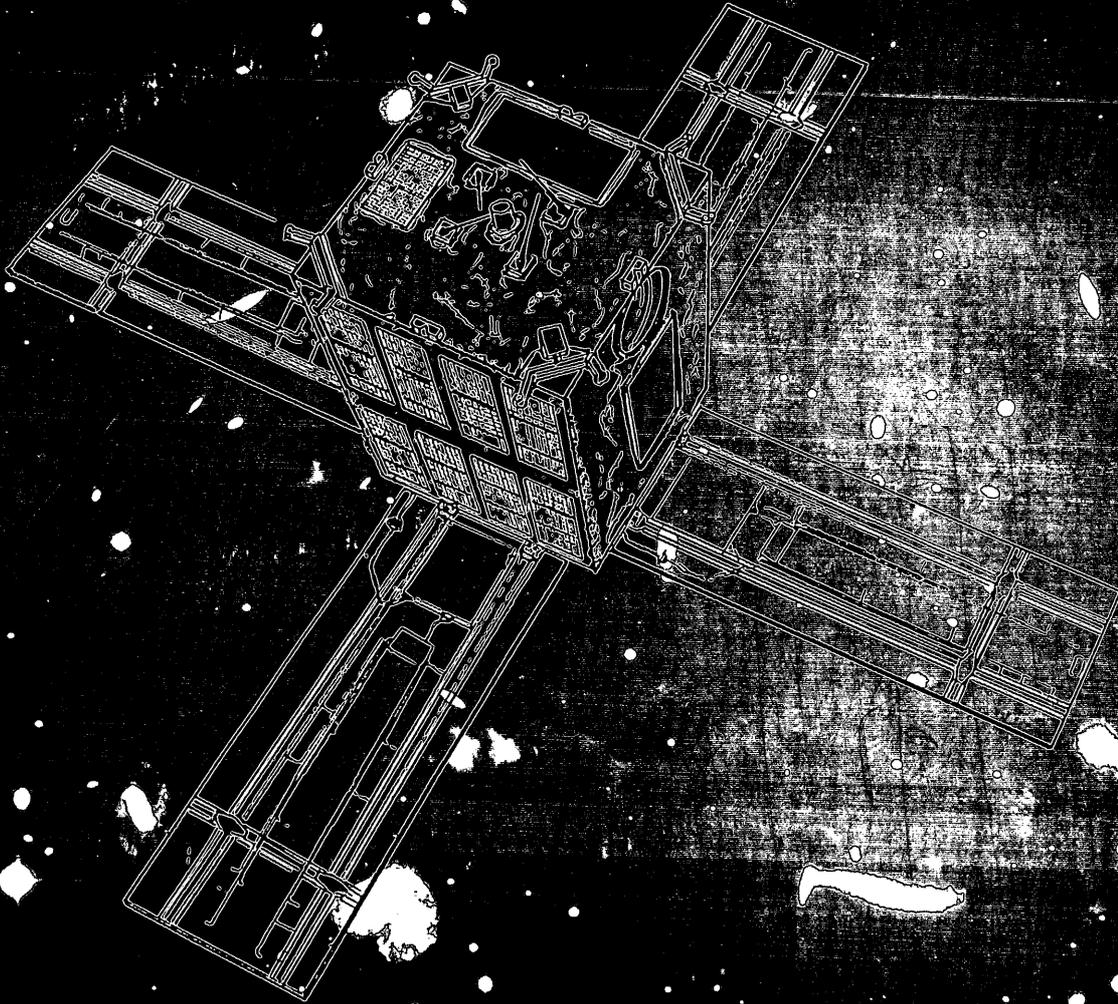


# 科学衛星ASTRO-C中間報告書



昭和60年11月

宇宙科学研究所

SESデータセンター



## 科学衛星ASTRO-C中間報告書目次

序 .....	1
総論／概要 .....	3
第1章 観測機器	
1.1 大面積比例係数管(LAC) .....	15
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(BFM) .....	179

2.3	データ処理	
2.3.1	データ処理装置 (DP)	184
2.3.2	バブルデータ記録装置 (BDR)	275
2.3.3	環境計測装置 (HK)	284

### 第3章 打ち上げ運用系

3.1	概要	293
3.2	衛星タイマー (EPT-SA)	294
3.3	衛星搭載計測装置 (INS-SA)	300
3.4	ヨーヨーデスピナ (YO-YO)	308
3.5	イグナイタ電源 (IG-PS)	310

### 第4章 姿勢検出と制御

4.1	姿勢検出系	313
4.1.1	スタートラッカー (STT)	313
4.1.2	非スピン型太陽姿勢計 (NSAS)	326
4.1.3	スピン型太陽方向検出装置 (S-SAS)	334
4.1.4	地磁気姿勢計 (GAS)	340
4.1.5	慣性基準装置 (IRU)	346
4.2	姿勢制御系	
4.2.1	姿勢制御装置 (ACE)	352
4.2.2	モーメントムホイール/ホイール駆動装置 (MW/WDE)	359
4.2.3	姿勢検出/姿勢制御	365
4.2.4	磁気トルカ (MTQ)	369

第5章 電源系	
5.1 概要	373
5.2 太陽電池パドル ( P D L )	376
5.3 電力制御器 ( P C U )	388
5.4 蓄電池 ( B A T )	396
5.5 コンバーター ( C N V - A / B )	399
5.6 電源系接続回路 ( J N C )	406
5.7 蓄電池容量計 ( A H M )	408
5.8 シャント ( S H N T )	419
5.9 電力解析	422
第6章 構造設計と熱設計	
6.1 構造設計	439
6.2 熱設計	463
第7章 信頼性と品質管理	469
第8章 打ち上げロケットと軌道	471
第9章 運用管制と地上データ処理	
9.1 地上データ処理	473
付録 A S T R O - C 関係者名簿 / 連絡先	479

S E S データセンター

昭和60年11月5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〔はくちよう〕、〔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。パルサーやバースト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。

この報告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拡がることを期待している。



# 総論、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 415kg
- 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、ロータリーガンバーで速度制御され、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プレイスメントヒータが、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られる。

これらの手段により衛星の温度は適切に維持される。

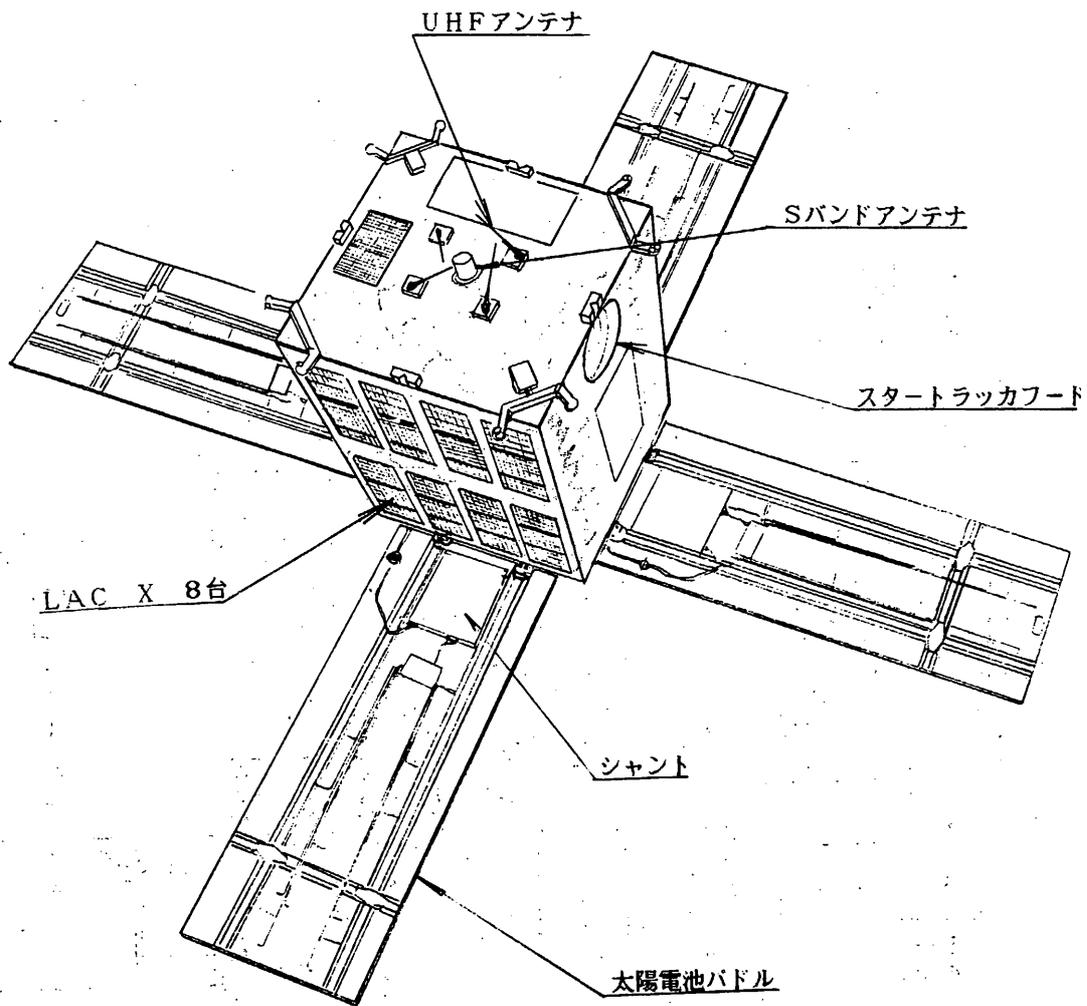


図-1 第11号科学衛星 ASTRO-C

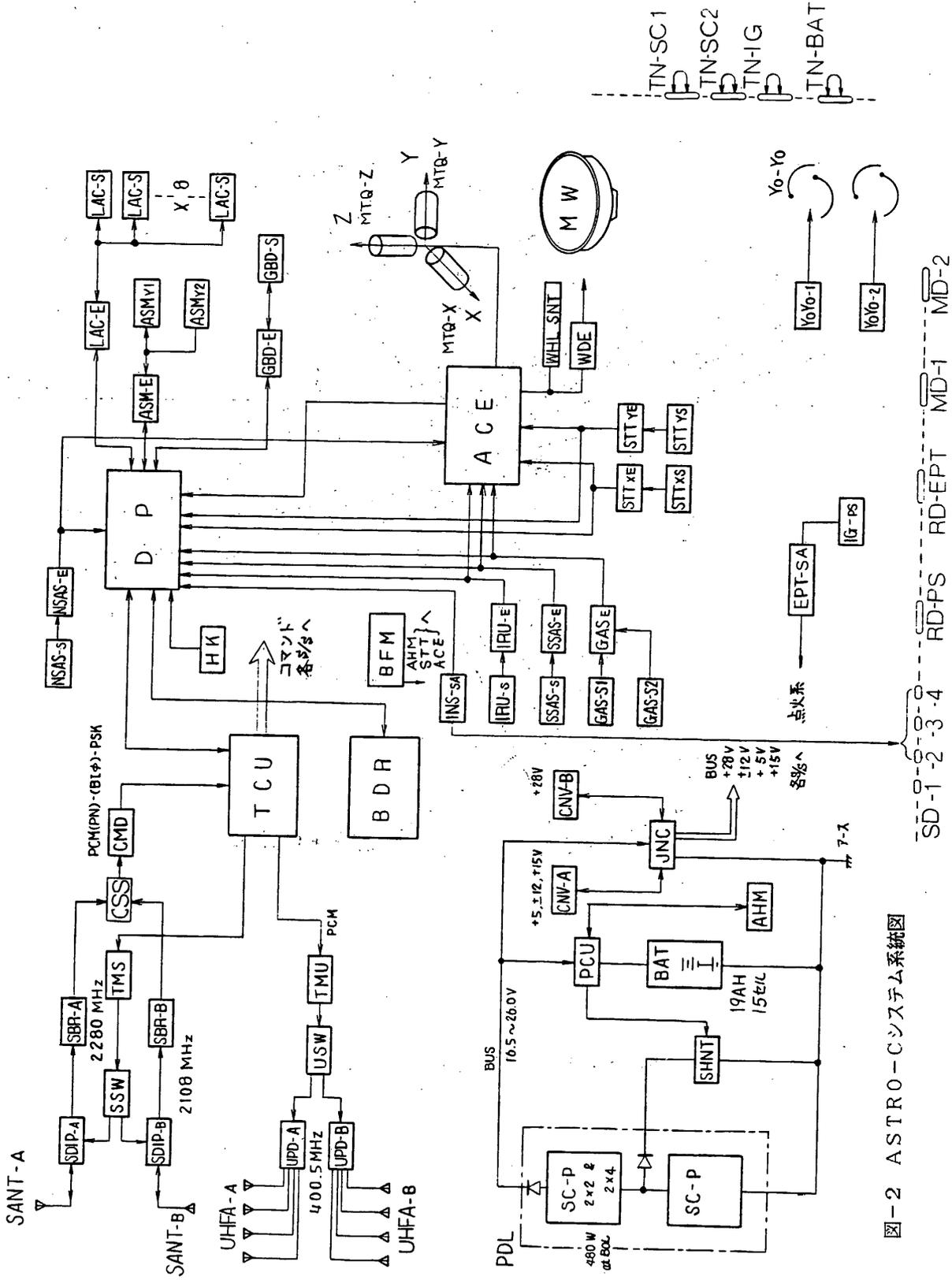


図-2 ASTRO-Cシステム系統図

表-1 ASTRO-C塔載機器一覧

サブシステム名	ユニット名	担当メーカー
電源系	太陽電池パドル (PDL)	NEC
	電力制御器 (PCU)	NEC
	蓄電池 (BAT)	NEC
	シャント (SHNT)	NEC
アンテナ系	電源系統回路 (JNC)	NEC
	コンバータ (CNV)	NEC
	蓄電池容量計 (AHM)	NEC
	Sバンドアンテナ (SANT)	NEC
通信系	Sバンドダイアレクサ (SDIP)	NEC
	UHFアンテナ	NEC
	Sバンド受信機 (SBR)	NEC
	Sバンド送信機 (TMS)	NEC
運用制御系	400 MHz 送信機 (TMU)	NEC
	コマンド (CMD)	NEC
	テレメトリ制御装置 (TCU)	NEC
	コマンド信号切替装置 (CSS)	NEC

サブシステム名	ユニット名	担当メーカー
打上げ運用	衛星タイム (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)	日立
	イグナイタ電源 (IG-PS)	NEC
データ処理系	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)	JAE
姿勢系	地磁気姿勢計 (GAS)	明星
	スピニング太陽姿勢計 (SSAS)	明星
	非スピニング太陽姿勢計 (NSAS)	東芝
	スタートラッカ (STT)	NEC
	姿勢制御装置 (ACE)	NEC
	磁気トルカ (MTQ)	日立
	モータムホームール (MW)	NEC (BENDIX)
	ホイール駆動装置 (WDE)	NEC (BENDIX)

熱系	電気計装	構造系	観測系
熱計装 (TINT)	電気計装 (WHNS)	構体 (STR)	LAC-S0 LAC-S1 LAC-S2 LAC-S3 LAC-S4 LAC-S5 LAC-S6 LAC-S7 LAC-E
	電気計装 (WHNS)	機械計装 (MINT)	ASM-Y1 ASM-Y2 ASM-E
		Large Area Counter (LAC)	GBD-S GBD-E
		All Sky Monitor (ASM)	東芝
		Gamma-ray Burst Detector (GBD)	明星



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

表-2 ASTRO-C搭載機器別重量表

集計日時 S60. 8. 6

共通機器重量合計	301.220 Kg	観測機器重量合計	109.047 Kg	総重量	410.267 Kg
----------	------------	----------	------------	-----	------------

カテゴリ	重量 (Kg)	担当
電源	72.492	
PCU	4.200	NEC
BAT	16.200	・
SCP-1	6.143	・
SCP-2	6.143	・
SCP-3	6.143	・
SCP-4	6.143	・
重り	13.000	・
SHNT-1	1.400	・
SHNT-2	1.400	・
SHNT-3	1.400	・
SHNT-4	1.400	・
JNC	2.200	・
CVN-A	3.800	・
CVN-B	1.700	・
AHM	1.220	・

カテゴリ	重量 (Kg)	担当
通信	8.501	
SANT-A	0.689	NEC
SANT-B	0.270	・
SSW	0.200	・
SDIP-A	0.320	・
SDIP-B	0.320	・
UANT-A	0.095	・
UANT-B	0.193	・
USW	0.200	・
UPD-A	0.197	・
UPD-B	0.197	・
SBR-A	2.000	・
SBR-B	2.000	・
TMS	0.820	・
TMU	1.000	・

カテゴリ	重量 (Kg)	担当
運用	29.970	
CMD	1.660	NEC
TCU	4.100	・
CSS	0.160	・
DP	10.900	富士通
BDR	8.000	日立
HK	1.750	松下通信
BFM	3.400	NEC

カテゴリ	重量 (Kg)	担当
打ち上げ	4.570	
EPT-SA	2.300	松下通信
INS-SA	2.050	・
IGPS	0.220	NEC

カテゴリ	重量 (Kg)	担当
姿勢センサ	27.970	
IRU-S	5.000	JAE
IRU-E	4.000	・
GAS-S1	0.300	明星
GAS-S2	0.300	・
GAS-E	0.800	・
SSAS-S	0.200	・
SSAS-E	0.400	・
NSAS-S	0.500	東芝
NSAS-E	1.800	・
STT-XH	3.700	NEC
STT-XS		]
STT-XE	3.000	・
STT-YH	4.100	・
STT-YS		]
STT-YE	3.000	・
INS-SA/S	0.870	松下通信

カテゴリ	重量 (Kg)	担当
姿勢制御	28.117	
ACE	8.200	NEC
MTQ-X	1.660	日立
MTQ-Y	1.690	・
MTQ-Z	1.660	・
MW	10.700	NEC
WDE	1.600	・
WHL-SNT	0.450	・
YOYO-1	0.500	日立
YOYO-2	0.500	・
ワイヤ等	0.932	・
コナ金具	0.225	・

カテゴリ	重量 (Kg)	担当
熱制御	8.000	
熱計装	8.000	NEC

カテゴリ	重量 (Kg)	担当
計装線	20.000	
WHN	20.000	NEC

カテゴリ	重量 (Kg)	担当
構造	101.600	
構体	70.000	NEC
展開機構	14.600	・
機械計装	7.000	・
ワイヤ	10.000	・

カテゴリ	重量 (Kg)	担当
観測機器	109.047	
LAC-S1	10.300	ISAS
LAC-S2	10.300	・
LAC-S3	10.300	・
LAC-S4	10.300	・
LAC-S5	10.300	・
LAC-S6	10.300	・
LAC-S7	10.300	・
LAC-S8	10.300	・
LAC-E	8.500	明星
シールド板	3.600	NEC
ASM-Y1	2.916	ISAS
ASM-Y2	2.916	・
ASM-E	2.715	東芝
GBD-S	3.000	ISAS
GBD-E	3.000	明星

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。

表-3にASTRO-Cコマンドマトリックスを示す。

## 7. 電源系

SCは $2 \times 4$ cm(3952枚)、 $2 \times 2$ 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に供給される。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±12V, +5V, +15Vを、CNV-Bは+28Vを非安定なBUS電圧(16.5V~26V)から発生し、接続回路を通して分配する。

なお、BATは温度条件がクリティカルである為、自動制御によるヒータを持っている。

表-3 ASTRO-COMMANDマトリックス

Y X	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E
0	<del>X</del>					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 ON	AHV ON		LHV2 ON	LHV3 ON	LHV4 ON	B HR1 ON	B HR2 ON	IM SET	CHG PRIM	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	CHG BKUP	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	ASM OF	LC E2 ON	LAC A OF	LAC 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	BYPS 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 STBY	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	ANC 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 S H	MTX 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	IRX SKEW	IRY SKEW	IRZ SKEW
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



# 第I章 觀測機器



# 1.1 大面積比例計数管 (LAC; Large Area Proportional Counters)

宇宙科学研究所  
小田・田中・楨野・小川原・松岡研  
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 U研  
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  $4500 \text{ cm}^2$  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4500 cm <sup>2</sup>
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 <sup>-4</sup> c/s/cm <sup>2</sup> /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、 槇野文命、 小川原嘉明、 松岡 勝  
 小山勝二、 村上敏夫、 井上 一、 牧島一夫、 桜井由夫  
 満田和久、 河合誠之、 中村典雄、 恩田和彦 ほか

名古屋大学理学部U研 早川幸夫、 長瀬文昭、 国枝秀世、 田原 譲 ほか

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

ラザフォード・アップルトン研究所  
 B.Pachett 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、LCA-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。

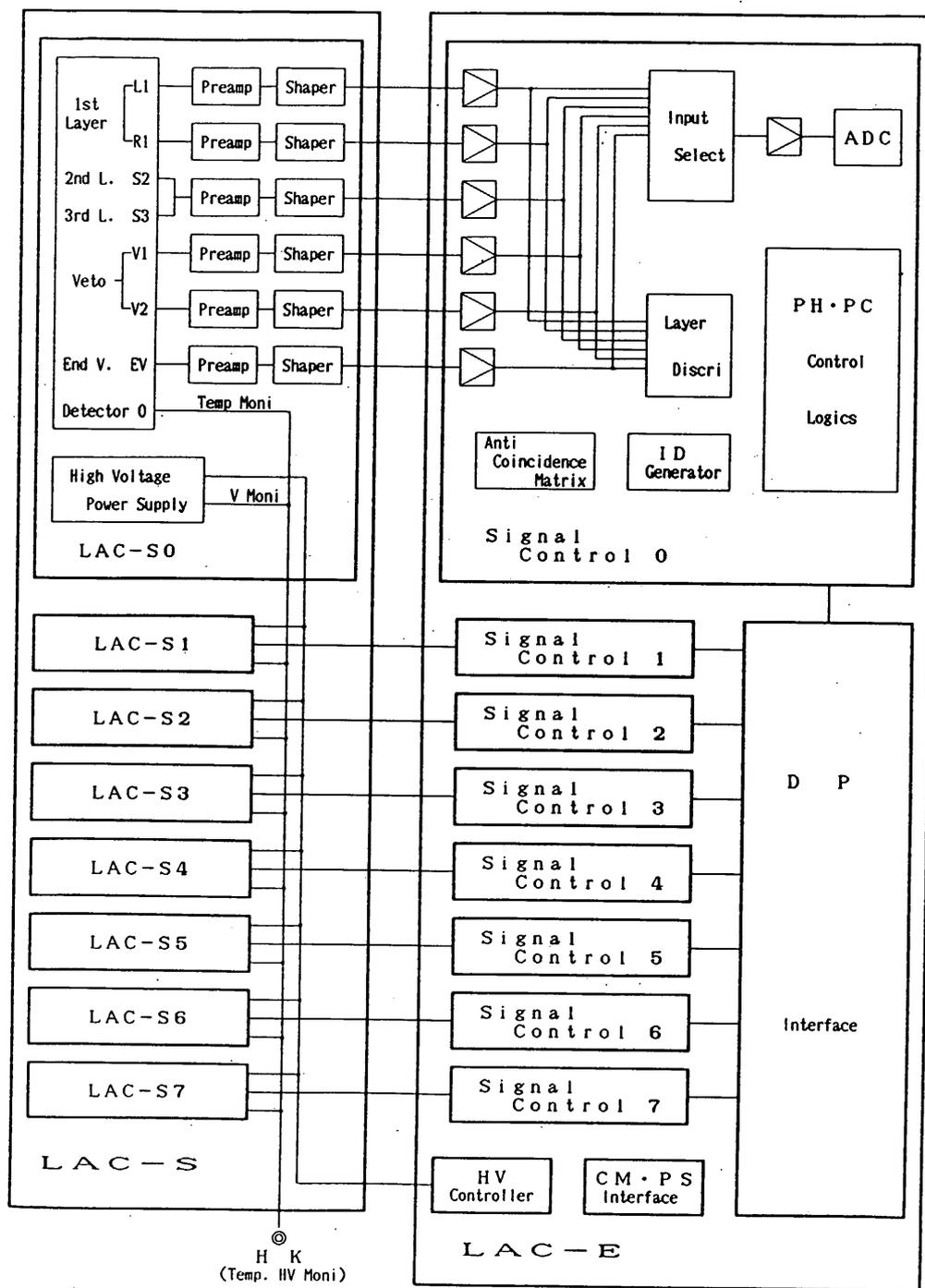


図1.1 LAC システム ブロック図

## 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. 5mm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. 3±0. 5 Kg
重心高さ (Y方向)	113±5 mm

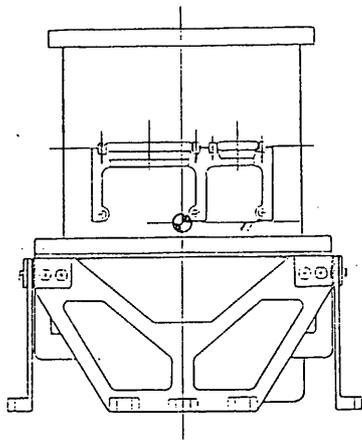
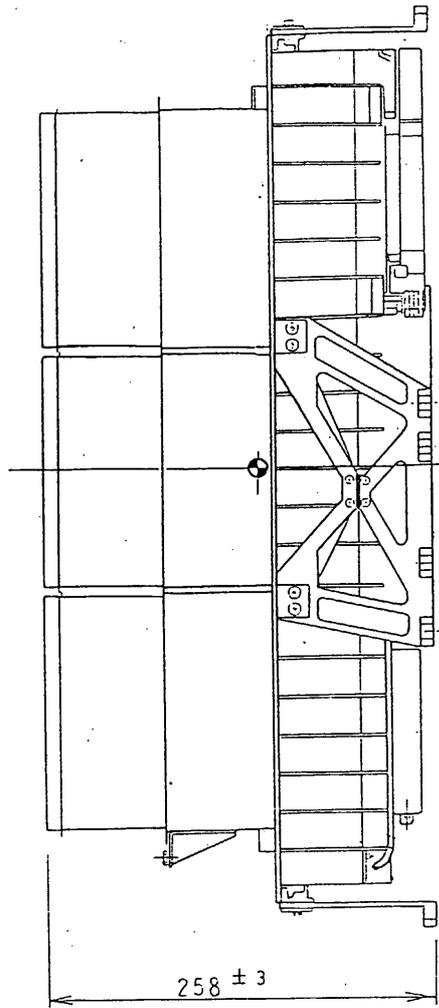
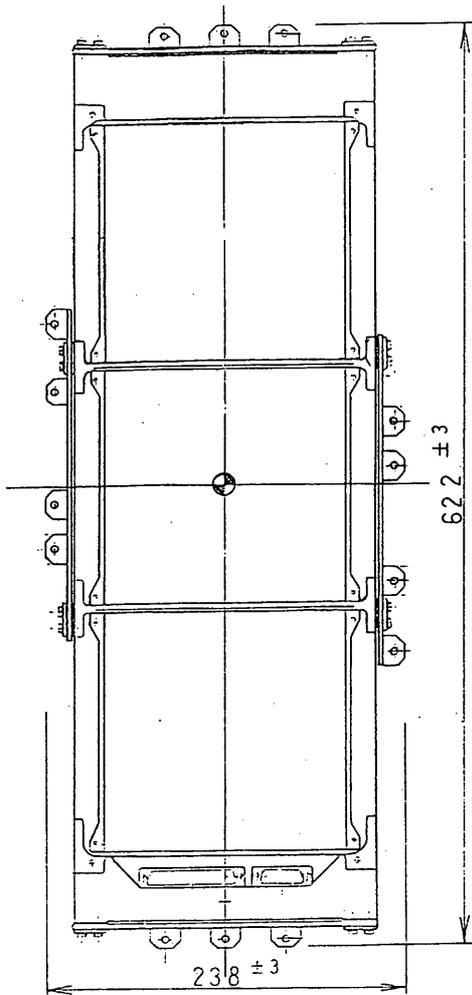
表2. 1 LAC 検出器1本当たりの重量と重心位置

#### 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50cm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1mm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(≦1cm)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40μmのステンレス線である。このワイヤを内径350μm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20g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

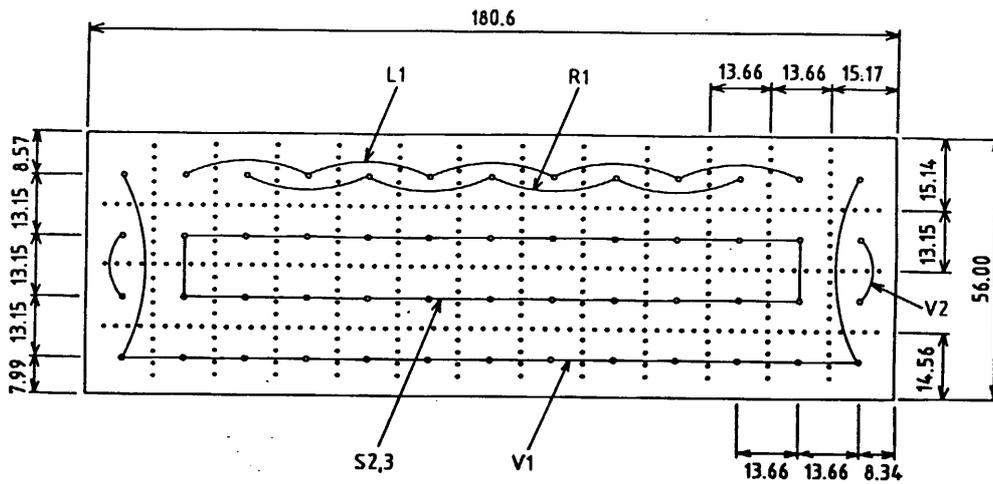
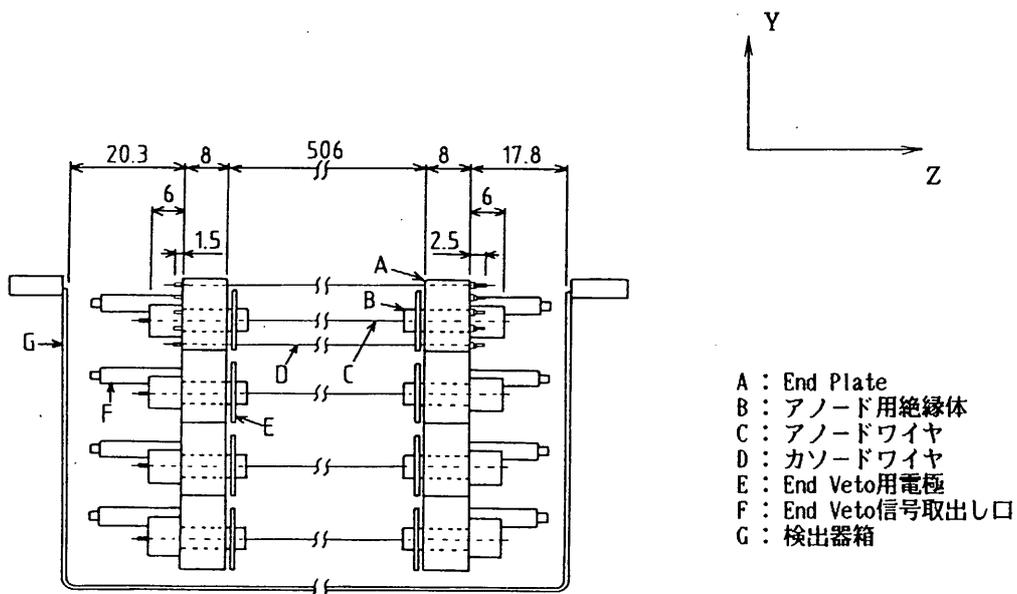


図2.2 LAC MWA の断面図  
アノードの結線は模式的なものである



- A : End Plate
- B : アノード用絶縁体
- C : アノードワイヤ
- D : カソードワイヤ
- E : End Veto用電極
- F : End Veto信号取出口
- G : 検出器箱

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 $\mu$ 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、85%程度になると考えられる。

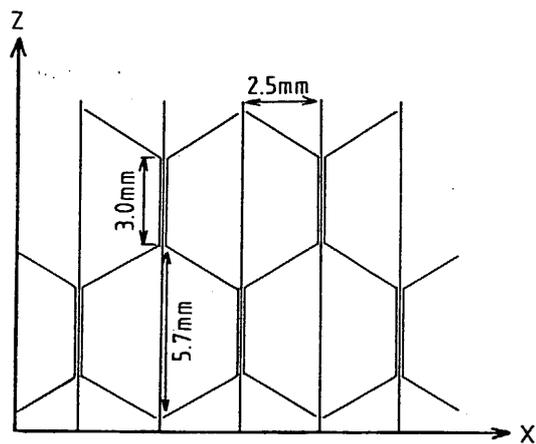


図2.4 コリメータのピクセル構造

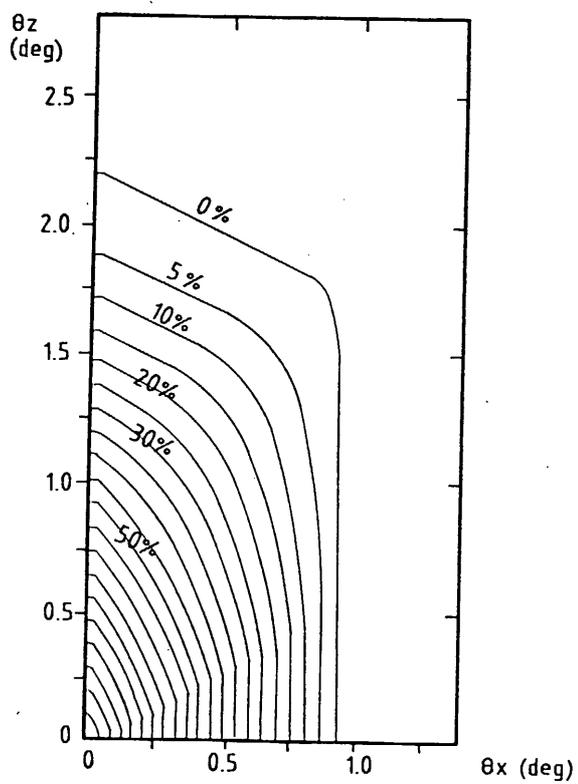


図2.5 コリメータの2次元透過関数  
ただし最大透過率を100%としている。  
等高線は5%間隔

#### 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665 $\text{cm}^2$ で、これにコリメータのピーク透過率（85%とする）をかけると、1台あたりの有効面積は、565 $\text{cm}^2$ となる。8台では約4500 $\text{cm}^2$ 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50 $\Omega$ 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秒のパルスストロープにて行われる。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本づつの 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	~ 600 C/S	~ 0
S2,3	~1500 C/S	~ 0
V1	~1000 C/S	~ 300 C/S
V2, EV	~ 0	~ 0

表2. 2 Cd(109) の CALカウント数初期値

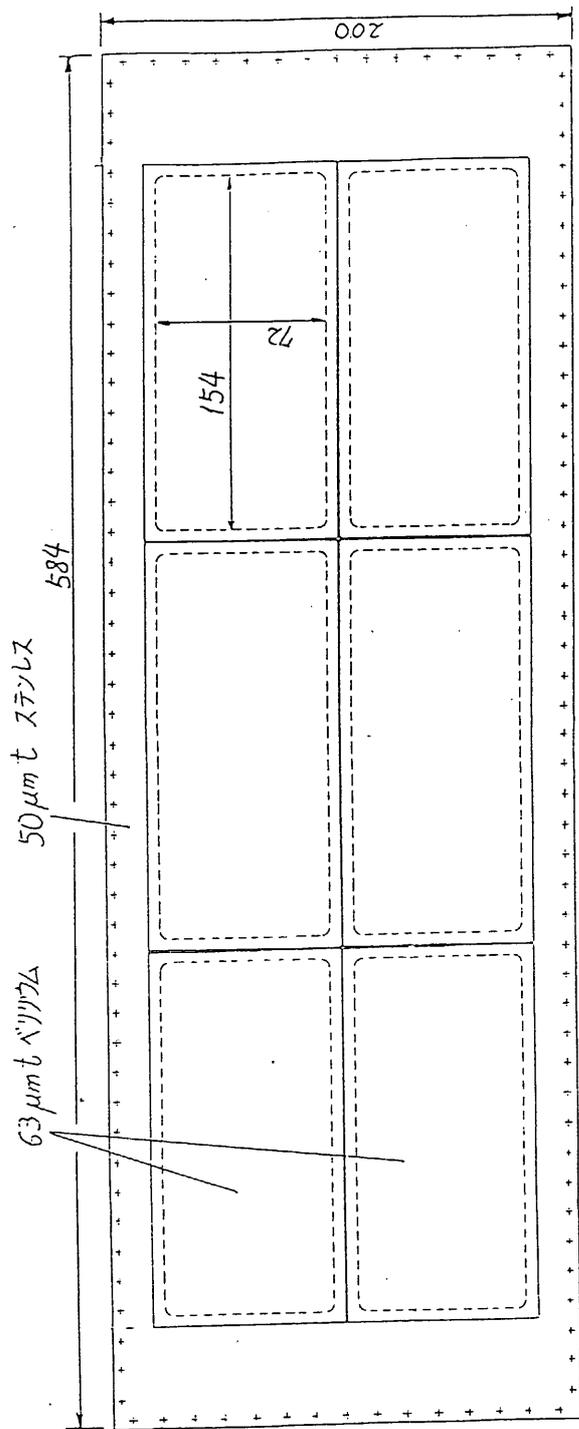


図2.6 ベリリウム窓とジョイント用ステンレス箱の寸法

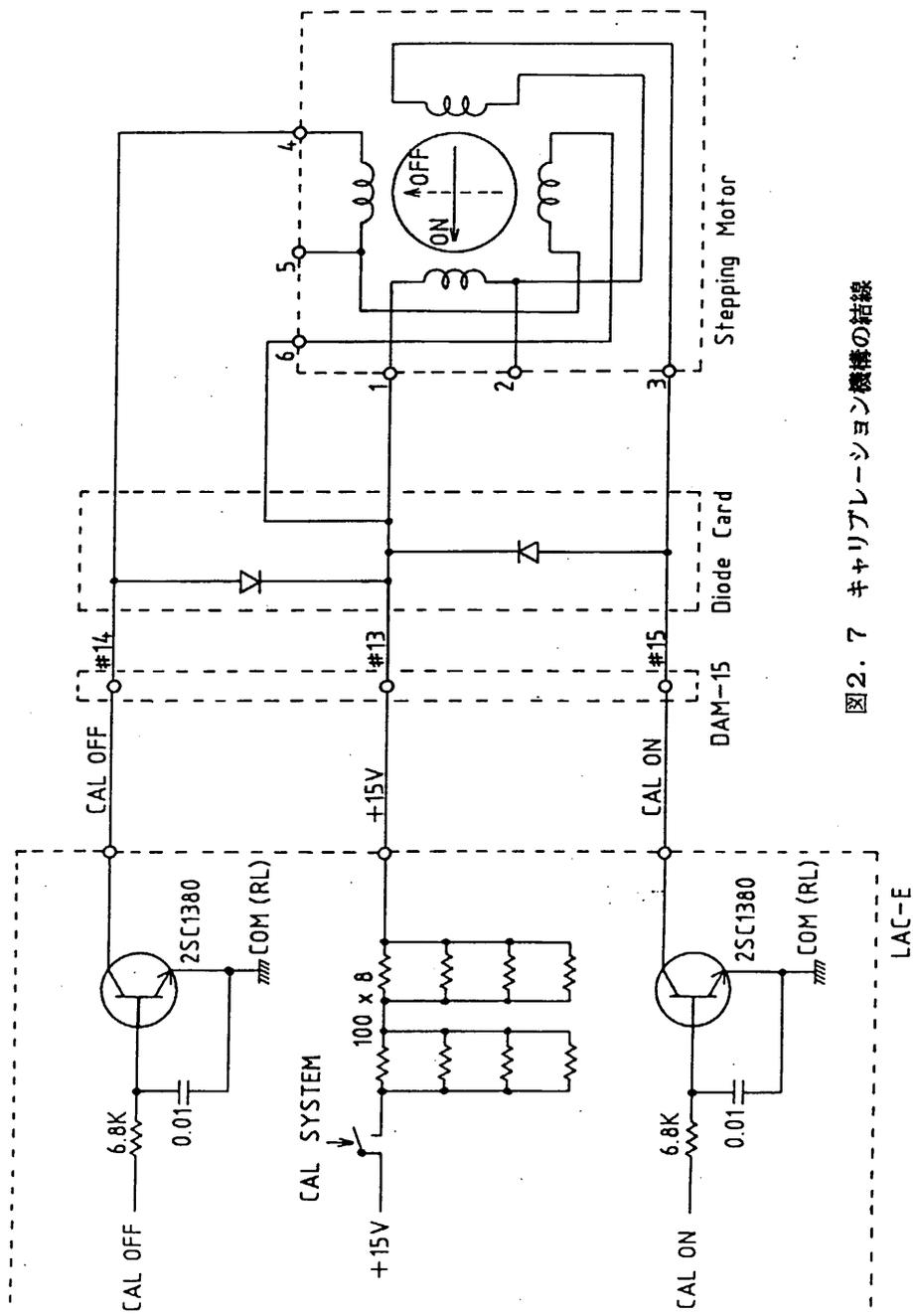
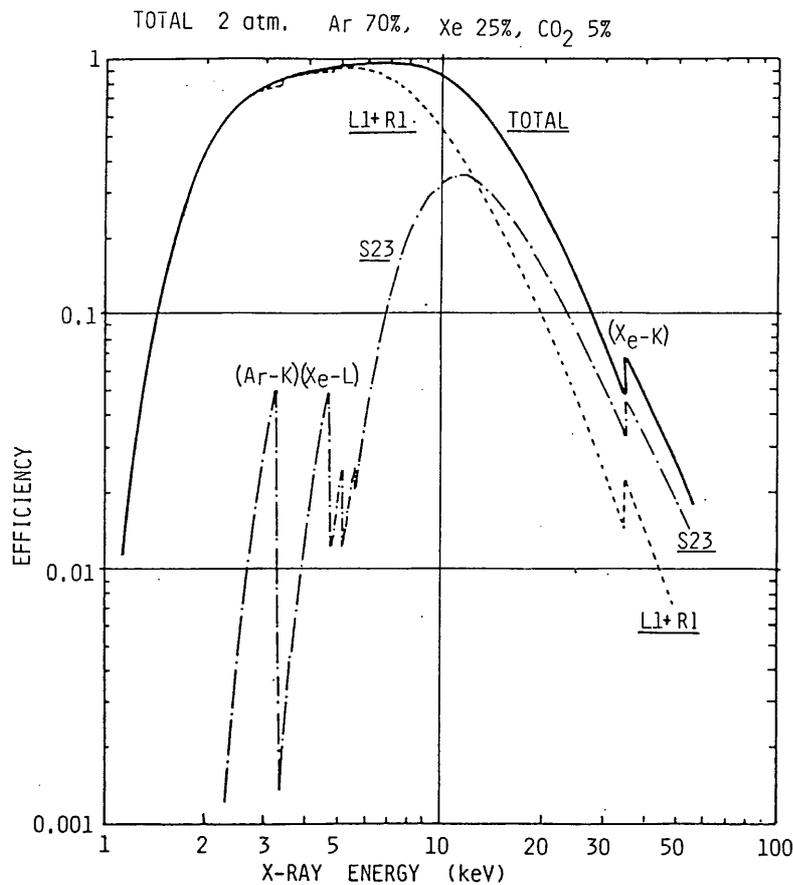


図2.7 キャリアレーシヨン機構の結線

## 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 70%, Xe 25%, CO<sub>2</sub> 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CO<sub>2</sub>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 $\geq 15$  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化して $\leq 10$  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  $\mu$ mのバリリウム及び5  $\mu$ 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. 8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 $\geq 1900V$ 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。

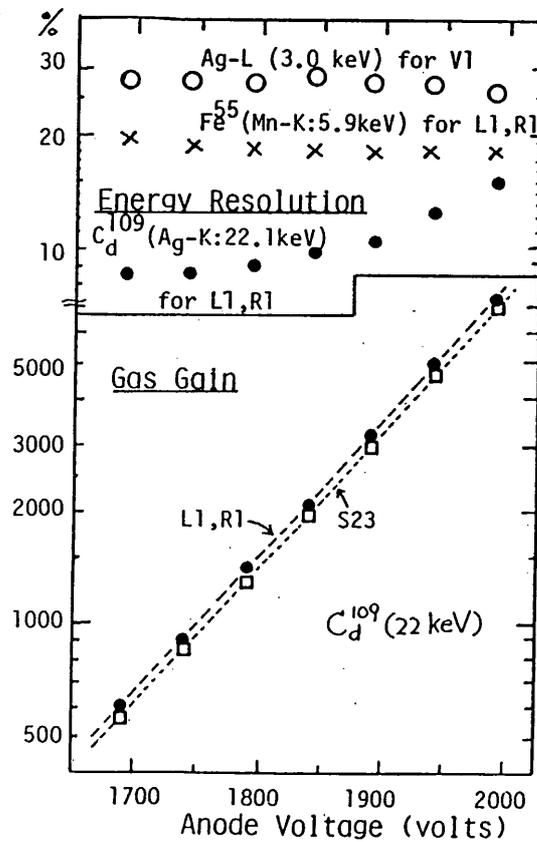


図2. 9 ガス増幅率とエネルギー分解能をアノード電圧の関数として示したもの

2. 2. 3 出力の線型性

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。増幅率は良い線型性を示し、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 $\geq 1900V$ になると、これらの特性が崩れはじめる。

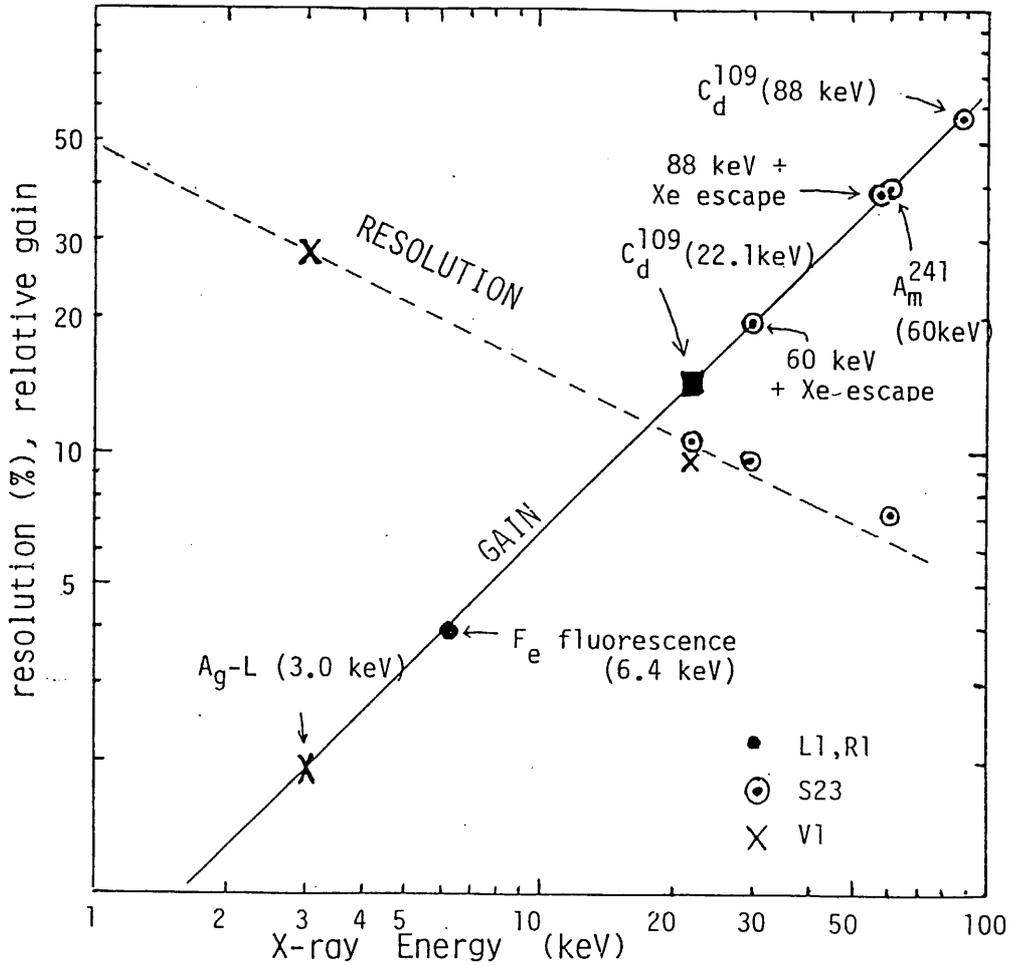


図2. 10

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、

$$(L1 * L2 * L3) \cap \overline{V1} \cap \overline{V2} \cap \overline{EV}$$

となる。但し $\cap$ は AND, \*は EXCLUSIVE 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

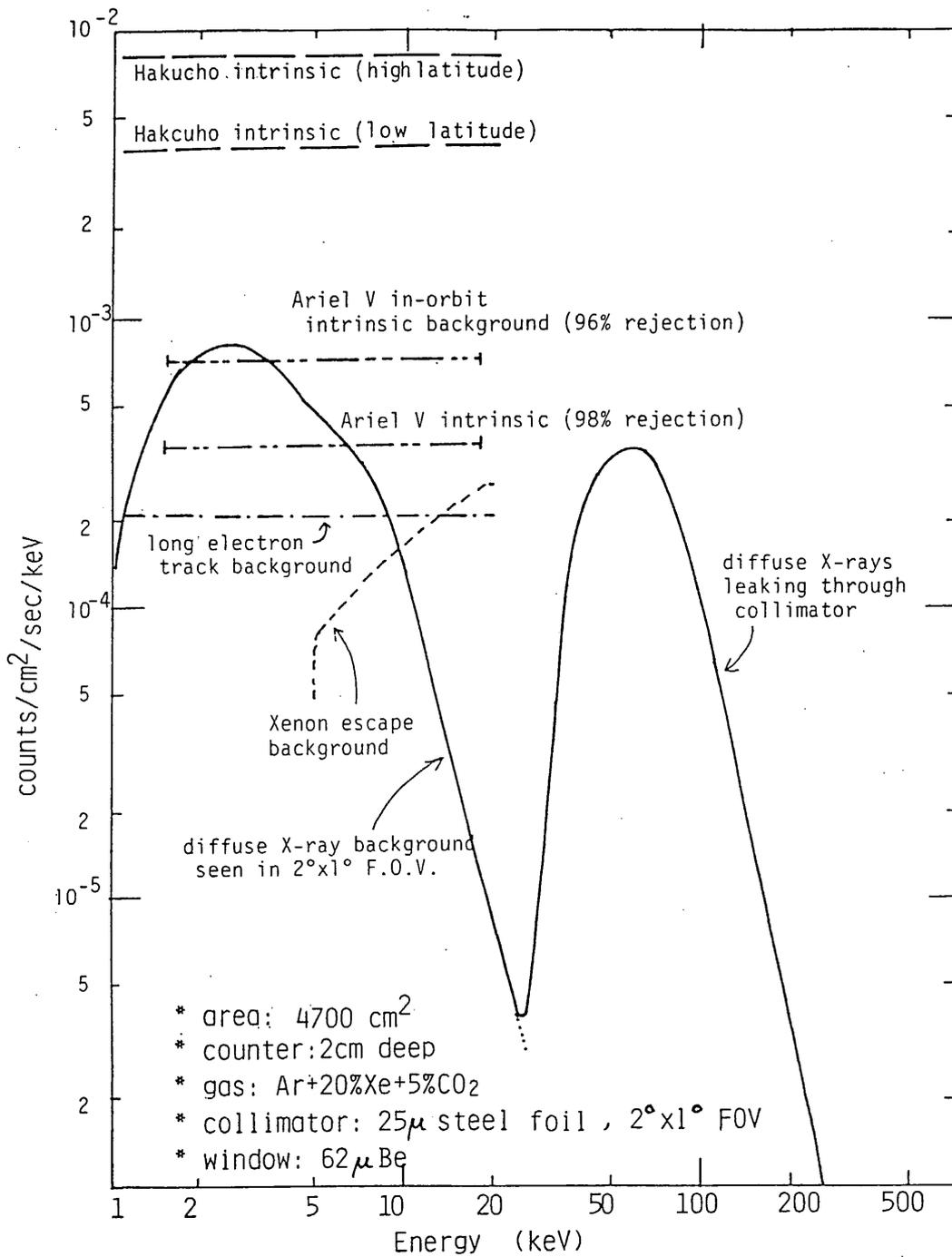


図2. 11 軌道上で予測されるLACのバックグラウンド

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

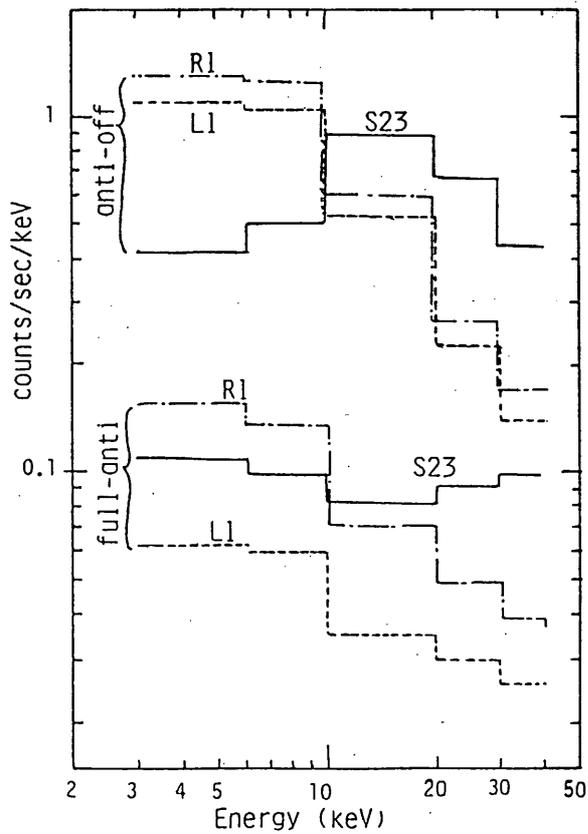


図2.12

アンチコインシデンスを ON したときと OFF したときの室内バックグラウンドの計数率。レスター大学による測定。

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、 $3.4 \times 10^{-4}$  C/S/Cm<sup>2</sup>/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線の計数効率もわずかながら減少する。これは1次電子雲が異なるセルにまたがった場合などに生じ、入射X線のエネルギーとともにやや増加する。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	カウント数の減少率
R1	FULL ANTI	15 %
L1	FULL ANTI	10 %
R1+L1	FULL ANTI	13 %
R1+L1	$(R1+L1) \cap \overline{S23} \cap \overline{V1} \cap \overline{V2}$	8 %
S23	FULL ANTI	8 %

表2.4 ANTI ON による CAL X線(22.1 keV) 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 $\mu$ 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(LAC1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。

	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をつき抜ける確率、 $h$  はそのX線がガスに吸収される確率、 $\Psi$  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0.1~0.2mm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35~70keV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。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フランジ部にかけて高さ3~4cmのスズの帯を貼り付けることにする。この様子を図2.14bに示す。重量はLAC 1台当たり0.2kg程度となる予定。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。

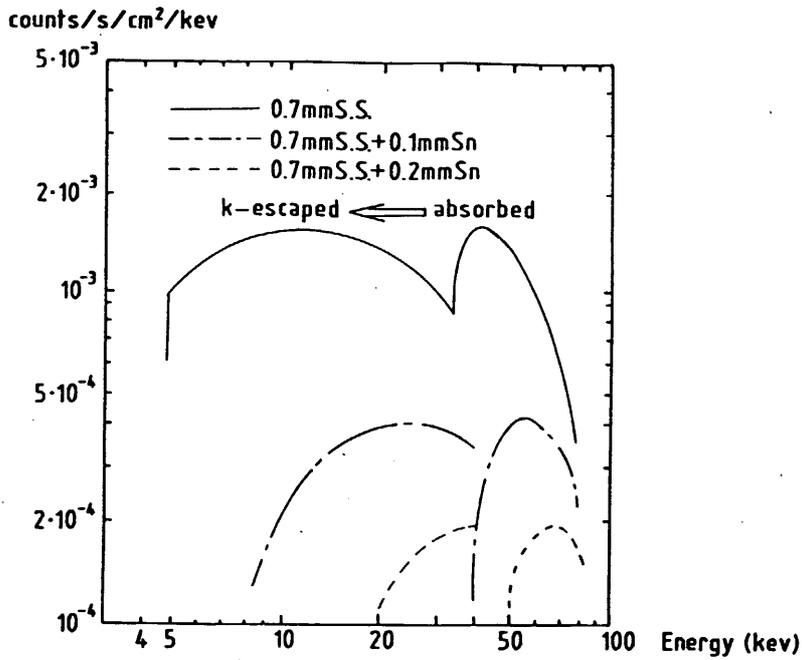


図2. 13 LAC検出器の壁(1cm<sup>2</sup>あたり)をつき抜けて入り込むdiffuse X線によるバックグラウンドのスペクトル f(E)

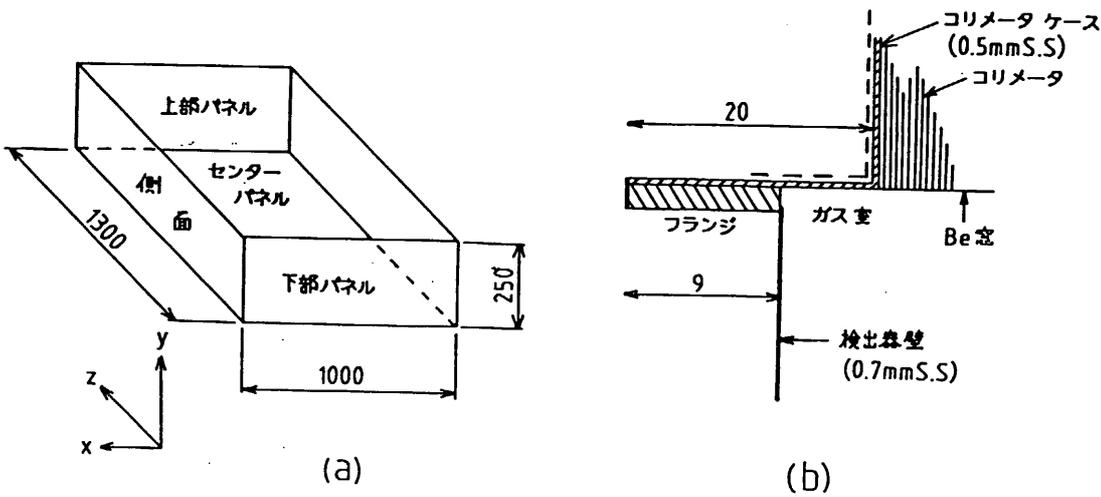
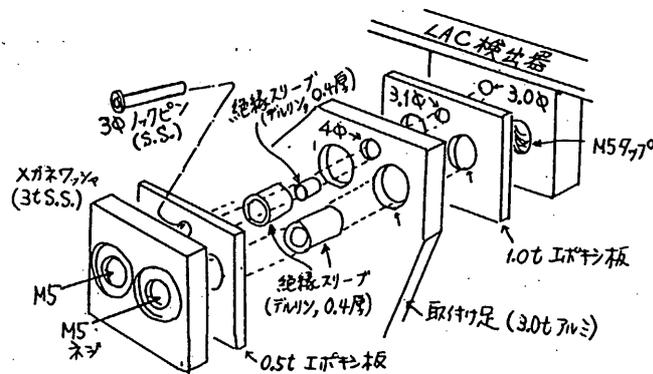


図2. 14 diffuse X線シールド用のスズ箔(0.2mm厚)の貼り付け位置。寸法はmm。  
 (a) 衛星構体への貼り付け(5面)センターパネルへは、裏面より貼る。  
 (b) LAC 検出器前面への貼り付け(点線部)。高さ3~4cmが必要である。

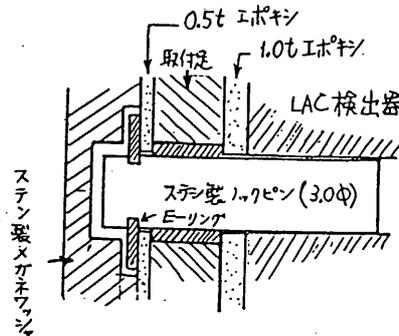
## 2.4 機械的インタフェース

### 2.4.1 取り付け足

図2.15に示すように、各LAC検出器は4個のジュラルミン製の取り付け足によって、衛星構体に取り付けられる。ステンレス製検出器とアルミ製衛星構体との間の熱膨張差は、取り付け足のわずかなたわみにより吸収される。取り付け足と衛星構体とは、1台当たり計14本のM5落としネジで結合される。また取り付け足と検出器とは1台当たり計16本のM5ネジで結合されるほか、8本のノックピン（ステンレス製、直径3.0mm）によって組立ての再現性が保証される。取り付け足と検出器との間は、電流ループを防止するために電氣的に絶縁される。これには、エポキシ製の薄板及びデルリン製のスリーブを用いる。取り付け足と検出器とのインタフェースを図2.15に示した。なおネジの材質は検討中。



(a) 組立図



(b) ノックピン付近の詳細

図2.15 取り付け足とLAC検出器の機械的インタフェース

#### 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。衛星構体の振動伝達特性を含めて考えると、打ち上げ時又は、システムレベルの振動試験時において検出器の振動環境が単位環境レベルを越えることはないと思われ。しかし機械環境試験の実施にあたっては、上記の共振に十分な注意を払う必要がある。

#### 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、おのお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。ハンドリング・ジグの詳細は設計中。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、700~900 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

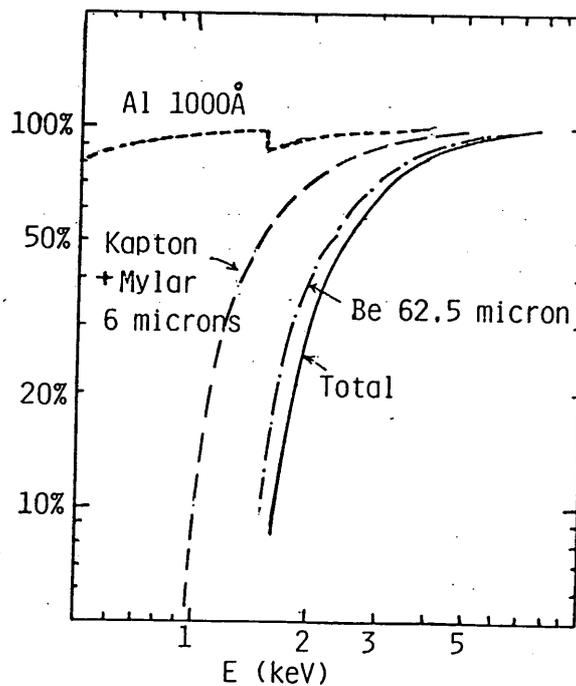


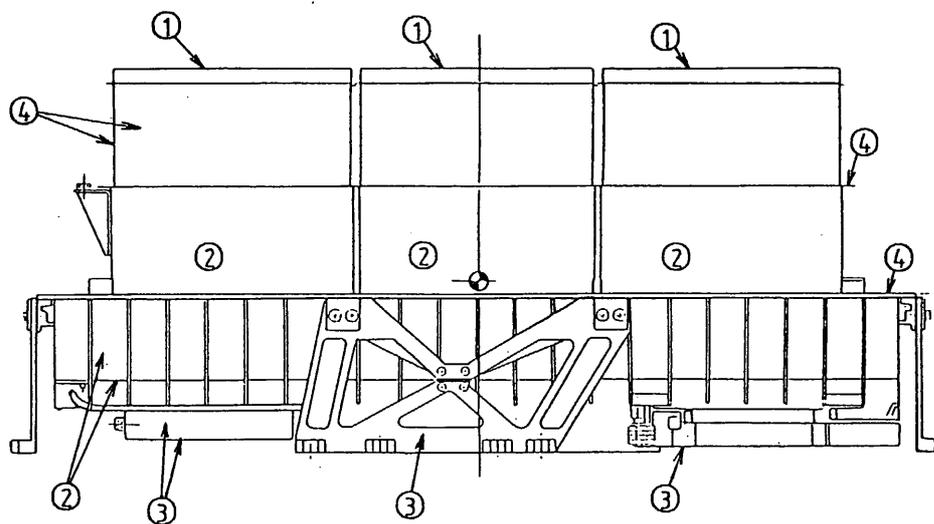
図2.16 サーマルシールドのX線透過率比較のため、ベリリウム窓のものも示した。

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2.16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2.17に示す。



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

図2.17 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  $\Delta T$  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。現在、LAC-S に局所的にアルミ伝熱材を貼りつけることで温度差を縮めることを検討中である。

## 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2.18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。

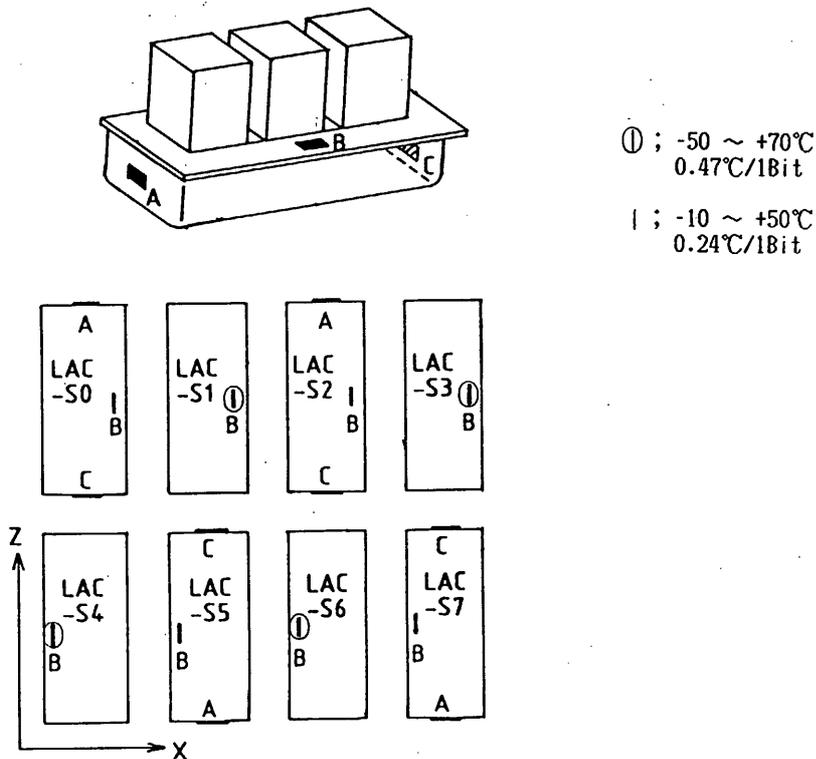


図2.18 LAC検出器の温度計測点

### 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、実行的な $g_m$ 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 $20\mu\text{S}$ のポール・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。18K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1840V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。

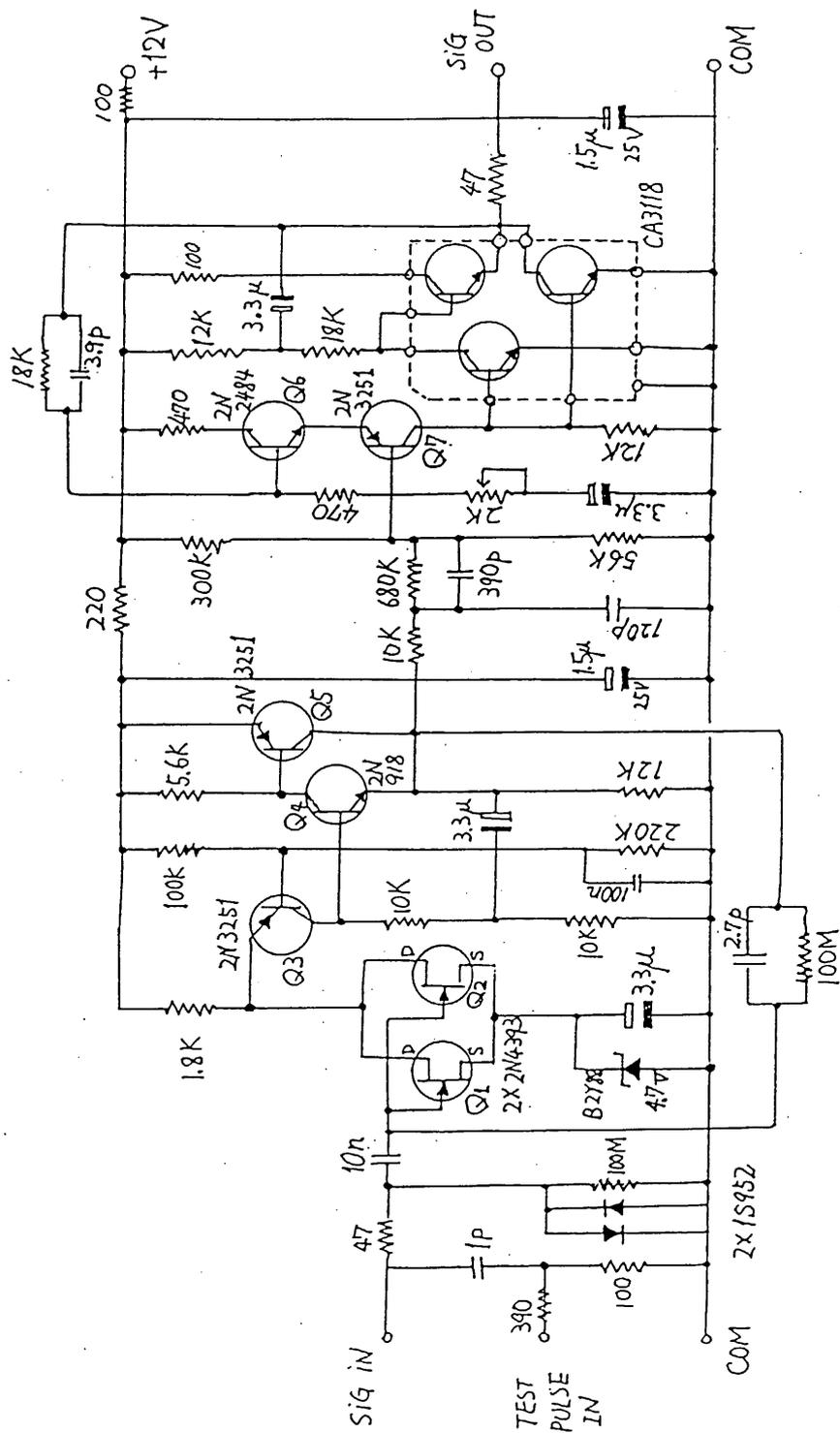


図3. 1 前置増幅器 (R1, L1, S23, V1, V2 用) の回路図

### 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1840V(標準) 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	1230	1370	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 $\Omega$ は、アースのループ形成を防ぐために入れられている。しかし実際の衛星機上ではこの4.7k $\Omega$ が無い方が好ましい可能性もある。

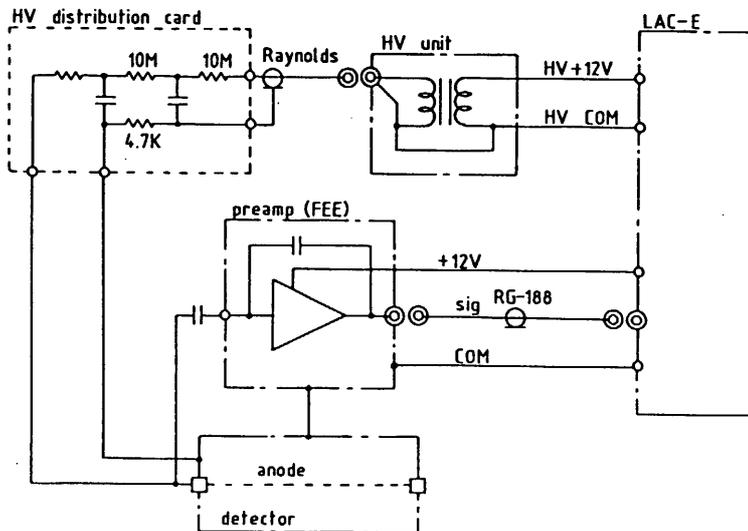


図3. 2 検出器まわりの電源およびアース系統図

### 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13WGコネクタ（同軸6本、ピン7本）1個を持つ。13WGは前置増幅器の電源とアース及び6系統のX線信号のやりとり用に使われる。15ピンコネクタの内訳は、高圧関係が5本、キャリア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。

13WG		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-TB	HK	
A2	L1	2	LAC-TB RTN	HK	
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-TA	HK	
4	-	10	* LAC-TA 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。13WG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。

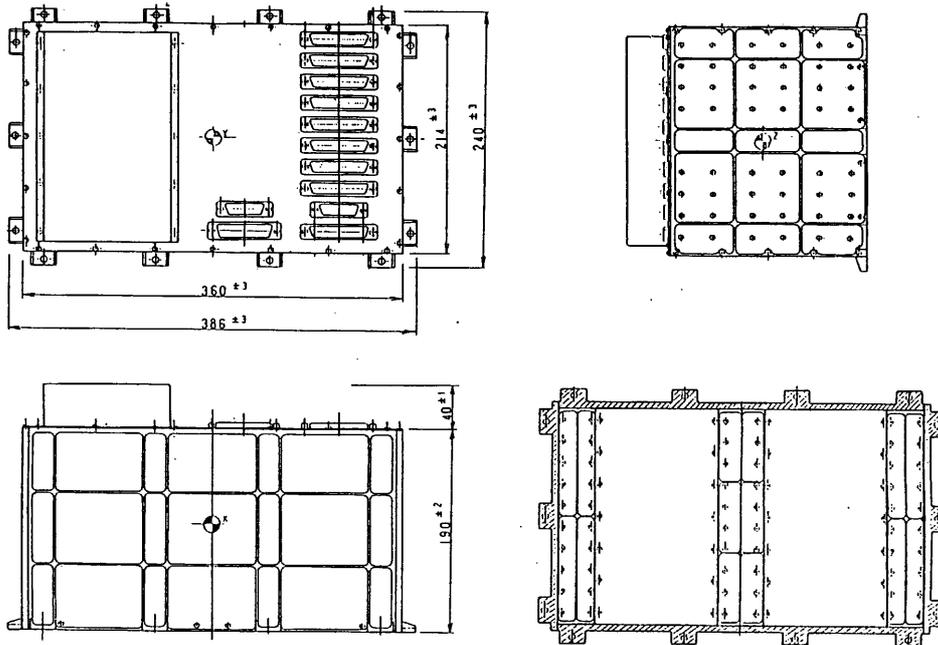


図3.3 LAC-E 外観図

#### 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。

各部の動作	CM 項目	LAC-E1	LAC-E2	BYPAS	LAC	LHV-0	LHV-1	LHV-2	LHV-3	LHV-4	LHV-5	LHV-6	LHV-7	LHV	LAC-A	LAC Cal	LAC Cal	HV Reduction
		ON (4,3)	ON (4,4)	ON (5,5)	OFF (4,5)	ON (5,0)	ON (6,0)	ON (4,1)	ON (5,1)	ON (6,1)	ON (4,2)	ON (5,2)	ON (6,2)	OFF (5,3)	OFF (5,4)	ON (6,3)	OFF (6,4)	(6,5)
LAC 0~3 Sig.Cont.	ON	○		#1														
	OFF				○										○			
	ON		○	#1														
LAC 4~7 Sig.Cont.	ON																	
	OFF				○										○			
	ON	○	○															
B-CM Memory	ON	○																
	OFF				○													
HV-0	ON					#2												
	OFF				○									○				
	Nrml Rdct	○																○
HV-1	ON					#2												
	OFF				○									○				
	Nrml Rdct	○														○		○
HV-2	ON						#2											
	OFF				○									○				
	Nrml Rdct	○														○		○
HV-3	ON							#2										
	OFF				○									○				
	Nrml Rdct	○														○		○
HV-4	ON									#3								
	OFF				○									○				
	Nrml Rdct		○													○		○
HV-5	ON										#3							
	OFF				○									○				
	Nrml Rdct		○													○		○
HV-6	ON											#3						
	OFF				○									○				
	Nrml Rdct		○													○		○
HV-7	ON												#3					
	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; LAC 0~3 Sig.Cont. が ON の時有効となり動作する。  
 #3; LAC 4~7 Sig.Cont. が ON の時有効となり動作する。

表3.3 CMによる各部の動作

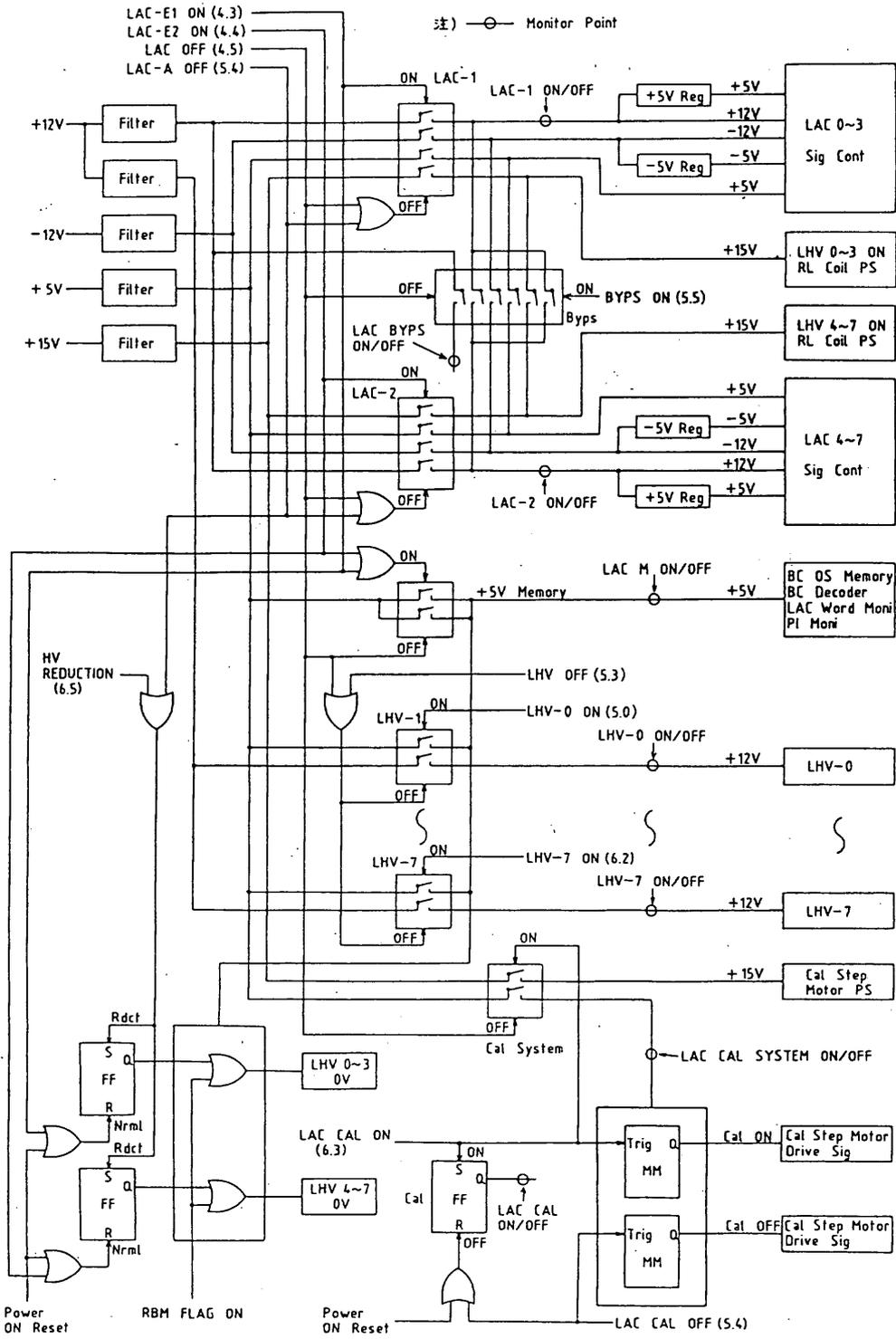


図3.4 電源・コマンド関係ブロック図

### 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、各系統に必要な項目を持つと、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 4DV (C0~C3) 用いて行う。

項 目	DV NO	O 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		
Discr Control	C 8	Layer Discr				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>							
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
NO	名称	Ch0	Ch1	Ch2	Ch3	Ch4	Ch5	Ch6	Ch7
C4	Device	1	<u>ENA</u>						
	Select	0	DIS						

Device		OS0	OS1	OS2	OS3	OS4	OS5	OS6	OS7
NO	名称	L1	R1	S23	V1	V2	EV	C.Gain	-
C5	Input	1	<u>ON</u>	<u>ON</u>	<u>ON</u>	ON	ON	ON	H;×2
	Select	0	OFF	OFF	OFF	<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
NO	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	
S7		000; ×0.92			000; ×0.92			00×0.8	

Device		OS0	OS1	OS2	OS3	OS4	OS5	OS6	OS7
NO	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	
S7		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	
NO	名称	L1	R1	S23	V1/V2	E V	Lower	Middle	Upper	
C8	Discri	1	1.5Kev	1.5Kev	1.5Kev	1.5Kev	1.5Kev	2 Kev	<u>16 Kev</u>	<u>30 Kev</u>
	Control	0	<u>0.5Kev</u>	<u>0.5Kev</u>	<u>0.5Kev</u>	<u>0.5Kev</u>	<u>0.5Kev</u>	<u>1 Kev</u>	6 Kev	20 Kev

Device		OS0	OS1	OS2	OS3	OS4	OS5	OS6	OS7
NO	名称	L1/R1	L1/S23	R1/S23	L1/V1	R1/V1	S23/V1	SV1/V2	SV2/EV
C9	Anti	1	<u>O N</u>						
	Matrix	0	OFF						

注) S; L1 or R1 or S23

Anti Coincidence Matrix

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

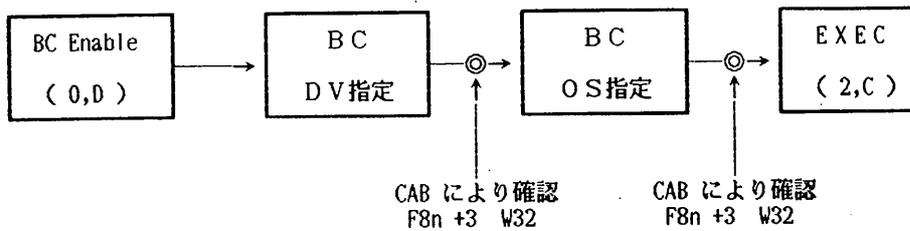
Device		OS0	OS1	OS2	OS3	OS4	OS5	OS6	OS7
NO	名称	LAC - Mode				ASM		GBD-TTS レベル	
01	DP-DV1	11 ; PC				Time		11 ; OFF	
		10 ; MPC3						10 ; 128	
		01 ; MPC2						01 ; 64	
		00 ; MPC1				PHA		00 ; 32	

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

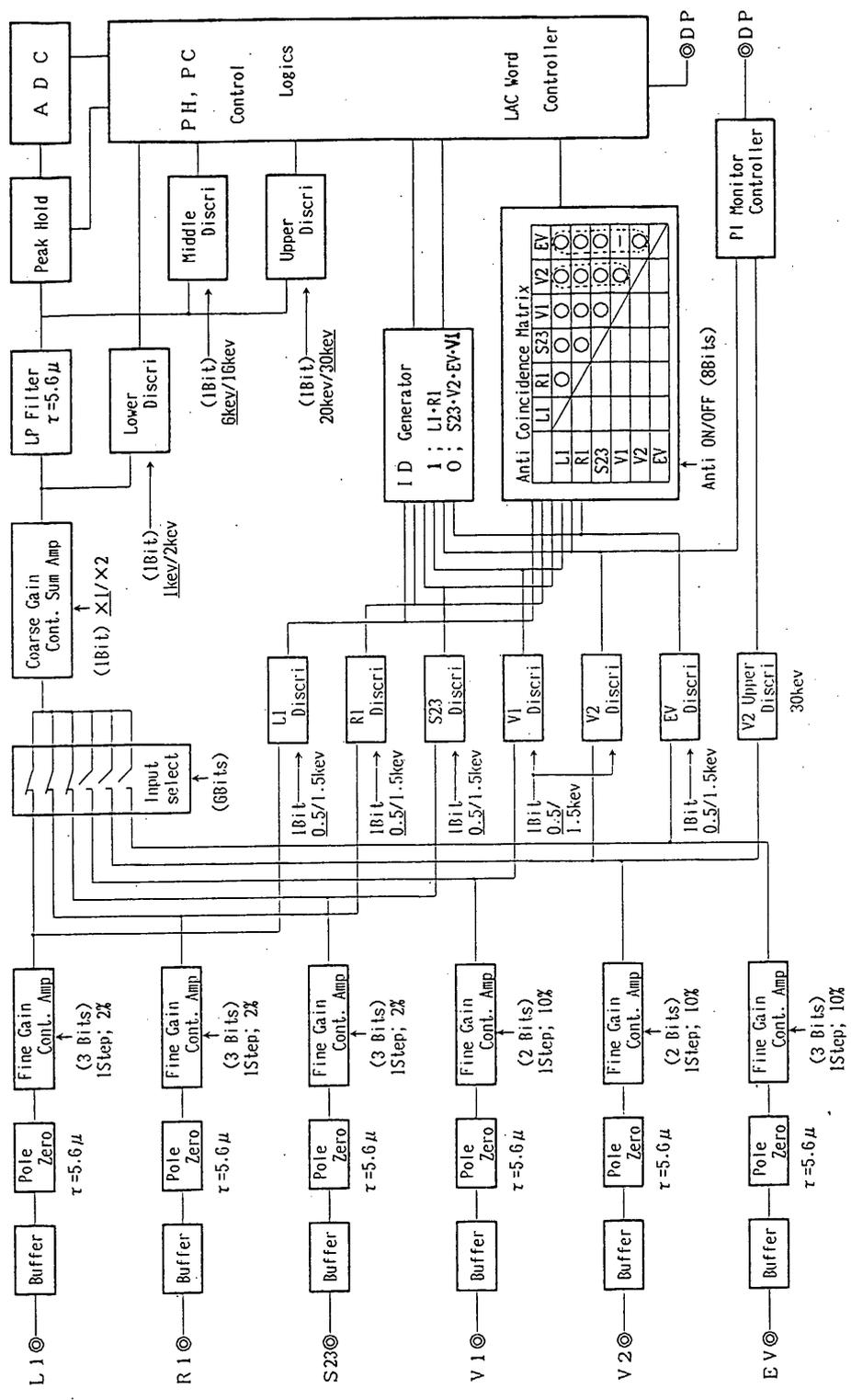


図 3.5 LAC 信号処理系ブロック図

図を示す。

信号は、6種類の Layer (L1・R1・S23・V1・V2・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 Discrri 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・R1・S23がON) を通り、ゲイン可変のサムアンプへ入る。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 Discrri を持ち、2Ch.のパルスカウント出力を出す。

この3レベルの Discrri 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 Discrriを越えた時点より、4  $\mu$ 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 Discrriより1  $\mu$ sec で

1 ; L1・R1  
0 ; S23・V1・V2・EV

あり1  $\mu$ 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。

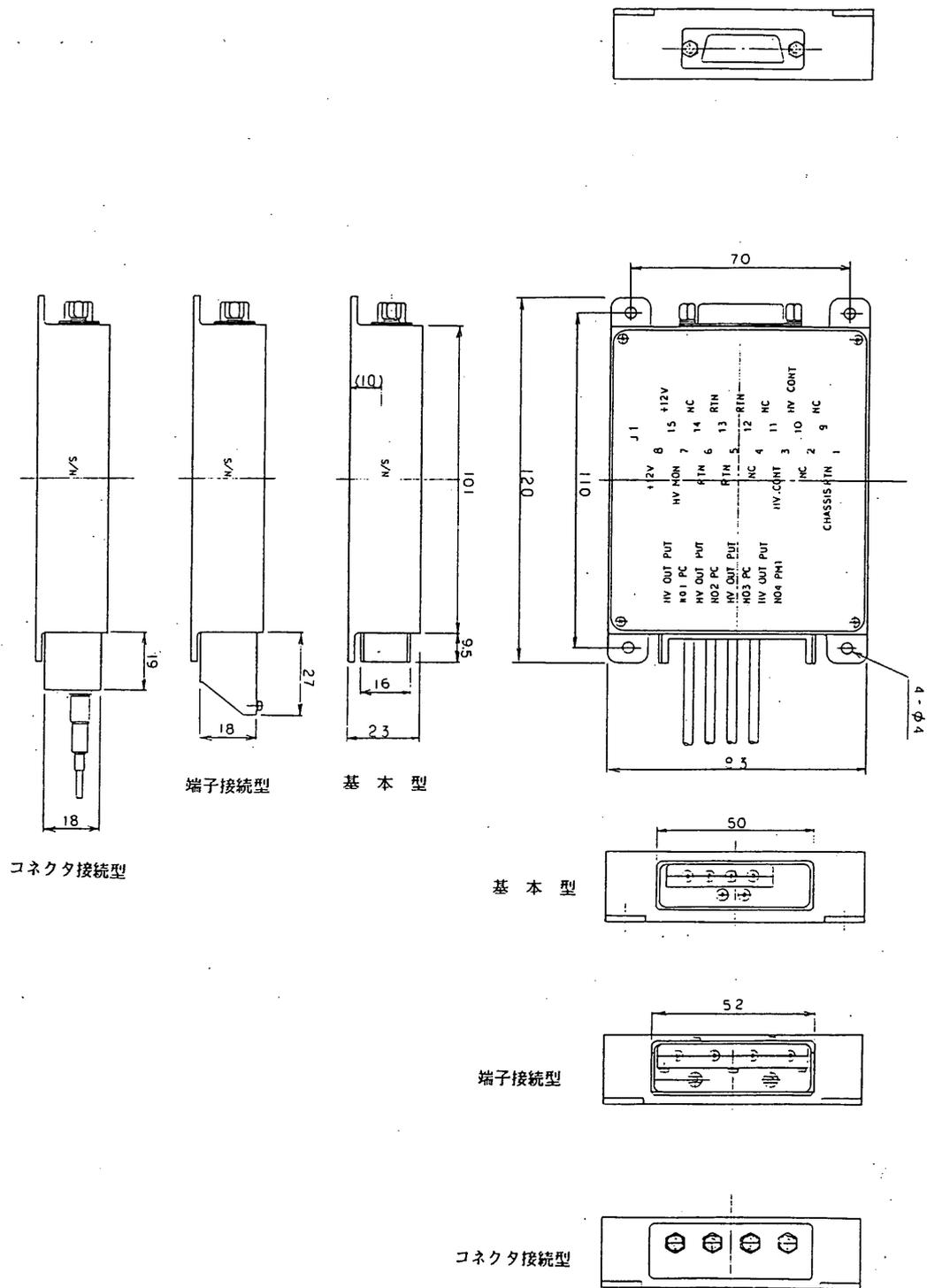


図3.6 高压電源外觀図

- ・ 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 $\Omega$ )  
低インピーダンス端子 (6.1K $\Omega$ )

端子形式は、LAC 用はレイノルズ高圧ソケット装着、AMS 用はポッチ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NO.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  $V_H$  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	$\infty$	$\infty \sim 60K$
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

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

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。

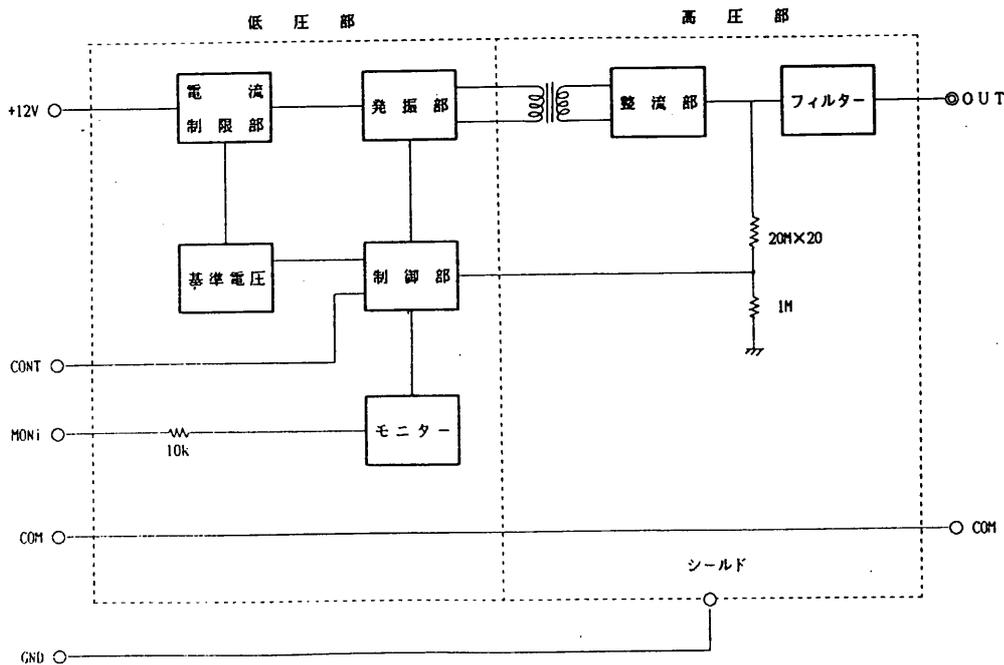


図3. 7 高圧電源ブロック図

#### 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 センサのデータを処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 μS	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	V4 ~ 63	V68 ~ 127
F8n+0	LAC-0 LAYER-1	LAC-4 LAYER-1
F8n+1	LAC-0 LAYER-2	LAC-4 LAYER-2
F8n+2	LAC-1 LAYER-1	LAC-5 LAYER-1
F8n+3	LAC-1 LAYER-2	LAC-5 LAYER-2

F \ V	V4 ~ 63	V68 ~ 127
F8n+4	LAC-2 LAYER-1	LAC-6 LAYER-1
F8n+5	LAC-2 LAYER-2	LAC-6 LAYER-2
F8n+6	LAC-3 LAYER-1	LAC-7 LAYER-1
F8n+7	LAC-3 LAYER-2	LAC-7 LAYER-2

表4.2 LAC-MPC1モード フォームフォーマット (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				0	4	0	4	0	4	0	4	0	4	0	4												
80	LAC DATA				3	7	3	7	3	7	3	7	3	7	3	7												
96	GBD/RBM DATA				P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P												
112	ASM DATA				C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C												
					H	H	H	H	H	L	L	L	L	L	L	L												
					0	0	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 [°C]  
その他 ; 温度 = Data × 0.24 - 10 [°C]

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-0B .....	LAC-0C .....	LAC-2A .....	LAC-2B .....	LAC-2C .....	LAC-1B .....	LAC-3B .....	.....	.....
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 LAS-OS (W66) (16S/128S/512S)

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

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

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

SF	Frame	0	1	~	5	~	9	~	13	~15
SF4n	0		DV-Select		Fine G.A4		Amti M.4		Fine G.B4	
	16		HV-6,7Lev.		Fine G.A5		Amti M.5		Fine G.B5	
+3	32		Input S.6		Fine G.A6		Amti M.6		Fine G.B6	
	48		Input S.7		Fine G.A7		Amti 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	BVPS 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/OFF	LHV3 ON/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

## 1.2 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( $\gamma$ 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、 $\gamma$ 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。

$\gamma$ 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 $\gamma$ 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、	村上敏夫
宇宙線研究所	近藤一郎			
立教大学 理学部	村上浩之			
Los Alamos National Laboratory				
	D.Evans, J.P Conner, k.Spencer ほか		R.W Klebesadel,	E.E Fenimore

## 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)  $\gamma$ 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

GBD - S

GBD - E

FEE (Front End Electronics)

ELS (Electric Subsystem)

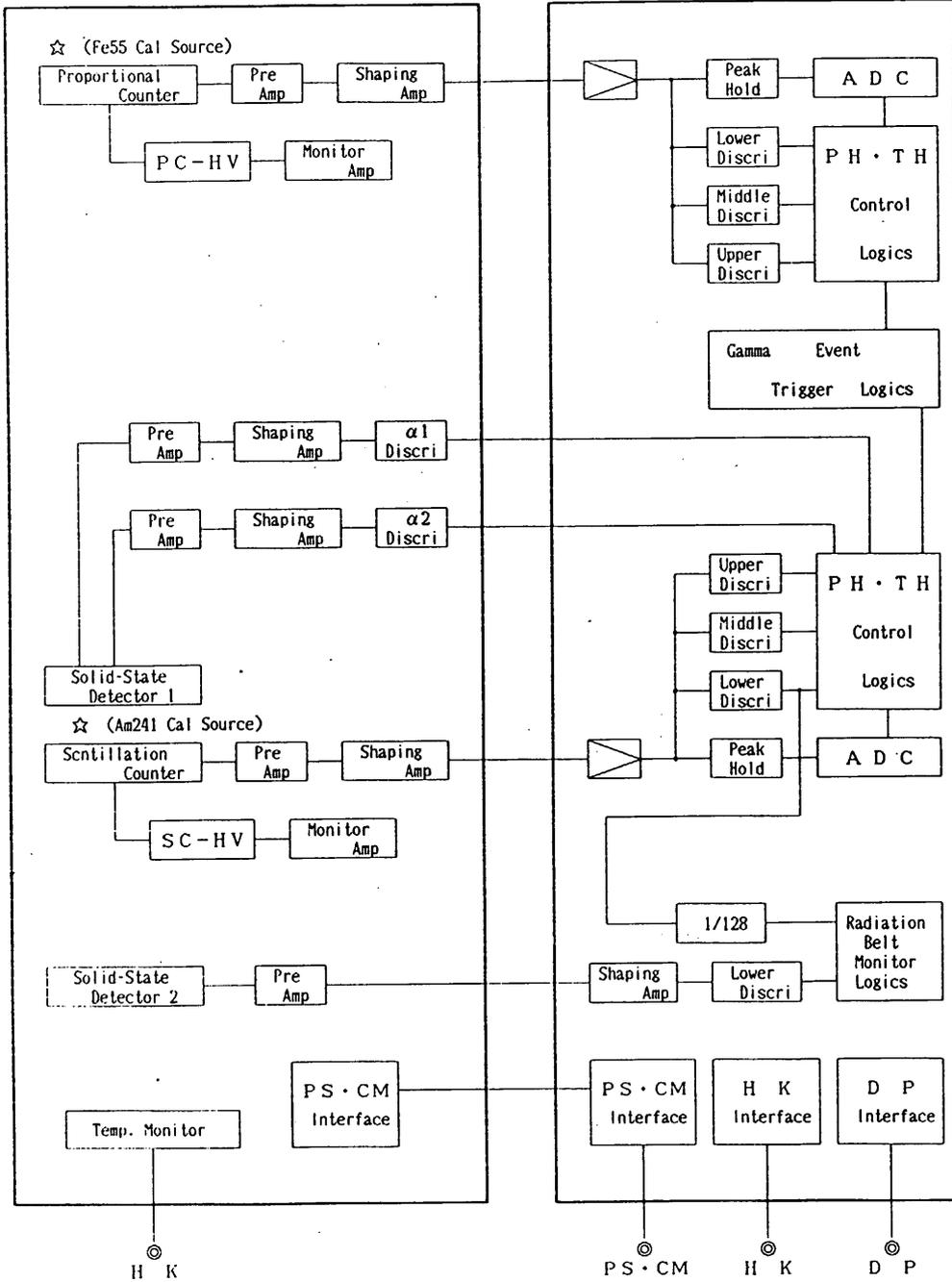


図1.1 GBD システムブロック図

## 2. GBD検出部 (GBD-S)

図2. 1に、GBD検出部GBD-Sの外観を示す。

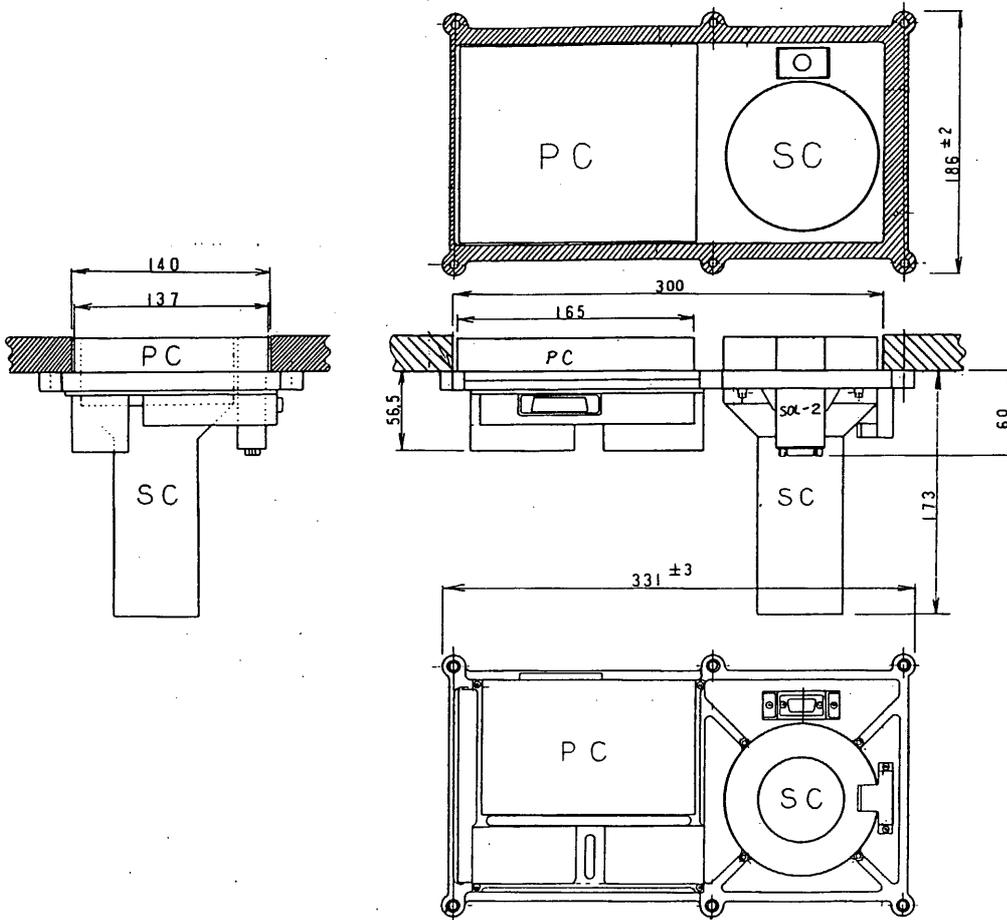


図2. 1 GBD-S 外観図

### 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 (TI) よりなり図2. 2のような構成となっている。NaI (TI) 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A1 0.25 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、変えることが出来る。(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	μmetal
60 cm <sup>2</sup>	3.5インチ	NaI(Tl) 10 mm	Al 0.25 mm	0.25	0.5	0.25	0.7mm	0.25 mm	0.25 mm

表 2.1 SCのシールド材の諸元

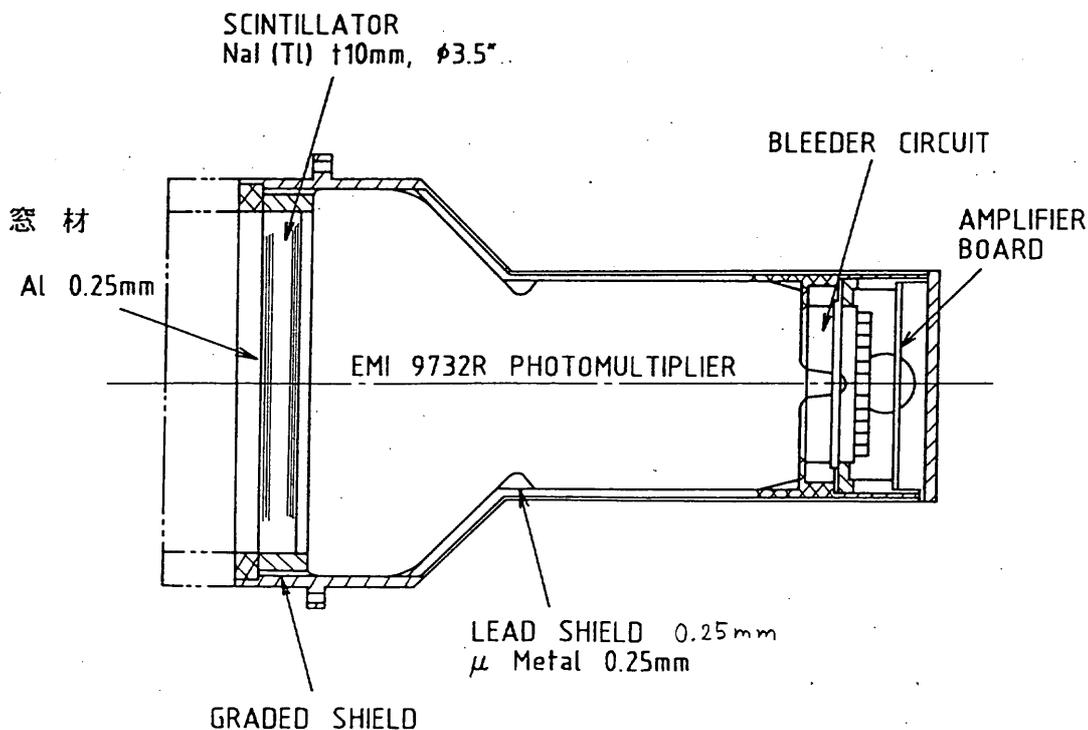


図2.2 SCの構成図

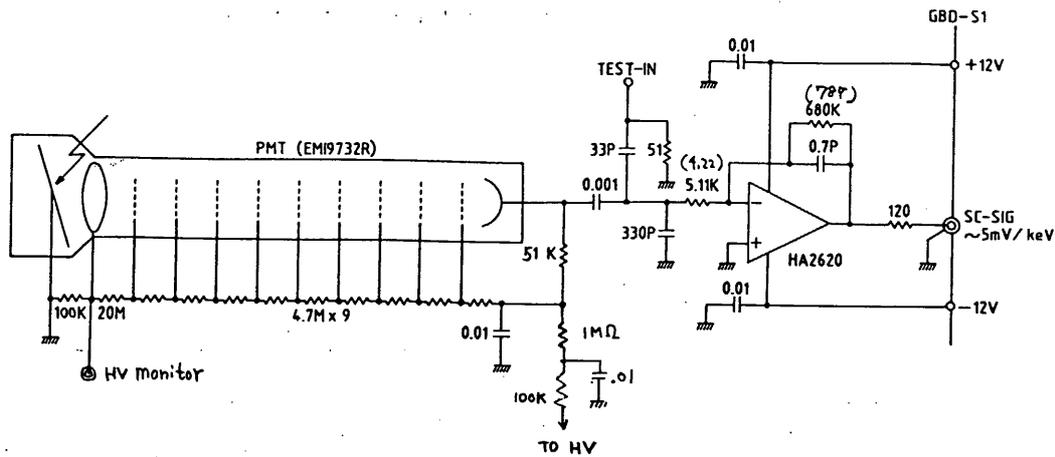


図 2. 3 SC検出器部 回路図

## 2. 2 比例計数管 (PC ; 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、PC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  $\mu\text{m}$  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 <sub>2</sub> (10%) 1.16 気圧(20 °C)	3.0 cm	Be 63.5 $\mu\text{m}$	100 cm <sup>2</sup>	Sn 0.15 Mo 0.05mm

表 2. 2

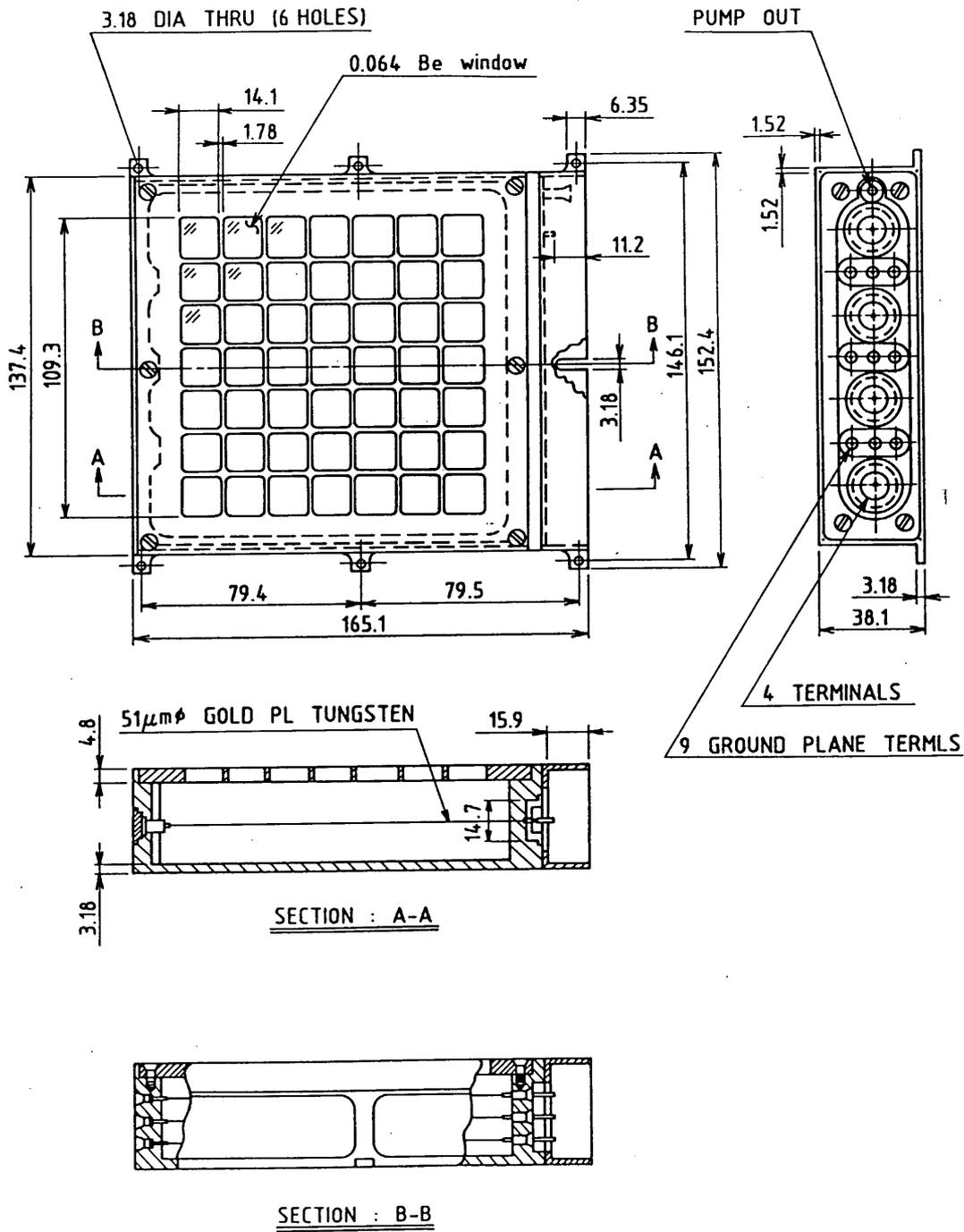


図2.4 PCの外観

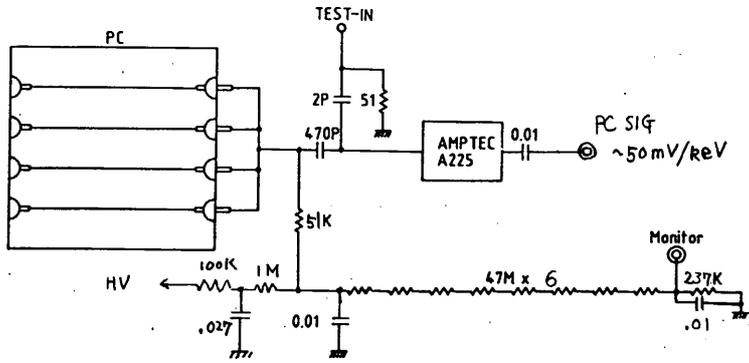


図2.5 PC検出器回路部

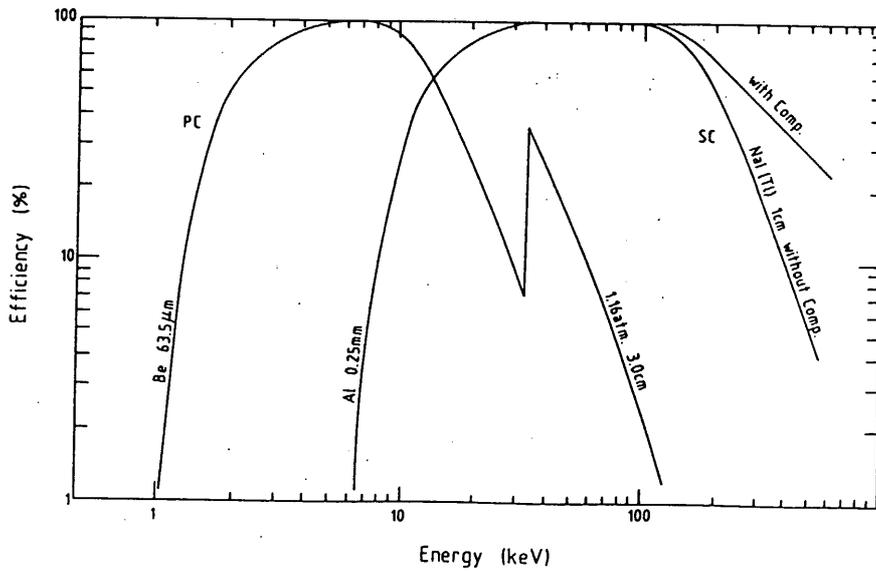


図2.6 PC・SCの検出効率

### 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アレーション(CAL)するために半導体検出器と放射線源 $\text{Am}^{241}$ が使われる。 $\text{Am}^{241}$ からは5.5MeVの $\alpha$ 線と同時に59.5keVの $\gamma$ 線が放出されており、この内59.5keVの $\gamma$ 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 $\text{Am}^{241}$ の $\alpha$ 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 $\gamma$ 線とCAL $\gamma$ 線を区別し別々の32Chに格納し、CALとすることが出来る。尚 $\text{Am}^{241}$ 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5C/S at SCである。比例計数管のCALでは、 $\gamma$ 線バースト検出に悪影響を及ぼさない程度に弱い(99C/S at PC)放射線源 $^{55}\text{Fe}$  (5.9keV)が常時照射されている。

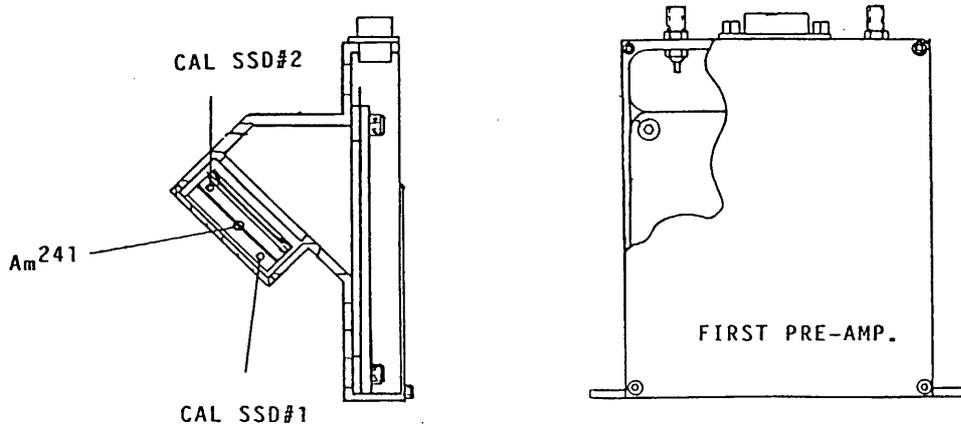


図2.7 CAL検出器の構造

## 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  $1 \text{ cm}^2$ ・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。

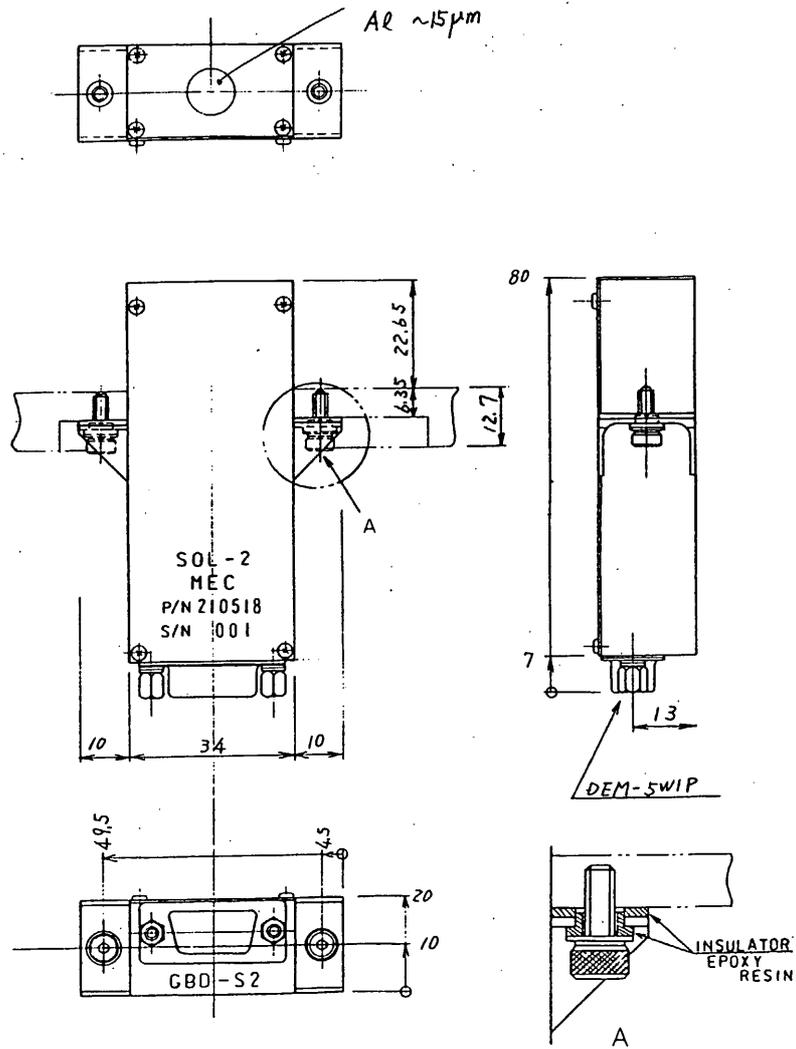


図2.8 SOL-2 外観図

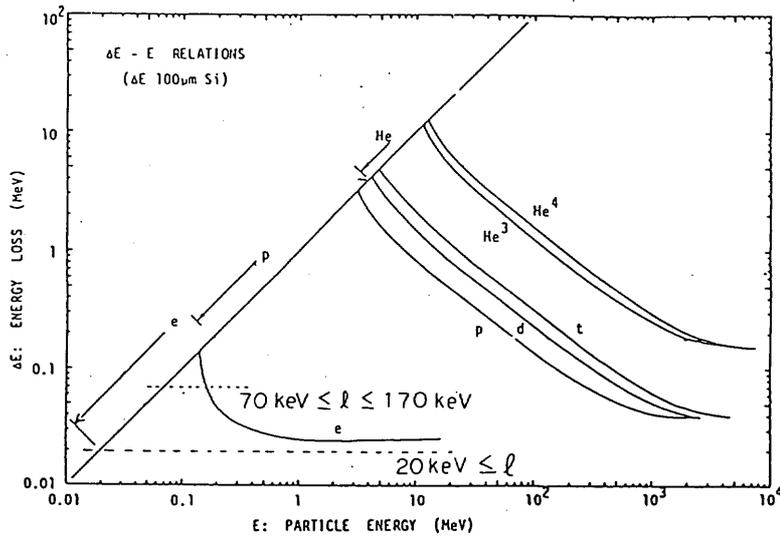


図2.9 入射エネルギーとエネルギーロス

## 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。

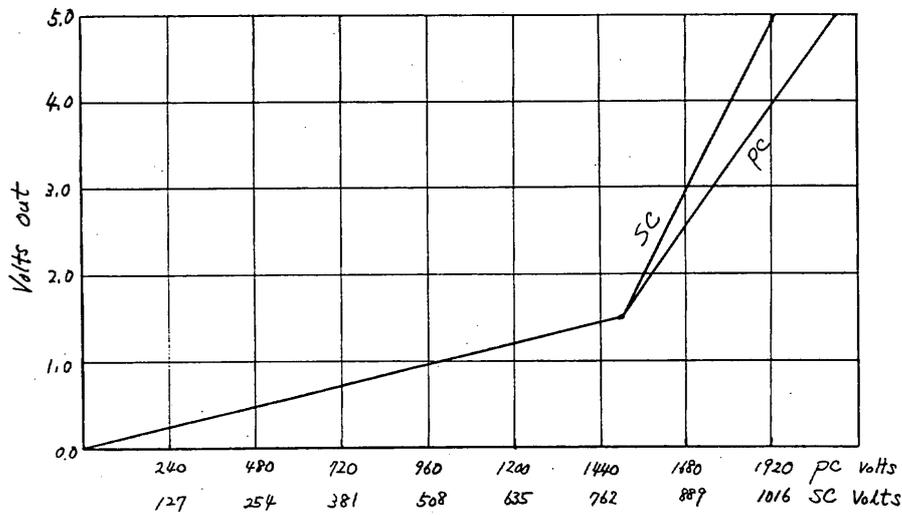


図2.10 高圧モニタ出力と実際の電圧

	電源電圧	電 流	消費電力
PC-HV	+28.0V	3.5mA	98mW
SC-HV	+28.0V	3.6mA	101mW

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。

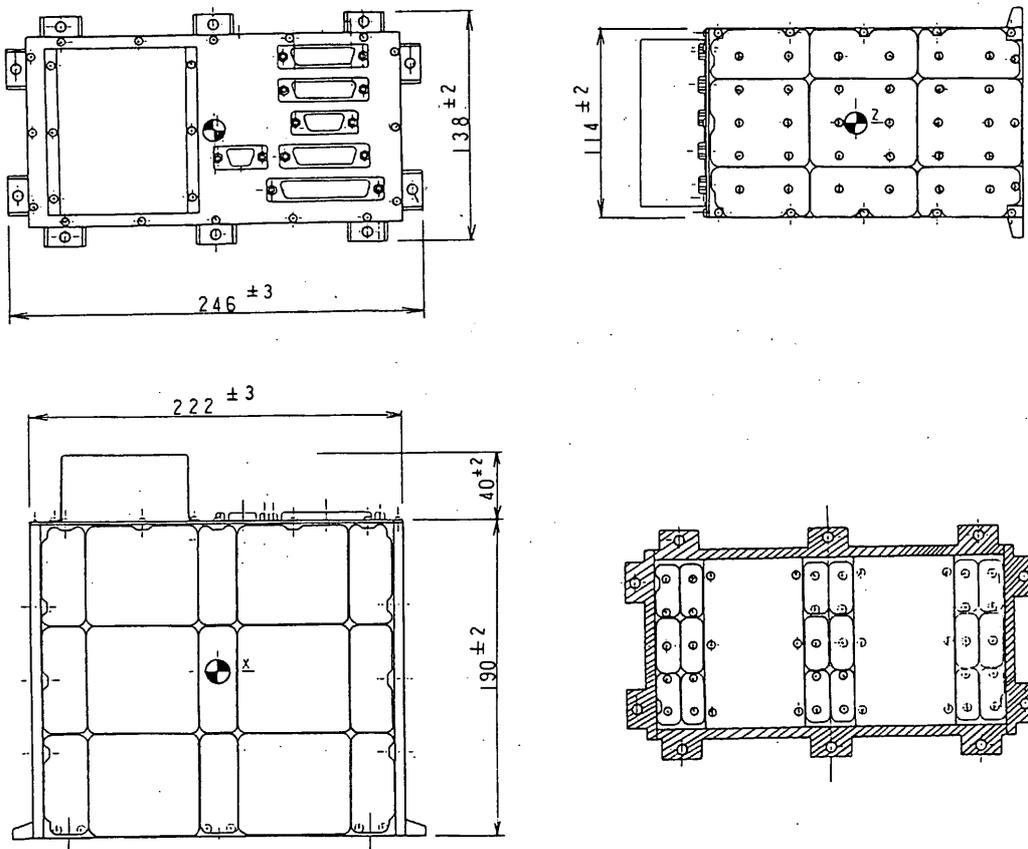


図3.1 GBD-E 外観図

### 3.1 PC処理系

PC処理系ブロック図を図3.2 に示す。

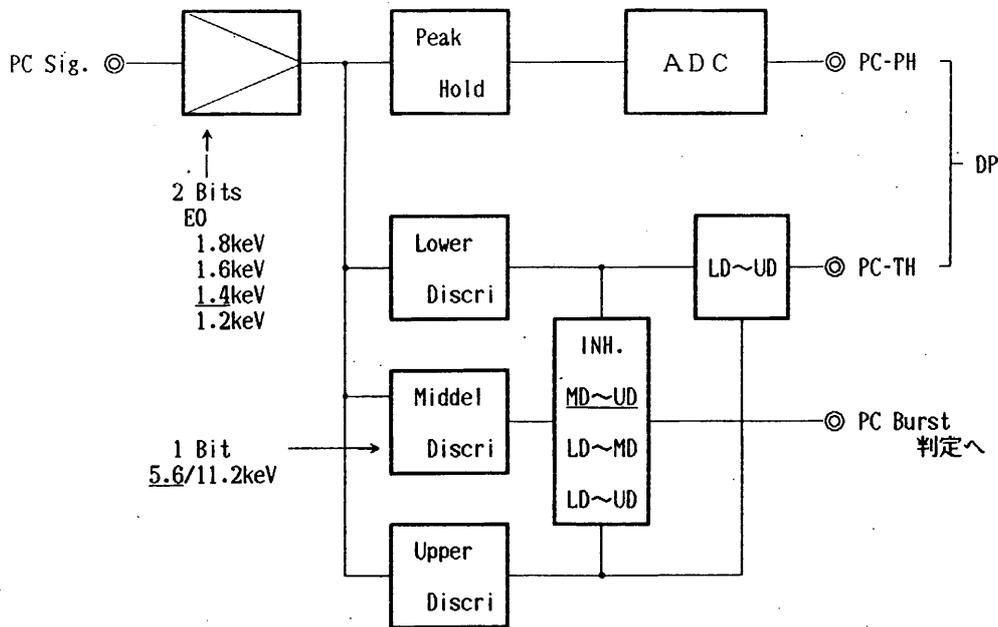
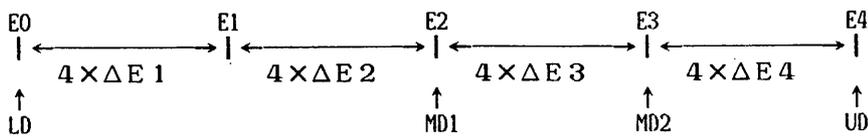


図3.2 PC処理系ブロック図

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。



$$\Delta E 1 : \Delta E 2 : \Delta E 3 : \Delta E 4 = 1 : 2 : 4 : 16$$

$$E 1 = 2 \times E 0$$

表3.1 PC Gain Control によるエネルギー分解能

OS 45	E0=LD (keV)	$\Delta E 1$ (keV)	E 1 (keV)	$\Delta E 2$ (keV)	E2=MD1 (keV)	$\Delta E 3$ (keV)	E3=MD2 (keV)	$\Delta E 4$ (keV)	E4=UD (keV)
11	1.8	0.45	3.6	0.9	7.2	1.8	14.4	7.2	43.2
10	1.6	0.40	3.2	0.8	6.4	1.6	12.8	6.4	38.4
01	1.4	0.35	2.8	0.7	5.6	1.4	11.2	5.6	33.6
00	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.

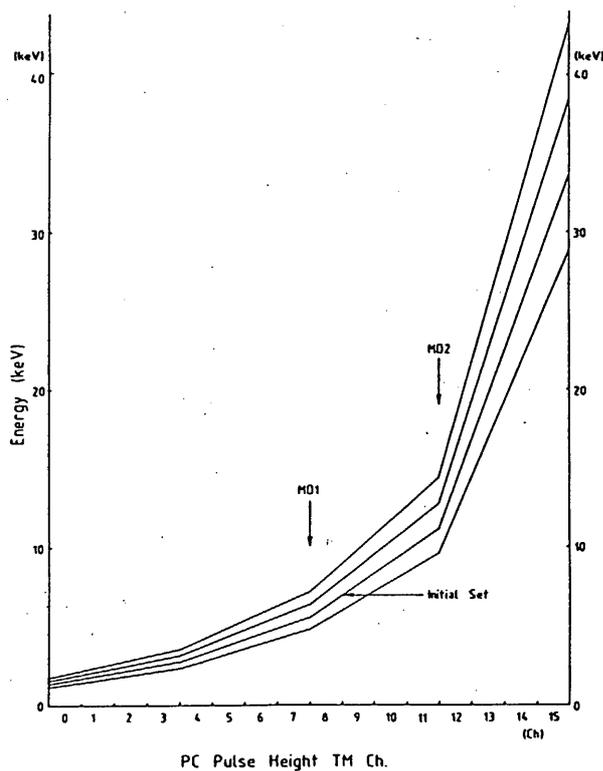


図3.3 PC Energy-TM ch.

### 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 $\alpha-\gamma$  Coincidence法による Cal機能を有すること等が異なる。

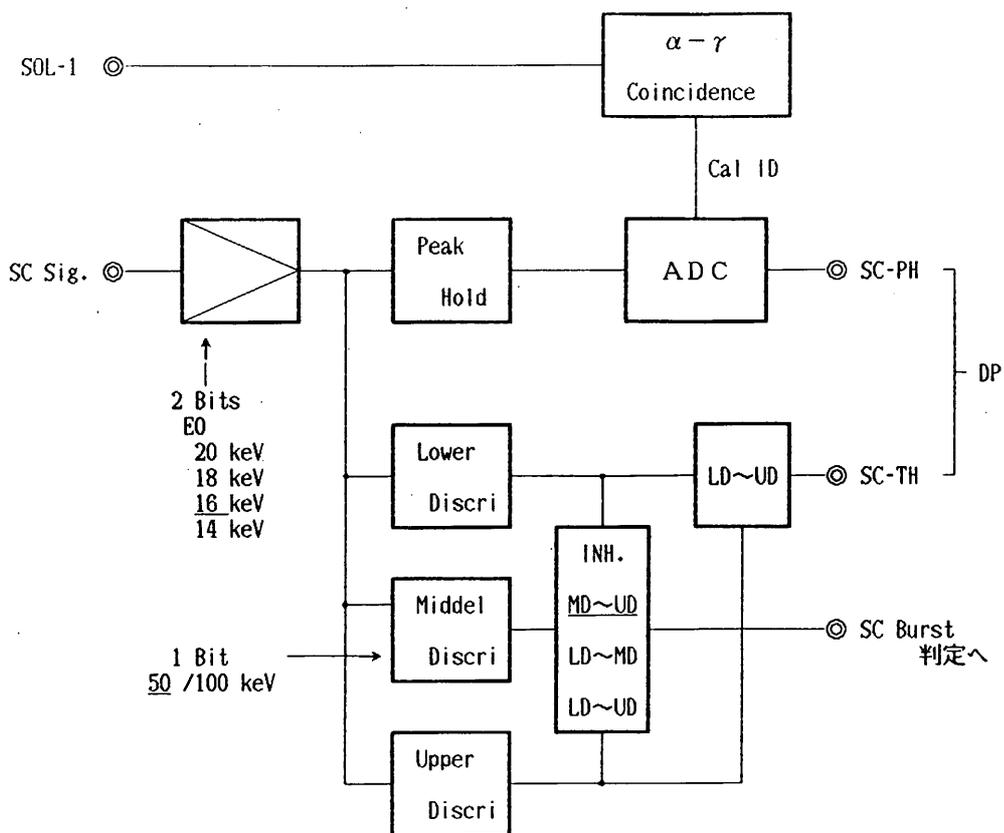


図3.4 SC処理系ブロック図

SCの Pulse Height 分布は 5Bits (32 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3.2 に Gain Control によるエネルギー分解能の表を示し、図3.5 に Energy - TM ch. を示す。又 DP への PH 出力には B0 に Cal ID を付けて 6 Bits で出力する。

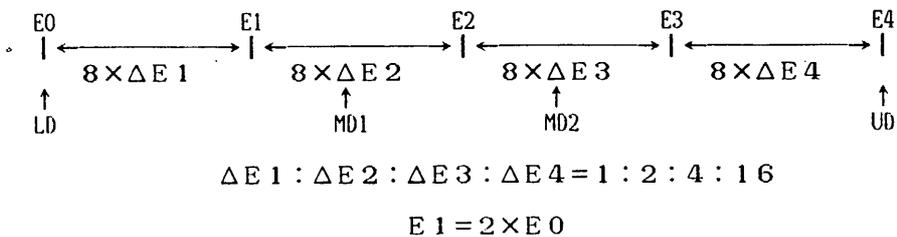


表3. 2 SC Gain Control によるエネルギー分解能

OS 45	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)
11	20	2.50	40	5.0	80	10	160	40	480
10	18	2.25	36	4.5	72	9	144	36	432
01	16	2.00	32	4.0	64	8	128	32	384
00	14	1.75	28	3.5	56	7	112	28	336

表3. 3 SC Gain Control による Discr Level

OS 45	L D (keV)	MD 1 (keV)	MD 2 (keV)	U D (keV)
11	20	62	125	480
10	18	56	112	432
01	16	50	100	384
00	14	44	88	336

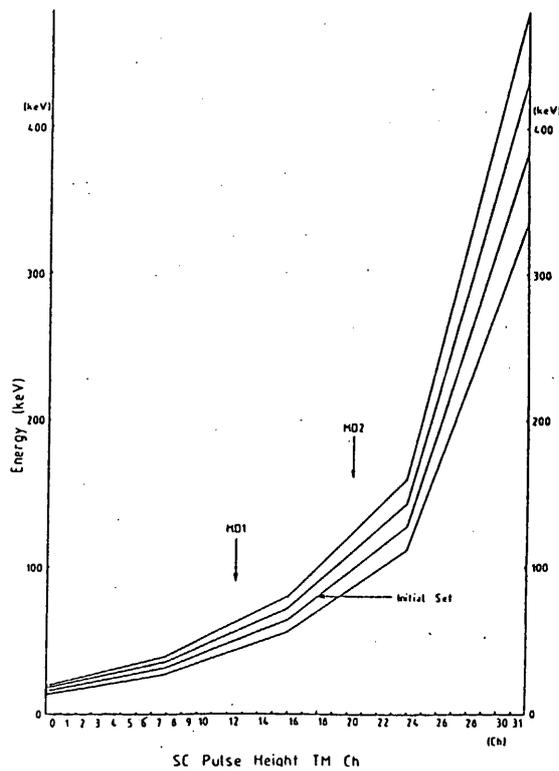


図3. 5 SC Energy - TM ch.

### 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。

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

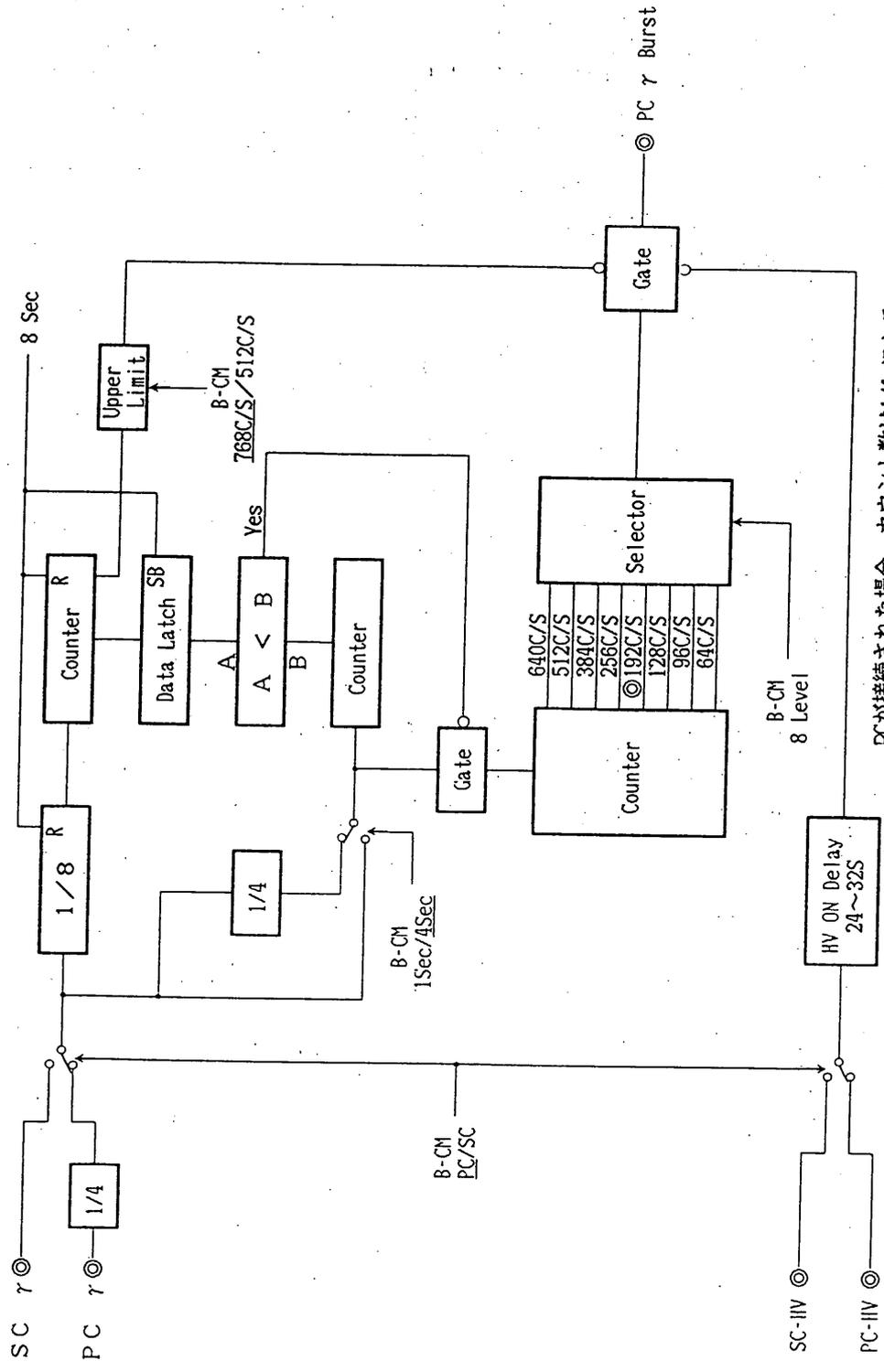
t ; 1, 4 Sec (B-CM)  
設定値 ; 8Level (B-CM)

#### 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。

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

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



PC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

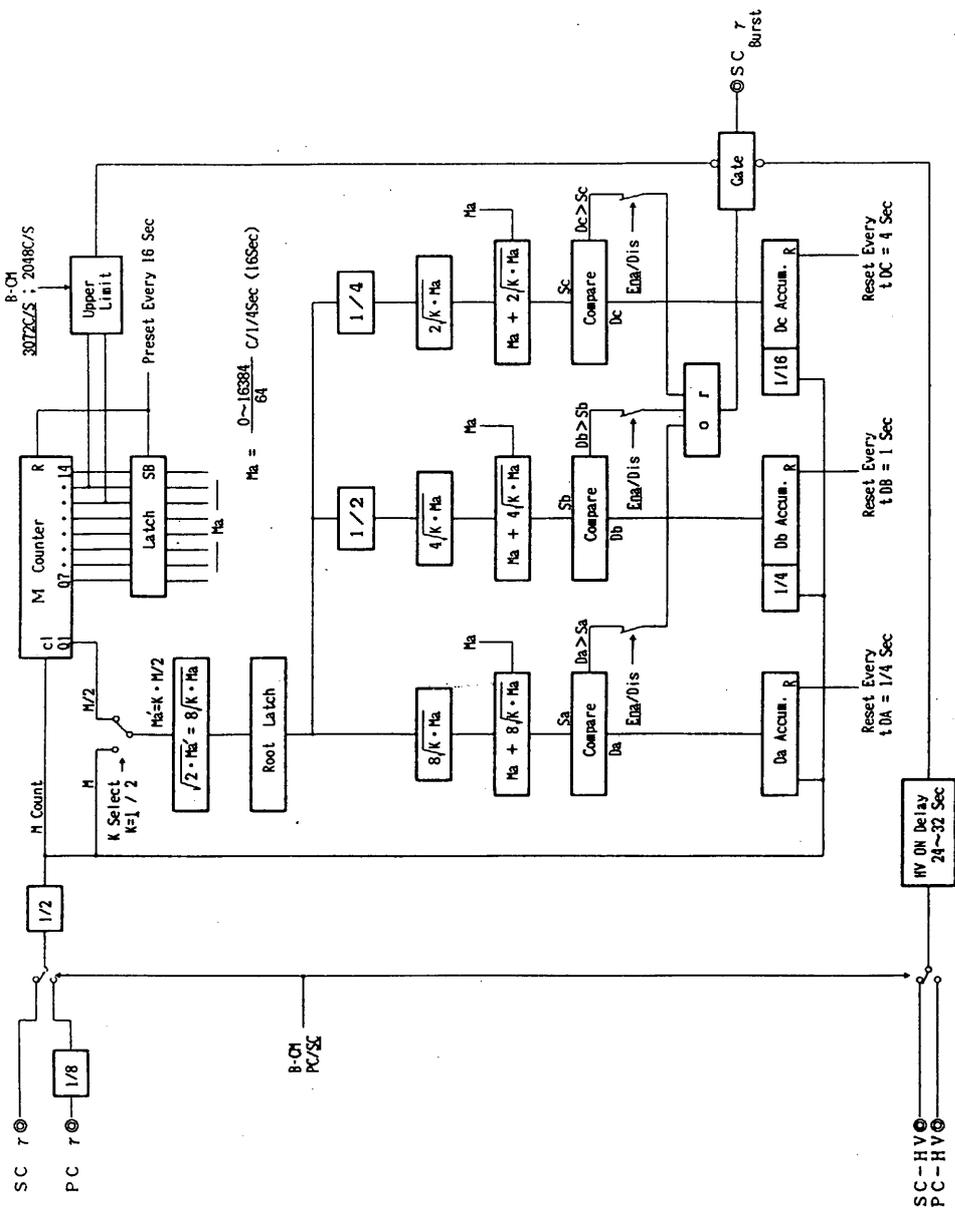


図3.7 SCバースト判定ロジック図

### 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、 $\gamma$ 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、リブロされるまでメモリは凍結され、次のバーストは受け付けられずその後起こった、本物の $\gamma$ 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 $\gamma$ 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" ( $\gamma$  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判断しメモリ凍結を解除しデータ書き込みを再開する。

### 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・ASM・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。

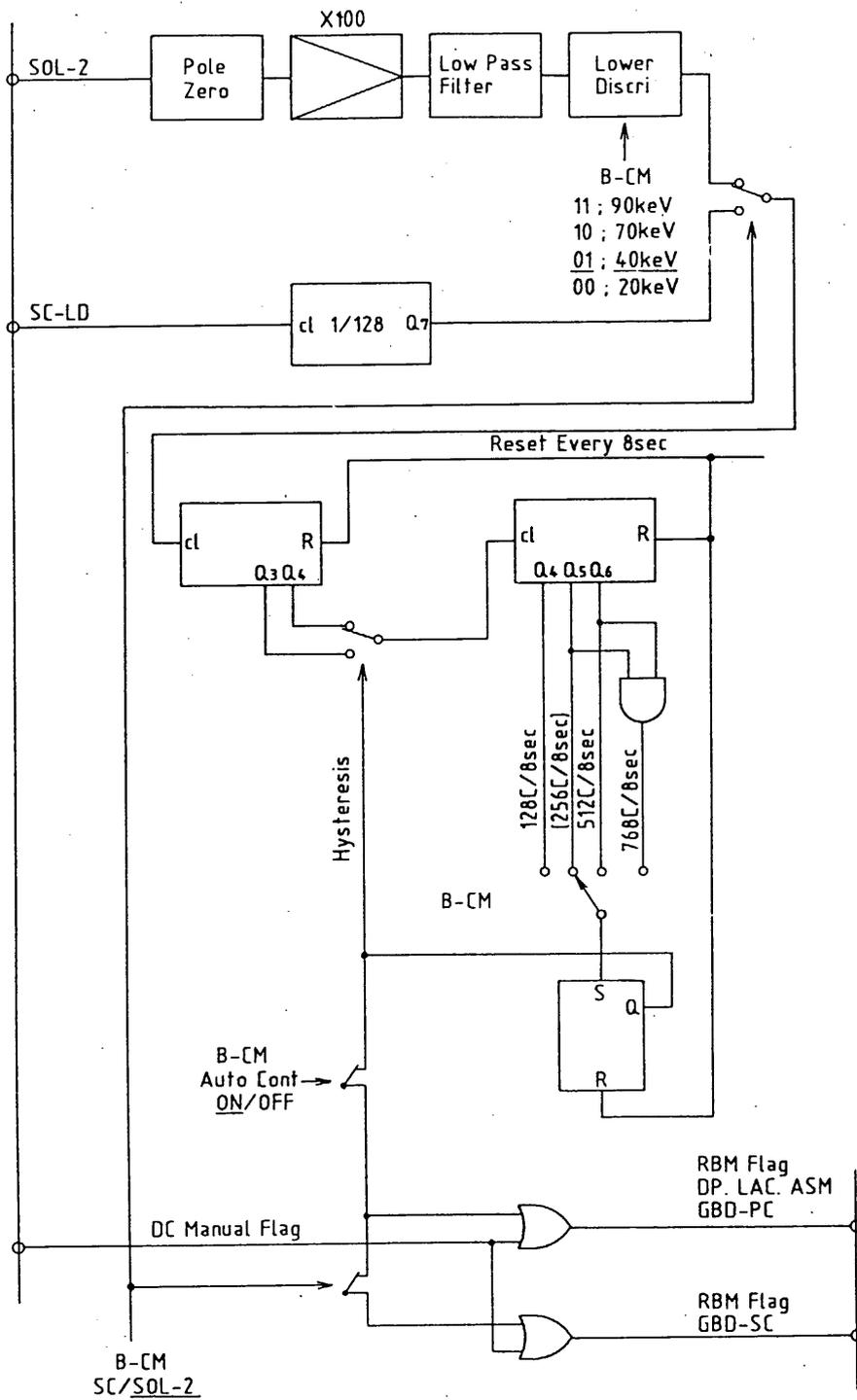


図3. 8 SOL-2処理系及びRBM処理系ブロック図

#### 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。

各部の動作		CM 項目										
		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		○									
PC-HV	ON				#1							
	OFF		○	○			○					
SC-HV	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							○				
RBM 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	OS	0	1	2	3	4	5	6	7	
40	PC Control (SFm F7 W66)	PC-HV Level #5					Gain (EO)		Burst Interval		
		1111 ;	Max				11 ; 1.8 keV	11 ; Inhibit			
		1000 ;	<u>Initial</u>				10 ; 1.6 keV	10 ; MD-UD			
		0000 ;	Min				01 ; 1.4 keV	01 ; LD-MD			
41	SC Control (SFm F23 W66)	SC-HV Level #5					Gain (EO)		Burst Interval		
		1111 ;	Max				11 ; 20 keV	11 ; Inhibit			
		0100 ;	<u>Initial</u>				10 ; 18 keV	10 ; MD-UD			
		0000 ;	Min				01 ; 16 keV	01 ; LD-MD			
42	SOL Control (SFm F39 W66)	SOL2 LD		Flag Cont #1		RBM	Cal 1	Cal 2			
		11 ; 90keV	11 ; 768C/8S		1 ; SC	1;Ena	1;Ena				
		10 ; 70keV	10 ; 512C/8S		0;SOL2	0;Dis	0;Dis				
		01 ; 40keV	01 ; 256C/8S								
43	PC Burst Control (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 ; <u>Initial</u>		0;2048 c/s	0;1Sec				
				000 ; Min							
44	SC Burst Control (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;11.3	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。

\*5 ; HV Level 詳細

\*2 ; PC Burst Level

(判定時間 4Sec の場合は 4倍となる)

234	PC Burst Level	
	PC の場合 Counts	SC の場合 Counts
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。

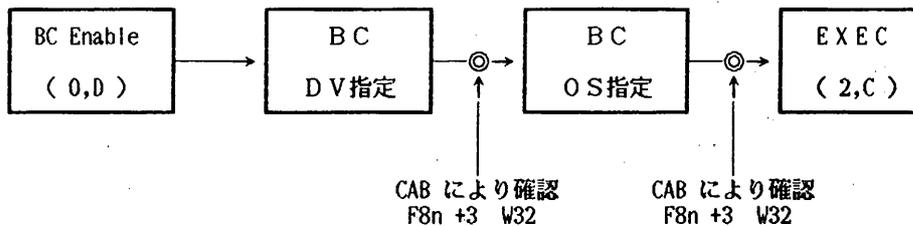
os	PC-HV (V)	SC-HV (V)
0123		
1111		
1110		
1101		
1100		
1011		
1010		
1001		
1000	◎	
0111		
0110		
0101		
0100		◎
0011		
0010		
0001		
0000		

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. 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. 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、時間的同時性はない。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 ノリセット
S1A 1	500.0 mS	4.0 Sec	16.0 Sec	16bits ノリセット
GBPC 2	500.0 mS	4.0 Sec	16.0 Sec	16bits ノリセット
GBSM	1.0 Sec	8.0 Sec	32.0 Sec	16bits ノリセット
GBPM	1.0 Sec	8.0 Sec	32.0 Sec	16bits ノリセット

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	SIA 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 - M O N 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								
32		GBSC2		GBSC2		GBSC2		GBSC2
48								

表5. 3 P I - M O N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		SC 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		PC 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 F4n+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
SCIIV-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回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	1D*64B	1D*64B	16D*64B		
	-16S	32B	64 DATA	64 DATA	1024DATA	16ch*32B	16D*32B
		63B				512 DATA	512 DATA
	0S	64B					1024DATA
		95B					
	16S	96B				16ch*96B	16ch*96B
		127B				1536DATA	1536DATA
	32S	128B					3072DATA
		159B	1D*192B	1D*192B	16D*192B		
	48S	160B	192 DATA	192 DATA	3072DATA		
		191B					
	64S	192B					
		223B					
	80S	224B					
		255B					
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 244μS  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	BLOCK TIME																		
48	BLOCK TIME																		
64	PI MON																		
80	GBD FLG-ON TIME																		
96	GBD/RBM DATA																		
112	BLOCK TIME STATUS																		
				GBD - PC - TH 1 BLOCK (16 Data)				GBD-PC-PII 1 Block ( 16CH )				GBD-SC-TH 1 Block ( 16 Data )				GBD - SC - PII 1 Block ( 32 CH )			

表6. 3 ビットリダクション処理データ変換方法

ブロック	実カウント		カウント		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 %	
	換算式		範囲	誤差					
0	0	C	0 ~ 63	0	0	28.8 ~ 0.5	100 ~ 12.6		
0	1	C*4 + 64	64 ~ 319	3	3	1.8 ~ 0.4	12.5 ~ 5.6		
1	0	C*16 + 320	320 ~ 1343	15	15	1.4 ~ 0.3	5.6 ~ 2.7		
1	1	C*64 + 1344	1344 ~ 4095	63	63	1.4 ~ 0.5	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 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、8192Hzのブロックで計測する。判定前32ブロックには前回の判定時刻が、判定後96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4196Hz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。その後、k+1番目のクロックと同期してカウンターはリセットされ、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。引き続き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) PCTH

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 SCTH が TTSモードのときには、カウンタの集積は SCTH 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) SCPH

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、SCTH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) PCPH

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、SCTH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DP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, PCTHについては、1フレームに2ブロックの割合で、又PCTH,SCTH,SCPH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、以下のようにすればよい。

- 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、 $\text{MOD}(2*N_f+32, 128)$ 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出来る。

## 1.3 全天モニター (ASM: All Sky Monitor)

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 $\pm 45$ 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

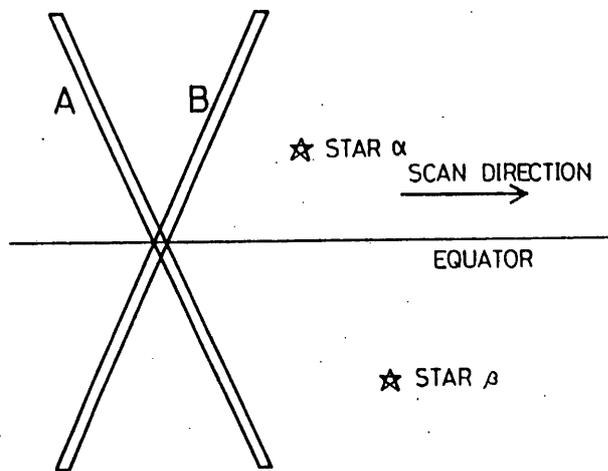


図-1. クリスクロスの視野。天球を、クリスクロスの視野を持つ検出器でスキャンした時、X線源の仰角によりふたつの視野へ入る時刻にずれができる。

線源 $\alpha$ 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 $\beta$ 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（パブ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。

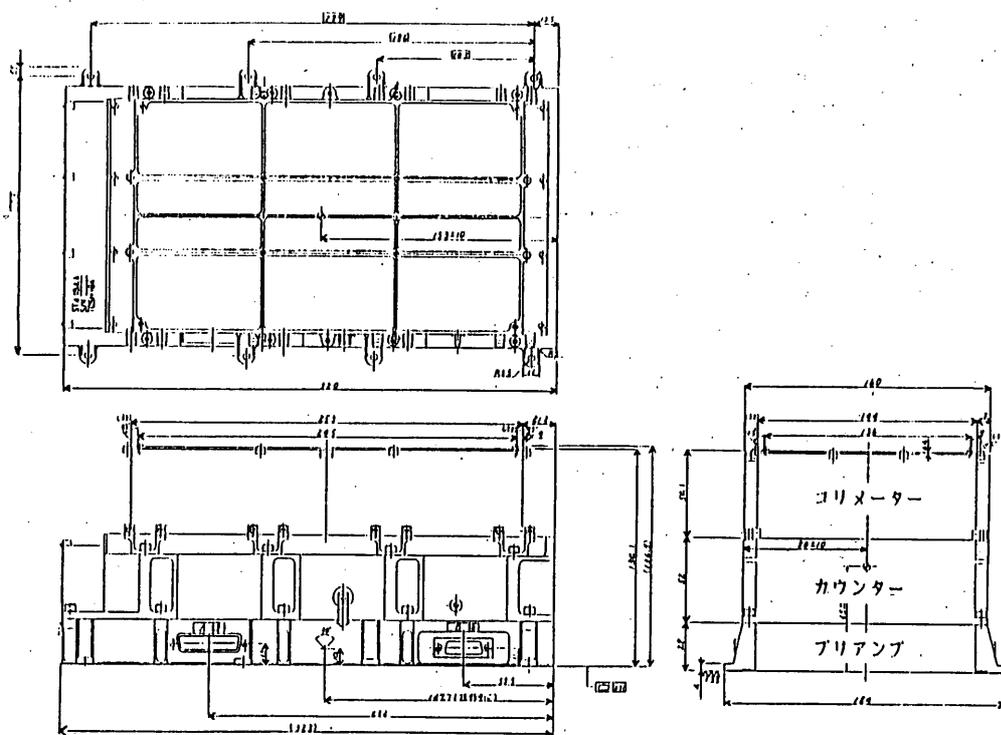


図-2. ASMの外観図。

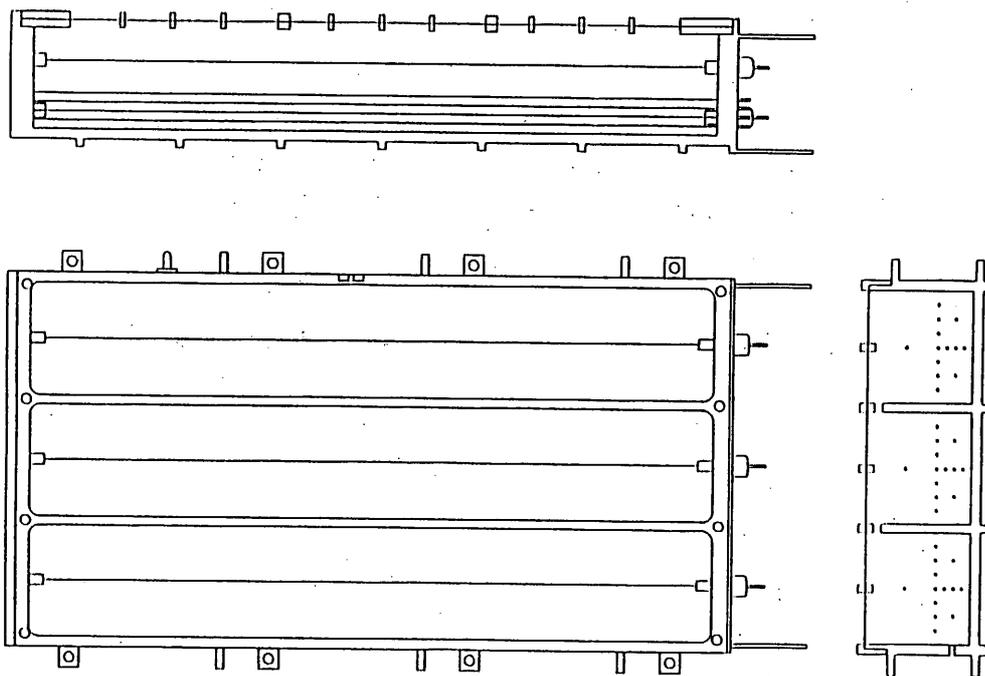


図-3. X線検出器の断面図。

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 $3.5 \text{mm}$ 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  $752 \text{mmHg}$ 、 $\text{CO}_2$   $23 \text{mmHg}$  (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 $29 \text{mm}$ 下に張った直径 $50 \mu\text{m}$ のグラ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同時計測用、並びに校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 $2 \text{mm}$ で $100 \mu\text{m}$ 厚のベリリウム膜を持った校正線源用の穴があり、ここからリヤアノードの一本に、 $\text{Fe}^{55}$  ( $5.9 \text{keV}$ )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 $1 \text{counts/sec}$ 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、 $0.1 \text{mm}$ 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を与えられる。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。

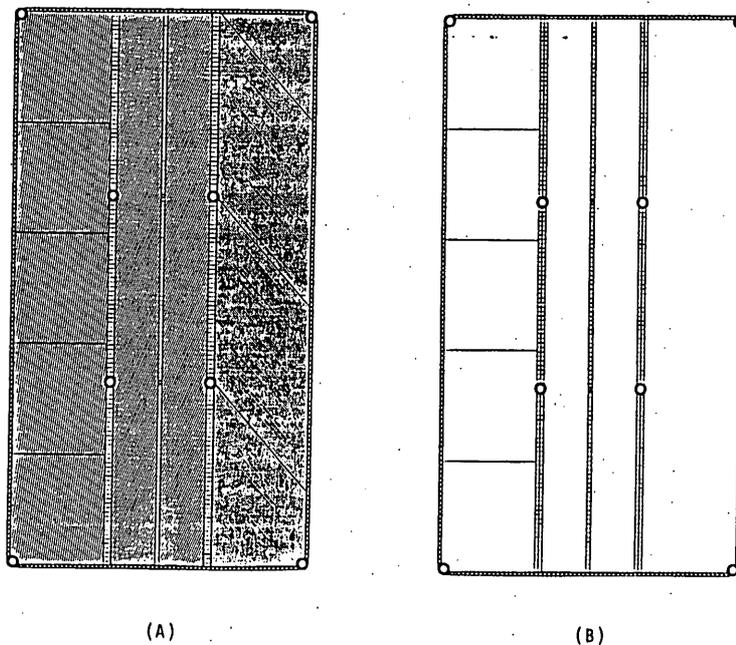


図-4. コリメーターに使用したメッシュ(A) とスパーサー(B)。

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、複数个の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。

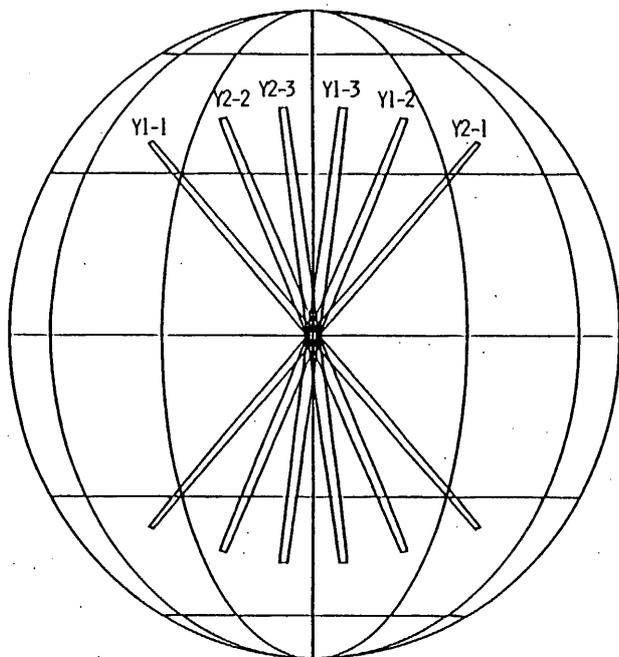


図-5. 各検出器と視野(BOTTOM TO BOTTOM)の関係。この図は、天球を外側から見た図である。

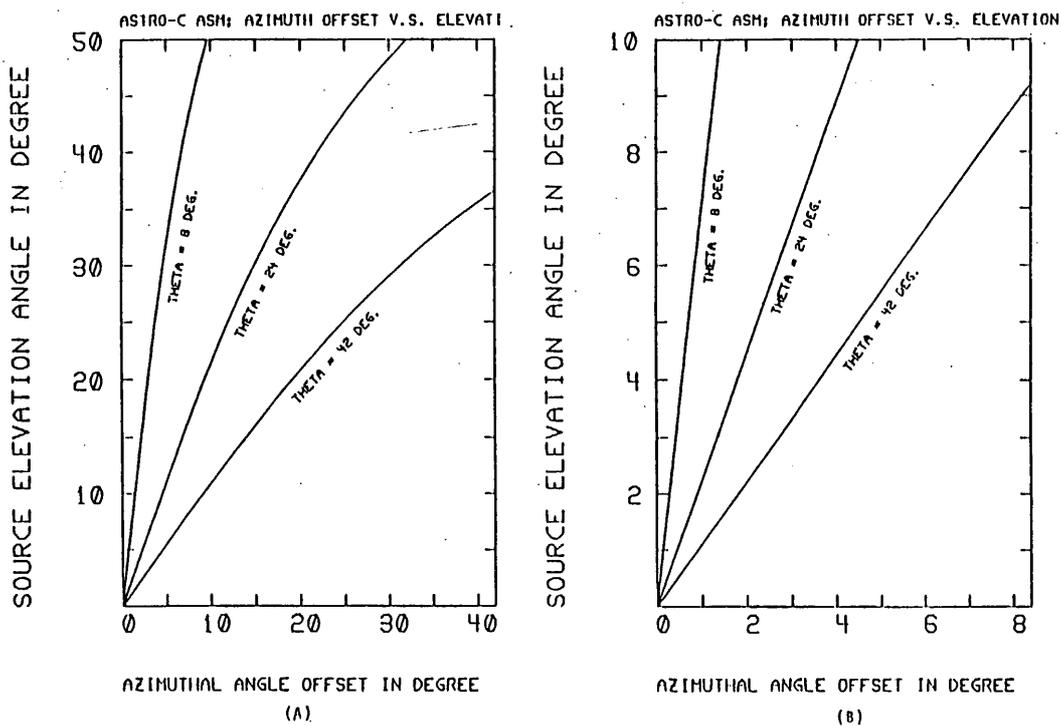


図6 衛星をZ軸まわりに回転した時のX線源の仰角と各視野での方位角のずれ(b)は(a)の拡大図である。図中THETAは衛星のZ軸方向に対する視野の傾きを示す。

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線源の位置の不確かさを少なくしている。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 μm)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。

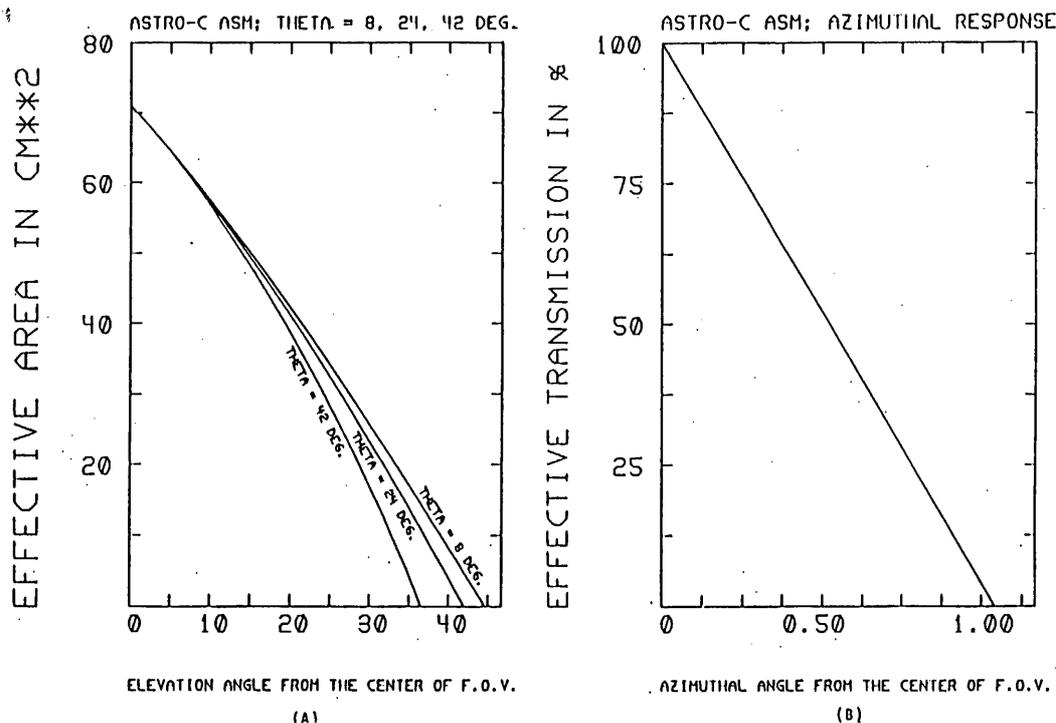


図-7. (A) 視野の仰角と有効面積の関係。(B) 視野の中心からの方位角とコリメーター透過率の関係。

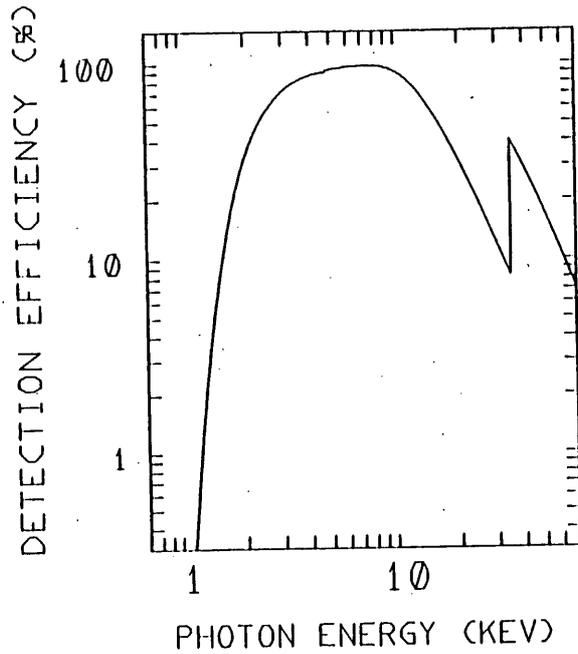


図-8. X線が、検出器の窓に垂直に入射した時の、入射X線のエネルギーに対する検出効率。これは、衛星外層に使用するアルミニウム200Aを蒸着したカプトン膜(7.5 $\mu$ m)による吸収も考慮したものである。

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つ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。リア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

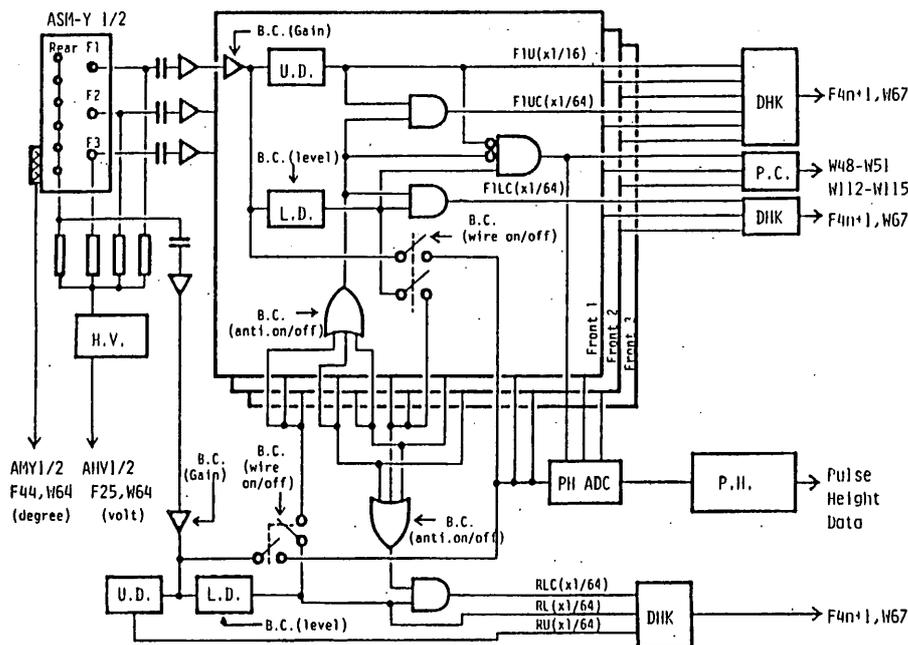


図-9. 信号処理ブロック図。

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力されるが、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線線に対しては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
プリアンプ出力 (5.9keV)	40mV	20mV	10mV	5mV

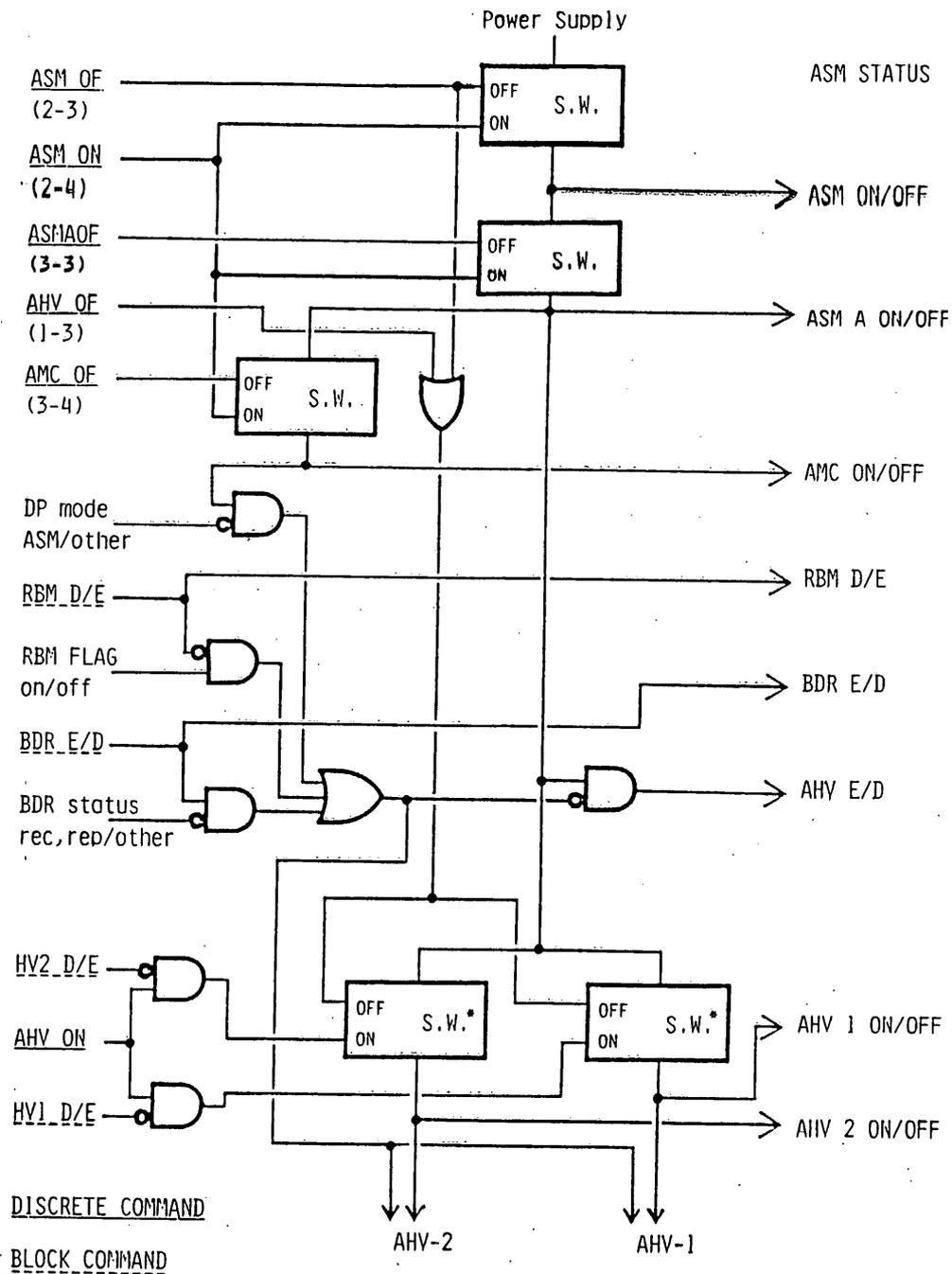


図-10. 高圧電源制御系のブロック図。

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 (パルスデータレコーダ)、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タデータ、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.を越えた信号数 (1/64)		25
Y1READ ANODEのU.D.を越えた信号数 (1/64)	2N	33
Y1REAR ANODEのL.D.を越えたと同時に来た信号数 (1/64)	2N+1	33
Y2REAR ANODEのL.D.を越えた信号数 (1/64)		29
Y2READ ANODEのU.D.を越えた信号数 (1/64)	2N	37
Y2REAR ANODEのL.D.を越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 I/O	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)

BIT SF	FRAME	0	1	2	3	4	5	6	7
2N	13	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			
2N+1	13	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			
29		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	
45		WIRE SELECT							
		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
61		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 (I/O)   ASM MODE ON/OFF
BIT-4 (I/O)   ASM MODE TIME/PHA
DP OS-1 (F56.W66)
BIT-4 (I/O)   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	SYNC CODE		PI	0 ch	8 ch	0 ch	8 ch	0 ch	8 ch	0 ch	8 ch	0 ch	8 ch	0 ch	8 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	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	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	11 ch
64	AIK	STATUS	D P	PI MON	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	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	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	15 ch

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

表-7. TIME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	SYNC CODE		P I	0 ch		1 ch	0 ch	1 ch									
16	LAC DATA																
32	ACS DATA																
48	ASM DATA																
64	AIIK STATUS		D P	P I NON		同上											
80	LAC DATA																
96	GBD/RBM DATA																
112	ASM DATA																
	( 1 Set = 1/8 Frame )		( 1 Set = 1/8 Frame )		( 1 Set = 1/8 Frame )		( 1 Set = 1/8 Frame )		( 1 Set = 1/8 Frame )		( 1 Set = 1/8 Frame )		( 1 Set = 1/8 Frame )		( 1 Set = 1/8 Frame )		

ASN-Y1 PW-1 ASN-Y2 PW-1 ASN-Y1 PW-2 ASN-Y2 PW-2 ASN-Y1 PW-3 ASN-Y2 PW-3 ASN-Y1 PW-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) 高压電源を OFFにする。
2-1	AHV ON	(ASM HV ON) PIコマンドで指定した高压電源を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	OFF	OFF	OFF		DIS
ASM ON	ON	ON			ON	(ENA)
ASMA OFF		OFF	+(OFF)	+(OFF)		+(DIS)
AMC OFF					OFF	(ENA)
AHV ON			** (ON)	** (ON)		
AHV OFF			OFF	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	
6	9	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 0:LOW 1:HIGH		Y1-3	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 0:LOW 1:HIGH		Y2-3	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	WIRE SELECT Y1-R 0:ON 1:OFF		Y2-1 0:ON 1:OFF	Y2-2 0:ON 1:OFF	Y2-3 0:ON 1:OFF
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

DV-1	ビット4	0=ASM-PHA 1=ASM-TIME
------	------	----------------------

## 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線新星の捜索ができる。

### 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

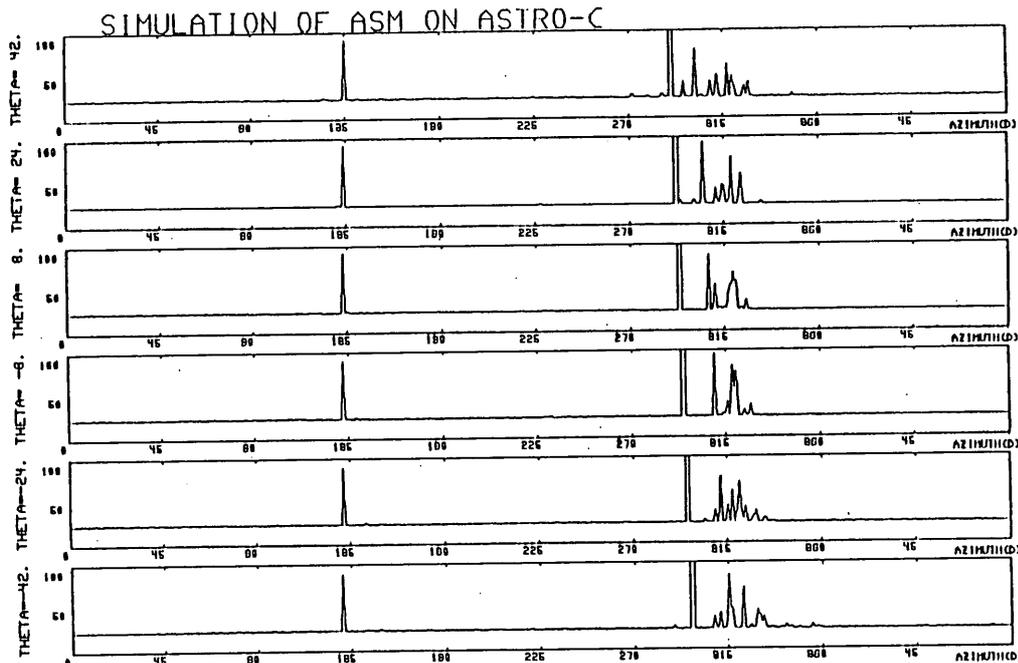


図-11. 衛星のZ軸が $\alpha=315.0$ 度、 $\delta=60.0$ 度、の方向を向いていて、そのZ軸のまわりに20分間で一回転したときASMで得られるであろうシミュレーションデータ。

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(F1G1+1-F1G1+3,W33-W35)として1/4 SF毎にテレメーター共通部へ出力される。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なわない。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 ボインティング 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 Mbytes	2.4576 Mbytes	19.661 Mbytes

注. 1) BDRの全容量は、41.9 Mbytes 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バンドに切換えたこと、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18mφ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換えて運用する。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は送信電力切換機能を有し、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は送信電力切換機能を持たない。

#### (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： $20\text{KHz/sec}$ 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あるため、コマンドデコーダへの信号径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

パ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。

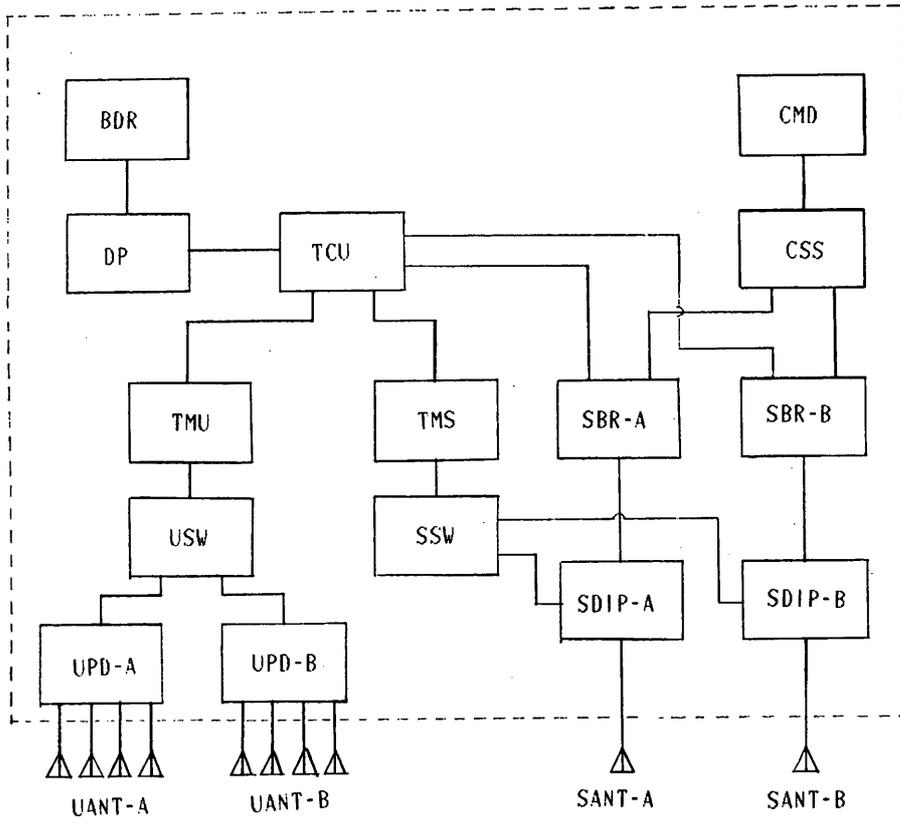
(3) 電力束密度の適合性

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。

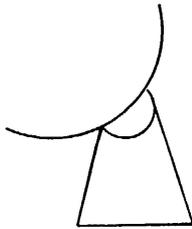
到来角(δ)	電力束密度規定値
0 - 5	-154 (dBW/4KHz/m)
5 - 25	-154+(δ -5)/2 ( " )
25- 90	-144 ( " )

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	UHF帯	Sバンド	Sバンド 測距系	
		コマンド系	テレメトリー系	テレメトリー系	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	$1 \times 10^{-5}$	$1 \times 10^{-5}$	$1 \times 10^{-5}$	—	—
14	衛星アンテナ偏波	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	262KHz/ 2048bps	1.2-1.6rad
		PCM(PN)-PSK-PM	100KHz/ 25Kbps	0.2-0.4rad
	PCM High Bit + R A N G E	PCM(NRZ-S)-CONV-PSK-PM	262KHz/16384bps	1.2-1.6rad
		PCM(PN)-PSK-PM	100KHz/ 25Kbps	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

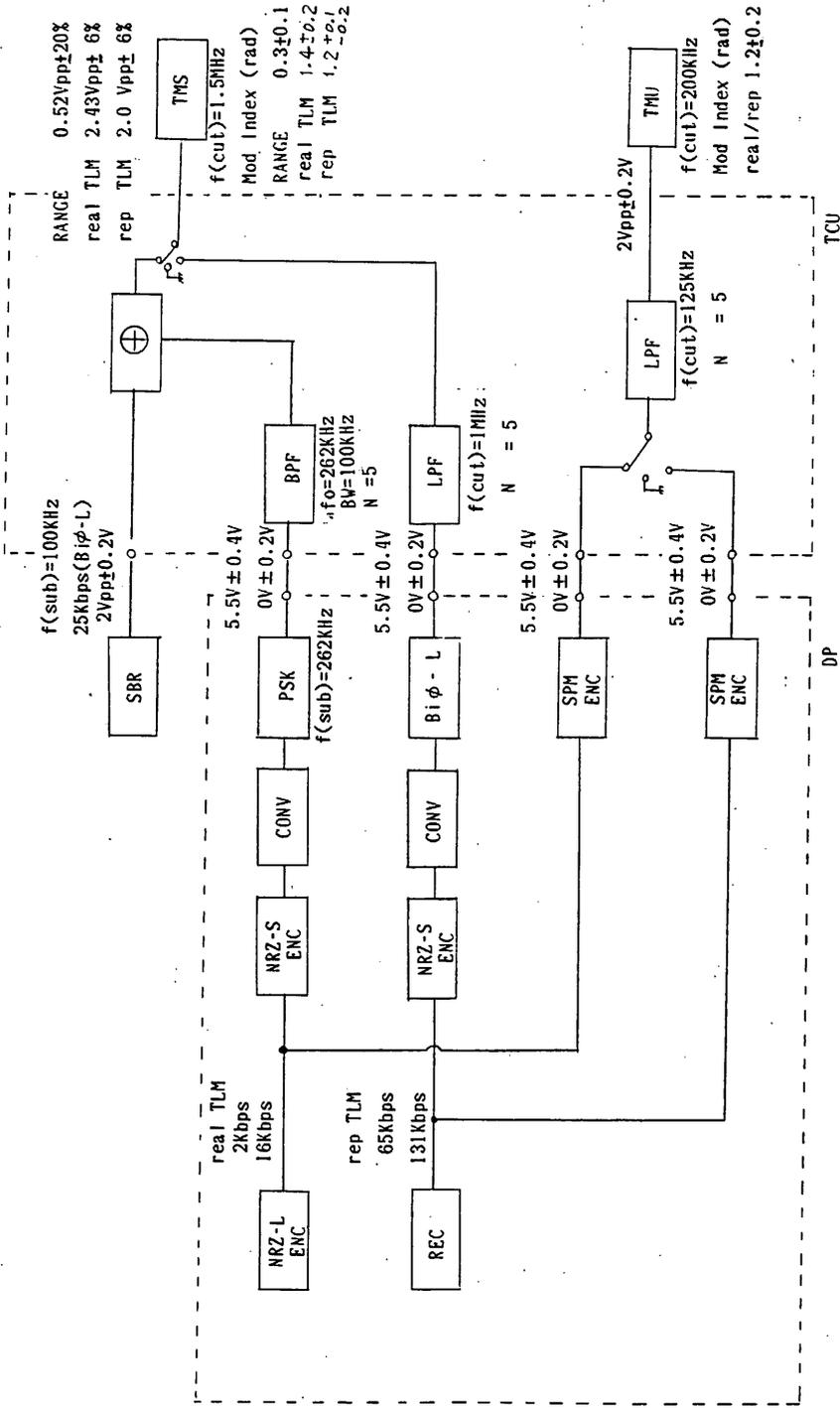


図2.1.1-2 ASTRO-Cテレメトリ系構成図

図2.1.1-3 ASTRO-C 軌道および内之補での可視域

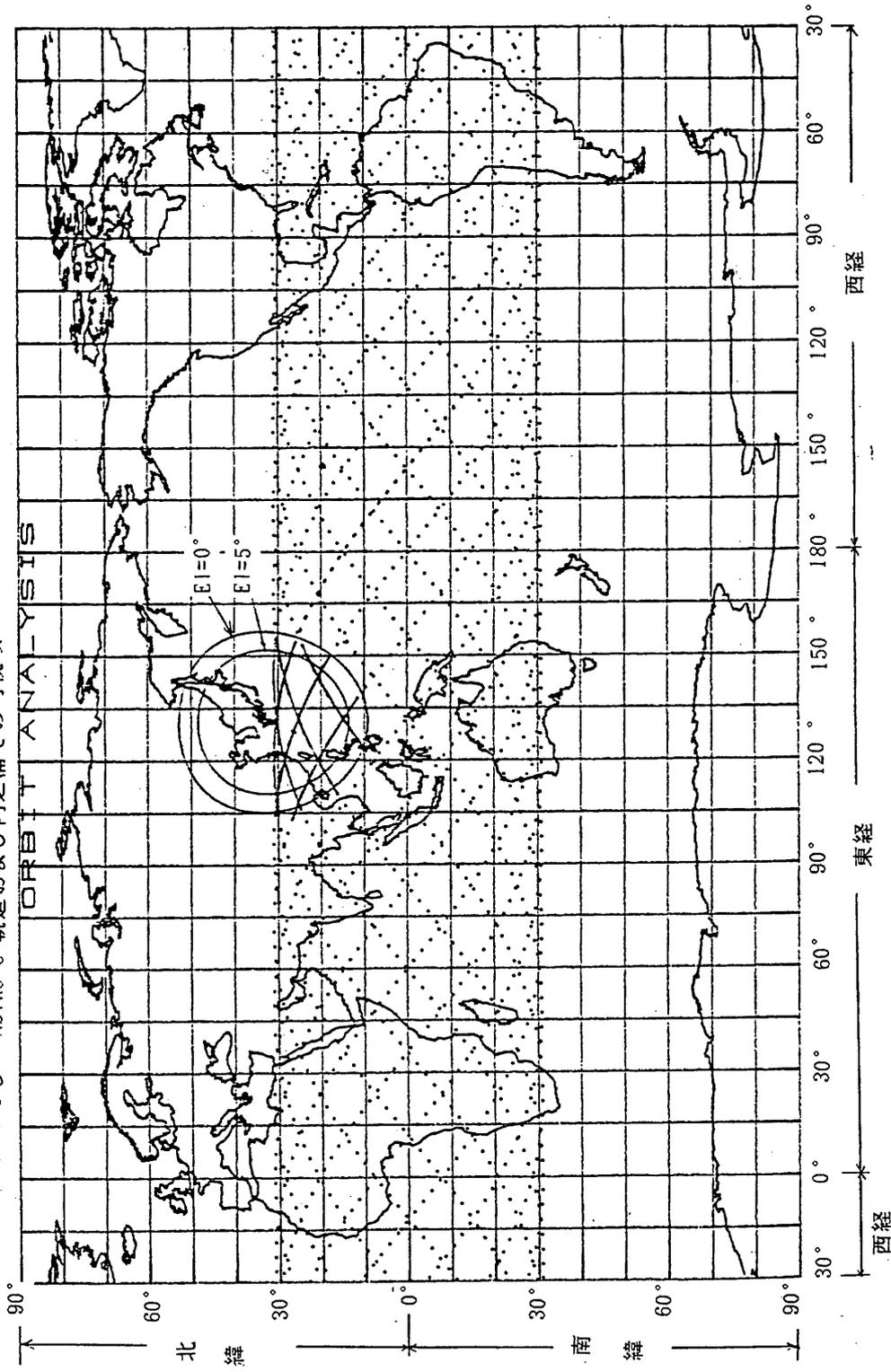


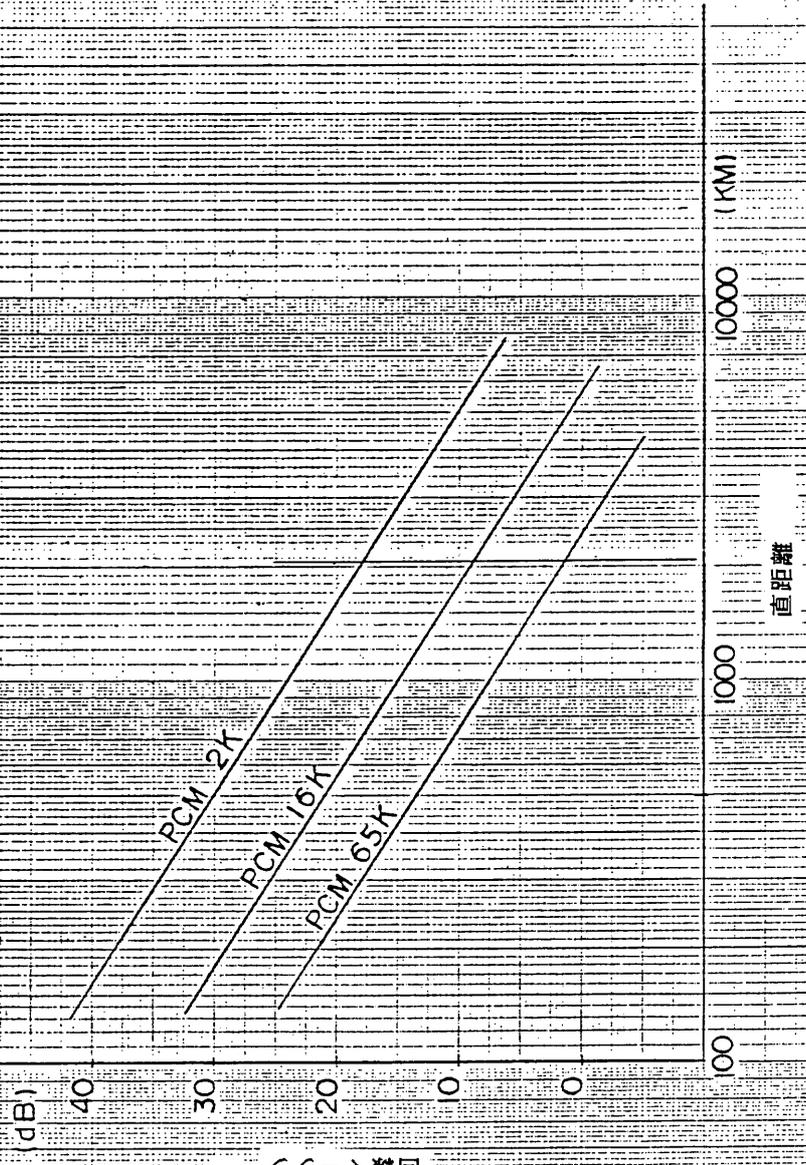
表2.1.1-4 UHF ダウンリンク Link Calculation

Parameter	ASTRO-C → 内之浦	備 考			
Frequency [MHz]					
Transmitter Power [dBm]	30.00	1W			
Transmit Feeder Loss [dB]	4.00				
Transmit Antenna Gain [dBi]	-10.00				
Pointing Loss [dB]	0.00				
E.I.R.P [dBm]	16.00				
Polarization Loss [dB]	0.00	2078Km (E1=5 )			
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	

图2.1.1-4 UHF DOWN LINK



回線

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]					
Transmitter Power [dBm]	26.99			0.5W	
Transmit Feeder Loss [dB]	2.00				
Transmit Antenna Gain [dBi]	-13.00				
Pointing Loss [dB]	0.00				
E.I.R.P [dBm]	11.99				
Polarization Loss [dB]	0.00				
Free Space Loss [dB]	165.96			2078Km (E1=5)	
Rain Loss [dB]	0.20				
Receive Antenna Gain [dBi]	43.20				
Receive Pointing Loss [dB]	0.20				
Receive Feeder Loss [dB]	1.50				
Receiver Input Power [dBm]	-112.67				
Receive Noise Power [dBm/Hz]	-174.57				
G/T [dB/K]	17.67				
C/No [dB*Hz]	61.90				
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

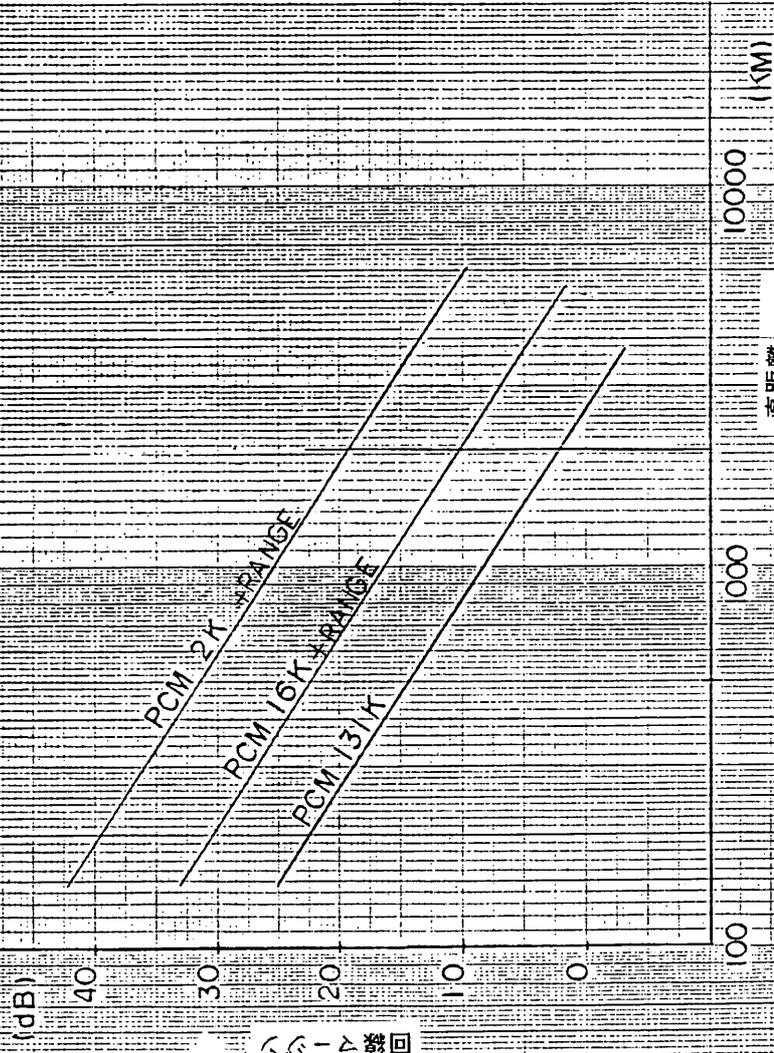
The Details of Required C/No

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

ST-BAND DOWN LINK

图2.1.1-5



回線△-△

直距離

100

1000

10000

(KM)

(dB)

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]					
Transmitter Power [dBm]	60.00			1KW	
Transmit Feeder Loss [dB]	1.50				
Transmit Antenna Gain [dBi]	42.40				
Pointing Loss [dB]	0.20				
E.I.R.P [dBm]	100.70				
Polarization Loss [dB]	0.20				
Free Space Loss [dB]	165.27			2078Km (E1=5)	
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		

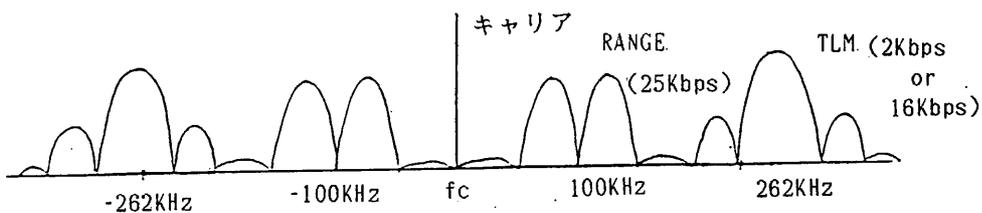
The Details of Required C/No

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 <sup>2</sup> ]	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 <sup>2</sup> ]	-67.0	-54.1
アンテナ利得 [dBi]	-13.0	+5.0
$10\log(\frac{\pi^2}{4\pi})$ [dBm <sup>2</sup> ]	-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

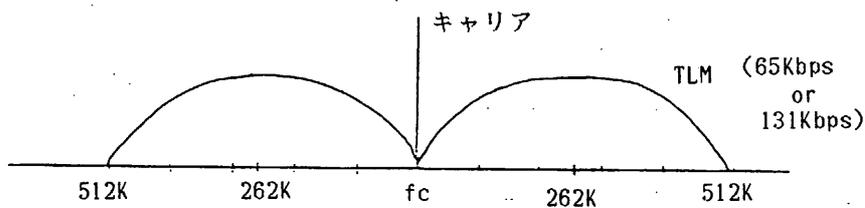
$$\text{最大スペクトル密度} = P_t \times J_0(\alpha) \times J_0(\beta) / 4000$$

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

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

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

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



(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		
	5	25	90	5	25	90
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 <sup>2</sup> ]	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 <sup>2</sup> ]	-156.47	-150.38	-144.09	-160.16	-154.07	-147.78
最大電力束密度 [dBW/4KHz/m <sup>2</sup> ]	-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、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。

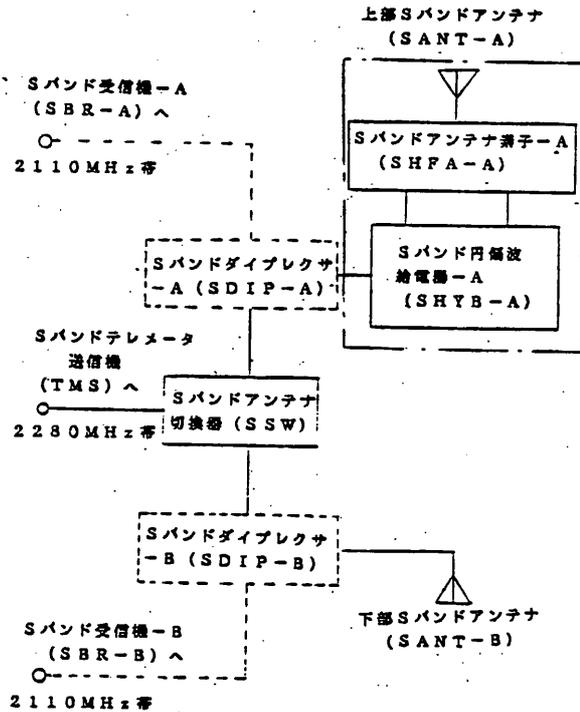


図2.1.2-1 Sバンドアンテナ系統図

### 2.1.2.2 性能

#### (1) 電氣的性能

アンテナ形式

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)

周波数

テレメータ信号の送信 2.3 GHz 帯

コマンド信号の受信 2.1 GHz 帯

特性インピーダンス

50 Ω

指向特性

全方向性

利得

テレメータ信号の送信

全立体角の95%以上において -10 dBi 以上

最小点

-13 dBi 以上

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

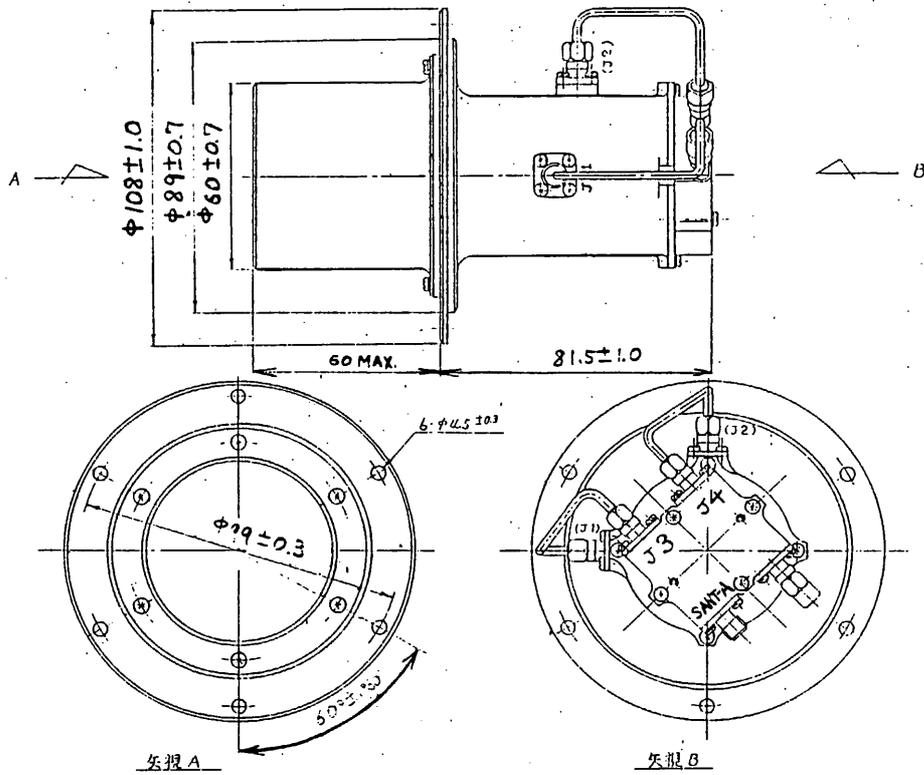


図 2. 1. 2 - 2 上部 S バンドアンテナ外観図

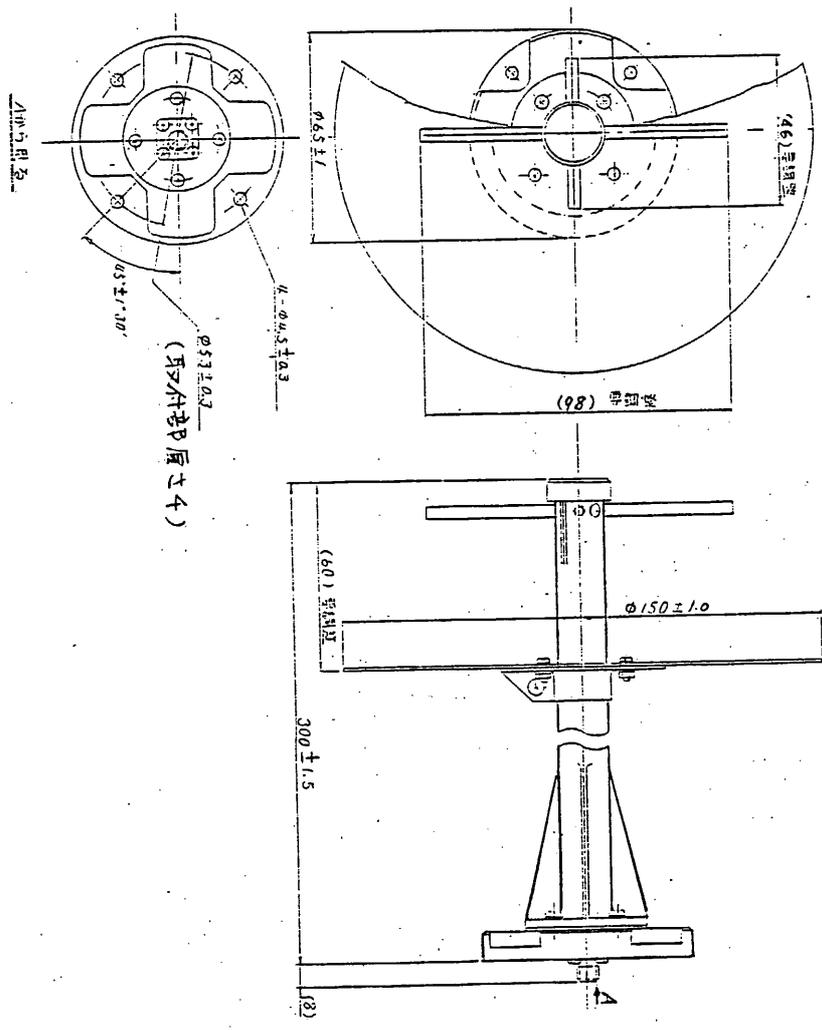


図 2. 1. 2-3 下部Sバンドアンテナ外観図

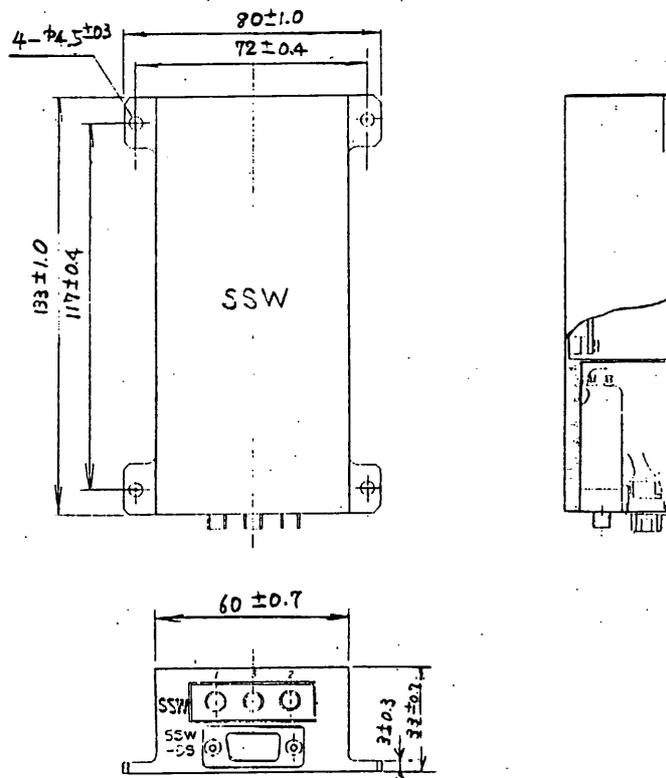


図 2 . 1 . 2 - 4 S バンドアンテナ切換器外観図

## 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アンテナ切換器 (USW) で構成される。系統図を図2.1.3-1に示す。

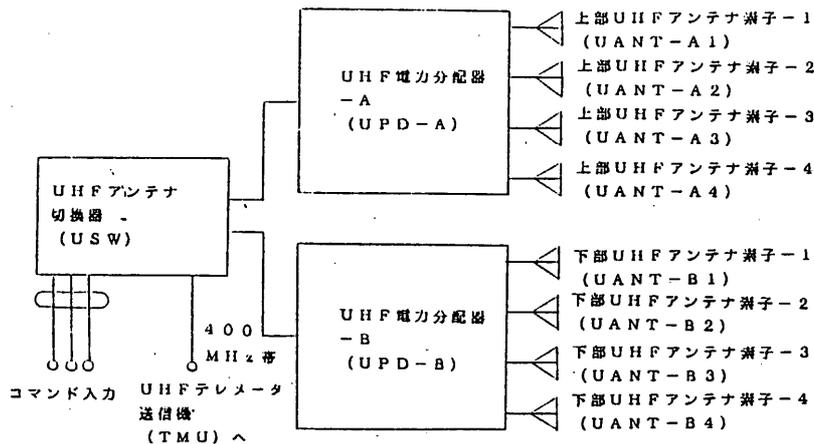


図2.1.3-1 UHFアンテナ系統図

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はアンテナ切換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 1dB以下

USW損失 0.5dB以下

テレメータ項目 デジタル ステイタスマニタ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	0.095kg
下部UHFアンテナ素子	4	図2.1.3-3	0.193kg
UHF電力分配器A	1	図2.1.3-4	0.197kg
UHF電力分配器B	1	図2.1.3-5	0.197kg
UHFアンテナ切換器	1	図2.1.3-6	0.200kg

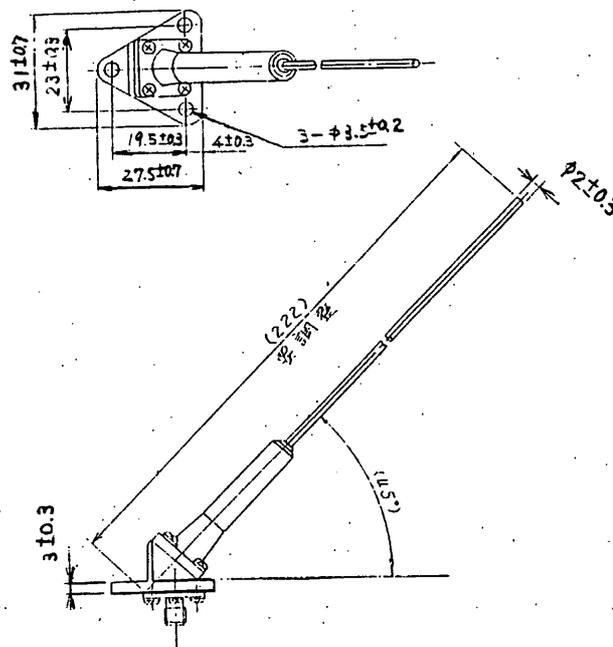


図2.1.3-2 上部UHFアンテナ素子外観図

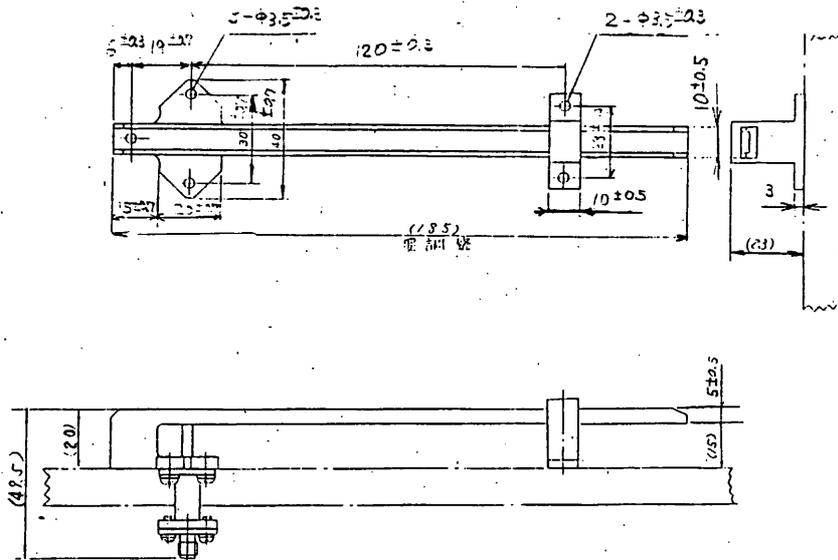


図 2. 1. 3 - 3 下部 UHF アンテナ素子外観図

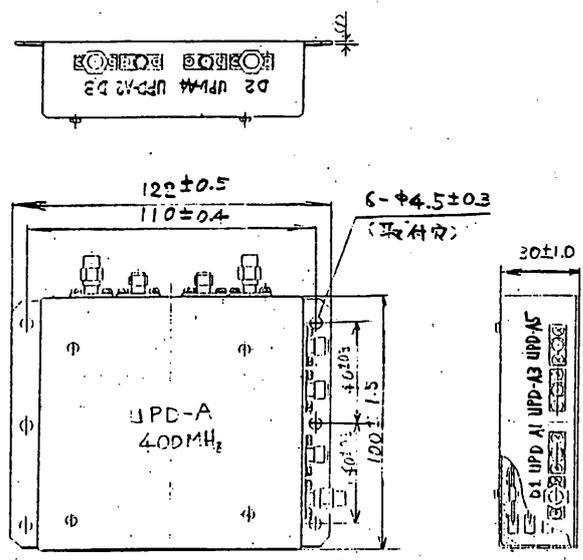


図 2. 1. 3 - 4 UHF 電力分配器 A 外観図

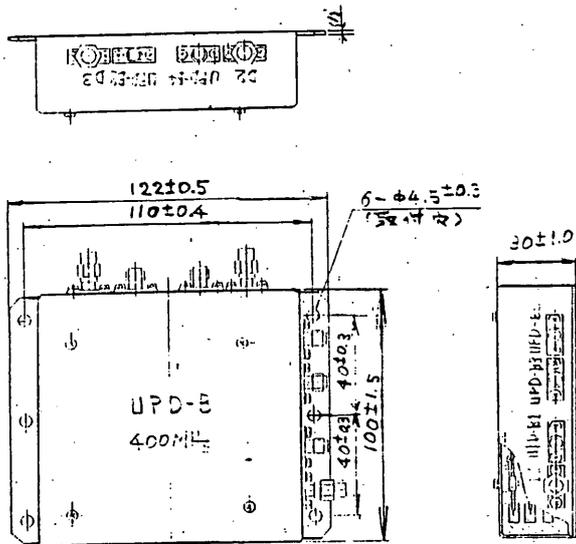


図 2. 1. 3 - 5 UHF電力分配器B外観図

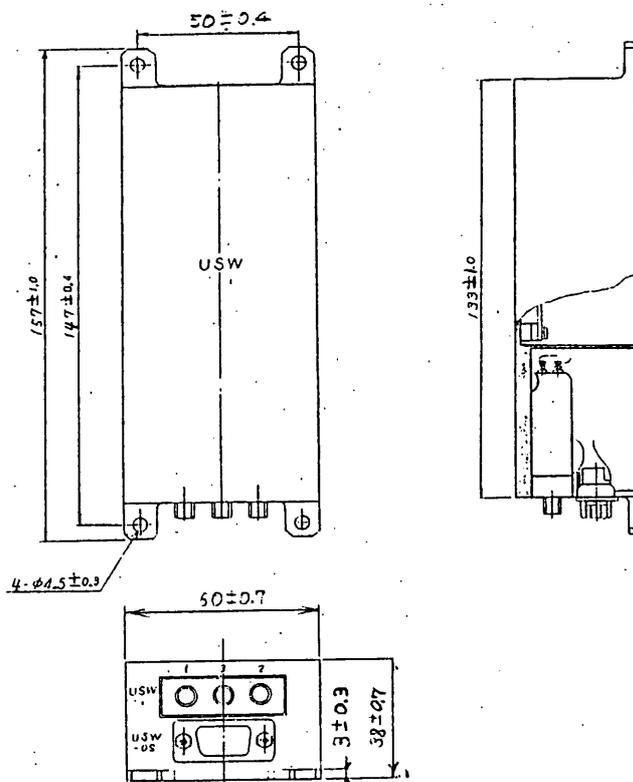


図 2. 1. 3 - 6 UHFアンテナ切換器外観図

## 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 $-90 \pm 4$  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 $\phi$ -PSK-PM

(II) 変調度

0.4 rad o-p

(III) 出力レベル

1 V rms  $\pm 2$  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  $\Omega$  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

(Ⅱ) 出力レベル	2.0 V <sub>p-p</sub> ± 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"> <li>・AGCモニタ</li> <li>・ループストレス</li> <li>・スケルチモニタ</li> </ul>
(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。

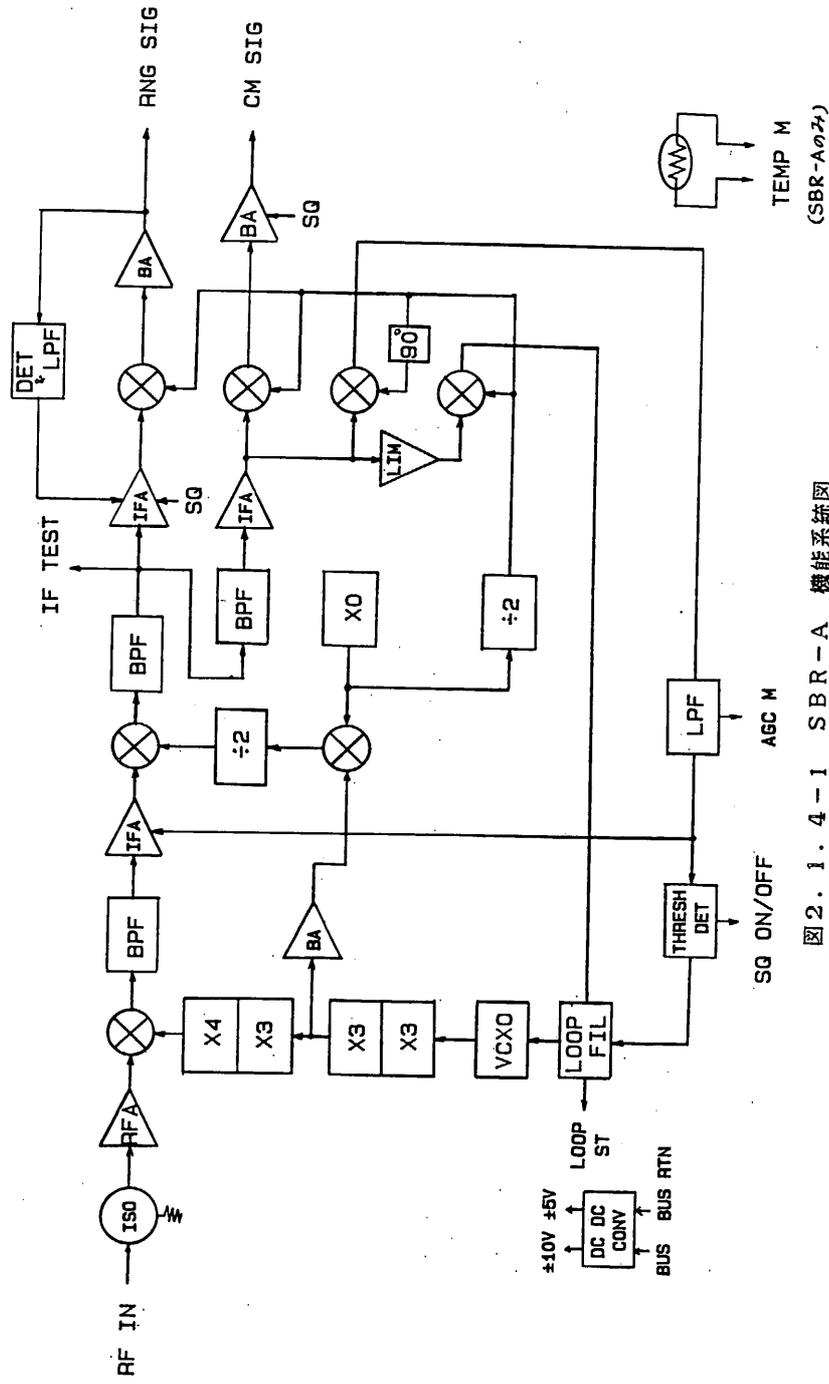
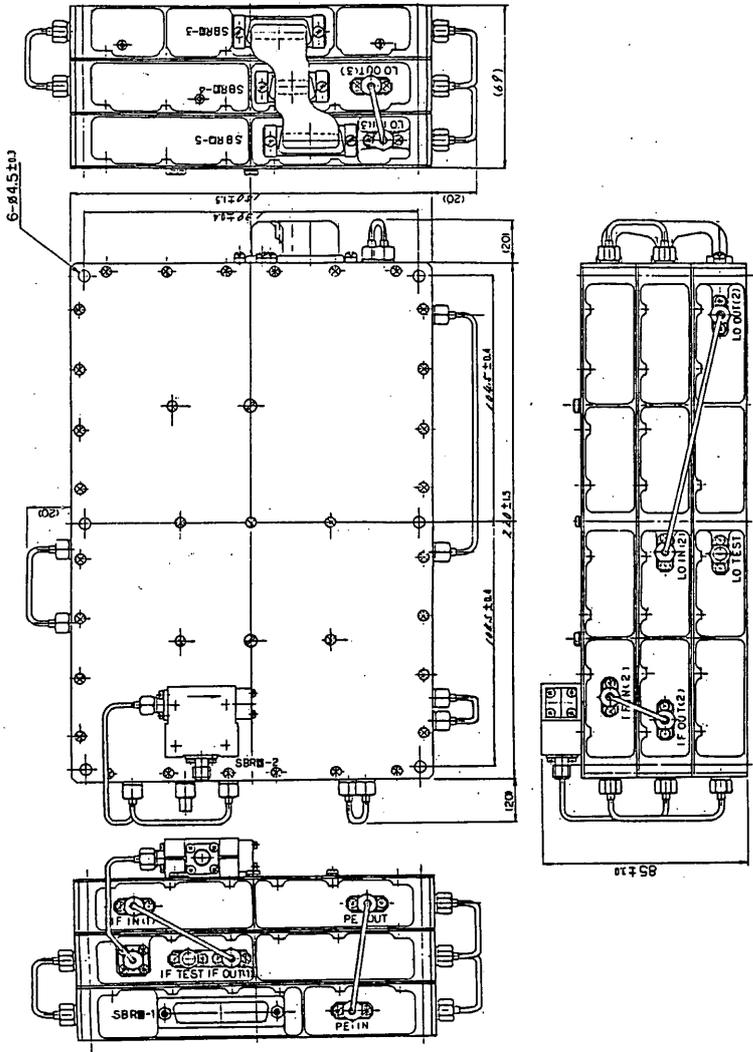


図2.1.4-1 SBR-A 機能系統図

(SBR-Bも同じ)



注: 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100.

図 2. 1. 4-2 SBR-A 外観図  
(SBR-Bも同じ)

## 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逡倍(×9)増幅し、この出力をテレメータ信号で位相変調し、さらに逡倍(×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に切換える機能を有し、このON/OFF、およびHI/LOの状態をモニタできるステータスマニタの機能も有す。

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  $4.3 \text{ W}$  以下

LO POWER 時  $3.3 \text{ W}$  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

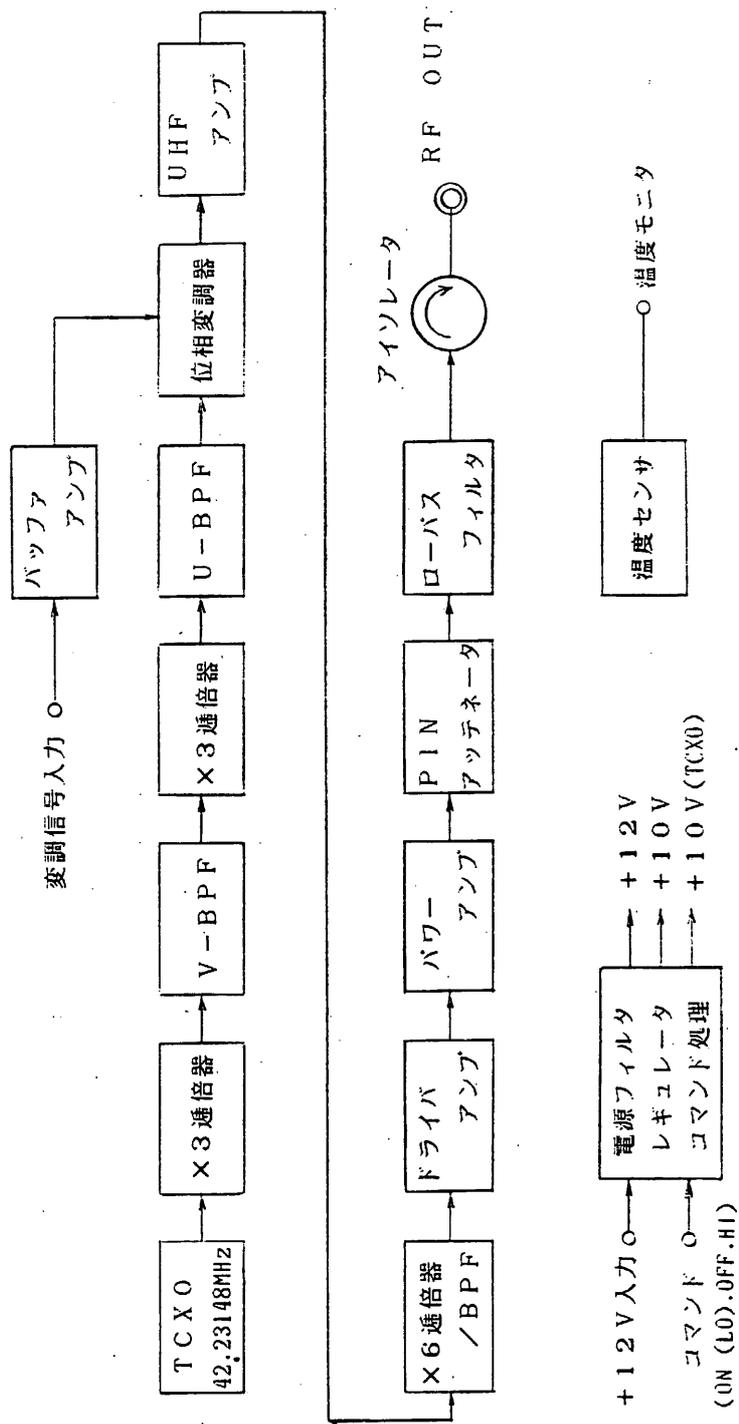


図2. 1. 5-1 Sバンド送信機 (TMS) 機能系統図

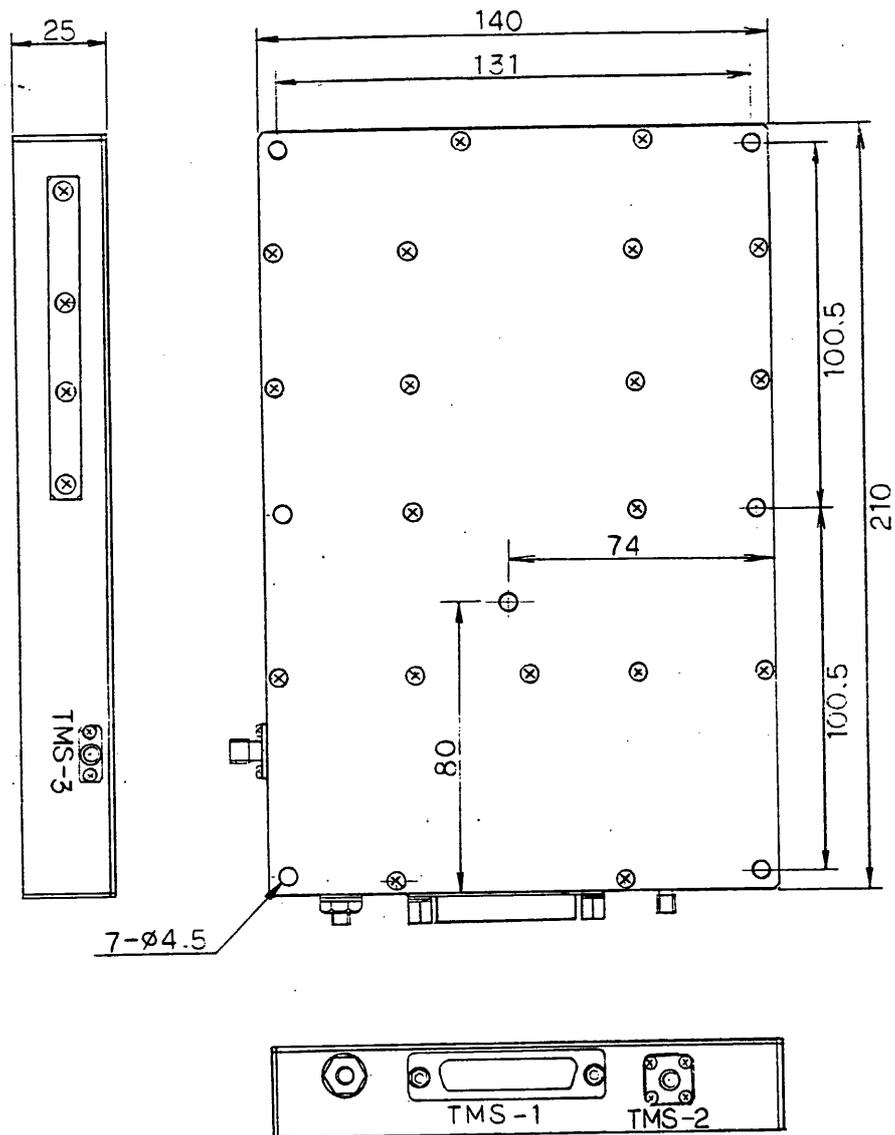


図2. 1. 5-2 Sバンド送信機 (TMS) 外観図

## 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通倍(×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  $\pm 5 \times 10^{-9} / 10$ 分 /  $2.5^\circ\text{C P-P} / 120$ 分周期  
(短期安定度)

$\pm 1 \times 10^{-6} /$ 年 (長期安定度)

(d) 送信電力 1W  $\left\{ \begin{array}{l} +20\% \\ -50\% \end{array} \right.$

(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  $1.2 \pm 0.2$  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

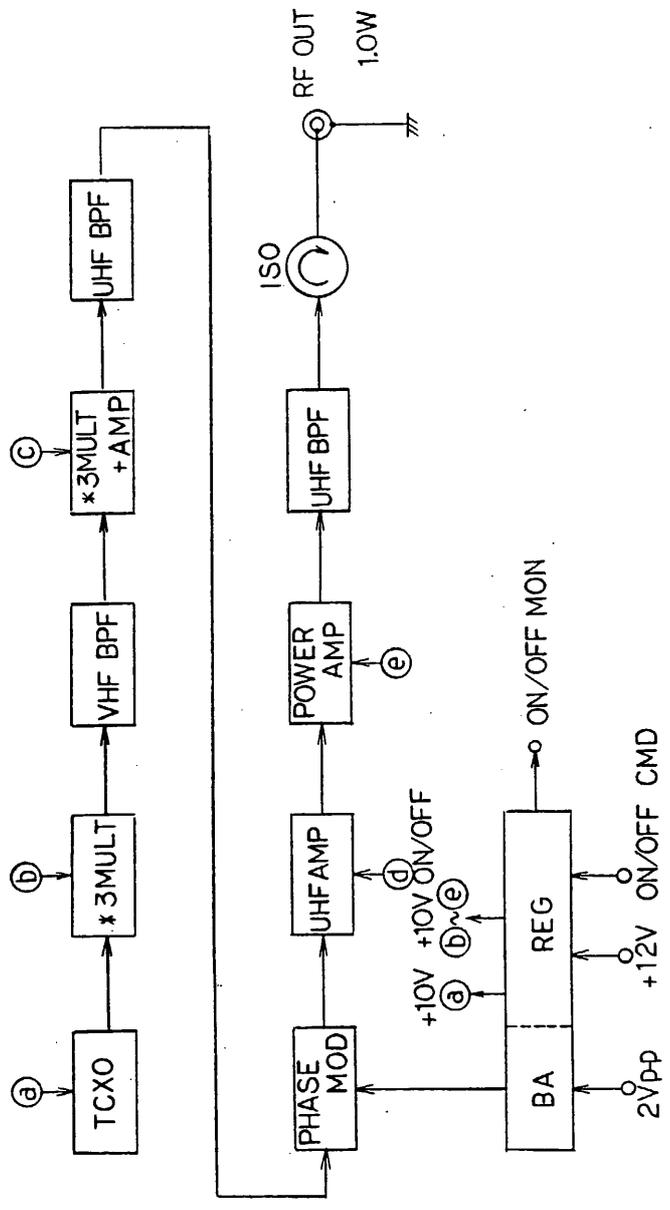


图 2. 1. 6 - 1 400MHz 送信機 (TMU) 機能系統圖

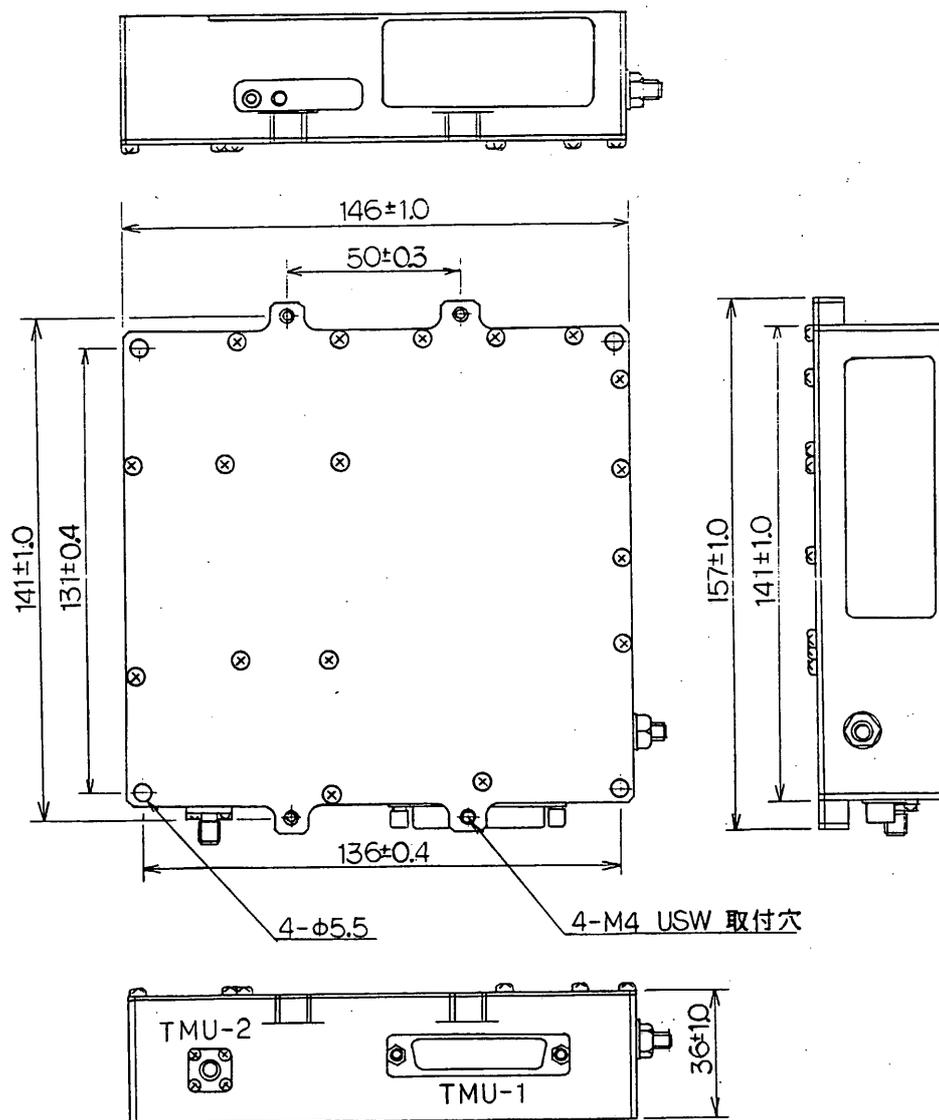


图 2. 1. 6 - 2 400MHz 送信機 (TMU) 外觀圖

## 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

#### (1) 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 $\leq 1.5$

##### (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。

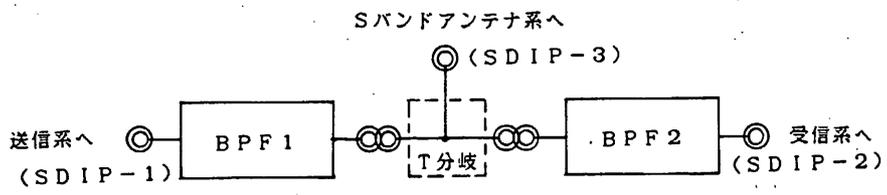
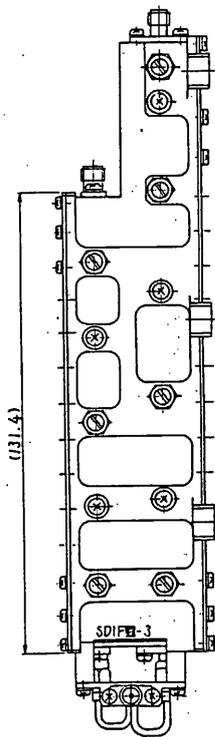
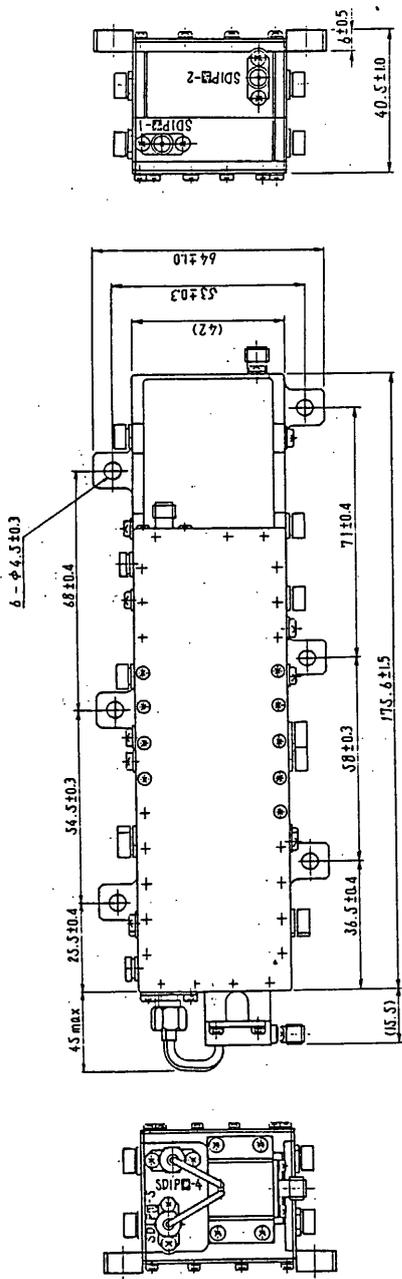


図2.1.7-1 SDIP-A 機能系統図

(SDIP-Bも同じ)



注 コネクター名称の副は、SDIP-Aの場合は“A”  
SDIP-Bの場合は“B”とする。

図 2.1.7-2 SDIP-A 外觀図  
(SDIP-Bも同じ)

## 2.2 運用制御系

### 2.2.1 概要

運用制御系のブロック図を図2.2.1-1 に示す。

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。

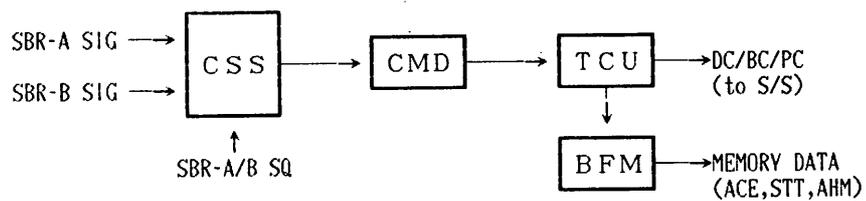
- ・コマンド信号の復調および分配機能                      ・・・CMD, CSS, TCU
- ・プログラムコマンドによる衛星の自動管制機能            ・・・TCU
- ・RAM使用サブシステムに対するデータのバックアップ  
および書き換え機能    ・・・BFM

SBRで復調されたコマンド信号(PSK)はCSSを経由してCMDに入力される。CSSは、2台のSBR出力を各SBRのスケルチ信号をもとに適宜選択する機能をもっている。

CMDはPSKの復調およびPNコードの解釈を行い、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。

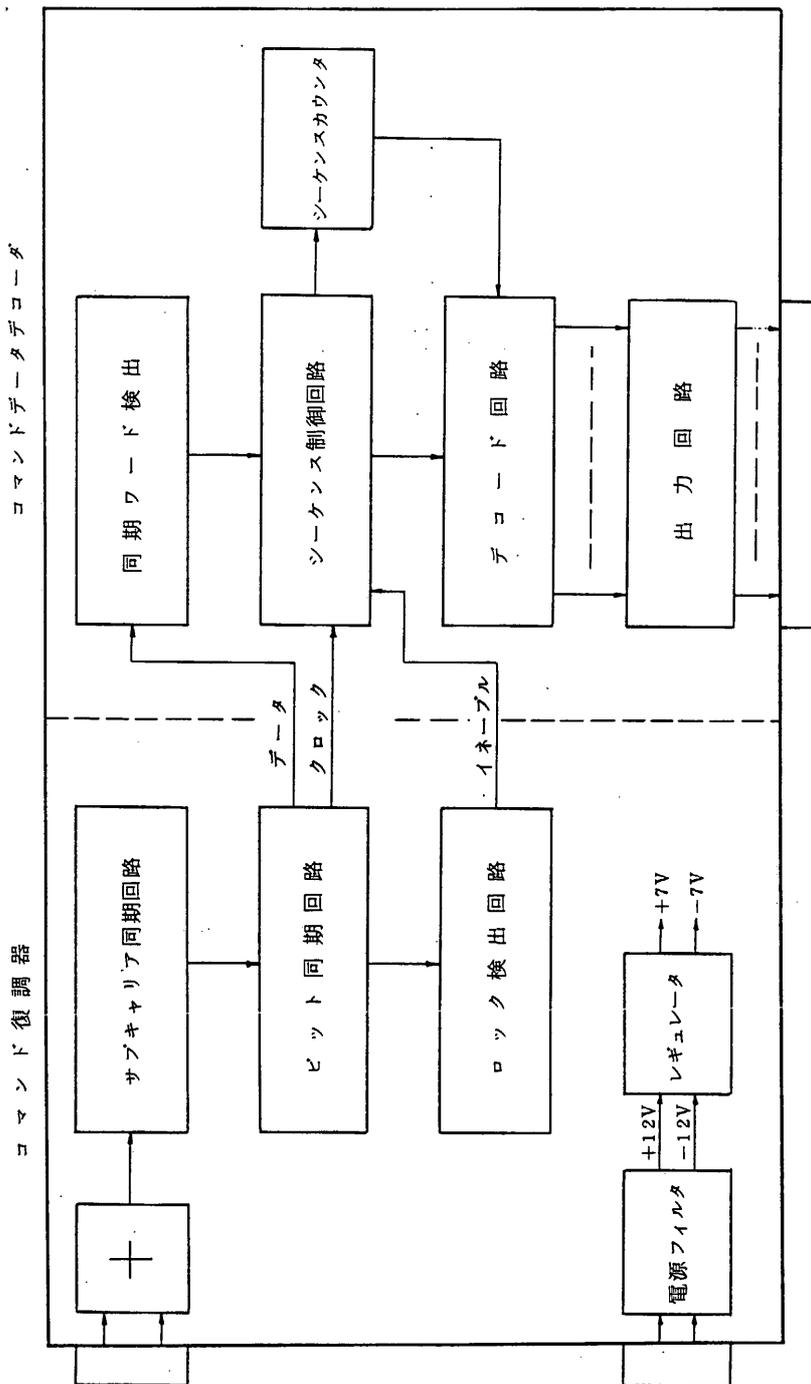


図 2.2.2-1 コマンドデコーダブロック図

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 8 bits ACT 1 bit WRITE 1 bit BC/DC 1 bit
機 械 的 性 能	外 観	図 2.2.2 - 2 に示す。
	重 量	1.66kg ±0.1kg

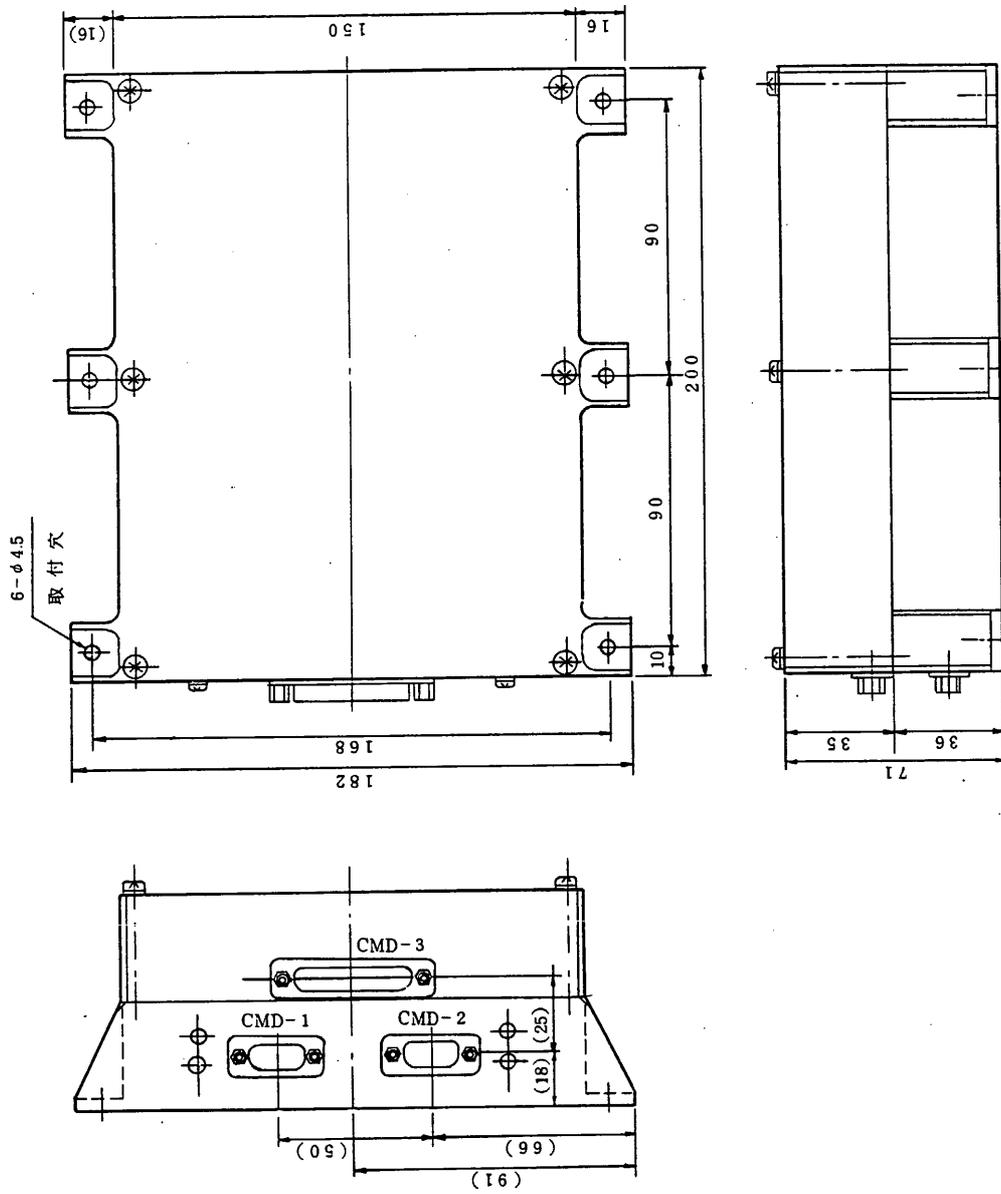


図 2.2.2 - 2 コマンドデコーダ外観図

## 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

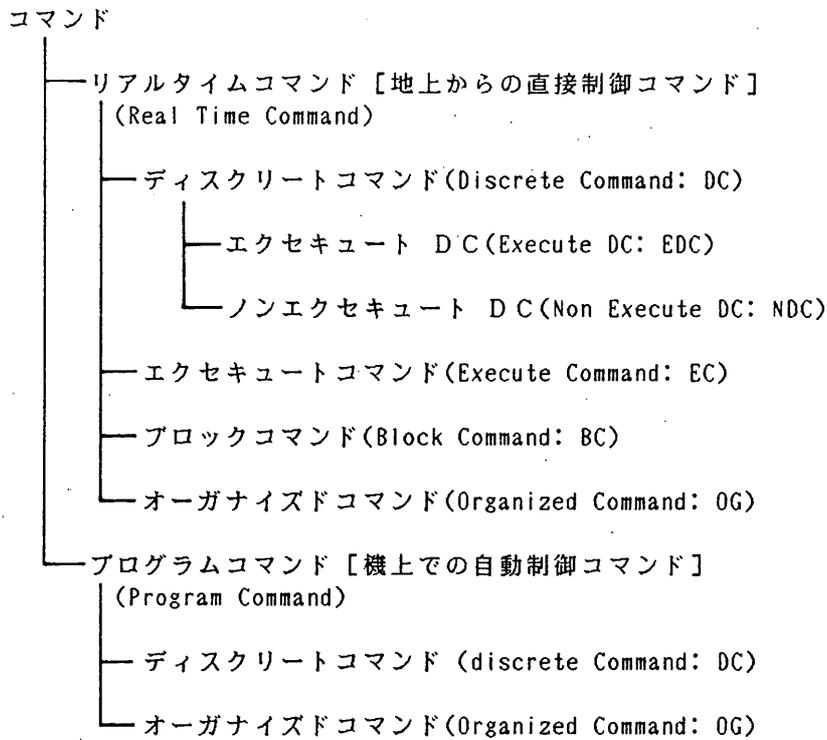
#### 2) 特徴

- 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記置されており、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モードによりベリファイされる。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モードによりベリファイされる。

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ベリファイする際に、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	0.52 V ± 20%
	S-REAL	2.43 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 50 Ω

f) 消費電力 3 W以下

2) 機械的性能

a) 寸法・概観図 図2.2.3-3

b) 重量 4.1 Kg ± 0.4 Kg

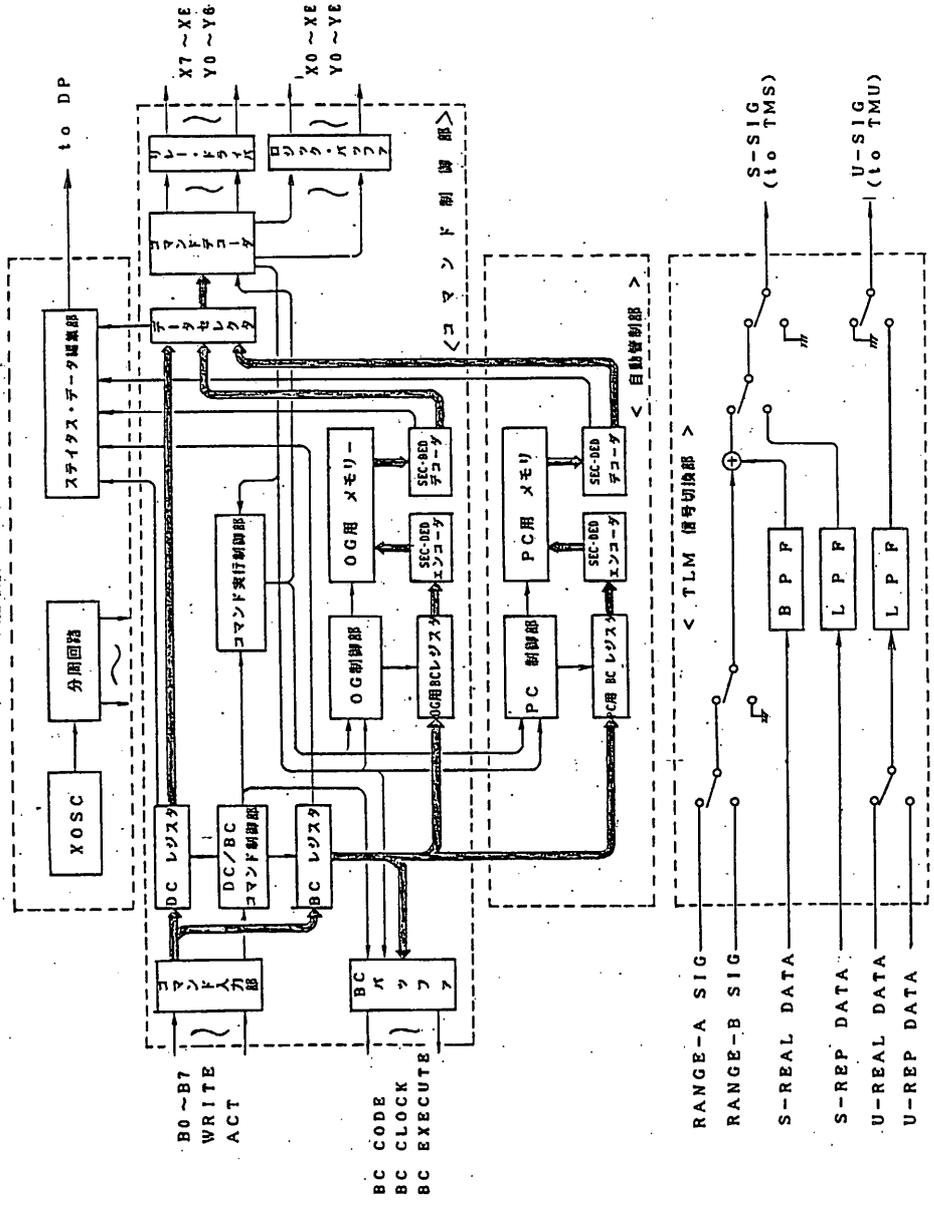


図 2.2.3-1 TCU 機能ブロック図

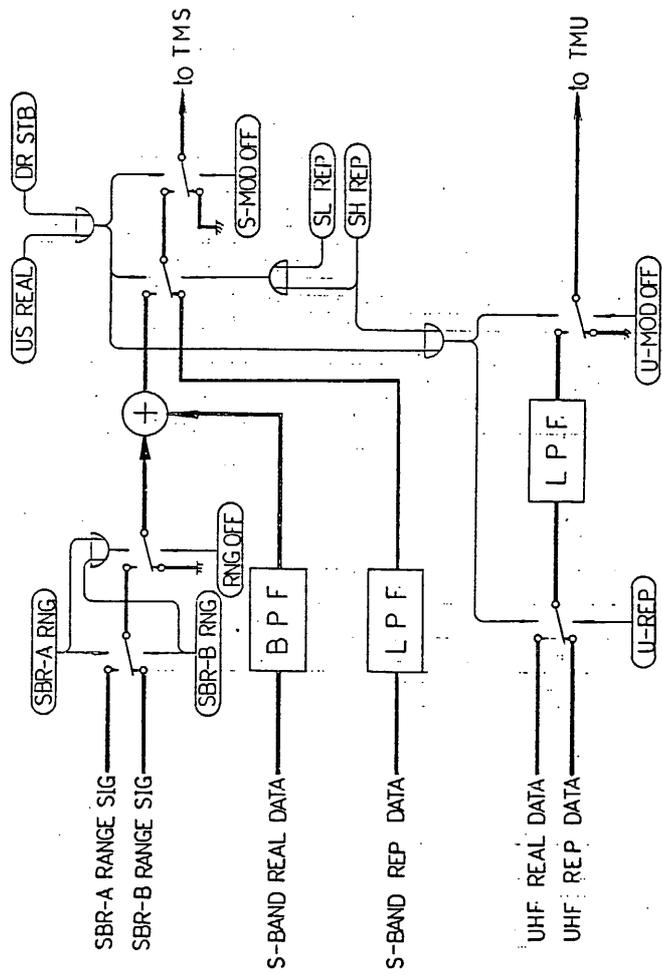


图 2.2.3-2 TCU 信号切换系统图

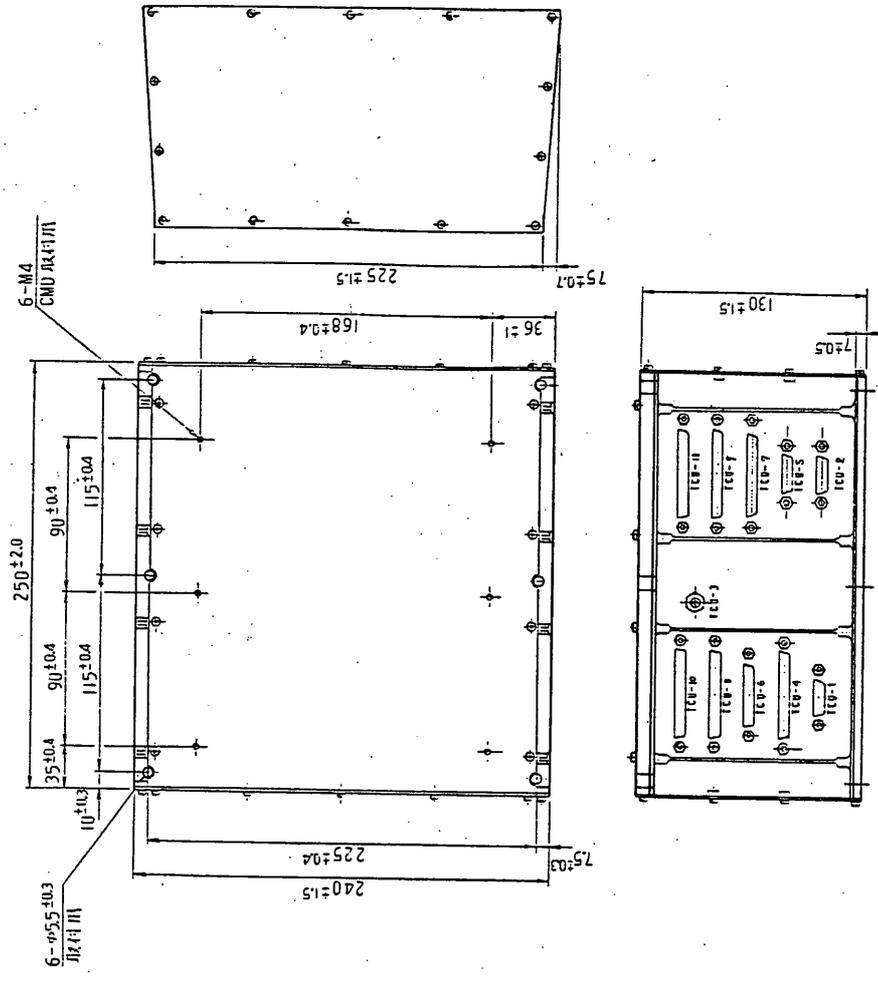


图 2.2.3-3 TCU 外觀图

## 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、受信状態の良い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マ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) 電気的性能

(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) ステータスマニタ	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

スケルテステータス SBR-A	ON	ON	OFF	OFF
スケルテステータス SBR-B	OFF	ON	OFF	ON
重カ作 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

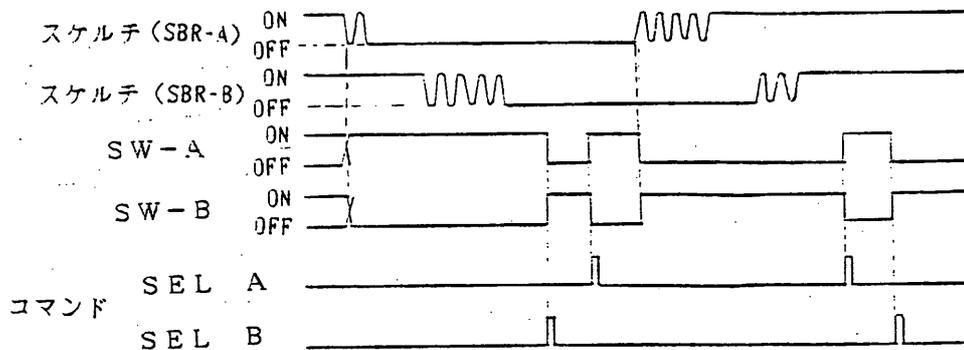


図 2. 2. 4 - 2 コマンド信号切換装置 (CSS) 動作例

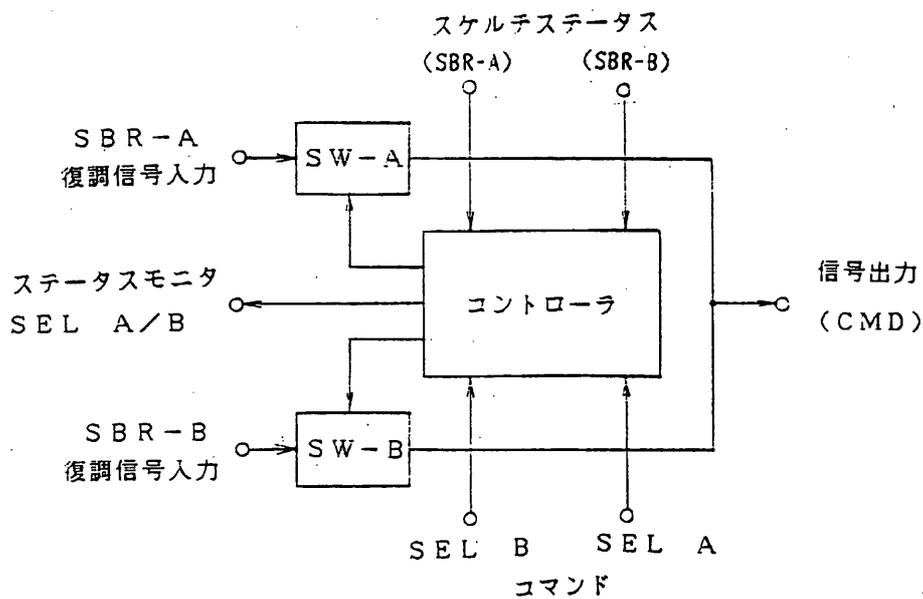


図 2. 2. 4 - 3 コマンド信号切換装置 (CSS) 機能系統図

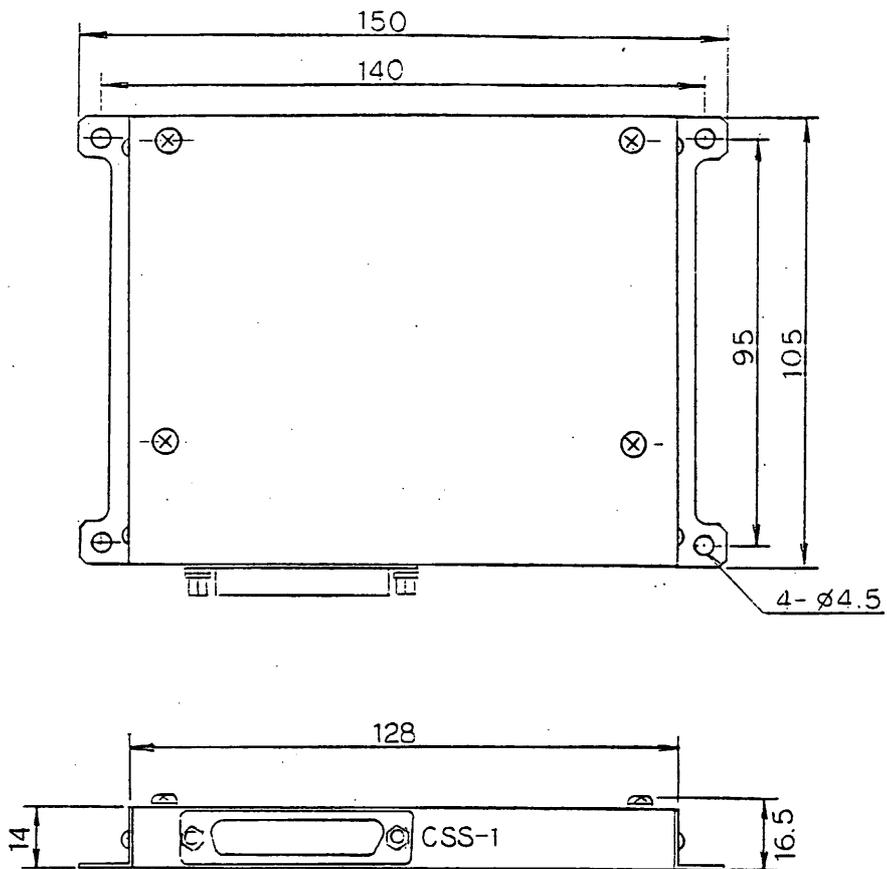


図 2. 2. 4-4 ユマンド信号切換装置 (CSS) 外観図

## 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

外観図を図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

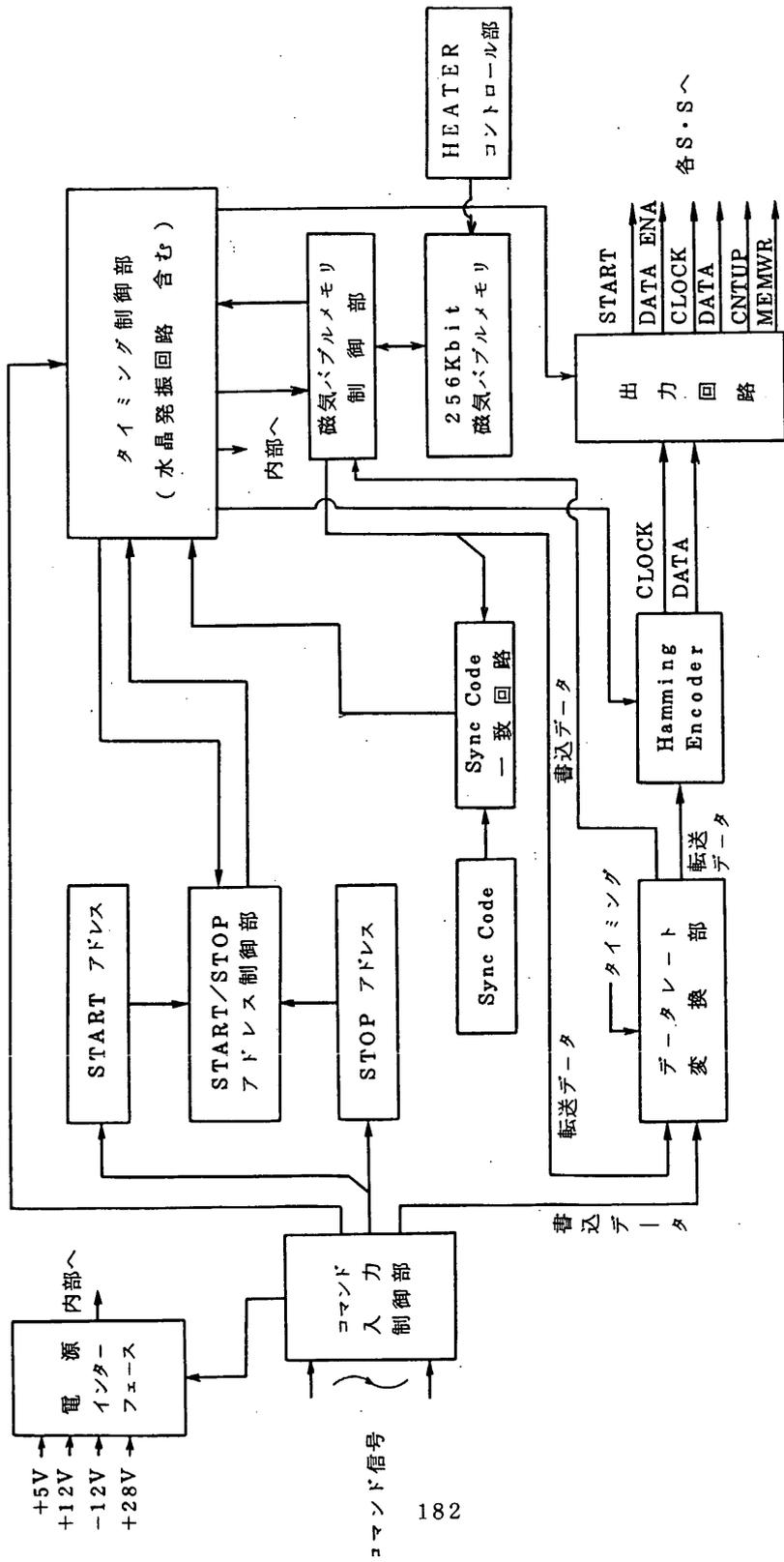


図 2.2.5-1 BFM 機能系統図

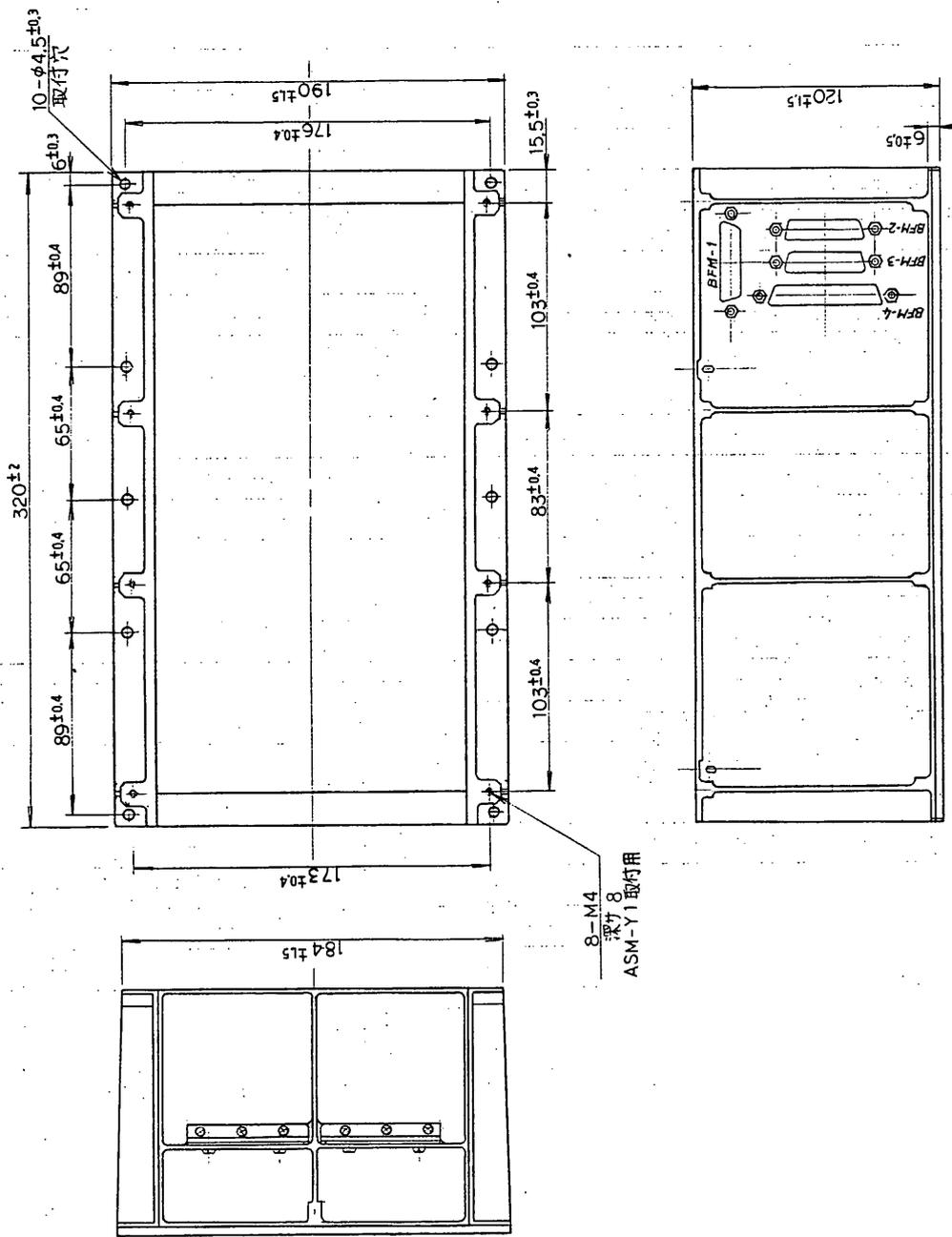


图 2.2.5-2 BFM 外觀图

## 2.3 データ処理

### 2.3.1 データ処理装置 (DP)

東大宇宙線研 近藤一郎  
富士通(株)

#### 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、データレコーダ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、データレコーダ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. 電気的性能	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

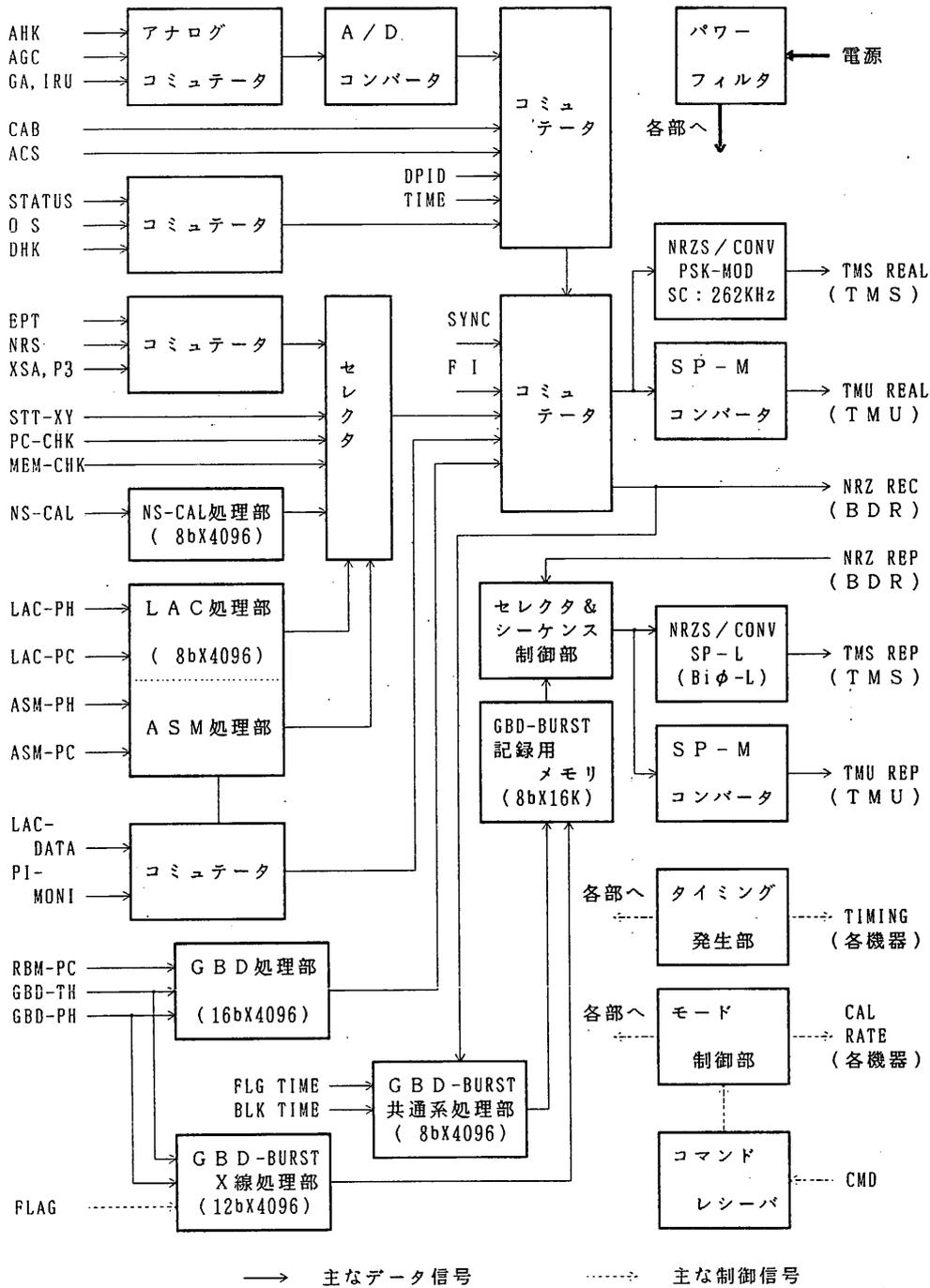
装置名	回路機能	回路名
データ処理装置 (DP)	観測データ処理部	<ul style="list-style-type: none"> <li>・LAC データ処理</li> <li>・ASM データ処理</li> <li>・GBD データ処理</li> <li>・GBDバーストデータ処理</li> </ul>
	共通データ処理部	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ステータス データ処理</li> <li>・アナログ データ処理</li> <li>・モニタ, DP データ処理</li> </ul>
	タイミング発生部	<ul style="list-style-type: none"> <li>・タイミングジェネレータ</li> <li>・タイミングデコーダ</li> <li>・セレクタ&amp;コードコンバータ</li> </ul>
	モード制御部	<ul style="list-style-type: none"> <li>・モードコントローラ</li> <li>・コマンドレシーバ</li> </ul>
	電源部	<ul style="list-style-type: none"> <li>・パワーフィルタ</li> </ul>

## 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, 編集する装置であり, 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 μS	62.5 mS	4.0 SEC
b.	REPRODUCE	LOW	122.07 μS	15.6 mS	1.0 SEC
		HIGH	61.04 μS	7.8 mS	500.0 mS

#### 4.2. DP制御コマンド

##### (1) . ディスクリットコマンド (DC)

表4.2.1. ディスクリットコマンド (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 STBY	0	9	BDRをスタンバイモードにする。
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 REC	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 (PICM) 割当

表4.2.3. ブロックコマンド (PICM) 割当

DV No.	機器指定 (DV) B0B1B2B3B4B5B6B7	動作指定 (OS) B0B1B2B3B4B5B6B7	機 器 名
255~196	11XXXXXX	XXXXXXXX	LAC
195~128	10XXXXXX	XXXXXXXX	ASM
127~ 64	01XXXXXX	XXXXXXXX	GBD/RBM
63~ 0	00XXXXXX	XXXXXXXX	DP

(4) . DPブロックコマンド (PICM) 内容

表4.2.4. DPブロックコマンド (PICM) 内容

DV OS	DV-01 "00000001"	DV-00 "00000000"
0	00 LAC-MPC1	0 他のモード
	01 LAC-MPC2	1 打上モード
1	10 LAC-MPC3	
	11 LAC-PC	
2		
3		
4	0 ASM-PHA	
	1 ASM-TIME	
5		
6	00 GBD-TTSレベル 32	
	01 GBD-TTS " 64	
7	10 GBD-TTS " 128	
	11 GBD-TTS-OFF	1 OSC-B ON

(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	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		
B	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)	CAL (ENA) / DIS	—	—	
D			PC BURST LEVEL *2 111 ;MAX (011);(INITIAL) 000 ;MIN		UP LIM *3 (3072) / 2048 C/S		TIME (4) / 1 SEC		—	—	
	43	PC- BURST (SF2n -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+1 -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128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)

OS	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 (SF2n -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 (SF2n+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 (F63)	HV-1 LEVEL (00);MIDDLE 01 ;LLOW 10 ;LOW 11 ;HIGH		HV-2 LEVEL (00);MIDDLE 01 ;LLOW 10 ;LOW 11 ;HIGH		HV-1 DIS / (BNA)	HV-2 DIS / (BNA)	RBM DIS / (BNA)	BDR BNA / (DIS)	

( );INITIAL

表4.2.5 P Iブロックコマンド内容(つづき) 出力フレームは、付表1に示す  
( );INITIAL

PI	DV	名称	OS 0	OS 1	OS 2	OS 3	OS 4	OS 5	OS 6	OS 7	
L	C0	LAC01-HV	HV - 0				HV - 1				
	C1	LAC23-HV	1111 ; 1960 V				1111 ; 1960 V				
	C2	LAC45-HV	(1000) ; 1820 V				(1000) ; 1820 V				
	C3	LAC67-HV	0000 ; 1660 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"	
	A	C6	LAC*FG-A	L 1			R 1			V 1	
		C7	LAC*FG-B	S2.3			E V			V 2	
	C	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		LAC0-FGA	L 1			R 1			V 1		
D1	LAC1-FGA	111 ; ×1.06			111 ; ×1.06			(10) ; ×1.0			
D2	LAC2-FGA	(100) ; ×1.00			(100) ; ×1.00			01 ; ×0.9			
D3	LAC3-FGA	000 ; ×0.92			000 ; ×0.92			00 ; ×0.8			
D4	LAC4-FGA	111 ; ×1.06			111 ; ×1.06			(10) ; ×1.0			
D5	LAC5-FGA	(100) ; ×1.00			(100) ; ×1.00			01 ; ×0.9			
D6	LAC6-FGA	000 ; ×0.92			000 ; ×0.92			00 ; ×0.8			
D7	LAC7-FGA	000 ; ×0.92			000 ; ×0.92			00 ; ×0.8			
E0	LAC0-FGB	S2.3			E V			V 2			
E1	LAC1-FGB	111 ; ×1.06			111 ; ×1.30			(10) ; ×1.0			
E2	LAC2-FGB	(100) ; ×1.00			(100) ; ×1.00			01 ; ×0.9			
E3	LAC3-FGB	000 ; ×0.92			000 ; ×0.60			00 ; ×0.8			
E4	LAC4-FGB	111 ; ×1.06			111 ; ×1.30			(10) ; ×1.0			
E5	LAC5-FGB	(100) ; ×1.00			(100) ; ×1.00			01 ; ×0.9			
E6	LAC6-FGB	000 ; ×0.92			000 ; ×0.60			00 ; ×0.8			
E7	LAC7-FGB	000 ; ×0.92			000 ; ×0.60			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	F 1	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
	LAC7 SF4n+3 ・ F49	E4	SF2n+1 ・ F13
C8	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		
	LAC6 SF4n+1 ・ F41		
	LAC7 SF4n+1 ・ F57		
C9	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	$\pm 5 \times 10^{-5}$ ( $\pm 105$ Hz)	-30 ~ +60 °C
OSC-B			

### 4.4. インターフェース

#### (1) . デジタル信号入力 (V<sub>dd</sub> = +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  $\mu$ 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  $\mu$ S 以下

#### (2) . デジタル信号出力 (V<sub>dd</sub> = +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  $\mu$ 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  $\mu$ S 以下
- d. パルス幅誤差 : 50 %  $\pm$  2%

(4) . アナログ信号入力 ( V<sub>dd</sub> = + 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 $\Omega$ 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 $W 16n+0 \sim W 16n+3$ 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 $W 32n+0 \sim W 32n+3$ の16Wは通常のデータと同じ内容であるが、 $W 32n+16 \sim W 32n+19$ 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(W 0,1,2)ビット内容を表5.1.2に示す。
- b. FIワード(W 3)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(W 32)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(W 33,34,35)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マッパー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) . GBDバースト観測データフォーマット

- a . GBDバーストPC-THデータフォーマットを表5.6.5に示す。
- b . GBDバーストSC-THデータフォーマットを表5.6.6に示す。
- c . GBDバーストPC-PHデータフォーマットを表5.6.7に示す。
- d . GBDバーストSC-PHデータフォーマットを表5.6.8に示す。
- e . GBDバースト観測データビット内容を表5.6.9に示す。

表5.1.1.1. 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													
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															

処理モードによる。(96W)

- 1フレーム : 200.0ms (LOW BIT MODE)  
 : 500.0ms (MED BIT MODE)  
 : 62.5ms (HIGH BIT MODE)  
 : 15.6ms (LOW REP MODE)  
 : 7.8ms (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. F.I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		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	D.C, 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	Y ( 0 ~ E )	PC ADD	PC ADD
B 4		ANS	ANS
B 5		(上位5ビット)	(下位5ビット)
B 6			
B 7			

表5.1.6. ACSワード (W33,34,35) フォーマット

F	W	W33	W34	W35
F16n		GAS-X	GAS-Y	GAS-Z
F16n+1		ACE 姿勢計測カウンタ X		
F16n+2		ACE 姿勢計測カウンタ Y		
F16n+3		ACE 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		STT-X	トラックデータ H	STTX TRK V (上位)
F16n+6		STT-Y	トラックデータ H	STTY TRK V (上位)
F16n+7		IRUモータ電流	NSAS Xデータ (12ビット)	NSAS1
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		STTX TRK V (下位)	STT-X	トラックデータ S
F16n+14		STTY TRK V (下位)	STT-Y	トラックデータ S
F16n+15		IRU (詳細は下表)	NSAS Yデータ (12ビット)	NSAS2

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 (F 16n+7)	SUN PRESENCE	X-EDGE FLAG	X-UPPER DISCRI	X-LOWER DISCRI
NSAS2 (F 16n+15)	SUN PRESENCE	Y-EDGE FLAG	Y-UPPER DISCRI	Y-LOWER DISCRI

表5.1.9. A H Kワード ( W64 ) 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	BATV	BATI	BUSV	LHV0	LHV1	LHV2	LHV3	+28	+12	+5	-12	LODI	STXV	STYV
16	MWT	MWMI	MTXI	MTYI	MTZI	LHV4	LHV5	LHV6	LHV7	AHV1 AHV2	NSSX	NSSY	GBPC	GBSC	SNT1	SNT2
32	LC0A	LC0B	LC0C	LC2A	LC2B	LC2C	LC1B	LC3B	SBRA	BAT1	PCU	BDR	AMY1	GBD	SSAS	STX0
	LC5A	LC5B	LC5C	LC7A	LC7B	LC7C	LC4B	LC6B	TMS	BAT2	CNVB	BPM	AMY2	IRU	GAS	STXB
48	STY0	TCU	BTDB	CP-2	CP-4	DMP1	PDUB	UP-1	BPNL	SP1L	SP2	SP3R	SP4R	BP-2	BP-4	CUPB
	STYE	NSAS	CP-1	CP-3	STTP	DMP2	PDLU	UP-2	SP1U	SP1R	SP3L	SP4L	BP-1	BP-3	CUPU	OUTR

注1, F0 ~ F29に電圧データ, F30~F63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5.1.10. STATUSワード (W65) フォーマット

Frame	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0		ACE 1	TCU 1	STT X1	PCU1	PCU2	AHM1.2 (BFM 1)	AHM3.4 (BFM 2)	ACS 2	ACE 4	TCU 2	STT Y1	BDR 2	LAC 1	ASM	
16		TIME 1 ACS 1	ACE 2	TCU 3	STT X2	BDR 1	IRU	GAS SAS	NSASI	ACS 3	ACE 5	HK/ TM	STT Y2	BDR 3	LAC 2	GBD
32			ACE 1	TCU 1	STT X1	PCU1	JNC/ AHM	AHM5.6 (BFM3.5)	AHM7.8 (BFM4.6)	ACS 2	ACE 4	TCU 2	STT Y1	BDR 4	LAC 1	ASM
48			ACE 3	TCU 3	STT X2	BDR 1	IRU	GAS SAS	NSAS2	ACS 3	ACE 5	HK/ TM	STT Y2	BDR 5	LAC 2	GBD

注1. F7, F8, F39, F40は2サブフレームで1項目を出力する。また、BFM ONの時は ( ) 内を出力する。

表5.1.11. DPワード (W66) フォーマット

Frame	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0		LAC	DPID	SBR-A LOOP	MODE	LAC	TCU4	GBD	GBD BURST	LAC	DPID	SBR-B LOOP	MODE	LAC	TCU4	ASM
16		TIME 2 OS				OS			DP OS 0	OS				OS		OS
32									GBD BURST							
48									DP OS 1							

表5.1.12. S T A T U S . D P ワードデータビット内容

Bit	TIME 1, 2	ACS 1	ACS 2	ACS 3	STT-X1	STT-X2	PCU 1	PCU 2
	F16n, W65, 66	F16n+L, W65	F32n+9, W65	F32n+25, W65	F32n+4, W65	F32n+20, W65	F32n+5, W65	F6, W65
0	72h 49m 04s 0h 17m 04s	CPU-MON 00;FETCH 01;EXEC 10;INTERRUPT 11:DMA	乙軸 制御系 アラーム 精 / 粗 T. B. D	WHL TACHO CONT WHL CPU CONT	STT-X 00;ST,HTR OFF 01;CPU ON 10;MANU ON 11;HTR ON	MEM-ERR MANUEVER ON/OFF	BAT-CHG AUTO/MANU BAT-CHG IM-T/PULL	BAT-LEVEL 00;LV#4 01;LV#3 10;LV#2 11;LV#1 (LOW)
1	36h 24m 32s 0h 08m 32s							
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-CHG IM/TRIC	PCU-UVC 1 / 2
3	9h 06m 08s 0h 02m 08s	NSAS ECLIPS TIMER OVF/NOR	I R U ERR ON/OFF/SELECT S/X ON	IRU-Kch SKEW S/Y ON	CCD COOLER ON/OFF	STAR DATA 無 / 有	BAT CHG/DISCH	PCU-UVC-CNT ON/OFF
4	4h 03m 04s 0h 01m 04s	AUTO SAFE HOLD MODE ENA/DIS	U C A ERR ON/OFF/SELECT S/Y ON	IRU-Ych SKEW S/Z ON	STT-X MODE 00;STBY 01;TRACKER	STAR DATA OVER FLOW	BAT-HT1 AUTO/MANU	BAT CHG PRIM/BKUP
5	2h 06m 32s 0h 00m 32s	SAFE HOLD MODE	S T T X VAL/INVAL/SELECT S/Z ON	IRU-Zch SKEW S/Z ON	STAR DATA PLURALITY	STAR DATA PLURALITY	BAT-HT1 ON/OFF	SBR-SEL A / B
6	1h 08m 16s 0h 00m 16s	HAMMING ERR (CPU1)	S T T Y VAL/INVAL	WHL HTR ON/OFF	MEM-ENA	TRK-ADD -ERR	BAT-HT2 AUTO/MANU	BAT-CHTBMP LEV1/LEV2
7	0h 34m 08s 0h 00m 08s	HAMMING ERR (CPU2)	I R U 実行STATUS	" 0 "	MEM-STATUS W / R	SENS -ELEM	BAT-HT2 ON/OFF	" 0 "

表5.1.12. STATUS, DPP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
0	F32n+2, W65 MTQ-X ON/OFF	F18, W65 MAG OPEN/CLOSE	F50, W65 ACE ON/OFF	F32n+10, W65 NORMAL MODE	F32n+26, W65 IRU-Z CAL ENA/DIS	BC-ENA-0 (OP, PI)	ARM-CHK ON/OFF	F32n+19, W65 BC-ENA-8 (PC ADRS)
1	MTQ-X -/+	MAG SPIN RATE CNT X	WDB ON/OFF	LOW SPIN MODE	IRU-XY CAL ENA/DIS	BC-ENA-1 (ACE)	ACE1-CHK ON/OFF	BC-ENA-9 (PC ADRS)
2	MTQ-Y ON/OFF	MAG SPIN RATE CNT Y	WHEEL ROT/STOP	MANUEVER ON/OFF	ECLIPS TIMER 地鉄検出	BC-ENA-2 (NSAS)	ACE2-CHK ON/OFF	BC-ENA-A (OG)
3	MTQ-Y -/+	SAFE HOLD MODE ON/OFF	CPU1 ON/OFF	SLEW360 ON/OFF	STT-X 地鉄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	SLEW + ON/OFF	STT-Y 地鉄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	T. B. D	BC-ENA-5 (AHM)	" 0 "	DBL-CMD ENA/DIS
6	MTQ HI/LO	SPIN-ANC GAS-X SBL	MTQ-Y PS ON/OFF	T. B. D	T. B. D	BC-ENA-6 (BPM)	" 0 "	PC RUN/STOP
7	T. B. D	T. B. D	MTQ-Z PS ON/OFF	STBY MODE	T. B. D	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)

Bit	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	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	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 μ 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 μ / 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	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	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)

Bit	BFM 1	BFM 2	BFM 3	BFM 4	BFM 5	BFM 6
	F7. W65	F8. W65	SF2n. F39. W65	SF2n. F40. W65	SF2n+1. F39. W65	SF2n+1. F40. 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
1	STOP-ADD SET	ACE-1 ENA/DIS	START-ADD CODE B1	START-ADD CODE B9	STOP-ADD CODE B1	STOP-ADD CODE B9
2	TRANSFER START	ACE-2 ENA/DIS	START-ADD CODE B2	START-ADD CODE B10	STOP-ADD CODE B2	STOP-ADD CODE B10
3	WRITE START	STT-X ENA/DIS	START-ADD CODE B3	START-ADD CODE B11	STOP-ADD CODE B3	STOP-ADD CODE B11
4	SEARCH START / STOP	STT-Y ENA/DIS	START-ADD CODE B4	START-ADD CODE B12	STOP-ADD CODE B4	STOP-ADD CODE B12
5	SYNC-ERR	" 0 "	START-ADD CODE B5	START-ADD CODE B13	STOP-ADD CODE B5	STOP-ADD CODE B13
6	COMPLETE	WRITE-ERR	START-ADD CODE B6	START-ADD CODE B14	STOP-ADD CODE B6	STOP-ADD CODE B14
7	BFM-HTR ON / OFF	ADDRESS START / ACCESS	START-ADD CODE B7	START-ADD CODE B15(LSB)	STOP-ADD CODE B7	STOP-ADD CODE B15(LSB)

表5.1.12. S T A T U S , D P ワ ー ド デ ー タ ビ ッ ト 内 容 ( つ づ き )

Bit	STT-Y1	STT-Y2	IRU	GAS/SAS	NSAS 1	NSAS 2	HK/TM	JNC / 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 MANUEVER ON/OFF	F32n+22. W65 IRU HTR ON/OFF IRU-LOOP ON/OFF	F32n+23. W65 GAS ON/OFF GAS SI/S2	F24 . W65 X-GAIN-LVL 1 X-GAIN-LVL 2	F56 . W65 Y-GAIN-LVL 1 Y-GAIN-LVL 2	F32n+27. W65 HK ON/OFF SBR-A SQ 1	F38. W65 SHNT 1 ON/OFF SHNT 2 ON/OFF
1					X-GAIN-LVL 3	Y-GAIN-LVL 3	SBR-B SQ 1	SHNT 3 ON/OFF
2	CPU-MEM-CHK 正常 / 異常	EXEC -STATUS	IRU-XMOT ON/OFF	SSAS ON/OFF	X-GAIN-LVL 4	Y-GAIN-LVL 4	TMS ON/OFF	SHNT 4 ON/OFF
3	CCD COOLER ON/OFF	STAR DATA 無 / 有	IRU-YMOT ON/OFF	" 0 "	X-GAIN AUTO/MANU	Y-GAIN AUTO/MANU	TMS-PWR HI/LOW	SHNT 5 ON/OFF
4	STT-Y 00:STBY 01:TRACKER 10:MAPPER 11:OPT CAL	STAR DATA OVER FLOW STAR DATA PLURALITY	IRU-ZMOT ON/OFF IRU-SMOT ON/OFF	" 0 "	X-DISCRI AUTO/MANU	Y-DISCRI AUTO/MANU	TMU ON/OFF	SHNT 6 ON/OFF
5		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
6	MEM-ENA		" 0 "	NSAS-CAL ON/OFF	X-DISCRI LVL 2	Y-DISCRI LVL 2	U ANT A/B	AHM-ODTRI ENA/DIS
7	MEM-STATUS W/R	SENS -ELEM						

表5.1.12. STATUS, DPワードデータービット内容(つづき)

Bit	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-B1 ON/OFF	LAC-HV0 ON/OFF	ASM ON/OFF	GBD ON/OFF	BDR STBY CMD-ON	DEVICE 0A ERR/NORM	DEVICE 4A ERR/NORM	DEVICE 8A ERR/NORM	BDR-STOP
1	LAC-E2 ON/OFF	LAC-HV1 ON/OFF	ASM-A ON/OFF	GBD-SCHV ON/OFF	BDR REC CMD-ON	DEVICE 0B ERR/NORM	DEVICE 4B ERR/NORM	DEVICE 8B ERR/NORM	" 0 "
2	LAC-BYPS ON/OFF	LAC-HV2 ON/OFF	ASM-AMC ON/OFF	GBD-PCHV ON/OFF	BDR REPRO CMD-ON	DEVICE 1A ERR/NORM	DEVICE 5A ERR/NORM	DEVICE 9A ERR/NORM	" 0 "
3	LAC-M ON/OFF	LAC-HV3 ON/OFF	ASM-HV ENA/DIS	GBD-A ON/OFF	BDR STBY OPERATE	DEVICE 1B ERR/NORM	DEVICE 5B ERR/NORM	DEVICE 9B ERR/NORM	OPE DEVICE 8 (MSB)
4	LAC-CAL-SYS ON/OFF	LAC-HV4 ON/OFF	ASM-HV1 ON/OFF	RBM ON/OFF	BDR REC OPERATE	DEVICE 2A ERR/NORM	DEVICE 6A ERR/NORM	" 0 "	OPE DEVICE 4
5	LAC-CAL ON/OFF	LAC-HV5 ON/OFF	ASM-HV2 ON/OFF	RBM-AUTO ON/OFF	BDR REPRO OPERATE	DEVICE 2B ERR/NORM	DEVICE 6B ERR/NORM	" 0 "	OPE DEVICE 2
6	" 0 "	LAC-HV6 ON/OFF	ASM-RBM ENA/DIS	" 0 "	BDR 1 BIT ERR	DEVICE 3A ERR/NORM	DEVICE 7A ERR/NORM	" 0 "	OPE DEVICE 1 (LSB)
7	" 0 "	LAC-HV7 ON/OFF	ASM-BDR ENA/DIS	" 0 "	BDR 2 BIT ERR	DEVICE 3B ERR/NORM	DEVICE 7B ERR/NORM	" 0 "	BDR BLOCK A / B

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
0	F24 . W66 LAUNCH MODE ON / OFF	F56 . W66 LAC MODE 00 : MPC-1 01 : MPC-2 10 : MPC-3 11 : PC	F4n+1. W66 OS0	F16n+15. W66 OS0	F16n+7. W66 OS0	F8n+2. W66 DATA ID STRG / REAL	F8n+4. W66 LAC MODE ON / OFF	F8n+6. W66 S-MOD ON / OFF	F32n+8. W66 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 SDR-A / B	GBD BURST EXLIST / NO-
5	—	—	OS5	OS5	OS5	MEM-CHK MODE ON / OFF	ACS 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	NSAS-CAL-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	X'TAL OSC B / A	LAUNCH MODE ON / OFF	OG HAMMING ERR 2b/1b-NO	—

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

\*\*BURSTメモリアダプタの時"1"

表5.1.13. LACワード (W16~19, 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 ( W48~51, 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 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・F32~63 : 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 SC S2	LAC 2 V	ASM Y2	LAC 3 V	GBD PC P2	LAC 4 V	ASM Y1	LAC 5 V	GBD SC SM	LAC 6 V	ASM Y2	LAC 7 V	GBD PC PM
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)

Bit	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
0	W48 (W112) 128	W64n+49 ~51 128	F2n, W96 プレフィクス B0	F2n+1, W96 プレフィクス B0	W97 プレフィクス B0	F2n, W98.99 32768 128	F2n+1, W98.99 32768 128
1	64	64	プレフィクス B1	プレフィクス B1	プレフィクス B1	16384 64	16384 64
2	32	32	32	32 (128)	32	8192 32	8192 32
3	16	16	16	16 (64)	16	4096 16	4096 16
4	8	8	8	8 (32)	8	2048 8	2048 8
5	4	4	4	4 (16)	4	1024 4	1024 4
6	2	2	2	2 (8)	2	512 2	512 2
7	1	1	1	1 (4)	1	256 1	256 1

(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)

Bit	LAC-0~7 V PI-MON	ASM-Y1 PI-MON	ASM-Y2 PI-MON	GBD-SC-2 PI-MON	GBD-PC-2 PI-MON	GBD-SC-M PI-MON	GBD-PC-M PI-MON
	F 2n, W67	F8n+1, W67	F8n+5, W67	F16n+3, W67	F16n+7, W67	F16n+11, W67	F16n+15, W67
0	128	128	128	128	128	128	128
1	64	64	64	64	64	64	64
2	32	32	32	32	32	32	32
3	16	16	16	16	16	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5.2.1. NSAS-CALモードフレームフォーマット (MODE F8H+4 W66 B6=1)

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

注. このモードは1SF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		FI														
16	LAC DATA																
32	CMD	ACS DATA															
48	ASM DATA																
64	AHK	STATUS	DP	PI MON													
80	LAC DATA																
96	GBD/RBM DATA																
112	ASM DATA																
				OG チェック データ (F0 ~ 15)				PCチェックデータ (F0 ~ 15)									

注. このモードは1SF後に自動復帰する。

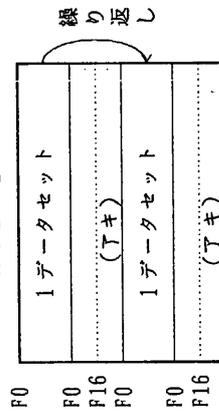
表5.2.3. MEM-CHECKモードフレームフォーマット (DPID F8n+2 W66 B5=1)

Word	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	SYNC CODE		F I													
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															

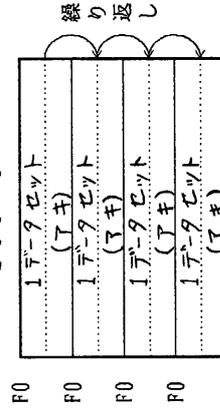
MEMチェックデータ

ACE1 ; 5120W ( 64W×80F )   出力データはTCU 2  
 ACE2 ; 5120W ( 64W×80F )   (F32n+11, W65) のB0~  
 STT-X ; 3072W ( 64W×48F )   B4で指定  
 STT-Y ; 3072W ( 64W×48F )  
 AHM ; 4096W ( 64W×64F )

ACE-1又は  
ACE-2



STT-X又は  
STT-Y



AHM



注. このモードは4SF後に自動復帰する。

表5.3.1. ACS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		FI													
16	LAC DATA															
32	CMD	ACS DATA														
48	ASM DATA															
64	AHK	STATUS	DP	PI	NON											
80	LAC DATA															
96	GBD/RBM DATA															
112	ASM DATA			ACSフォーマットデータ (マップデータ)												
				ACSフォーマットデータ												

表5.3.2. ACSモードSTTマップデータフォーマット

SF <sub>W</sub>	W16n + 0 ~ 3	W16n + 4 ~ 15 (但し, W116 ~ 127を除く)
SF <sub>4n</sub>	ALL "0" (データセットアップ)	
SF <sub>4n+1</sub>	STT-X マップデータ	
SF <sub>4n+2</sub>	STT-Y マップデータ	
SF <sub>4n+3</sub>	ALL "0"	

表5.3.3. ACSモードFACEデータフォーマット

F <sub>W</sub>	W116	W117	W118	W119	W120	W121	W122	W123	W124	W125	W126	W127
F <sub>2n</sub>	制御カウンタ X			制御カウンタ Y			制御カウンタ Z			ホイール回転周期		
	COIL電流			GAS-A/D			地蝕検出タイマーモニタ			マッパ加算回数		
F <sub>2n+1</sub>	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	
	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	X SA	P 3											

表5.4.2. 打上げモードSTATUSデータビット内容

Bit	EPT	INS	M-3B / PDL
0	W32n+16 EPT CLK MON	W32n+18 LIMIT OVER/NORM	W96 M-3B SEP/NO
1	EPT SQ20 MON	INS-1 ON/OFF	PDL-1 OPEN/CLOSE
2	EPT SQ21 MON	INS-2 ON/OFF	PDL-2 OPEN/CLOSE
3	EPT SQ22 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

Bit	Y0-Y0	NRS	XSA	P3
0	W32n+17 Y0-Y0 2-1/1-2	W32n+19	W 4--14の列	W 5--15の列
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, 48ch) (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	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		

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モード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	15	
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5.5.5. 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		FI	0 ch	8 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	1 ch	9 ch
32	CMD	ACS DATA		2 ch	10 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	3 ch	11 ch
64	AHK	STATUS	DP	PI	MON	4 ch	12 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	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	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	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    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 = 2 CH) (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		FI	0 ch	1 ch	1 ch											
16	LAC DATA																
32	CMD ACS DATA																
48	ASM DATA																
64	AHK	STATUS	D	P	PI	MON	同上										同上
80	LAC DATA		( 1 Set = 1/8 Frame )		( 1 Set = 1/8 Frame )		( 1 Set = 1/8 Frame )		( 1 Set = 1/8 Frame )		( 1 Set = 1/8 Frame )		( 1 Set = 1/8 Frame )		( 1 Set = 1/8 Frame )		
96	GBD/RBM DATA																
112	ASM DATA																

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

B i t	LAC0~7-PH DATA		LAC0~3PC DATA		LAC4~7PC DATA		ASM-PH DATA		
	MPC1	MPC2	MPC3	PCH	PCL	PCH	PCL	PHA	TIME
	W 4	-----127		W 4---119	W 8---127	W 4---119	W 8---127	W 4	-----127
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バ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																		
48	BLOCK		TIME		STATUS																		
64	A HK		STATUS		D P		PI		MON														
80	GBD		FLG-ON		TIME																		
96	GBD/RBM		DATA																				
112	BLOCK		TIME		STATUS																		
				GBD-PC-TH 1 Block (16 Data)				GBD-PC-PH 1 Block (16 CH)				GBD-SC-TH 1 Block (16 Data)				GBD-SC-PH 1 Block (32 CH)							
				GBD-PC-TH 1 Block (16 Data)																			

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	PI 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

Bit	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	W 6 4 n + 4 8 ~ 5 0	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 BURST TTS LEVEL B1
7	0h 34m 08s	0h 00m 08s	31.250 ms	0.122 ms	0h 34m 08s	0h 00m 08s	31.250 ms	GBD BURST TTS LEVEL B2

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パ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
0	W16n+ 4~7 プレフィクス B0	W16n + 8,9 プレフィクス B0	W16n+10,11 "0" / "1"	W16n+12~15 プレフィクス B0
1	プレフィクス B1	プレフィクス B1	64 / 15.625 ms	プレフィクス 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、データ入力が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 : 

{	ACE	}	メモリの内容をチェック
STT			
AHM			

### (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). モード切替信号

- 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). モード切替信号

- 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クゼキュートされた時刻に, 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。	参照
3	3	LAUNCH-MODE	ブロックコマンドが、エクゼキユートされた時点	ONコマンドがエクゼキユートされた時より、OFFコマンドがエクゼキユートされるまで。	

(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。

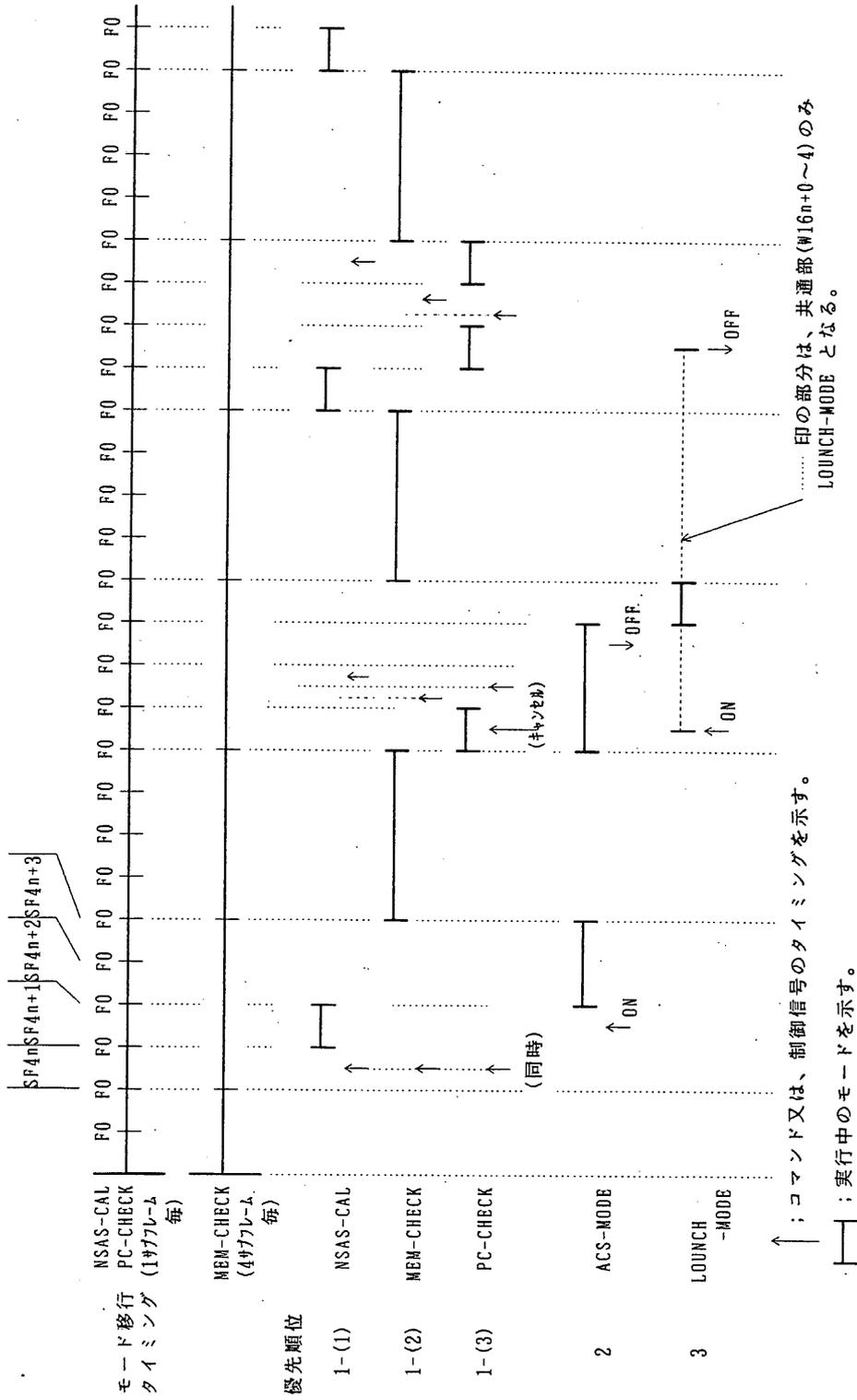
- 1) 最初に入力されたモード
- 2) 優先順位の高い方のモード
- 3) 優先順位の低い方のモード

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). モード切替信号

- 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内モード切替信号

- a. MPC1モード : ブロックコマンド DV-1, OS-0,1 "00"
- b. MPC2モード : ブロックコマンド DV-1, OS-0,1 "01"
- c. MPC3モード : ブロックコマンド DV-1, OS-0,1 "10"
- d. PCモード : ブロックコマンド DV-1, OS-0,1 "11"

### (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

DPワードのMODE項目に出力する。

## 6.7. ASMモード

### (1). モード切替信号

- 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内モード切替信号

- 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MODE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、データレコーダの再生データと同じ系で送信されるので、データレコーダ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ダ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CAL時のDP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。

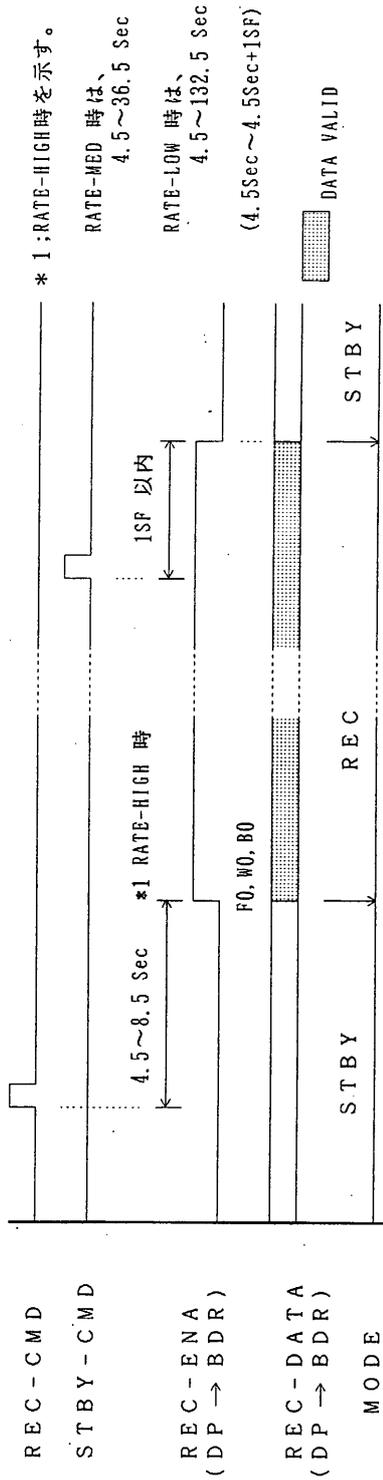
- a. STBY-REC-STBY  
(但し、各コマンドのタイミングは1SF以上あること。)
- b. STBY-REP-STBY  
(但し、各コマンドのタイミングは2.5Sec以上あること。)
- c. REP-1巡再生(BDR)
- d. REP-STBY-REC  
(但し、STBYとRECのタイミングは2.5Sec以内。)
- e. REP-REC
- f. REC-REP

### (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以内になが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)

STBY-REC-STBY



STBY-REP-STBY

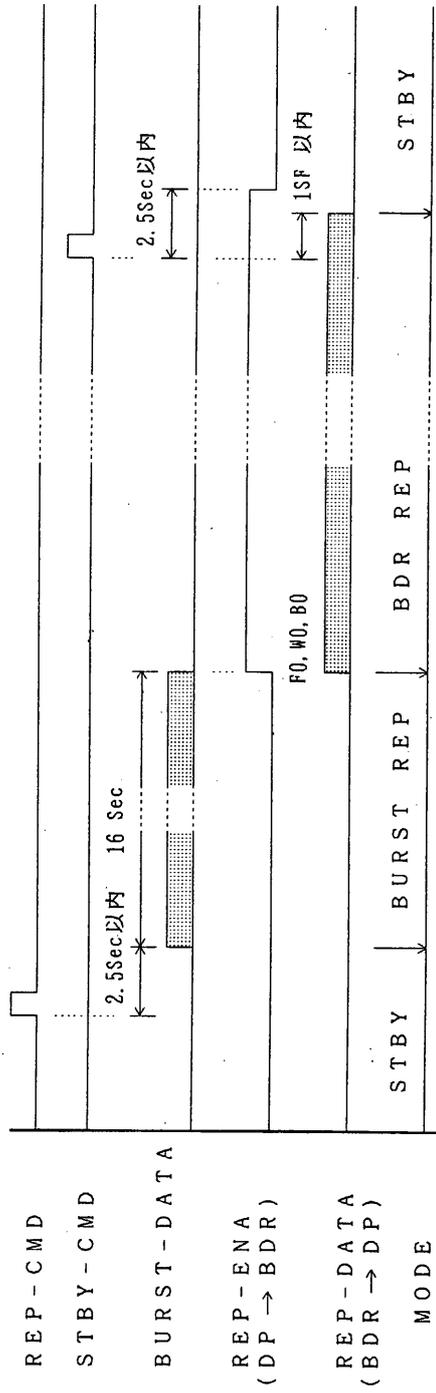


表6.11.1 DP-BDRモード移行タイミング(1) (つづき)

REP-1 巡再生

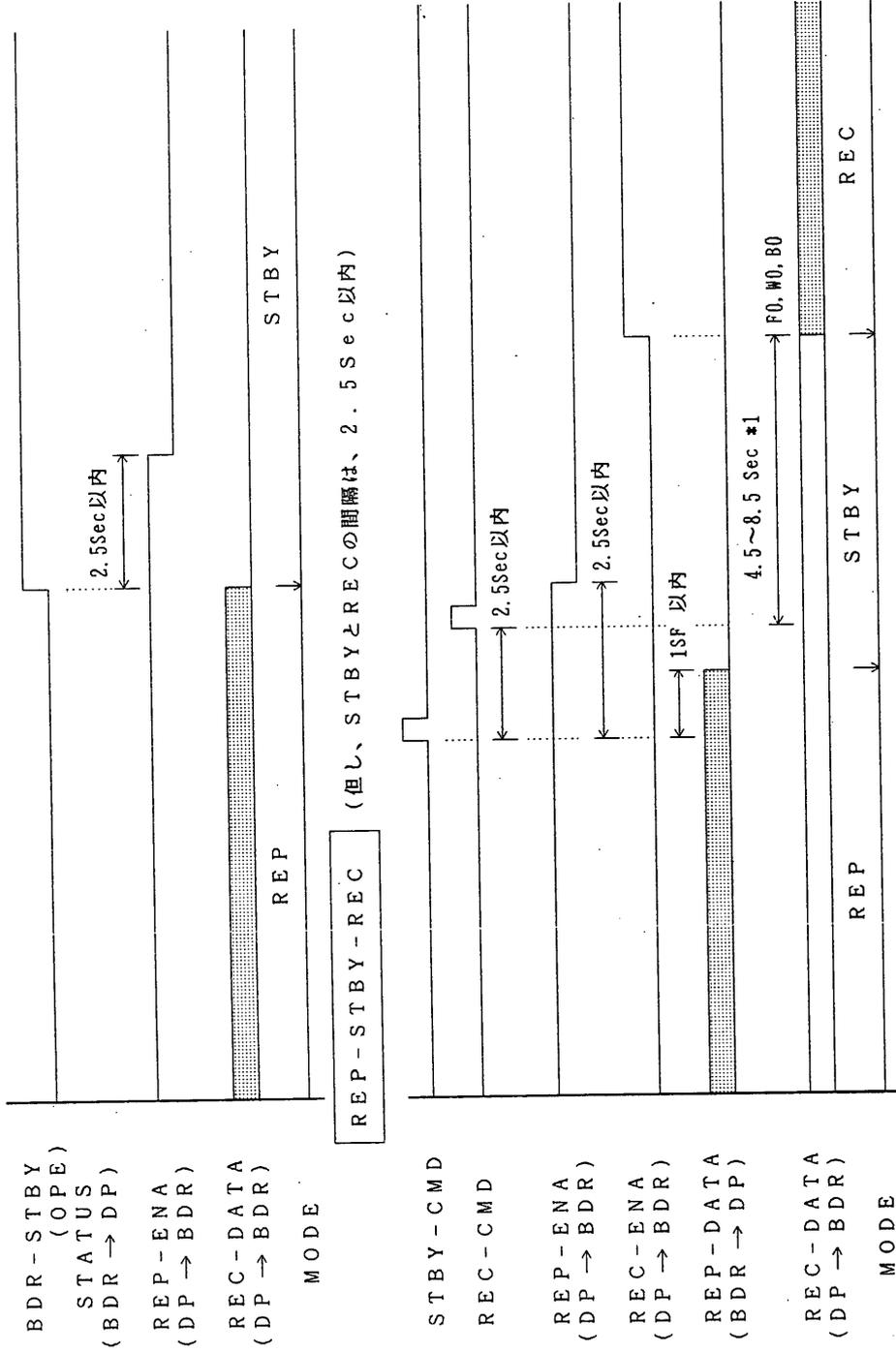
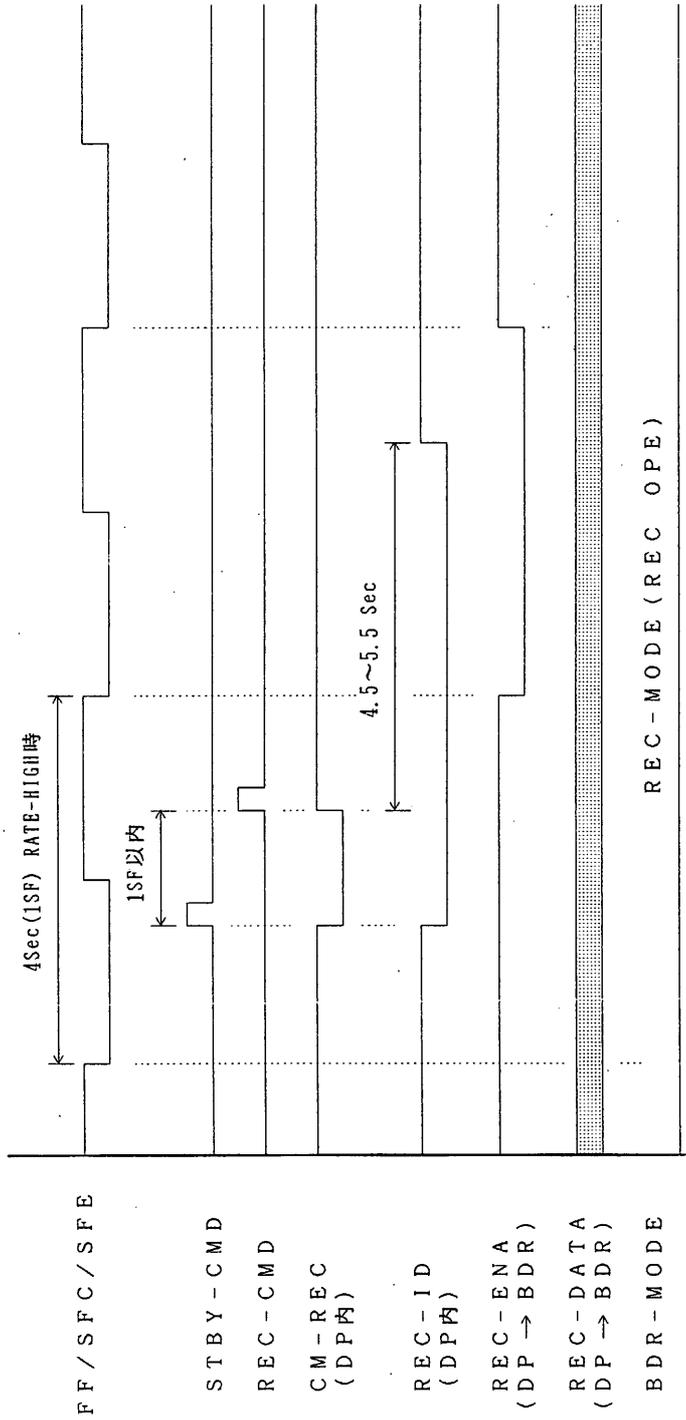


表6.11.1 DP-BDRモード移行タイミング(1)(つづき)



表6.11.2 DP-BDRモード移行タイミング(2)

REC-STBY-REC (但し、STBYコマンドからRECコマンドの間隔は、1SF以内とする。)



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見にっている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タ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

ACSデータ等を送るためのモードで、打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.	EPT	15.6 mS	使用しない	使用しない	
b.	NRS	15.6 mS	使用しない	使用しない	
c.	XSA	976.6 $\mu$ S	使用しない	使用しない	一部 2.93mS
d.	P3	976.6 $\mu$ S	使用しない	使用しない	一部 2.93mS
e.	SSAS	62.5 mS	使用しない	使用しない	

注. MED, LOW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8n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 μS	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、各区分毎の入力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カイベントパルスを、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ビットのカウンタでカウントし、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にするプリスケータが入る。)

## b. RBM-SOL-TH

16ビットのカウンタでカウントし、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、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 $\mu$ 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 $\mu$ 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の2データ毎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62.5ms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回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. G B D B U R S Tデータ量とメモリワード数

データ名		FL-ON TIME	BLOCK TIME	P C - T H	P C - P H	S C - T H	S C - P H
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 ・ -32S -16S 0S 16S 32S 48S 64S 80S 96S ・ 0秒でフラッグオン・	0B						
	31B	1D*64B	1D*64B	16D*64B			
	32B	64 DATA	64 DATA	1024 DATA	16ch*32B	16D*32B	32ch*32B
	63B				512 DATA	512 DATA	1024 DATA
	64B						
	95B						
	96B				16ch*96B	16D*96B	32ch*96B
	127B				1536 DATA	1536 DATA	3072 DATA
	128B						
	159B	1D*192B	1D*192B	16D*192B			
	160B	192 DATA	192 DATA	3072 DATA			
	191B						
	192B						
	223B						
	224B						
	255B						
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		1 0 2 4 W	1 0 2 4 W	4 0 9 6 W	2 0 4 8 W	2 0 4 8 W	4 0 9 6 W
備	時間分解能 244μS	時間分解能 31.25mS	カウント・ データのみ	1SET = 16ch 処理用 メモリ 32W, 12Bit	M S B = 1 : TTS 0 : COUNT	1SET = 32ch 処理用 メモリ 64W, 12Bit	
考	1DATA = 4W ・ TIMEのみ	1DATA = 4W ・ TIME = 3W ・ OS = 1W	12→8Bit 圧縮有	12→8Bit 圧縮有		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				
	A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	CS0		CS1	A10	A11	
ライトサイクル	共通データ	SF1	F32	F16	F8	F4	F2	F1	W64	W32	0	0	0	W2	W1	2KW
	FLAG-ON TIME	B128	B64	B32	B16	B8	B4	B2	B1	0	1	0	0	T2	T1	1KW
	BULOCK TIME	B128	B64	B32	B16	B8	B4	B2	B1	1	1	0	0	T2	T1	1KW
	PC - TH	B128	B64	B32	B16	B8	B4	B2	B1	D8	D4	0	1	D2	D1	4KW
リードサイクル	PC - PH	B64	B32	B16	B8	B4	B2	B1	H8	H4	H2	1	0	0	H1	2KW
	SC - TH	B64	B32	B16	B8	B4	B2	B1	D8	D4	D2	1	0	1	D1	2KW
	SC - PH	B64	B32	B16	B8	B4	B2	B1	H16	H8	H4	1	1	H2	H1	4KW
	LOW	FE	FD	FC	FB	FA	WG	WF	WE	WD	WC	WB	WA	BC	BB	16KW (1set = 2s)
HIGH	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		
-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-PH, PC-PH データ								
		SF2n				SF2n+1				SF2n				SF2n+1				
F 0	----	F 63	F 0	F 0	----	F 63	F 0	F 0	----	F 31	F 32	----	F 63	F 0	----	F 62	F 63	
0	1	126	127	128	129	254	255	128	129		254	255	128	129	63	64	126	127
1	255	125	126	127	128	253	254	127	128		253	254	127	128	62	63	125	126
...																		
127	128	129	255	0	1	2	127	128	129		127	128	129	64	65	127	128	
128	127	128	254	255	0	1	126	127	128		126	127	128	63	64	126	127	
...																		
254	2	3	128	129	130	131	0	1	130		0	1	130	65	66	128	129	
255	1	2	127	128	129	130	255	0	129		255	0	129	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2752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-000 (000は機器名)
- ・"      (例2)      HKTX-000 (      "      )

### 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  | :                | <table border="1"><tr><td>他のモード</td><td>BIT RATE LOWモード</td></tr></table>  | 他のモード | BIT RATE LOWモード  |
| 他のモード              | BIT RATE LOWモード  |  |       |                  |
| (2). BIT RATE MED  | :                | <table border="1"><tr><td>他のモード</td><td>BIT RATE MEDモード</td></tr></table>  | 他のモード | BIT RATE MEDモード  |
| 他のモード              | BIT RATE MEDモード  |  |       |                  |
| (3). BIT RATE HIGH | :                | <table border="1"><tr><td>他のモード</td><td>BIT RATE HIGHモード</td></tr></table> | 他のモード | BIT RATE HIGHモード |
| 他のモード              | 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 | :           | <table border="1"><tr><td>他のモード</td><td>LAC データ モード</td></tr></table> | 他のモード | LAC データ モード |
| 他のモード         | LAC データ モード |   |       |             |
| (2). ASM MODE | :           | <table border="1"><tr><td>他のモード</td><td>ASM データ モード</td></tr></table> | 他のモード | ASM データ モード |
| 他のモード         | ASM データ モード |   |       |             |

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 $\mu$ 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 Hz	976.56250 mS	
WB	512.0	1.95313	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 $\times 10^{-6}$	2.0	L-FCL
FF	250.0 $\times 10^{-6}$	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 $\times 10^{-6}$	2048.0 ( 34.08 )	
SFJ	244.14063 $\times 10^{-6}$	4096.0 ( 1.08.16 )	
SFK	122.07031 $\times 10^{-6}$	8192.0 ( 2.16.32 )	Time 1
SFL	61.03516 $\times 10^{-6}$	16384.0 ( 4.33.04 )	
SFM	30.51758 $\times 10^{-6}$	32768.0 ( 9.06.08 )	
SFN	15.25879 $\times 10^{-6}$	65536.0 ( 18.12.16 )	
SFO	7.62939 $\times 10^{-6}$	131072.0 ( 36.24.32 )	
SFP	3.81470 $\times 10^{-6}$	262144.0 ( 72.49.04 )	
SFQ	1.90735 $\times 10^{-6}$	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。

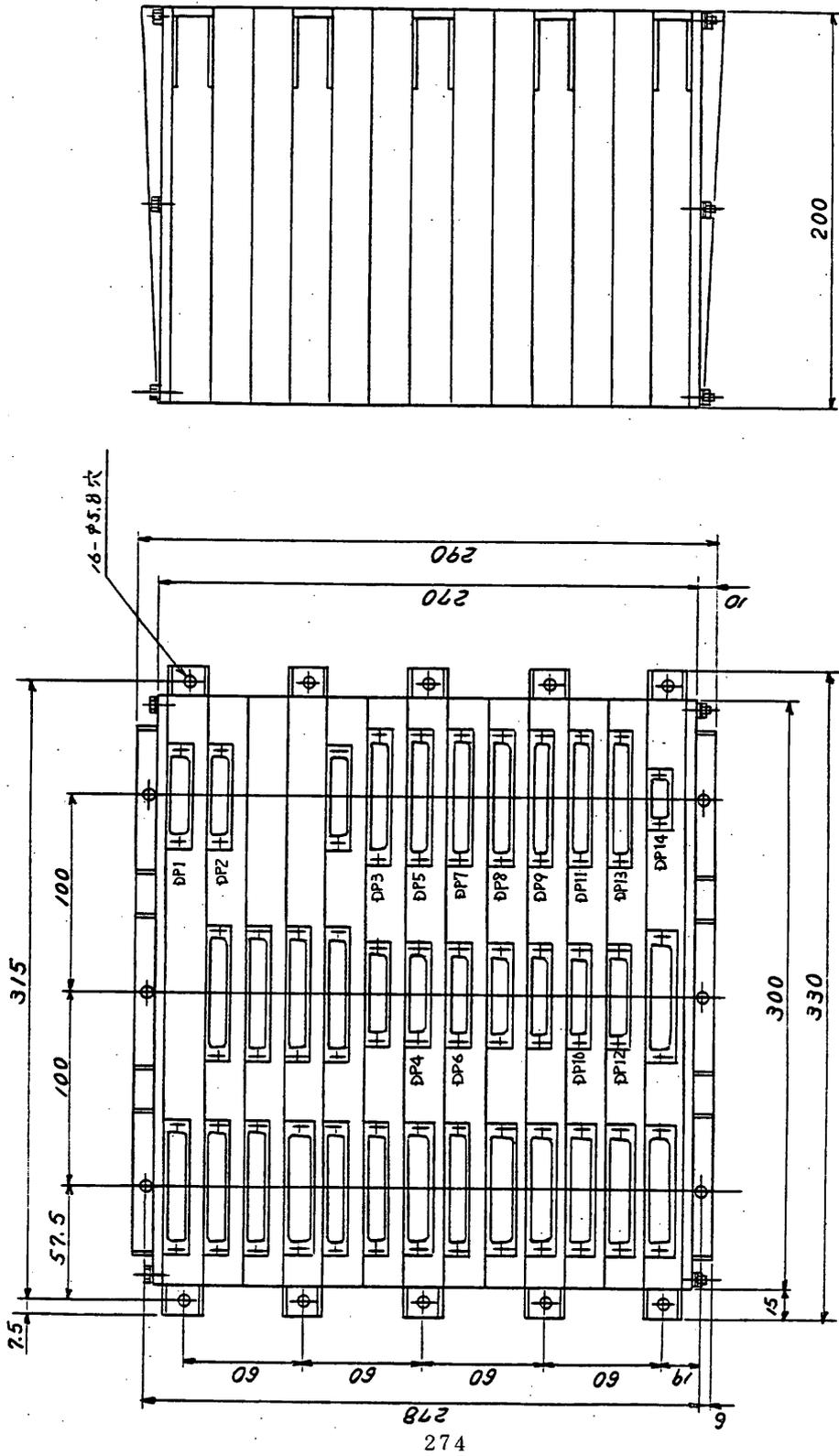


图 10.1. ASTRO-C DP 外觀圖

## 2.3.2 バブル データ レコーダ (BDR)

宇宙科学研究所 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サブフレーム単位で記録、再生できる。

BDRは、データプロセッサ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。再生データは一旦データプロセッサを経由して、SバンドやUHFの無線により地上に送信される。

### (2) 構成

#### (a) 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

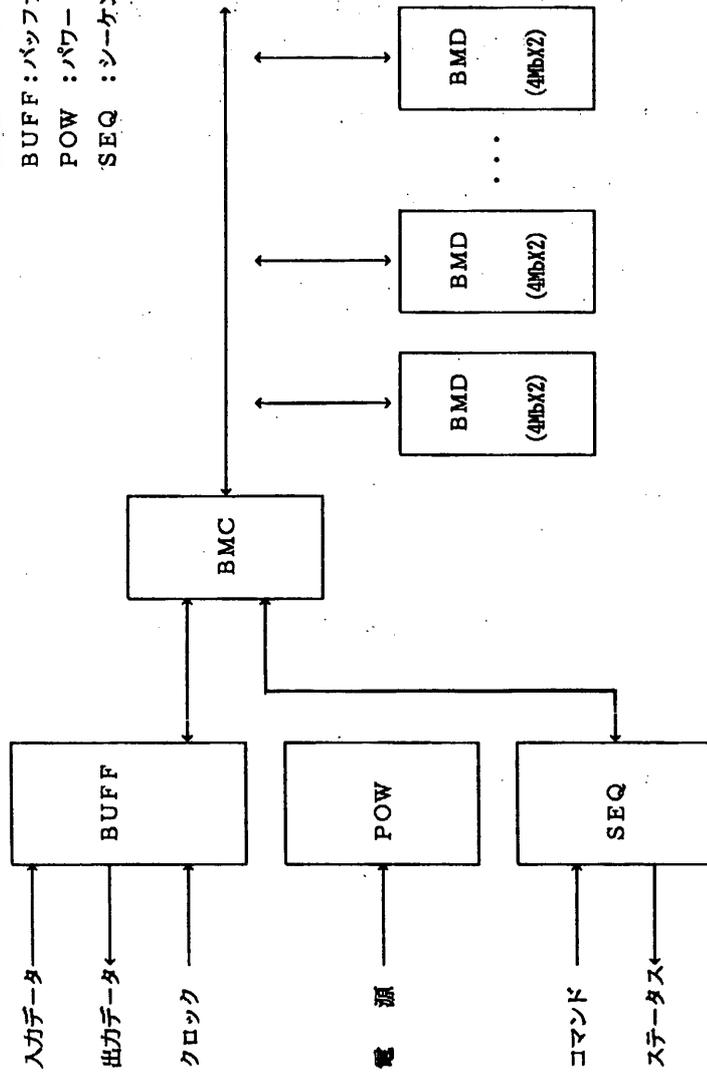


図 1 BDR基本構成図

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> <ul style="list-style-type: none"> <li>(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</li> <li>(2) 入出力データレートとパ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</li> <li>(3) 入出力データのシリアル/パラレル変換すること</li> </ul>
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>
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。 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>

(b) 動作説明

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作業間を、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

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等必要な部分にのみ通電し、REC及びREPコマンド待ちの状態である。

・REC、REPコマンドにより、他の電源を投入し、SEQを起動してイニシャライズ作業へと移行する。

②イニシャライズ作業

・全デバイスをアクセスし、不良デバイスを検出し、登録する。

・作業終了後、記録または再生作業へと移行する。

③記録作業

・記録開始信号に同期して記録を開始する。

・エンドレス記録を行う。

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。但し、電源断状態から移行して来た1回目の記録作業では、“0番地”からとなる。

尚、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。

・STBY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。

・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再生作業に移行する。

④再生作業

・再生開始信号に同期して再生を開始する。

・1巡再生を行う。

再生開始アドレスは、記録作業時と同様である。

・1巡再生を行った後、またはSTBY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。

・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記録作業に移行する。

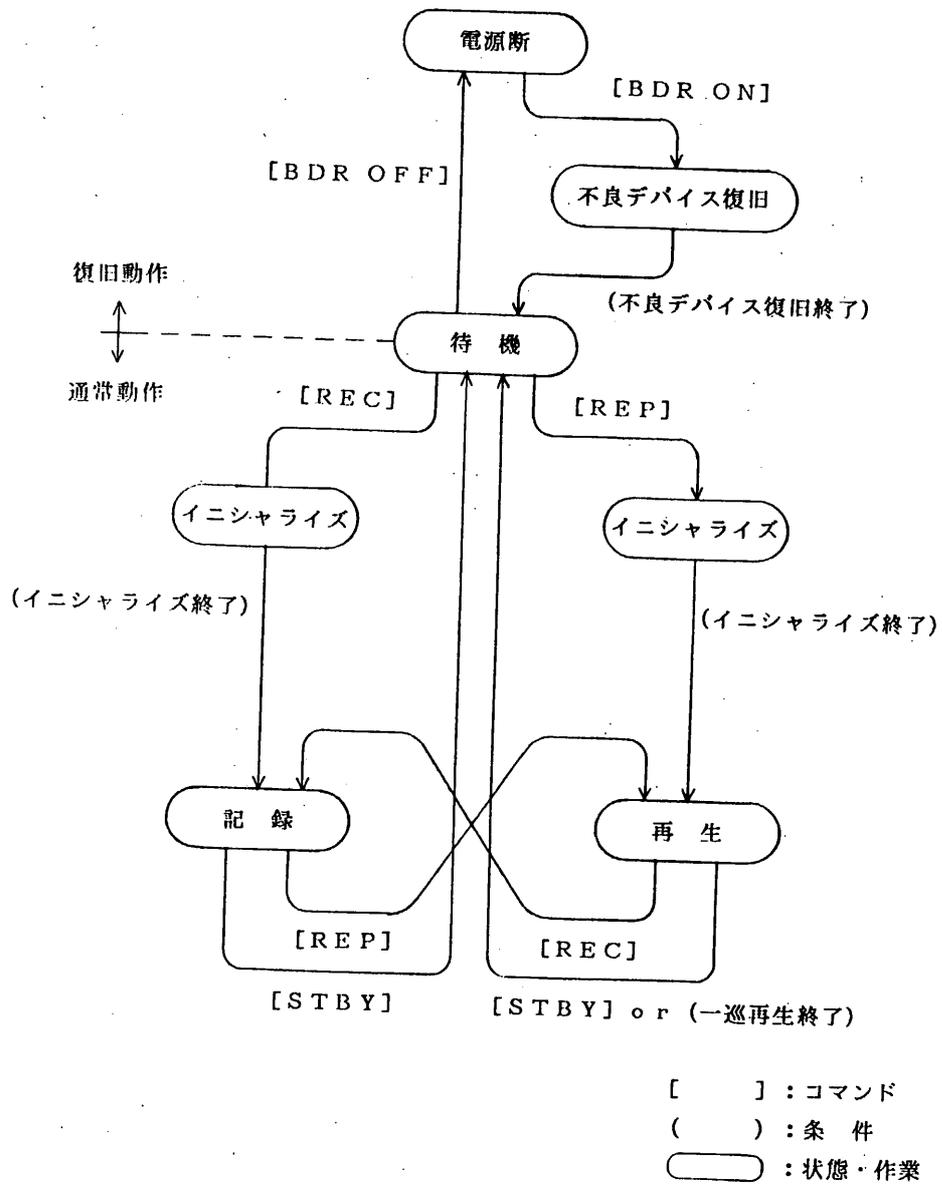


図 2 BDR状態遷移図

(ii) 復旧動作

①電源断状態

- ・LSIが、ラッチアップ状態から復旧する。
- ・コマンドレシーバにのみ通電しており、BDR ONコマンド待ちの状態である。
- ・BDR ONコマンドにより電源を投入し、不良デバイス復旧作業へと移行する。

②不良デバイス復旧作業

- ・全デバイスをアクセスして不良デバイスを検出し、そのデバイスの「バブル」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。
- ・上記作業終了後、電源を切断し待機状態に移行する。

(iii) シングルイベント発生時の動作

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いる。専用LSIの電流制限回路が動作した場合、BDR STOPステータス(BDR5[F<sub>61</sub>W<sub>65</sub>]ビット0[B0])が"1"となる。

また、ソフトウェアによりBDRが暴走すると、REC、REP、STBY等のコマンドに応答しなくなる。

以上述べたシングルイベント発生時は、BDR OFF コマンドにより強制的に電源断状態へ移行させ、その上で再投入する。これによりラッチアップは復旧し、また、この時不良デバイスの復旧も合わせて行う。

この時の、KSCでの判定フローを図 3 に示す。

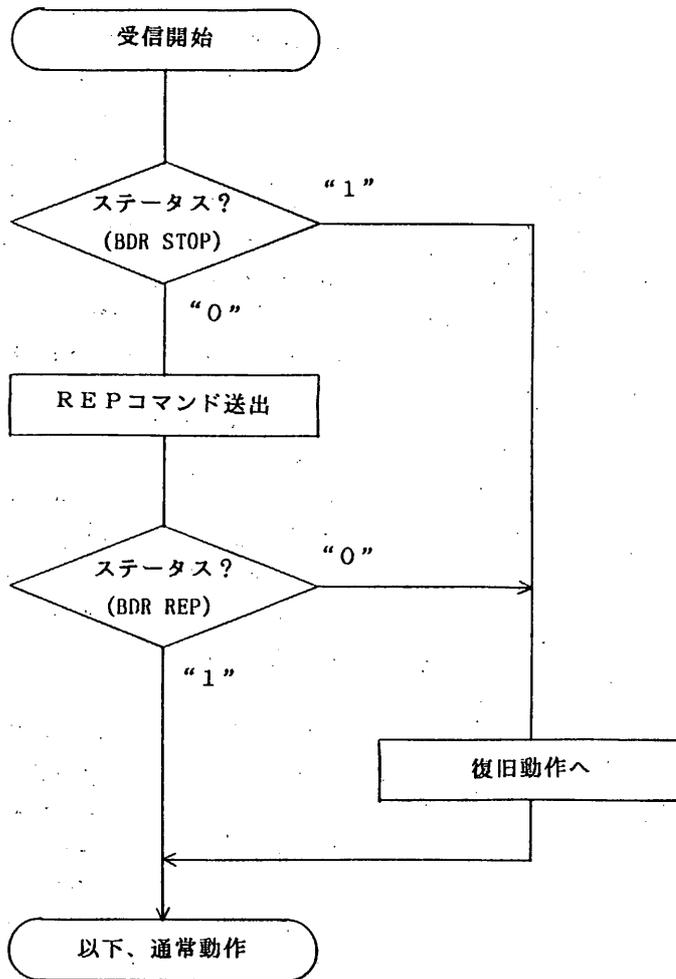


図 3 判定フロー

(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  
(6) ビット誤り率  $10^{-8}$ 以下  
(7) 消費電力 約0W (待機時)  
5W (2kbps記録時)  
11W (131kbps再生時)

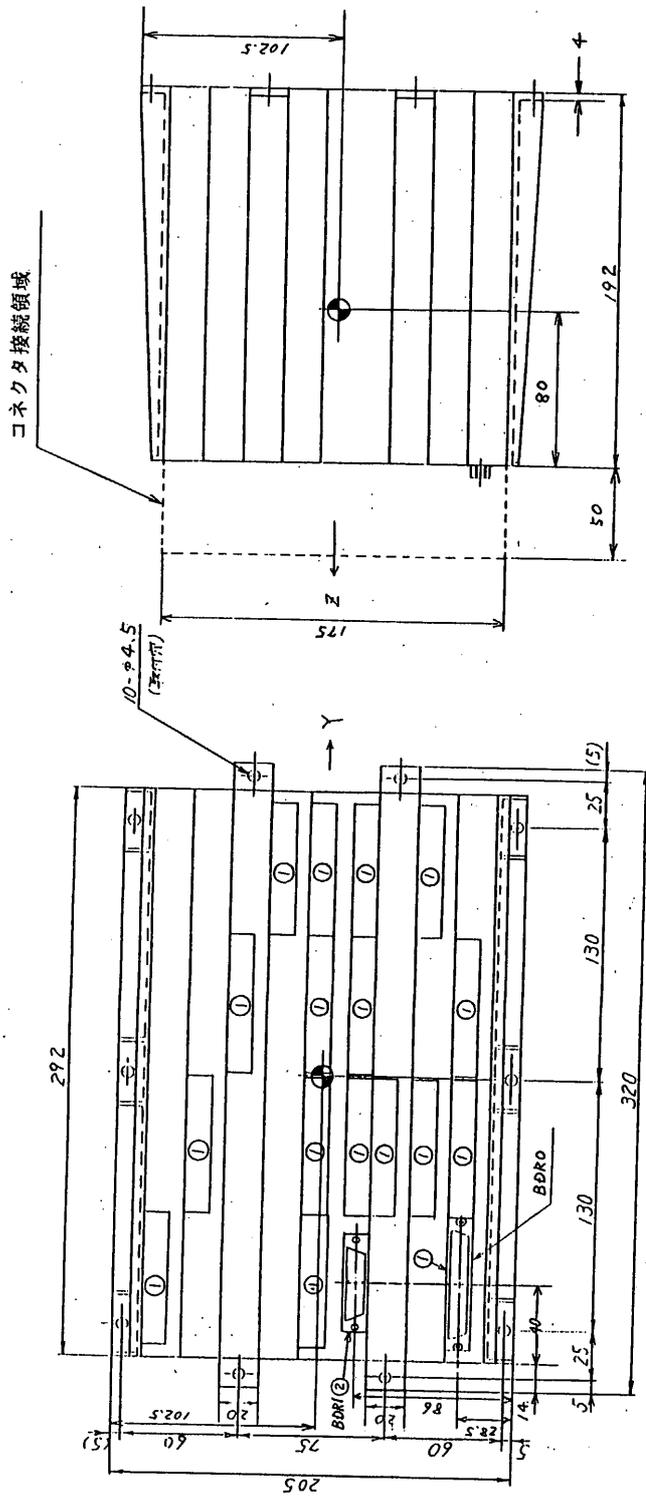
(8) コマンド項目

BDR STBY (停止)  
BDR REC (記録)  
SH REP (SH 再生)  
SL REP (SL 再生)  
U REP (U 再生)  
BDR ON (電源投入)  
BDR OFF (電源切断)

(9) ステータス項目

BDR STBY (待機状態)  
BDR REC (記録状態)  
BDR REP (再生状態)  
STBY CMD (待機コマンド受領)  
REC CMD (記録コマンド受領)  
REP CMD (再生コマンド受領)  
1 BIT ERROR  
2 BIT ERROR  
ERR NO. (20bits:不良デバイス表示)  
BMD NO. (5bits:動作デバイス表示)  
BDR STOP

- (10) HK項目 BDR温度  
(11) 外形寸法 図 に示す。  
(12) 重量 8Kg以下  
(13) 動作温度範囲  $-20^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$   
(14) 最大外部磁界  $20\text{Öe}$ 以下  
(15) もれ磁界  $0.5\text{Öe}$ 以下 (ケースの外にて)



注: ① DCM37P  
 ② DBM25P  
 : BDR0, BDR1は、計装用コネクタ

図 4 BDR外観図

## 2.3.3 衛星環境計測装置 (HK)

宇宙科学研究所 林研究室  
松下通信工業(株)

### 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。

太陽の当た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。

(EU002/037001)

HKはATT（アッテネータ）部、切換走査部、デコーダ部、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。デコーダ部でDP（データプロセッサ）からのコントロールパルス7bitを受けHK内部のコントロールパルスを作っている。切換走査部ではデコーダ部からのコントロールパルスでFETを用いたアナログスイッチを順次切り変えて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 : MFM10k $\Omega$ CT1A $\times$ 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 50 $\Omega \pm 1\%$  ( $20^\circ\text{C}$ )
- (4) 検出器感度 : TF 0.62mV $\pm 1\%$ / $^\circ\text{C}$   
TL 0.33mV $\pm 1\%$ / $^\circ\text{C}$   
TH 0.15mV $\pm 1\%$ / $^\circ\text{C}$
- (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 $\sim$ 200Hz ( $\pm 1\text{dB}$ , 増幅部)
- (2) 出力電圧温度ドリフト :  $\pm 30\text{mV}$  ( $-30 \sim +60^\circ\text{C}$ )
- (3) 出力電圧経時ドリフト :  $\pm 10\text{mV}$  (300Hランニングテスト)
- (4) 出力インピーダンス : 100 $\Omega$ 以下
- (5) コントロールパルス電圧 : "1" 4.0 $\sim$ 5.0V  
"0" 1.0 $\sim$ 0V
- (6) コントロールパルス受け : CMOS
- (7) 出力立上り時間遅れ : 100 $\mu\text{s}$ 以下
- (8) コマンドパルス電圧 : 4.0 $\sim$ 5.0V
- (9) コマンドパルス受け : CMOS

(EU002/037003)

- ⑩ 校正電圧 : CAL-A  $0.5\text{V} \pm 1\%$  ( $23 \pm 2^\circ\text{C}$ )  
 $0.5\text{V} \pm 3\%$  ( $-30 \sim +60^\circ\text{C}$ )  
CAL-B  $2.5\text{V} \pm 1\%$  ( $23 \pm 2^\circ\text{C}$ )  
 $2.5\text{V} \pm 3\%$  ( $-30 \sim +60^\circ\text{C}$ )
- ⑪ 入力電圧, 消費電流 :  $+1.2\text{V} \pm 4\%$  17mA 以下  
 $+5\text{V} \pm 5\%$  220mA 以下  
 $-1.2\text{V} \pm 4\%$  85mA 以下
- ⑫ コマンド項目 : HK-ON  
HK-OFF
- ⑬ アンサ信号 : なし

### 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 : 1.750g以下
- (3) ケース材質 : A5052P
- (4) ケース表面処理 : CHEMGLAZE Z306 60 $\mu\text{m}$ 以上

(EU002/037007)

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	バッテリー電圧	+1.5~+24.5V	0.03725x+15
3	BAT-I	バッテリー充放電電流	-1.4~+7A	0.08235x-14
4	BUS-V	バス電圧	0~-3.5V	0.1372x
5	LHV-0	LAC高圧電源	0~+2500V	9.804x
6	LHV-1	LAC高圧電源	0~-2500V	9.804x
7	LHV-2	LAC高圧電源	0~-2500V	9.804x
8	LHV-3	LAC高圧電源	0~-2500V	9.804x
9	+28V	+28V電圧	0~-35V	0.1372x
10	+12V	+12V	0~+15V	0.05882x
11	+5V	+5V	0~+7.5V	0.02941x
12	-12V	-12V	0~-15V	-0.05882x
13	LOAD-I	電源負荷電流	0~-12A	0.04706x
14	STT XVC	X CCD温度/REG電圧		
15	STT YVC	Y CCD温度/REG電圧		
16	MW T	ホイール温度	-10~+60℃	
17	MW M-I	モータ電流	-2~+2A	0.01569x
18	MTQ X-I	Xコイル電流	0~300mA	1.176x
19	MTQ Y-I	Yコイル電流	0~300mA	1.176x
20	MYQ Z-I	Zコイル電流	0~300mA	1.176x
21	LHV-4	LAC高圧電源	0~-2500V	9.804x
22	LHV-5	LAC高圧電源	0~-2500V	9.804x
23	LHV-6	LAC高圧電源	0~-2500V	9.804x
24	LHV-7	LAC高圧電源	0~-2500V	9.804x
25	ASM HV	ASM高圧電源		
26	NSAS X	暗電流		
27	NSAS Y	暗電流		
28	GBD PC	GBD PC高圧電源	0~-2500V	9.804x
29	GBD SC	GBD SC高圧電流	0~-2500V	9.804x
30	SNT1/TH-1	SHNT1温度	-150~+150℃	1.274x-160
31	SNT2/TH-2	SHNT2温度	-150~+150℃	1.274x-160

(EU002/037004)

測定項目表(2)

SF<sub>2n</sub>

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℃	0.3182x-20
33	LC0B/TF-2	LAC-S0-B温度	-10~+50℃	0.3182x-20
34	LC0C/TF-3	LAC-S0-C温度	-10~+50℃	0.3182x-20
35	LC2A/TF-4	LAC-S2-A温度	-10~+50℃	0.3182x-20
36	LC2B/TF-5	LAC-S2-B温度	-10~+50℃	0.3182x-20
37	LC2C/TF-6	LAC-S2-C温度	-10~+50℃	0.3182x-20
38	LC1B/TL-1	LAC-S1-B温度	-50~+70℃	0.5854x-65
39	LC3B/TL-2	LAC-S3-B温度	-50~+70℃	0.5854x-65
40	SBRA/TL-3	SBR-A温度	-50~+70℃	0.5854x-65
41	BAT1/TL-4	バッテリーセル(D)温度	-50~+70℃	0.5854x-65
42	PCU/TL-5	PCU温度	-50~+70℃	0.5854x-65
43	BDR/TL-6	BDR温度	-50~+70℃	0.5854x-65
44	AMY1/TL-7	ASMY1温度	-50~+70℃	0.5854x-65
45	GBD/TL-8	GBD SC温度	-50~+70℃	0.5854x-65
46	SSAS/TL-9	SSASセンサ温度	-50~+70℃	0.5854x-65
47	STXO/TL-10	STT-X OPT 温度	-50~+70℃	0.5854x-65
48	STYO/TL-11	STT-Y OPT 温度	-50~+70℃	0.5854x-65
49	TCU/TL-12	TCU温度	-50~+70℃	0.5854x-65
50	BTDB/TL-13	バッテリーサーマルダブラ温度	-50~+70℃	0.5854x-65
51	CP-2/TL-14	センタパネル2温度	-50~+70℃	0.5854x-65
52	CP-4/TL-15	センタパネル4温度	-50~+70℃	0.5854x-65
53	DMP-1/TH-3	バドルダンパ1温度	-150~+150℃	1.274x-160
54	PDLB1/TH-4	バドル1温度	-150~+150℃	1.274x-160
55	UP-1/TH-5	上部パネル1温度	-150~+150℃	1.274x-160
56	BPNL/TH-6	底部パネル1温度	-150~+150℃	1.274x-160
57	SP1L/TH-7	側面パネル1L温度	-150~+150℃	1.274x-160
58	SP-2/TH-8	側面パネル2温度	-150~+150℃	1.274x-160
59	SP3R/TH-9	側面パネル3R温度	-150~+150℃	1.274x-160
60	SP4R/TH-10	側面パネル4R温度	-150~+150℃	1.274x-160
61	BP-2/TH-11	ベースパネル2温度	-150~+150℃	1.274x-160
62	BP-4/TH-12	ベースパネル4温度	-150~+150℃	1.274x-160
63	CUPB/TH-13	カップラB温度	-150~+150℃	1.274x-160

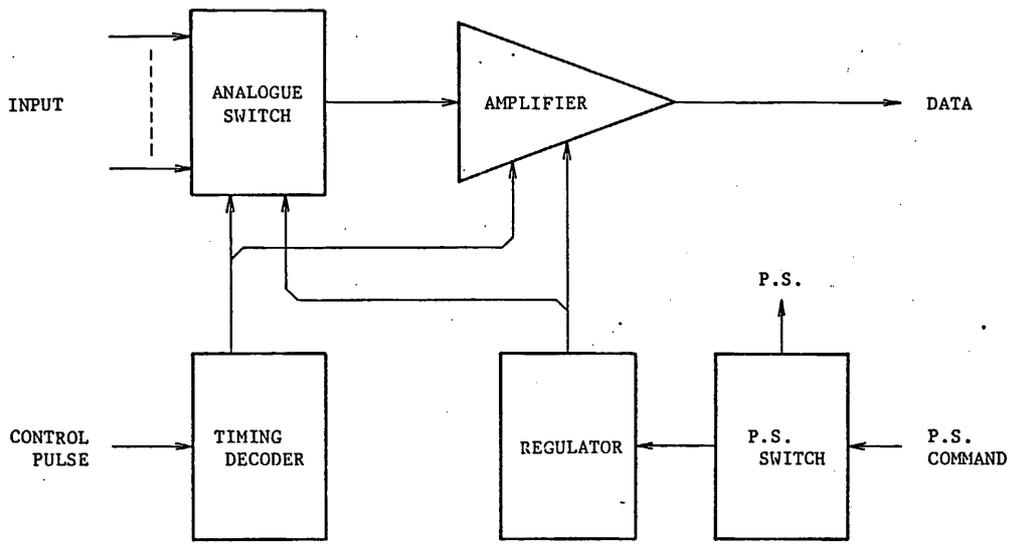
(EU002/037005)

## 測定項目表(3)

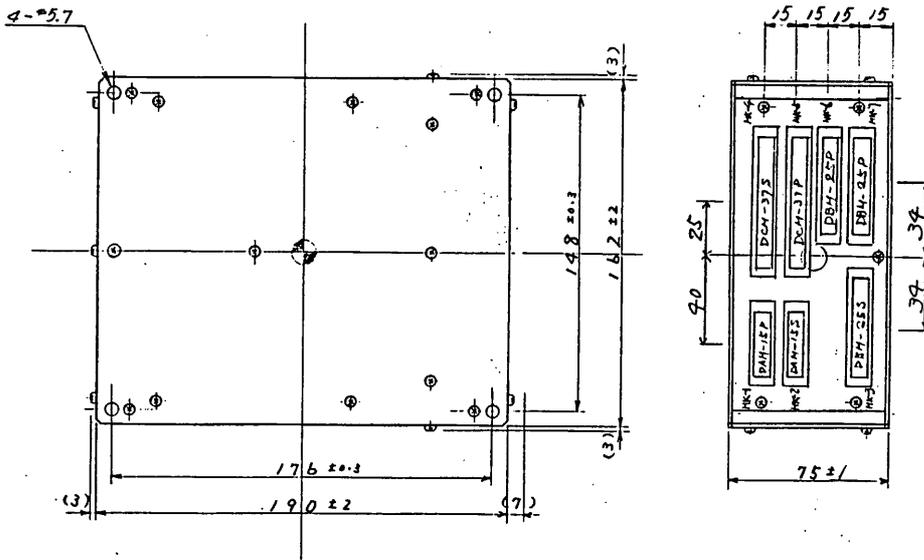
SF<sub>2n+1</sub>

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℃	0.3182x-20
33	LC5B/TF-8	LAC-S5-B温度	-10~+50℃	0.3182x-20
34	LC5C/TF-9	LAC-S5-C温度	-10~+50℃	0.3182x-20
35	LC7A/TF-10	LAC-S7-A温度	-10~+50℃	0.3182x-20
36	LC7B/TF-11	LAC-S7-B温度	-10~+50℃	0.3182x-20
37	LC7C/TF-12	LAC-S7-C温度	-10~+50℃	0.3182x-20
38	LC4B/TL-16	LAC-S4-B温度	-50~+70℃	0.5854x-65
39	LC6B/TL-17	LAC-S6-B温度	-50~+70℃	0.5854x-65
40	TMS/TL-18	TMS温度	-50~+70℃	0.5854x-65
41	BAT2/TL-19	バッテリーセル2温度	-50~+70℃	0.5854x-65
42	CNVB/TL-20	CNV-B温度	-50~+70℃	0.5854x-65
43	BFM/TL-21	BFM温度	-35~+90℃	0.6235x-50
44	AMY2/TL-22	ASM-Y2温度	-50~+70℃	0.5854x-65
45	IRU/TL-23	IRU温度	-35~+90℃	0.6235x-50
46	GAS/TL-24	GAS温度	-50~+70℃	0.5854x-65
47	STXE/TL-25	STT XE	-50~+70℃	0.5854x-65
48	STYE/TL-26	STT YE	-50~+70℃	0.5854x-65
49	NSAS/TL-27	NSAS温度	-50~+70℃	0.5854x-65
50	CP-1/TL-28	セントパネル1温度	-50~+70℃	0.5854x-65
51	CP-3/TL-29	セントパネル2温度	-50~+70℃	0.5854x-65
52	STTP/TL-30	STTパネル温度	-50~+70℃	0.5854x-65
53	DMP2/TH-14	パドルダンパ1温度	-150~+150℃	1.274x-160
54	PDLU/TH-15	パドル先端側温度	-150~+150℃	1.274x-160
55	UP-2/TH-16	上部パネル2温度	-150~+150℃	1.274x-160
56	SP1U/TH-17	側面パネル1U温度	-150~+150℃	1.274x-160
57	SP1R/TH-18	側面パネル1R温度	-150~+150℃	1.274x-160
58	SP3L/TH-19	側面パネル3L温度	-150~+150℃	1.274x-160
59	SP4L/TH-20	側面パネル4L温度	-150~+150℃	1.274x-160
60	BP-1/TH-21	ベースパネル1温度	-150~+150℃	1.274x-160
61	BP-3/TH-22	ベースパネル3温度	-150~+150℃	1.274x-160
62	CUPU/TH-23	カップラU温度	-150~+150℃	1.274x-160
63	OUTR/TH-24	外部アウトリガー温度	-150~+150℃	1.274x-160

(EL002/037006)



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、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)

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替え等の制御信号の出力をするもので、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部の並列入力で、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 シーケンス信号はRL-BOX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、全シーケンス信号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になる。
- 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	モ ニ タ		出 力		備 考
			シーケンス	クロック	相手先	電圧、電流	
1	EPT-OFF	-	0 0 0	0	-	-	
2	CM-ARM	2	0 0 1	(1 Hz)	CONT1	-	内部動作
3	M3B-IG	5	0 1 0	(1 Hz)	IG 1	17~24VDC	
4	INS MODE CHANGE	1 1 6	0 1 1	(1 Hz)	CONT2	7±1VDC	
5	M3B-SEP	1 2 1	1 0 0	(1 Hz)	IG 2	17~24VDC	
6	YOYO-EXT	1 3 2	1 0 1	(1 Hz)	IG 3	17~24VDC	
7	PDL-EXT	1 9 2	1 1 0	(1 Hz)	IG 4	17~24VDC	
8	EPT-STOP	2 5 5	1 1 1	0	-	-	自動停止
9	EPT-STOP	コマンド	-	0	-	-	緊急停止

註) 設定秒時は仮です。

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 :  $7 \pm 1$  VDC (制御系)
  - ハ 出力信号時間巾 : 0.75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 :  $\pm 28$  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 : 30VDC以下、10mA以下
- ⑪ モニタ出力信号
  - イ クロックモニタ : ON … 1 Hzクロック(DUTY75%)  
OFF … “0” … 0~0.3VDC
  - ロ シーケンスモニタ : 2進3ビット並列  
ON … “1” … 2.4V~5VDC  
OFF … “0” … 0~0.3VDC
- ⑫ 入力電源電圧
  - イ 集中電源 : +11.7~+12.4VDC
  - ロ EPT-PS部 : +12.0~+14.0VDC
- 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 :  $12.0 \pm 2.0$  VDC
- ② 電池、型式 : Ni-ca、NR-NU-1L

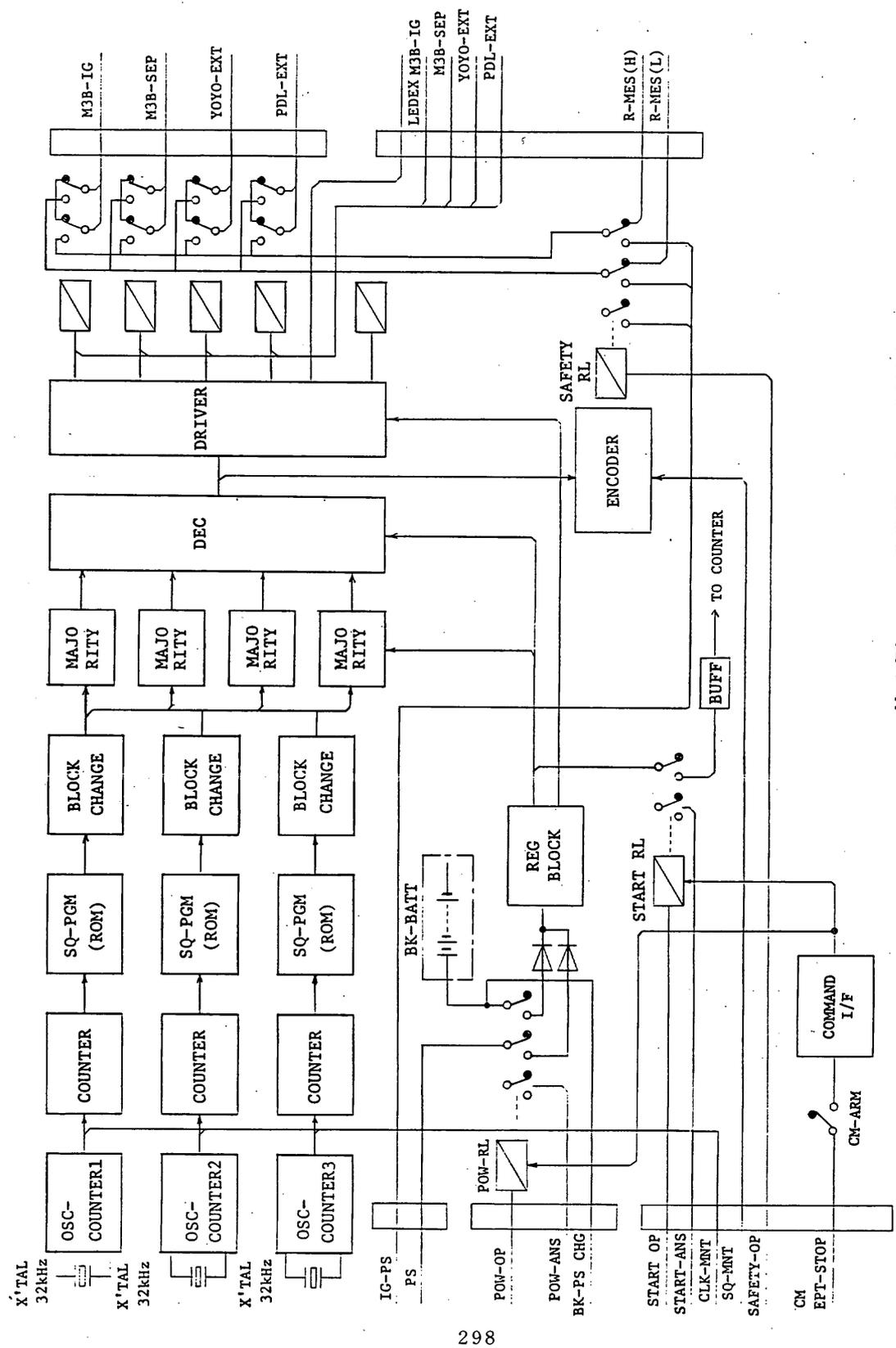
- ③ 電池接続 : 10セル直列
- ④ 電力容量 : 150mA H
- ⑤ 充電電流、時間 : 15.0mA H、10時間以上
- ⑥ 充放電サイクル寿命 : 100回以上
- ⑦ 使用温度範囲 :  $-10^{\circ}\text{C} \sim +45^{\circ}\text{C}$
- ⑧ 保存温度範囲 :  $-20^{\circ}\text{C} \sim +30^{\circ}\text{C}$
- ⑨ 自己放電量 : 10日間連続放電で30%以内

(1)-3 点火リレー部

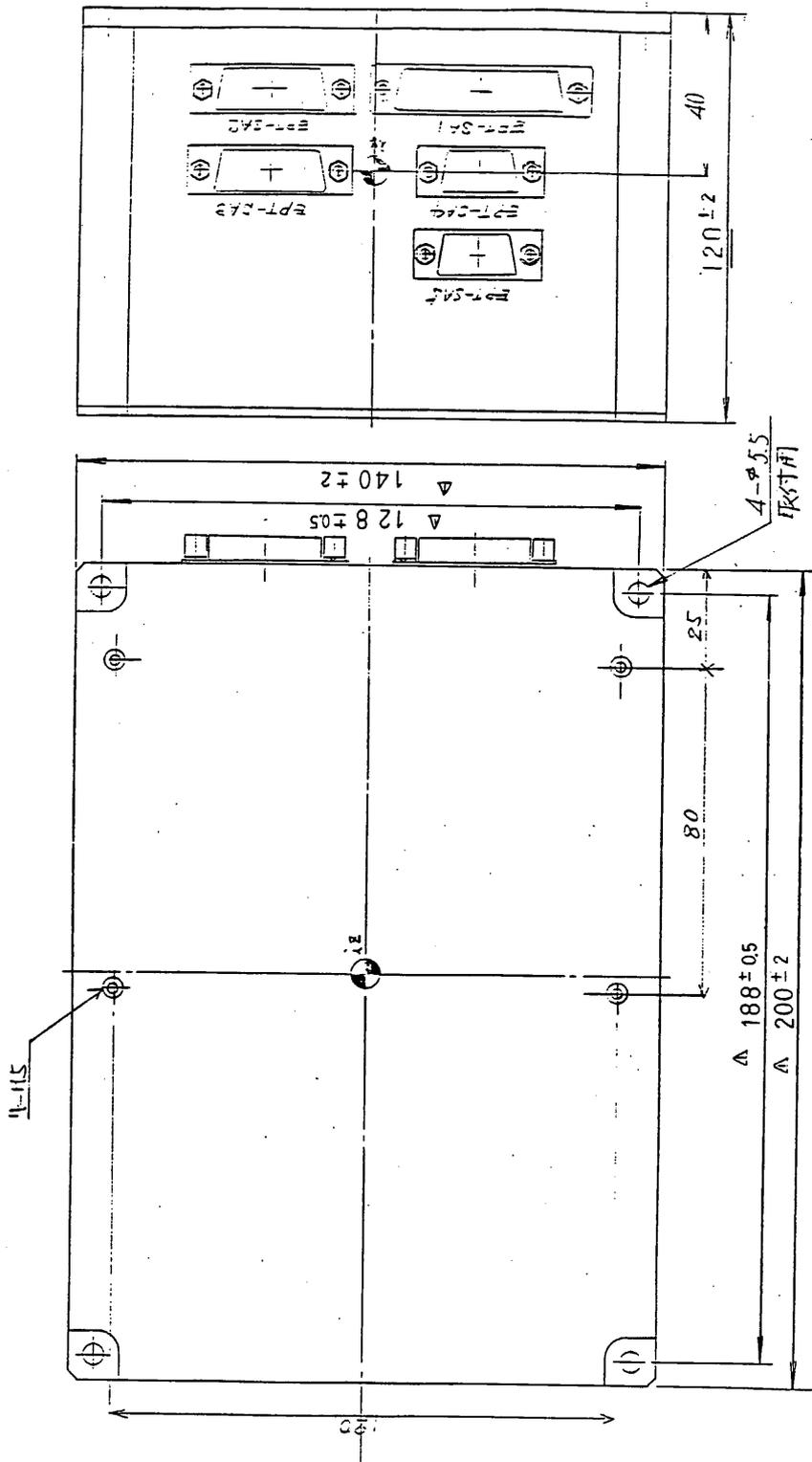
- ① 点火信号項目数 : 4項目
- ② 点火リレー許容電圧、電流 : 28VDC
- ③ 点火電源入力電圧 : 17~24VDC (NEC)
- ④ LEDEX 信号入力電圧、電流 :  $7 \pm 1\text{VDC}$ 、400mA以下
- ⑤ SAFETY-OP 操作電圧、電流 :  $\pm 28\text{VDC} \pm 10\%$ 、150mA以下
- ⑥ SAFETY ANS 信号 : リレー接点、F、S
- ⑦ 導通抵抗測定 : H、L端子、測定電流1mA以下
- ⑧ 端子筐体間絶縁抵抗 : 5VDC以下で20M $\Omega$ 以上

(2) 機械的性能

- ① 寸法 :  $140 \pm 2\text{ (W)} \times 200 \pm 2\text{ (D)} \times 120 \pm 2\text{ (H)}\text{ mm}$
- 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)



第 1 図 EPT-SA 系統図



第2図 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、衛星が打上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 ( $X_s$ )、横加速度 ( $Y_d \cdot Z_d$ )、ニューテーション角度測定 (NRS)、M3Bモータ燃焼内圧計 ( $P_3$ )、振動計 ( $V_5 \cdot V_6$ ) である。

$X_s$  は縦加速度を計測するものであり、ロケット燃焼時や分離時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。

$Y_d \cdot Z_d$  は横加速を計測するもので、 $X_s$  と同じようにロケット燃焼時や分離時の飛翔状態を計測するものである。

検出器は、Y軸方向・Z軸方向 (衛星のY軸・X軸方向) に感度方向を向け、横方向の加速度のみ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B<sub>2</sub>PL部のテレメータに送られる。

NRSは、衛星とM3BモータがB<sub>2</sub>モータから切り離されたとき、あるいは衛星がM3Bモータと切り離されたときの影響、あるいは他の原因でニューテーションを起したときその角度を検出するものであり、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すようになっている。

検出器は遠心力方向の加速度を検出し、増幅部で増幅し、一部を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うため、EPTより信号を受けて切り変えるようになっている。

(EU002/036001)

$P_3$ はM3Bモニ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。

$V_5$ ・ $V_6$ は、それぞれ縦方向・横方向の振動を計測しており、検出器で検出した後、増幅部でインピーダンス変換・増幅した後、 $B_2$ -PL部のテレメータに送られる。

A/D部は、 $X_s$ ・NRS・ $P_3$ のアナログ出力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。

$X_s$ 、NRS、 $P_3$ はコマンドにより、 $Y_4$ 、 $Z_4$ 、 $V_5$ 、 $V_6$ は $B_2$ -PLからの信号でそれぞれ校正を行なうことができる。

$V_5$ 、 $V_6$ の信号ラインおよび $P_3$ 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。

## 2. 性能

### 2.1 電気的性能

#### 2.1.1 縦加速度計 (Xs)

- (1) 測定範囲 : T・B・D
- (2) 測定精度 :  $\pm 3\%$  F.S (常温)
- (3) 周波数特性 : DC~140Hz ( $\pm 0.5$  dB以内)
- (4) 出力電圧 : 0~+5V
- (5) 増幅器校正電圧精度 : 5V $\pm$ 0.05V (常温)  
5V $\pm$ 0.5V (-10~+50℃)
- (6) 出力電圧温度ドリフト :  $\pm 0.5$  V (-10~+50℃)
- (7) 出力電圧経時ドリフト :  $\pm 0.05$  V (100H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 : 3mA/G
- (10) 検出器不正感度 : 0.2%以下

#### 2.1.2 横加速度計 (Ya・Za)

- (1) 測定範囲 : T・B・D
- (2) 測定精度 :  $\pm 3\%$  F.S (常温)
- (3) 周波数特性 : DC~60Hz ( $\pm 0.5$  dB以内)
- (4) 出力電圧 : 0~+5V
- (5) 出力インピーダンス : 100Ω以下
- (6) 出力リミッタ : +6V $\pm$ 0.5V
- (7) 増幅器校正電圧精度 : 5V $\pm$ 0.05V (常温)  
5V $\pm$ 0.5V (-10~+50℃)
- (8) 出力電圧温度ドリフト :  $\pm 0.5$  V (-10~+50℃)
- (9) 出力電圧経時ドリフト :  $\pm 0.05$  V (100H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 : 3mA/G
- (12) 検出器不正感度 : 0.2%以下

(EU002/036003)

### 2.1.3 N R S

- (1) 測定範囲 : T・B・D
- (2) 測定精度 :  $\pm 10\%$
- (3) 周波数特性 : DC $\sim$ 10Hz $\pm 30\%$  ( $-3$ dB)
- (4) 検出器 : ストレインゲージタイプ
- (5) 検出器感度 : 1mV/G
- (6) 検出器不正感度 :  $\pm 2\%$ 以下
- (7) 検出器抵抗 : 120 $\Omega$  $\pm 10\%$
- (8) 判定出力 : 5V

### 2.1.4 燃焼内圧計 (P<sub>3</sub>)

- (1) 測定範囲 : T・B・D
- (2) 測定精度 :  $\pm 3\%$ F.S (常温)
- (3) 周波数特性 : DC $\sim$ 100Hz ( $\pm 0.5$ dB以内)
- (4) 出力電圧 : 0 $\sim$ +5V
- (5) 増幅器校正電圧精度 : 5V $\pm 0.05$ V (常温)  
5V $\pm 0.5$ V ( $-10\sim+50$ °C)
- (6) 出力電圧温度ドリフト :  $\pm 0.5$ V ( $-10\sim+50$ °C)
- (7) 出力電圧経時ドリフト :  $\pm 0.05$ V (100Hランニングテスト)
- (8) 検出器 : 半導体ストレインゲージ
- (9) 検出器感度 : 100mV/10V FS
- (10) 検出器内部抵抗 : 1000 $\Omega$ TYP
- (11) 検出器固有振動数 : 83Hz

### 2.1.5 振動計 (V<sub>s</sub>, V<sub>g</sub>)

- (1) 測定範囲 : V<sub>s</sub> . . .  $\pm 5$ G  
V<sub>g</sub> . . .  $\pm 5$ G
- (2) 測定精度 :  $\pm 3\%$  FS
- (3) 周波数特性 : 10 $\sim$ 3000Hz ( $\pm 0.5$ dB)
- (4) 検出器 : 圧電素子

(EU002/036004)

- (5) 出力インピーダンス : 200Ω以下
- (6) 出力電圧 : 0dBm
- (7) 校正出力 : 0dBm (1kHz 正弦波)
- (8) 歪率 : -40dB以下 (0dBm 1kHz)

#### 2.1.6 A / D

- (1) A / D 項目 : Xs, NRS, P<sub>3</sub>
- (2) 分解能 : 8bit
- (3) 変換速度 : 2048 sampl/sec max
- (4) 伝送間隔 : Xs 0.976msec min 2.44msec max  
P<sub>3</sub> 0.976msec 2.44msec  
NRS 15.6msec
- (5) 精度 : 1LSB
- (6) 出力 : シリアル8bit

#### 2.2 総 合

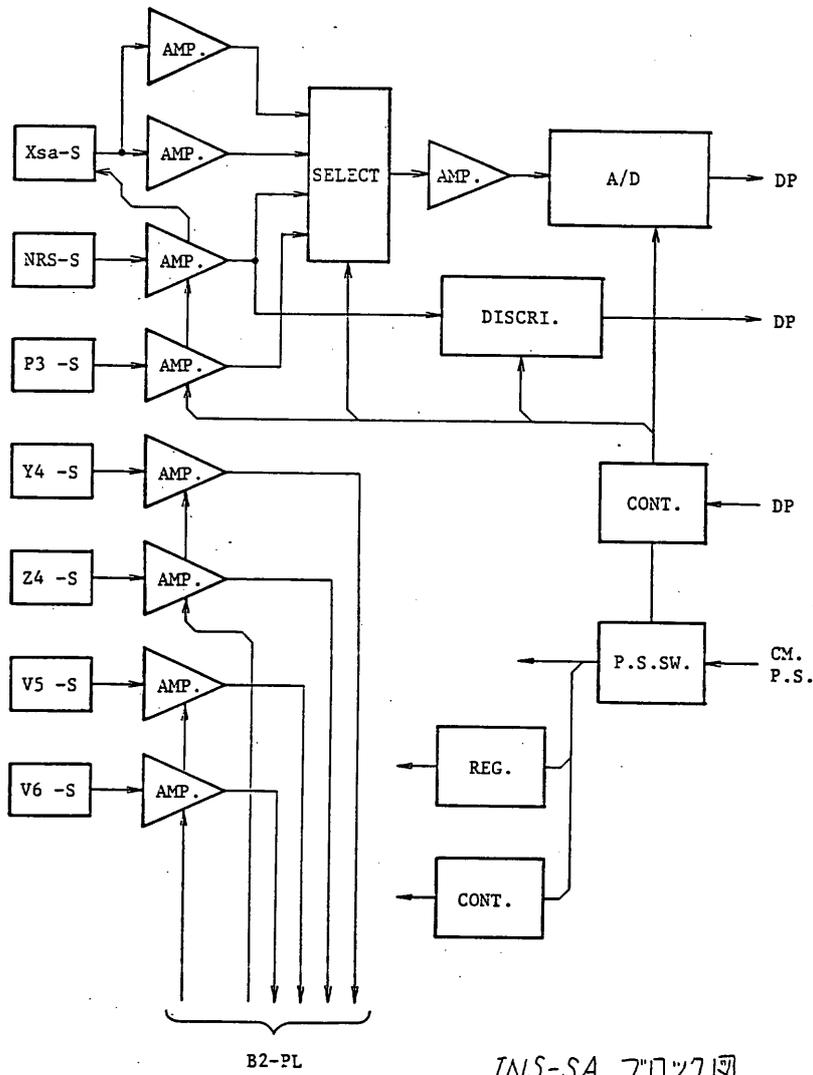
- (1) 消費電流 : +12V . . . 180mA  
-12V . . . 90mA  
+ 5V . . . 125mA
- (2) コマンド項目 : INS-SA 1 ON  
INS-SA 2 ON  
NRS-CHANGE  
INS-SA OFF  
CAL ON
- (3) タイマ項目 : NRS-CHANGE

(EU002/036005)

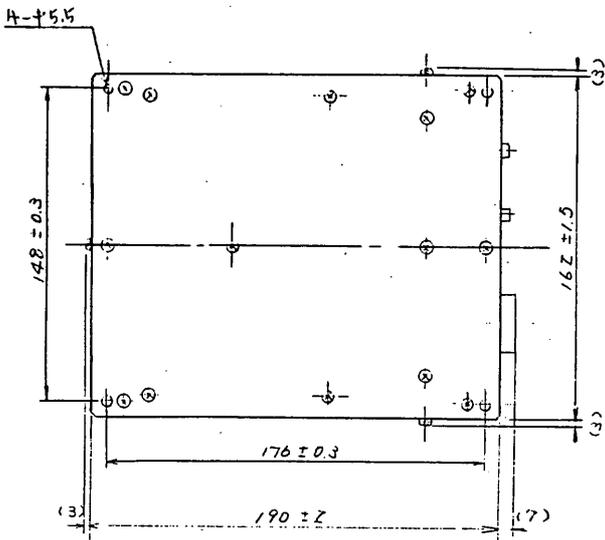
### 3. 機械的性能

- (1) 外形寸法 :  $190 \pm 2 \times 162 \pm 2 \times 75 \pm 2$  mm  
(いずれもコネクタ・ビスを除く)
- (2) 重量 : 2.92 kg
- (3) ケース材質 : A5052P
- (4) ケース表面処理 : CHEMGLAZE Z306 60  $\mu$ m以上

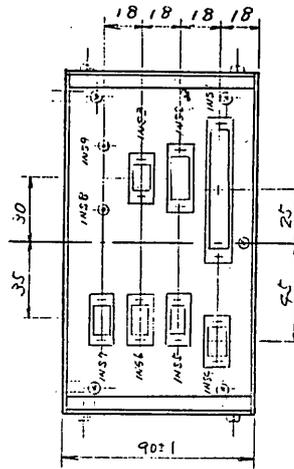
(EU002/036006)



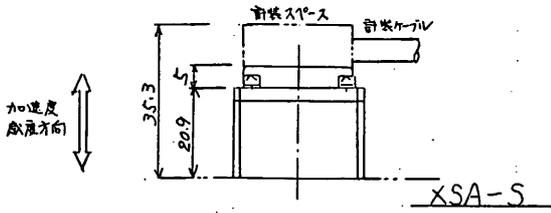
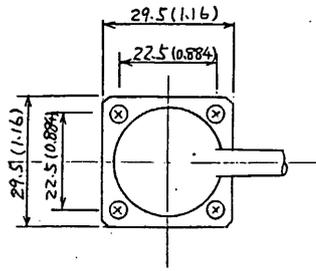
INS-SA ブロック図



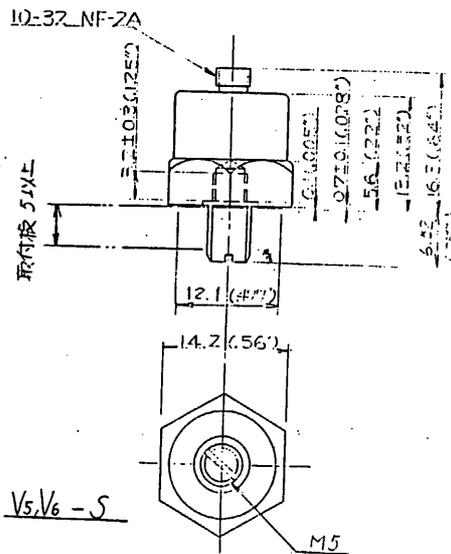
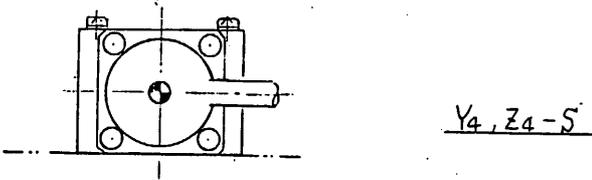
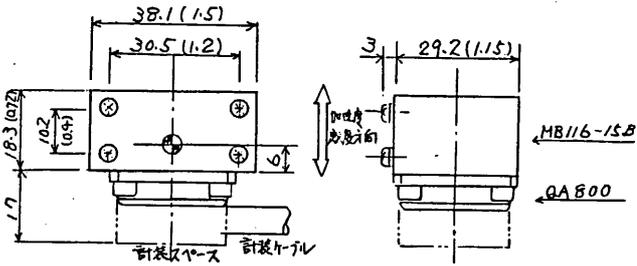
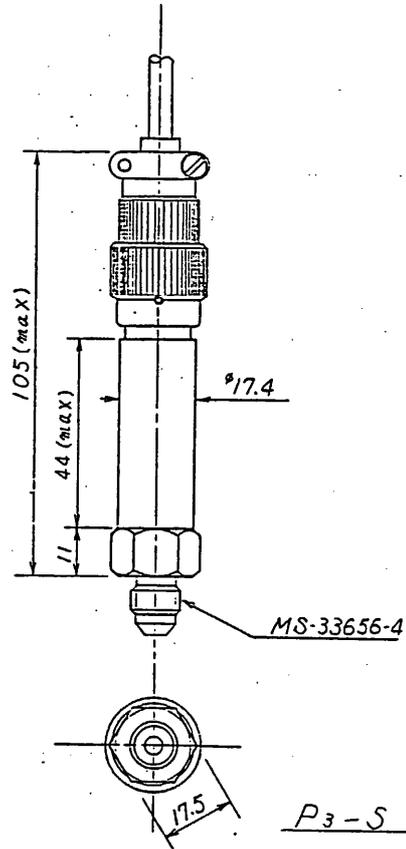
306



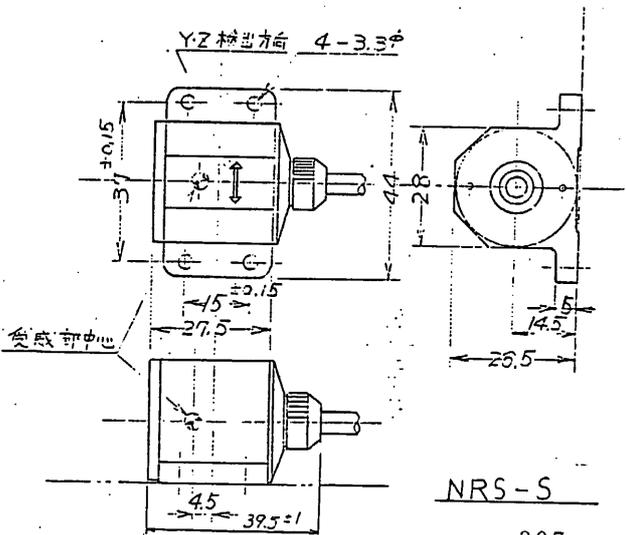
INS-SA 外觀図



XSA-S



V5, V6-S



INS-SA 外觀図

### 3.4 ヨーヨー 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 1 組を衛星の外周に巻き付けて、ワイヤカッターを用いてマスを止めてあ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。なおワイヤカッター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 が約 5 rpm に落とす動作が行われる。

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ーピンであり、カッターピン (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ーが 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 の外観図を示す。

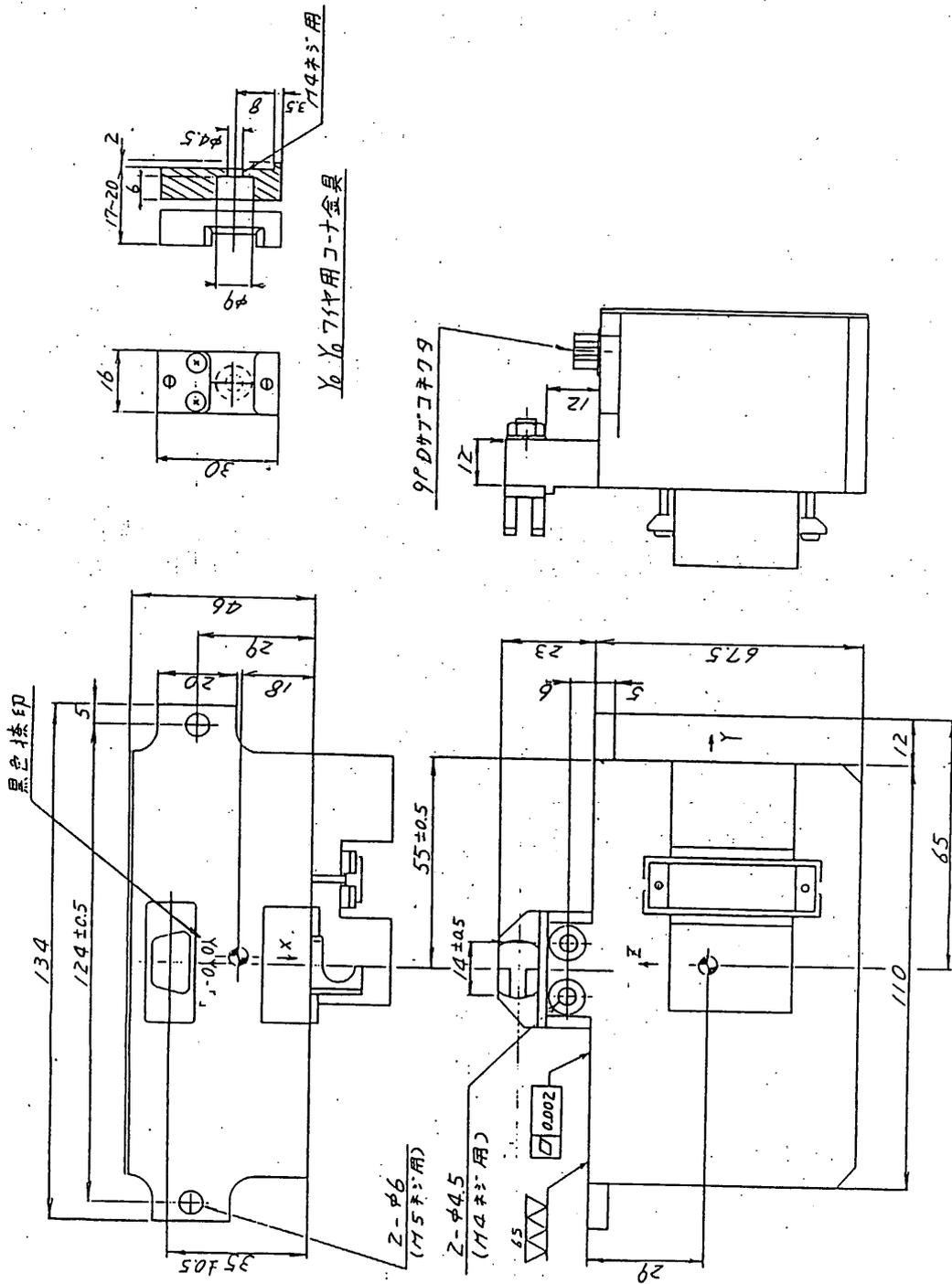


图 ASTRO-C YOYO外觀图

## 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(株)

### 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タ力を供給し、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	1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 : 330  $\mu$ F  $\pm$  10%
- 3) 充電時定数 : 約 0.5 秒
- 4) 消費電力 : 充電時 420 mW  
定常時 1 mW

### 3.5.3 機械的性能

- 1) 寸法：77×146×20 (mm) 以下
- 2) 重量：220 gr 以下
- 3) 外観：図3.5-2に示す。

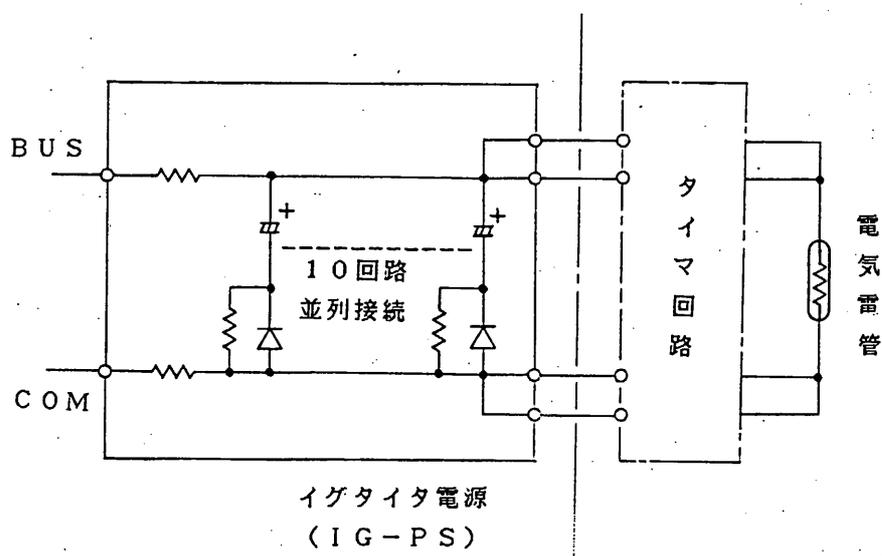


図3.5-1 IG-PS 機能ブロック図

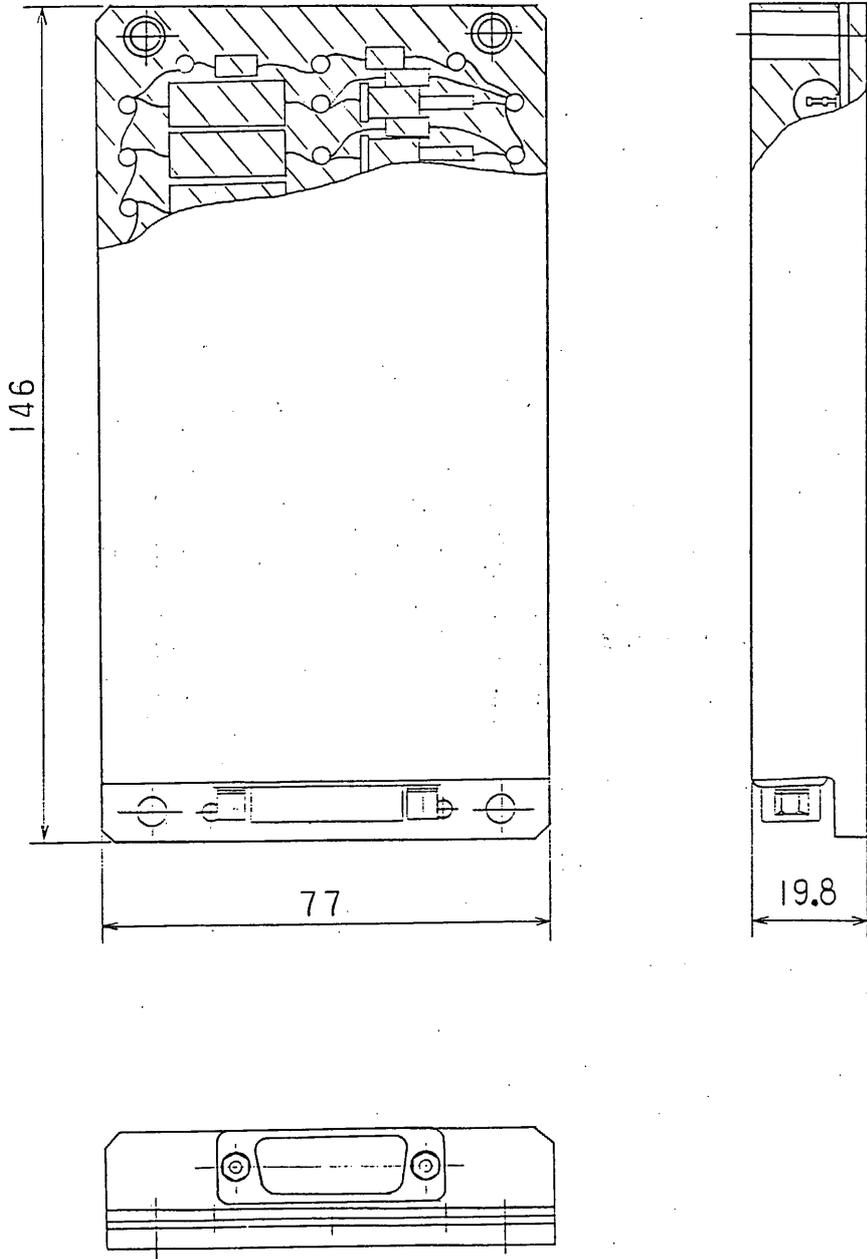


图 3. 5 - 2 IG - PS 外觀圖

## 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) は個体撮像素子 (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、STT-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、

- ・ CCD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。

CCD処理回路では、CCDの撮像時間設定などのCCD駆動信号発生回路、CCD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CCD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(DP)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(ACE)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

STTの電氣的性能を表-2~6に示す。

#### 2) 機械的性能

STT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。

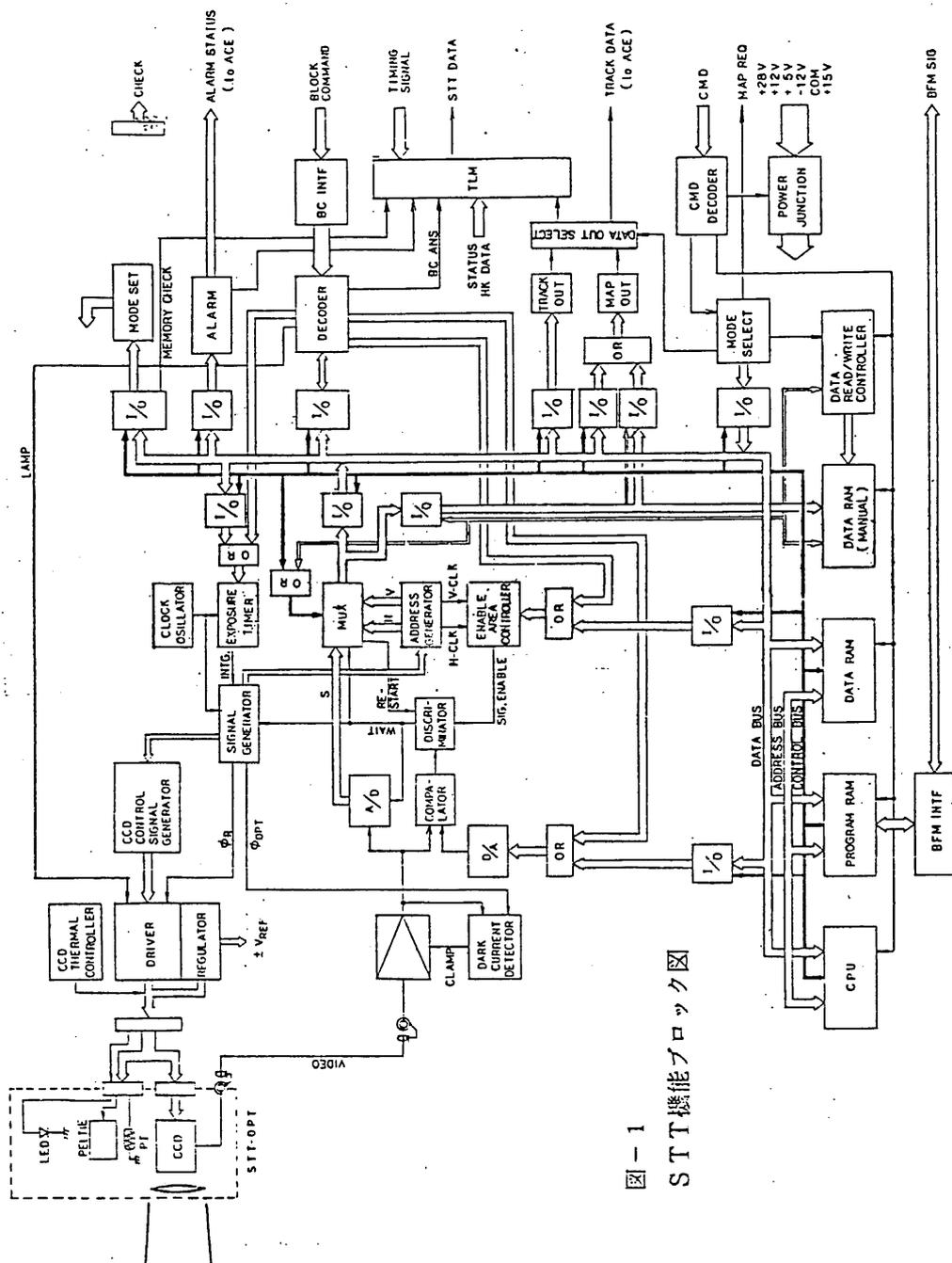


図-1  
STT機能ブロック図

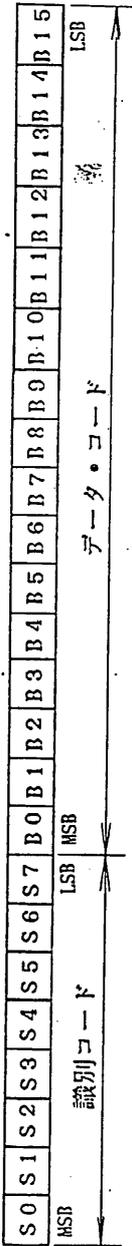
表-2 S T T電気的主要性能

検出器	CCD
視野角 (FOV)	8°×6°(ノミナル)
光学系	f = 70 mm F/N = 1
感度	6等星以上
精度	0.85 arc-min以下
撮像時間	0.25~1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HK	表-6を参照
消費電力	8.3W + 5.3W (冷却時)

表-3 コマンド項目と制御

コード X   Y	コマンド番号	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	マップ・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



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		EXPOSURE TIME 3 (MSB)
B4	TRACKING H ADDRESS (上位8ビット)	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		THRESHOLD LEVEL 4
B12	TRACKING V ADDRESS (上位8ビット)	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

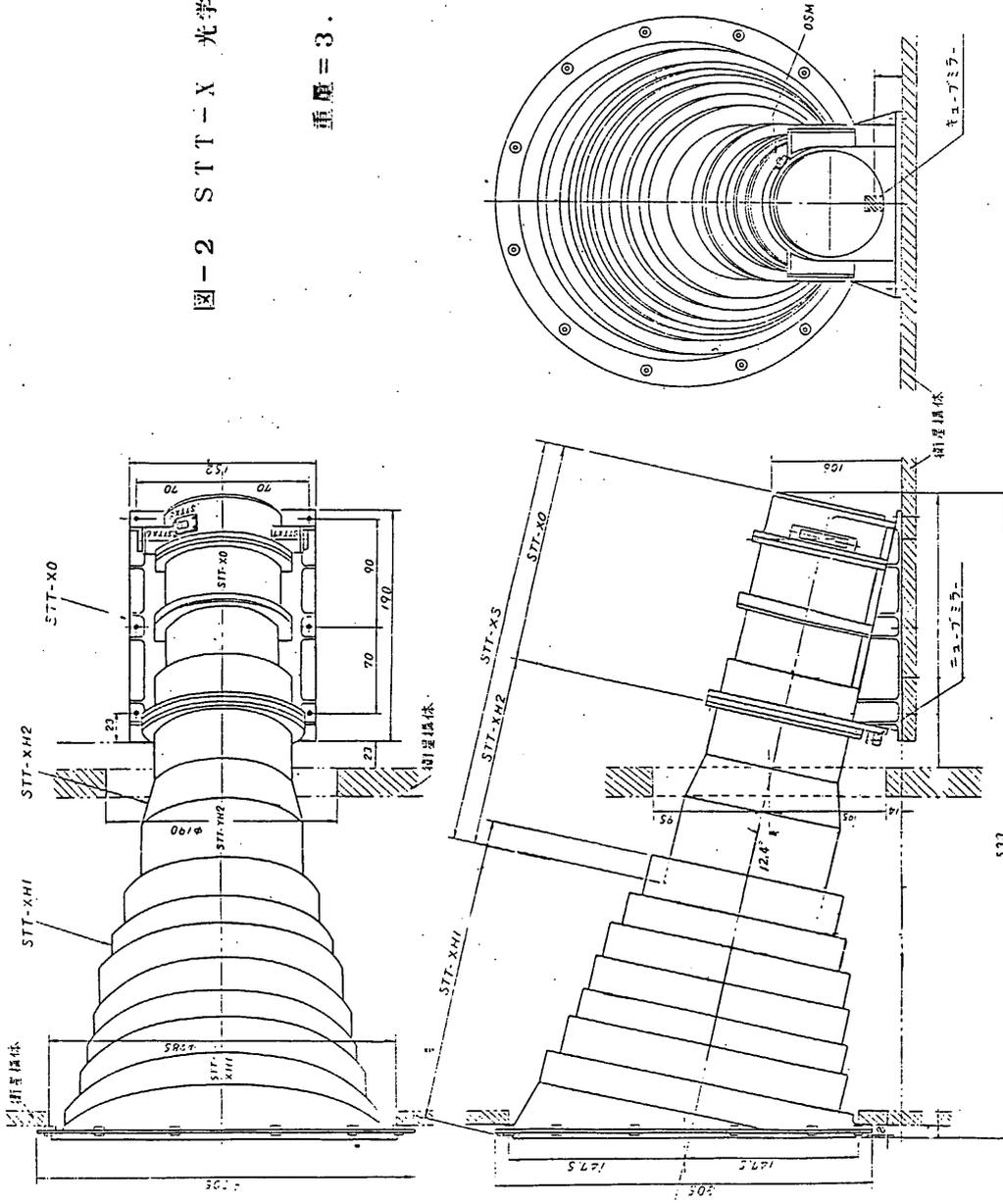
項目	フレーム・ワード・ビット		内容			
	STT-X	STT-Y				
STT HTR ON/OFF	F 32n+4	F 32n+12	0	0	STT OFF, HTR OFF	
	W65	W65	0	1	CPU CONTROL ON, HTR OFF	
	B0 B1	B0 B1	1	0	MANUAL CONTROL ON, HTR OFF	
			1	1	STT OFF, HTR ON	
CPUメモリチェック	F 32n+4	F 32n+12	1		チェック終了(正常)	
	W65 B2	W65 B2	0		チェック中or異常	
	F 32n+4	F 32n+12	1		CCD冷却ON	
	W65 B3	W65 B3	0		CCD冷却OFF	
モード・ステータス	F 32n+4	F 32n+12	0	0	スタンバイモード	
	W65	W65	0	1	トラッカーモード	
	B4 B5	B4 B5	1	0	マップモード	
			1	1	OPT CALモード	
メモリ・イネーブル	F 32n+4	F 32n+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	F 32n+4	F 32n+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	F 32n+20	F 32n+28	1		メモリ エラー	
	W65 B0	W65 B0	0		正常	
地食 マヌーバ ON/OFF	F 32n+20	F 32n+28	1		地食 / マヌーバ ON	
	W65 B1	W65 B1	0		地食 / マヌーバ OFF	
EXECUTION STATUS	F 32n+20	F 32n+28	1		Track Data 更新前	
	W65 B2	W65 B2	0		Track Data 更新終了	
星データなし	F 32n+20	F 32n+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	F 32n+20	F 32n+28	1		オーバーフロー	
	W65 B4	W65 B4	0		正常	
星データ複数	F 32n+20	F 32n+28	1		複数	
	W65 B5	W65 B5	0		1個	
トラックアドレス エラー	F 32n+20	F 32n+28	1		エラー	
	W65 B6	W65 B6	0		正常	
検出画素増	F 32n+20	F 32n+28	1		増加	
	W65 B7	W65 B7	0		正常	

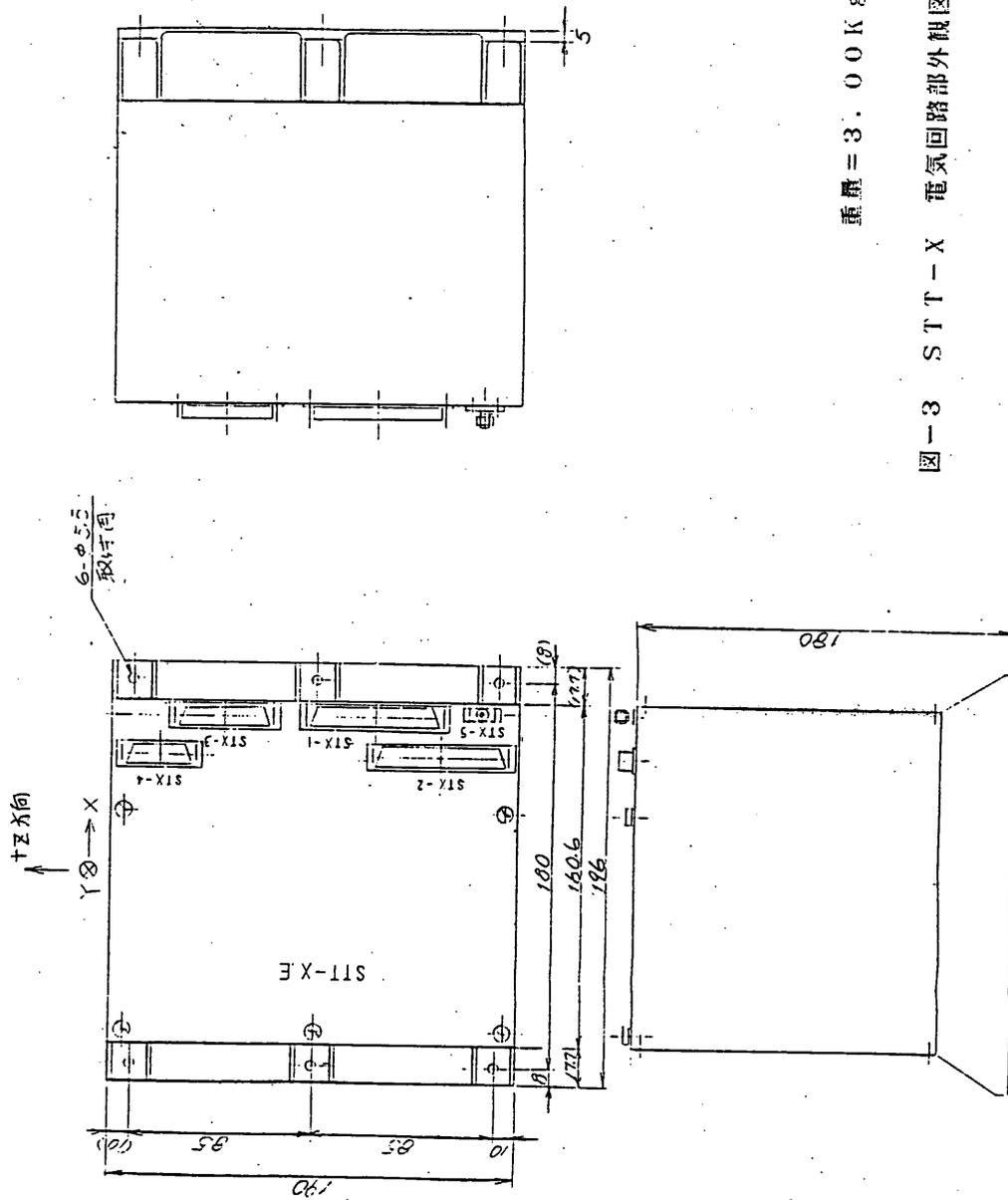
表-6 HK項目(64W)

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
SF2n+1F14	STXC	STT-X CCD温度	0~+9.5V	HK入力0~3V 電圧に変換
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
SF2n+1F15	STYC	STT-Y CCD温度	0~+9.5V	HK入力0~3V 電圧に変換
SF2n F48	STYO	STT-Y OPT温度	-50~+70℃	TL-11
SF2n+1F48	STYE	STT-Y EL温度	-50~+70℃	TL-26

图-2 STT-X 光学部外觀圖

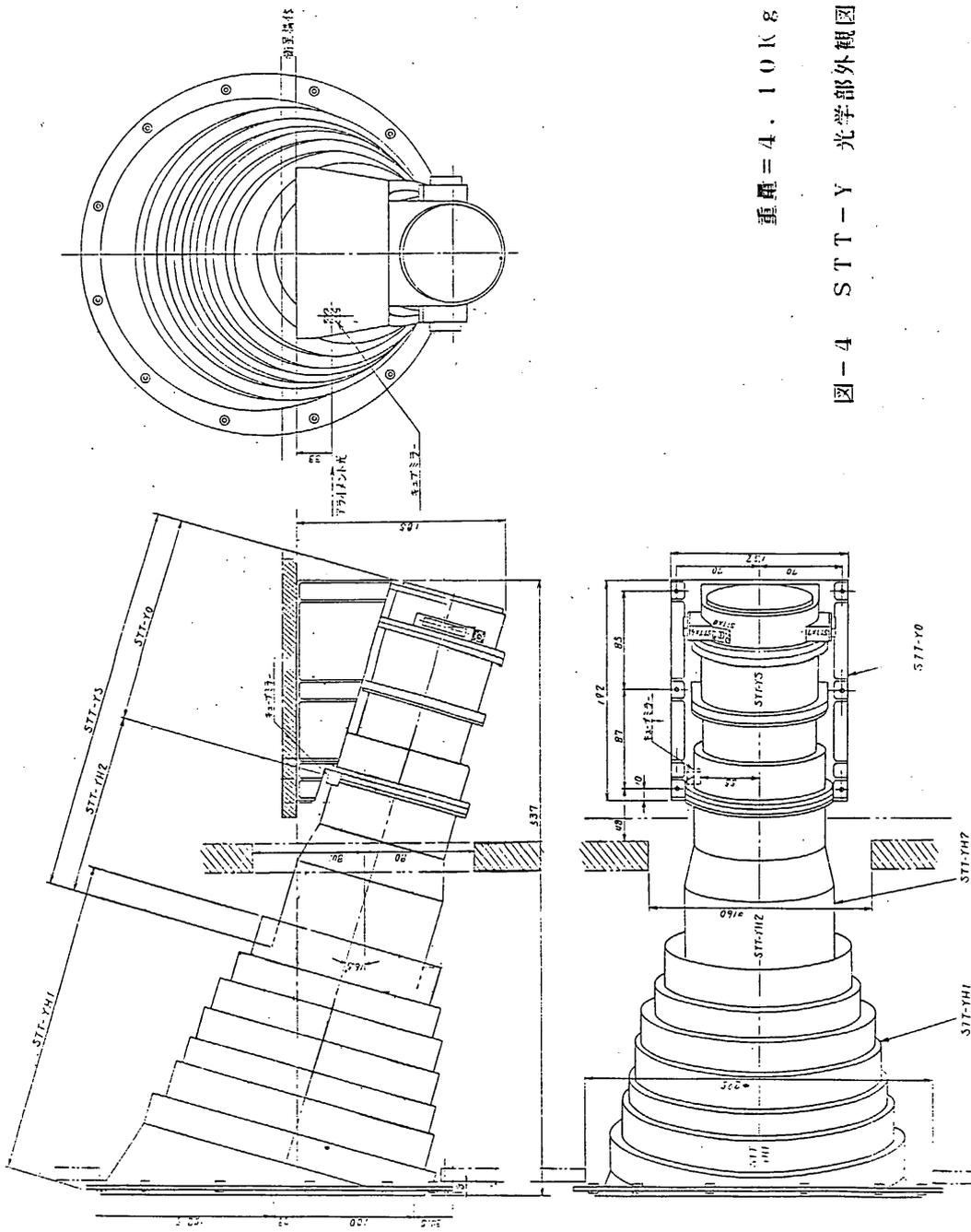
重量=3.70K 克





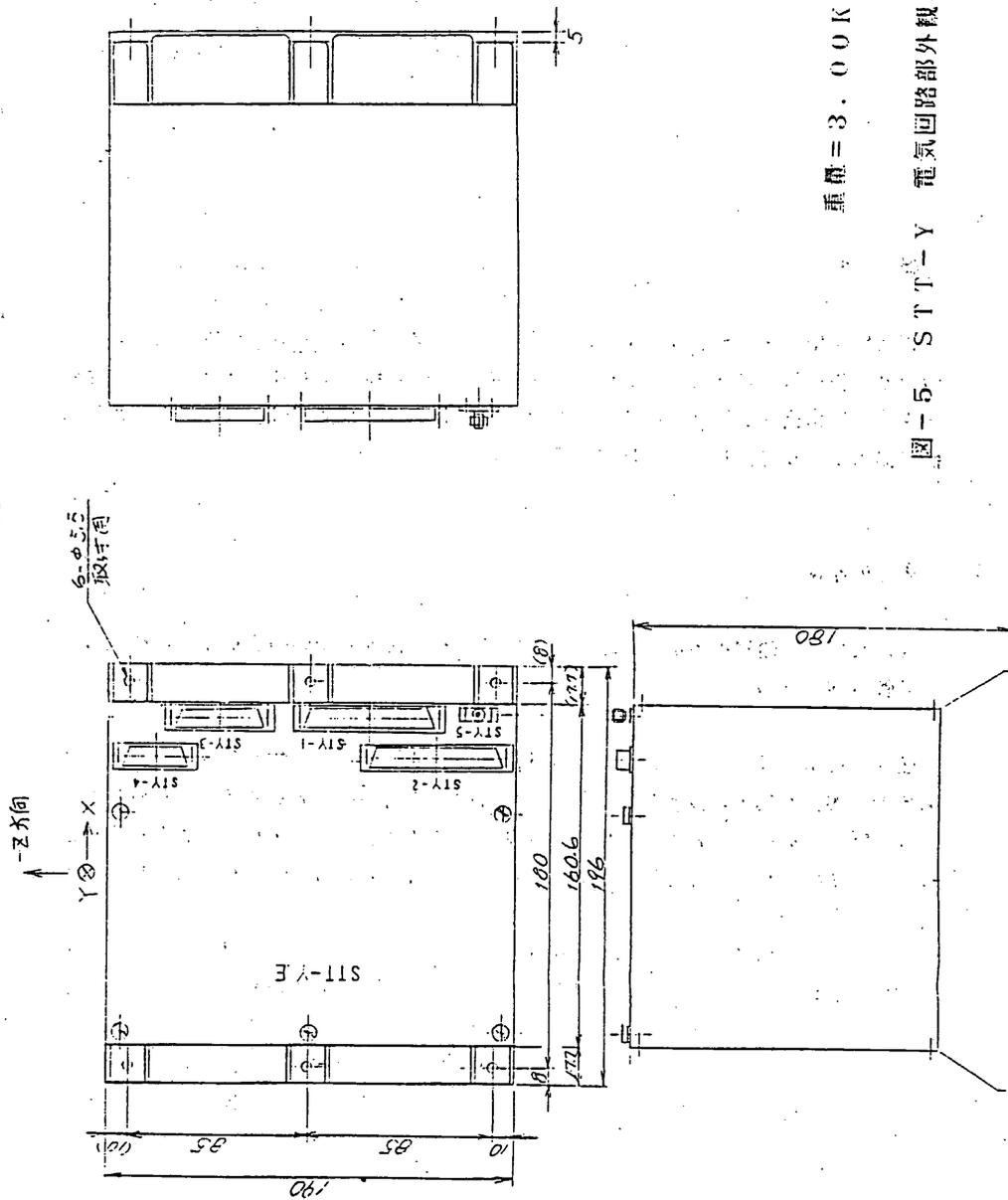
重量 = 3.00Kg

图-3 STT-X 電気回路部外觀圖



重量 = 4.10 kg

图-4 STT-Y 光学部外觀圖



重量 = 3.00Kg

图-5 STT-Y 电气回路部外觀圖

## 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. 測定の原理

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、一面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。

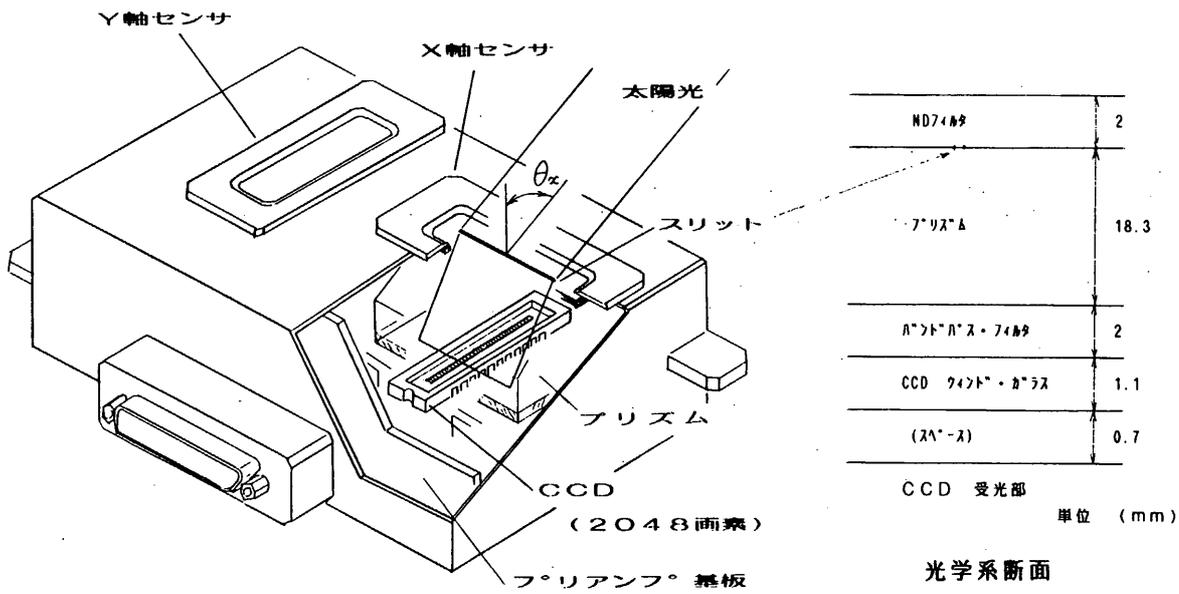


図. 1 センサ部外観・内部構造

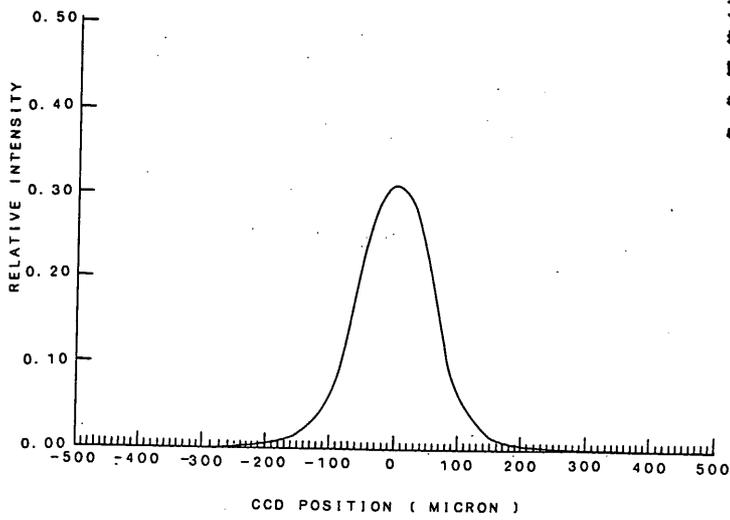


図. 2 太陽光の強度分布

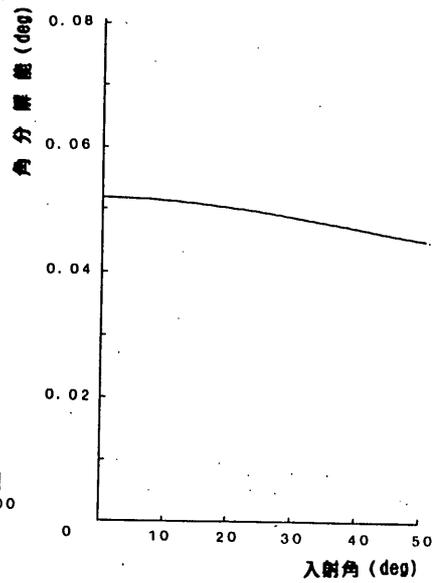


図. 3 角分解能

### 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プリ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される。

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 $\mu$ m $\times$ 14 $\mu$ 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

プリ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<sub>8n+4</sub>)で確認することができる。

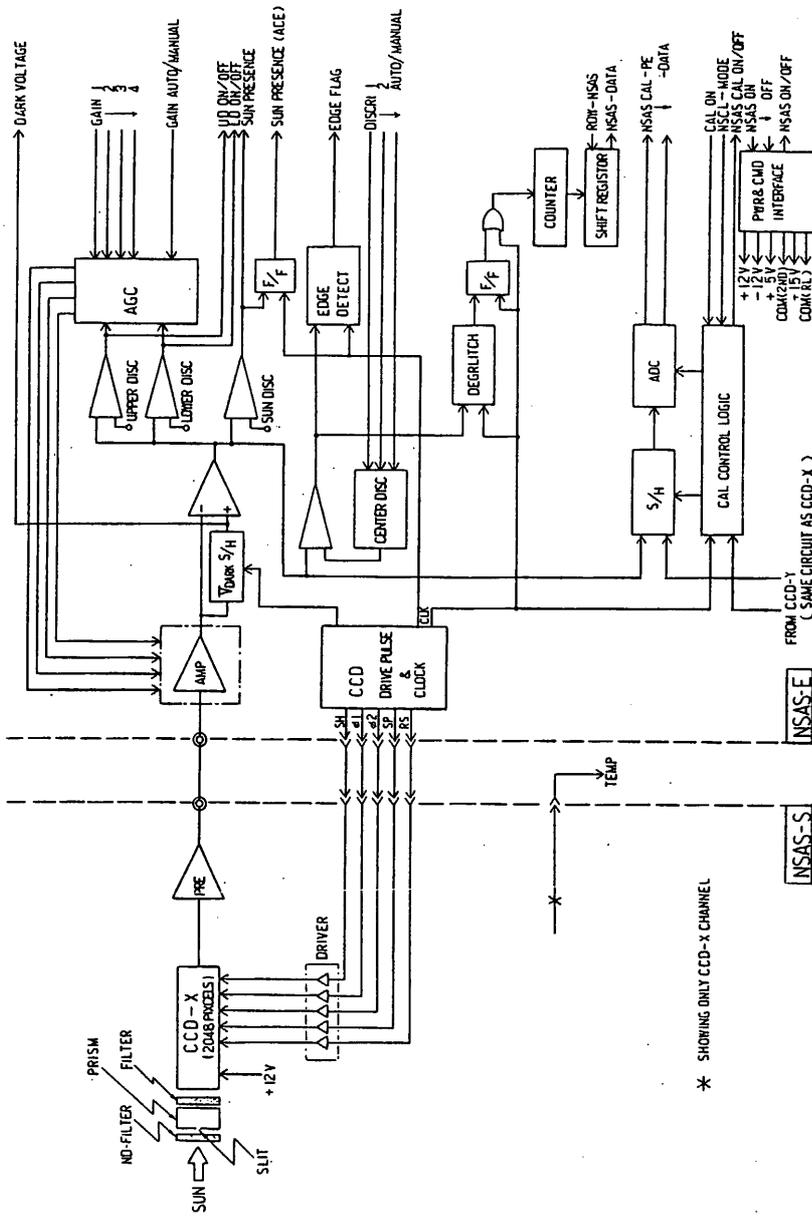


図 4 NSAS チャンネル

\* SHOWING ONLY CCD-X CHANNEL

#### 4. 主要性能

- |              |   |
|--------------|---|
| 1) 検出器       | TCD102C-1 (2048画素)                                |
| 2) 視野        | ±50° × ±50° (X軸, Y軸とも)<br>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<br>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 : 116×76×40 (mm)<br>電子回路部 : 180×130 ×90 (mm) |
| 8) 重量        | センサ部 : 450 g<br>電子回路部 : 1.6 Kg                    |
| 9) 電力 (ノミナル) | +12V = 150 mA<br>-12V = 33 mA<br>+5V = 50 mA      |

表. 1 ディスクリートコマンド項目

	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 <sub>32n+23</sub> W <sub>65</sub> , B <sub>6</sub> )
2	NSAS OFF	6	9	電源OFF	NSAS ON/OFF (F <sub>32n+23</sub> W <sub>65</sub> , B <sub>6</sub> )
3	NSCL ON	4	9	NSAS CAL モードにする	NSAS CAL ON/OFF (F <sub>32n+23</sub> W <sub>65</sub> , B <sub>7</sub> )

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	X-GAIN LEVEL				X-AGC AUTO/MANU	X-DISCRI AUTO/MANU	X-DISCRI LEVEL	
0000 0001	[0000] ~ [1111] : 16レベル (MIN) (MAX)				1 AUTO 0 MANU	1 AUTO 0 MANU	[00] ~ [11] : 4レベル (MIN) (MAX)	
	Y-GAIN LEVEL				Y-AGC AUTO/MANU	Y-DISCRI AUTO/MANU	Y-DISCRI LEVEL	
0000 0010	[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 <sub>No.</sub> , W <sub>No.</sub>	B <sub>0</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	B <sub>5</sub>	B <sub>6</sub>	B <sub>7</sub>
F <sub>16n+7</sub> , W <sub>34</sub>	X 軸 センサ ・ データ (12ビット)							
	1024 両素	512	256	128	64	32	16	8
F <sub>16n+7</sub> , W <sub>35</sub>	X 軸 センサ ・ データ (つぎ)				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 <sub>16n+15</sub> , W <sub>34</sub>	Y 軸 センサ ・ データ (12ビット)							
	1024 両素	512	256	128	64	32	16	8
F <sub>16n+15</sub> , W <sub>35</sub>	X 軸 センサ ・ データ (つぎ)				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 <sub>No.</sub> W <sub>No.</sub>	B <sub>0</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	B <sub>5</sub>	B <sub>6</sub>	B <sub>7</sub>
F <sub>24</sub> W <sub>65</sub>	X-GAIN LEVEL				X-GAIN AUTO/MANU	X-DISCR AUTO/MANU	X-DISCR 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 <sub>No.</sub> W <sub>No.</sub>	B <sub>0</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	B <sub>5</sub>	B <sub>6</sub>	B <sub>7</sub>
F <sub>56</sub> W <sub>65</sub>	Y-GAIN LEVEL				Y-GAIN AUTO/MANU	Y-DISCR AUTO/MANU	Y-DISCR 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 <sub>No.</sub> W <sub>No.</sub>	項 目	内 容	測定レンジ
F <sub>26</sub> W <sub>64</sub>	NSSX	CCD-X 暗時出力電圧	0~5V
F <sub>27</sub> W <sub>65</sub>	NSSY	CCD-Y 暗時出力電圧	0~5V
F <sub>49</sub> W <sub>49</sub>	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  $\pm 1^{\circ}$

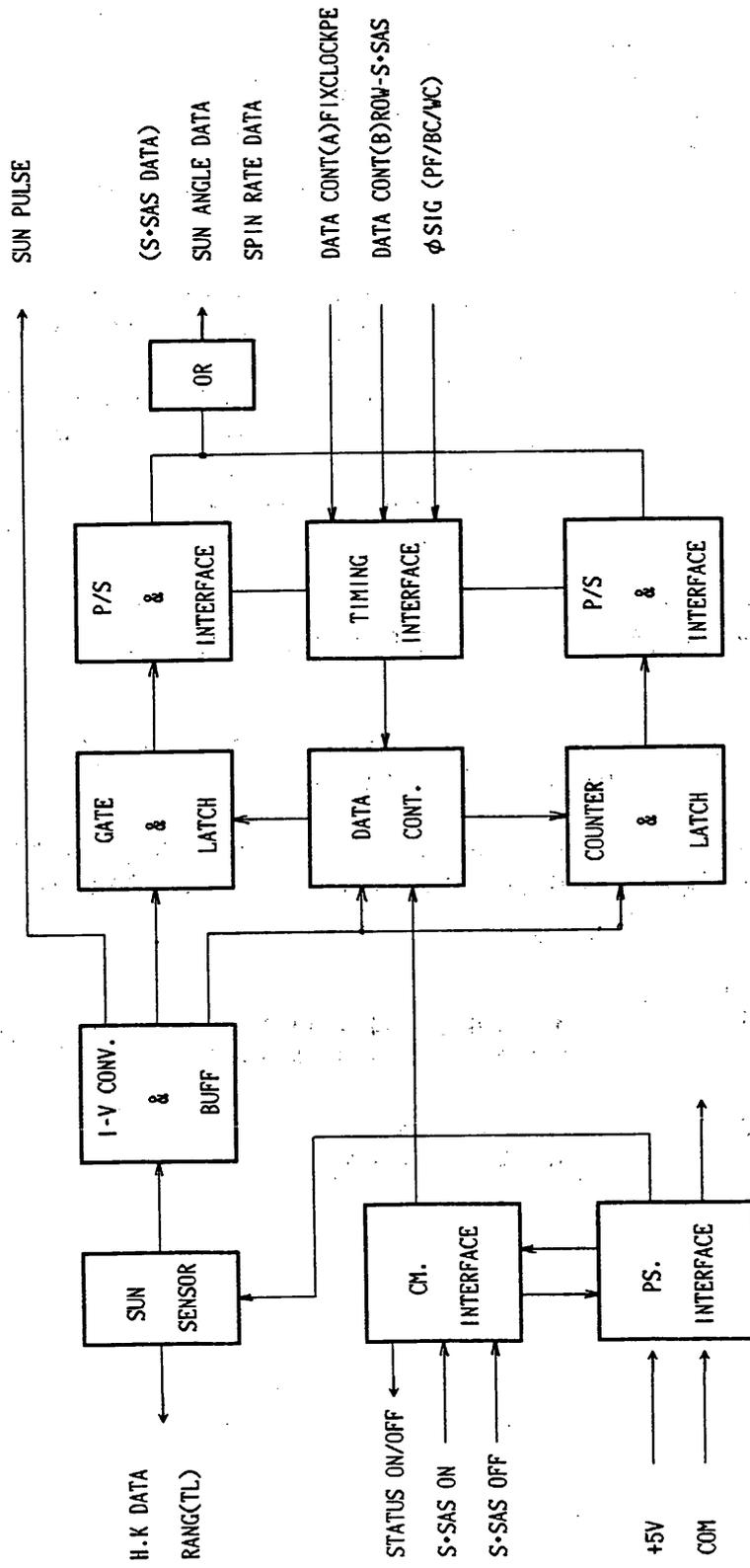
スピン周期 約 4mS

#### 4. 機能 (テレメータ情報)

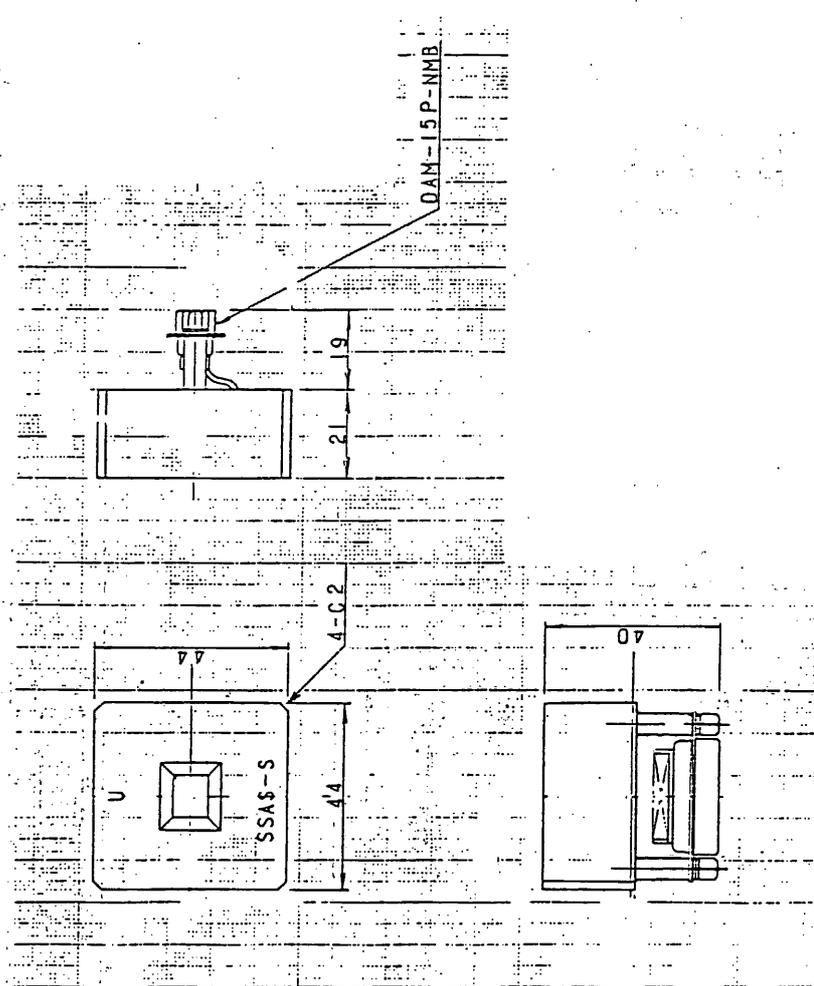
- [1] ON/OFF STATUS F 32n+23 W 65 B 2
- [2] スピン周期 F 16n+8 W 34,35 (常時)  
F n W 98,99 + F 16n+8 W 34,35 (打上げ  
モード)
- [3] 太陽角 F 16n+8 W 33 (常時)  
F n W 97 + F 16n+8 W 33 (打上げモード)
- W 33 B 0 DATAの有効無効のステータス  
B 0 が 1 で有れば DATA は、  
有効
- W 33 B 1 ~ B 7 太陽角のデータ (グレイコー  
ド表示)
- [4] H . K 項目  
センサ温度 S F 2n F 46 (T L - 9)
- [5] その他
- [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] W 33 B 0 は太陽角の検出した直後の P C M データのみ "1" となり有効  
で以後のデータは "0" で次の太陽を検知するまで "0" を保つ。

#### 5. 物理的性能

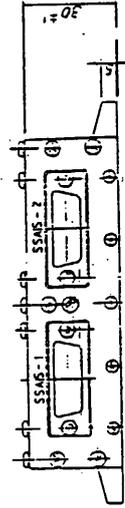
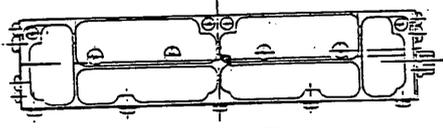
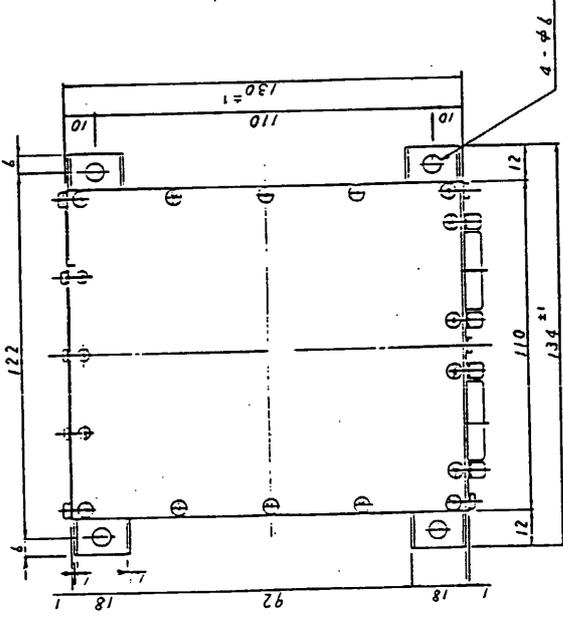
- [1] 寸法
- |      |                |
|------|----------------|
| センサ部 | 44 × 44 × 40   |
| 回路部  | 130 × 140 × 30 |
- [2] 重量
- |      |        |
|------|--------|
| センサ部 | 0.2 Kg |
| 回路部  | 0.4 Kg |



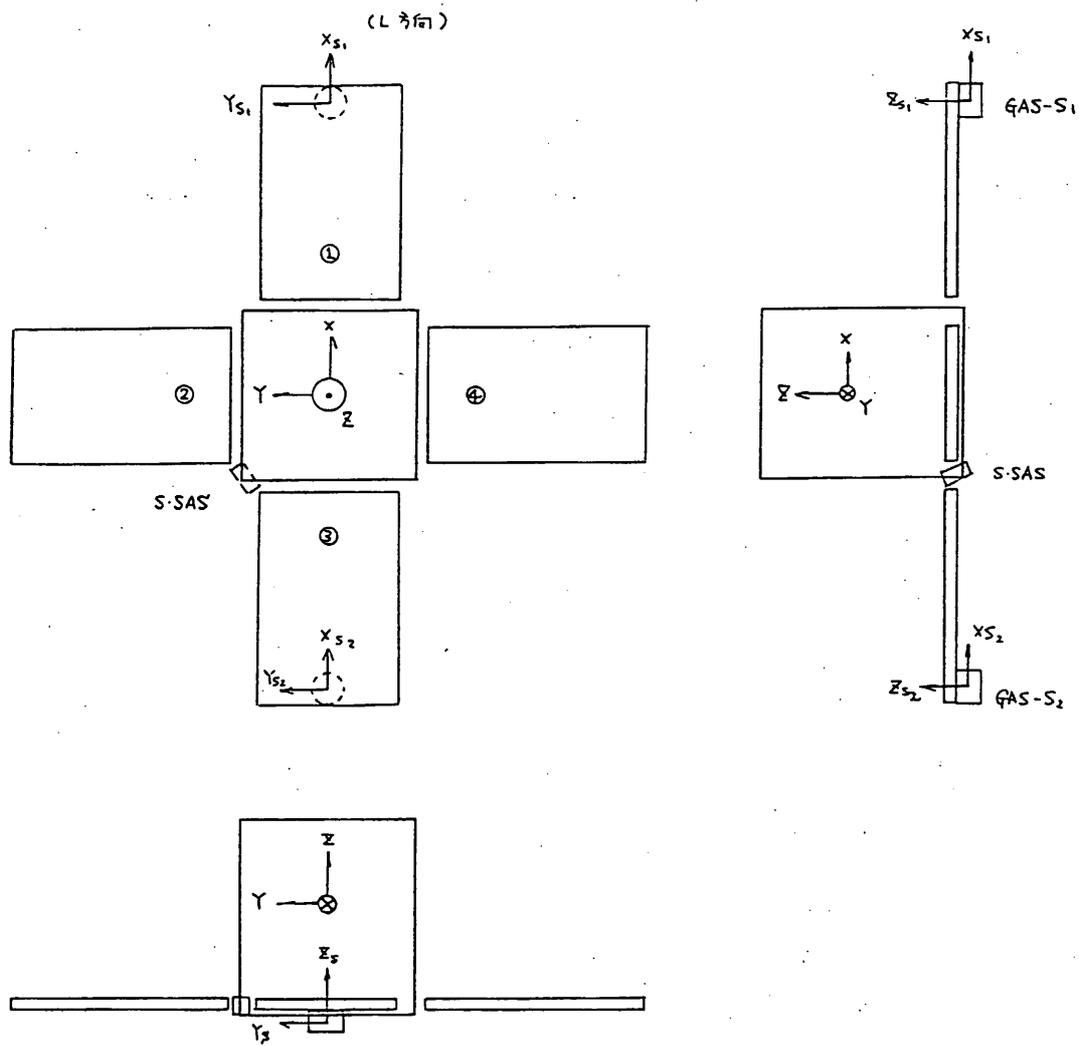
S·S·A·S ブロック図



S · S A S センサ部



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	$\pm 50,000$ nT
[2] 磁場測定精度	$\pm 100$ nT
[3] 磁力計感度	PCM用 100,000 nT / 3V ACE用 100,000 nT / 10V
[4] 磁力計出力	PCM用 0 ~ 3 V ACE用 $\pm 5$ 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

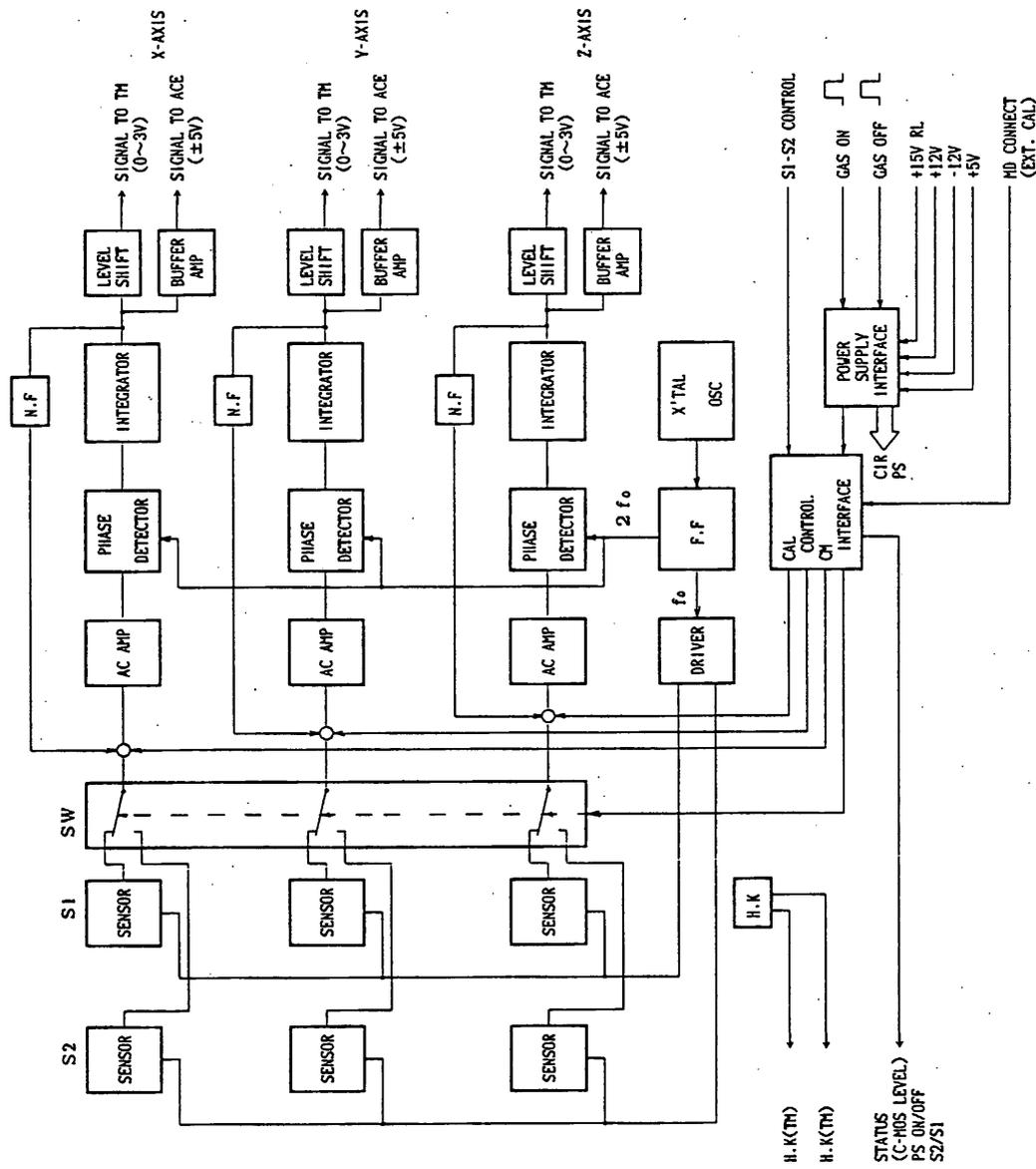
センサ温度 S F 2n+1 F 46 (TL-24)

[5] その他

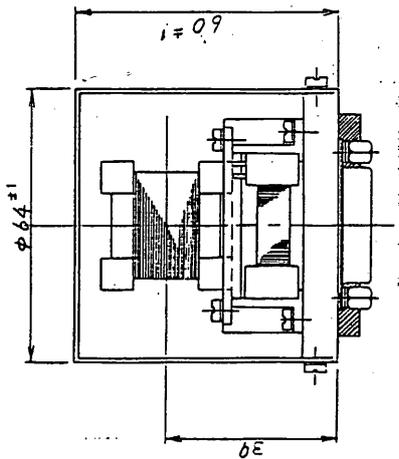
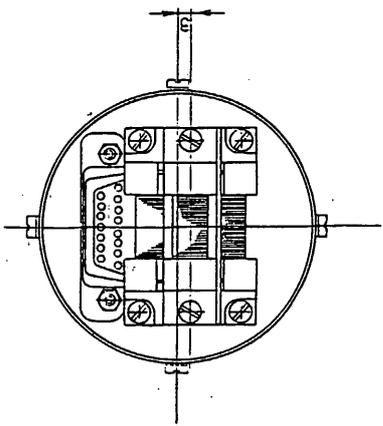
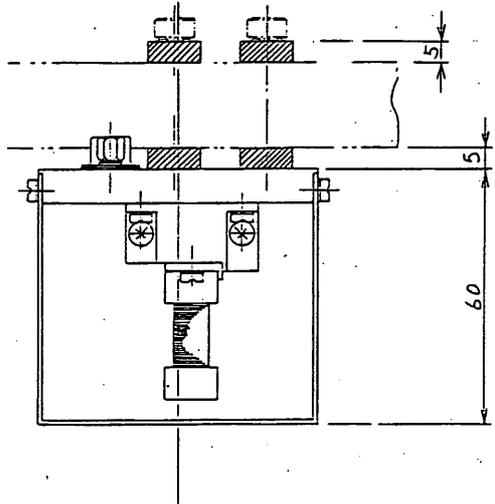
[a] 単体チェック用にMD端子よりセンサへCAL信号が入力できるように  
インタフェースを付加されている。

5. 物理的性能

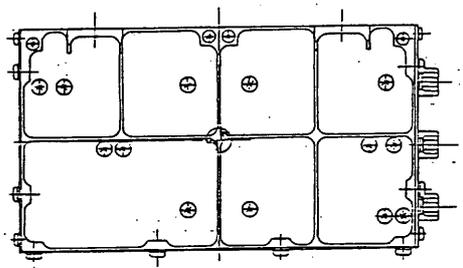
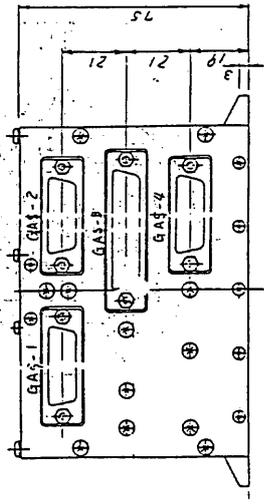
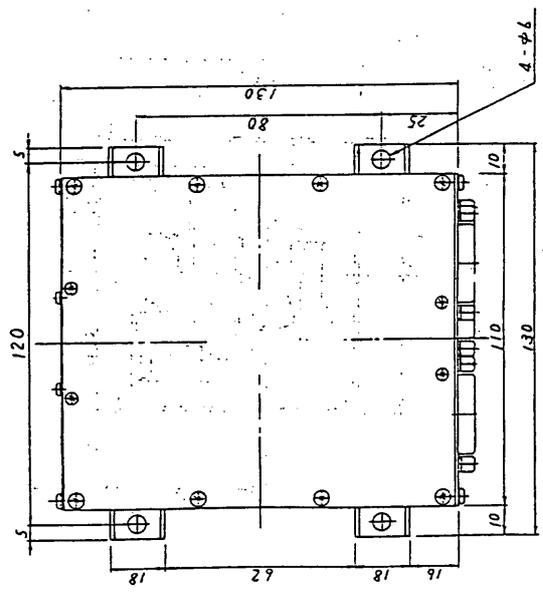
[1] 寸法	センサ部 (S 1 , S 2 )	64φ × 60
	回路部	130 × 130 × 75
[2] 重量	センサ部 (S 1 , S 2 )	0.3 Kg
	回路部	0.8 Kg



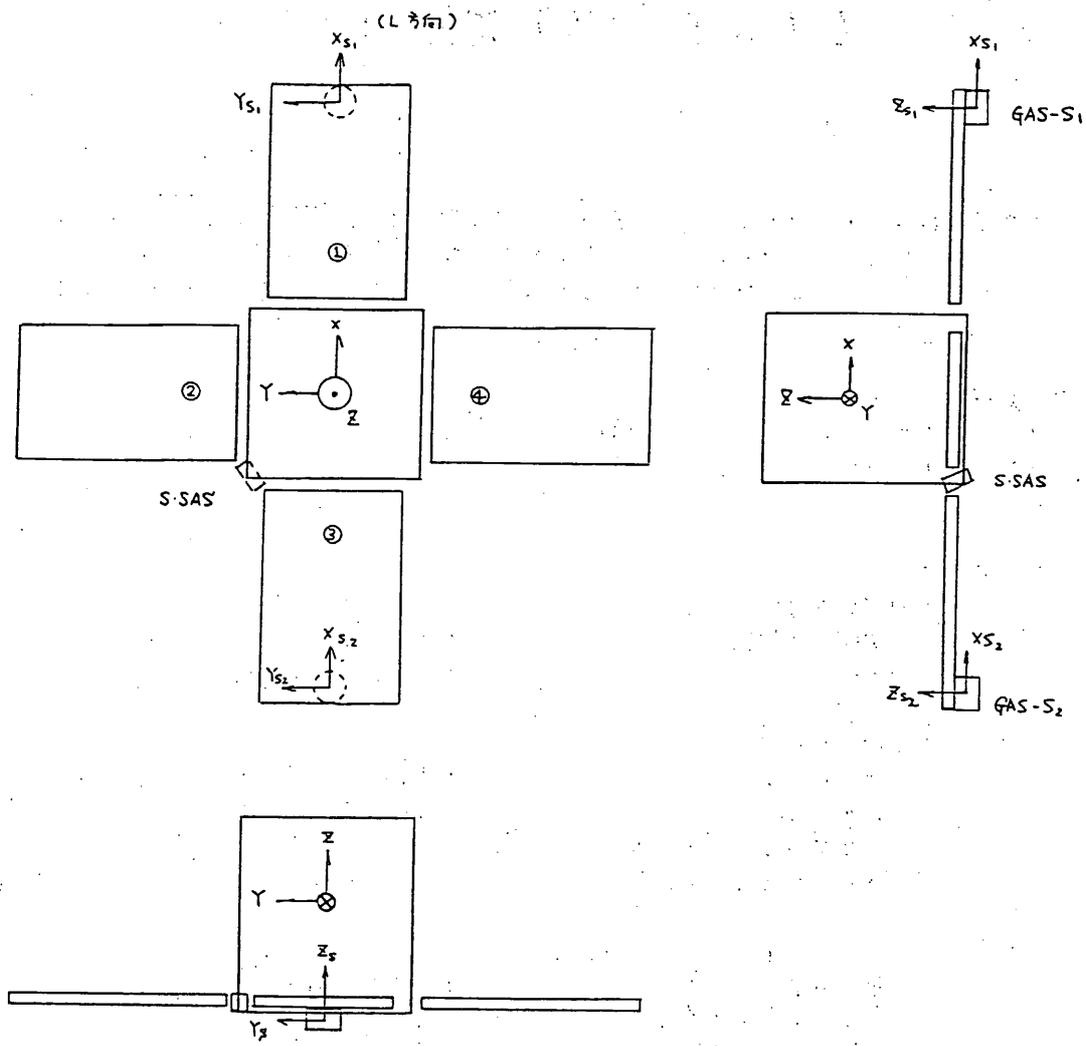
GAS ブロック図



GAS センサ部 (S1, S2)



C 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	エレキ部	1台

### 3. 主要性能

(1)	入力角速度範囲	
	・瞬間1分以内	0 ~ ±10° / sec
	・連続	0 ~ ±1.67° / sec
(2)	角度増分パルス	
	・計測レンジ	0 ~ ±1.60° / sec
	・パルスウェイト	0.8 sec / パルス ±5%
	・パルスウェイト安定度	0.01% (1σ)
	・パルスウェイト直線性	0.07% max
(3)	ドリフトレート	
	・G不感ドリフト	0.1° / h max
	・G不感ドリフト安定度 †	0.001° / h (1σ)
	・G不感ドリフト安定度 ††	0.005° / h (1σ)

† : SHORT TERM STABILITY

†† : DAY TO DAY STABILITY

### (4) 消費電力

・温度コントロール †	16 ~ 4W
・その他 ††	16 ~ 19W

† : -20 ~ +40°C

†† : 0 ~ ±1.67° / sec

(5) 重量

- ・センサ部 5.0kg max
- ・エレキ部 4.0kg max

(6) 寸法

- ・センサ部 215×205×173mm
- ・エレキ部 184×230×122mm

(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 B0="1"
・温度コントロール オフ	7、4	F 32n+22	W65 B0="0"
・リバランス ループ オン	8、3	F 32n+22	W65 B1="1"
・リバランス ループ オフ	8、4	F 32n+22	W65 B1="0"
・X ジャイロ モータ 選択	7、5	F 32n+22	W65 B2="1"
・X ジャイロ モータ 非選択	7、6	F 32n+22	W65 B2="0"
・Y ジャイロ モータ 選択	8、5	F 32n+22	W65 B3="1"
・Y ジャイロ モータ 非選択	8、6	F 32n+22	W65 B3="0"
・Z ジャイロ モータ 選択	9、5	F 32n+22	W65 B4="1"
・Z ジャイロ モータ 非選択	9、6	F 32n+22	W65 B4="0"
・冗長 ジャイロ モータ 選択	A、5	F 32n+22	W65 B5="1"
・冗長 ジャイロ モータ 非選択	A、6	F 32n+22	W65 B5="0"
・ジャイロ モータ ラン	9、3	F 32n+22	W65 B6="1"
・ジャイロ モータ ストップ	9、4	F 32n+22	W65 B6="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。

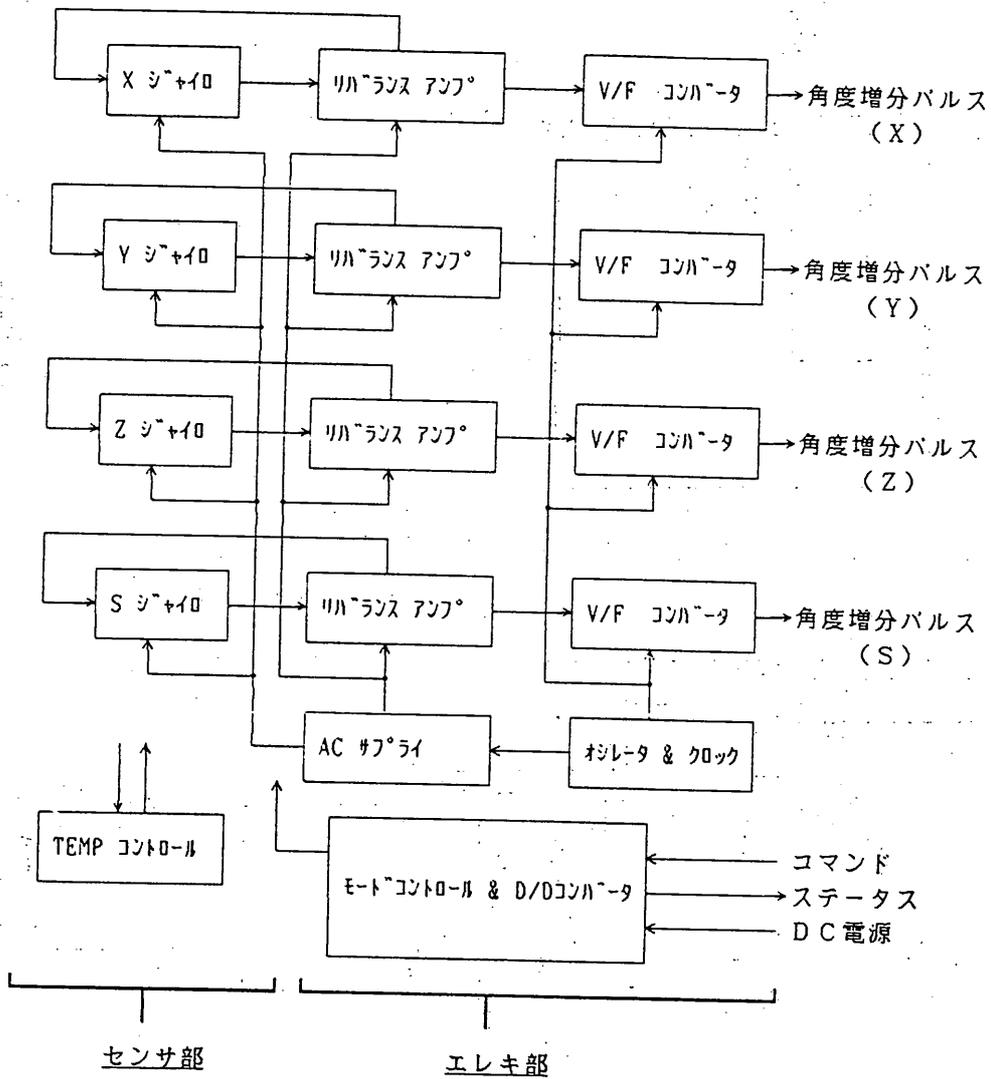
5. アナログ テレメータ出力

<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

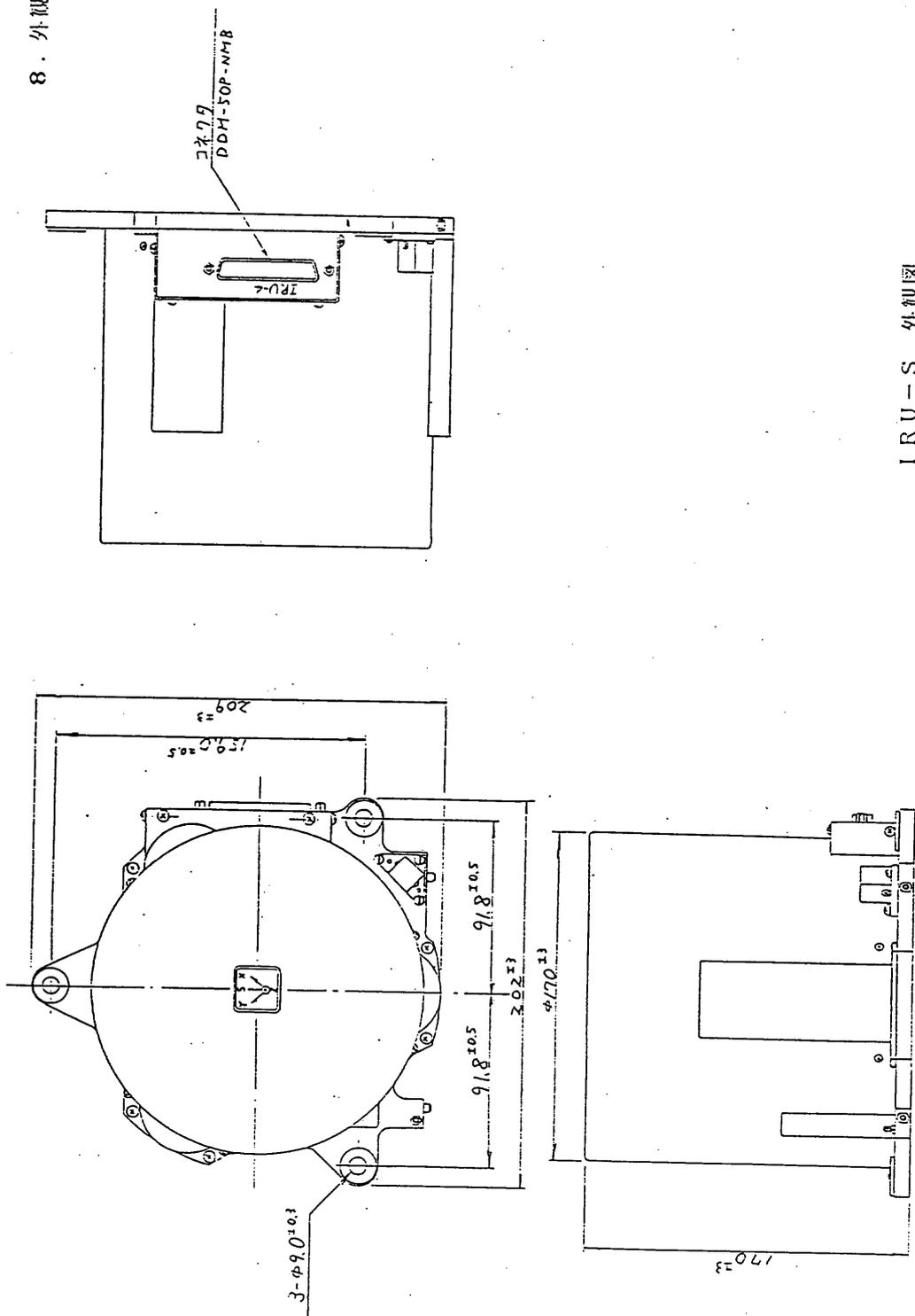
6. HK項目

・IRU ジャイロ温度 (TL-23)	-35 ~ +90 °C	S F 2n+1	F 45	W 64
------------------------	--------------	----------	------	------

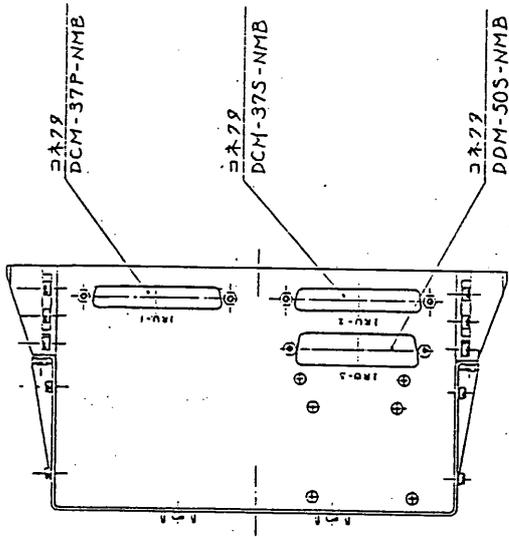
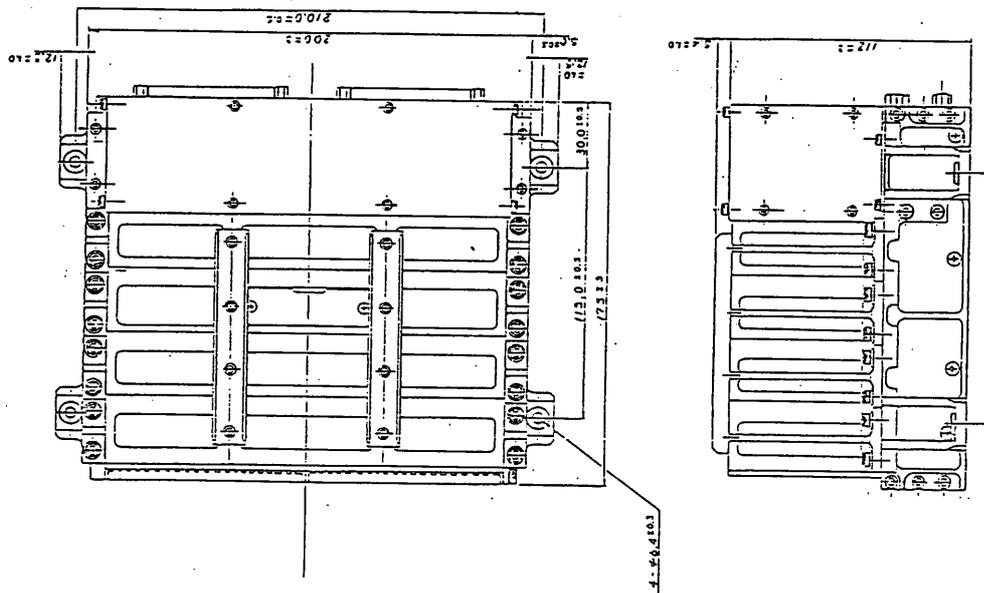
7. 機能ブロック図



8. 外観



IRU-S 外観図



IRU-E 外形図

## 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、モーメンタムホイール及び磁気コイル(X, Y, Z)をドライブし、バイアスモーメンタ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、モーメンタ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

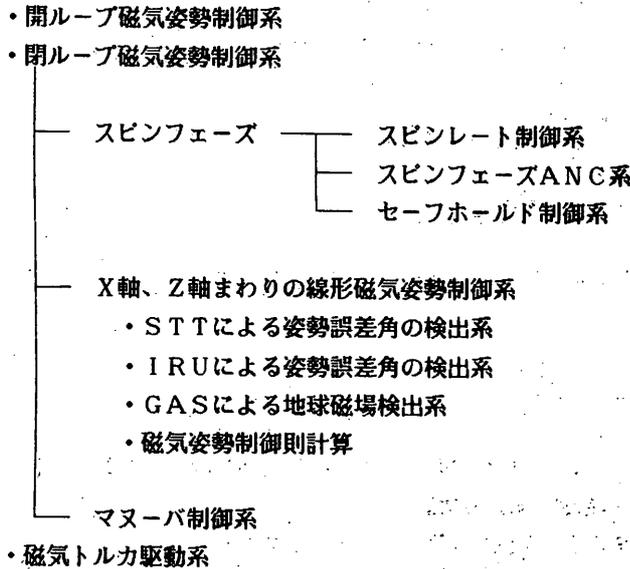
##### 《機能》

- ・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)の較正機能
- ・Z軸まわりの任意角度のスリュー動作 Slew+/-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）の校正機能
- ・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スピフェーズでの姿勢捕捉

- ・開ループ制御、SPIN ANC、スピ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 $20^{\circ}$ 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 $360^{\circ}$

- ・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ー(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 ± 600 rpm
- ・ホイール制御電圧 -5 ~ +5 V
- ・Z積分カウンタ初期値設定範囲
  - ・CPU制御時 24 bit 0.8 sec/bit
  - ・back up 制御時 16 bit 51.2 sec/bit
- ・Z定ドリフト補正初期設定値
  - ・CPU 制御時 16 bit  $0.8 \times 10^{-13}$  deg/H/bit
  - ・back up 制御時 8 bit  $0.3125 \times 10^{-2}$  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 ±308mA 2.42mA/bit
  - Loモード 最大 ±66mA 0.48mA/bit
  - ・OPEN制御時 Hiモード ±308mA ON/OFF制御
  - Loモード ±60mA

### ⑤コマンド項目

- ・ディスクリットコマンド 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 280mA
- 12 V系 60mA
- 28 V系 磁気制御 0.9 A MAX  
39mA 定常時
- WHEEL制御 1.58A MAX  
0.5 A 定常時

## 2) 機械的性能

### ①ACE

- ・形状 252×256×220
- ・重量 8.2 Kg
- ・性能維持温度 -30° ~ +60° C
- ・機能維持温度 -40° ~ +80° C

ACEの外観図を図4に示す。

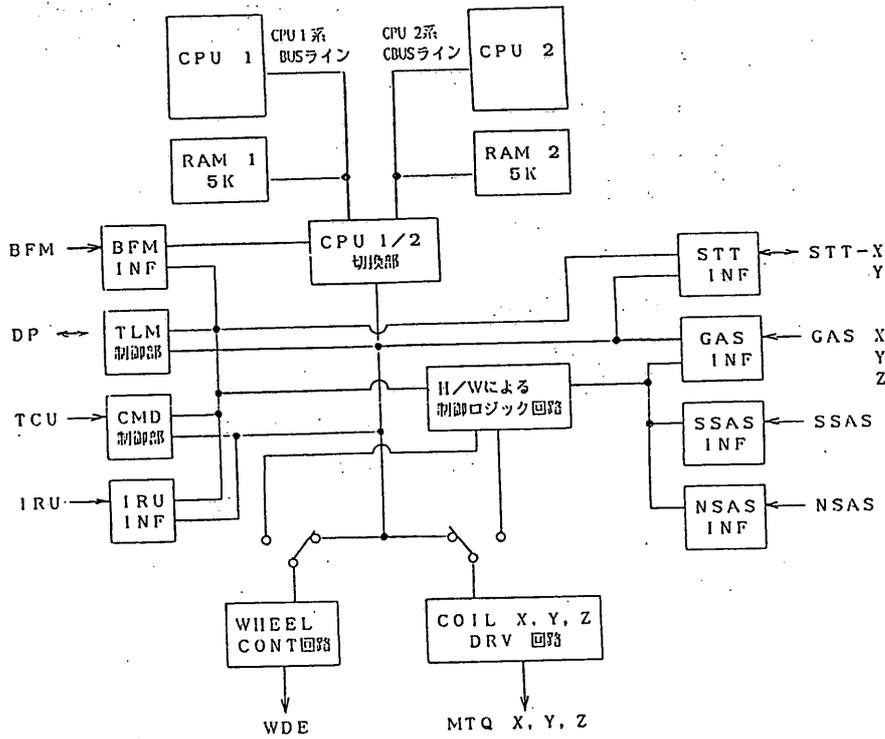
②HHL-SNT

・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



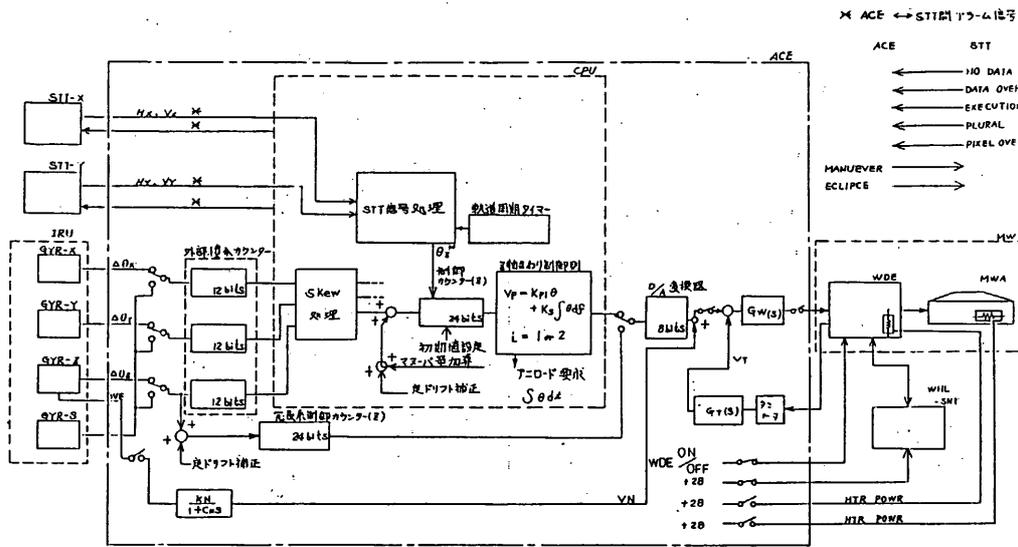


図2 Z軸まわり制御系 システムブロック図

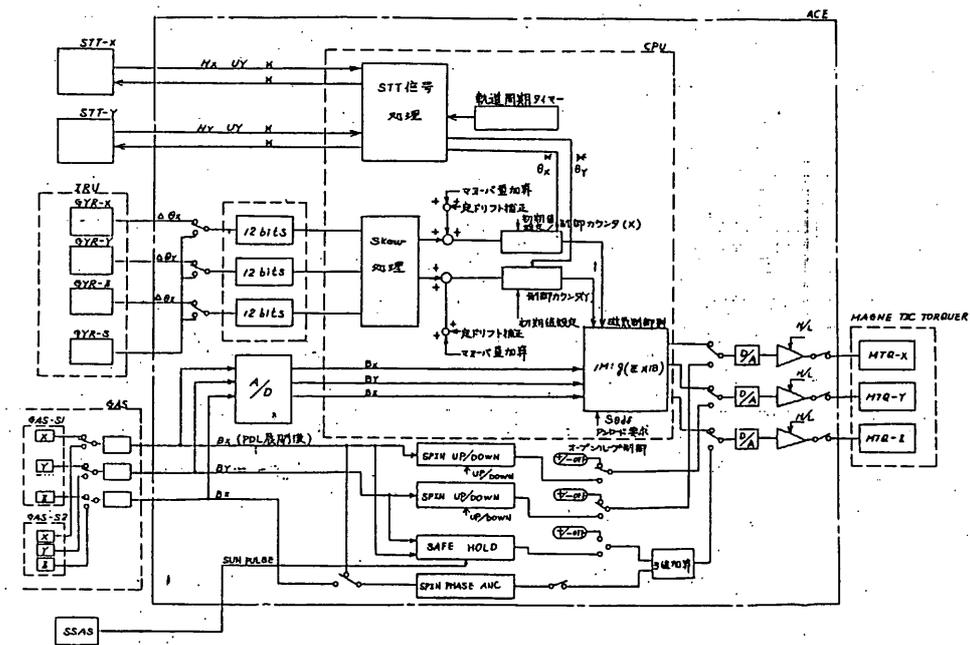


図3 Z軸方向制御系 システムブロック図

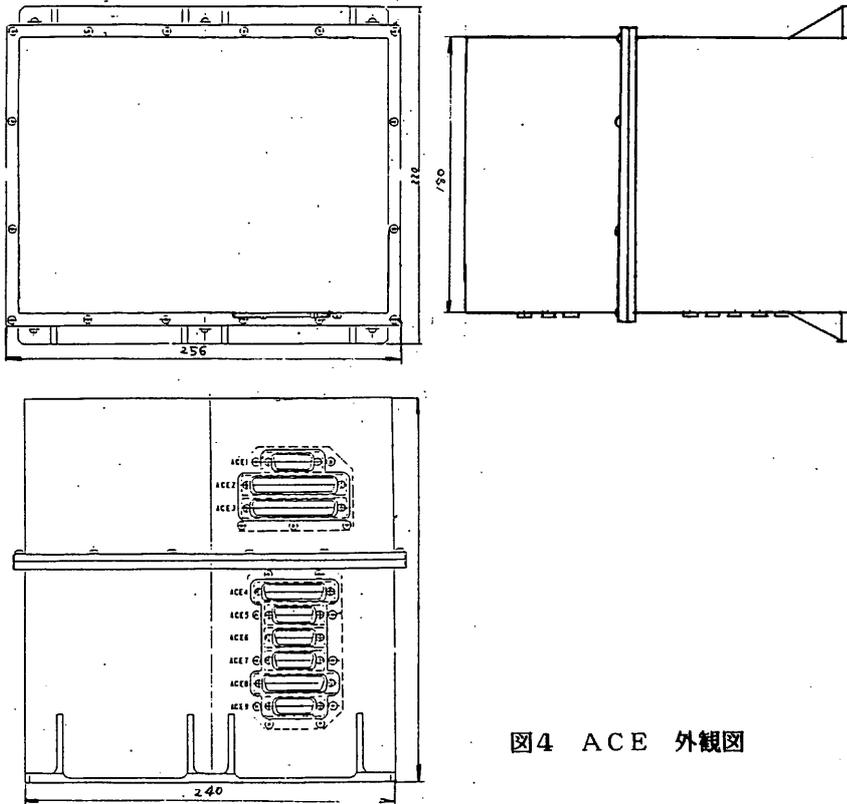


图4 ACE 外觀圖

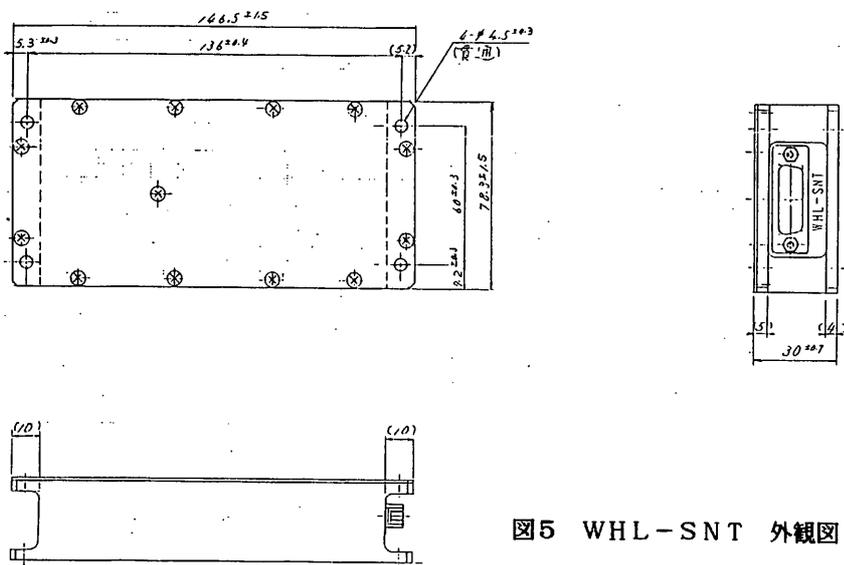


图5 WHL-SNT 外觀圖

## 4.2.2 モーメンタムホイール (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ーテーションして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を生じ、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

$\pm 0.0576$  [N·m] ( $\pm 8.15$  oz-in) : トルクコマンド $\pm 5$ V

リアクショントルク

$-0.0729$  [N·m] ( $-10.32$  oz-in) ~  
 $+0.0423$  [N·m] ( $+5.98$  oz-in) : 3,000 r.p.m.

回転時

$-0.0738$  [N·m] ( $-10.44$  oz-in) ~  
 $+0.0414$  [N·m] ( $+5.86$  oz-in) : 3,600 r.p.m.

回転時

$-0.0747$  [N·m] ( $-10.57$  oz-in) ~  
 $+0.0405$  [N·m] ( $+5.73$  oz-in) : 4,200 r.p.m.

回転時

・機械的性能

MWロータ慣性能率

$0.10844$  [kg·m<sup>2</sup>]

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 [r.p.m.] 以上

・AHK

MW駆動電流

$-2$  [A] ~  $2$  [A] (AHK出力 :  $2.7$  [V] ~  $0.3$  [V])

ベアリング部温度

$-10^{\circ}$  C ~  $60^{\circ}$  C (AHK出力 :  $2.7$  [V] ~  $0.8$  [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° C ~ 60° C (3日/月までなら-10° C ~ 0° Cで動作可能である。)

WDE : -30° C ~ 60° C

### • 機能維持温度範囲

MW : 0° C ~ 60° C

WDE : -30° C ~ 60° C

### • 保存温度範囲

MW : -40° C ~ 60° C

WDE : -40° C ~ 70° C

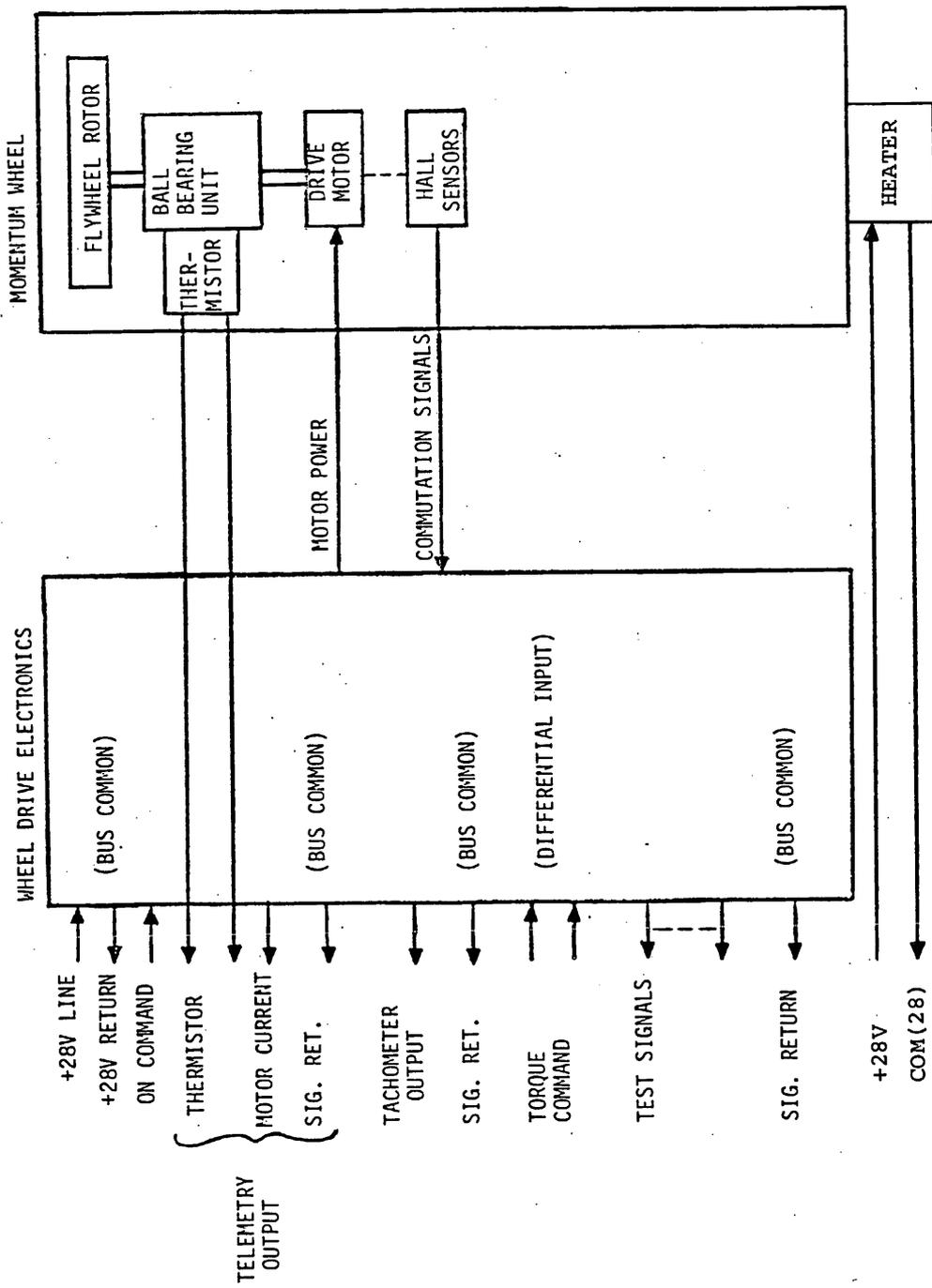


図1 MW/WDEブロック図

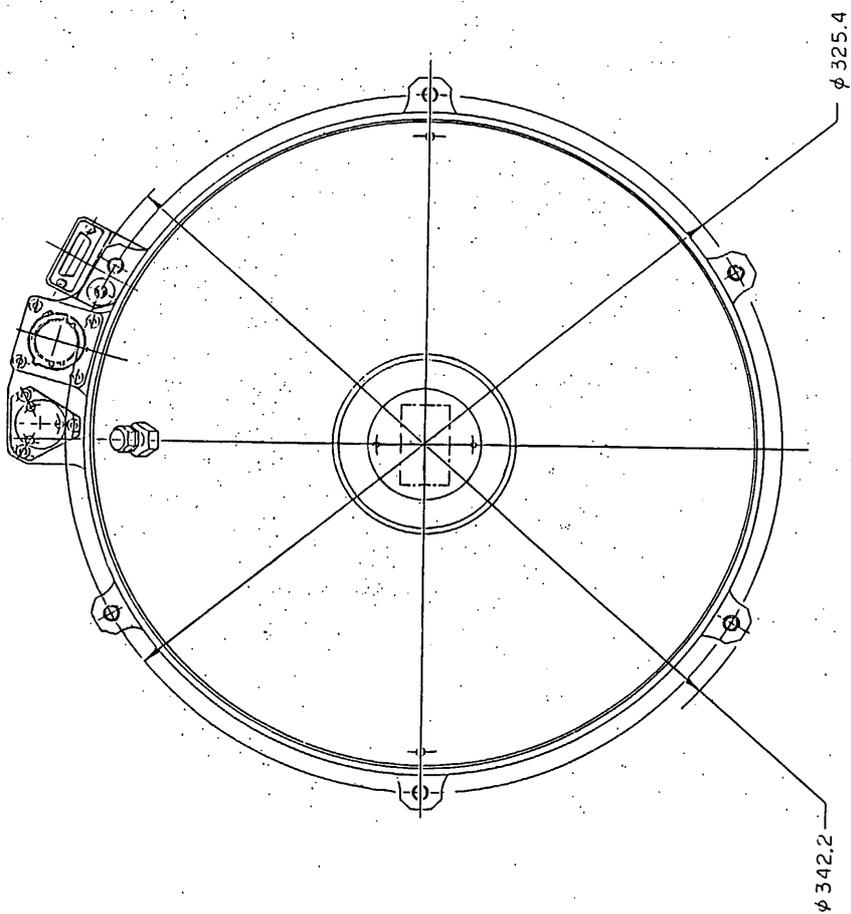
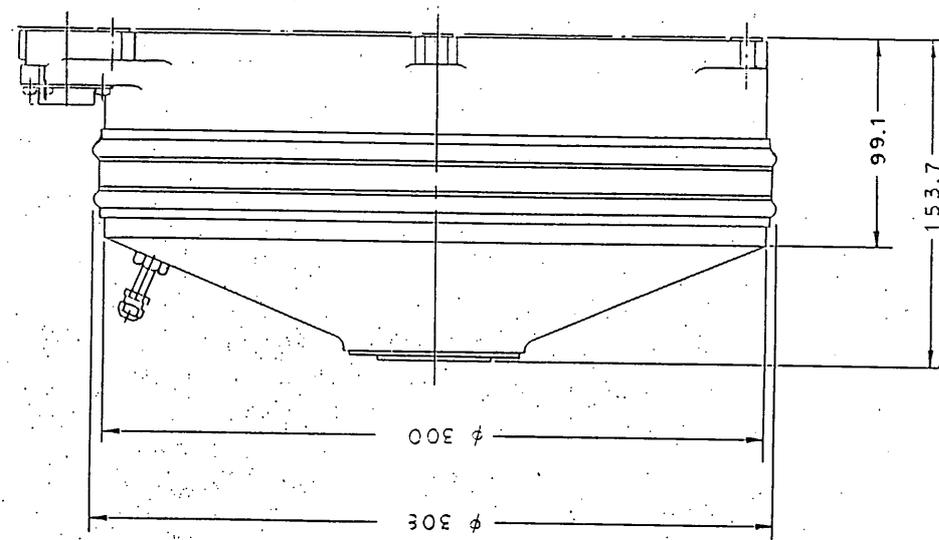


图2 MW 外觀圖

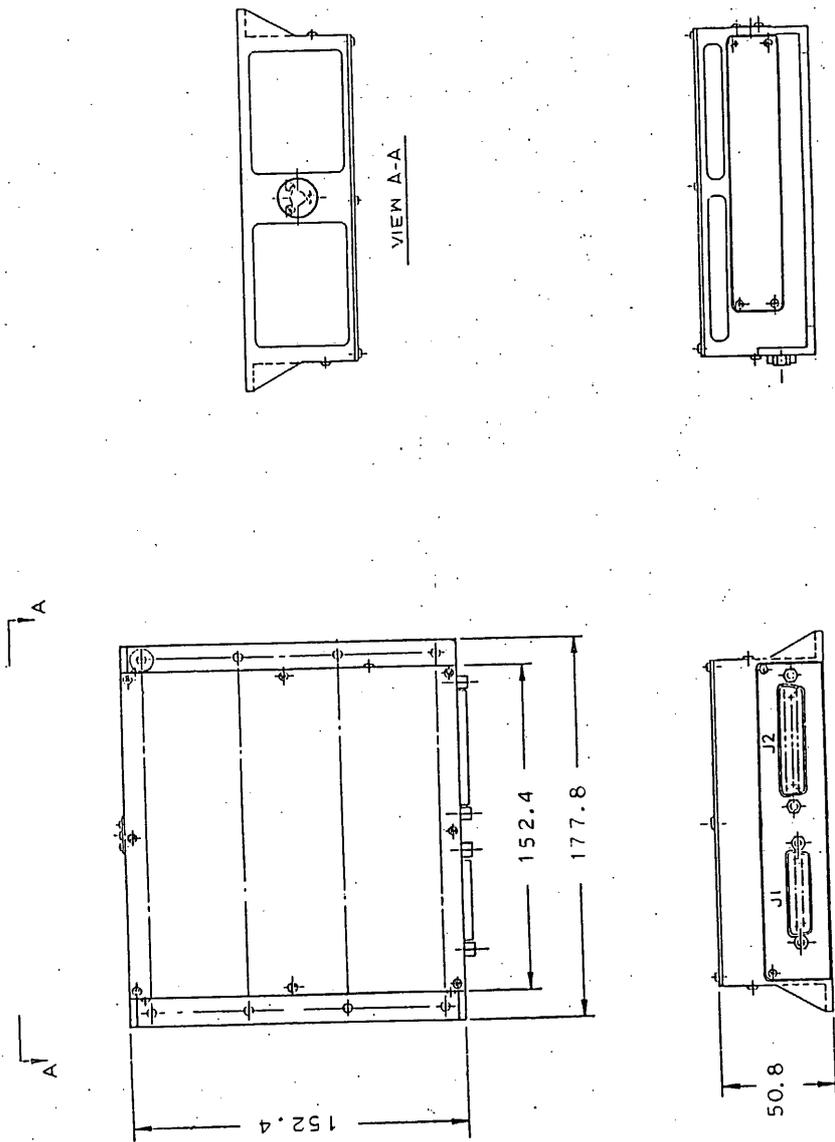


图3 WDE 外觀圖

## 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  $|\theta_x| \ || \ \theta_y \ || \ \theta_z \ | \leq 0.05^\circ$
- ・姿勢制御精度  $|\theta_x| \ || \ \theta_y \ | \leq 0.5^\circ$   
 $|\theta_z| \leq 0.1^\circ$
- ・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こと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。

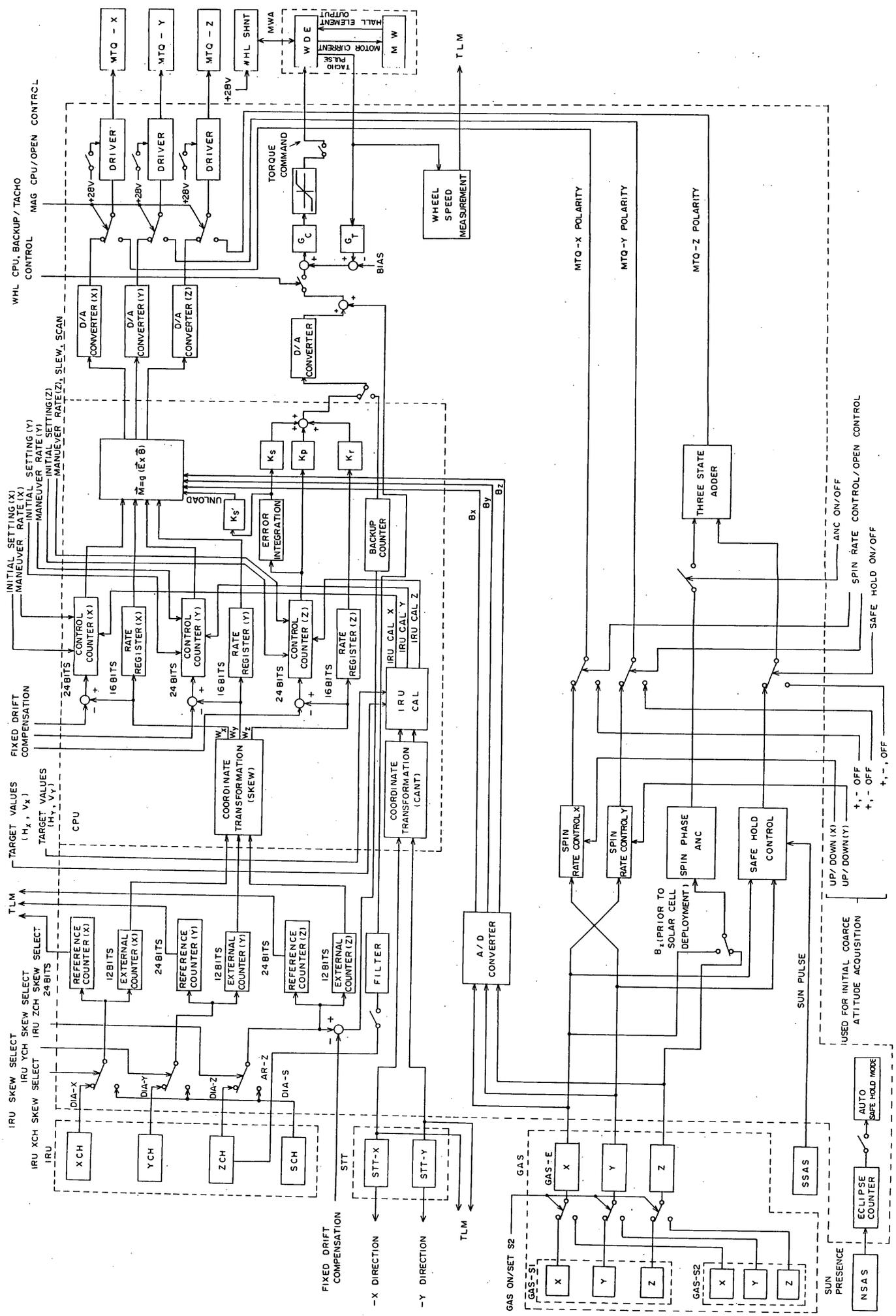


図1 ASTRO-C姿勢制御系 全体ブロック図



## 4.2.4 磁気トルカ (MTQ)

宇宙科学研究所 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  $675\text{mm}$
- ・成形 フィラメント ワインディング工法  
(軸に対して $20^\circ$ のヘリカル巻き)

#### ②芯材およびコイル部

- ・芯材 材質; 4-79M $\circ$ 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； $1890 \pm 20$ 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  $48\text{ATm}^2$ 以上
- ・直線性 直線からのずれ $1\text{ATm}^2$ 以下 ( $0 \sim 48\text{ATm}^2$ )
- ・残留磁気モーメント  $1\text{ATm}^2$ 以下
- ・通電電流  $0.3\text{A}$  ( $48\text{ATm}^2$ 時 2層合計)
- ・コイル抵抗  $25.2 \pm 1\Omega$ /各層 (常温)
- ・消費電力  $1.1 \pm 0.3\text{W}$  ( $20^\circ\text{C}$   $48\text{ATm}^2$ 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。

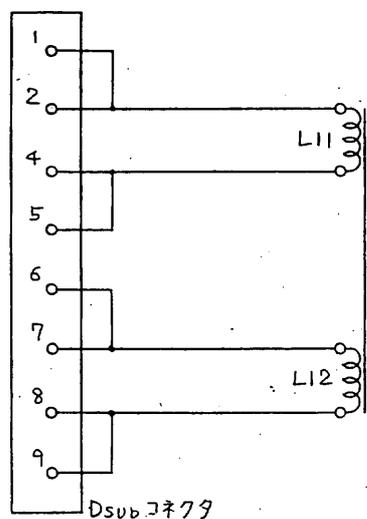


図1 コイル結線図

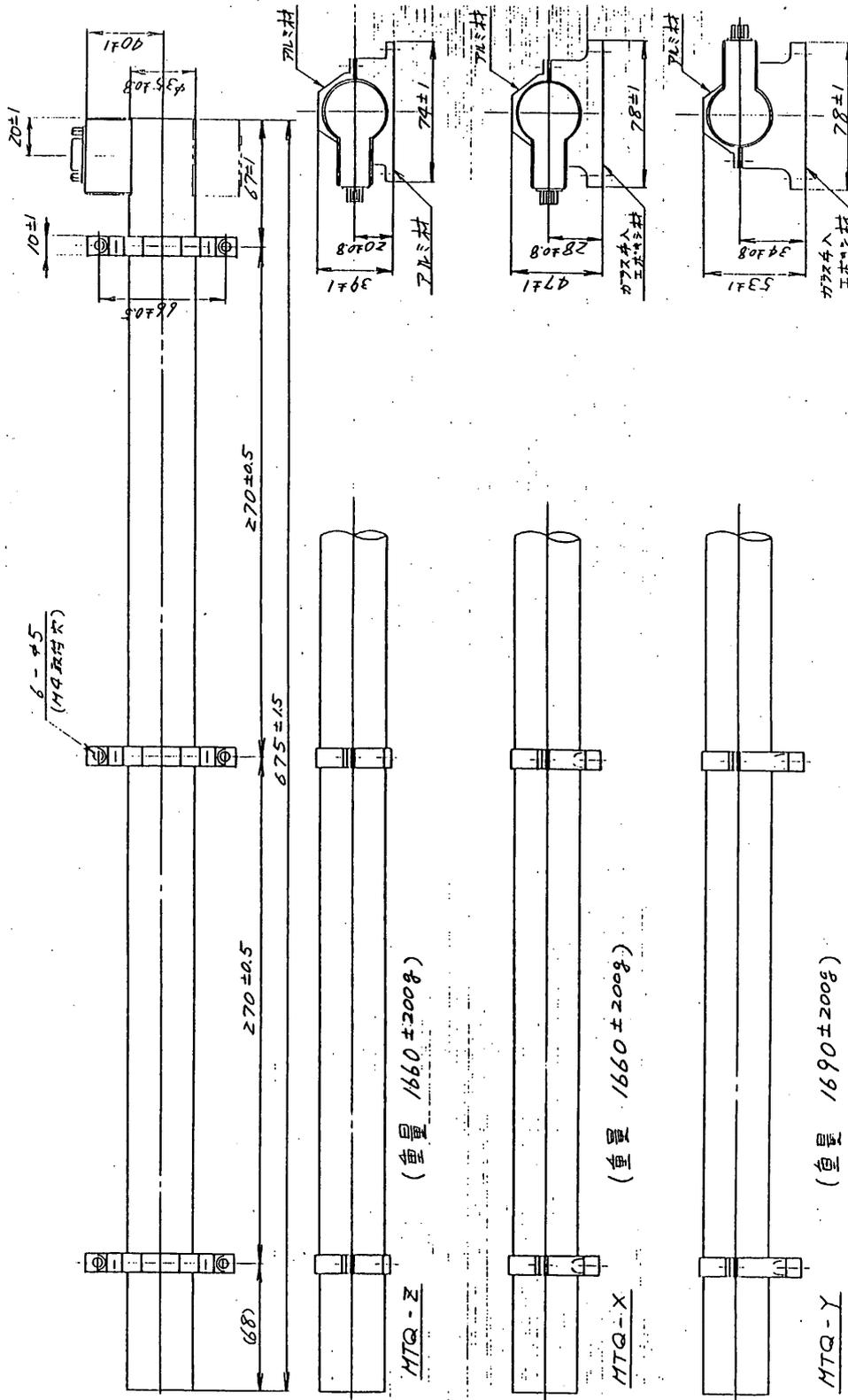


図2 ASTRO-C MTQ外観図



# 第V章 電 源 系



## 5.1 概 要

宇宙科学研究所 後川研究室  
日本電気(株) 林研究室

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、貯蔵を行い、ミッション期間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。

### 総合電気性能

電気性能の概略は次の通りである。

- (1) 太陽電池発生電力 BOL 489W以上( $\theta_s:180^\circ$ 、 $V_{bus}:25.5V$ )  
EOL(1年後)449W以上( )
- (2) バスライン電圧 16.5 ~ 26V
- (3) 最大シャント電力 約430W (バス換算)
- (4) バッテリ容量 19AH(K角型Ni-Cdセル)
- (5) 2次側出力電圧 +12V、+5V、+15V(用)、+28V

### 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(SHNT)

図5.1-1 に電源系の構成図を示す。

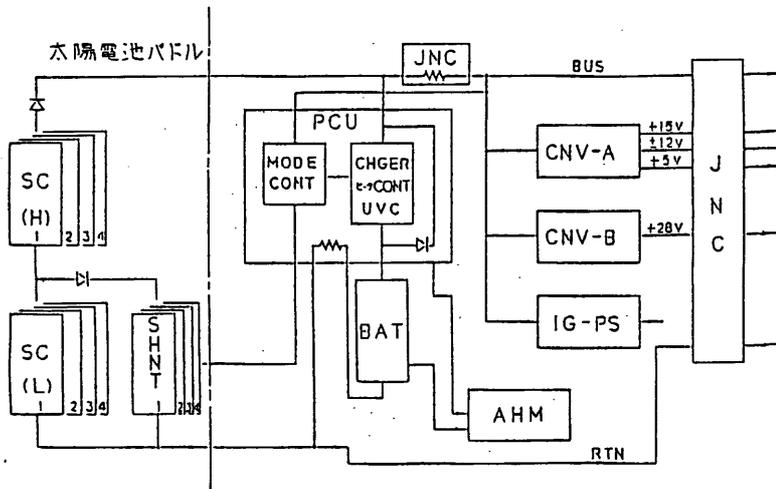


図5.1-1 電源系の構成

#### 電源系の特徴

ASTRO-C電源系の特徴について以下に述べる。

- (1) シャントディシパータには、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、発熱ロスを低減している。
- (3) バッテリ充電制御はフル充電→中間充電切換、あるいはフル充電→トリクル充電切換の2つのモードが選択出来、充電時のバッテリ電圧上昇により自動的に切換が行われる。切換の電圧レベル（セル温度、充電電流補償付）は4レベルあり、セルの劣化に応じて、任意にコマンドで選択できる。さらに、フル充電→中間充電切換モードはAHMから出されるトリクル制御信号により、規定の充電量に達した時に中間充電からさらにトリクル充電に切換わる。これによってバッテリの過充電及び充電量不足を回避できる。

- (4) バッテリ放電制御は、規定のバッテリ放電電圧検出を行うUVC（下限電圧制御）回路によるUVC信号と、規定の放電量を検出するAHMのOD（オーバーディスチャージ）信号とによって、定常負荷を軽負荷へ切換えることによって行われる。これによってバッテリの過放電を防止することが出来る。

## 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 cm×4 cmセルを3,952枚、2 cm×2 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 cm×4 cmセル13並列、2 cm×2 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	760 mm×1755 mm×4枚
○ アレイ構成	76直列-52並列(2 cm×4 cmセル) 76直列-12並列(2 cm×2 cmセル)
○ 太陽電池セル	2 cm×4 cm, 2 cm×2 cm 厚さ 200 μm BSFR型シリコン 比抵抗 10 Ω-cm 変換効率 12.7~14.6%

- カバーガラス 150 $\mu$ m, CMS
- サブストレート UVカットフィルター (355 $\pm$ 5nm)  
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。

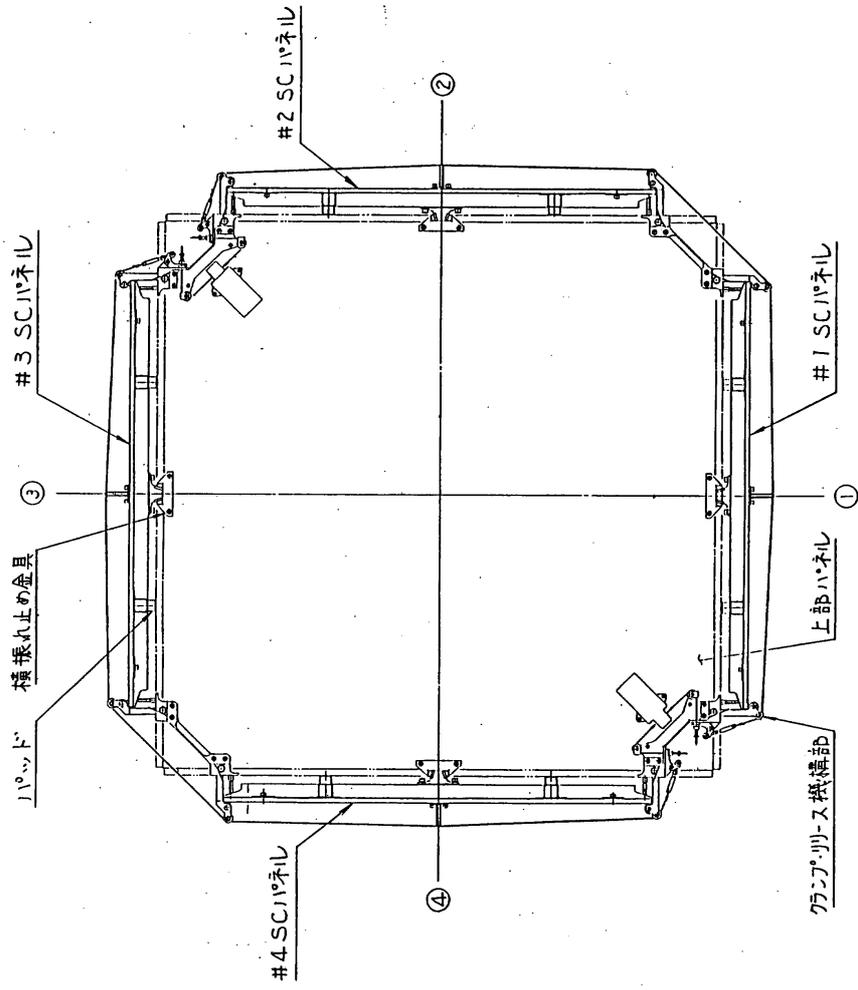
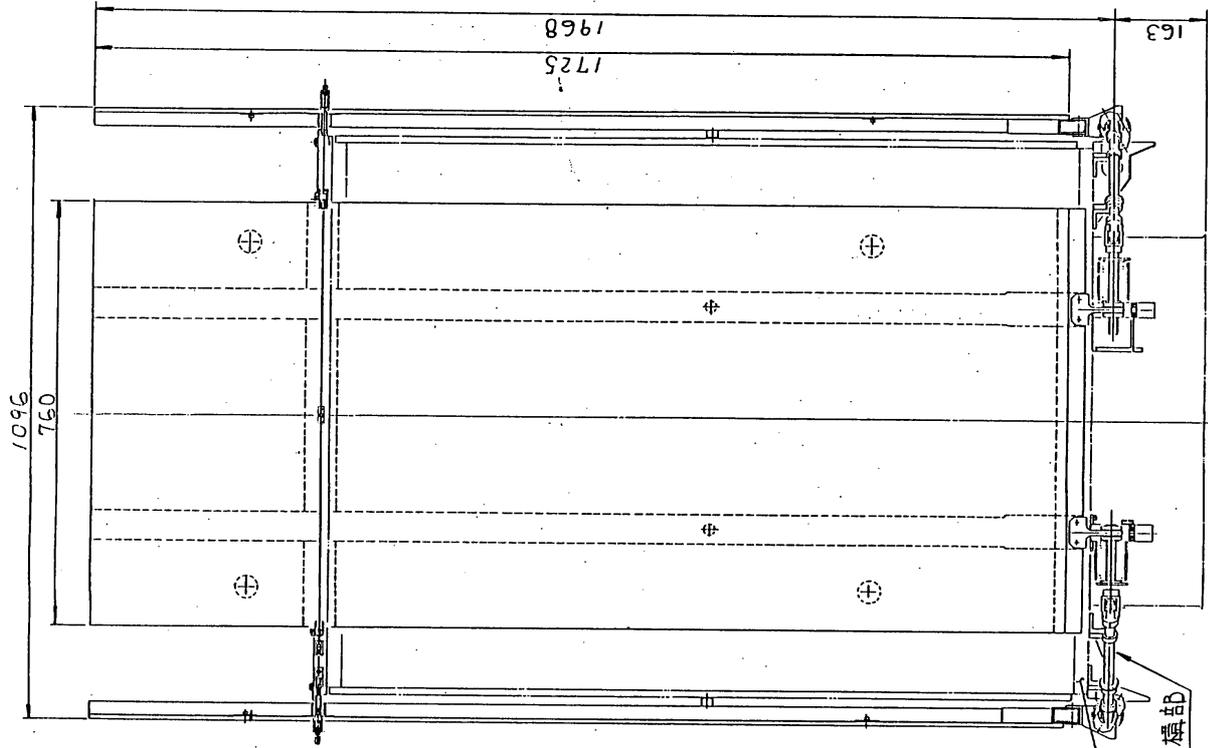


図5.2-1 パドル外観図

①側より見る



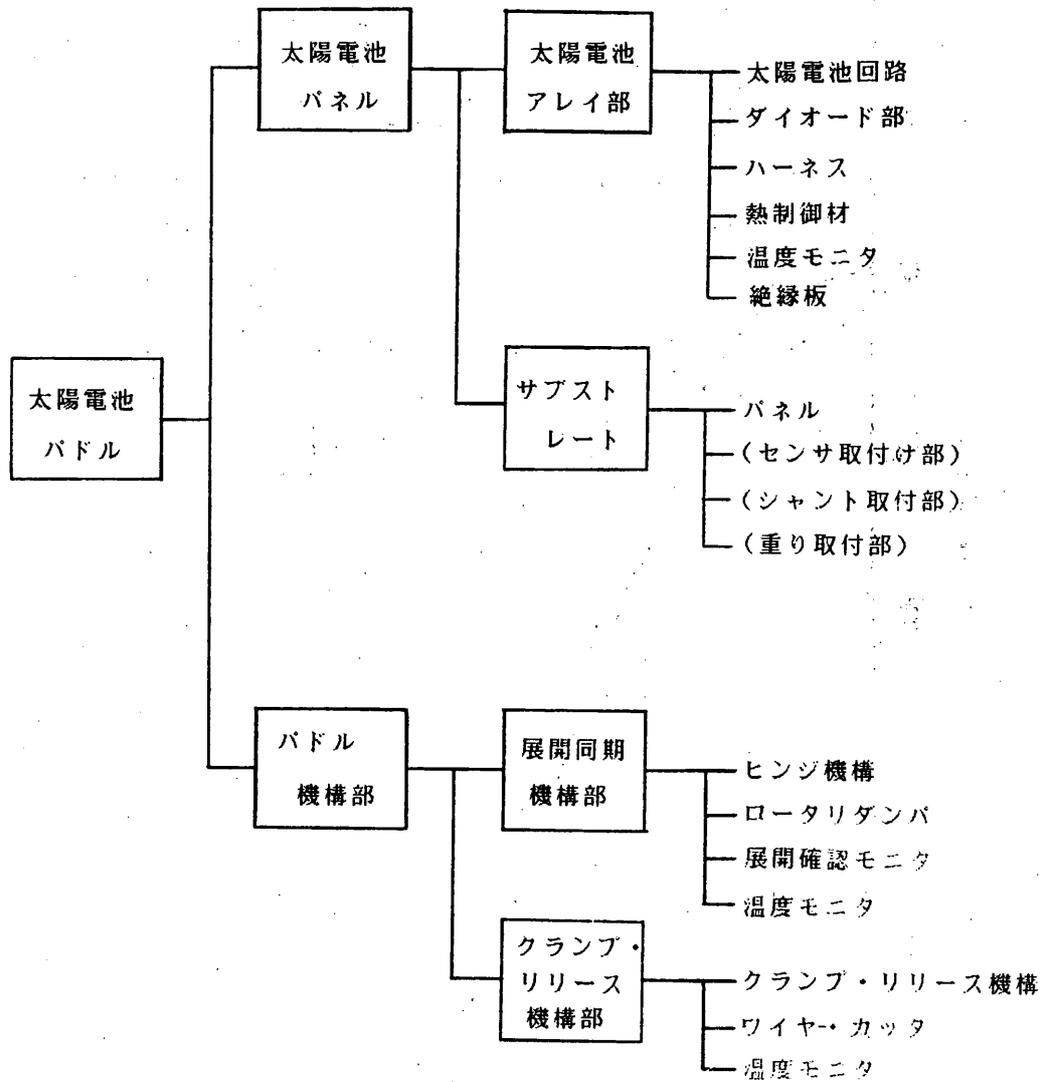


図5. 2-2 太陽電池パドル系の構成

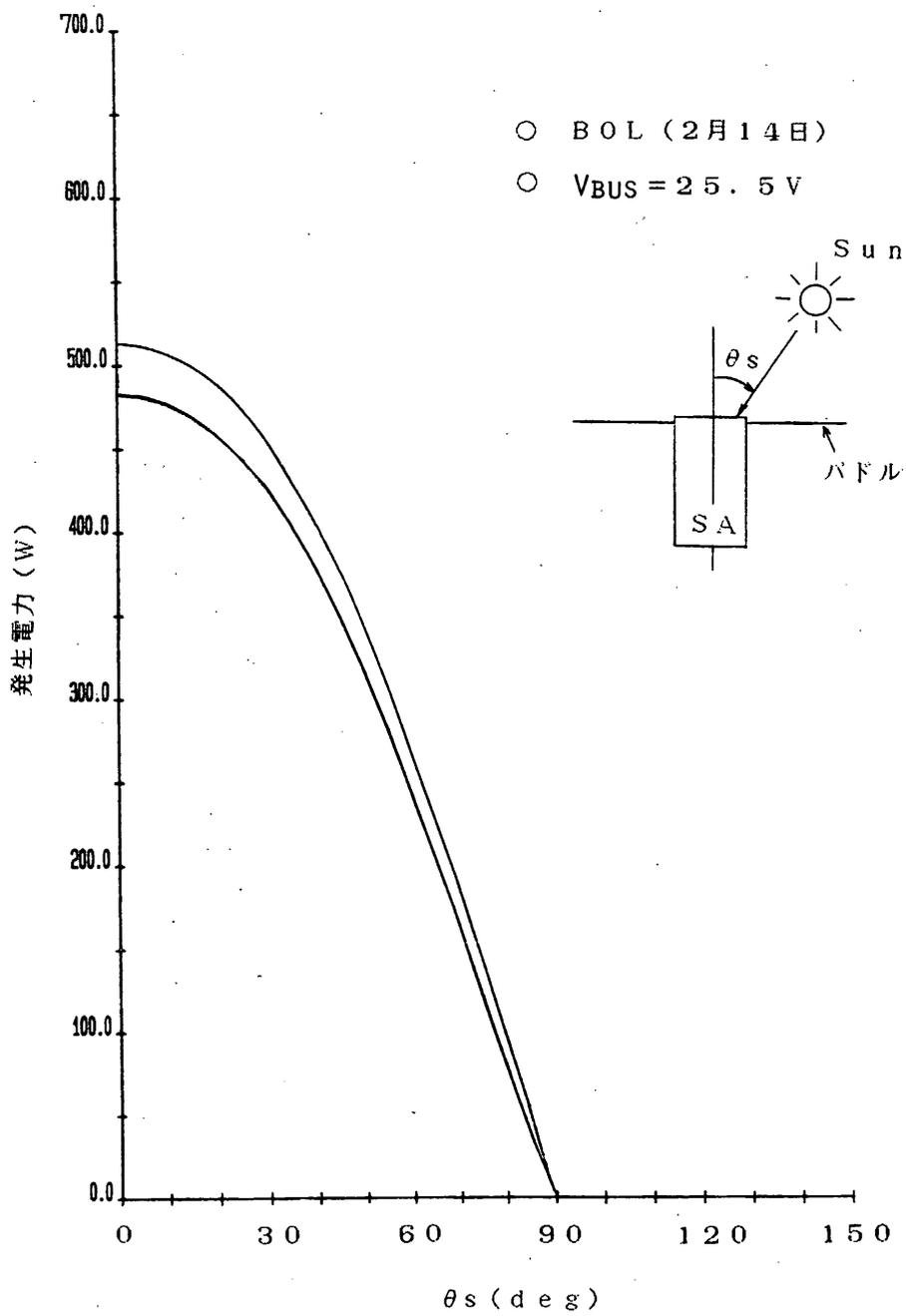


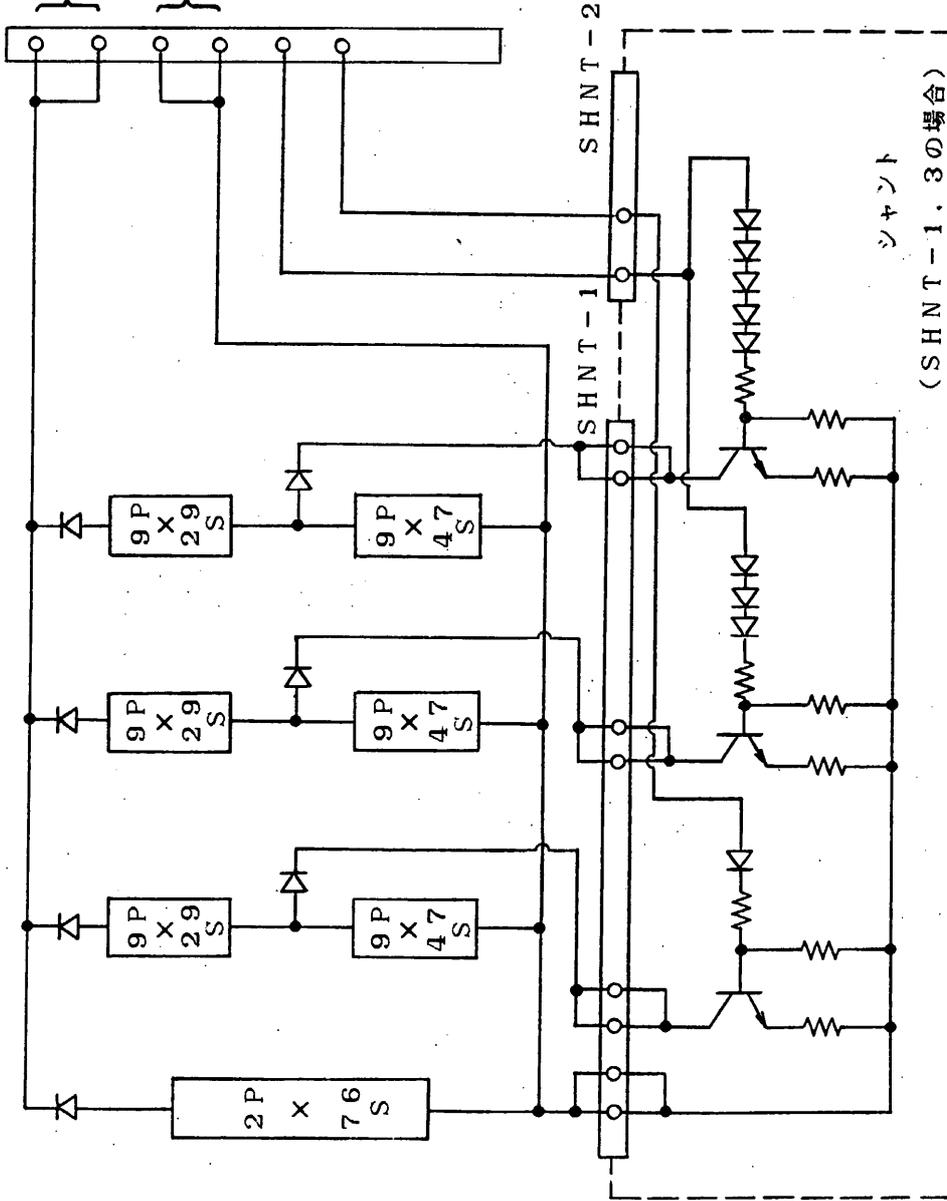
図5.2-3 太陽電池発生電力

SC-P1~4

SC-HOT

SC-RTN

シャントドライブ  
信号



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

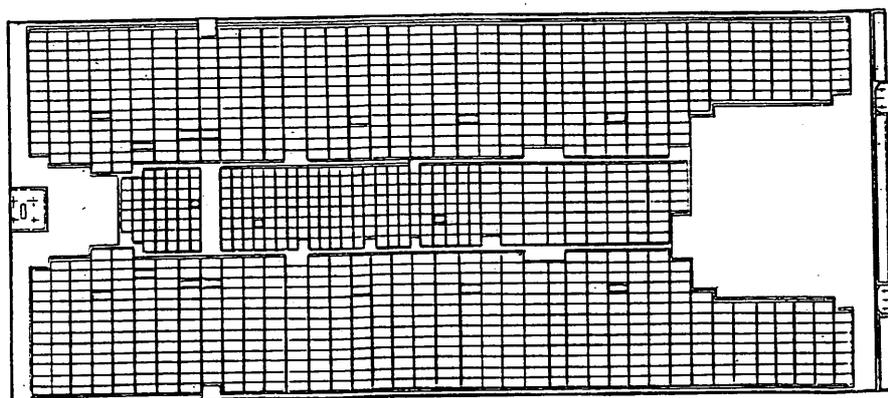


図5. 2-5 太陽電池セル配置図（各パネル共通）

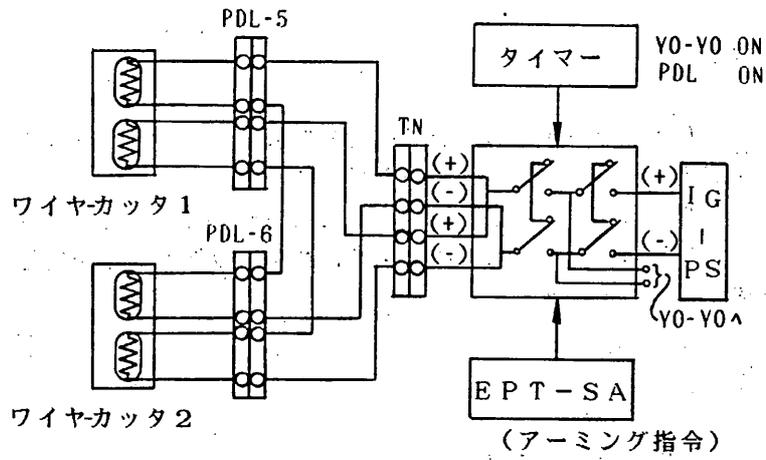


図 5. 2 - 6 点火系 ブロック図

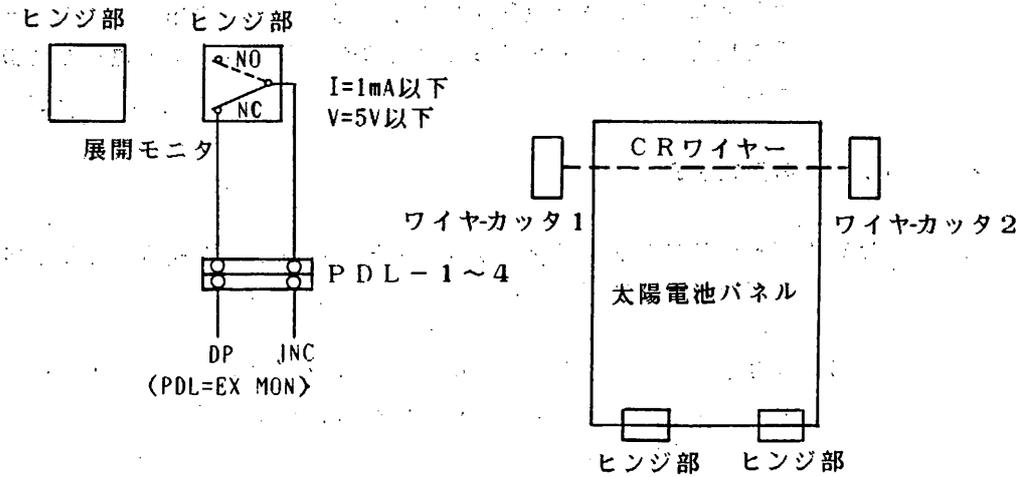


図 5. 2 - 7 展開モニタ系ブロック図

## 5.3 電力制御器 (PCU)

3

宇宙科学研究所 後川研究室  
日本電気(株)

### 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、バッテリーの放電々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ため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する。

特徴：バスラインの上限電圧を規格値以下に保持するために余剰電力をSHNT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うち中間値を出力(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：バッテリーにストレスをかけないで充電を行い、過充電、充電不足が無いように制御する。

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々流制御方式を採用している。

充電電流は、フル、中間、トリクル、の3種の電流値に制御される。

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、充電電流はフル充電電流からトリクルあるいは中間充電電流に切りかえられる。

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。尚、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替可能な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(高温充電トリクル)

目的：高温時に大電流でバッテリーへ充電を行うことは、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替える。

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、コマンドで切替可能な2つのレベルがもうけられている。

#### 4) バッテリ保護機能（下限電圧制御）

目的：バッテリーの下限電圧を検出し、UVC信号を出力する。

特徴：バッテリーの保護（過放電による転極防止）を主眼とし、最大の日陰時間中、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、UVC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、これに対処する為にUVC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。

尚、下限電圧制御の他にASTRO-Cでは、バッテリーの放電容量による制御も可能となっており、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) バッテリヒータ制御

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つけた温度センサ（サーミスタ）を用いてバッテリーヒータのON/OFF制御を自動的に行う。

特徴：バッテリーヒータ制御回路は2系統設けられており、コマンドにより1系統の運用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 | 16.5V~26.0V |
| 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) トリクル充電電流  $0.4 \pm 0.2 \text{ A}$
- f) UVC検出レベル 2レベル
  - レベル1  $17.70 \pm 0.20 \text{ V}$  (1.18V/セル)
  - レベル2  $16.95 \pm 0.20 \text{ V}$  (1.13V/セル)
- g) 充電完了検出レベル 4レベル
- h) バッテリ高温充電トリクル 2レベル
  - レベル1  $35 \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$
  - レベル2  $45 \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$
- i) バッテリヒータ制御
  - ヒータON  $5 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$
  - ヒータOFF  $7 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$
- j) 消費電力  $0.5 \text{ W}$
- k) コマンド項目 表5.3-1
- l) 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:  $4.5 \pm 0.3 \text{ Kg}$
- c) 形状: 図5.3-2参照

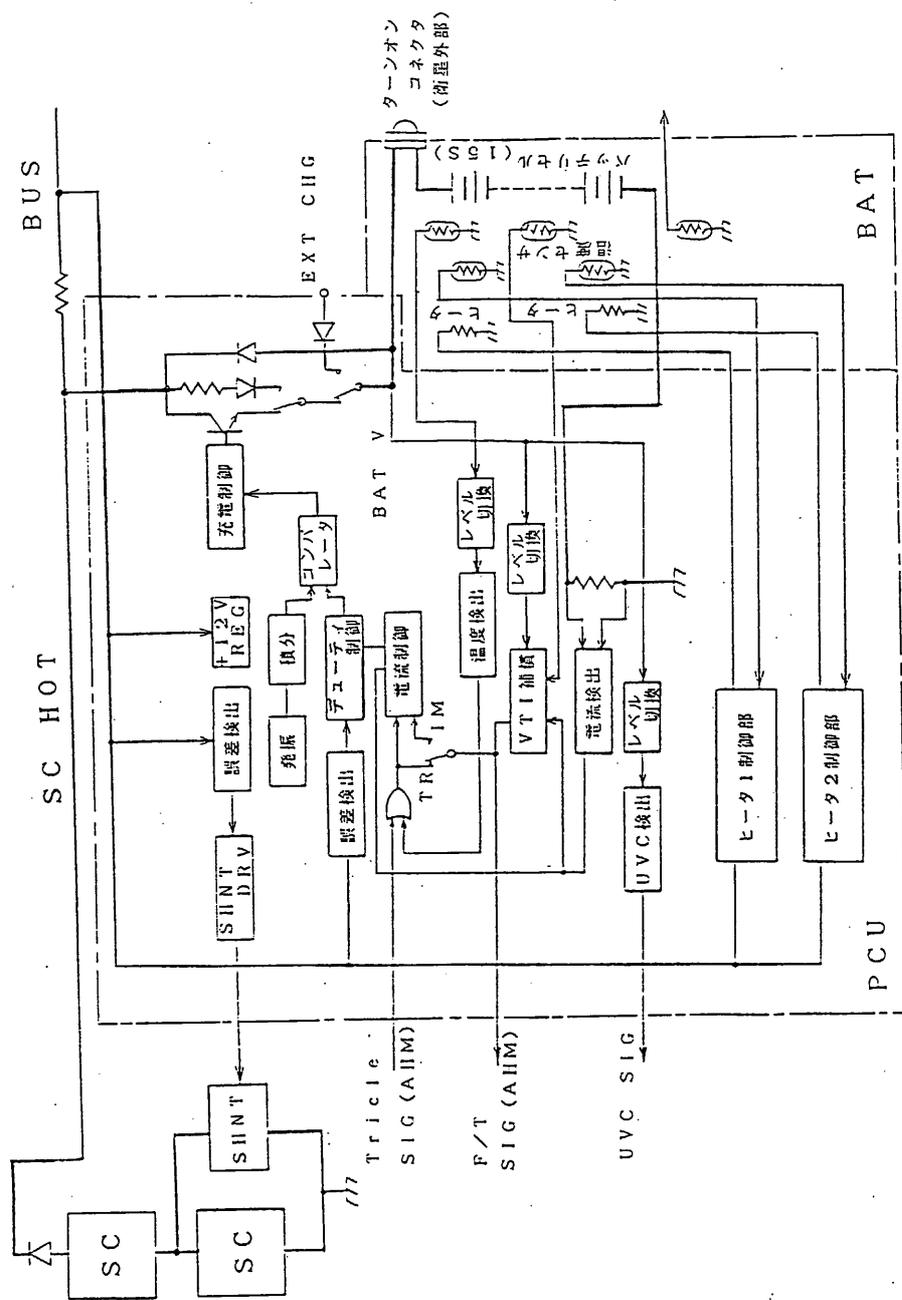


図5.3-1 PCU 機能ブロック図

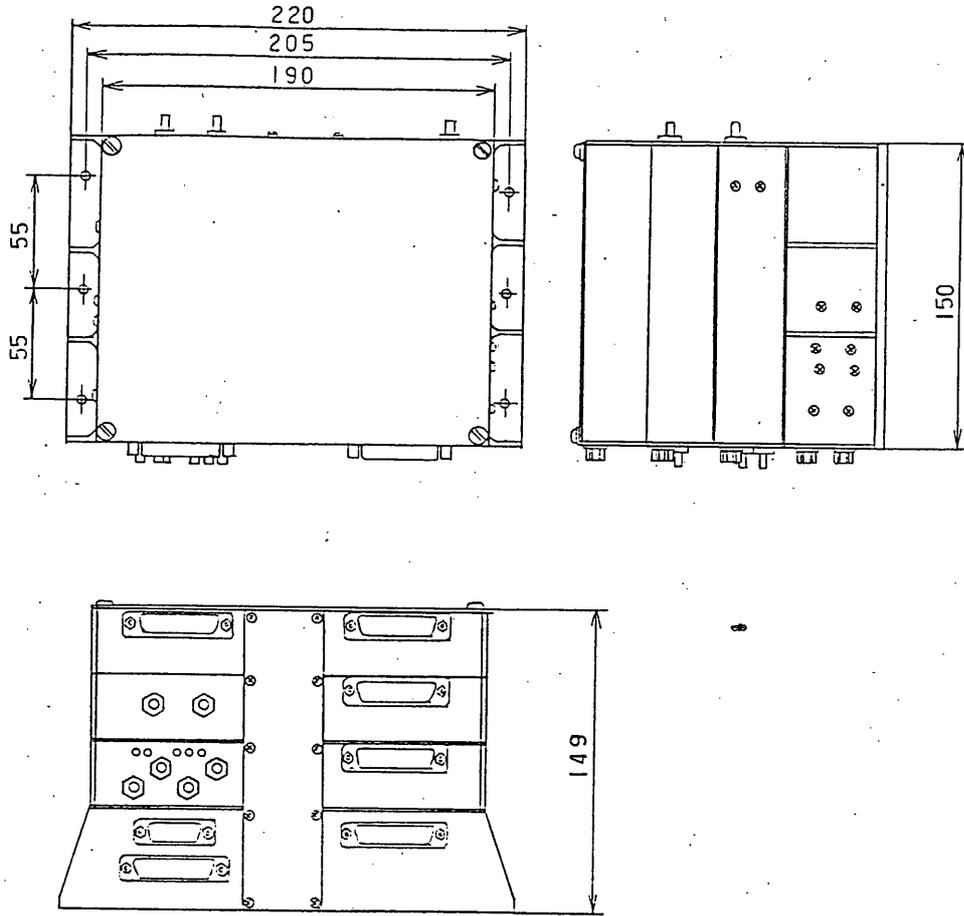


圖 5. 3 - 2 PCU外觀圖

表5.3-1 コマンド項目表

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				
			PCU		
7	0		BT HR 1 ON	マニュアル時にヒータ1オン	F 32n+5 B 4 F 32n+5 B 5
7	1		BT HR 1 OFF	マニュアル制御、ヒータ1オフ	〃
8	0		BT HR 2 ON	マニュアルヒータ2オン	F 32n+5 B 6 F 32n+5 B 7
8	1		BT HR 2 OFF	マニュアルヒータ2オフ	〃
7	2		BT HR AUTO	ヒータを自動制御	F 32n+5 B 4 B 6
8	2		BT CG AUTO	充電モードを自動で設定	F 32n+5 B 0
9	0		BT CG MANU	充電モードを手動で設定(トリクル充電モード)	〃
9	1		BT CG IM	中間充電モード	F 32n+5 B 2
9	2		BT CGT IR	トリクル充電モード	〃
A	0		BT CG FL	充電モードを手動で設定(MANUAL, FULL充電モード)	F 32n+5 B 1
A	1		BT CG PRIM	バッテリーにプライマリ充電ラインを接続	F 6 B 4
A	2		BT CG BKUP	バッテリーにバックアップ充電ラインを接続	〃
B	0		BT BT 1S	トリクル/フル動作 レベル1~4切換	F 6 E 0
B	1		BT BT 2S		F 6 B 1
B	2		BT BT RT		
C	0		UVC L1	UVC CONT ONかつ UVC レベル1	F 6 B 2 F 6 B 3
C	1		UVC L2	UVC CONT ONかつ UVC レベル2	
C	2		UVC OFF	UVC制御オフ	F 6 B 3
D	0		BT TEMP L1	高温充電トリクル レベル1設定	F 6 B 6
D	1		BT TEMP L2	高温充電トリクル レベル2設定	

表3.5-2 テレメトリ項目表

	F No.	信号名	レベル		
STATUS	F32n+5B0	BAT充電制御	1 0	AUTO MANUAL	
	F32n+5B1	BAT充電モード	1 0	トリクルOR中間 フル	
	F32n+5B2	BAT充電IM/TRIC	1 0	中間 トリクル	
	F32n+5B3	BAT充放電	1 0	CHG DISCHG	
	F32n+5B4	BATヒータ1制御	1 0	AUTO MANUAL	
	F32n+5B5	BATヒータ1	1 0	ON OFF	
	F32n+5B6	BATヒータ2制御	1 0	AUTO MANUAL	
	F32n+5B7	BATヒータ2	1 0	ON OFF	
	F6 B0	BAT VT 1	1 0	SET RESET	
	F6 B1	BAT VT 2	1 0	SET RESET	
	F6 B2	UVC レベル	1 0	1 2	
	F6 B3	UVC CONT	1 0	ON OFF	
	F6 B4	BAT充電ライン	1 0	PRIMARY BACK UP	
	F6 B5	BAT	1 0	ON (INT) OFF (EXT)	
	F6 B6	BAT CHG TEMP レベル	1 0	LEVEL 1 LEVEL 2	
		F No.	路号	内容	測定レンジ
HK	F2	BAT V	BAT電圧	0~30V	HK入力 0~3V
	F3	BAT I	BAT充放電々流	0~±10A	HK入力 0~3V
	SF2nF41	BAT 1	BATセル温度(1)	-50~+70℃	TL-4
	SF2n+1. F41	BAT 2	BATセル温度(2)	-50~+70℃	TL-19
	F2nF42	PCU	PCU温度	-50~+70℃	TL-5

## 5.4 蓄電池 (BAT)

宇宙科学研究所 後川研究室  
日本電気(株)

### 5.4.1 概要

BATはバッテリーセル15個(直列、1系統)及びセルゲミー1個より構成され、蓄電池の充放電はPCUを通して行われる。

BATは、日照時において太陽電池の余剰電力を蓄積し、日陰時及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、温度信号等を出力する。

### 5.4.2 電気的性能

- 1) 定格容量 : 19AH (角形, Ni-Cd 2次電池)
- 2) 出力電圧 : 15~24.5V
- 3) 出力インピーダンス: 400mΩ以下 (50Hz)
- 4) 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

BATはセルの膨張を抑えるためアルミの枠体で締めつけ、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、16個のバッテリーセル(セルゲミーを含む)を2個並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 : 16.8±0.8Kg
- 4) 外観図: 図5.4-2参照

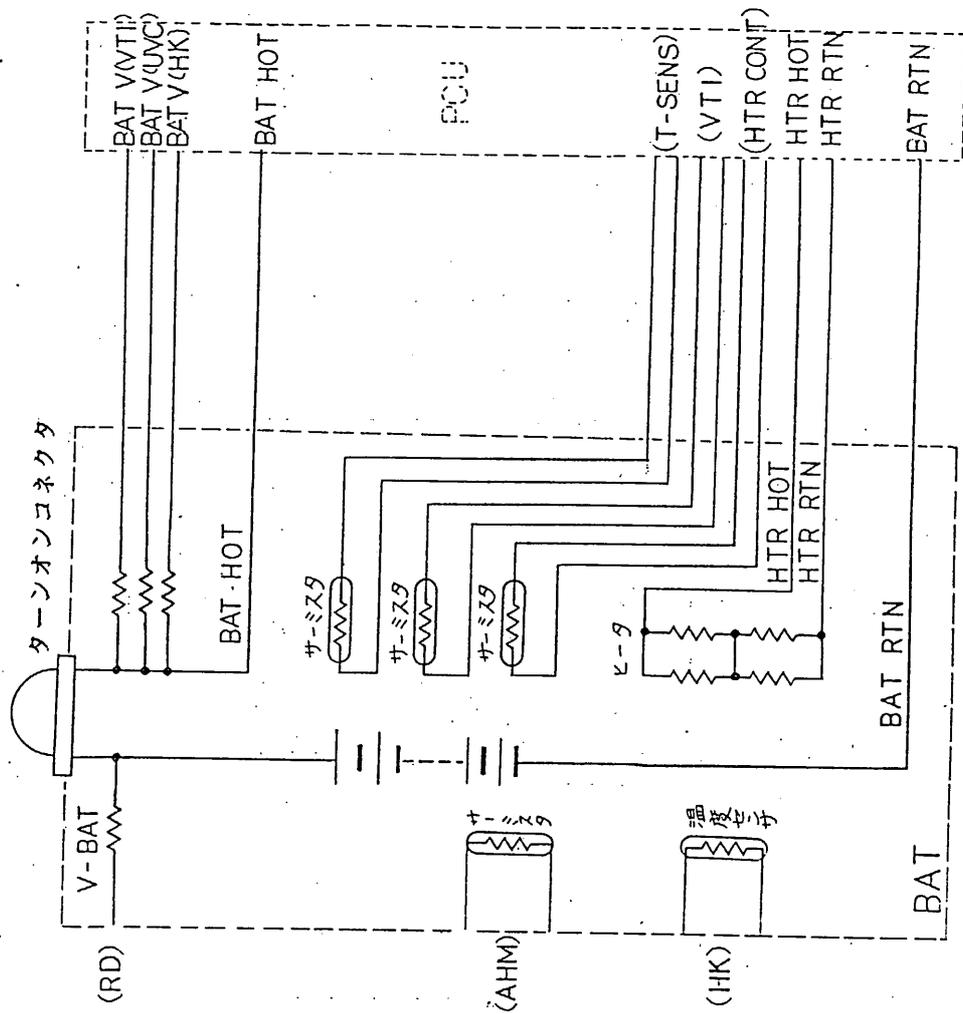


図5.4-1 BAT 機能ブロック図

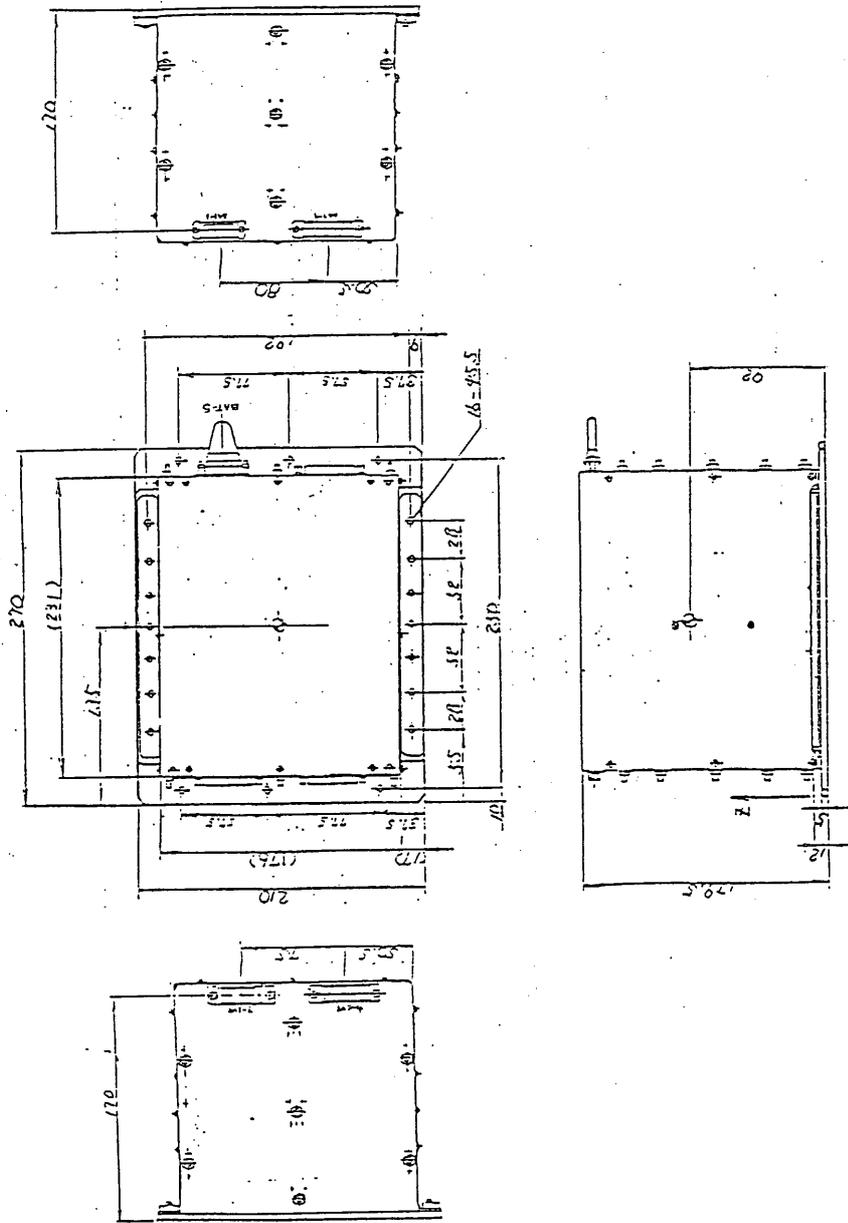


图 5. 4 - 2 B A T 外视图

## 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プ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) 電気的性能

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 ± 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。

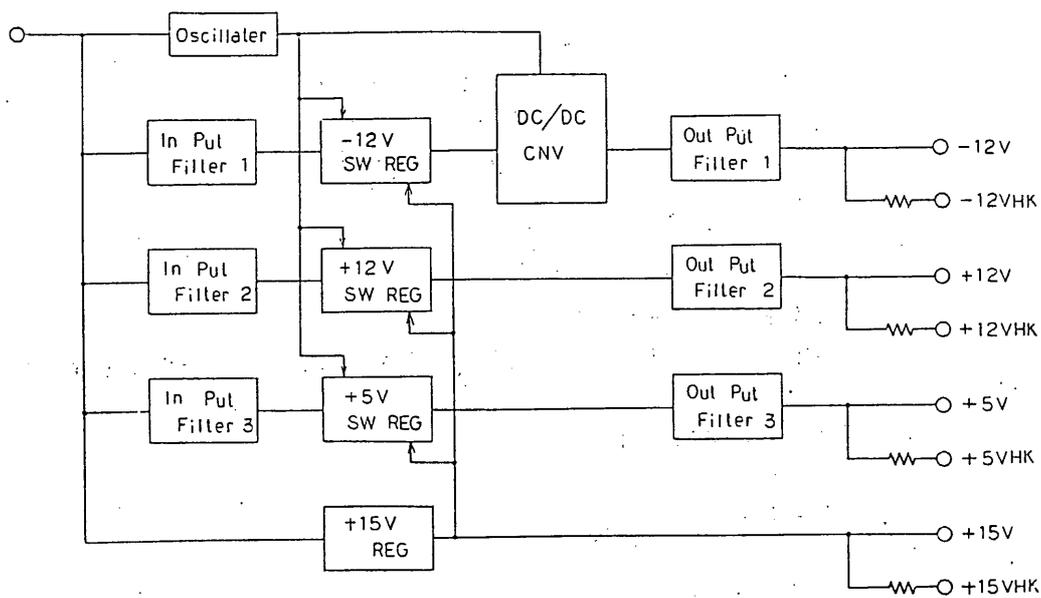


図 5. 5 - 1 CNV - A 機能ブロック図

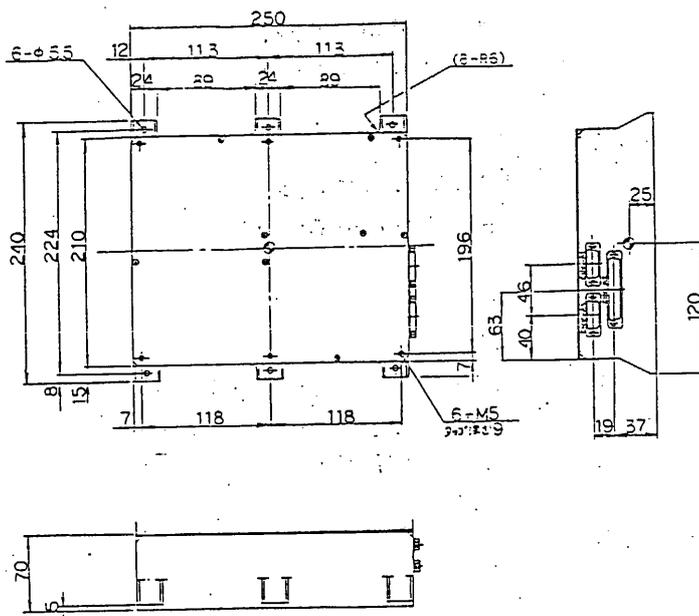


図 5. 5 - 2 CNV - A 外観図

### 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計っている。

##### 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

+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。

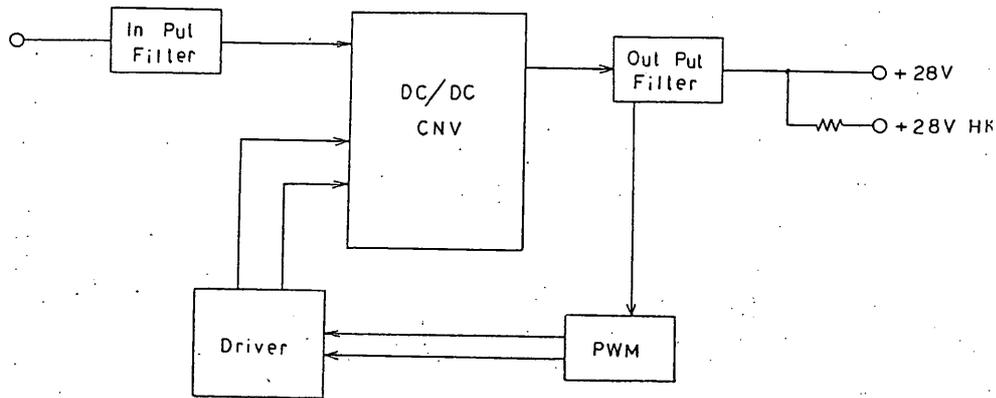


図5.5-3 CNV-B機能ブロック図

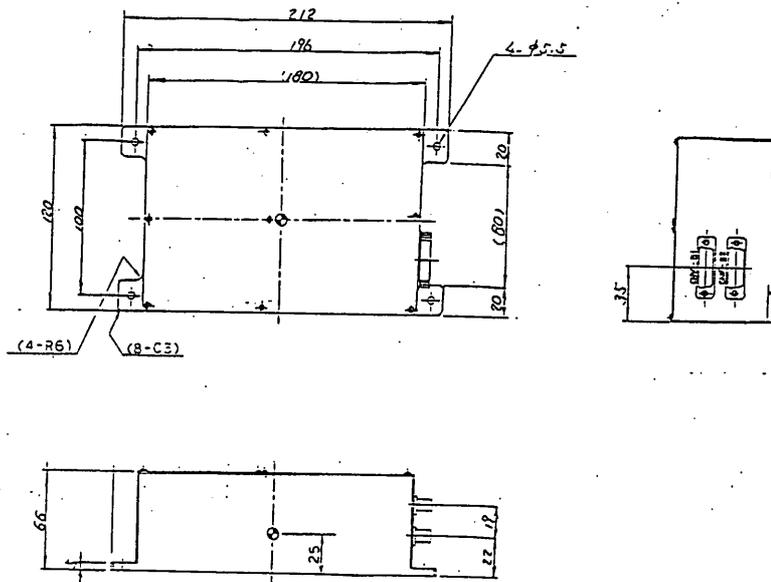


図5.5-4 CNV-B外観図

## 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。

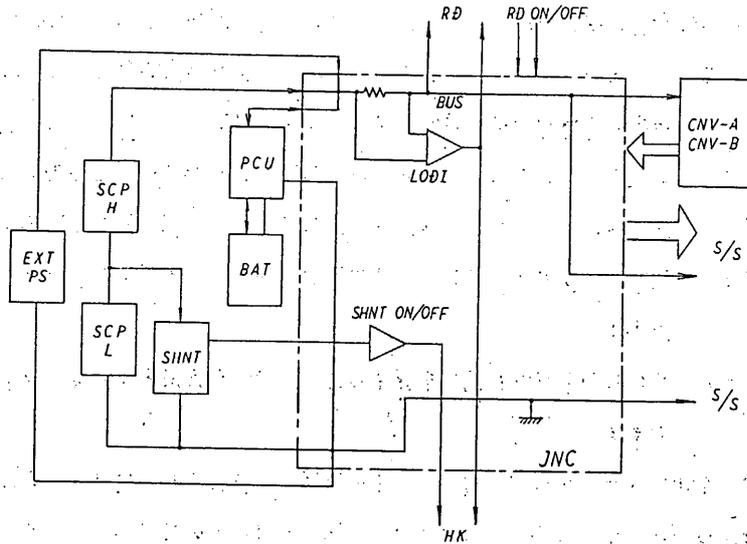


図5.6-1 JNC機能ブロック図

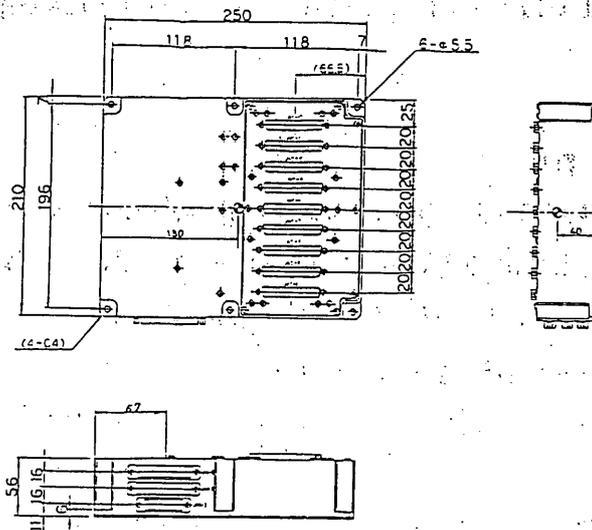


図5.6-2 JNC外観図

## 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 $\eta$ 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QD0D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 $\eta$ 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 $Q0D$ 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のバラレル信号として、 $i > 0$ 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充放電収支がつかなくな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。

$QB \geq Q0D$ 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 $Q0D$ 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。

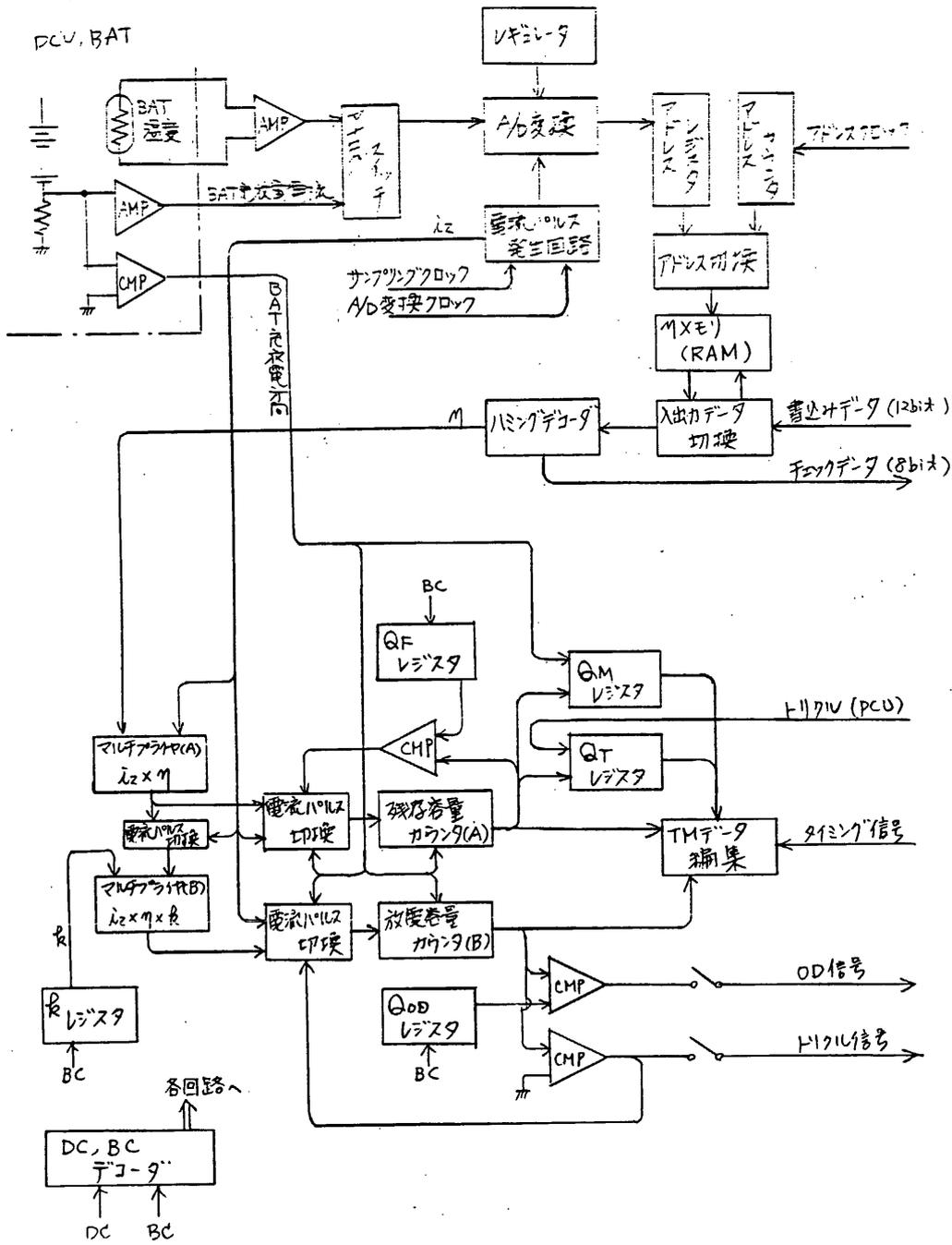


図5. 7-1 AHM 機能ブロック図

### 5.7.3 性能

#### 5.7.3.1 電氣的性能

- 1) 充放電電流計測範圍  
0A ~ 11.2A (PCU出力1.0V~8.0V)
- 2) 蓄電池セル温度計測範圍  
-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/リセット範圍  
0AH~25.5AH TLM/BC:8bit (0.1AH/1bit)
  - b) 上限設定範圍  
0AH~25.5AH 8bit (0.1AH/1bit)
- 5) カウンタB (制御)
  - a) 放電積算量表示/リセット範圍  
0AH~25.5AH TLM/BC:8bit (0.1AH/1bit)
  - b) 係数k設定範圍  
 $0 \leq k \leq 1$  8bit+1 (1/256 / 1bit)
  - c) ODレベル設定範圍  
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	レギュラによる動作確認
0	0	0	0	0		
1	0	0	0	1		
2	0	0	1	0		
3	0	0	1	1	QA 初期値リセット	S F 2nF7 W65 *
4	0	1	0	0	QF(フル充電量)リセット	S F 2nF39W65 *
5	0	1	0	1	QB 初期値リセット	S F 2nF8 W65 *
6	0	1	1	0	Q0D判定レベルリセット	S F 2n+1 F39W65 *
7	0	1	1	1	k(充電効率補正值)リセット	S F 2n+1 F40W65 *
8	1	0	0	0	カウンタA 充電係数 $\eta$	S F 2nF40W65 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	フレームワートビット	"1"	"0"
AHM-ON/OFF	F38W65B6	ON	OFF
OD, TRIC-CONT-ENA/DIS	F38W65B7	ENA	DIS

b) データ

	S F 2n	S F 2n+1
F7 W65	QA	QM
F8 W65	QB	QT
F39W65	QF	Q0D
F40W65	STATUS	k

ここで、

- QA---BAT残存容量計測値 (かん9A)
- QB---BAT放電容量計測値 (かん9B)
- QM---最大放電時の残存容量 (かん9A)
- QT---PCUトリクル信号出力時の残存容量 (かん9A)
- QF---BATフル充電時の容量 (かん9A 用にBCでセット)
- Q0D---軽負荷要求信号出力レベル (かん9B 用にBCでセット)
- k---充電効率補正值 (かん9B 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
- $\mu$ ---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	かん9A 計測範囲	QF で停止	QF 以上計測
B3	k	$0 \leq k \leq 255/256$	k = 1
B4	かん9B 充電係数	$\eta k$	k
B5	" A "	$\eta$	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。

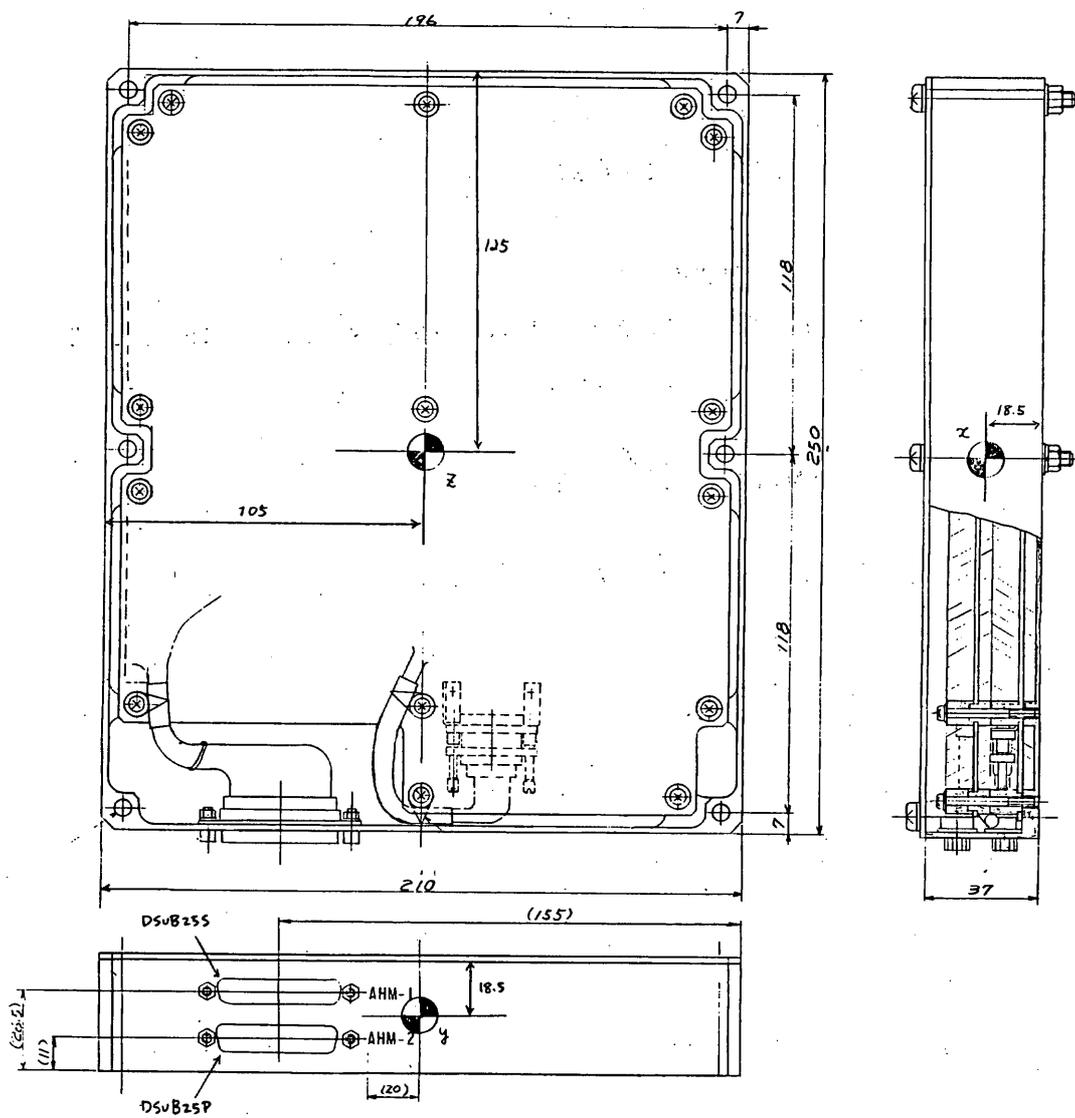


图5.7-2 AHM 外觀圖

## 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： $1.43 \text{ Amax} / 1 \text{ 素子}$
- 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 : 280×330×27H (mm)
- b) 重量 : 1.4±0.3Kg
- c) 外観図: 図5.8-2参照

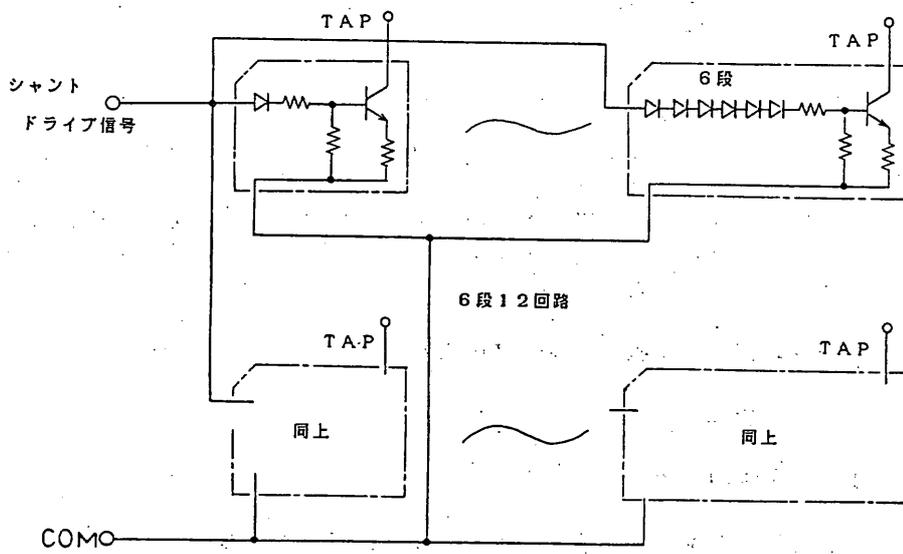


図5.8-1 SHNT機能ブロック図

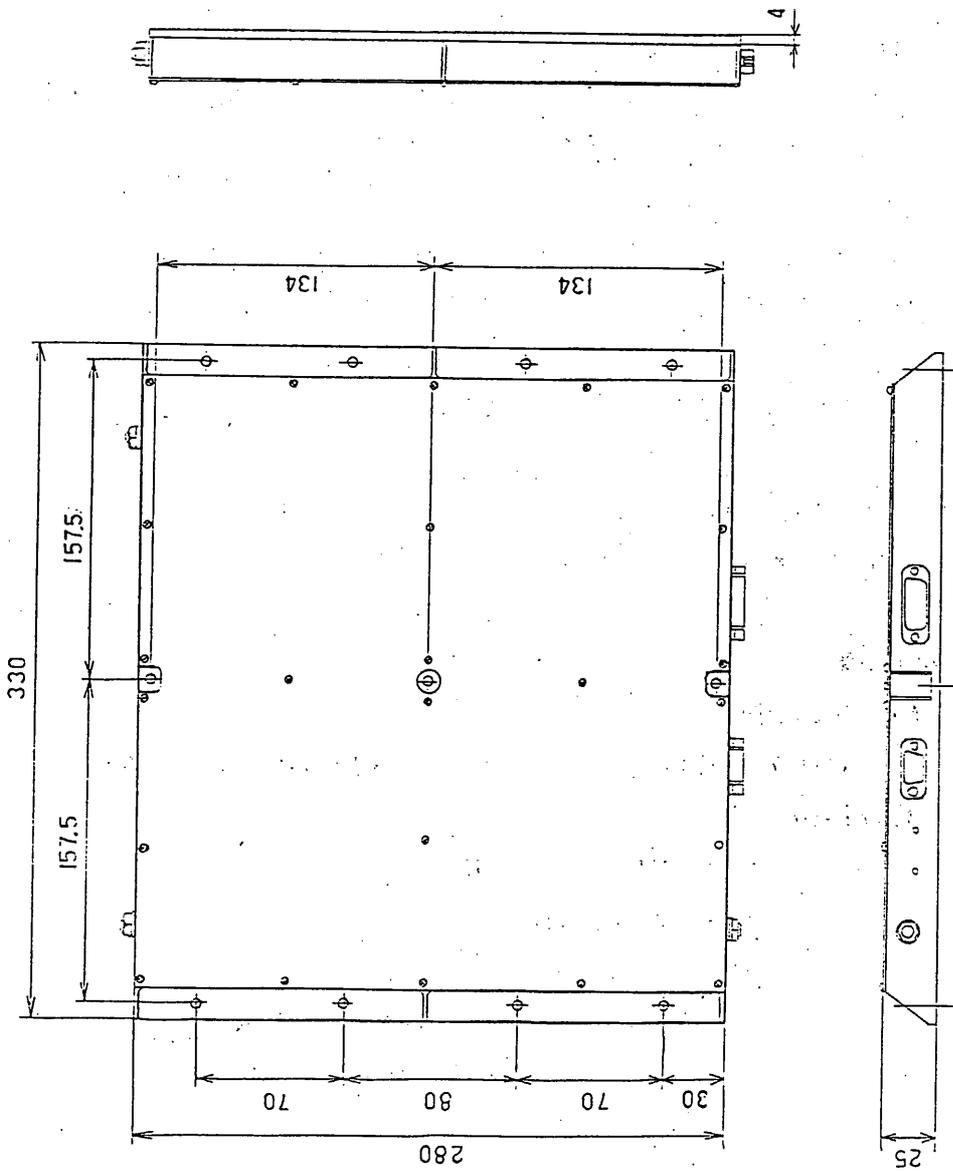


图 5. 8 - 2 SHNT 外觀圖

## 5.9 電力解析

宇宙科学研究所 後川研究室  
日本電気(株)

### (1) 概要

ASTRO-Cは、軌道投入後、タイマーにより非可視中にまもなくパドル展開を行うので、打ち上げ初期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、遠日点かつ最大日陰の最悪条件時でも太陽角 $\theta_s = 45^\circ$ の観測の電力収支は満足でき、その他の条件では十分満足できると思われる。

このとき、バッテリー放電深度D.O.D.は約25%であるが、運用制限あるいは消費電力削減により、さらにD.O.D.を小さくすることを検討中である。

なお、サブシステムの消費電流の見直し結果および運用条件の詳細が決定したところで、改めて解析を行う予定である。

### (2) 解析条件

#### 1) 打ち上げ時期

1987年2月14日 15:15 JST (6:15 UT)

#### 2) 軌道条件

$$a = 6889.56 \text{ Km}$$

$$e = 0.004617$$

$$i = 31.3523^\circ$$

$$\Omega = 33.0940^\circ \quad (\text{GWMよりの角度})$$

$$\omega = 96.7390^\circ$$

$$H_a = 543.20 \text{ Km}$$

$$H_p = 479.59 \text{ Km}$$

$$P = 94.8 \text{ 分}$$

### 3) 日陰率

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

太陽電池発生電力を図5.9.2(1/3~3/3)に示す。

図5.9.2(1/3)は BOL(打ち上げ時)

図5.9.2(2/3)は 遠日点(7月4日)

図5.9.2(3/3)は EOL(1年後)

### 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

運用モード別消費電力表を表5.9.2(1/2~2/2)。

ただし、BUS電圧20V換算の値である。

それぞれの運用モードの概要を表5.9.3(1/2~2/2)に示す。

### 7) 電源系ブロック図

ASTRO-Cの電源系ブロック図を図5.9.3に示す。

# ASTRO-C

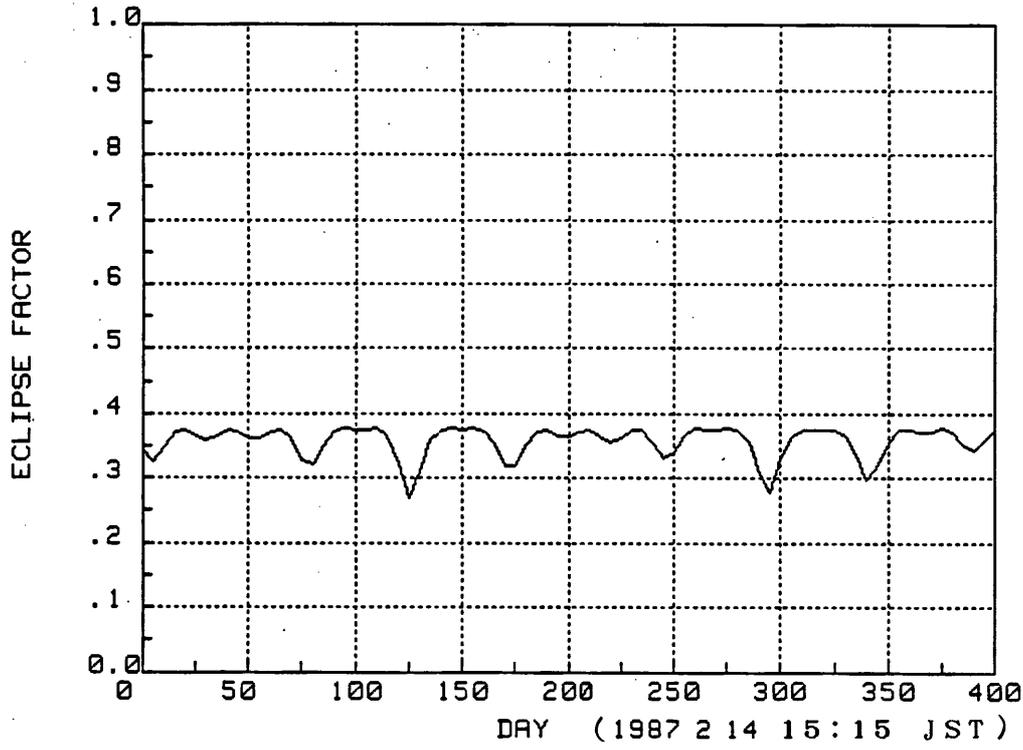


图5.9.1 日陰率予測

図5.9.2 太陽電池発生電力 (1/3)

• BOL (2月14日)  
 •  $V_{BUS} = 25.5V$

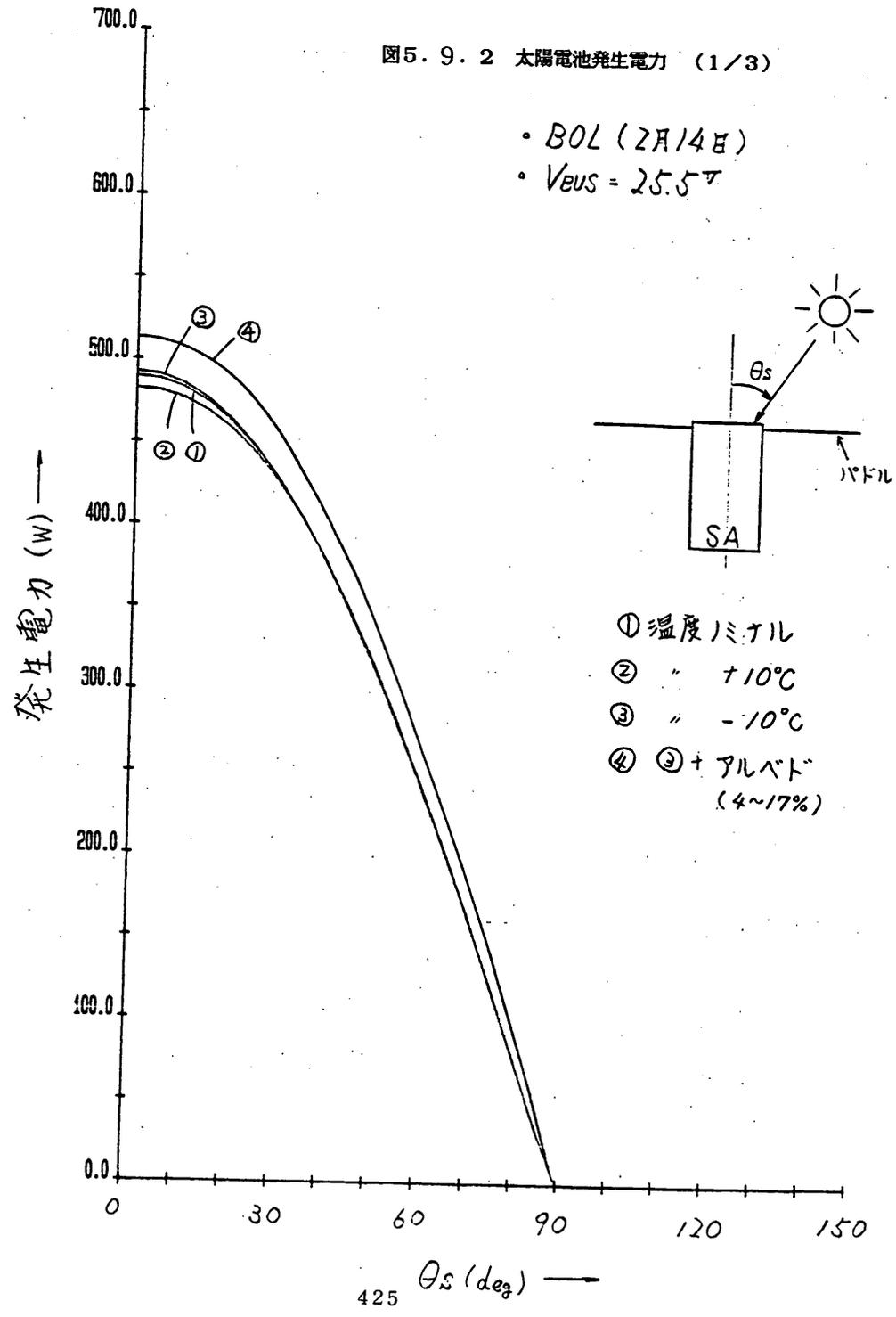


图5.9.2 太陽電池発生電力 (2/3)

- 遠日点 (7月4日)
- $V_{BUS} = 25.5V$

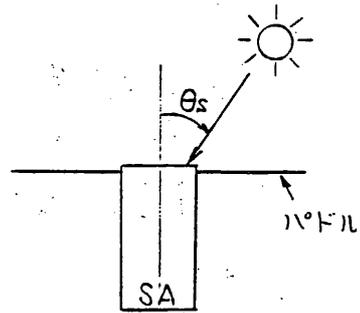
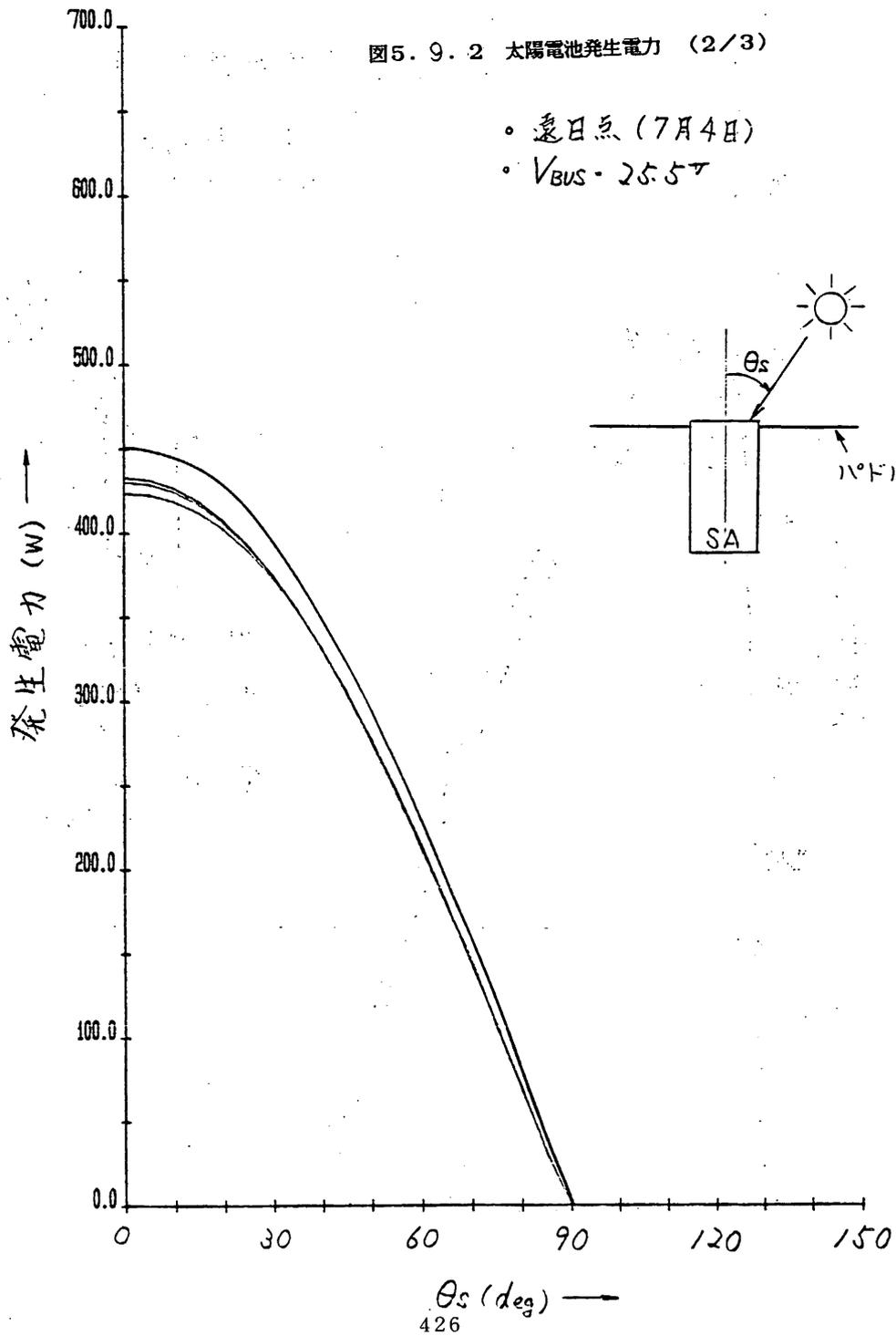


図5.9.2 太陽電池発生電力 (3/3)

• EOL (2月14日)

•  $V_{BUS} = 25.5V$

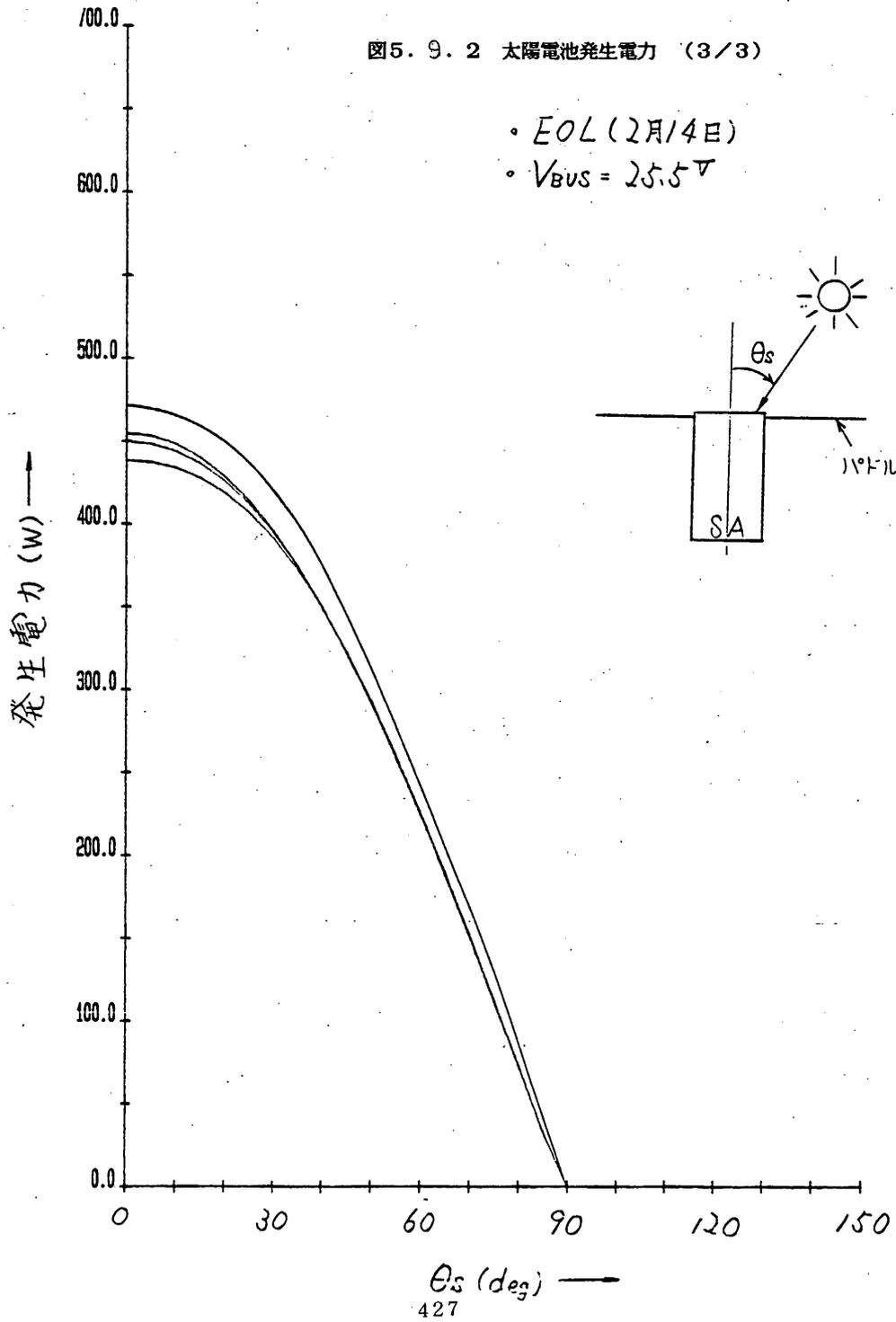


表5.9.1 ASTRO-C サブシステム別消費電力一覧表 (1/4)

SUBSYSTEM	MODE	+5V		+12V		-12V		+28V		TOTAL (W)	BUS(+20V) (W)
		(mA)	(W)	(mA)	(W)	(mA)	(W)	(mA)	(W)		
PCU	101 ON	20	0.10							0.10	25
	201 HTR OFF									0	0.00
	202 HTR1 ON									0	0.00
	203 HTR2 ON									0	14.20
JNC	301 ON	15	0.08	10	0.12	10	0.12			0.32	10
	401 OFF	0	0.00	0	0.00	0	0.00			0.00	
AHM	402 ON	3	0.02	12	0.14	4	0.05			0.21	
	501 ON			140	1.68	140	1.68			3.36	
TCU	601 ON	35	0.18	105	1.26	100	1.20			2.64	
	701 ON	15	0.08	28	0.34	18	0.22			0.63	
DP	702 max	30	0.15	37	0.44	27	0.32			0.92	
	801 STBY	0	0.00	0	0.00					0.00	
BOR	802 REC 512	360	1.80	0	0.00				0	0.00	
	803 REC 2K	360	1.80	0	0.00				86	2.41	
	804 REC 16K	360	1.80	0	0.00				93	2.60	
	805 REP 65K	360	1.80	0	0.00				111	3.11	
	806 REP 131K	360	1.80	0	0.00				186	5.21	
	901 OFF	0	0.00	0	0.00	0	0.00		300	8.40	
HK	902 ON	220	1.10	17	0.20	85	1.02			2.32	
	1001 OFF			0	0.00					0.00	
EPT-SA	1002 ON			40	0.48					0.48	
	1003 max			450	5.40					5.40	

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)
TNS-SA	1101 OFF	0	0.00	0	0.00	0	0.00			0.00		
	1102 1-ON	125	0.63	160	1.92	70	0.84			3.39		
	1103 2-ON	125	0.63	180	2.16	90	1.08			3.87		
	1104 CAL-ON	130	0.65	240	2.88	150	1.80			5.33		
SBR-A	1201 ON									0	200	4.00
	1202 max									0	250	5.00
SBR-B	1301 ON									0	200	4.00
	1302 max									0	250	5.00
TMS	1401 OFF			0	0.00					0.00		
	1402 LOW			216	2.59					2.59		
	1403 HI			300	3.60					3.60		
TMU	1501 OFF			15	0.18					0.18		
	1502 ON			320	3.84					3.84		
ACE	1601 OFF			10	0.12	0	0.00			0.12		
	1602 ON			280	3.36	60	0.72			4.08		
	1603 MTQ			280	3.36	60	0.72	40	1.12	5.20		
	1701 OFF	0	0.00							0.00		
SSAS	1702 ON	2	0.01							0.01		
	1801 OFF	0	0.00	0	0.00	0	0.00			0.00		
NSAS	1802 ON	110	0.55	155	1.86	8	0.09			2.50		
	1901 OFF	1	0.01	0	0.00	0	0.00			0.01		
CAS	1902 ON	1	0.01	70	0.84	40	0.48			1.33		

表5.9.1 サブシステム別消費電力一覧表 (3/4)

ASTRO-C

SUBSYSTEM	MODE	+5V		+12V		-12V		+28V		TOTAL (W)	BUS(+20V)	
		(mA)	(W)	(mA)	(W)	(mA)	(W)	(mA)	(W)		(mA)	(W)
STT-X	2001 OF (HTR OF)	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.01	0.01		
	2002 ON	340	1.70	225	2.70	305	3.66	9	0.25	8.31		
	2003 TH CON	340	1.70	225	2.70	305	3.66	190	5.32	13.38		
	2004 max	340	1.70	225	2.70	305	3.66	600	16.80	24.86		
	2005 OF (HTR ON)	0	0.00	253	3.04	423	5.08			8.11		
STT-Y	2101 OF (HTR OF)	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.01	0.01		
	2102 ON	340	1.70	225	2.70	305	3.66	9	0.25	8.31		
	2103 TH CON	340	1.70	225	2.70	305	3.66	190	5.32	13.38		
	2104 max	340	1.70	225	2.70	305	3.66	600	16.80	24.86		
	2105 OF (HTR ON)	0	0.00	253	3.04	423	5.08			8.11		
TRU	2201 HTR ON	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0		0.00	340	6.80
	2202 LOOP ON	80	0.40	125	1.50	125	1.50			3.40	765	15.30
	2203 CH SEL	80	0.40	125	1.50	125	1.50			3.40	765	15.30
	2204 MTR STRT	80	0.40	125	1.50	125	1.50			3.40	1990	39.80
	2205 MTR RUN	80	0.40	125	1.50	125	1.50			3.40	990	19.80
HW/WDE	2301 OFF							0	0.00	0.00		
	2302 WDE ON							243	6.80	6.80		
	2303 MW ROT							514	14.39	14.39		
	2304 max							1575	44.10	44.10		
	2305 HTR ON							250	7.00	7.00		
BFM	2701 OFF	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0.00		
	2702 ON	180	0.90	15	0.18	15	0.18	1	0.03	1.29		
	2703 TRANS	880	4.40	150	1.80	150	1.80	5	0.14	8.14		
	2704 WRITE	880	4.40	25	0.30	25	0.30	5	0.14	5.14		
	2705 SEARCH	880	4.40	230	2.76	260	3.12	5	0.14	10.42		







表 5.9.3 運用モードの概要 (1/2)

NO	モード	内 容	継続時間	$\theta$ s
1	LAUNCH 1	打ち上げモード 1 打ち上げ～YOYO展開, パドル展開 EPT-SA・INS-SA ON, TMS HI, BDR REC16K IRU HTR ON	～10分	45°
2	LAUNCH 2	打ち上げモード 2 ～LAUNCH 3まで EPT-SA, INS-SA OFF	～30分	45°
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 LOW, BDR REC 2K, BAT・STT・MW HTR ON ACE ON	1 日	45°
4	INI.1	初期運用モード 1 BDR STBY, PI STBY	数日	45°
5	INI.2	初期運用モード 2 磁気制御開始 MTQ ON BDR REC 2K	数日	0 ～45°
6	INI.3	初期運用モード 3 ～ホイール制御 WDE ON, IRU MTR RUN STT ON (HTR OFF)	数日	0 ～45°
7	NOMI.1	定常運用モード 1 ホイール制御 MTR RUN, STT TH CON 但し, PI STBY	数日～	0 ～45°



表5.9.3 運用モードの概要 (2/2)

NO	モード	内 容	継続時間	$\theta$ s
8	NOMI.2	定常運用モード2 PI すべて ON (LAC,ASM,GBD)	数日～	0 ~45°
9	NOMI.3	定常運用モード3 LAC STBY (高圧 OFF)	数日～	0 ~45°
10	NOMI.4	定常運用モード4 KSC上空 BDR REP65K(or131K),TMS HI 必要に応じ BFM ON	約10分	0 ~45°
11	SAFE	セーフホールドモード IRU OFF(HTR ON),MW STOP,MDE OFF(HTR OFF),PI OFF 必要に応じ NSAS OFF,STT OFF(HTR ON)	数日～	0 ~45°

### (3) 電力収支

#### 1) 打ち上げ初期

ASTRO-Cは、軌道投入後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PLは、60.1W (BUS電圧18V換算)である。(LAUNCH 1)

パドル展開までを10分とすると、BATの放電深度は約3%となり、問題ない。

また、電力収支は、打ち上げから初期運用まで (LAUNCH 2~INI.3)は十分満足できる。

#### 2) 定常観測モード

定常観測モード (NOMI.2)では、日陰時、負荷電力PLは146.7W (BUS電圧18V換算)で、最大日陰時間HD = 35.8分とすると、BATの最大放電深度は25.6%である。

日照時の太陽電池発生電力Pscは、ミッション期間中最小となる遠日点 (7月4日)で $\theta_s = 45^\circ$ の時、アルベド2%を見込んで、311.6W (ただし、BUS電圧25.5V)である。

また、負荷電力PLは156.4W (BUS電圧25.5V換算)である。

この時、IBATC = 6.3Aのフル充電が可能で、余剰電力はシャントされる。

電力収支は、

$$\frac{146.7}{18} \times \frac{35.8}{60} < 0.9 \times 6.3 \times \frac{59}{60}$$

I BATD                  HD                  I BAT                  I BATC                  HC

HD; 放電時間  
HC; 充電時間

より、満足できる。

また、この他にも電力収支は満足できることが予想される。



## 第VI章 構造設計と熱設計



# 6.1 構造設計

宇宙科学研究所 小野田研究室  
日本電気(株)

## 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) 太陽電池パドル展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 機器配置一覽表

	センターバネル(1)	センターバネル(2)	センターバネル(3)	センターバネル(4)	センターバネル 中央部	バスバネル	上部バネル	口内、上結合部 中央部	側面バネル	太陽電池 パネル
電源系	CNV-B IG-PS			PCU CNV-A JNC, AHM			BAT			SHNT-1~4
アナ系						SANT-B, SSW SDIRA, USW SDIRB	SANT-A UANT-A UPD-A	UANT-B UPD-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		X3A-S NRS-S		V5-S V6-S		
姿勢系			NSAS-E ACE WDE IRU-E	STT-XE STT-YE MTQ-Z WHL-SMT	STT-XS STT-YS	IRU-S SSAS-S SSAS-E GAS-E Y0-Y0-1-2 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			

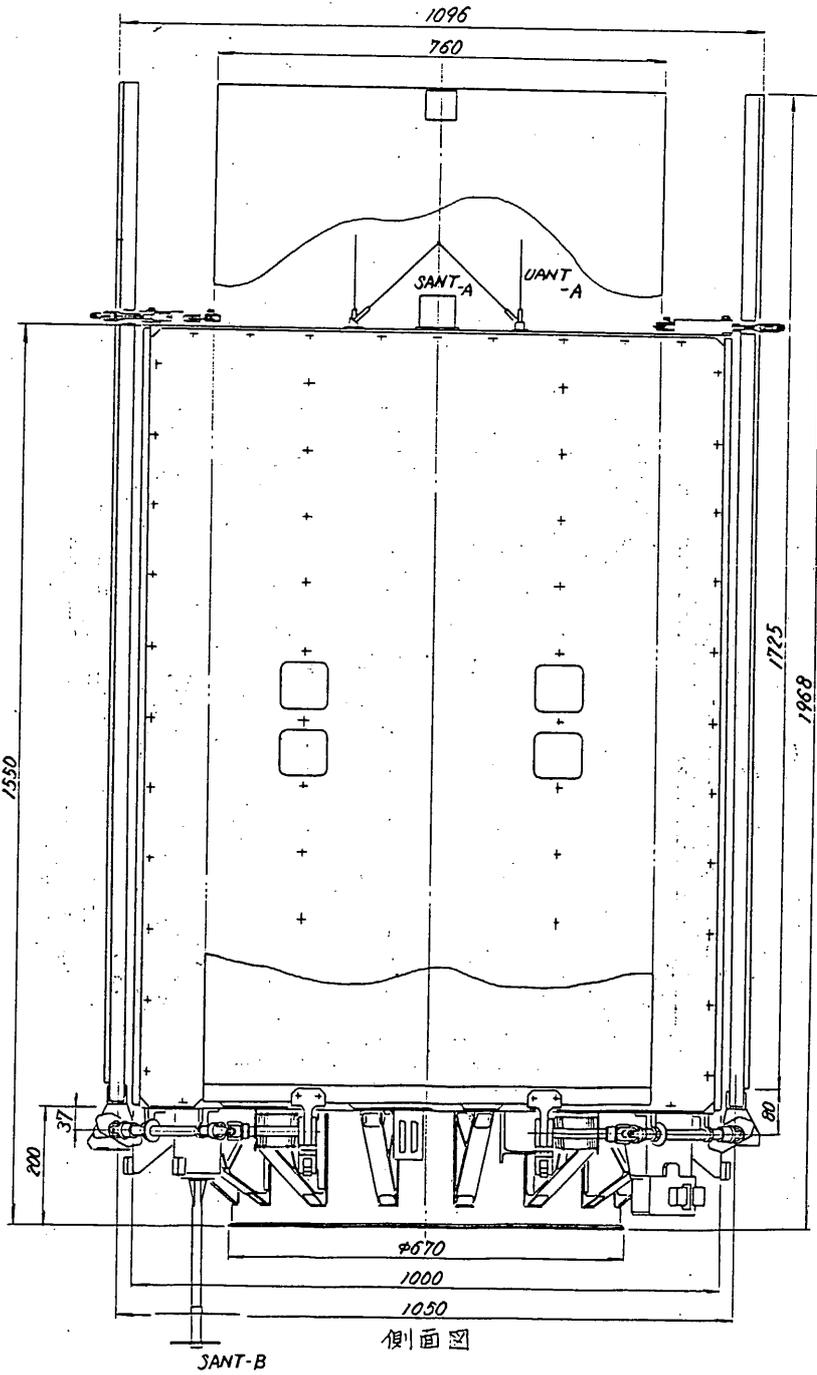


圖 6.1-1 (1/11) ASTRO-C 機器配置圖

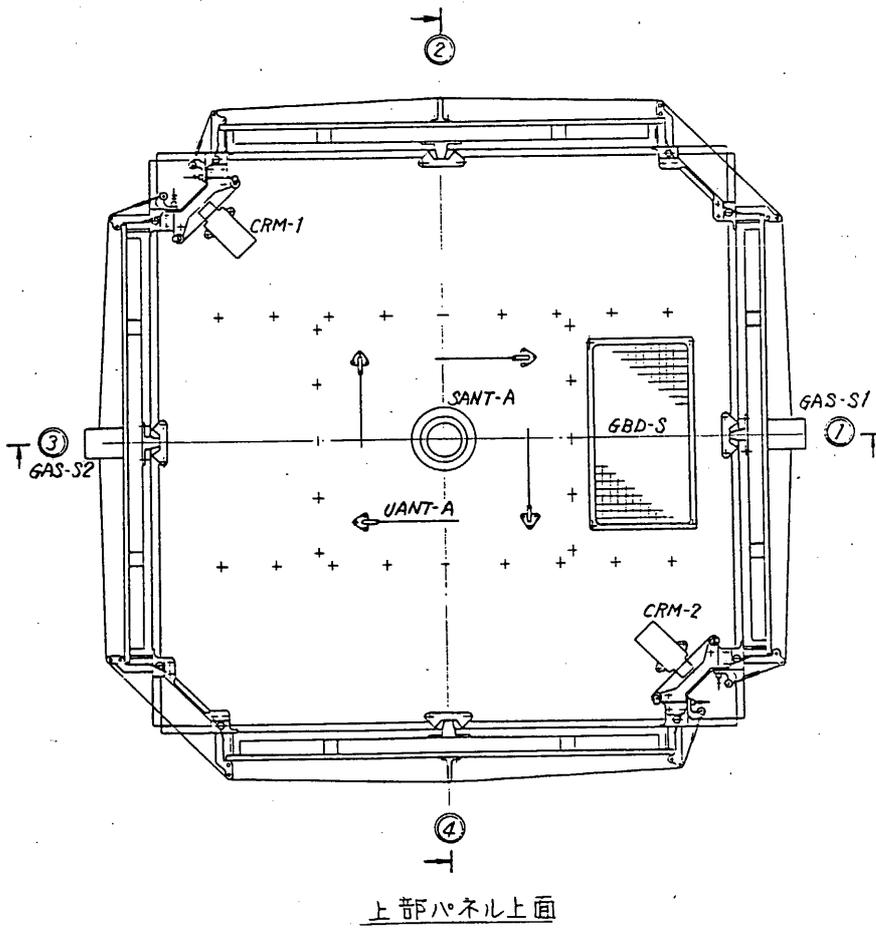
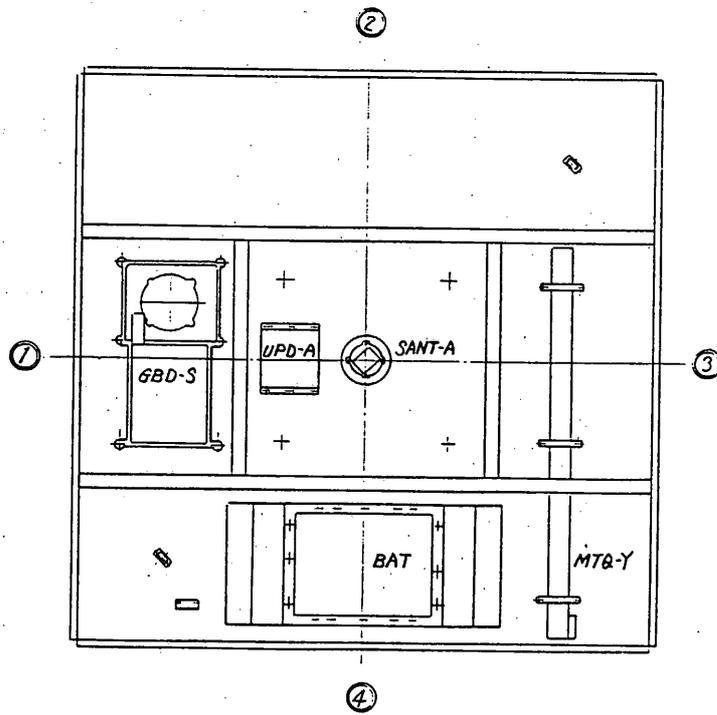
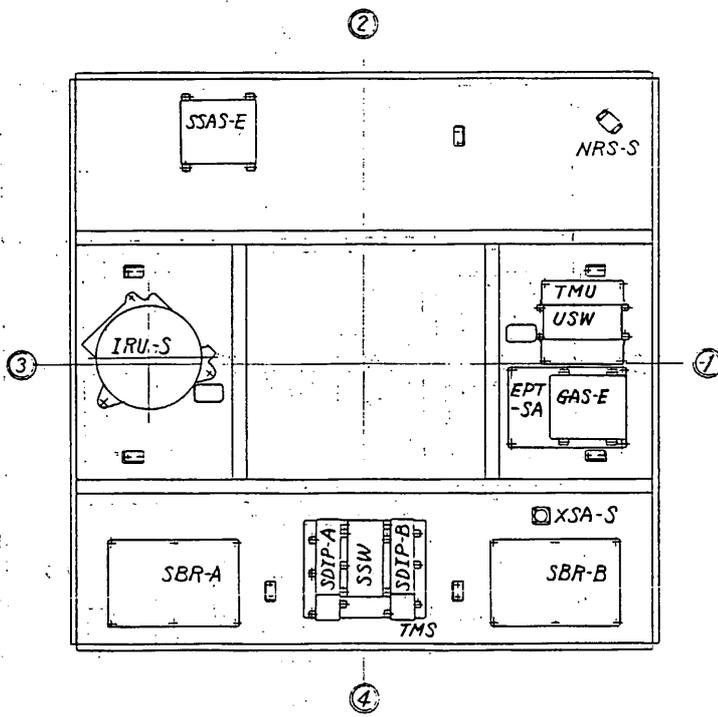


図6.1-1(2/1) ASTRO-C 機器配置図



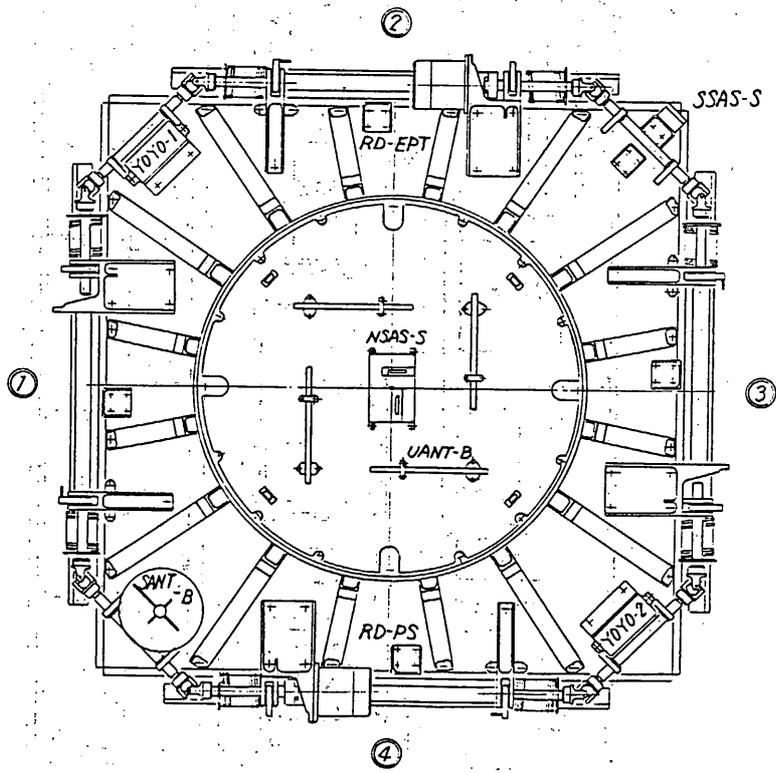
上部パネル下面

図6.1-1(3/1) ASTRO-C 機器配置図



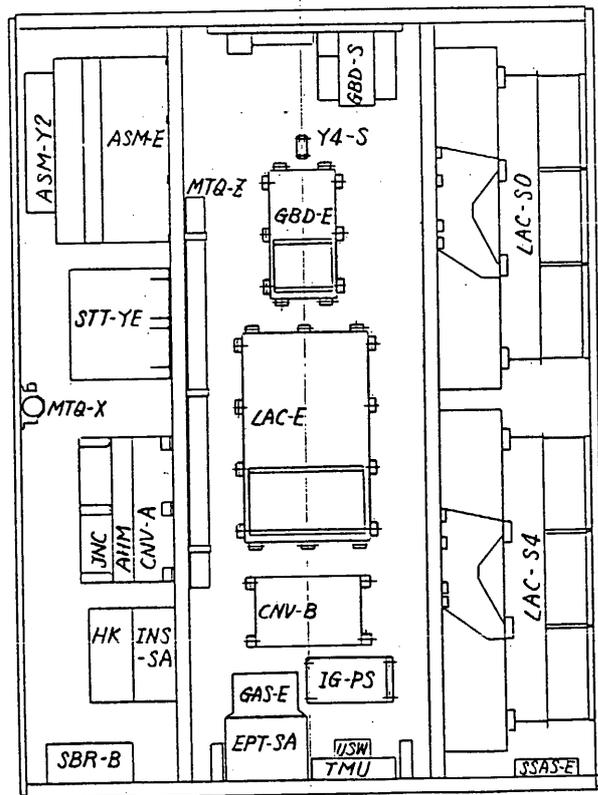
マスパネル上面

図6.1-1(4/1) ASTRO-C 機器配置図



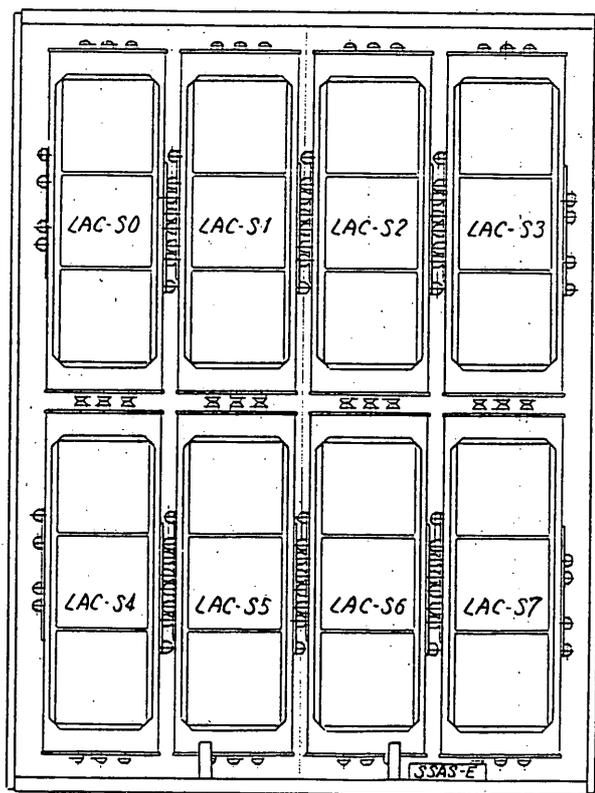
ベースパネル下面

図6.1-1(2/1) ASTRO-C 機器配置図



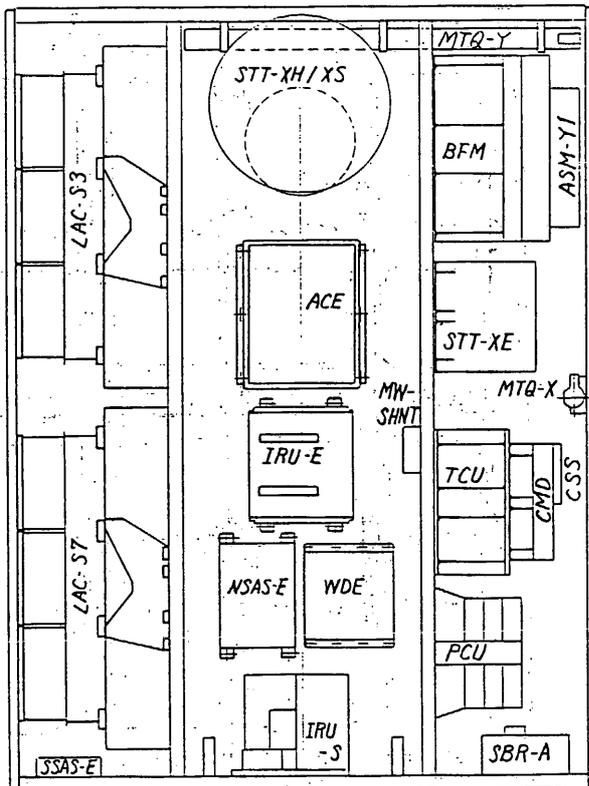
センターパネル(1)

図6.1-1(6/11) ASTRO-C 機器配置図



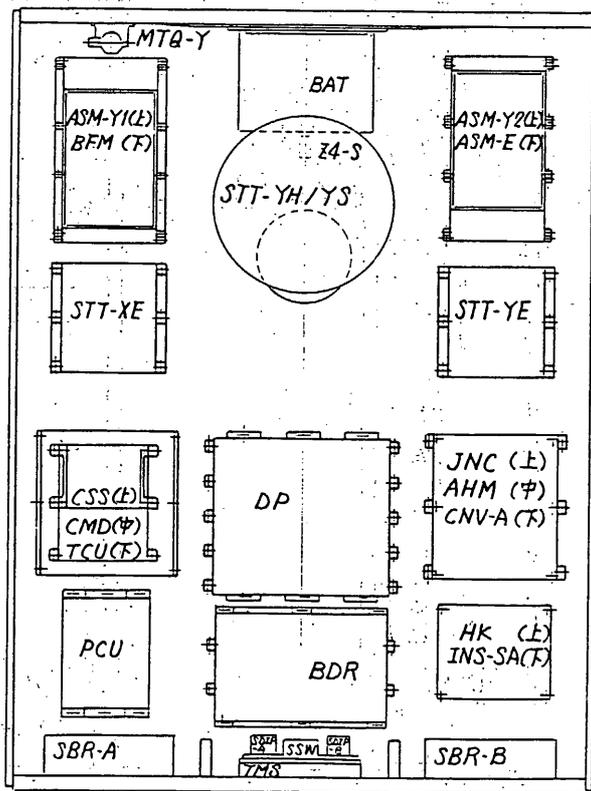
センターパネル(?)

図6.1-1(7/11) ASTRO-C 機器配置図



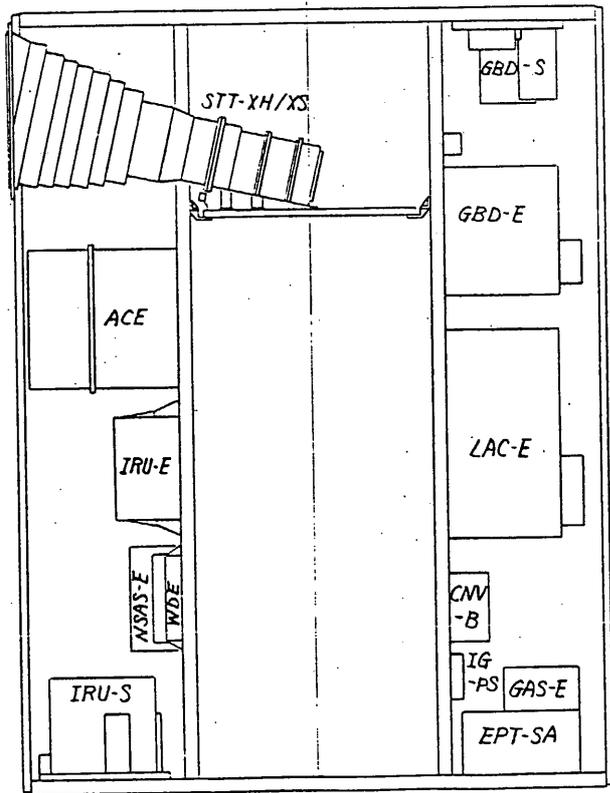
センターパネル(3)

図6.1-1(8/11) ASTRO-C 機器配置図



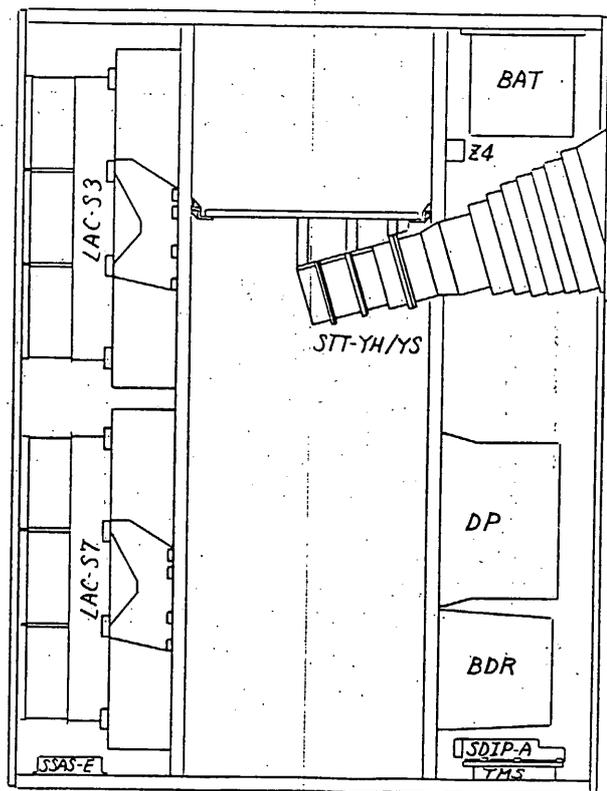
センターパネル(4)

図6.1-1(9/11) ASTRO-C 機器配置図



① ③ 断面

图6.1-1(10/11) ASTRO-C 機器配置图



② ④ 新画

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	$3 \times 10^{-2}$ $G^2/Hz$	試験時間 1min 3.13 Grms
40~ 99	-12 dB/oct	
99~ 422	$8 \times 10^{-4}$ $G^2/Hz$	
422~ 700	12 dB/oct	
700~ 2000	$6 \times 10^{-3}$ $G^2/Hz$	

横方向

周波数範囲(Hz)	試験レベル	備考
20~ 50	$1 \times 10^{-2}$ $G^2/Hz$	試験時間 1min/軸 2.85 Grms
50~ 76	-18 dB/oct	
76~ 510	$8 \times 10^{-4}$ $G^2/Hz$	
510~ 1000	9 dB/oct	
1000~ 2000	$6 \times 10^{-3}$ $G^2/Hz$	

(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

太陽電池パ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 Kgfm

(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  $\geq 25$  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 ハニカムサンドイッチ板である。

(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 ハニカムサンドイッチ板である。

(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 ハニカムサンドイッチ板である。

(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 ハニカムサンドイッチ板である。



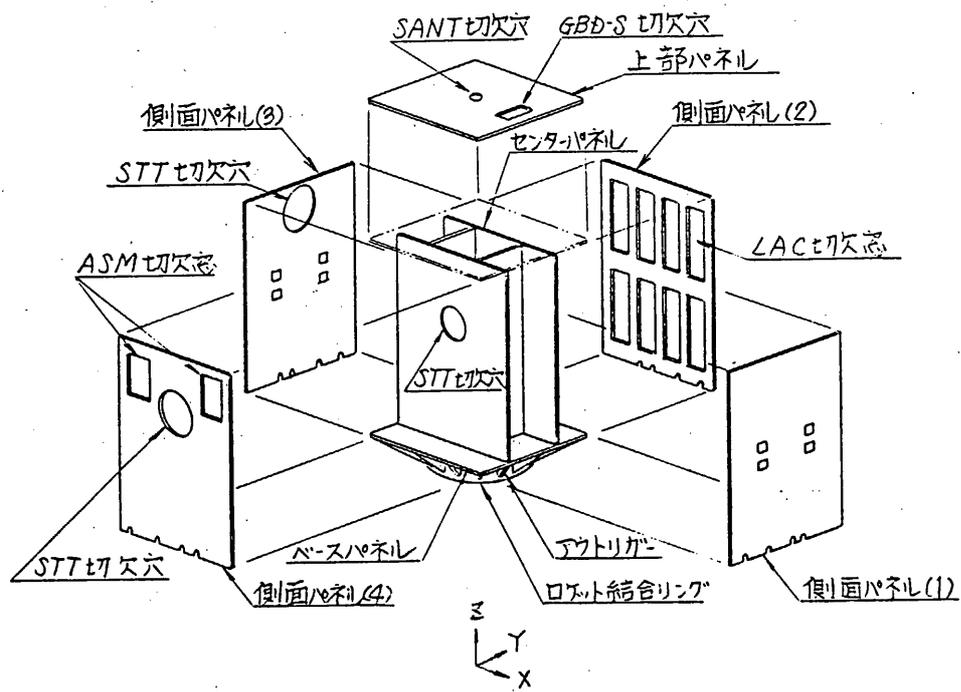


図 6.1-3 構体部材構成図

### 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 4315 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 の組み合わせ）
- (d) 3 段目燃焼時（推力圧縮 15 G, スピン 132 rpm の組み合わせ）

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 <sup>2</sup> )	許容応力 (Kgf/mm <sup>2</sup> )	破壊モード	安全率(強度率)
ケット結合リング	3.63 1.83	17.6 10.7	圧縮座屈 剪断 //	3.30
アトリカー	4.51	5.3	圧縮座屈	1.18
内部アトリカー	4.01	7.75	//	1.93
ベースパネル	5.35	17.7	リンクング	3.31
センターパネル(1)	8.21	25.0	//	3.05
センターパネル(2)	10.7	28.9	//	2.70
センターパネル(3)	7.14	25.0	//	3.50
センターパネル(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 <sup>2</sup> )	許容応力 (Kgf/mm <sup>2</sup> )	試験条件
ワット結合リング	4.04	17.6	(e)
アトリカー	5.34	6.17(注)	(e)
内部アトリカー	4.91	7.75	(e)
ベースパネル	3.69	17.7	(c)
センターパネル(1)	7.25	25.0	(c)
センターパネル(2)	7.32	28.9	(e)
センターパネル(3)	4.93	25.0	(e)
センターパネル(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
センターパネル(1)	9.5	1.18	16.0	2.37	2.5	0.63
センターパネル(2)	6.3	1.44	3.7	1.44	6.1	2.07
センターパネル(3)	18.0	1.53	9.6	1.74	7.0	1.13
センターパネル(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	面内/面外	応答加速度 (G)
ベースパネル	面外	25.4
センターパネル(1)	面内	28.6
センターパネル(2)	面内	29.3
センターパネル(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(株)

### 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  $0\sim 60^{\circ}\text{C}$ （従来の相当品は  $-20\sim 55^{\circ}\text{C}$ ）。

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。

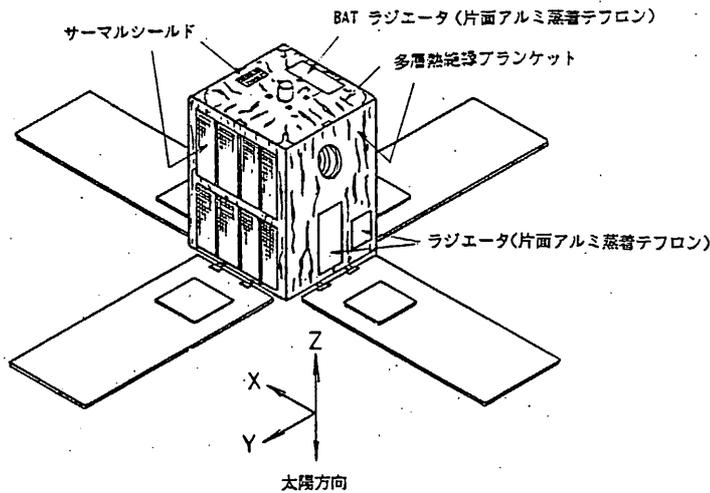
しかし、検討の結果下記の対策を講じることにより、各搭載機器の要求温度範囲を維持できることが判明した。

- \* 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遮断。
- \* 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。

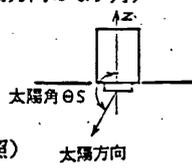


(注) ヒータは機器に内蔵されている

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 $\theta_S$ (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	BAT	0 ~ 25 °C
	MW	0 ~ 60 °C
	LAC-S0~S7, ASM-Y1, Y2, GBD-S	観測時 -20 ~ 50 °C 非観測時 -30 ~ 50 °C
	LAC-E, GBD-E	-25 ~ 50 °C
	ASM-E, BDR, BFM	-30 ~ 50 °C
	STT-XS, STT-YS	-26 ~ 53 °C
	CMD	-20 ~ 50 °C
IRU-E	-20 ~ 55 °C	
その他の殆どの機器	-30 ~ 60 °C	
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 $\theta_s$ の変化（ $135 \sim 180 \text{ deg}$ ）により、約  $1.3 \text{ kW}$  から約  $2.4 \text{ kW}$  まで大きく変化する。この変化量は太陽角 $\theta_s$ 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観形状に起因する。さらに、ノンspin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であっても、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

\* サーマルルーバとヒータの併用

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 $\gamma$ 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	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)

ASTRO-Cに搭載する各サブシステム、及び衛星に関して、NEC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

FMのシステム及びサブシステムの信頼度予測、FMCEAを実施する。これらを実施するサブシステムは、ASTRO-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APL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APL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

ASTRO-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

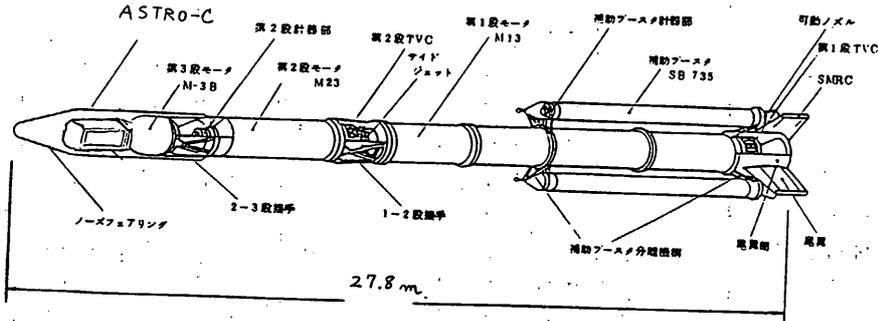


# 第8章 打ち上げロケットと軌道

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号機の飛ばし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	10232.2Kg,	Subbo	2191.2Kg

(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

471

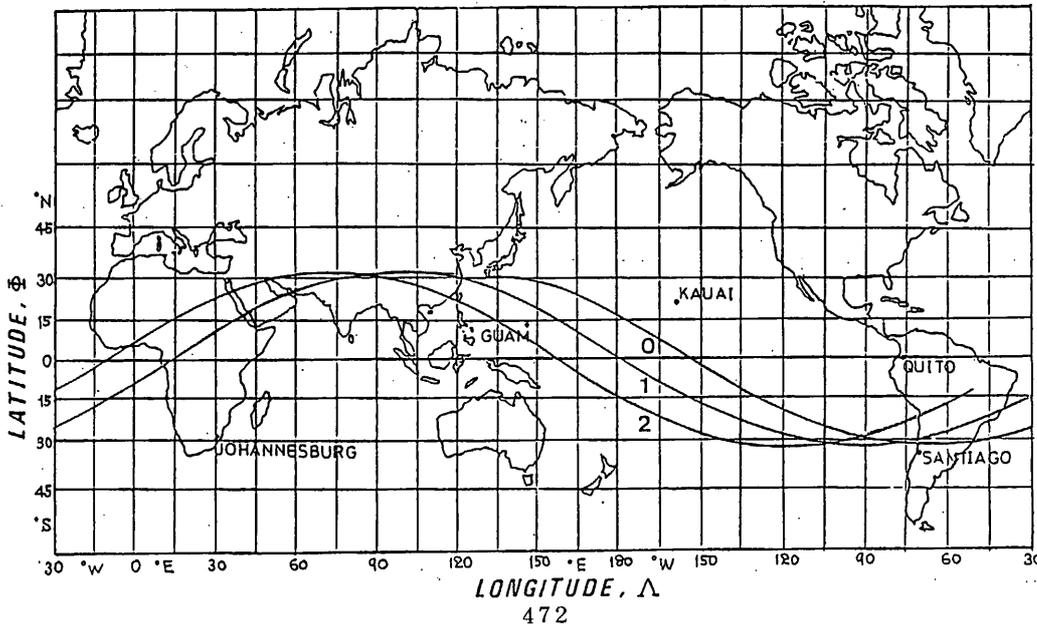
(4) ASTRO-C 可視予定

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班  
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。

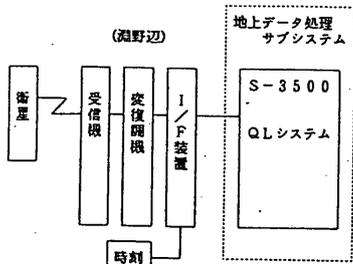


図1. 地上試験時接続構成

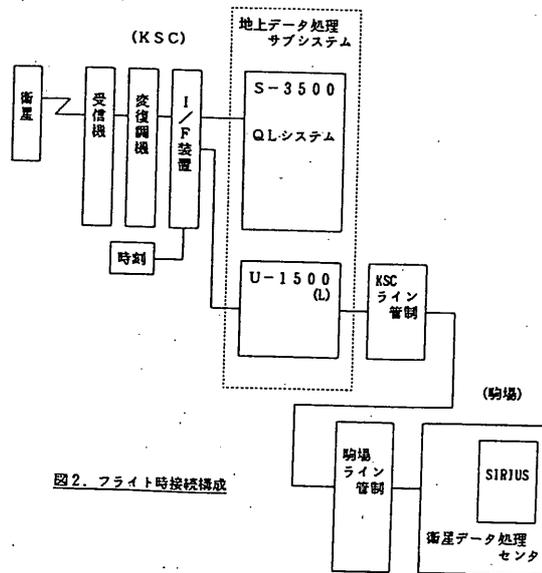


図2. フライト時接続構成

## 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) クイックロック (QL) 処理

PCMデータ (リアルデータ) をテレメー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された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。

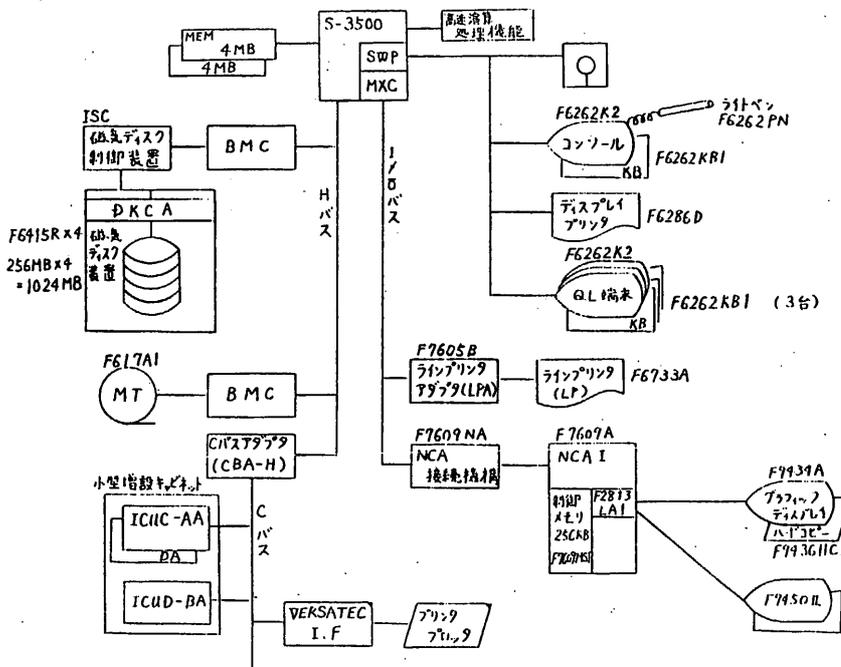


図3. ハードウェア構成

### 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 SBRB A OF 000 B OF 000 S/B U/B CAB 0-0 BCAB ***** 00/00
-COMMAND- --DPID-- ----- LAC ----- --ASM OF -- --GEB OF --
LOCK OF B DATA REAL LAC1 OF HV0 OF 0 ASMA OF SCHV OF 0
DC 00 BITR 512 LAC2 OF HV1 OF 0 AMC OF PCHV OF 0
EXE 00 MODE ***** BYPS OF HV2 OF 0 AHV DIS GEDA OF
PRG ***** LAC-M OF HV3 OF 0 HV1 OF 0 RBM OF
** RBMFLG 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 CAL OF 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
CLR OF MOD OF BMD 0-B FULL HTR2 MAN OF COUNTA +28 0.0V
HAM-PC ER DAT REP REP-ER 2B DIS BAT1 0.0C M <1.0 +5 0.00V
HAM-OG ER TMU OF BMD-ER TRC 1 45C BAT2 0.0C COUNTB MK -12 0.00V
--SBR-- MDD OF ----- SHNT OF --- K 1.0
(A) SO OF DAT REP SNT1 OC SNT2 OC RAM-MD NML QDIS 0.0AH
AGC 000 SANT B -NSAS OF - --- BFM OF --- GRES 0.0AH QMIN 0.0AH
LPS 000 UANT B CON 000000D OPE TRNS ST-AD *** --- GFUL 0.0AH
(B) SO OF RANG OF -SSAS OF - *****
AGC 000 --CONT-- S *****RPM TR-EN **** SP-AD *** HTR OF QTRC 0.0AH
LPS 000 *****/S ANG **** D AC-AD ***** BFM 0.00C QOD 0.0AH

```

```

** ASTRO-C QL * H K ** REV 12345 UT 85.07.22 00.00.00 RL 512 FIL OF
FI 8 00 SBRB 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 SBRB 0.0C AMY1 0.0C LCOA 0.0C UP-1 OC
DC 00 BITR 512 TMS 0.0C AMY2 0.0C LCOB 255.0C UP-2 OC
EXE 00 MODE ASM(TM) TCU 0.0C GEB 0.0C LCOE 0.0C BPNL OC
PRG ***** LHV0 OV BDR 0.0C LC1B 0.0C SP1U OC
** RBMFLG OF LHV1 OV BFM 0.0C LC2A 0.0C SP1L OC
DEL DIS ME-CHK *** LHV2 OV BAT1 0.0C LC2B 0.0C SP1R OC
BC 00 00 OSC B LHV3 OV BAT2 0.0C LC2C 0.0C SP2 OC
ENA ** LHV4 OV FCU 0.0C LC3B 0.0C SP3L OC
***** --TM-- BATV 0.0V LHV5 OV CNVB 0.0C LC4B 0.0C SP3R OC
PC STOP TMS OF BATI 255.0A LHV6 OV IRU 0.0C LC5A 0.0C SP4L OC
ADD 0000 PWR LOW BUSV 0.0V LHV7 OV SSAS 0.0C LC5B 0.0C SP4R OC
CLR OF MOD OF LODI 0.00A AHV1 OV GAS 0.0C LC5C 0.0C EP-1 OC
HAM-PC ER DAT REP +28 0.0V AHV2 OV NSAS 0.0C LC6B 0.0C EP-2 OC
HAM-OG ER TMU OF +12 55.00V GBPC OV STXD 0.0C LC7A 0.0C EP-3 OC
--SBR-- MDD OF +5 0.00V GBSC OV STXE 0.0C LC7B 0.0C EP-4 OC
(A) SO OF DAT REP -12 0.00V NSSX OMOV STYD 0.0C LC7C 0.0C CP-1 OC
AGC 000 SANT B MUT 0.0C NSSY OMOV STYE 0.0C CUPU OC CP-2 OC
LPS 000 UANT B MJHI OMA STXC 0.0C SNT1 255C CUPB OC CP-3 OC
(B) SO OF RANG OF MTXI OMA STXV 0.00V SNT2 OC DUTR OC CP-4 OC
AGC 000 --CONT-- MTYI OMA STYC 0.0C DMP1 OC PDLB OC STTP OC
LPS 000 *****/S MTZI OMA STYV 0.00V DMP2 OC PDLU OC BTDB OC

```

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

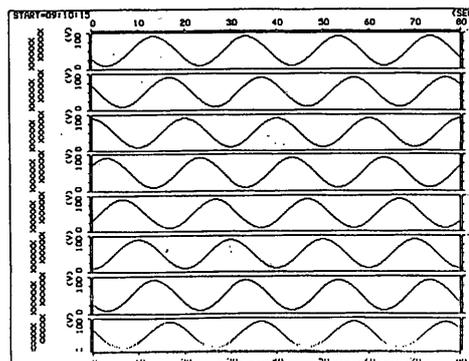


図5. データモニタGD出力例

#### 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。

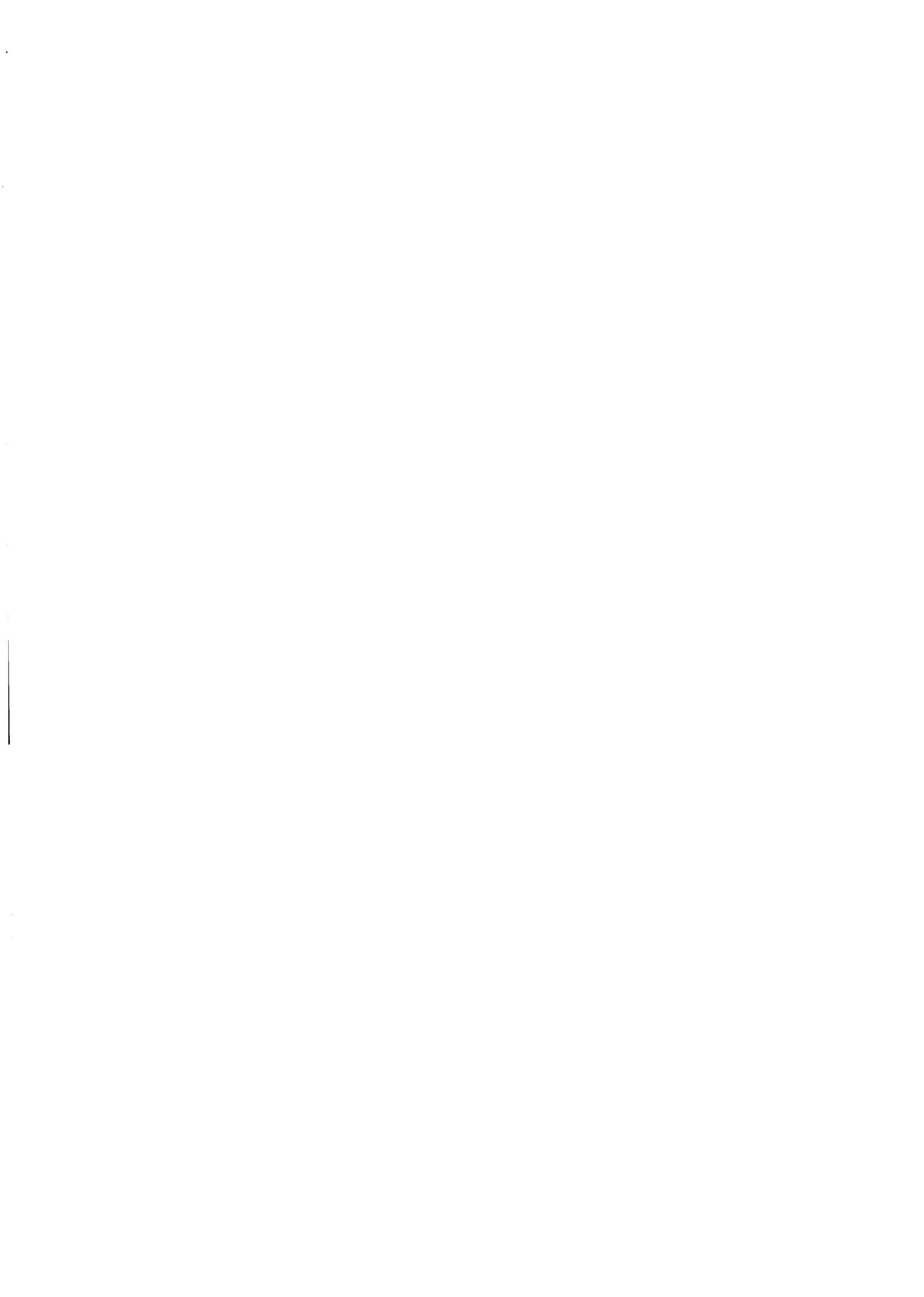
開発言語は「FORTRAN77」が使用でき、M380やM360APと互換であり図形処理パッケージとしてプリンタ・プロッタには「バーサプロット」、GD端末には「GSP」が用意されている。開発はCRT端末を使用しているインターラクティブ処理(TSS)で行う事ができる。



付 録

ASTRO-C関係者名簿

連 絡 先



# ASTRO-C 関係者名簿

(宇宙研及び関係大学)

氏 名	所	属
榎 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 瞭 二 郎	"	"
二 宮 敬 虔	"	助 教 授
松 尾 弘 毅	"	教 授
雛 田 元 紀	"	"
上 杉 邦 憲	"	助 教 授
松 岡 勝	"	"
小 川 原 嘉 明	"	"
高 野 雅 弘	"	"
小 野 田 淳 次 郎	"	"
中 谷 一 郎	"	"
小 山 勝 二	"	助 手
井 上 一	"	"
村 上 敏 夫	"	"
牧 島 一 夫	"	"
井 上 浩 三 郎	"	"
藤 井 正 美	"	"
山 上 隆 正	"	"
今 沢 茂 夫	"	"
横 山 幸 嗣	"	"
市 川 満	"	"

氏 名				所 属	
関	口	豊		宇 宙 研	助 手
橋	本	正	之	"	"
高	橋	慶	治	"	"
斉	藤	宏	文	"	"
的	川	泰	宣	"	助 教 授
大	島		勉	"	技 官
加	藤	輝	男	"	"
河	端	征	彦	"	"
大	西		晃	"	"
周	東	晃	四 郎	"	"
広	川	英	治	"	"
近	藤	一	郎	東大 宇宙線研究所	教 授
長	瀬	文	昭	名大 理学部	助 教 授
国	枝	秀	世	"	助 手
田	原		讓	"	"
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	"
村	上	浩	之	立教大	技 術 員

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	加シ外・日電総括 責任者
折井 武	〃 〃	内4308	加シ外 マネジ
松井 正安	〃 〃	内4308	加シ外 管理
木村 昭彦	〃 〃	内4375	システム設計
五十嵐 道子	〃 〃	内4375	システム設計・総合 インタフェース設計
松本 憲三	〃 〃	内4376	総合設計・ インタフェース設計・ 電力解析 回線設計
中野 琢司	〃 〃	内4375	AHM
池田 妙子	〃 〃	内4308	電気計装
大賀 弘一	〃 構体開発部	内4391	機械的システム設計
留目 一英	〃 〃	内4392	衛星構体 構造解析
梅里 真弘	〃 〃	内4391	太陽電池パネル 構造
蓮井 敏孝	〃 〃	内4395	熱制御システム設計
萩原 能治	〃 〃	内4395	熱計装 熱解析
前田 健	〃 制御システム開発部	内4382	姿勢系システム設計
渡辺 章人	〃 〃	内4382	姿勢解析
北出 賢二	〃 〃	内4382	MW・WDE 姿勢解析
加藤 昭夫	〃 〃	内4383	ACE
山脇 豊彦	〃 〃	内4383	ACE
卯尾 匡史	〃 〃	内4382	姿勢決定
岡崎 健	〃 第一機器開発部	内4401	電源系システム設計
工藤 正数	〃 〃	内4401	PCU, SHNT, BAT IG-PS
荒井 英俊	〃 〃	内4404	SCP
池上 真悟	〃 〃	内4404	CNV-A, B, JNC
南 善生	〃 〃	内4403	テラ系システム設計
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 内4403	CMD
大塚 誠	〃 〃	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

ASTRO-C 担当者名簿 (メーカー)

氏名	所属	電話	担当
小野一郎 大仲末雄 友 絃一 日高博士 村松将司 榊田喜代治 片山 保 北原淳司 土居研二	富士通 (株) 特機システム事業部 宇宙開発推進室 特機システム技術部 " 検査部 " 技術部 " 検査部 " 技術部 " " " 検査部	044-777-1111 044-245-1171   044-777-1111(3752) 078-936-1221(2651)   	責任者 副責任者 DP DP DP DP 機構 " 品質管理
中島 俊 池田雅彦 小川和久 田中俊之 関 達弘 神戸誠一郎	日立 (株) 宇宙技術推進本部 人工衛星開発部 " " " " "	045-881-1221 (222) " " " " "	責任者 Y0-Y0 BDR MTQ Y0-Y0 BDR BDR
大森珠介 関 俊雄 武本寛明 菊池 毅	松下通信工業 (株) 電波事業 宇宙海洋課 " " "	045-531-1231 (2562)   	責任者 副責任者 HK/INS EPT-SA
石田利雄 古川 孝	日本航空電子 (株)	0425-41-1414 (2559)	IRU "
藤田 清 滝沢祥浩	古川電池 (株) 第二技術部	045-331-1221	電池 "
古賀茂昭 田口孝二 井坂伸二 杉山一夫 谷本和夫 石塚敏夫	明星電気 (株) 技術部宇宙開発 " " " " 設計部設計第一課	02974-8-1111 (440) " " " " "	責任者 LAC GBD HV LAC 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	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	第二部		機構
米村茂己	〃		〃
小松 晃	〃	(2249)	ASM
津野克彦	〃		〃
岡本二彦	〃		NSAS
奥村英輔	〃		〃
山本徳之	ファコムハイテック(株)	03-264-1131	GSE
児島光雄	〃		〃
井上 茂	〃		〃

ASTRO-C 大学関係者住所

宇宙科学研究所	153	目黒区駒場4-6-1	03-467-1111 FAX03-485-0509
大阪大学 理学部	560	大阪府豊中市待兼山1-1	06-844-1151 FAX06-844-0509
大阪市大 理学部	558	大阪市住吉区杉本3-3-138	06-692-1231 FAX06-692-1190
名古屋大 理学部	180	名古屋市千種区不老町	052-781-5111 FAX052-781-3451
宇宙線研究所	188	田無市緑町3-2-1	0424-61-4131 FAX0424-62-3096
立教大 理学部	171	豊島区西池袋3-34-1	

ASTRO-C 担当メーカー住所

社名	担当	住所/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	大田区新薮田1-17-25 03-735-1111
松下通信(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(株)	宇宙推進本部人工衛星開発部 224	横浜市戸塚区戸塚216 045-881-1221 (内222) FAX045-864-5007
古川電池(株)	第二技術部 240	横浜市保土谷区星川2-16-1 045-331-1221
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	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 ハイタック	システム第3部第4課 102	千代田区九段南2-3-1 03-264-1131
日本航空 電子(株)	196	昭島市中神町1413 0425-41-1414 (内2559) FAX0425-46-5771





