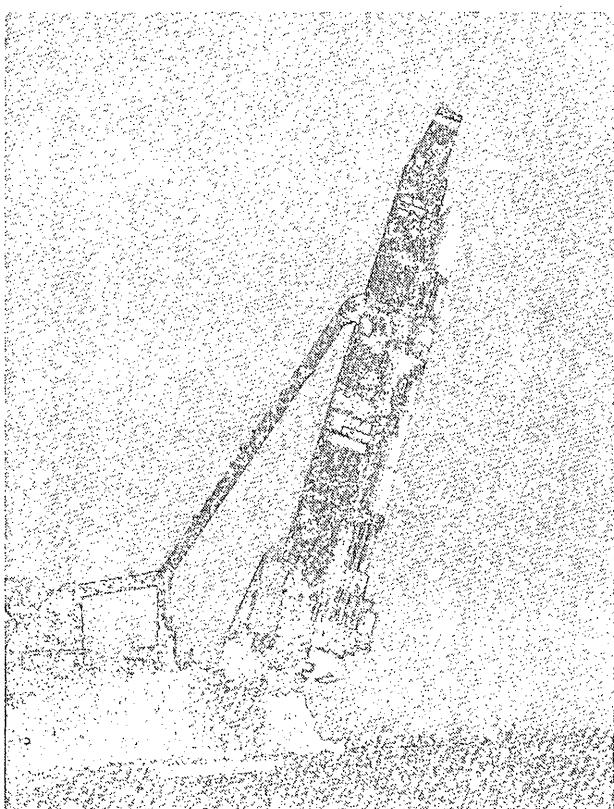


# M-3S-4号機/EXOS-C 飛翔実験計画書

昭和59年2月



宇宙科学研究所  
SESデータセンター

## 昭和58年度第2次飛翔実験計画書

## M-3S-4 / EXOS-C 目次

機体(地上設備を含む)

<del>ロケット</del>	.....	<del>ロケット班</del>	1
<del>テレメータ・コマンド</del>	.....	<del>テレメータ班</del>	19
<del>レーダ</del>	.....	<del>レーダ班</del>	35
<del>電波誘導(R.G.)</del>	.....	<del>R.G.班</del>	47
<del>タイマ・点火系</del>	.....	<del>タイマ班</del>	53
<del>集中電源</del>	.....	<del>P.S.班</del>	89
<del>姿勢制御</del>	.....	<del>C.N.班</del>	97
<del>概要</del>	.....	"	97
<del>C.N-E</del>	.....	<del>C.N-E班</del>	98
<del>S-J</del>	.....	<del>S-J班</del>	120
<del>TVC(第1段)</del>	.....	<del>TVC班</del>	131
"(第2段)	.....	"	141
<del>S.M.R.C</del>	.....	<del>ロケット班</del>	148
<del>計測</del>	.....	<del>計測班</del>	155
<del>地磁気姿勢計(G.A.S.)</del>	.....	<del>G.A.班</del>	164
<del>点火管制</del>	.....	<del>管制4班</del>	168
<del>R.S</del>	.....	<del>R.S.班</del>	173
整備塔・ランチャ(M-3S-3 地上設備概要参照)			

<u>光学観測</u>	光 学 班	175
<u>スチール記録</u>	記 錄 班	176
<u>保 安</u>	総 務 班	179
<u>衛 星</u>		
1. 全 般	伊 藤	180
2. 計 装		186
2. 1 機械計装	小 野 田	186
2. 2 電気計装	河 端	213
3. 通 信		218
3. 1 概 要	井 上	218
3. 2 アンテナ	市 川、鎌 田	227
3. 3 コマンド	井 上	240
3. 4 テレメータ	"	246
3. 5 測 距	"	255
4. 運用制御とデータ処理		257
4. 1 データ処理系	井 上	257
4. 2 オーガナイズドコマンド	大 家	267
4. 3 データレコード	井 上	273
4. 4 タイマ	中 部	276
5. 姿勢制御		282
5. 1 A C E	廣 川	282
5. 2 M A C	"	287
5. 3 M U L D	"	290
5. 4 G C M、R M M	"	293

5. 5	W C E	広川	295
5. 6	S W A / C L A	"	301
5. 7	Y o - Y o	上杉	305
6.	姿勢検出		307
6. 1	G - A S	東海大 高橋	307
6. 2	S S A S	二宮、広川	314
6. 3	N S A S	広川	317
6. 4	ジャイロ	"	319
7.	電 源		323
7. 1	電源装置	高橋	323
7. 2	S C - P	"	325
7. 3	P C U	"	332
7. 4	B A T	"	340
7. 5	C N V	"	346
7. 6	J N C	"	356
7. 7	I G - P S イグナイタ電源	"	356
7. 8	A H M	"	358
7. 9	電力解析	"	362
8.	熱設計		375
8. 1	熱設計	林、大西	375
8. 2	サ マ ル ル バ	"	392
9.	計 測		406
9. 1	H K	河端	406
9. 2	A C C	今沢	411

10.	科学観測機器	.....	418
10.1	I R A	.....立教大 牧野	418
10.2	B U V	.....横浜国大 鈴木	423
10.3	A L A	.....名大 近藤	426
10.4	L A S	.....松崎	431
10.5	E S P	.....向井	435
10.6	P P S	.....東北大 森岡	439
10.7	P L R	.....電通大 芳野	460
10.8	H E P	.....玉川大 永田	466
10.9	T E L	.....小山	470
10.10	N E I	.....東北大 高橋	473
10.11	M U M	.....京大 深尾	478
11.	工学観測計器	.....	484
11.1	S C M	.....高橋	484
11.2	L R	.....大西	488
12.	<u>信頼性</u>	.....後川	492
13.	<u>科学衛星総合管制システムと地上処理</u>	.....	497
13.1	<u>科学衛星総合管制システム</u>	.....周東	497
13.2	<u>地上データ処理</u>	.....松崎	500

昭和59年2月5日

S E S データセンタ

伊 康泰

## 1) まえがき

近年ロケット、人工衛星などの飛翔体の発達によつて地球表面の観測から遠くは惑星、銀河系外の星に至るまで科学観測の領域は広がつてゐる。その反面むしろ地表に近い高度 10 Km から 100 Km 程度の中層大気の観測・研究がとり残されてしまつてゐる。惑星間空間や磁気圏にくらべてはるかに身近なはずの中層大気がこのように研究面で遅れた領域となつてしまつたのは、ここが研究対象として興味の薄い領域であるからではなく、適当な観測手段が得難かつたためであつろう。

しかしここ 10 年位の間にレーザーレーダーによる地上からの成層圏エアロゾルの観測や、電波レーダーによる中・上層大気の運動組成の観測などの地上からのリモートセンシングの手法による研究が急速に発展して來た。同様に気球に搭載された観測器による観測技術も発達し、しかも数 10 時間もの長時間観測が行えるので、成層圏大気の観測には非常に有力な手段である。

また最近飛翔体からの光学的リモートセンシング技術が発達し、中層大気中の大気組成や温度の観測が可能になつてきた。この手法は大気球ではもちろんのこと、ロケットや人工衛星からの観測にも利用できる。特に衛星からの観測ではオゾンやエアロゾルなどの全地球的な分布を知ることができるので大変有用である。

以上のようなさまざまな手段による観測や、室内実験、データ解析等を総合して国際的に中層大気の研究を進めようという計画が数年前から世界各国の研究者間で検討され、その結果「中層大気国際協同観測計画」(Middle Atmosphere Program 略称 MAP) が 1982 ~ 1985 年の間実施されることになった。この観測計画の目的が、先ず中層大気の探査という全く自然科学的研究にあることはいうまでもないが、人間の生活に深いかかわりのある、気候変動や大気環境の問題を解決しようとする立場からの研究も重要な目的となつている。

わが国もこの国際的な MAP 計画に積極的に参加し、全国の多くの研究者が観測を実施中である。この計画には先に述べたように飛翔体による観測が重要な役割を演ずる。特に今回 M-3S-4 号機によつて打上げられる第 9 号科学衛星 EXOS-C は、全地球的な中層大気の観測を行うための重要な手段である。

以上述べたように、EXOS-C の主要目的の 1 つは地球の大気環境の解明にあるが、もう 1 つの重要な探査目的として地球の電磁気的環境の解明がある。わが国では

すでに「たいよう」、「きょっこう」、「じきけん」の3科学衛星を打ち上げ、多くの成果をあげてきた。その中でも「たいよう」により見出された南大西洋地磁気異常帯上空における降下荷電粒子による電離層の異常現象、「きょっこう」による広域オーロラの紫外撮像と降下電粒子フラックスとの相関、「じきけん」によるオーロラからの自然電波 (Auroral Kilometric Radiation) の観測とその発生機構の解明などは特筆すべきものである。

EXOS-Cではこれらの成果、経験をもとに地球の電磁気的環境、特に極光帯と南大西洋地磁気異常帯上空における降下荷電粒子-電離層アラズマ-大気の相互作用の解明を主要目的の1つとしている。

## 2) 観測項目と内容

まえがきに述べたEXOS-Cの観測目的を要約すると、

- A) 中層大気の構造と組成の解明
- B) 極域や南大西洋地磁気異常帯上空における降下荷電粒子-電離層アラズマ-大気の相互作用の解明

となる。これらの目的を達成するために搭載された観測機器は次の通りである。

- A-1) 中間圈オゾン観測装置 (IRA)
  - 2) エアロソルオゾン観測装置 (ALA)
  - 3) 中間圈紫外大気光観測装置 (BUV)
  - 4) 大気周縁赤外分光観測装置 (LAS)
  - B-1) アラズマサウンダー観測装置 (PPS)
  - 2) 低エネルギー粒子観測装置 (ESP)
  - 3) 高エネルギー粒子観測装置 (HEP)
  - 4) 電子密度観測装置 (NEI)
  - 5) 電子温度観測装置 (TEL)
  - 6) パワーライン放射モニター (PLR)
- 以上の外に特殊な目的の搭載機器として
- (-1) MULレーダーモニター (MUM)
  - 2) 太陽電池特性計測装置 (SCM)

がある。

これらの観測装置の詳細については各々の担当者により記されているが、ここに観測内容の概要を述べておく。

これらの観測装置のうち、ALAとLASは軌道上での日出と日没の時に観測を行う。つまり太陽光線が地球の中層大気を通過して衛星に到達するような状態にあると

きにのみ観測装置と動かせ、太陽光のうち特定の波長のものの地球大気による散乱、吸収量を測定する。ALAでは $600\text{ nm}$ (オゾン用)と $1\mu\text{m}$ (エアロゾル用)の2波長で太陽光の強度を測定する。これらの波長の光を通すフィルターと経た光線を光学系で集光しCCDイメージセンサー面上に結像させる方法をとっている。これらの測定により中層大気中の $\text{O}_3$ とエアロゾルの高度分布を観測する。

LASは太陽光のうち赤外部の吸収スペクトルを測定する。分光器で分光された赤外光のうち $1.6 - 2.4\mu\text{m}$ ,  $2.8 - 4.8\mu\text{m}$ ,  $8.8 - 10.2\mu\text{m}$ の3バンドをアレイ状赤外イメージセンサー面上に入射させ、各波長毎の強度を検出する。すなわちマルチチャンネル分光法であり、各組成成分のスペクトルを同時に短時間のうちに測定できる。これらの3つの波長域でそれぞれ $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}_2$  および  $\text{CH}_4 \cdot \text{O}_3$  の吸収スペクトルを測定する。

このようにALAとLASは観測上の必要から常に太陽に正対している必要がある。そのためにこれら2つの観測器は展開後の太陽電池パドルと同様に常に太陽に正対するように設置されなければならない。

IRAは高度 $40 - 80\text{ km}$ における $\text{O}_3$ の密度を測定する装置で、オゾン光分解過程で生ずる励起酸素分子が放出する $1.27\mu\text{m}$ の赤外光をフィルター-放射計で測定する。検出素子は $\text{PbS}$ 薄膜とマトリックス状に配置したものである。測定には太陽の直達光、散乱光の影響を避ける必要があるため、次のBUVと同様に太陽と反対側の面に設置されている。

BUVは成層圏高度のオゾン密度を観測する装置で、地球大気により散乱された波長 $2500 - 3300\text{ \AA}$ の太陽紫外光を分光器および光電子倍増管を用いて測光する。この紫外散乱光はオゾン層により吸収をうけており、この吸収量からオゾン全量および高度分布を求める。BUVも太陽直達光の影響を避けるためIRAと同一面上に配置されている。

以上の4観測器により中層大気分子中のオゾンや他の微量成分およびエアロゾルの分布を全地球的規模で観測する。特にオゾンについては成層圏から中間圏にわたる広い領域と、異なる手法で観測し測定値の精度・信頼度を高めることができる。

次にアラズマ系の観測に移ると、最も主要な観測器はPPSである。軌道上では $20\text{ m}$ 長のアンテナ4本を伸展する。このアンテナを介して300フットの高周波電場を電離層中に放射し、この中に生ずる種々のアラズマ波動現象を観測する。また同時に電離層の電子密度垂直分布を計測するトップサイドサウンダー観測も行われる。また別のモードでは地球極域から放射される電波、南大西洋地磁気異常帶上空で励起されるアラズマ波動や、惑星および太陽から放射される自然アラズマ波動の偏波特性とともに含めた受信も行われる。

ESPとHEPは地球外から降下してくる低高エネルギーともった荷電粒子の計測装置である。このうちESPでは主としてオーロラ発生の原因として考えられるKeV領域の電子とイオンのフラックスヒエネルギー分布、ヒット角分布を測定する。分析器は2台の半球型静電アナライザと1台の1/4球形静電アナライザで構成されている。ESPの測定結果とPPSによるプラズマ波動や電離層擾乱の観測結果との対応が注目される。

HEPは主としてMeV領域の電子と陽子のフラックスの時間変動およびエネルギー分布を計測する。計測器はシリコンを主体とした半導体検出器で構成されたテレスコープ型2台で、1台を太陽と反対方向に、他の1台をそれと直角方向を見るように搭載されている。極域および南大西洋地帯異常帶上空での観測により中層大気への影響の程度が知られるであろう。

NEIとTELは電離層プラズマの基本的パラメーターを測定する装置で、これまた多くのロケット、衛星に搭載された実績があり、最も信頼度の高い観測器である。両測定器のセンサーは衛星本体の進行によるプラズマ擾乱の影響を避けるため、太陽電池パドルの先端に配置してある。これらの測定器により全地球的な電離層の状態、特に極域等の特異な電離層や、近年注目されているアラズマバブルの実態も明らかにされるであろう。

PLRの観測目的はこれまで述べた観測器とはいさか趣を異にしている。地球上には現代文明を支える多くの電力線が設けられている。これら電力線から宇宙空間に向かって50Hz, 60Hzおよびその高調波から成る電磁波が放射されていることが近年知られるようになった。PLRではこれら電磁波の世界的分布および磁暴時の変化をモニターする。

MUMは中層大気の運動を地上から観測するために京都大学がごく最近建設したMULレーダー (Middle and Upper Atmosphere Radar) のアンテナパターンのモニターを目的としたもので、MULレーダーから送信される46.5MHzの較正用CW信号と、MULレーダーサイトに設置された小型無指向性アンテナから送信される46.55MHzの参照用CW信号を同時に受信し、両者を比較、較正する方式とする。なお受信アンテナはPPSアンテナと共用する。

SCMは近い将来の衛星用の太陽電池として有望視されているGaAs太陽電池素子の宇宙環境における特性試験と安定動作の評価を目的としたもので、比較のためのSi素子をも含め74種類7枚の太陽電池素子が実装されている。

以上が主要な観測用およびモニター用搭載機器であるが、この他に軌道上の衛星位置の精密決定方式のテストのため、レーザー・リフレクター2組が衛星に設置されている。

### 3) 国際共同観測

まえがきにも記したように、EXOS-CはMAP計画に沿った観測を主要な目的としている。諸外国でもMAP期間中は地上・飛翔体両様の観測を精力的に進めしており、MAP計画本来の趣旨からして多くの観測機関が共同して立体的な、全世界的な観測網を敷くことが望まれている。この観点からEXOS-Cも広く世界各地の観測者と連絡をとつて協同観測を実施することが考えられるが、現時点での具体案が作成されつつあるのは次の2項である。

1つは南極中層大気総合観測への協力である。南極大陸におけるMAP観測は国立極地研究所の平沢威男教授が提案し国際的なプロジェクトとして認められているもので、南極大陸上にある各国の観測基地が連絡とりつつ地上観測、気球・ロケット観測と実施しつつある。EXOS-Cもこのプロジェクトに協力し立体的な観測成果をあげるため、後述のように軌道傾斜角を75度にとり、極域上空の観測を十分に行えるようにした。また昭和基地でも400MHzテレメーター電波のリアルタイム受信を依頼し、共同観測の実を上るよう計画している。

他の1つはノルウェー、スウェーデン、フィンランドの北欧3ヶ国にまたがって設置されている電離層観測用レーダー網(European Incoherent Scatter Radar Association)を利用して西独マックスプランク研究所の観測アルゴとの共同観測である。このレーダー網では従来的に極域電離層の運動、電子密度、温度等を観測しているので、EXOS-Cの粒子、波動、プラズマパラメーター観測との比較は興味深い結果が得られるものと期待されている。またこのレーダー網の一端、スウェーデンのキルナにあるエスレンジでもゆな風の夜顛に応じてSバンドテレメーターデータの取得を行うことになっている。

### 4) 構造・重量

衛星の主構造は2枚のアルミニウム板(上部シェルフ、下部シェルフ)と、これを支える2個のアルミニ合金製円筒(上部スラストチューブ、下部スラストチューブ)及び計16本のCFRP製支柱とからなる。両シェルフの上下面には各種機器が搭載され、二の中央部をスラストチューブが、また外縁近くの各8点を支柱が支持する構造となっている。衛星外面はすべて表面板に0.2mm厚のアルミニ合金板を使用した厚さ8mmのアルミニウム板で、そのうちの下部パネルは補強されて太陽電池パドルを支持している。

衛星の総重量は約208kgである。

## 5) 軌道、姿勢

これまで述べたような衛星の観測目的および国際共同観測の趣旨に沿うよう、次のような衛星軌道が予定されている。

近地点高度： 321 km 遠地点高度： 1054 km

軌道傾斜角： 75.0° 周期： 1時間 39分

また姿勢も観測の必要上太陽指向を保持することとし、しかも姿勢の安定化は内蔵のモーナシタムホイールにより衛星軸と太陽方向に向けると共に衛星本体はスピンしないよう設計してある。詳細は姿勢制御の項を参照されたい。

## 6) テレメーター、データ取得

テレメーター周波数は 400 MHz と Sバンドの 2 波を使用する。両波ともリアルタイムテレメトリーおよびデータレコード再生時のテレメトリーの両方に使用できる。データレコードには容量 20 M bit のものが搭載されている。

テレメトリーによる観測データ取得は KSC、昭和基地、エスレンジの 3ヶ所で行われる。このうち KSC では UHF と S バンドの両波を受信され、昭和基地では UHF のリアルタイムデータが、エスレンジでは S バンドのリアルタイムまたは再生データが取得される。このように南北両極域に夫々受信点を設けたことによってデータ取得量は大幅に増すと共に、極域での共同観測が効果的に行えることになった。

## 7) 運用

この衛星の運用で最も特徴的なのは OG (オーラナイズドコマンド) を使用することであろう。詳細は別項に述べられているが、この衛星のように観測対象、観測項目が多岐にわたり、また衛星の軌道上の位置により観測モードを適宜切換える必要がある場合には従来のコマンドシステムによる運用では目的を達することができない。また EXOS-C では昭和基地上空や北欧での協同観測およびテレメトリーが極めて重要な役割を占めている。これらを達成するためにはオンボードのマイクロコンピュータ制御による OG を用いた運用が不可欠である。

## 8) まとめ

以上 EXOS-C 卫星の全般について述べたが各項目の詳細については本計画書の別稿を参照されたい。この衛星は MAP 期間中に打上げられる世界でも数少、中層大気観測衛星として国際的にも注目されており、われわれとしてもすぐれた観測成果を産み出すために努力を続ける所存である。

## 4. 運用制御とデータ処理

### 4.1 データ処理系

井上

#### 4.1.1 データプロセッサ (DPU)

##### 1. 概要

###### (1) 機能の概略

- \* 観測データのRCM伝送とFM伝送
- \* ストアードシーケンスコマンドによる、人工衛星の自動管制
- \* コマンドデータの解読・分配
- \* 画像データの計算処理
- \* 制御信号、タイミング信号の分配
- \* データレコーダの制御

###### (2) 特徴

- 衛星非可視領域での自動管制と画像データの計算処理を目的に、マイクロコンピュータ3系統を使用。
- 各マイクロコンピュータは、4種の故障検出システムを内蔵。
- 128秒を基本観測単位とし、最大256時間（10日+16時間）まで、フレキシブルな運用シーケンスをプログラムできる。
- C-MOS ICの採用による極低消費電力。

###### (3) 構成

データプロセッサは、機能上の5ブロックに分割される。

1. データ処理部
2. コマンド制御部
3. 自動管制部-1 (OGM-1)
4. 自動管制部-2 (OGM-2)
5. 計算処理部 (ARM)

図4.1.1-1 データプロセッサの機能系統図を示す。

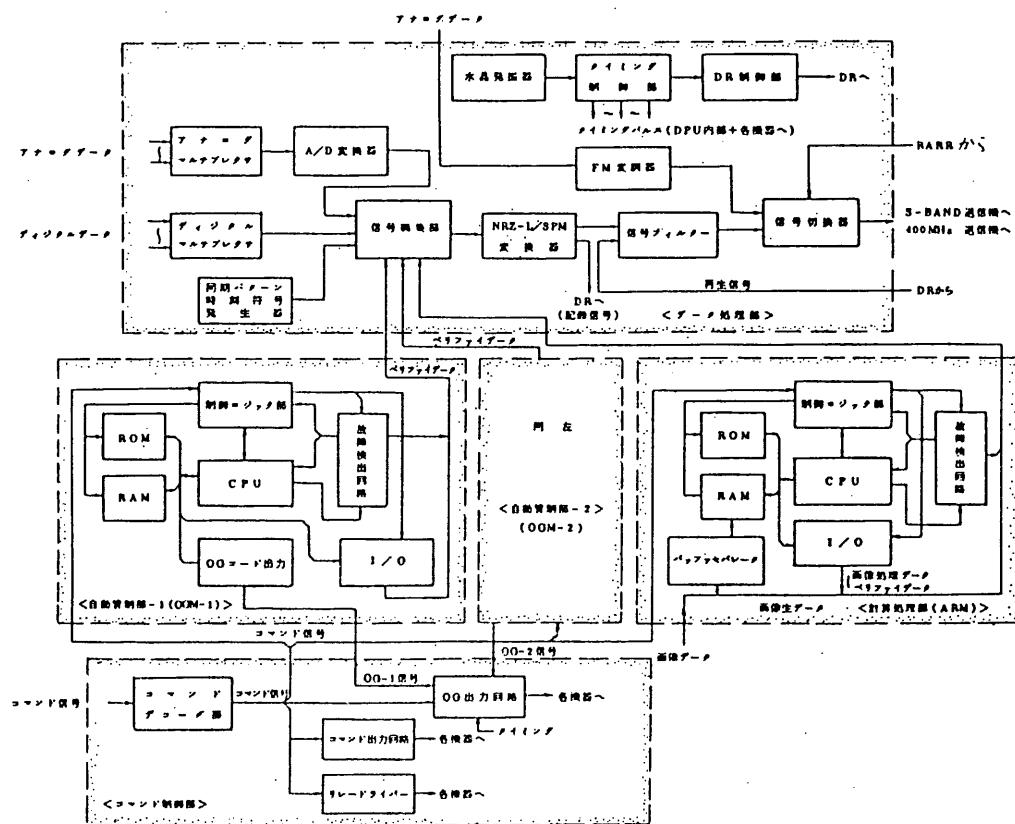


図4.1.1-1 DPU機能系統図 (EXOS-C)

図から理解されるように、自動管制部には待機冗長構成を、計算処理部には画像生データ伝送によるハードウェアバックアップ方式を採用しており、システム信頼度を向上させている。

## 2 動作の詳細

### (1) データ処理部

データのサンプリング、A/D 変換、デジタルデータの編集、タイミングパルスと編集パルスの発生、信号フィルター、伝送データ切換、データレコーダの制御等を行う。

### (2) コマンド制御部

コマンドデコーダ (CMD) で復調されたディスクリートコマンドの解読と実行、およびストアードシーケンスコマンドの実行を行う。

ディスクリートコマンドは従来から使用されている方式のコマンドであり、地上からの1回のコマンド指令により動作するコマンド (D D C) と2回指令によって動作するコマンド (P D C - 1, P D C - 2) がある。

D D C は主に共通機器の制御と各機器の ON / OFF 制御、P D C - 1, P D C - 2 は主に観測機器のパラメータ設定に使用される。

### (3) 自動管制部

自動管制部は、地上からのコマンド指令によりプログラムされた衛星の運用シーケンスを、待機冗長構成されたマイクロコンピュータ2系統のうちいずれか1系統により、主に衛星の非可視領域で自動的に実行させる。

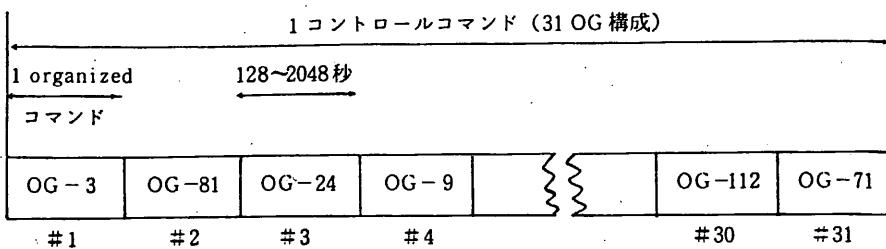
衛星の自動運用シーケンスの内容は、コントロールコマンドの内容により決定される。

コントロールコマンドは31ブロックのOrganized Command (OG) により構成され、31ブロックにどの種類の OG をどの順序で配列するかにより、1つのコントロールコマンド (1つの自動運用) が決定される。

第4.11-2 図にコントロールコマンドの1例を示す。

1つの OG コマンドは1観測単位 (128秒を基本周期とし、最大2048秒まで128秒ステップで任意のオペレート時間が選択できる) を最少単位として、共通機器および観測機器にあらかじめプログラムしたコマンド信号とタイミング信号を供給する。

OG の種類は約9000種類あるが、使用頻度の高い OG は固定 OG として94種類選択されたものが、ROM に記憶されている。他の OG は運用中必要に応じ地上からのコマンドにより、RAM に任意の32種類までプログラムできる。



第4.1.1-2 図 コントロールコマンドの例

OGは16Bitの制御コードから構成され、第4.1.3図にOGコードフォーマットを示す。

B 0	B 1	B 2	B 3	B 4	B 5	B 6	B 7	B 8	B 9	B 10	B 11	B 12	B 13	B 14	B 15
• POWER ON/OFF CONTROL	• ATTITUDE CONTROL	• BIT RATE SELECTION	• INSTRUMENT PARAMETER SET UP	• DATA FORMAT SELECTION (16 FORMAT)				• DATA RECORDER CONTROL				• TRANSMITTER SELECTION			

第4.1.1-3 図 OGコードフォーマット

B 0～B 3のコードは、機器のON/OFF制御と16種類のテレメトリデータフォーマットの選択に、B 4～B 7のコードは姿勢系の制御に、B 8～B 11のコードは、データレコーダーの制御、テレメトリビットレートの切り換え、TMS送信機、TMU送信機の選択と伝送データの切り換えに、B 12～B 15のコードは観測機器パラメータ設定に使用される。

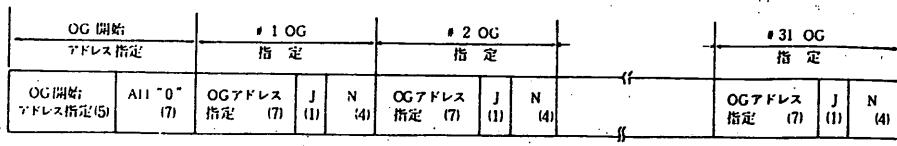
これらB 0～B 15の制御はOG実行時、同時に実行される。

約9000種類のOGから任意の31種類を選択して、1コントロールコマンドを設定することにより、一連の制御シーケンスで最大256時間まで、衛星の運用を自動的に実行させることができる。

コントロールコマンドの実行は、B 0～B 15のOGコードが格納されているメモリアドレスを指定することにより行う。

第4.1.1-4図に、地上から指令するOG制御データフォーマットを示す。

OG制御データフォーマットは32ブロック、1ブロック12Bit単位で構成され、最初のブロックはOG開始アドレスを、残り31ブロックが運用としてのOGとなる。



注) 数字はBit数

第4.I.I-4 図 OG制御データフォーマット

表4.I.I-1にブロックの説明を示す。

表4.I.I-1 ブロック説明

OG制御データフォーマットブロックの説明	
OG開始アドレス指定	1コントロールコマンド31 OGの先頭開始 OGを5 Bitで指定する（任意のOGから開始できる）。
All "0"	12Bit 単位のフォーマットに統一するためダミーの“0”コード7 Bitを用意する。
OGアドレスの指定	DPUに用意されている固定OG94種と任意OG32種の総計126種のOGのメモリアドレスを7 Bitで指定する。 (7 Bit All "0", All "1" のコードは他の制御に使用)
J (JMP)	1コントロールコマンド31 OG内の任意のOGにジャンプするかどうかの識別を1 Bitで指定する。 Jが“0”的場合はジャンプしない。 Jが“1”的場合はOGアドレス指定7 Bitのうち下位5 Bitで指定されたOGにジャンプする。 従ってJが“1”的場合と“0”的場合とではOGアドレス指定7 Bitの意味は異なる。 JはOGの実行順序を変える場合 (BACK JMP or FORWARD JMP)に使用する。
N	ジャンプしない (J: "0") 場合, 実行するOGのオペレート時間の延長回数を, ジャンプする (J: "1") 場合, BACKループの回数を4 Bitで指定する。

OGの基本オペレート時間は128秒(2分8秒)である。ジャンプしない場合 N = 4 Bit でオペレートの延長回数を指定できるから、各OGのオペレート時間は128秒ステップで最大 128秒 × 16 = 2048秒(34分8秒)までNによって選択できる。従って1コントロール

コマンドの最大実行時間は、 $128\text{秒} \times 16\text{ (N)} \times 31\text{ OG} = 63488\text{秒}$  (17時間38分8秒)となる。

ジャンプする場合、N = 4 Bit で BACKループ回数を指定する。オール“0”は除くためBACKループ回数は15回までとする。

BACKループ機能により、任意のOG間を繰り返し実行できる。

衛星の最大運用時間は BACK ループ 15 回設定により、 $128\text{秒} \times 16\text{ (N)} \times 30\text{ OG} \times 15 = 256$  時間になる。

Nの使用例を表4.1.1-2に示す。

表4.1.1-2

N (4 Bit)	OG OPERAE TIME J = “0”	BACK LOOP J = “1”
0 0 0 0	128 SEC	INFINITY
0 0 0 1	256 SEC	1
0 0 1 0	384 SEC	2
0 0 1 1	512 SEC	3
0 1 0 0	640 SEC	4
0 1 0 1	768 SEC	5
0 1 1 0	896 SEC	6
0 1 1 1	1024 SEC	7
1 0 0 0	1152 SEC	8
1 0 0 1	1280 SEC	9
1 0 1 0	1408 SEC	10
1 0 1 1	1536 SEC	11
1 1 0 0	1664 SEC	12
1 1 0 1	1792 SEC	13
1 1 1 0	1920 SEC	14
1 1 1 1	2048 SEC	15

#### (4) 計算処理部

計算処理部は、大気周縁赤外分光装置 (LAS)からの画像データを単系構成されたマイクロコンピュータにより計算処理する。

LASからの画像データは1画面が128画素×6画素×(1画素7Bit)構成であり、DPUは250 msec以内(FMでは9.2 msec)で4画面分のデータ(3072 Byte)をRAMに書き込み、750 msec以内(実測280 msec)に計算処理を行う。

次の1秒間(8フレーム分)で1/4に処理された768 Byte分のデータを伝送する。

マイクロコンピュータ異常時の場合、生の画像データ2画面分を2秒間16フレームで伝送する。

LAS観測モードでは、テレメトリ伝送は常に、High Bit Rate (8192 BPS) で運用される。

(5) マイクロコンピュータ故障検出システム

故障検出モードは衛星の非可視域と可視域の2つのフェーズを対象にする。

非可視域ではCPU(マイクロプロセッサ)と独立したハードウェア手段により、CPUの動作、プログラム実行状態を常時モニタしている。

ハードウェア手段による故障検出回路は次の3ブロックから構成される。

○命令読出しエラー検出回路

○アドレスエラー検出回路

○CPU基本パルス検出回路

各故障検出回路の機能は、地上からのコマンドによりそれぞれ単独に解除できるので、CPUの動作が故障検出回路に制限を受けることはない。

いずれかの検出回路が動作した場合、プログラムの実行停止と共に、停止したプログラムアドレスなどの検出回路が動作したかのステータスをテレメトリーで伝送する。自動管制部はこの時点で“ALL PI OFF”信号により、観測機器の電源をOFFにする。

可視域では、コンピュータモジュールのメモリ(ROM, RAM)の全内容をテレメトリーで伝送し、データとプログラムの照合を地上で行う。

またマイクロコンピュータ各系統に用意された自己診断プログラムにより基本命令を実行し、診断結果をテレメトリーで伝送する。

診断結果否の場合、テレメトリーによりエラーブロックとエラー回数を追跡できるよう設計されている。

### 3 電気的性能

DPUの主要諸元を表4.I.I-3に示す。

表4.I.I-3

項目	性能
1) PCUデータ形式	
データフォーマット	16種類
1ワード長	8ビット
1フレーム長 (1マイナーフレーム)	128ワード

項	目	性	能
1) メジャーフレーム長		256 マイナーフレーム	
	ビットレート	8192 BPS (8 フレーム / 秒) <Bit Rate High時>	
		2048 BPS (2 フレーム / 秒) <Bit Rate Low時>	
		32768 BPS (DR 再生時)	
2) PCM 変調形式		NRZ-L-SPM	8192 BPS 2048 BPS 共 32768 BPS
3) アナログ変調		SCO周波数 IRIG-BAND15	
		入力電圧 0 ~ 5 V	
		入力インピーダンス 100 kΩ (450 Hz 以下)	
4) A/D 変換器		2進8ビット直線符号化逐次比較型	
		変換時間 138 μsec (MAX 20 μsec)	
		入力電圧 0 ~ 3 V	
		入力周波数 4.5 Hz 以下	
		変換精度 ± 0.8% フルスケール	
		入力インピーダンス 200 kΩ	
5) 入 力			
	アナログ	0 ~ 3 V	
	シリアル ハイレベル	"1" 3.6 ~ 5.5 V, "0" 0 ~ 0.1 V	デジタル
6) 出 力			
	デジタル出力	"1" 4.4 ~ 5.5 V, "0" 0 ~ 0.1 V	
	PCM 変調出力	2.25 Vp-p (混合出力)	
		PCM + RARRモードおよび PCM + FMモード	
		出力インピーダンス 100 Ω以下	
7) データレコーダインターフェイス			
	記録信号	8192 BPS SPM (記録時間 40 分)	
		2048 BPS SPM (記録時間 160 分)	
	再生信号	32768 BPS SPM (再生時間 10 分)	

項目	性能
8) ディスクリートコマンド	
DDC	AD: 1~7, EX: 1~15, MAX 104 項目
PDC-1	X : 1~7, Y : 1~15, MAX 104 項目
PDC-2	H : 1~7, V : 1~15, MAX 104 項目
9) OGコマンド	
OGコードの種類	固定OG: 94種 任意OG: 9,000種
1 OGの実行時間	128秒 × 1~N     N: 1~16指定 (128秒~2048秒まで 128秒ステップで指定)
10) コントロールコマンド	
1 コントロールコマンド	31種類のOGから構成
1 コントロールの時間	○最大17時間38分8秒 (バックループなし)
(自動管制時間)	○最大 256時間 (10日+16時間) (バックループ15回)
○無限時間	
11) マイクロコンピュータ制御	
使用マイクロプロセッサ	CDP 1802 (8 Bit C-MOS CPU) × 3 RCA社製
使用クロック	2.097152 MHz, 1マシンサイクル 4 μsec
自動管制部	待機冗長構成 CPU × 2 ROM: 1.5k Byte × 2 RAM: 0.5k Byte × 2
計算処理部	单系構成 (CPU異常時) 生データ伝送 CPU × 1 ROM: 1.5k Byte RAM: 8 k Byte
12) 消費電力	2 W以下

## 4 機械的性能

### (1) 構 造

本機器のケースはアルミの一体構造であり、特に支柱部構造を兼るためケースに強度が必要である。

電子部品はプリント板実装方式を採用しシャーシ内に収容するようになっている。

### (2) 寸法、重量、外観図

重 量 12.2 kg

寸 法 340 × 340 × 210 [H] mm

外 観 外観図を第4.1.1-5に示す。

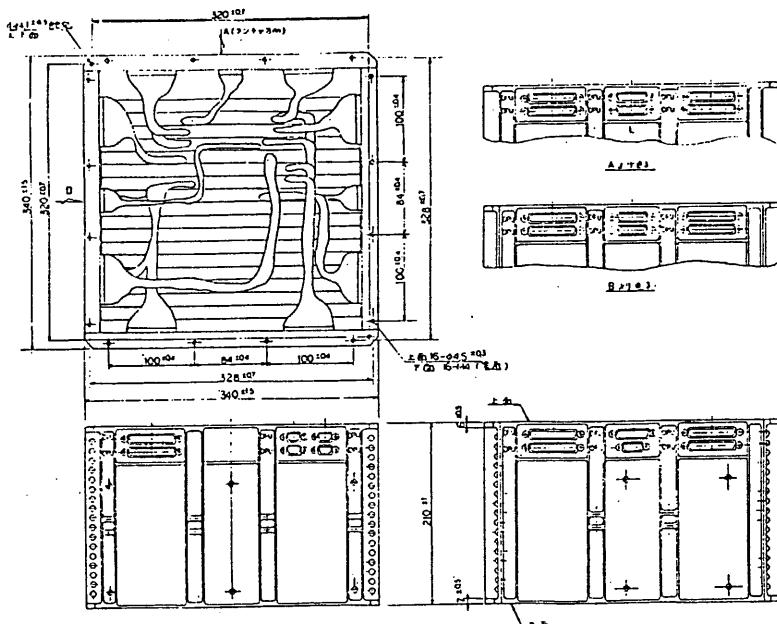


図4.1.1-5 外 観 図

## 4. 2 オーガナイズドコマンド

大家

### 1. DPUの概要

準極軌道をもつEXOS-C衛星は極域から赤道域にわたる電離圏および磁気圏基部のプラズマ、粒子、波動観測および中層大気の光学的リモートセンシングを行うものであり、その観測対象は多岐にわたり、したがって観測モードも衛星の軌道、姿勢、観測対象に応じて適宜切替えた運用が不可欠となる。またEXOS-Cは南極昭和基地上空での衛星-地上同時観測、ISレーダとの共同観測も重要なプロジェクトの一つとなっており、複雑な衛星の運用が要求される。このため地上からプログラムされた観測シーケンスおよび衛星運用のシーケンスに従って衛星の自動管制を行う高度なDPU(Data Processing Unit)が必要となる。

EXOS-Cに搭載されるDPUは各観測機器からのデータを集積し、規定のデータフォーマットに編集する機能、コマンドデコーダからのコードを解読し、ディスクリートコマンドを発生する機能に加えて、マイクロコンピュータ制御によってあらかじめDPU内に書き込まれている複合コマンド(固定Organized Command)あるいは地上からのコマンドによって書き込まれる複合コマンド(RAM OG)を観測者が地上から指令するシーケンスプログラムに従って実行し、衛星の動作、観測機器のパラメータ設定を自動的に制御する機能をもっている。このOGによる衛星自動管制はすでにEXOS-B衛星で実績があり、極めて有効に運用された。EXOS-C衛星では、マイクロコンピュータを導入することにより機能の向上が計られ更に広汎な運用が可能となっている。

### 2. 動作概要

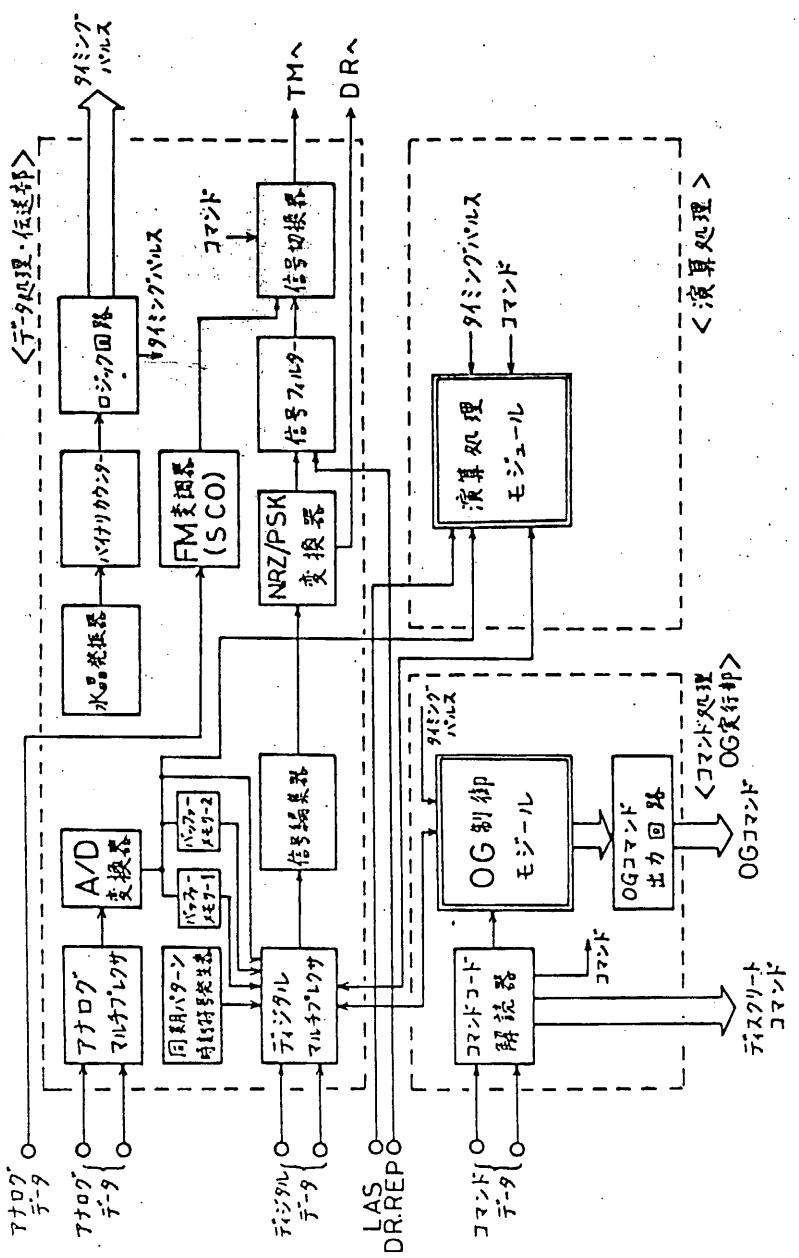
第4-1図にDPUの機能系統図を示す。DPUは大別すると、

- (1) データ処理・伝送部
- (2) コマンド処理・OG実行部、および
- (3) 演算処理部

から構成される。

#### 2.1 データ処理・伝送部

データ処理・伝送部では、(1)データのサンプリング、(2)A/D変換、(3)ディジタルデータの編集、(4)タイミングパルスの発生、(5)PSK変調、FM変調、および(6)伝送データの選択、および(7)データレコーダの制御を行う。



第4-1図 DPU機能系統図

PCMデータの形式は以下のとおりである。

データフォーマット	16種類
ワード長	8 bit/Word
フレーム長	128 Word/Frame
メジャーフレーム長	256 Frame/M-Frame
フレーム同期	W <sub>0</sub> ~W <sub>2</sub> (FAF 320)
ビットレート	8192 bps / 2048 bps

PCMデータフォーマットは16組のモードをもち、ディスクリートコマンドおよびOGによって選択される。第4-2図にPCMフレームデータフォーマットを示す。mode 0からmode 9までは通常の観測モード運用時に用いられ、mode 10からmode 13まではDPUの自己診断のためのデータフォーマットとなっている。また、mode 14および15はそれぞれ、姿勢制御系およびMUM観測のためのデータフォーマットとなっている。

word mode	16	27	32	38	40	48	64	72	80	82	96	100	112	127
0 データ STATUS	E S P	x	T E L	PPS	(SPW-V)	I R A	A L A	E S P	x x	T E L	PPS	(SPW-H)		
1 データ STATUS	E S P	x	T E L	PPS	(SPW-S)		H E P	E S P	x x	T E L	PPS	(SPW-H)		
2 データ STATUS	E S P	x	T E L	PPS	(NPW-N)	I R A	A L A	E S P	x x	T E L	PPS	(NEI)		
3 データ STATUS	E S P	x	T E L	PPS	(NPW-N)		H E P	E S P	x x	T E L	PPS	(NEI)		
4 データ STATUS	E S P	x	T E L	PPS	(NPW-H/NEI)	B U V	H E P	I R A	A L A	E S P	x x	T E L	PPS	(NPW-H/NEI)
5 データ STATUS	E S P	x	T E L	PPS	(NPW-H/NEI)	B U V	PPS(NEI)	I R A	A L A	E S P	x x	T E L	PPS(NEI)	PPS(NPW-V)
6 データ STATUS	E S P	x	T E L	PPS	(NPW-H)	B U V	PPS(NPW-H)		H E P	E S P	x x	T E L	PPS(NPW-H)	PPS(NPW-V)
7 データ STATUS	E S P	x		PPS	(INPP-S-R)	I R A	A L A	E S P	x x		PPS	(INPP-S-L)		
8 データ STATUS	E S P	x		PPS	(INPP-F-R)		H E P	E S P	x x		PPS	(INPP-F-L)		
9 データ STATUS				L A S		I R A	A L A				L A S			
10 データ STATUS								O G M				(RAM 及び 自己診断 ROM)		
11 データ STATUS								O G M				(OG 制御プログラム 及び 固定 OG-ROM)		
12 データ STATUS									A R M			(RAM 及び 自己診断 ROM)		
13 データ STATUS									A R M			(演算処理プログラム ROM)		
14 データ STATUS	A C C	x	T E L		A C C				M N T E L		A C C			
15 データ STATUS	M U M	x	T E L		M U M				M N T E L		M U M			

\*:PI-STATUS-1      \*\*:Pj-STATUS-2, HK  
PLK DATA

第4-2 PCMフレームデータフォーマット

## 2.2 コマンド処理・OG実行部

ここではディスクリートコマンドおよびOG (Organized Command) を発生する。

### 2.2.1 ディスクリートコマンド

ディスクリートコマンドには、地上からの1回のコマンド指令により動作するD D C コマンドと2回指令によって動作するP D C コマンドとがある。D D C コマンドは98項目あり、主として共通機器制御および各機器のON/OFF 制御を行う。P D C コマンドにはP D C - 1およびP D C - 2の2つのグループがあり、それぞれ95項目及び63項目コマンドとなっており、主として観測機器のパラメータ制御に使われる。

また各機器が定めるW R I T E コマンドの後にn個の“1/0”コマンドを打ちその後にやはり各機器の定めるE X E C U T E コマンドを打つことにより機器のパラメータの制御を行うB L O C K コマンドが実行される。

### 2.2.2 OGコマンド

O G (Organized Command) は1観測単位(128秒を基本周期とし、最大2048秒まで任意の運用時間が選択できる)を最小単位として、共通機器および観測機器にあらかじめプログラムされたコマンドとタイミングパルスを供給する複合コマンドである。O G コマンドは16Bitで構成され、コマンドの種類は約6万5千個になる。この中から任意の31種類を選択して31項目からなるO G シーケンス(コントロールコマンド)を作り実行させることにより、一連の制御シーケンスで最大17時間38分8秒の時間にわたって衛星を自動的に運用させることができる。最も使用頻度の高い94個のO G コマンドはD P U内のR O Mにあらかじめ書き込まれている他、任意の32個のO G コマンドを地上からD P U内のR A Mに書き込むことができる。

実行させるO G の種類とシーケンスは、あらかじめ(可視時間のコマンドによって)地上から自由にプログラムできる。

O G 制御モジュールは、C P U 2台により冗長構成された制御用マイクロコンピュータ(C D P 1802 : RCA)であり、上述のO G コマンドの実行処理を行い、O G 出力回路を経て、各サブシステムへ制御パルスまたはクロックパルスを送出する。

## 2.3 演算処理部

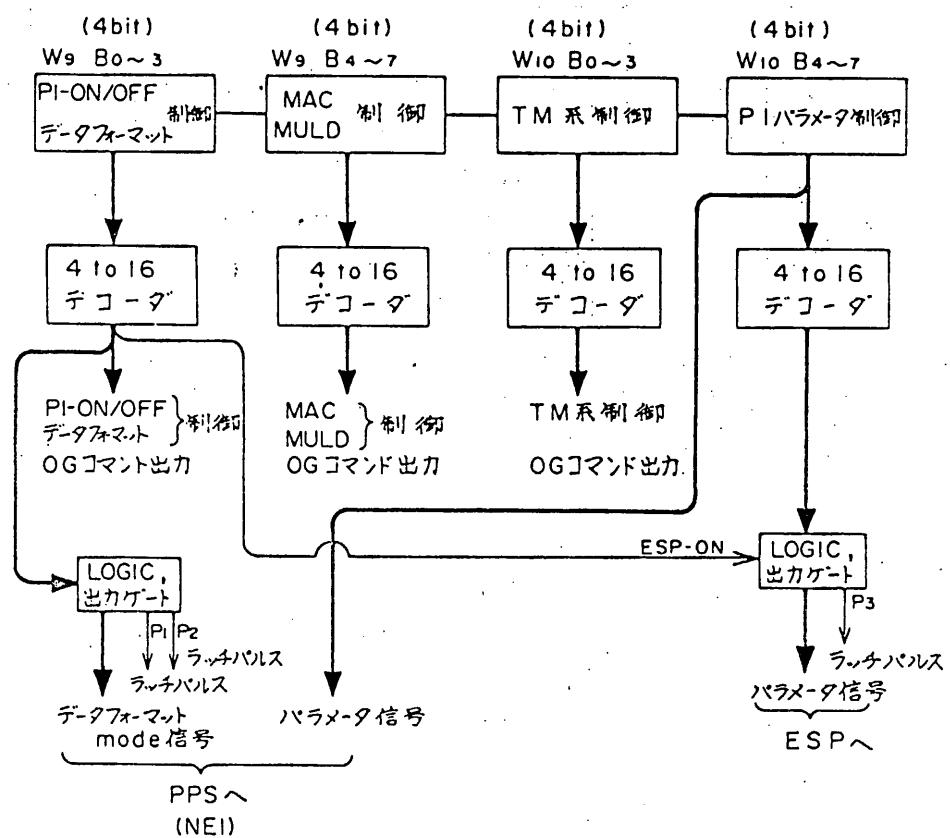
演算処理部では、L A S(大気周縁赤外分光観測装置)より送られてくる観測データの演算処理を行い、その結果をデータ処理・伝送部に送出する。

演算処理モジュールはC P U 1台において構成されたマイクロコンピュータである。C P U異常時はハードウェアバックアップにより生データを直接伝送する。

### 3. OGによる制御

#### 3.1 OGコードの構成

OGコマンドは第4-3図に示すように4 bitを1ブロックとする4つのブロックすなわち16bitで構成される。第1ブロック ( $W_9 B_0 \sim B_3$ ) では PI の ON/OFF 制御と PCM データフォーマット制御が行われる。第2ブロック ( $W_9 B_4 \sim B_7$ ) は姿勢制御系のコントロールを行う。第3ブロック ( $W_{10} B_0 \sim B_3$ ) ではテレメータ、データレコーダおよびテレメターアンテナ切替えの制御が行われる。第4ブロック ( $W_{10} B_4 \sim B_7$ ) は観測サブシステムのパラメータ制御及び65フィート伸展アンテナの制御を行うブロックとなっている。表4-2に第1ブロックから第3ブロックまでのOG制御項目を示す。



第4-3図 OGコードの構成と出力系統

表 4-2 OG 制御項目

ブロック 1										mode	ブロック 2			ブロック 3				ブロック 4			
$W_9 B_{0-3}$	ESP	PLR	PPS	IRA	ALA	HEP	TEL	BUV	LAS	mode	$W_9 B_{4-8}$	MAC	MULD	$W_{10} B_{0-3}$	Bit Rate	DR	TMS	TMJ	その他	$W_{10} B_{4-7}$	P/I 制御パラメータ
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	0	-	-	-	-	-	0	
1	ON	ON	ON	ON	ON	OFF	ON	OFF	OFF	0	1	-	ON (+)	1	High	OFF	-	-	-	1	
2	ON	ON	ON	ON	ON	OFF	ON	OFF	OFF	2	2	-	ON (-)	2	Low	OFF	-	-	-	2	
3	ON	ON	ON	ON	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	7	3	-	OFF	3	High	REC	OFF Real伝送	ON Real伝送	-	3	
4	ON	ON	ON	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	1	4	ON (+)	-	4	Low	REC	OFF Real伝送	ON Real伝送	-	4	
5	ON	ON	ON	OFF	OFF	ON	ON	OFF	OFF	3	5	ON (-)	-	5	-	REP	UP Storage伝送	UP Real伝送	-	5	
6	ON	ON	ON	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	8	6	OFF	-	6	-	REP	UP Real伝送	UP Storage伝送	-	6	
7	ON	OFF	4	7	-	-	7	-	OFF Real伝送	ON Real伝送	-	7	表 1.6.17.1 ～9参照								
8	ON	ON	ON	ON	ON	OFF	ON	ON	OFF	5	8	-	-	8	-	ON→UP	-	-	8		
9	ON	ON	ON	OFF	OFF	ON	ON	ON	OFF	6	9	-	-	9	-	-	UP	-	9		
A	OFF	OFF	OFF	ON	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	9	A	-	-	A	-	-	ON	-	10		
B	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	5	B	-	-	B	-	-	-	UANT-A SANT-A	11		
C	OFF	ON	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	5	C	-	-	C	-	-	-	UANT-B SANT-B	12		
D	ON	ON	OFF	6	D	-	-	D	-	OFF	OFF	HK, ACC, NSAS GASSSAS-OFF	13								
E	OFF	(AKI-OG)	E	-	-	E	-	-	-	-	14										
F	OFF	(EOCC)	F	-	-	F	-	-	-	-	15										

(注) 一はその項目について制御を行わないことをあらわす。

## 5. 姿勢制御

### 5.1 ACE

広川

#### 5.1.1 概要

EXOS-Cの姿勢制御系は大別して、Z軸の方向制御をする磁気姿勢制御系とZ軸まわりの回転を制御するデスピニング制御系の2つがある。

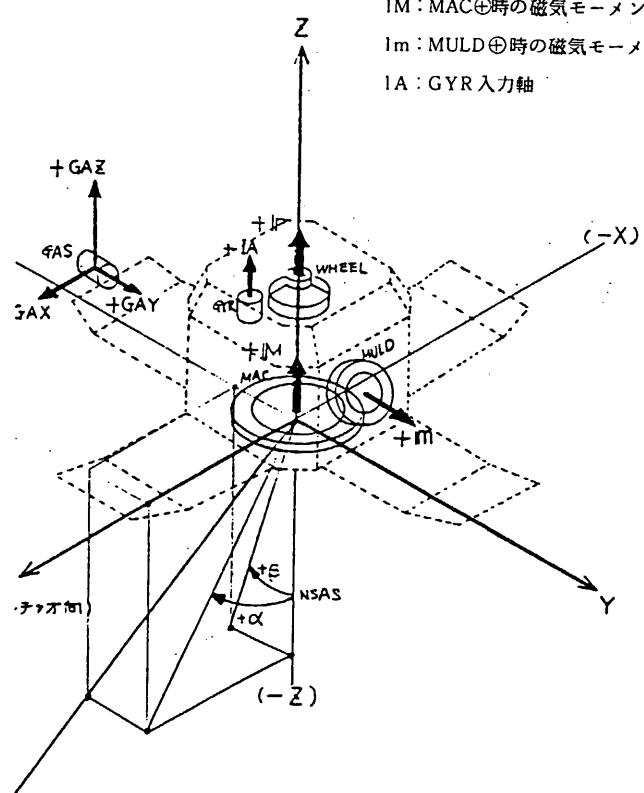
磁気姿勢制御系の目的は衛星の-Z軸方向を太陽に指向させること及びホイールに蓄積された外乱角運動量のアンロードである。その為に検出装置として、ノンスピニング型太陽姿勢計（N S A S）と地磁気検出計（G A S）を利用する。また、アクチュエーターとしては、スピニング軸方向制御コイル（M A C コイル）及びスピニング速度制御コイル（M U L D コイル）を利用する。

デスピニング制御系の目的は、衛星の構体を慣性空間に対して静止させることである。使用検出装置はレート積分ジャイロ（G Y R）でアクチュエーターとしてはスキャンホイールを利用する。

その他、軌道投入時のスピニングレート（120 RPM）をほぼ5 RPMにまで落とすのに利用されるヨーヨーデスピナ、スピニングモード時の太陽角検出及びスピニング周期検出に利用されるスピニング型太陽姿勢系（SSAS）、衛星のニューテーション運動を受動的に減少させるニューテーションダンパー等がある。

尚、姿勢系の座標系の定義は図5.1-1による。

lh : ホイールの持つ角運動量  
 IM : MAC<sub>④</sub>時の磁気モーメント  
 Im : MULD<sub>④</sub>時の磁気モーメント  
 IA : GYR入力軸



㊟ 座標原点は Z 軸とカップラ面（衛星分離面）との交点とする。

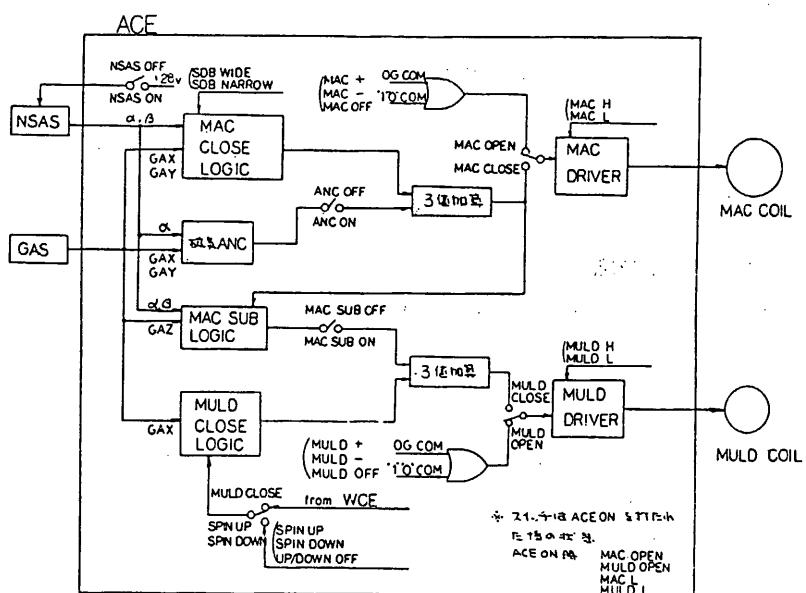
図 2.1-1 姿勢系座標の定義

### 5.1.2 概要

本磁気姿勢制御装置（ACE）は、大別して2種類の機能を有する。その一つは、衛星の-Z軸方向の太陽追尾機能であり、他の一つは、ホイールに蓄積された角運動量の放出（アンロード）機能である。又、非スピニ型高精度太陽センサ（NSAS）の電源ON/OFF及び太陽角テlemeterの機能も含まれている。

### 5.1.3 機能

図Z.1.7-1に機能系統図を示す。この図に示すように、NSASからの太陽角 $\alpha$ 、 $\beta$ 、地磁気センサ（GAS）の $B_x$ 、 $B_y$ 、 $B_z$ 、及びホイール制御装置（WCE）からのUP/DOWN等



図Z.1.7-1 磁気姿勢制御装置機能系統図

の信号をもとにして、制御ロジックを働かせ、磁気姿勢制御(MAC)コイル、磁気アンローディング(MULD)コイルを作動させる。

(1) オープンモード

MAC、MULDのオープンモードは、ACE-ONあるいは、地上のリアルタイムコマンドにより選択され、DPUからのOGコマンド、地上からのブロックコマンドの内容に従ってON/OFF、⊕/⊖が、制御される。

(2) クローズモード

MAC、MULDのクローズモードは、リアルタイムコマンドにより選択される。MACでは、太陽角 $\alpha$ 、 $\beta$ 、磁気出力 $B_x$ 、 $B_y$ の制御ロジックによりON/OFF、⊕/⊖が制御される。MULDでは、WCEのUP/DOWN、ブロックコマンドによるUP/DOWN、及び $B_x$ 等の制御ロジックによりON/OFF、⊕/⊖が、決定される。

(3) 磁気ANC

磁気ANCでは、NSASの $\alpha$ -アナログ出力信号により、ニューテーションを検出し、 $B_x$ 、 $B_y$ の信号状態によって、ON/OFF、⊕/⊖を決定し、本来のMACクローズ制御信号に重畠させている。

(4) 副MAC(MAC-SUB)

MACクローズ時の-Z軸の太陽追尾機能をMULDコイルを利用して強化するものである。 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $B_z$ の制御ロジックによりON/OFF、⊕/⊖を決定し、本来のMULDクローズ制御信号に重畠させている。但しこのMAC-SUBが作動するのはMACクローズ信号がOFFの時のみとする。

#### 5.1.4 電気的性能

本ACEにおける主要な電気的性能について以下に記述する。

(1) 太陽角デッドバンド( $\alpha$ 、 $\beta$ )

NARROW  $\pm 0.25^\circ$

WIDE  $\pm 1.0^\circ$

(2) 地磁気出力デッドバンド( $B_x$ 、 $B_y$ 、 $B_z$ )  $\pm 0.12V$  (2000rに相当)

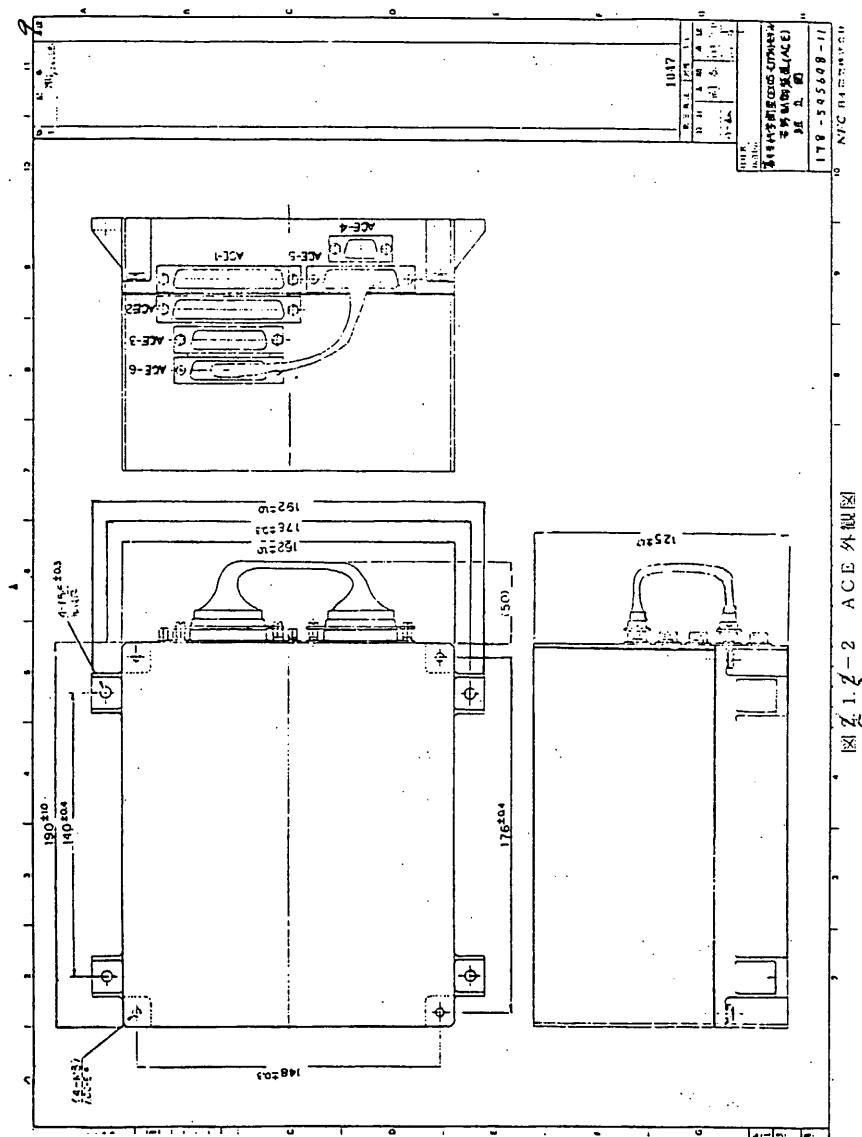
(3) 入力センサ信号処理レート(NSAS, GAS, WCE)

サンプリングタイム 1回/128秒

(4) ニューテーション カットオフ周波数 1/62.8 sec

(5) ニューテーション デッドバンド( $\alpha$ アナログ)  $\pm 0.25V$

(6) MACコイル電流



### 5.2.1 概要

MACコイル(MAGNETIC ATTITUDE CONTROL COIL)はEXOS-Cのスピンドル軸を太陽方向に精密指向させるために、磁気姿勢制御方式によるスピンドル方向制御機能を有し、衛星のスピンドル軸と垂直な面内に巻かれた円環型空心コイルに通電することによって所定の磁気モーメントを発生するものである。

すなわち EXOS-Cの磁気姿勢制御系は MAC コイルの設定磁気モーメントと地球磁場との相互干渉による制御トルクを利用し衛星の姿勢誤差を常に減少させるようにスピンドル方向制御を実行する。

MACコイルの開発は、サブシステム・コンポーネントとしての機能要求に基づき、電気的・機械的・熱的インターフェースを考慮して円環型空心コイルの設計製作を行い、所定の磁気モーメントを発生する磁気トルカとしての性能を得ることができる。

また、MACコイルは磁気トルカとして、ミッション要求を満足する電気的性能および機械的性能を有し、使用環境条件に適合する信頼性・品質管理を施す。

### 5.2.2 機能

本MACコイルは、磁気姿勢制御方式によるスピンドル軸の方向制御機能を有するものであり、空心コイルの設定磁気モーメントと地球磁場との相互干渉によって所要制御トルクを発生する。

### 5.2.3 構成

MACコイルはモールド、コイル部およびコイル端子部より構成され、矩形断面の円環型構造を有する。

#### (1) モールド

- ・使用材料 スタイキャスト
- ・円環中心径  $\phi 680$
- ・矩形断面外径  $\square 20.5\%$

#### (2) コイル部

- ・使用線材 SBW-AZ-0 PVF

- ・コイル線径 導体径:  $\phi$  0.70  
標準外径:  $\phi$  0.78
- ・コイル線長  $\approx$  1177 m
- ・コイル巻数 551 turns/coil
- ・矩形断面外径 □ 16.5 mm
- ・有効断面積 0.36  $m^2$

(3) コイル端子部

- ・中継端子 タレット端子
- ・接続ケーブル KT-22 (19) U-H
- ・コネクタ DEM-9P-NMB①

#### 5.2.4 性能

スピンドル軸と垂直な面内に巻かれた円環型 MAC コイルは、空心コイルに通電することによって所定の磁気モーメントを発生する。

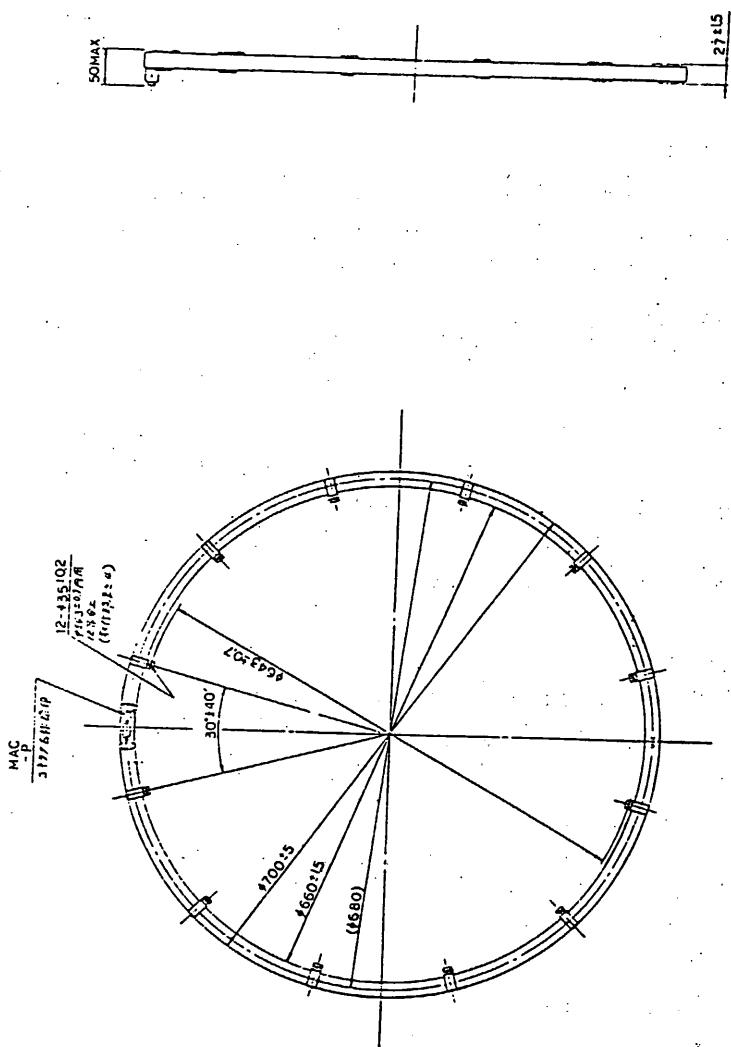
(1) 電気的性能

- ・磁気モーメント HIGH:  $\pm 38.0 \text{ ATm}^2$  (標準値)  
LOW :  $\pm 20.0 \text{ ATm}^2$  (標準値)
- ・コイル電流 HIGH:  $\pm 190 \text{ mA}$   $\pm 10\%$   
LOW :  $\pm 100 \text{ mA}$   $\pm 10\%$
- ・コイル電圧 HIGH:  $\pm 16.2 \text{ V}$   $\pm 10\%$   
LOW :  $\pm 8.5 \text{ V}$   $\pm 10\%$
- ・コイル抵抗  $85.3 \Omega$
- ・消費電力 1.9 W MAX

(2) 機械的性能

- ・外形寸法 図 5.2-1 の MAC コイル外観図に示す。
- ・重量 1.9 KGW
- ・配置 スピンドル軸と垂直な面内に設置

図 5.2-1 MACコイル外観図



### 5.3.1 概要

MULDコイル(MAGNETIC UNLOADING CONTROL COIL)はEXOS-Cのスピンドル速度を一定に保持するために磁気姿勢制御方式によるスピンドル速度制御機能を有し、衛星のスピンドル軸の平行な面内に巻かれた円環型空心コイルに通電することによって、所定の磁気モーメントを発生するものである。

すなわちEXOS-Cの磁気姿勢制御系はMULDコイルの交番電流による極性切替をスピンドル1/2周期で行うことにより設定磁気モーメント 地球磁場との干渉トルクを利用して、スピンドル速度制御を実行する。

MULDコイルの開発は、サブシステム・コンポーネントとしての機能要求に基づき電気的・機械的・熱的インターフェースを考慮して円環型空心コイルの設計製作を行い、所定の磁気モーメントを発生する磁気トルカとしての性能を得ることができる。

また、MSCコイルは磁気トルカとして、ミッション要求を満足する電気的性能および機械的性能を有し、使用環境条件に適合する信頼性・品質管理を施す。

### 5.3.2 機能

本MULDコイルは、磁気姿勢制御方式によるスピンドル速度制御機能を有するものであり、空心コイルの設定磁気モーメントと地球磁場との相互干渉によって所要制御トルクを発生する。

### 5.3.3 構成

MULDコイルは、モールド、コイル部およびコイル端子部より構成され、矩形断面の円環型構造を有する。

#### (1) モールド

- ・使用材料 スタイキャスト
- ・円環中心径  $\phi 300$
- ・矩形断面外径  $\square 24.0\%$

#### (2) コイル部

- ・使用線材 SBW-AZ-0 PVF

- ・コイル線径 導体径:  $\phi$  0.70  
標準外径:  $\phi$  0.78
- ・コイル線長  $\approx$  741 m
- ・コイル巻線 786 turns/coil
- ・矩形断面外径 □ 20%
- ・有効断面積 0.07  $m^2$
- (3) コイル端子部
  - ・中 断 端 子 タレット端子
  - ・接続ケーブル K-22(19) U-H
  - ・コネクタ DEM-9P-NMB①

#### 5.3.4 性能

スピン軸と平行な面内に巻かれた円環型 MSC コイルは空心コイルに通電することによって所定の磁気モーメントを発生する。

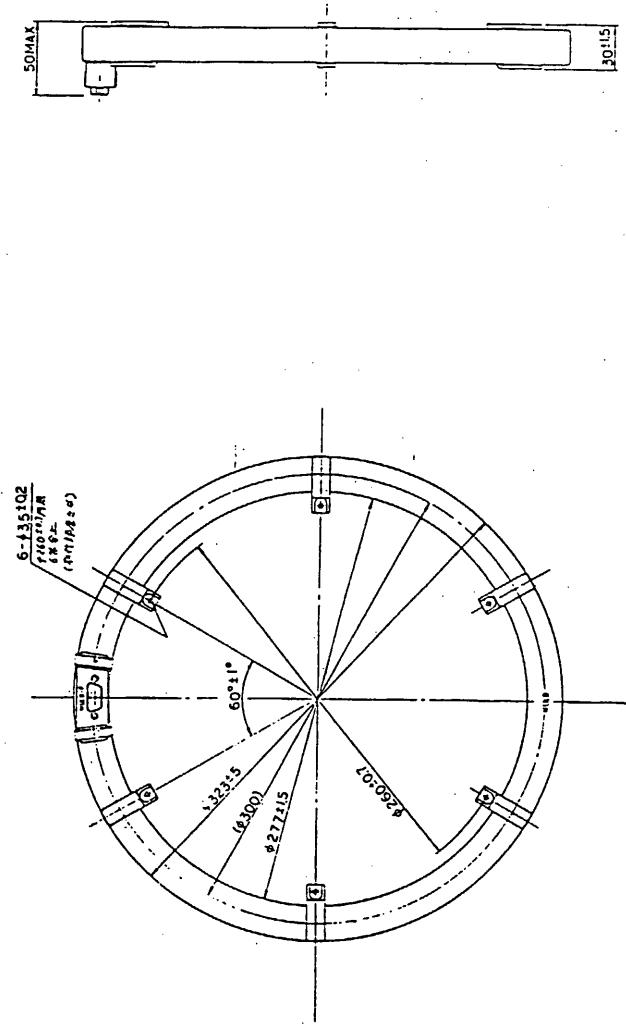
##### (1) 電気的性能

- ・磁気モーメント HIGH:  $\pm 10$  ATm (標準値)  
LOW :  $\pm 6.7$  ATm (標準値)
- ・コイル電流 HIGH:  $\pm 180$  mA  $\pm 10\%$   
LOW :  $\pm 120$  mA  $\pm 10\%$
- ・コイル電圧 HIGH:  $\pm 9.7$  V  $\pm 10\%$   
LOW :  $\pm 6.5$  V  $\pm 10\%$
- ・コイル抵抗  $116.8 \pm 5.8 \Omega$  (25 °C)
- ・消費電力 1.7 W MAX

##### (2) 機械的性能

- ・外 形 ・ 寸 法 図 5.3 - 1 の MULD 外観図に示す。
- ・重 量 1.2 KG W
- ・配 置 スピン軸と平行な面内に設置

図 5.3 - 1 MULDヨル外観図



## 5.4.1 概要

補正用磁石には、磁気バイアス補正用磁石（GCM）と残留磁気モーメント補正用磁石（RM M）がある。

GCMは磁気バイアス測定試験の結果、地磁気センサのバイアス値が大きく、補正を必要とする場合にセンサ近傍に取付けられる。

RMMは残留磁気モーメント測定試験の結果、衛星残留磁気モーメントが大きく、補正を必要とする場合にスピン軸に垂直な面内に最大4ヶ取付けられる。

## 5.4.2 機能

本補正用磁石は、衛星総合試験の一環として行われる磁気バイアス測定及び残留磁気モーメント測定結果により、それらを補正する機能を有する永久磁石である。

## 5.4.3 構成

補正用磁石は、永久磁石とホルダーにより構成される。

## (1) 永久磁石

- ・使用材料 アルニコ5
- ・外形  $\phi 5 \times L\% (L = 30, 20, 15\text{mm})$

## (2) ホルダー

- ・使用材料 Ac
- ・外形  $20\% (L) \times 20\% (W) \times 40\% (H)$

## 5.4.4 性能

測定試験の結果、下記磁石より選択され取付けられる。

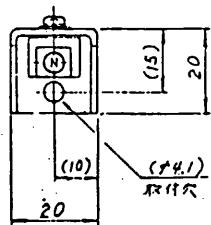
## (1) 磁気的性能

- ・磁気モーメント  $0.4 \text{ATm}^2, 0.35 \text{ATm}^2, 0.3 \text{ATm}^2, 0.25 \text{ATm}^2, 0.2 \text{ATm}^2,$   
 $0.15 \text{ATm}^2, 0.1 \text{ATm}^2, 0.05 \text{ATm}^2$

## (2) 機械的性能

・外形・寸法

図 5.4-1 準正用磁石外観図に示す。



- 注 1. 本品を構体側に取付ける際は残留磁気モーメント補正用マグネット取付工事仕様書GOL-O-によること。
2. ①又は③の選択については総合試験内の残留磁気モーメント試験時に技術の指示により決定される。

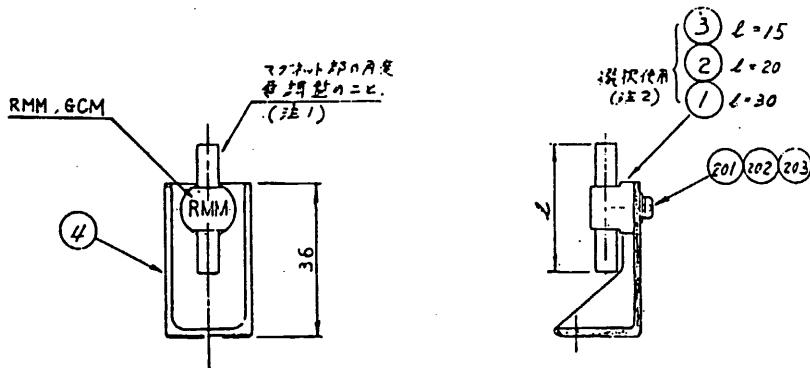


図 5.4-1 準正用磁石外観図

・重 量 25 GW/個

・配 置 GCM; 磁気センサ近傍パドル裏面に設置

RMM; スピン軸と垂直な面内に設置

## 1. 概要

本装置は、第9号科学衛星（EXOS-C）に搭載され、衛星のスピンドルまわりの位相角制御を行う装置である。そのためのセンサとして、レート積分ジャイロが用いられ、またアクチュエータとしては、スキャンホイール（SWA/CLA）が用いられる。

ホイール制御装置（WCE）は、GYRから衛星の角度の変化分を示す信号を受け、それをカウンタに蓄積して位相データを得ている。その位相データに基づきホイールの回転数をコントロールし衛星のスピンドルまわりの位相制御を行う。

その他に、ホイールに実装されているスキャン型地球センサの出力（IR信号）、ホイールの基準信号（IP信号）のパルス幅、周期、位相差などを計測し、地上での衛星姿勢決定のためテレメータデータとして出力する。

更に外乱トルクの蓄積による位相制御誤差を少なくするため、またホイールの可制御範囲を逸脱しないようにするためにアンローディングが必要であるが、そのための制御信号を作り、磁気姿勢制御装置（ACE）に出力している。

本装置の運用モードは、下記の通りである。

### 1. NORMAL モード

ジャイロからの角度増分信号を使い、スピンドルまわりの位相制御を行う。通常このモードが設定される。

### 2. RATE モード

ジャイロからのアナログレート信号に基づいて衛星のデスペンド制御を行う。このモードは、NORMALモードのBACK-UPとして使用する。

### 3. TACHO-1 モード

WHEELの回転数を地上からのI/Oコマンドで設定した値にする。

### 4. TACHO-2 モード

WHEELの回転数を2000 rpmにする。

## 2. 各部機能

ブロック図を図5.5-1に示す。

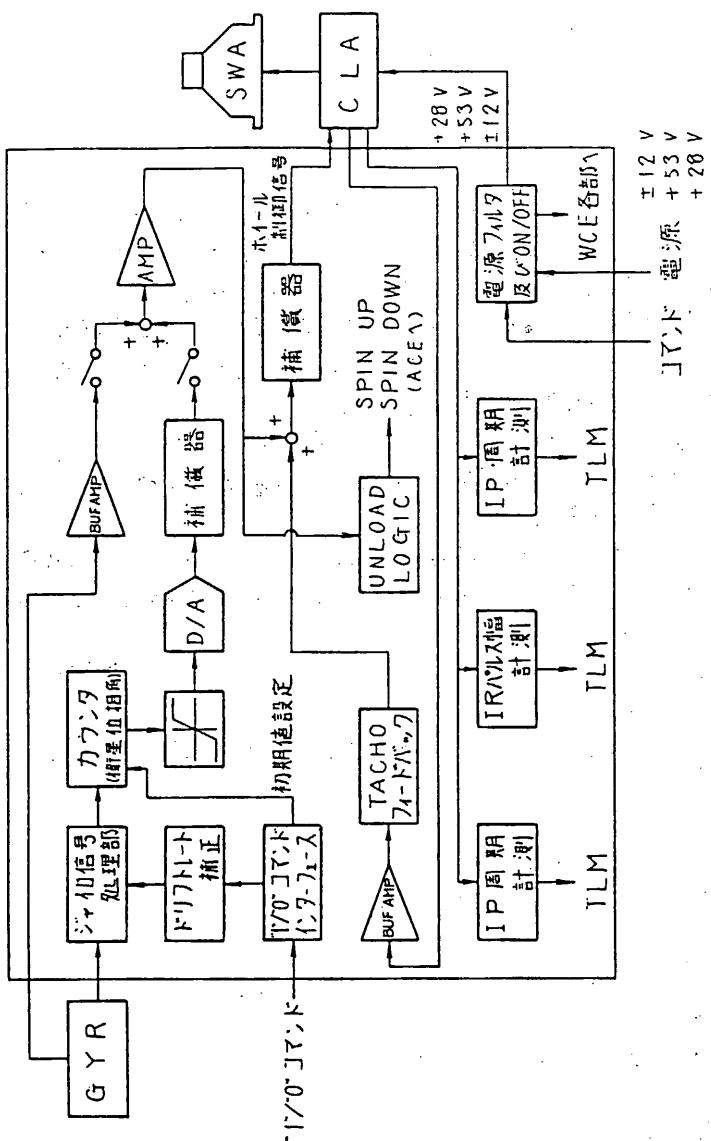


図 5.5-1 ホイール制御装置ブロック図

ジャイロ信号処理部では、ジャイロ（G Y R）からの角度増分信号、その他タイミング信号からカウンタのクロック、UP/DOWN制御信号をつくる。また1/0コマンドにより設定されたドリフトレートに従って補正パルスを発生し、クロックとしてカウンタに入力する。カウンタには角度増分信号が蓄積され、その出力は衛星の位相角を示す。このカウンタは、1/0コマンドにより初期設定できる。カウンタ出力は、D/A変換器、補償器を通じて、ジャイロのアナログレート信号と加算される。加算器の前のスイッチは、コマンドでON/OFFされ、制御モードを決定する。加算された信号は、更にホイール（S WA/C LA）からのアナログタコメータ信号と共に加算され、補償器を通じてホイール制御信号として、S WA/C LAに供給される。

S WA/C LAから出力されるI P/I R信号については、その16コ分のI Pパルス周期、16コ分のI Rパルス幅、又16コ分のI P/I Rの立ち上がり時間を計測し、姿勢データとして地上へ伝送する。

### 3. 性能諸元

#### 1) G Y R信号処理

最大計測角速度	$\pm 0.44/\pm 1.78 \text{ rpm}$
パルスウェイト	$0.75/3.0 \text{ sec}$
タイミング信号	25.6 kHz
積分カウンタ	21 bit ( $\pm 218.4 \text{ deg}$ )
初期位相設定	16 bit ( $24 \text{ sec/bit}$ )
ドリフト補正	$0 \sim 0.747 \text{ deg/H}$
アナログレート	$-217 \text{ V/sec/rad}$

#### 2) 位相角制御

線形領域	$\pm 1.707 \text{ deg}$
G A I N	167.9 V/rad

#### 3) 姿勢計測

計測クロック	65.536 kHz
計測データ長	16 bit
I P周期	$0 \sim 62.5 \text{ msec}$
I Pパルス幅	$0 \sim 62.5 \text{ msec}$
I P/I R位相差	$0 \sim 62.5 \text{ msec}$

#### 4. コマンド項目 テレメトリ項目

##### 1) コマンド項目

W C E - O N (X 5, Y 3)

ホイール制御装置の電源をONする。

T A C H O - Z モードを設定する。

S W A / C L A に+28V以外の電源を供給する。

W C E - O F F (X 5, Y 4)

ホイール制御装置の電源をOFFにする。

H O I E R L R O T A T I O N (X 7, Y 5)

S W A / C L A に+28Vを供給し、ホイールを起動する。

H O I E R L / G Y R S T O P (X 7, Y 6)

S W A / C L A の+28V電源をOFFし、ホイールをSTOPさせる

N O R M A L C O N T (X 5, Y 5)

ホイール制御モードをNORMAL MODEに設定する。

R A T E C O N T (X 5, Y 6)

ホイール制御モードをRATE MODEに設定する。

T A C H O - 1 C O N T (X 7, Y 3)

ホイール制御モードをTACHO-1 MODEに設定する。

T A C H O - 2 C O N T (X 7, Y 4)

ホイール制御モードをTACHO-2 MODEに設定する。

W C E - W R I T E (X 6, Y 3)

1/0コマンドをWCEに取り込む

W C E - E X E C U T E

1/0コマンドを実行する。

D A T A 1

データ“1”を1/0コマンドレジスタに書き込む。

D A T A 0

データ“0”を1/0コマンドレジスタに書き込む。

##### 2) テレメトリ項目

表5.5-1にWCEのテレメトリ項目を示す。

表 5.5-1 WCE テレメータ項目

## 5. 形 状

W C E の外観図を図5.5-2に示す。

重量 2.4 kg 以下

## 6. 消費電力

+ 12V 45 mA 以下

- 12V 40 mA 以下

+ 15V 250 mA 以下 (コマンド送信時)

又、この他、下記の電源がW C E を通じて S W A / C L A に供給される。

+ 12V 92 mA 以下

- 12V 92 mA 以下

+ 53V 6.2 mA 以下

+ 28V 430 mA 以下 (ホイール定常時)

1.25 A 以下 (ホイール加減速時)

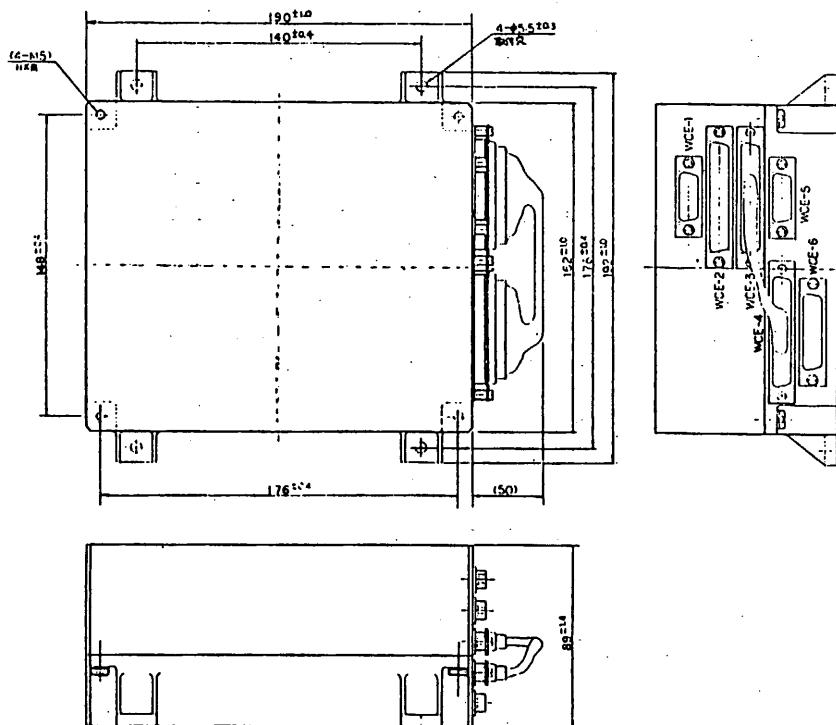


図5.5-2 ホイール制御装置外観図

### 5.6.1 概要

本装置は、姿勢制御のアクチュエータとして ACE からの信号に従ってトルクを発生し、また姿勢検出装置として、地球水平線を検出するための装置である。

### 5.6.2 構成

本装置は、SWA, CLA の 2 つの部分より構成される。

SWA の本体は誘導モータで内部に赤外線検出器を持つ。また背面には赤外線検出器からの信号を增幅するためのプリアンプを持つ。

CLA は SWA を駆動する 2 相の交流電流を発生する MD 部とプリアンプからの信号を処理し、姿勢検出に利用できる信号 (IP 及び IR パルス) に変換する SP 部より構成される。(図 5.6-1 参照)

### 5.6.3 機能

本装置は、機能の面でも 2 つの部分に別けられる。

1 つは、姿勢制御に利用されるモーメンタム・ホイールとしての機能で ACE から出力されるホイール制御信号に従って制御トルクを発生する。

他の 1 つは、姿勢決定に利用されるコニカル・スキャナとしての機能である。検出された地球赤外線は IR パルスの形に整形され、位相基準となる IP パルスと共に ACE の方へ出力される。

### 5.6.4 性能

本装置の主要性能を以下に示す。

#### (1) 機械的性能

##### SWA

重 量	9.98 kg
ロータ部慣性モーメント	0.088 kg m <sup>2</sup>
ロータ部回転数	2000±300RPM
蓄積角運動量 (2000 RPM)	18.43 Nms

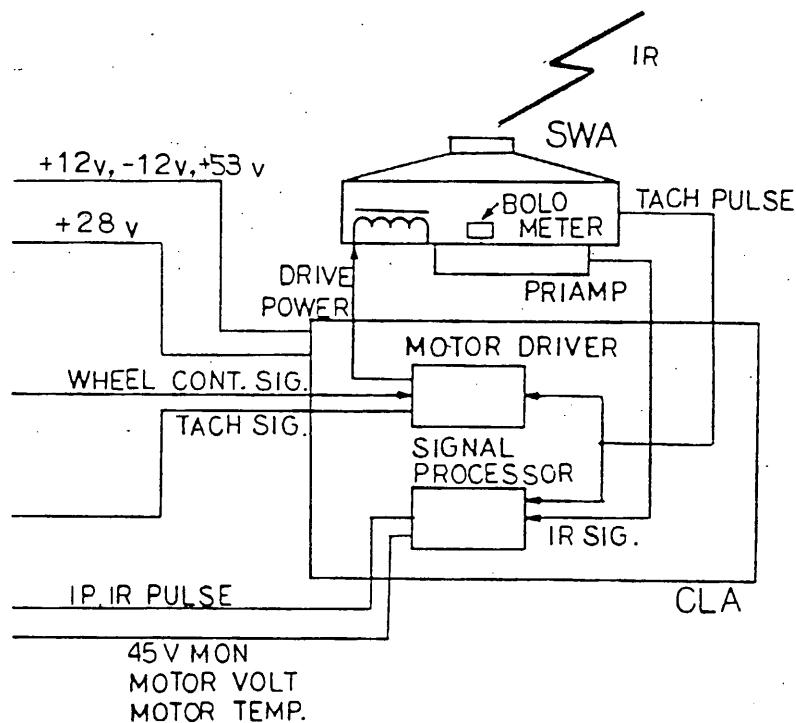


図 5.6-1 スキャンホイールブロック図

最大発生トルク	$\pm 3 \text{ oz-in}$
C L A	
重 量	1.15 kg
寸法、外観は図 2.1.9-2, 3 参照	
(2) 電気的性能	
電 力	+53V 0.2 W +28V 加速時 35 W 定常時 12 W +12V 0.2 W -12V 0.2 W
(3) 光学的性能	
スキャンコーン半頂角	45°
瞬時視野	2° × 2°

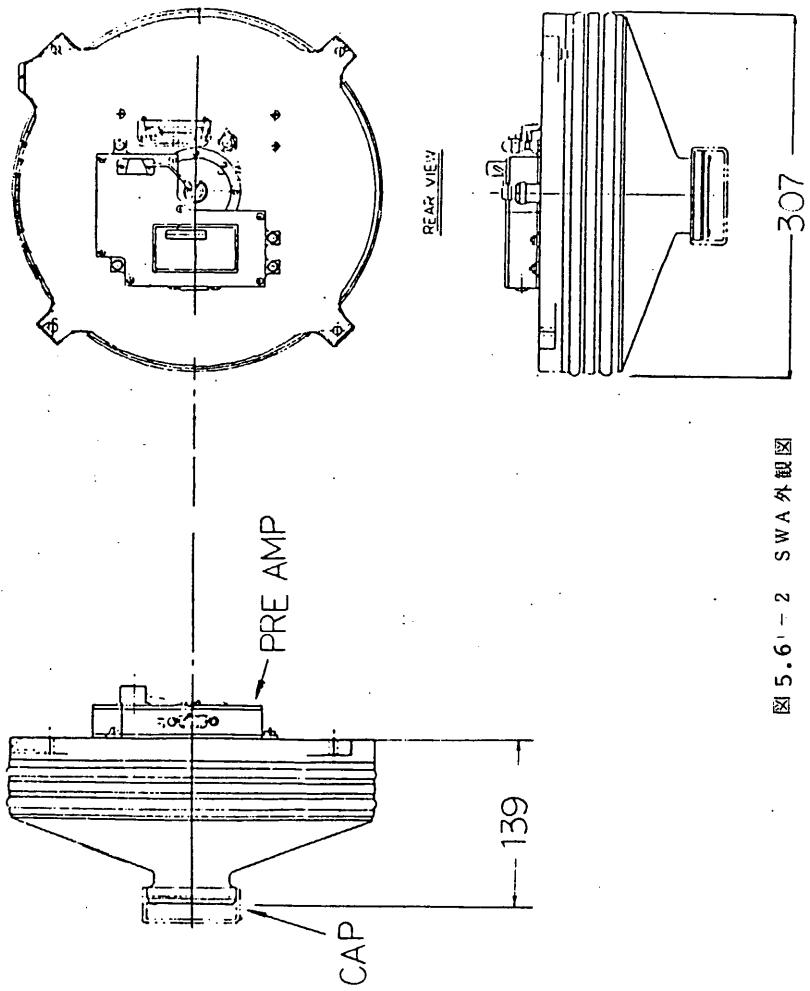


図 5.6-2 SWA 外観図

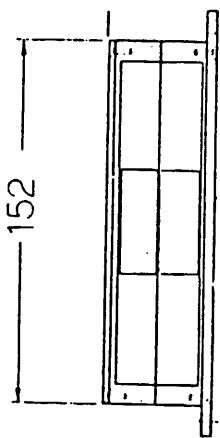
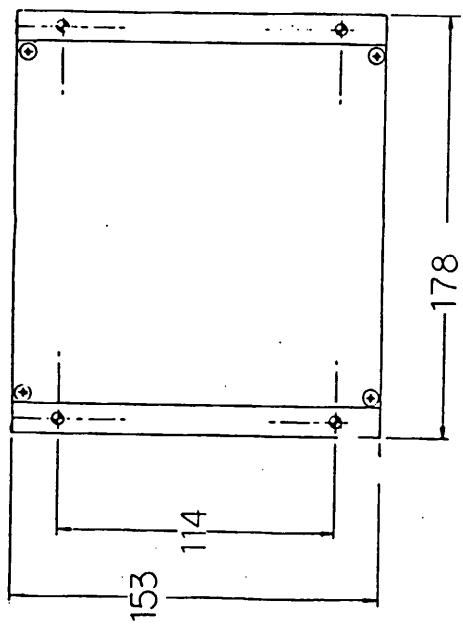
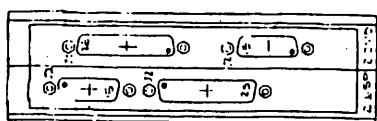
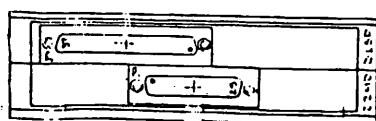
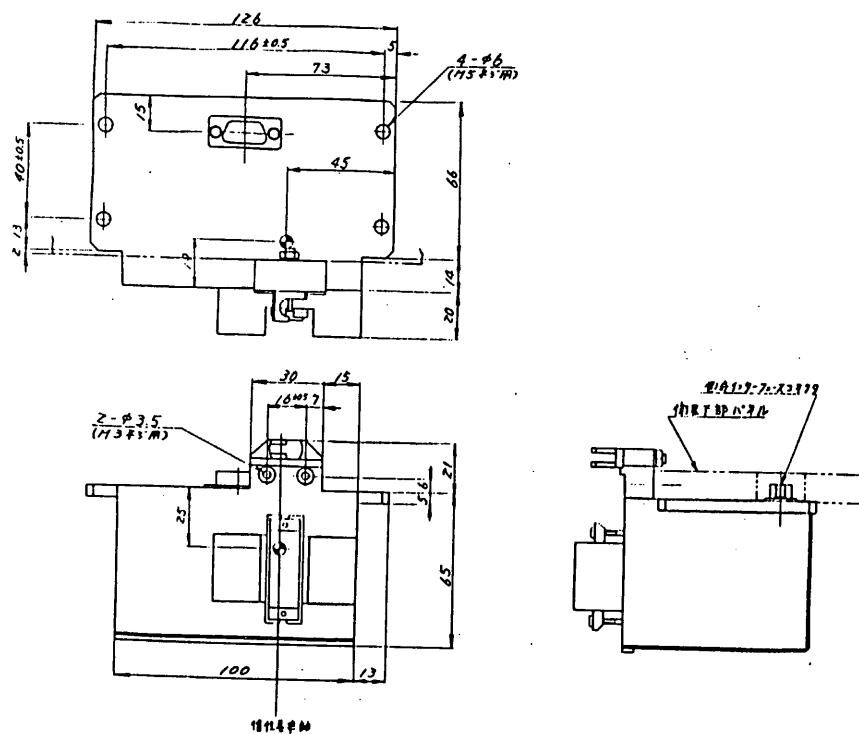


図 5.6-3 CLA 外観図



EXOS-Cにあっては、ASTRO-Bと同一方式のYO-YO水用が  
られマッハ。このYO-YOは、ASTRO-Bで初めて採用したもので、マスの  
離脱機構を二重系とし、冗長性を持たせマッハ。オ1図に外観図を示す。



オ1図 EXOS-C YO-YO 外観図

YO-YO マスの量は、ASTRO-AおよびASTRO-Bの経験  
から新たに導入した算定方式\*へ従って決定した。以下EXOS-C YO-YO

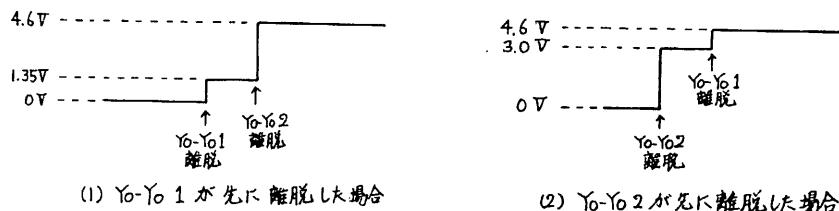
\* 「YO-YO の運動解析」 SES-TN-83-004 上枠

のパラメータを示す。

初期スピニ数 $\omega_0$ (rpm) :	128
$Y_0-Y_0$ 作動後スピニ数 $\omega_s$ (rpm) :	6.4
スピニ減速率 $\alpha = \omega_s / \omega_0$ :	0.05
衛星慣性モーメント $I$ ( $\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^2$ ) :	2.897
衛星実効半径 $R$ (m) :	0.481
ワイヤー全長 $l$ (m) :	8.456
ターンバッフル部までのワイヤー長 $l_t$ (m) :	8.040
ワイヤー重量 $\bar{W}_c$ (gr) :	93.42
ターンバッフル重量 $\bar{W}_t$ (gr) :	6.0
ワイヤーのヤング率 ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ) :	$5.3 \times 10^5$
ワイヤー直径 (mm.) :	1.580

これらのパラメータを用いて得られるマス重量  $\bar{W}_m$  は、  $122.26 \text{ gr}^{**}$  となる。

EXOS-Cにあつても、ASTRO-Bと同様、 $Y_0-Y_0$  マスの離脱時間差を測定するためのリリース・モニタ信号をFM伝送する。オ2図に整形後のリリース・モニタ信号を示す。



オ2図 リリース・モニタ信号

\*\* マス重量算定に際し ワイヤー離脱時にワイヤに働く張力を  $30.25 \text{ kg} \times l$ 、  
ワイヤー全長が  $2.5 \text{ cm}$  (ターンバッフル部まで  $2.4 \text{ cm}$ ) 伸ばすとして  
計算を行った。

上杉、大西、田立戸塚

9. 計測

9. 1 H K

河 端

1. 概要

第1号科学衛星EXOS-Cに搭載された環境計測装置(H.K.)は、衛星内の各部の温度や電源装置の電圧、電流、また観測器においては高圧電源の電圧や観測の状態などをモニタする。

H.K.のチャネル数は64チャネルヒ32チャネル2系統があり、合計96チャネルでその内訳は温度71点、電源系10点、P.I.系11点および校正電圧が各系統毎に2点ずつ計4点であり、2系統が同一の筐体に納められている。

温度の測定には白金温度センサを用いている。

H.K.はアッカネータ部、切換走査部、デコーダ部、増幅器部および定電圧部より構成されている。

H.K.に入力した信号はアッカネータ部で減衰し、各入力ケーブルを合わせる。デコーダ部ではDPUからのコントロールパルス(1bit)を受けH.K.内部のコントロールパルスを作っている。切換走査部ではデコーダ部からのコントロールパルスでFETを用いたアログスイッチを順次切り替えて96項目の並列データを直列データに変換しているが、H.K.ワードがW6とW95に分かれているため、フレームの前半は64チャネル(W6)データに、後半を32チャネル(W95)データに切換し、同一のラインにしている。増幅部では、このデータにそれぞれの項目に合ったバイアスを加えて所定のレベルまで増幅しDPUに送り出している。定電圧部では温度センサ用の電源およびバイアス用の基準になる安定化した電圧を作っている。

2. 構成

区分	品名	数量	備考
本体	環境計測装置	1	
検出器	温度センサ	65	白金センサ
	電圧センサ	7	精度抵抗
付属品	計測用コネクタ	8	

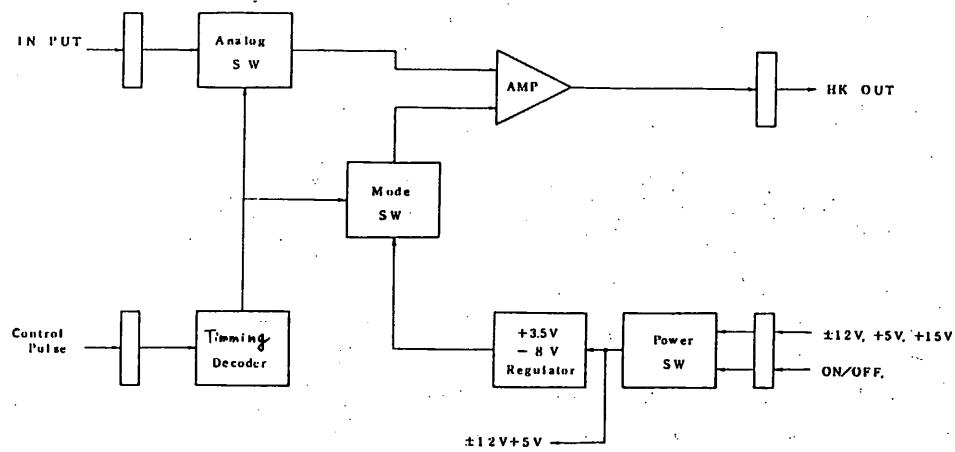


図1 HK ブロック図

### 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°C±2°Cにおいて
 

0 V	： ± 0.06 V
3 V	： ± 0.09 V
- (4) 検出器：MFA10 kΩ CT1A×6  
(電源系のみ)

##### 3.1.2 溫度測定系

- (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：Q0516 PT 50Ω±1% (20°C)
- (4) 検出器感度：TL 0.38 mV±0.1% / °C  
TH 0.24 mV±0.1% / °C
- (5) 出力電圧精度：23°C±2°Cにおいて
 

0 V	： ± 0.06 V
3 V	： ± 0.09 V

### 3.1.3 総 合

- (1) 周 波 数 特 性 : DC~200Hz ( $\pm 1\text{dB}$ ) 増幅部
- (2) 出力電圧温度ドリフト :  $-30 \sim +60^\circ\text{C}$ において  $\pm 30\text{mV}$  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  
 $\pm 10\text{mV}$  以内
- (4) 出力インピーダンス :  $100\Omega$  以下
- (5) コントロールレジス 電圧 : "1"  $2.0 \sim 5.5\text{V}$   
: "0"  $0.9 \sim 0\text{V}$
- (6) コントロールバルス受けインピーダンス :  
"1"  $5\text{M}\Omega$  以上 ( $4.5\text{V}$ )  
"0"  $5\text{M}\Omega$  以上 ( $0.2\text{V}$ )
- (7) 出力立ち上り時間遅れ :  $100\mu\text{s}$  以下
- (8) コマンドバルス電圧 :  $1.0 \sim 1.7\text{V}$
- (9) コマンド受けインピーダンス :  
HK-ON  $250\Omega \pm 10\%$   
HK-OFF  $250\Omega \pm 10\%$
- (10) 校 正 電 圧 : CAL-A  $\begin{cases} 0.5\text{V} \pm 1\% & (23 \pm 2^\circ\text{C}) \\ 0.5\text{V} \pm 3\% & (-30 \sim +60^\circ\text{C}) \end{cases}$   
CAL-B  $\begin{cases} 2.5\text{V} \pm 1\% & (23 \pm 2^\circ\text{C}) \\ 2.5\text{V} \pm 3\% & (-30 \sim +60^\circ\text{C}) \end{cases}$
- (11) 入力電圧, 消費電流 :  $+1.2\text{V} \pm 4\%$   $10\text{mA}$  以下  
+  $5\text{V} \pm 5\%$   $140\text{mA}$  以下  
-  $1.2\text{V} \pm 4\%$   $30\text{mA}$  以下
- 外部操作 : HK-ON  
(CM) HK-OFF
- アンサ信号 : なし

### 3.2 機械的性能

- (1) 外 形 尺 法 :  $190 \pm 2 \times 162 \pm 2 \times 75 \pm 1 (\text{mm})$   
(コネクタ・ビスを除く)
- (2) 重 量 :  $1,800\text{g}$  以下
- (3) ケース材質 : A5052P
- (4) ケース表面処理 : EPICO 2000 黒色半つや塗装又は金メッキ

CHNo	項目	レンジ	測定内容	CHNo	項目	レンジ	測定内容
0	CAL-A		HK-CAL	32	TL-19	-50~+70°C	LAS分光器
1	CAL-B	↓		33	Z0		LASチョッパ
2	ES-28P	0~+35V	+28V出力電圧	34	Z1		ALAオゾンセンサ
3	ES-15P	0~+20V	+15V	35	Z2		ALAIアジルセンサ
4	ES-12P	0~+15V	+12V	36	Z3		ESPLEセンサ
5	ES-5P	0~+7.5V	+5V	37	Z4		ESPMETセンサ
6	ES-12N	0~-12V	-12V	38	Z5	↓	ESPHIセンサ
7	EP-P	0~+30V	BUS電圧	39	TH-1	-150~+150°C	SHNT-Eケース
8	BAT-V	0~+30V	BAT電圧	40	Z		SSASセンサ
9	Ic-P	0~+8A	SC出力電流	41	Z3		GASセンサ
10				42	Z4		
11	Id-P	-6~+6A	BAT充放電電流	43	Z5		パドル1表面
12	Pbs BIAS		IRA Pbs BIAS電圧	44	Z6		パドル1裏面
13	CHOPPER MONI		IRAチョッパモニタ	45	Z7		上部ペネル内側
14	TL-1		DRケース	46	Z8		上部シェルフ上部
15	Z		SWAケース	47	Z9		下部シェルフ上部
16	3	-50~+70°C	CNT-Aケース	48	Z10		下部ペネル内側
17	4		CNT-Bケース	49	Z11		スラストチューブ中部内側
18	5		BATセル	50	Z12		スラストチューブ下部内側
19	6		BATセル	51	Z13		底部ペネル内側
20	7		SBRケース	52	Z14		側面ペネル②下部内側
21	8		TMSケース	53	Z15		④上部内側
22	9		LCEケース	54	Z16		④中部内側
23	10		GYRモ-91	55	Z17		④下部内側
24	11		GYRモ-92	56	Z18		④下部内側
25	12		MUMケース	57	Z19		④上部内側
26	13			58	Z20		④中部内側
27	14		DPUケース	59	Z21	↓	④下部内側
28	15		ND-1	60	TL-26	-30~+70°C	LOV-1バイタル
29	16		BUVセンサ	61	Z27		LOV-2
30	17		HEP-Eケース	62	Z28		LOV-3
31	18	↓	IRAセンサ	63	Z29	↓	LOV-4 ↓

## W95 HKチヤネル配分

CH.No.	項目	レンジ	測定内容
0	CAL-C		
1	CAL-D		
2	LE-HV		ESP LE-HV電圧
3	HE-HV		HE-HV電圧
4	HI-HV		HI-HV電圧
5	LE-BIAS		LE-BIAS電圧
6	HE-CEM		HE-CEM入力電圧
7	DRIVER-A1		PPS DRIVER-A1電圧
8	AZ		A電圧
9	B1		B電圧
10	BZ		B電圧
11	TL-30	-50~+70°C	PLR FILTER
12	31		↓ Pre-AMP
13	32		PPS VCO
14	33		Power-AMP
15	34		Pre-AMP-1
16	35		Pre-AMP Z
17	36		LOG AMP
18	37		REG-1
19	38		REG-Z
20	39		REG-3
21	40		↓ REG-4
22	41		NEI Pre-AMP
23	TH-22	-25~+110°C	SCMTILZ
24	23		セル3
25	24		↓ セル6
26	25	-150~+150°C	PPS ANT-A1
27	26		ANT-AZ
28	27		ANT-B1
29	28		↓ ANT-Bz
30	29		SHNT-RZ
31	30		PDM Cシグ

件名 : EXOS-C衛星用計測装置(ACC)

### 1. 概要

空間に固定されたある軸に対しスピン軸がある一定の角度 $\theta$ を保ってその軸の回りを回る運動をプリセッション運動といい(図1)角度 $\theta$ をプリセッション角という。

衛星とM3AモータがM22モータから切離された時、このプリセッション運動を起こすことがある。

プリセッション角がある値以上になるとM3Aモータに点火しても衛星軌道にのらず地上に落下する可能性があり保安上問題がある。

また、打上時に衛星が遭遇する縦加速度・横加速度や振動などの計測も衛星の環境を知る上で重要なことである。

EXOS-C衛星に搭載されるACCはこれらのプリセッション角を測定するYSA、縦加速度のXSA、横加速度のY<sub>4</sub>・Z<sub>4</sub>、スピン周期のSP、振動加速度のV<sub>2</sub>の計測項目からなっている。

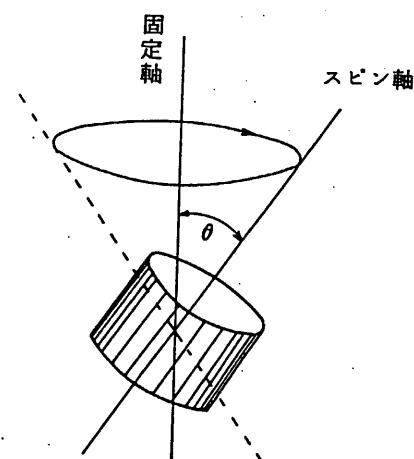


図1 プリセッション運動

1) Y S Aは機軸方向に向いた加速度検出器を重心から離れた位置に配置し、プリセッションによる加速度の変化を検出しようとするものである。Y S Aは検出器、増幅部より構成される。加速度検出器で検出した縦加速度を増幅回路で増幅した後D Pに送られる。

コマンドにより増幅部を校正することが出来る。

2) X S Aは縦加速度出力を増幅部を通して出力している。

この出力はチャンネル切換部により、衛星切離しまでX S Aの出力をD Pに送り切り離し後S Pの出力をD Pに送るようになっている。

3) Y<sub>4</sub>・Z<sub>4</sub>は検出部増幅部より構成され、その出力はS Dコネクタを通ってB<sub>2</sub>-P L部のテレメータに送られている。

S PはZ<sub>4</sub>の出力を利用してスピン周期を測定するもので暖衝増幅部を通った後X S Aとチャンネル切換される。

4) V<sub>2</sub>は検出器と増幅部で構成され、その出力はS Dコネクタを通ってB<sub>2</sub>-P Lにおくられる。B<sub>2</sub>-P LからのC A L信号により増幅部の校正が可能である。

5) この他、電源のON/OFF、センサへ安定した電源を供給する安定化電源からなる電源部がある。

なお、電源系はACC-1とACC-2に分かれており、B<sub>2</sub>-P Lのテレメータに送られるY<sub>4</sub>、V<sub>2</sub>およびZ<sub>4</sub>の一部がACC-2系となっている。これはACC-2でONされ、ACC-OFFまたはACC-ChangeでOFFし、出力端短絡事故等を防いでいる。

又、それぞれの増幅部はD Pからの信号により校正を行うことが可能です。

2. 構成

区分	品名	数量	備考
本体	A C C	1	
検出器	Y S A	1	官給品
	X S A	1	官給品
	Y <sub>4</sub>	1	官給品
	Z <sub>4</sub>	1	官給品
	V <sub>2</sub>	1	官給品
付属品	計装ケーブル	1式	
	計装用コネクタ	1	

図2にブロック図を示す

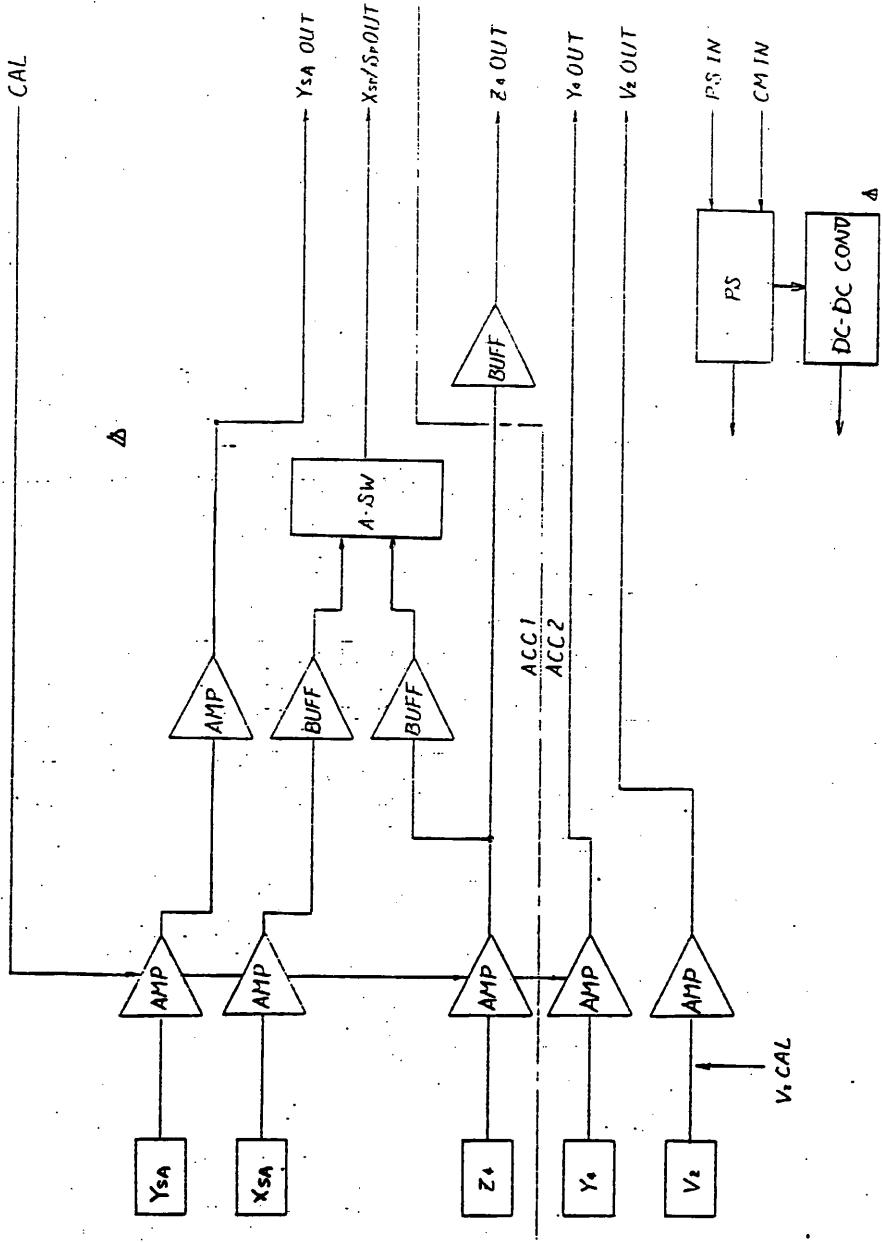


図2 ACCプロセッサー

### 3. 構成

#### 3.1 電気的性能

##### 3.1.1 YSA

- (1) 測定範囲 : M3A + SA 0.2 ~ 15 度  
SA 0.3 ~ 8 度
- (2) 測定精度 : ± 10 %
- (3) 周波数特性 : DC ~ 16 Hz ± 30 % (-3 db)
- (4) 検出器 : QA1400
- (5) 検出器感度 : 1.3 mA/G
- (6) 検出器不正感度: 0.2 %

##### 3.1.2 XSA

- (1) 測定範囲 : -5 ~ +20 G
- (2) 測定精度 : ± 3 % FS
- (3) 周波数特性 : DC ~ 200 Hz (-0.5 db以内)
- (4) 定格出力電圧 : 5 V ± 1 %
- (5) 出力インピーダンス : 100 Ω以下
- (6) 校正出力電圧 : 5 V ± 1 %
- (7) 出力電圧温度ドリフト: ± 200 mV (-10 ~ +50 °C)以内
- (8) 出力電圧経時ドリフト: ± 50 mV 以内
- (9) 検出器 : 4-202-0001 ± 20 G

##### 3.1.3 Y<sub>4</sub>Z<sub>4</sub>

- (1) 測定範囲 : -5 ~ +5 G
- (2) 測定精度 : ± 3 % FS
- (3) 周波数特性 : DC ~ 120 Hz (-0.5 db以内)
- (4) 定格出力電圧 : 5 V ± 1 %
- (5) 出力インピーダンス : 100 Ω以下
- (6) 校正出力電圧 : 5 V ± 1 %
- (7) 出力電圧温度ドリフト: ± 200 mV (-10 ~ +50 °C)以内
- (8) 出力電圧経時ドリフト: ± 50 mV 以内

- (9) 検出器 : 4-202-0001 ±20G
- (10) 検出器感度 :  $1\text{mV}/G$  +25% -10%(印加電圧5V, 出力開放)
- (11) 検出器不正感度: 1%
- (12) 検出器抵抗 :  $350\Omega \pm 10\%$

### 3.1.4 PS

- (1) 測定範囲 :  $0 \sim 2.5\text{Hz}$
- (2) 測定精度 :  $\pm 3\% \text{FS}$
- (3) 周波数特性 : DC ~  $120\text{Hz}$  (-0.5db以内)
- (4) 定格出力電圧 :  $5\text{V} \pm 1\%$
- (5) 出力インピーダンス :  $100\Omega$
- (6) 校正出力電圧 :  $5\text{V} \pm 1\%$
- (7) 出力電圧温度ドリフト:  $\pm 200\text{mV}$ 以内
- (8) 出力電圧経時ドリフト:  $\pm 50\text{mV}$ 以内
- (9) 検出器 :  $Z_4$ の出力を利用

### 3.1.5

- (1) 測定範囲 :  $20\text{G}$
- (2) 測定精度 :  $\pm 3\% \text{FS}$
- (3) 周波数特性 :  $100 \sim 3000\text{Hz}$  (-0.5db以内)
- (4) 定格出力レベル:  $0\text{dbm}$
- (5) 出力インピーダンス :  $200\Omega$ 以下
- (6) 校正出力レベル:  $0\text{dbm}$
- (7) 出力電圧温度ドリフト:  $\pm 0.5\text{db}$ 以内
- (8) 出力電圧経時ドリフト:  $\pm 0.5\text{db}$ 以内
- (9) 歪率 :  $-40\text{db}$ 以下( $0\text{dbm}$  1KHz)
- (10) 増幅器入力抵抗:  $1000M\Omega \pm 10\%$
- (11) 検器器 :  $2220\text{C}$
- (12) 検出器感度 :  $2.7\text{PC}/G$  (NOM)

### 3.2 インターフェイス

(1) 入力電圧・電流: +12V 90mA以下

-12V 18mA以下

+5V 50mA以下

(2) 外部操作: ACC1 ON (CM)

ACC2 ON (CM)

ACC OFF (CM)

ACC CHANGE (CM)

CAL (DP)

(3) アンサ: ACC1 ON (5V)

(4) ACCモード: 3ビット

### 3.3 機械的性能

(1) 外形寸法: 本体 190<sup>2</sup> × 162<sup>2</sup> × 75<sup>2</sup>

YSA 35.7 × 35.7 × 27.6

XSA 25.6 × 25.6 × 26.34

Y<sub>4</sub>, Z<sub>4</sub> 36 × 45 × 32.3

V<sub>2</sub> 16.3 × 13.2

(ビス, コネクタ, ケーブルを除く)

(2) 重量: 本体 1.49

YSA 150g

XSA 85g

Y<sub>4</sub>, Z<sub>4</sub> 150g(1コ)

V<sub>2</sub> 2g

接続ケーブル 320g

(3) ケース材質: 本体 A5052

Y<sub>4</sub>, Z<sub>4</sub>L, アングル A5052

(4) ケース表面処理: 本体エピコ2000黒色半つや塗装

## 10. 科 学 觀 測 機 器

### 10.1 IRA

立教大 牧 野

#### 1. 目的

成層圏上部から中間圏にかけての高高度域40~80kmにおける太陽オゾン濃度を広い範囲・経度にわたり観測することを目的とする。

いわゆるオゾン層は太陽紫外光を吸収し、地球上を紫外線から保護する役割をなす。近年のSST船もしくはフレオンガスを媒質としたオゾン層破壊問題への関心の高まりとともに、身近な話題となってきた。我々の対象とする高高度はこのオゾン層のすぐ上層の80kmまでにあたり、オゾンの太陽加熱作用が最もきわめて強い領域である。太陽直上から入射する太陽紫外光がオゾンに吸収され太陽の加熱が止むこと、その結果50kmに温度のピークが生じ成層圏が形成される要因となっている。また、このときに得たエネルギーをもつて放出された酸素分子などを地球上層太陽中の運動や化学反応の源となっているので、オゾンの地球上層太陽を研究するうえで最も基本的な成分である。そのため働きとして9.6μm波長のOH太陽光観測による太陽活動作用も重要なである。

#### 2. 方法

太陽オゾンは太陽紫外光を吸収して酸素分子と酸素原子に崩壊する。吸収断面積のピークは250nm附近にあり、210~310nmの光に対しては確率0.9~1で  $O_2(^1\Delta_g)$  がつくられる。



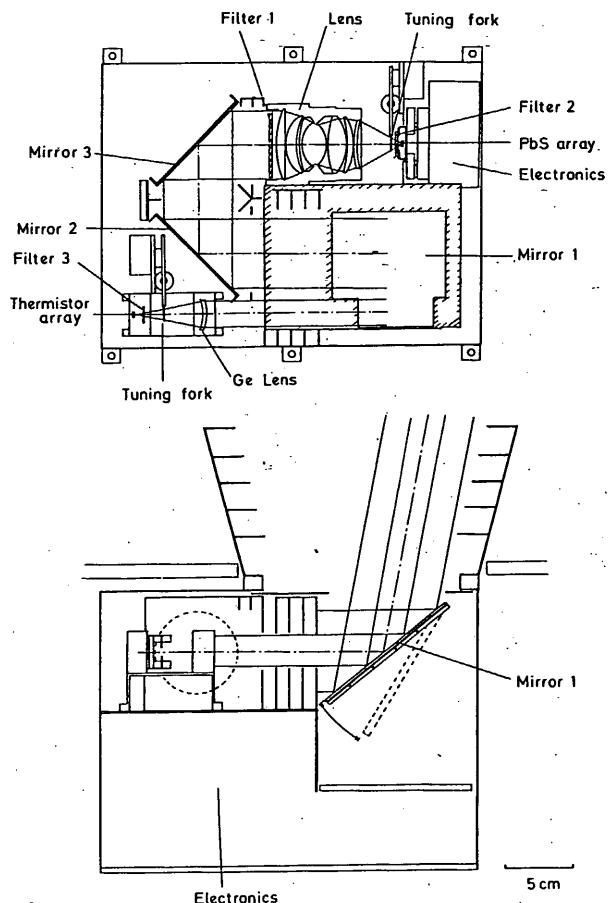
同時にできる  $O(^1D)$  も衝突過程を経て  $O_2(^1\Delta_g)$  にすると考えられる。うまれた  $O_2(^1\Delta_g)$  は  $O_2$  との衝突エネルギーを失うよりは  $1.27\mu\text{m}$  光子を放出して基底状態に移行する ( $1.58\mu\text{m}$  放射の確率は  $1.27\mu\text{m}$  放射の2%以下)。まことにこの  $1.27\mu\text{m}$  光子を測定してもとのオゾン濃度を算出する方法を用いる。なお、中間層界面附近では、上の式の  $O_3$  起点の  $O_2(^1\Delta_g)$  以外に太陽光  $762\text{nm}$  の共鳴吸収でつくられる  $O_2(^1\Sigma)$  や  $O_2(^3\Delta_g)$  をみ出すのが現実できなくなり、その量は最大ではオゾン起点のものと同じ程度になる。

衛星高度から地球上層太陽をスキャンして  $1.27\mu\text{m}$  光子を測定するため、各場所の高度での  $1.27\mu\text{m}$  光子のあわざたものを集められる。途中の吸収と各地点のlocal time

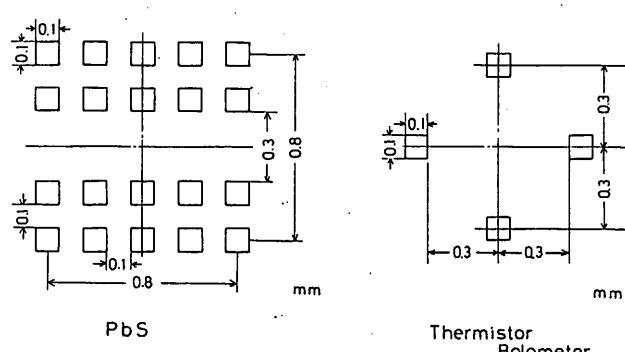
太陽天頂角、緯度絶度季節に相当するモデル太気などを考慮して、それからの場所高度での $1.27\mu\text{m}$  光量を求めるこじにならむ。その手続きは簡単ではない。ただし、太陽天頂角が $80^\circ$ より小さいときは光化学平衡でとり扱うため、均一の反応をとり入る山は、各高度でのVolume emission rateは比較的容易に算出される。

### 3. 装置

$1.27\mu\text{m}$  光量測定は別の一 分光器で行う。装置図は右図 のようになっている。3枚の 鏡で光路を曲げられて入射光 はFilter1 ( $\lambda_0 = 1.268\mu\text{m}$ ,  $\Delta\lambda = 20\text{ nm}$ ,  $T = 50\%$ ) で光され レンズ ( $F1.0$ ,  $f=50\text{ mm}$ , 素率 90%) 透過後、焦点面におか れたPbS arrayに集光される。 チヨーピングはチュニングフォーク ( $140\text{ Hz}$ ) を用い、フォーフォー の熱遮断除去のためにFilter2 をPbSとフォー間に配置して いる。 $\text{CO}_2$   $15\mu\text{m}$  刻定用とし て、Geレンズ ( $F2.5$ ,  $f=50\text{ mm}$ , 素率 80%) フォー ( $21\text{ Hz}$ ) Filter3 ( $\lambda_0 = 14.9\mu\text{m}$ ,  $\Delta\lambda = 2.02\mu\text{m}$ ,  $T = 75\%$ ) サミスター アレイやうな検出系を設けている。

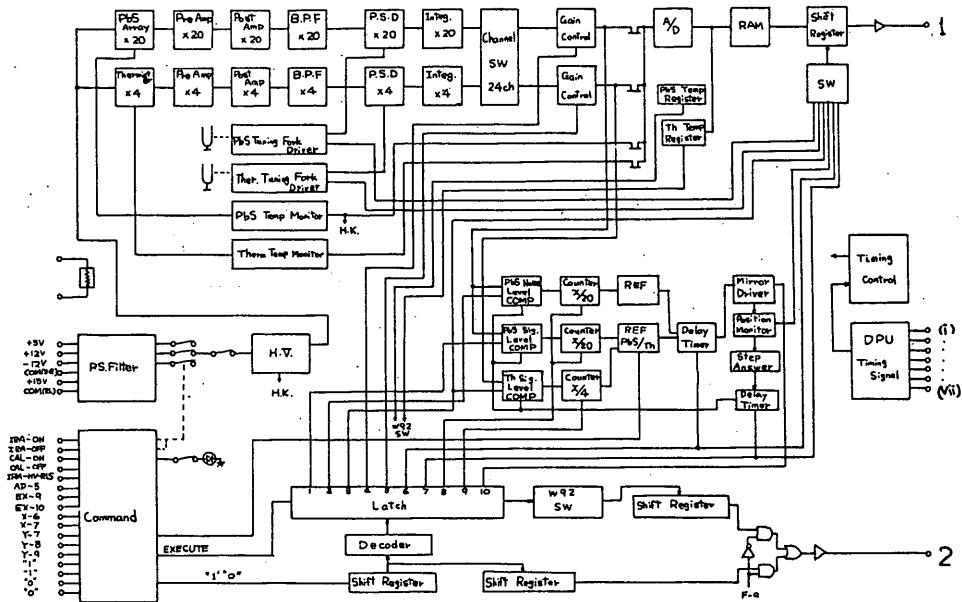


PbSアレイは20素子、 サミスターアレイは4素子で 構成されていて同じ空間 分解能を得るために素子 サイズはいすれも  $0.1 \times 0.1\text{ mm}^2$  である。これは 地球太気高度分解能か 3~8 kmに相当する。



#### 4. 回路系

プロックダイアグラムは下図のようになっている。



1. IRA DATA (W64~71)      2. IRA STATUS (W92)

(i) Fan No (ii) W64~W71 (iii) W92 (iv)  $\phi$ , (v) Bit rate H/L (vi) F-a (vii) F-C

#### 5. コマンド

##### a. リアルコマンド

IRN : 電源 ON/HV ON

IRF : OFF

IR HP : 高圧電源プリセット

IR HR : 高圧電源プリセットリリース

IR MP : ミラー動作を ABS 出力信号で行うモード

IR MT : ミラースキャン方向指定

IR MU : ミラースキャン方向指定 Up mode

IR MD : ミラースキャン方向指定 Down mode

##### b. 10コマンド

10コマンドの内容は次ページに示すとおりである。

Pbs SG LEVEL	Pbs NOISE LEVEL	Therm SG LEVEL	Pbs GAIN
AUTO STOP	AUTO STOP	AUTO STOP	AUTO STOP
(000) 2.0 V [01] [00]	(000) 0.3 V [03] [02]	(000) 2.0 V [05] [04]	(000) x 1 [07] [06]
(001) 3.0 [21] [20]	(001) 0.6 [23] [22]	(001) 3.0 [25] [24]	(001) 2 [27] [26]
(010) 4.0 [41] [40]	(010) 0.9 [43] [42]	(010) 4.0 [45] [44]	(010) 3 [47] [46]
(011) 5.0 [61] [60]	(011) 1.2 [63] [62]	(011) 5.0 [65] [64]	(011) 4 [67] [66]
(100) 6.0 [81] [80]	(100) 1.5 [83] [82]	(100) 6.0 [85] [84]	(100) 5 [87] [86]
(101) 7.0 [A1] [A0]	(101) 2.0 [A3] [A2]	(101) 7.0 [A5] [A4]	(101) 6 [A7] [A6]
(110) 8.0 [C1] [CO]	(110) 3.0 [C3] [C2]	(110) 8.0 [C5] [C4]	(110) 7 [C7] [C6]
(111) 9.0 [E1] [EO]	(111) 4.0 [E3] [E2]	(111) 9.0 [E5] [E4]	(111) 8 [E7] [E6]

Therm GAIN	Delay 1 (STEP → STEP)	Delay 2 (STEP + 定)	
AUTO STOP	AUTO STOP	AUTO STOP	
(000)x 1 [09] [08]	(000) 0.4 S [0B] [0A]	(000) 0.4 S [0D] [0C]	0 0000
(001) 15 [29] [28]	(001) 0.8 [2B] [2A]	(001) 0.8 [2D] [2C]	1 0001
(010) 20 [49] [48]	(010) 1.6 [4B] [4A]	(010) 1.6 [4D] [4C]	2 0010
(011) 25 [69] [68]	(011) 3.2 [6B] [6A]	(011) 3.2 [6D] [6C]	3 0011
(100) 30 [89] [88]	(100) 6.4 [8B] [8A]	(100) 6.4 [8D] [8C]	4 0100
(101) 35 [A9] [A8]	(101) 12.8 [AB] [AA]	(101) 12.8 [AD] [AC]	5 0101
(110) 40 [C9] [C8]	(110) 25.6 [CB] [CA]	(110) 25.6 [CD] [CC]	6 0110
(111) 45 [E9] [E8]	(111) 51.2 [EB] [EA]	(111) 51.2 [ED] [EC]	7 0111
			8 1000
			9 1001
			A 1010
			B 1011
			C 1100
			D 1101
			E 1110
			F 1111

Mirror; Pbs	Mirror; Therm	Phase Control	Mirror Control
A S	A S	A S	
(00) 9 [0F] [0E]	(00) 1 [11] [10]	(0) AUTO [33] [32]	(0) AUTO [FF]
(01) 11 [2F] [2E]	(01) 2 [31] [30]	(1) STOP [13] [12]	(1) STOP [FE]
(10) 13 [4F] [4E]	(10) 3 [51] [50]		
(11) 15 [6F] [6E]	(11) 4 [71] [70]		

Pbs SG LEVEL : ミラーへの命令を出すために設定する Pbs 出力電圧値

Pbs NOISE LEVEL : " " " Pbs エディベル (Gain によって決まる)

Therm SG LEVEL : " " " サミスル出力電圧値

Pbs Gain : Pbs Gain の値

Therm Gain : サミスル

Delay 1(STEP→STEP) : ミラー動作命令が出てから実際に回転するまでにおくべき時間

Delay 2(STEP+定) : ミラーが回転して次のステップに進むまでの間、出力電圧比歴を削除するまでの時間

Mirror; Pbs : ミラー動作命令を Pbs 出力値で下すときに用いる Pbs 数

Mirror; Therm : " " サミスル " " サミスル

Phase Control : 位相検波回路の位相調整を固定/自動で行う命令

Mirror Control : ミラー停止時は自動制御

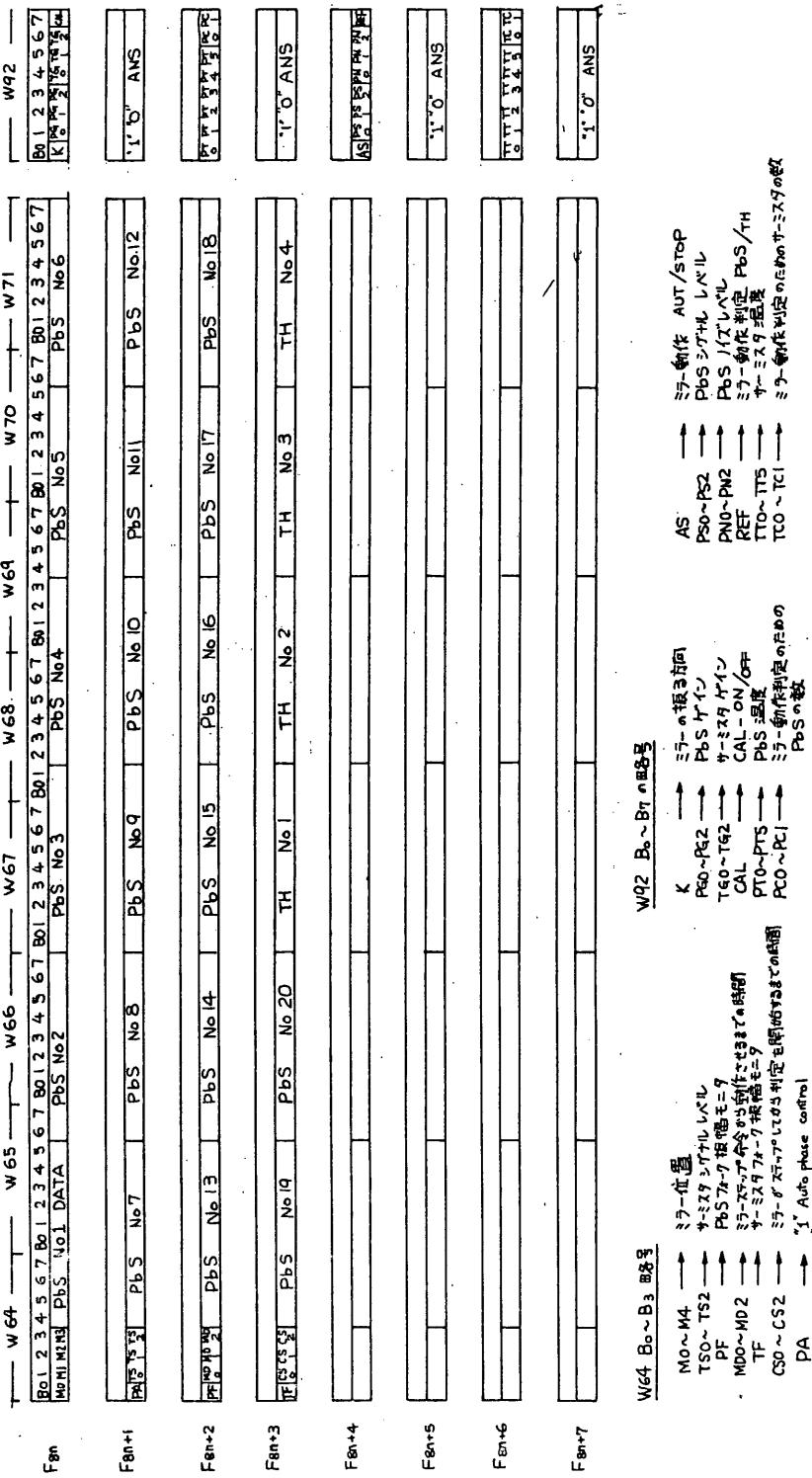
## 6. データフォーマット

W64~W71 及び W92 を使用し、Pbs とサミスルの出力値は4フレームで全データとなる。データと1対1対応の必要なHK項目はW64のB0~B3(4フレームで1組)。その他のHK, 2ティア項目はW92(8フレームで1組)に配置した。(ページ参照)

以上

担当 立教大学・理 牧野忠男・山本博聖・関口俊之

松栄電子(株), 三鷹光器(株)



### 1. 実験の概要

本実験において衛星に搭載された分光器度計により、紫外光のスペクトルを得ることを目的としている。この紫外光（波長 2500~3300Å）は、太陽輻射光が地球の大気中に入射し、大気分子により散乱されたものである。大気中で散乱される過程で、オゾンにより、この波長域の紫外光は吸収を受ける。この吸収量からオゾンの定量を行なう。

成層圏から中間圏にかけて存在するオゾン層は、高層大気の熱収支のうえで重要な役割をするばかりでなく、太陽紫外光を吸収することにより、人間生活の環境形成のうえからも重要な働きがある。本観測装置を用いて地球全周に渡って、長期間オゾン層の定量を行なうことには、MAP計画において一つの課題となっている。

### 2. 観測装置の概要

観測装置のブロック図は図1に示す通りである。散乱光のスペクトルを得る光学部と、データー処理を行なう電気部に分けられる。

#### 2.1. 光学部

光学部の中心をなすものは、回折格子分光器である。光学部のレイアウトは図2に示す。入射光は凹面回折格子により分光され、焦点面上に結像される。この焦点面上を出口スリットがモーターにより往復運動し、波長掃引を行なうようになっている。

分光された紫外光は光電子増倍管（Cs-Te光電面）により電流に変換され、電気的処理が行なわれる。紫外光の入

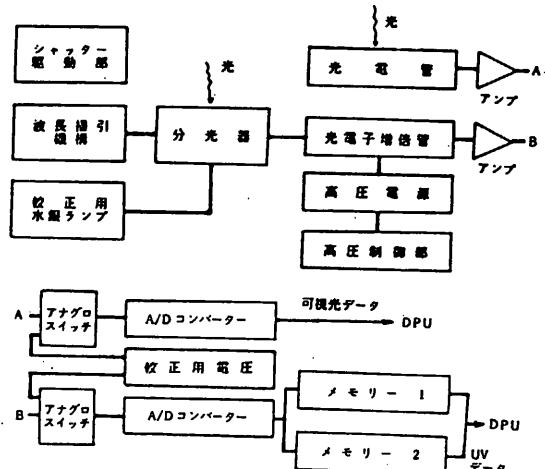


図 1.

ペクトルを測定するのと同時に、干渉フィルターと光電管からなる、フォトメーターで可視散乱光の測定を行なう。分光器及びフォトメーターの光学的性能を下に示す。

分光器	フォトメーター
回折格子 1200本/mm	中心波長 $4110\text{\AA}$
サイズ $30^{\text{mm}} \times 40^{\text{mm}}$	バンド幅 $130\text{\AA}$
分散 $80\text{\AA/mm}$	受光面積 $6\text{mm}^2$
スリット幅 $7\text{mm} \times 100\mu$	視野 / 全角 $10^\circ$
視野 $10^\circ \times 14^\circ$ (衛星乙軸方向:太陽と反対方向)	(衛星乙軸方向)

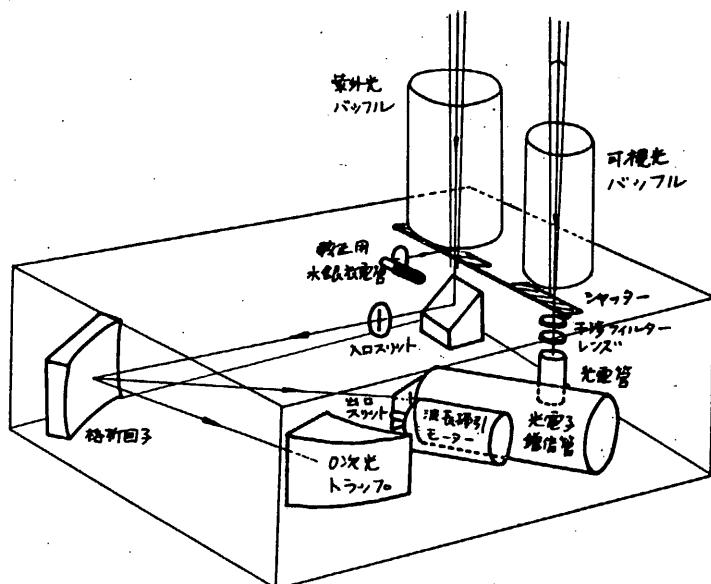


図 2.

## 2. 2. 真空部

分光器の波長掃引に従って、あらかじめ設定された波長域の散乱光の強度を256点に渡って測定する。この間約600msでサンプリングされ、信号はA/D変換(12ビット)され、メモリーに書きこまれる。得られたデーターは64フレーム分を用いて、伝送される。これはHビットレートで8秒、Lビットレートで32秒かかる。測定のスループットをよくするため、メモリーを2個もち、1個のメモリーからデーターをEDP上に転送中に、もう1個のメモリーに測定データーを書きこむようになっている。

## 2. 3. キャリブレーション・システム

衛星の飛行中に、衛星上で分光器のキャリブレーションができるよう、小型水銀放電管及びその点燈装置が装備されている。衛星打ち上げ時のシャッタにより分光器のアライメントが変っても、水銀のスペクトルラインを測定することにより、分光器の波長校正ができる。この光源は連続光ではないが、点燈時の光量は安定しているので、検出器の感度の経年変化をライン波長においてチェックすることができる。キャリブレーションのモードになるとバッフル下部にあるシャッターが閉じ、その裏面にミラーが取りつけてあり、それにより水銀燈の光が入口スリットに導入されるようになっている。

## 3. コマンド

コマンド名称	機能	コマンド名称	機能
BLVN	電源及びHV ON	BCHN	校正用高圧電源 ON
BUVF	〃 OFF	BCH1	
BVHP	高圧電源アリセット	BCH2	フォトマル用高圧電源
BVHR	〃 リリース	BCH3	出力電圧設定
BCHP	校正用高圧電源アリセット		

## 4. 消費電流

電圧	STAND-BY (mA)	定常観測 (mA)	キャリブレーション (mA)
+5V	2.3	3.1	4.2
+12V	118	136	390
-12V	146	146	146

## 5. 重量、4.7kg

## 6. 運用

装置には光電子増倍管用の高圧 (-0.5~1.0kV), 水銀放電管用高圧 (0.25kV) を使用しているので、これらの電源ONは打ち上げ後、約3週間を予定している。その後は日照時に観測を行なう。定常運用では1週間/回程度キャリブレーションを行ない、波長、検出器感度の校正を行なう。

東大理学部 小川利紘、岩上直幹

横浜国大教育学部 鈴木勝久

松栄鹿子、神和光器

## 1. 観測及び方法

成層圏エアロゾル及びオゾンによる太陽光の吸収効果を利用して、両者の垂直分布を約1 kmの高度分解能で全地球的に測定することがこの観測研究の目的である。観測は吸収が大きい日出及び日没時に行われる。このグローバルなモニタリングによって解明が期待されるのは以下の事柄である。

- 1) エアロゾル・オゾンの密度に対する人間活動に対する影響を定量的に評価する。
- 2) 火山の噴火や太陽活動など自然界の変動によるこれらの物質の変動を調べる。
- 3) 広い緯度領域をカバーし、子午線に沿って観測を行うことにより、大気大循環による輸送の実態を明らかにする。

太陽高度が高い時の光の強度  $I_0$  (この時太陽光の減衰はないと考えてよい)と、太陽天頂角が  $90^\circ$  を越え、太陽光が地球外縁を地上からの接線高度で通過して衛星に到達した時の強度  $I(h)$  の比から、この場合の光路に沿って大気の光学的厚さ  $r(h)$  が得られる。 $r(h)$  は消光係数  $\beta(h)$  をこの光路に沿って積分した値であるから、 $I(h)$  平方向に均一な層状の分布を仮定すれば  $r(h)$  から逆変換することにより  $\beta(h)$  を求めることができる。

## 2. 観測機器

## (1) 光学系及び電気部

測定器は600 nm (オゾン用) と 1 μm (エアロゾル用) の 2 波長で太陽光の強度を測定するための 2 チャンネルの放電管である。ニュートラルフィルター、干涉フィルターを通して太陽光を  $f = 76 \text{ mm}$  のレンズで集光し、太陽像を焦点面においた CCDイメージセンサー上に結像させる。この CCD を用いて太陽像を細分割し、その強度を測定する。CCD はフェアチャイルド社の 380 (V) × 488 (H) の画素を持つ二次元の素子を用いる。受光面の大ささは  $8.8 \text{ mm} (V) \times 11.4 \text{ mm} (H)$  で、 $f = 8 \text{ mm}$  レンズを用いた時の視野は約  $6^\circ$  である。従って期待できる衛星の姿勢制御の精度内に充分入る。また太陽面は約  $30 \times 30$  の画素に分割される。

#### 6) 画像処理＆データフォーマット

EXOS-Cの場合、衛星の軸は太陽を指向しているが、その回りの位相角は固定されている。フリイメージセンサの水平スキャニの方向と地平線とはある角をもつている。このため ALA では限られたデータ転送速度で太陽の形を再現する。次のように実行。

i) 読み光の threshold レベル  $V_0$  を与える。

ii) イメージセンサの水平ラインスキャニ中、 $V_0$  を越えた信号が入った最初の素子の水平方向の位置  $IS - 1$ 、そしてその素子の垂直方向の位置  $J_S$  を count する。

iii) 同じ水平ラインで素子の信号が  $V_0$  以下になった時その水平位置  $IE - 1$  を count する。

iv) すなわち  $IS - 1$  から数えて 10 個目の素子の光強度 DATA - 1 を計測する。

v) 以下同様にして  $IS - 2, DATA - 2, IE - 2, IS' - 3, DATA - 3, IE - 3$  を求める。

vi) 最後に水平ライン中に  $V_0$  を越えた信号が検出されないことを 10 回続いた時太陽面のスキャニが終了と判断し、その垂直位置を  $J_E$  とする。

vii) 今用いている CC-D イメージセンサはインターレス方式、つまり水平方向のラインは奇数、偶数 (1, 3, 5, ..., 2, 4, 6, ...) と並ぶ。最初の奇数番目のラインをスキャニし、次に偶数番目といった具合に交互にスキャニをくり返す。従って i) ~ vi) までの操作を奇数のラインに対して行い、以後偶数ラインについても同様に独立の操作を行う。これで 1 つのチャンネルの画像処理の 1 set が終了する。

viii) 2 番目のチャンネル、つまり他の波長についても i) ~ vii) の操作を同様に行う。これで 1, 2 チャンネル 1 組の完全なデータ取得が行われる。

i) ~ vii) までの操作を行ひデータを書き込むのに要する時間は 5 秒である。これは太陽が出没する平均速度を考慮すると、太陽像の直径分だけ出没が進むに要する時間は、最小約 9 秒であるから、各高度の情報はそれぞれ 2 個以上の記録から得られることになる。データは W72 ~ W79 に書き込まれる。

具体的なデータフォーマットを図 4 に示した。

最初の 4 bits は Channel number 及びスキャニの偶奇性を識別するためで用いられる。

i) ~ viii) の情報から太陽像を再現する時、horizon sensor から得られる地平線の傾きの情報が必要となる。

W72	W73	W74	W75	W76	W77	W78	W79
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

CH-1 ODD 識別 ④

1111	JS	IS-1	IE-1	DATA-1	IS-2	IE-2
0010	DATA-2	IS-3	IE-3	DATA-3	IS-4	IE-4
0011	DATA-4	IS-5	IE-5	DATA-5	IS-6	IE-6
0100	DATA-6	IS-7	IE-7	DATA-7	IS-8	IE-8
0101	DATA-8	IS-9	IE-9	DATA-9	IS-10	IE-10
0110	DATA-10	IS-11	IE-11	DATA-11	IS-12	IE-12
0111	DATA-12	IS-13	IE-13	DATA-13	IS-14	IE-14
1000	DATA-14	IS-15	IE-15	DATA-15	IS-16	IE-16
1001	DATA-16	IS-17	IE-17	DATA-17	IS-18	IE-18
1010		IS-19	IE-19	DATA-19	0000000000	J E

CH-1 EVEN 識別 ⑤

1110	JS	IS-1	IE-1	DATA-1~	IS-2	IE-2
0010	DATA-2	IS-3				
0011						
0100						
0101						
0110						
0111						
1000						
1001						
1010				0000000000	J E	

CH-2 ODD 識別 ③

1101	JS					
0010						
0011						
0100						
0101						
0110						
0111						
1000						
1001						
1010				0000000000	J E	

CH-2 EVENT の識別

③	1100	JS					
	0010						
	0011						
	0100						
	0101						
	0110						
	0111						
	1000						
	1001						
	1010					0000000000 JE	

識別 4-bit

図 4.

### c) 定電力、重量

+12V ---- 1000 mW

-12V ---- 1000 mW

+5V ---- 2600 mW

計 4500 mW (定常値)

コマンド

Discrete command

種別	項目	PPC		用途
		V	H	
① B	ALA, ON	4	13	ALA 電源 ON
② B	ALA, OFF	4	14	ALA 電源 OFF
③ A	ALA, CH-1 LEVEL-1	5	13	ALA レベル1 設定
④ A	ALA, CH-1 LEVEL-2	6	13	ALA " 2 "
⑤ A	ALA, CH-1 LEVEL-3	4	15	ALA " 3 "
⑥ A	ALA, CH-2 LEVEL-1	5	14	ALA レベル2 設定
⑦ A	ALA, CH-2 LEVEL-2	6	14	" 2 "
⑧ A	ALA, CH-2 LEVEL-3	7	14	" 3 "
⑨ B	CAL ON	1	16	校正 ON
⑩ B	CAL OFF	1	17	校正 OFF

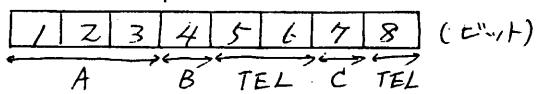
  

種別	項目	PPC		用途
		V	H	
⑪	ALA GAIN-H	13	7	ALA ハイゲイン 設定
⑫	ALA GAIN-L	14	7	ALA ローベンゲイン 設定

## コマンドの応答状態の把握

コマンドの応答はW-94に示される。

W-94



A: 第1-3 bit目

CH1

0	10	CH1 の threshold. a level 1.	
0	01	"	2.
0	11	"	3.

CH2

1	10	CH2 の threshold. a level 1.	
1	01	"	2.
1	11	"	3.

B: 4 bit目 cal

1	ON
0	OFF

C: 7 bit目 gain

1	H
0	L

5, 6, 8 bit目は TEL で使用

## HK項目

FNO	項目、内容	測定レンジ
F <sub>64n+34</sub>	ALA オゾンセンサ温度	-50°C ~ 70
F <sub>64n+35</sub>	ALA イソロジルセンサ温度	"

### 1. 観測目的および意義

成層圏大気において、 $\text{CO}_2$ 、 $\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{O}_3$ 及び $\text{CH}_4$ は、大気の主成分である $\text{N}_2$ 及び $\text{O}_2$ に次ぐ存在量をもった、存在量から言えば中堅に相当する組成成分である。これらの分子のうち、 $\text{CO}_2$ 及び $\text{H}_2\text{O}$ は、赤外線の吸収及び放射で重要な役割を果しており、地球大気の熱構造を考える上での主要な因子の一つである。また $\text{O}_3$ は、 $\text{N}_2$ や $\text{O}_2$ では吸収でない波長領域の紫外線を吸収し、有害な紫外線が地上に到達する事を防ぐ重要な役割を果している。 $\text{CH}_4$ は、その酸化過程が $\text{CO}_2$ の生成や $\text{O}_3$ の破壊に関与している分子である。従って、これらの中堅組成成分の存在量や分布の変動は、直ぐ地球環境の問題に重大な結果をもたらすものであり、その観測は極めて重要な研究課題の一つである。科学衛星を用い、対流圏ばかりではなく、成層圏及び中間圏の様子、これら中堅組成成分の変動が今まで余り問題にされていない領域で施測する事は、特に長期変動を議論する上での貴重な資料を提供する所である。

以上の観点から、科学衛星に搭載して $\text{CO}_2$ 、 $\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{O}_3$ 及び $\text{CH}_4$ の吸収スペクトルを掩蔽法により測定し、これらの組成成分の存在量や分布をモニターする目的で開発されたのが、大気用緯度外分光観測装置（LAS）である。本観測装置は、今までに他の科学衛星には搭載された事がない、独自に開発されたものであり、近年開発成果の著しい赤外イメージセンサを用いたマルチチャネル分光法に基づいており、各組成成分のスペクトルを同時に測定できる事に特徴がある。

### 2. 観測装置

観測装置の概要を図1に示す。太陽光を導入し、レンズにより分光器の入口スリット上に集光する。人工衛星の姿勢制御の精度（±0.5°）に安全余数を考慮し、全角 $1^\circ \times 3^\circ$ の範囲で太陽光の導入光軸を二軸制御方式で制御する事ができる様になっている。分光器の分解能や観測装置のダイナミックレンジを向上させるために、測定する波長領域を三つに分割し、三段積層型分光器を開発した。分光器の分解能や観測装置のダイナミックレンジを向上させるために、測定する波長領域を三つに分割し、三段積層型分光器を開発した。各波長領域の詳細を表1に示す。分光器によって分散された波長領域I、II、及びIIIのスペクトルは、それぞれ、32画素、64画素、及び16画素の焦電型アレーセンサにより受光する。特に領域IIIの信号は、ロッカインアンプ

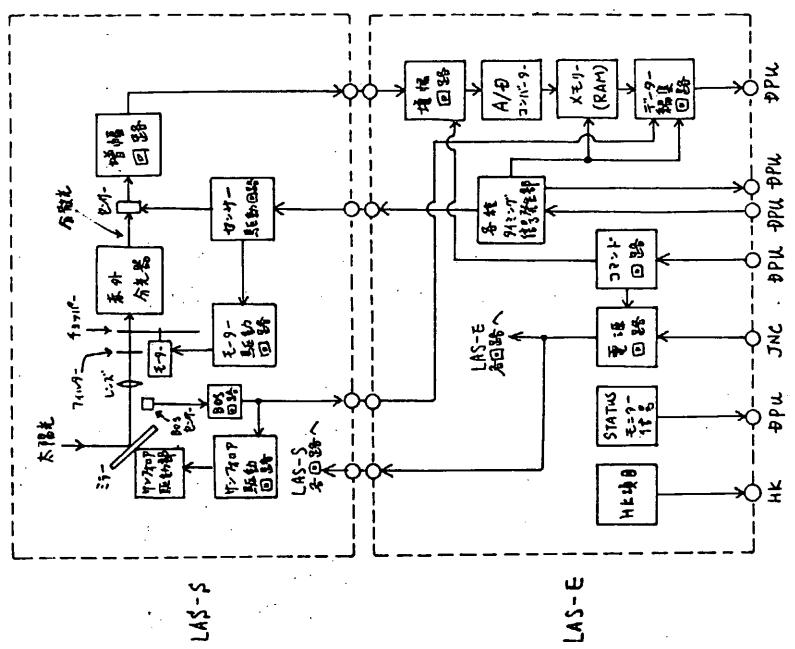


图14. 大气监测赤外分光测量装置

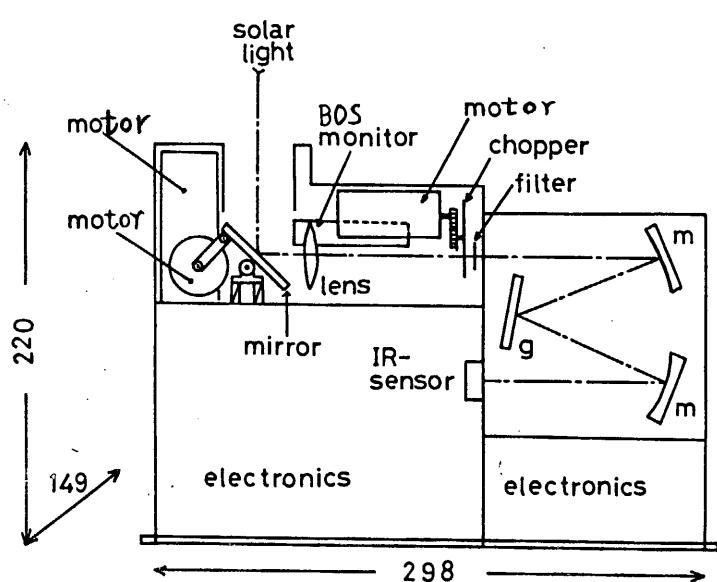


图15. LAS-S 概要図

表1 観測波長領域と検出成分

領域	検出成分	波長領域	検出器	スペクトル幅
I	H <sub>2</sub> O	1.5 — 2.32 μm	32画素 LiTaO <sub>3</sub> リニアーアレイ (0.4 mm × 2 mm)	0.0256 μm/mm
II	CH <sub>4</sub> CO <sub>2</sub>	2.8 — 4.84 μm	64画素 LiTaO <sub>3</sub> リニアーアレイ (0.4 mm × 2 mm)	0.032 μm/mm
III	O <sub>3</sub>	9.1 — 9.92 μm	16画素 PbTiO <sub>3</sub> ポイントタイプアレイ (0.7 mm × 2 mm)	0.0448 μm/mm

方式により検出する。焦電型センサは、赤外線の光量の変化量に比例した信号を出力するために、チップ上にシリコン太陽光を変調する。太陽光の変調は、約24 Hzであるが、チップ上の開いている時に正信号が得られ、チップ上の閉じている時に負信号が得られる。これらの信号は、通常のモードではDPUで処理されるが、DPUに於けるLAS演算用モジュールが故障した場合には、緊急モードに切り換えて、生データが伝送される。

#### (1) 通常モード

通常モードに於いては、DPUから  $\sum_{n=0}^{15} F_{16n} T_{n0} B_0$  パルスがLASに送出され、これにより観測データのDPUへの伝送が開始される。このデータ伝送が終了するとスペクトル測定が再開される。チップの開閉時に、それぞれ1データ群の測定が行われる。1データ群は、[波長領域Iのスペクトルデータ(7bit × 32画素)] ⊕ [波長領域IIのスペクトルデータ(7bit × 64画素)] ⊕ [波長領域IIIのスペクトルデータ(7bit × 16画素)] ⊕ [CAL信号(7bit × 16画素)] = 7bit × 128画素から構成されており、これらのデータ群のデータはCAL信号を含めて16回積算される。次の  $\sum_{n=0}^{15} F_{16n} T_{n0} B_0$  パルスが送出されるまでに2秒かかる。

#### (2) 緊急モード

緊急モードに於いては、T-SYNCパルスの立ち上がりでスペクトルの測定が開始される。チップの開閉一周期の間にそれぞれ1データ群の測定が行なわれ、これが16回繰り返され、その都度、積算される。1データ群の構成は、上記の通常モードと同じで7bit × 128画素構成である。チップの開閉時の各々16回積算して2データ群を、テレメータ伝送する。従って緊急モードの場合には、3秒毎に異なりた高さに於けるデータ観測が行なわれる。

これらの機能をもつ本装置は、LAS-S(光子検出センサー部)とLAS-E(電気回路部)に分割されて、EXOS-Cの下部シェルフに搭載される。

### 3. HK項目

LASのHK項目は、(1) LAS  $\theta = 110^\circ$ - 溫度, & w(2)センサ - 部速度の二項目である。

### 4. コマンド

LASに関する実時間コマンド及びOGコマンドをそれぞれ表2及び表3にまとめた。

表2 実時間コマンド (LAS)

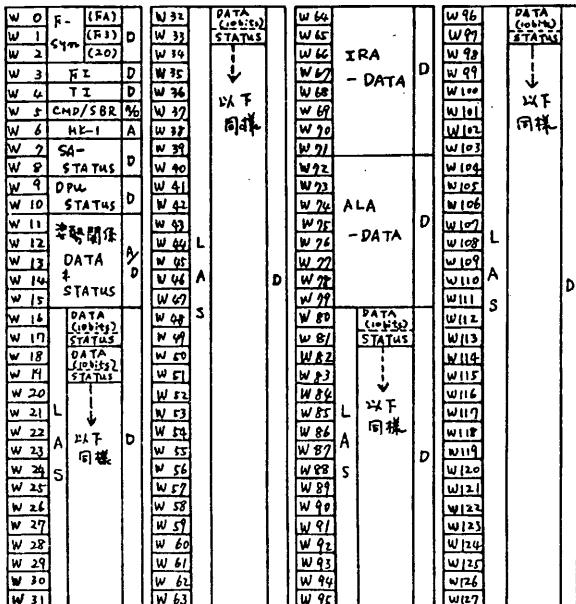
種別	POC	POC-1	POC-2	コマンド名	用途	モード-11 制御状況
B	6	//		LAS ON	LAS電源ON	Fine-WSB
B	7	//		LAS OFF	LAS電源OFF	"
A	4	8		CHOP 1 ON	$\theta = 110^\circ$ - I ON	CHOP-I CHOP-II CHOP-III CHOP-IV CHOP-V
A	5	8		CHOP 2 ON	$\theta = 110^\circ$ - II ON	CHOP-I CHOP-II CHOP-III CHOP-IV CHOP-V
A	4	9		CHOP 3 ON	$\theta = 110^\circ$ - III ON	CHOP-I CHOP-II CHOP-III CHOP-IV CHOP-V
A	5	9		CHOP ALL OFF	$\theta = 110^\circ$ - I, II, III全OFF	CHOP-I CHOP-II CHOP-III CHOP-IV CHOP-V
A	6	12		LAS GAIN H	増幅器利得 大	GAIN-H
A	7	12		LAS GAIN M	増幅器利得 中	"
A	7	13		LAS GAIN L	増幅器利得 小	"
B			7/11 SF ON	サンプルオフ ON	SF on/off	
B			7/12 SF OFF	サンプルオフ OFF	"	

表3 OGコマンド (LAS)

W <sub>9</sub> B <sub>0~3</sub>	目的	モード
A	LAS ON (IRA, ALAも同時にON)	mode-9
0~9, B~F	LAS OFF	mode-9×SF

### 5. データフォーマット

LASによる観測が有効であるモードは、mode-9だけであり、他のモードに於いてLASはOFF状態になる。通常モードのデータフォーマットは図2通りであり、データは二語構成である。但し、  
 $F_{16n+10~17}$ フレームでは、スペクトル波長掃引やデータの演算等が行われる、有効なデータは $\sum_{n=0}^{15} F_{16n+10~15}$ フレームの時に出力される。  
 緊急モードに於く2は $\sum_{n=0}^{32} F_{16n+18~23}$ 時に生データが伝送される。



W<sub>0~9</sub> : F<sub>0~1</sub> ; Chopper I

F<sub>2~3</sub> ; Chopper II

F<sub>4~5</sub> ; Chopper III

F<sub>6</sub> ; SF-X

F<sub>7</sub> ; SF-Y

W<sub>10~4</sub> : F<sub>0~7</sub> ; BOS

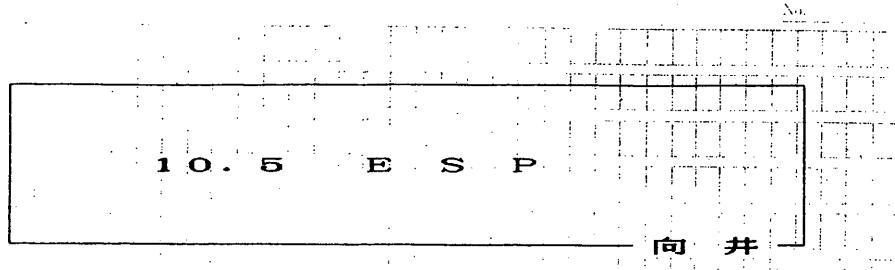
図2 PCNデータフォーマット(mode-9)

〈担当〉

(宇宙研) 松崎章好 中村良治

伊藤富造

(松下技術) (分光計器) 他



### 1. 観測目的

極軌道を飛翔するEXOS-C衛星に搭載する低エネルギー電子観測器E&Pは主に二領域、極域および南太西磁気異常帯での降下粒子の測定が目的である。極域でのオーロラ粒子の観測はまだ幾多の問題が残され、特にオーロラ電子の加速機構の解明は電離圏・磁気圏相互作用および磁気圏サストームの研究において重要な観測である。またフリッカリング・オーロラセパルセティング・オーロラの原因である降下粒子の脈動の観測をおこなう。

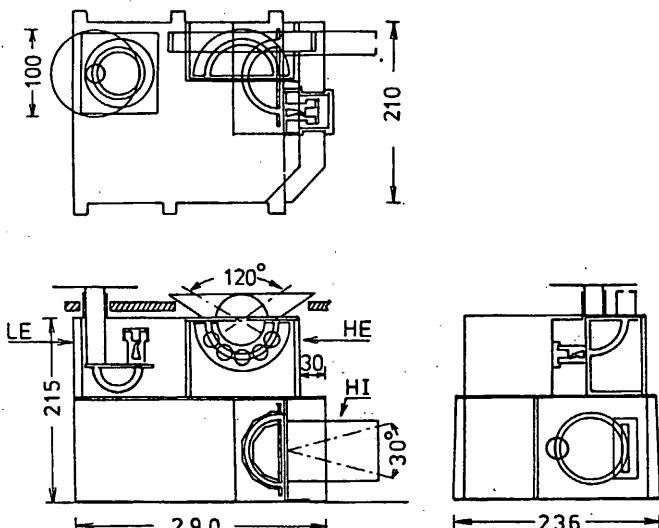
EXOS-C衛星の観測目的である南太西洋磁気異常帯では、高エネルギー電子のミラー高度が極端に低いため、Van Allen帯の粒子は降下し、種々の現象を起すと思われる。この地域での低エネルギー降下粒子測定に関して、Knudsenが1962A1衛星にRetarding Potential Analyzerを搭載し、10eVの電子の観測を行っている。その観測によればアラジルから南太西洋にかけて著しい降下がみられた。この粒子の降下はTA1Y0衛星に搭載したImpedance Probeでも観測された。このImpedance Probeのデータ解析により、イオンと電子が二層で1降下すると「Differential 粒子降下モデル」、この時の電子Energyは10eV～100eVであろうと森岡、大家は報告している。

以上のように極域と南太西洋磁気異常帯での降下粒子のエネルギー分布、ピット内分布の測定が観測目的である。なお電子は5eVから16keV、イオンは200eVから16keVまでを測定する。

### 2. 測定項目と観測器の概要

測定対象は5eV～16keVの電子と200eV～16keVのイオンである。これらと三台のアナライザーで観測する。オーバーにE&P全体図と示す。センサは二台の同心半球静電型分析器と一台の同心1/4球静電型分析器で構成される。同心半球静電型分析器は、それ自体5eV～300eVの電子(上方円錐形コリメータ: LE)と200eV～16keVのイオン(横方向、長方形コリメータ: HI)を、同心1/4球静電型分析器は200eV～16keVの電子(上方扇形コリメータ: HE)の観測を担当する。衛星における取り付け位置は、リーフパネルと反対方向であり、EXOS-Cは垂直判別が太陽指向であるため、E&Pは

岸に太陽と反対方向  
立向くこととなり、  
太陽のUVの影響が  
う逃れることができ  
る。同心半球静電型  
分析器はEXOS-  
A, Bに用いられた  
ものと同型である。  
特にLEセンサでは  
衛星電位の補正のた  
めコリメータ入口に  
直径10 cmの円盤を  
付加し、それにバイ  
アス電圧を印加する。



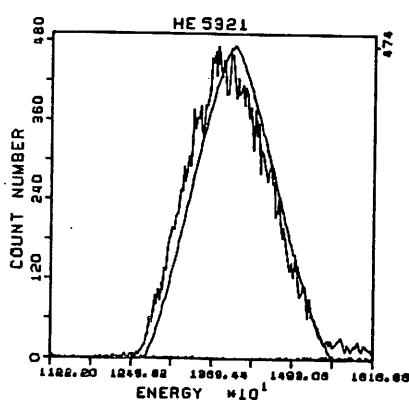
オ一回 EPP全体図

LEのエネルギー測定はこの入口電位を基準にしておこなわれる。すなわちLEセンサは5 eVから測定するため磁気遮蔽のμ-metalで囲われている。HIセンサでは予想されるFluxが少ないため、30°と大きく開いたコリメータ用い、Geometrical factorを大きくした。一方同心半球静電型分析器は新たに開発したもので、その原理から180°の視野を同時に観測することが可能である。今回は30°～150°の5方向を観測する。以上の三台のセンサは、南太西洋磁気異常帶での高エネルギー粒子によるDark Countを防ぐため検出器であるチャンネルトロンをアルミニウムでシールドした。

### 3. 測定原理

粒子分析器は、コリメータ、静電型分析器と検出器としてチャンネル・マルチアライヤで構成される。同心半球静電型分析器と同心半球静電型分析器はエネルギー分析の原理において同一であり、コリメータを通して入射した粒子は分析器電場により偏角されエネルギー分散させる。適当なエネルギーを有する粒子のみが分析器通り抜けて検出器に入射する。

チャンネル・マルチアライヤにより計数されるCounting rateとfluxの関係は、



オニ回 調正実験データの一例 (HE)

粒子トラップスカサンアリニア時間中一定で視野角と $\Delta E$ にあわせ依存する場合、次式とする。

$$C = \eta \cdot f(E) \cdot F(E) \cdot \Delta E \quad (1)$$

ただし $\eta$ はチャンネル・マルチアライヤの検出効率、 $f$ はGeometrical factor、 $\Delta E$ はエネルギー通過幅(半値幅)である。これらの値を求めるため、粒子校正装置を用いて較正実験をおこなった。データの一例を二圖に示す。右めうかるラインが計算値で、もう一オのラインが、テスト粒子によるデータである。ほぼ一致しているが、最終的には、すべての実験データの積分値から各係数を決定する。

#### 4. センサの仕様

##### 1) LEセンサ

アナライザ	同心半球静電型分析器(内球21.5, 外球28.5mm)	
測定対象	電子 5eV ~ 300 eV	
$\Delta E / E$	6%	(計算値)
Geometrical factor	$8 \times 10^{-4} \text{ cm}^2 \cdot \text{str}$	(計算値)
視野方向	衛星軸(ヨーラ・パトルと反対方向)	
視野角	$6 \cdot 8^\circ$ Cone	

##### 2) HEセンサ

アナライザ	同心1/4球静電型分析器(内球37.5, 外球42.5mm)	
測定対象	電子 200 eV ~ 16 keV	
$\Delta E / E$	16%	(計算値)
Geometrical factor	$6.25 \times 10^{-4} \text{ cm}^2 \cdot \text{str}$	(計算値)
視野方向	5方向(衛星軸に対する $-60^\circ, -30^\circ, 0^\circ, 30^\circ, 60^\circ$ )	
視野角	$10^\circ \times 10^\circ$	

##### 3) HIセンサ

アナライザ	同心半球静電型分析器(内球37.5, 外球42.5mm)	
測定対象	イオン 200 eV ~ 16 keV	
$\Delta E / E$	16%	(計算値)
Geometrical factor	$3 \times 10^{-3} \text{ cm}^2 \cdot \text{str}$	(計算値)
視野方向	衛星軸に対する直角方向	
視野角	$10^\circ \times 30^\circ$	

#### 5. 観測モード

エネルギー掃引方式を変えることにより観測モードを設定する。観測モードはLE

モードとHEIモードに大別される。なお観測モードは $10^{\circ}$ コマンド及び0 $^{\circ}$ で制御される。

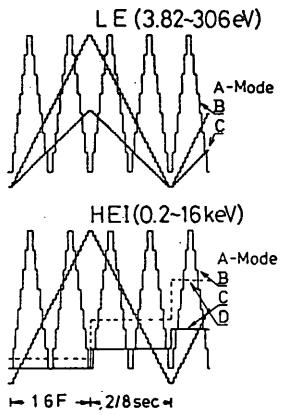
### 1) LEEモード

LEセンサのエネルギー掃引はオ三回に示す様に指數関数的に64ステップ用意されている。Aモードでは64ステップのうち偶数番を三角波状に掃引する。この掃引が基本的な観測モードとなる。Bモードでは8ステップおきに8段階の高速掃引モード、Cモードでは下位32ステップを掃引し、主に電離層のPhoto-electronのfine structureから衛星電位を求めるモードである。

LEでは衛星電位の補正の為、コリメータ入口の内盤にバイアスを印加する。バイアス電圧は衛星電位を基準に0, +1, +2, +5, +10Vが用意されている。なおアライザ内部で発生する二次電子を除去するため、チャンネル・アルカフライヤの前面にメッシュを設け、電位を印加することにより、二次電子をRetardingする。このRetarding電圧はステップNo.1と2で-80V、ステップNo.3と4で-10V、他の外球電圧より5V低い電圧を印加する。このため、ステップNo.1からNo.8まではBackground Noise測定となる。

### 2) HEIモード

HEとHIは共通の掃引電源を用いる。エネルギー掃引はオ三回下図に示す32ステップがあり、下位4ステップはLEと重複させ相互校正する。Aモードは32ステップすべてを三角波状に掃引する基本観測モードである。Bモードは4ステップおき8段階の高速掃引モードとなる。CとDモードは極域での降下粒子の時間変動を観測するモードである。CモードはステップとBモードと同一で、1ステップE16フレーム毎に変える。ただしカウント・データは1/2フレーム毎に送られる。DモードはCモードの高速掃引モードである。



オ三回 LE(上図), HE  
(下図) の観測モード

担当者

宇宙研 向井利典, 久保治也, 伊藤富造, 平尾邦雄  
神戸大 倉谷信幸, 松本治弥

## 1. 目的

地球電離圏を電波で探査する。方式は、Alouette, IS-IS, ISS, EXOS-B, 等で実現されているものと本質的に変わらないが、その目的、実現方式で、独自性と新たな必要性をもっている。すなわち、ブラジルアノマリー領域で生ずる Spread-F を詳細に検討することにその第1の目的があるが、これは、この領域での粒子降下のスペクトル及びピッチ角分布、インピーダンスプローブにもたらされる帶電効果を、プラズマ波動の発生等とともに総合的に解明する。

また、第2の目的は、極域プラズマと大気の相互作用の解明を、総合的に推進する。このため、プラズマサウンダーとして基本的に必要な部分以外に、VLF帯のプラズマ波動の観測も必要となる。これらの波動現象を、粒子降下データと対比させ、プラズマ中でのエネルギー解放過程を明らかにしてゆく。

## 2. 観測項目

PPSは機器の動作モードの選択により、以下に示す4項目の観測の機能をもつ。観測モードの選択は、EXOS-Cの軌道に応じて、また対象とする現象の特性に応じて、地上からのコマンドおよびOGによって有機的に運用される。

### 2.1 SPW (Stimulated Plasma Waves)

プラズマ中に 300 Watt および 60 Watt のパワーをもつ振動電場を 65 feet アンテナを介して印加し、プラズマ中に生ずる種々のプラズマ波動現象を観測する。また同時に、アンテナから放射された電界が電離層によって反射され再び衛星高度にもどってくることを利用したトップサイドサウンダーとしての機能もあわせもつ。SPW は振動電場をプラズマ中に能動的に印加した場合のプラズマの応答を広い周波数領域で観測するために、SPW-H (HF range) および SPW-V (VLF range) の2つのモードをもつ。

### 2.2 N PW - H (Natural Plasma Waves - HF range)

地球極域から放射される電波、ブラジルアノマリー域で励起されるプラズマ波動、および惑星および太陽からの電波を対象とした自然プラズマ波動受信モードである。観測は片側それぞれ 65 フィートのダイポールアンテナを用い、広い周波数帯 (100 kHz ~ 16 MHz の掃引受信、およびデータ波帯の固定 4 波受信) にわたってスペクトル分析を行う。

### 2.3 N PP (Natural Plasma Waves Polarization)

上記 2.2 で観測される自然プラズマ波動を更に詳細に偏波特性を含めた観測を行うために 65 フィートアンテナ 4 本をクロスダイポールアンテナとして用い、ダイナミックポラリメータを構成

する。受信機はNPW-Hと同じものを2系統用いる。NPPのモードには、掃引偏波計測(NPP-S)および固定周波偏波計測(NPP-F)の2つのモードがある。

#### 2.4 NPW-V (Natural Plasma Waves - VLF)

自然プラズマ波動の低周波成分を広帯域(500Hz~35kHz)および狭帯域(500Hz~7kHz)受信し、機上でスペクトル分析を行う。プラズマ圏及び極域でのVLF電波放射現象が主たる観測対象となるが、このNPW-Vは、PLRのパワーラインハーモニックスモニターとも共用される。

#### 2.5 観測項目とテレメータ伝送モード

PPSの観測モードは、DPUで編集されるデータ伝送フォーマットと対応づけられている。またデータ伝送フォーマットはOGのコード(W<sub>9</sub>B<sub>0~3</sub>:PI ON/OFF制御)とも対応づけされている。この関係を表1.6.1に示す。

表1.6.1

データ伝送フォーマット	OGコード(W <sub>9</sub> B <sub>0~3</sub> )	観測モード
mode 0	1	SPW-H, SPW-V
mode 1	4	SPW-H
mode 2	2	NPW-H (NEI)
mode 3	5,C	NPW-H (NEI)
mode 4	7	NPW-H (NEI)
mode 5	8	NPW-V (NEI)
mode 6	9	NPW-H, NPW-V
mode 7	3	NPP-S
mode 8	6	NPP-F

### 3. 機器の構成

PPSは以下のサブシステムから構成される。

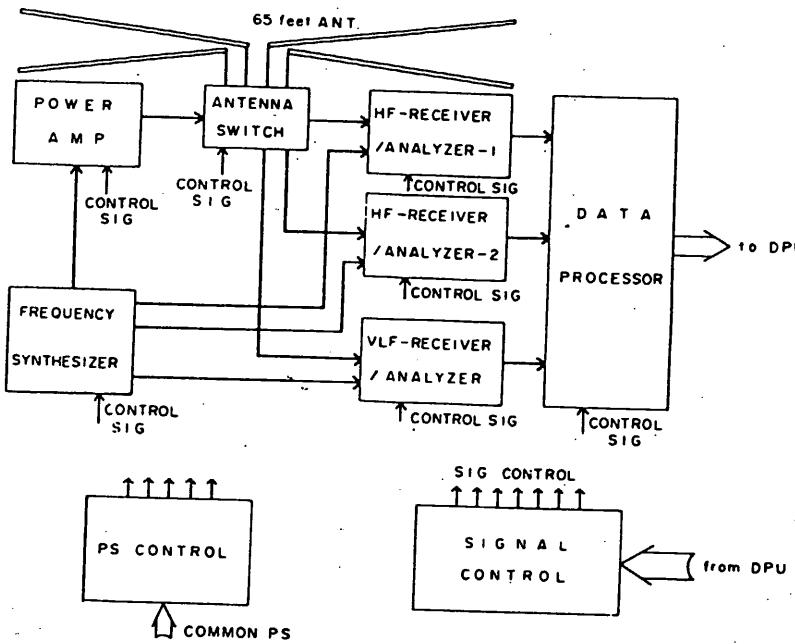
- 1) 65フィートアンテナおよびアンテナ切替部
- 2) 送信部
- 3) HF受信部
- 4) VLF受信部
- 5) 信号発生部
- 6) データ処理部
- 7) コマンド制御部

システムの構成を第1.6.1図に示す。

#### 3.1 65フィートアンテナおよびアンテナ切替部

##### 3.3.1 65フィートアンテナ

波動観測の送受信アンテナとして搭載される長エレメントアンテナは、衛星の姿勢条件(太陽指向、非スピン)を考慮して65フィート長インターロックドバイシユームアンテナ4本が採用される。4本のアンテナは衛星の上部シェルフ上面に直交して取り付けられ、2組のダイポールアンテナを形成する。4本のアンテナの定義は、衛星の軸方向上方をZ軸正方向とし、衛



第1.6.1.図 PPS システム構成図

星をロケットに収納したときのランチャ方向をX軸、このX、Zに対して右手系を作るようにY軸としたとき、X軸の+、-方向に取り付けられたアンテナをそれぞれA 1、A 2、Y軸の+、-方向に取り付けられたアンテナをそれぞれ、B 1、B 2とする。65フィートアンテナの諸元は以下のとおりである。

- (i) エレメント重量 0.45 kg
- (ii) メカニズム重量 1.15 kg
- (iii) エレメント長 65 feet
- (iv) エレメント直径 0.50 inch
- (v) エレメント厚さ 0.002 inch
- (vi) エレメント巾 1.4 (outer), 0.64 (inner) inch
- (vii) 伸展スピード  $2 \pm 0.5$  in/sec

### 3.1.2 アンテナ伸展

アンテナ伸展は地上からの Discrete Command および DPU に収納された OG によって行われる。伸展長はポテンシオメータの出力をテレメータ伝送し、知ることができる。またアンテナの full 伸展のアンサーバックの Status も出力される。アンテナ長は、全伸展の後には信頼性を確保するために収納伸展の動作は行わないこととする。

アンテナ伸展に必要なコマンドおよび OG を表 1.6.2 に示す。

表1.6.2 PPSアンテナ制御コマンド

分類	コード	内容
PDC-1	6-8	PPS COMMON OFF
	1-7	PPS COMMON ON
	1-8	ANT MONI ON
	1-9	ANT MONI OFF
	2-8	ANT DRV ON
	2-9	ANT DRV & STBY OFF
	4-10	ANT STBY ON
	1-10	ANT EXT
	2-10	ANT RET
	1-11	ANT A1 SEL
	2-11	ANT A2 SEL
	3-11	ANT B1 SEL
	4-11	ANT B2 SEL
	O**2	A1&A2 EXT
OG	O**3	B1&B2 EXT
	O**4	A1 EXT
	O**5	A2 EXT
	O**6	B1 EXT
	O**7	B2 EXT
	O**8	A1&A2 RET
	O**9	B1&B2 RET
	O**A	A1 RET
	O**B	A2 RET
	O**C	B1 RET
	O**D	B2 RET
	O**E	ANT DRV ON
	O**F	ANT DRV OFF

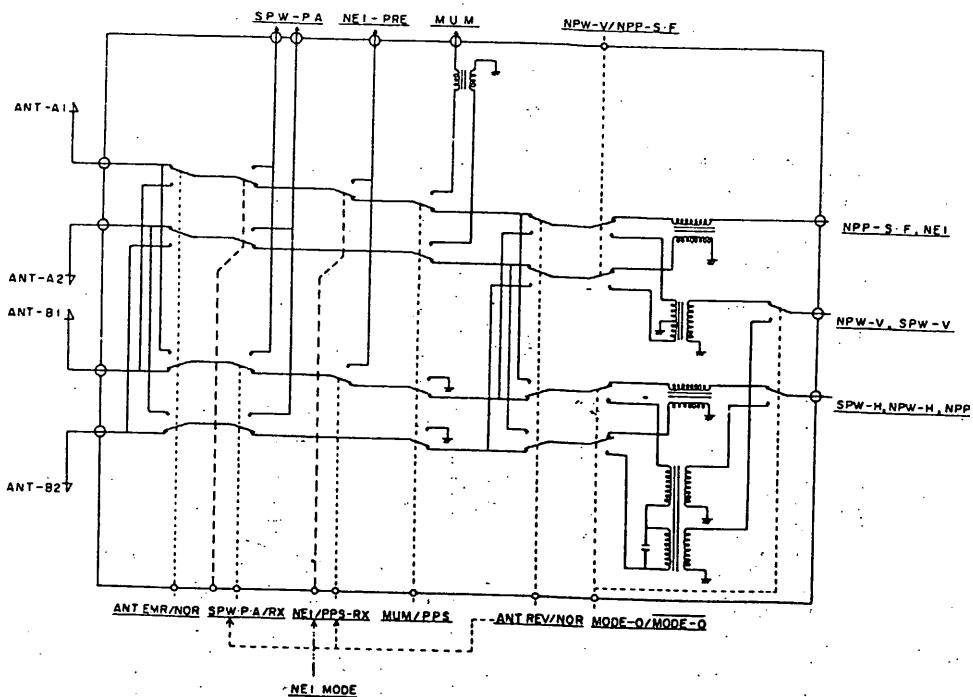
注 \*印は姿勢制御系およびTM系のOG制御項目であり、任意に選定できる。

### 3.1.3 アンテナ切替部

65 feet アンテナ4本は波動観測の各観測モードに応じて多様な接続モードを必要とするため、アンテナ切替の機能が重要となる。第1.6.2図にアンテナ接続系統図を示す。また表1.6.3に観測モードとアンテナ接続の関係を示す。

表1.6.3

モード	ANT A1, A2	ANT B1, B2
0	SPW Tx	SPW-H/V
1	SPW Tx	SPW-H
2	NEI (A1)	NPW-H
3	NEI (A1)	NPW-H
4	NEI (A1)	NPW-H
5	NPW-V	NEI(B1)
6	NPW-V	NPW-H
7	NPP	NPP
8	NPP	NPP
15	MUM	GND

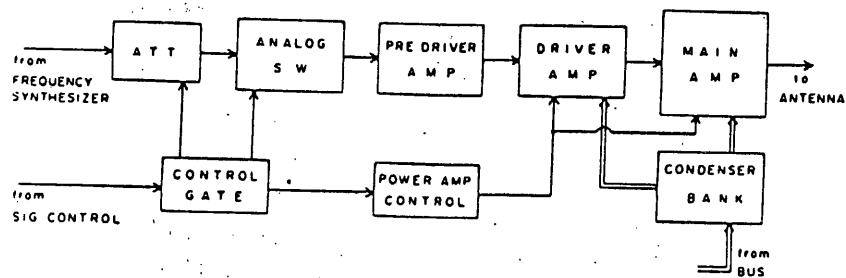


### 3.2 送信部

第1.6.2図 アンテナ接続系統図

#### 3.2.1 電力増幅部

第1.6.3図に送信部のブロック図を示す。



第1.6.3図 送信部ブロックダイヤグラム

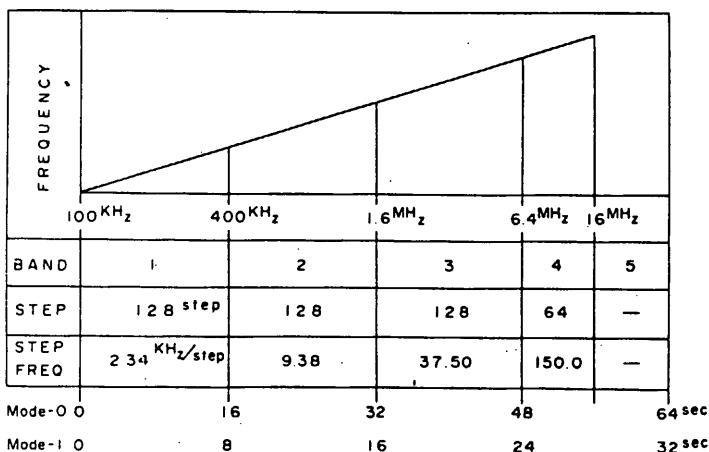
信号発生部より送られてくるR F送信信号は電力増幅部で最大300 Wattまで増幅されアンテナに印加される。送信PowerはHigh Power (300 Watt)およびLow Power (60 Watt)の2つがOGおよびBlock Commandで選択される。電力増幅部では瞬時に流れる電流は約60Aに達するため、衛星のBus-lineからの直接給電は行わず、 $11000\mu F$ のCondenser Bankに電力を蓄えてから給電する方式がとられる。

### 3.2.2 送信周波数

送信信号は周波数掃引モードと周波数固定モードとの2つをもち、OGおよびBlock Commandによって選択される。周波数掃引モードは受信周波数と同じ100 kHzから16 MHzの帯域を448ステップで掃引される。周波数固定モードは固定4周波がサイクリックに繰り返し送信される。第1.6.4図に掃引周波数、表1.6.4に固定周波数を示す。

表1.6.4 送信周波数

固定周波記号	周 波 数
Fix 1	547.5 kHz
Fix 2	913.0 kHz
Fix 3	1105.5 kHz
Fix 4	1354.0 kHz



第1.6.4図 サウンダー送信周波数

### 3.2.3 送信出力方式

送信用ダイポールアンテナに印加されるR.F.送信信号はパルス変調がかけられるが、その方式は以下のとおりである。

#### (1) パルス周期

モード0 ..... 1 Pulse/フレーム

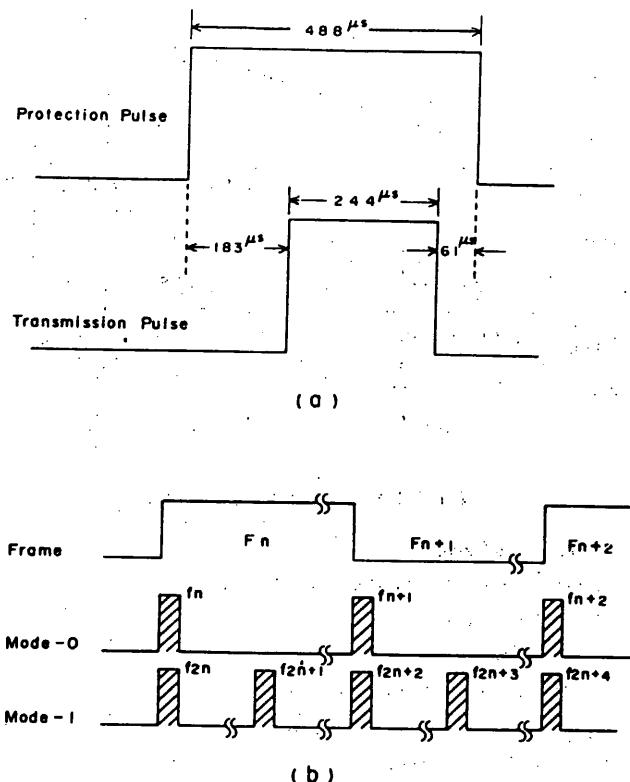
モード1 ..... 2 Pulse/フレーム

(2) パルス幅 244 μs

(3) 保護パルス幅 488 μs

第1.6.5図に送信パルスとフレームの関係を示す。

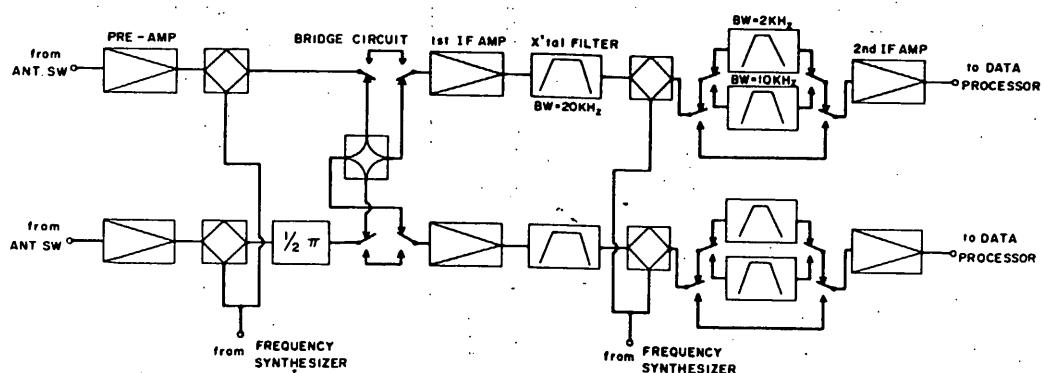
送信出力のモニターはパワーアンプ出力部の検波回路により行われ、DPUへ出力され  $F_{4n+3}$   $W_{93}$  にアンテナ長モニターとサブコミで出力される。



第1.6.5図 パルス発射のタイミング(a)とフレームの関係(b)

### 3.3 HF受信部

HF受信部はSPW-H, NPW-H, およびNPPモードで共用される。ダブルスーパー・ヘテロダイン方式を用いた掃引および固定型周波数分析器となっている。第1.6.6図に受信部のブロック図を示す。



第1.6.6図 惑星プラズマサウンドー

### 3.3.1 入力部

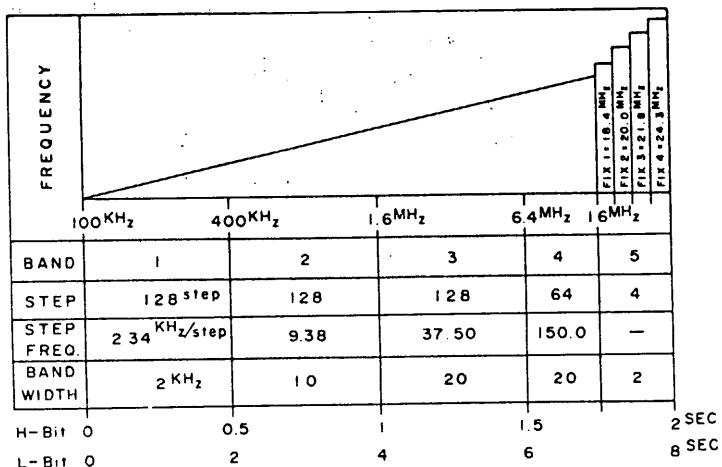
アンテナは通常Bアンテナ系が使用される。受信信号はアンテナ切替部を経た後、バラン回路によって不平衡信号に変換されてプリアンプに入る。プリアンプの最小入力感度は $0.2\mu\text{V}_{\text{rms}}$ に設計されている。

### 3.3.2 I F (中間周波) 段

第1中間周波段の局部信号を掃引または固定に切替えることによって、広帯域のスペクトル分析を可能にしている。第1中間周波数は、17.0 MHz、第2中間周波数は、455 kHzとする。受信周波数および受信帯域は第1.6.7図に示すとおりである。受信周波帯域は5つのバンドに分けられ、16フレームで5バンドの周波数掃引を終了する。したがって、High Bit Rate時2秒、Low Bit Rate時8秒の掃引時間となる。受信帯域幅は、BW = 2 kHz, 10 kHzおよび20 kHzであるが、これは第2中間周波帯の帯域幅となっている。受信帯域幅は、第1.6.7図に示したごとく、周波数の掃引とともに自動的に切り替えられる。

### 3.3.3 利得およびダイナミックレンジ

受信部の利得はDiscrete CommandおよびOGによって2段階(H-Gain/L-Gain)に切り替えられ、その利得差は40 dBである。これにより受信部のダイナミックレンジは90 dBを有することになり、極域における強いプラズマ波動の受信モードと惑星電波のような弱い電波の受信モードを使いわけて使用されることになる。



第1.6.7図 受信周波数および帯域巾

### 3.3.4 SPW-H受信

SPW-Hにおける受信は基本的にはNPW-H受信と同じであるが、送信周波数ステップに同期した受信およびデータ処理が本質となるので、SPW-Hモードに固有のタイミング関係が存在する。

- (1) 掃引速度 3-2-3で述べたごとく、送信パルスの周期は1フレームに、1パルス（モード0）および2パルス（モード1）であり、これに応じて受信の周波数もそれぞれ64秒および32秒を要して、第1.6.7図のバンド1からバンド5までが掃引される。
- (2) FINEモード SPW-Hには、電離圏における電子サイクロotron周波数近傍のレゾナンスを周波数分解能を高めて詳細に観測するためにfineモードが設定されている。このモードの観測のときにはBAND-2(400kHz~1.6MHz)が512stepで掃引され、受信帯域幅は2kHzとなる。周波数掃引に要する時間は前項と同様にモード0およびモード1でそれぞれ、64秒および32秒である。

### 3.3.5 NPP受信

NPPの受信は4本の65feetアンテナをクロスダイポールアンテナとして用い、受信電波の偏波および到来方向を計測する。したがって偏波分離回路の他、NPW-Hと同一の受信部を2系統必要とする。

#### (1) 偏波分離回路

2組のダイポールアンテナで受信された信号(X, Y)は、各々の独立のプリアンプ及び第1中間周波段を経て、移相器と混成トランスで構成される偏波分離回路へ入る。これにより、右廻り偏波および左廻り偏波に分離される(Polモード)、またこの偏波分離回路がバイパスされたX, Y 2系統の独立した受信モードは電波到来方向計測であるXYモードとなる。

#### (2) 受信周波数

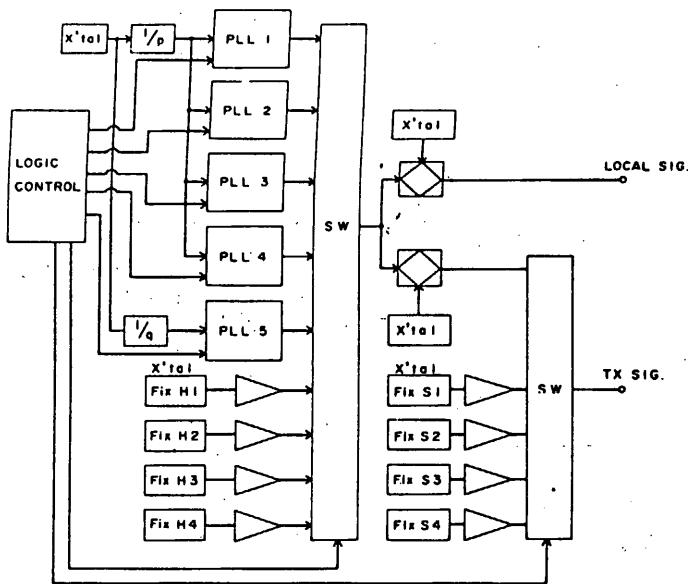
受信周波数、掃引速度、受信帯域幅は、NPW-Hモードと同一である(第1.6.7図参照)。NPPモードでは更に固定受信モードが存在し、これはDiscrete CommandおよびOGによって選択される。表1.6.4にNPP固定周波数を示す。尚、これらの固定周波数は信号発生部におけるPLLの固定モードでつくられる。

表1.6.4

固定周波記号	周 波 数
Fix 1	112.0 kHz
Fix 2	236.0 kHz
Fix 3	424.0 kHz
Fix 4	816.0 kHz

### 3.4 VLF受信部

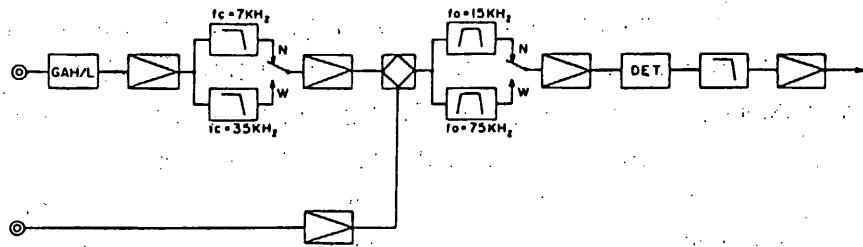
VLF波動の受信信号は機上でスペクトル分析し4bitワードのPCMデータとして地上に伝送される。第1.6.8図にVLF受信部のブロックダイヤグラムを示す。受信機のダイナミックレンジは50dBとなっており、GAINはOGおよびブロックコマンドによって20dBのゲインコントロールが行われる。スペクトル分析は周波数掃引型の分析器で行われ受信帯域はWIDEおよびNARROWの2つのBANDをもちOGおよびブロックコマンドによって選択される。WIDEモードは広い周波数帯域の自然プラズマ波動及びサウンダーモード(SPW-V)で励起され



第1.6.9図 信号発生部のブロック図

表1.6.6

周波数記号			周波数
Local-Sig.	Swept Frequency	BAND 1	35.1~35.4MHz
		2	35.4~36.6
		3	36.6~41.4
		4	41.4~51.0
	Fixed Frequency	FixH 1	53.405 MHz
		2	55.010
		3	56.860
		4	59.320
Tx - Sig.	Swept Frequency	FixP 1	35.112
		2	35.236
		3	35.424
		4	35.816
	Fixed Frequency	BAND 1	0.1~0.4MHz
		2	0.4~1.6
		3	1.6~6.4
		4	6.4~16.0
	Fixed Frequency	FixS 1	547.5 kHz
		2	913.0
		3	1105.5
		4	1354.0
	Fixed Frequency	FixP 1	112.0 kHz
		2	236.0
		3	424.0
		4	816.0



第1.6.8図 VLF受信部ブロック図

るVLF帯プラズマ波動の受信を目的としている。NARROWモードは主としてPLRが対象としているPower Lineのハーモニクスの電離圏内の分布を調べることを目的としている。表1.6.5にWIDEおよびNARROWモードのパラメータを示す。

表1.6.5

モード	受信帯域	BAND幅	掃引時間	周波数ステップ
WIDE	500Hz~35kHz	400Hz	125msec	64ステップ (539Hz/ステップ)
NARROW	500Hz~7kHz	20Hz	16 sec	64ステップ (102Hz/ステップ)

### 3.5 信号発生部

信号発生部は、PPSで必要とするすべての信号源、すなわち受信機の掃引局部信号、固定局部信号、SPW送信信号、およびNEIプローブ印加信号を発生させる。

掃引信号は、PLL(Phase Locked Loop)方式を採用したステップ状周波数掃引方式をとり、固定信号は、PLLのアドレス固定および水晶発振器によって発生される。

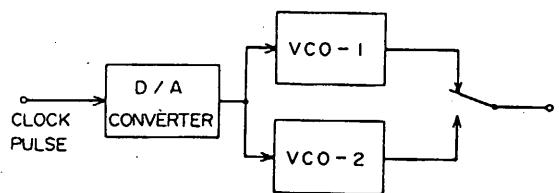
#### 3.5.1 HF系信号発生部

第1.6.9図に信号発生部のブロック図を示す。NPW-Hで要求される周波数掃引rateは1個のPLLのロックアップタイムに比べて早いため、ここでは4台のPLL(PLL1~PLL4)を並列運転し、順次切替えて信号をとり出す方式をとる。これにより周波数精度が高くかつ高速掃引を行う局部信号が得られる。

信号発生部でつくられる周波数を表1.6.6に示す。

#### 3.5.2 VLF系信号発生部

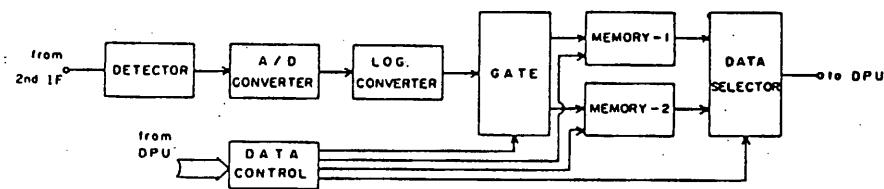
第1.6.11図にVLF系信号発生部のブロックダイヤグラムを示す。VLF系の局部信号はVCOによって得られる。VCOを駆動する鋸歯状波はコントロール部から送られてくるクロックパルスをD/A変換することにより得られる。VCO-1, 2の出力はNPW-Vのモード(WIDE/NARROW)によって選択されNPW-V受信部へ送られる。



第 1.6.11 図 VLF Local 信号発生部

### 3.6 データ処理部

各観測モードにおけるアナログ系の信号は最終的に検波回路を経て A / D コンバータに送られる。第 1.6.12 図にデータ処理部のブロック図を示す。各観測モードにおけるデータ処理の方式を以下に述べる。



第 1.6.12 図 HF 系データ処理部

#### 3.6.1 N PW-H 系データ処理

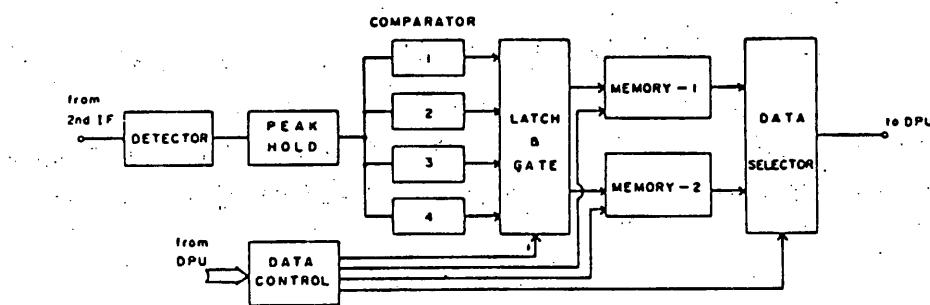
12 bit の AD converter により AD 変換された信号は 3 ビットの指数部と 5 ビットの仮数部からなる 8 ビットワードに変換される。この信号は 1 フレーム毎にメモリー回路 1 および 2 に交互に転送される。DPU への読み出しは、このメモリー回路への書き込みと逆位相で行われる。したがって DPU へ転送されるデータは実際に観測された時刻より 1 フレームの時間遅れをもつことになる。表 1.6.7 に N PW-H 系のデータサンプルレートおよび PCM データフォーマットを示す。

表 1.6.7 N PW-H 系データ

モード	サンプル/フレーム	フレームワード
mode 2	32	W34～W63
mode 3	32	W34～W63
mode 4	32	W36～W39, W100～W127
mode 6	32	W36～W39, W48～W63, W100～W111

### 3.6.2 SPWデータ処理

SPWモード (mode 0 および mode 1)では、HF系の検波出力はピークホールド回路に入り、その出力を4段階の対数的に配分されたレベルコンパレーターによって判別し、出力される。したがってSPW-Hのデータは2 bit分解能となる。第1.6.13図にSPW-Hのデータ処理ブロック図を示す。



第1.6.13図 SPWデータ処理部

SPW-Hでは、RFパルス放射によるプラズマの応答を観測することが重要となるため、パルス送信直後の受信を充分の時間分解能をもって行う必要がある。このため1パルス送信後の受信データサンプルは128サンプルとする。サンプルのタイミングは観測の目的に応じて3つのタイプが選択できる。表1.6.8に3種のサンプルタイミングの関係を示す。

表1.6.8 SPWデータサンプルタイミング

タイプ	モード	データサンプル時間	サンプル周期
I	mode 0	125.0 ms	975.0 μs
II	mode 0,1	31.25 ms	244.15 μs
III	mode 0,1	7.813 ms	61.04 μs

SPW-Vのデータ処理は後述のNPW-Vデータ処理と同一である。

表1.6.9 SPWデータフォーマットを示す。

表1.6.9 SPWデータ

モード	サンプル数/フレーム	フレームワード
mode 0	SPW-H	W98~W127
	SPW-V	W34~W63
mode 1	SPW-H	128 × 2
	SPW-V	—

### 3.6.3 NPPデータ処理

NPPのデータ処理はNPW-Hと同一のものを2系統もち、RおよびL偏波あるいはXおよびY成分の受信データを出力する。表1.6.10にNPP系のデータ処理フォーマットを示す。

表 1.6.10 NPP データ

モード		サンプル/フレーム	フレームワード
mode 7	R (X)	32	W32 ~ W63
	L (Y)	32	W96 ~ W127
mode 8	R (X)	32	W32 ~ W63
	L (Y)	32	W96 ~ W127

### 3.6.4 NPW-V データ処理

アナログ部でスペクトラム分析された VLF データは A/D コンバータによって A/D 変換された後 ROM を用いたデジタル対数変換を行い 4 bit の対数圧縮値に変換される。このデータはモザリ・回路上および DPU にフレーム単位で転送され、NPW-H 系のデータ処理と同様に 1 フレームあたりのデータが DPU へ送られる。表 1.6.11 に NPW-V データ処理のデータフォーマットおよびサンプルレートを示す。

表 1.6.11 NPW-V データ

	サンプル/フレーム	フレームワード
mode 0	64	W34 ~ W63
mode 5	32	W112 ~ W127
mode 6	32	W112 ~ W127

## 4. コマンド制御およびステータス

### 4.1 リアルタイムコマンド

PPS の制御を行うリアルタイムディスクリートコマンドを表 1.6.12 に示す。これらのコマンドのうち PPS COMMON ON (PDC-1, 1-7) のコマンドは PPS と DPU のインターフェイス回路を ON するものであり、OG による観測運用を行う場合には必ず ON 状態であることを必要とする。

### 4.2 ブロックコマンド

PPS 観測のパラメータの設定は、ブロックコマンドおよび OG (OG コード下位 4 bit) によって行われる。ブロックコマンドは次の 3 つからなる。

- (1) Power Amp Write ..... SPW Power Amp 制御
- (2) Mode Write ..... 観測モード選択
- (3) IF Control Write ..... 受信系及びアンテナ制御

#### 4.2.1 Power Amp Write コマンド

表 1.6.13

	B 0	B 1			B 2	B 3	B 4	B 5		B 6	B 7
0	60W	0	0	0	0	—		0	0	Sounder Sample II	Sounder NOR
1	300W	0	0	0	1	R <sub>1</sub>		0	1	I	FIN
		0	0	1	0	R <sub>2</sub>		1	0	III	
		0	0	1	1	R <sub>3</sub>		1	1	—	
		0	1	0	0	R <sub>4</sub>					
		0	1	0	1	CB (1, 2, 3, 4) ON					
		0	1	1	0	CB1 OFF					
		0	1	1	1	CB2 OFF					
		1	0	0	0	CB3 OFF					
		1	0	0	1	CB4 OFF					

SPWモードのPower Ampおよびデータ処理方式を制御する。表 1.6.13の各ビット内容は以下のとおりである。

- (i) B0; Power Amp の出力選択 H/L (300w/60w)
- (ii) B1, 2, 3, 4; Power Amp Load 抵抗 (R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub>) の選択およびCondencer Bank (CB1, CB2, CB3, CB4) の ON / OFF
- (iii) B5, 6; SPWデータサンプル方式の選択 (I, II, III)
- (iv) B7; SPW周波数バンドの選択 (FINE / NORM)

#### 4.2.2 Mode Write コマンド

観測モードと各モードにおける受信および送信信号を決める。

表 1.6.14

	B 0	B 1	B 2	B 3	B 4	B 5	B 6	B 7
0	0	0	0	—	OFF	CY	SW SIG	0 0 1
1	0	0	1	SPW-S	ON	SEL	FIX SIG	0 1 2
	0	1	0	SPW-V				1 0 3
	0	1	1	NPW-H				1 1 4
	1	0	0	NPW-V				
	1	0	1	NEI				
	1	1	0	NPP				
	1	1	1	—				

- (i) B0～B3; 観測モードの選択コマンド (テレメータの伝送モードにより制御される)
- (ii) B4～B7; 受信, 送信信号の選択コマンド

B4～B7の個々のBit内容は次のとおりである。

B4 CY; 信号の範囲 (BAND 1～4)をCyclicに切替える。

SEL; 信号の範囲 (BAND 1～4)の1つをSelectする。

B5 SW SIG; Sweep SIGNAL

### FIX SIG; FIX SIGNAL

- B6, B7の1～4; 信号範囲 (Band 1～4)におけるBandを示す。
- (iii) B4～B7の制御で, SPWとNEI MODEのときは送信側の信号を制御し, 他のモードのときは受信側のLOCAL信号の制御を行う。
- (iv) NPP観測モードにSelectした場合, 受信モードは前の受信モードと同一モードとなっているため次にCMを送りControlすること。

#### 4.2.3 IF Control Writeコマンド

表 1.6.15

	B <sub>0</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	B <sub>5</sub>	B <sub>6</sub>	B <sub>7</sub>
0	0	0	0	0	—	NEI NOR	ANT FIX	NC
1	0	0	0	1	NEI-H	LONG	ROT	VLF W D
	0	0	1	0	NEI-L			VLF N R
	0	0	1	1	BGA-H			
	0	1	0	0	BGA-L			
	0	1	0	1	SGA-H			
	0	1	1	0	SGA-L			
	0	1	1	1	VGAH			
	1	0	0	0	VGAL			
	1	0	0	1	RGAH			
	1	0	1	0	RGAM			
	1	0	1	1	RGAN			
	1	1	0	0	RGAL			
	1	1	0	1	NPP POL			
	1	1	1	0	NPP XY			
	1	1	1	1	NPP PXY			

受信機のゲインおよびアンテナ選択をコントロールする。

i) B<sub>0</sub>～B<sub>3</sub>; NEI-H/L …… PRE AMPにてGainをControlする

BGA-H/L …… RX AMPのGain Control

SGA-H/L …… Sounder mode comparator level 切換へ

VGA-H/L …… VIFのGain H/L control

RGA-H/M/N/L … PLRのGain control

NPP-POL …… POL Mode

NPP-XY …… XY Mode (ANT A/Bでの受信)

NPP-PXY …… POL (%) / XY (%) のSequence にて切り換える。

Bitrate H/L …… 16 sec / 64 sec

ii) B<sub>4</sub>; NEI NOR/LONG …… Probeの切換へ。Short ProbeとLong ANT

iii) B<sub>5</sub>; ANT FIX/ROT ..... A ANTとB. ANTをTime Sequenceにて切換える

切換えの同期は Sounder mode 0 … 64 s, mode 1

… 32 s

それ以外… 16 s (Bit rate H)

64 s (Bit rate L)

iv) B<sub>6,7</sub>; VLF WD/NR1/NR2…… VLF の BAND Control

#### 4.3 OGコマンド

PPSのON/OFF, 観測モードの選択および観測パラメータの制御は, 16 bitのOGコードからなるOG (Organized Command)によって行うことができる。16 bitのOGは表 1.6.16 に示すように 4 bit ずつに分けられ, 共通系の制御とともに PPS および ESP の制御を行う。表 1.6.17-1 ~ 1.6.17-9 に PPS 及び ESP パラメータ制御を行う下位 4 bit (W10-b) の OG 内容を示す。

項目番号					コマンド名称	用途	テレメータによる制御確認項目	備考
DDC	PDC-1	PDC-2	AD	EX				
4	6				PPS-ON	PPS電源ON	F <sub>6+5</sub> W <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	
5	6				PPS-OFF	PPS電源OFF	"	
	1	7			PPS COMMON ON	PPS共通部電源ON	F <sub>6+5</sub> W <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	
6	8				PPS COMMON OFF	PPS共通部電源OFF	"	
	2	7			P-AMP ON	パワーアンプON	F <sub>6+5</sub> W <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	
	3	7			P-AMP OFF	パワーアンプOFF	"	
	1	8			ANT MONI ON	アンテナモニタON	F <sub>6+5</sub> W <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	
	1	9			ANT MONI OFF	アンテナモニタOFF	"	
	2	8			ANT DRV ON	アンテナドライブON	F <sub>6+5</sub> W <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	
	2	9			ANT DRV & STBY OFF	アンテナドライブ&スタンバイOFF	F <sub>6+5</sub> W <sub>1</sub> B <sub>1,2</sub>	
	4	10			ANT STBY ON	アンテナスタンバイON	F <sub>6+5</sub> W <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	
	1	10			ANT EXT	アンテナ伸展	"	
	2	10			ANT RET	アンテナ引き込み	"	
	1	11			ANT A1 SEL	アンテナドライブA1選択	"	
	2	11			ANT A'2 SEL	" A2 "	"	
	3	11			ANT B1 SEL	" B1 "	"	
	4	11			ANT B2 SEL	" B2 "	"	
	3	8			ANT NOR	アンテナ Change normal	(emergency)	
	3	9			ANT REV	アンテナ Change reverse	(emergency)	
	3	10			POL REV	POL ← F reverse	"	
5	7				POL NOR	POL ← F normal	"	
	5	11			ANT MUM	アンテナ切換 MUM側	"	
	5	10			ANT PPS	アンテナ切換 PPS側	"	
5	8				PPS CAL	PPS(PLR, NEI) Cal	"	
7	7				PPS MES	PPS(PLR, NEI) 計測	"	
4	8				P-AMP WRITE	P-AMP "1" データ書き込みモードの設定	F <sub>6+5</sub> W <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	
4	7				MODE-A WRITE	モード-A "1" データ書き込みモードの設定	F <sub>6+5</sub> W <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	
6	7				IF WRITE	IF "1" データ書き込みモードの設定	F <sub>6+5</sub> W <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	
7	8				PPS EXEC	PPS "1" "0" コマンド実行	"	
1	3				"1"	データ "1" 書込み	"	
2	4				"1"	"	"	
2	3				"0"	データ "0" 書込み	"	
1	4				"0"	"	"	

表 1.6.12

表 1. 6.17 - 1

デーティ ポート	W <sub>10</sub> B <sub>4</sub> ~B <sub>7</sub>	E S P	P P S ← - V				T X		H F		V L F		N E I		N P P	S P W	C A L	S W E E P	R A T E		
			B P W H	B P W V	N W H	N W V	N E I S	N P P H / L	P o w e r F D X	S I O B P W F I X	L O C A L B P W F I X	I O A I N H / L	Z O A I N H / L	S W E E P P R O B R D	B A N D H / L	G A I N H / L	P R O B S I O B P W F I X	G A I N H / L	P R O B L O N G N O R	P O L X T	S A M P L E B / H C A L
	0	ALL PRESET	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	NOC	NOC	NOC	NOC	NOC	NOC	NOC	NOC	NOC	-		
	1	A-A *	ON	ON	-	-	-	-	OFF	-	FRSW	-	NOR	-	-	-	-	-	CAL 64	-	
	2	N O C	-	-	-	-	-	-	NOC	-	-	-	NOC	-	-	-	-	-	MES *	-	
	3	A-A PRESET	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	FIN	-	-	-	-	-	-	-	
	4	ALL *	-	-	-	-	-	-	PWII	FRSW	-	BGAH	-	NOK	VLWD	VGAH	-	-	-	-	
M	5	A-A *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	NOC	-	-	-	-	-	-	-	
O	6	ALL *	-	-	-	-	-	-	-	SFCY	-	NOC	-	-	NOC	-	-	-	-	-	
D	7	A-A *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
E	8	ALL *	-	-	-	-	-	-	PWLO	FRSW	-	BGAH	-	-	VGAH	-	-	-	-	-	
O	9	A-A *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	A	ALL *	-	-	-	-	-	-	-	-	NOC	-	-	NOC	-	-	-	II	-	-	
	B	B-B *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	II	-	-	
	C	A-C *	-	-	-	-	-	-	PWII	-	-	BGAL	-	-	VGAL	-	-	-	II	-	-
	D	A-C SCAN	-	-	-	-	-	-	-	-	NOC	-	-	VLR	NOC	-	-	-	II	-	-
	E	C-A PRESET	-	-	-	-	-	-	PWLO	SFCY	-	-	-	-	-	-	-	NOC	-	-	
	F	D-A *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

表 1. 6.17 - 2

デーティ ポート	W <sub>10</sub> B <sub>4</sub> ~B <sub>7</sub>	E S P	P P S ← - V				T X		H F		V L F		N E I		N P P	S P W	C A L	S W E E P	R A T E	
			B P W H	B P W V	N W H	N W V	N E I S	N P P H / L	P o w e r F D X	S I O B P W F I X	L O C A L B P W F I X	I O A I N H / L	Z O A I N H / L	S W E E P P R O B R D	B A N D H / L	G A I N H / L	P R O B S I O B P W F I X	G A I N H / L	P R O B L O N G N O R	P O L X T
	0	ALL PRESET	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	NOC	NOC	NOC	NOC	NOC	NOC	NOC	NOC	NOC	-	
	1	A-A *	ON	-	-	-	-	-	OFF	-	FRSW	-	NOR	-	-	-	-	-	CAL 32	-
	2	N O C	-	-	-	-	-	-	NOC	-	-	-	NOC	-	-	-	-	-	MES *	-
	3	A-A PRESET	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	FIN	-	-	-	-	-	-	-
	4	ALL *	-	-	-	-	-	-	PWII	FRSW	-	BGAH	-	NOR	-	-	-	-	-	-
M	5	A-A *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	NOC	-	-	-	-	-	-	-
O	6	ALL *	-	-	-	-	-	-	-	SFCY	-	NOC	-	-	-	-	-	-	-	-
D	7	A-A *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E	8	ALL *	-	-	-	-	-	-	PWLO	FRSW	-	BGAH	-	-	-	-	-	-	-	-
I	9	A-A *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	A	ALL *	-	-	-	-	-	-	-	-	NOC	-	-	-	-	-	II	-	-	-
	B	B-B *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	II	-	-	-
	C	A-C *	-	-	-	-	-	-	PWII	-	-	BGAL	-	-	-	-	II	-	-	-
	D	A-C SCAN	-	-	-	-	-	-	-	-	NOC	-	-	-	-	-	II	-	-	-
	E	C-A PRESET	-	-	-	-	-	-	PWLO	SFCY	-	-	-	-	-	-	-	NOC	-	-
	F	D-A *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

表 1.6.17-3

ワード モード	W <sub>16</sub> B <sub>0</sub> ~B <sub>15</sub>	E S P	P P S = - F				T X		H F		V L F		N E I		N P P	S P W	C A L	S W E E P R A T E							
			S P W H	S P W V	N P W I	N P W H	N P P I	N P P F	P o w e r H/L	S I G N A L S V / F I X	L O C A L S V / F I X	I O A I N H/L	Z O A I N H/L	G R E E P P H / N O R	B A N D H/L	G A I N H/L	F R O B B S V / F I X	G A I N H/L	P R O B E L O N G R O B	P O L X Y	S A M P L E E / M	M E S C A L	8 P W 64/32	N P W - II 2	N P W - V 0.125/16
0	ALL PRESET		OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	-	-	NOC	NOC	-	-	-	NOC	NOC	NOC	-	NOC	-	NOC	-	
1	A-A -		-	-	ON	-	ON	-	-	-	-	FRSW	-	-	-	-	FRSW	-	-	-	CAL	-	2	-	
2	N O C		-	-	-	-	-	-	-	-	-	NOC	-	-	-	-	NOC	-	-	-	MES	-	-	-	
3	A-A PRESET		-	-	-	-	-	-	-	-	-	FRSW	-	-	-	-	FRSW	-	-	-	-	-	-	-	
4	ALL -		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
M	5	A-A -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	RGAH	-	-	-	-	L	LONG	-	-	-	-	-	-	-
O	6	ALL -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	H	NOR	-	-	-	-	-	-	-
D	7	A-A -	-	-	-	-	OFF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	NOC	NOC	NOC	-	-	-	-	-	-
E	8	ALL -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
9	A-A -		-	-	-	1/4 OFF	-	-	-	-	-	FRSW	-	-	-	-	FRSW	-	-	..	-	-	-	-	-
-	A	ALL -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3	B	B-B -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	NOC	NOC	-	-	-	NOC	-	-	-	-	-	-	-	-
C	A-C -		-	-	-	OFF	-	-	-	-	-	FXCY	RGAH	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D	A-C SCAN		-	-	-	-	-	-	-	-	-	FRSW	RGAL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E	C-A PRESET		-	-	-	1/4 OFF	-	-	-	-	-	FXCY	RGAH	-	-	-	FRSW	H	-	-	-	-	-	-	-
F	D-A -		-	-	-	-	-	-	-	-	-	FXCY	RGAH	-	-	-	FXCY	-	-	-	-	-	-	-	-

表 1.6.17-4

ワード モード	W <sub>16</sub> B <sub>0</sub> ~B <sub>15</sub>	E S P	P P S = - F				T X		H F		V L F		N E I		N P P	S P W	C A L	S W E E P R A T E							
			S P W H	S P W V	N P W I	N P W H	N P P I	N P P F	P o w e r H/L	S I G N A L S V / F I X	L O C A L S V / F I X	I O A I N H/L	Z O A I N H/L	G R E E P P H / N O R	B A N D H/L	G A I N H/L	F R O B B S V / F I X	G A I N H/L	P R O B E L O N G R O B	P O L X Y	S A M P L E E / M	M E S C A L	8 P W 64/32	N P W - II 2	N P W - V 0.125/16
0	ALL PRESET		OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	-	-	NOC	NOC	-	-	-	NOC	NOC	NOC	-	NOC	-	NOC	-		
1	A-A -		-	-	1/4 ON	-	1/4 ON	-	-	-	FRSW	-	-	-	-	FRSW	-	-	-	CAL	-	2	-		
2	N O C		-	-	-	-	-	-	-	-	NOC	-	-	-	-	NOC	-	-	-	MES	-	-	-		
3	A-A PRESET		-	-	-	-	-	-	-	-	FRSW	RGAH	-	-	-	FRSW	-	-	-	-	-	-	-	-	
4	ALL -		-	-	-	-	-	-	-	-	NOC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
M	5	A-A -	-	-	-	-	-	-	-	-	RGAL	-	-	-	-	L	LONG	-	-	-	-	-	-	-	-
O	6	ALL -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	H	NOR	-	-	-	-	-	-	-	-
D	7	A-A -	-	-	-	-	-	-	-	-	NOC	-	-	-	-	NOC	NOC	NOC	-	-	-	-	-	-	-
B	8	ALL -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	A-A -		-	-	-	-	-	-	-	-	FXCY	RGAH	-	-	-	FXCY	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	A	ALL -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B	B-B -		-	-	-	-	-	-	-	-	NOC	NOC	-	-	-	NOC	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C	A-C -		-	-	-	-	-	-	-	-	FXCY	RGAH	-	-	-	FXCY	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D	A-C SCAN		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E	C-A PRESET		-	-	-	-	-	-	-	-	NOC	-	-	-	-	NOC	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F	D-A -		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

表 1.6.17-5

$\pi - \delta$	$W_{18}$	$B_x \sim B_7$	E R P	PPS*-F	TX	H F	VLF	NEI	NPP	SPW	CAL	SWEET	RATE
				SWP H/V	SWP H/V	SWP H/V	SWP H/V	SWP H/V	SWP H/V	SWP H/V	SWP H/V	SWP H/V	SWP H/V
	0	ALL PRESET	OFF OFF OFF OFF OFF OFF	-	- NOC	-	-	- NOC NOC NOC NOC	-	- NOC	-	NO	0.125/16
	1	A-A *	- - - ON ON - - -	-	- FRSW	-	-	- * FRSW	-	-	-	CAL	2 *
	2	N O C	- - - - - - -	-	- NOC	-	-	- * NOC	-	-	-	MES	*
	3	A-A PRESET	- - - - - - -	-	- FRSW	-	-	- VLWD VGAI FRSW *	NOR	-	-	*	0.125
	4	ALL *	- - - - - - -	-	-	-	-	-	-	-	-	*	*
M	5	A-A *	- - - - - - -	-	-	-	-	-	- VGAL	- L	LONG	-	*
O	6	ALL *	- - - - - - -	-	-	-	-	-	-	- H	-	*	*
D	7	A-A *	- - - - - - -	-	- NOC	-	-	- NOC NOC NOC NOC	-	-	-	NO	
E	8	ALL *	- - - - - - -	-	- FXCY	-	-	- VLWD	- FXCY	-	-	*	0.125
5	9	A-A *	- - - - - - -	-	-	-	-	-	-	-	-	*	*
A	ALL	- - - - - - -	-	-	- FRSW	-	-	- VLNR	- FRSW	-	-	*	16
B	B-B	- - - - - - -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*	*
C	A-C	- - - - - - -	-	-	- FXCY	-	-	-	- FXCY	-	-	*	*
D	A-C SCAN	- - - - - - -	-	-	-	-	-	- VLWD	-	-	-	*	0.125
E	C-A PRESET	- - - - - - -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*	*
F	D-A *	- - - - - - -	-	-	- NOC	-	-	- NOC VGAI NOC	-	-	-	*	*

表 1.6.17-6

$\pi - \delta$	$W_{18}$	$B_x \sim B_7$	E S P	PPS*-F	TX	H F	VLF	NEI	NPP	SPW	CAL	SWEET	RATE
				SWP H/V	SWP H/V	SWP H/V	SWP H/V	SWP H/V	SWP H/V	SWP H/V	SWP H/V	SWP H/V	SWP H/V
	0	ALL PRESET	OFF OFF OFF OFF OFF OFF	-	- NOC	- NOC	-	- NOC NOC	-	-	-	NO	0.125/16
	1	A-A *	- - - ON ON - - -	-	- FRSW	-	-	-	-	-	-	CAL	2 *
	2	N O C	- - - - - - -	-	- NOC	-	-	-	-	-	-	MES	*
	3	A-A PRESET	- - - - - - -	-	- FRSW VGAI	-	-	- VLWD VGAI	-	-	-	*	0.125
	4	ALL *	- - - - - - -	-	-	-	-	-	-	-	-	*	*
M	5	A-A *	- - - - - - -	-	-	- BGAL	-	-	- VGAL	-	-	*	*
O	6	ALL *	- - - - - - -	-	-	-	-	-	-	-	-	*	*
D	7	A-A *	- - - - - - -	-	- NOC	- NOC	-	- NOC NOC	-	-	-	*	*
E	8	ALL *	- - - - - - -	-	- FXCY	-	-	- VLWD	-	-	-	*	*
6	9	A-A *	- - - - - - -	-	-	-	-	-	-	-	-	*	*
A	ALL	- - - - - - -	-	-	- FRSW	-	-	- VLNR	-	-	-	*	16
B	B-B	- - - - - - -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*	*
C	A-C	- - - - - - -	-	-	- FXCY	-	-	-	-	-	-	*	*
D	A-C SCAN	- - - - - - -	-	-	- FRSW	-	-	- VLWD	-	-	-	*	0.125
E	C-A PRESET	- - - - - - -	-	-	- FXCY	-	-	- VGAI	-	-	-	*	*
F	D-A *	- - - - - - -	-	-	- FRSW	-	-	- VGAI	-	-	-	*	*

表 1. 6.17 - 7

デ - タ フ - ポ - ト	W <sub>10</sub> B <sub>x</sub> ~ B <sub>y</sub>	E S P	P P S = - V				T X		H F		V L F		N E I			N P P	S P W	C A L	S W E E P R A T E						
			S P W I H	S P W V	N F W I H	N F W V	N S I I B	N P P I F	P o w e r H / L	S I O S P / F I X	L O C A L H / L	I G A I N H / L	Z O A I N H / L	S W E E P F I N / N O R	B A N D W D	O A I N H / L	P R O B E S I O S P / F I X	G A I N H / L	P R O B E L O N G / N O R	P O L P O L / X T	S A M P L E E / H	M E S C A L / 64 / 32	S P W N F W - H	N F W - V	
	0	ALL PRESET	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	-	NOC	NOC	NOC	-	-	-	-	-	NOC	-	NOC	-	NOC	-
	1	A-A -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	CAL	-	2	-	
	2	N O C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	FRSW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	MES	-	-	-
	3	A-A PRESET	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	POL	-	-	-	-	
	4	ALL -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
M	5	A-A -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	XY	-	-	-	-	
D	6	ALL -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
B	7	A-A -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	POL	-	-	-	-	
	8	ALL -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	XY	-	-	-	-	
	9	A-A -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	A	ALL -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	NOC	NOC	-	-	-	-	-	-	POL 1/4	-	-	-	-	
	B	B-B -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	XY 1/4	-	-	-	-	
	C	A-C -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
D	D-A SCAN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	NOC	-	-	-	-	
E	C-A PRESET	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
F	D-A -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

表 1. 6.17 - 8

デ - タ フ - ポ - ト	W <sub>10</sub> B <sub>x</sub> ~ B <sub>y</sub>	E S P	P P S = - V				T X		H F		V L F		N E I			N P P	S P W	C A L	S W E E P R A T E					
			S P W I H	S P W V	N F W I H	N F W V	N S I I B	N P P I F	P o w e r H / L	S I O S P / F I X	L O C A L H / L	I G A I N H / L	Z O A I N H / L	S W E E P F I N / N O R	B A N D W D	O A I N H / L	P R O B E S I O S P / F I X	G A I N H / L	P R O B E L O N G / N O R	P O L P O L / X T	S A M P L E E / H	M E S C A L / 64 / 32	S P W N F W - H	N F W - V
	0	ALL PRESET	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	-	-	NOC	NOC	NOC	-	-	-	-	-	NOC	-	NOC	-	NOC	-
	1	A-A -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	CAL	-	2	-	
	2	N O C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	MES	-	-	-	
	3	A-A PRESET	-	-	-	-	-	-	-	-	FXCY	BGAH	BGAH	-	-	-	-	-	-	POL	-	-	-	-
	4	ALL -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M	5	A-A -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	XY	-	-	-	-
D	6	ALL -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	POL	-	-	-	-
B	7	A-A -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	XY	-	-	-	-
	8	A-A -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	POL 1/4	-	-	-	-
	B	B-B -	-	-	-	-	-	-	-	-	FXCY	-	-	-	-	-	-	-	-	XY 1/4	-	-	-	-
C	A-C -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D	A-C SCAN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	NOC	-	-	-	-	-	-	-	-	NOC	-	-	-	-
E	C-A PRESET	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F	D-A -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

## 1. 目的

世界的な電力消費量の急増に伴い、世界的に超高压長距離送電用交流及び直流送電線が急速に建設されていくが、高緯度では磁気擾乱による誘導電流が電力線に流れ、これによって相間不平衡電流が発生し、50ヘルツ、又は60ヘルツの高調波が増加され、地球磁気赤道付近で波動・粒子相互作用によるVLFトリガードエミッションの存在が報告されている。また近年に至り、電離圏・磁気圏の自然現象(波動)発生の原因となつていいとの報告があり、最近は直流送電のサイリスタ整流機の発生する脈流放射が問題となつて来た。

本PLRにおいては50Hz, 60Hzの狭帯域センサーによる電力線の放射量の全球分布の観測と、0～5.5kHzの高調波センサーによる高調波の発生原因とオーロラ、VLF自然電波等の地球物理学的変動との相関の研究を行うことを目的とする。

## 2. 観測方法と装置

EXOS-C搭載のPLRの観測方法は次の2つの方式に大別される。

- ① 狹帯域基本波モード (PLR-F)
- ② 広帯域高調波モード (PLR-H)

狭帯域基本波モードは磁気コアーセンサーによる磁気観測を行い、50Hz, 60Hzの狭帯域受信機を可能な限り常時運用し、全世界の電力線基本波の誘導・放射量の地域別・時間別のグローバル分布の観測を行う。これにより、地球から放射する電力線放射の総量の監視と、電力消費の地域別変化、地球物理学的現象と電力線放射との相関を長時間観測する。

広帯域高調波モードは、PPS観測器の観測周波帯域を0～5.5kHzに切換え、電力線高調波と地球物理学的現象によつて発生する諸現象と放射量の変化を観測する。従つてセンサーはPPSと共に、長さ40mのダイポールアンテナにより電場観測を行う。

PLR受信装置の一般特性を表-1に示す

表 - 1  
General Instrumental Description

	PLR-F Fundamental Frequencies	PLR-H Harmonic Frequencies
Field	Magnetic	Electric
Sensor	Cored Loop	Dipole 40 meter
Frequency	50/55/60 Hz	0----5.5 kHz
Bandwidth	1 Hz	30 Hz
Range	$10^{-7}$ (A/m)/ Hz ----- $10^{-3}$ (A/m)/ Hz	0.1 uV/m/ Hz -----1 mV/m/ Hz
Sampling Rate	2sec/cycle(low bit rate) 0.5sec/cycle(high bit rate)	16 sec/sweep 64 step 87.5 Hz interval
Dimension		
Sensor	40 x 90 x 250 mm	
Electronics	100 x 120 x 150 mm	
Weight		
Sensor	0.55 Kg	
Electronics	0.85 Kg	
Power	less than 5 watt	

## 2. 1 狹帯域基本波モード(PLR-F)の観測装置

狭帯域基本波モード受信装置の回路構成は、図-1のブロック・ダイヤグラムに示すように、50Hz, 55Hz, 60Hz, 帯域巾1kHzの狭帯域フィルターの出力を時系列変換して50, 55, 60Hz, D.C, Calの順に繰返し伝送する方式をとっている。そのオペレーション・シーケンスは図-2に示す通りである。

本装置用磁場観測センサーは、EXOS-Cの框体下部の外壁(太陽指向面)に取付けられ、プリアンプを内蔵している。センサ本体は6mm X 6mm, 長さ24cmのパーマロイコアに10万回巻きのコイルを組合せたものである。

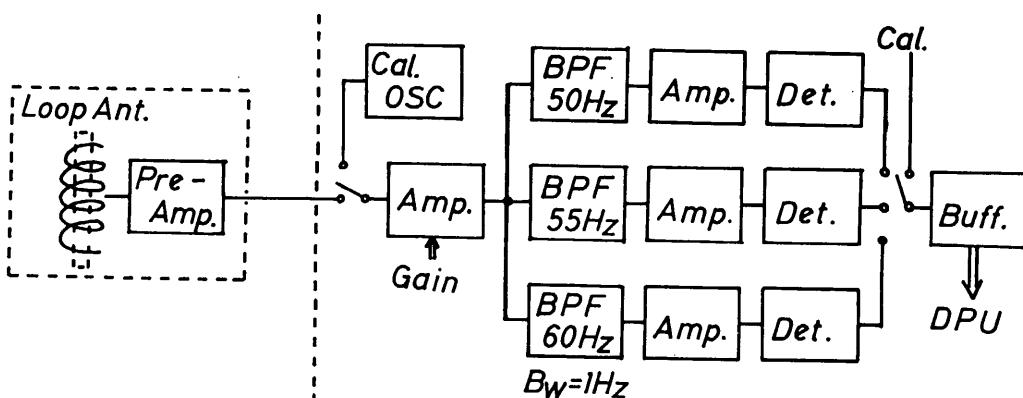
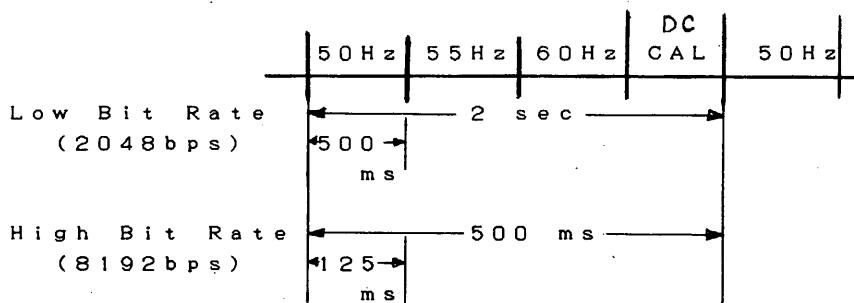


図-1 PLR Fundamental Frequency Receiver

図-2 PLR Time Sequence



## 2.2 広帯域高調波モード(PLR-H)の観測装置

広帯域高調波モード受信装置の回路構成は、図-3のブロック・ダイヤグラムに示すように、0~5.5 kHz の帯域を 16 秒でスイープする受信機で中間周波数は 30 kHz 帯域中には 30 Hz であり、検波出力は A/D 変換され、局部発振器のスイープ周波数のステータスと同時に DPU を通し、PCM テレメトリー伝送される。この部分の詳細は PPS の項に記載されている。

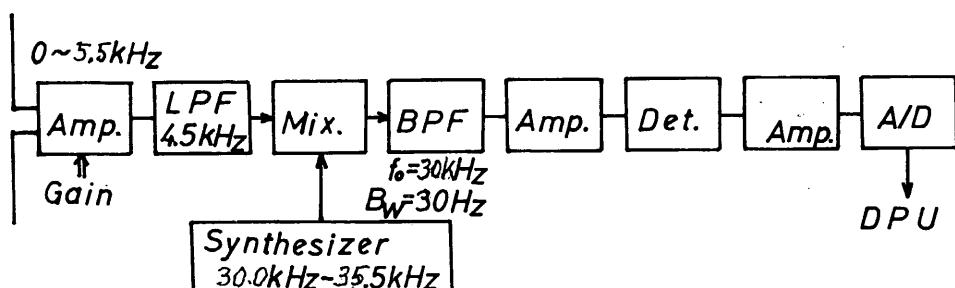


図-3 PLR & Induced Radiation Receiver

## 3. コマンド, HK, データ・フォーマット

PLRのコマンドシステムには、Real Time Command と OG Command がある。コマンドの全貌はDPUの項で詳述されるが、こゝではPLRに関連するコマンドのみについて述べる。

### 3.1 リアルタイムコマンド(Real Time Command)

PLR単独に動作の制御を行うコマンドで、コマンド項目とその内容、動作確認のためのアンサーバック項目を表-2に示す。表中に記したように、PLR単独の場合の外、PPSと共に用する広帯域高調波モード(PLR-H)に関連するPPS制御項目についても表中に示した。

表-2 Real Time Command

No	Command	項目	内容	用途	PCMテレメーターによる確認方法
1 2	PPS COM ON OFF	PDC-1 DDC	X <sub>1</sub> Y <sub>7</sub> AD <sub>6</sub> EX <sub>8</sub>	PPS共通部 ON OFF	F <sub>8n+1</sub> W <sub>7</sub> B <sub>6</sub> =1 (ON) =0 (OFF)
3 4	PLR ON OFF	DDC	6 6 7 6	PLR電源 ON OFF	F <sub>8n+2</sub> W <sub>7</sub> B <sub>6</sub> =1 (ON) =0 (OFF)
5 6	PPS/PLR CAL MES	DDC	5 8 7 7	PPS+PLR CAL MES	F <sub>2n</sub> W <sub>24</sub> B <sub>7</sub> =1 (CAL) =0 (MES)
7	IF WRTE CO BO AO 90	DDC	6 7	1/0コマンド 書込モード PLR S GAIN L M H	F <sub>8n+4</sub> W <sub>8</sub> B <sub>2</sub> =1 (OK) =0 (NO)
8	PPS, EXEC	DDC	7 8	1/0 コマンド実行	
9 10 11 12	1 1 0 0	DDC	1 3 2 4 2 3 1 4	データ[1] の書込 データ[0] の書込	
	ALL PI OG CONT			全PI OG コントロール	
13 14 15	ENA PLR OG CONT DISA	PDC-2 PDC-2	4 2 H <sub>7</sub> V <sub>1</sub> 7 3	可能 PLR OG コントロール 禁止	F <sub>8n+2</sub> W <sub>10</sub> B <sub>6</sub> =1 (ENa) =0 (DIS)

### 3.2 OGコマンド (OG Command)

PLRは可視範囲以外の地域上空でもOGコマンドによって自動的な動作制御が可能である。OGコマンドによるPLR, PPSと関連するPIのON, OFF制御項目を表-3に示す。なお、OGコマンドに対するテレメーターのPCMモード番号との関連も図示した。

### 3.3 PCMデータ・フォーマット

PCMテレメトリ信号中に含まれるPLR-F信号は、PCMモード0-8, 及び14, 15の各フレーム中のワード28 (W<sub>28</sub>)において伝送されて来る。同モードのワード29, 30, 31には(PLR-H)に対するPPSとPLRの動作状況を示すステータスが伝送される。PCMデータフォーマットについて表-4に示す。表中に、PCMモードと関連するOGコマンド番号を記入してある。

表 - 3 OG COMMAND

OG Comm	PLR	PPS	ESP	HEP	TEL	IRA	ALA	BUV	LAS	PCM Mode
1	O	O	O	-	O	O	O	-	-	0
2	O	O	O	-	O	O	O	-	-	2
3	O	O	O	-	-	O	O	-	-	7
4	O	O	O	O	O	-	-	-	-	1
5	O	O	O	O	O	-	-	-	-	3
6	O	O	O	O	-	-	-	-	-	8
7	O	O	O	O	O	O	O	O	-	4
8	O	O	O	-	O	O	O	O	-	5
9	O	O	O	O	O	-	-	O	-	6
A	-	-	-	-	-	O	O	-	O	9
B	-	-	-	-	-	O	-	O	-	5
C	O	O	-	-	-	-	-	-	-	5
D	O	-	O	-	-	-	-	-	-	6
E	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0	NO EFFECT									

O = On

- = Off

表 - 4 PCM DATA FORMAT

Mode	$W_{28}$	$W_{29}$	$W_{30}$	$W_{31}$	OG Comm
0	PLR DATA	PPS/PLR Status			1
1	"	"			4
2	"	"			2
3	"	"			5
4	"	"			7
5	"	"			8 or C
6	"	"			9 or D
7	"	"			3
8	"	"			6
9	Not PLR	Not PPS/PLR			A
10	Not Used	Not Used			
11	"	"			
12	"	"			
13	"	"			
14	PLR DATA	PPS/PLR Status			
15	"	"			

表 - 5 HK DATA

PCM	Contents	Range
$F_{64n+11} W_{45}$	PLR Filter Temp.	-50 to +70 °C
$F_{64n+12} W_{45}$	PLR Pre-Amp. Temp.	//

### 3.4 HKデータ

PLRのセンサー及びプリアムフローポは、前述のように衛星外部に取付けられて居り、その動作特性は温度の影響を受けるので、この部位の温度をHKデータとしてテレメトリー伝送される。HKデータの伝送内容は表-5に示す通りである。

### 4. 運用 (Operation)

#### 4.1 狹帯域基本波モード (PLR-F)

目的の項で述べたように、PLR-Fは50Hz及び60Hz放電の強度を連続受信し、全世界のPLRの常時モニターを行う。従って表-3のOGコマンドに示すように、BUV, LASが動作するOGコマンド番号A, B, E, Fの各モードを除き、すべて運用される。

#### 4.2 広帯域高調波モード (PLR-H)

目的の項で述べたように、PLR-Hは地球物理学的現象に関連して発生する高調波の研究を行うもので、主として次の条件及び場所において重複的に運用を行う。

##### ① 北米上空 (Over North America)

国際共同観測としてボーナー教授 (Boerner) — イリノイ大、のバルーン観測及びヘリウェル (Helliwell) 教授 — スタンフォード大、のVLF観測でカナダ北米付近の超高圧長距離電力線上空での観測及び北米南極間VLF実験における高調波の影響を観測する。

##### ② 北欧上空 (Over North Europe)

国際共同観測として、フランス国立宇宙研究センター (CNES/CNET) のラフェウル博士 (Lafeuvre) の北欧におけるVLF地上観測との同時観測により、北欧のオーロラ帶付近の高調波の影響を観測する。

##### ③ 地磁気擾乱時 (Storm Time)

地磁気擾乱時の世界中の各地域におけるPLR高調波の発生分布を観測する。

##### ④ 南極昭和基地 (Syowa Station) サイプル基地 (Siple Station)

磁気擾乱時の北半球の電力線高調波の南半球への伝播状況を観測し、波動粒子相互作用の研究を行う。

##### ⑤ 日本列島及びその周辺におけるPLRの分布観測、及びバルーン及びロケットによる、PLR波の電離層透過程特性の研究。 (Over Japanese Islands)

EXOS-C飛行中、宇宙科学研究所の三陸町大気球実験センター、及び鹿児島宇宙センターにおけるバルーン実験及びロケット実験を実施し、PLRの電離層における透過程特性の研究を行う。

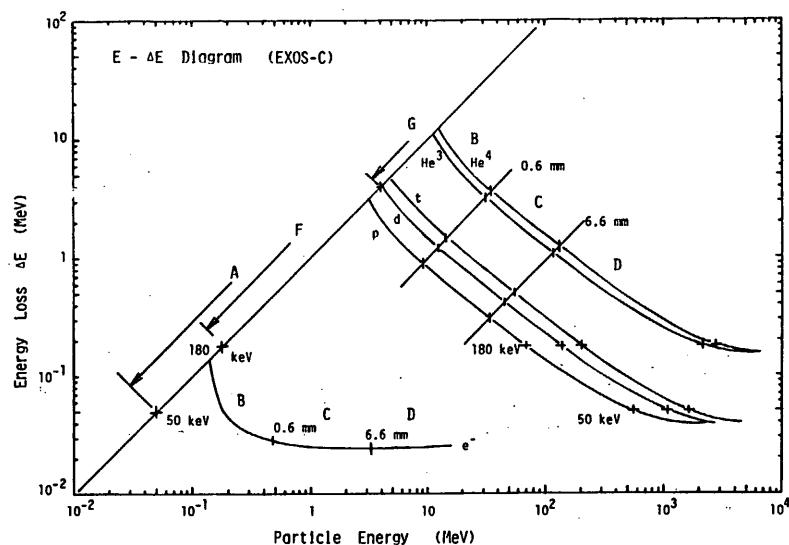
##### ⑥ その他

上記以外の地域・場所でも、高調波の発生の世界分布、異常発生時等には、他のPIの観測状況を勘案し、必要な場合、随時観測を行う。

高エネルギーの電子 ( $0.05 - 3.2 \text{ MeV}$ ) と陽子 ( $0.18 - 3.5 \text{ MeV}$ ) を Si 検出器を用いた  $\Delta E - E$  テレスコープで測定する。目的は南大西洋上空における放射線帯異常降下地域とオーロラ領域の粒子の組成、エネルギー分布、時間変動、高度分布等を測定することである。ハワイ上空附近にも粒子の降下が観測されているが、組成、エネルギー分布等不明な点が多いので、これらの解明を目指していく。衛星には2台のセンサー ( $\Delta E - E$  テレスコープ) を搭載し、1台を太陽と反対方向を向くよう (*Sensor-1*)、他の1台を太陽と直角方向を向くよう (*Sensor-2*)。各センサーハイは5枚の Si 検出器から成り (Au-Si型2枚、Si(Li)型3枚),  $S \Omega \approx 0.14 \text{ cm}^2 \cdot \text{sr}^{-2}$  である。

### 1. 観測方法

電子と陽子の分離は厚さ  $0.1 \text{ mm}$  の  $\Delta E$  検出器におけるエネルギー損失の大小で行なう。入射粒子のエネルギー  $E$  を横軸に、エネルギー損失  $\Delta E$  を縦軸にとり、第1図のような2次元表示を行なうと、電子・陽子・ヘリウム等が各自別の線上にのり粒子が分離され、そのときの測定エネルギー範囲は検出器の厚さで決まることになる。この観測では第2図のような構成のセンサーを使う。粒子は図の上方から入射し、光をさえぎるための Al フォイルを通過した粒子について  $\Delta E - E$  表示をする。したがって、粒子の分離領域は第1図の B, C と示される部分に相等し、領域 A, F, G は他の粒子を混合したものになる。E 検出器 ( $E_1 + E_2 = 6.5 \text{ mm}$ ) を通り抜けて  $E_A$  検出器に達するようなエネルギーの高い粒子については非同時計数回路で除く。第1回に観測エネルギー領域を示す。( )内の粒子は分離できず、表に示すエネルギー範囲では混ざったものに当るが、He は数が少なくて電子・陽子の測定の精度に与える影響は少ない。第3回に、Si 検出器の写真を示す。写真の中で  $\Delta E$  とあるのは第2回の  $\Delta E$ ,  $\Delta E_2$  が  $E_1$ ,  $E_2 \cdot E_3$  が  $E_2$ ,  $E_3$  が  $E_A$  にそれぞれ対応する。

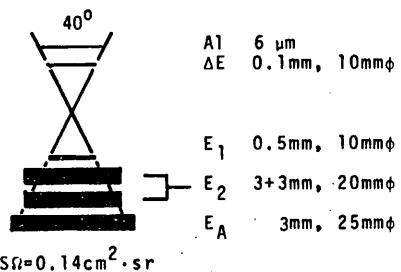


第1図. HEPセンサーの粒子分離を示す  $\Delta E$ - $E$  図.

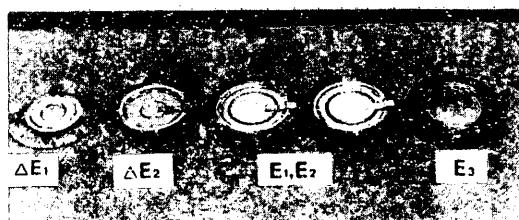
## 2. 測定回路システム

搭載する2台のセンサーに対する回路システムは第4図に示すように1組で間に含められる。各検出器の名称を  $A$  ( $\Delta E$ ) ,  $B$  ( $E_1$ ) ,  $C$  ( $E_2$ ) ,  $D$  ( $E_A$ ) ,  $E$  (ガードリング・不使用)として、前置増幅器を通して来た信号をスイッチ ( $SW$ ) により、センサ- ( $S1$ ) に入った粒子とセンサー ( $S2$ ) に入った粒子に応じて振り分け、別々にデータを処理するようになっている。処理時間は短く他のセンサー粒子の計数に影響を与えることはない。

測定データは各検出器からの粒子の計数率を電子・陽子・ヘリウムについてデバイアリミネーターレベル以上(第2表)のものを測定すること、エネルギー分布を取ることである。これら検出器からの信号の同時計数モードで取りることで  $\Delta E$ - $E$  法により粒子の分離を行なう。粒子のエネルギー分布は電子、陽子と全粒子の3通りについて 1/16 キャンセルで取る。時間分解能は粒子の計数率のオフは 1/8 秒、エネルギー分布は 4 秒が最小であるが、通常は数秒間積算してデータを取る。



第二図. センサーの断面図



第三図. Si 検出器の写真

第1表 Energy Range (HEP EXOS-C)

Particle	Energy (MeV)
Electron (Proton, Helium)	0.05 - 0.18
Electron	0.19 - 3.2
Proton (Helium)	0.64 - 3.3
Proton	3.3 - 35.
Helium	13. - 140.

第2表 Discriminator Level (EXOS-C HEP)

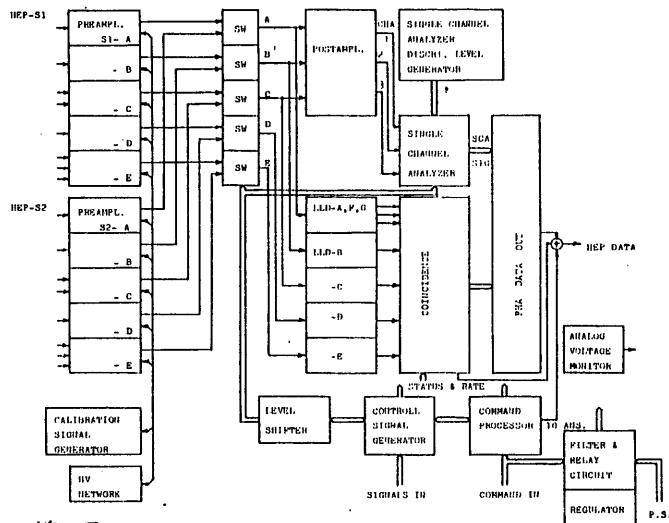
Signal	Discriminator Level (keV)	
	Low	High
A $\Delta E$	50.	100.
B $E_1$	50.	100.
C $E_2$	50.	100.
D $E_A$	50.	100.
E $GR^*$	50.	100.
F $\Delta E$	180.	180.
G $\Delta E$	4000.	4000.

センサー回路のステータス信号として各種出器の計数率、ディテクタミネラルレベルの High / Low, 検出器電圧 High (300V) / Low (150V) 等を送信する。

### 3. データ処理

地上からの 10 コマンドによって、検出器の高圧の切り替え、ディテクタミネラルレベルの変更、波高分析器のチャネル分割の変更等を行なう。データの内容は電子、陽子および全粒子の計数率とエネルギー分布であるが、アロットコマンドでエネルギー領域、時間分解能等の変更が可能である。測定状況は QL (第4表) によってモニターリングするので異常が発生したら対応が速やかに取れる。表は地上テストにおける例で、校正パルスの状況、回路上センサーの温度等の状況も同時に表示すると共に U-アンテナ、PPS の出力もモニターリングとの干涉もわかるようになっている。

地上試験時における粒子の計数率の結果を第5図に示す。図はガンマ線源を S1 と S2 に交互に置いたもので、電子の計数を行なった圖様に沿うて、全粒子と電子



第4図 HEP ELECTRONICS SYSTEM BLOCK DIAGRAM (EXOS-C)

に相当する2本に計数が出ていたのがわかる。  
縦軸は計数表示で  $1 \sim 10^5$  の範囲を計測する。

国はアロックコマンド OB の場合で、エネルギー範囲は全粒子については 50keV 以上、電子は  $0.19 \sim 3.2$  MeV である。陽子は出ない(?) カウントゲートの線上にある。

エネルギー分布の測定例(地上テストにおける)を第6図に示す。これは電子線源を S1 に置いたもので、横軸に計数率 ( $1/\text{cm}^2 \cdot \text{sr} \cdot \text{s}$  · MeV), 縦軸にエネルギー分割、左側が S1, 右側が S2, 上段から全粒子、電子、陽子の順にスペクトルを示している。陽子については別途、原子核研究所のサイクロトロン加速器によりエネルギー校正を行なった。

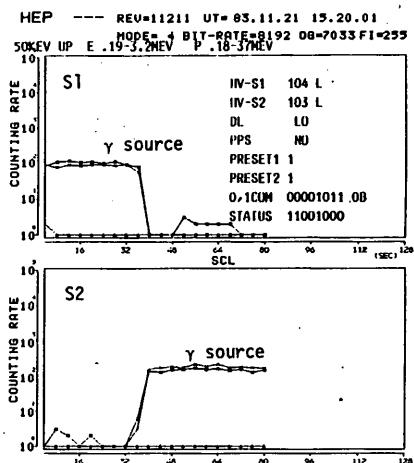
研究担当者名およびメーテー

道家忠義、菊池順(早大理工研),  
永田勝明(玉川大工),  
佃正晃、村上浩之、中本淳(立教理),  
河野毅(理研), 長谷部信行(東大教養)  
電子回路 日本電気(株)  
センサー (株) 東京電子冶金研究所

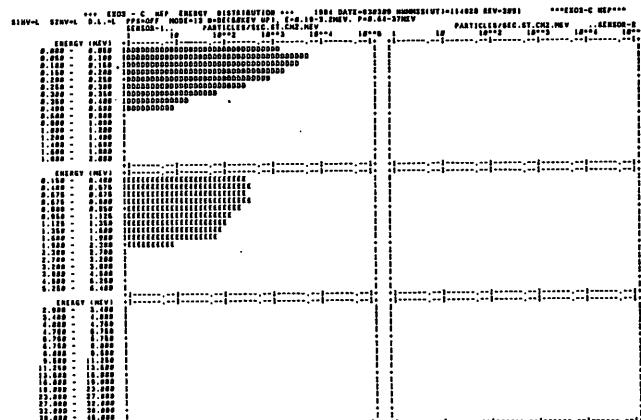
[文責 永田]

第3表 地上テスト時の日記の例

HEP -----	
HV-S1	104 L
HV-S2	102 L
DL	LO
PPS	NO
CAL-V	B.B
C-STEP	B
REF-V	12.0
TEMP-E	24.7
TEMP-S	52.4
U-ANT	A
PRESET1 1	
PRESET2 1	
S1,ICOM 00001011(BB)	
STATUS 01001000	
S1 S2	
LLD-A 111 245	
LLD-B 224 173	
LLD-C 181 3	
LLD-D 253 59	
LLD-E B B	



第5図 ガンマ線源による計数率測定



第6図 全粒子(上段)、電子(中段)の S1 によるエネルギー分布測定

## 小山

1. 電子温度測定の目的。電子温度の測定はにケントによる電離層観測の丁寧初め、これまで行われておらず、地球電離層の全体的な様子(極域を除いて)は把握されています。  
 2. Aeronomy を議論するのに後述するような持異現象を除いて質量分析計、Retarding potential trap 等のデータを組合せて充分な精度で測定されるようにアーティス。このうちの状況において、日本が観測を行う場合、測出には何が出来るかう式に実験を行ふ事は慎しまなければなりません。明瞭な目的を持ち、かつユニークな観測対象を選ぶ事が必要とされる。上記の基準に基いて EXOS-C においては特に中低緯度のエーカー異常現象、即ち(1)南太西洋異常、(2)プラスマバブルのエーカー現象に的を絞りたいと考える。南大西洋異常については電子温度の加熱が生じている事がナサニエル科学衛星「太陽」で見出され、更に 1978 年 2 月に打ち上げられた「極光」衛星によって、高エネルギー粒子の降下する領域で高度約 700 km において夜間に電子温度の上昇がみられる。これを我々は同時に得た AC 電場の測定とともに高速行進極子とプラスマとの相互作用によって生じた AC 電場によつて周りの電子が加熱されたものであると結論した。プラスマバブル(ベリテ)にて 1975 年の「太陽」衛星によって下層のすぐ下でできたバブルの両端で電子温度が周りの背景のプラスマの電子温度(等しい)事を見出し、ひき続いで 1981 年 2 月に発射された「ひのとり」衛星によって 600 Km 高度におけるバブルの内外での電子温度をバブルの成長から消滅の過程で一時間半ある間に測定する事に成功した。EXOS-C は非スピン型衛星で衛星の軌道ウェーブル運動を余り心配せずにデータ解析ができるので、温湯の衛星に比べて良質の高分解能のデータが期待できる。これら 2 の赤道帯での異常現象の他に「極光」で見出された極域中緯度トラフにおける電子温度の急激な変化(ヒートショック)も EXOS-C(衛星ごと)詳細に調べられると期待していい。

2. 測定原理。プラスマ中に浸された電極に高周波電圧  $A_1$  および  $2A_1$  を印加すると、電極へ流入する電流が零になる電位(浮動電位)付近にシフトする。これら浮動電位のシフト分は

$$\Delta V_{f1} = G \cdot kT_e / e \cdot \ln [I_0(eA_1/kT_e)] \quad \dots (1)$$

$$\Delta V_{f2} = G \cdot kT_e / e \cdot \ln [I_0(2eA_1/kT_e)] \quad \dots (2)$$

とあらわさうる。ここで  $G$  はアーフの利得、 $I_0$  はボルツマン定数  $1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$ 、  
 $I_c$  は零次の変形ベッセル関数、 $a_1$  および  $2a_1$  は印加する高周波電圧の振幅である。  
 上式において  $G$ 、 $a_1$  および  $2a_1$  の既知ゆえ  $\Delta V_{f1}$ 、 $\Delta V_{f2}$  を測定することによって電子温度が計算できる。また  $\Delta V_{f1}$ 、 $\Delta V_{f2}$  を検出するアーフの利得  $G$   
 がわからなくても、2つの活動電位のシフト分の比を取ることによって

$$\gamma = \frac{\Delta V_{f2}}{\Delta V_{f1}} = \frac{l_n [ I_0 (2ea_1/kT_e) ]}{l_n [ I_c (ea_1/kT_e) ]} \quad \dots \dots (3)$$

から電子温度  $T_e$  を求める事が出来る。

上式の式を導き出すにあたり、我々はプラズマ中入熱的電子がマクスウェル分布をして  
 いると仮定して  $l_n$  を求めるが、もしプラズマ中の電子がマクスウェル分布して  
 いるか（すなはち上記 (1)(2)、および(3)）かから得られたみかけの電子温度はお互いに等しくなるので、プラズマ中の電子がマクスウェル分布をして  $l_n$  かどうかのチェックができる。

3 システム 直径  $120 \text{ mm}$  の 4 口のセコサーがソーラパドルの先端に取付けられた。  
 電極（パドルに垂直である）に対して電極（直接太陽が当る事はない）と思われる。  
 4 口のセコサーのうち、1 口は背景のプラズマ不規則構造による電子温度計出力波形  
 の乱れをデータ処理に反映させるため、オシロスコープモニターする。次に  
 電子温度計として常時ユイ動作して  $l_n$  を求める。このうちの 1 口は必ず衛星  
 のウェーブをさせて測定する事ができる。また衛星の場所および姿勢によっては、  
 磁力線上に平行な成分と垂直な成分の電子温度を測る事ができる。電子温度計の中には 2 個の正弦波発振器が内蔵され、1 口の発振器で 2 口のセコサーを駆動し、もう一  
 口の発振器が残る 1 口のセコサーをドライブする。ヨウリカのプラズマによるイオン  
 電流および電子電流は電極の半分が  $+2.6 \text{ V}$ 、他の半分に  $-2.6 \text{ V}$  を印加することによ  
 って得られる。サブシステムの重量軽減のため、電子温度計へのコニードは、  
 電子温度計の ON/OFF、アーフの利得をチェックするための CAL ON/OFF、板極との  
 電位の運動等による 3 レベルの熟過渡である 3 GAIN H/L の 3 のみである。

#### 4. 測定値の仕様およびデータフォーマット

電子温度計は以下の性能を有する。

電子温度測定可能な電子密度  $> 10^3 \text{ cm}^{-3}$

電子温度測定レンジ :  $1000 \sim 6000 \text{ K}$

印加高周波電圧ノイズ :  $0.5V, 0.25V$  および  $0V$

歪率 :  $0.3 \pm 0.05\% (-20^\circ\text{C} \sim +45^\circ\text{C})$

印加高周波の周波数 ;  $30\text{ kHz} \pm 300\text{ Hz}$  ( $-30^{\circ}\text{C} \sim +60^{\circ}\text{C}$ )  
入力インピーダンス ;  $100\text{ M}\Omega$   
CMRR ;  $> 60\text{ db}$   
Gain ; セット-1 : 5.818, セット-3 : 5.80, セット-5,  
5.760

以下にデータ処理に必要なデータ情報を記す

(1) ユニットステータス

TEL ON/OFF,  $F_{8m+3} W_8 B_4$  T' ON, 'O' OFF  
CAL ON/OFF,  $F_m W_{94} B_4$  T' ON, 'O' OFF (ALA経由)  
TEL GAIN H/L,  $F_m W_{94} B_5$  T' H, 'O' L (ALA経由)

(2) データフォーマット

2.1 モード 0~3 TEL セット-1, セット-7 のみ 出力

セット-1  $F_0 W_{32}(S_1 H)$ ,  $F_0 W_{96}(S_1 M)$ ,  $F_1 W_{32}(S_1 Z)$ ,  $F_1 W_{96}(S_1 V_R)$   
セット-7  $F_0 W_{33}(S_7 H)$ ,  $F_0 W_{97}(S_7 M)$ ,  $F_1 W_{33}(S_7 Z)$ ,  $F_1 W_{97}(S_7 V_R)$

2.2 モード 4~6, 14~15, 全セット-7 のみ 出力

セット-1  $F_0 W_{32}(S_1 H)$ ,  $F_0 W_{96}(S_1 M)$ ,  $F_1 W_{32}(S_1 Z)$ ,  $F_1 W_{96}(S_1 V_R)$   
セット-7  $F_0 W_{33}(S_7 H)$ ,  $F_0 W_{97}(S_7 M)$ ,  $F_1 W_{33}(S_7 Z)$ ,  $F_1 W_{97}(S_7 V_R)$   
セット-5  $F_0 W_{34}(S_5 H)$ ,  $F_0 W_{98}(S_5 M)$ ,  $F_1 W_{34}(S_5 Z)$ ,  $F_1 W_{98}(S_5 H)$   
セット-3  $F_0 W_{35}(S_3 H)$ ,  $F_0 W_{99}(S_3 M)$ ,  $F_1 W_{35}(S_3 Z)$ ,  $F_1 W_{99}(S_3 H)$

担当 宇宙科学研究所 小山孝一郎, 平尾邦友  
中京大教養 宇原文彦

協力 松栄電子株式会社

## 1. 概要

電子密度観測装置(NEI)は宇宙空間プラズマに浸されたプローブのインピーダンスの周波数特性から、衛星周辺における電子密度の絶対値を高い精度で計測する。

インピーダンス・プローブによる電離圏、磁気圏の衛星観測は、これ迄、DENPA(1972)、TAIYO(1975)、JIKIKEN(1978)及びHINOTORI(1981)と重ねられてきているが、EXOS-C搭載の電子密度観測装置の特徴は0.1～16MHzの印加周波数の範囲の中で、いくつつかの掃引モードを並ぶことが出来、夫々のモードの全周波数に対する出力値のPCMデータを伝送してくる点にある。このことによりNEIは電子密度を高い精度で計測する他、電子密度ゆらぎ、シース・パラメータ、アロープの帶電現象に関する情報、静電アラスマ波の存在による容量特性の変形等、衛星のプラズマ環境についての種々な情報を得ることが可能となっている。また、NEIはコマンドにより使用プローブを65フィートアンテナに切換えることが出来る。これはロングアンテナによる独自のインピーダンス・プローブであるとともに、PPSによる電波の送受信にかかる基本的データとしてアンテナ、インピーダンスの値を提供するものとなっている。

EXOS-CによるNEIの観測は、衛星が準極軌道に投入されることから、これ迄の一連の電離圏観測により得られている南半球地磁気異常帯、赤道域下層等の領域での諸現象に加え、オーロラ域を含む全地球的な電離層構造を広く観測することが出来る。観測上特に興味が持たれる領域と現象は、(1) ブラジル地磁気異常帯での電離層異常現象、(2) 地磁気赤道域夜間下層のプラズマ・バブル現象、(3) AURO-RA域電離層を始めとする高緯度下層構造と不規則成分、等であるが、これらの観測は、PPS、TEL、ESP、HEP等他のPIの観測結果とも相俟って、地球アラスマ環境についての総合的な理解を更に一步進めるものと期待される。

## 2. 機器の構成

NEIはプローブの等価容量値を容量ブリッジの非平衡成分として計測、その周波数特性から高部ハイブリッド周波数を検出して電子密度を決定する。EXOS-C搭載のNEIシステムのプロック図を第一図に示した。システムは、プローブに印加する掃引信号を発生する部分、プローブ及びアロープ切換え部、アリアンプ部、及び

IF段を含むデータ処理部より構成される。以下システムの各部について概説する。

a) 信号発生部

NEIのアロープ印加信号はPPSのPLLシンセサイザーにより供給される。掃引信号は4バンドより成り、夫々 $100\text{~}400\text{ kHz}$ ,  $400\text{ kHz}\sim1.6\text{ MHz}$ ,  $1.6\text{ MHz}\sim6.4\text{ MHz}$ 及び $6.4\text{ MHz}\sim16\text{ MHz}$ の周波数領域をカバーし、全周波数に亘る掃引周期はHigh Bit Rateの時2秒、Low Bit Rateで8秒である。アロープへの印加信号としては4種類の固定周波数( $112\text{ kHz}$ ,  $236\text{ kHz}$ ,  $424\text{ kHz}$ 及び $816\text{ kHz}$ )も用意されており、これらのバンド或は固定周波数の任意のものを選択して運用することも可能である。

b) アロープ、及びアロープ切換部

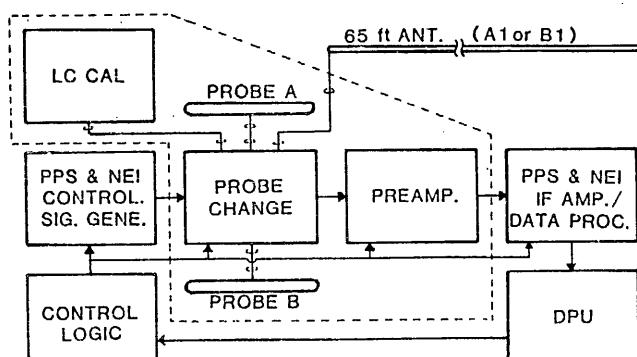
電子密度計測の為のアロープは、 $20\text{ mm}^{\phi}\times470\text{ mm L}$ の円柱状の金属棒で対角線上の2枚のパドルの先端に取りつけられており、NEIのNormalモードでは、この2本のアロープが8掃引毎に交互にプリアンプに接続される。また、アロープはコマンドにより65 feetアンテナに切換えることが出来る。キャリブレーションモードでは、アロープの代りにLC共振回路が接続され、システムのキャリブレーションが行われる。

c) プリアンプ部

プリアンプ部は夫々Normal Probe用、Long Probe用の2つの容量ブリッジと前置増幅部より成る。

d) IF増幅部及びデータ処理部

プリアンプからの出力はPPSのHF受信部の1系列の1st IF前段のミクサーに入力される。IF増幅部のGainはNEIモードではLow Gainに固定される。IF増幅された出力レベルは12bitにA/D変換されるが、データ処理部において、8bitのデータとして再編集されDPUに送出される。

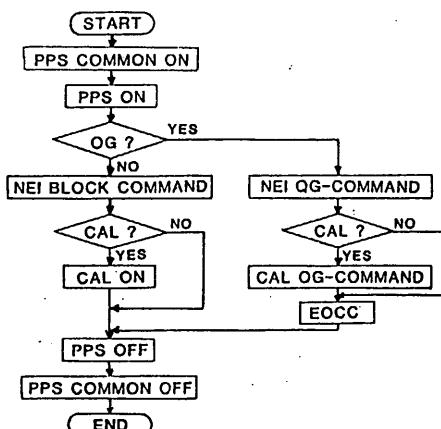


第一図 システム・ブロック図。

### 3. 運用

NEIはシステムの一部をPPSと共有してあり、その運用にあたってはDPUとのインターフェイス及び電源をPPSコマンド及びPPSの“ON”コマンドを実行した上で、OGコマンド又はロックコマンドによりNEIモードを選択する必要がある。第二図にNEIの運用にあたっての手順を流れ図として示した。

NEIの計測モードの選択肢としては、衛星全体の運用に関して、bit rate、他のPIとの組合わせ等あり、またNEI個別の制御として、印加周波数選択、アロー切換、CAL/MES切換がある。これらは互に独立に操作出来て観測目的に応じたきめのこまかい運用が可能になっていく。例えば電子密度のクローバルな分布を計測する目的では、low bit rateの单一のOGを配列することにより受信局での受信毎にほど一周期にわたりデータを取得することが出来る(クローバルモード)、また、Aurora領域や、赤道域、或はブラジル地磁気異常帯域等、特定の比較的限られた領域での詳細な観測も軌道予測にもとづくOGコマンドの適切な配列によって可能となる(詳細モード)。



第二図 NEI 運用の手順

### 4. 諸元

#### 4.1 コマンド

##### a) ディスクリートコマンド

PPSコマン ON/OFF : PDC-1 1-7 / DDC 6-8, DPUインターフェイス ON/OFF

PPS ON/OFF : DDC4-6/5-6, PPS-NEI電源 ON/OFF

MODE-A WRITE : DDC 4-7, モードA “1”, “0”データ書き込みモード設定

IF-WRITE : DDC 6-7, IF “1”, “0”データ書き込みモード設定

PPS EXEC : DDC7-8, “1”, “0”コマンド実行; PPS CAL/MES : DDC5-8/7-7

##### b) ロック・コマンド

###### モードA・コントロール

B0,B1,B2=1/0:NEIモード設定	B6,B7=0/0 周波数選択 112kHz; Band 1
-----------------------	--------------------------------

B3 = 1/0 : (NEI) ON/OFF	01 236°, " 2
-------------------------	--------------

B4 = 1/0 : 周波数SELECT/CYCLIC	10 424°, " 3
-----------------------------	--------------

B5 = 1/0 : 周波数 FIX/SWEEP	11 816°, " 4
--------------------------	--------------

### IF コントロール

B4 = 1/0 : NEI PROBE NORMAL / LONG

### c) OG コマンド

OG コマンドによる計測モード及び NEI 制御の詳細は PPS の項を参照。

### 4.2 ステータス及び HK

#### ステータス

F <sub>2n</sub> W <sub>29</sub>	B4	1/0	NEI ON/OFF
	B7	1/0	CAL/MES
F <sub>4n</sub> W <sub>31</sub>	B0	1/0	SIG. BAND SELECT/CYCL
	B1	1/0	RX SIG. FIX/SWEEP
	B2, B3	00	SIG. BAND 1 (112 kHz)
		01	" 2 (236 "
		10	" 3 (424 "
		11	" 4 (816 "
	B4	1/0	NEI NORMAL PROBE A/B
	B5	1/0	NEI PROBE LONG/NORMAL

#### HK

F<sub>64n+22</sub>W<sub>95</sub> NEI PREAMP TEMPERATURE

### 4.3 電気的性能

#### アローブ印加信号

掃引周波数 0.1~0.4 MHz, 0.4~1.6 MHz, 1.6~6.4 MHz 及び 6.4~16 MHz

固定周波数 112 kHz, 236 kHz, 424 kHz 及び 816 kHz

印加レベル 0.1 Volt rms

掃引周期 2.0 s (High Bit Rate) 及び 8.0 s (Low Bit Rate)

#### 観測容量値

NORMAL PROBE モード 0~300 PF

LONG PROBE モード 0~3000 PF

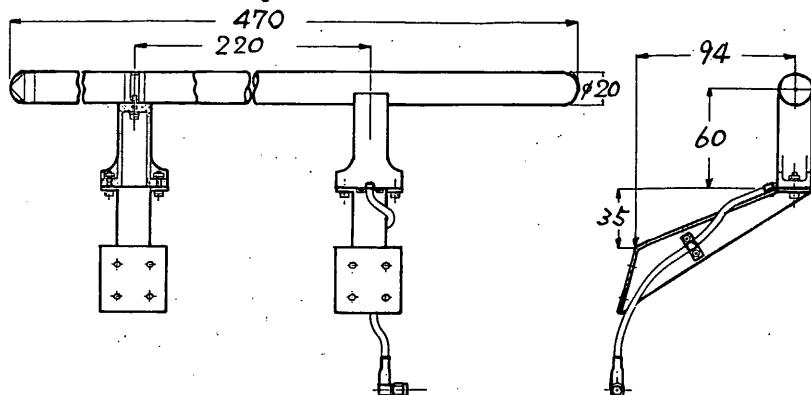
#### 電力 (PPS/NEI 運用時)

	OG- 2,5,7		OG- 8,C	
+5	245 mA	1.23 W	245 mA	1.23 W
+12	260 mA	3.12 W	275 mA	3.30 W
-12	130 mA	1.56 W	185 mA	2.22 W
計		5.91 W		6.25 W

#### 4.4 機械的仕様

##### アローフ部

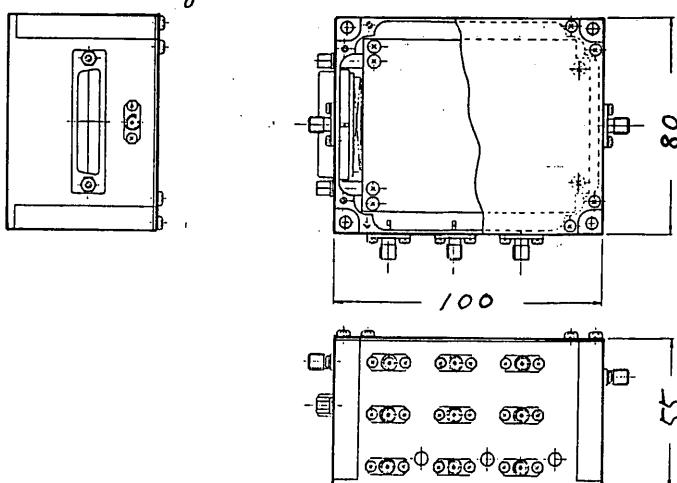
形状  $20\text{mm}\phi \times 470\text{mm}$  Length (第三図)  
重量  $0.196\text{kg}$



第三図 NEI アローフ形状

##### プリアンプ部

形状  $100\text{mm} \times 80\text{mm} \times 55\text{mm}$  (第四図)  
重量  $0.340\text{kg}$



第四図 NEI プリアンプ形状

以上

高橋、大家、渡部 (東北大學・理學部)  
渡辺、大林 (宇宙科学研究所)

## 1. 目的

M U レーダー・アンテナモニター (M U M) は M U レーダーより送信される 46.5 MHz のアンテナ較正用 CW 信号 (送信機最大出力: 400 W) を受信し、その強度変化から軌道に沿ったアンテナパターンを求める目的とする。アンテナパターンの全容は多数の異なる軌道について得られたパターンを合成することにより得られる。

M U レーダーの多様なアンテナパターン合成機能は他の大型レーダーには見られない卓抜した特徴であるが、それを検証するためにはそれだけ精密なパターン測定が不可欠である。さらに大電力送信・超微弱信号受信に伴なう電磁妨害を防止するために、メインロープのみならず比較的低レベルのサイドロープに至る詳細なモニターが要求されている。

## 2. 測定原理

受信信号強度は衛星の高度・姿勢、受信アンテナのパターン・入力インピーダンス等の影響を受けるため、これらの影響を正確に除去する必要がある。このために、M U レーダーサイト (信楽) に設置されるリファレンス用小型無指向性アンテナから、M U レーダーの中心周波数 + 50 kHz の CW 信号を送信し、衛星上で M U レーダー (M U R) 信号と同時に受信・比較較正を行う方式がとられる。測定の原理が図 1 に示されている。

後述のように受信アンテナ長が M U レーダー周波数に対しては約 6 波長となり、アンテナパターンが比較的複雑になることや、M U レーダー - 衛星間距離が 300 - 3,000 km と著しく変化すること等のため、M U M 受信機の入力レベル変動は極めて大きいことが予想されるので、リファレンス (R E F) 信号の受信レベルを基準とする AGC が用いられる。

M U レーダー・アンテナのメインロープ幅が  $3.6^\circ$  であるのに対して、アンテナ上を衛星が通過する速度は最大  $1.5^\circ \text{ s}^{-1}$  程度であるので、受信信号のサンプルは高々  $100 \text{ ms}$  毎で充分である。従ってこの間に M U レーダーのビーム方向を切り換えて一度に  $10^\circ$  程度の異なるビーム方向のパターンを測定する。一方向については数個のサンプルが得られれば解析には充分であるので、受信信号のサンプリング周期は約  $2^\circ \text{ ms}$  IC 選ばれている。また R E F 信号のサンプル頻度は M U R 信号より小さくてよいので M P X の比は 8 対 1 である。これらのタイミングの関係を図 2 に模式図的に示す。

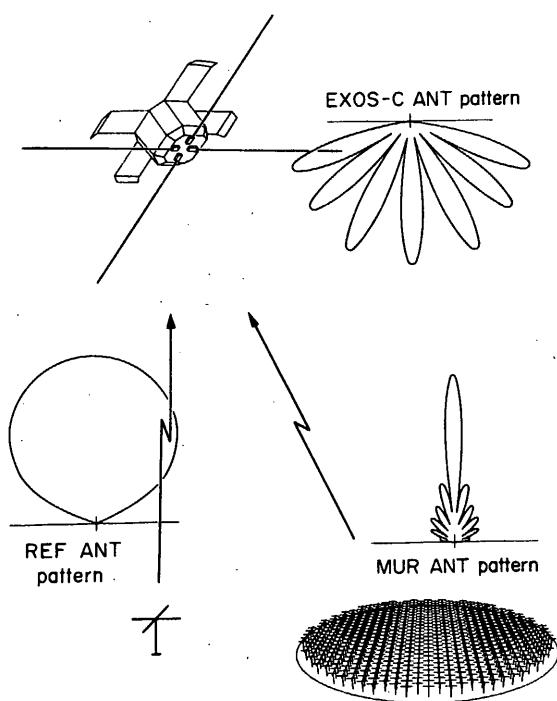


図 1 MU レーダーアンテナ  
パターンの測定原理。  
受信信号強度の変動は  
REF 信号により校正  
される。

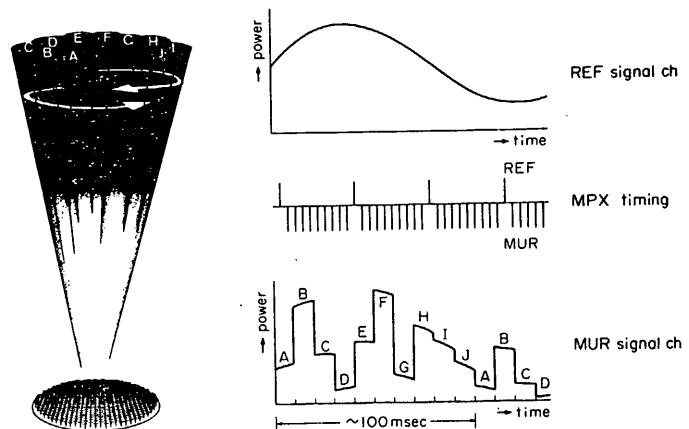


図 2 M U R 及び R E F 信号の変動。MU レーダーアンテナビーム  
を A → B → . . . → J の順に切り換えた場合について示してあ  
る。

### 3. 機器の構成

#### 3. 1 アンテナ

受信アンテナとしては PPS 用に搭載されている 4 本の円筒アンテナを共用する。

MU レーダーの中心周波数は 46.5 MHz であるので、このアンテナの向い合った 2 本をダイポールアンテナとして用いる場合 ( $\sim 40 \text{ m}$  Tip-to-Tip) 、 46.5 MHz に対しでは約 6 波長の多波長アンテナとなる。その入力インピーダンス及びアンテナバターンは実際のスケールのアンテナについて地上で測定することは困難と思われる。

$1/10$  スケールモデルによる電波無響室での測定と理論計算により求められた。

図 3 は電流分布の測定値と理論値を示したものである。○印及び×印はそれぞれ測定された電流振幅及び位相を示し、実線及び破線はそれぞれ計算により求められた電流振幅及び位相を表す。横軸は構体からの距離を示す。構体の近傍で振幅にやや不一致が見られる以外は測定値と理論値は概ね良く一致している。

この電流分布より求めたアンテナバターンを図 4 に示す。 $\theta = 90^\circ$  付近を除くと

図 3 PPS アンテナの 46.5 MHz IC における電流分布 ( $1/10$  スケールモデル)。○印及び×印はそれぞれ測定された電流振幅及び位相、実線及び破線は理論計算による電流振幅及び位相を示す。横軸は構体外壁からアンテナに沿って測った距離。

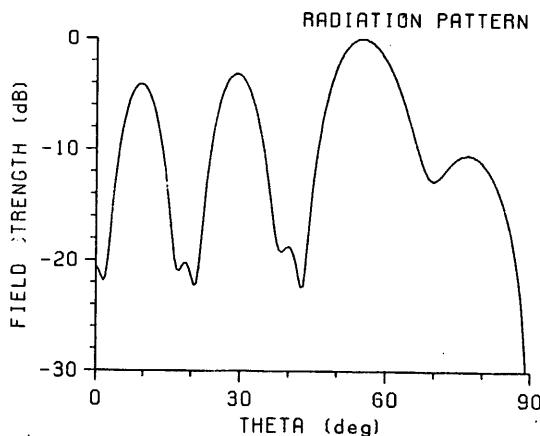
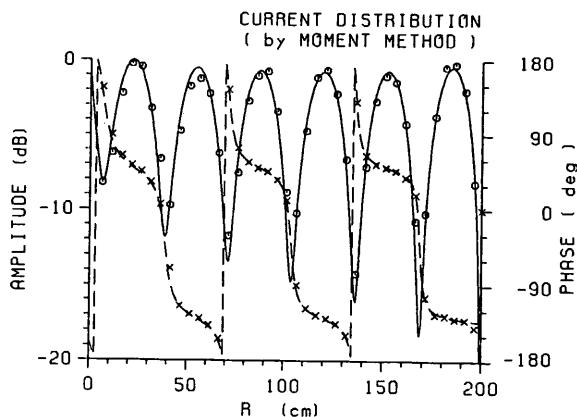


図 4 図 3 の電流分布より計算された PPS アンテナの 46.5 MHz におけるアンテナバターン。

パターンの変動幅は20 dB程度に収まっている。先に触れたように M U M ICにおいては M U R 信号と R E F 信号のレベル差のみが重要であり、40 dB程度の A G C 可変範囲を持つ M U M 受信機では、この20 dB程度の変動は支障とならない。

1/10スケールモデルでアンテナをダイポール接続した場合の入力インピーダンスの測定値は  $21 - j72 \Omega$  である。これに対して構体の影響を考慮しない理論計算による入力インピーダンスは  $260 - j490 \Omega$  となり、構体が大きさを寄与することが示唆される。アンテナ接続部のスケーリングが不完全であるため、実際の入力インピーダンスはスケールモデルによる測定値とやや異なる可能性はあるが、 $50\Omega$  系に対する不整合損失は、受信機設計に当って予想した10 dBを下回ると考えられる。

### 3. 2 受信機

受信機は M U レーダーよりの 46.5 MHz の C W 信号とリファレンスアンテナよりの 46.55 MHz の C W 信号を受信し、これらを分離・検波・A / D 変換する機能を持つ。

図5に受信機のダイナミックレンジ及び A G C 可変範囲を示す。最大受信電力の条件は、EXOS-C が信楽上空で近地点を通過し、受信アンテナが +10 dB の利得を持つとした場合に、最小受信電力の条件は EXOS-C が信楽より仰角 5° 方向で遠地点を通過し、受信アンテナ利得が -10 dB とした場合に相当する。M U R 信号に対する +30 dB のマージンはメインロープ利得に、-20 dB のマージンは低仰角サイドロープレベルに対応する。

受信機ブロック図を図6に示す。

アンテナよりの入力は、1 MHz 幅の B P F、過入力保護のためのリミッタ (L I M)、R F 増幅回路を経て 10.7 MHz の第1 I F IC 変換される。100 kHz 幅の B P F を通された後、A G C がかけられ、信号は 2 分割される。次いで、10.30 MHz の第2局発信信号により 505 kHz の M U R 信号と、445 kHz の R E F 信号に変換される。各々のチャネルの信号は直線検波された後 A / D 変換され、データにより地上へ送られる。R E F

信号チャネルの出力は約 100 ms の

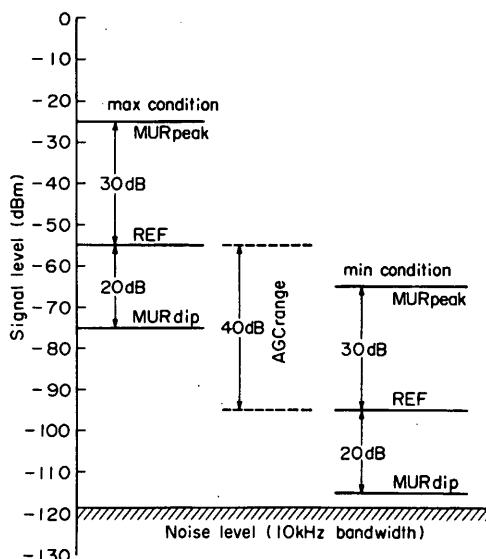


図5 M U M 受信機のダイナミックレンジ及び A G C 可変範囲。

時定数を持つ低域通過フィルタを通された後 AGC回路に帰還される。

A/D変換器は12ビットのものを用い、上位10ビットが使用される。テレメータの信号には、これに4ビットの同期信号と2ビットのステータス信号が加えられ、16ビット信号(2語)としてシリアルIC DPUへ送出される。この時必要なタイミング信号はDPUより得る。表1 IC MUM受信機の主要諸元を示す。なお、本受信機の性能維持温度範囲は $-20^{\circ}\text{C} \sim 40^{\circ}\text{C}$ である。

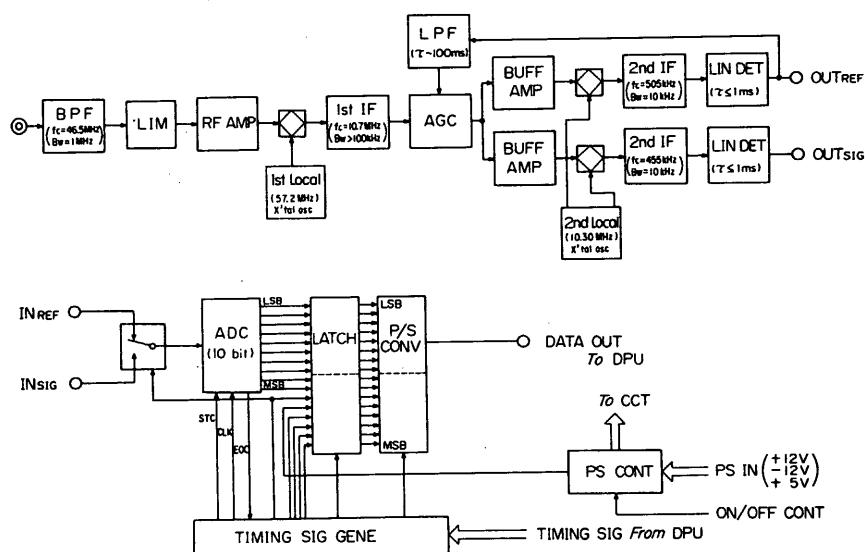


図6 MUM受信機ブロック図

#### 4. データの構成

データは2語( $w_{2n}, w_{2n+1}$ )から成る。その構成は以下の通りである。

- (i) 同期信号 4ビット  $w_{2n} B_0 \sim B_3$  ( $\equiv 1001$ )
- (ii) ステータス信号 2ビット  $w_{2n} B_4$  (ON/OFF)  
 $w_{2n} B_5$  (MUR/REF)
- (iii) 検波信号 10ビット  $w_{2n} B_6, B_7, w_{2n+1} B_0 \sim B_7$

MUR/REFデータの配列はPCMフレームデータフォーマットのモード/5ICによる。

表1 M U M 受信機の主要諸元

受信周波数	M U R : $f_1 = 46.5 \text{ MHz}$ R E F : $f_2 = f_1 + 50 \text{ kHz}$
入力感度	-115 dBm (min)
ダイナミックレンジ	50 dB 以上
A G C 可変範囲	40 dB 以上
検波出力	0 ~ 10 V
A/D 変換	10 ビット (12 ビット A D C の M S B より 10 ビット)
入力切換	アナログスイッチ (M U R : R E F = 7 : 1)
サンプルレート	High bit rate: 1.95 ms (Low bit rate: 7.8125 ms)
データ	16 ビット表示
タイミングシグナル	D P U
ステータス信号	2 ビット M U M ON/OFF ( $W_{2n} B_4$ ) M U R/R E F ( $W_{2n} B_5$ )
同期信号	4 ビット ( $W_{2n} B_0 \sim B_3$ 1001)
コマンド	M U M ON/OFF アンテナ切換 M U M 側/P P S 側 " N O R / R E V
消費電流	+ 12 V 約 116 mA - 12 V 約 28 mA + 5 V 約 9 mA

## 5. コマンド及び運用

E X O S - C が信楽上空を通過する軌道は、予備的な計算結果によると 3 カ月程度でアンテナパターン測定に必要充分な数だけ得られる見込みである。延測定可能時間は、測定期間のなかびにおける近地点引数 ( $\omega$ ) が  $90^\circ$  と  $-90^\circ$  では、ほぼ 1 : 2 となるので、 $\omega = -90^\circ$  に近い時期を選ぶ必要がある。

コマンドは実時間コマンドを用い、O G は用いない。コマンド項目は表1 に示す 3 種である。なお、内ノ浦 (K S C) と信楽では 1 ～ 2 分程度の時間差で E X O S - C が視野に入るので内ノ浦からコマンドをかけることには何ら問題はない。

京大工 深尾昌一郎

木村磐根

京大超高層 佐藤亨

加藤進

## 11. 工学観測計器

11.1 SCM

高橋

### 1 概要

太陽電池特性計測装置 (SCM) は、衛星電源を供給する太陽電池アレイとは別に、衛星下部パネルにマウントされた  $2 \times 2 \text{ cm}^2$  の太陽電池サンプルの Air Mass Zero の宇宙環境における特性の測定と長期にわたる安定動作の評価を目的として、上記サンプルの電圧-電流 (V-I) 特性を測定する装置で、センサ部 (SCM-S) と電子回路部 (SCM-E) から構成されている。

### 2 特徴

EXOS-C は、センサ部のある下部パネルを太陽に指向させる制御方式であるため、センサ部への入射光量の変化が非常に少なく、計測を高速で処理する必要がない。本装置ではこの特徴を利用し、新規設計の回路方式であるコンデンサ充電方式を採用して、従来方式より低電力化、軽量化をはかっている。

### 3 機能

本装置の計測方式は、コンデンサ充電方式を採用している。この方式は、太陽電池出力電流により、太陽電池と直列に接続されたコンデンサを充電して、太陽電池にかかる実質的な負荷を変化させ、その過程において太陽電池の出力電圧と、あらかじめ設定された基準電圧とが一致した時の電流値をサンプル／ホールド回路により検出する方式である。基準電圧はフレーム信号に同期して切換えられ、16フレームにわたりて16点の設定電圧における太陽電池出力電流を計測する。計測されたアナログデータは、所定のタイミング (W 95) でデータプロセッサ (DPU) において A/D 変換され、テレメータにより地上へ送られる。

センサ部には、 $2 \times 2 \text{ cm}^2$  の大きさで 4 種類 7 枚の太陽電池素子（表 1 参照）が実装され、精度よく温度をモニタするために素子の裏面に直接、白金温度センサを貼り付けている。太陽電池素子は、電子回路部において、リースイッチにより切り換えられる。

#### 構成

本装置は、次の 2 つのユニットから構成される。

(1) センサ部 (SCM-S)

表 1 に搭載試料の構成を示す。

表 1 搭載試料

素子	種類	構造	大きさ	ガラス (厚さ)	温度センサ
SC-1	GaAs SOLAR CELL	—	2cm×2cm	Ceドープマイクロシート (0.15mm)	—
SC-2	"	—	"	"	O (RT-1)
SC-3	"	—	"	"	O (RT-2)
SC-4	"	—	"	"	—
SC-5	Si SOLAR CELL	BSFR	"	溶融石英 (0.15mm)	—
SC-6	"	"	"	なし	O (RT-3)
SC-7	"	BSF	"	Ceドープマイクロシート (0.25mm)	—

(2) 電子回路部 (SCM-E)

図 1 に本装置の機能系統図を示す。

### 3.1 電気的性能

- (1) 入力電圧 +5V, +12V, -12V, +15V
- (2) 消費電力 +5V ..... 15mW  
+12V ..... 576mW  
-12V ..... 324mW  
計 915mW
- (3) コマンド項目 SCM ON, SCM OFF
- (4) HK項目 センサ部温度 ( $F_{64n+23}W_{95}$ ,  $F_{64n+24}W_{95}$ ,  $F_{64n+25}W_{95}$  の3ヶ所)
- (5) ステータス SCM ON/OFF ( $W_8B_7$ )
- (6) 出力データ アナログ1CH ( $W_{95}$ ) 0~3V
- (7) 計測精度 (常温)  
電圧設定精度 ±1%以下 (フルスケール 1.2Vに対し) (-30°C ≤ t ≤ +60°C)  
電流計測精度 ±1.5%以下 [ $I_{sc}$  \* 近辺] (フルスケール 200mAに対し)  
(-30°C ≤ t ≤ +60°C)

\*  $I_{sc}$ ; 太陽電池の短絡電流

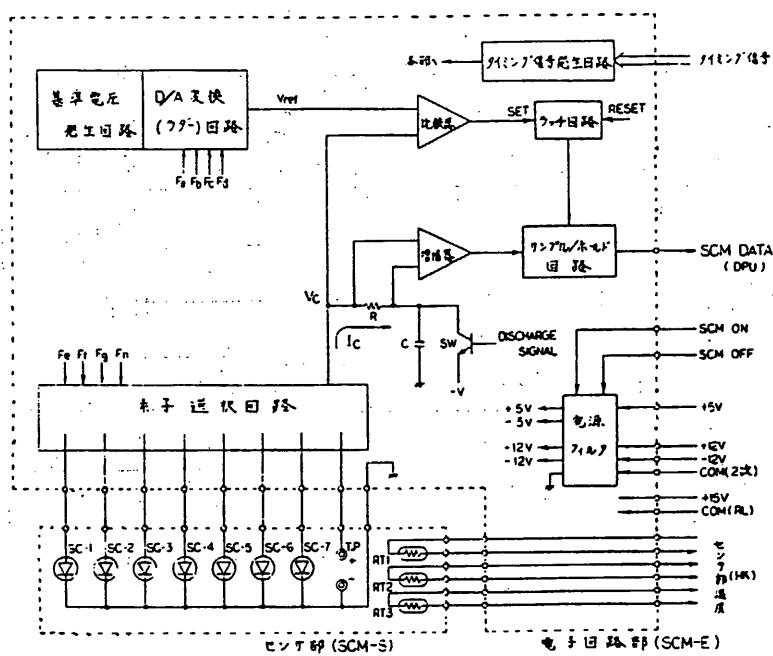


図 1 SCM 機能系統図

### 3.2 機械的性能

#### (1) 構造

SCM-E のケースは直方体のアルミ製シャーシ構造とし、電気部品はプリント板実装方式（2枚実装）を採用し、シャーシ内に収容するようになっている。

SCM-S のケースは、衛星下部パネルへの取付部とセンサ実装部とを分離した構造となつておらず、下部パネルからセンサ部を取りはずすことができるようになっている。

#### (2) 寸法、重量、外観図

ユニット名	寸 法	重 量	外 観 図
SCM-E	198 × 152.4 × 35	665 g	図 2
SCM-S	124 × 94 × 8	159 g	図 3

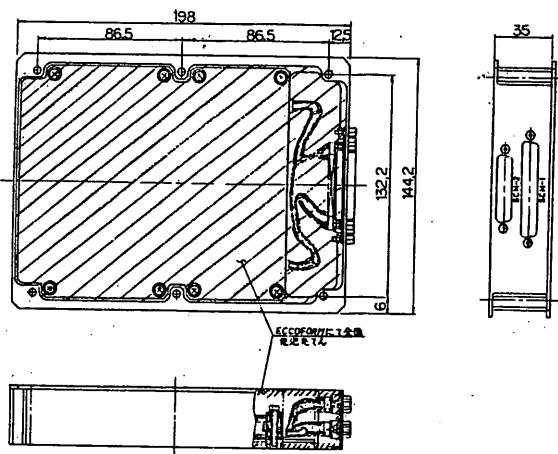


図2 SCM-E 外観 図

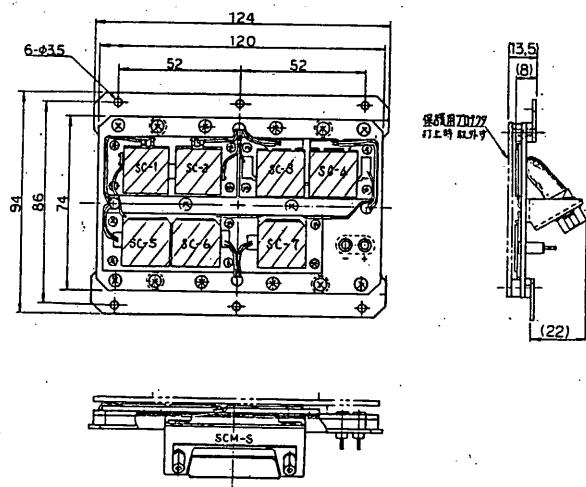


図3 SCM-S 外観 図

11.2 L R

林友、横山、関口、大西、  
川崎重工、ノリタ光学

### 概要

本実験は「大人セイ4号」(1981年2月打上げ)で得た小太レーザ測距技術(コアーリフレクタの製作精度の向上、測距方法の軌道決定プログラム)をもとに「E X.O.S.-C」にコアーリフレクタを搭載し、堂平観測所(東京天文台、埼玉県比企郡)及び下里水路観測所(和歌山県、那智勝浦)のレーザ測距装置を用いて衛星追尾を行ふ。本衛星の軌道決定精度の向上を図るものである。

レーザ追尾による測距は衛星に搭載したリフレクタに地上からバルスレーザを当てレーザ光の往復時間から衛星までの距離を測定するものである。この方法の特徴は搭載側がPassiveリフレクタで、かつ高利得であるのと、レーザビームの広がり角が狭りので目標物の位置を非常に正確に測定できることである。現在、内観測所の測定精度は、堂平で約15cm、下里で約10cm程度で測定されておりこれが報告されている。

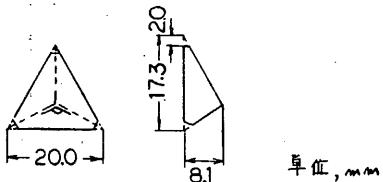
なお、コアーリフレクタの製作はノリタ光学、リフレクタ用組立金具は川崎重工が担当している。

### 1. 構成

#### 1) コアーリフレクタ

材質 : A級BK-7

形状寸法 : 一辺20.0mm(底面、各頂点と2mmカットする)



重量 : 約0.8g

角度精度 :  $180^\circ$ に対する2秒以下

面精度 :  $\lambda/10$ 以上

(入射面,反射面)

反射防止膜 : HEBBAR COATE

L - G	垂直入射反射率	45°入射反射率
マニグ (332nm)	99.90%	99.90%
ルビ (674nm)	99.93%	99.96%

90°の棱線の面取 : 0.05mm以内

搭載位置 : RL-1 52位 (搭載テク 5, 4)

RL-2 54位 (搭載テク 3, 4)

\* テク 5, 6 :  $180^\circ$ に対して角度精度2秒以内, 面精度 $\lambda/10$ 以上

テク 3, 4 : " " 3~4秒以内, " "

回折像 : 図1はリフレクタのフランジア領域(約70mm)の反射パターン  
を示す。

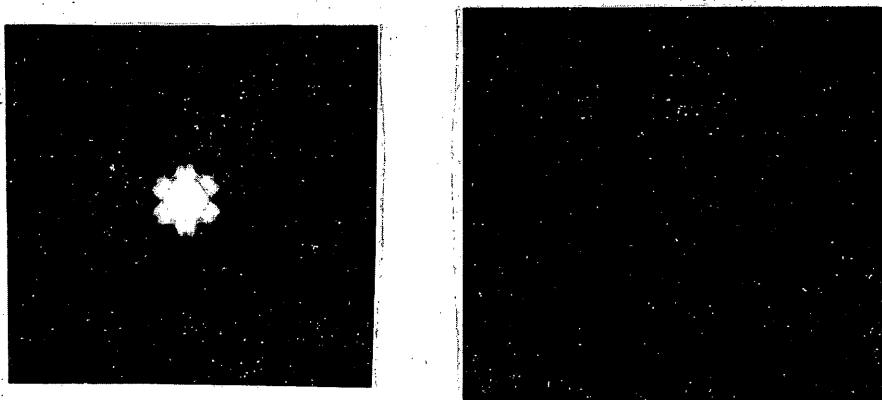


図1. リフレクタのフランジア領域(約70mm)反射パターン

## 2) リフレクタ用組立金具

組立金具は、打上げ時の振動、衝撃から衛星面と不規則な熱的環境に耐える様に設計されており、また荷重に対するアライメント性も考慮されている。

図2は組立図で示すように、リフレクタは耐振力の断面のアリケーフロッド上、下スペーサとシリコンゴムで押さえ、LR-KALの押さえ板と支柱でLR基板にナットで固定されている。図3は搭載方法とリフレクタの配列方法を示す。図4はリフレクタの衛星の搭載位置を示し、LR-1はバネル-8K、LR-2はバネル-2K搭載される。

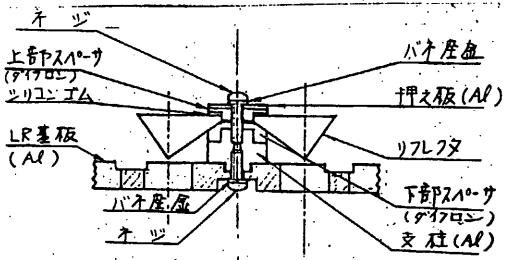


図2 リフレクタ組立図

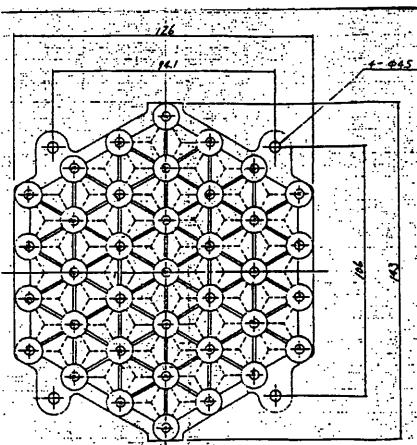


図3. リフレクタ配列方法

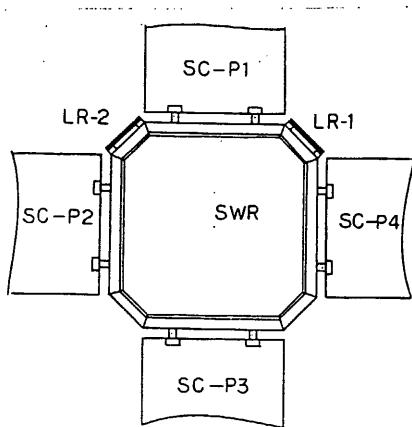


図4 リフレクタ搭載位置

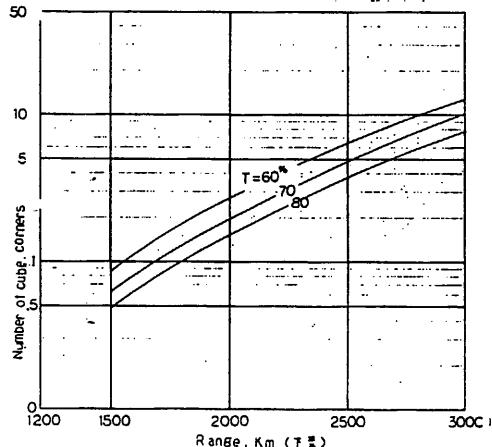


図5. 搭載枚数と直距離の関係

## 2. 直距離と搭載枚数の検討

直距離と搭載枚数の検討を室温及び下限観測所のレーザ追尾装置について行う。

レーザ: レーザ方程式より反射光子数は次式(1)式で与えられる。

$$S = E \cdot \frac{T}{\pi/4 \cdot (R \cdot \theta_r)^2} A_s \cdot \rho \cdot \frac{T}{\pi/4 \cdot (R \cdot \theta_s)^2} A_r \quad (1)$$

取K. リフレクタ搭載枚数Nは(2)式で与えられる

$$N = A_s / A \quad (2)$$

但し、A: リフレクタ1枚有効面積,  $1.15 \text{ cm}^2$

表1 堂平及び下里観測所のレーザ追尾装置の諸元を示す。

表1 堂平及び下里観測所のレーザ追尾装置諸元

諸元	堂平	下里
S: 変位光子数	$10^2$	$10^2$
E: 送信エネルギー J	0.1	0.15
A <sub>r</sub> : 受光器の有効面積 m <sup>2</sup>	$0.1(40\text{cm}^2)$	$0.28(60\text{cm}^2)$
$\theta_T$ : 送信レーザビーム拡り角 rad	$1.0 \times 10^{-3}$	$1.0 \times 10^{-3}$
A <sub>r</sub> : リフレクタ有効面積 m <sup>2</sup>		
$\theta_R$ : リフレクタ拡り角 rad	$1.2605 \times 10^{-4}$	$1.2605 \times 10^{-4}$
$\eta$ : リフレクタ反射率 %	95	95
R: 衛星までの直距離 m		
T: 大気透過率 %	60, 70, 80	60, 70, 80

\*  $\theta_S = \text{リフレクタの回折によるオーバー暗線の拡がり} + \text{リフレクタの拡り角}$   
 $= 24' + 2'$

図5は下里観測所の接戦仰角と直距離との関係を示す。但し、ここで仰角は狭所の送信レーザーとリフレクタに垂直入射角からののみなしてある。つまり、EXO J-Cでは入射角  $< 0^\circ$  の直距離 3,000 Kmまで追尾可能の設計を行った。