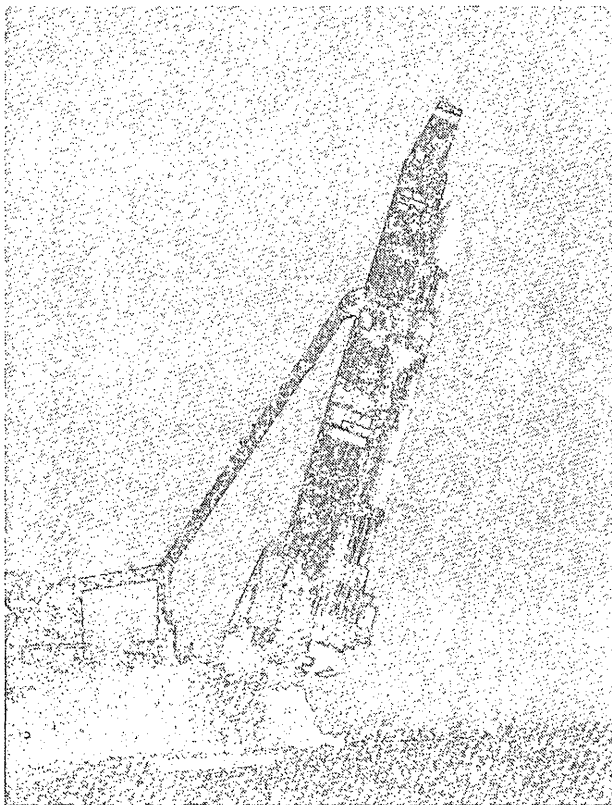


M-3S-4号機/EXOS-C 飛翔実験計画書

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）

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

| | | | | |
|-------------------|-------|-------|-------|-----|
| 光学観測 | ..... | 光 学 班 | ..... | 175 |
| スチール記録 | ..... | 記 録 班 | ..... | 176 |
| 保 安 | ..... | 総 務 班 | ..... | 179 |

衛 星

| | | | | |
|-------------------------|-------|------------------|-------|-----|
| 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 コメント | ..... | 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 | ..... | 広川 | ..... | 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 | 三宮、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. 信頼性 | 後川..... 492 |
| 13. 科学衛星総合管制システムと地上処理 | 497 |
| 13. 1 科学衛星総合管制システム ...周東..... | 497 |
| 13. 2 地上データ処理 | 松崎..... 500 |

昭和59年2月5日

S E S データセンタ

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っ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っている。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っている。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ってしまうのは、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ったためであろう。

しかしここ 10 年位の間にレーザーレーザによる地上からの成層圏エアロゾルの観測や、電波レーザによる中・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来た。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ってきた。この手法は大気球ではおろんのこと、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っている。

我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 号機によって打上げられる第 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。我が国では

すまに「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、経験をひきまえて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-アラスマ-大気の相互作用の解明を主要目的の一つとしている。

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-アラスマ-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) 中間圏オゾン観測装置 (IRA)

-2) エアロゾルオゾン観測装置 (ALA)

-3) 中間圏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) アラス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

C-1) ミューダーモニター (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夫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

きにより観測装置を動かせ、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 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を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 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線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つの波長域をそれぞれ H_2O , 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 kmにおける 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放射計で測定する。検出素子は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 Åの太陽紫外光を分光器および光電子増倍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な規模で観測する。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となる。

次にプ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 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ワ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プ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パサイドサウンダを観測も行われる。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帯上空で励起されるプラズマ波動や、惑星および太陽から放射される自然プラズマ波動の偏波特性とも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をもった荷電粒子の計測装置である。このうちESPは主としてオーロラ発生の原因として考えられているKeV領域の電子とイオンのフラックスとエネルギー分布、コッテ角分布を測定する。分析器は2台の半球型静電アナライザーと1台の1/4球形静電アナライザーを構成されている。ESPの測定結果とPFS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を構成したテレスコプ型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磁気異常帯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、これまでに多くのロケット、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プ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に述べた観測器とはいさ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けて50 Hz、60 Hz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、近年知られるようになった。PLRはこれら電磁波の世界的分布および磁気嵐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46.5 MHz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46.55 MHzの参照用CW信号を同時に受信し、両者を比較、較正する方式をとる。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素子をも含めて4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ており、MAP計画本来の趣旨みらしても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って協同観測を実施することか考えられるが、現時点で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をとりつつ地上観測、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テレメータ電波のリアルタイム受信を依頼し、共同観測の実を上げ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)を利用した西独マックスプランク研究所の観測チームとの共同観測である。このレーダー網では継続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角、スウェーデンのキルナにあるイスレンジでもめぬ国の依頼に応じてSバンドテレメータ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枚のアルミハニカム板(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、そ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厚のアルミ合金板を使用した厚さ8mmのアルミハニカム板で、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208 kg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、次の様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メントホイールにより衛星機軸を太陽方向に向けると共に衛星本体はスピンしないように設計してある。詳細は姿勢制御の項を参照されたい。

6) テレメータ、データ取得

テレメータ周波数は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およびデータレコーダ再生時のテレメトリの何れにも使用できる。データレコーダは容量20 M bitのものが搭載されている。

テレメトリ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できる。このように南北両極域に夫々受信点を設けたことによりデータ取得量は大巾に増すと共に、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（オーカナイズドコマンド）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) おすび

以上EXOS-C衛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期間中に打上けられる世界でも数少ない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ばらしい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システムを使用。
- 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、機能上次の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)

☑4.1.1-1 データプロセッサの機能系統図を示す。

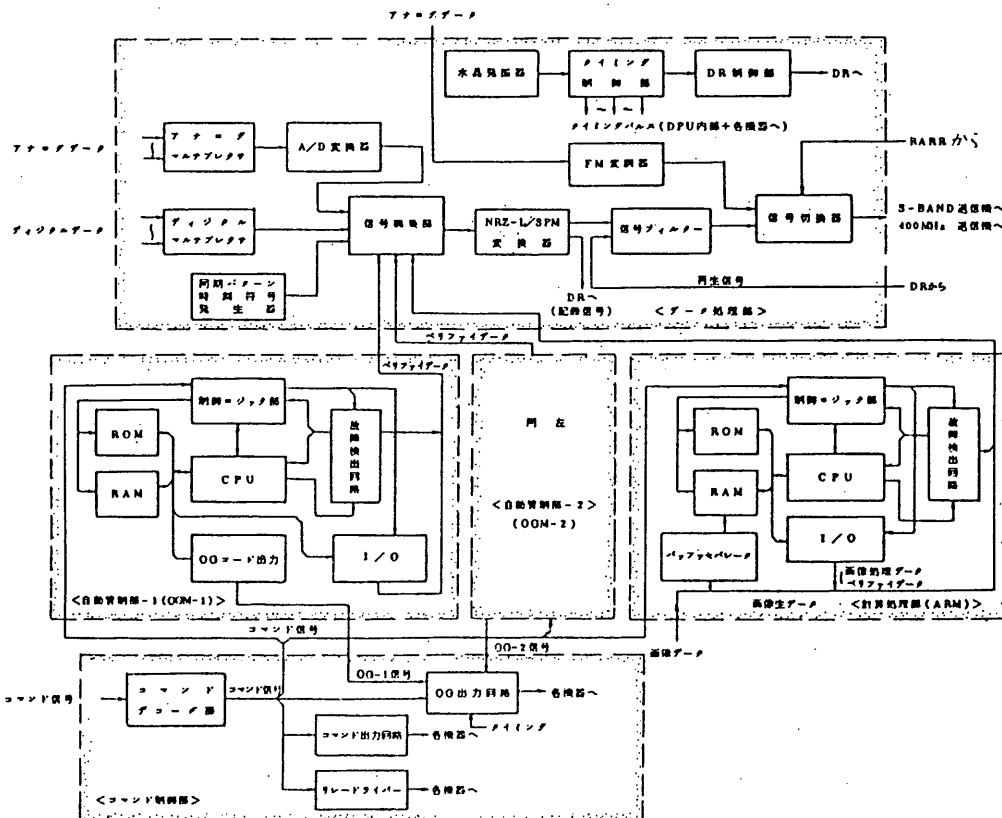


図4.1.1-1 DPU 機能系統図 (EXOS-C)

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ッ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。

ディスクリッ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(DDC)と2回指令によって動作するコマンド(PDC-1, PDC-2)がある。

DDCは主に共通機器の制御と各機器のON/OFF制御、PDC-1, PDC-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。

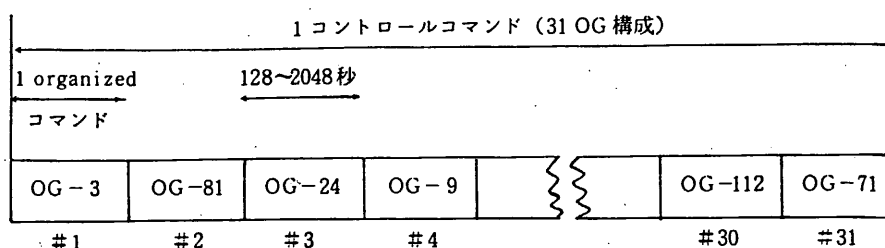
衛星の自動運用シーケンスの内容は、コントロールコマンドの内容により決定される。

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4.1.1-2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は運用中に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 |
|---|-----|-----|-----|--|-----|-----|-----|--|-----|------|------|---|------|------|------|
| <ul style="list-style-type: none"> • POWER ON/OFF CONTROL • DATA FORMAT SELECTION (16 FORMAT) | | | | <ul style="list-style-type: none"> • ATTITUDE CONTROL | | | | <ul style="list-style-type: none"> • BIT RATE SELECTION • DATA RECORDER CONTROL • TRANSMITTER SELECTION | | | | <ul style="list-style-type: none"> • INSTRUMENT PARAMETER SET UP | | | |

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、データレコーダの制御、テレメトリビットレートの変更、TMS送信機、TMU送信機を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。

| OG 開始 アドレス指定 | | # 1 OG 指 定 | | | # 2 OG 指 定 | | | # 31 OG 指 定 | | |
|-------------------|----------------|------------------|----------|----------|------------------|----------|----------|------------------|----------|----------|
| OG開始 アドレス指定(5) | All "0" (7) | OGアドレス 指定 (7) | J (1) | N (4) | OGアドレス 指定 (7) | J (1) | N (4) | OGアドレス 指定 (7) | J (1) | N (4) |

注) 数字は Bit 数

第4.1.1-4 図 OG制御データフォーマット

表4.1.1-1 にブロックの説明を示す。

表4.1.1-1 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" | 12 Bit 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" の場合はジャンプしない。 Jが "1" の場合は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" の場合と "0" の場合とでは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、 $128 \text{ 秒} \times 16 (N) \times 31 \text{ OG} = 63488 \text{ 秒}$ (17時間38分8秒)となる。

ジャンプする場合、 $N = 4 \text{ Bit}$ 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、 $128 \text{ 秒} \times 16 (N) \times 30 \text{ OG} \times 15 = 256 \text{ 時間}$ 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250msec以内 (FMでは9.2msec)で4画面分のデータ (3072Byte)をRAMに書き込み、750msec以内 (実測280msec)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768Byte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とどの検出回路が動作したかのステータスをテレメトリで伝送する。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で伝送する。

診断結果否の場合、テレメトリ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 4.1.1-3 に示す。

表 4.1.1-3

| 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 k Ω (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 μ sec (MAX 20 μ sec) |
| | | 入力電圧 | 0~3 V |
| | | 入力周波数 | 4.5 Hz以下 |
| | | 変換精度 | $\pm 0.8\%$ フルスケール |
| | | 入力インピーダンス | 200 k Ω |
| 5) | 入 力 | | |
| | アナログ | 0~3 V | |
| | シリアル デジタル | "1" 3.6~5.5 V, "0" 0~0.1 V | |
| | ハイレベル | | |
| 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) ディスクリットコマンド | |
| 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 (自動管制時間) | ○最大17時間38分8秒 (バックループなし) ○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 | 単系構成 (CPU異常時生データ伝送) CPU × 1 ROM: 1.5k Byte RAM: 8k 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 $340 \times 340 \times 210$ (H) mm

外観 外観図を第4.1.1-5に示す。

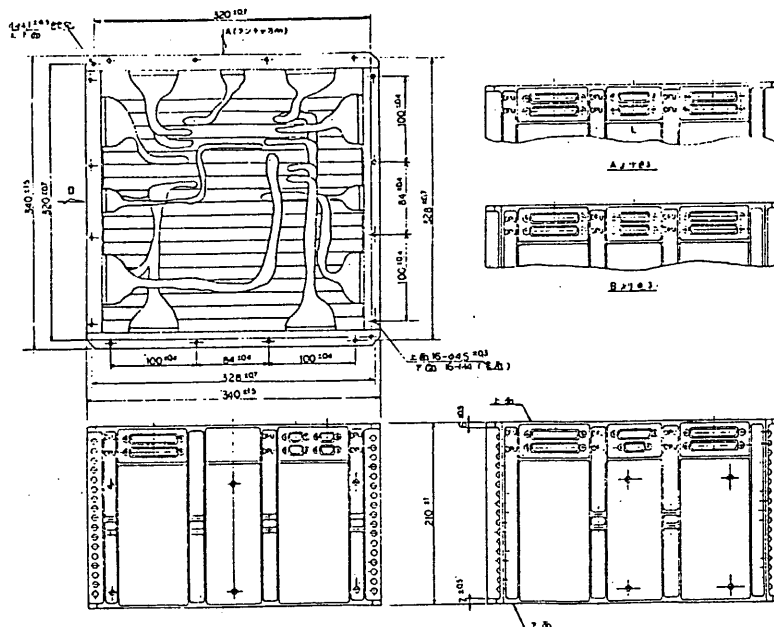


図 4.1.1-5 外 観 図

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的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1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、ディスクリード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

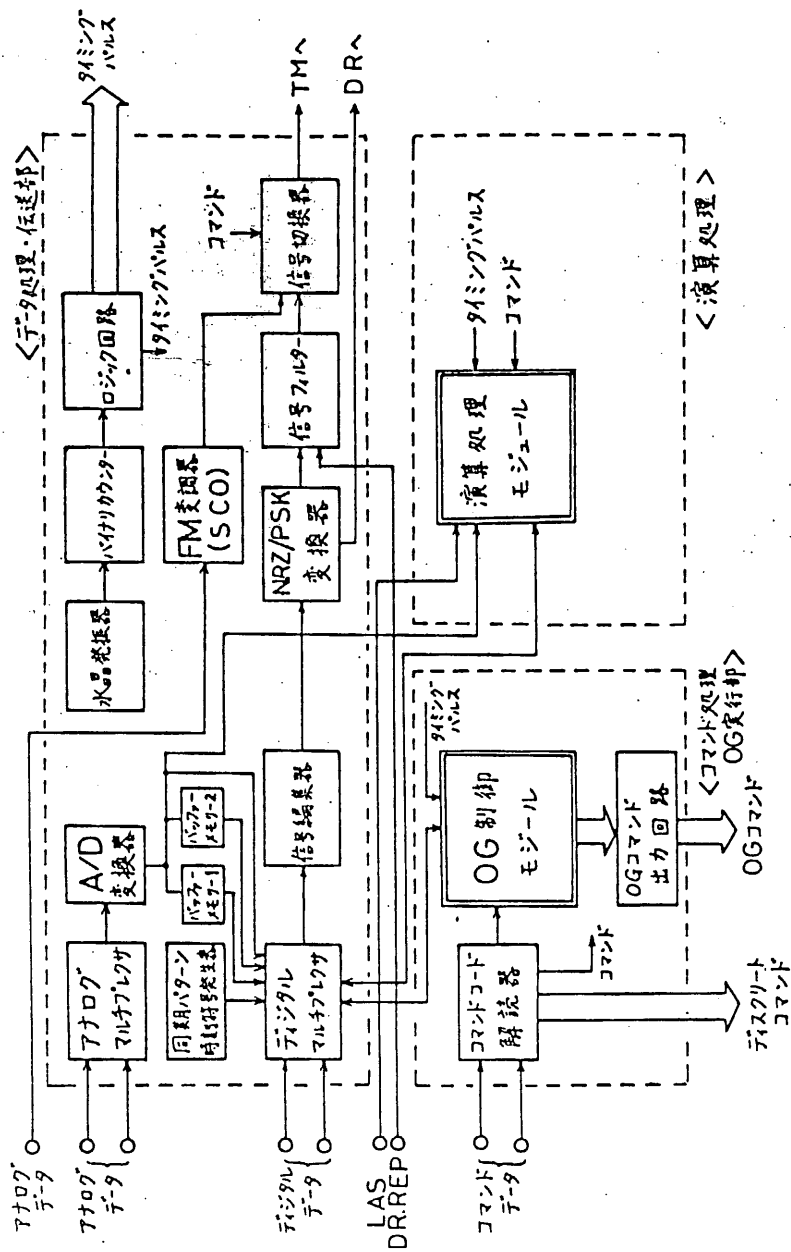
第4-1図にDPUの機能系統図を示す。DPUは大別すると、

- (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 | $W_0 \sim W_2$ [FAF320] |
| 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。

| mode | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------------|-------------|-------------|---------------|---------------|---------|----------------------|-----------------------------|----------------------|---------------------|-----|-----|
| DATA-STATUS | ESP | ESP | ESP | ESP | ESP | ESP | ESP | ESP | ESP | ESP | OGM | OGM | ARM | ARM | ACC | MUM |
| STATUS-1 | PPS (SPW-V) | PPS (SPW-S) | PPS (NPW-M) | PPS (NPW-H) | PPS (NPW-H/NEI) | PPS (NEI) | PPS (NPW-H) | PPS (NPP-S-R) | PPS (NPP-F-R) | LAS | OGM (RAM & 自己診断 ROM) | OGM (OG制御プログラム & 固定 OG-ROM) | ARM (RAM & 自己診断 ROM) | ARM (演算処理プログラム ROM) | ACC | MUM |
| STATUS-2 | IRA ALA | HEP ESP | IRA ALA | HEP ESP | HEP ESP | IRA ALA | HEP ESP | IRA ALA | HEP ESP | IRA ALA | OGM | OGM | ARM | ARM | ACC | MUM |
| STATUS-3 | PPS (SPW-H) | PPS (SPW-H) | PPS (NEI) | PPS (NEI) | PPS (NPW-H/NEI) | PPS (NPW-V) | PPS (NPW-H) | PPS (NPP-S-L) | PPS (NPP-F-L) | LAS | OGM | OGM | ARM | ARM | ACC | MUM |
| STATUS-4 | PPS (SPW-H) | PPS (SPW-H) | PPS (NEI) | PPS (NEI) | PPS (NPW-H/NEI) | PPS (NPW-V) | PPS (NPW-H) | PPS (NPP-S-L) | PPS (NPP-F-L) | LAS | OGM | OGM | ARM | ARM | ACC | MUM |
| STATUS-5 | PPS (SPW-H) | PPS (SPW-H) | PPS (NEI) | PPS (NEI) | PPS (NPW-H/NEI) | PPS (NPW-V) | PPS (NPW-H) | PPS (NPP-S-L) | PPS (NPP-F-L) | LAS | OGM | OGM | ARM | ARM | ACC | MUM |
| STATUS-6 | PPS (SPW-H) | PPS (SPW-H) | PPS (NEI) | PPS (NEI) | PPS (NPW-H/NEI) | PPS (NPW-V) | PPS (NPW-H) | PPS (NPP-S-L) | PPS (NPP-F-L) | LAS | OGM | OGM | ARM | ARM | ACC | MUM |
| STATUS-7 | PPS (SPW-H) | PPS (SPW-H) | PPS (NEI) | PPS (NEI) | PPS (NPW-H/NEI) | PPS (NPW-V) | PPS (NPW-H) | PPS (NPP-S-L) | PPS (NPP-F-L) | LAS | OGM | OGM | ARM | ARM | ACC | MUM |
| STATUS-8 | PPS (SPW-H) | PPS (SPW-H) | PPS (NEI) | PPS (NEI) | PPS (NPW-H/NEI) | PPS (NPW-V) | PPS (NPW-H) | PPS (NPP-S-L) | PPS (NPP-F-L) | LAS | OGM | OGM | ARM | ARM | ACC | MUM |
| STATUS-9 | PPS (SPW-H) | PPS (SPW-H) | PPS (NEI) | PPS (NEI) | PPS (NPW-H/NEI) | PPS (NPW-V) | PPS (NPW-H) | PPS (NPP-S-L) | PPS (NPP-F-L) | LAS | OGM | OGM | ARM | ARM | ACC | MUM |
| STATUS-10 | PPS (SPW-H) | PPS (SPW-H) | PPS (NEI) | PPS (NEI) | PPS (NPW-H/NEI) | PPS (NPW-V) | PPS (NPW-H) | PPS (NPP-S-L) | PPS (NPP-F-L) | LAS | OGM | OGM | ARM | ARM | ACC | MUM |
| STATUS-11 | PPS (SPW-H) | PPS (SPW-H) | PPS (NEI) | PPS (NEI) | PPS (NPW-H/NEI) | PPS (NPW-V) | PPS (NPW-H) | PPS (NPP-S-L) | PPS (NPP-F-L) | LAS | OGM | OGM | ARM | ARM | ACC | MUM |
| STATUS-12 | PPS (SPW-H) | PPS (SPW-H) | PPS (NEI) | PPS (NEI) | PPS (NPW-H/NEI) | PPS (NPW-V) | PPS (NPW-H) | PPS (NPP-S-L) | PPS (NPP-F-L) | LAS | OGM | OGM | ARM | ARM | ACC | MUM |
| STATUS-13 | PPS (SPW-H) | PPS (SPW-H) | PPS (NEI) | PPS (NEI) | PPS (NPW-H/NEI) | PPS (NPW-V) | PPS (NPW-H) | PPS (NPP-S-L) | PPS (NPP-F-L) | LAS | OGM | OGM | ARM | ARM | ACC | MUM |
| STATUS-14 | PPS (SPW-H) | PPS (SPW-H) | PPS (NEI) | PPS (NEI) | PPS (NPW-H/NEI) | PPS (NPW-V) | PPS (NPW-H) | PPS (NPP-S-L) | PPS (NPP-F-L) | LAS | OGM | OGM | ARM | ARM | ACC | MUM |
| STATUS-15 | PPS (SPW-H) | PPS (SPW-H) | PPS (NEI) | PPS (NEI) | PPS (NPW-H/NEI) | PPS (NPW-V) | PPS (NPW-H) | PPS (NPP-S-L) | PPS (NPP-F-L) | LAS | OGM | OGM | ARM | ARM | ACC | MUM |

※:PI-STATUS-1 PLK DATA ※:PI-STATUS-2, HK

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DDCコマンドと2回指令によって動作するPDCコマンドとがある。DDC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。PDCコマンドにはPDC-1およびPDC-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WRITE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EXECUTE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BLOCKコマンドが実行される。

2.2.2 OGコマンド

OG (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。OG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OG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OGコマンドはDPU内のROMにあらかじめ書き込まれている他、任意の32個のOGコマンドを地上からDPU内のRAMに書き込むことができる。

実行させるOG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。

OG制御モジュールは、CPU2台により冗長構成された制御用マイクロコンピュータ(CDP1802:RCA)であり、上述のOGコマンドの実行処理を行い、OG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

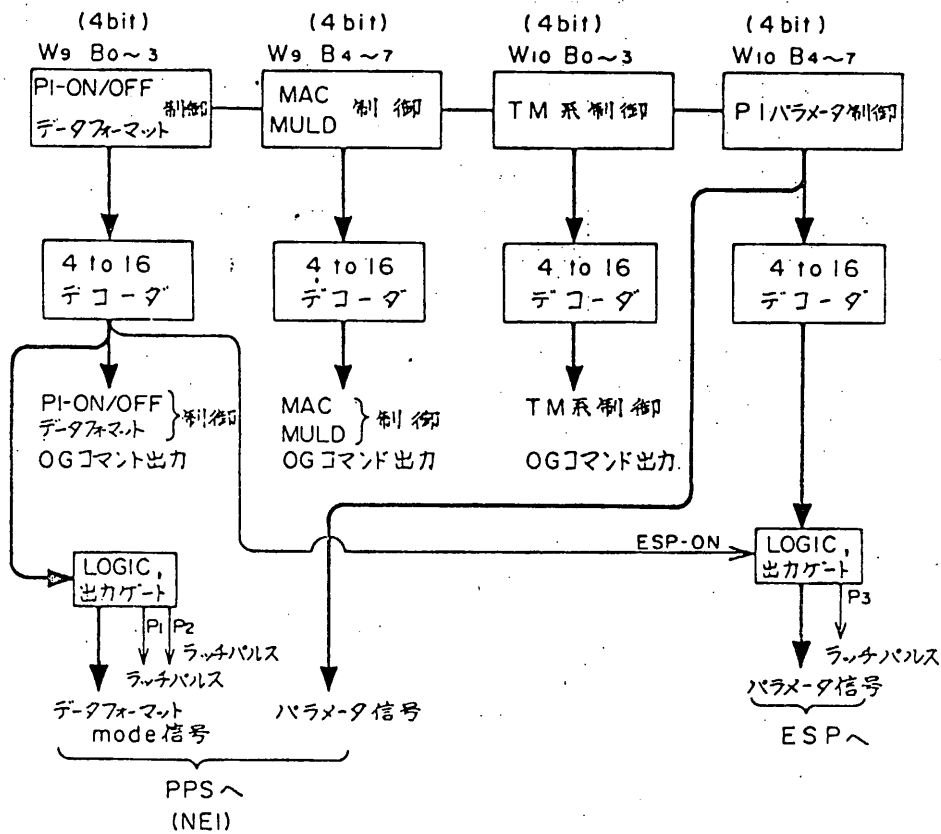
演算処理部では、LAS(大気周縁赤外分光観測装置)より送られてくる観測データの演算処理を行い、その結果をデータ処理・伝送部に送出する。

演算処理モジュールはCPU1台において構成されたマイクロコンピュータである。CPU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16 bit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ータ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 | | | | | | | | | | | ブロック 2 | | | ブロック 3 | | | | | | ブロック 4 | |
|----------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------|---------------------------------|------|------|----------------------------------|----------|-----|------------------|------------------|-----------------------------|----------------------------------|----------------------|
| W ₉ B ₀₋₃₃ | 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 | 表 1.6.17.1 ～ 9 参照 |
| 1 | Ⓢ | Ⓢ | Ⓢ | Ⓢ | Ⓢ | OFF | Ⓢ | OFF | OFF | 0 | 1 | — | ON ⊕ | 1 | High | OFF | — | — | — | 1 | |
| 2 | Ⓢ | Ⓢ | Ⓢ | Ⓢ | Ⓢ | OFF | Ⓢ | OFF | OFF | 2 | 2 | — | ON ⊖ | 2 | Low | OFF | — | — | — | 2 | |
| 3 | Ⓢ | Ⓢ | Ⓢ | Ⓢ | Ⓢ | OFF | OFF | OFF | OFF | 7 | 3 | — | OFF | 3 | High | REC | OFF Real 伝送 | ON Reaol 伝送 | — | 3 | |
| 4 | Ⓢ | Ⓢ | Ⓢ | OFF | OFF | Ⓢ | Ⓢ | OFF | OFF | 1 | 4 | ON ⊕ | — | 4 | Low | REC | OFF Real 伝送 | ON Real 伝送 | — | 4 | |
| 5 | Ⓢ | Ⓢ | Ⓢ | OFF | OFF | Ⓢ | Ⓢ | OFF | OFF | 3 | 5 | ON ⊖ | — | 5 | — | REP | UP Storage 伝送 | UP Real 伝送 | — | 5 | |
| 6 | Ⓢ | Ⓢ | Ⓢ | OFF | OFF | Ⓢ | OFF | OFF | OFF | 8 | 6 | OFF | — | 6 | — | REP | UP Real 伝送 | UP Storage 伝送 | — | 6 | |
| 7 | Ⓢ | Ⓢ | Ⓢ | Ⓢ | Ⓢ | Ⓢ | Ⓢ | Ⓢ | OFF | 4 | 7 | — | — | 7 | — | OFF | OFF Real 伝送 | ON Real 伝送 | — | 7 | |
| 8 | Ⓢ | Ⓢ | Ⓢ | Ⓢ | Ⓢ | OFF | Ⓢ | Ⓢ | OFF | 5 | 8 | — | — | 8 | — | — | ON→UP | — | — | 8 | |
| 9 | Ⓢ | Ⓢ | Ⓢ | OFF | OFF | Ⓢ | Ⓢ | Ⓢ | OFF | 6 | 9 | — | — | 9 | — | — | — | UP | — | 9 | |
| A | OFF | OFF | OFF | Ⓢ | Ⓢ | OFF | OFF | OFF | Ⓢ | 9 | A | — | — | A | — | — | — | ON | — | 10 | |
| B | OFF | OFF | OFF | Ⓢ | OFF | OFF | OFF | OFF | Ⓢ | 5 | B | — | — | B | — | — | — | — | UANT-A SANT-A | 11 | |
| C | OFF | Ⓢ | Ⓢ | OFF | OFF | OFF | OFF | OFF | OFF | 5 | C | — | — | C | — | — | — | — | UANT-B SANT-B | 12 | |
| D | Ⓢ | Ⓢ | OFF | OFF | OFF | OFF | OFF | OFF | OFF | 6 | D | — | — | D | — | OFF | OFF | ON | HK, ACC, NSAS GASSAS-OFF | 13 | |
| E | OFF | OFF | OFF | OFF | OFF | OFF | OFF | OFF | OFF | (AKI-OG) | E | — | — | E | — | — | — | — | — | 14 | |
| F | OFF | OFF | OFF | OFF | OFF | OFF | OFF | OFF | OFF | (EOCC) | F | — | — | F | — | — | — | — | — | 15 | |

(注) —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 A C E

— 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ン制御系の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、ノンスピンの太陽姿勢計(NSAS)と地磁気検出計(GAS)を利用する。また、アクチュエーターとしては、スピン軸方向制御コイル(MACコイル)及びスピン速度制御コイル(MULDコイル)を利用する。

デスピン制御系の目的は、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(GYR)でアクチュエーターとしてはスキャンホイールを利用している。

その他、軌道投入時のスピンレート(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、スピンモード時の太陽角検出及びスピン周期検出に利用されるスピン型太陽姿勢系(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。

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、非スピン型高精度太陽センサ（NSAS）の電源ON/OFF及び太陽角テレメトリの機能も含まれている。

5.1.3 機能

図 2.1.2-1 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 α 、 β ；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

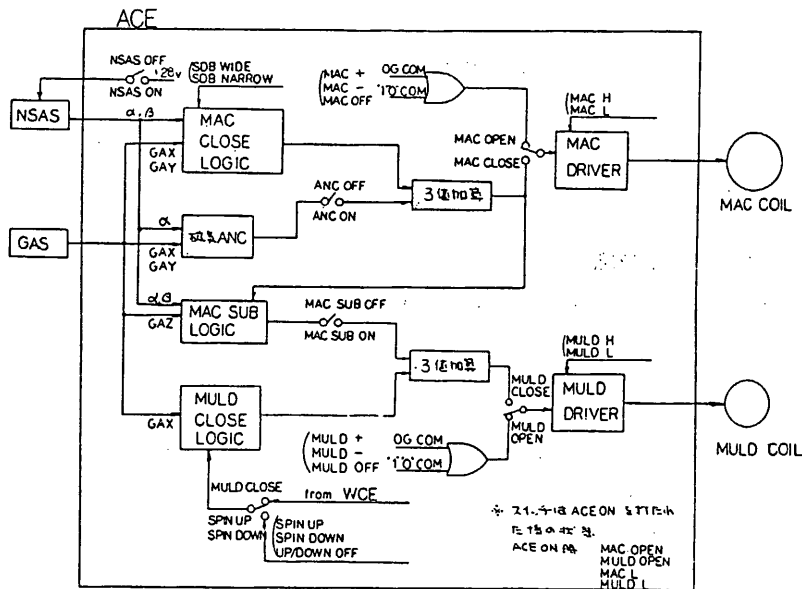


図 2.1.2-1 磁気姿勢制御装置機能系統図

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 α , β , 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 α -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畳させている。

(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。 α , β , 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畳させている。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 (α , β)

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)

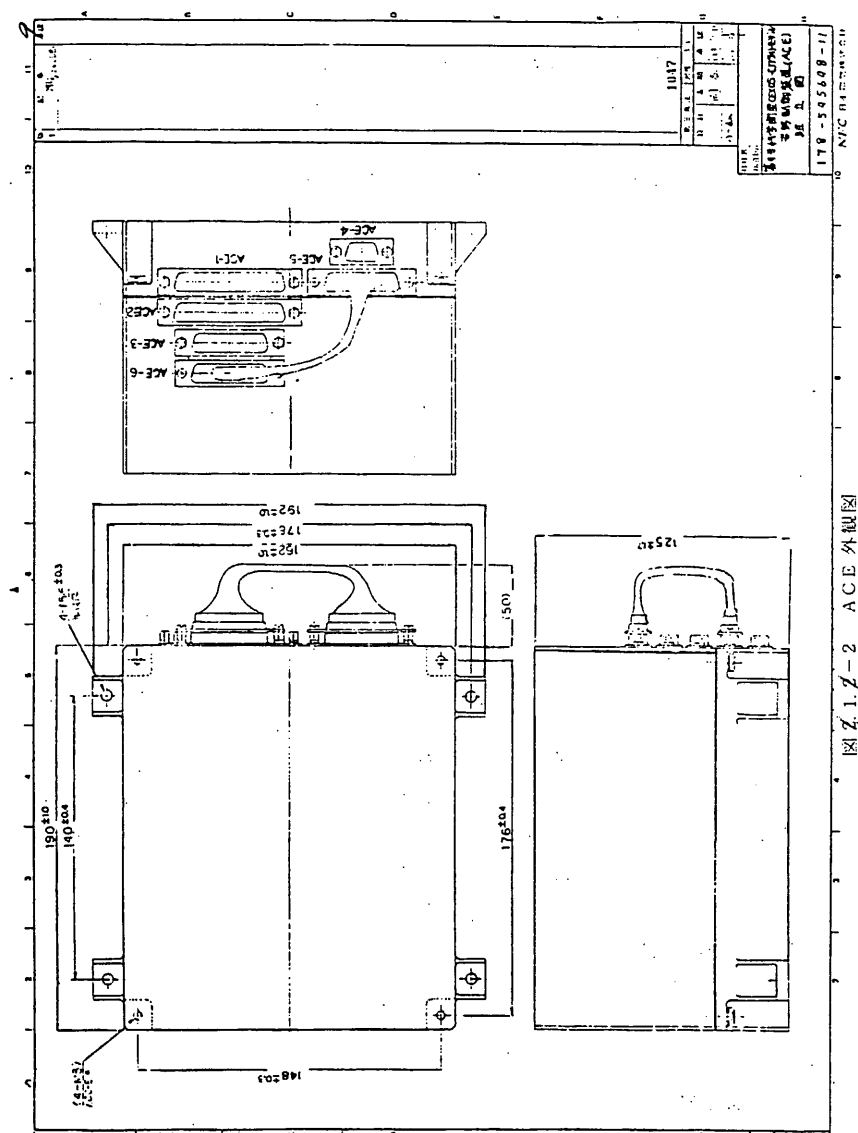
(3) 入力センサ信号処理レート (NSAS, GAS, WCE)

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 $1/62.8 \text{ sec}$

(5) ニューテーション デッドバンド (α 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のスピンの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軸方向制御機能を有し、衛星のスピンの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軸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、電氣的・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氣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の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 ϕ 680
- ・矩形断面外径 \square 20.5%

(2) コイル部

- ・使用線材 SBW-A ϵ -0PVF

- ・コイル線径 導体径：φ 0.70
標準外径：φ 0.78
 - ・コイル線長 $\approx 1177\text{ m}$
 - ・コイル巻数 551 turns/coil
 - ・矩形断面外径 $\square 16.5\%$
 - ・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

スピンの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 スピンの軸と垂直な面内に設置

5.3.1 概 要

MULDコイル(MAGNETIC UNLOADING CONTROL COIL)はEXOS-Cのスピン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速度制御機能を有し、衛星のスピン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 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氣的・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氣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-A ℓ -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 $\approx 741\text{ m}$
- ・コイル巻線 786 turns/coil
- ・矩形断面外径 $\square 20\%$
- ・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) 電氣的性能

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

(2) 機械的性能

- ・外形・寸法 図 5.3-1 の MUL D 外觀図に示す。
- ・重量 1.2 KGW
- ・配置 スピン軸と平行な面内に設置

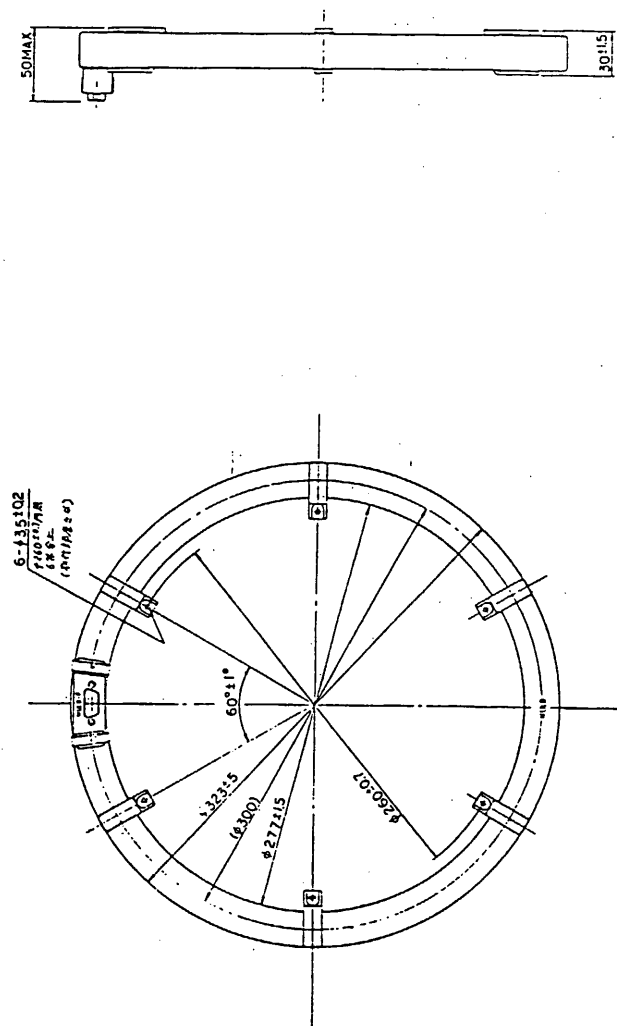


図 5.3'-1 MUL.D.コイル外觀図

5.4 GCM、RMM

— 広 川 —

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（RMM）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の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 AL
- ・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。

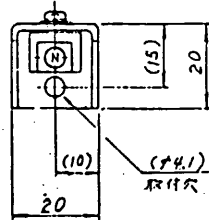
(1) 磁気的性能

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

(2) 機械的性能

・外形・寸法

図 5.4-1 補正用磁石外觀図に示す。



注 1. 本品を構体側に取り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。

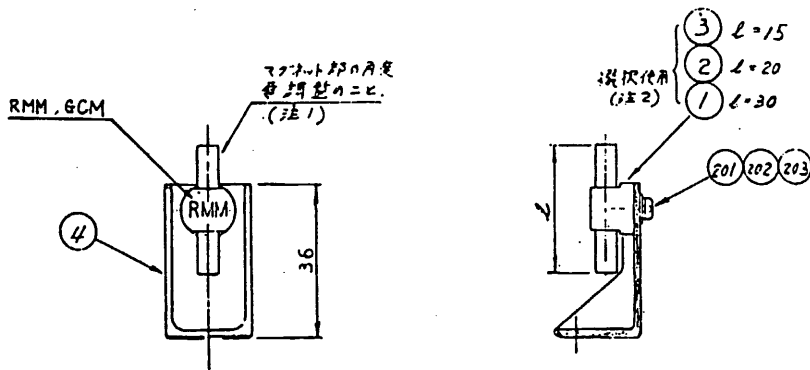


図 5.4-1 補正用磁石外觀図

- ・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、衛星のスピン軸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軸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、スピン軸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パン制御を行う。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

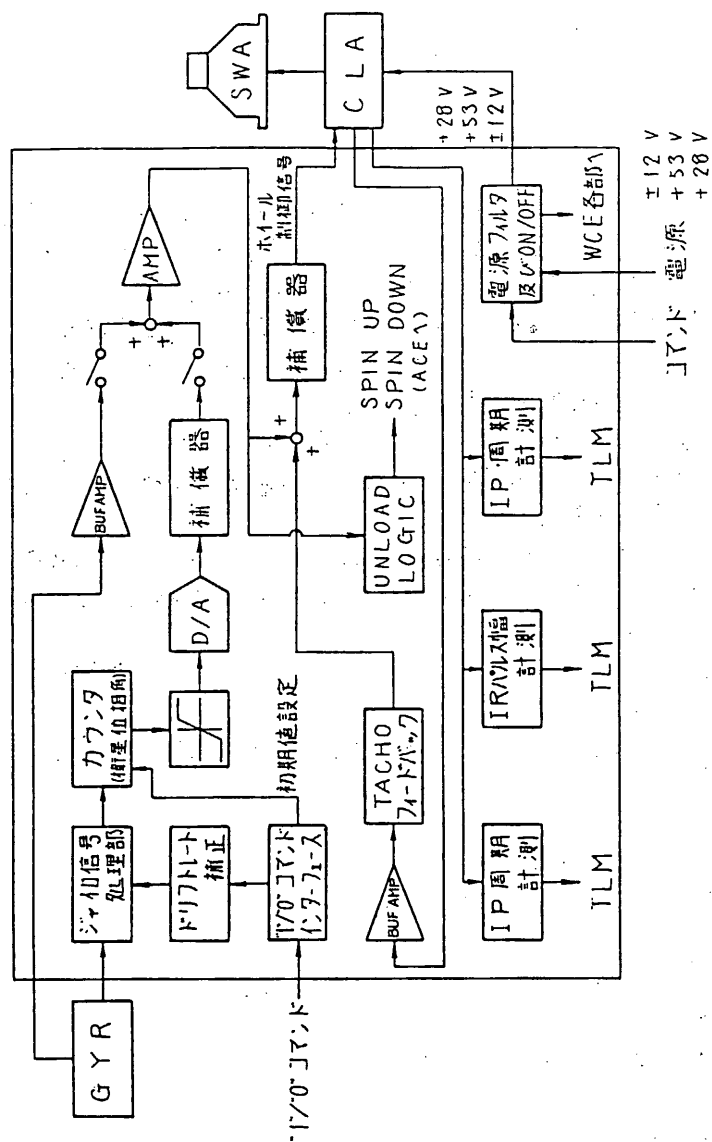
WHEELの回転数を地上からの1/0コマンドで設定した値にする。

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。



ジャイロ信号処理部では、ジャイロ (GYR) 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、補償器を通して、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 (SWA/CLA) からのアナログタコメータ信号と共に加算され、補償器を通してホイール制御信号として、SWA/CLAに供給される。

SWA/CLAから出力されるIP、IR信号については、その16コ分のIPパルス周期、16コ分のIRパルス幅、又16コ分のIP/IR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) GYR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 sec/bit) |
| ドリフト補正 | $0 \sim 0.747 \text{ deg/H}$ |
| アナログレート | $-217 \text{ V} \cdot \text{sec/rad}$ |

2) 位相角制御

| | |
|------|-------------------------|
| 線形領域 | $\pm 1.707 \text{ deg}$ |
| GAIN | 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 |
| IP周期 | $0 \sim 62.5 \text{ msec}$ |
| IPパルス幅 | $0 \sim 62.5 \text{ msec}$ |
| IP/IR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

WCE-ON (X5, Y3)

ホイール制御装置の電源をONする。

TACHO-Zモードを設定する。

SWA/CLAに+28V以外の電源を供給する。

WCE-OFF (X5, Y4)

ホイール制御装置の電源をOFFにする。

ホイール ROTATION (X7, Y5)

SWA/CLAに+28Vを供給し、ホイールを起動する。

ホイール/GYR STOP (X7, Y6)

SWA/CLAの+28V電源をOFFし、ホイールをSTOPさせる

NORMAL CONT (X5, Y5)

ホイール制御モードをNORMAL MODEに設定する。

RATE CONT (X5, Y6)

ホイール制御モードをRATE MODEに設定する。

TACHO-1 CONT (X7, Y3)

ホイール制御モードをTACHO-1 MODEに設定する。

TACHO-2 CONT (X7, Y4)

ホイール制御モードをTACHO-2 MODEに設定する。

WCE-WRITE (X6, Y3)

1/0コマンドをWCEに取り込む

WCE-EXECUTE

1/0コマンドを実行する。

DATA 1

データ "1" を1/0コマンドレジスタに書き込む。

DATA 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

| デジタルステータス | |
|---|--------------------|
| F _{8n+1} W ₅ B ₅ | WCE - ON / OFF |
| F _{8n+1} W ₆ B ₆ | WHEEL - RUN / STOP |
| F _{8n+4} W ₇ B ₇ | WCE - WRITE |

| デジタルステータス | |
|--|----------------------|
| F _{8n+3} W ₁₁ B ₀ | NORMAL E-T |
| " B ₁ | RATE E-T |
| " B ₂ | TACHO-1 E-T |
| " B ₃ | TACHO-2 E-T |
| " B ₄ | UNLOAD SPIN UP |
| " B ₅ | UNLOAD SPIN DOWN |
| " B ₆ | "I/O" E-T 初期値/トリガ |
| " B ₇ | トリガ補正極性 + / - |

| デジタルPCMデータ | |
|---|------------------|
| F _{8n+3} W _{12,13} | "I/O" コント E-T |
| F _{8n+4} W _{11,12} | 検分カウンタ 初期値 |
| F _{8n+5} W _{11,12,13} | 検分カウンタ 出力 |
| F _{8n+5} W ₁₄ | トリガ補正量 |
| F _{8n+6} W _{11,12} | IP 周期 |
| F _{8n+6} W _{13,14} | IR パルス幅 |
| F _{8n+7} W _{11,12} | IP/TR 位相差 |

| アナログ PCM データ | |
|------------------------------------|----------|
| F _{16n+2} W ₁₅ | E-T - 電圧 |
| F _{16n+3} W ₁₅ | ホイル制御電圧 |
| F _{16n+4} W ₁₅ | タコメータ電圧 |

| アナログ HK データ | |
|-----------------------------------|----------|
| F _{4n+15} W ₆ | E-T - 温度 |

5. 形 状

WCE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WCEを通じてSWA/CLA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)

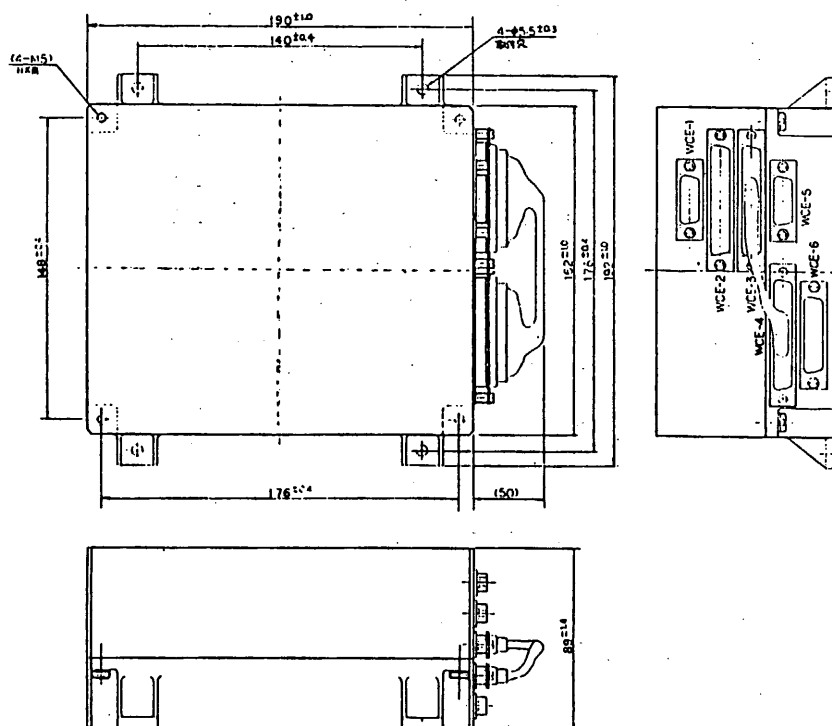


図5.5-2 ホイール制御装置外観図

5.6 SWA/CLA

— 広 川 —

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増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ト・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ンカル・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 ² |
| ロータ部回転数 | 2000±300RPM |
| 蓄積角運動量（2000 RPM） | 18.43 Nms |

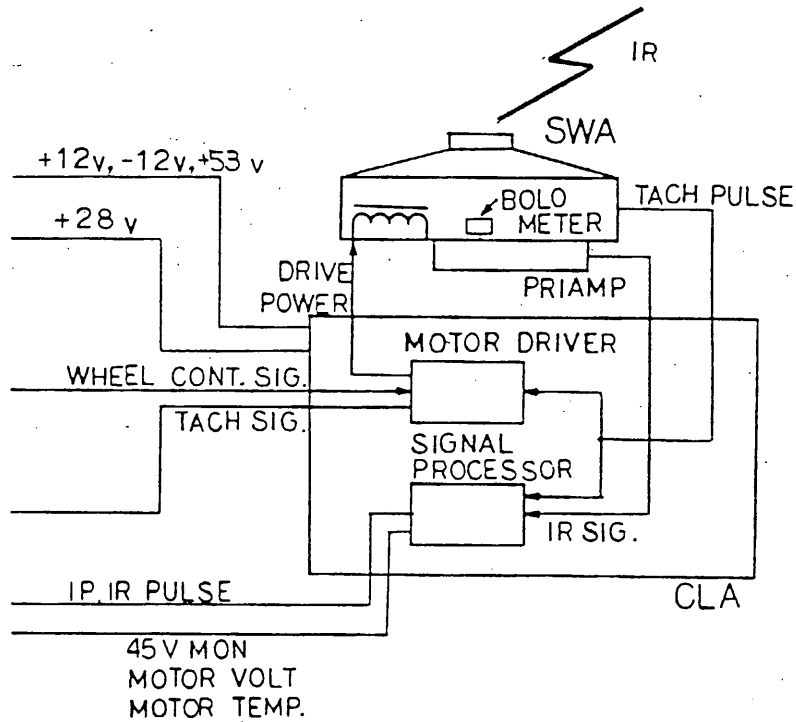


図 5.6 - 1 スキャンホイールブロック図

| | |
|---------|-----------|
| 最大発生トルク | ± 3 oz-in |
| 重量 | 1.15 kg |

CLA

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° |

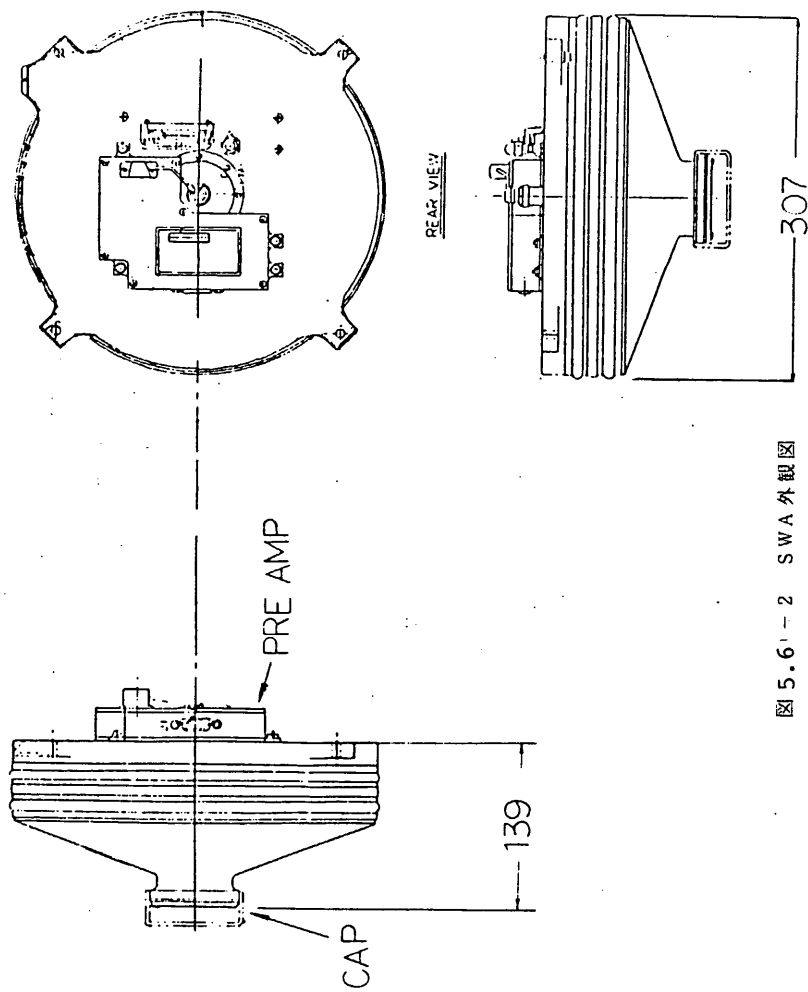


图 5.6' - 2 SWA 外觀圖

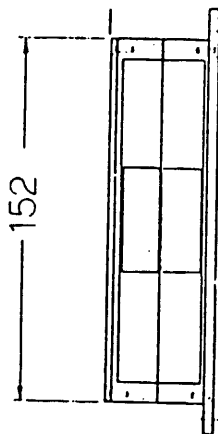
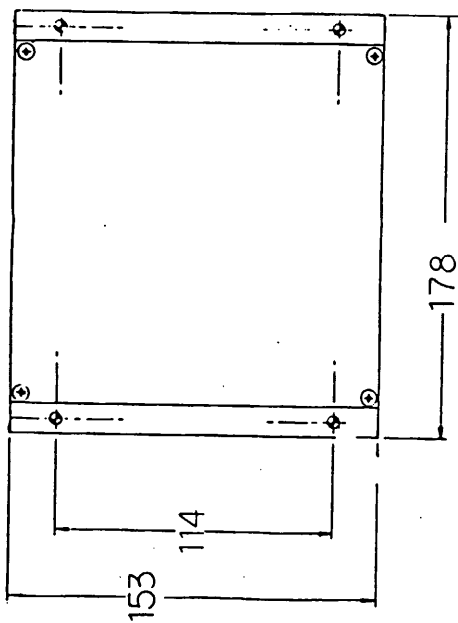
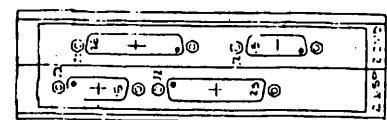
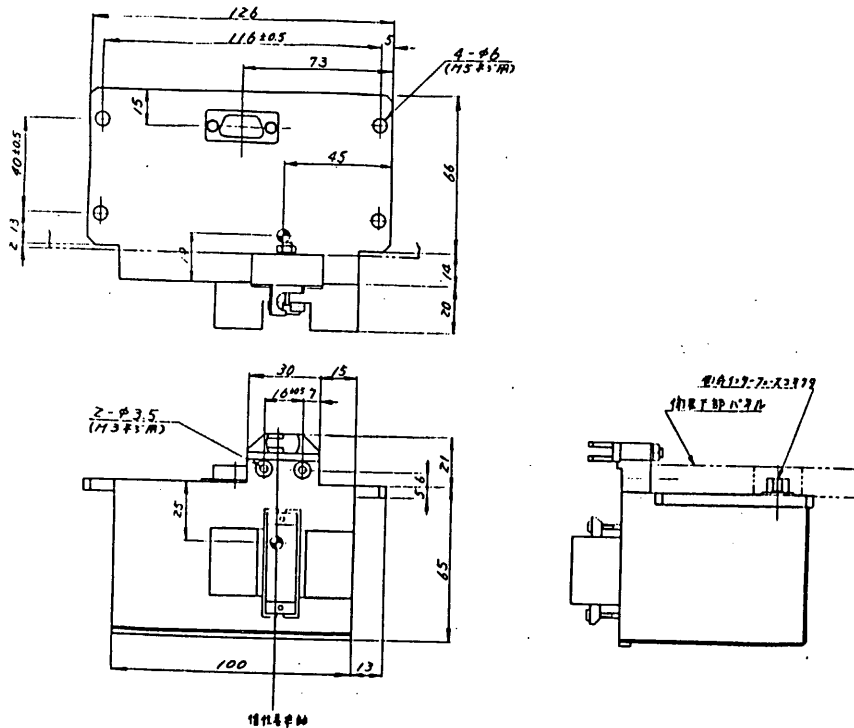


图 5.61-3 CLA 外觀圖

5.7 Y0-Y0

上 杉

EXOS-CKあつは、ASTRO-Bと同方式のY0-Y0が用い
られてゐる。このY0-Y0は、ASTRO-Bで初めて採用したものぞ、マスの
離脱機構を二重系とし、冗長性を持たせてゐる。オ1図に外觀図を示す。



オ1図 EXOS-C Y0-Y0 外觀図

Y0-Y0 マスの重量は、ASTRO-AおよびASTRO-Bの経験
から新たに導入した算定方式*に従つて決定した。以下にEXOS-C Y0-Y0

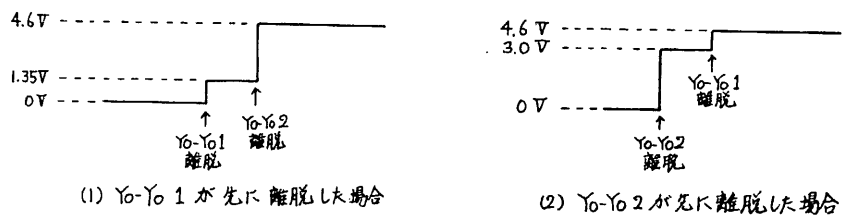
* 「Y0-Y0の運動解析」 SES-TN-83-004 上杉

のパラメータを示す。

| | |
|---|-------------------|
| 初期スピンの数 ω_0 (rpm) : | 128 |
| YO-YO作動後スピンの数 ω_s (rpm) : | 6.4 |
| スピンの減速率 $\alpha = \omega_s / \omega_0$: | 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 |
| ターンバックルまでのワイヤー長 l_t (m) : | 8.040 |
| ワイヤー重量 W_c (gr) : | 93.42 |
| ターンバックル重量 W_t (gr) : | 6.0 |
| ワイヤーのヤング率 (kg/cm^2) : | 5.3×10^5 |
| 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 W_m は、 122.26 gr^{**} となる。

EXOS-Cにあっても、ASTRO-Bと同様、YO-YO 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ーに働く張力を 30.25 kg とし、ワイヤー全長が 2.5 cm (ターンバックル部まで 2.4 cm) 伸びる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に搭載する環境計測装置(HK)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。

HKのチャンネル数は64チャンネルと32チャンネルの2系統があり、合計96チャンネルでも内部は温度71点、電源系10点、PI系11点および校正電圧が各系統毎に2点ずつの計4点であり、2系統が同一の値域に納められている。

温度の測定には白金温度センサを用いている。

HKはアンプ部、切換定数部、デコード部、増巾部および定電圧部より構成されている。

HKに入力した信号はアンプ部で減衰し、各々入力レベルを合わせる。デコード部ではDPUからコントロールバス7ビットを受けHK内部のコントロールバスを作っている。切換定数部ではデコード部からコントロールバスでFETを用いたアナログスイッチを順次切り変えて96項目の並列データを直列データに変換しているが、HKワードがW6とW95に分かれているため、フレーム前半は64チャンネル(W6)のデータに、後半は32チャンネル(W95)のデータに切換え、同一のラインにしている。増巾部では、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レベルまで増巾し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 | 15 | 白金センサ |
| | 電圧センサ | 7 | 積炭抵抗 |
| 付属品 | 計測用コネクタ | 8 | |

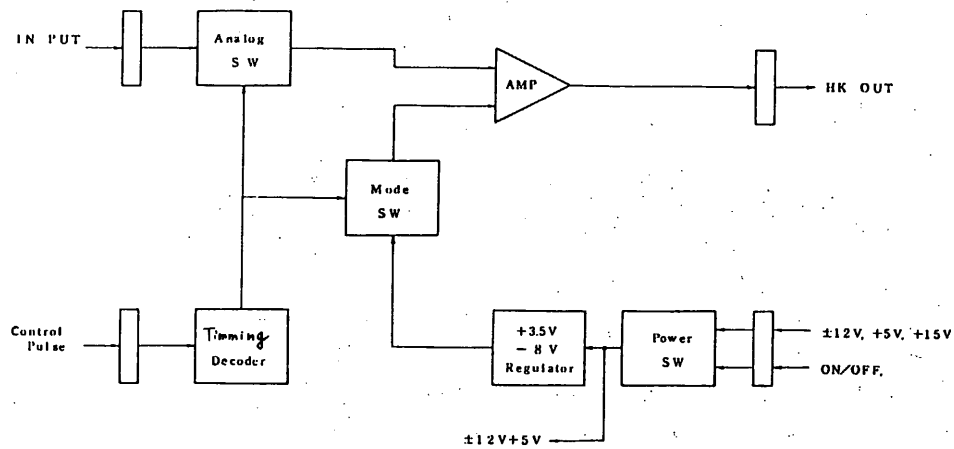


図1 HKブロック図

3.性能

3.1 電氣的性能

3.1.1 電圧測定系

- (1) 測定範囲 : 測定項目参照
- (2) 測定方法 : 抵抗分圧
- (3) 出力電圧精度 : $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ において
 $0\text{ V} : \pm 0.06\text{ V}$
 $3\text{ V} : \pm 0.09\text{ V}$

- (4) 検出器 : MFA10 k Ω CT1A \times 6

(電源系のみ)

3.1.2 温度測定系

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

3.1.3 総 合

- (1) 周波数特性 : DC~200Hz (± 1 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 : 100Ω 以下
- (5) コントロールレグス 電圧 : " 1 " $2.0\sim 5.5\text{V}$
: " 0 " $0.9\sim 0\text{V}$
- (6) コントロールパルス受けインピーダンス :
" 1 " $5\text{M}\Omega$ 以上 (4.5V)
" 0 " $5\text{M}\Omega$ 以上 (0.2V)
- (7) 出力立ち上がり時間遅れ : $100\mu\text{S}$ 以下
- (8) コマンドパルス電圧 : $10\sim 17\text{V}$
- (9) コマンド受けインピーダンス :
HK-ON $250\Omega\pm 10\%$
HK-OFF $250\Omega\pm 10\%$
- 00 校 正 電 圧 : CAL-A $\begin{cases} 0.5\text{V}\pm 1\% & (23\pm 2^{\circ}\text{C}) \\ 0.5\text{V}\pm 3\% & (-30\sim+60^{\circ}\text{C}) \end{cases}$
C $\begin{cases} 2.5\text{V}\pm 1\% & (23\pm 2^{\circ}\text{C}) \\ 2.5\text{V}\pm 3\% & (-30\sim+60^{\circ}\text{C}) \end{cases}$
CAL-B $\begin{cases} 2.5\text{V}\pm 1\% & (23\pm 2^{\circ}\text{C}) \\ 2.5\text{V}\pm 3\% & (-30\sim+60^{\circ}\text{C}) \end{cases}$
D $\begin{cases} 2.5\text{V}\pm 1\% & (23\pm 2^{\circ}\text{C}) \\ 2.5\text{V}\pm 3\% & (-30\sim+60^{\circ}\text{C}) \end{cases}$
- 01 入力電圧, 消費電流 : $+12\text{V}\pm 4\%$ 10mA 以下
 $+ 5\text{V}\pm 5\%$ 140mA 以下
 $-12\text{V}\pm 4\%$ 30mA 以下
- 02 外 部 操 作 : HK-ON
(CM) HK-OFF
- 03 ア ン サ 信 号 : な し

3.2 機 械 的 性 能

- (1) 外形寸法 : $190^{+2}\times 162^{+2}\times 75^{+1}(\text{mm})$
(コネクタ・ビスを除く)
- (2) 重 量 : 1.800g 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℃ | LAS分岐器 |
| 1 | CAL-B | | ↓ | 33 | 20 | | LASチョッパ |
| 2 | ES-28P | 0~+35V | +28V出力電圧 | 34 | 21 | | ALAオゾンセンサ |
| 3 | ES-15P | 0~+20V | +15V | 35 | 22 | | ALAIPDフィルセンサ |
| 4 | ES-12P | 0~+15V | +12V | 36 | 23 | | ESPLEセンサ |
| 5 | ES-5P | 0~+7.5V | +5V | 37 | 24 | | ESPHEセンサ |
| 6 | ES-12N | 0~-12V | -12V ↓ | 38 | 25 | | ESPHJセンサ |
| 7 | EP-P | 0~+30V | BUS電圧 | 39 | TH-1 | -150~+150℃ | SHNT-Eケース |
| 8 | BAT-V | 0~+30V | BAT電圧 | 40 | 2 | | SSASセンサ |
| 9 | Ic-P | 0~+8A | SC出力電流 | 41 | 3 | | GASセンサ |
| 10 | | | | 42 | 4 | | |
| 11 | Id-P | -6~+6A | BAT充放電電流 | 43 | 5 | | パドル1表面 |
| 12 | Pbs BIAS | | IRA Pbs BIAS電圧 | 44 | 6 | | パドル1裏面 |
| 13 | CHOPPER MONI | | IRA チョッパモータ | 45 | 7 | | 上部パネル内側 |
| 14 | TL-1 | | DR ケース | 46 | 8 | | 上部シェルフ上部 |
| 15 | 2 | | SWA ケース | 47 | 9 | | 下部シェルフ上部 |
| 16 | 3 | -50~+70℃ | CNV-A ケース | 48 | 10 | | 下部パネル内側 |
| 17 | 4 | | CNV-B ケース | 49 | 11 | | スラストチューブ中部内側 |
| 18 | 5 | | BAT セル | 50 | 12 | | スラストチューブ下部内側 |
| 19 | 6 | | BAT セル | 51 | 13 | | 底部パネル内側 |
| 20 | 7 | | SBP ケース | 52 | 14 | | 側面パネル⑨下部内側 |
| 21 | 8 | | TMS ケース | 53 | 15 | | ④上部内側 |
| 22 | 9 | | LCE ケース | 54 | 16 | | ④中部内側 |
| 23 | 10 | | GYRモータ1 | 55 | 17 | | ④下部内側 |
| 24 | 11 | | GYRモータ2 | 56 | 18 | | ⑤下部内側 |
| 25 | 12 | | MUM ケース | 57 | 19 | | ⑥上部内側 |
| 26 | 13 | | | 58 | 20 | | ⑥中部内側 |
| 27 | 14 | | DPU ケース | 59 | 21 | | ⑥下部内側 |
| 28 | 15 | | ND-1 | 60 | TL-26 | -30~+70℃ | LOV-1バイメタル |
| 29 | 16 | | BUV センサ | 61 | 27 | | LOV-2 |
| 30 | 17 | | HEP-E ケース | 62 | 28 | | LOV-3 |
| 31 | 18 | | IRA センサ | 63 | 29 | | LOV-4 ↓ |

W95 HKチャネル配分

| 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入電圧 |
| 7 | DRIVER - A1 | | PPS DRIVER-A電圧 |
| 8 | AZ | | A ₂ 電圧 |
| 9 | B1 | | B ₁ 電圧 |
| 10 | B2 | | B ₂ 電圧 |
| 11 | TL - 30 | -50 ~ +70°C | PLR FILTER |
| 12 | 31 | | Pre-AMP |
| 13 | 32 | | PPS Vc0 |
| 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-2 |
| 20 | 39 | | REG-3 |
| 21 | 40 | | REG-4 |
| 22 | 41 | | NEI Pre-AMP |
| 23 | TH - 22 | -25 ~ +110°C | SCMセル Z |
| 24 | 23 | | セル 3 |
| 25 | 24 | | セル 6 |
| 26 | 25 | -150 ~ +150°C | PPS ANT-A1 |
| 27 | 26 | | ANT-A2 |
| 28 | 27 | | ANT-B ₁ |
| 29 | 28 | | ANT-B ₂ |
| 30 | 29 | | SHNT-RZ |
| 31 | 30 | | PDMレンジ |

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 θ 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 θ 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_4 ・ Z_4 , スピン周期のSP, 振動加速度の V_2 の計測項目からなっている。

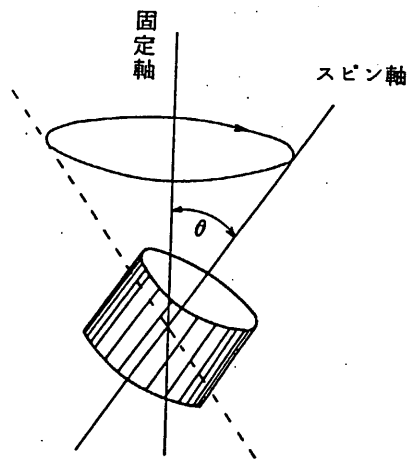


図1 プリセッション運動

1) YSA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。YSA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DP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) XSA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XSAの出力をDPに送り切り切離し後SPの出力をDPに送るようになっている。

3) Y_4 ・ Z_4 は検出部増幅部より構成され、その出力はSDコネクタを通して B_2-PL のテレメータに送られている。

SPは Z_4 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XSAとチャンネル切換される。

4) V_2 は検出器と増幅部で構成され、その出力はSDコネクタを通して B_2-PL におくられる。 B_2-PL からのCAL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_2-PL のテレメータに送られる Y_4 、 V_2 および Z_4 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DP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 ₄ | 1 | 官 給 品 |
| | Z ₄ | 1 | 官 給 品 |
| | V ₂ | 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

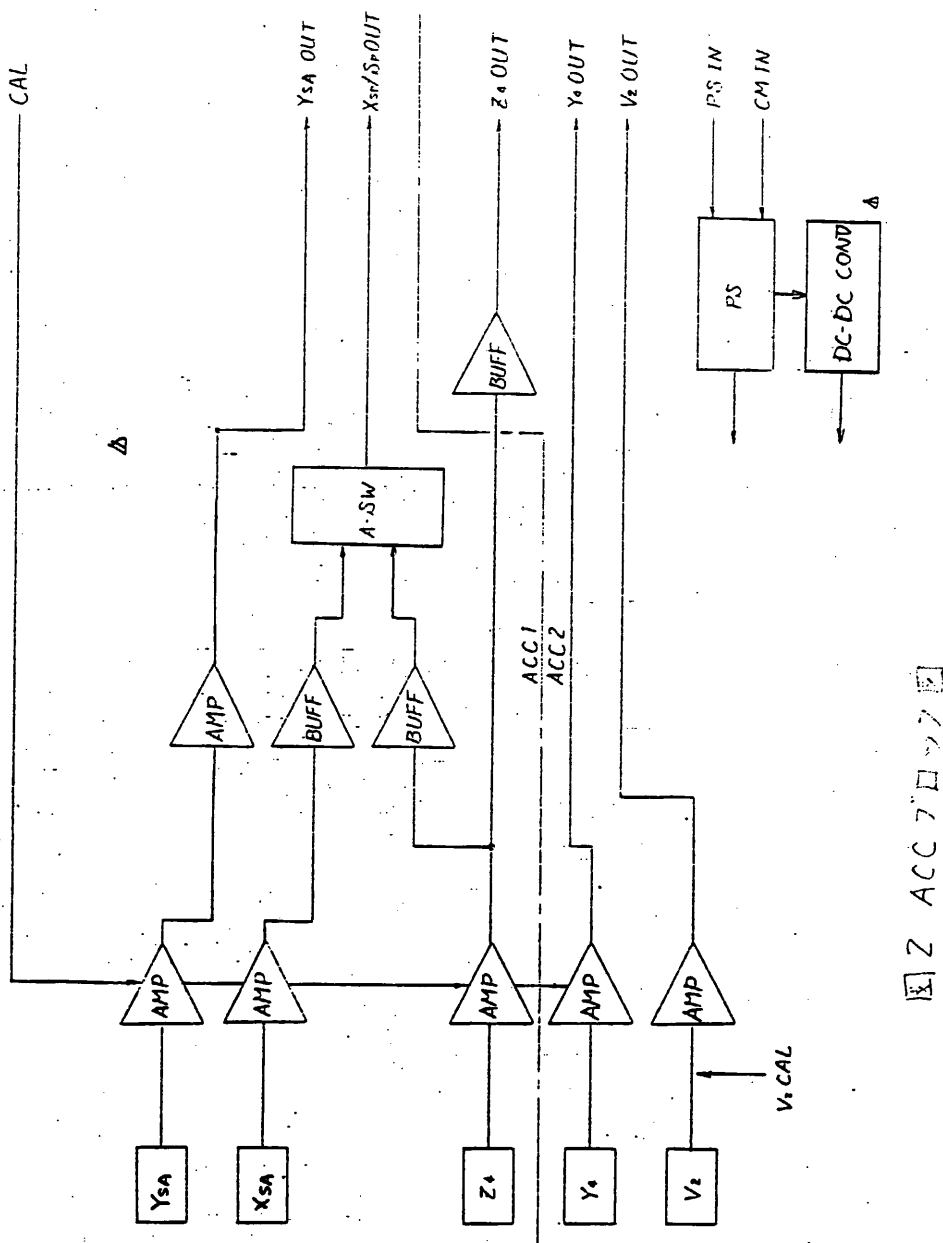


Fig 2 ACC 7 7 7 7

3. 構 成

3. 1 電氣的性能

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 : $\pm 10\%$
- (3) 周 波 数 特 性 : $DC \sim 16\text{ Hz} \pm 30\% (-3\text{ db})$
- (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 : $-5 \sim +20\text{ G}$
- (2) 測 定 精 度 : $\pm 3\% \text{ FS}$
- (3) 周 波 数 特 性 : $DC \sim 200\text{ Hz} (-0.5\text{ db以内})$
- (4) 定 格 出 力 電 圧 : $5\text{ V} \pm 1\%$
- (5) 出カインピーダンス : 100Ω 以下
- (6) 校 正 出 力 電 圧 : $5\text{ V} \pm 1\%$
- (7) 出力電圧温度ドリフト: $\pm 200\text{ mV} (-10 \sim +50^\circ\text{C})$ 以内
- (8) 出力電圧経時ドリフト: $\pm 50\text{ mV}$ 以内
- (9) 検 出 器 : 4-202-0001 $\pm 20\text{ G}$

3. 1. 3 Y₄Z₄

- (1) 測 定 範 囲 : $-5 \sim +5\text{ G}$
- (2) 測 定 精 度 : $\pm 3\% \text{ FS}$
- (3) 周 波 数 特 性 : $DC \sim 120\text{ Hz} (-0.5\text{ db以内})$
- (4) 定 格 出 力 電 圧 : $5\text{ V} \pm 1\%$
- (5) 出カインピーダンス : 100Ω 以下
- (6) 校 正 出 力 電 圧 : $5\text{ V} \pm 1\%$
- (7) 出力電圧温度ドリフト: $\pm 200\text{ mV} (-10 \sim +50^\circ\text{C})$ 以内
- (8) 出力電圧経時ドリフト: $\pm 50\text{ mV}$ 以内

- (9) 検 出 器 : $4-202-0001 \pm 20G$
- (10) 検 出 器 感 度 : $1mV/G \begin{smallmatrix} +25\% \\ -10\% \end{smallmatrix}$ (印加電圧 5 V, 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 P S

- (1) 測 定 範 囲 : 0 ~ 2.5 Hz
- (2) 測 定 精 度 : $\pm 3\%FS$
- (3) 周 波 数 特 性 : DC ~ 120 Hz (-0.5 db以内)
- (4) 定 格 出 力 電 圧 : $5V \pm 1\%$
- (5) 出カインピーダンス : 100Ω
- (6) 校 正 出 力 電 圧 : $5V \pm 1\%$
- (7) 出力電圧温度ドリフト: $\pm 200mV$ 以内
- (8) 出力電圧経時ドリフト: $\pm 50mV$ 以内
- (9) 検 出 器 : Z_4 の出力を利用

3. 1. 5

- (1) 測 定 範 囲 : 20 G
- (2) 測 定 精 度 : $\pm 3\%FS$
- (3) 周 波 数 特 性 : 100 ~ 3000 Hz (-0.5 db以内)
- (4) 定 格 出 力 レ ベ ル: 0 dbm
- (5) 出カインピーダンス : 200Ω 以下
- (6) 校 正 出 力 レ ベ ル: 0 dbm
- (7) 出力電圧温度ドリフト: $\pm 0.5 db$ 以内
- (8) 出力電圧経時ドリフト: $\pm 0.5 db$ 以内
- (9) 歪 率 : -40 db以下 (0 dbm 1 KHz)
- (10) 増 幅 器 入 力 抵 抗: $1000M\Omega \pm 10\%$
- (11) 検 器 器 : 2220 C
- (12) 検 出 器 感 度 : 2.7 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 $190^2 \times 162^2 \times 75^2$
 YSA $35.7 \times 35.7 \times 27.6$
 XSA $25.6 \times 25.6 \times 26.34$
 Y₄, Z₄ $36 \times 45 \times 32.3$
 V₂ 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
 Y₄, Z₄ 150g(1コ)
 V₂ 2g
 接続ケーブル 320g
- (3) ケース材質: 本体 A5052
 Y₄, Z₄L. 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

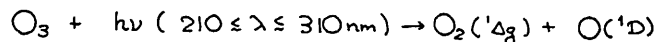
1. 目的

成層圏上部から中間圏にかけての高度領域40~80 kmにおける大気オゾン密度を広い緯度・経度によ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、地上を紫外線から保護する役割をにない。近年のSST増大やフロンガスを契機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ている。我々の対象とする高度はこのオゾン層のすぐ上層から80 kmまでにあたり、オゾンの大気加熱作用が最も著しい領域である。大気層上から入射する太陽紫外光がオゾンに吸収され大気の加熱が主となり、その結果50 km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が放出される酸素原子など地球大気中の運動や化学過程の源となっているので、オゾンは地球中層大気を研究するうえで最も基本的な成分である。その他の働きとして9.6 μm放射やOH 大気放射による大気冷却作用も重要である。

2. 方法

大気オゾンは太陽紫外光を吸収して酸素分子と酸素原子に破壊する。吸収断面積のピークは250 nm付近にあって、210~310 nmの光に対しては確率0.9~1で $O_2(^1\Delta_g)$ が生成される。



同時にできる $O(^1D)$ も衝突過程を経て $O_2(^1\Delta_g)$ に移ると考えられる。生まれた $O_2(^1\Delta_g)$ は O_2 との衝突でエネルギーを失う以外は1.27 μm光を放出して基底状態に移行する(1.58 μm放射の確率は1.27 μm放射の2%以下)。我々はこの1.27 μm光量を測定してオゾン密度を算出する方法を用いる。なお、中間圏界面付近の高度では、上での述べた O_3 起源の $O_2(^1\Delta_g)$ 以外に太陽光762 nmの共振吸収で生成される $O_2(^1\Sigma)$ や $O_2(^1\Delta_g)$ ともみ出す効果は無視できなくなり、その量は最大ではオゾン起源のものと同程度になる。

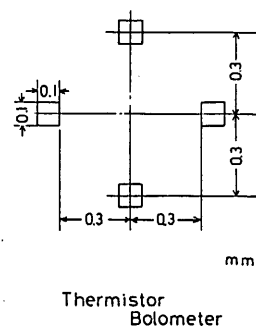
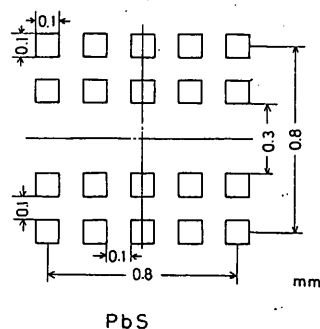
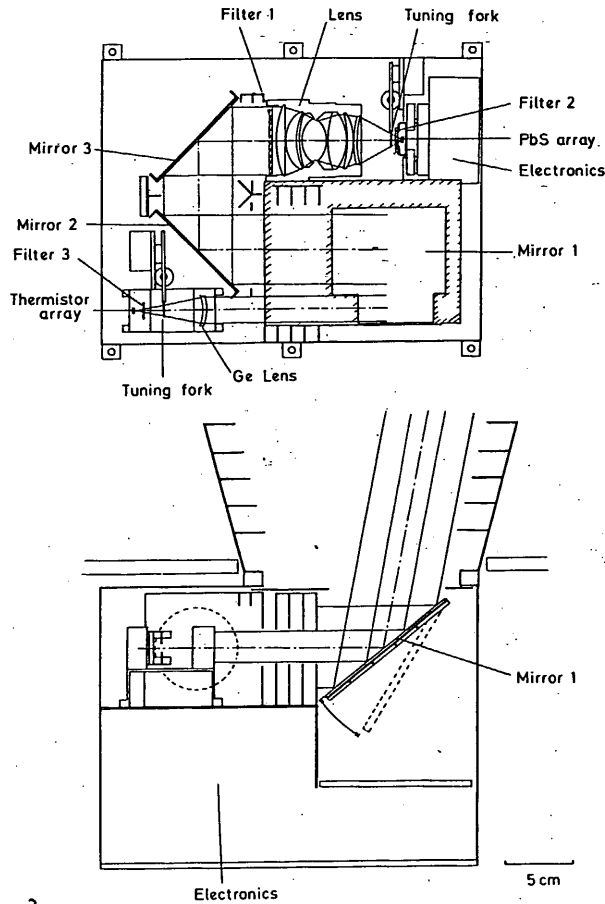
衛星高度から地球大気外縁をスキャンして1.27 μm光量を測定するため、各観測点の高度での1.27 μm光量のあわせたものを得られる。途中の吸収と観測地点のlocal time

太陽天頂角、緯度経度季節に相当するモデル大気などを考慮して、それぞれの場所高度での $1.27\mu\text{m}$ 光量を求めることになるが、その手続きは簡単ではない。ただし、太陽天頂角が 80° より小さいときは光化学平衡でとり扱えるため、成層圏の反響をとり入れれば、各高度での Volume emission rate は比較的容易に得られる。

3. 装置

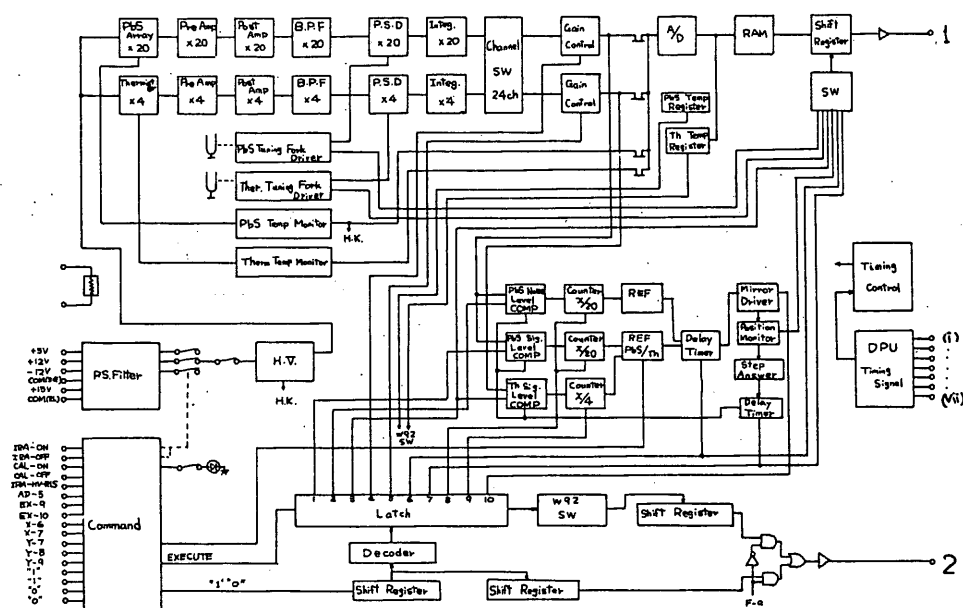
$1.27\mu\text{m}$ 光量測定はフルー分光法で行う。装置図は右図のようになっている。3枚の鏡で光路を曲げられ入射光は Filter 1 ($\lambda_0 = 1.268\mu\text{m}$, $\Delta\lambda = 20\text{nm}$, $T = 50\%$) で分光されレンズ (F1.0, $f = 50\text{mm}$, 透過率 90%) 透過後、焦点面にあかれた PbS array に集光される。チョーピングはチューニングフォーク (140Hz) を使い、フォークからの熱輻射除去のために Filter 2 を PbS とフォーク間に配置している。CO₂ 15 μm 測定用として、Ge レンズ (F2.5, $f = 50\text{mm}$, 透過率 80%), フォーク (21 μm) Filter 3 ($\lambda_0 = 14.9\mu\text{m}$, $\Delta\lambda = 2.02\mu\text{m}$, $T = 75\%$) サミスタアレイのような検出系を設けている。

PbS アレイは 20 素子、サミスタアレイは 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ずれも $0.1 \times 0.1\text{mm}^2$ である。これは地球大気高度分解能が 3~8 km に相当する。



4. 回路系

ブロックダイヤグラムは下図のようになっている。



1. IRA DATA (W64~71) 2. IRA STATUS (WQ2)

(i) Fan No (ii) W64~W71 (iii) WQ2 (iv) ϕ (v) B+ 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
 IRHP : 高圧電源プリセット
 IRHR : 高圧電源プリセットリリ-ズ
 IRMP : ミス-動作をABS出力信号で行うモード
 IRMT : " 欠ミス " " "
 IRMU : ミス-スキャン方向指定 Up mode
 IRMD : " Down mode

b. 10 コマンド

10 コマンドの内容は2ページに示す通りである。

| 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] [C0] | (110) | 3.0 | | [C3] [C2] | (110) | 8.0 | | [C5] [C4] | (110) | 7 | [C7] [C6] | |
| (111) | 9.0 | | [E1] [E0] | (111) | 4.0 | | [E3] [E2] | (111) | 9.0 | | [E5] [E4] | (111) | 8 | [E7] [E6] | |

| Therm GAIN | | | | Delay 1 (判定→STEP) | | | | Delay 2 (STEP→判定) | | | |
|------------|-----|-----------|--|-------------------|------|-----------|-----------|-------------------|------|-----------|-----------|
| | | AUTO STOP | | | | AUTO STOP | | | | AUTO STOP | |
| (000) | x 1 | [09] [08] | | (000) | 0.4 | S | [0B] [0A] | (000) | 0.4 | S | [0D] [0C] |
| (001) | 15 | [29] [28] | | (001) | 0.8 | | [2B] [2A] | (001) | 0.8 | | [2D] [2C] |
| (010) | 20 | [49] [48] | | (010) | 1.6 | | [4B] [4A] | (010) | 1.6 | | [4D] [4C] |
| (011) | 25 | [69] [68] | | (011) | 3.2 | | [6B] [6A] | (011) | 3.2 | | [6D] [6C] |
| (100) | 30 | [89] [88] | | (100) | 6.4 | | [8B] [8A] | (100) | 6.4 | | [8D] [8C] |
| (101) | 35 | [A9] [A8] | | (101) | 12.8 | | [AB] [AA] | (101) | 12.8 | | [AD] [AC] |
| (110) | 40 | [C9] [C8] | | (110) | 25.6 | | [CB] [CA] | (110) | 25.6 | | [CD] [CC] |
| (111) | 45 | [E9] [E8] | | (111) | 51.2 | | [EB] [EA] | (111) | 51.2 | | [ED] [EC] |

| | |
|---|------|
| 0 | 0000 |
| 1 | 0001 |
| 2 | 0010 |
| 3 | 0011 |
| 4 | 0100 |
| 5 | 0101 |
| 6 | 0110 |
| 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 | | | A S |
| (00) | 9 | [0F] [0E] | (00) | 1 | [11] [10] | (0) AUTO | [33] [32] | (0) AUTO | [FF] [FE] | | |
| (01) | 11 | [2F] [2E] | (01) | 2 | [31] [30] | (1) STOP | [13] [12] | (1) STOP | [FE] [FD] | | |
| (10) | 13 | [4F] [4E] | (10) | 3 | [51] [50] | | | | | | |
| (11) | 15 | [6F] [6E] | (11) | 4 | [71] [70] | | | | | | |

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

Pbs NOISE LEVEL : " " Pbs センシitiv (Gain によって変化する)

Therm SG LEVEL : " " ミニの出力電圧値

Pbs Gain : Pbs Gain の設定

Therm Gain : ミニの . . .

Delay 1 (判定→STEP) : ミニの動作命令が出てから実際に回転するまでにかかる時間

Delay 2 (STEP→判定) : ミニが回転して次のステップに移った後、出力値比較を判定するまでの時間

Mirror; Pbs : ミニの動作命令を Pbs 出力値で下すときに用いる Pbs 数

Mirror; Therm : " " ミニの . . . ミニの数

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

Mirror Control : ミニの停止は自動制御

6. データフォーマット

W64~W71 と W92 を使用し、Pbs とミニの出力値は 4 フレームで全データと
なっている。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、ステータス項目は W92 (8 フレームで 1 組) に配置した。(参考参照)

以上

担当 立教大学 理 田野忠男・山本博聖・関口俊之
光栄電子(株)、三鷹光器(株)

| | W64 | W65 | W66 | W67 | W68 | W69 | W70 | W71 | W92 |
|-------|---|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|-----|---|
| F8n | B01 2 3 4 5 6 7 B01 2 3 4 5 6 7 B01 2 3 4 5 6 7 B01 2 3 4 5 6 7 B01 2 3 4 5 6 7 | MONI MIN3 PLS No.1 DATA | PLS No.2 | PLS No.3 | PLS No.4 | PLS No.5 | PLS No.6 | | B01 2 3 4 5 6 7 K1 2 3 4 5 6 7 |
| F8n+1 | PLS No.7 | PLS No.8 | PLS No.9 | PLS No.10 | PLS No.11 | PLS No.12 | | | "1" "0" ANS |
| F8n+2 | PLS No.13 | PLS No.14 | PLS No.15 | PLS No.16 | PLS No.17 | PLS No.18 | | | PLS No.19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 |
| F8n+3 | PLS No.19 | PLS No.20 | TH No.1 | TH No.2 | TH No.3 | TH No.4 | | | "1" "0" ANS |
| F8n+4 | | | | | | | | | AS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 |
| F8n+5 | | | | | | | | | "1" "0" ANS |
| F8n+6 | | | | | | | | | PLS No.27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100 |
| F8n+7 | | | | | | | | | "1" "0" ANS |

W64 B0~B3 88号

M0~M4 → ミラ位置
 TSO~TS2 → 4ミタシタイルレベル
 PF → PLS 7x7 振幅=9
 MDO~MD2 → ミラ7x7 全方位にばさるの時間
 TF → 4ミタ7x7 振幅=9
 CS0~CS2 → ミラ7x7 7x7 判定 時間待ちの時間
 PA → "1" "0" Stop
 Auto phase control

W92 B0~B7 88号

K → ミラの振動方向
 P0~P02 → PLS 7x7
 T0~T02 → 4ミタ7x7
 CAL → CAL-ON/OFF
 PTO~PTS → PLS 温度
 PCO~PCI → ミラ判定のばさるの
 PLS 88号

AS → ミラ動作 AUT/STOP
 P00~P02 → PLS 7x7 L/N/L
 PNO~PN2 → PLS 7x7 L/N/L
 REF → ミラ判定 PLS/TH
 TTD~TTS → 4ミタ7x7 振幅
 TCO~TCI → ミラ判定のばさるの
 PLS 88号

(注) W64~71のデータは4F毎にくり返す
 W92は8Fでくり返す

1. 実験の概要

本実験において衛星に搭載された分光光度計により、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 $2500 \sim 3300 \text{\AA}$ ）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域に渡って、長期間オゾン層の定量を行なうことは、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、電氣的処理が行なわれる。紫外光のス

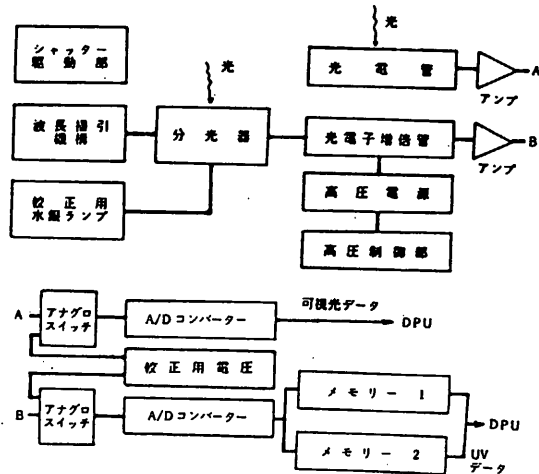


図 1.

ペフトルを測定すると同時に、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 4110Å |
| サイズ 30 ^{mm} × 40 ^{mm} | バンド幅 130Å |
| 分散 80 Å/mm | 受光面積 6mmφ |
| スリット幅 7mm × 100μ | 視野/ 全角10° |
| 視野 10° × 14° | (衛星乙軸方向) |
| (衛星乙軸方向: 太陽と反対方向) | |

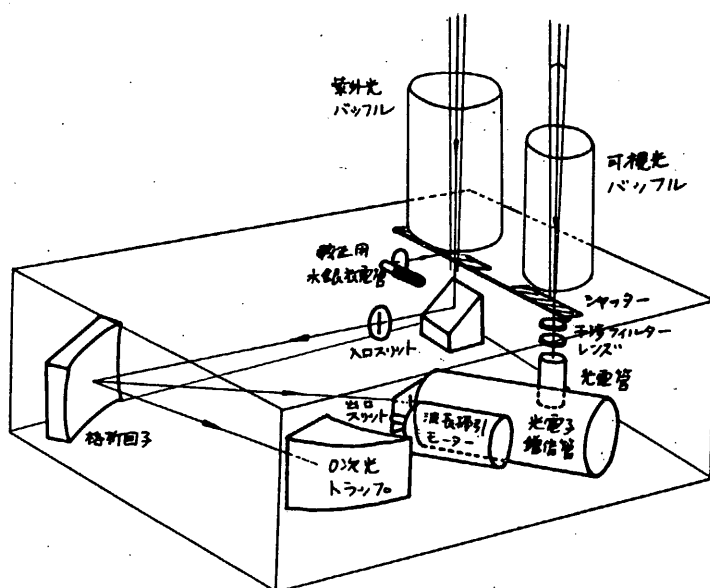


図 2.

2. 2. 電気部

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をDPUに転送中に、もう1個のメモリーに測定データ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灯装置が装備されている。衛星打ち上げ時のショックにより分光器のアライメントが変わっても、水銀のスペクトルラインを視認することにより、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、点灯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付けられてあり、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 |
|--------|--------------|--------|----------------------|
| BUVN | 電源及びHV ON | BCHN | 校正用高圧電源 ON |
| BUVF | " OFF | BCH1 | フオトマル用高圧電源 出力電圧設定 |
| BVHP | 高圧電源フリセット | BCH2 | |
| BVHR | " リリース | BCH3 | |
| BCHP | 校正用高圧電源フリセット | | |

4. 消費電流

| モード 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1ヶ月間隔に観測を行なう。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

松栄電子、神和光路

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・オゾンの密度に対し人間活動が及ぼす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擾乱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、また長期間にわたる観測を行なうことにより、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 。(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° を越え、太陽光が地球外縁を地上 h の接線高度で通過して衛星に至った時の強度 $I(h)$ とを比較し、この場合の光路にわたる大気の光学的厚さ $\tau(h)$ が得られる。 $\tau(h)$ 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、水平方向に均一な層状の分布を仮定すれば $\tau(h)$ 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

a) 光学系及び電気部

測定器は 600 nm (オゾン用) と $1\text{ }\mu\text{m}$ (エアロゾル用) の2波長で太陽光の強度を測定するための2チャンネルの放射計である。ニュートラルフィルター、干渉フィルターを通してきた太陽光を $f \sim 76\text{ mm}$ のレンズで集光し、太陽像を焦点面におかれた 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 はフエアチャイルド社の $380(V) \times 488(H)$ の画素を持つ二次元の素子を用いる。受光面の大きさは $8.8\text{ mm}(V) \times 11.4\text{ mm}(H)$ で、 $f = 80\text{ mm}$ のレンズを用いた時の視野は約 6° 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 36×36 の画素に分割される。

4) 画像処理と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ない。つまりイメージセンサの水平スキャンの方向と地平線とはある角をもっている。このF&AL Aでは限られたデータ転送速度で太陽の形を再現できるように、次のように工夫した。

i) ある光のthresholdレベル V_0 を与えろ。

ii) イメージセンサの水平ラインαスキャン中、 V_0 を越える信号が入った最初の素子の水平方向の位置 $IS-1$ 、つまりその素子の垂直方向の位置 JS 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) つまり $IS-1$ から数えての番目の素子の光強度 $DATA-1$ を計測する。

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

vi) 最後に水平ライン中に V_0 を越える信号が検出されないところを10回続いた時、太陽面のスキャンが終了と判断し、その垂直位置を JE とする。

vii) 今用いているCCDイメージセンサはインターレース方式、つまり水平方向のラインは奇数、偶数(1, 3, 5, ...) (2, 4, 6, ...) というように、最初から奇数番目のラインをスキャンし、次に偶数番目といった具合に交互にスキャンをくり返す。従ってi)~vi)までの操作を奇数のラインに対して行い、その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1set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)~vi)の操作と同様に行う。これで1, 2チャンネル組の完全なデータ取得が行われる。

i)~viii)までの操作を行い、データを書き込むに要する時間は5秒である。これは太陽が出没する平均速度を考えると、太陽像の直径分だけ日出没の進みに要する時間は、最小約9秒であるから、各高度の情報はいずれも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 bitはChannel number及びスキャンの偶奇性を識別するために用いられる。

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の識別④

CH-1 ODD

| | | | | | | |
|------|---------|-------|-------|---------|------------|-------|
| 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 | JE |

CH-1 EVENの識別④

CH-1 EVEN

| | | | | | | |
|------|--------|------|------|---------|------------|------|
| 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 | | | | | 0010000000 | JE |

CH-2 ODDの識別③

CH-2 ODD

| | | | | | | |
|------|----|--|--|--|------------|----|
| 1101 | JS | | | | | |
| 0010 | | | | | | |
| 0011 | | | | | | |
| 0100 | | | | | | |
| 0101 | | | | | | |
| 0110 | | | | | | |
| 0111 | | | | | | |
| 1000 | | | | | | |
| 1001 | | | | | | |
| 1010 | | | | | 0000000000 | JE |

CH-2 EVENTの識別③

CH-2 EVEN

| | | | | | | | |
|------|-----|--|--|--|--|----------|----|
| 1100 | JIS | | | | | | |
| 0010 | | | | | | | |
| 0011 | | | | | | | |
| 0100 | | | | | | | |
| 0101 | | | | | | | |
| 0110 | | | | | | | |
| 0111 | | | | | | | |
| 1000 | | | | | | | |
| 1001 | | | | | | | |
| 1010 | | | | | | 00000000 | JE |

識別46bit

図 4.

c) 予定電力・重量

+12V ---- 1000 mW

-12V ---- 1000 mW

+5V 2500 mW

計4500mW (定常値)

コマンド

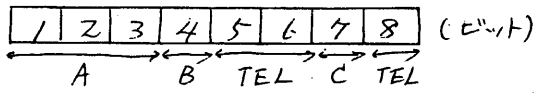
Discrete command

| 種別 | 項目 | DDC | | 用途 |
|----|---------------------|-----|----|-------------------------|
| | | | | |
| 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 チャネル1 コンパネレベル設定 |
| 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 チャネル2 コンパネレベル1 " |
| 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 | PDC | | 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のlevel | 1. |
| 0 | 01 | " | 2. |
| 0 | 11 | " | 3 |

CH2

| | | | |
|---|----|---------------------|----|
| 1 | 10 | CH2のthresholdの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が使用

HK項目

| FNO | 項目・内容 | 測定レンジ |
|---------|---------------|---------|
| F64m+34 | ALAオゾンセンサ温度 | -50℃~76 |
| F64m+35 | ALAエアロゾルセンサ温度 | " |

1. 観測目的および意義

成層圏大気に於いて、 CO_2 、 H_2O 、 O_3 及び CH_4 は、大気の主成分である N_2 及び 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、 CO_2 及び H_2O は、赤外線吸収及び放射で重要な役割を果たしており、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 O_3 は、 N_2 や O_2 では吸収でき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たしている。 CH_4 は、その酸化過程が CO_2 の生成や 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、直接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、対流圏だけでなく、成層圏及び中間圏の様相、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観測する事は、特に長期変動を議論する上で貴重な資料を提供するであろう。

以上の観点から、科学衛星に搭載して CO_2 、 H_2O 、 O_3 、及び 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、大気用紫外赤外分光観測装置 (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のない、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ン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

観測装置の概略を図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 ($\pm 0.5^\circ$) に安全係数を考慮し、全角 $1 \times 3^\circ$ 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、ロッキンアンプ

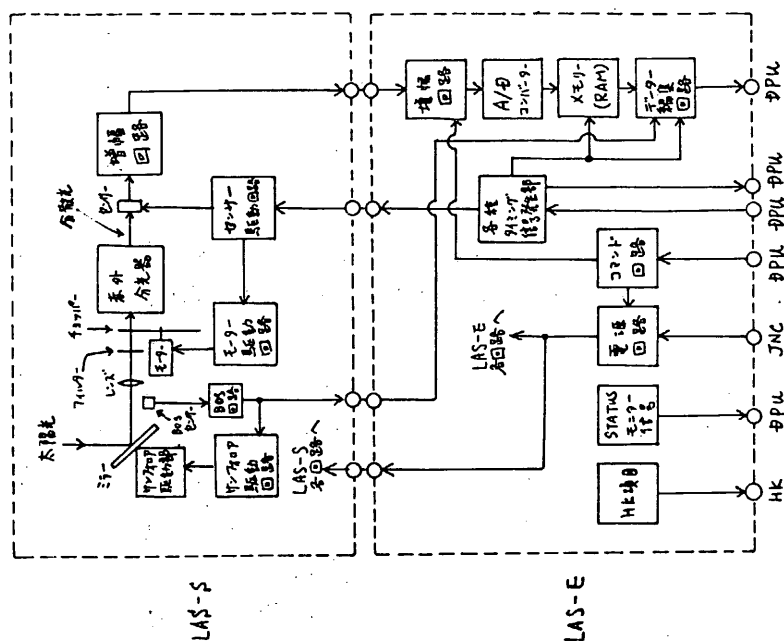


図14. 大気周縁赤外線分光観測装置

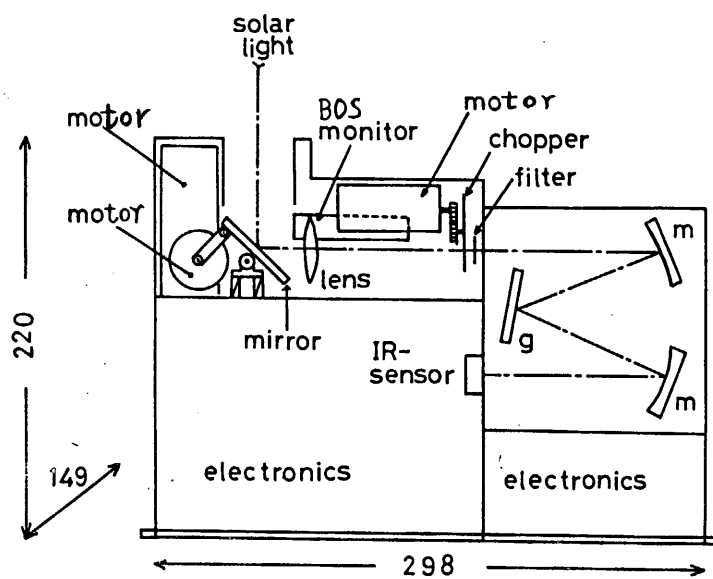


図15. LAS-S 概要図

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 ₂ O | 1.5 — 2.32 μ m | 32画素 LiTaO ₃ リニアアレイ (0.4mm×2mm) | 0.0256 μ m/mm |
| II | CH ₄ CO ₂ | 2.8 — 4.84 μ m | 64画素 LiTaO ₃ リニアアレイ (0.4mm×2mm) | 0.032 μ m/mm |
| III | O ₃ | 9.1 — 9.92 μ m | 16画素 PbTiO ₃ ポイントタイプアレイ (0.7mm×2mm) | 0.0448 μ m/mm |

方式により検出する。焦電型センサは、赤外線的光量の変化量に比例した信号を出力するために、チョッパーにより太陽光を変調する。太陽光の変調は、約24 Hzであるが、チョッパーの開いている時に正信号が得られ、チョッパー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 $\sum_{i=1}^{15} F_{16m} W_{0B}$ 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。チョッパー開閉時に、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)] ① [波長領域IIのスペクトルデータ(7bit×64画素)] ② [波長領域IIIのスペクトルデータ(7bit×16画素)] ③ [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 $\sum_{i=1}^{15} F_{16m} W_{0B}$ 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。チョッパー開閉一周期の間にそれぞれ1データ群の測定が行われ、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。チョッパー開閉時の各々16回積算した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秒毎に異なる高度に於けるデータ観測が行われる。

これらの機能をもった本装置は、LAS-S(光検出器センサー部)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チャップ11°-温度、及び(2)センサ-部温度の二項目である。

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)

| 種類 | DOC | PDC-1 | PDC-2 | コマンド名称 | 用途 | 注記 |
|----|-----|-------|-------|--------------|------------------------|---------------------|
| B | 6 | 11 | | LAS ON | LAS電源 ON | Fe-11°W0.5 |
| B | 7 | 11 | | LAS OFF | LAS電源 OFF | " |
| A | | 4 | 8 | CHOP1 ON | チャップ-I ON | Chopper-I ON/ OFF |
| A | | 5 | 8 | CHOP2 ON | チャップ-II ON | Chopper-II ON/ OFF |
| A | | 4 | 9 | CHOP3 ON | チャップ-III ON | Chopper-III ON/ OFF |
| A | | 5 | 9 | CHOP ALL OFF | チャップ-I, II, III 全て OFF | CHOP ALL OFF |
| A | 6 | 12 | | LAS GAIN H | 増幅器利得 大 | GAIN H 9- |
| 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 | SF ON | サンフロー ON | SF ON/ OFF |
| B | | | 7 | SF OFF | サンフロー OFF | " |

表3 OGコマンド (LAS)

| Wg B0-3 | 項目 | モード |
|----------|-------------------------|----------|
| A | LAS ON (IRA, ALAも同時にON) | mode-9 |
| 0-9, B-F | LAS OFF | mode-9以外 |

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はオフ状態になる。通常モードのデータフォーマットは図2の通りであり、データは二語構成である。但し、 $\sum_{n=0}^{15} F_{16n+(0\sim7)}$ 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なわれ、有効なデータは $\sum_{n=0}^{15} F_{16n+(8\sim15)}$ フレームの時に出力される。緊急モードに於いては $\sum_{n=0}^{32} F_{16n+(0\sim7)}$ 時に全データが伝送される。

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|------|--------------|--------|------|--------------|--------|---|------|------|------------|---|-------|--------------|--------|---|------|
| W 0 | F- (FA) | D | W 32 | DATA (00000) | STATUS | ↓ | 以下同様 | W 64 | IRA - DATA | D | W 96 | DATA (00000) | STATUS | ↓ | 以下同様 |
| W 1 | Cym (CA0) | D | W 33 | | | | | W 65 | | | W 97 | | | | |
| W 2 | | D | W 34 | | | | | W 66 | | | W 98 | | | | |
| W 3 | FZ | D | W 35 | | | | | W 67 | | | W 99 | | | | |
| W 4 | TI | D | W 36 | | | | | W 68 | | | W 100 | | | | |
| W 5 | CMP/SBR | 96 | W 37 | | | | | W 69 | | | W 101 | | | | |
| W 6 | HE-1 | A | W 38 | | | | | W 70 | | | W 102 | | | | |
| W 7 | SA- | D | W 39 | | | | | W 71 | | | W 103 | | | | |
| W 8 | STATUS | D | W 40 | | | | | W 72 | | | W 104 | | | | |
| W 9 | DPL | D | W 41 | | | | | W 73 | | | W 105 | | | | |
| W 10 | STATUS | D | W 42 | | | | | W 74 | | | W 106 | | | | |
| W 11 | データ関係 | | W 43 | | | | | W 75 | | | W 107 | | | | |
| W 12 | | | W 44 | | | | | W 76 | | | W 108 | | | | |
| W 13 | DATA | A | W 45 | | | | | W 77 | | | W 109 | | | | |
| W 14 | STATUS | D | W 46 | | | | | W 78 | | | W 110 | | | | |
| W 15 | | | W 47 | | | | | W 79 | | | W 111 | | | | |
| W 16 | DATA (00000) | STATUS | W 48 | | | | | W 80 | | | W 112 | | | | |
| W 17 | | | W 49 | | | | | W 81 | | | W 113 | | | | |
| W 18 | DATA (00000) | STATUS | W 50 | | | | | W 82 | | | W 114 | | | | |
| W 19 | | | W 51 | | | | | W 83 | | | W 115 | | | | |
| W 20 | | | W 52 | | | | | W 84 | | | W 116 | | | | |
| W 21 | L | D | W 53 | | | | | W 85 | | | W 117 | | | | |
| W 22 | | | W 54 | | | | | W 86 | | | W 118 | | | | |
| W 23 | A | D | W 55 | | | | | W 87 | | | W 119 | | | | |
| W 24 | | | W 56 | | | | | W 88 | | | W 120 | | | | |
| W 25 | S | D | W 57 | | | | | W 89 | | | W 121 | | | | |
| W 26 | | | W 58 | | | | | W 90 | | | W 122 | | | | |
| W 27 | | | W 59 | | | | | W 91 | | | W 123 | | | | |
| W 28 | | | W 60 | | | | | W 92 | | | W 124 | | | | |
| W 29 | | | W 61 | | | | | W 93 | | | W 125 | | | | |
| W 30 | | | W 62 | | | | | W 94 | | | W 126 | | | | |
| W 31 | | | W 63 | | | | | W 95 | | | W 127 | | | | |

W₀ : F₀₋₁ ; Chopper I

F₂₋₃ : Chopper II

F₄₋₅ : Chopper III

F₆ : SF-X

F₇ : SF-Y

W₁₀₋₁ : F₀₋₇ ; BOS

<担当>

(宇宙研) 松崎幸好 中村良治

伊藤富造

(松下技術) (分光計器) 他

図2 PCNIデータフォーマット (mode-9)

10.5 E S P

向井

1. 観測目的

極軌道を飛行するEXOS-C衛星に搭載する低エネルギー粒子観測器ESP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た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ブ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・オーロラセパレートイング・オーロラの要因である降下粒子の脈動的観測もおこなう。

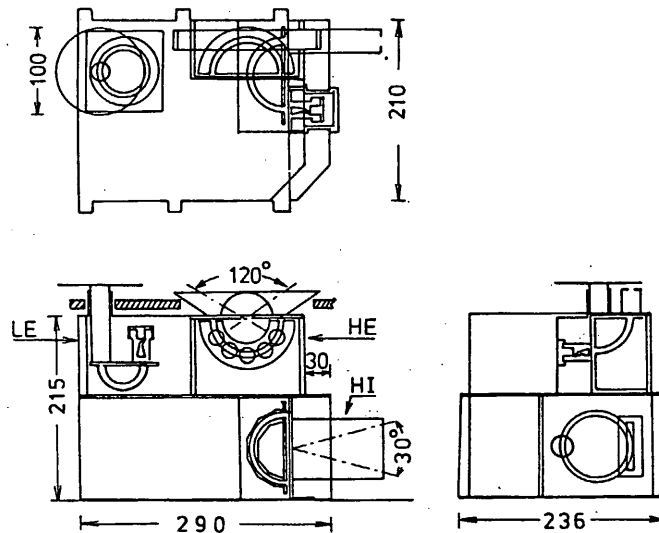
EXOS-C衛星の観測目的である南太西洋磁気異常帯では、高エネルギー電子のミラー高度が極端に低いため、Van Allen帯の粒子は降下し、種々の現象を起こすと思われる。この地域での低エネルギー降下粒子測定に関し、Knudsonが1962A1衛星にRetarding Potential Analyzerを搭載し、10eVの電子の観測を行っている。この観測によればブラジルから南太西洋にかけて著しい降下がみられた。この粒子の降下はTAIY衛星に搭載したImpedance Probeでも観測された。このImpedance Probeのデータ解析により、イオンと電子が二層をなし降下するというDifferential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

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、ビッチ角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。これら三台のアナライザーで観測する。なお図にESP全体図を示す。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、それぞれ5eV~300eVの電子(上円錐形コリメータ: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(上円錐形コリメータ:HE)の観測を担当する。衛星における取り付け位置は、ソーラパネルと反対方向であり、EXOS-Cは姿勢制御が太陽指向であるため、ESPは

帯に太陽と反対方向
と向くこととなり、
太陽のUVの影響が
さ減ることかでき
る。同心半球静電型
分析器はEXOS-
A, Bに用いた
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。



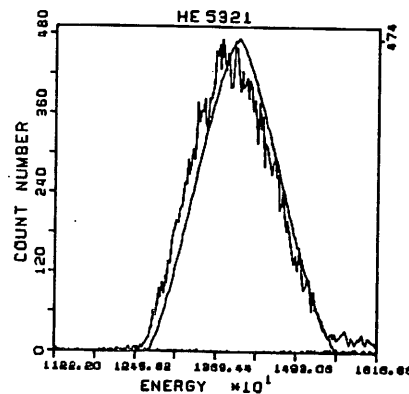
図一 ESP全体図

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。なお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を用い、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か可能である。今回は30°~150°の5方向と観測する。以上の三台のセンサは、南太平洋磁気異常帯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、コリメータと通っ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を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、



図二 校正実験データの一例 (HE)

粒子フラックスがサンプリング時間中一定で視野角と ΔE にあまり依存しない場合、次式となる。

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

ただし η はチャンネル・マルチプライヤの検出効率、 G は Geometrical factor、 ΔE 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校正実験をおこなった。データの一列とオニ図に示す。なめらかなラインが計算値で、もう一列のラインが、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 28.5 mm) |
| 測定対象 | 電子 5 eV ~ 300 eV |
| $\Delta E / E$ | 6% (計算値) |
| Geometrical factor | $8 \times 10^{-4} \text{ cm}^2 \cdot \text{sr}$ (計算値) |
| 視野方向 | 衛星軸 (ソーラ・パドルと反対方向) |
| 視野角 | 6.8° 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 42.5 mm) |
| 測定対象 | 電子 200 eV ~ 16 keV |
| $\Delta E / E$ | 16% (計算値) |
| Geometrical factor | $6.25 \times 10^{-4} \text{ cm}^2 \cdot \text{sr}$ (計算値) |
| 視野方向 | 5方向 (衛星軸に対 $-60^\circ, -30^\circ, 0^\circ, 30^\circ, 60^\circ$) |
| 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 42.5 mm) |
| 測定対象 | イオン 200 eV ~ 16 keV |
| $\Delta E / E$ | 16% (計算値) |
| Geometrical factor | $3 \times 10^{-3} \text{ cm}^2 \cdot \text{sr}$ (計算値) |
| 視野方向 | 衛星軸に対 (直角方向) |
| 視野角 | $10^\circ \times 30^\circ$ |

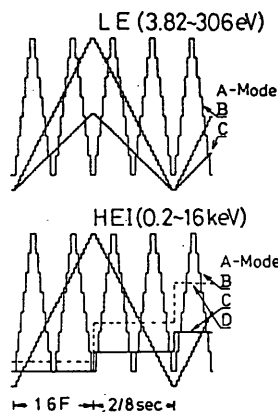
5. 観測モード

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" コマンド及び"0" で制御される。

1) LEモード

LEセンサのエネルギー掃引はオ三圖に示す様に指数関数的に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39ステップを掃引し、主に電離層のPhotoelectron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、コリメータ入口の円盤にバイアスを印加する。バイアス電圧は衛星電位と基準に0, +1, +2, +5, +10Vを用意されている。なおアナ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・アルファ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, 他は外球電圧より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 測定とする。

オ三圖 LE(上圖), HEI(下圖)の観測モード

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圖下圖に示す32ステップあり、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する。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モードはステップをBモードと同一で、1ステップを16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。

担当者 宇宙研 向井利典, 久保治也, 伊藤嘉彦, 平尾邦雄
神戸大 賀谷信幸, 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-1S, 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ビッチ角分布, インピーダンスプロープにもたらされる帯電効果を, 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

P P S 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 S P W (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。S P W 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, S P W - H (HF range) および S P W - V (VLF range) の2つのモードをもつ。

2.2 N P W - 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, およびデカメータ波帯の固定4波受信)にわたってスペクトル分析を行う。

2.3 N P P (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～35 kHz）および狭帯域（500 Hz～7 kHz）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（W₉B₀₋₃：PION/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 ₉ B ₀₋₃) | 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。

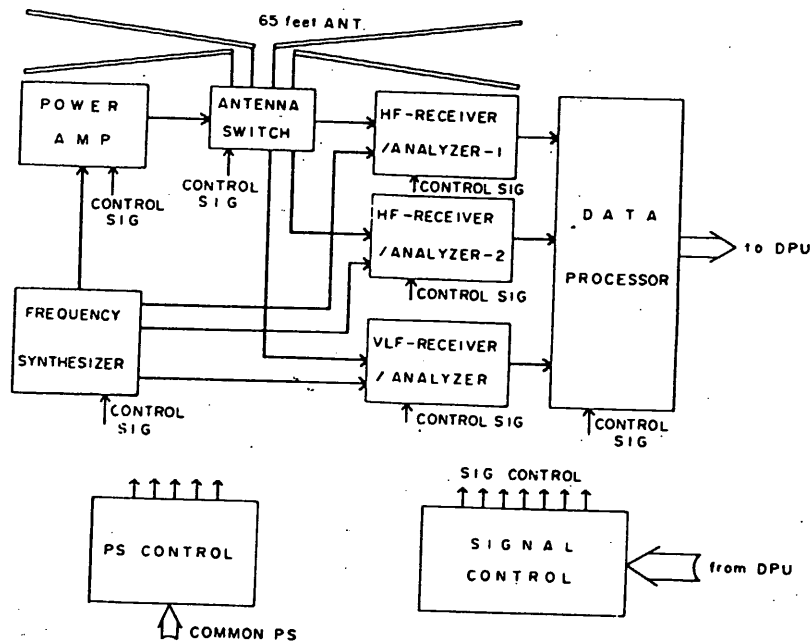
- 1) 65フィートアンテナおよびアンテナ切替部
- 2) 送信部
- 3) HF受信部
- 4) VLF受信部
- 5) 信号発生部
- 6) データ処理部
- 7) コマンド制御部

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ュテムアンテナ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A1、A2、Y軸の+、-方向に取り付けられたアンテナをそれぞれ、B1、B2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 ± 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 |
|--------------|------|--------------------|
| DDC 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 |
| OG | O**2 | A1&A2 EXT |
| | 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 |

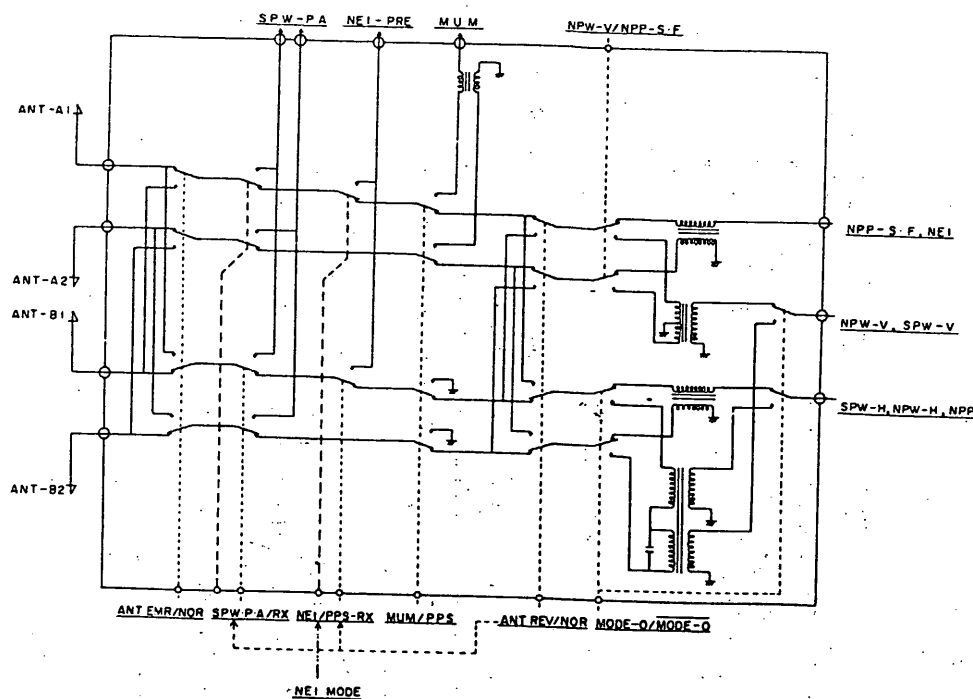
注 *印は姿勢制御系およびTM系のOG制御項目であり、任意に選定できる。

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 |

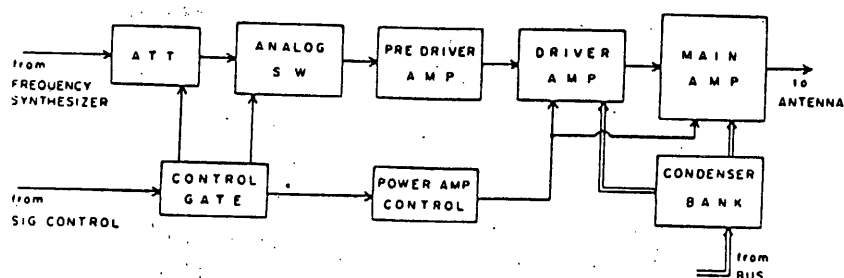


3.2 送信部

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アグラム

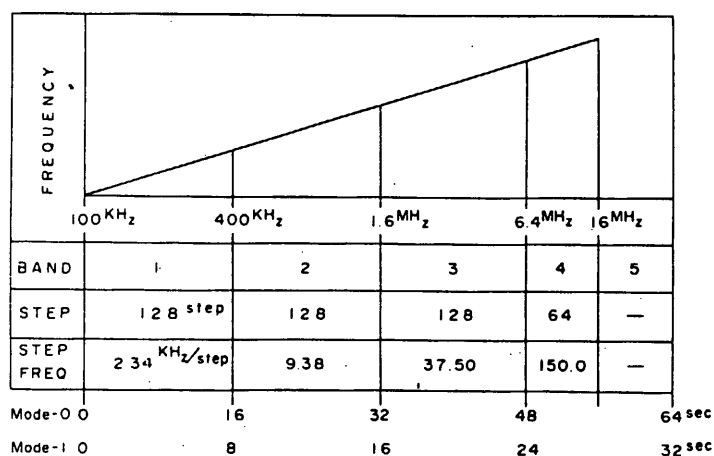
信号発生部より送られてくる RF 送信信号は電力増幅部で最大 300 Watt まで増幅されアンテナに印加される。送信 Power は High Power (300 Watt) および Low Power (60 Watt) の 2 つが OG および Block Command で選択される。電力増幅部では瞬時に流れる電流は約 60A に達するため、衛星の Bus-line からの直接給電は行わず、11000 μ F の Condenser Bank に電力を蓄えてから給電する方式がとられる。

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100kHzから16MHz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RF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

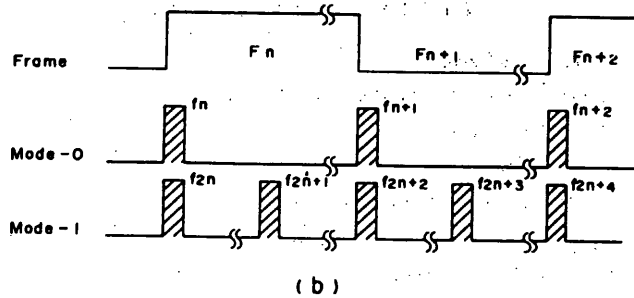
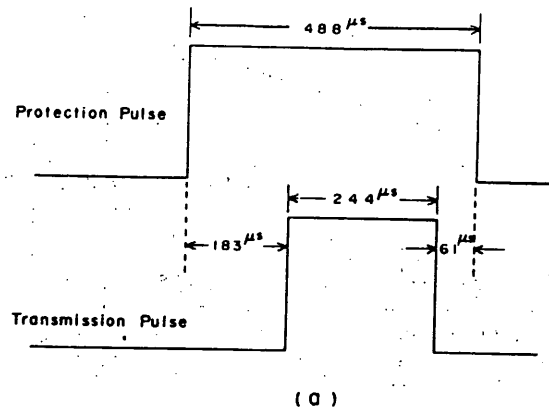
モード1 2 Pulse/フレーム

(2) パルス幅 244 μ s

(3) 保護パルス幅 488 μ s

第1.6.5図に送信パルスとフレームの関係を示す。

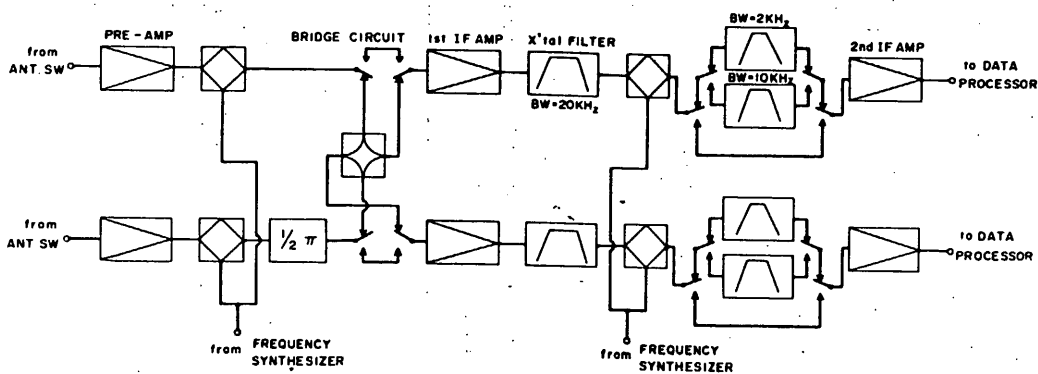
送信出力のモニターはパワーアンプ出力部の検波回路により行われ、DPUへ出力され F_{4n+3} W_{93} にアンテナ長モニターとサブコミで出力される。



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ダー

3.3.1 入力部

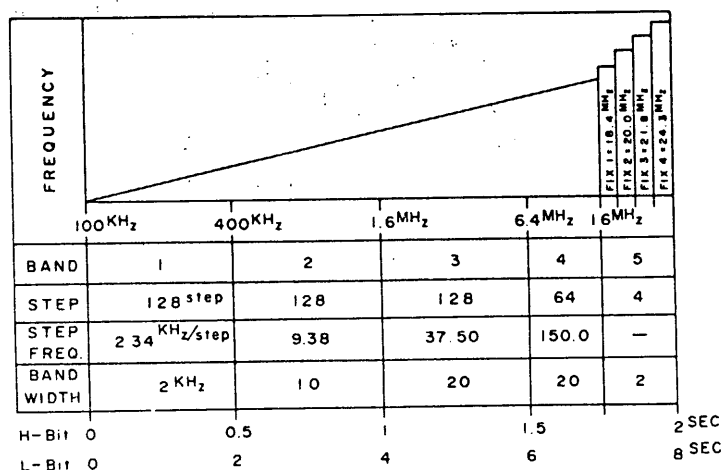
アンテナは通常Bアンテナ系が使用される。受信信号はアンテナ切替部を経た後、バラン回路によって不平衡信号に変換されてプリアンプに入る。プリアンプの最小入力感度は $0.2\mu\text{Vrms}$ に設計されている。

3.3.2 IF（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、 17.0MHz 、第2中間周波数は、 455kHz 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、 $\text{BW} = 2\text{kHz}$ 、 10kHz および 20kHz 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Discret 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 40dB である。これにより受信部のダイナミックレンジは 90dB 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トロン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（400 kHz～1.6MHz）が512 stepで掃引され、受信帯域幅は2 kHz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65 feet 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

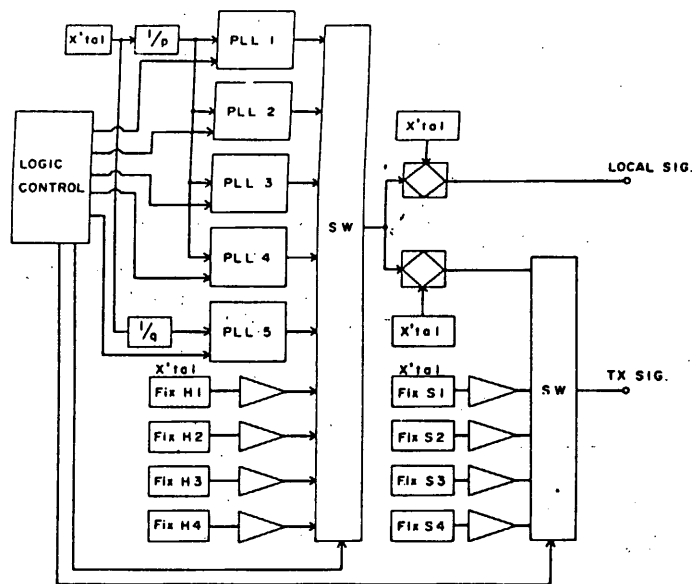
受信周波数、掃引速度、受信帯域幅は、NPW-Hモードと同一である（第1.6.7図参照）。NPPモードでは更に固定受信モードが存在し、これはDiscrete CommandおよびOGによって選択される。表1.6.4にNPP固定周波数を示す。尚、これらの固定周波数は信号発生部におけるPLLの固定モードでつくられる。

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

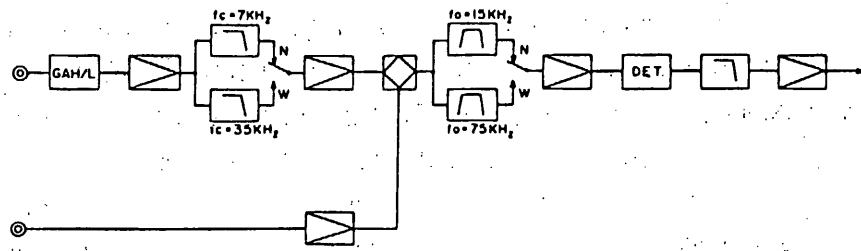
VLF波動の受信信号は機上でスペクトル分析し4 bit ワードのPCMデータとして地上に伝送される。第1.6.8図にVLF受信部のブロックダイアグラムを示す。受信機のダイナミックレンジは50 dBとなっており、GAINはOGおよびブロックコマンドによって20dBのゲインコントロールが行われる。スペクトル分析は周波数掃引型の分析器で行われ受信帯域はWIDE およびNARROWの2つのBANDをもちOGおよびブロックコマンドによって選択される。WIDEモードは広い周波数帯域の自然プラズマ波動及びサウンダーモード（SPW-V）で励起され



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 |
| | | FixP 1 | 35.112 |
| | | 2 | 35.236 |
| | | 3 | 35.424 |
| | | 4 | 35.816 |
| Tx - Sig. | Swept 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 |
| | | FixP 1 | 112.0 kHz |
| | | 2 | 236.0 |
| | | 3 | 424.0 |
| | | 4 | 816.0 |



第 1.6.8 図 V L F 受信部ブロック図

る V L F 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 P L R が対象としている Power Line のハーモニックスの電離圏内の分布を調べることが目的としている。

表 1.6.5 に W I D E 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 |
|---------|--------------|--------|---------|-------------------------|
| W I D E | 500Hz～35 kHz | 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 N E I 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。

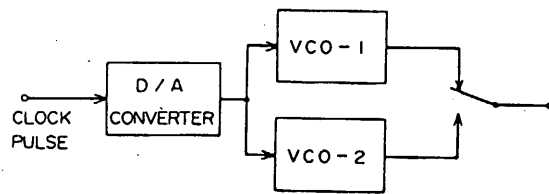
3.5.1 H F 系信号発生部

第 1.6.9 図に信号発生部のブロック図を示す。N P W - H で要求される周波数掃引 rate は 1 個の P L L 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 P L L (P L L 1 ～ P L L 4) 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 V L F 系信号発生部

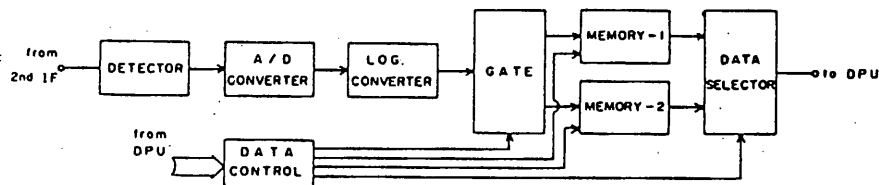
第 1.6.11 図に V L F 系信号発生部のブロックダイアグラムを示す。V L F 系の局部信号は V C O によって得られる。V C O を駆動する鋸歯状波はコントロール部から送られてくるクロックパルスを D / A 変換することにより得られる。V C O - 1, 2 の出力は N P W - V のモード (W I D E / NARROW) によって選択され N P W - V 受信部へ送られる。



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のべる。



第 1.6.12 図 HF 系データ処理部

3.6.1 NPW-H 系データ処理

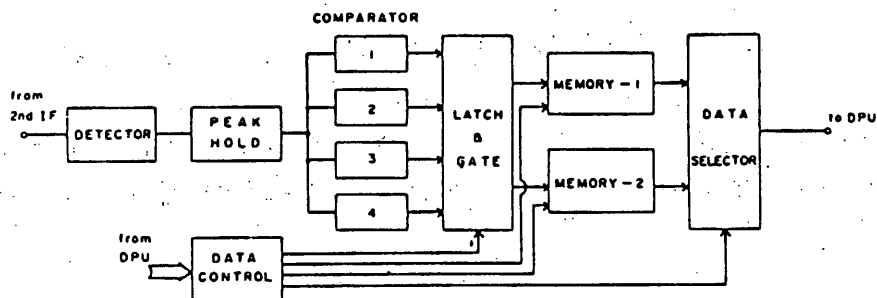
12 bit の AD converter により AD 変換された信号は 3 ビットの指数部と 5 ビットの仮数部からなる 8 ビットワードに変換される。この信号は 1 フレーム毎にメモリー回路 1 および 2 に交互に転送される。DPU への読み出しは、このメモリー回路への書き込みと逆位相で行われる。したがって DPU へ転送されるデータは実際に観測された時刻より 1 フレームの時間遅れをもつことになる。表 1.6.7 に NPW-H 系のデータサンプルレートおよび PCM データフォーマットを示す。

表 1.6.7 NPW-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 μ s |
| II | mode 0,1 | 31.25 ms | 244.15 μ s |
| III | mode 0,1 | 7.813 ms | 61.04 μ s |

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に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 | 128 |
| | SPW-V | 64 |
| mode 1 | SPW-H | 128 \times 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AD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。このデータはメモリ回路および並にフレーム毎に転送され、NPW-H系のデータ処理と同様に1フレームおきのデータが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ットコマンドを表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 |
| 1 | 300W | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | Sounder NOR |
| | | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | I |
| | | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | III |
| | | 0 | 1 | 0 | 0 | | | — |
| | | 0 | 1 | 0 | 1 | | | R ₁ |
| | | 0 | 1 | 1 | 0 | | | R ₂ |
| | | 0 | 1 | 1 | 1 | | | R ₃ |
| | | 1 | 0 | 0 | 0 | | | R ₄ |
| | | 1 | 0 | 0 | 1 | | | CB (1.2.3.4.) ON |
| | | 1 | 0 | 1 | 0 | | | CB1 OFF |
| | | 1 | 0 | 1 | 1 | | | CB2 OFF |
| | | 1 | 1 | 0 | 0 | | | CB3 OFF |
| | | 1 | 1 | 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 (R₁, R₂, R₃, R₄)の選択およびCondenser 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 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | SPW-S | ON | SEL | FIX SIG | 1 |
| | 0 | 1 | 0 | SPW-V | | | | 2 |
| | 0 | 1 | 1 | NPW-H | | | | 3 |
| | 1 | 0 | 0 | NPW-V | | | | 4 |
| | 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 ₀ | | B ₁ | | B ₂ | B ₃ | B ₄ | B ₅ | B ₆ | B ₇ |
|---|----------------|---|----------------|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | — | | NEI NOR | ANT FIX | NC | NC |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | NEI—H | | LONG | ROT | VLF W D | VLF N R |
| | 0 | 0 | 1 | 0 | NEI—L | | | | | |
| | 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) B₀～B₃; 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 (1/6)/XY (1/6) の Sequence にて切り換える。

Bitrate H/L …… 16 sec/64 sec

ii) B₄; NEI NOR/LONG …… Probe の切換へ。Short Probe と Long ANT

iii) B₅ ; 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_{6,7} ; 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 地 | | | | | | 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 | X | Y | H | V | | | | |
| 4 | 6 | | | | | PPS-ON | PPS電源ON | F ₈₊₁ W ₁ B ₁ | |
| 5 | 6 | | | | | PPS-OFF | PPS電源OFF | " | |
| | | 1 | 7 | | | PPS COMMON ON | PPS共通部電源ON | F ₈₊₄ W ₁ B ₀ | |
| 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 ₈₊₃ W ₀ B ₁ | |
| | | 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 ₈₊₂ W ₀ B ₂ | |
| | | 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 ₈₊₁ W ₀ B ₁ | |
| | | 2 | 9 | | | ANT DRV & STBY OFF | アンテナドライブ&スタンバイOFF | F ₈₊₁ W ₀ B ₁₊₁ | |
| | | 4 | 10 | | | ANT STBY ON | アンテナスタンバイON | F ₈₊₁ W ₀ B ₀ | |
| | | 1 | 10 | | | ANT EXT | アンテナ伸張 | | |
| | | 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 A2 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 モード reverse | | |
| 5 | 7 | | | | | POL NOR | POL モード 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 "I" データ書込みモードの設定 | F ₈₊₄ W ₀ B ₀ | |
| 4 | 7 | | | | | MODE-A WRITE | モードFA "I" データ書込みモードの設定 | F ₈₊₃ W ₀ B ₁ | |
| 6 | 7 | | | | | IF WRITE | IF "I" データ書込みモードの設定 | F ₈₊₃ W ₀ B ₂ | |
| 7 | 8 | | | | | PPS EXEC | PPS "I" "O" コマンド実行 | | |
| 1 | 3 | | | | | "I" | データ "I" 書込み | | |
| 2 | 4 | | | | | "I" | " | | |
| 2 | 3 | | | | | "O" | データ "O" 書込み | | |
| 1 | 4 | | | | | "O" | " | | |

表 1.6.12

表 1.6.17 - 1

| データ フォーマット | W ₁₀ B ₁ ~B ₇ | E S P | PPSモード | | | | | | TX | | HF | | VLF | | NEI | | NPP | SPW | CAL | SWEEP RATE | | | | | |
|---------------|---|------------|----------|----------|---------|---------|---------|----------|----------|--------------|---------------|-----------------|---------------|---------------|------------------|------------|-------------|-------------------------|-------------|--------------------|-----------|---------------|------------|--------------|-----------|
| | | | SPW H | SPW V | NW H | NW V | NZ H | NPP B | NPP F | Power H/L | STO SW/FIX | LOCAL SW/FIX | 10GAIN H/L | 20GAIN H/L | SWEEP FIN/NOR | BAND WD | GAIN H/L | PROBES STO SW/FIX | GAIN H/L | PROBES LONG/NOR | POL XY | SAMPLE B/W | MES CAL | SPW 64/32 | NW-H 2 | NW-V 0.125/16 |
| | 0 | ALL PRESET | OFF | OFF | OFF | OFF | OFF | OFF | OFF | NOC | NOC | NOC | NOC | NOC | NOC | NOC | - | - | - | - | NOC | NOC | NOC | - | - |
| | 1 | A-A | ON | ON | - | - | - | - | OFF | - | FRSW | - | - | NOR | - | - | - | - | - | - | - | CAL | 64 | - | - |
| | 2 | NOC | - | - | - | - | - | - | NOC | - | - | - | - | NOC | - | - | - | - | - | - | - | MES | - | - | - |
| | 3 | A-A PRESET | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | FIN | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 4 | ALL | - | - | - | - | - | - | PWHL | FRSW | - | BGAH | - | NOK | VLMW | VGAH | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 5 | A-A | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | NOC | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| M | 6 | ALL | - | - | - | - | - | - | - | SFCY | - | NOC | - | - | - | NOC | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| O | 7 | A-A | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| D | 8 | ALL | - | - | - | - | - | - | PWLO | FRSW | - | BGAH | - | - | - | VGAH | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| E | 9 | A-A | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | A | ALL | - | - | - | - | - | - | - | - | NOC | - | - | - | - | NOC | - | - | - | - | - | II | - | - | - |
| | B | B-B | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | II | - | - | - |
| | C | A-C | - | - | - | - | - | - | PWHL | - | BGAL | - | - | - | - | VGAL | - | - | - | - | - | II | - | - | - |
| | D | A-C SCAN | - | - | - | - | - | - | - | - | NOC | - | - | - | VLMW | NOC | - | - | - | - | - | II | - | - | - |
| | E | C-A PRESET | - | - | - | - | - | - | PWLO | SFCY | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | NOC | - | - | - |
| | F | D-A | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

表 1.6.17 - 2

| データ フォーマット | W ₁₀ B ₁ ~B ₇ | E S P | PPSモード | | | | | | TX | | HF | | VLF | | NEI | | NPP | SPW | CAL | SWEEP RATE | | | | | | | |
|-----------------------|---|------------|----------|----------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|--------------|---------------|-----------------|---------------|---------------|------------------|------------|-------------|-------------------------|-------------|--------------------|-----------|---------------|------------|--------------|-----------|------------------|
| | | | SPW H | SPW V | NW H | NW V | NEI H | NEI V | NPP H | NPP V | Power H/L | STO SW/FIX | LOCAL SW/FIX | 10GAIN H/L | 20GAIN H/L | SWEEP FIN/NOR | BAND WD | GAIN H/L | PROBES STO SW/FIX | GAIN H/L | PROBES LONG/NOR | POL XY | SAMPLE B/W | MES CAL | SPW 64/32 | NW-H 2 | NW-V 0.125/16 |
| | 0 | ALL PRESET | OFF | OFF | OFF | OFF | OFF | OFF | OFF | NOC | NOC | NOC | NOC | NOC | NOC | NOC | NOC | NOC | 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 | - | - | - | - |
| M O D E 1 | 3 | A-A PRESET | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | FIN | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 4 | ALL | - | - | - | - | - | - | - | PWHL | FRSW | - | BGAH | - | NOR | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 5 | A-A | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | NOC | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 6 | ALL | - | - | - | - | - | - | - | - | SFCY | - | NOC | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 7 | A-A | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 8 | ALL | - | - | - | - | - | - | - | - | PWLO | FRSW | - | BGAH | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 9 | A-A | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | A | ALL | - | - | - | - | - | - | - | - | - | NOC | - | - | - | - | - | - | - | - | - | II | - | - | - | - | |
| | B | B-B | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | II | - | - | - | - | - |
| | C | A-C | - | - | - | - | - | - | - | PWHL | - | BGAL | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | II | - | - | - | - |
| | D | A-C SCAN | - | - | - | - | - | - | - | - | - | NOC | - | - | - | - | - | - | - | - | - | II | - | - | - | - | - |
| | E | C-A PRESET | - | - | - | - | - | - | - | PWLO | SFCY | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | NOC | - | - | - | - | - |
| | F | D-A | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

表 1.6.17-3

| ゲ- フラグメント | W16 B1~B8 | ESP | PPSモード | | | | | | TX | | HF | | | | VLF | | NEI | | | NPP | SPW | CAL | SWEEP RATE | | |
|--------------|--------------|------------|----------|----------|---------|------------|----------|----------|--------------|---------------|-----------------|--------------|--------------|------------------|------------|-------------|-----------------------|-------------|----------------------|-----------|---------------|------------------|------------|------------------|------|
| | | | SPW H | SPW V | NW H | NW V | NEI S | NPP P | Power H/L | SIG SW/FIX | LOCAL SW/FIX | 1GAIN H/L | 2GAIN H/L | SWEEP PTH/NOR | BAND WD | GAIN H/L | PROB SIO SW/FIX | GAIN H/L | PROB LONG/ NOR | POL XY | SAMPLE E/W | MES CAL 64/32 | SPW 2 | NW-H 0.125/16 | NW-V |
| | 0 | ALL PRESET | OFF | OFF | OFF | OFF | OFF | OFF | - | - | NOC | NOC | - | - | - | - | NOC | NOC | NOC | - | - | NOC | - | NOC | - |
| | 1 | A-A | - | - | ON | - | ON | - | - | - | FRSW | - | - | - | - | - | FRSW | - | - | - | - | CAL | - | 2 | - |
| M | 2 | NOC | - | - | - | - | - | - | - | - | NOC | - | - | - | - | - | NOC | - | - | - | - | MES | - | - | - |
| | 3 | A-A PRESET | - | - | - | - | - | - | - | - | FRSW | - | - | - | - | - | FRSW | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 4 | ALL | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 5 | A-A | - | - | - | - | - | - | - | - | BGAH | - | - | - | - | - | - | L | LONG | - | - | - | - | - | - |
| | 6 | ALL | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | H | NOR | - | - | - | - | - | - |
| | 7 | A-A | - | - | - | - | OFF | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | NOC | NOC | NOC | - | - | - | - | - |
| E | 8 | ALL | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 9 | A-A | - | - | - | 1/2 OFF | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | FRSW | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 3 | A | ALL | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | B | B-B | - | - | - | - | - | - | - | - | NOC | NOC | - | - | - | - | NOC | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | C | A-C | - | - | - | OFF | - | - | - | - | FXCY | BGAH | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | D | A-C SCAN | - | - | - | - | - | - | - | - | FRSW | BGAL | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | E | C-A PRESET | - | - | - | 1/2 OFF | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | FRSW | H | - | - | - | - | - | - | - |
| | F | D-A | - | - | - | - | - | - | - | - | FXCY | BGAH | - | - | - | - | FXCY | - | - | - | - | - | - | - | - |

表 1.6.17-4

| ゲ- P P P | W ₁₆ B ₁ ~B ₈ | E S P | P P S E - F | | | | | | T X | | H F | | | | V L F | | N E I | | | N P P | SPW | CAL | SWEEP RATE | | |
|-------------------|---|------------|-------------|----------|-----------|---------|-----------|----------|--------------|---------------|-----------------|--------------|--------------|------------------|------------|-------------|-----------------------|-------------|----------------------|-----------|---------------|------------------|------------|------------------|------|
| | | | SPW H | SPW V | NW H | NW V | NEI S | NPP P | Power H/L | SIG SW/FIX | LOCAL SW/FIX | 1GAIN H/L | 2GAIN H/L | SWEEP PTH/NOR | BAND WD | GAIN H/L | PROB SIO SW/FIX | GAIN H/L | PROB LONG/ NOR | POL XY | SAMPLE E/W | MES CAL 64/32 | SPW 2 | NW-H 0.125/16 | NW-V |
| | 0 | ALL PRESET | OFF | OFF | OFF | OFF | OFF | OFF | - | - | NOC | NOC | - | - | - | - | NOC | NOC | NOC | - | - | NOC | - | NOC | - |
| | 1 | A-A | - | - | 1/2 ON | - | 1/2 ON | - | - | - | FRSW | - | - | - | - | - | FRSW | - | - | - | - | CAL | - | 2 | - |
| | 2 | N O C | - | - | - | - | - | - | - | - | NOC | - | - | - | - | - | NOC | - | - | - | - | MES | - | - | - |
| | 3 | A-A PRESET | - | - | - | - | - | - | - | - | FRSW | BGAH | - | - | - | - | FRSW | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 4 | ALL | - | - | - | - | - | - | - | - | NOC | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| M | 5 | A-A | - | - | - | - | - | - | - | - | BGAL | - | - | - | - | - | - | L | LONG | - | - | - | - | - | - |
| | 6 | ALL | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | H | NOR | - | - | - | - | - | - | - |
| O | 7 | A-A | - | - | - | - | - | - | - | - | NOC | - | - | - | - | - | NOC | NOC | - | - | - | - | - | - | - |
| D | 8 | ALL | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| B | 9 | A-A | - | - | - | - | - | - | - | - | FXCY | BGAH | - | - | - | - | FXCY | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | A | ALL | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | B | B-B | - | - | - | - | - | - | - | - | NOC | NOC | - | - | - | - | NOC | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | C | A-C | - | - | - | - | - | - | - | - | FXCY | BGAH | - | - | - | - | FXCY | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | D | A-C SCAN | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | E | C-A PRESET | - | - | - | - | - | - | - | - | NOC | - | - | - | - | - | NOC | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | F | D-A | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

表 1.6.17-5

| デ-タ No. → | W ₁₆ B ₁ ~B ₁₆ | E S P | P P S ← F | | | | | | T X | | H F | | | | V L F | | N E I | | | | RPP PER XY | HPW SAMPLE H/M | CAL MES CAL | SWEEP | | RATE NEW-H 2 |
|-----------------------|--|------------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------|---------------|-----------------|--------------|---------------|------------------|---------------|--------------|-------------|--------------|------------------|-----------|------------------|----------------------|-------------------|--------------|-------------------|--------------------|
| | | | NEW H | NEW V | NEW H | NEW V | NEI H | NEI V | Power H/L | RED OP/CLK | LOCAL OP/CLK | IGAIN H/L | 2IGAIN H/L | SWEEP PIN/NOR | BAND NO/NO | IGAIN H/L | PROB H/L | IGAIN H/L | PROB LONG/NOR | COL XY | | | | APW 64/32 | NEW-V 0.125/16 | |
| | 0 | ALL PRESET | OFF | OFF | OFF | OFF | OFF | OFF | — | — | NOC | — | — | — | NOC | NOC | NOC | NOC | NOC | — | — | NOC | — | NOC | NOC | |
| | 1 | A-A | — | — | ON | ON | — | — | — | — | FRSW | — | — | — | — | — | FRSW | — | — | — | — | CAL | — | 2 | — | |
| | 2 | N O C | — | — | — | — | — | — | — | — | NOC | — | — | — | — | — | NOC | — | — | — | — | MES | — | — | — | |
| M O D E S | 3 | A-A PRESET | — | — | — | — | — | — | — | — | FRSW | — | — | — | VLWD | VGAH | FRSW | — | NOR | — | — | — | — | — | 0.125 | |
| | 4 | ALL | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | |
| | 5 | A-A | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | VGAL | — | L | LONG | — | — | — | — | — | — | |
| | 6 | ALL | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | H | — | — | — | — | — | — | — | |
| | 7 | A-A | — | — | — | — | — | — | — | — | NOC | — | — | — | NOC | NOC | NOC | NOC | NOC | — | — | — | — | — | NOC | |
| | 8 | ALL | — | — | — | — | — | — | — | — | FXCY | — | — | — | VLWD | — | FXCY | — | — | — | — | — | — | — | 0.125 | |
| | 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 | VGAH | NOC | — | — | — | — | — | — | — | NOC | |

表 1.6.17-6

| データ No.→ | W ₁₆ B ₁ ~B ₁₆ | E S P | P P S ← F | | | | | | T X | | H F | | | | V L F | | N E I | | N P P | SPW | CAL | SWEEP RATE | | | | |
|-----------------------|--|------------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------|---------------|-----------------|--------------|---------------|------------------|---------------|--------------|-----------------------|--------------|----------------------|------------|---------------|------------|--------------|------------|
| | | | SPW H | SPW V | NEW H | NEW V | NEI H | NEI V | NPP H | NPP V | Power H/L | 810 SP/CLK | LOCAL SP/CLK | IGAIN H/L | 2IGAIN H/L | SWEEP PIN/NOR | BAND NO/NO | IGAIN H/L | PROB 810 SP/CLK | IGAIN H/L | PROB LONG/ NOR | COL XY | SAMPLE H/M | MES CAL | SPW 64/32 | NEW-H 2 | NEW-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 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | CAL | — | 2 | — |
| M O D E S | 2 | N O C | — | — | — | — | — | — | — | — | — | NOC | — | — | — | — | — | — | — | — | — | MES | — | — | — | 0.125 |
| | 3 | A-A PRESET | — | — | — | — | — | — | — | — | — | FRSW | BGAH | — | — | VLWD | VGAH | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | 4 | ALL | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | 5 | A-A | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | VGAL | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | 6 | ALL | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | 7 | A-A | — | — | — | — | — | — | — | — | — | NOC | NOC | — | — | NOC | NOC | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | 8 | ALL | — | — | — | — | — | — | — | — | — | FXCY | — | — | — | VLWD | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | 9 | A-A | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | A | ALL | — | — | — | — | — | — | — | — | — | FXSW | — | — | — | VLNR | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 16 |
| | B | B-B | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | C | A-C | — | — | — | — | — | — | — | — | — | FXCY | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | D | A-C SCAN | — | — | — | — | — | — | — | — | — | FRSW | — | — | — | VLWD | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 0.125 |
| | E | O-A PRESET | — | — | — | — | — | — | — | — | — | FXCY | BGAH | — | — | — | VGAH | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | F | D-A | — | — | — | — | — | — | — | — | — | FRSW | BGAH | — | — | — | VGAH | — | — | — | — | — | — | — | — | — |

表 1.6.17-7

| データ フロント | W ₁₀ B ₂ ~B ₇ | E S P | PPSモード | | | | | | TX | | HF | | | | VLF | | NEI | | | NPP | SPW | CAL | SWEEP RATE | | |
|-------------|---|------------|----------|----------|---------|---------|----------|----------|--------------|---------------|-----------------|--------------|--------------|------------------|------------|-------------|-----------------------|---------------------|---------------------|-------------------|---------------|------------|------------|------------|-----------------|
| | | | SPW H | SPW V | NW H | NW V | NEI S | NPP F | Power H/L | SIO SW/FIX | LOCAL SW/FIX | 1GAIN H/L | 2GAIN H/L | SWEEP FIX/NOR | BAND WD | GAIN H/L | PROB SIO SW/FIX | GAIN LONG H/L | PROB LONG NOR | POL XY | SAMPLE E/B | MES CAL | SPW CAL | NW-11 2 | NW- 0.125/16 |
| | 0 | ALL PRESET | OFF | OFF | OFF | OFF | OFF | OFF | - | - | NOC | NOC | NOC | - | - | - | - | - | - | NOC | - | NOC | - | NOC | - |
| | 1 | A-A | - | - | - | - | ON | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | CAL | - | 2 | - | |
| | 2 | NOC | - | - | - | - | - | - | - | FRSW | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | MES | - | - | - | |
| MOD 7 | 3 | A-A PRESET | - | - | - | - | - | - | - | - | BGAH | BGAH | - | - | - | - | - | - | - | POL | - | - | - | - | |
| | 4 | ALL | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | 5 | A-A | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | XY | - | - | - | - | |
| | 6 | ALL | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | 7 | A-A | - | - | - | - | - | - | - | - | BGAL | BGAL | - | - | - | - | - | - | - | POL | - | - | - | - | |
| | 8 | ALL | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | 9 | A-A | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | XY | - | - | - | - | |
| | A | ALL | - | - | - | - | - | - | - | - | NOC | NOC | - | - | - | - | - | - | - | POL 1/4 XY 1/4 | - | - | - | - | |
| B | B-B | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| | C | A-C | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | D | A-C SCAN | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | NOC | - | - | - | - | |
| | E | C-A PRESET | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | F | D-A | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |

表 1.6.17-8

| データ フロント | W ₁₀ B ₂ ~B ₇ | E S P | PPSモード | | | | | | TX | | HF | | | | VLF | | NEI | | | NPP | SPW | CAL | SWEEP RATE | | |
|-----------------------|---|------------|----------|----------|---------|---------|----------|----------|--------------|---------------|-----------------|--------------|--------------|------------------|------------|-------------|-----------------------|-------------|---------------------|-------------------|---------------|------------|------------|-----------|------------------|
| | | | SPW H | SPW V | NW H | NW V | NEI S | NPP F | Power H/L | SIO SW/FIX | LOCAL SW/FIX | 1GAIN H/L | 2GAIN H/L | SWEEP FIX/NOR | BAND WD | GAIN H/L | PROB SIO SW/FIX | GAIN H/L | PROB LONG NOR | POL XY | SAMPLE E/B | MES CAL | SPW CAL | NW-H 2 | NW-Y 0.125/16 |
| | 0 | ALL PRESET | OFF | OFF | OFF | OFF | OFF | OFF | - | - | NOC | NOC | NOC | - | - | - | - | - | - | NOC | - | NOC | - | NOC | - |
| | 1 | A-A | - | - | - | - | - | ON | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | CAL | - | 2 | - |
| | 2 | NOC | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | MES | - | - | - |
| M O D E 8 | 3 | A-A PRESET | - | - | - | - | - | - | - | FXCY | BGAH | BGAH | - | - | - | - | - | - | - | POL | - | - | - | - | - |
| | 4 | ALL | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 5 | A-A | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | XY | - | - | - | - | - |
| | 6 | ALL | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 7 | A-A | - | - | - | - | - | - | - | - | - | BGAL | BGAL | - | - | - | - | - | - | POL | - | - | - | - | - |
| | 8 | ALL | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 9 | A-A | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | XY | - | - | - | - | - |
| | A | ALL | - | - | - | - | - | - | - | - | - | NOC | NOC | - | - | - | - | - | - | POL 1/4 XY 1/4 | - | - | - | - | - |
| | B | B-B | - | - | - | - | - | - | - | - | FXCY SW | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 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、世界的に超高圧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るが、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やされ、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)発生の原因となっているとの報告があり、最近では直流送電のサイリスタ整流枝の発生する脈流放射が問題となって来た。

本PIにおいては50 Hz, 60 Hzの狭帯域センサーによる電力線の放射量の全地球分布の観測と、0 ~ 5.5 kHz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 狭帯域基本波モード (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センサーによる磁気観測を行い、50 Hz, 60 Hz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観測器の観測周波数帯域を0 ~ 5.5 kHzに切換え、電力線高調波と地球物理学的現象によって発生する諸現象と放射量の変化を観測する。従ってセンサーはPPSと共用し、長さ40 m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 狭帯域基本波モード (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・ダイア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の箱体下部の外壁(太陽指向面)に取付けられ、プリアンプを内蔵している。センサー本体は6mm×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。

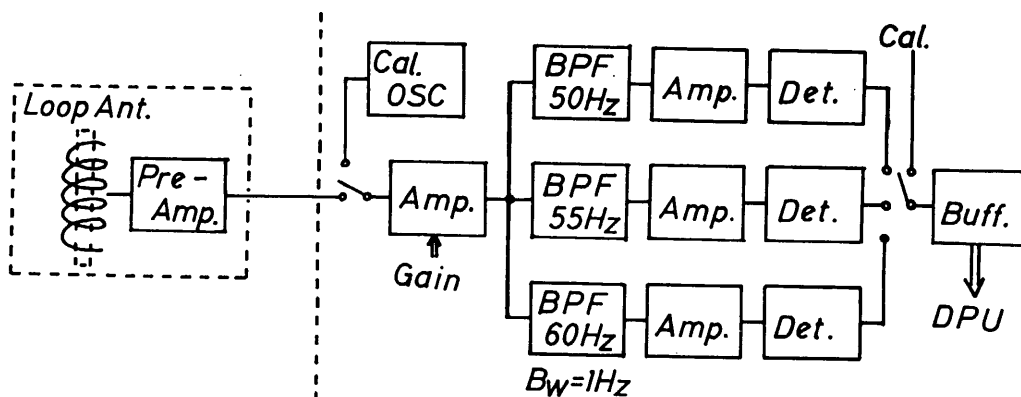
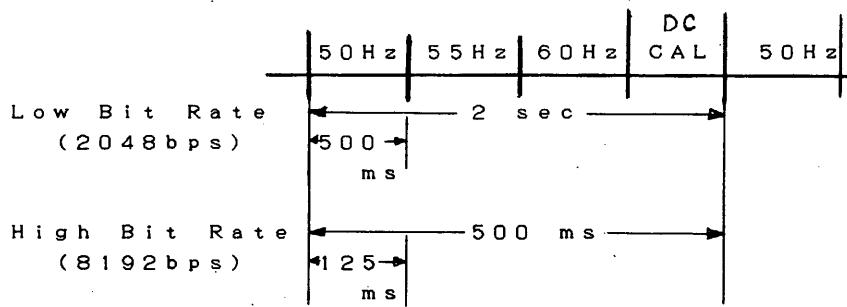


図-1 PLR Fundamental Frequency Receiver

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・ダイア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テレメトリで伝送される。この部分の詳細はPPSの項に記載されている。

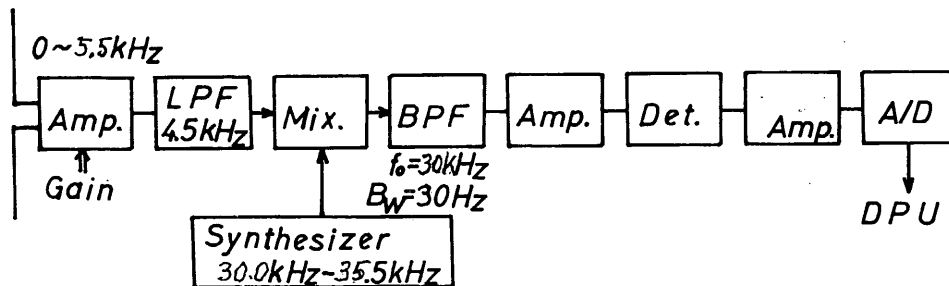


図-3 PLH & Induced Radiation Receiver

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、ここでは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 | $X_1 Y_7$ $AD_6 EX_8$ | PPS共通部 ON OFF | $F_{8n+2} W_7 B_6 = 1 (ON)$ $= 0 (OFF)$ |
| 3 4 | PLR ON OFF | DDC | 6 6 7 6 | PLR電源 ON OFF | $F_{8n+2} W_7 B_6 = 1 (ON)$ $= 0 (OFF)$ |
| 5 6 | PPS/PLR CAL MES | DDC | 5 8 7 7 | PPS+PLR CAL MES | $F_{2n} W_{29} B_7 = 1 (CAL)$ $= 0 (MES)$ |
| 7 8 9 10 11 12 | IF WRTE C0 B0 A0 90 PPSE,EXEC 1 1 0 0 ALL PI OG CONT | DDC | 6 7 7 8 1 3 2 4 2 3 1 4 | 1/0コマン ド書込モード PLR S GAINL M H 1/0 コマンド実行 データ[1] の書込 データ[0] の書込 全PI OG コントロール | $F_{8n+4} W_8 B_2 = 1 (OK)$ $= 0 (NO)$ |
| 13 14 15 | ENA PLR OG CONT DISA | DDC PDC-2 PDC-2 | 4 2 $H_7 V_1$ 7 3 | 可能 PLR OG コントロール 禁止 | $F_{8n+2} W_{10} B_6 = 1 (Ena)$ $= 0 (DIS)$ |

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_{28})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 | 0 | 0 | 0 | - | 0 | 0 | 0 | - | - | 0 |
| 2 | 0 | 0 | 0 | - | 0 | 0 | 0 | - | - | 2 |
| 3 | 0 | 0 | 0 | - | - | 0 | 0 | - | - | 7 |
| 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | - | - | - | 1 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | - | - | - | 3 |
| 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | - | - | - | - | 8 |
| 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | 4 |
| 8 | 0 | 0 | 0 | - | 0 | 0 | 0 | 0 | - | 5 |
| 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | - | 0 | - | 6 |
| A | - | - | - | - | - | 0 | 0 | - | 0 | 9 |
| B | - | - | - | - | - | 0 | - | 0 | - | 5 |
| C | 0 | 0 | - | - | - | - | - | - | - | 5 |
| D | 0 | - | 0 | - | - | - | - | - | - | 6 |
| E | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| F | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 0 | NO EFFECT | | | | | | | | | - |

0=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ンプ部は、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で伝送される。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 狭帯域基本波モード (PLR-F)

目的の項で述べたように、PLR-Fは50Hz及び60Hz放射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層的に運用を行う。

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エル (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向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) のラフェール博士 (Lafeuvre) の北欧におけるVLF地上観測との同時観測により、北欧のオーロラ帯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) サイポル基地 (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波の電離層透過特性の研究。 (Over Japanese Islands)

EXOS-C飛翔中、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。

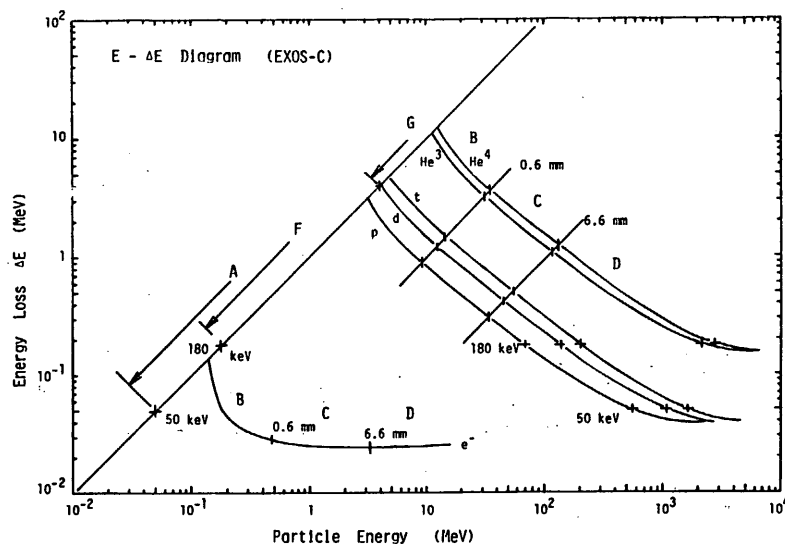
⑥ その他

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 ΔE -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、こゝらの解明も図っている。衛星には2台のセンサー (ΔE -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に (Sensor-1)、他の1台を太陽と直角方向を向くように置く (Sensor-2)。各センサーは5枚の Si 検出器から成り (Au-Si 型2枚, Si(Li) 型3枚), $S.D. \approx 0.14 \text{ cm}^2 \cdot \text{sr}$ である。

1. 観測方法

電子と陽子の分離は厚さ 0.1 mm の ΔE 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 ΔE 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・ヘリウム等が各々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。粒子は図の上より入射し、光をさえるための Al フォイルを通過した粒子について ΔE -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 は他の粒子も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検く。第1次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なるが、He は数が少なく電子・陽子の測定の精度に与える影響は少ない。第3図に、Si 検出器の写真を示す。写真の中で ΔE_1 とあるのは第2図の ΔE 、 ΔE_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。

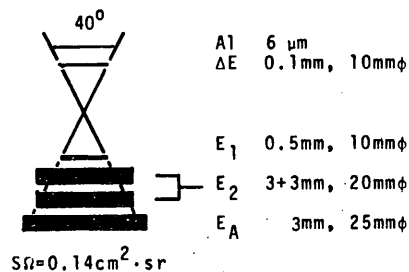


第1図. HEPセンサーの粒子分離を示す ΔE - E 図.

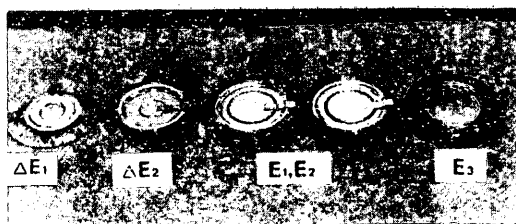
2. 測定回路システム

搭載する2台のセンサーに対して回路システムは第4図に示すように1組で間に合
めせる。各検出器の名称をA (ΔE), 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
ー (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
データ処理するようになっている。処理時間が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
てデイク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。このら
の検出器からの信号の同時計数モード
を取ることで ΔE - E 法により粒子の
分離を行う。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16チャンネルで取る。時間分解
能は粒子の計数率の逆は1/8秒、エネ
ルギー分布は4秒が最小であるが、通
常は数秒間積分してデータを取る。



第2図. センサーの断面図



第3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)

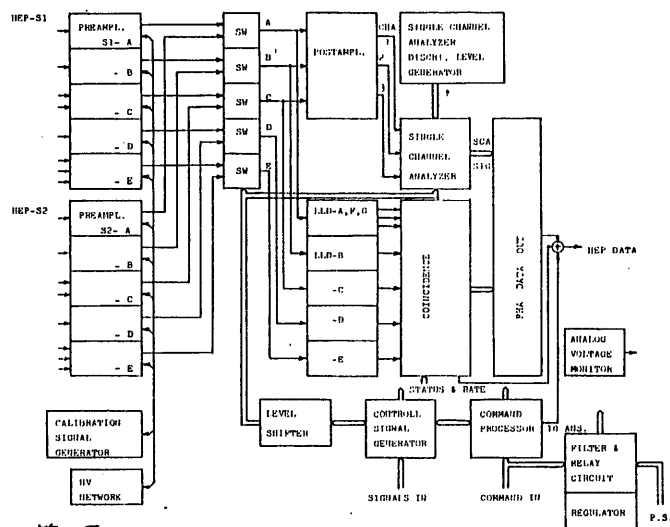
| Signal | Discriminator | Level (keV) | |
|--------------|---------------|-------------|-------|
| | | Low | High |
| A ΔE | | 50. | 100. |
| B E_1 | | 50. | 100. |
| C E_2 | | 50. | 100. |
| D E_A | | 50. | 100. |
| E GR* | | 50. | 100. |
| F ΔE | | 180. | 180. |
| G ΔE | | 4000. | 4000. |

センサー、回路のステータス信号として各検出器の計数率、ディクリミネータレベルの High / Low , 検出器電圧 High (300V) / Low (150V) 等も送信する。

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、ディクリミネータレベルの変更、波高分析器のチャンネル分割の変更等を行う。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、テロップ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) によってモニターしている中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、回路と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 の出力もモニターして他との干渉もわかるようにしてある。

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同様になるので、全粒子と電子



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

に相当する二本に計数が出ているのかわかる。
縦軸は対数表示で $1 \sim 10^5$ の範囲を計測する。
図はテロワフコマンド 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
0.19-3.2 MeV である。陽子は出ないでカウ
ントゼロの線上にある。

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 ($1/\text{cm}^2 \text{sr.s}$ 、
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の施設に
よりエネルギー較正を行なった。

研究担当者およびメーカー

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 (愛媛大教養)

電子回路 日本電気 (株)

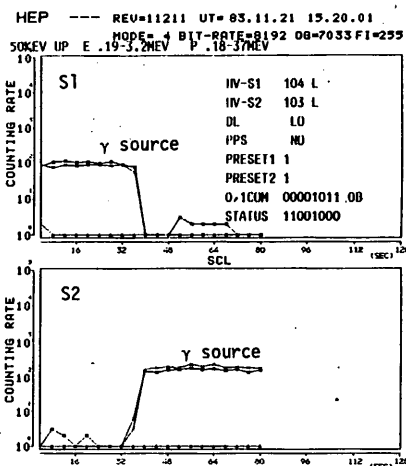
センサー (株) 東京電子冶金研究所

第3表. 地上テスト時の Q/L の例

```

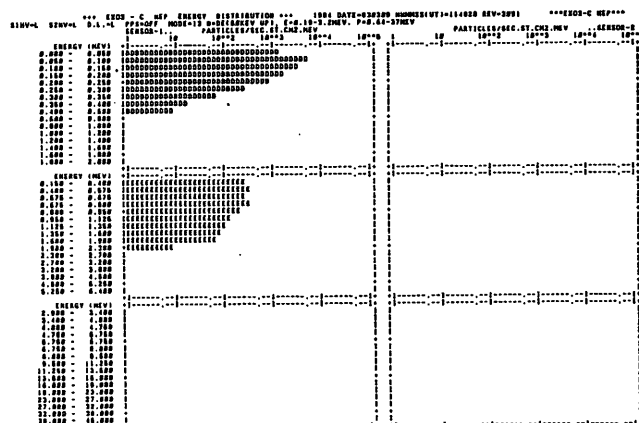
----- HEP -----
HV-S1 104 L PRESET1 1
HV-S2 102 L PRESET2 1
DL LO 0.1COM 00001011(00)
PPS NO STATUS 01001000
CAL-V 0.0 S1 S2
C-STEP 0 LLD-A 111 245
REF-V 12.0 LLD-B 224 173
TEMP-E 24.7 LLD-C 101 3
TEMP-S 52.4 LLD-D 253 59
U-ANT A LLD-E 0 0

```



第5図. ガンマ線源に於ける計数率測定

[文責 永田]



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

1. 電子温度測定目的 電子温度の測定はロケットによる電離層観測の丁度初年、以来行われており、地球電離層の全体的な様子は極域を除いてほぼ把握されている。また Aeronomy を議論するのに後述するような特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なっていた。このような状況にあって、日本が観測を行う場合、測出は何か出るであろうかに実験を行う事は懐疑的では無いと考へる。明瞭な目的を持ち、かつエコーパルス観測対象と違ふ事が必要とされる。上記の考へに基づいて EXOS-C においては特に中低緯度の二つの異常現象、即ち(1)南大西洋異常、(2)プラズマバブルの二つの現象に的を絞りたいと考へる。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オーストラリア科学衛星「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、これを我々は同時に行われたAC電場の測定と合わせて高速移動電極とプラズマの相互作用によって生じたAC電場によって用りの電子が加熱されたものであると結論した。プラズマバブルについては1975年の「太陽」衛星によって下層のすぐ下で生じたバブルの両端で電子温度が用りの背景のプラズマの電子温度に等しい事を見出し、これを続けて1981年2月に発射された「ムネトリ」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おき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作るウェークの運動を余り心配せずにデータ解析ができるので、過去の衛星に比べて良質の高分解能のデータが期待できる。これから二つ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急降についてもEXOS-C(衛星)で詳細に調べられると期待している。

2. 測定原理 プラズマ中に浸された電極に高周波電圧 a_1 および $2a_1$ を引続いて印加すると電極へ流れ込む電流が零になる電位(浮動電位)は順にシフトする。これを浮動電位のシフト分は

$$\Delta V_1 = G \cdot kT_e / e \cdot \ln [I_0 (e a_1 / kT_e)] \quad \cdots (1)$$

$$\Delta V_2 = G \cdot kT_e / e \cdot \ln [I_0 (2e a_1 / kT_e)] \quad \cdots (2)$$

とあらわされる。ここで G はアンプの利得、 k はボルツマン定数 $1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$ 、 $I_0(\cdot)$ 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。上記の式において G , および a_1 , $2a_1$ は既知ゆえ ΔV_{f1} , ΔV_{f2} を測定する事によって電子温度が計算できる。また ΔV_{f1} , ΔV_{f2} を検出するアンプの利得 G がわからなくても、2つの浮動電位のシフト分の比を取る事によって

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

から電子温度 T_e を求める事が出来る。

上記の式を導き出すにあたり、我々はプラズマ中の熱的電子がマクスウェル分布をしていると仮定していきながら導き出すが、もしプラズマ中の電子がマクスウェル分布をしていない場合は上記 (1)(2), および (3) 式から得られたみかけの電子温度はお互いに等しくなるるので、プラズマ中の電子がマクスウェル分布をしているかどうかのチェックができる。

3 システム 直径120mmの4コノセコサーボソーラパドルの先端に取り付けられた。電極はパドルに垂直であり従って電極に直接太陽が当たる事は無いと思われ。4コノセコサーボのうち、一コは背景のプラズマ不規則構造による電子温度計出力波の乱れをデータ処理に反映させるため、イオン電流、電子電流をモニターする。従って電子温度計として常時3コが動作していきなり、このうちの二コは必ず衛星のウェーをさけ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、磁気線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つの正弦波発振器が内蔵され、一つの発振器で2コノセコサーボを駆動し、もう一つの発振器が残る一つのセコサーボをドライブする。サロン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づつに $+2.6\text{V}$, 他の半分は -2.6V を印加する事によって得られる。サブシステムの重量軽減のため、電子温度計へのコマンドは、電子温度計の ON/OFF, アンプの利得をチェックするための CAL ON/OFF, 極域での衛星電位の変動等によるレベルの較正をおこなう GAIN H/L の3つのみである。

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 : $1000 \sim 6000 \text{ K}$

印加高周波電圧の振幅 : 0.5V , 0.25V , および 0V

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

印加高周波電圧の周波数 ; $30\text{kHz} \pm 300\text{Hz} (-30^\circ\text{C} \sim +60^\circ\text{C})$

入力インピーダンス ; $100\text{M}\Omega$

CMRR ; $> 60\text{dB}$

Gain ; センサ-1: 5.818, センサ-3: 5.80, センサ-5:
5.760

以下にデータ処理に必要なテレメータ情報を記す

(1) コントロールステータス

TEL ON/OFF ; $F_{8m+3} W_3 B_4$ '1' ON, '0' OFF

CAL CN/OFF ; $F_m W_{q4} B_4$ '1' ON, '0' OFF (ALA経由)

TEL GAIN H/L ; $F_m W_{q4} B_5$ '1' H, '0' L (ALA経由)

(2) データフォーマット

2.1 モード 0~3 TEL センサ-1, センサ-7 のみ出力

センサ-1 $F_0 W_{32} (S_1 H), F_0 W_{q6} (S_1 M), F_1 W_{32} (S_1 Z), F_1 W_{q6} (S_1 V_H)$

センサ-7 $F_0 W_{33} (S_7 H), F_0 W_{q7} (S_7 M), F_1 W_{33} (S_7 Z), F_1 W_{q7} (S_7 V_H)$

2.2 モード 4~6, 14~15, 全センサデータ出力

センサ-1 $F_0 W_{32} (S_1 H), F_0 W_{q6} (S_1 M), F_1 W_{32} (S_1 Z), F_1 W_{q6} (S_1 V_H)$

センサ-7 $F_0 W_{33} (S_7 H), F_0 W_{q7} (S_7 M), F_1 W_{33} (S_7 Z), F_1 W_{q7} (S_7 V_H)$

センサ-5 $F_0 W_{34} (S_5 H), F_0 W_{q8} (S_5 M), F_1 W_{34} (S_5 Z), F_1 W_{q8} (S_5 V_H)$

センサ-3 $F_0 W_{35} (S_3 H), F_0 W_{q9} (S_3 M), F_1 W_{35} (S_3 Z), F_1 W_{q9} (S_3 V_H)$

担当 宇宙科学研究所 小山孝一郎, 平岸邦彦
中京大教養 中原文彦

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 ~ 16 MHz の印加周波数の範囲の中で、いくつかの掃引モードを遊ぶことが出来、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、プローブの帯電現象に関する情報、静電アスプラズ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ゝ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フラジル地磁気異常帯、赤道域F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。観測上特に興味を持たれる領域と現象は、(1) フ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F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F層の構造と不規則成分、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、地球プラズマ環境についての総合的な理解を更に一歩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システムのブ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、プローブ及びプローブ切換え部、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のアローブ印加信号はPPSのPLLシンセサイザーより供給される。掃引信号は4バンドより成り、夫々100~400 kHz, 400 kHz~1.6 MHz, 1.6 MHz~6.4 MHz及び6.4 MHz~16 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。アローブへの印加信号としては、4種類の固定周波数(112 kHz, 236 kHz, 424 kHz 及び 816 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) アローブ 及びアローブ切替部

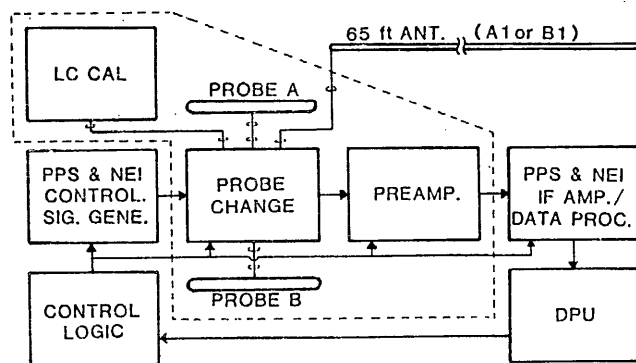
電子密度計測の為のアローブは、 $20\text{ mm}\phi \times 470\text{ mm}$ Lの円柱状の金属棒で対角線上の2枚のパドルの先端に取りつけられており、NEIのNormalモードでは、この2本のアローブが8掃引毎に交互にアリアンプに接続される。また、アローブはコマンドにより65 feet アンテナに切替えることが出来る。キャリアレーションモードでは、アローブの代りにLC共振回路が接続され、システムのキャリアレーションが行われる。

c) アリアンプ部

アリアンプ部は夫々、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増中器及びデータ処理部

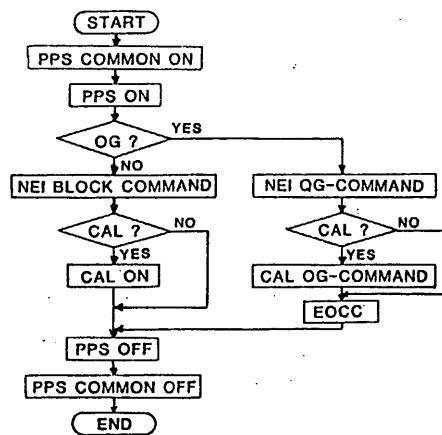
アリアンプからの出力はPPSのHF受信部の1系列の1st IF前段のミクサーに入力される。IF増中器のGainはNEIモードではLow Gainに固定される。IF増中された出力レベルは12bitにA/D変換されるが、データ処理部において、8bitのデータとして再編集されDPUに送出される。



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 と共有しており、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 コモン及び PPS の“ON” コマンドを実行した上で、OG コマンド又はブ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。



第二図. NEI 運用の手順

NEI の計測モードの選択枝としては、衛星全体の運用に関して、bit rate、他の PI との組み合わせがあり、また NEI 固有の制御として、印加周波数選択、アローブ切替、CAL/MES 切替がある。これらは互に独立に選択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る。例えば電子密度のグローバルな分布を計測する目的では、low bit rate の単一の OG を配列することにより受信局での受信毎にほぼ一周回にわたるデータを取得することが出来る(グローバルモード)、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は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)。

4. 諸元

4.1 コマンド

a) デイスクリートコマンド

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

PPS ON/OFF: DDC 4-6 / 5-6, PPS-NEI 電源 ON/OFF

MODE-A WRITE: DDC 4-7, モード A "1", "0" データ書込みモード設定

IF-WRITE: DDC 6-7, IF "1", "0" データ書込みモード設定

PPS EXEC: DDC 7-8, "1", "0" コマンド実行; PPS CAL/MES: DDC 5-8 / 7-7

b) ブロック・コマンド

モード A・コントロール

B0, B1, B2 = 101: NEI モード設定 B6, B7 = 00 周波数選択 112 kHz; Band 1

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

B4 = 1/0: 周波数 SELECT/CYCLOC 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_{2n}W₂₉ B4 1/0 NEI ON/OFF
B7 1/0 CAL/MES
F_{4n}W₃₁ 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_{64n+22}W₉₅ NEI PREAMP TEMPERATURE

4.3 電気的性能

プロ-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

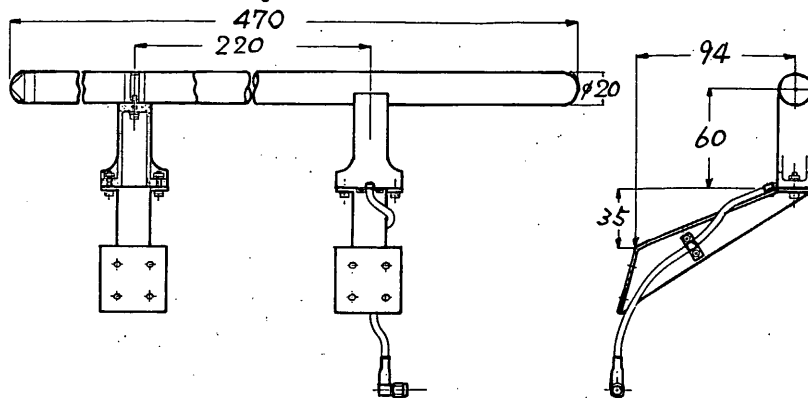
電力 (PPS/NEI 運用時)

| | 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

アローブ部

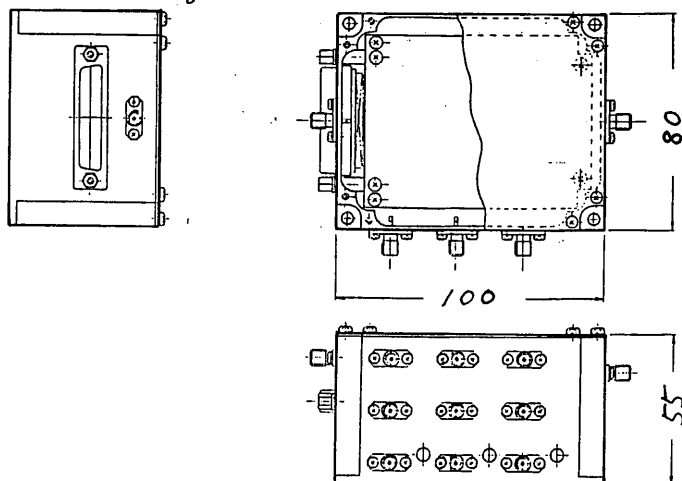
形状 $20\text{mm}\phi \times 470\text{mm Length}$ (第三図) } $\times 2$
 重量 0.196 kg



第三図 NEI アローブ形状

プリアンブ部

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



第四図 NEI プリアンブ形状

以上

高橋、大家、渡部 (東北大学・理学部)
 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 のアンテナ校正用 C W 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ことを目的とする。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う電磁妨害を防止するために、メインローブのみならず比較的 low レベルのサイドローブ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 C W 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・比較校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 A G C が用いられる。

M U レーダーアンテナのメインローブ幅が 3.6° 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° s^{-1} 程度であるので、受信信号のサンプルは高々 100 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 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 ms に選ばれている。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。

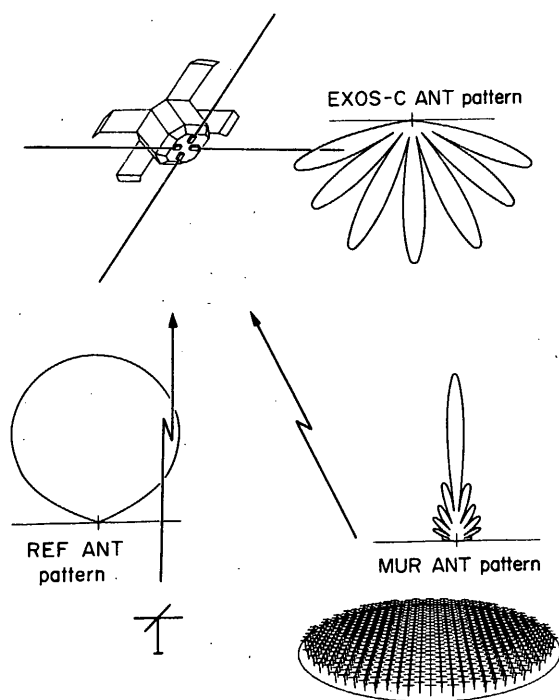


図 1 MU レーダーアンテナパターンの測定原理。受信信号強度の変動は REF 信号により校正される。

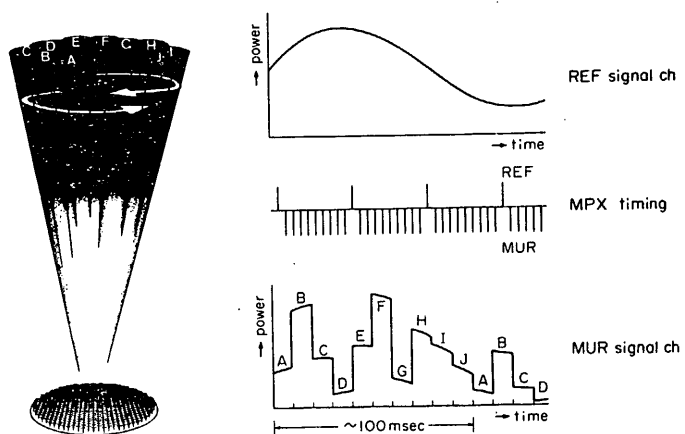


図 2 MUR 及び REF 信号の変動。MU レーダーアンテナビームを A → B → ... → J の順に切り換えた場合について示してある。

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(～40m Tip-to-Tip)、46.5 MHz に対しては約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パ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ので、1/10 スケールモデルによる電波無響室内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わす。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パターンを図4 に示す。 $\theta = 90^\circ$ 付近を除くと

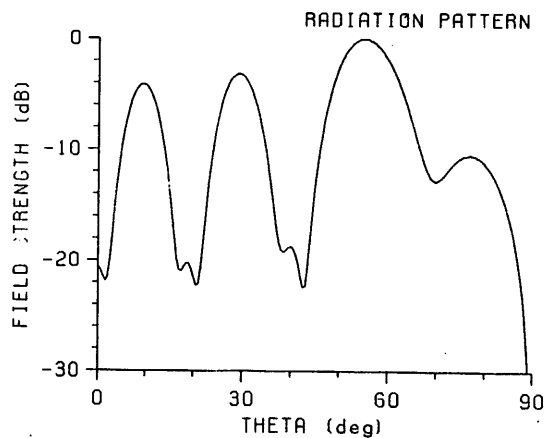
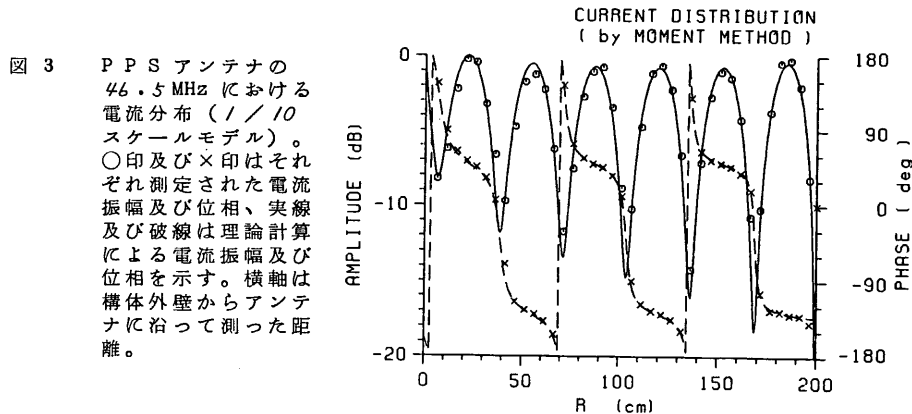


図4 図3 の電流分布より計算された PPS アンテナの46.5 MHz におけるアンテナパターン。

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 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 受信機には、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、構体が大きな寄与をすることが示唆される。アンテナ接続部のスケール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、 50Ω 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、E X O S - C が信路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 E X O S - C が信路より仰角 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ブ利得に、- 20 dB のマージンは低仰角サイドローブレベルに対応する。

受信機ブロック図を図 6 に示す。

アンテナよりの入力、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 に変換される。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 局発信号により 505 kHz の M U R 信号と、455 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、テレメ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

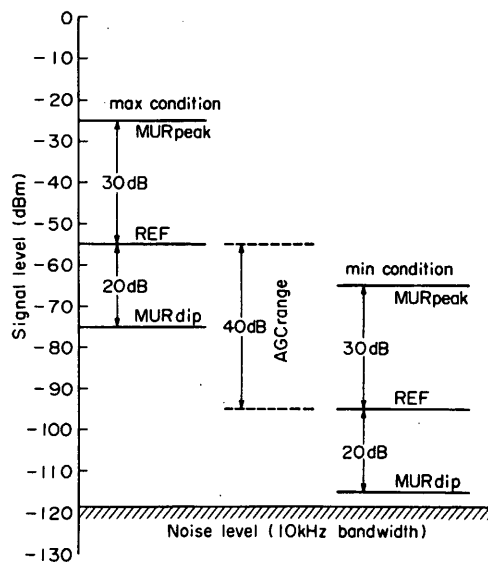


図 5 M U M 受信機のダイナミックレンジ及び A G C 可変範囲。

時定数を持つ低域通過フィルタを通された後 A G C 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) としてシリアルに D P U へ送出される。この時必要なタイミング信号は D P U より得る。表1に M U M 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。

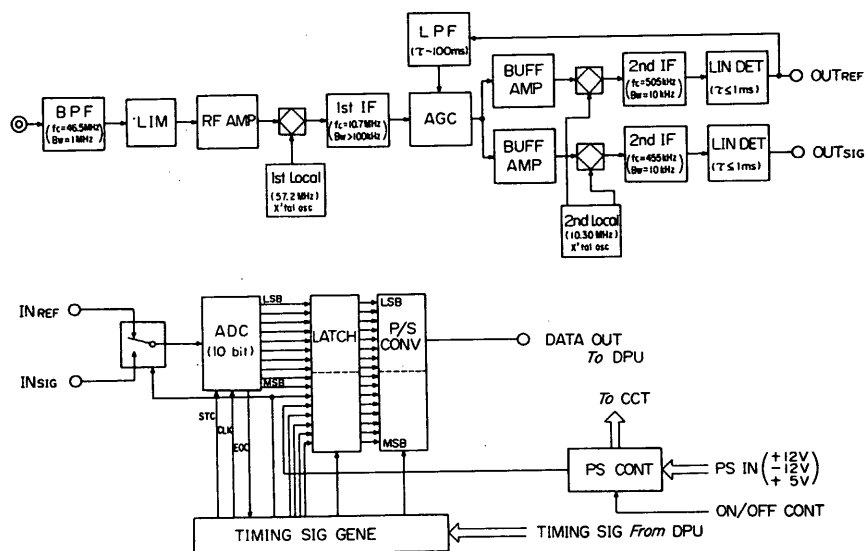


図6 M U M 受信機ブロック図

4. データの構成

1 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)
- $W_{2n} B_5$ (M U R / R E F)
- (iii) 検波信号 10 ビット $W_{2n} B_6, B_7, W_{2n+1} B_0 \sim B_7$

M U R / R E F データの配列は P C M フレームデータフォーマットのモード / 5 による。

表1 MUM受信機の主要諸元

| | |
|-----------|--|
| 受信周波数 | MUR: $f_1 = 46.5 \text{ MHz}$ REF: $f_2 = f_1 + 50 \text{ kHz}$ |
| 入力感度 | -115 dBm (min) |
| ダイナミックレンジ | 50 dB 以上 |
| AGC 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 ADC の MSB より 10 ビット) |
| 入力切換 | アナログスイッチ (MUR:REF = 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 | DPU |
| ステータス信号 | 2 ビット MUM ON/OFF ($W_{2n}B_4$) MUR/REF ($W_{2n}B_5$) |
| 同期信号 | 4 ビット ($W_{2n}B_0 \sim B_3$ 1001) |
| コマンド | MUM ON/OFF アンテナ切換 MUM 側/PPS 側 " NOR/REV |
| 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

EXOS-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 (ω) が 90° と -90° 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、OG 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 (KSC) と信楽では 1-2 分程度の時間差で EXOS-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 S C M

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 $2 \times 2 \text{ cm}$ 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フレームにわたって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 (W95) 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、 $2 \times 2 \text{ cm}$ 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、リレ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 | カバーガラス (厚さ) | 温度センサ |
|------|--------------------|------|---------|--------------------------|-------------|
| SC-1 | GaAs SOLAR CELL | — | 2cm×2cm | Ceド-フマイクロシート (0.15mm) | — |
| SC-2 | .. | — | " | (") | ○ (RT-1) |
| SC-3 | " | — | " | (") | ○ (RT-2) |
| SC-4 | " | — | " | (") | — |
| SC-5 | Si SOLAR CELL | BSFR | " | 溶融石英 (0.15mm) | — |
| SC-6 | " | " | " | なし | ○ (RT-3) |
| SC-7 | " | BSF | " | Ceド-フマイクロシート (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 電氣的性能

- (1) 入力電圧 +5 V, +12V, -12V, +15V
- (2) 消費電力 +5 V.....15 mW
+12V.....576 mW
-12V.....324 mW
計 915 mW
- (3) コマンド項目 SCM ON, SCM OFF
- (4) HK項目 センサ部温度 (F_{64n+23}W₉₅, F_{64n+24}W₉₅, F_{64n+25}W₉₅の3ヶ所)
- (5) ステイタス SCM ON/OFF (W₈B₇)
- (6) 出力データ アナログ1CH (W₉₅) 0~3 V
- (7) 計測精度 (常温)
電圧設定精度 ±1%以下 (フルスケール1.2 Vに対して) ($-30^{\circ}\text{C} \leq t \leq +60^{\circ}\text{C}$)
電流計測精度 ±1.5%以下 (I_{sc} * 近辺) (フルスケール200 mAに対して)
($-30^{\circ}\text{C} \leq t \leq +60^{\circ}\text{C}$)

* I_{sc}; 太陽電池の短絡電流

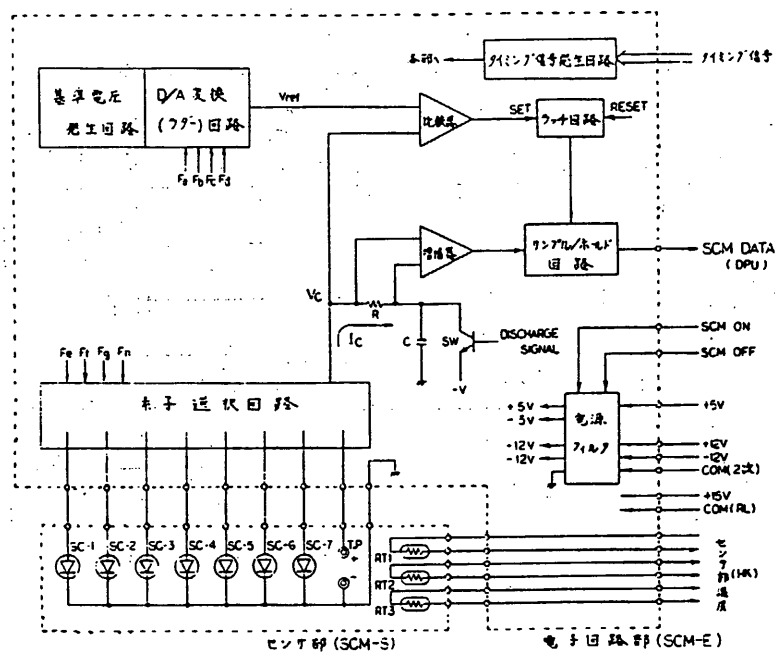


図 1 SCM 機能系統図

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っており、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 |

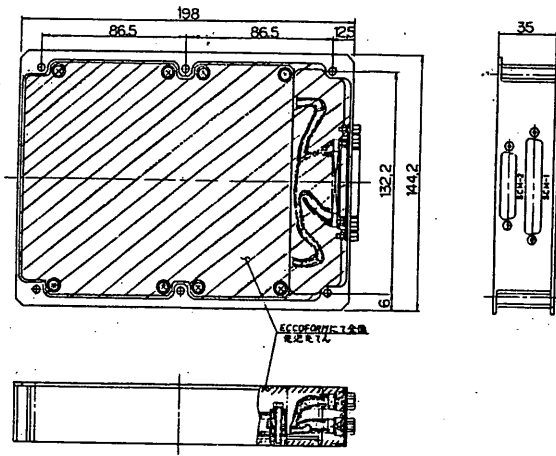


圖 2. SCM-E 外觀圖

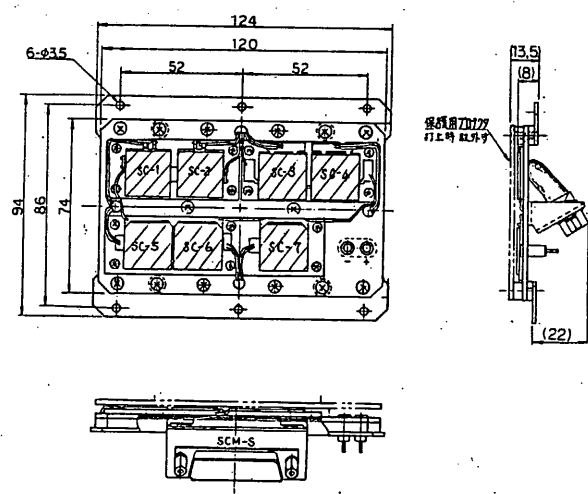


圖 3. SCM-S 外觀圖

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「たんせい4号」(1981年2月打上げ)で得られたレーザ測距技術(コーナ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「EXOS-C」にコーナリフレクタを搭載し、室平観測所(東京天文台、埼玉県北企郡)および下里水路観測所(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い、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パルスレーザを当て、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なリフレクタで、かつ高利得であるのと、レーザビームの広がり角が決まっている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、両観測所の測定精度は、室平で約15cm、下里で約10cmの程度で測定されていることを報告されている。

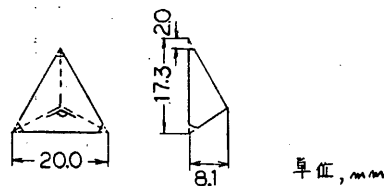
なお、コーナリフレクタの製作はノリタ光学、リフレクタ用組立金具は川崎重工が担当している。

1. 構成

1) コーナリフレクタ

材質 : A級BK-7

形状寸法 : 一辺20mm(但し、各頂点を2mmカットする)



重量 : 約0.8 g

角度精度 : 180°に対して2秒以下

面積度 : ~ 10 以上

(入射面, 反射面)

反射防止膜 : HEBBAR COATE

| レーザー | 垂直入射反射率 | 45°入射反射率 |
|-------------|---------|----------|
| ヤニフ (532nm) | 99.80 % | 99.80 % |
| ルビ- (674nm) | 99.93 % | 99.90 % |

90°の稜線の面取 : 0.05mm 以内

搭載台数 : RL-1 54個 (搭載ラ> 5, 6)

RL-2 54個 (搭載ラ> 3, 4)

* ラ> 5, 6 : 180°に対して角度精度2秒以内, 面積度 > 10 以上

ラ> 3, 4 : " " 3~4枚以内, " "

回折像 : 図1. リフレクタのフラニエア領域 (約70μ) の反射パターンを示す。

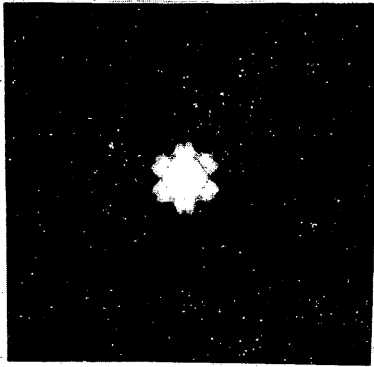


図1. リフレクタのフラニエア領域 (70μ) 反射パターン

2) リフレクタ用組立金具

組立金具は、円上での振動、衝撃の方向を同じにするための構造に設計されており、また材質はアルミ合金のりを用いる。

図2の組立図で示すように、リフレクタは組立金具の断面のみにダイフロン上、下スペースとシリコンゴムで押え、さらにAの押え板と交換してR基板に接続されている。図3は搭載する54個のリフレクタの配列を示す。図4はリフレクタの衛星の搭載位置を示し、LR-1はパネル-8にLR-2はパネル-2に搭載されている。

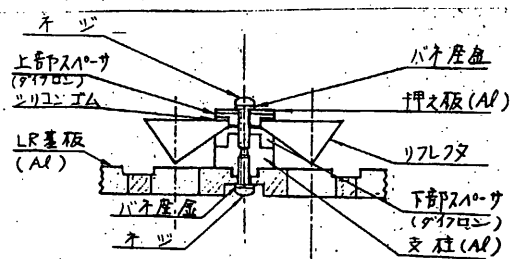


図2 リフレクタ組立図

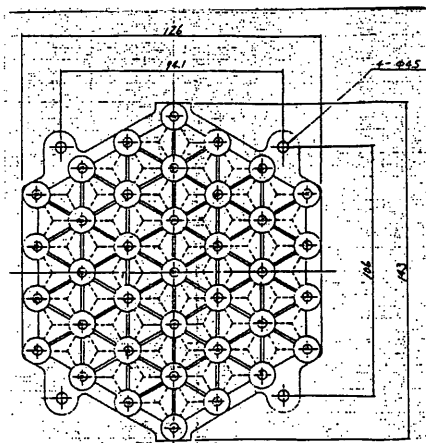


図3 リフレクタ配列方法

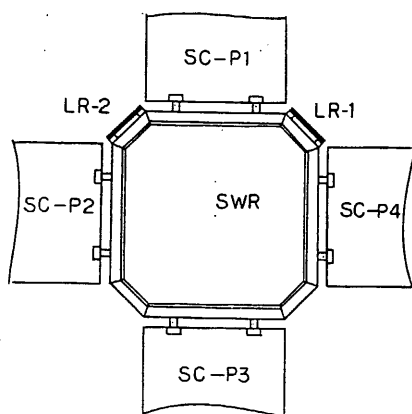


図4 リフレクタ搭載位置

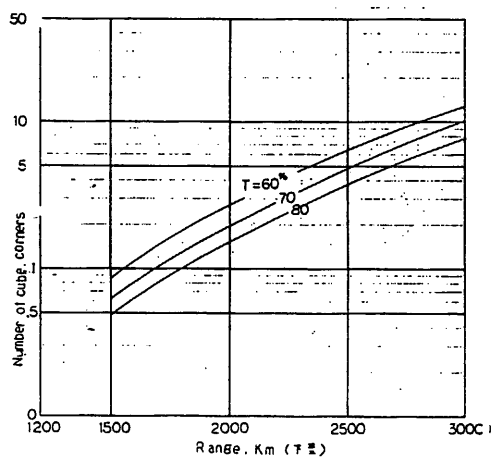


図5 搭載個数と直距離の関係

2. 直距離と搭載個数の検討

直距離と搭載個数の検討を定平るに下呈観測所のレーザ追尾装置に関して行う。

レーザ：レーザの径式より受信光子数は次の(1)式で与えられる。

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

故に、リフレクタ搭載個数 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個有効面積、 1.5 cm^2

表1に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: 受信光子数 | 1.0^2 | 1.0^2 |
| E: 送信エネルギー J | 0.1 | 0.15 |
| A _r : 受光器の有効面積 m^2 | 0.1 (40 cm ²) | 0.28 (60 cm ²) |
| θ _T : 送信レーザビーム振り角 rad | 1.0×10^{-3} | 1.0×10^{-3} |
| A _s : リフレクタ有効面積 m^2 | | |
| θ _s : リフレクタ振り角 rad | 1.2605×10^{-2} | 1.2605×10^{-2} |
| ρ: リフレクタ反射率 % | 95 | 95 |
| R: 衛星までの距離 m | | |
| T: 大気透過率 % | 60, 70, 80 | 60, 70, 80 |

* θ_s = リフレクタの回折によるオリ暗線の拡がり + リフレクタの振り角
= 24' + 2"

図5に下里観測所の搭載仰角と通距離との関係を示す。但し、ここでの仰角は積算の送信レーザがリフレクタに垂直入射する場合の値とみられる。なお、EXO J-Cで入射角40°で通距離3000 kmまで追尾可能の設計を行った。