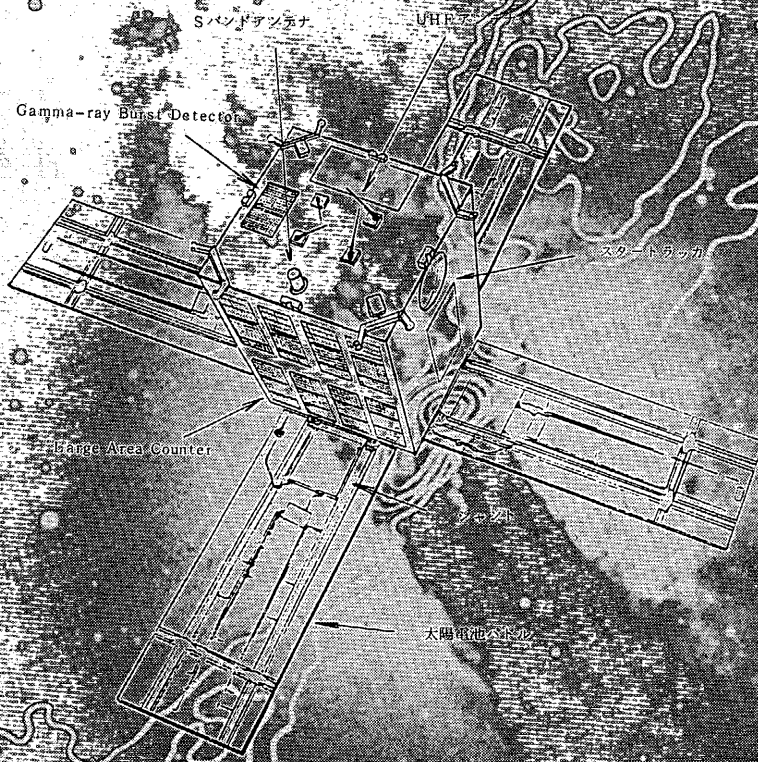


昭和61年度 第2次飛翔実験

科学衛星ASTRO-C

(M-3S II-3)

計 画 書



ASTRO-C外観図

昭和61年10月

宇宙科学研究所

SESデータセンター

表紙のバックは活動銀河「ケンタウルス座」
Aの光（写真）及び電波（等高線）の像です。

昭和61年度第2次飛翔実験科学衛星

ASTRO-C(M-3SII-3)計画書

序

総論／概要	1
-------------	---

第1章 観測機器

1.1 大面積比例係数管(LAC)	13
1.2 ガンマー線バースト検出器(GBD)	66
1.3 全天モニター(ASM)	100

第2章 共通機器

2.1 アンテナ／通信系	
2.1.1 アンテナ系概要	121
2.1.2 Sバンドアンテナ系(SANT)	138
2.1.3 UHFアンテナ系(UANT)	143
2.1.4 Sバンド受信機(SBR)	147
2.1.5 Sバンド送信機(TMS)	151
2.1.6 400MHz送信機(TMU)	155
2.1.7 Sバンドダイプレクサ(SDIP)	158
2.2 運用制御系	
2.2.1 概 要	161
2.2.2 コマンドデコーダ(CMD)	163
2.2.3 テレメトリコマンド制御装置(TCU)	167
2.2.4 コマンド信号切換装置(CSS)	176

2.2.5	バブルファイルメモリー (B F M)	179
2.3	データ処理	
2.3.1	データ処理装置 (D P)	184
2.3.2	バブルデータレコーダ (B D R)	275
2.3.3	環境計測装置 (H K)	288
第3章 打ち上げ運用系		
3.1	概 要	297
3.2	衛星タイマ (E P T - S A)、点火系	298
3.3	衛星搭載計測装置 (I N S - S A)	304
3.4	ヨーヨーデスピナ (Y O - Y O)	313
3.5	イグナイタ電源 (I G - P S)	316
第4章 姿勢検出と制御		
4.1	姿勢検出系	321
4.1.1	スタートラッカー (S T T)	321
4.1.2	非スピン型太陽姿勢計 (N S A S)	334
4.1.3	スピン型太陽方向検出装置 (S - S A S)	342
4.1.4	地磁気姿勢計 (G A S)	348
4.1.5	慣性基準装置 (I R U)	354
4.2	姿勢制御系	360
4.2.1	姿勢制御装置 (A C E)	360
4.2.2	モーメントムホイール／ホイール駆動装置 (M W / W D E)	367
4.2.3	姿勢検出／姿勢制御	373
4.2.4	磁気トルカ (M T Q)	377

第5章 電 源 系

5.1 概 要	381
5.2 太陽電池パドル (P D L)	383
5.3 電力制御器 (P C U)	396
5.4 蓄電池 (B A T)	411
5.5 コンバーター (C N V - A / B)	415
5.6 電源系接続回路 (J N C)	422
5.7 蓄電池容量計 (A H M)	424
5.8 シャント (S H N T)	435
5.9 電力解析	438

第6章 構造設計と熱設計

6.1 構 造 設 計	455
6.2 熱 設 計	479

第7章 信頼性と品質管理

485

第8章 打ち上げロケットと軌道

487

第9章 運用管制と地上データ処理

9.1 地上データ処理	489
-------------------	-----

付録 A S T R O - C 関係者名簿／連絡先	495
----------------------------------	-----

S E S データセンター

昭和61年10月7日

序文

横野 文 命

第十一号科学衛星ASTRO-CはX線天文衛星である。日本のX線天文学は〔はくちょう〕、〔てんま〕衛星の活躍により多くの成果をあげると共に、新しい問題も提起している。これらの衛星は、主に、X線パルサーやX線バーストの観測を通して、中性子星近傍の物質の状態および構造を明らかにした。しかしまだ未解決の問題がある。その中で最も重要なものは、活動銀河核およびブラックホール候補と呼ばれるX線源であろう。ASTRO-C衛星はこのようなX線源の観測を第一の目的として設計されたものである。コンパクトX線源の特徴はさまざまな時間単位で、X線強度が大きく変動することである。ASTRO-Cはミリ秒以上の時間分解能で強度変動を測定できるように設計されている。強度変化の精密測定や他の波長の放射との相関を求めることにより、活動銀河核の放射機構および構造、またブラックホールに特有な現象を見付けることができるであろう。パルサーやバースターの精密観測が可能になるので、中性子星の内部構造を含めた推移を知ることができる。

搭載されている観測装置は大面積比例計数管、全天X線監視装置、ガンマ線バースト検出器でいずれも低雑音化や観測方法に工夫が施されている。

またASTRO-Cは日本の科学衛星では最初の三軸制御衛星である。姿勢計、姿勢制御計には新しく開発された機器が採用されている。太陽センサー、星像センサー、磁気トルカーおよび制御方式などである。これらの結果は、精密姿勢制御を要する次の天文衛星の基礎技術として注目される。またバブルメモリーデータレコーダーも、従来の磁気テープに代る信頼性の高い機器である。

この計画書は数年にわたる大勢の人々の作業の結果であり、衛星技術の貴重な資料として将来の衛星設計に利用されると共に、ASTRO-C衛星の運用のに手引書として天文観測に活用されることを希望する次第である。なおASTRO-C衛星は国際協力により観測機器の設計、製作がおこなわれたことをのべておきたい。大面積比例計数管が英国レスター大学、ガンマ線バースト検出器が米国ロスアラモス研究所と共同でつくられた。これを契機として、宇宙観測の国際化が広がることを期待している。

總 論、概 要

総論／概要

1. ミッション

第11号科学衛星ASTRO-Cは、昭和62年2月鹿児島宇宙空間観測所から、M-3SII-3ロケットにより打上げられる予定で、現在フライトタイプモデル(FM)の製作が行われている。ASTRO-Cは宇宙X線観測の汎用天文台の機能を有し、特に銀河系外のX線源の観測を目的としている。

この衛星は近地点約550km、遠地点約550km、軌道傾斜角約31度の軌道に打上げられる予定で、この軌道上で太陽電池パドルを展開し、観測目標のX線源にスピン軸と直交する面に取付けられた LARGE AREA COUNTER (LAC) を向けるように姿勢を制御し、観測を行う。

搭載観測機器は以下の通りである。

- 1) LARGE AREA COUNTER (LAC)
- 2) ALL SKY MONITOR (ASM)
- 3) GAMMA-RAY BURST DETECTOR (GBD)

2. 衛星の諸元

- 1) 外形： 1000mm (一辺の長さ) × 1550mm (高さ) の四角柱
但し、太陽電池パドル、アンテナは除く。
パドル寸法 760mm × 1755mm (4枚)
- 2) 重量： 約 420kg
- 3) 軌道： 近地点 約 550km
遠地点 約 550km
軌道傾斜角 約 31度
周期 約 95分

- 4) ミッションライフ: 12ヶ月
- 5) 打上げ: 打上げ予定 昭和62年2月
打上げ場所 鹿児島宇宙空間観測所(KSC)
- 6) 電力: 約489W(太陽電池発生電力)

図-1に外観図を、図-2にシステム系統図を示す。

表-1に搭載機器一覧を示す。

3. 熱・構造系

衛星の構造系は、大別すると構体本体とパネル類より構成される。構体本体は、ロケット結合リング、センターパネルを中心構造とし、ベースパネルをアウトリガーおよび内部アウトリガーで支持する構造である。また、パネル類は側面パネル、上部パネル、底部パネルおよびSTTパネルに分けられる。本構体は搭載機器の実装上の要求条件を満足させながら、その軽量化を最重点に設計されたものである。

太陽電池パドルは4枚で構成され、打上げ時は衛星の4つの側面に収納されておりリリース機構の解放により、スプリングの力で4枚のパドルが同時に展開される。この展開は衛星の初期姿勢を確保する為、ロータリーダンパーで速度制御され、4枚同期して展開される。

熱制御方式は能動型と受動型を併用している。

能動型方式は搭載機器であるBAT, IRU-S, IRU-E, MW, STT-Eに採用されている。これらの機器のうちBATとIRU-Sについては、動作温度範囲が狭いため自動制御ヒータが、残りの機器については、機器がOFFされた時に主に投入されるリブレイズメントヒータが、それぞれ用いられている。

受動型熱制御方式に属するものとしては、軌道上で受ける太陽光、アルベド光、地球赤外線から衛星を遮蔽するための多重熱絶縁ブランケット、同じ目的で観測用窓に用いられるサーマルシールド、衛星内部の熱を宇宙に放散するためのラジエータ等があげれる。

これらの手段により衛星の温度は適切に維持される。

搭載機器別の重量を表-2に、また機器配置を6章に示す。

4. 姿勢系

ASTRO-Cの姿勢制御はその観測目的から、スピン軸と直交に配置されたLACを、長時間慣性方向の任意方向へ指向させる。また、ASM、GBDを全天サーチする為、0.1~0.05RPMにてZ軸まわりに連続回転するモードも必要とする。

この要求を遂行する為に、姿勢検出系としてはIRU、GAS、SSAS、NSAS、STTを、アクチュエータとしては3軸に配置されたMTQを搭載し、さらにZ軸方向制御の為、MWを使用したバイアスモーメント3軸制御方式を採用している。

これらの制御は、ACEに搭載されたCPUにより自動的に行われるが、さらにバックアップとして開ループ制御も有している。

5. データ処理系

DPは衛星内の各観測機器から送られてくるデータについてカウント数の集積や時間づけ等を行うとともに、各サブシステム及び衛星各部の状態情報（アナログHK、デジタルHK）を共通情報として処理編集する。

この編集されたデータは、実時間データとしてテレメータ系を通して地上に伝送され、また蓄積データとしてBDR（容量41.9Mbits）に記録され、可視時間に地上に送られる。このデータ転送レートは、実時間データでは16.384Kbpsと2.048Kbpsを、再生データとしては131.072Kbpsと65.536Kbpsを採用している。

6. 通信系、アンテナ系および運用制御系

通信系は、Sバンド（2108MHz帯アップリンク/2280MHz帯ダウン

リンク)と、UHF(400MHz帯ダウンリンク)の2つの通信回線で構成されている。

地上からの2108MHz帯コマンド信号はSANT-A, B及びSBR-A, B(CSSにより信号ライン自動切換)にて受信される。CMDを通して符号解読された信号はその信号に従って、TCUによりリアルタイムコマンド(EDC, NDC, BC, EC)とプログラムコマンド(PC)を発生し、各S/Sへ供給する。また、あらかじめBCによりメモリされたオーガナイズコマンド(OG)を各S/Sへ送出する。

コマンドのうち電源系、およびLACの高圧ON制御を行うコマンドは、ノイズ等による誤動作を防止する目的から二重コマンド構成をとっている。

ASTRO-Cの距離測定(測距)は、従来よりの400MHzドップラー方式の他に、高精度で測距を行う目的でSバンド帯を使用したR&R方式が採用されている。

TMUとTMSは実時間PCMデータとBDR再生データを、高速再生(131Kbps)データを除いてどちらの送信機でも運用できる様に冗長構成され、モードを選択できる様になっている。そして、Sバンド系は送受共用の為、送受信信号分離用のダイプレクサを搭載している。

UHFアンテナ、Sバンドアンテナは衛星の上下面にそれぞれ実装されており、衛星の姿勢変化に応じ、コマンドにより使用アンテナを選択できる。

EPT-SAはロケット側タイマからのスタート信号を受けて作動を開始し、M-3B点火、衛星分離、YO-YO及び、バドル展開の時刻制御を行い、各点火信号を送出する。

7. 電源系

SCは $2 \times 4 \text{ cm}$ (3952枚)、 $2 \times 2 \text{ cm}$ (912枚)のN/P型、シリコンの太陽電池素子であり、計4864枚実装されている。太陽電池で発生した約460W(BOL, $\theta_s = 180^\circ$)の電力は、各機器並びに19AHのBAT 2台に供給される。2台のBATはそれぞれの電力制御器(PCU-A, B)に

よりコントロールされる。BATへの充電モードとして従来からのフル充電、トリクル充電の外に中間充電モードを設定し、AHMとの連系動作によりBATの過充電および充電電量不足を回避している。また、電源系にはBUS電圧の上限を制御する為のSHNTと、BATの過放電防止の為にBAT端子電圧の低下を検出して、TCUにUVC (Under Voltage Control) 信号を送出する機能を有している。

TCUではこの信号に連動して必要な機器をOFFする。負荷へ安定な電圧を供給する為にコンバータは2台で構成され、CNV-Aは $\pm 12V$ 、 $+5V$ 、 $+15V$ を、CNV-Bは $+28V$ を非安定なBUS電圧($16.5V \sim 26V$)から作り、接続回路(JNC)を通して分配する。

なお、BATは温度条件がクリティカルである為、BAT温度によって自動的にヒータをON/OFFする機能を持っている。

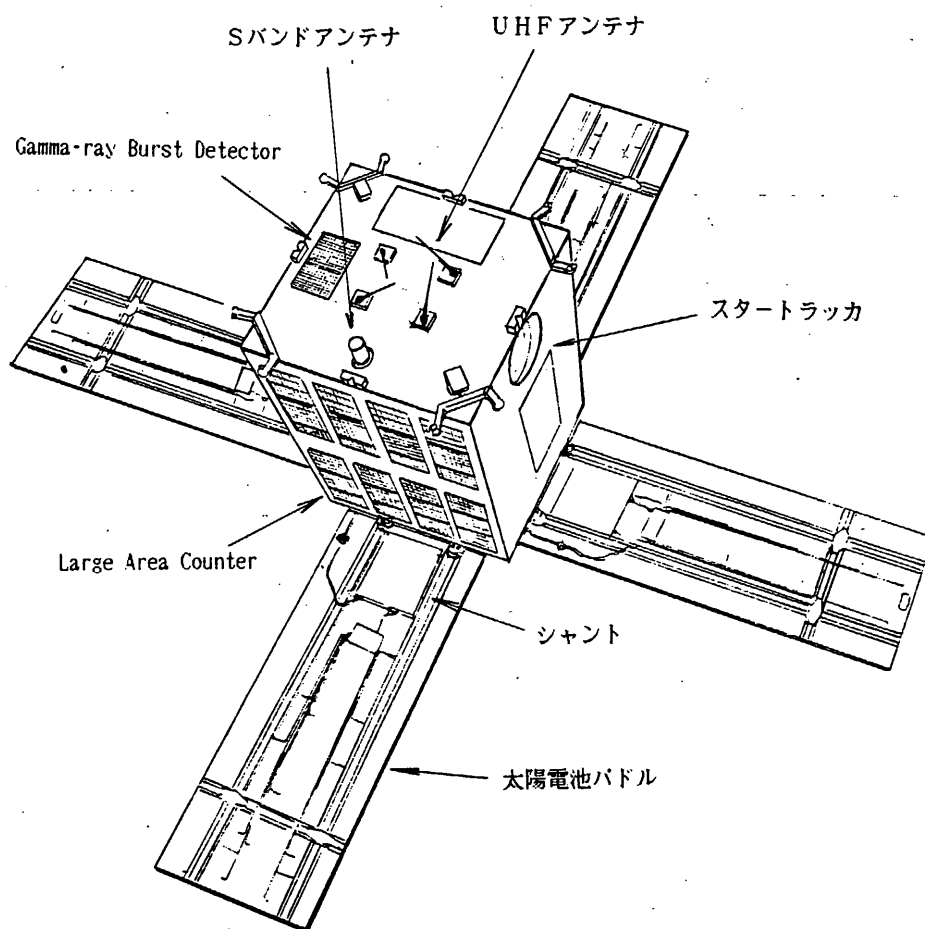


図-1 ASTRO-C外観図

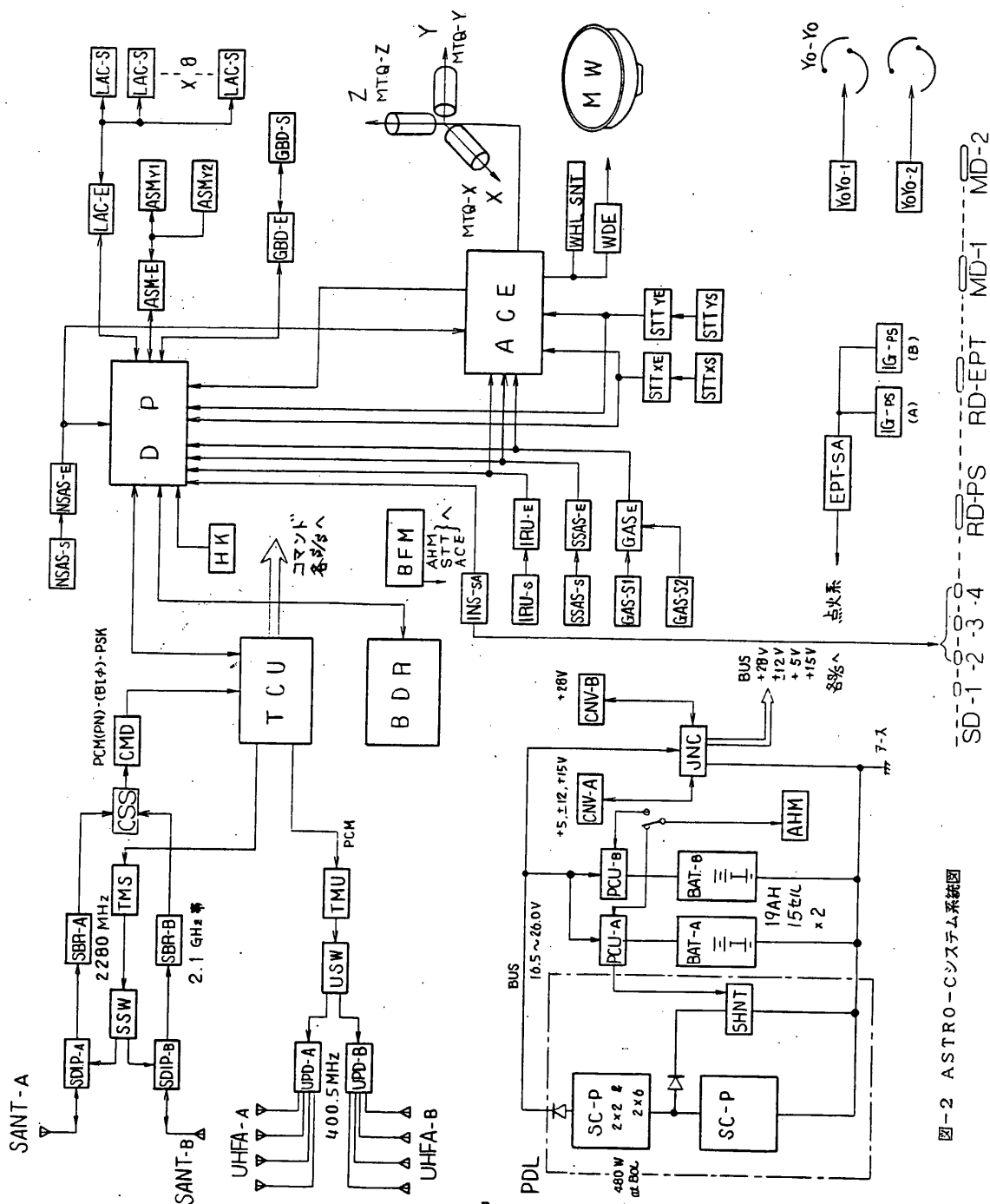


図-2 ASTRO-CONSシステム系統図

表-1 ASTRO-C搭載機器一覧

サブシステム名	ユニット名	担当メーカー
電気計装	電気計装 (WHNS)	NEC
熱・構造系	構体 (STR)	NEC
	機械計装 (MINT)	NEC
	熱計装 (TINT)	NEC
観測系	Large Area Proportional Counters (LAC)	ISAS 明星
	LAC-S0 LAC-S1 LAC-S2 LAC-S3 LAC-S4 LAC-S5 LAC-S6 LAC-S7 LAC-E	
	All Sky X-ray Monitor (ASM)	ISAS 東芝
	ASM-Y1 ASM-Y2 ASM-E	
	Gamma-ray Burst Detector (GBD)	ISAS 明星
	GBD-S GBD-E	

サブシステム名	ユニット名	担当メーカー
衛星タイマ (EPT-SA)		松下通信
加速度計測装置 (INS-SA)		松下通信
ヨーヨーデスピナ (Yo Yo)	Yo Yo - 1 Yo Yo - 2	日立
イグナイタ電源 (IG-PS)	IG-PS - A IG-PS - B	NEC
データ処理装置 (DP)		富士通
データレコーダ (BDR)		日立
環境計測装置 (HK)		松下通信
慣性基準装置 (IRU)	IRU-S IRU-E	JAE
地磁気姿勢計 (GAS)	GAS-S1 GAS-S2 GAS-E	明星
スピン型太陽姿勢計 (SSAS)	SSAS-S SSAS-E	明星
非スピン型太陽姿勢計 (NSAS)	NSAS-S NSAS-E	東芝
スタートラッカ (STT)	STT-XH STT-XS STT-XE STT-YH STT-YHS STT-YE	NEC
姿勢制御装置 (ACE)	ACE WHL - SNT	NEC
磁気トルカ (MTQ)	MTQ-X MTQ-Y MTQ-Z	日立
モータンタムホイール (MW)	MW	NEC (BENDIX)
ホイール駆動装置 (WDE)	WDE	

サブシステム名	ユニット名	担当メーカー
太陽電池パドル (PDL)	SC-P PDL-M	NEC
電力制御器 (PCU)	PCU-A PCU-B	NEC
蓄電池 (BAT)	BAT-A BAT-B	NEC
シャント (SHNT)	SHNT-1 SHNT-2 SHNT-3 SHNT-4	NEC
電源系統回路 (JNC)		NEC
コンバータ (CNV)	CNV-A CNV-B	NEC
蓄電池容量計 (AHM)		NEC
バンドアンプ (SANT)	SANT-A SANT-B SSW	NEC
UHFアンプ (UANT)	UANT-A UANT-B USW UPD-A UPD-B	NEC
バンド受信機 (SBR)	SBR-A SBR-B	NEC
S RF送信機 (TMS)		NEC
400 Mhz 送信機 (TMU)		NEC
バンドダイアレクサ (SDIP)	SDIP-A SDIP-B	NEC
コマンドジョイ (CMD)		NEC
フィルム制御装置 (TCU)		NEC
バブルファイルメモリ (BFM)		NEC
コマンド信号切替装置 (CSS)		NEC

表-2 ASTRO-C 機器重量表

集計日時 S61. 9. 2

共通機器重量合計	314.009 Kg	観測機器重量合計	102.770 Kg	総重量	416.779 Kg
----------	------------	----------	------------	-----	------------

最終予測重量 419.5Kg

システム	重量 (Kg)	担当
------	---------	----

電源	95.756	
PCU-A	3.943	NEC
PCU-B	3.986	・
BAT-A	16.224	・
BAT-B	16.108	・
SCP-1	6.642	・
SCP-2	6.664	・
SCP-3	6.514	・
SCP-4	6.520	・
重り	14.964	・
SHNT-1	1.484	・
SHNT-2	1.488	・
SHNT-3	1.488	・
SHNT-4	1.468	・
JNC	2.110	・
CNV-A	3.428	・
CNV-B	1.566	・
AHM	1.159	・

通信	8.483	
SANT-A	0.716	NEC
SANT-B	0.202	・
SSW	0.244	・
SDIP-A	0.302	・
SDIP-B	0.301	・
UANT-A	0.104	・
UANT-B	0.184	・
USW	0.244	・
UPD-A	0.180	・
UPD-B	0.182	・
SBR-A	2.044	・
SBR-B	2.056	・
TMS	0.838	・
TMU	0.886	・

運用	28.582	
CMD	1.392	NEC
TCU	4.003	・
CSS	0.148	・
DP	10.833	富士通
BDR	7.352	日立
HK	1.660	松下通信
BFM	3.196	NEC

システム	重量 (Kg)	担当
------	---------	----

打ち上げ	4.600	
EPT-SA	2.260	松下通信
INS-SA	1.942	・
IGPS-A	0.194	NEC
IGPS-B	0.204	・

姿勢センサ	27.375	
IRU-S	4.269	JAE
IRU-E	3.402	・
GAS-S1	0.170	明星
GAS-S2	0.170	・
GAS-E	0.804	・
SSAS-S	0.111	・
SSAS-E	0.286	・
NSAS-S	0.415	東芝
NSAS-E	1.622	・
STT-XH	3.403	NEC
STT-XS	0.110	サ-マル B
STT-XE	4.042	・
STT-YH	3.621	・
STT-YS	0.112	サ-マル B
STT-YE	4.052	・
INS-SA/S	0.786	松下通信

姿勢制御	27.137	
ACE	7.264	NEC
MTQ-X	1.635	日立
MTQ-Y	1.698	・
MTQ-Z	1.710	・
MW	10.752	NEC
WDE	1.416	・
WHL-SNT	0.518	・
YOYO-1	0.450	日立
YOYO-2	0.450	・
ワイヤ等	1.028	・
コ-ナ-金具	0.216	・

熱制御	5.140	
熱計装	5.140	NEC

計装線	16.804	
WHN	16.654	NEC
ワイラップ等	0.150	・

システム	重量 (Kg)	担当
------	---------	----

構造	100.132	
構体	75.267	NEC
展開機構	12.576	・
機械計装	6.069	*
ワイヤ	6.220	**

観測機器	102.770	
LAC-S0	10.242	ISAS
LAC-S1	10.224	・
LAC-S2	10.224	・
LAC-S3	10.218	・
LAC-S4	10.108	・
LAC-S5	10.122	・
LAC-S6	9.896	・
LAC-S7	9.872	・
LAC-E	7.718	明星
シ-ルフ板	0.000	構体に含
ASM-Y1	3.136	ISAS
ASM-Y2	3.091	・
ASM-E	2.422	東芝
GBD-S	2.932	ISAS
GBD-E	2.565	明星

*LAC シ-ルフ 板等1.2Kg を含む
 **3 軸MOI により約3Kg 追加予定

表-3 ASTRO-C コマンドマトリックス

Y/X	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E
0	X					LHV0 ON	LHV1 ON	B HR1 ON	B HR2 ON	MAN TRIC	MAN FULL	BT B1 ST	UVC L1	TEMP L1	W HR OF
1	SBR-A	SBR-B	AHV ON	BC ENA-D	LHV2 ON	LHV3 ON	LHV4 ON	B HR1 OF	B HR2 OF	IN SET		BT B2 ST	UVC L2	TEMP L2	ST HR OF
2	INS CAL	AT CN OF	SC HV ON	PC HV ON	LHV5 ON	LHV6 ON	LHV7 ON	B HR AT	CHG AUTO	TRIC SET		BT BT RT	UVC OF		AHM ENA
3	EPT STOP	AHV OF	ASM OF	ASM A OF	LC E1 ON	LHV OF	LC CL ON	IR HR ON	LOOP ON	IR MT ON	TMU ON	TMU OF	AHM ON	AHM OF	AHM DIS
4	HK ON	HK OF	ASM ON	AMC OF	LC E2 ON	LAC A OF	LC CL OF	IR HR OF	LOOP OF	IR MT OF	TMS ON	TMS HI	TMS OF	SSAS ON	SSAS OF
5	GBD ON	GHV OF	RBM F ON	RBM ON	LAC OF	BYP ON	LHV RED	X MT ON	Y MT ON	Z MT ON	S MT ON	SANT A	SANT B	INS1 ON	INS2 ON
6	GBD OF	GBD A OF	RBM F OF	RBM OF	STX CPU	STY CPU	ST MAP	X MT OF	Y MT OF	Z MT OF	S MT OF	UANT A	UANT B	INS OF	NRS CNG
7	BIT LOW	BIT MED	BIT HI	BFM ON	STX MAN	STY MAN	ST TRK	OPCL ON	WHL ROT	WHL STOP	NRM MODE	XYCT RT	Z CT RT	Z CL ENA	Z CL DIS
8	LAC MODE	ASM MODE	QUICK HI	BFM OF	STX OF	STY OF	ST STBY	OPCL OF	RFCT RT	MNV STRT	MNV STOP	WHL TACH	WHL CPU	XYCL ENA	XYCL DIS
9	BDR STOP	BDR REC	BDR ON	BDR OF	NSAS CAL	NSAS ON	NSAS OF	GAS ON	SLEW (+)	SLEW (-)	SLEW 360	MAG OPEN	MAG CPU	MTQ HI	MTQ LO
A	S H REP	S L REP	U REP	PC STRT	PC STOP	PC CNT1	GAS S2	GAS OF	ACE ON	ACS STRT	LOW SPIN	SPN CN X	SPN CN Y	ECL ENA	ECL DIS
B	SMOD OF	UMOD OF	US REAL	PC CLR	PC CHK	RNG A	RNG B	RNG OF	ACE OF	ACS END	ACS GSX	ANC ON	ANC OF	SPIN UP	SPIN DWN
C	DCM ENA	BC DIS	BC EXE	BC ENA-8	BC ENA-9	BC ENA-A	BC ENA-B	BC ENA-C	CPU1 ON	MTX (+)	MTX (-)	MTX OF	S H MODE	ASH ENA	ASH DIS
D	BC ENA-0	BC ENA-1	BC ENA-2	BC ENA-3	BC ENA-4	BC ENA-5	BC ENA-6	BC ENA-7	CPU2 ON	MTY (+)	MTY (-)	MTY OF	TRX SKEN	TRY SKEN	TRY SKEN
E	OG-0 EXE	OG-1 EXE	OG-2 EXE	OG-3 EXE	OG-4 EXE	OG-5 EXE	OG-6 EXE	OG-7 EXE	CPU OF	MTZ (+)	MTZ (-)	MTZ OF	WHL BKUP	IR SK RT	W HR ON

NFC

第 I 章 觀 測 機 器

大面積比例計数管

(LAC; Large Area Proportional Counters)

宇宙科学研究所

小田・田中・横野・小川原研

レスター大学 X線天文学グループ

ラザフォード・アップルトン研究所

名古屋大学 理学部物理 U研

東京大学 理学部物理

理化学研究所

明星電気(株) 宇宙開発

1. 概 要

1.1 観測の目的

QSO(Quasi-stellar-object), BL LAC 天体, セイファート銀河などの活動銀河の中心核のX線観測は、アメリカの HEAO-1, Einstein Observatory 等で行われたが未だ断片的な結果が得られていするに過ぎず系統的な観測はこれからである。活動銀河X線の時間変化を系統的に、しかも長時間に亘って観測することが ASTRO-C の主要目的であり、もう一つの目的は我々の銀河系内のX線星の微小なあるいは短時間の変動を観測することである。

遠方にある活動銀河の微弱なX線源をとらえるには、大きな受光面積を必要とする。しかしX線計数管では、受光面積を増すと宇宙線や大気ガンマ線によるバックグラウンドも同時に増えるのでこれらを除去する工夫が必要となる。さらに宇宙から等方的にやって来る強いX線バックグラウンドを極力おさえるためには、視野を絞らなければならない。以上の考慮から視野を $1^\circ \times 2^\circ$ として試算すると数10個の活動銀河(特にQSO)の強度変動を調べるためには、有効面積 4500 cm^2 が必要となる。そして低バックグラウンドのX線検出器としては Multi cell型比例計数管が最も有効である。この検出器については、日英国際協力で実施することになり両者の技術と経験を集めて、高性能・大面積・高信頼性の計数管の開発をめざしている。大面積検出器は、微弱なX線の検出だけでなく比較的強いX線源の極短時間の変動を調べるにも適している。従って先に述べた銀河系内のX線星の精密観測にも、同じようにこの大面積X線検出器が使用できる。表1.1に LACの主要性能を示す。

検出器有効面積（8台総計）	約4360 cm ²
エネルギー帯域（標準）	2～35 keV
エネルギー分解能	6 keVで約20%
バックグラウンド（diffuseを除く）	約 3×10^{-4} c/s/cm ² /keV
視野（FWHM）	0.8° × 1.7°

表1.1 LAC検出器の主要性能

1.2 研究従事者

LACは、日本と英国の国際協力プロジェクトである。その設計及び試験は、両国の共同作業で行われる。製作に関しては、実行上の効率を考えて英国が検出器及び前置増幅器部を、また日本が主回路部・高圧電源及び各種のインタフェース管理を担当している。このプロジェクトに参加している研究機関及び従事者は、以下の通り。

宇宙科学研究所 小田 稔、 田中靖郎、 横野文命、 小川原嘉明、 小山勝二
 村上敏夫、 井上 一、 満田和久、 堂谷忠靖 中村典雄
 高野史郎 ほか

名古屋大学理学部物理U研 早川幸男、 長瀬文昭、 国枝秀世、 田原 譲 ほか

東京大学理学部物理 牧島一夫、 大橋隆哉

理化学研究所 松岡 勝

レスター大学X線天文グループ
 K.A.Pounds、 M.J.L.Turner、 J.Spragg、 H.D.Thomas ほか

ラザフォード・アップルトン研究所
 B.Pachett、 D.H.Reading ほか

1.3 システム構成

LAC システムは、8本の比例計数管より成る LAC 検出器部（LAC-S）と、信号処理部（LAC-E）とに大別される。各検出器にはそれぞれ1台ずつ、高圧電源及び前置増幅器（FEE）が付随する。また8台の検出器は LAC-0から LAC-3までをまとめて LAC-A、LAC-4 から LAC-7 までをまとめて LAC-Bと呼ぶ。図1.1にシステムブロック図を示す。

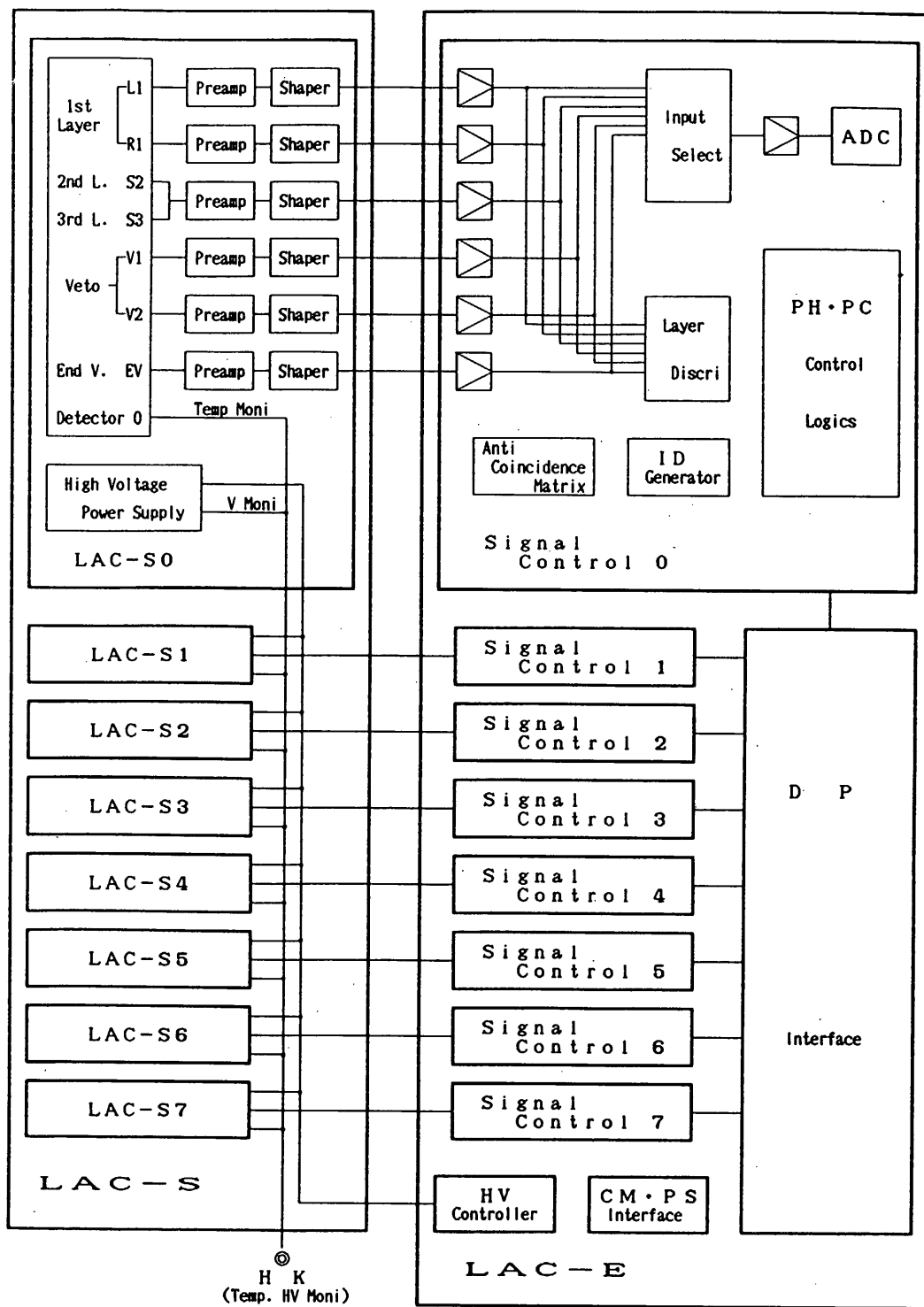


図1.1 LAC システム ブロック図

2. LAC検出器部 (LAC-S)

2. 1 構造と原理

2. 1. 1 概 要

図2. 1に LAC 検出器 (LAC-S) の外観を示す。このように LAC-Sは、厚さ0.7 mm のステンレス製ガス室・同じくステンレス製のコリメータ・それらにあるX線入射用のベリリウム窓などから構成される。さらに、高圧電源・前置増幅器(Front-End Electronics ;FEE) キャリブレーション機構・各種コネクタ・HKセンサ・検出器まわりの計装配線などが取り付けられ、またコリメータ側壁の一部にはdiffuse X線をシールドするためのスズ箔が貼られる。これら全体を合計した重量と重心位置を、表2. 1に示す。LAC-Sは、4本のアルミ製取付足を介して衛星構体にマウントされる。

重 量	10.1 ± 0.3 Kg
重心高さ (Y方向)	107 ± 3 mm

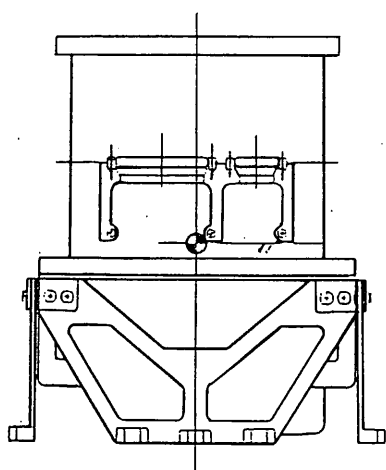
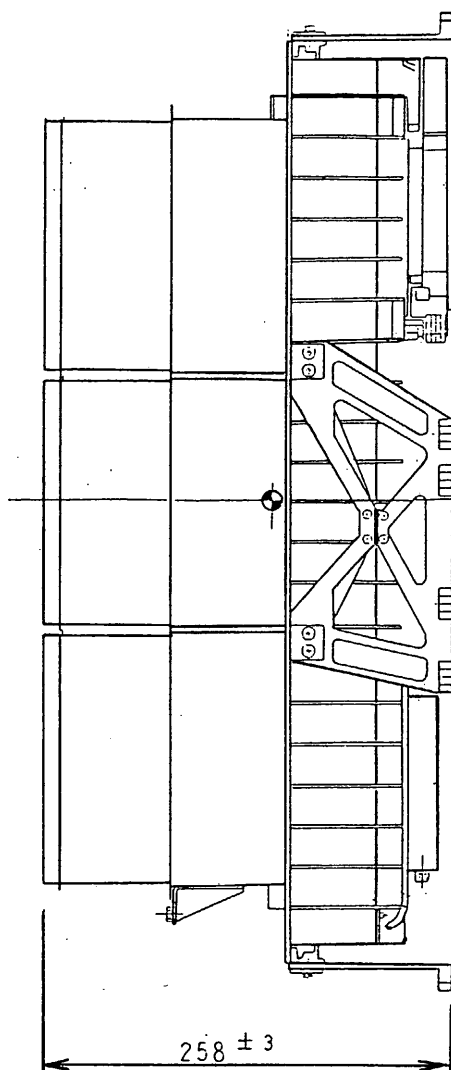
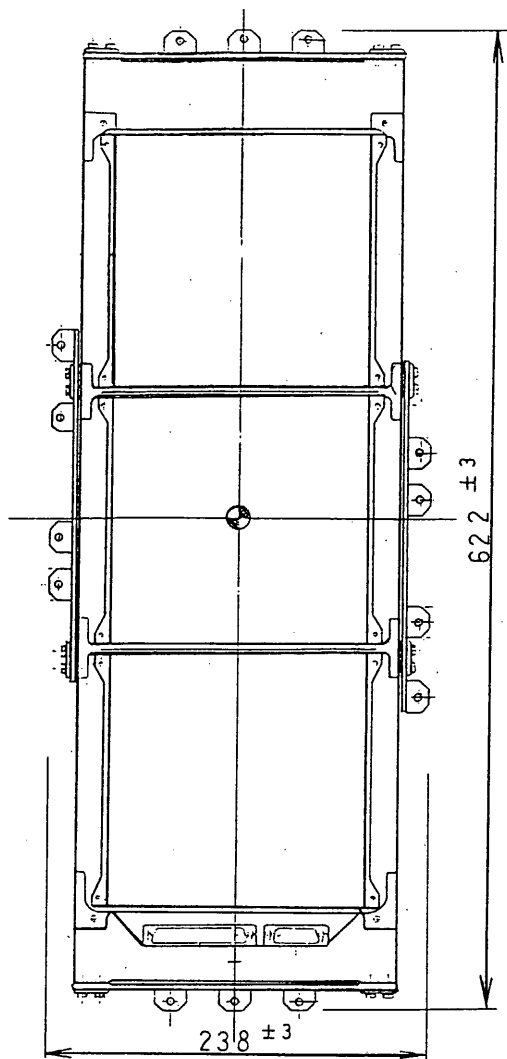
表2. 1 LAC 検出器1本当たりの重量と重心位置

2. 1. 2 芯 線

LAC 検出器は、4層×13列のマルチセル構造を持つ。即ち52本のアノードがあり、各アノード間にはアースワイヤが張られている。ワイヤの幾何長さは、約50 cmである。4つの層は同一の構造を持っており、1層ずつ製作される。アノード及びアースワイヤは1層ごとに両端で end plate と呼ばれるアルミニウム板に取り付けられる。4層の end plate は縦に積み重ねられたうえ検出器の箱の中に固定される。ワイヤとend plate を引くくめて Multi Wire Array (MWA) と呼ぶ。図2. 2にワイヤの構造をまた図2. 3に end plate 付近の構造を示した。図2. 3にはまた、End Veto 構造も示してある。このように薄い金属板が end plate から約1 mmの間隔に浮かせて保持されて、キャパシタンスを形成している。end plate の近く (≦1 cm) でイベントが起きると、このキャパシタンスに電圧が誘起されるので Veto Signalとして使える。

アノード・アースワイヤは、共に直径40 μmのステンレス線である。このワイヤを内径350 μmのステンレス製チューブに通し、チューブをかみつぶす事によりワイヤを保持する。タングステン線を用いなかったのは、かみつぶしが困難なためである。

ワイヤの張力は約20 gで、かみつぶしチューブの中にスプリングを備えている。ワイヤ



2.1 LAC-S

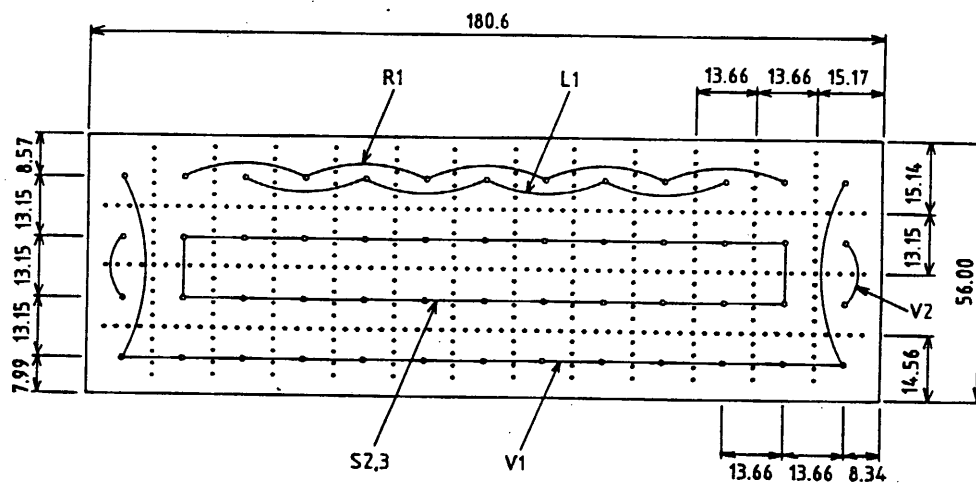


図2. 2 LAC MWA の断面図
アノードの結線は模式的なものである

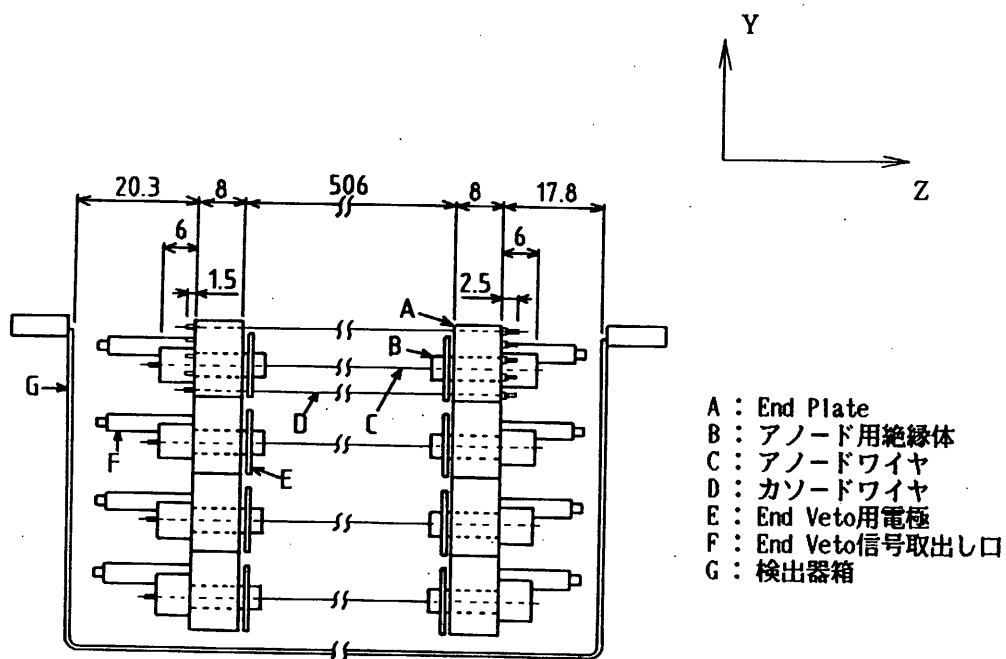


図2. 3 LAC MWA の側面図
検出器箱への固定方法は省略してある

の共振周波数は、約150Hzとなる。またアノードワイヤは、KEL-Fでできた絶縁体を介して end plate にとり付けられる。

図2. 2にはまた、アノードの信号のまとめ方とその信号の名称も示した。このうちL1・R1・S23は通常ソース信号の測定に用いられ、3者の間に相互反同時計数を設けてバックグラウンドを減らす。V1とV2は、通常ガードセルとして用いられ、ソース信号に禁止をかける働きをする。EVも同様である。V2はソースX線の入射が無く、また5-sided-guard になっているため、検出器の intrinsicバックグラウンドの良いモニタになると考えられる。なおベリリウム窓は、両端のセルを除いた11コのセルをカバーしている。壁や入射窓に面したセルは、他のセルに比べて中心電場が強くなりうる。このため第1層と第4層のアノードワイヤをわずかに偏心させ、各セルのゲインがほぼ等しくなるように設計されている。

2. 1. 3 コリメータ

LAC 各検出器は、3ブロックから成るコリメータを持つ。コリメータはベリリウム窓のサポートを兼ねている。各ブロックは、25 μ m 厚のステンレス薄板を波形に折り曲げ、エポキシで貼り合わせて作る。各ブロックは、ほぼ立方体で一辺の長さはおよそ15cmである。これらのブロックはその高さのほぼ半分に達する、厚さ0.5mmのステンレス枠に収納されておりベリリウム窓からの圧力は、最終的に全てこの枠へ伝達される。コリメータの上半分には枠がなく、コリメータ素地がむき出しである。(図2. 1)

LAC コリメータは、図2. 4に示すようなピクセル構造を持つ。これによって得られる視野の幾何学的な構造を、図2. 5に示す。即ち LAC 視野は

$$1.68^{\circ} \times 0.83^{\circ} \text{ (FWHM)}, \quad 4.3^{\circ} \times 1.9^{\circ} \text{ (bottom-to-bottom)}$$

である。

図2. 4から期待されるコリメータのピーク透過率は、97%であるが実際には、ステンレス薄板のゆがみ・接着剤の厚み・3個のブロックのアライメント誤差などから、82%程度になると考えられる。

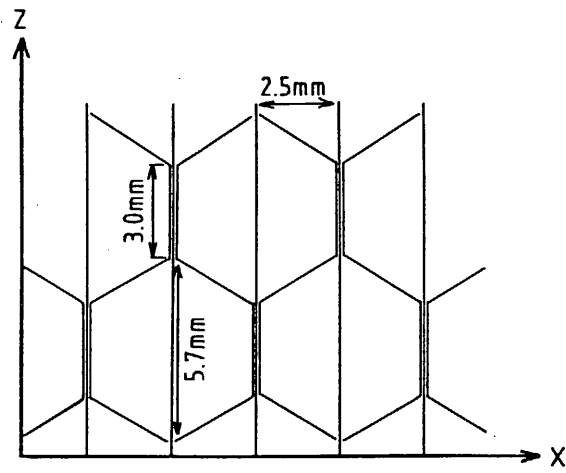


図2. 4 コリメータのピクセル構造

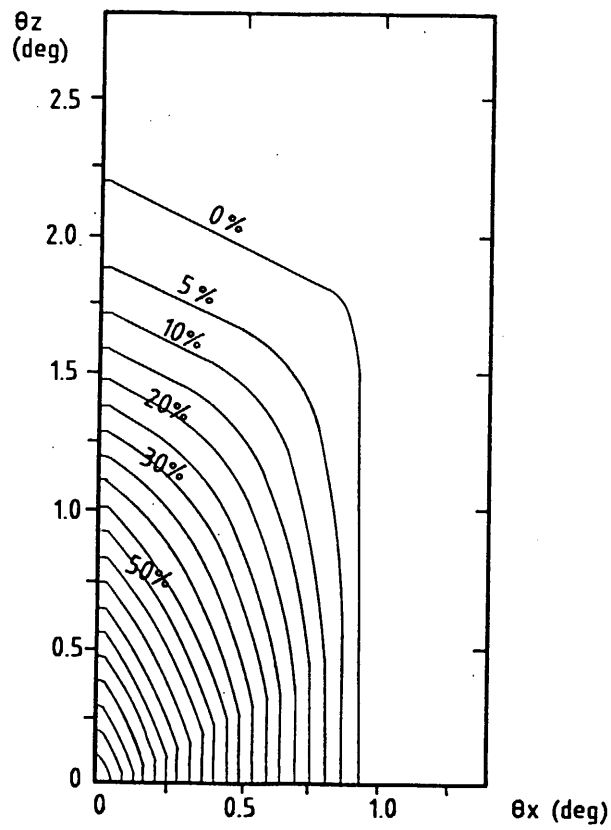


図2. 5 コリメータの2次元透過関数
ただし最大透過率を100%としている
等高線は5%間隔

2. 1. 4 ベリリウム窓

LAC検出器のX線入射窓としては、厚さ $63\mu\text{m}$ （ノミナル）のベリリウムを用いる。図2. 6に示すように、1台の検出器につき6枚のベリリウム箔が用いられる。これらのベリリウム箔は、熱ひずみを避けるため図のように薄いステンレス製窓枠に接着されたのち、ステンレス製のガス室に固定される。ベリリウムには軌道上で約2気圧の内圧が働くがこれはコリメータによって支えられる。ベリリウム窓の開口面積は、1台あたり 665cm^2 で、これにコリメータのピーク透過率（82%とする）をかけると、1台あたりの有効面積は、 545cm^2 となる。8台では約 4360cm^2 となる。

2. 1. 5 キャリブレーション機構

「はくちょう」 SFX 及び「てんま」 SPC では、弱いアイソトープを連続照射することで検出器のキャリブレーションを行ってきた。しかし LACではバックグラウンドを極力低下させるため、キャリブレーション機構としては、ステップモータの先に強い Cd(109)線源をつけ、 90° 回転させる方法をとる。キャリブレーションX線は、検出器底の小さいベリリウム窓を通して照射される。とくに最下層（V1）では、Ag-K X線（22.1keV）に加えて、Ag-L X線（3.0keV）も検出されることに注意。LAC 検出器の各層で予想される、Cd(109) のカウント数（初期値）を、表2. 2に示す。

ステップモータは、英国製で4相の励磁コイルをもち、 90° づつ4ステップの回転を行う。各相の DC 抵抗値は約 50Ω で 180° 離れた2つのコイルを直列にして用いる。モータの励磁は、15V約1.2秒のパルスストロブにて行われる。Home Position は無いので、CAL ONコマンドまたは CAL OFFコマンドを続けて何回か送信してもかまわない。CAL は8本の検出器に対して同時に ON/OFF され1本ずつの ENA/DIS 選択はできない。図2. 7にキャリブレーション機構の結線を示す。ダイオードは、サージ吸収用である。

	Ag-K(22.1keV)	Ag-L (3.0keV)
L1+R1	~ 250 C/S	~ 0
S2,3	~ 500 C/S	~ 0
V1	~ 300 C/S	~ 100 C/S
V2, EV	~ 0	~ 0

表2. 2 Cd(109) の CALカウント数初期値

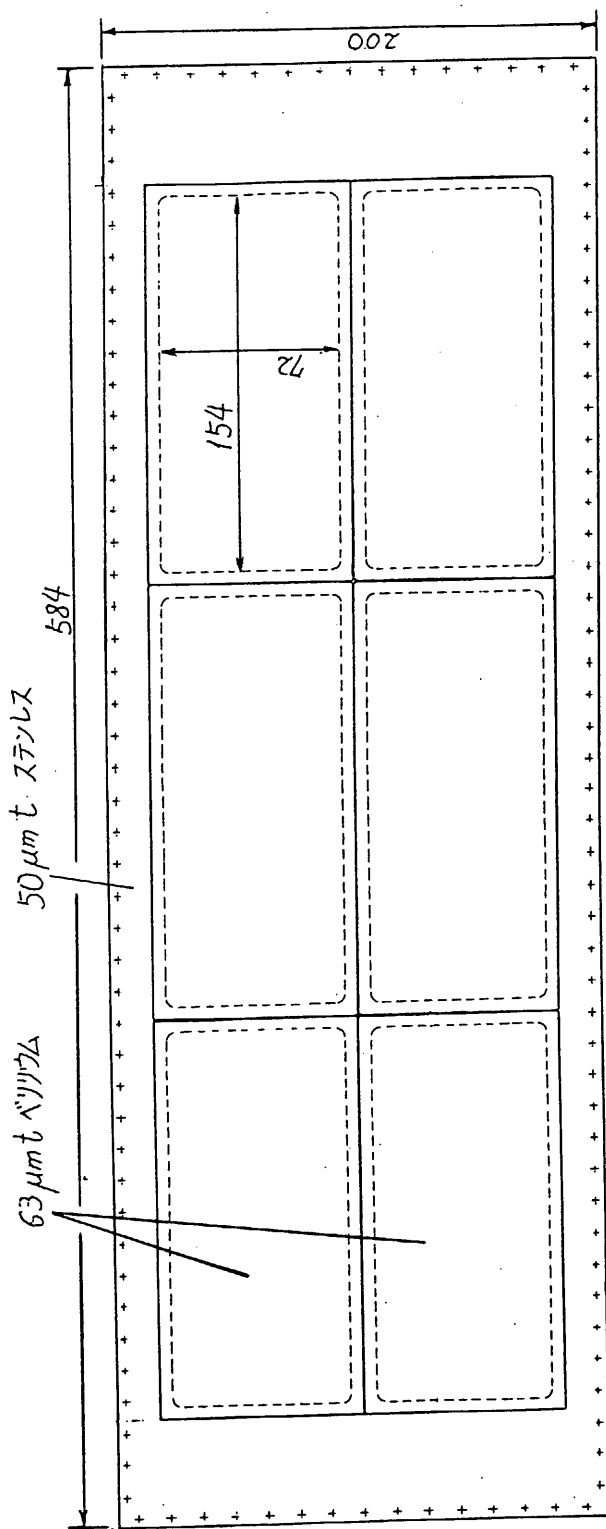


図2. 6 ベリリウム窓とジョイント用ステンレス箱の寸法

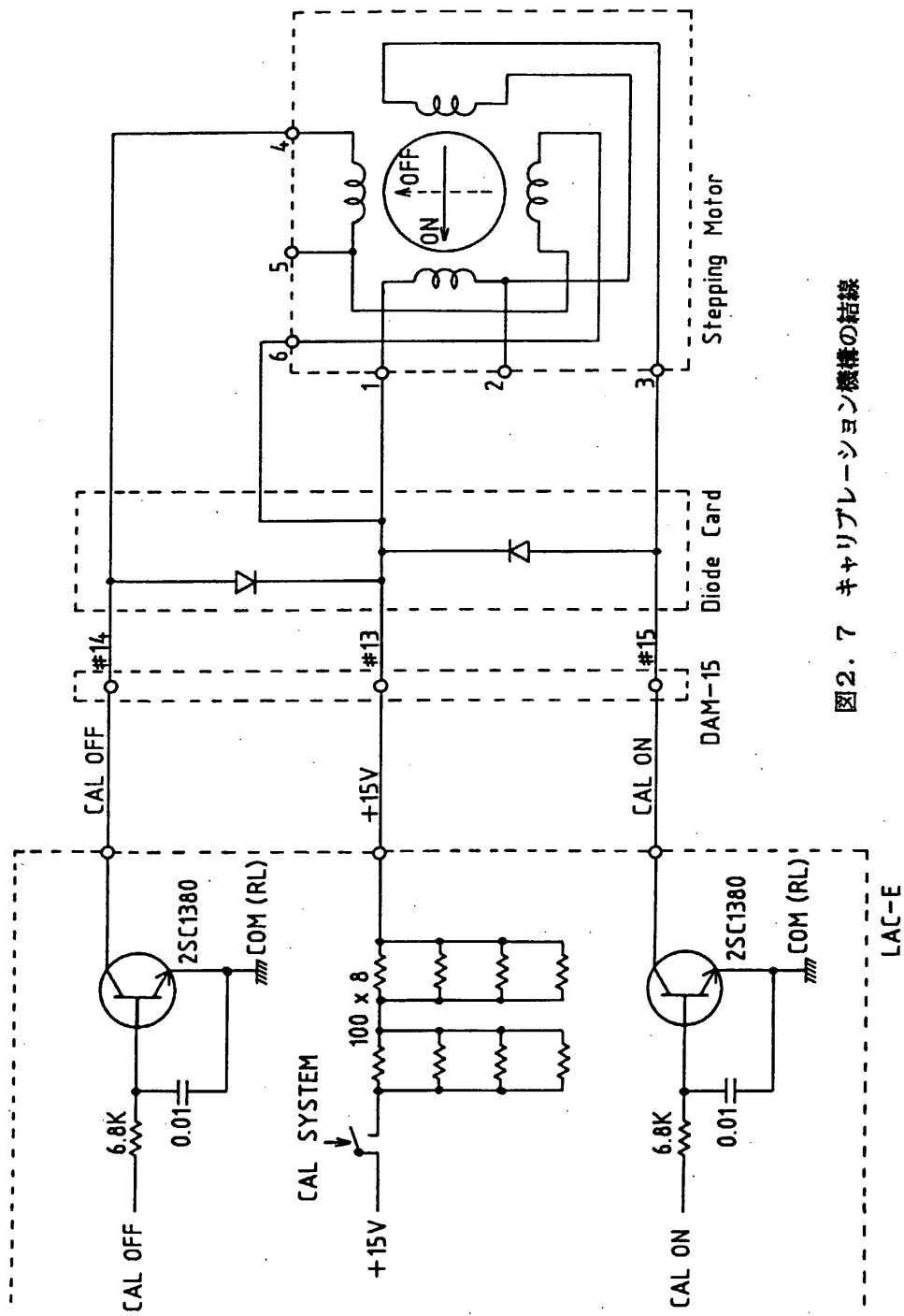
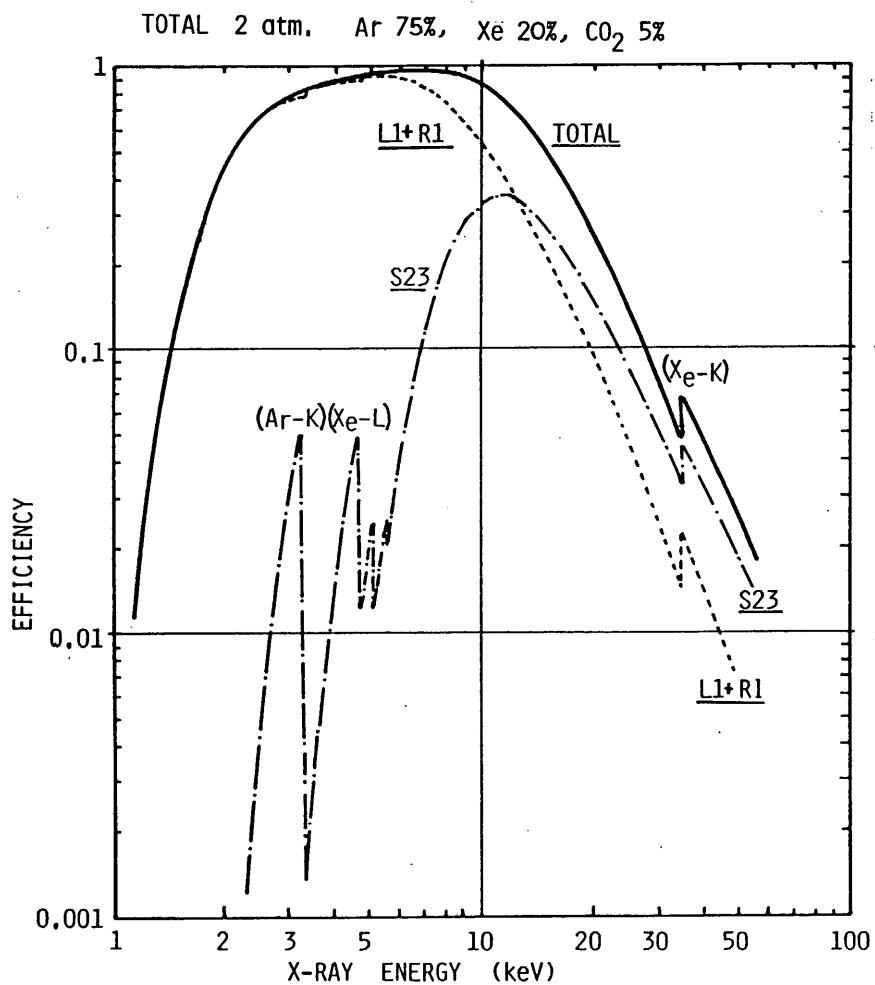


図2. 7 キャリブレーション機構の結線

2. 2 検出器の動作と特性

2. 2. 1 ガス組成

LAC検出器のガス組成はAr 75%, Xe 20%, CO₂ 5%である。全圧は0℃ で1.86気圧。クエンチング・ガスとしてメタンでなくCO₂を用いるのは、芯線への炭素の付着を避けるためである。またXeの割合が、これより少ないと ≥ 15 keVでの検出効率が低くなり、逆にXeの割合が多いと diffuse X線によるバックグラウンドが増加して ≤ 10 keVのS/Nを劣化させる。図2.8 に第1層 (L1+R1), 第2・3層 (S2,3) 及び1～3層加算の検出効率を示した。



低エネルギー側は、63 μ mのベリリウム及び5 μ mのプラスチックを仮定。

図2. 8 LAC検出器の検出効率

2. 2. 2 ガス増幅率, 高圧の値及びエネルギー分解能

図2. 9は、 Cd^{109} (Ag-K), Ag-L及び Fe^{55} に対するガス増幅率及びエネルギー分解能を、アノード電圧の関数として示す。電圧が約100V上昇すると、ガス増幅率が約2倍になる。アノード電圧 ≥ 1900 Vでは Space Charge の効果により、 Cd^{109} に対する分解能に劣化がおきる。また低い電圧では、芯線の浮遊容量にもとづくプリアンプ雑音のため、Ag-Lと Fe^{55} に対する分解能に低下が見られる。これらを考慮して、アノード電圧は1800~1850Vが最適と考えられる。また図2. 9ではレイヤー間に約10%のシステムチックなガス増幅率の差が見られる。これは電場の境界条件の差に起因しているが、プリアンプのゲインの微調で十分に吸収しうる値である。また芯線のマルチセル構造に伴うガス増幅率の場所によるばらつきは、数%以内である。

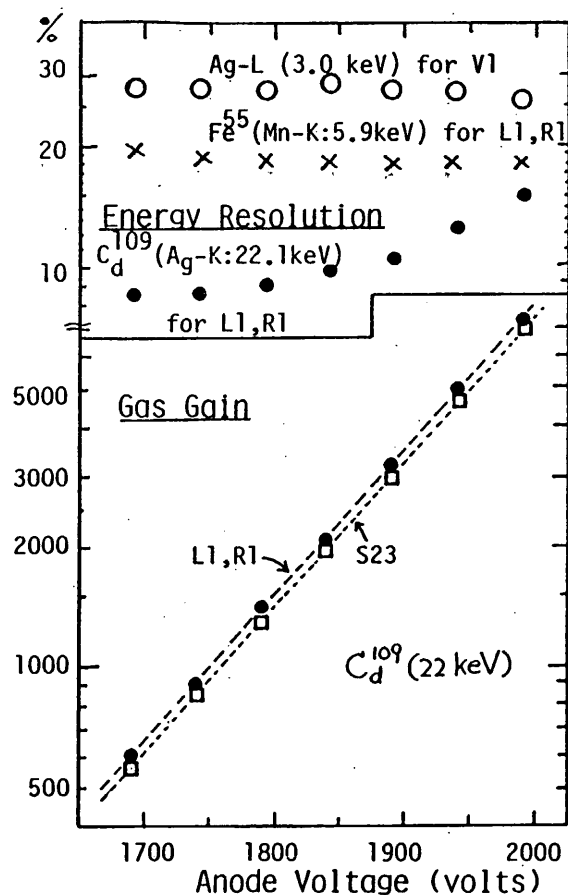


図2. 9 ガス増幅率とエネルギー分解能をアノード電圧の関数として示したもの

2. 2. 3 出力の線形性

図2. 10は、ガス増幅率及びエネルギー分解能を、入射X線のエネルギーに対してプロットしたものである。増幅率は良い線形性を示し、また分解能は、ほぼ $E^{1/2}$ の線に沿っている。これらは、LAC検出器の特性が比例計数管として満足できるものであることを示している。ただし高圧が ≥ 1900 Vになると、これらの特性が崩れはじめる。

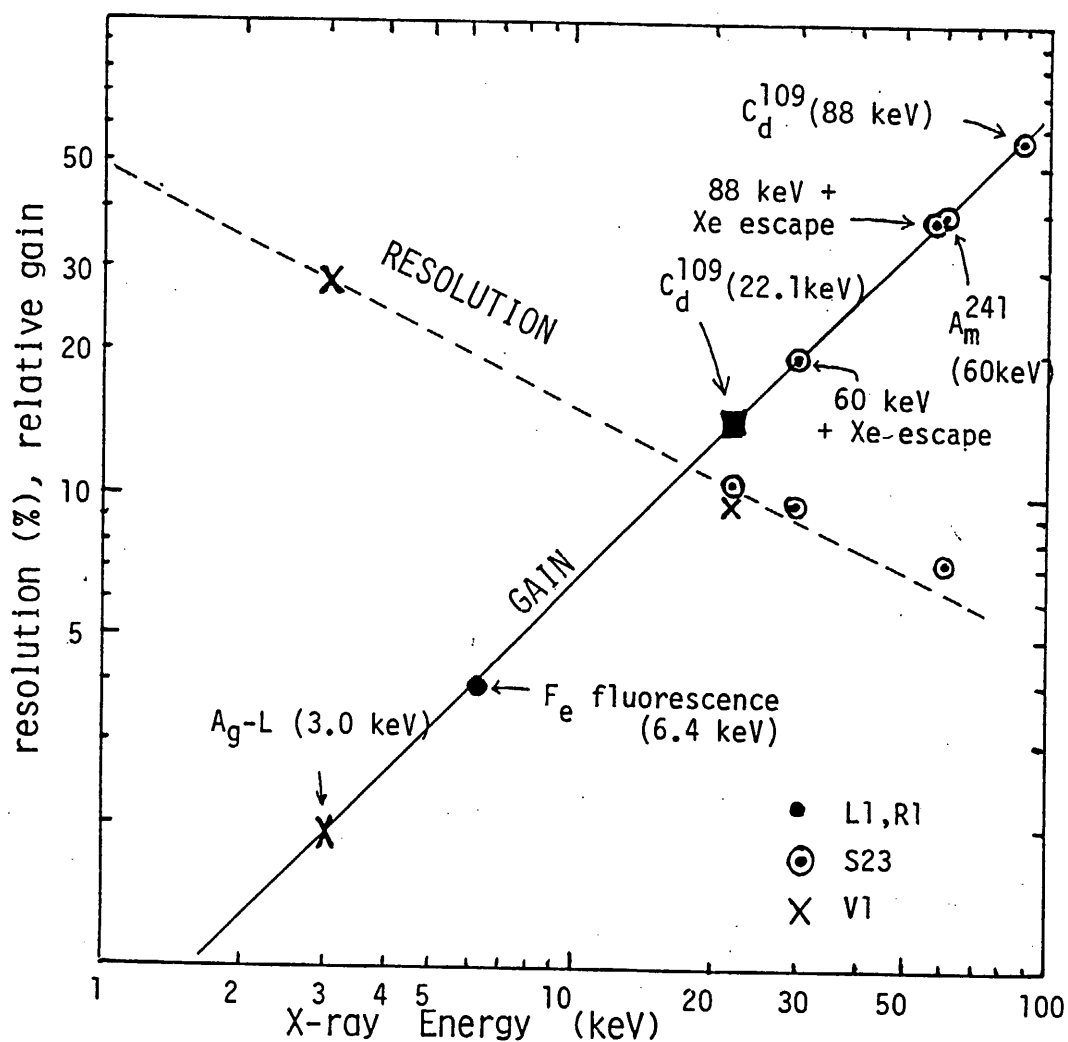


図2. 10

ガス増幅率とエネルギー分解能を、入射X線のエネルギーに対しプロットしたもの。
ガス増幅率は相対値であり22.1 keVにて規格化してある。

2.3 バックグラウンド特性

2.3.1 バックグラウンド成分の見積り

比例計数管の軌道上でのバックグラウンドの成因は、

- (1) 荷電粒子（おもに陽子）によるもの。
- (2) ガンマ線が検出器壁やガス中でコンプトン散乱をしたもの。
- (3) 検出器壁，コリメータ，芯線などからの2次X線。
- (4) diffuse X線の $\geq 50 \text{ keV}$ の部分が壁をつき抜けて侵入し、XeのK-escapeを受けて低エネルギー領域に現れるもの。
- (5) 電子のもれ込み（時間変化する）

のように大別できる。LAC検出器は、芯線グループの間に各種のアンチコインシデンスをとることで、(1)の大部分（ $\geq 90\%$ ）を除去でき、(2)もガードセル（V1, V2）によってかなり低減できる。(4)を減らすため後述のようにスズ箔によるシールドを施すほか、(3)に対してはコリメータ下部に薄く銀塗料を塗ることで、とくに鉄の蛍光ラインを抑える努力が払われている。図2.11に軌道上で予想されるバックグラウンドのスペクトルを示した。

2.3.2 アンチコインシデンス

LAC検出器は、6種類の出力信号系統（R1, L1, S23, V1, V2, EV）をもつがこのうち通常はR1, L1, S23の和を信号として主データに出力する。V1, V2 EVは通常 Veto 用に用いる。さらにR1, L1, S23の間にアンチコインシデンスを設定する。即ちあるイベントが正しいX線イベントとして認定されるロジック（正論理）は、

$$(L1 \cap \overline{R1} \cap \overline{S23} + \overline{L1} \cap R1 \cap \overline{S23} + \overline{L1} \cap \overline{R1} \cap S23) \cap \overline{V1} \cap \overline{V2} \cap \overline{EV}$$

となる。但し \cap は AND, $+$ は OR を現すものとする。詳細は図2.2 及び表 3.5d を参照のこと。

2.3.3 室内バックグラウンド

図2.12は、アンチコインシデンスの ON/OFF に伴って室内バックグラウンドがどう変化するかを示したもので、ほぼ室内バックグラウンドが1桁減少することが分かる。R1, L1のスペクトルが低エネルギー側に向けて増加しているのは、コリメータ付近での2次電子や2次X線の寄与であろう。またアンチONのS23のスペクトルが高エネルギー側で増加す

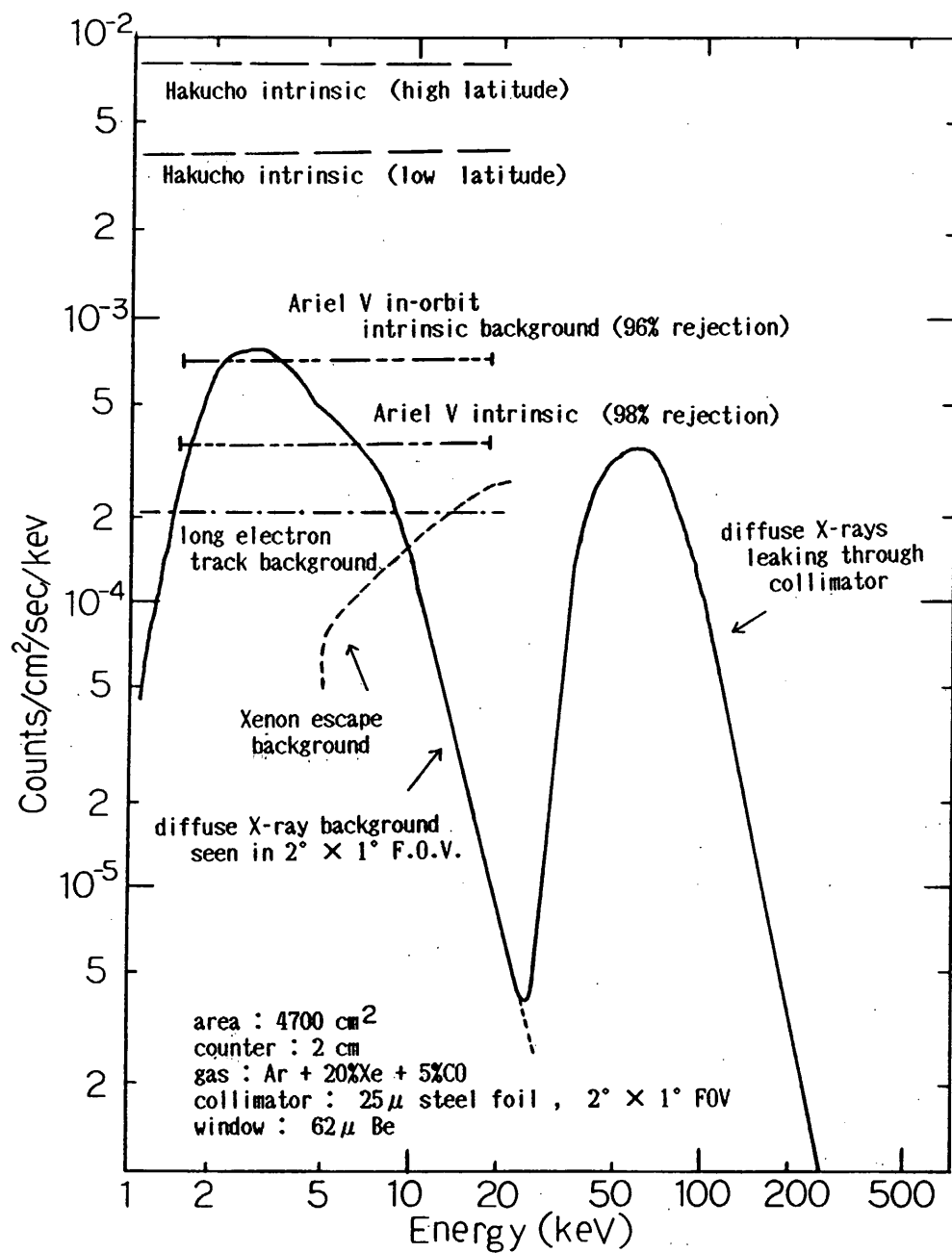


図2. 11 軌道上で予測されるLACのバックグラウンド (8本加算)

信号系統	ANTI OFF(C/S)	FULL ANTI ON (C/S)	REJECTION(%)
R1 のみ	20.4	1.67	92 %
L1 のみ	17.5	1.47	92 %
S23 のみ	21.7	3.43	84 %
R1+L1	20.8	3.10	84 %
R1+L1+S23	21.8	6.63	69 %

表2. 3 信号系統のつなぎ方に伴う、1～35 keVバックグラウンド特性の変化。ANTI ON のカウント数は、ほぼ単純に加算されてゆくことが分かる。宇宙研による測定

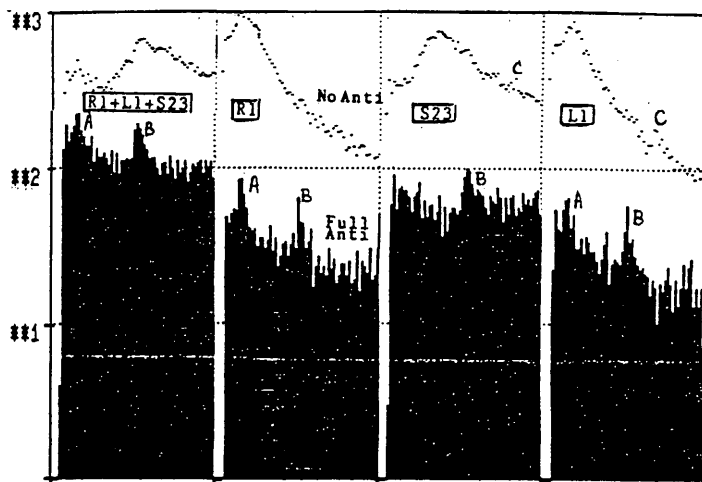


図2. 12

アンチコインシデンスを ON したとき(下)と OFF したとき(上)の室内バックグラウンドのスペクトル。エネルギー範囲は、ほぼ 1～40keV に相当。ANTI ON のスペクトルに見られるピークAは、ステンレスからの鉄のケイ光X線(6.4keV)と鉛ペンキからのケイ光X線(22.1keV)。ANTI OFF のスペクトル中のピークCは、キセノンのK-X線(29.7 keV)と見られる。ANTI OFF のとき R1+L1+S23 のスペクトルは、R1,L1,S23 単独のものによりむしろ少なめだが、これは同一のイベントが重複して数えられていたことと、信号の加算によりパルスハイトがUDから上にはみ出してしまうためである。

るのは、ガス中のコンプトン効果のためと見られる。また表2. 3は、信号系統を加えていくと、アンチの効きかたがどう変化するかを示したものである。アンチOFFでは同一のイベントが異なる信号系に重複して数えられているため信号を加えてゆくに伴い Rejection効率は下がる。この場合、L1+R1+S23 に対し最終的な室内バックグラウンドは、

$3.4 \times 10^{-4} \text{ C/S/Cm}^2/\text{keV}$ となっている。

2.3.4 アンチコインシデンスによるシグナル計数効率の減少

アンチコインシデンスのONに伴い、シグナルX線の計数効率も減少する。この減少はフォトピークに対しては小さいが、電荷が異なるセルに分割されて生じるスペクトルのテイル部は大きく減少する。表2.4にキャリブレーション X線 (22.1keV)を用いた測定値を示す。

信号系統	ANTI の条件	全カウント数の減少率	フォトピーク減少率
R1	FULL ANTI	36 %	5 %
L1	FULL ANTI	42 %	9 %
R1+L1	FULL ANTI	27 %	18 %
S23	FULL ANTI	17 %	2 %

表2.4 ANTI ON による CAL X線 (22.1keV) の計数効率の減少。
いずれもANTIなしの状態との比較である。

2.3.5 鉄蛍光ラインの除去

LAC検出器本体、コリメータ、芯線はいずれもステンレス製なので、鉄の蛍光X線ライン (6.4 keV) が無視出来ない。表2.5はその予想値であり、コリメータからの寄与が主であることが分かる。壁からのラインは、ガードセルでかなり吸収される。発生原因としては荷電粒子があまり効かないが、これは荷電粒子の大部分がアンチコインシデンスで落ちてしまうからである。そこで diffuse X線がコリメータをたたいて作る鉄ラインを抑えるため、2つの対策を行う。ひとつは、2.3.6に述べるスズ箱によるシールドでありもうひとつはコリメータ下部7mmほどの深さにわたり厚さ3 μ m程度の銀入りエポキシの塗装を行うことである。この銀塗装は、実測によると鉄蛍光線の $\sim 81\%$ を除去することができる。結局、鉄ラインの強さは合計 $\sim 0.3C/S$ (LAC 1台当たり) となるとみられる。これはバックグラウンドの Continuum に対し等価幅 $\sim 1keV$ に相当する。但し銀塗装の厚みは検出器間で多少ばらついている。

	diffuse 硬X線によるもの		荷電粒子によるもの
	スズ箔なし	スズ箔あり	
コリメータ	1.3	0.4	0.14
芯線	0.26	0.06	～ 0
検出器壁	0.05	0.01	～ 0
合計	1.6	0.5	0.14

表2.5 予想される鉄蛍光ラインの強さ (LAC 1台当たりのC/S)

2.3.6 スズ箔による diffuse X線のシールド

2.3.1の第(4)項によるバックグラウンドは、アンチコインシデンスによって落とすことができない。そのスペクトルはEを観測されるパルスハイト、 $E_k = 30\text{keV}$ をXeのK-X線エネルギーとして

$$f(E) = a \cdot g(E + E_k) \cdot h(E + E_k) \cdot \Psi(E + E_k)$$

の形をしている。ただし $a \sim 0.8$ はK-分岐比、 g はX線が衛星構体や検出器壁につき抜ける確率、 h はそのX線がガスに吸収される確率、 Ψ は diffuse X線のスペクトルである。図2.13にこのパルスハイト分布を示す。これは検出器の底面及び側面に適用されるもので LACの低バックグラウンドを保証するには $0.1 \sim 0.2\text{mm}$ のスズ箔によるシールドが必要であることが分かる。(問題となる入射X線エネルギーの範囲が $35 \sim 70\text{keV}$ 付近なので、スズが単位重量あたり最も有効なシールドを与える) このため、LACを取り囲む衛星構体の5面(センターパネル裏面、左右の側面パネル、上下面パネル)に、 0.2mm のスズ箔によるシールドを施す。これは、複雑な形状の検出器に直接スズ箔を貼るよりも重量的に有利となる。図2.14a にスズ貼り付け部の寸法を示す。必要な重量は接着剤も含めて約 3.6kg 程度になる。なおセンターパネルは背面にスズが貼られるためどうしても張り残し部分が生じる。これを補うため LAC取り付け面にも図2.14b のような追加のスズを貼る。検出器前面からの diffuse

X線入射に対しては、コリメータの下部が最も弱い。そこでコリメータのすそ回りから高さ約 14cm のスズの帯を貼り付けた。この様子を、図2.14c に示す。重量は LAC 1台当たり 0.2kg 程度となる。なおスズの真空中での蒸気圧及び低温でのアルファ変態に関し検討を行ったが、問題無いとの結論が得られている。

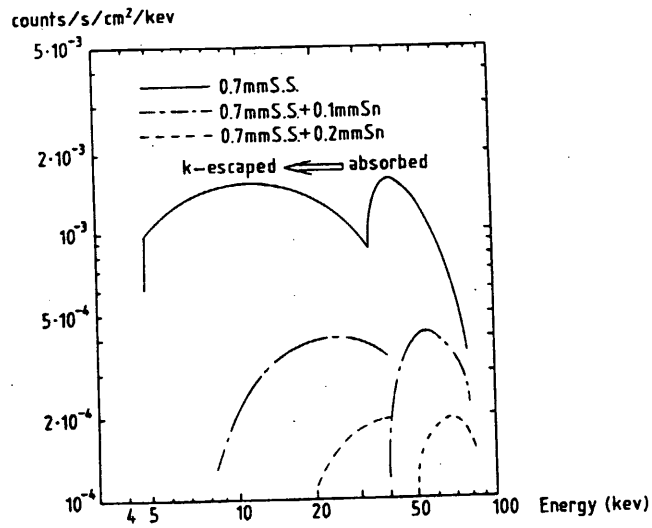


図2.13 LAC検出器の壁(1cm²あたり)をつき抜けて入り込む。

diffuse X線によるバックグラウンドのスペクトル $f(E)$

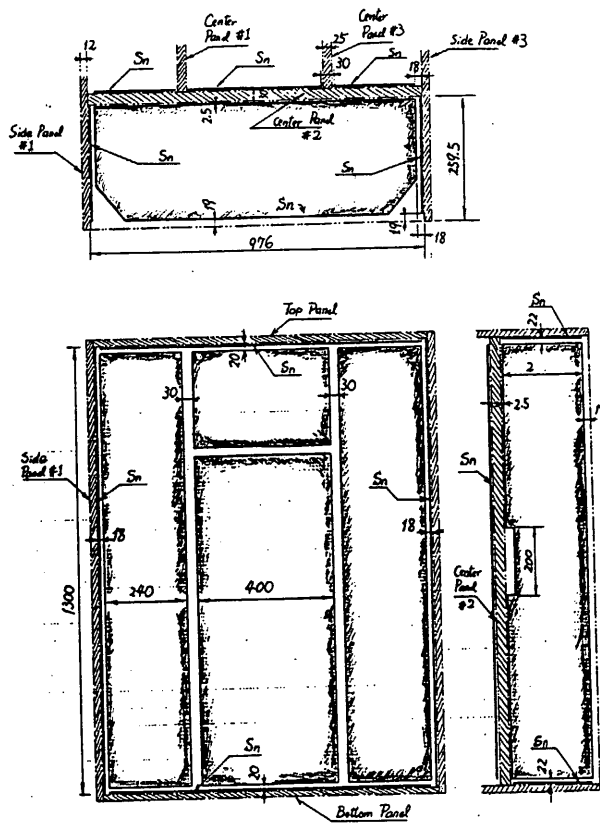


図2.14 diffuse X線シールド用スズ箔(0.2mm厚)の貼り付け位置。寸法はmm。

(a) 衛星機体への貼り付け(5面) センターパネルへは、裏面より貼る。

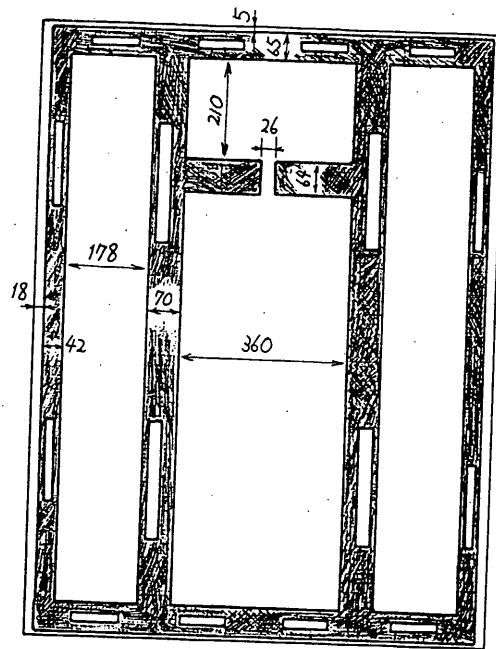


図2.14 diffuse X線シールド用のスズ箔 (0.2mm 厚) の貼り付け位置。寸法はmm。

(b) センターパネル(2) 前面からの追加シールド

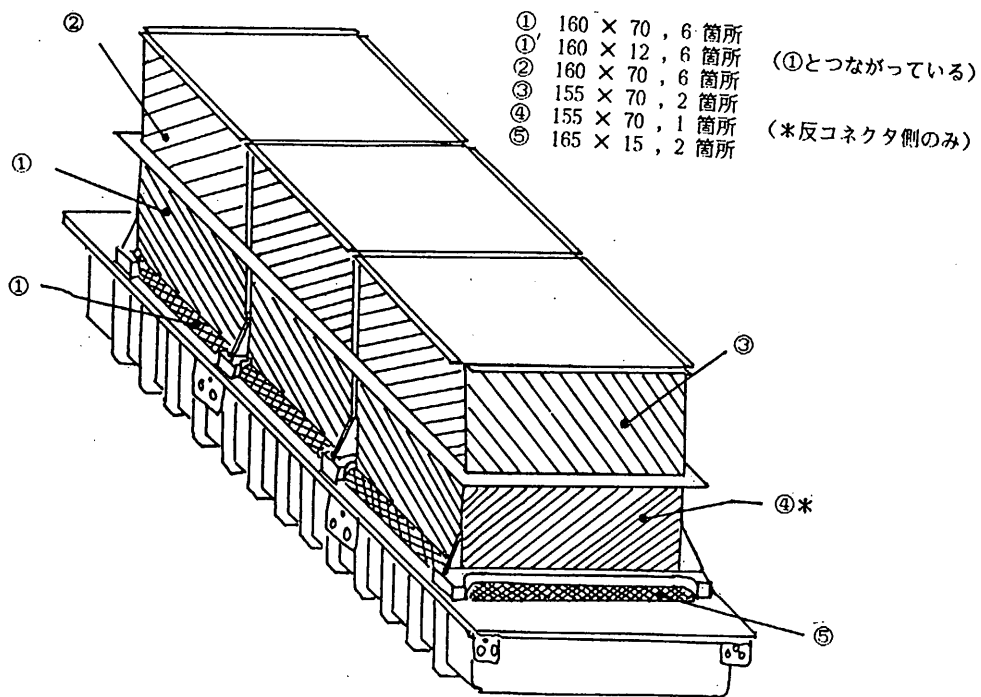


図2.14 diffuse X線シールド用のスズ箔 (0.2mm 厚) の貼り付け位置。寸法はmm。

(c) LAC 検出器に対するシールド

2.4.2 振動特性

LAC検出器の芯線（アノード線・カソード線とも）は、150Hz 付近に基本共振を示す。また芯線を両側で保持する end plate の共振は、400Hz 前後である。検出器自身には、これ以外の顕著な共振は見られない。一方取り付け足は、熱ひずみを逃す目的のため剛性をあまり高くできない。この結果Z方向（推力軸方向）では 280Hz付近X方向では 200Hz付近、またY方向（LAC 視野方向）では 400～500Hz 付近に、かなり強い共振が見られる。このうちZ方向の共振に対しては、長手側面に取り付く2個の足にすべり機構を導入し、共振倍率の低下をはかっている。LAC 単体振動試験は、図2.16に示す SPEC により実施されている。この SPEC は、衛星構造モデルの振動試験結果から割り出したもので、衛星構体及び LAC取り付け足の伝達特性をすべて含んでいる。従って単体振動試験の際は、LAC 検出器本体において振動のフィードバック制御を行う。

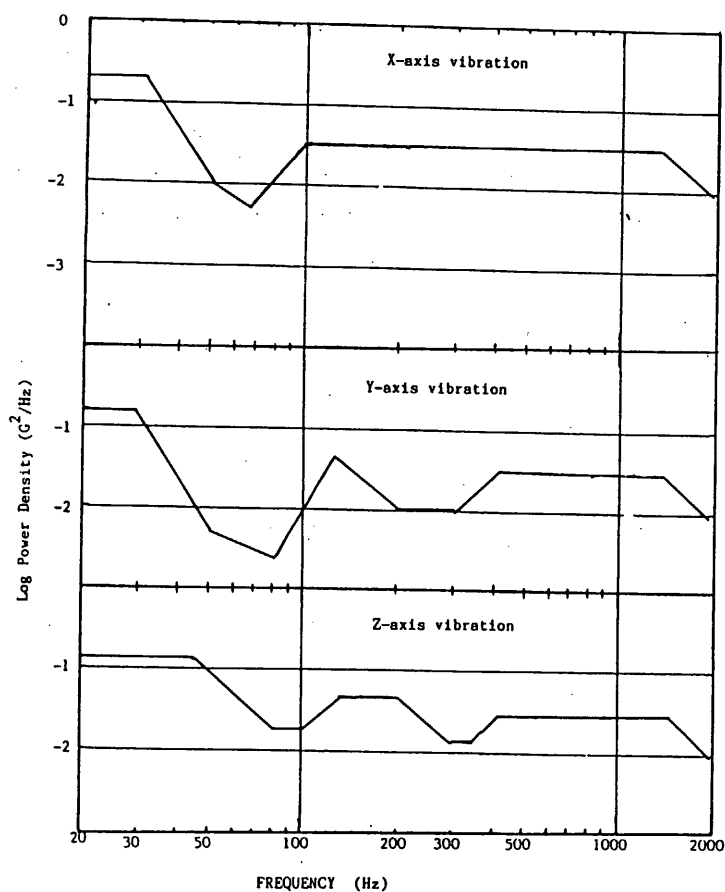


図2.16
35

2.4.3 ベリリウム窓保護用のキャップ

入射窓のベリリウムを湿度から保護するため、LAC コリメータ上部には通常、保護用のキャップをかぶせる。キャップは3ブロックに分かれており、おののに乾燥剤収納用のポケットと放射線源保持用のホルダーが備えられている。衛星上で LAC にこのキャップがかぶさっていると、衛星側面パネルは取り付けられるが LAC用のサーマルバリヤは、取り付けられない。ただしその場合でも側面パネルを取り外すことなく、これらのキャップを着脱することが可能である。衛星組み立て・試験の期間中特別な必要のない限りこのキャップは装着しておくことが望ましい。

2.4.4 LACハンドリング・ジグ

LAC検出器を衛星構体に取り付け、また取り外す際には検出器に設けられた4個のM5タップを用いる。これらのタップの一部は、LAC-S とLAC-E の間の計装配線を固定するのに利用される。

2.4.5 アラインメント

8台のLAC検出器の視野方向をそろえるため、検出器は3分角より良い精度で相互にアラインメントを行う必要がある。とくにZ軸回りの精度が最も重要である。アラインメントの際の基準として各検出器には小さいミラーが貼り付けられる。またアラインメントの微調は、取り付け足と衛星構体の間にシムをかませて行う予定。Z軸回りについては、3分角の微調はシムの厚さ 0.2mmに相当する。アラインメントの手順に関しては別途考察を行うが、LACの組込み時に予備的な測定を行うなどして、手順の合理化をはかる必要がある。

2.5 熱設計及び熱的インタフェース

2.5.1 概要

LAC-S の熱設計においては、以下の2点が問題となる。まず、LAC は開口面積効率が50%近く、これは従来の搭載計器を大きく上回っている。このため温度ポテンシャルの低下をきたしやすい。第2にASTRO-C は縦長の衛星であるため縦方向に温度差が生じやすく、また非スピン型のため部分的に太陽があたる場合があり、いずれにしてもLAC-S に温度勾配を生じやすい。これは、ガス増幅率の非一様性を引き起こすので、十分な注意が必要である。以上の点を評価するため詳しい熱解析を行い、ほぼ満足できる結果を得た。

2. 5. 2 サーマルシールド

LAC-S の温度ポテンシャルを確保するため、LAC-S の開口部は二重構造のサーマルシールドで覆う。外側（宇宙空間側）にはノミナル厚み $3.2\mu\text{m}$ のカプトン（耐紫外線性をもつ）を内側には $3.0\mu\text{m}$ 厚のマイラを用い両者の間隔を 7.6mm とする。マイラは市販品であるがカプトンはより厚いフィルムをエッチングで薄くした特注品である。カプトンの内面及びマイラの両面にはアルミ蒸着を施す。三層合計のアルミ層の厚さは、 $700\sim 900$ オングストロームである。このサーマルシールドによって

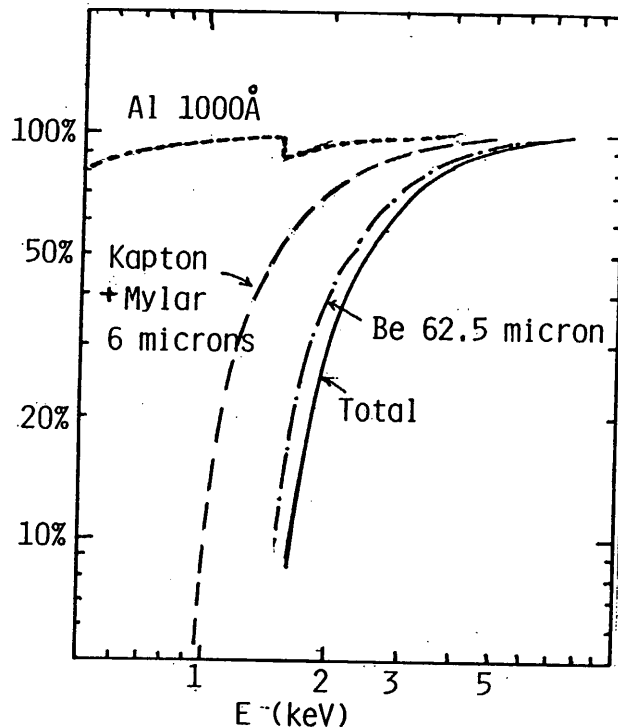


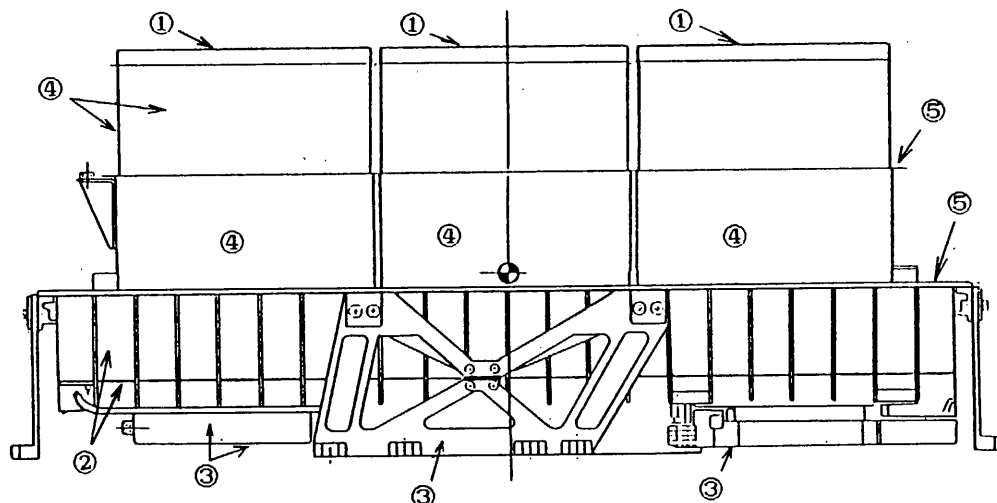
図2. 17 サーマルシールドのX線透過率比較のため、ベリリウム窓のものも示した。

LAC開口部から宇宙空間に流出する熱流束は $1/4$ 以下になり、LAC-S の温度ポテンシャルが確保される。さらにサーマルシールドは、太陽光の部分照射に伴う温度差を緩和する働きをも持つ。図2.17はカプトン、マイラ及びアルミによるX線の吸収を示したものである。

サーマルシールドは、打ち上げ時に破損しないよう、外側からステンレス製メッシュ（幅 0.3mm 、間隔 20mm 、厚さ 0.3mm ）でサポートする。これによる有効面積の低下は、 $<20\text{keV}$ では 3% である。サーマルシールドに対しては、音圧環境試験を行い打ち上げ時の環境に耐えることを確認している。

2. 5. 3 表面処理

LAC-S の表面の熱特性としては、(1) ステンレス素地の部分 (2) ステンレスに梨地加工した部分、(3) 黒色塗装した部分などがある。各部分の熱特性の指定を図2.18に示す。



仕上げ、材質	赤外線輻射率 (ϵ)	太陽光吸収率 (α)
① ステンレス製ハニカムコリメータ	0.8 ± 0.1	0.8 ± 0.06
② ステンレス、梨地加工	0.7 ± 0.1	0.7 ± 0.06
③ 黒色塗装	0.86 ± 0.1	0.96 ± 0.06
④ スズ素地	0.2 ± 0.1	0.5 ± 0.06
⑤ ステンレス素地	0.2 ± 0.1	0.5 ± 0.06

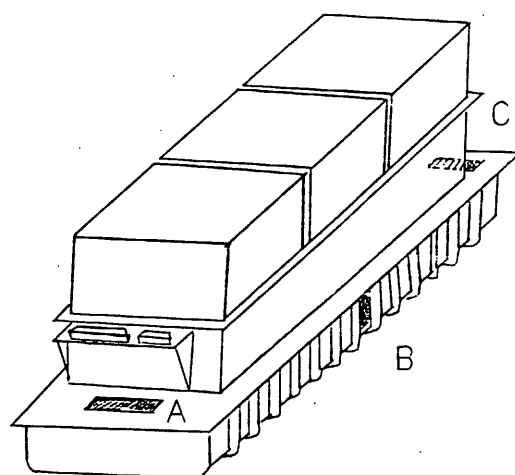
図2.18 LAC検出器各部の表面処理と熱特性

2.5.4 温度勾配

LAC-S のガス中に ΔT だけの温度差があると、ほぼ $10 \cdot \Delta T / T$ に及ぶガス増幅率の差が生じる（これはガスの密度の差が生じるため）。後者を $<5\%$ に押さえるには $\Delta T < 1.5^\circ$ が必要であるが、これはかなり厳しい条件と言わねばならない。特に問題となるのは、Z軸方向の温度勾配である。実際熱モデルによる熱真空試験の結果、状況によってはZ軸方向に3～4度の温度差が生じることが判明した。これはおもに、衛星構体のZ方向の温度差がそのまま持ち込まれたものと考えられる。

2.5.5 温度計測

LAC 検出器系は、全体で16点の温度計測点を持つ。図2.19はその配置を示したものである。このようにどの検出器にも少なくとも1点の計測点を割り当てるほか、代表的な4本にはさらに追加の計測点を割り当て、温度勾配のモニタを行う。



①; -50 ~ +70℃
 0.47℃/1Bit
 I; -10 ~ +50℃
 0.24℃/1Bit

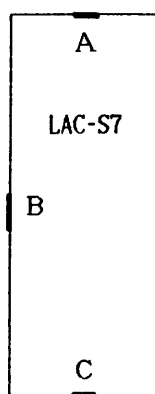
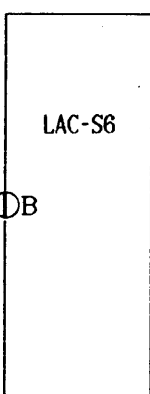
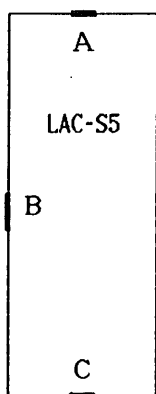
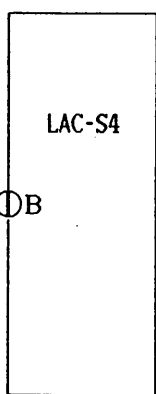
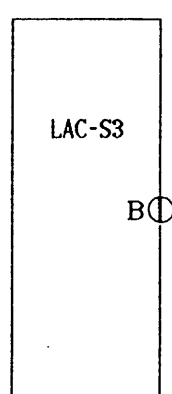
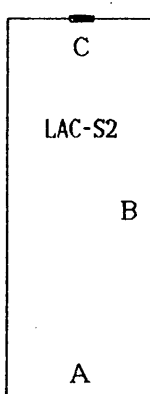
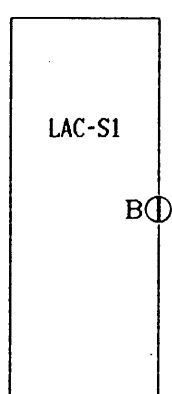
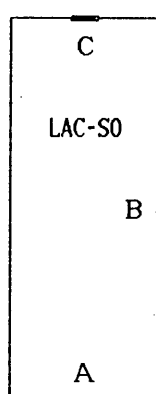


図2. 19 LAC検出器の温度計測点
 39

3. 回路部

3.1 前置増幅器部 (FEE)

3.1.1 概要

図1.1に示すようにLACの各検出器は6個の独立な出力信号(R1,L1,S23,V1,V2,EV)の系統を持っており、それぞれに前置増幅器が接続される。R1からV2までの5個の前置増幅器は、全く同一の回路構成を持ち負の入力パルスに対して正の出力パルスを出す。EVに対する前置増幅器は、正の入力パルスに対して正の出力パルスを出す。各系統のゲインはトリム・ポテンシオメータによって予め微調できるが、軌道上では微調出来ない。前置増幅器部の電源は、主回路部からの+12Vのみであるが電源フィルタその他によるドロップのため実効的には10.4V程度となる。この電源のON/OFFは、主回路のものと共通のコマンドで行われる。従って前置増幅器の電源のみをコマンドでON/OFFすることは出来ない。また、前置増幅器へのコマンドインタフェースはない。

3.1.2 回路構成

図3.1は、R1~V2の5系統に対する前置増幅器の回路構成である。入力端子は、アノード信号用のものに加えてテストパルス入力用のものも設けられている。Q1~Q5までが荷電有感増幅器となっており、その時定数は $270\mu\text{S}$ である。容量性ノイズを軽減するため、初段のFETを2個並列にして、実効的な g_m を大きくしている。各FETのドレイン電流は、入力開放状態で約1.3mA。Q5とQ7の間では、まず10Kと120Pで時定数 $1.2\mu\text{S}$ の積分を行ってパルスの立ち上がりをなまらせ、ついで時定数およそ $20\mu\text{S}$ のボール・ゼロをかけて波形をクリップする。Q7以降は増幅段とドライバである。68Kのフィードバック抵抗と2Kの可変抵抗で、AC的なゲインが調整される。ゲインの標準値は、22keVのX線と1830Vの高圧に対し、出力パルス波高が約1.4Vになるよう設定される。前置増幅器は、この約3倍のパルス波高まで飽和しない。出力段にはトランジスタパッケージCA3118を用いる。出力はおよそ2.7VのDCバイアスを有する。消費電力は入力開放で各系統およそ22mWすなわちLAC1台で約130mWである。

3. 1. 3 ノイズ特性

前置増幅器のノイズは、アースのとり方、シールドの仕方、バンド幅の選び方などで大きく変わるが、およそ目安は表3.1 のとおりである。LAC の場合小型の比例計数管に比べて芯線の容量が大きく、それに起因するノイズ (1PF あたり5e⁻ 相当) が無視できない。容量に比例しない部分は、おもに入力保護ダイオードが原因である。なお高圧1830V においては rms 1500e⁻ のノイズは入力換算で約40eVに相当する。ノイズは、温度とともに増加する。

信 号 名	R 1	L 1	S 2 3	V 1	V 2	E V
芯線の容量 (pF)	60	49	192	130	51	242
rms ノイズ (e ⁻)	1240	1230	1550	1370	1230	1710

表3. 1 前置増幅器のノイズ (レスター大学における測定)

3. 1. 4 アースと電流の系統

前置増幅器周辺のアースと電源の系統を、図3. 2に示す。高圧2次側と検出器本体の間の4.7k Ω は、高圧のリターン・カレントが検出器に流れるのを防ぐために入れている。

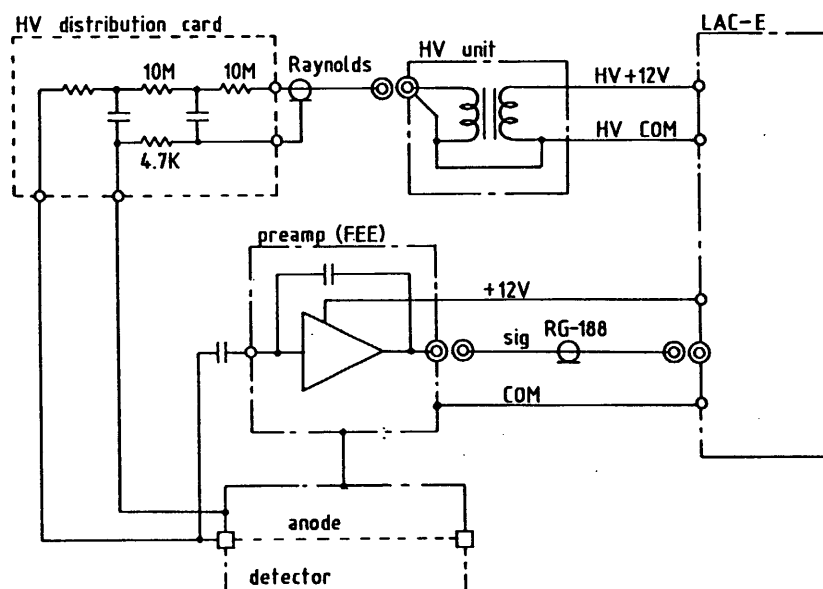


図3. 2 検出器まわりの電源およびアース系統図

3. 1. 5 コネクタのピン接続

LACの各検出器は、D-sub 15ピンコネクタ1個と13W6コネクタ（同軸6本、ピン7本）1個を持つ。13W6は前置増幅器の電源とアース及び6系統のX線信号のやりとりに用いられる。15ピンコネクタの内訳は、高圧関係が5本、キャリブレーション機構ドライブ用が3本、温度センサが6本(LAC-0,2,5,7)又は2本(LAC-1,3,4,6)となっている。












13W6		15ピン			
ピン番号	信号名	ピン番号	信号名	配線先	備考
A1	R1	1	* LAC-TA	HK	
A2	L1	2	* LAC-TA RTN	//	
A3	S23	3	CONT HV	LAC-E	
A4	V2	4	-		
A5	V1	5	CONT COM	LAC-E	
A6	EV	6	COM HV	//	
1	-	7	MON HV	//	
2	-	8	+12 V	//	
3	-	9	LAC-TB	HK	
4	-	10	LAC-TB RTN	//	
5	-	11	* LAC-TC	//	
6	+12V	12	* LAC-TC RTN	//	
7	COM	13	CAL-1(+15V)	LAC-E	
		14	CAL-2(CAL ON)	//	
		15	CAL-3(CAL OFF)	//	

表3. 2 LAC検出器コネクタのピン接続。13W6の配線先はすべてLAC-Eである。*の項目（LAC-TA,LAC-TC）は、センサNO. 0,2,5,7 のみに存在する。

3. 2 主回路部 (LAC-E)

図3. 3にLAC 回路部 (LAC-E)の外観図を示す。LAC-Eは、各カウンターに対応する 8chの信号処理系・CM,B-CM 受け・Cal Driver、及び LAC Word ・ PI Monitor 等のカウントモニタ処理系よりなる。

また6層プリント基板の使用及びカーボン繊維入りエポキシ樹脂(CFRP)、マグネシウム合金(MC2)等の使用により、小型軽量化に努めている。

高圧モニター及び温度モニターは、LAC-Eを通さずに LAC-Sより直接 HK へ出力される。

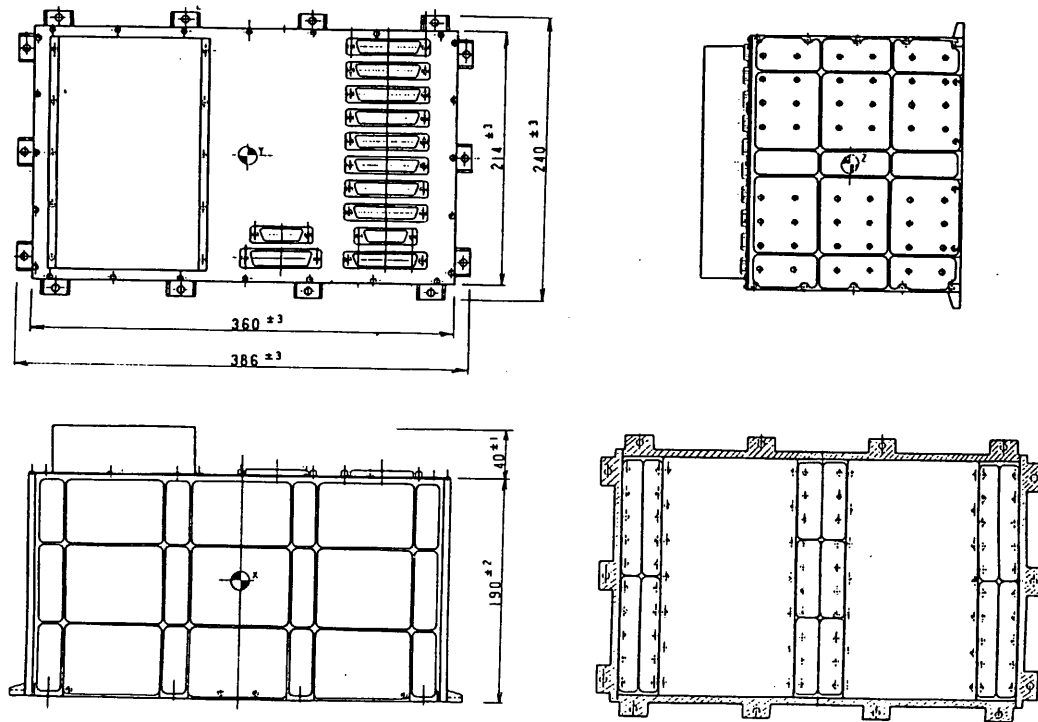


図3. 3 LAC-E 外観図

3. 2. 1 Discrete Command:DC 受け

表3. 3に LAC関係の DC 項目と各部の動作を示す。この DC 項目は、Program Command ; PC及び Organized Command;OG として送信できる。

コマンド受けは、常時電源 ON の C-MOSによりデコードされ、ドライバー-Trによりラッチング・リレーを動作させる。コマンドにより動作するリレーと ON になる部分、ステータス・モニタのモニタ・ポイントの関係を図3. 4に示す。

CM 項目		LAC-E1 ON (4,3)	LAC-E2 ON (4,4)	BYP5 ON (5,5)	LAC OFF (4,5)	LHV-0 ON (5,0)	LHV-1 ON (6,0)	LHV-2 ON (4,1)	LHV-3 ON (5,1)	LHV-4 ON (6,1)	LHV-5 ON (4,2)	LHV-6 ON (5,2)	LHV-7 ON (6,2)	LHV OFF (5,3)	LAC-A OFF (5,4)	LAC Cal ON (6,3)	LAC Cal OFF (6,4)	HV Reduction(6,5)
各部の動作	LAC 0~3 Sig.Cont.	ON	○	#1														
		OFF			○										○			
	LAC 4~7 Sig.Cont.	ON	○	#1														
		OFF			○										○			
B-CM Memory	ON	○	○															
	OFF				○													
H V - 0	ON					○												
	OFF				○									○				
	Nrml	○																
	Rdct														○			○
H V - 1	ON						○											
	OFF				○									○				
	Nrml	○																
	Rdct														○			○
H V - 2	ON							○										
	OFF				○									○				
	Nrml	○																
	Rdct														○			○
H V - 3	ON								○									
	OFF				○									○				
	Nrml	○																
	Rdct														○			○
H V - 4	ON									○								
	OFF				○									○				
	Nrml		○															
	Rdct														○			○
H V - 5	ON										○							
	OFF				○									○				
	Nrml		○															
	Rdct														○			○
H V - 6	ON											○						
	OFF				○									○				
	Nrml		○															
	Rdct														○			○
H V - 7	ON												○					
	OFF				○									○				
	Nrml		○															
	Rdct														○			○
CAL	P-ON															○		
	POFF				○										○			
	ON															○		
	OFF																○	

注) #1; LAC 0~3 と LAC 4~7 の各電圧を接続(Bypass)する。Bypass OFF は LAC OFF。

#2; Cal ON 時に、LAC OFF 及び LAC-A OFF を打つとステータスと実際の動作が異なる。

表3.3 CMによる各部の動作

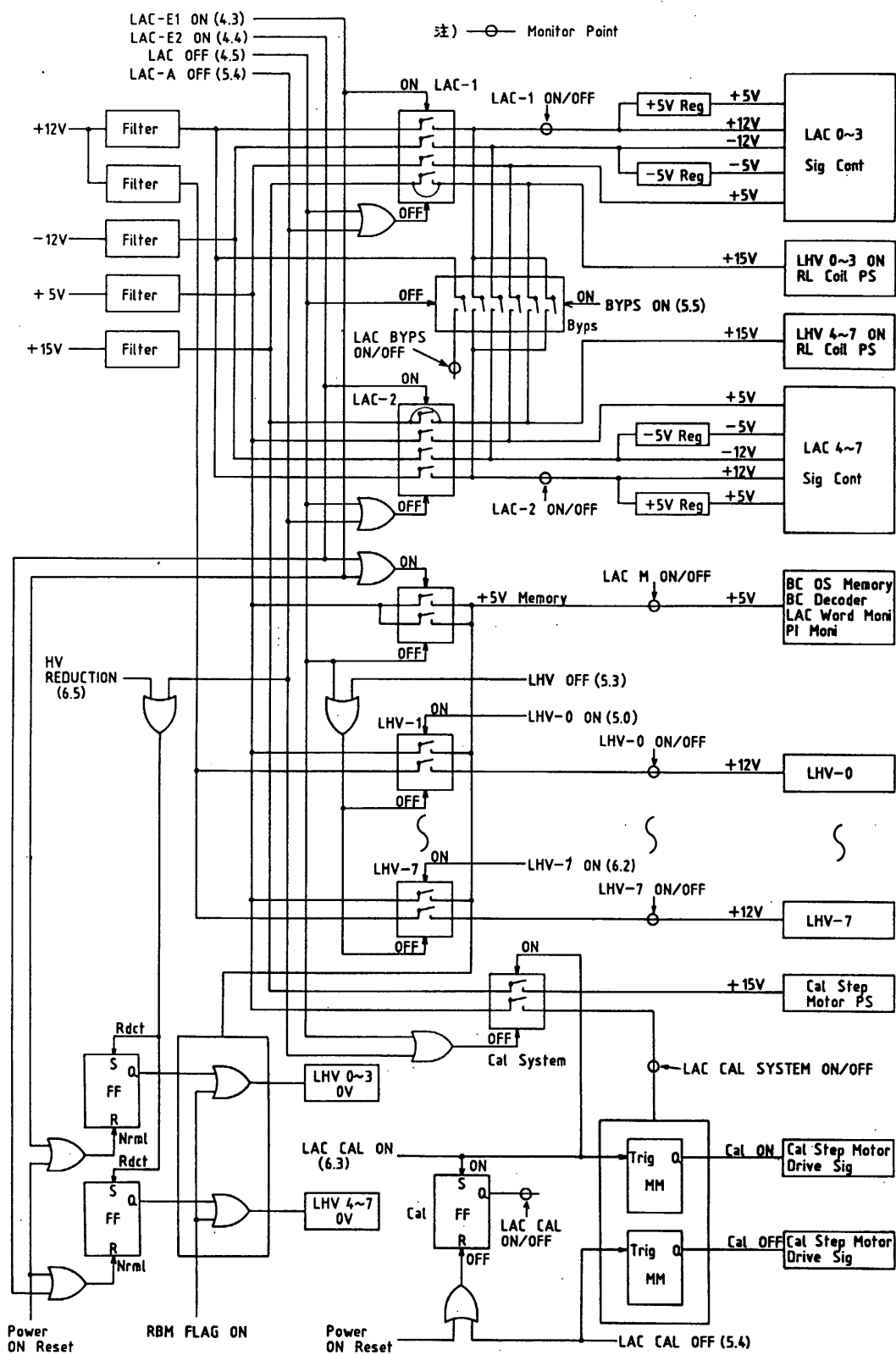


図3. 4 電源・コマンド関係ブロック図

3. 2. 2 Block Command : B-CM 項目

Block Command(B-CM) 項目の一覧表を表3. 4に示す。詳細は表3. 5に示す。LAC は、8系統の信号処理系を有するため、各系統に必要項目を持つと、非常に多くの項目が必要となり、希望の状態に Set Up するのに長い時間を要する。そこで Device-Select という項目を持ち、Ch. 0～7のそれぞれに対し、B-CM Enable/Disable を選択できるようにし、(Initial set は全て Enable) Input Select (C5), Fine Gain A Control(C6), Fine Gain B Control (C7), Discr Control (C8), Anti Matrix (C9) の各項目の Setを Enable のChに対して同時に行える。又 Fine Gain Control に対しては、これと無関係に DV(D0～D7, E0～E7) により各 Ch.独立にSet することも可能である。

又高圧電源の電圧コントロールは、各電圧に対し4Bits づつ 40V (C0～C3) 用いて行う。

項 目	DV NO	0 S							
		0	1	2	3	4	5	6	7
高圧コントロール	C 0	HV-0 Level				HV-1 Level			
	C 1	HV-2 Level				HV-3 Level			
	C 2	HV-4 Level				HV-5 Level			
	C 3	HV-6 Level				HV-7 Level			
Device Select	C 4	Ch0 - 7 Enable / Disable							
Input Select	C 5	Input Select ON/OFF						CG	—
Fine Gain A Cont	C6 (D0-D7)	L 1 - F G			R 1 - F G			V 1 G	
Fine Gain B Cont	C7 (E0-E7)	S23 - F G			E V - F G			V 2 G	
Discri Control	C 8	Layer Discri					LD	MD	UD
Anti Matrix	C 9	Anti Coincidence Matrix							

表3. 4 B-CM項目 リスト

下線 ; Initial Set

Device		OS0	OS1	OS2	OS3	OS4	OS5	OS6	OS7
NO	名 称	H V - 0				H V - 1			
C0	HV-0, 1 Level	1111;	1960 V			1111;	1960 V		
		<u>1000</u> ;	1810 V			<u>1000</u> ;	1810 V		
		0000;	1664 V			0000;	1664 V		

Device		OS0	OS1	OS2	OS3	OS4	OS5	OS6	OS7
NO	名 称	H V - 2				H V - 3			
C1	HV-2, 3 Level	1111;	1960 V			1111;	1960 V		
		<u>1000</u> ;	1810 V			<u>1000</u> ;	1810 V		
		0000;	1664 V			0000;	1664 V		

Device		OS0	OS1	OS2	OS3	OS4	OS5	OS6	OS7
NO	名 称	H V - 4				H V - 5			
C2	HV-4, 5 Level	1111;	1960 V			1111;	1960 V		
		<u>1000</u> ;	1810 V			<u>1000</u> ;	1810 V		
		0000;	1664 V			0000;	1664 V		

Device		OS0	OS1	OS2	OS3	OS4	OS5	OS6	OS7
NO	名 称	H V - 6				H V - 7			
C3	HV-6, 7 Level	1111;	1960 V			1111;	1960 V		
		<u>1000</u> ;	1810 V			<u>1000</u> ;	1810 V		
		0000;	1664 V			0000;	1664 V		

表3. 5a B-CM コントロール詳細

B-CM	HV0 〔V〕	HV1 〔V〕	HV2 〔V〕	HV3 〔V〕	HV4 〔V〕	HV5 〔V〕	HV6 〔V〕	HV7 〔V〕
1111	1960	1960	1960	1960	1960	1960	1960	1960
1110	1937	1937	1937	1937	1937	1937	1937	1937
1101	1915	1915	1915	1915	1915	1915	1915	1915
1100	1893	1893	1893	1893	1893	1893	1893	1893
1011	1871	1871	1871	1871	1871	1871	1871	1871
1010	1850	1850	1850	1850	1850	1850	1850	1850
1001	1830	1830	1830	1830	1830	1830	1830	1830
<u>1000</u>	<u>1810</u>	<u>1810</u>	<u>1810</u>	<u>1810</u>	<u>1810</u>	<u>1810</u>	<u>1810</u>	<u>1810</u>
0111	1790	1790	1790	1790	1790	1790	1790	1790
0110	1770	1770	1770	1770	1770	1770	1770	1770
0101	1752	1752	1752	1752	1752	1752	1752	1752
0100	1734	1734	1734	1734	1734	1734	1734	1734
0011	1716	1716	1716	1716	1716	1716	1716	1716
0010	1698	1698	1698	1698	1698	1698	1698	1698
0001	1681	1681	1681	1681	1681	1681	1681	1681
0000	1664	1664	1664	1664	1664	1664	1664	1664

Device		OS0	OS1	OS2	OS3	OS4	OS5	OS6	OS7
N0	名 称	Ch0	Ch1	Ch2	Ch3	Ch4	Ch5	Ch6	Ch7
C4	Device	1	<u>ENA</u>	<u>ENA</u>	<u>ENA</u>	<u>ENA</u>	<u>ENA</u>	<u>ENA</u>	<u>ENA</u>
	Select	0	<u>DIS</u>	<u>DIS</u>	<u>DIS</u>	<u>DIS</u>	<u>DIS</u>	<u>DIS</u>	<u>DIS</u>

Device		OS0	OS1	OS2	OS3	OS4	OS5	OS6	OS7
N0	名 称	L 1	R 1	S23	V 1	V 2	E V	C.Gain	-
C5	Input	1	<u>O N</u>	<u>O N</u>	<u>O N</u>	<u>O N</u>	<u>O N</u>	H;×2	
	Select	0	<u>OFF</u>	<u>OFF</u>	<u>OFF</u>	<u>OFF</u>	<u>OFF</u>	L;×1	

表3. 5b B-CM コントロール詳細

下線 ; Initial Set

Device		OS0	OS1	OS2	OS3	OS4	OS5	OS6	OS7
N0	名 称	L1 Fine Gain			R1 Fine Gain			V1 Gain	
C6	Fine Gain A Control	111; ×1.06			111; ×1.06			11×1.1	
D0		<u>100</u> ; ×1.00			<u>100</u> ; ×1.00			<u>10</u> ×1.0	
D7		000; ×0.92			000; ×0.92			00×0.8	

Device		OS0	OS1	OS2	OS3	OS4	OS5	OS6	OS7
N0	名 称	S23 Fine Gain			EV Fine Gain			V2 Gain	
C7	Fine Gain B Control	111; ×1.06			111; ×1.30			11×1.1	
E0		<u>100</u> ; ×1.00			<u>100</u> ; ×1.00			<u>10</u> ×1.0	
E7		000; ×0.92			000; ×0.60			00×0.8	

Fine Gain Control

O S	L1・R1・S23	E V	V1・V2
111	×1.06	×1.30	
110	×1.04	×1.20	
101	×1.02	×1.10	
100	<u>×1.00</u>	<u>×1.00</u>	
011	×0.98	×0.90	×1.10
010	×0.96	×0.80	<u>×1.00</u>
001	×0.94	×0.70	×0.90
000	×0.92	×0.60	×0.80

表3.5c B-CM コントロール詳細

下線 ; Initial Set

Device			OS0	OS1	OS2	OS3	OS4	OS5	OS6	OS7
N0	名 称		L 1	R 1	S23	V1/V2	E V	Lower	Middle	Upper
C8	Discr Control	1	1.0keV	1.0keV	1.0keV	1.0keV	1.0keV	1.2keV	<u>12</u> keV	<u>20</u> keV
		0	<u>0.5</u> keV	<u>0.5</u> keV	<u>0.5</u> keV	<u>0.5</u> keV	<u>0.5</u> keV	0.8keV	5 keV	15 keV

Device			OS0	OS1	OS2	OS3	OS4	OS5	OS6	OS7
N0	名 称		L1/R1	L1/S23	R1/S23	L1/V1	R1/V1	S23/V1	SV1/V2	SV2/EV
C9	Anti Matrix	1	<u>O N</u>	<u>O N</u>	<u>O N</u>	<u>O N</u>	<u>O N</u>	<u>O N</u>	<u>O N</u>	<u>O N</u>
		0	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF

注) S; L1 or R1 or S23

Anti Coincidence Matrix

	L1	R1	S23	V1	V2	EV
L1		○	○	○	○	○
R1			○	○	○	○
S2,3				○	○	○
V1					○	-
V2						○
EV						

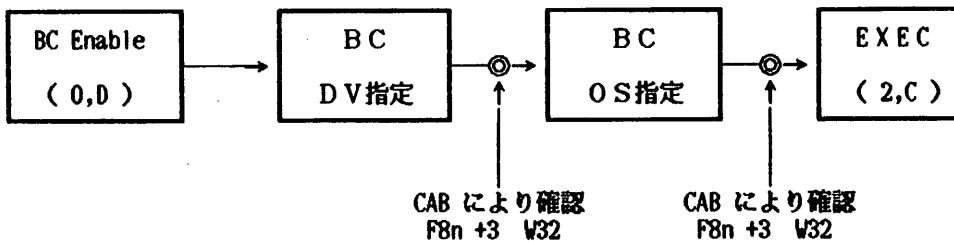
Device			OS0	OS1	OS2	OS3	OS4	OS5	OS6	OS7
N0	名 称		LAC - Mode				ASM		GBD-TTS レベル	
01	DP-DV1		11 ; PC 10 ; MPC3 01 ; MPC2 00 ; MPC1				Time PHA		11 ; OFF 10 ; 128 01 ; 64 00 ; 32	

表3. 5d B-CMコントロール詳細

3. 2. 3 B-CM 送信手順

LACの B-CM は、16Bitsで構成されている。最初の 8Bits により Device を指定し、(DC による Enable CM(0,D) は、DP・ASM・GBDと共通でありBCデータの最初の 2Bitsにより識別される。最初の 2Bits が "11" の時 LACが指定される。) 後の 8Bitsにより OS を指定している。

送信手順を次に示す。



もし BC データを誤って送信した場合や CAB が違っていた場合は必ず最初の DV 指定より送り直す。LAC-E は、最後に送られた 16Bits を受け付け動作する。

B-CM の Initial Setは、B-CM Memory 部 ON (LAC-E1 ON 又は LAC-E2 ON) の電源投入時に行いあらかじめ電源が投入されている場合は、ON CM を送信しても Initial Set されない。

3. 2. 4 B-CMとOSモニタ

LAC の B-CM は45項目あり、実際の動作を制御するために、45組のラッチを持っている、その出力を OS のモニタとして出力することが望ましいが、45組のラッチは各プリント板に分散している。LAC-E では、小型軽量化のためにこの OS モニタに RAMを用い集中管理している。なお電源 ON 時に実際の制御と OS モニタの内容を一致させる為に、ROM に Initial Set 状態を記憶させておき、電源 ON 時に RAMに書き込むことにより、常に実際の動作とOS モニタの内容を一致させておく。

3. 2. 5 信号処理系

LAC は8系統の検出器をもっており、LAC-E はそれに対応する8系統の信号処理系をもっている。各信号処理系は完全に同一である。図3. 5にLAC 1系統の信号処理系のブロック

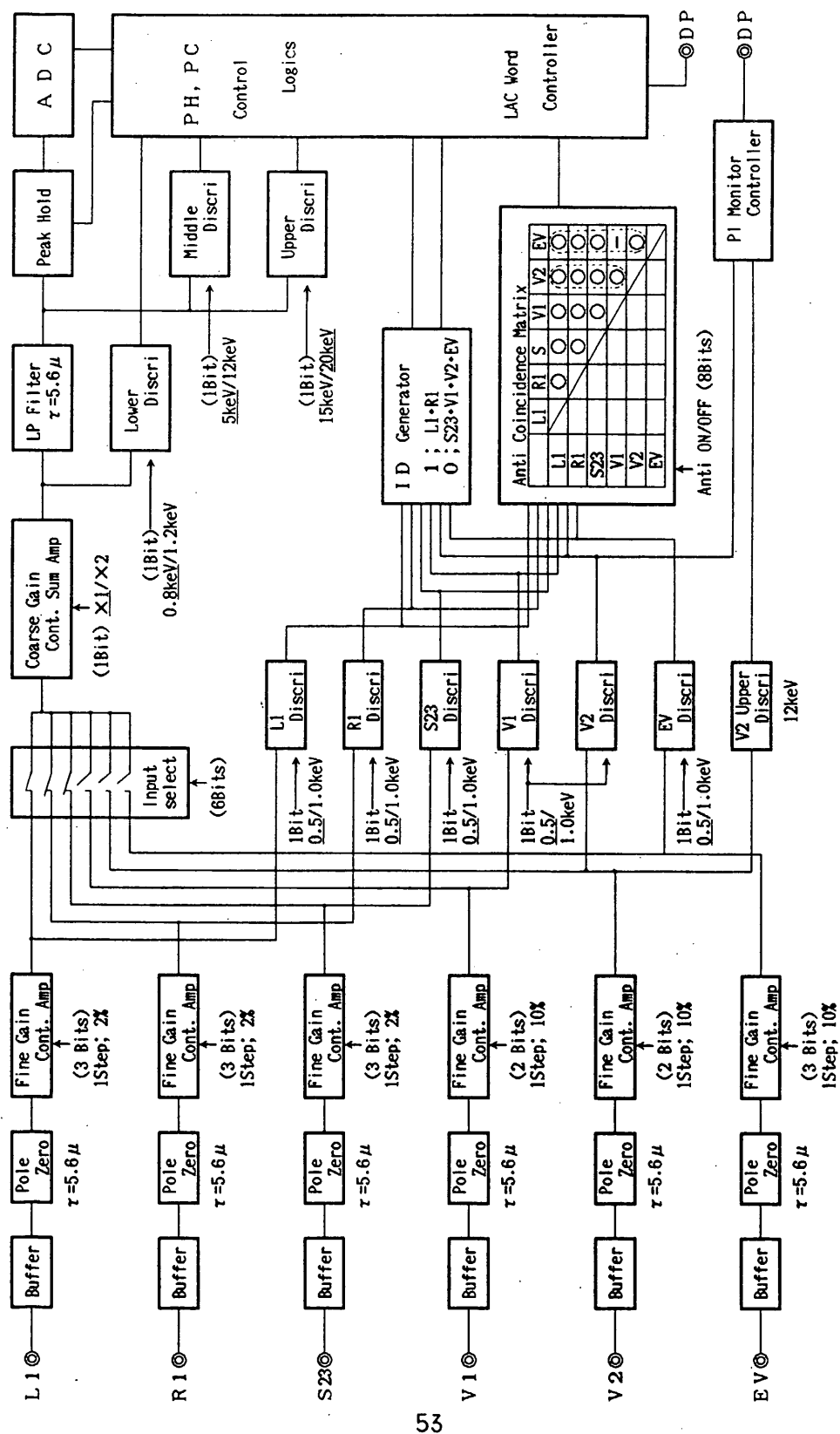


図3.5 LAC信号処理系ブロック図

図を示す。

信号は、6種類の Layer ($L1 \cdot R1 \cdot S23 \cdot V1 \cdot V2 \cdot EV$) に分けられた、前置増幅器に対応する、6組のエミッタ・フォロワによるバッファに交流結合により入力される。その後 Pole-Zero による波形整形をへて、B-CMによりゲインを可変できるアンプを通り、Layer による信号レベルの違いをそろえられる。

ここで、どの Layerからの信号かの ID と、Anti Coincidenceを取り SN を良くする為に用いる、各 Layerごとの Discr_i を持っている。

又この信号は B-CM により選択できる入力セレクター（通常 $L1 \cdot R1 \cdot S23$ がON）を通り、ゲイン可変のサマアンプへ入る。その後ローパス・フィルターをへて ADCへ行き、6Bits のパルスハイト出力が出される。又早い時間分解能の為に3レベルの Discr_i を持ち、2Ch.のパルスカウント出力を出す。

この3レベルの Discr_i は、パルスハイトのエネルギー・チャンネルとは、独立に調整されている。

Anti Coincidenceを取るための同一イベントによる信号とは、各Layer Discr_iを越えた時点より、4 μ sec のパルスが重なった場合を同一イベントによる信号と判断し処理する。

Layer ID は、下記のようにつくが ID を判断する時間は、Lower Discr_iより1 μ sec で

$$\begin{array}{ll} 1 & ; \quad L1 \cdot R1 \\ 0 & ; \quad S23 \cdot V1 \cdot V2 \cdot EV \end{array}$$

あり1 μ sec 以内に他のLayer より入力があった場合（通常は Anti により落とされる）は $L1, R1$ が優先される。

3.3 高圧電源

3.3.1 仕様

LAC に使用される8台の高圧電源は、ASM 用のもの2台とともに、従来の米国 Matrix 社製のものに代わって、国産の新規開発品を用いる。その形状を図3.6に、また回路のブロック図を図3.7に示す。また仕様は以下のとおりである。

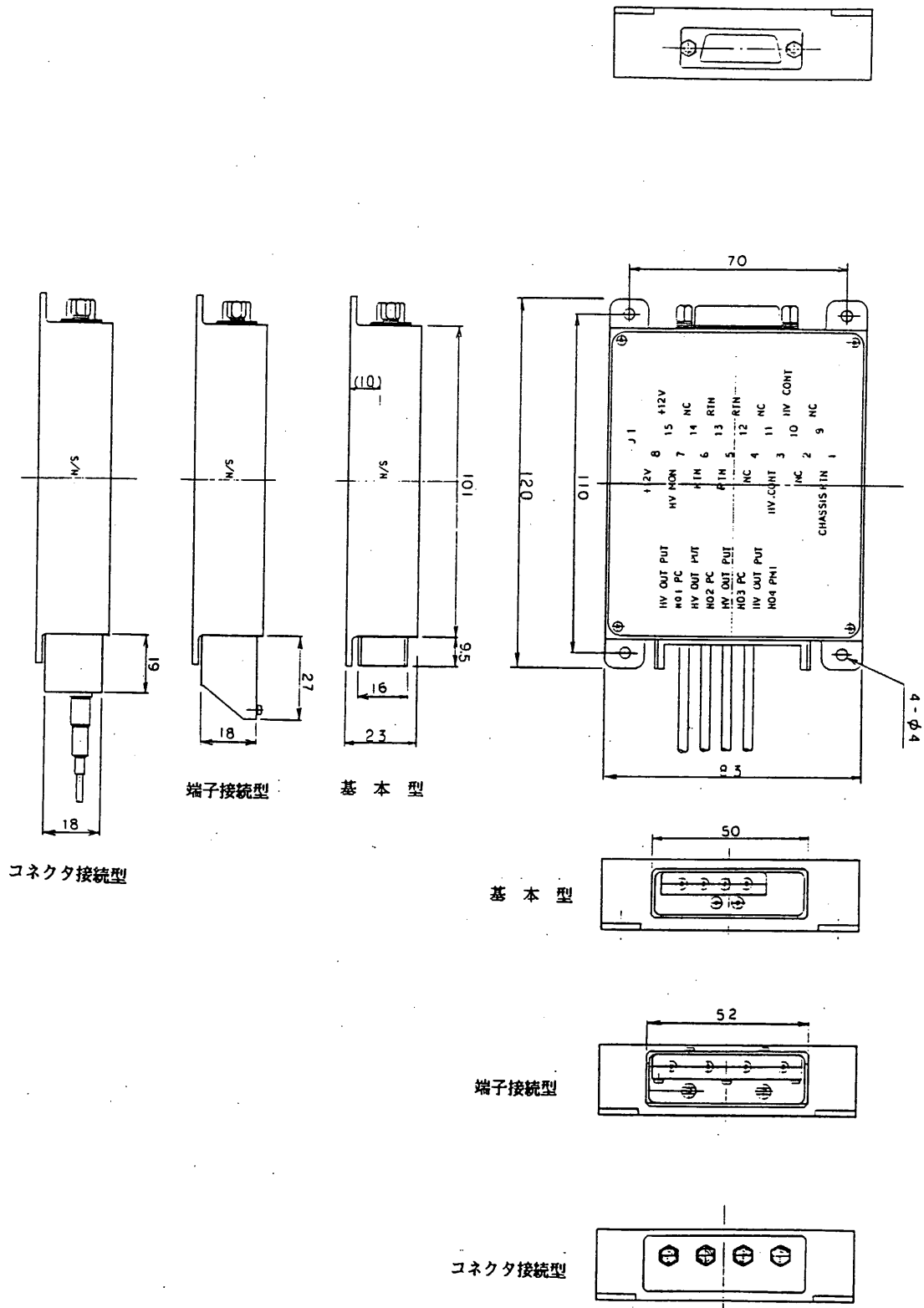


図3.6 高圧電源外観図
55

- ・ 重 量 250g 以内
- ・ 消費電力 250mW 以内 (入力換算)
- ・ 出力電圧 最大 2500V
- ・ 出力安定度 0.3% 以内 (リップル、長期安定性、温度変化すべて含めて)
- ・ 出力端子 高インピーダンス端子 (各 80M Ω)
低インピーダンス端子 (6.1K Ω)

端子形式は、LAC 用はレイノルズ高圧ソケット装着、AMS 用はポッティング用端子となっている。低インピーダンス端子は、フォトマル用として用意したがテスト用にも使用する。

- ・ 負 荷 高インピーダンス端子2本を接地しても破損しないこと。
- ・ 環境条件 単体の熱的・機械的環境条件を満足すること。
- ・ 1次側端子 15ピン D-sub コネクタ

3.3.2 高圧の設定・制御

高圧(2次側)電圧の設定・制御は、3段階に行われる。まずトランス1次側のタップの選択により、最大2500V仕様と最大1250V仕様を選択できる。ただし、製造後の変更はできない。ついで、高圧電源内部の抵抗(2本直列) R_o を取り替えることにより、高圧の可変範囲を5段階に設定できる。 R_o の値と可変範囲の関係を、表3.6に示す。最後に、1次側のコントロール端子(ピンN0.12,13)の間の外付け抵抗値 R_e を変えることにより、上記の可変範囲内で高圧の値が微調できる。高圧側出力 V_H は2500V設定の時次の関係により与えられる。

MAX 2500V 設定時	MAX 1250V 設定時	基準抵抗 (R_o)	外付け抵抗(R_{ext})
2500~2000V	1250~1000V	∞	$\infty \sim 60K$
2250~1750V	1125~ 825V	135K	$\infty \sim 47.25K$
2000~1500V	1000~ 750V	60K	$\infty \sim 36K$
1750~1250V	825~ 625V	35K	$\infty \sim 26.25K$
1500~1000V	750~ 500V	22.5K	$\infty \sim 18K$

表3.6 R_o の値と可変範囲

$$\frac{Re}{1 + \frac{Re}{Ro}} = \frac{15 \times VH}{2500 - VH}$$

システムとしては、外付け抵抗 Re は LAC 主回路の中に持ち、ブロックコマンドでその値を変化させる。詳細は、表 3. 5 及び図 3. 7 を参照のこと。また表 3. 6 の可変範囲によらず、コントロール端子とコモン端子をショートする ($Re=0$) ことにより、高圧をほぼ 0 に落とすことができる。これは、軌道上で RBM コントロールその他に用いられる。詳細は、3.3.4 参照。

内付け抵抗 Ro は温度係数の十分小さいもの (25ppm 程度) を用いなければならない。外付け抵抗 Re はこれと並列に入るので、その温度係数はより大きくても問題ない。

3. 3. 3 高圧モニタ

高圧モニタ出力は、高圧 2500V に対して 5V となるように設計されている。Matrix 社製の場合は、モニタは単に高圧を抵抗分割したままの高インピーダンス出力であったが、今回は干渉を避けるためバッファアンプを通した出力になっている。(ブロック図参照) アンプが片側電源のため、高圧が 800V 程度より下がるとモニタ出力が線型関係からはずれ高圧 0V でもモニタ出力が 0.48V 程度残ることに注意。

3. 3. 4 高圧のコマンド制御

LAC 高圧の軌道上での制御は、以下の 3 種類に大別できる。

高圧 ON/OFF ---- 各高圧の 1 次側電源 (+12V) は、主回路内のリレーにより ON/OFF される。HVj (j=0~7) のリレーは、コマンド LHV-j ON により、1 台ずつ個別に行われる (表 3.3, 図 3.4 参照) リレーの OFF は、コマンド LHV-OFF (5,3) または、LAC OFF (4,5) により、8 台同時に行われる。

高圧 reduction ---- 1 次側 (+12V) を ON にしたまま、コントロール端子を接地することで、出力電圧をほぼ 0 にできる。図 3. 4 に示したように、RBM FLAG が立つと 8 台すべてが reduction 状態になり、FLAG が消えると復帰する。さらにまた、HV Reduction (6,5) もしくは、LAC-A OFF (5,4) コマンドによっても HV を落とすことができる。この場合の復帰は、LAC-A (センサ 0~3) に対しては LAC-E1 ON (4,3) でまた、LAC-B

(センサ 4~7) に対しては LAC-E2 ON (4,4)にて行われる。なお、HV reduction 状態であっても、HV ON/OFF のステータスは、変化しないことに注意。この reduction 機能は、リレー動作による ON/OFF をなるべく避けるために設けられたもので、自動・手動による RBMコントロールのほか、LAC の高圧を短期間だけ下げたい時（光った地球が視野に入るときなど）に用いられる。LAC-A OFF コマンドはさらに節電機能も持つ。

高圧コントロール ---- ブロックコマンドによって、8 台独立に高圧の値を16段階に変えることができる。詳細は、表3. 5 bを参照。

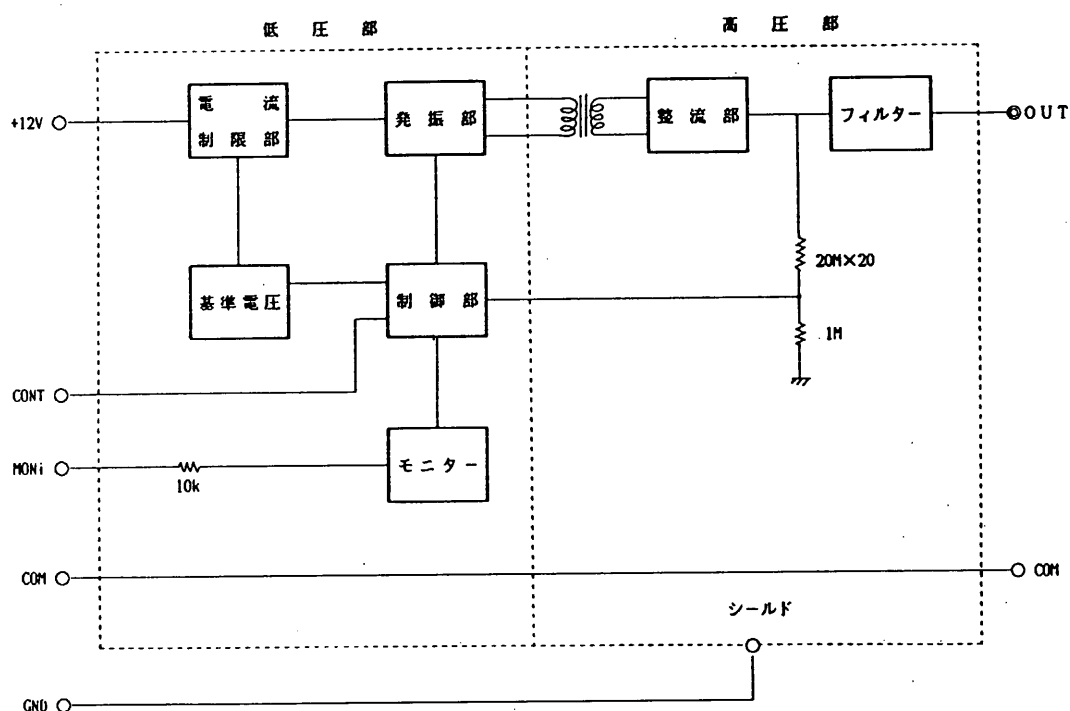


図3. 7 高圧電源ブロック図

4. LACモードデータ処理 (CM LAC MODE (0,8))

LAC データを送るためのモードで、LAC 内のモードを状況に合わせて使い分け、8 センサのデータ进行处理するモードである。NSAS, CHK, ACS, 打ち上げモードは、LAC モードに優先するためこれらのモード時はコマンド送信しても LACモードにならない。

4. 1 データ時間分解能

モード	データ名	時間分解能 (ビットレート対応)			備 考
		HIGH	MEDIUM	LOW	
MPC1	LAC-PH	500.0 mS	4.0 SEC	16.0 SEC	各カウンタ毎
MPC2	LAC-PH	62.5 mS	500.0 mS	2.0 SEC	4 カウンタ加算
MPC3	LAC-PH	7.8 mS	62.5 mS	250.0 mS	全カウンタ加算
PC	LAC-PCH	1.9 mS	15.6 mS	62.5 mS	4 カウンタ加算
	LAC-PCL	976.6 μ S	7.8 mS	31.3 mS	4 カウンタ加算

表4. 1 データ時間分解能

4. 2 MPCデータ処理

センサ毎に、PHデータのビットによりエネルギーレベル識別を行い、メモリをリセット式カウンタとして使用することにより、各エネルギーレベル毎の入力イベントパルスを読み出しワードのサンプル間隔に従ってカウントし、エネルギーレベル毎のカウント数を出力する。

4. 2. 1 MPC1モード (BC 01 00*****)

8 カウンタ、2 レイヤ、48CH (入力64CHの上位 32CH を 2 CH 加算) の計768CH を、各CH毎に 8ビットでカウントする。

Word	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	SYNC CODE			F 1	0ch	4ch	8ch	12ch	16ch	20ch	24ch	28ch	32ch	36ch	40ch	44ch
16	LAC DATA				1ch	5ch	9ch	13ch	17ch	21ch	25ch	29ch	33ch	37ch	41ch	45ch
32	CMD	ACS DATA			2ch	6ch	10ch	14ch	18ch	22ch	26ch	30ch	34ch	38ch	42ch	46ch
48	AMS DATA				3ch	7ch	11ch	15ch	19ch	23ch	27ch	31ch	35ch	39ch	43ch	47ch
64	AHK	STATUS	D P	PI MON	0ch	4ch	8ch	12ch	16ch	20ch	24ch	28ch	32ch	36ch	40ch	44ch
80	LAC DATA				1ch	5ch	9ch	13ch	17ch	21ch	25ch	29ch	33ch	37ch	41ch	45ch
96	GBD/RBM DATA				2ch	6ch	10ch	14ch	18ch	22ch	26ch	30ch	34ch	38ch	42ch	46ch
112	ASM DATA				3ch	7ch	11ch	15ch	19ch	23ch	27ch	31ch	35ch	39ch	43ch	47ch

F	V	W4 ~ 63	W68 ~ 127
F8n+0		LAC-0 MID-LAYER	LAC-4 MID-LAYER
F8n+1		LAC-0 TOP-LAYER	LAC-4 TOP-LAYER
F8n+2		LAC-1 MID-LAYER	LAC-5 MID-LAYER
F8n+3		LAC-1 TOP-LAYER	LAC-5 TOP-LAYER

F	V	W4 ~ 63	W68 ~ 127
F8n+4		LAC-2 MID-LAYER	LAC-6 MID-LAYER
F8n+5		LAC-2 TOP-LAYER	LAC-6 TOP-LAYER
F8n+6		LAC-3 MID-LAYER	LAC-7 MID-LAYER
F8n+7		LAC-3 TOP-LAYER	LAC-7 TOP-LAYER

表4. 2 LAC-MPC1モード フォーマット (8カウンタ, 2レイヤ, 48ch)

4.2.2 MPC2モード (BC 01 01*****)

4 カウンタ加算、レイヤ加算、48CHの計96CHを各CH毎に 8ビットでカウントする。

Word	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	SYNC CODE			F 1	0ch	4ch	8ch	12ch	16ch	20ch	24ch	28ch	32ch	36ch	40ch	44ch
16	LAC DATA				1ch	5ch	9ch	13ch	17ch	21ch	25ch	29ch	33ch	37ch	41ch	45ch
32	CMD	ACS DATA			2ch	6ch	10ch	14ch	18ch	22ch	26ch	30ch	34ch	38ch	42ch	46ch
48	AMS DATA				3ch	7ch	11ch	15ch	19ch	23ch	27ch	31ch	35ch	39ch	43ch	47ch
64	AHK	STATUS	D P	PI MON	0ch	4ch	8ch	12ch	16ch	20ch	24ch	28ch	32ch	36ch	40ch	44ch
80	LAC DATA				1ch	5ch	9ch	13ch	17ch	21ch	25ch	29ch	33ch	37ch	41ch	45ch
96	GBD/RBM DATA				2ch	6ch	10ch	14ch	18ch	22ch	26ch	30ch	34ch	38ch	42ch	46ch
112	ASM DATA				3ch	7ch	11ch	15ch	19ch	23ch	27ch	31ch	35ch	39ch	43ch	47ch

W 4~63 ; LAC 0~3 , W 68~127 ; LAC 4~7

表4.3 LAC-MPC2モード フレームフォーマット (4カウンタ加算, レイヤ加算, 48ch)

4.2.3 MPC3モード (BC 01 10*****)

全カウンタ加算、レイヤ加算12CH (48CHを更に4CH 加算) の計12CHを、各CH毎に 8ビットでカウントする。

Word	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	SYNC CODE			F 1	0ch	1ch	2ch	3ch	4ch	5ch	6ch	7ch	8ch	9ch	10ch	11ch
16	LAC DATA				同 上 (1 Set = 1 / 8 Frame)											
32	CMD	ACS DATA			同 上 (1 Set = 1 / 8 Frame)											
48	AMS DATA				同 上 (1 Set = 1 / 8 Frame)											
64	AHK	STATUS	D P	PI MON	同 上 (1 Set = 1 / 8 Frame)											
80	LAC DATA				同 上 (1 Set = 1 / 8 Frame)											
96	GBD/RBM DATA				同 上 (1 Set = 1 / 8 Frame)											
112	ASM DATA				同 上 (1 Set = 1 / 8 Frame)											

表4.4 LAC-MPC3モード フレームフォーマット (全カウンタ加算, レイヤ加算, 12ch)

4.3 PCデータ処理 (BC 01 11*****)

4 カウンタ加算、2 レベルの計4 ラインで入力された、パルスカウントデータをノンリセット式カウンタにより、読み出しワードに見合うデータ量だけ、等間隔にカウントし読み出しワード時刻になった時に、それぞれのカウント数を出力する。

表4.1 にも示したが、PCL データは、PCH データの倍の時間分解能で処理されている。

Word	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	SYNC DATA			F 1												
16	LAC DATA				L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
32	CMD ACS DATA				A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
48	MS DATA				C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
64	AHK STATUS D P PI MON				O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
80	LAC DATA				P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
96	GBD/RBM DATA				C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
112	ASM DATA				H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
					3	7	3	7	3	7	3	7	3	7	3	7
					0	4	0	4	0	4	0	4	0	4	0	4
					0	0	4	4	8	8	12	12	0	0	2	2
					4	4	8	8	12	12	0	0	2	2	4	4
					6	6	8	8	10	10	12	12	14	14		

注. 各データの末尾の数字はデータ取込みタイミングのワード番号を示す。

表4.5 LAC-PCモード フレームフォーマット (4カウンタ加算, 2レベル)

5. LAC共通ワード・PIモニタ処理

打ち上げモード・GBDバーストデータを除く、他の全てのモード (LACモードを含む) にはLACの、おおよその状態をモニタするための、LACワード・PIモニタワードを持っている。これらは、LAC-E内のノン・リセット・カウンタ (メモリ) に蓄積される。

5.1 LACワード処理 (W16~19, 80~83) (0.5S/4S/16S)

LACワードには、各 Layer (L1・R1・S23・V1・V2・EV) のカウントモニタ、SignalのUD以上のカウント、Anti のカウント等が含まれる。表5.1にフォーマットを示す。

5.2 PI-MONワード処理 (W67) (1S/8S/32S)

PI-Monitorワードには、V2のLD~UDで Anti 信号のなかったイベントのカウントを出力する。Bit Rate "L" のとき1/4の Pre Scaler が入る。表5.2にデータフォーマットを示す。

F	W	W 16	W 17	W 18	W 19
F8n+0		LAC0-SUD	LAC0-EV	LAC0-Anti	LAC0-V1
F8n+1		LAC1-SUD	LAC1-EV	LAC1-Anti	LAC1-V1
F8n+2		LAC2-SUD	LAC2-EV	LAC2-Anti	LAC2-V1
F8n+3		LAC3-SUD	LAC3-EV	LAC3-Anti	LAC3-V1
F8n+4		LAC4-SUD	LAC4-EV	LAC4-Anti	LAC4-V1
F8n+5		LAC5-SUD	LAC5-EV	LAC5-Anti	LAC5-V1
F8n+6		LAC6-SUD	LAC6-EV	LAC6-Anti	LAC6-V1
F8n+7		LAC7-SUD	LAC7-EV	LAC7-Anti	LAC7-V1

F	W	W 80	W 81	W 82	W 83
F8n+0		LAC0-V2	LAC0-S23	LAC0-R1	LAC0-L1
F8n+1		LAC1-V2	LAC1-S23	LAC1-R1	LAC1-L1
F8n+2		LAC2-V2	LAC2-S23	LAC2-R1	LAC2-L1
F8n+3		LAC3-V2	LAC3-S23	LAC3-R1	LAC3-L1
F8n+4		LAC4-V2	LAC4-S23	LAC4-R1	LAC4-L1
F8n+5		LAC5-V2	LAC5-S23	LAC5-R1	LAC5-L1
F8n+6		LAC6-V2	LAC6-S23	LAC6-R1	LAC6-L1
F8n+7		LAC7-V2	LAC7-S23	LAC7-R1	LAC7-L1

表5. 1 LAC Word フレームフォーマット (0.5S/4S/16S)

W	F	F16n+0	F16n+2	F16n+4	F16n+6	F16n+8	F16n+10	F16n+12	F16n+14
67		LAC0-V	LAC1-V	LAC2-V	LAC3-V	LAC4-V	LAC5-V	LAC6-V	LAC7-V

表5. 2 PI-Monitor フレームフォーマット (1S/8S/32S)
32S のとき Pre Scaler 1/4

LAC Word には、Layer 及び Bit Rateによって下に示すように
Pre Scaler が入る。(LAC-E で処理)

Layer	Rate	H (0.5 S)	M (4 S)	L (16 S)
L 1		—	—	1 / 4
R 1		—	—	1 / 4
S 2 3		—	1 / 2	1 / 8
V 1		—	1 / 4	1 / 16
V 2		—	—	1 / 4
E V		—	—	1 / 4
A n t i		—	1 / 4	1 / 16
S U D		—	1 / 2	1 / 8

5. 3 LAC—Analog HK

高圧モニタ 8点

高圧電圧=Data×9.8 [V]

温度モニタ 16点

1B,3B,4B,6B ; 温度 =Data×0.47-50 [℃]
その他 ; 温度 =Data×0.24-10 [℃]

F	0	1	2	3	4	5	6	7	8	~ 15
0						LHV-0	LHV-1	LHV-2	LHV-3	
16						LHV-4	LHV-5	LHV-6	LHV-7	
32	LAC-0A LAC-5A	LAC-0B LAC-5B	LAC-0C LAC-5C	LAC-2A LAC-7A	LAC-2B LAC-7B	LAC-2C LAC-7C	LAC-1B LAC-4B	LAC-3B LAC-6B	.....	.....
48	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

LHV-0 ~7 は高圧モニタ, 1SF で 1 SETのデータ出力 (4/32/128S)
LAC-0A~7Cは温度モニタ, 2SF で 1 SETのデータ出力 (8/64/265S)

表5. 3 AHKワード (W64) フォーマット

5. 4 LAC-OS (W66) (16S/128S/512S)

SF	Frame	0	1	~	5	~	9	~	13	~15
SF4n + 0	0		DV-Select		Fine G.A0		Discr C.0		Fine G.B0	
	16		HV-0,1Lev.		Fine G.A1		Discr C.1		Fine G.B1	
	32		Input S.0		Fine G.A2		Discr C.2		Fine G.B2	
	48		Input S.1		Fine G.A3		Discr C.3		Fine G.B3	

SF	Frame	0	1	~	5	~	9	~	13	~15
SF4n + 1	0		DV-Select		Fine G.A4		Discr C.4		Fine G.B4	
	16		HV-2,3Lev.		Fine G.A5		Discr C.5		Fine G.B5	
	32		Input S.2		Fine G.A6		Discr C.6		Fine G.B6	
	48		Input S.3		Fine G.A7		Discr C.7		Fine G.B7	

SF	Frame	0	1	~	5	~	9	~	13	~15
SF4n + 2	0		DV-Select		Fine G.A0		Anti M.0		Fine G.B0	
	16		HV-4,5Lev.		Fine G.A1		Anti M.1		Fine G.B1	
	32		Input S.4		Fine G.A2		Anti M.2		Fine G.B2	
	48		Input S.5		Fine G.A3		Anti M.3		Fine G.B3	

SF	Frame	0	1	~	5	~	9	~	13	~15
SF4n + 3	0		DV-Select		Fine G.A4		Anti M.4		Fine G.B4	
	16		HV-6,7Lev.		Fine G.A5		Anti M.5		Fine G.B5	
	32		Input S.6		Fine G.A6		Anti M.6		Fine G.B6	
	48		Input S.7		Fine G.A7		Anti M.7		Fine G.B7	

表5. 4 LAC-OS フレームフォーマット

5. 5 LAC-STATUS (W65) (2S/16S/64S)

Bit	0	1	2	3	4	5	6	7
LAC1 F32n+14	LAC-E1 ON/OFF	LAC-E2 ON/OFF	BYP ON/OFF	LAC-M ON/OFF	CL-Sys ON/OFF	L-CAL ON/OFF	" 0 "	" 0 "
LAC2 F32n+30	LHV0 ON/OFF	LHV1 ON/OFF	LHV2 ON/FF	LHV3 N/OFF	LHV4 ON/OFF	LHV5 ON/OFF	LHV6 ON/OFF	LHV7 ON/OFF

表5. 5 LAC-Status フレーム フォーマット

ガンマ線バースト検出器

(GBD; Gamma Burst Detector)

宇宙科学研究所	西村研・小川原研
宇宙線研究所	近藤研
立教大学	理学部
ロスアラモス国立研究所(米国)	
明星電気(株)	宇宙開発

1. 概 要

1.1 観測の目的

宇宙空間で10keV ~ 1MeV のエネルギー領域を観測していると、或る時突然に短時間(数秒~数分)だけ強いガンマ線(γ 線)フラックスを受けることがある。この事実は、1973年に Los Alamos 国立研究所の原爆探知衛星で知られた。良く調べて見ると到来方向は地球や太陽からではなく、宇宙に起源があった。これとよく似た現象にX線バーストと呼ばれるものが知られているが、 γ 線バーストはX線バーストに比べ放射が硬く($kT \approx 300\text{keV}$)容易に区別される。その後の幾つかの衛星を使用した到来方向決定やスペクトルの観測にもかかわらず、明確な発生天体は同定されず、エネルギー放出のメカニズムも知られていない。フラックスの強さや空間分布から考えて、近くの中性子星を起源にしているように思われるが現在までのところ未知の現象であると言える。

γ 線バーストの理解を深めるには幾つかの方法がある。最近では光による探査が精力的に始められている。ASTRO-C では、従来あると言われていながら確定していない 50keV付近の吸収線の存在(磁場)や、あると言われている数 keV領域のフラックスと γ 線との時間差(放出メカニズムが分かる)を確立したい。この衛星のように数 keVから 0.5MeV までを一度にカバーする測定は始めてであり、得られるスペクトルからバースト発生メカニズムが解明出来ると期待される。

尚GBDは、LACやASM等の比例計数管を放射線帯から保護するために放射線帯検出警報機能(RBM)を半導体検出器で行っている。

1. 2 研究従事者

GBDは、日本と米国（ロスアラモス国立研究所；LANL）の国際協力プロジェクトである。その設計及び試験は両国の共同作業で行われ、製作に関しては実行上の効率を考慮して米国が放射線帯検出器を除く検出器及びプリアンプ部をまた日本が放射線帯検出器部・主回路部及び各種のインタフェース管理を担当している。このプロジェクトに参加している研究機関及び従事者は以下の通り。

宇宙科学研究所	西村 純、 加藤政博、	山上隆正、 伊藤真之、	藤井正美、 吉田篤正	村上敏夫 ほか
宇宙線研究所	近藤一郎 ほか			
立教大学 理学部	村上浩之 ほか			
Los Alamos National Laboratory	D.Evans, J.P Conner, R.W Klebesadel, E.E Fenimore k.Spencer ほか			

1. 3 システム構成

GBDシステムは、検出器部（GBD-S）と主回路部（GBD-E）とに大別される。図1.1 にシステムブロック図を示す。

検出器部 （GBD-S）

- 1) シンチレーション検出器 （SC）
- 2) 比例計数管 （PC）
- 3) CAL半導体検出器 （CAL/SSD；SOL-1）
- 4) 放射線帯検出器 （RBM/SSD；SOL-2）
- 5) 高圧電源 （SC-HV・PC-HV）

主回路部 （GBD-E）

- 1) PC処理系
- 2) SC処理系
- 3) γ バースト判定系
- 4) SOL-2 処理系・RBM処理系
- 5) CM・B-CM・電源系インタフェース

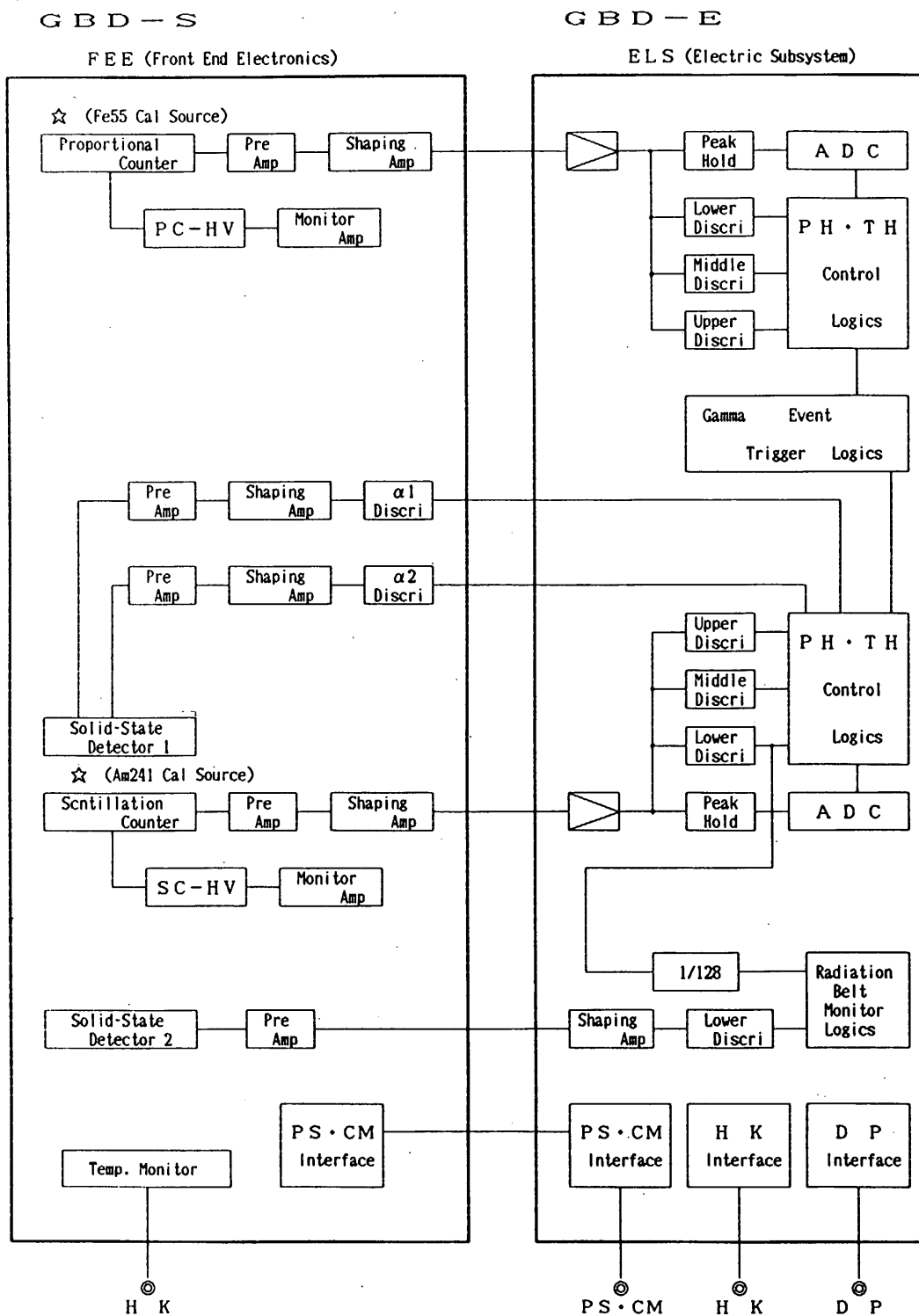


図 1. 1 GBD システムブロック図

68

2. GBD検出部 (GBD-S)

図2. 1に、GBD検出部GBD-Sの外観を示す。

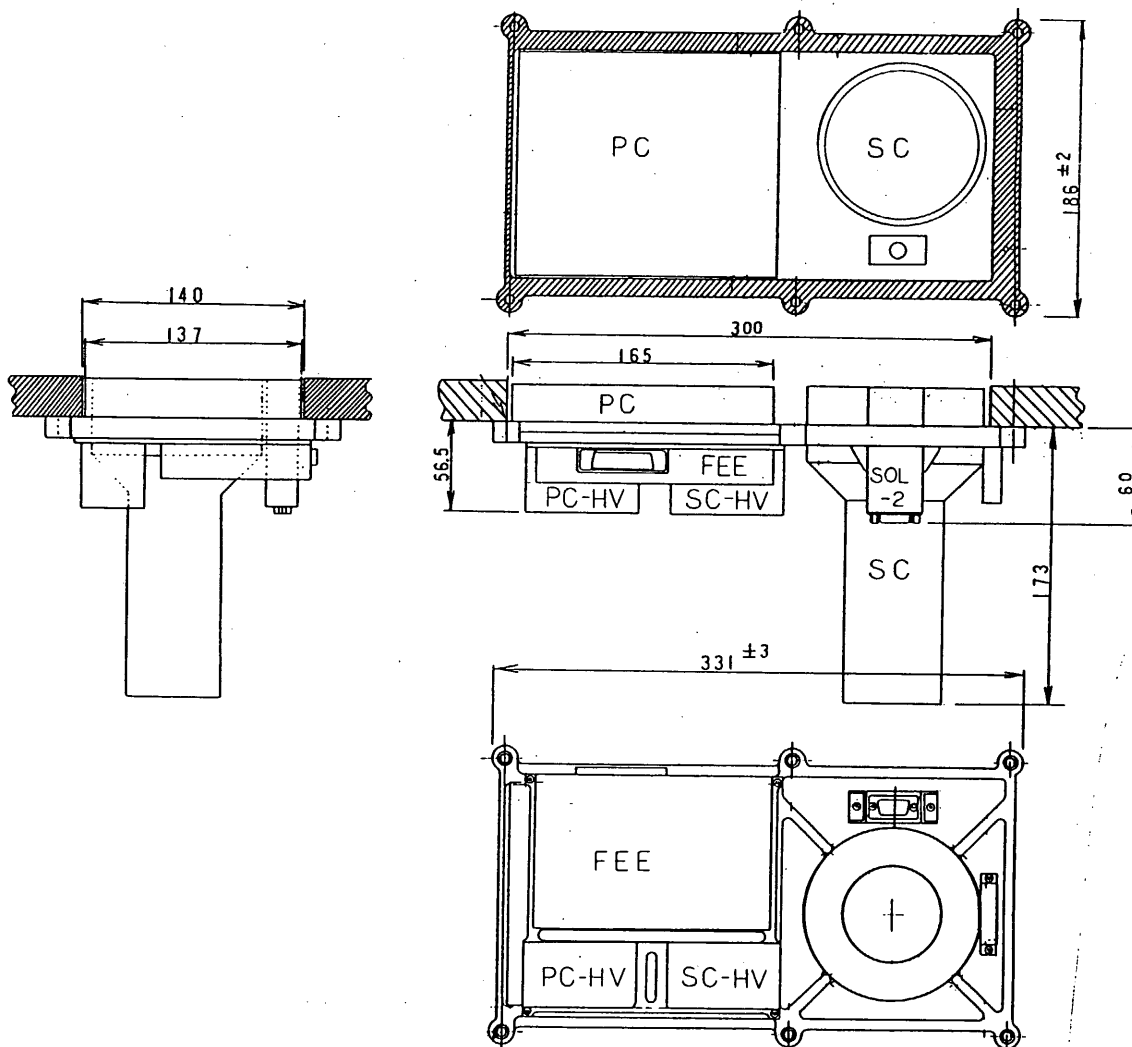


図2. 1 GBD-S 外観図

2. 1 シンチレーション検出器部 (SC ; Scintillation Counter)

SCは光電子増倍管 (PMT) と固体シンチレーターNaI (Tl) よりなり図2. 2のような構成となっている。NaI (Tl) シンチレーターの諸元を表2. 1に示す。シンチレーターの厚さは 10mm で入射窓は $\phi 0.20$ mmであり、総合して図2. 6に示すような効率を持っている。観測エネルギー領域は標準では 16 ~ 384keV を 32 チャンネルで観測するが、

PMTへの供給高圧電源電圧やアンプゲインを変更することにより、変えることができる。（B-CMの項を参照のこと）背面からの入射 γ 線を止めるためにPMTやNaI(Tl)のまわりには、シールド材がはり付けられている。とりわけNaI(Tl)の側面は阻止能を向上させるためにグレーデッドシールドがほどこされている。シールド材の諸元も表2.1にまとめる。図2.3にSCの検出器部に含まれる回路系を示す。

有効面積	直 径	厚 さ	窓材厚さ	グレーデッド シールド材厚さ				シールド (PMT)	
				Cu	Ag	Ta	Pb	Pb	μ metal
60 cm ²	3.5インチ	NaI(Tl) 10 mm	Al 0.20 mm	0.254	0.56	0.254	0.69mm	0.254mm	0.254mm

表 2.1 SCのシールド材の諸元

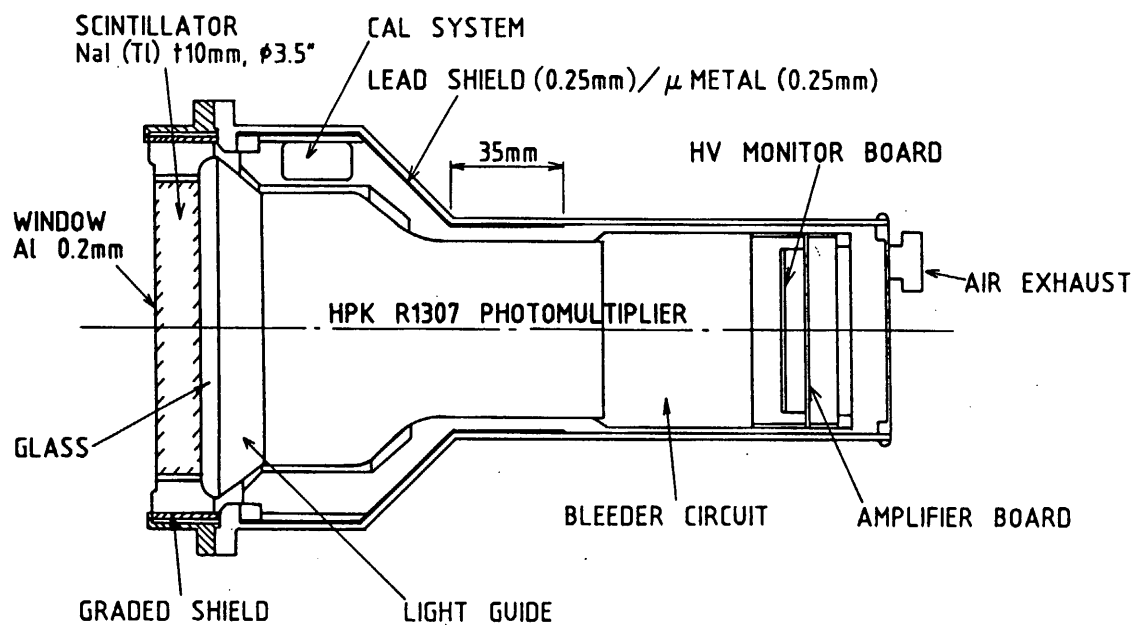


図2.2 SCの構成図

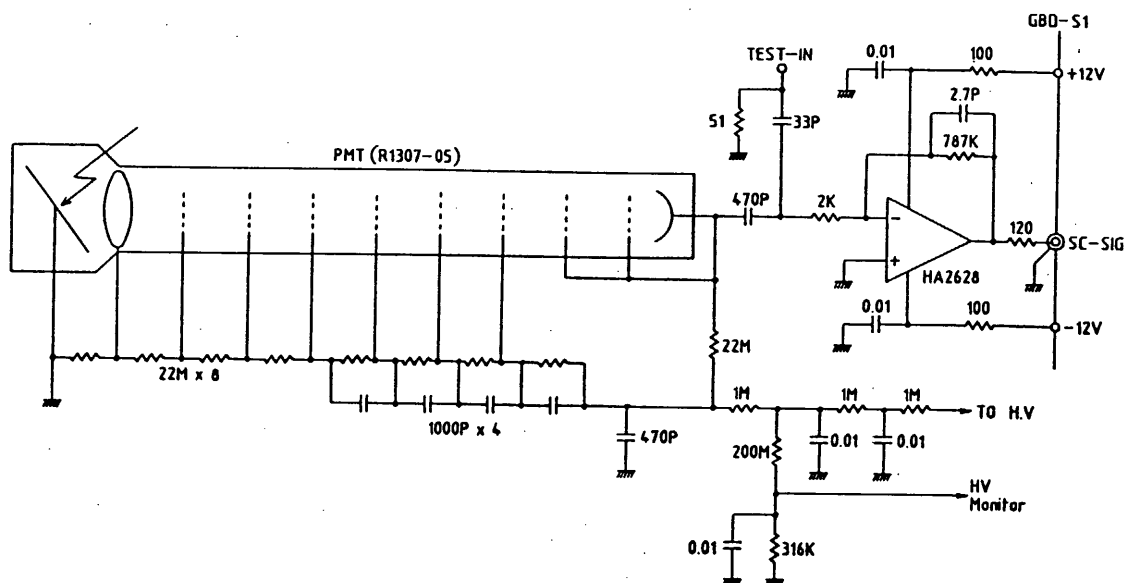


図 2. 3 SC検出器部 回路図

2. 2 比例計数管 (P C ; Proportional Counter)

SCではカバーできない低エネルギー域を観測するためにガス比例計数管が使われる。標準では 1.4~33.6keV を 16 チャンネルの分解能で観測する。検出器の外観を図 2. 4 に示す。ガス組成・ガスの深さ・窓材・厚さ等の諸元を、表 2. 2 に示す。それらで決まる総合効率を図 2. 6 に示すが、P C の場合効率は入射角度や入射エネルギーに強く依存するので注意が必要である。

低エネルギーでの検出効率を考える時、熱シールド用の Kapton 膜の影響を忘れてはならない。8.2 μm の Kapton と透過率 94% 0.3mm 厚のステンレスのサポートメッシュが使用されている。図 2. 5 の効率にはこの Kapton の効果も含んでいる。(高圧とアンプゲインによる観測エネルギー域等は B-CM の項参照のこと)

ガス組成・圧力	深 さ	窓	有効面積	シールド材
Xe + CO ₂ (10%) 1.16 気圧(20 °C)	3.0 cm	Be 63.5 μm	100 cm ²	Sn Mo 0.127 0.127mm

表 2. 2

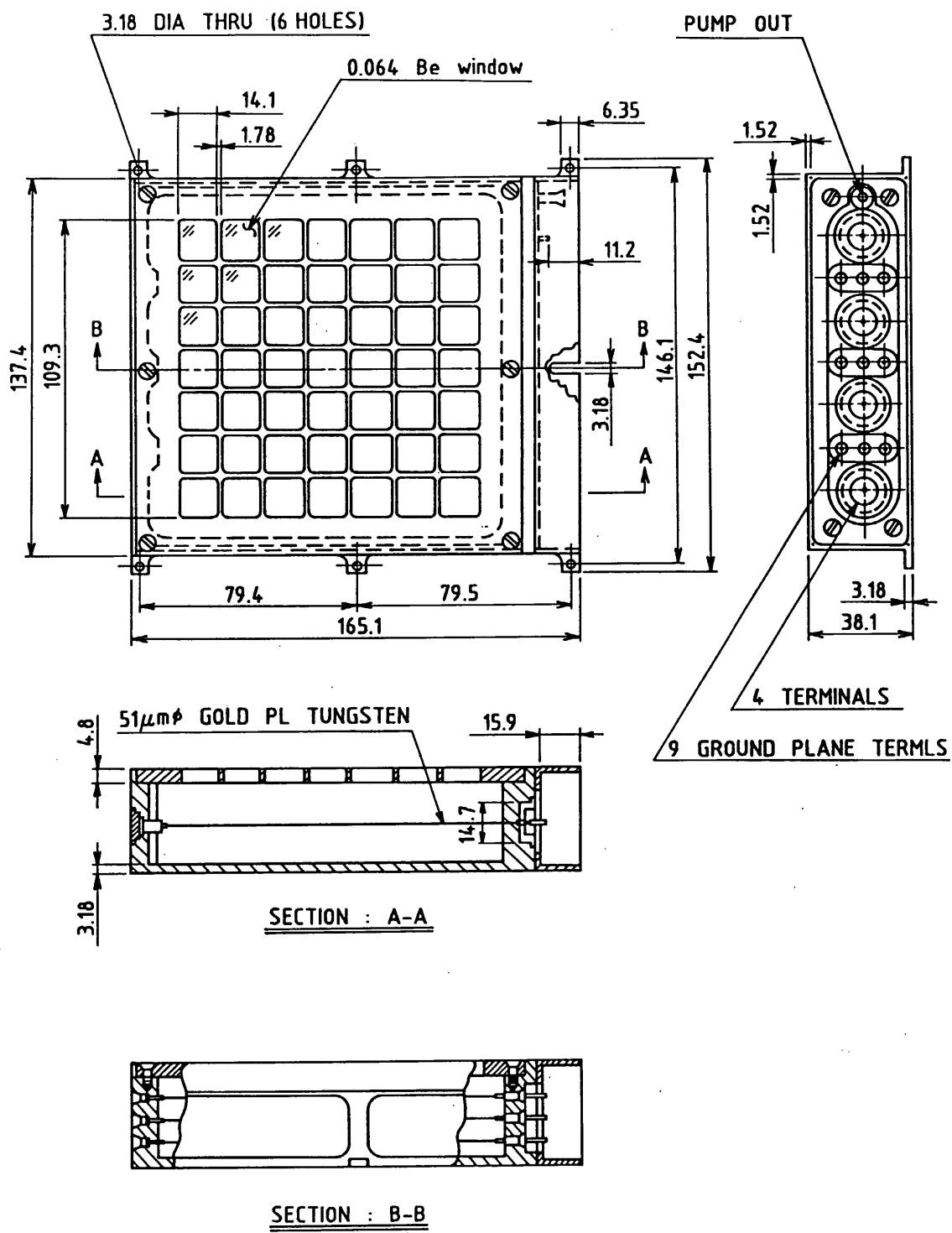


図2.4 PCの外観
72

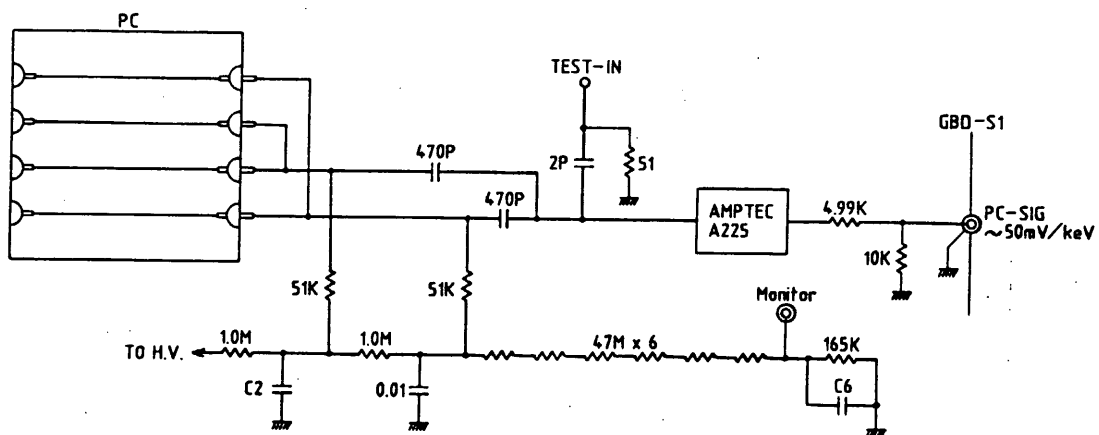


図2. 5 PC検出器回路部

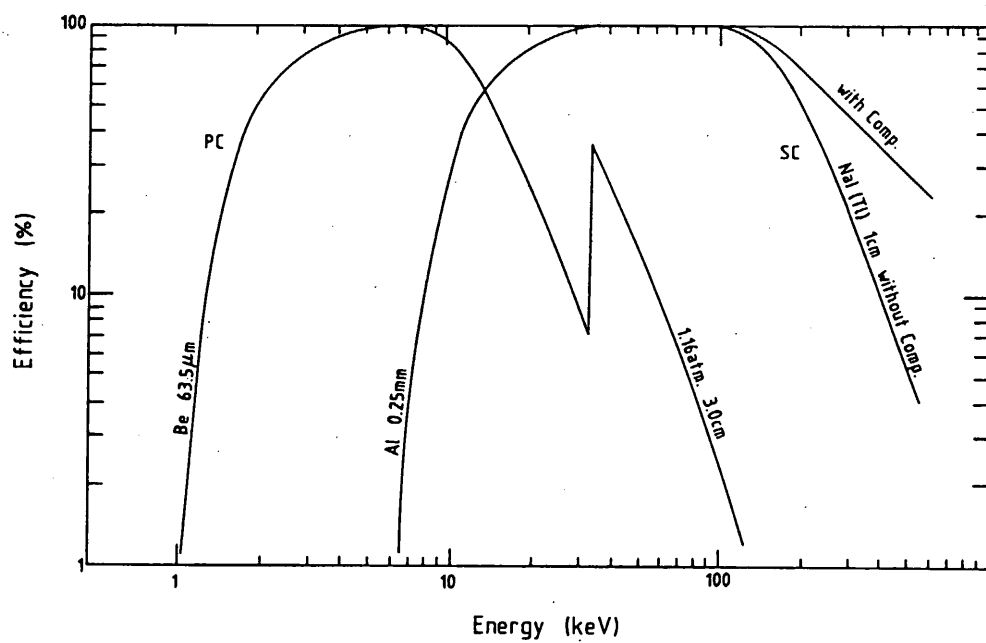


図2. 6 PC・SCの検出効率

2.3 CAL半導体検出器 (SOL-1; Solid detector #1)

SCのシグナルは 32Ch の PHAにより分析され、伝送されるが観測エネルギー域をキャリブレーション (CAL) するために半導体検出器と放射線源 Am^{241} が使われる。 Am^{241} からは 5.5MeV の α 線と同時に 59.5keV の γ 線が放出されており、この内59.5keV の γ 線は、SOL-1に対しては透明でありSCによってのみ検出される。

このことより、SCのシグナルがあった時、同時に Am^{241} の α 線が SOL-1 で受けられていればこれはCALシグナルであると判定できる。

この性質を利用し宇宙 γ 線とCAL γ 線を区別し別々の 32Ch に格納し、CALとすることが出来る。尚 Am^{241} は2枚の半導体検出器の内側に全立体角が覆われるように取り付けられている。CAL検出器の構造を図2.7に示す。CAL X線の強度は 5 C/S at SCである。比例計数管の CALでは、 γ 線バースト検出に悪影響を及ぼさない程度に弱い (40C/S at PC)放射線源 ^{55}Fe (5.9keV) が常時照射されている。

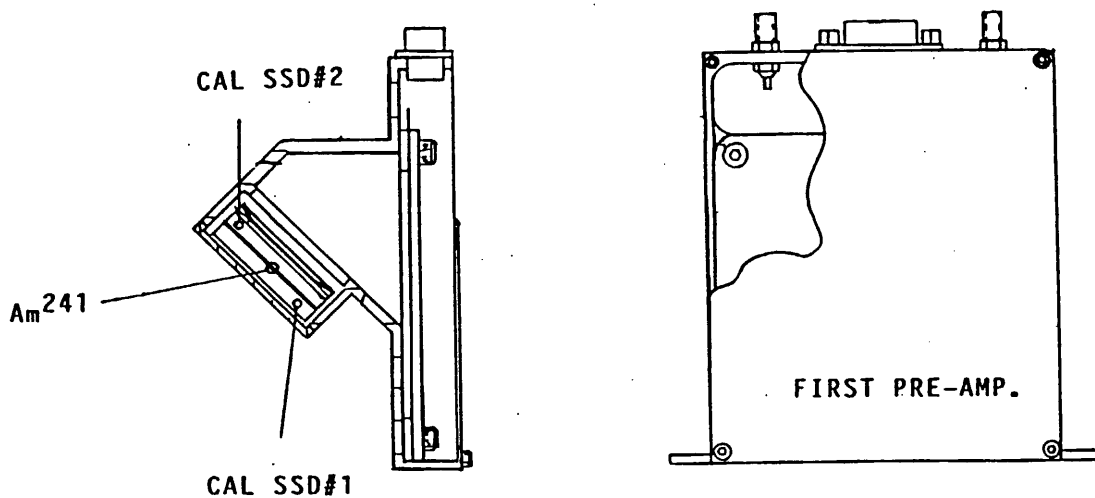


図2.7 CAL検出器の構造

2.4 放射線帯検出器 (RBM; Radiation Belt Monitor)

LACやASMの比例計数管を過放電から守るためにアラームシグナルを出すことを目的とする。主に放射線帯の電子を観測し、フラックスがある一定量レベル以上になると RBM-Flagを立てる。レベルはB-CMにより可変である。

装置は有効面積 1 cm^2 ・厚さ $100 \mu\text{m}$ の国産の半導体検出器 (SOL-2; サーフェスバリア SSD) が使われている。入射エネルギーとエネルギーロスを図2.9に示す。SOL-2の外観図を図2.8に示す。

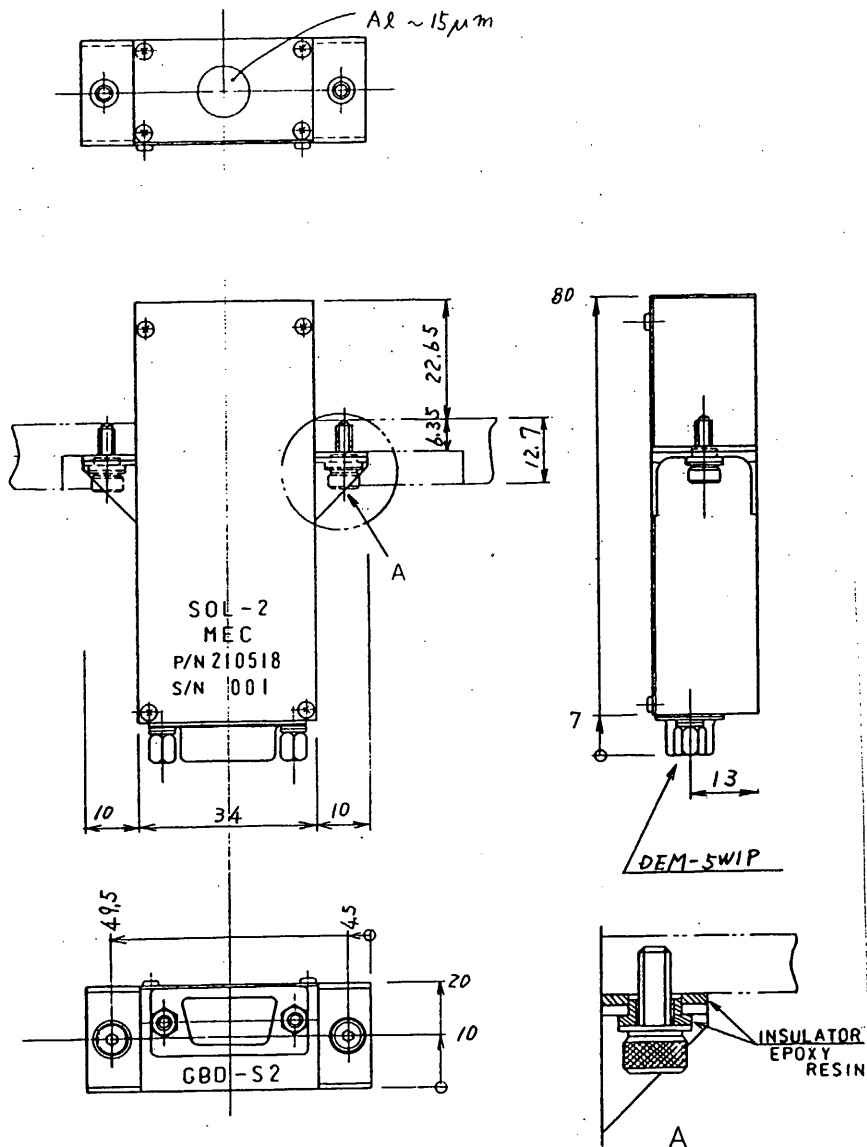


図2.8 SOL-2 外観図
75

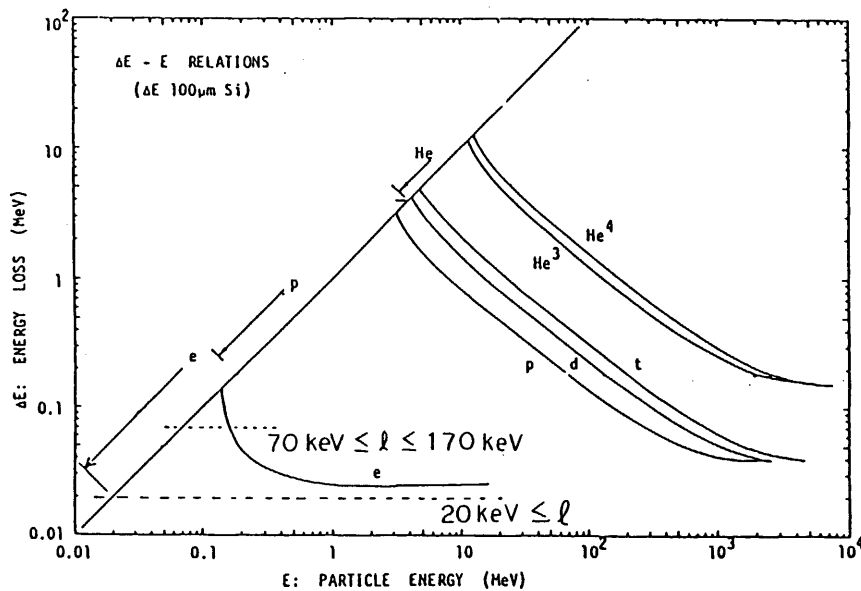


図2. 9 入射エネルギーとエネルギーロス

2. 5 高圧電源 (HV; High Voltage Supply)

SC, PCを働かせるために各々1個ずつのHVが使用される。高圧のモニタは図2. 10に示すような、折れ線グラフになっている。電氣的諸元を表2. 3に示す。詳細は表4. 2参照。

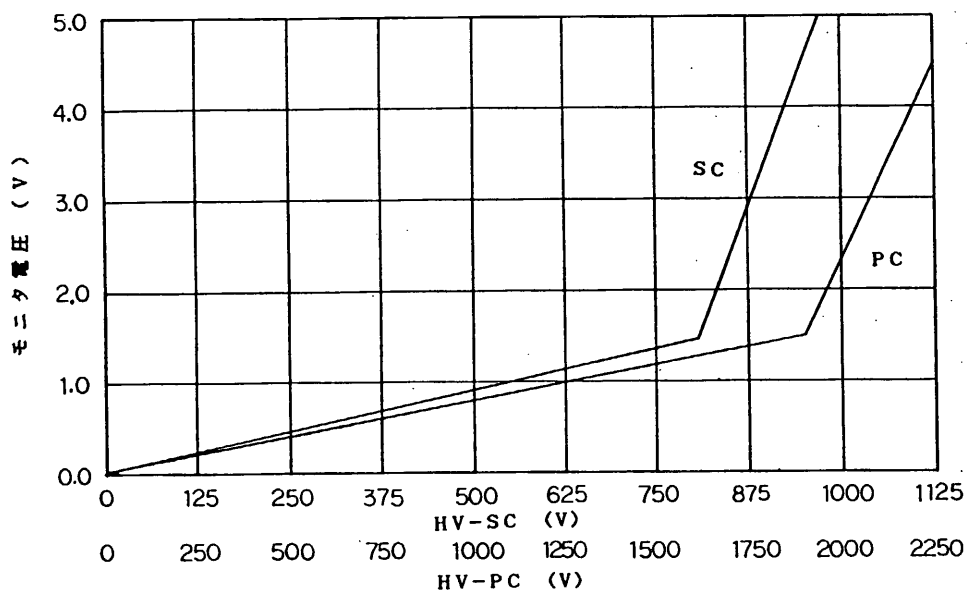


図2. 10 高圧モニタ出力と実際の電圧

	電源電圧	電 流	消費電力
PC-HV	+28.0V	8 mA	224mW
SC-HV	+28.0V	4 mA	112mW

表2. 3 HVの電氣的緒元

3. 主回路部

図3.1 に GBD 回路部(GBD-E)の外観図を示す。GBD-E は、PC処理系・SC処理系・γバースト判定系・SOL-2 処理系・RBM 処理系、及びCM・B-CM・電源系インタフェース等より構成される。

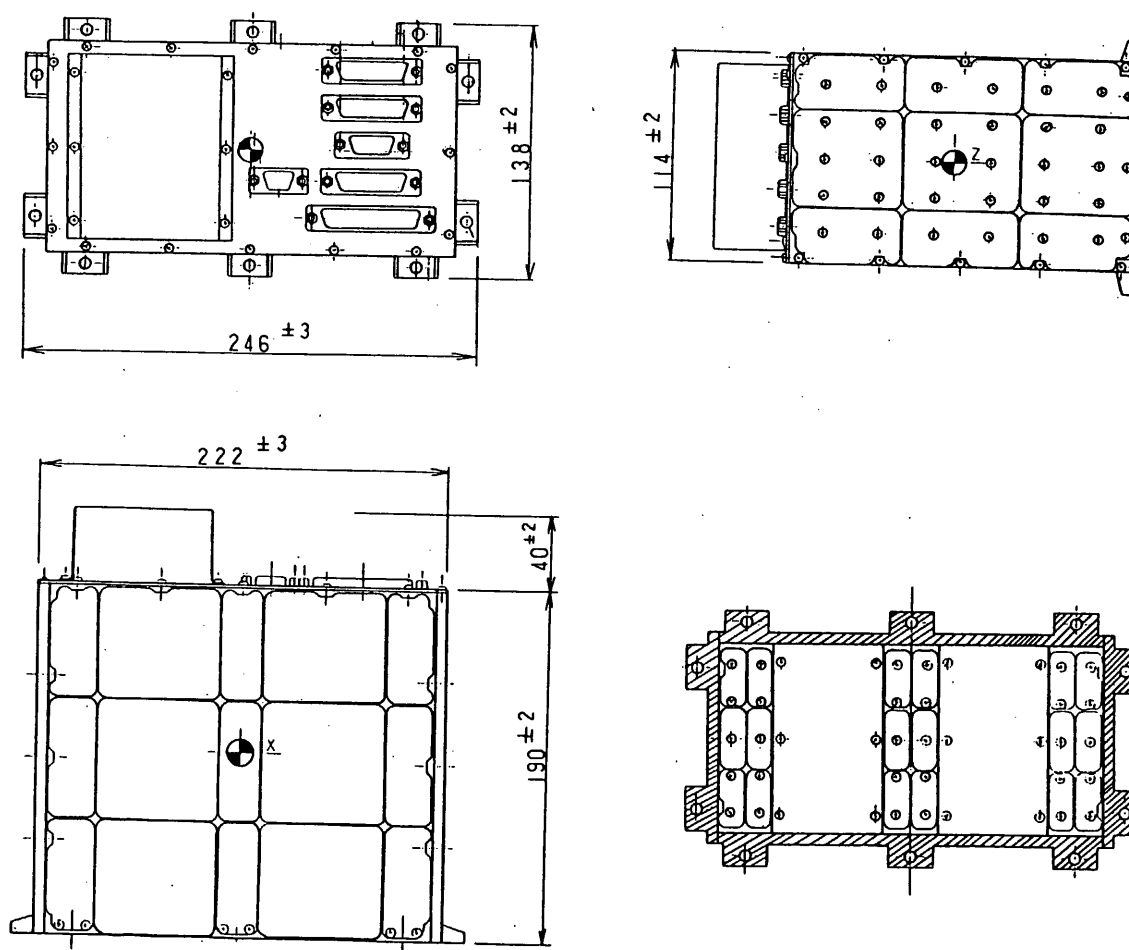


図3. 1 GBD-E 外観図

3.1 PC処理系

PC処理系ブロック図を図3.2 に示す。

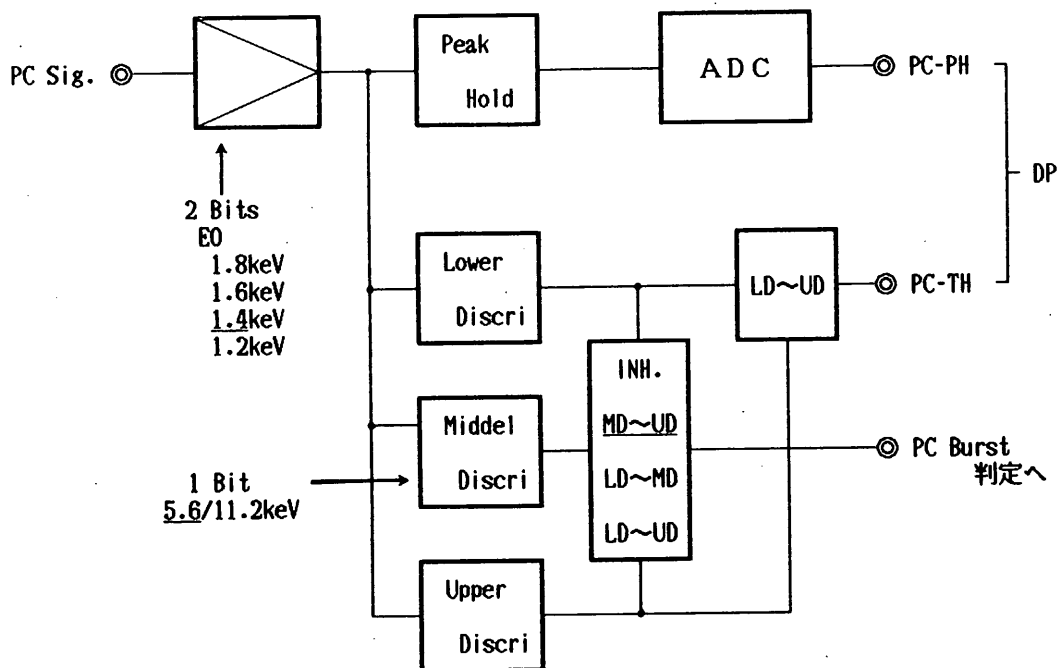
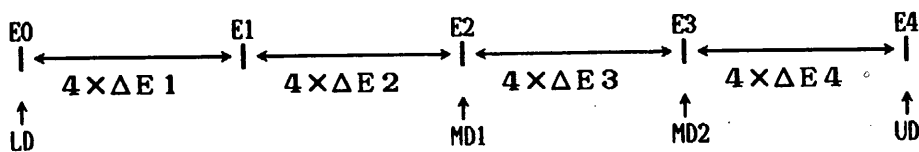


図3.2 PC処理系ブロック図

PCの Pulse Height 分布は 4Bits (16 ch.) で出力されるが入射 Energy と出力 Pulse Height の関係は、次に示す折れ線になっている。表3.1 に Gain Control によるエネルギー分解能の表を示し、図3.3 に Energy - TM ch. を示す。



$$\Delta E1 : \Delta E2 : \Delta E3 : \Delta E4 = 1 : 2 : 4 : 16$$

$$E1 = 2 \times E0$$

表3.1 PC Gain Control によるエネルギー分解能

O S 4 5	E0=L0 (keV)	ΔE 1 (keV)	E 1 (keV)	ΔE 2 (keV)	E2=MD1 (keV)	ΔE 3 (keV)	E3=MD2 (keV)	ΔE 4 (keV)	E4=UD (keV)
1 1	1.8	0.45	3.6	0.9	7.2	1.8	14.4	7.2	43.2
1 0	1.6	0.40	3.2	0.8	6.4	1.6	12.8	6.4	38.4
0 1	1.4	0.35	2.8	0.7	5.6	1.4	11.2	5.6	33.6
0 0	1.2	0.30	2.4	0.6	4.8	1.2	9.6	4.8	28.8

図3.3 PC Energy - TM ch.

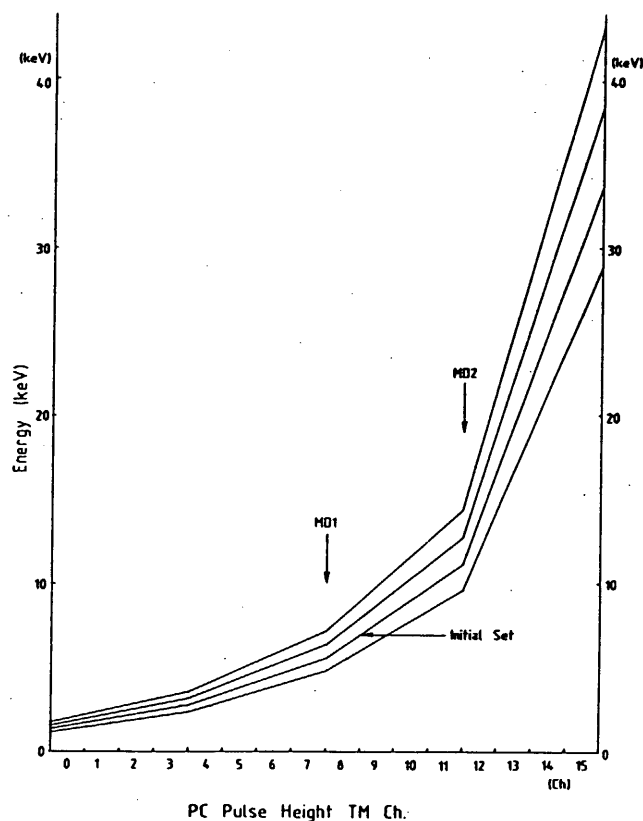


図3.3 PC Energy-TM ch.

3.2 SC処理系

SC処理系ブロック図を図3.4 に示す。ほぼPC処理系と同様であるが Energy 分解能が 5Bits (32Ch.) であること、又 SOL-1を用いた α - γ Coincidence法による Cal機能を有すること等が異なる。

表3. 2 SC Gain Control によるエネルギー分解能

OS 4 5	E 0 (keV)	$\Delta E 1$ (keV)	E 1 (keV)	$\Delta E 2$ (keV)	E 2 (keV)	$\Delta E 3$ (keV)	E 3 (keV)	$\Delta E 4$ (keV)	E 4 (keV)
1 1	20	2.50	40	5.0	80	10	160	40	480
1 0	18	2.25	36	4.5	72	9	144	36	432
<u>0 1</u>	16	2.00	32	4.0	64	8	128	32	384
0 0	14	1.75	28	3.5	56	7	112	28	336

表3. 3 SC Gain Control による Discr Level

OS 4 5	L D (keV)	MD 1 (keV)	MD 2 (keV)	U D (keV)
1 1	20	62	125	480
1 0	18	56	112	432
<u>0 1</u>	16	50	100	384
0 0	14	44	88	336

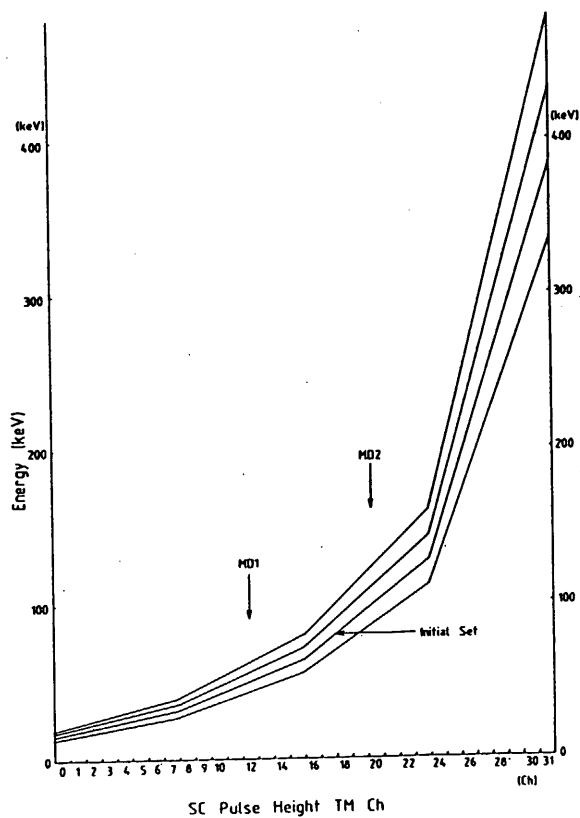


図3. 5 SC Energy - TM ch.

3.3 γバースト判定系

γバースト判定系は、PC用とSC用の2系統持っていて、それぞれ異なった方式によりバーストを判定する。このバースト判定回路は検出器をB-CMにより切り換える機能を持っているため、PC用にSCをSC用にPCをまた同じ検出器の信号を2系統の判定回路へ接続することも可能である。バースト判定に用いるエネルギー領域については、PC, SC夫々についてB-CMで変更出来ると共に判定ロジックを禁止する事も可能である。

3.3.1 PCバースト判定回路

図3.6にPCバースト判定回路のブロック図を示す。PCバースト判定回路によるバースト判定は下記式を満足したとき、γバーストと判断される。なお8秒間のBGDがPCの場合は、24576C/8S 又は 16384C/8S、SCの場合は 1/4の Pre Scaler が外れ、6144C/8S 又は 4096C/8S (B-CM)を越えた場合 RBMによる禁止とは独立にバーストの判定を禁止する。

$$\frac{\text{Data (tsec)}}{t} - \frac{\text{BGD (8sec)}}{8} \geq \text{設定値}$$

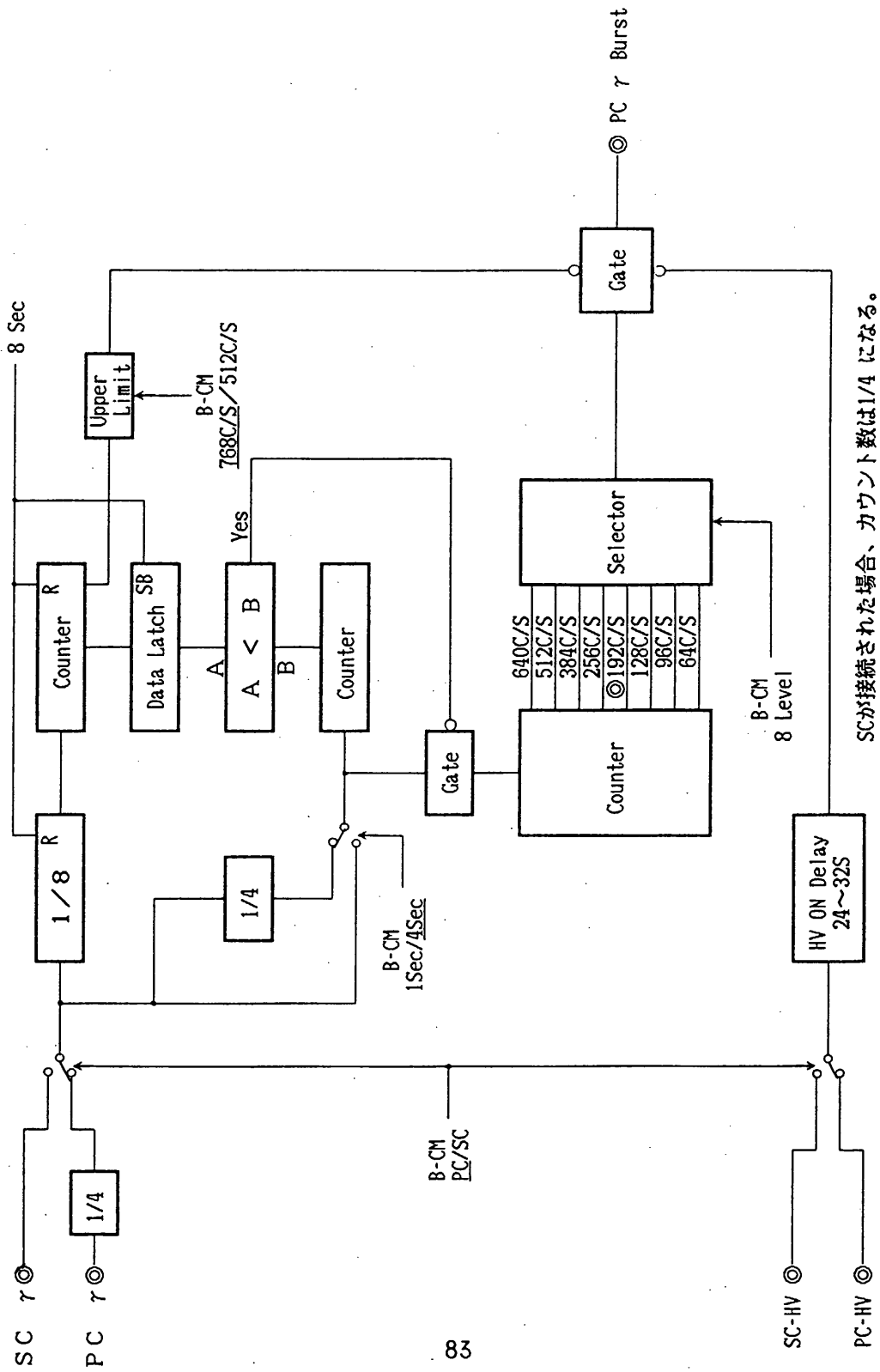
t; 1, 4 Sec (B-CM)
設定値; 8Level (B-CM)

3.3.2 SCバースト判定回路

図3.7にSCバースト判定回路のブロック図を示す。SCバースト判定回路は、判定時間が 1/4, 1, 4秒の3種類持っていてORになっている。また、それぞれEnable/DisableがB-CMによりコントロールできる。SCバースト判定回路によるバースト判定は、下記式を満足したとき、バーストと判断される。なお16秒間のBGDがSCの場合、12288C/16Sec 又は 8192C/16Sec、PCの場合は 1/8の Pre Scaler が入り 98304C/16Sec 又は65536C/16Sec (B-CM)を越えた場合は、RBMによる禁止とは独立にバーストの判定を禁止する。

$$\text{Data (t Sec)} - \frac{\text{BGD(16Sec)}}{16} * t \geq S \sqrt{\frac{\text{BGD(16Sec)}}{16} * t}$$

S; Standerd Deviation 8 or 11.3 (B-CM)
t; 1/4,1,4 Sec



SCが接続された場合、カウント数は1/4 になる。

図 3. 6 PCバースト判定ブロック図

3.3.3 RBM-Flag によるバースト判定解除 (DP)

放射線帯の近くでは、荷電粒子によるカウント数の変動が大きく、この変動をバースト判定回路では、 γ バーストと判定してしまう。一旦バーストと判定されると、リブロされずメモリは凍結され、次のバーストは受け付けられずその後起こった、本物の γ バーストを記録できない。そこで RBM-Flag を利用し、放射線帯による γ バースト判定回路の動作を禁止する。

実際には PCバースト又は SCバーストのどちらかの信号が "1" (γ Burst Flag ON) になったら、その時点から一定時間 (規定のデータ量を記録) 後にメモリを凍結しデータを保持するが、Burst Flag ON から 32 秒以内に、RBM Flag が ON になり、32秒以上続いた場合はバーストでないと判断しメモリ凍結を解除しデータ書込みを再開する。

3.4 SOL-2処理系・RBM処理系

図3.8に SOL-2処理系及びRBM処理系のブロック図を示す。RBM (Radiation Belt Monitor) は、LAC・ASN・GBD・PC・GBD・SC (B-CM により RBMに SC が選択された時は除く) 等比例計数管を使用する機器を放射線帯から保護するための粒子検出警報 Flag を発するものである。検出器としては SOL-2又は SC が選択(B-CM)でき、DPと同期した8 秒間のカウント数が設定値(B-CM;128C,256C,512C,768C/8Sec SC の場合は 128倍になる)を越えた時、Flag ON となる。一度 Flag ONになると設定値の、1/2のカウント数以下になるまで Flag ONが続くヒステリシス機能を持っている。

SSD の劣化を考えて SC を使うことも DC で Manual Flagを立てることも可能である。又、Manual Flag だけを使用する場合でも、RBM 出力部が ON (RBM ON)の必要がある。

SC-HV はRBM として SC が選択されている時はAuto Flag では、OFF されない。

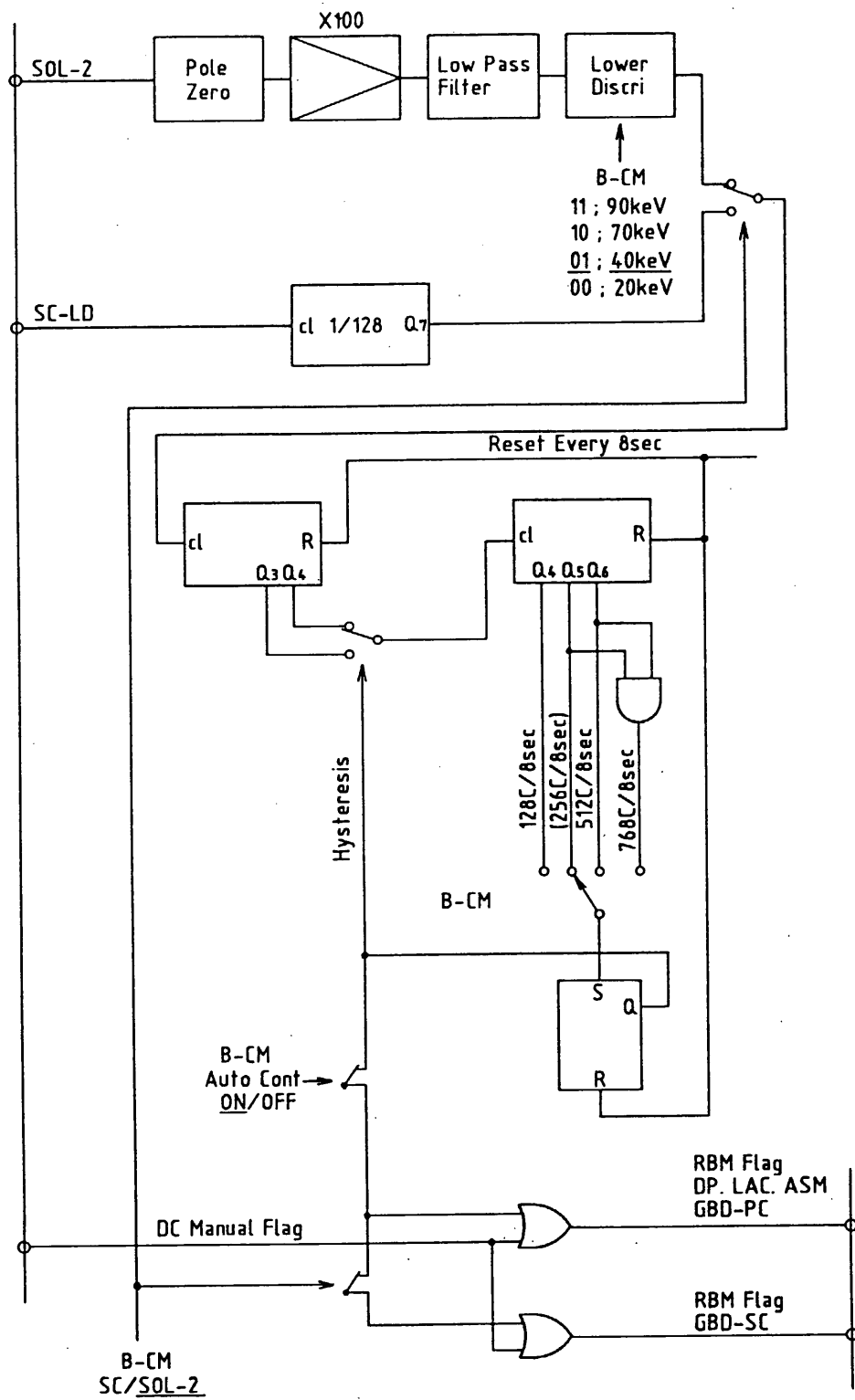


図3. 8 SOL-2処理系及びRBM処理系ブロック図

4. Command

4.1 Discrete Command: DC

表4. 1にGBD関係の DC 項目と各部の動作を示す。この DC 項目は、 Program Command PC 及び Organized Command;OG として送信できる。

CM 項目 各部の動作		GBD ON (0,5)	GBD OFF (0,6)	GBD A OFF (1,6)	HV SC ON (2,2)	HV PC ON (3,2)	GHV OFF (1,5)	RBM ON (3,5)	RBM OFF (3,6)	AUTO C. OFF (1,2)	M. FLAG ON (2,5)	M. FLAG OFF (2,6)
PC Signal Control	ON	○										
	OFF		○	○								
SC Signal Control	ON	○										
	OFF		○	○								
B-CM Memory	ON	○										
	OFF		○									
P C - H V	ON				#1							
	OFF		○	○			○					
S C - H V	ON				#1							
	OFF		○	○			○					
SOL1 Sig. Control	ON	○										
	OFF		○	○								
SOL1 Bias	ON	○										
	OFF		○									
SOL2 Sig. Control	ON	○										
	OFF		○	○								
SOL2 Bias	ON	○										
	OFF		○									
γ Burst Control	ON	○										
	OFF		○									
RBM 出力部 P S	ON							○				
	OFF								○			
R B M Auto Cont.	ON							○				
	OFF									○		
RBM-Flag	ON										#2	
	OFF							○				○

#1 ; Signal Control が電源 ON の時、有効となり動作する。

#2 ; RBM 出力部 PS ON の時有効、Auto Flag とは OR の関係。

表4. 1 CMによる各部の動作

4.2 Block Command : B-CM

4.2.1 Block Command 項目

Block Command (B-CM) 項目の一覧表を表 4.2に示す。

下線 ; Initial Set

DV	名 称	0	1	2	3	4	5	6	7
40	PC Control (86) (SFm F7 W66)	PC-HV Level #5			Gain (EO)		Burst Interval		
		1111 ; Max			11 ; 1.8 keV		11 ; Inhibit		
		1000 ; Initial			10 ; 1.6 keV		10 ; MD-UD		
		0000 ; Min			01 ; 1.4 keV		01 ; LD-MD		
41	SC Control (46) (SFm F23 W66)	SC-HV Level #5			Gain (EO)		Burst Interval		
		1111 ; Max			11 ; 20 keV		11 ; Inhibit		
		0100 ; Initial			10 ; 18 keV		10 ; MD-UD		
		0000 ; Min			01 ; 16 keV		01 ; LD-MD		
42	SOL Control (56) (SFm F39 W66)	SOL2 LD		Flag Cont #1		RBM	Cal		
		11 ; 90keV		11 ; 768C/8S		1 ; SC	1;Ena		
		10 ; 70keV		10 ; 512C/8S					
		01 ; 40keV		01 ; 256C/8S		0;SOL2	0;Dis		
43	PC Burst Control (9E) (SF2n+1 F55 W66)	Sensor	PCMD	PC Burst Level #2			U L #3	判 定	
		1 ; PC	1;11.2 keV	111 ; Max			1;3072 c/s	1;4Sec	
		0 ; SC	0; 5.6 keV	011 ; Initial			0;2048 c/s	0;1Sec	
				000 ; Min					
44	SC Burst Control (3A) (SF2n+0 F55 W66)	Sensor	SCMD	.25Sec	1Sec	4Sec	σ	U L #4	
		1 ; PC	1;100 keV	1;Ena	1;Ena	1;Ena	1 ; 12	1;768 c/s	
		0 ; SC	0; 50 keV	0;Dis	0;Dis	0;Dis	0 ; 8	0;512 c/s	
01	DO - DV1	LAC-Mode			ASM		GBD-TTS Level		
		11 ; PC			Time		11 ; OFF		
		10 ; MPC3			PHA		10 ; 128		
		01 ; MPC2					01 ; 64		
		00 ; MPC1					00 ; 32		

*1 ; SOL-2 の場合。SC の場合は 128倍になる。

*2 ; PC Burst Level

(判定時間 4Sec の場合は 4倍となる)

	PC Burst Level	
	PC の場合 Counts	SC の場合 Counts
234		
111	640	160
110	512	128
101	384	96
100	256	64
◎ 011	192	48
010	128	32
001	96	24
000	64	16

*3 ; PC の場合。SCの場合は、1/4 となる。

*4 ; SC の場合。PCの場合は、8 倍となる。

*5 ; HV Level 詳細

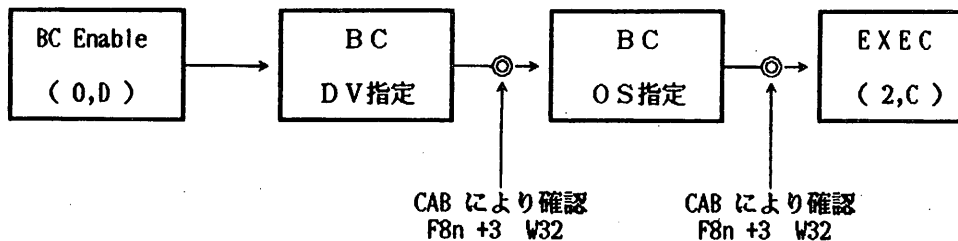
o s	PC-HV (V)	SC-HV (V)
0123	2196 V	899 V
1111		
1110		
1101		
1100		
1011		
1010		
1001		
1000	◎2132 V	
0111		
0110		
0101		
0100		◎ 812 V
0011		
0010		
0001		
0000	2063 V	764 V

表4.2 B-CM項目

4. 2. 2 Block Command 送信手順

GBD の B-CM は、16Bitsで構成されている。最初の 8Bits により Device を指定し、(DC による Enable CM (0,D) は、DP・LAC・ASM・GBD と共通であり BC データの最初の 2Bit により識別される。最初の 2Bits が "01" の時 GBDが指定される。) 後の 8Bits により OS を指定している。

送信手順を次に示す。



もし BC データを誤って送信した場合や CAB が違っていた場合は必ず最初の DV 指定より送り直す。GBD-E は、最後に送られた 16Bits を受け付け動作する。

B-CM の Initial Setは、GBD ON の電源投入時に行いあらかじめ電源が投入されている場合は、ON CM を送信しても Initial Set されない。

5. 基本部GBDデータ処理

5. 1 GBD ワード

GBD は毎フレーム W96から W99に基本的な Monitor Word を持っていて、これらを下記のように使用する。

5. 1. 1 GBD ワードデータ処理

a) SC-PH

エネルギー分解能 32ch を各 ch 毎に 12bits でカウント 8bitsに圧縮して出力する。

SC-PH の16回に1回(8Sub Frame に1回)Cal Data を出力する。その時に DP-IDのGBD

Cal Data (F8n+2,W66,B6)を "1"とする。Cal Data出力時のMeasure Dataは捨てられる。

Cal Data には、時間的同时性はない。但し Measure Data は同時性あり。

b) PC-PH

エネルギー分解能 16ch を各 Ch.毎に 16bits でカウントしそのまま出力する。

c) SC-TH・PC-TH

12bits のリセット式カウントし 8bitsに圧縮して出力する。

PC-THは、Bit Rate "L" の時に 1/4 の Pre Scaler が入る。

d) RBM-SOL-TH

16bits のノンリセット式カウンタでカウントし、そのまま出力する。RBM-SOL-THには次のデータが含まれる。

SOL-2 ; SOL-2 パルスカウントモニタ

S1A1 ; SOL-1 α線カウントモニタ

GBPC2 ; PCバースト判定用パルスカウントモニタ

GBSM ; SCのUD以上のパルスカウントモニタ

GBPM ; PCのUD以上のパルスカウントモニタ

5.1.2 データ時間分解能

データ名	時間分解能 (Bit Rate 対応)			備 考
	HIGH	MEDIUM	LOW	
SC - TH	125.0 mS	1.0 Sec	4.0 Sec	12→8bits 圧縮
PC - TH	125.0 mS	1.0 Sec	4.0 Sec	12→8bits 圧縮
SC - PH	2.0 Sec	16.0 Sec	64.0 Sec	32CH, 12→8
PC - PH	2.0 Sec	16.0 Sec	64.0 Sec	16CH, 16bits
SOL - 2	500.0 mS	4.0 Sec	16.0 Sec	16bits ノリット
S1A 1	500.0 mS	4.0 Sec	16.0 Sec	16bits ノリット
GBPC 2	500.0 mS	4.0 Sec	16.0 Sec	16bits ノリット
GBSM	1.0 Sec	8.0 Sec	32.0 Sec	16bits ノリット
GBPM	1.0 Sec	8.0 Sec	32.0 Sec	16bits ノリット

表5.1 GBDワード時間分解能

5. 1. 3 GBDワード詳細フォーマット

F	W	W 96	W 97	W 98	W 99
F32n	+ 0	SC TH	SC PH 0	PC	PH 0
	+ 1	PC TH	SC PH 1	SOL 2	
	+ 2	—	SC PH 2	PC	PH 1
	+ 3	—	SC PH 3	S1A 1	
	+ 4	—	SC PH 4	PC	PH 2
	+ 5	—	SC PH 5	GBPC 2	
	+ 6	—	SC PH 6	PC	PH 3
	+ 7	—	SC PH 7	GBSM	
	+ 8	—	SC PH 8	PC	PH 4
	+ 9	—	SC PH 9	—	
	+10	—	SC PH10	PC	PH 5
	+11	—	SC PH11	—	
	+12	—	SC PH12	PC	PH 6
	+13	—	SC PH13	—	
	+14	—	SC PH14	PC	PH 7
	+15	—	SC PH15	GBPM	
	+16	—	SC PH16	PC	PH 8
	+17	—	SC PH17	—	
	+18	—	SC PH18	PC	PH 9
	+19	—	SC PH19	—	
	+20	—	SC PH20	PC	PH10
	+21	—	SC PH21	—	
	+22	—	SC PH22	PC	PH11
	+23	—	SC PH23	—	
	+24	—	SC PH24	PC	PH12
	+25	—	SC PH25	—	
	+26	—	SC PH26	PC	PH13
	+27	—	SC PH27	—	
	+28	—	SC PH28	PC	PH14
	+29	—	SC PH29	—	
	+30	—	SC PH30	PC	PH15
	+31	—	SC PH31	—	

表5. 2 GBDワード詳細フォーマット

5. 2 P I-MON ワード (F4n+3 W67; 250mS/2S/8S)

GBD より出力される GBD-MON を読みだしワードに従って出力する。

GBD-MON の内容は GBSC2 (SCバースト判定用パルス・カウント・モニタ) であり 8bits non-Resetカウンタにより計数する。Pre Scalerはビットレートにより、1、1/4、1/16が入る。

Frame	0 ~	3	~	7	~	11	~	15
0								
16		GBSC2		GBSC2		GBSC2		GBSC2
32								
48								

表5. 3 P I-MONワード (W67) フォーマット

5.3 OSワード

GBD - OSを読み出しワードに従って出力する。2SF で 1Set のデータとなる。

Sub Frame	Frame	0 ~ 6	7	8 ~ 15
SF2n + 0	0		PC Control (4S/32S/128S)	
	16		SC Control (4S/32S/128S)	
	32		SOL Control (4S/32S/128S)	
	48		PC Burst Control (8S/64S/256S)	

Sub Frame	Frame	0 ~ 6	7	8 ~ 15
SF2n + 1	0		PC Control (-)	
	16		SC Control (-)	
	32		SOL Control (-)	
	48		SC Burst Control (8S/64S/256S)	

表5.4 OSフレームフォーマット

5.4 GBD-STATUS

Bit	0	1	2	3	4	5	6	7
GBD F32n+31 W65	GBD ON/OFF	SCHV ON/OFF	PCHV ON/OFF	GBD-A ON/OFF	RBM ON/OFF	AUTO-C ON/OFF		
GBD Burst F32n+8 W66	SC-FLG ON/OFF	PC-FLG ON/OFF	RBM-F ON/OFF	Burst OP/N	Burst EX/NO	Repro Bst/NO	TTS LV B1	TTS LV B2
DP-ID F8n+2 W66							CAL ON/OFF	

GBD ; (2S/16S/64S)
 GBD Burst ; (2S/16S/64S)
 DP-ID ; (250mS/2S/8S)

表5.5 Status

5.5 Analog HK

GBD-SC ; GBD SC 温度	-50℃～+70℃	SF2n・F45・W64
SCHV-M ; SC 高圧モニタ	0 ～ 1500V → 0 ～ 5V (折線)	SFn・F29・W64
PCHV-M ; PC 高圧モニタ	0 ～ 2500V → 0 ～ 5V (折線)	SFn・F28・W64

6. GBDバーストデータ

γ線バーストは、低頻度で突発的に起きる短時間の現象であり、計数率の増加激変が起こる現象である。

このバーストデータをすべて捕捉するためには、バースト時以外の時間もバーストデータで必要とする高い時間分解能で連続的に処理し、全データを地上へ伝送することが望ましいが、殆どのデータがバーストデータではないので効率が悪くなる。

そこで、バーストデータ処理では、バーストデータを効率よく捕捉するために、メモリへのデータ書込みは連続的に行うが、最終的にバーストデータだけが記録・保持されるようにデータ処理を行う。

詳しくは、DPの項参照

6.1 データ処理方法

一つのバーストに必要なデータ量のメモリを用意し、バーストが検出されない時はメモリ内の最古のデータを更新しながら、連続的にデータを記録して行く。

そして、バーストが検出された (FLAG-ON)時は、その時点から一定の時間 (規定のデータ量を記録) 後にメモリ凍結し、データを保持する。

記録データは、専用フォーマットに編集した後、REPコマンドがあった時に、パブル再生データに先立ち同じものが16秒間 (H Reproで16回、L Reproで8回、2SF/data set) 再生され地上へ伝送される。

読出終了後は、メモリ凍結を解除しデータ書込みを再開して、以後同様の動作により記録と読出を繰り返す。

6.1.1 バーストデータ量

バーストデータ量とメモリワード数を表6.1に示す。バーストデータ・フレームフォーマットを表6.2～6.7に示す。

表 6. 1 GBD BURSTデータ量とメモリワード数

データ名			FL-ON TIME	BLOCK TIME	PC-TH	PC-PH	SC-TH	SC-PH
サンプル間隔			500mS	500mS	31.25mS	500mS	31.25mS	500mS
ビット数	計測		32	32	12	12	8	12
	出力		32	32	8	8	8	8
計測時刻・データブロック 0秒でフラッグオン	-32S	0B						
		31B	10*64B	10*64B	160*64B			
	-16S	32B	64 DATA	64 DATA	1024DATA	16ch*32B	16D*32B	32ch*32B
		63B				512 DATA	512 DATA	1024DATA
	0S	64B	-----	-----	-----	-----	-----	-----
		95B						
	16S	96B				16ch*96B	16D*96B	32ch*96B
		127B				1536DATA	1536DATA	3072DATA
	32S	128B						
		159B	10*192B	10*192B	160*192B			
	48S	160B	192 DATA	192 DATA	3072DATA			
		191B						
	64S	192B						
		223B						
	80S	224B						
		255B						
	96S							
データ数合計			256 DATA	256 DATA	4094DATA	2048DATA	2048DATA	4094DATA
メモリワード数			1024W	1024W	4096W	2048W	2048W	4096W
備 考			時間分解能 122μS 1DATA=4W ・TIMEのみ	時間分解能 31.25mS 1DATA=4W ・TIME=3W ・OS =1W	カウンタのみ 12→8Bit 圧縮有	1SET =16ch 処理用 メモリ 32W 12Bit 12→8Bit 圧縮有	MSB= 1:TTS 0:COUNT	1SET =32ch 処理用 メモリ 64W 12Bit 12→8Bit 圧縮有

表6. 2 GBDバーストデータフレームフォーマット

Word	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0																
16	GBD FLG-ON TIME															
32				GBD - PC - TH 1 BLOCK (16 Data)												
48	BLOCK TIME															
64				PI MON												
80	GBD FLG-ON TIME															
96	GBD/RBM DATA															
112	BLOCK TIME			STATUS												

表6. 3 ビットリダクション処理データ変換方法

フラグ	実カウント		カウント 範囲	カウント 誤差	スケール ファクタ エラー %	ポアソン 分布 エラー %
	B0	B1				
	0	0	C	0 ~ 63	0	100 ~ 12.6
	0	1	C*4 + 64	64 ~ 319	3	12.5 ~ 5.6
	1	0	C*16 + 320	320 ~ 1343	15	5.6 ~ 2.7
	1	1	C*64 + 1344	1344 ~ 4095	63	2.7 ~ 1.6

表6. 4 GBDバーストPC-THデータフォーマット

Word	W 4	W 5	W 6	W 7
64n+ 0	PC-TH 1	PC-TH 2	PC-TH 3	PC-TH 4
64n+16	PC-TH 5	PC-TH 6	PC-TH 7	PC-TH 8
64n+32	PC-TH 9	PC-TH 10	PC-TH 11	PC-TH 12
64n+48	PC-TH 13	PC-TH 14	PC-TH 15	PC-TH 16

表6. 5 GBDバーストSC-TH
データフォーマット

Word	W 10	W 11
0	SC-TH 1	SC-TH 2
16	SC-TH 3	SC-TH 4
32	SC-TH 5	SC-TH 6
48	SC-TH 7	SC-TH 8
64	SC-TH 9	SC-TH 10
80	SC-TH 11	SC-TH 12
96	SC-TH 13	SC-TH 14
112	SC-TH 15	SC-TH 16

表6. 6 GBDバーストPC-PH
データフォーマット

Word	W 10	W 11
0	PC-PH 0ch	PC-PH 1ch
16	PC-PH 2ch	PC-PH 3ch
32	PC-PH 4ch	PC-PH 5ch
48	PC-PH 6ch	PC-PH 7ch
64	PC-PH 8ch	PC-PH 9ch
80	PC-PH 10ch	PC-PH 11ch
96	PC-PH 12ch	PC-PH 13ch
112	PC-PH 14ch	PC-PH 15ch

表6. 7 GBDバーストSC-PHデータフォーマット

Word	W 12	W 13	W 14	W 15
0	SC-PH 0ch	SC-PH 1ch	SC-PH 2ch	SC-PH 3ch
16	SC-PH 4ch	SC-PH 5ch	SC-PH 6ch	SC-PH 7ch
32	SC-PH 8ch	SC-PH 9ch	SC-PH 10ch	SC-PH 11ch
48	SC-PH 12ch	SC-PH 13ch	SC-PH 14ch	SC-PH 15ch
64	SC-PH 16ch	SC-PH 17ch	SC-PH 18ch	SC-PH 19ch
80	SC-PH 20ch	SC-PH 21ch	SC-PH 22ch	SC-PH 23ch
96	SC-PH 24ch	SC-PH 25ch	SC-PH 26ch	SC-PH 27ch
112	SC-PH 28ch	SC-PH 29ch	SC-PH 30ch	SC-PH 31ch

6. 1. 2 バーストデータの詳細

a) Flag ON Time

バースト判定時刻は4096Hz(244 μ S)のクロックで計測する。判定前32秒(64ブロック)は前回の判定時刻が、判定後96秒(192 ブロック)には今回の判定時刻が繰り返し出力される。

b) Block Time

各データブロックの先頭時刻は、32Hz (31.25 ms) のクロックで計測される。これについては、SCTHの項も参照せよ。

c) SCTH

SCのLD からUD までのカウントを、1/32秒間集積しそのカウント数をそのまま B1-7 に入れ、B0を "0"にして出力する。ただし、1/32秒以内に集積中のカウントがあるレベルNs (DP のB-CM により可変; 32/64/128) に達した場合は、カウントをデータとして出力するかわりに、Nsに達するのに要した時間 (Time to Spill ; 以下TTS)を4096Hz(244.1 μ S)のクロックで計測し出力する。

今、k 番目と k+1 番目のクロックの間でカウントが Ns に到達したとすると、データとしては、kを B1-7 にいれ、B0は "1"としたものが出力される。この後、k+1 番目のクロックと同期してカウンタはリセットされ、新たな集積が始まる。上記のようにして得られたカウント又は TTSデータ 16 個で1ブロックとなる。バースト判定前 32 ブロック、判定後 96 ブロックが記録される。

データ中に TTSデータが含まれない場合、1ブロックは0.5 秒に対応する。TTS データが含まれている場合はこれよりも短くなるが、この場合でも各ブロックの先頭時刻は32Hz のクロックに同期するように以下のようにして調整される。

- 1) 16 番目のデータを集積中に 32Hz のクロックが来た場合、そこでデータの集積を打ち切り、カウントを出力する。引き続いて次のブロックが始まる。
- 2) 16 番目のデータを集積中に 32Hz のクロックが来なかった場合、16番目のデータを出力後、次の 32Hz のクロックが来るまでの間は欠測となる。

d) P C T H

PCの LD から UD までのカウント、1/32秒毎に 12 ビットで集積し 8ビットに圧縮して出力する。16データで1ブロック分となる。ただし S C T H が TTSモードのときには、カウントの集積は S C T H と同期して行われる。バースト判定前 64 ブロック、判定後192 ブロックが記録される。

e) S C P H

SCの Pulse Height シグナルを 32 個のチャンネル毎に12ビットでカウントし、8ビットに圧縮して出力する。カウントの集積は、S C T Hの 1ブロックと同期して行われ、32個のデータを1ブロック毎に出力する。バースト判定前 32 ブロック、判定後 96 ブロックが記録される。

f) P C P H

PCの Pulse Height シグナルを 16 個のチャンネル毎に 12 ビットでカウントし、8 ビットに圧縮して出力する。カウントの集積は、S C T Hの 1ブロックと同期して行われ 16 個のデータを1ブロック毎に出力する。バースト判定前 32 ブロック、判定後 96 ブロックが記録される。

6. 1. 2 読み出しデータのフォーマットについての注意

バーストデータのメモリへの書き込み、読み出しについてはD Pの項に詳しい。ここでは幾つかの注意すべき点について述べる。

a) バーストデータの最古のデータは、バースト判定のタイミングによりメモリー上の任意番地に在り得る。これに対し、読み出しはメモリーの先頭番地から行われる。従って最初に読み出されたデータが最古のデータであるとは限らない。

b) メモリから読み出されたデータは、Flag ON Time, Block Time, P C T Hについては、1 フレームに2ブロックの割合で、又P C T H, S C T H, S C P Hについては、1フレームに1ブロックの割合で計 128フレーム分のテレメータデータに編集される。このため、同じフレー

ムに属するデータは必ずしも同時刻のデータではない。

上記の2点を考慮してテレメータデータを再編成するためには、以下のようによい。

- 1) 最少の(すなわち最初の) Block Timeを含むフレームを捜し、そのフレームのサブフレーム先頭からの番号を N_f とする。ただしフレーム中の2番目の Block Time が最小である場合は、 N_f はフレーム番号に $1/2$ を加えるものとする。
- 2) Flag ON Time, Block Time, PCTH については、 N_f 番目のデータが最初のデータである。
- 3) SCTH,SCPH,PCTHについては、 $\text{MOD}(2 \cdot N_f + 32, 128)$ 番目のデータが、最初のデータである。このデータは、 $N_f + 32$ 番目のフレームの Block Time と同時刻のデータである。
- 4) 以上のようにして最初のデータが見つければ、2番目以降のデータは順を追って見つけることができる。

全天モニター (ASM)

大阪大学 理学部 宮本重徳、山下廣順、常深 博、北本俊二
大阪市立大学 理学部 中川道夫
株式会社 東芝

1. 概要。

宇宙X線源の多くのものは、いろいろなtime scale で変動を示す。特に、black hole候補といわれる、Cyg X-1, GX 339-4等は、月から年程度の時間でhigh state, low stateと呼ばれる状態変動があり、それぞれの状態で、エネルギースペクトルや秒程度の短い時間変動の現われ方の違っていることが知られている。一方、black hole候補以外のX線源にも、日から年程度の時間で強度変動をするものが、たくさんある。これらのX線源の長い時間での強度変動と、短い時間変動、あるいは、エネルギースペクトルの変動との関係は、非常に興味あることである。また、長期変動に周期性のあるものもいくつか知られている。まだ、周期性の知られていないX線源にも、周期性の存在する可能性がある。さらに、宇宙X線源には、突然天空に現われて数か月で消える、X線新星と呼ばれるものがある。X線新星はいくつかに分類されているが、それらの多くはその成因が十分にはわかっていない。

ASTRO-Cの主観測装置である、大面積比例計数管(LAC)は、短い時間変動を調べるには有効であるが、日から月程度の時間でのX線源の強度変動等を調べるためには、狭い視野を持つLACは、適していない。

ASMは、衛星を回転させることにより、広い天空(衛星座標で仰角 ± 45 度)を観測することができる。衛星を定期的に回転させてASMによる観測を行なえば、広い天空のたくさんのX線源のその時の強度、スペクトル等の状態を知ることができる。そのデータから、多くのX線源が示す長期変動や、周期性、さらにX線新星等の研究を行なう。

2. 検出器。

2-1. クリスクロス検出器。

ASMは、1で述べたように、広い天空の多くのX線源を、モニターする必要がある。その目的のために、ASMは、クリスクロスの視野を持つ。クリスクロスの視野とは、互いに傾いた細長い視野のことを言う。そのような視野を持つ検出器で、天空をスキャンすると、それぞれのX線源の位置を知ることができる。例えば、図-1のように、視野Aと視野Bとを持つ、ふたつの検出器で、図の矢印方向に天空をスキャンする。X

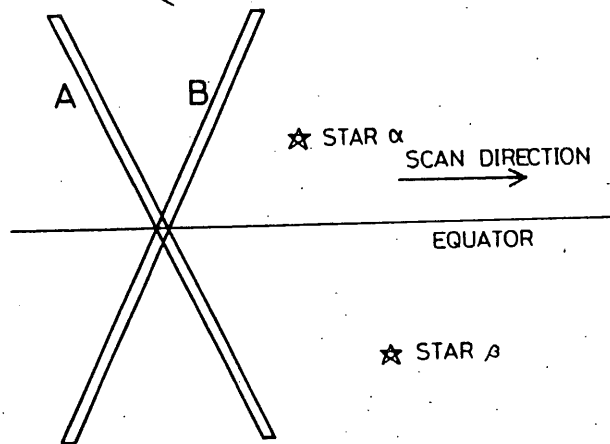


図-1. クリスクロスの視野。天球を、クリスクロスの視野を持つ検出器でスキャンした時、X線源の仰角によりふたつの視野へ入る時刻にずれができる。

線源 α は視野Bにまず入り、視野Aには少し遅れて入る。一方、X線源 β は、視野Aにまず入り、視野Bには遅れて入る。このように、X線源の位置によりふたつの視野への入り方が時間的に異なる。すなわち、それぞれの視野の傾きと、スキャン方向と、各時刻での視野の中心の向いている方向がわかれば、各X線源の天空上での位置を知ることができる。

2-2. 外観と構造。

ASMは、2台の比例計数管からなり、それぞれASM-Y1、ASM-Y2と呼ぶ。これら二組の検出器部は全く同等品で、その上部にはコリメーターが、中間部には比例計数管が、そして下部にはプリアンプ部が装備されている。ASM-Y1はBFM（パルファイルメモリー）の-Y軸側に、ASM-Y2はASM信号処理部の-Y軸側に設置される。こうして、ASMの検出器は衛星の側壁の真近に配置される。衛星上での搭載場所は、衛星の最上部背面である。ASM検出器部の外観図を図-2に示す。

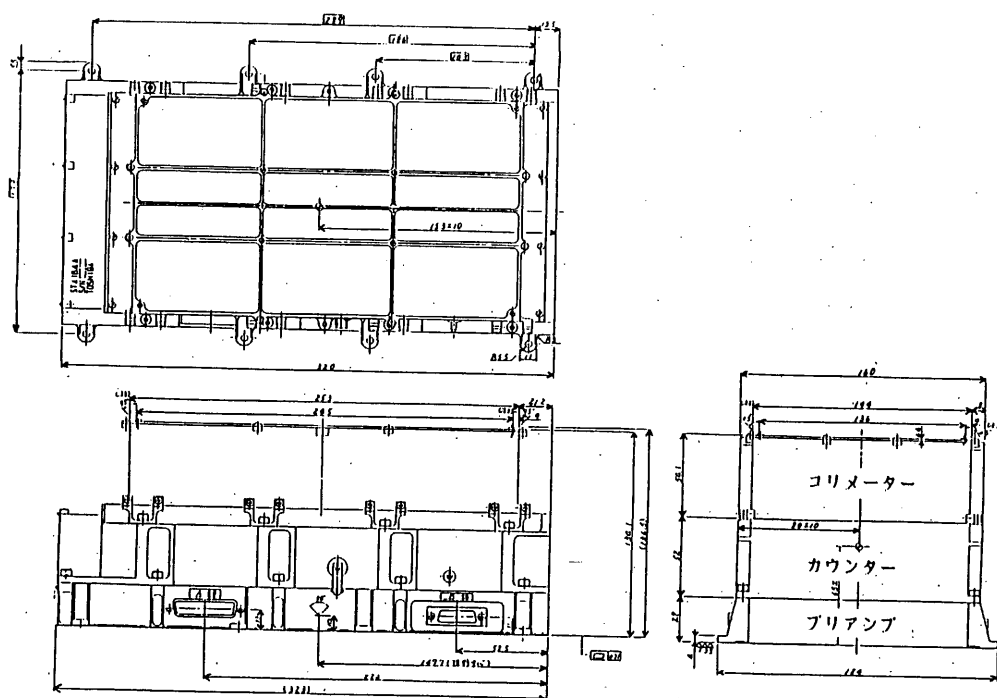


図-2. ASMの外観図。

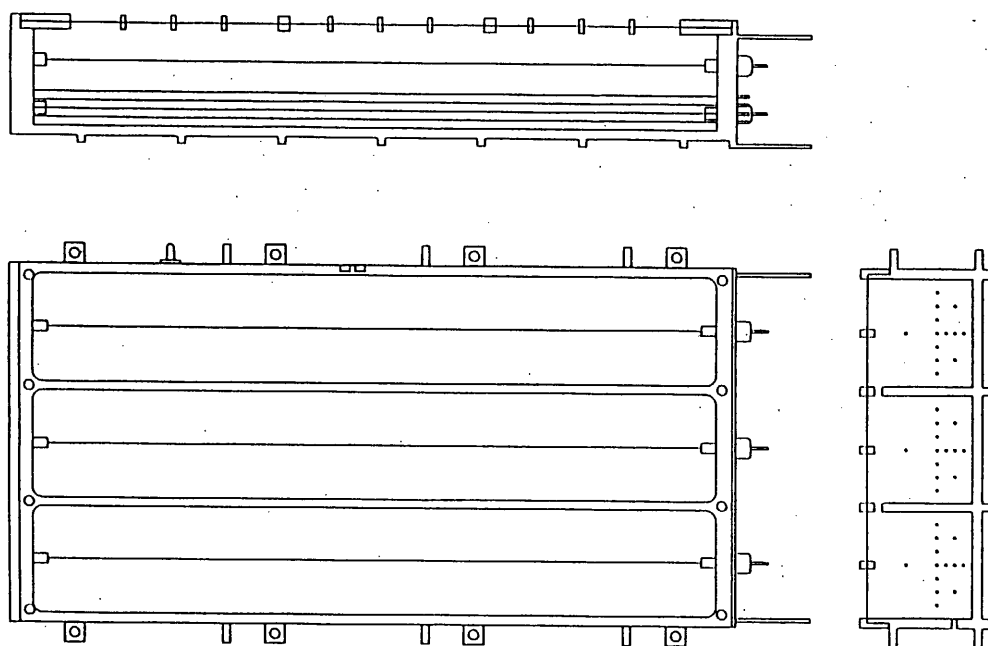


図-3. X線検出器の断面図。

使用するX線検出器は、ガス封入型の比例計数管で、LND社で製作されたものである。その断面図を図-3に示す。検出器本体は、最大外形 $320 \times 160 \times 52 \text{ mm}^3$ で、マグネシウム合金製である。その内部には、 $47 \times 43 \times 270 \text{ mm}^3$ の大きさのガス室が三組ある。各ガス室は、厚さ 3.5 mm の隔壁により仕切られており、電気的には完全に独立している。各ガス室はコリメーターによりそれぞれ異なる視野を持つようになっているので、これらは、三台の独立した検出器と考えてよい。しかし、それぞれの隔壁の両端には $3 \times 6 \text{ mm}^2$ の穴があり、各ガス室のガス成分、圧力は総て同じになるようになっている。封入したガスは、Xe 752 mmHg 、 CO_2 23 mmHg (NTP)の混合ガスである。入射窓に使用している薄膜は、 $50 \mu\text{m}$ 厚のベリリウム膜である。各ガス室は、入射窓から 29 mm 下に張った直径 $50 \mu\text{m}$ のグラウンドワイヤーにより上下に分けられている。上部は、その中央に直径 $35 \mu\text{m}$ のワイヤー（フロントアノード）を張り、ここから信号を取り出す。下部には、直径 $50 \mu\text{m}$ のワイヤー（リヤアノード）を二本張り、ここからの信号は反時計測用、並びに較正線源による検出器の性能チェックに使用する。各ワイヤーの直径は、それぞれのガス増幅率がほぼ等しくなるようになっているので、各アノードに印加する高圧電源の電圧は同じ値である。検出器一台当たり、フロントアノードは三本、リヤアノードは六本となるが、信号はフロントアノード一本毎に、リヤアノードは総てまとめてしまうので、信号の種類は四種類となる。検出器の側壁には、直径 2 mm で $100 \mu\text{m}$ 厚のベリリウム膜を持った較正線源用の穴があり、ここからリヤアノードの一本に、 Fe^{55} (5.9 keV)からのX線を常に照射している。その線源強度はだいたい 1 counts/sec である。検出器部の外壁には、X線の漏れ込みを防ぐために、 0.1 mm 厚の鉛箔をはり付けてある。

検出器の下部には、 $320 \times 160 \times 30 \text{ mm}^3$ の大きさのプリアンプケースがあり、この中に比例計数管に使用する高圧電源（明星電気社製）、及び信号を受ける四台のプリアンプが装着されている。高圧ケーブル、及び検出器とプリアンプ間の信号ケーブルは検出器部から全く外には出ないようにしている。プリアンプケースには、プリアンプ用の電源供給のためと、四種類の信号を出すためのコネクタと、高圧電源用のコネクタの二個がついている。

2-3. 視野。

各検出器の視野は、 $140 \times 245 \times 50 \text{ mm}^3$ の大きさの、コリメーターにより制限する。コリメーターは、全体がマグネシウム製の枠に収納されている。3個の部分に分けられたふたつの検出器の合計6個の部分の視野は、このコリメーターにより、それぞれすべて異なった傾きが与えられる。枠内部には、0.1mm 厚のステンレス製のメッシュとスパーサーとを、20 keV のX線において視野外からの透過率が約1%以下になるように積み重ねてある。コリメーター枠の周囲には、X線が漏れ込まないように0.1mm 厚の鉛箔がはり付けてある。コリメーター用のメッシュとスパーサーを図-4に示す。

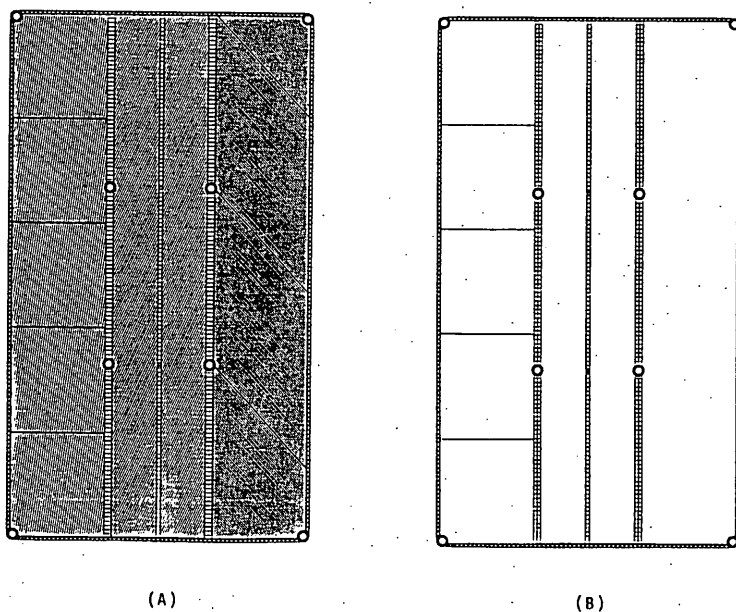


図-4. コリメーターに使用したメッシュ(A) とスパーサー(B)。

すべての視野の中心は、LACの視野と反対方向（-Y軸方向）を、向いている。視野の傾きは、衛星のSLEW +、SLEW -や、SLEW 360度のコマンドにより回転する回転軸方向（Z軸方向）に対して± 8度、±24度と±42度である。この6個の視野により2-1で述べたクリスクロスの検出器として働く。2-1で述べたようなふたつの視野によるクリスクロスの検出器では、複数個のX線源があれば、X線源の位置が不確定となることがある。

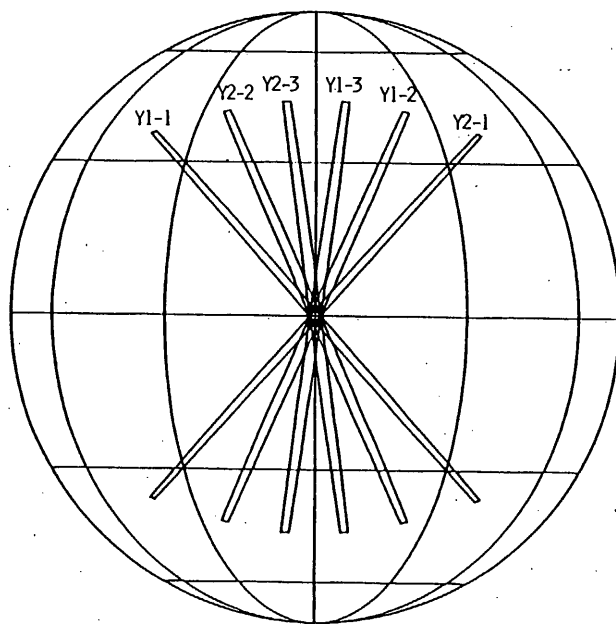


図-5. 各検出器と視野(BOTTOM TO BOTTOM)の関係。この図は、天球を外側から見た図である。

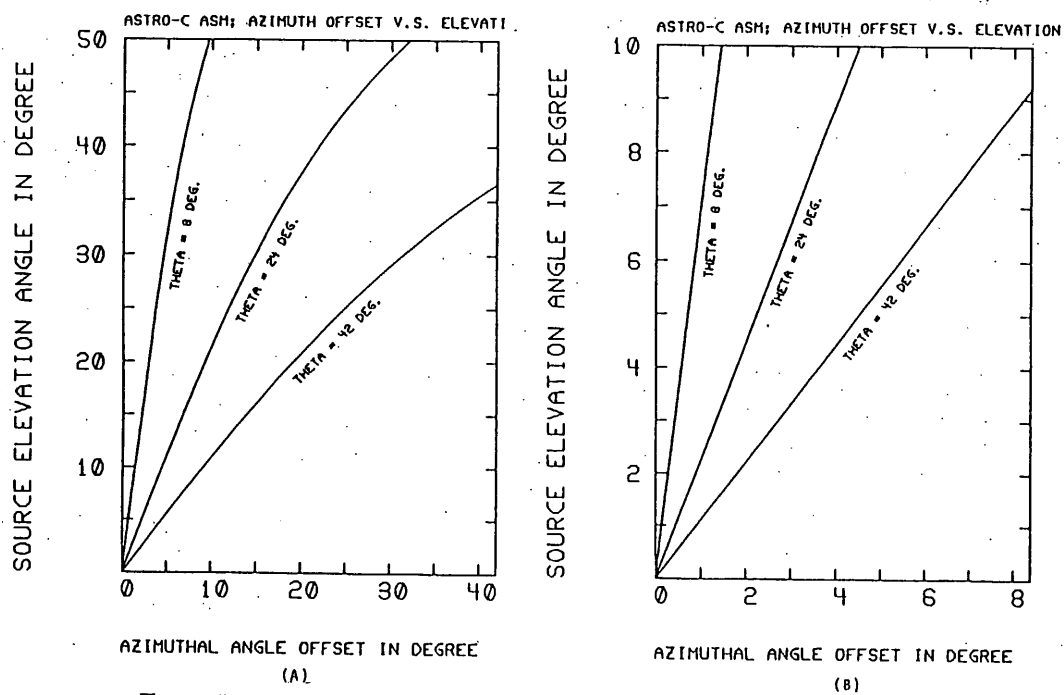


図-6. 衛星をZ軸周りに回転した時の、X線源の仰角と各視野での方位角のずれ。(B)は、(A)の拡大図である。図中のTHETAは、衛星のZ軸方向に対する視野の傾きを示す。

今の場合、六個の視野によるクリスクロスの検出器とすることにより、X線源の位置の不確定性を少なくしている。視野は、衛星の方位角方向に対してFWHM 1度と、仰角方向に、およそFWHM45度である。それぞれの視野と検出器の部分との対応は図-5に示す。一台のX線検出器に三個の異なる視野を持たせてあるので、X線源の位置決定は一台の検出器だけでも可能である。X線源の仰角と各視野での方位角のずれを図-6に示す。

2-4. 有効面積、検出効率、エネルギー範囲。

ASMの各ガス室当たりの、視野の中心からの仰角方向に対する有効面積を図-7(A)に、方位角方向に対するコリメーターの透過率を図-7(B)に示す。また、入射X線のエネルギーに対する検出効率を、図-8に示す。これは、衛星外層に使用する200 Å厚のアルミニウムを蒸着したカプトン膜(7.5 μ m)による吸収も考慮したものである。観測するエネルギー範囲は、高圧電源のレベル、アンプゲインと、ディスクリミネーターのレベルにより、変化させることができる。それぞれのエネルギー範囲のおよその上限と下限を、表-1にまとめる。

2-5. 重量。

ASM-Y1の重量は、3.134 kg、Y2は 3.090 kg、ASMの信号処理部の重量は、2.420 kgである。

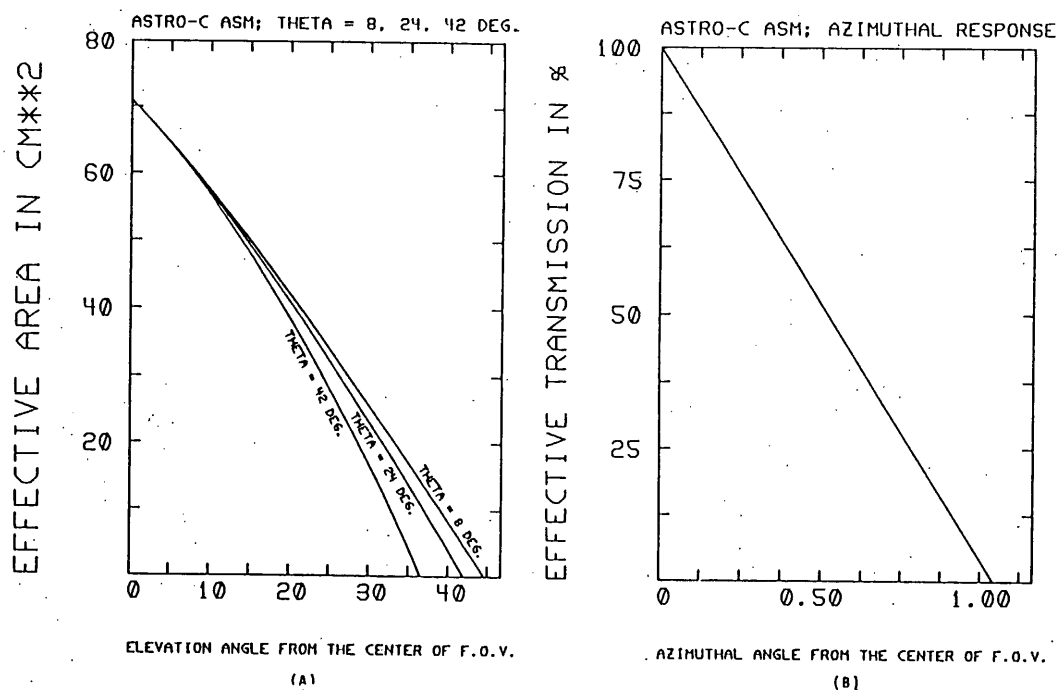


図-7. (A) 視野の仰角と有効面積の関係。(B) 視野の中心からの方位角とコリメーター透過率の関係。

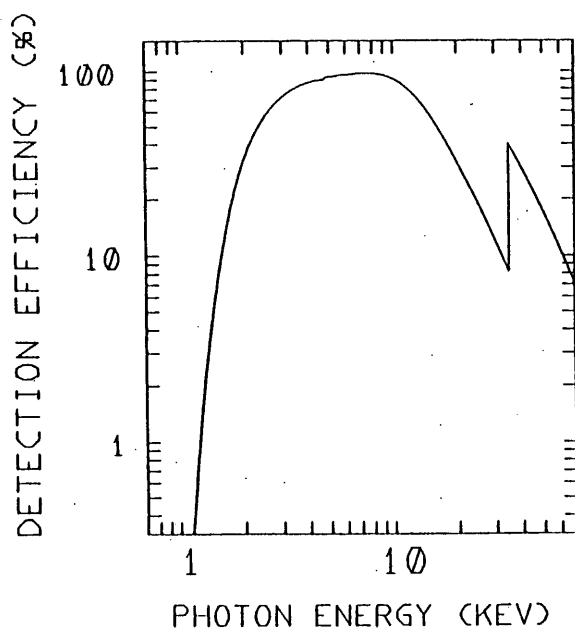


図-8. X線が、検出器の窓に垂直に入射した時の、入射X線のエネルギーに対する検出効率。これは、衛星外層に使用するアルミニウム200Aを蒸着したカプトン膜(7.5 μ m)による吸収も考慮したものである。

表-1. エネルギー範囲。

高圧レベル	アンプゲイン	上限	下限(高)	下限(低)
High	High	5keV	0.5keV	0.3keV
	Middle	7.5keV	0.8keV	0.4keV
	Normal	10keV	1.0keV	0.5keV
	Low	15keV	1.5keV	0.8keV
Normal	High	10keV	1keV	0.5keV
	Middle	15keV	1.5keV	0.8keV
	Normal	20keV	2keV	1.0keV
	Low	30keV	3keV	1.5keV
Middle	High	20keV	2keV	1.0keV
	Middle	30keV	3keV	1.5keV
	Normal	40keV	4keV	2.0keV
	Low	60keV	6keV	3.0keV
Low	High	40keV	4keV	2.0keV
	Middle	60keV	6keV	3.0keV
	Normal	80keV	8keV	4.0keV
	Low	120keV	12keV	6.0keV

注. ブロックコマンドの初期設定値は、高圧レベル、アンプゲイン共Normalである。

3. 信号処理部。

3-1. 信号処理回路。

二台の検出器のプリアンプからの信号は、独立な信号処理回路系により、まったく同様に処理される。その信号処理ブロック図を図-9に示す。信号処理部からは、検出器部へ高圧電源のための一次電圧、制御電圧、プリアンプのための電源等が供給される。検出器部からは各アノードからのアナログ信号を四種類送って来る。送られて来た信号は、その波高を32チャンネルのデジタル信号に変換し、波高データとする他、信号の到着する毎にパルスカウントデータを、さらに他のワイヤーとの間で同時性があったかどうか等を調べる。

波高データとして、各アノードからの各データ毎にワイヤー10 (2bits)とそれに続く波高データ 8bits を、計10bitsの直列データとしてDP (データプロセッサ) に送る。DPでは、波高データの内の上位の 5bits (32 チャンネル) だけを認識し、ワイヤー毎に集積する。これをさらに 16 チャンネルにまとめて (即ち、0-7 チャンネルはそのまま、8-15チャンネルは2 チャンネルずつまとめ、16-31 チャンネルは4 チャンネルずつまとめる) 出力する。各検出器のフロントアノード計六本からの波高データは、テレメータのASMモードの時のASM専用部分の96 words/frameを使い、16チャンネルモードで送る。リヤアノードからの波高データは、テレメータの共通部分の一部を使って、16チャンネルのデータとして、送る。

フロントアノードからのパルスカウントデータは、X線であると判定した信号が入る毎

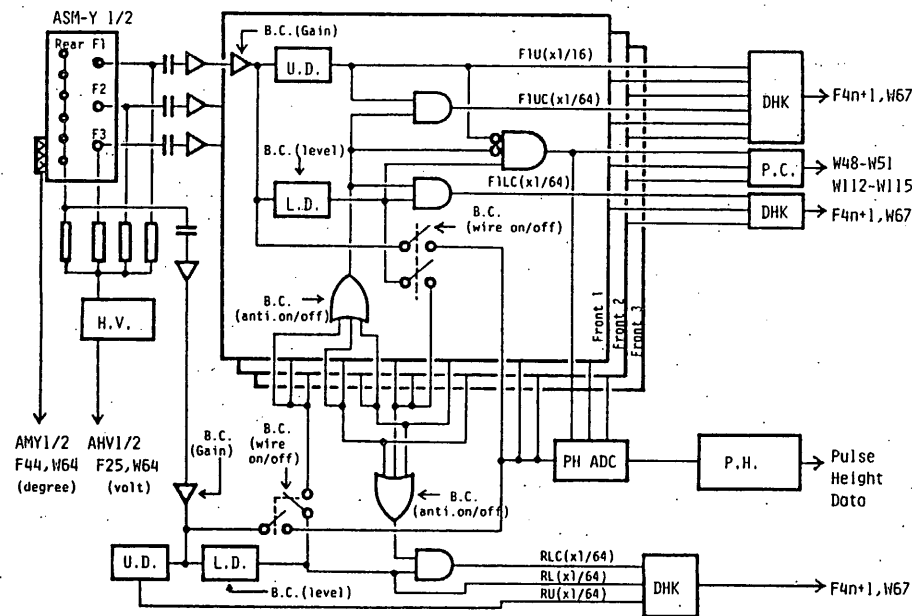


図-9. 信号処理ブロック図。

にDPに送られ、テレメーターの共通部分のASM部を通して出力される。即ち、テレメーターがASMモードでなければ、フロントアノードからの波高データは失われるが、この場合でも、パルスカウントデータにより、信号の総数のデータは送られることになる。波高データは入射信号を波高分析した後に出されるが、パルスカウントデータは入射信号毎に出力する。従って、パルスカウントデータは波高データの総数よりも少ないことはない。パルスカウントデータは、波高分析すべき信号の総てに対応しているので、波高データをパルスカウントデータで補正すれば、波高データの不感時間の無い総数を推定することができる。尚、リヤアノードからのパルスカウントデータは出力していない。しかし、PIモニターワードを通して、リヤアノードのLOWER DISCRIMINATER を超えた信号数、UPPER DISCRIMINATER を超えた信号数が出力されているので、それらから推定できる。

同時性等は信号処理部にある12種類の計数器で数え、テレメーターのPIモニターワードを通じて出力する。

ASMでは、各検出器毎に一台のADC(Analogue to Digital Converter)を使用する。従って、各検出器毎にその最大信号処理数が決まっており、フロント及びリヤアノード計四種類合わせて約5kHzである。通常時の測定エネルギー範囲の場合、一個のガス室当たりで、蟹星雲を正面に入れると、信号数は1/6kHz程度になる。波高データの場合には、蟹星雲よりも強いX線源に対してはADCの不感時間の割合が無視できなくなり始めることがわかる。一方、パルスカウントデータの不感時間は、同時計測をする時の判断に困るものであり、その最大信号処理数は各ワイヤー当たり20kHz程度である。これによって、ADCの不感時間は十分に補正できる。検出器内の各ワイヤーからの信号は、放電等の異常が生じた場合には、後述するブロックコマンドにより、ADCに入れないようにできる。こうして、他の正常な信号の波高分析の妨げにならないようにする。更に、後述するように、ADCから切り離れた信号は、他の反同時計測用の信号としては扱われないようになっている。ところが、パルスカウントデータは、それぞれのワイヤー毎に数えることができるので、この信号によりADCから切り離れたワイヤーの様子も知ることができる。

あるワイヤーからの信号で、他のワイヤーからもほとんど同時に信号の来たものは、荷電粒子によるものと考えられるので、後述するブロックコマンドにより、X線データとしての波高処理をしないようにできる。このときの同時性とは、その信号の前後50μ秒以内に他の切り離されていないワイヤーからの信号があったかどうかによる。

3-2. 高圧電源。

ASMは、各検出器毎にそれぞれ一台、合計二台の高圧電源を使用する。その出力電圧は四段階独立に設定できる。高圧電源のレベルとおよその電圧値を、表-2にまとめる。

表-2. 高圧レベルと電圧。

高圧レベル	High	Normal	Middle	Low
電圧(V)	2100	2000	1900	1800
ブリアンプ出力 (5.9keV)	40mV	20mV	10mV	5mV

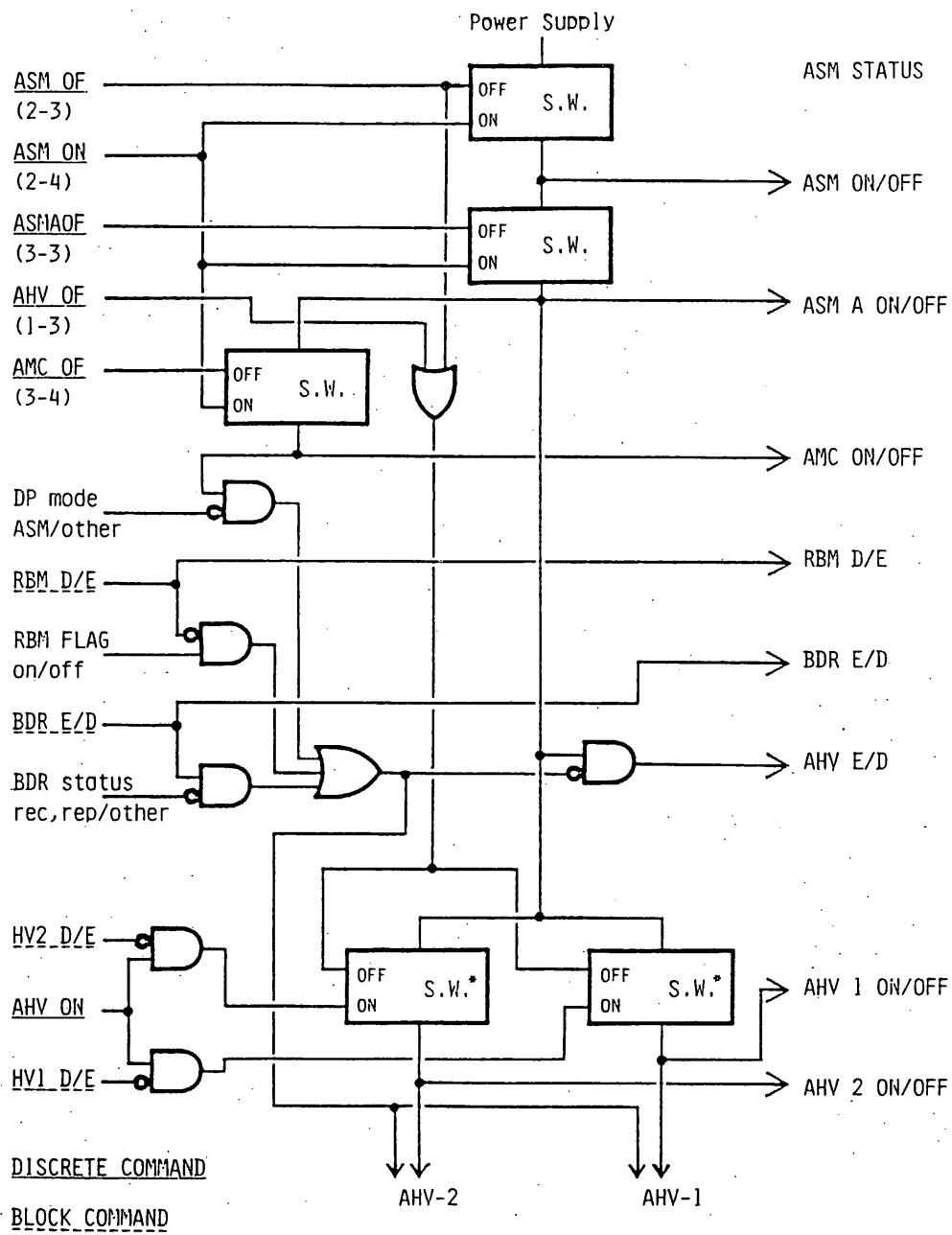


図-10. 高圧電源制御系のブロック図。

表-3. 高圧電源制御。

ASM の高圧電源が、ONとなるためには、HV-ED (F32N+15,W65,BIT3)が、ENA でありかつ高圧電源の一次側に電圧が印加され得る状態 (図-10の*印のスイッチがON) である必要がある。

表-3 (A) HV-ED がENA になる条件。

ASM ON ASMA ON AMC OFF 又は、AMC ONでDPがASM-MODE BDR DIS 又は、BDR ENA でBDR がREC/REP RBM DIS 又は、RBM ENA でRBM FLAG OFF
--

表-3 (B) 一次側に電圧が印加され得る状態 (図-10の*印のスイッチがON) となる条件。

HV-1(2)-ED (ブロックコマンド (DEV.90,BIT4(5))), ステータスマニター (F61,W66,BIT4(5)))が、ENA.の状態、AHV-ON (2-1)が、打たれた場合。 この時、ASM ONでかつASMA ON であれば、実際に高圧電源の一次側に電圧が印加される。
--

注. 一次側に電圧が印加されると、ステータスマニター (F32N+15,W65,BIT4(5)) が、ONとなる。即ち、高圧電源の一次側に電圧が印加されえる状態で、HV-ED がENA.になるか、HV-ED がENA.の状態、高圧電源の一次側に電圧が印加され得る状態になった場合、検出器に高圧が印加される。実際に、検出器に高圧が印加されているかどうかは、高圧モニタ (HV-1:SF2N,F25,W64/HV-2:SF2N+1,F25,W64) を参照することにより判断できる。

高圧電源制御系のブロック図は図-10に示す。高圧電源のON/OFFは、コマンドと、BDR (パブルデータレコーダー)、GBD (γ線バースト検出器) により、コントロールされる。高圧電源のON/OFFの概念を、表-3にまとめる。

4. テレメーター

ASMに関する出力として、テレメーターの共通部には、ASMのステータス、ブロックコマンドにより設定された状態、HK、同時性等を数える計数器の出力 (PI モニター)、各フロントアノードのバルスカウントデータ、及び、リヤアノードからの校正用データがある。HKデータと、PIモニターの内容と対応するWORDを、表-4にまとめる。その他の、共通部に出力されるデータを、表-5にまとめる。

ASMの各フロントアノードからの信号は、テレメーターがASMモードの時に詳しく出力される。テレメーターのASMモードには、ふたつのモードがあり、それぞれ、PHAモード、TIMEモードと呼ぶ。以下に、それぞれのモードについて説明する。

PHAモードは、3-1で述べたように、ASMの各ガス室のフロントアノードからのそれぞれのX線データを16チャンネルの波高データとして、一フレームの間集積する。一フレームの間集積されたデータは、次の一フレームの間にアノードの種類とエネルギーチャンネルに従って順次出力される。即ち、一つのフレームの間に出力されるデータは、直前の一フレームの間に集積されたデータである。故に、一つのフレームの間に出力される全アノード、全エネルギーチャンネルのデータは、同時性がある。データの集積時間は、テレメーターのビットレートにより決まり、LOW BIT RATEで、2秒、MEDIUM BIT RATEで、0.5秒、HIGH BIT RATEで、0.0625秒である。PHAモードのときのテレメーターからの

出力形式を、表-6に示す。

TIMEモードの時は、データは、2チャンネルの波高データとして、1/8 フレーム毎に集積する。この場合も、1/8 フレームの間に集積されたデータは、次のフレームの対応する1/8 フレームの間に出力される。即ち、ある1/8 フレームの間に出力されるデータは直前のフレームの対応する1/8 フレームの間のデータである。従って、TIMEモードの時も、一つの1/8 フレームの間の、全アノード、全エネルギーチャンネルのデータは、同時性がある。このエネルギーチャンネルは、PHAモードの0-7CH と8-15CHに対応するエネルギー範囲に相当する。データの集積時間は、LOW BIT RATEで、0.25秒、MEDIUM BITRATEで、0.0625秒、HIGH BIT RATE で、0.0078秒である。TIMEモードのときのテレメーターの出力形式を、表-7に示す。

表-4 (A) HK (WORD 64)

	SF	FRAME
HV1 (Y1)	2N	25
HV2 (Y2)	2N+1	25
TEMPERATURE (Y1)	2N	44
TEMPERATURE (Y2)	2N+1	44

表-4 (B) PIモニター (WORD 67)

	SF	FRAME
Y1-1 U.D. を超えたと同時に来た信号数 (1/16)		1
Y1-1 L.D. を超えたと同時に来た信号数 (1/64)	2N	41
Y1-1 U.D. を超えたと同時に来た信号数 (1/64)	2N+1	41
Y1-2 U.D. を超えたと同時に来た信号数 (1/16)		9
Y1-2 L.D. を超えたと同時に来た信号数 (1/64)	2N	49
Y1-2 U.D. を超えたと同時に来た信号数 (1/64)	2N+1	49
Y1-3 U.D. を超えたと同時に来た信号数 (1/16)		17
Y1-3 L.D. を超えたと同時に来た信号数 (1/64)	2N	57
Y1-3 U.D. を超えたと同時に来た信号数 (1/64)	2N+1	57
Y2-1 U.D. を超えたと同時に来た信号数 (1/16)		5
Y2-1 L.D. を超えたと同時に来た信号数 (1/64)	2N	45
Y2-1 U.D. を超えたと同時に来た信号数 (1/64)	2N+1	45
Y2-2 U.D. を超えたと同時に来た信号数 (1/16)		13
Y2-2 L.D. を超えたと同時に来た信号数 (1/64)	2N	53
Y2-2 U.D. を超えたと同時に来た信号数 (1/64)	2N+1	53
Y2-3 U.D. を超えたと同時に来た信号数 (1/16)		21
Y2-3 L.D. を超えたと同時に来た信号数 (1/64)	2N	61
Y2-3 U.D. を超えたと同時に来た信号数 (1/64)	2N+1	61
Y1REAR ANODEのL.D.を超えた信号数 (1/64)		25
Y1READ ANODEのU.D.を超えた信号数 (1/64)	2N	33
Y1REAR ANODEのL.D.を超えたと同時に来た信号数 (1/64)	2N+1	33
Y2REAR ANODEのL.D.を超えた信号数 (1/64)		29
Y2READ ANODEのU.D.を超えた信号数 (1/64)	2N	37
Y2REAR ANODEのL.D.を超えたと同時に来た信号数 (1/64)	2N+1	37

注. 1) (1/16)や(1/64)は、信号数を、1/16または1/64にスケールダウンして出力することを意味する。

注. 2) これらは、総てNON RESET SCALERの出力である。

表-5 (A) ステータスマニター (F32N+15,W65)

BIT 1/0	0 ASM ON/OFF	1 ASMA ON/OFF	2 AMC ON/OFF	3 HV ED ENA/DIS	4 HV-1 ON/OFF	5 HV-2 ON/OFF	6 RBM ENA/DIS	7 BDR ENA/DIS
------------	--------------------	---------------------	--------------------	-----------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------

ASM ON/OFF ASM の電源が入っているかどうかを示す。
 ASMA ON/OFF ASM のアナログ系の電源が入っているかどうかを示す。
 AMC ON/OFF DPがASM MODE以外ならば、HV DISにする (AMC ON)。
 HV ED ENA/DIS ASMHV DIS ならば、高圧電源の出力を零にする。
 AHV1 ON/OFF 高圧電源HV-1の一次側に+12Vが印加されているかどうかを示す。
 AHV2 ON/OFF 高圧電源HV-2の一次側に+12Vが印加されているかどうかを示す。
 RBM ENA/DIS RBM FLAG ON ならば、HV DISにする (RBM ENA)。
 BDR ENA/DIS BDR REC/REP 以外ならば、HV DISにする (BDR ENA)。

表-5 (B) DPID (F15+16N,W66)

SF	BIT FRAME	0	1	2	3	4	5	6	7
2N	15	Y1 FRONT AMP. GAIN 00/01/10/11 N L M H		L.D. LEVEL Y1-1 Y1-2 0:LOW 1:HIGH		Y1-3	ANTI COINCIDENCE Y1-1 Y1-2 Y1-3 0:ON 1:OFF		
2N+1	15	Y2 FRONT AMP. GAIN 00/01/10/11 N L M H		L.D. LEVEL Y2-1 Y2-2 0:LOW 1:HIGH		Y2-3	ANTI COINCIDENCE Y2-1 Y2-2 Y2-3 0:ON 1:OFF		
	31	Y1 REAR AMP. GAIN 00/01/10/11 N L M H		Y2 REAR AMP. GAIN 00/01/10/11 N L M H		L.D. LEVEL Y1-R Y2-R 0:LOW 1:HIGH		ANTI Y1-R Y2-R 0:ON 1:OFF	
	47	Y1-1 0:ON 1:OFF	Y1-2 0:ON 1:OFF	Y1-3 0:ON 1:OFF	Y1-R 0:ON 1:OFF	Y2-1 0:ON 1:OFF	Y2-2 0:ON 1:OFF	Y2-3 0:ON 1:OFF	Y2-R 0:ON 1:OFF
	63	HV-1 HV. LEVEL 00/01/10/11 N L M H		HV-2 HV. LEVEL 00/01/10/11 N L M H		HV-1 0:ENA 1:DIS	HV-2 0:ENA 1:DIS	RBM 0:ENA 1:DIS	BDR 0:DIS 1:ENA

MODE(F8N+4,W66)
 BIT-3 (1/0) ASM MODE ON/OFF
 BIT-4 (1/0) ASM MODE TIME/PHA
 DP OS-1 (F56,W66)
 BIT-4 (1/0) ASM TIME/PHA

表-5 (C) ASM WORD (W48-51,112-115)

W	W 64n + 48	W 64n + 49	W 64n + 50	W 64n + 51
0	ASM-Y1 CAL-PH	ASM-Y1 FW1-PC	ASM-Y1 FW2-PC	ASM-Y1 FW3-PC
64	ASM-Y2 CAL-PH	ASM-Y2 FW1-PC	ASM-Y2 FW2-PC	ASM-Y2 FW3-PC

ASM-Y1 CAL-PH 詳細

F	W	W 48
F 16n		Y1-CAL-PH 0ch
F 16n + 1		Y1-CAL-PH 1ch
F 16n + 2		Y1-CAL-PH 2ch
F 16n + 3		Y1-CAL-PH 3ch
F 16n + 4		Y1-CAL-PH 4ch
F 16n + 5		Y1-CAL-PH 5ch
F 16n + 6		Y1-CAL-PH 6ch
F 16n + 7		Y1-CAL-PH 7ch
F 16n + 8		Y1-CAL-PH 8ch
F 16n + 9		Y1-CAL-PH 9ch
F 16n + 10		Y1-CAL-PH 10ch
F 16n + 11		Y1-CAL-PH 11ch
F 16n + 12		Y1-CAL-PH 12ch
F 16n + 13		Y1-CAL-PH 13ch
F 16n + 14		Y1-CAL-PH 14ch
F 16n + 15		Y1-CAL-PH 15ch

ASM-Y2 CAL-PH 詳細

F	W	W 112
F 16n		Y2-CAL-PH 0ch
F 16n + 1		Y2-CAL-PH 1ch
F 16n + 2		Y2-CAL-PH 2ch
F 16n + 3		Y2-CAL-PH 3ch
F 16n + 4		Y2-CAL-PH 4ch
F 16n + 5		Y2-CAL-PH 5ch
F 16n + 6		Y2-CAL-PH 6ch
F 16n + 7		Y2-CAL-PH 7ch
F 16n + 8		Y2-CAL-PH 8ch
F 16n + 9		Y2-CAL-PH 9ch
F 16n + 10		Y2-CAL-PH 10ch
F 16n + 11		Y2-CAL-PH 11ch
F 16n + 12		Y2-CAL-PH 12ch
F 16n + 13		Y2-CAL-PH 13ch
F 16n + 14		Y2-CAL-PH 14ch
F 16n + 15		Y2-CAL-PH 15ch

表-6. PHAモードテレメーターフォーマット。

Word	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	SYN C O D E			P I	0 ch	8 ch	0 ch	8 ch	0 ch	8 ch	0 ch	8 ch	0 ch	8 ch	0 ch	8 ch
16	L A C D A T A				1 ch	9 ch	1 ch	9 ch	1 ch	9 ch	1 ch	9 ch	1 ch	9 ch	1 ch	9 ch
32	C M D	A C S D A T A			2 ch	10 ch	2 ch	10 ch	2 ch	10 ch	2 ch	10 ch	2 ch	10 ch	2 ch	10 ch
48	A S M D A T A				3 ch	11 ch	3 ch	11 ch	3 ch	11 ch	3 ch	11 ch	3 ch	11 ch	3 ch	11 ch
64	A H K	S T A T U S	D P	P I N O N	4 ch	12 ch	4 ch	12 ch	4 ch	12 ch	4 ch	12 ch	4 ch	12 ch	4 ch	12 ch
80	L A C D A T A				5 ch	13 ch	5 ch	13 ch	5 ch	13 ch	5 ch	13 ch	5 ch	13 ch	5 ch	13 ch
96	G B D / R B M D A T A				6 ch	14 ch	6 ch	14 ch	6 ch	14 ch	6 ch	14 ch	6 ch	14 ch	6 ch	14 ch
112	A S M D A T A				7 ch	15 ch	7 ch	15 ch	7 ch	15 ch	7 ch	15 ch	7 ch	15 ch	7 ch	15 ch

ASM-Y1 PW-1 ASN-Y2 PW-1 ASM-Y1 PW-2 ASN-Y2 PW-2 ASM-Y1 PW-3 ASN-Y2 PW-3

表-7. TIMEモードテレメータフォーマット。

Word	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	SYNC CODE			F I	0 ch	1 ch	0 ch	1 ch	0 ch	1 ch	0 ch	1 ch	0 ch	1 ch	0 ch	1 ch
16	LAC DATA															
32	CMD		ACS DATA													
48	ASM DATA															
64	AIK		STATUS	D	P	PI		NON		(1 Set = 1/8 Frame)						
80	LAC DATA															
96	GBD/RBM DATA															
112	ASM DATA															

ASN-Y1 PW-1 ASN-Y2 FW-1 ASN-Y1 PW-2 ASN-Y2 FW-2 ASN-Y1 FW-3 ASN-Y2 FW-3

5. コマンド。

ASMに関するディスクリートコマンドは、全部で6項目である。また、DPの処理モード等でASMに関係した共通コマンドがある。表-8に、それぞれのコマンドについてまとめる。ASMに関するブロックコマンドは全部で8ビットが5項目である。また、DPの処理モードに関するコマンドがある。これを、表-9にまとめる。

表-8 (A) . ASM に対するディスクリートコマンド。

X - Y	NAME	
1 - 3	AHV OFF	(ASM HV OFF) 高圧電源を OFFにする。
2 - 1	AHV ON	(ASM HV ON) PIコマンドで指定した高圧電源をONにする。
2 - 3	ASM OFF	ASM の総ての電源を切る。
2 - 4	ASM ON	電源投入及び、ASM ON, AMC ON, ASM-A ON と変化させる。
3 - 3	ASMA OFF	(ASM Analog OFF) ASM アナログ系を OFFにする (ASM ONで解除)
3 - 4	AMC OFF	(ASM Mode Control OFF) AMC OFF に変化させる (ASM ONで解除)
		AMC ONならば、DPが ASM mode 以外なら HV DIS になる。

表-8 (B) コマンドに対する各ステータスの変化。

コマンド	ASM	ASMA	AHV1	AHV2	AMC	*HV-ED
ASM OFF	OFF ON	OFF ON	OFF	OFF	ON	DIS (ENA)
ASM ON						
ASMA OFF		OFF	+(OFF)	+(OFF)	OFF	+(DIS) (ENA)
ASMA ON		ON	** (ON)	** (ON)		
AMC OFF			OFF	OFF		
AHV ON						
AHV OFF						

*HV-E/D (ENA) はDPの状態等、他の条件が揃えば、ENA になることを意味する。
 **AHV1/2(ON)はBCコマンドにより、ステータスがONならば、HV E/D ENAのもとに HV ONになることを意味する。
 +()は ASM ON で元の状態に復帰する。

表-8 (C) ASM に関連するDPのコマンド。

X - Y	NAME	
1 - 8	ASM MODE	データ処理モードをASMモードにする。

表-9 (A) . ASM に関するブロックコマンド。

BIT NAME/DEVICE	0	1	2	3	4	5	6	7
ASM Y-1 81	Y1 FRONT AMP. GAIN 00/01/10/11 N L M H		L.D. LEVEL Y1-1 Y1-2 Y1-3 0:LOW 1:HIGH			ANTI COINCIDENCE Y1-1 Y1-2 Y1-3 0:ON 1:OFF		
ASM Y-2 82	Y2 FRONT AMP. GAIN 00/01/10/11 N L M H		L.D. LEVEL Y2-1 Y2-2 Y2-3 0:LOW 1:HIGH			ANTI COINCIDENCE Y2-1 Y2-2 Y2-3 0:ON 1:OFF		
ASM REAR 84	Y1 REAR AMP. GAIN 00/01/10/11 N L M H		Y2 REAR AMP. GAIN 00/01/10/11 N L M H		L.D. LEVEL Y1-R Y2-R 0:LOW 1:HIGH	ANTI Y1-R Y2-R 0:ON 1:OFF		
ASM WIRE SELECT 88	Y1-1 0:ON 1:OFF	Y1-2 0:ON 1:OFF	Y1-3 0:ON 1:OFF	Y1-R 0:ON 1:OFF	Y2-1 0:ON 1:OFF	Y2-2 0:ON 1:OFF	Y2-3 0:ON 1:OFF	Y2-R 0:ON 1:OFF
WIRE SELECT								
ASM HV CNTL 90	HV-1 HV. LEVEL 00/01/10/11 N L M H		HV-2 HV. LEVEL 00/01/10/11 N L M H		HV-1 0:ENA 1:DIS	HV-2 0:ENA 1:DIS	RBM 0:ENA 1:DIS	BDR 0:DIS 1:ENA

注. 1) それぞれのステータスの初期設定値は、総てのBITSが0の状態である。ASM が 0
FFの状態、コマンド ASM ONを打つと、総てのステータスは初期設定値になる。amp gain
、HV levelについての初期設定値は通常運用レベル (Normal level) とする。

表-9 (B) DP 処理モードに関するブロックコマンド

D V - 1	ビット 4	0 = ASM - P H A 1 = ASM - T I M E
---------	-------	-----------------------------------

6. ASMによる観測。

6-1. ASMによる観測。

ASMは、1. で述べたように、広い天空のたくさんのX線源のふるまいをモニターすることが目的であり、そのためには、ASMの視野方向を、天球上でスキャンさせることが要求される。一方、ASTRO-Cの、主観測装置であるLACは一定期間ひとつのX線源のふるまいを、詳しく観測することが目的で、そのためには、LACの視野の方向をあるX線源の方向に固定することが必要である。また、DPのモードもLACのデータを詳しく取得するモード（LACモード）と、ASMのデータの詳しいモード（ASMモード）とがある。そのため、実際の観測では、衛星の回転とDPのモードの設定に注意しながら、LACによる観測とASMによる観測を行なう必要がある。すなわち、ASMで広い天空のX線源をモニターする時は、DPをASMモードにして、衛星を回転させる。このような観測を、定期的に（1日当たり数回）行ない、ASMのデータを蓄えることにより、多くのX線源の長期的なふるまいの研究を、また、常にASMデータを監視することにより、X線新星の搜索ができる。

6-2. SLEW 360度。（観測モード 3-1）

衛星を回転させるためのモードのひとつとして、SLEW360度モードがある。これは、衛星の静止状態（LACポインティングモード（観測モード 1））から、約20分間で、衛星をZ軸周りにちょうど360度回転させて、再び、回転前と同じ姿勢で衛星を静止させるモードである。LACの観測の合間（例えば、観測中のX線源の地球による掩蔽の時等）に、DPをASMモードに切り変えて、このモードを利用して、ASMのデー

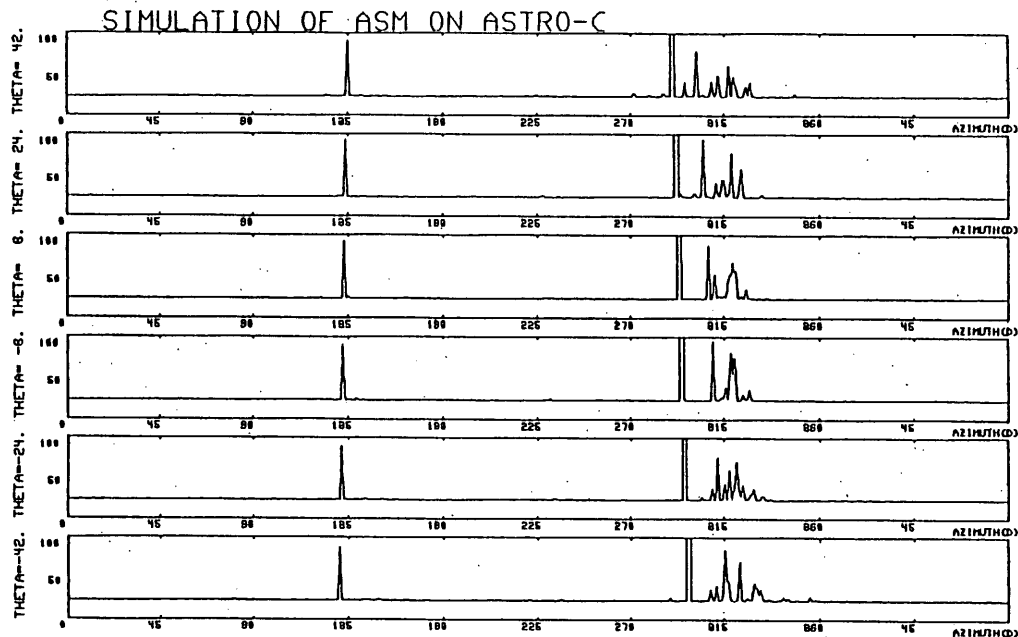


図-11. 衛星のZ軸が $\alpha = 315.0$ 度、 $\delta = 60.0$ 度、の方向を向いていて、そのZ軸のまわりに20分間で一回転したときASMで得られるであろうシミュレーションデータ。

タを取得し、その後ふたたび、LACによる観測が続けられる。衛星のZ軸が $\alpha = 315.0$ 度、 $\delta = 60.0$ 度、の方向を向いていて、そのZ軸のまわりに20分間で一回転したときASMで得られるであろうシミュレーションデータを図-11に示す。

このとき、衛星の回転周期が、20分と決まっているために、十分よいASMのデータを取得するためには、BIT RATE等に制限ができる。表-10に、ASMのふたつのモードの、最小時間分解能での、各BIT RATEに対する、読みだし間隔とその間に衛星の回転する角度まとめる。ASMの視野の回転方向の幅は1度であるので、LOW BIT RATEでPHA MODEの場合、読みだし間隔の間にデータのなまされる効果が大きくなり、よいデータが取れない。また、衛星の回転に対して、回転角に関するデータが、ACE姿勢計測カウンタX、Y、Z(F16N+1-F16N+3, W33-W35)として1/4 SF毎にテレメーター共通部に出力される。回転角に関するデータがあまり粗くならないために、少なくともMEDIUM BIT RATEでデータを取得することが望ましい。一回の、SLEW 360度の観測でつかう各BIT RATEでのBDRの容量を表-11に示す。このモードでは、衛星の回転の初めと終わりは、回転速度が一定にならないので、解析の時、注意する必要がある。

6-3. LOW SPIN モード（観測モード 3-2）。

衛星を回転させるもうひとつの方法として、LOW SPIN モード（観測モード 3-2）がある。これは、衛星を周期20分で、連続してスピンさせるモードである。このモードを使って長時間ASMによる観測をすることができる。しかし、このモードではジャイロによる姿勢制御を行わない。従って、長時間の観測では、太陽センサー、地磁気センサー、ASMのデータ自身等を使って、回転軸の補正をする必要がある。

6-4. LAC ポインティング モード（観測モード 1）。

LACを使って観測中（観測モード 1でテレメーターが、LACモード）の時も、ASMのデータは、テレメーターの共通部分に出力されている。このデータを、モニターすることにより、ASMの状態の診断ができる。ただし、AMC（ASMモードコントロール）がONの、状態では、ASMには高圧は印加されない。

表-10. データ読みだし間隔。

BIT RATE	LOW	MED	HIGH
TIME MODE	0.25sec(0.075deg)	0.0625sec(0.0188deg)	0.0078sec(0.0023deg)
PHA MODE	2.0 sec(0.6 deg)	0.5 sec(0.15 deg)	0.0625sec(0.019 deg)

注. 1) 角度は、周期20分のときの衛星の回転角を示す。

表-11. ASMモード20分でのBDR使用量。

BIT RATE	LOW	MED	HIGH
	0.6144 Mbits	2.4576 Mbits	19.661 Mbits

注. 1) BDRの全容量は、41.9 Mbites である。

第II章 共 通 機 器

2.1 アンテナ/通信系

2.1.1 概要

宇宙科学研究所 林 研究室
日本電気(株) 野村研究室

ASTRO-C の通信システムは、従来の衛星システム (EXOS-C, ASTRO-B等) と比較して、コマンド回線をVHF からS バンドに切替えたこと、テレメトリー信号のビットレートを運用上の要求から 4倍(131.072KHz) にしたこと、さらに電波法の地表面到達電力束密度規定を満足させるため、Convolutional Codeの採用とローパワーモード送信電力を設定したことが大きな違いである。以下にASTRO-C 通信システム性能について示す。

(1) 通信系システム構成

ASTRO-C の通信系システム概念図を図 2.1.1-1 に、通信系システムパラメータを表 2.1.1-1 に示す。なお従来使用してきた内の浦の18m 径アンテナは除外した。また、ASTRO-C はUHF 帯及びS-Bandを用いて回線を接続するが、搭載アンテナはそれぞれの周波数バンドで上面用、下面用の 2系統のアンテナを用いて全球面を網羅する。表2.1.1-2 にダウンリンク伝送信号を、表2.1.1-3 にアップリンク伝送信号を示す。

(a) テレメトリー系

ASTRO-C のテレメトリー伝送は400MHz送信機(TMU) と Sバンド送信機(TMS) を用いそれぞれ上面用、下面用アンテナを切替えて運用する。テレメトリー系の構成図を図 2.1.1-2 に示し、その要点を以下に示す。

- (i) S バンド・テレメトリー系は電力束密度規定を考慮してConvolutional Codeを採用する。400MHz帯テレメトリー系は占有帯域幅の制約からSPM 符号を用い、再生データレートは65536bpsとする。
- (ii) S バンド・リアルタイムテレメトリーはレンジング信号及びコマンド信号との干渉を避けるため、262KHzサブキャリアを使用する。
- (iii) TMS は送信電力切替機能を有し、ローパワーにおいて電力束密度を満足する。ただし、アンテナ利得が低下し回線状態が悪い場合を考慮しハイパワーモードを設ける。この時には、電力束密度規定を満足させることはできない。
- (iv) TMU は送信電力切替機能を持たない。

(b) レンジング系

レンジング系はEXOS-Cと全く同じ方式であり、TMS とS バンド受信機(SBR) を用いて行う。ただし、SBR にはキャリア掃引機能は無く受信機をロックさせる為には地上局で無変調キャリアを掃引する必要がある。SBR の捕捉条件は、捕捉可能周波数範囲： $\pm 120\text{KHz}$ 、捕捉可能周波数変化幅： 20KHz/sec 以下である。

- (i) 衛星トランスポンダ(SBR+TMS) はノンコヒーレントタイプとする。
- (ii) 伝送方式はアップリンク、ダウンリンク共にPCM(PNコード)-PSK-PMとする。
- (iii) サブキャリア周波数は100KHzとし、アンビギュイティー除去用のPNコードは、25Kbpsとする。
- (iv) レンジング伝送はPCM リアルタイム伝送と常に同時伝送とする。(電力束密度

規定を満足させるため)

(v) 追跡は内の浦1局で行う。

(c) トラッキング系

衛星トラッキングはSバンドによる測距と400MHzのドップラ測定の両方から軌道を決定して行う。

(d) コマンド系

ASTRO-C のコマンド方式の要点を以下に示す。

- (I) 使用周波数は従来148MHz帯であったものをSバンドにする。従って従来搭載してきた148MHz受信機及びVHFアンテナは無くなる。
- (II) Sバンドの受信機はレンジング系の受信機と同じSバンド受信機を使用する。
- (III) Sバンド受信機は2台搭載し上面用、下面用アンテナにそれぞれ接続して全球面の回線を確保する。なお、上・下面アンテナパターンの切込みによりSバンド受信機がコマンド信号に疑似ロックする恐れが有るため、コマンドデコーダへの信号経路をスケルチステータスを用いて切替える。

(2) 回線計算

(a) 回線計算の前提条件

(I) 軌道

- ・近地点高度 500Km
- ・遠地点高度 500Km
- ・軌道傾斜角 31.0°
- ・軌道周期 94.6分
- ・打上げ時期 1987年2月期

上記軌道における内の浦からの可視特性を図2.1.1-3に示す。

(II) 姿勢

バイアスモーメントムホイール使用による三軸制御

(III) 地球局

- | | | |
|-------------|----------|---------|
| ・鹿児島宇宙空間観測所 | 131°05'E | 31°15'N |
| ・勝浦追跡管制所 | 140°18'E | 35°12'N |
| ・増田追跡管制所 | 131°01'E | 30°33'N |
| ・沖縄追跡管制所 | 127°54'E | 26°29'N |

* 400MHz トラッキングのみ

(b) 回線計算結果

(I) UHF 帯テレメトリー系

UHF 帯ダウンリンクの回線計算結果を表2.1.1-4に、伝送距離対回線マージンを図2.1.1-4に示す。この結果、回線上最も厳しい再生テレメトリー信号においても1.33dBの回線マージンがあり問題ない。

(ii) S バンドテレメトリー系

TMS ハイパワーモード時の回線計算結果を表2.1.1-5 に、伝送距離対回線マージンを図2.1.1-5 に示す。この結果、回線上最も厳しい再生テレメトリー信号に対して2.2dB の回線マージンになる。一方、電力束密度を満足するローパワー・モード時には表2.1.1-6 に示すアンテナ利得範囲の時、回線マージンが得られる

(iii) S バンドコマンド系

S バンド・アップリンク回線計算結果を表2.1.1-7 に示す。この結果コマンド信号に対しては十分な回線マージンが有り問題無い。なお SBR の受信ダイナミックレンジは表2.1.1-8 に示す通りであり、地上局送信電力1KW で運用する。

(iv) レンズング

S バンドレンズング信号は表2.1.1-5 の結果から中継帯域400KHzにおける雑音レベル及びコマンド信号の折り返し分による変調度抑圧分は17% 以下であり回線マージン上問題無い。

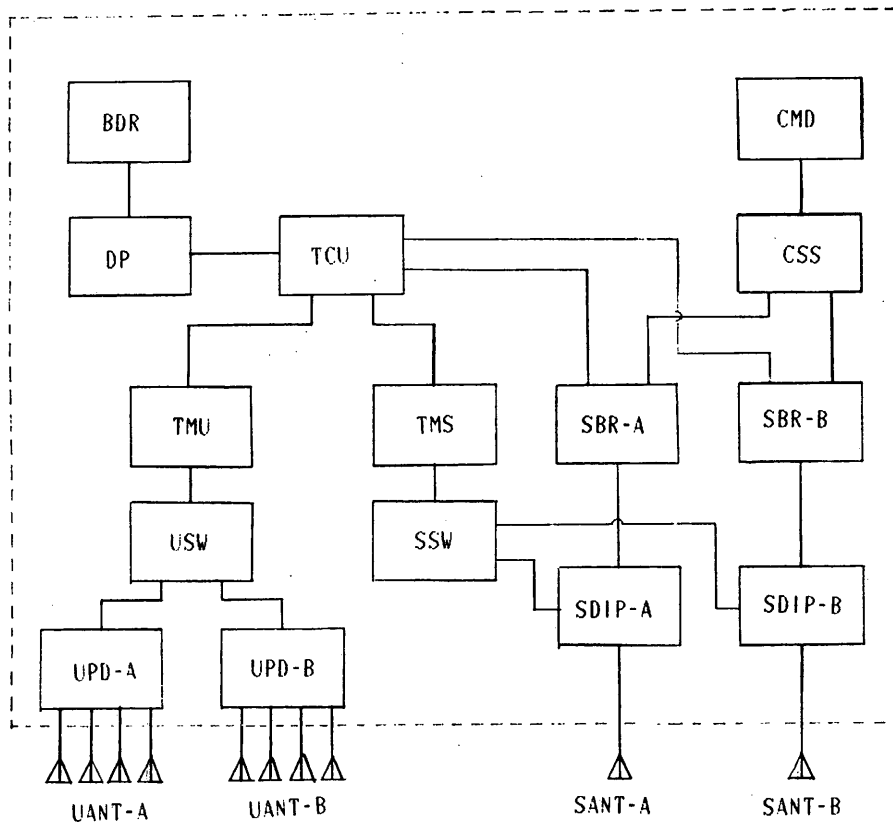
(3) 電力束密度の適合性

電波法施行規則第32条の6 において2200-2300MHzの周波数帯の地表面到達最大電力束密度を下記の値で規定している。

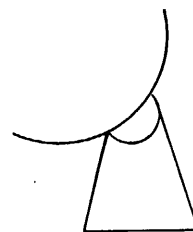
到来角(δ)	電力束密度規定値
0 - 5	-154 (dBW/4KHz/m)
5 - 25	$-154 + (\delta - 5)/2$ (")
25 - 90	-144 (")

ASTRO-C は高度500Km の円軌道であり、電力束密度規定で最も厳しくなるのは衛星直下点方向である。表2.1.1-9 は送信電力20mW時(ローパワーモード)の最大スペクトル密度を示したもので、この時の電力束密度適合性を表2.1.1-10に示す。

なお、ハイパワーモード時には電力束密度規定を満足できないため、運用上はローパワーモードを主体としアンテナ利得低下による回線状態が悪化した場合のみハイパワーに切換える必要がある。



10m アンテナ
 $G_a = 43\text{dBi}$ (S バンド)
 $G_a = 29\text{dBi}$ (400MHz)



内之浦

図2.1.1-1 ASTRO-C 通信系システム概念図

表2.1.1-1 ASTRO-C 通信システムパラメータ

No	パラメータ	S バンド コマンド系	UHF 帯 テレメトリー系	S バンド テレメトリー系	S バンド 測 距 系	
					アップリンク	ダウンリンク
1	周 波 数 [MHz]					
2	衛星アンテナ利得 [dBi]	-13 min	-10 min	-13 min	-13 min	-13 min
3	衛星送信機出力電力 [W]	—	1.0	0.5/0.02	—	0.5/0.02
4	衛星フィーダ損失 [dB]	2.0	4.0	2.0	2.0	2.0
5	衛星受信機雑音指数 [dB]	4.0	—	—	4.0	—
6	衛星アンテナ雑音温度 [K]	300	—	—	300	—
7	変 調 度 [rad]	0.4	再生 : 1.2 リアル : 1.2	再生 : 1.2 リアル : 1.4	0.6	0.3
8	地上局送信電力 [KW]	1	—	—	1	—
9	地上局アンテナ利得 [dBi]	42.4	29.0	43.2	42.4	43.2
10	地上局フィーダ損失 [dB]	1.5	2.2	1.5	1.5	1.5
11	地上局受信機雑音指数 [dB]	—	2.1	1.5	—	1.5
12	地上局アンテナ雑音温度 [K]	—	143	69	—	69
13	データビット誤り率	1×10^{-5}	1×10^{-5}	1×10^{-5}	—	—
14	衛星アンテナ偏波	円偏波 上部 : 右旋 下部 : 右旋	円偏波 上部 : 右旋 下部 : 右旋	円偏波 上部 : 右旋 下部 : 右旋	円偏波 上部 : 右旋 下部 : 右旋	円偏波 上部 : 右旋 下部 : 右旋

表2.1.1-2 ASTRO-C ダウンリンク伝送信号

周波数 バンド	伝送 信号	変 調 方 式	変調 周波数	変調 指数
UHF 帯	PCM Low Bit	PCM(SPM)-PM	2048bps	1.0-1.4rad
	PCM High Bit	PCM(SPM)-PM	16384bps	1.0-1.4rad
	PCM 再生 Low	PCM(SPM)-PM	65536bps	1.0-1.4rad
	ビーコン	—	—	—
S バンド	PCM Low Bit + R A N G E	PCM(NRZ-S)-CONV-PSK-PM PCM(PN)-PSK-PM	262KHz/ 2048bps 100KHz/ 25Kbps	1.2-1.6rad 0.2-0.4rad
	PCM High Bit + R A N G E	PCM(NRZ-S)-CONV-PSK-PM PCM(PN)-PSK-PM	262KHz/16384bps 100KHz/ 25Kbps	1.2-1.6rad 0.2-0.4rad
	PCM 再生High	PCM(NRZ-S)-CONV-Biφ-PM	131072bps	1.1-1.4rad
	PCM 再生 Low	PCM(NRZ-S)-CONV-Biφ-PM	65536bps	1.1-1.4rad

表2.1.1-3 ASTRO-C アップリンク伝送信号

周波数 バンド	伝送 信号	変 調 方 式	変調 周波数	変調 指数
S バンド	コマンド + R A N G E	PCM(PN)-PSK-PM	8KHz/1Kbps	0.4rad
		PCM(PN)-PSK-PM	100KHz/25Kbps	0.6rad

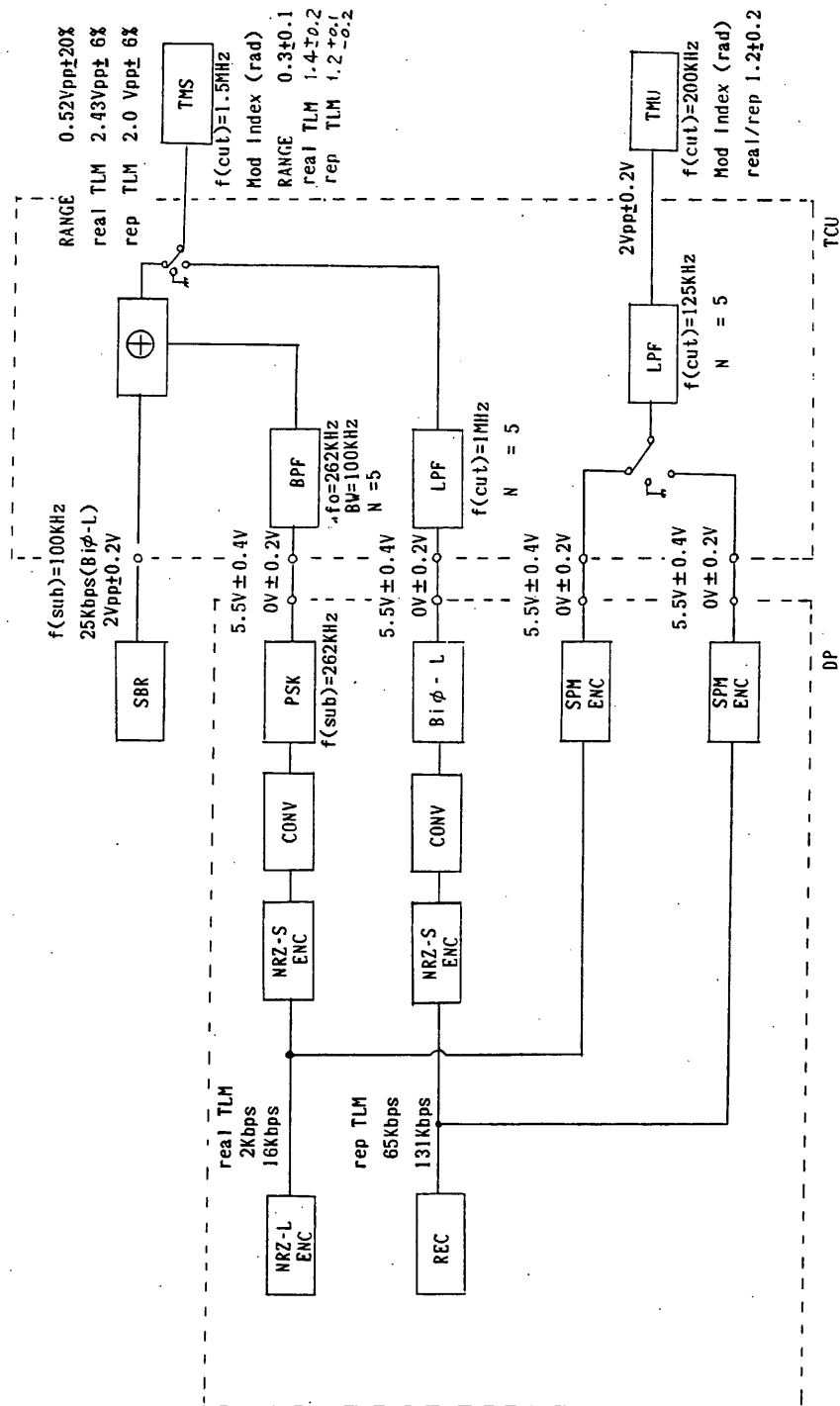


図2.1.1-2 ASTRO-Cテレメトリ系統成図

図2.1.1-3 ASTRO-C 軌道および内之浦での可視域

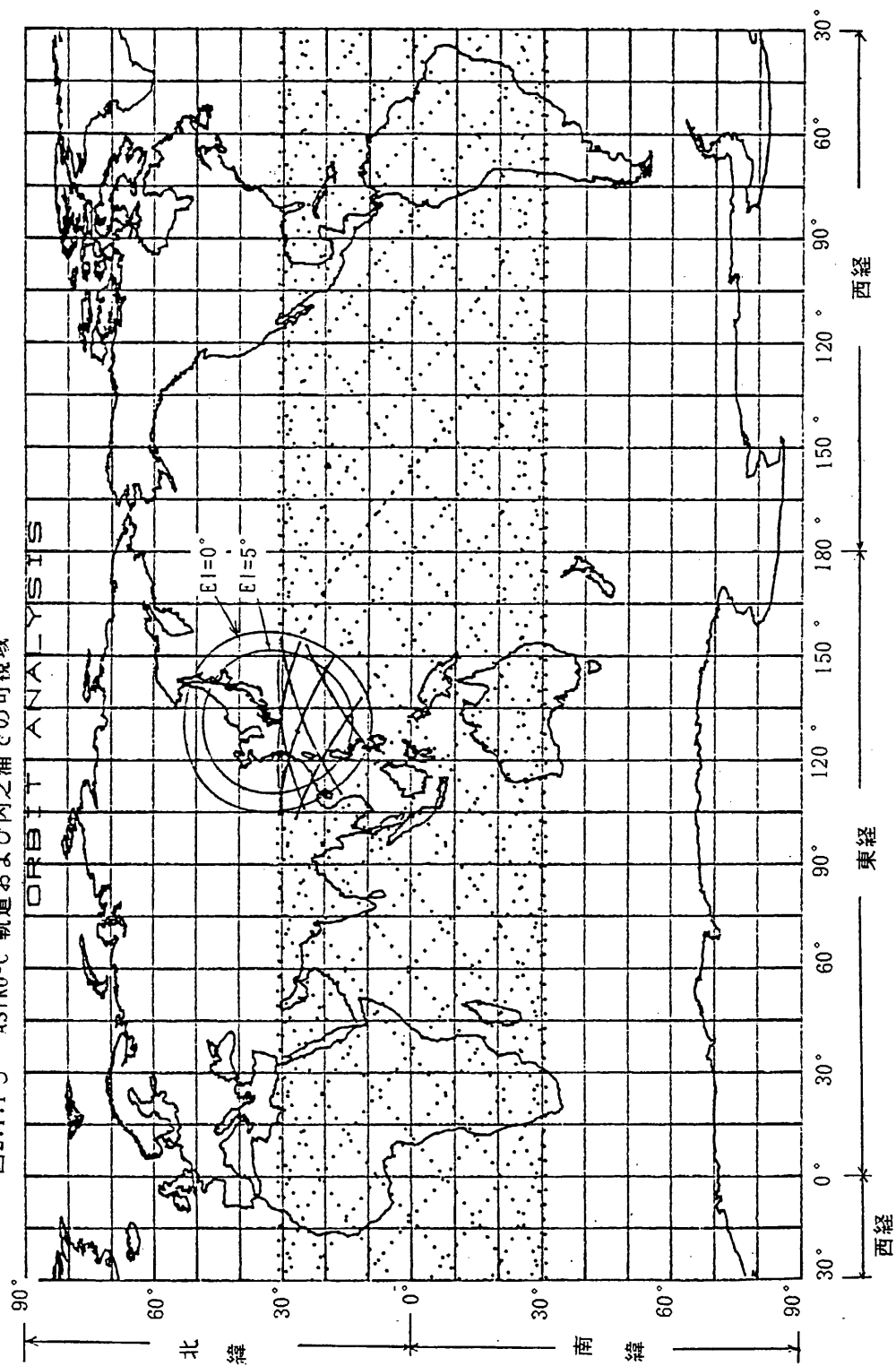


表2.1.1-4 UHF ダウンリンク Link Calculation

Parameter		ASTRO-C → 内之浦		備 考		
Frequency	[MHz]			1W		
Transmitter Power	[dBm]	30.00				
Transmit Feeder Loss	[dB]	4.00				
Transmit Antenna Gain	[dBi]	-10.00				
Pointing Loss	[dB]	0.00				
E.I.R.P	[dBm]	16.00		2078Km (E1=5)		
Polarization Loss	[dB]	0.00				
Free Space Loss	[dB]	150.85				
Rain Loss	[dB]	0.00				
Receive Antenna Gain	[dBi]	29.00				
Receive Pointing Loss	[dB]	0.20				
Receive Feeder Loss	[dB]	2.20				
Receiver Input Power	[dBm]	-108.25				
Receive Noise Power	[dBm/Hz]	-172.78				
G/T	[dB/K]	0.98				
C/No	[dB*Hz]	64.54				
Signal Name		再生Low	High Bit	Low Bit	キャリア	
Required C/No	[dB*Hz]	63.20	55.67	46.64	52.82	
Margin	[dB]	1.33	8.87	17.90	11.72	

The Details of Required C/No

Signal Name	再生Low	High Bit	Low Bit	キャリア	
Modulation Index [rad]	1.20	1.20	1.20	—	
Modulation Loss [dB]	3.04	1.52	1.52	8.82	
Other Loss [dB]	2.40	2.40	2.40	0.00	
Required S/No [dB*Hz]	57.76	51.74	42.71	44.00	
Band Width [dB*Hz]	48.16	42.14	33.11	30.00	
Required S/N [dB]	9.60	9.60	9.60	14.00	

2.1.1-4 UHF DOWN LINK

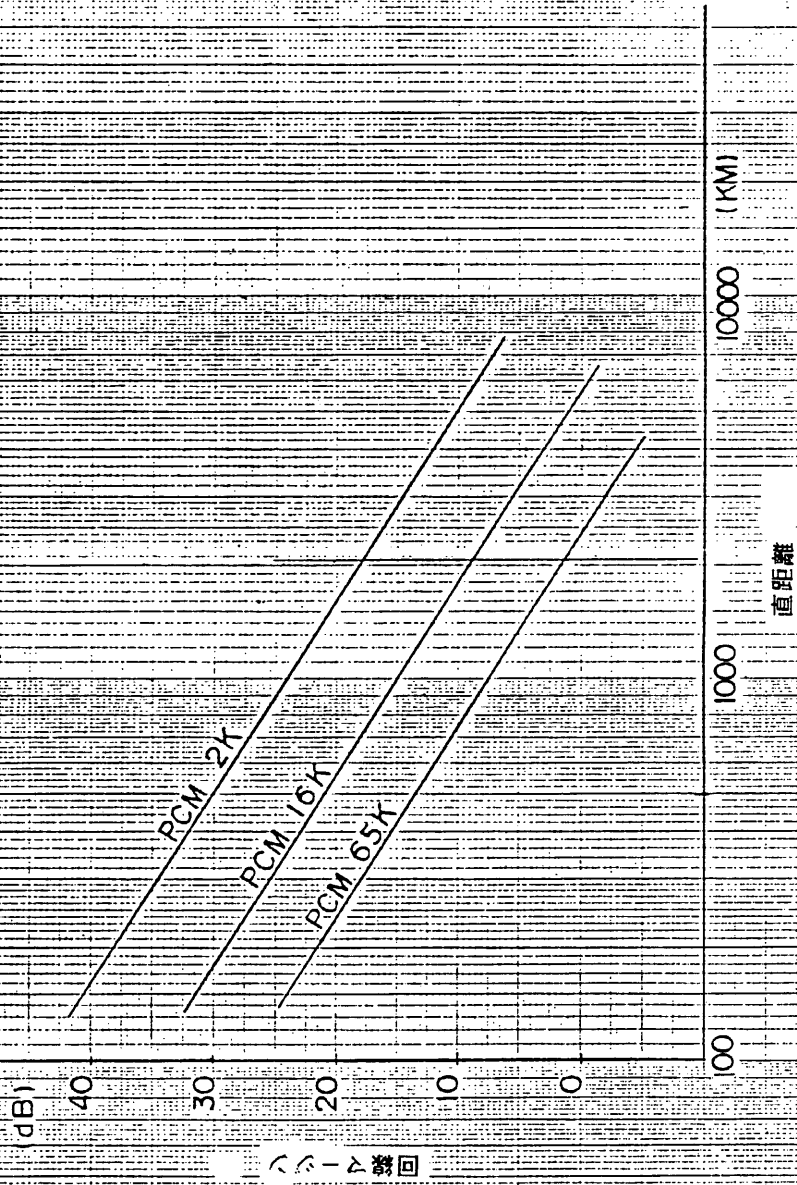


表2.1.1-5 S バンドダウンリンク Link Calculation

Parameter		ASTRO-C → 内之浦			備 考	
Frequency	[MHz]	26.99 2.00 -13.00 0.00			0.5W	
Transmitter Power	[dBm]					
Transmit Feeder Loss	[dB]					
Transmit Antenna Gain	[dBi]					
Pointing Loss	[dB]					
E.I.R.P	[dBm]	11.99 0.00 165.96 0.20 43.20 0.20 1.50			2078Km (E1=5)	
Polarization Loss	[dB]					
Free Space Loss	[dB]					
Rain Loss	[dB]					
Receive Antenna Gain	[dBi]					
Receive Pointing Loss	[dB]					
Receive Feeder Loss	[dB]					
Receiver Input Power	[dBm]	-112.67 -174.57 17.67 61.90				
Receive Noise Power	[dBm/Hz]					
G/T	[dB/K]					
C/No	[dB*Hz]					
Signal Name		再生High	High Bit	RANGE	キャリア	
Required C/No [dB*Hz]		59.70	51.65	48.50 [50.05]	52.82	
Margin [dB]		2.20	10.25	13.40 [11.85]	9.08	

MIX

The Details of Required C/No

Signal Name	再生High	High Bit	RANGE	キャリア	
Modulation Index [rad]	1.20	1.40	0.30	—	
Modulation Loss [dB]	1.52	2.51	18.50 [20.05]	8.82	
Other Loss [dB]	2.50	2.50	0.00	0.00	
Required S/No [dB*Hz]	55.68	46.64	30.00	44.00	
Band Width [dB*Hz]	51.18	42.14	0.00	30.00	
Required S/N [dB]	4.50	4.50	30.00	14.00	

注 [] 内はアップリンク雑音電力及びコマンド信号による劣化量による

S-BAND DOWN LINK

図 2.1.1-5

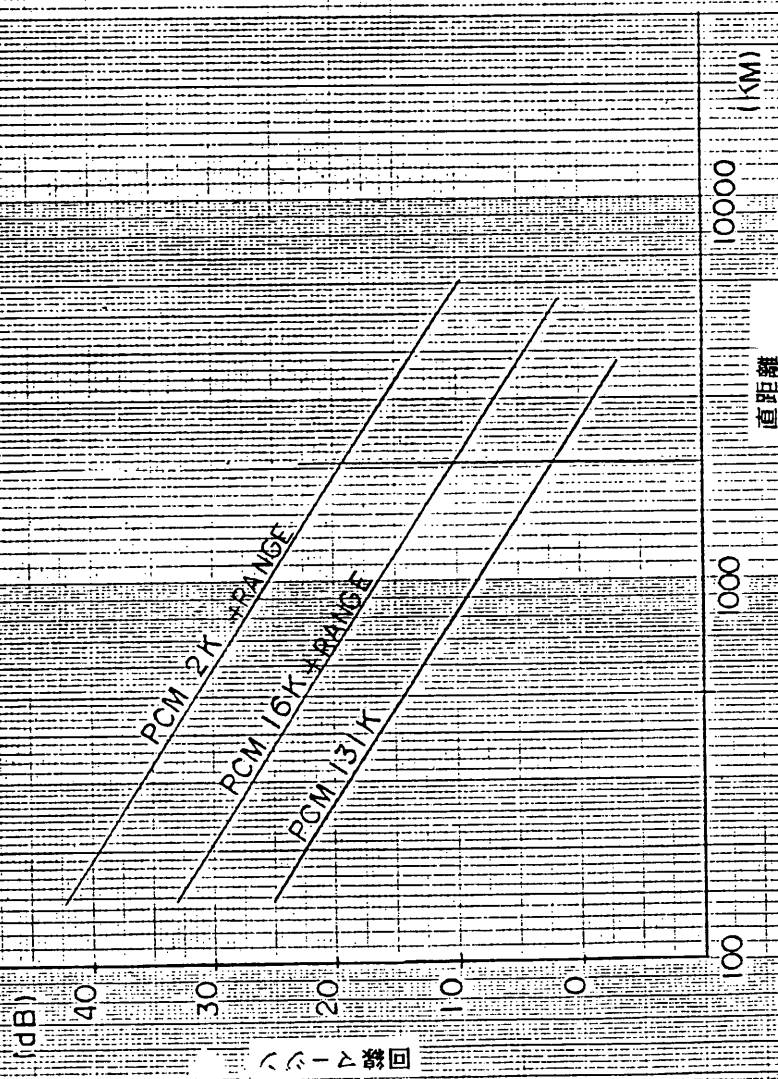


表2.1.1-6 TMS ローパワー時の回線状態

信号名	アンテナ利得制限	アンテナ角範囲
PCM Low Bit (2048bps)	-18.28dBi 以上 [-8.08dBi 以上]	+Z軸 ±85° -Z軸 ±65°
PCM High Bit (16384bps)	-9.25dBi 以上 [-8.08dBi 以上]	+Z軸 ±85° -Z軸 ±65°
PCM 再生 Low (65536bps)	-4.20dBi 以上	+Z軸 ±80° -Z軸 ±60°
PCM 再生High (131072bps)	-1.20dBi 以上	+Z軸 ±70° -Z軸 ±55°
R A N G E	-10.85dBi 以上 [-8.08dBi 以上]	+Z軸 ±85° -Z軸 ±65°

注 [] 内はキャリアに対する利得範囲

表2.1.1-7 S バンドアップリンク Link Calculation

Parameter	内之浦 → ASTRO-C		備 考		
Frequency [MHz]			1KW		
Transmitter Power [dBm]	60.00				
Transmit Feeder Loss [dB]	1.50				
Transmit Antenna Gain [dBi]	42.40				
Pointing Loss [dB]	0.20				
E.I.R.P [dBm]	100.70		2078Km (EI=5)		
Polarization Loss [dB]	0.20				
Free Space Loss [dB]	165.27				
Rain Loss [dB]	0.20				
Receive Antenna Gain [dBi]	-13.00				
Receive Pointing Loss [dB]	0.00				
Receive Feeder Loss [dB]	2.00				
Receiver Input Power [dBm]	-79.97		スケルチ：-90dBm		
Receive Noise Power [dBm/Hz]	-169.94				
G/T [dB/K]	-43.66				
C/No [dB*Hz]	89.96				
Signal Name	コマンド	RANGE	キャリア		
Required C/No [dB*Hz]	59.54	48.19	41.15		
Margin [dB]	35.42	41.77	48.81		

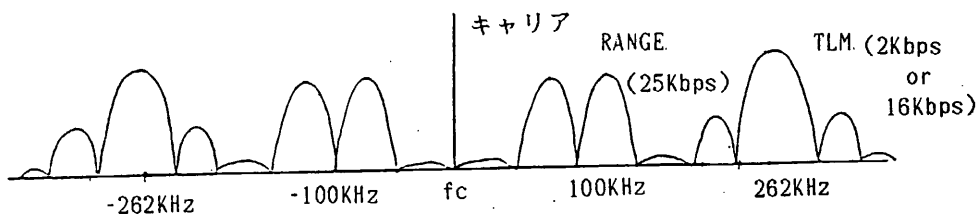
The Details of Required C/No

Signal Name	コマンド	RANGE	キャリア		
Modulation Index [rad]	0.40	0.60	—		
Modulation Loss [dB]	11.94	8.19	1.15		
Other Loss [dB]	3.00	0.00	0.00		
Required S/No [dB*Hz]	39.60	40.00	40.00		
Band Width [dB*Hz]	30.00	0.00	30.00		
Required S/N [dB]	9.60	40.00	10.00		

表2.1.1-8 SBR 受信ダイナミックレンジ

項 目	最 小 値	最 大 値
地上局送信電力 [dBW]	30.0 (1KW)	30.0 (1KW)
地上局フィーダ損失 [dB]	1.5	1.5
地上局アンテナ利得 [dBi]	42.4	42.4
伝搬損失 $10\log(4\pi R^2)$ [dBm ²]	137.3 (2078Km)	125.0 (500Km)
各種損失 [dB]	0.6	0.0
アンテナポインティング ベクトル [dBW/m ²]	-67.0	-54.1
アンテナ利得 [dBi]	-13.0	+5.0
$10\log(P/4\pi)$ [dBm ²]	-27.9	-27.9
フィーダ損失 [dB]	2.0	2.0
受信機入力レベル [dBW] [dBm]	-109.9 (-79.9)	-79.0 (-49.0)

表2.1.1-9 最大スペクトル密度



(1) 実時間テレメトリー + RANGE 伝送モード

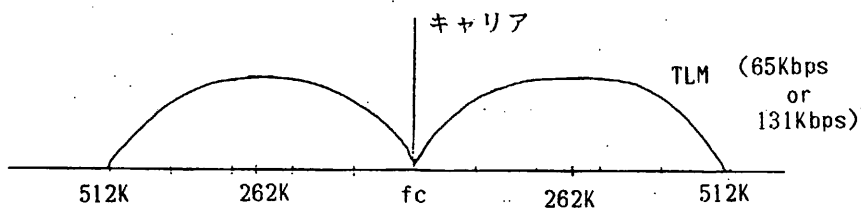
$$\text{最大スペクトル密度} = P_t \times J_0(\alpha) \times J_0(\beta) / 4000$$

$$P_t = 13\text{dBm} - 2\text{dB} = 11\text{dBm} (= 0.0126\text{W})$$

$$\alpha = \text{測距信号変調度} = 0.3\text{rad}$$

$$\beta = \text{実時間テレメトリー変調度} = 1.4\text{rad}$$

$$\begin{aligned} \text{最大スペクトラム密度} &= 0.0126 \times 0.9776 \times 0.5669 / 4000 \\ &= 9.675 \times 10^{-6} \text{ W} (= -60.14\text{dBW/Hz}) \end{aligned}$$



(2) 再生テレメトリー 伝送モード

$$\text{最大スペクトル密度} = P_t \times \cos(\alpha) / 4000$$

$$P_t = 11\text{dBm} (= 0.0126\text{W})$$

$$\alpha = \text{再生テレメトリー変調度} = 1.2\text{rad}$$

$$\begin{aligned} \text{最大スペクトル密度} &= 0.0126 \times \cos(1.2) / 4000 \\ &= 4.136 \times 10^{-6} \text{ W} (= -63.83\text{dBW/Hz}) \end{aligned}$$

表2.1.1-10 電力束密度適合性

伝送モード	実時間テレメトリー + RANGE 伝送モード			再生テレメトリー + RANGE 伝送モード		
到来角 [度]	5	25	90	5	25	90
最大スペクトル 密度 [dBW/Hz]	-60.14	-60.14	-60.14	-63.83	-63.83	-63.83
アンテナ利得 [dBi]	+5.0	+5.0	+5.0	+5.0	+5.0	+5.0
伝搬損失 [dBm ²]	137.35 (2078Km)	131.26 (1032Km)	124.97 (500Km)	137.35 (2078Km)	131.26 (1032Km)	124.97 (500Km)
電力束密度 [dBW/4KHz/m ²]	-156.47	-150.38	-144.09	-160.16	-154.07	-147.78
最大電力束密度 [dBW/4KHz/m ²]	-154.0	-144.0	-144.0	-154.0	-144.0	-144.0
マージン [dB]	2.47	6.38	0.09	6.16	10.07	3.78

注 TMS ローパワーモード時

2.1.2 Sバンドアンテナ系 (SANT)

宇宙科学研究所 林研究室
日本電気(株)

2.1.2.1 機能

Sバンドアンテナは上部プレートに装着されたSバンドアンテナ素子 (SANT-A)
下部プレートに装着されたSバンドアンテナ素子 (SANT-B) および
Sバンドアンテナ切換器 (SSW) で構成される。系統図を図2.1.2-1に示す。

地上から送られてきたコマンド信号を

SANT-AまたはSANT-Bで捕捉し、Sバンド受信機-A (SBR-A) へ
2台のSバンド受信機 (SBR) へ

送出する。一方、Sバンド送信機からの 2110MHz帯

テレメータ信号はSSWを経由して、

SANT-AまたはSANT-Bから放射
される。

SANT-Aは誘電体装荷導波管型で、
ストリップライン構成の円偏波給電回路と
組み合わせることにより、右旋円偏波特性を
得ている。SANT-Bは反射板付クロス
ダイポールアンテナにより右旋円偏波特性
を得ている。SSWは地上からのコマンド
信号をもとにSANT-AとSANT-B
を適宜切り換える機器である。

2.1.2.2 性能

(1) 電気的性能

アンテナ形式

周波数

特性インピーダンス

指向特性

利得

誘電体装荷導波管型アンテナ (上部アンテナ)

反射板付クロスダイポールアンテナ (下部アンテナ)

テレメータ信号の送信 2.3GHz帯

コマンド信号の受信 2.1GHz帯

50Ω

全方向性

テレメータ信号の送信

全立体角の95%以上において-10dBi以上

最小点

-13dBi以上

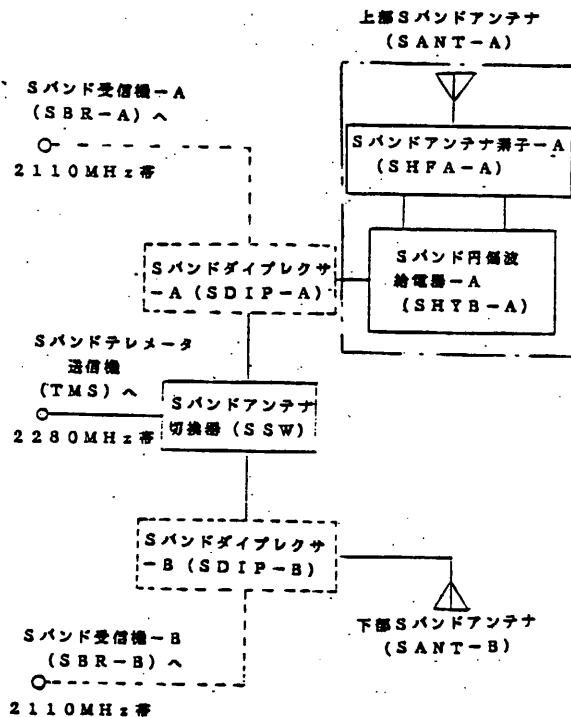


図2.1.2-1 Sバンドアンテナ系統図

コマンド信号の受信

全立体角の95%以上において-10dBi以上
最小点 -13dBi以上

送信偏波

右旋円偏波

受信偏波

右旋円偏波

V. S. W. R

1.5以下

SSW損失

0.5dB以下

テレメータ項目

デジタル ステータスモニタ1項目

(2) 機械的性能

構成品目	数量	外観・寸法	重量
上部Sバンドアンテナ素子 (アンテナ素子+円偏波給電器)	1	図2.1.2-2	0.689kg
下部Sバンドアンテナ素子	1	図2.1.2-3	0.204kg
Sバンドアンテナ切換器	1	図2.1.2-4	0.200kg

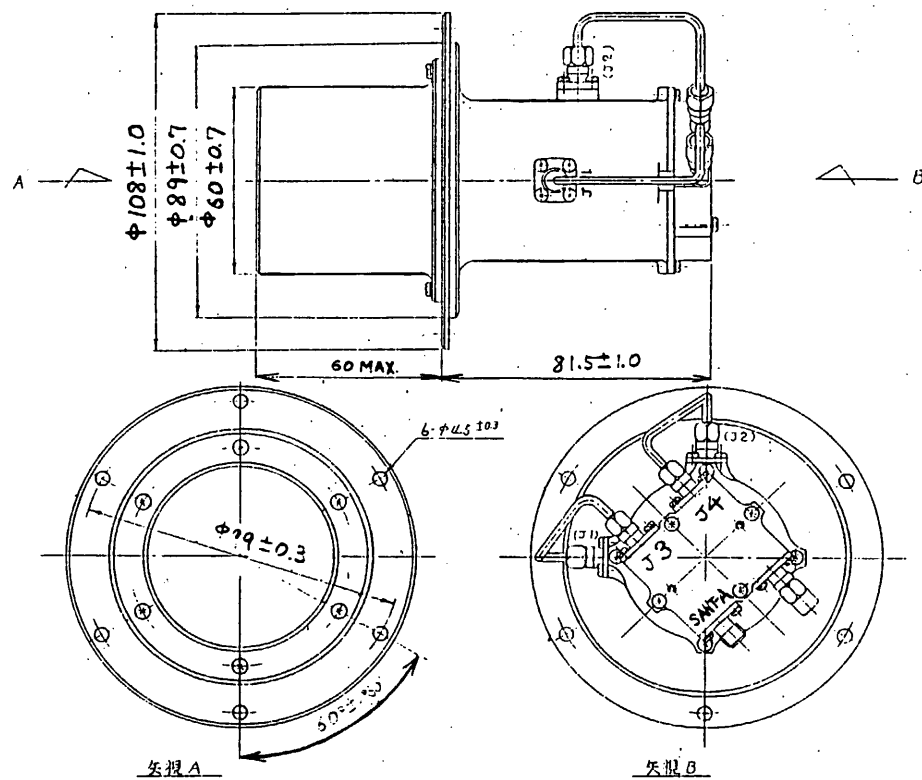


図 2. 1. 2-2 上部 S バンドアンテナ外観図

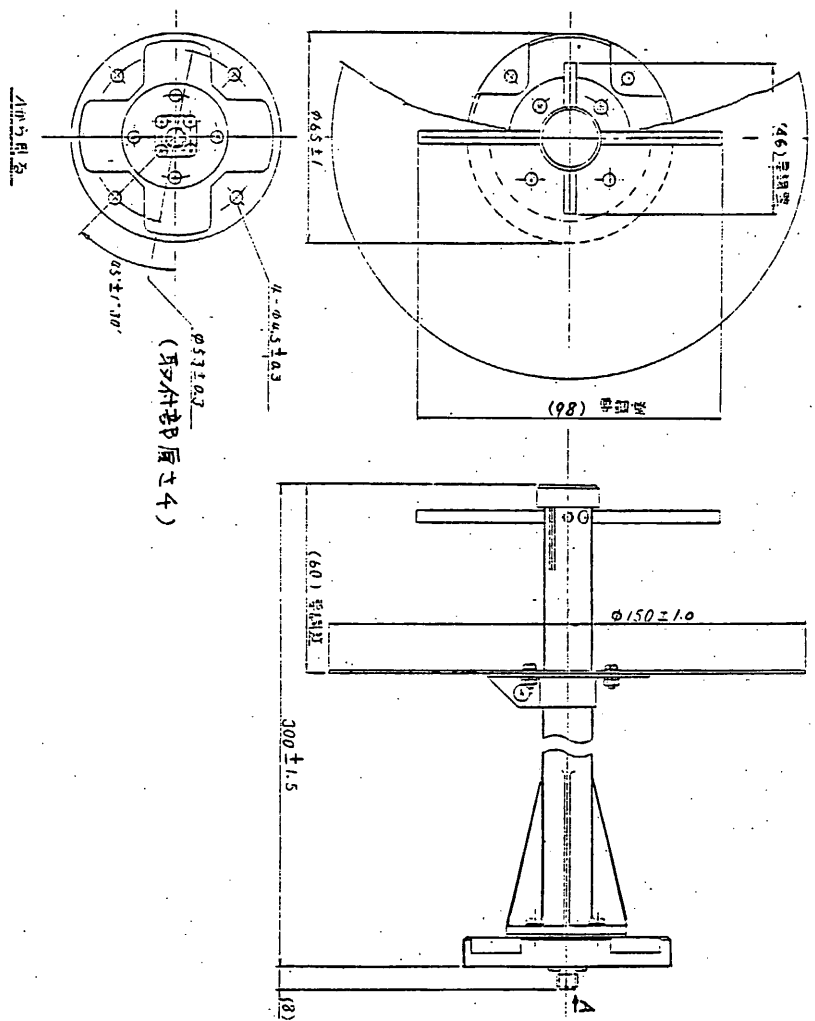


図 2. 1. 2 - 3 下部 S バンドアンテナ外觀図

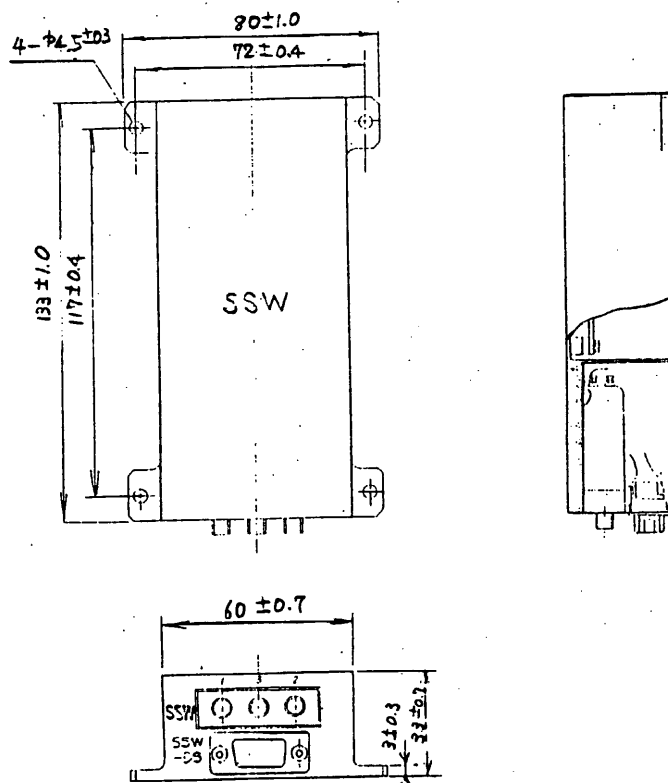


図 2 . 1 . 2 - 4 S バンドアンテナ切換器外観図

2.1.3 UHFアンテナ系 (UANT)

宇宙科学研究所 林研究室
日本電気(株)

2.1.3.1 機能

UHFアンテナは上部プレートのUHFアンテナ素子 (UANT-A1～A4) , 下部プレートのUHFアンテナ素子 (UANT-B1～B4) , UHF電力分配器A (UPD-A) , UHF電力分配器B (UPD-B) およびUHFアンテナ切替器 (USW) で構成される。系統図を図2.1.3-1に示す。

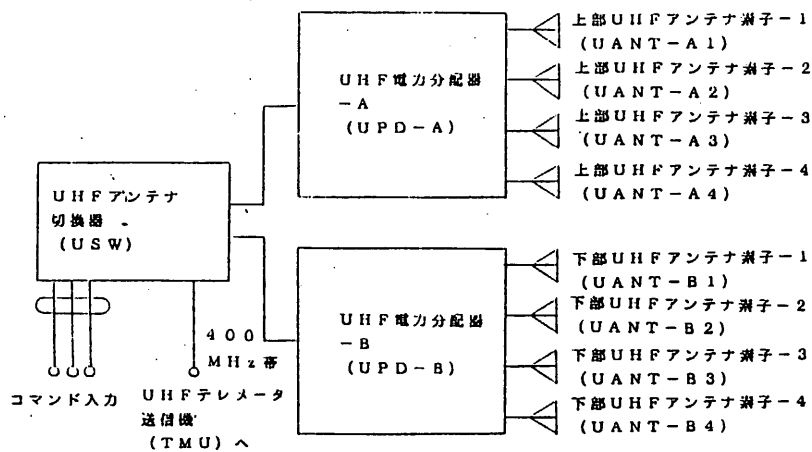


図2.1.3-1 UHFアンテナ系統図

400MHz帯送信機からの信号は、UANT-A1～A4またはUANT-B1～B4から放射される。UANT-A1～A4は傾斜型ホイップ、UANT-B1～B4は伝送線路型で、UPD-A、UPD-Bにより円偏波給電され、それぞれ衛星上部方向および下部方向に右旋円偏波を放射する。UPD-A、UPD-Bは同軸ケーブル構成のラットレース回路を組み合わせた給電回路を内蔵している。USWはアンテナ切替回路を内蔵している。

2.1.3.2 性能

(1) 電氣的性能

アンテナ形式	傾斜型ホイップアンテナ	(上部アンテナ)
	伝送線路型アンテナ	(下部アンテナ)
周波数	400MHz帯	
特性インピーダンス	50Ω	
指向特性	全方向性	
利得	全球面にて-10dBi以上	

送信偏波 衛星上部方向に右旋円偏波（上部アンテナ）
 衛星下部方向に右旋円偏波（下部アンテナ）

V. S. W. R 1.5 以下

UPD-A B 損失 1 dB 以下

USW 損失 0.5 dB 以下

テレメータ項目 デジタル ステータスマニタ 1 項目

(2) 機械的性能

構成品目	数量	外観・寸法	重量
上部UHFアンテナ素子	4	図2.1.3-2	0.095 kg
下部UHFアンテナ素子	4	図2.1.3-3	0.193 kg
UHF電力分配器A	1	図2.1.3-4	0.197 kg
UHF電力分配器B	1	図2.1.3-5	0.197 kg
UHFアンテナ切換器	1	図2.1.3-6	0.200 kg

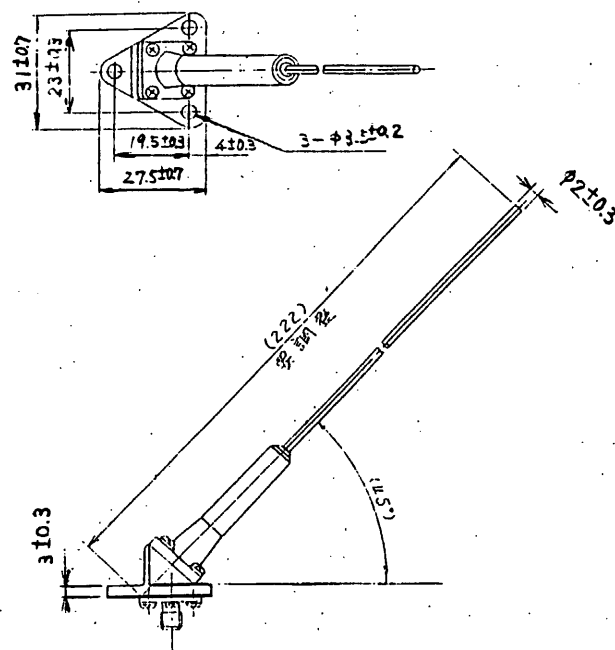


図2.1.3-2 上部UHFアンテナ素子外観図

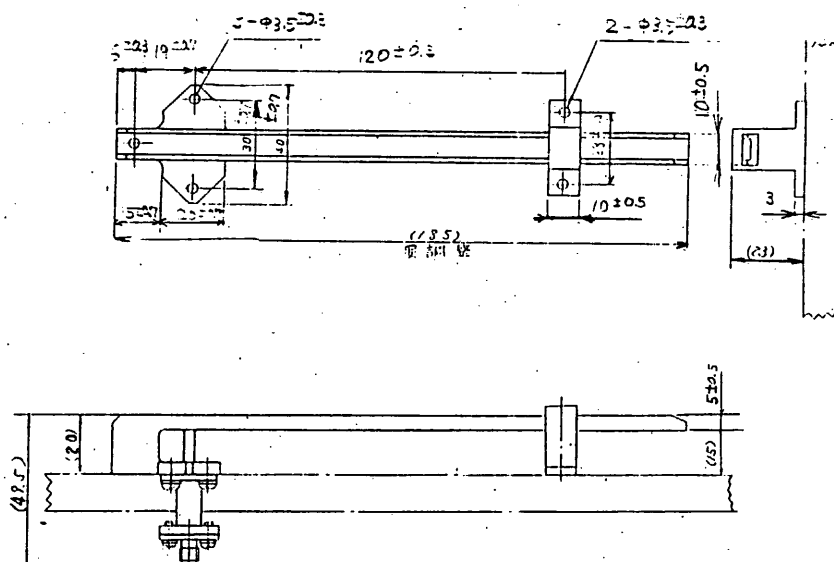


図 2. 1. 3 - 3 下部UHFアンテナ素子外観図

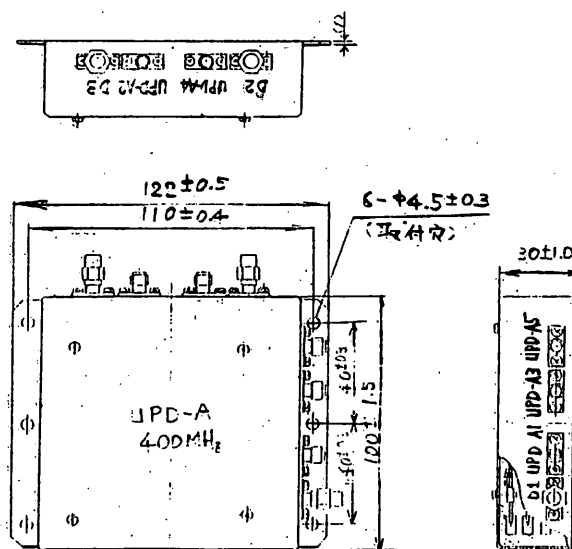


図 2. 1. 3 - 4 UHF電力分配器A外観図

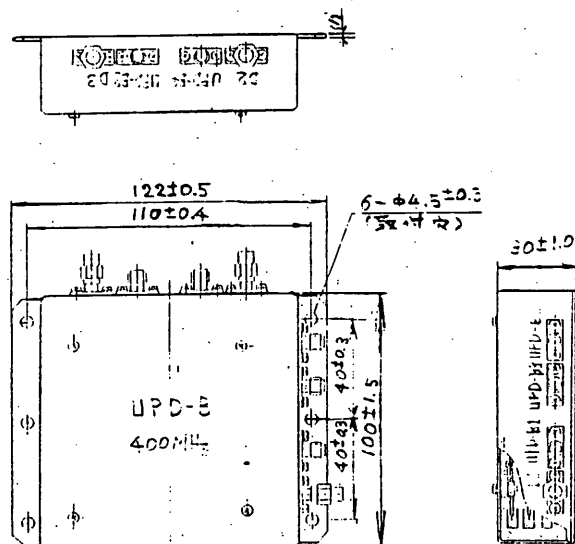


図 2. 1. 3 - 5 UHF電力分配器B外観図

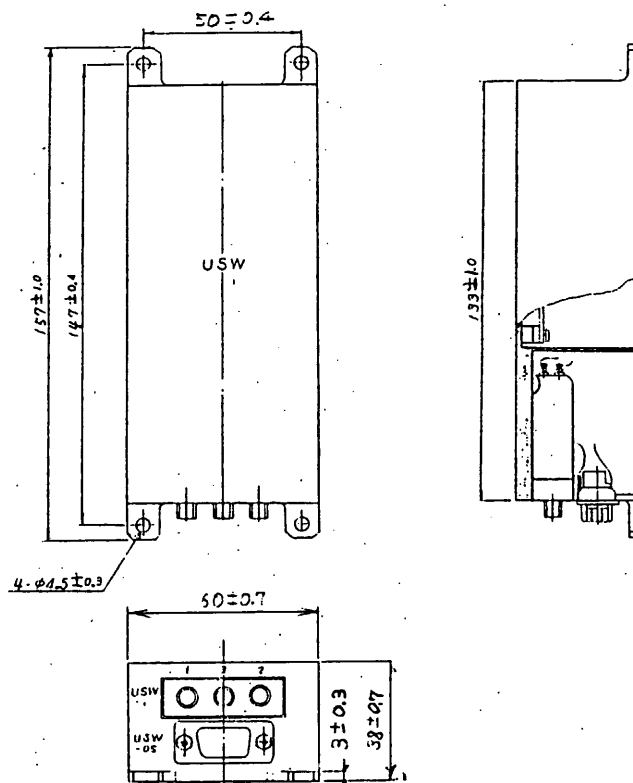


図 2. 1. 3 - 6 UHFアンテナ切換器外観図

2.1.4 Sバンド受信機 (SBR)

宇宙科学研究所 野村研究室
日本電気(株)

(1) 概 要

本装置は地上局より送信されるSバンドの信号を受信する。

受信機に入力されたSバンド信号は雑音指数が約3dBの低雑音増幅器で増幅された後、第一ミキサにおいて80MHz帯の第一中間周波信号に周波数変換される。この中間周波信号はBPFにより帯域制限されると共にAGC増幅器によって一定のレベルに増幅された後、更に20MHz帯の異なるBPFによってコマンド信号とレンジング信号とに分離された後、位相検波器によってコマンドベースバンド信号と測距信号が復調され、コマンドベースバンド信号はコマンドデコーダへ、また測距信号はSバンド送信機へとそれぞれ出力される。

尚、受信機の復調出力は -90 ± 4 dBm以下の受信信号レベルにおいてはスケルチ回路により抑圧される。

本装置はSBR-A、SBR-Bの2台により構成されている。

図2.1.4-1に本装置の機能系統図を示す。

(2) 性 能 (SBR-A、B同じ)

(i) 電気性能

(a) 受信周波数 (f_0)

(b) トラッキングレンジ

$f_0 \pm 120$ kHz

(c) 入力レベル範囲

$-86 \sim -45$ dBm

(d) 受信信号の特性

・コマンドチャンネル

(I) 変調方式

PCM(PN) / Bi ϕ -PSK-PM

(II) 変調度

0.4 rad o-p

(III) 出力レベル

1 Vrms ± 2 dB (信号のみ)

(IV) サブキャリア

8 kHz

(V) ビットレート

1 Kbps

(VI) 出力インピーダンス

100 Ω 以下

・測距チャンネル

(I) 変調方式

PCM-PSK-PM

(II) 変調度

0.6 rad o-p

(Ⅲ) 出力レベル	2.0 V p-p ± 10%
(Ⅳ) サブキャリア	100 kHz
(Ⅴ) 出力インピーダンス	100 Ω 以下
(Ⅵ) 極性	負極性
(e) 雑音指数	4 dB 以下
(f) 受信帯域幅 (3 dB 帯域幅)	
・コマンドチャンネル	34 kHz 以上
・測距チャンネル	360 kHz 以上
(g) 最大捕捉可能周波数変化率	20 kHz/s
(h) スケルチレベル	-90 ± 4 dBm
(i) 遅延時間変動	200 ns 以下
(j) テレメトリ項目	<ul style="list-style-type: none"> ・AGC モニタ ・ループストレス ・スケルチモニタ
(k) HK 項目	ケース温度 (SBR-A のみ)
(l) 電源電圧	+17 ~ +24 V
(m) 消費電流	250 mA 以下
(ii) 機械性能	
(a) 重量	2.0 ± 0.2 kg (1 台当り)
(b) 外観・寸法	図 2.1.4-2 に示す。

2.1.5 Sバンド送信機 (TMS)

宇宙科学研究所 野村研究室
日本電気(株)

(1) 概 要

本装置は、2280MHz帯の指定された1周波を発射し得るものである。温度補償型水晶発振器の高安定な原振周波数を通倍($\times 9$)増幅し、この出力をテレメータ信号で位相変調し、さらに通倍($\times 6$)増幅して、高周波電力を空中線に供給する。終段には、不要スプリアスの輻射を抑えるためのローパスフィルタと、負荷変動に対し本装置を保護するためのアイソレータを配置している。

また、本装置はコマンド信号により、空中線への電力供給をON又はOFFする機能、出力電力をHI又はLOに切替える機能を有し、このON/OFF、およびHI/LOの状態をモニタできるステータスモニタの機能も有す。

一方、本装置には衛星環境測定用センサ(温度測定用)が付加されており、測定出力を衛星環境測定装置へ供給する機能を有す。

本装置の機能系統図を図2.1.5-1に示す。

(2) 電気的性能

(a) 搬送波周波数

(原振周波数)

(b) 周波数安定度

$\pm 2 \times 10^{-5}$ 以内

(温度安定度 $-20 \sim +50^\circ\text{C}$)

$1 \times 10^{-9} \text{ rms/秒}$ 以内(短期安定度)

$\pm 1 \times 10^{-6}$ /年 以内(長期安定度)

(c) 変調方式

位相変調

(d) 変調指数

RNG $0.3 \pm 0.1 \text{ rad}$

real $1.4 \pm 0.2 \text{ rad}$

rep $1.2 \begin{cases} +0.1 \text{ rad} \\ -0.2 \text{ rad} \end{cases}$

(e) 送信電力

HI POWER $0.5 \text{ W} \begin{cases} +20\% \\ -37\% \end{cases}$

LO POWER $0.2 \text{ W} \begin{cases} +20\% \\ -50\% \end{cases}$

(f) スプリアス輻射

$100 \mu\text{W}$ 以下

(g) 消費電力

HI POWER 時 4.3 W 以下

LO POWER 時 3.3 W 以下

- | | | | |
|-----|------------|--------|----------|
| (i) | コマンド | ・TMS | ON (LO) |
| | インターフェイス | ・TMS | OFF |
| | (コマンド項目) | ・TMS | HI |
| (h) | ステータスマニタ | ON : | 4.1~5.5V |
| | | OFF : | 0~0.1V |
| | | HI : | 4.1~5.5V |
| | | LO : | 0~0.1V |
| (J) | HKインターフェイス | HK項目 | |
| | | ・TMS温度 | |

(3) 機械的性能

(a) 寸法・外観図

寸法および外観を図2.1.5-2に示す。

(b) 重量

0.9kg以下

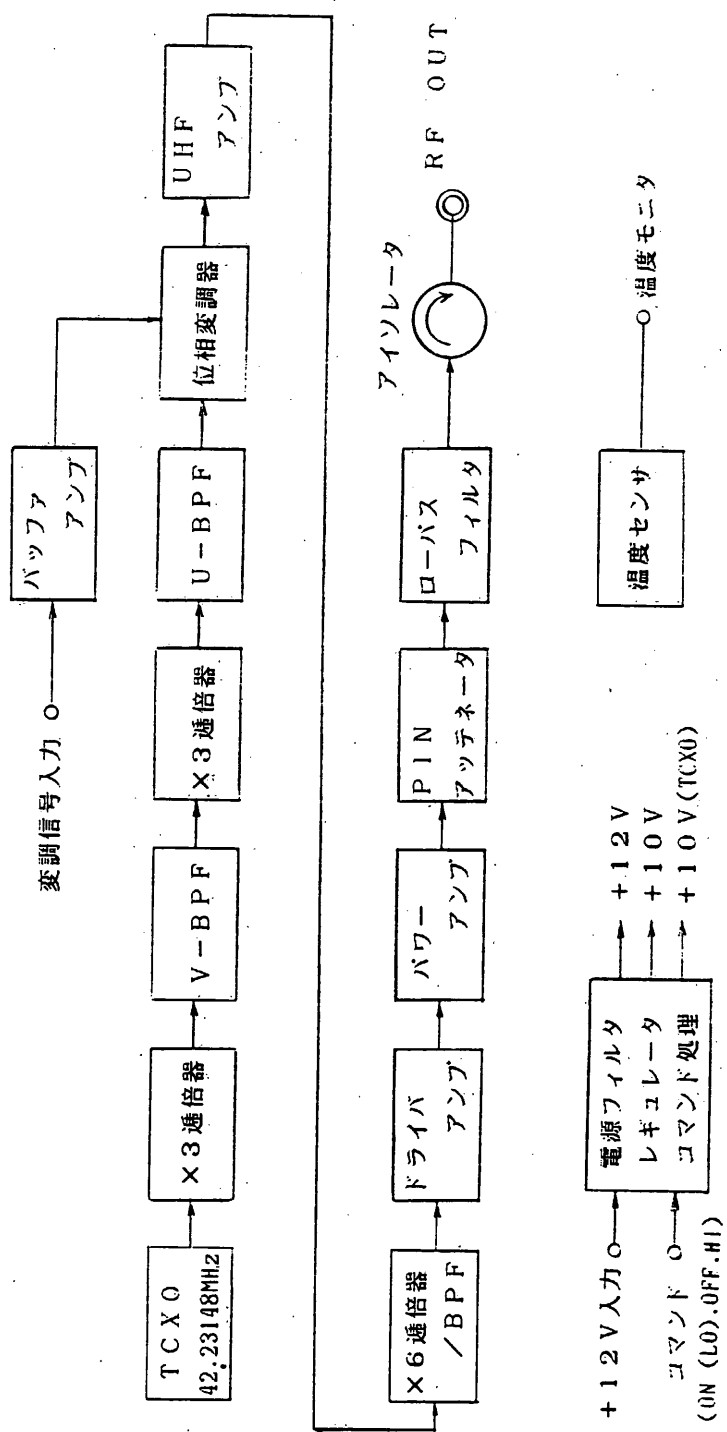


図2.1.5-1 Sバンド送信機 (TMS) 機能系統図

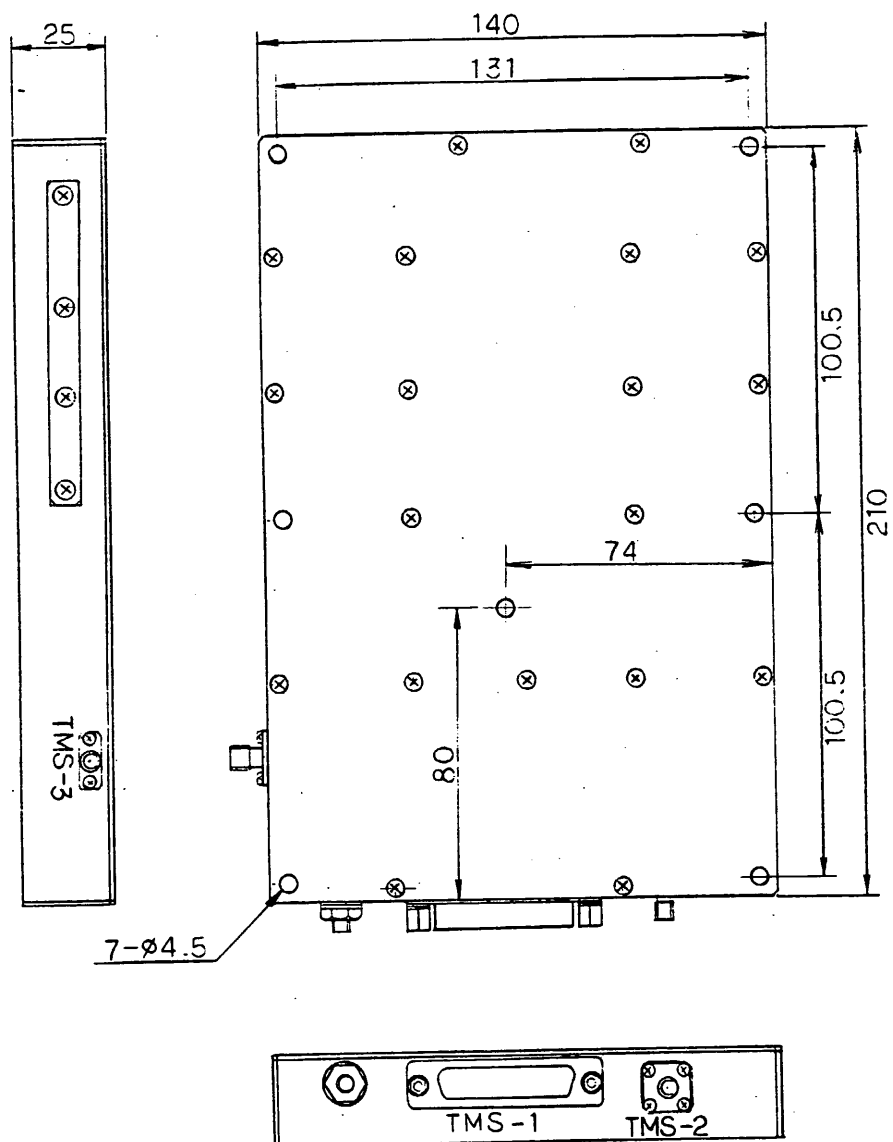


図 2 . 1 . 5 - 2 S バンド送信機 (TMS) 外観図

2.1.6 400MHz送信機 (TMU)

宇宙科学研究所 野村研究室
日本電気(株)

(1) 概要

本装置は、400MHz帯の指定された1周波を発射し得るものである。温度補償型水晶発信器の出力を過倍(×9)増幅した後、テレメトリ信号で位相変調し、その出力を増幅して、高周波電力を空中線に供給する。

本装置は、地上でのドップラー測定、衛星の方向追尾等を高確度で行えるように原発信器を受動型恒温槽に収め、また常時通電しておくことにより発信周波数を高安定に保っている。

また、本装置の出力は、地上からのコマンドによりON/OFF制御を行うことができる。

さらに、本装置には、ON/OFFのステータスマニタが付加されている。

本装置の機能系統図を図2.1.6-1に示す。

(2) 電気的性能

(a) 搬送周波数

(原振周波数)

(b) 周波数許容偏差 $\pm 2.0 \times 10^{-5}$ 以内

(c) 周波数安定度 $\pm 5 \times 10^{-9} / 10 \text{分} / 2.5^\circ\text{C P-P} / 120 \text{分周期}$
(短期安定度)

$\pm 1 \times 10^{-6} / \text{年}$ (長期安定度)

(d) 送信電力 $1 \text{W} \begin{cases} +20\% \\ -50\% \end{cases}$

(e) スプリアス輻射 $25 \mu\text{W}$ 以下

(f) 伝送形式 PCM (SPM) - PM

(g) 変調指数 $1.2 \pm 0.2 \text{ rad}$

(h) 消費電力 ON時 4.32W 以下
OFF時 0.36W 以下

(電源電圧 +12V)

(i) コマンド TMU ON

インターフェース TMU OFF

(j) ステータスマニタ TMU ON/OFF

(3) 機械的性能

(a) 寸法及び外観 図2.1.6-2に示す

(b) 重量 1.2kg 以下

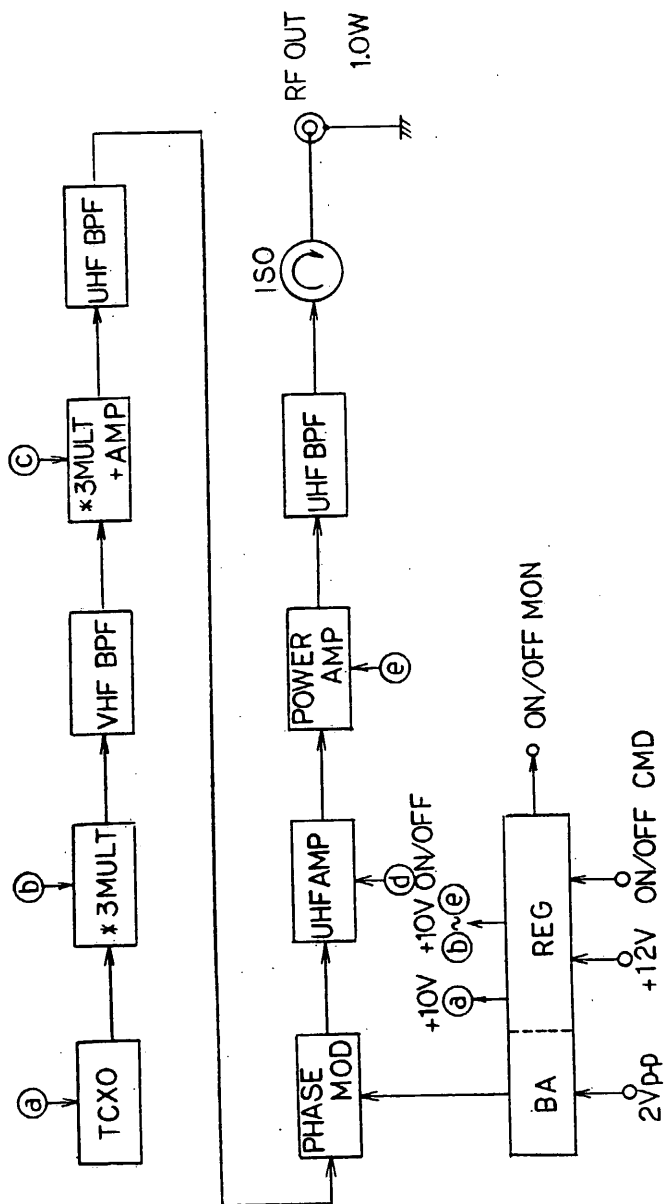


图2.1.6-1 400MHz 送信機 (TMU) 機能系統図

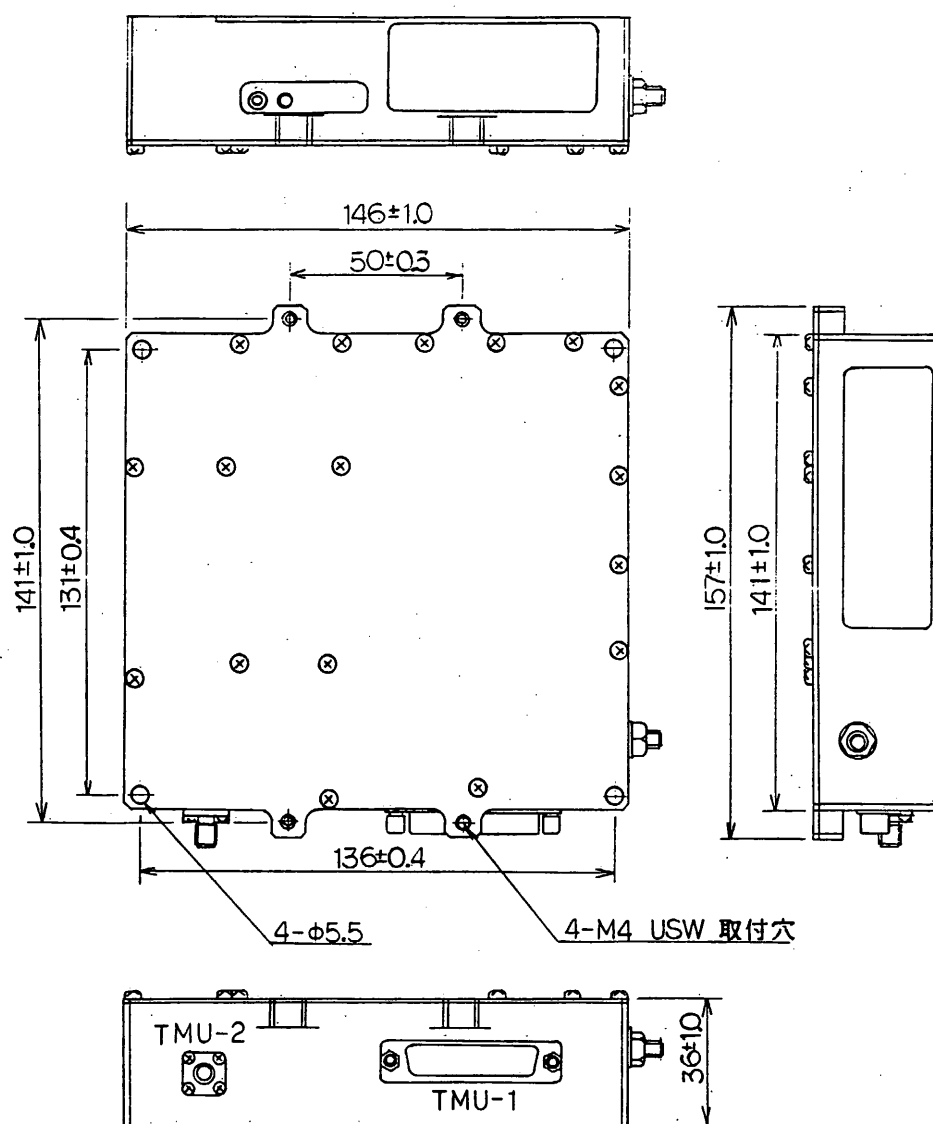


图 2. 1. 6 - 2 400MHz 送信機 (TMU) 外觀圖

2.1.7 Sバンドダイプレクサ (SDIP)

宇宙科学研究所 野村研究室
日本電気(株)

(1) 概 要

本装置はSバンドアンテナを送信系、受信系で共用する目的で送信系、受信系との間に設置する。

動作概要は以下の通りである。

- (Ⅰ) Sバンドアンテナ系からのアップリンク信号(f_{02})はこの周波数に対して遮断状態であるBPF1には通らず、通過状態であるBPF2を通り受信系のみに給電される。
- (Ⅱ) 送信系からのダウンリンク信号(f_{01})はBPF1を通りSバンドアンテナ系に給電されるが、この周波数に対して遮断状態であるBPF2は通らず受信系には給電されないため受信機の感度抑圧は生じない。

本装置はSDIP-A、SDIP-Bの2台により構成されている。

図2.1.7-1に本装置の機能系統図を示す。

(2) 性 能

(Ⅰ) 電気性能

(a) 中心周波数

- ・ 送信系(BPF1) f_{01}
- ・ 受信系(BPF2) f_{02}

(b) 入力損失

- ・ 送信系(BPF1) $\leq 0.95 \text{ dB } (f_{01} \pm 3 \text{ MHz})$
- ・ 受信系(BPF2) $\leq 0.85 \text{ dB } (f_{02} \pm 3 \text{ MHz})$

(c) VSWR ≤ 1.5

(d) アイソレーション

- ・ 送信信号の受信側へのアイソレーション $\geq 76 \text{ dB } (f_{01})$
- ・ 送信機雑音の受信側へのアイソレーション $\geq 82 \text{ dB } (f_{02})$

(Ⅱ) 機械性能

(a) 重量 $320 \text{ g } (1 \text{ 台 当 り})$

(b) 外観・寸法 図2.1.7-2に示す。

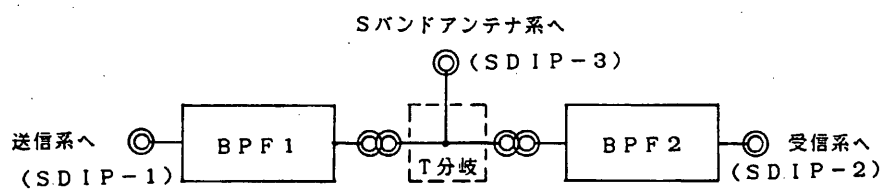
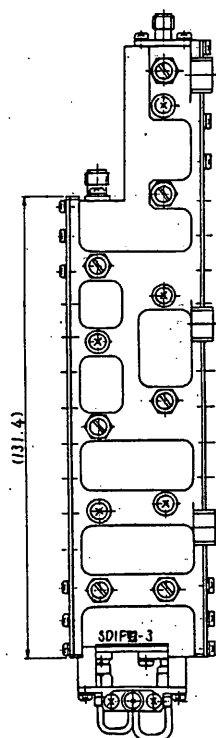
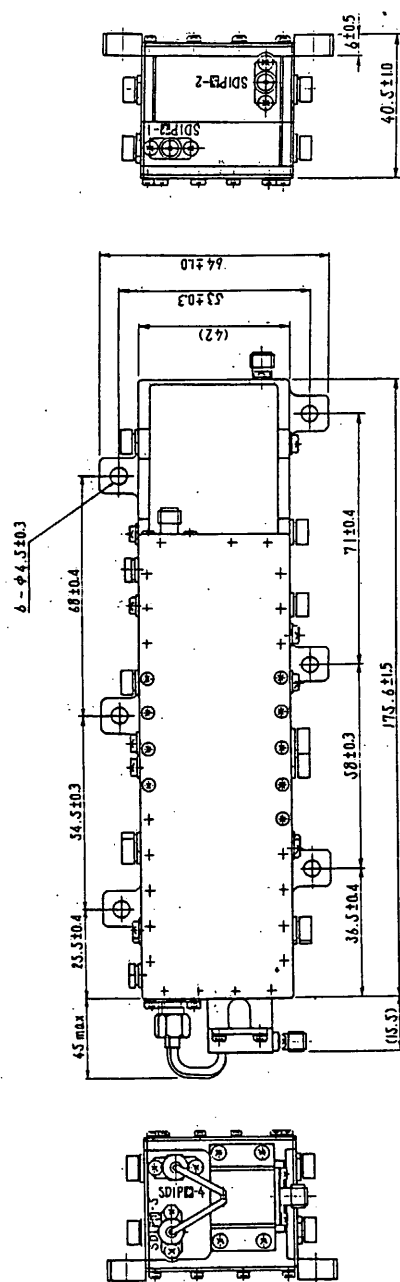


図2. 1. 7-1 SDIP-A 機能系統図

(SDIP-Bも同じ)



注 コネクター名称の記号は、SDIP-Aの場合は“A”
SDIP-Bの場合は“B”となる。

図2.1.7-2 SDIP-A 外観図
(SDIP-Bも同じ)

2.2.1 概 要

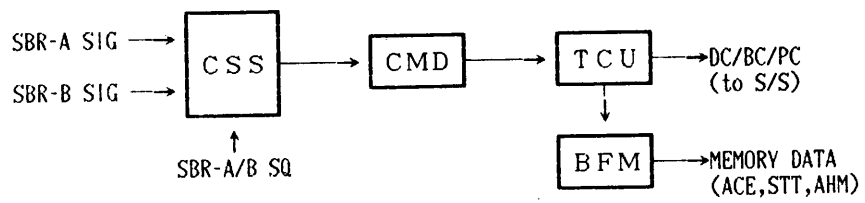
運用制御系に要求される機能と、それを実現するサブシステムの関係は次のようになる。

- ・コマンド信号の復調および分配機能 . . . CMD, CSS, TCU
- ・プログラムコマンドによる衛星の自動管制機能 . . . TCU
- ・RAM使用サブシステムに対するデータのバックアップ
および書き換え機能 . . . BFM

CMDはPSKの復調およびPNコードの解読を行い、コマンドコード信号をTCUに出力する。TCUはコマンドコードを各サブシステムのインターフェイス信号に変換し、分配する。

衛星の自動管制は、TCUのメモリにストアされたプログラムコマンドで行う。これはメモリ内のコマンドをシーケンスに従って実行するものであり、最大34時間 6分の自動管制が可能である。

ASTRO-Cでは、ACE、STT、AHMに制御プログラムおよび制御プログラムをストアするRAMを使用している。このRAMは揮発性であるので、記憶媒体にバブルメモリを使用したBFMで内容のバックアップを行い、万一のときには再ロード可能なシステムになっている。また内容の変更は、RAMの内容を書き換え、それをサブシステムにロードするという方法で行うことができる。



CSS : コマンド信号切換装置
 CMD : コマンドデコーダ
 TCU : テレメトリコマンド管制装置
 BFM : バブルファイルメモリ

図2.2.1-1 運用制御系ブロック図

2.2.2 コマンドデコーダ (CMD)

宇宙科学研究所 野村研究室
日本電気(株)

i) 概 要

ASTRO-Cに搭載するコマンドデコーダは、これまでの科学衛星に搭載されてきたコマンドデコーダと、ほぼ同様の機能を有している。しかし、コマンド回線のVHF帯からSバンドへの移行に供なり、コマンドベースバンド信号形式の変更と、ブロックコマンドを送信できるようにしたことから、コマンド復調器は新規設計とし、コマンドデータデコーダはPLANET-Aと同様の設計とした。

ii) 機 能

コマンドデコーダは、大きく分けてコマンド復調器と、コマンドデータデコーダから構成されている。コマンド復調器は、Sバンド受信機からのコマンドベースバンド信号を復調する。コマンドデータデコーダは復調されたデータの復号を行い、結果をテレメトリコマンド管制装置に出力する。以下図2.2.2-1に示すブロック図に従って動作を説明する。

コマンド復調器

サブキャリア同期回路は、コマンドベースバンド信号の中から8000Hzのサブキャリアを検出し、サブキャリア再生/復調を行う。

ビット同期回路は、サブキャリア復調された信号の中からビットタイミングを再生しデータの検出を行う。

ロック検出回路は、コマンドベースバンド信号が入力されることにより、上記2つの同期回路が動作していることを検出する。ロック検出回路が動作すると、コマンドデータデコーダが動作可能になる。

コマンドデータデコーダ

コマンド復調器から出力されるデータとクロック(再生ビットタイミング)、イネーブル(ロックステータス)により動作する。この回路の構成と動作は、PLANET-Aに搭載したものと、ほぼ同じである。

PN符号化されたコマンドデータは、この回路で復号され、結果をテレメトリコマンド管制装置に出力する。

iii) 性 能

コマンドデコーダの主な性能を表2.2.2-1に示す。

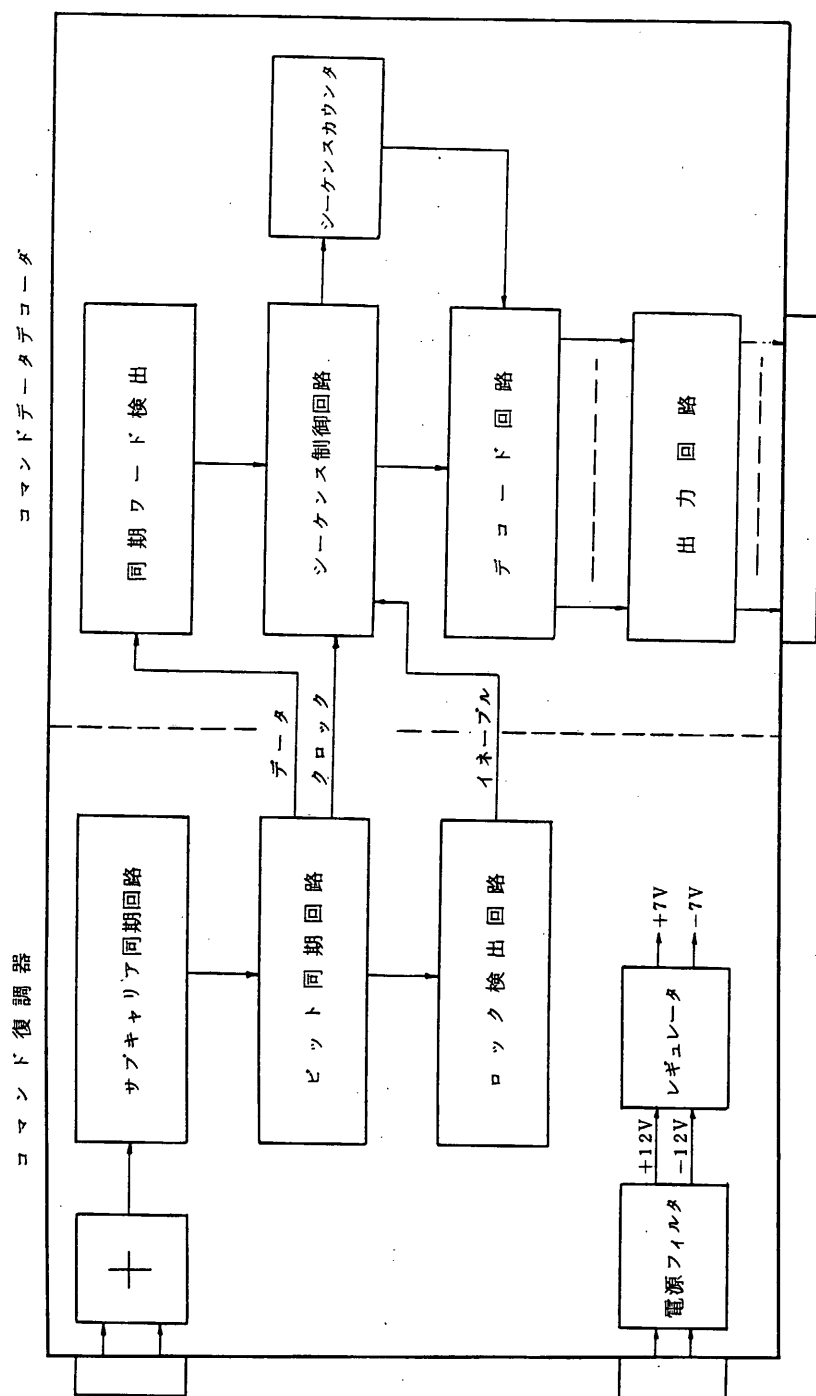


図 2.2.2.2-1 コマンドデコーダブロック図

表 2.2.2 - 1 コマンドデコーダの主要性能

	項 目	性 能
電 気 的 性 能	入力信号形式	PCM(PN)-Biφ-PSK
	入力信号レベル	1Vrms ±2dB
	サブキャリア周波数	8000Hz
	ビットレート	1000BPS
	コマンドフォーマット	PLANET-Aに準じる
	出 力	コマンドデータ 8bits
		ACT 1bit
		WRITE 1bit
		BC/DC 1bit
機 械 的 性 能	外 観	図 2.2.2 - 2 に示す。
	重 量	1.66kg ±0.1kg

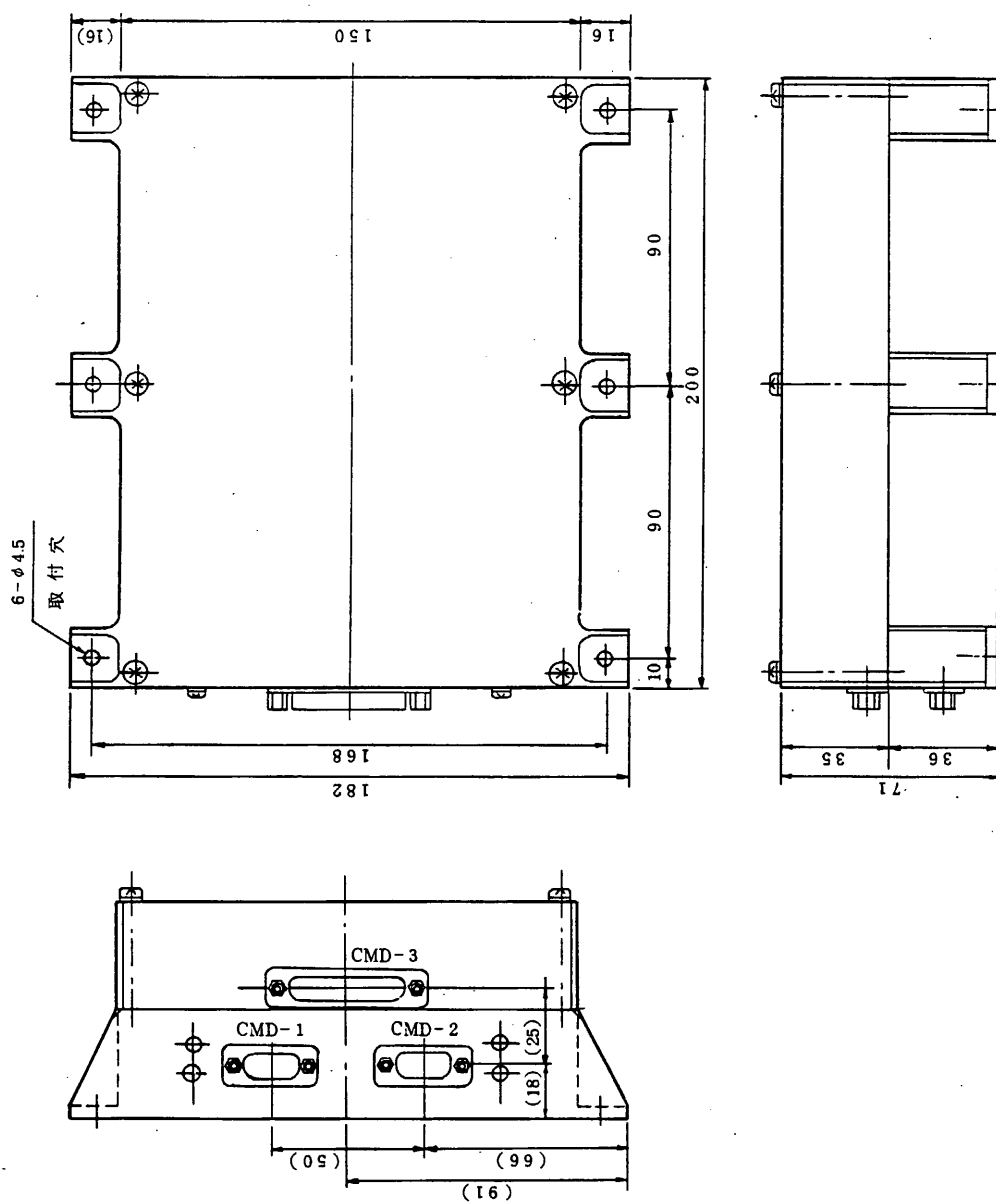


図 2.2.2 - 2 コマンドデコーダ外観図

2.2.3 テレメトリ コマンド制御装置 (TCU)

宇宙科学研究所 野村研究室
日本電気(株) 林 研究室

1. 概要

1) 概略機能

本装置は、コマンドデコーダ (CMD) において復調された地上からのコマンドコードを解読し、各機器へコマンドを送出すると共に、あらかじめプログラムされたシーケンスに従って機上において衛星の自動管制を行い、さらに変調信号のフィルタリング、切換等を行うことを主な目的とした装置で、次のような機能を持っている。

- a) 地上からのコマンドコードを解読し、リアルタイムコマンド (DC, BC, OG) を出力。
- b) プログラムコマンド (PC) による人工衛星の自動管制
- c) データプロセッサ (DP) からの PCM 変調信号のフィルタリング、及び RANGE 信号の合成。
- d) 運用モードに応じた RANGE 信号及び PCM 変調信号の切換。
- e) ACE, STT, AHM のメモリチェックモードのコントロール

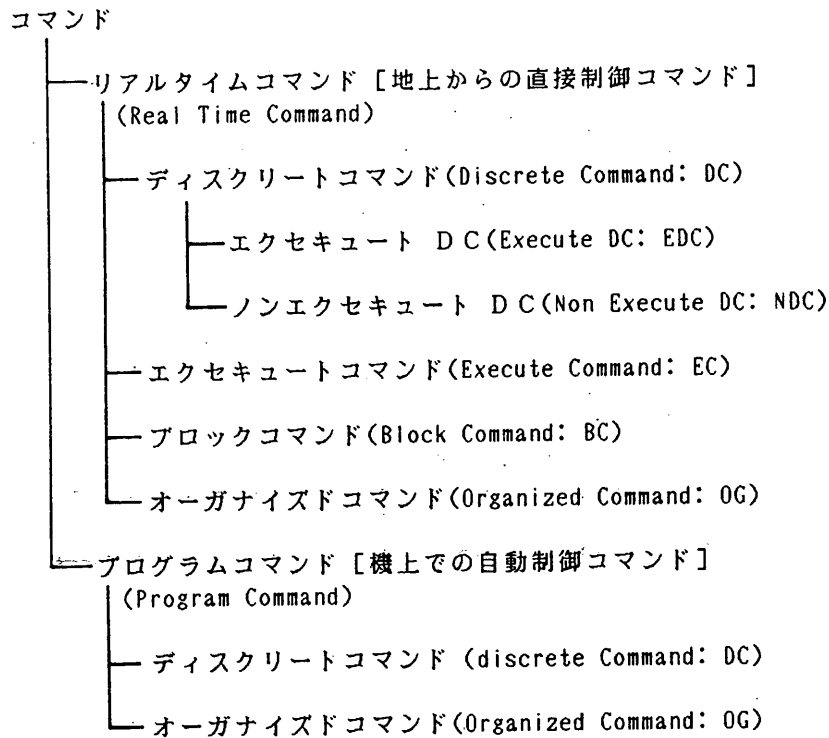
2) 特徴

- a) PC のプログラム容量を従来より増大し、自動管制時間を最大 34 時間 6 分に拡張している。
- b) オーガナイズド・コマンド (OG) の採用により短時間に多数のコマンド制御を可能にしている。
- c) 一部のコマンドに対してダブルコマンド方式を適用し、ミス・オペレーション等に対して運用上支障を来さないよう配慮されている。
- d) OG, PC 用のメモリに対し、SECURED 符号を適用して、誤ったコマンドの出力を防止し、システム信頼度を向上させている。

2. コマンド体系

1) コマンドの種類

ASTRO-Cで使用されるコマンドには、以下の種類がある。



2) 各コマンドの機能

a) ディスクリートコマンド (DC)

DCはX-CODE 4bit, Y-CODE 4bitのコマンドマトリックスで構成され、X, Y共に0~Eまで指定可能なのでDCは最大224項目(X=0, Y=0を除く)の割当てが可能である。DCのうち、地上からのコマンドコード送出後直ちにコマンドが出力されるコマンドがEDCであり、一度TCU内で記憶され、テレメトリにより確認後出力されるコマンドがNDCである。

NDCは、コマンド回線が良好でない場合等に誤動作を避けるために有効なコマンドであり、ECの送出により実行が行われる。

b) ブロックコマンド (BC)

BCは8bitで構成され、機器のパラメータの設定、プログラムの書き込み等に使用される。BCは、BC CLOCKと共にNRZ-Lのシリアルデータとして各S/Sへ出力され、必要な回数送出後、BC EXECUTEコマンド(DC)により実行が行われる。BCの必要byte数及び命令コードの設定方法等は、各S/S側で決定される。尚、BCによる制御をどのS/Sに対して行うかの識別は、あらかじめDCにより指定することにより行う。

c) オーガナイズドコマンド (OG)

OGは、16項目(max)のDCをまとめたコマンドパッケージであり、1つのOGを実行すると、16項目(max)のDCがシーケンシャルに250msec間隔で出力される。

OGにプログラムされるDCは、リアルタイムコマンドで使用されるDCと共通のマトリクスが使用される。

d) プログラムコマンド (PC)

PCは、機上での自動管制を行うために使用され、最大1024項目のDC(OGを含む)をまとめたコマンドパッケージにより1つの運用シーケンスを規定するコマンドである。

PCでプログラムされるDCもOGと同様、リアルタイムコマンドで使用されるDCと共通のマトリクスが使用される。

3. 機能

図2.2.3-1にTCUの機能ブロック図を示す。以下、各機能について説明する。

1) コマンド制御部

コマンド制御部では、CMDからのコマンドコード(8bit)及び制御信号(DC/BC識別、WRITE, ACT)を解釈し、リアルタイムコマンドとしてDC, OG, BCを発生、TCU自身の制御を行うと共に、各S/Sにコマンドを出力する。

また、本コマンド制御部とは独立に動作している自動管制部からのコマンドコードも、同様なビット構成で入力され、リアルタイムコマンドと共通のデコーダを介して出力される。リアルタイムコマンドとPCは非同期で発生するので、コマンド制御部では両者のコマンドのクロストークが発生しないようコントロールを行っている。

DCマトリクスの中で、Y-0~Y-2のブロックには、ダブルコマンド用のコマンドが配置されており、このブロックのコマンドに対しては、DCM ENAコマンド(DC)を直前に送出しておかないと出力されないよう設計されている。

2) OG制御部

OGは、前述の通り、16項目(max)のDCをまとめたコマンドパッケージであり、短時間に多数のコマンド制御が可能なコマンドである。ASTRO-Cでは、OG-0~OG-7の8種類のOGが用意されており、TCU内のOG用RAMを8ブロックに分割して配置されている。

各OGのコマンドパッケージはBCによりプログラムされ、PCCHKモードによりペリファイされる。実行は、DCマトリクスに含まれるOG-0~OG-7の指定により行われ、PCによる実行も可能となっている。

8種類のOGの中で、OG-0はUVC(Under Voltage Control)またはOD(Over Discharge)の発生時専用のOGとなっており、UVCまたはOD発生時には、実行中のOG及びPCを停止させ、自動的にOG-0を実行することにより、ALLPIOFF等の処理を行わせている。

3) 自動管制部

自動管制部では、衛星の長時間の運用を自動的に行わせるためのコマンドを、あらかじめプログラムされたタイムシーケンスに従って各S/Sに出力する。

PCはTCU内のPC用RAMにBCにより最大1024項目までプログラムされ、PCCHKモードによりペリファイされる。

PCSTARTコマンド(DC)により0番地からPCが起動され、2分間隔でプログラムされたコマンドコードを逐次コマンド制御部へ送出する。また、PCCONTINUEコマンドで起動することにより任意番地からのSTARTも可能となっている。このPCによる最大管制時間は、34時間6分となっている。

4) 誤り検出・訂正回路

OG, PC用のRAMに格納されているコマンドコードの誤りは、他のコマンドに転化し、全く異なったコマンドによる制御が行われるので、システムに与える影響は大きい。TCUでは、これらのRAMに対して、1bit誤り訂正、2bit誤り検出が可能なSECDED符号(Single Error Correct-Double Error Detect Code)を適用している。SECDED符号は、Information 8bit, Check 5bit, 符号化率 $R = 8/13$ の符号で、Hamming Codeを拡張したものである。

OG, PC共に、2bit Errorを検出した場合は、コマンド出力を直ちに中止し、OGまたはPCを停止するよう設計されており、コマンド管制の信頼度を向上させている。

5) データ処理部

データ処理部では、水晶発振器出力を分周し、制御用クロックをTCU内の各部へ供給すると共に、ステータス、RAMのDUMP DATA等の編集を行っている。

6) TLM信号切換部

TLM信号切換部では、Sバンド、UHF用の、リアルPCM信号、再生PCM信号のフィルタリングとRANGE信号の合成、及び運用モードに応じた上記信号の切換えを行い、TMU、TMSへ送出する。

図2.2.3-2にTLM信号切換え系統図を示す。

7) その他

他の機能として、ACE、STT、AHMのメモリチェックモードの制御機能がある。これは、BFMから上記S/Sに転送されたプログラムデータをテレメトリによりペリファイする際に、TCUがどのS/Sのチェックを行うかを管理するもので、制御はBCにより行われる。

3. 性能

1) 電氣的性能

a) コマンド項目

ディスクリットコマンド(DC)	218項目
ブロックコマンド(BC)	8bit/項目
プログラムコマンド(PC)	201項目
PCプログラム容量	1024項目(max)
オーガナイズトコマンド(OG)	8項目
1-OGのコマンド項目	16項目(max)

b) 1-OGの出力時間間隔 250msec

c) PCの出力時間間隔 2分

d) PCによる自動管制時間 34時間6分

e) PCM変調信号

イ) 種類	1 6 3 8 4 bps(REAL)
	2 0 4 8 bps(REAL)
	1 3 1 0 7.2 bps(REP)
	6 5 5.3 6 bps(REP)

ロ) 出力レベル	RANGE SIG	0. 5 2 V ± 2 0 %
	S-REAL	2. 4 3 V ± 6 %
	S-REP	2. 0 V ± 6 %
	U-REAL, REP	2. 0 V ± 6 %

ハ) 出力インピーダンス	5 0 Ω
--------------	-------

フ) 消費電力	3 W以下
---------	-------

2) 機械的性能

ア) 寸法・概観図	図 2. 2. 3-3
-----------	-------------

イ) 重量	4. 1 K g ± 0. 4 K g
-------	---------------------

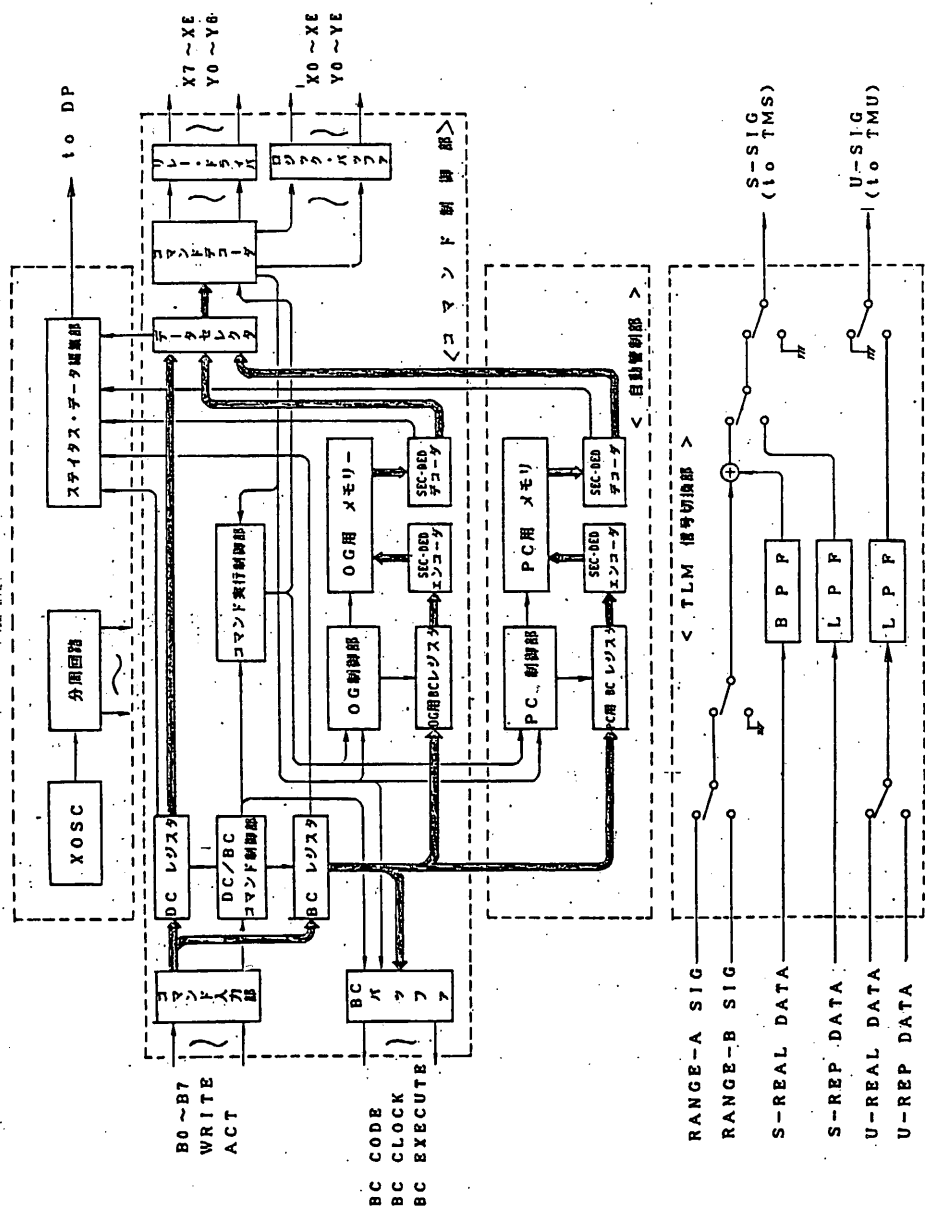


図 2.2.3-1 TCU 機能ブロック図

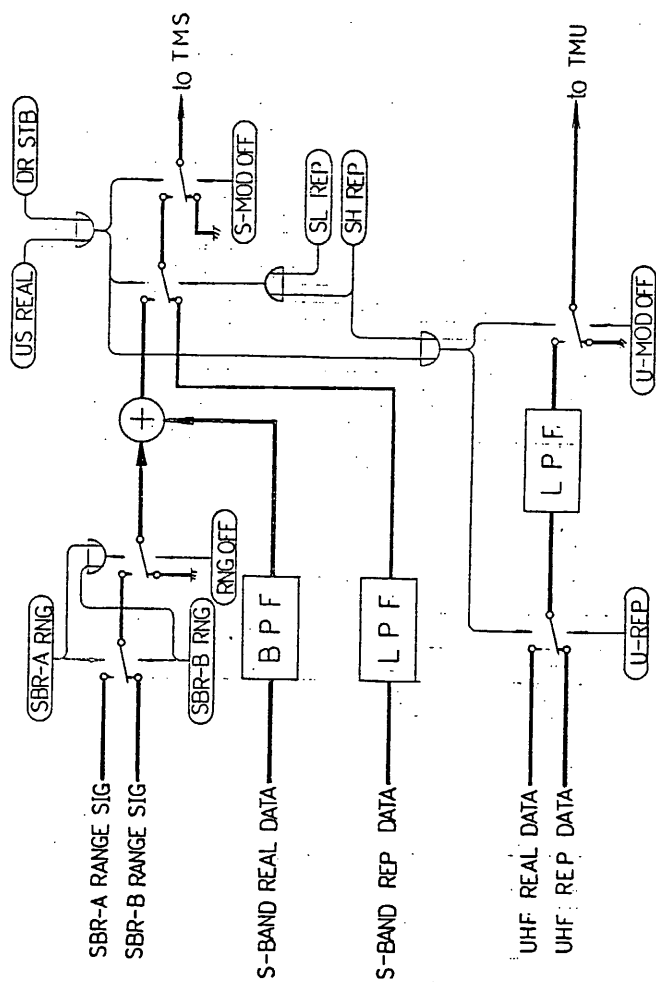


图 2.2.3-2 TCU 信号切换系统图

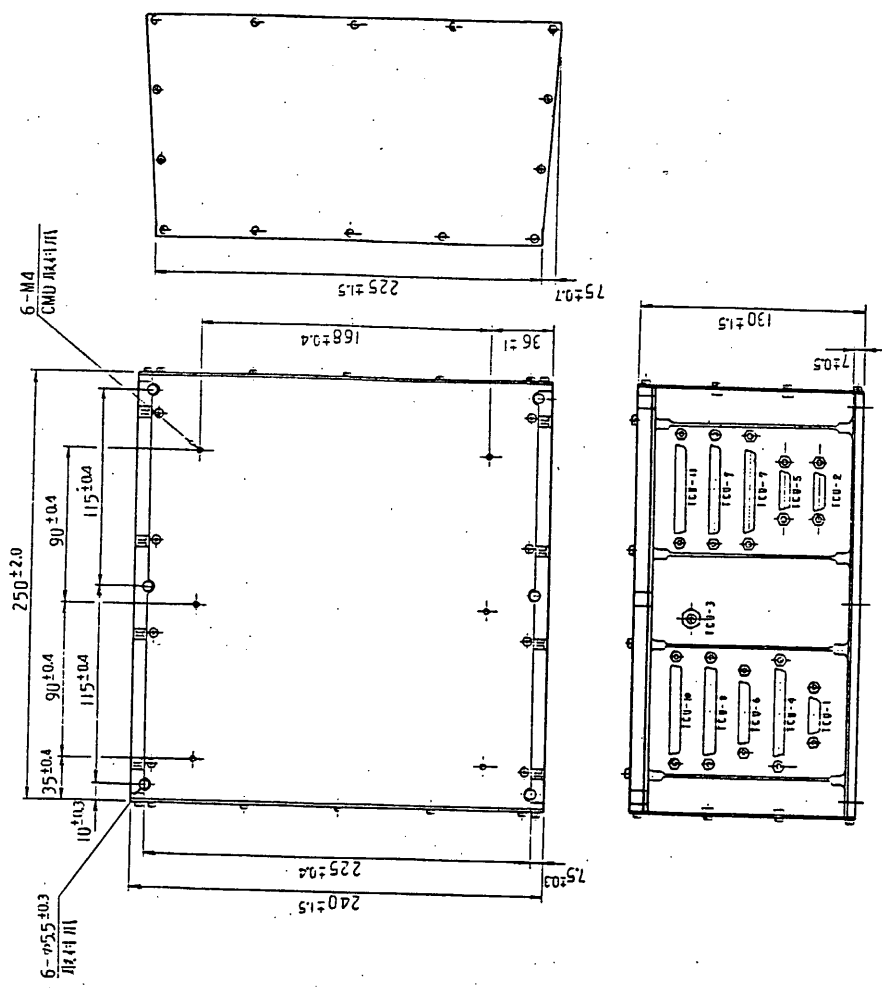


图 2.2.3-3 TCU 外觀

2.2.4 コマンド信号切換装置 (CSS)

宇宙科学研究所 林研究室
日本電気(株)

(1) 概 要

本装置は、2台のSバンド受信機(SBR-A及びSBR-B)のアップリンク受信状態を、それぞれのスケルチステータスにより判断し、受信状態の良好なSBRの復調出力を選択し、コマンドデコーダ(CMD)へ出力する機能を有するとともに、SBR-A/Bの選択状態をモニタできるステータスモニタの機能を有する。

また、本装置は2台のSBRが、ともに良好な受信状態にあるとき(SBRスケルチOFF)あるいは、ともに受信信号がないとき(SBRスケルチON)SBR-A/Bの選択をコマンドにより強制的に切換える機能も有する。

本装置の基本動作を図2.2.4-1、動作例を図2.2.4-2に、機能系統図を図2.2.4-3に示す。

(2) 電氣的性能

(a) スケルチステータス	ON : 4.0V~5.4V
入力電圧	OFF: 0V~0.3V
(b) SBR復調信号	1 Vrms ±10%
入力レベル	
(c) SBR復調信号	0.3 dB 以下
伝送損失	
(d) コマンド項目	・SBR-A SEL ・SBR-B SEL
(e) ステータスモニタ	SEL A: 4.5V~5.5V SEL B: 0V~0.5V

(3) 機械的性能

- (a) 寸法及び外観
寸法及び外観を図2.2.4-4に示す。
- (b) 重量
200 g 以下

スケルチステータス SBR-A	ON	ON	OFF	OFF
スケルチステータス SBR-B	OFF	ON	OFF	ON
重カ-イ SW-A SW-B	SW-A OFF SW-B ON	状態維持	状態維持	SW-A ON SW-B OFF

図 2. 2. 4-1 コマンド信号切換装置 (CSS) 基本動作

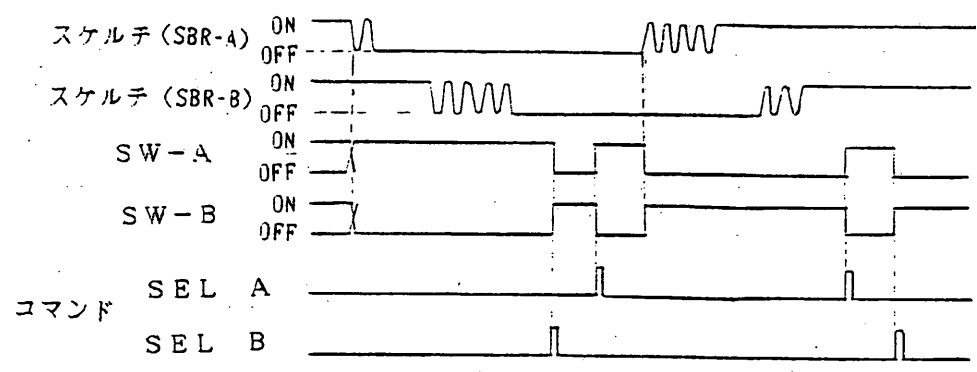


図 2. 2. 4-2 コマンド信号切換装置 (CSS) 動作例

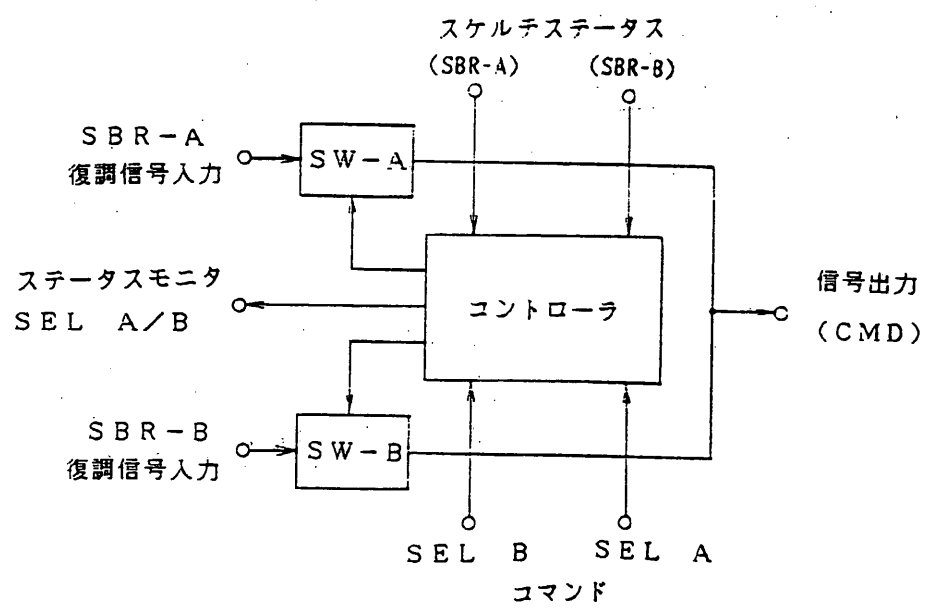


図 2. 2. 4-3 コマンド信号切換装置 (CSS) 機能系統図

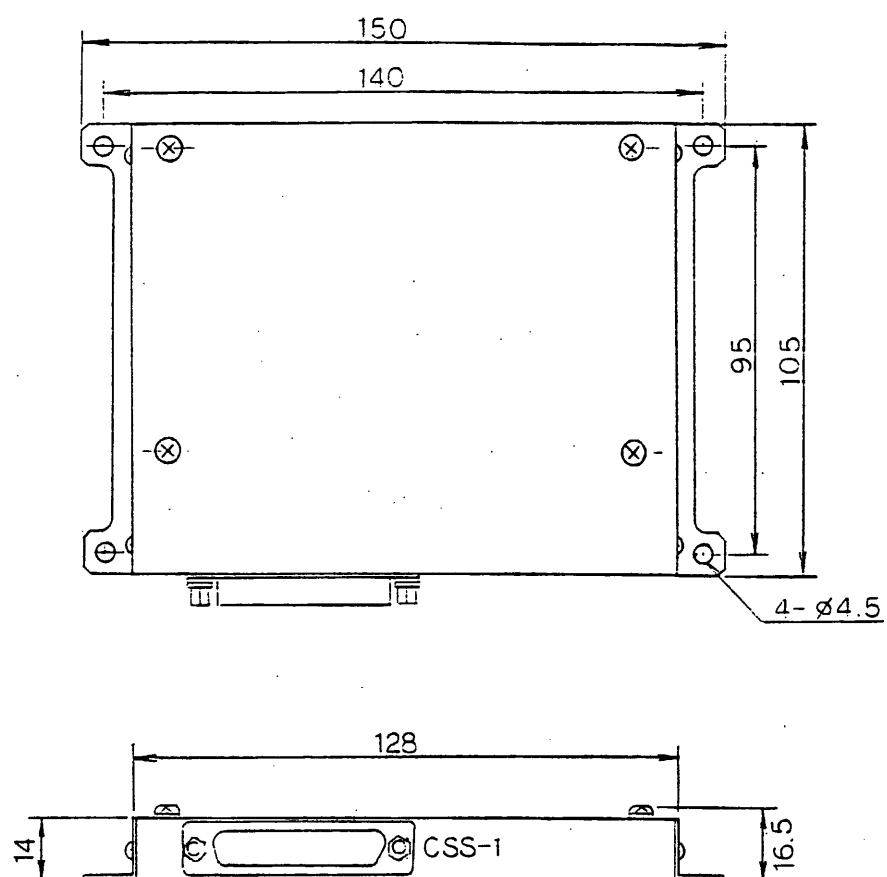


図 2. 2. 4 - 4 コマンド信号切換装置 (CSS) 外観図

2.2.5 バブルファイルメモリ (BFM)

宇宙科学研究所 林研究室
日本電気(株)

1. 概要

ASTRO-Cに搭載されるバブルファイルメモリ (BFM) は、磁気バブルメモリの不揮発性を利用し、本メモリに記憶したプログラムデータをコンピュータ内蔵の機器をはじめ、プログラム制御機能を持つ機器のプログラム格納用RAMに送出する機器である。

BFMは衛星打上前にあらかじめ記録したプログラム内容を地上からのコマンドにより軌道上で書換える機能を持っており、ROM使用の場合にくらべて打上後も各搭載機器のプログラム変更が可能である。また、BFMは、各機器に転送するデータにRAMのシングルイベントエラー除去のため、誤り訂正符号であるハミング符号を付加して送出する。

電源瞬断、ノイズ混入等によりBFM内部の記憶保持プログラム、データの絶対アドレスが変化した際も再書換えを行うことなくアドレスカウンタを復帰させる機能を備えている。

2. 機能

BFMの機能系統図を図2.2.5-1に示す。

1) プログラム・データ転送機能 (TRANSFER MODE)

各機器へのデータ転送は、下記のように行われる。

BCにより、プログラム転送開始/停止アドレスを、アドレス制御部に書込み、これをもとに磁気バブルメモリからのデータ読出しを制御する。

磁気バブルメモリより読出しされたデータは、データレート変換部において転送データ速度へ速度変換される。

速度変換されたデータは、Hamming EncoderによりRAMのシングルイベントエラー除去のための誤り訂正符号が付加され (実データ8bitに対し、チェックビット4bitを付加、1bitの誤り訂正能力を持つ)、出力回路部を経て指定された機器へ送出される。

BFMはプログラム・データ転送後、規定タイミングでSync Codeをチェックし、アドレスカウンタに異常がないことを確認する。

2) プログラム・データ書換え機能 (WRITE MODE)

転送時と同様に、BCによりプログラム書換え開始/停止アドレスをアドレス制御部に書込み、これをもとに磁気バブルメモリのデータ書換えを制御する。

書換えプログラム、データはデータレート変換部においてバブルメモリ書込速度へ速度変換が行われ、磁気バブルメモリに書込まれる。

BFMは、プログラム・データ書換え後、規定タイミングでSync Codeをチェックし、アドレスカウンタに異常がないことを確認する。

3) サーチ機能 (SEARCH MODE)

"SEARCH" コマンドによりBFMは磁気バブルメモリ内部データの検索を開始する。

基準アドレスに書込まれたSync Codeを検索するまで検索は続けられ、Sync Code検出によりアドレスカウンタを初期化する。所定時間、検索を続けてもSync Codeが検出できない場合、ERRORステータスを"1"とし、自動的にSEARCH MODEは解除される。

BFM POWER ON時には、自動的に本モードとなり記憶保持プログラム・データのアドレスカウンタを初期化している。

電源瞬断等によりアドレスカウンタに異常が発生した場合においてもサーチを行うことにより、データを再書込みすることなく、アドレスカウンタを復帰させることが可能である。

4) ヒータコントロール機能

磁気バブルメモリにヒータを取付け、低温時の動作保障を行っている。

"HEATER ON" コマンドにより、コントロール回路が動作開始し、バブルメモリの温度を所定の温度範囲に維持するよう、自動的にHEATERをコントロールする。

3. 性能

1) 電氣的性能

主要諸元を表2.2.5-1に示す。

2) 機械的性能

外觀図を図2.2.5-2に示す。

表 2.2.5-1 BFM 主要諸元

メモリ容量	32KByte(256Kbit 磁気バブルメモリ使用)
コマンド項目	20項目
ステータス項目	17項目
プログラムデータ転送方式	START, DATA, ENA, DATA, CLOCK CNTUP, MEMWRの6ラインシリアル転送方式
軌道上でのメモリ書換え	32Byte 単位で可能
プログラムデータ保持	電源OFF時でもデータ保持
プログラムデータ転送レート	8192BPS
プログラムデータ転送時間	8秒(転送プログラムデータ4KByte時)
誤り訂正符号の適用	データ転送時 Hamming Code(N=12, R=2/3) 付加
機能維持温度	-30℃~+50℃(低温時ヒータ制御)
消費電力	ON時... 1.3W(STBY), データ転送時8.1W
重量	3.4Kg
外形寸法	320×190×120(H) mm

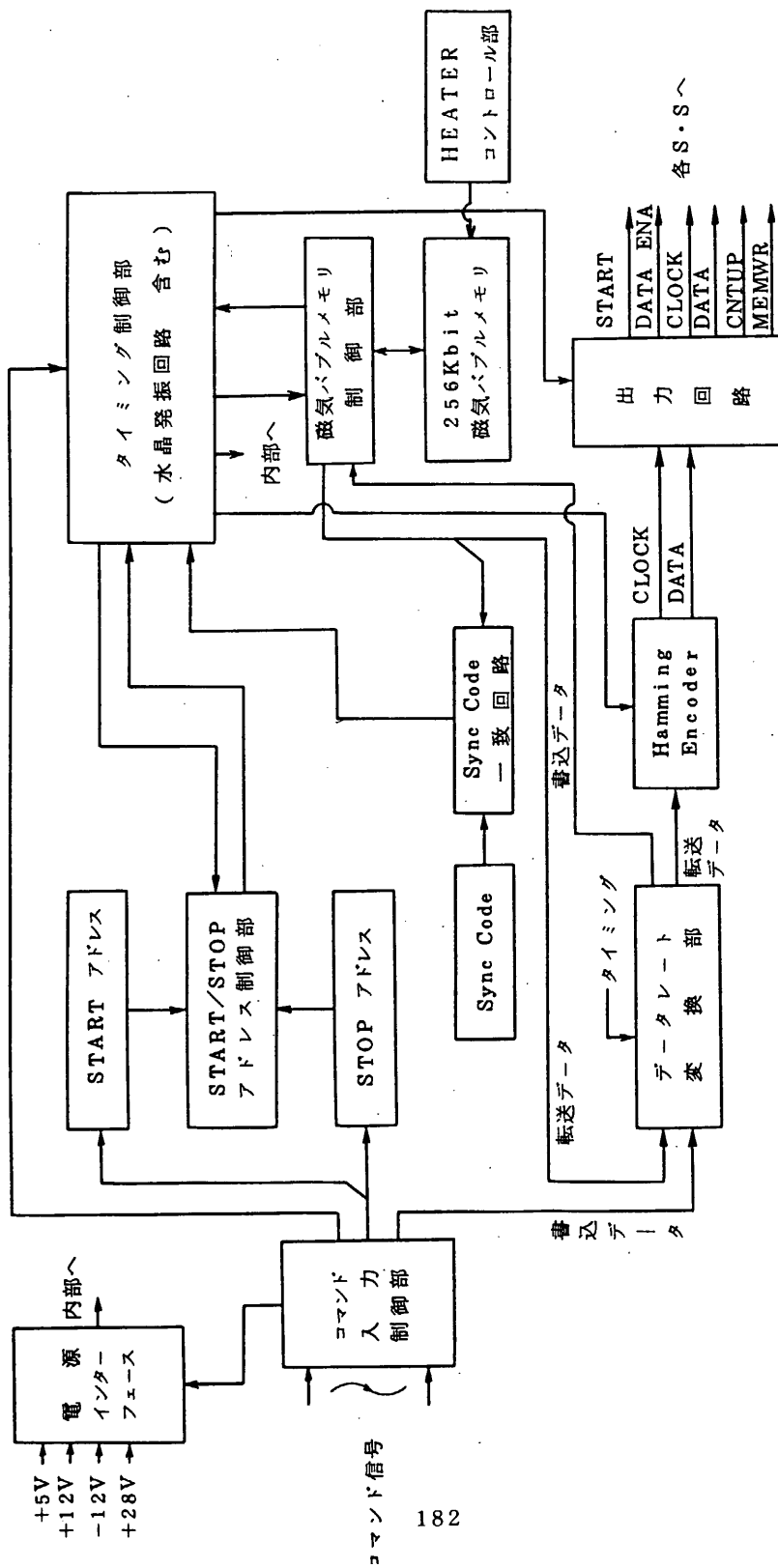


図 2.2.5-1 BFM 機能系統図

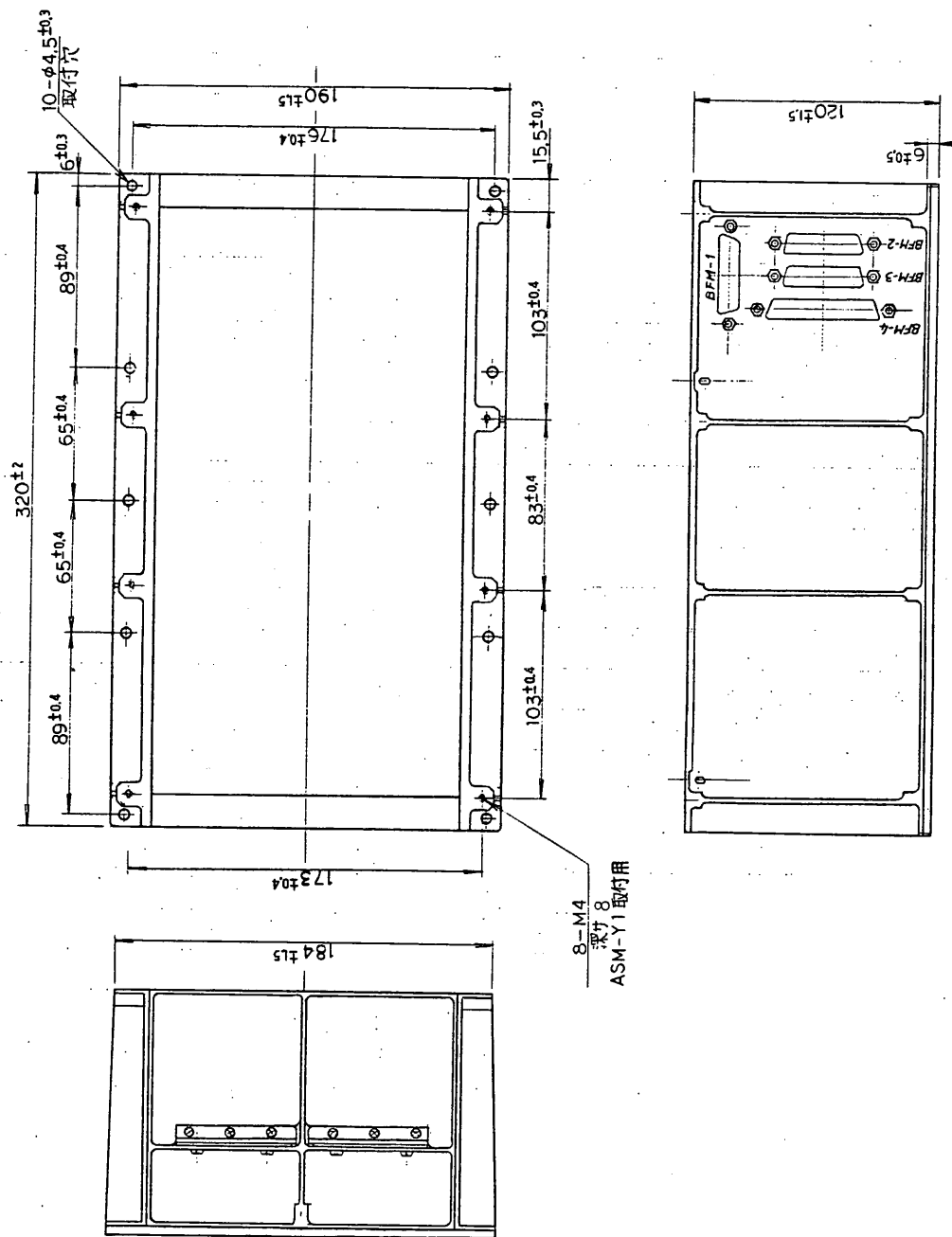


图 2.2.5-2 BFM 外觀圖

データ処理装置 (DP)

東大宇宙線研 近 藤 一 郎

富士通株式会社

1. 概要

この装置は、各観測機器によって得られた情報、衛星自体の動作状態の情報および姿勢情報を、効率良く地上へ伝送するために、機上においてデータ処理を行ない、決められたフォーマットに編集することを目的としており、次の機能を持っている。

(1) . 各種の入力データを、地上から指令された処理モード制御に従い、装置内部で発生するタイミングパルスを用いて処理編集し、規定のフォーマットで出力する。

又、装置内部で発生するタイミングパルスを他の機器へ供給する。

(2) . 常時出力する通常のデータは、テレメータを介して直接地上へ伝送されるリアルデータと、一度、データレコードに記録されるレコードデータとがあり、これらはデータ識別により分類された同一のデータである。

(3) . GBDバーストデータは、データの性質上、通常のデータとしては出力できないため、編集後に内部メモリで一時蓄えておき、データレコード再生時にメモリから読出す瞬時出力のデータであり、リプロデュースデータの一部として出力するものである

以下にこの装置の詳細について述べるが、この報告の内容は次の構成になっている。

1. 概要	概要の説明
2. 構成	装置の大まかな構成の説明
3. 機能	機能系統図とデータの流れ
4. 電氣的性能	入出力信号概要、DP制御コマンド、PIブロックコマンド、電源、温度範囲等

- 5, データフォーマット 各モード別フォーマット及びワード, ビット内容
- 6, DP動作モード 各モードの移行タイミング, DP-BDRタイミング
- 7, 共通データ処理 各データの処理の説明
- 8, 観測データ処理 各モード毎の観測データ処理の説明
- 9, DP出力信号 テレメータデータ, クロック信号等
- 10, 機械的性能

2. 構成

この装置は, データの処理, 編集, 制御等の機能を持った各種の回路を一つの筐体の実装した本体のみで構成される。

装置を構成している各回路を, 機能別にまとめたものを表2.1 に示す。

表2.1. 装置の回路機能と回路名

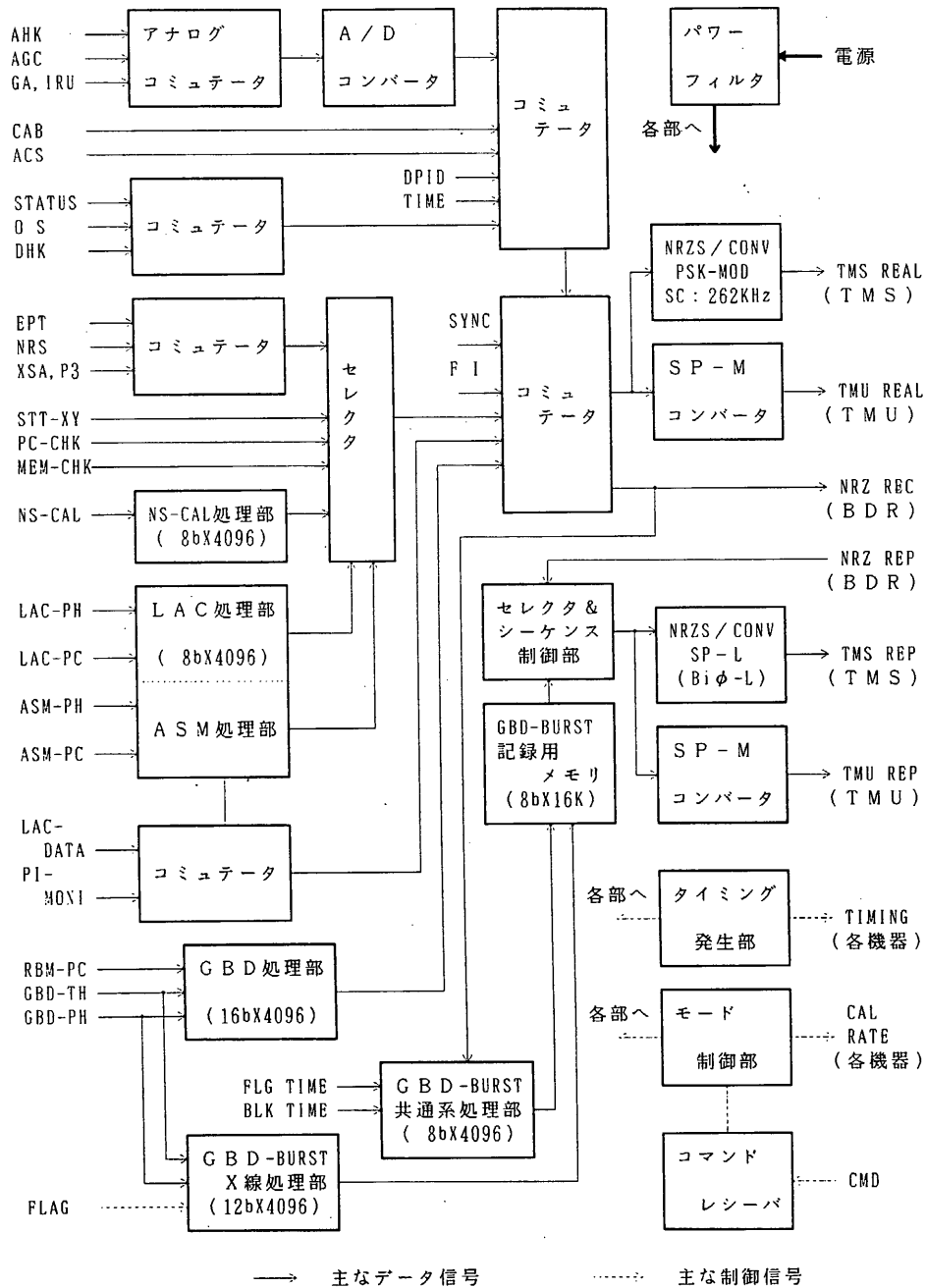
装 置 名	回 路 機 能	回 路 名
データ処理装置 (D P)	観測データ処理部	<ul style="list-style-type: none"> ・ L A C データ処理 ・ A S M データ処理 ・ G B D データ処理 ・ G B D バーストデータ処理
	共通データ処理部	<ul style="list-style-type: none"> ・ ステータス データ処理 ・ アナログ データ処理 ・ モニタ, D P データ処理
	タイミング発生部	<ul style="list-style-type: none"> ・ タイミングジェネレータ ・ タイミングデコーダ ・ セレクタ&コードコンバータ
	モード 制御部	<ul style="list-style-type: none"> ・ モードコントローラ ・ コマンドレシーバ
	電 源 部	<ul style="list-style-type: none"> ・ パワーフィルタ

3. 機能

この装置の機能系統図を図3.1 に示す。

この装置は, 各種の入力データを処理, 編集する装置で有り, その機能を大別すると次のようになる。

図3.1 機能系統図



4. 電氣的性能

4.1. 出力データ主要諸元

(1). 出力データ符号形式

表4.1.1. ビットレートと出力データ符号形式の対応

NO	出力データ	REAL DATA , REC DATA			REPRODUCE DATA		備 考
		LOW	MED	HIGH	LOW	HIGH	
a.	TMS DATA	“ 0 ”	NRZS-CONV-PSK		NRZS-CONV-SPL		REAL, REP別々に出力
b.	TMU DATA	“ 0 ”	SP-M		SP-M	----	REAL, REP別々に出力
c.	BDR DATA	NRZ-L			-----		STBY, REP時も出力

(2). ビットレート

a. REAL, REC	LOW	:	512	Bits/Sec
	MED	:	2048	Bits/Sec
	HIGH	:	16384	Bits/Sec
b. REPRODUCE	LOW	:	65536	Bits/Sec
	HIGH	:	131072	Bits/Sec

(3). データ構成

a. ビット/ワード	:	8	Bits/Word
b. ワード/フレーム	:	128	Words / Frame
c. フレーム/サブフレーム	:	64	Frames / Subframe

(4). データ長

表4.1.2. データ長

NO	ビットレート		ワード長	フレーム長	サブフレーム長
a.	REAL REC	LOW	15.63 mS	2.0 SEC	128.0 SEC
		MED	3.91 mS	500.0 mS	32.0 SEC
		HIGH	488.28 μ S	62.5 mS	4.0 SEC
b.	REPRODUCE	LOW	122.07 μ S	15.6 mS	1.0 SEC
		HIGH	61.04 μ S	7.8 mS	500.0 mS

4.2. DP制御コマンド

(1). ディスクリートコマンド (DC)

表4.2.1. ディスクリートコマンド (DC)

NO	コマンド項目名	X	Y	制 御 内 容
a.	BIT RATE LOW	0	7	ビットレートを 512 Bits/S にする。
b.	BIT RATE MED	1	7	ビットレートを 2048 Bits/S にする。
c.	BIT RATE HIGH	2	7	ビットレートを16384 Bits/S にする。
d.	BIT RATE Q-HI	2	8	ビットレートを直ちに16384 Bits/S にする。
e.	BDR STOP	0	9	BDRの記録又は再生を停止する。
f.	BDR REC	1	9	BDRを記録モードにする。
g.	S H REP	0	A	BDR, TMSを高速再生モードにする。
h.	S L REP	1	A	BDR, TMSを低速再生モードにする。
i.	U REP	2	A	BDR, TMUを低速再生モードにする。
j.	LAC MODE	0	8	データ処理モードをLACモードにする。
k.	ASM MODE	1	8	データ処理モードをASMモードにする。

(2). ブロックコマンド (BC) インターフェース

表4.2.2. ブロックコマンド (BC) インターフェース

NO	制 御 コマンド	X	Y	制 御 内 容
a.	BC DP ENABLE	0	D	ブロックコマンド (PICM) を受信可能にする。
b.	BC CODE			ブロックコマンドのコード列パルス。
c.	BC CLOCK			ブロックコマンドのコード読込クロック。
d.	BC EXECUTE	2	C	ブロックコマンド (PICM) をセットする。

(3) . ブロックコマンド (P I C M) 割当

表4.2.3. ブロックコマンド (P I C M) 割当

D V N o .	機器指定 (D V) B0B1B2B3B4B5B6B7	動作指定 (O S) B0B1B2B3B4B5B6B7	機 器 名
255~196	11XXXXXX	XXXXXXXXXX	L A C
195~128	10XXXXXX	XXXXXXXXXX	A S M
127~ 64	01XXXXXX	XXXXXXXXXX	G B D / R B M
63~ 0	00XXXXXX	XXXXXXXXXX	D P

(4) : D Pブロックコマンド (P I C M) 内容

表4.2.4. D Pブロックコマンド (P I C M) 内容

D V O S	D V - 0 1 " 0 0 0 0 0 0 0 1 "	D V - 0 0 " 0 0 0 0 0 0 0 0 "
0	0 0 L A C - M P C 1	0 他のモード
	0 1 L A C - M P C 2	1 打上モード
1	1 0 L A C - M P C 3	
	1 1 L A C - P C	
2		
3		
4	0 A S M - P H A	
	1 A S M - T I M E	
5		
6	0 0 G B D - T T S レベル 32	
	0 1 G B D - T T S " 64	
7	1 0 G B D - T T S " 128	0 O S C - A O N
	1 1 G B D - T T S - O F F	1 O S C - B O N

(5) . P I ブロックコマンド内容及び O S テレメータワード割当

表 4.2.5 P I ブロックコマンド内容

(W 6 6)

PI	DV	名称	OS 0	OS 1	OS 2	OS 3	OS 4	OS 5	OS 6	OS 7
G B D	40	GBPC -CNT (F7)	PC-HV LEVEL 1111 ;MAX (1000);(INITIAL) 0000 ;MIN				GAIN (EO) 11 ; 1.8 KeV 10 ; 1.6 KeV (01); 1.4 KeV 00 ; 1.2 KeV		BURST INTERVAL 11 ;INHIBIT (10);MD-UD 01 ;LD-MD 00 ;LD-UD	
	41	GBSC -CNT (F23)	SC-HV LEVEL 1111 ;MAX (0100);(INITIAL) 0000 ;MIN				GAIN (EO) 11 ; 20 KeV 10 ; 18 KeV (01); 16 KeV 00 ; 14 KeV		BURST INTERVAL 11 ;INHIBIT (10);MD-UD 01 ;LD-MD 00 ;LD-UD	
	42	SOL / RBM (F39)	SOL2 LD 11 ; 90 KeV 10 ; 70 KeV (01); 40 KeV 00 ; 20 KeV		FLAG CONT *1 11 ; 768 C/8S 10 ; 512 C/8S (01); 256 C/8S 00 ; 128 C/8S		RBM SC / (SOL2)	CAL1 (BNA) / DIS	CAL2 (ENA) / DIS	—
	43	PC- BURST (SF2n+1 -F55)	SENSOR (PC) / SC	PCMD 11.2 / (5.6) KeV	PC BURST LEVEL *2 111 ;MAX (011);(INITIAL) 000 ;MIN			UP LIM *3 (3072) / 2048 C/S	TIME (4) / 1 SEC	—
	44	SC- BURST (SF2n -F55)	SENSOR PC / (SC)	SCMD 100 / (50) KeV	0.25 SEC (ENA) / DIS	1 SEC (ENA) / DIS	4 SEC (ENA) / DIS	STD. DEV 12 / (8)	UP LIM *4 (768) / 512 C/S	—

() ; INITIAL

* 1 ; SOL の場合
SC の場合は 1 2 8 倍

* 3 ; PC の場合
SC の場合は 1 / 4 倍

* 4 ; SC の場合
PC の場合は 8 倍

* 2 ; PC BURST LEVEL
(判定時間 (TIME) 4 SEC の場合は 4 倍)

O S	PC BURST LEVEL	
	P C (COUNT)	S C (COUNT)
111	6 4 0	1 6 0
011	1 9 2	4 8
000	6 4	1 6

表4.2.5 P Iブロックコマンド内容(つづき) (W 6 6)

PI	DV	名称	OS 0	OS 1	OS 2	OS 3	OS 4	OS 5	OS 6	OS 7
A S M	81	ASM Y-1 (SF2 _n -F15)	AMP GAIN (00);NORMAL 01 ;LOW 10 ;MIDDLE 11 ;HIGH		LOW DISCRI LEVEL			ANTICOINCIDENCE		
					F-1 H/(L)	F-2 H/(L)	F-3 H/(L)	F-1 OFF / (ON)	F-2 OFF / (ON)	F-3 OFF / (ON)
	82	ASM Y-2 (SF2 _{n+1} -F15)	AMP GAIN (00);NORMAL 01 ;LOW 10 ;MIDDLE 11 ;HIGH		LOW DISCRI LEVEL			ANTICOINCIDENCE		
					F-1 H/(L)	F-2 H/(L)	F-3 H/(L)	F-1 OFF / (ON)	F-2 OFF / (ON)	F-3 OFF / (ON)
	84	ASM REAR (F31)	Y1 AMP GAIN (00);NORMAL 01 ;LOW 10 ;MIDDLE 11 ;HIGH		Y2 AMP GAIN (00);NORMAL 01 ;LOW 10 ;MIDDLE 11 ;HIGH		LOWER DISCRI		ANTI	
							Y1 R H/(L)	Y2 R H/(L)	Y1 R OFF / (ON)	Y2 R OFF / (ON)
	88	ASM WIRE (F47)	Y1 WIRE SELECT				Y2 WIRE SELECT			
			F-1 OFF / (ON)	F-2 OFF / (ON)	F-3 OFF / (ON)	R OFF / (ON)	F-1 OFF / (ON)	F-2 OFF / (ON)	F-3 OFF / (ON)	R OFF / (ON)
	90	ASM HV (P63)	HV-1 LEVEL (00);MIDDLE 01 ;LOW 10 ;LOW 11 ;HIGH		HV-2 LEVEL (00);MIDDLE 01 ;LOW 10 ;LOW 11 ;HIGH		HV-1 DIS / (ENA)	HV-2 DIS / (ENA)	RBM DIS / (ENA)	BDR ENA / (DIS)

();INITIAL

出力フレームは、付表 1 に示す
(); INITIAL

表 4.2.5 P I ブロックコマンド内容 (つづき)

PI	DV	名称	OS 0	OS 1	OS 2	OS 3	OS 4	OS 5	OS 6	OS 7
L A C	C0 C1 C2 C3	LAC01-HV LAC23-HV LAC45-HV LAC67-HV	H V - 0 1111 ; 1960 V (1000); 1820 V 0000 ; 1660 V				H V - 1 1111 ; 1960 V (1000); 1820 V 0000 ; 1660 V			
	C4	LAC- DVSL	CH0 (ENA) / DIS	CH1 (ENA) / DIS	CH2 (ENA) / DIS	CH3 (ENA) / DIS	CH4 (ENA) / DIS	CH5 (ENA) / DIS	CH6 (ENA) / DIS	CH7 (ENA) / DIS
	C5	LAC* INSL	L1 (ON) /OFF	R1 (ON) /OFF	S2.3 (ON) /OFF	V1 ON / (OFF)	V2 ON / (OFF)	EV ON / (OFF)	C. GAIN HX2 / (LX1)	"1"
	C6	LAC*FG-A	L 1 111 ; ×1.06 (100); ×1.00 000 ; ×0.92			R 1 111 ; ×1.06 (100); ×1.00 000 ; ×0.92			V 1 11 ; ×1.1 (10); ×1.0 01 ; ×0.9 00 ; ×0.8	
	C7	LAC*FG-B	S2.3 111 ; ×1.06 (100); ×1.00 000 ; ×0.92			E V 111 ; ×1.30 (100); ×1.00 000 ; ×0.60			V 2 11 ; ×1.1 (10); ×1.0 01 ; ×0.9 00 ; ×0.8	
	C8	LAC* DSCR	L1 1.5 / (0.5)	R1 1.5 / (0.5)	S2.3 1.5 / (0.5)	V1/V2 1.5 / (0.5)	EV 1.5 / (0.5)	LOWER 2 / (1)	MIDDLE (16) / 6	UPPER (30) / 20
	C9	LAC* ATMX	L1/R1 (ON) /OFF	L1/ S2.3 (ON) /OFF	R1/ S2.3 (ON) /OFF	L1/V1 (ON) /OFF	R1/V1 (ON) /OFF	S2.3 /V1 (ON) /OFF	S, V1 /V2 (ON) /OFF	S, V2 /EV (ON) /OFF
	D0 D1 D2 D3 D4 D5 D6 D7	LAC0-FGA LAC1-FGA LAC2-FGA LAC3-FGA LAC4-FGA LAC5-FGA LAC6-FGA LAC7-FGA	L 1 111 ; ×1.06 (100); ×1.00 000 ; ×0.92				R 1 111 ; ×1.06 (100); ×1.00 000 ; ×0.92			V 1 11 ; ×1.1 (10); ×1.0 01 ; ×0.9 00 ; ×0.8
	E0 E1 E2 E3 E4 E5 E6 E7	LAC0-FGB LAC1-FGB LAC2-FGB LAC3-FGB LAC4-FGB LAC5-FGB LAC6-FGB LAC7-FGB	S2.3 111 ; ×1.06 (100); ×1.00 000 ; ×0.92				E V 111 ; ×1.30 (100); ×1.00 000 ; ×0.60			V 2 11 ; ×1.1 (10); ×1.0 01 ; ×0.9 00 ; ×0.8

付表 1

LAC-OS 出力フレーム (W66)

DV	出力フレーム		DV	出力フレーム	
C0	SF4n, F17		D0	SF2n・F5	
C1	SF4n+1, F17		D1	SF2n・F21	
C2	SF4n+2, F17		D2	SF2n・F37	
C3	SF4n+3, F17		D3	SF2n・F53	
C4	F1		D4	SF2n+1・F5	
C5	LAC0	SF4n・F33	D5	SF2n+1・F21	
	LAC1	SF4n・F49	D6	SF2n+1・F37	
	LAC2	SF4n+1・F33	D7	SF2n+1・F53	
	LAC3	SF4n+1・F49	E0	SF2n・F13	
	LAC4	SF4n+2・F33	E1	SF2n・F29	
	LAC5	SF4n+2・F49	E2	SF2n・F45	
	LAC6	SF4n+3・F33	E3	SF2n・F61	
C8	LAC7	SF4n+3・F49	E4	SF2n+1・F13	
	LAC0	SF4n・F9	E5	SF2n+1・F29	
	LAC1	SF4n・F25	E6	SF2n+1・F45	
	LAC2	SF4n・F41	E7	SF2n+1・F61	
	LAC3	SF4n・F57			
	LAC4	SF4n+1・F9			
	LAC5	SF4n+1・F25			
C9	LAC6	SF4n+1・F41			
	LAC7	SF4n+1・F57			
	LAC0	SF4n+2・F9			
	LAC1	SF4n+2・F25			
	LAC2	SF4n+2・F41			
	LAC3	SF4n+2・F57			
	LAC4	SF4n+3・F9			
	LAC5	SF4n+3・F25			
	LAC6	SF4n+3・F41			
	LAC7	SF4n+3・F57			

4.3. クロック原振周波数

表4.3.1. クロック原振周波数

発振回路	発振周波数〔KHz〕	周波数偏差	温度条件
OSC-A	2097.152	$\pm 5 \times 10^{-5}$ $(\pm 105 \text{ Hz})$	-30 ~ +60℃
OSC-B			

4.4. インターフェース

(1). デジタル信号入力 (V_{dd} = +5 V時)

- a. LOW レベル : -0.5 V ~ +1.0 V
- b. HIGH レベル : +4.0 V ~ +5.5 V
- c. 立上り, 立下り時間 : 1 μ S 以下
- d. 許容ノイズレベル : 5 V 以下
- e. 許容ノイズパルス幅 : 1 μ S 以下

(2). デジタル信号出力 (V_{dd} = +5 V時)

- a. LOW レベル : 0.0 V ~ +0.2 V (無負荷時)
- b. HIGH レベル : +4.8 V ~ +5.0 V (")
- c. 立上り, 立下り時間 : 0.2 μ S 以下 (")
- d. パルス幅誤差 : 1 % 以下

(3). TMS-DPインターフェース信号出力

- a. LOW レベル : 0.0 V \pm 0.2 V
- b. HIGH レベル : 5.5 V \pm 0.4 V
- c. 立上り, 立下り時間 : 0.2 μ S 以下
- d. パルス幅誤差 : 50 % \pm 2%

(4) . アナログ信号入力 (V_{dd} = + 5 V 時)

- a . 入力電圧範囲 : 0.0 V ~ +3.0 V
- b . 入力制限電圧範囲 : -0.6 V ~ +5.6 V
- c . 入力インピーダンス : 100 K Ω 以上
- d . 入力方式 : 平衡二線式

4.5. 電源電圧, 消費電力

(1) . 使用電源, 電流

- a . + 5 V : 15 mA (TYP) , 30 mA (MAX)
- b . + 1.2 V : 28 mA (TYP) , 37 mA (MAX)
- c . - 1.2 V : 18 mA (TYP) , 27 mA (MAX)

(2) . 消費電力

- a . RATE LOW : 622 mW (TYP)
- b . RATE MED : 622 mW (TYP)
- c . RATE HIGH : 627 mW (TYP)
- d . REP HIGH : 632 mW (TYP)
- e . 最大電力 : 918 mW (MAX)

4.6. 使用温度範囲

- (1) . 性能維持温度範囲 : - 20 $^{\circ}$ C ~ + 50 $^{\circ}$ C
- (2) . 機能維持温度範囲 : - 30 $^{\circ}$ C ~ + 60 $^{\circ}$ C
- (3) . 保存温度範囲 : - 55 $^{\circ}$ C ~ + 80 $^{\circ}$ C

5. データフォーマット

テレメータとデータレコーダの出力データのフォーマットは、全て4.1で述べたデータ構成になっている。特に $W16n+0 \sim W16n+3$ の部分(全体で32W)は基本部として5.1で詳しく述べる様に一定の形式に従った基本データが編集される。一方、他の96Wの部分は、コマンドによって切換えられるDP処理モードに従って種々な形式に変更されるが、詳細は5.2～5.5で説明する。

地上からのデータ再生コマンドの受信によりGBDバーストデータ(2SFで1ビットのデータ)が、16回(REP-H)もしくは8回(REP-L)繰り返し、16秒間送信された後、データレコーダの内容が再生されて送信される。GBDバーストデータについては基本部のうち $W32n+0 \sim W32n+3$ の16Wは通常のデータと同じ内容であるが、 $W32n+16 \sim W32n+19$ の16WはGBDバースト時刻データとなっており、その他の96Wと共に5.6で述べるフォーマットに従っている。

なお、データ内容の説明の表の中で“A/B”の形式の表現をしたものは、Aの時そのビットが“1”、Bの時そのビットが“0”である事をしめす。

5.1. 基本フォーマット

(1). 基本フレームフォーマット

基本フレームフォーマットを表5.1.1に示す。

(2). 基本部同期系フォーマット

- a. SYNCワード($W0, 1, 2$)ビット内容を表5.1.2に示す。
- b. FIワード($W3$)ビット内容を表5.1.3に示す。

(3). 基本部コマンド受信系データフォーマット

- a. CMD/AGCワード($W32$)フォーマットを表5.1.4に示す。
- b. CMD/AGCワードデータビット内容を表5.1.5に示す。

(4). 基本部姿勢系データフォーマット

- a. ACSワード($W33, 34, 35$)フォーマットを表5.1.6に示す。
- b. ACE目標設定値詳細フォーマットを表5.1.7に示す。
- c. NSAS1, 2ビット内容を表5.1.8に示す。

(5) . 基本部HK, STATUS系データフォーマット

- a. AHKワード(W64)フォーマットを表5.1.9に示す。
- b. STATUSワード(W65)フォーマットを表5.1.10に示す。
- c. DPワード(W66)フォーマットを表5.1.11に示す。
- d. STATUS, DPワードデータビット内容を表5.1.12に示す。

(6) . 基本部観測系モニタデータフォーマット

- a. LACワード(W16~19, 80~83)フォーマットを表5.1.13に示す。
- b. ASMワード(W48~51, 112~115)フォーマットを表5.1.14に示す。
- c. GBD/RBMワード(W96~99)フォーマットを表5.1.15に示す。
- d. PIモニタワード(W67)フォーマットを表5.1.16に示す。
- e. 基本部観測データビット内容を表5.1.17に示す。

5.2. チェックモード(瞬発モード)フォーマット

(1) . NSAS-CALモードフレームフォーマット

NSAS-CALモードフレームフォーマットを表5.2.1に示す。

(2) . TCU-CHECKモードフレームフォーマット

- a. PC-CHECKモードフレームフォーマットを表5.2.2に示す。
- b. MEM-CHECKモードフレームフォーマットを表5.2.3に示す。

5.3. ACSモードフォーマット

(1) . ACSモードフレームフォーマット

ACSモードフレームフォーマットを表5.3.1に示す。

(2) . ACSモードデータフォーマット

- a. ACSモードSTTマッパデータフォーマットを表5.3.2に示す。
- b. ACSモードACEデータフォーマットを表5.3.3に示す。

5.4. 打上げモードフォーマット

(1). 打上げモードフレームフォーマット

打上げモードフレームフォーマットを表5.4.1 に示す。

(2). 打上げモードデータフォーマット

- a. 打上げモードSTATUSデータビット内容を表5.4.2 に示す。
- b. 打上げモード計測データビット内容を表5.4.3 に示す。

5.5. LAC, ASMモードフォーマット

(1). LACモードフレームフォーマット

- a. LAC-MPC1モードフレームフォーマットを表5.5.1 に示す。
- b. LAC-MPC2モードフレームフォーマットを表5.5.2 に示す。
- c. LAC-MPC3モードフレームフォーマットを表5.5.3 に示す。
- d. LAC-PCモードフレームフォーマットを表5.5.4 に示す。

(2). ASMモードフレームフォーマット

- a. ASM-PHAモードフレームフォーマットを表5.5.5 に示す。
- b. ASM-TIMEモードフレームフォーマットを表5.5.6 に示す。

(3). LAC, ASMモードデータフォーマット

LAC, ASMモードデータビット内容を表5.5.7 に示す。

5.6. GBDバーストデータフォーマット

(1). GBDバーストデータフレームフォーマット

GBDバーストデータフレームフォーマットを表5.6.1 に示す。

(2). GBDバースト共通データフォーマット

- a. GBDバーストモニタデータフォーマットを表5.6.2 に示す。
- b. GBDバーストTIME, STATUSデータフォーマットを表5.6.3 に示す。
- c. GBDバースト共通データビット内容を表5.6.4 に示す。

(3) . G B D バースト観測データフォーマット

- a . G B D バースト P C - T H データフォーマットを表 5. 6. 5 に示す。
- b . G B D バースト S C - T H データフォーマットを表 5. 6. 6 に示す。
- c . G B D バースト P C - P H データフォーマットを表 5. 6. 7 に示す。
- d . G B D バースト S C - P H データフォーマットを表 5. 6. 8 に示す。
- e . G B D バースト観測データビット内容を表 5. 6. 9 に示す。

表5.1.1. 基本フレームフォーマット

Word	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	SYNC CODE			F I	処理モードによる。(96W)											
16	LAC DATA															
32	CMD	ACS DATA														
48	ASM DATA															
64	AHK	STATUS	D P	PL MON												
80	LAC DATA															
96	GBD/RBM DATA															
112	ASM DATA															

1フレーム : 2000.0 ms (LOW BIT MODE)
: 500.0 ms (MED BIT MODE)
: 62.5 ms (HIGH BIT MODE)
: 15.6 ms (LOW REP. MODE)
: 7.8 ms (HIGH REP. MODE)

表5.1.2. SYNCワード(W 0,1,2)ビット内容

W	B	B 0	B 1	B 2	B 3	B 4	B 5	B 6	B 7
W 0		1	1	1	1	1	0	1	0
W 1		1	1	1	1	0	0	1	1
W 2		0	0	1	0	0	0	0	0

注. SYNC CODE = 24 BIT (16 進表示 " FAF320 ")

表5.1.3. FIワード(W 3)ビット内容

W	B	B 0	B 1	B 2	B 3	B 4	B 5	B 6	B 7
W 3		SF 2	SF 1	F 32	F 16	F 8	F 4	F 2	F 1

注. B 0, B 1はサブフレーム番号(周期: 4サブフレーム)を表示する。

但し, 再生データはサブフレーム区切りでレコードするため不連続になる可能性有り。

表5.1.4. CMD/AGCワード(W32)フォーマット

F	W	W 32	
F 8 n		SBR-A AGC	
F 8 n + 1		DC CMD ANS	
F 8 n + 2		SBR-B AGC	
F 8 n + 3		BC CMD ANS	
F 8 n + 4		SBR-A AGC	
F 8 n + 5		DC 実行 CMD ANS	
F 8 n + 6		SBR-B AGC	
F 16 n + 7	CMD STATUS	PC ADD ANS (上位5ビット)	
F 16 n + 15	CMD STATUS	PC ADD ANS (下位5ビット)	

表5.1.5. CMD/AGCワードデータビット内容

BIT	DC, BC, 実行 CMD ANS	CMD PC1 (F16n + 7)	CMD PC2 (F16n + 15)
B 0	X (0 ~ E)	CMD LOCK	CMD LOCK
B 1		DC / PC	DC / PC
B 2		OG 有 / 無	OG 有 / 無
B 3		PC ADD ANS (上位5ビット)	PC ADD ANS (下位5ビット)
B 4	Y (0 ~ E)		
B 5			
B 6			
B 7			

表5.1.6. ACSワード (W33,34,35) フォーマット

F	W	W 33	W 34	W 35
F16n		G A S - X	G A S - Y	G A S - Z
F16n + 1		A C E 姿勢計測カウンタ X		
F16n + 2		A C E 姿勢計測カウンタ Y		
F16n + 3		A C E 姿勢計測カウンタ Z		
F16n + 4		ホイール制御電圧	ホイール 回転周期	
F16n + 5		S T T - X	トラックデータ H	STTX TRK V (上位)
F16n + 6		S T T - Y	トラックデータ H	STTY TRK V (上位)
F16n + 7		I R U モータ電流	NSAS Xデータ (12ビット)	NSAS 1
F16n + 8		SSAS 太陽角	SSAS スピン 周期	
F16n + 9		ACE / STT 目標設定値 (表5.1.7 に詳細フォーマットを示す。)		
F16n +10				
F16n +11				
F16n +12				
F16n +13				
F16n +13		STTX TRK V (下位)	S T T - X	トラックデータ S
F16n +14		STTY TRK V (下位)	S T T - Y	トラックデータ S
F16n +15		I R U (詳細は下表)	NSAS Yデータ (12ビット)	NSAS 2

F	W	W33
F15		IRUループモニタX
F31		IRUループモニタY
F47		IRUループモニタZ
F63		IRUループモニタS

表5.1.7. ACE / STT目標設定値詳細フォーマット

F	W	W 33	W 34	W 35
F 0～ 8				
F 9	CPU ドリフト補正值 X (16ビット)			CPU ドリフト
F 10	補正值 Y (16ビット)	CPU ドリフト補正值 Z (16ビット)		
F 11	マヌーバ量 X	マヌーバ量 Y	マヌーバ量 Z	
F 12	マヌーバ加算回数			BC識別コードアンサ
F 13～24				
F 25	STT-X 目標角 H			STTX目標角 V (上位)
F 26	STTX目標角 V (下位)	STT-X ブロックコマンド1 アンサー		
F 27	STT-Y 目標角 H			STTY目標角 V (上位)
F 28	STTY目標角 V (下位)	STT-Y ブロックコマンド1 アンサー		
F 29～40				
F 41	ACE 制御カウンタ X 初期値			
F 42	ACE 制御カウンタ Y 初期値			
F 43	ACE 制御カウンタ Z 初期値			
F 44	軌道周期設定値 (16ビット)			ACE1/0データアンサ1
F 45～56				
F 57	ACE1/0データアンサ2	ACE1/0データアンサ3	ACE1/0データアンサ4	
F 58	ACE1/0データアンサ5	STT-X ブロックコマンド2 アンサー		
F 59	STTX地蝕START TIME	STTX地蝕END TIME	STTY地蝕START TIME	
F 60	STTY地蝕END TIME	STT-Y ブロックコマンド2 アンサー		

表5.1.8 NSAS1, 2ビット内容

	W 3 5			
	B 4	B 5	B 6	B 7
NSAS1 (F16n+7)	SUN PRESENCE	X-EDGE FLAG	X-UPPER DISCRI	X-LOWER DISCRI
NSAS2 (F16n+15)	SUN PRESENCE	Y-EDGE FLAG	Y-UPPER DISCRI	Y-LOWER DISCRI

表5.1.9. A H K ワード (W 64) フォーマット

Frame	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	CAL1	CAL2	BTAI BTBV	BTAI BTBI	BUSV	LHV0	LHV1	LHV2	LHV3	+28	+12	+ 5	-12	LODI	STXV STYC	STYV STYC
										AHV1 AHV2	NSSX	NSSY	GBPC	GBSC	SNT1	SNT2
16	MWT	MWMI	MTXI MTYI	MTZI MTYI	MTZI	LHV4	LHV5	LHV6	LHV7	BAT1 BAT2	PCU	BDR	AMY1	GBD	SSAS	STX0
											CNVB	BFM	AMY2	IRU	GAS	STXE
32	LC0A	LC0B	LC0C	LC2A	LC2B	LC2C	LC1B	LC3B	SBRA	SP1L	SP2	SP3R	SP4R	BP-2	BP-4	CUPB
	LC5A	LC5B	LC5C	LC7A	LC7B	LC7C	LC4B	LC6B	TMS	BPNL	CNVB	BFM	AMY2	IRU	GAS	STXE
48	STY0	TCU	BT0B	CP-2	CP-4	DMP1	PDLB	UP-1	BPNL	SP1L	SP2	SP3R	SP4R	BP-2	BP-4	CUPB
	STYE	NSAS	CP-1	CP-3	BATB	DMP2	PDLU	UP-2	SP4U	SP1R	SP3L	SP4L	BP-1	BP-3	CUPU	OUTR

注 1 , F 0 ～ F 29 に電圧データ, F 30 ～ F 63 に温度データを出力する。

2 , 上下二段の項目は, 2 サブフレームで 1 データを出力する。

表5.1.12. STATUS, DPワードデータビット内容

B i t	T I M E 1 , 2		ACS 1	ACS 2	ACS 3	STT-X1	STT-X2	PCU A1	PCU A2
	F16m	W65.66	F16n+1. W65	F32n+9. W65	F32n+25. W65	F32n+4. W65	F32n+20. W65	SF2n F32n+5. W65	SF2n F6. W65
0	72h 49m 04s	0h 17m 04s	CPU-MON 00:FETCH 01:EXEC 10:INTERRUPT 11:DMA	Z 軸 制御系 がタタ 精 / 粗	WHL TACHO CONT	STT-X 00:ST.HTR OFF 01:CPU ON 10:MANU ON 11:HTR ON	MEM-ERR	BAT-A CHG AUTO / MANU	BATA-LEVEL 00: LVL1 01: LVL2 10: LVL3 11: LVL4
1	36h 24m 32s	0h 08m 32s		T. B. D	WHL CPU CONT			BAT-A CHG IM-T / FUL-IM	
2	18h 12m 16s	0h 04m 16s	WATCH DOG TIMER OVF/NOR	MCL-ERR-FLG ON / OFF	WHL BKUP CONT	CPU-MEM-CHK 正常 / 異常	EXEC -STATUS	BAT-A CHG IM / TRIC	BATA-UVC-LVL 17.7 / 16.95
3	9h 06m 08s	0h 02m 08s	NSAS ECLPS TIMER OVF/NOR	I R U C A L M O N STTX ADD ERR ON/OFFSELECT S/X ON	IRU-Xch SKEW CONT	CCD COOLER ON / OFF	STAR DATA 無 / 有	BAT-A CHG / DISCH	BATA-UVC-CNT ON / OFF
4	4h 03m 04s	0h 01m 04	AUTO SAFE HOLD MODE ENA/DIS	STTX ADD ERR ON/OFFSELECT S/Y ON	IRU-Ych SKEW CONT	STT-X MODE 00:STBY 01:TRACKER 10:WAPPER 11:OPT CAL	STAR DATA OVER FLOW	BAT-A HT1 AUTO / MANU	BAT-A EXT / INT
5	2h 06m 32s	0h 00m 32s	SAFE HOLD MODE	STTX TRK VAL/INVAL	IRU-Zch SKEW CONT		STAR DATA PLURALITY	BAT-A HT1 ON / OFF	SBR-SEL A / B
6	1h 08m 16s	0h 00m 16s	HAMMING ERR (CPU1)	STTY TRK VAL/INVAL	WHL HTR ON / OFF	MEM-ENA	TRK-ADD -ERR	BAT-A HT2 AUTO / MANU	BATA-CHTEMP 35℃ / 45℃
7	0h 34m 08s	0h 00m 08s	HAMMING ERR (CPU2)	IRU CAL 実行STATUS	" 0 "	MEM-STATUS W / R	SENS-BLEM INC / NOR	BAT-A HT2 ON / OFF	" 0 "

* PCU-A1のB1, 2は、B0 = " 1 " の時に有効

表5.1.12. STATUS, DPワードデータビット内容 (つづき)

Bit	ACE 1	ACE 2	ACE 3	ACE 4	ACE 5	TCU 1	TCU 2	TCU 3
	F32n+2. W65	F18 . W65	F50 . W65	F32n+10. W65	F32n+26. W65	F32n+3. W65	F32n+11. W65	F32n+19. W65
0	MTQ-X ON / OFF	MAG OPEN / CLOSE	ACE ON / OFF	STBY MODE	ECLPS TIMER 地検検出	BC-ENA-0 (OP, PI)	AHM-CHK ON / OFF	BC-ENA-8 (PC ADRS)
1	MTQ-X - / +	MAG SPIN RATE CNT X	WDB ON / OFF	T. B. D	IRU-Z CAL ENA / DIS	BC-ENA-1 (ACE)	ACE1-CHK ON / OFF	BC-ENA-9 (PC DATA)
2	MTQ-Y ON / OFF	MAG SPIN RATE CNT Y	WHEEL ROT / STOP	MANUEVER ON / OFF	IRU-XY CAL ENA / DIS	BC-ENA-2 (NSAS)	ACE2-CHK ON / OFF	BC-ENA-A (OG)
3	MTQ-Y - / +	SAFE HOLD MODE ON/OFF	CPU1 ON / OFF	LOW SPIN MODE	STT-X 地検STATUS	BC-ENA-3 (STT-X)	STTX-CHK ON / OFF	BC-ENA-B (PC SAD)
4	MTQ-Z ON / OFF	MAG SPIN RATE CNT UP/DOWN	CPU2 ON / OFF	SLEW360 ON / OFF	STT-Y 地検STATUS	BC-ENA-4 (STT-Y)	STTY-CHK ON / OFF	BC-ENA-C (TCU)
5	MTQ-Z - / +	SPIN-ANC ON / OFF	MTQ-X PS ON / OFF	SLEW - ON / OFF	計測カウンタ リセット信号	BC-ENA-5 (AHM)	BC-ENA-D (PCU)	DBL-CMD ENA / DIS
6	MTQ HI / LO	SPIN-ANC GAS-SEL Z/X	MTQ-Y PS ON / OFF	SLEW + ON / OFF	STT-X DATA取込信号	BC-ENA-6 (BPM)	UVC/OD ON / OFF	PC RUN / STOP
7	T. B. D	T. B. D	MTQ-Z PS ON / OFF	NORMAL MODE	STT-Y DATA取込信号	BC-ENA-7 (BPM DATA)	BPM ON / OFF	PC-CLR ON / OFF

表5.1.12. STATUS, DPワードデータビット内容 (つづき)

B i t	AHM 1	AHM 2	AHM 3	AHM 4	AHM 5	AHM 6	AHM 7	AHM 8
0	SF2n. F7. W65 BAT-CAPA QA B0(MSB)	SF2n+1. F7. W65 FULL-DISCH QM B0(MSB)	SF2n. F8. W65 BAT-DISCH QB B0(MSB)	SF2n+1. F8. W65 PCU-TRIC QT B0(MSB)	SF2n. F39. W65 BAT-FULL-CHG QF B0(MSB)	SF2n+1. F39. W65 L.L. REQ QOD B0(MSB)	SF2n. F40. W65 AHM-RAM WRITE MODE	SF2n+1. F40. W65 CHG-EFF k B0 (MSB)
1	BAT-CAPA QA B1	FULL-DISCH QM B1	BAT-DISCH QB B1	PCU-TRIC QT B1	BAT-FULL-CHG QF B1	L.L. REQ QOD B1	AHM-RAM CHECK MODE	CHG-EFF k B1
2	BAT-CAPA QA B2	FULL-DISCH QM B2	BAT-DISCH QB B2	PCU-TRIC QT B2	BAT-FULL-CHG QF B2	L.L. REQ QOD B2	COUNT-A <QF / >QF	CHG-EFF k B2
3	BAT-CAPA QA B3	FULL-DISCH QM B3	BAT-DISCH QB B3	PCU-TRIC QT B3	BAT-FULL-CHG QF B3	L.L. REQ QOD B3	k < 1 / 1	CHG-EFF k B3
4	BAT-CAPA QA B4	FULL-DISCH QM B4	BAT-DISCH QB B4	PCU-TRIC QT B4	BAT-FULL-CHG QF B4	L.L. REQ QOD B4	COUNT-B-CHG m k / k	CHG-EFF k B4
5	BAT-CAPA QA B5	FULL-DISCH QM B5	BAT-DISCH QB B5	PCU-TRIC QT B5	BAT-FULL-CHG QF B5	L.L. REQ QOD B5	COUNT-A-CHG < 1 / 1	CHG-EFF k B5
6	BAT-CAPA QA B6	FULL-DISCH QM B6	BAT-DISCH QB B6	PCU-TRIC QT B6	BAT-FULL-CHG QF B6	L.L. REQ QOD B6	TRIC CNT TRIC / FULL	CHG-EFF k B6
7	BAT-CAPA QA B7(LSB)	FULL-DISCH QM B7(LSB)	BAT-DISCH QB B7(LSB)	PCU-TRIC QT B7(LSB)	BAT-FULL-CHG QF B7(LSB)	L.L. REQ QOD B7(LSB)	OD-SIGNAL OD- ON / OFF	CHG-EFF k B7 (LSB)

表5.1.12. STATUS, DPワードデータビット内容 (つづき)

B i t	BPM 1	BPM 2	BPM 3	BPM 4	BPM 5	BPM 6	PCU B1	PCU B2	PCU B3
	P7. W65	P8. W65	SF2n. F39. W65	SF2n. F40. W65	SF2n+1. F39. W65	SF2n+1. F40. W65	SF2n+1. F32n+5. W65	SF2n+1. F6. W65	SF2n+1. F38. W65
0	START-ADD SET	AHM ENA/DIS	START-ADD CODE B0(MSB)	START-ADD CODE B8	STOP-ADD CODE B0(MSB)	STOP-ADD CODE B8	BAT-B CHG AUTO/MANU	BATB-LEVEL 00; L _{VM1} 01; L _{VM2} 10; L _{VM3} 11; L _{VM4}	BAT-EXT A / B
1	STOP-ADD SET	ACB-1 ENA/DIS	START-ADD CODE B1	START-ADD CODE B9	STOP-ADD CODE B1	STOP-ADD CODE B9	BAT-B CHG IM-T / FULL-IM		AHM BAT A / B
2	TRANSFER START	ACB-2 ENA/DIS	START-ADD CODE B2	START-ADD CODE B10	STOP-ADD CODE B2	STOP-ADD CODE B10	BAT-B CHG IM / TRIC	BATB-UVC-LVL 17.7 / 16.95	BAT-A-CHG FULL / IM
3	WRITE START	STT-X ENA/DIS	START-ADD CODE B3	START-ADD CODE B11	STOP-ADD CODE B3	STOP-ADD CODE B11	BAT-B CHG / DISCH	BATB-UVC-CNT ON / OFF	BAT-B-CHG FULL / IM
4	SEARCH START / STOP	STT-Y ENA/DIS	START-ADD CODE B4	START-ADD CODE B12	STOP-ADD CODE B4	STOP-ADD CODE B12	BAT-B HT1 AUTO / MANU	BAT-B EXT / INT	リコンディショニング ON / OFF
5	SYNC-ERR	" 0 "	START-ADD CODE B5	START-ADD CODE B13	STOP-ADD CODE B5	STOP-ADD CODE B13	BAT-B HT1 ON / OFF	SBR-SEL A / B	" 0 "
6	COMPLETE	WRITE-BRR	START-ADD CODE B6	START-ADD CODE B14	STOP-ADD CODE B6	STOP-ADD CODE B14	BAT-B HT2 AUTO / MANU	BATB-CHTEMP 35℃ / 45℃	AHM ON / OFF
7	BPM-HTR ON / OFF	ADDRESS START / ACCESS	START-ADD CODE B7	START-ADD CODE B15(LSB)	STOP-ADD CODE B7	STOP-ADD CODE B15(LSB)	BAT-B HT2 ON / OFF	" 0 "	AHM-ODTRI ENA / DIS

* PCU-B2のB5のSBR-SELは、PCU-A2のデータと
同じである。

表5.1.12. STATUS, DPワードデータビット内容(つづき)

B i t	STT-Y1	STT-Y2	IRU	GAS / SAS	NSAS 1	NSAS 2	HK / TM	SHNT / AHM
0	F32n+12. W65 STT-Y 00:ST.HTR OFF 01:CPU ON 10:MANU ON 11:HTR ON	F32n+28. W65 MEM-ERR MANEUVER ON / OFF	F32n+22. W65 IRU HTR ON / OFF IRU-LOOP ON / OFF	F32n+23. W65 GAS ON / OFF GAS S2 / S1	F24 W65 X-GAIN-LVL 1 X-GAIN-LVL 2 X-GAIN-LVL 3 X-GAIN-LVL 4	F56 W65 Y-GAIN-LVL 1 Y-GAIN-LVL 2 Y-GAIN-LVL 3 Y-GAIN-LVL 4	F32n+27. W65 HK ON / OFF SBR-A SQ ON / OFF SBR-B SQ ON / OFF TMS ON / OFF	SF2n. F38. W65 SHNT 1 ON / OFF SHNT 2 ON / OFF SHNT 3 ON / OFF SHNT 4 ON / OFF
1								
2	CPU-MEM-CHK 正常 / 異常	EXEC -STATUS	IRU-XMOT ON / OFF	SSAS ON / OFF				
3	CCD COOLER ON / OFF	STAR DATA 無 / 有	IRU-YMOT ON / OFF	" 0 "				
4	STT-Y 00:STBY 01:TRACKER 10:MAPPER 11:OPT CAL	STAR DATA OVER FLOW STAR DATA PLURALITY	IRU-2MOT ON / OFF IRU-SHOT ON / OFF	" 0 " " 0 "	X-GAIN AUTO / MANU X-DISCRI AUTO / MANU	Y-GAIN AUTO / MANU Y-DISCRI AUTO / MANU	TMS-PWR HI / LOW TMU ON / OFF	SHNT 5 ON / OFF SHNT 6 ON / OFF
5								
6	MEM-ENA	TRK-DATA -ERR	IRU-MOT ON / OFF	NSAS ON / OFF	X-DISCRI LVL 1	Y-DISCRI LVL 1	S ANT A / B	AHM ON / OFF
7	MEM-STATUS W / R	SENS-BLEM INC / NOR	" 0 "	NSAS-CAL ON / OFF	X-DISCRI LVL 2	Y-DISCRI LVL 2	U ANT A / B	AHM-ODTRI ENA / DIS

* SHNT / AHMのB6, 7は、PCU-B3のB6, 7のデータと同じである。

表5.1.12. STATUS, DPワードデータビット内容 (つづき)

B i t	LAC 1	LAC 2	ASM	GBD	BDR 1	BDR 2	BDR 3	BDR 4	BDR 5
	F32n+14. W65	F32n+30. W65	F32n+15. W65	F32n+31. W65	F32n+21. W65	F13. W65	F29. W65	F45. W65	F61. W65
0	LAC-E1 ON/OFF	LAC-HV0 ON/OFF	ASM ON/OFF	GBD ON/OFF	BDR STOP CMD-ON	DEVICE 3B ERR/NORM	DEVICE 7B ERR/NORM	" 0 "	OPE BLOCK B / A
1	LAC-E2 ON/OFF	LAC-HV1 ON/OFF	ASM-A ON/OFF	GBD-SCHV ON/OFF	BDR REC CMD-ON	DEVICE 3A ERR/NORM	DEVICE 7A ERR/NORM	" 0 "	OPE DEVICE 1 (LSB)
2	LAC-BYPS ON/OFF	LAC-HV2 ON/OFF	ASM-AMC ON/OFF	GBD-PCHV ON/OFF	BDR REPRO CMD-ON	DEVICE 2B ERR/NORM	DEVICE 6B ERR/NORM	" 0 "	OPE DEVICE 2
3	LAC-M ON/OFF	LAC-HV3 ON/OFF	ASM-HV ENA/DIS	GBD-A ON/OFF	BDR OPE END	DEVICE 2A ERR/NORM	DEVICE 6A ERR/NORM	" 0 "	OPE DEVICE 4
4	LAC-CAL-SYS ON/OFF	LAC-HV4 ON/OFF	ASM-HV1 ON/OFF	RBM ON/OFF	BDR REC OPERATE	DEVICE 1B ERR/NORM	DEVICE 5B ERR/NORM	DEVICE 9B ERR/NORM	OPE DEVICE 8 (MSB)
5	LAC-CAL ON/OFF	LAC-HV5 ON/OFF	ASM-HV2 ON/OFF	RBM-AUTO ON/OFF	BDR REPRO OPERATE	DEVICE 1A ERR/NORM	DEVICE 5A ERR/NORM	DEVICE 9A ERR/NORM	" 0 "
6	" 0 "	LAC-HV6 ON/OFF	ASM-RBM ENA/DIS	" 0 "	BDR ON/OFF	DEVICE 0B ERR/NORM	DEVICE 4B ERR/NORM	DEVICE 8B ERR/NORM	" 0 "
7	" 0 "	LAC-HV7 ON/OFF	ASM-BDR ENA/DIS	" 0 "	BDR 2 BIT ERR	DEVICE 0A ERR/NORM	DEVICE 4A ERR/NORM	DEVICE 8A ERR/NORM	BDR LATCH UP

表5.1.12. STATUS, DPワードデータビット内容(つづき)

Bit	DP OS0	DP OS1	LAC OS	ASM OS	GBD OS	DPID	MODE	TCU 4	GBD BURST
	F24 . W66	F56 . W66	F4n+1. W66	F16n+15. W66	F16n+7. W66	F8n+2. W66	F8n+4. W66	F8n+6. W66	F32n+8. W66
0	LAUNCH MODE ON / OFF	LAC MODE 00 : MPC-1 01 : MPC-2 10 : MPC-3 11 : PC	OS0	OS0	OS0	DATA ID STRG / REAL	LAC MODE ON / OFF	S-MOD ON / OFF	SC FLAG ON / OFF
1	—	—	OS1	OS1	OS1	BIT RATE HIGH	LAC MODE 00 : MPC-1 01 : MPC-2 10 : MPC-3 11 : PC	U-MOD ON / OFF	PC FLAG ON / OFF
2	—	—	OS2	OS2	OS2	BIT RATE MED	—	S-TRNS REAL / REP	RBM FLAG ON / OFF
3	—	—	OS3	OS3	OS3	BIT RATE LOW	ASM MODE ON / OFF	U-TRNS REAL / REP	GBD BURST OPE / NORM
4	—	0 : ASM-PHA 1 : ASM-TIME	OS4	OS4	OS4	PC-CHK MODE ON / OFF	ASM MODE TIME / PHA	RANGE SBR-A / B	GBD BURST EXIST / NO
5	—	—	OS5	OS5	OS5	MEM-CHK MODE ON / OFF	NSAS-CAL-MODE ON / OFF	RANGE ON / OFF	BURST DATA ID BURST / NO**
6	—	GBD-TTS-LVL 00 : 32count 01 : 64count 10 : 128count 11 : OFF	OS6	OS6	OS6	GBD-SC-PH CAL / DATA	ACS MODE ON / OFF	PC HAMMING ERR 2b/1b-NO	GBD-TTS-LVL 00 : 32count 01 : 64count 10 : 128count 11 : OFF
7	X* TAL OSC B / A	—	OS7	OS7	OS7	BC-CHNG TGL	LAUNCH MODE ON / OFF	OG HAMMING ERR 2b/1b-NO	—

**BURSTメモリアダプタの時“1”

* LAC, ASM, GBDのOSの詳細内容は、
4項の表4.2.5に示す。

表5.1.13. L A Cワード (W 16~19, 80~83) フォーマット

F	W	W 16	W 17	W 18	W 19
F 8n		LAC 0 - SUD	LAC 0 - Anti	LAC 0 - L1	LAC 0 - R1
F 8n + 1		LAC 1 - SUD	LAC 1 - Anti	LAC 1 - L1	LAC 1 - R1
F 8n + 2		LAC 2 - SUD	LAC 2 - Anti	LAC 2 - L1	LAC 2 - R1
F 8n + 3		LAC 3 - SUD	LAC 3 - Anti	LAC 3 - L1	LAC 3 - R1
F 8n + 4		LAC 4 - SUD	LAC 4 - Anti	LAC 4 - L1	LAC 4 - R1
F 8n + 5		LAC 5 - SUD	LAC 5 - Anti	LAC 5 - L1	LAC 5 - R1
F 8n + 6		LAC 6 - SUD	LAC 6 - Anti	LAC 6 - L1	LAC 6 - R1
F 8n + 7		LAC 7 - SUD	LAC 7 - Anti	LAC 7 - L1	LAC 7 - R1

F	W	W 80	W 81	W 82	W 83
F 8n		LAC 0 - S2,3	LAC 0 - V1	LAC 0 - V2	LAC 0 - EV
F 8n + 1		LAC 1 - S2,3	LAC 1 - V1	LAC 1 - V2	LAC 1 - EV
F 8n + 2		LAC 2 - S2,3	LAC 2 - V1	LAC 2 - V2	LAC 2 - EV
F 8n + 3		LAC 3 - S2,3	LAC 3 - V1	LAC 3 - V2	LAC 3 - EV
F 8n + 4		LAC 4 - S2,3	LAC 4 - V1	LAC 4 - V2	LAC 4 - EV
F 8n + 5		LAC 5 - S2,3	LAC 5 - V1	LAC 5 - V2	LAC 5 - EV
F 8n + 6		LAC 6 - S2,3	LAC 6 - V1	LAC 6 - V2	LAC 6 - EV
F 8n + 7		LAC 7 - S2,3	LAC 7 - V1	LAC 7 - V2	LAC 7 - EV

表5.1.14. A S Mワード (W 48~51, 112~115) フォーマット

W	W 64n + 48	W 64n + 49	W 64n + 50	W 64n + 51
0	ASM-Y1 CAL-PH	ASM-Y1 FW1-PC	ASM-Y1 FW2-PC	ASM-Y1 FW3-PC
64	ASM-Y2 CAL-PH	ASM-Y2 FW1-PC	ASM-Y2 FW2-PC	ASM-Y2 FW3-PC

ASM-Y1 CAL-PH 詳細

F	W	W 48
F 16n		Y1-CAL-PH 0ch
F 16n + 1		Y1-CAL-PH 1ch
F 16n + 2		Y1-CAL-PH 2ch
F 16n + 3		Y1-CAL-PH 3ch
F 16n + 4		Y1-CAL-PH 4ch
F 16n + 5		Y1-CAL-PH 5ch
F 16n + 6		Y1-CAL-PH 6ch
F 16n + 7		Y1-CAL-PH 7ch
F 16n + 8		Y1-CAL-PH 8ch
F 16n + 9		Y1-CAL-PH 9ch
F 16n + 10		Y1-CAL-PH 10ch
F 16n + 11		Y1-CAL-PH 11ch
F 16n + 12		Y1-CAL-PH 12ch
F 16n + 13		Y1-CAL-PH 13ch
F 16n + 14		Y1-CAL-PH 14ch
F 16n + 15		Y1-CAL-PH 15ch

ASM-Y2 CAL-PH 詳細

F	W	W 112
F 16n		Y2-CAL-PH 0ch
F 16n + 1		Y2-CAL-PH 1ch
F 16n + 2		Y2-CAL-PH 2ch
F 16n + 3		Y2-CAL-PH 3ch
F 16n + 4		Y2-CAL-PH 4ch
F 16n + 5		Y2-CAL-PH 5ch
F 16n + 6		Y2-CAL-PH 6ch
F 16n + 7		Y2-CAL-PH 7ch
F 16n + 8		Y2-CAL-PH 8ch
F 16n + 9		Y2-CAL-PH 9ch
F 16n + 10		Y2-CAL-PH 10ch
F 16n + 11		Y2-CAL-PH 11ch
F 16n + 12		Y2-CAL-PH 12ch
F 16n + 13		Y2-CAL-PH 13ch
F 16n + 14		Y2-CAL-PH 14ch
F 16n + 15		Y2-CAL-PH 15ch

表5.1.15. GBD / RBMワード (W96~99) フォーマット

F	W	W 96	W 97	W 98	W 99
F 2n		GBD-SC-TH	GBD-SC-PH	GBD-PC-PH	
F 2n + 1		GBD-PC-TH		RBM-SOL-TH	

GBD-SC-PH 詳細

F	W	W 97	F	W	W 97	F	W	W 97	F	W	W 97
F 32n		0ch	F 32n+ 8		8ch	F 32n+16		16ch	F 32n+24		24ch
F 32n+ 1		1ch	F 32n+ 9		9ch	F 32n+17		17ch	F 32n+25		25ch
F 32n+ 2		2ch	F 32n+10		10ch	F 32n+18		18ch	F 32n+26		26ch
F 32n+ 3		3ch	F 32n+11		11ch	F 32n+19		19ch	F 32n+27		27ch
F 32n+ 4		4ch	F 32n+12		12ch	F 32n+20		20ch	F 32n+28		28ch
F 32n+ 5		5ch	F 32n+13		13ch	F 32n+21		21ch	F 32n+29		29ch
F 32n+ 6		6ch	F 32n+14		14ch	F 32n+22		22ch	F 32n+30		30ch
F 32n+ 7		7ch	F 32n+15		15ch	F 32n+23		23ch	F 32n+31		31ch

(SF8n+7・F 32~63 : GBD-SC-PH-CAL DATA) ,

* CAL DATA は、時間における同時性なし

GBD-PC-PH 詳細

F	W	W 98, 99	F	W	W 98, 99
F 32n		0ch	F 32n+16		8ch
F 32n+ 2		1ch	F 32n+18		9ch
F 32n+ 4		2ch	F 32n+20		10ch
F 32n+ 6		3ch	F 32n+22		11ch
F 32n+ 8		4ch	F 32n+24		12ch
F 32n+10		5ch	F 32n+26		13ch
F 32n+12		6ch	F 32n+28		14ch
F 32n+14		7ch	F 32n+30		15ch

RBM-SOL-TH 詳細

F	W	W 98, 99
F 8n+ 1		SOL2
F 8n+ 3		S1A1
F 8n+ 5		GBPC2
F 16n+ 7		GBSM
F 16n+15		GBPM

表5.1.16. P I モニタワード (W67) フォーマット

Frame	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0																
16	LAC 0 V	ASM Y1	LAC 1 V	GBD SC2	LAC 2 V	ASM Y2	LAC 3 V	GBD SC2	LAC 4 V	ASM Y1	LAC 5 V	GBD SC2	LAC 6 V	ASM Y2	LAC 7 V	GBD SC2
32																
48																

表5.1.17. 基本部観測ワードデータビット内容

B i t	LAC 0～7 SUD	LAC 0～7 Anti	LAC 0～7 L 1	LAC 0～7 R 1	LAC 0～7 S2,3	LAC 0～7 V 1	LAC 0～7 V 2	LAC 0～7 EV	
	W16	W17	W18	W19	W80	W81	W82	W83	
0	128	128	128	128	128	128	128	128	
1	64	64	64	64	64	64	64	64	
2	32	32	32	32	32	32	32	32	
3	16	16	16	16	16	16	16	16	
4	8	8	8	8	8	8	8	8	
5	4	4	4	4	4	4	4	4	
6	2	2	2	2	2	2	2	2	
7	1	1	1	1	1	1	1	1	

表5.1.17. 基本部観測ワードデータビット内容 (つづき)

B i t	ASM-CAL-PH Y1 (Y2)	ASM-FW-PC	GBD-SC-TH (REAL)	GBD-PC-TH (REAL)	GBD-SC-PH (REAL)	GBD-PC-PH (REAL)	RBM-SOL-TH
	W48 (W112)	W64n+49 ~51	F2n , W96	F2n+1 , W96	W97	F2n , W98,99	F2n+1 , W98,99
0	128	128	プレフィックス B0	プレフィックス B0	プレフィックス B0	32768	32768
1	64	64	プレフィックス B1	プレフィックス B1	プレフィックス B1	16384	16384
2	32	32	32	32 (128)	32	8192	8192
3	16	16	16	16 (64)	16	4096	4096
4	8	8	8	8 (32)	8	2048	2048
5	4	4	4	4 (16)	4	1024	1024
6	2	2	2	2 (8)	2	512	512
7	1	1	1	1 (4)	1	256	256

(RATE-LOWの時)

表5.1.17. 基本部観測ワードデータビット内容(つづき)

B i t	LAC-0~7 V PI-MON	ASM-Y1 PI-MON	ASM-Y2 PI-MON	GBD-SC2 PI-MON					
	F 2n . W67	F8n+1, W67	F8n+5, W67	F4n+3, W67					
0	128	128	128	128					
1	64	64	64	64					
2	32	32	32	32					
3	16	16	16	16					
4	8	8	8	8					
5	4	4	4	4					
6	2	2	2	2					
7	1	1	1	1					

表5.2.1. NSAS-CALモードフレームフォーマット (MODE F8n+4 W66 B5=1)

Word	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	SYNC CODE			F I	NSAS CAL データ 4096 W (64W×64F)											
16	LAC DATA															
32	CMD	ACS DATA														
48	ASM DATA															
64	AHK	STATUS	D P	PI MON												
80	LAC DATA															
96	GBD/RBM DATA															
112	ASM DATA															

注. このモードはISF後に自動復帰する。

表5.2.2. PC-CHECKモードフレームフォーマット (DPID F8n+2 W66 B4=1)

Word	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	SYNC CODE			F I	OG チェック データ (F0 ~ 15)											
16	LAC DATA															
32	CMD	ACS DATA														
48	ASM DATA															
64	AHK	STATUS	D P	PI MON	PCチェックデータ (F0 ~ 15)											
80	LAC DATA															
96	GBD / RBM DATA															
112	ASM DATA															

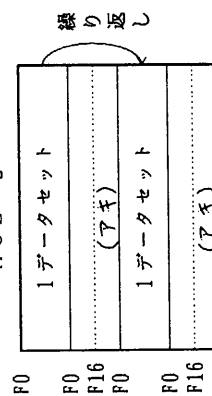
注. このモードは1SF後に自動復帰する。

表5.2.3. MEM-CHECKモードフレームフォーマット (DPID F8n+2 W66 B5=1)

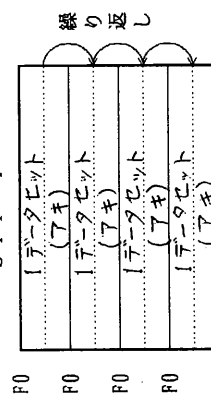
Word	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	SYNC CODE		F I		MEMチェックデータ ACE1 ; 5120W (64W×80F) 出力データはTCU 2 (F32n+11.W65) の80～B4で指定 ACE2 ; 5120W (64W×80F) STT-X ; 3072W (64W×48F) STT-Y ; 3072W (64W×48F) AHM ; 1024W (64W×16F)											
16	LAC DATA															
32	CMD	ACS DATA														
48	ASM DATA															
64	AHK	STATUS	D	P	P I MON											
80	LAC DATA															
96	GBD/RBM DATA															
112	ASM DATA															

注...このモードは4S F後に自動復帰する。

ACE-1又は
ACE-2



STT-X又は
STT-Y



AHM



表5.3.3.1. ACSモードフレームフォーマット (MODE F8n+4 W66 B6 = 1)

Word	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	SYNC CODE			F I	ACSモードSTTデータ (マップデータ)											
16	LAC DATA															
32	CMD	ACS DATA														
48	ASM DATA															
64	AHK	STATUS	D P	PI MON												
80	LAC DATA															
96	GBD/RBM DATA															
112	ASM DATA																ACSモードFACEデータ

表5.3.2. ACSモードSTTマップデータフォーマット

SF W	W16n + 0 ~ 3	W16n + 4 ~ 15 (但し, W 116 ~ 127 を除く)
SF4n	共通データ	ALL "0" (データセットアップ)
SF4n+1		STT-X マップデータ
SF4n+2		STT-Y マップデータ
SF4n+3		ALL "0"

表5.3.3. ACSモードFACEデータフォーマット

F W	W16n + 0 ~ 3	W 116	W 117	W 118	W 119	W 120	W 121	W 122	W 123	W 124	W 125	W 126	W 127
F2n	共通データ	制御カウンタ X			制御カウンタ Y			制御カウンタ Z			ハイル回転周期		
F2n+1		COIL電流			GAS-A/D			地検出タイマーモニタ			マヌーバ加算回数		
		X	Y	Z	X	Y	Z						"0"

表5.4.1. 打上げモードフレームフォーマット (MODE F8n+4 W66 B7=1)

Word	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	SYNC CODE			F I												
16	EPT	Y0-Y0	INS	NRS												
32	CMD	ACS DATA														
48	EPT	Y0-Y0	INS	NRS												
64	AHK	STATUS	D P	PI MON												
80	EPT	Y0-Y0	INS	NRS												
96	PDL	SSAS DATA														
112	EPT	Y0-Y0	INS	NRS												

表5.4.2. 打上げモードSTATUSデータビット内容

B i t	EPT	INS	M-3B /PDL	
	W32n+16	W32n+18	W96	
0	EPT CLK MON	LIMIT OVER/NORM	M-3B-SA SEP/NO	
1	EPT SQ22 MON	INS-1 ON/OFF	PDL-1 OPEN/CLOSE	
2	EPT SQ21 MON	INS-2 ON/OFF	PDL-2 OPEN/CLOSE	
3	EPT SQ20 MON	NRS CHANGE SA/M3B	PDL-3 OPEN/CLOSE	
4	" 0 "	INS CAL CAL/MES	PDL-4 OPEN/CLOSE	
5	" 0 "	" 0 "	" 0 "	
6	" 0 "	" 0 "	" 0 "	
7	" 0 "	" 0 "	" 0 "	

表5.4.3. 打上げモード計測データビット内容

B i t	Y0-Y0	NRS	XSA	P3
	W32n+17	W32n+19	W4--14の列	W5--15の列
0	Y0-Y0 2-1/1-2			
1	31.25 mS			
2	15.625 mS			
3	7.813 mS			
4	3.906 mS			
5	1.953 mS			
6	0.977 mS			
7	0.488 mS			

表5.5.1. LAC-MPC1モードフレームフォーマット(8カウンタ, 2レイヤ, 48 CH) (MODE F8n+4 W66 B0-2=100)

Word	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	SYNC CODE		F I		0ch	4ch	8ch	12ch	16ch	20ch	24ch	28ch	32ch	36ch	40ch	44ch
16	LAC DATA				1ch	5ch	9ch	13ch	17ch	21ch	25ch	29ch	33ch	37ch	41ch	45ch
32	CMD	ACS DATA				2ch	6ch	10ch	14ch	18ch	22ch	26ch	30ch	34ch	38ch	42ch
48		ASM DATA				3ch	7ch	11ch	15ch	19ch	23ch	27ch	31ch	35ch	39ch	43ch
64	AHK	STATUS	D	P	PI MON	0ch	4ch	8ch	12ch	16ch	20ch	24ch	28ch	32ch	36ch	40ch
80	LAC DATA				1ch	5ch	9ch	13ch	17ch	21ch	25ch	29ch	33ch	37ch	41ch	45ch
96	GBD/RBM DATA				2ch	6ch	10ch	14ch	18ch	22ch	26ch	30ch	34ch	38ch	42ch	46ch
112	ASM DATA				3ch	7ch	11ch	15ch	19ch	23ch	27ch	31ch	35ch	39ch	43ch	47ch

F	W	W 4 ~ 63	W 68 ~ 127
F8n + 4	LAC-2 LAYER-1	LAC-6 LAYER-1	LAC-6 LAYER-1
F8n + 5	LAC-2 LAYER-2	LAC-6 LAYER-2	LAC-6 LAYER-2
F8n + 6	LAC-3 LAYER-1	LAC-7 LAYER-1	LAC-7 LAYER-1
F8n + 7	LAC-3 LAYER-2	LAC-7 LAYER-2	LAC-7 LAYER-2

F	W	W 4 ~ 63	W 68 ~ 127
F8n	LAC-0 LAYER-1	LAC-4 LAYER-1	LAC-4 LAYER-1
F8n + 1	LAC-0 LAYER-2	LAC-4 LAYER-2	LAC-4 LAYER-2
F8n + 2	LAC-1 LAYER-1	LAC-5 LAYER-1	LAC-5 LAYER-1
F8n + 3	LAC-1 LAYER-2	LAC-5 LAYER-2	LAC-5 LAYER-2

表5.5.2. LAC-MPC2モーフフレームフォーマット(4カウンタ加算, レイヤ加算, 48 CH) (MODE F8n+4 W66 B0-2=101)

Word	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	SYNC CODE		F I		0ch	4ch	8ch	12ch	16ch	20ch	24ch	28ch	32ch	36ch	40ch	44ch
16	LAC DATA				1ch	5ch	9ch	13ch	17ch	21ch	25ch	29ch	33ch	37ch	41ch	45ch
32	CMD	ACS DATA			2ch	6ch	10ch	14ch	18ch	22ch	26ch	30ch	34ch	38ch	42ch	46ch
48	ASM DATA				3ch	7ch	11ch	15ch	19ch	23ch	27ch	31ch	35ch	39ch	43ch	47ch
64	AHK	STATUS	D P	PI MON	0ch	4ch	8ch	12ch	16ch	20ch	24ch	28ch	32ch	36ch	40ch	44ch
80	LAC DATA				1ch	5ch	9ch	13ch	17ch	21ch	25ch	29ch	33ch	37ch	41ch	45ch
96	GBD/RBM DATA				2ch	6ch	10ch	14ch	18ch	22ch	26ch	30ch	34ch	38ch	42ch	46ch
112	ASM DATA				3ch	7ch	11ch	15ch	19ch	23ch	27ch	31ch	35ch	39ch	43ch	47ch

W 4~63 : LAC- 0~3 , W68~127 : LAC- 4~7

表5.5.3. LAC-MPC3モードフレームフォーマット(全カウンタ加算, レイヤ加算, 12 CH) (MODE F8n+4 W66 B0-2=110)

Word	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	SYNC CODE			F I	0ch	1ch	2ch	3ch	4ch	5ch	6ch	7ch	8ch	9ch	10ch	11ch
16	LAC DATA				同 上 (1 Set = 1 / 8 Frame)											
32	CMD		ACS DATA		同 上 (1 Set = 1 / 8 Frame)											
48	ASM DATA				同 上 (1 Set = 1 / 8 Frame)											
64	AHK	STATUS	D P	PI MON	同 上 (1 Set = 1 / 8 Frame)											
80	LAC DATA				同 上 (1 Set = 1 / 8 Frame)											
96	GBD/RBM DATA				同 上 (1 Set = 1 / 8 Frame)											
112	ASM DATA				同 上 (1 Set = 1 / 8 Frame)											

表5.5.4. LAC-PCモードフレームフォーマット (4カウンタ加算, 2レベル) (MODE F8n+4 W66 B0-2=111)

Word	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15												
0	SYNC CODE			F I																								
16	LAC DATA																											
32	CMD	ACS DATA																										
48	ASM DATA																											
64	AHK	STATUS		D P	PI MON																							
80	LAC DATA																											
96	GBD/RBM DATA																											
112	ASM DATA																											

注. 各データの末尾の数字はデータ取込みタイミングのワード番号を示す。

表5.5.5. ASM-PHAモードフレームフォーマット (PHA=16CH) (MODE F8n+4 W66 B3,4=10)

Word	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	SYNC		CODE	F I	0 ch	8 ch	0 ch	8 ch	0 ch	8 ch	0 ch	8 ch	0 ch	8 ch	0 ch	8 ch
16			LAC DATA		1 ch	9 ch	1 ch	9 ch	1 ch	9 ch	1 ch	9 ch	1 ch	9 ch	1 ch	9 ch
32	CMD	ACS DATA			2 ch	10 ch	2 ch	10 ch	2 ch	10 ch	2 ch	10 ch	2 ch	10 ch	2 ch	10 ch
48		ASM DATA			3 ch	11 ch	3 ch	11 ch	3 ch	11 ch	3 ch	11 ch	3 ch	11 ch	3 ch	11 ch
64	AHK	STATUS	D	PI MON	4 ch	12 ch	4 ch	12 ch	4 ch	12 ch	4 ch	12 ch	4 ch	12 ch	4 ch	12 ch
80			LAC DATA		5 ch	13 ch	5 ch	13 ch	5 ch	13 ch	5 ch	13 ch	5 ch	13 ch	5 ch	13 ch
96	GBD / RBM		DATA		6 ch	14 ch	6 ch	14 ch	6 ch	14 ch	6 ch	14 ch	6 ch	14 ch	6 ch	14 ch
112			ASM DATA		7 ch	15 ch	7 ch	15 ch	7 ch	15 ch	7 ch	15 ch	7 ch	15 ch	7 ch	15 ch

ASM-Y1 FW-1 ASM-Y2 FW-1 ASM-Y1 FW-2 ASM-Y2 FW-2 ASM-Y1 FW-3 ASM-Y2 FW-3

表5.5.6. ASM-TIMEモードフレームフォーマット(PHA=2CH) (MODE F8n+4 W66 B3.4=11)

Word	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	SYNC CODE			F I	0 ch	1 ch	0 ch	1 ch	0 ch	1 ch	0 ch	1 ch	0 ch	1 ch	0 ch	1 ch
16	LAC DATA				同上											
32	CMD	ACS DATA			同上											
48	ASM DATA				同上											
64	AHK	STATUS	D P	PI MON	(1 Set = 1/8 Frame)											
80	LAC DATA				同上											
96	GBD/RBM DATA				(1 Set = 1/8 Frame)											
112	ASM DATA				同上											

ASM-Y1 FW-1 ASM-Y2 FW-1 ASM-Y1 FW-2 ASM-Y2 FW-2 ASM-Y1 FW-3 ASM-Y2 FW-3

表5.5.7. LAC, ASMモードデータビット内容

Bit	LAC0~7-PH			DATA		LAC0~3PC		DATA		LAC4~7PC		DATA		ASM-PH		DATA	
	MPC1	MPC2	MPC3			PCH	PCH	PCL	PCL	PCH	PCH	PCL	PCL	PHA	PHA	TIME	TIME
	W	4	-	-	-	-	1	2	7	W	4	-	-	-	1	2	7
0	128	128	128			8		8						128		128	
1	64	64	64			4		4						64		64	
2	32	32	32			2		2						32		32	
3	16	16	16			1		1						16		16	
4	8	8	8							8		8		8		8	
5	4	4	4							4		4		4		4	
6	2	2	2							2		2		2		2	
7	1	1	1							1		1		1		1	

表5.6.1. GBDベーストデータフレームフォーマット (GBD BURST F32n+8 W66 B5=1)

Word	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	SYNC CODE			F I												
16	GBD FLG-ON TIME															
32	CMD	ACS DATA			GBD - PC - TH 1 Block (16 Data)											
48	BLOCK TIME			STATUS												
64	AHK	STATUS	D P	PI MON	GBD - PC - TH 1 Block (16 CH)											
80	GBD FLG-ON TIME															
96	GBD/RBM DATA			GBD - SC - TH 1 Block (16 Data)												
112	BLOCK TIME															STATUS
					GBD - SC - PH 1 Block (32 CH)											

表5.6.2. GBDバーストデータモニタフォーマット

Word	W 0	W 1	W 2	W 3
0	SYNC CODE			F I
16				
32	CMD / AGC	ACS DATA		
48				
64	AHK	STATUS	D P	P I MONITOR
80				
96	GBD / RBM DATA			
112				

表5.6.3. GBDバーストTIME, STATUSデータフォーマット

Word	W 0	W 1	W 2	W 3
0				
16	GBD BURST FLAG ON TIME 1~4			
32				
48	GBD BLOCK TIME 1~3			STATUS
64				
80	GBD BURST FLAG ON TIME 1~4			
96				
112	GBD BLOCK TIME 1~3			STATUS

表5.6.4. GBDバースト共通データビット内容

B i t	GBD—BURST—FLAG—TIME 1~4				GBD—BLOCK—TIME 1~3				GBD BURST STATUS
	W 6 4 n + 1 6 ~ 1 9				W 6 4 n + 4 8 ~ 5 0				
0	72h 49m 04s	0h 17m 04s	4000.000 ms	15.625 ms	72h 49m 04s	0h 17m 04s	4000.000 ms	SC-FLAG ON/OFF	
1	36h 24m 32s	0h 08m 32s	2000.000 ms	7.813 ms	36h 24m 32s	0h 08m 32s	2000.000 ms	PC-FLAG ON/OFF	
2	18h 12m 16s	0h 04m 16s	1000.000 ms	3.906 ms	18h 12m 16s	0h 04m 16s	1000.000 ms	RBM-FLAG ON/OFF	
3	9h 06m 08s	0h 02m 08s	500.000 ms	1.953 ms	9h 06m 08s	0h 02m 08s	500.000 ms	BIT-RATE HIGH	
4	4h 33m 04s	0h 01m 04s	250.000 ms	0.977 ms	4h 33m 04s	0h 01m 04s	250.000 ms	BIT-RATE MED	
5	2h 16m 32s	0h 00m 32s	125.000 ms	0.488 ms	2h 16m 32s	0h 00m 32s	125.000 ms	BIT-RATE LOW	
6	1h 08m 16s	0h 00m 16s	62.500 ms	0.244 ms	1h 08m 16s	0h 00m 16s	62.500 ms	GBD-TTS-LVL 00 : 32count 01 : 64count 10 : 128count 11 : OFF	
7	0h 34m 08s	0h 00m 08s	31.250 ms	0.122 ms	0h 34m 08s	0h 00m 08s	31.250 ms		

表5.6.5. GBDバーストPC-THデータフォーマット

Word	W 4	W 5	W 6	W 7
64n+ 0	PC-TH 1	PC-TH 2	PC-TH 3	PC-TH 4
64n+16	PC-TH 5	PC-TH 6	PC-TH 7	PC-TH 8
64n+32	PC-TH 9	PC-TH 10	PC-TH 11	PC-TH 12
64n+48	PC-TH 13	PC-TH 14	PC-TH 15	PC-TH 16

表5.6.6. GBDバーストSC-TH
データフォーマット

Word	W 10	W 11
0	SC-TH 1	SC-TH 2
16	SC-TH 3	SC-TH 4
32	SC-TH 5	SC-TH 6
48	SC-TH 7	SC-TH 8
64	SC-TH 9	SC-TH 10
80	SC-TH 11	SC-TH 12
96	SC-TH 13	SC-TH 14
112	SC-TH 15	SC-TH 16

表5.6.7. GBDバーストPC-PH
データフォーマット

Word	W 8	W 9
0	PC-PH 0ch	PC-PH 1ch
16	PC-PH 2ch	PC-PH 3ch
32	PC-PH 4ch	PC-PH 5ch
48	PC-PH 6ch	PC-PH 7ch
64	PC-PH 8ch	PC-PH 9ch
80	PC-PH 10ch	PC-PH 11ch
96	PC-PH 12ch	PC-PH 13ch
112	PC-PH 14ch	PC-PH 15ch

表5.6.8. GBDバーストSC-PHデータフォーマット

Word	W 12	W 13	W 14	W 15
0	SC-PH 0ch	SC-PH 1ch	SC-PH 2ch	SC-PH 3ch
16	SC-PH 4ch	SC-PH 5ch	SC-PH 6ch	SC-PH 7ch
32	SC-PH 8ch	SC-PH 9ch	SC-PH 10ch	SC-PH 11ch
48	SC-PH 12ch	SC-PH 13ch	SC-PH 14ch	SC-PH 15ch
64	SC-PH 16ch	SC-PH 17ch	SC-PH 18ch	SC-PH 19ch
80	SC-PH 20ch	SC-PH 21ch	SC-PH 22ch	SC-PH 23ch
96	SC-PH 24ch	SC-PH 25ch	SC-PH 26ch	SC-PH 27ch
112	SC-PH 28ch	SC-PH 29ch	SC-PH 30ch	SC-PH 31ch

表5.6.9. GBDバースト観測データビット内容

Bit	GBD BURST PC-TH	GBD BURST PC-PH	GBD BURST SC-TH COUNT / TTS	GBD BURST SC-PH	
	W16n+4~7	W16n+8,9	W16n+10,11	W16n+12~15	
0	プレフィックス B0	プレフィックス B0	"0" / "1"	プレフィックス B0	
1	プレフィックス B1	プレフィックス B1	64 / 15.625 ms	プレフィックス B1	
2	32	32	32 / 7.813 ms	32	
3	16	16	16 / 3.906 ms	16	
4	8	8	8 / 1.953 ms	8	
5	4	4	4 / 0.977 ms	4	
6	2	2	2 / 0.488 ms	2	
7	1	1	1 / 0.244 ms	1	

6. DP動作モード

6.1. ビットレート切換

(1). ビットレート切換信号

- a. LOW レート : BIT RATE LOW コマンド
- b. MED レート : BIT RATE MED コマンド
- c. HIGHレート : BIT RATE HIGH コマンド
BIT RATE Q-HI コマンド

(2). ビットレートの移行タイミング

コマンドを受信した時のビットレートおよび、受信したビットレートコマンドの状態により、ビットレートの移行タイミングが異なるが、何れの場合においてもサブフレームの先頭で、指定のレートに移行する。

このビットレートの移行タイミングをまとめて表6.1 に示す。

表6.1. ビットレートの移行タイミング

NO	受信時のレート	受信コマンド	移行タイミング	待ち時間 (最大)
a.	HIGH	LOW	LOWレートの F0, W0, B0	128 SEC
b.	MED			
c.	LOW	HIGH		
d.		MED		
e.	HIGH	MED	MEDレートの F0, W0, B0	32 SEC
f.	MED	HIGH		
g.	LOW	Q-HI	HIGHレートの F0, W0, B0	4 SEC (注)
h.	MED			

注. FI が不連続になる可能性あり。

(3). モードのステータス出力

DPワードのDPID項目にレート毎のステータスを出力する。

6.2. NSAS-CALモード

(1). モード切替信号

- a. NSAS-CALモード : NSAS-CALデータ取得後“1”
- b. 他のモード : 1サブフレーム後に自動復帰

(2). モードの移行タイミング

NSAS-CAL時にCALデータを1セット(4096データ)取得後、
又は、データ取込み途中で64～128秒間、データ入力途切れた場合には
サブフレームの先頭からNSAS-CALモードに移行する。

(3). モードのステータス出力

DPワードのMODE項目に出力する。

6.3. TCU-CHECKモード

(1). CHECKモードの種類

- a. PC-CHECKモード : PCメモリの内容をチェック
- b. MEM-CHECKモード : $\left\{ \begin{array}{l} \text{ACE} \\ \text{STT} \\ \text{AHM} \end{array} \right\}$ メモリの内容をチェック

(2). モード切替信号

- a. CHECKモード : 各CHK-IND信号“1”
- b. 他のモード(PC-CHK) : 1サブフレーム後に自動復帰
(MEM-CHK) : 4サブフレーム後に自動復帰

(3). モードの移行タイミング

CHK-IND信号が立った時、サブフレームの先頭から指定のモードへ
移行する。(MEM-CHK-MODEは、最大4サブフレーム後移行する。)

(4). モードのステータス出力

DPワードのDPID項目に出力する。

6.4. ACSモード

(1). モード切換信号

- a. ACSモード : リクエスト信号 " 1 "
- b. 他のモード : リクエスト信号 " 0 "

注. NSAS, CHKモードはACSモードに優先するため, これらのモード時はコマンドを送信してもACSモードにはならない。

(2). モードの移行タイミング

リクエスト信号が立った後のサブフレームの先頭からACSモードへ移行して, リクエスト信号が落ちた後のサブフレームの先頭までACSモードが持続する。

(3). モードのステータス出力

DPワードのMODE項目に出力する。

6.5. 打上げモード

(1). モード切換信号

- a. 打上げモード : ブロックコマンド DV-0, OS-0 " 1 "
- b. 他のモード : ブロックコマンド DV-0, OS-0 " 0 "

注. NSAS, CHK, ACSモードは打上げモードに優先するため, これらのモード時はコマンドを送信しても打上げモードにはならない。

(2). モードの移行タイミング

ブロックコマンドがエグゼキュー特された時刻に, 指定のモードへ移行する。

(3). モードのステータス出力

DPワードのMODE項目に出力する。

表6.2 各モードのモード移行タイミング

NO	優先順位	モード	通常のモード移行タイミング	継続時間	備考
1	1	(1) NSAS-CAL	次のサブフレームの先頭	1 サブフレーム (自動復帰)	注1 ～ 注6 参照
		(2) MEM-CHECK	次の4サブフレームの先頭	4 サブフレーム (自動復帰)	
		(3) PC-CHECK	次のサブフレームの先頭	1 サブフレーム (自動復帰)	
2	2	ACS-MODE	次のサブフレームの先頭	リクエスト信号が立った 次のサブフレームより、信号 が落ちたサブフレームまで。	
3	3	LAUNCH -MODE	ブロックコマンドが、エク ゼキュートされた時点	ONコマンドがエクゼキ ュートされた時より、 OFFコマンドがエクゼキ ュートされるまで。	

(モード制御信号と移行タイミング例を表6.3 に示す)

注1, NSAS-CALのタイミングは、コマンドが送信されてからのものではなく、CALデータを1セット(4096W)取得後、又は、データ取込み途中で64～128秒間入力データが、途切れた時点からのモード移行タイミングを示す。

注2, 優先順位1のモードは、最初に入力されたものが優先される。

(同時に三つ、又は二つのモードが入力された場合は、優先順位通りとなる。)

注3, 最初に入力されたモードにまだならないうちに、別の二つのモードの制御信号が来た場合の優先順位は、下記の様になる。

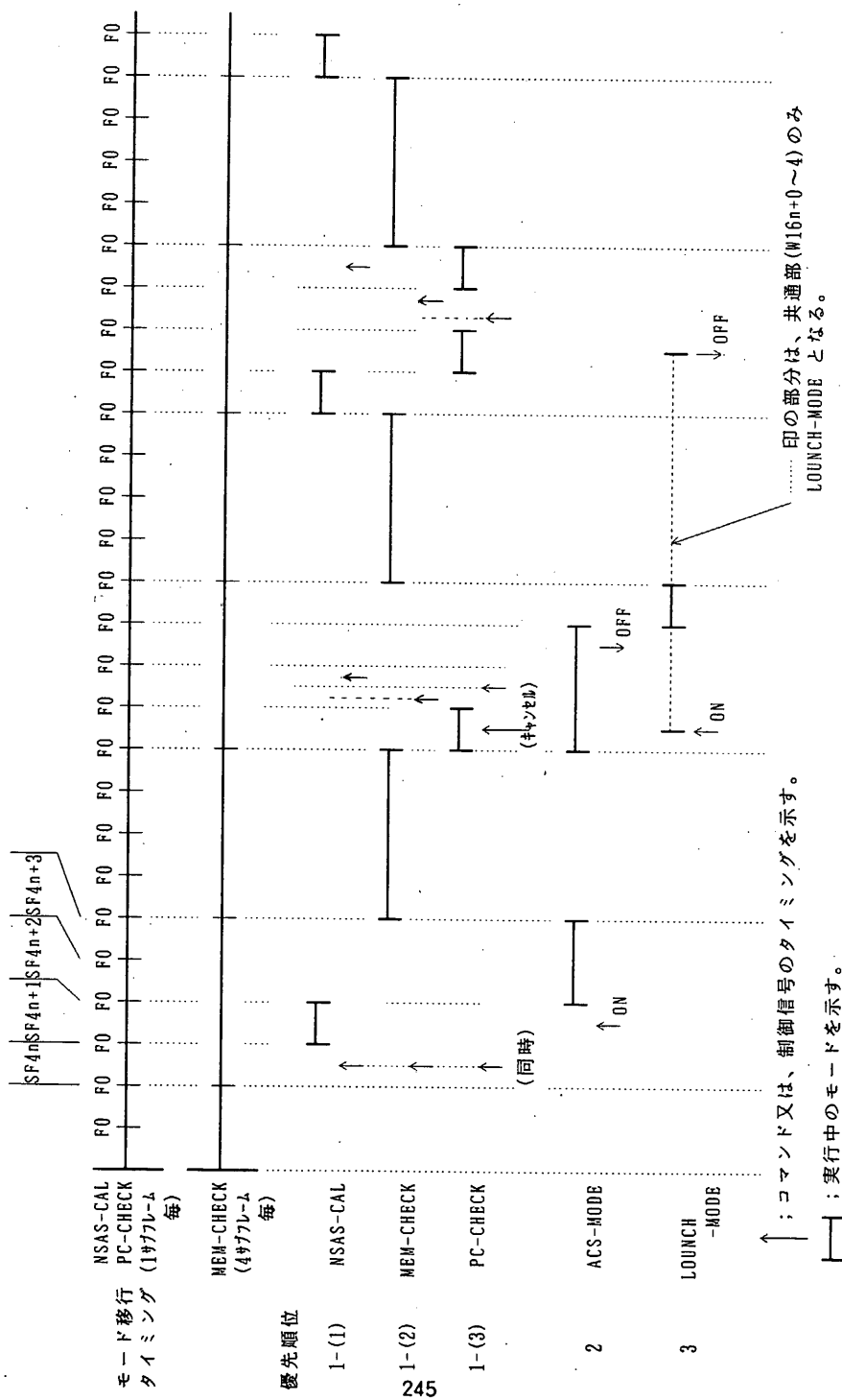
- 1) 最初に入力されたモード
- 2) 優先順位の高い方のモード
- 3) 優先順位の低い方のモード

注4, あるモードになっている状態で、そのモードの制御信号が入力されても、その入力はキャンセルされる。

注5, MEM-CHECKモードは、4サブフレームの先頭が移行タイミングであるので、他のモードとの入力タイミングおよび優先順位により次のタイミングまで待たされることがある。

注6, LAUNCH-MODEだけは、データ部(W16n+4～15)以外に共通部(W16n+0～3)もデータフォーマットが変化する。他のモードは、データ部のみの切換となる。

表6.3 モード制御信号と移行タイミング例



6.6. LACモード

(1). モード切換信号

- a. LACモード : LAC MODEコマンド(注)
- b. 他のモード : 他のモード指定コマンド

注. NSAS, CHK, ACS, 打上げモードはLACモードに優先するため,
これらのモード時はコマンドを送信してもLACモードにはならない。

(2). LAC内モード切換信号

- a. MPC1モード : ブロックコマンド DV-1, OS-0, 1 " 0 0 "
- b. MPC2モード : ブロックコマンド DV-1, OS-0, 1 " 0 1 "
- c. MPC3モード : ブロックコマンド DV-1, OS-0, 1 " 1 0 "
- d. PCモード : ブロックコマンド DV-1, OS-0, 1 " 1 1 "

(3). モードの移行タイミング

コマンドがエグゼキュー特された時刻に, 指定のモードへ移行する。

(4). モードのステータス出力

D PワードのMODE項目に出力する。

6.7. ASMモード

(1). モード切換信号

- a. ASMモード : ASM MODEコマンド(注)
- b. 他のモード : 他のモード指定コマンド

注. NSAS, CHK, ACS, 打上げモードはASMモードに優先するため,
これらのモード時はコマンドを送信してもASMモードにはならない。

(2). ASM内モード切換信号

- a. PHAモード : ブロックコマンド DV-1, OS-4 " 0 "
- b. TIMEモード : ブロックコマンド DV-1, OS-4 " 1 "

(3) . モードの移行タイミング

コマンドがエクゼキュートされた時刻に、指定のモードへ移行する。

(4) . モードのステータス出力

D P ワードの M O D E 項目に出力する。

6.8. G B D バーストデータ

(1) . バーストデータ再生信号

- a. データ再生開始 : R E P コマンド (S H , S L , U)
- b. データ再生終了 : 規定のデータ量を送出後に自動停止

(2) . バーストデータ再生タイミング

このバーストデータは、データレコードの再生データと同じ系で送信されるので、データレコードの再生コマンドによって、データ再生を開始するようになっており、コマンドがエクゼキュートされた時刻に、バーストデータ再生を開始する。

規定のデータ量を16秒間繰り返し送信して、バーストデータの再生は終了するが、引続いてデータレコードのデータ再生を開始する。

但し、R E P コマンド受信時に、バーストデータを取込み中 (O P E) の時にはバーストデータは出力されず、S Y N C , F I 以外のワードはすべて " 0 0 " のダミーデータが出力される。

(3) . モードのステータス出力

D P ワードの D P I D (F 8 n + 2 , W 6 6) に出力 → B 0 = 1 (S T R G)

G B D B U R S T ワード (F 3 2 n + 8 , W 6 6) に出力 → B 5 = 1 (B U R S T)

6.9. 観測機器が C A L 時の D P 動作モード

C A L 専用の観測モードは存在せず、C A L モードになっても、それまでの観測モードを持続する。

従って、他のモードステータスが C A L - O N によって変化することはない。

6.10. 動作モードの初期設定

(1). DP電源投入時

- a. ビットレート : HIGHモード
- b. 処理モード : LACモード(MPC1)

(2). UVC, ALL-PI-OFF時

- a. 処理モード : 直前の動作モードのまま不変

6.11. DP-BDRのモード移行タイミング

(1). DP-BDRのモード移行タイミング(1)

下記に示すDPとBDRのモード移行タイミングを表6.11.1に示す。

- a. STBY-REC-STBY
(但し、各コマンドのタイミングは1SF以上あること。)
- b. STBY-REP-STBY
(但し、各コマンドのタイミングは2.5Sec以上あること。)
- c. REP-1巡再生(BDR)
- d. REP-STBY-REC
(但し、STBYとRECのタイミングは2.5Sec以内。)
- e. REP-REC
- f. REC-REP

(2). DP-BDRのモード移行タイミング(2)

- a. 通常REC-MODE時は、1SFをくぎりにコマンドを見に行く。つまり、1SF以内に2個以上受けた場合、最後のコマンドが有効となる。

そのため、REC-STBY-REP(STBYとREP間は1SF以内)の場合は、(1)e.REC-REPと同じタイミングで動作する。但し、REC-STBY-REC(STBYとREC間は1SF以内)の場合は表6.11.2のタイミングで動作する場合があるが、BDRがREC状態を維持するためREC-MODEは継続される。

- b. REP(BURST DATA再生時)-STBY又はREC
BURST DATA再生時に他のコマンド(STBY又はREC)を送るとBURST DATAはクリアされてしまう。

表6.11.1 DP-BDRモード移行タイミング(1)

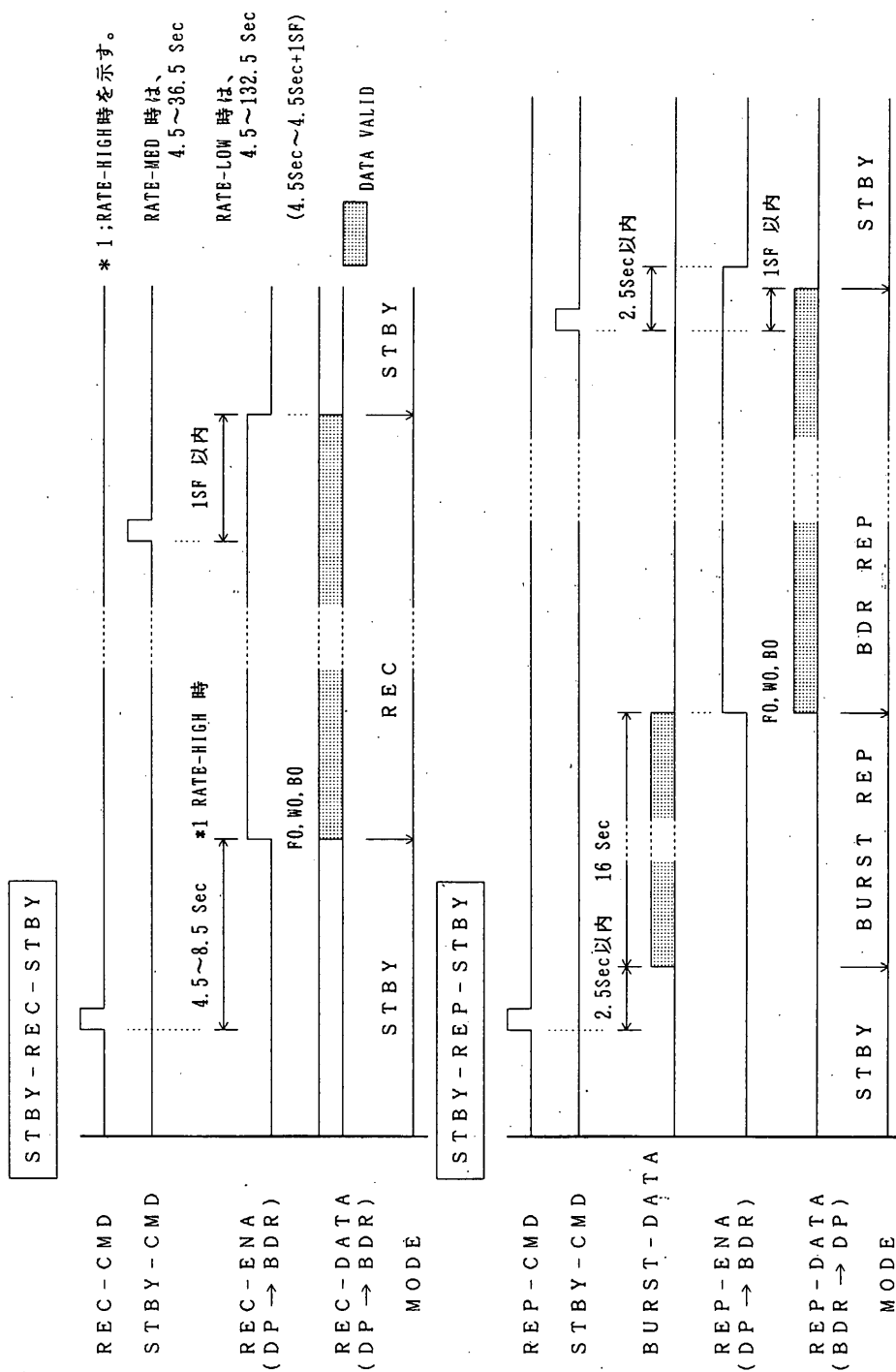


表6.11.1 DP-BDRモード移行タイミング(1)(つづき)

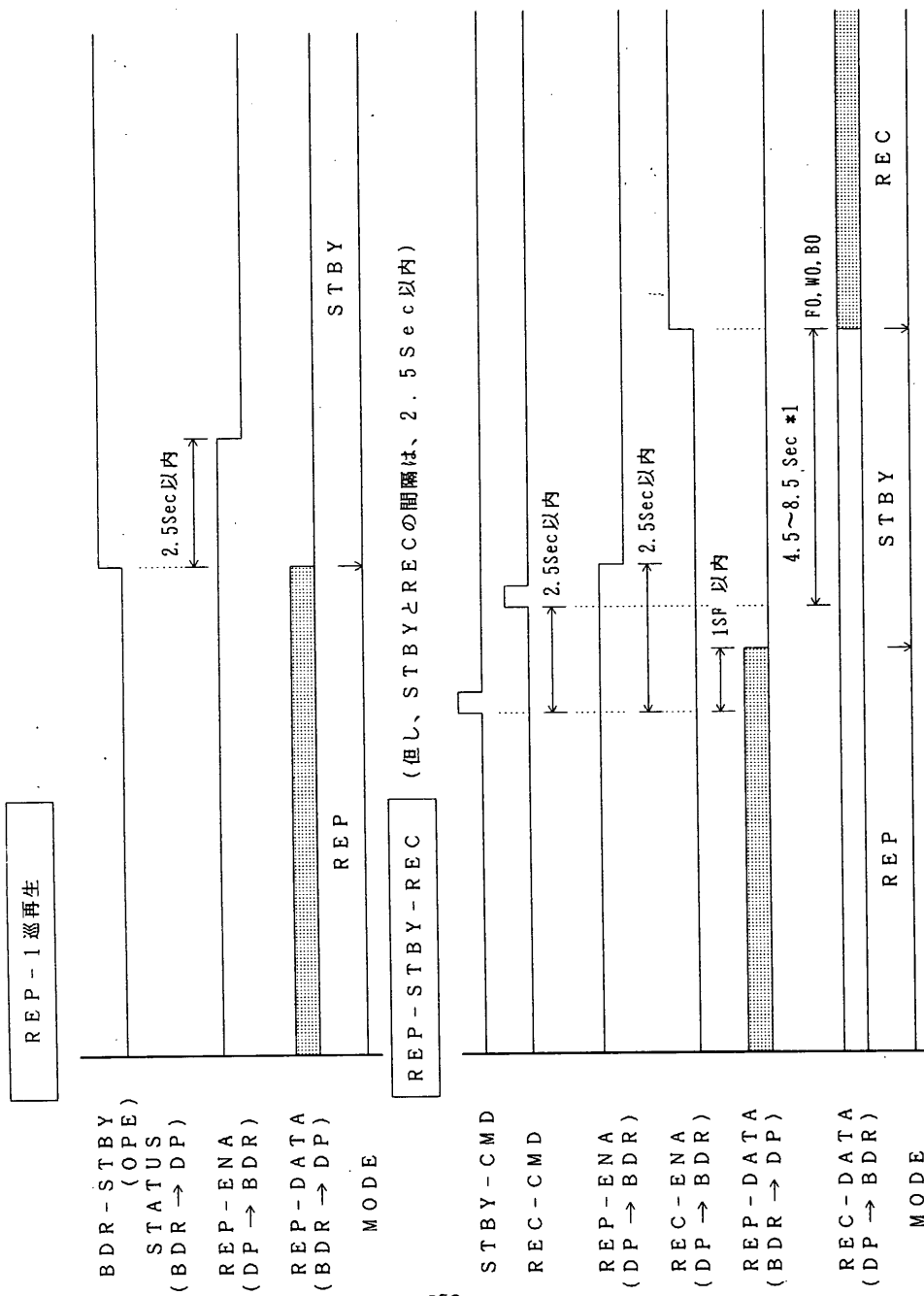
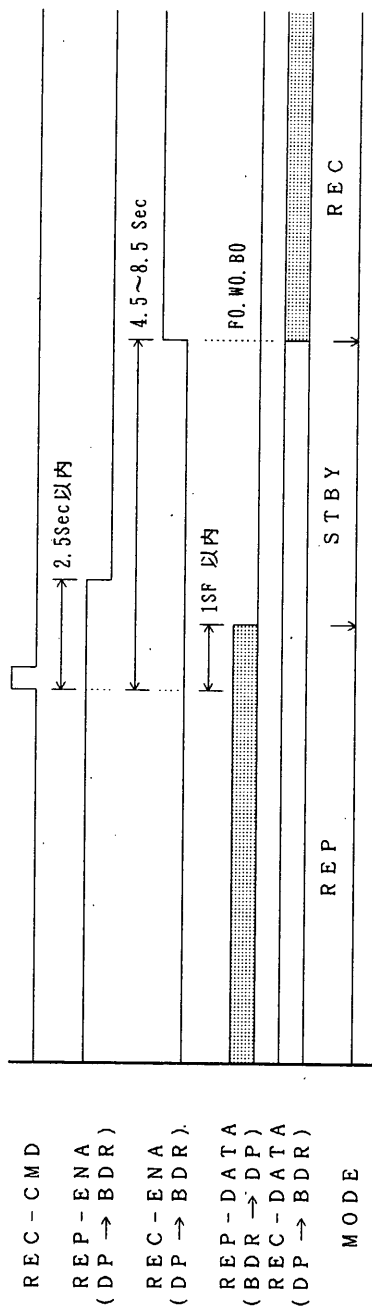


表6.11.1 DP-BDRモード移行タイミング(1) (つづき)

REP-REC



251

REC-REP

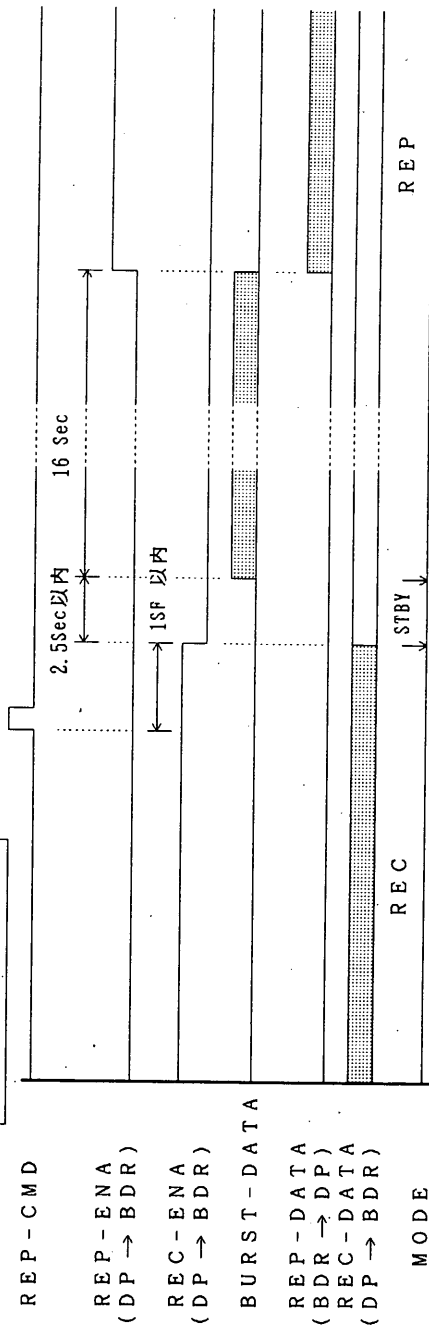
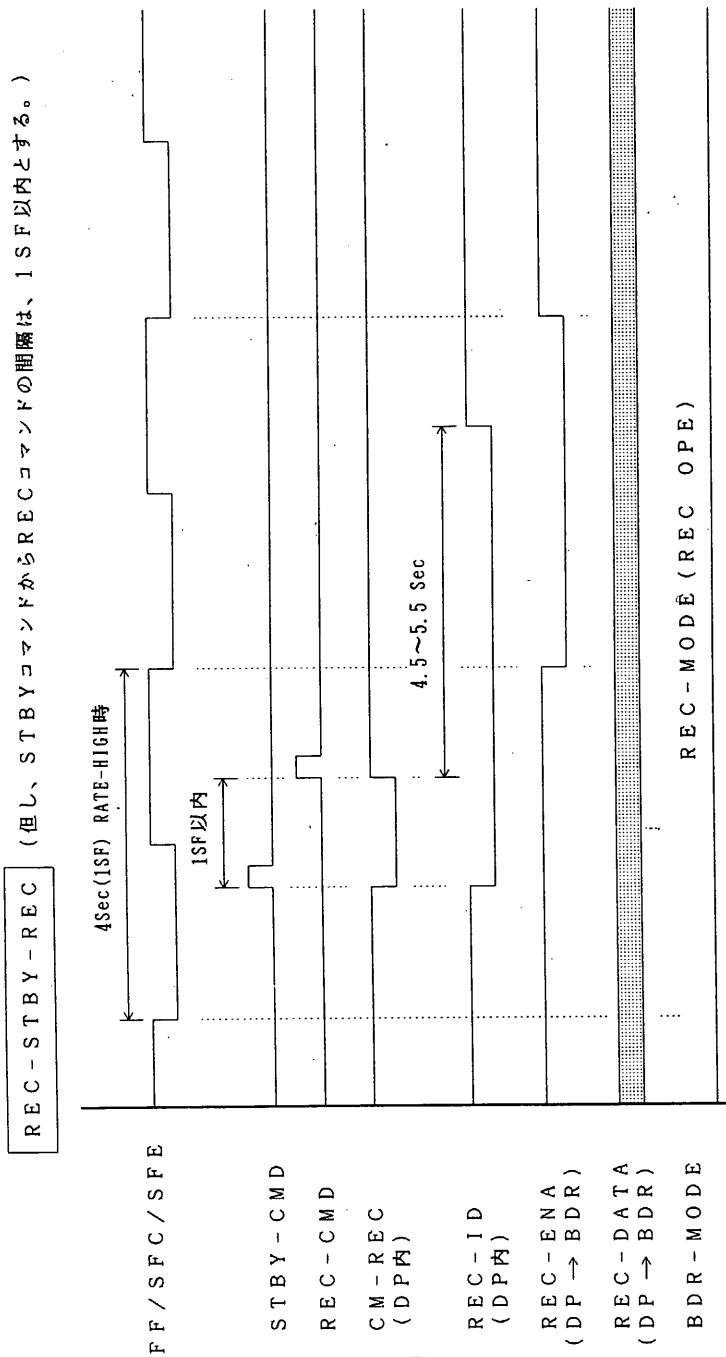


表6.11.2 DP-BDRモード移行タイミング(2)



CM-REC ; RECのコマンドを受けると、直ちにHIGHレベルになるSTATUS信号。
 REC-ID ; CM-RECのSTATUS信号を受け、BDRイニシャライズのための4Sec後
 HIGHレベルになるSTATUS信号。
 REC-ENA; REC-IDをサブフレームの先頭で常に見込んでいるSTATUS信号。

7. 共通データ処理

共通系データは、ビットレートモードに合わせてサンプル間隔を切り換え、規定のフォーマットに編集して出力する。

7.1. 同期信号, フレームID

(1). 同期信号

DPに内蔵されたパターンジェネレータ出力を、タイミングに合わせて出力する。

(2). フレームID

DPに内蔵されたフレームカウンタ出力を、タイミングに合わせて出力する。

7.2. アナログデータ処理

(1). AHKデータ処理

DPからのタイミングパルスによりマルチプレクスされて、シリーズ1ラインで入力されるデータを、フォーマットのタイミングでサンプルしながら、A/D変換して出力する。

(2). AGCデータ処理

パラレル4ラインで入力されるデータを、DP内においてマルチプレクスした後、フォーマットのタイミングでサンプルしながら、A/D変換して出力する。

(3). GAデータ処理

パラレル3ラインで入力されるデータを、DP内においてマルチプレクスした後、フォーマットのタイミングでサンプルしながら、A/D変換して出力する。

(4). IRUデータ処理

パラレル5ラインで入力されるデータを、DP内においてマルチプレクスした後、フォーマットのタイミングでサンプルしながら、A/D変換して出力する。

7.3. デジタルデータ処理

(1). シリーズDHKデータ処理 (主にモニタデータ)

フォーマットに従ってDPから出力されるタイミングパルスに合わせて、各機器からシリーズ8ビットで入力されたデータを、編集して直接出力する。

(2). パラレルDHKデータ処理 (主にステータスデータ)

ビット単位で入力されたデータを、DP内でワード構成を行い、フォーマットのタイミングに合わせて出力する。

(3). CABデータ処理

フォーマットに従ってDPから出力されるタイミングパルスに合わせて、TCUからシリーズ8ビットで入力されたデータを、編集して直接出力する。

(4). OSデータ処理

フォーマットに従ってDPから出力されるタイミングパルスに合わせて、各機器からシリーズ8ビットで入力されたデータに、内部のOSデータを加えて編集し、出力する。

(5). ACSデータ処理

フォーマットに従ってDPから出力されるタイミングパルスに合わせて、ACEで姿勢系データとしてまとめられ、シリーズ8ビットで入力されたデータを、直接出力する。

(6). TIMEデータ処理

DPに内蔵されたタイミングジェネレータのカウント出力の上位ビットを、時刻データとして、フォーマットに従った送信タイミングで出力する。

(7). DPIDデータ処理

DP内のビットレートモード、処理モード等の情報をタイミングパルスに合わせて編集し、DPのステータスデータとして、フォーマットに従った送信タイミングで出力する。

7.4. NSAS-CALモードデータ処理

NSASをキャリブレーションした時の内容 (1 SET= 4096 W) を送るためのモードで、NSASの機能を確認するために使用する瞬発モードである。

(1) . データ時間分解能

NSAS-CALコマンドがある場合のみ、CCDの内容が一通り出力されるので規定出来ない。

(2) . データ処理

NSASから入力される非同期のデータをメモリに取込み、そのデータ数が規定の4096回分記録されたら、サブフレームタイミングに合わせて、メモリ内容を読み出して出力する。

7.5. PC-CHKモードデータ処理

テレメトリコマンド装置のメモリ内容 (1 SET=1280W) を送るためのモードで、プログラムされたコマンドのチェックに使用する瞬発モードである。

(1) . データ時間分解能

プログラムチェックコマンドがある場合のみ、メモリの内容が一通り出力されるので規定出来ない。

(2) . データ処理

フォーマットに従ってDPから出力されるタイミングパルスに合わせて、PCのメモリ内容が読み出され、シリーズ8nビットで入力されたデータを、直接出力する。

7.6. MEM-CHKモードデータ処理

ACE, STT, AHM のメモリ内容を送るためのモードで、制御プログラムデータのチェックに使用する瞬発モードである。

(1) . データ時間分解能

メモリチェックコマンドがある場合のみ、メモリの内容が一通り出力されるので規定出来ない。

(2) . データ処理

フォーマットに従ってDPから出力されるタイミングパルスに合わせて、ACEのメモリ内容が読み出され、シリーズ8nビットで入力されたデータを、直接出力する。

7.7. ACSモードデータ処理

基本部とは別に姿勢系データ（主にSTTマッパーデータ）を送るためのモードで、姿勢系データを詳細に確認する時に使用するモードである。

(1) . データ時間分解能

表7.7.1. データ時間分解能

NO	データ名	時間分解能（ビットレート対応）			備 考
		HIGH	MEDIUM	LOW	
a.	ACE	125.0 mS	1.0 S	4.0 S	但し、最大分解能
b.	STT	500.0 mS	4.0 S	16.0 S	但し、最大分解能
c.	NSAS	1.0 S	8.0 S	32.0 S	
d.	SSAS	1.0 S	8.0 S	32.0 S	
e.	GAS	1.0 S	8.0 S	32.0 S	
f.	IRU	1.0 S	8.0 S	32.0 S	

(2) . データ処理

フォーマットに従ってDPから出力されるタイミングパルスに合わせて、ACEにおいてACSモードデータとしてまとめられ、シリーズ8nビットで入力されたデータを、直接出力する。

7.8. 打上げモードデータ処理

A C Sデータ等を送るためのモードで、打ち上げ時に使用するモードである。

(1) . データ時間分解能

表7.8.1. データ時間分解能

NO	データ名	時間分解能 (ビットレート対応)			備 考
		HIGH	MEDIUM	LOW	
a.	E P T	15.6 mS	使用しない	使用しない	
b.	N R S	15.6 mS	使用しない	使用しない	
c.	X S A	976.6 μ S	使用しない	使用しない	一部 2.93mS
d.	P 3	976.6 μ S	使用しない	使用しない	一部 2.93mS
e.	S S A S	62.5 mS	使用しない	使用しない	

注. M E D , L O W レートでも打上げモードは設定可能

(2) . データ処理

フォーマットに従ってD Pから出力されるタイミングパルスに合わせて、各機器からシリーズ8 nビットで入力されたデータを、編集して直接出力する。

8. 観測データ処理

8.1. LACモードデータ処理

LACデータを送るためのモードで、LAC内モードを状況に合わせて使い分け、8センサのデータを処理するモードである。

(1). データ時間分解能

表8.1.1. データ時間分解能

NO	モード	データ名	時間分解能 (ビットレート対応)			備 考
			HIGH	MEDIUM	LOW	
a.	MPC1	LAC-PH	500.0 mS	4.0 SEC	16.0 SEC	各カウンタ毎
b.	MPC2	LAC-PH	62.5 mS	500.0 mS	2.0 SEC	4カウンタ加算
c.	MPC3	LAC-PH	7.8 mS	62.5 mS	250.0 mS	全カウンタ加算
d.	PC	LAC-PCH	1.9 mS	15.6 mS	62.5 mS	4カウンタ加算
e.		LAC-PCL	976.6 μ S	7.8 mS	31.3 mS	4カウンタ加算

(2). MPCデータ処理

LACからは、観測されたX線パルス毎に8ビットのPHデータが送られてくる。その8ビットのうち、下位7ビットの処理を行う。7ビットの内容は3種のモードにより、768,96又は12チャンネルに区分される。区分されたデータはメモリをリセット式カウンタとして使用することにより、各区分毎の入カイベント数を読出しワードのサンプル間隔に従って集積する。メモリは2面用意し、交互に使用することにより1セットのデータの同時性が保証される。

a. MPC1モード

8カウンタ、2レイヤ、48 CH (入力64CHの上位32CHを、2CH加算) の計768CHを、各CH毎に8ビットでカウントする。

b. MPC2モード

4カウンタ加算、レイヤ加算、48CHの計96CHを、各CH毎に8ビットでカウントする。

c. MPC3モード

全カウンタ加算，レイヤ加算，12CH（48CHを更に4CH加算）の計12CHを，各CH毎に8ビットでカウントする。

(3). PCデータ処理

4カウンタ加算，2レベルの計4ラインで入力された，パルスカウントデータをノンリセット式カウンタにより，読み出しワードに見合うデータ量だけ，等間隔にカウントし，読み出しワード時刻になった時にそれぞれのカウント数を出力する。

表8.1.1にも示したが，PCLデータは，PCHデータの倍の時間分解能で処理されている。

8.2. 基本部LACデータ処理

フォーマットに従ってDPから出力されるタイミングパルスに合わせて，LACからシリーズ8nビットで入力されたデータを直接出力する。

8.3. ASMモードデータ処理

ASMデータを送るためのモードで，ASM内モードを状況に合わせて使い分け2センサのデータを処理するモードである。

(1). データ時間分解能

表8.3.1. データ時間分解能

NO	モード	データ名	時間分解能（ビットレート対応）			備 考
			HIGH	MEDIUM	LOW	
a.	PHA	ASM-PH	62.5 mS	500.0 mS	2.0 SEC	16 CH モード
b.	TIME	ASM-PH	7.8 mS	62.5 mS	250.0 mS	2 CH モード

(2) . データ処理

ASMからは、観測されたX線パルス毎に7ビットのPHデータが送られてくる。
このビット内容を以下の2種のモードにより、96又は12チャンネルに区分しメモリをリセット式カウンタとして使用することにより、各区分毎の入力イベント数を読み出しワードのサンプル間隔に従って集積する。メモリは2面用意し、交互に読み出しと集積に使用することにより1セットのデータの同時性が保証される。

a . PHAモード

2カウンタ、3ワイヤ、16CHの計96CHを、各CH毎に8ビットでカウントする。

b . TIMEモード

2カウンタ、3ワイヤ、2CHの計12CHを、各CH毎に8ビットでカウントする。

8.4. 基本部ASMデータ処理

(1) . データ時間分解能

表8.4.1. データ時間分解能

NO	データ名	時間分解能 (ビットレート対応)			備考
		HIGH	MEDIUM	LOW	
a.	ASM-FW-PC 1~3	62.5 mS	500.0 mS	2.0 SEC	
b.	ASM-RW-CAL-PH	1.0 SEC	8.0 SEC	32.0 SEC	16 CH モード

(2) . PCデータ処理

センサ毎に、3ライン計6ラインで入力された、パルスカウントデータをASMモードPHデータと同期したリセット式カウンタによりカウントし、読み出し時刻になった時にそれぞれのカウント数を出力する。

(3) . CAL-PHデータ処理

センサ毎に、PHデータのビットにより、CALデータ識別とエネルギーレベル識別を行い、メモリをリセット式カウンタとして使用することにより、各エネルギーレベル毎のCALデータ入力イベントパルスを、読み出しワードのサンプル間隔に従ってカウントし、エネルギーレベル毎のカウント数を出力する。

8.5. 基本部GBDデータ処理

(1). データ時間分解能

表8.5.1. データ時間分解能

NO	データ 名	時間分解能 (ビットレート対応)			備 考
		HIGH	MEDIUM	LOW	
a.	SC - TH	125.0 mS	1.0 SEC	4.0 SEC	12→8ビット圧縮
b.	PC - TH	125.0 mS	1.0 SEC	4.0 SEC	12→8ビット圧縮
c.	SC - PH	2.0 SEC	16.0 SEC	64.0 SEC	32 CH , 12→8
d.	PC - PH	2.0 SEC	16.0 SEC	64.0 SEC	16 CH ,
e.	RBM-SOL-TH	1.0 SEC	8.0 SEC	32.0 SEC	8 データ

(2). PHデータ処理

センサ毎に、PHデータのビットにより、エネルギーレベル識別を行い、メモリをリセット式カウンタとして使用することにより、各エネルギーレベル毎の入力イベントパルスを読み出しワードのサンプル間隔に従ってカウントし、エネルギーレベル毎のカウント数を出力する。

a. SC - PH

1カウンタ、32 CH を、各CH毎に12ビットでカウントし、8ビットに圧縮して出力する。

b. PC - PH

1カウンタ、16 CH を、各CH毎に16ビットでカウントし、そのまま出力する。

(3). PCデータ処理

それぞれの入力パルスをリセット式カウンタによりカウントし、そのカウント数を出力する。

a. SC - TH, PC - TH

12ビットのカウントでカウントし、読み出す時に8ビットに圧縮して出力する。
(但し、PC-THのBIT RATE LOW時には、DPにて1/4にするブリスケーラが入る。)

b. RBM-SOL-TH

16ビットのカウントでカウントし、そのまま出力する。

8.6. GBDバーストデータ処理

GBDバーストは、低頻度で突発的に起こる短時間の現象であり、計数率の増加、急変が起こる現象である。

このバーストデータをすべて捕捉するためには、バースト時以外の時間もバーストデータで必要とする高い時間分解能で連続的に処理し、全データを地上へ伝送することが望ましいが、殆どのデータがバーストデータではないので効率が悪くなる。

そこで、バーストデータ処理では、バーストデータを効率良く捕捉するために、メモリへのデータ書込みは連続的に行うが、最終的にバーストデータだけが記録、保持されるようにデータ処理を行う。

(1). データ処理方法

一つのバーストに必要なデータ量のメモリを用意し、バーストが検出されない時はメモリ内の最古のデータを更新しながら、連続的にデータを記録して行く。

そして、バーストが検出された(FLAG-ON)時は、その時点から一定時間(規定のデータ量を記録)後にメモリを凍結し、データを保持する。

特にSC-THに関しては短時間に数桁に及ぶカウント数の変化が予想されるので、TTS(Time to Spill)方式が用いられる。これは、通常は31.25ms毎のカウント数を記録してゆくが、この間のカウント数が予め定められたTTSレベル値(32/64/128)に到達すると、そこ迄の時間(244.1 μ sのクロックで計測)を下位7ビットにセットしMSB=1としたデータを記録する。同時に次のTHデータの計測がスタートするが16 μ sのデータを1ブロックとし、各ブロックの始まりの時刻は31.25msクロックの整数倍の位置にセットされる。又、PC-THのデータ集積間隔はSC-THと同様にセットされておりSC-THのカウントがTTSレベルを越すと通常の31.25msより短くなる。SC、PC-PHの集積間隔は上のブロックの長さと同じであり通常は0.5秒であるがTime to Spillが起こるとこれより短くなる。

G B Dバーストデータとしては、G B Dバーストが検出された時刻を基準として S C - T H / P H , P C - P H については、- 31 ~ + 96 ブロック、P C - T H については - 63 ~ + 192 ブロックのデータが凍結される。以下の説明ではブロック数と時間との関係について、カウントが T T S レベルを越えない場合の換算式を使って行なわれている。

記録データは、専用フォーマットに編集した後、R E P コマンドがあった時に、最初の再生データの一部として地上へ16秒間繰り返して伝送する。

読出終了後は、メモリ凍結を解除し、データ書き込みを再開して、以後同様の動作により記録と読出を繰り返す。

(2) . バーストデータ量

G B Dバーストデータ量とメモリワード数を表8.6.1 に示す。

(3) . アドレス信号の対応

ライトサイクルとリードサイクルのアドレス信号の対応を表8.6.2 に示す。

(4) . データブロック毎のライトアドレス

ライトサイクルのブロックアドレスと各データの基本的な対応を表8.6.3 に示す。

表8.6.1. GBD BURSTデータ量とメモリワード数

データ 名		FL-ON TIME	BLOCK TIME	PC - TH	PC - PH	SC - TH	SC - PH
サンプル 間隔		~500 mS	~500 mS	~31.25 mS	~500 mS	~31.25 mS	~500 mS
ビット数	計測	32	32	12	12	8	12
	出力	32	32	8	8	8	8
計測時刻・データブロック ・・・0秒でフラッグオン・・	-32S	0B					
	-16S	31B	1D*64B	1D*64B			
		32B	64 DATA	64 DATA	16ch*32B	16D*32B	32ch*32B
	0S	63B			512 DATA	512 DATA	1024 DATA
		64B					
	16S	95B					
		96B			16ch*96B	16D*96B	32ch*96B
		127B			1536 DATA	1536 DATA	3072 DATA
	32S	128B					
		159B	1D*192B	1D*192B			
	48S	160B	192 DATA	192 DATA			
		191B					
	64S	192B					
		223B					
	80S	224B					
		255B					
	96S						
データ数 合計		256 DATA	256 DATA	4096 DATA	2048 DATA	2048 DATA	4096 DATA
メモリワード数		1024 W	1024 W	4096 W	2048 W	2048 W	4096 W
備考		時間分解能 122μS 1DATA = 4W ・ TIMEのみ	時間分解能 31.25mS 1DATA = 4W ・ TIME = 3W ・ OS = 1W	カウント データのみ 12→8Bit 圧縮有	1SET = 16ch 処理用 メモリ 32W, 12Bit 12→8Bit 圧縮有	M S B = 1 : TTS 0 : COUNT	1SET = 32ch 処理用 メモリ 64W, 12Bit 12→8Bit 圧縮有

表8.6.2. ライトサイクルとリードサイクルのアドレス対応

処理モード名	メモリアドレス														備考
	A 0	A 1	A 2	A 3	A 4	A 5	A 6	A 7	A 8	A 9	CS 0	CS 1	A 10	A 11	
ライトサイクル	共通系データ														2KW
	SF1	F32	F16	F8	F4	F2	F1	W64	W32	0	0	0	W2	W1	2KW
	B128	B64	B32	B16	B8	B4	B2	B1	0	1	0	0	T2	T1	1KW
	B128	B64	B32	B16	B8	B4	B2	B1	1	1	0	0	T2	T1	1KW
ライトサイクル	B128	B64	B32	B16	B8	B4	B2	B1	D8	D4	0	1	D2	D1	4KW
	PC - PH														2KW
	B64	B32	B16	B8	B4	B2	B1	H8	H4	H2	1	0	0	H1	2KW
	B64	B32	B16	B8	B4	B2	B1	D8	D4	D2	1	0	1	D1	2KW
ライトサイクル	B64	B32	B16	B8	B4	B2	B1	H16	H8	H4	1	1	H2	H1	4KW
	SC - PH														16KW (1set = 2s)
	FE	FD	FC	FB	FA	WG	WF	WE	WD	WC	WB	WA	BC	BB	16KW (1set = 1s)
	FD	FC	PB	PA	WG	WF	WE	WD	WC	WB	WA	BC	BB	BA	16KW (1set = 1s)

表8.6.3. ライトサイクルのブロックアドレスと各データブロックの基本的な対応

(ブロックカウンタが ALL " 0 " ~ ALL " 1 " の時刻にデータを取り込んだ場合のデータブロックとブロックアドレスの関係)

TIME	DATA BLOCK	ブロックアドレス								備 考
		A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	
		A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A6	
-32S	0B	0	0	0	0	0	0	0	0	← TIME, PC-TH 用
-16S	31B	0	0	0	1	1	1	1	1	← SC-TH, SC-PH, PC-PH 用
	32B	0	0	1	0	0	0	0	0	
0S	63B	0	0	1	1	1	1	1	1	← SC-TH, SC-PH, PC-PH の最初のデータブロック
	64B	0	1	0	0	0	0	0	0	
16S	95B	0	1	0	1	1	1	1	1	← SC-TH, SC-PH, PC-PH データは 128ブロックで一周する。
	96B	0	1	1	0	0	0	0	0	
32S	127B	0	1	1	1	1	1	1	1	← SC-TH, SC-PH, PC-PH の最後のデータブロック
	128B	1	0	0	0	0	0	0	0	
48S	159B	1	0	0	1	1	1	1	1	← SC-TH, SC-PH, PC-PH の最後のデータブロック
	160B	1	0	1	0	0	0	0	0	
64S	191B	1	0	1	1	1	1	1	1	← SC-TH, SC-PH, PC-PH の最後のデータブロック
	192B	1	1	0	0	0	0	0	0	
80S	223B	1	1	0	1	1	1	1	1	← SC-TH, SC-PH, PC-PH の最後のデータブロック
	224B	1	1	1	0	0	0	0	0	
96S	255B	1	1	1	1	1	1	1	1	← TIME, PC-TH の最後のデータブロック

表8.6.4. 読出順序と出力データのブロック対応

先頭時刻 の出力 ブロック (N)	記録データブロックの読出順序																
	ブロックタイム, PC-T H データ								SC-T H, SC-P H, PC-P H データ								
	SF2n				SF2n+1				SF2n					SF2n+1			
	F 0	----	F 63		F 0	----	F 63		F 0	----	F 31	F 32	----	F 63	F 0	----	F 62 F 63
0	0	1	126	127	128	129	254	255	128	129	159	32		63	64		126 127
1	255	0	125	126	127	128	253	254	127	128	158	159		62	63		125 126
⋮																	
127	128	129	255	0	1	2	127	128	129		32	33		64	65		127 128
128	127	128	254	255	0	1	126	127	128		159	32		63	64		126 127
⋮																	
254	2	3	128	129	130	131	0	1	130		33	34		65	66		128 129
255	1	2	127	128	129	130	255	0	129		32	33		64	65		127 128

(5) . 読出データのブロック対応

読出アドレスは、バイナリー信号を使用するので、出力フォーマットの関係から
読出時の先頭アドレスは、常に“0”となり、書込のデータブロックとアドレスの
対応が表8.6.3 に示すように一致していれば、データブロックの読出順序は、

タイム、PC-TH	0	1	→	62	63	64	65	→	254	255
SC-TH, PH, PC-PH	128		→	159		32		→	127	

となる。

しかし、実際の書込アドレスは、バーストフラッグのタイミングにより、決まる
ので、先頭データのブロックアドレスは任意のアドレスとなる。

この時の先頭データの書込ブロックアドレスを“N”とした場合、書込アドレス
とデータブロックの対応が、

書込 アドレス	N	→	255	0	→	N-1
データブロック	0	→	255-N	256-N	→	255

となり、このデータブロックを読出す時の読出アドレスとデータブロックの対応が

読出 アドレス	0	→	N-1	N	→	255
データブロック	256-N	→	255	0	→	255-N

となるので、出力データとしては、“256-N”ブロックのデータを一番目に読出し
先頭ブロックのデータを“N”番目に読出すことになる。

とすると、この出力データの“N”番目のブロックタイムデータは先頭時刻を示
しているはずで有り、これを逆に考えると、出力のブロックタイムデータを確認す
ることで、先頭データのブロック“N”を検出することが出来る。

つまり、最古のタイムデータを出力したブロック“N”が、先頭ブロックデータ
で有り、そのデータが出力されるタイミングに依って、全部の読出データブロック
配列が解明出来ることになる。

この読出順序と出力データのブロック対応を表8.6.4 に示す。

8.7. ビットリダクション処理

12ビットのバイナリーデータを、プレフィックス2ビットと、カウント6ビットの計8ビットに圧縮処理する。

(1). 圧縮方法

アダー、プライオリティエンコードおよび、データセレクトを用いることにより圧縮を行っており、アダーによる減算（逆数加算）結果をもとに、プレフィックスビットとカウントビットを、プライオリティエンコードとデータセレクトからそれぞれ出力する。

この時に、入力データから減ずる値は1344であるが、実際には4096に対する1344の逆数である27.52を加算して処理を行っている。

(2). データ変換方法

表8.7. 出力データの実カウント換算方法

プレフィックス		実カウント	カウント	カウント	スケール	ポアソン
B0	B1	換算式	範囲	誤差	ファクタ エラー %	分布 エラー %
0	0	C	0～63	0	28.8～0.5	100～12.6
0	1	$C * 4 + 64$	64～319	3	1.8～0.4	12.5～5.6
1	0	$C * 16 + 320$	320～1343	15	1.4～0.3	5.6～2.7
1	1	$C * 64 + 1344$	1344～4095	63	1.4～0.5	2.7～1.6

注. C：出力データのB2～B7のカウント数

9. DP 出力信号

9.1. PCM データ出力信号

- (1) . NRZ REC (NRZ-L , 512 / 2048 / 16384 BPS)
- (2) . REAL TMS (NRZ-S / CONV / PSK , "0" / 2048 / 16384 BPS)
- (3) . REAL TMU (SP-M , "0" / 2048 / 16384 BPS)
- (4) . REP TMS (NRZ-S / CONV / SP-L , 65536 / 131072 BPS)
- (5) . REP TMU (SP-M , 65536 BPS)

注 1. REAL と REC は、データ識別 ID を除き、同一のデータである。

9.2. バイナリー出力信号

バイナリー信号の名称、周期等を一覧表にして、表 9.2 に示す。

(1) . 固定バイナリー出力信号

この信号は、ビットレートモードに関係無く、一定の周期を保つ信号である。

- ・ 信号名称 (例 1) PD-○○○ (○○○ は機器名)
- ・ " (例 2) WF-○○○ (")

(2) . 可変バイナリー出力信号

この信号は、ビットレートモードに従って、周期が変化する信号である。

- ・ 信号名称 (例 1) PF / BC / WB-○○○ (○○○ は機器名)
- ・ " (例 2) WG / FC / FE-○○○ (")

9.3. 読出ワード信号

ディジタルHK等のシリーズデータを、DPに読み込むためのタイミング信号が“読出ワード信号”(1～数ワード幅)であり、この信号がHIGHレベルになった時シフトクロックにより、データをシフトする。

- ・ 信号名称(例1) ROW-○○○ (○○○は機器名)
- ・ “ (例2) HKTX-○○○ (“)

9.4. ビットレート信号

DPが、どのビットレートで動作しているかを、識別するためのステータス信号を出力する。

- (1) . BIT RATE LOW : 他モード | BIT RATE LOWモード
- (2) . BIT RATE MED : 他モード | BIT RATE MEDモード
- (3) . BIT RATE HIGH : 他モード | BIT RATE HIGHモード

9.5. 処理モード信号

DPが、どの処理モードで動作しているかを、識別するためのステータス信号を出力する。

- (1) . LAC MODE : ASMモード | LACデータモード
- (2) . ASM MODE : ACS
LACモード | ASMデータモード

* 但し、NSAS-CAL, PC-CHEK, MEM-CHEK, 打上げモードは、上記ステータス信号に無関係である。

又、(1) LAC MODEは、ACSモードにおいても無関係である。

表9.2. DPバイナリー出力信号

信号名称	周 波 数	周 期	備 考
PA	524.288 KHz	1.90735 μ S	
PB	262.144	3.81470	
PC	131.072	7.62939	H-REP-BCL
PD	65.536	15.25879	L-REP-BCL
PE	32.768	30.51758	
PF	16.384	61.03516	H-BCL, H-REP-WCL
BA	8.192	122.07031	L-REP-WCL
BB	4.096	244.14063	
BC	2.048	488.28125	M-BCL, H-WCL
WA	1.024	976.56250	
WB	512.0 Hz	1.95313 mS	L-BCL
WC	256.0	3.90625	M-WCL
WD	128.0	7.8125	H-REP-FCL
WE	64.0	15.625	L-WCL, L-REP-FCL
WF	32.0	31.25	
WG	16.0	62.5	H-FCL
FA	8.0	125.0	
FB	4.0	250.0	
FC	2.0	500.0	M-FCL, H-REP-SFCL
FD	1.0 $\times 10^{-3}$	1.0 Sec	L-REP-SFCL
FE	500.0	2.0	L-FCL
FF	250.0	4.0	H-SFCL
SFA	125.0	8.0	
SFB	62.5	16.0	
SFC	31.25	32.0	M-SFCL
SFD	15.625	64.0 (1.04)	
SFE	7.8125	128.0 (2.08)	L-SFCL
SFF	3.90625	256.0 (4.16)	
SFG	1.95313 $\times 10^{-6}$	512.0 (8.32)	
SFH	976.56250 $\times 10^{-6}$	1024.0 (17.04)	Time 2
SFI	488.28125	2048.0 (34.08)	
SFJ	244.14063	4096.0 (1.08.16)	
SFK	122.07031	8192.0 (2.16.32)	Time 1
SFL	61.03516	16384.0 (4.33.04)	
SFM	30.51758	32768.0 (9.06.08)	
SFN	15.25879	65536.0 (18.12.16)	
SFO	7.62939	131072.0 (36.24.32)	
SFP	3.81470	262144.0 (72.49.04)	
SFQ	1.90735	524288.0 (145.38.08)	

10. 機械的性能

- (1) . 外形寸法 : 330 x 290 x 200H mm (フランジを含む)
- (2) . 重量 : 10.9±0.5 kg
- (3) . ケース表面処理 : 黒塗装
- (4) . 外観図 : 図10.1 に示す。

バブル データ レコーダ (BDR)

宇宙研 林研究室
(株)日立製作所

1 概要

BDRは、4Mbバブルメモリを採用したデータレコーダであり、従来のテープレコーダでは実現できない以下の特長を持っている。

- ①データプロセッサ(DP)から供給される140Kbps以下の外部クロックに同期して、任意のデータ速度で記録、再生できる。
- ②サブフレーム(64Kbits)単位で記録、再生を行なう。
- ③不良デバイスが発生した場合、当該デバイスをスキップし記録/再生を行う。
- ④エンドレス記録を行う。
- ⑤1巡再生(全データを再生し自動終了する。)を行う。

BDRは、DPにて編集されたミッション機器、バス機器等のデータ及びステータスを記録し、KSC上空にてそれらのデータを再生する。再生データは一旦DPを経由して、SバンドやUHFの無線により地上に送信される。

2 機能

2-1 BDR基本構成

図 1 に、BDRの基本構成図を、また表 1 に各ブロックの機能を示す。

BMC : バブル メモリ コントローラ
 BMD : バブル メモリ デバイス
 BUFF : バッファ
 POW : パワー
 SEQ : シーケンサ

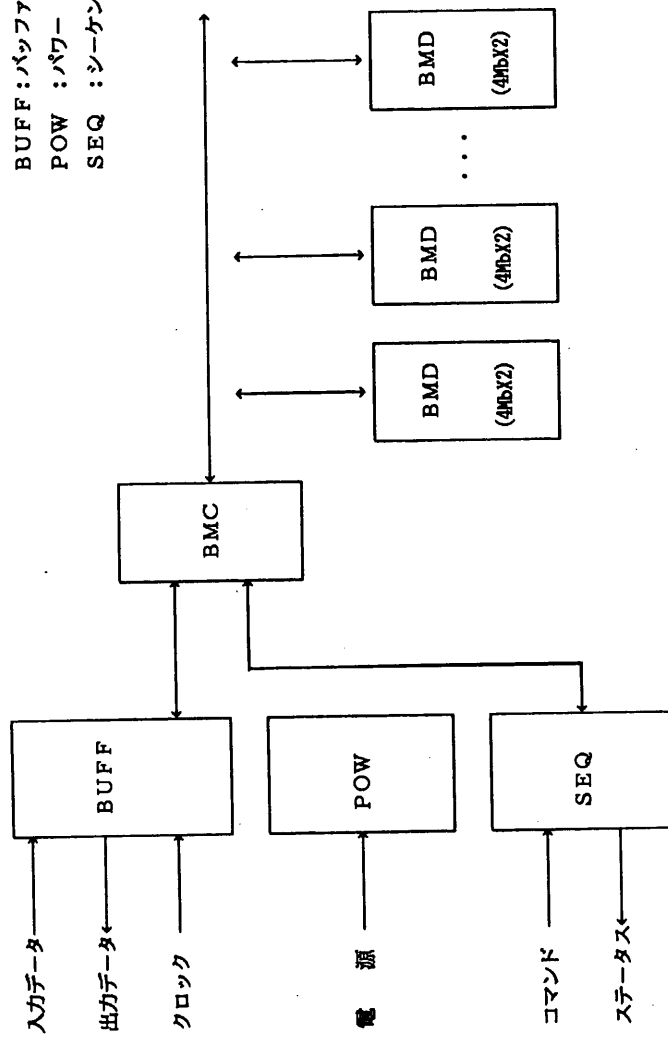


図 1 BDR基本構成図

表 1 各ブロックの機能

ブロック名	機 能 概 略
BUFF	<p>入出力インターフェースとバッファメモリから構成されており、バッファメモリは以下に述べる3つの機能を有する。</p> <p>(1) 低消費電力化の要求から常に1つのデバイスにのみ通電するため、デバイス間を渡って記録する際に次のデバイスを立ち上げるまで、入出力データを保持すること</p> <p>(2) 入出力データレートとバブルメモリデバイスの記録再生レートの差を吸収すること</p> <p>(3) 入出力データのシリアル/パラレル変換すること</p>
SEQ	<p>記録/再生等のコマンドの受領やBDRのステータス信号の作成および、BDR全体の制御を行う。</p> <p>SEQのRAMは、通常電源が入っており記録/再生開始アドレスを保持している。</p>
POW	<p>BMDに加える12V電源を、28V系よりDC-DCコンバータにて温度制御して供給する。</p>
BMC	<p>SEQの命令に応じてBMDの制御を行う。</p>
BMD	<p>BMCの制御に従いデータの記録、再生を行なう。</p> <p>BMDは独立に電源の投入切断を行い使用中のBMDにのみ通電し低消費電力化を図る。</p>

2-2 動作

図 2 に状態遷移図を示す。

BDRは、状態遷移図に示す各状態および動作間を、コマンドおよび条件により遷移してその機能を実現する。

(i) 通常動作

BDRは通常、待機状態でありREC/REPコマンドを受領することによりイニシャライズを行い、記録/再生へと移行する。

記録中にREPコマンドを受領した場合、再生へと移行し、また再生中にRECコマンドを受領することにより、記録へと移行する。このときは、イニシャライズを行わず直接移行する。

記録は、エンドレスにて行われ、STOPコマンドを受領することにより、待機状態へと移行する。

再生は、全データを再生した後自動的に待機状態へと移行するが、再生中にSTOPコマンドを受領することによっても、待機状態へと移行する。

①待機状態

- ・ コマンドレシーバ及びSEQのワークエリアであるRAMのみに通電し、他の回路は電源断状態である。
- ・ REC/REPコマンドにより、上記以外の回路の電源を投入し、SEQを起動してイニシャライズへと移行する。

注意：待機状態でBDR ON コマンドが誤って送出された場合は、REC/REPコマンド送出時と同様に電源を投入するが約10秒後に待機状態へ戻る。

②イニシャライズ

- ・ 全デバイスをアクセスし、不良デバイスを検出、登録する。
- ・ 本作業は約5秒を要し、作業終了後、記録または再生作業へと移行する。

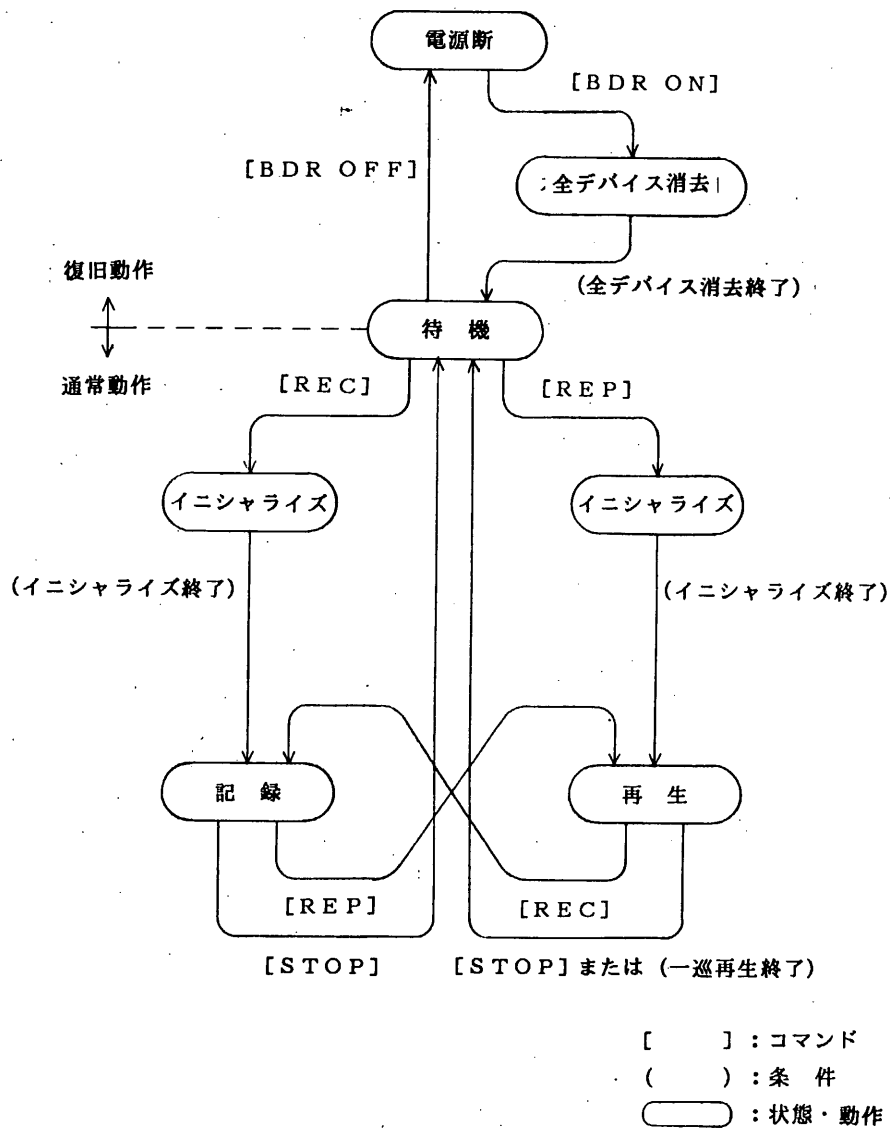


図 2 BDR 状態遷移図

③記録

- ・DPよりの記録開始信号に同期してエンドレス記録を開始する。(注1)

記録開始アドレスは、SEQのRAMに記憶されている前回の記録、もしくは再生が終了したアドレスの次からである。ただし、電源断状態から移行して来た1回目の記録では、“0番地”からとなる。

なお、当該デバイスが不良デバイスと登録されている場合は、自動的にスキップし次のデバイスに続ける。

- ・コマンドの受領は、再生開始後サブフレーム(64Kbits)の区切りで行う。

STOPコマンドを受領することにより、記録中のサブフレームの記録を完了し次第その終了アドレスをRAMに登録し、電源を切断して待機状態へと移行する。

またREPコマンドを受領することにより、記録中のサブフレームの記録を完了し次第直ちに再生へ移行する。

④再生

- ・DPよりの再生開始信号に同期して1巡再生を開始する。(注1)

再生開始アドレスは、SEQのRAMに記憶されている前回の記録、もしくは再生が終了したアドレスの次からである。ただし、電源断状態から移行して来た1回目の再生では、“0番地”からとなる。

なお、当該デバイスが不良デバイスと登録されている場合は、自動的にスキップし次のデバイスに続ける。

- ・コマンドの受領は、再生開始後サブフレーム(64Kbits)の区切りで行う。

1巡再生(全データの再生)を行った後、電源を切断して待機状態へ移行する。

また再生中にSTOPコマンドを受領すると、再生中のサブフレームの再生を完了した後その終了アドレスをRAMに登録し、電源を切断して待機状態へ移行する。

なお再生中にRECコマンドを受領することにより、再生中のサブフレームの再生を完了し次第直ちに記録へ移行する。

注1：ただし、DPが記録/再生開始信号をBDRに送出する前に、STOPコマンドを受領すると、DPは記録/再生開始信号を出さない。その場合BDRは、記録/再生開始信号待ちの状態のままとなり、コマンドの受領を行えない。

このような場合は、再度REC/REPコマンドを送り表2に示す時間(DPが記録/再生開始信号を送出するまで)待ち、次のコマンドを送ればよい。

表 2

モード	ビットレート	コマンド入力から記録／再生 開始信号送出までの時間
記録	HIGH 16 Kbps	4.5～8.5 SEC
	MED 2 Kbps	4.5～36.5 SEC
	LOW 512 bps	4.5～132.5 SEC
再生	HIGH 131 Kbps	16～18.5 SEC
	LOW 65 Kbps	16～18.5 SEC

(ii) 復旧動作

復旧動作は、ラッチアップ、ソフトの暴走等障害発生時に通常動作へ復旧するために行う。

専用LSI及びRAMは、ラッチアップによる永久破壊を防ぐために電流制限回路が付加されており。専用LSIの電流制限回路が動作した場合、BDR LATCH UP ステータス (BDR5 [F_{6:1}W_{6:5}] ビット0 [B0]) が "1" となる。また、ソフトエラーによりBDRが暴走すると、REC, REP, STOP等のコマンドに応答しなくなる。

以上述べた場合は、BDR OFF コマンドにより強制的に電源断状態へ移行させ、その上で再投入しLSIのラッチアップを復旧する。また、この時全デバイスの消去を合わせて行う。

この時の、KSCでの判定フローを図 3 に示す。

注意：BDR ON コマンドは、BDR OFF コマンド送出後3分以上経過後に送出のこと。

①電源断状態

- ・コマンドレシーバにのみ通電しており、他の回路は電源断状態である。
LSIは、供給電流が切られるためラッチアップ状態から復旧する。
- ・BDR ON コマンドにより電源を投入し、全デバイス消去へと移行する。

注意：電源断状態でREC/REPコマンドを送出してはならない。

電源断状態でREC/REPコマンドを送出した場合、記録/再生時と同様に電源が投入されるが、正規の状態でないためその動作は不定となる
なお、誤ってREC/REPコマンドを送出した場合は、BDR OFF コマンドを送出し、電源断状態に戻せばよい。

②全デバイス消去

- ・全デバイスのデータを消去して、「INDEX」及び欠陥ループ情報を書き込み、不良デバイスを復旧する。

注意：本動作の実行時間は、表3 に示すようにビットレートにより異なる。

表 3

ビットレート		実行時間 (最大)
HIGH	16 Kbps	11 SEC
MED	2 Kbps	21 SEC
LOW	512 bps	56 SEC

- ・全デバイス消去後、電源を切断し待機状態に移行する。

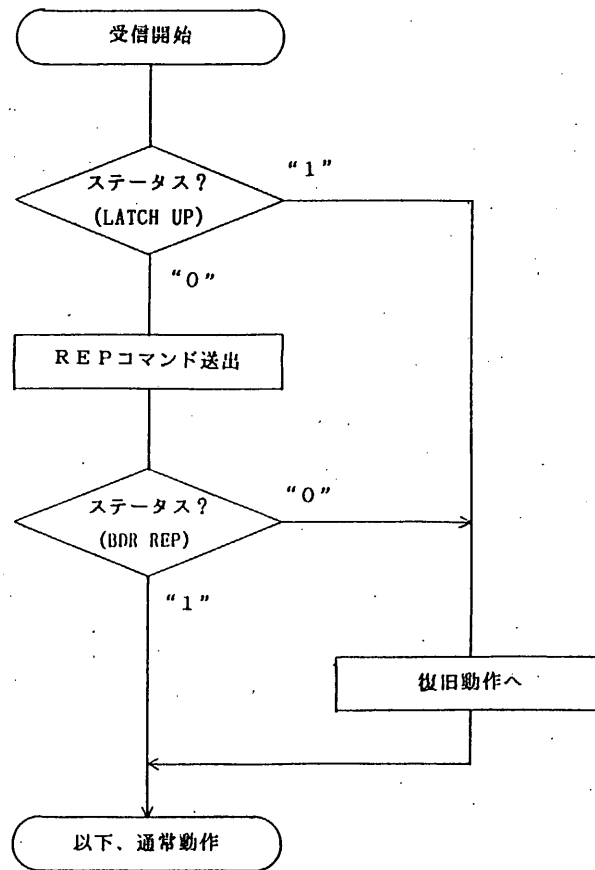


図 3 判定フロー

3 性能

- (1) 記録容量 41,943,040 bits (2^{22} bits×10)
 (2) 記録速度 512/2048/16384 bps
 (3) 記録時間 22時間45分20秒/
 5時間41分20秒/
 42分40秒
 (4) 再生速度 65536/131072 bps
 (5) 再生時間 10分40秒/5分20秒

注意：BDR ON コマンド送出直後に再生を行うと、データが消去されているため、2ビットエラー発生ステータス表示を行い、131Kbpsでの再生時間は約10分となる。

- (6) ビット誤り率 10^{-9} 以下
 (7) 消費電力 約0W (待機時)
 5W (2kbps記録時)
 11W (131kbps再生時)

(8) コマンド項目

項番	コマンド名称	コード		制御内容
		X	Y	
1	BDR STOP	0	9	記録/再生を停止し、待機状態に入る。
2	BDR REC	1	9	記録に入る。
3	SH REP	0	A	再生に入る。 高速再生(131Kbps) Sバンド送信
4	SL REP	1	A	再生に入る。 低速再生(65Kbps) Sバンド送信
5	U REP	2	A	再生に入る。 低速再生(65Kbps) Uバンド送信
6	BDR ON	2	9	SEQのRAM電源投入。 全デバイスの消去を実施する。
7	BDR OFF	3	9	コマンドレシーバ以外の電源を切断する。

(9) ステータス項目

以下のステータスは、WORD 65 に編集される。

項 番	ステータス名称	フレーム	内容	セット条件
		ビット		リセット条件
1	STOP-CMD	F21+32n B0	STOPコマンドの入 力を確認する。	STOPコマンド入力時 他のコマンドの入力時 またはBDR-ENDステー タスがセットされてから 5秒後
2	REC-CMD	F21+32n B1	REC コマンドの入 力を確認する。	REC コマンド入力時 他のコマンドの入力時
3	REP-CMD	F21+32n B2	REP コマンドの入 力を確認する。	REP コマンド入力時 他のコマンドの入力時 またはBDR-ENDステー タスがセットされてから 5秒後
4	BDR-END	F21+32n B3	記録／再生の終了 を確認する。	記録／再生の終了時お よび消去動作の終了時 セットされてから5秒 後
5	BDR-REC	F21+32n B4	記録状態になった ことを示す。 (注)	REC コマンドの入力後 記録可能状態となって STOPまたはREPコマンド 入力後、記録の終了時
6	BDR-REP	F21+32n B5	再生状態になった ことを示す。	REP コマンドの入力後 再生可能状態となって 1巡再生後またはSTOP、 REPコマンド入力後、再 生の終了時
7	BDR-ON	F21+32n B6	SEQのRAM電源が入 ったことを確認す る。	BDR-ONコマンド入力時 BDR-OFFコマンド入力 時
8	2BIT ERROR	F21+32n	バブルメモリデバ イスの出力データ にエラー発生した 事を示す。	再生データの2ビット エラー発生時 当該再生終了時

注意：BDR-ONコマンド入力時の復旧動作においても、3秒から50秒間
セットされるが、これは記録状態ではない。

(9) ステータス項目 (続き)

項 番	ステータス名称	フレーム	内容	セット条件
		ビット		リセット条件
9	ERR NO. 0A~9B	F13+64n B0~B7 F29+64n B0~B7 F45+64n B4~B7	記録領域を0A~9Bの ブロックに分けて 不良デバイスを示 す。	記録／再生中およびイ ニシャライズ時の不良 デバイス検出時
				記録／再生を終了しBDR -ENDステータスがセッ トされてから5秒後
10	BMD NO. 0A~9B	F61+64n B0~B4	記録領域を0A~9Bの ブロックに分けて 記録／再生中のデ バイスを示す。 B1(LSB)~B4(MSB)で 0~9を16進表示 B0でB/A(1/0)を表示	記録／再生開始後
				記録／再生を終了しBDR -ENDステータスがセッ トされてから5秒後
11	BDR-LATC UP	F61+64n B7	バブルメモリ用LSI のラッチアップの 発生を示す。	ラッチアップ発生時
				ラッチアップ解除時

- | | |
|-------------|--------------------|
| (10) HK項目 | BDR温度 |
| (11) 外形寸法 | 図 4 に示す。 |
| (12) 重量 | 8Kg以下 |
| (13) 動作温度範囲 | -20℃~50℃ |
| (14) 最大外部磁界 | 20 Oe以下 |
| (15) もれ磁界 | 0.5 Oe以下 (ケースの外にて) |

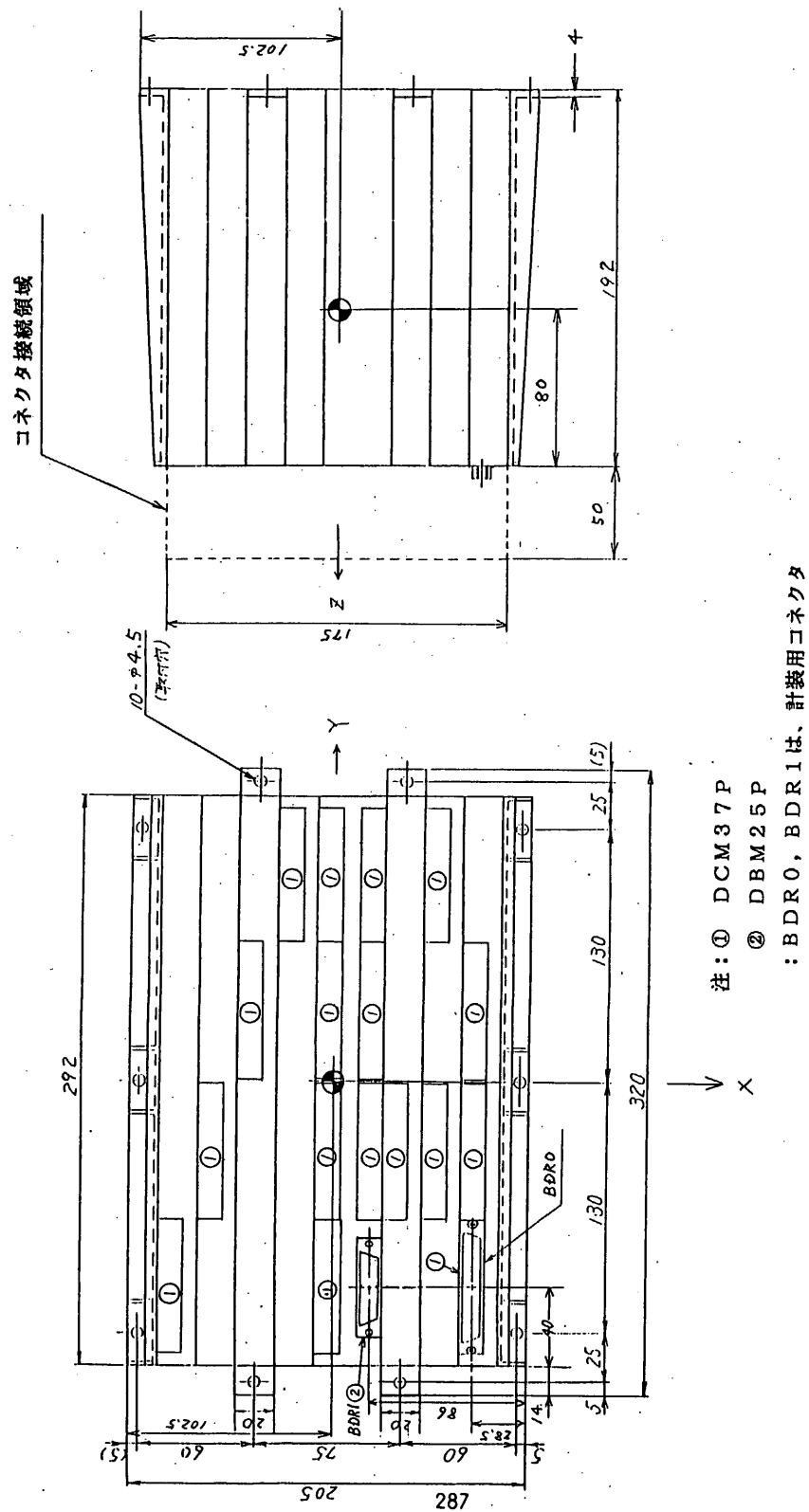


図 4 BDR外観図

1. 概 要

人口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な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わえられると共に、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HKの目的である。

HKのチャンネル数は温度66点、電源系8点、PI系20点および測定系の補正をする為の校正電圧2点の計96chである。

HK DATAは1 Word/Framであり、64chを1単位（1 Sub Fram=64 Framのため）としているため、チャンネル構成を32ch×3系統にわけ、前半の32chを電圧の系統として毎Sub Fram出力し、後半を温度の系統として偶数Sub Framと奇数Sub Framでそれぞれ入れ変えて交互に出力し、2 Sub Framで96chを出力している。

温度の測定は白金温度センサを用い、定電流をセンサに供給して、温度変化による抵抗値の変化を電圧の変化として取り出している。

電源・PI系は電圧として入力している。

HKはATT（アッテネータ）部，切換走査部，デコード部，増巾部及び定電圧部より構成され、信号はATT部で減衰し各入力レベルを合わせる。デコード部で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ド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変えて96項目の並列データを直列データに変換している。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DP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. 性能

2.1 電気的性能

2.1.1 電圧測定系

- (1) 測定範囲 : 測定項目表参照
- (2) 測定方法 : 抵抗分圧
- (3) 出力電圧精度 : $0\text{ V} \pm 0.06\text{ V}$ ($23 \pm 2^\circ\text{C}$)
 $3\text{ V} \pm 0.09\text{ V}$ ($23 \pm 2^\circ\text{C}$)
- (4) 検出器 : MFM10kΩCT1A×6
(電源系のみ)

2.1.2 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
- (3) 検出器 : Q0516PT 50Ω±1% (20℃)
- (4) 検出器感度 : TF 0.62mV±1%/℃
TL 0.33mV±1%/℃
TH 0.15mV±1%/℃
- (5) 出力電圧精度 : $0\text{ V} \pm 0.06\text{ V}$ ($23 \pm 2^\circ\text{C}$)
 $3\text{ V} \pm 0.09\text{ V}$ ($23 \pm 2^\circ\text{C}$)

2.1.3 総合

- (1) 周波数特性 : DC~200Hz (±1dB, 増幅部)
- (2) 出力電圧温度ドリフト : ±30mV (−30~+60℃)
- (3) 出力電圧経時ドリフト : ±10mV (300Hランニングテスト)
- (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” 4.0~5.0V
“0” 1.0~0V
- (6) コントロールパルス受け : CMOS
- (7) 出力立上り時間遅れ : 100μs以下
- (8) コマンドパルス電圧 : 4.0~5.0V
- (9) コマンドパルス受け : CMOS

(EU002/037003)

- ⑩ 校正電圧 : CAL-1 $0.5\text{ V} \pm 1\%$ ($23 \pm 2^\circ\text{C}$)
 $0.5\text{ V} \pm 3\%$ ($-30 \sim +60^\circ\text{C}$)
CAL-2 $2.5\text{ V} \pm 1\%$ ($23 \pm 2^\circ\text{C}$)
 $2.5\text{ V} \pm 3\%$ ($-30 \sim +60^\circ\text{C}$)
- ⑪ 入力電圧, 消費電流 : $+12\text{ V} \pm 4\%$ 16 mA
 $+5\text{ V} \pm 5\%$ 173 mA
 $-12\text{ V} \pm 4\%$ 54 mA
- ⑫ コマンド項目 : HK-ON
HK-OFF
- ⑬ アンサ信号 : HK-ON $+5\text{ V}$
HK-OFF 0 V

3. 機械的性能

- (1) 外形寸法 : $190 \pm 2 \times 162 \pm 2 \times 75 \pm 1$ (mm)
(コネクタ・ビスを除く)
- (2) 重量 : 1.665 kg
- (3) ケース材質 : A5052P
- (4) ケース表面処理 : CHEMGLAZE Z306 $60\text{ }\mu\text{m}$ 以上

測定項目表(1)

No.	測定項目	測定内容	測定レンジ	換算式(暫定)
0	CAL-1	—	—	—
1	CAL-2	—	—	—
2	BAT-V	BAT 電圧	0 ~ +26 V	$0.118 X + 0.62$
3	BAT-I	BAT 充放電電流	-10 ~ +10 A	$0.07843 X - 10$
4	BUS-V	バス電圧	0 ~ +35 V	$0.1381 X$
5	LHV-0	LAC 高圧電源	0 ~ +2500 V	$9.804 X$
6	LHV-1	LAC 高圧電源	0 ~ +2500 V	$9.804 X$
7	LHV-2	LAC 高圧電源	0 ~ +2500 V	$9.804 X$
8	LHV-3	LAC 高圧電源	0 ~ +2500 V	$9.804 X$
9	+28 V	+28 V 電圧	0 ~ +35 V	$0.1372 X$
10	+12 V	+12 V 電圧	0 ~ +15 V	$0.05882 X$
11	+5 V	+5 V 電圧	0 ~ +7.5 V	$0.02941 X$
12	-12 V	-12 V 電圧	0 ~ -15 V	$-0.05882 X$
13	LOAD-I	電源負荷電流	0 ~ 12 A	$0.04761 X - 0.192$
14	STT XVC	X REG 電圧 / CCD 温度	0~9V/-58~+44°C	
15	STT YVC	Y REG 電圧 / CCD 温度	0~9V/-58~+44°C	
16	MW T	MW ホイール温度	-27 ~ +137 °C	
17	MW M-I	MW モータ電流	-2.5 ~ +2.5 A	$-0.01965 X + 2.52$
18	MTQ X-I	MTQ X コイル電流	0~+90 / 450mA	$0.353 X / 1.765 X$
19	MTQ Y-I	MTQ Y コイル電流	0~+90 / 450mA	$0.353 X / 1.765 X$
20	MTQ Z-I	MTQ Z コイル電流	0~+90 / 450mA	$0.353 X / 1.765 X$
21	LHV-4	LAC 高圧電源	0 ~ +2500 V	$9.804 X$
22	LHV-5	LAC 高圧電源	0 ~ +2500 V	$9.804 X$
23	LHV-6	LAC 高圧電源	0 ~ +2500 V	$9.804 X$
24	LHV-7	LAC 高圧電源	0 ~ +2500 V	$9.804 X$
25	ASM HV	ASM 高圧電源	0 ~ +2500 V	$9.905 X$
26	NSAS X	CCD-X 暗時出力電圧	-5.5 ~ +4.5 V	$0.0397 X - 5.79$
27	NSAS Y	CCD-Y 暗時出力電圧	-5.5 ~ +4.5 V	$0.0407 X - 5.93$
28	GBD PC	GBD PC 高圧電源	0 ~ +2300 V	
29	GBD SC	GBD SC 高圧電源	0 ~ +1000 V	
30	SNT1 / TH-1	SHNT 1 温度	-150 ~ +150 °C	$1.274 X - 160$
31	SNT2 / TH-2	SHNT 2 温度	-150 ~ +150 °C	$1.274 X - 160$

測定項目表(2)

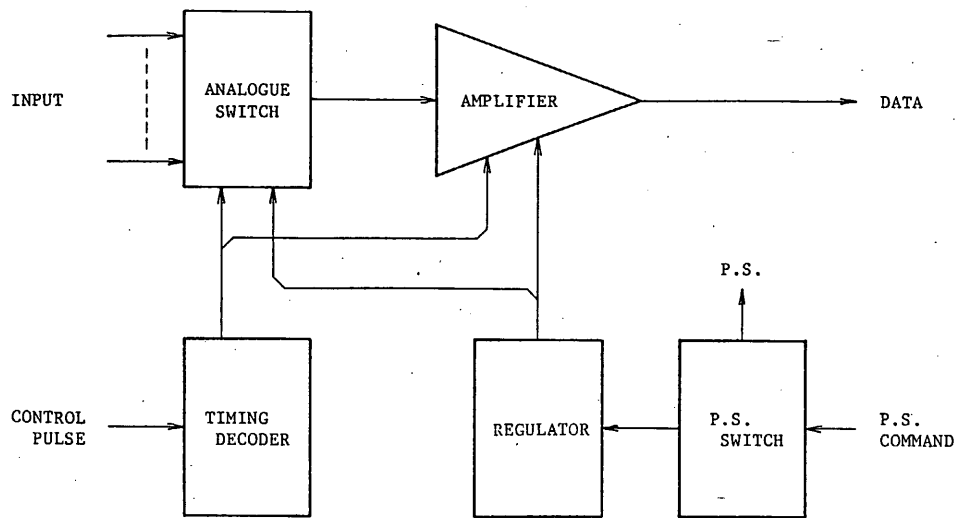
SF_{2n}

No.	測定項目	測定内容	測定レンジ	換算式(暫定)
32	LC0A / TF-1	LAC-S0-A 温度	-10 ~ +50 °C	0.3182 X -20
33	LC0B / TF-2	LAC-S0-B 温度	-10 ~ +50 °C	0.3182 X -20
34	LC0C / TF-3	LAC-S0-C 温度	-10 ~ +50 °C	0.3182 X -20
35	LC2A / TF-4	LAC-S2-A 温度	-10 ~ +50 °C	0.3182 X -20
36	LC2B / TF-5	LAC-S2-B 温度	-10 ~ +50 °C	0.3182 X -20
37	LC2C / TF-6	LAC-S2-C 温度	-10 ~ +50 °C	0.3182 X -20
38	LC1B / TL-1	LAC-S1-B 温度	-50 ~ +70 °C	0.5854 X -65
39	LC3B / TL-2	LAC-S3-B 温度	-50 ~ +70 °C	0.5854 X -65
40	SBRA / TL-3	SBR-A 温度	-50 ~ +70 °C	0.5854 X -65
41	BAT1 / TL-4	BAT セル (1) 温度	-50 ~ +70 °C	0.5854 X -65
42	PCU / TL-5	PCU 温度	-50 ~ +70 °C	0.5854 X -65
43	BDR / TL-6	BDR 温度	-50 ~ +70 °C	0.5854 X -65
44	AMY1 / TL-7	ASM Y1 温度	-50 ~ +70 °C	0.5854 X -65
45	GBD / TL-8	GBD SC 温度	-50 ~ +70 °C	0.5854 X -65
46	SSAS / TL-9	SSAS センサ 温度	-50 ~ +70 °C	0.5854 X -65
47	STXO / TL-10	STT X OPT 温度	-50 ~ +70 °C	0.5854 X -65
48	STYO / TL-11	STT Y OPT 温度	-50 ~ +70 °C	0.5854 X -65
49	TCU / TL-12	TCU 温度	-50 ~ +70 °C	0.5854 X -65
50	BTDB / TL-13	BAT サーマルダブラ 温度	-50 ~ +70 °C	0.5854 X -65
51	CP-2 / TL-14	センタパネル 2 温度	-50 ~ +70 °C	0.5854 X -65
52	CP-4 / TL-15	センタパネル 4 温度	-50 ~ +70 °C	0.5854 X -65
53	DMP1 / TH-3	バドルダンパ 1 温度	-150 ~ +150 °C	1.274 X -160
54	PDLB1 / TH-4	バドル 1 温度	-150 ~ +150 °C	1.274 X -160
55	UP-1 / TH-5	上部パネル 1 温度	-150 ~ +150 °C	1.274 X -160
56	BPNL / TH-6	底部パネル 1 温度	-150 ~ +150 °C	1.274 X -160
57	SP1L / TH-7	側面パネル 1 L 温度	-150 ~ +150 °C	1.274 X -160
58	SP-2 / TH-8	側面パネル 2 温度	-150 ~ +150 °C	1.274 X -160
59	SP3R / TH-9	側面パネル 3 R 温度	-150 ~ +150 °C	1.274 X -160
60	SP4R / TH-10	側面パネル 4 R 温度	-150 ~ +150 °C	1.274 X -160
61	BP-2 / TH-11	ベースパネル 2 温度	-150 ~ +150 °C	1.274 X -160
62	BP-4 / TH-12	ベースパネル 4 温度	-150 ~ +150 °C	1.274 X -160
63	CUPB / TH-13	カップカラ B 温度	-150 ~ +150 °C	1.274X -160

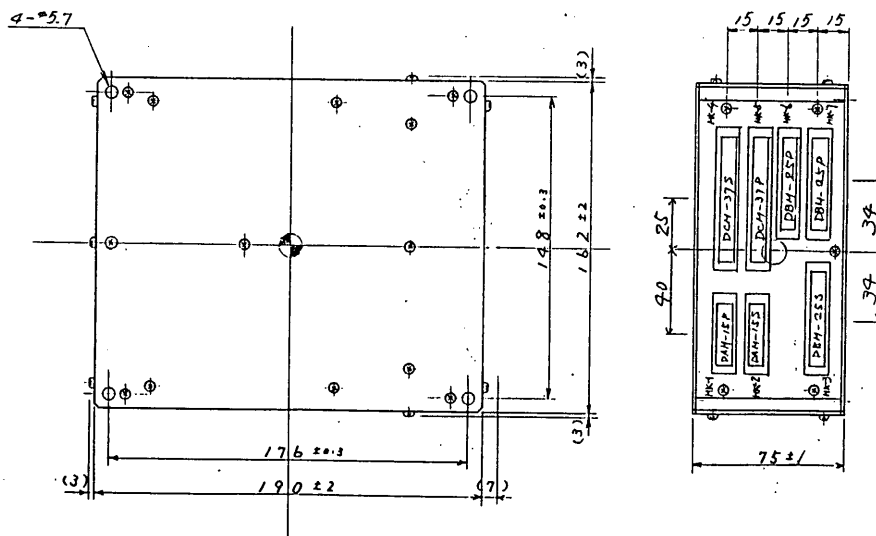
測定項目表(3)

SF_{2n+1}

No.	測定項目	測定内容	測定レンジ	換算式(暫定)
32	LC5A / TF-7	LAC-S5-A 温度	-10 ~ +50 °C	0.3182 X -20
33	LC5B / TF-8	LAC-S5-B 温度	-10 ~ +50 °C	0.3182 X -20
34	LC5C / TF-9	LAC-S5-C 温度	-10 ~ +50 °C	0.3182 X -20
35	LC7A / TF-10	LAC-S7-A 温度	-10 ~ +50 °C	0.3182 X -20
36	LC7B / TF-11	LAC-S7-B 温度	-10 ~ +50 °C	0.3182 X -20
37	LC7C / TF-12	LAC-S7-C 温度	-10 ~ +50 °C	0.3182 X -20
38	LC4B / TL-16	LAC-S4-B 温度	-50 ~ +70 °C	0.5854 X -65
39	LC6B / TL-17	LAC-S6-B 温度	-50 ~ +70 °C	0.5854 X -65
40	TMS / TL-18	TMS 温度	-50 ~ +70 °C	0.5854 X -65
41	BAT2 / TL-19	BAT セル 2 温度	-50 ~ +70 °C	0.5854 X -65
42	CNVB / TL-20	CNV-B 温度	-50 ~ +70 °C	0.5854 X -65
43	BFM / TL-21	BFM 温度	-35 ~ +90 °C	0.6235 X -50
44	AMY2 / TL-22	ASM Y2 温度	-50 ~ +70 °C	0.5854 X -65
45	IRU / TL-23	IRU 温度	-35 ~ +90 °C	0.6235 X -50
46	GAS / TL-24	GAS 温度	-50 ~ +70 °C	0.5854 X -65
47	STXE / TL-25	STT X EL 温度	-50 ~ +70 °C	0.5854 X -65
48	STYE / TL-26	STT Y EL 温度	-50 ~ +70 °C	0.5854 X -65
49	NSAS / TL-27	NSAS 温度	-50 ~ +70 °C	0.5854 X -65
50	CP-1 / TL-28	センタパネル 1 温度	-50 ~ +70 °C	0.5854 X -65
51	CP-3 / TL-29	センタパネル 2 温度	-50 ~ +70 °C	0.5854 X -65
52	STTP / TL-30	STT パネル 温度	-50 ~ +70 °C	0.5854 X -65
53	DMP2 / TH-14	バドルダンパ 1 温度	-150 ~ +150 °C	1.274 X -160
54	PDLU / TH-15	バドル先端側温度	-150 ~ +150 °C	1.274 X -160
55	UP-2 / TH-16	上部パネル 2 温度	-150 ~ +150 °C	1.274 X -160
56	SP1U / TH-17	側面パネル 1U 温度	-150 ~ +150 °C	1.274 X -160
57	SP1R / TH-18	側面パネル 1R 温度	-150 ~ +150 °C	1.274 X -160
58	SP3L / TH-19	側面パネル 3L 温度	-150 ~ +150 °C	1.274 X -160
59	SP4L / TH-20	側面パネル 4L 温度	-150 ~ +150 °C	1.274 X -160
60	BP-1 / TH-21	ベースパネル 1 温度	-150 ~ +150 °C	1.274 X -160
61	BP-3 / TH-22	ベースパネル 3 温度	-150 ~ +150 °C	1.274 X -160
62	CUPU / TH-23	カップラ U 温度	-150 ~ +150 °C	1.274 X -160
63	OUTR / TH-24	外部アウトリガー温度	-150 ~ +150 °C	1.274 X -160



HKブロック図



HK外觀図

第Ⅲ章 打ち上げ運用系

3.1 概 要

宇宙科学研究所
日本電気(株)

打ち上げ運用は、衛星タイマ(EPT-SA)によるシーケンスの実行が主な動作である。主要シーケンスは次のとおり。

- 1) 3段目の点火
- 2) 3段目と衛星の分離
- 3) YoYoデスピナ(YoYo)の展開
- 4) バドルの展開

YoYoとバドルの展開を打ち上げシーケンスの中で、EPT-SAによって自動的に実行するのが、ASTRO-Cでの特徴である。これは姿勢条件の制約から早期にバドルを展開する必要があるためで、従来の衛星のように第1可視まで待つことはできない。

打ち上げ運用系はEPT-SAの他、イグナイタ電源(IG-PS)、YoYo、加速度計測装置(INS-SA)より構成される。IG-PSは、EPT-SAに点火電源を供給するものである。YoYoは、衛星スピンレートをノミナル値で130rpmより9rpmまで減速する機能をもっている。INS-SAは、打ち上げ時の衛星の加速度、振動および3段目の燃焼圧力を測定するもので、動作モードはEPT-SAからの信号で、シーケンスに従って切り換えられる。

3.2 衛星タイマ(EPT-SA)、点火系

宇宙科学研究所 秋葉研究室
松下通信工業(株)

1. 概 要

本装置は、シーケンス信号によるM3Bモータの点火及び切断等の点火信号の出力、及び計測装置の計測チャンネル切り換え等の制御信号を出力するもので、EPT-SA部、EPT-PS部、及びRL-BOX部が一つのケースに収められている。

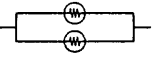
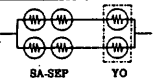
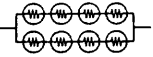
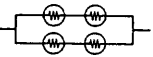
EPT-SA部の機能を次に示す。

- ① 電源入力は、集中電源とEPT-PSの並列入力で、集中電源の瞬断等に対して、EPT-PS部がバックアップをする。
- ② シーケンスモニタを外部装置に出力する。
- ③ シーケンス信号を、点火リレー部及び外部装置に出力する。
- ④ 2段目タイマからのスタート信号により作動し、全シーケンス出力後自動停止する。
- ⑤ コマンド信号によるタイマ停止は、コマンドアーミング後より有効となる。
- ⑥ 原振に水晶発振子を使用し、時間精度を向上させている。
- ⑦ シーケンス設定にP-ROM ICを使用し、その出力に2 out of 3方式を採用し、信頼性を上げている。
- ⑧ P-ROM ICには、ヒューズ式C-MOS ICをトリプル方式で採用し、電力の削減、及び信頼性の向上を図っている。
- ⑨ 最大設定秒時をY+1023秒まで延長しており、従来のEPT-SAの2倍になっている。

EPT-PS部には、取り扱いの容易なNi-Cd電池を使用している。

RL-BOX部は、点火信号を出力するほかに、地上装置からの遠隔操作により、各点火系の導通抵抗を測定することができる。

2. タイムシーケンス

No.	項 目	設定秒時 (秒)	シーケンス モニタ	出 力		点火玉接続
			2 ² 2 ¹ 2 ⁰	相手先	電圧、電流	
1	EPT-SA START	Y=0	0 0 0	-	-	
2	CM-ARM	2	1 1 1	CONT1	7V±1VDC	(内部動作)
3	M3B-IG	5	0 0 1	IG 1	17~24VDC	
4	INS MODE CHANGE	141	1 0 1	CONT2	7V±1VDC	
5	M3B-SEP	143	0 1 0	IG 2	17~24VDC	
6	YOYO-EXT	153	0 1 1	IG 3	17~24VDC	
7	PDL-EXT	163	1 0 0	IG 4	17~24VDC	
8	EPT-SA STOP	170	0 0 0	EPT-SA	7V±1VDC	(自動停止)

EPT-SA STOPコマンド(CM-C1)は、CM-ARM(Y+2秒)後に可能となる。

第1表 タイムシーケンス表

3. 性 能

(1) 電氣的性能

(1)-1 EPT-SA部

- | | |
|-----------------|------------------|
| 1) クロック発振方式 | : 水晶発振方式 |
| 2) クロック発振周波数 | : 32.768kHz±0.1% |
| 3) シーケンスプログラム方式 | : ヒューズ式 P-ROM |
| 4) シーケンス発生系統 | : 3系統 |

- 5) シーケンス発生方式 : 2 out of 3
- 6) 最大設定可能秒時 : 1023秒
- 7) 設定可能単位秒時 : 1秒
- 8) シーケンス出力信号 : 第1表参照
 - イ 項目数 : 7項目(点火系…4、制御系…3)
 - ロ 出力電圧 : $7 \pm 1\text{VDC}$ (制御系)
 - ハ 出力信号時間幅 : $0.75\text{秒} \pm 5\%$
 - ニ 時間精度 : $\pm 0.1\%$
 - ホ 出力抵抗 : $10\text{k}\Omega \pm 10\%$ (制御系)
- 9) 操作入力信号
 - イ POWER-OP : $\pm 28\text{VDC} \pm 10\%$
- 10) アンサ出力信号
 - イ POWER-OPアンサ : リレー接点、F,S
 - ロ START-LINEアンサ : 20VDC 以下、 10mA 以下
- 11) モニタ出力信号
 - イ クロックモニタ : ON…“1”… $2.4\text{V} \sim 5\text{VDC}$
 START… 1Hz クロック(DUTY75%)
 OFF…“0”… $0 \sim 0.3\text{VDC}$
 - ロ シーケンスモニタ : 2進3ビット並列
 ON…“1”… $2.4\text{V} \sim 5\text{VDC}$
 OFF…“0”… $0 \sim 0.3\text{VDC}$
- 12) 入力電源電圧
 - イ 集中電源 : $+11.7 \sim +12.4\text{VDC}$
 - ロ EPT-PS部 : $+12.0 \sim +14.0\text{VDC}$
- 13) 消費電流 : 50mA 以下
 シーケンス出力時に約 400mA 増加
- (1)-2 バックアップ電池性能
 - 1) 出力電圧 : $12.0 \pm 2.0\text{VDC}$
 - 2) 電池、形式 : Ni-Cd、P-N-1PN

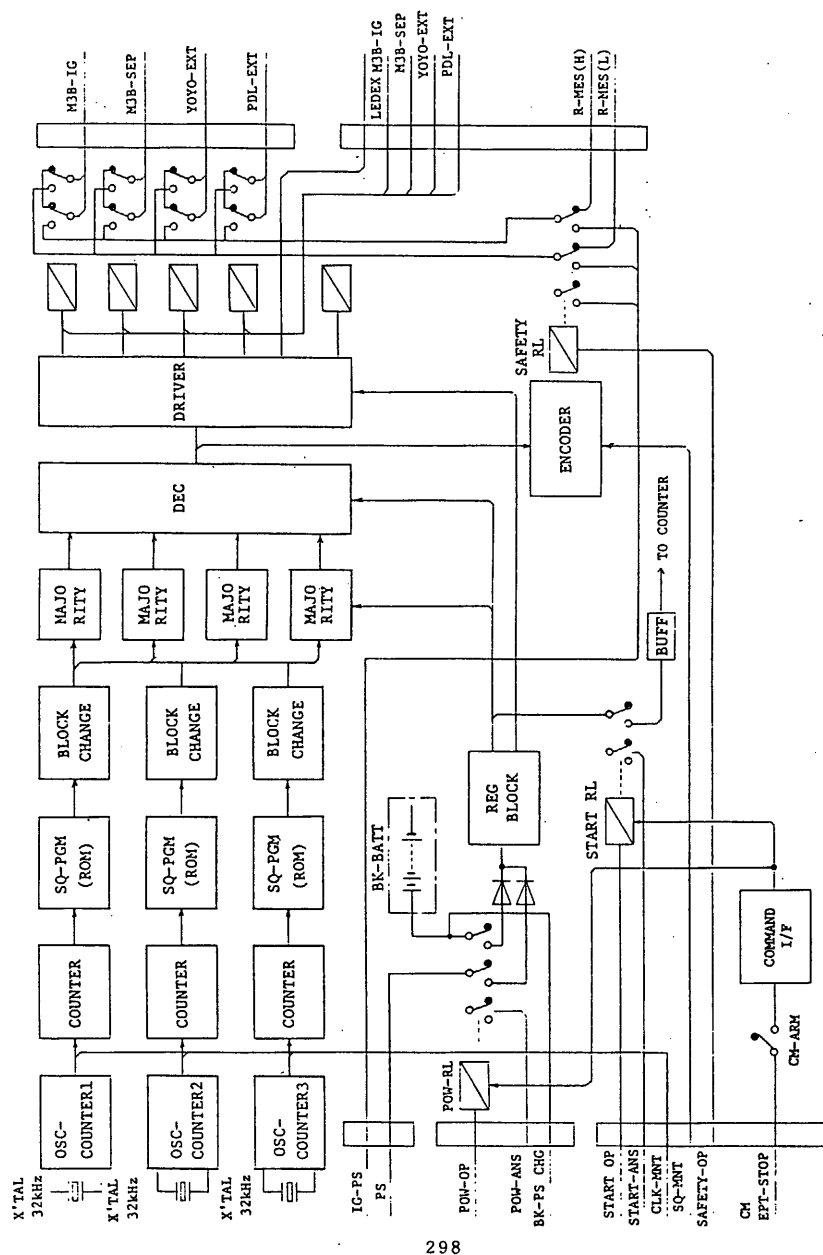
- 3) 電池接続 : 10セル直列
- 4) 電力容量 : 150mAH
- 5) 充電電流、時間 : 15.0mA、10時間以上
- 6) 充放電サイクル寿命 : 100回以上
- 7) 使用温度範囲 : $-10^{\circ}\text{C} \sim +45^{\circ}\text{C}$
- 8) 保存温度範囲 : $-20^{\circ}\text{C} \sim +30^{\circ}\text{C}$
- 9) 自己放電量 : 10日間連続放電で30%以内

(1)-3 点火リレー部

- (1) 点火信号項目数 : 4項目
- (2) 点火リレー接点許容電圧、電流 : +28VDC、10A以下
- (3) 点火電源入力電圧 : +17 \sim +24VDC(IG-PS)
- (4) IG-SL信号入力電圧、電流 : $7 \pm 1\text{VDC}$ 、400mA以下
- (5) SAFETY-OP操作電圧、電流 : $\pm 28\text{VDC} \pm 10\%$ 、150mA以下
- (6) SAFETY-ANS信号 : リレー接点、F,S
- (7) 導通抵抗測定 : H、L端子、測定電流1mA以下

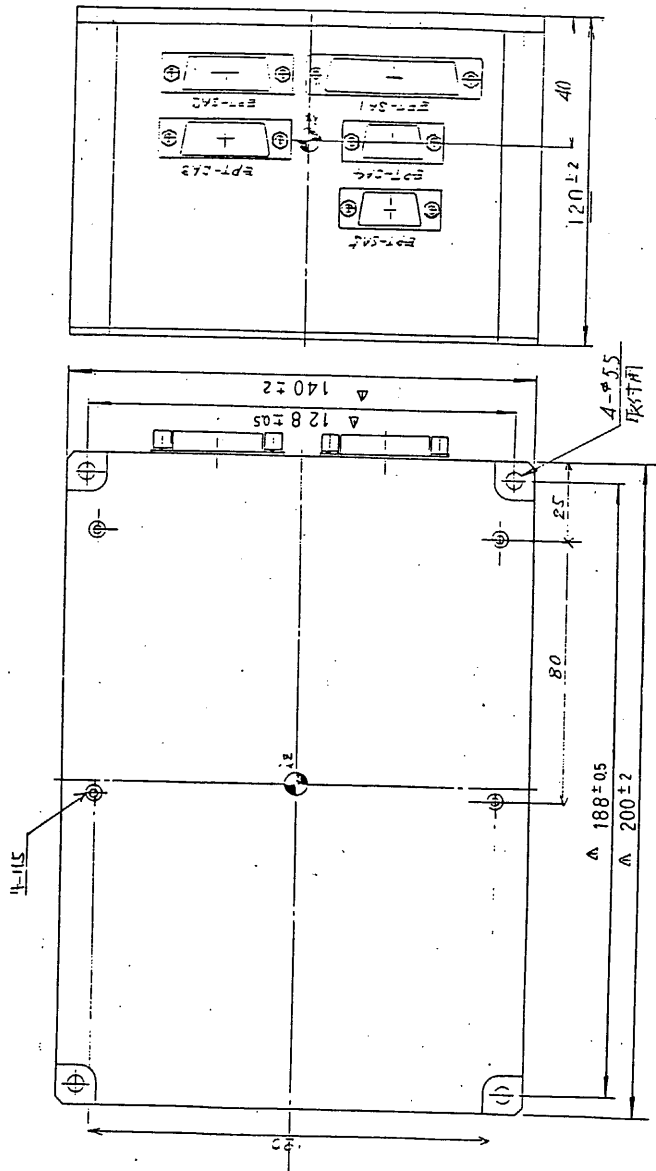
(2) 機械的性能

- (1) 寸 法 : $140 \pm 2(\text{W}) \times 220 \pm 2(\text{D}) \times 120 \pm 2(\text{H})\text{mm}$
- (2) 重量 : 2.30kg以下
- (3) ケース材質 : A5052(アルミ)
- (4) ケース表面処理 : 黒色塗装(エピコ2000)



298

第1圖 EPT-SA系統圖



第2图 EPT-SA 外觀圖

3.3 衛星搭載計測装置 (INS-SA)

宇宙科学研究所 小野田研究室

松下通信工業(株)

1. 概 要

INS-SA は加速度・振動およびモータ燃焼圧力を計測することにより、衛星が打ち上げ時に受ける環境やロケットの飛翔性能を調べるものである。

測定項目は、縦加速度 (X_{SA})、横加速度 (Y_4, Z_4)、ニューテーション角度測定 (NRS)、M3B モータ燃焼内圧 (P_3)、振動 (V_5, V_6, V_7) である。

X_{SA} は縦加速度を計測するものであり、モータ燃焼時や分離時等の飛翔状態を計測するものである。

検出器はサーボ型加速度検出器を使用しており、増幅部により所定のレベルに増幅された後、A/D 部に送られる。

Y_4, Z_4 は横加速度を計測するもので、 X_{SA} と同じようにモータ燃焼時や分離時等の飛翔状態を計測するものである。

検出器は、Y 軸, Z 軸 (衛星の Y 軸, X 軸) に感度方向を向け、軸方向の加速度を感じて電圧に変換し、増幅部により所定のレベルに増幅され、出力は SD コネクタを通して B₂-PL 部のテレメータに送られる。

NRS は、衛星と M3B モータが B2 モータから切り離された時、あるいは衛星が M3B モータと切り離された時の影響や他の原因でニューテーションを起こした時、その角度を検出し設定角度以上になったときは保安上問題になるため警報を出力するようになっている。

検出器は遠心方向の加速度を検出し、増幅部で増幅し一部を NRS の生データとして A/D 部に送ると共に、判定部により加速度とその周期を計測し、判定する角度に相当する設定レベル以上になると警報を出力する。

設定レベルは、衛星だけのときと M3B モータが付いた状態ではレベルが違いため、EPT より信号を受けてレベル切り換えを行っている。

P₃はM3Bモータの燃焼圧力を計測するもので、モータの燃焼状態をモニタするのに用いられる。

検出器で圧力を検出して電圧に変換し、増幅部で所定のレベルに増幅した後、A/D部に送られる。

V₅, V₆, V₇は、それぞれX軸, Z軸, Y軸(いずれもロケット軸を基準)方向の振動を計測しており、検出器で検出し、増幅部で信号変換・増幅した後、SDコネクタを通してB₂-PL部のテレメータに送られる。

A/D部は、X_{SA}, NRS, P₃のアナログ信号をデジタル信号に変換するもので、DPよりの信号を受けコントロール部でタイミングパルスを作り、順次A/D(アナログ-デジタル変換)し、DPに出力している。

X_{SA}, NRS, P₃はコマンドにより、Y₄, Z₄, V₅, V₆, V₇はB₂-PLからの信号でそれぞれの校正を行うことができる。

Y₄, Z₄, V₅, V₆, V₇の信号ラインおよびP₃検出器の電源は、モータ分離後生きた線がSDコネクタに出ないように、コマンドまたはEPTの信号によりOFFするようになっている。

なおV₇は急きょ振動を3軸測定する必要が生じたことから、既設のV₅, V₆に加えV₇の増設を行った。

センサの測定場所はV₅, V₆と同じ衛星接手(衛星側)である。

電子回路部はINS-SA本体内に搭載が困難であり、また衛星筐体にも取り付け不可能なため、本体の横に取り付けている。

2. 性能

2.1 電気的性能

2.1.1 縦加速度計 (X_{SA})

- (1) 測定範囲 : $-2 \sim +13 \text{ G}$
- (2) 測定精度 : $\pm 3\% \text{ F.S. (常温)}$
- (3) 周波数特性 : $\text{DC} \sim 200 \text{ Hz} (\pm 3 \text{ dB 以内})$
- (4) 出力電圧 : $0 \sim +5 \text{ V}$
- (5) 校正電圧 : $+5 \text{ V 以上}$
- (6) 出力電圧温度ドリフト : $\pm 0.01 \text{ V} (-10 \sim +50^\circ\text{C})$
- (7) 出力電圧経時ドリフト : $\pm 0.01 \text{ V} (100 \text{ H ランニングテスト})$
- (8) 検出器 : サーボ型加速度検出器
- (9) 検出器感度 : 3 mA/G
- (10) 検出器不正感度 : $0.2\% \text{ 以下}$

2.1.2 横加速度計 (Y₄, Z₄)

- (1) 測定範囲 : $-5 \sim +5 \text{ G (常温)}$
- (2) 測定精度 : $\pm 3\% \text{ F.S. (常温)}$
- (3) 周波数特性 : $\text{DC} \sim 140 \text{ Hz} (\pm 3 \text{ dB 以内})$
- (4) 出力電圧 : $0 \sim +5 \text{ V}$
- (5) 出力インピーダンス : $100 \Omega \text{ 以下}$
- (6) 出力リミッタ : $+6 \text{ V} \pm 0.5 \text{ V}$
- (7) 校正電圧 : $+5 \text{ V 以上}$
- (8) 出力電圧温度ドリフト : $\pm 0.01 \text{ V} (-10 \sim +50^\circ\text{C})$
- (9) 出力電圧経時ドリフト : $\pm 0.01 \text{ V} (100 \text{ H ランニングテスト})$
- (10) 検出器 : サーボ型加速度検出器
- (11) 検出器感度 : 3 mA/G
- (12) 検出器不正感度 : $0.2\% \text{ 以下}$

2.1.3 NRS

- (1) 判定角度 : 30°
- (2) 判定精度 : $\pm 10\%$ F.S(常温)
- (3) 周波数特性 : DC ~ 60 Hz (± 3 dB以内)
- (4) 出力電圧 : $0 \sim +5$ V
- (5) 校正電圧精度 : $+5 \pm 0.05$ V(常温)
 $+5 \pm 0.5$ V ($-10 \sim +50^{\circ}\text{C}$)
- (6) 出力電圧温度ドリフト : ± 0.5 V ($-10 \sim +50^{\circ}\text{C}$)
- (7) 出力電圧経時ドリフト : ± 0.05 V (100 H ランニングテスト)
- (8) 検出器 : ストレインゲージタイプ (BA-20 L)
- (9) 検出器感度 : 1 mV/V F.S
- (10) 検出器不正感度 : 2%以下
- (11) 検出器内部抵抗 : $120\ \Omega \pm 5\%$
- (12) 検出器固有振動数 : 215 Hz

2.1.4 燃焼内圧計 (P₃)

- (1) 測定範囲 : $0 \sim 70\text{ kg/cm}^2$
- (2) 測定精度 : $\pm 3\%$ F.S(常温)
- (3) 周波数特性 : DC ~ 200 Hz (± 3 dB以内)
- (4) 出力電圧 : $0 \sim +5$ V
- (5) 校正電圧精度 : $+5 \pm 0.05$ V(常温)
 $+5 \pm 0.5$ V ($-10 \sim +50^{\circ}\text{C}$)
- (6) 出力電圧温度ドリフト : ± 0.5 V ($-10 \sim +50^{\circ}\text{C}$)
- (7) 出力電圧経時ドリフト : ± 0.05 V (100 H ランニングテスト)
- (8) 検出器 : 半導体ストレインゲージタイプ
- (9) 検出器感度 : $100\text{ mV}/10\text{ V F.S}$
- (10) 検出器内部抵抗 : $1000\ \Omega\ \text{typ}$
- (11) 検出器固有振動数 : 83 kHz

2.1.5 振動計 (V₅, V₆, V₇)

- (1) 測定範囲 : V₅ . . . ± 6 G_{0-p}
V₆ . . . ± 6 G_{0-p}
V₇ . . . ± 6 G_{0-p}
- (2) 測定精度 : ± 3 % F.S (常温)
- (3) 周波数特性 : 10 ~ 3,000 Hz (± 0.5 dB 以内)
- (4) 出力電圧 : 0 dBm
- (5) 出力インピーダンス : 200 Ω 以下
- (6) 出力リミッタ : 2.8 ± 0.6 V_{0-P} (2.1 dBm)
- (7) 校正電圧精度 : 0 ± 0.5 dBm
- (8) 検出器 : 圧電素子 (224C)
- (9) 検出器感度 : 11 pC/G typ
- (10) 検出器不正感度 : 3 % 以下
- (11) 検出器内部容量 : 750 pF typ
- (12) 検出器固有振動数 : 32 kHz

2.1.6 A / D

- (1) A / D 項目 : X_{SA}, P₃, NRS
- (2) 分解能 : 8 bit
- (3) 変換速度 : 2,048 sampl/sec max
- (4) 伝送間隔 : X_{SA} . . . 0.976 msec min
2.44 msec max
P₃ . . . 0.976 msec min
2.44 msec max
NRS . . . 15.6 msec
- (5) 変換精度 : 1 LSB
- (6) 出力 : シリアル 8 bit

2.2 総 合

- (1) 消 費 電 流 : + 12 V . . . 112 mA
- 12 V . . . 67 mA
+ 5 V . . . 46 mA
- (2) コ マ ン ド 項 目 : INS-SA 1 ON
INS-SA 2 ON
NRS-CHANGE
INS-SA OFF
CAL-ON
- (3) タ イ マ 項 目 : NRS-CHANGE

3. 機械的性能

- (1) 外 形 寸 法 : $190 \pm 2 \times 162 \pm 2 \times 75 \pm 2$ mm (本体)
 $50 \pm 2 \times 56 \pm 2 \times 40 \pm 2$ mm (V_7)
- (2) 重 量 : 1.945 kg (本体・ V_7 含む)
0.794 kg (センサ)
- (3) ケ ー ス 材 質 : A5052P
- (4) ケ ー ス 表 面 処 理 : CHEMGLAZE Z306 60 μ m 以上

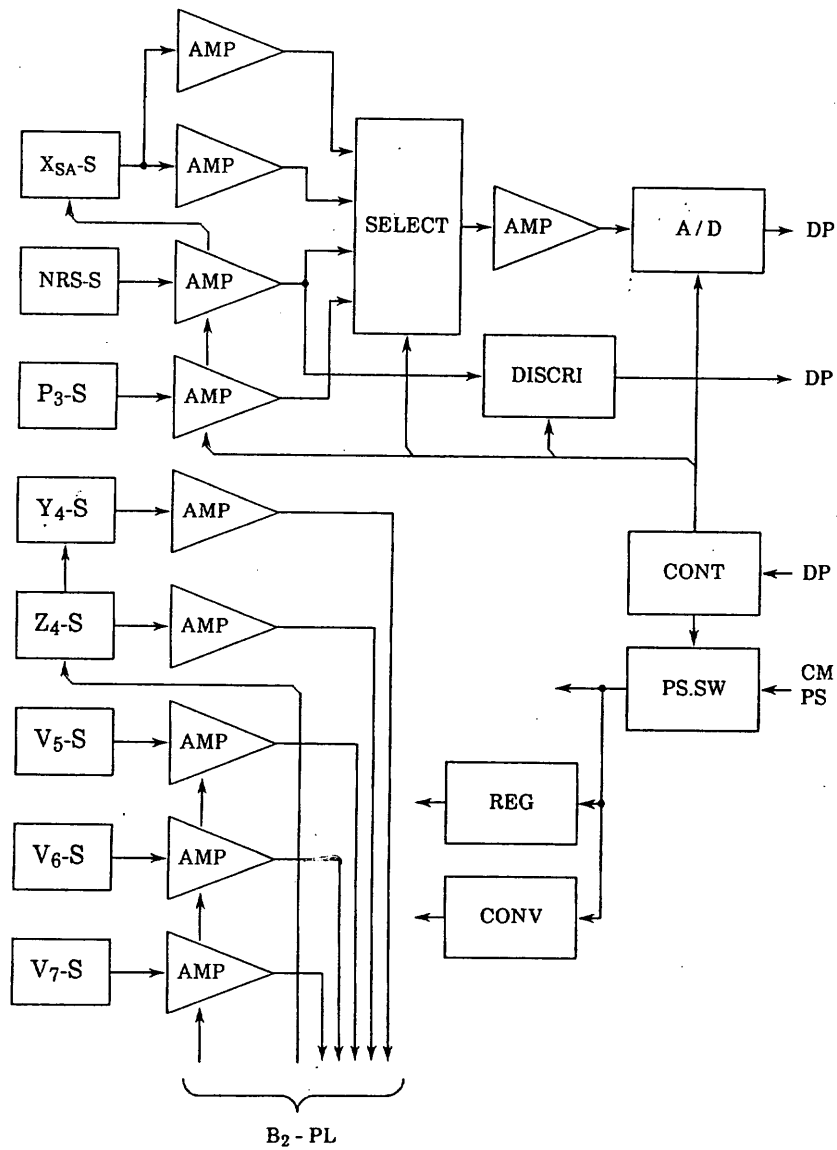


図 1. ブロック図

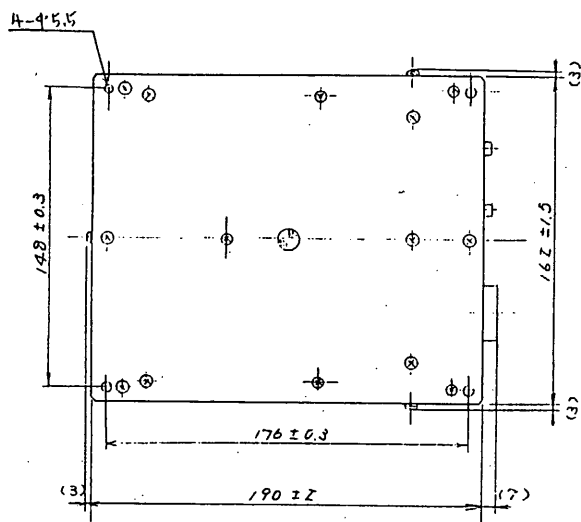


図2. 本体外観図

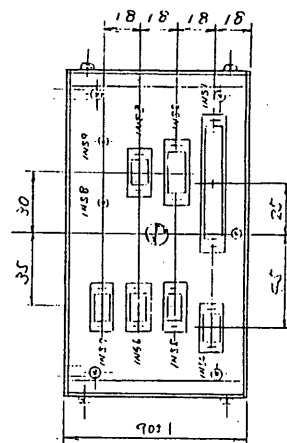


図3. V₇-E 外観図

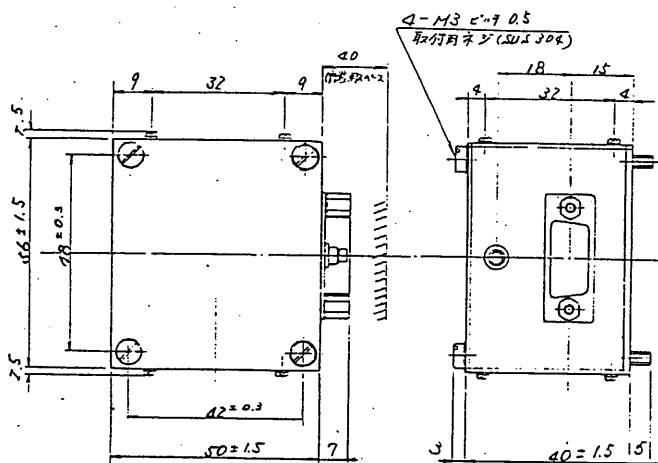
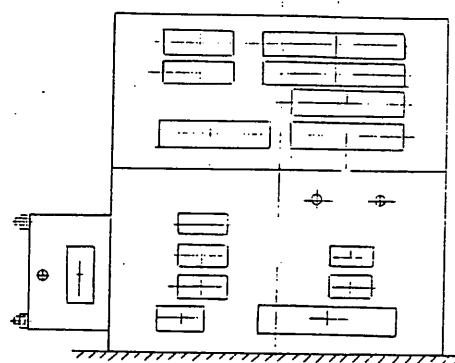
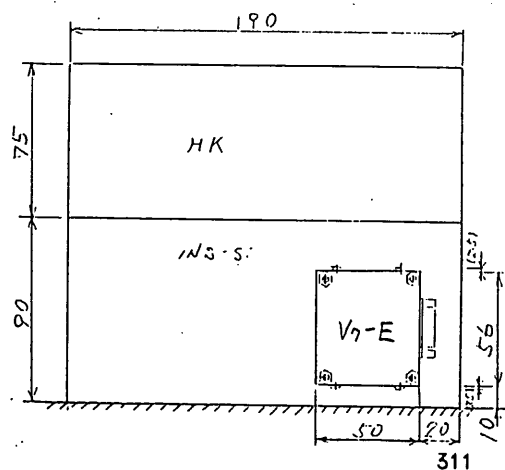


図4. V₇-E 取付図



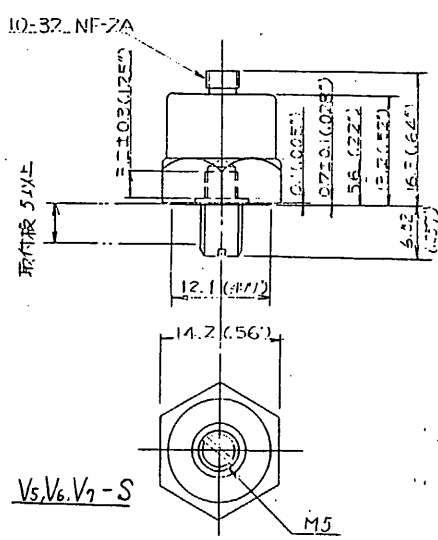
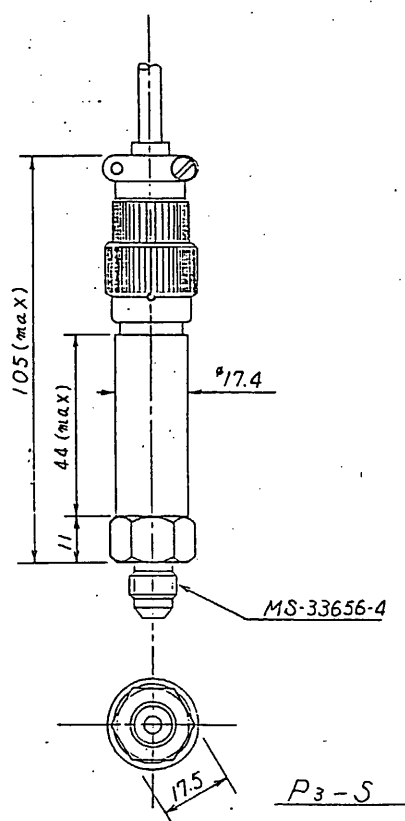
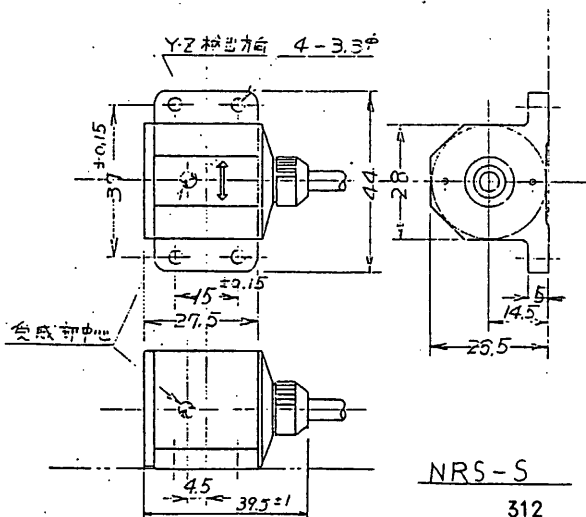
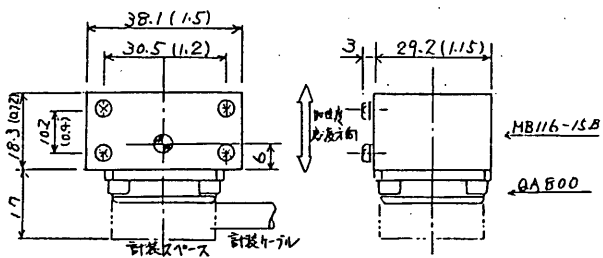
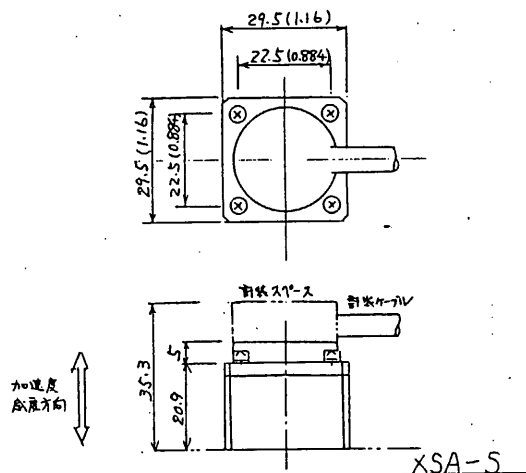


図5. センサ外觀図

ヨ－ヨ－ デスピナ (YOYO)

宇宙研 上杉研究室
(株) 日立製作所

ASTRO-C の YOYO は、先端にマスをつけたワイヤを衛星の外周に 2 組対称位置に巻き付けてある。YOYO に内装されているワイヤカッタを用いて、マスを止めているピンを切断すると、ワイヤは対称にほどけてゆき、衛星のスピン速度を下げる働きをするものである。ワイヤは、解け終ると半径方向に分離する。尚ワイヤカッタの動作はタイマーにより実施される。

以上の働きにより、衛星の初期スピン速度 120 rpm を約 9 rpm に落とす動作が行なわれる。

この YOYO は基本的には、ASTRO-B, EXOS-C と同方式であり、マスの離脱機構は二重冗長構成とし、高信頼化を図っている。

衛星の大型化によるマス重量の増大に伴い、機械的強度が不十分となった部分について強化する一方、本体については軽量化の為、必要最小限の大きさとした。

強度を向上した部分は、マス伸展中にワイヤ張力を受けるフック部および、マスの離脱時までマスを支えるカッタピンである。カッタピン (SUS304) 切断部の径は従来の $\phi 1.0$ から $\phi 1.6$ に太くなっている。このピン径の変更は、使用ワイヤカッタが ASTRO-C から、より強力な WC-25A となったことにより可能となった。

マスの離脱時間差を測定するためのリリースモニタ信号については、従来は両方のマスの離脱信号の合成信号を FM 伝送し、地上でペンレコの読みから離脱時間差を求めていたが、今回は、DP においてオンボードで離脱時間差を算出し、1ワードのデジタルデータとして伝送する。1ワードのうち最下位 1 ビットが YOYO-1, 2 のうちどちらが先に離脱したかのフラグであり、残りの 7 ビットにより離脱時間差を 0.488ms 単位で最大 62.464ms まで表す。

図 1 に ASTRO-C YOYO の外観図

表 1 に ASTRO-C YOYO の諸元を示す。

表 1 ASTRO-C YOYO 諸元表

番号	項 目	諸 元	条件その他	備 考
1	外 観	図 1 による		
2	重 量	YOYO-1 : 962 g YOYO-2 : 964 g コーナ金具 : 91.5 g		取付ネジ 含まず
3	スピン 減衰率	0.069	130rpm → 9rpm	
4	点火系	タイマによる点火		
5	ワイヤ長	8867 mm	2.5ターン	
6	マス重量	345.5 g		
7	マス離脱 時間差	20 msec 以内		

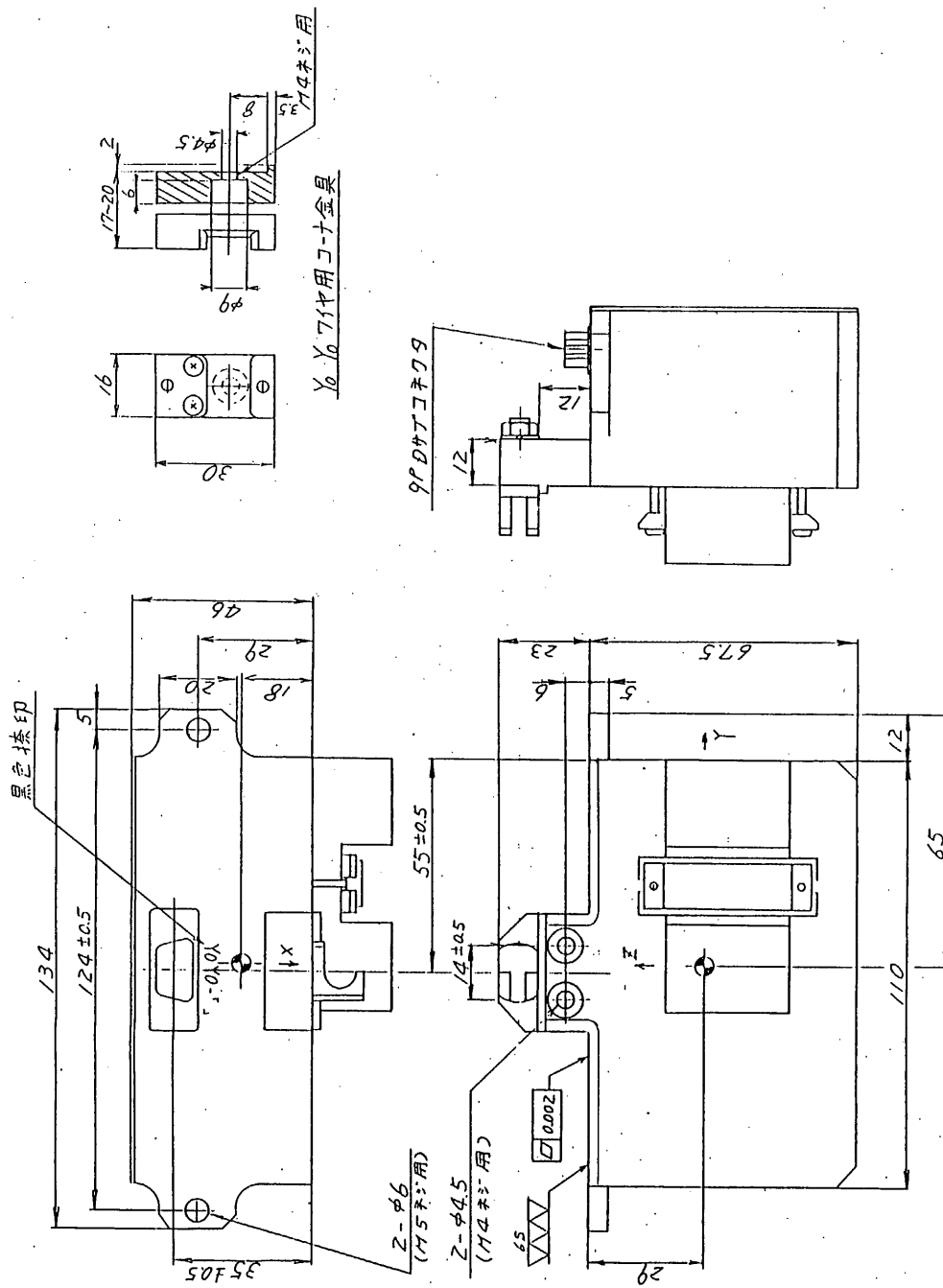


図 1 ASTRO-C YOYO 外観図

3.5 イグナイタ電源 (IG-PS)

宇宙科学研究所 後川研究室
日本電気㈱

3.5.1 概要

1) 主要機能

イグナイタ電源 (IG-PS) は、BUS 電力をコンデンサに充電したのち、シーケンスタイマ回路を通して衛星の制御に必要な点火玉に放電電力を供給し、点火を行う。図 3.5-1 に機能ブロック図を示す。

2) 特徴

本回路の主要電気部品は、ソリッドタンタルコンデンサ、放電用ダイオード、充電用抵抗器で構成され、単一部品の故障によっては、機能に支障が起きないように設計されている。

3) 構成

品 物	略 号	数 量
イグナイタ電源	IG-PS	2 台

3.5.2 電気的性能

- 1) 入力電圧 : 20 V D. C. (標準)
- 2) 静電容量 : $660 \mu F \pm 10\%$
- 3) 充電時定数 : 約 0.5 秒
- 4) 消費電力 : 充電時 840 mW
定常時 2 mW

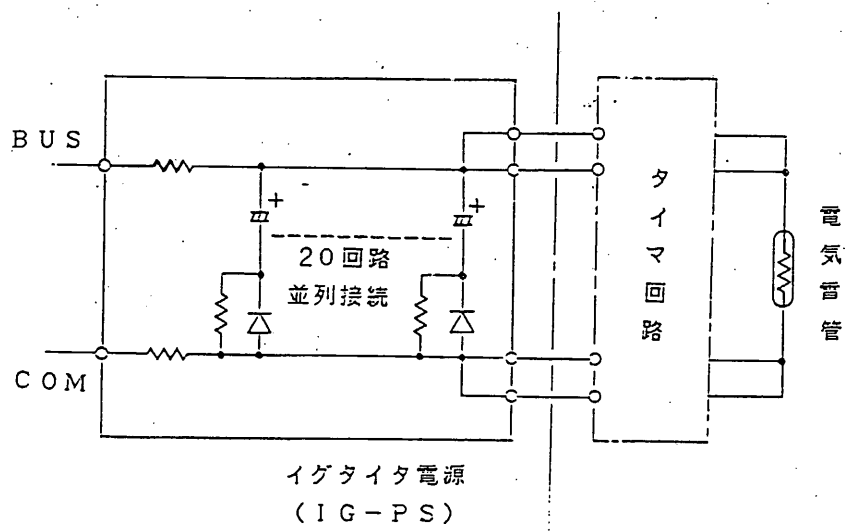
3. 5. 3 機械的性能

3. 5. 3. 1 IG-PS-A

- 1) 寸法：77×146×20 (mm) 以下
- 2) 重量：220g以下
- 3) 外観：図3. 5-2に示す。

3. 5. 3. 1 IG-PS-B

- 1) 寸法：77×148×20 (mm) 以下
- 2) 重量：225g以下
- 3) 外観：図3. 5-3に示す。



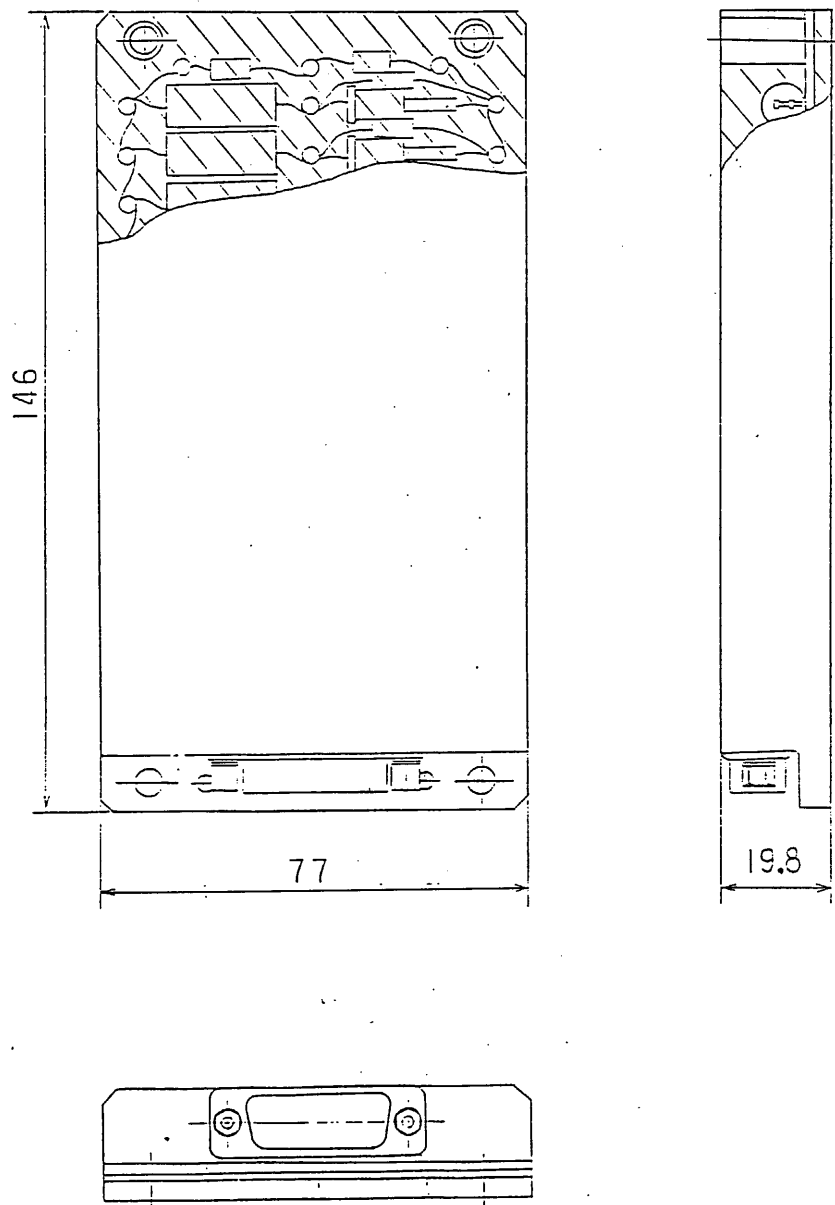


图3.5-2 IG-PS-A 外觀圖

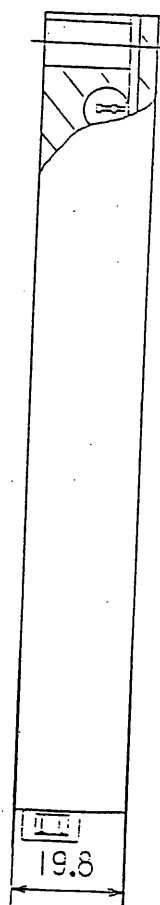
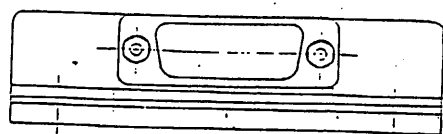
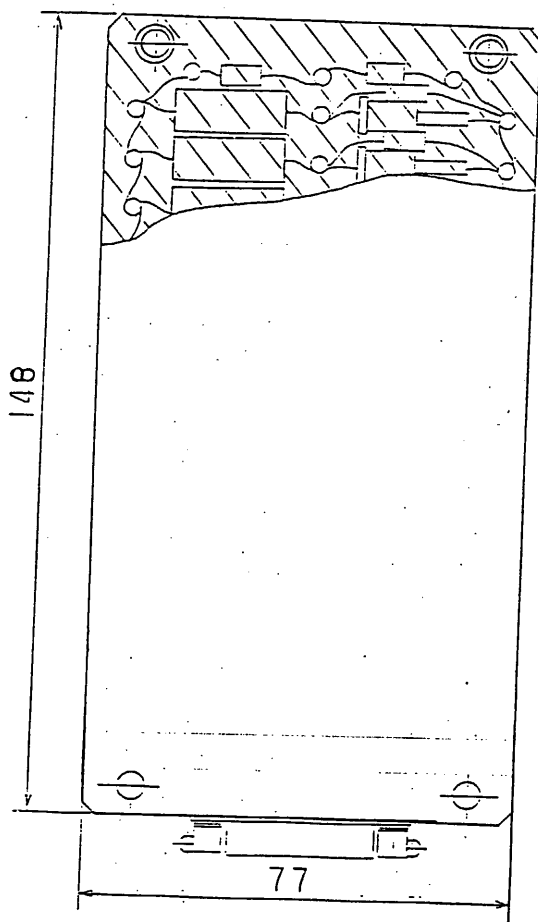


图3.5-3 IG-PS-B 外觀圖

第Ⅳ章 姿勢検出と制御

4.1 姿勢検出系

4.1.1 スタートラッカ (STT)

宇宙科学研究所 二宮研究室
日本電気(株)

1 概要

スタートラッカ (STT) は固体撮像素子 (CCD) を検出器とした固定ヘッド型の恒星センサで、恒星を検出して、そのアドレス及び等級レベルを出力する。

STT は、衛星の $-X$ 軸方向及び $-Y$ 軸方向に視野を持ち、衛星座標系での星の位置を測定することにより、慣性系に対する衛星の姿勢を精度良く求めることができる。

2 機能

STT の機能ブロック図を図-1 に示す。

1) フード部 (STT-H)

フード部は、STT の光学部の前面に取付けられ、STT の視野外から入力する妨害光 (太陽光や衛星構造体からの反射光など) を減衰させる。

2) 光学部 (STT-O)

星光を CCD 受光面に集光させるレンズ部と、CCD 及びその周辺バッファ回路から構成されており、他に光学的較正機能及び CCD の冷却制御機能を有している。

3) 電気回路部 (STT-E)

STT の動作モードには、四つのモードがある。これらのモードは、コマンドにより設定され、各モードに応じて内部動作が異なる。

各モードの動作内容を表-1 に示す。

また、STT-E は、2 種類の冗長系すなわち、CPU 制御系と、ディスクリットコマンド (マニュアル) 制御系から構成される。

CPU 制御系では、CPU によってコマンド処理、テレメトリ処理及び内部動作の制御を行う他に CCD データ (画素アドレス及び信号の A/D 変換データ) の取得や、トラックモード時のセントロイド演算及びデータのクオリティ判別を行う。

ディスクリット制御系は上記の処理、制御を CPU を使用せずにマニュアルで行うものである。しかしながら CPU によるセントロイド演算ができないため、この系ではトラックモードは機能しない。

図-1 からわかるように、S T T - E は大きくわけて3つのブロックにわけられる。すなわち、

- ・ C C D 信号処理回路
- ・ データ処理回路 (I / O 含む)
- ・ コマンド及びテレメトリ・インタフェース回路

である。

C C D 処理回路では、C C D の撮像時間設定などのC C D 駆動信号発生回路、C C D 信号の増幅回路、暗電流成分除去回路、A / D 変換回路及び画素アドレス発生回路などから構成される。

データ処理回路では、得られたC C D データのメモリへの読みこみ、演算処理及びデータ出力などの機能の他、コマンドのデコード機能などの内部制御機能を有している。コマンド・インタフェース回路では、外部からのコマンドの簡単なデコード機能を有し、データ処理回路に出力する。一方、テレメトリ・インタフェース回路では、データ処理回路から入力される、マップあるいはトラックデータやその他のステータス・データをテレメータ系 (D P) に出力する他、とくにトラック・モード時には、トラック・データを衛星の姿勢制御系 (A C E) に出力して、衛星の姿勢の高精度な制御に供される。

3 性能

1) 電氣的性能

S T T の電氣的性能を表-2~6に示す。

2) 機械的性能

S T T の機械的性能を表-2~5に示す。

表 - 1 動作モード

動作モード	内 容
マッパモード	視野内の設定されたスレッシュホールド以上の星データ及びアドレスを全て テレメトリ系へ出力
トラッカモード	指定された星をトラックする。 星の中心アドレスを姿勢制御系及びテレメトリ系へ出力
OPT CAL モード	特定エリア内のCCD画素のCALを行ないデータ及びアドレスを全てテレメトリ 系へ出力
スタンバイモード	コマンド待ち状態。コマンドにより上記各モードへ移行する。

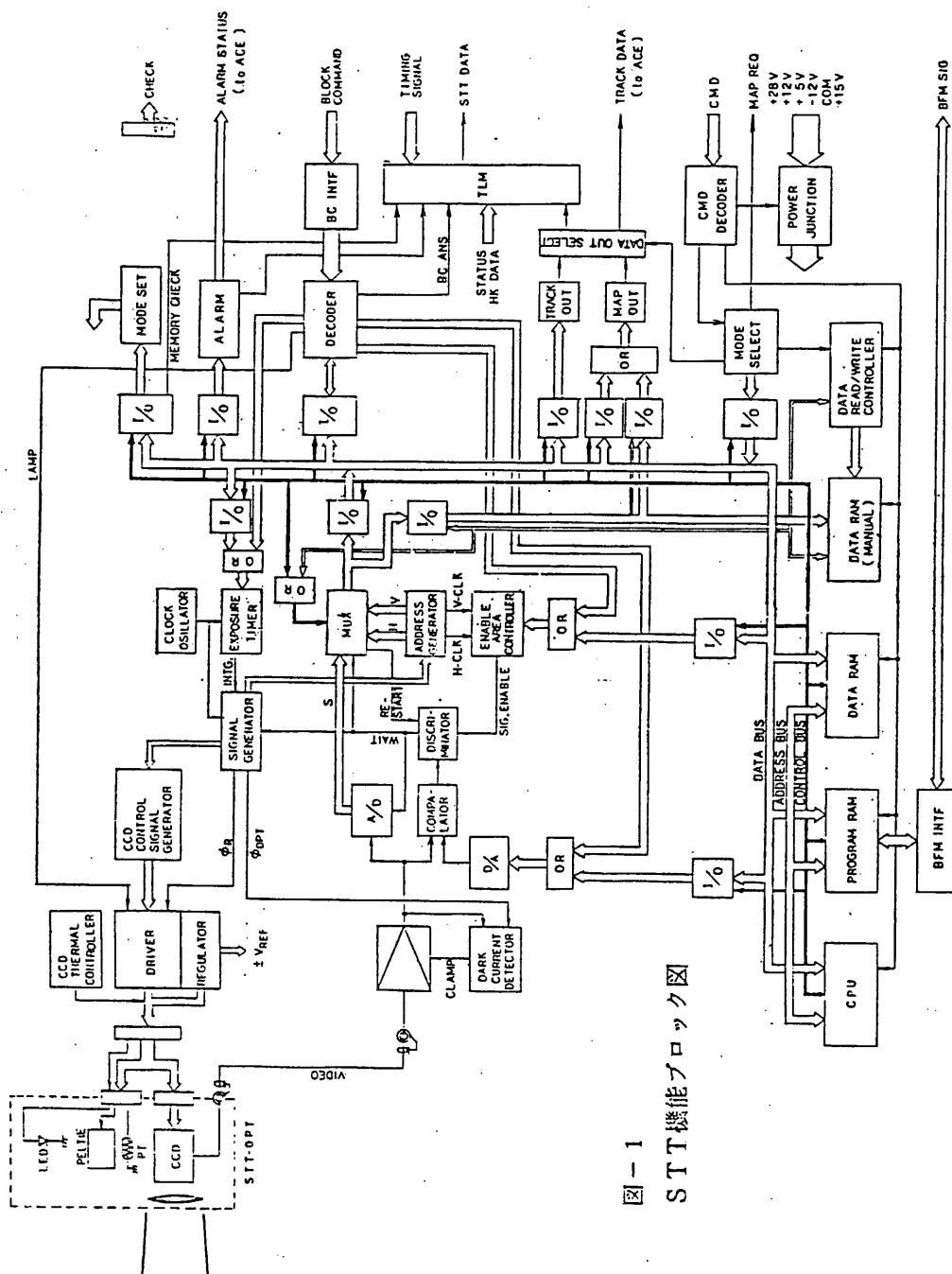


図-1 STT機能ブロック図

表-2 S T T 電気的主要性能

検出器	C C D
視野角 (F O V)	8°×6°(ノミナル)
光学系	f = 7 0 m m F / N = 1
感度	6 等星以上
精度	0 . 8 5 a r c - m i n 以下
撮像時間	0 . 2 5 ~ 1 秒可変
動作モード	表 - 1 を参照
ディスクリート・コマンド	表 - 3 を参照
ブロック・コマンド	表 - 4 を参照
ステータス	表 - 5 を参照
アナログ H K	表 - 6 を参照
消費電力	8 . 3 W + 5 . 3 W (冷却時)

表-3 コマンド項目と制御

コード X | Y	コマンド略号	コマンド名称	用 途	テレメータ確認項目
4 | 8		STTX OFF	STT-X OFF	F 32n+4W65B0B1="11" or "00"
4 | 6		STTX ON (CPU)	STT-X ON (CPU制御)	F 32n+4W65B0B1="10"
4 | 7		STTX ON (MANU)	STT-X ON (マニュアル制御)	F 32n+4W65B0B1="01"
6 | 6		STT MAP	マッパ・モード (X, Y共通)	F 32n+4W65B4B5="10" F 32n+12W65B4B5="10"
6 | 7		STT TRK	トラッカー・モード (X, Y共通)	F 32n+4W65B4B5="01" F 32n+12W65B4B5="01"
6 | 8		STT STB	スタンバイ・モード (X, Y共通)	F 32n+4W65B4B5="00" F 32n+12W65B4B5="00"
7 | 7		OPCL ON	光学系キャリブレーション ON (X, Y共通)	F 32n+4W65B4B5="11" F 32n+12W65B4B5="11"
7 | 8		OPCL OFF	光学系キャリブレーション OFF (X, Y共通)	F 32n+4W65B4B5="00" F 32n+12W65B4B5="00"
5 | 8		STTY OFF	STT-Y OFF	F 32n+12W65B0B1="11" or "00"
5 | 6		STTY ON (CPU)	STT-Y ON (CPU制御)	F 32n+12W65B0B1="10"
5 | 7		STTY ON (MANU)	STT-Y ON (マニュアル制御)	F 32n+12W65B0B1="01"
E | 1		STT HTR OFF	STT-X/Y ヒータオフ	F 32n+4W65B0B1="00"以外 F 32n+12W65B0B1="00"以外

表-4 ブロックコマンドの制御項目内容

S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	B0	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13	B14	B15
識別コード								データ・コード															
MSB								LSB								LSB							

識別コード: [01]H=BC1
[02]H=BC2

ビット	BC 1	BC 2
B0	MSB	CCD 冷却 ENB/DIS
B1		OPT CAL ENB/DIS
B2		AMP GAIN HIGH/NORMAL
B3	TRACKING H ADDRESS (上位8ビット)	EXPOSURE TIME 3 (MSB)
B4		EXPOSURE TIME 2
B5		EXPOSURE TIME 1
B6		EXPOSURE TIME 0 (LSB)
B7	LSB	THRESHOLD CNTROL AUTO/MANU
B8	MSB	THRESHOLD LEVEL STEP 1 (MSB)
B9		THRESHOLD LEVEL STEP 0 (LSB)
B10		THRESHOLD LEVEL 5 (MSB)
B11	TRACKING V ADDRESS (上位8ビット)	THRESHOLD LEVEL 4
B12		THRESHOLD LEVEL 3
B13		THRESHOLD LEVEL 2
B14		THRESHOLD LEVEL 1
B15	LSB	THRESHOLD LEVEL 0 (LSB)

表-5 ステータス項目

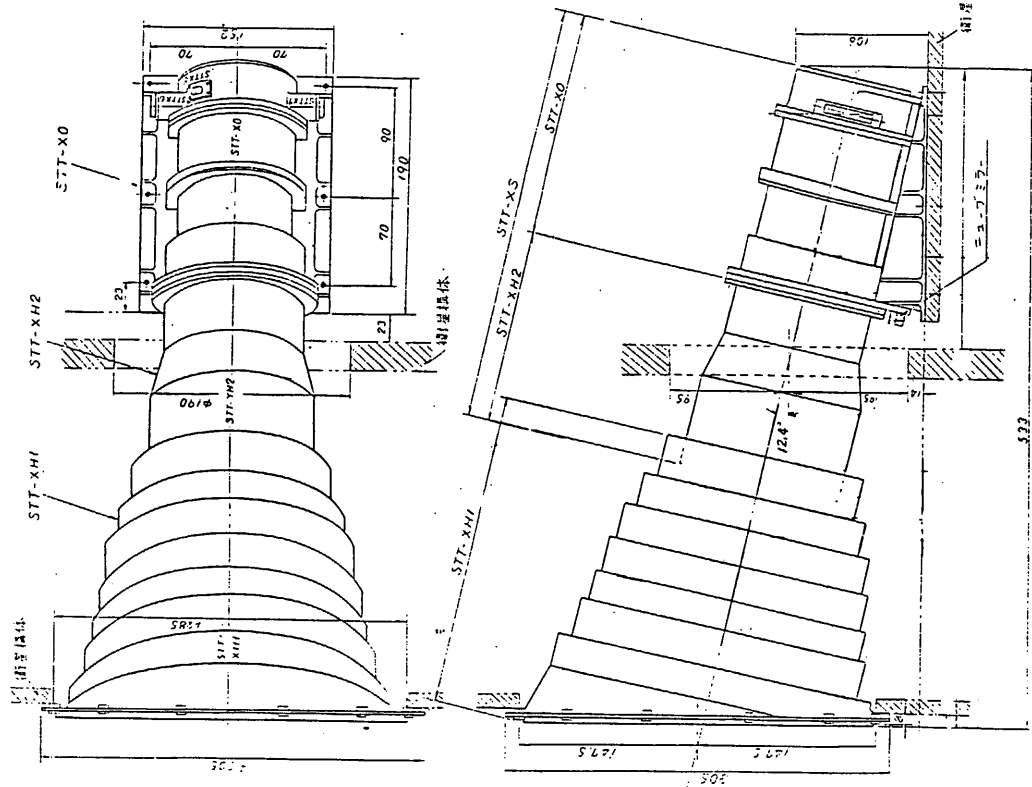
項 目	フレーム・ワード・ビット				内 容
	STT-X	STT-Y			
STT HTR ON/OFF	F32n+4	F32n+12	0 0	STT OFF, HTR OFF	
	W65	W65	0 1	CPU CONTROL ON, HTR OFF	
	B0 B1	B0 B1	1 0	MANUAL CONTROL ON, HTR OFF	
			1 1	STT OFF, HTR ON	
CPUメモリチェック	F32n+4	F32n+12	1	チェック終了(正常)	
	W65 B2	W65 B2	0	チェック中or異常	
	F32n+4	F32n+12	1	CCD冷却ON	
	W65 B3	W65 B3	0	CCD冷却OFF	
モード・ステータス	F32n+4	F32n+12	0 0	スタンバイモード	
	W65	W65	0 1	トラフカーモード	
	B4 B5	B4 B5	1 0	マッパーモード	
			1 1	OPT CALモード	
メモリ・イネーブル	F32n+4	F32n+12	1	メモリ ライト/リード 可能	
	W65 B6	W65 B6	0	メモリ ライト/リード 不能	
メモリ ライト/リード ステータス	F32n+4	F32n+12	1	メモリ ライト	
	W65 B7	W65 B7	0	メモリ リード	
メモリ・エラー	F32n+20	F32n+28	1	メモリ エラー	
	W65 B0	W65 B0	0	正常	
地食 マヌーバ ON/OFF	F32n+20	F32n+28	1	地食 / マヌーバ ON	
	W65 B1	W65 B1	0	地食 / マヌーバ OFF	
EXECUTION STATUS	F32n+20	F32n+28	1	Track Data 更新前	
	W65 B2	W65 B2	0	Track Data 更新終了	
星データなし	F32n+20	F32n+28	1	星データなし	
	W65 B3	W65 B3	0	星データ有	
星データ オーバーフロー	F32n+20	F32n+28	1	オーバーフロー	
	W65 B4	W65 B4	0	正常	
星データ複数	F32n+20	F32n+28	1	複数	
	W65 B5	W65 B5	0	1個	
トラックアドレス エラー	F32n+20	F32n+28	1	エラー	
	W65 B6	W65 B6	0	正常	
検出画素増	F32n+20	F32n+28	1	増加	
	W65 B7	W65 B7	0	正常	

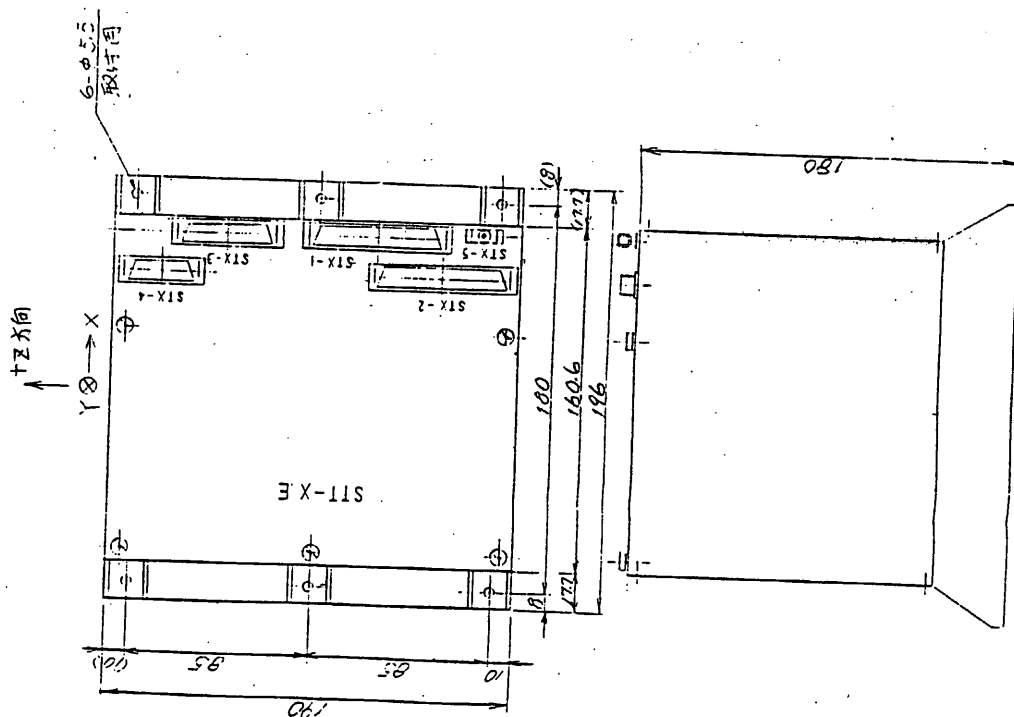
表-6 HK項目(64W)

Frame No.	略号	内 容	測定レンジ (物理量)	備 考
SF2n F14	STXV	STT-X REG電圧	0~+7.5V	STT-EL内で サブコミ HK入力0~3V 電圧に変換
SF2n+1F14	STXC	STT-X CCD温度	0~+9.5V	
SF2n F47	STXO	STT-X OPT温度	-50~+70℃	TL-10
SF2n+1F47	STXE	STT-X EL温度	-50~+70℃	TL-25
SF2n F15	STYV	STT-Y REG電圧	0~+7.5V	STT-EL内で サブコミ HK入力0~3V 電圧に変換
SF2n+1F15	STYC	STT-Y CCD温度	0~+9.5V	
SF2n F48	STYO	STT-Y OPT温度	-50~+70℃	TL-11
SF2n+1F48	STYE	STT-Y EL温度	-50~+70℃	TL-26

圖-2 STT-X 光学部外觀圖

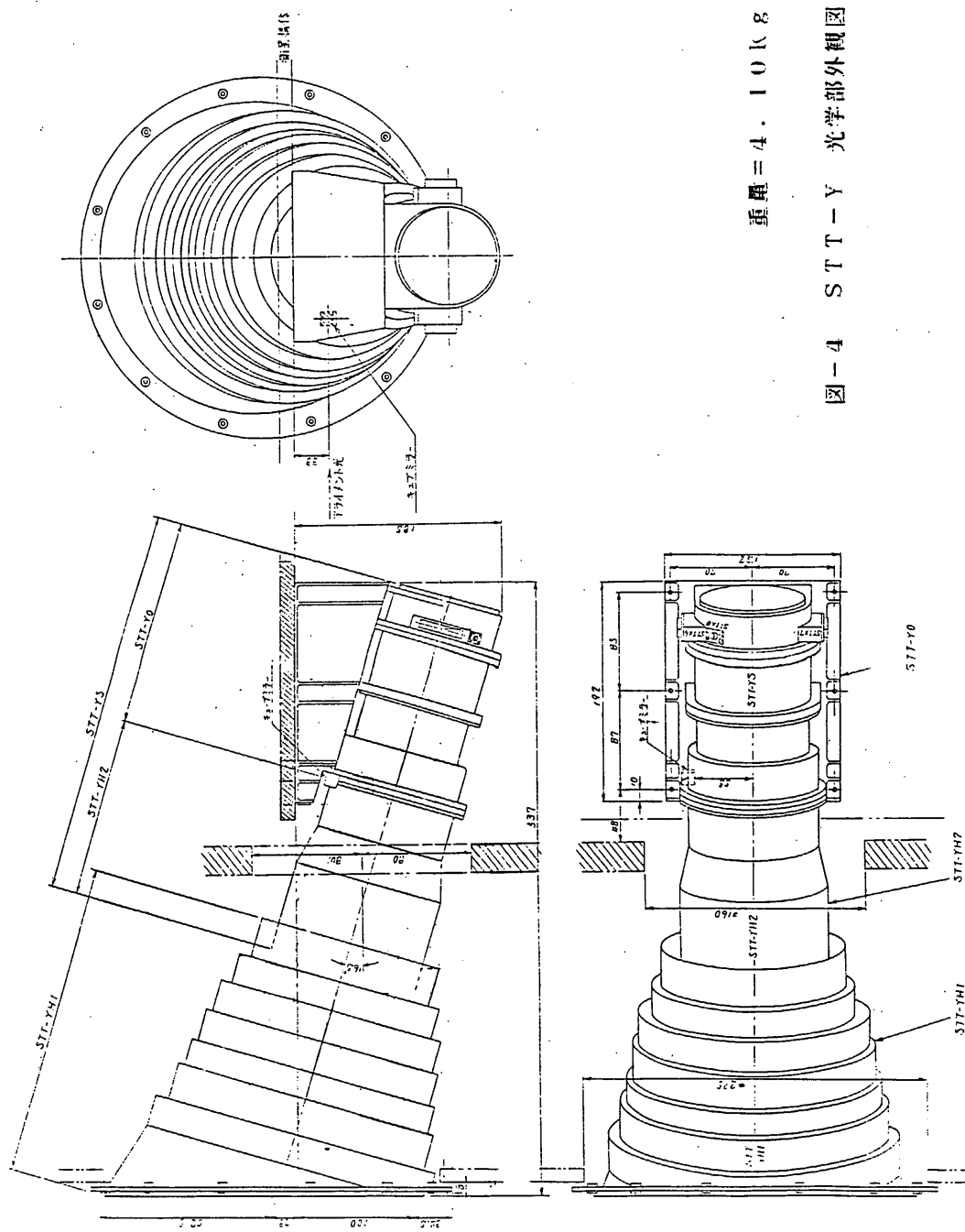
重量=3.70K 磅





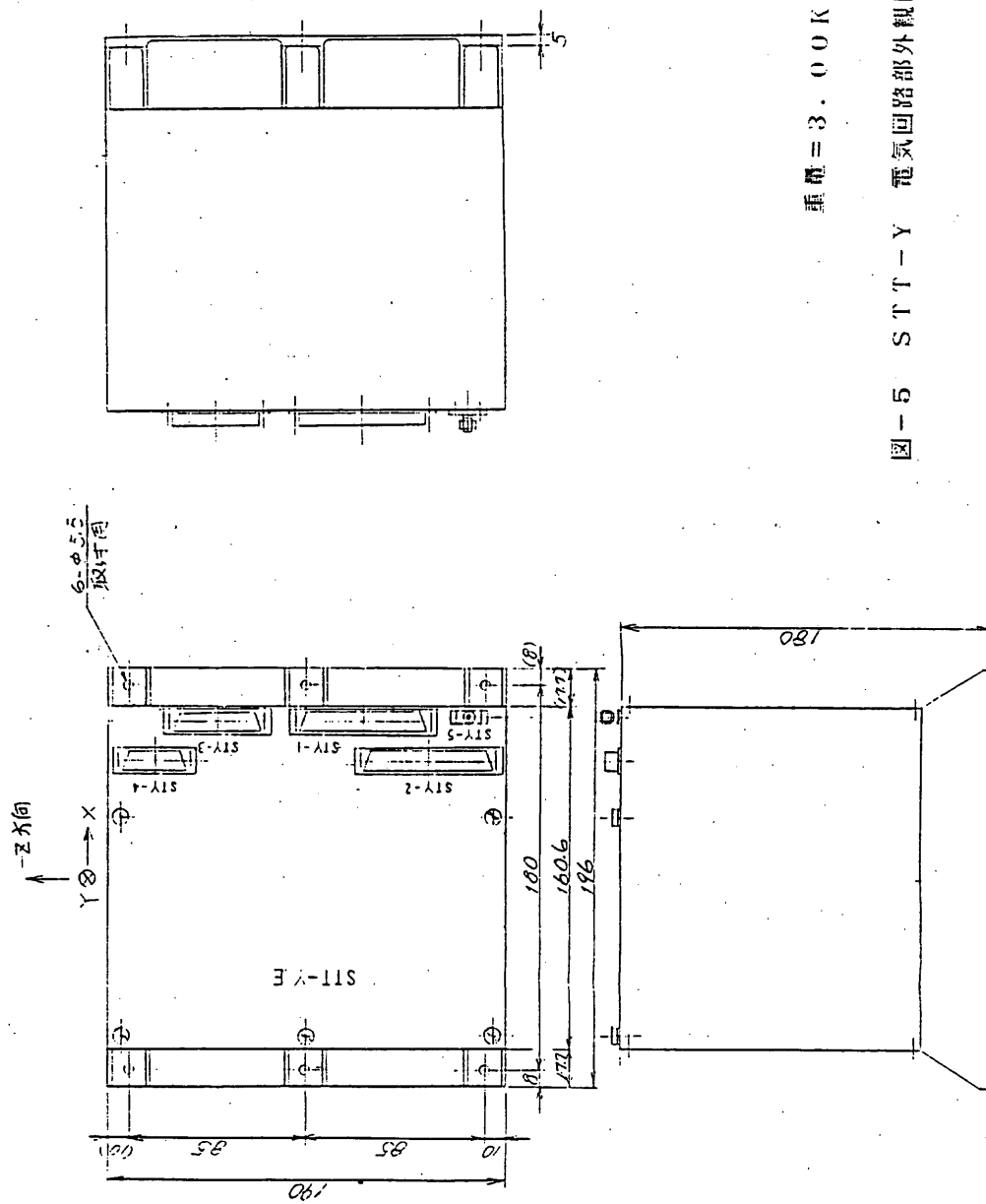
重量 = 3.00 Kg

图-3 STT-X 電気回路部外觀圖



重量=4.10kg

图-4 STT-Y 光学部外觀圖



重量=3.00Kg

图-5 STT-Y 電気回路部外觀図

4.1.2 非スピン型太陽姿勢計 (NSAS)

宇宙科学研究所 小川原研究室
(株)東芝

1. 概 要

非スピン型太陽姿勢計（以下NSAS）は、衛星と太陽との成す角度を検出し、その角度情報をDPに送るとともに、視野内の太陽の有無を示すサン・プレゼンス信号をACEに供給する機能を有する姿勢センサである。計測精度の向上をはかるために検出器としてリニアCCDを採用している。

2. 測定原理

NSASは、衛星の下面パネルに取り付けられ、視線方向の中心は衛星座標系の-Z軸方向となる。

図. 1に示す様に、NSASのセンサ部は、X軸センサ、Y軸センサから成り、太陽角をX軸、Y軸上に投影してそれぞれの方向での太陽角を測定する。視野はそれぞれ $\pm 50^\circ$ である。各センサは、スリット、プリズム、リニアCCD等から構成され、図. 1のスリットを通過した太陽光は、プリズムで屈折されてCCD上に入射する。

CCD上に入射する太陽像は、太陽像の大きさ、スリットの幅、スリットによる回折現象などにより図. 2に示すような分布をとる。そこで太陽角は、この光の強度分布をCCDにより測定し、その中心位置を算出することにより求められる。

CCDは2048画素を有しており、一画素当りの角分解能は、図. 3に示す様に約3分角となる。DPに出力されるデータは、X、Y方向での太陽角に対応するCCDの画素位置情報であり、これらのデータから-Z軸に対する太陽角を計算することができる。

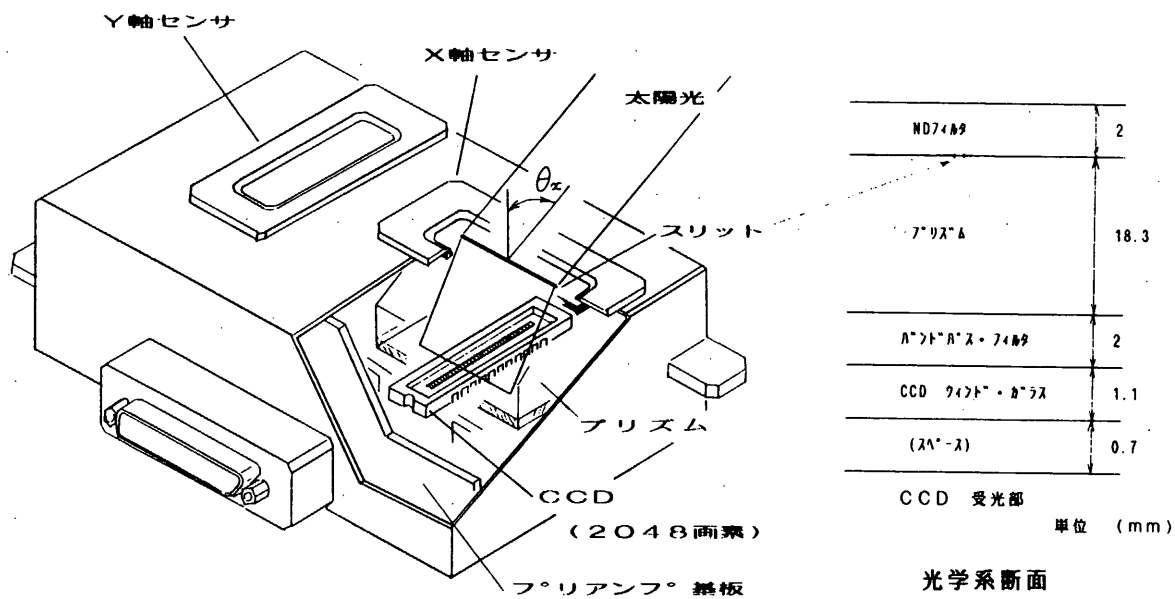


図. 1 センサ部外観・内部構造

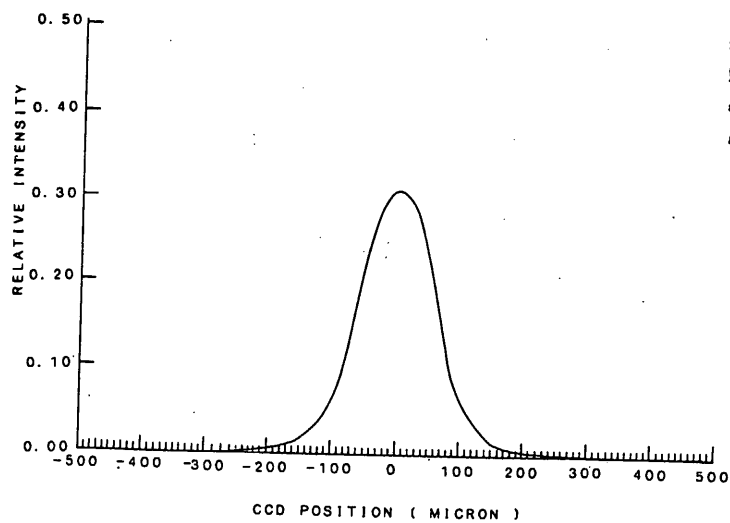


図. 2 太陽光の強度分布

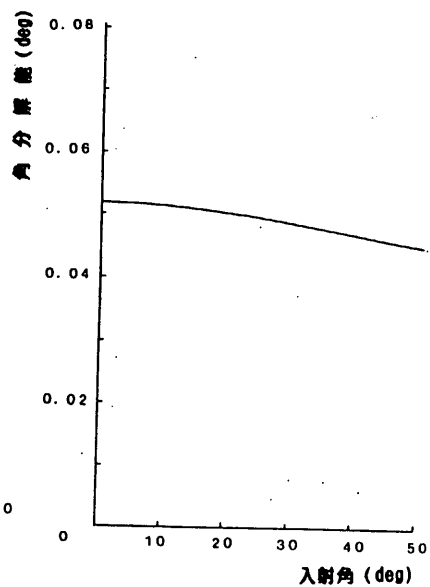


図. 3 角分解能

3. 装置の構成及び動作

NSASはセンサ部と電子回路部より構成される。

3. 1 センサ部

センサ部は、スリットを直交させて取付けたX軸センサ、Y軸センサの2組のセンサと、検出器であるCCDのドライブ回路及びCCDから出力される太陽光の信号を適当な大きさに増幅するアンプ回路より構成される。

センサの光学系は、太陽光を通すためのスリットを加工したプリズム（石英）NDフィルタ及びバンドパス・フィルタから構成される。プリズムの使用により図. 3に示す様に全視野にわたって角分解能が均一化される。バンドパス・フィルタには透過光の中心波長530nm、半値巾60nmのものをを用い、NDフィルタと共に太陽光の減衰及び色による分散の影響を抑える目的で使用する。

検出器であるリニアCCDは、2048画素を有するTCD102C-1（東芝）を使用する。TCD102C-1は、感光部にPNフォトダイオードを採用しており、一画素のサイズは $14\mu\text{m} \times 14\mu\text{m}$ である。光信号蓄積時間は8msで駆動する。

3. 2 電子回路部

電子回路部のブロック図を図. 4に示す。回路部はその機能により以下のように大別される。

(1) 信号処理系

アンプで増幅されたCCDからの太陽光の信号は、信号に含まれる暗時出力電圧の成分を除去した後、メインアンプによりさらに増幅される。

利得は、16段階に切り換えが可能であり、増幅後の信号の最大値が一定の値となる様に、コマンドにより細かく調整できる。この利得の設定には、Auto、Manualの切り換えモードがあり、Autoにすると、信号レベルに応じて常に最適な利得が自動的に選べる様になっている（AGC）。

増幅された信号は、ディスクリ回路により、設定されたディスクリ・レベルと比較され、信号がディスクリ・レベルを切る画素の番地が求められ、これより太陽光の分布の中心位置に相当する画素の番地を決定することができる。ディスクリ・レベルは、コマンドにより4段階に切り換えが可能であり、レベルの設定にはAuto、Manualの切り換えモードがある。Autoでは、姿勢データの更新に同期させて1サブフレーム内でレベルを順次自動的に切り換えることができ、それらのデータより太陽光の分布の中心をより正確に求めることができる。

又、ディスクリ回路にはサン・プレゼンス信号用のディスクリ・レベルが別に設定されており、視野内での太陽の有無を判別する。

データの取得は、CCDの光信号蓄積時間に相当する8 msec毎に行われる。

CCDの2048画素分の信号は、CALコマンドにより、A/D変換され、1画素当り8ビットのデータをX軸、Y軸合せて合計4096データとし取得することができる。このキャリブレーション機能により、CCDの動作確認及び詳細な太陽光の分布の様子を把握することが可能である。尚、キャリブレーション中でも姿勢データは通常のフォーマットで出力される。

(2) 制御系

コマンド回路、CCD駆動・タイミング回路、及び(1)で述べたAGC回路、ディスクリ・レベル切り換え回路、キャリブレーション回路が含まれる。

コマンドには、ディスクリット・コマンド、ブロック・コマンドの2種類があり、それぞれ表. 1, 表. 2に示す機能を有する。ブロック・コマンドでは、X軸、Y軸センサの回路のパラメータを独立に設定することができる。CCD駆動・タイミング回路は、X軸、Y軸センサの各CCDに専用の回路をそれぞれ設けている。

(3) データ伝送系

NSASデータはX軸センサ、Y軸センサの各CCD上に分布する太陽像の中心位置に相当する画素の番地を示す姿勢データとフラッグ類を組合せて16ビット(2ワード)としDPに出力する。データ・フォーマットを表. 3に示す。姿勢データは12ビットであり、LSBは1/2画素(約0.025°)に相当する。フラッグ類は、サン・プレゼンス: 1ビット、太陽が視野の端にあり、像がCCDのエッジ部にあるか否かを示すエッジ・フラッグ: 1ビット; 増幅後の信号の最大値が設定された上限(Upper)、下限(Lower)のディスクリ範囲内にあるかを示すU/Lディスクリ: 2ビットの合計4ビットから成る。

データは、X、Y交互に8フレームに1回づつ伝送する。

HKデータについては、表. 4, 表. 5に示す。

キャリブレーション・データは、CAL ONコマンドにより、CALモードに移行し、8 msec毎に1データを取得しDPに伝送する。約33secをかけて4096データを伝送すると、DP側では一旦メモリにデータを取得後、サブフレームの先頭からNSAS CALモードフレームフォーマットに従い、1サブフレームで全データを伝送する。NSAS CALモードへの移行は、W66(F_{8n+4})で確認することができる。

4. 主要性能

- | | |
|--------------|---|
| 1) 検出器 | TCD102C-1 (2048画素) |
| 2) 視野 | $\pm 50^\circ \times \pm 50^\circ$ (X軸, Y軸とも)
視線方向: -Z軸 |
| 3) 角分解能 | 約 0.025° (1/2画素) |
| 4) データ | 各軸16ビット
姿勢データ: 12ビット, フラッグ: 4ビット |
| 5) データ・レート | X, Y交互に8フレーム毎に出力する。 |
| 6) その他 | サンプレゼンス信号をACEに出力する。 |
| 7) 外形寸法 | センサ部 : $116 \times 76 \times 40$ (mm)
電子回路部: $180 \times 130 \times 90$ (mm) |
| 8) 重量 | センサ部 : 450 g
電子回路部: 1.6 Kg |
| 9) 電力 (ノミナル) | +12V = 150 mA
-12V = 33 mA
+5V = 50 mA |

表. 1 ディスクリットコマンド項目

	コマンド項目名	X	Y	制 御 内 容	関 連 ス テ ー タ ス
1	NSAS ON	5	9	電源ON	NSAS ON/OFF ($F_{32n+23}W_{65}, B_6$)
2	NSAS OFF	6	9	電源OFF	NSAS ON/OFF ($F_{32n+23}W_{65}, B_6$)
3	NSCL ON	4	9	NSAS CAL モードにする	NSAS CAL ON/OFF ($F_{32n+23}W_{65}, B_7$)

表. 2 ブロックコマンド項目

OS	0	1	2	3	4	5	6	7
識別コード								
0000 0001	X-GAIN LEVEL				X-AGC AUTO/MANU		X-DISCRI AUTO/MANU	
[0 1]	[0000] ~ [1111] : 16レベル (MIN) (MAX)				1 AUTO 0 MANU	1 AUTO 0 MANU	[00] ~ [11] : 4レベル (MIN) (MAX)	
0000 0010	Y-GAIN LEVEL				Y-AGC AUTO/MANU		Y-DISCRI AUTO/MANU	
[0 2]	[0000] ~ [1111] : 16レベル (MIN) (MAX)				1 AUTO 0 MANU	1 AUTO 0 MANU	[00] ~ [11] : 4レベル (MIN) (MAX)	

注 記

- 1) 識別コード [01] はX軸センサ, [02] はY軸センサのパラメータ設定を示す。
- 2) NSAS ONにより初期設定が行われる。
GAIN LEVEL [0000], DISCRI LEVEL [00] 及び
☐ 太枠で示す状態に設定される。

表. 3 NSASデータフォーマット

F _{No.} , W _{No.}	B ₀	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅	B ₆	B ₇
F _{16n+7} , W ₃₄	X 軸 センサ ・ データ (12ビット)							
	1024 両重	512	256	128	64	32	16	8
F _{16n+7} , W ₃₅	X 軸 センサ ・ データ (つづき)				SUN PRESENCE	X-EDGE FLAG	X-UPPER DISC	X-LOWER DISC
	4	2	1	LSB	1 ON	1 ON	1 ON	1 ON
				1/2	0 OFF	0 OFF	0 OFF	0 OFF
F _{16n+15} , W ₃₄	Y 軸 センサ ・ データ (12ビット)							
	1024 両重	512	256	128	64	32	16	8
F _{16n+15} , W ₃₅	X 軸 センサ ・ データ (つづき)				SUN PRESENCE	Y-EDGE FLAG	Y-UPPER DISC	Y-LOWER DISC
	4	2	1	LSB	1 ON	1 ON	1 ON	1 ON
				1/2	0 OFF	0 OFF	0 OFF	0 OFF

表. 4 ステータスワード

F _{No.} , W _{No.}	B ₀	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅	B ₆	B ₇
F ₂₄ W ₆₅	X-GAIN LEVEL				X-GAIN AUTO/MANU	X-DISCR1 AUTO/MANU	X-DISCR1 LEVEL	
	[0000] ~ [1111] : 16レベル				1 AUTO 0 MANU	1 AUTO 0 MANU	[00] ~ [11] : 4レベル	

* X軸センサ・モニター

F _{No.} , W _{No.}	B ₀	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅	B ₆	B ₇
F ₅₆ W ₆₅	Y-GAIN LEVEL				Y-GAIN AUTO/MANU	Y-DISCR1 AUTO/MANU	Y-DISCR1 LEVEL	
	[0000] ~ [1111] : 16レベル				1 AUTO 0 MANU	1 AUTO 0 MANU	[00] ~ [11] : 4レベル	

* Y軸センサ・モニター

表. 5 アナログHK

F _{No.} , W _{No.}	項 目	内 容	測定レンジ
F ₂₆ W ₆₄	NSSX	CCD-X 暗時出力電圧	0~5V
F ₂₇ W ₆₅	NSSY	CCD-Y 暗時出力電圧	0~5V
F ₄₉ W ₄₉	NSAS	NSASセンサ温度 (サブコミ)	-50℃~+70℃

4. 1. 3 スピン型太陽方向検出装置 (S-SAS)

宇宙科学研究所 二宮研究室
明星電気(株)

1. 概 要

本装置は衛星と太陽のなす角度及びスピン周期を計測し、この計測値はテレメータを通じて送られる。これらの値は衛星の姿勢決定計算のための情報となる。

又、検出器は姿勢制御系へ太陽の方向を検出した時にパルスを出力し姿勢制御系の処理信号として使用される。

2. 構 成

[1] 電気回路部 1 台

[2] センサ部 (スピン型) 1 台

3. 主要 性能

[1] 消費電流 +5V, 50mW

[2] 測定範囲

検出角度 $120^{\circ} \times 3^{\circ}$

検出スピン周期 256 Sec

[3] 測定精度

角 度 $\pm 1^{\circ}$

スピン周期 約 4mS

[1] ON/OFF STATUS

F 32n+23 W 85 B 2

F 16n+8 W 34,35 (常時)

F n W 98,99 + F 16n+8 W 34,35 (打上げ
モード)

F 16n+8 W 33 (常時)

F n W 97 + F 16n+8 W 33 (打上げモード)

W33B0 DATAの有効無効のステータス
B0 が1で有れば DATA は、
有効

W33B1 ~ B7 太陽角のデータ (グレイコード表示)

センサ温度

S F 2n F 46 (T L - 9)

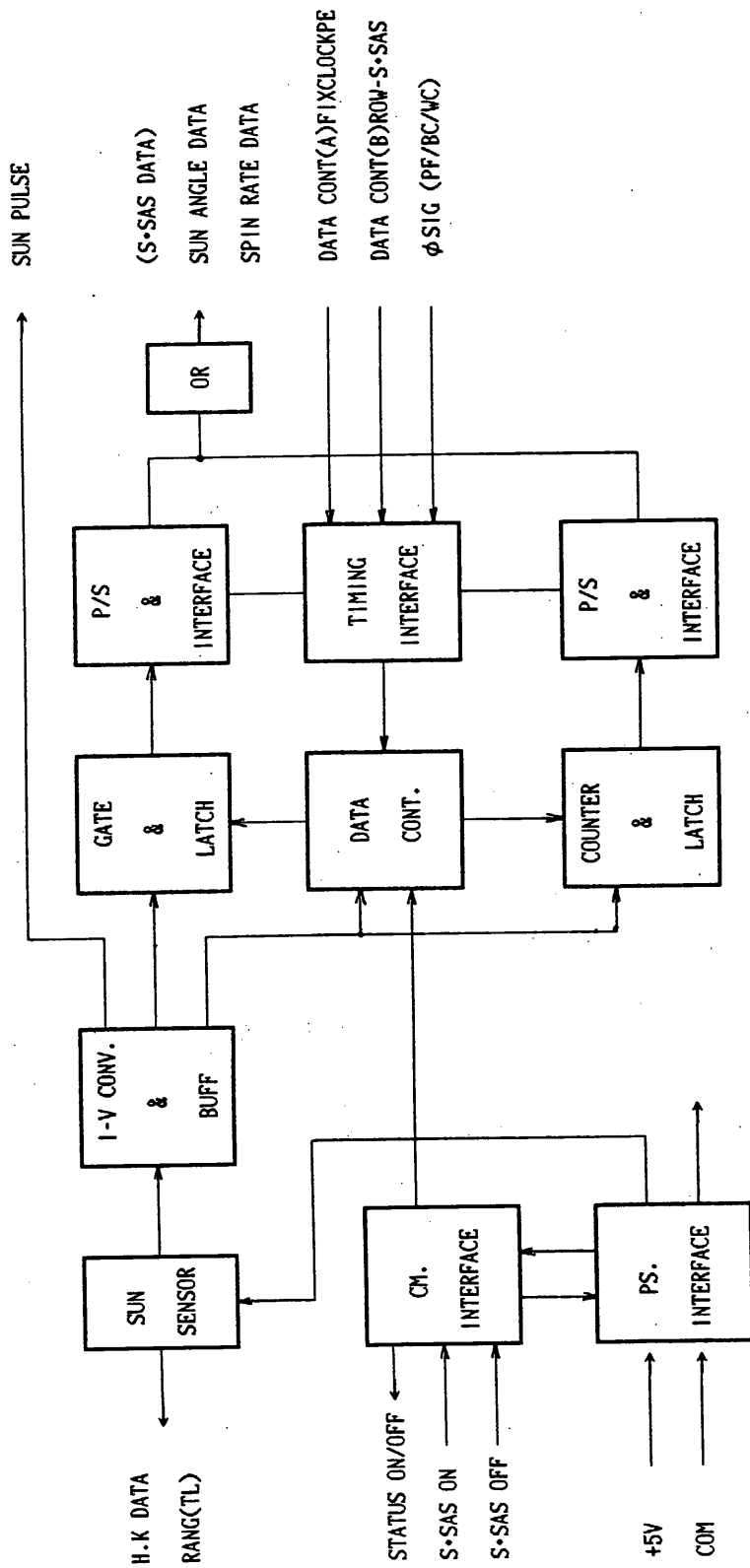
[a] スピン周期計測でカウンタがオーバーフローした場合は "0" で STOP し、次の太陽検出まで "0" を出力する。

[b] W33 B0 は太陽角の検出した直後のPCMデータのみ "1" となり有効
以後のデータは "0" で次の太陽を検知するまで "0" を保つ。

〔1〕 寸 法

センサ部	44 × 44 × 40
回路部	130 × 140 × 30

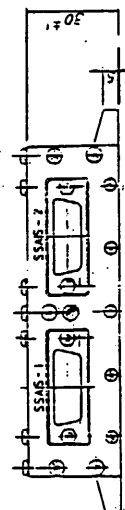
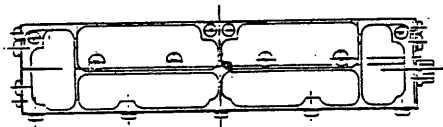
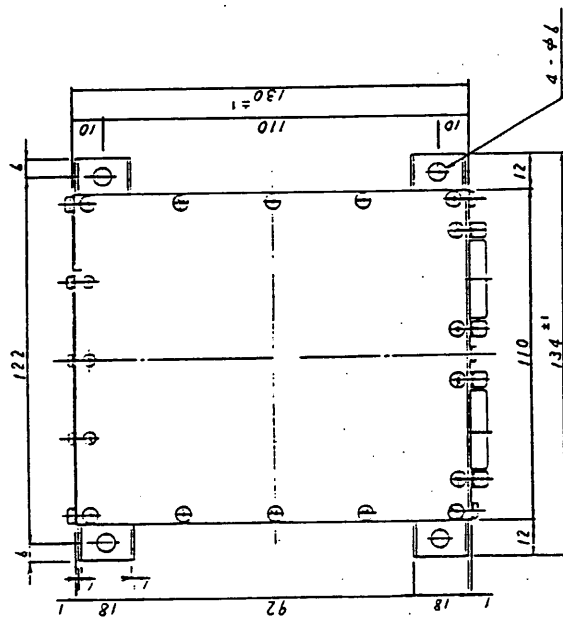
センサ部	0.2 Kg
回路部	0.4 Kg



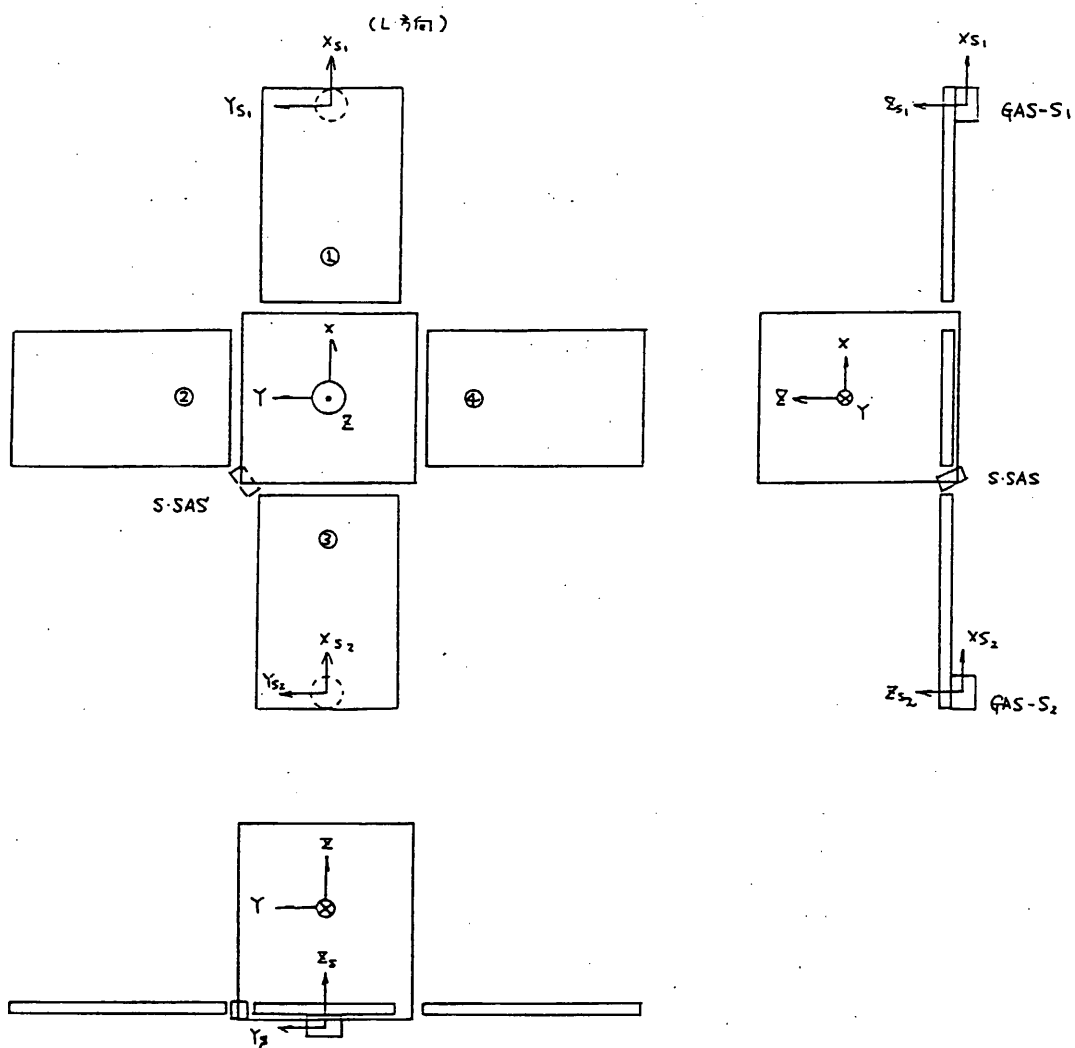
344

S·S·A·S ブロック図





S · S A S 回路部



太陽センサ (SSAS) 及び地磁気センサ取付け位置

4.1.4 地磁気姿勢計 (GAS)

宇宙科学研究所 二宮研究室
明星電気(株)

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、衛星スピン軸と地磁気とのなす角度を検出して地球磁場を基準とした衛星の姿勢を決定するもので有る。この情報は他の姿勢検出器等の情報と組み合わせられて慣性空間における衛星の絶対姿勢決定に用いられる。

本装置は3軸のリングコアフラックスゲート型磁力計で衛星の磁気バイアスを避けるため、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衛星スピン軸に平行なGAZセンサ及びこれは垂直な平面内で互いに直交した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。又、衛星の姿勢及びスピン周期を制御するために必要な信号出力を姿勢制御系 (ACE) へ送る。

今回はセンサの冗長を持たせるため、対向したパドルに各1台ずつのセンサを2台搭載している。

2. 構 成

- | | |
|----------------------|-----|
| [1] 電気回路部 | 1 台 |
| [2] リングコアフラックスゲートセンサ | 2 台 |

3. 主要性能

- | | |
|------------|---|
| [1] 磁場測定範囲 | $\pm 50,000 \text{ nT}$ |
| [2] 磁場測定精度 | $\pm 100 \text{ nT}$ |
| [3] 磁力計感度 | PCM用 $100,000 \text{ nT} / 3\text{V}$
ACE用 $100,000 \text{ nT} / 10\text{V}$ |
| [4] 磁力計出力 | PCM用 $0 \sim 3 \text{ V}$
ACE用 $\pm 5 \text{ V}$ |

4. 機能 (テレメータ情報)

[1] ON/OFF STATUS F 32n+23 W65 B 0

[2] SENSOR STATUS (S 2 / S 1) F 32n+23 W65 B 1

[3] 検出データ G A X F 16n W33
G A Y F 16n W34
G A Z F 16n W35

[4] H . K 項目

センサ温度 S F 2n+1 F 46 (TL-24)

[5] その他

[a] 単体チェック用にMD端子よりセンサへCAL信号が入力できるようにインタフェースを付加されている。

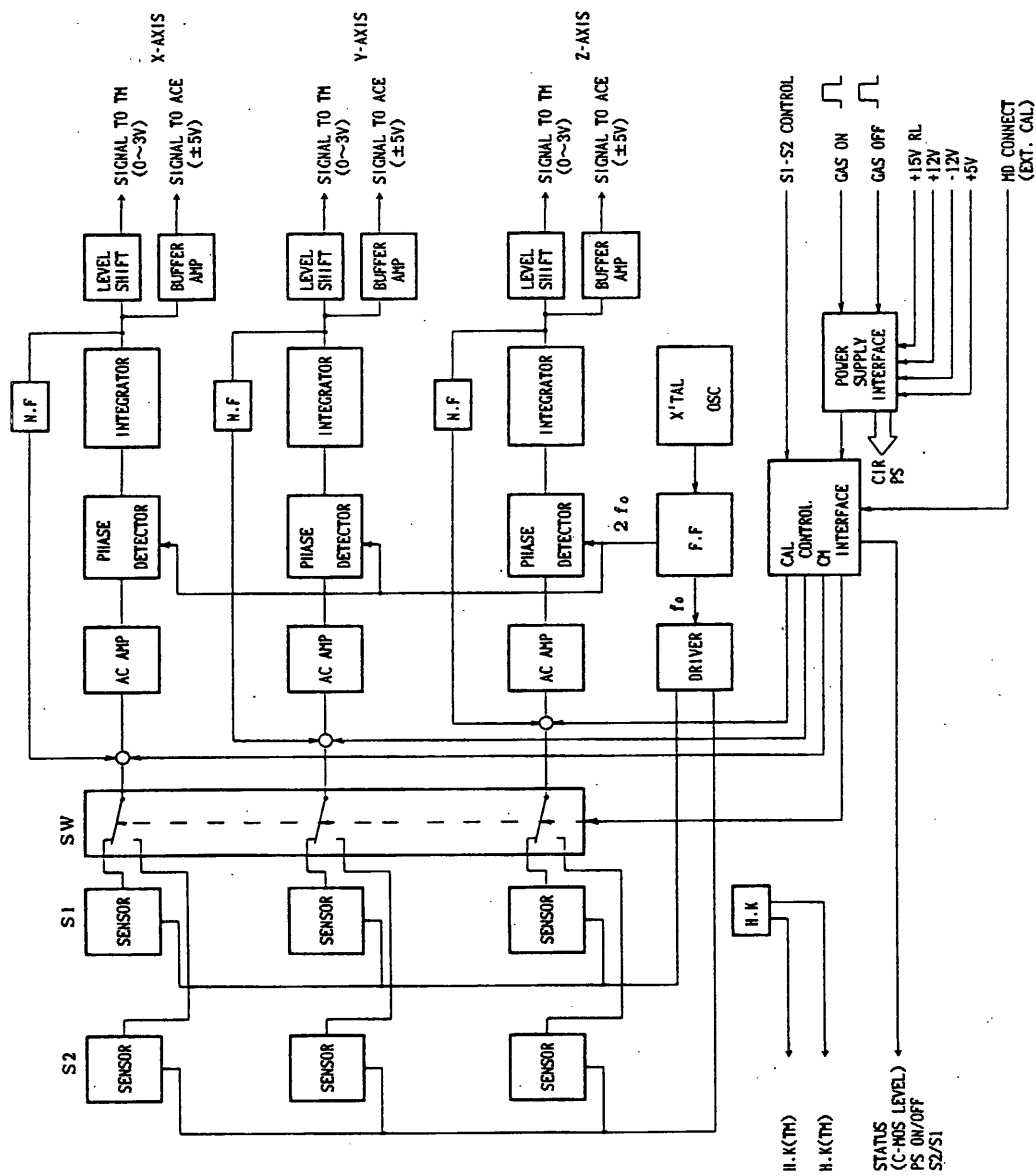
5. 物理的性能

[1] 寸 法

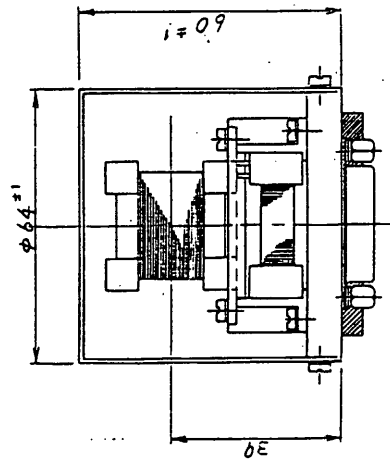
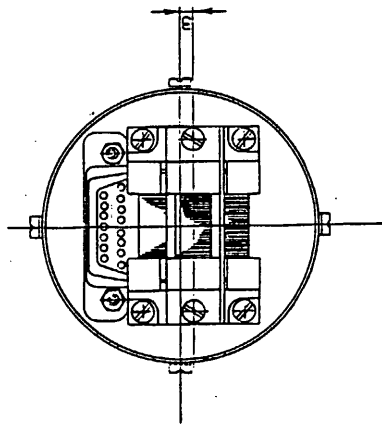
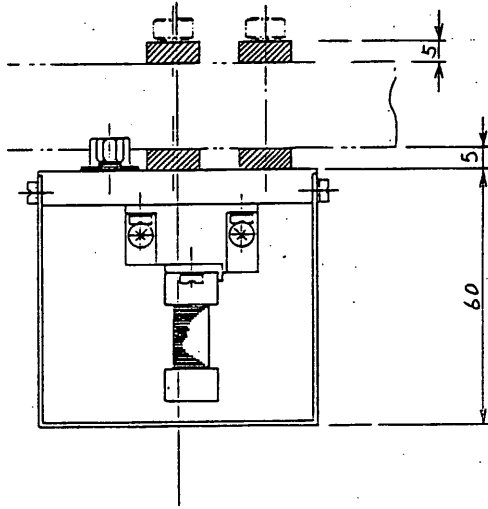
センサ部 (S 1 , S 2) 84φ×60
回路部 130×130×75

[2] 重 量

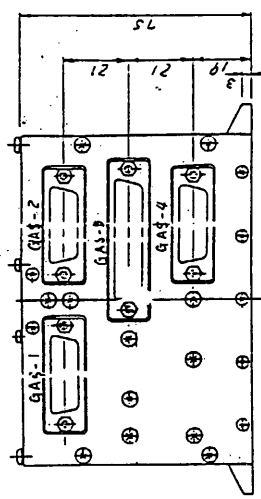
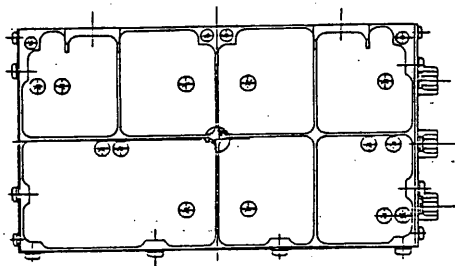
センサ部 (S 1 , S 2) 0.3 Kg
回路部 0.8 Kg



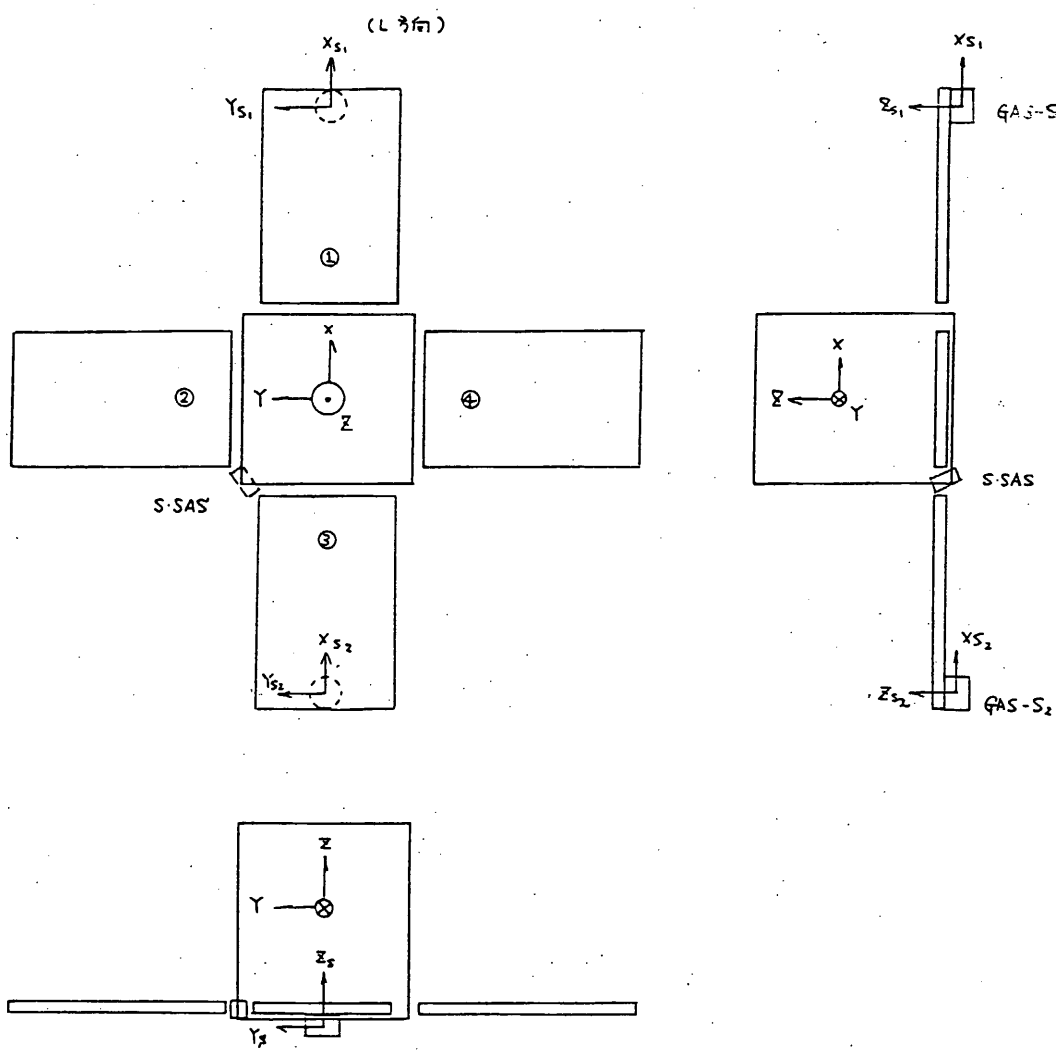
GAS ブロック図



GAS センサ部 (S1, S2)



G A S 回 路 部



太陽センサ (SSAS) 及び地磁気センサ取付け位置

4.1.5 慣性基準装置 (IRU)

宇宙科学研究所 二宮研究室
日本航空電子工業(株)

1. 概要

慣性基準装置 (IRU) は、科学衛星ASTRO-Cに搭載され、衛星のX、Y、Z直交三軸及び冗長としてこれらと54.7°の角度をなすS軸まわりの角速度を検出し、角速度信号 (アナログ) と角度増分パルス信号 (デジタル) をACEに出力するものである

2. 構成

(1)	IRU-S	センサ部	1台
(2)	IRU-E	エレクトロニクス部	1台

3. 主要性能

(1)	入力角速度範囲	
	・瞬間1分以内	$0 \sim \pm 10^\circ / \text{sec}$
	・連続	$0 \sim \pm 1.67^\circ / \text{sec}$
(2)	角度増分パルス	
	・計測レンジ	$0 \sim \pm 1.60^\circ / \text{sec}$
	・パルスウェイト	$0.8 \text{ sec} / \text{パルス} \pm 5\%$
	・パルスウェイト安定度	$0.01\% (1\sigma)$
	・パルスウェイト直線性	$0.07\% \text{ max}$
(3)	ドリフトレート	
	・G不感ドリフト	$0.1^\circ / \text{h} \text{ max}$
	・G不感ドリフト安定度 †	$0.001^\circ / \text{h} (1\sigma)$
	・G不感ドリフト安定度 ††	$0.005^\circ / \text{h} (1\sigma)$

† : SHORT TERM STABILITY

†† : DAY TO DAY STABILITY

(4)	消費電力	
	・温度コントロール †	$16 \sim 4 \text{ W}$
	・その他 ††	$16 \sim 19 \text{ W}$

† : $-20 \sim +40^\circ \text{C}$

†† : $0 \sim \pm 1.67^\circ / \text{sec}$

(5) 重量

・センサ部	5.0 kg max
・エレキ部	4.0 kg max

(6) 寸法

・センサ部	215×205×173 mm
・エレキ部	184×230×122 mm

(7) 温度範囲

・センサ部	-20~+40℃
・エレキ部	-20~+55℃

4. コマンド (DC) 及びステータス

コマンド 項目		コード X、Y	ステータス確認項目：テレメータ フレーム ワード	
・温度コントロール	オン	7、3	F 32n+22	W65 B 0="1"
・温度コントロール	オフ	7、4	F 32n+22	W65 B 0="0"
・リバランス ループ	オン	8、3	F 32n+22	W65 B 1="1"
・リバランス ループ	オフ	8、4	F 32n+22	W65 B 1="0"
・X ジャイロ モータ	選択	7、5	F 32n+22	W65 B 2="1"
・X ジャイロ モータ	非選択	7、6	F 32n+22	W65 B 2="0"
・Y ジャイロ モータ	選択	8、5	F 32n+22	W65 B 3="1"
・Y ジャイロ モータ	非選択	8、6	F 32n+22	W65 B 3="0"
・Z ジャイロ モータ	選択	9、5	F 32n+22	W65 B 4="1"
・Z ジャイロ モータ	非選択	9、6	F 32n+22	W65 B 4="0"
・冗長 ジャイロ モータ	選択	A、5	F 32n+22	W65 B 5="1"
・冗長 ジャイロ モータ	非選択	A、6	F 32n+22	W65 B 5="0"
・ジャイロ モータ	ラン	9、3	F 32n+22	W65 B 6="1"
・ジャイロ モータ	ストップ	9、4	F 32n+22	W65 B 6="0"

(注)

- ① ループ オン は、IRU-Sが+65℃以上になってから行なうこと。
- ② 4チャンネルの内、最大3チャンネルまで選択可能。
- ③ モータ オフしてから、5分以後にチャンネル、ループ、ヒータ オフにすること。

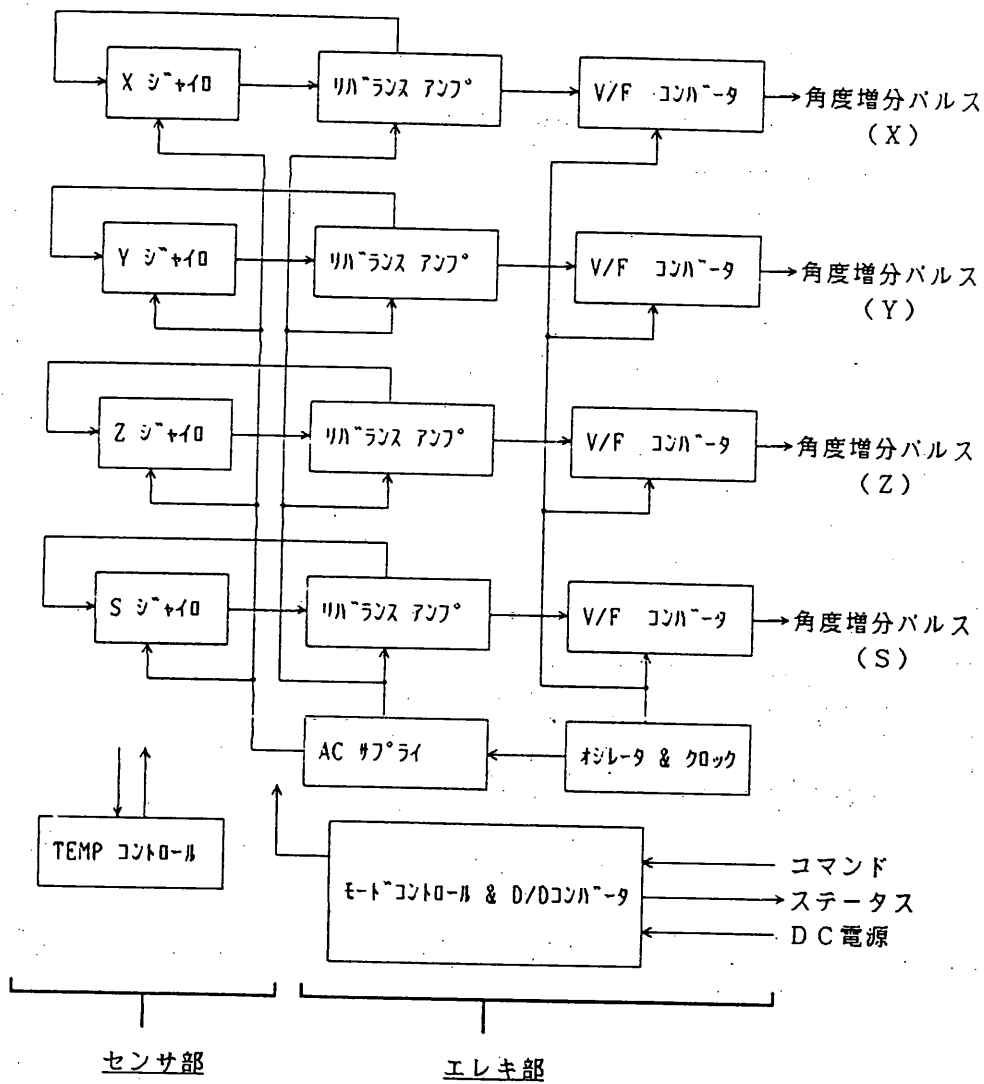
5. アナログ テレメータ出力

<u>テレメータ項目</u>		<u>フォーマット</u>	<u>フレーム</u>	<u>ワード</u>
・ジャイロ	モータ電流モニタ	ACSモード	F 16n+7	W33
・X 軸	入力レートモニタ	ACSモード	F 15	W33
・Y 軸	入力レートモニタ	ACSモード	F 31	W33
・Z 軸	入力レートモニタ	ACSモード	F 47	W33
・冗長 軸	入力レートモニタ	ACSモード	F 63	W33

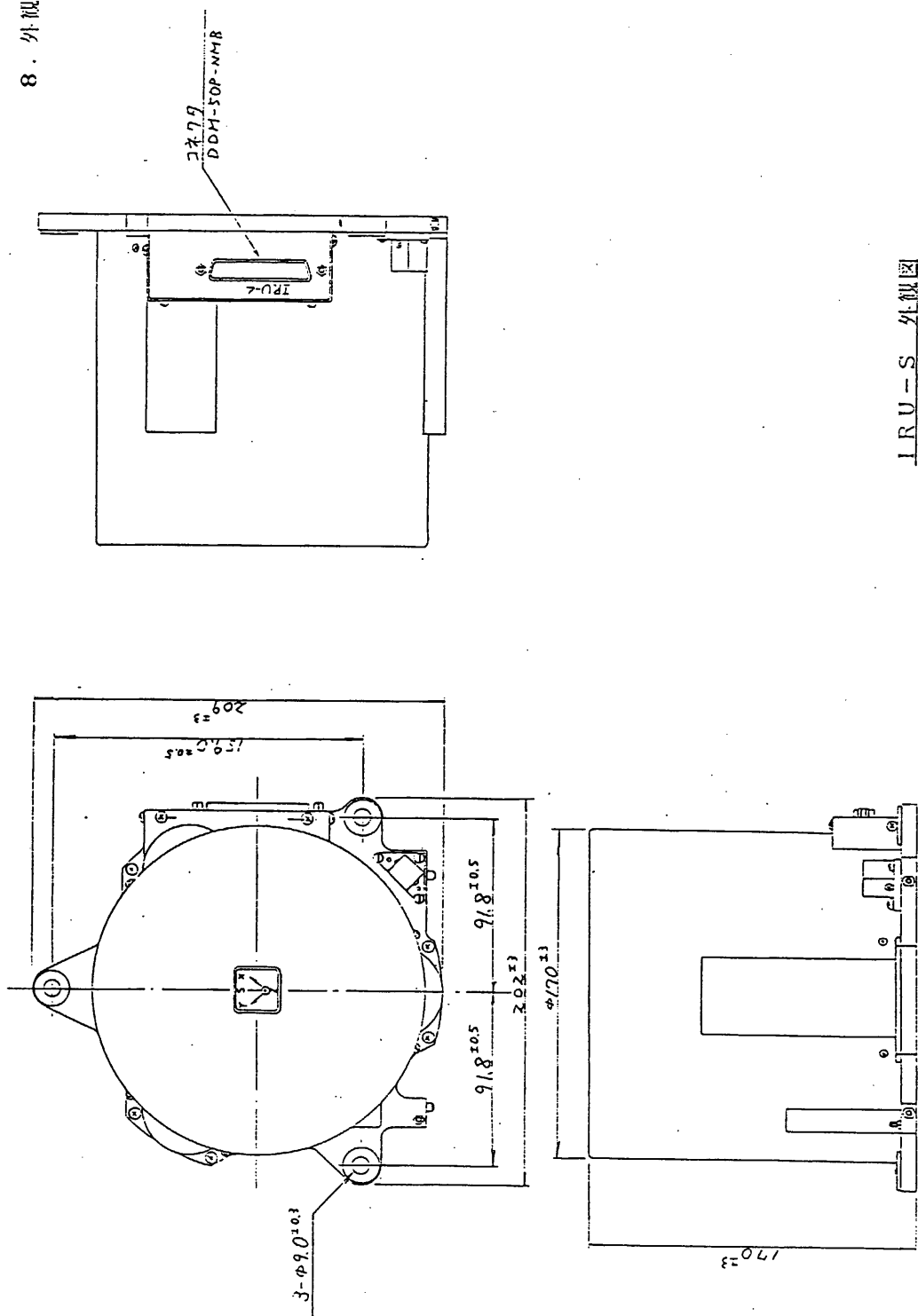
6. HK項目

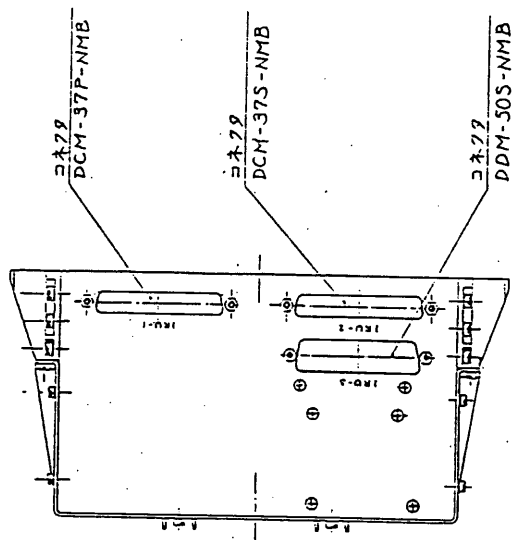
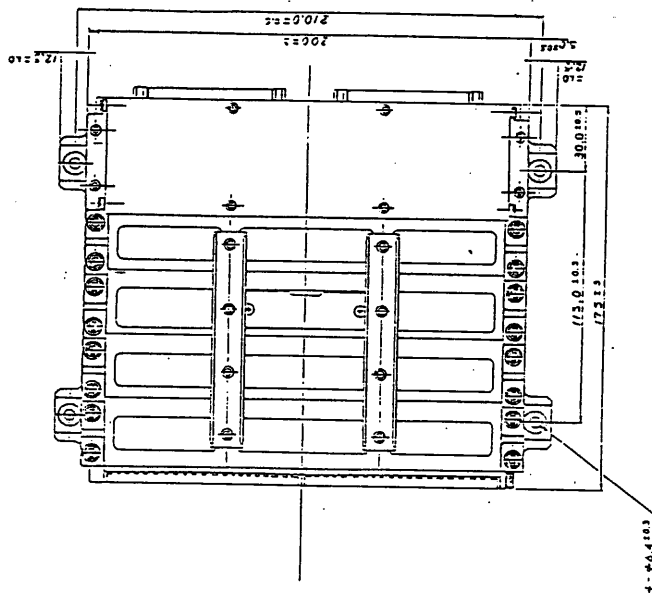
・IRU ジャイロ温度 (TL-23)	-35 ~ +90 °C	S F 2n+1	F 45	W 64
------------------------	--------------	----------	------	------

7. 機能ブロック図



8. 外観





IRU-E 外観図

4.2 姿勢制御系

4.2.1 姿勢制御装置 (ACE)

宇宙科学研究所 二宮研究室
日本電気(株)

1. 概要

ASTRO-C(FM)姿勢制御装置(以下ACE)は、ホイール制御、磁気制御、及び各種姿勢計測用データの生成機能を有する。ACEは、センサとして地磁気センサ(GAS)、スタートラッカ(STT)、慣性基準装置(IRU)、スピン型サンセンサ(SSAS)及び、非スピン型サンセンサ(NSAS)とインターフェースを持つ。また、ACE内で作られる制御信号により、モーメントムホイール及び磁気コイル(X, Y, Z)をドライブし、バイアスモーメントム方式による三軸姿勢制御を行う。

また、ホイールシャント(以下WHL-SNT)は、ホイールが減速する際発生する逆起電力を本装置内で消費させ、+28Vラインに流れ込むのを防ぐ。

2. 機能

ACEの概略構成図を図1に示す。

ACEは下記の様な機能を有する。

1) Z軸まわり制御系

Z軸まわり制御系の構成を図2に示す。本制御系は、IRUのGYR-Z信号よりZ軸まわりの姿勢誤差を検出し、モーメントムホイールのリアクショントルクを利用して、Z軸まわりの角度制御を行う。

《構成》

- ・STTによる姿勢誤差の検出
- ・IRUによる姿勢誤差の検出
- ・Z軸まわり制御則計算
- ・マヌーバ制御系
- ・ホイール速度制御系

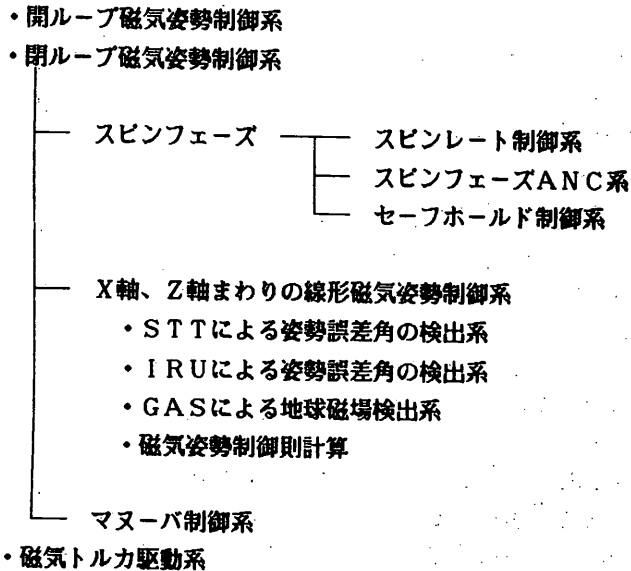
《機能》

- ・制御カウンタ(Z)に対する初期設定/リセット機能
- ・ジャイロの定ドリフト補正機能
- ・STT X, Yによる制御カウンタ(Z)の校正機能
- ・Z軸まわりの任意角度のスリュー動作 Slew+/ー機能
- ・Z軸まわりの360°回転機能
- ・ハードウェアロジックによるZ軸まわり制御機能
- ・ホイール定速回転機能(3600 rpm ノミナル)

2) Z軸方向制御系

Z軸方向制御系ブロック図を図3に示す。Z軸方向制御系は、IRUのGYR-X, Y信号よりX軸、Y軸まわりの姿勢誤差(Z軸方向誤差)を検出し、磁気トルカによる磁気トルクによってX軸、Y軸まわりの角度制御を実施する。

《構成》



《機能》

- ・磁気トルカの3値(+, -, OFF)切換機能
- ・磁気トルカ駆動部異常時切離し機能
- ・スピンレート制御機能(SPIN UP/DOWN)
- ・スピン時磁気ニューテーション減衰機能
- ・スピン時太陽角維持機能
- ・制御カウンタ(X or Y)に対する初期値の設定/リセット機能
- ・ジャイロ定ドリフト補正機能
- ・STT-X, Yによる制御カウンタ(X, Y)の較正機能
- ・ノンスピン時ニューテーション減衰機能

3) 制御モード

Z軸方向、及びZ軸まわりの制御により、次の制御モードを実現する。

①スピンプーズでの姿勢捕捉

- ・開ループ制御、SPIN ANC、スピンコントロールにより衛星の初期姿勢捕捉を行う。

②SAFE HOLD MODE

- ・太陽方向を衛星-Z軸から 20° 以内に保つ。

③NORMAL MODE

- ・衛星を3軸まわりに慣性空間に対し固定する。

④SLEW +, -

- ・Z軸まわりに正、負の方向に任意角度回転させる。

⑤SLEW 360°

- ・Z軸まわり、正方向に1回転させ、回転終了後元の姿勢に再捕捉する。

⑥LOW SPIN

- ・Z軸まわりに連続回転させる。

⑦大角度マヌーバ

- ・新目標姿勢に自動捕捉を行う。

⑧BACK UP モード

- ・ホイールZ軸まわり制御をCPUのバックアップとしてハードロジックにより行う。

4) その他ACEの持つ機能

- ・バブルファイルメモリ(BFM)からのACE姿勢制御用プログラムをRAM (5K バイト) へ転送、書き込み機能
- ・全RAMデータのモニタ機能 (RAM チェックモード)
- ・ACEの管制・モニタに必要なコマンドテレメータインターフェース機能

3. 性能

1) 電気的性能

①CPU構成

- ・CPU 1. 2系を持ち待期冗長構成
- ・メモリ容量 CPU 1. 2系 各 5k byte
- ・メモリ部 ハミングコード 4 bit 付加 12 bit データ (1 bit 誤り訂正)
- ・ウォッチドッグタイマによりプログラムの流れの監視
- ・BFM及びI/Oコマンドにより、RAM内容の変更

②異常モード検出、回避機能

- 1) NSASサンプレゼンス信号により異常姿勢の検出
- 2) ウォッチドッグタイマにより“auto safe hold mode EN”時には、セーフホールドモードへ自動移行
- 3) 磁気コイル MTQ 及び、MTQ ドライバの異常時にX, Y, Z系個別にドライバー電源(+28V系) 切離し可能

③ホイール制御系

- ・ホイール回転数 $3600 \pm 600 \text{ rpm}$
- ・ホイール制御電圧 $-5 \sim +5 \text{ V}$
- ・Z積分カウンタ初期値設定範囲
 - ・CPU制御時 $24 \text{ bit} \quad 0.8 \text{ sec/bit}$
 - ・back up 制御時 $16 \text{ bit} \quad 51.2 \text{ sec/bit}$
- ・Z定ドリフト補正初期設定値
 - ・CPU 制御時 $16 \text{ bit} \quad 0.8 \times 10^{-13} \text{ deg/H/bit}$
 - ・back up 制御時 $8 \text{ bit} \quad 0.3125 \times 10^{-2} \text{ deg/H/bit}$

④磁気コイル駆動電流

- ・磁気コイル駆動電流
 - ・CPU 制御時 Hiモード 最大 $\pm 308 \text{ mA}$ 2.42 mA/bit
Loモード 最大 $\pm 66 \text{ mA}$ 0.48 mA/bit
 - ・OPEN制御時Hiモード $\pm 308 \text{ mA}$ ON/OFF制御
Loモード $\pm 60 \text{ mA}$

⑤コマンド項目

- ・ディスクリートコマンド 57項目
- ・ブロックコマンド 1ライン (ACE内デコード 15項目
1/0 データ長 最大48bit)

⑥テレメータフレームワード

- ・ACEステータス
- ・ACSモード
- ・ACSワード
- ・ACEチェックモード

⑦消費電流

- +12 V系 280 mA
- 12 V系 60 mA
- 28 V系 磁気制御 0.9 A MAX
 39 mA 定常時
- WHEEL制御 1.58 A MAX
 0.5 A 定常時

2) 機械的性能

①ACE

- ・形状 $252 \times 256 \times 220$
- ・重量 8.2 Kg
- ・性能維持温度 $-30^\circ \sim +60^\circ \text{ C}$
- ・機能維持温度 $-40^\circ \sim +80^\circ \text{ C}$

ACEの外観図を図4に示す。

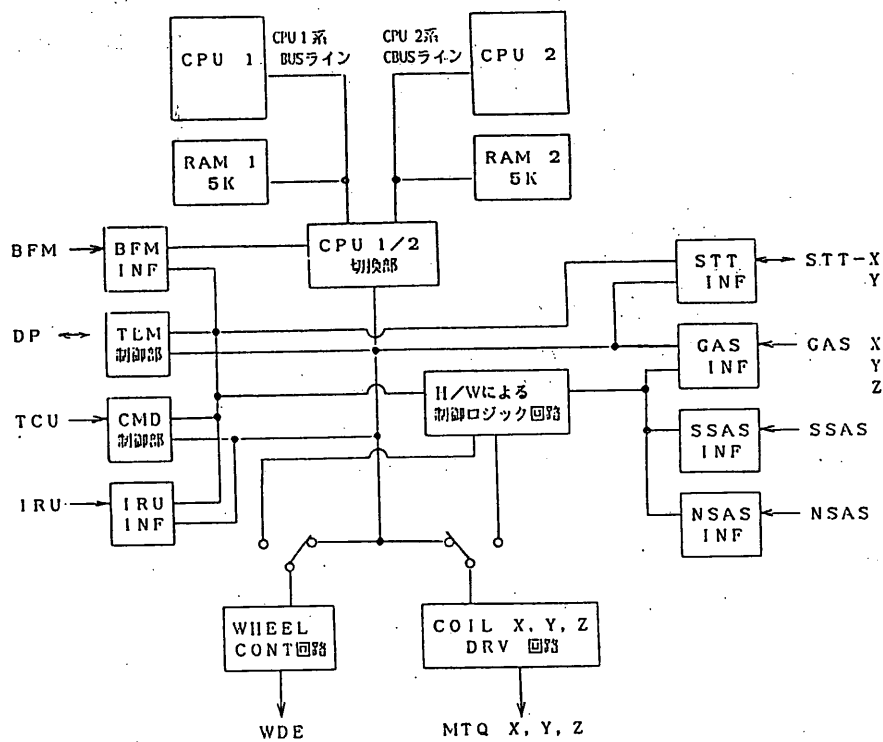
②HHL-SNT

・形状 146.5×78.3×30

・重量 0.45 Kg

WHL-SNTの外観図を図5に示す。

図1 ACE 構成図



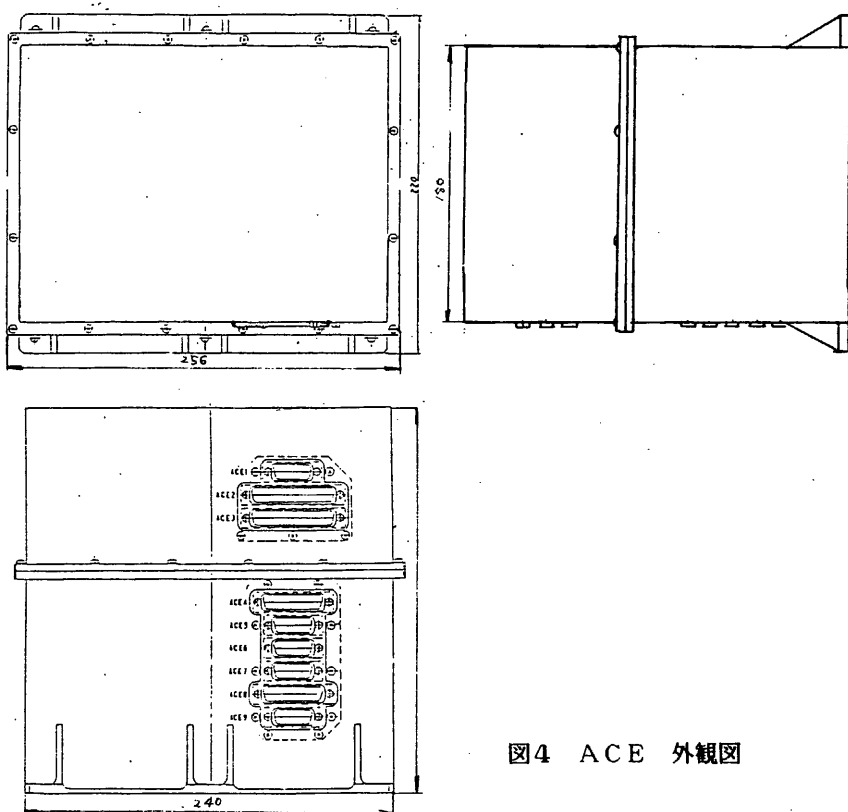


图4 ACE 外觀圖

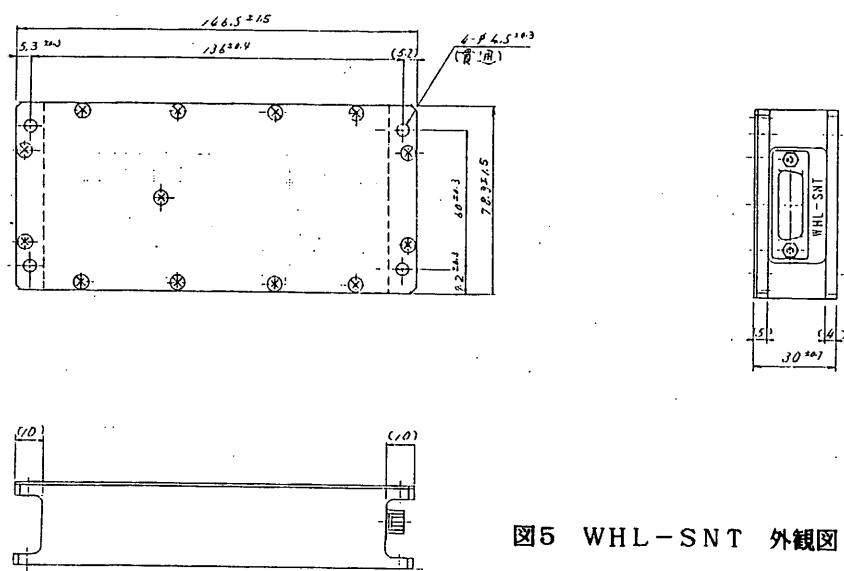


图5 WHL-SNT 外觀圖

4.2.2 モーメントムホイール (MW) ホイール駆動装置 (WDE)

宇宙科学研究所 二宮研究室
日本電気(株)

1 概要

MW (Momentum Wheel) 及び (Wheel Drive Electronics) は、蓄積角運動量による衛星のZ軸方向の安定化、及びリアクショントルクによるZ軸まわりの位相の制御を行う為に用いられる。

2 機能

図1にMW/WDEのブロック図を示す。

WDEはトルクコマンドを受けるとPWM (Pulse Width Modulation) 回路によりトルクコマンドに比例したMW駆動電流を生成する。この電流値はテレメータ (アナログHK) に出力される。

MWロータ駆動用モータは、DCブラシレスタイプのモータが使われている。ロータの位置検出は、3個のホール素子により行われる。また、MWモータベアリング部には、温度検出用サーミスタが実装されており、テレメータ (アナログHK) にベアリング部温度が出力される。

WDEはMWの3個のホール素子の出力を入力し、これによりMW駆動電流を、3相のモータ電流にコミュテーションしてMWに出力し、トルクコマンドに比例したトルクでMWモータを駆動する。また、ホール素子出力からMWロータ1回転につき12パルスのタコパルス生成し、外部 (ACE) に対し出力する。

3 性能

・電気的性能

蓄積角運動量

40.88 [N・m・sec] : 3,600 r.p.m.回転時

ホイール回転数制御範囲

3,000 [r.p.m.] ~ 4,200 [r.p.m.]

消費電力

14.4 [W] : 3,600 r.p.m. 定常回転時

41.1 [W] : 4,200 r.p.m. 最大加速時

モータトルク

$\pm 0.0576 \text{ [N} \cdot \text{m]} (\pm 8.15_{\text{oz-in}})$: トルクコマンド $\pm 5 \text{ V}$

リアクショントルク

$-0.0729 \text{ [N} \cdot \text{m]} (-10.32_{\text{oz-in}}) \sim$
 $+0.0423 \text{ [N} \cdot \text{m]} (+5.98_{\text{oz-in}}) : 3,000 \text{ r.p.m.}$

回転時

$-0.0738 \text{ [N} \cdot \text{m]} (-10.44_{\text{oz-in}}) \sim$
 $+0.0414 \text{ [N} \cdot \text{m]} (+5.86_{\text{oz-in}}) : 3,600 \text{ r.p.m.}$

回転時

$-0.0747 \text{ [N} \cdot \text{m]} (-10.57_{\text{oz-in}}) \sim$
 $+0.0405 \text{ [N} \cdot \text{m]} (+5.73_{\text{oz-in}}) : 4,200 \text{ r.p.m.}$

回転時

・機械的性能

MWロータ慣性能率

$0.10844 \text{ [kg} \cdot \text{m}^2]$

重量

10.63 [kg] : MW, ヒータ部含まず

1.42 [kg] : WDE

外観図

MW外観図を図2、WDE外観図を図3に示す。

4 テレメータ項目

ACE経由で次の項目が出力される。

・IP周期

データ長 16 ビット

周期計測分解能 2^{-21} [sec]

計測可能回転数範囲 $1920 \text{ [r.p.m.]} \text{ 以上}$

・AHK

MW駆動電流

$-2 \text{ [A]} \sim 2 \text{ [A]}$ (AHK出力 : $2.7 \text{ [V]} \sim 0.3 \text{ [V]}$)

ベアリング部温度

$-10^\circ \text{ C} \sim 60^\circ \text{ C}$ (AHK出力 : $2.7 \text{ [V]} \sim 0.8 \text{ [V]}$)

5 コマンド項目

ACEが次のコマンドを受け回転／停止の制御を行う。

- WHL ROT . . . ホイールを停止状態から定常回転（3,600 [r.p.m.]）までランアップさせる。
- WHL STOP . . . ホイールをコーストダウンさせ停止させる。

6 環境条件

・性能維持温度範囲

MW : $0^{\circ}\text{C}\sim 60^{\circ}\text{C}$ （3日／月までなら $-10^{\circ}\text{C}\sim 0^{\circ}\text{C}$ で動作可能である。）

WDE : $-30^{\circ}\text{C}\sim 60^{\circ}\text{C}$

・機能維持温度範囲

MW : $0^{\circ}\text{C}\sim 60^{\circ}\text{C}$

WDE : $-30^{\circ}\text{C}\sim 60^{\circ}\text{C}$

・保存温度範囲

MW : $-40^{\circ}\text{C}\sim 60^{\circ}\text{C}$

WDE : $-40^{\circ}\text{C}\sim 70^{\circ}\text{C}$

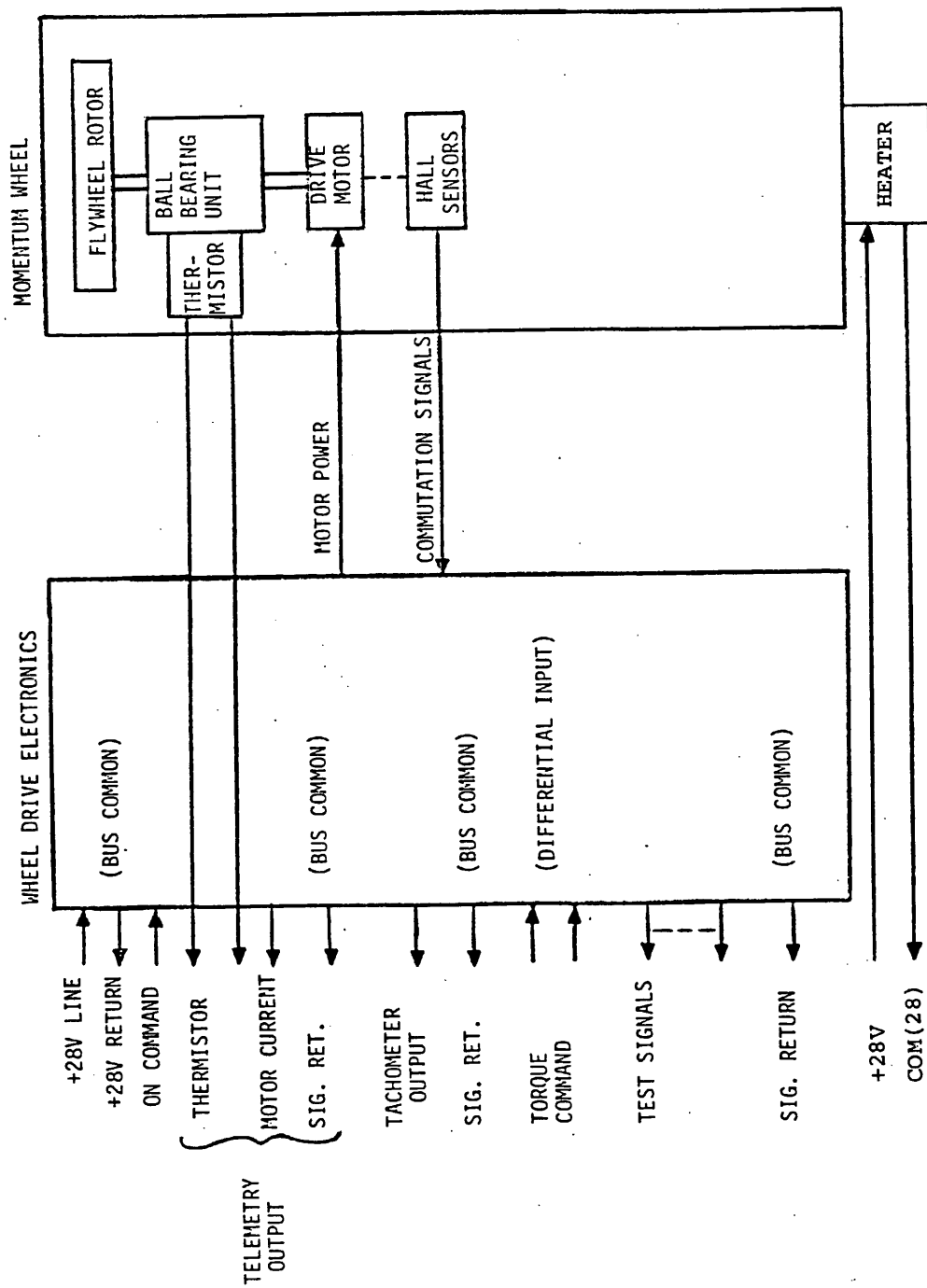


図 1 MW/WDEブロック図

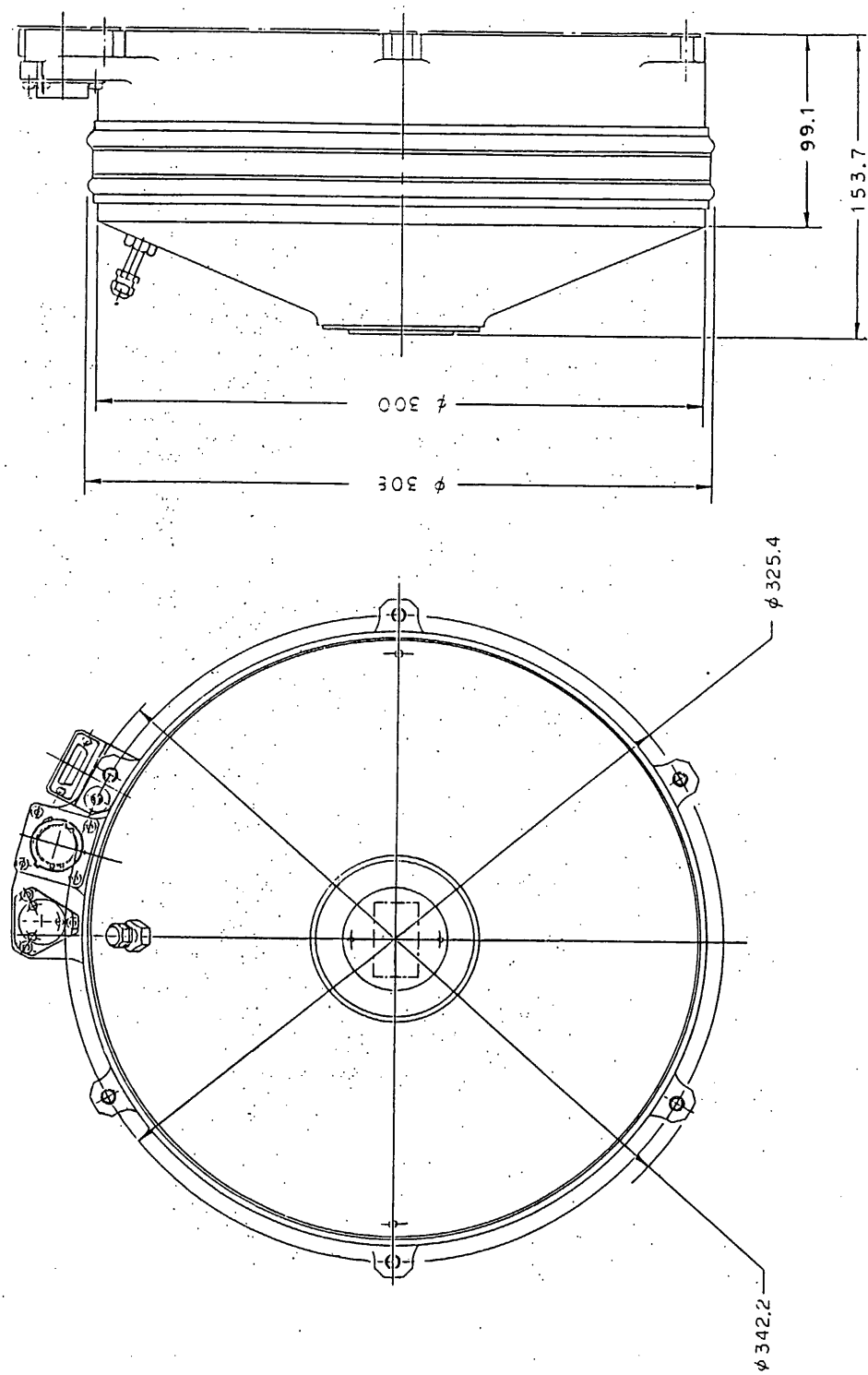


图2 MW 外觀圖

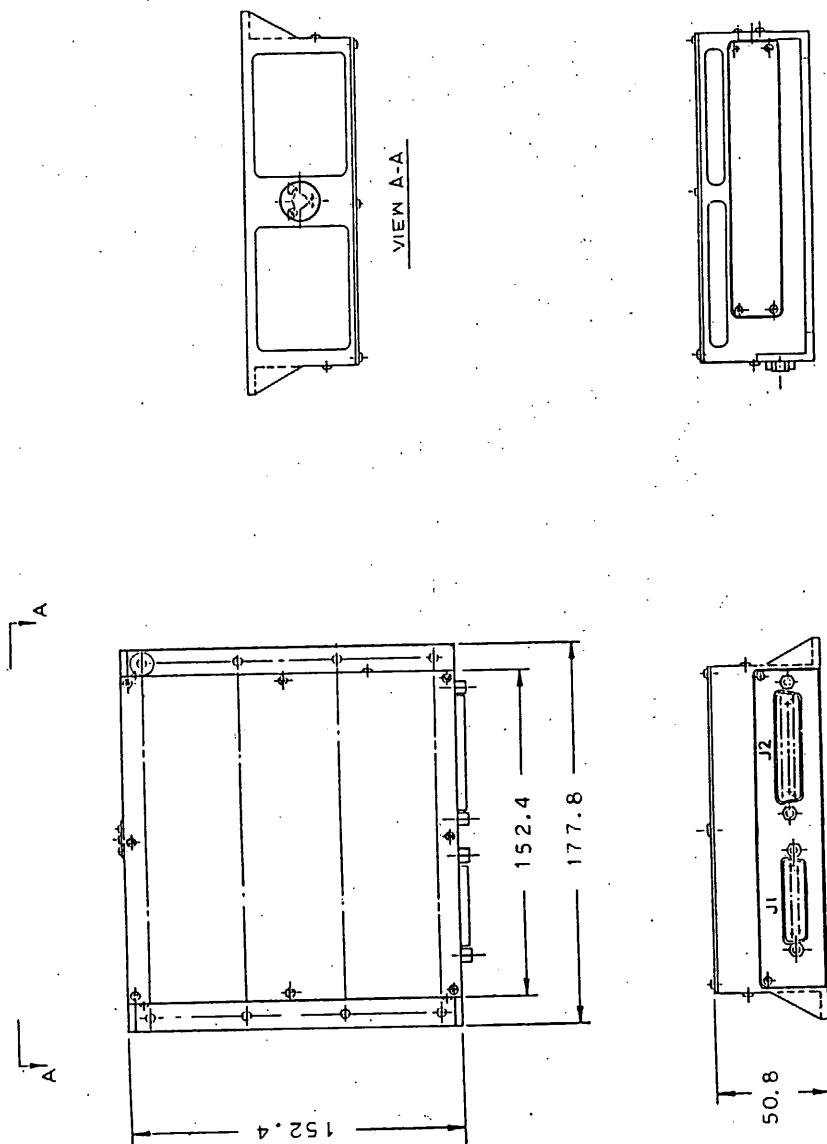


图3 WDE 外觀圖

4.2.3 姿勢検出／姿勢制御

宇宙科学研究所 二宮研究室
日本電気(株)

1 概要

ASTRO-C姿勢制御系は、次に挙げる4種類の観測モードをもつ。

1) 観測モード-1

衛星Y軸方向に視野を持つ大面積カウンタを長時間、慣性方向の任意方向へ向ける。

- ・姿勢決定精度 $|\theta_x| \parallel |\theta_y| \parallel |\theta_z| \leq 0.05^\circ$
- ・姿勢制御精度 $|\theta_x| \parallel |\theta_y| \leq 0.5^\circ$
 $|\theta_z| \leq 0.1^\circ$
- ・姿勢安定度 上記制御精度を48時間保持する

但し、現在の姿勢制御系では上記観測姿勢において、STT-X, Y 各々に目標星を設定することが必要である。

2) 観測モード-2

観測モード-1からZ軸まわりに任意角回転し、バックグラウンドデータ取得後、元の姿勢に戻り観測モード-1を実行する。

但し、観測モード-1と同様 STT-X, Y 各々に目標星を設定することが必要である。

3) 観測モード-3

Z軸まわりに360°回転した後、元の姿勢を再捕捉する。その後、観測モード-1を続行する。

所要時間 20分

4) 観測モード-4

Z軸まわりに連続回転する。

回転速度 TBD (0.1~0.05RPM)

回転後は元の姿勢へ自動復帰できない。また、Z軸方向制御が停止するので外乱トルクによる軸方向ドリフトが存在する。

上記観測モードの他に観測姿勢を変更する姿勢マヌーバのモードを持つ。これは、更に目標姿勢に対応するパラメータを設定するのみで姿勢変更するモードと開ループにて実施するモードとに分類される。

姿勢系の全体ブロック図を図1に示す。

一方、姿勢センサについては従来から使用されているスピン型センサ(SSAS)の他は全て新たに開発されたものである。

つまり、CCDとマイクロプロセッサを用いたスタートラッカ(STT)、同じくCCDを用いた非スピン型太陽センサ(NSAS)、リングコア型地磁気センサ(GAS)、ならびに慣性基準装置(IRU)等である。

これらの姿勢センサはアクチュエータである磁気トルカ及びホイール等と共に各観測モードに応じた姿勢制御ならびに姿勢決定に供される。

各サブシステムの詳細については以下の計画書を参照されたい。

磁気トルカ (MTQ)

宇宙研 二宮研究室
(株)日立製作所

概要

磁気トルカ(MTQ)は、ASTRO-Cの姿勢安定および、姿勢変更を行うための磁気姿勢制御機能を有し、衛星のX,Y,Z各軸方向に合計3本搭載される。

この姿勢制御用有芯磁気トルカは、芯材に巻き付けた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ASTRO-Cの磁気姿勢制御系は、ACEで制御された電流により発生する磁気モーメントと、地球磁場との相互作用によって姿勢制御を実行する。

MTQの開発は、サブシステム・コンポーネントとしての機能要求に基づき、電氣的・機械的・熱的インターフェースを考慮して、棒状有芯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た。

また、MTQ衛星搭載機器として、以下に示すような電氣的性能および機械的性能を有する。

機能

本MTQは、磁気姿勢制御機能を有するものであり、棒状有芯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、制御トルクを発生する。

構成

MTQは、コイルケース部、芯材およびコイル部、端子部、取付座によって構成され、円筒棒状の外形を有する。

コイルは、図1 コイル結線図に示すように、各MTQ毎に、2層巻かれている。

①コイルケース部

- ・使用材料 CFRP
- ・寸 法 外形 $\phi 35\text{mm}$
内形 $\phi 32\text{mm}$
長さ 675mm
- ・成 形 フィラメント ワインディング工法
(軸に対して 20° のヘリカル巻き)

②芯材およびコイル部

- ・芯 材 材質; 4-79Moパーマロイ
外形; $\phi 16 \times 671\text{mm}$

- ・コイル部 線材；ポリアミドイミドエナメル被覆銅線
線径；導 体 径 $\phi 0.3\text{mm}$
標準外径 $\phi 0.3285\text{mm}$
巻数； 1890 ± 20 ターン／各層

③端子部

- ・コネクタ DEM-9P-NMB(J)
- ・接続 ケーブル ポリイミド焼付テフロンFEP絶縁電線

④取付部

- ・使用材料 GFRPおよびA5052P-H34

性能

①電気的性能 (MTQ 1本当たりの特性)

- ・最大磁気モーメント 48ATm^2 以上
- ・直 線 性 直線からのずれ 1ATm^2 以下 ($0 \sim 48\text{ATm}^2$)
- ・残留磁気モーメント 1ATm^2 以下
- ・通電電流 0.3A (48ATm^2 時 2層合計)
- ・コイル抵抗 $25.2 \pm 1\Omega$ ／各層 (常温)
- ・消費電力 $1.1 \pm 0.3\text{W}$ (20°C 48ATm^2 時)

②機械的性能 (MTQ 1本当たり)

- ・外形寸法 図2 にASTRO-C MTQの外観図を示す。
- ・重 量 図2 に示す。

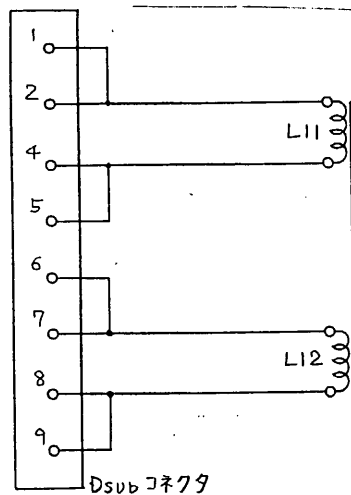


図1 コイル結線図

第Ⅴ章 電 源 系

5.1 電源系の概要

電源系は、ASTRO-C 衛星システムが必要とする電力の発生、制御、貯蔵を行ない、ミッション中の機能を支障なく遂行させるための装置である。

ASTRO-Cは、ミッション末期(EOL)で449W以上の電力を発生する太陽電池パドルを備えた大型の科学衛星であり、電源系として種々の特徴を備えている。

5.1.1 総合電気性能

電気性能の概略を以下に示す。

(1) 太陽電池発生電力

BOL 489W以上 ($\theta_s; 180^\circ$ 、Vbus; 25.5V)

EOL(一年後) 449W以上 ($\theta_s; 180^\circ$ 、Vbus; 25.5V)

(2) バスライン電圧 16.5 ~ 26 V (非安定V_{AS})

(3) 最大シャント電力 約430 W (バス換算)

(4) バッテリ容量 19 AH (角型NiCd 電池), 2系統

(5) 2次側出力電圧 +12V, -12V, +5V, +15V, +28V

5.1.2 電源系の構成

電源系は次の機器から構成される。

- (1) 太陽電池パドル (PDL)
- (2) 電力制御器 (PCU)
- (3) 蓄電池 (BAT)
- (4) コンバータ (CNV)
- (5) 蓄電池容量計 (AHM)
- (6) シャント デシベータ (SHNT)

図5.1-1に電源系の構成図を示す。

5. 1. 3 電源系の特徴

ASTRO-C電源系の特徴として、従来科学衛星のBATは一系統であったものを、衛星の長寿命化の為に2系統にしている点が挙げられる。

電源系は、通常、BAT 2系統運用を行なうが、BATのリコン時に一系統の運用を行なう。

AHMは、BAT 2系統運用時、BAT容量のモニタとして使用し、一系統運用の時、BAT特性の変化によっては、AHMの制御機能をフルに活用してBATへの充電を行なうことができる。

(1) シャント デシペータには、シーケンシャル パーシャル シャント方式を採用し、シャント発熱の低減と均一化をはかっている。

(2) バッテリ充電電流制御にはPWM (パルス幅変調) 方式を採用し、高い充電効率を実現し発熱損失を低減している。

(3) バッテリ充電制御は、フル、中間、低率、トリクルの4つの電流モードが選択出来、充電時のバッテリー電圧により自動的に切り換えが行なわれる。切換電圧レベル(セル温度、充電電流補償付き)は、4レベルあり、セルの劣化に応じてコマンドで任意に選択出来る。

さらに、規定の充電量に達した時に、AHMから出力されるトリクル信号(1系統のみ)により、トリクル充電に切り換えることも出来る。

(4) バッテリ放電制御は、バッテリー放電電圧検出をおこなうPCUのUVC(下限電圧制御)回路によるUVC信号、又は、バッテリーの放電量を計測するAHMのOD(過放電)信号とによって、定常負荷を軽負荷へ切り換えて行なう。

(5) バッテリのメモリ効果をなくすために一系統ずつバッテリーのリコンディショニングを行なう機能を備えている。

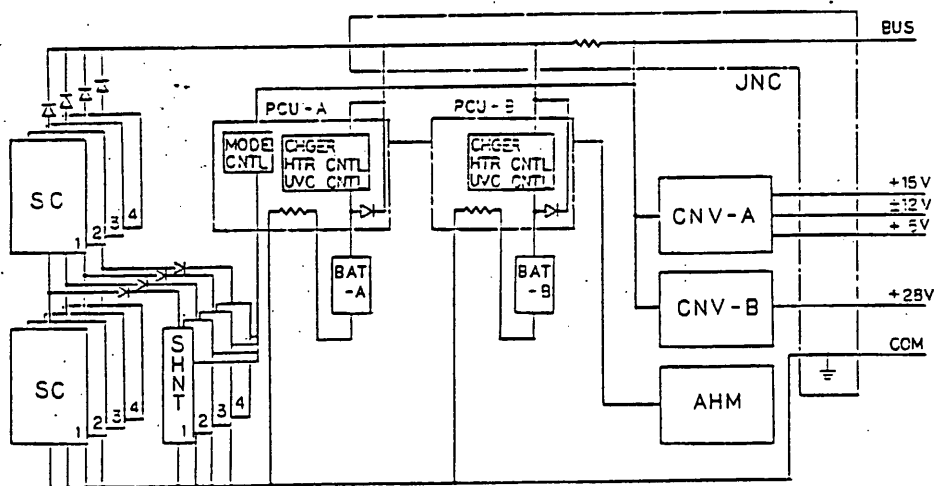


図5. 1 - 1 電源系構成図

5.2 太陽電池パドル (PDL)

宇宙科学研究所 後川研究室
日本電気(株)

5.2.1 概要

太陽電池パドルは、太陽光エネルギーを電気エネルギーに変換する太陽電池セルを所定の電力を得るために必要な枚数だけ直並列に組み合わせ、その発生電力を衛星のミッション期間中、搭載機器に供給する機能を有する。

本衛星の太陽電池パドルは760mm×1755mmのパネル4枚とこれらを保持、展開する機構部とから成り、489.4W(初期)の電力を発生する。

図5.2-1に太陽電池パドルの外観図を示す。

5.2.2 構成

本衛星の太陽電池パドルは、太陽電池パネル及びパドル機構部から構成される。

さらに、太陽電池パネルはセルアッセンブリ、サブストレート、熱制御材等から成り、機構部は展開同期機構部、クランプ・リリース機構部から成る。

図5.2-2に太陽電池パドルの構成を示す。

5.2.3 機能

太陽電池パドルは、日照中、1年間にわたり衛星の各搭載機器へ電力を供給する機能を有している。

以下に構成各部の主要機能を示す。

- 太陽電池セルによる電力の発生。
- サブストレートによる太陽電池セルの機械的保持。
- クランプ・リリース機構部による太陽電池パネルの打上時の保持及び軌道上での解放。
- 展開同期機構部による太陽電池パネルの展開及び所定の位置への保持。
- 熱制御材による宇宙環境からのパドル各部の保護及び太陽電池セルの変換効率の向上。

5.2.4 性能

1) 発生電力

- 初期 489.4W
- 1年後 449.6W
- ミッションライフ最小値 430.2W

上記発生電力は何れも $\theta_s = 0^\circ$ 、 $V_{BUS} = 25.5V$ 、ノミナル条件での値である。

図5.2-3に初期発生電力予測を示す。

2) 重量

太陽電池パネル	SC-P1	7.312Kg
	SC-P2	7.305Kg
	SC-P3	7.312Kg
	SC-P4	7.305Kg
	計	29.234Kg
展開同期機構		11.667Kg
クランプ・リリース機構		1.188Kg
総重量		42.089Kg

3) 発生電力/パネル重量

16.74W/Kg (BOL)

5.2.5 各部の説明

1) 太陽電池パネル

a) セルアッセンブリ

本パネルのセルアッセンブリは $2\text{ cm} \times 4\text{ cm}$ セルを3,952枚、 $2\text{ cm} \times 2\text{ cm}$ セルを912枚使用している。アレイの基本はパーシャルシャント用の中間タップを持つ76枚の直列接続より成る。並列数は各パネル、 $2\text{ cm} \times 4\text{ cm}$ セル13並列、 $2\text{ cm} \times 2\text{ cm}$ セル3並列である。

太陽電池セルは、相互にメッシュ電極によって電氣的及び機械的に連結され、さらにシリコン接着剤でサブストレートに固定されている。

サブストレートの表面板はCFRPを使用しているため、絶縁板としてカプトンを貼付けている。また、パネル表面のセル貼付部以外及び裏面は、熱制御材としてアルミ蒸着テフロンを実装している。

これらの各構成部品から成るセルアッセンブリは打上げ時の振動及び軌道上での宇宙環境に充分耐え得ることが過去の衛星により実証されている。

b) サブストレート

所定の電力を得るために必要な面積を有し、厚さ 0.22 mm のCFRPを表面板に使用した板厚 8 mm のハニカムサンドイッチ板をハットセクションのCFRP製フレームで補強した構造である。先端に衛星慣性モーメント調整用ウェイト及びGAS-S、下端にSHNTが実装できる構造となっている。

c) 主要諸元

○ パネルサイズ	760mm×1755mm×4枚
○ アレイ構成	76直列－52並列（ $2\text{ cm} \times 4\text{ cm}$ セル） 76直列－12並列（ $2\text{ cm} \times 2\text{ cm}$ セル）
○ 太陽電池セル	$2\text{ cm} \times 4\text{ cm}$, $2\text{ cm} \times 2\text{ cm}$ 厚さ 200 $\mu\text{ m}$ BSFR型シリコン 比抵抗 10 $\Omega\text{-cm}$ 変換効率 12.7～14.6%

- カバーガラス 150 μ m, CMS
UVカットフィルター (355 \pm 5 nm)
- サブストレート ハニカムコア A1 (8mm厚)
表面板 CFRP (0.22mm厚)
フレーム CFRP
絶縁板 カプトン
- モニタ 温度モニタ (SC-P1裏面2ヶ所)

図5. 2-4に太陽電池パネルのブロック図を、図5. 2-5に太陽電池セル配置図を示す。

2) バドル機構

a) 概要

本機構は、展開同期機構部、クランプリリース機構部から構成されており、クランプリリース機構部に設けられた2個のワイヤーカッタを作動させることにより4枚のSCパネルが展開同期機構部により同時展開するように設計されている。

b) 展開同期機構部

太陽電池パネルを2組のヒンジ金具により支持し、展開用スプリングによりこれを展開し、所定の位置に保持する機構である。パネルの展開速度を制御するためにロータリダンパを2個搭載しており、パネル展開による衛星姿勢の乱れを抑制するため4枚のパネルが同期して展開する構造となっている。

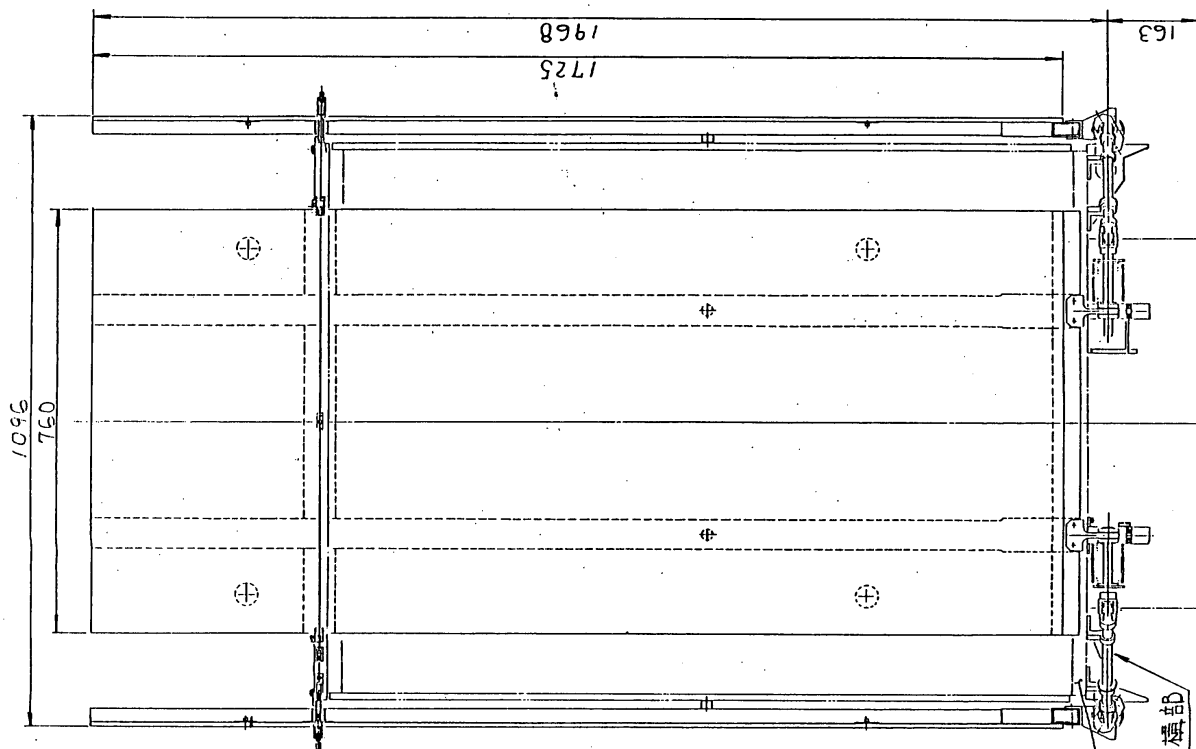
c) クランプリリース機構部

太陽電池パネルを支持レバーにより衛星側面に固定し、支持レバーを拘束しているクランプリリースケーブルの中間点に設けた2個のワイヤーカッタをタイマーにより動作させ支持レバーの拘束を解き太陽電池パネル4枚を同時展開させる機構である。本機構部は電氣的／機械的冗長系を有し、1個のワイヤーカッタの動作でも太陽電池パネル4枚の同時展開が可能である。

d) 主要諸元

- 展開時間 約15秒(4枚同期展開)
- 展開角度 $90^{\circ} \pm 0.5^{\circ}$ (スピン軸に対して)
- モニタ 展開モニタ(4枚独立)
温度モニタ(ロータリダンパ2ヶ所)
- 同期方式 ユニバーサルジョイントを用いた4枚同期方式

図5.2-6に点火系ブロック図を、図2.5-7に展開モニタ系ブロック図を示す。



①側より見る

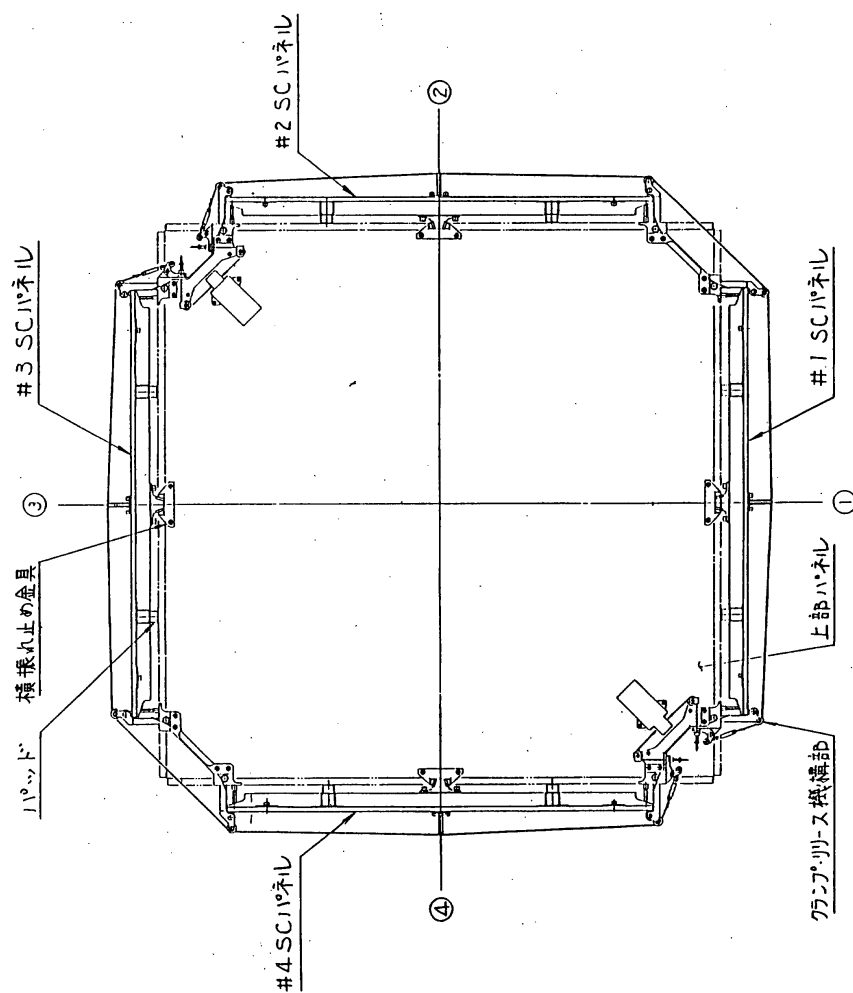


図5.2-1 ハンドル外観図

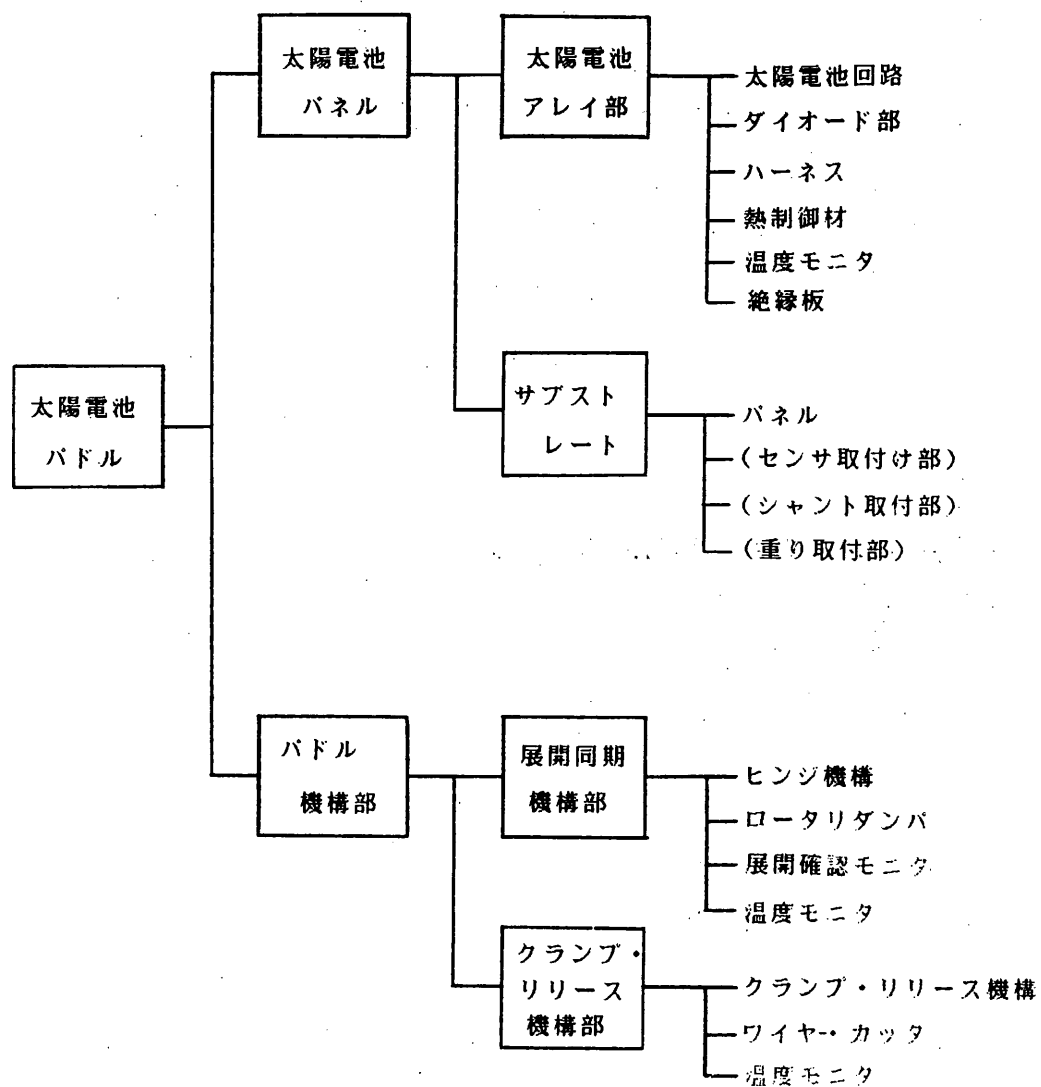


図 5. 2-2 太陽電池バドル系の構成

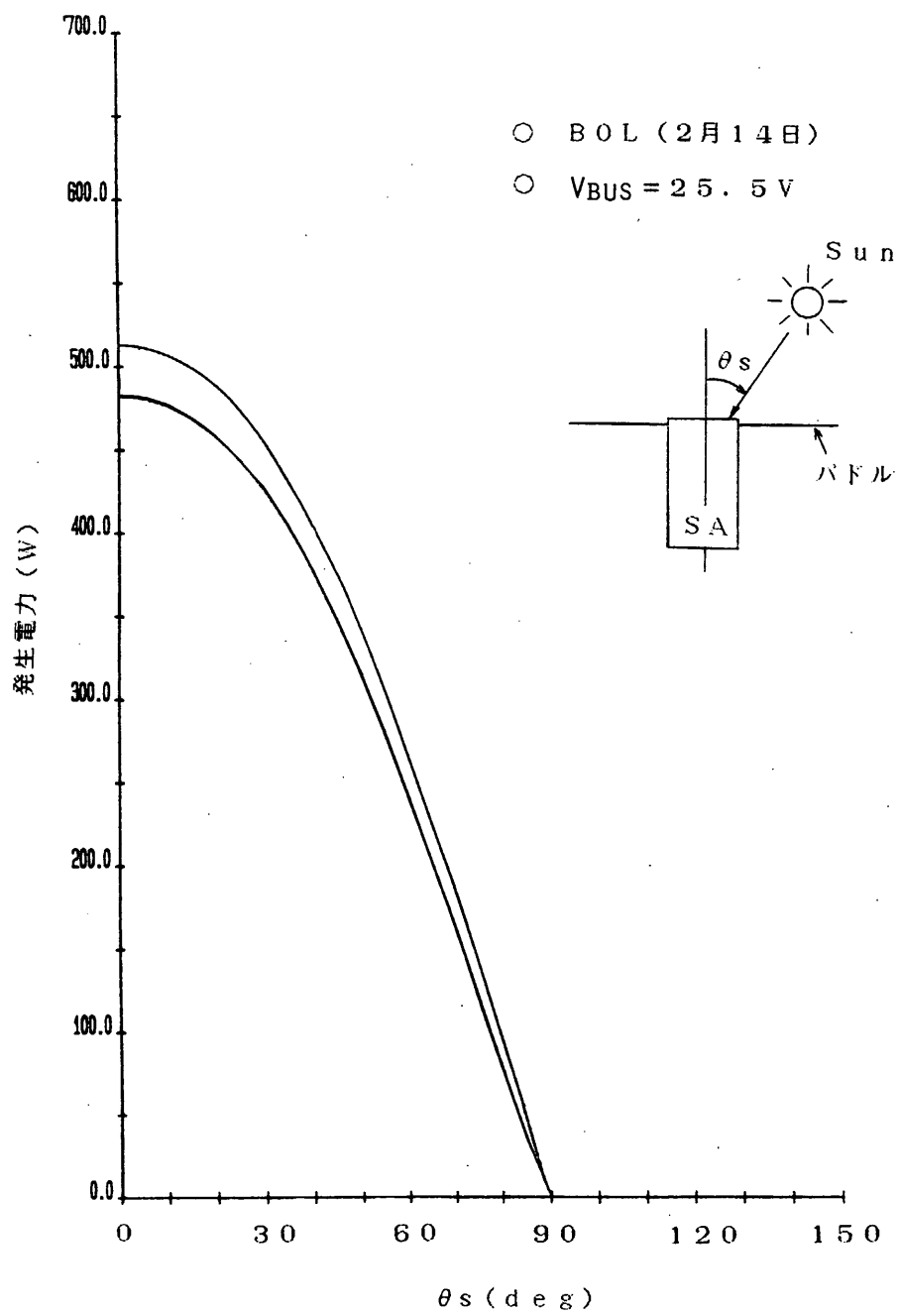
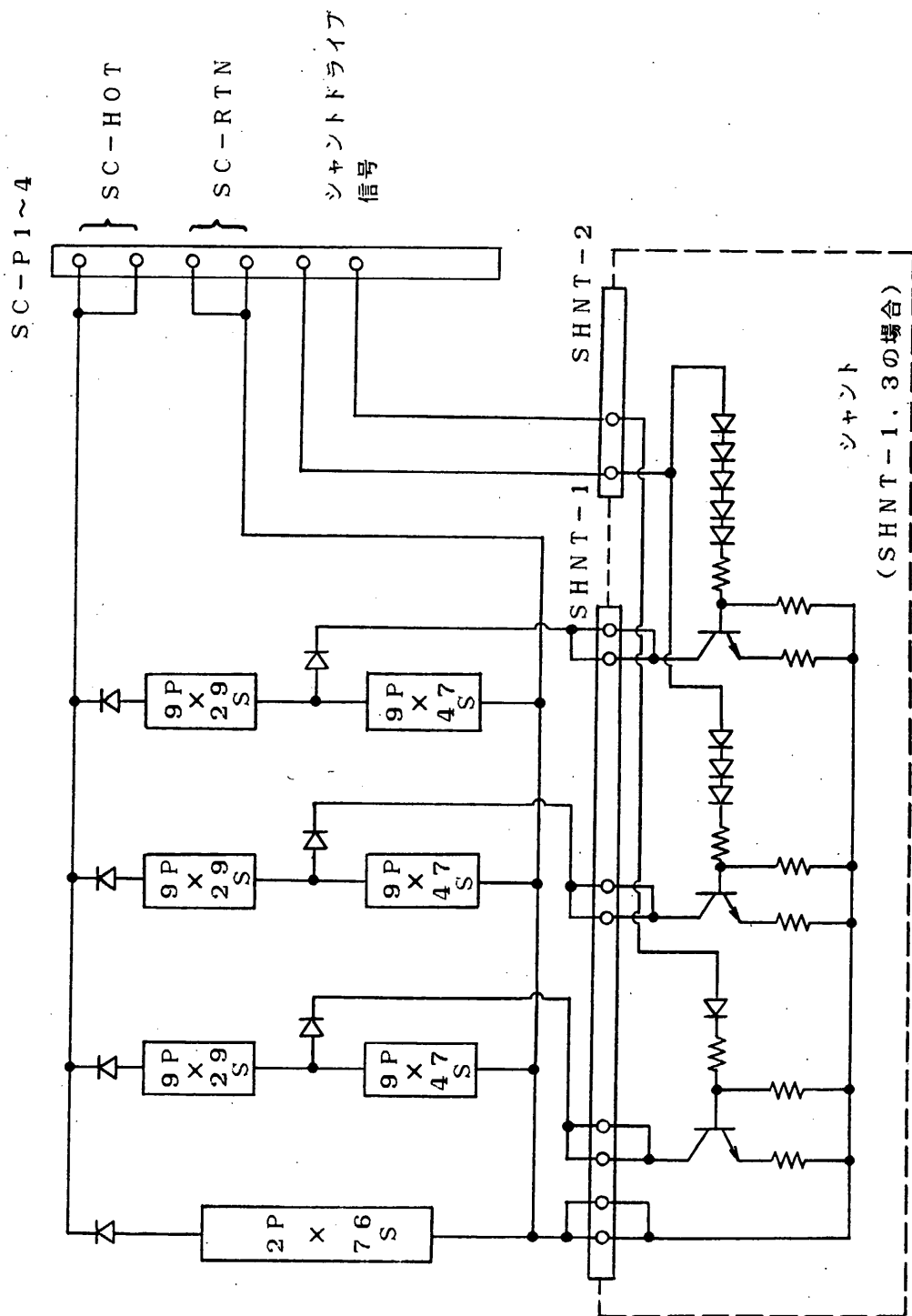


図5.2-3 太陽電池発生電力



注) アレイのパラ数(P)は $2 \times 2 \text{ cm}^2$ セル換算値

図5.2-4 太陽電池パネルブロック図

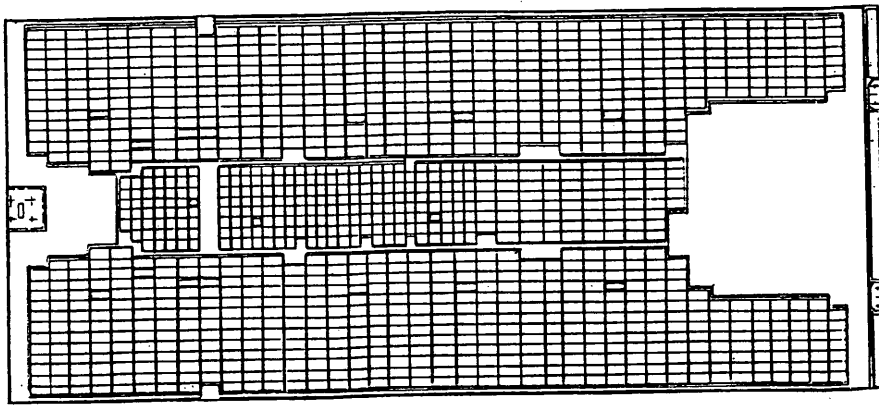


図5. 2-5 太陽電池セル配置図（各パネル共通）

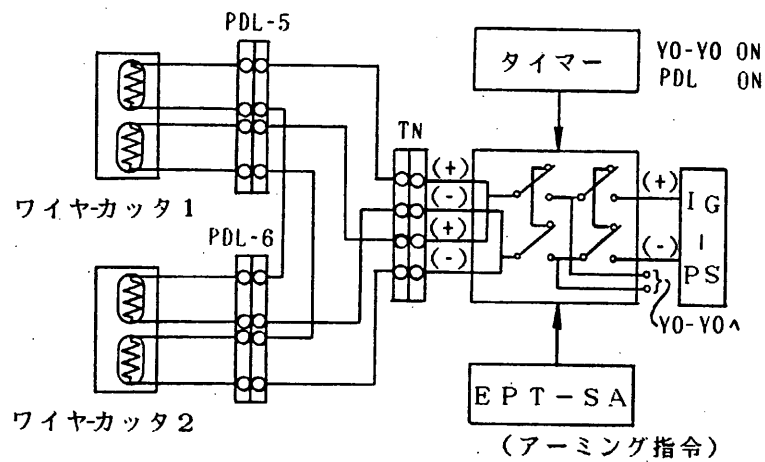


図 5. 2 - 6 点火系 ブロック図

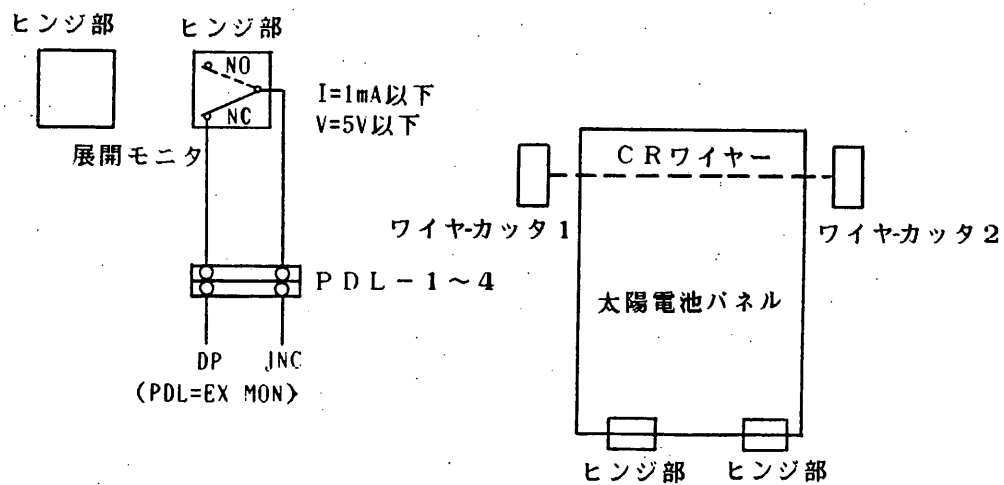


図 5. 2 - 7 展開モニタ系ブロック図

5.3 電力制御器 (PCU)

5.3.1 概要

PCUは、日照時にバッテリーの充電制御及び、バスラインの上限電圧を制御するためにシャントに制御信号を出力する。

日陰時には、バッテリーの放電電力を負荷へ供給すると共に過放電によるバッテリーへのストレスを防止する為にバッテリーの下限電圧を検出する機能を備えている。

5.3.2 機能

1) バスラインの上限電圧制御

目的：バスラインに接続された搭載機器への過電圧によるストレスを防止するためにシャントへ制御信号を出力し上限電圧の制御をおこなう。

特徴：バスラインの上限電圧を規定値以下に保持するために余剰電力をシャントに消費させて上限電圧を制御するもので3系統ある電圧センサにより、バス電圧を検出し、電圧センサの出力の中間値を出力（2アウトオブ3の冗長構成）し、シャント電流を制御する。

2) バッテリーの充電制御

目的：2系統あるバッテリーにストレスをかけないで充電をおこない、過充電、充電不足がないように制御する。

特徴：ASTRO-Cでは、バッテリー充電回路の損失を少なくするために、スイッチングによる充電電流制御方式と電流制限用抵抗を用いた充電電流制御方式を採用している。

充電電流は、フル、中間、低率、トリクルの4種に制御される。バッテリーの充電完了は、バッテリーセル温度、充電電流により補償されたバッテリーの端子電圧により行なわれる。バッテリーの端子電圧が所定の電圧に達したとき、充電完了であると判定し充電完了信号 (F/T SIG) が出力される。充電完了信号により充電電流はフルあるいは中間充電電流から中間あるいはトリクル充電電流に切りかえられる。

ASTRO-Cでは、フル、中間、トリクルのほかに低率充電を行なうことができる。これは、フルあるいは中間からトリクルへの切り換えでは充電量が不足するような場合、バッテリーの電圧が充電完了レベルに達した時低率充電に切換え補充電を行なう。

バッテリーの充電制御にはこの他にバッテリー容量計 (AHM) を用いた制御も付加されている。これは、バッテリーの充電量があらかじめ設定された容量 (放電量 / 充電効率) に達したとき充電完了信号 (Trickle sig) を AHM より受け、充電電流をトリクルに制御するもので、PCU と AHM とを併用することにより、バッテリーのサイクルによる特性変化にも対応可能である。なお、PCU では、充電電圧特性の変化に対処するために、電圧センサはコマンドにより切換可能な 4 レベルの設定電圧を設けている。

3) バッテリー保護機能 (高温トリクル)

目的: 高温時に大電流でバッテリーへ充電を行なうことは、バッテリーセルの劣化につながるため、これを防止するためにバッテリーセル温度があるレベル以上になったら充電電流をトリクル充電電流に切換える。

特徴: バッテリーセル温度検出部は回路部品の故障を考慮し、2アウトオブ3の冗長方式を採用している。設定温度レベルは、バッテリーセルの補償、及び衛星の運用を考慮し、コマンドで切換可能な2つのレベルが設けられている。

4) バッテリー保護機能 (下限電圧制御)

目的: バッテリーの保護 (過放電による転極防止) を主眼とし、バッテリーの下限電圧を検出することにより、UV C 信号を出力する。

特徴: 最大の日陰期間中、軽負荷モードにて消費される電流容量を残存容量として規定し、UV C 動作電圧はこの残存容量に対応した値に設定する。また、バッテリーの端子電圧は充放電サイクルが進むにつれて低下する傾向があり、これに対処するために UV C 動作電圧はコマンドによる2レベルの切換えが可能である。

なお、下限電圧制御の他に ASTRO-C では、AHM を使用してバッテリーの放電容量による制御も可能となっており、これはバッテリーの放電量が予め設定されたレベルに達した時に過放電信号 (OD 信号) を出力するものである。

5) リコンディショニング機能

目的：バッテリーのメモリ効果を消すために、低電流で1セル当たり1.1Vまで放電する。

特長：2系統あるバッテリーを1系統ずつ1/50Cの電流率で放電し、1セル当たり1.1Vに達したら自動的にリコンディショニングを終了する。

リコンディショニング後のバッテリーへの充電は、中間充電モードを選択し、充電電流が中間からトリクルに自動的に切換わった時に再充電終了と判断する。

6) バッテリー ヒータ制御

目的：バッテリーの要求温度範囲を満足させるために、バッテリーセルの側面に貼り付けた温度センサ(サーミスタ)を用いてバッテリーヒータのON/OFF制御を行なう。

特長：バッテリーヒータ制御回路は2系統設けられており、それぞれ自動的にバッテリーヒータのON/OFF制御を行なうことが出来る。また、コマンドにより1系統の運用、及びマニュアルでの制御も可能となっている。

図5.3-1にPCU機能ブロック図を示す。

5.3.3 性能

1) 電気的性能

a)	入力電圧(バス電圧)範囲	16.5~26V
b)	上限制御電圧	25.5±0.5V
c)	フル充電電流	6.5±0.5A
d)	中間充電電流	3.8±0.5A
e)	低率充電電流	1/20C
f)	トリクル充電電流	0.4±0.2A
g)	UV C検出レベル	2レベル
	レベル1	17.7 ±0.2V (1.18V/cell)
	レベル2	16.95 ±0.2V (1.13V/cell)
h)	充電完了検出レベル	4レベル

i)	バッテリー高温充電トリクル	2レベル
	レベル1	$35 \pm 3^{\circ}\text{C}$
	レベル2	$45 \pm 3^{\circ}\text{C}$
j)	バッテリー ヒータ制御	
	ヒータ1 ON	$5 \pm 2^{\circ}\text{C}$
	ヒータ2 ON	$7 \pm 2^{\circ}\text{C}$
k)	消費電力	0.5W
l)	コマンド項目	表5.3-1
m)	テレメトリ項目	表5.3-2

2) 機械的性能

- a) 寸法: $150 \times 220 \times 150\text{H (mm)}$
- b) 重量: 4Kg
- c) 形状: 図5.3-2 参照

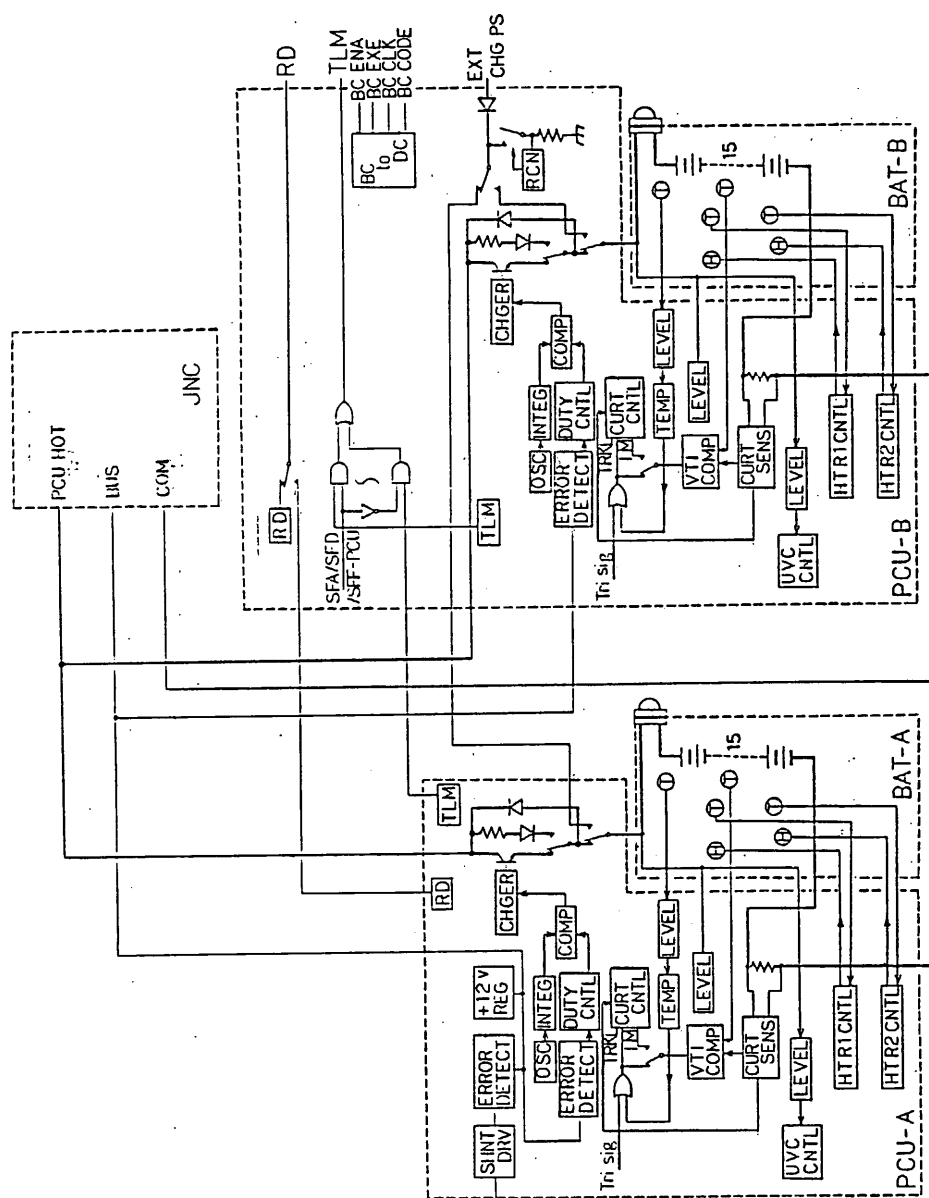


図 5. 3 - 1 PCU-A/B 機能ブロック図

表5.3-1 コマンド項目表(1/5)

PCU-A DC (ダブルコマンド)
"OC DCM ENA"

コード		コマンド略号	コマンド名称	用 途	テレメータ確認項目
X	Y				
7	0	HR 1 ON (A)	BAT HTR1 ON	マニュアル時にヒータをONする	BAT-A HTR1 "MAN""ON"
7	1	HR 1 OF (A)	BAT HTR1 OFF	ヒータ1をマニュアルモードにすると同時にヒータ1をOFF	BAT-A HTR1 "MAN""OF"
8	0	HR 2 ON (A)	BAT HTR2 ON	マニュアル時にヒータをONする	BAT-A HTR2 "MAN""ON"
8	1	HR 2 OF (A)	BAT HTR2 OFF	ヒータ2をマニュアルモードにすると同時にヒータ2をOFF	BAT-A HTR2 "MAN""OF"
7	2	HR AT (A)	BAT HTR AUTO	ヒータ1,2をマニュアルからオートモードにする	BAT-A HTR1/2 "AUT"
8	2	CHG AT (A)	BAT CHG AUTO	充電モードを自動制御に切替える	BAT-A CHG "AUT"
9	0	MNTRC(A)	BAT CHG MANU	充電モードをマニュアル及びトリクル充電モードにする	BAT-A CHG "MAN"
9	1	L-IM (A)	BAT CHG IM	充電完了信号切換を中間充電にする	BAT-A CHG "IM-IM"
9	2	L-TR (A)	BAT CHG TRCL	充電完了信号切換をトリクル充電にする	BAT-A CHG "IM-TR"
B	0	B1 SET (A)	BAT BIT1 SET	充電完了(VTI)レベルB1セット	BAT-A TRC "1~4"
B	1	B2 SET (A)	BAT BIT2 SET	充電完了(VTI)レベルB2セット	
B	2	B RES (A)	BAT BIT RESET	充電完了(VTI)レベルB1, 2リセット	
C	0	UVC-1 (A)	UVC LEVEL 1 SET	UVC 制御 ON 及び UVC LEVEL 1 設定	UVC "ON""17.7V"
C	1	UVC-2 (A)	UVC LEVEL 2 SET	UVC 制御 ON 及び UVC LEVEL 2 設定	UVC "ON""16.95V"
C	2	UVC OF (A)	UVC OFF	UVC 制御 OFF	UVC "OF"
D	0	TMP-1 (A)	BAT TEMP LEVEL 1 SET	高温トリクルレベル1 設定	TRC "45C"

表5. 3-1 コマンド項目表 (2/5)

PCU-A DC (ダブルコマンド)
"OC DCM ENA"

コード		コマンド略号	コマンド名称	用 途	テレメータ確認項目
X	Y				
D	1	TMP-2 (A)	BAT TEMP LEVEL 2 SET	高温トリガ レベル 2 設定	TRC "35C"
A	0	MNPLL (A)	BAT CHG FULL	マニュアル でフル充電モード にする	-----

表5.3-1 コマンド項目表 (3/5)

PCU-B BC (ブロックコマンド)
"31 BC ENA-D"

コード		コマンド略号	コマンド名称	用 途	テレメータ確認項目
X	Y				
7	0	HR 1 ON (B)	BAT HTR1 ON	マニュアル時にヒ-タ1をONする	BAT-B HTR1 "MAN""ON"
7	1	HR 1 OF (B)	BAT HTR1 OFF	ヒ-タ1をマニュアルモードにすると同時にヒ-タ1をOFF	BAT-B HTR1 "MAN""OF"
8	0	HR 2 ON (B)	BAT HTR2 ON	マニュアル時にヒ-タ2をONする	BAT-B HTR2 "MAN""ON"
8	1	HR 2 OF (B)	BAT HTR2 OFF	ヒ-タ2をマニュアルモードにすると同時にヒ-タ2をOFF	BAT-B HTR2 "MAN""OF"
7	2	HR AT (B)	BAT HTR AUTO	ヒ-タ1,2をマニュアルからオートモードにする	BAT-B HTR1/2 "AUT"
8	2	CHG AT (B)	BAT CHG AUTO	充電モードを自動制御に切替える	BAT-B CHG "AUT"
9	0	MNTRC(B)	BAT CHG MANU	充電モードをマニュアル及びトリカ充電モードにする	BAT-B CHG "MAN"
9	1	L-IM (B)	BAT CHG IM	充電完了信号切換を中間充電にする	BAT-B CHG "##-IM"
9	2	L-TR (B)	BAT CHG TRCL	充電完了信号切換をトリカ充電にする	BAT-B CHG "##-TR"
B	0	B1 SET (B)	BAT BIT1 SET	充電完了(VTI)レベルB1セット	BAT-B TRC "1~4"
B	1	B2 SET (B)	BAT BIT2 SET	充電完了(VTI)レベルB2セット	
B	2	B RES (B)	BAT BIT RESET	充電完了(VTI)レベルB1, 2リセット	
C	0	UVC-1 (B)	UVC LEVEL 1 SET	UVC 制御 ON 及び UVC LEVEL 1 設定	UVC "ON""17.7V"
C	1	UVC-2 (B)	UVC LEVEL 2 SET	UVC 制御 ON 及び UVC LEVEL 2 設定	UVC "ON""16.95V"
C	2	UVC OF (B)	UVC OFF	UVC 制御 OFF	UVC "OF"
D	0	TMP-1 (B)	BAT TEMP LEVEL 1 SET	高温トリカレベル1設定	TRC "45C"

表5.3-1 コマンド項目表(4/5)

PCU-B BC (ブロックコマンド)
"31 BC ENA-D"

コード		コマンド略号	コマンド名称	用 途	テレメータ確認項目
X	Y				
D	1	TMP-2 (B)	BAT TEMP LEVEL 2 SET	高温トリガ レベル 2 設定	TRC "35C"
A	0	MNPLL (B)	BAT CHG FULL	マニュアル でフル充電モード にする	-----

表5. 3-1 コマンド項目表 (5/5)

PCU-B BC (ブロックコマンド)
 " 31 BC ENA-D"
 (PCU-B 経由でPCU-A、AHM)

コード		コマンド略号	コマンド名称	用 途	テレメータ確認項目
X	Y				
1	0	AHM BT-B	AHM SEL B	AHM とPCU-B とを接続	AHM BAT "B"
1	1	AHM BT-A	AHM SEL A	AHM とPCU-A とを接続	AHM BAT "A"
2	0	BT-A EXT	BAT A EXT	BAT-A EXT, BAT-B INT RCN OFF	BAT-A "EXT" BAT-B "INT"
2	1	BT-B EXT	BAT B EXT	BAT-B EXT, BAT-A INT RCN OFF	BAT-A "INT" BAT-B "EXT"
4	0	BT-B INT	BAT-B INT	BAT-B INT にする	BAT-B "INT"
4	1	BT-A INT	BAT-A INT	BAT-A INT にする	BAT-A "INT"
1	2	H-IM (A)	PCU-A IM SET	BAT-A の中間充電を セットする	BAT-A "IM-##"
2	2	H-FL (A)	PCU-A IM RESET	BAT-A の中間充電を リセットする	BAT-A "FL-##"
3	2	H-IM (B)	PCU-B IM SET	BAT-B の中間充電を セットする	BAT-B "IM-##"
4	2	H-FL (B)	PCU-B IM RESET	BAT-B の中間充電を リセットする	BAT-B "FL-##"
5	2	RCN ON	RCN ON	BAT AorB の リン ON	BAT-AorB RCN "ON"
5	3	RCN OFF	RCN ON	BAT A/B の リン OFF	RCN "OFF"/"SET"
2	3	AT CHG	AUTO I CHG	BAT A/B を定電流制御 E-F に切替える	-----
3	3	R CHG (A)	BAT-A R CHG	BAT-A を抵抗充電制御 E-F に切替える	-----
4	3	R CHG (B)	BAT-B R CHG	BAT-B を抵抗充電制御 E-F に切替える	-----

表 5.3-2 テレメトリ項目表 (1/3)
バイレベル テレメトリ (W65)

	F NO.	信号名	レベル
STATUS SF2n : PCU-A SF2n+1 : PCU-B	F32n+5	B ₀ BAT充電制御	1 AUTO 0 MANUAL
		B ₁ BAT充電モード	1 TR/IM 0 FULL
		B ₂ BAT充電IM/TR	1 中間 0 トリクル
		B ₃ BAT充放電	1 充電 0 放電
		B ₄ BATヒータ1制御	1 AUTO 0 MANUAL
		B ₅ BATヒータ1	1 ON 0 OFF
		B ₆ BATヒータ2制御	1 AUTO 0 MANUAL
		B ₇ BATヒータ2	1 ON 0 OFF
	F6	B ₀ BAT VT 1	1 RESET 0 SET
		B ₁ BAT VT 2	1 RESET 0 SET
		B ₂ UVC レベル	1 レベル 1 0 レベル 2
		B ₃ UVC CONT	1 ON 0 OFF
		B ₄ BAT	1 OFF(EXT) 0 ON(INT)
		B ₅ BAT CHG TEMP レベル	1 レベル 1 (35°) 0 レベル 2 (45°)

表 5.3-2 テレメトリ項目表 (2/3)
 バイレベル テレメトリ (W65)

	F NO.		信号名	レベル	
STATUS (PCU-A) SF _{2n}	F ₃₈	B ₀	SHNT 1	1	ON
				0	OFF
		B ₁	SHNT 2	1	ON
				0	OFF
		B ₂	SHNT 3	1	ON
				0	OFF
		B ₃	SHNT 4	1	ON
				0	OFF
		B ₄	SHNT 5	1	ON
				0	OFF
		B ₅	SHNT 6	1	ON
				0	OFF
STATUS (PCU-B) SF _{2n+1}	F ₃₈	B ₀	BAT EXT SEL	1	A
				0	B
		B ₁	AHM SEL	1	A
				0	B
		B ₂	PCU-A FULL/IM	1	FULL
				0	IM
		B ₃	PCU-B FULL/IM	1	FULL
				0	IM
		B ₄	RCN	1	ON
				0	OFF
		B ₅	-----	1	--
				0	--

表 5. 3 - 2 テレメトリ項目表 (3 / 3)
アナログ テレメトリ (HKワート W 64)

	F NO.	略 号	内 要	測 定レンジ	備 考
PCU-A	SF _{2n} F ₂	BAT V	BAT-A電圧	15~30V	HK入力 1.5~3V
	SF _{2n} F ₃	BAT-A - I	BAT-A 充放電電流	0~±10A	HK入力 0.4~3V
	SF _{2n+1} F ₄₁	BAT 1	BAT-A セル温度 (1)	-50~+70°C	TL-4
	SF _{2n+1} F ₄₂	BAT 2	BAT-A セル温度 (2)	-50~+70°C	TL-19
PCU-B	SF _{2n+1} F ₂	BAT V	BAT-B電圧	15~30V	HK入力 1.5~3V
	SF _{2n+1} F ₃	BAT-B - I	BAT-B 充放電電流	0~±10A	HK入力 0.4~3V
	SF _{2n+1} F ₅₂	BAT B	BAT-B セル温度	-50~+70°C	TL-30

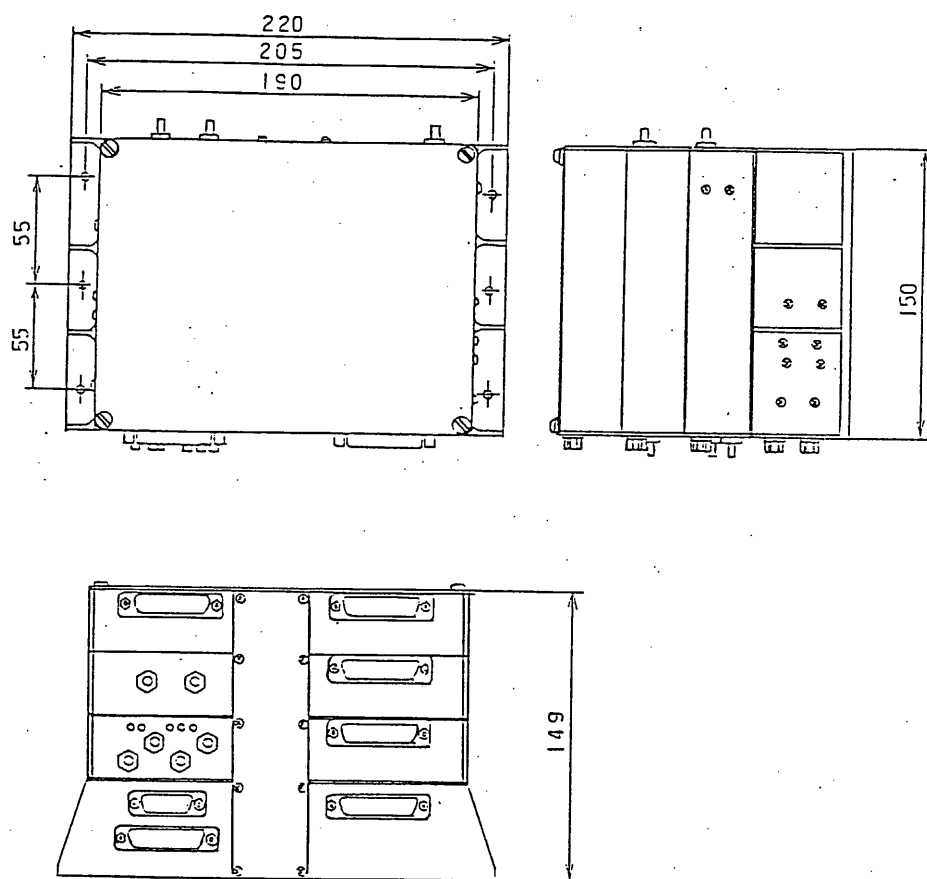


図5.3-2 PCU外觀図(PCU-A) (1/2)

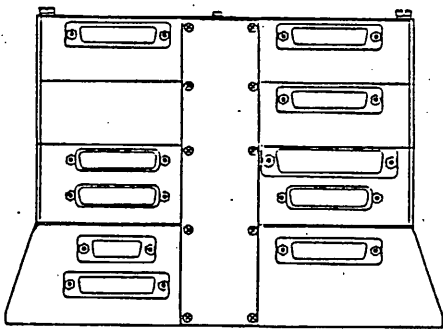
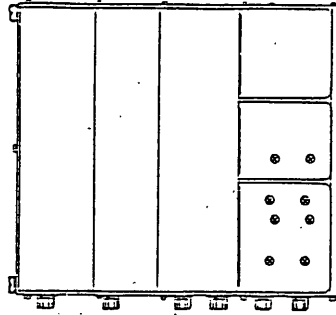
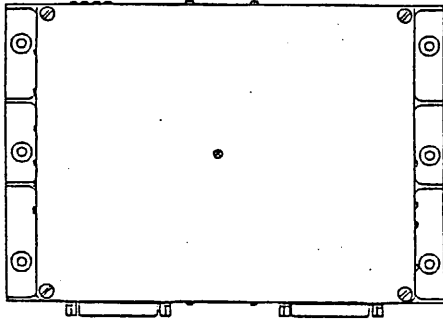


図5.3-2 PCU外觀図(PCU-B) (2/2)

5.4 蓄電池 (BAT)

5.4.1 概要

BATは2系統あり、それぞれバッテリーセル15個(直列)、及びセルタミー1個より構成されている。バッテリーの充放電はPCUを通して行なわれる。

BATは、日照時において太陽電池の余剰電力を蓄積し、日陰時および日照時においても太陽電池の発生電力では不足するような過渡的な負荷変動時に負荷へ電力を供給する。

また、BATの端子電圧信号、温度信号を出力する。

5.4.2 電気的性能

- 1) 定格容量 : 10AH (角形、NiCd2次電池)
- 2) 系統数 : 2系統
- 3) 出力電圧 : 15~24.5V (15セルシリーズ)
- 4) 出力インピーダンス : 400mΩ以下 (50Hz)
- 5) 効率 : 85%以上 (20℃ 5HR充電時)

図5.4-1にBATの機能ブロック図を示す。

5.4.3 機械的性能

1) 構造

バッテリーはセルの膨張を抑える為アルミの枠体で締め付け、枠以外の部分はアルミケースで覆われている。

また、各セル間の温度のバラツキを少なくするために、15個のバッテリーセルとセルタミー1個を2列に並べ各セル間にTリブを挿入した構造となっている。

- 2) 寸法 : 195×270×185H (mm)

- 3) 重量 : 16.3Kg

- 4) 外観図 : 図5.4-2参照

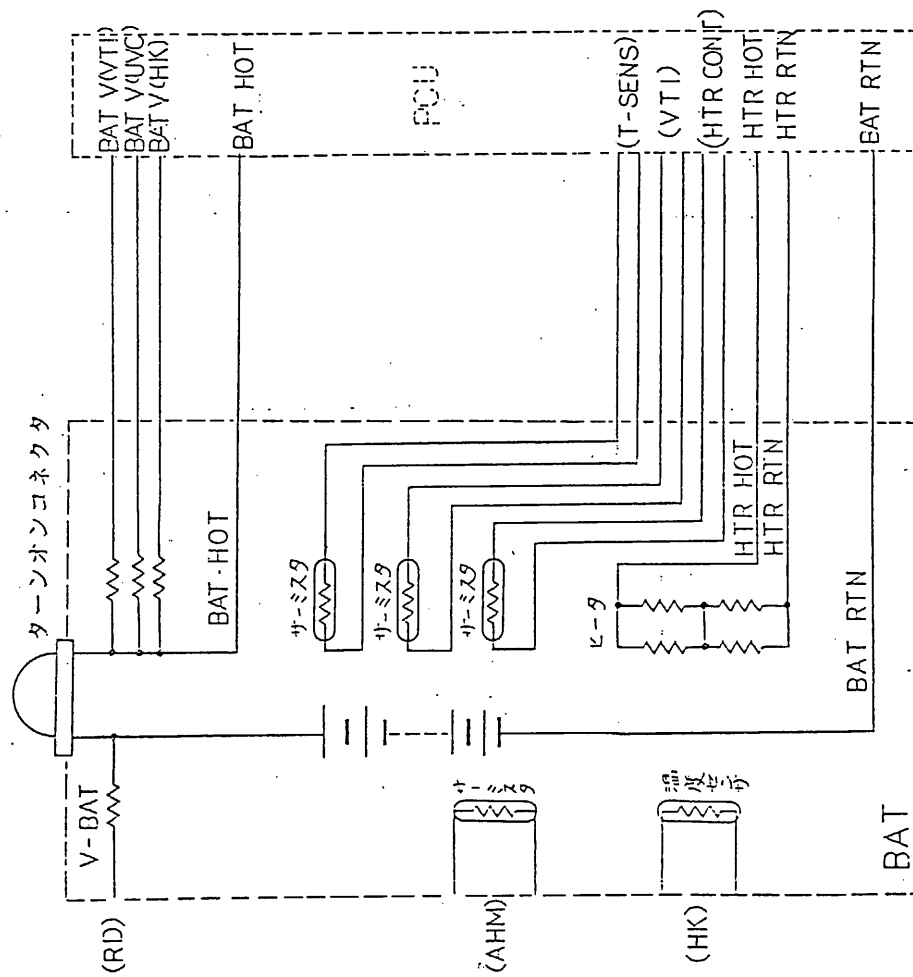


図5.4-1 BAT 機能ブロック図

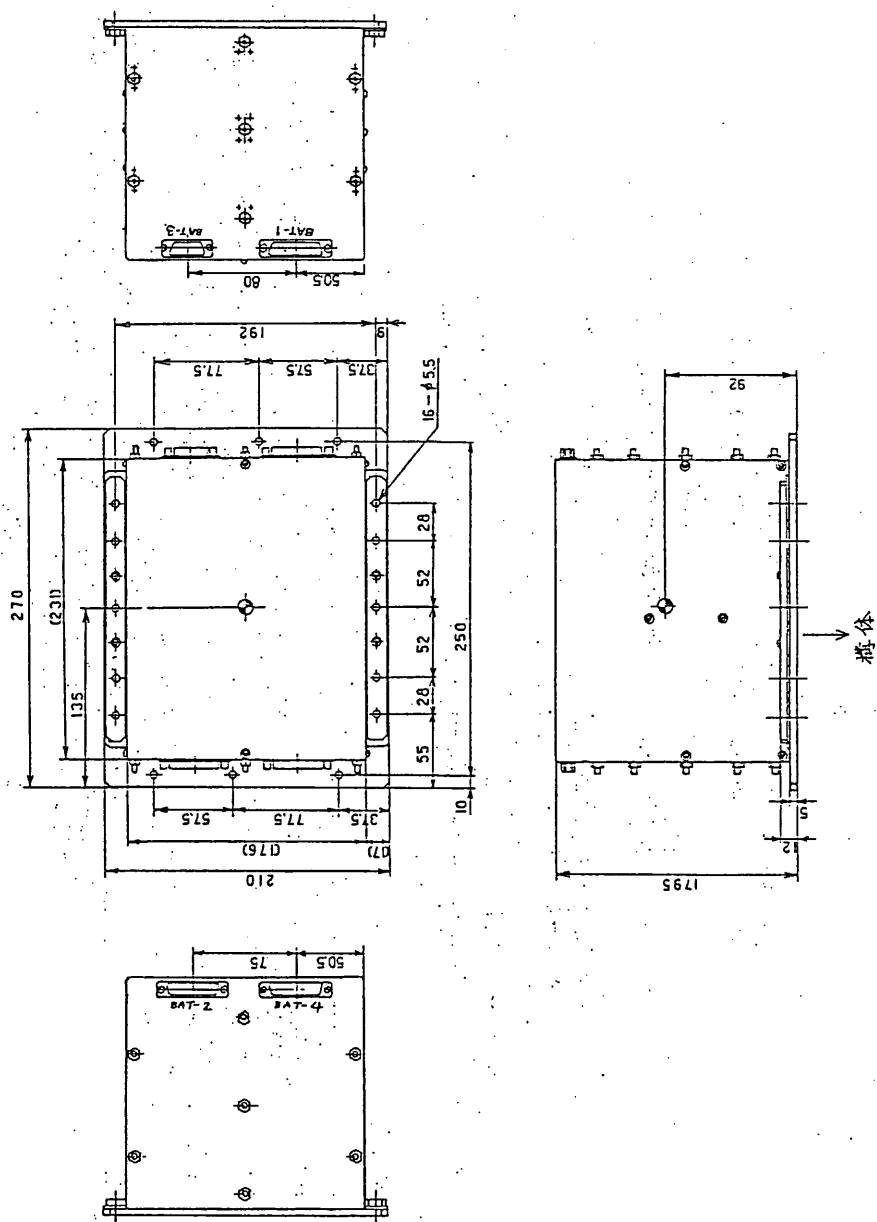


図5.4-2 BAT外觀図 (BAT-A) (1/2)

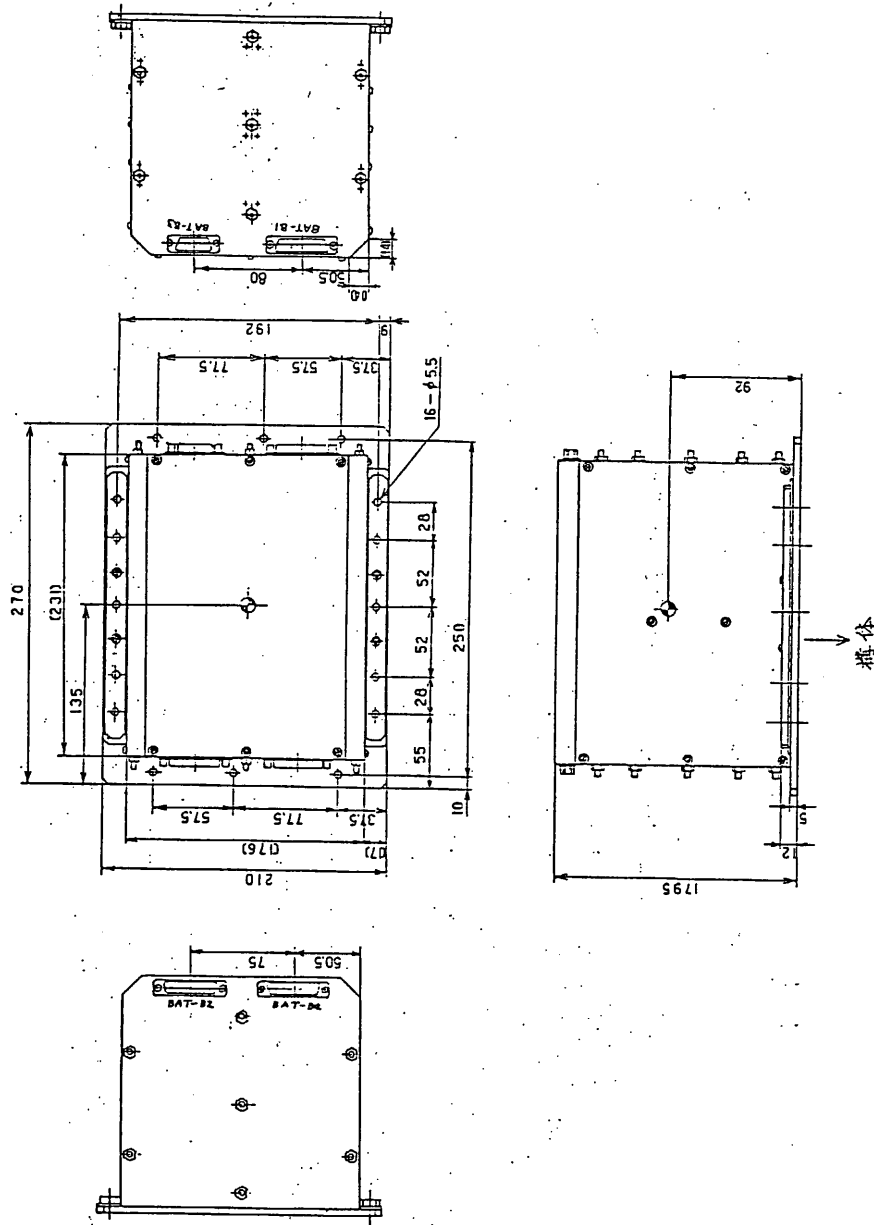


図 5. 4 - 2 BAT 外観図 (BAT-B) (2/2)

5.5 コンバータ (CNV-A/B)

宇宙科学研究所 後川研究室
日本電気(株) 林研究室

1. 概要

ASTRO-Cに搭載する電源装置コンバータは、BUSラインの非安定化直流電圧を5種類の安定化直流電圧に変換し、各サブシステムに供給する。コンバータは、+5V, +12V, -12V, +15Vを出力するコンバータA(略称CNV-A)と+28Vを出力するコンバータB(略称CNV-B)の2つのコンポーネントから構成されている。

"PLANET-A"衛星と比べ出力容量が約2倍となったため、電気部品を大容量のものに変更している。

2. コンバータA (CNV-A)

1) 特徴

a) 電気的特徴

負荷変動範囲及び入力電圧範囲の増加により、従来方式では出力電圧レギュレーションを確保できなくなっている。このため、パルス幅制御部内に誤差増幅機能を追加し、フィードバック電圧の誤差増幅と位相補正を行っている。

プラス極(+)出力のうち2系統(+5V, +12V用)は、各々独立した系統のチョッパ型スイッチングレギュレータである。リレー用+15V系は通常無負荷であり、リレー動作時には負荷電流が急変することから従来通りシリーズレギュレータ方式を採用した。

マイナス極(-)出力1系統(-12V用)は、PRE REGを持たず、入力電圧を直接パルス幅制御のスイッチングにより出力している。

又、パルス幅を最大60%まで広げ効率アップを計っている。スイッチング周波数を決定する発振器は、従来自励型のトランスによって行われていたが、本装置では、ICによる発振回路を追加し、温度等によるスイッチング周波数の変動を極力おさえている。

b) 機械的特徴

ケースは、アルミソリッドブロック削り出し一段構造である。熱及び強度の点から底面板厚を厚くしている。又、電磁干渉を防ぐ目的から各系統をシールド壁で区切り、さらに入力フィルター部をスイッチング部と区切られたエリアに収納している。

2) 機能

CNV-Aは、BUSラインの非安定化直流電圧(+16.5V~+26.0V)を4種類(+5V、+12V、-12V及びリレー用+15V)の安定化直流電圧に変換する機能を有する。図5.5-1に機能ブロック図を示す。入力フィルタ(INPUT FILT)スイッチング・レギュレータ(SW REG)、出力フィルタ(OUTPUT FILT)から構成される+5V、+12V、-12V系統は、ほぼ同様の回路であるが、-12V系のみはトランスにより極性変換を行っている。

発振部(Oscillator)からの周期信号を各スイッチングレギュレータ部に入力し、主スイッチングトランジスタのスイッチング周波数を変化させずにON時間を制御するパルス幅制御方式により各出力電圧を安定化させている。

+15Vリレー用電源は、入力フィルタ、シリーズレギュレータ、出力フィルタから構成されており、他の系統制御部の電源を兼ねている。

3) 電氣的性能

- a) 入力電圧範囲 +16.5V~+26.0V DC (BUSライン)
- b) 出力電圧種類 +12V、-12V、+5V、+15V

- c) 出力電圧安定度 (温度範囲-30℃~+60℃)

	変動範囲	負荷変動範囲
+12V	+11.7V~+12.4V	0.2A~3.5A
-12V	-11.7V~-12.4V	0.2A~2.3A
+5V	+4.7V~+5.3V	0.2A~2.6A
+15V	+14.5V~+15.3V	0A~1.6A (Peak)

d) 出力電力

+12V	42.0W (ノミナル)
-12V	27.6W (ノミナル)
+5V	13.0W (ノミナル)
合計	82.6W (ノミナル)

e) 電力変換効率

最高効率	82%以上目標
規格	74%以上 (条件: 入力16.5V, 全負荷100%)

f) スイッチング周波数

30KHz \pm 20%以内

g) リップル及び雑音

入力側 (1次側) はね返り値
リップル: 50mVp-p以下
雑音: 100mVp-p以下

出力側
リップル: 50mVp-p以下
雑音: 100mVp-p以下

h) HK出力

+12V: +12V系電圧 (0~+15V)
-12V: -12V系電圧 (0~-15V)
+5V: +5V系電圧 (0~+7.5V)

4) 機械的性能

構造	アルミソリッドブロック削り出し1段構造
重量	3.8Kg以下
寸法及び外観	図5.5-2に示す。

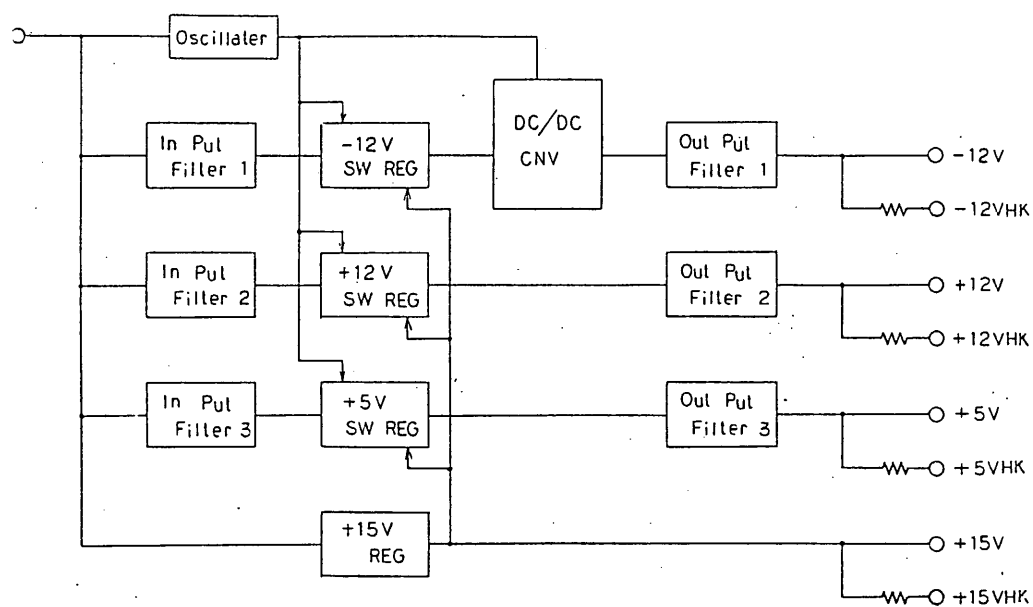


図 5. 5 - 1 CNV-A 機能ブロック図

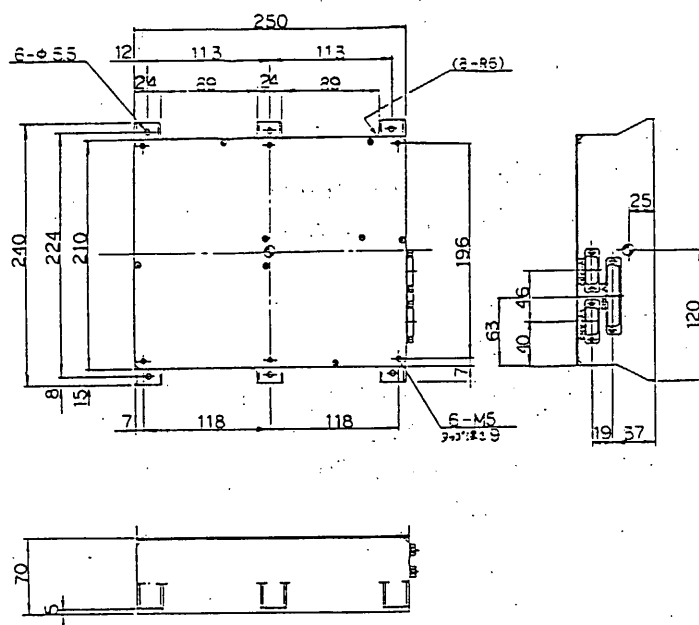


図 5. 5 - 2 CNV-A 外観図

3. コンバータB (CNV-B)

1) 特徴

a) 電気的特徴

BUS電圧を昇圧安定化するCNV-Bでは、トランス型ブーストアップ方式を採用している。本方式は入力から直接負荷に直流電流を供給するとともに、昇圧に必要な電力を制御されたスイッチングトランジスタON期間にパルストランスを通して入力側から負荷側に伝送する。

これをスイッチングトランジスタを2個使用したブッシュブル方式で行いパルストランスのリセット損失を減少させ効率アップを行っている。

b) 機械的特徴

ケースはCNV-Aと同様、アルミソリッドブロック削り出し1段構造であり、スイッチング部、制御部、フィルター部を各エリアに分けて電磁干渉を防いでいる。

2) 機能

CNV-Bは、BUSラインの非安定化直流電圧(+16.5V~+26.0V)を+28Vに昇圧安定化する機能を有する。

図5.5-3に機能ブロック図を示す。CNV-Bは入力フィルタ、インバータ・ドライブ部、制御部、出力フィルタより構成されている。出力電圧を検出してパルス幅変換2位相分周した後、ドライブ部を通してスイッチングトランジスタを制御し、ON期間にスイッチング電力を昇圧に必要な電力として負荷に供給し、+28Vに昇圧安定化する。

3) 電氣的性能

a) 入力電圧範囲 +16.5V~+26.0V DC (BUSライン)

b) 出力電圧種類 +28V

c) 出力電圧安定度 (温度範囲-30℃~+60℃)

	変動範囲	負荷変動範囲
+28V	+27.0V~+29.0V	0~3.0A

d) 出力電力

84.0W (ノミナル)

e) 電力変換効率

最高効率 92%以上目標

規格80%以上 (条件: 入力20V、負荷100%)

f) 発振周波数 30KHz±20%以内

g) リップル及び雑音

入力側 (1次側) はね返し値

リップル: 50mVp-p以下

雑音: 100mVp-p以下

出力側

リップル: 50mVp-p以下

雑音: 100mVp-p以下

h) HK出力

+28V出力: +28V系電圧 (0~+35V)

4) 機械的性能

- a) 構造 アルミソリッドブロック削り出し1段構造
- b) 重量 1.7Kg以下
- c) 寸法及び外観 図5.5-4に示す。

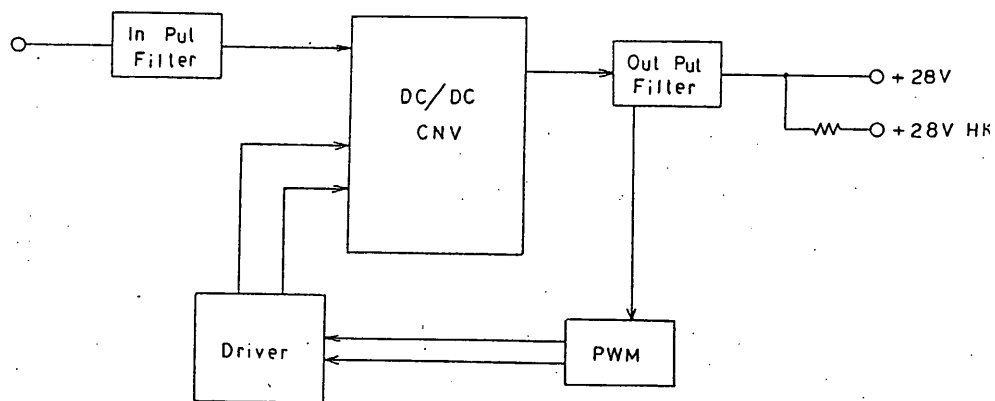


図5.5-3 CNV-B機能ブロック図

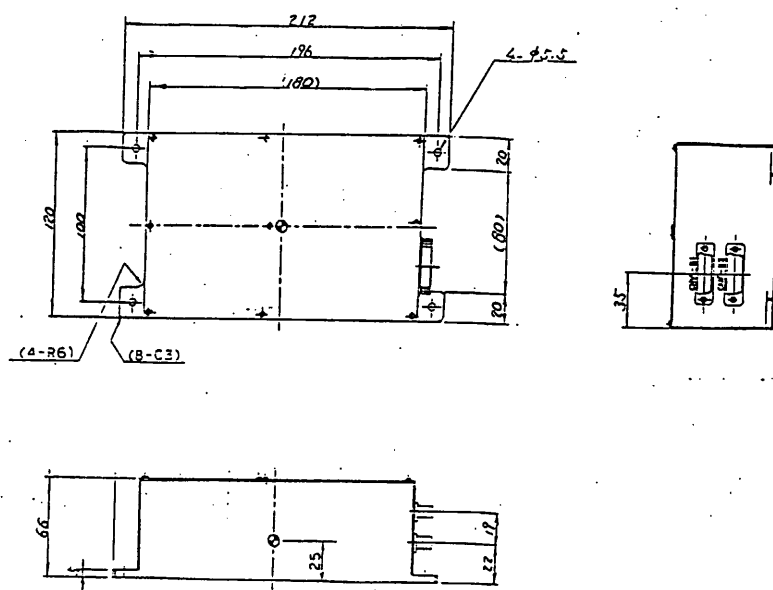


図5.5-4 CNV-B外観図

5.6 電源系接続回路 (JNC)

宇宙科学研究所 後川研究室
日本電気(株) 林 研究室

1. 概要

電源系接続回路(略称 JNC)は、各サブシステムへの電力の供給分配、電源系の HK 信号の 1 部の送出及び電源線リターンの構体へのシステムアース点の供与等の機能を有する。

図 5.6-1 に機能ブロック図を示す。

1) 特徴

JNC より電力の分配接続を受ける各サブシステムの内、主要各ライン(例えば、CNV-JNC 間)は、信頼度向上のため冗長配線を行っている。

各電源ラインのリターンを衛星内一点で構体に接地する目的から JNC 内で一点アース(システムアース)を行っている。

2) 機能

JNC の主要機能は電源ラインの分配であるが、以下に示す 3 つの機能に代表される。

- a) 衛星内各サブシステム間の電源系の接続分配をする。
- b) 電源系の HK 信号の一部を送出する。
- c) システムアースとして、衛星構体に十分な一点接地を行う。

2. 電氣的性能

1) 電源ラインの分配・接続

2) 電源系 HK データの送出

バス負荷電流モニタ: I-LOAD 0~12A で 0~+3V
バス電圧モニタ: V-BUS 0~+30V (10K 直出し)

3) SHUNT ON/OFF テレメトリの送出

SHUNT-1~6 ON "1" / OFF "0"

3. 機械的性能

- 1) 構造 アルミシャーシユニット構造
- 2) 重量 2.2Kg以下
- 3) 寸法及び外観 図5.6-2に示す。

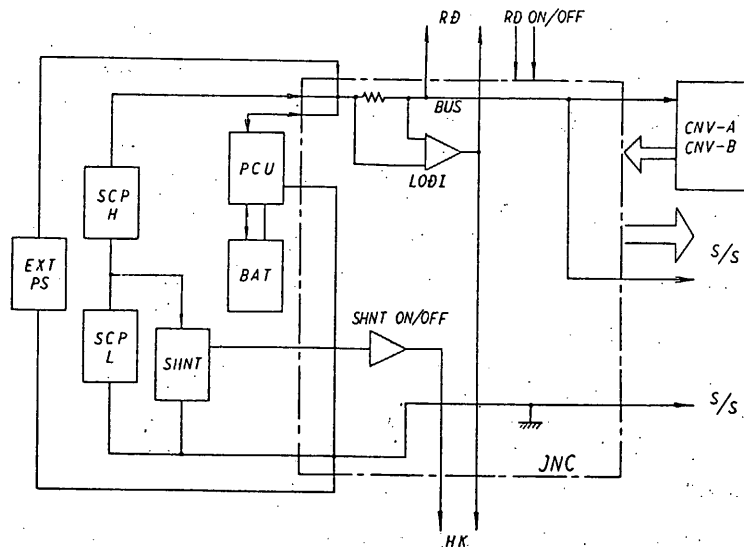


図 5. 6-1 JNC 機能ブロック図

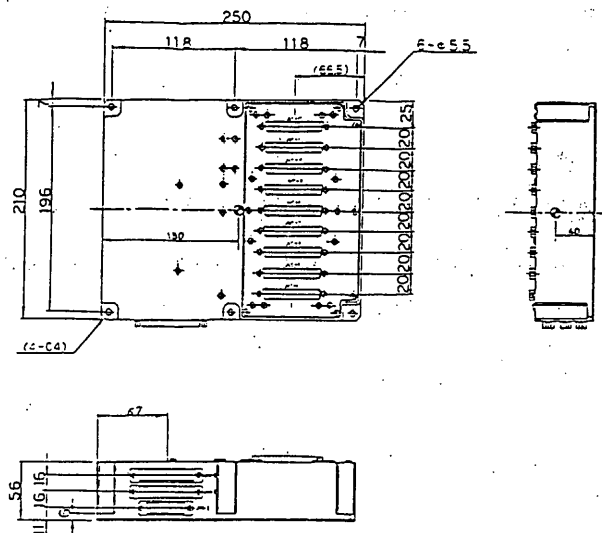


図 5. 6 - 2 JNC 外觀図

5.7 蓄電池容量計 (AHM)

宇宙科学研究所 後川研究室
日本電気(株)

5.7.1 概要

AHMは衛星運用において電源系管理の基本となる搭載蓄電池の残存容量を随時計測することをメインミッションとしており、以下に示すような機能を有している。

- (1) 蓄電池の残存容量を随時計測しテレメータデータとして出力する。
- (2) 設定されたレベルまで放電された時に軽負荷要求信号を出力する。
- (3) 設定されたレベルまで充電された時にトリクル制御信号を出力する。
- (4) 放電/充電サイクルにおける最大放電時の残存容量をテレメータデータとして出力する。
- (5) PCUがトリクル信号を発生したときの残存容量をテレメータデータとして出力する。

“たんせい4号”から“おおぞら”までに搭載されたAHMは(1)の機能しか有していなかったが、その計測データは非常に正確で有効なものであった。ASTRO-Cでは、この正確な残存容量計測機能を基に蓄電池の特性の変化等にも対応できるフレキシブルな制御機能((2),(3)の機能)を追加し、オンボードでの電源系管理を実行させるようにした。

5.7.2 機能

AHMの機能は蓄電池(BAT)充放電電流積算値の計測(モニタ)とBATの充放電状態に関する電源系の制御信号の出力に大別される。計測系と制御系に用いられる積算量QAとQBはそれぞれ別のカウンタ(A及びB)によって計算され、運用に応じていくつかの計算モードを選択することができる。

計測系においては、充電電流に効率係数 η を用いることでBAT残存容量に追従する積算量QAをモニタするほかにQAの極小値として放電深度QDODを、またPCUがトリクル信号を発生した時のQAをPCUトリクル電圧到達点での容量レベルQTとして検出する。

制御系においては、充電電流に η と過充電係数 k を用いて QA よりも充電時の積算が遅い積算量 QB を計算する。 QB によって、電力収支が過充電状態になるとトリクル信号を、また設定した値 $Q00$ 以上の放電状態を QB によって検出し OD 信号を発生する。

AHMの機能ブロック図を図5.7-1に示す。

以下ブロック図の詳細な動作について説明する。

1) BAT電流とセル温度のA/D変換

PCU及びBATセルに取り付けたサーミスタから、充放電電流 i ($i > 0$ のとき充電・ $i < 0$ のとき放電)の絶対値 $|i|$ とBATセル温度 T を示すアナログ信号が入力される。これをAHM内で計算可能なデジタル信号に変換する。

$|i|$ 及び T はそれぞれ5bitの平行信号として、 $i > 0$ のときRAMから充電係数 $\eta = \eta(i, T)$ を読みとるほかに $|i|$ はパルス列に変換されカウンタA及びBを加減算する。

また、充放電方向(i の符号)はPCUからのバイナリ信号によって識別される。

2) BAT容量の計測

計測系の動作はカウンタAによって行われ、 $i < 0$ では放電電流 $|i|$ をサンプル間隔 t_0 毎に減算、 $i > 0$ では $\eta(i, T) \cdot |i|$ を t_0 毎に加算していく。

$\eta = \eta(i, T)$ はBATの電流 $|i|$ と温度 T によってRAMの内部メモリから自動的に設定するか、あるいは $|i|$, T に依存せず、すべて1に固定することもできる。

カウンタへの加減算はパルス個数によって、係数の積はレートマルチプライアをパルス列が通過することによって得られる。

この動作によって、カウンタAの積算値 QA は次の値を示す。

$$QA = \sum_{i>0} \eta(i, T) \cdot |i| \cdot t_0 - \sum_{i<0} |i| \cdot t_0$$

$$(t_0 = 2 \text{ sec})$$

BATの充放電サイクルでの $\eta(i, T)$ の変化と、 $|i|$ のA/D変換での下位bit、 t_0 間隔中の i 変化の誤差内で QA はBAT容量を表示する。

QA に対しては上限 QF をBCによって任意の値(8bit)に設定できるので、過充電によって QA は QF に自動的にリセットされる。また上限は取り外すこともできる。

初期設定または必要に応じてQAはBCにより、任意の値(8bit)にリセットできる。

計測データとしてQAと次のQDOD, QTをテレメータ上で送信する。

$i < 0$ が $i > 0$ に変化したときのQAを放電深度QDODとしてストアし、順次更新していく。QDODは通常の運用での電力負荷では衛星が日陰から日照に入った時のQAを検出するので、1回の充放電サイクルにおける最大放電深度を表示する。

PCUがトリクル信号を発生したときのQAをQTとしてストアし順次更新してゆく。PCUがトリクル信号を発生するタイミングはBAT電圧が設定した電圧値に到達したときなので、BAT特性とPCUトリクルレベルの変化がQTに反映される。

3) BAT制御

制御系の動作はカウンタBによって行われ、カウンタAとは加算と減算の方向が逆である。また $i > 0$ では $k \cdot \eta(i, T) \cdot |i|$ を減算していく。kは $0 \leq k \leq 1$ の任意の定数をBCにより1/256刻みで設定できる。

QAと同様の動作によってカウンタBの積算値は次の値を示す。

$$QB = \sum_{i < 0} |i| \cdot t_0 - k \sum_{i > 0} \eta(i, T) \cdot |i| \cdot t_0$$
$$(t_0 = 2 \text{ sec})$$

QBはBAT放電量を表示するが、充電時の減算速度がQAに比べてk倍だけ遅い。

QBに対しては下限は0である。従って、過充電によってQBは自動的に0にリセットされる。また初期設定や必要に応じて、QBをBCにより任意の値(8bit)にリセットできる。

QBはQAと同様テレメータデータ上で送信されるが、さらに次の2種類の制御信号を発生する。

$QB = 0$ かつ $i > 0$ のとき、トリクル信号をPCUに対して出力する。このトリクル信号はRAMの内部メモリから読みだされた $\eta(i, T)$ とさらに過充電係数kが充電時に係数倍され、充電時の減算速度を放電時加算速度よりも遅くした計算でBAT充放電収支がつりあったときを検出するので、PCUで発生するトリクル信号とは必ずしも同じ時刻には出力されない。PCUはこの信号により、BAT CHARGERのスイッチをHighまたはMedからトリクル充電に切り換える。

$QB \geq Q00$ かつ $i < 0$ のとき、OD (Over Discharge) 信号をTCUに対して出力する。過放電(OD)レベルQ00はBCにより任意の値(8bit)に設定できる。TCUはこの信号によりサブシステムのOFFコマンドを発信し、衛星電力負荷を軽減する。PCUのUVC信号と等価な働きをするが、トリクル信号と同様に信号発生時刻は必ずしも同じではない。

制御信号は、出力ゲートスイッチを開閉することで出力可/不可を選択できる。

4) 充電効率書替え

BFMにストアされているデータをAHMのRAMに転送することで $\eta = \eta(i, T)$ をすべて書替えることができる。BFMに対してデータを書替えることによって、 $\eta(i, T)$ は軌道上で変更可能である。

チェックモードでは、RAMに記憶している $\eta(i, T)$ のデータをアドレス順に読みだしてテレメータで送信する。

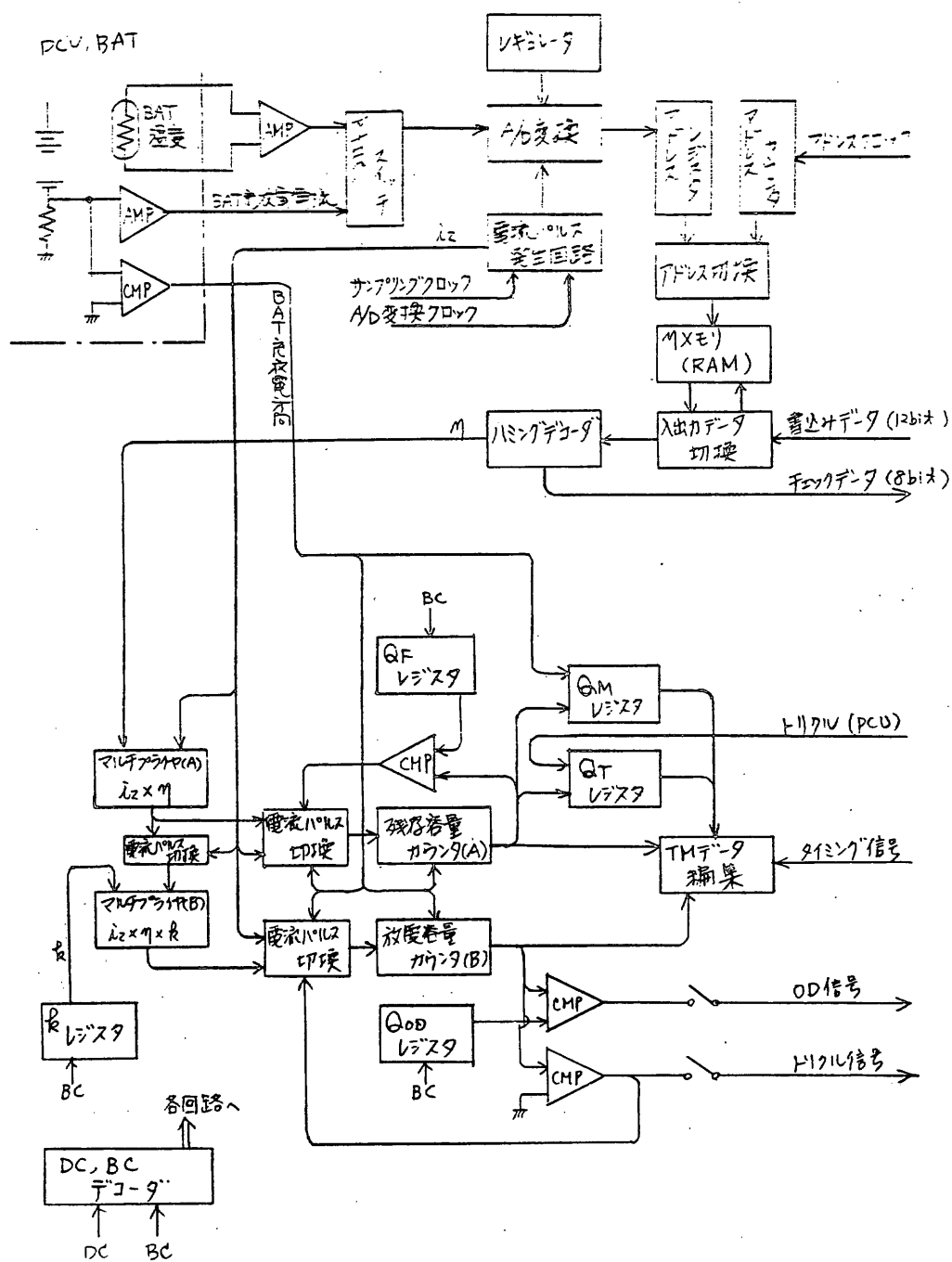


図5. 7-1 AHM 機能ブロック図

5.7.3 性能

5.7.3.1 電気的性能

- 1) 充放電電流計測範囲
0A ~ 11.2A (PCU出力1.0V~8.0V)
- 2) 蓄電池セル温度計測範囲
-4℃~40℃ (サーミスタ抵抗260kΩ~25kΩ)
- 3) サンプリング
2秒
- 4) カウンタA (計測)
 - a) 充電積算量表示/リセット範囲
0AH~25.5AH TLM/BC: 8bit (0.1AH/1bit)
 - b) 上限設定範囲
0AH~25.5AH 8bit (0.1AH/1bit)
- 5) カウンタB (制御)
 - a) 放電積算量表示/リセット範囲
0AH~25.5AH TLM/BC: 8bit (0.1AH/1bit)
 - b) 係数k設定範囲
 $0 \leq k \leq 1$ 8bit+1 (1/256 / 1bit)
 - c) ODレベル設定範囲
0AH~25.5AH 8bit (0.1AH/1bit)
- 6) 係数 η メモリ
 - a) メモリ量 3072 Byte
 - b) アドレス間隔充電電流 32div / セル温度 32div
 - c) データ書込速度 CL = 8192 Hz

7) コマンド項目

a) ディスクリートコマンド項目

番号	アドレス		コマンド 名 称	略称	機 能	テレメータに よる動作確認
	X	Y				
1	C	3	AHM-ON	AHMN	AHM 電源ON	F38W65B6 "1"
2	D	3	AHM-OFF	AHMF	" OFF	" "0"
3	E	2	AHM-ENABLE	AHME	OD,TRIC 信号出力有効	F38W65B7 "1"
4	E	3	AHM-DISABLE	AHMD	" 無効	" "0"

b) ブロックコマンド項目

B0	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13	B14	B15
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

*	*	*	*
---	---	---	---

(任意)

[00] ~ [FF]

QF, QA, QB, Q0D, kのプリセット値

Hex	B4	B5	B6	B7	機 能	テラ-タ による動作確認
0	0	0	0	0		
1	0	0	0	1		
2	0	0	1	0		
3	0	0	1	1	QA 初期値プリセット	S F 2nF 7 W65 *
4	0	1	0	0	QF(フル充電量)プリセット	S F 2nF 39W65 *
5	0	1	0	1	QB 初期値プリセット	S F 2nF 8 W65 *
6	0	1	1	0	Q0D判定レベルプリセット	S F 2n+1 F 39W65 *
7	0	1	1	1	k(充電効率補正值)プリセット	S F 2n+1 F 40W65 *
8	1	0	0	0	カウンタA 充電係数 η	S F 2nF 40W65 B5=1
9	1	0	0	1	カウンタA 充電係数 1	" B5=0
A	1	0	1	0	カウンタB 充電係数 $\eta \times k$	" B4=1
B	1	0	1	1	カウンタB 充電係数 1 $\times k$	" B4=0
C	1	1	0	0	$0 \leq k \leq 225/256$	" B3=1
D	1	1	0	1	$k = 1$	" B3=0
E	1	1	1	0	カウンタA 計測範囲 QF で停止	" B2=1
F	1	1	1	1	カウンタA 計測範囲 QF 以上	" B2=0

(注) *は、入力された2Byte目のデータ (B8~B15) で確認。

8) テレメトリ項目

a) ステータス

項 目	フレームワ-ドビット	"1"	"0"
AHM-ON/OFF	F38W65B6	ON	OFF
O.D, TRIC-CONT-ENA/DIS	F38W65B7	ENA	DIS

b) データ

	SF2n	SF2n+1
F7 W65	QA	QM
F8 W65	QB	QT
F39W65	QF	Q0D
F40W65	STATUS	k

ここで、

QA---BAT残存量計測値 (カウンタA)
 QB---BAT放電容量計測値 (カウンタB)
 QM---最大放電時の残存量 (カウンタA)
 QT---PCUトリクル信号出力時の残存量 (カウンタA)
 QF---BATフル充電時の容量 (カウンタA 用にBCでセット)
 Q0D---軽負荷要求信号出力レベル (カウンタB 用にBCでセット)
 k---充電効率補正值 (カウンタB 用にBCでセット)
 T---BAT温度 A/D 変換データ
 i---BAT電流 A/D 変換データ
 μ---RAMから読み出された充電効率

STATUS----	ビット	項 目	" 1 "	" 0 "
	B0	RAM 制御モード	WRITE	
	B1		CHECK	
	B2	カウンタA 計測範囲	QF で停止	QF 以上計測
	B3	k	$0 \leq k \leq 255/256$	$k = 1$
	B4	カウンタB 充電係数	ηk	k
	B5	" A "	η	1
	B6	Trickle 充電信号	Trickle	FULL
	B7	OD信号	ON	OFF

9) 消費電流

+12V...150mW

-12V... 50mW

+ 5V... 50mW

合計 250mW以下

5. . 3. 2 機械的性能

- 1) 外形寸法 250W×210D×37H (mm) アルミ削り出し構造
- 2) 重量 1.25kg

外観図を図5. 7-2に示す。

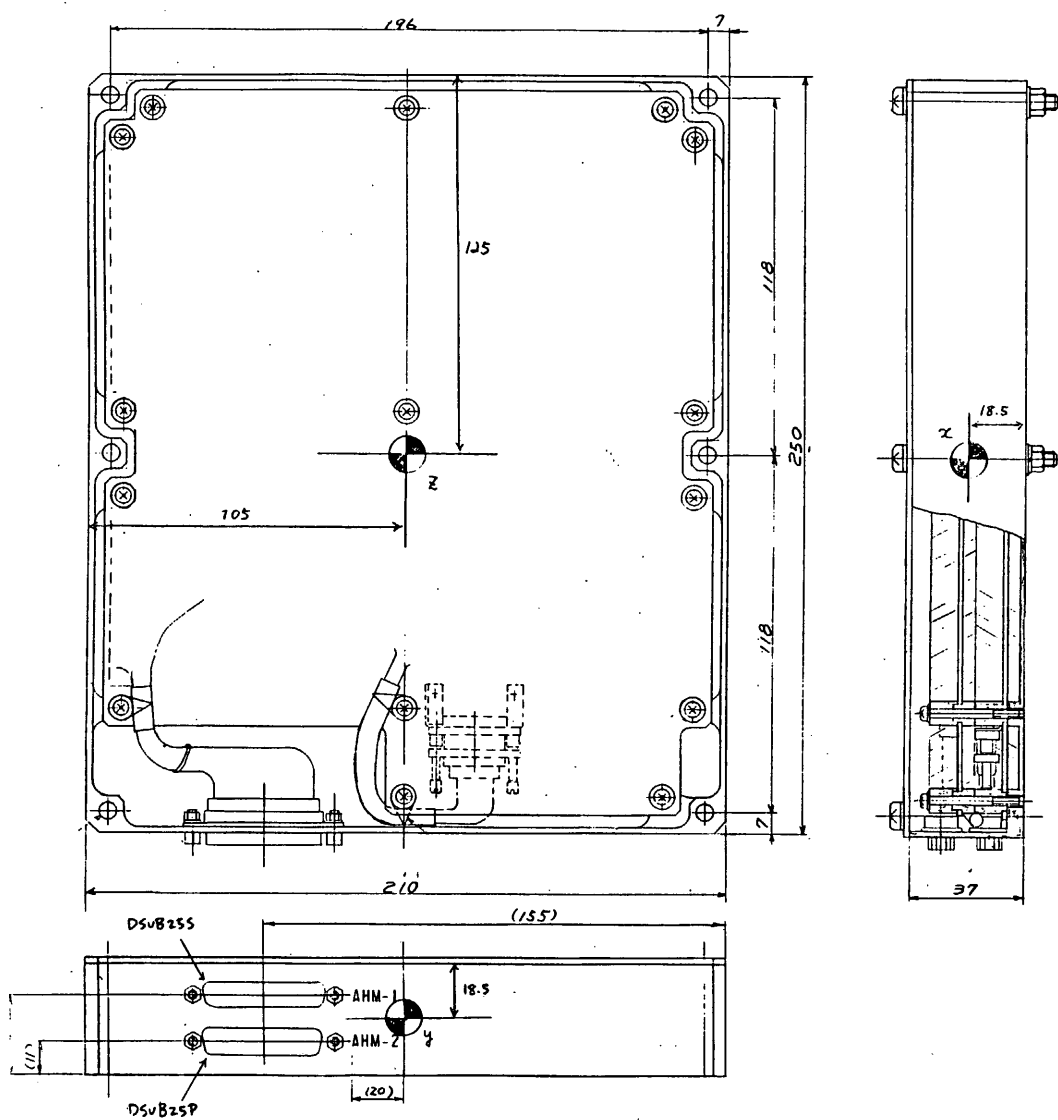


図5.7-2 AHM 外観図

5.8 シャント (SHNT)

宇宙科学研究所 後川研究室
日本電気(株)

5.8.1 概要

SHNTは、太陽電池発生電力のうち負荷(BATへの充電々流を含む)に供給する電力の余剰電力をシャントし、バスラインの上限電圧を制御するものである。

5.8.2 機能

目的：太陽電池発生電力の余剰電力をシャントしバスラインの上限電圧を制御する。

特徴：SHNT方式は、シーケンシャルバーチャルシャント方式を採用している。

シャント素子は、2並列6段の12個の素子より構成され、4台あるSHNTにそれぞれ3素子ずつ配置されている。

シャントを制御するための制御信号はPCUにてバスの誤差電圧を検出し、電力増幅することによりつくられ、4台のシャントに同時に出力される。

図5.8-1に機能ブロック図を示す。

5.8.3 性能

1) 電氣的性能

a) シャント方式：シーケンシャルバーチャル
シャント(2バラ6段)

b) シャント電流：1.43Amax/1素子

c) シャント電力：Total 約430W
(フルシャント換算)

2) 機械的性能

- a) 寸法 : $280 \times 330 \times 27 \text{ H (mm)}$
- b) 重量 : $1.4 \pm 0.3 \text{ Kg}$
- c) 外観図 : 図 5. 8 - 2 参照

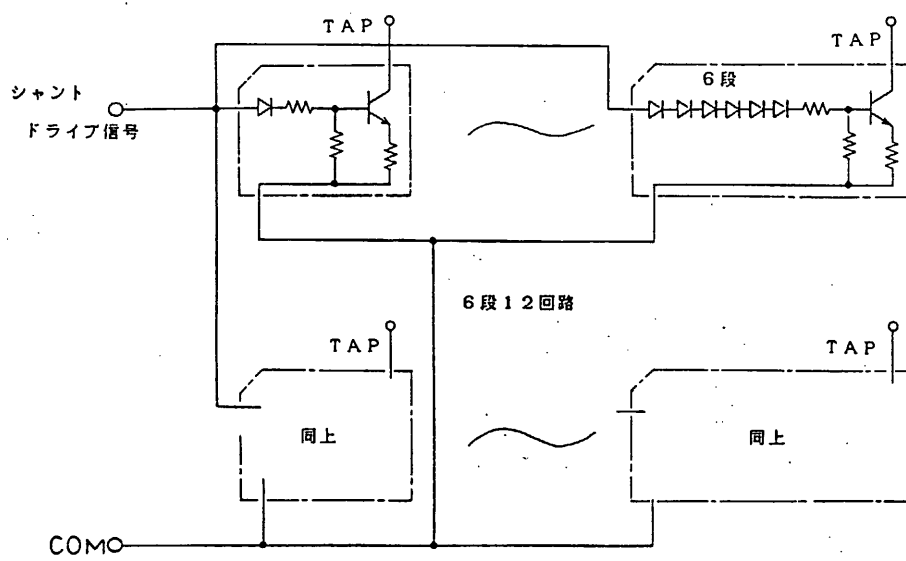


図 5. 8 - 1 SHNT 機能ブロック図

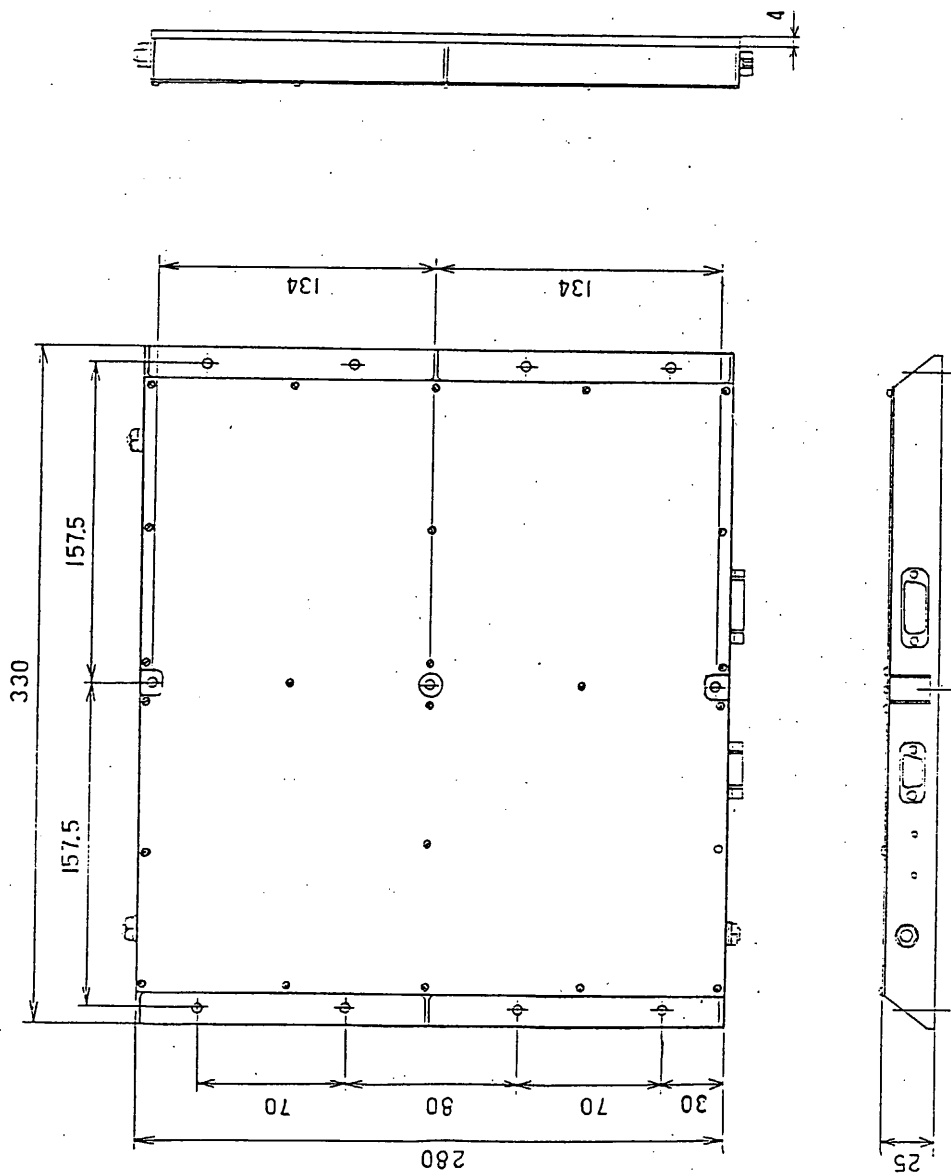


图 5. 8 - 2 SHNT 外觀圖

(1) 概要

ASTRO-Cは、軌道投入後まもなくタイマーにより非可視中にパドル展開するので、打ち上げ初期は電力上は問題なく運用できる見通しである。

定常観測モードでは、最大日陰条件での太陽角 $\theta_s = 135^\circ$ の観測時の電力収支が満足できない。そのため、負荷を軽くする、もしくは、姿勢変更により θ_s を 180° に近づけることが必要である。

また、このときのバッテリー放電深度D.O.D.はバッテリー2系統並列運用として1台当たり約14%である。

実際の運用では、バッテリー1台がリコンディショニング状態で1系統運用となる場合などについても詳細に検討する必要がある。

(2) 解析条件

1) 打ち上げ時期

1987年2月5日 15:30 JST (6:30 UT)

2) 軌道条件

$a = 6889.56 \text{ Km}$

$e = 0.004617$

$i = 31.3523^\circ$

$\Omega = 33.0940^\circ$

$\omega = 96.7390^\circ$

$P = 94.8 \text{ 分}$

3) 日陰率

打上げ後400日間の日陰率予測を図5.9.1に示す。

最大日陰率は、0.378(35.8分)である。

4) 太陽電池発生電力

BOL(打ち上げ時)、遠日点(7月4日)、1年後のそれぞれにおける太陽電池発生電力予測を図5.9.2(1/3~3/3)に示す。

5) サブシステム別消費電力

サブシステム別消費電力一覧表を表5.9.1(1/4~4/4)に示す。

6) 運用モード別消費電力

ASTRO-Cの運用モードの概要を表5.9.2に、

各運用モードにおける消費電力(BUS電圧20V換算)を表5.9.3(1/2~2/2)に示す。

なお、BATおよびIRUのヒータの電力はノミナル値としている。

7) 電源系ブロック図

ASTRO-Cの電源系のブロック図を図5.9.3に示す。

(3) 電力収支

1) 打ち上げ初期

ASTRO-Cは、打ち上げ後10分以内にタイマーによりパドル展開を行う予定である。

打ち上げ時の負荷電力は51.4W (BUS電圧18V換算) である。

(LAUNCH 1)

このとき、バッテリー放電深度は1台当たり約1.2%であり、全く問題ない。

また、初期運用まで (LAUNCH 2~INI.2) の電力収支は満足することができる。

2) 定常観測モード

定常観測モード (NOMI.2) では、日陰時の負荷電力は163.0W (BUS電圧18V換算) で、最大日陰35.8分後のバッテリー放電深度は1台当たり、

$$\frac{163.0 \text{ W}}{18.0 \text{ V}} \times \frac{35.8 \text{ 分}}{60.0 \text{ 分}} \times \frac{1}{19 \text{ AH} \times 2} \times 100 = 14.2 \%$$

日照時、負荷電力は、169.9W (BUS電圧25.5V換算)

太陽電池発生電力は、311.6W (遠日点かつ $\theta_s = 135^\circ$ 、アルベド2%)

328.5W (1年後 $\theta_s = 135^\circ$ 、アルベド2%)

バッテリーに充電可能な電流 I_{BATC} は、

$$I_{BATC} = \frac{311.6 \text{ W} - 169.9 \text{ W}}{21.5 \text{ V}} \times \frac{0.9}{\eta_{CHG}} = 5.93 \text{ A} \quad (\text{遠日点})$$
$$\frac{328.5 \text{ W} - 169.9 \text{ W}}{21.5 \text{ V}} \times 0.9 = 6.63 \text{ A} \quad (1 \text{ 年後})$$

したがってバッテリー1台当たり定電流充電電流である3.8Aに満たない。

そのためBUS電圧は25.5Vより低い22~23Vの間で安定する。

BUS電圧を22.5Vとすると、負荷電力および発生電力はそれぞれ167.1W、276.0W（遠日点）、291.5W（1年後）である。

IBATC は、

$$I_{BATC} = \frac{276.0 \text{ W} - 167.1 \text{ W}}{21.5 \text{ V}} \times 0.9 = 4.56 \text{ A} \quad (\text{遠日点})$$

$$\frac{291.5 \text{ W} - 167.1 \text{ W}}{21.5 \text{ V}} \times 0.9 = 5.21 \text{ A} \quad (1 \text{ 年後})$$

軌道一周の電力収支は、

$$\frac{163.0 \text{ W}}{18.0 \text{ V}} \times \frac{35.8 \text{ 分}}{60.0 \text{ 分}} > \overset{\eta_{BAT}}{0.9} \times 4.56 \text{ A} \times \frac{59.0 \text{ 分}}{60.0 \text{ 分}} \quad (\text{遠日点})$$

$$> 0.9 \times 5.21 \text{ A} \times \frac{59.0 \text{ 分}}{60.0 \text{ 分}} \quad (1 \text{ 年後})$$

より満足できない。

電力収支を満足させるためには、BUS電圧が23～25.5Vの高い値で安定することが必要で、そのためには（ア）軽負荷とする、（イ） θ_s を 135° より 180° に近ずけることにより発生電力を大きくする、2つの方法が考えられる。

BUS電圧を25.5Vとして、電力収支が満足できる負荷PLと太陽角 θ_s を求めると、

(ア) 負荷PLは、

$$\frac{311.6 \text{ W} - PL}{21.5 \text{ V}} \times 0.9 \geq 3.8 \text{ A} \times 2 \quad (\text{定電流充電} \times 2 \text{ 台})$$

$$\therefore PL \leq 130.0 \text{ W} \quad (\text{遠日点})$$

$$\frac{328.5 \text{ W} - PL}{21.5 \text{ V}} \times 0.9 \geq 3.8 \text{ A} \times 2$$

$$\therefore PL \leq 146.9 \text{ W} \quad (1 \text{ 年後})$$

(イ) 発生電力Pscは、

$$\frac{P_{sc} - 169.9 \text{ W}}{21.5 \text{ W}} \times 0.9 \geq 3.8 \text{ A} \times 2$$

$$\therefore P_{sc} \geq 351.5 \text{ W}$$

アルベド2%を含むとして

$$P_{sc} \geq 344.6 \text{ W}$$

太陽角 θ_s は、図5.9.2(2/3)より

$$\theta_s \geq 143^\circ \quad (\text{遠日点})$$

図5.9.2(3/3)より

$$\theta_s \geq 139^\circ \quad (1 \text{ 年後})$$

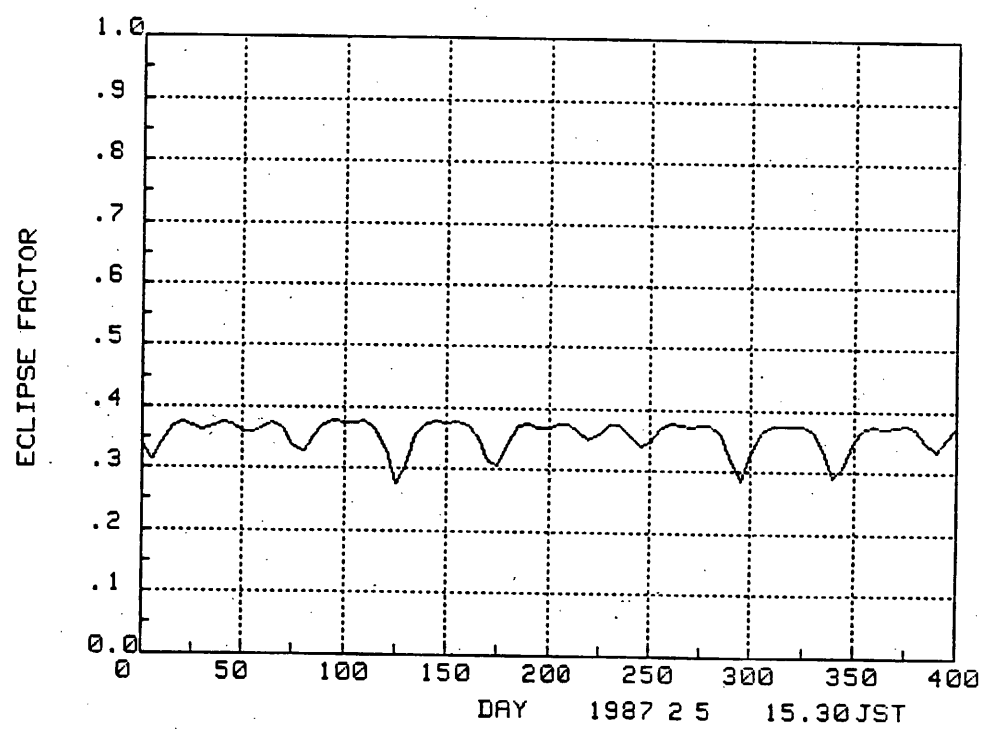


図5.9.1 ASTRO-C 日陰率予測

図5.9.2 ASTRO-C 太陽電池発生電力 (1/3)

• BOL (2月5日)

• $V_{BUS} = 25.5V$

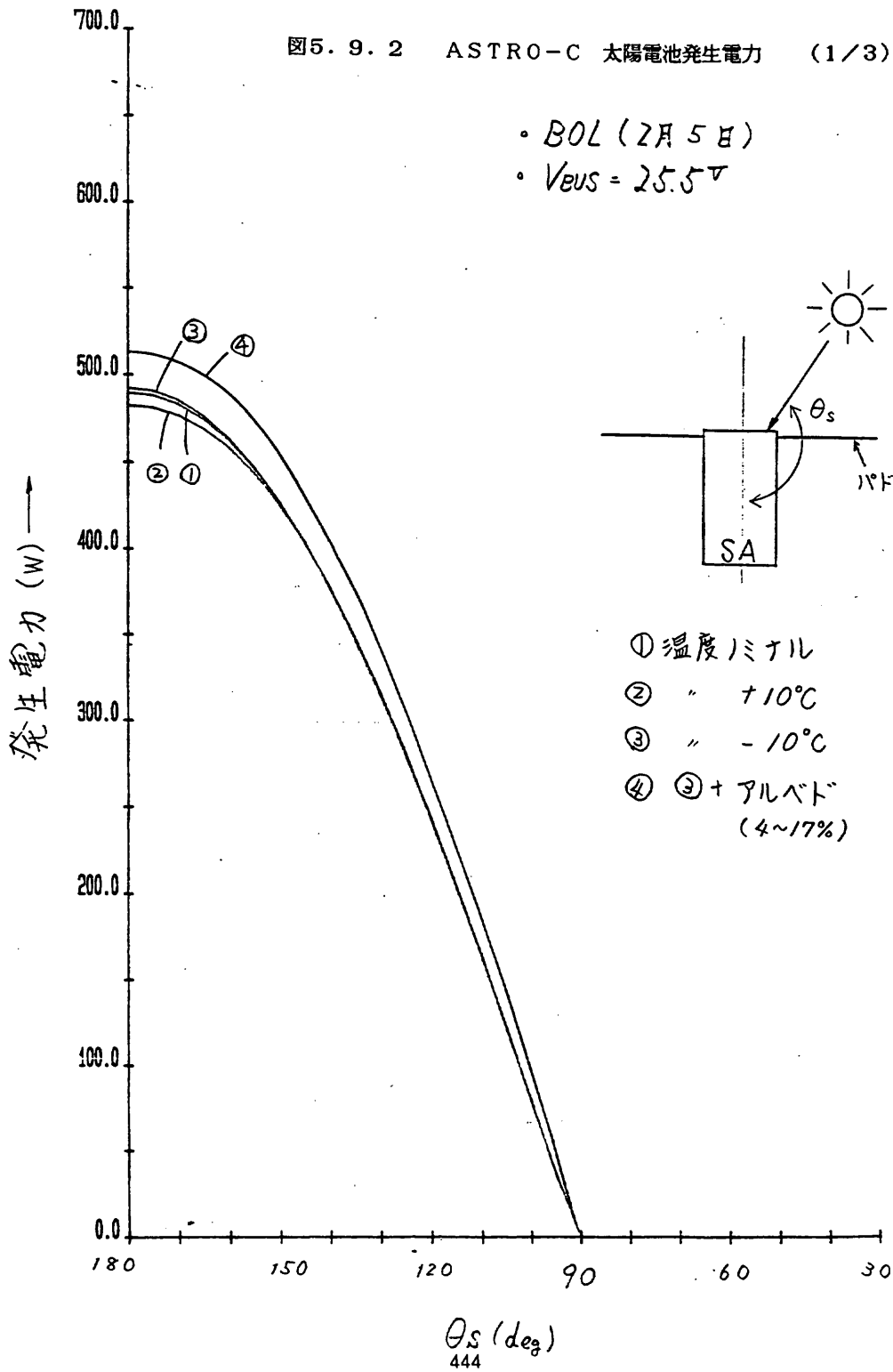


図5.9.2 ASTRO-C 太陽電池発生電力 (2/3)

- 遠日点 (7月4日)
- $V_{BUS} = 25.5V$

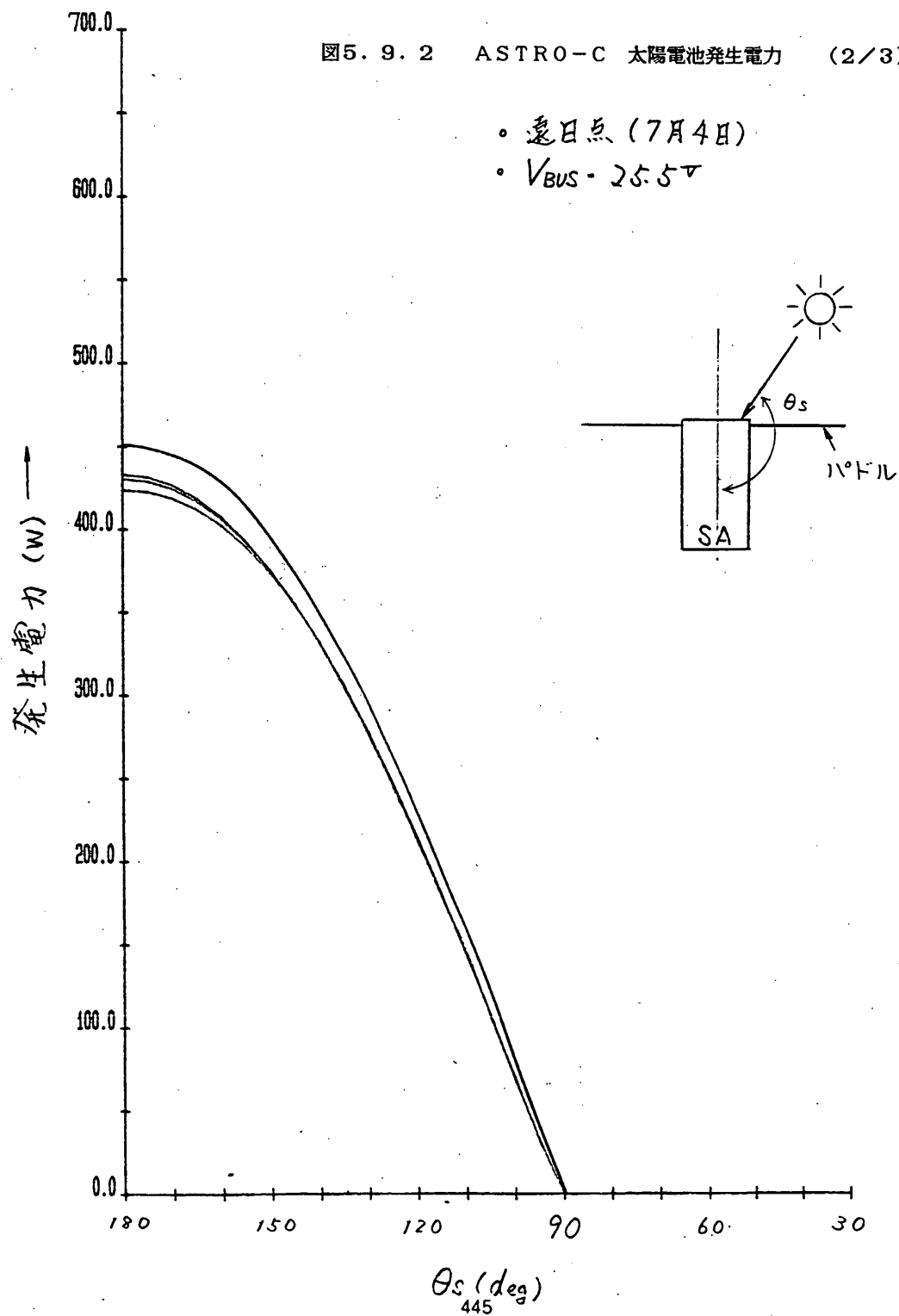
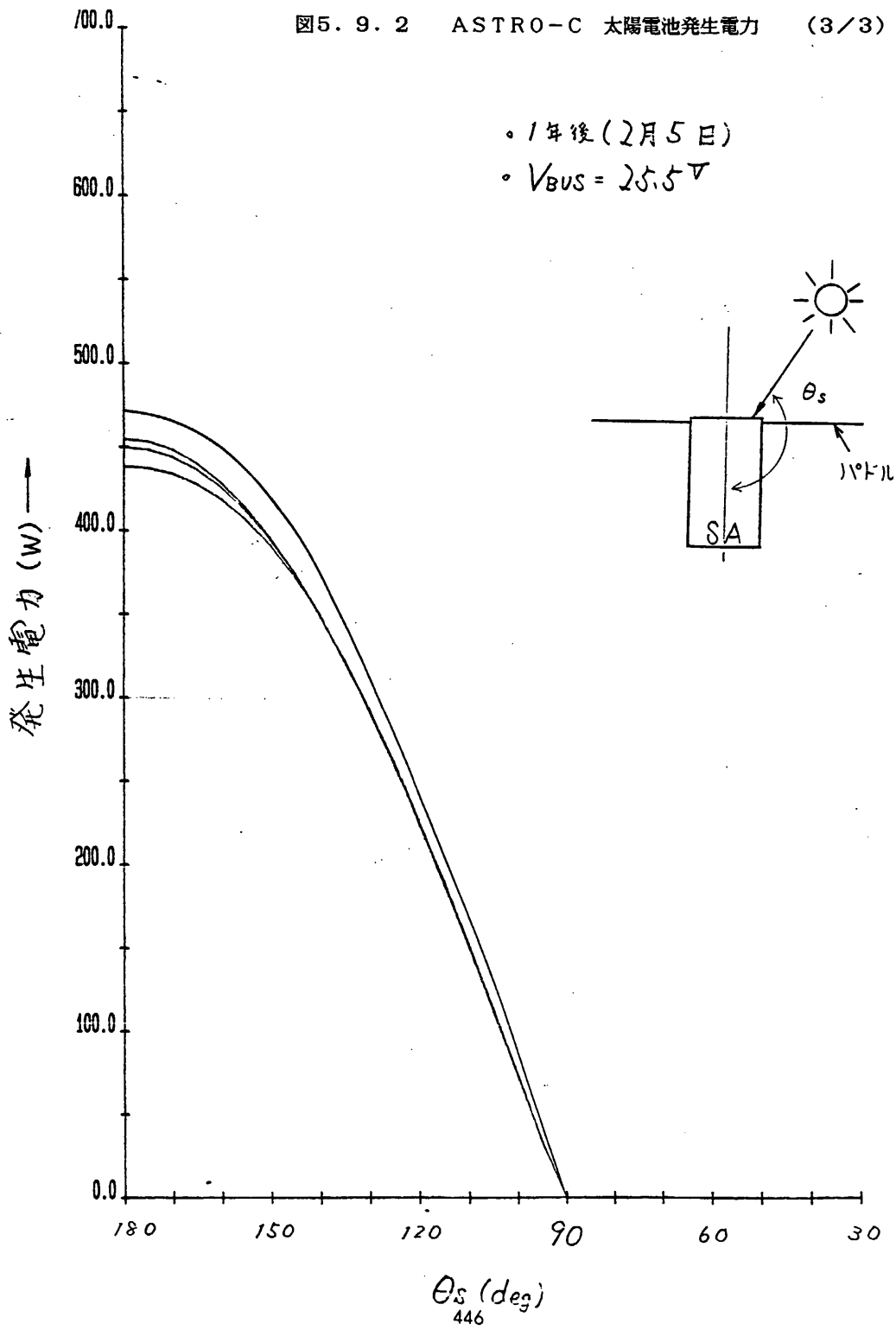


図5.9.2 ASTRO-C 太陽電池発生電力 (3/3)



サブシステム別消費電力一覧表 (1/4)

ASTRO-C

表5.9.1

SUBSYSTEM	MODE	+5V		+12V		-12V		+28V		TOTAL	BUS (+20V)	
		(mA)	(W)	(mA)	(W)	(mA)	(W)	(mA)	(W)	(W)	(mA)	(W)
PCU-A	181 ON	20	0.10							0.10	25	0.50
	201 ON	20	0.10							0.10	25	0.50
	301 ON	15	0.08	10	0.12	10	0.12			0.32	10	0.20
AHM	401 OFF	0	0	0	0	0	0			0		
	402 ON	40	0.20	10.4	0.12	9.8	0.12			0.44		
SBR-A	501 CAR OFF									0	178	3.56
	502 CAR ON									0	181	3.62
SBR-B	601 CAR OFF									0	178	3.56
	602 CAR ON									0	181	3.62
TMS	701 OFF			0	0					0		
	702 LO			203	2.44					2.44		
	703 HI			270	3.24					3.24		
TMU	801 OFF			23.9	0.29					0.29		
	802 ON			330	3.96					3.96		
CMD	901 ON			97	1.16	74	0.89			2.05		
	1001 ON	24	0.12	97	1.16	90	1.08			2.36		
TCU	1002 PC, OG	24	0.12	97	1.16	90	1.08			2.36		
	1003 PC CHK	49	0.25	97	1.16	90	1.08			2.49		
DP	1101 ON	19	0.09	32	0.38	21.7	0.26			0.73		
	1201 STBY	26.9	0.13					0.88	0.02	0.15		
BDR	1202 HI REC	33.5	1.68					99	2.77	4.45		
	1203 ME REC	33.5	1.68					80.5	2.25	3.93		
	1204 LO REC	33.5	1.68					79	2.21	3.93		
	1205 HI REP	33.5	1.68					278	7.78	9.46		
	1206 LO REP	33.5	1.68					175	4.90	6.58		

表 5. 9. 1 ASTRO-C サブシステム別消費電力一覧表 (2/4)													
SUBSYSTEM	MODE	+5V		+12V		-12V		+28V		TOTAL (W)	BUS (+20V)		
		(mA)	(W)	(mA)	(W)	(mA)	(W)	(mA)	(W)		(mA)	(W)	
HK	1301 OFF	0	0	0	0	0	0			0			
	1302 ON	173	0.87	13.8	0.17	5.5	0.66			1.70			
	1401 OFF			0						0			
	1402 ON			15	0.18					0.18			
EPT-SA	1403 max (0.7s)			400	4.80					4.80			
	1501 OFF	0	0	0	0	0	0			0			
	1502 1-ON, 2-ON	49	0.25	120	1.44	67	0.80			2.49			
	1503 CHANGE	90	0.20	80	0.96	37	0.44			1.60			
BFM	1601 OFF	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
	1602 ON	95	0.48	8.4	0.10	4.4	0.05	0.55	0.01	0.64			
	1603 TRANS	600	3.00	53	0.64	90	1.08	0.6	0.02	4.74			
	1604 WRITE	575	2.88	20	0.24	25	0.30	0.6	0.02	3.44			
	1605 SEARCH	680	3.40	188	2.26	339	4.07	0.65	0.02	9.75			
ACE	1701 OFF			12	0.14	0	0	1.25	0.04	0.18			
	1702 ON			146	1.75	81.5	0.98	1.25	0.04	2.77			
	1703 MTQ CON			146	1.75	81.5	0.98	400	11.20	13.93			
SSAS	1801 OFF	0.05	0							0			
	1802 ON	0.19	0.01							0.01			
NSAS	1901 OFF	0	0	0	0	0	0			0			
	1902 ON	50	0.25	148	1.78	36	0.43			2.46			
GAS	2001 OFF	0	0	0.1	0.00	0.1	0.00			0.01			
	2002 ON	0.08	0.01	69	0.83	31.5	0.38			1.22			
STT-X	2101 OFF	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
	2102 ON	400	2.00	180	2.16	178	2.14	10	0.28	6.58			
	2103 TH CON	400	2.00	180	2.16	178	2.14	190	5.32	11.62			

表5.9.1 ASTRO-C サブシステム別消費電力一覧表 (3/4)													
SUBSYSTEM	MODE	+5V		+12V		-12V		+28V		TOTAL (W)	BUS(+28V)		
		(mA)	(W)	(mA)	(W)	(mA)	(W)	(mA)	(W)		(mA)	(W)	
STT-Y	2201 OFF	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
	2202 ON	400	2.00	181	2.17	178	2.14	10	0.28	6.59 +			
	2203 TH CON	400	2.00	181	2.17	178	2.14	193	5.40	11.71 +			
IRU	2301 OFF	0	0	0	0	0	0			0	0	0	
	2302 LOOP ON	48	0.24	82.5	0.99	65	0.78			2.01	357	7.14	-
	2303 MTR START	48	0.24	84	1.01	65	0.78			2.03	1230	24.60	-
	2304 MTR RUN	48	0.24	84	1.01	65	0.78			2.03	505	10.10	
NW/WDE	2401 OFF							0	0	0			
	2402 RUN UP							1270	35.56	35.56 +			
	2403 ROT							650	18.20	18.20			
BATA HTR	2501 OFF									0			
	2502 1 ON									0	710	14.20	
	2503 1,2 ON									0	1405	28.10	
BATB HTR	2601 OFF									0			
	2602 1 ON									0			
	2603 1,2 ON									0	710	14.20	
BFM HTR	2701 OFF			0	0					0			
	2702 ON			270	3.24					3.24			
	2801 OFF			0	0	0	0			0			
STTX HTR	2802 ON			248	2.98	400	4.80			7.78			
	2901 OFF			0	0	0	0			0			
	2902 ON			247	2.96	404	4.88			7.84			
IRU HTR	3001 OFF									0	0	0	
	3002 HTR CON									0	340	6.80	
	3003 max									0	870	17.40	

[illegible]

表5.9.2 運用モード

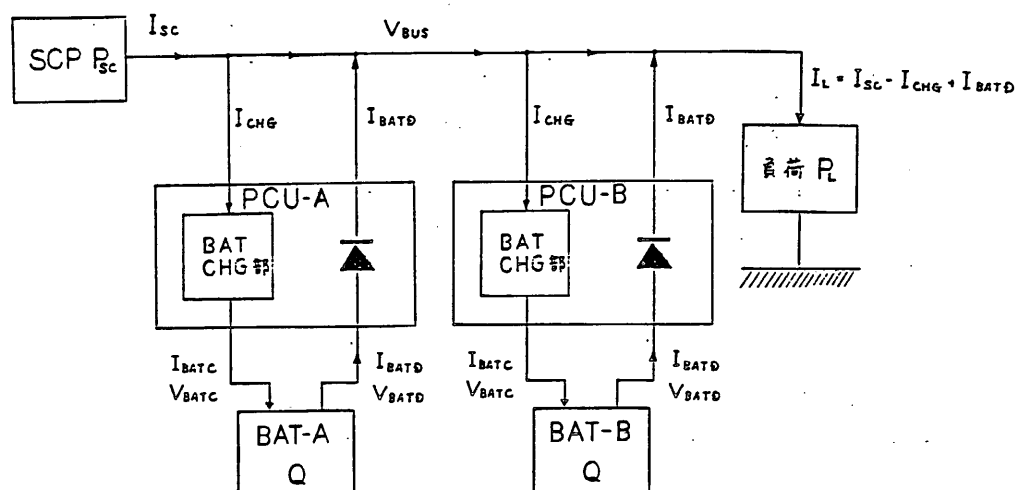
NO	モード	内 容	継続時間	θ s
1	LAUNCH 1	打ち上げモード1 打ち上げ～YOYO展開, バドル展開 EPT-SA・INS-SA ON, TMS HI, BDR REC16K IRU HTR ON	～10分	135°
2	LAUNCH 2	打ち上げモード2 ～LAUNCH 3まで EPT-SA, INS-SA OFF	～30分	135°
3	LAUNCH 3	打ち上げモード3 ～INI.1 への移行モード PCで設定 TMS LO, BDR REC 2K, BAT・STT・WHL HTR ON	1 日	135°
4	INI.1	初期運用モード1 磁気制御開始 MTQ CON BDR REC 2K	数日	135 ～ 180°
5	INI.2	初期運用モード2 ～ホイール制御 WHL ROT, IRU MTR RUN STT ON (HTR OFF)	数日	135 ～ 180°
6	NOMI.1	定常運用モード1 ホイール制御 STT TH CON 但し, PI STBY	数日～	135 ～ 180°
7	NOMI.2	定常運用モード2 PI すべて高圧ON (LAC, ASM, GBD)	数日～	135 ～ 180°
8	NOMI.3	定常運用モード3 LAC STBY (高圧 OFF)	数日～	135 ～ 180°
9	NOMI.4	定常運用モード4 KSC上空 BDR REP(131K), TMS HI 必要に応じ BFM ON	約10分	135 ～ 180°
10	軽負荷	軽負荷モード IRU OFF(HTR ON), WHL STOP(HTR ON) PI A OFF, BDR STBY 必要に応じ NSAS OFF, STT OFF(HTR ON)	数日～	135 ～ 180°

表5.9.3 ASTRO-C 運用モード別消費電力表 (1/2)						
MODE SUBSYSTEM	LAUNCH 1	LAUNCH 2	LAUNCH 3	INI. 1	INI. 2	
PCU-A	ON	ON	ON	ON	ON	
PCU-B	ON	ON	ON	ON	ON	
JNC	ON	ON	ON	ON	ON	
AHM	ON	ON	ON	ON	ON	
SBR-A	CAR ON	CAR ON	CAR ON	CAR ON	CAR ON	
SBR-B	CAR ON	CAR ON	CAR ON	CAR ON	CAR ON	
TMS	HI	HI	LO	LO	LO	
TMU	ON	ON	ON	ON	ON	
CMD	ON	ON	ON	ON	ON	
TCU	ON	ON	ON	ON	ON	
DP	ON	ON	ON	ON	ON	
BDR	HI REC	HI REC	ME REC	ME REC	ME REC	
HK	ON	ON	ON	ON	ON	
EPT-SA	ON					
INS-SA	1-ON, 2-ON					
BFM						
ACE	ON	ON	ON	MTQ CON	MTQ CON	
SSAS	ON	ON	ON	ON	ON	
NSAS	ON	ON	ON	ON	ON	
GAS	ON	ON	ON	ON	ON	
STT-X					ON	
STT-Y					ON	
IRU					MTR RUN	
MW/WDE					ROT	
BATA HTR			1 ON	1 ON	1 ON	
BATB HTR			1 ON	1 ON	1 ON	
BFM HTR						
STTX HTR			ON	ON		
STTY HTR			ON	ON		
IRU HTR	HTR CON	HTR CON	HTR CON	HTR CON	HTR CON	
MW HTR			ON	ON	ON	
LAC						
ASM						
GBD						
+5V	0.75 (A)	0.70 (A)	0.70 (A)	0.70 (A)	1.55 (A)	
+12V	1.36 (A)	1.22 (A)	1.65 (A)	1.65 (A)	1.60 (A)	
-12V	0.48 (A)	0.41 (A)	1.21 (A)	1.21 (A)	0.83 (A)	
+28V	0.10 (A)	0.10 (A)	0.62 (A)	1.02 (A)	1.13 (A)	
CNV-A	TOTAL-A	25.83 (W)	23.06 (W)	37.82 (W)	37.82 (W)	36.91 (W)
	LOSS	7.81 (W)	6.98 (W)	9.81 (W)	9.81 (W)	9.63 (W)
CNV-B	TOTAL-B	2.80 (W)	2.80 (W)	17.36 (W)	28.56 (W)	31.64 (W)
	LOSS	0.53 (W)	0.53 (W)	1.22 (W)	1.83 (W)	2.02 (W)
BUS-USER		15.24 (W)	15.24 (W)	43.64 (W)	43.64 (W)	53.74 (W)
TOTAL		52.21 (W)	49.61 (W)	109.85 (W)	121.66 (W)	133.94 (W)
I		2.61 (A)	2.43 (A)	5.49 (A)	6.08 (A)	6.70 (A)

表5.9.3 ASTRO-C 運用モード別消費電力表 (2/2)

MODE SUBSYSTEM	NOMI.1	NOMI.2	NOMI.3	NOMI.4	軽負荷	
PCU-A	ON	ON	ON	ON	ON	
PCU-B	ON	ON	ON	ON	ON	
JNC	ON	ON	ON	ON	ON	
AHM	ON	ON	ON	ON	ON	
SBR-A	CAR ON	CAR ON	CAR ON	CAR ON	CAR ON	
SBR-B	CAR ON	CAR ON	CAR ON	CAR ON	CAR ON	
TMS	LO	LO	LO	HI	LO	
TMU	ON	ON	ON	ON	ON	
CMD	ON	ON	ON	ON	ON	
TCU	ON	ON	ON	ON	ON	
DP	ON	ON	ON	ON	ON	
BDR	ME REC	ME REC	ME REC	HI REP	STBY	
HK	ON	ON	ON	ON	ON	
EPT-SA						
INS-SA						
BFM						
ACE	MTQ CON	MTQ CON	MTQ CON	MTQ CON	MTQ CON	
SSAS	ON	ON	ON	ON	ON	
NSAS	ON	ON	ON	ON	ON	
GAS	ON	ON	ON	ON	ON	
STT-X	TH CON	TH CON	TH CON	TH CON		
STT-Y	TH CON	TH CON	TH CON	TH CON		
IRU	MTR RUN	MTR RUN	MTR RUN	MTR RUN		
MW/WDE	ROT	ROT	ROT	ROT		
BATA HTR	1 ON	1 ON	1 ON	1 ON	1 ON	
BATB HTR	1 ON	1 ON	1 ON	1 ON	1 ON	
BFM HTR						
STTX HTR					ON	
STTY HTR					ON	
IRU HTR	HTR CON	HTR CON	HTR CON	HTR CON	HTR CON	
MW HTR					ON	
LAC	E1, E2 ON	HV ON	E1, E2 ON	HV ON	A OFF	
ASM	ON	HV ON	HV ON	HV ON	A OFF	
GBD	ON	HV ON	HV ON	HV ON	A OFF	
+5V	1.74 (A)	1.74 (A)	1.74 (A)	1.74 (A)	0.39 (A)	
+12V	2.23 (A)	2.31 (A)	2.25 (A)	2.32 (A)	1.53 (A)	
-12V	1.37 (A)	1.37 (A)	1.37 (A)	1.37 (A)	1.18 (A)	
+28V	1.51 (A)	1.52 (A)	1.52 (A)	1.73 (A)	0.94 (A)	
CNV-A	TOTAL-A	51.90 (W)	52.86 (W)	52.14 (W)	53.70 (W)	34.47 (W)
	LOSS	12.79 (W)	12.99 (W)	12.81 (W)	13.18 (W)	9.19 (W)
CNV-B	TOTAL-B	42.28 (W)	42.56 (W)	42.56 (W)	48.44 (W)	26.32 (W)
	LOSS	2.64 (W)	2.66 (W)	2.66 (W)	3.02 (W)	1.68 (W)
BUS-USER		53.74 (W)	53.74 (W)	53.74 (W)	53.74 (W)	43.64 (W)
TOTAL		163.35 (W)	164.81 (W)	163.91 (W)	172.08 (W)	115.30 (W)
I		8.17 (A)	8.24 (A)	8.20 (A)	8.60 (A)	5.77 (A)

図5.9.3 ASTRO-C 電源系ブロック図



Psc : 太陽電池発生電力 Isc : 太陽電池発生電流
PL : 負荷電力 IL : 負荷電流 (BUS換算)
Q : BAT定格容量 19AH
VBUS : BUS電圧 16.5~26V (25.5Vでシャント)
VBUSH : 充電時BUS電圧 23~26V ... 3.8A
 22~23V ... 0~3.8A
VBUSL : 放電時BUS電圧 18V nominal
IBATC : BAT充電電流
VBATC : BAT充電時端子電圧 21.5V nominal
IBATD : BAT放電電流
VBATD : BAT放電時端子電圧 19 V nominal

7CHG : PCU BAT CHG 部効率 0.9
7BAT : BAT充放電効率 0.9

第Ⅵ章 構造設計と熱設計

第6章 構造／熱 設計

6.1 構造設計

宇宙科学研究所 小野田研究室
日本電気㈱

6.1.1 概 要

ASTRO-C 衛星構造の設計は、昭和57年 4月より開始された。ASTRO-C 衛星構造に対する代表的な要求条件として下記の事項があげられる。

- (1) 衛星が M-3S II ロケットとのインターフェースを満足すること。
- (2) 各搭載機器の要求事項（搭載条件など）を満足すること。
- (3) 地上、打上げ時および軌道上での諸環境条件に耐えること。
- (4) 太陽電池パドル4枚が実装可能であること。
- (5) 太陽電池パドル層開状態で横軸まわりの慣性モーメントを可能なかぎり等しくするとともにスピン軸と横軸まわりの慣性モーメント比を 1.05 以上にするこ
と。
- (6) 本衛星の主観測機器である LAC-S ($200 \times 610 \times 260^H$) を8台同一取付面に
搭載出来ること。
- (7) スタートラッカー（約 $\phi 250 \times 550$ ）を2台直交して搭載出来ること。
- (8) 衛星の組立分解の作業性が良いこと。
- (9) 衛星のハンドリングが可能で安全に行えること。
- (10) その他

衛星構造の開発過程は、

- (a) システム要求事項を満足する構造様式の決定段階。
- (b) 構体の基本設計、詳細設計の段階。
- (c) 構造モデルの製作段階。
- (d) 構造モデルの評価試験段階。
- (e) FM 構体に対する要求条件の見直し段階。
- (f) FM 構体の製作段階。

に分類出来る。

6.1.2 機器配置

衛星本体は対辺寸法 1000 mm、高さ 1550 mm の正4角柱形状であり、衛星外周に
760 mm \times 1725 mm の太陽電池パドルが4枚取付けられる。

表 6.1-1 および図 6.1-1 に機器配置を示す。

表 6.1-1 ASTRO-C 機部配置一覧表

	ヒータパネル(1)	ヒータパネル(2)	ヒータパネル(3)	ヒータパネル(4)	ヒータパネル 中央部	バスパネル	上部パネル	ロケット制御 中央部	前面パネル	太陽電池 パネル
電源系	CNV-B IG-PS			PCU-A, B CNV-A JNC, AHM			BAT-A, B			SHNT-1~4
アンテナ系						SANT-B, SSW SDIPA, USW SDIPB	SANT-A UANT-A UPD-A	UANT-B UHT-B		
通信系						SBR-A SBR-B TMS, TMU				
運用制御系				CMD, TCU CSS BFM		EPT-SA				
データ処理系	Y4-S			DP, HK BDR, Z4-S INS-SA		XSA-S NPS-S		V5-S V6-S		
姿勢系			NSAS-E ACE WDE IRU-E	STT-XE STT-YE MTQ-Z WIL-SNT	STT-XS STT-YS	IRU-S SSAS-S SSAS-E GAS-E YD-YD-1-2 MW	MTQ-Y	NSAS-S	STT-XH STT-YH MTQ-X	GAS-S1 GAS-S2
観測系	LAC-E GBD-E	LAC-S0-S7		ASM-Y1 ASM-Y2 ASM-E			GBD-S			

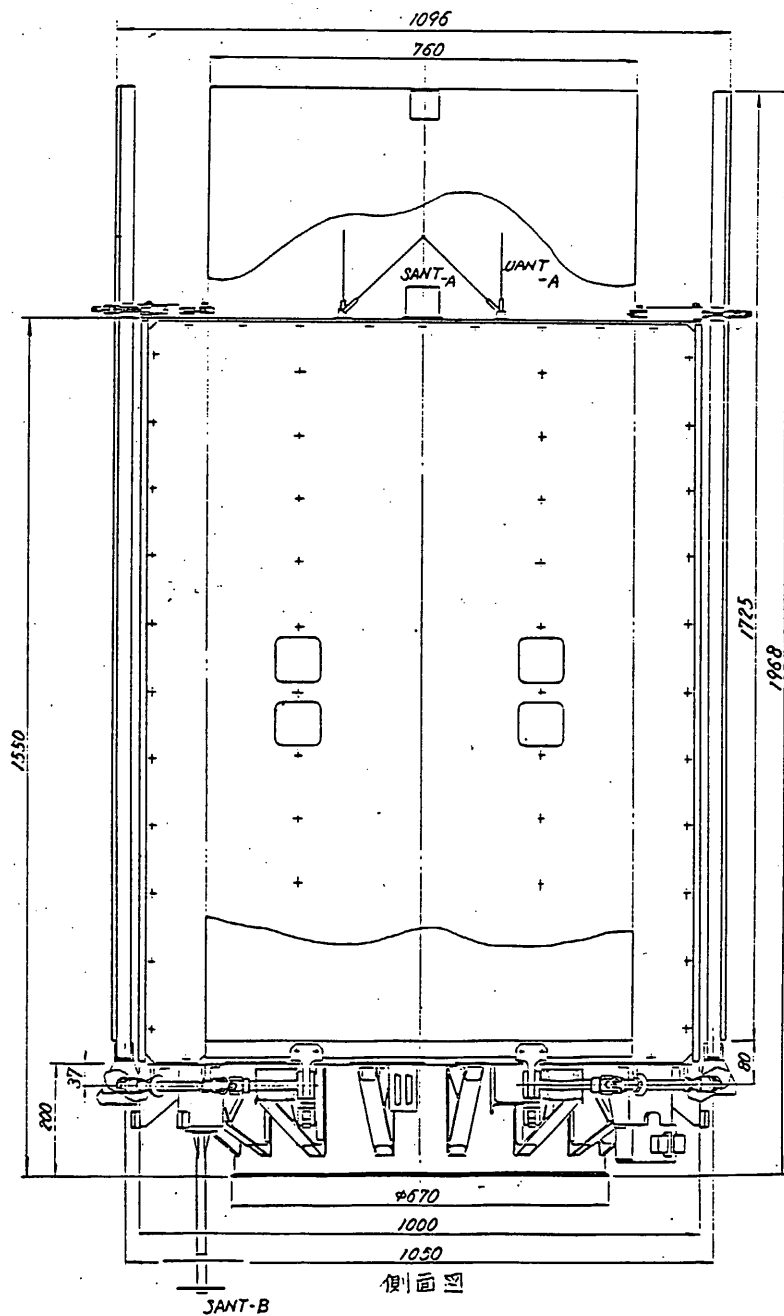
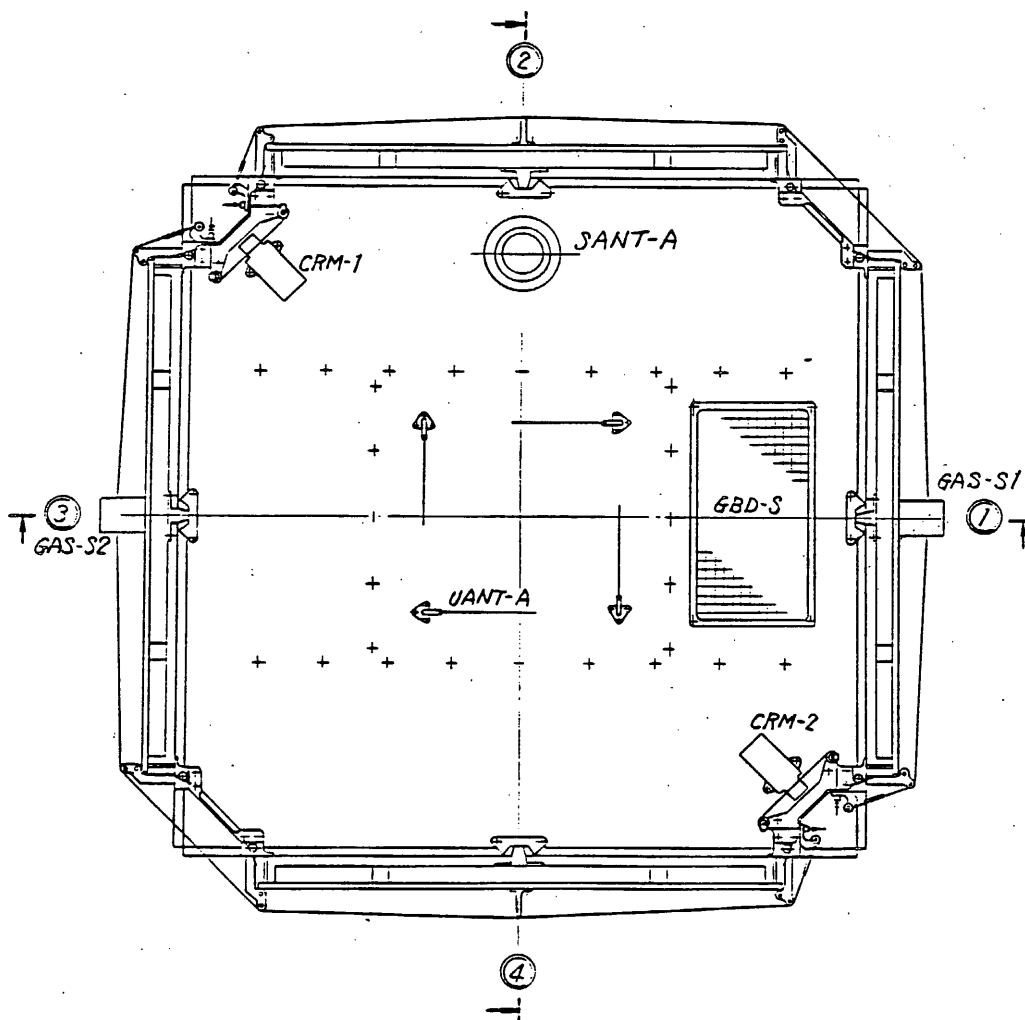
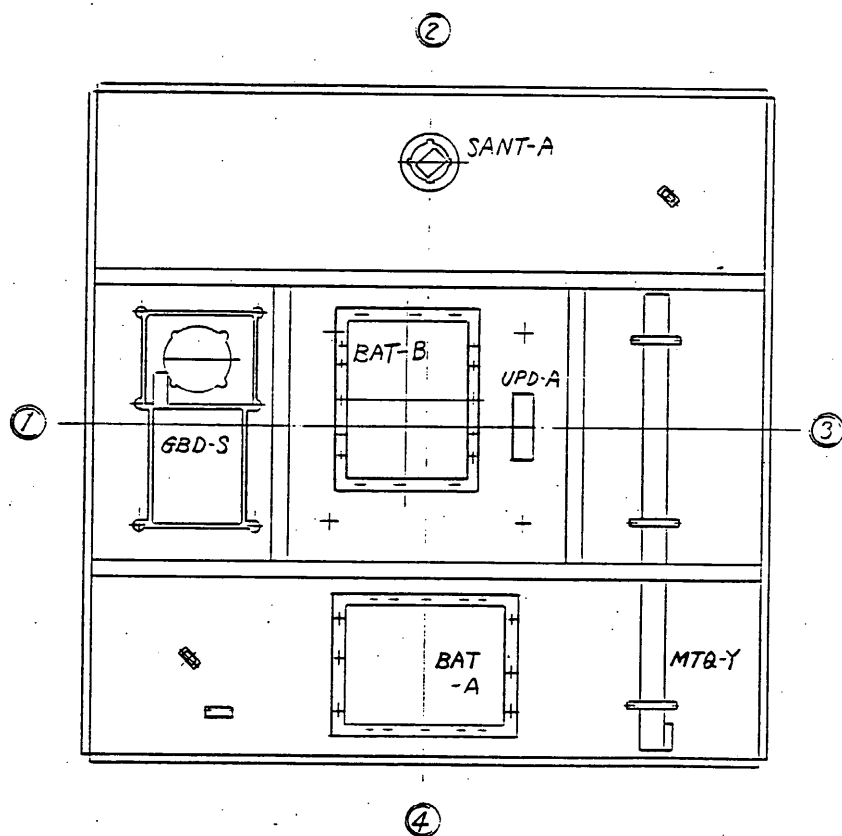


圖 6.1-1 (1/1) ASTRO-C 機器配置圖



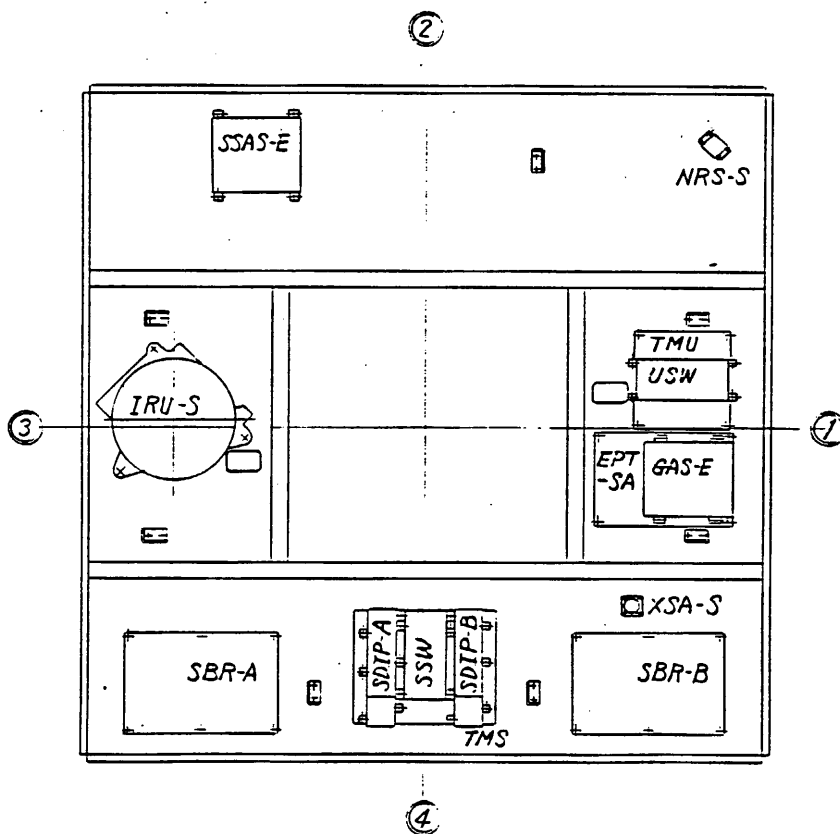
上部パネル上面

図 6.1-1 (2/1) ASTRO-C 機器配置図



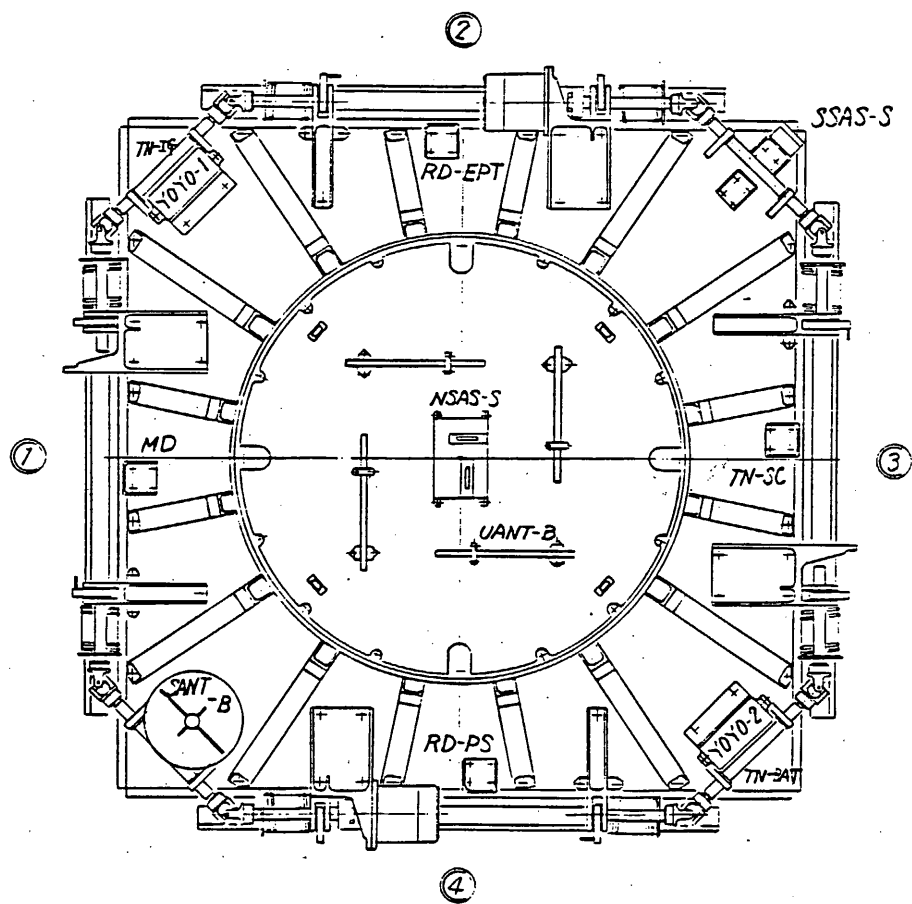
上部パネル下面

図6.1-1 (3/1) ASTRO-C 機器配置図



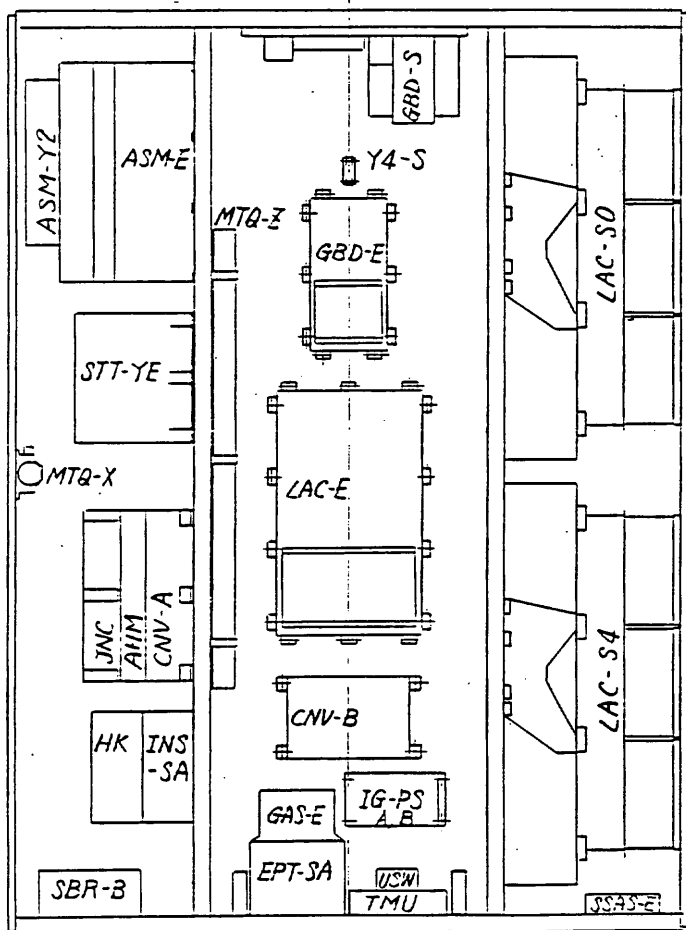
ベースパネル上面

図6.1-1 (4/1) ASTRO-C 機器配置図



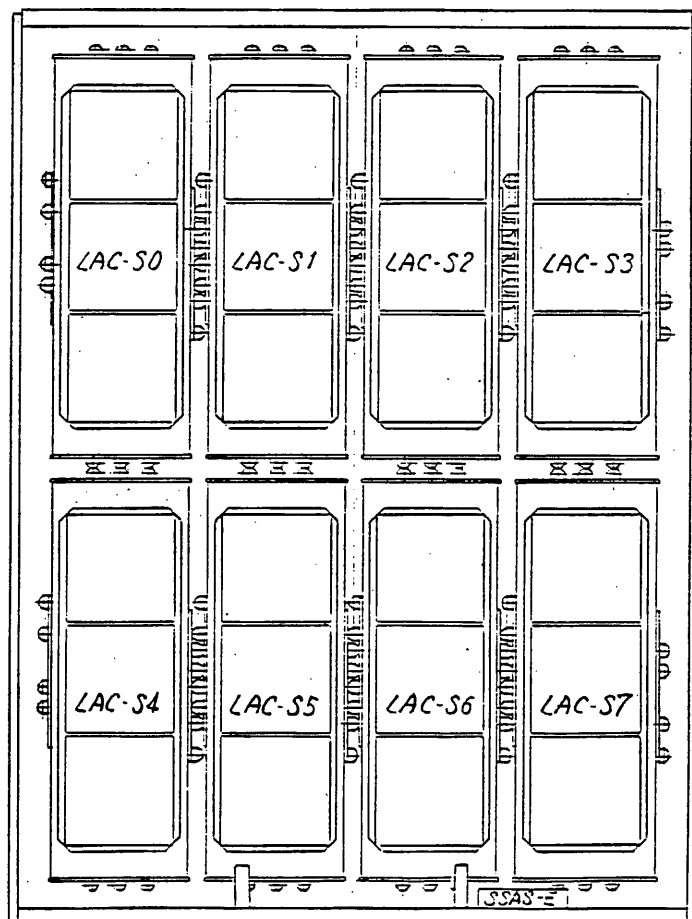
ベースパネル下面

図6.1-1 (5/11) ASTRO-C 機器配置図



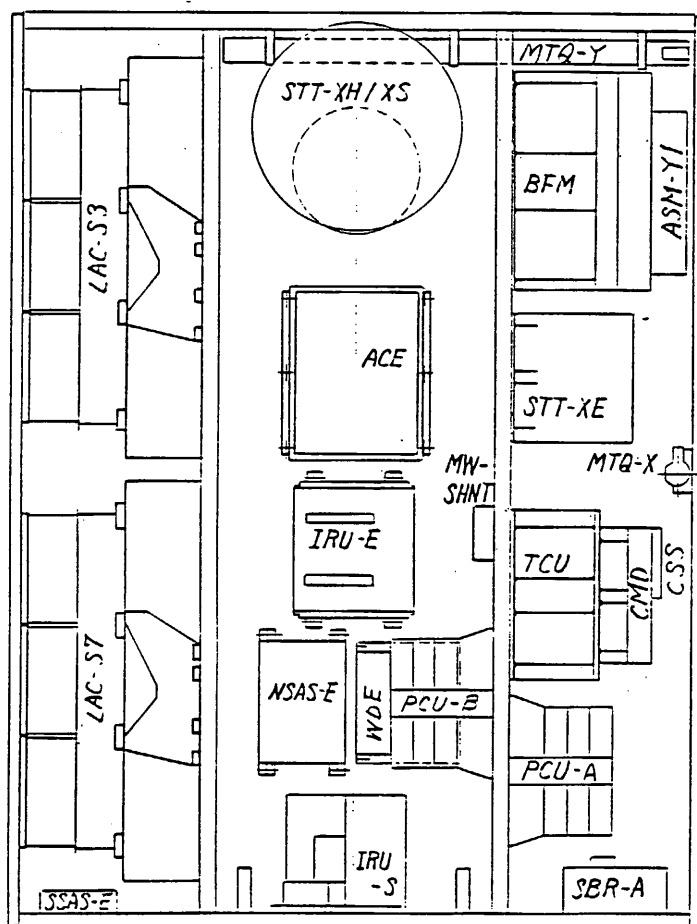
センターパネル (1)

図6.1-1 (6/11) ASTRO-C 機器配置図



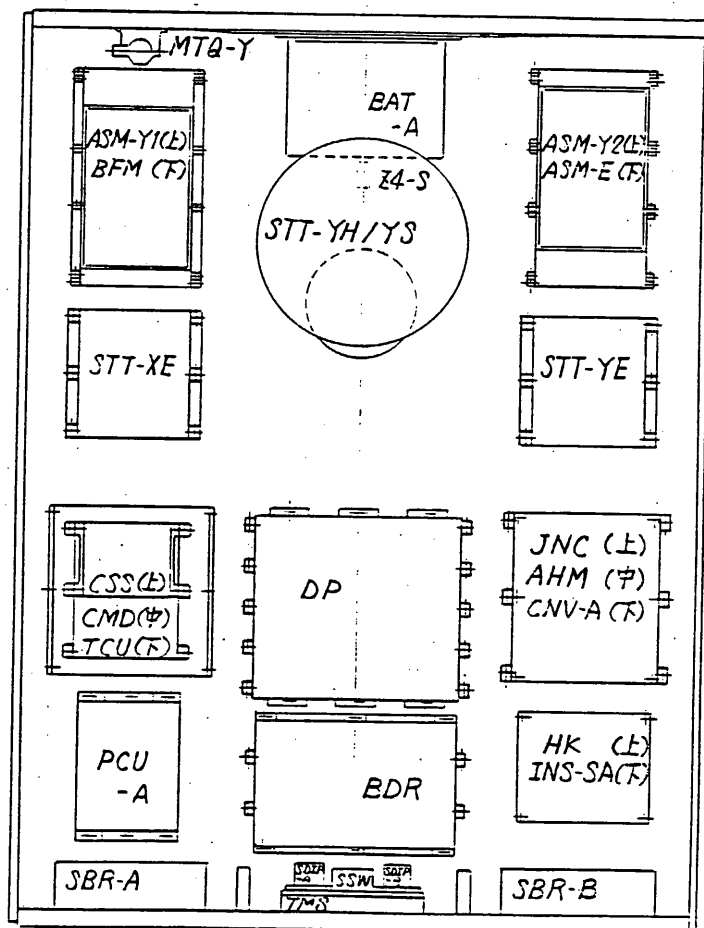
センター・パネル(?)

図6.1-1 (7/1) ASTRO-C 機器配置図



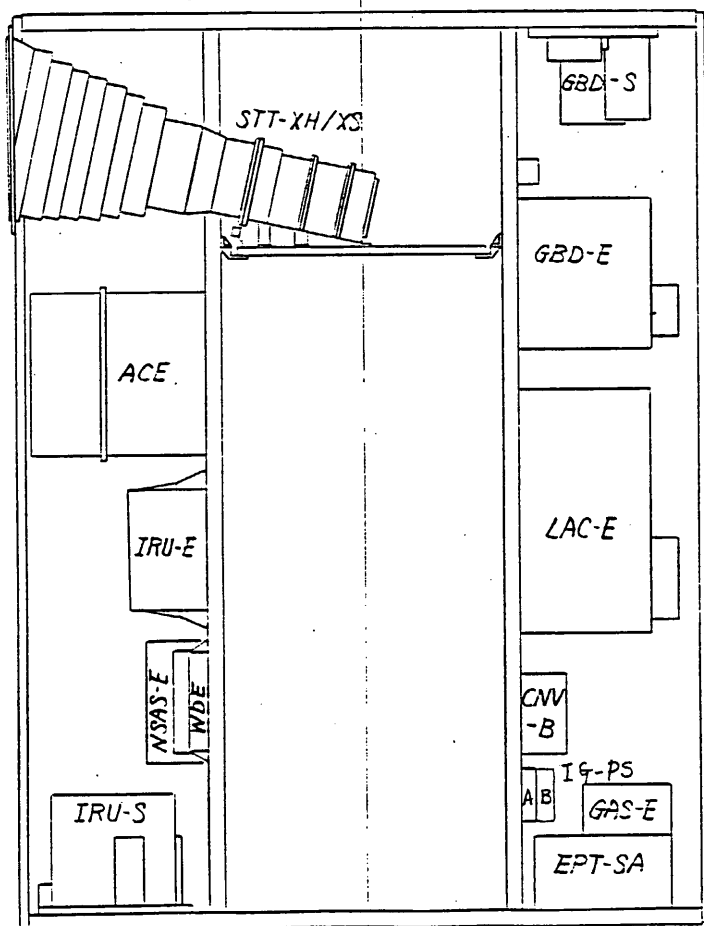
センターパネル(3)

図6.1-1 (2/1) ASTRO-C 機器配置図



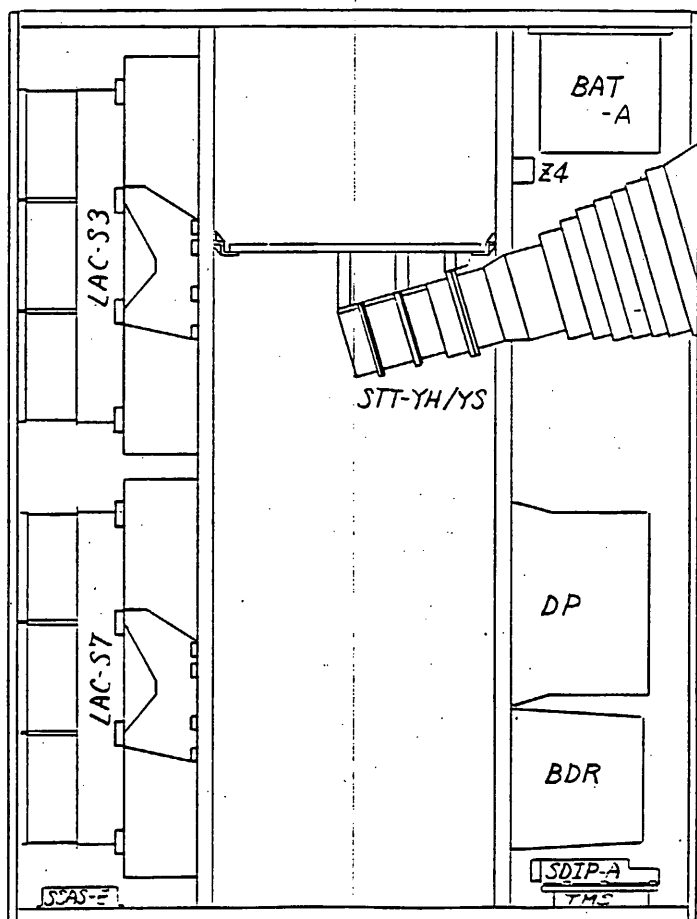
センターパネル(4)

図6.1-1 (9/1) ASTRO-C 機配置図



① ③ 断面

图 6.1-1 (10/11) ASTRO-C 機器配置图



② ④ 断面

图6,1-1(1/1) ASTRO-C 機器配置图

6.1.3 衛星構造の設計条件

(1) 総合試験時の機械的環境条件

(a) 正弦波振動

周波数範囲(Hz)	推力軸方向試験レベル	横方向試験レベル
10～ 12	0.69 mm 0-P	0.23mm 0-P
12～ 15	2.2 mm 0-P	2.76mm 0-P
15～ 30	0.69 mm 0-P	0.23mm 0-P
30～ 80	2.5 G 0-P	0.83 G 0-P
80～ 500	1.0 G 0-P	0.5 G 0-P
500～ 2000	5.0 G 0-P	1.67 G 0-P

各軸とも1往復 掃引速度 1 oct/min

(b) ランダム波振動

推力軸方向

周波数範囲(Hz)	試験レベル	備 考
20～ 40	$3 \times 10^{-2} \text{ G}^2/\text{Hz}$	試験時間 1min 2.13 Grms
40～ 99	-12 dB/oct	
99～ 422	$8 \times 10^{-4} \text{ G}^2/\text{Hz}$	
422～ 700	12 dB/oct	
700～ 2000	$6 \times 10^{-3} \text{ G}^2/\text{Hz}$	

横方向

周波数範囲(Hz)	試験レベル	備 考
20～ 50	$1 \times 10^{-2} \text{ G}^2/\text{Hz}$	試験時間 1min/軸 2.85 Grms
50～ 76	-18 dB/oct	
76～ 510	$8 \times 10^{-4} \text{ G}^2/\text{Hz}$	
510～ 1000	9 dB/oct	
1000～ 2000	$6 \times 10^{-3} \text{ G}^2/\text{Hz}$	

(c) 衝撃

推力軸方向 +25G, -10G⁺

横方向 5G⁺ 10msec 半正弦波

* : 試験は実施しない。

+ : 圧縮 - : 引張り

(2) 打上げ時の機械的環境条件

(a) 定常加速度

時 期	推力軸方向加速度	横方向加速度
1 段目燃焼時	+8.0 G	7.0 G
3 段目燃焼時	+15.0 G ⁺	—

* : 振動成分 3 G が含まれる。

+ : 圧縮

(b) スピン

132 r.p.m.

(c) マルマンクランプ締付力

3073 kgf

(d) 衛星とロケットとの分離スプリング力

1 個所当たり 100 kgf 合計 1200 kgf

(3) 軌上での機械的環境条件

太陽電池バドル展開ラッチ時にヒンジ部に負荷される最大曲げモーメント
15 Kg・m

(4) 荷重条件

衛星構造が受ける最大荷重は、前項(1),(2) および(3) の機械的環境条件を組合せたものである。本衛星構体は、下記に示す荷重条件に耐えなければならない

Case I ----- 1 段目燃焼時（推力軸方向と横方向荷重の組合せ）静荷重

Case II ----- 総合試験時の正弦波振動荷重

Case III ----- 総合試験時の衝撃荷重

(5) 強度基準

前項(4) の荷重条件に対し、構体は 1.25 以上の安全率（強度率）を有すること

$$\text{安全率: } S.F = \frac{\text{許容応力（材料の耐力又は座屈応力）}}{\text{前項(4) の荷重で生じる応力}} \geq 1.25$$

(6) 剛性基準

基本振動数 ≥ 25 Hz

6.1.4 構体設計

構体は大別すると構体本体とパネル類より構成される。構体本体はロケット結合リングセンターパネルを中心構造とし、ベースパネルをアウトリガーおよび内部アウトリガーで支持する構造である。また、パネル類は側面パネル、上部パネル、底部パネルおよびSTTパネルに分けられる。本構体は搭載機器の実装上の要求条件を満足させながら、その軽量化を最重点に設計されたものである。

図 6.1-2 ASTRO-C 構体概略図を示す。

図 6.1-3 ASTRO-C 構体部材構成図を示す。

(1) 構体本体

(a) ロケット結合リング

衛星下端のロケット結合リングは M-3S II ロケットの衛星接手との結合部分であり、2分割方式のVバンドカップリングで結合される構造で、衛星全体の荷重を支持する Al 合金製薄肉円筒構造である。

(b) センターパネル

4枚のパネルによりⅡ型に組合された構造となっており、搭載機器の大部分が取付けられる板厚 25 mm の Al ハニカムサンドイッチ板である。

(c) ベースパネル

上、下面に搭載機器が取付けられ、ロケット結合リング、16個の内部アウトリガーおよび16個のアウトリガーによって支持される板厚 25 mm の Al ハニカムサンドイッチ板である。

(d) アウトリガーおよび内部アウトリガー

ロケット結合リングより放射状に配置された Al 合金製ベースパネル支持部材である。

(2) 側面パネル

側面パネルは衛星側面の外皮となり、上部パネル、センターパネルおよびベースパネルに取付けられる。側面パネルの内、外面は熱制御のための表面処理がなされた板厚 12 mm の Al ハニカムサントイッチ板である。

(3) 上部パネル

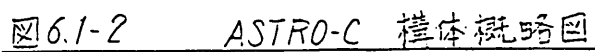
上部パネルは衛星上面の外皮となり、内側はセンターパネルに、外側は側面パネルに取付けられる。上部パネルの内、外面は熱制御のための表面処理がなされた板厚 25 mm の Al ハニカムサントイッチ板である。

(4) 底部パネル

ロケット結合リングの下端に取付けられ、衛星分離スプリングの受け面となりパネルの内外面は熱制御のための表面処理がなされた板厚 8 mm の Al ハニカムサントイッチ板である。

(5) STT パネル

センターパネルの中段部に取付けられ、2 台の STT-S が取付けられる構造で板厚 12 mm の Al ハニカムサントイッチ板である。



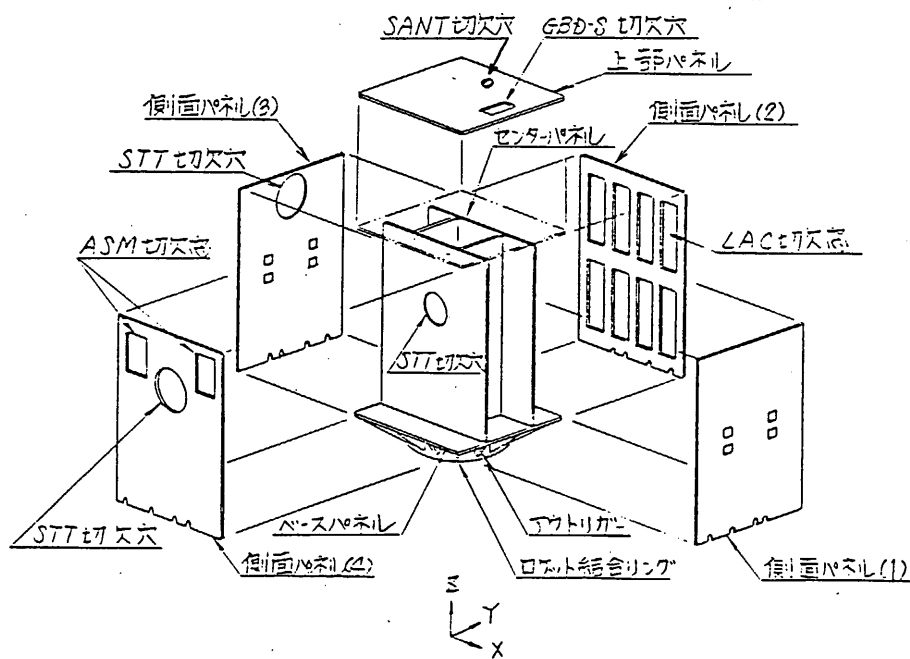


図 6.1-3 機体部材構成図

6.1.5 構造解析

(1) 動解析

ASTRO-C 衛星構造の動解析用数学モデルは、衛星本体部（節点数 260、構造要素数 698）と4枚の太陽電池パドル（1枚当たり、節点数 32、構造要素数 40）の合計5個の部分構造から成り、搭載機器、構体およびパドルの質量は集中質量として、各節点に振り分けた。解析は、構造解析プログラム「NASTRAN」を用いモード合成法により衛星全体の固有モード解析、正弦波振動応答解析および衝撃応答解析を実施した。

(2) 応力解析

ASTRO-C 衛星構造の静解析用数学モデルは、総節点数 813、構造要素数 1854、自由度数 4215 である。下記に示す荷重条件で構体各部に生じる応力を構造解析プログラム「NASTRAN」を用いて解析した。

荷重条件

- (a) 衝撃試験時（推力軸圧縮 40 G、太陽電池パドル 50 G）
- (b) 正弦波振動試験時（横方向 8.3 G）
- (c) 1 段目燃焼時（推力軸圧縮 7 G、横方向 5 G の組合わせ）
- (d) 3 段目燃焼時（推力圧縮 15 G、スピン 132 rpm の組合わせ）

応力解析の結果、構体各部の発生応力、許容応力および安全率（強度率）は、下表に示すとおりであり、十分な強度を保持する構体を設計することが出来た。

応 力 解 析 結 果

部 材	発生応力 (Kgf/mm ²)	許容応力 (Kgf/mm ²)	破壊モード	安全率（強度率）
ロケット結合リング	3.63 1.83	17.6 10.7	圧縮座屈 剪断 //	3.30
アクトリカ	4.51	5.3	圧縮座屈	1.18
内部アクトリカ	4.01	7.75	//	1.93
ベースパドル	5.35	17.7	リングリング	3.31
センターパドル(1)	8.21	25.0	//	3.05
センターパドル(2)	10.7	28.9	//	2.70
センターパドル(3)	7.14	25.0	//	3.50
センターパドル(4)	9.83	25.0	//	2.54

6.1.6 構造試験

(1) 概要

ASTRO-C 構造モデル（構体）の構造試験は、

昭和59年10月31日～12月 4日 静荷重試験

昭和59年12月 5日～12月25日 振動試験

昭和59年12月26日 衝撃試験

に実施した。試験の結果、構体は所要の強度と剛性を保持していることが確認された。

従って、構体は ASTRO-C 衛星構体として十分な機能を果たすことが確認された。

(2) 静荷重試験

静荷重試験は、6.1.3 項(4) の荷重条件に対して 125 % を負荷する5種類の試験を実施した。

(a) 総合試験正弦波振動試験時 X方向強度確認試験

横方向（+ X軸方向）に 10.375 G の荷重を負荷する。

(b) 1段目燃焼時 Z/X方向強度確認試験

推力軸方向（Z軸方向）圧縮荷重 8.75 G および（+ X軸方向）に 6.25 G の荷重を同時に負荷する。

(c) 総合試験正弦波振動試験時 Y方向強度確認試験

横方向（+ Y軸方向）に 10.375 G の荷重を負荷する。

(d) 1段目燃焼時 Z/Y方向強度確認試験

推力軸方向（Z軸方向）圧縮荷重 8.75 G および横方向（+ Y軸方向）に 6.25 G の荷重を同時に負荷する。

(e) 総合試験衝撃試験時 Z方向強度確認試験

推力軸方向（Z軸方向）に衛星本体 50 G およびパドル 62.5 G の圧縮荷重を負荷する。

構体各部の強度、剛性確認は、構体各部の歪 411 点および変位 44 点を測定して検証した。

試験結果は、表 6.1-2 に示すとおりであり、所要の強度と剛性を保持していることが確認された。

(3) 振動試験

振動試験は、6.1.3 項(1) の正弦波振動試験およびランダム波振動試験レベルにより、推力軸方向および横方向2軸に対して実施した。

供試体には、重量・重心位置を合わせたダミー機器を構体に取り付けたものを使用した。各試験において、構体各部の応答加速度 45 点、動歪 13 点を測定した。

振動試験の結果、衛星構造の横方向1次の固有振動数は、29 Hz（X軸方向）および 27 Hz（Y軸方向）であり、推力軸方向1次の固有振動数は、105 Hz付近であることが解った。試験後の外観検査および取得データ分析の結果、構体各部には何等異常なく、所要の強度と剛性を保持していることが確認出来た。

表 6.1-3 に振動応答加速度の測定結果を示す。

(4) 衝撃試験

衝撃試験は、6.1.3 項(1) の衝撃試験レベルにより2回実施した。

振動試験と同様に、重量・重心位置を合わせたダミー機器を構体に取り付けて実施した。構体各部の応答加速度 45 点、動歪 13 点を測定した。

衝撃試験の結果、構体各部には何等異常なく、所要の強度と剛性を保持していることが確認出来た。表 6.1-4 に衝撃応答加速度の測定結果を示す。

表6.1-2 ASTRO-C 構造モデル静荷重試験結果（設計荷重 × 1.25倍負荷）

部 材	試験結果 応力 (Kgf/mm ²)	許容応力 (Kgf/mm ²)	試験条件
ロケット結合リンク	4.04	17.6	(e)
アクトリカ	5.34	6.17 ^(注)	(e)
内部アクトリカ	4.91	7.75	(e)
ベースパネル	3.69	17.7	(c)
センサーパネル(1)	7.25	25.0	(c)
センサーパネル(2)	7.32	28.9	(e)
センサーパネル(3)	4.93	25.0	(e)
センサーパネル(4)	10.1	25.0	(e)

(注) 実測板厚による許容応力

表6.1-3 ASTRO-C 構造モデル振動試験加速度測定結果（最大加速度）

測 定 場 所 (いずれも面外方向)	推力軸 Z加振		横 軸 X加振		横 軸 Y加振	
	正弦波 (G)	ランダム (Grms)	正弦波 (G)	ランダム (Grms)	正弦波 (G)	ランダム (Grms)
ベースパネル	6.4	2.14	3.4	1.52	2.6	1.52
センサーパネル(1)	9.5	1.18	16.0	2.37	2.5	0.63
センサーパネル(2)	6.3	1.44	3.7	1.44	6.1	2.07
センサーパネル(3)	18.0	1.53	9.6	1.74	7.0	1.13
センサーパネル(4)	17.0	2.18	5.0	1.77	7.0	1.94
上部パネル	15.2	3.85	9.5	2.46	4.2	1.84
太陽電池パネル(1)	12.0	2.59	9.9	6.41	5.5	1.63

表6.1-4 ASTRO-C 構造モデル衝撃加速度測定結果

測 定 場 所	応答加速度 (G)
ベースパネル 面外	25.4
センサーパネル(1) 面内	28.6
センサーパネル(2) 面内	29.3
センサーパネル(4) 面内	30.7
上部パネル 面外	35.7
太陽電池パネル(1) 面内	36.4

6.2 熱設計

宇宙科学研究所 林研究室
日本電気㈱

6.2.1 概 要

ASTRO-C の熱設計においては、従来の科学衛星にない下記条件が与えられた。

- (1) ノンスピンモードの運用があり、長期にわたって特定の面が太陽光の照射を受ける（従来の衛星は常にスピンしていた）。
- (2) 衛星のサイズが大きい（重量にして約2倍）。
- (3) 搭載機器による衛星内部の最高発熱量が従来衛星の約3倍となっている。しかし、最低発熱量は従来衛星並みである。
- (4) 搭載機器の要求温度範囲が狭い。特に、BAT は $0\sim 25^{\circ}\text{C}$ （従来は $-5\sim 40^{\circ}\text{C}$ ）、MW は $0\sim 60^{\circ}\text{C}$ （従来は $-20\sim 55^{\circ}\text{C}$ ）。

これらの条件は、衛星熱制御システムにとってたいへん厳しいものであり、従来衛星の受動型熱制御方式（衛星表面の熱光学特性の選択と熱伝導により制御する方式）では、搭載機器の要求温度範囲を維持することは、困難であることが予想された。

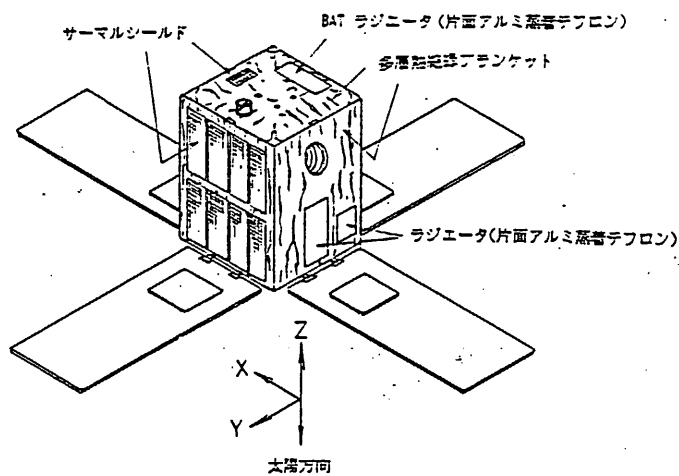
しかし、検討の結果下記の対策を講じることにより、各搭載機器の要求温度範囲を維持できることが判明した。

- * 多層熱絶縁ブランケットおよびサーマルシールドによる軌道熱入力の変断。
- * ヒータによる能動型熱制御方式の大幅な採用。
- * ラジエータによる内部発熱の放散。

図6.2-1 は、これらの設計概要を示している。

6.2.2 熱設計条件

衛星の熱設計要求条件を表6.2-1 に示す。

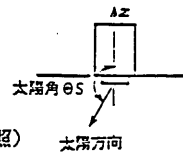


(注) ヒータは機器に内蔵されている

図 6.2-1 衛星の外観と熱制御系の概要

表6.2-1 熱設計に関する諸条件

項 目	条 件
軌 道	遠地点高度 500 km 近地点高度 500 km 傾 斜 角 31 deg
姿 勢	太陽角 θ_S (図6.2-1 の Z 軸方向と太陽方向のなす角) 135 ~ 180 deg
日 陰 率	0.277 ~ 0.378
スピン率	0 ~ 5 rpm
衛星形状	1m × 1m × 高さ 1.6 m (図6.2-1 参照)
機器発熱量 (合計)	48 ~ 165 W (軌道一周平均)
機器要求温度	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> BAT-A, B MW LAC-S0~S7, ASM-Y1, Y2, GBD-S LAC-E, GBD-E ASM-E, BDR, BFM STT-XS, STT-YS CMD IRU-E その他の殆どの機器 </div> <div> 観測時 非観測時 </div> <div> 0 ~ 25 °C 0 ~ 60 °C -20 ~ 50 °C -30 ~ 50 °C -25 ~ 50 °C -30 ~ 50 °C -26 ~ 53 °C -20 ~ 50 °C -20 ~ 55 °C -30 ~ 60 °C </div> </div>
寿 命	打ち上げ後 1 年



6.2.3 熱設計

本衛星は（他の衛星にも言えることだが）軌道上で、（1）太陽光、（2）アルベド光（太陽光の地球による反射光）、（3）地球が放射している赤外線にさらされる。この中で太陽光による影響が大きな比重を占める。

日照中、衛星本体を直射する太陽光エネルギーは、太陽光強度の季節変化（ $1.3 \sim 1.4 \text{ kW/m}^2$ ）および太陽角 θ_s の変化（ $135 \sim 180 \text{ deg}$ ）により、約 1.3 kW から約 2.4 kW まで大きく変化する。この変化量は太陽角 θ_s によるところが大であり、これは衛星本体のZ軸方向の長さがX軸Y軸の長さに比較して長いという外觀形状に起因する。さらに、ノンスピンモードの運用がある為、ある特定の面に集中して太陽光が照射される。これらの要因により、衛星は過酷な熱環境下に置かれることになる。

このような熱環境下にあっても、衛星の温度を適切に維持する為には、衛星を外部熱環境から遮断することが必要となる。この目的のため、図 6.2-1 に示すように衛星外被を多層熱絶縁ブランケットで覆っている。

しかし、衛星全体を多層熱絶縁ブランケットで覆ってしまうと、衛星内部で発生する熱エネルギーを放出しにくくなる。本衛星は、内部発熱量つまり、宇宙に放出しなければならない衛星内部の熱エネルギーは従来衛星に比較して約3倍となっている。衛星の熱エネルギーは赤外線として宇宙へ放出される為、放熱用の熱制御材としては、赤外線輻射率が大きく、太陽光吸収率の小さいものが有効である。この性質を持つものに片面アルミ蒸着テフロンがある。これを、発熱の比較的大きい領域の衛星外被パネルに設けることによりラジエータを形成し、衛星の温度上昇を防いでいる。

以上述べた、多層熱絶縁ブランケット、アルミ蒸着テフロン等による熱制御方式は、受動型方式に属し、これらは、衛星から宇宙へ放出される熱エネルギー量を自ら制御する機能は持っていない。従って、衛星内部の発熱があまり変化しない場合、受動型熱制御方式のみで衛星の温度をある程度まで維持できるが、本衛星のように衛星内部発熱量の変化が大きい場合は、受動型のみでは困難である。解析によると、受動型の場合、機器温度は $-40 \sim 60 \text{ }^{\circ}\text{C}$ となり、機器要求温度を維持することはできない。

これを解決する方法としては、

- * サーマルルーバの使用
- * ヒータの使用

＊ サーマルループとヒータの併用

が考えられる。本衛星においては、実装スペース等の関係でヒータが使用されている。

熱制御用ヒータは搭載機器に内蔵されており、その概要を表 6.2-2 に示す。

表 6.2-2 において、STT-XE, STT-YE, IRU-E, MW については、地上からのコマンドによるヒータ ON/OFF 制御となっている。これらの機器は、発熱が多く、自分自身だけでなく、衛星全体の温度ポテンシャルを左右する。その為、これらの機器にヒータを内蔵し、衛星内部の発熱変化をできるだけ一定化すべく配慮されている。

BAT は、他の機器に比較して、要求温度範囲が特に狭い為、単独熱制御が可能のように衛星本体と極力熱的に分離されている。この為、BAT の温度は、それ自体の発熱量に大きく支配される。本衛星の BAT は、最高発熱量が従来衛星の約10倍、最低発熱量は従来衛星並みと、発熱量の変化幅が大きくなっている。このような BAT の温度を維持する為に、最高発熱時の熱エネルギーを放出するのに十分な面積のラジエータを図 6.2-1 のように実装し、発熱量の小さい時は、ヒータによってそれを補うという手段を講じている。このヒータは、地上からのコマンドによりマニュアルで ON/OFF 制御することが煩雑な作業となる為、自動 ON/OFF 制御方式となっている。

IRU-S は、姿勢検出部の温度をほぼ一定に保つ目的で、自動制御ヒータが内蔵されている。

サーマルシールドは、図 6.2-1 に示すように観測機器（LAC-S, ASM-Y, GBD-S）用の窓に実装される。多層熱絶縁ブランケットでは、観測目的であるX線およびγ線を殆ど透過しないので、その代用として、フィルム状の片面アルミ蒸着カプトンや両面アルミ蒸着マイラを用いて、衛星を外部熱環境から絶縁している。

その他の熱制御上の配慮としては、

＊ 温度の均一化をはかる為、衛星内面は黒色塗装にしている。ただし、LAC-S および BAT の近傍は金属素地である。

＊ MW は、衛星構体との結合面に熱絶縁ワッシャを挿入して周囲との熱伝導結合を小さくし、かつ表面を黒色塗装と金属素地の併用により適切な輻射結合係数を実現している。これらの処置により、MW は、自己発熱によって、低温化が防止され（下限要求温度が0℃）、要求温度が維持されている。

等があげられる。

表6.2-2 ヒータの概要

ヒータ内蔵 機器名	ヒータの 発熱量 (W)	ヒータの 制御方法	備 考
STT-XE	8.0	地上からのコマンド による ON/OFF	機器 OFF 時に ヒータを ON
STT-YE	8.0	〃	
IRU-E	12.0	〃	
MW	15.0	〃	機器の ON/OFF とは 独立に制御可能
BAT-A, B	0 ～ 50.0	自動制御	常時自動制御
IRU-S	5.0 ～ 16.0	〃	

6.2.4 解 析

前記の設計に基づき、衛星各部の温度予測計算が行なわれた。

その結果は良好であり、各搭載機器は要求温度範囲内に維持されている。

第Ⅶ章 信頼性と品質管理

第7章 信頼性 品質管理

宇宙科学研究所 後川研究室
日本電気(株)

A S T R O - C に搭載する各サブシステム、及び衛星に関して、N E C が行う信頼性管理、部品プログラム、品質管理について述べる。

7.1 信頼性管理

信頼性管理は、科学衛星に対する標準信頼性プログラム計画書により行った。

(1) 信頼性解析

F M のシステム及びサブシステムの信頼度予測、F M C E A を実施する。これらを実施するサブシステムは、A S T R O - C 信頼性プログラム計画書で明確にする。

(2) 部品プログラム

既に制定したA P L の維持を行う。フライト用に使用される部品は、すべてこのA P L から選定されるよう管理している。

また、部品が適切に使用されていることを確認するために部品適用審査を実施する。実施するサブシステムは信頼性プログラム設計書で明確にする。

(3) 故障処理

社内検査／試験及び宇宙科学研究所における試験中に発生した故障に対しては、当事業部の手順書又は別途制定される手順によって処置を行う。

また特に重要と思われる故障については、不具合解析報告書を作成し、故障内容、処置及びその経過、再発防止処置を報告する。

7.2 品質管理

7.2.1 概要

A S T R O - C 衛星の品質保証については、従来の衛星の管理レベルとほとんど差異はなく、PM時に実施した管理状況を検討のうえFMとしての管理項目を定め確実に実施する。

7.2.2 PM時に実施した管理状況の検討

PMのプログラム推進にあたっては「科学衛星標準品質プログラム指示書」に従って実施した。主な項目は下記の通りである。

- (1) 品質記録の確認、収集及び／チェック。
- (2) 不具合処理。
- (3) 主要外注品目に対する品質管理の要求及び外注業者に対する品質管理状況等の審査の実施。
- (4) 総合試験においては、適宜試験実施状況についての確認を実施。

上記に示す事項を行ったことにより、PMの管理における問題は特になかった。よって、FMにおいてもこれらの事項はそのまま実施する。

7.2.3 FMの管理項目

FMの管理項目は、PM時に設定した上記各項目に加え、下記に示す事項とする。

尚、実施にあたっては科学衛星標準品質プログラム指示書に基づいて品質プログラムを実施する。

- (1) C-MOS部品に対する静電破損防止対策
これまでの衛星と同様に静電破損防止のためのマニュアルに従って作業を徹底する。
- (2) 工事レイアウトの作成
図面指定のみでは作業手順、工事方法が困難のアイテムについて、工事レイアウトを作成する。
- (3) トレーサビリティ管理
クリティカル部品及びユニット等トレーサビリティ管理を要するアイテムについては、管理手順に従い実施する。

第Ⅷ章 打ち上げロケットと軌道

第8章 打ち上げロケットと軌道

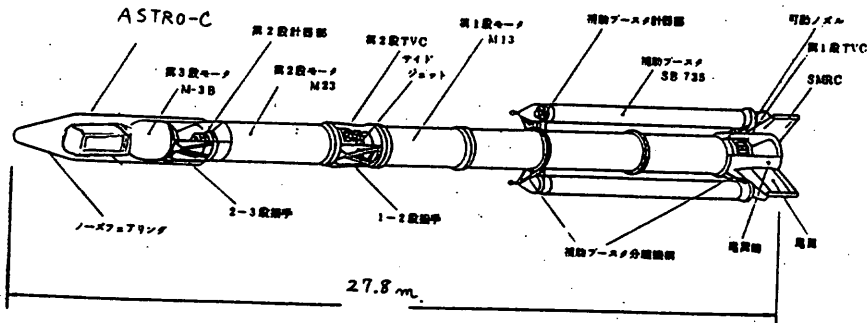
1985年9月11日

宇宙科学研究所 松尾研究室

(1) ロケット : M-3SII-3号機

発射日時 : 1987年1~2月 15時15分(JST)

M-3SII-3号機は、M-3SII-1、2号機と同型であるが地球脱出用に使用されていた第4段(キックモータ)は無く、3段式固体ロケットである。性能および機能は1、2号機の飛しょう実験で確認されている。概観図を示す。



(2) 重量データ

ASTRO-C	442. Kg,	3段計器部	17. Kg
B3ig	4042. Kg,	B3bo	747. Kg
B2ig	17014. Kg,	B2bo	6682. Kg
フレオン	44.25		→32.75
B1ig	51189. Kg,	B1bo	24048. Kg
フレオン	269.23		→134.615
Subig	10232.2 Kg,	Subbo	2191.2 Kg

(3) ASTRO-C軌道(暫定軌道であり今後変更の可能性あり)

a	6949.18	Km	
e	0.010093		
i	31.1003	Deg	
Ω	41.1543	Deg	-6.3192 Deg/Day
ω	100.3231	Deg	9.8372 Deg/Day
M	1.3635	Deg	
Epoch	X+494	Sec	

Ω は発射時のGWMよりの角度

Hpe	500.9	Km
Hap	641.2	Km
P	96.086	Min

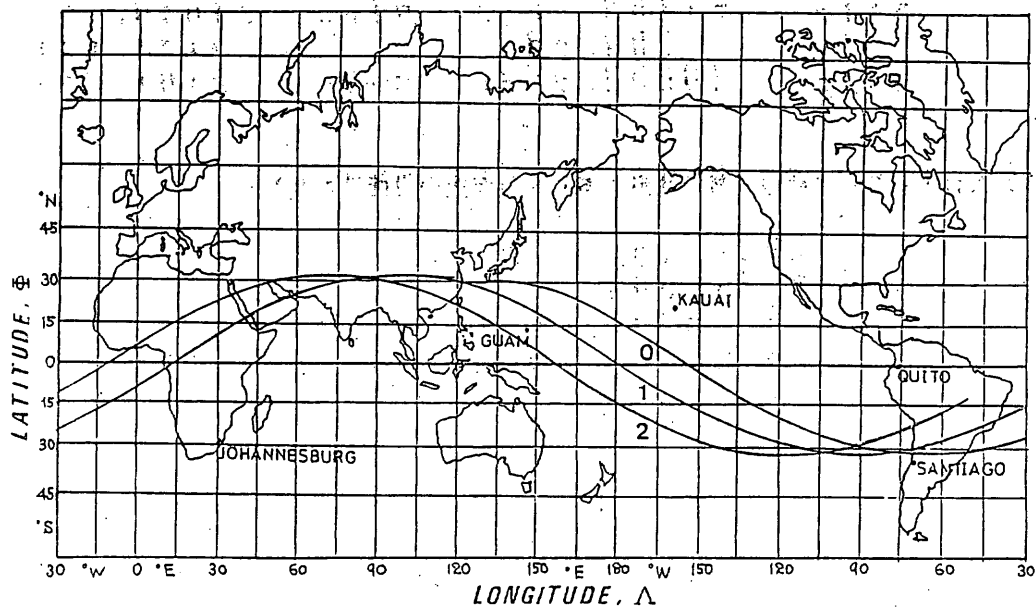
(4) ASTRO-C 可視予定

KSC-10mアンテナ

月/日	REV. No	TIME (JST)	EL (Deg)	AZ (Deg)	RANGE (Km)
2月15日	0	15:15	(発射)		
		15:24	11.0	91.1	1669.
		15:25	5.6	91.3	2066.
		15:26	1.4	91.4	2466.
	1	16:56	1.3	276.5	2484.
		17:02	55.9	180.1	614.
		17:07	3.8	113.2	2243.
	2	18:38	1.4	268.0	2473.
		18:43	18.8	208.7	1283.
		18:48	2.6	145.7	2391.
2月16日	12	10:12	2.4	187.5	2505.
		10:16	7.8	144.6	1993.
		10:20	0.5	104.4	2634.
	13	11:51	1.1	229.9	2608.
		11:57	30.5	154.3	966.
		12:02	3.1	88.3	2322.

(5) 軌道投影図

ASTRO-C ORBIT PROJECTION



第Ⅸ章 運用管制と地上データ処理

(運用管制は計画書で掲載します)

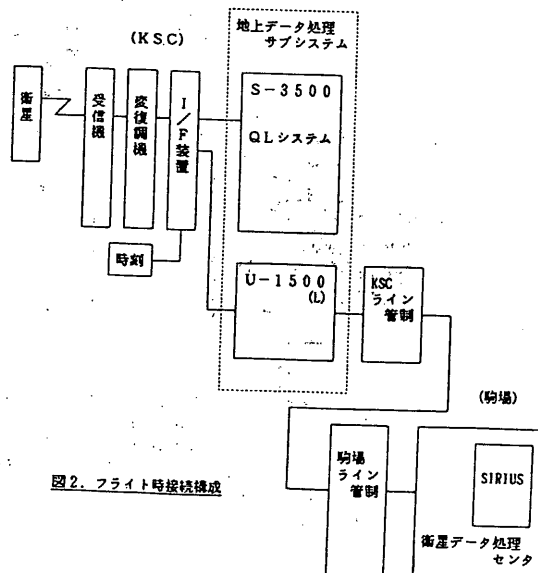
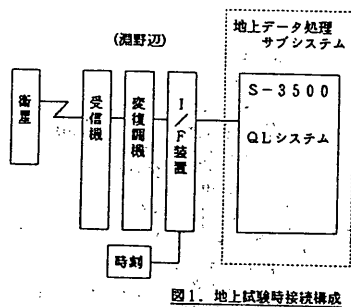
9.1 地上データ処理

宇宙研、宇宙線研 GSE 研
ファコム・ハイタック株式会社

1. まえがき

科学衛星総合管制システムのうち地上データ処理サブシステムには、共通系としてPCMデータ（リアルデータ、再生データ）の取得、再生データの時刻付け、保存、駒場の衛星データ処理センタへの伝送を行うU-1500（T）と、観測系としてPCMデータ（リアルデータ）の取得、保存、リアルタイムでのCRT/GDへの表示、取得後の事後解析を行うS-3500の2サブシステムがある。図1に淵野辺での地上試験時の接続構成を、図2にフライト時のKSC及び駒場（淵野辺）の接続構成を示す。

本項では観測系のS-3500システムに関して主に述べる。



2. 機能概要及び構成

本システムは、地上試験およびフライト時にASTRO-CのPCMデータを取得して衛星および観測器の状態をCRT、GDに出力し、観測者、運用者がリアルタイムに確認する事と、取得したデータを使用して、事後解析処理に使用する事を目的に新たに導入されたものである。従来、U-200/U-300で行っていた共通系のCRT表示は今回S-3500で行う。

ハードウェア構成を図3に示す。

(1) クイックルック (QL) 処理

PCMデータ (リアルデータ) をテレメタインターフェース装置 (I/F装置) を介してリアルタイムで取込み、データのDISKへの保存、CRTへのステータス/グラフ出力、GDへの図形出力を行う。

(2) ディレイルック (DL) 処理

DISK上のPCMデータを使用して、QL処理と同様の処理を行う。

(3) バッチ処理

1) DISK上に保存されたPCMデータをMTにSAVEする機能およびSAVEしたMTデータ、又はU-1500 (T) で取得/時刻付けされた再生データを、DISK上にLOADする機能を持つ。

2) DISK上のPCMデータを使用して事後解析処理を行う為にバッチサブモジュールを作成する。

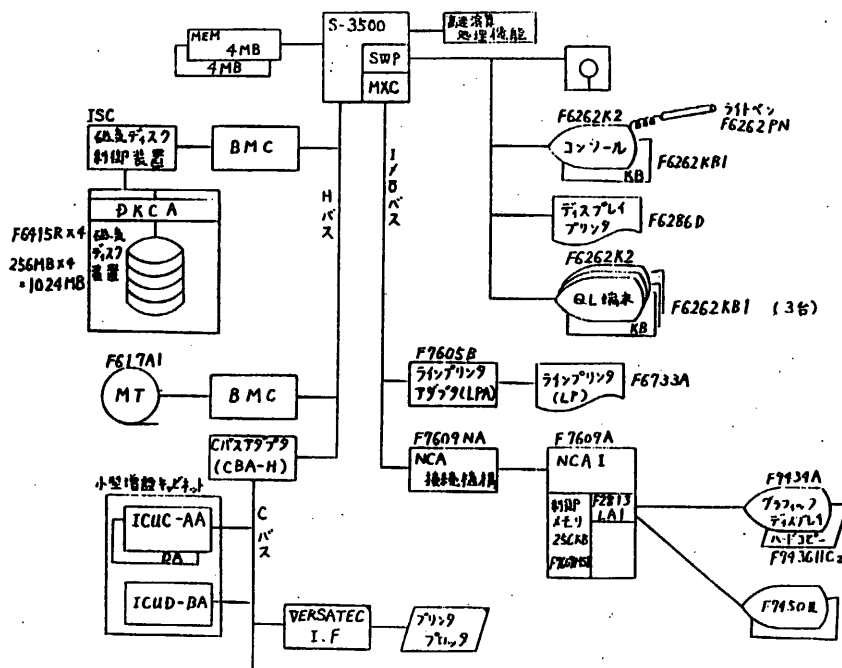


図3. ハードウェア構成

3. QL処理

リアルタイムのデータ受信時に行う処理としては以下のものがある。

- ・PCMデータ（リアルデータ）の取込み、及びDISKへの格納
- ・各種ステータス、データ等のCRT表示及びそのハードコピー（LPへの出力）
- ・各種データのモニタリング用GD表示
- ・STTデータのGD表示

3. 1 リアルデータの取込み及びDISKへの格納

衛星から受信されたデータは1フレーム（128バイト）毎に、付加情報（時刻等8バイト）と共にI/F装置から、HIGHビットレート（16KBPS）で62.5 msecごと、LOWビットレート（2KBPS）で500 msecごとに、ICU経由で取り込まれる。S-3500では、取り込んだPCMデータをブロッキングしてDISKに書き込む。I/F装置からはこの他、運用開始時にメッセージデータ（SAコード、通年日等）が読み込まれ、DISKに記録される。DISK上のデータは1運用単位に管理される。

3. 2 CRT表示処理

PCMデータの内容を各種機器毎に分類／編集して、キャラクタ・ディスプレイ（CRT）に表示する。画面は以下に示す9種あり、ファンクション・キー（F/K）により切り替えられ、約4秒毎に最新のステータスやグラフを表示すると共に、任意の時点での表示をラインプリンタ（LP）に出力する事ができる。又CRTは4台あり、いずれのCRTでもすべての画面を見ることが出来る。表示例を図4に示す。

- ・フレームデータ16進ダンプ
- ・共通系ステータス
- ・HKデータ
- ・ACSデータ／ステータス
- ・打ち上げ時シーケンス画面
- ・LAC（5画面）
 - ステータス表示
 - MPC-1, 2モードデータグラフ表示
 - MPC-3モードデータグラフ表示
 - PCモードデータグラフ表示
- ・GBD（2画面）
 - ステータス表示
 - THデータ グラフ／数値表示
 - PHデータ グラフ／数値表示
- ・ASM（4画面）
 - ステータス表示
 - ASMモード時の計数率グラフ表示
 - ASMモード時の計数率数値表示
 - 計数率・PCカウン트의グラフ表示
 - 計数率・PCカウン트의数値表示

```

** ASTRO-C QL * COMMON ** REV 12345 UT 85.07.22 00.00.00 RL 512 FIL OF
FI 2 00 SERB A OF 000 B OF 000 S/B U/B CAB 0-0 BCAB ***** 00/00
--COMMAND--DPID--LAC--ASM--GEO--
LOCK OF B DATA REAL LAC1 OF H00 OF 0 ASMA OF SCHV OF 0
DC 00 BTR 512 LAC2 OF HV1 OF 0 AMC OF PCHV OF 0
EXE 00 MODE ***** BYPS OF HV2 OF 0 AHV OF DIS GEDA OF 0
PROG ***** LAC-M OF HV3 OF 0 HV1 OF 0 RBM OF 0
** RBMFLG OF CAL-SY OF HV4 OF 0 HV2 OF 0 FLAG MAN
DEL DIS ME-CHK *** CAL OF HV5 OF 0 RBM DIS
BC 00 00 OSC B HV6 OF 0 BDR DIS
ENA *** HV7 OF 0
**** --TM-- --BDR OF -- --BAT-- --AHM OF --
PC STOP TMS OF CMD ***** LIN BKUP UVC OF 16.95V CONT DIS
ADD 0000 PWR LOW MODE CHG MAN HTR1 MAN OF SIG BUSV 0.0V
CLR OF MOD OF BMD 0-8 FULL HTR2 MAN OF LODI 0.00A
HAM-PC ER DAT REP REP-ER 2B DIS BAT1 0.0C COUNTA +28 0.0V
HAM-OG ER TMU OF BMD-ER TRC 1 45C BAT2 0.0C M <1.0 +5 0.00V
--SBR-- MOD OF --- SHNT OF --- COUNTB MK -12 0.00V
(A) S0 OF DAT REP SNT1 OC SNT2 OC K 1.0
AGC 000 SANT B -NSAS OF - --- BFM OF --- RAM-MD NML QDIS 0.0AH
LPS 000 UANT B CON 000000D OPE TRNS ST-AD *** QRES 0.0AH QMIN 0.0AH
(B) S0 OF RANG OF -SSAS OF - ***** QFUL 0.0AH
AGC 000 --CONT-- S *****RPM TR-EN ***** SP-AD *** HTR OF QTRC 0.0AH
LPS 000 *****D/S ANG ***** D AC-AD ***** BFM 0.00C QDD 0.0AH

```

```

** ASTRO-C QL * H K ** REV 12345 UT 85.07.22 00.00.00 RL 512 FIL OF
FI 8 00 SERB A OF 000 B OF 000 S/B U/B CAB 0-0 BCAB ***** 00/00
--COMMAND--DPID--HK OF CAL1 0 CAL2 0
LOCK OF B DATA REAL SRA 0.0C AMY1 0.0C LCOA 0.0C UP-1 0C
DC 00 BTR 512 TMS 0.0C AMY2 0.0C LCOB 255.0C UP-2 0C
EXE 00 MODE ASM(TM) TCU 0.0C GBD 0.0C LCOB 0.0C BPNL 0C
PROG ***** LHV0 0V EDR 0.0C LC1B 0.0C SPIU 0C
** RBMFLG OF LHV1 0V BFM 0.0C LC2A 0.0C SP1L 0C
DEL DIS ME-CHK *** LHV2 0V BAT1 0.0C LC2B 0.0C SP1R 0C
BC 00 00 OSC B LHV3 0V BAT2 0.0C LC2C 0.0C SP2 0C
ENA *** LHV4 0V PCU 0.0C LC3E 0.0C SP3L 0C
**** --TM-- BATV 0.0V LHV5 0V CNVB 0.0C LC4B 0.0C SP3R 0C
PC STOP TMS OF BAT1 255.0A LHV6 0V IRU 0.0C LC5A 0.0C SP4L 0C
ADD 0000 PWR LOW BUSV 0.0V LHV7 0V SSAS 0.0C LC5B 0.0C SP4R 0C
CLR OF MOD OF LODI 0.00A AHV1 0V GAS 0.0C LC5C 0.0C BF-1 0C
HAM-PC ER DAT REP +28 0.0V AHV2 0V NSAS 0.0C LC6B 0.0C BP-2 0C
HAM-OG ER TMU OF +12 55.00V GBPC 0V STX0 0.0C LC7A 0.0C BP-3 0C
--SBR-- MOD OF +5 0.00V GBSC 0V STXE 0.0C LC7B 0.0C BP-4 0C
(A) S0 OF DAT REP -12 0.00V NSSX 0MV STY0 0.0C LC7C 0.0C CP-1 0.0C
AGC 000 SANT B MWT 0.0C NSSY 0MV STYE 0.0C CUPU 0C CP-2 0.0C
LPS 000 UANT B MUH1 0.0C STXC 0.0C SNT1 255C CUPB 0C CP-3 0.0C
(B) S0 OF RANG OF MTX1 0MA STXV 0.00V SNT2 0C DUTR 0C CP-4 0.0C
AGC 000 --CONT-- MTY1 0MA STYC 0.0C DMF1 0C PDLB 0C STTP 0.0C
LPS 000 *****D/S MTZI 0MA STYV 0.00V DMF2 0C PDLU 0C BTDB 0.0C

```

図4. CRT出力例

3. 3 モニタリングGD表示

あらかじめ指定したPCMデータの物理量をグラフィック・ディスプレイ (GD) に時間系列に出力する。1画面8項目出力する事が出来る。出力例を図5に示す。

3. 4 STTデータGD表示

STTのデータを、GDに表示する。
表示画面は、以下に示す3画面がある。

- ・マップ画面
- ・マトリックス画面
- ・トラック画面

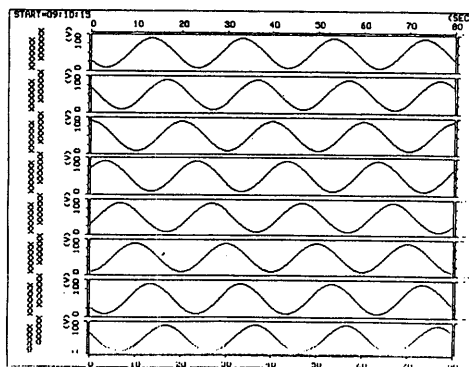


図5. データモニタGD出力例

4. バッチ処理

4. 1 MT-DISKのデータSAVE/LOAD

DISK上ではリアルタイムに取得したデータを保存すると共に、U-1500Tで取得/時刻付けしたデータをMTからLOADし、管理、保存する。フライト後の定常時で約10日分(50パス分のリアルと再生データ)が保存可能で、これを使用してDL処理および解析処理を行う。

又、保存データは任意の時点でMT上にSAVEする機能を持つ。

4. 2 データ解析処理

受信データを使用して各解析処理をFORTRANプログラムで行う為、DISK上の受信データから必要とする時間帯の必要データを抽出するバッチサブモジュールを作成する。このパッケージは解析メインプログラムからCALL形式で呼び出す事により共通データおよび各種機器データがFORTRANで扱いやすい型で抽出/編集され、指定領域に1サブフレーム単位に設定される。以下に示すデータの抽出サブルーチンを用意する。又、駒場でのデータ・ベース(SIRIUS)に登録後のデータも同一インターフェースでアクセスできる様なサブモジュールとする。これによりKSCと駒場でほぼ互換性のあるデータ処理が行なえる。

- ・ 1サブフレームの読込(全フレームおよび共通データの抽出)
- ・ LACデータの抽出
- ・ ASMデータの抽出
- ・ GBDデータの抽出
- ・ STTデータの抽出
- ・ ACSデータの抽出

4. 3 プログラム開発

バッチ処理で使用できるI/Oとしては、バーサテック・プリンタ・プロッタやGD端末(F9434)およびLPがある。

開発言語は「FORTRAN77」が使用でき、M380やM360APと互換であり図形処理パッケージとしてプリンタ・プロッタには「バーサプロット」、GD端末には「GSP」が用意されている。開発はCRT端末を使用してのインタラクティブ処理(TSS)で行う事ができる。

付 録

ASTRO－C関係者名簿

連 絡 先

ASTRO-C関係者名簿（宇宙研及び関係機関）

氏 名	所 属
槇野 文命	宇宙研 教 授
田中 靖郎	" "
小田 稔	" "
野村 民也	" "
林 友直	" "
後川 昭雄	" "
西村 純	" "
秋葉 鏗二郎	" "
二宮 敬虔	" "
松尾 弘毅	" "
雛田 元紀	" "
小川原 嘉明	" "
上杉 邦憲	助教授
高野 雅弘	" "
小野田 淳次郎	" "
中谷 一郎	" "
的川 泰宣	" "
高野 忠	" "
小山 勝二	助 手
井上 一	" "
村上 敏夫	" "
井上 浩三郎	" "
藤井 正美	" "
山上 隆正	" "
今澤 茂夫	" "
横山 幸嗣	" "
市川 満	" "
渡辺 直行	" "
関口 豊	" "
橋本 正之	" "
高橋 慶治	" "
斎藤 宏文	" "
大島 勉	技 官
加藤 輝雄	" "

河端 征彦	"	技 官
大西 晃	"	"
周東 晃四郎	"	"
廣川 英治	"	"
前田 行雄	"	"
近藤 一郎	東大宇宙線研	教 授
早川 幸男	名大 理学部	教 授
長瀬 文昭	"	助教授
国枝 秀世	"	助 手
田原 譲	"	"
宮本 重徳	阪大 理学部	教 授
山下 広順	"	助教授
常深 博	"	助 手
北本 俊二	"	"
中川 道夫	阪市大理学部	助 手
村上 浩之	立教大理学部	技術員
牧島 一夫	東大 理学部	助教授
大橋 隆哉	"	助 手
松岡 勝	理化学研究所	主任研究員
小林 康徳	筑波大構造工学系	助教授
Evans 他	Los Alamos National Laboratory, U.S.A	
Pounds 他	University of Leicester, U.K.	

ASTRO-C 大学関係機関所在地

宇宙科学研究所	1 5 3	目黒区駒場 4 - 6 - 1	03-467-1111 FAX03-485-0509
大阪大学 理学部	5 6 0	豊中市待兼山町1-1	06-844-1151 FAX06-844-0509
大阪市大 理学部	5 5 8	大阪市住吉区杉本3-3-138	06-605-2543 FAX06-692-1190
名古屋大 理学部	4 6 4	名古屋市千種区不老町	052-781-5111 FAX052-781-3541
東京大学 宇宙線研	1 8 8	田無市緑町3-2-1	0424-61-4131 FAX0424-62-3096
立教大学 理学部	1 7 1	豊島区西池袋3-34-1	03-985-2379
東京大学 理学部	1 1 3	文京区本郷7-3-1	03-812-2111 FAX03-814-9717
筑波大学 構造工学系	3 0 5	茨城県新治郡桜村天王台1-1-1	0298-53-5130
理化学研究所	3 5 1	埼玉県和光市広沢2-1	0484-62-1111 FAX0484-62-1449
Los Alamos Nat'l Lab.		Los Alamos, New Mexico, USA	
Earth and Space Science Division			505-672-3008 505-753-4798 FAX505-667-3494
Univ.of Leicester		Univ.Road,Leicester,LE1 7RH UK	
Dept.of Physics			0533-554455

ASTRO-C 担当者名簿 (メーカー)

氏名	所属	電話	担当
小野一郎	富士通 (株) 特機システム事業部	044-777-1111	責任者
大仲末雄	宇宙開発推進室	044-245-1171	副責任者
友 紘一	特機システム技術部		D P
日高博士	" 検査部		D P
松村将司	技術部	044-777-1111(3752)	D P
榊田喜代治	検査部	078-936-1221(2651)	D P
片山 保	技術部		機構
北原淳司			
土居研二	検査部		品質管理
中島 俊	日立製作所 (株) 宇宙技術推進本部		責任者
	人工衛星開発部	045-881-1221	Y0-Y0
池田雅彦		(222)	B D R
小川和久			M T Q
田中俊之			Y0-Y0
関 達弘			B D R
神戸誠一郎			B D R
大森珠介	松下通信工業 (株) 電波事業部		
	宇宙海洋課	045-531-1231	責任者
関 俊雄		(2562)	副責任者
武本寛明			HK/INS
菊池 毅			EPT-SA
石田利雄	日本航空電子工業 (株) 航機事業部	0425-41-1414	I R U
古川 孝	第一技術	(2559)	
藤田 清	古河電池 (株) 宇宙航空事業部	0246-44-6751	電池
滝沢祥浩	宇航開発		
古賀茂昭	明星電気 (株) 技術部宇宙開発課	02974-8-1111	責任者
田口孝二		(440)	L A C
井坂伸二			G B D
杉山一夫			H V
谷本和夫			L A C
石塚敏夫	設計部設計第一課		機構

氏名	所属	電話	担当
桜木文爾	東芝（株）宇宙航空機器第一部 第二部	044-511-1111	責任者
笹木辰雄			副責任者
亀田芳彦		(2249)	管理
赤枝忠義			機構
米村茂己			
小松 晃		(2249)	A S M
津野克彦			
岡本二彦			N S A S
奥村英輔			
山本徳之	ファコムハイテック（株）	03-264-1131	G S E
児島光雄			
井上 茂			
鈴木皓夫	シャープ（株）第4技術	07456-5-1161	太陽電池

ASTRO-C 担当メーカー所在地

社名	担当	所在地／電話/FAX
日本電気（株）	宇宙開発（事）衛星シス開発部	226 横浜市緑区池辺町4035 045-932-1111（内4308） FAX 内5860
富士通（株）	特機システム技術第一機器課	211 川崎市中原区上小田中1013 044-777-1111（内3752） FAX 044-755-3113
富士通（株）	宇宙システム開発部	144 大田区新蒲田1-17-25 03-735-1111
松下通信工業（株）	電波（事）技術部宇宙海洋課	223 横浜市港北区綱島東4-3-1 045-531-1231（内2562）
日立製作所（株）	宇宙推進本部人工衛星開発部	244 横浜市戸塚区戸塚町216 045-881-1221（内222） FAX045-864-5007
古河電池（株）	宇航事業部宇航開発	972 いわき市常盤下船尾町杭作23-6 0246-44-6751 FAX0246-44-6366
東芝（株）	宇宙航空機器第一部	210 川崎市幸区小向東芝町 044-511-1111（内2249） FAX044-541-1211
明星電気（株）	技術部宇宙開発課	302-01 茨城県北相馬郡守谷町守谷甲249-1 02974-8-1111 FAX02974-8-5102
(株)ファコム	システム第3部第4課 ハイタック	102 千代田区九段南2-3-1 03-264-1131
日本航空電子工業（株）	航機事業部第一技術 慣性機器第二グループ	196 昭島市中神町1413 0425-41-1414（内2559） FAX0425-46-5771
シャープ（株）	第4技術部	639-21 奈良県北葛城郡新庄町 ^佐 _田 282-1 07456-5-1161
三鷹光器（株）		181 三鷹市大沢5-1-4 0422-32-1491 FAX0422-31-1117

ASTRO-C 担当者名簿 (メーカー)

氏 名	所 属	電 話	担 当
山本 東光	日本電気㈱ 宇宙開発事業部 衛星システム開発部	045-932 -1111 内4308	加計外・日電総括 責任者
折井 武	" "	内4308	加計外 マネジメント
松井 正安	" "	内4308	加計外 管理
木村 昭彦	" "	内4375	システム設計・総合 インターフェイス設計
五十嵐 道子	" "	内4375	総合設計・ インターフェイス設計・ 電力解析 回線設計
松本 憲三	" "	内4376	AHM
中野 琢司	" "	内4375	電気計装
池田 妙子	" "	内4308	機械的システム設計 衛星構体 構造解析
大賀 弘一	" 構体開発部	内4391	太陽電池パネル 構造
留目 一英	" "	内4392	熱制御システム設計 熱計装 熱解析
梅里 真弘	" "	内4391	姿勢系システム設計
蓮井 敏孝	" "	内4395	姿勢解析 MW・WDE 姿勢解析
萩原 能治	" "	内4395	ACE
前田 健	" 制御システム開発部	内4382	ACE
渡辺 章人	" "	内4382	姿勢決定
北出 賢二	" "	内4382	電源系システム設計
加藤 昭夫	" "	内4383	PCU, SHNT, BAT IG-PS
山脇 豊彦	" "	内4383	SCP
卯尾 匡史	" "	内4382	CNV-A.B. JNC
岡崎 健	" 第一機器開発部	内4401	システム設計
工藤 正数	" "	内4401	システム設計
荒井 英俊	" "	内4404	システム設計
池上 真悟	" "	内4404	システム設計
南 善生	" "	内4403	システム設計
山岸 達夫	" "	内4406	TMS, TMU
成松 隆美	" "	内4406	SDIP, SBR

氏 名	所 属	電 話	担 当
杉森 明志	日本電気㈱ 宇宙開発事業部 第一機器開発部	045-932 -1111	CMD
大塚 誠	〃 〃	内4403 内4403	TCU
鈴木 祐二	〃 〃	内4403	BFM
横田 生治	〃 第二機器開発部	内4313	S-ANT,U-ANT.SSW USW
尼野 理	〃 〃	内4313	S-ANT,U-ANT.SSW USW
望月 貴夫	〃 信頼性品質管理部	内4363	信頼性管理
藤田 喜代美	〃 〃	内4365	品質管理
岩丸 勉	〃 〃	内4361	部品技術

