Control 信号により切換る。

印加時間; 4 フレームに 1 回,  $0V$ ,  $0.4 V_{pp}$ ,  $0.8 V_{pp}$  (又は  $0V$ ,  $0.5 V_{pp}$ ,  $1.0 V_{pp}$ ) を  $125 ms$  の間印加し, その他の時間を  $0V$  とする。

周波数;  $30 kHz \pm 5\%$  以内

振幅安定度;  $4\%$  以内

歪率;  $1\%$  以内

振幅設定許容差;  $(0.4 \pm 0.002) V_{pp}$ ,  $(0.5 \pm 0.00025) V_{pp}$ ,  
 $(0.8 \pm 0.0004) V_{pp}$ ,  $(1.0 \pm 0.005) V_{pp}$

### 直流増幅部

入力信号;  $0.3V \text{ Max}$  ( $0.8 \sim 1V$  印加時)

増幅度; 10 倍

周波数特性;  $100 Hz$  (at 3db Down)

CMRR;  $60 db$  以上

### 校正信号発生部

入力信号;  $30 kHz$   $0.4/0.8 V_{pp}$ , 又は  $0.5/1 V_{pp}$

出力電圧;  $0.8 V_{pp}$  入力にて  $0.2 \sim 0.3 V_{DC}$

### データ保持部

検出エラー;  $1\%$  以内

リークエラー;  $1\%$  以内

データ保持時間;  $62.5 ms$

### セニサー切換部

セニサー 1 と セニサー 2 の出力を 4 フレーム毎に切換てアナログ処理部の入力とする。

### 制御部

入力パルス

ビットパルス  $512/2048 \text{ bit}/\mu s$  ( $\phi_{in}$ )

リードパルス  $F_{4n+1} \sim W_{124} \sim 127$

タイミングパルス  $F_{4n+1}, W_0, F_{4n+2}, W_{96}$

電子温度フィードバックの熱設計について 電子温度フィードバックは衛星本体から約  $1 m$  ほど離れた、厳しい宇宙環境におかれる事になる。従って電子温度フィードバックが正常に働

けるように独自に熱に関する問題を解決しなければならぬ。電子温度測定器単体における温度試験の結果 (Simulation Test) は 電子温度測定器の各部によって異なる。最低  $-87^{\circ}\text{C}$  (ゲース基板), 最高  $25^{\circ}\text{C}$  (電圧) を示し、一連の総合熱真空試験では、電子温度プローブの一端がソーラパネルから  $10\text{ cm}$  程度はみだし状態では、最低  $-45^{\circ}\text{C}$  を示している。この場合、電子温度プローブには外からの熱入力はないが、ともかく、宇宙船実での厳しい状況を考え、電圧間のすきまにエポキシ 2000, ゲースにもエポキシ 2000 を ぬるなどの考慮をし、まず電気的には  $-45^{\circ}\text{C}$  において、その性能が充分であるように設計、工夫されている。

東京大学宇宙航空研究所

平尾邦雄

小山孝一郎



# M S P

S A 班

## I. 観測目的

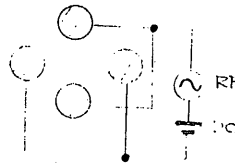
MSP は EXOS-A 軌道上の正イオン組成を観測する。センサーとしては四重極型質量分析計(マスフィルター)を使い、 $H^+$ ,  $He^+$ ,  $N^+$ ,  $O^+$  の組成比を主な観測対象としている。この観測の目的とする点を列記すると、

1. 正イオン組成の世界的分布
2. 磁気圏、電離圏界面での正イオン組成の変化
3. 電離層筋、オーロラサブストーム時の正イオン組成の変化

正イオン組成は電離圏で基本的パラメータの一つであり、従来から精力的に衛星による観測がなされているが、MSP では他のミッションと共同して有効なデータ解析を行いたいと考えている。又、ほぼ同時期に打ち上げられる電離層観測衛星「号機(ISS-b)」との共同観測は、電離層筋などの異常現象を空間変化と時間変化をある程度分離してとらえることが可能なので、有用であろう。ちなみに ISS-b は 52 年 2 月に打ち上げ予定で、高度 1000 km、軌道傾斜角  $70^\circ$  の円軌道で、Topside Sounder、プラズマ測定器、イオン質量分析器を搭載し、衛星からの電離層観測を行う。

## II. センサー部

マスフィルターは四本のロッド状電極で構成されており、図に示すように高周波電圧と直流電圧を印加した場合に、電界中のイオンの運動が Mathew 方程式で記述され、特定の質量数対電荷比を持つもののみが安定に運動ができる。このイオンを検出することによって質量分析器としての動作となる。詳しい動作原理は他にゆずり、MSP のセンサー部について述べる。図 1 は MSP で使用している



マスフィルターの概観である。 $G_1 \sim G_3$  の 3 枚の電極は衛星周辺のプラズマから正イオンを捕集する目的で置かれている。これらの電極には  $G_1 = -5V$ ,  $G_2 = 0V$ ,  $G_3 = -12V$  の電位が与えられ、簡単なイオンレンズとなっている。又  $G_2$  に集められたイオン電流は増幅され全イオン数のモニターとして地上へ電送される。

マスフィルターの中核部分は長径 8 mm、長さ 115 mm のモリブデンの 4 本のロッドであり、これらがセラミックと SUS の基台上に高精度で組み立てられている。ロッドには次式で決まる高周波電圧(V)と直流電圧<sup>(U)</sup>を印加すると質量数 M のイオンのみを分析する。

$$V = f^2 \cdot r_0^2 \cdot M / 0.139 \quad \text{--- (片側ビーク電圧)}$$

$$U = 0.167 \cdot V$$

ここで  $f$  は交流電圧の周波数 (MHz),  $r_0$  はロッドの直径で決められる分析器の定数で、今の場合  $2.6 \text{ MHz}$  と  $0.345 \text{ cm}$  である。MSP では観測する最大の質量数が 17 であるので印加される電圧の最大値は各々

$$V_{\max} \approx 98 V_{\text{peak}}$$

$$U_{\max} \approx 16.5 V$$

となり高周波電圧の値はかなり大きくなる。マフフィルターを通過するイオンの速度は質量分析器としての性能(感度, 分解能)を定める上で重要である。イオンの速度の主な決定はプラズマとマスフィルタ-中心軸の電位差と衛星速度で決まる。MSP ではこの電位をコマンドによってスワッチに選択できるようにしている。

分析部を通過したイオンは Channeltron で検出される。図のように Channeltron は off-axis に置かれており, photon, high energy particle 等の影響を軽減することができ。Channeltron はガラス製で非常にこわれやすいので, シリコンポテンシャル管 (4E, RTV-11) に保持と振動, 衝撃の緩衝の役割を担わせて取り付けている。

### III. 電気回路他

図2はMSPの電気系統のブロック図である。全体は大別して RF/DC 発生回路(マスフィルタ-駆動回路), 信号処理回路と周辺回路で構成されている。RF/DC 発生回路は前に述べたように決められる RF 電圧と DC 電圧を発生し, その振幅を観測すべき質量数で変化させる。この回路で重要な点はマスフィルタ-の分解能と感度を定めている RF 電圧と DC 電圧の比をできる限り一定に保つことである。このために DC 電圧は RF 電圧を高精度で検波して得ている。又, 衛星環境の変動に対応するため, コマンドによってこの比を 5% の範囲で変化させ, 最適値を決めることができるようになっている。信号処理回路では Channeltron の出力をパルスアンプによって増幅し, 16 bits counter で計数し, 計数値を 8 bits の浮動小数点数に変換する。Counter のワード時間は 36ms と 144ms とがテレメータの Bit Rate によって選ばれる。Cal. モードでは 2.6 MHz の信号を分周してそのパルスアンプの入口側に供給され信号処理の全系統をチェックする。周辺回路では MSP の動作シーケンスの管理, コマンドの解釈, ENC へのデータ伝送を行う。図3はMSPの動作シーケンスを示す。図のように MSP の質量数の掃引は  $F_{\text{min}} \sim F_{\text{max}}$  で  $0.5 \sim 4.5 \text{ amu}$ ,  $F_{\text{min}2} \sim F_{\text{min}3}$  で  $14 \sim 17 \text{ amu}$  の範囲で行われ, この時のデータを  $F_{\text{min}3}$  の  $W_{92} \sim W_{127}$  で地上へ伝送している。又  $W_{88} \sim W_{91}$  にはイオン電流, RF, DC 電圧値

が送出されている(図4)。表1にはMSPで使用するコマンド項目、H<sub>1</sub>K、ステータスの一覧を示す。

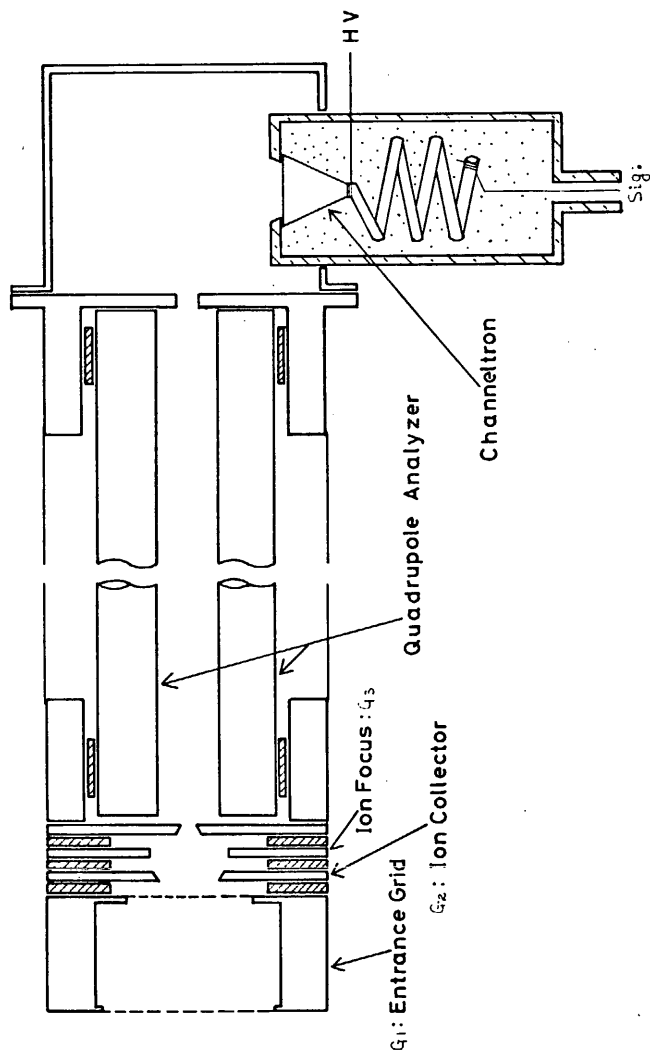
以上述べてきたような機能を持つMSPは3つの部分に分割してケースに収められている。センサーと高圧電源、RF出力段はMSP-Sとしてスラストチューブに取り付けられ、イオン採集用電極が外部へ露出している。電気回路の一部はMSP-DEとしてスラストチューブにセンサー部と90°離れて取り付けられ、その他は(MSP-E)ベースプレート上にある。MSPはこれらの3つの部分を合計して重量約5.5kg、全消費電力約3.9Wである。

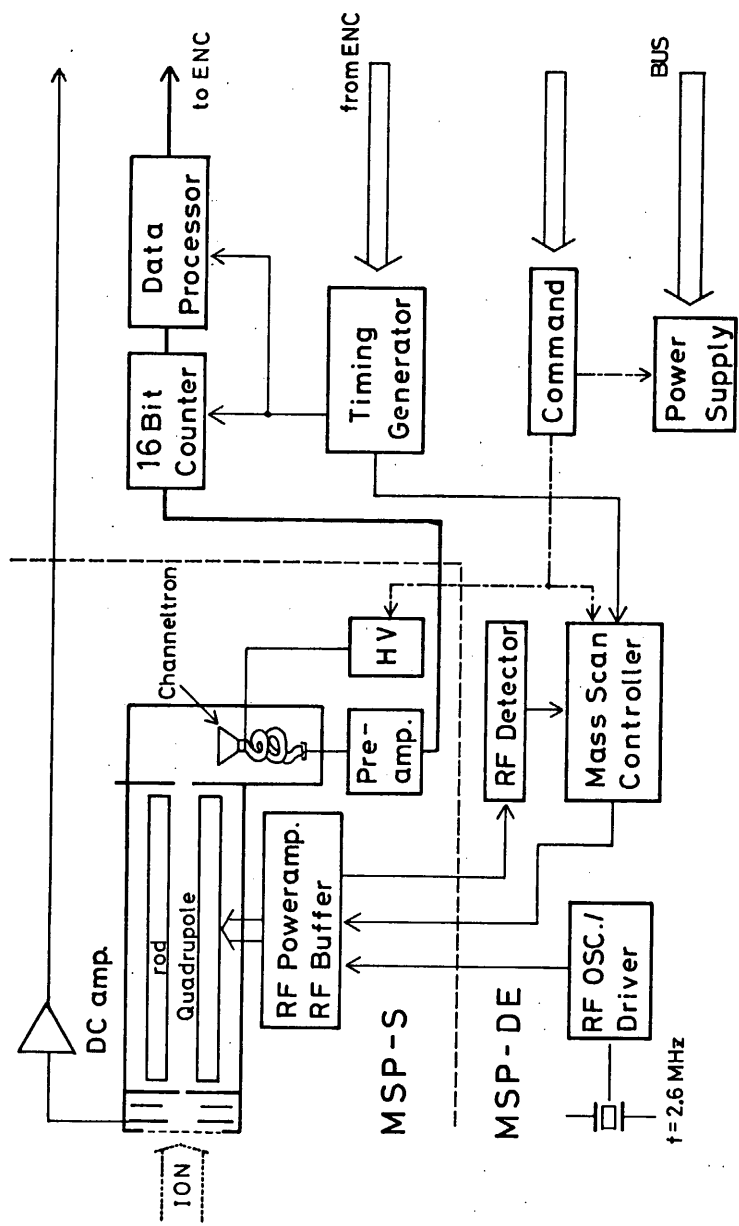
郵政省電波研究所

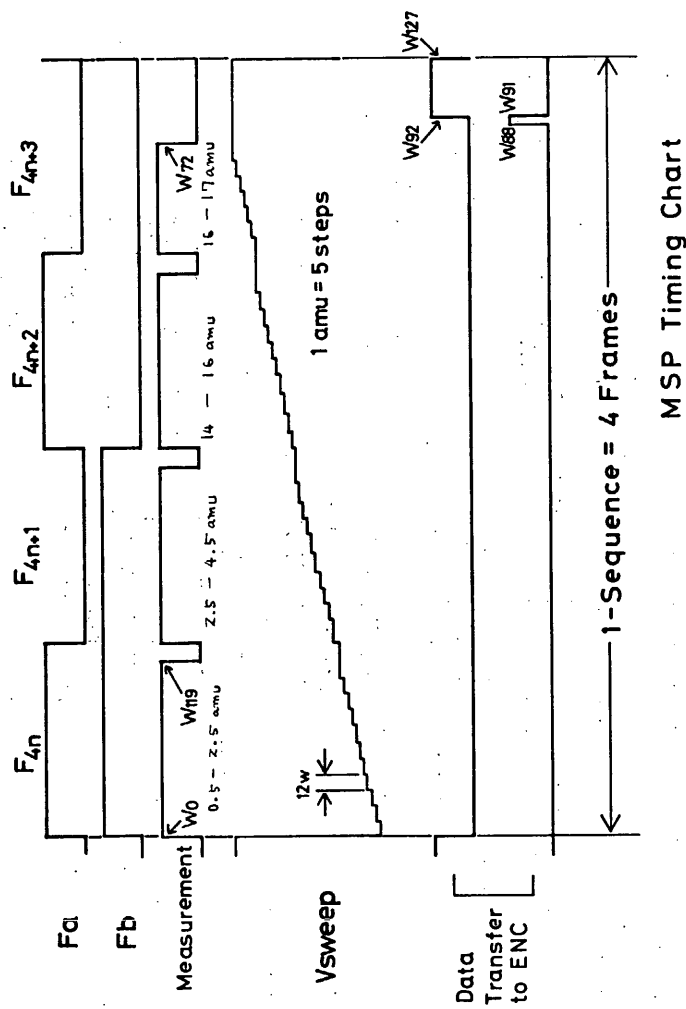
殿本 巖 佐川 永一 水津 武 福野 信義

明星電気(株)

矢道 田 亮 樹







MSP Timing Chart

COMMAND, STATUS and HK ( MSP )

I, Command

AD	EX	Function
5	10	Rod Bias Volt. 1-2 *
	11	Gain 1-2 *
	12	MSP - ON
6	10	MSP HV - ON
	11	U/V - 1
	12	U/V - 2
7	10	U/V - 3
	11	U/V - 4
	12	MSP - OFF

\* cyclic command

II, Status

Fn	Signal	Range
23	MSP - HV	0- 3.5 kV
37	MSP - S - Temp.	-50 - +80°C
40	MSP - E - Temp.	//

III, HK

Wn	Bn	Signal
7	3	MSP - ON -OFF
9	4,5	U/V Status
9	6	Rod Bias Volt.

表 1





## プラズマ波の観測

### 1. 観測目的

磁気圏で加速された電子は、エネルギーが数 KeV の電離層の F 層に磁力線に沿って降下してそこでプラズマと相互作用し、更に E 層、D 層とぶがってくるにしたがって中性大気を電離や励起しオーロラを生ずる。この降下電子は、それらのプラズマとの相互作用により、ホイッスラー波や電子プラズマ波等のプラズマ波を励起していると考えられ更にこれらの波動とプラズマ粒子との相互作用により、プラズマ電気伝導度が減少し電場が存在する可能性もある。また、最近アメリカの人工衛星により発見された極域から宇宙空間への電磁波放射の源はプラズマ静電波だという理論もある。

本測定器は特に極域におけるプラズマ波動を観測し、本衛星に搭載されている電子エネルギースペクトル観測装置 (ESP) のデータとの相関により波動-粒子相互作用を解明する。また電磁波と静電波を別々に測定することにより静電波から電磁波への変換過程を明らかにする。

### 2. 観測方法

#### A. ダイポールアンテナ

被覆線を沿磁力線に沿って用磁石のブームに沿わせてダイポールアンテナとしたものである。測定すべき波長に対してアンテナ長 (4.5 m) は非常に短いので容量入力となるため入力抵抗 (1.1 MΩ) を大きくしてある。

#### B. フラダイカップ

外径 90, 内径 78, 高さ 9 mm で 1 枚のグリッドとコレクターからなる。グリッドは線径 0.2 mm, まち目は 2.5 × 2.5 mm で全部が金メッキされている。フラダイカップの背中には電子温度計 (TEL) のセンサーがついている。同じフラダイカップを 180° の方向に衛星表面から 90 cm 繰出す。その 1 つは磁力線方向を向き (F & C (A) とよぶ), もう 1 つは磁力線と直角方向を向く (F & C (B))。グリッドとコレクターには直流バイアスを印加しコレクターに捕集される電子電流の直流成分と交流成分を観測する。印加する直流電圧は 0.3 または 0.7 V である。

### 3. 観測モード

地上に伝送する情報とその方法は図1のブロックダイアグラムに示すように

- (1) 受信信号のうち 0.4 ~ 30 KHz 成分は広帯域アナログテレメータのバンド中を利用してリアルタイムで主に昭和基地へ送信する。
  - (2) HF帯の信号は 11 チャネルの周波数 (45, 90, 140, 220, 320, 500, 1700, 10000, 20000, 30000 KHz) で観測し、その強度をワードで順次サンプルして PCM テレメータで 8 ビットで伝送する。
  - (3) フラダイカップの直流電子電流を PCM アナログで 8 ビットで表示する。
- の3つであるがこれとセンサーの組合せから、VLFモードとESWモードの2つに分けた。衛星の運用上、この観測器が動作するのはVLFモードの時のみである。

#### A. VLFモード

図2と図3にフレームとワード構成を示す。この測定がしめるのは偶数フレームの W28 から W127 までである。このモードの時、WB テレメータのみのデータだけで、PCM での HF 帯のデータは送信しない。またフラダイカップでは VLF 帯の受信は行わず、HF 帯データのみを PCM テレメータで伝送する。

#### B. ESWモード

このモードの観測では、ダイポールアンテナ、 $HC(A)$  と  $HC(B)$  の VLF 帯と HF 帯の計測を行う。図2と図3に示すように PCM データでは  $F4n$  では  $HC(A)$  と  $HC(B)$  のデータを送るが  $F4n+2$  ではダイポールアンテナと  $HC(B)$  の HF 帯の観測を行う。WB テレメータは PCM テレメータのフレームに同期して  $F4n$  で  $HC(A)$ 、 $F4n+1$  と  $F4n+3$  でダイポールアンテナ、 $F4n+2$  で  $HC(A)$  のデータを送る。W29 はフラダイカップに印加した直流電圧を 10V が出力で 3V になるよう圧縮して 8 ビットで表示する。W30 と W31、W54 と W55... は  $HC(A)$  と  $HC(B)$  の直流電流をそれぞれ 8 ビットで表示する。

### 4. ステータス モニター

W28 の 8 ビットでステータスを判断する。 $F4n$  と  $F4n+2$  では異なるものを表示するが、これをまとめて表 1 に示す。B2 では動作モードが VLF モードか ESW モードかを表示する。B2 と B3 ( $F4n$ ) はフラダイカップに印加する直流電圧を何 V にえているかを示す。例えば B2 が H で B3 が L であれば 7V である。 $F4n$  の B4 と B5 はタイムからの信号によりフラダイカップが展張可能かどうかを示す。これが ON であれば後述するコマンドにより展張する。展張が完了すればリレーが入り  $F4n$  での B6 と B7 が展張終了を表示する。

## 5. コマンド

本測定器関係のコマンドを表2にまとめて示す。

表1のFront2のB3からB7で増幅器の利得が20dB Highかどうかを表示している。例えば、ダイポールアンテナのVLF帯(WB.テレメータ)とHF帯(PCMテレメータ)、フアラディカップのVLF帯、HF帯と直流電流の5項目であるが、GAIN 1とGAIN 2はこれを制御する。ESW電源ONではすべてLOW GAINになっていて表1のB3のダイポールVLF帯がスタンバイに設定される。GAIN 2コマンドを送るとその利得がHIGH GAINとなる。もう一度GAIN 2コマンドをONすると再びLOW GAINに設定される。以下サイクリックに切換えることが出来る。次にGAIN 1コマンドを送るとB4のダイポールアンテナのHF帯の増幅器がスタンバイになりGAIN 2コマンドを送ることによりGAIN HIGHとなる。もう一度このコマンドONでLOW GAINにもどる。以下同様であるので例えばB6で表示されるフアラディカップVLF帯の増幅器をHIGH GAINにする場合には、ESWの電源をONにした後、GAIN 1コマンドを送り戻してからGAIN 2コマンドを送ればよい。

VLF MODE ONはまずこれによりRARRに用いている400MHzテレメータをESWのWB.送信用とする。また同時に観測モードをVLFモードとする。もう一度このコマンドを送ればESWモードに切換える。以後サイクリックに観測モードを切換える。

BIAS CONTROLはESW電源ONで0Vに設定されているフアラディカップの直流電圧を、サイクリックに、7、0Vと変えることが出来る。

ESW OFFは本測定器単体の電源を切る。またこのコマンドによりフアラディカップを展張しているモーターを停止することが出来る。

GL MODE ONによりもしこの測定器がスタンバイになっているならば動作を開始する。

CAL ONとCAL OFFは利得を校正するためのものである。

ESW ONはこれによりこの測定器がスタンバイに設定されGL MODE ONで電源が投入される。

FLC EXTENSION ONはタイマーからの信号でsafety switchがONになっているから、本コマンドを送ればフアラディカップ展張のためのモーターが作動し展張を開始する。展張が終れば接点により自動的にモーターが停止する。もし何らかの理由により展張を止めたい場合にはESW OFFコマンドを送ればモーターは停止する。

## B. PCMテレメータデータ

EXOS-AにおけるPCMデータのクイックルック処理は、パナファコムU-400を中央処理装置とするCDS(Cardinal Data System)でおこなわれ、結果はデジタル画像型のグラフィックディスプレイ上に一括集中方式で表示され、さらに、ディスプレイ画面ごとに静電プリンタ/プロッタによりハードコピーが取れるようになっている。したがって実験者は、当該観測項目についてののみならず、ミッション全体の観測状況について高度に圧縮集中された情報を実時間で得ることができ、観測制御についての多様な判断を下すことが可能である。

CDSのシステム構成およびクイックルックソフトウェア(XAQL)については、「科学衛星EXOS-A中間報告書(航空宇宙研, 科学衛星専門委員会, 第35研究班, 昭和54年7月)」の第7章地上データ処理(金田他)の項に詳しく述べられているのでそれらを参照していただくこととし、ここでは、そのXAQLの中のクイックルック管理タスクのもとで、静電プラズマ波観測装置からの伝送データを処理し画面データに変換するプログラムモジュールについて概説する。

モジュールは、観測データ(アナログ)を濃淡画像データに変換する'SGESW'と、観測状況情報(デジタル)を文字画面データに変換する'SCESW'とからなっている。モジュール属性は表3に示すとおりで、記述には、高速実時間処理の要請からアセンブラ言語(FASP)を使用している。

### (B-1) SGESW —濃淡画像変換モジュール—

簡単なフローチャートを図4に示す。このモジュールの主要部データ変換部は、2つの観測モード(VLFモード、ESWモード)で伝送フレーム内容が異なるため判断分岐を設けて2系統としている。被変換データは、XAQLのデータ取得ルーティンにより4フレーム単位( $F_{4n+m}$ ,  $n=0\sim63$ )にブロッキングされてディスクバッファに格納されており、この1ブロックのデータから1組の画像データをつくるよう統一されているが、静電プラズマ波観測では図3の伝送フレーム内容で示すように、1ブロック(4フレーム)伝送の間に1観測シーケンスを8回(または4回)くりかえしているため、SGESWでは、ブロックごとに当該データを平均して変換処理をほどこしている。また伝送データは1ワード8ビット構成となっているがディスプレイバッファでは1画素6ビットに制約されているため、各データの下位2ビットは削除されている。処理が終りメインルーティンへ戻る場合には、復帰情報と正常終了か異常終了かを示す終了情報をセットし、処理状況の情報が得られるようにしている。

SGESWによる画面構成の模擬図を図5に示す。画面占有領域は( $x=154\sim209$ ,  $y=128\sim255$ )の56画素 $\times$ 128列であり、取得4フレームブロッキングデータから2列(

同一情報)を表示し、1サブフレーム(256フレーム)で1枚の画面を作成する。

伝送アナログデータは、ファラデーカップ(A)、(B)からの、それぞれ11チャンネルの周波数における振幅と直流電流の大きさを示している。上記画面領域を大きく2つに分けて、左にファラデーカップ(A)、右にファラデーカップ(B)とし、それぞれの中で、各周波数ごとの振幅値を濃淡で表わすことにより、観測された信号の周波数スペクトルを概観できるようにした。直流電流値は、これも濃淡でその大きさを表わし、スペクトルの両側に配置した。ESWモードの場合には伝送フレーム内容が変わり、偶数フレームごとにファラデーカップ(A)とダイポールアンテナからのデータが切り換って送られてくるので、表示の方も取得データ1ブロック(画面上2列)ごとに出カデータを切り換えており、その場合のモニターとして、左側の画素目にダイポールアンテナデータ表示の識別点(最も濃い)を出すようにしている。フレームカウントは60フレームごとの点で示され、時間経過のモニターの働きをしている。点から点までの時間間隔は、ロービットレートで2分、ハイビットレートで30秒である。

#### (B-2) SCESW 一文書画面変換モジュール

静電アプラズマ波観測装置の観測状況情報は、表1に示すように偶数フレームのワード28によって、デジタル8ビットで伝送されてくる。SCESWは、その内容を文字に変換してディスプレイ上に表示するもので、フローチャートおよびディスプレイ画面構成は図6、図7のとおりである。

変換処理は、1サブフレームの先頭のフレームから63フレームまでの中の最初の有効4フレーム(取得1ブロック)に対しておこなわれ、それ以降のフレームデータについてはこのモジュールは動作せず、制御はすぐにメインルーチンに戻さず時間的な負荷を軽減するよう計られている。たとえば、あるサブフレームの途中から観測状況が変わりワード28の内容が変化した場合、その情報は次のサブフレームの画面上に表示されることになる。

表示する文字数は、固定文字記号も含めて21文字であり、第1列目には観測項目名である"ESW"の3文字が表示され、機器の電源が断の時には"OFF"に切り換る。2列目は観測モード名の表示である。3列目では、観測機器が有する5系統の利得切り換え器の動作状態を表示し、ある数字(1~5)がセットされている時にはその数字が示す系統が高利得側で、空白の時には低利得側で動作していることを意味している。下2列の電圧表示値はファラデーカップのグリッドとコレクター向に印加されている直流バイアス電圧の大きさであり、上はフレーム49ワード28のビット2および3で示されるコントロール電圧を、下は偶数フレームのワード29でアナログで示される奥効電圧を表わしている。

その他の観測状態情報としての、ビットレート、キャリブレーションのON/OFF、軌道周回数、時刻、それに伝送データが実時間データか録音再生データかを示すRL/PB等は、ミッション共通情報としてディスプレイ画面上に一括表示されている。

以上、PCMテレメータデータのクイック処理について概説した。

濃淡画像の階調度は、CRTディスプレイについては前述のように6ビット、ハードコピーについては、CRT上の1画素を4×4のドットマトリックス階調で表現するため4ビットとなっている。両者とも、クイックルックという初期目的には十分な階調度を有している。

最後に、以上のクイックルック処理システムは“EXOS-A総合試験”の段階から異常なく稼働しており、目的どおりその役割を果たしていることを付け加える。

東大宇宙航空研究所  
電気通信大学  
明星電気(株)

中村良治, 伊藤富造  
柴田 喬, 芳野超夫

表 1

# STATUS MONITOR

SERIAL NRZ-L DATA 1 line

		$\sum_{n=0}^{63} F_{4n} \cdot W_{28}$	$\sum_{n=0}^{63} F_{4n+2} \cdot W_{28}$
B <sub>0</sub>	H L	BIT RATE HIGH LOW	BIT RATE HIGH LOW
B <sub>1</sub>	H L	VLF MODE ESW MODE	VLF MODE ESW MODE
B <sub>2</sub>	H L	BIAS • 3 • MON • 7 •	CAL ON CAL OFF
B <sub>3</sub>	H L	BIAS • • 10 MON OV. • •	GAIN1 HIGH VLF LOW
B <sub>4</sub>	H L	FC(A) SAFETY SW ON OFF	GAIN 2 HIGH DIP HF LOW
B <sub>5</sub>	H L	FC(B) SAFETY SW ON OFF	GAIN 3 HIGH FC HF LOW
B <sub>6</sub>	H L	FC(A) EXTEN OVER NOTOVER	GAIN4 HIGH FC VLF LOW
B <sub>7</sub>	H L	FC(B) EXTEN OVER NOTOVER	GAIN5 HIGH FC DC LOW

COMMAND 表 2

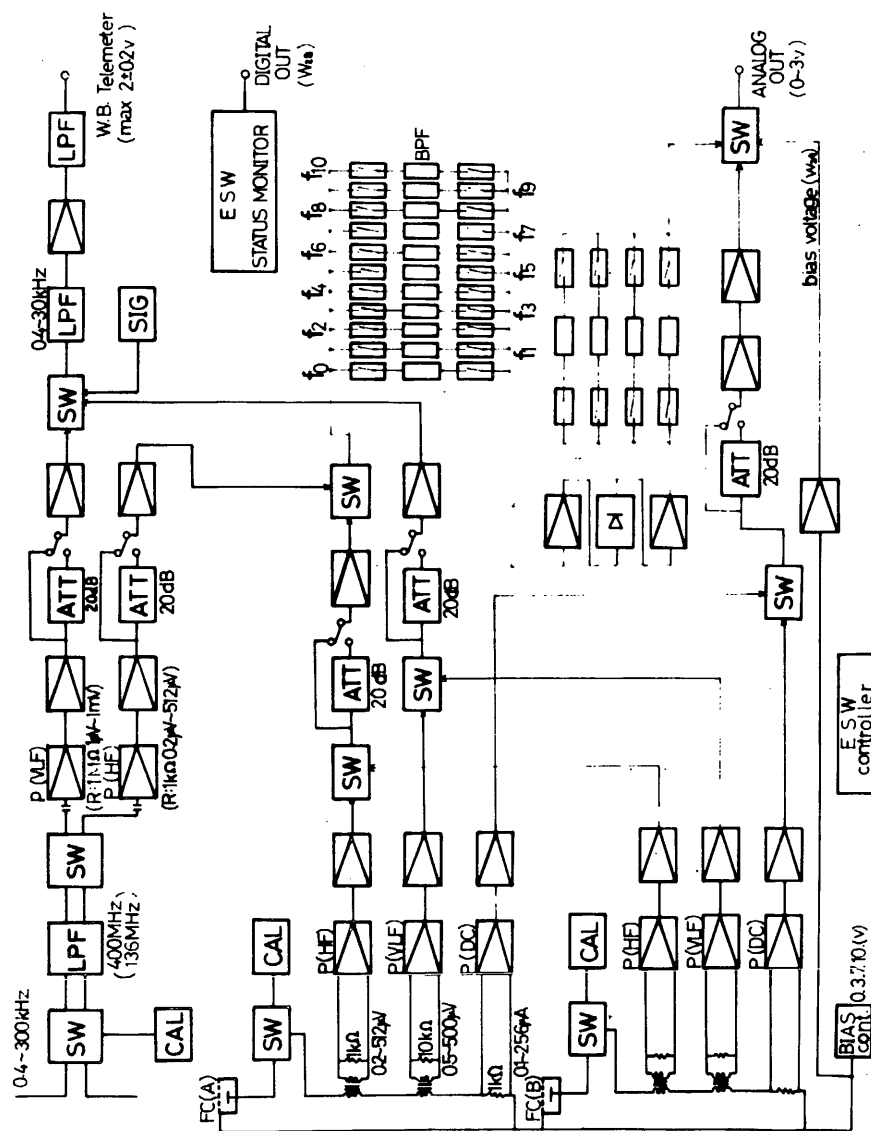
FUNCTION	REAL TIME		DELAY TIME	
	AD	EX	AD	EX
GAIN 1	1	11		
GAIN 2	1	12		
VLF MODE ON	3	11	6	2
BIAS CONTROL	2	11		
ESW OFF	2	12		
GL MODE ON	5	8	5	0
CAL ON	4	10	4	2
CAL OFF	4	11	5	2
ESW ON	3	12	7	2
FC EXTEN ON	7	13		



表 3

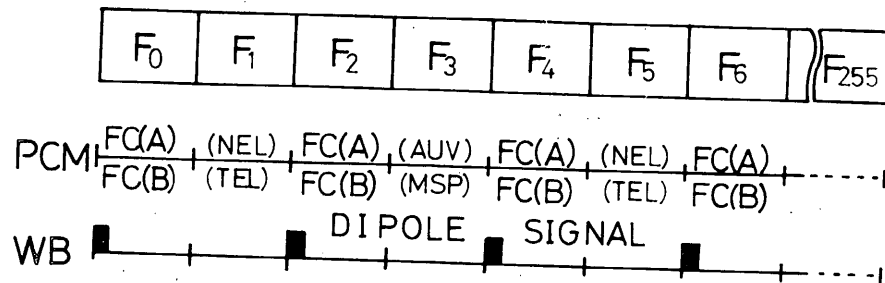
ATTRIBUTION OF MODULE

P-Name	P-Number	P-Character	Calling Sequence	Length (Byte)
SGESW	7090 (H)	SI	CALL SGESW, R5	0248 (H)
SCESW	70F0 (H)	SI	CALL SCESW, R5	01E0 (H)

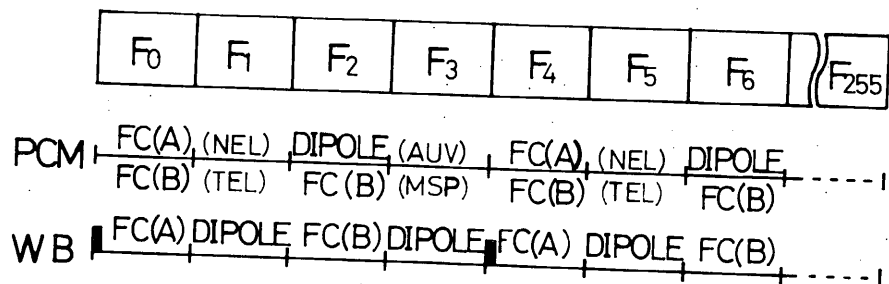


1

### (1) VLF MODE



### (2) ESW MODE



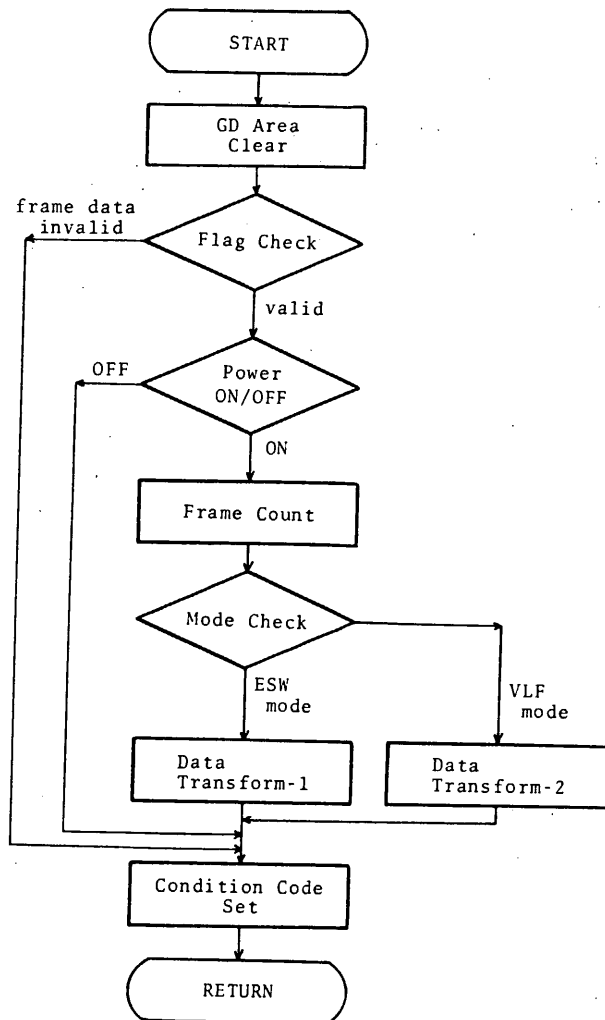
### (3) TO ENC

1. DIGITAL SERIAL NRZ-L DATA 1 line (W28)  
GL MODE  $\sum_{n=0}^{63} (F_{4n} + F_{4n+2})$
2. ANALOG 1 line (W29~W127)  
GL MODE  $\sum_{n=0}^{63} (F_{4n} + F_{4n+2})$
3. ESW ON OFF DIGITAL 1 line (W7 B1)

2

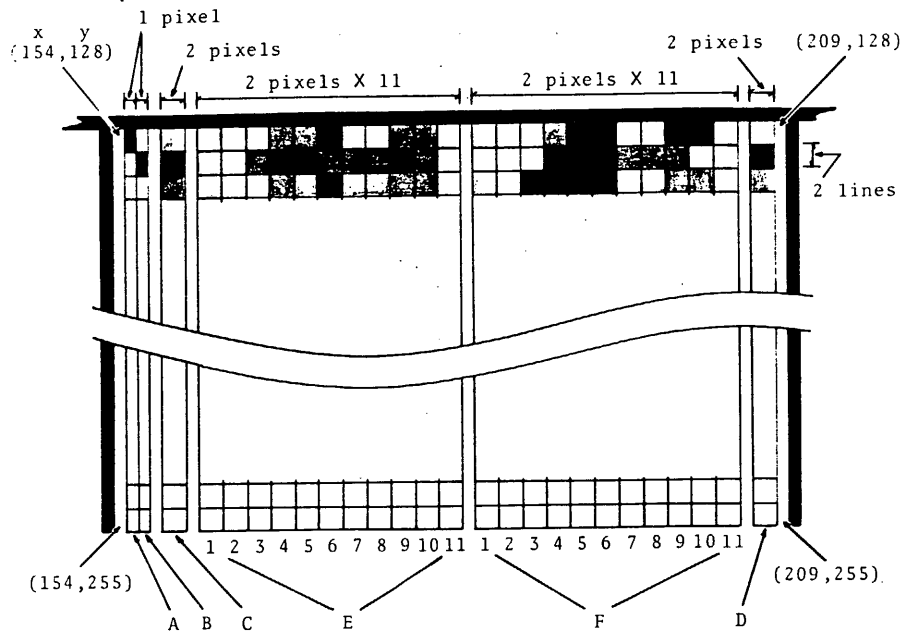


FLOW CHART OF 'SGESW'



☒ 4

# SHADING DISPLAY



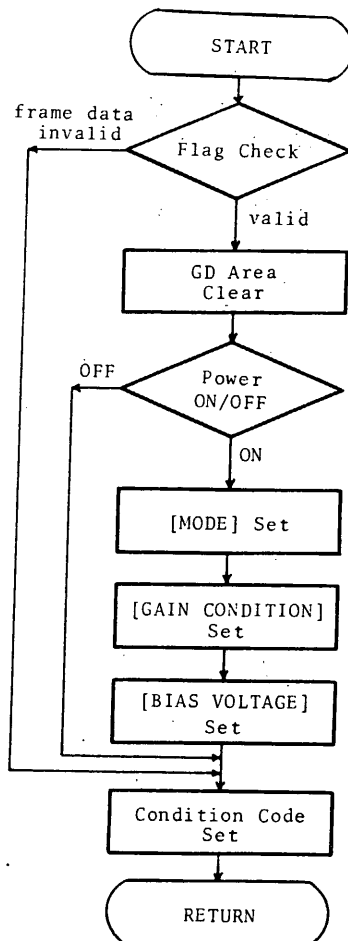
- A - Frame Count
- B - Differentiation between 'DIPOLE' and 'FC(A)'
- C - DC Current of FC(A)
- D - DC Current of FC(B)
- E - Frequency Spectrum for 'DIPOLE' or 'FC(A)'
- F - Frequency Spectrum for 'FC(B)'

for E and F

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
45KHz	60	90	140	220	320	500	700	1MHz	2	3

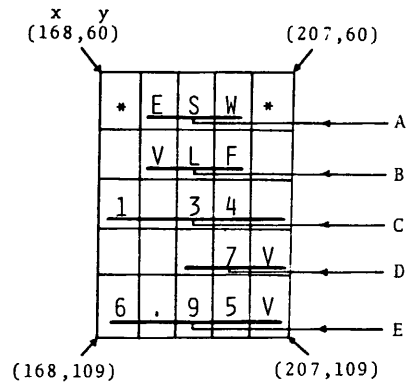
5

FLOW CHART OF 'SCSW'



☒ 6

# CHARACTER DISPLAY



- A - Power ON/OFF (ESW/OFF)
- B - Observation Mode (VLF/ESW)
- C - Gain Condition (set/blank)
  - 1 : DP-WB Gain High
  - 2 : DP-HF Gain High
  - 3 : FC-HF Gain High
  - 4 : FC-WB Gain High
  - 5 : FC-DC Gain High
- D - Bias Control Voltage
- E - Bias Effective Voltage

7



