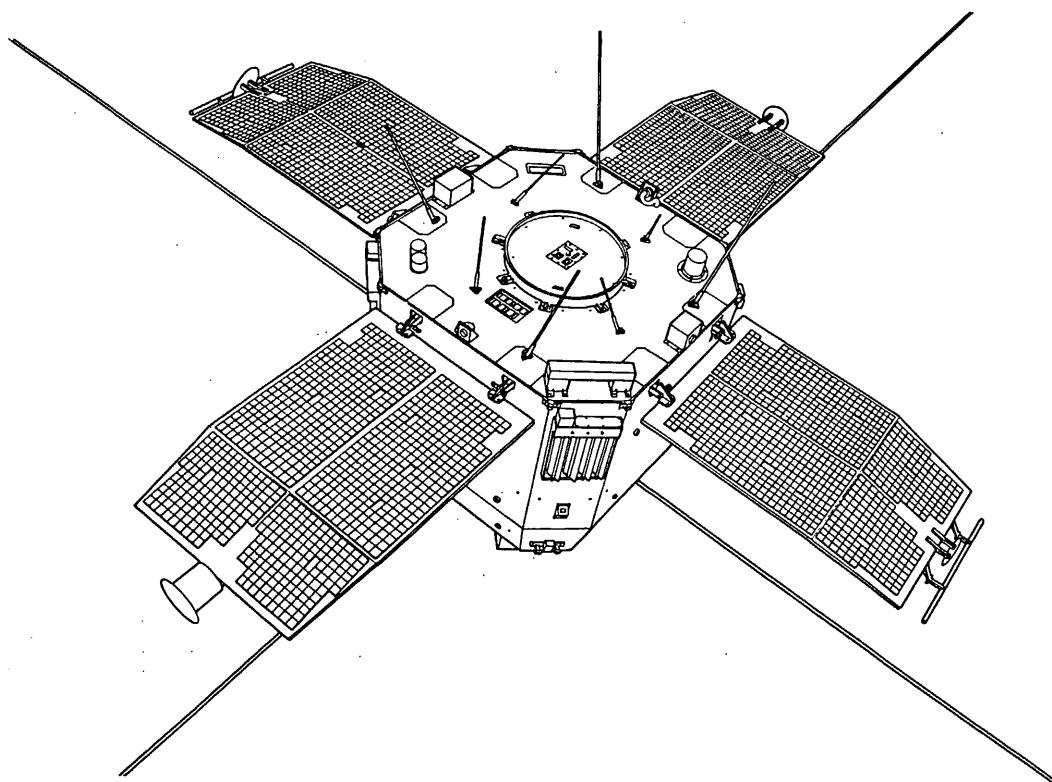


科学衛星 EXOS-C

中間報告書

昭和 57 年 7 月



宇宙科学研究所

目 次

序	.....	伊 藤 富 造	1
総 論	.....	大 家 寛	3
第1章	観測機器系		
1.1	中間圏オゾン観測装置 (IRA)	.....	7
1.2	中間紫外大気光観測装置 (BUV)	.....	22
1.3	エアロゾルオゾン観測装置 (ALA)	.....	29
1.4	大気周縁赤外分光観測装置 (LAS)	.....	37
1.5	低エネルギー粒子観測装置 (ESP)	.....	48
1.6	プラズマサウンダー観測装置 (PPS)	.....	60
1.7	パワーライン観測装置 (PLR)	.....	103
1.8	高エネルギー粒子 (HEP)	.....	111
1.9	電子温度観測装置 (TEL)	.....	127
1.10	電子密度観測装置 (NEI)	.....	133
1.11	MUレーダモニタ (MUM)	.....	141
1.12	太陽電池特性計測装置 (SCM)	.....	150
第2章	姿勢制御系・姿勢検出系		
2.1.1	概 要	.....	155
2.1.2	磁気姿勢制御装置 (ACE)	.....	157
2.1.3	ヨーヨーデスピナ (YO-YO)	.....	161
2.1.4	ニューテーションダンパ (ND)	.....	162
2.1.5	補正用磁石 (GCM, RMM)	.....	165
2.1.6	スピナ軸方向制御コイル (MAC)	.....	167
2.1.7	スピナ速度制御コイル (MULD)	.....	170
2.1.8	ホイール制御装置 (WCE)	.....	173
2.1.9	スキャンホイール (SWA/CLA)	.....	180
2.2.1	地磁気姿勢計 (GAS)	.....	184
2.2.2	スピナ型太陽姿勢計 (SSGS)	.....	189
2.2.3	ノンスピナ型太陽姿勢計 (NSAS)	.....	192

2.2.4	ジャイロ姿勢計 (GYR)	195
-------	---------------	-----

第3章 通信機器系

3.1	アンテナ	199
3.1.1	システム	199
3.1.2	VHFアンテナ (VANT)	199
3.1.3	UHFアンテナ (UANT)	202
3.1.4	Sバンドアンテナ (SANT)	205
3.1.5	Sバンドダイプレクサ (SDIP)	208
3.2	テレメータ、コマンド、測距装置	
3.2.1	システム	210
3.2.2	148MHzコマンド受信機 (CMR)	219
3.2.3	Sバンド受信機 (SBR)	221
3.2.4	400MHzテレメータ送信機 (TMU)	224
3.2.5	Sバンドテレメータ送信機	227
3.2.6	測距用トランスポンダ	230

第4章 運用制御とデータ処理系

4.1	データ処理装置 (DPU)	232
4.2	コマンドデコーダ (CMD)	243
4.3	オーガナイズコマンド (OG)	247
4.4	タイマ	279
4.5	データレコーダ (DR)	284

第5章 計測系

5.1	環境計測装置 (HK)	287
5.2	加速度計測装置	294

第6章 電源系

6.1	電源装置	301
6.2	太陽電池パドル (SC-P)	303
6.3	電力制御器 (PCU)	310

6.4	蓄電池 (BAT)	318	
6.5	電源装置コンバータ (CNV)	324	
6.6	電源系接続回路 (JNC)	331	
6.7	イグナイタ電源 (IG-PS)	334	
6.8	蓄電池容量計 (AHM)	336	
6.9	電力解析	340	
 第7章 热制御系			
7.1	热設計	361	
7.2	サマルルバ (LOV)	378	
7.3	ルバ制御回路 (LCE)	386	
 第8章 計装			
8.1	機械計装	393	
8.2	電気計装	422	
 第9章 信頼性および品質管理			425
 第10章 打上げロケットと軌道			429
 第11章 科学衛星総合管制システムと地上処理			
11.1	科学衛星総合管制システム	431	
11.2	地上データ処理	441	

以上各項目担当ならびに執筆者は末尾 E X O S - C 担当者名簿参照

EXOS-C 研究班

班長	大 家 寛	東 北 大	理	教	授
班員	森 大吉郎	宇 宙 研	"	"	"
"	平 尾 邦 雄	"	"	"	"
"	野 村 民 也	"	"	"	"
"	大 林 辰 藏	"	"	"	"
"	後 川 昭 雄	"	"	"	"
"	伊 藤 富 造	"	"	"	"
"	林 友 直	"	"	"	"
"	秋 葉 鎧 二 郎	"	"	"	"
"	西 田 篤 弘	"	"	"	"
"	難 田 元 紀	"	"	助 教	授
"	松 尾 弘 毅	"	"	"	"
"	中 村 良 治	"	"	"	"
"	二 宮 敬 虔	"	"	"	"
"	上 杉 邦 憲	"	"	"	"
"	小 野 田 淳 次 郎	"	"	"	"
"	久 保 治 也	"	"	助 手	"
"	井 上 浩 三 郎	"	"	"	"
"	高 橋 慶 治	"	"	"	"
"	向 井 利 典	"	"	"	"
"	小 山 孝 一 郎	"	"	"	"
"	松 崎 章 好	"	"	"	"
"	渡 辺 勇 三	"	"	技 官	"
"	小 川 利 紘	"	"	助 教	授
"	鈴 木 勝 久	東 大	"	助 手	"
"	金 田 栄 祐	"	"	"	"
"	森 岡 昭 昭	東 北 大	"	"	"
"	高 橋 忠 利	"	"	"	"
"	高 木 增 美	名 大 空 電 研	"	教 助	授
"	近 藤 豊	"	"	"	"

班員	鳥	山	哲	司	名	大	空	電	研	助	手
"	岩	田	治	彌	戸	大		理	工	"	授
"	松	本	谷	彌	神	"	通	"	通	教	手
"	賀	野	野	幸	大		電	氣	信	助	授
"	芳	柴	田	幸	"			"	"	教	手
"	富	田	沢	喬	立	教	大		理	"	授
"	佃	牧	一	郎	"	"		"	"	教	授
"	牧	山	正	昊	大			"	"	助	授
"	山	中	忠	男	教	"		"	"	講	師
"	中	村	忠	聖	"	"		"	"	講	師
"	村	道	上	淳	之	理		"	"	實驗	輔助員
"	道	永	家	浩	義	早	大	工	"	教	授
"	永	江	田	忠	明	玉	大	理	"	助	授
"	江	小	尻	勝	機	川	研			教	手
"	小	野	高	全	幸	極	"			助	助

EXOS-C 担当者名簿

プロジェクト・マネージャー 伊藤 富造 (宇宙研)
 EXOS-C 班長 大家 寛 (東北大・理)
 EXOS-C 副班長 小川 利紘 (東大・理)

各 担 当 者

課題項目	宇宙研担当者	メーカー側担当者	
		所属	氏名
中間圏オゾン観測装置 (IRA)	牧野 忠男 (立教大) 山本 博聖 (") 関口 宏之 (")	松学電子 三鷹光器 浜松化 大泉製作所 旭光学工業	
中間紫外外大気光観測装置 (BUV)	小川 利紘 (東大理) 鈴木 勝久 (") 岩上 直幹 (")	松栄電子 神和光器	
エアロゾルオゾン観測装置 (ALA)	高木 増美 (名大室電研) 近藤 豊 (") 岩田 寛 (")	松栄電子	
大気周縁赤外分光観測装置 (LAS)	松崎 章好 (宇宙研) 中村 良治 (") 伊藤 富造 (")	松下技研 分光計器	
低エネルギー粒子観測装置 (ESP)	向井 利典, 久保 治也 (宇宙研) 伊藤 富造, 平尾 邦雄 賀谷 信幸, 松本 治弥 (神戸大)	松栄電子 三鷹光器	
プラズマサウンダー観測装置 (PPS)	大家 寛, 森岡 昭, 小原 隆博 (東北大) 小野 高幸 (極研)	明星電気	
パワーライン観測装置 (PLR)	芳野 起夫 (電通大) 富沢 一郎 (")	明星電気	
高エネルギー粒子観測装置 (HEP)	道家 忠義, 菊池 順 (早大) 永田 勝明 (玉川大) 佃 正美, 村上 浩之, 中本 淳 (立教大)	日本電気 東京電子冶金研究所	
電子温度観測装置 (TEL)	小山 孝一郎 平尾 邦雄 (宇宙研) 安原 文彦 (中京大)	松栄電子	
電子密度観測装置 (NEI)	高橋 忠利, 大家 寛 (東北大) 渡辺 勇三, 大林 辰蔵 (宇宙建)	明星電気	
MUレーダモニタ (MUM)	深尾 昌一郎, 佐藤 厚 (京大・工) 麻生 武彦 (京大・超高層)	明星電気	
太陽電池特性計測装置 (SCM)	後川 昭雄 高橋 廉治	日本電気 大塚 誠	

項 目	宇宙研側担当者	メーカー側担当者	
		所 属	氏 名
姿勢制御装置 (概要)	二宮 敬虔 広川 英治	日本電気	青山 順一
磁気姿勢制御装置 (ACE)	二宮 敬虔 広川 英治	日本電気	小山 秀明
ヨーヨーデスピナ (Yo-Yo)	上杉 邦憲 大西 晃	日立	小川 和久 池田 雅彦
ニューテーションダンパー (ND)	離田 元紀	日本電気	前田 健 古賀 容介
補正用磁石 (GCM, RMM)	三宮 敬虔 広川 英治	"	"
スピンドル方向制御コイル (MAC)	"	"	"
スピンドル速度制御コイル (MULD)	"	"	"
ホイール制御装置 (WCE)	"		加藤 昭夫
スキャッショイール (SWA/CLA)	"		前田 健
地磁気姿勢計 (GAS)	高橋 隆男 (東海大学)	測機舎	黒沢 豊 小田 康雄
スピンドル型太陽姿勢計 (SSAS)	二宮 敬虔 広川 英治	測機舎	
ノンスピンドル型太陽姿勢計 (NSAS)	"	日本電気	小山 秀明
ジャイロ姿勢計 (GYR)	"	日本航空	中神 浩一 電子工業
アンテナ システム	林 友值 市川 満	日本電気	高橋 重美
VHFアンテナ (VANT)	"		
UHFアンテナ (UANT)	"		"
Sバンドアンテナ (SANT)	"		"
Sバンドダイブレクサ (SOIP)	"		"
テレメータコマンド観測装置 システム	野村 民也 井上 浩三郎	日本電気	大谷 新一 山岸 淳夫
148NH _z コマンド受信機 (CMR)	野村 民也 井上 浩三郎	日本電気	成松 隆美
Sバンド受信機 (SBR)	"	"	前川 勝則

項 目	宇宙研担当者	メー カー 側 担 当 者	
		所 属	氏 名
400MHz テレメータ送信機 (TMU)	野村 民也 井上 浩三郎	日本電気	成松 隆美
Sバンドテレメータ送信機	"	"	中川 治
測距用トランスポンダ	"	"	大谷 新一
データ処理装置 (DPU)	"	"	南 善成
コマンドデコーダ (CMD)	"	"	杉森 明志
オーガナイズドコマンド (OG)	大家 寛	"	升本 喜就
タイヤ	秋葉 鎌二郎 中部 博雄	松下通信 工業	古橋 五郎
データレコーダ (DR)	野村 民也 井上 浩三郎	日本電気	越智 桂
環境計測装置 (HK)	林 友直 橋本 正之	松下通信 工業	武本 寛明 古橋 五郎
加速度計測装置	森 大吉郎 今沢 茂夫	"	"
電源装置	後川 昭雄 高橋 慶治	日本電気	松井 捷明
太陽電池パドル (SC-P)	"	"	荒井 英俊 宮崎 敬秀
電力制御器 (PCU)	"	"	岡崎 健 工藤 正数
蓄電池 (BAT)	"	"	"
電源装置コンバータ (CNV)	林 友直 橋本 正之	"	村松 丈志
電源系接続回路 (JNC)	"	"	"
イグナイタ電源 (IG-PS)	後川 昭雄 高橋 慶治	"	岡崎 健 工藤 正数
蓄電池容量計 (AHM)	後川 昭雄 高橋 慶治	"	山脇 豊彦 市川 憲二
電力解析	"	"	荒井 英俊
熱 設 計	林 友直 大西 晃	"	田中 清志
サーマル・ルーバ (LOV)	"	"	"
ルーバ制御回路 (LCE)	"	"	蓮井 敏孝

項 目	宇 宙 研 担 当 者	メ ー カ ー 側 担 当 者	
		所 属	氏 名
機械計装(構造)	小野田 淳次郎	日本電気	大賀 弘一 前田 豊
電気計装	林 友直 河端 征彦	"	山谷 幸夫
信頼性および品質管理	後川 昭雄	"	高橋 信一 針ヶ谷 育弘
打上げロケットと軌道	松尾 弘毅 的川 泰宣 前田 行雄		
科学衛生総合管制システム	野村 民也 井上 浩三郎 周東 晃四郎		
地上データ処理	本田 秀之 細谷 和美	F H L	山川

日 本 電 気

EXOS-C 担当者

プロジェクト担当	山 本 東 光
プログラム担当	升 本 喜 就
システム担当	升 本 喜 就
	上 村 正 幸
	川 口 正 芳

序

伊 藤 富 造

E X O S - C 衛星は E X O S - B に続く地球周辺科学探査衛星である。この衛星は昭和51年度科学衛生シンポジウムに初めて正式に提案され、その後昭和53年度に宇宙観測専門委員会において宇宙研の科学衛星プロジェクトとして承認された。

この衛星の観測目的は大別すると、

- 1) 中層大気の構造と組成の解明
- 2) 極域や南大西洋地磁気異常帯上空の超高層におけるプラズマー侵入荷電粒子－大気の間の相互作用の解明

である。これらの課題は何れも1982-1985年に世界的に実施される中層大気国際観測計画（M A P）の中心課題をなすものであり、わが国のM A P計画中の重要プロジェクトである。

M A P期間中にはわが国においても各種の地上観測やロケット・気球・航空機による飛翔体観測が計画されている。また南極昭和基地においても国立極地研究所を中心とする南極M A P総合観測が行われる。特に昭和基地では準極軌道を通るE X O S - C のリアルタイムの観測データ受信が行われる予定であり、南極中層大気超高層プラズマの観測が立体的になされることであろう。

一方北極圏にあるスウェーデン・エスレンジ基地におけるデータ取得についても現在予備折衝が進められており、これが実現すれば昭和基地における受信と併せて南北両極地域における受信体制が整い、データ取得量は飛躍的に増大し、文字通りグローバルな観測が実現することになる。

衛星本体に関しては、昭和54、55年度にわたりプロトモデルの設計、製作が実施され、56年度初頭にその総合試験が行われた。その試験結果による多少の修正を経てフライトモデルの設計が進められ56年秋に完了した。現在フライトモデルの製作、観測の運用計画等の検討が行われている段階である。

この時点にあたりE X O S - C の科学観測計画、観測機器の構成、共通系システム、運用管制計画等の全貌をとりまとめて中間報告書とし、今後のE X O S - C 計画の進行と運用のガイドブックとして関係各位にお届けする次第である。

總論

総論

大家寛

1. EXOS-Cの観測の骨格

EXOS-C衛星は、すでに序章で述べられているように、二つの基本的観測目的をもっている。その一つは、中層大気の微量成分の系統的観測で、光学的手段を用い、中間圏を見通しつつ観測するものであり、他の一つは、上層大気、特に電離圏のプラズマ計測を行うもので、In-Situの技術を用いて、全地球的広がりを詳細にとらえるものである。この二つの目的は、単に並列しているのではなく、地球大気を中性領域から電離圏にわたって連続的に把握していくもので、我国では、初めて地球を一つの惑星としてとらえる視野のもとに設計されている。この点から見る時、EXOS-Cは、将来の惑星探査の芽ともなるミッションである。これらの目的のために選ばれた観測器は、

1. 中間圏オゾン観測装置 (IRA)
2. エー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)
5. 低エネルギー粒子観測装置 (ESP)
6. プラズマサウンダー観測装置 (PPS)
(パワーライン放射モニターPLRを含む)
7. 高エネルギー粒子観測装置 (HEP)
8. 電子温度観測装置 (TEL)
9. 電子密度観測装置 (NEI)
10. 地上MUレーダ較正装置 (MUM)

の10項目となっている。このうち1～4が中間圏にかかる項目で、5～9は電離圏にかかる項目となっている。また、10は中間圏探査を目指して計画実施されつつある電波レーダ装置を較正するものである。

2. 大気観測系

地球をはじめ惑星をとりまく大気は、赤外線、可視光、紫外線といった広い範囲の光領域の電磁波に影響を与える。そこで、地球の大気中の微量成分を高い精度で計測するため、太陽光の吸収や散乱による減光、あるいは、励起放射光を測定する。

酸素と窒素といった主成分とちがい、オゾン、酸化窒素群、水、炭酸ガス成分、さらには、ここにエアロゾール等、時間、場所により大幅な変化をしていて、これは、大気活動の長周期変化、あるいは火山のような地表における突発的変動の他に、一部は、人間活動による化学物質の放出ともかかわっている。

EXOS-C衛星は、このように、物質サイドから見た大気の変遷と変化を明らかにするとともに観測の一つの主眼がある。中間圏における中性大気の化学反応の結果として生ずる微量成分のうち、その中心的役割を荷なっているオゾン密度と、赤外の $1.27\mu\text{m}$ の光子を計測することによって行う。測定領域は $70\sim90\text{km}$ の範囲であるが、このI.R.A装置には、集光のための光学系の他、光子検出のためPbSアレイを使用している。中間圏さらにその下部の成層圏まで領域を広げ、そこに散在する微粒子塵エロゾールをALAにより同じく全地球規模で測定する。計測は、衛星の位置での日出、日没時に、成層圏および中間圏に存在するエロゾールで太陽直達光が散乱を受け減光する現象を利用する。また、赤外線の吸収法を用いて、ここに存在するオゾンも同時に観測する。オゾン観測は、また、紫外線の吸収観測(BUV)によっても、ダブルチェックされる。つまり、中間紫外域、太陽からの $2500\sim3300\text{A}^\circ$ の紫外線はオゾンによって吸収されるが、この吸収量からオゾン密度が計測される。紫外線の場合、 $1800\text{本}/\text{mm}$ の凹面回折格子により分光し、Cs-Te, Pb-Teの光電面により検出するシステムとなる。

最も広汎にわたる赤外線吸収スペクトルを求めるのが、LAS装置で $2.7\sim3.5\mu$, $3.8\sim6.3\mu$ 及び $7.8\sim11\mu$ の波長領域の赤外吸収スペクトルを撮像し、 CH_4 , N_2O , O_3 , CO_2 , H_2O 等の微量成分の存在比を明らかにする。

なお、中間圏大気のダイナミックスは、地上からMUレーダ用いて追跡する計画があるが、このためのレーダの特性を較正する目的でMUM装置が搭載される。

3. プラズマ観測系

中間圏を越した上層に、熱圏が広がる。ここは、また、電離圏として知られる領域で、 100km の高度では、率にして、日中には中性大気の 10^{-5} 程度のイオンが形成され、そこに存在するプラズマ（イオンと同数の電子が遊離して存在する）は、電場を生み、電流を形成する他、電波の反射や吸収を起こす等、電磁的ふるまいが顕著になってくる。

この電磁的ふるまいは、さらに上層F層域に達すると、力学的性質の本質を求ることになる。ここで、外部からのエネルギー供給源と複雑に結合してくる。すなわち、オーロラ領域では、 $10^{19}\text{erg}/\text{h}$ というエネルギー注入が主として $1\text{keV}\sim10\text{keV}$ の範囲の低エネルギー粒子によってもたらされ、ここに展開する種々の現象は、EXOS-Cの観測による解明を待つ

る。また、地球磁場の異常帯として知られるブラジル領域上層では、放射線帯粒子が急速に降下し、電離圏や中間圏に影響を及ぼしている。また、赤道域では、力学的に特別な条件となっている。つまり、電離層中を移動する荷電粒子群には、水平に展開する磁力線を切り、重力方向に逆らったり、あるいは協同したりする力を受ける。その結果、種々の不安定を生んで、複雑な運動を開始する。赤道域で“赤道泡”と呼ばれる大規模なプラズマ不安定現象が生じている事実が、最近明らかにされつつある。

特に、ブラジル地磁気異常帯での粒子降下現象と赤道泡の研究は、我国の科学衛星観測で“しんせい”“たいよう”さらに“ひのとり”と相ついで究明してきたもので、EXOS-Cでは、その成果の上に立って、さらに詳細な観測を目指している。まず、電離圏のプラズマ密度を計測する装置として3%以下の誤差で計測する高周波インピーダンスプローブNEI、さらに、プラズマサンダー(PPS)では1000km以内の領域で、衛星レベル以下の電子密度(プラズマ密度と同じ)を直に計測する。オーロラ域やブラジル地磁気異常帯に降下する粒子群は、電圧型コリメータとチャンネルtronをもつ低エネルギー粒子観測器(ESP)で行い、Al膜と鋭い吸収体で粒子エネルギーの分析器と、シリコン検出器をもった高エネルギー粒子観測器(HEP)により計測する。また、PPSによる300Wattの高周波電界により励起されるプラズマ波動のドップラー効果から、電子温度計(TEL)とともに電子温度を求める他、プラズマの対流温度を計測する。

なお、地球上で使用する電力線から50Hz及び60Hzの高調波振動が、電離圏プラズマ中に侵透し、電離圏に電磁的に影響を及ぼしているが、その効果をPLRによって検出する。

4. 総合観測に期待されるもの

EXOS-C科学観測は、このように、従来にない形で、光学的手段や電磁気的手法からプラズマ検出に至る広汎な観測器の搭載される衛星で、その総重量215kgとなり、太陽指向姿勢制御を行いつつ、傾斜角73°で、遠地点1000km、近地点300kmの軌道をめぐりつつ観測を行う予定である。

多数の観測器から32kbit/secで伝送される情報も従来になく多量で、データ処理に関する地上コンピュータによる支援システムの開発を急いでいる。複雑化する衛星の制御は、オンボード電子頭脳にゆだねられるが、これは、地上との対話をしつつ1週間分の仕事を完全に作り上げることができる。また、この制御に基づく機器動作の結果を最大限に利用するため、KSCの他、エスレンジ及び昭和基地でのデータ収得が準備されつつある。

こうした広汎なオペレーションによって得られる結果は、それぞれ大気系、プラズマ系でも、すでに述べたように重要な観測目的を果すことになるが、さらに、中間圏と電離圏の相互作用

に関する新たな事実が明らかにされる可能性があり、この方面で在来の衛星にない大きな期待が寄せられているところである。特に、極域では、また、南極ロケット観測との共同観測により、下部電離圏とのつながりを明らかにする他、スウェーデンによって計画されているヴァイキング衛星との協同観測により、オーロラ域での電磁現象と電離圏及び中間圏の関連が明らかにされることになる。

第1章 觀測機器系

第1章 観測機器系

1.1 中間圏オゾン観測装置 (IRA)

立教大学理学部 牧野忠男, 山本博聖, 関口宏之
松栄電子㈱ 三鷹光器㈱ 浜松テレビ㈱
大泉製作所㈱ 旭光学工業㈱

1. 目的

成層圏上部から中間圏にかけての高度領域40~80kmにおける大気オゾン密度を広い緯度・経度にわたり観測することを目的とする。

いわゆるオゾン層は太陽紫外光を吸収し、地上を紫外線から保護する役目をにない、近年のSST排ガスやフレオング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、身近かなテーマとなってきている。我々の対象とする高度はこのオゾン層のすぐ上層から80kmまでにあたり、オゾンの大気加熱作用が最もきわだっている領域である。大気頂上から入射する太陽紫外光がオゾンによって吸収され大気の加熱がおこり、その結果50kmに温度のピークが生じ成層圏が形成される要因となっている。また、この際に得たエネルギーをうみ出された酸素原子などが地球上層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大気光放射による大気冷却作用も重要である。

オゾンはほぼ30km以下と80km以上では運動の効果が、40~80kmでは光化学過程がその密度分布を支配している。日照時は光化学平衡で取扱えて、つくられる過程 ($\text{O} + \text{O}_2 + \text{M} \xrightarrow{k_1} \text{O}_3 + \text{M}$) と失われる過程 ($\text{O}_3 + h\nu \xrightarrow{J} \text{O}_2^* + \text{O}$, $\text{O}_3 + \text{H} \xrightarrow{k_2} \text{OH}^* + \text{O}_2$) とがつりあって

$$[\text{O}_3] = k_1 [\text{O}] [\text{O}_2] [\text{M}] / (J + k_2 [\text{H}])$$

でオゾン密度が与えられる。失われる過程は水素原子との反応以外にO, NO_x, HO_xとの反応があり、これらをすべて考慮した式がより正確な分布を与える。

成層圏から中間圏にかけてのオゾンは、これまでに各種の方法やプラットフォームから観測がなされてきている。我々の対象としている領域のオゾンに関しては、70kmより上層ではこれまでに衛星観測例が報告されておらず、ロケットデータをもとに議論されている季節変動・緯度変化を解明する手がかりとして、全地球規模でのマッピングは極めて興味深い研究対象である。さらに測定下限が40kmふきんまで下がっているので、この衛星に搭載されているB U V, A L A およびL A S 観測から得られるオゾン密度と同一高度領域での比較が可能となり、より下層から中間圏界面までのオゾン分布が求めうる。測定上限は今後の装置の改良に負うところが大きいが、こ

これまでの実験室テストやロケット実験の結果からほぼ90kmまでのびることがかなり確かなものとなってきている。もしこのふきんまでの密度分布が求められるならば、80~90kmでの存在が報告されている第2のオゾンピークの確認やその季節変動がとらえられ、さらに90kmふきんに発光の最大値をもつ O_2 1.27μm 大気光成分の情報もあわせて得られる。この大気光成分は観測の本来の目的であるオゾンが太陽紫外光でこわされてうまれた O_2 ($^1\Delta g$) からの放射ではなく、たとえば酸素原子の再結合過程でこの励起状態の酸素分子がつくられた結果 1.27 μm 光が放射される現象を指す。こうした過程でつくられる 1.27 μm 大気光は現在までに発光分布や発光機構が確定されてはいないため、あわせて測定対象としてとりあげる。

2. 装置・方法

(1) はじめに

オゾンが太陽紫外光を吸収した結果うまれる O_2 ($^1\Delta g$) は約1時間の寿命で 1.27 μm 光子を放出して基底状態へ遷移する。オゾンの紫外線に対する吸収断面積は 250 nm ふきんに最大値をもち、310 nm 以下の紫外光についてはほぼ確率 1 で O_2 ($^1\Delta g$) がうまれると考えられる。 O_2 ($^1\Delta g$) とまわりの大気分子（主に酸素分子がきく）との衝突による消光効果と 1.27 μm 以外の波長の光を放出する過程をあわせて考慮すると、大気中の単位体積においてオゾン密度と 1.27 μm 光量 $Q(z)$ [kR/km] との関係は

$$[O_3(z)] = \{ A + k [O_2(z)] \} Q(z) / \{ A_{00} J(z) \}$$

で与えられる。ここで A_{00} は 1.27 μm の放出確率、 A はすべての光を考慮した確率であるが $A \approx A_{00} = 2.6 \times 10^{-4}$ [sec⁻¹] が成立する。酸素分子との衝突係数 $k = 2.2 \times 10^{-18} (T/300)^{0.8}$ であり、オゾンが太陽紫外光によって O_2 ($^1\Delta g$) をうみ出す確率が $J(z)$ である。 $J(z)$ は太陽紫外光量とオゾン密度分布で変化するが大気頂上ではほぼ $J(\infty) = 8.7 \times 10^{-3}$ [sec⁻¹] である。

衛星高度から大気外縁の放射する 1.27 μm 光量を測定するので、観測値はいろいろな高度の発光が重なりあい、かつ途中で吸収をうけた結果の光量を表わしている。おおむねそれぞれの視線方向の tangential height ふきんの光量が最もきくが、各高度での volume emission rate を求める手続きは容易ではない。衛星高度からの limb scanning 法で得られる光量からもとのオゾン分布を求めるソフトウェアは現在開発中である。ただし太陽天頂角がほぼ 80 度より小さい領域では、高度 50 km 以上については O_2 ($^1\Delta g$) の長寿命のために生ずる煩雑な手続きを考慮する必要がなくなり、さらに球対称分布を仮定すればただちにオゾン分布を得ることができる。

(2) 装置特性

搭載装置図を図 1 に示す。基本構成はフード、可動鏡 (Mirror 1), 分光用狭帯域透過フィルター、レンズ、チューニングフォーク、光センサである。観測する光は O_2 ($^1\Delta g$) の放出する

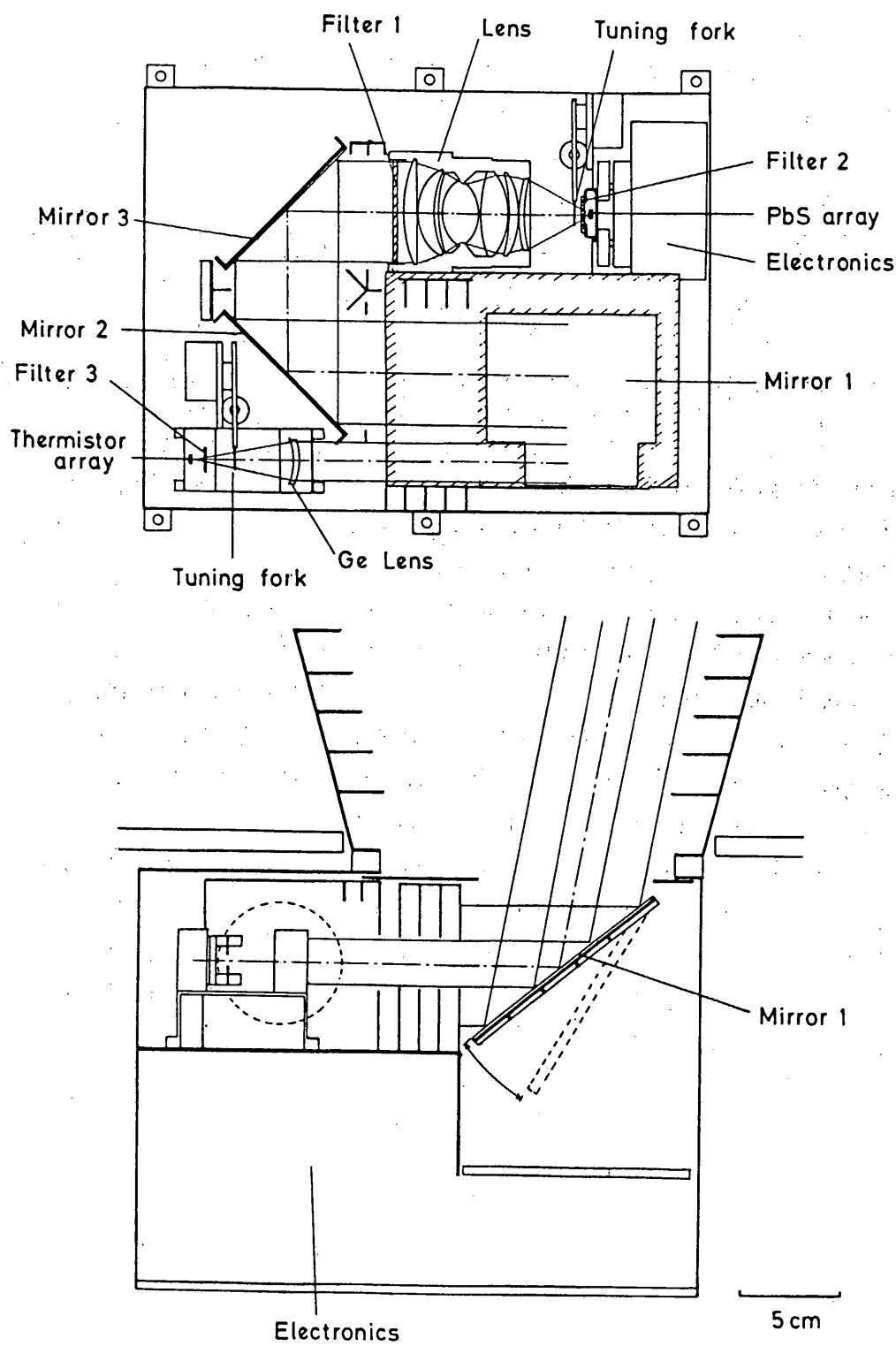


図1 光学系構成図

1.27 μm 光および大気高度決定に用いる CO_2 15 μm 热放射であり、各構成要素のそれぞれの光に関する特性を表1にまとめた。

表1 各部特性

測定対象	波長	検出素子		フィルター			レンズ		チューニングホール周波数
		名称	D^*	中心波長	$\Delta\lambda$	透過率		透過率	
O_3	1.27 μm	PbS array	3×10^{10} at 1.27 μm	1.268 μm	200 A	50%	カメラレンズ F1.0 $f=50\text{mm}$	90%以上	140 Hz
CO_2	15 μm	サーミスタ ポロメータ	1×10^8 at 15 μm	14.9 μm	2.02 μm	75%	Ge レンズ F 2.5 $f=50\text{mm}$	80%以上	21 Hz

今回の測定では測定光量と高度分解能の関係から明るいレンズと小さい検出素子を必要とする。

一般的のカメラレンズではF1.2まであり透過率も波長1.27 μm では30%程度と悪い。また2枚組などの光学レンズでは集光性能が悪いため両者とも条件にあわない。それゆえ、この観測のためF1.0、焦点距離50mm、透過率(1.27 μm において)90%以上、平行光が焦点面で結ぶ像の大きさが20 μm ϕ 以内でイメージサークルが2mm以上のレンズを新たに製作した(担当:旭光学工業)。15 μm 光で用いるGeレンズはF2.5, $f=50\text{mm}$ 、平行光の集まりは焦点面での100 μm ϕ 内に50%程度の市販品である。光検出素子の間隔が300 μm 以上あるため他の素子へのものは無視できる。透過率は反射防止コートをほどこした結果、波長15 μm で80~90%に改善されている。

検出素子は1.27 μm 用のPbSはたて4素子横5素子の20素子(担当:浜松テレビ)、15 μm 用はたて横とも2素子の4素子(担当:大泉製作所)で構成されており、同じ空間分解能を得るために1素子の大きさはいずれも100 μm \times 100 μm である。(図2参照)図3に1981年夏のロケット実験S520・4号機に搭載した同タイプのPbSの D^* を示す。PbSは一般に温度が低くなるにつれて D^* が良くなる傾向にあり、ロケット搭載のPbSも常温に比べて0°Cふきんでは2~3倍良くなっている。また各素子間のばらつきもほぼファクター2以内におさまっている。

図4は光学系にマウントされた1つのPbSがもつ角度分解能を表している。衛星搭載装置とほぼ同等につくられたS520・4号機用装置の特性であり、ライトモデルもこれと似た性能をもつと考えられる。またプロトモデルも同様な角度分解能をもつ。衛星観測では太陽からの直接光はPI光軸に対してつねに180度ふきんにあって混入の危険は考えなくて良いが、一方地表面の照り返しや下層大気でのレーリー散乱成分が混入し測定を妨害するおそれがある。これらの個所を考慮して、レンズ面までの光路を長くとり、内部のバッファ構造を厳重にし、集光性能の優れているカメラレンズを用いる。同じ型のロケット用PIについての実験室での測定では視野方向から1度はなれた場合、光の強度は1/300以下におさえられており、実際のロケット実験によ

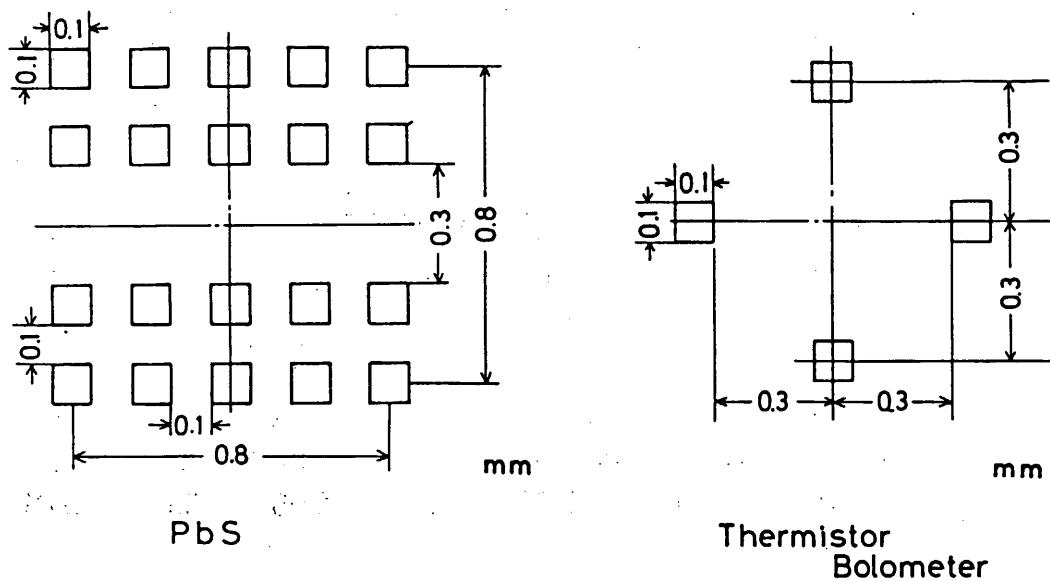


図2 検出素子

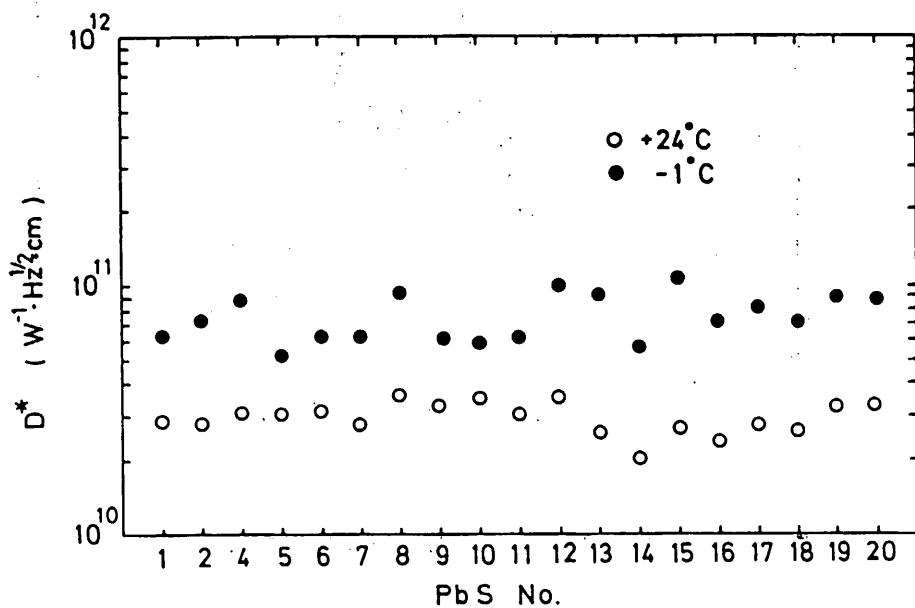


図3 PbS各素子の D^* (S520・4号機用)

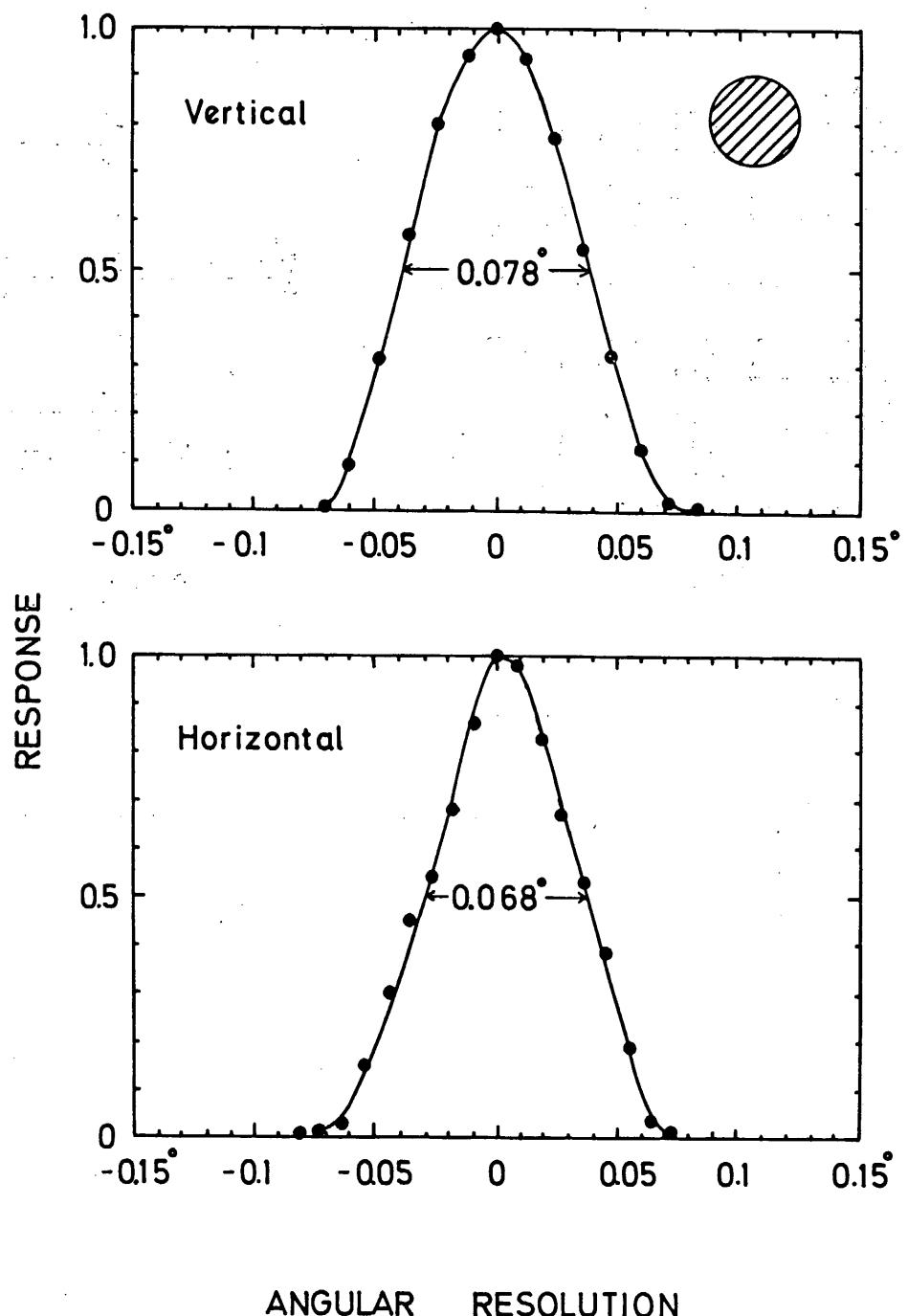


図4 1.27 μm 光検出部の角度分解能 (S 520・4号機用)

っても上記の光の混入は無視できるとの結論を得ている。

CO_2 15 μm を測定する目的をもつサーミスタボロメータの種々の熱源に対するレスポンスを図 5 に示す。チューニングフォーク温度を23°Cで固定したときに液体窒素、ドライアイスなどを測定した結果であり、23°Cに対する入力エネルギーを横軸にとっている。これから予想されるS/Nは3～5程度であり、高度決定精度は5～10km程度におさまると考えられる。

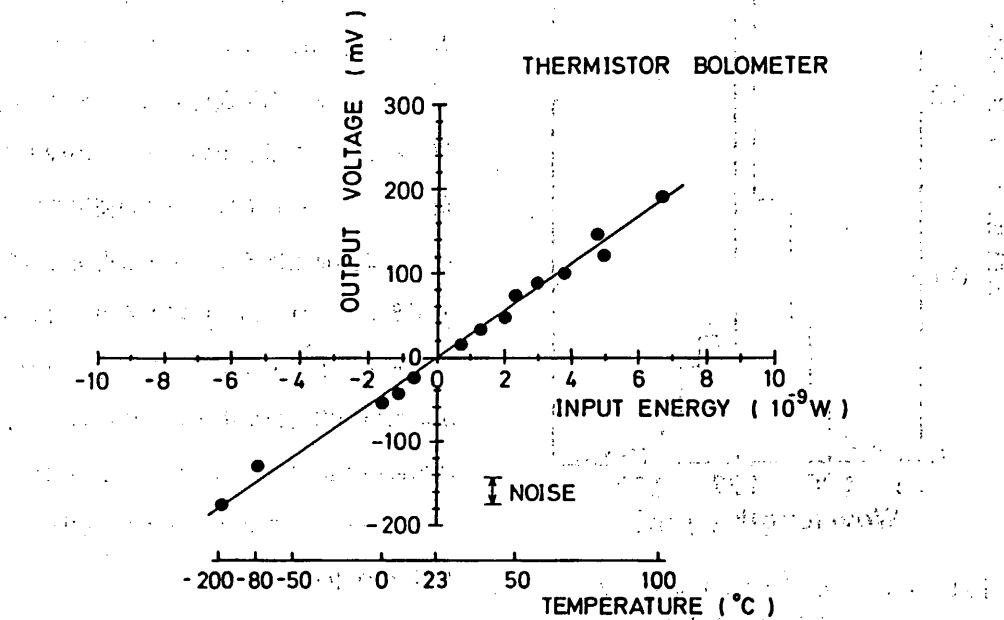


図5 サーミスタボロメータ性能 (PM用)

O_2 ($^1\Delta_g$) 1.27 μm 放射スペクトルは回転温度で異なる様相を示すが、図6は180 Kの場合を表している。ほぼ10 nmの巾をもつことがわかっている。この光をとらえるためのバンドパスフィルタは一般にフィルタ温度が変化するとピーク波長がずれてゆき、20度の変化の場合このずれは2 nm程度になる。他方レーリー散乱光を避けるためにはできるだけ透過巾の狭いものが望ましい。衛星の温度変動を考慮して透過巾が20 nmのフィルタを選んだ。1.27 μm 光についてはフォークの熱輻射をさけるためにフォークとPbSとの間にカットフィルタ（遮断波長 1.4 μm 、透過率70%）を入れてある。一方15 μm 用フィルタは透過巾を広くとって良いのでレンズ後方に配置できる。また温度変動も考慮する必要はない。

反射鏡はガラス板にアルミ表面蒸着をほどこしたものをアルミ板で支える。表面反射率は使用波長帯で90%以上である。第1の鏡が可動鏡になっていて同じ空間からくる 1.27 μm と 15 μm の光を各検出素子へ導く役目を担っている。1.27 μm 光は迷光を抑えるために第2、第3の鏡を用

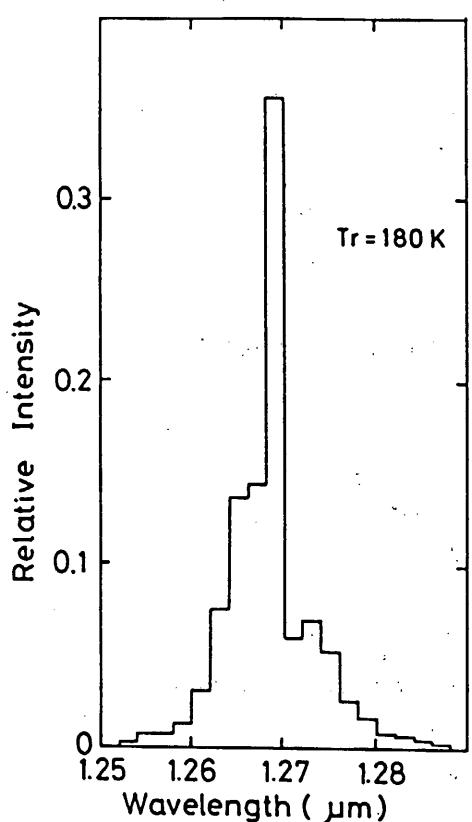


図6 $O_2 (^1\Delta_g \rightarrow ^3\Sigma_g)$ 発光スペクトル (回転温度 180 K)

スタボロメータ4素子あり、これらすべてについて基本的に同種のロックインアンプを設けている。時定数はいずれも 150 msec である。さらに、ゲイン切換、ゼロレベル設定、シグナルレベル設定、可動鏡への命令などの機能をもっている。

(3) 測定方法

測定概念図を図8に示す。太陽天頂角が90度をはさみ前後10分間程度が観測領域である。日照時オゾンは平衡状態にあり、結果としてつくられる $O_2 (^1\Delta_g)$ は図9に示す高度分布をもつ。薄明時 (0600 LT) では太陽紫外光が吸収されてしまうため 30km 以下ではほとんど存在しないことがわかる。測定される 1.27 μm 光はオゾン光分解以外に太陽光の共鳴散乱および大気分子によるレーリー散乱の過程でつくられる。この2者は妨害物となるが、衛星高度から地球の limb radiance を計算した図10に示すように 40~90km ではオゾン光分解成分が支配的である。

可動鏡がある角度にセットされている場合を考える。衛星が昼間側へと移動するにつれて観測

いて光路を曲げ、入口からレンズ面まで合計約40cmの長さにした。可動鏡は1ステップが2度刻みで10ステップ計20度変わり40度の空間領域を観測することができるようになっている。

レンズで焦点面へ集められる光は各検出素子に入る前にチューニングフォークでチョップされる。衛星環境では信頼性に疑問が残ることと重量が重いことなどの理由で光チョッパーとしてはモータの使用を避けた。1.27 μm 光はチョップする場所での光束が 8 mW あり、150 Hz 以上の周波数ではこの光束を十分チョップできないため D* が最も良い周波数が選べず、比較的この条件に近い 140 Hz に決めた。15 μm 光については、サーミスタボロメータの最適周波数 21 Hz を採用した。

回路系のブロック図を図7に示す。

1.27 μm は PbS 20素子、15 μm はサーミ

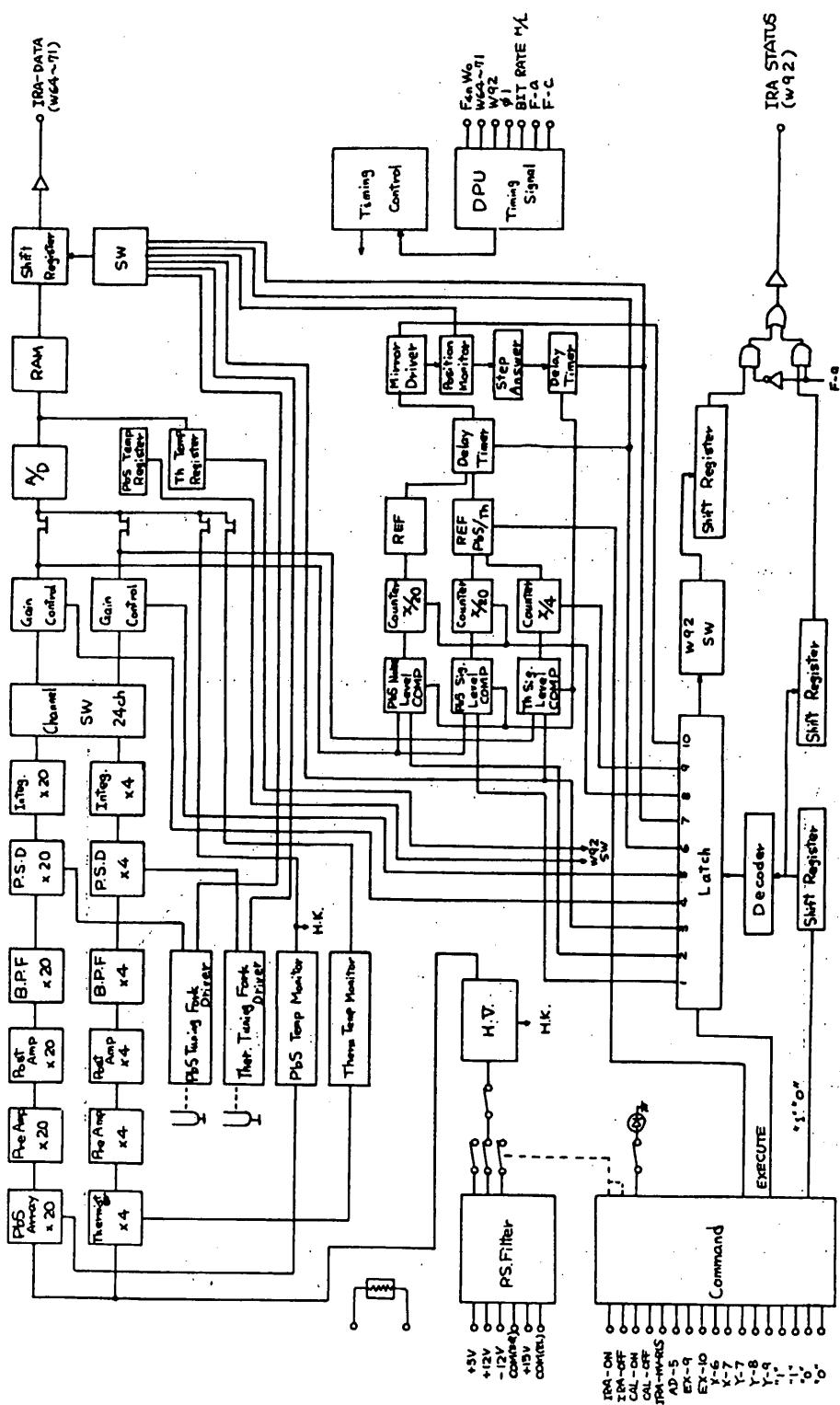


図 7 回路系ブロック図

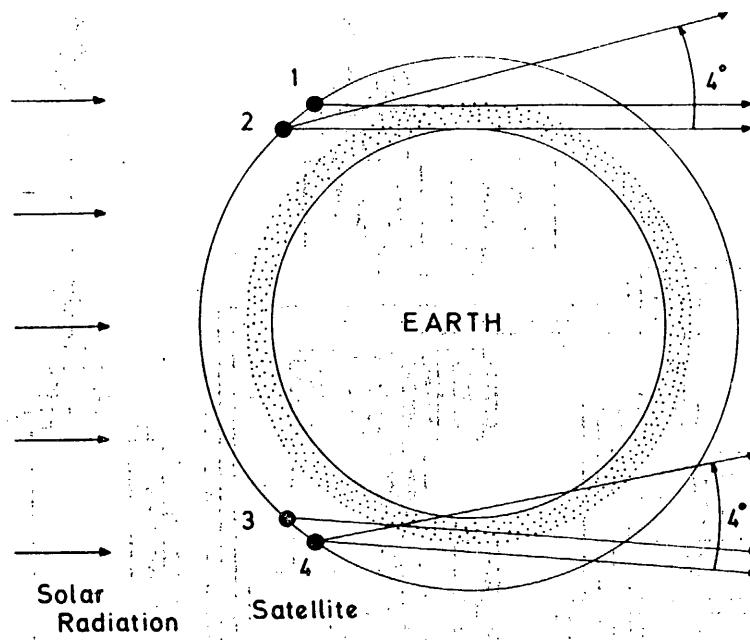


図8 測定概念図

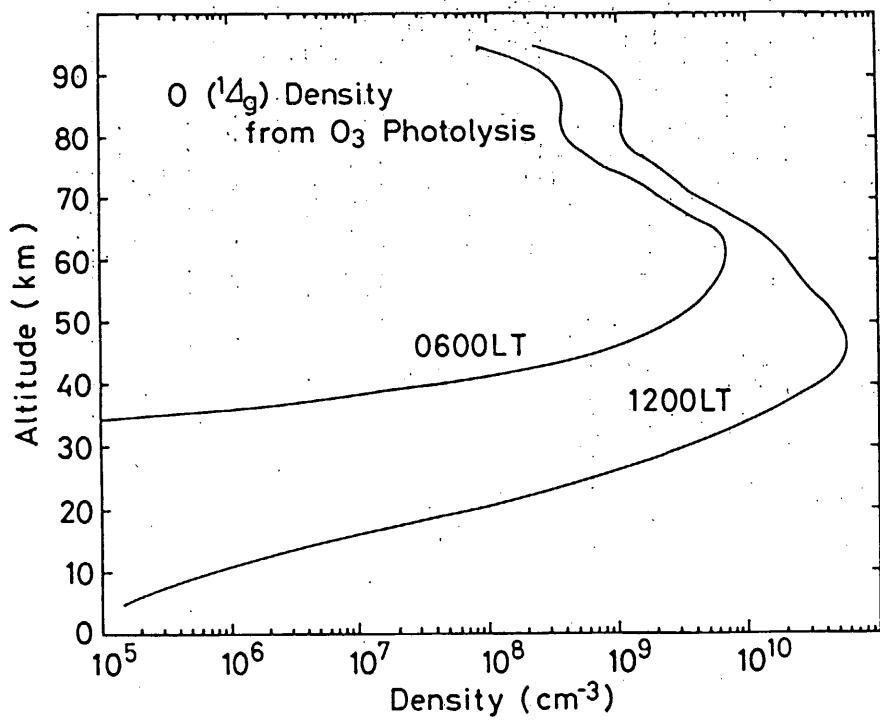


図9 オゾン光分解でつくられる $O_2 ({}^1\Delta_g)$ 密度

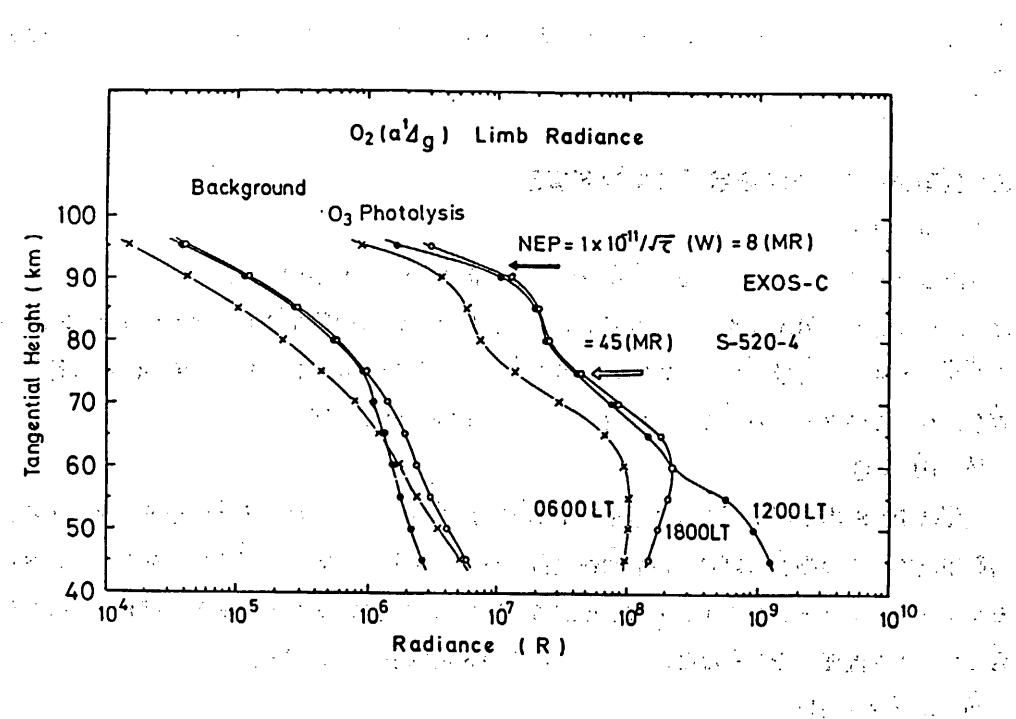


図 10 $\text{O}_2 1.27 \mu\text{m}$ limb radiance
FM および S 520・4 号機の場合の
 $\text{S}/\text{N} = 1$ の高度をあわせて示す

器の視野方向 (IRAの視野は太陽と逆の方向)は徐々に地平線に近づいてゆく。検出素子 PbS はアレイの上下で 20~50km 離れた高度領域 (衛星高度で変化する) を観測しているので、下層をみている素子からの信号が大きくなり、視野が地平線をすぎて地面を直接みるとあるレベル以上に達する。このレベルをこえた PbS が全体の 8 割以上になると、可動鏡を 1 ステップ回転させて (視野は 4 度ふれる) 視野を再び宇宙空間へ向ける。この回転によって視線方向は tangential height にして 100~150km 上層へ移る。その後はこの操作をくり返し合計 20 ステップで終了する。次に鏡を再びゼロ位置へ戻して固定し地球からの光を観測しつつ夕方側へむかってゆく。夕方側では視野方向は宇宙空間へぬけて行くので鏡の回転は PbS 信号がゼロレベル以下かどうかで判定する。

このような方式で tangential height 0~100km のデータを得る。40~80km はオゾン導出に用いるが、昼間においては 30km までのオゾンが求められる可能性がある。オゾン密度を得るには大気密度と大気温度とが必要となるので 50km 以下は大気密度モデルによって 10~50% 程度のあいまいさが生ずることを付記しておく。上層に関しては $\text{S}/\text{N} = 1$ は 92km ふきんにくるのでここまで情報が得られるが、90km から上層ではオゾン成分以外の大気光が混じるため、ほぼ 90km が限

界となる。この70~90kmは大気モデルに対する依存度が少ないため、精度の良いオゾン密度が求められる。

3. 観測データ・HK項目・コマンド項目

(1) 観測データ

読み出しデータフォーマットを図11に示す。基本構成は、各波長の信号を4フレームで1データとし、その他HK関係は8フレームで1データとした。W64の後半4ビットからW71までをPbSとサーミスタの信号にあて、W64の前半4ビットに光の信号と1対1の関係のある可動鏡の位置を入れ、このワードののこりとW92にその他の項目を配置した。

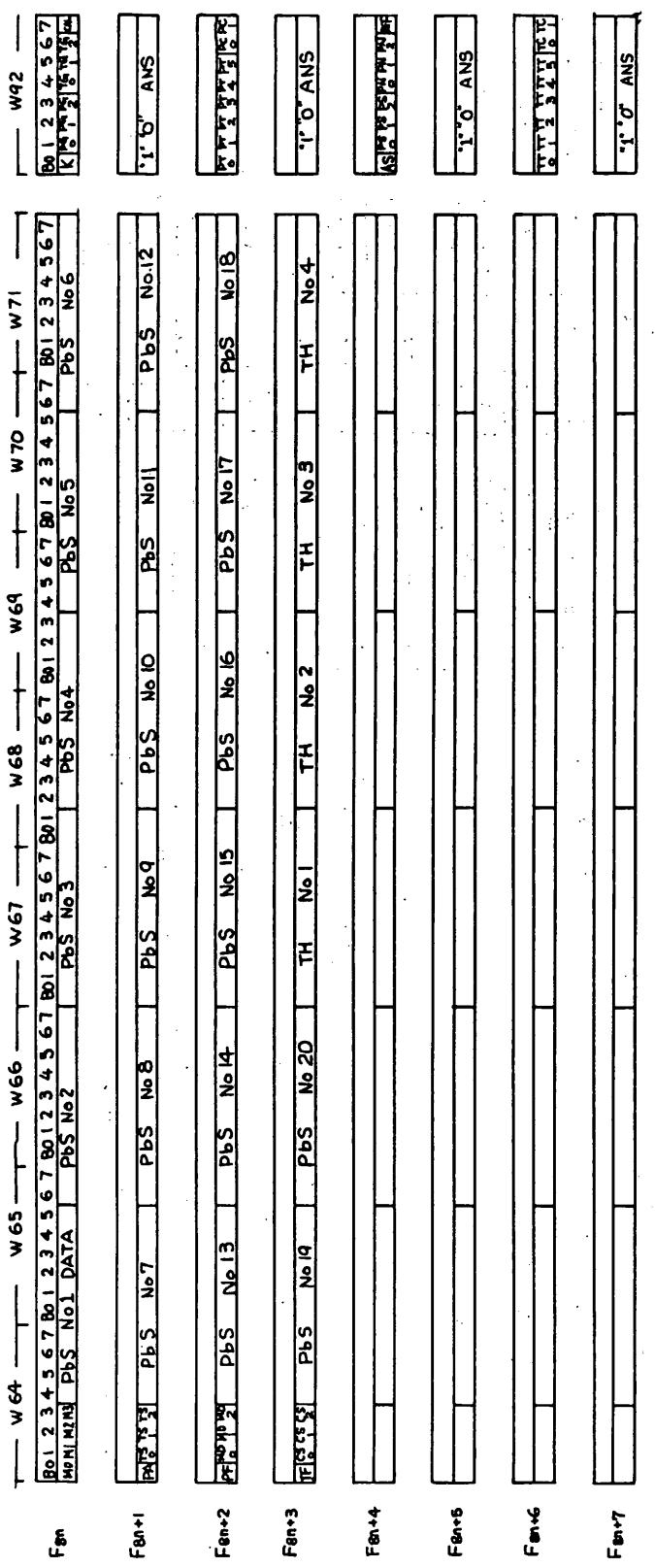
(2) HK項目

温度はPbS素子、サーミスタ素子、 $1.27\mu\text{m}$ 用フィルタふきんの3ヶ所をモニターする。可動鏡位置、その動きに対する命令関連項目、バイアス電圧、アンプゲイン、シグナルレベル、ゼロレベル、フォーカスティタスなどを送る予定であり、図11に示す。また衛星HKにはこのうちのフィルタ温度、PbS温度、バイアス電圧の3項目をあてている。

(3) コマンド項目

リアルコマンド項目を表2に、10コマンド項目を表3にまとめた。リアルコマンドのIRA Mirror PbSおよびIRA Mirror Thermistorは観測器の視野が地平線に到達したことをどちらの信号で判定して可動鏡に命令を与えるかをきめるコマンドである。

10コマンドの内容については、Signal level指定は地平線に対する信号レベルを指定し、Noise level指定は宇宙空間に対する信号レベルを指定する。Mirror関係のDelay timeについては、Mirrorをふる命令の条件が満されてから命令を実行するまでに何秒まつか、さらにふったあとデータをとりこむまでに何秒まつかを指示するコマンドである。PbS温度が変動してロックインアンプへの同期信号の位相がずれることを補償する役目を担うPhase control機能に対するコマンドも用意している。



W64 ~ W92
 MO~M4 → ミラー位置
 TSO~TS2 → ミラー位置レベル
 PBS7k → ミラーレベル
 PF → ミラーレベル
 MDO~MD2 → ミラーレベル
 TF → ミラーレベル
 CS0~CS2 → ミラーレベル
 PA → ミラーレベル
 (注) W64~71F~74F 毎にミラーレベル
 W92 は 8F でミラーレベル

W92 ~ B7
 K → ミラーレベル
 PBS4k → ミラーレベル
 TSO~TS2 → ミラーレベル
 PBS7k → ミラーレベル
 CAL-ON → ミラーレベル
 PDS/OP → ミラーレベル
 PDS/TH → ミラーレベル
 TTO~TTS → ミラーレベル
 TCO~TCI → ミラーレベル
 PBS/PC1 → ミラーレベル
 (注) W64~71F~74F 每にミラーレベル
 W92 は 8F でミラーレベル

W92 ~ B7
 AS → ミラーレベル
 PDS/PC2 → ミラーレベル
 PDS/TH → ミラーレベル
 REF → ミラーレベル
 TTO~TTS → ミラーレベル
 TCO~TCI → ミラーレベル
 PBS/PC1 → ミラーレベル
 (注) W64~71F~74F 每にミラーレベル
 W92 は 8F でミラーレベル

図 11 データフォーマット

1"0" コマンドによる機能

項目 1. PbS Signal Level 指定 (8段階)

2. PbS Noise " (")

3. Thermi Signal " (")

4. PbS Gain " (")

5. Thermi Gain " (")

6. Mirror 判定 → Mirror Step (Delay time) (")

7. Mirror Step → Mirror 判定 (Delay time)

8. Mirror 判定 (PbS 数値) (4段階)

9. " (Thermi 数値) (")

10. Phase Control AUT/STOP (B3~B7)

11. Mirror Control AUT/STOP (B7のみ) (")



段階	コ - ド			項目
	B0	B1	B2	
1	0	0	0	1
2	0	0	1	2
3	0	1	0	3
4	0	1	1	4
5	1	0	0	5
6	0	1	1	4
7	0	0	1	1
8	0	1	0	0
9	1	0	1	1
10	1	0	0	0
11	0	1	0	1

段階	コ - ド			項目
	B3	B4	B5	
1	0	0	0	1
2	0	0	1	2
3	0	0	1	3
4	0	1	0	4
5	0	1	1	5
6	0	1	1	4
7	0	1	0	1
8	1	1	1	0
9	1	0	1	1
10	1	0	0	0
11	0	1	0	1

表2 リアルコマンド項目

表3 10コマンド項目

信号番号	DDC	PDC-1	PDC-2	コマンド名		用途	データによる制御記号	備考
出力形式	AD EX	X	Y	H	V			
<u>IRA</u>								
L 4 9				IRA	ON	IRA電源 ON	F _{8n+3} W ₈ B _{6,7}	
L 4 10				IRA	OFF	IRA電源(高圧を含む) OFF	F _{8n+3} W ₈ B _{5,7}	
L 7 7				IRA	HV PST	IRA高圧電源 プリセット	F _{8n+3} W ₈ B ₆	
L 7 8				IRA	HV PSTR	IRA高圧電源 プリセット解除	F _{8n+3} W ₈ B ₆	
L 6 7						IRA Mirror PBS	F _{2n} W ₉₂ B ₁	
L 6 8						IRA Mirror Thermistor	F _{2n} W ₉₂ B ₁	
L 5 9				IRA	WRITE	IRA データコマンド 取込み	F _{8n+6} W ₇ B ₃	
L 5 10				IRA	EXEC	IRA "1"/"0"コマンド実行		
L 1 6				CAL	ON	校正開始	F _{2n} W ₉₂ B ₀	共用
L 1 7				CAL	OFF	校正停止	F _{2n} W ₉₂ B ₀	共用
L 1 3				"1"		"1"の書き込み	F _{8n+1} W ₉₂ B _{0~7}	共用
L 2 4				"1"		"1"の書き込み	F _{2n+1} W ₉₂ B _{0~7}	共用
L 2 3				"0"		"0"の書き込み	F _{2n+1} W ₉₂ B _{0~7}	共用
L 1 4				"0"		"0"の書き込み	F _{2n+1} W ₉₂ B _{0~7}	共用

1.2 EXOS-C 中間紫外大気光観測装置 (BUV) (Backscattered Ultra Violet)

東京大学理学部 小川利紘・鈴木勝久・岩上直幹

担当メーカー 松栄電子・神和光器

1. 概要

本観測器はオゾン層の密度を汎世界的に人工衛星を使って定量するものである。太陽紫外光の地球大気による散乱光を分光器を用いて測光する（波長2500～3500Å）。この散乱光はオゾンによる吸収を受けており、この吸収量からオゾン密度を求めるのが測定原理である。

観測は衛星日照時に地球表面方向についておこなわれる。観測器には水銀放電管が組みこまれており、人工衛星飛翔中に波長及び感度のキャリブレーションをおこなう。

2. 観測の目的・意義

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。近年大気化学の研究発展により、NO_x、CCl₄、F_Yなど大気中の微量成分がオゾンの生成・消滅過程のうえで重要であることがわかり、人工的なこれらの微量成分によるオゾン層の破壊問題が注目されている。今後オゾン層の長期変動の観測が望まれている。本観測で中間紫外大気光を分光測光することにより、大気オゾンのグローバル分布及び高度分布を測定することを目的としている。

3. 測定原理

太陽の中間紫外光は大気中に入射した後、大気分子によってレーリー散乱を受け再び上方に向って放射される。しかし途中に存在するオゾン分子により波長2000～3000Åの紫外光は吸収を受ける。したがって多重散乱を考慮しなければ衛星高度における上向きの輻射強度は次のように書ける。

$$I(\lambda) = \frac{3}{16\pi} (1 + \cos^2 \theta) \int_0^\infty k(\lambda) F_s(\lambda) \exp(-\tau) dz \sec \theta \quad (1)$$

θ ：入射光と散乱光のなす角、 k ：散乱係数、 F_s ：大気層外における太陽輻射強度、 τ ：光学的厚み、 θ ：鉛直線と視線方向のなす角

この式の大気による減光項 $\exp(-\tau)$ にオゾンの吸収が入っているので、この散乱光を観測す

ることによりオゾン密度を定量することができる。また(1)式の被積分関数は図1のようになり、波長により積分に寄与する高度が異なることがわかる。このことから2500Å～3200Åの波長域を分光観測することによりオゾンの高度分布を求めることができる。

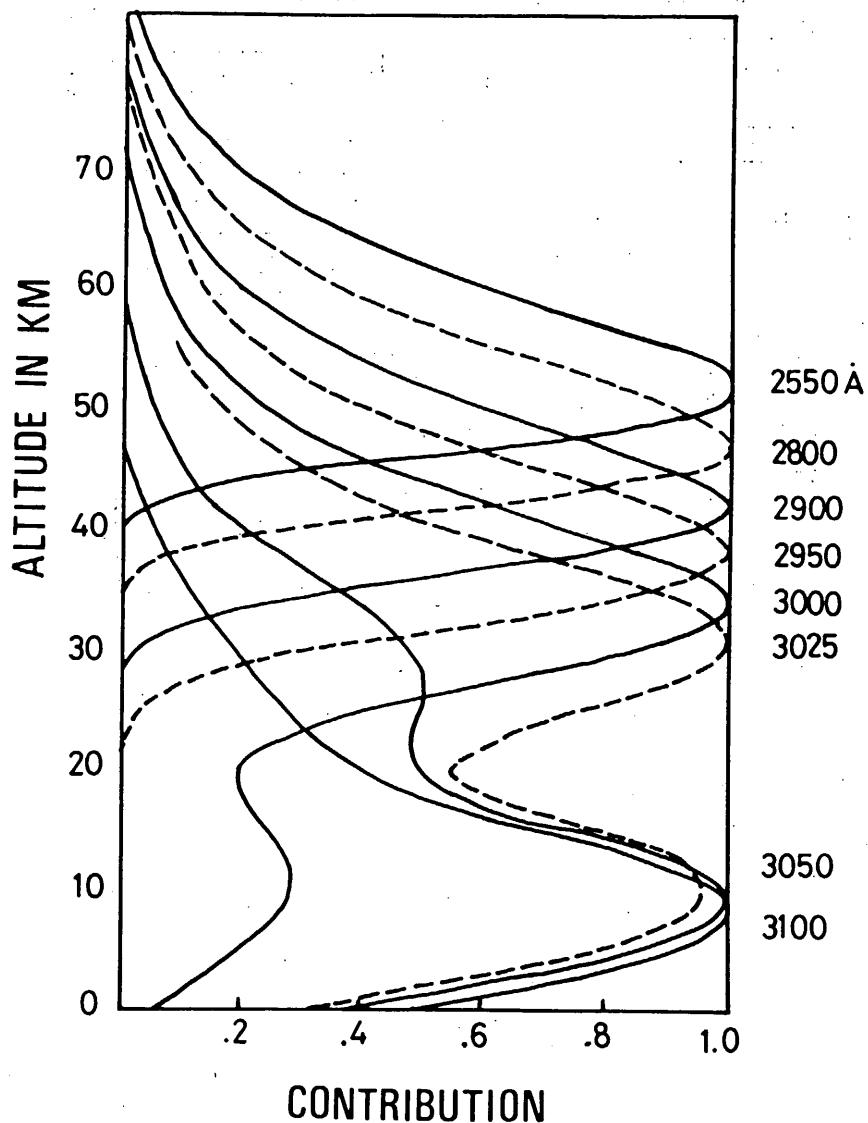


図1 積分寄与関数の高度分布、ピークの値で規格化してある

4. 観測装置

観測装置のブロック図を図2に示す。

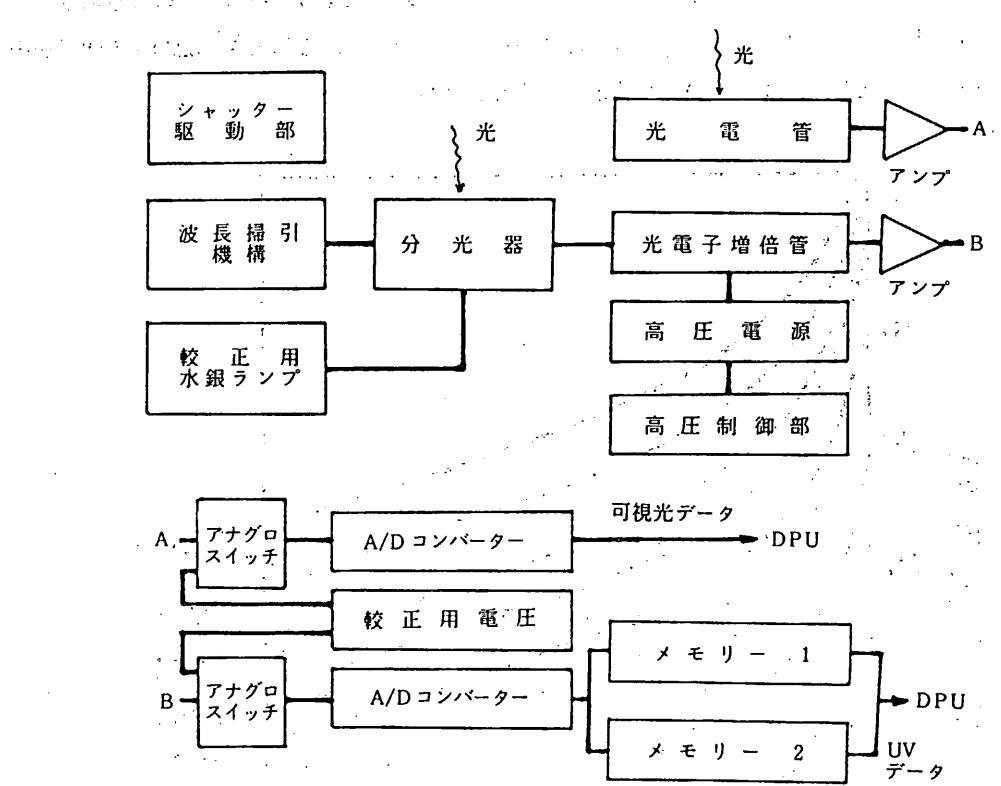


図2 BUV ブロック図

4.1 光学系

光学系のレイアウトを図3に示す。光学系の中心をなすものは、回折格子分光器である。入射光は凹面回折格子により平面の焦点面上に結像される。この焦点面上をモーターにより出口スリットが往復運動し、波長掃引をおこなう。分光された紫外光は光電子増倍管 (Cs-Te 光電面) により電流に変換され電気的処理がおこなわれる。

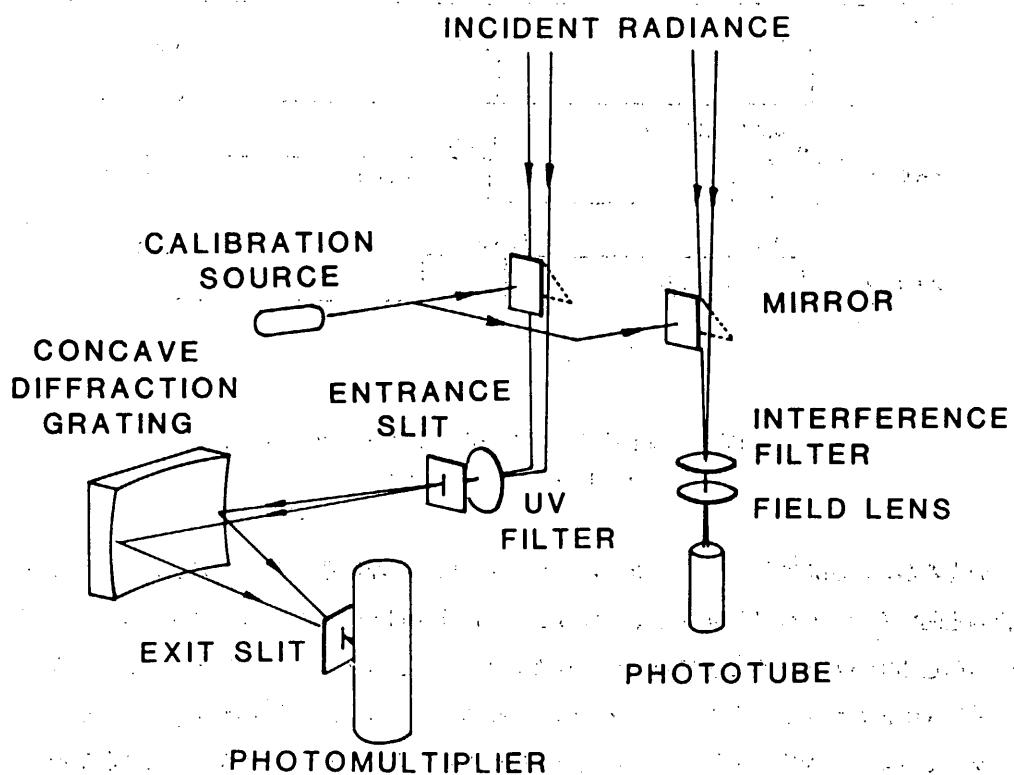
可視地球アルベドを観測する可視光フォトメータは干渉フィルタと光電管からなっており、分光器の光軸と同一方向の光軸を持っている。雲などによる地表付近からの強い反射光を常時モニターする。分光器及びフォトメータの仕様を下に示す。

分光器	フォトメータ
回折格子 1200本/mm	中心波長 3650 Å
サイズ 30mm × 40mm	バンド幅 150 Å
分散 80Å/mm	視野 全角 10°

視野 約 $6^\circ \times 6^\circ$

受光面積 $6 \text{ mm} \phi$

スリット幅 $5 \text{ mm} \times 100 \mu$



EXOS-C BUV Spectrometer

図3 光学系

コリメータの後方にシャッタが取り付けられていて、開閉はDCモータによっておこなう。非観測時には閉じられていて分光器内部及びフォトメータが保護されている。またこのシャッタの裏面には平面鏡が取り付けられていて、キャリブレーションのモードに水銀燈の光を分光器内部に導く役目を兼ねている。

4.2 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強度を256点にわたって測定する。サンプリングされた信号はA/D変換(12BIT)された後メモリーに書きこまれる。測定及びメモリーとDPUのやりとりは図4に示すシーケンスに従って実行される。

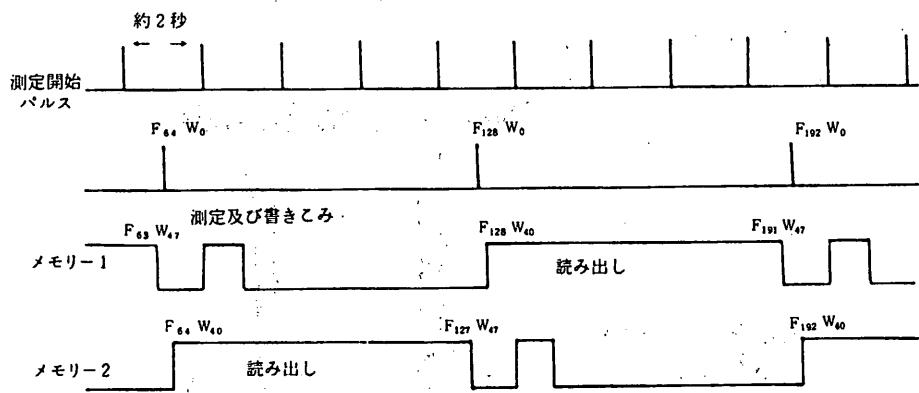


図4 測定及びデータ伝送のタイミングチャート
(H-ビットレートの場合)

分光器からの測定開始パルスと衛星のタイミング信号は非同期なので、データ読み出し完了後測定開始までの時間は毎回等しくはならない。正確な測定開始の時刻を知るため $F_{64n} W_0$ から測定開始パルスが来るまでのフレーム数をカウントステータス・ワードに表示する。

PI OFF コマンドによりシャッタを閉じる動作をおこない、それによってフォトインタラプターでシャッタ閉完了の信号を作り電源を OFF するようになっている。また測定開始の信号も分光器内部のフォトインタラプターにより信号を作っている。このフォトインタラプターが不良になった場合でもミッションがおこなえるようバックアップ回路を持っている。

4.3 キャリブレーション・システム

衛星上で波長較正ができるよう小型水銀放電管及びその点燈装置が装備されている。衛星打ち上げ時のショックにより分光器のアラインメントが変っても水銀のスペクトルラインを測定することにより波長位置の較正ができる。この光源は連続光ではないが、点燈時の光量は安定しているので検出器の長期間の感度変化のチェックをライン波長でおこなうことができる。

キャリブレーションのモードになるとアナログスイッチを切り換え、3種類の信号を測定する。

0 V 信号 (1回) \rightarrow 5 V 信号 (2回) \rightarrow 水銀スペクトル (6回)、合計9回の測定が終了すると自動的に水銀放電管の電源が OFF になり測定モードになる。

較正用ランプ仕様

Pen - Ray 水銀放電管

放電維持電圧: 200~250 V ($\approx 18\text{mA}$)

放電開始電圧: 800 V

5. データ伝送

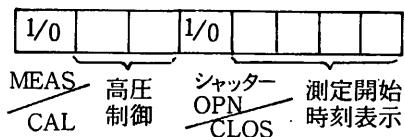
BUV のデータ伝送に使用されるワードはデータフォーマットモード 4, 5, 6 における $W_{40} \sim W_{47}$ である。64 フレームを用いて 1 回の測定データの伝送が完了し、これらのワードは以下のように使われる。

W_{40} : ステータス (F_{64n+2m}), HV モニター電圧 ($F_{64n+4m+1}$), 水銀燈温度データ ($F_{64n+4m+3}$) のサブコミ, $n = 0, 1, 2, 3$, $m = 0, 1, 2, \dots$,

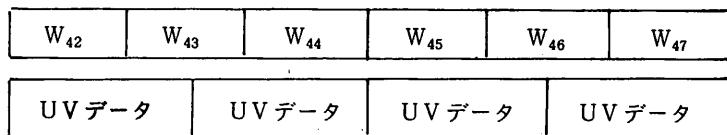
W_{41} : フォトメーターデータ

$W_{42} \sim W_{47}$: UV データ

W_{40} のステータスの BIT 配分は次のとおり。



$W_{42} \sim W_{47}$ の 6 ワードは 12BIT の UV データの 4 データを表示する。



6. コマンド

コマンド項目とそれによる機能は以下の表のとおりである。

BUV コマンド

種別	項目 DDC AD EX	項目 PCD-1 XY	コマンド名称	機能
B	2, 6		BUV ON	電源及びHV ON
B	2, 7		BUV OFF	電源及びHV OFF
A		7, 11	BUV HV PST	高圧電源プリセット
A		7, 12	BUV CAL HV PST	CAL用高圧電源プリセット
B		6, 12	BUV HV RLS	高圧電源プリセットリリース
A		6, 11	BUV CAL HV ON	CAL用高圧電源ON
A		3, 6	BUV HV LEVEL1	高圧電源の出力電圧設定
A		3, 7	BUV HV LEVEL2	"
A		3, 8	BUV HV LEVEL3	"

コマンド受信のアンサーは $F_{8n+6} W_7$ によって以下のように確認できる。

$F_{8n+6} W_7$

B_0	1	ON	BUV ON/OFF
	0	OFF	
B_1	1	PST	HV PST/RLS
	0	RLS	
B_2	1	ON	HV ON/OFF
	0	OFF	
B_3	1	PST	CAL HV PST/RLS
	0	RLS	
B_4	1	ON	CAL HV ON/OFF
	0	OFF	

7. 運用

観測は日照時に観測器の光軸が地球表面に向かっている時おこなわれる。データ取得はH-ビットレート, L-ビットレートどちらでも観測目的上さしつかえない。定常運用になってから1カ月1回程度キャリブレーションモードにして、波長較正、検出器感度較正をおこなう。

1.3 エアロゾル・オゾン観測装置 (ALA)

名大空電研 高木増美・近藤 豊・岩田 晃

松栄電子株式会社

1.3.1 目的

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1km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じょう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。

1.3.2 観測方法

図1は観測の方法を概念的に図示したものである。太陽高度が高い時の光の強度 I_0 。（このとき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到達したときの強度 $I(h)$ との比から、この場合の光路に沿った大気の光学的厚さ $\tau(h)$ 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。

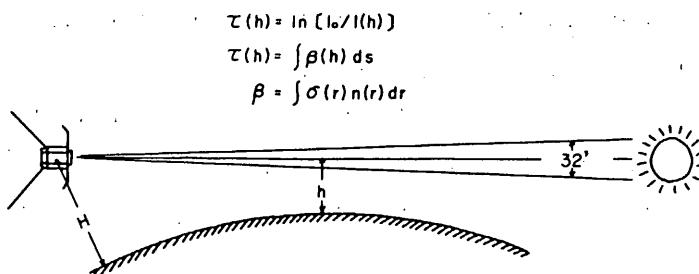


図 1

1.3.3 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 μ 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。エアロゾル・オゾンを 1 km の高度分解能で測定するためには太陽面全体の強度の変化を測定するのでは不充分であり、太陽面をさらに細かく分割して各部分毎の強度を測定する必要がある。この為ニュートラルフィルター、干渉フィルターを通ってきた太陽光を $f \sim 80$ mm のレンズで集光し、太陽像を焦点面におかれた CCD イメージセンサ上に結像させる。この CCD を用いて太陽像を細分割し、その強度を測定する。CCD はフェアチャイルド社の 380 (V) \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 mm (V) \times 11.4 mm (H) で、 $f \sim 80$ 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の範囲内に充分入る。また太陽面は約 30 \times 30 の画素に分割される。

図 2 に測定器全体の概観を示す。

b) 画像処理及びデータフォーマット

太陽像は地球に近づくにつれ、大気屈折のため、図 3 の如く偏平になる。

もし CCD イメージセンサの水平スキャンの方向と地平線が一致していれば、画像処理は容易であり、必要な情報量は比較的少なくてすむ。しかしながら 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。このため ALA では限られたデータ転送速度で太陽の形が再現できるよう、次のように工夫した。

- i) ある光の threshold レベル V_0 を与える。
- ii) イメージセンサの水平ラインのスキャン中、 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 $IS - 1$ 、また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) また $IS - 1$ から数えて 10 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ことが 10 回続いた時、太陽面のスキャンが終ったと判断し、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。

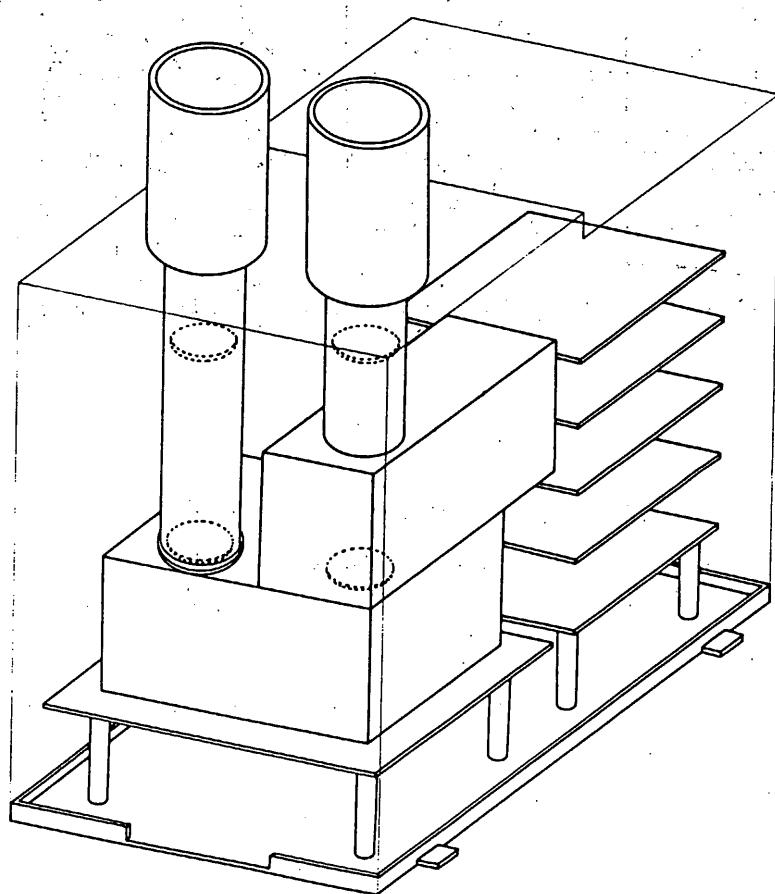


図 2

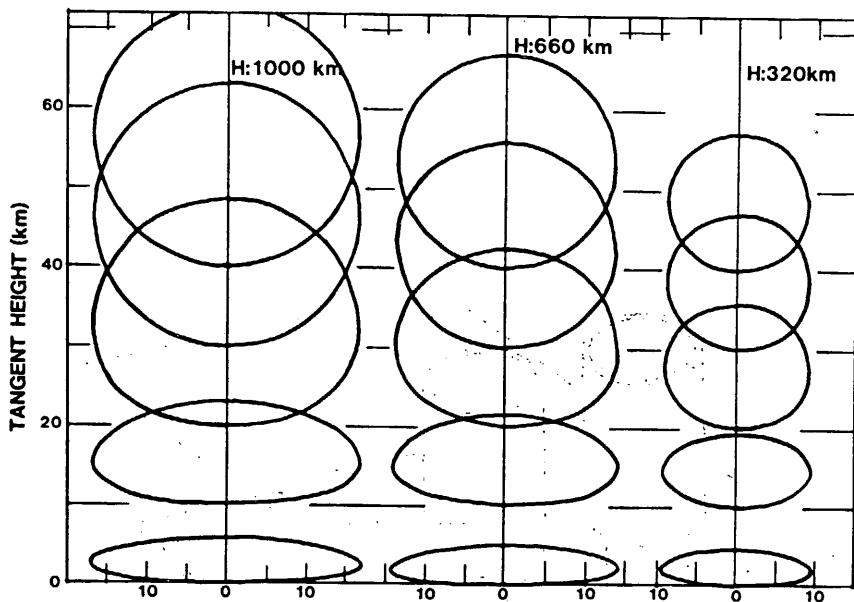


図 3

従って i) ~ vi)までの操作を奇数のラインに対し行った後、偶数ラインについても同様に独立の操作を行う。これで1つのチャンネルの画像処理の1 setが終了する。

vii) 2番目のチャンネル、つまり他の波長についても i) ~ vii)の操作を同様に行う。

これで1, 2チャンネル1組の完全なデータ取得が行われる。

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

具体的なデータフォーマットを図 4 に示した。

最初の 4 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⑯	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	DATA-18	IS-19	IE-19	DATA-19	0000000000	JE

CH-1 EVENの識別⑭	1110	JS	IS-1	IE-1	DATA-1～	IS-2	IE-2
	0010	DATA-2	IS-3				
	0011						
	0100						
	0101						
	0110						
	0111						
	1000						
	1001						
	1010				0000000000	JE	

CH-2 ODDの識別⑬	1101	JS					
	0010						
	0011						
	0100						
	0101						
	0110						
	0111						
	1000						
	1001						
	1010				0000000000	JE	

CH-2 EVENの識別⑫	1100	JS					
	0010						
	0011						
	0100						
	0101						
	0110						
	0111						
	1000						
	1001						
	1010				0000000000	JE	

識別4bit

図 4

c) 予定電力・重量

+12 V 1000 mW

-12 V 1000 mW

+5 V 2500 mW

計 4500 mW (定常値)

重量 3.28kg

1.3.4 コマンド

Discrete command

種 別	項 目	D D C		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 チャンネル1 コンバレーターレベル1 設定
④	A ALA, CH-1 LEVEL-2	6	13	ALA " 2 "
⑤	A ALA, CH-1 LEVEL-3	4	15	ALA " 3 "
⑥	A ALA, CH-2 LEVEL-1	5	14	ALA チャンネル2 コンバレーターレベル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	較正 ON
⑩	B CAL OFF	1	17	較正 OFF

種 別	項 目	P D C		用 途
		V	H	
⑪	ALA GAIN-H	13	7	ALA ハイゲイン設定
⑫	ALA GAIN-L	14	7	ALA ローベイン設定

OG コマンド

— OG コマンド表を参照 —

MODE 1, 2, 3, 7, 8, 10 で ALA ON

MODE 4, 5, 6, 9, 11, 12, 13, 14, 15 で ALA OFF

Discrete コマンドの説明

①, ②: ALA の電源の ON, OFF である。

⑨, ⑩: 測定器の状態を Cal mode にするか, meas. mode にするかを決める。

③～⑧: ALA は太陽像をディジタル的に画像処理を行う。この際, 光の信号とノイズ信号を区別する為, コンバレーターの Threshold level を設定する必要がある。この level は測定器の温度が上昇しノイズレベルが上がった時には高くしてやる必要があり, また温度が低く從ってノイズレベルが低く抑えられている時にはコンバレーターレベルを低くしてやればそれだけ忠実な太陽像が得られる。

ALA のデータの状態, 温度等を考慮して on-board でこのレベルを設定するようになるのがこのコマンドである。

③～⑤は, チャンネル 1 すなわち $\lambda = 600 \text{ nm}$

⑥～⑧は, チャンネル 2 すなわち $\lambda = 1 \mu\text{m}$

のチャンネル用である。

それぞれ 1, 2, 3 の順に低い方から高い方へレベルを変える。

温度が何度の時このレベルをいくつにするかという実際的な事は環境試験を経て運用に入ってからでないと具体的には決められない。

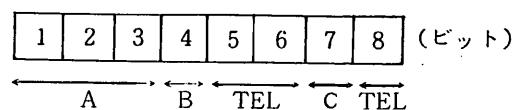
⑪, ⑫: CCD センサー出力はビデオ信号となって出てくる。この信号の増幅率を変えるコマンドである。これはチャンネル 1, 2 共通に変化し, 個々のチャンネルでの制御はできない。

1 と 2 の 2 つの Gain を設定した。これは運用の初期段階で一度設定しておけば後にあまり変更する必要は生じないものと考えられる。

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 の内容



A : 第 1 - 3 bit 目

CH1

0	00	CH1 の threshold の level 1
0	10	" 2
0	11	" 3

CH 2

1	00	CH2 の threshold の level 1
1	10	" 2
1	11	" 3

B : 4 bit 目 Cal

1 ON
0 OFF

C : 7 bit 目 Gain

1 1
0 2

5, 6, 8 bit 目は TEL が使用

1.3.5 HK 項目

F NO	項目・内容	測定レンジ
F_{64n+34}	ALA オゾンセンサ 温度	-50°C ~ 70°
F_{64n+35}	ALA エアロゾルセンサ 温度	"

1.3.6 運用

日出・日没時、各10~15分程度観測すれば良い。

時々、日照時のデータを数分~10分程度 Reference 信号として取る。

また意味あるデータは High bit rate の時のみである。

従って日出・日没時の10~15分内のみ High bit rate で測定し、周回の残りは Low bit で測定する。

1.4 大気周縁赤外分光観測装置 (LAS)

宇宙研 松崎章好・中村良治・伊藤富造
松下技研㈱ 分光計器㈱

1.4.1 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、赤外線の吸収及び放射で重要な役割を果たしており、地球大気の熱構造に大きな影響を及ぼす事が知られている。 O_3 も $\text{O}_3 \rightarrow \text{O}_2 + \text{O}$ から始まる光化学反応により、大気の熱構造を考える上で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、対流圏だけではなく、成層圏及び中間圏の様な、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、大気周縁赤外分光観測装置 (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。

1.4.2 観測装置

観測装置の概要を図1に示す。太陽光を導入し、レンズにより分光器の入口スリット上に集光する。人工衛星の姿勢制御の精度 ($\pm 0.50^\circ$) に安全係数を考慮し、全角 3° 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。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、ロックインアンプ方式により検出する。焦電型センサは、赤外

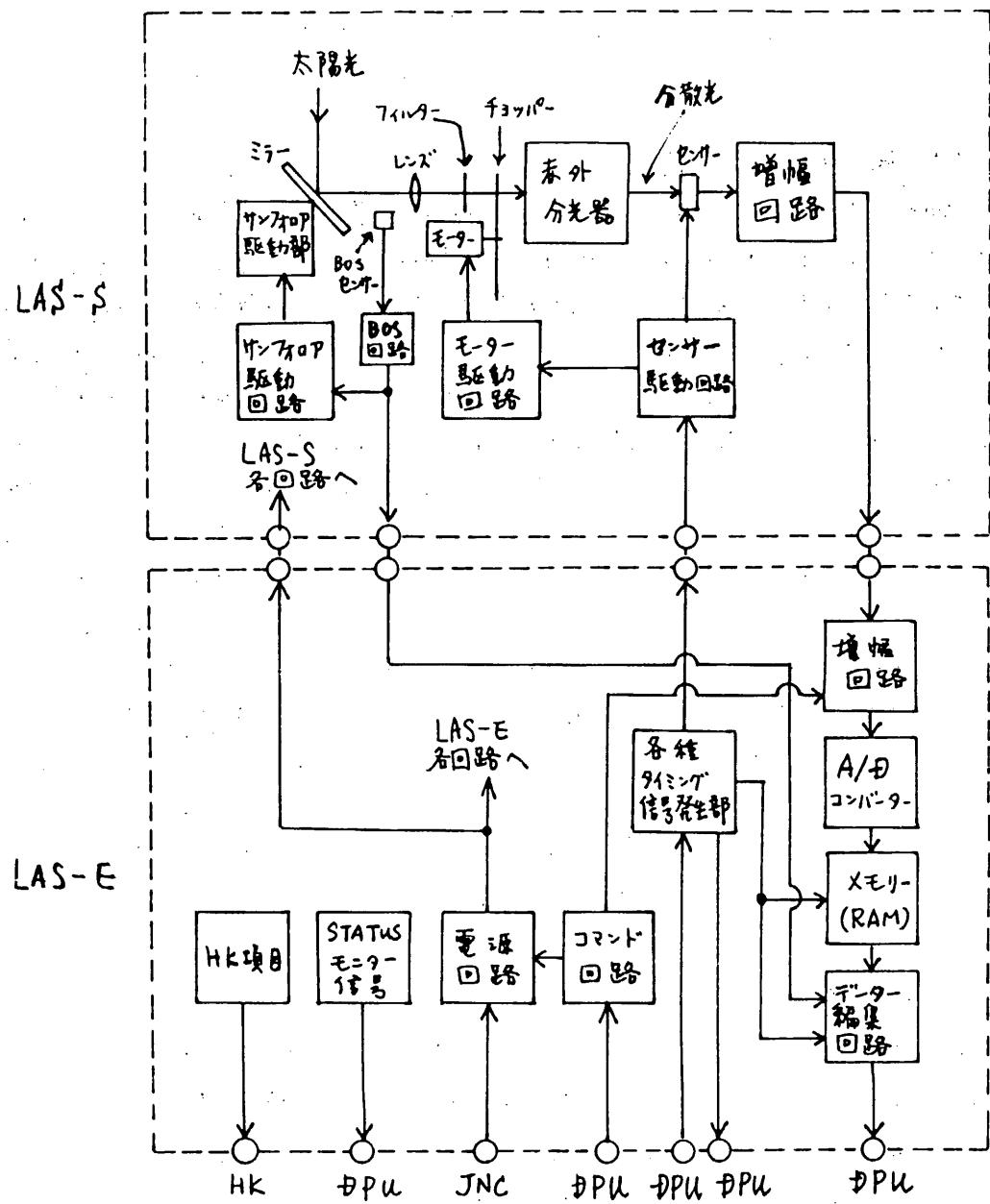


図1 大気周縁赤外分光観測装置

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

線の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。

データ取得のタイミング及びDPUへの伝送は下記のとおりである。上述の様に太陽光約24 Hzで変調するが、チョッパーが開いている時に正信号が得られ、チョッパーが閉じている時に負信号が得られる。これらの信号は、通常のモードではDPUで処理されるが、DPUに於けるLAS演算用モジュールが故障した場合には、緊急モードに切り換えて、生データが伝送される。

(1) 通常モード

通常モードに於いては、DPUから $\sum_{n=0}^{15} F_{16n} W_0 B_0$ パルスがLASに送出され、これにより観測データのDPUへの伝送が開始される。このデータ伝送が終了するとスペクトル測定が再開される。チョッパーの開閉時に、それぞれ1データ群の測定が行われる。1データ群は、[波長領域Iのスペクトルデータ (7 bits × 32 elements)] + [波長領域IIのスペクトルデータ (7 bits × 64 elements)] + [波長領域IIIのスペクトルデータ (7 bits × 16 elements)] + [CAL信号 (7 bits × 16 elements)] = 7 bits × 128 elementsから構成されており、これらのデータ群のデータはCAL信号を含めて16回積算される。次の $\sum_{n=0}^{15} F_{16n} W_0 B_0$ パルスが送出されるまでに2秒かかる。従って、異なる高度に対するスペクトルは、2秒毎に測定される事になり、これは高度に直して、数kmに対応する。

(1) 緊急モード (Emergency mode)

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、7 bits × 128 elements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、テレメータ側に伝送する。従

って緊急モードの場合には3秒毎に異なった高度に於けるデータ観測が行なわれる。

これらの機能をもった本装置は、LAS-S（光学系及びセンサ部）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。図2にLAS-S部の概形図面が示されている。尚、LASの総重量は7.9kgである。

1.4.3 HK項目

LASのHK項目は、次の二項目である。

(1) LAS チョッパー温度

- a) 測定レンジ $-50^{\circ}\text{C} \sim +70^{\circ}\text{C}$
- b) フレームNo. F_{64n+33} (W_6)

(2) LAS センサ部温度

- a) 測定レンジ $-50^{\circ}\text{C} \sim +70^{\circ}\text{C}$
- b) フレームNo. F_{64n+42} (W_6)

1.4.4 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。

1.4.5 データフォーマット

LASによる観測が有効であるモードは、mode-9だけであり、他のモードに於いてLASはoff状態になる。図3にmode-9のデータフォーマットを示す。LASのデータは、通常DPUのLAS演算用モジュールにより編集されているが、万一、このモジュールが故障した場合に備えて、通常モードと緊急モードの二方式で運用可能である。

(1) 通常モード

- a) $\sum_{n=0}^{15} F_{16n+8 \sim 15}$ フレーム

図3に示したデータフォーマットで伝送される。W16-W63及びW80-W127がLASデータであり、データは図4に示す様に二語構成である。

- b) $\sum_{n=0}^{15} F_{16n+0 \sim 7}$ フレーム

これらのフレームに於けるデータは、W40及びW104のデータが有効であり、次の様な内容のデータが表示される。

W40:(1)SF-X (サンフォロワーX軸位置表示データ), (2)SF-Y (サンフォロワーY軸位置表示データ), (3)CHOP-I (チョッパーIの電流値), (4)CHOP-II (チョッパーIIの電流値), (5)CHOP-III (チョッパーIIIの電流値)。

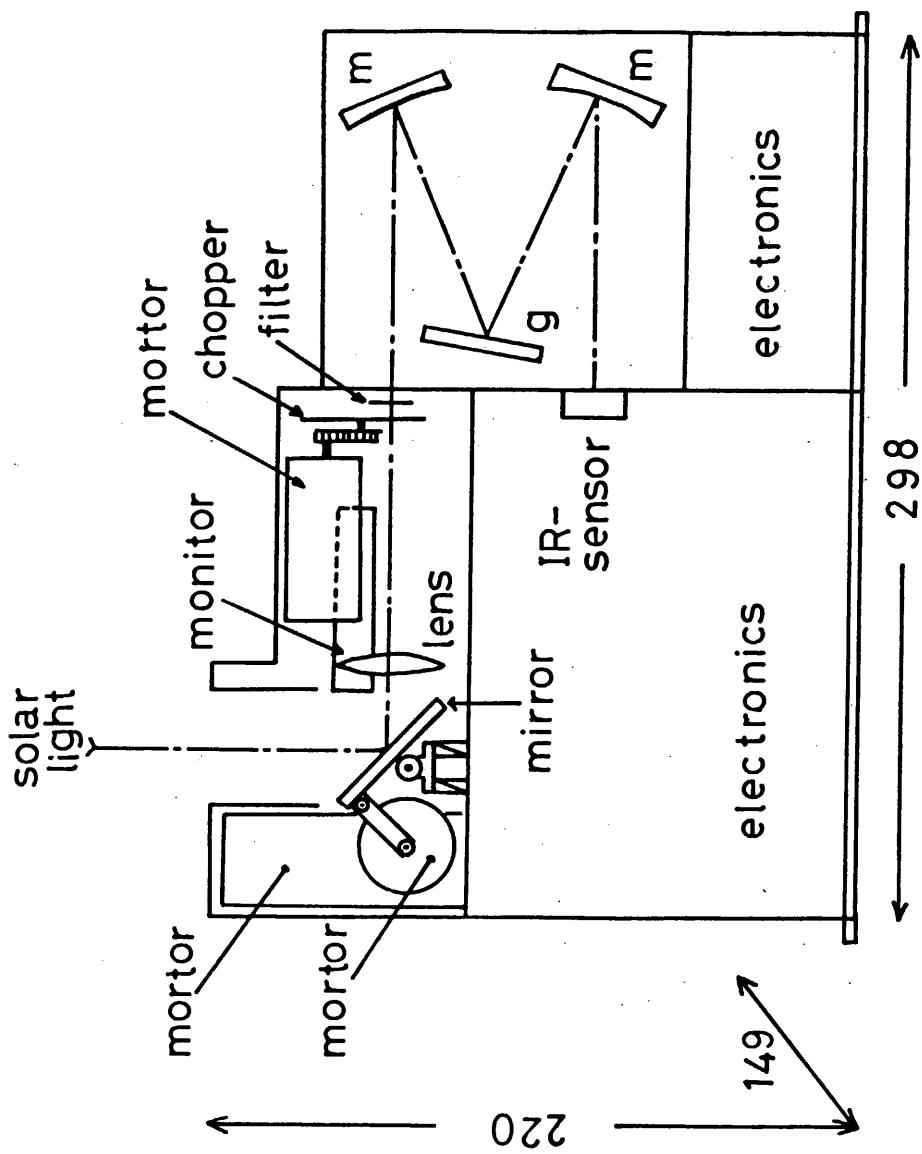


図2 LAS-S概要図

表2 実時間コマンド (LAS)

種別	DDC	PDC-1	PDC-2	コマンド名	用 途	テレ-タ:ff 制御確認
	AD EX	X Y	H V			
B	6 11			LAS ON	LAS 電源 ON	F8n+2W8B5
B	7 11			LAS OFF	LAS 電源 OFF	"
A	4 8			CHOP 1 ON	チヨウ1°- I ON	Chopper I ON/ OFF タイマー
A	5 8			CHOP 2 ON	チヨウ1°- II ON	Chopper II ON/OFF タイマー
A	4 9			CHOP 3 ON	チヨウ1°- III ON	Chopper III ON/OFF タイマー
A	5 9			CHOP ALL OFF	チヨウ1°- I, II, III 全て OFF	同じ上記3項目
A	6 12			LAS GAIN H	増幅器利得 大	GAIN=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 11	SF ON	サンフロア ON	SF ON/OFF
B			7 12	SF OFF	サンフロア OFF	"

表3 OG コマンド (LAS)

W9 B0~3	項 目	モード
A	LAS ON (IRA, ALA 同時に ON)	mode-9
0~9, B~F	LAS OFF	mode-9以外

W 0	F- (F3)	(FA)	D	W 32	DATA (10bit/s)	STATUS	W 64	IRA - DATA	D	W 96	DATA (10bit/s)	STATUS
W 1	Sym	(C0)	D	W 33	W 34		W 65			W 97		
W 2				W 35	W 36		W 66			W 98		
W 3	FI	D		W 37	W 38		W 67			W 99		
W 4	TI	D		W 39	W 40		W 68			W 100		
W 5	CMD/SBR	%		W 41	W 42		W 69			W 101		
W 6	HK-1	A		W 43	W 44		W 70			W 102		
W 7	SA-			W 45	W 46		W 71			W 103		
W 8	STATUS	D		W 47	W 48		W 72			W 104		
W 9	DPL			W 49	W 50		W 73			W 105		
W 10	STATUS	D		W 51	W 52		W 74	ALA - DATA	D	W 106		
W 11	音量関係			W 53	W 54		W 75			W 107		
W 12				W 55	W 56		W 76			W 108		
W 13	DATA + STATUS	A		W 57	W 58		W 77			W 109		
W 14		D		W 59	W 60		W 78			W 110		
W 15				W 61	W 62		W 79			W 111		
W 16	DATA (10bit/s)			W 63			W 80	DATA (10bit/s)	STATUS	W 112		
W 17	STATUS						W 81			W 113		
W 18	DATA (10bit/s)						W 82			W 114		
W 19	STATUS						W 83			W 115		
W 20							W 84			W 116		
W 21	L						W 85	L		W 117		
W 22							W 86	A		W 118		
W 23	A						W 87	S		W 119		
W 24	S						W 88			W 120		
W 25							W 89			W 121		
W 26							W 90			W 122		
W 27							W 91			W 123		
W 28							W 92			W 124		
W 29							W 93			W 125		
W 30							W 94			W 126		
W 31							W 95			W 127		

W₄₀ : F_{0,1} ; Chopper I

F_{2,3} ; Chopper II

F_{4,5} ; Chopper III

F₆ ; SF-X

F₇ ; SF-Y

W₁₀₄ : F₀₋₇ ; BOS

図3 PCMデータフォーマット (mode-9)

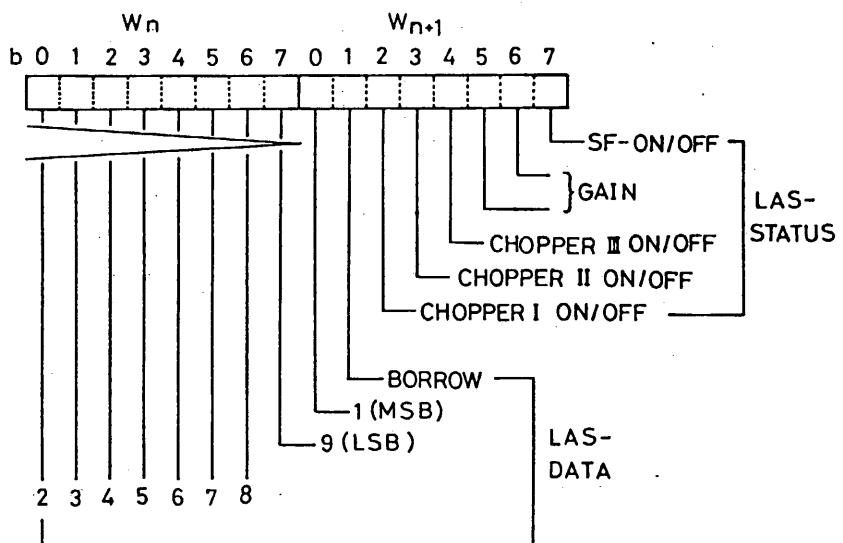


図4 通常モード $\sum_{n=0}^{15} F\{_{16n} + (8 \sim 15)\}$ フレームのデータ構造

W104 : BOS アナログデータ

尚、図4に示された STATUS-DATAのうち、ON/OFF表示は、それぞれ1及び0が対応している。またGAINに関しては、H, M, Lが(H=1,1) (M=1,0) 及び(L=0,1) で表わされる。更に、LASデータは10ビットであるが、うち1ビットは、Borrowのある無しを表示するビットであり、1の時、データは正、0の時データは負である。負の時は、データを2進数の補数をとってから10進数に直す。

(2) 緊急モード

緊急モードに於いては、 $\sum_{n=0}^{23} F\{_{16n} + (8 \sim 23)\}$ 時に生データを伝送する。この場合のデータ構造を図5に示す。

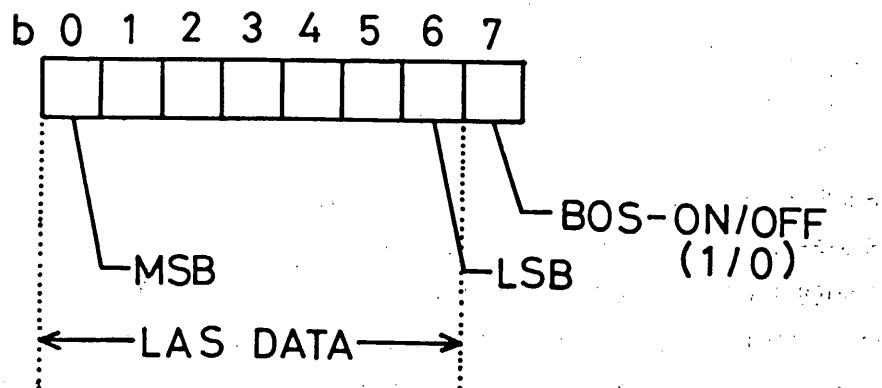


図5 緊急モードデータ構造

1.4.6 運用

1.4.6.1 観測方法

本装置は、太陽光を光源とした掩蔽法により、大気組成成分の吸収スペクトルの観測を行う。従って、原理的には図6に示す様に日出時及び日没時に測定が可能である。LASの観測は、

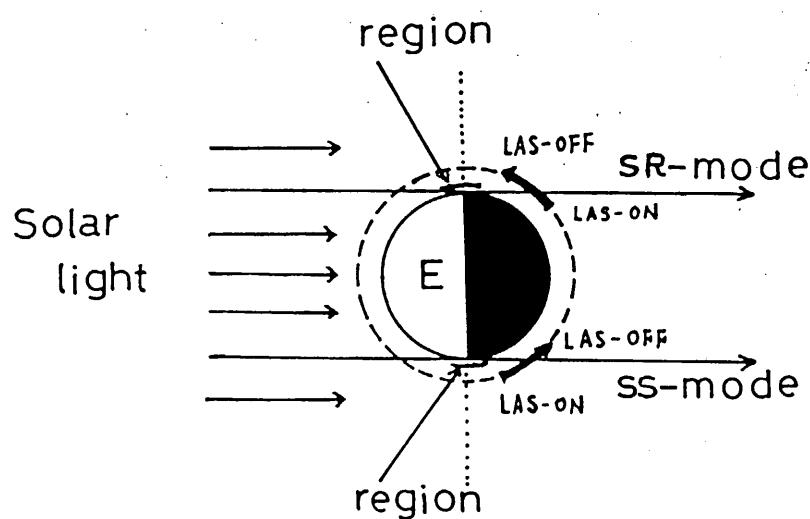


図6 大気周縁赤外分光観測概念図

mode-9 によって行われ、データの記録は high-bit-rate で行われる。high-bit-rate 時の記録時間は、40分である。OG コマンド ON 時刻の不確定性や測定時間等を考慮して、日出或いは日没時に於ける観測時間を10分とし、この間観測器を ON 状態にする。従って、4回の観測（LAS 電源 ON / OFF の回数）が可能である。運用としては、

- (1) S R モード (Sun-rise mode) 日出時 4回
- (2) S R S モード (Sun-rise/set mode) 日出時 2回、日没時 2回
- (3) S S モード (Sun-set mode) 日没時 4回

のモードが可能であるが、実際には、(3)の S S モードを中心として観測を進めたいと思っている。LAS の運用には正確な日出没時刻を予想する必要があり、軌道計算結果との相関が必要である。また全日照期間には日出没が無いので原則として観測を行わない。

1.4.6.2 通常モードと緊急モード

前節（1.4.5）で述べた様に、DPU の LAS 演算用モジュールで LAS データの演算処理を行う。万一、DPU の LAS 演算用モジュールが回避不可能な故障を起こした場合に備えて、通常モードの他に生データを伝送する緊急モードが用意されている事を先に述べたが、これに關係した運用上の留意事項を記す。

- (1) LAS の演算処理の開始：OG 又は実時間コマンドにより、(LAS-ON) \otimes (Bit-rate-high) \otimes (mode-9) の全てが満たされた時、DPU から LAS へタイミング信号 ($\sum_{n=0}^{15} F_{16n} W_0 B_0$) が送られ、その後 LAS から観測終了信号が出る事により開始される。

- (2) LAS 演算用モジュール (ARM) に異常が発生した場合の症状：

- a) LAS-OFF コマンドを発生し、演算用 CPU は Pause 状態に (ARM-PAUSE) になり、演算は停止する。

- b) 同時に CPU が停止したアドレス ($F_{8n+2} W_9, W_{10}$) 及び故障を検出した回路の表示信号 ($F_{8n+5} W_{10} B_{3~5}$) を出力する。アドレス表示は、ARM-CPU が再び RUN すればリセットされる。故障を検出した回路の表示は、ARM ERROR STATUS-RESET コマンド (PDC-2, H=2, V=10: $F_{8n+1} W_{10} B_{5~7}$ で確認) で解除される。

- (3) LAS 演算用モジュールに異常が発生した場合のチェック：

- a) mode-12 及び mode-13 のコマンドを送り、それぞれのデータフォーマットで ARM 用の RAM, ROM の照合確認を行う。

- b) ARM-CPU 自己診断コマンド (DDC, AD=6, EX=5) を送り、 $F_{8n} W_{10} B_6$ に表示されたし PU チェック結果を調べる。この表示のリセットは、ARM-CPU 自己診断 OFF コマンド (DDC, AD=7, EX=5) で行い、 $F_{8n} W_{10} B_6$ で確認する。

- (4) 異常時の処理：

a) ARM-CPU 又は RAM/ROM に回避不可能な故障が発見された場合には、CPU による LAS の演算処理が停止して、LAS-BACKUP-ON コマンド (PDC-2, H=1, V=12: F_{8n} W₁₀ B₀) によって確認。PDC-2, H=2, V=12 で解除) により、生データを伝送するモード (緊急モード) に切り換える。

b) CPU 及び RAM/ROM には異常が無く、故障検出回路の故障により異常が無く、故障検出回路の故障により異常が発生している場合には、ARM パリティチェック解除等のコマンドにより、該当する回路を分離して運用を続ける。

1.4.6.3 LAS の運用計画

LAS の運用計画は、現在進行中であるが、各組成成分の高度分布の緯度分布の観測を中心として運用を進める予定である。LAS を運用するにあたっては、表 4 に示した手順を参考にされたい。

表 4 LAS の運用手順

手順	項目	確認する事項	備考
1	衛星軌道計算結果による運用情報の参照	a) 観測年月日 b) OG コマンドの設定時刻	9ヶ所の地域の上空の大気の観測を1ヶ月毎のペースで行う予定であり、運用情報は、担当者から予報される。
2	実時間コマンドの設定の適切であるか否かの確認と変更	a) Chopper I, II, III ON/OFF (通常ON) b) Gain H, M, L c) Sun follower ON/OFF (通常ON) d) 通常モード / 緊急モード (通常モード)	これらの情報は CRT-QL 画面上に表示される。事項 a), c), d) は通常は左記の通りとし、Gain の事項を含めて担当者から要求の無い限り変更しないでも良いと思われる。しかし、万一の緊急事項が生じた場合 (Chopper が動かない、Gain が適切でない、Sun follower が動かない、DPU に故障がある) には担当者に連絡して下さい。
3	OG コマンドの設定	LAS ON/OFF の制御を軌道計算結果による運用情報に基づき設定する。 実時間コマンドの内容はラッピングされるので、あらかじめセットしておき OG コマンドによる LAS ON/OFF で運用	LAS/ON になるモードは mode-9 であり、これ以外のモードでは LAS/OFF である。

1.5 低エネルギー粒子の観測 (E S P)

宇宙研 向井利典・久保治也・伊藤富造・平尾邦雄

神大工 賀谷信幸・松本治弥

松栄電子㈱ 三鷹光器㈱

1. 観測目的

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

E X O S - C 衛星の観測目的である南大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、Knudsenが1962 A 1 衛星に Retarding Potential Analyzer を搭載し、10 eV の電子の観測を行っている。その観測によればブラジルから南大西洋にかけて著しい降下がみられた。この粒子の降下は TAI YO 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 10 eV ~ 100 eV であると森岡、大家は報告している。

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

2. 低エネルギー粒子分析装置

A 測定項目と観測器の概要

測定対象は 5 eV ~ 16 keV の電子と 200 eV ~ 16 keV のイオンである。これらが三台のアナライザーで観測する。第 1 図に E S P 全体図を示す。センサは二台の同心半球形静電アナライザーと一台の同心 $\frac{1}{4}$ 球形静電アナライザーで構成される。同心半球形静電アナライザーは、それぞれ 5 eV ~ 300 eV の電子 (上方円盤形コリメータ: LE センサ) と 200 eV ~ 16 keV のイオン (横方向、長方形コリメータ: HI センサ) を、同心 $\frac{1}{4}$ 球形静電アナライザーは 200 eV ~ 16 keV の電子 (上方扇形コリメータ: HE センサ) 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る。すなわち E X O S - C は姿勢制御が太陽指向であるため、E S P は常に太陽と反対方向を向くこととなり、太陽の U V の影響から逃れることができる。

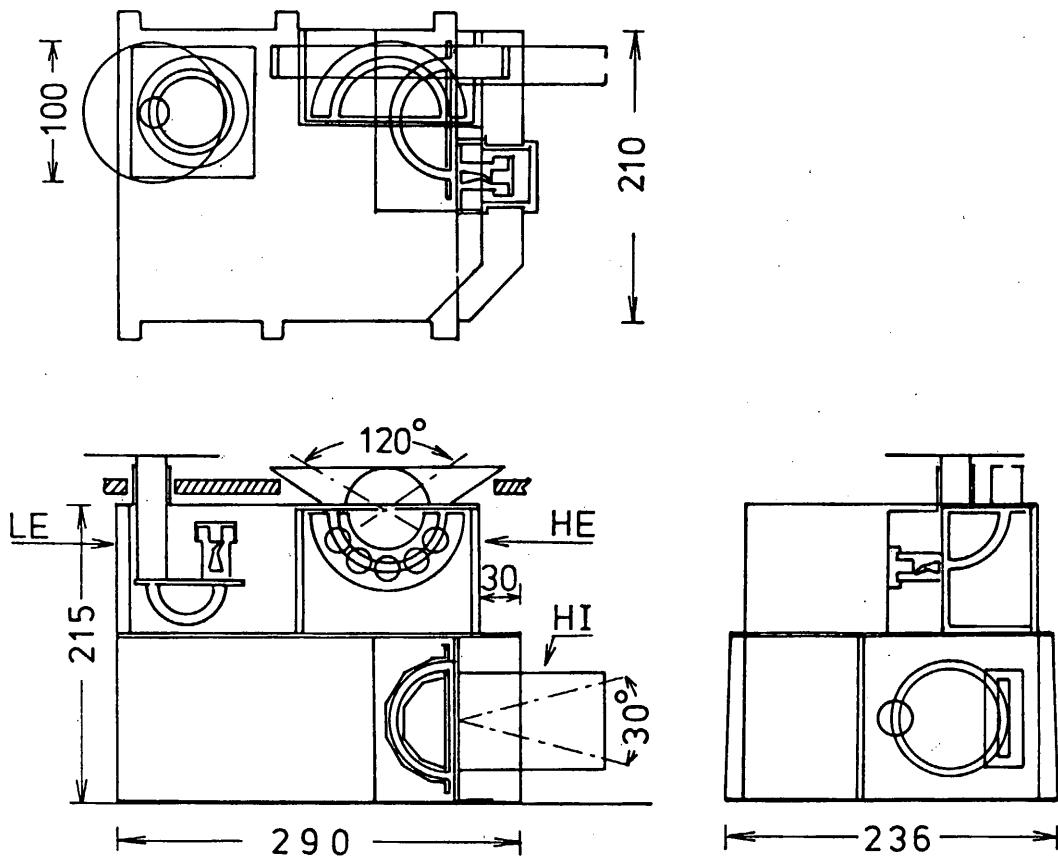


図1 ESP全体図

同心半球形静電アナライザはEXOS-A, Bに用いられたものと同型であり、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10cmの円盤を付加し、それにバイアス電圧を印加する。LEのエネルギーはこの入口電位を基準にして測定される。なおLEのセンサは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 $\frac{1}{4}$ 球形静電アライザーは新たに開発されたもので、その原理より 180° の視野を同時に観測することが可能である。今回は $30^\circ \sim 150^\circ$ の5方向を観測する。以上の三台のセンサは、南大西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。

B 測定原理

粒子分析器は、コリメータ、静電形アライザーと検出器としてチャンネル・マルチプライヤで構成される。同心半球形静電アライザーと同心 $\frac{1}{4}$ 球形静電アライザーはエネルギー分析の原理において同一であり、コリメータを通って入射した粒子は、分析器電場により偏向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検出器に入射する。

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

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

ただし ξ 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。

入射した粒子は静電偏向板が球面をなしているため、入射ベクトルと球心のなす平面上を飛翔する。同心 $\frac{1}{4}$ 球形静電アライザーの場合、検出面で最大の分散を示す。その特性を利用して同心 $\frac{1}{4}$ 球形静電アライザーは入射粒子の角度分布を測定することが可能となる。

C センサの仕様

1) LE センサ

アライザー : 同心半球形静電アライザー（内球 21.5 mm, 外球 28.5 mm）

測定対象 : 電子 5 eV ~ 300 eV

$\Delta E / E$: 6 %

Geometrical factor : $8 \times 10^{-4} \text{ cm}^2 \cdot \text{str}$

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

アライザー : 同心 $\frac{1}{4}$ 球形静電アライザー（内球 37.5 mm, 外球 42.5 mm）

測定対象 : 電子 200 eV ~ 16 keV

$\Delta E / E$: 16 %

Geometrical factor : $6.25 \times 10^{-4} \text{ cm}^2 \cdot \text{str}$

視野方向 : 5 方向（衛星軸に対し $-60^\circ, -30^\circ, 0^\circ, 30^\circ, 60^\circ$ ）

視野角 : $10^\circ \times 10^\circ$

3) HI センサ

アナライザー : 同心半球形静電アナライザ (内球 37.5 mm, 外球 42.5 mm)

測定対象 : イオン 200 eV ~ 16 keV

$\Delta E / E$: 16%

Geometrical factor: $3 \times 10^{-3} \text{ cm}^2 \cdot \text{str}$

視野方向 : 衛星軸に対し直角方向

視野角 : $10^\circ \times 30^\circ$

D 電子回路部

電子回路部は第2図のブロック図に示す様に、データ処理部 (プリアンプ, カウンター, データ圧縮), 観測モード (エネルギー掃引) 部, コントロール部 (コマンド処理, HV, 各バイアス設定) およびモニター部 (HK) から構成される。

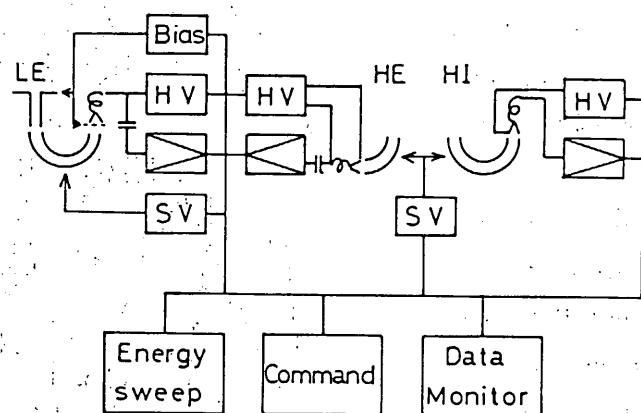


図2 ESP ブロック図

E データ処理

データ処理部はチャンネル・マルチプライヤの出力電荷パルスをプリアンプで増幅・弁別・整形されて、19ビットのカウンタで計数され、8ビット。データに圧縮される。弁別レベルは入力電荷換算で 2×10^{-12} クーロンから 5×10^{-14} クーロンを8段階に設定することができ、出力電荷のパルスハイトを測定することができる。チャンネル・マルチプライヤは Galileo 4039 が用いられ、印加する高圧は、3, 3.5, 4 kV の3段階に設定できる。サンプリング時間は、すべてフレームに同期し $1/2$ フレームごとにサンプリングされる。すなわち $W_{35} \sim W_{82}$ と $W_{99} \sim$ 次のフレームの W_{18} (48ワード間: High Bit Rate - 46.9 msec, Low Bit Rate - 187.5 msec 間) 計数され、他はマスクされる (PPSの送信時もマスクされる)。データの8ビットは上位4ビットで仮数(D)を、下位4ビットで指数部(S)を表示する。カウント数への換算式は次式となる。

$$C = D \quad S = 15 \text{ の時}$$

$$C = 2^{14-S} \times (16 + D) \quad S \neq 15 \text{ の時}$$

(2)

F 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 L E モードと H E I モードに大別される。なお観測モードは “10” コマンド及び OG で制御される。

1) L E モード

L E センサのエネルギー掃引は第 1 表と第 3 図上図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 32 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。

L E 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の Common を基準に 0, +1, +2, +5 と +10 V が用意され、“10” コマンド及び OG コマンドで制御する。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・マルチプ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 -80 V, ステップ No 3 と 4 で -10 V, 他は外球電位より 5 V 低い電圧を印加する。このためステップ No 1 から No 8 までは Background Noise 測定となる。

2) H E I モード

H E と H I は共通の掃引電源を用いる。エネルギー掃引は第 2 表と第 3 図下図に示す 32 ステップあり、下位 4 ステップは L E と重複させ相互較正する。A モードは 32 ステップすべてを三角波状に掃引する基本観測モードである。B モードは 4 ステップおき 8 段階の高速掃引モードとなる。C と D モードは極域での降下粒子の時間変動を観測するモードである。C モードは、ステップは

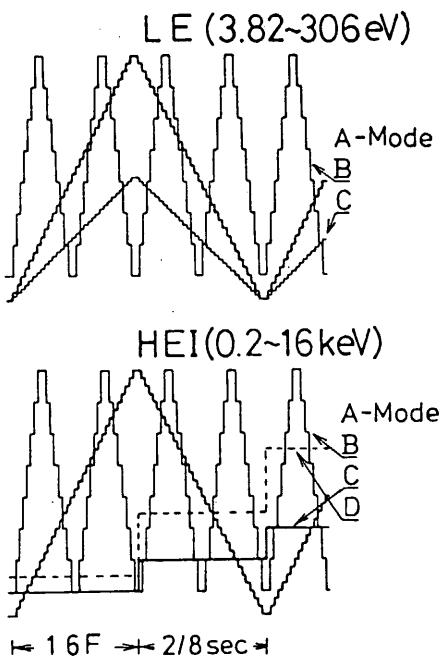


図 3 L E (上図), H E I (下図)
の観測モード (エネルギー掃引ステップ番号)

第1表 LEの測定エネルギーと観測モード * はBackground測定

Step	Energy (eV)	A-mode	B-mode	C-mode	Step	Energy (eV)	A-mode	B-mode	C-mode
1	(3.56) *	0	0	0	33	34.2	0	0	0
2	(3.82) *	0	0	0	34	36.7	0	0	0
3	(4.10) *	0	0	0	35	39.4	0	0	0
4	(4.40) *	0	0	0	36	42.3	0	0	0
5	(4.72) *	0	0	0	37	45.4	0	0	0
6	(5.07) *	0	0	0	38	48.7	0	0	0
7	(5.44) *	0	0	0	39	52.3	0	0	0
8	(5.84) *	0	0	0	40	56.1	0	0	0
9	6.27	0	0	0	41	60.2	0	0	0
10	6.73	0	0	0	42	64.6	0	0	0
11	7.22	0	0	0	43	69.3	0	0	0
12	7.75	0	0	0	44	74.4	0	0	0
13	8.32	0	0	0	45	79.9	0	0	0
14	8.92	0	0	0	46	85.7	0	0	0
15	9.58	0	0	0	47	92.0	0	0	0
16	10.3	0	0	0	48	98.7	0	0	0
17	11.0	0	0	0	49	106.	0	0	0
18	11.8	0	0	0	50	114.	0	0	0
19	12.7	0	0	0	51	122.	0	0	0
20	13.6	0	0	0	52	131.	0	0	0
21	14.6	0	0	0	53	141.	0	0	0
22	15.7	0	0	0	54	151.	0	0	0
23	16.9	0	0	0	55	162.	0	0	0
24	18.1	0	0	0	56	174.	0	0	0
25	19.4	0	0	0	57	187.	0	0	0
26	20.8	0	0	0	58	200.	0	0	0
27	22.4	0	0	0	59	215.	0	0	0
28	24.0	0	0	0	60	231.	0	0	0
29	25.8	0	0	0	61	248.	0	0	0
30	27.7	0	0	0	62	266.	0	0	0
31	29.7	0	0	0	63	285.	0	0	0
32	31.9	0	0	0	64	306.	0	0	0

第2表 HEIの測定エネルギーと観測モード *はLEと重複測定

Step	Energy (keV)	A-mode	B-mode	C-mode	D-mode
1	(0.20) *	□			
2	(0.23) *	□			
3	(0.27) *	□			
4	(0.31) *	□	□	□	
5	0.35	□			
6	0.41	□			□
7	0.47	□			
8	0.54	□	□	□	
9	0.62	□			
10	0.71	□			
11	0.82	□			
12	0.95	□	□	□	
13	1.09	□			
14	1.26	□			
15	1.45	□			
16	1.67	□	□	□	
17	1.92	□			
18	2.21	□			
19	2.55	□			
20	2.93	□	□	□	
21	3.38	□			
22	3.89	□			
23	4.48	□			
24	5.16	□	□	□	
25	5.95	□			
26	6.85	□			
27	7.89	□			
28	9.09	□	□	□	
29	10.5	□			
30	12.1	□			
31	13.9	□			
32	16.0	□	□	□	

Bモードと同一で、1ステップを16フレーム毎に変える(High Bit Rateで1ステップ2秒 Low Bit Rateで8秒)。ただしカウント・データは1/2フレーム毎に得られる。DモードはCモードの高速掃引モードであり、4ステップを16フレーム毎に掃引する。

G コマンド

コマンド内容は第3表にリアル・タイム・コマンド、第4表に“10”コマンド、第5表にOGコマンドを示す。

第3表 リアル・タイム・コマンド表

COMMAND	DDC		PDC-1		PDC-2	
	AD	EX	X	Y	H	V
ESP ON	4	11				
ESP OFF	4	12				
HEI-SV Preset			1	5		
LE -SV Preset			2	5		
LE -HV Preset			1	6		
HE -HV Preset			3	6		
HI -HV Preset			2	6		
HV -SV Reset			3	5		
ESP WRITE	5	11				
ESP EXEC	5	12				
ESP OG CONT DIS					7	8

H データ・フォマット

カウント・データは $W_{21} \sim W_{27}$ と $W_{85} \sim W_{91}$ に出力され、HE - ch 1, ch 2, ch 3, ch 4, ch 5, HI, LE の順である。ステータスは $W_{16} \sim W_{20}$ と $W_{80} \sim W_{84}$ に出力され内容は第6表に示す。HK内容は第7表に示す。

I 重量と所要電力

センサ部	3050 g	+ 5 Volt	50 mA
センサ電子回路部	2070 g	+ 12 Volt	200 mA
電子回路部	1620 g	- 12 Volt	200 mA
合 計	6740 g	+ 12 Volt (HEI-SV用)	30 mA ~ 200 mA
		+ 15 Volt (リレー駆動用)	30 mA

第4表 "10" コマンド表 (16進表示)

項目	"10" Command
ALL MODE 0	08
HV Level	
LE	10 (3kV), 11 (3.5kV), 12 (4kV)
HE	80 (3kV), 81 (3.5kV), 82 (4kV)
HI	50 (3kV), 51 (3.5kV), 52 (4kV)
Discriminator Level	
LE	20 ~ 27 (8 steps)
HE	90 ~ 97 (8 steps)
HI	60 ~ 67 (8 steps)
Observation Mode	
LE	40 (A), 41 (B), 42 (C)
HEI	70 (A), 71 (B), 72 (C), 73 (D)
LE Bias Level	30 ~ 34 (5 steps: 0, 1, 2, 5, 10V)

第5表 OGコマンド表, Presetは“10”コマンドで指定された状態となる

$W_{10} (B_4 \sim B_7)$	HEI-Mode	LE-Mode	LE-Bias
0		ALL Preset	
1	A	A	Preset
2		No-Control	
3	A	A	Preset
4		ALL Preset	
5	A	A	Preset
6		ALL Preset	
7	A	A	Preset
8		ALL Preset	
9	A	A	Preset
A		ALL Preset	
B	B	B	Preset
C	A	C	Preset
D	A	C	Scan
E	C	A	Preset
F	D	A	Preset

第6表 スティタス表示 右欄は表示されるWordとBit

STATUS	Word and Bit
“10” Answer	W_{82} (F_{2n+1})
Retarding Voltage	W_{82} (F_{2n})
SV Monitor	
Polarity	W_{20}, W_{84} ($b_0:1=plus, 0=minus$: every 256 F)
HEI Voltage	W_{16}, W_{80}
Gain	W_{20}, W_{84} ($b_0:1=High Gain, 0=Low Gain$)
LE Voltage	W_{17}, W_{81}
Gain	W_{20}, W_{84} ($b_2:1=High Gain, 0=Low Gain$)
CAL ON/OFF	W_{18} (b_0)
HV Level	
HE	W_{18} (b_1, b_2)
HI	W_{18} (b_3, b_4)
LE	W_{18} (b_5, b_6)
Discriminator Level	
HE	W_{18} (b_7), W_{19} (b_0, b_1)
HI	W_{19} (b_2, b_3, b_4)
LE	W_{19} (b_5, b_6, b_7)
LE Bias Level	W_{83} (b_0, b_1, b_2)
STEP	
Display	W_{83} ($b_7:1=HEI, 0=LE$: every 128 F)
Level	W_{20} ($b_3 \sim b_7$), W_{84} ($b_3 \sim b_7$)
Observation Mode	
HEI	W_{83} ($b_3, b_4:0=A mode, 1=B mode, 2=C mode, 3=D mode$)
LE	W_{83} ($b_5, b_6:0=A mode, 1=B mode, 2=C mode$)

第7表 HK項目

LE-HV Voltage	F_{64n+2}	w_{95}
HE-HV Voltage	F_{64n+3}	w_{95}
HI-HV Voltage	F_{64n+4}	w_{95}
LE Bias Voltage	F_{64n+5}	w_{95}
HE CEM λ 1 Voltage	F_{64n+6}	w_{95}
LE Sensor	F_{64n+36}	w_6
HE Sensor	F_{64n+37}	w_6
HI Sensor	F_{64n+38}	w_6

1.6 惑星プラズマサウンダー (PPS)

大家 寛^{*}・森岡 昭^{*}・小原隆博^{*}・小野高幸^{**}
明星電気株式会社

1. 目的

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

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

2.1 SPW (Stimulated Plasma Waves)

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

2.2 NPW-H (Natural Plasma Waves - HF range)

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

* 東北大学理学部 ** 国立極地研究所

2.3 NPP (Natural Plasma Waves Polarization)

上記2.2で観測される自然プラズマ波動を更に詳細に偏波特性を含めた観測を行うために65フィートアンテナ4本をクロスダイポールアンテナとして用い、ダイナミックポラリメータを構成する。受信機はNPW-Hと同じものを2系統用いる。NPPのモードには、掃引偏波計測(NPP-S)および固定周波偏波計測(NPP-F)の2つのモードがある。

2.4 NPW-V (Natural Plasma Waves - VLF)

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

2.5 観測項目とテレメータ伝送モード

PPSの観測モードは、DPUで編集されるデータ伝送フォーマットと対応づけられている。またデータ伝送フォーマットはOGのコード($W_0 B_{0 \sim 3}$: PION/OFF制御)とも対応づけられている。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($W_0 B_{0 \sim 3}$)	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

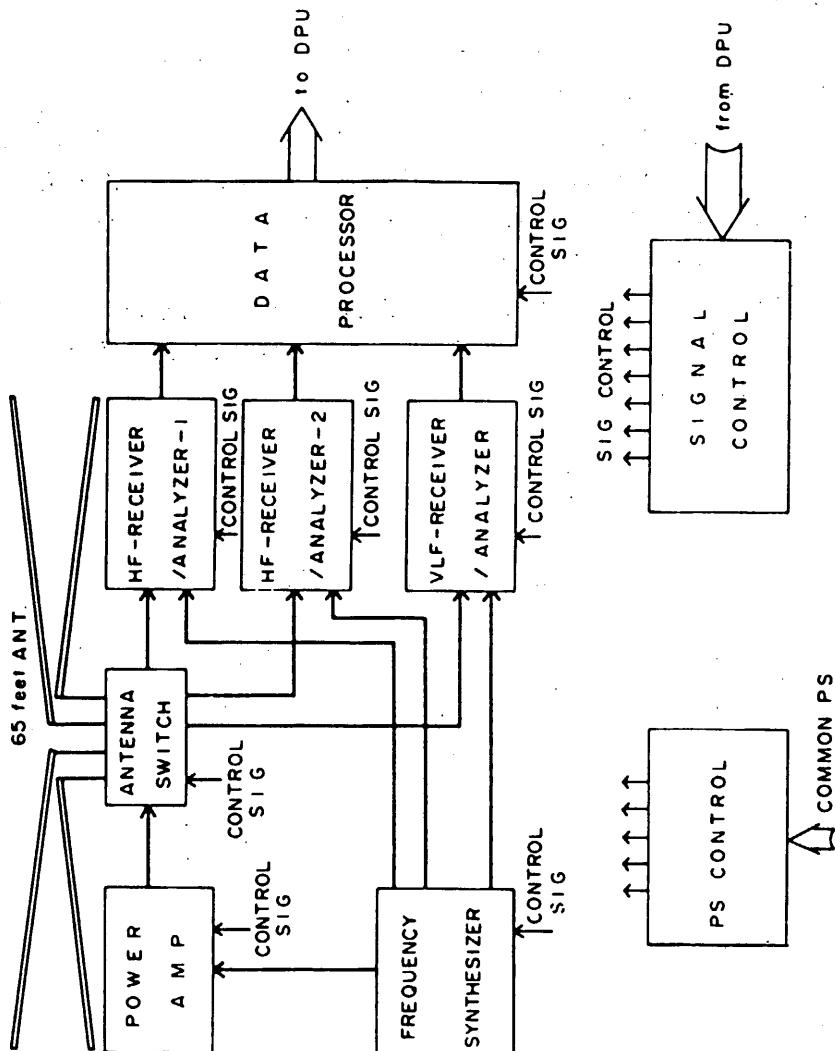
3. 機器の構成

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。



第 1.6.1 図 PPS システム構成図

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ステムアンテナ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。

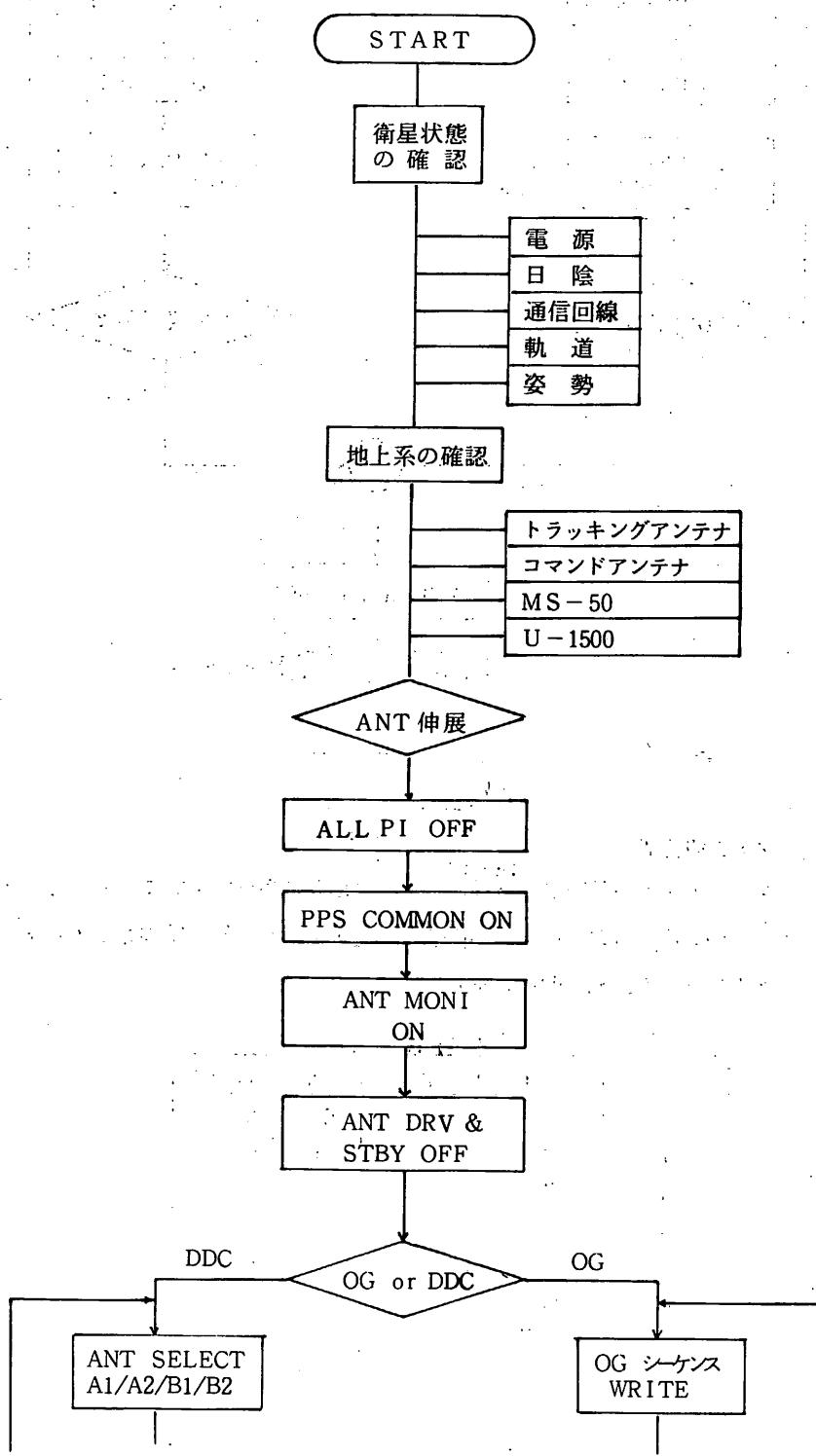
表 1.6.2 PPS アンテナ制御コマンド

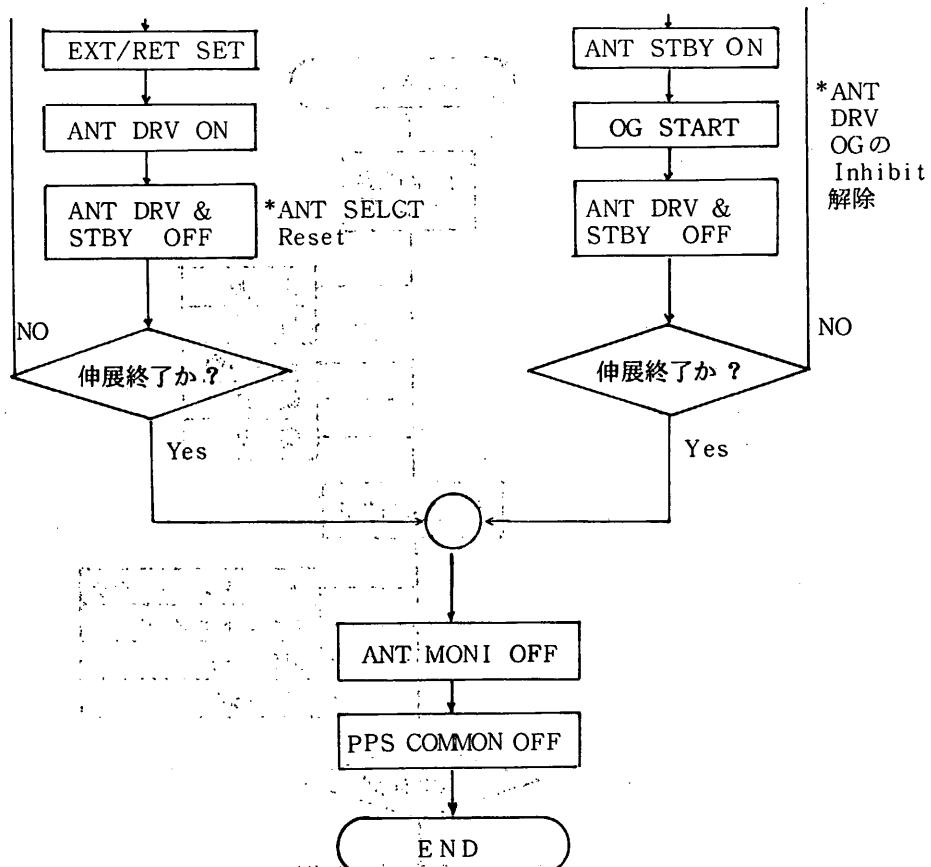
分類	コード	内 容
DDC	6-8	PPS COMMON OFF
PDC-1	1-7	PPS COMMON ON
	1-8	ANT MONI ON
	1-9	ANT MONI OFF
	2-8	ANT DRV ON
	2-9	ANT DRV & STBY OFF
	4-10	ANT STBY ON
	1-10	ANT EXT
	2-10	ANT RET
	1-11	ANT A1 SEL
	2-11	ANT A2 SEL
	3-11	ANT B1 SEL
	4-11	ANT B2 SEL
OG	O ** 2	A1&A2 EXT
	O ** 3	B1&B2 EXT
	O ** 4	A1 EXT
	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。

これらのアンテナ伸展に関する Status は W₇ および W₂₉ に出力される。

アンテナの伸展の基本的な手順は、以下のフローチャートに従う。



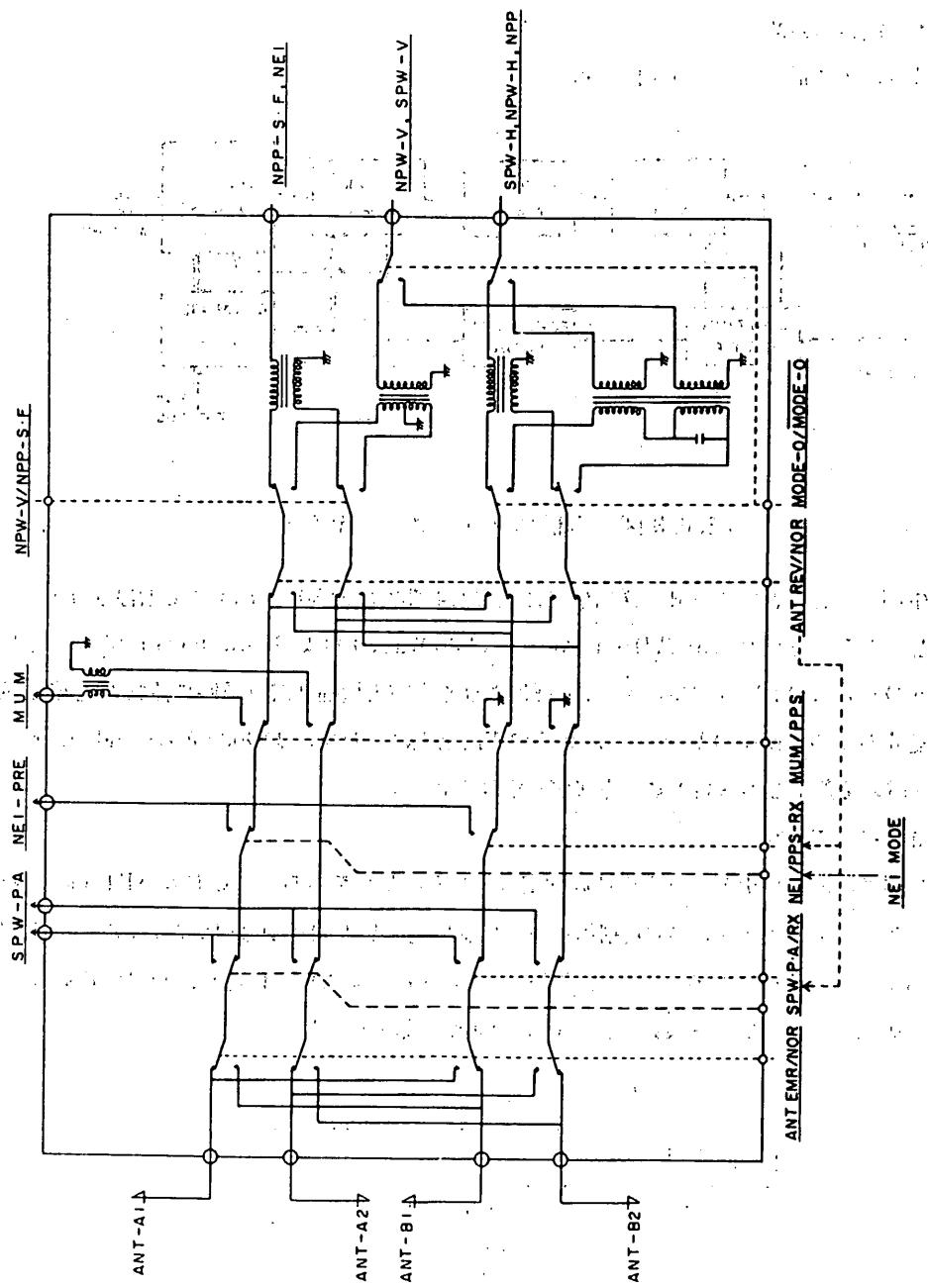


3.1.3 アンテナ切替部

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	



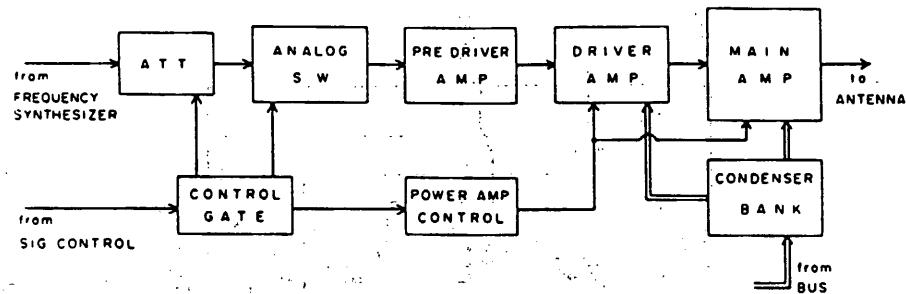
第1.6.2図 アンテナ接続系統図

これらのアンテナ接続の Status は W_{30} (F_{4n}) に出力される。

3.2 送信部

3.2.1 電力増幅部

第 1.6.3 図に送信部のブロック図を示す。



第 1.6.3 図 送信部ブロックダイヤグラム

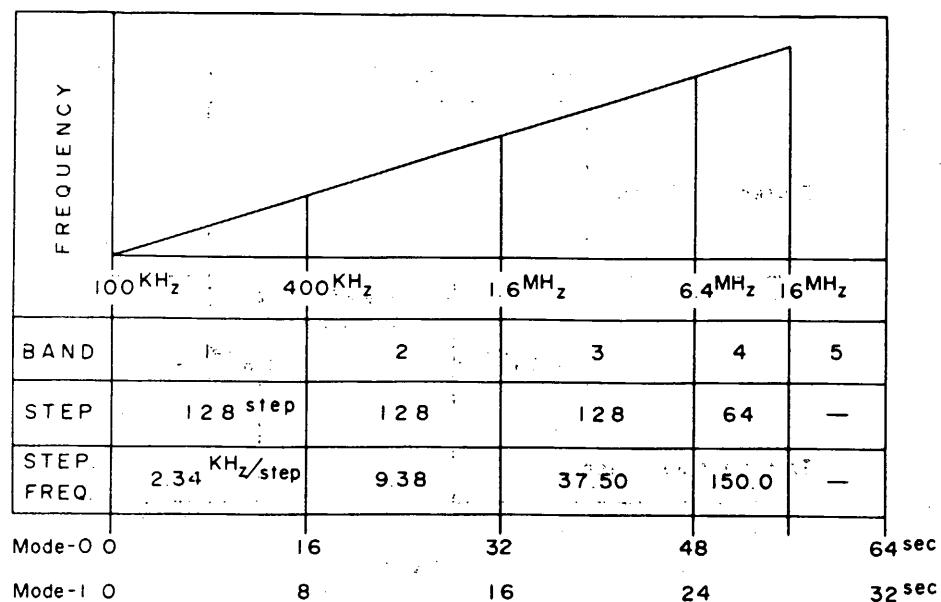
信号発生部より送られてくる R F 送信信号は電力増幅部で最大 300 Watt まで増幅されアンテナに印加される。送信 Power は High Power (300 Watt) および Low Power (60 Watt) の 2 つが O G および Block Command で選択される。電力増幅部では瞬時に流れる電流は約 60A に達するため、衛星の Bus - line からの直接給電は行わず、 $11000 \mu F$ の Condenser Bank に電力を蓄えてから給電する方式がとられる。

3.2.2 送信周波数

送信信号は周波数掃引モードと周波数固定モードとの 2 つをもち、 O G および Block Command によって選択される。周波数掃引モードは受信周波数と同じ 100 kHz から 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

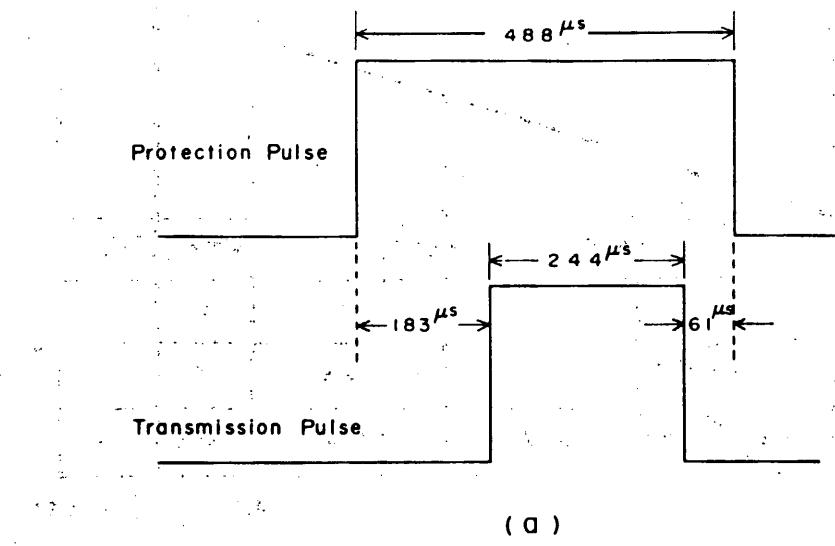
3.2.3 送信出力方式

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

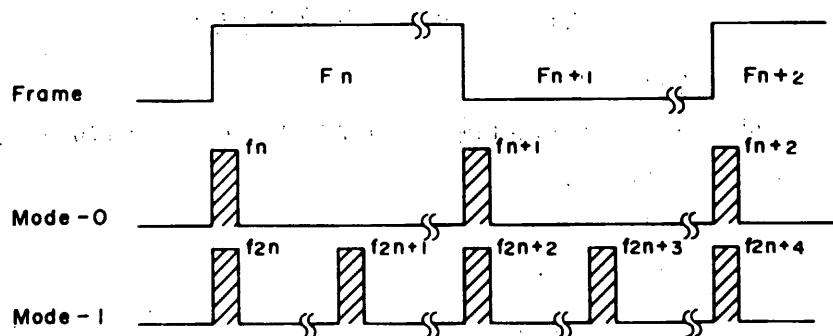
- (1) パルス周期
モード0 1 Pulse/フレーム
モード1 2 Pulse/フレーム
- (2) パルス幅 244 μ s
- (3) 保護パルス幅 488 μ s

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。



(a)

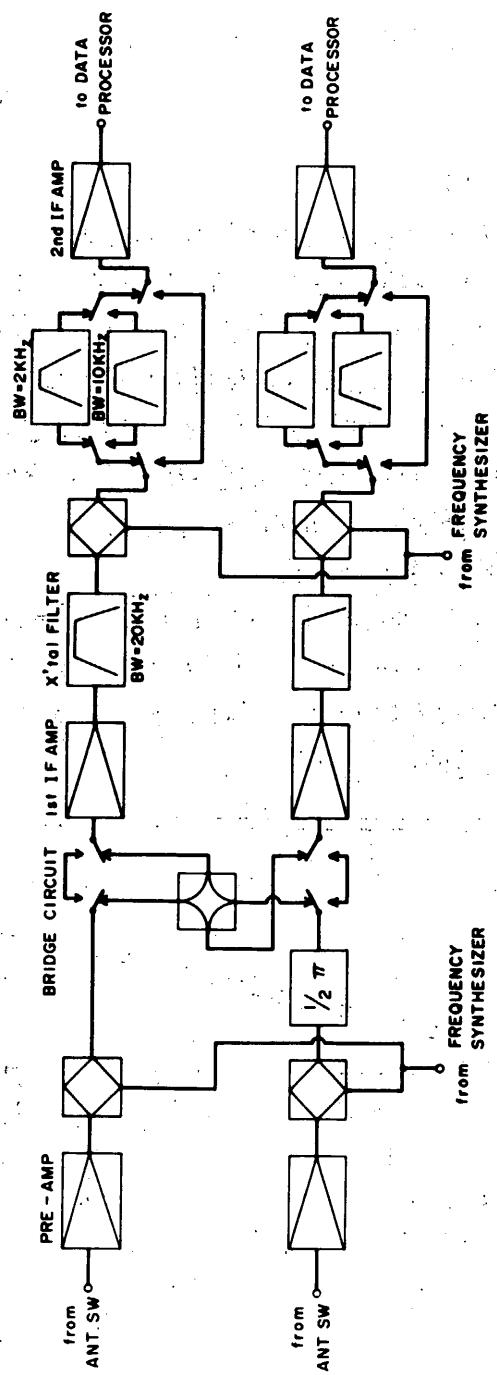


(b)

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 H F 受信部

H F 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

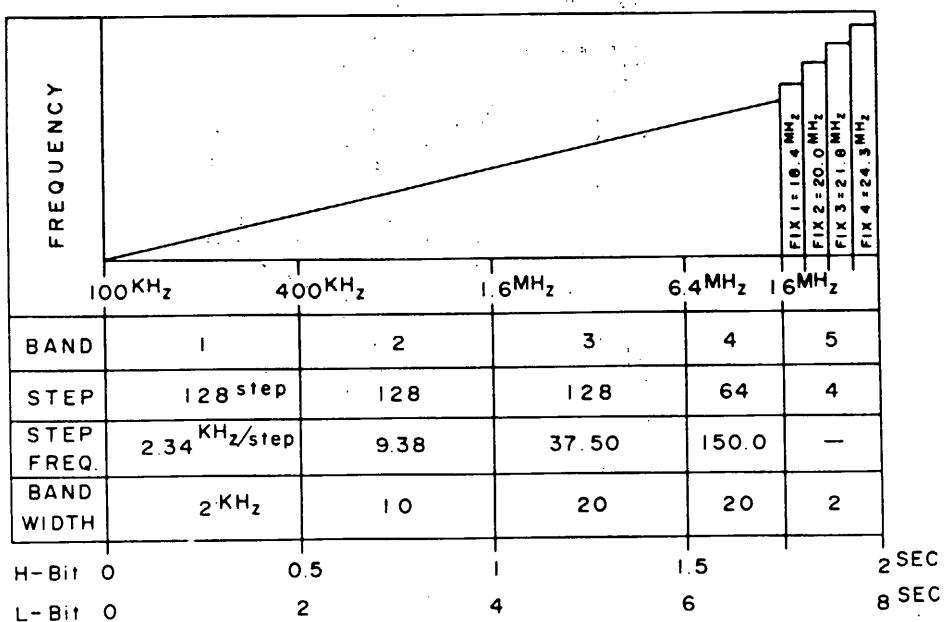
アンテナは通常Bアンテナ系が使用される。受信信号はアンテナ切替部を経た後、バラン回路によって不平衡信号に変換されてプリアンプに入る。プリアンプの最小入力感度は $0.2\mu\text{Vrms}$ に設計されている。

3.3.2 I F (中間周波) 段

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

3.3.3 利得およびダイナミックレンジ

受信部の利得は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40 dBである。これにより受信部のダイナミックレンジは90 dBを有することになり、極域における強いプラズマ波動の受信モードと惑星電波のような弱い電波の受信モードを使いわけて使用されることになる。



第1.6.7図 受信周波数および帯域巾

3.3.4 SPW-H受信

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

- (1) 掃引速度 3-2-3で述べたごとく、送信パルスの周期は1フレームに、1パルス(モード0)および2パルス(モード1)であり、これに応じて受信の周波数もそれぞれ64秒および32秒を要して、第1.6.7図のバンド1からバンド5までが掃引される。
- (2) FINEモード SPW-Hには、電離圏における電子サイクロ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(400kHz～1.6MHz)が512stepで掃引され、受信帯域幅は2kHzとなる。周波数掃引に要する時間は前項と同様にモード0およびモード1でそれぞれ、64秒および32秒である。

3.3.5 NPP受信

NPPの受信は4本の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に入る。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

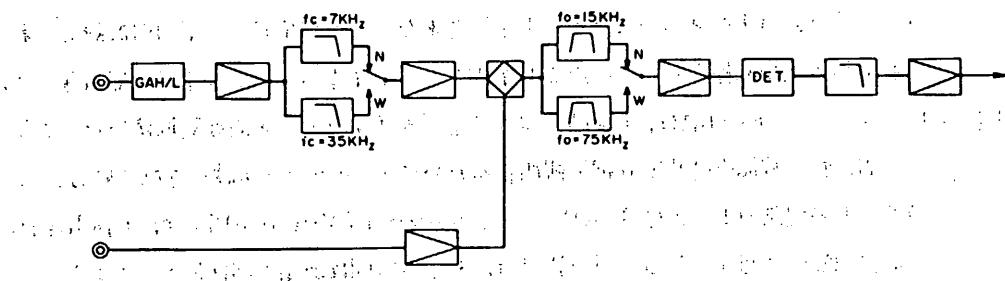
受信周波数、掃引速度、受信帯域幅は、NPW-Hモードと同一である(第1.6.7図参照)。NPPモードでは更に固定受信モードが存在し、これはDiscrete CommandおよびOGによって選択される。表1.6.4にNPP固定周波数を示す。尚、これらの固定周波数は信号発生部におけるPLLの固定モードでつくられる。

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ヤグラムを示す。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可能である。



第1.6.8図 VLF受信部ブロック図

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

表 1.6.5

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

3.5 信号発生部

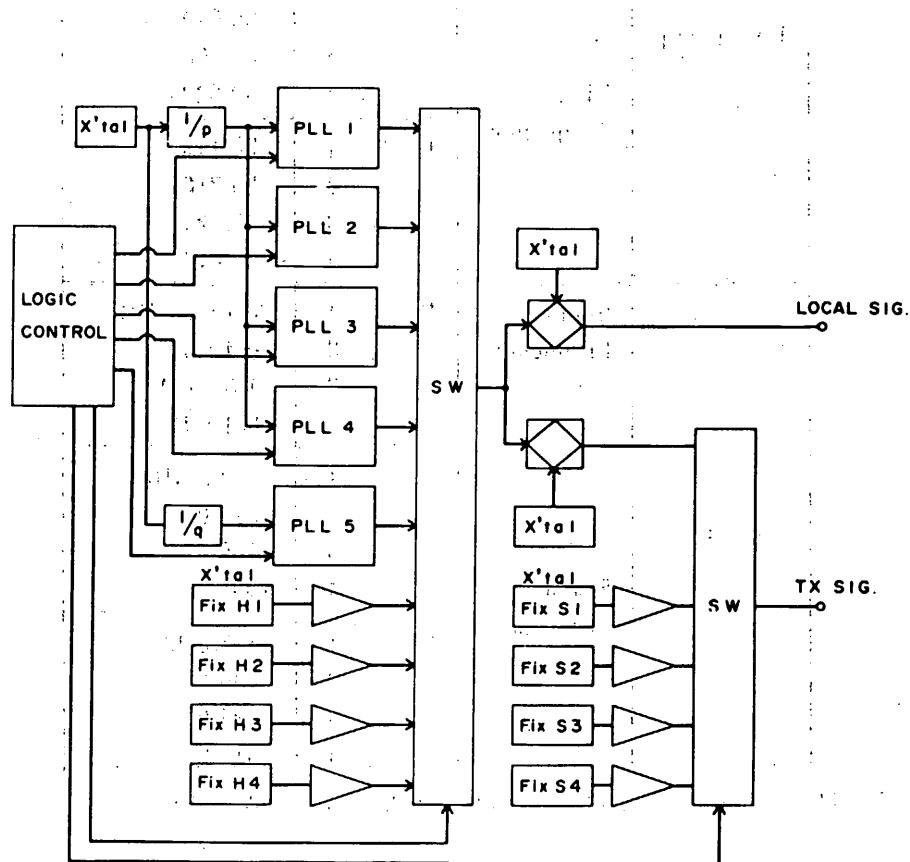
信号発生部は、PPSで必要とするすべての信号源、すなわち受信機の掃引局部信号、固定局部信号、SPW送信信号、およびNEIプローブ印加信号を発生させる。

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

3.5.1 HF系信号発生部

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

信号発生部でつくられる周波数を表1.6.6に示す。

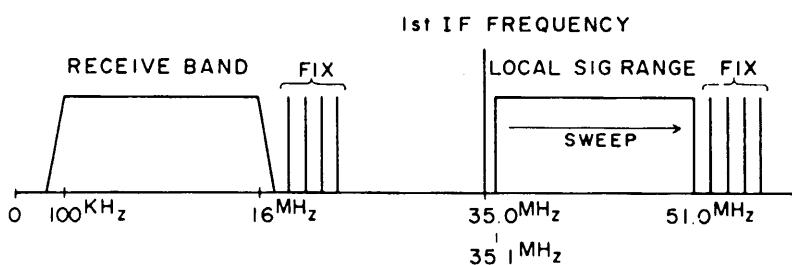


第1.6.9図 信号発生部のブロック図

表 1.6.6

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

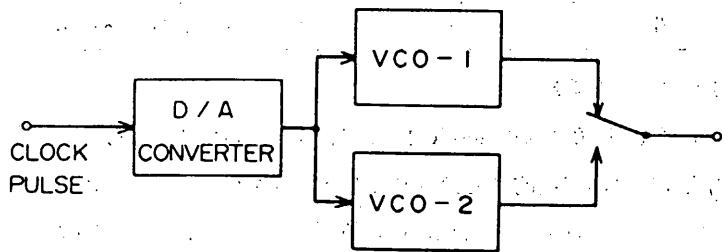
第 1.6.10 図に受信周波数と局部信号および第1中間周波数の関係を示す。



第 1.6.10 図 受信周波数と局部信号および中間周波数の関係

3.5.2 VLF系信号発生部

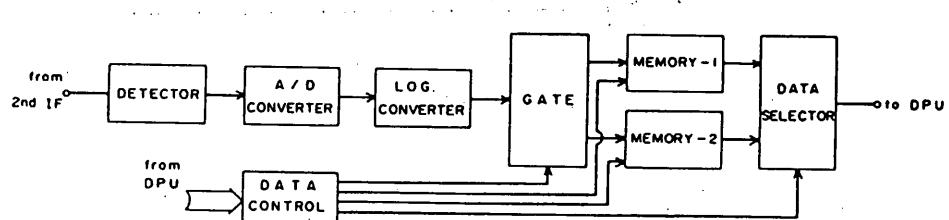
第1.6.11図にVLF系信号発生部のブロックダイヤグラムを示す。VLF系の局部信号はVCOによって得られる。VCOを駆動する鋸歯状波はコントロール部から送られてくるクロックパルスをD/A変換することにより得られる。VCO-1, 2の出力はNPW-Vのモード(WIDE/NARROW)によって選択されNPW-V受信部へ送られる。



第1.6.11図 VLF Local 信号発生部

3.6 データ処理部

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



第1.6.12図 HF 系データ処理部

3.6.1 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への読み出しが、このメモリー回路への書き込みと逆位相で行われる。したがってDPUへ転送されるデータは実際に観測された時刻より1フレームの時間遅れ

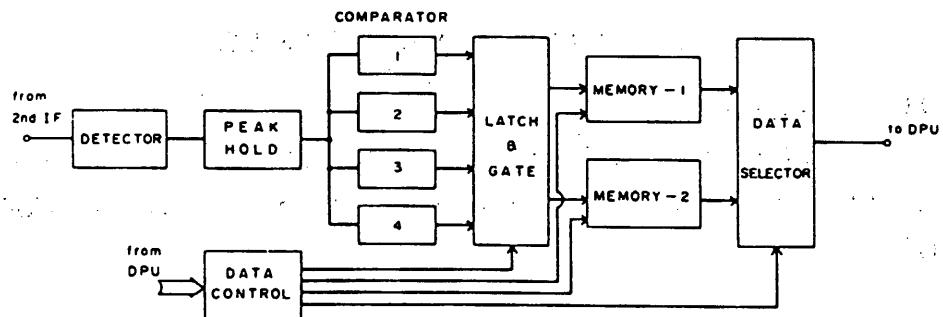
をもつことになる。表 1.6.7 に N PW-H 系のデータサンプルレートおよび PCM データフォーマットを示す。

表 1.6.7 N PW-H 系データ

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

3.6.2 SPW データ処理

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



第 1.6.13 図 SPW データ処理部

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

表 1.6.8 SPW データサンプルタイミング

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

S PW-V のデータ処理は後述の N PW-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 × 2
	SPW-V	-

3.6.3 NPP データ処理

NPP のデータ処理は N PW-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
	L (Y)	32
mode 8	R (X)	32
	L (Y)	32

3.6.4 N PW-V データ処理

アナログ部でスペクトラム分析された VLF データは A/D コンバータによって A/D 変換された後 ROM を用いたデジタル対数変換を行い 4 bit の対数圧縮値に変換される。このデータはメモリー回路 1 および 2 にフレーム毎に転送され、N PW-H 系のデータ処理と同様に 1 フレームおくれるデータが DPU へ送られる。表 1.6.11 に N PW-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 N PW-V データ

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

4. コマンド制御およびステータス

4.1 リアルタイムコマンド

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

4.2 ブロックコマンド

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

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

4.2.1 Power Amp Write コマンド

表 1.6.13

	B 0	B 1		B 2	B 3	B 4	B 5		B 6	B 7
0	60W	0	0	0	0	—	0	0	Sounder Sample II	Sounder NOR
1	300W	0	0	0	1	R ₁	0	1	I	FIN
		0	0	1	0	R ₂	1	0	III	
		0	0	1	1	R ₃	1	1	—	
		0	1	0	0	R ₄				
		0	1	0	1	CB (1.2.3.4.) ON				
		0	1	1	0	CB1 OFF				
		0	1	1	1	CB2 OFF				
		1	0	0	0	CB3 OFF				
		1	0	0	1	CB4 OFF				

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

- (i) B0; Power Amp の出力選択 H/L (300W/60W)
- (ii) B1, 2, 3, 4; Power Amp Load 抵抗 (R₁, R₂, R₃, R₄) の選択および Condenser

表 1. 6.12

項目 No.						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 _{8n+2} W ₇ B ₁	
5	6					PPS-OFF	PPS電源OFF	"	
	1	7				PPS COMMON ON	PPS共通部電源ON	F _{8n+2} W ₇ 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 _{8n+2} W ₈ B ₂	
	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 _{8n+2} W ₇ B ₃	
	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 _{8n+2} W ₇ B ₅	
	2	9				ANT DRV & STBY OFF	アンテナドライブ&スタンバイOFF	F _{8n+2} W ₇ B _{4,5}	
	4	10				ANT STBY ON	アンテナスタンバイON	F _{8n+2} W ₇ B ₄	
	1	10				ANT EXT	アンテナ伸展		
	2	10				ANT RET	アンテナ引き込み		
	1	11				ANT A1 SEL	アンテナドライブA1選択		
	2	11				ANT 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 "1" "0" データ書き込みモードの設定	F _{8n+4} W ₈ B ₀	
4	7					MODE-A WRITE	モード"A" "1" "0" データ書き込みモードの設定	F _{8n+4} W ₈ B ₁	
6	7					IF WRITE	IF "1" "0" データ書き込みモードの設定	F _{8n+4} W ₈ B ₂	
7	8					PPS EXEC	PPS "1" "0" コマンド実行		
1	3					"1"	データ "1" 書込み		
2	4					"1"	"		
2	3					"0"	データ "0" 書込み		
1	4					"0"	"		

Bank (CB1, CB2, CB3, CB4) の ON / OFF

(iii) B5, 6; SPW データサンプル方式の選択 (I, II, III)

(iv) B7; SPW周波数バンドの選択 (FINE / NORM)

4.2.2 Mode Write コマンド

観測モードと各モードにおける受信および送信信号を決める。

表 1.6.14

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

(i) B0～B3; 観測モードの選択コマンド (テレメータの伝送モードにより制御される)

(ii) B4～B7; 受信, 送信信号の選択コマンド

B4～B7の個々のBit内容は次のとおりである。

B4 CY; 信号の範囲 (BAND 1～4)を Cyclic に切替える。

SEL; 信号の範囲 (BAND 1～4)の1つを Select する。

B5 SW SIG; Sweep SIGNAL

FIX SIG; FIX SIGNAL

B6, B7の1～4; 信号範囲 (Band 1～4)における Band を示す。

	SWEEPの場合	FIX	
		SPW FIXS 1	NPP, NPW, NEI FIXP 1
1	BAND 1	" 2	" 2
2	BAND 2	" 3	" 3
3	BAND 3	" 4	" 4
4	BAND 4 + 5		

(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
1	0	0	0	1	NEI-H	LONG	ROT	VLF WD
	0	0	1	0	NEI-L			VLF NR
	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。

- 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 (1/8)/XY(1/8)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
 切換える同期は 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。

4.4 ステータス

PPS のアンテナ接続, 観測モード, 観測パラメータ等の 91 項目にわたるステータス情報は W₇, W₈ および W₂₉, W₃₀, W₃₁ にサブコミで出力される。表 1.6.18 および表 1.6.19-1 ~ 表 1.6.19-10 にそれぞれのステータス内容を示す。

表 1. 6.16 OG 制御項目

(注) 一はその項目について制御を行わないことを示わす。

表 1.6.17-1

$\bar{\tau} - \bar{s}$ $\bar{\tau}_* - \bar{\tau}_1$ $B_4 - \bar{B}_1$		W_{10}		$E S P$		$P P S - \bar{\tau} - \bar{r}$		$T X$		$H F$		$V L F$		$N E I$		$N P P$		$S P W$		$C A L$		$S W E E P$ RATE							
		$S P W$ H	$S P W$ V	$S P W$ H	$S P W$ V	$N P P$ H	$N P P$ V	$N P P$ H	$N P P$ V	$P o w e r$ H	$P o w e r$ V	$S I G$ SW/ P IX	$S I G$ SW/ P IX	$L O C A L$ SW/ P IX	$L O C A L$ SW/ P IX	$G A I N$ 2GAIN	$G A I N$ 2GAIN	$B A N D$ SW/ P IX	$G A I N$ SW/ P IX	$G A I N$ SW/ P IX	$P O L$ SW/ P IX	$G A I N$ SW/ P IX	$N O R$ H/L	$G A I N$ SW/ P IX	$N O R$ H/L	$S P W$ N E S	$S P W$ N E S	$S P W$ N E S	$N E W - V$
	0	ALL	PRESET	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	NOC	NOC	NOC	NOC	NOC	NOC	NOC	NOC	NOC	NOC	NOC	NOC	NOC	NOC	0.125/16					
	1	A-A	"	ON	ON	"	"	"	OFF	"	FRSW	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	2				
	2	N O C	"	"	"	"	"	"	NOC	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	1				
	3	A-A	PRESET	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	1				
	4	ALL	"	"	"	"	"	"	PWHI	FRSW	"	BGAH	"	NOK	VLWD	VGAH	"	"	"	"	"	"	"	"	1				
M	5	A-A	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	1				
O	6	ALL	"	"	"	"	"	"	"	SFCY	"	NOC	"	"	NOC	"	"	"	"	"	"	"	"	"	1				
D	7	A-A	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	1				
E	8	ALL	"	"	"	"	"	"	PWLO	FRSW	"	BGAH	"	NOK	VGAH	"	"	"	"	"	"	"	"	1					
O	9	A-A	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	1					
	A	ALL	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	1				
	B	B-B	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	1				
	C	A-C	"	"	"	"	"	"	PWHI	"	BGAL	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	1				
	D	A-C	SCAN	"	"	"	"	"	"	"	"	NOC	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	1				
	E	C-A	PRESET	"	"	"	"	"	PWLO	SFCY	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	1				
	F	D-A	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	1				

表 1. 6.17-2

W ₁₀ Z ₄ ->↑ B ₄ ->↑ B ₅		E S P		P P S τ-τ'		T X		H F		V L F		N E I		N P P		S P W		C A L		S W E E P R A T E		
		S P W	S P W	N P P	N P P	N P P	N P P	N P P	N P P	S P W	S P W	S P W	S P W	S P W	S P W	S P W	S P W	S P W	N P P-H	N P P-V		
0	ALL PRESET	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	NOC	NOC	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	0.125/16
1	A-A	"	ON	"	"	"	"	OFF	"	FRSW	"	NOR	"	"	"	"	"	CAL	32	"	"	-
2	N O C	"	"	"	"	"	"	NOC	"	"	NOC	"	"	"	"	"	"	MES	"	"	"	-
3	A-A PRESET	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	-
4	ALL	"	"	"	"	"	"	"	"	PWHL	FRSW	"	BGAH	"	NOR	"	"	"	"	"	"	-
M	A-A	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	-
O	ALL	"	"	"	"	"	"	"	"	SFCY	"	NOC	"	"	"	"	"	"	"	"	"	-
D	A-A	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	-
E	ALL	"	"	"	"	"	"	"	"	PWLO	FRSW	"	BGAH	"	"	"	"	"	"	"	"	-
B	A-A	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	-
C	ALL	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	-
B	B-B	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	-
C	A-C	"	"	"	"	"	"	"	"	PWHL	"	"	BGAL	"	"	"	"	"	"	"	"	-
D	A-C SCAN	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	NOC	"	"	"	"	"	"	"	"	-
E	C-A PRESET	"	"	"	"	"	"	"	"	PWLO	SFCY	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	-
F	D-A	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	-

表 1.6.17-3

W ₁₀ B ₄ ~B ₇		E S P		P P S τ - τ'				T X				H F				V L F				N E I				N P P		S P W		C A L		S W E E P		R A T E	
				S P W	S P W	N E I	N P P	S P W	N E I	N P P	S P W	S I G	L O C A L	G A I N	S W E E P	F I N	N B	G A I N	S I G	L O C A L	G A I N	S W E E P	P O L	S P W	N E I	H F	N P P	N E I	N P P	N E I			
				H	V	H	V	H	V	H	V	S	F	H/V/L	F I X	H/V/L	F I X	N D R	W D	H/V/L	F I X	H/V/L	F I X	S W E E P	H/V/L	N O R	S I G	H/V/L	N O R	S I G	H/V/L	N O R	
0	ALL	PRESET		OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF		
1	A-A	"	"	ON	"	ON	"	ON	"	ON	"	ON	"	ON	"	ON	"	ON	"	ON	"	ON	"	ON	"	ON	"	ON	"	ON	"	ON	
2	N O C		"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	
3	A-A	PRESET	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	
4	ALL	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	
5	A-A	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	
M	6	ALL	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	
O	7	A-A	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	
D	8	ALL	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	
E	9	A-A	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	
2	A	ALL	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	
3	B	B-B	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	
C	A-C	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	
D	A-C	SCAN	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	
E	C-A	PRESET	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	
F	D-A	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	

表 1.6.17-4

$\bar{F} - \bar{A}$ $\bar{F}_4 - \bar{B}_4 \sim \bar{B}_7$		P P S $\leftarrow -F$		T X		H F		V L F		N E I		N P P		S P W		C A L		S W E E P		R A T E		
SPW	SPW	SPW	SPW	SPW	SPW	SPW	SPW	SPW	SPW	SPW	SPW	SPW	SPW	SPW	SPW	SPW	SPW	SPW	SPW	SPW	SPW	
H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	
V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	
0	ALL	PRESET	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
1	A-A	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
2	N O C	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
3	A-A	PRESET	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
4	ALL	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
5	A-A	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
6	ALL	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
7	A-A	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
8	ALL	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
9	A-A	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
4	A	ALL	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
B	B-B	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
C	A-C	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
D	A-C	SCAN	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
E	C-A	PRESET	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
F	D-A	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"

表 1. 6.17-5

$\mathcal{D} - \mathcal{A}$ $\mathcal{D}_* - \mathcal{B}_1$ $\mathcal{D}_* - \mathcal{B}_2$		E S P		P P S & - F		T X		H F		V L F		N E I		N P P		S P W		C A L		S W E E P		R A T E			
		S P W	S P W	N P P	N P P	N P P	N P P	S I G	S I G	B A N D	B A N D	P R O B E	P R O B E	S P W	S P W	N P P	N P P	N P P	N P P	N P P	N P P	N P P	N P P		
		H	V	H	V	H	V	S	F	H/L	H/L	WD	H/L	H/L	H/L	WD	H/L	H/L	H/L	H/L	WD	WD			
	0	ALL	PRESET	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	-	-	NOC	-	-	NOC	NOC	NOC	-	-	NOC	-	NOC	NOC		
	1	A-A	"	"	"	ON	"	"	-	-	-	FRSW	-	-	"	"	FRSW	"	"	-	-	CAL	-	2	"
	2	N O C	"	"	"	"	"	"	"	-	-	NOC	-	-	"	"	NOC	"	"	-	-	MES	-	"	"
	3	A-A	PRESET	"	"	"	"	"	"	-	-	FRSW	-	-	-	-	VLWD	VGAH	FRSW	"	NOR	-	-	-	0.125
	4	ALL	"	"	"	"	"	"	"	-	-	"	-	-	"	"	"	"	"	-	-	"	-	"	
M	5	A-A	"	"	"	"	"	"	"	-	-	"	-	-	"	"	VGAL	"	L	LONG	-	-	"	-	"
	6	ALL	"	"	"	"	"	"	"	-	-	"	-	-	"	"	"	"	H	"	-	-	"	-	"
O	7	A-A	"	"	"	"	"	"	"	-	-	NOC	-	-	NOC	NOC	NOC	NOC	NOC	-	-	"	-	NOC	
D	8	ALL	"	"	"	"	"	"	"	-	-	FXCY	-	-	-	-	VLWD	"	FXCY	"	"	-	-	"	0.125
E	9	A-A	"	"	"	"	"	"	"	-	-	"	-	-	"	"	"	"	"	-	-	"	-	"	
	5	A	ALL	"	"	"	"	"	"	-	-	FRSW	-	-	-	-	VLR	"	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

F - 2 $Z_s \rightarrow \infty$	W ₁₀ $B_s \sim B_r$	E S P	P P S $\neq -$ F				T X				H F				V L F				N E I				N P P				S P W		C A L		S W E E P R A T E	
			S P W	S E W	N F W	N E I	N P P	N P P	S P W	S P W	S W / F P X	S W / F P X	H / L	H / L	S W / F P X	S W / F P X	H / L	H / L	S T Q	S T Q	P O L	P O L	S A M P L E	M E S	S P W	N F W - H	N F W - V	S P W	N F W - H	N F W - V		
	0	ALL PRESET	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	-	-	NOC	NOC	-	-	NOC	NOC	-	-	-	-	-	NOC	-	NOC	NOC	64/32	2	0.125/16		
	1	A-A	"	"	"	ON	"	"	"	-	FRSW	"	-	-	"	"	-	-	-	-	-	-	-	CAL	-	2	"					
	2	N O C	"	"	"	"	"	"	"	-	NOC	"	-	"	"	-	"	-	-	-	-	-	-	MES	-	"	0.125					
	3	A-A PRESET	"	"	"	"	"	"	"	-	FRSW	BGAH	-	-	VLWD	VGAH	-	-	-	-	-	-	-	-	-	"	"	"				
M	4	ALL	"	"	"	"	"	"	"	-	"	"	-	"	"	-	"	-	-	-	-	-	-	-	-	"	"	"				
	5	A-A	"	"	"	"	"	"	"	-	"	BGAL	-	-	VGAL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	"	"	"					
O	6	ALL	"	"	"	"	"	"	"	-	"	"	-	"	"	-	"	-	-	-	-	-	-	-	"	"	"					
O	7	A-A	"	"	"	"	"	"	"	-	"	"	-	"	"	-	"	-	-	-	-	-	-	-	"	"	"					
D	8	ALL	"	"	"	"	"	"	"	-	NOC	NOC	-	-	NOC	NOC	-	-	-	-	-	-	-	"	"	"						
E	9	A-A	"	"	"	"	"	"	"	-	FXCY	"	-	VLWD	"	-	-	-	-	-	-	-	-	"	"	"						
6	A	ALL	"	"	"	"	"	"	"	-	FXSW	"	-	VLNR	"	-	-	-	-	-	-	-	-	"	"	"			16			
	B	B-B	"	"	"	"	"	"	"	-	"	"	-	"	"	-	"	-	-	-	-	-	-	"	"	"						
	C	A-C	"	"	"	"	"	"	"	-	FXCY	"	-	"	"	-	"	-	-	-	-	-	-	"	"	"						
	D	A-C SCAN	"	"	"	"	"	"	"	-	FRSW	"	-	VLWD	"	-	-	-	-	-	-	-	-	"	"	"	0.125					
	E	C-A PRESET	"	"	"	"	"	"	"	-	FXCY	BGAH	-	-	VGAH	-	-	-	-	-	-	-	-	"	"	"						
F	F	D-A	"	"	"	"	"	"	"	-	FRSW	BGAL	-	-	VGAL	-	-	-	-	-	-	-	-	"	"	"						

表 1. 6.17-7

$\bar{\tau} - \alpha$		W_{10}	E S P		P P S $\neq - \gamma'$		T X		H F		V L F		N E I		N P P		S P W		C A L		S W E E P R A T E		
$\bar{\tau}_4 - \bar{\tau}_3$	$B_4 - B_3$		S P W	H	N P P	N P W	N E I	N P P	P o w e r	S I G	2 G A I N	S W E E P	B A N D	G A I N	P R O B E	G A I N	S P W	N P W - 11	N P W - V				
			H	V	H	V	H	V	H/1	S P W	N B /	F I N	N B /	W D	H/1	S I G	N B /	N O R	H/1	N O R			
	0	ALL	PRESET	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	N O C	N O C	—	—	—	—	N O C	—	
	1	A-A	"	"	"	"	"	"	ON	"	"	"	"	"	N O C	N O C	—	—	—	—	N O C	—	
	2	N O C	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	FR S W	"	"	"	"	"	P O L	"	"
	3	A-A	PRESET	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	B G A H	B G A H	"	"	"	"	P O L	"	"
	4	ALL	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	B G A H	B G A H	"	"	"	"	M E S	"	"
	5	A-A	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	B G A H	B G A H	"	"	"	"	P O L	"	"
	6	ALL	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	B G A H	B G A H	"	"	"	"	X Y	"	"
	7	A-A	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	B G A H	B G A H	"	"	"	"	P O L	"	"
	8	ALL	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	B G A H	B G A H	"	"	"	"	P O L	"	"
	9	A-A	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	B G A H	B G A H	"	"	"	"	P O L	"	"
	7	A	ALL	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	B G A H	B G A H	"	"	"	"	P O L	"	"
		B	B-B	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	B G A H	B G A H	"	"	"	"	P O L	"	"
		C	A-C	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	B G A H	B G A H	"	"	"	"	P O L	"	"
		D	A-C	SCAN	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	B G A H	B G A H	"	"	"	"	P O L	"	"
		E	C-A	PRESET	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	B G A H	B G A H	"	"	"	"	P O L	"	"
		F	D-A	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	B G A H	B G A H	"	"	"	"	P O L	"	"

表 1.6.17-8

$\bar{\tau} - \delta$ $\bar{Z}_s - \bar{Z}_t$ $B_s - B_t$		W_{10}	$P\bar{P}S\bar{e} - \bar{f}$	$\bar{P}\bar{P}S\bar{e} - \bar{f}$	$\bar{E}\bar{S}\bar{P}$	$\bar{H}\bar{F}$	$\bar{T}\bar{X}$	$\bar{H}\bar{F}$	$\bar{V}\bar{L}\bar{F}$	$\bar{N}\bar{E}\bar{I}$	$\bar{N}\bar{P}$	$\bar{S}\bar{P}\bar{W}$	$\bar{C}\bar{A}\bar{L}$	$\bar{S}\bar{W}\bar{E}\bar{P}$
		$\bar{S}\bar{P}\bar{W}$	$\bar{N}\bar{P}\bar{W}$	$\bar{N}\bar{P}\bar{W}$	$\bar{N}\bar{P}\bar{P}$	$\bar{P}\bar{P}\bar{W}$	$\bar{S}\bar{P}\bar{W}$	$\bar{N}\bar{P}\bar{W}$	$\bar{N}\bar{P}\bar{W}$	$\bar{N}\bar{E}\bar{I}$	$\bar{N}\bar{P}$	$\bar{S}\bar{P}\bar{W}$	$\bar{C}\bar{A}\bar{L}$	$\bar{S}\bar{W}\bar{E}\bar{P}$
	0	ALL	PRESET	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
	1	A-A	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
	2	NOC	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
	3	A-A PRESET	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
	4	ALL	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
M	5	A-A	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
M	6	ALL	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
O	7	A-A	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
D	8	ALL	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
E	9	A-A	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
E	8	A	ALL	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
B	B-B	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
C	A-C	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
D	A-C SCAN	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
E	C-A PRESET	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
F	D-A	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"

表 1. 6. 1 7. 9

W ₉ B ₀ ~ 3	W ₁₀ B ₄ ~ 7	P P S - A N T 制御		
		D R V	A N T S E L E C T	E X T / R E T
0 (A N T · D R I V E)	0			
	1			
	2		A ₁ + A ₂	E X T
	3		B ₁ + B ₂	E X T
	4		A ₁	E X T
	5		A ₂	E X T
	6		B ₁	E X T
	7		B ₂	E X T
	8		A ₁ + A ₂	R E T
	9		B ₁ + B ₂	R E T
	A		A ₁	R E T
	B		A ₂	R E T
	C		B ₁	R E T
	D		B ₂	R E T
	E	O N		
	F	O F F		

〔注〕 アンテナ伸展OGはA N T S T B Y O N (P D C - 1
4 - 10) によって制御可能となる。

(1) PI ON/OFF コマンドおよびアンテナ伸展ステータス

表 1. 6. 18

確認項目		STATUS項目	データ識別	
Frame Word	Bit		1	ON
$F_{8n+2} W_7$	B_0	PPS COMMON	0	OFF
"	B_1	PPS	1	ON
"	B_2	PPS-P-AMP	0	OFF
"	B_3	PPS-ANT-MONI	1	ON
"	B_4	PPS-ANT-STBY	0	OFF
"	B_5	PPS-ANT-DRIV	1	START
"	B_6	PLR	0	STOP
"	B_7	MUM	1	ON
$F_{8n+4} W_8$	B_0	PPS-P-AMP "10"	0	OFF
"	B_1	PPS-MODE "10"	1	WRITE
"	B_2	PPS-IF "10"	0	—

(2) PI ステータス (観測モード, ANT 選択)

表 1.6.19-1

確認項目		STATUS項目	データ識別	
Frame Word	Bit		1	0
$F_{2n} + W_{29}$	B_0	SPW-H	ON	OFF
"	B_1	SPW-V	ON	OFF
"	B_2	NPW-H	ON	OFF
"	B_3	NPW-V	ON	OFF
"	B_4	NEI	ON	OFF
"	B_5	NPP	ON	OFF
"	B_6	MUM (ANT)	ON	OFF
"	B_7	PPS-CAL/MES	CAL	MES

(DDC
OGC CMANS)

表 1.6.19-2

確認項目		STATUS項目	データ識別	
Frame Word	Bit		1	0
$F_{2n} + W_{29}$	B_0	PPS-ANT A1	SELECT	OFF
"	B_1	" A2	SELECT	OFF
"	B_2	" B1	SELECT	OFF
"	B_3	" B2	SELECT	OFF
"	B_4	" A1	EXT	RET
"	B_5	" A2	EXT	RET
"	B_6	" B1	EXT	RET
"	B_7	" B2	EXT	RET

(3) PI ステータス (観測パラメータ)

表 1. 6.19- 3

確認項目		STATUS項目	データ識別	
Frame Word	Bit		1	0
F _{4n} W ₃₀	B ₀	ANT Rotation	REV	NOR
"	B ₁	ANT Rotation	ROT	FIX
"	B ₂	NPP POL-XY	POL	XY
"	B ₃	NPP SEQUENC/FIX	SEQ	FIX
"	B ₄	ANT EMERGENCY	REV	NOR
"	B ₅	PLR ANT G/MES	G	MES
"	B ₆	PLR DC CAL	CAL	-
"	B ₇	PPS LOCAL LOCK (1)	LOK	-

表 1. 6.19- 4

確認項目		STATUS項目	データ識別	
Frame Word	Bit		1	0
F _{4n} W ₃₁	B ₀	SIG BAND	SEL	CYC
"	B ₁	RX SIG	FIX	SW
"	B ₂	SIG BAND	0 0 1 0 1 2	
"	B ₃		1 0 3 1 1 4	
"	B ₄	NEI Short Probe	B	A
"	B ₅	NEI Short-Long	LONG	SHORT
"	B ₆	VLF BAND SEL	NR	WD
"	B ₇	-	-	-

表 1. 6.19 - 5

確認項目		STATUS項目	データ識別	
Frame Word	Bit		1	0
$F_{4n+1} W_{30}$	B_0	PPS POWER AMP	300 W	60 W
"	B_1	PPS POW AMP LOAD	0 0 R_1 0 1 R_2	
"	B_2	"	1 0 R_3 1 1 R_4	
"	B_3	SOUNDE SAMPLE	0 0 I 0 1 II	
"	B_4	"	1 0 III 1 1 -	
"	B_5	SPW BAND CONT	FINE	NOR
"	B_6	PLR RX	50 Hz	-
"	B_7	PPS LOCAL LOCK(2)	LOK	-

表 1. 6.19 - 6

確認項目		STATUS項目	データ識別	
Frame Word	Bit		1	0
$F_{4n+1} W_{31}$	B_0	SPW SIGNAL	SEL	CYC
"	B_1	"	FIX	SW
"	B_2	SIGNAL BAND	0 0 1 0 1 2	
"	B_3	"	1 0 3 1 1 4	
"	B_4	C - BANK 1	ON	OFF
"	B_5	" 2	ON	OFF
"	B_6	" 3	ON	OFF
"	B_7	" 4	ON	OFF

表 1. 6.19 - 7

確認項目	STATUS項目	データ識別	
Frame Word Bit		1	0
$F_{4n+2} W_{30}$ B ₀	NEI GAIN	H	L
" B ₁	HF RX GAIN	H	L
" B ₂	SPW COMP Level	H	L
" B ₃	VLF RX GAIN	H	L
" B ₄	PLR GAIN	0 0 L 0 1 N	
" B ₅	"	1 0 M 1 1 H	
" B ₆	PLR RX	55 Hz	-
" B ₇	PPS LOCAL LOCK(3)	LOK	-

表 1. 6.19 - 8

確認項目	STATUS項目	データ識別	
Frame Word Bit		1	0
$F_{4n+2} W_{31}$ B ₀	PPS-Freq CAL	CAL	MES
" B ₁	PPS-Level CAL	CAL	MES
" B ₂	PPS-input G	G	MES
" B ₃	PPS POL CAL	CAL	MES
" B ₄	ANT FULL EXT	A ₁	-
" B ₅	"	A ₂	-
" B ₆	"	B ₁	-
" B ₇	"	B ₂	-

(4) ブロックコマンドステータス

表 1. 6.19-9

確認項目		STATUS項目	データ識別	
Frame Word	Bit		1	0
F_{4n+3} W ₃₀	B ₀	BLOCK CM	EXE	—
”	B ₁	PPS-POWER AMP	WRITE	—
”	B ₂	PPS-MODE	WRITE	—
”	B ₃	PPS-IF	WRITE	—
”	B ₄	VLF BAND SELECT	NR	WD
”	B ₅	VLF CAL	CAL GND	CAL FREQ
”	B ₆	PLR RX	60Hz	—
”	B ₇	PPS LOCAL LOCK(4)	LOK	—

表 1. 6.19-10

確認項目		STATUS項目	データ識別	
Frame Word	Bit		1	0
F_{4n+3} W ₃₁	B ₀	BLOCK CM ANS	“1” “0”	ANS
”	B ₁	”		
”	B ₂	”		
”	B ₃	”		
”	B ₄	”		
”	B ₅	”		
”	B ₆	”		
”	B ₇	”		

4.5 HKおよびアンテナ表モニター

PPSの各部の温度およびアンテナ伸展電源電圧のモニターは共通HK項目として、W₉₅ (F_{64n+7} ~ F_{64n+29}) にサブコミで出力される (表 1.6.20)。65フィートアンテナの伸展長モニターはW₉₃に出力される (表 1.6.21)

表 1.6.20

確認項目	H.K 内容		
	Frame Word No	電圧項目	温度項目
F _{64n+7} W ₉₅		PPS ANT DRIVE RegV A ₁	—
8		” A ₂	—
9		” B ₁	—
10		” B ₂	—
11		—	PLR FILTER
12		—	PLR PRE AMP
13		—	PPS VCO
14		—	PPS POWER AMP
15		—	PPS PRE AMP 1
16		—	” 2
17		—	PPS COMP AMP
18		—	PPS ANT Reg A ₁
19		—	” A ₂
20		—	” B ₁
21		—	” B ₂
22		—	NEI PRE AMP
26		—	PPS ANT A ₁
27		—	” A ₂
28		—	” B ₁
29		—	” B ₂

表 1.6.21

ア ン テ ナ	出 力 ワ ー ド
ANT A ₁ 伸展長	F _{4n} W ₉₃
A ₂	F _{4n+1} W ₉₃
B ₁	F _{4n+2} W ₉₃
B ₂	F _{4n+3} W ₉₃ *注1

*注1; S PWモード (Mode 0 および1) のときは送信パワーモニターが F_{4n+3} W₉₃ に出力される。

1.7 電力線放射 (PLR)

芳野赳夫 * 富沢一郎 *

明星電気 **

1.7.1 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電力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幅され、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、最近は直流送電のサイリスタ整流機の発生する脈流放射が問題となって来た。

本PIにおいては50Hz, 60Hzの狭帯域センサーによる電力線の放射量の全地球分布の観測と、500Hz～7kHz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。

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

広帯域高調波モードは、PPS観測器の観測周波帯域を500Hz～7kHz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。従ってセンサはPPSと共に用い、長さ40mのダイポールアンテナにより電場観測を行う。

PLR受信装置の一般特性を表-1に示す。

* 電気通信大学 (0424-83-2161) 内402

** 明星電気 (02974-8-1111)

表 - 1

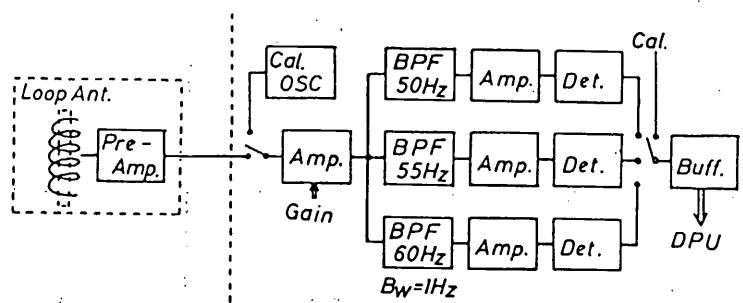
General Instrumental Description

	PLR-F Fundamental Frequencies	PLR-H Harmonic Frequencies
Field Sensor	Magnetic Cored Loop	Electric Dipole
Frequency	50/55/60 Hz	500Hz----7 KHz
Bandwidth	1 Hz	20 Hz
Range	$10^{-8} \text{ (A/m)}/\sqrt{\text{Hz}}$ ---- $10^{-4} \text{ (A/m)}/\sqrt{\text{Hz}}$	$0.1 \mu\text{V}/\text{m}/\sqrt{\text{Hz}}$ ---- $1 \text{ mV}/\text{m}/\sqrt{\text{Hz}}$
Sampling Rate	1 sec/cycle (low bit rate) .25 sec/cycle (high bit rate)	16 sec/sweep
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	

1.7.2.1 狹帯域基本波モード (PLR-F) の観測装置

狭帯域基本波モード受信装置の回路構成は、図-1のブロック・ダイヤグラムに示すように、50Hz, 55Hz, 60Hz, 帯域幅1Hzの狭帯域フィルターの出力を時系列変換し、PCM信号に変換して50, 55, 60Hz, DC, 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は図-3に示す外観で、その取付位置はEXOS-C框体の下部外壁(太陽指向面)に在り、プリアンプを内蔵している。センサ本体は6mm x 6mm長さ24cmのパーマロイコアに10万回巻きのコイルを組合せたもので、図-4に示す通りである。



PLR Fundamental Frequency Receiver

図 - 1

PLR Time Sequence

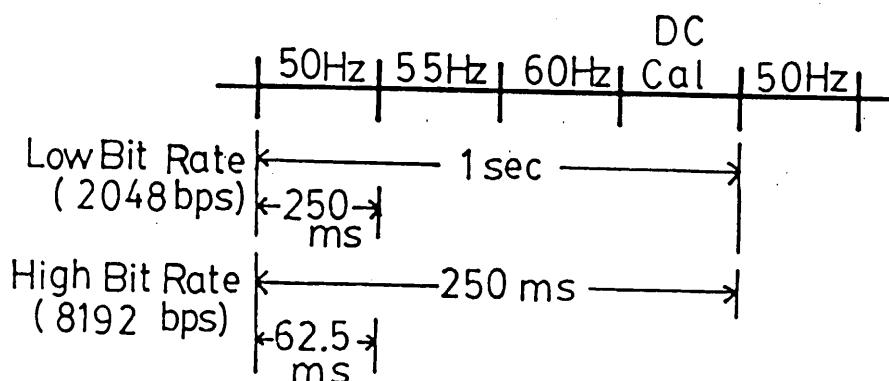


図 - 2

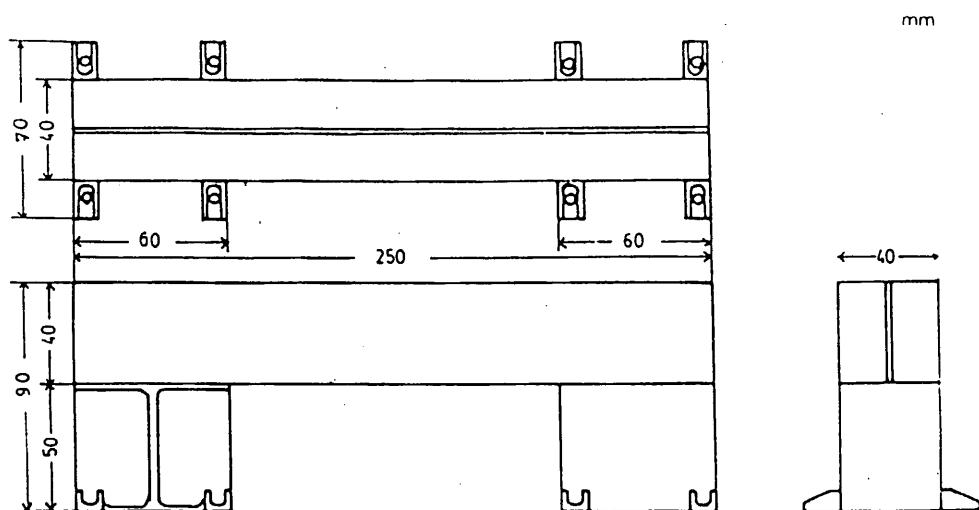


図 - 3

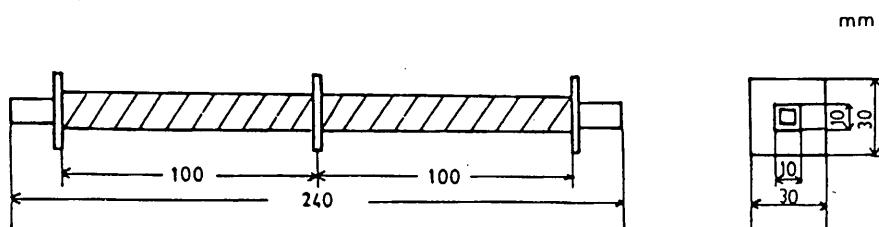


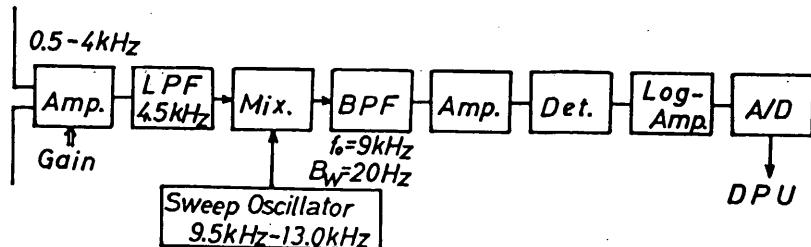
図 - 4

1.7.2.2 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-5のブロック・ダイヤグラムに示すように、500 Hz - 7 kHz の帯域を 16 秒でスイープする受信機で中間周波数は 9 kHz、帯域幅は 20 Hz であり、検波出力は A/D 変換され局部発振器のスイープ周波数のステータスと同時に DPU を通し、PCM テレメトリー伝送される。この部分の詳細は PPS の項に記載されている。

1.7.3 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 に関するコマンドのみについて述べる。



PLH & Induced Radiation Receiver

図 - 5

1.7.3.1 リアルタイムコマンド (Real Time Command)

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

表-2 Real Time Command

Real Time Command

No.	Command	項目	内 容	用 途	PCM テレメタによる確認方法
1	PPS COM ON	PDC-1	X ₁ Y ₇	PPS 放通部 ON	F _{8n+2} W ₇ B ₀ =1 (ON) =0 (OFF)
2	” OFF	DDC	AD EX 6 8	” OFF	
3	PLR ON	DDC	6 6	PLR 電源 ON	F _{8n+2} W ₇ B ₆ =1 (ON) =0 (OFF)
4	” OFF	DDC	7 6	” OFF	
5	PPS/PLR CAL	DDC	5 8	PPS+PLR Calibrate	F _{2n} W ₂₉ B ₇ =1 (CAL) =0 (MES)
6	” MES	DDC	7 7	” Measure	
7	IF WRITE	DDC	6 7	データの書き込み	F _{8n+4} W ₈ B ₂ =1 (ok), =0 (no)
8	PPS EXEC	DDC	7 8	PPS 実行	
9	1	DDC	1 3	データの書き込み	
10	1	DDC	2 4	”	
11	0	DDC	2 3	データの書き込み	
12	0	DDC	1 4	”	
13	ALL PI OG CONT ENA	DDC	4 2	API OGコントロル可能	F _{8n+2} W ₁₀ B ₆ =1 (Enable) =0 (Disable)
14	PLR OG CONT DIS	PDC-2	H V 7 1	”	
15	”	PDC-2	7 3	PLR OGコントロル禁止	

1.7.3.2 OGコマンド (OG Command)

P L R 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 P L R, P P S と関連する P I の O N, O F F 制御項目を表- 3 に示す。

表- 3 OG Command

OG Command

OG command	PLR	PPS	ESP	HEP	TEL	IRA	ALA	BUV	LAS	PCM mode
1	○	○	○	-	○	○	○	-	-	0
2	○	○	○	-	○	○	○	-	-	2
3	○	○	○	-	-	○	○	-	-	7
4	○	○	○	○	○	-	-	-	-	1
5	○	○	○	○	○	-	-	-	-	3
6	○	○	○	○	-	-	-	-	-	8
7	○	○	○	○	○	○	○	○	-	4
8	○	○	○	-	○	○	○	○	-	5
9	○	○	○	○	○	-	-	○	-	6
A	-	-	-	-	-	○	○	-	○	9
B	-	-	-	-	-	○	-	○	-	5
C	○	○	-	-	-	-	-	-	-	5
D	○	-	○	-	-	-	-	-	-	6
E	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0	No	Effect								-

○:ON
-:OFF

なお、OGコマンドに対するテレメータのPCMモード番号との関連も図示した。

1.7.3.3 PCMデータ・フォーマット

PCMテレメトリ信号中に含まれる P L R - 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 (W₂₈)において伝送されて来る。同モードのワード 29, 30, 31 には (P L R - H) に対する P P S と P L R 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-4 PCM DATA FORMAT

PCM DATA FORMAT				
Mode	W ₂₈	W ₂₉ W ₃₀ W ₃₁	OG Command	
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 Data	Not PPS/PLR Status	A	
10	Not Used	Not Used		
11	"	"		
12	"	"		
13	"	"		
14	PLR Data	PPS/PLR Status		
15	"	"		

1.7.3.4 HKデータ

PLRのセンサ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ー伝送される。HKデータの伝送内容は表-5に示す通りである。

表-5 HK DATA

HK DATA

PCM	CONTENTS	RANGE
F64n+11W ₉₅	PLR Filter Temp.	-50 ~ +70°C
F64n+12W ₉₅	PLR Pre-Amp. Temp	"

1.7.4 運用 (Operation)

1.7.4.1 狹帯域基本波モード (PLR-F)

目的の項で述べたように、PLR-Fは50Hz及び60Hz放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、B U V, L A S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。

1.7.4.2 広帯域高調波モード (PLR-H)

目的的項で述べたように、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点的に運用を行う。

① 北米上空 (Over North America)

国際共同観測を予定しているボーナー教授 (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長距離電力線上空での観測及び北米-南極間VLF実験における高調波の影響を観測する。

② 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。

③ 南極昭和基地 (Syowa Station) サイプル基地 (Siple Station)

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

④ その他

上記以外の地域・場合でも、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、隨時観測を行う。

1.8 高エネルギー粒子計測 (HEP)

道家忠義*・菊池順*・永田勝明**

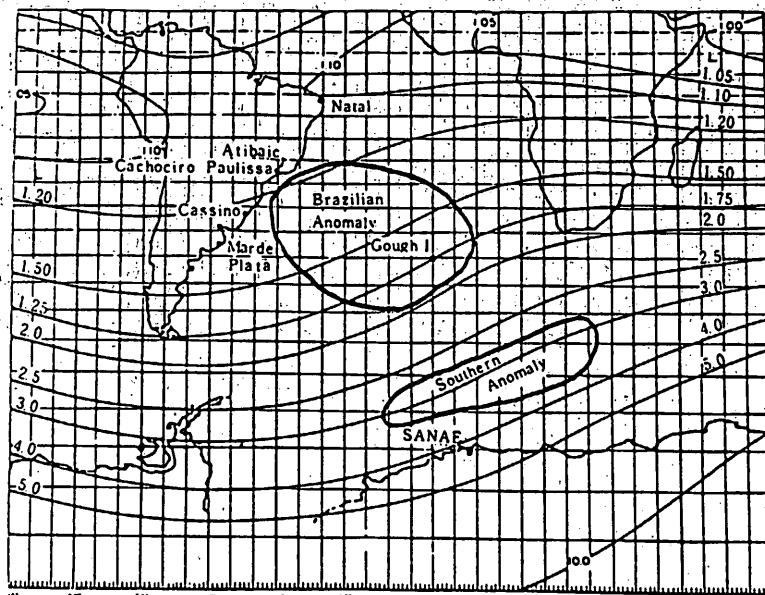
佃正昊***・村上浩之***・中本淳***

日本電気株式会社 東京電子冶金研究所

1.8.1 研究目的

南大西洋地磁気異常地域における放射線帯粒子の降下現象を高エネルギー粒子 ($>50\text{keV}$) について、エネルギースペクトラム、フラックス、高度分布、時間変動等を測定するのが目的である。粒子の種類は電子 ($50\text{keV} - 3.2\text{MeV}$) および陽子 ($180\text{keV} - 37\text{MeV}$) である。

ブラジルアノマリーは第1-8-1図に示すように、南米とアフリカに挟まれた大西洋にあり高度 $\sim 200\text{km}$ 以下まで粒子が降下しているのが人工衛星の観測により60年代からわかっていたが組織的な観測が少なく、低エネルギー粒子 ($\leq 20\text{keV}$) についてのデータがいくつかあるだけにすぎない。核爆弾の高空における実験の影響がなくなってきたので、ブラジルアノマリー本来の



第1-8-1図 ブラジルアノマリーの概略図 (J. A. Gledhillによる)

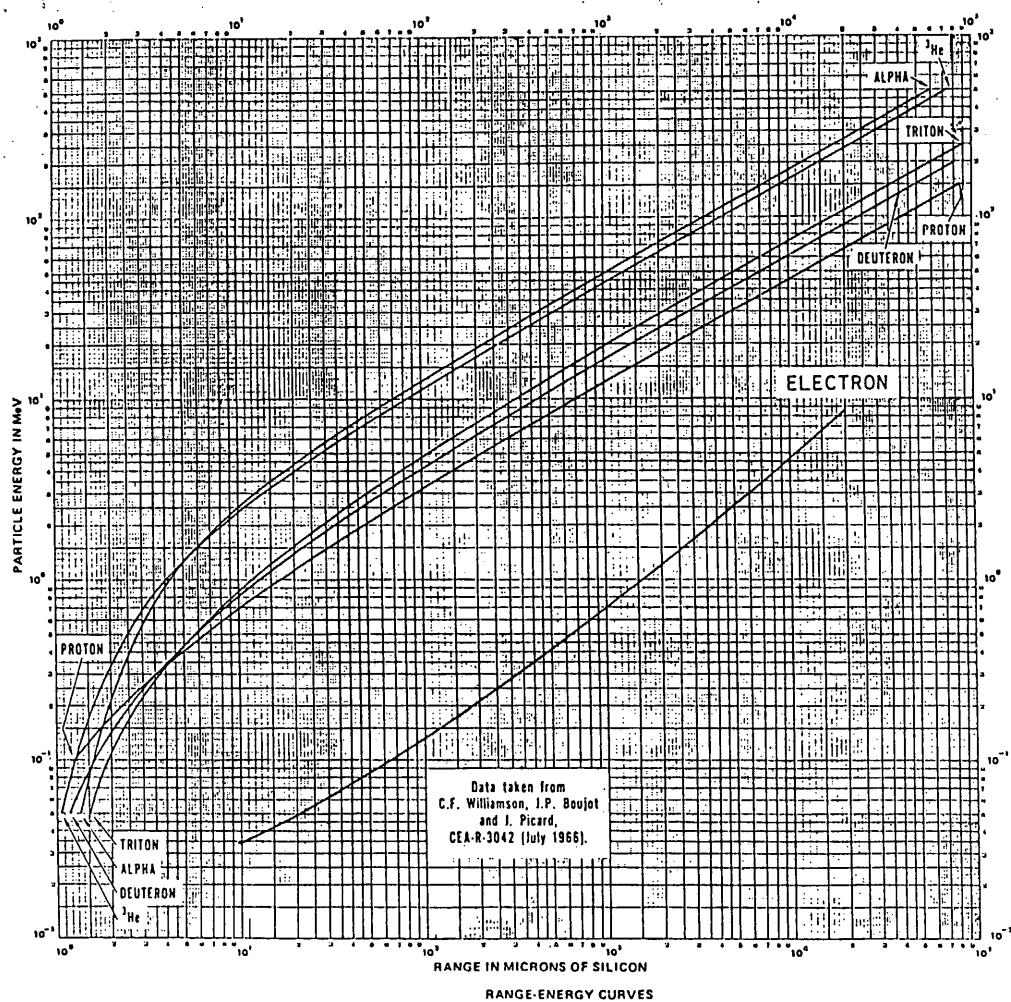
*早大・理工研, **玉川大・工, ***立教大・理

姿を観測できるようになってきた。EXOS-Cの軌道が320~1000 km, $i = 73^\circ$ なのでオーロラ帯の粒子も観測も同時に行う。

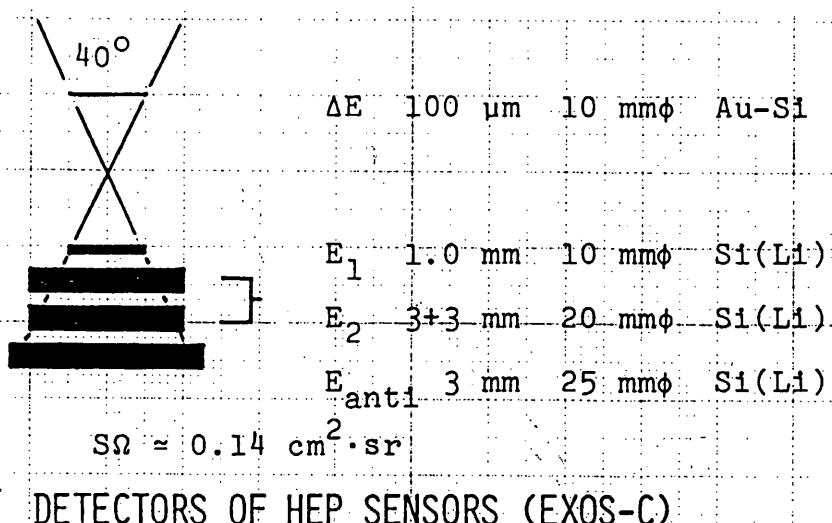
高エネルギー粒子の観測と低エネルギー粒子の観測等他の観測項目との比較を行い、南大西洋地域および極地方の粒子の振舞いについて総合的に解明する。

1.8.2 観測の原理および方法

粒子を陽子、電子等に分離してエネルギーを測るには、粒子のエネルギーと物質中の飛程が第1-8-2図に示すように粒子によって異なる事を利用する。同じエネルギーでも質量の小さい電子の方が長い。具体的には、第1-8-3図に示すように、厚さ $100 \mu\text{m}$ (ΔE)、 1.0 mm (E_1)、



第1-8-2図 シリコン中の粒子のエネルギーと飛程

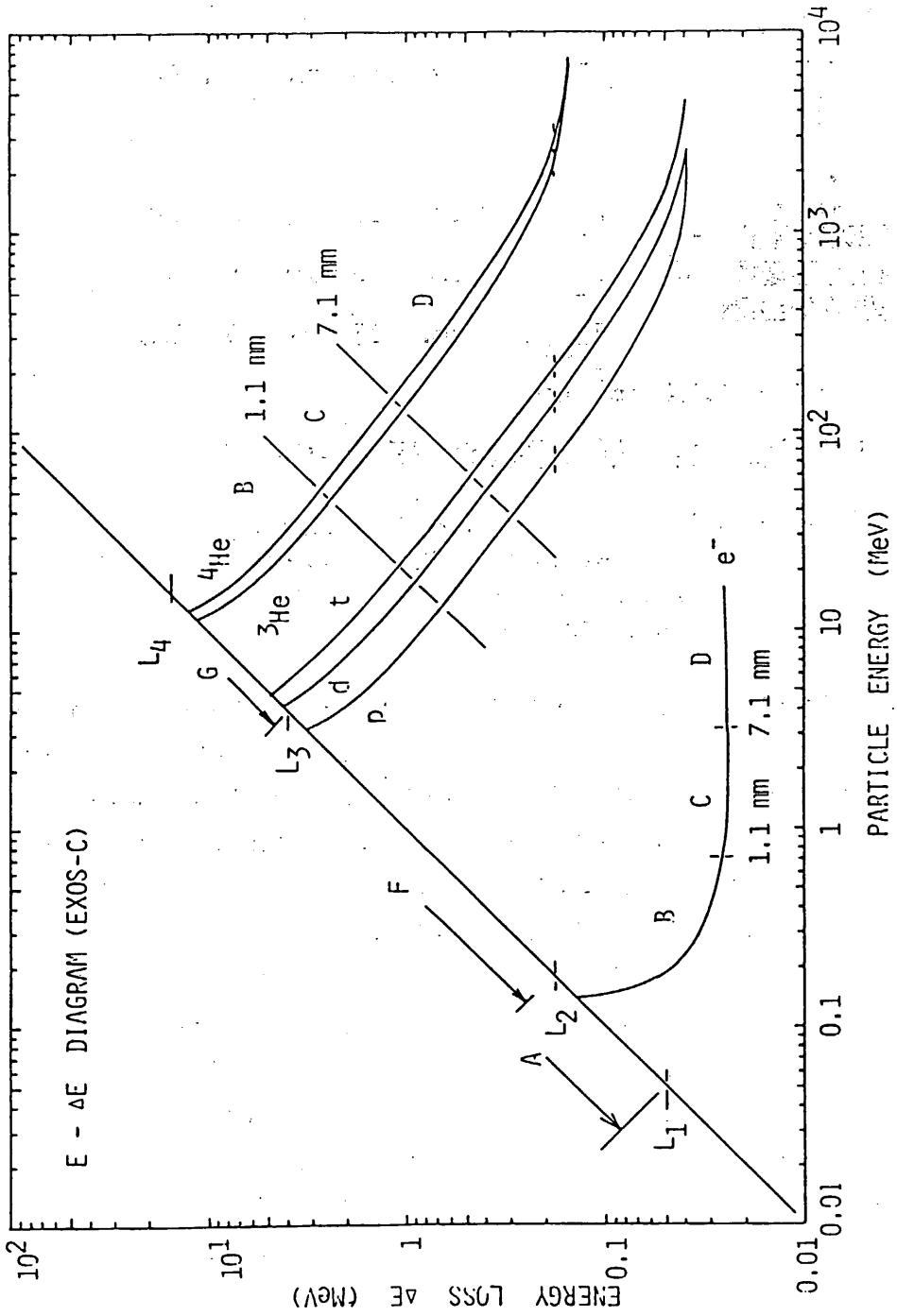


DETECTORS OF HEP SENSORS (EXOS-C)

第1-8-3図 HEPのセンサの模式図、粒子は上方より入射する。黒く塗った部分がシリコン検出器である。 E_2 は3mmの検出器2枚の出力を足し算して使用する。

3 mm (E_2) および 3 mm (E_{anti}) の 5 枚のシリコン検出器を利用して、粒子のエネルギー損失と全エネルギー ($E_0 = \Delta E + E_1 + E_2$) を測定して、粒子を分ける。厚さ 100 μm の ΔE 検出器の信号と入射粒子のエネルギーとの関係を示したのが第1-8-4図である。EXOS-Cの観測では主として電子、陽子を測定するが、 ΔE 検出器の信号が電子では常にレベル L_2 以下であり、陽子は L_3 以下、Heは L_4 以下になるので、 ΔE と E_1 、 E_2 の検出器の同時計数で粒子が第1-8-4図に示すような曲線上に乗ることを利用している。

粒子のエネルギーが高く、 E_{anti} 検出器まで達するような粒子は計測しない。すなわち、図で 7.1 mm という線よりエネルギーの高い粒子は非同時計数回路で取り除くこととするわけである。したがって、図の B、C と記号のある部分が測定領域である。粒子が ΔE 検出器内で止まってしまう L_1 と L_2 の間ではエネルギーのみが測定でき、粒子の弁別はできない。図中の A、B、C、等の記号は第1-8-1表に示すように、各検出器から出る信号の名前である。E というのは E_1 、 E_2 検出器のガードリングからの信号で、 ΔE 検出器を通らずにケースを通り抜けて検出器の側面から入る粒子を非同時計数回路で除くためにある。F 信号は ΔE 検出器で L_2 以上の信号を出す粒子、G は L_3 以上の信号を出す粒子を示している。以上をまとめると、第1-8-2表に示すような粒子のエネルギー領域が測定可能である。



第1-8-1表 各検出器からの信号の名称A～Gとディスクリミネーター
レベルを示す

Discriminator Level (May 13, 1980)

Signal	Discriminator Level (keV)
A	ΔE >50.
B	E_1 >50.
C	E_2 >50.
D	E_{anti} >50.
E	Guard Ring >50.
F	ΔE >180.
G	ΔE >4000.

ΔE	0.1 mm
E_1	1. mm
E_2	6. mm (3+3 mm)
E_{anti}	3. mm

第1-8-2表 測定する粒子の種類とエネルギー領域

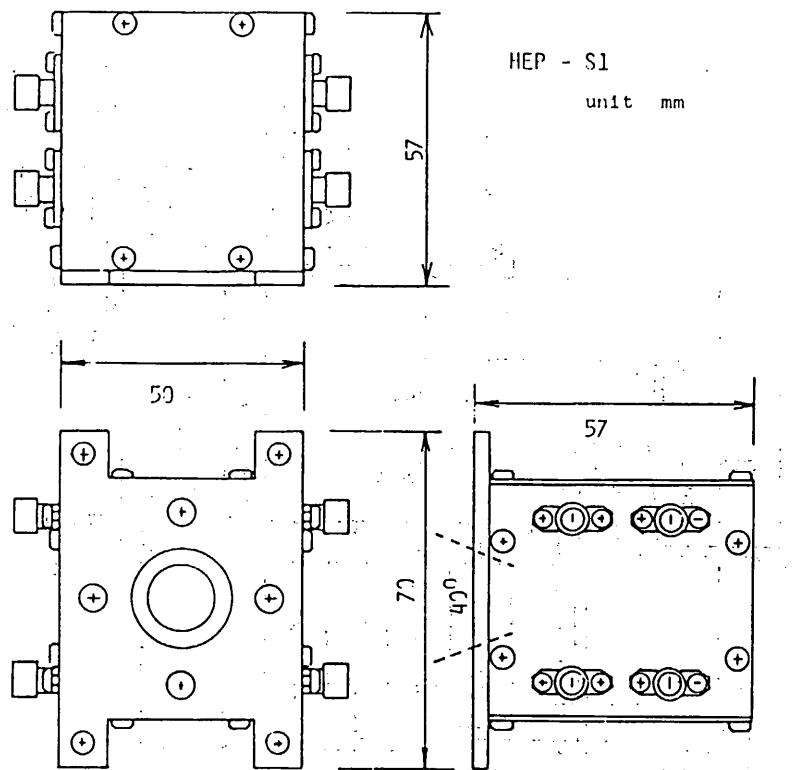
Energy Region (Exos-C)

Particle	Energy (MeV)
electron+proton+helium	0.05 - 0.18
electron	0.19 - 3.2
proton+helium	0.18 - 3.2
proton	3.2 - 37.
helium	13. - 150.

1.8.3 測定装置

センサー

第1-8-3図に示したシリコン検出器は E が Au-Si 型, $E_1 \sim E_{\text{anti}}$ が Si(Li) 型である。 $S\Omega = 0.14 \text{ cm}^2 \cdot \text{sr}$ である。これを2台, 太陽と逆方向を向くようにしたもの(センサー1)と, それに直角方向を向くようにしたもの(センサー2)を搭載する。第1-8-5図はそのうちの1ヶの外観図で HEP-S1 と呼んでいるもので, 太陽と逆方向を向いている。粒子の入射窓の開きは 40° である。ケースはアルミニウムから成り, 粒子の入射する側は側面より厚く 8 mm にしてあり, エネルギーの高い粒子がシリコンに達するのは入射窓を通ったものだけになるようにしてある。

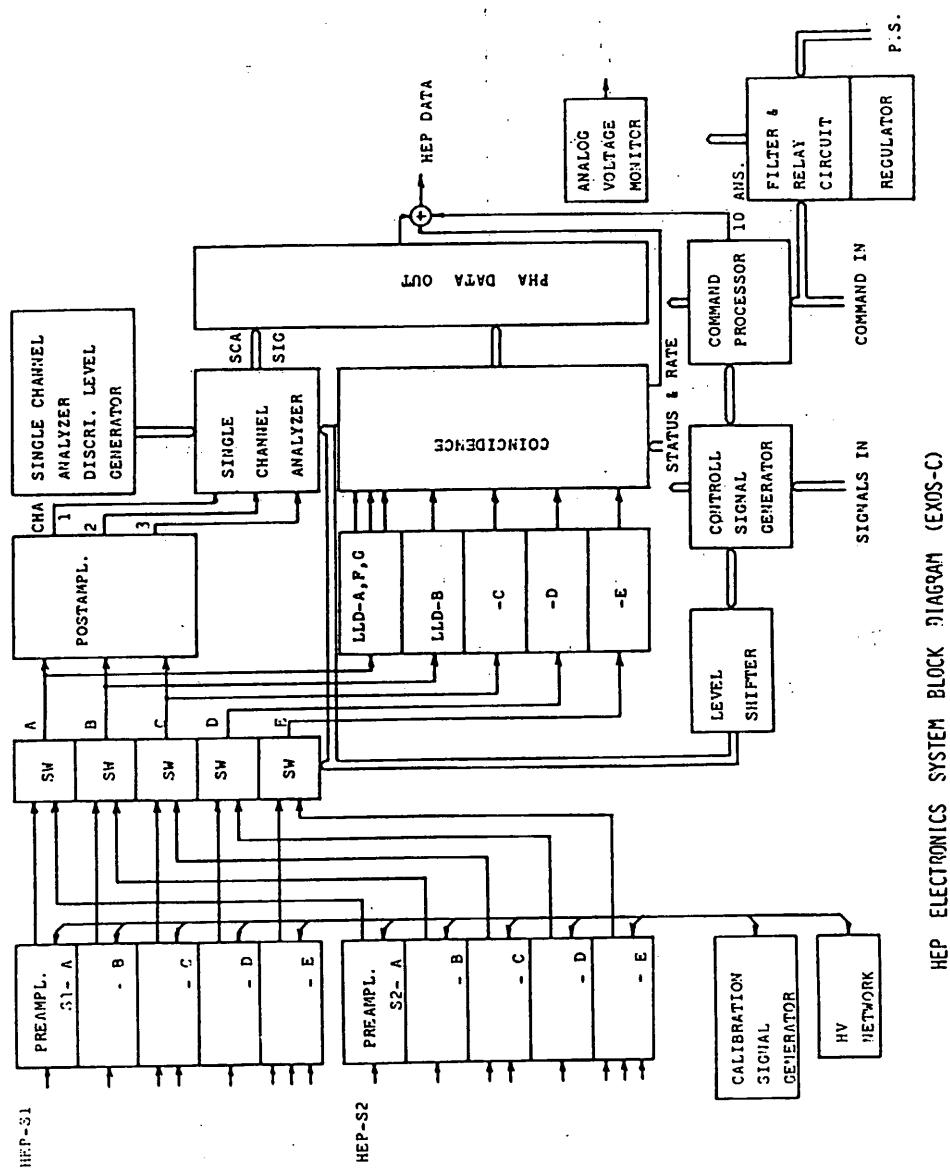


第1-8-5図 HEPのセンサー1の外観図

太陽と逆の方向を常に向いている

電子回路

センサーは2組あるのに対して、回路部分は第1-8-6図に示すように、スイッチ(SW)を用いて、センサー1とセンサー2を切り換えて、データ処理は1組の回路で行う。各検出器からの信号を前置増幅器への矢印で示してある。Cに2本の矢印があるのは、2ヶのシリコン検出器の信号の和を1ヶの前置増幅器で見ることを意味し、Eに3本の矢印があるのは E_1 と E_2 を構成する3ヶの検出器のガードリングからの出力を1ヶの前置増幅器で見ることを意味している。各センサーからの信号は一組のデータ処理装置でセンサーの1と2を区別する記号と共に地上へ

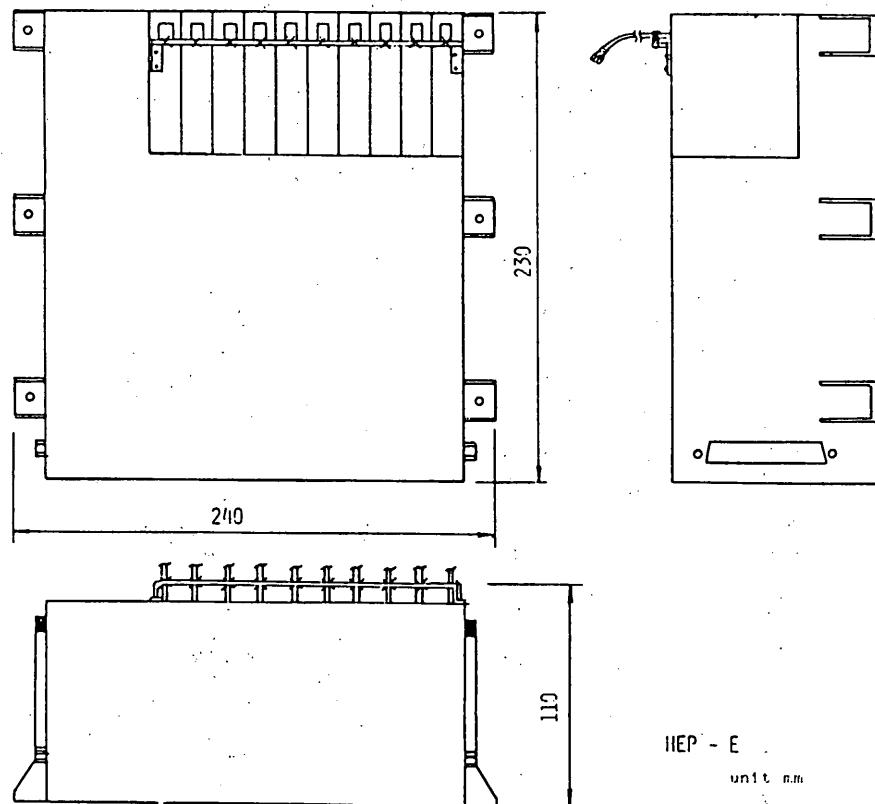


第1-8-6図 エレクトロニクス システム プロトクライグラム

送信する。

L L D - A ~ F は第 1 - 8 - 1 表に示したディスクリミネーター・レベル以上の信号を出す粒子の計数率を示し、これが異常に多い数を示したり、少ない数字を示したりした時には検出器が故障したことを示す。

電子回路を入れるケースの外観図を第 1 - 8 - 7 図に示す。



第 1 - 8 - 7 図 回路を収納するケースの外観図

1.8.4 データ処理

データ取得

粒子の弁別は第1-8-4図に示すように ΔE 検出器のディスクリレベル $L_1 \sim L_4$ と同時計数モードの取り方で決まるので、第1-8-3表に示すようなC1～C13という名前をコインシデンスモードの取り方によってつける。アルファベットの上に \bar{A} のように横線があるのは非同時計数を表わし、横線のないアルファベットから信号を取ることを意味する。例えば、C4で $\bar{A} B C \bar{D} \bar{E}$ とあるのはBとCからの信号を取りA, D, Eからの信号は取らないことを意味する。その結果C4で得られるデータは電子0.76～3.2 MeVを測定することになる。

ΔE 検出器の信号により、 $L_1 \approx 50$ keV, $L_2 \approx 180$ keV, $L_3 \approx 4.0$ MeVというレベルに分けて粒子の弁別をするので、表の右側に示すような粒子とエネルギー範囲を測定できる。

第1-8-3表 コインシデンスモードの取り方とその時の
粒子の種類、エネルギー範囲

<u>Detector Signals</u>					
Signal	Coincidence	Detector	Signal in ΔE (keV)	Energy Region (MeV)	Particle
C1	$\bar{A} \bar{B} \bar{C} \bar{D} \bar{E} \bar{F}$	ΔE	50. - 180.	0.05 - 0.18	electron+proton+helium
C2	$\bar{A} \bar{B} \bar{C} \bar{D} \bar{E} \bar{F}$	E_1	50. - 180.	0.19 - 0.30	electron
C3	$\bar{A} \bar{B} \bar{C} \bar{D} \bar{E}$	E_1	< 50.	0.30 - 0.71	electron
C4	$\bar{A} \bar{B} \bar{C} \bar{D} \bar{E}$	E_2	< 50.	0.76 - 3.2	electron
C5	$\bar{A} \bar{B} \bar{C} \bar{D} \bar{E}$	E_{anti}	< 50.	> 3.2	electron
C5				> 37.	proton
C6	$\bar{F} \bar{B} \bar{C} \bar{D} \bar{E}$	ΔE	> 180.	0.18 - 13.	proton+helium
C7	$\bar{F} \bar{B} \bar{C} \bar{D} \bar{E}$	E_1	> 180.	3.2 - 13.	proton
C7				13. - 51.	helium
C8	$\bar{F} \bar{B} \bar{C} \bar{D} \bar{E}$	E_2	> 180.	0.18 - 37.	proton
C8				0.18 - 150.	helium
C9	$\bar{F} \bar{B} \bar{C} \bar{D} \bar{E}$	E_{anti}	> 180.	37. - 70.	proton+helium
C9				150. - 2800.	helium
C10	$\bar{A} \bar{B} \bar{C} \bar{D} \bar{E}$	E_{anti}	> 50.	37. - 560.	proton+helium
C10				> 150.	helium
C11	$\bar{G} \bar{B} \bar{C} \bar{D} \bar{E}$	ΔE	> 4000.	4.0 - 13.	helium
C12	$\bar{G} \bar{B} \bar{C} \bar{D} \bar{E}$	E_1	> 4000.	13. - 51.	helium
C13	$\bar{A} \bar{N} \bar{C} \bar{M} \bar{E}$	E_2	> 50.		

(May 14, 1980 Nagata)

C1～C13からの信号を第1-8-4表、第1-8-5表に示すような方法でSingle Channel Analyzer (SCAI～III) と Scaler (SCL 1～7) とでデータを記録する。SCAは16チ

第1-8-4表 粒子のエネルギー測定の内容

C 1～C13は1-8-3表に示したもの
を、00～07はブロックコマンドを示す。
SCAはSingle Channel Analyzer,
SCLはScaler.

ENERGY SPECTRUM (May 18, 1980)

Bit	SCA-I 1-12	SCA-II 13-24	SCA-III 25-35	SCL-1 36-50	SCL-2 51-65	SCL-3 66-80	SCL-4 81-86	SCL-5 87-91	SCL-6 92-98	SCL-7 99-104
	11+OF*	11+OF	10+OF	14+OF	14+OF	14+OF	6	5	7	5
00	C13	C13	C13	C13	C4	C8	C11	C12	C5	C9
01	C6	C1	C6	C6	C1	C7+C8	C11	C12	C5	C9
02	C1+C6	C2+C3+C4	C6+C7+C8	C1+C6	C2+C3+C4	C6+C7+C8	C11	C12	C5	C9
03	C1+C6	C2+C3+C4	C6+C7+C8	C1+C6	C2+C3+C4	C6+C7+C8	C11	C12	C5	C9
04	C1+C6	C4	C8	C1+C6	C4	C8	C11	C12	C5	C9
05	C1+C6	C4	C8	C1+C6	C4	C8	C11	C12	C5	C9
06	C1+C6	C2	C7+C8	C1+C6	C2+C3	C7+C8	C11	C12	C5	C10
07	C1+C6	C2	C7+C8	C1+C6	C2+C3	C7+C8	C11	C12	C5	C10

*11+OF: 11 bits and over flow bit.

第1-8-5表 粒子弁別時のデータの内容

このモードではSCAには $\Delta E \times (E + k \Delta E + E_k) \propto M_z^2$ が入る

PARTICLE IDENTIFICATION (May 18, 1980)

Bit	SCA-I 1-12	SCA-II 13-24	SCA-III 25-35	SCL-1 36-50	SCL-2 51-65	SCL-3 66-80	SCL-4 81-86	SCL-5 87-91	SCL-6 92-98	SCL-7 99-104
	11+OF*	11+OF	10+OF	14+OF	14+OF	14+OF	6	5	7	5
10	C13	C13	C13	C13	C4	C8	C11	C12	C5	C9
11	C13	C13	C13	C1+C6	C2+C3+C4	C7+C8	C11	C12	C5	C9
12	C7	C7	C7	C1+C6	C2+C3+C4	C7+C8	C11	C12	C5	C9
13	C8	C8	C8	C1+C6	C2+C3+C4	C7+C8	C11	C12	C5	C9
14	C7	C8	C8	C6	C2+C3+C4	C7+C8	C11	C12	C5	C9
15	C7	C7	C8	C6	C2+C3+C4	C7+C8	C11	C12	C5	C9
16	C7+C8	C7+C8	C7+C8	C1+C6	C2+C3+C4	C7+C8	C11	C12	C5	C10
17	C7+C8	C7+C8	C7+C8	C1+C6	C2+C3+C4	C7+C8	C11	C12	C5	C10

*11+OF: 11 bits and over flow bit.

チャネルの波高分析器で、SCA-IのC13というのは、ブロックコマンド00で指定したABC
DEという条件を満たす粒子の波高($\Delta E + E_1 + E_2$)の波高分析することを意味している。また、
同じC1+C6等がいくつかあるのは、SCA-IではC1+C6のデータを取得している時でも
他のSCA II, III, SCL1~7では別のデータの組み合わせになっている。第1-8-5表
Particle identificationの表はSCA I~IIIでエネルギーの波高を取るかわりに、 ΔE ・
 $(E + k\Delta E + E_k) \propto Mz^2$ (k, E_k は定数; M, z は粒子の質量と電荷)取ることを示している。

PM試験時(56年5, 6月)のU1500の出力の例を第1-8-6表に示す。ISICA, IS2C
Aがおのせんサー1と2に対応し、左側の3列がSCA I~III, 4~10列がSCL1~7の内
容を示している。F. No 32から56までが16チャネルの波高分析器になっている。

第1-8-6表のような詳細なデータの他に、検出器の動作状態を知るためにデータを簡略化
して示すのが第1-8-7表である。これもPM試験時のU1500の出力で、左側がセンサー1
の、右側がセンサー2の状況を知るデータである。各センサーの高圧HVのON, OFF; 各検出器
の計数率、コインデンスモードの計数率C1M~C13M、較正信号の状況CALON等を示して
いる。これらはQLとは別にP1側のステータスとしてモニターしている。

以上がHEPのデータでPCMデータフォーマットの $F_{32n+0} \sim F_{32n+31}$ に入っている。

QL

HEPのQLの例を第1-8-8表に示す。その内容は次のようにになっている。

MODE E2 : ブロックコマンドで指定した観測モード, E : エネルギー, P : 粒
子弁別

0, 1 COM 3102 : ブロックコマンドの内容

HEP HVP ON ON : 高圧電源のプリセットON信号

左側がセンサー1, 右側がセンサー2

S1-HV, S2-HV : ブロックコマンドで指定したセンサー1とセンサー2のHV

R E F - V : reference 電圧

C A L - V : calibration 電圧

C - S T E P : calibration の step 幅

L L D H : ディクリミネーターレベル

low (50 keV); high (100 keV)

L L D A ~ E : 第1-8-1表に示した各検出器の計数率を16進で示す。

左側がセンサー1, 右側がセンサー2

第1-8-6表 PM試験時のデータの出力の例、IS1CAはセンサー1の、IS2CAはセンサー2の内容を示す。

第1-8-7表 PM試験時のデータの出力の例
各検出器A～Eからの計数率等の
P I のステータスデータ

```
***** EXOS - C HEP PI - STATUS ***** 0 = OFF, 1 = ON

REV = 6031 MODE = 4 TIME HHMMSS 140634
HEP 1 HEP-S1 HV 1 HEP-S2 HV 1
HEP-S1 1 HEP-S2 1

S1-LLD-A 8 S2-LLD-A 0
S1-LLD-B 9 S2-LLD-B 1
S1-LLD-C 9 S2-LLD-C 74
S1-LLD-D 8 S2-LLD-D 0
S1-LLD-E 57 S2-LLD-E 168
S1-C1M 7 S2-C1M 0
S1-C2M 0 S2-C2M 0
S1-C3M 6 S2-C3M 1
S1-C4M 3 S2-C4M 0
S1-C6M 3 S2-C6M 0
S1-C7M 8 S2-C7M 0
S1-C8M 0 S2-C8M 0
S1-C9M 0 S2-C9M 0
S1-C10M 0 S2-C10M 0
S1-C13M 0 S2-C13M 0

WR10C0 WR10C0
CALON0 CALON1
CALM01 CALM01
PPSNO PSEN1
CSETP0 CSTEP1
PDPE0 PDPE1
LLDHL0 LLDHL1
```

第1-8-8表 QLの例 (PM試験時)

-----HEP-----					
MODE	E	0	0,1COM	3110	
HEPHVP	ON	ON	STATUS	7D	
HEP-HV	ON	ON	PROTEC	YES	
S1-HV	113	H	LLD-A	03 00	
S2-HV	106	H	LLD-B	FF 8F	
REF-V	2.12V		LLD-C	0D 6D	
CAL-V	0.65V		LLD-D	47 00	
C STEP	3		LLD-E	24 D0	
CAL	3		C4	00 03	
LLD	H		C13	A9 13	

1.8.5 コマンド

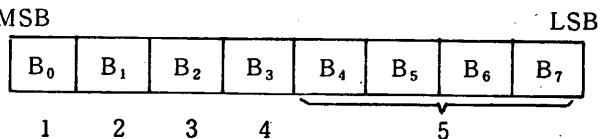
HEP コマンド

コマンド項目と制御の内容を以下に示す。

種別	項目 No.						コマンド名称	用 途		
	D D C		P D C - 1		P D C - 2					
	AD	EX	X	Y	H	V				
B	6	9					HEP ON	HEP 電源, 高圧 ON		
B	6	10					HEP OFF	HEP 電源, 高圧 OFF		
A			4	6			HEPS1 HV PST	HEP センサー 1 用高圧電源プリセット		
A			4	7			HEPS2 HV PST	HEP センサー 2 用高圧電源プリセット		
B			5	7			HEP HV RLS	HEP 高圧電源プリセットリリース		
A	7	9					HEP WRITE	“1” “0” コマンド書き込みモードの設定		
A	7	10					HEP EXEC	HEP “1” / “0” コマンド実行		
B	1	3					“1”	データ “1” 書込み		
B	2	4					“1”	データ “1” 書込み		
B	2	3					“0”	データ “0” 書込み		
B	1	4					“0”	データ “0” 書込み		

“1” “0” コマンド項目

コマンドコード



コマンド項目

1. 高圧電源S 1系のHigh/Low制御
(“1” = + 300 V, “0” = + 150 V)
 2. 高圧電源S 2系のHigh/Low制御
(“1” = + 300 V, “0” = + 150 V)
 3. 粒子検出信号に対するディスリレベルのHigh/Low制御
“1” = 100 keV以上の粒子を検出
“0” = 50 keV以上の粒子を検出

4. PPSからの“PPS Active Sig”に対する内部制御

“1” = “PPS Active Sig” ONの時、粒子計測停止

“0” = “PPS Active Sig” を受けない時、粒子計測停止

5. 粒子、エネルギー弁別機能の観測モードを制御する。

4 bitで16通りの観測モードを指定

1.8.6 STATUSおよびHK

STATUS

HEPに関するステータスの内容を以下に示す。

F_{8n+2}	B_0	HEP	1/0	ON/OFF
	B_1	HEP-S1-HV	1/0	PST/RLS
W_8	B_2	HEP-S1-HV	1/0	ON/OFF
	B_3	HEP-S2-HV	1/0	PST/RLS
	B_4	HEP-S2-HV	1/0	ON/OFF

HK項目

HEPに関するHK項目は次の通りである。

HK (W6)

F_{64n+30}	HEPケース温度	$-50^{\circ}\text{C} \sim +70^{\circ}\text{C}$
F_{64n+31}	HEPセンサー1温度	$-50^{\circ}\text{C} \sim +70^{\circ}\text{C}$

1.9 EXOS-Cにおける電子温度観測

宇宙科学研究所 小山孝一郎・平尾邦雄

中京大学教養部 安原文彦

序

EXOS-Cは近地点、約320km、遠地点約1000km、軌道傾斜角73°のPolar Orbiting Satelliteとなる予定である。この衛星には基本的なプラズマパラメータの1つである電子温度の測定器が搭載されている。

§ 1. 電子温度搭載の目的

電子温度の測定は衛星による電離層観測の初めから行われており、地球電離層の全体の様子はほぼ把握されている（文献1）。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など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る（例えばAtmosphère Explorer衛星での実験、文献2）。このような状況の中で日本が観測を行う場合、測れば何が出るだろう式に実験を行うことは慎しまなければならないと考える。明瞭な目的を持ち、かつユニークな観測対象を選ぶことが必要とされる。上記の考えに基づいてEXOS-Cにおいては、中低緯度の2つの異常現象、即ち(1)南大西洋異常、(2)Plasma bubble（文献3）の2つの現象に的を絞りたい。南大西洋異常については電子温度の加熱が生じていることが3号科学衛星「太陽」で見出されており、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700kmにおいて夜間に電子温度の上昇が見られ、これをわれわれは同時に行われたAC電場の測定と合わせて、高速荷電粒子とプラズマの相互作用によって生じたAC電場によって周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できたバブルの両端で電子温度が周りのプラズマより遥かに高く、プラズマバブルの中の電子温度は周りのBackgroundのプラズマの電子温度に等しいことを見出し、ひき続いて1981年2月に発射された「ひのとり」衛星によって600km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1時間半おきに測定することに成功した。EXOS-Cでは、これらの現象をもう少し詳しく見ることができるものと期待している。この2つの異常現象の他にさまざまな変動を行う。極域での電子温度の測定があるが、ここでは電場および粒子の加熱、波による加熱など、いくつかの熱源が考えられるので、EXOS-Cに同時に搭載される電子密度測定器、エネルギー分析器のみでは極域での複雑な現象の解明は些が困難であろうと思われる。

§ 2. 電子温度の測定原理

電子温度の測定原理については、これまで述べられているので（文献4）これに関する記述は必要最少限にとどめる。

電極に高周波電圧を印加すると浮動電位は負にShiftする。このShift分 ΔV_f は

$$\Delta V_f = (GkTe/e) \ln [Io(ea/kTe)]$$

と表わされる。

ここで G : Ampの利得

k : ボルツマン定数

e : 電子電荷

$Io(\cdot)$: ゼロ次の変形ベッセル関数

a : 印加する高周波電圧の振幅

で、 ΔV_f を計ると電子温度 Te が求められる。伝送系によって生じる誤差（実際は主にAmpの利得）をなくすように2倍の振幅を持つ高周波電圧を引続いて印加し、これによって生じた2つの浮動電位のShift分の比をとると、

$$r = \ln [Io(2ea/kTe)] / \ln [Io(ea/kTe)]$$

となり、 r は実測値で、結局 Te が上記のように過去のロケット、衛星観測では振幅が2倍だけ異なる高周波電圧のみを印加してきたが、EXOS-Cにおいては振幅を3段階に切り換える。これによって、プラズマ中電子のEnergy分布状態をある程度知ることができる。電離層電子が時としてMaxwell分布状態にない事が1978年1月に行われたK-9M62号機による実験ではば確実となった。

プローブに周波数30kHz、振幅0.4V、0.2Vおよび0.1Vの1連の高周波電圧を印加することによって、電子温度の算出は

$$r_1 = \ln [Io(0.4e/kTe)] / \ln (0.1e/kTe)$$

$$r_2 = \ln [Io(0.4e/kTe)] / \ln [Io(0.1e/kTe)]$$

$$r_3 = \ln [Io(0.2e/kTe)] / \ln [Io(0.1e/kTe)]$$

のいずれかの式で行われるが、もし、プラズマ中、電子がMaxwell分布をしているかどうかは上記3式をチェックすることによって分れる。

§ 3. システム

直径120cmの4個のセンサーがソーラバドルの先端に取付けられる。電極面はバドルに垂直であり、従って電極に直接太陽光が当ることはないと思われる。4個のセンサーを用いることによ

って、少なくとも 1 個のセンサーは常時完全に Wake を逃れて観測を行うことができ、かつ場所によっては磁力線に平行な成分と垂直な成分の電子温度を測ることができる。4 個のセンサーのうち 2 個は、1 個の発振器によって前述した高周波電圧を印加され、残る 2 個のセンサーは全く同じもう 1 個の発振器によってドライブされる。高周波電圧を印加したことによる浮動電位のずれは 4 個の DC Amp へ送られ、エンコーダからのタイミングによって、モード 4, 5, 6 ではまず 0 フレームの $W_{32} \sim W_{35}$ に 4 つのセンサーに 1 番高い高周波電圧を印加した時に生ずる浮動電位の Shift 分、 $W_{96} \sim W_{99}$ には次の振幅、第 1 フレームの $W_{32} \sim W_{35}$ にはその次に低い高周波電圧印加の時の浮動電位の Shift 分、そして第 1 フレームの $W_{96} \sim W_{99}$ には高周波を印加しない時の DC Amp の出力が出され、この 2 フレームによって、1 set のデータが得られる。また 8 フレームに 1 回、 $W_{32} \sim W_{35}$ には 4 つのセンサーからの衛星に対する浮動電位が送り出される。Mode 0, 1, 2, 3 ではセンサー 4 個のうち、2 個のセンサーのデータを $W_{32,33}, W_{96}, W_{97}$ を使って送る。第 1 図に System 図を、第 2 図に上述したエンコーダのタイミングチャートを示す。

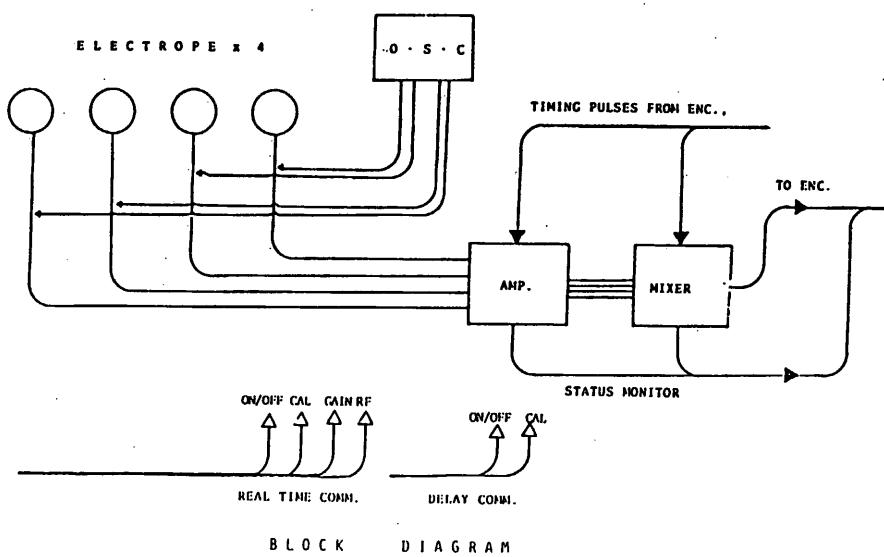
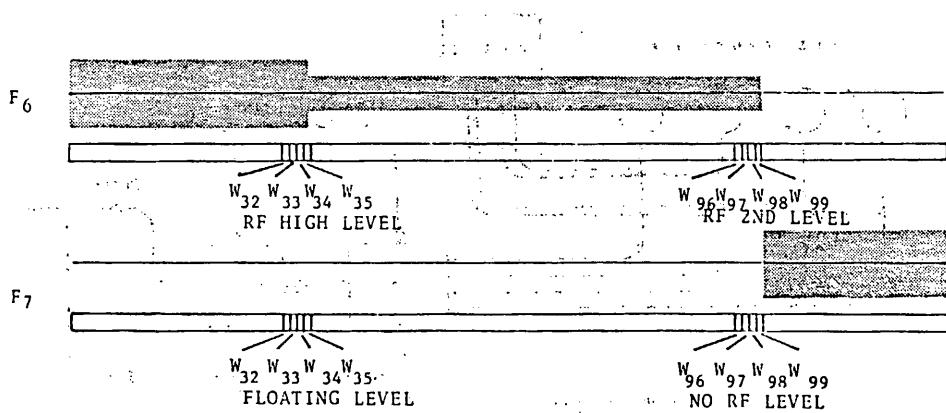
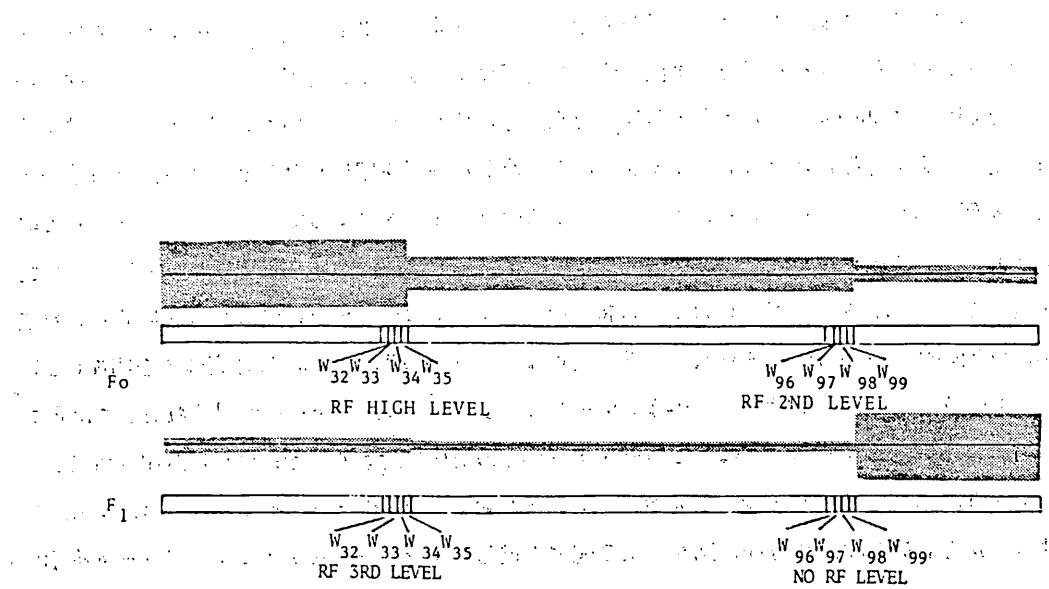


図 1



TIMING CHART

図 2

§ 4. 諸 元

電子温度計の諸元は以下の通りである。

印加周波数 : 30 kHz

高周波振幅 : 0.5, 0.25, 0.125, OV の 4 段階

電子温度測定範囲 : 500 ~ 10000 k (± 100 k)

電子温度計の動作可能な電子密度下限 : 7×10^3 ele/cc

消費電流 : ± 12 V 46 mA

+ 5 V 2 mA

コマンド (AD-EX) : TEL ON (1-8), TEL OFF (1-9),

GAIN H (2-8), GAIN L (2-9)

これらコマンドのアンサーは

TEL ON, OFF : $W_8 B_4 (F_{8n+3})$

GAIN H, L : $W_8 B_6 (F_{n_1})$

において確認できる。

重量 : 電気系 0.65 kg, センサー (4 個) 0.48 kg

寸法 : 電気系 $110 \times 114 \times 99.5$ H, センサ 120ϕ

上記のようにプラズマ密度 7×10^3 ele/cc

以上であれば電子温度計は働くが, 高度1000km以上において Midlatitude Trough の外側で低い電子密度のため測定ができないところがあるかも知れない。

参考文献

- (1) Schunk, R. W., and A. F. Nagy; Electron temperature in the Fregion of the ionosphere., theory and observations, Rev. of Geophys. and Space Physics., 16, 355, 1979.
- (2) Torr, D. G., M. R. Torr, J. C. G. Walker, L. H. Brace, H. C. Brington, W. B. Hanson, J. H. Hoffman, A. O. Nier, and M. Oppenheimer, Recombination of NO⁺ in the ionosphere, Geophys. Res. Lett., 3, 209, 1976.
- (3) McMlure, J. P., W. B. Hanson and J. H. Hoffman, plasma bubbles and irregularities in the equatorial ionosphere, J. Geophys. Res., 82, 2650, 1977.
- (4) Hirao, K. and K. Oyama, An improved type of electron temperature probe, J. Geomag. Geoelectr., 22, 363, 1970.

1.10 電子密度観測装置 (NEI)

高橋忠利* 大家 寛* 渡辺勇三** 大林辰蔵**
明星電気株式会社

1. 観測の目的

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を利用して、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ものである。

衛星搭載のインピーダンス・プローブによる電離圏、磁気圏の観測は、これ迄、DENPA (1972), TAIYO (1975), JIKIKEN (1978) 及びHINOTORI (1981) と重ねられてきているが、その観測データは量、質ともに順次改善されてきている。EXOS-C搭載の電子密度観測装置は全掃引周波数に対するプローブの等価容量値をPCMデータとして伝送し、そのインピーダンス特性から電子密度以外にも種々のプラズマ環境についての情報を導き出すことが出来る。すなわち、シース容量値からのシースの厚み、電子温度、さらにプローブの帶電現象に関する情報、静電プラズマ波の存在による容量特性の変形等である。

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、これまでの一連の電離圏観測により得られているブ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、主トラフ領域、オーロラ域、極冠域の電離層を広く観測することが出来る。観測上特に興味が持たれる現象を以下に列挙する。

(1) ブラジル地磁気異常帯での電離層異常現象：これは、TAIYOで観測されたシース容量値の急変現象を含むもので、全掃引周波数での容量計測はプローブの帶電現象解明への新たな材料を提供するものとなろう。

(2) 地磁気赤道域夜間F層のPlasma Bubbles：TAIYO、及びHINOTORIによって、いわゆるEquatorial Plasma Bubblesがくわしく観測されこの現象に関するいくつかの新たな知見が得られつつある。EXOS-CのNEIによる観測はこの現象を異なる断面で観察することになり、TID等の介在による極域擾乱との関連等グローバルな視点からの現象の把握も期待出来る。

(3) 極域電離層の構造：EXOS-Cの軌道傾斜角は73.3°と予定され極域電離層の殆どの部分をカバーするが、オーロラの活動度とともに激しく変動する極域電離層をくわしく観測する意義は大きい。極域での観測はまた、南極ロケットによる観測とCoordinateされることにより、時間、空間にわたるオーロラ域電離層の動態を解明する手懸りが得られよう。

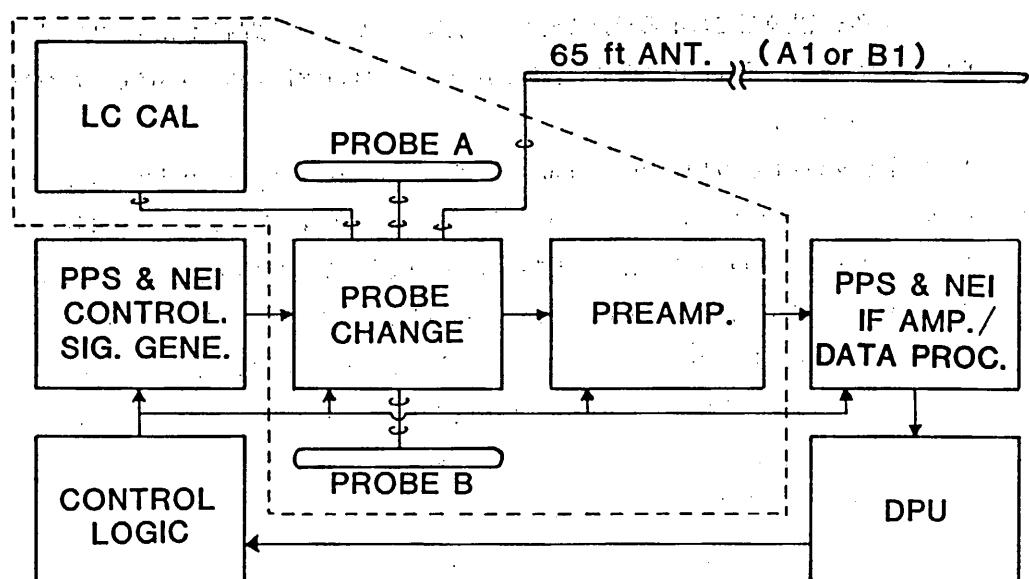
* 東北大学 理学部 ** 宇宙科学研究所

これらの観測は、相乗り機器であるプラズマ・サウンダー (PPS)，電子温度観測装置 (TEL)，低エネルギー粒子観測装置 (ESP)，高エネルギー粒子観測装置 (HEP) 等の観測結果とも相俟って、ブラジル地磁気異常帯，オーロラ域をはじめとする地球プラズマ環境についての総合的な理解を更に一步すすめるものと期待される。

また、NEIシステムはコマンドにより使用プローブを65フィート・アンテナに切換えることが出来る。これはロング・アンテナによる独自のインピーダンス・プローブであるとともに、PPSによる電波の送受信にかかる基本的データとしてアンテナ・インピーダンスの値を提供するものとなっている。

2. 原理及び装置の概要

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するシステムになっているが、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搭載のシステムのブロック図を第1.10.1図に示した。NEI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部、プリアンプ部、及びIF段を含むデータ処理部より構成されるが掃引信号発生部はPPSの周波数シンセサイザーからの出力を用いている。またIF増幅、A/D変換、デジタルデータ処理等を含むデータ処理部はPPSシステムとの共用になっており、システムの運用は主としてブロック・コマンド、OGコマンドに組み込まれたPL制御を通じて行われる。以下システムの各部について概説する。



第1.10.1図 システム・ブロック図

a. 信号発生部

NEI のプローブ印加信号は PPS のシンセサイザーにより発生される。掃引信号は 4 バンドより成り、夫々 100~400kHz, 400kHz~1.6MHz, 1.6MHz~6.4MHz 及び 6.4MHz~16MHz の掃引信号を 4 ケの Phase Lock Loop システムを採用したシンセサイザーで発生する。全周波数での掃引周期は High Bit Rate の時 2 秒, Low Bit Rate の時 8 秒である（各バンドの詳細は PPS の項参照）プローブへの印加信号は又 4 種類の固定周波数 (112kHz, 236kHz, 424kHz, 816kHz) を選ぶことも出来る。印加電圧レベルは全周波数にわたり 0.1 Volt rms の一定値に保たれる。

b. プローブ及びプローブ切換部

電子密度計測の為のプローブは、 $20\text{ mm}\phi \times 470\text{ mmL}$ の円柱状の金属棒 (Normal Probe) で対角線上の 2 枚のパドルの先端に 2 個 (A 及び B) 取りつけられる。NEI の Normal モードでは Wake の影響を避けるためこの 2 本のプローブが 8 掃引毎に交互にプリアンプに接続される。また、プローブはコマンドにより 65 feet アンテナ (Long Probe, A1 又は B1) に切換えることが出来る。キャリブレーションモードではプローブの代りに L/C 共振回路が接続されシステムのキャリブレーションが行われる。L/C 回路は Normal Probe 用, Long Probe 用の 2 通り用意される。

c. プリアンプ部

プリアンプ部は夫々 Normal Probe 用, Long Probe 用の 2 つの容量ブリッジと前置増幅部より成る。等価容量値の計測範囲は 4.4 で述べるが、NEI モードの Gain コントロールは Low, High の 20 dB の 2 段階でこのプリアンプ部において行われる。

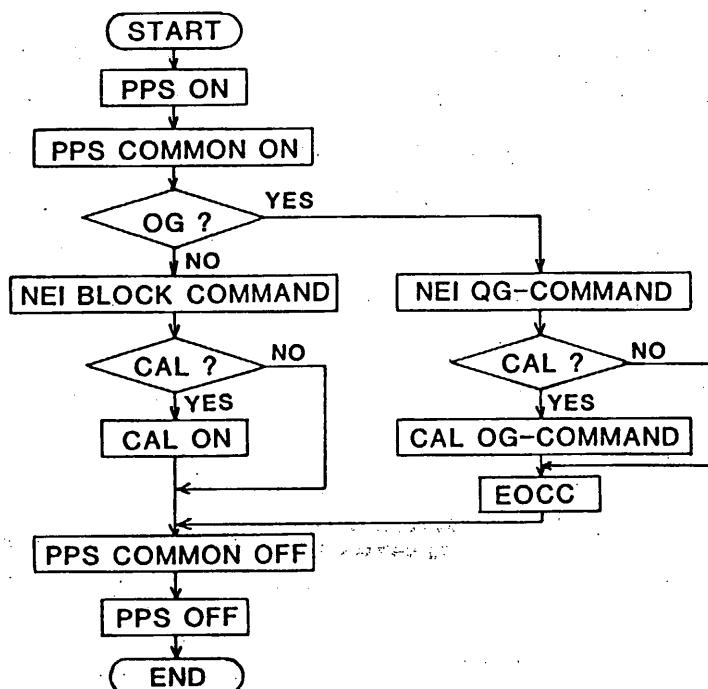
d. I F 増幅部及びデータ処理部

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

3. 運用

3.1 運用の手順

第 1.10.2 図に NEI の運用にあたっての手順を流れ図として示した。NEI は先にも述べたようにシステムの一部を PPS と共有している。このため NEI を動作させるためには PPS ON コマンド及び PPS COMMON ON コマンドにより電源及び DPU とのインターフェイスを ON にした上で、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。NEI ON とする OG はデータ・フォーマット・モードの 2, 3, 4 及び 5 である。これらのモードにお



第 1.10. 2 図 NEI 運用の手順

ける PI 制御 4 bit の内容と NEI のパラメータとの関係は PPS の項で詳述されている。OG コマンドは NEI の観測目的に従ってその配列が設定され、一連の OG 制御はコマンド E O C C により終了する。NEI のコントロールはまたブロック・コマンドによっても行うことが出来るブロック・コマンドの内容は 4.1 コマンドの項において説明される。キャリブレーションは OG 制御の場合は OG の PI 制御 4 bit の選択により、又ブロック・コマンド制御の場合は PPS C AL コマンドにより実行される。

3.2 計測モードとその運用

NEI の計測モードの選択肢としては、衛星全体の運用に関して Bit Rate, 他 PI との組合せがあり、また、NEI 個有の制御として、掃引周波数選択、プローブ切換、Gain 切換及び C AL / MES 切換がある。これらの項目は互いに独立に選択出来て、観測目的に応じてきめの細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はば 1 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の詳細な観測も軌道予測にもとづくOGコマンドの適切な配列によって可能となる（詳細モード）。

4. 諸元

4.1 コマンド

PPSと重複する部分もあるが，ここにはNEIの運用に際して必要なコマンド項目をまとめておく。

4.1.1 ディスクリートコマンド

DDC	4-6	PPS ON	PPS電源ON
DDC	5-6	PPS OFF	PPS電源OFF
PDC-1	1-7	PPS COMMON ON	DPUインターフェイスON
DDC	6-8	PPS COMMON OFF	DPUインターフェイスOFF
DDC	5-8	PPS CAL	キャリブレーションモード
DDC	7-7	PPS MES	計測モード
DDC	4-7	MODE-A WRITE	モードA “1”， “0”
			データ書き込みモード設定
DDC	6-7	IF WRITE	IF “1”， “0”データ 書き込みモード設定
DDC	7-8	PPS EXEC	PPS “1”， “0”コマンド実行
DDC	1-3及び2-4		“1”
DDC	2-3及び1-4		“0”

4.1.2 ブロックコマンド

a. モードA・コントロール

B Ø, B 1, B 2 = 1 Ø 1	NEIモードの設定
B 3 = 1 / Ø	(NEI) ON/OFF
B 4 = 1 / Ø	固定周波数SELECT/CYCLIC
B 5 = 1 / Ø	掃引信号 FIX/SWEEP
B 6, B 7 = Ø Ø	固定周波数選択 112 kHz
“ = Ø 1	“ 236 kHz
“ = 1 Ø	“ 424 kHz
“ = 1 1	“ 816 kHz

b. IF コントロール
B 0, B1, B2, B3 = 0 0 0 1 NEI GAIN HIGH
" = 0 0 1 0 NEI GAIN LOW
B 4 = 1 / 0 NEI PROBE NORMAL/LONG

4.1.3 OG コマンド (PI 制御 4 bit, $W_{10} B_4 \sim B_7$)

MODE 2, 同時にONの機器 ESP, PLR, PPS, IRA, ALA, TEL

MODE 3: 同時にONの機器: ESP, PLR, PPS, HEP, TEL

MODE 4, 同時にONの機器 ESP, PLR, PPS, HEP, TEL, IRA, ALA, BUV

MODE 5, 同時にONの機器 ESP, PLR, PPS, TEL, IRA, ALA, BUV

PI制御 OG:4 bit (W₁₀:B₄~B₇)によるNEI制御の詳細はPPSの項を参照のこと。

4.2 ステータス及びHK

4.2.1、ステータス

F₂₈W₂₉ B4 1/0 NEI ON/OFF

B71-1/0 CAL/MES

F_{4n} W₃₀ B7 1/0 PLL LOCK① ON/OFF

E₄₅₀₁ W₂₆ B.7 1/0 PLL LOCK② ON/OFF

F_{4n+2}W₃₀ B0 1/0 NEF GAIN HIGH/LOW

11 B7/ A1/0 PLL LOCK③ ON/OFF

F_{4n+3}W₃₀ B0: 1/0 PPS EXEC

B2 : 1/0 MODE-A WRITE

B 3 1/0 IF WRITE

B7 1/0 PLL LOCK④ ON/OFF

F_{4n} W₃₁ B 0 1/0 SIG. BAND SELECT./CYCL

B 1 1/0 RX SIG. FIX/SWEEP

B2, B3 = Ø Ø SIG: BAND 1 (112 kHz)

Ø 1 SIG. BAND 2 (236 kHz)

1 Ø SIG. BAND 3 (424 kHz)

11 SIG. BAND 4 (816 kHz)

B 4 1/0 NEI NORMAL ANT A/B

B 5 1/0 NEI ANT LONG/NORMAL

F_{4n+2} W₃₁ B 0 1/0 PPS FREQ CAL/MES

$F_{4n+3} W_{31}$ B 1 1 / 0 PPS LEVEL CAL/MES
B 2 1 / 0 PPS INPUT G/MES
 $F_{4n+3} W_{31}$ B₀~B₇ BLOCK COMMAND ANSWER

4.2.2 HK

$F_{64n+22} W_{95}$ NEI PREAMP TEMPERATURE
 $F_{64n+26} W_{95}$ PPS ANT-A1 TEMPERATURE
 $F_{64n+28} W_{95}$ PPS ANT-B1 TEMPERATURE

4.3 データ・フォーマット

データ・フォーマットは、機器 ON/OFF のモードに対応する形で作られており、各モードでの NEI のデータ出力ワードの配列は次のようになっている。

MODE 2 16フレームを1単位として、 $W_{98} \sim W_{127}$ に 8 bit/word の出力値が書き込まれる。

MODE 3 MODE 2 に同じ

MODE 4 16フレームを1単位として、 $W_{36} \sim W_{39}$ 及び $W_{100} \sim W_{127}$ に 8 bit/word の出力値が書き込まれる。このモードでは 8 掃引を 1 周期として、7 掃引の NEI 計測と 1 掃引の自然電波受信モードがくり返えされる。

MODE 5 16フレームを1単位として $W_{36} \sim W_{39}$ 、 $W_{48} \sim W_{63}$ 及び $W_{100} \sim W_{111}$ に 8 bit/word の出力値が書き込まれる。

4.4 電気的性能

4.4.1 プローブ印加信号

観測周波数 掃引 0.1 ~ 16 MHz
固定 112, 236, 424 及び 816 kHz
印加レベル 0.1 Volt rms
掃引周期 2.0 秒 (High Bit Rate)
8.0 秒 (Low Bit Rate)

4.4.2 観測容量値

NORMAL PROBE HIGH GAIN 0 ~ 30 pF
LOW GAIN 0 ~ 300 pF
LONG PROBE HIGH GAIN 0 ~ 3000 pF
LOW GAIN 0 ~ 10000 pF

4.4.3 電力

PPS / NEI 運用モード	+ 5 V	5.00 W
	+ 12V	5.38 W
	- 12V	4.20 W
	TOTAL	14.58 W

4.5 機械的仕様

4.5.1 プローブ部

プローブ形状 $20\text{mm} \phi \times 470\text{mm}$ Length

重量 $0.200\text{kg} (\times 2)$

4.5.2 プリアンプ部

寸法 $100\text{mm} \times 80\text{mm} \times 55\text{mm}$

重量 0.460kg

1.11 MU レーダー・アンテナモニター (MUM)

深尾昌一郎 * · 佐藤 亨 *
MUR ワーキンググループ **
明星電気株式会社

1. 目的

MU レーダー・アンテナモニター (MUM) は MU レーダーより送信される 46.5MHz のアンテナ較正用 CW 信号 (送信機出力: 100W) を受信し、その強度変化から軌道に沿ったアンテナパターンを求める目的とする。アンテナパターンの全容は多数の異なる軌道について得られたパターンを合成することにより得られる。

MU レーダーでは、大電力送信機の出力を各アンテナ素子に分配する従来の大型レーダーと異なり、各素子に小型の送信機を取り付けるいわゆるアクティブ・フェーズド・アレイ方式が初めて採用されている。この方式では移相や電力分配が低電力段で容易に行えるため、ビーム走査を 1 ms 程度の短い時間ではほぼ空間的に連続に行うことができる他、アンテナアレイを小グループに分割して、その一部のみを励振したり、独立なビームを同時に複数個作ることも可能である。こ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 MU レーダーの大電力送信・超微弱信号受信に伴なう電磁妨害を防止するために、メインローブのみならず比較的低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、MU レーダー・サイト (信らき) 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、MU レーダーの中心周波数 +50 kHz の CW 信号を送信し、衛星上で MU レーダー信号と同時に受信・比較較正を行う方式がとられる。測定の原理が図 1 に示されている。

受信アンテナ長が MU 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、MU 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、MUM 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 (REF) 信号の受信レベルを基準とする AGC が用いられる。後述のように AGC 可変範囲は 40dB 以上

* 京大・工, ** 京大・超高層

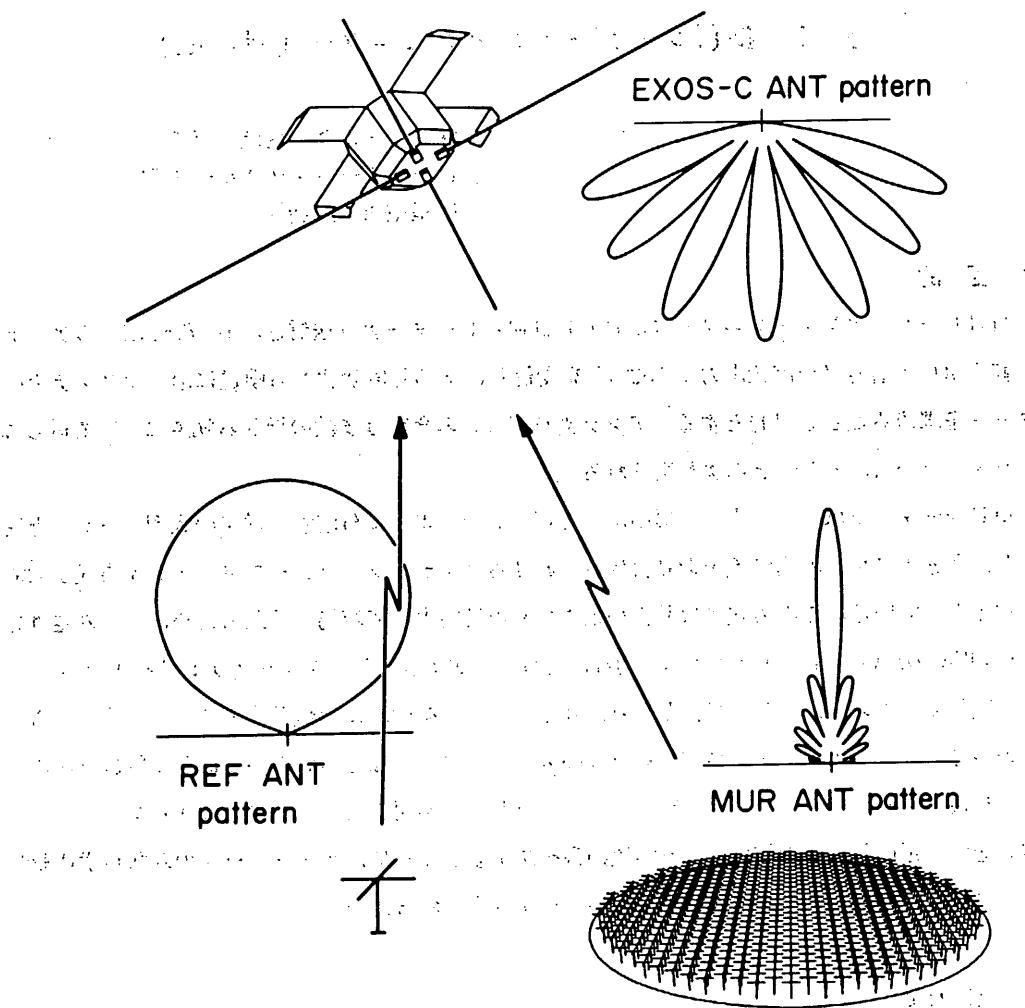


図1 MUレーダーアンテナパターンの測定原理。受信信号強度の変動はREF信号により較正される。

必要である。またAGCの時定数は衛星の移動による受信アンテナのパターン変動に追随できるよう、100 ms程度とする。

MU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 3°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MU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REF信号のサンプル頻度はMUR信号より小さくてよいのでMPXの比は10対1程度である。これらのタイミングの関係を図2に模式

図的に示す。

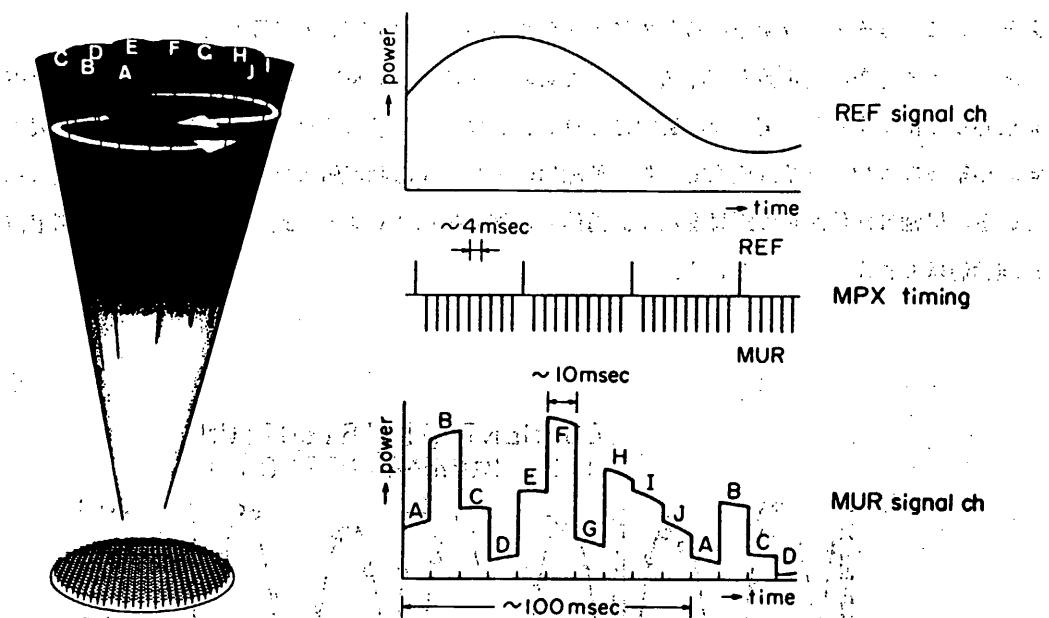


図2 MUR及びREF信号の変動とサンプリングのタイミング。MUレーダー・アンテナビームをA→B→……→Jの順に切り換えた場合について示してある。

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($\sim 40\text{ m}$ Tip-to-Tip)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、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を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所以、以下に示すような1/10スケールモデルによる電波無響室内の測定と若干の理論計算を行った。

スケールモデルはアルミ削り出しの構体にアルミ板のパドル等を取り付けたもので、アンテナには2mmの真ちゅうパイプが用いられている。入力インピーダンスはネットワーク・アナライザにより測定し、測定が困難なアンテナパターンは、カレント・プローブによってアンテナ上の電流分布を測定し、これから理論的に計算した。

比較のための理論計算には多波長アンテナに対して特に有効とされるモーメント法を用いた。これはアンテナを小さなセグメントに分割し、セグメント上の電流分布を正弦波で近似して、電

流分布に対する積分方程式を各セグメント中央における電流値の連立方程式に置きかえるものである。ここでは充分な収束を得るためにアンテナ全体を400分割して計算した。

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。振幅及び位相の基準は任意であり、理論値のスケールは測定値にフィットするように選ばれている。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。

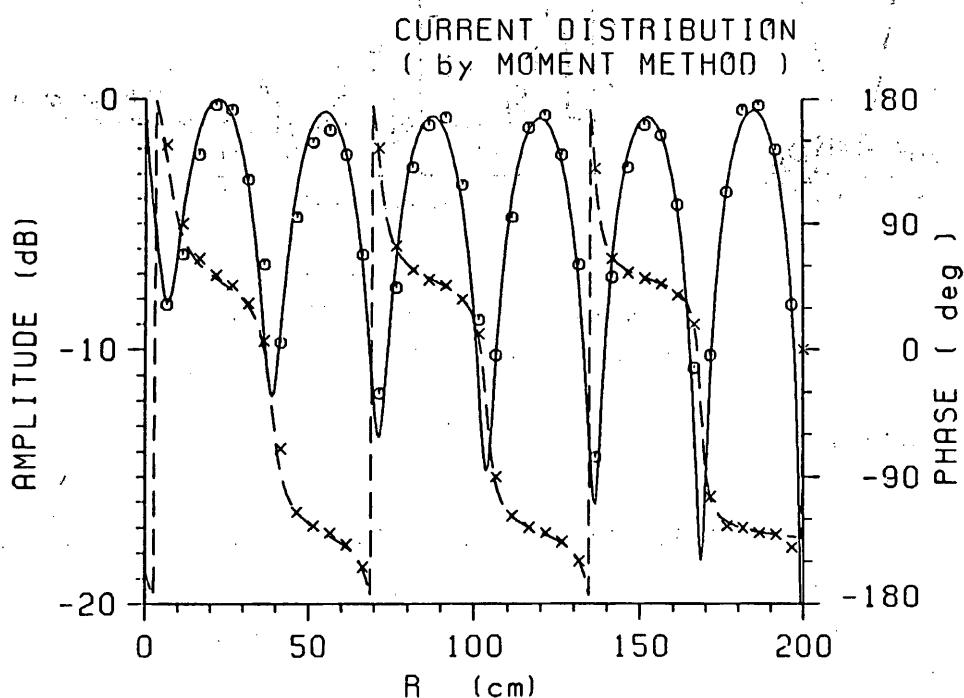


図3 PPSアンテナの46.5MHzにおける電流分布。
○印及び×印はそれぞれ測定された電流振幅及び位相、実線及び破線は理論計算による電流振幅及び位相を示す。横軸は構体外壁からアンテナに沿って測った距離(1/10スケールモデル)。

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。アンテナパターンには多波長アンテ

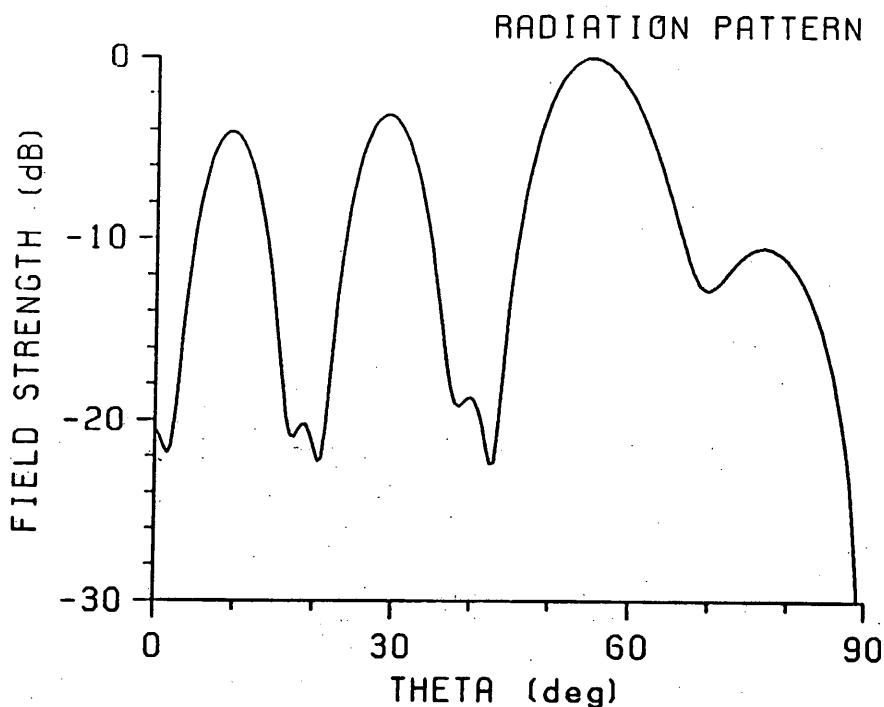


図4 図3の電流分布より計算されたPPSアンテナの
46.5MHzにおけるアンテナパターン。

ナに特有のグレーティングローブが見られるが、 $\theta = 90^\circ$ 付近を除くとパターンの変動幅は20dB程度に収まっている。先に触れたようにMUMにおいてはMUR信号とREF信号のレベル差のみが重要であり、40dB程度のAGC可変範囲を持つMUM受信機には、この20dB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 $21 - j 72 [\Omega]$ 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 $260 - j 490 [\Omega]$ 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10dBを下回ると考えられ、このアンテナがMUMの目的には充分実用に耐えることが示された。

3.2 受信機

受信機はMUレーダーよりの46.5MHzのCW信号とリファレンスアンテナよりの46.55MHzのCW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AGC可変範囲を示す。最大受信電力の条件は、EXOS-Cが信楽上空で近地点を通過し、受信アンテナが+10dBの利得を持つとした場合に、最小受信電力の条件はEXOS-Cが信楽より仰角5°方向で遠地点を通過し、受信アンテナの利得が-10dBとした場合に相当する。MUR信号に対する+30dBのマージンはメインローブ利得に、-20dBのマージンは低仰角サイドローブレベルに対応する。

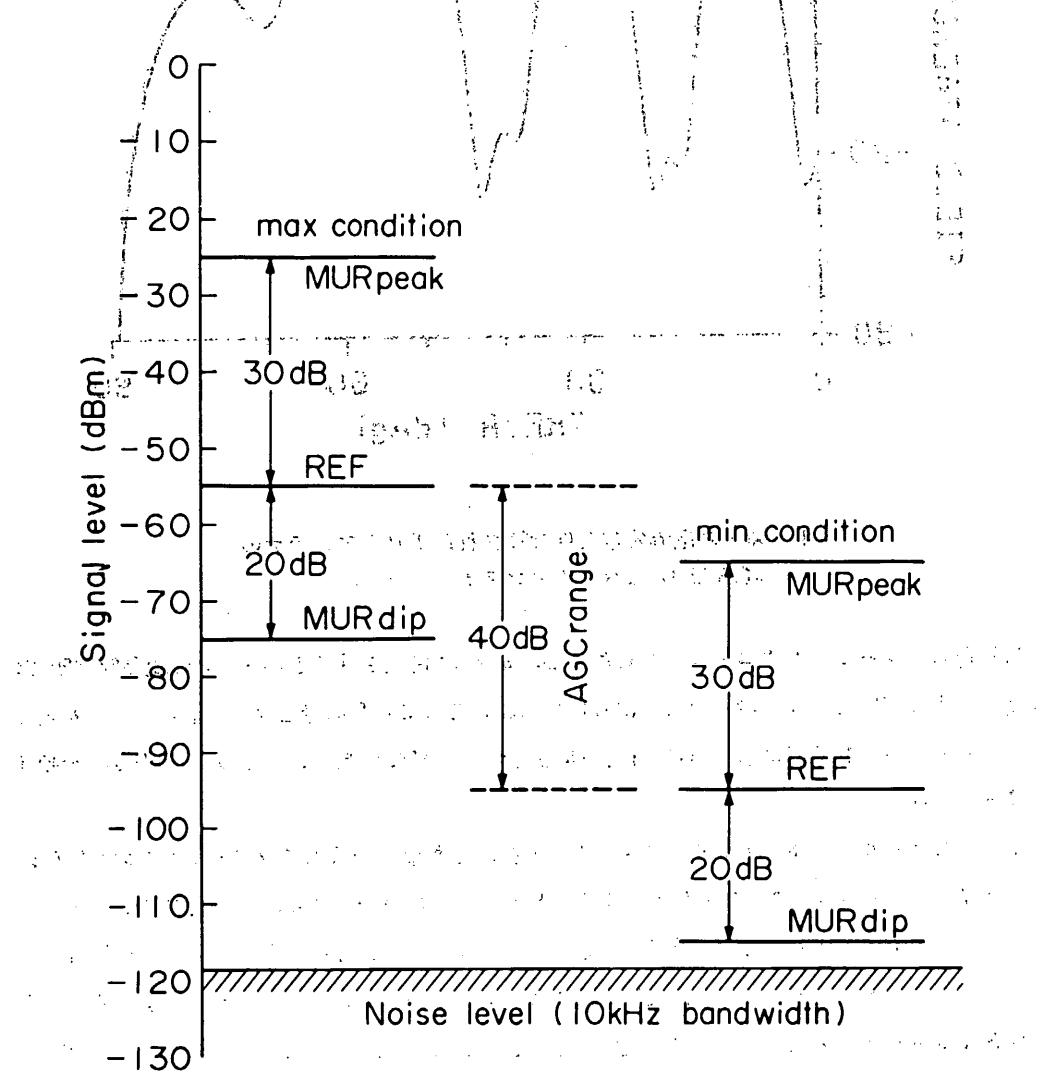


図5 MU M受信機のダイナミックレンジ及び
AGC可変範囲

受信機ブロック図を図6に示す。アンテナよりの入力は、1MHz帯のBPF，過入力保護のためのリミッタ（LIM），RF增幅回路を経て10.7MHzの第1IFに変換される。100kHz幅のBPFを通された後，AGCがかけられ，信号は2分割される。次いで，10.30MHzの第2局発信号により505kHzのMUR信号と，455kHzのREF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。REF信号チャネルの出力は約100msの時定数を持つ低域通過フィルタを通された後AGC回路に帰還される。

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

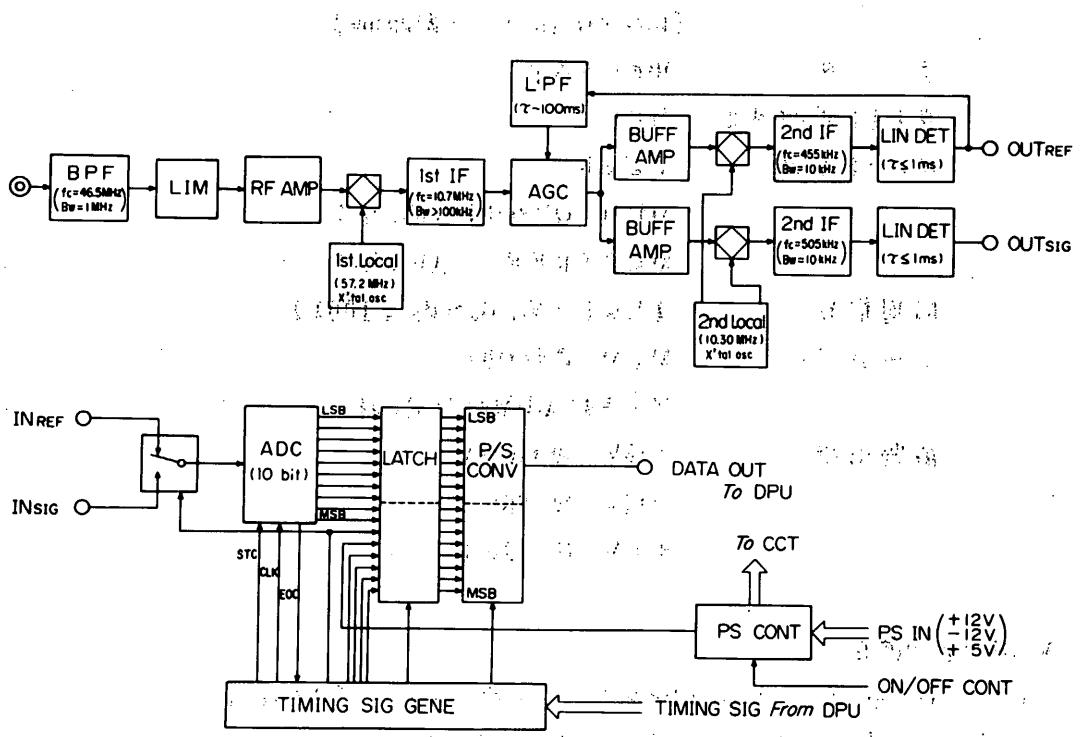


図6 MUM受信ブロック図

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	-100 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 ~ 10V
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 ($W_{2n} B_0 \sim B_3 \equiv 1001$)
コマンド	MUM ON/OFF アンテナ MUM側 / PPS側
消費電流	+12V 約 116mA -12V 約 28mA +5V 約 9mA

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)
 $W_{2n} B_5$ (MUR/REF)
 - (iii) 検波信号 10ビット $W_{2n} B_6, B_7, W_{2n+1} B_0 \sim B_7$
- MUR / REF データの配列はPCMフレームデータフォーマットのモード15による。

5. コマンド及び運用

E X O S - C が信楽上空を通過する軌道は、予備的な計算結果によると 2 カ月程度でアンテナパターン測定に必要充分な数だけ得られる見込みである。延測定可能時間は、測定期間のなかびにおける近地点引数 (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。コマンド項目は次の 4 種である。

受 信 機 ON / OFF

アンテナ切換 MUM側 / PPS 側

なお、内ノ浦 (KSC) と信楽では 1 - 2 分程度の時間差で E X O S - C が視野に入るので内ノ浦からコマンドをかけることには何ら問題はない。

1.12 太陽電池特性計測装置 (S C M)

宇宙研 後川研究室

日本電気㈱

1.12.1 概 要

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

1.12.2 特 徴

E X O S - 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。

1.12.3 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 (W 95) でデータプロセッサ (D P U) において A/D 変換され、テレメータにより地上へ送られる。

センサ部には、 $2 \times 2 \text{ cm}^2$ の大きさで 4 種類 7 枚の太陽電池素子 (表 1.12-1 参照) が実装され、精度よく温度をモニタするために素子の裏面に直接、白金温度センサを貼り付けている。太陽電池素子は、電子回路部において、リースイッチにより切り換えられる。

1.12.4 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 (S C M-S)

表 1.12-1 に搭載試料の構成を示す。

表 1.12-1 搭載太陽電池試料

番号	種類	構造	大きさ	カバーガラス (厚さ)	温度センサ
SC-1	GaAs SOLARCELL	-	2cm×2cm	Ceトーフマイクロシート (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トーフマイクロシート (0.25mm)	-

(2) 電子回路部 (SCM-E)

図 1.12-1 に本装置の機能系統図を示す。

1.12.5 電気的性能

(1) 入力電圧 $+5V, +12V, -12V, +15V$

(2) 消費電力 $+5V \dots 25mW$ 以下

$+12V \dots 635mW$ 以下

$-12V \dots 180mW$ 以下

計 $840mW$ 以下

(3) コマンド項目 SCM ON, SCM OFF

(4) HK項目 センサ部温度 ($F_{64n+23}W_{95}, F_{64n+24}W_{95}, F_{64n+25}W_{95}$ の 3ヶ所)

(5) ステータス SCM ON/OFF (W_8B_7)

(6) 出力データ アナログ 1CH ($W_{95.1}$) : $0 \sim 3V$

(7) 計測精度 (常温)

電圧設定精度 $\pm 1\%$ 以下 (フルスケール 1.2V に対して)

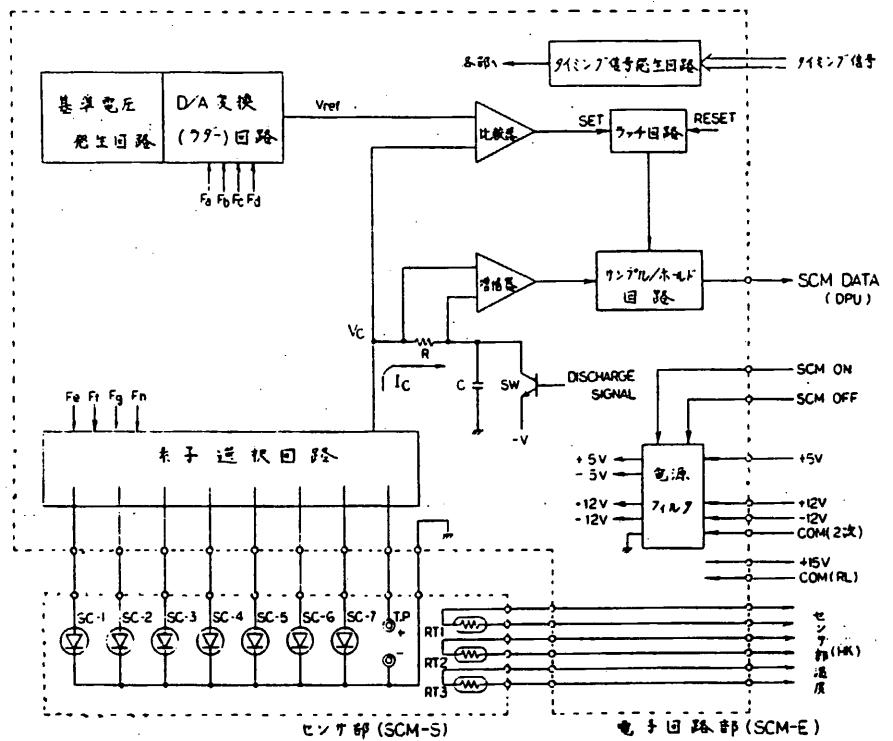


図 1.12-1 SCM 機能系統図

電流計測精度 $\pm 1.5\%$ 以下 [I_{sc} * 近辺] (フルスケール 200 mA に対して)
 $\pm 8\%$ 以下 [全電圧範囲において] (フルスケール 200 mA に対して)

* I_{sc} : 太陽電池の短絡電流

1.12.6 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 × 144 × 35	730 g 以下	図 1.12-2
SCM-S	124 × 94 × 30	180 g 以下	図 1.12-3

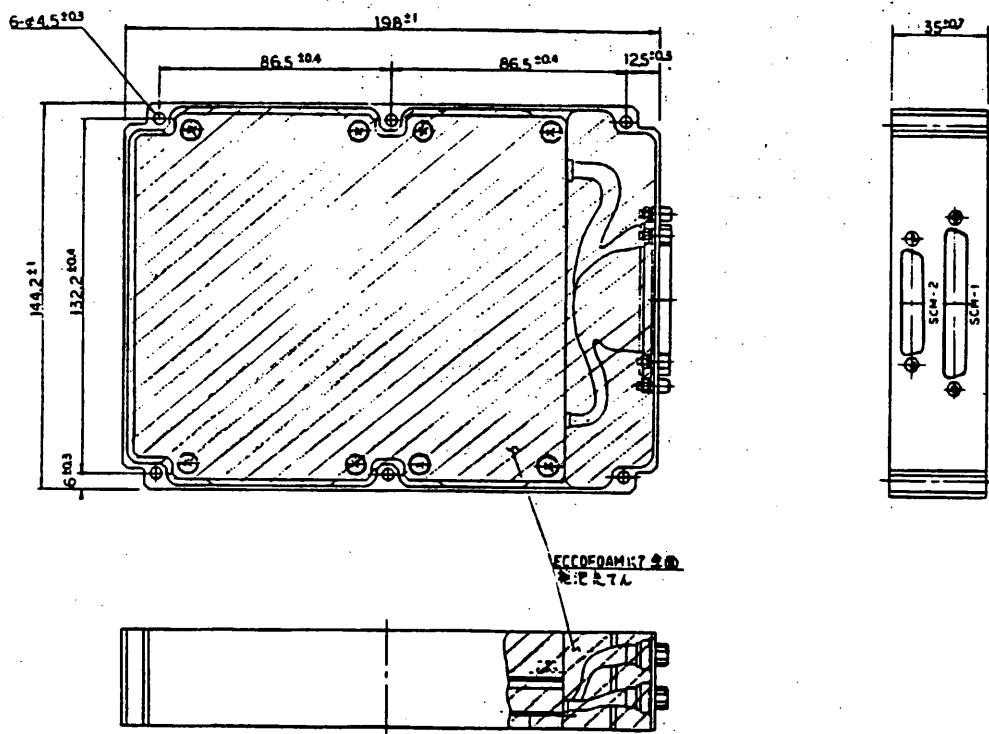


図 1.12-2 SCM-E 外観図

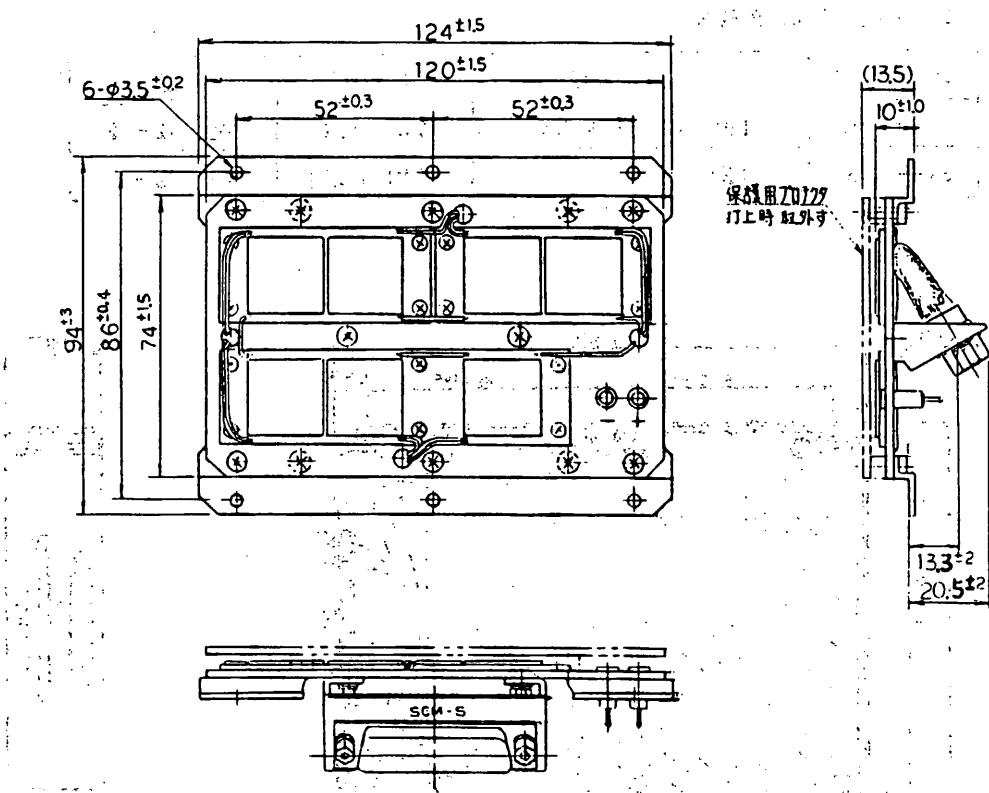


図 1.12-3 SCM-S 外観図

第2章 姿勢制御系・姿勢検出系

第2章 姿勢制御・検出機器系

宇宙研 二宮研究室

日本電気㈱

2.1.1 概要

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

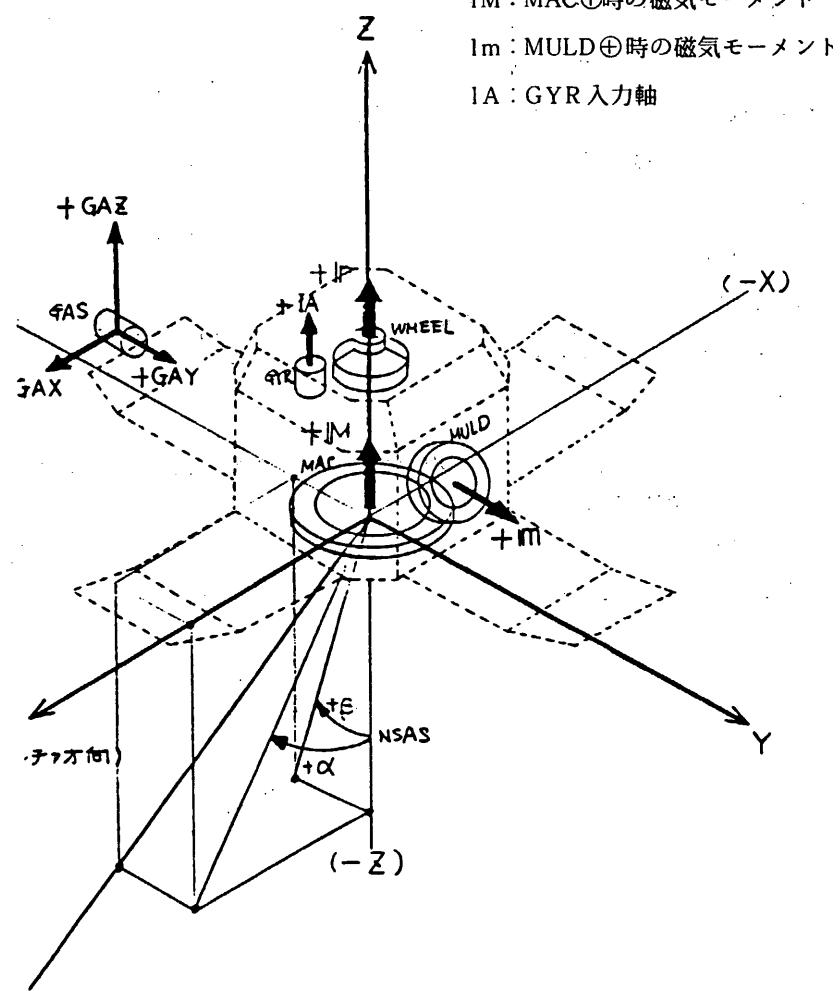
磁気姿勢制御系の目的は衛星の-Z軸方向を太陽に指向させること及びホイールに蓄積された外乱角運動量のアンロードである。その為に検出装置として、ノンスピニング型太陽姿勢計 (NSAS) と地磁気検出計 (GAS) を利用する。また、アクチュエーターとしては、スピニング軸方向制御コイル (MACコイル) 及びスピニング速度制御コイル (MULDコイル) を利用する。

デスピニング制御系の目的は、衛星の構体を慣性空間に対して静止させることである。使用検出装置はレート積分ジャイロ (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、軌道投入時のスピニングレート (120 RPM) をほぼ5 RPM にまで落とすのに利用されるヨーヨーデスピナ、スピニングモード時の太陽角検出及びスピニング周期検出に利用されるスピニング型太陽姿勢系 (SSAS)、衛星のニューテーション運動を受動的に減少させるニューテーションダンパー等がある。

尚、姿勢系の座標系の定義は図2.1-1による。

lh : ホイールの持つ角運動量
 1M : MAC \oplus 時の磁気モーメント
 1m : MULD \oplus 時の磁気モーメント
 1A : GYR 入力軸



(注) 座標原点は Z 軸とカップラ面 (衛星分離面) との交点とする。

図 2.1-1 姿勢系座標の定義

2.1.2 磁気姿勢制御装置 (ACE)

宇宙研 二宮研究室

日本電気㈱

2.1.2.1 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ーの機能も含まれている。

2.1.2.2 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

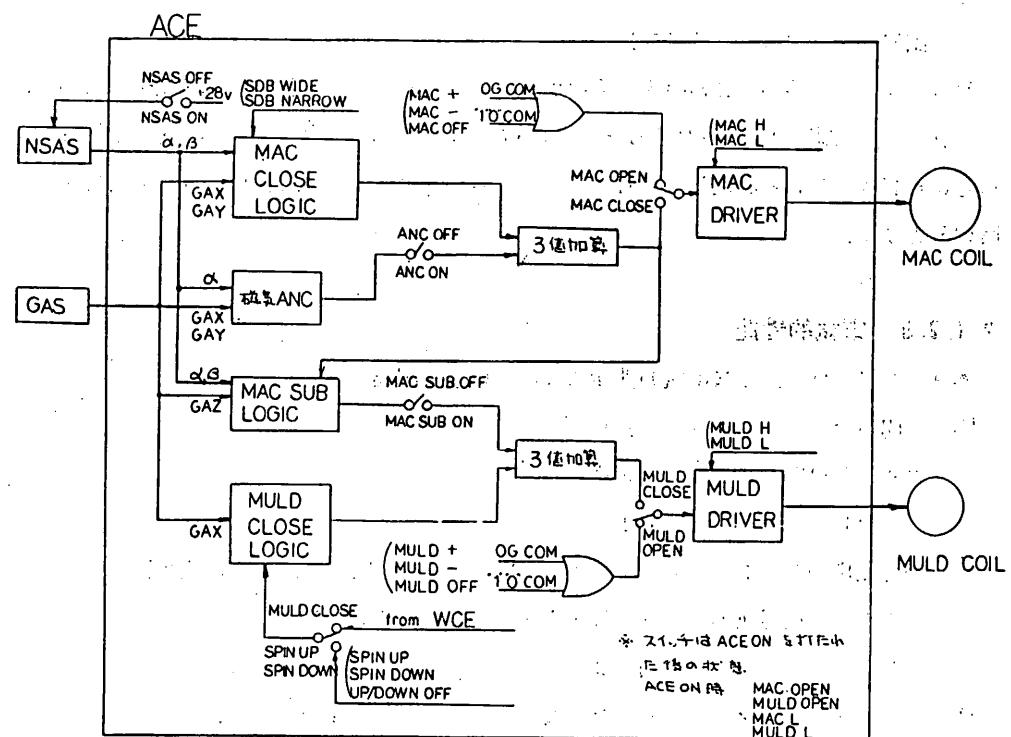


図 2.1.2-1 磁気姿勢制御装置機能系統図

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（M A C）コイル、磁気アンローディング（M U L D）コイルを作動させる。

(1) オープンモード

M A C、M U L Dのオープンモードは、A C E - O Nあるいは、地上のリアルタイムコマンドにより選択され、D P UからのO Gコマンド、地上からのブロックコマンドの内容に従ってO N / O F F、⊕/⊖が、制御される。

(2) クローズモード

M A C、M U L D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。M A C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O N / O F F、⊕/⊖が制御される。M U L Dでは、W C EのU P / D O W N、ブロックコマンドによるU P / D O W N、及び B_x 等の制御ロジックによりO N / O F F、⊕/⊖が、決定される。

(3) 磁気A N C

磁気A N Cでは、N S A S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、O N / O F F、⊕/⊖を決定し、本来のM A Cクローズ制御信号に重畠させている。

(4) 副M A C (M A C - S U B)

M A Cクローズ時の- Z 軸の太陽追尾機能をM U L D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O N / O F F、⊕/⊖を決定し、本来のM U L Dクローズ制御信号に重畠させている。但しこのM A C - S U Bが作動するのはM A Cクローズ信号がO F Fの時のみとする。

2. 1. 2. 3 電気的性能

本A C E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)

N A R R O W $\pm 0.25^\circ$

W I D E $\pm 0.1^\circ$

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

(3) 入力センサ信号処理レート (N S A S, G A S, W C E)

サンプリングタイム 1回 / 2分

(4) ニューテーション カットオフ周波数 1 / 62.8 sec

(5) ニューテーション デッドバンド (α アナログ) ± 0.5 V (0.1° に相当)

(6) M A Cコイル電流

HIGH (B U S +20~24 V)	200 mA (40 AT m^2)
(B U S +17 V)	170 mA (34 AT m^2)
LOW (B U S +17~24 V)	100 mA (20 AT m^2)
(7) M U L D コイル電流	
HIGH (B U S +17~24 V)	180 mA (10 AT m^2)
LOW (B U S +17~24 V)	120 mA (6.7 AT m^2)
(8) コマンド	
リアルタイム	10 項目
オーガナイズド (OG)	6 項目
ブロック	19 項目
(9) テレメータ	
A C E ステータス	$F_{8n+2} W_{11}, W_{12}, W_{13}, W_{14}$
N S A S データ	$F_{8n} W_{11}, W_{12}, W_{13}, W_{14}$
ビットステータス	3 bit
M A C 電流モニタ	$F_{8n+5} W_{15}$
M U L D 電流モニタ	$F_{8n+6} W_{15}$
(10) 消費電力	
B U S (+20 V)	H 380 mA 2.5 W (コイルにて 5.1 W)
	L 220 mA 2.8 W (コイルにて 1.6 W)
+12 V	45 mA 540 mW
-12 V	45 mA 540 mW
+5 V	2 mA 10 mW
+28 V	100 mA 0.0 W (N S A S にて 2.8 W)
+15 V	(瞬時) 130 mA 2.0 W (瞬時)

2. 1. 2. 4 機械的性能

(1) 外観及び寸法

162 × 190 × 125^(H) mm (図 2.1.2-2 参照)

(2) 重量

3.0 kg (公称値)

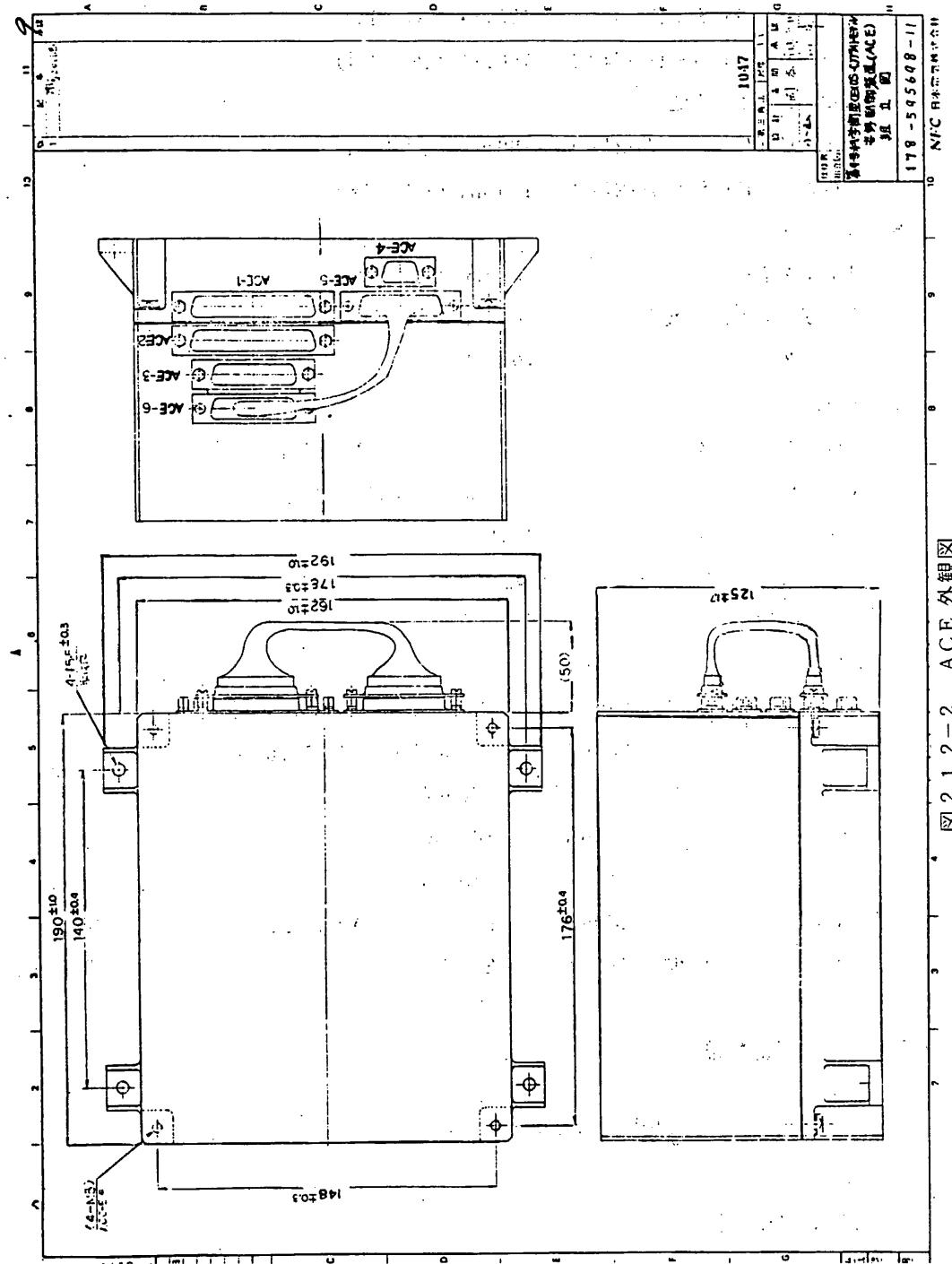


図 2.1.2-2 ACE 外観図

2.1.3 YO-YO デスピン

上杉 研究室・二宮 研究室

日立戸塚

概要

EXOS-Cで用いるYO-YOはASTRO-Bで開発した方式と同様の物を用いる。開発方針としてマス重量の増加にともないマス保持方法の強度を増すことと、マスリリース機構をダブルにし、冗長性のある装置とすることを主目的とした。

装置は、フック、ワイヤ付マス及びマスホルダからなり、フック及びホルダ部は従来と同様に衛星本体に組込まれている。ただし、従来マス部に組込まれていたワイヤカッタはマスの切り離しに冗長性をもたせるためホルダ部に組込んだ。そして、マスの保持方法は、2本のピンとマス押さえ金具で行い、それぞれのピンはホルダ部のワイヤカッタで止められている。

YO-YOマスの切り離しは、地上より送信されたコマンドによりワイヤカッタを作動させ、2本のピンを同時に切断して行う。ただし、マスの切り離しはどちらかのピンが切断されれば行われる。マスの衛星からの分離は、従来と同様にワイヤの付いたマスが衛星の半径方向に来た時にフックから外れる機構となっている。

なお、詳細な形状及び寸法についてはASTRO-Bと若干異なる予定のため、ここでは省略する。

2.1.4 ニューテーション・ダンパ (ND)

宇宙研 離田研究室
日本電気㈱

2.1.4.1 概要

ニューテーション・ダンパ (以下、NDと称する) は、EXOS-Cの姿勢を精度よく安定させるために、受動制動方式によるニューテーション・ダンピング機能を有し、NDに封入された作動流体の運動によってエネルギーを消散するものである。

すなわち、EXOS-Cの姿勢制御系は外乱トルク・制御トルク等によって誘発される衛星のニューテーション運動を顕著に減衰させるために全運用期間に亘ってNDのエネルギー消散によるニューテーション・ダンピングを実行する。

顕著な減衰特性を示すNDとして、スピン軸に平行な矩環型ニューテーション・ダンパの開発を行い、封入流体の運動による動アンバランスの影響と温度上昇によるオイルの膨張を考慮して作動流体の=95%封入方式を採用する。

また、NDは受動制御方式によるダンパとして、ミッション要求を満足する物理的特性および機械的特性を有し、使用環境条件に適合する信頼性・品質管理を施す。

2.1.4.2 機能

本ニューテーション・ダンパは受動制御方式によるニューテーション・ダンピング機能を有するものであり、NDのエネルギー消散によって衛星のニューテーション運動を減衰させる。

2.1.4.3 構成

ニューテーション・ダンパは、矩環型・封入部および作動流体より構成され、円管断面の矩環構造を有する。

(1) 矩環部

- ・使用材料 Al
- ・矩環外形 394 (W) × 394 (L) mm
- ・円管内径 φ 20

(2) 封入部

- ・使用材料 Al
- ・封入法 真空封入

(3) 作動流体

- ・流 体 名 シリコーン・オイル
- ・比 重 0.92
- ・動粘性係数 5 cst

2.1.4.4 性 能

スピンドルと垂直な面内に配置された円環型ニューテーション・ダンパは封入流体の動的運動によってニューテーション・エネルギーを消散する。

(1) 動理的性能

- ・減衰時定数 2.0^H 以内 (定常時)
- ・充 填 率 $\approx 95\%$
- ・封 入 量 $424.2 \pm 0.5 \text{ cc} / (\text{at } 25^\circ\text{C} \ 5 \times 10^{-3} \text{ Torr 以下})$
- ・リ ー ク 量 $1.0 \text{ atm} \cdot \text{cc/year}$ 以下

(2) 機械的性能

- ・外形・寸法 図 2.1.4-1 の ND 外観図に示す。
- ・重 量 1.0 kgw/個 以下
- ・配 置 スピンドルと平行な面内に設置

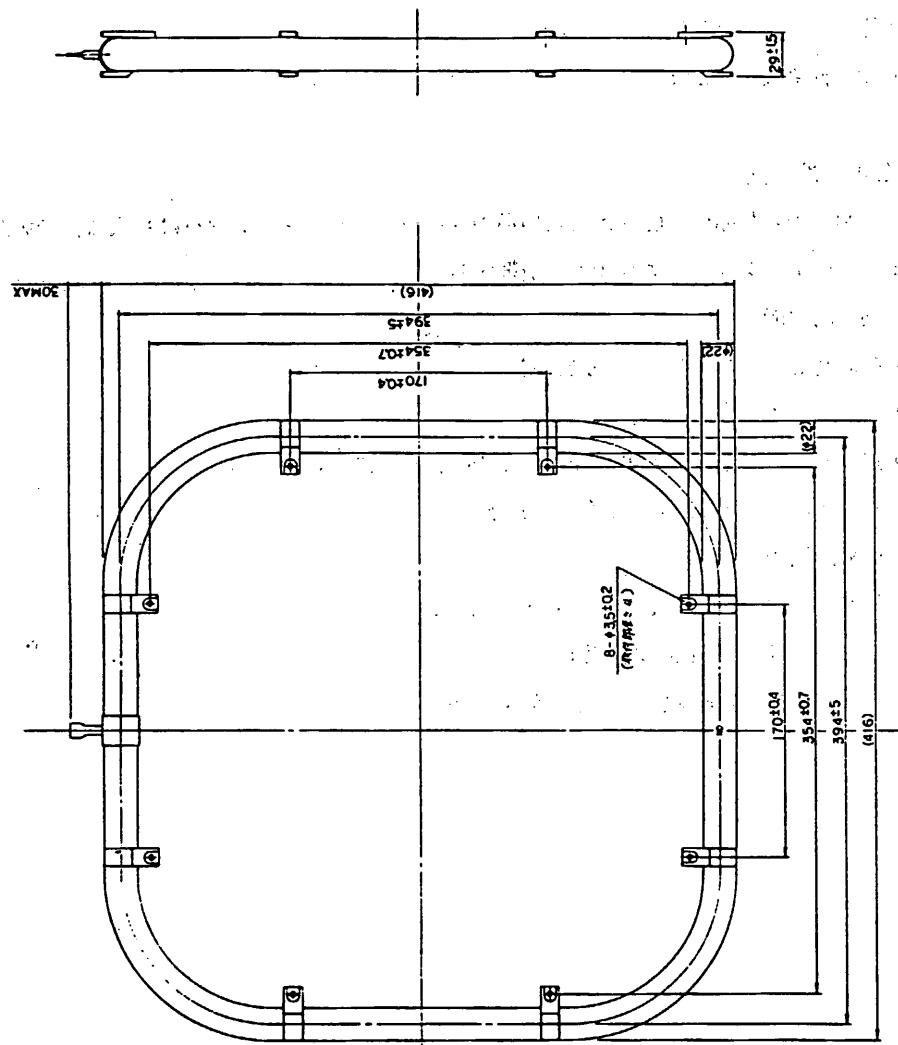


図 2.1.4-1 ND 外観図

2.1.5 補正用磁石 (GCM, RMM)

宇宙研 二宮研究室

日本電気㈱

2.1.5.1 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ドル軸に垂直な面内に最大4ヶ取付けられる。

2.1.5.2 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。

2.1.5.3 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, 15mm)

(2) ホルダー

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

2.1.5.4 性能

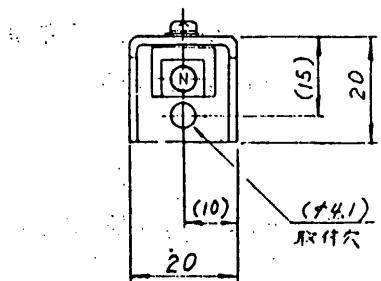
測定試験の結果、下記磁石より選択され取付けられる。

(1) 磁気的性能

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

(2) 機械的性能

・外形・寸法 図2.1.5-1補正用磁石外観図に示す。



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

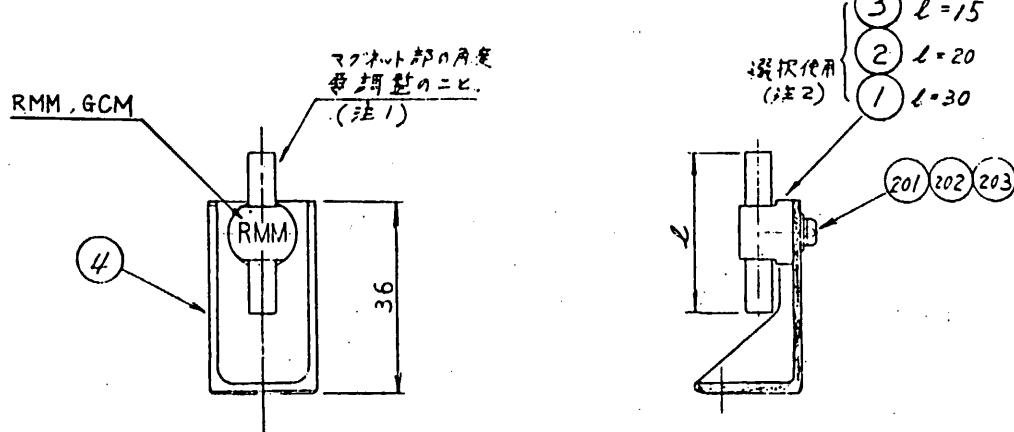


図2.1.5-1 補正用磁石外観図

- ・重 量 25 GW/個
- ・配 置 GCM; 磁気センサ近傍パドル裏面に設置
RMM; スピン軸と垂直な面内に設置

2.1.6 スピン軸方向制御コイル (MAC)

宇宙研 二宮研究室

日本電気㈱

2.1.6.1 概要

MACコイル (MAGNETIC ATTITUDE CONTROL COIL) は EXOS-C のスピン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、電気的・機械的・熱的インターフェースを考慮して円環型空心コイルの設計製作を行い、所定の磁気モーメントを発生する磁気トルカとしての性能を得ることができる。

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

2.1.6.2 機能

本MACコイルは、磁気姿勢制御方式によるスピン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。

2.1.6.3 構成

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

(1) モールド

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

(2) コイル部

- ・使用線材 SBW-AE-0 PVF

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

(3) コイル端子部

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

2.1.6.4 性能

スピン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: $\pm 30.0\text{ ATm}^2$ (標準値)
LOW: $\pm 20.0\text{ ATm}^2$ (標準値)
- ・コイル電流 HIGH: $\pm 150\text{ mA}$ $\pm 10\%$
LOW: $\pm 100\text{ mA}$ $\pm 10\%$
- ・コイル電圧 HIGH: $\pm 12.8\text{ V}$ $\pm 10\%$
LOW: $\pm 8.5\text{ V}$ $\pm 10\%$
- ・コイル抵抗 85.3Ω
- ・消費電力 1.9 W MAX

(2) 機械的性能

- ・外形寸法 図 2.1.6-1 の MAC コイル外観図に示す。
- ・重量 1.9 KG W
- ・配置 スピン軸と垂直な面内に設置

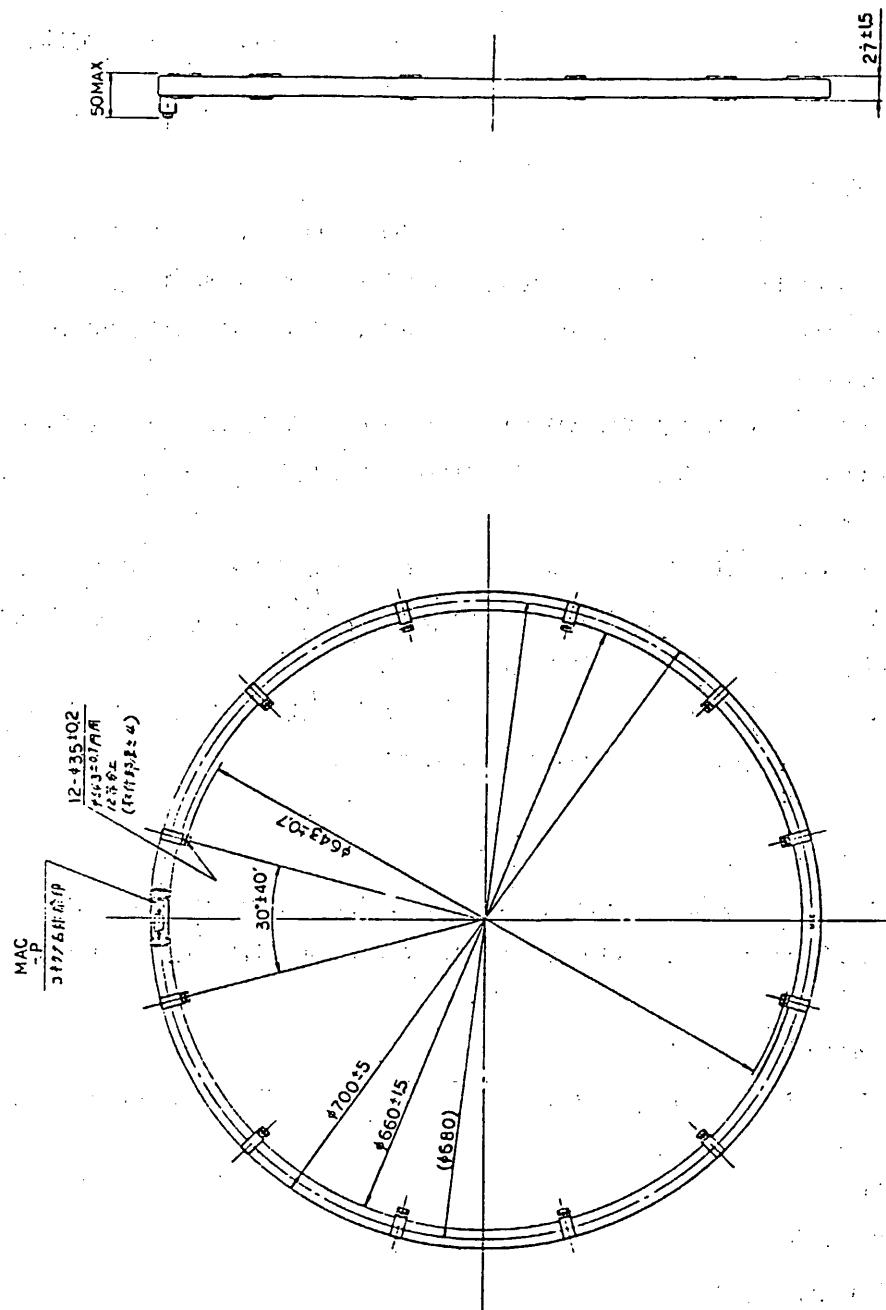


図 2.1.6-1 MAC 216-1 リール外観図

2.1.7 スピン速度制御コイル (MULD)

宇宙研 二宮研究室

日本電気㈱

2.1.7.1 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気的・機械的・熱的インターフェースを考慮して円環型空心コイルの設計製作を行い、所定の磁気モーメントを発生する磁気トルカとしての性能を得ることができる。

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

2.1.7.2 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。

2.1.7.3 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-AE-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

2.1.7.4 性能

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

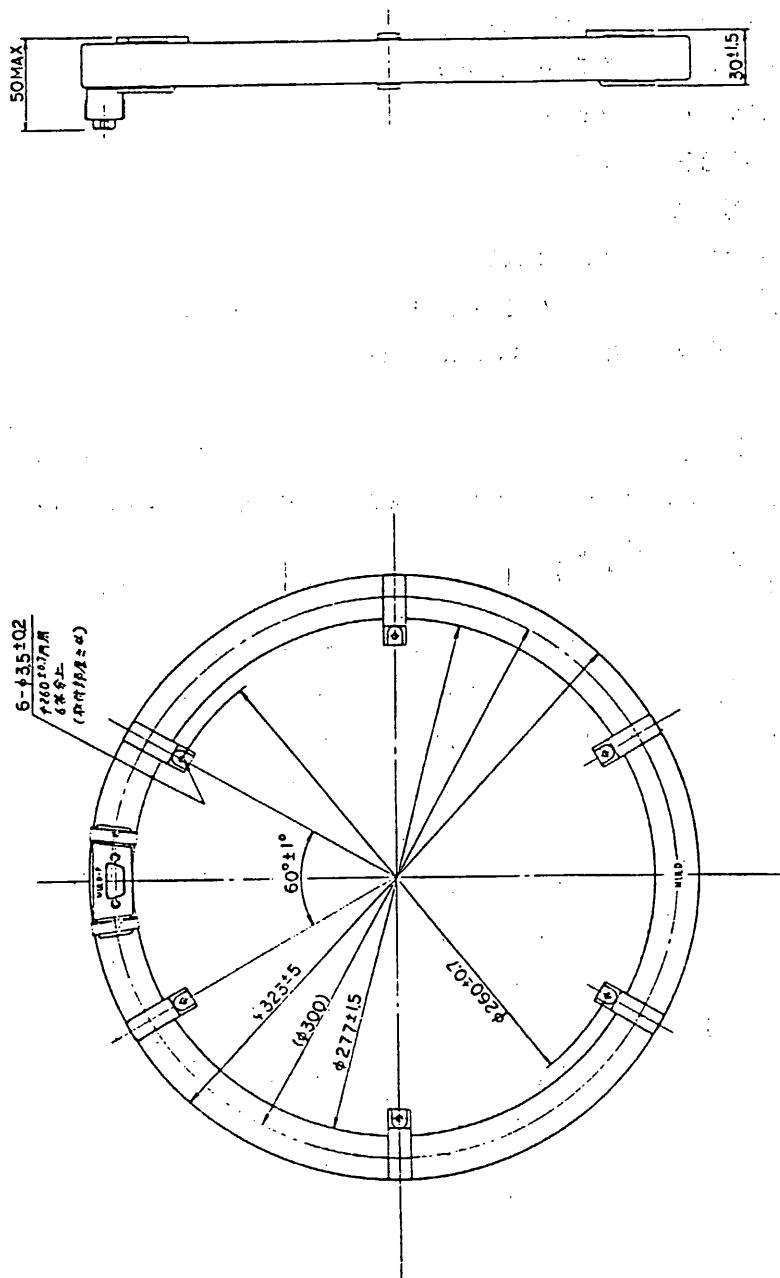
(1) 電気的性能

- ・磁気モーメント HIGH: $\pm 10 \text{ ATm}^2$ (標準値)
LOW : $\pm 6.7 \text{ ATm}^2$ (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°C)
- ・消費電力 1.7 W MAX

(2) 機械的性能

- ・外形寸法 図 2.1.7-1 の MULD 外観図に示す。
- ・重量 1.2 KGW
- ・配置 スピン軸と平行な面内に設置

図 2.1.7-1 MULDコイル外観図



2.1.8 ホイール制御装置 (WCE)

宇宙研 二宮研究所

日本電気㈱

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テスパン制御を行う。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 I/O コマンドで設定した値にする。

4. TACHO-2 モード

WHEEL の回転数を 2000 rpm にする。

2. 各部機能

ブロック図を図 2.1.8.1 に示す。

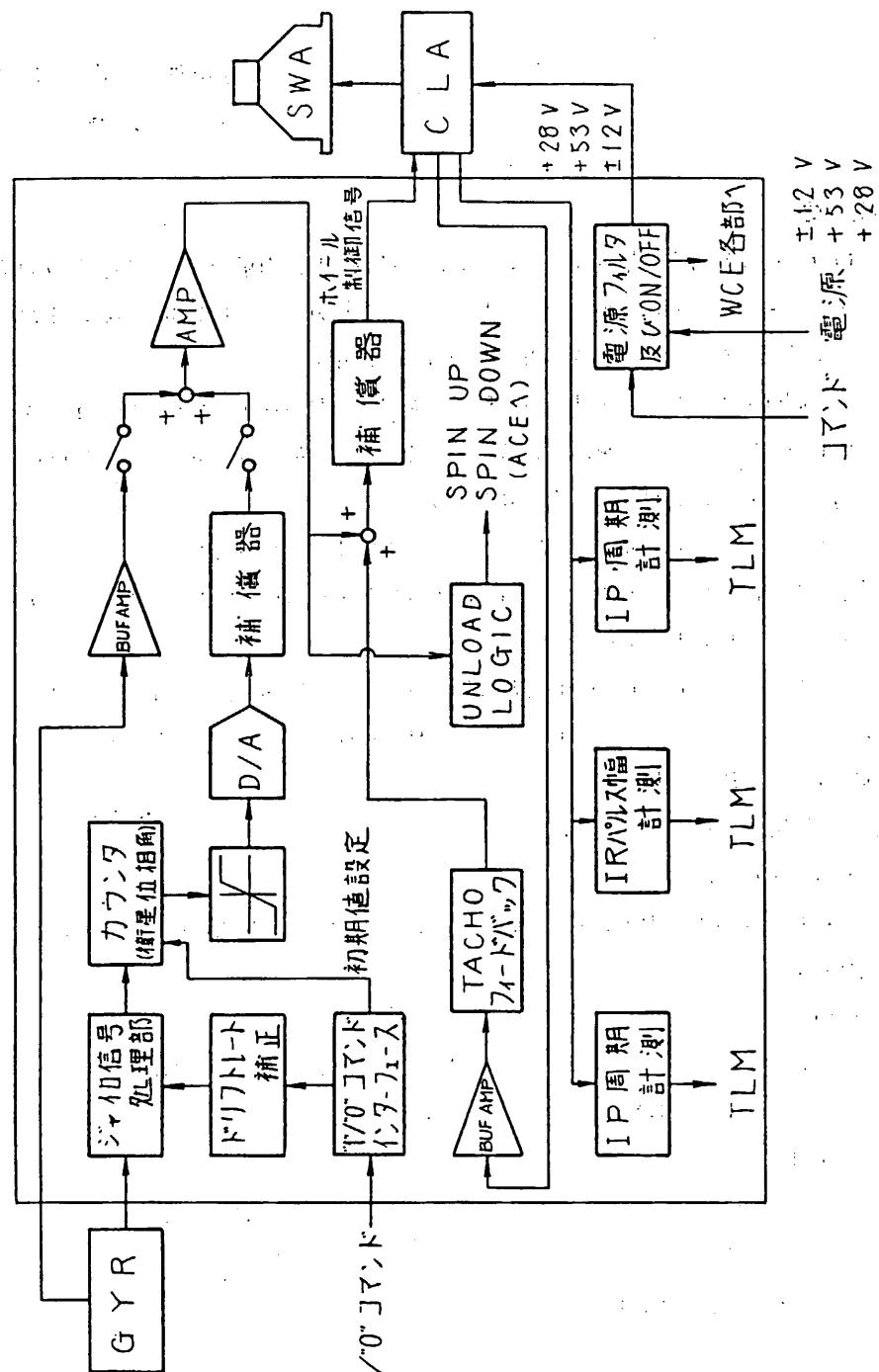


図 2.1.8.1 ホール制御装置ブロック図

ジャイロ信号処理部では、ジャイロ (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、補償器を通って、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、補償器を通っ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) G Y R信号処理

最大計測角速度	$\pm 0.44/\pm 1.78$ rpm
パルスウェイト	0.75/3.0 sec
タイミング信号	25.6 kHz
積分カウンタ	21 bit (± 218.4 deg)
初期位相設定	16 bit (24 sec/bit)
ドリフト補正	0~0.747 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	± 1.707 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	0~62.5 msec
IPパルス幅	0~62.5 msec
IP/IR位相差	0~62.5 msec

4. コマンド項目/ テレメトリ項目

4.1) コマンド項目

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

ホイール制御装置の電源をO Nする。

T A C H O - Z モードを設定する。

S W A / C L A に+28 V以外の電源を供給する。

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

ホイール制御装置の電源をO F Fにする。

W C E - R O T A T I O N (X 7, Y 5)

S W A / C L A に+28 Vを供給し、ホイールを起動する。

W C E - G Y R S T O P (X 7, Y 6)

S W A / C L A の+28 V電源をO F Fし、ホイールをS T O Pさせる。

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

ホイール制御モードをN O R M A L M O D Eに設定する。

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

ホイール制御モードをR A T E M O D Eに設定する。

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

ホイール制御モードをT A C H O - 1 M O D Eに設定する。

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

ホイール制御モードをT A C H O - 2 M O D Eに設定する。

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

1/0コマンドをW C Eに取り込む

W C E - E X E C U T E

1/0コマンドを実行する。

D A T A 1

データ“1”を1/0コマンドレジスタに書き込む。

D A T A 0

データ“0”を1/0コマンドレジスタに書き込む。

2) テレメトリ項目

表2.1.8.1にW C Eのテレメトリ項目を示す。

表 2.1.8.1 WCE テレメータ項目

ノーマル	W ₁	B ₆	ノーマル	ノーマル
レート	B ₁		レート	レート
タコ	B ₂		タコ	タコ
タコ2	B ₃		タコ2	タコ2
UNLOAD	B ₄		UNLOAD	UNLOAD
SPIN UP			SPIN UP	SPIN UP
SPIN DOWN	B ₅		SPIN DOWN	SPIN DOWN
トライク補正	B ₆		トライク補正	トライク補正
トライク補正	B ₇		トライク補正	トライク補正

アリスティタス	WCE - ON/F
W _{B1} , W _{B5}	WCE - OFF
W _{B11} , W _{B6}	WHITE, ROT/STOP
W _{B14} , W _{B1}	WCE - WRITE

アナルロジック PCM テーブル	アナルロジック PCM テーブル
$F_{8m+3} W_{12,13}$	1/0 コンタクト モニタ
$F_{8m+4} W_{11,12}$	積分カウント 初期値
$F_{8m+5} W_{11,12,13}$	積分カウント 出力
$F_{8m+5} W_{14}$	トリガトランジスタ
$F_{8m+6} W_{11,12}$	IP 圧力
$F_{8m+6} W_{13,14}$	IR リムジン幅
$F_{8m+7} W_{11,12}$	IP/IR 位相差
$F_{8m+15} W_6$	モーター 電圧
	モーター 電流

PCM	アナロジ	W15	モータ電圧
W15	モータ電圧	W15	モータ電圧
W15	モータ電圧	W15	モータ電圧

5. 形 状

W C E の外観図を図 2.1.8.2 に示す。

重量 2.4 kg 以下

6. 消費電力

+12V 45 mA 以下

-12V 40 mA 以下

+15V 250 mA 以下 (コマンド送信時)

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

+12V 92 mA 以下

-12V 92 mA 以下

+53V 6.2 mA 以下

+28V 430 mA 以下 (ホイール定常時)

1.25 A 以下 (ホイール加減速時)

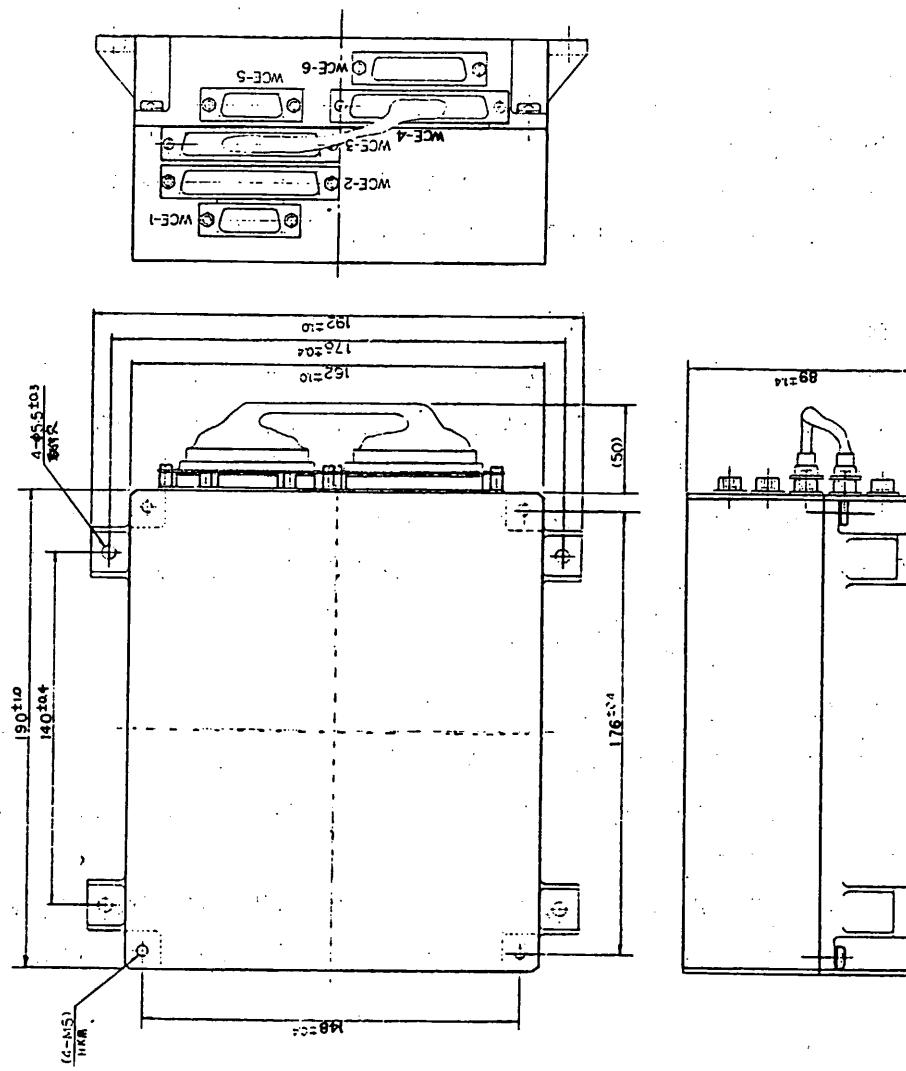


図 2.1.8.2 ホイール制御装置外観図

2.1.9 スキャンホイール (SWA/CLA)

宇宙研 二宮研究室

日本電気㈱

2.1.9.1 概要

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

2.1.9.2 構成

本装置は、SWA, CLAの2つの部分より構成される。

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

CLAはSWAを駆動する2相の交流電流を発生するMD部とプリアンプからの信号を処理し、姿勢検出に利用できる信号 (IP及びIRパルス) に変換するSP部より構成される。(図2.1.9-1参照)

2.1.9.3 機能

本装置は、機能の面でも2つの部分に別けられる。

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

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

2.1.9.4 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 RPM
蓄積角運動量 (2000 RPM)	18.43 Nms

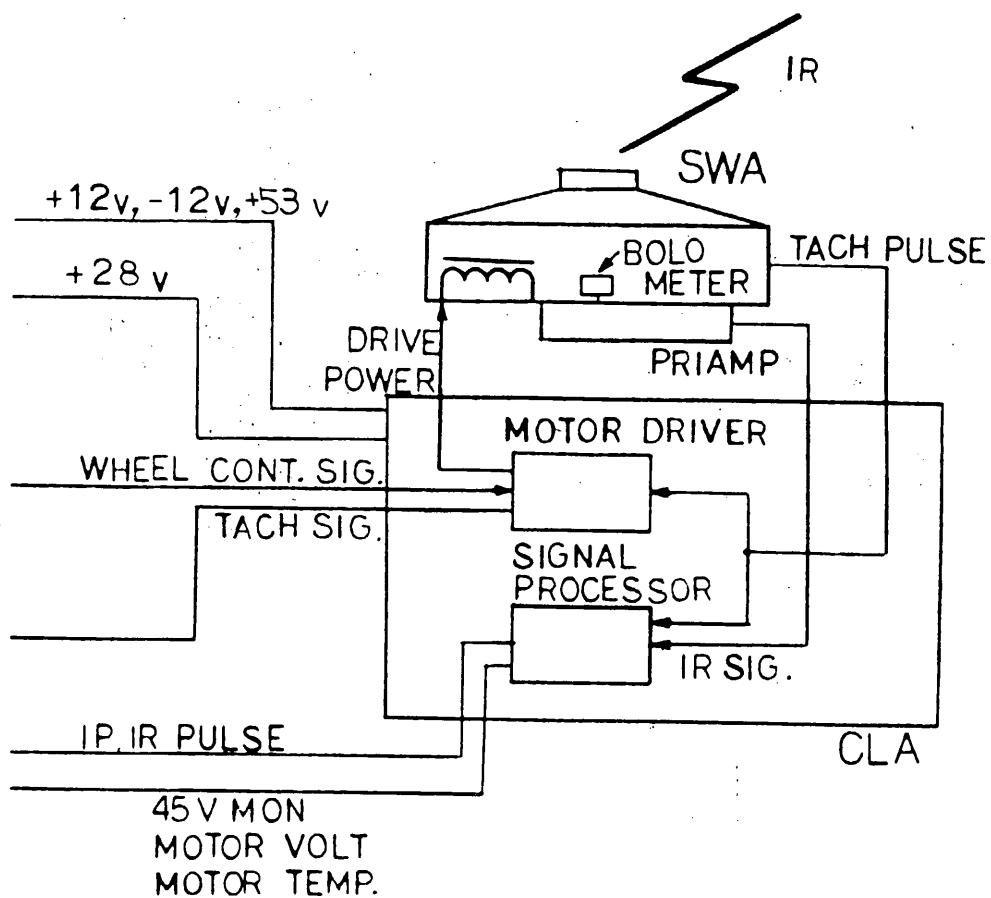


図 2.1.9-1 スキャンホールブロック図

最大発生トルク $\pm 3 \text{ oz-in}$

CLA

重量

寸法、外観は図 2.1.9-2, 3 参照

(2) 雷电的性能

電 力	+ 53 V	0.2 W
	+ 28 V	35 W
	加速時	
	定常時	12 W
	+ 12 V	0.2 W
	- 12 V	0.2 W

(3) 光学的性能

スキャンコーン半頂角 45°
瞬時視野 $2^\circ \times 2^\circ$

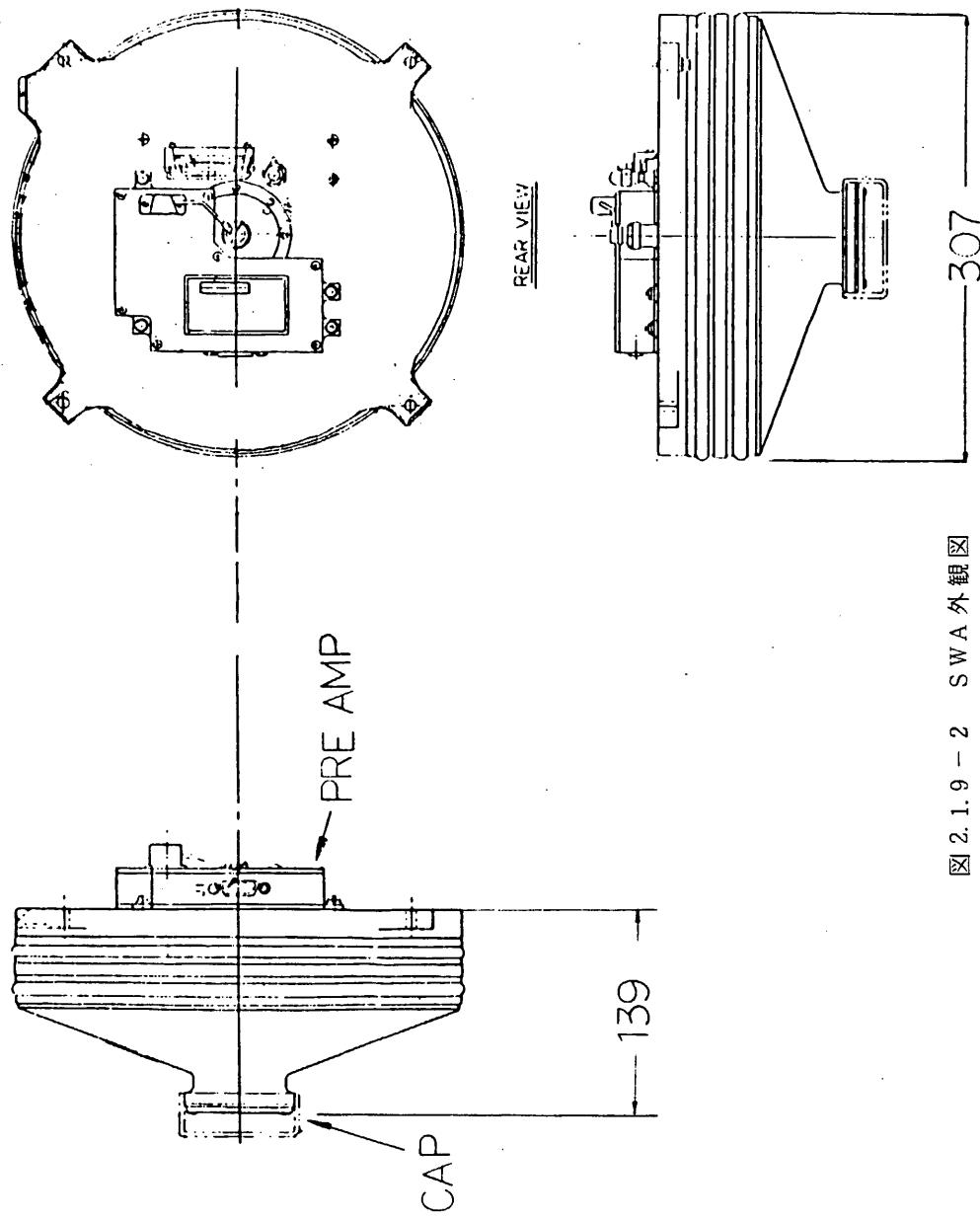


図 2.1.9-2 SWA 外観図

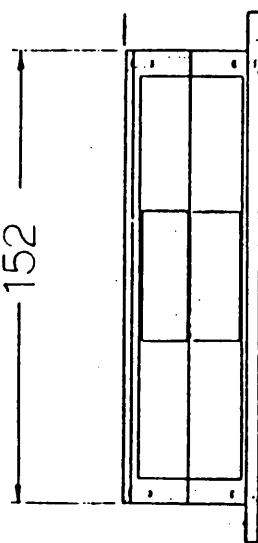
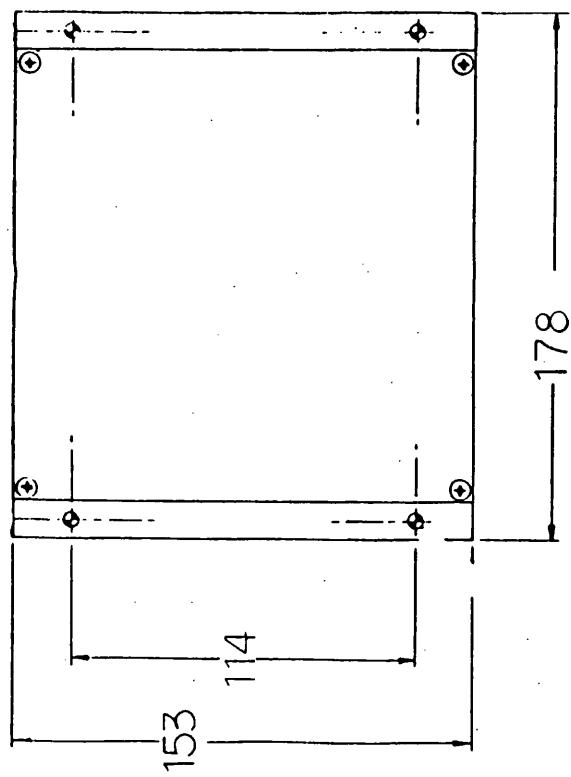
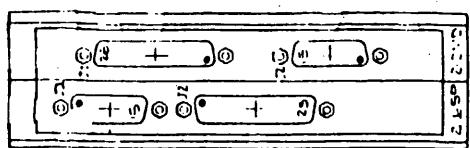
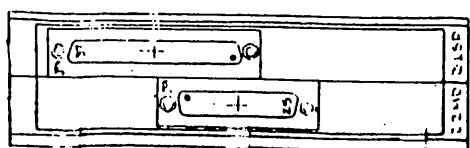


図 2.1.9-3 CLA 外観図



2.2.1 地磁気姿勢計 (GAS)

東海大・工
機測機舎

1. 概要

地磁気姿勢計 (GAS) は衛星軌道上において、地球磁場のベクトル測定を行い衛星スピノ軸と地磁気とのなす角度を検出し、地球磁場を基準とした衛星の姿勢を決定するものである。この情報は他の姿勢検出器等の情報と組み合せられて慣性空間における衛星の絶対姿勢を決定する為に用いられる。

科学衛星 “EXOS-C” に搭載される地磁気姿勢計は3軸のラックス・ゲート型磁力計で、衛星の磁気バイアスをさける為、太陽電池パドル先端部にセンサが取り付けられている。磁気センサは太陽電池パドル展開状態で、それぞれ衛星スピノ軸に平行な GAZ センサ及び、これに垂直な平面内で互いに直角な GAX, GAY センサの3成分で構成され、衛星姿勢決定の一情報を取得するとともに衛星の姿勢及びスピノ周期を制御する為に必要な信号として、GAX, GAY, GAZ の各センサ出力が姿勢制御系 (ACE) とスピノ周期制御系 (MULD) へ送られている。

また、本装置は小型軽量化され、厳しい環境条件のもとで高信頼性と測定性能の向上及び安定化等が得られるよう改良されている。

2. 仕様

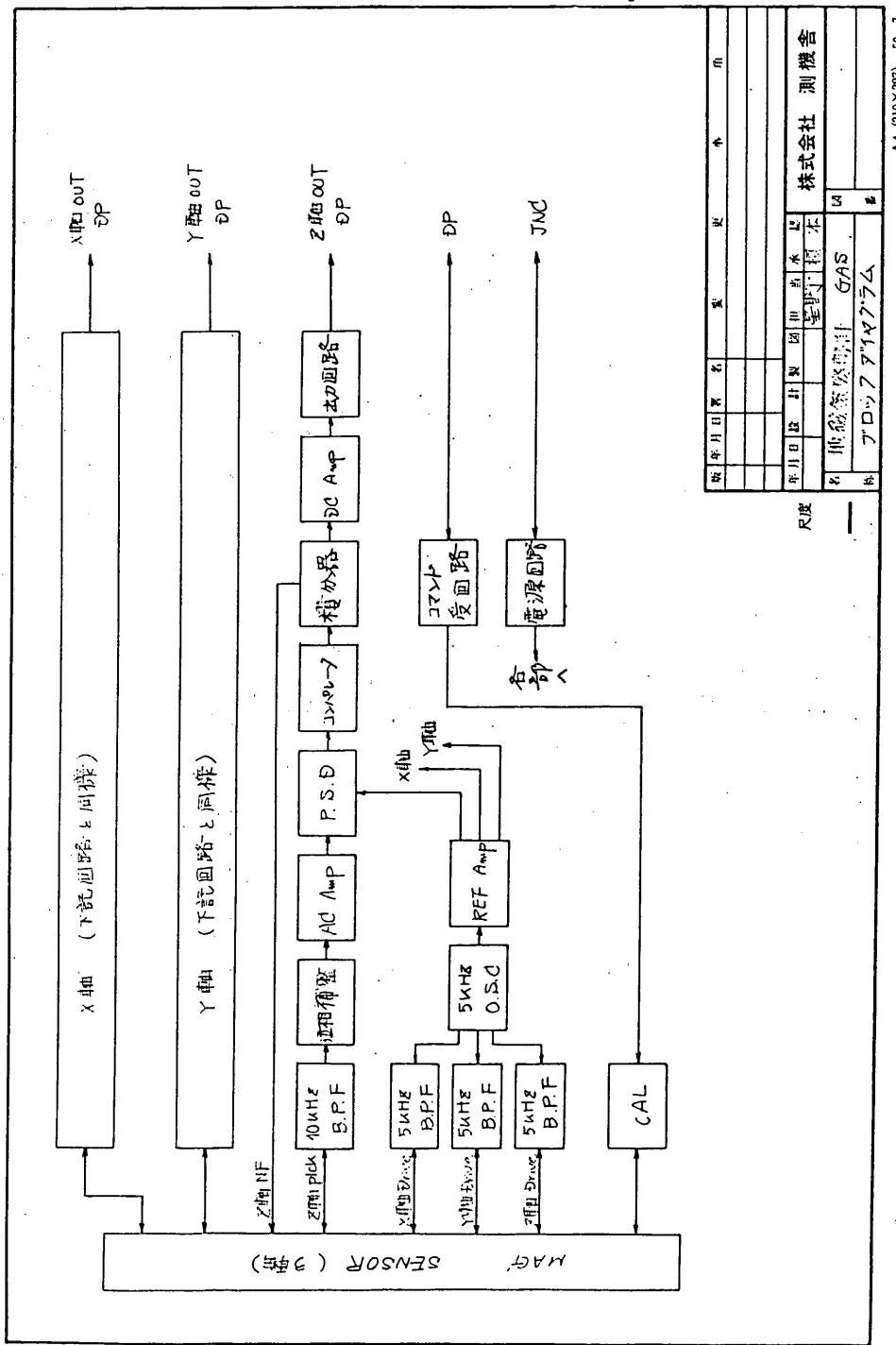
2.1 磁場測定範囲	$\pm 50,000 \text{ nT}$
磁場測定精度	$\pm 400 \text{ nT}$ (0°C~40°C)
磁力計 感度	100,000 nT/3V
動作温度範囲	
電気部	-20°C~+65°C
センサ部	-55°C~+80°C

2.2 消費電力

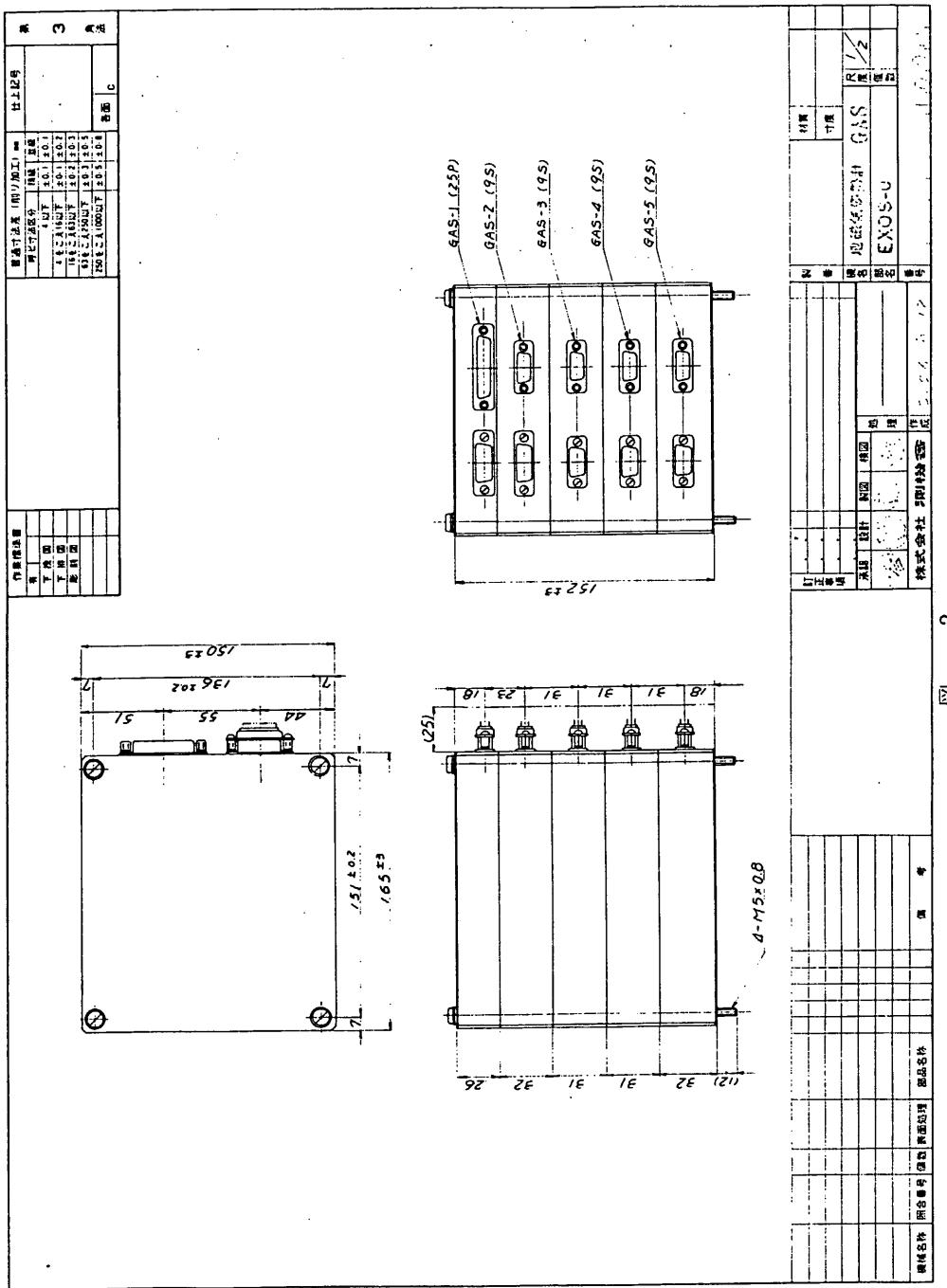
+12V	1440 mW
-12V	840 mW
+15V	900 mW

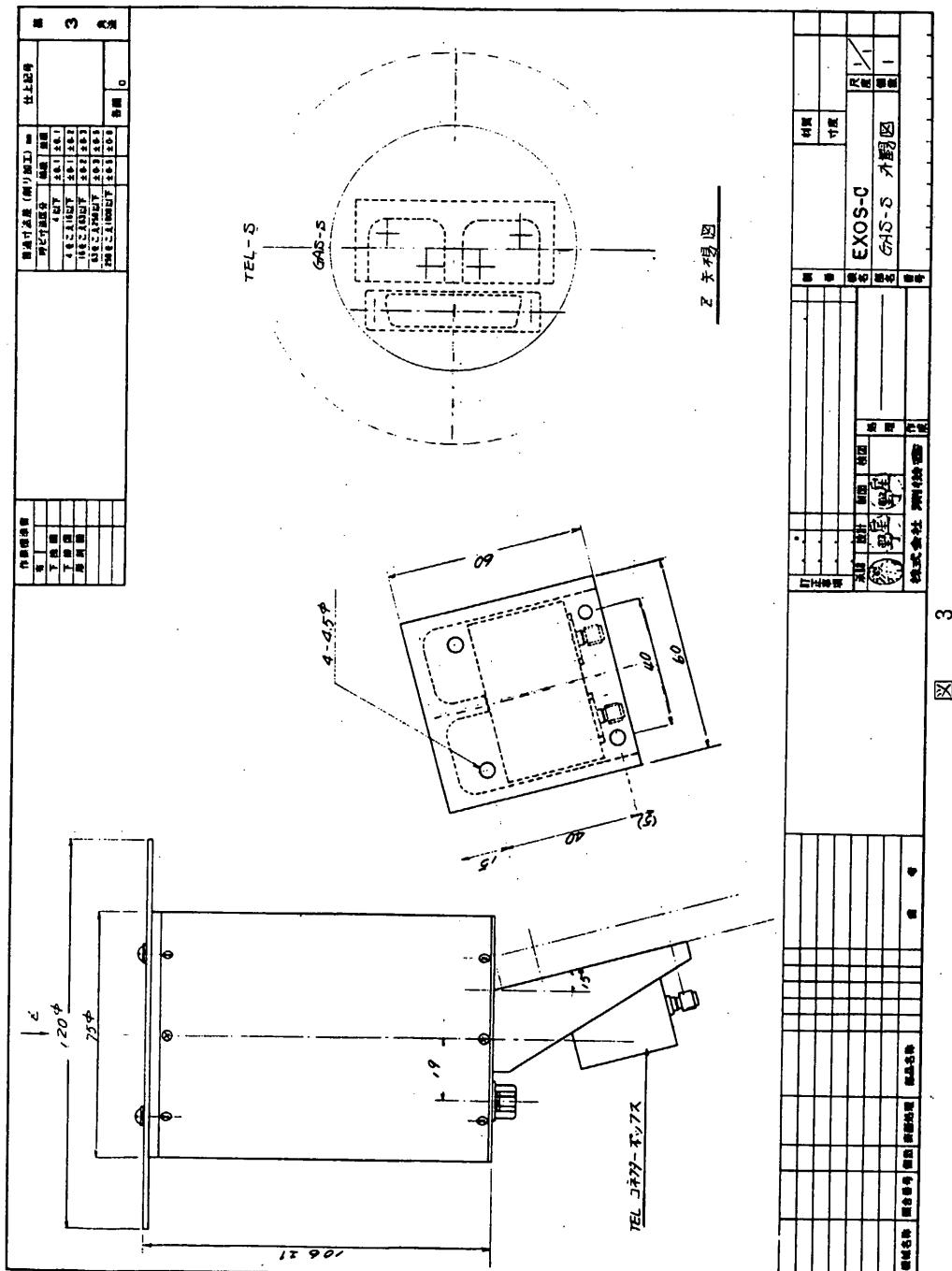
2.3 外形寸法·重量

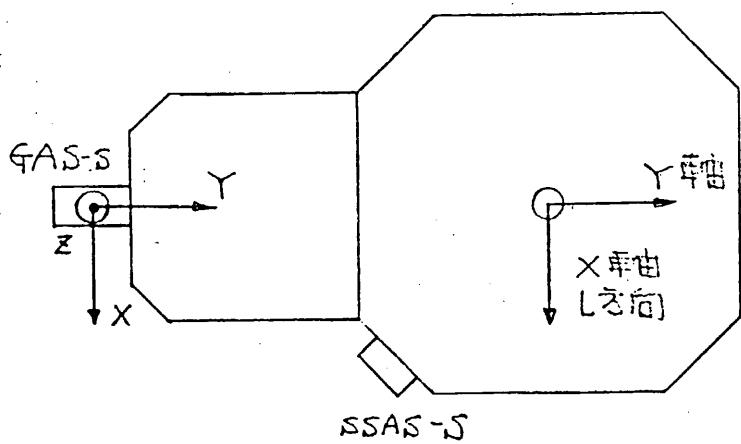
電 気 部 $182 \times 150 \times 152^h$ 2.5 kg
 センサ部 $\phi 75 \times 137^h$ 0.42 kg



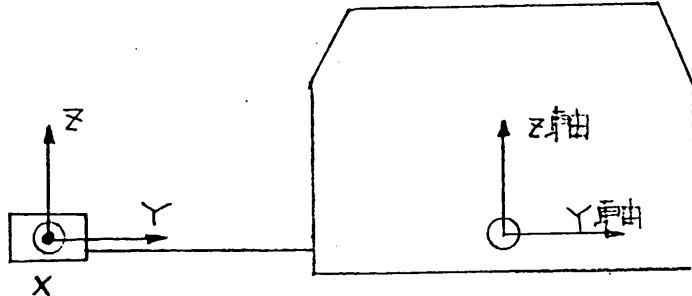
1







衛星上面



衛星側面

図 4

2.2.2 スピン型太陽姿勢計 (SSAS)

宇宙研 二宮研究室
測機舎

1. 概要

本装置は科学衛星 (EXOS-C) に搭載され、スピンフェーズでの衛星と太陽とのなす角を測定する太陽方向測定部とスピン周期を測定するスピン計測部に分けられる。

本装置の電子回路及びセンサ部はさまざまな環境条件に対応し、小型軽量かつ高信頼性を考慮された設計となっている。

2. 構成

- (1) 電気部 1台
- (2) センサ部 (スピン型) 1台

3. 主要性能

- (1) 消費電力 + 5 V 250 mW
+ 15 V 1350 mW
(SSAS ON / OFF リレー)
- (2) 測定範囲
太陽角視野 120° × 3°
スピン周期 3 Hz ~ 0.02 Hz
- (3) 分解能
太陽角 ± 1°
スピン周期 約 2 m Sec
- (4) H・K 項目
センサ部温度
- (5) 温度条件
精度維持温度 電気部 -30°C ~ +60°C
センサ部 -20°C ~ +60°C
機能維持温度 電気部 -50°C ~ +80°C
センサ部 -30°C ~ +65°C

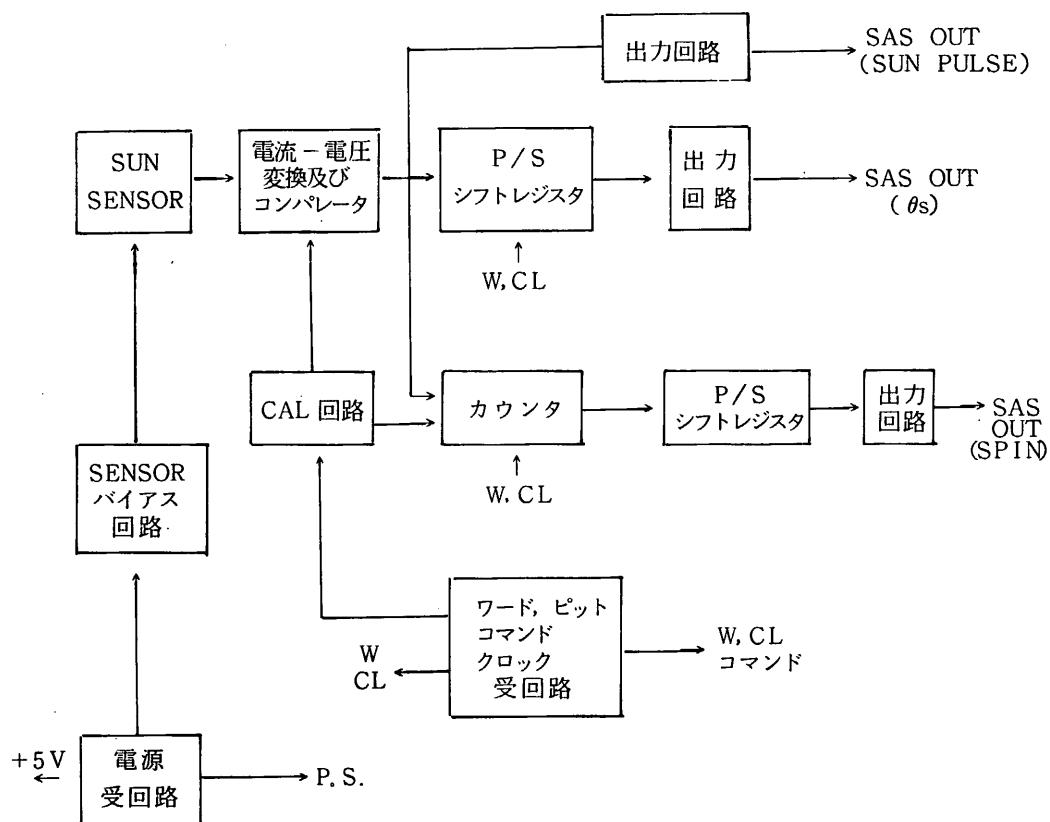
保 存 溫 度 電 気 部 $-60^{\circ}\text{C} \sim +90^{\circ}\text{C}$
 センサ部 $-40^{\circ}\text{C} \sim +80^{\circ}\text{C}$

(6) 尺 法

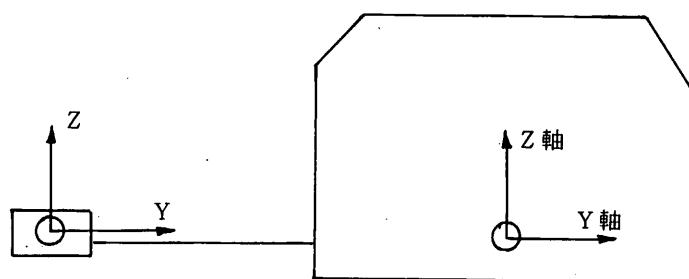
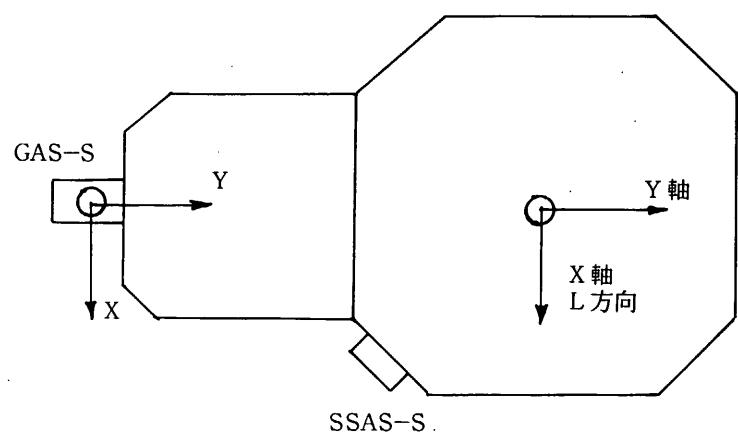
電 気 部 $162 \times 144 \times 43 \text{ mm}$
 センサ部 $66 \times 60 \times 60 \text{ mm}$

(7) 重 量

電 気 部 900 g
 センサ部 200 g



太陽方向検出器 SSAS
ブロックダイアグラム



太陽センサ(SSAS)及び地磁気センサ取付け位置

2.2.3 ノンスピン型太陽姿勢計 (N S A S)

宇宙研 二宮研究室
日本電気㈱

2.2.3.1 概要

本装置は、衛星-Z軸と太陽とのなす角度を測定する非スピン型高精度太陽センサであり、2軸分の角度データを出力する。このデータは、オンボードでの姿勢制御、及び地上での姿勢決定の一情報として用いられる。

2.2.3.2 構成

- (1) 太陽センサ 電気部 1台
- (2) 太陽センサ センサ部 1台

2.2.3.3 主要性能

主要性能を以下に示す。

- (1) 視野角 X軸方向 (α) $\pm 32^\circ$
- Y軸方向 (β) $\pm 32^\circ$
- (2) 測定精度 (α, β)
 - $\pm 30^\circ$ 0.05°
 - $\pm 30^\circ \sim \pm 32^\circ$ 0.1°
- (3) 分解能 0.004°
- (4) 出力角度ビット数 α 14 bit
 β 14 bit
サンプリゼンス 1 bit
- (5) アナログ出力 α $\pm 10V$ (全幅 4° に相当)
 β $\pm 10V$ (同上)
- (6) 電源電圧 $28V \pm 10\%$
- (7) 消費電力 $2.8W$
- (8) 温度条件 (電気部、センサ部)
 - 性能維持温度 $-30 \sim +60^\circ C$
 - 保存温度 $-40 \sim +70^\circ C$

(9) 寸法 (図 2.2.3-1, 図 2.2.3-2 参照)

電 気 部 $114 \times 198 \times 51$ (H) mm

セ ン サ 部 $110 \times 84 \times 24$ (H) mm

(10) 重量

電 気 部 1.1 kg

セ ン サ 部 0.4 kg

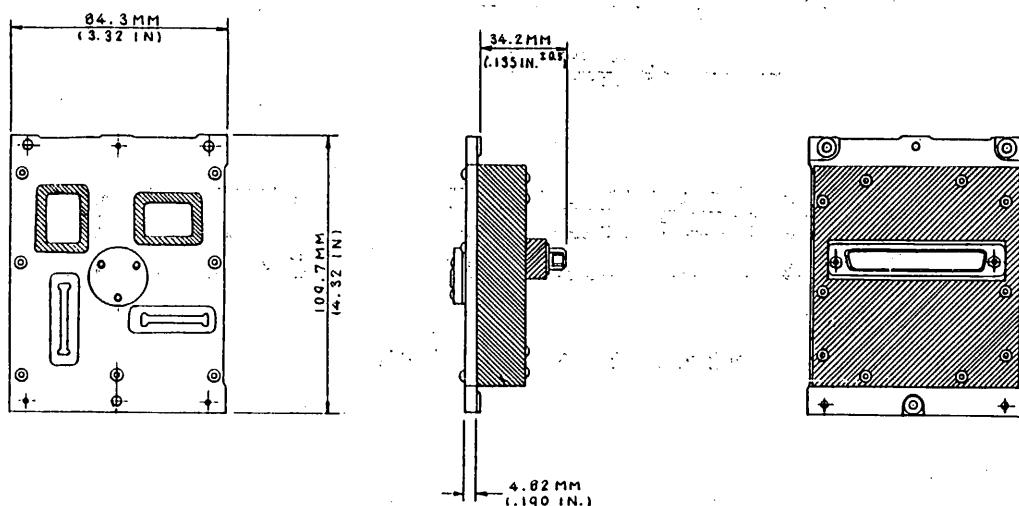


図 2.2.3-1 NSAS センサ部外観図

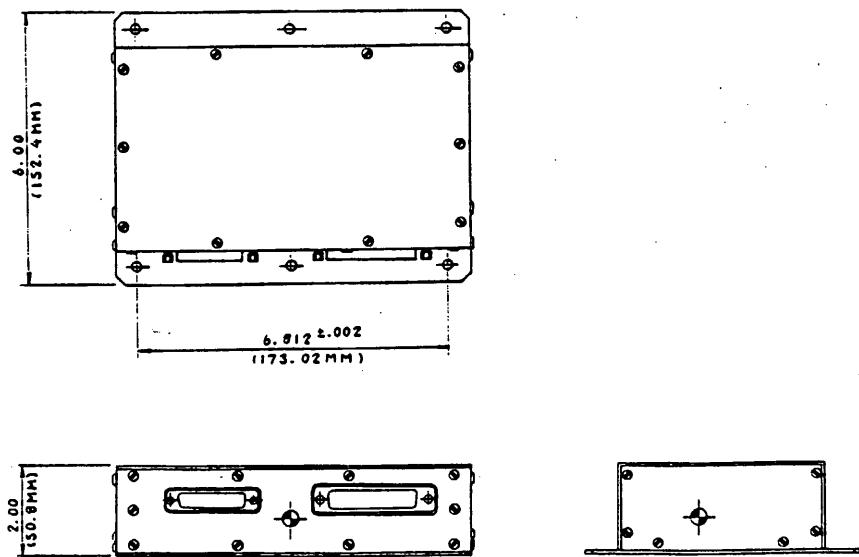


図 2.2.3-2 NSAS 電気部外観図

2.2.4 ジャイロ姿勢計 (GYR)

宇宙科学研 二宮研究室
日本航空電子工業

1. 概要

ジャイロ姿勢計 (GYR) は、科学衛星 EXOS-C に搭載され、衛星のスピンドルレートを検出する 1 軸レートセンサである。

2. 機能および構成

GYR は、衛星のホイール軸まわりの入力角速度を検知し、これに比例したアナログ角速度信号および角度増分パルス信号を、衛星のホイール制御装置回路部 (WCE) に出力する 1 軸レートセンサであり、2 個の積分ジャイロ (待機冗長) およびその関連エレクトロニクスから構成される。

この GYR の構成および機能ブロックを、図 2.1 および図 2.2 に示す。

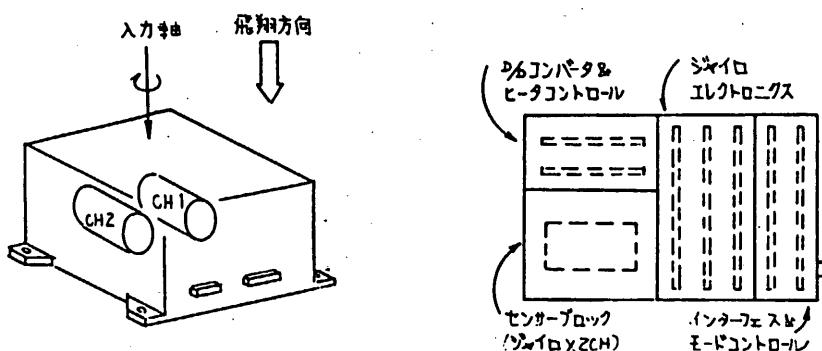


図 2.1 構成図

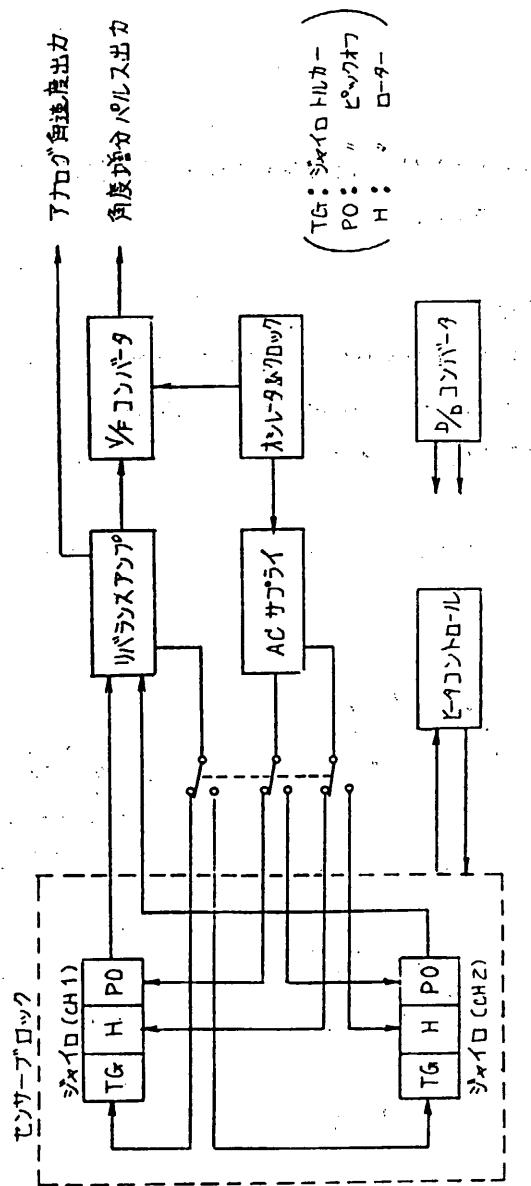


図 2.2 機能プロック図

3. 動 作

2個のジャイロ（浮動型1軸積分ジャイロ）は、シャーシから熱および機械的にアイソレートされたセンサブロックに組込まれ、ヒータコントロール回路によって一定温度に保たれる。

ジャイロのピックオフ出力は、リバランスアンプによって直流信号に変換されてジャイロトルカーフィードバックされる。このフィードバック電流は、ジャイロへの入力角速度に比例しており、これを精密抵抗にて電圧に変換することによって、アナログ角速度信号が得られる。さらにこのアナログ電圧を、V/Fコンバータにて周波数変換することにより、角度増分パルス信号が得られる。また、入力角速度の計測範囲は、衛星のスピンドルレートに対応して、WIDEレンジ（±1.78 rpm以内）とNARROWレンジ（±0.44 rpm以内）とが有り、このレンジ切換えは、ジャイロローターの回転数を切換えることによって行う。

GYRは、計測レンジの切換えおよび使用するジャイロの選択など、表3.1に示す内部作動モードを有しており、これらはデータプロセッシングユニット（DPU）からのコマンド信号によってコントロールされる。

表3.1 内部作動モード

モード	内容
GYR ON/OFF	ヒータコントロール回路のON/OFF
CH 2/1	使用するジャイロCH2/1の切換え
HTR HI/LO	コントロールヒータの高電力/低電力の切換え
LOOP ON/OFF	ジャイロリバランスループのON/OFF
MOTOR ON/OFF	ジャイロスピンドルモータの起動/停止
RANGE NARROW/WIDE	計測レンジNARROW/WIDEの切換え

4. 性能諸元

GYRの性能諸元を表4.1に示す。

表 4.1 性能諸元

	NARROWレンジ	WIDEレンジ	備考
<u>入力レート範囲</u>			
・瞬間 1分以内	0～±2.6°/S	0～±1.0.6°/S	
・連続	0～±1.80°/S	0～±7.20°/S	
<u>アナログ角速度出力</u>			
・スケールファクタ	-3.75 VDC/°/S ± 5%	-9.38 mVDC/°/S ± 5%	
・G不感ドリフト	0～±2.0°/H	—	
・G感ドリフト	0～±7.0°/H/G	—	
<u>角度増分ペルス出力</u>			
・パルスウェイト	0.75 μ, パルス ± 0.5%	3.0 μ, パルス ± 1%	
・直線性	± 0.5%	—	
・非対称性	± 0.5%	—	
・G不感ドリフト	0～±0.05°/H	—	調整時
・G不感ドリフト安定度	0.01°/H (1σ)	—	30日間安定度
<u>消費電力</u>			
・温度コントロール用	0.3～1.1.4 W	周囲温度-30°～+50 °C	
・その他 (NARROWレンジ)	1.0.9～1.2.7 W	入力レート0～±2.6°/S	
<u>寸法・重量</u>			
・寸法	122H×180W×194D mm	コネクタ・取付足を除く	
・重量	4.8 kg以下		

第4章 運用制御とデータ処理系

第4章 運用制御とデータ処理系

4.1 データプロセッサ (DPU)

宇宙科学研 野村研究室

日本電気㈱

4.1.1 概要

(1) 機能の概略

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

(2) 特徴

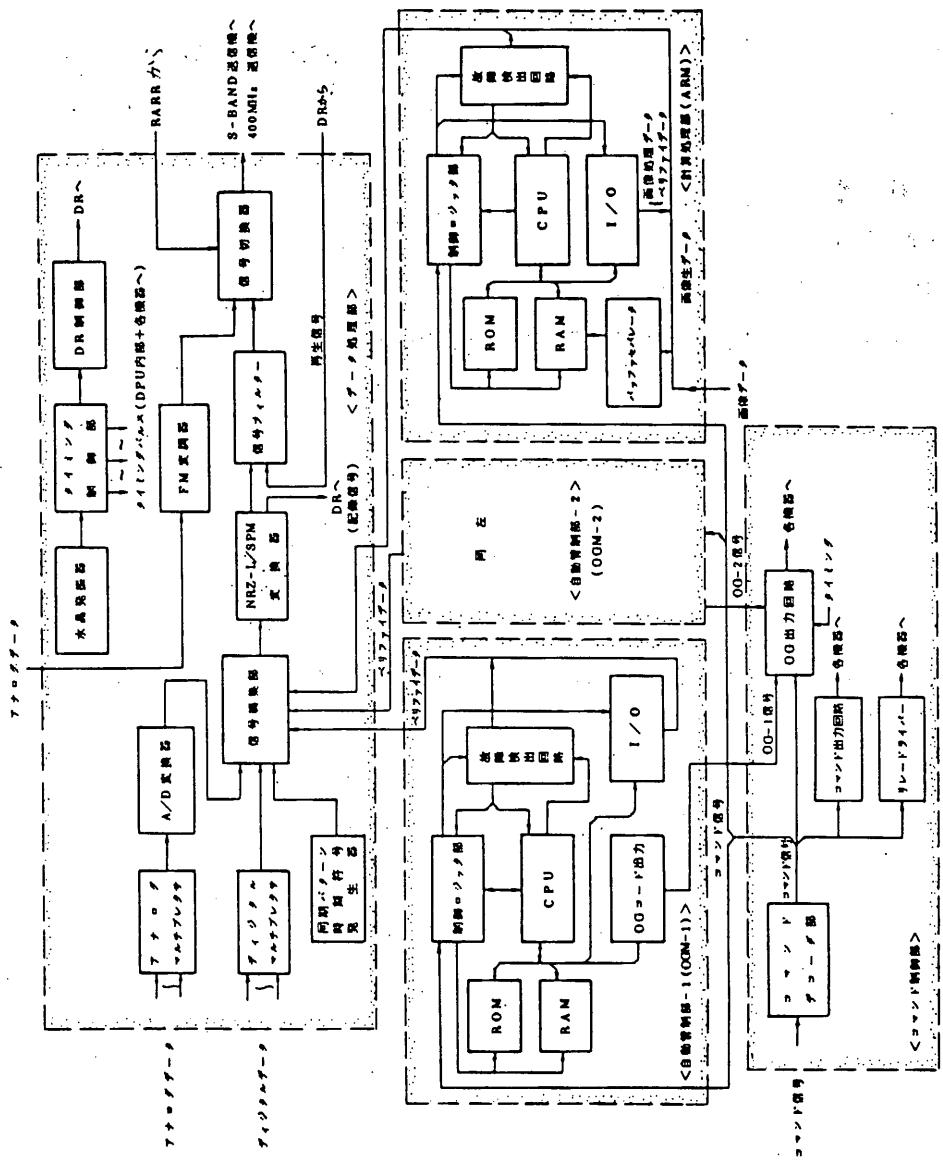
- 衛星非可視領域での自動管制と画像データの計算処理を目的に、マイクロコンピュータ3系統を使用。
- 各マイクロコンピュータは、4種の故障検出システムを内蔵。
- 128秒を基本観測単位とし、最大256時間（10日+16時間）まで、フレキシブルな運用シーケンスをプログラムできる。
- C-MOS ICの採用による極低消費電力。

(3) 構成

データプロセッサは、機能上の5ブロックに分割される。

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

第4.1-1図に、データプロセッサの機能系統図を示す。



第 4.1.-1 図 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。

4.1.2 動作の詳細

(1) データ処理部

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

(2) コマンド制御部

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

ディスクリートコマンドは従来から使用されている方式のコマンドであり、地上からの1回のコマンド指令により動作するコマンド (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。

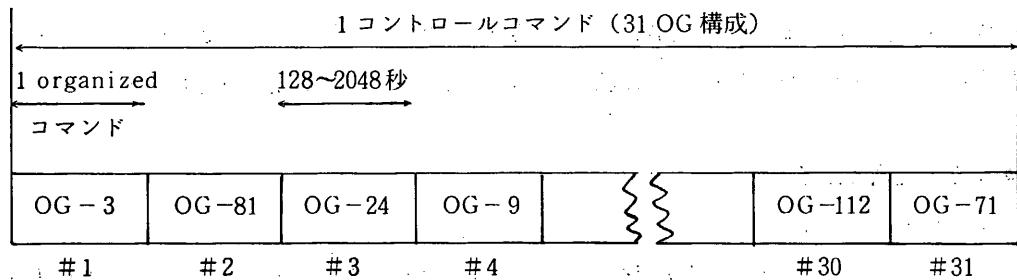
衛星の自動運用シーケンスの内容は、コントロールコマンドの内容により決定される。

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4.1-2図にコントロールコマンドの1例を示す。

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

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



第4.1-2図 コントロールコマンドの例

OGは16Bitの制御コードから構成され、第4.1-3図にOGコードフォーマットを示す。

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

第4.1-3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切り換え、TMS送信機、TMU送信機の選択と伝送データの切り換えに、B 12～B 15のコードは観測機器パラメータ設定に使用される。

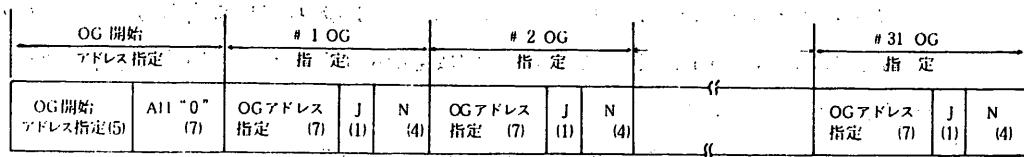
これらB 0～B 15の制御はOG実行時、同時に実行される。

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

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

第4.1-4図に、地上から指令するOG制御データフォーマットを示す。

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



注)数字は Bit 数

第 4.1-4 図 OG 制御データフォーマット

表 4.1-1 にブロックの説明を示す。

表 4.1-1 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 OG 94種と任意 OG 32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 FOR, WARD 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 $128 \text{ 秒} \times 16 = 2048 \text{ 秒}$ (34 分 8 秒) まで N によって選択できる。従って 1 コントロール

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

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

BACKループ機能により、任意のOG間を繰り返し実行できる。

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

Nの使用例を表4.1-2に示す。

表4.1-2

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

(4) 計算処理部

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

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

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

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

L A S 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 C P U (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、C P U 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。

○命令読み出しエラー検出回路

○アドレスエラー検出回路

○C P U 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、C P U 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。

4.1.3 電気的性能

D P U の主要諸元を表 4.1-3 に示す。

表 4.1-3

項目	性能
1) PCU データ形式	
データフォーマット	15種類 (MAX 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 TRIG + BAND 15
	入力電圧 0 ~ 5 V
	入力インピーダンス 100 kΩ (450 Hz 以下)
4) A/D 変換器	2 進 8 ビット直線符号化逐次比較型
	変換時間 138 μsec (MAX 20 μsec)
	入力電圧 0 ~ 3 V
	入力周波数 4.5 Hz 以下
	変換精度 ± 0.8% フルスケール
	入力インピーダンス 200 kΩ
5) 入力	
アナログ	0 ~ 3 V
シリアル 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) ディスクリート コマンド	
D D C	AD: 1~7, EX: 1~15, MAX 104 項目
P D C - 1	X : 1~7, Y : 1~15, MAX 104 項目
P D C - 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 μ sec
自動管制部	待機冗長構成 CPU × 2 ROM: 1.5k Byte × 2 RAM: 0.5k Byte × 2
計算処理部	单系構成 (CPU異常時) 生データ伝送 CPU × 1 ROM: 1.5k Byte RAM: 8 k Byte
12) 消費電力	2 W 以下

4.1.4 機械的性能

(1) 構 造

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

電子部品はプリント板実装方式を採用しシャーシ内に収容するようになっている。

(2) 寸法、重量、外観図

重 量 12.2 kg

寸 法 340 × 340 × 210 (H) mm

外 観 外観図を第 4.1-5 に示す。

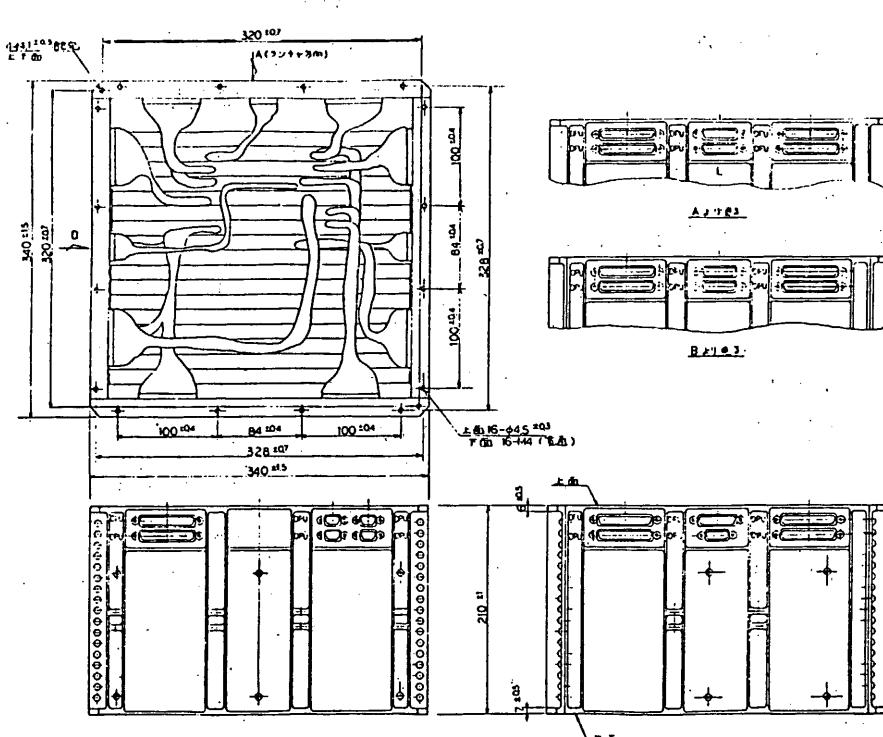


図 4.1-5 外 観 図

4.3 オーガナイズドコマンド(OG)

大家 寛・森岡 昭
日本電気株式会社

1. DPUの概要

準極軌道をもつEXOS-C衛星は極域から赤道域にわたる電離圏および磁気圏基部のプラズマ、粒子、波動観測および中層大気の光学的リモートセンシングを行うものであり、その観測対象は多岐にわたり、したがって観測モードも衛星の軌道、姿勢、観測対象に応じて適宜切替えた運用が不可欠となる。またEXOS-Cは南極昭和基地上空での衛星-地上同時観測、ISレーダとの共同観測も重要なプロジェクトの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、ディスクリートコマンドを発生する機能に加えて、マイクロコンピュータ制御によってあらかじめDPU内に書き込まれている複合コマンド(固定Organized Command)あるいは地上からのコマンドによって書き込まれる複合コマンド(RAM OG)を観測者が地上から指令するシーケンスプログラムに従って実行し、衛星の動作、観測機器のパラメータ設定を自動的に制御する機能をもっている。このOGによる衛星自動管制はすでにEXOS-B衛星で実績があり、極めて有効に運用された。EXOS-C衛星では、マイクロコンピュータを導入することにより機能の向上が計られ更に広汎な運用が可能となっている。

2. 動作概要

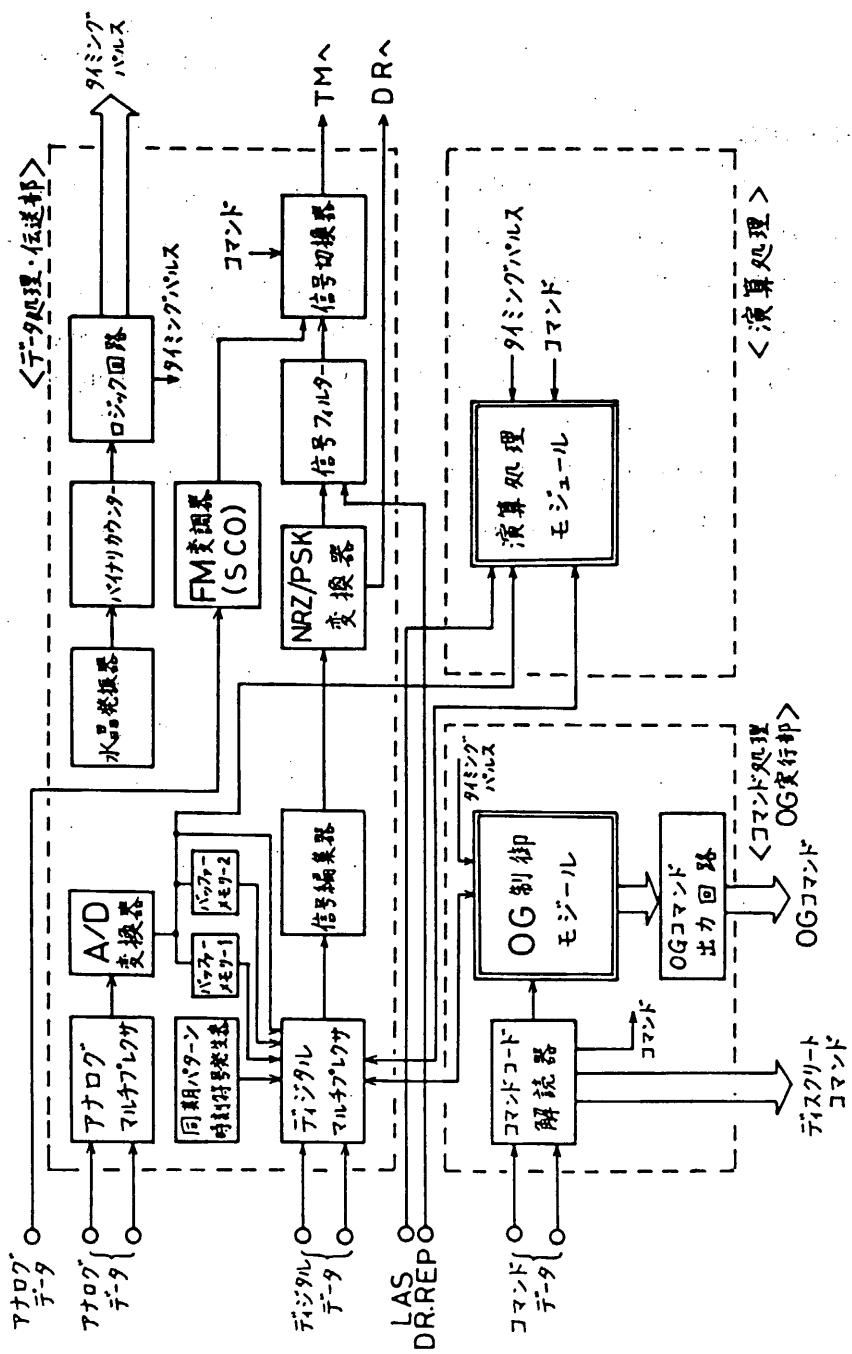
第4-1図にDPUの機能系統図を示す。DPUは大別すると、

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

から構成される。

2.1 データ処理・伝送部

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



第4-1図 DPU機能系統図

PCMデータの形式は以下のとおりである。

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

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

word mode	0	16	27	32	38	40	48	54	72	80	92	96	100	112	127
0	#追DATA-STATUS	E S P	*	PPS	(SPW-V)	I R A	A L A	E S P	**	PPS	(SPW-H)				
1	#追DATA-STATUS	E S P	*	PPS	(SPW-S)		HEP		E S P	**	PPS	(SPW-H)			
2	#追DATA-STATUS	E S P	*	PPS	(NPW-N)	I R A	A L A	E S P	**	PPS	(NEI)				
3	#追DATA-STATUS	E S P	*	PPS	(NPW-N)		HEP		E S P	**	PPS	(NEI)			
4	#追DATA-STATUS	E S P	*	TEL	PPS	BUV	HEP	I R A	A L A	E S P	**	TEL	PPS	(NPW-H/NEI)	
5	#追DATA-STATUS	E S P	*	TEL	PPS	BUV	PPS(NEI)	I R A	A L A	E S P	**	TEL	PPS	(NEI)	PPS(NPW-V)
6	#追DATA-STATUS	E S P	*	TEL	PPS	BUV	PPS(NPW-H)		HEP		E S P	**	TEL	PPS	(NPW-H)
7	#追DATA-STATUS	E S P	*	PPS	(NPP-S-R)	I R A	A L A	E S P	**	PPS	(NPP-S-L)				
8	#追DATA-STATUS	E S P	*	PPS	(NPP-F-R)		HEP		E S P	**	PPS	(NPP-F-L)			
9	#追DATA-STATUS			L A S		I R A	A L A			L A S					
10	#追DATA-STATUS			アス				O G M							
11	#追DATA-STATUS			アス				O G M							
12	#追DATA-STATUS			アス				A R M							
13	#追DATA-STATUS			アス				A R M							
14	#追DATA-STATUS	A C C	*	TEL		A C C			**	TEL		A C C			
15	#追DATA-STATUS	M U M	*	TEL		M U M			**	TEL		M U M			

*: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D D C コマンドと2回指令によって動作するP D C コマンドとがある。D D C コマンドは98項目あり、主として共通機器制御および各機器のON/OFF制御を行う。P D C コマンドにはP D C - 1およびP D C - 2の2つのグループがあり、それぞれ95項目及び63項目コマンドとなっており、主として観測機器のパラメータ制御に使われる。表4-1にコマンド項目と制御内容を示す。

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。

表 4-1 コマンド項目と制御内容

サブシステム	項目 No					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			
PCU			1	13			PCU MANU	充電制御を手動にする	$F_{8n} W_7 B_7$
			1	15			PCU AUTO A	PCU AUTO & Level A	$F_{8n+1} W_7 B_0$
			1	14			PCU AUTO B	PCU AUTO & Level B	"
			2	13			BAT FULL	バッテリON & フル充電	$F_{8n+1} W_7 B_4$
			2	14			BAT TRIC	バッテリ、トリクル充電	"
BAT			2	15			UVC CONT ON	UVC制御 ON	$F_{8n+1} W_7 B_7$
			3	15			UVC CONT OFF	UVC制御 OFF	"
			3	13			BAT HEAT ON	バッテリヒータ ON	$F_{8n+1} W_7 B_5$
			3	14			BAT HEAT OFF	バッテリヒータ OFF	"
AHM			3	3			AHM ON	AHM電源 ON	$F_{8n+6} W_7 B_6$
			3	4			AHM OFF	AHM電源 OFF	"
			4	3			CMP WRITE	補償データ書き込みモードの設定	$F_{8n+4} W_7 B_4$
			4	4			AH WRITE	容量データ書き込みモードの設定	$F_{8n+4} W_7 B_3$
			4	5			AHM EXEC	"1" / "0" コマンド実行	$F_{8n+4} W_7 B_4$ $F_{8n+4} W_7 B_3$
	1	3					"1"	データ "1" の書き込み	$F_{8n+7} W_7 B_0 \sim 7$ 8bit
	2	4					"1"	"	"
	2	3					"Q"	データ "Q" の書き込み	"
	1	4					"Q"	"	"
SANT	3	12					SANT-A ON	SANT-A ON, SANT-B OFF	$F_{8n} W_7 B_1$
	3	13					SANT-B ON	SANT-B ON, SANT-A OFF	"
UANT	3	10					UANT-A ON	UANT-A ON, UANT-B OFF	$F_{8n} W_7 B_0$
	3	11					UANT-B ON	UANT-B ON, UANT-A OFF	"
TMU	2	10					TMU ON DOWN	TMU送信ON & パワーダウン	$F_{8n} W_8 B_0$
	2	11					TMU OFF	TMU送信 OFF	"
	2	12					TMU PW UP	TMU送信出力アップ	$F_{8n} W_8 B_1$
TMS	1	10					TMS ON DOWN	TMS送信 ON & パワーダウン	$F_{8n} W_8 B_4$
	1	11					TMS OFF	TMS送信 OFF	"
	1	12					TMS PW UP	TMS送信電力アップ	$F_{8n} W_8 B_5$
SBR	1	15					SBR ON	SBR電源ON	$F_{8n} W_7 B_3$
	2	15					SBR OFF	SBR電源OFF	"
EPT		5	15				EPT STOP	タイマ停止	$F_{8n+6} W_8 B_1 \sim 3$
		4	15				YO-YO EXT	ヨーヨー展開	-
		5	12				PDL EXT	太陽電池パトル展開	$F_{8n+5} W_8 B_4 \sim 7$

サブシステム	項目 No.					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				
HK	3	15				HK ON	HK電源 ON	F _{8n} W ₇ B ₆	HK-OFFはDP U-OFFと連動
DPU				1	5	DPU ON	OGM 1, 2 ARM, SCOを除きON SCO OFF CPU RESET	F _{8n} W ₉ B ₀ B ₁ B ₄ F _{8n+6} W ₁₀ B ₄	F _{8n} W ₁₀ B ₀
				2	6	DPU ON	"	"	
				2	5	DPU OFF	OGM-1, OGM-2, ARM, HK ALL-PL OFF	F _{8n} W ₉ B ₀ B ₁ F _{8n} W ₁₀ B ₀	F _{8n} W ₇ B ₆
				1	6	DPU OFF	"	"	
	2	2				PDC-1 ON	PDC-1 ON	F _{8n+6} W ₁₀ B ₁	
	6	15				PDC-1 ON	"	"	
	2	1				PDC-2 ON	PDC-2 ON	F _{8n+6} W ₁₀ B ₂	
	1	2				PDC-2 ON	"	"	
		7	15			DDC ON	PDC-1 から DDC へ復帰	F _{8n+6} W ₁₀ B ₀	
			7	15		DDC ON	PDC-2 から DDC へ復帰	"	
	3	3				BIT RATE H	Bit Rateを8192 bpsにセット	F _{8n+6} W ₁₀ B ₃	
	3	4				BIT RATE L	Bit Rateを2048 bpsにセット	"	
	3	1				DR REC	データレコーダ電源ON & レコード TMS-Real, TMU-Real Down	—	
	3	2				DR OFF	データレコーダ電源OFF	F _{8n} W ₇ B ₅	
	7	1				TMS REP	TMSによるDR, 再生データ伝送, DR- RFP, TMS-UP-Storage, TMU-Real	F _{8n} W ₈ B ₇	
	6	1				TMU REP	TMUによるDR, 再生データ伝送, DR- RFP, TMU-UP-Storage, TMS-Real	F _{8n} W ₈ B ₃	
			2	9		TI RESET	時刻カウンタリセット	—	
				1	7	ACC-1 ON	ACCのSA関係部の電源ON PRM/Z4伝送, DPU-SCO ON	F _{8n+6} W ₉ B ₄ F _{8n+6} W ₁₀ B ₄ B ₅	
				2	7	IR TRNS	ホールIRパルス伝送, SCO ON	F _{8n+6} W ₁₀ B ₄ B ₇	
				1	8	SUN PULSE TRNS	サンパルス伝送, SCO-ON	F _{8n+6} W ₁₀ B ₄ B ₆	
				2	8	SCO OFF	FM変調器 OFF	F _{8n+6} W ₁₀ B ₄	
	7	2				MOD ON	TMS, TMUとも変調 ON	F _{8n} W ₈ B ₂ B ₆	
	6	2				TMS BEACON	TMS 変調 OFF	F _{8n} W ₈ B ₆	
	5	2				TMU BEACON	TMU 変調 OFF	F _{8n} W ₈ B ₂	
	5	1				TMS REAL/RARR	TMS REAL-PCM& RARR伝送	F _{8n} W ₈ B ₇	
	4	1				TMS REAL/FM	TMS REAL-PCM& FM伝送	F _{8n} W ₈ B ₃	
	5	3				ADD SET	シーケンスコントロールコマンドの アドレスセット	F _{8n+6} W ₉ B ₀	
				4	1	OG START	OG実行開始, OG部CPU RUN	F _{8n} W ₉ B ₂	
	6	3				BLOCK CODE SET	"1" / "0"データの書き込みモード設定	F _{8n+6} W ₉ B ₁	
	5	4				CONT CM WRITE	シーケンスコントロールコマンド 書き込みモード設定	F _{8n+4} W ₇ B ₅	
	6	4				OG MODIFY WRITE	OG修正モードの設定	F _{8n+4} W ₇ B ₆	
	7	4				NEW OG WRITE	任意OGコード書き込みモードの設定	F _{8n+4} W ₇ B ₇	

サブシステム	項目 No						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								
DPU	7	3					END	"1"/"0"コマンド書き込み終了	F _{8n+6} W ₉ B ₂					
				4	15		MODE	データフォーマットMODE及び選択	F _{8n+7} W ₉ B ₀					
				3	1		MODE 1	" MODE 1 "	" B ₁					
				3	2		MODE 2	" MODE 2 "	" B ₂					
				3	3		MODE 3	" MODE 3 "	" B ₃					
				3	4		MODE 4	" MODE 4 "	" B ₄					
				3	5		MODE 5	" MODE 5 "	" B ₅					
				3	6		MODE 6	" MODE 6 "	" B ₆					
				3	7		MODE 7	" MODE 7 "	" B ₇					
				3	8		MODE 8	" MODE 8 "	F _{8n+7} W ₁₀ B ₀					
				3	9		MODE 9	" MODE 9 "	" B ₁					
				3	10		MODE 10	" MODE 10 "	" B ₂					
				3	11		MODE 11	" MODE 11 "	" B ₃					
				3	12		MODE 12	" MODE 12 "	" B ₄					
				3	13		MODE 13	" MODE 13 "	" B ₅					
				3	14		MODE 14	" MODE 14 "	" B ₆					
				3	15		MODE 15	" MODE 15 "	" B ₇					
				1	9		EOCC	ALL-PI OFF, TMU/DOWN OGM CPU RESET						
	3	4					OGM-1 ON	OGモジュール1 ON, OGモジュール2 OFF	F _{8n} W ₉ B ₀					
				4	7		OGM-2 ON	OGモジュール2 ON, OGモジュール1 OFF	F _{8n} W ₉ B ₁					
	4	5					OGM CPU RESET	OGモジュールCPUリセット	F _{8n} W ₉ B ₄					
	5	5					OGM CPU PAUSE	OGモジュールCPUポーズ	F _{8n} W ₉ B ₃					
	1	5					OGM CPU SD ON	OG状態のOGM-CPUの自己診断モードON	F _{8n} W ₉ B ₆					
	2	5					OGM CPU SD OFF	OG状態のOGM-CPUの自己診断モードOFF	"					
	6	5					ARM CPU SD ON	演算モジュールCPUの自己診断モードON	F _{8n} W ₁₀ B ₆					
	7	5					ARM CPU SD OFF	演算モジュールCPUの自己診断モードOFF	"					
				4	3		OGM RAM CLEAR	OGモジュールのRAMの内容クリア	F _{8n} W ₉ B ₅					
				4	4		OGM PCHK OFF	OGモジュールのパリエティエラー検出回路の分離	F _{8n+1} W ₉ B ₂					
				4	5		OGM RCHK OFF	OGモジュールのリードシルエラー検出回路の分離	F _{8n+1} W ₉ B ₄					
				4	6		OGM ACHK OFF	OGモジュールのアドレスエラー検出回路の分離	F _{8n+1} W ₉ B ₃					
				4	2		OGM ERST RESET	OGモジュールの各エラースティタスのリセット	F _{8n+1} W ₉ B ₅ ~7					
				1	11		ARM CPU RESET	演算モジュールCPUリセット	F _{8n} W ₁₀ B ₄					
				2	11		ARM CPU PAUSE	演算モジュールCPUポーズ	F _{8n} W ₁₀ B ₃					

サブシステム	項目 No						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								
DPU				1	10	ARM START	LASデータの演算処理開始及び演算モジュール自己診断開始	$F_{8n} W_{10} B_2$						
				1	12	ARM OFF	LASデータ伝送 演算モジュールCPU OFF	$F_{8n} W_{10} B_0$						
				2	12	ARM ON	ARM BKUP ONの解除 演算モジュールCPU ON	"						
				1	13	ARM PCHK OFF	演算モジュールのパリティーエラー検出回路の分離	$F_{8n+1} W_{10} B_2$						
				1	14	ARM RCHK OFF	演算モジュールのリードバ尔斯エラー検出回路の分離	$F_{8n+1} W_{10} B_4$						
				2	13	ARM ACHK OFF	演算モジュールアドレスエラー検出回路の分離	$F_{8n+1} W_{10} B_3$						
				2	10	ARM ERST RESET	演算モジュールのエラースティタスリセット	$F_{8n+1} W_{10} B_5 \sim 7$						
				2	14	ARM RAM CLEAR	演算モジュールのRAM内容のクリア	$F_{8n} W_{10} B_5$						
	1	6				CAL ON	S/S 調正 ON							
	1	7				CAL OFF	S/S 調正 OFF							
	1	3				"1"	データ "1" の書き込み							
	2	4				"1"	"							
	2	3				"&"	データ "&" の書き込み							
	1	4				"&"	"							
	4	2				ALL PI OG CONT ENA	全PI OGコントロール可能	$F_{8n+2} W_9 B_3 \sim 7$ $F_{8n+2} W_{10} B_4 \sim 7$						
				7	1	ALL PI OG CONT ENA	全PI OGコントロール可能	$F_{8n+2} W_9 B_3 \sim 7$ $F_{8n+2} W_{10} B_4 \sim 7$						
				7	2	PPS/NEI OG CONT DIS	PPS/NEI OGコントロール禁止	$F_{8n+2} W_{10} B_5$						
				7	3	PLR OG CONT DIS	PLR	"	$F_{8n+2} W_{10} B_6$					
				7	4	IRA OG CONT DIS	IRA	"	$F_{8n+2} W_9 B_7$					
				7	5	BUV OG CONT DIS	BUV	"	$F_{8n+2} W_9 B_4$					
				7	6	ALA OG CONT DIS	ALA	"	$F_{8n+2} W_9 B_3$					
				7	7	LAS OG CONT DIS	LAS	"	$F_{8n+2} W_{10} B_4$					
				7	8	ESP OG CONT DIS	ESP	"	$F_{8n+2} W_9 B_5$					
				7	9	HEP OG CONT DIS	HEP	"	$F_{8n+2} W_9 B_6$					
				7	10	TEL OG CONT DIS	TEL	"	$F_{8n+2} W_{10} B_7$					
GAS	1	14				GAS ON	GAS電源ON	$F_{8n+1} W_8 B_0$						
	2	14				GAS OFF	GAS電源OFF	"						
	1	6				CAL ON	較正開始							
	1	7				CAL OFF	較正停止							
SSAS			4	13		SSAS ON	SSAS電源ON	$F_{8n+1} W_8 B_1$						
			4	12		SSAS OFF	SSAS電源OFF	"						
	1	6				CAL ON	較正開始							
	1	7				CAL OFF	較正停止							
G Y R			6	13		GYR ON	ジャイロ・ヒータコントロールON	$F_{8n+1} W_8 B_4$						

サブシステム	項目名					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				
GYR		6	14			GYR OFF	ジャイロ・ヒータコントロールOFF	F _{8n+1} W ₈ B ₄	
				7	13	GYR WRITE	"1"/"0"コマンド書き込みモードの設定	F _{8n+4} W ₇ B ₀	
				7	14	GYR EXEC	"1"/"0"コマンド実行		
	1	3				"1"	データ "1" の書き込み	F _{8n+3} W ₁₄ B _{0~2}	
	2	4				"1"	" "	" "	
	2	3				"Q"	データ "Q" の書き込み	" "	
	1	4				"Q"	" "	" "	
		7	6			WHEEL/GYR-STOP	ホイール/ジャイロ・ストップ	F _{8n+3} W ₁₄ B ₆	
			1	7		ACC-1 ON	ACC SA関係部の電源 ON PRM/Z ₄ 伝送 DPUのSCO ON	F _{8n+6} W ₈ B ₄	
ACC		5	14			ACC OFF	ACC電源 OFF	F _{8n+6} W ₈ B _{4,5}	
		4	14			ACC-2 ON	ACC B ₂ PL関係部の電源 ON	F _{8n+6} W ₈ B ₅	
		5	13			ACC-CHANGE	PRMとZ ₄ の切換 PRMモード切換 B ₂ PL関係のPS-OFF	F _{8n+6} W ₈ B ₆	
	1	6				CAL ON	較正信号 ON		
	1	7				CAL OFF	較正信号 OFF		
		3	1			ACE ON	ACE電源 ON	F _{8n+1} W ₈ B ₃	
ACE		3	2			ACE OFF	ACE電源 OFF	" "	
		6	1			MAC OPEN	MACオーブループスピン軸制御	F _{8n+2} W ₁₂ B ₀	
		6	2			MAC CLOSE	MACオンボードスピン軸制御	" "	
		5	1			NSAS ON	NSAS電源 ON	F _{8n+1} W ₈ B ₁	
		5	2			NSAS OFF	NSAS電源 OFF	" "	
		4	1			ACE WRITE	"1"/"0"コマンド書き込みモードの設定	F _{8n+4} W ₇ B ₂	
		4	2			ACE EXEC	"1"/"0"コマンド実行		
		7	1			MULD OPEN	MULDディレイコマンド制御	F _{8n+2} W ₁₃ B ₀	
		7	2			MULD CLOSE	MULDオンボード制御	" "	
	1	3				"1"	データ "1" の書き込み	F _{8n+2} W ₁₂ B _{3~7} 5 bit	
	2	4				"1"	" "	" "	
	2	3				"Q"	データ "Q" の書き込み	" "	
	1	4				"Q"	" "	" "	
WCE		5	3			WCE ON	WCE電源 ON	F _{8n+1} W ₈ B ₅	
		5	4			WCE OFF	WCE電源 OFF	" "	
		7	5			WHEEL ROT	ホイール ON	F _{8n+1} W ₈ B ₆	
		7	6			WHEEL/GYR STOP	ホイール, ジャイロ ストップ	" "	
		5	5			NORMAL CONT	NORMALモード ON	F _{8n+3} W ₁₁ B ₀	
		5	6			RATE CONT	RATE DUMPモード ON	F _{8n+3} W ₁₁ B ₁	

サブシステム	項目名					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				
WCE		7	3			TACHO-1 CONT	タコモード1 ON	F _{8n+3} W ₁₁ B ₂	
		7	4			TACHO-2 CONT	タコモード2 ON	F _{8n+3} W ₁₁ B ₃	
		6	5			GYR-1 SELECT	GYR-1による制御 ON	F _{8n+3} W ₁₄ B ₃	
		6	6			GYR-2 SELECT	GYR-2による制御 ON	" "	
		6	3			WCE WRITE	"1"/"0"コマンド書き込みモードの設定	F _{8n+4} W ₇ B ₁	
		6	4			WCE EXEC	"1"/"0"コマンド実行		
	1	3				"1"	データ "1" 書込み	F _{8n+3} W ₁₂ ~ ₁₃ 16 bit	
	2	4				"1"	" "	" "	
	2	3				"Q"	データ "Q" 書込み	" "	
	1	4				"Q"	" "	" "	
PPS/NEI	4	6				PPS-ON	PPS電源 ON	F _{8n+2} W ₇ B ₁	
	5	6				PPS-OFF	PPS電源 OFF	" "	
		1	7			PPS COMMON ON	PPS共通部電源 ON	F _{8n+2} W ₇ 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 _{8n+2} W ₇ B ₂	
		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 _{8n+2} W ₇ B ₃	
		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 _{8n+2} W ₇ B ₅	
		2	9			ANT DRV & STBY OFF	アンテナドライブ&スタンバイ OFF	F _{8n+2} W ₇ B _{4,5}	
		4	10			ANT STBY ON	アンテナスタンバイ ON	F _{8n+2} W ₇ B ₄	
		1	10			ANT EXT	アンテナ伸展		
		2	10			ANT RET	アンテナ引き込み		
		1	11			ANT A1 SEL	アンテナドライブA1 選択		
		2	11			ANT 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) 調正		

サブシステム	項目 No.						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								
PPS/NEI	7	7					PPS MES.	PPS(PLR,NEI)計測						
	4	8					P-AMP WRITE	P-AMP "1" "0" データ書き込みモードの設定	F _{8n+4} W ₈ B ₀					
	4	7					MODE-A WRITE	モードA"1" "0" データ書き込みモードの設定	F _{8n+4} W ₈ B ₁					
	6	7					IF WRITE	IF "1" "0" データ書き込みモードの設定	F _{8n+4} W ₈ B ₂					
	7	8					PPS EXEC	PPS "1" "0" コマンド実行						
	1	3					"1"	データ "1" 書込み						
	2	4					"1"	" "						
	2	3					"Q"	データ "0" 書込み						
	1	4					"Q"	" "						
IRA	4	9					IRA ON	IRA電源 & HV ON	F _{8n+3} W ₈ B _{5,7}	HV ONはHV-PST後有効				
	4	10					IRA OFF	IRA電源 & HV OFF	" "					
		7	7				IRA HV PST	IRA高圧電源プリセット	F _{8n+3} W ₈ B ₆					
		7	8				IRA HV RLS	IRA高圧電源プリセットリリース	" "					
		6	7				MIRROR PbS	PbSによるミラー動作						
		6	8				MIRROR TH	THによるミラー動作						
		6	9				MIRROR UP	ミラー初期位置設定, スキャン方向(1)						
		7	9				MIRROR DOWN	ミラー初期位置設定, スキャン方向(2)						
	1	6					CAL ON	ランプ点灯						
	1	7					CAL OFF	ランプ消灯						
	5	9					IRA WRITE	"1" "0" コマンド書き込みモードの設定	F _{8n+4} W ₈ B ₃					
	5	10					IRA EXEC	IRA "1" "0" コマンド実行						
	1	3					"1"	データ "1" 書込み						
	2	4					"1"	" "						
	2	3					"Q"	データ "0" 書込み						
	1	4					"Q"	" "						
BUV	2	6					BUV ON	BUV電源 & HV ON	F _{8n+6} W ₇ B _{0,2}	HV ONはHV-PST後有効				
	2	7					BUV OFF	BUV電源 & HV OFF	F _{8n+6} W ₇ B _{0,2,4}					
		7	11				BUV HV PST	BUV高圧電源プリセット	F _{8n+6} W ₇ B ₁					
		7	12				BUV CAL HV PST	BUV CAL用HV電源プリセット	F _{8n+6} W ₇ B ₃					
		6	12				BUV HV RLS	BUV高圧電源プリセットリリース	F _{8n+6} W ₇ B _{1,3}					
		6	11				BUV CAL HV ON	BUV CAL用HV電源 ON	F _{8n+6} W ₇ B ₄					
		3	6				BUV HV LEVEL 1	高圧電源の出力電圧設定						
		3	7				BUV HV LEVEL 2	" "						
		3	8				BUV HV LEVEL 3	" "						

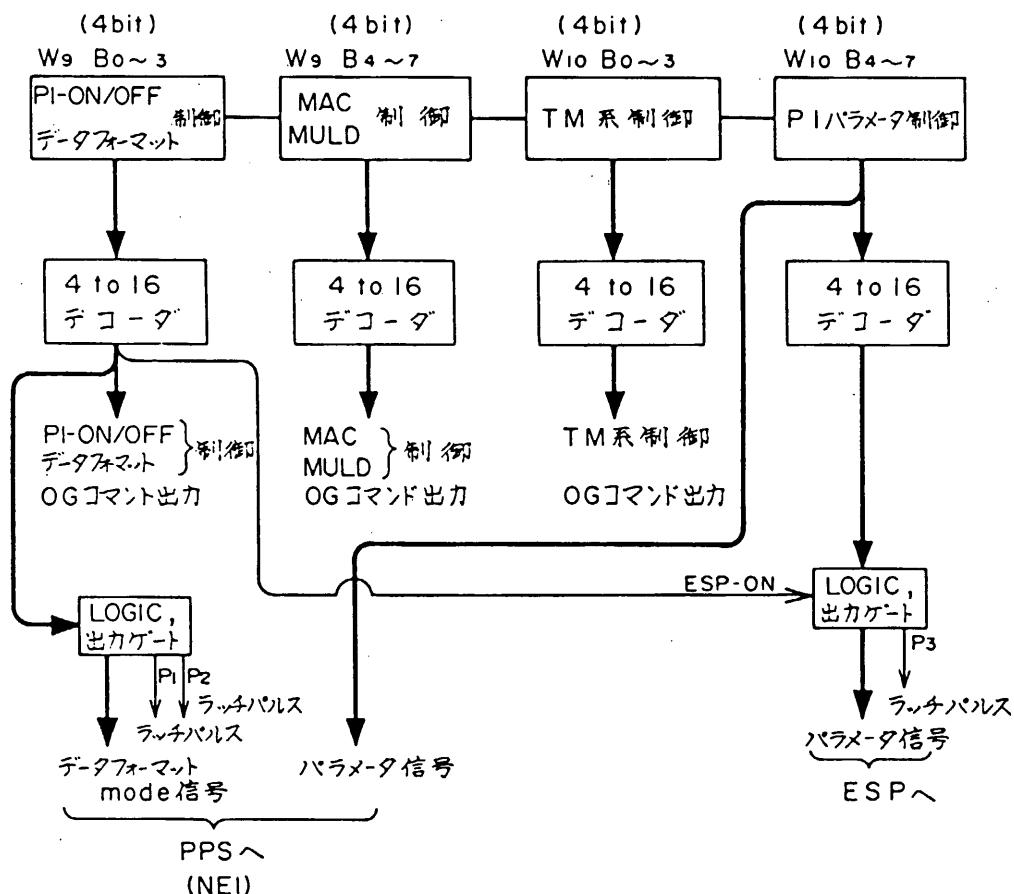
サブシステム	項目 No.						コマンド名称	用途	テレメータによる制御確認項目	備考				
	DDC		PDC-1		PDC-2									
	AD	EX	X	Y	H	V								
ALA	4	13					ALA ON	ALA電源 ON	F _{8n+3} W ₈ B ₃					
	4	14					ALA OFF	ALA電源 OFF	"					
	5	13					ALA CH-1 GAIN-1	ALA チャンネル1ゲイン1設定						
	6	13					ALA CH-1 GAIN-2	ALA チャンネル1ゲイン2設定						
	4	15					ALA CH-1 GAIN-3	ALA チャンネル1ゲイン3設定						
	5	14					ALA CH-2 GAIN-1	ALA チャンネル2ゲイン1設定						
	6	14					ALA CH-2 GAIN-2	ALA チャンネル2ゲイン2設定						
	7	14					ALA CH-2 GAIN-3	ALA チャンネル2ゲイン3設定						
	1	6					CAL ON	較正 ON						
	1	7					CAL OFF	較正 OFF						
LAS	6	11					LAS ON	LAS電源 ON	F _{8n+2} W ₈ B ₅					
	7	11					LAS OFF	LAS電源 OFF	"					
		4	8				CHOP 1 ON	チョッパⅠ ON						
		5	8				CHOP 2 ON	チョッパⅡ ON						
		4	9				CHOP 3 ON	チョッパⅢ ON						
		5	9				CHOP ALL OFF	全てのチョッパ OFF						
	6	12					LAS GAIN H	増幅器利得 大						
	7	12					LAS GAIN M	増幅器利得 中						
	7	13					LAS GAIN L	増幅器利得 小						
			7	11			SF ON	サンフォロア ON						
			7	12			SF OFF	サンフォロア OFF						
ESP	4	11					ESP ON	ESP電源 HV・SV ON	F _{8n+3} W ₇ B _{2,4,6}	HV・SVのONは F _{8n+3} W ₈ B _{0,2} PST後のみ有効				
	4	12					ESP OFF	ESP電源 HV・SV OFF	"					
		1	5				ESP HI-SV PST	イオン及び高エネルギーイースイープ 電源プリセット	F _{8n+3} W ₈ B ₁					
		2	5				ESP LE-SV PST	低エネルギーイースイープ電源プリセット	F _{8n+3} W ₇ B ₇					
		2	6				ESP HI-HV PST	イオン用高圧電源プリセット	F _{8n+3} W ₇ B ₅					
		3	6				ESP HE-HV PST	高エネルギー用高圧電源プリセット	F _{8n+3} W ₇ B ₃					
		1	6				ESP LE-HV PST	低エネルギー用高圧電源プリセット	F _{8n+3} W ₇ B ₁					
		3	5				ESP HV・SV RLS	高圧電源スイープ電源プリセット リリース	F _{8n+3} W ₇ B _{1,3,5} F _{8n+3} W ₈ B ₁					
	5	11					ESP WRITE	"1" "0"コマンド書き込みモードの設定	F _{8n+4} W ₈ B ₅					
	5	12					ESP EXEC	"1" "0" コマンド実行						
	1	6					CAL ON	較正 ON						
	1	7					CAL OFF	較正 OFF						
	1	3					"1"	データ "1" 書込み						

サブシステム	項目 No						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								
E S P	2	4					“1”	データ“1”書き込み						
	2	3					“Q”	データ“Q”書き込み						
	1	4					“Q”	“”						
H E P	6	9					HEP ON	HEP電源 & 高圧 ON	$F_{8n+2}W_8B_{4,24}$	HVONはHV-PST後のみ有効				
	6	10					HEP OFF	HEP電源 & 高圧 OFF	“”					
		4	6				HEP S1 HV PST	HEPセンサ1用高圧電源プリセット	$F_{8n+2}W_8B_1$					
		4	7				HEP S2 HV PST	HEPセンサ2用高圧電源プリセット	$F_{8n+2}W_8B_3$					
		5	7				HEP HV RLS	HEP高圧電源プリセットリリース	$F_{8n+2}W_8B_{1,3}$					
	7	9					HEP WRITE	“1”“0”コマンド書き込みモードの設定	$F_{8n+4}W_8B_4$					
	7	10					HEP EXEC	HEP “1”/“0”コマンド実行						
	1	3					“1”	データ“1”書き込み						
	2	4					“1”	“”						
	2	3					“Q”	データ“Q”書き込み						
	1	4					“Q”	“”						
T E L	1	8					TEL ON	TEL電源 ON	$F_{8n+3}W_8B_4$					
	1	9					TEL OFF	TEL電源 OFF	“”					
	2	8					TEL GAIN H	TEL増幅器利得 HIGH						
	2	9					TEL GAIN L	TEL増幅器利得 LOW						
	1	6					CAL ON	較正 ON						
	1	7					CAL OFF	較正 OFF						
S C M		2	12				SCM ON	SCM電源 ON	$F_{8n+1}W_8B_7$					
		3	12				SCM OFF	SCM電源 OFF	“”					
M U M		6	10				MUM ON	MUM電源 ON	$F_{8n+2}W_7B_7$					
		7	10				MUM OFF	MUM電源 OFF	“”					
P L R	6	6					PLR ON	PLR電源 ON	$F_{8n+2}W_7B_6$					
	7	6					PLR OFF	PLR電源 OFF	“”					
L C E			4	14			LCE ON	LCE電源 ON	$F_{8n+5}W_7B_{0,2-6}$					
			4	8			LOV-1 CONT	LCEとサーマルルーバ1を接続	$F_{8n+5}W_7B_3$ $F_{8n+5}W_8B_0$					
			4	9			LOV-2 CONT	LCEとサーマルルーバ2を接続	$F_{8n+5}W_7B_4$ $F_{8n+5}W_8B_1$					
			4	10			LOV-3 CONT	LCEとサーマルルーバ3を接続	$F_{8n+5}W_7B_6$ $F_{8n+5}W_8B_2$					
			4	11			LOV-4 CONT	LCEとサーマルルーバ4を接続	$F_{8n+5}W_7B_6$ $F_{8n+5}W_8B_2$					
			4	12			LCE AUTO ON	ルーバのヒータをAUTO ON/OFF制御	$F_{8n+5}W_7B_0$					
			4	13			LCE MANU ON	ルーバのヒータをマニュアルでON/OFF制御	$F_{8n+5}W_7B_1$					
	1	13					LCE MES ON	LCE角度計測 ON	$F_{8n+5}W_7B_2$					
	2	13					LCE MES OFF	LCE角度計測 OFF	“”					

3. OGによる制御

3.1 OGコードの構成

OGコマンドは第4-3図に示すように4 bitを1ブロックとする4つのブロックすなわち16bitで構成される。第1ブロック ($W_9 B_0 \sim B_3$) ではPIのON/OFF制御とPCMデータフォーマット制御が行われる。第2ブロック ($W_9 B_4 \sim B_7$) は姿勢制御系のコントロールを行う。第3ブロック ($W_{10} B_0 \sim B_3$) ではテレメータ、データレコーダおよびテレメ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ブロックの観測パラメータおよび65フィート伸展アンテナ制御の項目を表4-3-1～4-3-9に示す。



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 _{0~35}		ESP	PLR	PPS	IRA	ALA	HEP	TEL	BUV	LAS	mode	MULD	W ₉ B _{4~6}	MAC	W ₁₀ B _{0~3}	Bit Rate	DR	TMS	TMJ	その他	W ₁₀ B _{4~7}	P/I制御 パラメータ	
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	0	-	-	-	-	-	-	0	-	
1	④	④	④	④	④	④	④	④	④	④	④	④	④	④	④	④	ON(+)	1	High	OFF	-	-	1
2	④	④	④	④	④	④	④	④	④	④	④	④	④	④	④	④	ON(-)	2	Low	OFF	-	-	2
3	④	④	④	④	④	④	④	④	④	④	④	④	④	④	④	④	OFF	3	High	REC	OFF	ON	3
4	④	④	④	④	④	④	④	④	④	④	④	④	④	④	④	④	ON(+)	4	Low	REC	OFF	ON	4
5	④	④	④	④	④	④	④	④	④	④	④	④	④	④	④	④	ON(-)	5	-	REP	Storage	UP	5
6	④	④	④	④	④	④	④	④	④	④	④	④	④	④	④	④	OFF	6	-	REP	Real	UP	6
7	④	④	④	④	④	④	④	④	④	④	④	④	④	④	④	④	OFF	7	-	OFF	Real	Storage	7
8	④	④	④	④	④	④	④	④	④	④	④	④	④	④	④	④	OFF	8	-	8	-	ON→UP	8
9	④	④	④	④	④	④	④	④	④	④	④	④	④	④	④	④	OFF	9	-	9	-	UP	9
A	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	A	-	A	-	ON	10
B	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	B	-	B	-	-	UANT-A
C	OFF	④	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	C	-	C	-	-	SANT-A
D	④	④	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	D	-	D	-	OFF	SANT-B
E	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	E	-	E	-	-	HKACC, NSAS
F	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	F	-	F	-	-	CASSSAS-Off

表 1.6.17.1

～9参照

(注) 一はその項目について制御を行わないことをあらわす。

表 4-3-1

$\bar{\tau} - \delta$ $\bar{\tau}_* - \bar{\tau}_1$		W_{10} $B_4 \sim B_7$		E S P		P P S $\tau - \tau'$		T X		H F		V L F		N E I		N P P		S P W		C A L		S W E E P R A T E	
		S P W H	S P W V	N P P H	N P P V	N P P S	N P P F	S P W H	S P W V	S P W H	S P W V	S P W F	S P W V	S P W H	S P W V								
0	ALL	PRESET		GFF	GFF	GFF	GFF	GFF	GFF	NOC	NOC	NOC	NOC	NOC	NOC	NOC	NOC	NOC	NOC	NOC	NOC	NOC	NOC
1	A-A	"	ON	ON	"	"	"	OFF	"	FRSW	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
2	N O C	"	"	"	"	"	"	NOC	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
3	A-A	PRESET	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
4	ALL	"	"	"	"	"	"	PWHL	FRSW	"	BGAH	"	NOK	VLWD	VGAH	"	"	"	"	"	"	"	"
5	A-A	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
6	ALL	"	"	"	"	"	"	SFCY	"	NOC	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
7	A-A	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
8	ALL	"	"	"	"	"	"	PWLO	FRSW	"	BGAH	"	"	VGAH	"	"	"	"	"	"	"	"	"
9	A-A	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
0	A	ALL	"	"	"	"	"	PWLO	FRSW	"	BGAH	"	"	VGAH	"	"	"	"	"	"	"	"	"
	B	B-B	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
	C	A-C	"	"	"	"	"	PWHL	"	BGAL	"	"	VGAL	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
	D	A-C	SCAN	"	"	"	"	"	"	NOC	"	"	VLR	NOC	"	"	"	"	"	"	"	"	"
	E	C-A	PRESET	"	"	"	"	PWLO	SFCY	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
	F	D-A	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"

表 4-3-2

W ₀ B ₄ ~B ₇		E S P		P P S ± Y		T X		H F		V L F		N E I		N P P		S P W		C A L		S W E E P R A T E	
				S P W	N P P	N E I	N P W	S P W	N P P	N E I	S P W	S P W	S P W	S P W	N E S	S P W	N E S	S P W	N E S	S P W	N E S
0	ALL	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	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	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
3	A~A	PRESET	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
4	ALL	"	"	"	"	"	"	PWHI	FRSW	"	BGAH	"	NOR	"	"	"	"	"	"	"	"
5	A~A	"	"	"	"	"	"	"	"	"	NOC	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
6	ALL	"	"	"	"	"	"	SFCY	"	NOC	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
7	A~A	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
8	ALL	"	"	"	"	"	"	PWLO	FRSW	"	BGAH	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
9	A~A	"	"	"	"	"	"	"	"	"	NOC	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
10	A	ALL	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
11	B	B~B	"	"	"	"	"	PWHI	"	BGAH	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
C	A~C	"	"	"	"	"	"	"	"	"	NOC	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
D	A~C	SCAN	"	"	"	"	"	PWLO	SFCY	"	"	NOC	"	"	"	"	"	"	"	"	"
E	C~A	PRESET	"	"	"	"	"	PWLO	SFCY	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
F	D~A	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"

表 4-3-3

W ₁₀ J ₄ -J ₃ B ₄ -B ₇		E S P		P P S E - F				T X				H F				V L F				N E I				S P W		C A L		S W E E P R A T E			
		S P W	S P W	N E W	N F W	N E I	N F P	P O W E R	S I G	L O C A L	2 0 A I N	S W E E P	B A N D	G A I N	P R O B E	G A I N	S I G	L O N G	N O R	P O L.	S A M P L E	N E S	S P W	N F W - H	N F W - V						
		H	V	H	H	V	H	S	F	H	L	F I X	H	L	H	L	S H	P I X	W D	H	C	H	L	1 / 1	C A L 6 4 / 3 2	2	0.125/16				
	0	A L L P R E S E T		OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	-	-	N O C	-	-	-	-	N O C	N O C	-	-	N O C	-	N O C	-	N O C	-	N O C	-	N O C	-	
	1	A-A	"	"	ON	"	ON	"	"	"	"	N O C	"	"	"	"	N O C	N O C	-	-	N O C	"	"	-	-	C A L	-	2	-	"	-
	2	N O C		"	"	"	"	"	"	"	"	N O C	"	"	"	"	N O C	N O C	-	-	N O C	"	"	-	-	M E S	-	"	-	"	-
	3	A-A	P R E S E T	"	"	"	"	"	"	"	"	N O C	"	"	"	"	N O C	N O C	-	-	N O C	"	"	-	-	N O C	-	"	-	"	-
	4	A L L	"	"	"	"	"	"	"	"	"	N O C	"	"	"	"	N O C	N O C	-	-	N O C	"	"	-	-	N O C	-	"	-	"	-
M	5	A-A	"	"	"	"	"	"	"	"	"	N O C	"	"	"	"	N O C	N O C	-	-	N O C	"	"	-	-	N O C	-	"	-	"	-
O	6	A L L	"	"	"	"	"	"	"	"	"	N O C	"	"	"	"	N O C	N O C	-	-	N O C	"	"	-	-	N O C	-	"	-	"	-
D	7	A-A	"	"	"	"	"	OFF	"	"	"	N O C	"	"	"	"	N O C	N O C	-	-	N O C	"	"	-	-	N O C	-	"	-	"	-
E	8	A L L	"	"	"	"	"	"	"	"	"	N O C	"	"	"	"	N O C	N O C	-	-	N O C	"	"	-	-	N O C	-	"	-	"	-
-2	9	A-A	"	"	"	"	"	1/8 O F F	"	"	"	N O C	"	"	"	"	N O C	N O C	-	-	N O C	"	"	-	-	N O C	-	"	-	"	-
	A	A L L	"	"	"	"	"	"	"	"	"	N O C	"	"	"	"	N O C	N O C	-	-	N O C	"	"	-	-	N O C	-	"	-	"	-
3	B	B-B	"	"	"	"	"	"	"	"	"	N O C	"	"	"	"	N O C	N O C	-	-	N O C	"	"	-	-	N O C	-	"	-	"	-
	C	A-C	"	"	"	"	"	OFF	"	"	"	N O C	"	"	"	"	N O C	N O C	-	-	N O C	"	"	-	-	N O C	-	"	-	"	-
	D	A-C	S C A N	"	"	"	"	"	"	"	"	N O C	"	"	"	"	N O C	N O C	-	-	N O C	"	"	-	-	N O C	-	"	-	"	-
	E	C-A	P R E S E T	"	"	"	"	1/8 O F F	"	"	"	N O C	"	"	"	"	N O C	N O C	-	-	N O C	"	"	-	-	N O C	-	"	-	"	-
	F	D-A	"	"	"	"	"	"	"	"	"	N O C	"	"	"	"	N O C	N O C	-	-	N O C	"	"	-	-	N O C	-	"	-	"	-

表 4-3-4

P P S ϵ - F		T X		H F		V LF		N E I		N P P		S P W		C A L		S W E E P R A T E				
\bar{F} - \bar{s} \bar{J}_s - \bar{v}_s \bar{t} $\bar{B}_s \sim \bar{B}_t$	W ₁₀	E S P	S P W H V	S P W H V	N E I S F	N P P S F	P o w e r H/L	S I G S P W F I X	S I G S P W F I X	1 G A I N N B	2 G A I N N B	S W E E P F I X	B A N D N B	G A I N S W P I X	G A I N S W P I X	P O L N O R	G A I N H/L	P R O B E	M E S	
0	ALL PRESET	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	-	-	-	-	-	-	N O C	N O C	S P W / G A L 64/32	2	0.125/16
1	A-A	"	"	$\frac{1}{8}$	"	$\frac{1}{8}$	"	"	"	N O C	-	-	-	-	-	N O C	-	-	N O C	-
2	N O C	"	"	"	"	"	"	"	"	N O C	"	-	-	-	-	N O C	-	-	N O C	-
3	A-A PRESET	"	"	"	"	"	"	"	"	FRSW	"	-	-	-	-	FRSW	"	"	-	-
4	ALL	"	"	"	"	"	"	"	"	FRSW	BGAH	-	-	-	-	FRSW	"	"	-	-
M	A-A	"	"	"	"	"	"	"	"	N O C	-	-	-	-	-	"	"	-	M E S	-
6	ALL	"	"	"	"	"	"	"	"	BCAL	-	-	-	-	-	L	LONG	-	"	-
O	A-A	"	"	"	"	"	"	"	"	N O C	-	-	-	-	-	H	N O R	-	"	-
D	ALL	"	"	"	"	"	"	"	"	N O C	-	-	-	-	-	N O C	-	-	"	-
E	A-A	"	"	"	"	"	"	"	"	N O C	-	-	-	-	-	N O C	-	-	"	-
4	ALL	"	"	"	"	"	"	"	"	FXCY	BGAH	-	-	-	-	FXCY	"	"	-	-
B	B-B	"	"	"	"	"	"	"	"	N O C	-	-	-	-	-	N O C	-	-	"	-
C	A-C	"	"	"	"	"	"	"	"	FXCY	BGAH	-	-	-	-	FXCY	"	"	-	-
D	A-C SCAN	"	"	"	"	"	"	"	"	N O C	-	-	-	-	-	N O C	-	-	"	-
E	C-A PRESET	"	"	"	"	"	"	"	"	N O C	"	-	-	-	-	N O C	"	-	"	-
F	D-A	"	"	"	"	"	"	"	"	N O C	"	-	-	-	-	N O C	"	-	"	-

表 4-3-5

W ₁₀ B ₁ ~B ₇		E S P		P P S \leftarrow F		T X		H F		V L F		N E I		N P P		S P W		C A L		S W E E P R A T E		
				SPW	SPW	SPW	SPW	SPW	SPW	SW	SW	SW	SW									
0	ALL	PRESET	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	H/L	H/L	H/L	H/L									
1	A-A	"	"	"	"	ON	ON	"	"	FRSW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	N O C	"	"	"	"	"	"	"	"	NOC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	A-A	PRESET	"	"	"	"	"	"	"	FRSW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	ALL	"	"	"	"	"	"	"	"	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	A-A	"	"	"	"	"	"	"	"	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M	ALL	"	"	"	"	"	"	"	"	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
O	A-A	"	"	"	"	"	"	"	"	NOC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D	ALL	"	"	"	"	"	"	"	"	FXCY	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E	A-A	"	"	"	"	"	"	"	"	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S	ALL	"	"	"	"	"	"	"	"	FRSW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B	B-B	"	"	"	"	"	"	"	"	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C	A-C	"	"	"	"	"	"	"	"	FXCY	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D	A-C	SCAN	"	"	"	"	"	"	"	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E	C-A	PRESET	"	"	"	"	"	"	"	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F	D-A	"	"	"	"	"	"	"	"	NOC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

表 4-3-6

W ₁₀ W ₂ ~ B ₁ ~ B ₂		E S P		P P S ~ F		T X		H F		V L F		N E I		N P P		S P W		C A L		S W E E P R A T E				
				S P W	S P W	N R W	N R W	N E I	N P P	N P P	P o w e r	S I G	S I G	G A I N	S I G	G A I N	P R O B E	P R O B E	S P W	S P W	N R W - H	N R W - V		
H	V	H	V	H	V	S	F	H/L	H/L	F I X	H/L	H/L	N O R	N O R	H/L	H/L	N O R	N O R	G A I N	G A I N	S P W /	S P W /	G A I N	G A I N
0	ALL	PRESET	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	-	-	N O C	-	-	-	-	-	-	N O C	-	N O C	N O C	
1	A-A	"	"	"	"	ON	ON	"	"	"	-	-	FR S W	"	-	-	-	-	-	-	C A L	-	2	"
2	N O C	"	"	"	"	"	"	"	"	"	-	-	N O C	"	-	-	-	-	-	-	M E S	-	"	0.125
3	A-A	PRESET	"	"	"	"	"	"	"	"	-	-	FR S W	B G A H	-	-	V L W D	V G A H	-	-	-	-	-	"
4	A L L	"	"	"	"	"	"	"	"	"	-	-	"	"	-	-	"	"	-	-	"	-	"	
5	A-A	"	"	"	"	"	"	"	"	"	-	-	B G A L	-	-	-	V G A L	-	-	-	-	-	"	
6	A L L	"	"	"	"	"	"	"	"	"	-	-	"	"	-	-	"	"	-	-	"	-	"	
7	A-A	"	"	"	"	"	"	"	"	"	-	-	N O C	-	-	-	N O C	-	-	-	-	-	"	
8	A L L	"	"	"	"	"	"	"	"	"	-	-	F X C Y	"	-	-	V L W D	"	-	-	-	-	"	
9	A-A	"	"	"	"	"	"	"	"	"	-	-	"	"	-	-	"	"	-	-	"	-	"	
6	A	ALL	"	"	"	"	"	"	"	"	-	-	FR S W	"	-	-	V L N R	"	-	-	"	-	16	
B	B-B	"	"	"	"	"	"	"	"	"	-	-	"	"	-	-	"	"	-	-	"	-	"	
C	A-C	"	"	"	"	"	"	"	"	"	-	-	F A C Y	"	-	-	"	"	-	-	"	-	"	
D	A-C	SC A N	"	"	"	"	"	"	"	"	-	-	FR S W	"	-	-	V L W D	"	-	-	"	-	0.125	
E	C-A	PRESET	"	"	"	"	"	"	"	"	-	-	F A C Y	B G A H	-	-	V G A H	-	-	-	"	-	"	
F	D-A	"	"	"	"	"	"	"	"	"	-	-	FR S W	B G A L	-	-	V G A L	-	-	-	"	-	"	

表 4-3-7

\bar{x} - \bar{s} $\bar{z}_s \rightarrow \bar{z}_t$ $\bar{B}_s \sim \bar{B}_t$		W ₁₀		P P S - F		T X		H F		V L F		N E I		N P P		S P W		C A L		S W E E P R A T E	
		S P W	S P W	N P P	N P P	N P P	N P P	S P W	S P W	S P W	S P W	S P W	S P W	S P W	S P W	S P W	S P W	S P W	S P W	N P P - V	N P P - V
		H	V	H	V	H	V	H	V	H	V	H	V	H	V	H	V	H	V	64/32	2
	0	ALL	PRESET	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	0.25/16	
	1	A-A	"	"	"	"	"	ON	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	NOC	-
	2	N O C	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	NOC	-
	3	A-A	PRESET	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	NOC	-
M	4	ALL	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	2	-
	5	A-A	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	NOC	-
O	6	ALL	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	2	-
D	7	A-A	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	NOC	-
	8	ALL	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	NOC	-
E	9	A-A	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	NOC	-
7	A	ALL	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	NOC	-
	B	B-B	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	NOC	-
	C	A-C	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	NOC	-
	D	A-C	SCAN	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	NOC	-
	E	C-A	PRESET	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	NOC	-
	F	D-A	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	NOC	-

表 4-3-8

P P S \neq Y		T X		H F		V L F		N E I		N P P		S P W		C A L		S W E E P R A T E						
$\bar{Z}_s - \bar{Z}_d$ $B_s \sim B_d$	E S P	S R W	S P W	N E W	N E I	N P P	P o w e r	S I G	L O C A L	G A I N	2 G A I N	S W E E P	B A N D	G A I N	P R O B E	G A I N	S I G	S W E E P	S P W	N E W - H	N P W - V	
		H	V	H	V	S	H/L	S	H/L	N B	F I X	W D	H/L	N O R	H/L	S	F I X	H/L	W D	H/L	64/32	2
0	ALL PRESET	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	0.125/16	
1	A-A	"	"	"	"	"	"	"	ON	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	CAL	2
2	N O C	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	NOC	-
3	A-A	RESET	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	MES	-
4	ALL	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	POL	-
5	A-A	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	X Y	-
6	ALL	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	POL	-
7	A-A	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	X Y	-
8	ALL	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	POL	-
E	A-A	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	-
8	A	ALL	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	-
B	B-B	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	-
C	A-C	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	-
D	A-C	SCAN	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	-
E	C-A	RESET	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	-
F	D-A	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	-

表4-3-9

W ₉ B ₀ ~ ₃	W ₁₀ B ₄ ~ ₇	PPS-ANT制御		
		D R V	ANT SELECT	EXT/ RET
O (A N T D R I V E)	0			
	1			
	2		A ₁ + A ₂	EXT
	3		B ₁ + B ₂	EXT
	4		A ₁	EXT
	5		A ₂	EXT
	6		B ₁	EXT
	7		B ₂	EXT
	8		A ₁ + A ₂	RET
	9		B ₁ + B ₂	RET
	A		A ₁	RET
	B		A ₂	RET
	C		B ₁	RET
	D		B ₂	RET
	E	ON		
	F	OFF		

〔注〕アンテナ伸展OGはANT STBY ON (PDC-1 4-10)
によって制御可能となる。

3.2 OGコード編集 (コントロールコマンドのプログラム)

OGコマンド項目は4 bit + 4 bit + 4 bit + 4 bitの16 bitで構成されており、この項目はROMに固定OG項目として94種類、RAMに任意OG項目として最大32種類がメモリされている。

表4-4にROMに登録されている固定OGの項目とアドレスを示す。また任意OG項目をメモリーするRAMのアドレスを表4-5に示す。

OGコマンドの編集は必要なOGコマンド項目のメモリされているROM又はRAMの7 bitアドレスをシーケンシャルに指定するという手順で行われる。その他スタートOG-NOの指定JMPの指定、OG継続時間の指定及びバックループ回数の指定も含み、12 bit単位の構成となっている。OGコマンド項目はシーケンシャルに最大31項目まで編集可能である。以下にその詳細を示す。

表4-4 固定OGの項目とアドレス

NO	OGアドレス指定		OGコード		備 考
	16進	7ビットコード	W ₉	W ₁₀	
1	01	0000001	0012	BIT HIGH	
2	02	0000010	0022	BIT OFF	
3	03	0000011	0032	BIT LOW	
4	04	0000100	0042	BIT OFF	
5	05	0000101	0052	S-storage	
6	06	0000110	0062	U-storage	
7	07	0000111	0082	S ON→UP	
8	08	0001000	0092	U-UP	
9	09	0001001	00A2	U-ON	
10	0A	0001010	00B2	S/4 ANT-A	
11	0B	0001011	00C2	S/4 ANT-B	
12	0C	0001100	0102	MULD-ON⊕	
13	0D	0001101	0202	MULD-ON⊖	
14	0E	0001110	0302	MULD-OFF	
15	0F	0001111	0402	MAC-ON⊕	
16	10	0010000	0502	MAC-ON⊖	
17	11	0010001	0602	MAC-OFF	
18	12	0010010	0002	A ₁ , A ₂ -EXT	
19	13	0010011	0003	B ₁ , B ₂ -EXT	
20	14	0010100	0008	A ₁ , A ₂ -RET	
21	15	0010101	0009	B ₁ , B ₂ -RET	
22	16	0010110	000E	ANFDRV-ON	
23	17	0010111	000F	ANFDRV-OFF	
24	18	0011000	1003		
25	19	0011001	100B		
26	1A	0011010	1032		
27	1B	0011011	1034		
28	1C	0011100	1037		
29	1D	0011101	103C		
30	1E	0011110	1044		
31	1F	0011111	2001		
32	20	0100000	2032		
33	21	0100001	2035		
34	22	0100010	2042		
35	23	0100011	2045		
36	24	0100100	3005		
37	25	0100101	3032		
38	26	0100110	3034		
39	27	0100111	303A		
40	28	0101000	3044		
41	29	0101001	304A		
42	2A	0101010	400C		
43	2B	0101011	400D		
44	2C	0101100	4031		
45	2D	0101101	4032		
46	2E	0101110	4033		
47	2F	0101111	4034		
48	30	0110000	4036		

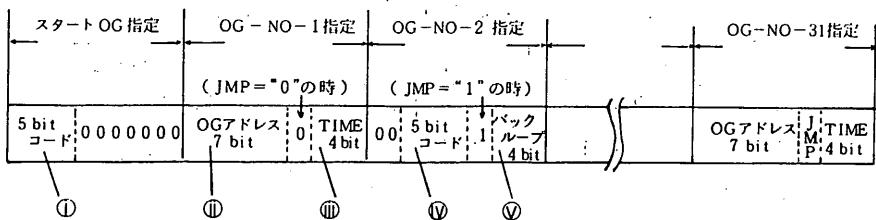
NO	OGアドレス指定		OGコード		備 考
	16進	7ビットコード	W ₉	W ₁₀	
49	31	0110001	4042		
50	32	0110010	500B		
51	33	0110011	5036		
52	34	0110100	503D		
53	35	0110101	6001		
54	36	0110110	6002		
55	37	0110111	6033		
56	38	0111000	603A		
57	39	0111001	6043		
58	3A	0111010	604A		
59	3B	0111011	7002		
60	3C	0111100	7033		
61	3D	0111101	7034		
62	3E	0111110	7043		
63	3F	0111111	7044		
64	40	1000000	8001		
65	41	1000001	8002		
66	42	1000010	8033		
67	43	1000011	803C		
68	44	1000100	8043		
69	45	1000101	804C		
70	46	1000110	900B		
71	47	1000111	900E		
72	48	1001000	9032		
73	49	1001001	9033		
74	4A	1001010	903F		
75	4B	1001011	9042		
76	4C	1001100	A000		
77	4D	1001101	A030		
78	4E	1001110	A040		
79	4F	1001111	B000		
80	50	1010000	B030		
81	51	1010001	B040		
82	52	1010010	C005		
83	53	1010011	C00C		
84	54	1010100	C032		
85	55	1010101	C033		
86	56	1010110	C043		
87	57	1010111	D00B		
88	58	1011000	D03D		
89	59	1011001	D03E		
90	5A	1011010	D04C		
91	5B	1011011	E000	AKI-OG	
92	5C	1011100	E070	充電モード	
93	5D	1011101	E0D0	打上げ直後	
94	5E	1011110	F000	EOCC	

表4-5 任意OG-RAMのアドレス

NO	RAMへの書き込み	OGコマンドの編集	
		5bitコード	7bitコード
1	00000	1011111	5F
2	00001	1100000	60
3	00010	1100001	61
4	00011	1100010	62
5	00100	1100011	63
6	00101	1100100	64
7	00110	1100101	65
8	00111	1100110	66
9	01000	1100111	67
10	01001	1101000	68
11	01010	1101001	69
12	01011	1101010	6A
13	01100	1101011	6B
14	01101	1101100	6C
15	01110	1101101	6D
16	01111	1101110	6E
17	10000	1101111	6F
18	10001	1110000	70
19	10010	1110001	71
20	10011	1110010	72
21	10100	1110011	73
22	10101	1110100	74
23	10110	1110101	75
24	10111	1110110	76
25	11000	1110111	77
26	11001	1111000	78
27	11010	1111001	79
28	11011	1111010	7A
29	11100	1111011	7B
30	11101	1111100	7C
31	11110	1111101	7D
32	11111	1111110	7E

〔注〕 5bitコード — 任意OG項目をRAMに書込む場合に使用。

7bitコード — OG編集においてRAMにメモリされている任意OG項目のアドレスを指定する場合に使用。



- ① OGシーケンスのスタート位置を指定するものでOG-NO-*を5bitコードで指定する。“00000”的場合はスタートしない。(表4-6参照)
- ② JMP = "0"の場合にOG項目のメモリされているROM又はRAMの7bitアドレスを指定する。(表4-4, 表4-5参照)
 - ALL "0"の場合はPIをOFFし、OGシーケンスはSTOPする。(EOCC)
 - ALL "1"の場合は何もせず瞬時に次のOG-NOを実行する。
- ③ JMP = "0"の場合に1OG項目の継続時間を2分8秒単位で指定する。(表4-7参照)
- ④ JMP = "1"の場合に31OG項目のうちジャンプのOG-NO-*を5bitコードで指定する。(表4-6参照)
- ⑤ JMP = "1"の場合、ジャンプ先が若いOG-NO-*の時はバックループの繰り返し回数を指定する。バックループしない時は意味を持たない。(表4-7参照)

表4-6 OGスタート位置を指定する5bitコード

5bitコード	スタートOG-NO	JMP先又は修正OG-NO	5bitコード	スタートOG-NO	JMP先又は修正OG-NO
0 0 0 0 0	スタートしない	スタートOG指定	1 0 0 0 0	16	16
0 0 0 0 1	1	1	1 0 0 0 1	17	17
0 0 0 1 0	2	2	1 0 0 1 0	18	18
0 0 0 1 1	3	3	1 0 0 1 1	19	19
0 0 1 0 0	4	4	1 0 1 0 0	20	20
0 0 1 0 1	5	5	1 0 1 0 1	21	21
0 0 1 1 0	6	6	1 0 1 1 0	22	22
0 0 1 1 1	7	7	1 0 1 1 1	23	23
0 1 0 0 0	8	8	1 1 0 0 0	24	24
0 1 0 0 1	9	9	1 1 0 0 1	25	25
0 1 0 1 0	10	10	1 1 0 1 0	26	26
0 1 0 1 1	11	11	1 1 0 1 1	27	27
0 1 1 0 0	12	12	1 1 1 0 0	28	28
0 1 1 0 1	13	13	1 1 1 0 1	29	29
0 1 1 1 0	14	14	1 1 1 1 0	30	30
0 1 1 1 1	15	15	1 1 1 1 1	31	31

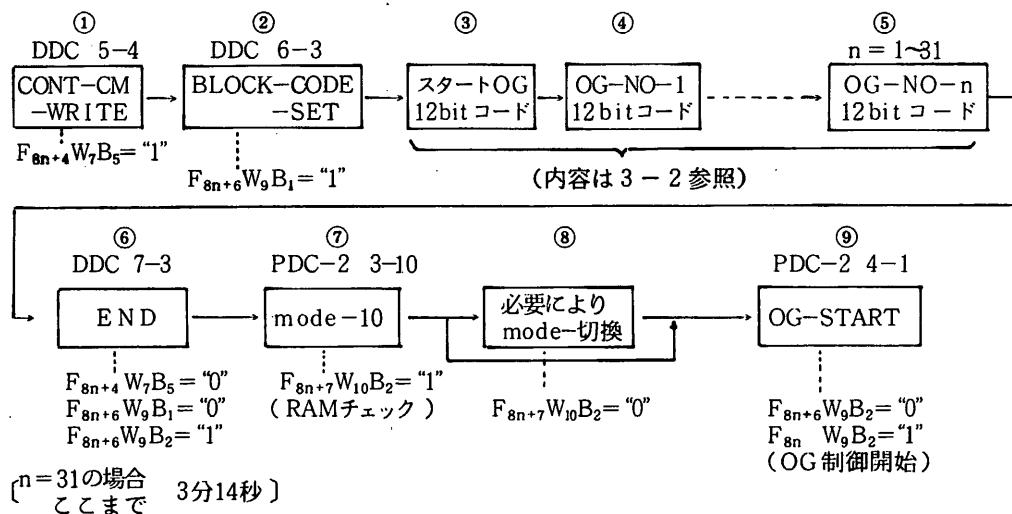
表4-7 OG継続時間を指定する4bitコード

16進	4bitコード	1OG継続時間	バックループ回数
0	0 0 0 0	0 2分0 8秒	無限
1	0 0 0 1	0 4分1 6秒	1
2	0 0 1 0	0 6分2 4秒	2
3	0 0 1 1	0 8分3 2秒	3
4	0 1 0 0	1 0分4 0秒	4
5	0 1 0 1	1 2分4 8秒	5
6	0 1 1 0	1 4分5 6秒	6
7	0 1 1 1	1 7分0 4秒	7
8	1 0 0 0	1 9分1 2秒	8
9	1 0 0 1	2 1分2 0秒	9
A	1 0 1 0	2 3分2 8秒	10
B	1 0 1 1	2 5分3 6秒	11
C	1 1 0 0	2 7分4 4秒	12
D	1 1 0 1	2 9分5 2秒	13
E	1 1 1 0	3 2分0 0秒	14
F	1 1 1 1	3 4分0 8秒	15

3.3 OG制御のためのDPU操作

3.3.1 OGシーケンス（コントロールコマンド）の書き込み、照合と実行

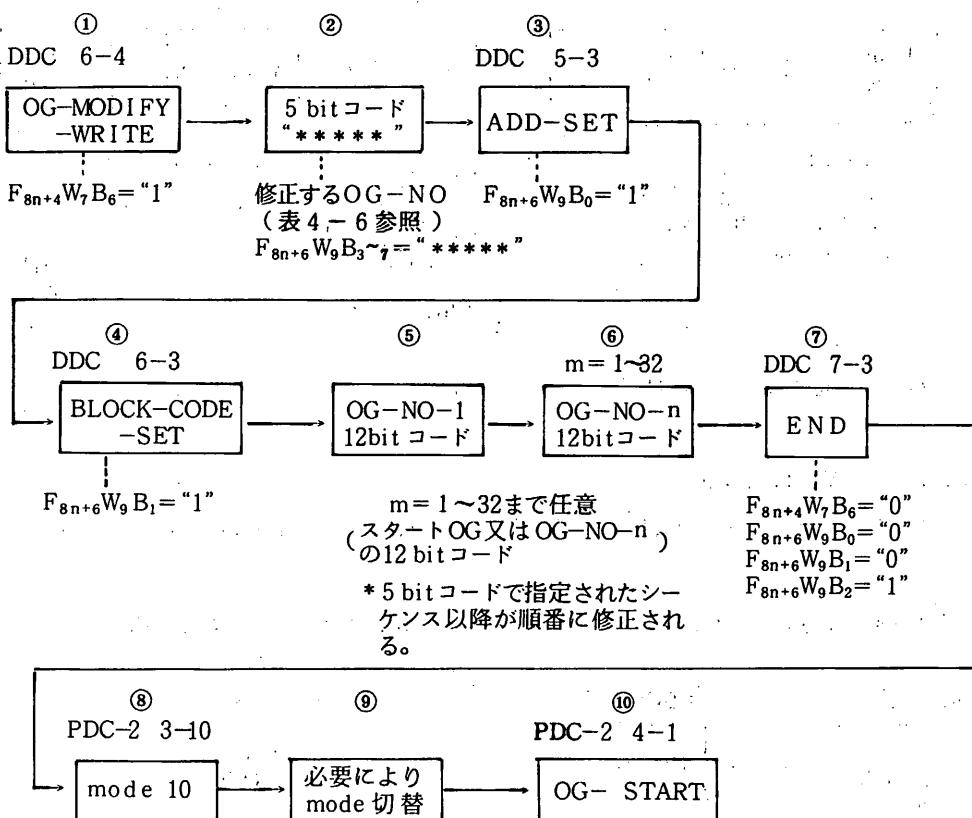
前節で述べた手法によってプログラムされたOGシーケンス（コントロールコマンド）は以下の手順でDPUに送られる。



コントロールコマンドの書き込み（上記①～⑥）に要する時間は $n=31$ の場合 3 分 14 秒である。
なお，“CONT-CM-WRITE” コマンドおよび以下で述べる “OG-MODIFY-WRITE”
および “NEW-OG-WRITE” コマンドは CPU-RUN および mode - 10, 11 の状態では受け
つけられない。

3.3.2 OG シーケンスの一部修正

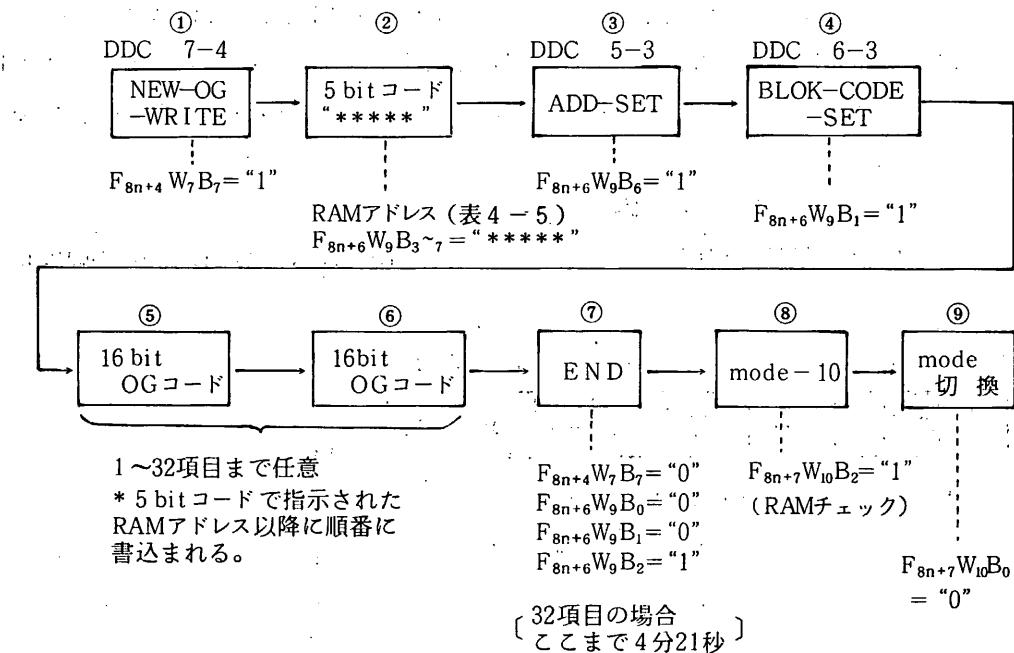
すでに DPU に登録されている OG シーケンスの一部を修正する場合は以下の手順による。



OG シーケンスの修正（上記①～⑦）に要する時間は $m = 1$ の場合 11 秒である。

3.3.3 任意 OG 項目の RAM への書き込み

固定 94 OG 以外の OG を実行するときは、あらかじめ以下の手順で DPU RAM に必要な OG 項目（最大 32 項目）を書込むことが必要である。

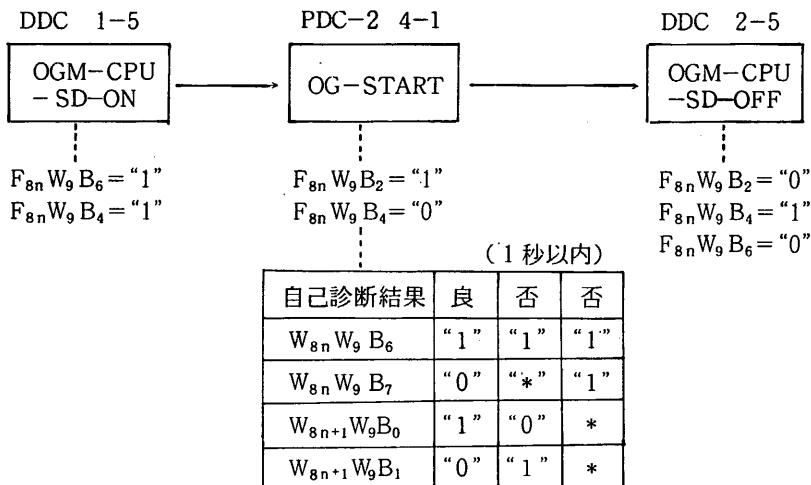


RAMへの書き込みに要する時間は最大4分21秒である。

3.3.4 OGMの自己診断

DPUにはOGモジュールの故障の検出および動作の診断を行う自己診断プログラムが登録されている。

以下の手順によりCPUはセルフチェックを行い、診断結果をテレメータで伝送する。



3.3.5 OG制御の停止

OG制御実行中に途中でOGを停止させる場合は、通常以下のコマンドによる。

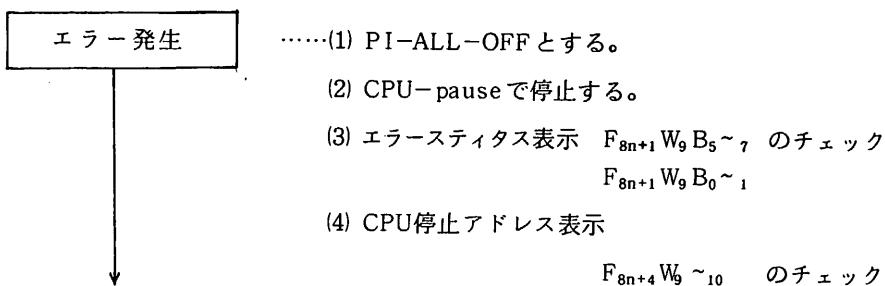
コマンドNo.	コマンド項目	CPU状態	PI制御	次のOG-START
DDC 4-5	OGM-CPU-RESET	reset	—	最初のOGから
DDC 5-5	OGM-CPU-PAUSE	pause	—	継続する
PDC-2 1-9	EOCC	reset	ALL-OFF	最初のOGから

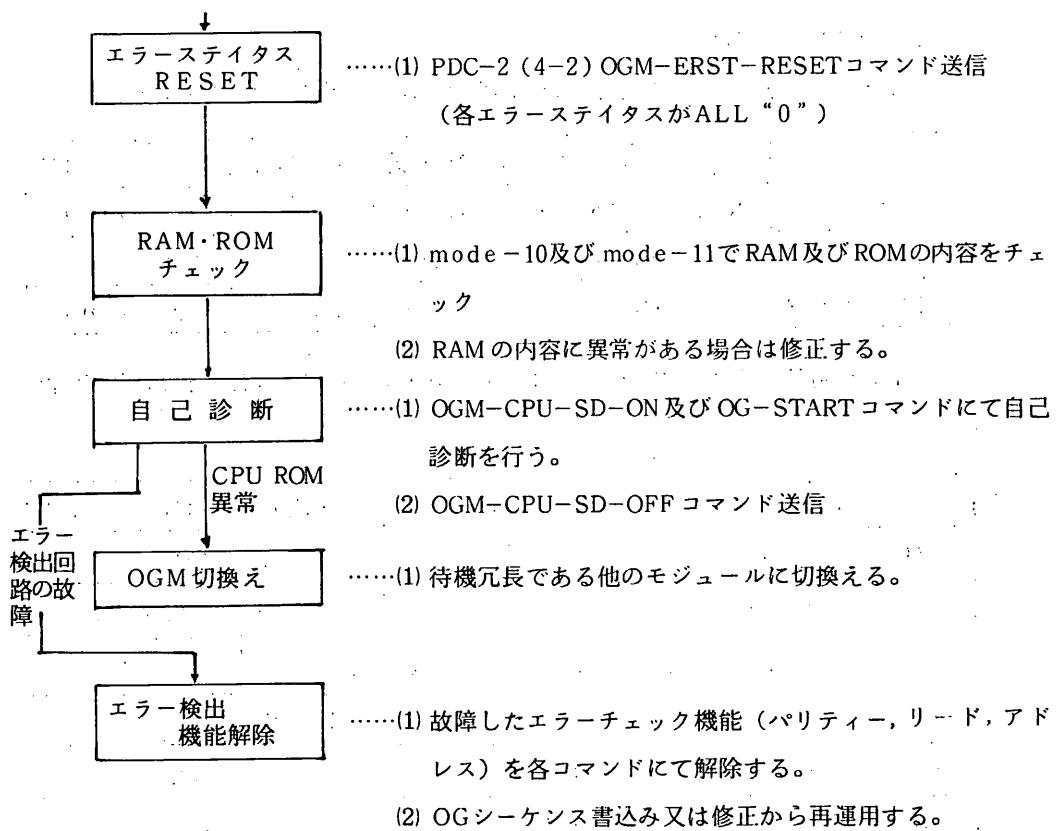
その他OG制御実行中に、以下のコマンド及び制御信号が出力されるとOG制御は停止する。

コマンドNo.	コマンド項目/信号名	CPU状態	PI制御	次のOG-START
F 000	EOCC (OG)	reset	ALL-OFF	最初のOGから
	32 OG終了	reset	ALL-OFF	最初のOGから
	アドレス7bitコードALL“0”	reset	ALL-OFF	最初のOGから
	U V C	reset	ALL-OFF	
DDC 1-5	OGM-CPU-SD-ON	reset	—	自己診断
DDC 2-5	OGM-CPU-SD-OFF	reset	—	最初のOGから
DDC 3-4 PDC-2 4-7	OGM-(他のモジュール)-ON	OFF	—	
	自己診断で $F_{8n}W_9B_6 = "1"$ の時	reset	—	
	エラースティタス = “1”の時	pause	ALL-OFF	
PDC-2 2-5 PDC-2 1-6	DPU-OFF	OFF	ALL-OFF	

3.3.6 OG制御中にエラーが生じた時の処置

OG制御中にエラーが発生した時には以下のフローに従ってチェック及び処置を行う。





第 5 章 計 测 系

第5章 計測系

5.1 環境計測装置 (HK)

宇宙科学研 林研究室
松下通信工業㈱

1. 概要

人工衛星は宇宙空間の中で地上とは異なる環境におかれている。

太陽の当る面と影の部分では数十度の差があり、また搭載機器の発熱などにより温度の分布が変わってくる。

衛星各部の温度を測定することは、各部の動作状態を知ることばかりでなく、熱設計の面にフィードバックされ、より正確な設計を行う為の貴重なデータを提供することになる。

衛星各機器の電源は太陽電池により発電されて一部蓄電池に蓄えられると共に、レギュレータにより安定化されて各機器に供給されている。

この電源の動作・状態を監視することは衛星を運用する上において最も重要なことである。

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ことが観測データの解析上必要になってくる。

これらの温度・電圧等をモニタすることが環境計測装置 (HK) の目的である。

HKのチャンネル数は64ch用と32ch用の2系統あり、合計96chで、温度71点、電源系10点、PI系11点および取得データの補正をするための校正電圧が、64ch用と32ch用に各2点、計4点の測定を行っており、2系統共、同一の筐体の中に納まっている。

温度検出には、白金温度センサを用い、定電流をセンサに供給した時、温度変化によって抵抗値が変化するが、その抵抗値の変化を電圧の変化として取り出している。他の項目も電圧の形にして入力している。

HKはATT(アッテネータ)部、切換走査部、デコーダ部、増幅部及び定電圧部より構成されている。

入力信号はATT部で減衰し、各入力レベルを合わせる。デコーダ部でDP(データプロセッサ)からのコントロールパルス7bitを受けHK内部のコントロールパルスを作っている。切換走査部ではデコーダ部からのコントロールパルスでFETを用いたアナログスイッチを順次切り換えて96項目の並列データを直列データに変換しているが、64chの系統はW6に、32chの系統はW95に入るため、フレームの前半を64chのデータに、後半を32chのデータに切り換える。

同一のラインにしている。増幅部ではこのデータにそれぞれの項目に合ったバイアスを加えて所定のレベルまで増幅し D P 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	HK	1	
検出器	温度センサ	65	白金センサ
	電圧センサ	7	精密抵抗
付属品	計装用コネクタ	8	

3. 性能

3.1 電気的性能

3.1.1 電圧測定系

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

- (4) 検出器 : MFA 10 k Ω CT 1A $\times 6$
 (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 : Q 0516 PT $50\Omega \pm 1\%$ (20°C)
- (4) 検出器感度 : $T_L 0.38\text{mV} \pm 0.1\%/\text{C}$
 $T_H 0.24\text{mV} \pm 0.1\%/\text{C}$
- (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 ~ 200 Hz (± 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 ± 30 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 ± 10 mV 以内
- (4) 出力インピーダンス : 100Ω 以下
- (5) コントロールパルス電圧 : "1" $2.0 \sim 5.5$ V
"0" $0.9 \sim 0$ 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 (4.5 V)
 - "0" $5 \text{ M}\Omega$ 以上 (0.2 V)
- (7) 出力立上り時間遅れ : $100 \mu\text{s}$ 以下
- (8) コマンドパルス電圧 : $10 \sim 17$ V
- (9) コマンド受けインピーダンス :
 - HK - ON $250 \Omega \pm 10\%$
 - HK - OFF $250 \Omega \pm 10\%$
- (10) 校 正 電 圧 : CAL-A $\begin{cases} 0.5 \text{ V} \pm 1\% & (23 \pm 2^\circ\text{C}) \\ 0.5 \text{ V} \pm 3\% & (-30 \sim +60^\circ\text{C}) \end{cases}$
CAL-B $\begin{cases} 2.5 \text{ V} \pm 1\% & (23 \pm 2^\circ\text{C}) \\ 2.5 \text{ V} \pm 3\% & (-30 \sim +60^\circ\text{C}) \end{cases}$
- (11) 入力電圧, 消費電流 : $+12 \text{ V} \pm 4\%$ 10 mA 以下
 $+5 \text{ V} \pm 5\%$ 140 mA 以下
 $-12 \text{ V} \pm 4\%$ 30 mA 以下
- (12) 外 部 操 作 : HK - ON
(CM) HK - OFF
- (13) ア ン サ 信 号 : なし

3.2 機械的性能

- (1) 外 形 尺 法 : $190 \pm 2 \times 162 \pm 2 \times 75 \pm 1$ (mm)
(コネクタ・ビスを除く)
- (2) 重 量 : 1,800 g 以下
- (3) ケ ー ス 材 質 : A 5052 P
- (4) ケ ー ス 表 面 处 理 : EPICO 2000 黒色半つや塗装又は金メッキ

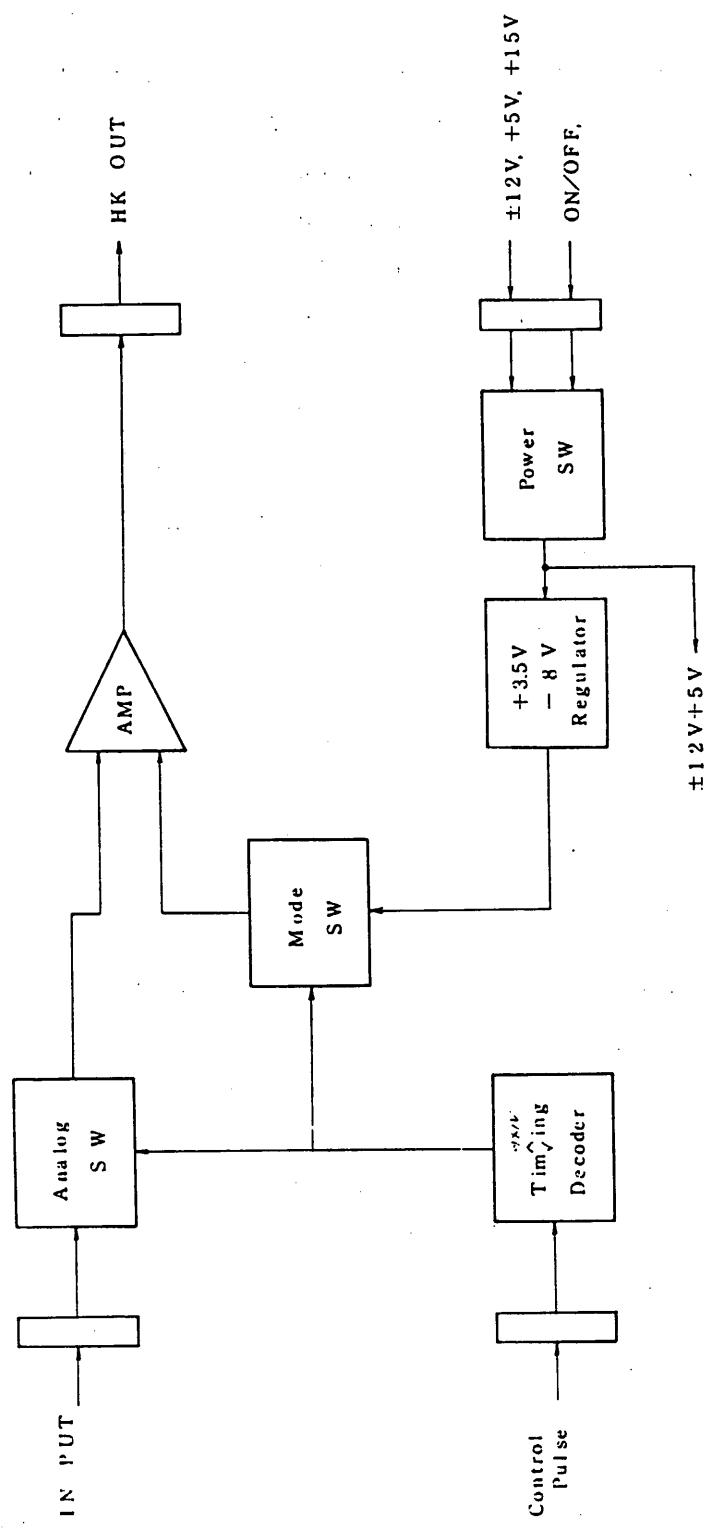


図1 HKブロック図

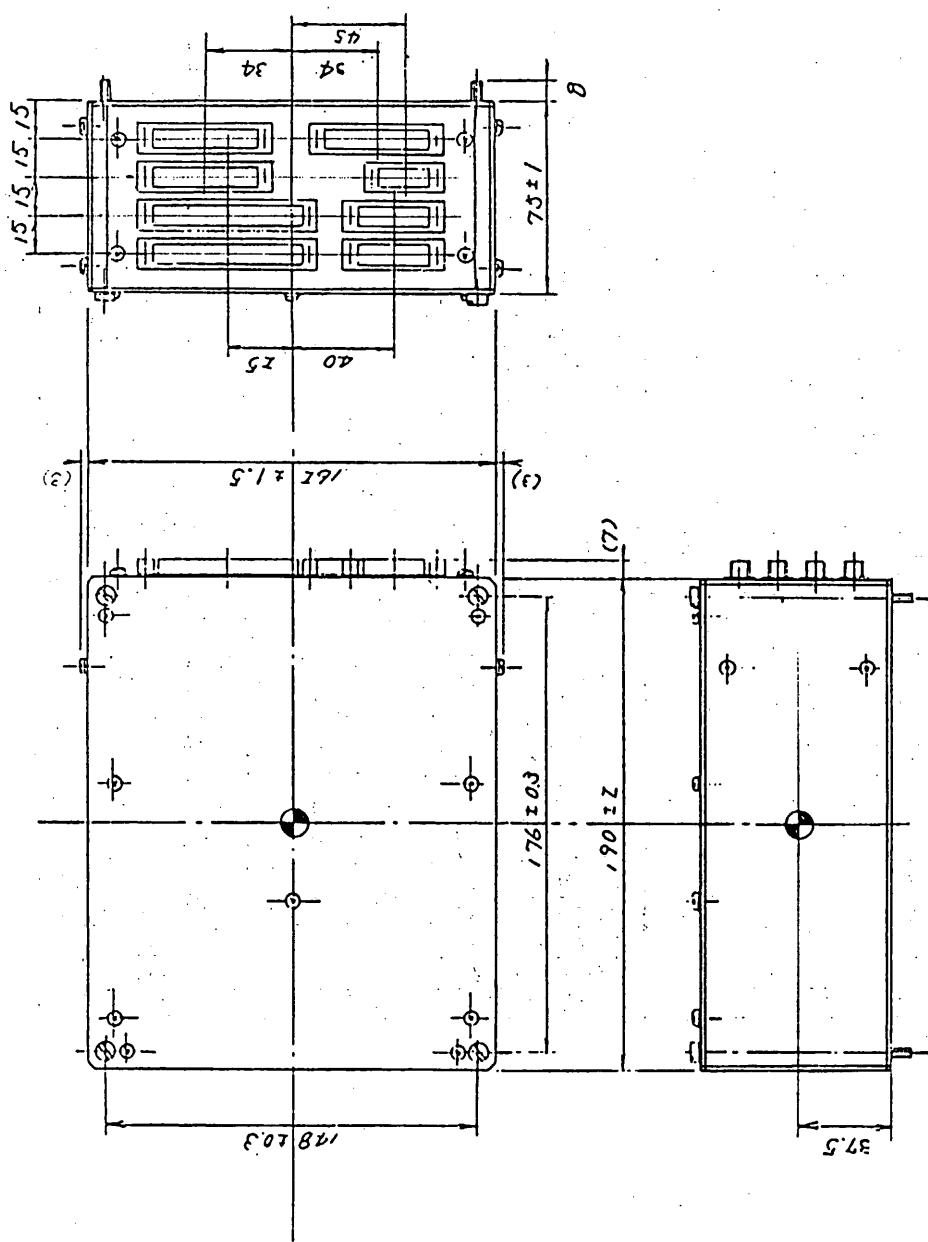


図2 HK外観図

表1 測定項目表 (W6)

CH.No	項目	レンジ	測定内容	CH.No	項目	レンジ	測定内容
0	CAL-A		HK-CAL	32	TL-19	-50~+70°C	IRAセンサ
1	CAL-B		↓	33	20		LAS4ヨンハ
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		ALA1オゾンセンサ
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	↓	ESPHIセンサ
7	EP-P	0~+30V	BUS電圧	39	TH-1	-150~+150°C	SHNT-Eケース
8	BAT-V	0~+30V	BAT電圧	40	2		SSASセンサ
9	Ic-P	0~+8A	SC出力電流	41	3		GASセンサ
10	Id-P	0~+8A	BUS負荷電流	42	4		LAS分光器窗口部
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		IRA4ヨンハモニ	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°C	CNV-Aケース	48	10		下部パネル内側
17	4		CNV-Bケース	49	11		スラストチューブ上部内側
18	5		BATケース	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		SBRケース	52	14		側面パネル①下部内側
21	8		TMSケース	53	15		②上部内側
22	9		LCEケース	54	16		④中部内側
23	10		GYRモ-タ1	55	17		④下部内側
24	11		GYRモ-タ2	56	18		④下部内側
25	12		MUMケース	57	19		②上部内側
26	13		NSASセンサ	58	20		③前内側
27	14		DPUケース	59	21	↓	③下部内側
28	15		ND-1	60	TL-26	-30~+70°C	LOV-1バイオカル
29	16		BUVセンサ	61	27		LOV-2
30	17		HEP-Eケース	62	28		LOV-3
31	18		HEPセンサ1	63	29	↓	LOV-4 ↓

表2 測定項目表 (W95)

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-CEMAD電圧
7	DRIVER-A1		PPS DRIVER-A電圧
8	A2		A2電圧
9	B1		B1電圧
10	B2		B2電圧
11	TL-30	-50~+70°C	PLR FILTER
12	31		↓ Pre-AMP
13	32		PPS VCO
14	33		Power-AMP
15	34		Pre-AMP-1
16	35		Pre-AMP Z
17	36		LOG AMP
18	37		REG-1
19	38		REG-Z
20	39		REG-3
21	40		↓ REG-4
22	41		NEI Pre-AMP
23	TH-22	-150~+150°C	SCMセル2
24	23		セル3
25	24		↓ セル6
26	25		PPS ANT-A1
27	26		ANT-A2
28	27		ANT-B1
29	28		↓ ANT-B2
30	29		PDMカーブ
31	30		PDMヒンジ

5.2 EXOS-C衛星用計測装置 (ACC)

宇宙科学研 小野田研究室
松下通信工業株

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ふ。

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。

衛星軌道にのった後もプリセッション運動を起しているとパドル展開などに支障をきたす。

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はこれらプリセッション角を測定するPRM、縦加速度の X_{SA} 、横加速度の Y_4 ・ Z_4 、スピン周期のSP、振動加速度の V_2 の計測項目から成っている。

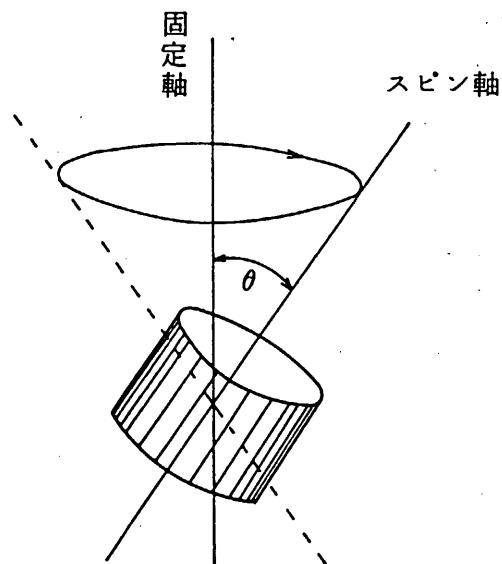


図1 プリセッション運動

1) PRMは機軸方向に向いた2個の加速度検出器をスピンドル軸から同一距離に配置し、それらの出力を演算し結果のデータを出力するとともに設定値以上のプリセッション角になると警報信号を出力する装置である。PRMは検出器、增幅部、演算処理部、判定部より構成される。2個の加速度検出器で検出した縦加速度を2個の增幅回路でそれぞれ増幅した後、演算処理してDPに送られる。

判定部では、設定されたプリセッション角以上になると信号をDPに出力するようになっている。

設定は、本体についているショートコネクタの結線を変えるだけで簡単に行うことができる。

MDコネクタから信号を入力することにより演算処理部及び判定部を校正することができる。

2) XSAはPRMのうちの1個の縦加速度出力を緩衝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、衛星切り離しまで XSA の出力をDPは送り切り離し後SPの出力をDPに送るようになっている。

3) Y4・Z4は検出部、增幅部より構成され、その出力はSDコネクタを通って B2-PL部のテレメータに送られている。

SPは Z4 の出力を利用してスピンドル周期を測定するもので緩衝増幅部を通った後 XSA とチャンネル切換される。

4) V2は検出器と增幅部で構成され、出力はSDコネクタを通って B2-PL に送られる。

B2-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成る電源部がある。

なお、電源系はACC-1とACC-2に分かれており、B2-PLのテレメータに送られるY4、V2 およびZ4 の一部がACC-2系となっている。これはACC-2でONされ、ACC-OFF又はACC-ChangeでOFFし、出力端絡事故を防いでいる。

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ある。

2. 構成

区分	品名	数量	備考
本体	A C C	1	
	P R M - 1	1	官給品
	P R M - 2	1	"
検出器	Y ₄	1	"
	Z ₄	1	"
	V ₂	1	
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。

3. 性能

3.1 電気的性能

3.1.1 P R M

- (1) 測定範囲 : 0 ~ 45 °C
- (2) 測定精度 : ±10%
- (3) 周波数特性 : D C ~ 10 Hz ±30% (-3 dB)
- (4) 検出器 : 4 - 202 - 0001 ±20 G 2コ
- (5) 検出器感度 : 1 mV/G $^{+25\%}_{-10\%}$ (印加電圧 5 V, 出力開放)
- (6) 検出器不正感度 : 1%
- (7) 検出器抵抗 : 350 Ω ±10%
- (8) 判定誤差 : ±5%

3.1.2 X_{SA}

- (1) 測定範囲 : -5 ~ +20 G
- (2) 測定精度 : ±3% F S
- (3) 周波数特性 : D C ~ 200 Hz (-0.5 dB以内)
- (4) 定格出力電圧 : 5 V ±1%
- (5) 出力インピーダンス : 100 Ω以下
- (6) 校正出力電圧 : 5 V ±1%
- (7) 出力電圧温度ドリフト : ±200 mV (-10 ~ +50 °C) 以内

- (8) 出力電圧経時ドリフト : $\pm 50 \text{ mV}$ 以内
- (9) 検出器 : P R M の 2 コのうち 1 コの出力を利用

3.1.3 $Y_4 \cdot Z_4$

- (1) 測定範囲 : $-5 \sim +5 \text{ G}$
- (2) 測定精度 : $\pm 3 \% \text{ F S}$
- (3) 周波数特性 : DC $\sim 120 \text{ Hz}$ (-0.5 dB 以内)
- (4) 定格出力電圧 : $5 \text{ V} \pm 1 \%$
- (5) 出力インピーダンス : 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 : $4 - 202 - 0001 \pm 20 \text{ G}$
- (10) 検出器感度 : $1 \text{ mV/G} \begin{matrix} +25\% \\ -10\% \end{matrix}$ (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 S P

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

3.1.5 V_2

- (1) 測定範囲 : 20 G
- (2) 測定精度 : $\pm 3 \% \text{ F S}$
- (3) 周波数特性 : $10 \sim 3000 \text{ Hz}$ ($\pm 0.5 \text{ dB}$ 以内)
- (4) 定格出力レベル : 0 dBm
- (5) 出力インピーダンス : 200Ω 以下
- (6) 校正出力レベル : 0 dBm

- (7) 出力電圧温度ドリフト : ± 0.5 dB以内
- (8) 出力電圧経時ドリフト : ± 0.5 dB以内
- (9) 歪 率 : -40 dB以下 (0 dBm 1 kHz)
- (10) 増 増 器 入 力 抵 抗 : $1000 M\Omega \pm 10\%$
- (11) 検 出 器 : 224 C
- (12) 検 出 器 感 度 : 11 PC / G (NOM)

3.2 インターフェイス

- (1) 入 力 電 圧 。 電 流 : +12V 30mA 以下
-12V 25mA 以下
+5 V 70mA 以下
- (2) 外 部 操 作 : ACC1 ON (CM)
ACC2 ON (CM)
ACC OFF (CM)
ACC CHANGE (CM)
CAL (DP)
PRM CAL/MEA (MD)
PRM CAL-IN (MD)
- (3) ア ン サ : ACC1 ON (5V)
- (4) ACC モ ー ド : 3 ビット

3.3 機械的特性

- (1) 外 形 尺 法 : 本体 $190^{\pm 2} \times 162^{\pm 2} \times 75^{\pm 2}$
PRM1,2 $25.6 \times 25.6 \times 26.34$
 Y_4, Z_4 $36^{\pm 0.3} \times 45^{\pm 0.3} \times 32.3^{\pm 0.3}$
 V_2 $\phi 16.3 \times 13.2$
(ビス, コネクタ, ケーブルを除く)
- (2) 重 量 : 本体 2.2 kg以下
PRM1,2 85 g (1コ)
 Y_4, Z_4 150 g (1コ)
 V_2 16 g
接続ケーブル 500 g以上
- (3) ケ ー ス 材 質 : 本体 A 5052
 Y_4, Z_4, L アングル A 5052

(4) ケース表面処理：本体 エピコ2000 黒色半つや塗装又は金メッキ

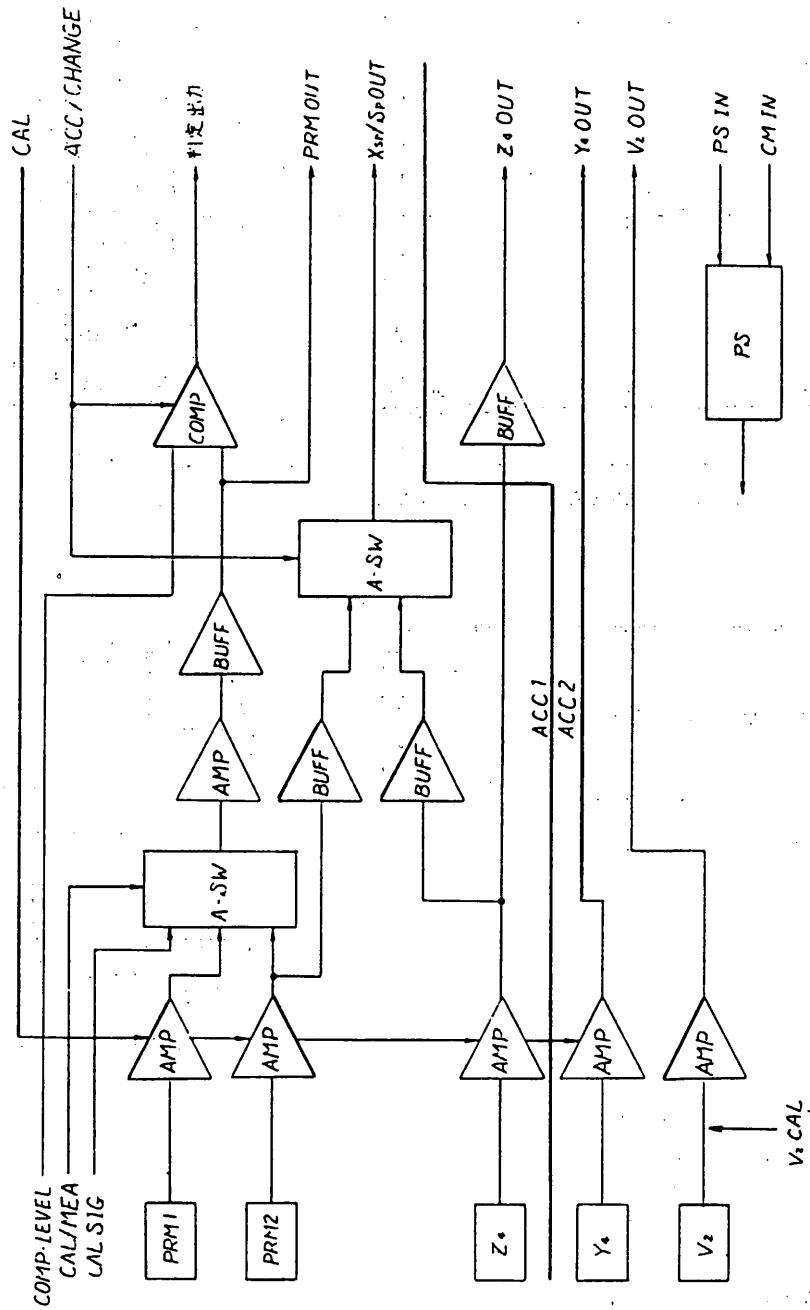
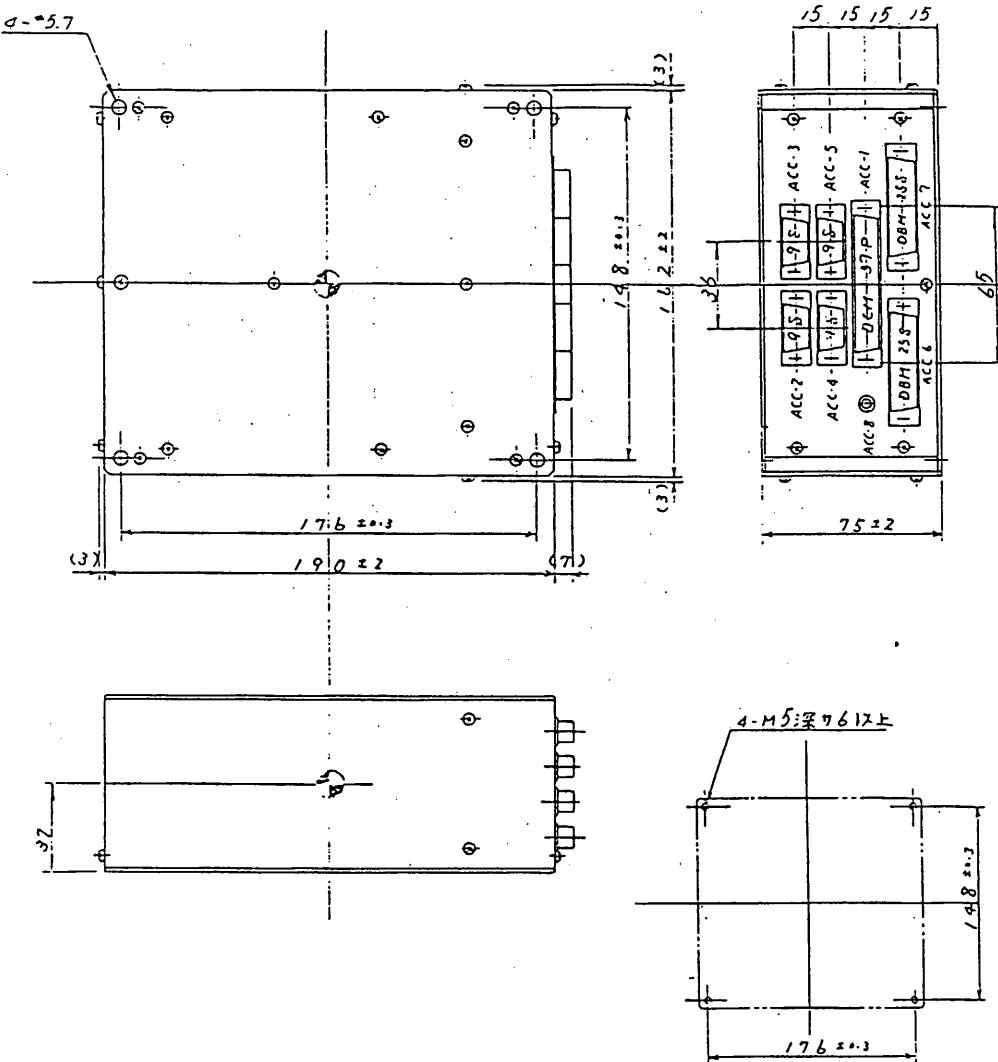


図2 ACCプロック図

第三角法



取付穴明図 (S = 1/4)

- 1) ケース板厚 底板 t 1.6 側板 t 2.0
- 2) ケース構造 板金構造
- 3) ケース取付ネジ M 5
- 4) 消費電力 0.63 W
- 5) 重量 約 1.8 kg
- 6) ケース接触面積 29.750 mm²
- 7) 性モーメント $I_x = 54.19 \text{ kg cm}^2$, $I_y = 70.96 \text{ kg cm}^2$, $I_z = 106.02 \text{ kg cm}^2$

図 3 外観図