

科学衛星 ASTRO-B

中間報告書

昭和56年11月



宇宙科学研究所

SESデータセンター

科学衛星ASTRO-B中間報告書目次

序	1
総 論	3
第1章 観測機器	23
1.1 融光比例計数管 (S P C) 並びに 電子及びガンマ線バーストモニタ (R B M / G B D)	23
1.2 Z 軸ミラー (X F C)	61
1.3 X 線トランジエントソースモニター (T S M)	75
第2章 姿勢制御・検出機器	93
2.1 姿勢制御装置	93
2.1.1 概要	93
2.1.2 姿勢制御装置 (A C E)	94
2.1.3 ホイール (S W A / C L A)	100
2.1.4 ニューテーション・ダンパ (N D)	104
2.1.5 Y O - Y O	108
2.1.6 M A C コイル (M A C)	110
2.1.7 M U L D コイル (M U L D)	113
2.1.8 M B C コイル (M B C)	116
2.2 姿勢検出機器	120
2.2.1 デジタル太陽センサ (S A S / N S A S)	120
2.2.2 地磁気姿勢計 (G A S)	127
2.2.3 レート積分ジャイロパッケージ (R I G)	132
2.2.4 星姿勢計 (S T S)	138
2.3 姿勢解析	149
2.4 姿勢制御法	152

第3章 共通機関	175
3.1 アンテナ係.....	175
3.1.1 概要.....	175
3.1.2 VHF アンテナ系.....	176
3.1.3 UHF アンテナ系.....	180
3.1.4 Sバンドアンテナ系.....	186
3.2 通信系.....	190
3.2.1 システム.....	190
3.2.2 136MHz ビーコン送信機 (BCND).....	198
3.2.3 400MHz 送信機 (TMU).....	201
3.2.4 Sバンド送信機 (TMS).....	205
3.2.5 148MHz 受信機 (CMR).....	209
3.3 運用制御系.....	211
3.3.1 コマンドデコーダ (CMD).....	211
3.3.2 プログラマブルタイマー (PRT).....	215
3.3.3 シーケンスタイマー (EPT-SA).....	221
3.4 データ処理.....	231
3.4.1 データレコーダ (DR).....	231
3.4.2 データ処理装置 (DP).....	234
3.4.3 テレメータ・コマンド信号処理装置 (TCS).....	304
3.5 計測計.....	308
3.5.1 環境計測装置 (HK).....	308
3.5.2 加速度計測装置 (ACC).....	314
第4章 電源系	321
4.1 電源装置.....	321
4.2 太陽電池パドル (SC-P).....	323
4.3 電力制御器 (PCU).....	331
4.4 蓄電池 (BAT).....	338
4.5 電源装置コンバータ (CNV).....	344

4.5.1 コンバータ I (C N V - 1)	344
4.5.2 コンバータ 2 (C N V - 2)	347
4.6 電源系接続回路 (J N C)	350
4.7 イグナイタ電源 (I G - P S)	352
4.8 蓄電池容量計 (A H M)	353
4.9 電力解析	358
 第 5 章 構造設計・熱設計・信頼性・電気計装	371
5.1 構造設計	371
5.2 热設計	413
5.3 信頼性および品質管理	420
5.4 電気計装配線	424
 第 6 章 打上げロケットと軌道	429
 第 7 章 総合管制システムと地上データ処理	433
7.1 総合管制システム	433
7.2 地上データ処理	451
 付録 A S T R O - B 関係者名簿	463

表紙の写真は銀河中心付近の赤外線写真です。

序

田中 靖郎

第8号科学衛星ASTRO-Bは「はくちょう」に続く、X線天文観測衛星である。「はくちょう」は小型ながら、X線パルサーやX線バースト現象の観測に目覚ましい活躍を果してきた。これらのX線星の正体は実は中性子星と呼ばれる極めて特異な天体である。「はくちょう」の結果は、この中性子星と、その極限的な環境で起る諸現象について、様々な疑問を掘り起しつつある。

ASTRO-Bミッションの主要課題は、これら中性子星に係わる問題を更に深く追求し、解き明かすことにあるといえよう。又その過程にもう一步先の重要な問題を新たに掘り起すことになる。

その為には、X線星の明るさの時間変動やスペクトルの詳細を調べることが必須である。この目的に従って、主要X線観測装置としては、新たに開発された大面積の螢光比例計数管が搭載され、「はくちょう」に比べて感度とスペクトル分解能は大巾に改善されることになる。又、広い天空を見張っていて、X線星の出現消滅や変化を監視するアダマールマスクという新しい技術や超軟X線の反射集光望遠鏡が初めて搭載されている。更にガンマ線バーストと呼ばれる正体不明の天体现象も記録出来るよう改良が加えられた。

この様な性能を持つASTRO-Bの観測対象は、銀河系の中のX線星に止まらず、遠方のX線銀河にも広がることとなる。X線銀河の中心核の振舞は謎に満ちており、その正体は全く未知である。ASTRO-Bのもたらす結果は、更にASTRO-Cに受けがれ、その意義を大いにたかめるものとなる。

ASTRO-Bは、又国際的にも、1980年代中期の数少ないX線天文衛星の一つとして貴重なミッションであって、その意味でも関係各位の熱意を結集して是非共成功させたいと念願している。

この中間報告書はASTRO-Bフライトモデルの内容詳細を収録したものである。大いに活用され、計画の遂行に役立てられるよう望んでいる。

総論

1. ミッション

第8号科学衛星A S T R O - Bは、昭和58年2月鹿児島宇宙空間観測所からM-3S-3ロケットにより打上げられる予定で、現在ライトタイプモデル(F M)の製造が行なわれている。A S T R O - Bは、宇宙X線観測の汎用天文台の機能を有し特に銀河X線源について極力統計のよいスペクトル変動を観測することを目的としている。この衛星は近地点約550Km、遠地点約650Km、軌道傾斜角約30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、スピンドル方向に取り付けたX線望遠鏡(カウンター)を向けるように姿勢を制御し、観測をおこなう。

搭載観測機器は以下の通りである。

- 1) 萤光比例計数管 (S P C)
- 2) トランジション・ソース・モニタ (T S M)
- 3) Z軸ミラー (X F C)
- 4) 放射線帯モニタ (R B M)
- 5) スターセンサ (S T S)

(注) S P C : Scintillation Proportional Counter

T S M : Transient Source Monitor

X F C : X-ray Fourier Transform Collimator Telescope

R B M : Radiation Belt Monitor

S T S : Star Sensor

2. 衛星の諸元

- 1) 外形: 1,104mm(対辺寸法) × 895mm(高さ)の略八角柱
但し、太陽電池パドル、アンテナは除く。
パドル寸法 860mm × 600mm。(4枚)。
- 2) 重量: 約220kg
- 3) 軌道: 近地点約550Km、遠地点約650Km
軌道傾斜角 約30度

周 期 約 96 分

4) ミッションライフ : 12ヶ月以上

5) 打 上 げ :

打上げ予定 昭和 58 年 2 月

打上げ場 鹿児島宇宙空間観測所

(K S C)

6) 電 力 : 約 140 W (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。

3. 热・構造系

衛星の構造系は大別すると構体本体と、パネル類で構成されている。構体本体は、スラストチューブ、主柱を中心構造とし下部、上部シェルフを斜部材、支柱で支持した2段デッキ構造である。

また、パネル類は側面パネル、下部パネル、底部パネル、上部プレートおよび太陽電池パドルから構成されている。

観測機器の大部分 (S P C , T S M , X F C ミラー部 , R B M , S T S) は上部シェルフに実装されており、熱輻射を抑える目的からセンサー上部にプレートを配置している。

太陽電池パドルは4枚で構成され、衛星の4つの側面に取り付けられており、リリース機構の開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。又、太陽輻射圧によって衛星姿勢がドリフトすることを防止する目的からパドルは 10° のキャント角を持たせて側面に取り付けている。

搭載機器のうち、蓄電池 (B A T) にヒータを用いている点を除いて、衛星の温度制御は受動型であり、黒色塗装、白色塗装、バフ研磨による表面処理とサーマルパリアによって行っている。

搭載機器と各重量を表 - 1 に、機器配置を図 - 3 ~ 9 にそれぞれ示す。

4. 衛星姿勢制御系

A S T R O - B の姿勢制御系はその観測目的から、スピン軸と平行に、衛星上部に取り付けた X 線カウンター類を太陽スピン角の許す範囲 (衛星下面より ± 60° 以内) で、天空上の任意の方向に指向させる必要があり、また衛星スピンレートを 0.0685 , 0.137 , 0.548 r p m のいずれかに維持する機能が要求されている。この要求を遂行する為に、姿勢検出系としては、デジタルサンセンサ、ブラックスゲート磁力計レート積分ジャイロを、アクチュエータとしては、スピン軸方向の制御用 M A C コイ

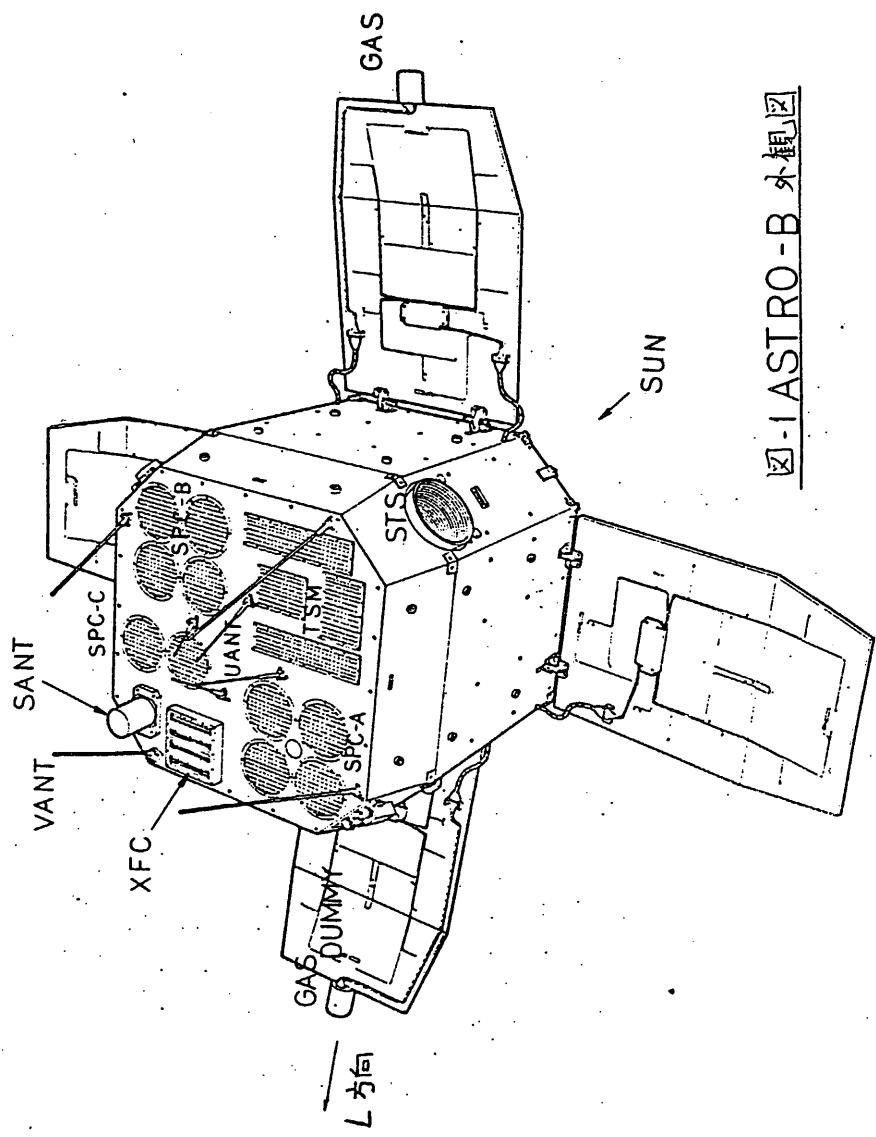


図-2. ASTRO-B システム系図

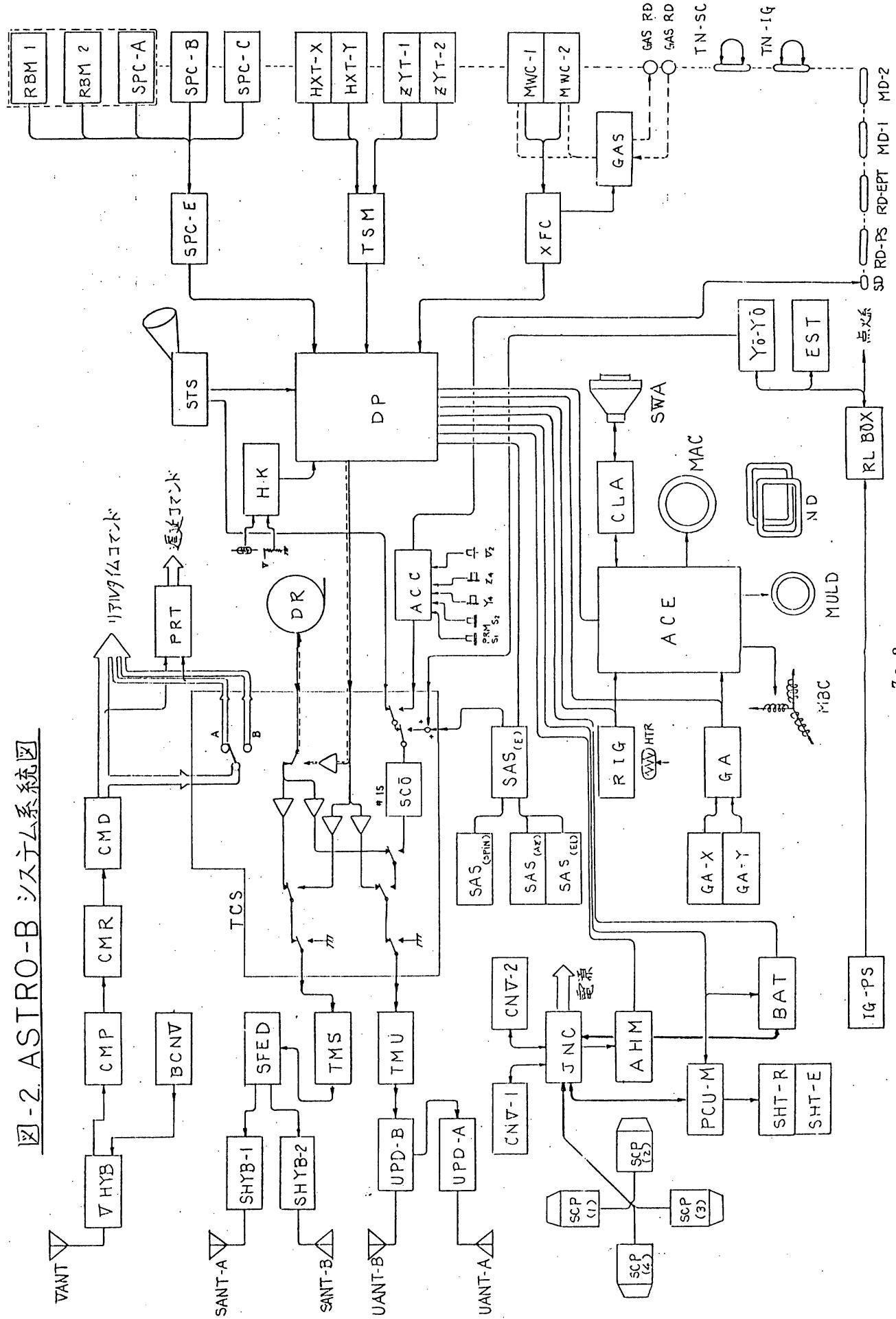
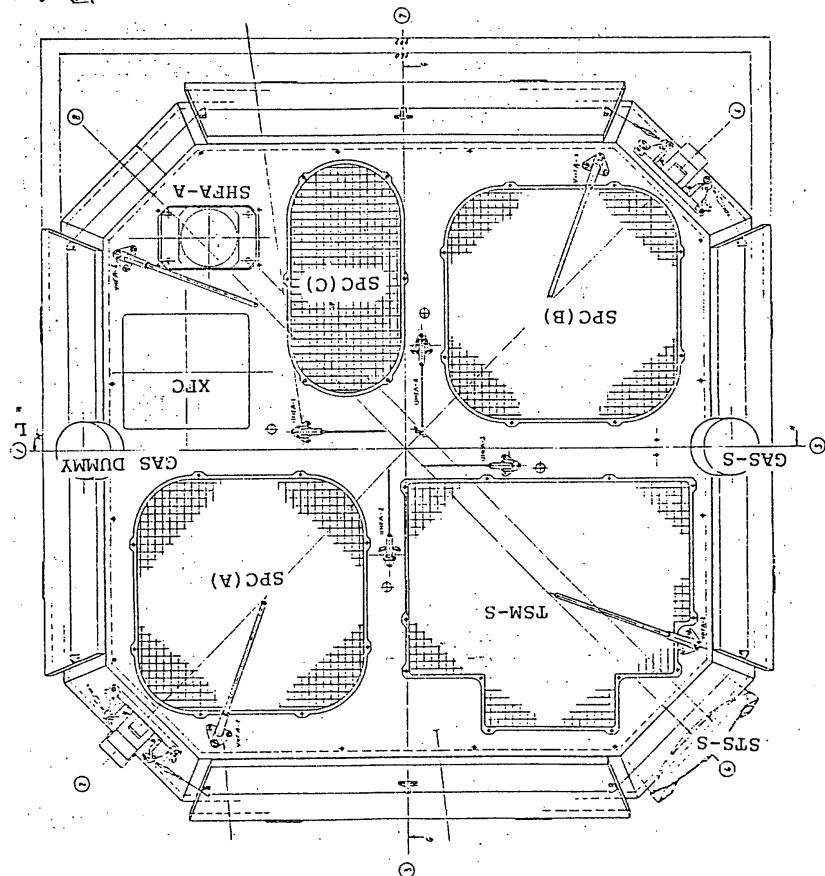
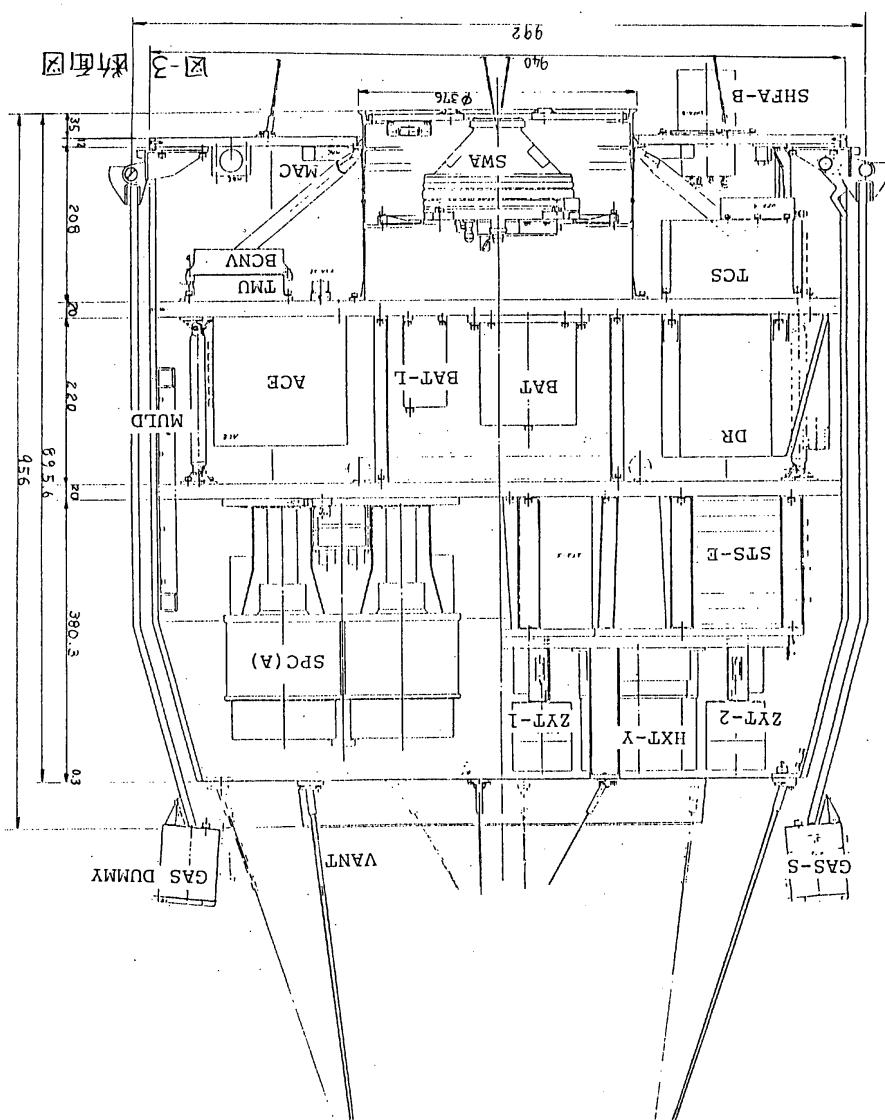


図-4 L-THV-7112面



9~10



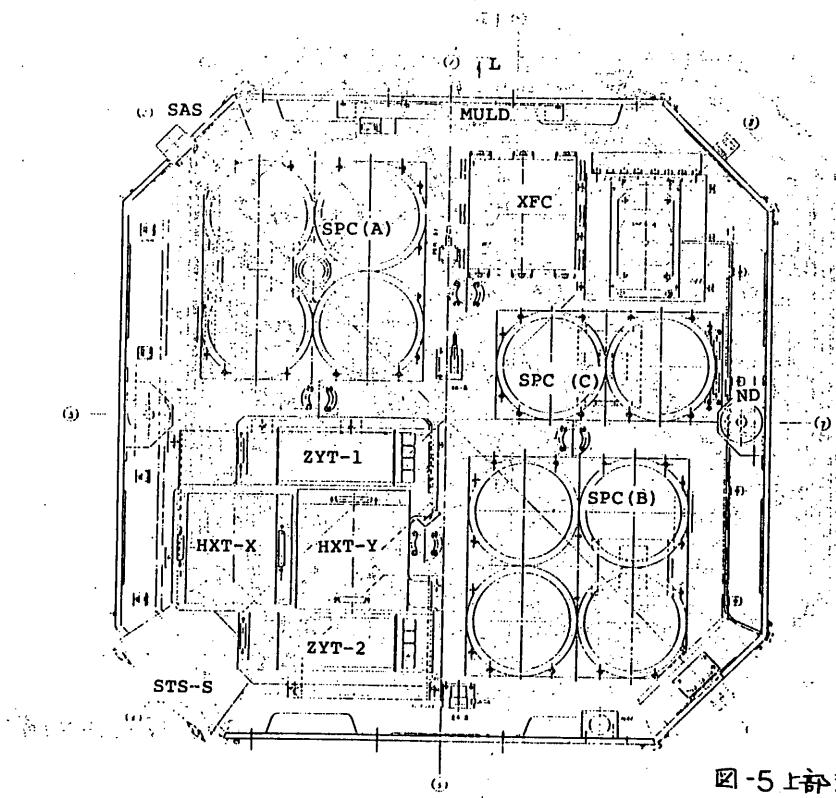


図-5 上部シェルフ上面

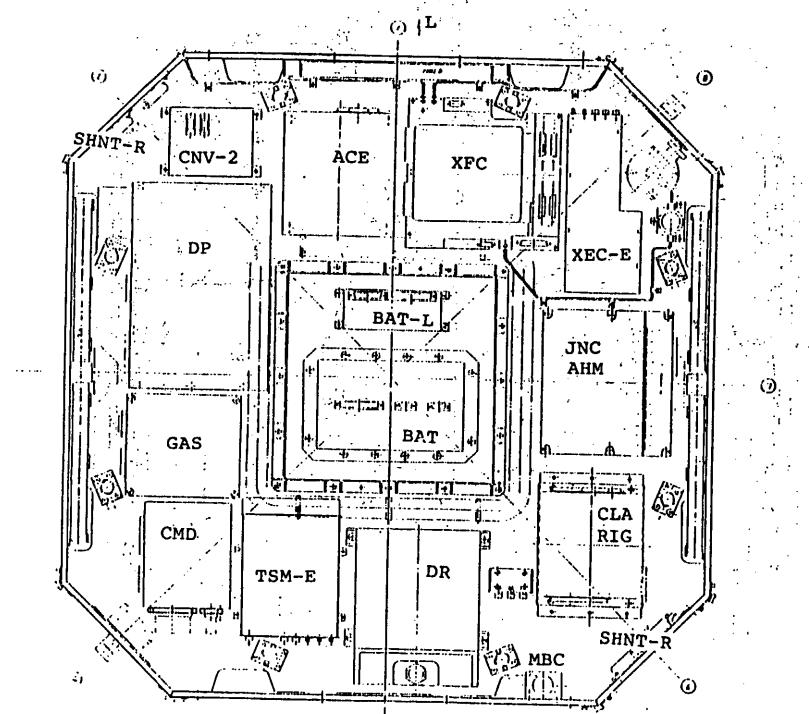


図-6 下部シェルフ上面

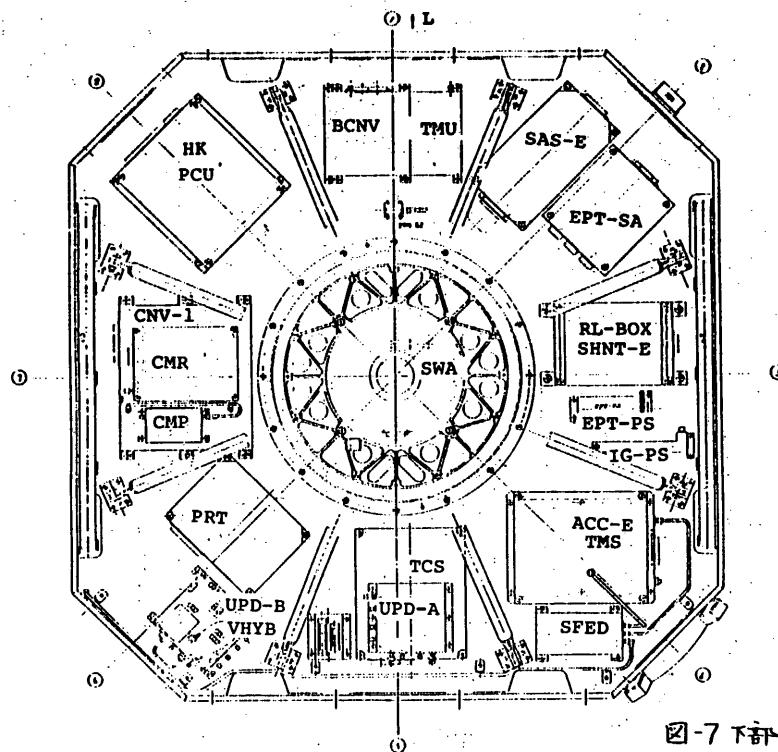


図-7 下部ショルフ下面

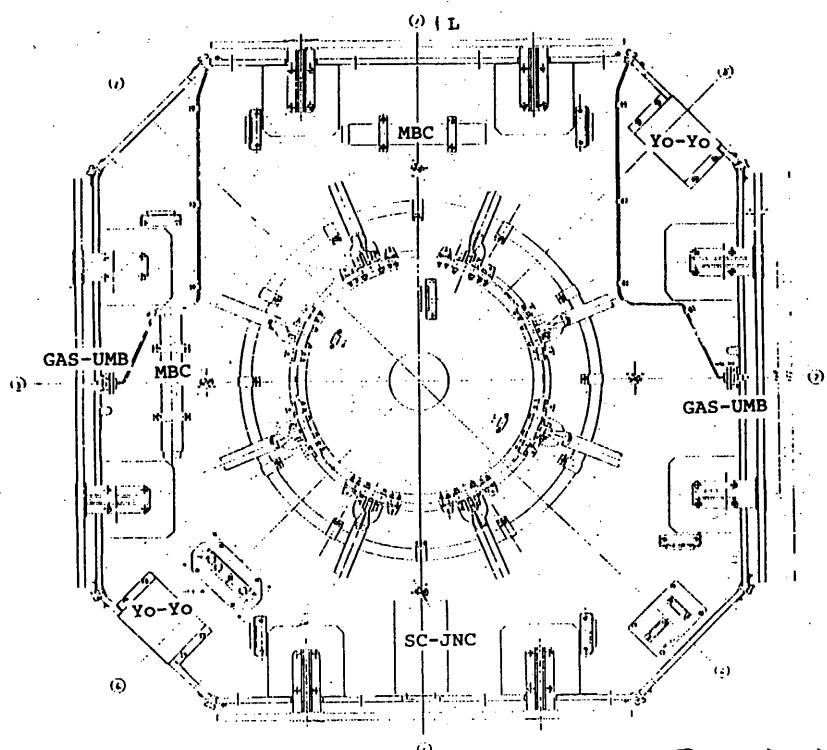


図-8 下部パネル上面

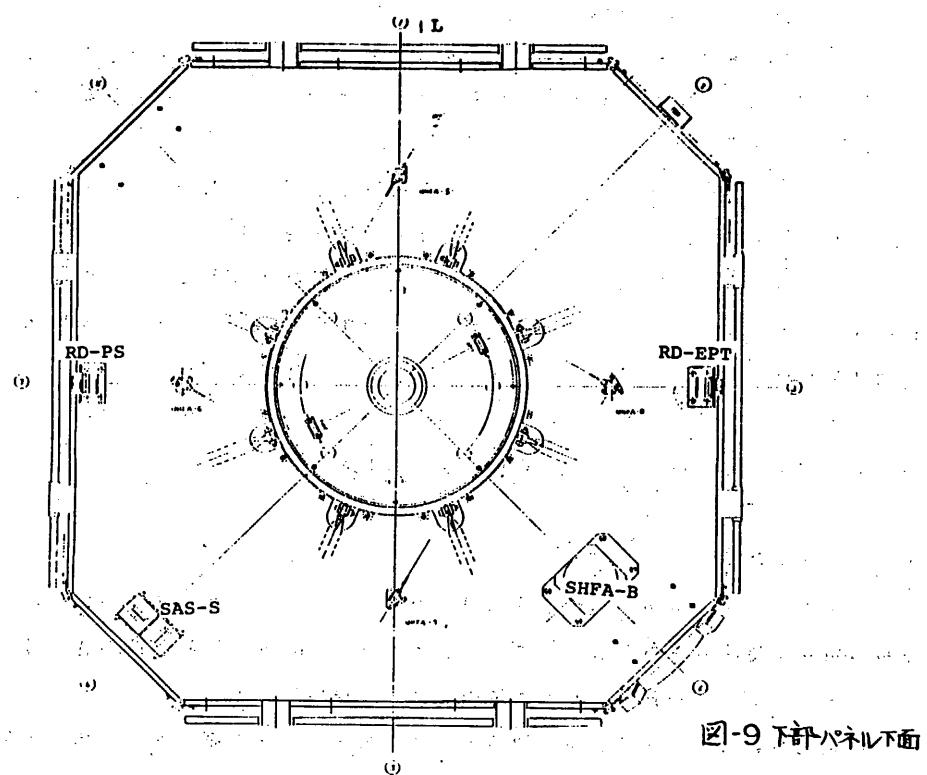


図-9 下部パネル下面

ルを、スピンドル制御に、スキャンホイール、MULDコイルを搭載したバイアスモーメンタム方式の姿勢制御系を採用している。

ASTRO-Bでは低スピンドルを実現する為に宇宙研の科学衛星としては始めてレート積分ジャイロを搭載する。この出力でスキャンホイールの回転数を制御する方法により、安定な低スピンドル制御を行う。

また、スピンドル方向制御は過去の科学衛星同様プログラムタイマ（ディレイコマンド）を利用したオープン制御である。この制御則は予測軌道、姿勢データから、駆場の大型計算機によって作成され、プログラムタイマに書き込まれる。このオープン制御の他に太陽スピンドル角が異常になった時、衛星を電力、熱的に安全な方向にスピンドル方向制御を行うクローズモードもバックアップとして有する。

尚、ニューションのダンピングの為にシリコンオイルをフル充填したニューションダンパーを採用したことでも特徴の1つである。

5. データ処理系

データプロセッサ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付け等を行うと共に、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、又蓄積データとしてデータレコーダ（容量20Mbit/s）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8,192bpsと2,048bpsをデータレコーダ再生データとしては32,768bpsを採用している。

なお、スピンドル計測用のサンセンサ信号、 $Y_0 - Y_0$ のリリース時間差計測信号、加速度計測信号、スターセンサの信号はFM伝送モード、IRIG #15チャネルを利用し、それぞれを要求に応じて切り換える方法によりアナログ値伝送を行う。

6. アンテナ通信系および運用制御系

通信系はVHF（148MHz帯アップリンク/136MHz帯ダウンリンク）、UHF（400MHz帯ダウンリンク）、Sバンド（2.28GHzダウンリンク）の3つの通信回線で構成されている。

地上局からの148MHz帯コマンド信号はV-ANT（全方向性）、CMR-CMDを通して符号解読され、AD9~15、EX1~15のPUSH PULLコマンド信号として各機器に送られ、制御する。

PRTは“1”，“0”データコマンドによりPRT内蔵のメモリーに書き込むと同時に、その内容はスタートコマンドにより解読を開始し、設定時刻にACE等の各

機器にディレイコマンドとして送出する。A S T R O - B では運用の長期化を考慮してP R T の制御時間を今迄の2倍(17時間)とした。またD P は14ビットからなるP I コマンドの上位6ビットを解読し、該当するP I に8ビットの制御信号を出力し、観測モードの制御を行う。

実時間コマンドのうち、電源系、姿勢系の制御および観測機器の高圧O N 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、テレメータ・コマンド信号処理装置(T C S)を経由して動作する2重コマンド構成をとっている。

各機器のコマンド制御項目を表-2に示す。

1 8 6 M H z 帯ダウンリンクは追跡用のビーコン送信機であり、U H F とS バンド送信機は実時間P C M データとD R 再生データを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。

U H F 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、太陽電池パドルによる利得パターンの低下に応じ、地上からのコマンドにより使用アンテナを選択する。

シーケンスタイマ(E P T)はロケット側タイマーによりスタートを開始し、M - 3 A 点火、衛星分離、点火系アーミングなど軌道投入までの制御を行う。

7. 電 源 系

太陽電池パドル(S C - P)は $2 \times 2 \text{ cm}^2$ のN/P型シリコン太陽電池素子3.448枚から成り、ブロッキングダイオード部を通して約140W($\theta_s = 180^\circ$)の電力を衛星内、各機器並びに12A Hの蓄電池(B A T)に供給する。B A Tへの充電モードはフル充電とトリクル充電の2つのモードがある。これらのモード切換え制御はB A Tの電圧、温度の検出からP C Uで自動的に切り換えるA U T O モードと地上からのコマンドにより切換えるM A N U A L モードとがある。

また、電源系にはB U S 電圧の上限を制御する為にシャントディシベータを持ち、B A T の過放電を防止する為に、B A T 端子電圧の低下を検出しT C S を通して全P I をO F F するU V C (U n d e r V o l t a g e C o n t r o l) 機能を持っている。

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、C N V - 1 は±1.2V、±5V、±15VをC N V - 2 は+28V、+53Vを非安定なB U S 電圧(17~24V)から発生し、接続回路を通して分配する。

なお、B A T は温度条件がクリティカルである為、コマンドによりO N / O F F 制御可能なヒータを持っている。

卷-1 ASTRO-B-衛星重量表 (1/2)

規格区分	番号	電 波 構 造	用 当 暫 号	重 量
T-2系	1	VHF 7.1-7.1	NEC VANT (0.91kg)	
		VHF 7.1-7.1-4	VHFA 0.30	
		VHF送受天线器	VHYS 0.26	
		VANT-7.1ル	VCBL 0.35	
	2	UHF 7.1-7.1	NEC UANT (1.26kg)	
		UHF 7.1-7.1-4	UHFA 0.12	
		UHF 7.1-7.1-5.8	UHFB 0.12	
		UHF電力配電A	UPDA 0.25	
		UHF電力配電B	UPD-B 0.45	
		UANT-7.1ル	UCBL 0.32	
3系	1	NEC SANT (1.45kg)		
		SANT-7.1-4	SHA-A 0.45	
		SANT-7.1-5-5.8	SHA-B 0.45	
		SANT-7.1-5-5.8	SEED 0.25	
		SANT-7.1ル	SCBL 0.30	
	2	NEC SANT (1.45kg)		
		SANT-7.1-4	SHA-A 0.45	
		SANT-7.1-5-5.8	SHA-B 0.45	
		SANT-7.1-5-5.8	SEED 0.25	
		SANT-7.1ル	SCBL 0.30	
4.8MHz受信機	1	コマンド系	NEC	
		14.8MHz受信機	CMR	0.76kg
	2	7.1MHz系	NEC	
		13.6MHz送信機	BCNV	0.67kg
		400MHz送信機	TMU	1.05kg
		5.17MHz送信機	TMS	0.90kg
	3	コマンド系	NEC CMD	2.3kg
		7.1MHz系	NEC PRT	1.2kg
		13.6MHz送信機	BCNV	(3.40kg)
		400MHz送信機	TMU	1.66
連絡制御系	1	コマンドコントローラ	NEC	0.38kg
		7.1MHz系	NEC PRT	1.2kg
	2	7.1MHz系	NEC PRT	1.2kg
		13.6MHz送信機	BCNV	(3.40kg)
		400MHz送信機	TMU	1.66
	3	7.1MHz系	NEC PRT	1.2kg
		13.6MHz送信機	BCNV	(3.40kg)
		400MHz送信機	TMU	1.66
	4	7.1MHz系	NEC PRT	1.2kg
		13.6MHz送信機	BCNV	(3.40kg)

品名	規格	部品番号	仕様	在庫
1 熱風	NEC	NEC	1.00	
2 暖風	NEC	(36.57 Kg)		
3 太陽電池パネル	NEC	(15.00 Kg)		
4 太陽電池パネル	PDL	10.30		
5 太陽電池パネル	PDL	6.10		
6 合計	NEC	52.57Kg		
7 合計	NEC	14.00 Kg		
8 合計	NEC	66.57Kg		
9 合計	NEC	152.66 Kg		

表-1 ASTRO-B一衛星重量表 (2/2)

機器区分	NO	機器名	固有 ノンカ	略号	型 式	重 量
観 測 系	1	Scintillation Proportional Counter				
		明星	SPC		(小計 35.50 Kg)	
		(付属品)				
		SPC(A), RBM	SPC(A)		(12.57 Kg)	
		SPC				
		RMC			10.92	
		H V			0.55	
		RBM			0.70	
		供試系(ハニカム)			0.40	
		SPC (B)	SPC(B)		(11.37 Kg)	
		SPC				
		RMC			10.92	
		H V			0.55	
		供試系(ハニカム)			0.40	
		SPC (C)	SPC(C)		(6.20 Kg)	
測 系		SPC				
		SLATS			5.45	
		H V			0.55	
		供試系(ハニカム)			0.20	
		回路部	SPE		5.00 Kg	
	2	Transient Source				
		Monitor	電気	TSM	(小計 12.09 Kg)	
		センサ				
				TSM-S1		
		テーキ			3.15	
観 測 系		回路部		TSM-E	2.94	
	3	反射ミラー	電気	AFC	(小計 11.84 Kg)	
		ミラー部				
		ガウンター部			4.25	
		ゲア系			(1.05 Kg)	
		ガスボンベ			0.51	
		記録系			0.00	
		1次圧力計(満量計)			0.22	
		ガスアシビリティ			0.16	
		回路部		XEC-E	3.41	
4						
		スター・センサ	電気	STS	(小計 7.65 Kg)	
		センサ部		SIS-S	5.06	
		回路部		SIS-E	2.59	
観 測 系		観測系小計				67.08 Kg
		衛星総重量				219.74 Kg

表-2 重要項目表

REAL TIME COMMAND A-PAGE

EX	9	10	11	12	13	14	15
1	CMD-3 ON (SA)	FH TMS STORAGE bit rate Lo	TMU TCS OFF (sel ref)	TMS bit rate Hi	1	1	CMD-A ON
2	CMD-B ON (SA)	UAS REAL	TCS OFF (sel ref)	EXECUTE 0	2		
3	U-FM S-NOD OFF	DR REP	DR REC	'1' '0'	CAL	3	
4	U-MOD OFF	HV ALL OFF	DR OFF	GA CAL	SAS SAS CAL SFT	4	
5	TMU OFF	TMS UANT A	UANT A	MTR#1 ON	RIG ON	5	
6	TMU PWR UP	TMS UANT S	UANT S	LOOP CLOSE	HEATER ON	6	
7	TMU ON (PWR DOWN)	ACC 1 ON CHANGE	WHEEL ROT	RIG ON	H.D Hi	7	
8	BCNT ON OFF	ACC 2 ON	ULD OFF	ULD ALL OFF	GA (*)	8	
9	INITIAL SET ON (AFC)	XFC ON	SAS ON	MULD OFF	MAC AHM OFF	9	PSC ON
10	HV OFF	XFC OFF	HXT ON	ZYT ON	SPC ON (INITIAL)	10	HV DIS.
11	HVG ENA.	DNC ENA.	HV OFF	TSM OFF	SPC ON CAL ON	11	RBM DIS.
12		STS OFF	STS OFF	TSM A OFF	SPC HV OFF	12	PCU MANU.
13		STS A OFF	STS ON	SPC CAL OFF	RBM FLG OFF	13	LEVEL 3
14				EXECUTE ON	SPC ON	14	LEVEL A
15				PH(STS) EXECUTE ON	PSC OFF	15	UTC CONTIN OFF D.S.

REAL TIME COMMAND B-PAGE

EX	9	10	11	12	13	14	15
1	PI CMD START						
2	GA OFF						
3	PRT REREAD						
4	DR REC (*)						
5	HV ON (*)						
6	HV-3F (*)						
7	HV-6F (*)						
8	HV-10N (*)						
9	SPC CAL OFF						
10	HV ON						
11	RBM DIS.	DNC DIS.	DNC DIS.	DNC DIS.	RBM DIS.	RBM DIS.	RBM DIS.
12	PCU MANU.						
13	LEVEL 3						
14	LEVEL A						
15	UTC CONTIN OFF D.S.						

DELAY COMMAND

EX	1	2	3	4
1	MAC ON	MAC ON	MAC ON	MAC ON
2	MAC OFF	MAC OFF	MAC OFF	MAC OFF
3	SHTR HV SET	SHTR HV SET	SHTR HV SET	SHTR HV SET
4	PRT READ	PRT READ	PRT READ	PRT READ

第1章 觀測機器

第1章 観測機器

1.1 萤光比例計数管(SPC)並びに電子及び ガンマ線バーストモニタ (RBM/GBD)

宇宙科学研究所

小田・小川原研 田中・松原研

明星電気(株)

1 概要

1970年代の宇宙X線観測用衛星のラッシュによって、X線天文學は数多くの発見をもたらすことができた。これに引続くX線天文衛星としてのASTRO-Bは発見から精密観測に重点が置かれたものである。ここに搭載された螢光比例計数管は、X線のエネルギースペクトルを、これまでの衛星に比べて2倍の精度で観測しようとするものである。弱いX線漏まで観測可能などと、時間分解能においても、これまでの比例計数管方式の衛星に比べて劣っていない。この他の観測の精度を上げるためにX線以外のバックグラウンドモニターが同居している。

1.1 SPC

ASTRO-BのSPCは、ミラーを使わないX線天文學の分野で、これまで使われた手法で広範域のスペクトル変動のデータを得ようとするものである。SPCは Scintillation Proportional Counter (螢光比例計数管) の略称で、これまで広く使用されてきた比例計数管に比べて、エネルギー分解能が約2倍良いX線検出器である。面積も全体で約1000 cm²と、これまでの比例計数管を使用した衛星に比べても遜色がない大きさである。

エネルギー範囲は「AINSHUTAIN」が観測できなかった領域に主力が置かれ、2~60 keVとなっている。このうち、6~7 keVでは、Feの特性X線の観測が期待される。Feの特性X線は、銀河団をはじめ、各種のバイナリ-X線源から観測されているが、これまでの比例計数管の分解能の結果では、登場の域を出でていない。SPCでは、Feの特性X線のエネルギー値(イオン化レベルを知る)、強度、時間変動など、物理的パラメータをこれまで以上に詳しく得られる見込みである。

このような線スペクトルだけではなく、これまで比例計数管の分解能を得られてきたスペクトルを改善することにより、各種のX線源のX線発生機構など深みのある天体物理の研究が行われる予定である。

銀河対象は、専ら銀河系内X線源に主力が置かれるが、活動銀河など強い銀河系外X線源も観測できる見込みである。

1.2 RBM・GBD

RBM (Radiation Belt Monitor) 及び GBD (Gamma ray Burst Detector) は、検出器名 RBM-T (Top)・RBM-S (Side) による2つの働きを意味している。

RBMは、高電圧とガスを使用した比例計数管や蛍光比例計数管が、荷電粒子の多い放射線帯や地磁気嵐に遭遇した時、それら計数管を放電から守るために、使用されこの高電圧をコントロールするように警報を送るシステムである。

GBDは、このRBM (T) 及び RBM (S) の検出器が、さわい約 100 KeV に近いX線領域と充分なX線検出感度を持っていて、これをを利用して、いまだ全くその発生天体及び構造の知られていないガンマ線バーストの検出を行うものである。

1.3 研究従事者（宇宙科学研究所所属）

田中 靖郎, 井上 一, 河合 誠之, 小山 勝二,
前 孝司, 牧島 一夫, 松岡 勝, 滝田 和久,
村上 敏夫, 小田 檜, 小川原 嘉明, 大橋 隆哉,
櫻井 由夫, 和氣 泉, 他
(ガンマ線バーストモニター担当)

西村 純, 山上 隆正, 藤井 正美, 他

2 構成

本装置は、10個のSPCから成るセンサー部 (SPC (A)・(B)・(C)) と、信号処理部 (SPE) に大別される。センサー部 (SPC (A)) には、放射線帯に入ったことをモニターするRBMsの小型センサー (2個のシンチレーション・カウンター) RBM (T)・RBM (S) が同居している。これはまた、X線以外の荷電粒子によるバック・グランド・モニターとして重要な役割をする他、ガンマ線バースト・モニターとしての役割もはたすよう設計されている。

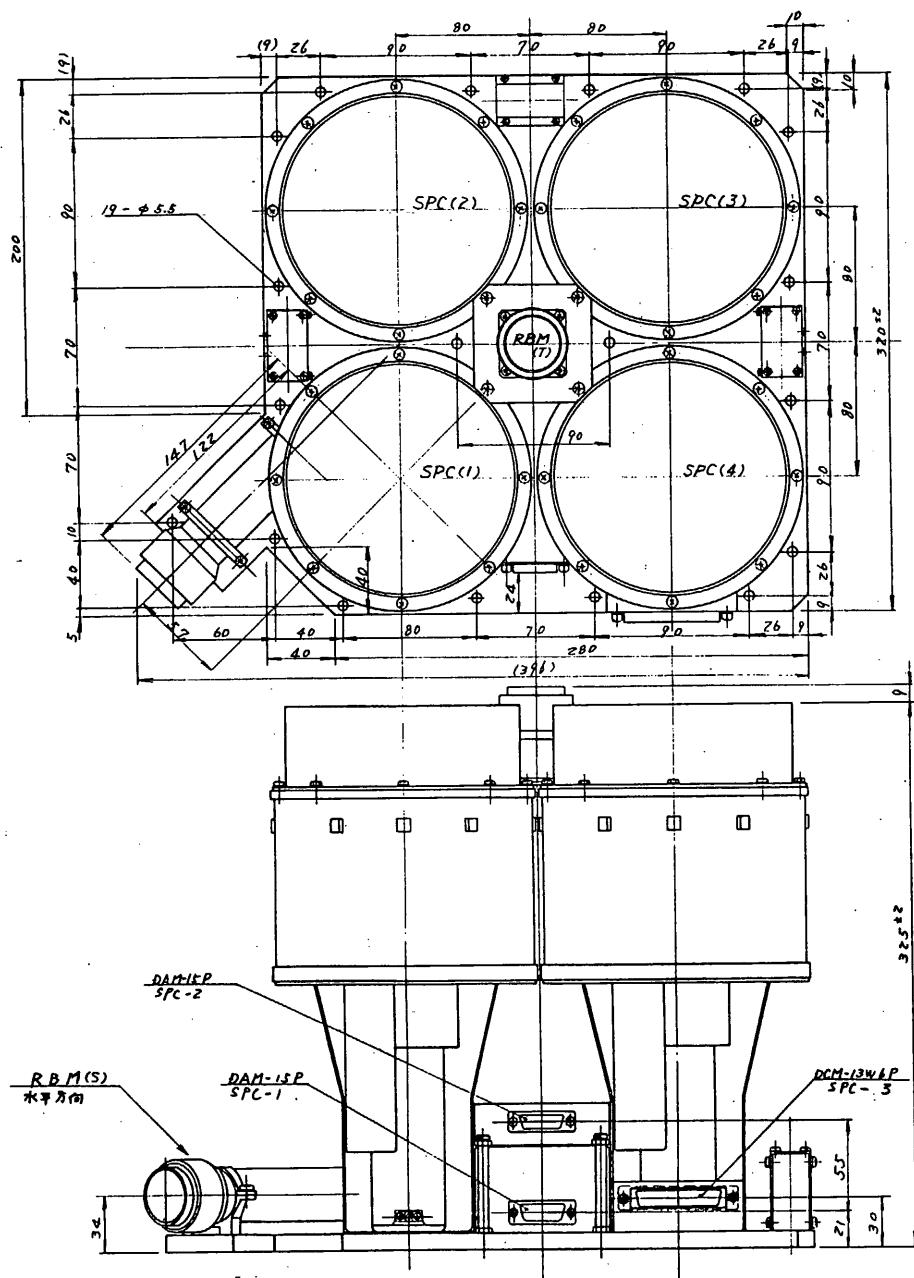
信号処理部(SPE)は、10個のSPC及びRBMの信号処理と、コマンドなど、各種のインターフェイスとしての役割をもつていて。

各部の外観図を、(図-2・1)～(図-2・4)に示す。また各部はさらに(表-2・1)に示すような各部分から成る。

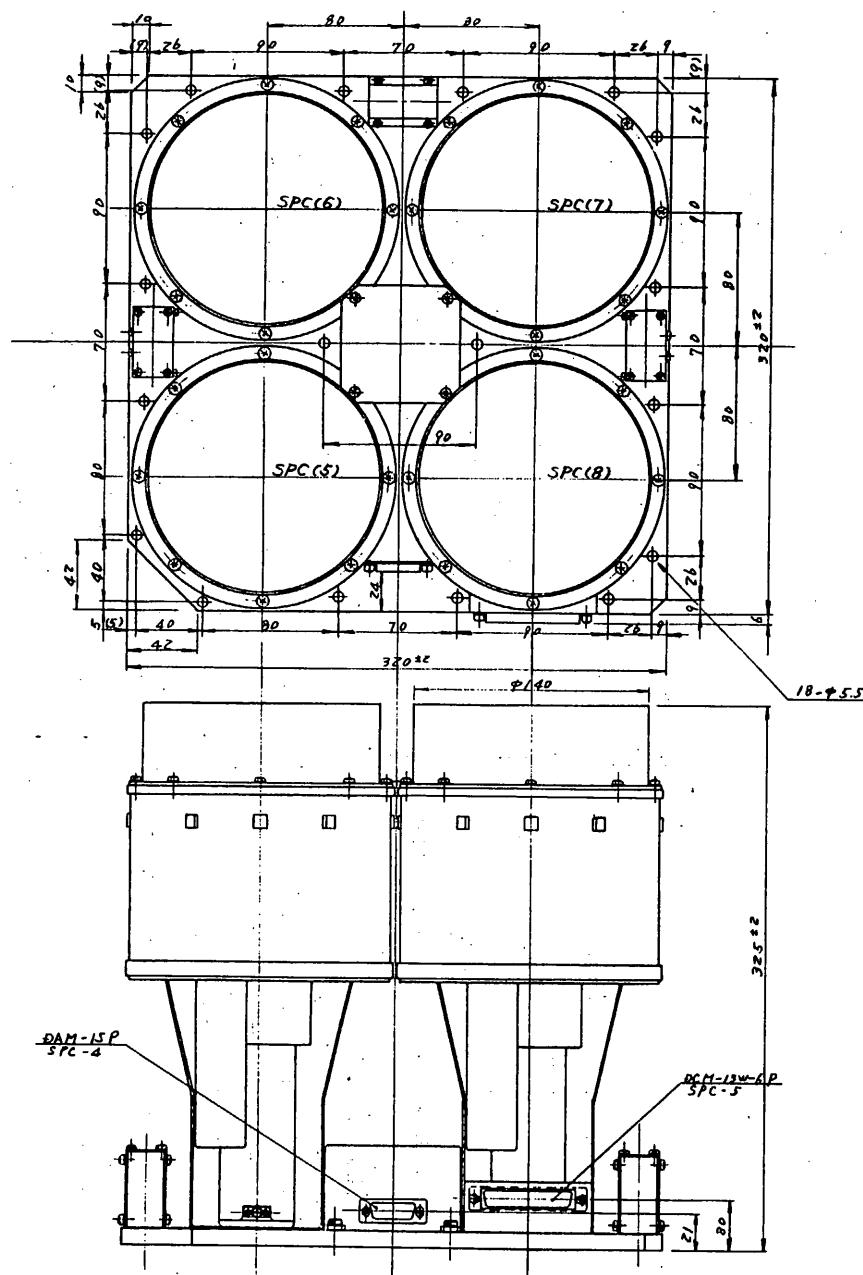
回路系の構成については、4項・回路構成の項を参照のこと。

区分	名 称	員数	備考
SENSOR部	SPC (A)	1	SPC (1) " (2) " (3) " (4) HV-A (SPC 用) RBM (T) (TOP) " (5) (SIDE) RBM-HV (RBM用) 温度センサー (TL-10)
			SPC (5) " (6) " (7) " (8) HV-B 温度センサー (TL-11)
			SPC (9) " (10) HV-C
			SPC 信号処理系 RBM "
			GBD "
	SPC (C)	1	インターフェイス回路 電源系回路 その他共通回路
電気回路部	S P E	1	

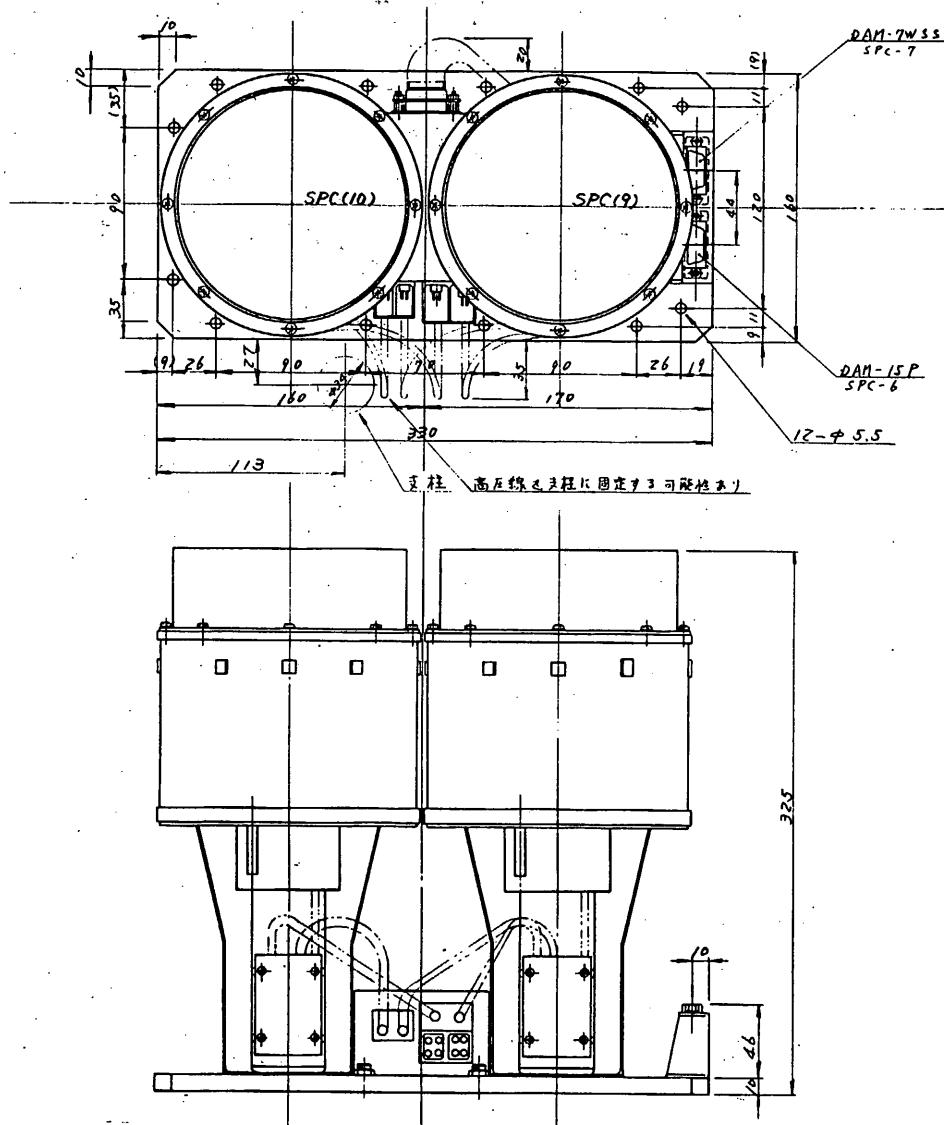
(表-2・1) 構成表



(図-2-1) SPC(A)外観図

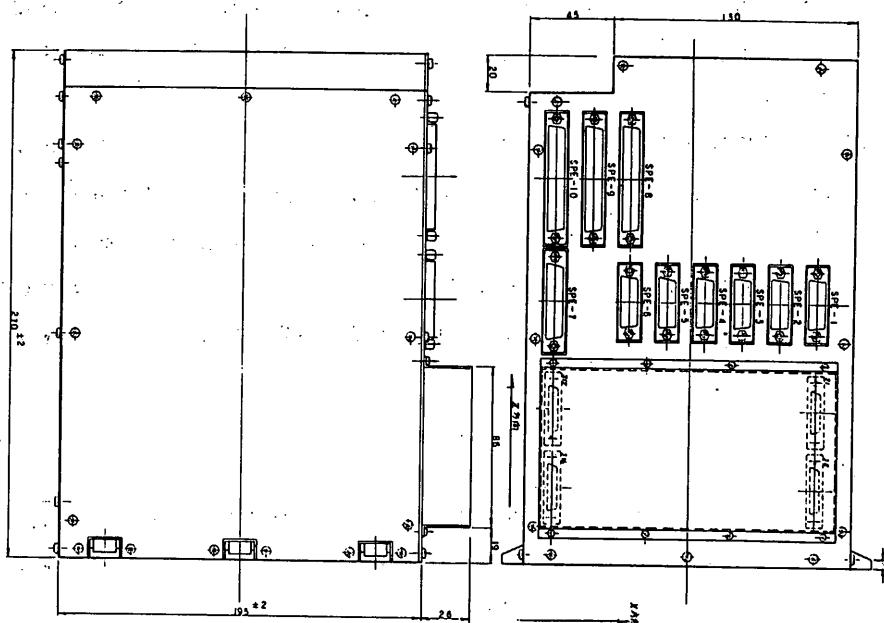
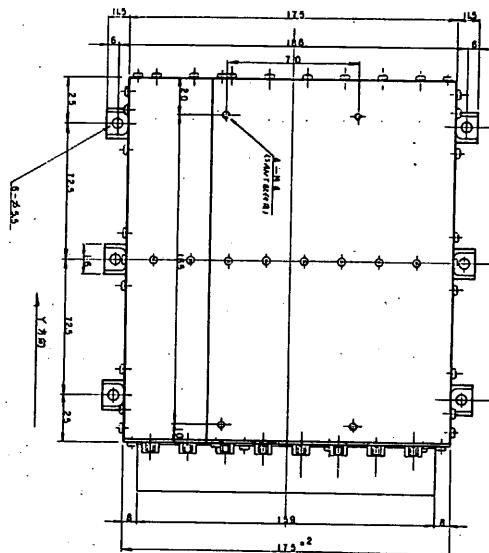


(図-2-2) SPC (B) 外観図



(図-2-3) SPC(C)外観図

コキフタ内訳	コキフタ
SPE-1	DAM-TW-2S
・ 2	・
・ 3	・
・ 4	・
・ 5	・
・ 6	・
・ 7	DBM-25S
・ 8	DCM-37P
・ 9	・
・ 10	・



(图-2·4) SPE外貌图

3 信号検出器

3.1 SPC X線検出器

(1) 目的

蛍光比例計数管 (SPC) は、我が国では、これまでロケット、衛星（ハのとり）に搭載された。この結果X線のスペクトル観測では0.4 (0.57 keV) 線スペクトルの発現や太陽フレマー時にできる Si, S, Fe などの高電離イオンによる特性X線の観測で威力を發揮し、その有効性が証明された。

ASTRO-BのSPCは、大面積封入型として開発したもので、弱い宇宙X線 ($1 \text{ Uhuru } \text{cts}/\text{s} \simeq 10^{-3} \text{ cts}/\text{s} \text{ cm}^2$ までのX線源を対象とする) の観測を行うことを目的とする。また $2 \sim 60 \text{ keV}$ のエネルギー領域のX線スペクトルに關しては、これまでの衛星に比べて勝れた分解能で観測できるものである。これによりX線バースターやパルジX線源型のスペクトルの時間変動を知り、バーストのメカニズムを探ることができる。

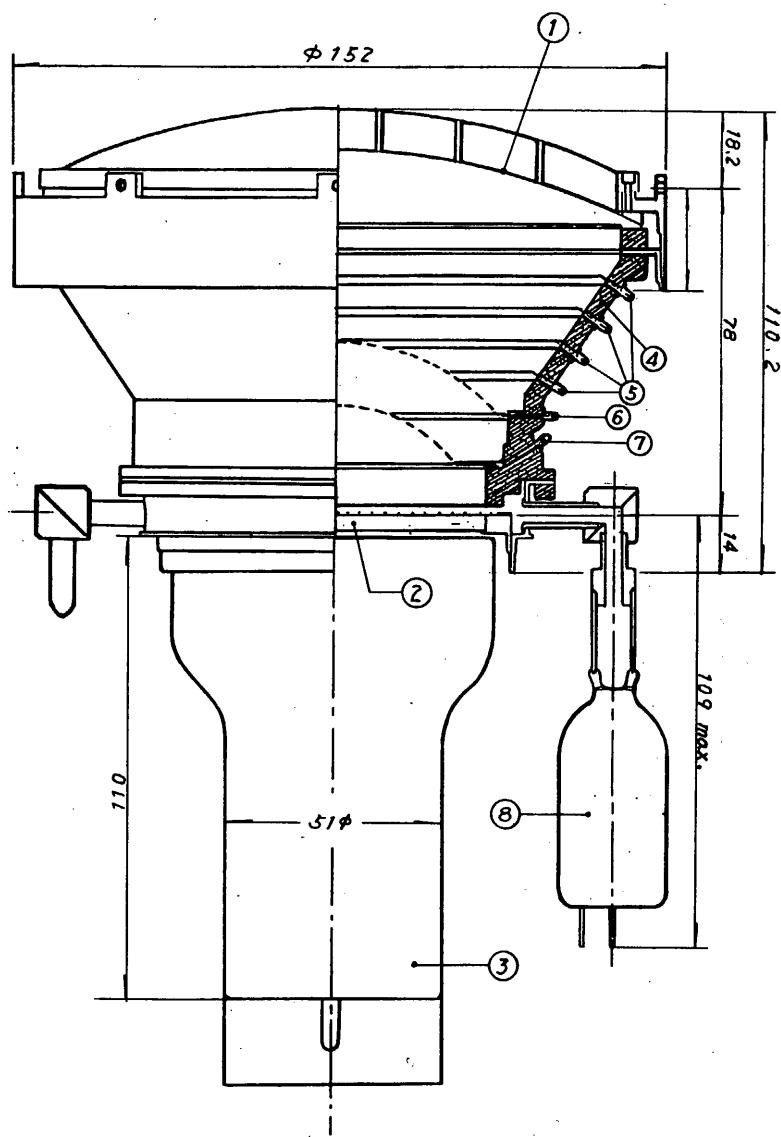
X線パルサーのスペクトル変動をパルス・フェイズに施して分析することによりパルスの発生の様子を追究できる。この他 Cyg X-1 など変動の激しいX線星のスペクトル変動など、ブラックホール、中性子星を伴った銀河系内X線源の精密観測を行い、高密度星のヨウリの物理現象を知ろうとするものである。

一方変動の激しい活動銀河 (QSO, BLLAC, セイファート銀河など) の精密なスペクトル観測を行い、その発生機構を追究し、謎に包まれたそれらの中心核が何物であるかを探ろうとすることができる。更に高電離Feイオンの特性X線を発生している銀河団からのX線スペクトルの観測により銀河団の温度、物質密度などを知り、銀河の形成と物質の生成についての手がかりを得ようとするものである。

(2) 構造と原理

SPCの構造は、(図-3.1)に示すようにX線入射窓 ($\text{Be } 100 \pm 20 \mu$) と電極をもつガスチャンバーに $\text{Xe} (80\%) + \text{He} (20\%)$ の混合ガスを1.2気圧封入したものが基本となっている。

X線は、入射窓の前面につくったスタッフコリメータ (視野 $3^\circ \times 3^\circ \text{ FWHM}$) から入射する。ベリリウムを透過したX線はガスをイオン化してエネルギーを失う。このときできる電子はオ1電極にかけた電場によりドリフトして球形のオ2電極に到達する。その後更に高电压によって加速され、ガスと衝突を繰り返しガスを蛍光させる。



- | | | |
|------------------------|----------------------------|----------------------------|
| ① 入射窓 ($Be\ 100\mu$) | ④ セラミック | ⑦ オ2電極 ($\approx 8000V$) |
| ② クオルツ | ⑤ 補正電極 | ⑧ ゲンター (SAES AP5G) |
| ③ R 1307-05 | ⑥ オ1電極 ($\approx 1500V$) | |

(図-3・1) SPCの構造

補正電極は、端の方でつくられた電子をオ1電極の、できるだけ中央部にもってゆくように電場を補正するためのものである。オ1・2電極間の電圧は、ニニで得る電子のエネルギーが、ガスの電離はしないが光を励起する程度にある。

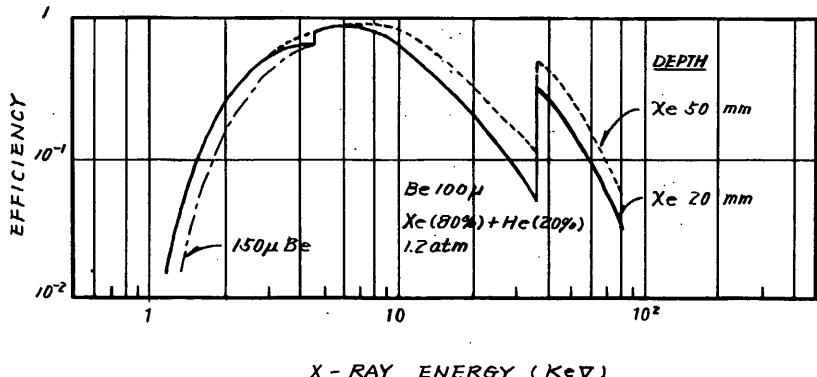
こうして光（シンチレーション光）が十分発生すれば、電子などによるゆらぎがなく、はじめにさきる電子のゆらぎ $\sqrt{E/N}$ ($E \approx 0.2$ Fano 因子, N : X線によってはじめてつくられる平均の電子数) が主な統計量となるため分解能があがる。

He ガスの役割は、電子のドリフト速度を速め、且つ拡散を少くするために働く。20%の He を混合すると、ドリフト速度は、純粧の Xe に比べて 3~4 倍早くなる。このことは X 線が吸収される場所によって電場が一様でないため、場所によるドリフト時間 (X 線が吸収された場所からオ1 メッシュまでの時間) の差を少くすることができる。従って信号の立ち上り時間の差も少くできる。こうすることによってバックグランド信号 (立ち上り時間が広がっている) と波形弁別することができる。

ガス中で発生した光は、1700~1800 A にピークをもつていて、この光の透過性の良い Quartz 窓から取り出し、外側に *P-Quaterphenyl* を付けて可視光に変換して通常の光電子増倍管 (浜松テレビ製, R1307-05 衛星仕様) でみる。

エネルギー分解能は、分布の FWHM ΔE とすると大体 $\Delta E/E \approx (0.25 \sim 0.27)/\sqrt{E}$ (E KeV 単位) でおらわせろ (5.9 KeV で 10~11%)。

X 線の検出効率は、入射窓の位置、方向で異なるが (図-3・2) にその例を示した。



(図-3・2) SPC の X 線検出効率

観測は、1.5~60 KeV の範囲で行う。X 線のエネルギー校正は、弱い Cd¹⁰⁹ (22 KeV の X 線) のラジオアイソトープを付けておくことによって即時行うことができる。

入射窓面積は、最大直径 13 cm で 132 cm²、ベリリウム補強の機、コリメータのデッド・スペースなどで、有効面積は 100 cm² となる。SPC (A)・(B) では 100×4 , SPC (C) では 100×2 個 = 200 cm², 従って全体 10 本で 1000 cm² の面積となる。

サエスゲッター AP5G は、市販品 AP5 の衛星用特別仕様として開発された。この Zr-Al 合金によって長期間にカウンターから出るアウト・ガスを吸着するものである。

(3) 機能

エネルギー・スペクトル観測モード (MPC モード) では、128 CH のエネルギー分解能で、500 msec. mini の時間分解能でデータを取得することができる。32CH モードにすると 125 msec. mini. まで時間分解能をあげることができる。(詳細については、7・1, SPC データ処理の項を参照のこと)

SPC (1) ~ SPC (8) [SPC (A)・SPC (B)] は、主として視野に入った X 線源のエネルギー・スペクトルを精密に調べるために使われる。一方 SPC (9), SPC (10) [SPC (C)] は、モジュレーションコリメータをもち、X 線源の位置決定、視野内に 2 つ以上の X 線源が入った場合の選別、バックグランドの監視などに有効である。

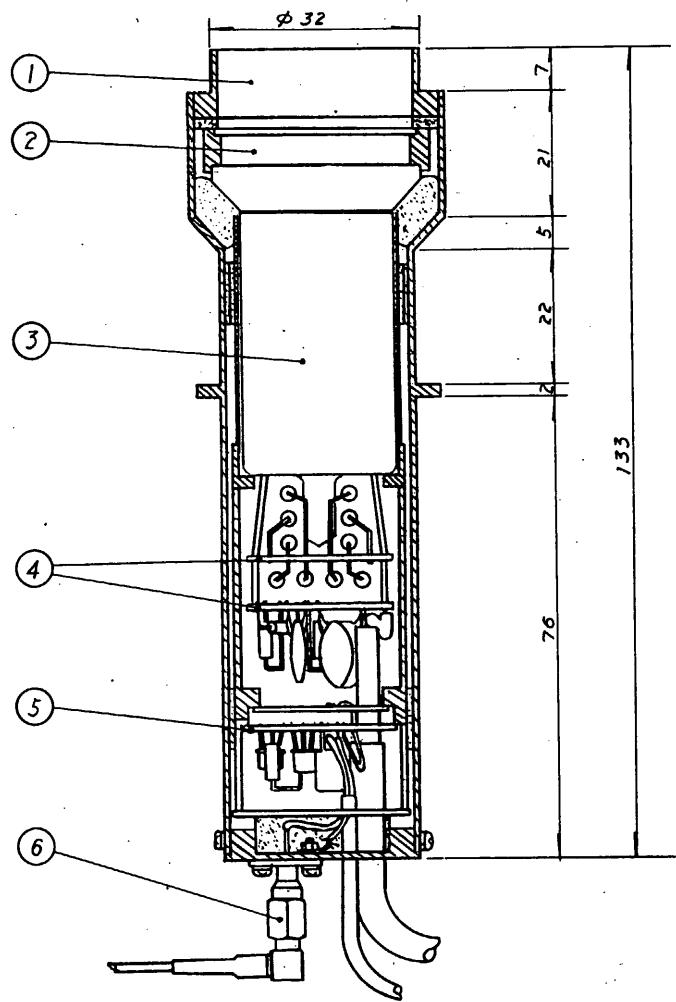
弱い X 線源 (≈ 10 UAURO 以下) の観測は PH・PC モードでも有効に観測ができる。このモードでは、SPC は各イベント毎に、パルスハイトを 8 ビット (128 CH) で送出する。DP では、パルスハイトを PH データ、イベントの数を PC データとして伝送する。時間分解能は、PH データでは 15.625 msec. mini, PC データでは 62.5 msec. mini である。

以上の主データの他、パルスの RISE TIME 分布もコマンドによって観測することができる。また各種の補助的データのモニターも行っている。(6・3 SPC MON1 の項を参照のこと)

3.2 RBM・GKD検出器

(1) 構造と原理

RBM・GKD検出器は、NaI(Tl)結晶を使ったシンチレーション検出器である。(図-3.3)にその外観、構造を示す。



① コリメータ ③ フォトチューブ ⑤ プリアンプ
② シンチレータ ④ デバイダー ⑥ 出力コネクタ

(図-3.3) RBM組立

入射窓には SPC の Be 窓に相当する荷電粒子を通し、逆に X 線はさきるだけ通さない膜として、厚さ $20\mu\text{m}$ のステンレスが使用されてい。この膜厚は、ほぼ 80 keV の電子の飛程に相当する。この入射窓と厚さ 3 mm の結晶によって $10\sim100\text{ keV}$ にわたって、ほぼ 100% の X 線検出効率をもつて。検出器の諸元を（表 - 3・1）に示す。RBM (T) と RBM (S) は、その取付方向を除いて同一のシステムである。

有効面積	窓材	窓厚	結晶	厚さ	視野角
7 cm^2	ステン	$20\mu\text{m}$	NaI(Tl)	3 mm	

（表 - 3・1） RBM の諸元

(2) 機能

RBM - GBD の機能については 7・2, 7・3 で詳しく述べるが、ここで概略について記述しておく。

(A) RBM

任意に選ばれた RBM (T)・RBM (S) のどちらかの検出器からの出力は 8 秒毎に集積され、そのカウント数が毎秒に換算して $128, 256, 512, 1024$ を越えると警告フラッグを出力する。カウント数の設定は P1 エコマンドで行う。これとは別に、Amp GAIN 及び高圧電源電圧をそれぞれ 4 段階に設定できる。

一度出力されたフラッグは、設定したカウント数の $1/2$ になるとまで繰り続けられる（ヒステリシス機能）。モニターは DHK (W34) 及び SPC MONITOR (W99) に出力される。

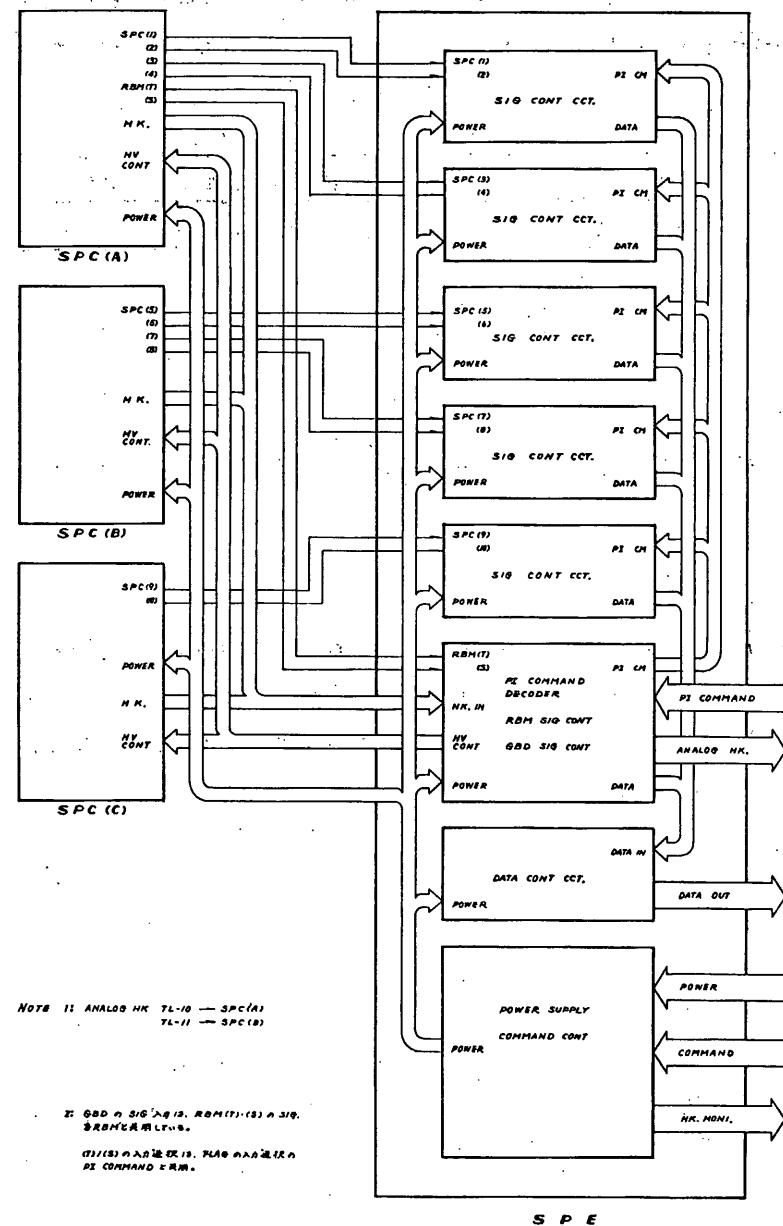
(B) GBD

入力は RBM のフラッグ系と共有する。RBM で計測されている 8 秒毎のカウントを $1/64$ にし、 $1/8$ 秒毎のカウントと比較し、2 回連続でこの差が指定のカウント数を越えた時を Gamma-ray - Burst と判定し、その時刻 (SF 先頭から数えた数・ $1/8$ 秒単位) と $1/8$ 秒毎のカウント (1 秒間分) をメモリーリーし、ゆっくり表示出す。表示には、DHK (W34) が使用される。

この判定基準は $S = 7\text{ cm}^2$ の検出器で $\simeq 5 \times 10^{-6}$ の Gamma-ray - Burst を検出することができる。

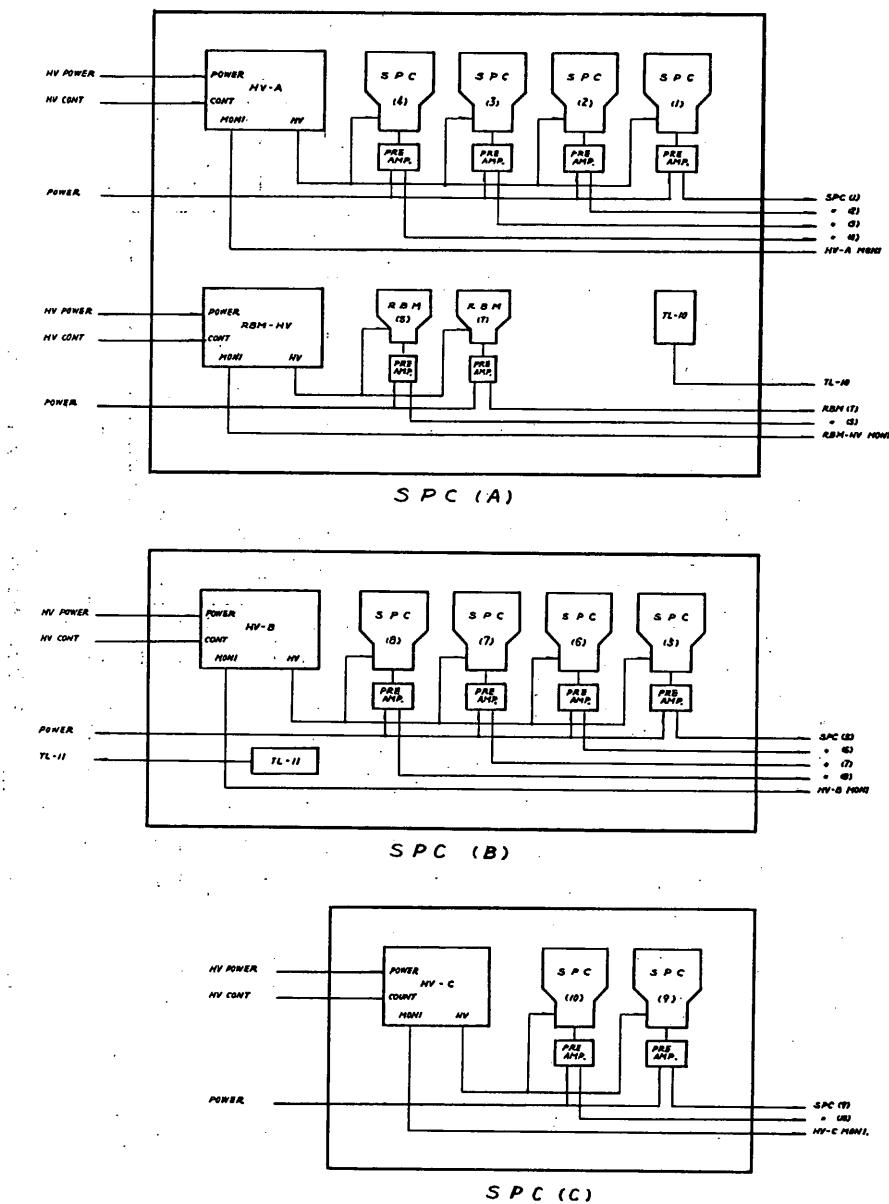
4 回路構成

4.1 総合ブロック図



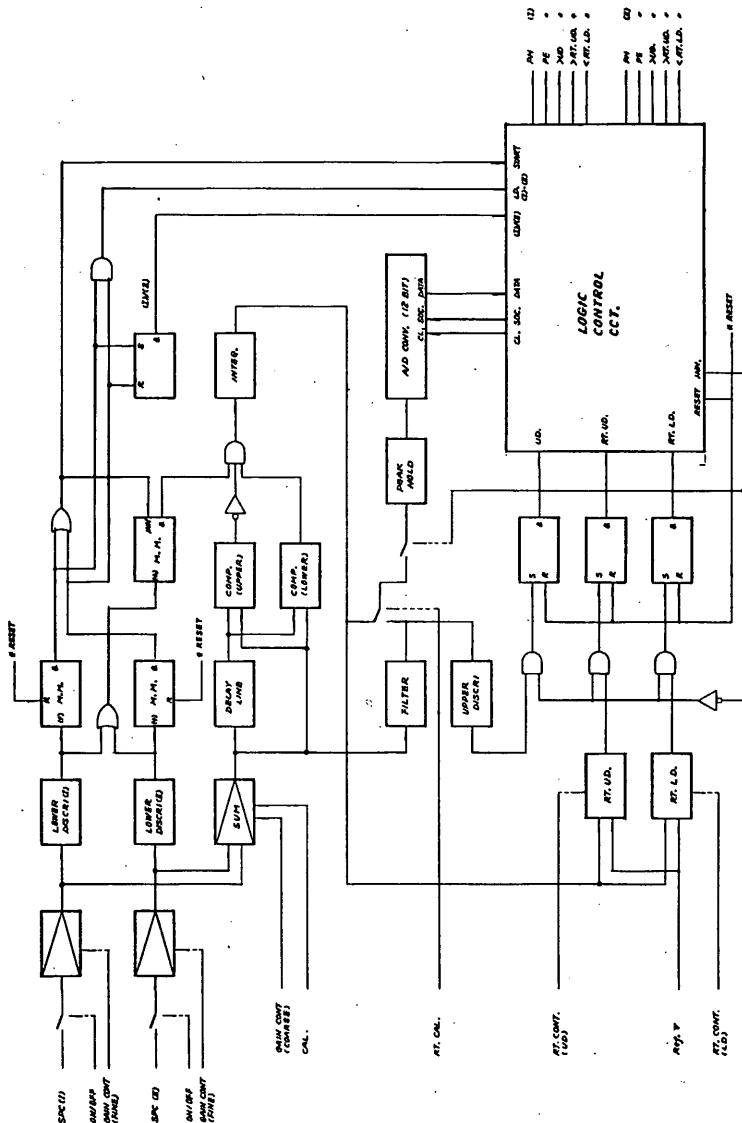
(図-4・1) 総合ブロック図

4・2 センサー系ブロック図



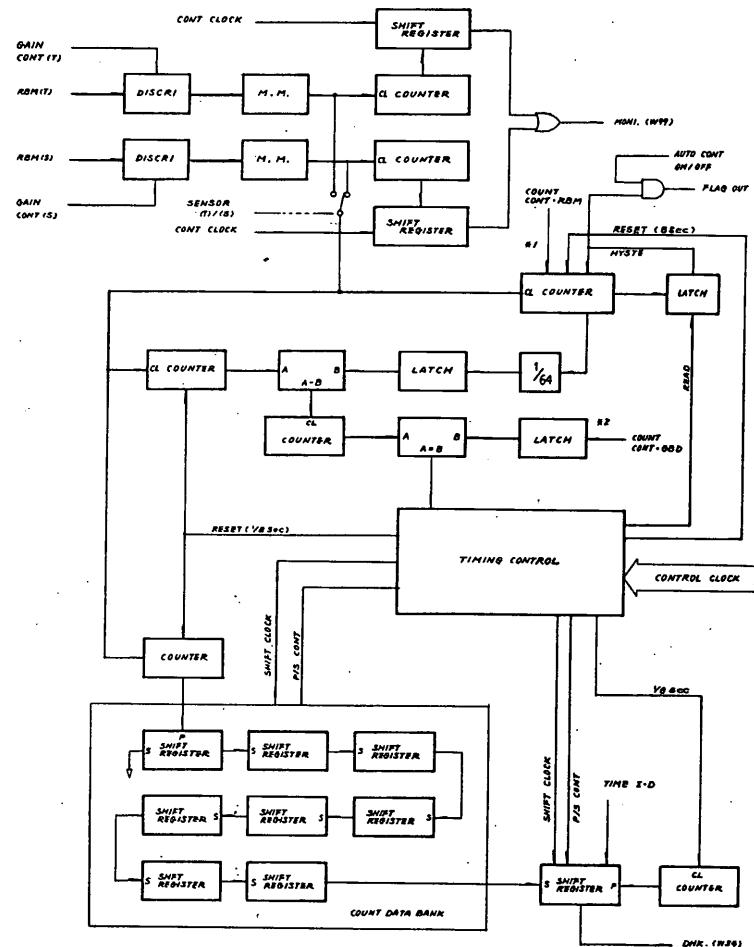
(図-4・2) センサー系ブロック図

4・3 SPC信号処理系ブロック図



(図-4-3) SPC 値号処理系プロック図

4・4 RBM・GBD ブロック図



NOTE 1: FLAG ON COUNT CONT (DV/9)
() : INITIAL

2: 9BD BURST LEVEL (DV/12)
() : INITIAL

052	053	ON-COUNT	OFF COUNT
1	1	1024C/SEC	512C/SEC
1	0	512 +	256 +
(0)	(1)	256 +	128 +
0	0	128 +	64 +

056	057	BURST LEVEL
1	1	1/16 C/SEC
1	0	9.6 +
0	1	8.0 +
(0)	(0)	0.4 +

(図-4・4) RBM・GBD ブロック図

5 COMMAND

5.1 REAL TIME CM (表-5-1)

5.2 DELAY TIME CM (表-5-2)

5.3 連動 CM (表-5-3)

5.4 CONTROL SIG. (表-5-4)

	名 称	A・PAGE		B・PAGE	
		AD	EX	X	EX
A	SPC ON	14	10		
B	RBM ON	15	10		
C	SPC OFF	15	11		
D	HV-A1 ON			14	10
E	HV-A2 ON			15	10
F	HV-B1 ON			14	11
G	HV-B2 ON			15	11
H	HV-C1 ON			14	12
I	HV-C2 ON			15	12
J	HV OFF	15	12		
K	SPC CAL ON	14	11		
L	SPC CAL OFF	13	13		
M	RBC DIS			13	12
N	SPC A OFF	14	12		
O	RBM-HV ON			15	4
P	RBM FLAG ON	14	13		
Q	RBM FLAG OFF	15	13		

	CMD-B ON	10	1	
	(B・PAGE)	9	2	

(表-5-1) REAL TIME CM

	名 称	DELAY	
		AD	EX
A	SPC CAL ON	7	3
B	SPC CAL OFF	8	3
C	RBM FLAG ON	7	4
D	RBM FLAG OFF	8	4

(表-5-2) DELAY TIME CM

	名 称	備考	
		X	EX
A	ALL HV OFF	PULL	
B	ALL PI OFF	PULL(*1)	

(表-5-3) 連動 CM

	名 称	B・PAGE	
		X	EX
A	PSC ON(*2)	9	9
B	DR MONI.	H/L	

(表-5-4) CONTROL SIG.

NOTE 1: UVC 信号と TCS が OR をとつて作られる。

2: CM は TCS で受けた。ロジックレベル・インターフェイス。

5.5 COMMAND・CONTROL SIG I=よ了各部の動作

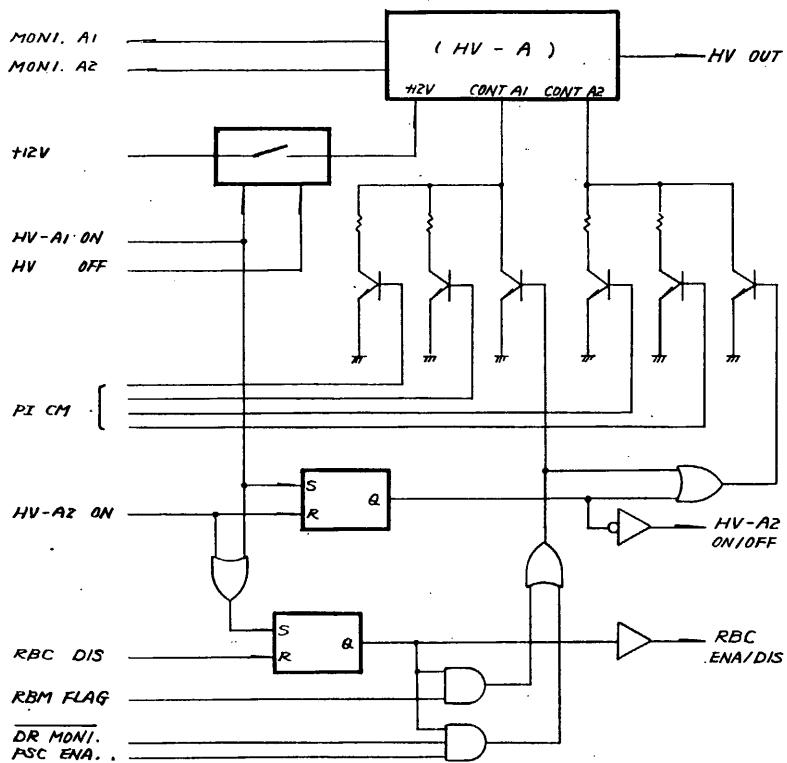
・ イニシャル・セットは電源投入時にを行い、あらかじめ電源が投入されていない場合は ON, CM を送信してもセットしない。高圧電源系のコントロールについての詳細は 5・6 項を参照のこと。

NOTE 1: ×印は条件付の動作を示す。

(表-5・5) COMMAND・CONTROL SIG による各部の動作

5.6 高圧電源系 CONTROL

高圧電源系のコントロール・ブロック図を(図-5-1)に示す。ブロック図では、A系統について示しているが、B・C系統についても同様の論理でコントロールしている。高圧電源は、電源によるOFFの他に、電圧コントロール端子を接地することによって出力をOFF状態にする機能を持っている。



NOTE 1: HV ON/OFF 関理は下表の通り (RBM FLAG・PSC ENA の条件付)

	RBM ENA/DIS	HV A1	HV A2
HV-A1 ON	— ENA	OFF — ON	OFF —
HV-A2 ON	— ENA	—	OFF — ON
HV OFF	—	OFF — ON	OFF — ON

(図-5-1) 高圧電源系のコントロール・ブロック図。

5・7 PI COMMAND

PIコマンド項目の一覧表を(表-5・6)に示す。各項目の詳細については(表-5・7)・(表-5・8)を参照のこと。PIコマンド項目のイニシャルセットは、電源投入時に行われる。(SPC・RBMのどちらか一方がONになると同時にゼセットされる。) なお、あらかじめSPC・RBMのどちらか一方、あるいは、両回路系ともにON状態にあるときに、さらにSPC ONあるいはRBM ONのコマンドを送信しても、記録されているPIコマンドの内容は、そのまま保持され、イニシャルセットはされない。

DV	名 称	OS 0	1	2	3	4	5	6	7
31	SPC (10)	INPUT ON/OFF							L.D.
30	" (9)	"			"				"
29	" (8)	"			"				"
28	" (7)	"			"				"
27	" (6)	"			"				"
26	" (5)	"			"				"
25	" (4)	"			"				"
24	" (3)	"			"				"
23	" (2)	"			"				"
22	" (1)	"			"				"
21	HV LEVEL 1	AI		A2		B1		B2	
20	" 2	C1		C2		RBM			
19	RBM	SENSOR (T)/(S)	AUTO CONT ON/OFF	FLAG COUNT	GAIN CONT (T)	GAIN CONT (S)			
18	RT DISCR1	U.D. (1・2)		L.D. (1・2)	U.D. (3・4)	L.D. (3・4)			
17	"	" (5・6)	"	" (5・6)	" (7・8)	" (7・8)			
16	"	" (9・10)	"	" (9・10)					
15	RT CONT	(1)・(2) EN/DIS	(3)・(4) EN/DIS	(5)・(6) EN/DIS	(7)・(8) EN/DIS	(9)・(10) EN/DIS			
14	RT CAL	(1)・(2) ON/OFF	(3)・(4) ON/OFF	(5)・(6) ON/OFF	(7)・(8) ON/OFF	(9)・(10) ON/OFF			
13	GAIN CONT	(1)・(2) H/L	(3)・(4) H/L	(5)・(6) H/L	(7)・(8) H/L	(9)・(10) H/L			
12	MODE	PH-PC /MPC	SPC (1) ~ (4)	SPC (5) ~ (8)	SPC (9) (10)	GBO BURST LEVEL			

(表-5・6) PIコマンド項目リスト

DV	名 称	050	1	2	3	4	5	6	7
12	MODE	PH-PC MPC	SPC(1)~(4)	SPC(5)~(8)	SPC(9)(10)	GBD BURST LEVEL			
01100	() : INITIAL	1 PH-PC (0) MPC	11 加算32CH 10 128CH	11 加算32CH " 128CH	1 32CH (0) 128CH	11 112C/Sec 10 96C/Sec			
			0 1 32CH	0 1 32CH		0 1 80C/Sec			
	(0C00)		(0 0) 128CH	(0 0) 128CH		(0 0) 64C/Sec			

13.	GAIN CONT	(3)-(2) H/L	(5)-(4) H/L	(7)-(6) H/L	(9)-(8) H/L	(1)-(10) H/L
01101	(): INITIAL	HIGH	HIGH	HIGH	HIGH	HIGH
	(0000) (0) LOW	(0) LOW	(0) LOW	(0) LOW	(0) LOW	(0) LOW

14	RT	CAL	(1)-(2) ON/OFF	(3)-(4) ON/OFF	(5)-(6) ON/OFF	(7)-(8) ON/OFF	(9)-(10) ON/OFF	
01110	()	: INITIAL	1 0 N	1 0 N	1 0 N	1 0 N	1 0 N	
		(0 E 00)	(0) OFF					

15	RT CONT	(1)-(2) ENA/DIS		(3)-(4) ENA/DIS		(5)-(6) ENA/DIS		(7)-(8) ENA/DIS		(9)-(10) ENA/DIS		
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	
01111	(): INITIAL	(1)	ENA	(1)	ENA	(1)	ENA	(1)	ENA	(1)	ENA	
	(0 F F 8)	0	DIS	0	DIS	0	DIS	0	DIS	0	DIS	

16	RT DISCRI	U.D. (9-10)		L.D. (9-10)		
10000	() : INITIAL	11	μs	11	μs	
		10	"	10	"	
		01	"	01	"	
		(1000)	(00)	(00)	"	

17	RT DISCR.	U.D. (5-6)	L.D. (5-6)	U.D. (7-8)	L.D. (7-8)
10001	(): INITIAL	11	μs	11	μs
		10	"	10	"
		01	"	01	"
	(1100)	(00)	"	(00)	"

(表-5・7) PIコマンド・リスト(DV12~DV17)

D V	名 称	0 S O	1	2	3	4	5	6	7
18	R T DISCRI	U.D. (1·2)		L.D. (1·2)		U.D. (3·4)		L.D. (3·4)	
10010	(): INITIAL	11	μs	11	μs	11	μs	11	μs
		10	"	10	"	10	"	10	"
		01	"	01	"	01	"	01	"
		(1200)	(00)	(00)	"	(00)	"	(00)	"

D V	R B M	SENSOR (T)/(S)	AUTO CONT ON/OFF	FLAG COUNT	GAIN CONT (T)	GAIN CONT (S)
10011	(): INITIAL	1 SIDE (1) ON	11	1024C/Sec	11	
		(0) TOP 0 OFF	10	512C/Sec	10	
			(01)	256C/Sec	(01)	(01)
			00	128C/Sec	00	00

D V	H V L E V E L 2	C ₁	C ₂	R B M	
10100	(): INITIAL	11		11	
		10		10	
		01		01	
		(1400)	(00)	(00)	

D V	H V L E V E L 1	A ₁	A ₂	B ₁	B ₂
10101	(): INITIAL	11		11	
		10		10	
		01		01	
		(1500)	(00)	(00)	(00)

D V	SPC (1) ~ (10)	SENSOR ON/OFF	GAIN CONTROL		L.D.
22~31	(): INITIAL	(1) ON	111111	GAIN MAX.	1 2Kev
		0 OFF	1		(0) 1 Kev
			(1000000)		
			1		
		(***CO)	000000	GAIN MINI.	

(表-5·8) PI コマンド・リスト (DV18 ~ DV31)

6 出力信号

6.1 ANALOG HK (W33)

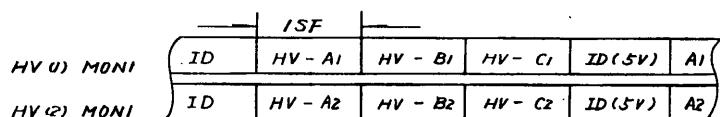
	名 称	F	W	備 考
1	HV (1) MONI	22	33	(0~5V) HV-A1・B1・C1・ID
2	HV (2) MONI	23	4	" HV-A2・B2・C2・ID
3	RBM HV MONI	24	4	" RBM-HV
4	TL-10 (SPC T1)	38	4	(-50~+70°C) SPC (A)
5	TL-11 (SPC T2)	39	4	" SPC (B)

(表-6・1) ANALOG HK 信号リスト

NOTE 1: 高圧モニター項目 (F22~F24) は、アナログ電圧出力 (0~5V)。

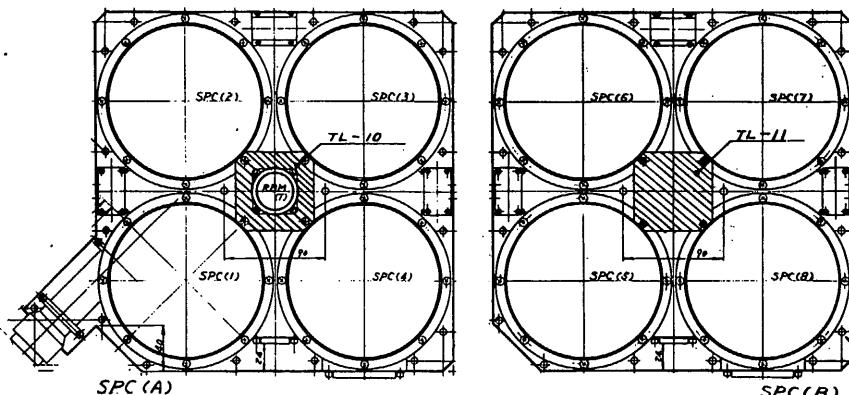
温度モニター項目 (F38, F39) は、センサー直接出力 (-50~+70°C)。

2: HV(1)・(2) MONI は、SPC でマルチプレクスして出力。



3: ISF = 85sec/32sec (ビットレート HIGH / LOW)

4: 温度モニター部分は、(図-6・1)を参照。



(図-6・1) 温度モニター部分

6・2 DHK (W34)

F	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11/12	13	14/15
0	SPC(1)	SPC(2)	SPC(3)				GBD		SPC(4)	SPC(5)		PI 1		
16	♦ (6)	♦ (7)	♦ (8)				“		♦ (9)	♦ (10)				
32	♦ (1)	♦ (2)	♦ (3)	PI 5			♦		♦ (4)	♦ (5)				
48	♦ (6)	♦ (7)	♦ (8)				♦		♦ (9)	♦ (10)				

(表-6・2) DHK フォーマット (W34)

	PI 1 (SPC)	F	W	B
1	SPC ON/OFF	13	34	0
2	HV-A1 ON/OFF	“	“	1
3	HV-A2 ON/OFF	“	“	2
4	HV-B1 ON/OFF	“	“	3
5	HV-B2 ON/OFF	“	“	4
6	HV-C1 ON/OFF	“	“	5
7	HV-C2 ON/OFF	“	“	6
8	CAL ON/OFF	“	“	7

	PI 5 (RBM, SPC)	F	W	B
9	RBM ON/OFF	37	34	0
10	RBM FLAG ON/OFF	“	“	1
11	RBC ENA/DIS	“	“	2
12	RBM HV ON/OFF	“	“	3
13	SPC-A ON/OFF	“	“	4
14	PSC ENA/DIS	“	“	5
15	“0”	“	“	6
16	“0”	“	“	7

(表-6・3) DHK (STATUS) ビット内容

NOTE 1: SPC(1)~(10)は、UPPER DISCR1 (LEVEL)以上の信号をカウントして出力する。カウンターはノン・リセット。

2: GBD データは、8・バーストを検出した時刻と、1/8 sec 毎のカウント・データ8組の、計96bitのデータを1セットとして出力し、通常は ALL “0” を出力する。(詳細は、7・3項を参照)

3: 時間分解能

1SF ————— 8/32 Sec (ビットレート HIGH/Low)

PI 1・5 ————— 8/32 Sec (“ ”)

SPC(1)~(10) ————— 4/16 Sec (“ ”)

6・3 SPC MONI (W99)

F	0	1	2	3	4	5	6	7
0	U.D.(1)	L.D.(1)	U.D.(2)	L.D.(2)	U.D.(9)	L.D.(9)	RBM(T)	RBM(S)
8	" (3)	" (3)	" (4)	" (4)	" (10)	" (10)	"	"
16	" (5)	" (5)	" (6)	" (6)	" (9)	" (9)	"	"
24	" (7)	" (7)	" (8)	" (8)	" (10)	" (10)	"	"
32	" (1)	" (1)	" (2)	" (2)	" (9)	" (9)	"	"
40	" (3)	" (3)	" (4)	" (4)	" (10)	" (10)	"	"
48	" (5)	" (5)	" (6)	" (6)	" (9)	" (9)	"	"
56	" (7)	" (7)	" (8)	" (8)	" (10)	" (10)	"	"

(表-6・4) SPC MONI フォーマット (W99)

NOTE 1: 時間分解能

ISF —————— 8/32 Sec (ビットレート HIGH/LOW)

U.D.(1)~(8) L.D.(1)~(8) —————— 4/16 Sec ()

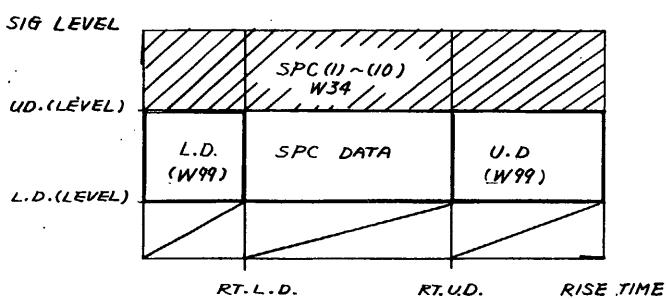
U.D.(9)~(10) L.D.(9)~(10) —————— 2/8 Sec ()

RBM(T) · RBM(S) —————— 1/4 Sec ()

2: RBM(T) は TOP側、RBM(S) は SIDE側のカウンターのカウント。

カウンターは、ノン・リセット。

3: U.D.(1)~(10) は、RISE TIME UPPER DISCR1 以上の信号のカウント。L.D.(1)~(10) は、RISE TIME LOWER DISCR1 以下の信号のカウント。カウンターは、ノン・リセット。



6.4 SPC SIG

W	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0																
16							SPC	SPC	SPC	SPC	SPC	SPC	SPC	SPC	SPC	SPC
32		*	1				MC9	MC10	MC1	MC2	MC3	MC4	MC5	MC6	MC7	MC8
48							(32CH MODE時)	(32CH MODE時)	(加算 128CH MODE 時)	(加算 128CH MODE 時)						
64																
80																
96			*	2			0~31CH	0~31CH	0~31CH	32~63CH	64~95CH	96~127CH	0~31CH	32~63CH	64~95CH	96~127CH
112																

(表-6-5) フレーム・フォーマット (MPC MODE)

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

(表-6-6) フレーム・フォーマット (PH・PC MODE)

NOTE 1: *1 ——W34 DHK WORD. *2 ——W99 SPC MONI/RPM

2: 1F = 125ms/500ms (ビットレート HIGH/LOW)

3: MPCモード ——各センサー別に、エネルギー・レベル毎のPE信号を、
読みレワード間カウントして出力する。

4: PH・PCモード —— PHデータ：読みレワード間に入力された、最初の
PHデータ (8ビット) を出力する。 PCデータ：各センサー毎
に入力されたPE信号を、読みレワード間カウントして出力する。

5: SPC信号の詳細については、7-1項を参照。

7 データ処理

7.1 SPC データ処理

(1) 処理モードと各モードの時間分解能

機器	モード・時間分解能 (ビットレート HIGH / LOW)						
	MPC モード				PH・PC モード		
DP側モード	16F 読出し		4F 読出し				
SPC側モード	128CH モード	32CH モード	加算128CHモード	加算32CHモード	PH データ	PC データ	
SPC (1) ~ (4)	2/8 Sec	0.5/2 Sec	0.5/2 Sec	125/500 mSec	15.625	62.5	
SPC (5) ~ (8)	"	"	"	"	62.5 mSec	250 mSec	
SPC (9) ~ (10)	"	"					

(表-7.1) 処理モード・時間分解能

NOTE 1: 各モードのインターフェイス、データの処理方法等、詳細について

13 (5) データ処理の項目を参照のこと。

(2) モード・コントロールの P エコマンド

DV	名 称	0 S 0	1	2	3	4	5	6	7
12	MODE	PH・PC /MPC	SPC (1) ~ (4)	SPC (5) ~ (8)	SPC (9) (10)			GBD BURST LEVEL	
01100	(): INITIAL	1 PH・PC	11 加算32CH	11 加算32CH	1 32CH	11	112 C/Sec		
	(1) MPC	10 * 128CH	10 * 128CH	(1) 128CH	10	96 C/Sec			
		01 32CH	01 32CH			01	80 C/Sec		
	(0 C 0 0)	(0 0) 128CH	(0 0) 128CH	(0 0)		(0 0)	64 C/Sec		

(表-7.2) モード・コントロール用 P エコマンド・リスト

NOTE 1: PH・PC / MPC のコントロールは、DP の動作指定で、SPC (1) ~ (10)

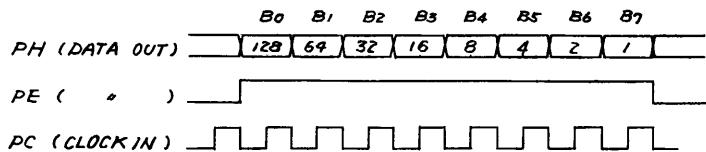
の各系統とともに、同時にコントロールされる。

2: MPC モードの DP の動作は、128CH モード時の 4F 読出し

モードとなり、その他は 4F 読出しモードとなる。

(3) SPC DATA

SPCデータは、各々のセンサー毎に、PH (PULSE HEIGHT)信号、及びPE (PULSE EVENT)信号を1組とし、合計10系統を出力する。



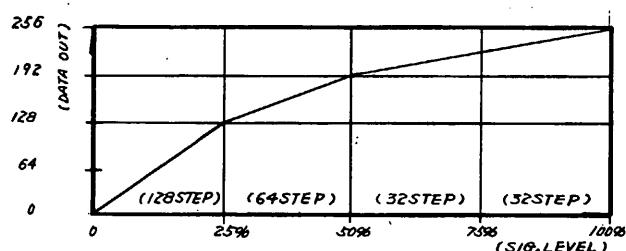
PHデータは、パルス・ハイトに対し、リニアな変換ではなく、通常のコンバート結果に対し、(表-7・3)のように変換を行つ。

	NORMAL A/D CONV.								SPC PH DATA									
	(MSB)								(MSB)									
	B ₀	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅	B ₆	B ₇	B ₀	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅	B ₆	B ₇		
1	0	0	—	—	—	—	—	—	0	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅	B ₆	B ₇	B ₁	B ₀	
2	0	1	—	—	—	—	—	—	1	0	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅	B ₆	B ₇	—	—
3	1	0	—	—	—	—	—	—	1	1	0	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅	B ₆	—	
4	1	1	—	—	—	—	—	—	1	1	1	*	0	0	0	0	—	

(表-7・3) SPC・PHデータの変換対照表

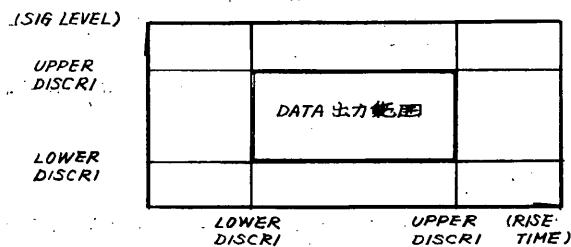
NOTE 1: *印のビット部分は、変換コードを付加するためのビットである。

2: (表-7・3)に示す変換の結果、入力信号レベルと、データ出力は、下図のような関係となる。ただし図はPH・PCモードの場合を示し、他のモードの場合は、レベルに相当するビット数が少くなるので、分解能等は、その分だけ低下する。



(4) SPCデータの出力条件

SPCデータは、入力信号レベルと、ライズ・タイムが、一定の条件に合った信号のみをデータとして出力する。出力条件の範囲を(図-7・4)に示す。



(図-7・1) データ出力条件範囲

出力条件を規定するため、信号レベル及びライズ・タイムのDISCRIの設定値は、LEVELのUPPER DISCRI以外は、PIコマンドで設定可能でライズ・タイムについての条件は、PIコマンドで解除することも可能である。(表-7・4)は、関係するPIコマンドのリストを示す。

DV	名 称	OSD	1	2	3	4	5	6	7
31	SPC (10)	INPUT ON/OFF							L.D.
5	5	"			"				"
22	SPC (1)	"			"				"
18	RT DISCRI	U.D. (1・2)	L.D. (1・2)	U.D. (3・4)	L.D. (3・4)				
17	"	" (5・6)	" (5・6)	" (7・8)	" (7・8)				
16	"	" (9・10)	" (9・10)						
15	RT CONT	(1)・(2) ENA/DIS	(3)・(4) ENA/DIS	(5)・(6) ENA/DIS	(7)・(8) ENA/DIS	(9)・(0) ENA/DIS			

(表-7・4) DISCRI関係PIコマンド

NOTE 1: OSDビットと設定値との関係等、PIコマンドの詳細内容については、5・7項、PIコマンドの項目を参照のこと。

(5) データ処理

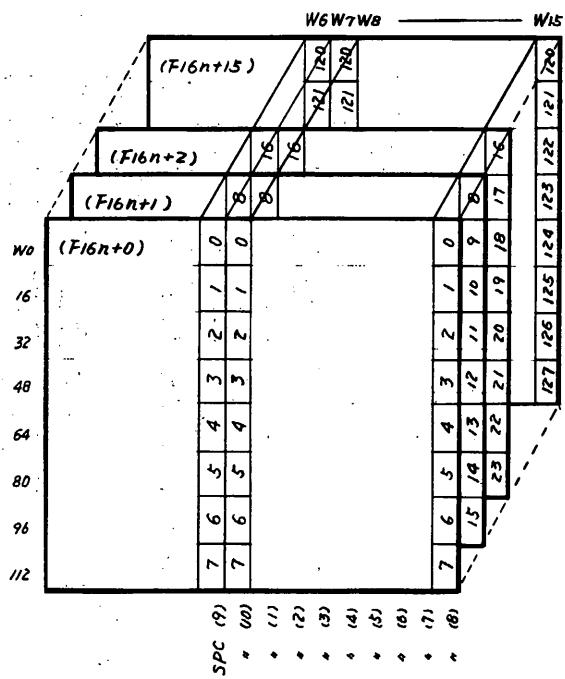
(A) MPC モード

(A)・1 128 CH モード

128 CH モードの SPC データは、入力信号レベルに応じて、8 ビットの PH 信号として、PE 信号とともに、各センサー毎に出力する。DP 側は、上位 7 ビット (128 CH) で各エネルギーレベルに分類し、エネルギーレベル毎の PE 信号を、読み出しつード間カウントし、そのカウント数を出力する。

DP の読み出しが、16 フレームで 128 CH データを 1 セットとして伝送する。したがって、時間分解能は HIGH ビットレート時で 2sec, LOW ビットレートで 8sec となる。

フレーム・フォーマットの概略を、(図-7・2) に示す。



(図-7・2) 128 CH モード、フレーム・フォーマット

(A)・2 加算 128CH モード

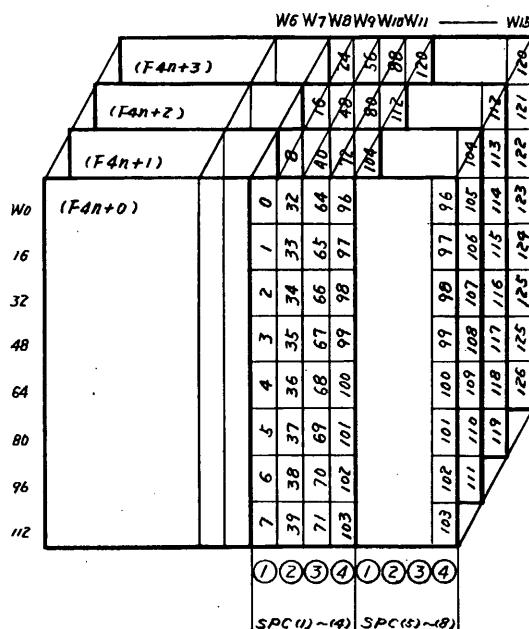
SPC 側の出力データは、128CH モードと同じ。DP 側では、入力データを、SPC(1)～(4), SPC(5)～(8) 及び SPC(9)～(10) の三つのグループに分けて処理を行う。ただし SPC(9)～(10) のグループには、このモードには存在しない。

DP は、上位 7 ビットをエネルギーレベルの識別に使用し、さらに上位 2 ビットは、センサーの識別にも使用し、同じグループ内の信号で、上位 2 ビットが

- ① 00 の場合は、SPC 1 (5) 用のメモリ (CH 0 ～ 31)
- ② 01 " SPC 2 (6) " (CH 32 ～ 63)
- ③ 10 " SPC 3 (7) " (CH 64 ～ 95)
- ④ 11 " SPC 4 (8) " (CH 96 ～ 127)

にアクセスし、各メモリは、32CH のデータ 1 セットとして処理する。

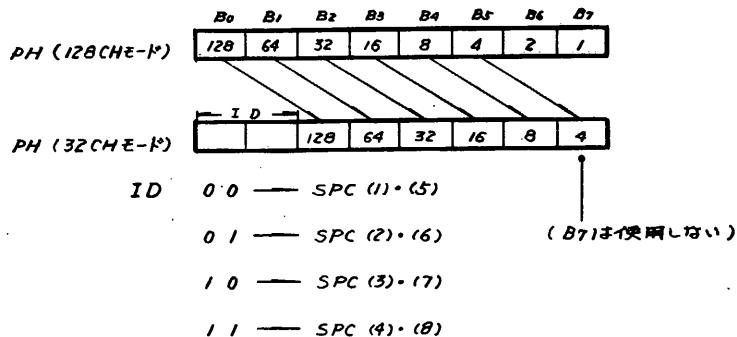
フレーム・フォーマットの概略を (図-7・3) に示す。



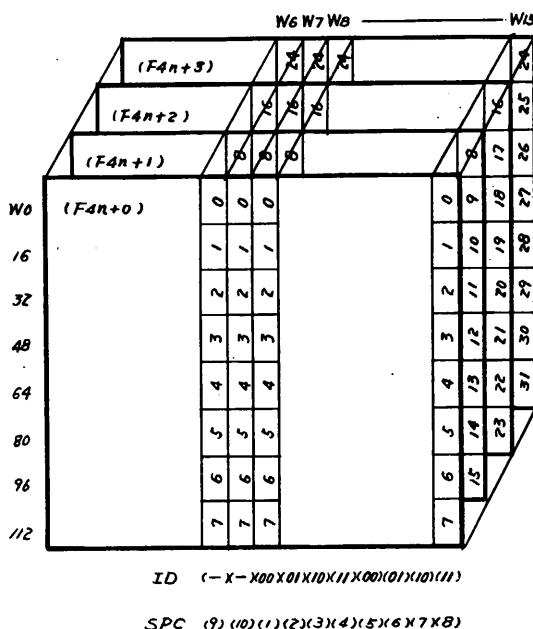
(図-7・3) 加算 128CH モード、フレーム・フォーマット

(4) 32CH モード

DP側の処理は、加算 128CH モードと同じ。SPC は、上位2ビットにセンサーのIDを付けて出力する。



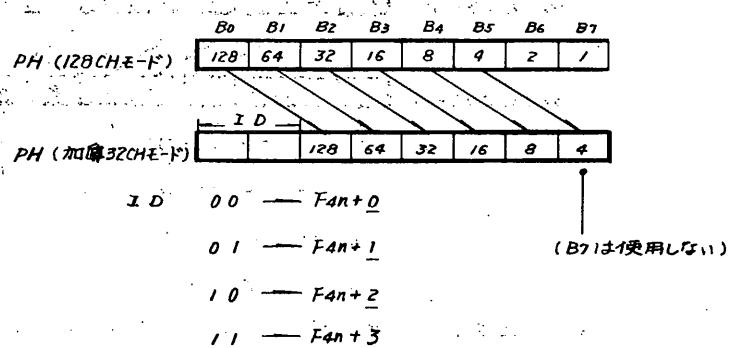
以上の結果、センサーのIDはおり、SPC (1)~(4)(5~8)のエネルギー・データがそのまま同じセンサー用の出カワードは、32CH のデータとして出力される。(図-7・4) 参照。SPC (9)~(10) のグループの場合、上位2ビットは無視され、各々のメモリーにアクセスされて、32CH データとして出力される。



(図-7・4) 32CH モード、フレーム・フォーマット

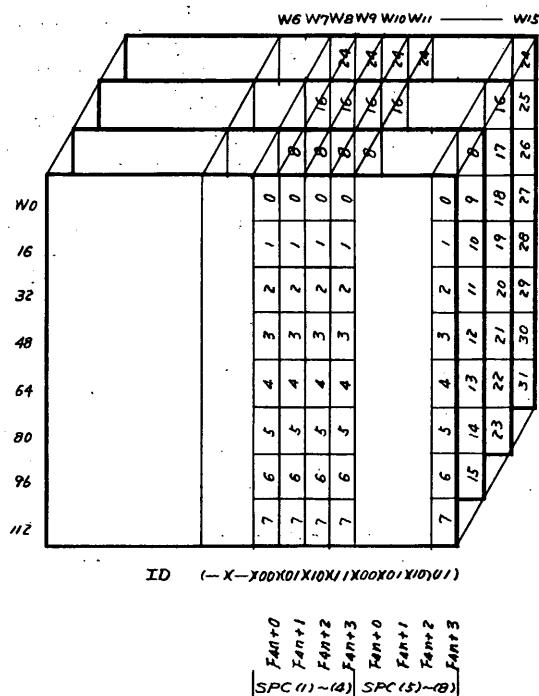
(A)・4 加算 32CH モード

DP側の処理は、加算 128CH モードと同じ。SPCは、上位2ビットに、32CHモードの場合のセンサー IDの代りに、フレーム ID(フレーム NO.を4で割った余り)を付けて出力する。



以上の結果、同じグループ内で、エネルギー・レベルが 32CH に分類された、フレーム毎のデータ群が、それぞれ別のカウンター用メモリーにアクセスされて、4フレームの間で、フレーム毎に分割された、4セットのデータが伝送される。(図-7・5) 参照。

SPC (9)・(10) のグループに、このモードは存在しない。



(図-7・5) 加算 32CH モード、フレーム・フォーマット

(B) PH・PC モード

このモードでは、各々のセンサー毎にデータ処理を行う。

(B)・1 PHデータ

前回の読み出しづードと、今回の読み出しづードとの間に入力された最初の PH データ (8 ビット) を、そのまま出力する。(複数のデータが入力された場合、2 番目以後に入力されたデータは出力されない。) なお、読み出しづード間に、PC データの読み出しづードが存在し、その間にデータが入力された場合でも、そのデータは有効となる。読み出しづード間に、入力データが 1 つも存在しなかった場合は、"0" を出力する。

(B)・2 PC データ

読み出しづード間に入力された、全ての PE データをカウントしてそのカウント数を出力する。(PH データの内容は無視する。)

PH・PC モードのフレーム・フォーマットを(表-7・5)に示す。

W	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0							SPC	SPC	SPC	SPC	SPC	SPC	SPC	SPC	SPC	
16							PH9	PH10	PH1	PH2	PH3	PH4	PH5	PH6	PH7	
32															PH8	
48							PC9	PC10	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	
64															PC8	
80							PH9	PH10	PH1	PH2	PH3	PH4	PH5	PH6	PH7	
96															PH8	
112							PC9	PC10	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	
															PC8	

(表-7・5) PH・PC モード、フレーム・フォーマット

NOTE 1: 時間分解能 (ビットレート HIGH / LOW)

PH — 15.625 / 62.5 msec.

PC — 62.5 / 250 msec.

7・2 RBM # - 2

(1) FLAG系

RBMのFLAG判定回路の入力は、RBM(T)・RBM(S)のセンサーを、PIコマンドで切換えて使用する。その他、PIコマンドと、コントロール項目の対応を(表-7・6)に示す。また、自動判定によらず、REAL TIME CM・DELAY TIME CMでON/OFFのコントロールが可能で、関係するコマンドのリストを(表-7・7)に示す。ON/OFFのヒステリシスは1/2カウントである。

DV	名 称	0 S 0	1	2	3	4	5	6	7
19	R B M	SENSOR (T)/(S)	AUTO COUNT ON/OFF	FLAG COUNT		GAIN CONT(T)	GAIN CONT(S)		
	(): INITIAL	1 SIDE (1) ON	11	1024C/S	11		11		
		(0) TOP 0 OFF	10	512 +	10		10		
			(01)	256 + (01)			(01)		
	(1355)			00	128 + 00		00		

(表-7・6) RBM・PIコマンド・リスト

REAL TIME COMMAND		A・PAGE		DELAY TIME COMMAND		DELAY	
名 称		AD	EX	名 称		AD	EX
RBM FLAG	ON	14	13	RBM FLAG	ON	7	4
"	OFF	15	13	"	OFF	8	4

(表-7・7) RBM・FLAGコントロール、コマンド

(2) MONITOR(W99)系

DISCR1のレベル設定は、(表-7・6)のGAIN CONT(T)・(S)の項目を参照のこと。データは、 2^1 ～ 2^8 までの8ビットを出力する。したがって最大カウント数は、HIGHビットレートで512C/sec, LOWビットレートで512C/4secとなる。また分解能は、LSBが 2^1 で2カウントとなる。W99の出力フォーマットは、6・3項(表-6・4)を参照のこと。

7.3 GBDデータ

GBDの信号源は、RBM・FLAG判定回路と共用する。(RBM(T)とRBM(S)のセンサーを、PIコマンドで切換える。)

(1) T・BURST判定

(信号カウント数) - (BGカウント数) ≥ (判定基準値)
という関係で、1/8 sec単位で判定し、二の条件が2回連続で成立した場合、T・BURSTと判定する。

(2) BGカウント数の設定

T・BURSTの判定に用いるBG(バック・グラウンド)信号のカウント数は、8sec間のカウント数を1/64にして、1/8sec間の平均データとして採用する。こうして得られたBGカウント数は4ビットで表され、LSBは2カウントに相当する。したがって2カウントステップで2~30カウントの範囲で設定される。

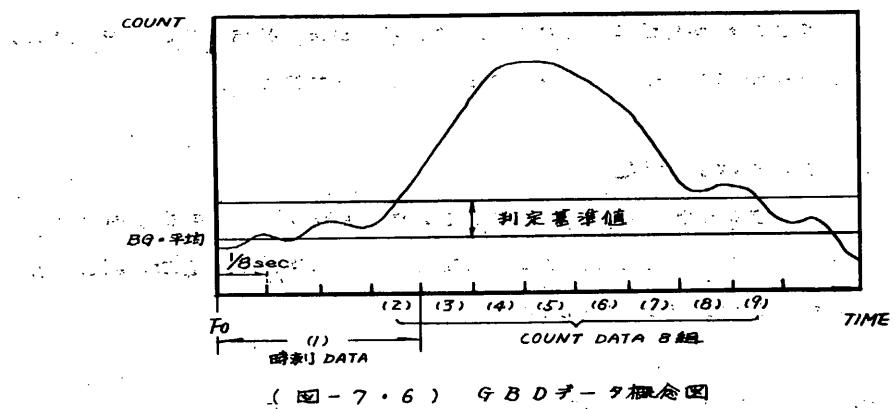
(3) 判定基準値の設定

	DS6	DS7	COUNT数
PI COMMAND	1	1	14C/125msec(112C/sec)
DV12	1	0	12C/125msec(96C/sec)
(): INITIAL	0	1	10C/125msec(80C/sec)
	(0)	(0)	8C/125msec(64C/sec)

(4) 出力データ

T・BURST時のデータは、判定した時刻(サブ・フレームの先頭Foからの時刻で、分解能は1/8sec、最大32secまでカウント可能)と、1/8sec単位で測定したカウントデータ(判定に使用したデータも含む)を、判定時刻から1sec後までの8データ、合計9データを1セットとして出力する。

出力は、DHK(W34)・F16n+7。1セットのデータの伝送に必要な時間は、ビットレートHIGHで20sec、LOWで80secとなる。データの無い時は、"0"を出力する。



(図-7-6) GBDデータ概念図

(A) 時刻データ

B_0	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	B_6	B_7
"1"	8s	4s	2s	1s	1/8s	1/8s	1/8s

B_0 は、時刻データ別別のためのラベル "1" で、二のビットは、時刻 "0" のデータを検出するために使用する。ラベルの取扱いは、下記のとおり。

- (A)-1 ビットレート HIGH の時、時刻データとしての B_0 は、"0" として扱う。
- (A)-2 ビットレート LOW で、時刻データの出力が $F16n+7$ に出力された場合、

条 件		処 理	
$n = 0$	$B_1 = 1$	$B_0 = 1$	$B_1 = 1$
+	$B_1 = 0$	$B_0 = 0$	$B_1 = 0$
$n = 1$		$B_0 = 0$	$B_1 = B_1$
$n = 2$	$B_1 = 1$	$B_0 = 0$	$B_1 = 1$
+	$B_1 = 0$	$B_0 = 1$	$B_1 = 0$
$n = 3$		$B_0 = 1$	$B_1 = B_1$

(B) カウント・データ

カウント・データは、バック・グラウンド・データも含む。

高橋一郎

名古屋大学 理学部 早川幸男 植野文命

長瀬文昭 国枝泰世

田原謙

大阪大学 理学部 山下広順

東京芝浦電気(株) 宇宙事業開発部

1. 観測目的

0.1 ~ 2 keV のエネルギー領域での宇宙軟X線の観測をすると 2 keV 以上とは異って、その diffuse 成分の強度の方向分布に著しい特徴がある。この軟X線は星間空間に存在する高温ガス ($\sim 10^6$ K) から放射されていると考えられ、0.1 ~ 0.3 keV の軟X線の強度は中性ガス密度と逆相関になつてゐる。この高温ガスは超新星の遺跡と考えられ、爆発後 10^3 ~ 10^6 年たつてこのエネルギー領域で明るく ($T \approx 10^6$ K) $30 \sim 100$ pc の太まきになら。North Polar Spur のように近くにあらうものは數十度の広がりをもつ、Cyg Loop, Vela X のように遠くにあらうものは数度の広がりをもつて観測される。銀河面内には hot bubble と称されるこのような高温ガス領域が数多く存在していると思われる。星間ガスの熱力学的状態、銀河内外の役割を知るためにこのエネルギー領域での観測が重要になる。

XFCによる観測は一次元集光鏡を用いて 0.2° の角分解能で、0.1 ~ 2 keV のエネルギー領域でこれららの高温ガス領域の構造及びそのエネルギースペクトルを得ることを目的とする。即ちエネルギースペクトルから吸収に寄与する星間中性ガス密度、高温ガスの温度が得られ、軟X線を放射する高温ガス領域の大きさ、距離、その中の温度分布を知ることができる。

このように広がつたX線源以外に次のようない天体も観測対象に挙げられる。

・高温の白色矮星 (HZ43...) ・激変星 (AM Her, U Gem...)

・フレア星 (UV Cet...) ・RS CVn型の星 ・星間吸収の少ないX線星

これらのX線強度の時間変化、エネルギースペクトルの観測からそこでのX線の発生機構を知る。このエネルギー領域では星間ガスによる吸収が大きいため、星間ガス密度が 10^{-1} cm^{-3} 以下の方にあらう天体しか観測することができない。高銀緯の方向では銀河系外天体である BL Lac 天体 等も観測することができる。

軟X線を観測する場合X線以外の成分として地球磁場に捕獲された電子及ぶ紫外線の寄与が問題となる。特に電子は高度、地磁気緯度、太陽活動によつてその強度が大きく変化する。そこでX線にはほとんど感度のない 2 keV 以上の計数をモニターする二つによつてその寄与の割合を知ることができる。

XFCは「はくちょう」に搭載された観測器にくらべ、集光鏡を付けたことによつて角分解能がよくなり、S/Nが大幅に改善されている。XFCは同じ方向に向くSPCでは観測できないエネルギー領域の観測をし相補的に役割をする。

2. 観測装置

装置は斜入射型反射鏡で作られた一次元集光鏡とその裏面に置かれた多重芯線比計数管 (MWC) と信号処理のための電子回路からなる。MWC はボリフローポリレ薄膜を用ひて計数管内のガス密度を常に一定にするためのガス圧制御部とガスボンベも組み込まれている。

視野の中心は Z 軸方向を向き衛星の回転によって $0.2 \times 5^\circ$ の巾で天空を走査する。回転方向は約 120.2° である。裏面に置かれた MWC は 0.2° 間隔で 7 個の cell に分けられ、各々の cell に対する芯線から信号が取り出される。光軸に平行な入射 X 線は中心の cell 上に集束を経て wire No. 4 でのみ検出される。光軸からの離角が大きくなるにつれて外側の cell へと集束を結ぶ位置が平行ある。図 1 に X 線源が光軸から 2.5° のところにあつた場合に衛星の回転によってその像が各 cell 上を動いて行く様子を示す。

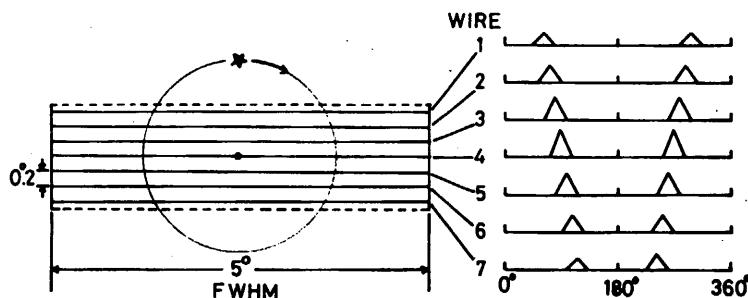


図 1. XFC の視野と
予想される観測例
X 線源が光軸から
 2.5° のところにあつて
衛星が 1 回転した
場合。

3. 集光鏡 (XFC)

厚さ 1 mm 大きさ 140×150 のシートガラスに 1000 A のニッケルを蒸着した鏡を図 2 に示すように口径 $70 \times 140\text{ mm}$ 中に 4 種類の放物面に沿って共焦点にならすように並べた一方向にのみ集光した一次元集光鏡である。これを 2 組同じ方向を向くように $150 \times 150 \times 150\text{ mm}^3$ の箱の中に納める。集光距離即ち鏡の上端から集束面までの長さは 580 mm である。光軸に平行光で鏡に対する X 線の最大入射角は 2° となり内側の鏡ほど入射角は小さくなる。鏡で反射せずに直接集束面の MWC に入射する X 線を除くために鏡の前面に slats collimator 及び鏡の裏側に beam stopper を取付けた。集光しない方向の視野はこの collimator によって 5° FWHM に制限される。X 線の入射方向から見てこの集光鏡の絶対的有效面積は 1 組当たり 37 cm^2 となる。入射角に対する有效面積の変化を図 3 に鏡の反射率を図 4 に示す。

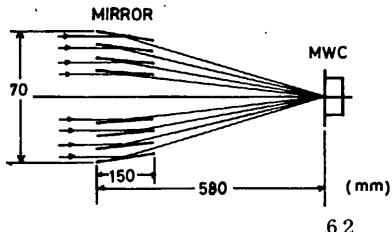


図 2. 一次元集光鏡の概念図
裏面に垂直方向に 135 mm 長さの
鏡でこの方向には集光しない。

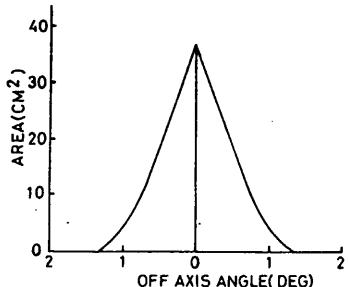


図3. 入射X線と光軸のなす角に于ける鏡の有効面積

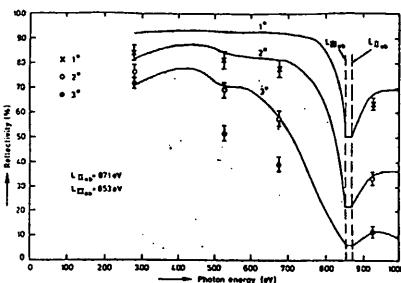


図4. 鏡の反射率

4. 比例計数管 (MWC)

集光面に置く多層芯線比例計数管は通常の比例計数管と体積も並べによらずともある。はくわくに搭載されたVSXと同じようFront, Rearの2層があり、Frontには13本の芯線を2mm間隔に張り、Rearには1本の芯線が張ってある。信号はFrontから両端の3本を除いた7本、Rearから1本の計8本から独立に取り出される。Rearはanti counterの役割をする。X線入射窓に180.8μmボリドレンにレキサン・フォームバールをcoatしたものを用いる。外側には等外線の透過率を下げため200~300ÅのALを蒸着し、内側には導電性をもたせたため20~30μg/cm² Carbon dagを塗る。窓の大きさは20×135mmで窓膜が1気圧差に耐えるように透過80%のメツミを張る。Frontの深さは12mm Rearの深さは31mmで1/3気圧のメタンガスを入れて動作させる。供給する電圧は2800~3000Vである。打ち上げ前のテストではP-10ガスを1気圧で流し動作させRDコネクターを通1/2電磁弁の開閉をしMDコネクターを通1/2計数管の取扱を4エックする。窓膜が薄いためそこからのがス漏れを補つて計数管のgainを一定するため次に述べるガス圧制御系が取付けられる。この比例計数管のX線のエネルギーに対する計数効率を図5に示す。計数管の安定性を調べるために2keV以上のX線を出すcalibration sourceを常時あり、CALON commandによってAmp gainを切替えて、その波高分布を4エックする。

5. ガス圧制御系

ガスの供給方式は“はくわく”的VSXとほぼ同じである。容積280cc圧力150気圧のメタンガスボンベを持ち減圧弁で1~2気圧に減圧してMWCに流す。MWCは電磁弁によって封じ切られる。打ち上げ前のテストではgas umbilicalを通1/2衛星外のガスボンベからP-10ガスを流して動作させる。ガス供給系の

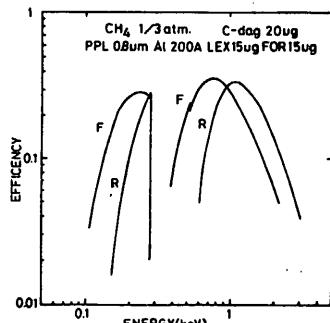


図5. MWCの計数効率

プロツク図を図6に示す。MWC 1车の容積は240ccである。

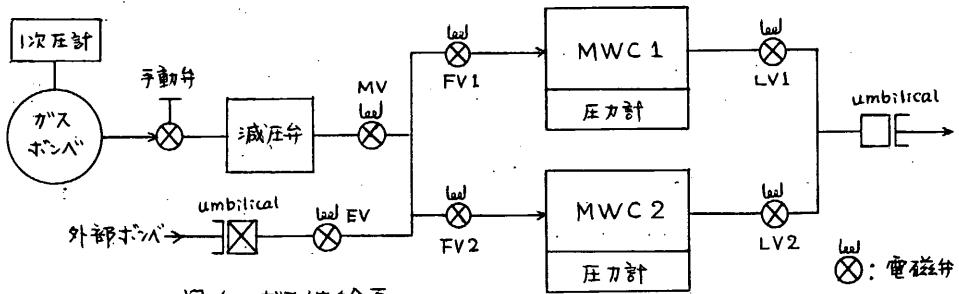
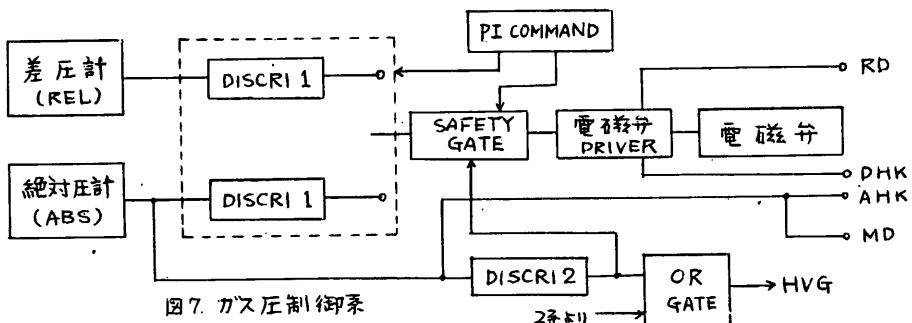


図 6. ガス供給系

計数管の gain を一定に保つために reference volume をもつ差圧計によつて計数管内圧と reference volume の圧力差が常に一定の巾の中におさまるようになつて、Fill, Leak の電磁弁を制御する。計数管内圧は絶対圧計によつて常時モニタされ、差圧計が不調になつた場合にはこの圧力計に切替えてガス圧の制御をすることができる。ボンベにも絶対圧計が取り付けられガスの消費量を知ることができる。打ち上げ前には P-10 ガスを使用するため、軌道投入後 Leak の電磁弁を開き計数管内を十分に真空にしてこれを用じて Fill の電磁弁を開けてメタンガスを 3 気圧に封入するためにはガス圧制御系を動作させよ。計数管のガス漏れが多くなつて絶対圧計がある一定値より下がつた場合には safety gate によつて Fill 電磁弁の動作を止め、高圧電源を OFF にする。真空からガスを詰める場合にはこの safety gate を OFF にしておかねばならぬ。Safety gate の ON/OFF, 制御圧の設定は P1 コマンドによつて行う。制御圧は 4 段階あり最低レベルはガスリークを強制的に行うことを意味する。電磁弁の制御はサブフレームに同期して 8 kbps の場合は 16 秒毎に 100 msec 間隔で、強制リードする時には 1 sec 間隔でガス圧制御系のプロツフ回路を図 7 に示す。2 本の MW には別々のガス圧制御系をもつ。



6. 電子回路

電子回路は上に述べたガス圧制御部のほかに、MWCからのパルス信号処理部、DPインターフェース部、HK信号処理部、コマンドインタフェース部、電源部から

なり、そのブロック図を図8に示す。

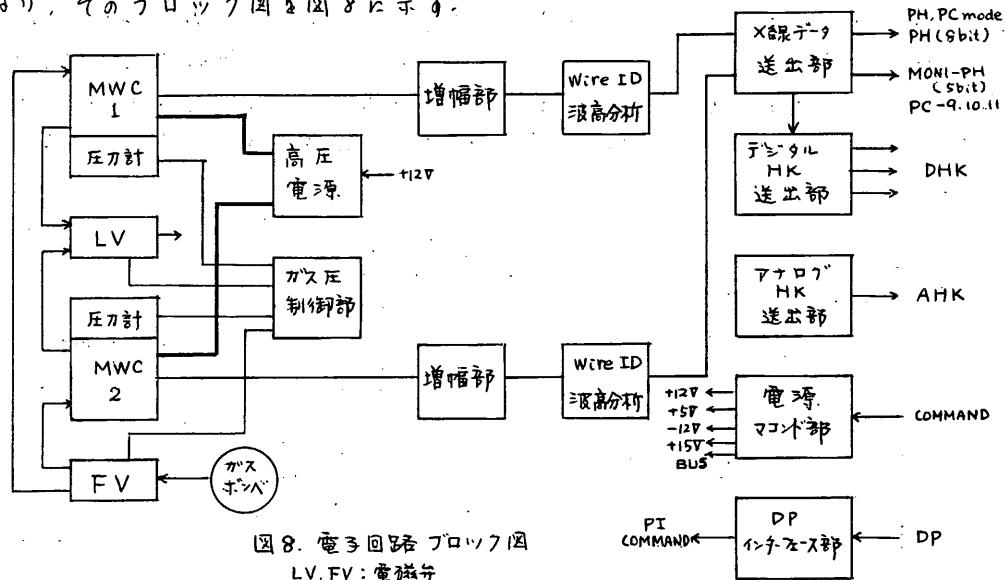


図8. 電子回路ブロック図
LV, FV: 電磁弁

7. パルス信号処理部

MWCのFrontの7本のwireからのパルスは各自独立のampを経てmix ampに入り、Lower Discr (LD)とUpper Discr (UD)の間にあってRearと同時にないもの及びFrontと同時にないRearのパルスはADCに送られ、15chの波高に分けられてどのwireから来た信号であるかのID markをつけて8bitの信号と12bitのデータで構成で送出される。

bit	0	1	2	3	4	5	6	7
MWC 1/2	ID Frontwire 1~7 0 if Rear				Pulse height 1~15 ch			

amp gain, LD, UDの設定値、送出すべきwireの選定はPI commandによって変えられる。この8bitのdataはPH modeと呼び、表1に示すようにPH 1~8のwordに入れる。1秒間に64 events / 8 kbps, 16 events / 2 kbpsで送られる。計数が多い場合及び2 kbpsで送信される場合にdead time correctionする必要があるため、このPH modeとは独立にwireのIDのみをDPに送り、各wireの計数を8 frameの間(1.0. 秒 / 8 kbps, 4.0 秒 / 2 kbps)積分して8bit scalerと一緒に表1に示すPC-9, 10に入れる。PC-11には各MWCのFront wireからのパルスのうちUDを越えたものを2 frameの間積分して計数と同じく8bit scalerと一緒にMWC 1と2を交互に入れ。これは電子によるbackgroundの変化をモニターするためである。PC-9, 10, 11の構成を表2に示す。

PH 1~8のPH modeはPI commandによってPC 1~8のPC modeに切替える。

32ビットモードで3. PC mode は PH mode の 1 ~ 15th を 3 > の Digital Discr (DD) によって 4 つの band に分け、各 wire の各 band の 計数を 8 frame の間 積分して 8 bit scaler で 表 3 に示す構成で送る。DD の設定値は PI command によって 変えられる。PC mode は主に 2 kbps で 伝送される場合及び 計数が 非常に多い場合に用いられる。

表 1 PH mode format

Word	0	1	2	3	4	5	6
0	SYNC			FI		PH1	
16						PH2	
32	CAB/AGC	DHK	AHK	DP		PH3	
48						PH4	
64						PH5	
80						PH6	
96	PC 9	PC 10	PC 11			PH7	
112						PH8	

PH 時間分解能
15.625 msec
(62.5 msec)
PC mode T=18
PH1 → PC-1
PH2 → PC-2
PH3 → PC-3
PH4 → PC-4
PH5 → PC-5
PH6 → PC-6
PH7 → PC-7
PH8 → PC-8

表 2 PC-9, 10, 11 format

	W \ F	F _{8n+0}	F _{8n+1}	F _{8n+2}	F _{8n+3}	F _{8n+4}	F _{8n+5}	F _{8n+6}	F _{8n+7}
PC-9	W 96	MWC 1 Rear	MWC 1 Front 1	" 2	" 3	" 4	" 5	" 6	" 7
PC-10	W 97	MWC 2 Rear	MWC 2 Front 1	" 2	" 3	" 4	" 5	" 6	" 7
PC-11	W 98	MWC 1 Front-S	MWC 2 Front-S	Front-S : Front wire 1 ~ 7 の surplus count					

表 3 PC mode format

	W \ F	F _{8n+0}	F _{8n+1}	F _{8n+2}	F _{8n+3}	F _{8n+4}	F _{8n+5}	F _{8n+6}	F _{8n+7}
PC-1	W 5	1-0-1	1-1-1	1-2-1	1-3-1	1-4-1	1-5-1	1-6-1	1-7-1
PC-2	W 21	" 2	" 2	" 2	" 2	" 2	" 2	" 2	" 2
PC-3	W 37	" 3	" 3	" 3	" 3	" 3	" 3	" 3	" 3
PC-4	W 53	" 4	" 4	" 4	" 4	" 4	" 4	" 4	" 4
PC-5	W 69	2-0-1	2-1-1	2-2-1	2-3-1	2-4-1	2-5-1	2-6-1	2-7-1
PC-6	W 85	" 2	" 2	" 2	" 2	" 2	" 2	" 2	" 2
PC-7	W 101	" 3	" 3	" 3	" 3	" 3	" 3	" 3	" 3
PC-8	W 117	" 4	" 4	" 4	" 4	" 4	" 4	" 4	" 4

三連番号 l - m - n : l は MWC 1/2, m は 0: Rear 1 ~ 7: Front wire 1 ~ 7, n は PH band (1 ~ 4)

ph-band (1-4) は (LD-DD1, DD1-DD2, DD2-DD3, DD3-UD) によって成る。

8. AHK (W33)

測定器が正常に動作しているかを監視するため次の項目が AHK (W33) で送られる。

1. F_{25} : MWC に供給される高圧電源の電圧
2. F_{26} : ガスボンベの 1 次圧 0 - 150気圧
3. F_{27} : $2n$ MWC 1 のガス圧 絶対圧計出力
 $2n+1$ MWC 2 のガス圧 絶対圧計出力
4. F_{28} : $2n$ MWC 1 の calibration source の出力 level
 $2n+1$ MWC 2 の calibration source の出力 level
5. F_{42} : MWC の温度 $-50^{\circ}\text{C} \sim +80^{\circ}\text{C}$
6. F_{43} : ガスボンベの温度 $-50 \sim +80^{\circ}\text{C}$

8. DHK (W34)

PH mode, PC mode で送られる MWC のパルス信号以外に次の項目の計数及び電磁弁の動作回数が DHK (W34) で送られる。

1. F_4 : MWC 1 Front の wire 1~7 の LD~UD 間の計数
2. F_{12} : MWC 2 Front の wire 1~7 の LD~UD 間の計数
3. F_{20} : MWC 1 Rear の LD~UD 間の計数
4. F_{28} : MWC 2 Rear の LD~UD 間の計数
5. F_{36} : MWC 1 Front の wire 1~7 の UD 以上の計数
6. F_{44} : MWC 2 Front の wire 1~7 の UD 以上の計数
7. F_{52} : MWC 1 Rear の UD 以上の計数
8. F_{60} : MWC 2 Rear の UD 以上の計数
9. F_{11} : MWC 1 の Front & Rear の coincidence 計数
10. F_{27} : MWC 2 の Front & Rear の coincidence 計数
11. F_{43} : MWC 1 の Fill 電磁弁 (FV1) の動作回数
12. F_{59} : MWC 2 の Fill 電磁弁 (FV2) の動作回数
13. F_5 : MWC 1 & 2 の Leak 電磁弁 (LV1, LV2) の動作回数

各項目は 1 subframe で 1 回読み出されるため 8 秒 / 8 kbps, 32 秒 / 2 kbps の間積分された計数が 8 bit scaler で送られる。

9. COMMAND

観測装置の動作を制御するため次の command 項目がある。command は Real A page (AD-EX), B page (X-EX), delay command がある。

REAL COMMAND

AD-EX	名 称	動 作 用 途	動作確認
1. 10-9	XFC-ON	回路全系 ON, initial set	F29 W34 B0 1
2. 11-10	XFC OFF	回路全系 OFF	" " B0 0
3. 10-10	BUS OFF	BUS OFF	" " B3 0
4. 9-10	XFC-HV OFF	信号処理部 OFF	" " B4 0
5. 9-11	XFC-HV OFF	高圧電源 OFF	" " B2 0
6. 11-11	DNC ENA	HV の day/night control enable	" " B6 1
7. 10-11	HVG ENA	HV のガス圧による制御 enable	" " B7 1
8. 9-9	INT. SET	initial set	
X-EX (Bページ)			
1. 11-10	XFG OFF	ガス圧制御部 OFF, BUS OFF	" " B1 0
2. 10-10	XFC-HV ON	高圧電源 ON, RBC enable	" " B2 1
3. 9-11	RBC DIS	RBMVによる HV control disable	" " B5 0
4. 10-11	DNC DIS	HV の day/night control disable	" " B6 0
5. 9-10	HVG DIS	HV のガス圧による制御 disable	" " B7 0

AD-EX DELAY COMMAND

1. 5-2	XFC-HV ON	高圧電源 ON	" " B2 1
2. 6-2	XFC-HV OFF	高圧電源 OFF	" " B2 0

AD-EX 他の機器と共通 COMMAND

1. 15-3	CAL ON	calibration source PH range n-λ3	F _{8n+2} W35 B2 1
2. 10-4	ALL PI OFF	回路全系 OFF	F29 W34 B0 0
3. 11-4	HV ALL OFF	高圧電源 OFF	" " B2 0

X-EX (Bページ)

1. 9-9	PSC ON	XFC 調電 enable	F45 W34 B0 1
--------	--------	---------------	--------------

DNC ENA の場合には sun sensor から送られてくる day/night 信号によって高圧電源が OFF / ON される。 day / night は F45 W34 B1 "1" day, "0" night によって確認される。

10. PI COMMAND

観測器の動作の設定値を変えるために表4に示す PI command が設計される。 device番号に従ってその動作を述べる。

6) OS 0 で PH mode, PC mode の選択をする。動作は F_{8n+2} W35 B7 "0" が PH mode "1" が PC mode で確認される。OS 6, 7 によって高圧電源の出

ガス圧を4段階に設定できる。

- 7) ガス制御部の動作levelを設定する。OS 0, 1 で MWC 1 のガス圧のlevelを3段階に設定できる。“00”は MWC 1 内のガス圧制リーケーゼスニットである。OS 2 は MWC 1 のガス圧制御部の safety gate を ON/OFF する。ON の場合にあらかじめ定められている圧力以下にガス圧がなったならば Fill 電磁弁 (FV1) は動作しない。OS 3 は MWC 1 のガス圧制御部の差圧計にするか總計圧計にするかの選択をする。OS 4~7 で MWC 2 を同様に制御する。
 - 8) MWC 1 のパルス処理部の level の設定をする。OS 1 で Front と Rear の anti-coincidence gate の ON/OFF をする。ON の場合には Front と Rear で coincidence した event が PH mode (PC mode) で送られる。OS 2, 3 は mix amp の gain を 4段階に設定する。OS 4, 5 は LD の level を 4段階に設定する。OS 6, 7 は LD の level を 4段階に設定する。
 - 9) MWC 2 は 8) と同様なパルス処理部の level の設定をする。
 - 10) MWC 1, 2 の各 wire の信号出力の選択及び amp gain の設定をする。OS 0 で MWC 1/2 の選択、OS 1~3 で Rear & Front 1~7 の wire の選択を 1 で OS 5 でその出力を出すかを決め、OS 6, 7 でその wire の amp gain を 4段階に設定する。
 - 11) PC mode で 4 ～ a PH band の分ける時の digital discrimination level の設定をする。OS 1 で MWC 1, 2 の選択、OS 2, 3 で DD1, DD2, DD3 の選択をし、OS 4~7 で 0~15th のどの level をするかを決める。
- 表中の四角で囲んだ値は XFC ON, Initial set 時に設定される。この場合 digital discrimination DD1=4, DD2=8, DD3=12 に設定される。

11. 電源系

XFC の電源系はパルス信号処理部 (XFC-A), Xモリ部 (XFC-B), ガス圧制御部 (XFG), 電磁弁を動作させる BUS 電源 (BUS), MWC を動作させる高圧電源 (HV) からなる。いずれも command によって ON/OFF される。Xモリ部は PPI command で設定された値を保持し、XFC-A OFF でもこの値は失われない。XFC ON で表 4 の四角で囲んだ initial set の状態に各部は設定される。高圧電源は誤動作によって ON になる危険を避けるために B ポジの command を用いる。打ち上げ後の XFC の動作はまず MWC のガスを真空にリーケし、その後ボンベからメタンガスを MWC に詰めるため、XFC ON (10-9), XFC-A OFF (9-10) を打ってガス制御部と BUS 電源のみ ON にすればよい。MWC が control level に達したならば XFC ON, XFC-HV ON (10-10 B ポジ) を打って観測器を 12 完全な動作状態になる。電力事情が悪くなる場合には PSC ON (9-9 B ポジ) で節電可能な状態になり、節電時には XFC-A が OFF される。各 command によって観測

表 4 XFC PI COMMAND

13. XFC ON, INITIAL SET TIME TO 60 SECS. UDI: LEVEL 4;

器がどのような状態に移行するかの論理を表5に示す。

高圧電源のON/OFFはreal command以外にMWCの動作を正常に保つためのdelay commandによって決められた時間にON/OFFできるし、次の3つのcommandによっても制御される。

- 1) DNC ENA/Dis ; これがenable(ENA)の場合にはsun sensorからの信号によってdayの時はOFF, nightの時はONされる。これはdayの時は太陽光の散乱によってMWCの計数が異常に増加する場合があるのを保護するためである。
- 2) RBC ENA/Dis ; 衛星が周回していると放射線帯を通過する場合がある。その時にはRBM(radiation belt monitor)から放射線帯に入ったという信号を受けてHVをOFFする。放射線帯では計数が異常に増加して本来の観測ができないしMWCの劣化をまねくのでこの措置をとる。HVONでRBCは常にENAの状態になる。
- 3) HVG ENA/Dis ; ENAの時は図7のガス圧制御系の固定DISCRI2のlevelより絶対圧計の出力levelが下にならばHVはOFFされる。このDISCRIはMWCのガス圧がこれより下ると放電を起して異常になるlevelに設定されている。DISの時はこのようなガス圧によるHVの制御はあてられないのである。

12. 高圧電源

高圧電源はMatrix社製のW0-P型を1台搭載する。これによってMW1と2を動作させる。1次側入力電圧は12V, 2次側出力電圧は1800~3500V可変である。MWCには2800~3000Vの電圧を供給しPI command(device 6)によって設定電圧を4段階に切替えることができる。電圧はAHK(F25 W33)によってモニターエレメントの変動がエッジされる。高圧電源系のブロック図を図9に示す。

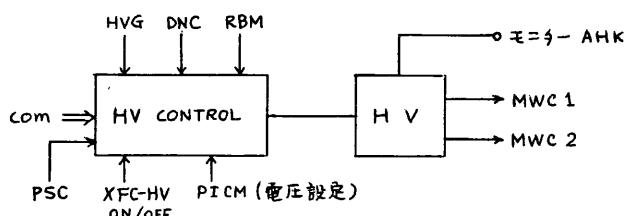


図9 高圧電源系ブロック図

表5 XFC関係コマンドとXFC各部・各論理動作

コマンド	機器名	論理		HV		信号処理系		Xモード		BUS		HVG		RBC		DNC		PSC	
		ON	OFF	ON	OFF	ON	OFF	ON	OFF	ON	OFF	ENADIS							
10 4	ALL PI OFF	→		→		→		→											
11 10	XFC OFF			→		→		→											
9 11	XFC-HV OFF	→																	
11 4	HV ALL OFF	→																	
9 10	XFC-A OFF			→															
11 10	XFG OFF					→		→											
9 9	INITIAL SET											←	←	←					
10 10	BUS OFF							→											
10 10	XFC-HV ON	←										←							
10 9	XFC ON			←		←		←		←		*2	←	*2	←	*2	→		
10 11	HVG ENA											←							
9 10	HVG DIS											→							
9 11	RBC DIS											→							
11 11	DNC ENA														←				
10 11	DNC DIS														→				
9 9	PSC ON	*1	→	*1	→												←		

*1. PSC ON コマンド送信後 DR動作 MONI が Low Level に T₀ > T₁ 時場合のみ 信号処理系の電源 及び HVが OFF になる

*2. XFC ON の状態で再度 XFC ON のコマンドを送った場合に矢印のように逆行しない

13. XFC 外観図及び構造図

XFC の各機器を衛星に組み込んだ外観図。MWC の構造図を以下の図に示す。ヨリ X-バー、集光鏡、支持台の集光鏡系を上部デッキに取付けた。下部上には MWC、電磁弁、減圧弁、ボンベのガス供給系と電子回路が取付けられる。集光鏡系と MWC は一体構造ではなく、別々のデッキの上に取付けられるため相互のアライメントは組み上げ後としなければならない。

MWC 下部側から Frontwire, ground wire, Rear wire と流れ、一方の端に Pre Amp が取付けられ、側面に圧力計が 3 個ある。

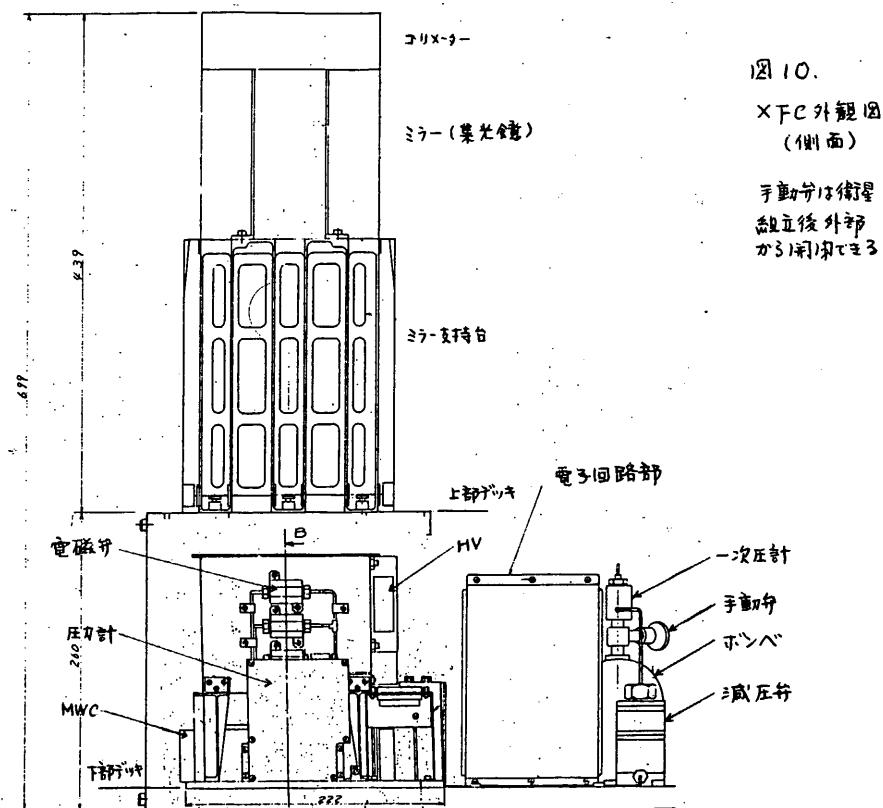


圖 10.
XFC 外觀圖
(側面)

手動サハ衛星
敵立後外部
から剥離でき3

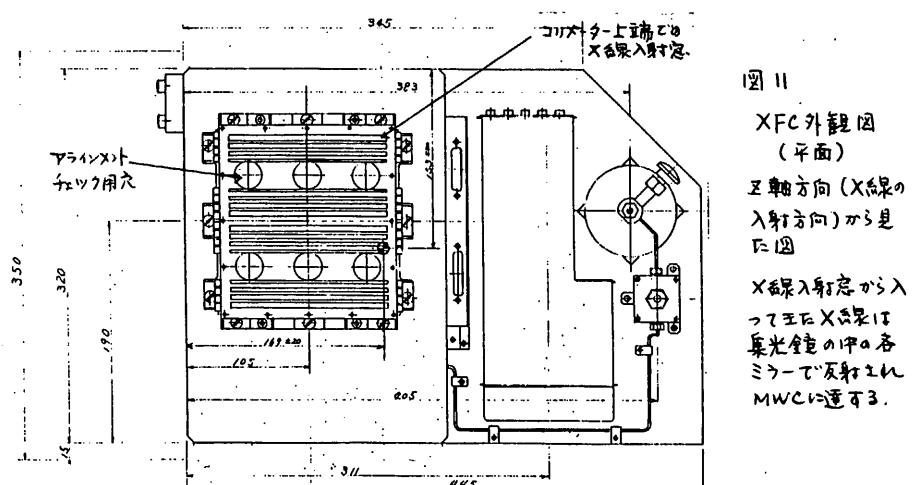


図11
XFC外観図
(平面)
正軸方向(X₃軸の
入射方向)から見
た図
X₃入射方向から入
って左でX₃は
裏光電管のゆき各
ミラーで反射され
MWCに達す。

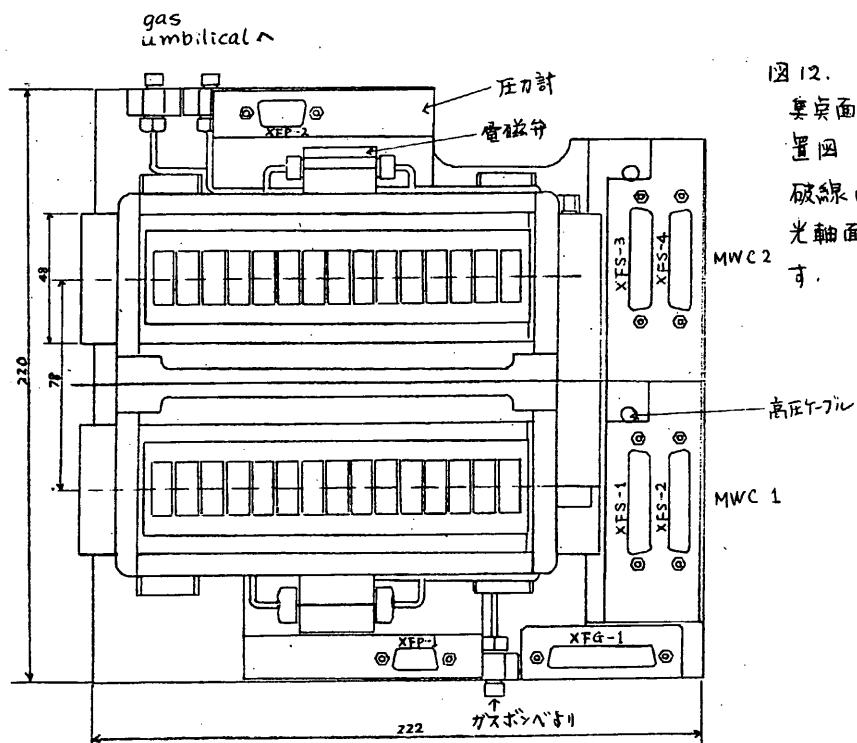


図12.
裏表面でのMWCの配置図
破線は各集光鏡の光軸面の位置を示す。

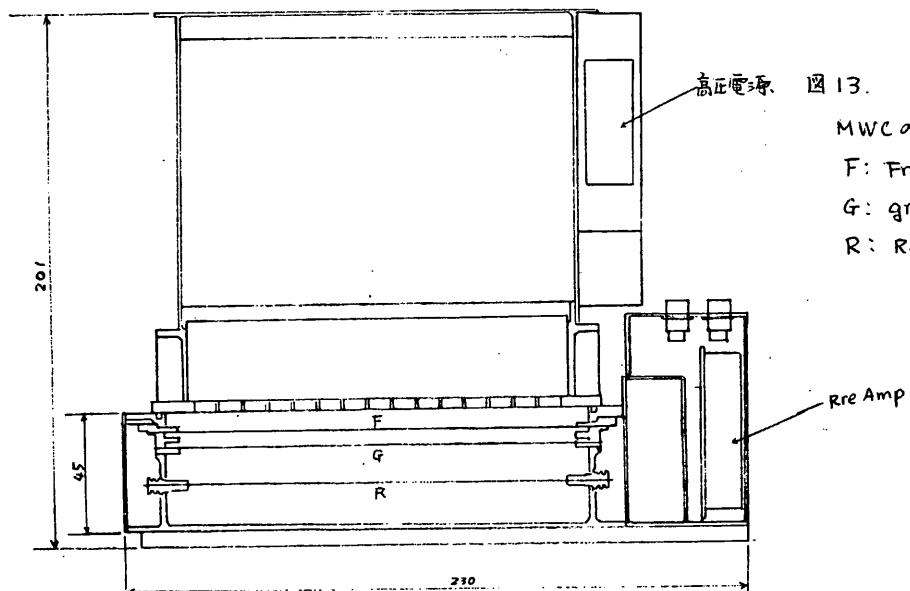


図13.
MWCの断面図
F: Front wire
G: ground wire
R: Rear wire

大阪大学 理学部 宮本 重篤

常深 博

大阪市立大学理学部 中川 道夫

東京芝浦電気

§ 1 観測目的

X線を出す天体が、1962年ロケット観測により発見されて以来、X線天文学は大きく発展し、現在では、天文学において、欠くことのできない部分を占めている。X線天体の大きな特長は、その強度の時間変動が激しいことである。HER X-1に代表されるような、周期的にパルス状のX線を出すX線パルサー、X線強度がHIGH STATEとLOW STATEに変化し、しかも時には1 msecの短かい時間内に多くのX線を出すCYG X-1、10秒間ぐらいの間強いX線を出し、これを不規則な時間隔でくりかえすX線パースター、急に天空に現われ数ヶ月で消え去るX線新星等々、X線を出す天体は、その時間変動が大変に激しい。このような時間変動の激しいX線天体を、高い時間分解能とエネルギー分解能で詳しく観測するのがASTRO-Bの主たる目的であり、このために大面積シンチレーションプロポーションナルカウンター(SPC)が搭載される。このSPCは、X線源の混同をなくし、不要なバックグラウンドを少くするため、その視野は大変小さい。そのためSPCだけでは、観測中のX線源以外の様子は全くわからない。これでは、変動の大きいX線源をいつから観測すればよいか、そのX線源はこれまでどのような経過をたどってきたか、現在観測中のX線源以外に、どのようなX線源が見えており、現在の観測をいつ打ち切って次の観測目標に移るべきか、観測終了後そのX線源はどうなったか、等々を知ることはできない。またSPCだけではX線新星がいつ現れたかわからないし、活動期と静止期とをもっているX線パースターがいつパーストをおこすかわからない。従ってこれらX線新星やX線パースターの観測を効率よく行うには、その誕生の時期を知り観測するのに最もよいタイミングを知る必要がある。

又上に述べたSPCによる観測のタイミングを知る以外に、X線天体それ自身の長期変動、その活動期と静止期とを観測することも、X線天体の研究上、大変重要なことである。ここで述べるTSMは、このような目的のために搭載される観測装置であり、HXTとZYTとの2つの観測器系からなっている。HXTは、Z軸から約20度までの天空を連続して常時観測するためのもので、一次元アダマールX線望遠鏡2ヶ(HXT-X及びHXT-Y)からなる。これにより、その直交する位置検出能力によりX線源の位置を知るとともに、その時間変動をも知ることができる。一定の天空を常時監視しているため、X線パーストのような短時間の不規則変動を知ることができる。もちろん、X線源の長期変動、X線新星の出現の監視もすることができる。

ZYTは、スピン軸から約50度までの天空のX線源を常時監視する装置で、Z軸とY軸との間に視野をもつという意味でZYT(ZY TELESCOPE)と名づけられている。これは2台のスラッシュコリメーターをそなえたペリリウム膜窓比例計数管からなり、衛星のスピンに従って天空をスキャンする。つまりその観測は断続的であり、X線源の長期変動やX線新星出現の監視などX線源のモニターに適している。

このようなX線源のモニターとしては、全天常時モニターが最も望ましいものであることはいうまでもない。

しかしこのためには大変大きな重量と体積とを必要とするために、ASTRO-BではTSMによりスピンドル方向から50度までの天空をモニターすることになっている。これは、ASTRO-Bでは太陽角の制限のために、スピンドル方向、即ちSPCの視野方向に大きな制限がつき、全天のある場所をいつでも見ることはできず、太陽の反対方向から約50度以内の範囲しか、スピンドルを動かすことはできない。このため、TSMもその程度の視野とし、TSMで捕えた興味ある天体のうちのほとんどは、SPCにより観測可能となるようにしたのである。

以上をまとめれば、TSMの目的として

- 1) X線源の長期変動の観測
- 2) X線新星の出現の監視
- 3) X線源の短時間での大きな変化(X線バースト等)の観測
- 4) 以上のデータをもとに、SPCでの観測の最良のタイミングを知ること

があげられる。

§2 TSM装置

TSM装置は§1で述べたようにHXTとZYTとからなる。以下、HXT、ZYTの順で説明する。

2-1 HXT (HADAMARD X-RAY TELESCOPE)

アダマールX線望遠鏡とは図1に示すようにアダマールマスクに基づいたパターンの穴のあいた金属膜アダマールマスクの後方に位置検出型比例計数管(IPC)を置き、マスクのパターンを検出することで遠方のX線像を知ることができる。ASTRO-Bに搭載するものは、この一次元タイプのものを2台用いて直交する二方向の入射X線位置を知ることができるものである。

アダマールマスクは5次のマトリックスを用いた一次元のもので、そのパターンを図2に示す。このマスクのパターンの最少の幅は3.3mmである。この後方に置く位置検出型比例計数管は図3に示すもので、その上部はクローツフアイバーにカーボン抵抗をつけたRC伝送線方式により位置の読み出しができる。これは抵抗線の両端から信号を取り出し、その立ち上りの時間差からX線の入射位置を知るものである。比例計数管の下部は、バックグラウンドを少くするために、アンチカウンターとして使用するもので、普通の比例計数管として働く。この計数管の下部には、キャリブレーションソースのX線を入射させるための小さいペリリウム窓の穴があり、ソレノイドドライバーによりCd¹⁰⁹のX線を照射し、そのパルスハイドとX線入射位置の検出精度のチェックを行うことができる。

カウンター上部に置くコリメーターを図4に示す。アダマール望遠鏡としては、図1に示すように、1ケのカウンターを二分して、二セットのアダマール望遠鏡とし、それぞれがスピンドルを含んで25度×40度の視野を持つようしている。このようにした理由はIPCのペリリウム窓のフレームが、検出器の真中を通るためと、一次元アダマール望遠鏡ではアダマールマスクが、検出器の2倍の長さを必要とするためである。視野の方向を図5に示す。

このHXTの有効面積は、スピン軸から約 δ 度の方向で最大となり、そのときX、Y両方向に対し各々約 $1/4\text{cm}^2$ である。以上述べたようにHXTカウンターは、IPCとしてその上部の 2.6cm だけを使用しており、そのX線検出効率は図6のようになる。但しこの値は、ペリリウム窓に垂直に入射するX線に対する値である。HXTの動作回路のブロック図を図7に示す。IPCの4本のクオーツアノードの両端からの信号を各々プリアンプで受け、それらをMPXに入れ、観測に使用するアノードを選択できるようになっている。これにより特定のアノードにノイズが増加した時には、そのアノードを切り離すことができるわけである。但し切り離されたアノードにも高電圧がかかっていることに注意しなければいけない。アノード両端のプリアンプ出力は各々AMP3、AMP4で増幅した後Zero-cross回路で電荷の到着したタイミングを求める。前者の信号はそのまま、後者の信号は遅延回路で約4マイクロ秒遅らせて Time to Pulse-height Converter (TPC) に送られる。TPCではこのようにしてクオーツアノード両端の信号の立ち上がり時間差を測定し6ビットのデータを求め、X線の入射位置とする。これとは別にプリアンプの出力は総て加え合せた後AMP2で増幅する。このパルスハイドはADCにより2ビットのデータになり入射X線エネルギーとする。この信号で、Lower Discr以上Upper Discr以下の所要範囲のものが選択され、その位置とエネルギーがDPに送られる。

HXTカウンター下部の8本のアノード（総て金メッキタングステン線）は総て混合した後1ヶのプリアンプで受け、さらにAMP5で増幅しアンチ信号とする。

HXTの動作はキャリブレーションソースによりチェックすることができる。キャリブレーションソースは Cd/0.9 で、ソレノイド・ドライバーにより可動である。こうしてキャリブレーションソースは、HXTカウンター下面の小穴（窓膜はペリリウム/0.0μ厚である）を通して一定の場所に照射され、そのパルスハイド（エネルギー）及び入射位置を知ることができる。なお、Cal Dis (B-13-11) になっていれば、ソレノイド・ドライバーは動かずキャリブレーションソースは照射されることはない。つまりこの時Calコマンドが入ってもキャリブレーションソースは照射されない。但し Calコマンドが入った場合、テレメーターフォーマットは Cal modeに変化する。これについては後述する。

2-2 ZYT (Z Y TELESCOPE)

ZYTは図8に示したペリリウム 50μ 厚の窓をもった比例計数管に、図9に示したスラッシュコリメーターを取り付け、さらにこれをスピン軸から 15 度傾けて、図10のように搭載したものである。ZYTカウンターは通常の比例計数管で、上下2本ずつアノード（金メッキタングステン線）が張られている。上部2本のアノードはX線検出用に、下部2本はアンチカウンター及びキャリブレーションソースの信号取得用に使用する。ZYTはこのカウンター2台からなり、各々ZYT-1及びZYT-2という。これら2台のコリメーターはそれぞれ逆方向に傾いているため、それらの視野は各々図5に示すようになる。これにより ZYTは衛星のスピンに従い、スピン軸より 9 度から 50 度までの範囲をスキャンする。こうしてZYT-1及び-2のカウント数に現れるX線源のピークの位置の位相差から、そ

のX線源の天空上での位置をほぼ±1度の精度で決定できる。

使用するカウンターは、既述したように50μ厚のペリリウム窓で、その有効面積は約100 cm²のものである。

またコリメーターを通した有効面積は図11のようになる。入射X線エネルギーに対するZYTカウンターの検出効率はその有効面積が最大となるスピン軸から28度の方向では、図12に示すようになる。

ZYTの動作回路のブロック図を図13に示す。観測時には、上部(窓側)のアノード2本からの信号をプリアンプで受けたあと混合し、AMP2で増幅する。この後MPX2を通し、ADCで波高を測定し入射X線エネルギーとする。しかし、この場合ADCによる処理はLower discrim (LD2) 以上でUpper discrim (UD) 以下のパルスで、アンチカウンターの信号を伴わないものについて行う。

下部のアンチカウンターとして働く2本のアノードからの信号は、各々のプリアンプのあとで混合されて、AMP1で増幅される。この信号でLower discrim (LD2) を越えたものは、上部アノードからの信号と同期した場合、アンチ信号となりADCによる処理は行なわない。

ZYTの特性はキャリブレーションソースによりチェックすることができる。キャリブレーションソースはFe⁵⁵でZYTカウンター側面下部の小穴(窓膜はペリリウム/50μ厚である)を通して下部のアノードに常時照射している。MPX1及びMPX2は通常観測時には上部アノードからの信号を選択するが、Cal時には下部アノードからの信号を選択する。Cal時にはテレメーターフォーマットはCal modeに変化するが、これについては後述する。

§3 DP 及びテレメーター・データーフォーマット

3-1 観測モード (Measure mode)

TSMのテレメーターフォーマットを表1及び表2に示す。HXTで得られるデータはエネルギーと位置データである。HXTに入射したX線エネルギーはカウンター別に4チャネルに別け、これを2ビットの情報としてDPに送る。同じく入射X線位置はカウンター別に64チャネルに別け、これを6ビットの情報としてDPに送る。つまり一ヶの入射X線に対してエネルギー2ビット、入射位置6ビットの情報がDPに送られるわけである。DPでは送られてきた情報をエネルギーについては各カウンター毎にチャネル別に4コの8ビットスケーラーへ加算する。同様に位置についても64コの4ビットスケーラーへ加算する。DPはこれらのデータを次のようにテレメータへ送る。即ちエネルギーについては2フレーム毎に4コのスケーラー値を順次読み出す。この場合エネルギーの各チャネル毎にその集積時間は等しいが、集積タイミングは1フレーム分ずつずれていることになる。こうしてHXTの各カウンターで得られた全データのエネルギースペクトルが4チャネルの精度で2フレーム毎に得られる。入射X線の位置については各カウンター毎に64コの4ビットスケーラーが2組あり、各組は4フレーム毎に交代に加算する。加算していない組はその4フレームの間に順次内容をテレメーターへ送る。こうしてHXT-X及びHXT-Yへ4フレーム間隔に入射したX線の数が64コの位置別に読み出されるわけである。HXTの位置についての情報は64チャネルが総て同一の集積時間、同一のタイミングになっている。

以上のようにして HXTカウンターの視野内の X線源強度分布（全エネルギー範囲）は 4フレーム毎に、視野内全体のエネルギー情報は 2フレーム毎に知ることができる。しかし視野内にある個々の X線源別のエネルギースペクトルは、TSMへ割り当てられたテレメーターの伝送量の制限から、得ることができないことに注意しよう。

HXTの最大計数率は以下のようになる。4チャネルあるエネルギーの各チャネルは 8ビットであることから $256 \times 4 / 2 \text{フレーム} = 4096 \text{counts/sec}$ (この値は High bit rateの場合: Low bit rateの場合 $1/0.24 \text{counts/sec}$ となる。以下High bit rate時での値を示し、カッコ内に Low bit rate時での値を示す) であり、64コの位置のデータは各々 4ビットであることから $16 \times 64 / 4 \text{フレーム} = 2048 \text{counts/sec}$ ($5 / 2 \text{counts/sec}$) である。この他に DHKデータを使いカウンタ下部の 8本のアノードから得られるパルスの数 (Anti-count rate) と、クオーツアノードから得られるパルスの数を知ることができる。下部アノードからの出力は TSM内に 8ビットスケーラーをもち、 $1 / 16$ に分周したものを数える。この値は各カウンター毎に / サブフレームに / 回ずつ読み出されるので、その最大計数率は $256 \times 1 / 16 / \text{サブフレーム} = 5 / 2 \text{counts/sec}$ ($1 / 28 \text{counts/sec}$) となる。又クオーツアノードからのパルス数は、これは DPに送った X線のデータ数に等しいが、TSM内に 8ビットスケーラーを持ち $1 / 256$ に分周したものを数える。同様にしてこのデータは各カウンター毎に / サブフレームに一回ずつ読み出されるので、その最大計数率は $256 \times 256 / 1 / \text{サブフレーム} = 8 / 92 \text{counts/sec}$ (2048counts/sec) となる。こうしてエネルギー又は位置のスケーラーがオーバーフローした場合にも真の計数率を与える目安となりうる。

HXTの位置データで特に注意しなければならない点は、位置の読み出し回路が温度に敏感なことである。このため AHKデータを使い回路系の温度 (TSM-E) をモニターしている。位置データの解析に際しては、回路系の温度にも充分注意しなくてはいけない。

ZYT-1及び-2のカウンターから得られるデータは HXT-X及び-Yの場合に得られるエネルギーのデータと同じである。つまり ZYTに入射する X線はカウンター別にエネルギーを 4チャネルに分け 2ビットの情報となり DPへ送られる。DPではカウンター別に 8ビットスケーラーを 4コ用意し、チャネル毎に計数していく。この 4コのスケーラーの値は 2フレーム毎にテレメーターへ送られる。ここで HXTの場合と同様に、各チャネルの集積時間は同じであるが、そのタイミングは 1フレームずつずれることに注意しよう。ZYTの最大計数率は $256 \times 4 / 2 \text{フレーム} = 4096 \text{counts/sec}$ ($1 / 0.24 \text{counts/sec}$) である。この他 DHKデータを使い ZYTカウンターの下部アノードと上部アノードとのコインシデンスパルスの数を知ることができる。TSM内に 8ビットスケーラーをもち、上下のコインシデンスパルスで $1 / 16$ に分集したものを数える。この値はカウンター毎に / サブフレーム当たり 2回ずつ読み出される。コインシデンスパルスの最大計数率は $256 \times 1 / 16 / \text{サブフレーム} = 1 / 0.24 \text{counts/sec}$ (256counts/sec) となる。ZYTの視野は HXTのそれに比べて狭いため入射 X線によりスケーラーのオーバーフローする可能性は小さい。このため ZYTに入射する X線数を DHKデータを使って送ることはしていない。

3-2 キャルモード (Cal mode)

TSMのカウンターをチェックするためキャルモードでは DPへ送るデータを次のように変化させる。

HXTのエネルギーについては観測モードと同じであるが、位置のデータは以下のように変化させる。既述したように HXTカウンターのキャリブレーションソースは Cd^{109} で、カウンター下部の小穴からソレノイド・ドライバーにより照射される。つまりキャリブレーションソースからの X線入射位置は大変狭い領域に限定される。このため位置の情報としては観測モードでの 6ビットのうち下位 2ビットあれば充分である。そこで上位 4ビットには入射 X線のエネルギーを / 6 チャネルの精度で、4コの場所別に送る。即ち位置データ 6 チャネルのうち $4N$, $4N+1$, $4N+2$, $4N+3$ ($N = 0, 1, \dots, 15$) の各 1 コのチャネルがそれぞれの 4コの場所でのエネルギースペクトルを表すわけである。この場合のテレメーターフォーマットを表3に示す。TSMのCal Dis (B- / 3- / /) が入っていると、ソレノイド・ドライバーは動かないため、キャルモードでは HXTの視野全体のエネルギースペクトルが観測モード (4チャネル) よりも詳しい / 6 チャネルの精度で測定できることに注意しよう。

ZYTではそのエネルギーのデータを以下のように変化させる。 ZYTではキャルモードになるとキャリブレーションソース Fe^{55} の常時照射されている下部アノードから出力を取り出し、それを 8チャネルに分けて DPへ送る。この時のテレメーターフォーマットを表4に示す。この表からわかるようにキャル時のデータ 8チャネルのうち ZYT-1 に割り当てられた部分で 0~3チャネル、 ZYT-2 に割り当てられた部分で 4~7チャネルのデータを送る。この時 ZYT-1 及び ZYT-2 の区別ができないので、キャルモードになった各サブフレームの前半 (0~3 / フレーム) で ZYT-1 のキャリブレーションデータを、同じく後半 (3~6 / フレーム) で ZYT-2 のデータを送る。

DHKデータの内容はキャルモードでも観測モードと同じで変化しない。

3-3 TSMステータスマニター 他

TSM関係の各種ステータスマニターが DHKデータ F_{61W34} に出力されている。その内容を表5に示した。以上の他 TSMに関するデータは AHKデータに入っている高圧電源モニター (HV-1 monitor, HV-2 monitor) がある。TSMに関する DHK及び AHKデータはまとめて表6に示した。

§4 コマンド

TSMの PI コマンドを表7に示す。以下その内容を説明する。

DV 1 HXT-Xについての信号処理系のコマンドである。

CM 1 位置のデータを求めるための AMP-3, AMP-4 のゲインを変化させる。ゲイン最低は「01」である。

CM 2 AMP-2 のゲインを変える。これにより測定する X線エネルギーの上限を決める。この時下限も変化する。

CM 3 測定する X線エネルギーの下限 (LD) のレベルを 2段階に切り換える。

CM 5 下部アノードからの信号を処理する AMP-5 のゲインを変化させる。

CM 6 下部アノードをアンチカウンターとして動作させるかどうかを決める。

DV 2 HXT-Yについての信号処理系のコマンドで、その内容は DV 1と全く同じである。

DV 3 HXT-X及び-Yには全部で8本のクオーツアノードがあるが、そのうちのどのアノードを信号処理系に接続するかを決める。但し処理系に接続されていないクオーツアノードにも高電圧は供給されていることに注意しなければならない。

DV 4 ZYT-1及び-2に対するPIコマンドである。

CM 1 信号処理系のアンプゲインを変える。これにより測定する X線エネルギーの上限を決める。この時下限も変化する。

ZYT-LD 測定する X線エネルギーの下限 (LD) のレベルを2段階に切り替る。

ZYT-ANTI ZYTカウンターの下部アノードをアンチカウンターとして動作させるかどうかを決める。

DV 5 TSMに搭載する二台の高圧電源 (HV-1及びHV-2) の出力電圧を変化させるコマンドである。HV-1はHXTカウンターに、HV-2はZYTカウンターに高電圧を供給する電源である。内容は表7を参照のこと。

次にTSMに関係したリアルタイムコマンドを示し、その内容を説明する。コマンドのコードは PAGE,AD,EXの順に示す。

A - 1 2 - 1 0 H X T O N HXTの回路処理系に電源を入れる。PIコマンドで設定する各種ステータスは初期設定の状態になる。初期設定の状態とは表7で 0Sの総てのビットが0になることである。

A - 1 3 - 1 0 Z Y T O N ZYTの回路処理系に電源を入れる。HXTと同様に各種PIステータスは初期設定される。

A - 1 3 - 1 1 T S M O F F HXT,ZYTの回路処理系の電源を切る。

B - 1 2 - 1 0 H V - 1 O N HXTに供給する高圧電源を入れ、RBM ENA とする。

B - 1 3 - 1 0 H V - 2 O N ZYTに供給する高圧電源を入れ、RBM ENA とする。

A - 1 3 - 1 2 T S M - A O F F TSMの回路系のアナログ部だけの電源を切る。この時 PIステータスは変化しないので節電モードに用いる。HXT-ON,ZYT-ONによりこのコマンドは解除される。

A - 1 2 - 1 1 H V O F F HXT,ZYTに供給する高圧電源を切る。

B - 1 3 - 1 1 C A L D I S キャルモード時にも、HXTカウンターにキャリブレーションソースを照射するためのソレノイド・ドライバーを動かさない。このコマンドは H X T O N で解除され CAL ENAとなる。

B - 1 2 - 1 1 R B M D I S RBMからの信号を受けつけない。HV-1,-2 ON によりこのコマンドは解除される。

次にTSMに関係した共通コマンドを示し、そのコマンドに対するTSMの動作を説明する。

A - 1 0 - 4 A L L P I O F F TSMの回路処理系、高圧電源など全ての電源を切る。

A - 1 1 - 4 H V A L L O F F HXT,ZYTに供給する高圧電源を切る。

B - 9 - 9 P S C O N 節電モードとなりデータレコーダーが動いていない時にはTSMの回路系のアナログ部の

電源を切る。PIステータスは変化しない。

A - 15 - 14 P S C 0 F F PSC ONのコマンドを解除する。

B - 10 - 15 U V C A L L 0 F F TSMの回路処理系、高圧電源など全ての電源を切る。

最後に TSMに関係した遅延コマンドを示し説明する。コマンドのコードは AD,EXの順に示す。

1 - 7 H V - 1 0 N HXTに供給する高圧電源を入れ、RBM ENA とする。

2 - 7 H V - 2 0 N ZYTに供給する高圧電源を入れ、RBM ENA とする。

2 - 8 H V 0 F F HXT,ZYTに供給する高圧電源を切る。

§ 5 注意事項

これまでの節で既に述べているが、TSMに関与するコマンドを打つ時及びデータ処理における注意事項を以下にまとめておく。

1) コマンドを打つ時の注意

a HXTの PIコマンド DV-3 (HXT wire MPX) によりどのクオーツアノードから信号を取り出すかを選択できるが、これによりアノードからの信号は入ってこなくなるが、高電圧はそのアノードにも印加されたままである。あるアノードにノイズが増したため、そのアノードを切り離してもカウンター自身はノイズを出したままである。

b TSMに関する各種ステータスの初期設定は、PI コマンドの内容が全て0となった状態である。従って回路系のアンプゲインが全て最低になるわけではない。

2) データ処理における注意

a HXTの位置測定回路は温度に対して敏感である。回路部の温度によっては測定位置のずれことがある。そのため TSM-Eの温度 (AHKデータF₅₇W₃₃) に注意する必要がある。

b ZVT-1,-2に関するエネルギーのデータ4チャネルは各々2フレームに一回ずつ読み出される。各チャネルの集積時間は等しいが、集積のタイミングが1フレームずつずれている。従ってチャネル毎に観測した視野が違うことになる。

c HXT-X及び-Yに関するエネルギーのデータについても上に述べた「b」の注意が必要である。位置に関するデータは、その集積時間及びタイミングが等しいためこの注意は不要である。

HXT position data format

	W16	W17	W18	W19	W48	W49	W50	W51	W80	W81	W82	W83	W112	W113	W114	W115
F 4n+0	ch0	ch1	ch2	ch3	ch4	ch5	ch6	ch7	ch8	ch9	ch10	ch11	ch12	ch13	ch14	ch15
F 4n+1	ch16	ch17	ch18	ch19	ch20	ch21	ch22	ch23	ch24	ch25	ch26	ch27	ch28	ch29	ch30	ch31
F 4n+2	ch32	ch33	ch34	ch35	ch36	ch37	ch38	ch39	ch40	ch41	ch42	ch43	ch44	ch45	ch46	ch47
F 4n+3	ch48	ch49	ch50	ch51	ch52	ch53	ch54	ch55	ch56	ch57	ch58	ch59	ch60	ch61	ch62	ch63

各ワードは8ビットで、上位4ビットは HXT-X, 下位4ビットは HXT-Y のデータである。

HXT-PH data format

表1. HXTのテレメーターフォーマット (観測モード)

	W 4	W36	W68	W100
F 2n+0	HXT-X ch 0	HXT-X ch 1	HXT-X ch 2	HXT-X ch 3
F 2n+1	HXT-Y ch 0	HXT-Y ch 1	HXT-Y ch 2	HXT-Y ch 3

ZYT-PH data format

	W20	W52	W84	W116
F 2n+0	ZYT-1 ch 0	ZYT-1 ch 1	ZYT-1 ch 2	ZYT-1 ch 3
F 2n+1	ZYT-2 ch 0	ZYT-2 ch 1	ZYT-2 ch 2	ZYT-2 ch 3

表2. ZYTのテレメーターフォーマット (観測モード)

HXT position data format (Cal mode)

	W16	W17	W18	W19	W48	W49	W50	W51	W80	W81	W82	W83	W112	W113	W114	W115
F 4n+0	PH0	PH0	PH0	PH0	PH1	PH1	PH1	PH1	PH2	PH2	PH2	PH2	PH3	PH3	PH3	PH3
F 4n+1	PH4	PH4	PH4	PH4	PH5	PH5	PH5	PH5	PH6	PH6	PH6	PH6	PH7	PH7	PH7	PH7
F 4n+2	PH8	PH8	PH8	PH8	PH9	PH9	PH9	PH9	PH10	PH10	PH10	PH10	PH11	PH11	PH11	PH11
F 4n+3	PH12	PH12	PH12	PH12	PH13	PH13	PH13	PH13	PH14	PH14	PH14	PH14	PH15	PH15	PH15	PH15
	Position 0	Position 1	Position 2	Position 3	Position 0	Position 1	Position 2	Position 3	Position 0	Position 1	Position 2	Position 3	Position 0	Position 1	Position 2	Position 3

各ワードは8ビットで、上位4ビットは HXT-X, 下位4ビットは HXT-Y のデータである。

HXT-PH data format

表3. HXTのテレメーターフォーマット (キヤルモード)

	W 4	W36	W68	W100
F 2n+0	HXT-X ch 0	HXT-X ch 1	HXT-X ch 2	HXT-X ch 3
F 2n+1	HXT-Y ch 0	HXT-Y ch 1	HXT-Y ch 2	HXT-Y ch 3

表4. ZYTのテレメーターフォーマット (キヤルモード)

ZYT-PH data format (Cal mode)

	W20	W52	W84	W116	
F 2n+0	ZYT-1 ch 0	ZYT-1 ch 1	ZYT-1 ch 2	ZYT-1 ch 3	n=0,1,...,15
F 2n+1	ZYT-1 ch 4	ZYT-1 ch 5	ZYT-1 ch 6	ZYT-1 ch 7	n=0,1,...,15
F 2n+0	ZYT-2 ch 0	ZYT-2 ch 1	ZYT-2 ch 2	ZYT-2 ch 3	n=16,17,...,31
F 2n+1	ZYT-2 ch 4	ZYT-2 ch 5	ZYT-2 ch 6	ZYT-2 ch 7	n=16,17,...,31

表5. TSMのステータスマニタ

TSM Status Monitor word (DHK)

	B ₀	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅	B ₆	B ₇
F61W34	HXT 1...ON 0...OFF	ZYT 1...ON 0...OFF	HV-1 1...ON 0...OFF	HV-2 1...ON 0...OFF	TSM 1...ON 0...OFF	RBH 1...ENA 0...DIS	CAL 1...ENA 0...DIS	PSC 1...ENA 0...DIS

表6. TSMに関する HKデータ

AHK(W33) F20 HV-1(HXT) monitor
 F21 HV-2(ZYT) monitor
 F57 TL-29 TSM-E (temperature)

DHK(W34) F 8 ZYT-1 anti-pulse count x 1/16
 F15 HXT-X pulse count x 1/256
 F24 ZYT-2 anti-pulse count x 1/16
 F31 HXT-X anti-pulse count x 1/16
 F40 ZYT-1 anti-pulse count x 1/16
 F47 HXT-Y pulse count x 1/256
 F56 ZYT-2 anti-pulse count x 1/16
 F63 HXT-Y anti-pulse count x 1/16

表7. TSMに関するPIコマンド表

DEVICE		0 S							CM 6 ANTI
		CONTENTS	0	1	2	3	4	5	
DV 1	000001	HXT-X	CM 1 A-3,4 Gain	CM 2 A-2 Gain	CM 3 LD	CM 4	CM 5 LD	CM 6 A-5 Gain	CM 6 ANTI
			00 Normal x1.2	00 Low x1.0	01 Normal x1.5	0 Low	—	0 Low x1	
			10 Medium x1.5	10 Medium x2.0	11 High x2.0	1 High	—	1 High x2	
			11 High x2.0	11 High x3.0	11 High x3.0	1 High	—	1 OFF	
DV 2	000010	HXT-Y	CM 1 A-3,4 Gain	CM 2 A-2 Gain	CM 3 LD	CM 4	CM 5 LD	CM 6 A-5 Gain	CM 6 ANTI
			00 Normal x1.2	00 Low x1.0	01 Normal x1.5	0 Low	—	0 Low x1	0 ON
			01 Low x1.0	01 Normal x1.5	10 Medium x2.0	1 High	—	1 High x2	1 OFF
			10 Medium x1.5	10 Medium x2.0	11 High x3.0	1 High	—	1 ON	0 ON
DV 3	000011	HXT wire MPX	CM 7 HXT-X wire MPX	CM7	HXT-Y wire MPX				
			wire 1	wire 2	wire 3	wire 4	wire 1	wire 2	wire 3
			0 ON	0 ON	0 ON	0 ON	0 ON	0 ON	0 ON
			1 OFF	1 OFF	1 OFF	1 OFF	1 OFF	1 OFF	1 OFF
DV 4	000100	ZYT	CM 1 ZYT-1 A-1,2 Gain	CM 1 ZYT-2 A-1,2 Gain	ZYT-1 LD	ZYT-2 LD	ZYT-1 ANTI	ZYT-2 ANTI	
			00 Low x1.0	00 Low x1.0	01 Normal x1.5	0 Low	0 Low	0 ON	0 ON
			01 Normal x1.5	01 Normal x1.5	10 Medium x2.0	1 High	1 High	1 OFF	1 OFF
			10 Medium x2.0	10 Medium x2.0	11 High x3.0	11 High x3.0	1 High	1 ON	0 ON
DV 5	000101	TSM-HV	CM 4 HV-1(HXT)	CM 4 HV-2(ZYT)	CM 4 HV-2(ZYT)	CM 4 HV-2(ZYT)	CM 4 HV-2(ZYT)	CM 4 HV-2(ZYT)	CM 4 HV-2(ZYT)
			00 Low	00 Low	01 Normal	01 Normal	—	—	—
			01 Normal	01 Normal	10 Medium	10 Medium	—	—	—
			10 Medium	10 Medium	11 High	11 High	—	—	—

** Initial set is all 0s.

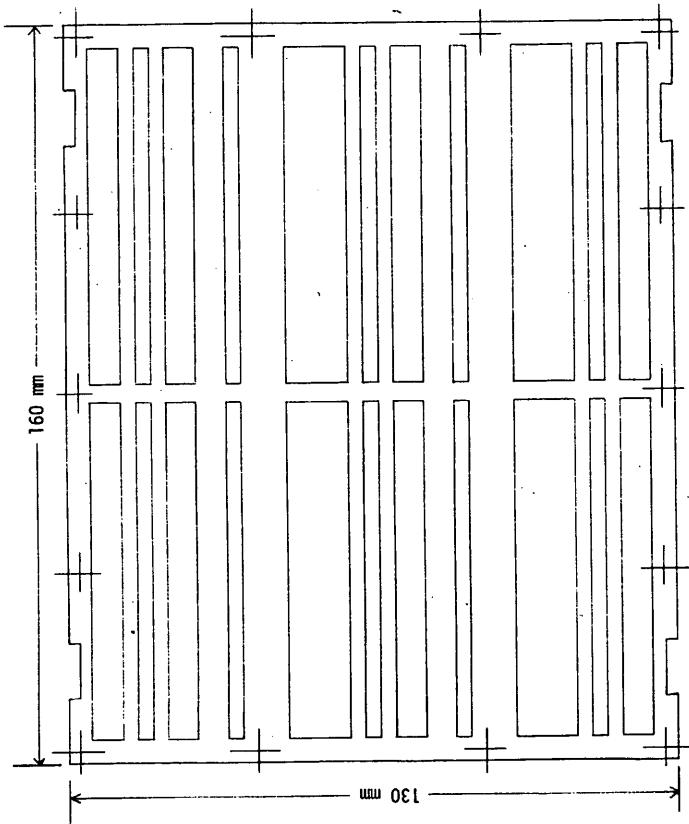


図2. / 5次の一次元アダマールマスク。/ 5次のアダマールパターン

—サイクルは「00010011010101111」で、1に相当する部分は穴になっておりX線を透過させる。このマスクは約2・4

サイクル分からなり、マスク部の大きさは中央のフレームを含めて
 $150 \times 120 \text{ mm}^2$ である。

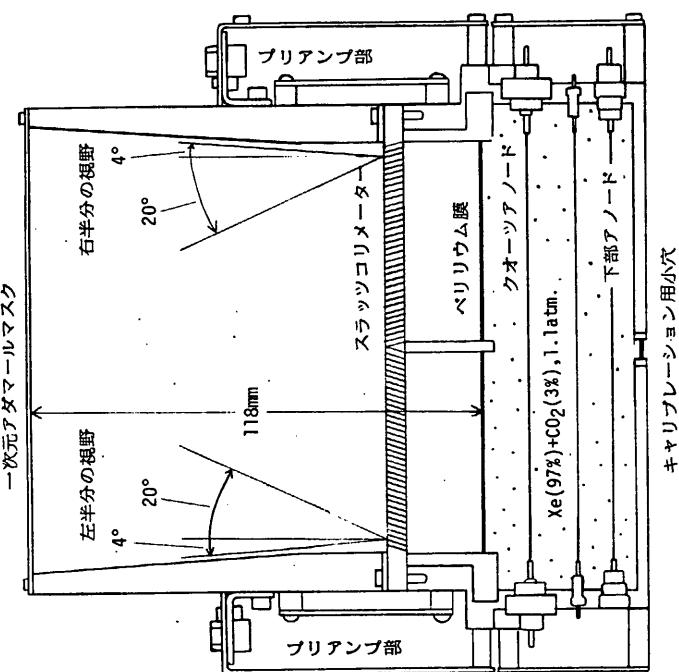


図3. 一次元アダマールX線望遠鏡の断面図。右半分と左半分が独立にアダマールX線望遠鏡として動作する。

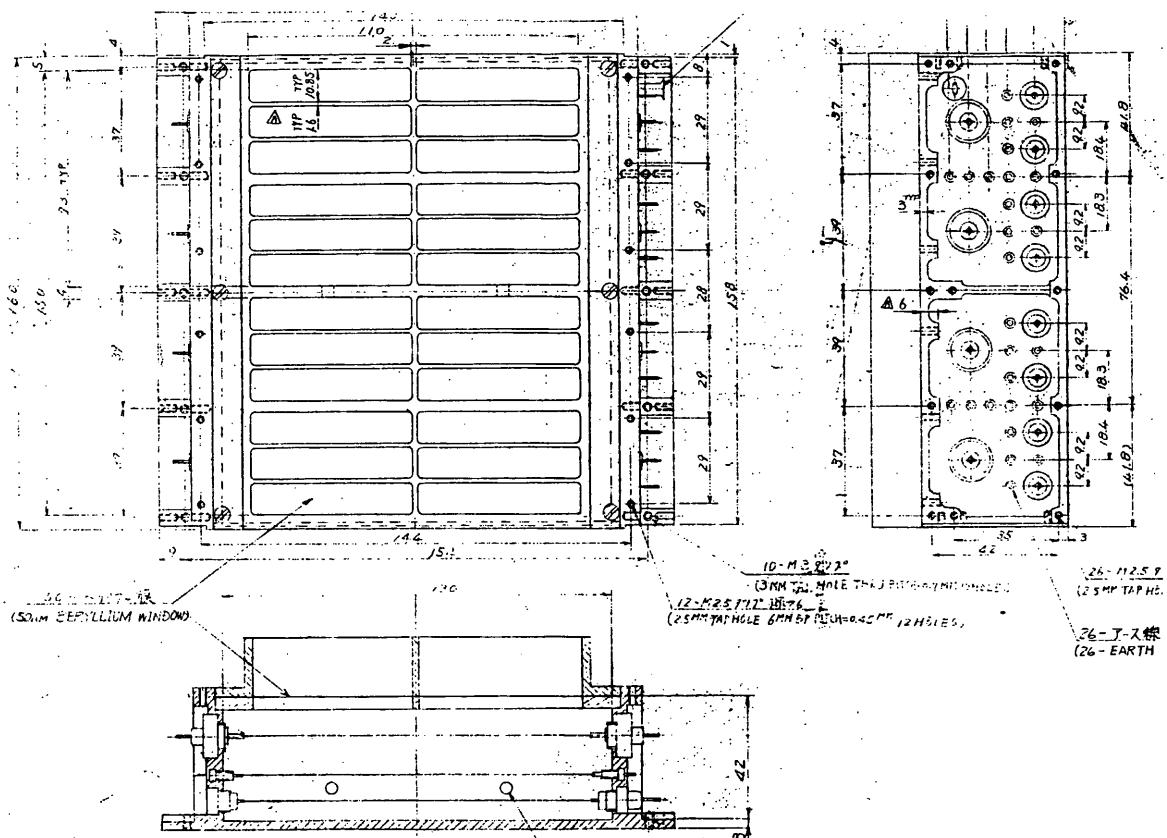


図3. HXTカウンターの構造図。窓は 100μ 厚のベリリウム膜で、カウンターガス

は $\text{Xe (97\%)} + \text{CO}_2 (3\%)$, 1.1気圧である。クオーツアノードは各々約

50 KΩの抵抗値をもつ。カウンターのX線入射部はフレームを含めて

$110 \times 150 \text{ mm}^2$ の大きさである。

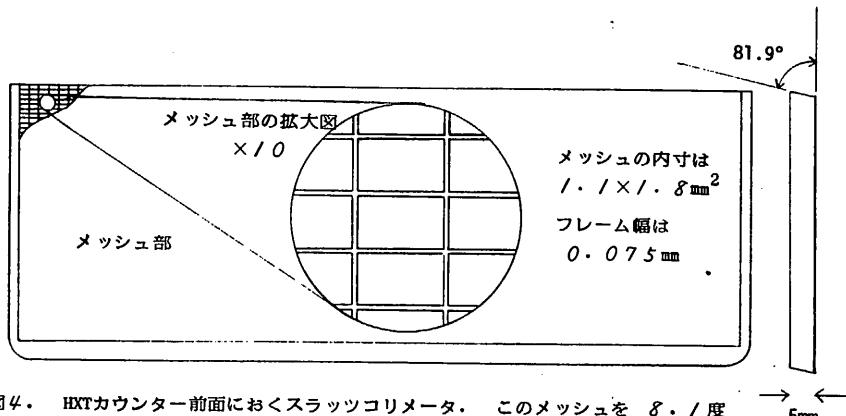
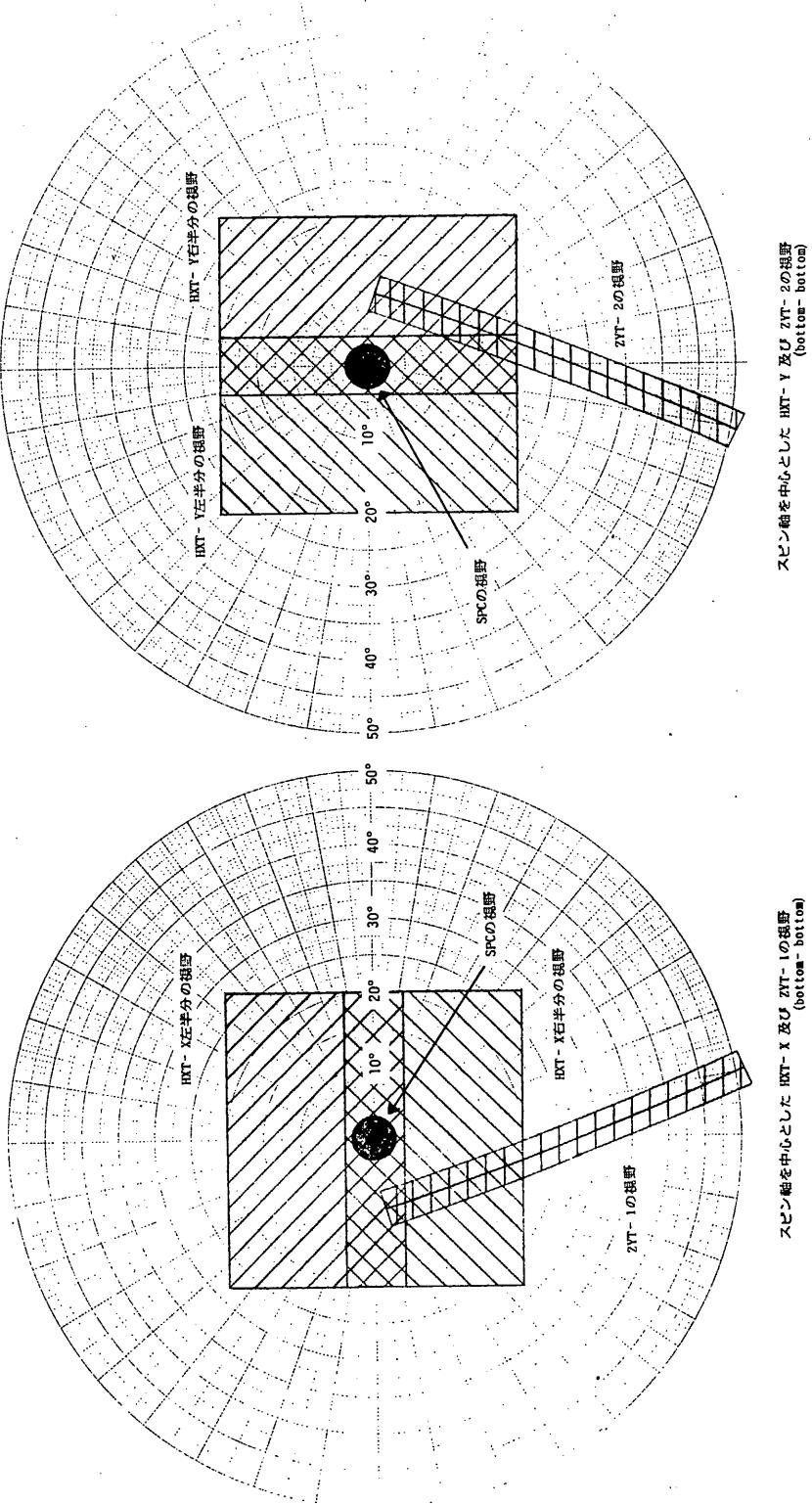


図4. HXTカウンター前面におくスラッターコリメータ。このメッシュを 81.9° 傾け 5mm の厚さに積み上げる。

これを図1に示すように2組並べ、図5に示す視野を作る。

図5・TSM観測器の視野。HXTカウンターの有効面積が最大になるのは、スピン軸から 8° 度の方向、同じく ZTFは 28° 度の方向である。この図を利用すれば、ZTF-1,-2の位相差からX線源の位置がわかる。



スピン軸を中心とした HXT-X 及び ZTF-1の視野
(bottom-bottom)

スピン軸を中心とした HXT-Y 及び ZTF-2の視野
(bottom-bottom)

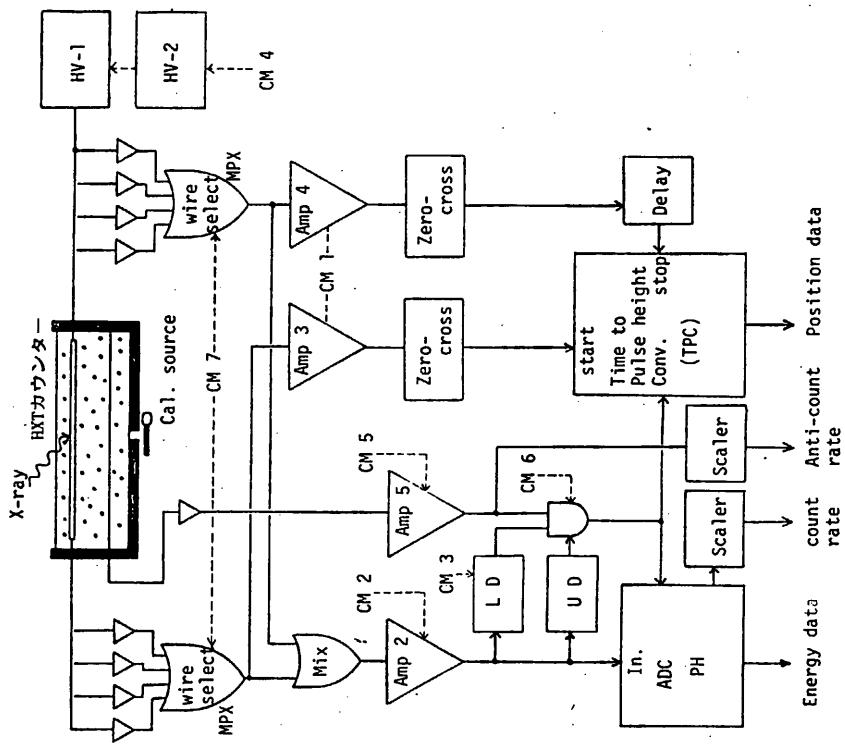


図7. HXTカウンターの信号処理プロック図。

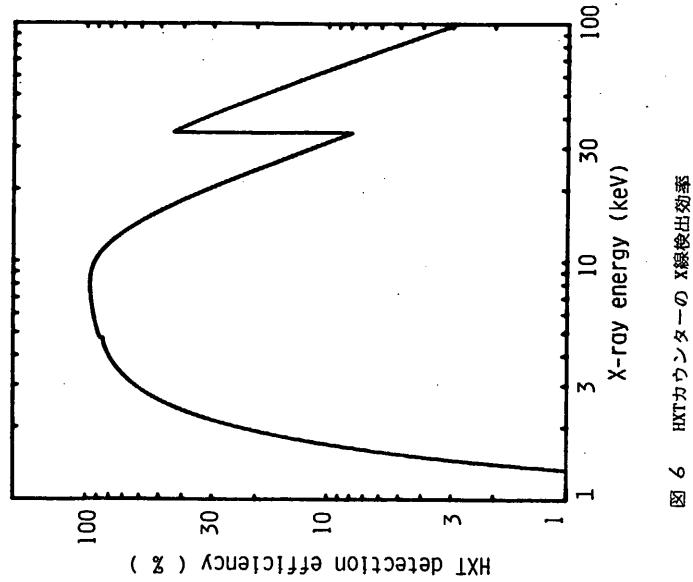


図6 HXTカウンターのX線検出効率

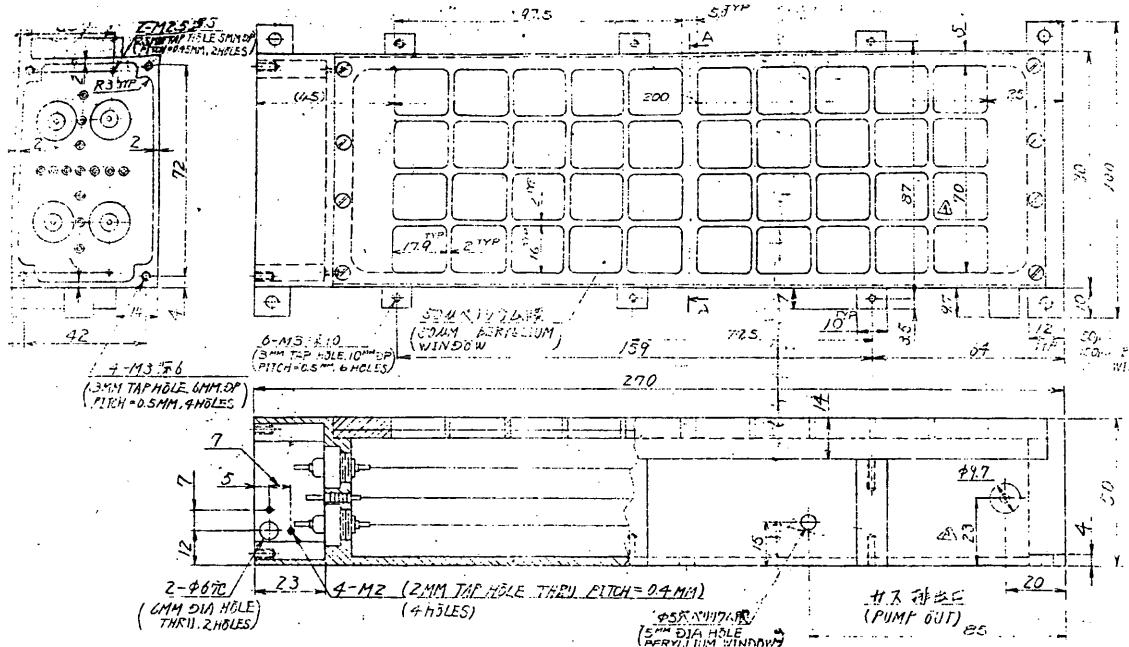


図8. ZYTカウンターの構造図。窓は 50μ 厚のベリリウム膜で、カウンターガス

は $Xe(97\%) + CO_2(3\%)$ 、1・1気圧である。カウンターのX線入射部は
フレームを含めて $70 \times 200 \text{ mm}^2$ の大きさである。

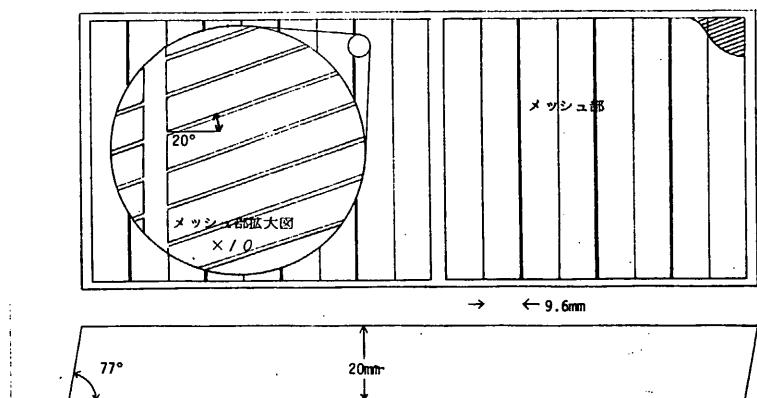


図9. ZYTカウンター前面におくスラッソリメータ。このメッシュを13度傾けて20mmの厚さに積み上げる。これにより図5に示す視野を作る。斜めのフレームは0.1mm幅で0.9mmの間隔をあけて並んでいる。又縦のフレーム幅は0.1mm又は0.6mmで9.6mmの間隔をあけて並んでいる。

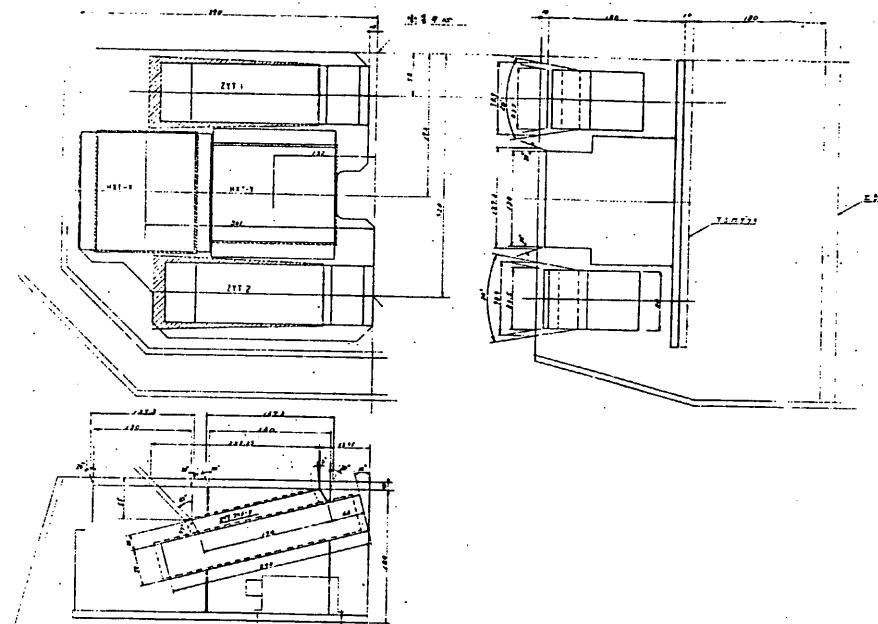


図10. TSMの搭載配置図。TSMはASTRO-B上部デッキの1/4の部分で、STSの上に積み重ねて搭載される。

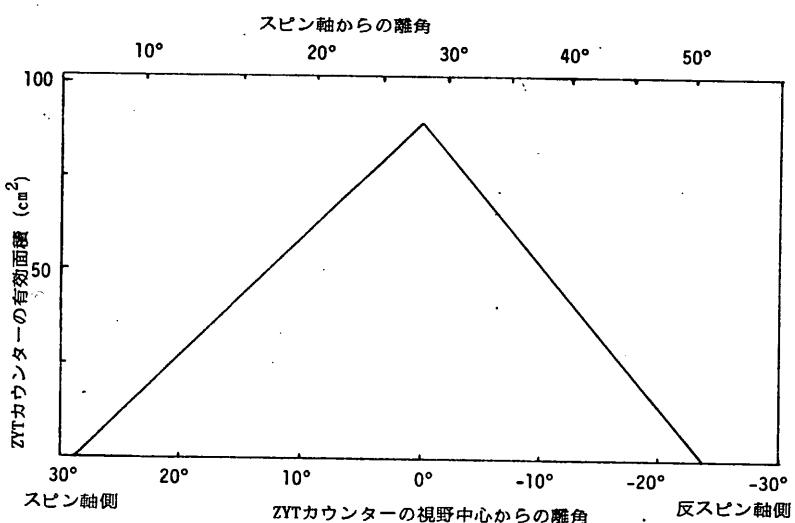


図 // . ZYTカウンターの視野方向に対する最大有効面積。コリメータを $1/3$ 度傾けたため左右非対称になっている。この図から ZYTはスピン軸から 9.5 度~ 5 度の天空をカバーしていることがわかる。

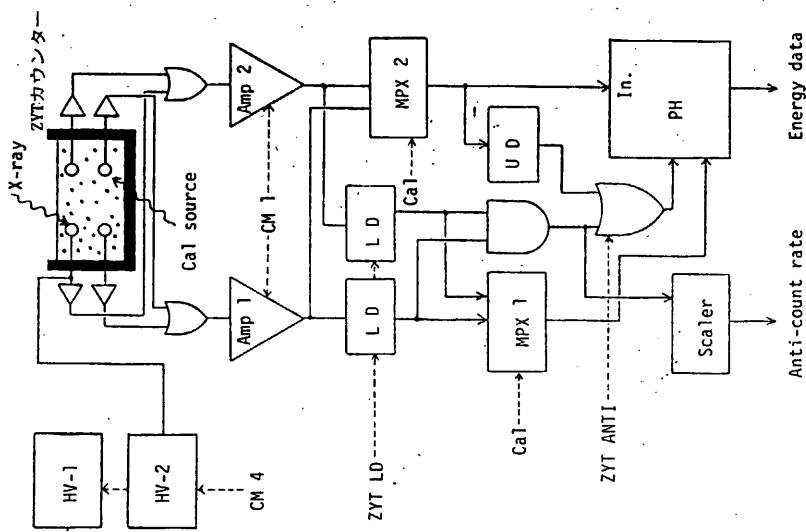


図 / 3 . ZYTカウンターの信号処理ブロック図。

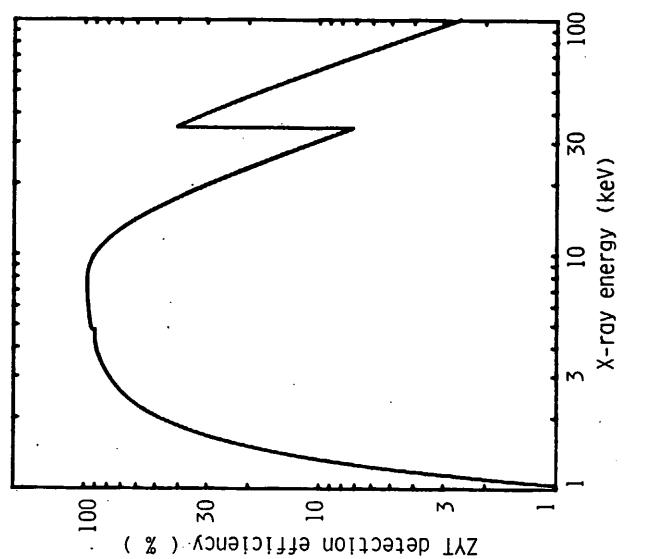


図 / 2 . ZYTカウンターの X線検出効率

第2章 姿勢制御・検出機器

第2章 姿勢制御・検出機器

2.1 姿勢制御装置

2.1.1 概要

宇宙科学研 二官研究室
日本電気(株)

2.1.1 概要

ASTRO-Bの主なミッションの1つは、X線源の観測であるため各種科学ミッション機器を太陽と逆方向に±60°の範囲内の任意の方向に指向させる必要がある。

ASTRO-Bの姿勢制御装置は衛星スピンドルを太陽方向から180°±60°の範囲に指向させ、衛星スピンドルレートを0.0685, 0.137及び0.548 rpmのいずれかに維持する機能を有する事により上記ミッション要求を遂行する。

本節では、上記姿勢制御系を構成する以下の各サブシステムの設計に関する報告を行い、最後に姿勢制御系に対する解析の中間結果を記述する。

ただし、姿勢観測機器については本節では記述しない。

< 姿勢制御系を構成する機器 >

- 姿勢制御装置
- スキャンホイール
- ニューテーションダンパー
- Y₀-Y₀デスピナ
- MACコイル
- MULコイル
- MBCコイル
- デジタル太陽センサ
- フラッシュゲート磁力計
- レート積分ジャイロ

宇宙科学研究所 二宮研究室
日本電気(株)

2.1.2.1 概要

姿勢制御装置は、大きく分けて、ホイールによる姿勢制御機能と、磁気による姿勢制御機能の、2種類の機能を有している。前者は、ホイールの発生する衛星のスピンドルまわりのトルクによって、衛星の姿勢制御を行うものであり、後者は、地球磁場と、コイルの発生する磁気モーメントとの相互作用によって、衛星の姿勢制御を行うものである。

2.1.2.2 機能

図2.1.2-1に機能ブロック図を示す。

(1) ホイール制御系

ホイール制御系の動作には、ジャイロモード、タコモードの2種類のモードがある。

(a) ジャイロモード

ジャイロモードでは、レート積分ジャイロから出力される角度増分信号を処理し、その結果に応じてホイール回転数を制御することによって衛星を一定のスピンドル速度に制御する。そのスピンドル速度はコマンドにより $0.548 / 0.137 / 0.0685$ (rpm) の3段階に切換えることができる。角度増分信号はスピンドル速度誤差検出回路に入力され、この出力をカウンタを使用して積分したものが、制御系のゲンピングを改善するために、アナログによるスピンドル速度誤差信号を加算するという処理を行い、これをホイール制御信号としている。ホイールには、ホイール制御信号に比例した回転数で回るようにタコフィードバックループを施す。

(b) タコモード

タコモードではホイール制御信号を $0V$ にし、ホイール回転数をノミナル値(約 2000 rpm)にする。このとき外乱がない限り、衛星の角運動量は一定に保たれる。このモードは、ジャイロモードのバックアップであるほか、初期ホイールスピンドルアップ時に用いる。

(2) IP, IR パルス計測系

ホイールから出力されるインデックスパルス(IP), 地球パルス(IR)に対し、IP周期、IP/IR位相差、IRパルス幅を計測する。計測には

65,536 Hz のクロックを用い、IP, IR パルスのりらぎの影響を少なくすために、各々連続した 15 個分のデータを平均する。計測データは、テレメータによって地上に送られる姿勢決定用に用いられるほか、IP 周期データはオンボードでのホイールのアンローディング判別に用いられる。アンローディング判別信号は MULD コイル制御回路に入力され、衛星角運動量の制御を行ふ。

(3) 磁気制御系

磁気制御系には、MAC コイル制御、MULD コイル制御、MBC コイル制御の 3 種類の機能がある。

(a) MAC コイル制御

MAC コイル制御は、衛星のスピンドル方向の制御を実行する。

i) オープンモード

ディレイコマンドによって、MAC コイルの電流 ON/OFF および極性を制御する。電流の大きさは 3 段階に切替えることができ、定電流で駆動される。

ii) クローズモード

非スピンドル型太陽センサの太陽角データからスピンドル軸と太陽方向のずれを検出し、これが 30 度以上になると同時に自動的にスピンドル軸と太陽方向にまどす制御を行う。制御開始のずれ角は 2 段階に切替えることができる。MAC コイルの電流極性は太陽角データおよび地磁気センサ信号の極性によって判断する。電流の大きさは 3 段階に切替えることができ、定電流で駆動される。

(b) MULD コイル制御

MULD コイル制御は、衛星のスピンドル方向の角運動量の制御を実行する。

i) オープンモード

ディレイコマンドによるスピンドル UP/DOWN 指令に従い、地磁気センサ信号の極性によって MULD コイルの電流 ON/OFF および極性を制御する。電流の大きさは 3 段階に切替えることができ、定電流で駆動される。

ii) クローズモード

IP, IR パルス計測系から出力されるアンローディング判別信号に従い、地磁気センサ信号の極性によって MULD コイルの電流 ON/OFF および極性を制御する。電流の大きさは 3 段階に切替えることができ、定電流で駆動される。

(c) MBC コイル制御

MBC コイル制御は、衛星の磁気モーメント制御を実行する。コイルを任意の値に磁化するためには RESET コマンドによってリセット電流を、EXECUTE コマンドによって磁化電流を流す。磁化電流の大きさは I/O コマンドにより、0~300 mA を 255 ステップで設定できる。また磁化の実行は、X, Y, Z の各コイル独立に行うことができる。

2.1.2.3 電気的性能

(1) ホイール制御系

(a) 目標スピニ速度

HIGH : 0.548 rpm

MEDIUM : 0.137 rpm

LOW : 0.0685 rpm

b ホイール制御信号: -5V ~ +5V

(c) 積分カウシタ線型領域: -26° ~ +26°

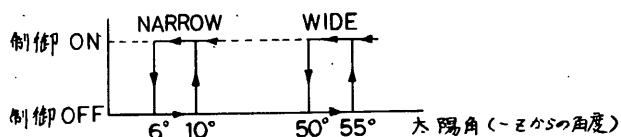
(2) IP, IR パルス計測系

(a) 計測クロック: 65,536 Hz

(b) 積算パルス数: 15個

(3) 磁気制御系

(a) スピニ軸制御特性:



(b) 地磁気デッドバンド

NARROW : ±120 mV (±4000ガに相当)

WIDE : ±240 mV (±2000ガに相当)

ヒステリシス幅: 30 mV (500ガに相当)

(c) MACコイル電流

HIGH : 104 mA

MEDIUM : 42 mA

LOW : 16 mA

(d) MULDコイル電流

HIGH : 98 mA

MEDIUM : 39 mA

LOW : 15 mA

(e) MBCコイル電流

RESET : -325 mA

EXECUTE : 0 ~ 300 mA, 255 step

(4) コマンド

リアルタイムコマンド: 25項目

ディレイコマンド : 6項目

(5) テレメータ

ACE ON/OFF

WHEEL ROT/STOP
ACE STATUS (1),(2),(3)
MAG STATUS (1),(2)

積分カウンタ値

スピニ速度計測値

IP 周期計測値

IP / IR 位相差計測値

IR ハルス幅計測値

ホイール制御電圧

タコメータ出力電圧

28V 電圧

45V 電圧

SWA 温度

MAC コイル電流

(6) 消費電流

	定常(コイルはOFF)	ピ - ツ	
+ B U S	140 mW	2.1 W	(コイルでの消費電力は多まない)
+ 5v	100 mW	100 mW	
+ 12v	720 mW	720 mW	
- 12v	600 mW	600 mW	
+ 15v	—	2 W	
+ 28v	560 mW	2 W	(ホイールでの消費電力は多まない)
+ 45v	500 mW	500 mW	

2.1.2.4 機械的性能

1 外観および寸法

図2.1.2-2に示す。

2 重量

4.2 Kg

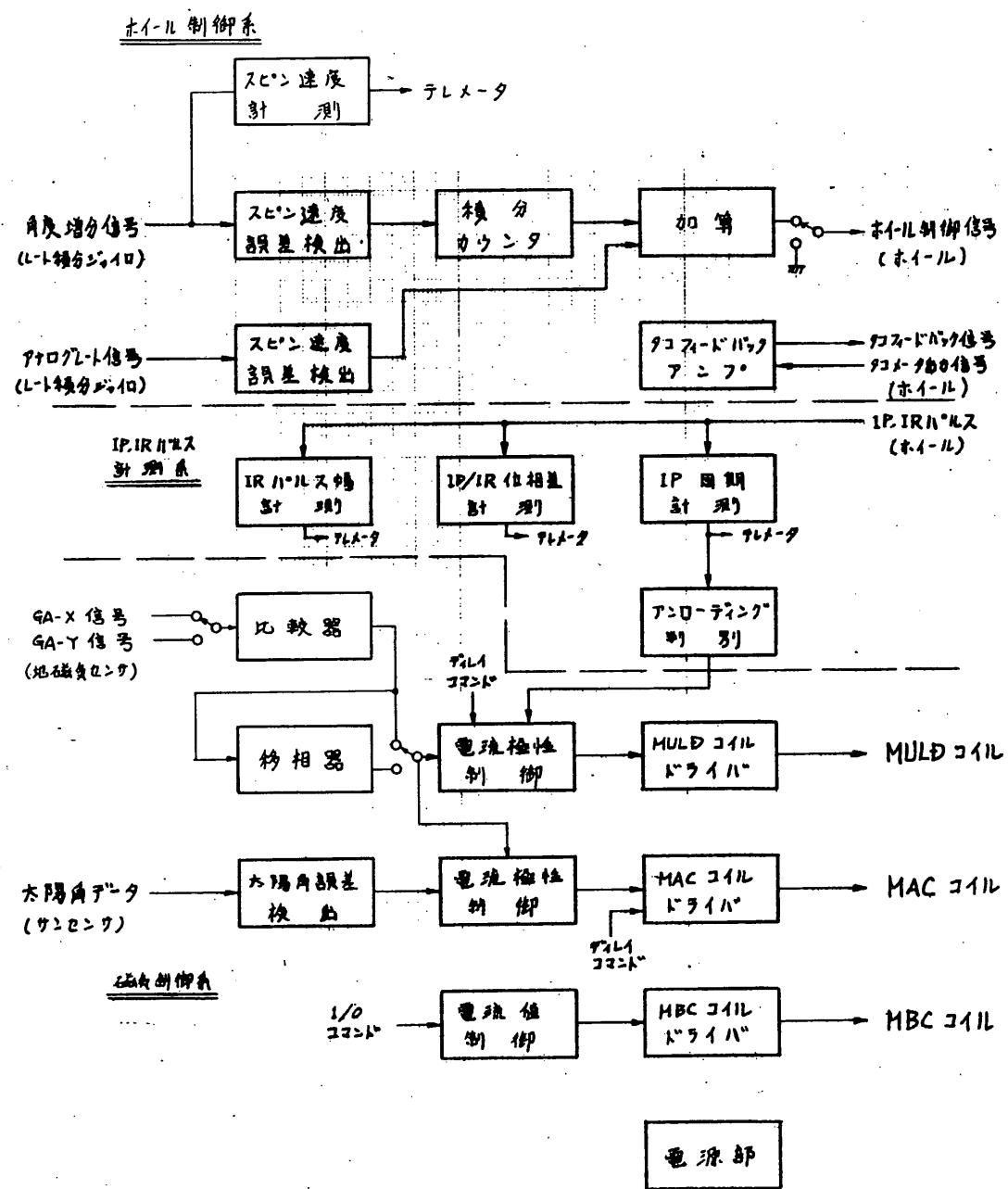


図 2.1.2-1 姿勢制御装置 機能 ブロック図

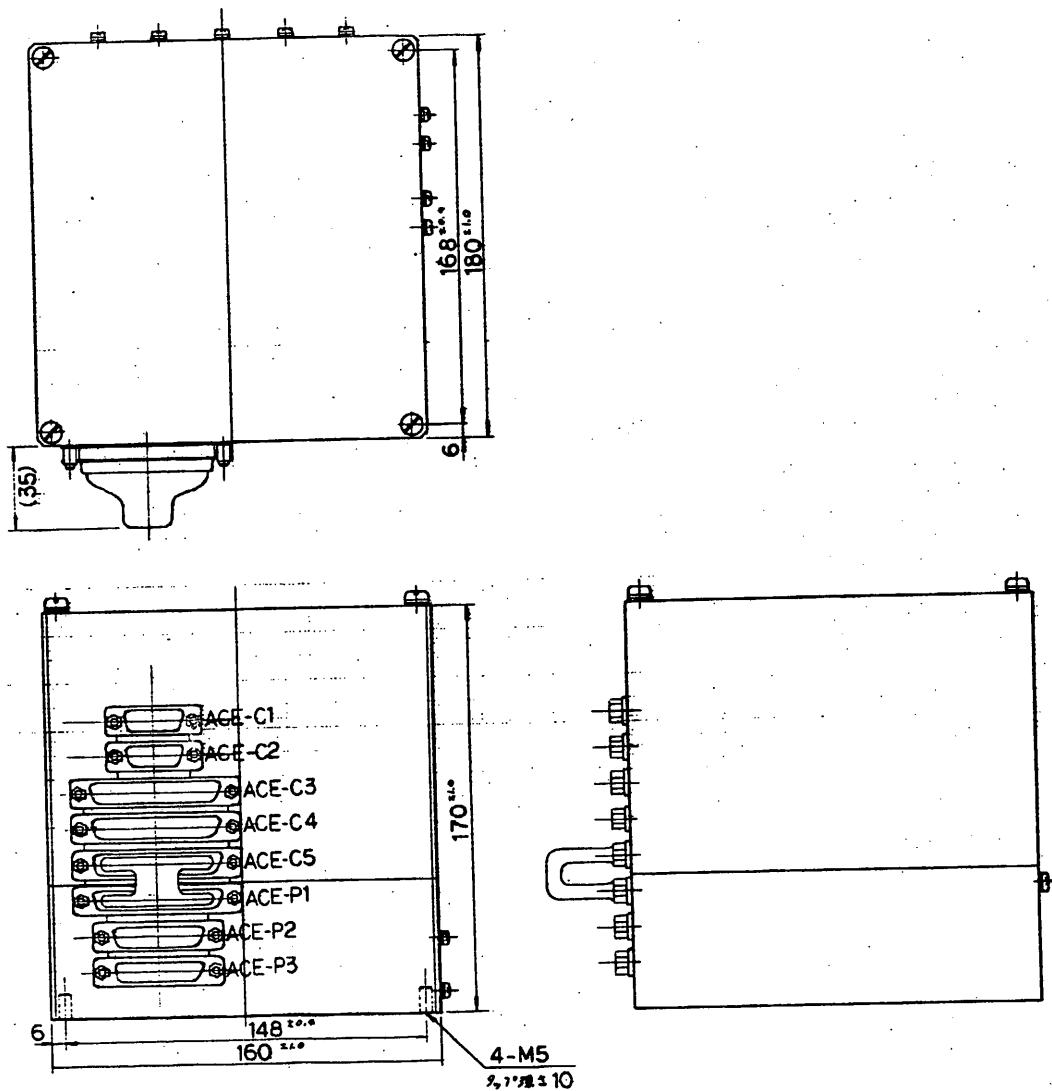


図 2.1.2-2 姿勢制御装置外観図

宇宙科学研 二宮研究室
日本電気 (株)

2.1.3.1 概要

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

2.1.3.2 構成

本装置は SWA, CLA の 2 つの部分より構成される。

SWA の本体は 誘導モーターで 内部に 赤外線検出器を持つ。 また背面には 赤外線検出器からの信号を增幅するための プリアンフ^o を持つ。

CLA は SWA を駆動する 2 相の交流電流を発生する MD 部と プリアンフ^o からの信号を処理し 姿勢検出に利用できる信号 (IP 及び IR ハルス) に変換する SP 部より構成される。 (図 2.1.3-1 参照)

2.1.3.3 機能

本装置は 機能の面でも 2 つの部分に別けられる。

1 つは 姿勢制御に 利用される モーニタム・ホイール としての機能で ACE から 出力される ホイール制御信号 に従って 制御トルクを発生する。

他の 1 つは 姿勢決定に 利用される コニカル・スキャナ としての機能である。

検出された 地球赤外線は IR ハルス の形に 整形され、位相基準となる IP ハルス と共に ACE の方へ出力される。

2.1.3.4 性能

本装置の 主要性能 を以下に示す。

(1) 機械的性能

SWA

重量	6.895	Kg
ロータ部慣性モーメント	0.0204	slug-ft ²
ロータ部回転数	1700~2300	RPM
蓄積角運動量(2000RPM)	5.793	Nms
発生トルク	±3.0	OZ-in

CLA

重量	1.123	Kg
----	-------	----

寸法、外観は 図213-2 及び 213-3 参照

(2) 電気的性能

電力 +45V	0.678	mW
+28V	加速時	25.2 W
	定常時	5.35 W
+12V		0.807 W
-12V		0.786 W

(3) 光学的性能

コーン角

45°

瞬時視野

2×2°

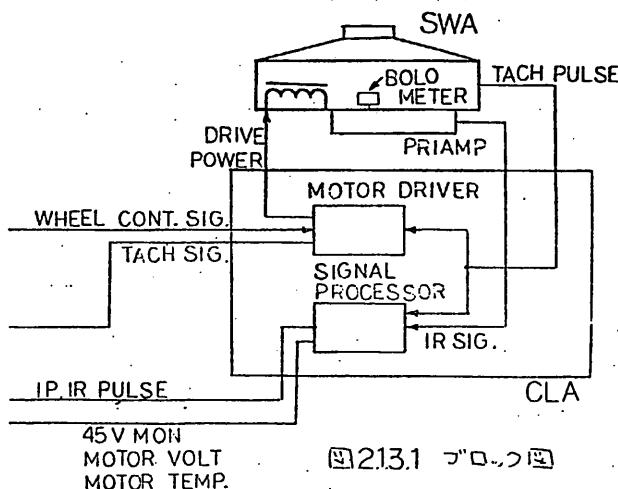


図213.1 ブロック図

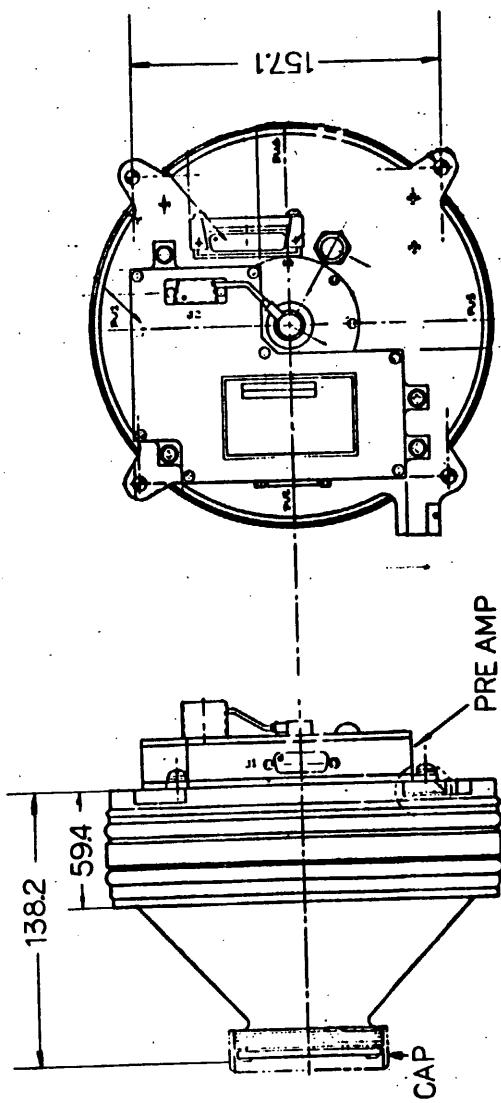
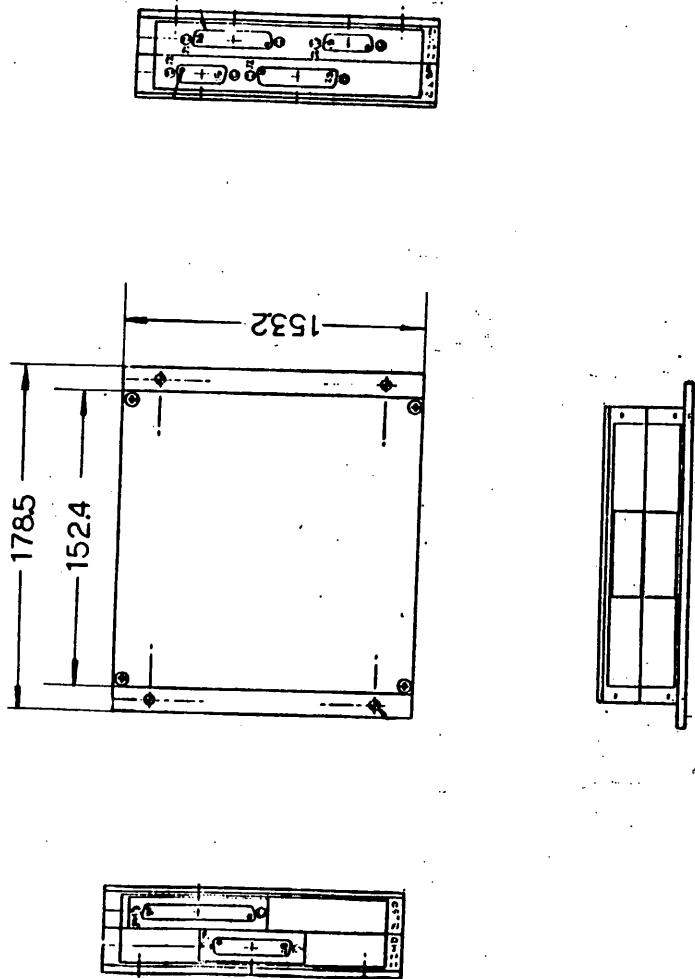


図 2.1.3-2 SWA(SCAN WHEEL ASSEMBLY) 外観図

21.3-3 CLA (CONTROL LOGIC ASSEMBLY) 斜視圖



2.1.4

ニューテーション・ダンパ(ND)

宇宙科学研 ニューテーション・ダンパ
日本電気(株)

2.1.4.1 概要

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

すなはちNDは姿勢制御系の構成機器の1つとして、外乱トルク、制御トルク等により誘発される衛星のニューテーション運動を減衰させるために全運用期間にわたってNDのエネルギー消散によるパッシブ・ニューテーションダンピングを実行する。

顕著な減衰特性を示すNDとして、スピン軸に平行な角型ニューテーション・ダンパの開発を行い、封入流体の運動による動アンバランスの影響を考慮して作動流体の完全封入方式を採用する。

また、NDは受動制動方式によるダンパとして、ミッション要求を満足する物理的特性および機械的特性を有し、使用環境条件に適合すべく信頼性・品質管理が実施されている。

2.1.4.2 機能

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

2.1.4.3 構成

ニューテーション・ダンパは矩環部・ペローズ機構・封入部・取付フックティング部および作動流体より構成され、内管断面の矩環構造を有する。

(1) 矩環部

- | | |
|--------|--------------------|
| ・ 使用材料 | Al |
| ・ 矩環外形 | 350(W) x 500(L) mm |
| ・ 円管内径 | Φ20 |

(2) ベローズ機構

・ 使用材料	SUS-304
・ ベローズ口径	$\phi 51/\phi 36 \times 0.1^{\circ}$ mm
・ ストローク量	50 mm

(3) 封入部

・ 使用材料	SUS-304
・ 封入法	真空封入

(4) 取付フッティング部

・ 使用材料	LE 69N (日立化成エポキシガラス積層板)
・ マウニティング・ブロック数	11 個

(5) 作動流体

・ 流体名	シリコーン・オイル
・ 比重	0.92 (25°C)
・ 動粘性係数	5 cst (25°C)

2.1.4.4 性能

スピニ軸と平行な面内に配置された角型ニューテーション・ダンパーは封入流体の動的運動により、ニューテーション・エネルギーを消散する。

(1) 物理的性能

・ 減衰時定数	定常時 3.5H 目標 分離後 2/H(3.0rpm), $Y_0 - Y_0$ 展開後 5MIN(120rpm)
・ 充填率	100 %
・ 封入量	$620 \pm 0.5 \text{cc} / (\text{at } 25^{\circ}\text{C } 5 \times 10^{-3} \text{torr} \text{以下})$
・ リーク量	$1.0 \text{atm} \cdot \text{cc} / \text{year} \text{ 以下}$
・ 吸収容積	$78.12 \pm 0.5 \text{cm}^3$

(2) 機械的性能

- ・外形・寸法
- ・重量
- ・配置

図2.1.4-1 ND外観図に示す
2.0KGW以下目標
スピン軸と平行な面内に設置

(3) 搭載数

本衛星では、NDを2個搭載する。

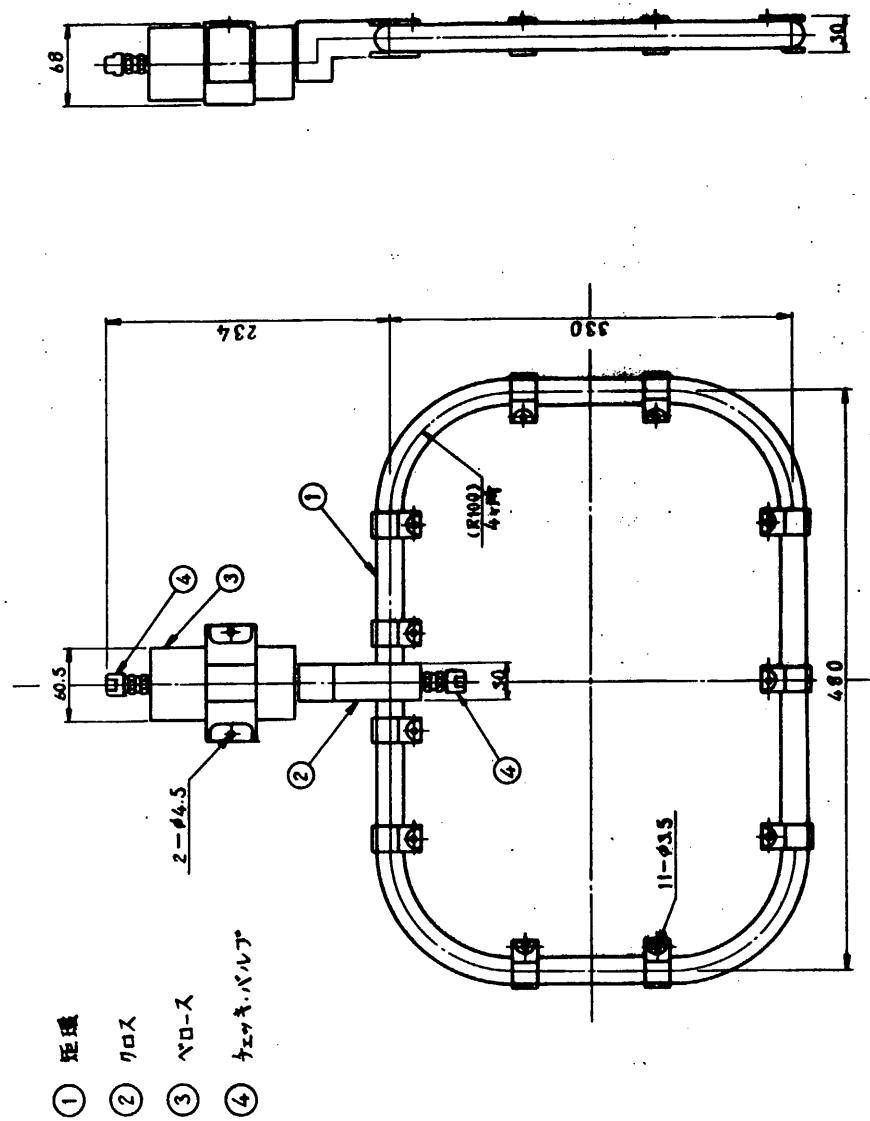


図 2.1.4-1 ND 附図

上杉研究室
宇宙科学研
二宮研究室

日立産業

概要

ASTR0-B以降Kより2衛星重量の増加に伴いY0-Y0マスの重量も増加となり、従来から行われている1本のビンでマスを保持する方法ではビンの強度が不足するため新Y0-Y0を開発する必要が生じた。そこで新Y0-Y0を開発するに当って、Y0-Y0の内部零件であるリリースの時間差が最大30msを越えることなく、マスと保持する強度が充分であり、かつリリースの機構はリダンダンスのある装置を製作することを主目的とした。その結果、以下の条件をほぼ満足する装置を製作したので報告する。マスリリース後の運動の従来と変りなく衛星からの分離もマスク付マスクワイヤかイモネル衛星半径方向に来る時刻よりから外れる機構となることである。

1. 装置

新Y0-Y0の装置の製作

- 1) マスの保持方法としてリリースの時間差が少く、かつ保持強度が得られるマス本ビンで止める方法となる。
- 2) シンプルである従来のリリース機構をダブルにしてリダンダンスを確保せる。
- 3) マスの離脱方法として実績のあるワイヤカッタを使用する。
- 4) リリースの時間差は約10ms以下とする。

これらの点を考慮して行なった。

新Y0-Y0の装置概要図を図1に示す

Y0-Y0フルダブルリリース方式

ツイスト新しくマスと分けるためのカッタが2つある。そして新Y0-Y0ではマスの保持方法としてマス本のビンと板バネであるマス押え金具を行なっている。

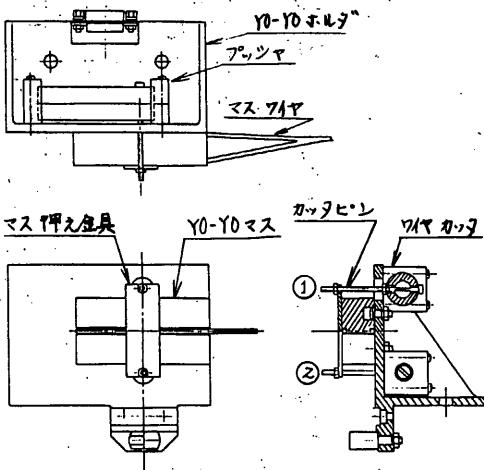


図1 新Y0-Y0装置概要

方法により①、②のどちらかのピンが切断されることにより押え金具は飛んで外れる
方法、ここで用いてる方法は内筒車の脚と同様の研削されたφ2mmのスチールレス (SUS
304) 材料で、切断部は1mmφとなり、でりる。ただレザイカ、タトツリでは切断能力
を向上させた製品を既作中で、実際の飛翔実験でも新たに製作してみ、タと使用する
予定である。

次に新Y0-Y0マスハリリース手順を説明する。

- 1). 地上より送信エレベコマンドによりワイヤカットは作動し、4本(2本×2本)
のカットピンを同時に切断する。
- 2). それと同時にス押え金具が飛ばされる。
- 3). フリツマと遮心力によりもれていたY0-Y0マスカボは同時に放出され、衝程半径
方向に飛りてマスカボワイヤは衝程から分離する。
これらの動作はコントローラーの送信後ほぼ2秒以内に終了する。

2. 総合

新Y0-Y0マスハリリースは、現在終了している振動、衝撃などの離脱試験では満足する結果
が得られており、今後もエラバ車体の環境試験を統合して行い、飛翔前飛行試験までに
はさらに良い装置へと改良する予定である。

2.1.6

MAC コイル (MAC)

宇宙科学研 二宮研究室
日本電気(株)

2.1.6.1 総 要

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

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

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

2.1.6.2 機能

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

2.1.6.3 構成

MACコイルはモールド、コイル部、取付フィットティング部およびコクシ端子部より構成され、矩形断面の円環型構造を有する。

(1) モールド

- ・ 使用材料 スタイキャスト
- ・ 円環中心径 $\phi 510$ mm
- ・ 矩形断面外形 $16 (W) \times 16 (H)$ mm

(2) コイル部

- ・ 使用線材 SBW-Al-OPVF
- ・ コイル線径 导体径: $\phi 0.50$ mm
標準外径: $\phi 0.57$ mm
- ・ コイル線長 ≈ 755 m

- コイル巻数 : 4 T 1 turns/coil
- 矩形断面外形 : □ 13 mm
- 有効断面積 : 0.20 m²

(3) 取付フィッティング部

- 使用材料 : FRP
- マウンティング・ブロック数 : 12 個

(4) コイル端子部

- 中継端子 : タレット端子
- 接続ケーブル : KT-2Z(19)U-H
- コネクタ : DEM-9P-NMB②

2.1.6.4 性能

スピニ軸と垂直な面内に置かれた内環型MACコイルは、空心コイルに通電することによって所定の磁気モーメントを発生する。

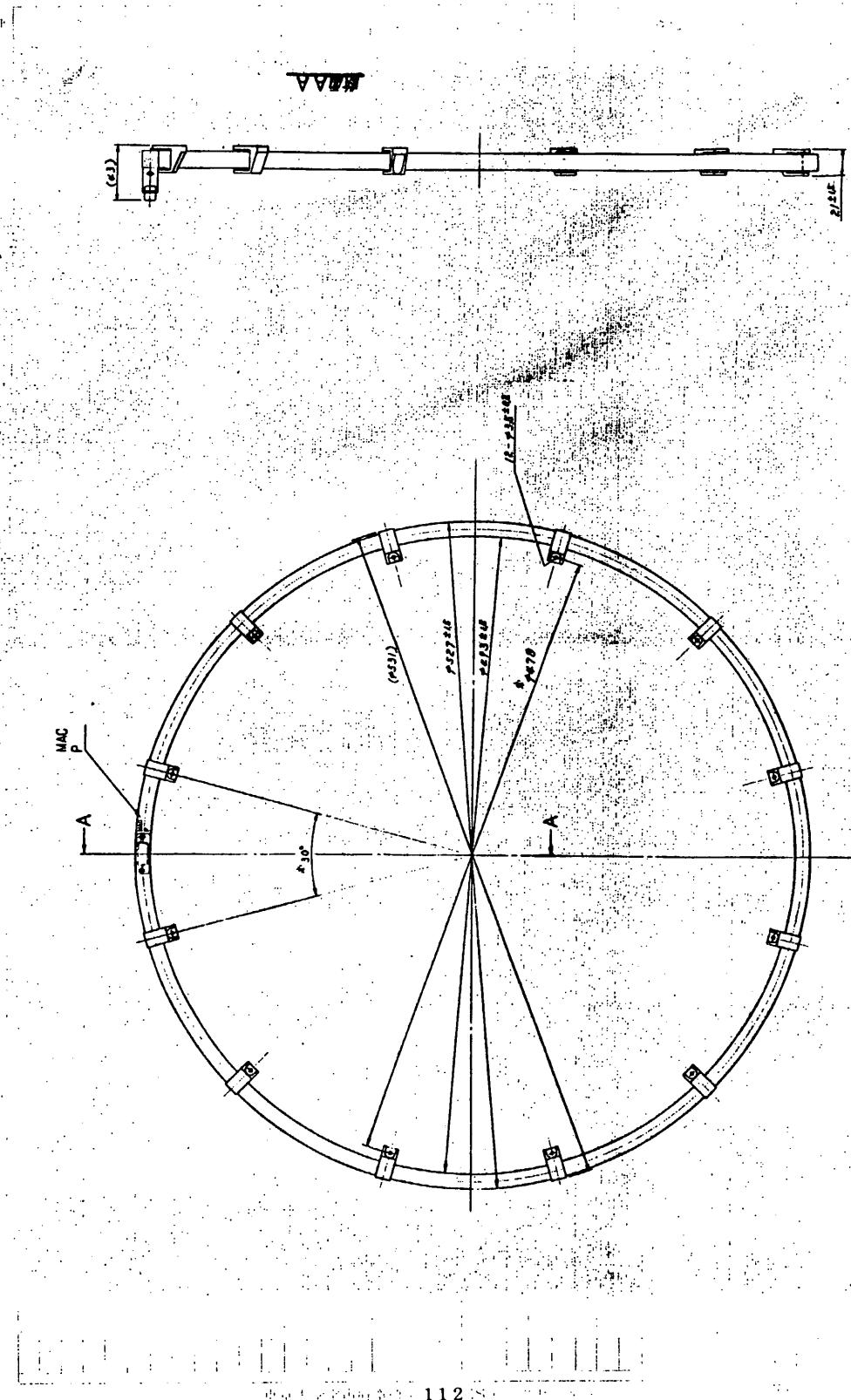
(1) 電気的性能

- 磁気モーメント : HIGH : $\pm 10.0 \text{ AT m}^2$ (標準値)
MEDIUM : $\pm 4.0 \text{ AT m}^2$ (標準値)
LOW : $\pm 1.5 \text{ AT m}^2$ (標準値)
- コイル電流 : HIGH : $\pm 10.4 \text{ mA} \pm 10\%$
MEDIUM : $\pm 4.2 \text{ mA} \pm 10\%$
LOW : $\pm 1.6 \text{ mA} \pm 10\%$
- コイル電圧 : HIGH : $\pm 11.0 \text{ V} \pm 10\%$
MEDIUM : $\pm 4.4 \text{ V} \pm 10\%$
LOW : $\pm 1.7 \text{ V} \pm 10\%$
- コイル抵抗 : $10.6 \pm 5 \Omega$ (25°C)
- 消費電力 : 1.2 W MAX

(2) 機械的性能

- 外形・寸法 : 図2.1.6-1のMACコイル外観図に示す。
- 重量 : 1.0 KG 以下
- 配置 : スピニ軸と垂直な面内に設置

図 2.1.6-1 MAC コイル外観図



2.1.7

MULDコイル(MULD)

宇宙科学研 二宮研究室
日本電気(株)

2.1.7.1 概要

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

すなはちASTRO-Bの磁気姿勢制御系はMULDコイルに通電する電流の極性切換をスピン1/2周期ご行なうことにより設定磁気モーメントと地球磁場との干渉トルクを利用して、スピン速度制御を実行する。

MULDコイルの開発は、カプセルシステム・コンポーネントとしての機能要件に基づき電気的・機械的・熱的インテフェースを考慮して円環型空心コイルの設計製作を行ない、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可能である。

また、MULDコイルは磁気トルカとして、以下に示すような電気的性能および機械的性能を有し、使用環境条件に適合する信頼性・品質管理が施されている。

2.1.7.2 機能

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

2.1.7.3 構成

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

(1) モールド

- ・ 使用材料 スタイキャスト
- ・ 円環中心径 $\phi 300$ mm
- ・ 矩形断面外形 $21 (W) \times 21 (H)$ mm

(2) コイル部

使用線材 SBW-Al-OPVF

- コイル線径 導体径: $\phi 0.50$
標準外径: $\phi 0.57$
- コイル線長 ≈ 817 m
- コイル巻数 867 turns/coil
- 矩形断面外径 $\square 18$ mm
- 有効断面積 0.07 m²

(3) 取付フィッティング部

- 使用材料 FRP
- マウンティング・ブロック数 8個

(4) コイル端子部

- 中継端子 タレット端子
- 接続ケーブル K-22(19)U-H
- コネクタ DEM-9P-NMB⑤

2.1.7.4 性能

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

(1) 電気的性能

- 磁気モーメント HIGH: ± 6.0 ATM (標準値)
MEDIUM: ± 2.4 ATM (標準値)
LOW: ± 0.9 ATM (標準値)
- コイル電流 HIGH: ± 9.8 mA $\pm 10\%$
MEDIUM: ± 3.9 mA $\pm 10\%$
LOW: ± 1.5 mA $\pm 10\%$
- コイル電圧 HIGH: ± 11.2 V $\pm 10\%$
MEDIUM: ± 4.5 V $\pm 10\%$
LOW: ± 1.7 V $\pm 10\%$
- コイル抵抗 116 ± 6 Ω (25°C)
- 消費電力 1.1 W MAX

(2) 機械的性能

- 外形・寸法 図2.1.7-1 のMULD外観図に示す。
- 重量 1.0 KGW 以下
- 配置 スピン軸と平行な面内に設置

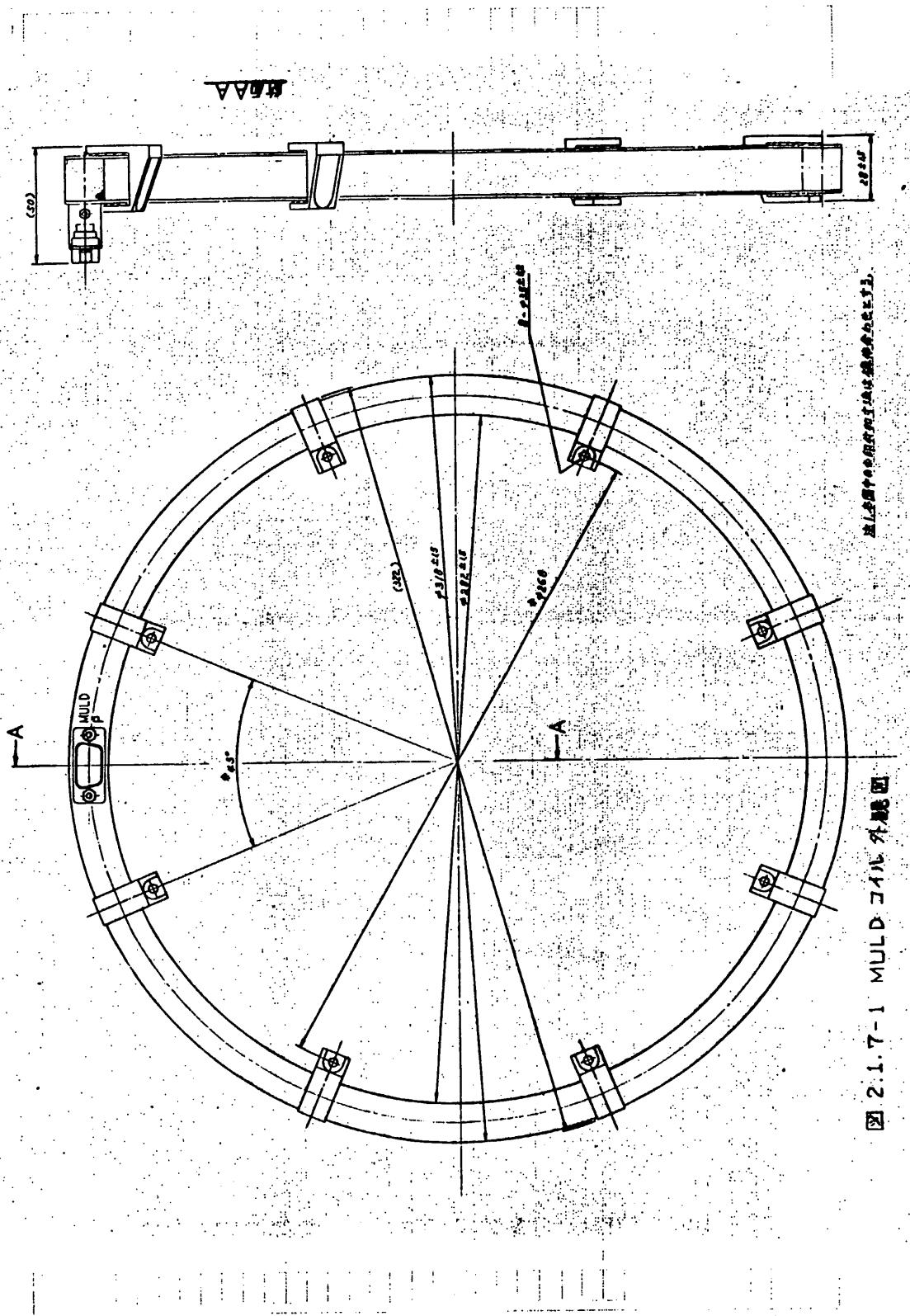


図 2.1.7-1 MULD COIL MOLD

宇宙科学研 二宮研究室
日本電気 (株)

2.1.8.1 概要

MBCコイル(MAGNETIC BIAS CONTROL COIL)はASTRO-Bの姿勢を正確に保持するために磁気姿勢制御方式による残留モーメントの補正機能を有し、衛星のスピンドル軸と平行な面内に設置された有心コイルを磁気的にデーター化することによって衛星と等価な残留磁気モーメントを発生するものである。

すなはち、ASTRO-Bの磁気姿勢制御系は残留磁気モーメントによる誘発される外乱トルクと相対的に消去するために、軌道全周にわたりMBCコイルの磁化設定による残留磁気モーメントの補正を実行する。又衛星では、残留磁気モーメントの横方向成分に対するだけ残留磁気モーメントの補正を考慮する。

MBCコイルの開発はサブシステム・コンポーネントとしての機能要求に基づき、電気的・機械的・熱的インターフェースを考慮して円柱型有心コイルの設計製作を行い、所定の残留磁気モーメントを設定するチャージャブル・マグネットとこの性能を得ることができる。

また、MBCコイルはチャージャブル・マグネットとして、以下に示すような電気的性能および機械的性能を有し、使用環境条件に適合する信頼性・品質管理が施される。

2.1.7.2 機能

本MBCコイルは、磁気姿勢制御方式による残留磁気モーメントの補正機能を有するものであり、有心コイルの磁性体を磁化設定することによって相対的に衛星の残留磁気モーメントを消去する。

2.1.7.3 構成

MBCコイルは、コイルケース部、コイル部、取付フィッティング部およびコイル端子部より構成され、円筒形のモールド構造を有する。

(1) コイルケース部

・ 使用材料

F.R.P

・ 形状

$\phi 30 \times 200 (L) \text{ mm}$

(2) コイル部

a. 磁性体

- ・ 磁性材料 ニッケル
- ・ 形状 $\phi 5.6 \times 160$ (L) mm
- ・ 残留磁化 (Br) 8.9 K Gauss
- ・ 角形比 49.4 %
- ・ 保磁力 (Hc) 37.7 Oe
- ・ キュリ-温度 800 °C

b. フレノイド

- ・ 使用線材 SBW-Cu-OPV
- ・ ソレノイド線径 导体径: $\phi 0.40$ mm
標準外径: $\phi 0.46$ mm
- ・ ソレノイド線長 292 m
- ・ ソレノイド巻数 6850 turns
- ・ 有効断面積 1.6 T cm²

(3) 取付フィッティング部

- ・ 使用材料 FRP
- ・ マウンティング・ブロック 2個

(4) コイル端子部

- ・ 中継端子 タレット端子
- ・ 接続ケーブル KT-22(19)U-H
- ・ コネクタ 丸型レセプタブル

2.1.8.4 性能

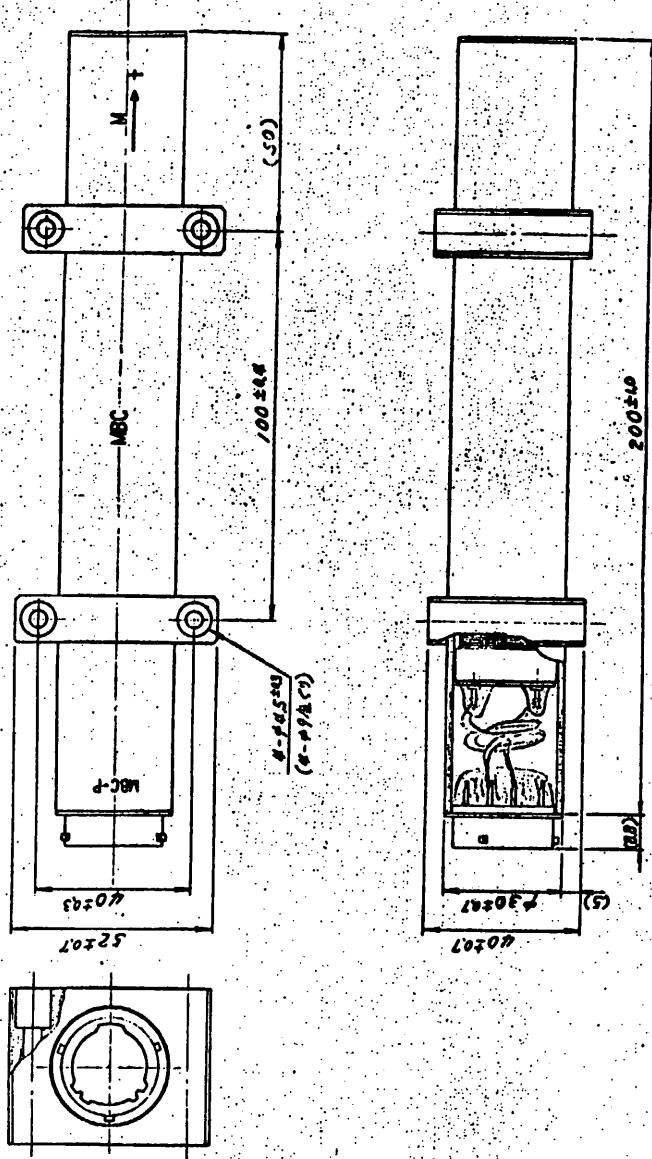
衛星の軸と平行な面内に設置された有心コイルに通電し、磁性体を磁化設定するにより、衛星と等価な残留磁気モーメントを発生する。

(1) 電気的性能

- ・ 残留磁気モーメント $-1.8 \leq M (AT m^2) \leq +1.8$ (標準値)
- ・ 飽和磁化 $-1.8 \leq B (K Gauss) \leq +1.8$
- ・ 磁化力 $-200 \leq H (Oe) \leq +200$
- ・ コイル電流 RESET: -338 mA
EXECUTE: $0 \leq I (mA) \leq 300$
- ・ コイル電圧 RESET: -13.5 V
EXECUTE: $0 \leq V (Volt) \leq 12$

- ・ コイル抵抗 $40 \pm 2 \Omega$ (25°C)
 - ・ 消費電力 4.6 W MAX (設定時)
- (2) 機械的性能
- ・ 外形寸法 図2.1.8-1のMBCコイル外観図に示す
 - ・ 重量 0.56 KG W/個 以下
 - ・ 配置 衛星3軸と平行な面内に設置。

図2-1-8-1 MBCコイル外観図



2.2

姿勢検出機器

2.2.1

デジタル太陽センサ(SAS/NSAS)

宇宙科学研 二宮研究室
測定機会

1. 概要

本装置は、衛星と太陽のひす角度を測定するとともに姿勢制御系へ角度情報を出力する非スピニ型太陽方位検出器(NSAS)、さらにテレメーターコマンド信号処理装置へサンパルスを出力するスピニ型太陽方位検出器(SAS)から構成されており、これらのデータは姿勢決定計算のためのデータとなる。

ASTRO-BのNSASは太陽角の測定を行なっているので、スピニフェーズでの太陽角測定もNSASが行なうことになる。

2. 構成

(1) 電気部

1台

2. センサ部

ノン・スピニ型

1組1台

スピニ型

1台

3. 主要性能

(1) 消費電流

+5V, 50mA

(2) 測定範囲

ノン・スピニ型

120°×120°

スピニ型

120°×3°

(3) 測定精度

ノン・スピニ型

±1°

7bit ブレイコード+1ビット有効範囲判定

(4) HK項目

1項目

ノン・スピニ型センサ部表面温度の測定

(5) TM項目

NSAS

Format W64

11

Format W64

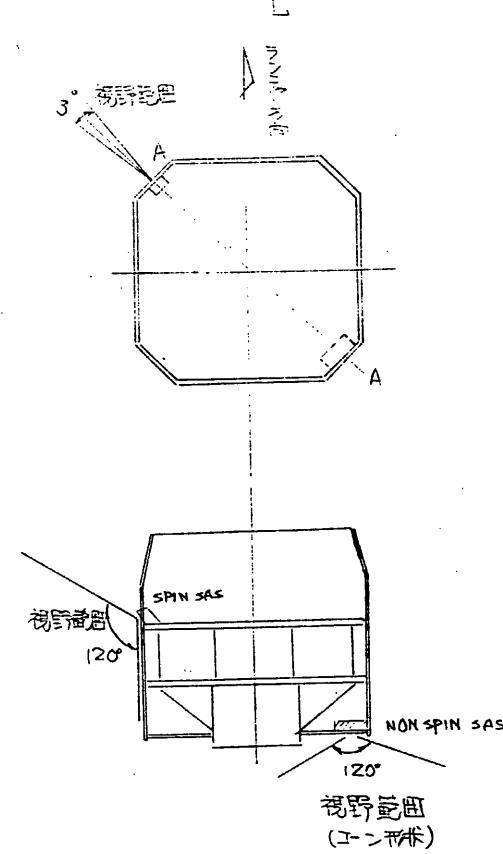
(6) 溫度条件

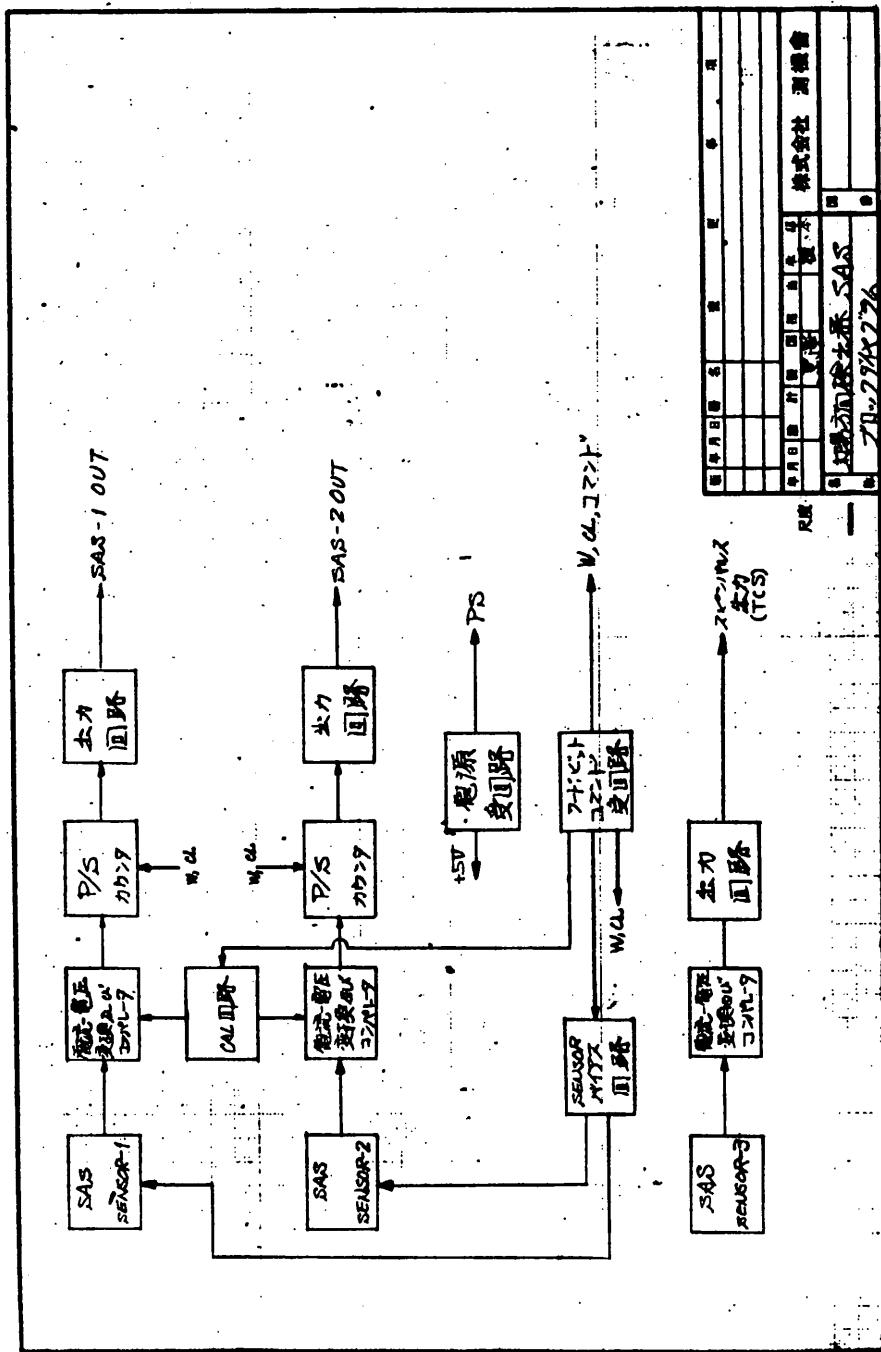
精度維持温度	電気部	-30°C ~ +60°C
機能維持温度	センサ部	-20°C ~ +60°C
保 存 温 度	電気部	-50°C ~ +80°C
	センサ部	-30°C ~ +65°C
	電気部	-60°C ~ +90°C
	センサ部	-50°C ~ +80°C

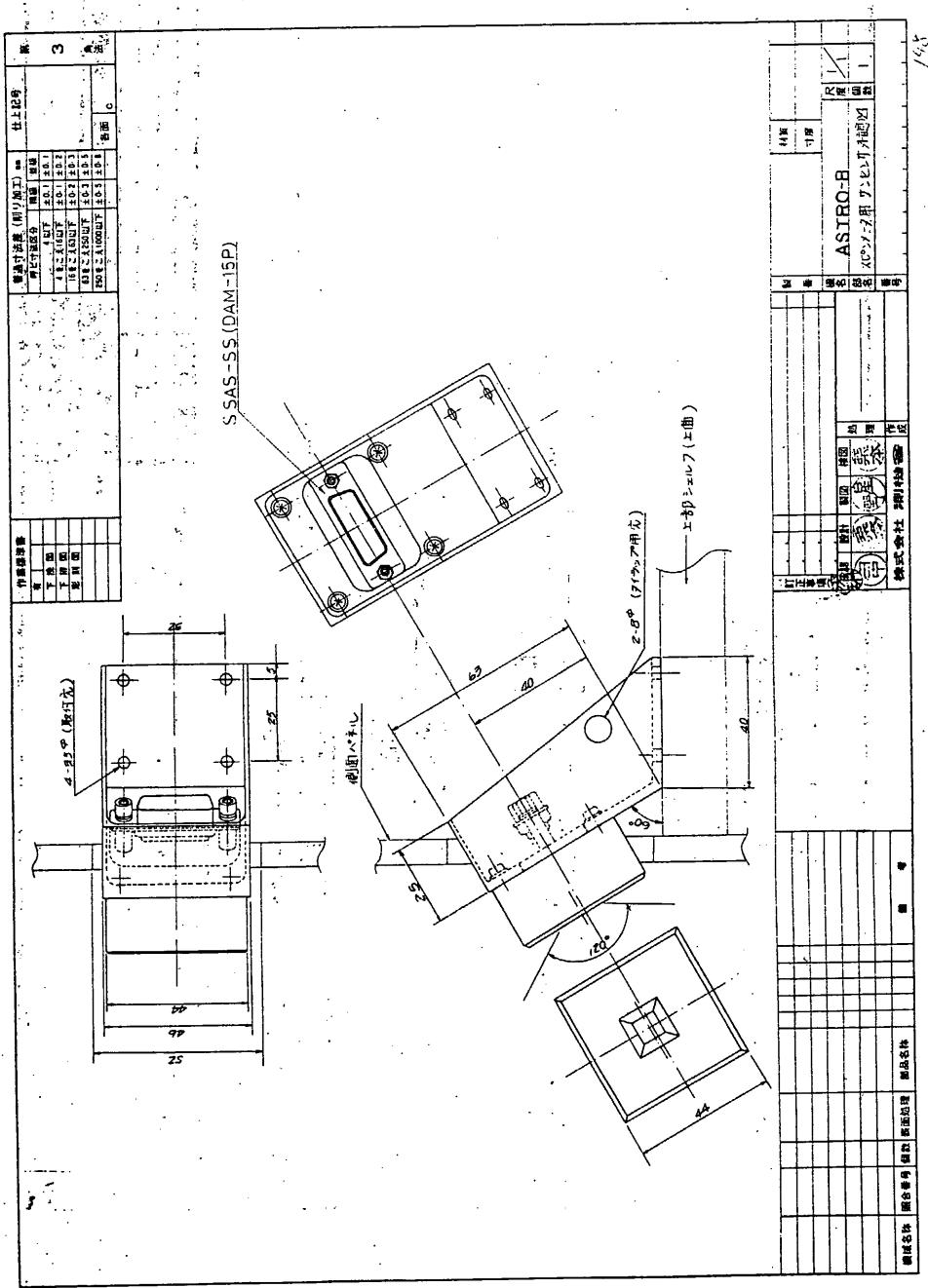
(7) 尺 法

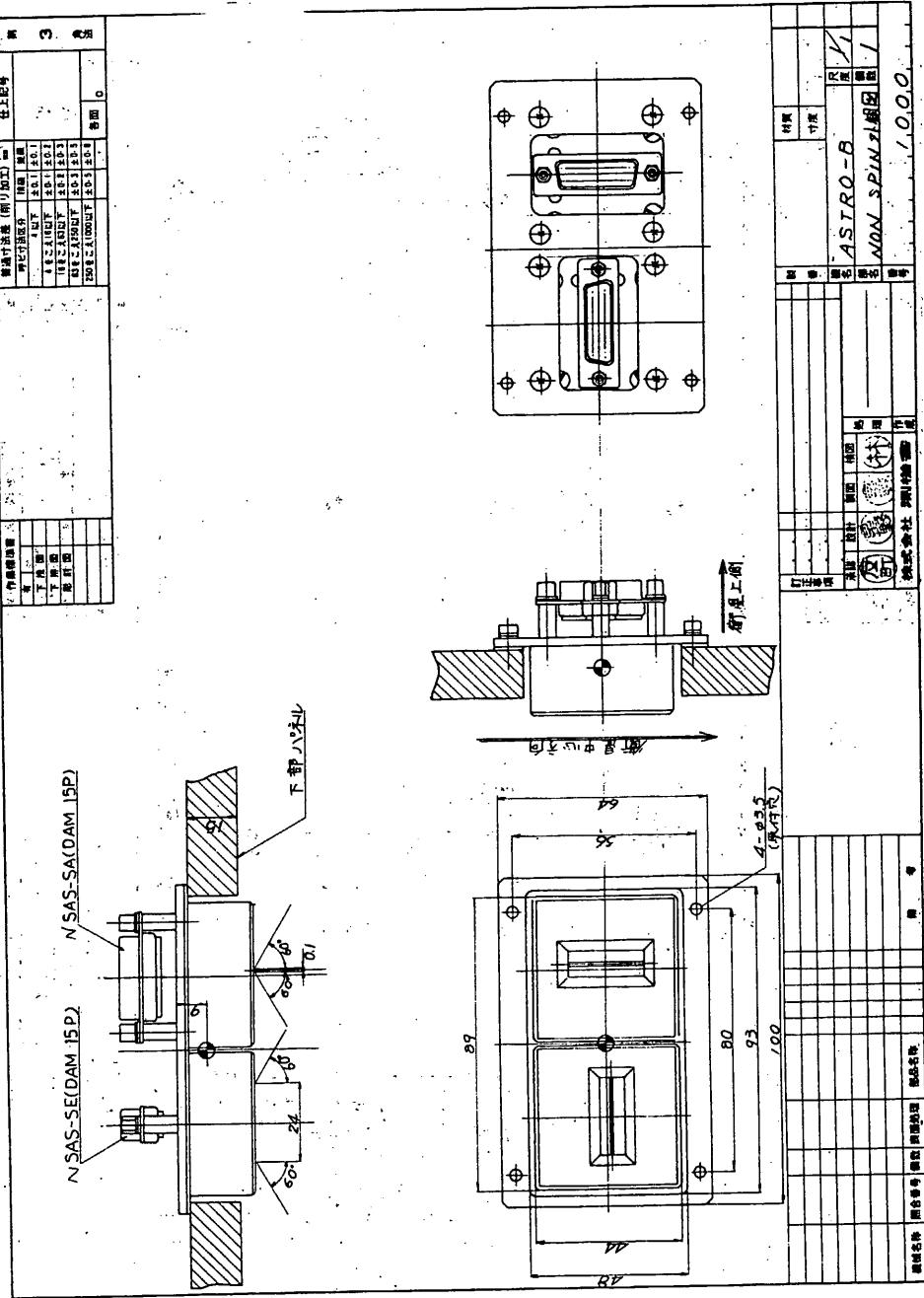
電気部	200 x 113 x 43 ^H (mm)
センサ部	
ノンスピニ型	110 x 69 x 59 ^H (mm)
スピニ型	60 x 66 x 60 ^H (mm)
(8) 重 量	
電気部	0.7kg
センサ部	
ノンスピニ型	0.35kg
スピニ型	0.25kg

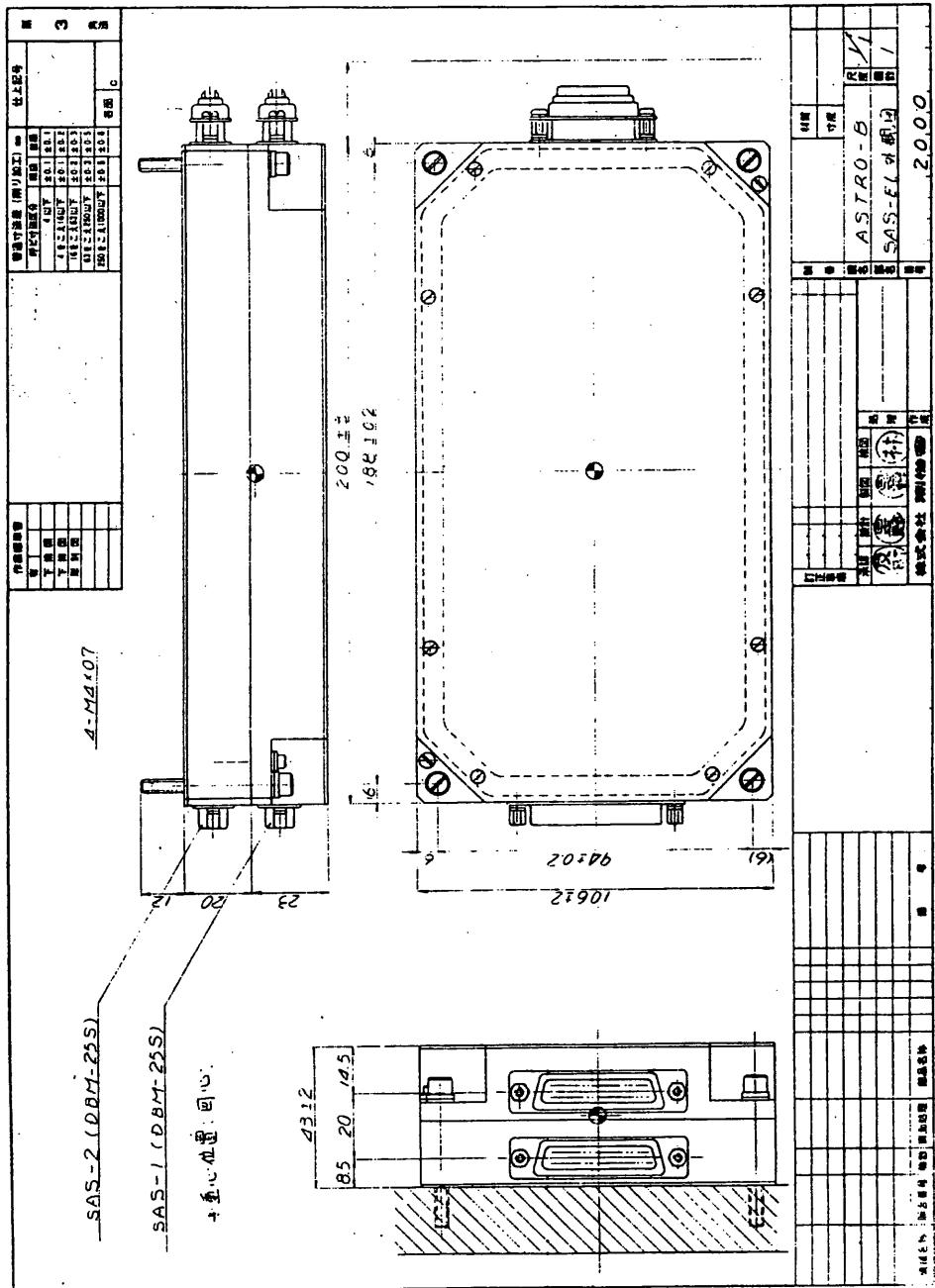
4. その他特記事項











2.2.2

地磁気姿勢計(GAS)

東海大・工・K.K. 検機会

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ナ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ある。この情報は、他の姿勢検出器等の情報と組み合せられて慣性空間における衛星の絶対姿勢決定に用いられる。

科学衛星“ASTRO-B”に搭載される地磁気姿勢計は3軸のフラックス・ゲート型磁力計で、衛星の磁気バイアスをさけるため、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、それぞれ衛星スピナ軸に平行なGAXセンサ及び、これに垂直な平面内で互いに直角なGAYセンサの3成分で構成され、衛星姿勢決定の一情報を取得するとともに、衛星の姿勢及びスピナ周期を制御するために必要な信号としてGAX及びGAYセンサ出力が姿勢制御系(ACE)とスピナ周期制御系(MULD)へ送られている。

2. 仕様

2.1 磁場測定範囲

± 50,000 nT

磁力計感度

100,000 nT/3V

磁場測定精度

± 400 nT (0°C ~ +40°C)

動作温度範囲

電気部 -20°C ~ +65°C

センサ部 -55°C ~ +80°C

2.2 消費電力

+ 12V 1440mW

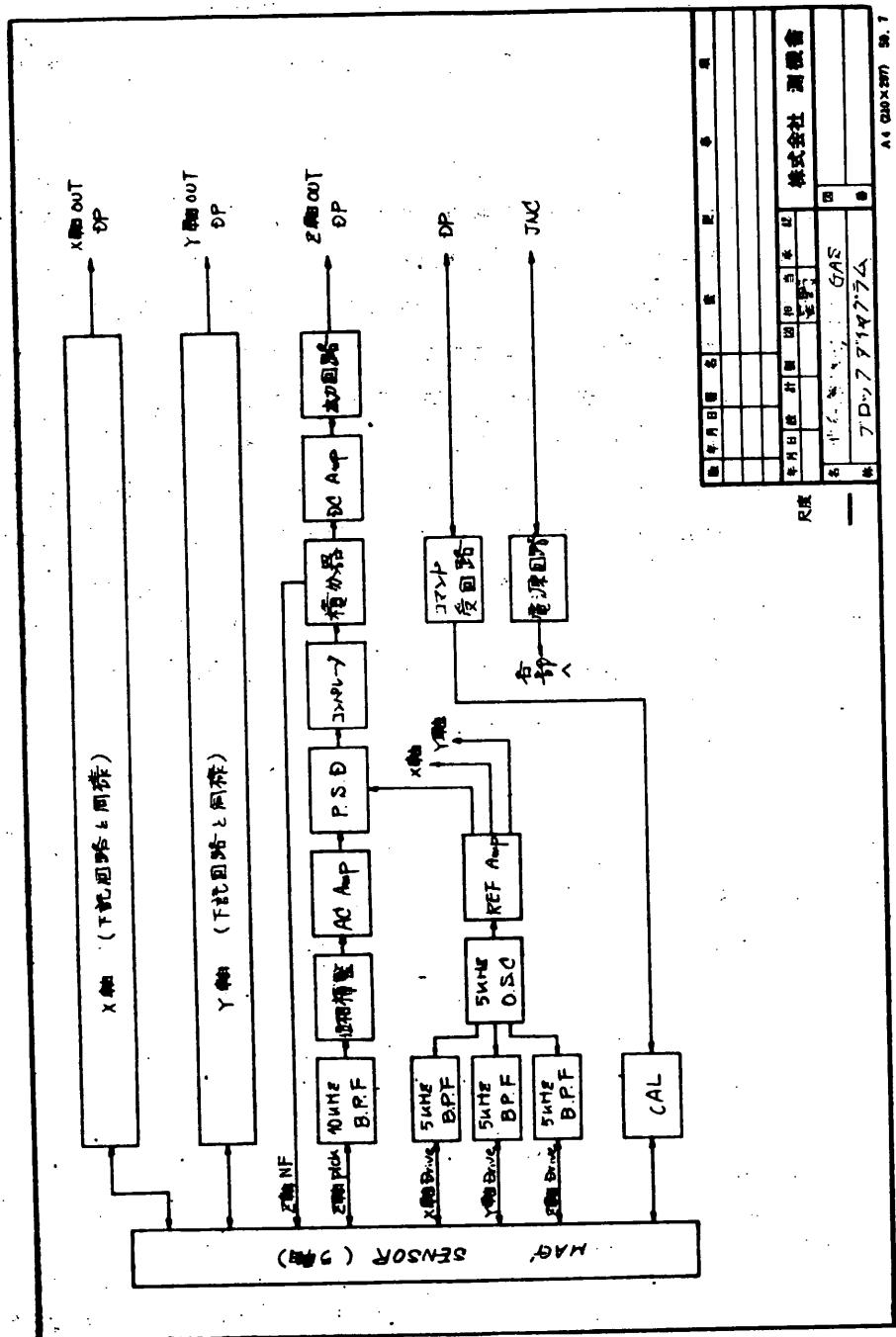
- 12V 840mW

+ 15V 1500mW

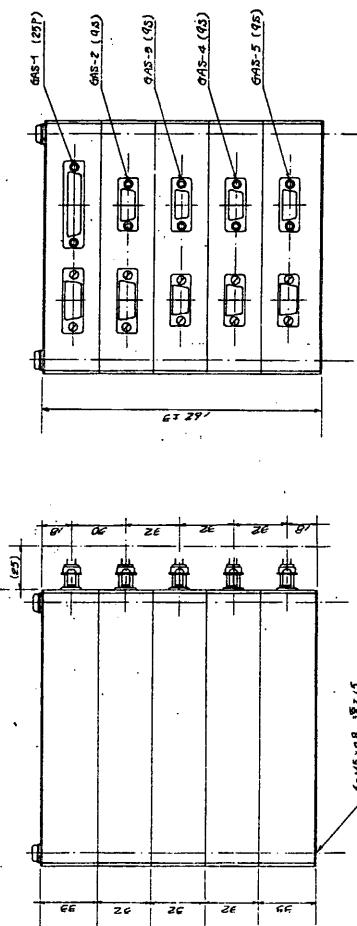
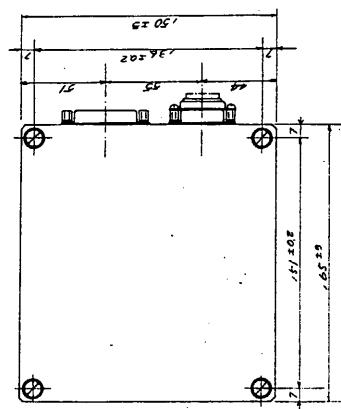
2.3 外形寸法・重量

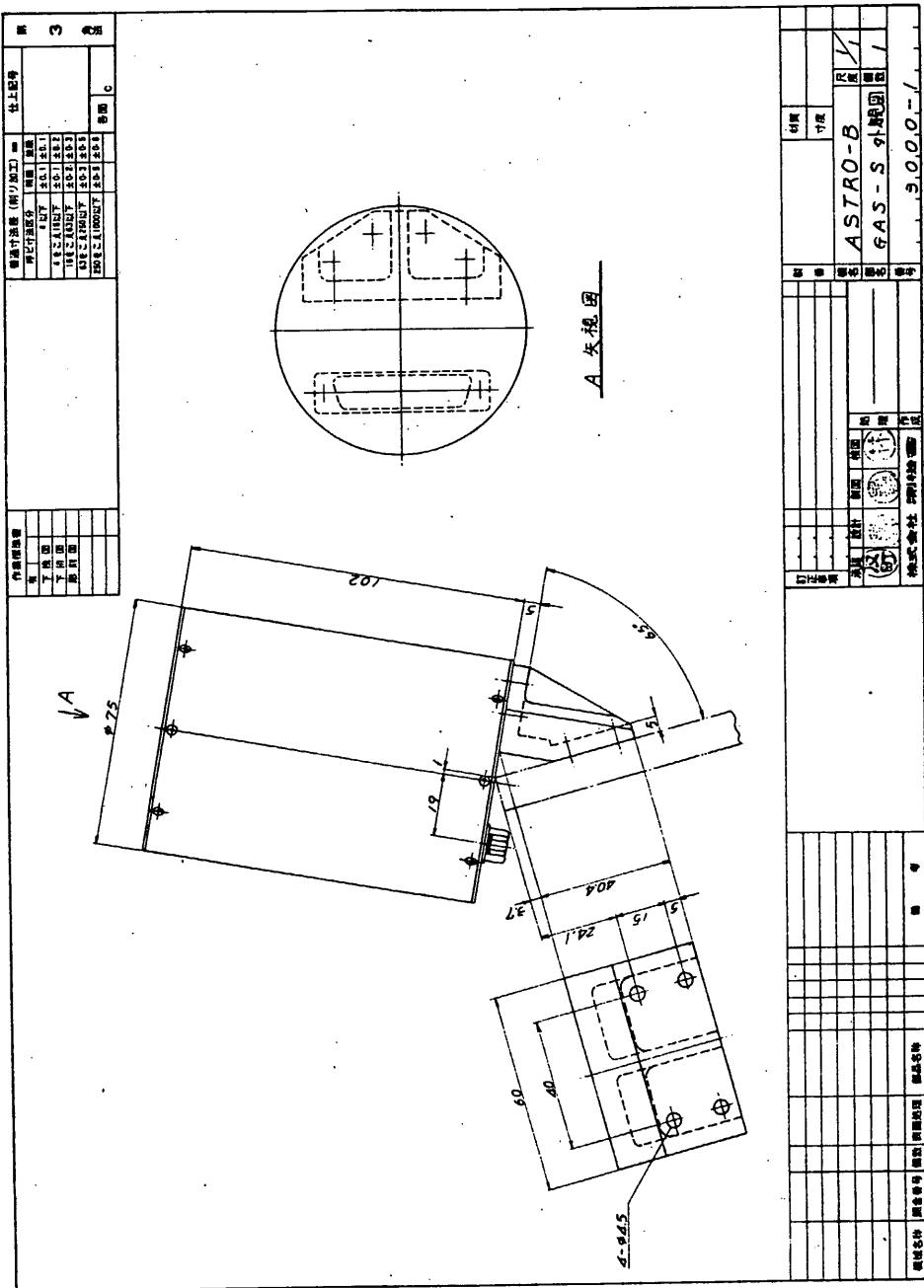
電気部 182×150×162^h 2.6 kg

センサ部 φ75×137^h 0.32 kg

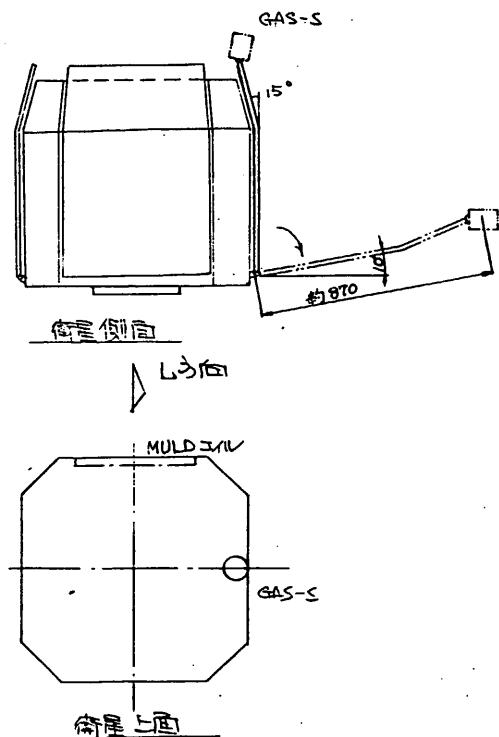


内装用法		外装用法		内装用法(例)加工		外装用法(例)加工		内装用法(例)加工		外装用法(例)加工	
下	上	下	上	内装用法	外装用法	内装用法	外装用法	内装用法	外装用法	内装用法	外装用法
下	上	下	上	内装用法	外装用法	内装用法	外装用法	内装用法	外装用法	内装用法	外装用法
上	下	上	下	内装用法	外装用法	内装用法	外装用法	内装用法	外装用法	内装用法	外装用法
上	下	上	下	内装用法	外装用法	内装用法	外装用法	内装用法	外装用法	内装用法	外装用法





4. その他特記事項



2.2.3

レート積分ジロパッケージ(RIG)

宇宙科学研 二宮研究室
三菱フレシジョン(株)

1. 概要

本装置は科学衛星(ASTRO-B)に搭載され、衛星のスピンドル速度を検出してスピンドル速度を一定に保持するための制御信号を姿勢制御系に送る。

2. 機能

衛星のスピンドル速度を検出し、パルス信号に変換して、その大きさに比例したパルス列信号を姿勢制御系に送る。また、ミッション期間は1年間である。

2.1. 制御信号

次の信号を姿勢制御系に送る。

(1) デジタル信号

- 同期信号
- 極性信号
- 角度増分信号

(2) アナログ信号

- 角速度信号

2.2. コマンドデコーダ

コマンドデコーダから表2.1のコマンド信号を受け、内部状態が変化する。

表2.1 コマンド信号

コマンド名称	内部状態の変化
RIG ON	RIG OFF → ON
	SIM ON → OFF
RIG OFF	RIG ON → OFF
MOT #1 ON	MOT OFF → ON
	FRIG #2 → #1
MOT #2 ON	MOT OFF → ON
	FRIG #1 → #2
MOT OFF	MOT ON → OFF

表2.1 (続き)

コマンド名称	内部状態の変化
LOOP CL	LOOP OPEN → CL
LOOP OPEN	LOOP CL → OPEN
HTR ON	HTR OFF → ON
HTR OFF	HTR ON → OFF
RATE HI	RATE LO → HI
RATE LO	RATE HI → LO

2.3 ハウスキーピング

ハウスキーピングへ次の項目を送る。

- (1) センサブロック 温度
- (2) ルーフ⁰モニタ
- (3) ジャイロモータ電流
- (4) ジャイロピックオフ電流

3. 構成および動作

3.1 構成

本装置の機能系統図を図3.1に示す。また、外観図を図3.2に示す。

本装置はセンサブロックとエレクトロニクス部から構成される。

センサブロックには寿命を長くするため2個のレート積分ジャイロが取り付けられ切り替えて動作させる。

エレクトロニクス部は次の4個のモジュールから構成される。

- (1) REBALANCE LOOP
- (2) V/F CONV
- (3) TEMP CONT
- (4) INVERTER

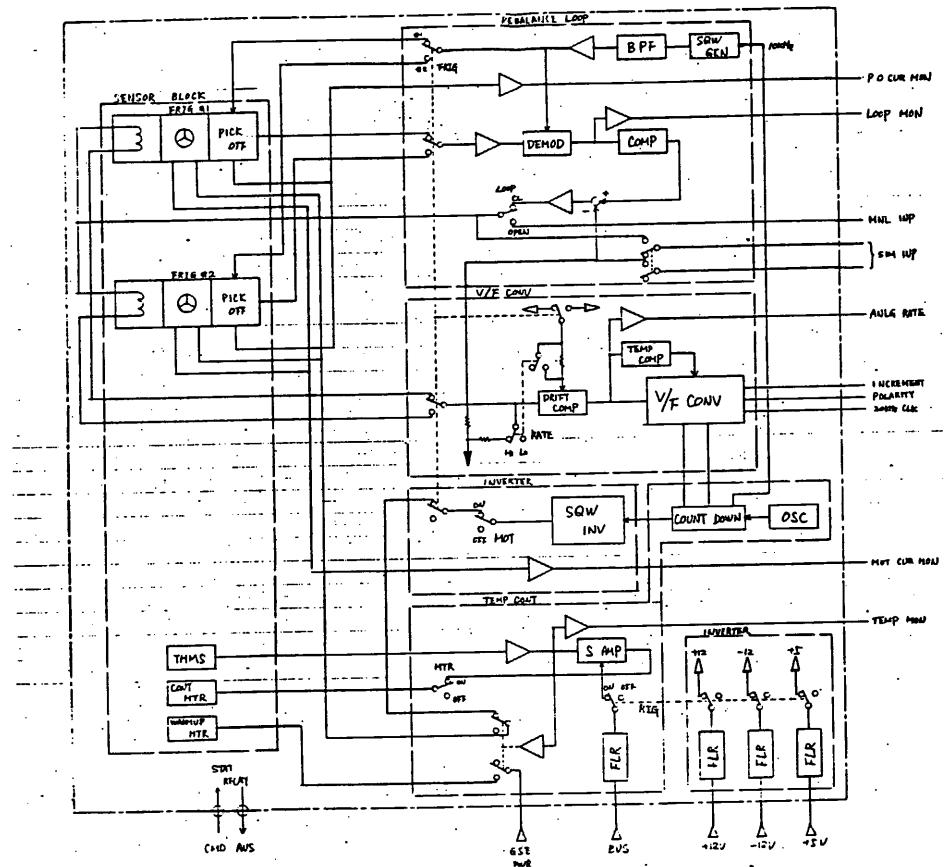


図3.1 機能系統図

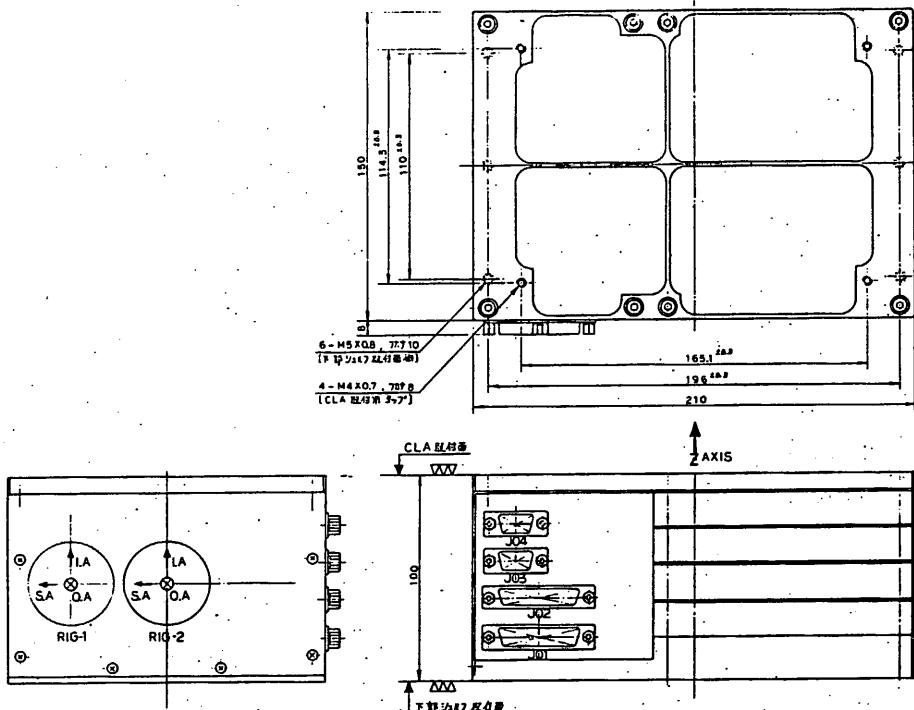


図3.2 外観図

3.2 動作

本装置は衛星のスピンドル速度(角速度)をレート積分ジャイロによって検出する。(図3.1) 検出された信号はレート積分ジャイロのピックオフからリバランス回路に入力される。

リバランス回路はアナログ方式でプリアンプ、ディモジュレータ、補償回路および電流アンプで構成される。

プリアンプはレート積分ジャイロのピックオフからの信号を増幅し、ディモジュレータで直流に変換する。

この信号は動作を安定に保つための補償回路及び電流アンプを通してレート積分ジャイロのトルカにフィードバックする開ループ系を構成している。

トルカに流れる電流はスピンドル速度(入力角速度)に比例する。

レート積分ジャイロのトルカ電流をREAD OUT抵抗を通して入力角速度に比例した電圧を得る。

V/Fコンバータはこの電圧をパルス信号に変換する。すなわち、入力角速度に

比例したパルス列信号を出力する。

センサブロックには 2 個のレート積分ジャイロが取り付けられている。

センサブロックは レート積分ジャイロの温度を一定 ($71 \pm 1^\circ\text{C}$) に保つため 温度コントロールを行なう。そのため サーミスタとコントロール用ヒータが取り付けられて 温度コントロール回路に接続され アナログ方式によって行なっている。

また ウォームアップの時間を短くするため ウォームアップ用のヒータを用いている。この電源は 地上から供給される。

インバータは レート積分ジャイロのモータ用電源を作り出している。これは矩形 波インバータで 出力電圧は $60 \text{ V}_{\text{P-P}}$, 600 Hz である。

4 性能

4.1 電気的性能

本装置の電気的性能を表 4.1 に示す。また 消費電力を表 4.2 に示す。

表 4.1 電気的性能

項目	内容	備考
入力角速度範囲	HI RATE MODE $\pm 16 \text{ deg/sec}$ LO RATE MODE $\pm 1 \text{ deg/sec}$	以下の性能は LO RATE MODE のデジタル出力に対して規定する。
周波数特性	5Hz (-3dB) 以上	
分解能	0.36 sec/PULSE	
出力パルス周波数	10 KHz	
総合精度	$\pm 0.9 \text{ deg/Hr}$ (3σ)	0.1 rpm 入力 -10°C ~ +50°C (1年間)
アライメント	0.05 deg 以下	取付面に対する ジャイロ 入力軸
寿命	8000 Hr 以上	

表4.2 消費電力

所要電源	消費電力	備考
+12 VDC	2.2 W	
-12 VDC	2.2 W	
+5 VDC	0.5 W	
	—	
	計 4.9 W	
+15 VDC	—	リレー駆動のみに使用
BUS	2.0 W	ヒータ用(周囲温度 20°C)

4.2 機械的性能

本装置の機械的性能を表4.3に示す。

表4.3 機械的性能

項目	規格
重量	3.5 Kg 以下
寸法	100 (H) × 158 (W) × 210 (D) 以下

宇宙研 小川原 嘉明・森山 隆

東京芝浦電気株式会社 宇宙事業開発部

§ 1. 観測の目的

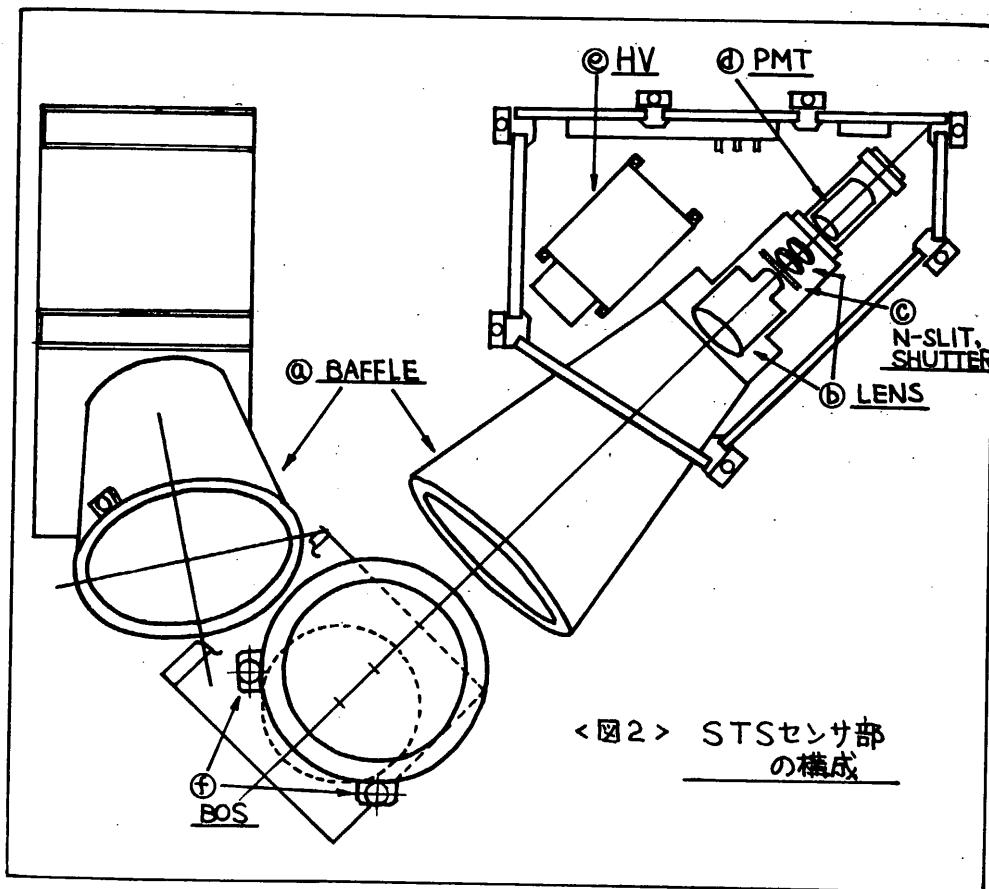
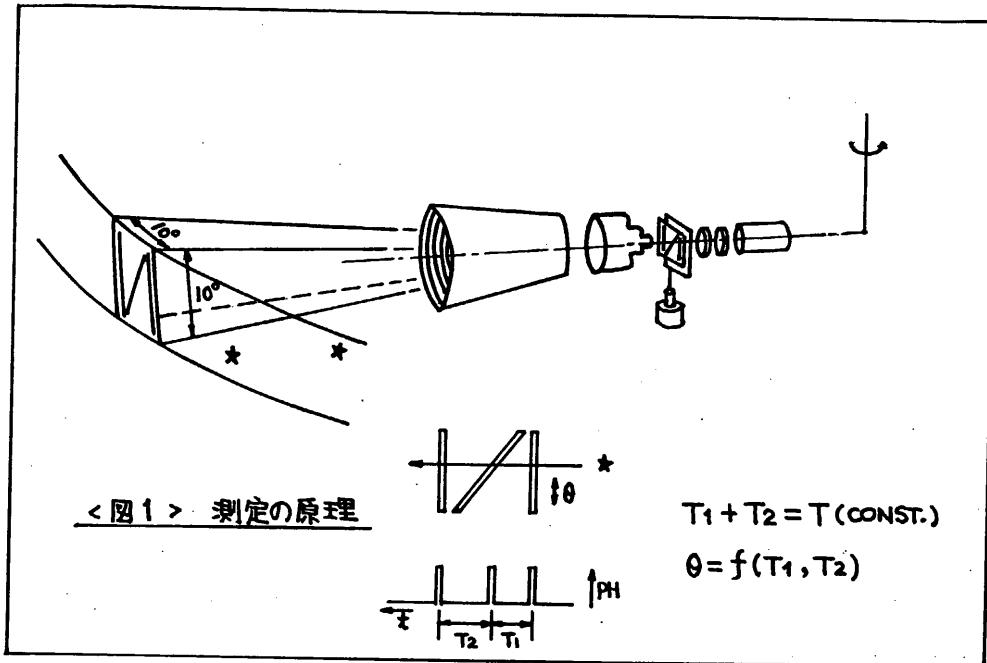
星を観測し、衛星座標系での星の位置を測ることにより、慣性系に対する衛星の姿勢を求めるのが目的である。ASTRO-Bに搭載する大面積X線観測鏡は、視野が狭いので、衛星の姿勢制御の精度は約1度以下、姿勢の計測精度は約0.1度以下であることが必要である。この星姿勢計（以下STS）は、これらの要求精度を満たす姿勢計として、X線観測データの処理、衛星の姿勢制御のために使われる。衛星に搭載した星姿勢計は、試験衛星「たんせいIV」のものが最初である。ASTRO-BのSTSは、これをさらに修正改良したもので、計測精度も要求に合せて向上させており、本格的科学衛星に使われるはじめての星姿勢計である。

§ 2. 測定の原理

STSは、衛星の側面方向に取り付けられ、スピン軸から約77°の向きに視野中心がある。

〈図1〉に示すように、レンズの焦点面にはN型スリットがあり、スリットを通った光は、その背後に置かれた光電子増倍管（PMT）で検出される。このように配置することによって衛星がスピンすると、STSの視野（10°×10°）で走査する天空上のベルトのなかにある星をNスリットがよぎり、パルス列が得られる。各パルスのあいだの時間差は、それぞれの星の高度角に対応するので、これから、衛星座標系での星の方位角と高度角が求められる。また、波高値（パルスの高さ）から星の明るさがわかり、星を同定する資料となる。

STSの視野のベルトのなかに入っているいくつかの星について、このパルス列の時間間隔とその波高値を計測すれば、人工衛星の姿勢を決めるのに必要な情報が得られる。



§ 3. 装置の構成

STSは、センサ部と電子回路部とに大別される。

センサ部は、おもに次のものから構成され、星の光を電気信号に換えて、電子回路部に送出する働きをする。〈図2〉

(a) パッフル

STSの視野の近傍にある明るいObject (Sun, Earth limb, etc.)からの散乱光による影響を防ぐ。二段式で、外形は、 $190\phi \times 250\text{mm}$ 。

(b) 光学系

星の像を、Nスリットのうえに focusさせる対物レンズは、 $F = 0.75$ 、 $f = 50\text{mm}$ の組合せレンズ。この他に、Nスリットと光電子増倍管とのあいだに、再結像用の2枚のレンズが入る。

(c) スリット板及びシャッター板

スリット板は、厚さ 50μ のステンレス板に、幅 60μ のN字スリットをフォトエッ칭でつくる。シャッター板は、厚さ 200μ 、幅 200μ のN字スリットがつくられており、テフロン製のガイドのなかを、ロータリーソレノイドによって動かされる。観測時は、スリット板とシャッター板のN字をしたスリットが重なり、星の光がPMTへ導かれる。スリット板とシャッター板は、高真空の宇宙空間における潤滑の目的で、表面には二硫化モリブデンがコーティングされる。

(d) 光電子増倍管 (PMT)

星の光を、その明るさに応じた電気信号として取り出すのに使用する。衛星搭載目的であるので、耐震・耐衝撃性の優れた、RCAのC31016Fを使用する。このPMTを負高圧電圧で使うため、その管球面に導電塗料を塗り、陰極と同電位に保持する。PMTへの印加電圧は、コマンドで4段階切換可能である。

(e) 高圧電源 (HV)

MATRIX社製 (WO-N型) で、負高圧出力が得られる。出力電圧は、任意に設定可能で、今回は、 $500\text{V} \sim 1500\text{V}$ のあいだで4種類の高圧出力が設定される。また、制御用として、出力を零にすることもできる。但し、PS CがENABLEでも、STSのHVは変化しない。

(f) B O S (Bright Object Sensor)

可視～近赤外にかけて感度のある半導体受光素子を用いた狭視野(25°)と、広視野(130°)の検出装置を、各1個づつバッフルの両側に配置する。BOSは、星よりも可成り明るいObjectがSTSの視野に近づいたときに、これを検知する。ふたつの検出器は、コマンドによりいずれか一方を選択することができる。

検出感度は、回路系の利得を切り換えることにより、コマンドで4段階にわたりかえられる。BOSの検出信号により、シャッターの開閉、高圧電圧の昇降が、それぞれ独立に制御される。

電子回路部のブロック図を、〈図3〉に示す。回路部はその機能により、次のように大別される。

(a) アナログ信号処理系

センサ部で取得された星のアナログ信号は、プリアンプで適当な大きさに増幅されて回路部に入力し、S/Nをよくするために、バンドパス・フィルタを通す。このフィルタは、スピニレートにあわせて、Hi-Pass, Lo-Pass、それぞれ4段階時定数がコマンドで選択可能である。また、回路の増幅率もコマンドで8段階にかえられ、衛星の運用状況に合わせて最適の増幅率に設定できる。これにより、姿勢計測に都合のよい数の星を検出できるようにする。尚、この増幅率の設定は、Auto, Manualの切り換えがあり、Autoにすると、一定の論理に従って常に最適の増幅率が自動的に選べる(AGC)。この自動制御のパラメータも、スピニ周期に応じて2種類が選ばれる。

(b) デジタル信号処理系

ピークホールドされた星の信号は、A/D変換され、その明るさ(PH)は、8ビットのデジタル信号としてDPに送られる。また、このときの時刻は、DPで計測され、これらPHとTIMEの対がデータとして得られる。

信号の検出頻度が、データの伝送速度以上になった場合、合計16データまでは、DPのなかのFIFOメモリーに蓄えられる。これによって、よほど特別な場合の他は、全てのデータが欠落なしに伝送できるものと考えられる。計測される時間の精度と、星の明るさの精度は、必要に応じて二種類の組合せが選べる。組合せは、〈表4〉に示す。

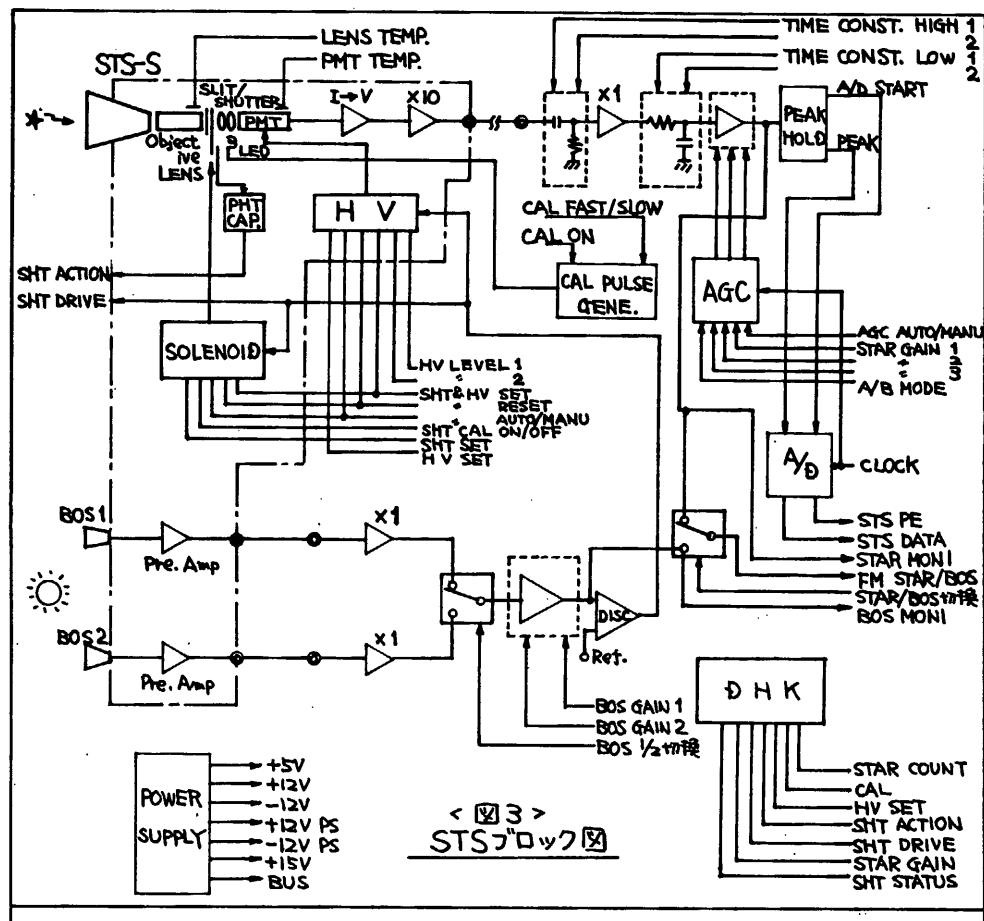
(c) 制御系

コマンド回路、A G C 回路、高圧／シャッター制御回路、が含まれる。コマンド回路は、電源のON／OFFから回路の詳細パラメータの切換まで行う。

コマンドには、リアルタイム、ディレイ、P I. の3種類があり、それぞれ別表に掲げたような機能をもっている。

A G C 回路は、衛星が1スピンするあいだにSTSがとらえた星の数により、アンプの利得を自動的に増減させ、明るいものから順に適当な数の星データを取得する。

高圧／シャッター制御回路は、B O S が明るい Object を検知したときに、PMTを保護するためにスリット板と向かい合わせに置かれたシャッター板を動かし同時に、高圧電圧を設定値まで落とす働きをする。明るい Object がB O S の視野から外れれば、自動的にもとの状態に復帰する。シャッターの動作、及び高圧電圧の自動降下は、それぞれ独立に操作可能である。



以下、実際の衛星運用時の参考資料として、装置の規格等の詳細を項目別に示す

1. センサー部

(a) 光学系 (対物レンズ)

$F = 0.75$ CANON 製

$f = 50 \text{ mm}$

有効面積 約 35 cm^2

検出する星の明るさ 4 ~ 5 等星以上

(b) N型スリット

視野: $10^\circ \times 10^\circ$

スリット巾: $\sim 60 \mu$ (方位角方向) $\rightarrow \sim 4$ 分角相当の巾

中央スリットの傾き: $\sim 45^\circ$

フォトエッティングによって 50μ 厚のステンレス板に加工して作る。

(c) ファブリレンズ

24φの凸レンズ 2枚組、表面コーティングあり

(d) PMT ASSEMBLY

RCA: C31016 F型、1インチφ $\times 1.95$ インチ

負高圧で使用。管の外周は、導電塗料を塗り負高圧をかける。

磁気シールド: ミューメタル

CAL (リアル/ディレイ・コマンド): PMT の前に LED を置き、
弱 16 パルス + 強 16 パルス の光が入れられる。

衛星のスピンに合わせて、点滅周期は FAST/SLOW の 2 種類が P I コマンドで選べる。

(e) BOSによるシャッターと高圧の制御

BOS の視野に明るいものが入った時には、N型スリットの後にいるシャッターを閉じて光を遮蔽することと、PMT の高圧を 0V まで下げる事が可能。

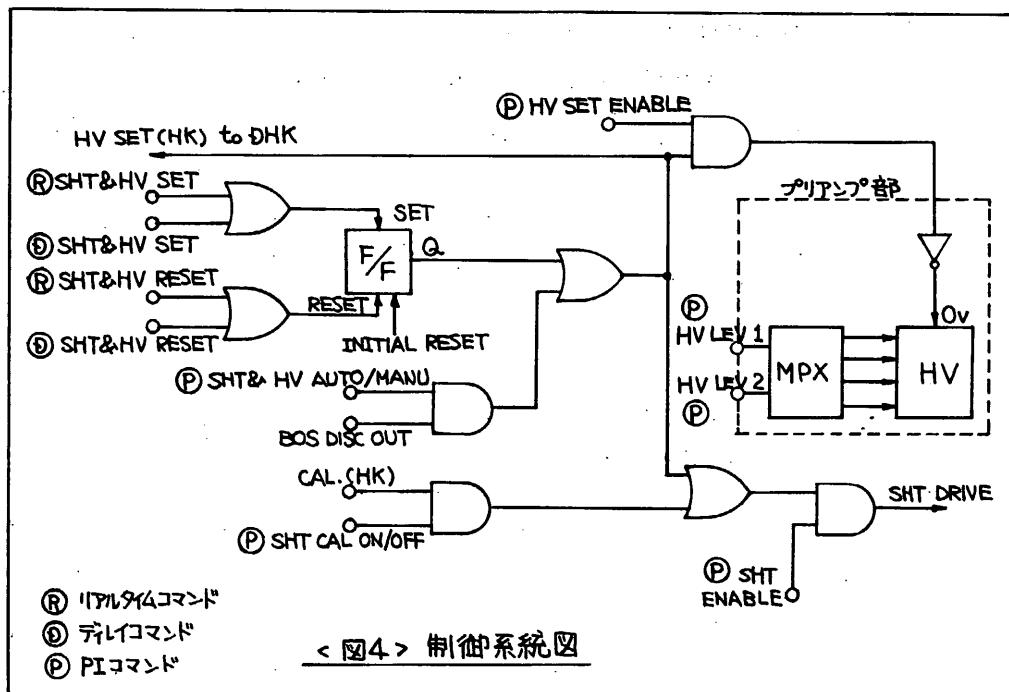
それぞれ独立に ENABLE, DISABLE がある。

MANUAL MODE にすると REAL/DELAY コマンドで任意の時刻に動作可能。

制御系のブロック図を <図 4> に示す。

シャッターの駆動：CLIFTRONICS製、ロータリー・ソレノイド（駆動電流 $\leq 100 \text{ mA}$ 、ホールド電流 $< 20 \text{ mA}$ パスライン）で回転角 15 度。

駆動信号の送出回数、実動回数、動作のステータスは、HKデータとして送られる。シャッターは、ロータリーソレノイドに電流が流れると閉じる。完全に閉じると、シャッター板にある 0.5 mm の穴を通じてフォトカプラー（TEN 101, TPS 601）で閉じたことが検出される。



2. データ伝送系

星の信号は、明るさ (PH) と検出時刻 (TIME) を組合せて、16 bits (= 2 W) とし、2 FRAME に1回づつ伝送する。TIMEの精度は、約 16 ms/sec のモードと約 2 ms/sec のモードがあり、それぞれ PH が 6 bit と 3 bit の組合せになる。この切換は、DP 用 P1コマンド (DVO, OSS) によって機能し、アンサーは、W35 (F1) で確認する。

スピニレートが 0.1 rpm 程度以下では、16 ms/sec のモードで、また 1 rpm 程度以下では、2 ms/sec のモードで、時刻の精度からきまる姿勢の誤差は 1 分角程度におさえられる予定である。

星1個について3個のパルスが出るので、伝送できるデータ量は、

ビットレートHIGH : 星1個／0.75秒

ビットレートLOW : 星1個／3秒

である。DP内に16パルス分のFIFOメモリーがあり、一時的に星の頻度が増えても分散させてデータ伝送ができる。

HKデータ等については、別表(表3、表6)に示す。

3. コマンド系

各種コマンドの詳細は、別表(表5、表7)及び注に示す。

4. 装置の性能のまとめ

検出器	C31016F
レンズ	$F=0.75, f=50\text{mm}$
視野	$10^\circ \times 10^\circ$ (IFOV)
角分解能	~1分角
スピンレート	5 rpm ~ 0.05 rpm
検出等級	≤4等星
PH計測	6bit/3bit
TIME計測	10bit/13bit
データレート	フレームごと2W
電力(通常値)	+12V = 43mA -12V = 13mA +5V = 10mA BUS = 8mA
重量	センサ部 ~ 5kg 回路部 ~ 2.6kg

<表1> STSの性能

5. ステータス・モニター

Wno/Fno	ビット	信号名	ビット数
1 W ₃₄ F ₄₅	B ₃	STS ON/OFF	1
2	B ₄	HV ON/OFF	1
3	B ₅	BOS DISC OUT	1
4	B ₆	STS-A ON/OFF	1
5	B ₇	PSC ENA/DIS	1

<表2> ステータス・モニター

6. アナログHK

W ₃₅ F	項目	内 容	レンジ
1 F ₁₆	HV-IS	HVモニター	0~5V
2 F ₁₇	SHT-STS	SHTモニター	
3 F ₁₈	BOS-MONI	BOS信号モニター	
4 F ₁₉	STAR-MONI	スター信号モニター	↓
5 F ₄₀	TL-12	レンズ温度	-50~+70°C
6 F ₄₁	TL-13	PMT温度	↓

7. データフォーマット

<表3> アナログHK項目

名称	Wno/Fno	B ₀	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅	B ₆	B ₇		
STS _T	W ₆₆ F _{2~10}	8s	4s	2s	1s	500ms	250ms	125ms	62.5ms		
STS _H	W ₆₇ F _{2~10}	31.25ms	15.625ms	PH32	PH16	PH8	PH4	PH2	PH1		

<表4> STSデータフォーマット

名称	Wno/Fno	B ₀	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅	B ₆	B ₇		
STS _T	W ₆₆ F _{2~10}	8s	4s	2s	1s	500ms	250ms	125ms	62.5ms		
STS _H	W ₆₇ F _{2~10}	31.25ms	15.625ms	7.8125ms	3.90625ms	1.953125ms	PH32	PH16	PH8		

モード切換 (DPI用PIコマンドで行う)

DV	機器指定	0S0	0S1	0S2	0S3	0S4	0S5	0S6	0S7		
0	000000	アキ					STS _H 1 3ビット	0 6ビット			

モードアンサー (DV0-0S(W₃₅F₁)にてアンサー)

名称	Wno/Fno	B ₀	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅	B ₆	B ₇		
DV0-0S	W ₃₅ F ₁		アキ				STS _H 1 3ビット	0 6ビット			

8. コマンド項目

REAL TIME CMD

種番名・論理名			H	V	STS	BUS	SHT & HV	STS-A	CAL
X [†]	AD	EX	項目名	ON	OFF	ON	OFF	ON	OFF
			PI ALL OFF	→	→	→		→	
11	12		STS-OFF	→	→	→		→	
12	12		H V-OFF	→					
			HV ALL OFF	→					
O 11	12		HV-ON	→					
12	13		STS-ON*		←	←		←	
O 11	13		SHT&HV SET				←		
O 12	13		SHT&HV RESET				→		
			CAL-ON					→	
11	13		STS-A OFF				→		
			PSC-ON**				→		

DELAY CMD

<表5> コマンド項目

3	3	SHT&HV SET
4	3	SHT&HV RESET
4	4	HV-OFF
3	4	DLY CAL-ON
5	3	HV-ON

* STS-ONにより、INITIAL SETが実施される。
INITIAL SETにより、PIコマンドの初期設定(表7)
及びSHT&HV RESETが行なわれる。
** PSC-ONの後、STS-ONを送ると、STSのパワーセーブ
は解除される。

† Xは、BページコマンドのADに相当する。

9. デジタルHK項目

W34 F21

B ₀	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅	B ₆	B ₇
STAR COUNT DATA				CAL	HV	SET	
32	16	8	4	2	1	0 OFF 1 ON	0 OFF 1 ON

W34 F53 <表6> DHK項目

B ₀	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅	B ₆	B ₇
SHT ACTION	SHT DRIVE	SHT * STATUS		STAR GAIN			
2	1	2	1	0 OFF 1 ON	MSB		LSB

* SHT STATUS ; 1(ON)でシャッターはとじている。
0(OFF)でシャッターは開いている。

** SHT DRIVE ; シャッターを動かす駆動信号
*** SHT ACTION ; シャッターが実際に動いたときに現れる信号

10. RD, MDコネクタ

RD項目

	信号名
1	BOS 模似信号
2	C _{OM} (2nd)

MD項目

	信号名
1	スター信号
2	C _{OM} (2nd)

11. PIコマンド項目

機器指定		OS0	OS1	OS2	OS3	OS4	OS5	OS6	OS7
DV	10 32	HV SET ENA /DIS	SHT& HV AUTO /MANU	HV LEVEL OS2 OS3 0 0 MIN	SHT SET ENA /DIS	SHT CAL ON/OFF			
	[2,0]	0 DIS 1 ENA	0 MANU 1 AUTO	0 1 1 0	0 DIS 1 ENA	0 OFF 1 ON	0	0	
DV	10 33	BOS 1W/2N	BOS GAIN OS1 OS2 0 0 MIN	FM STAR /BOS	CAL MODE SLOW /FAST	AGC MODE A/B			
	[2,1]	0 1W 1 2N	1 0 1 1 MAX	0 STAR 1 BOS	0 SLOW 1 FAST	0 A 1 B	0	0	
DV	10 34	TIME CONSTANT (LOW) OS0 OS1	TIME CONSTANT (HIGH) OS2 OS3	AGC ON /OFF	STAR GAIN OS5 OS6 OS7 — 0 0 0 MIN 0 0 1 0 1 0 0 1 1 1 0 0 1 0 1 1 1 0 1 1 1 MAX				
	[2,2]	0 0 MIN 0 1 1 0 1 1 MAX	0 0 MIN 0 1 1 0 1 1 MAX	0 OFF 1 ON					

<表7> STS PIコマンド

- 太枠は、STS-ON (AD=12, EX=13)によって行なわれる初期設定を示す。
- HV SET (DV32 OS0) は、高圧制御の可否を選択する。
- SHT&HV (DV32 OS1) は、シャッターと高圧電圧の自動制御/手動制御を選択する。
- SHT (DV32 OS4) は、シャッタ動作の可否を選択する。
- SHT CAL (DV32 OS5) は、CAL時のシャッターの開閉を選択し、1(ON)で閉じられる。
- CAL MODE (DV33 OS4) は、スピントにあわせて SLOW/FAST のいちごいかを選択する。
- AGC MODE (DV33 OS5) は、A(Lo-SPIN), B(Hi-SPIN)のいちごいかを選択する。

一以上一

宇宙科学研究所 二宮研究室
富士通㈱ 宇宙システム開発部

1. 概要

A S T R O - B 用姿勢決定プログラムは既存の A S T R O - A 用姿勢決定プログラムをベースにして、S T S による姿勢決定機能と非スピン型衛星をも対象とした姿勢決定機能を追加したものである。

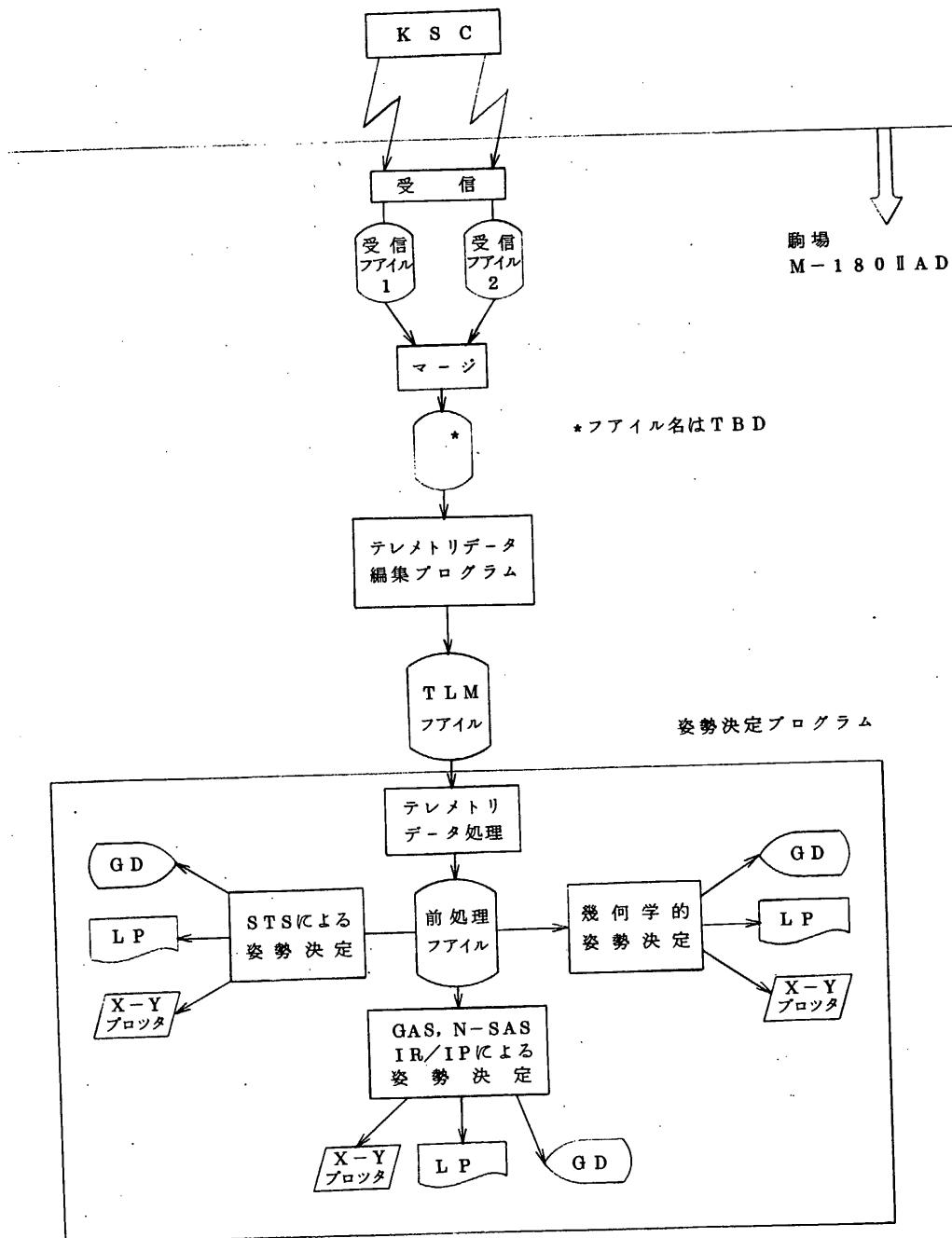
S T S による姿勢決定及び非スピン型衛星の姿勢決定は、既にそのテストプログラムを作成し、M S - T 4 の実データを用いて性能テストを続けていたものである。今回、A S T R O - B 用姿勢決定プログラムとして、より実運用に適した形に手直しが行なわれて組入れられることになる。

但し、A S T R O - B 用姿勢決定プログラムは目下予備設計の段階なので、今後幾つかの仕様変更が考えられる。

2. 姿勢決定処理手順

時刻付けされたテレメトデータ（姿勢データ）はK S C より駆場のM - 180 II A D へ公衆回線で送られ、テレメトリデータ編集プログラム（M - 180 II A D 上で動作する）によりT L M ファイルに格納される。姿勢決定プログラム（M - 180 II A D 上で動作する）はこのT L M ファイルを入力し、前処理、幾何学的姿勢決定及び統計的手法による姿勢決定を行なう。

姿勢決定結果やその他の関係情報はグラフィックディスプレイ装置（G D）、X - Y プロッタ装置及びラインプリンタ装置（L P）により出力される。（図-1 参照）



3 姿勢決定プログラム機能

A S T R O - B 用姿勢決定プログラムは大きく分けて以下に挙げる機能を有する。

3・1 テレメトリデータ処理機能

T L M ファイルを入力し、主に姿勢決定に必要となるデータ (G A S , N - S A S , S T S , I R / I P , その他) を抽出、編集する。

一方、決定された軌道要素を入力し、一般運動法で軌道生成を行ない、衛星からの地心方向ベクトルを算出する。また、太陽方向ベクトル、地磁気方向ベクトルをも計算する。

以上の処理を行なつた後に、姿勢計データやその他のテレメトリデータ、地心方向ベクトル及び太陽方向ベクトル等を前処理ファイルに格納する。

以後、この前処理ファイルが姿勢決定処理への入力となる。

3・2 幾何学的姿勢決定機能

前処理ファイルを入力し、統計的手法ではなく、コーン角法、ダイヘドラル角法及びマトリクス法と呼ばれる幾何学的姿勢決定法（解析的に姿勢を計算する方法）により、データポイント毎の姿勢決定を行なう。

3・3 統計的手法による姿勢決定法

統計的手法による姿勢決定には大別して以下の 2 つがある。

a. S T S による姿勢決定

前処理ファイルを入力し、スピニ周期の推定と S T S 3 パルスのグループ化を行なう。次に、グループ化されたパルスデータに対してスター・カタログと粗姿勢決定値により星の同定を行なう。

そして、星のベクトルデータとパルスの時間データを基に最小自乗法により姿勢決定を行なう。

b. G A S , N - S A S , I R / I P による姿勢決定

前処理ファイルを入力し、 G A S , N - S A S , I R / I P データを基に、回転四元数をパラメータに用いた最小自乗法によりスピニレートの推定及び姿勢決定を行なう。

4 ユーティリティ機能

決定した姿勢や姿勢決定に用いた姿勢計データの G D 表示及び、姿勢決定プログラムで使用した各種ファイル内容の L P 印字などを行なう。

宇宙科学研 二宮研究室
日本電気(株)

2.4.1 概要

本項では前項までに記述した各機器及びその他の姿勢観測機器により構成される姿勢制御系がミッションからの要求を満足することを確認する目的で行われた姿勢制御系設計作業の中間的な結果を記述する。尚、本解析作業はASTRO-BのPM設計段階から継続して行われているものであるので、一部にPM時の解析結果を引用する部分がある。

以下に本項に記述する解析項目を示す。

- ・機能要求
- ・制御系構想
- ・ホイール制御系性能解析
- ・姿勢外乱に対する解析

2.4.2 機能要求

ASTRO-Bのミッション機器から姿勢制御系に対する要求は以下の3項目に要約される。

- ・姿勢制御系により
 - スピンドルを太陽方向から $180^\circ \pm 60^\circ$ の範囲に制御する。
 - スピンドル速度を $0.548, 0.137$ 及び 0.0685 rpm の各レートで制御する。
- ・ニューテーションダンパーにより速やかにニューテーションを減衰させる。
- ・姿勢観測器により衛星の姿勢観測を行なう。

2.4.3 制御系構想

(1) ミッション要求

ASTRO-Bの姿勢制御系に対するミッション側からの要件は以下の通りである

- ・スピンドルを太陽方向から $180^\circ \pm 60^\circ$ の範囲に制御する。
- ・スピンドル速度を $0.548, 0.137$ 及び 0.0685 rpm で制御する。
- ・受動的にニューテーション制御を行なう。
- ・姿勢観測を行なう。

(2) 制御系の機能

上記要求条件に対し姿勢制御系は以下の制御機能を有する。

〈 スピン軸方向制御 〉

- ・ スピン軸方向に適当量の磁気モーメントを発生させ地磁気との干渉により生ずるトルクによりプリセッショング制御を行なう。

- ・ 磁気モーメント設定値

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{高} : 10 \text{ATm}^2 \\ \text{中} : 4 \text{ATm}^2 \\ \text{低} : 1.5 \text{ATm}^2 \end{array} \right.$$

- ・ 磁気モーメント極性切替

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{開ループ系} : \text{PRT} \text{からの遅延コマンド} \\ \text{による。} \\ \text{閉ループ系} : \text{GA, N-SAS} \text{信号を使った} \\ \text{オノボード ACE} \text{からの} \\ \text{信号によりスピン軸を太陽} \\ \text{方向に対し} 170^\circ \sim 174^\circ \text{又は} \\ 125^\circ \sim 130^\circ \text{の範囲に保持する。} \end{array} \right.$$

〈 スピン速度制御 〉

- ・ ヨーヨーデスピナにより 2 ~ 3 rpm にデスピンする。
- ・ 太陽電池パドル展開により 1.4 rpm ~ 2.2 rpm にデスピンする。
- ・ ホイールにより衛星のスピン速度を一定に制御する。

- ・ スピン速度設定値

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{高} : 0.548 \text{ rpm} \\ \text{中} : 0.137 \text{ rpm} \\ \text{低} : 0.0685 \text{ rpm} \end{array} \right.$$

〈 アンローディング制御 〉

- ・ 衛星 Y 軸方向に磁気モーメントを発生させ地磁気との干渉により発生するトルクによりホイールのアンローディングを行なう。

- ・ 磁気モーメント設定値 (MULD)

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{高} : 6 \text{ ATm}^2 \\ \text{中} : 2.4 \text{ ATm}^2 \\ \text{低} : 0.9 \text{ ATm}^2 \end{array} \right.$$

- ・ 磁気モーメント極性切替

ACE による。

〈 ニューテーション 減衰 〉

- ・スピン軸に平行な面内に取付けられた円環ダンパによる。
- ・液体種類：シリコンオイル (5 Cst)
- ・液体充填度：100%
- ・ニューテーション減衰時定数 ≒ 3.5時間 (定常時)
- ・円管内径：20 ϕ mm
- ・矩環外形：350(W) \times 500(L) mm

〈 姿勢観測 〉

- ・スピン型サンセンサ (1台), 非スピン型サンセンサ (1台), コニカルスキャン型水平線センサ (1台)
- ・地磁気センサ (3軸) により衛星のスピン速度を計測する。
- ・レート積分ジャイロ (1台) により衛星のスピン速度を計測する。

〈 残留磁気モーメント補正 〉

- ・衛星残留磁気モーメントを3本のMBCコイルにより補正する。
- ・MBC最大値：1.8 ATm²
- ・「 設定刻み」：0.025 ATm²

(3) 制御系構成

ASTRO-Bの姿勢制御系は前項に記述した機能を遂行するために以下の各サブシステムより構成される。

〈 姿勢制御系を構成するサブシステム 〉

- 姿勢センサ：
地磁気センサ (GA) \times 3軸
非スピン型サンセンサ (NSAS) 1台
側面サンセンサ (SSAS) 1台
コニカルスキャン型水平線センサ (SWA:内蔵) 1台
レート積分ジャイロ (RIG) 1台

- 制御エレクトロニクス：
姿勢制御エレクトロニクス (ACE)
アクチュエータ：
MACコイル：1台
MULDコイル：1台
MBCコイル：3台
 $Y_0 - Y_0$ テスビナ：1対
ニューテーションダンパ：2本
スキャンホイール：1台

(a) 姿勢制御系の構成

ASTRO-Bの姿勢制御系の機能系統図を図2.3-1に示す。

(b) 姿勢制御系機器配置

ASTRO-Bの姿勢制御系の機器配置を図2.3-2に示す。

(4) 姿勢制御則

ASTRO-B 姿勢制御系は主にスピンドル速度制御系、スピンドル軸方向制御系及びアンローディング制御系から成る。

ここではこれらの制御系の制御則について以下に記述する。

・スピンドル速度制御系

スピンドル速度制御系の機能系統図を図2、3-3に示す。スピンドル速度制御系は衛星のスピンドル速度をレート積分ジャイロで検出し、ホイールにより衛星のスピンドル速度を一定に制御する。ASTRO-B ではこの他レート積分ジャイロを使用しないでホイールのタコメータ出力をフィードバックして、ホイール回転数を一定にし衛星姿勢を保持するタコメータフィードバック制御も使用可能である。

・スピンドル軸方向制御系

ASTRO-B のスピンドル軸方向制御は太陽角が $180^\circ \pm 60^\circ$ の範囲内でスピンドル軸に平行に磁気モーメントを発生させる MACコイルを使用して、プログラムタイムにより行なわれる。スピンドル軸方向制御系にはその他閉ループ制御として非スピンドルセンサから太陽角の検出を行ない、スピンドル軸を次の範囲内に保持する閉ループ制御系がある。

<MAC閉ループ制御範囲>

NARRAWモード：太陽角を $174^\circ \sim 170^\circ$ の範囲に保持

WIDEモード：太陽角を $130^\circ \sim 125^\circ$ の範囲に保持

このMAC閉ループ制御は次の機能を有する。

- i) ミッション運用が休止の場合、衛星姿勢を太陽指向にする。
- ii) ミッション運用中、衛星姿勢が太陽角 $\pm 5^\circ$ のリミットと見えないよう制御する。

またMACコイルの磁気モーメントは次の制御則により切替える。

<MAC閉ループ制御則>

$$M_{MAC} = \begin{cases} M_0 \text{Sign}(\alpha \times e \cdot B) & [|(\alpha \times e \cdot B)| > \delta] \\ 0 & [|(\alpha \times e \cdot B)| < \delta] \end{cases}$$

但し、 M_{MAC} ：MACコイルの磁気モーメント

M_0 ：MACコイル磁気モーメントの絶対値

α ：スピンドル軸方向単位ベクトル

e ：姿勢誤差ベクトル

B ：地磁気ベクトル

δ ：地磁気ディッドバンド NARRAW： 2000 G

WIDE： 4000 G

なお、スピンドル方向制御系を含む ASTR0-B 磁気制御系機能系統図を図2、3-4 に示す。

・ アンロードィング制御系

衛星に作用する各種姿勢外乱の内、衛星スピンドルに直交する成分は姿勢ドリフトとなるが、このドリフトはスピンドル方向制御系により制御される。一方、スピンドルに平行な成分についてはホイールに角運動量が蓄積され、ホイールによるスピンドル速度制御系の性能に影響を与える。そのためこの角運動量を放出する必要がある。

ASTR0-B ではこのアンロードィングは MUL ウコイルにより発生する磁気モーメントと地磁気との干渉により発生する磁気トルクにより行なわれる。

このアンロードィング制御系にはホイール回転数をタコメータにより検出し、そのアンロードィング方向と衛星スピンドルにより変化する地磁気方向とアンロードィングトルクを発生するには必要な MUL ウコイルの磁気モーメントをオンボードで制御する開ループ制御とアンロードィング方向をコマンドで指定する開ループ制御系がある。

このアンロードィング制御系の機能系統図を図2、3-4 に示す。

また、そのアンロードィング制御則を以下に示す。

〈アンロードィング制御則〉

$$M_{HOLD} = \begin{cases} M_1 \operatorname{Sign}(\gamma \times \Delta H_w \cdot B) & [|\gamma \times \Delta H_w \cdot B| > \delta] \\ 0 & [|\gamma \times \Delta H_w \cdot B| < \delta] \end{cases}$$

但し、 M_{HOLD} : MUL ウコイルの磁気モーメント

M_1 : MUL ウコイル磁気モーメントの絶対値

γ : 衛星ランチャ方向単位ベクトル

ΔH_w : ホイールの蓄積角運動量

B : 地磁気ベクトル

δ : 地磁気デシドバンド (設定値は MAC 制御則に同じ)

なお、アンロードィング制御では地磁気センサの X 成分が動作不能になった場合、開ループ及び開ループの両制御によるアンロードィングが不能になるため、地磁気センサの Y 成分の位相を 90° ずらせて X 成分を生成する機能を有する。

2.4.4 姿勢制御系性能解析

本節ではASTRO-Bの姿勢制御系の内、スピンドル速度制御系及びスピンドル軸方向制御系に対する検討結果について記述する。

(1) スピンドル速度制御系

a) 概要

ASTRO-Bでは衛星のスピンドル速度の制御はスピンドル速度制御系により行なわれるが、このスピンドル速度制御系の機能及び性能を確認するために行なわれた角運動量制御系機能試験結果について説明する。

b) 試験方法

スピンドル速度制御系では衛星のスピンドル速度をレート積分ジャイロにより検出し、そのレート信号から姿勢制御装置でホイール制御信号を生成し、衛星のスピンドル速度が規定の速度を保持するようにホイールを制御する。

このスピンドル速度制御系の性能試験を行なうために角運動量制御系機能試験では図2.4-5に示すようにホイールからのIPパルスをミニコンに取り込み、ホイールの発生するトルクを求め、衛星ダイナミックスをシミュレートする。その結果得られた衛星スピンドル速度に従ってサーボテーブルを駆動して、テーブル上に取付けられたレート積分ジャイロにレート入力することにより、ホイール(SWA/CLA)、姿勢制御装置(ACE)、及びレート積分ジャイロ(RIG)を閉ループに構成する。

c) 試験結果

角運動量制御系機能試験により得られたASTRO-Bスピンドル速度制御系のステップ入力応答を図2.4-6及び図2.4-7に示す。

スピンドル速度制御系は衛星のスピンドル速度をHigh, Medium 及び Low の3段階に設定して定速制御可能であるため、上記の試験結果では各スピンドル速度の設定に切り替えた場合のステップ応答特性を示す。

この試験結果によると、スピンドル速度制御系のステップ応答の行き過ぎ量及び整定時間は

行き過ぎ量: 5 [%]

5%整定時間: 150 [秒]

であり、ほぼ設計仕様通りである。

また、各スピンドル速度におけるスピンドル速度制御系の定常特性を図2.4-8～図2.4-10に示す。図中のホイール制御電圧のステップ状の変化は次の理由により発生する。ASTRO-Bのスピンドル速度制御系では目標入力レート及び外乱トルクに対する定常誤差を一定の値におさえるためにジャイロからのレート出力(角度の重み付パルス)をデジタル的に積分して制御系にフィードバックしている。そのためこの積分出力をD/A変換する時卓で量化誤差が発生し、その1ビットの変動が試

験結果にステップ状の変化となって記録されている。

このホイール制御電圧に対する衛星スピンドル速度の変動を図2. 4-11～図2. 4-13に示す。各スピンドル速度に対するその変動幅を以下に示す。

〈定常特性時の衛星スピンドル速度変動〉

HI レート (0.548 rpm) 時 : 0.547 ~ 0.548 [rpm]

ME レート (0.137 rpm) 時 : 0.136 ~ 0.137 [rpm]

LO レート (0.0685 rpm) 時 : 0.0678 ~ 0.06891 [rpm]

この変動量も解説結果とほぼ一致している。

なお、角運動量制御系試験を行なった時の試験条件を以下に示す。

〈スピンドル速度制御系試験条件〉

衛星スピンドル軸回りの慣性モーメント : 37.3 [kg m²]

ホイールの慣性モーメント : 0.02889 [kg m²]

ホイール回転数 : 2000 [rpm]

ジャイロレンジ : HI RATE MODE ±16 [deg/sec]

スピンドル速度制御モード : ジャイロフィードバック制御

(2) スピンドル速度制御系

ASTRO-Bではミッション運用中、スピンドル速度制御系の開ループ制御は使用しないために、衛星に作用する姿勢外乱は姿勢ドリフトとなる。本項ではこのドリフトを抑えるために最も大きい太陽放射圧トルクの補償方法について記述する。

a) 太陽放射圧トルクの補償方法

ASTRO-Bでは4枚の太陽電池パドルが図2. 4-2に示すように取付けられ、さすに太陽電池パドル面が衛星重心上にない。そのため各種姿勢外乱の内、太陽放射圧トルクが最も大きい。この太陽放射圧トルクをキャンセルするためにASTRO-Bでは太陽電池パドルを衛星Z軸方向に傾斜させ、太陽放射圧による太陽電池パドルの圧力中心を重心に一致させる方法を採用する。

b) 太陽電池パドルの傾斜角

ASTRO-Bのコンフィギュレーション及び表面特性をそれぞれ図2. 4-14及び表2. 4-1とし、また太陽放射圧モデルを次のように仮定して太陽電池パドルの傾斜角に対する太陽放射圧トルクを計算機シミュレーションにより求めた結果を図2. 4-15に示す。

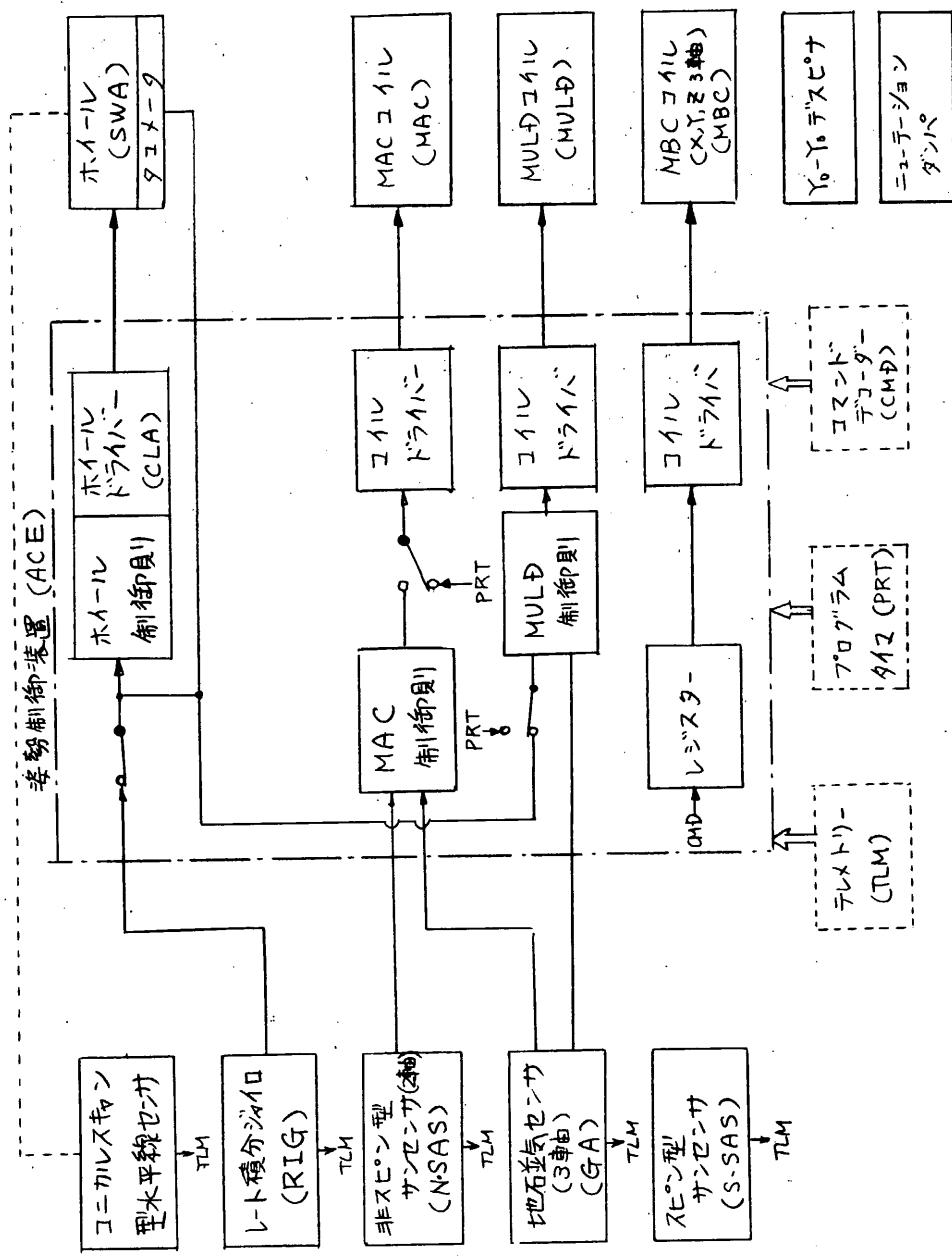
〈太陽放射圧モデル〉

衛星に入射した太陽光は衛星に次のように放射圧を与えると仮定する。

- 入射光により衛星は入射方向にその運動量が与えられる。
- 反射については鏡面反射と拡散反射について考慮する。
- 反射光の内、鏡面反射成分は反射方向と逆方向にその運動量を与える。
- また拡散反射についてはコサイン則により拡散し、面に垂直に放射圧を与える。
- 鏡面反射及び拡散反射以外はすべて吸収される。
- 表面からの輻射は無視する。
- (パドルの影による影響も含めて)衛星本体による放射圧トルクを考慮する。

図2、4-12の計算結果から、ASTR0-Bのノミナル表面特性を使用し、衛星のスピンによるアジマスの影響を考慮した場合 太陽放射圧トルクをキャンセルする太陽電池パドルの傾斜角は 16° となる。

ところが、ASTR0-Bでは太陽電池パドルを 10° 以上傾斜させた場合、STSの視認を妨げ、また太陽電池セルの電力効率が悪化するというシミュレーション条件のために太陽電池パドルの傾斜角は 10° に設定する。



[図] 2.4-1 ASTRO-B 姿勢制御系機能系統図

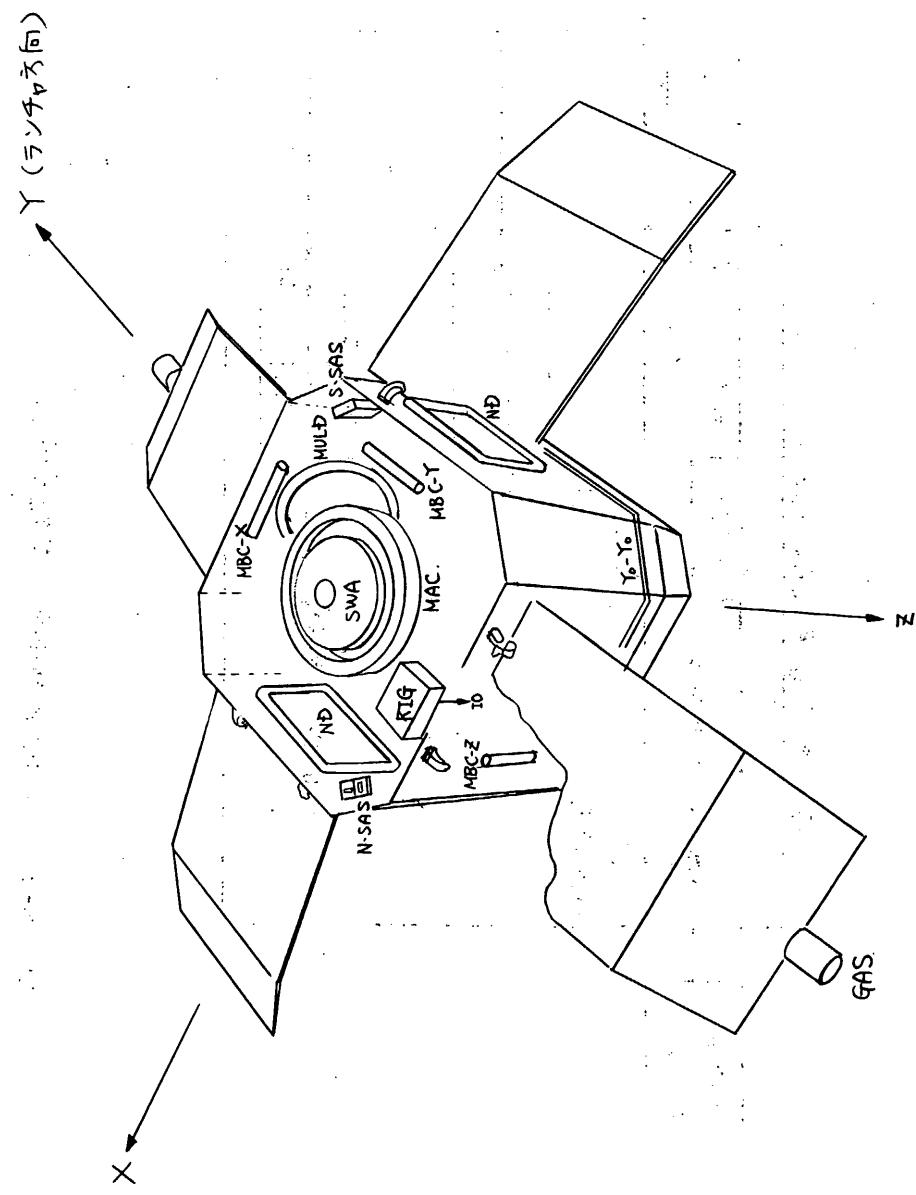


図 2.4-2 ASTRO-B 姿勢制御系機器配置

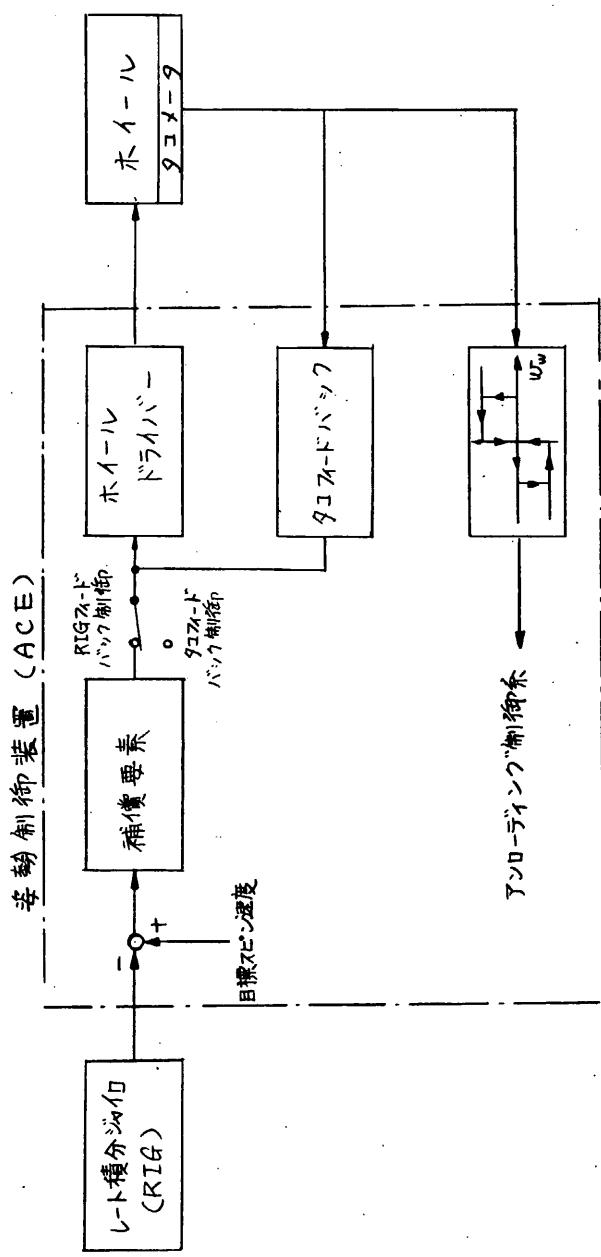


図 2.4-3 スピンドル速度制御系 機能系統図

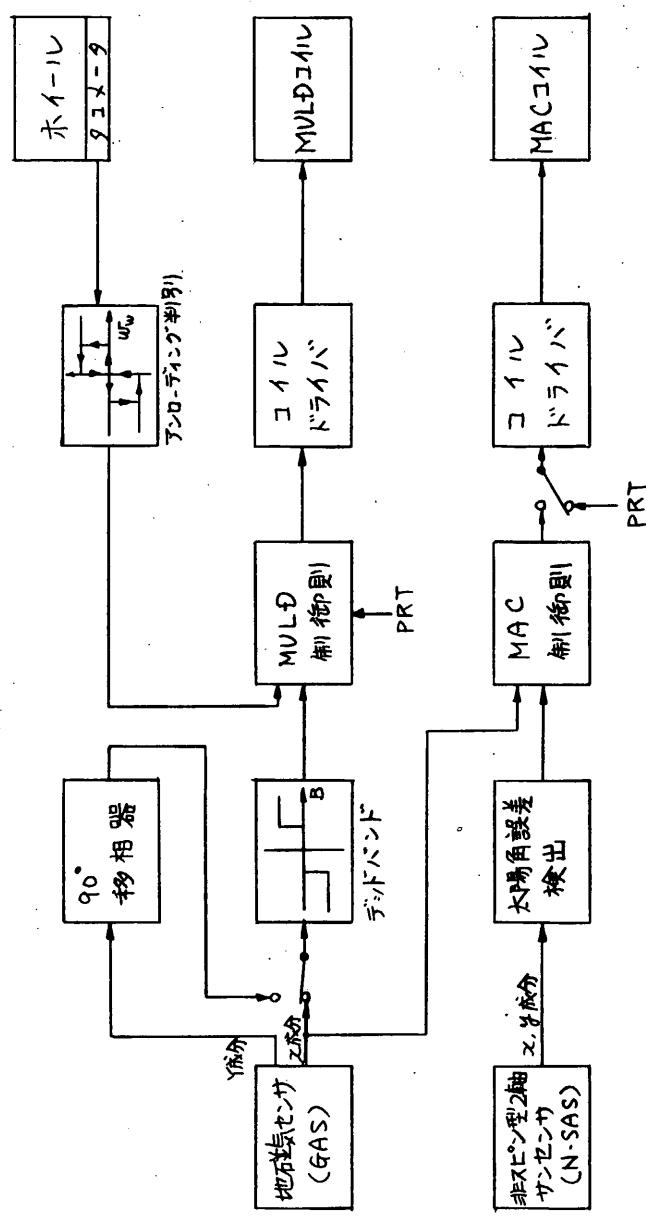


図 2.4-4 ASTRO-B 磁気制御系

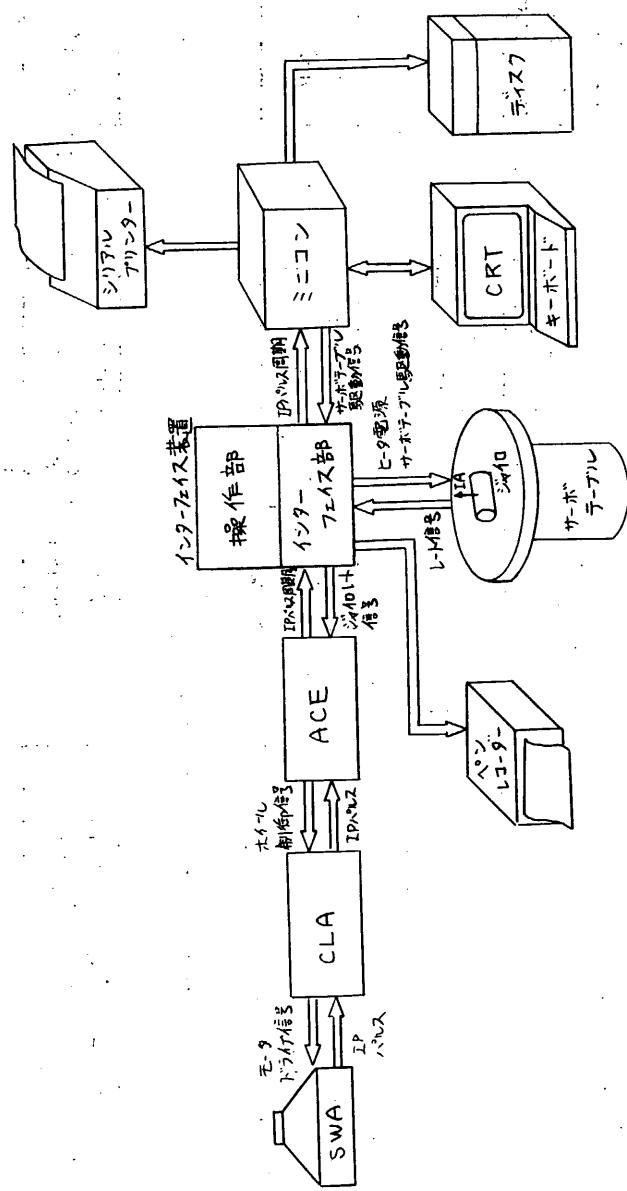


圖 2.4-5 角運動量制御系機能試驗機能系統圖

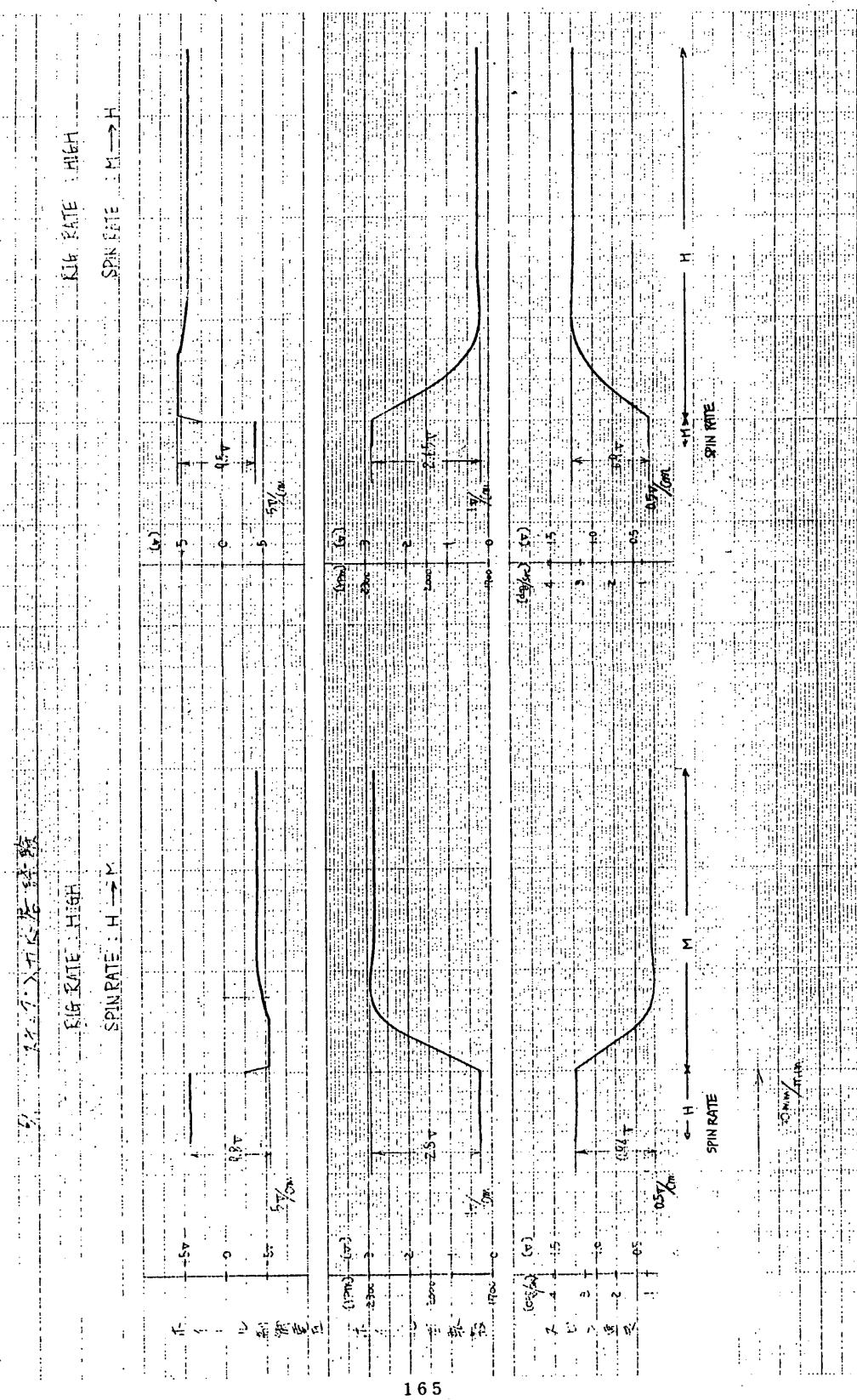


図 2.4-6. ASTRO-B スピン速度制御系 ステッジ⁰入力応答(1)

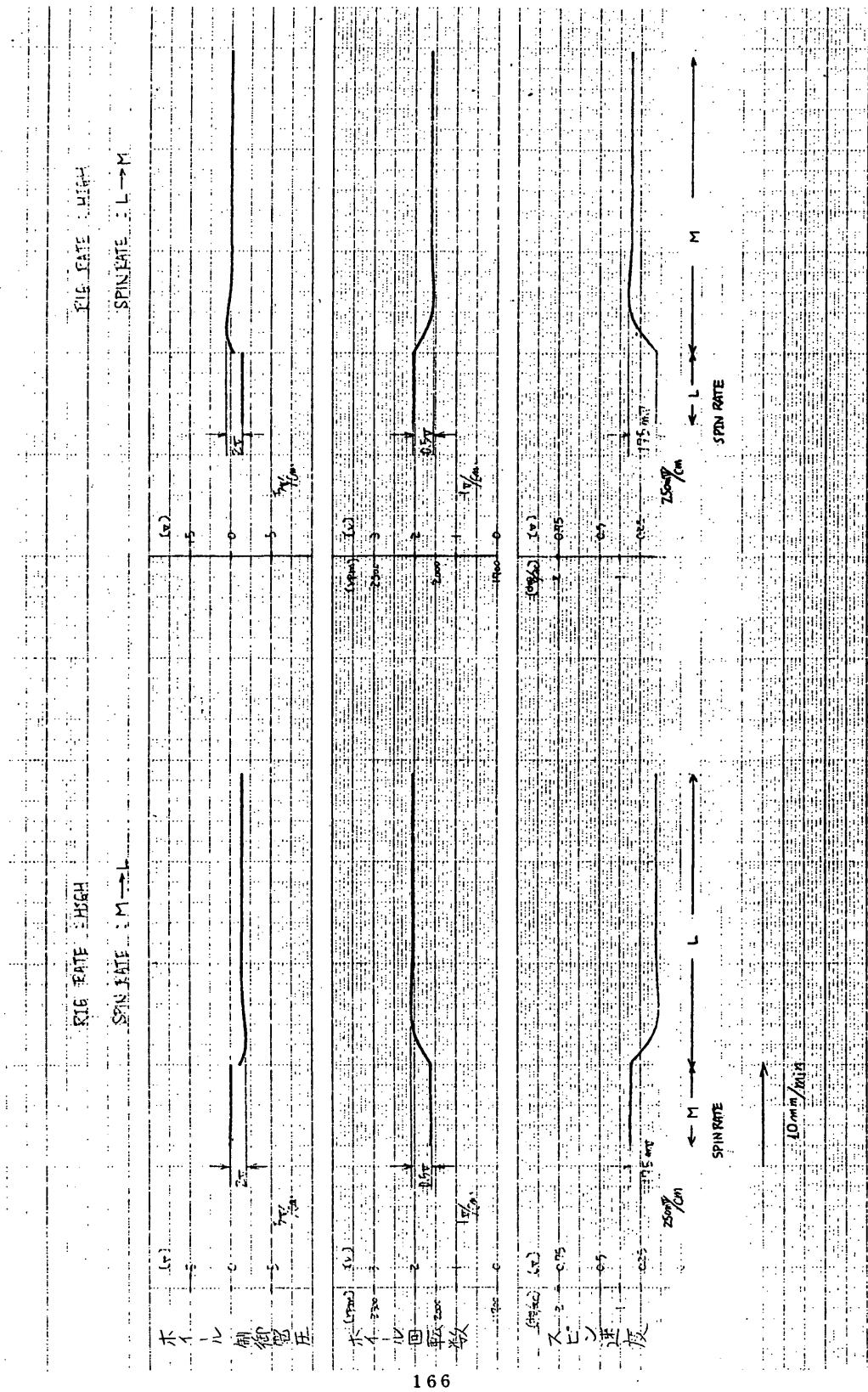


図 2.4-7 ASTRO-B. スピード制御系 ステッパー応答 (2)

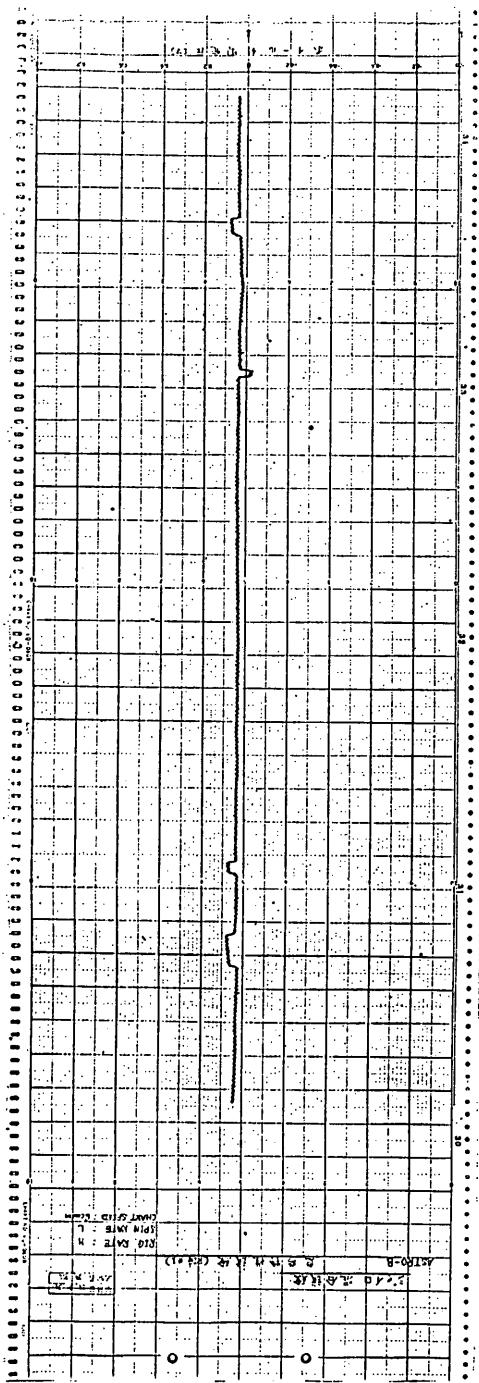


図 2.4-8 スピード制御系 定常特性 (Low Speed Mode)

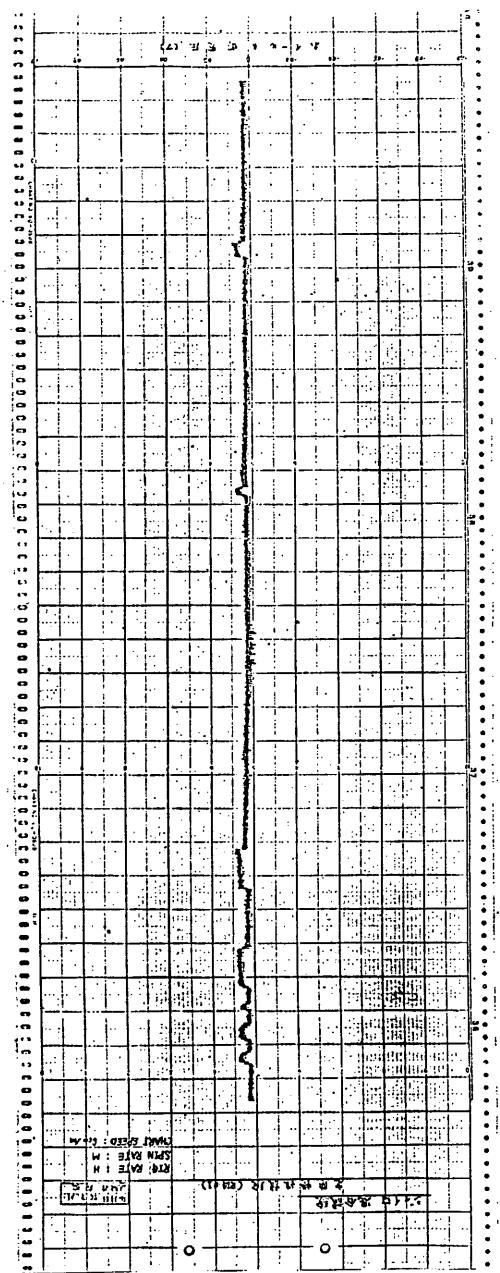


図 2.4-9 スピノン速度制御系 定常特性 (Medium スピノンモード時)

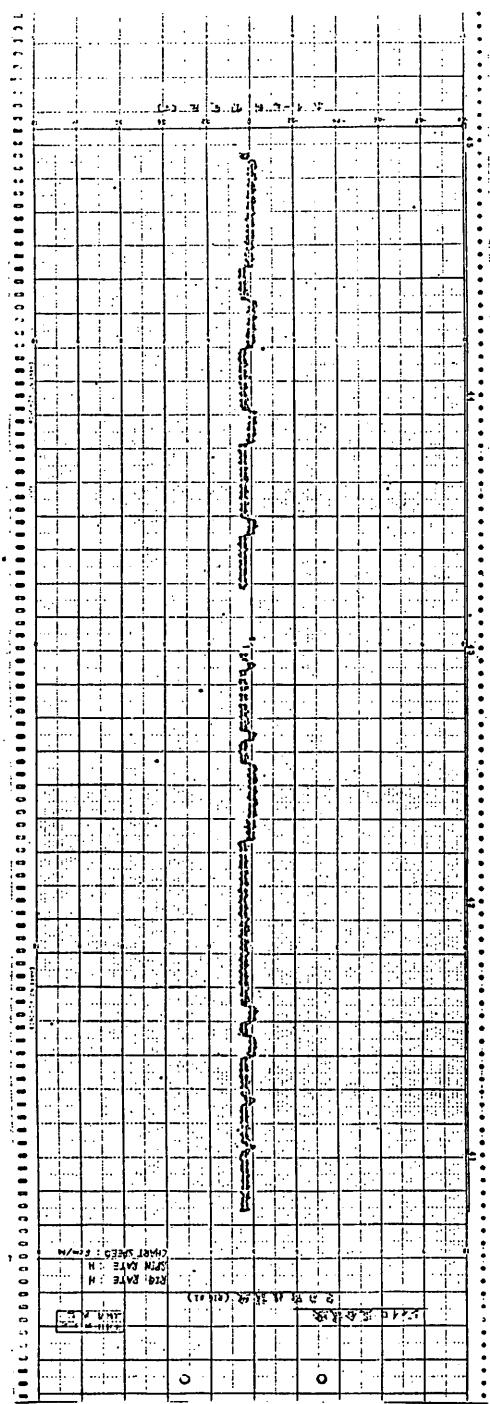


図 2.4-10 ハイ・スピード制御系 定常特性 (High Speed Control System)

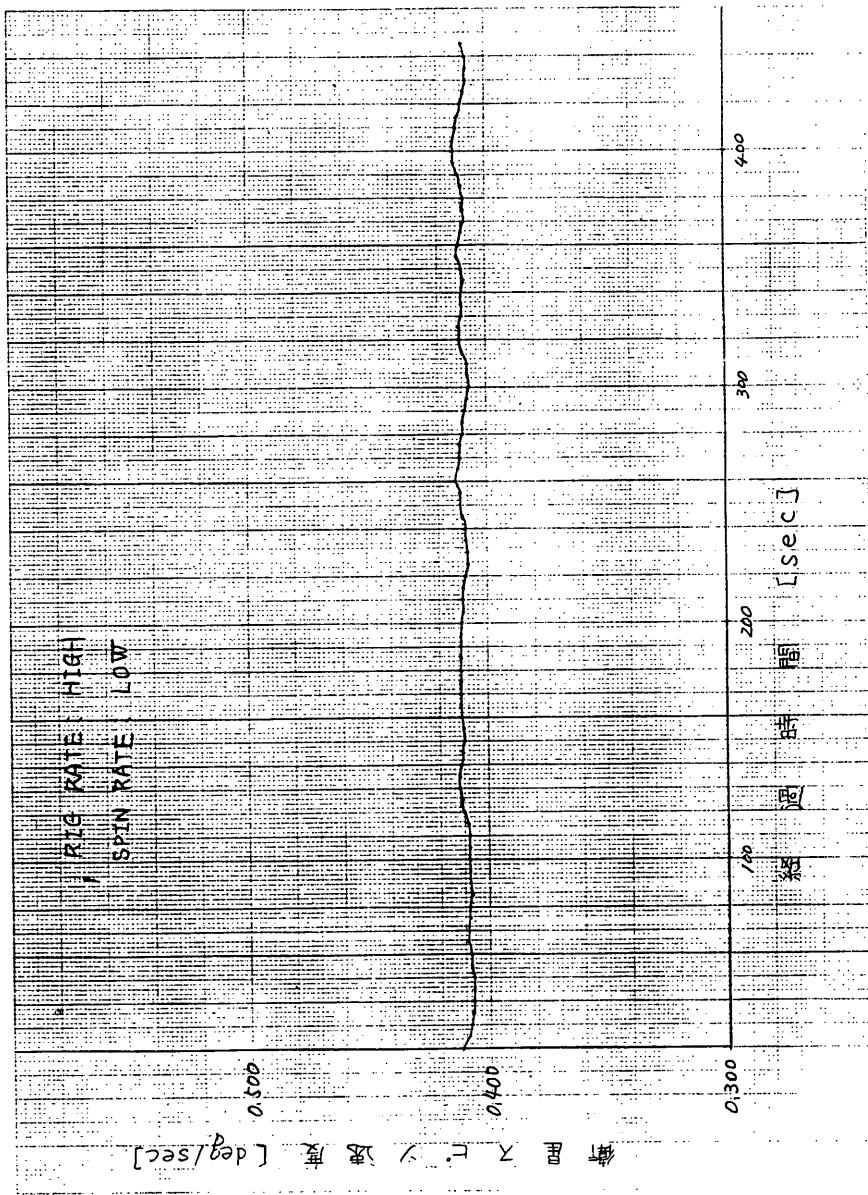


図 2.4-11 スピノ速度制御系 定常状態での衛星アビノ速度 (1)

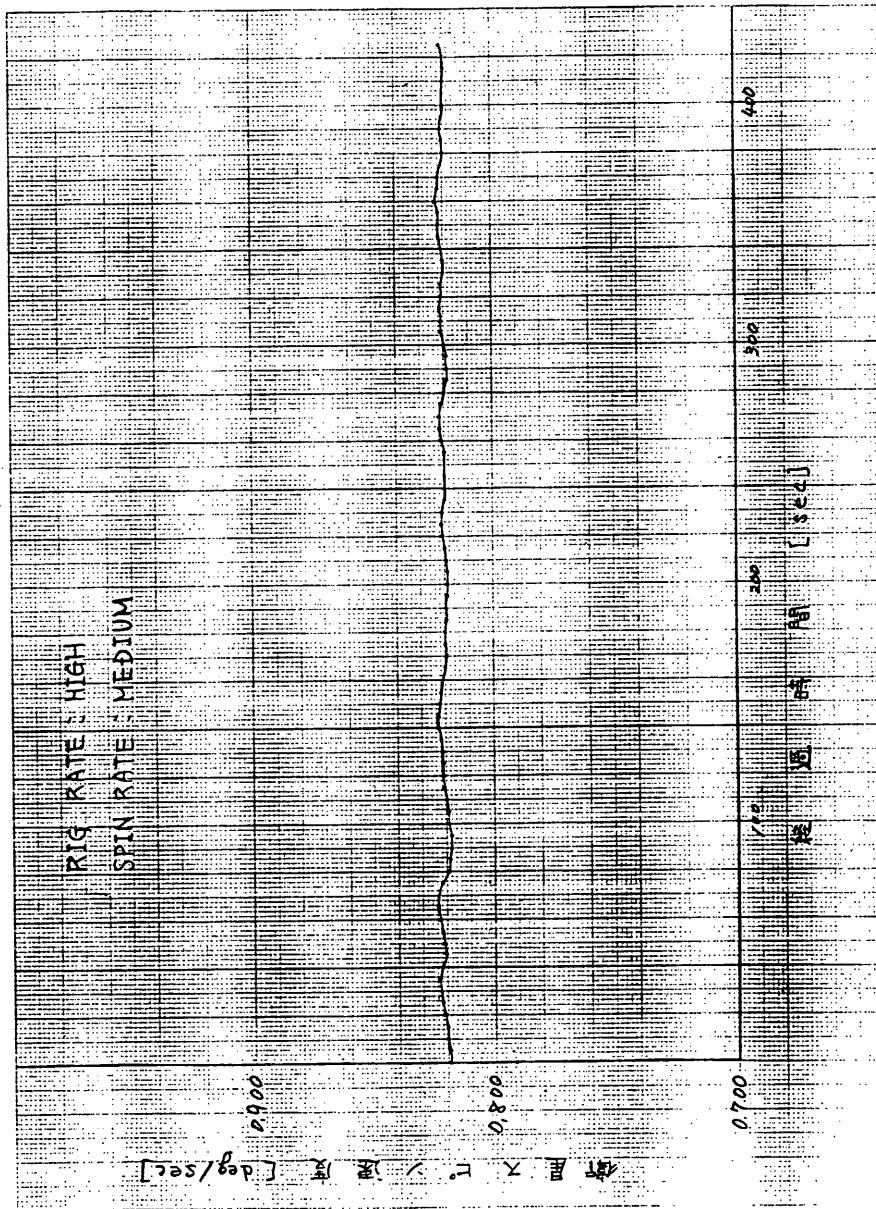


図 2.4-12 スピノ速度制御系 定常状態での衛星スピノ速度 (2)

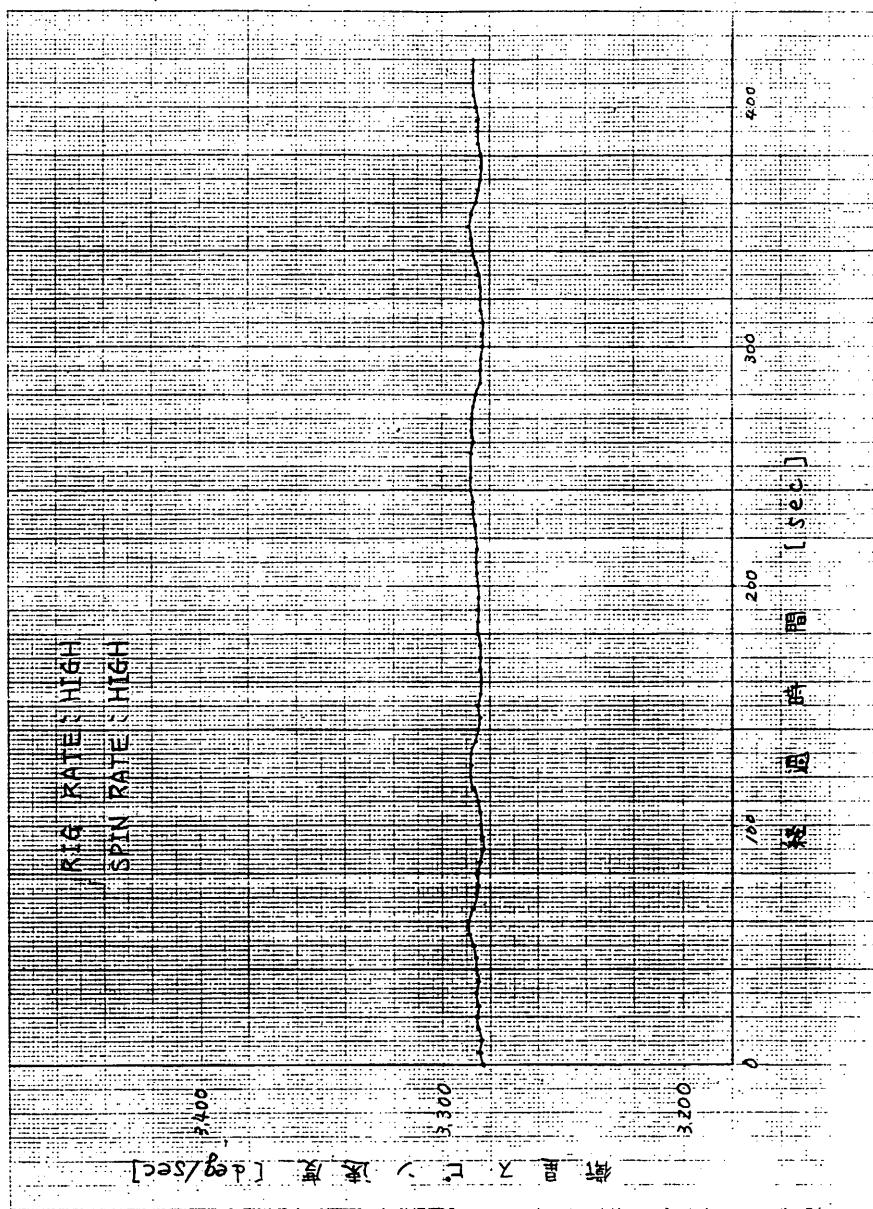


図 2.4-13. スピノ速度制御系 定常状態での衛星スピノン速度(3)

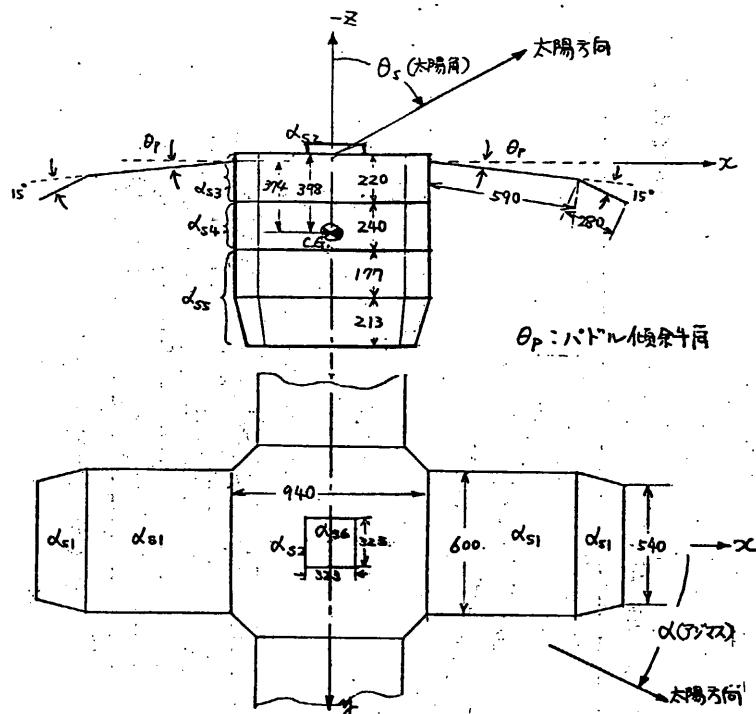


図 2.4-14 ASTRO-B コンフィギュレーション

太陽光吸収率	全鏡面反射率	拡散反射率	備考
α_{s1} 0.81	0.11	0.08	太陽電池面
α_{s2} 0.22	0.18	0.00	アルミバフ研磨面
α_{s3} 0.17	0.83	0.00	テフロン面
α_{s4} 0.18	0.82	0.00	"
α_{s5} 0.23	0.77	0.00	アルミバフ研磨面
α_{s6} 0.14	0.86	0.00	テフロン面

表 2.4-1 ミナル表面特性

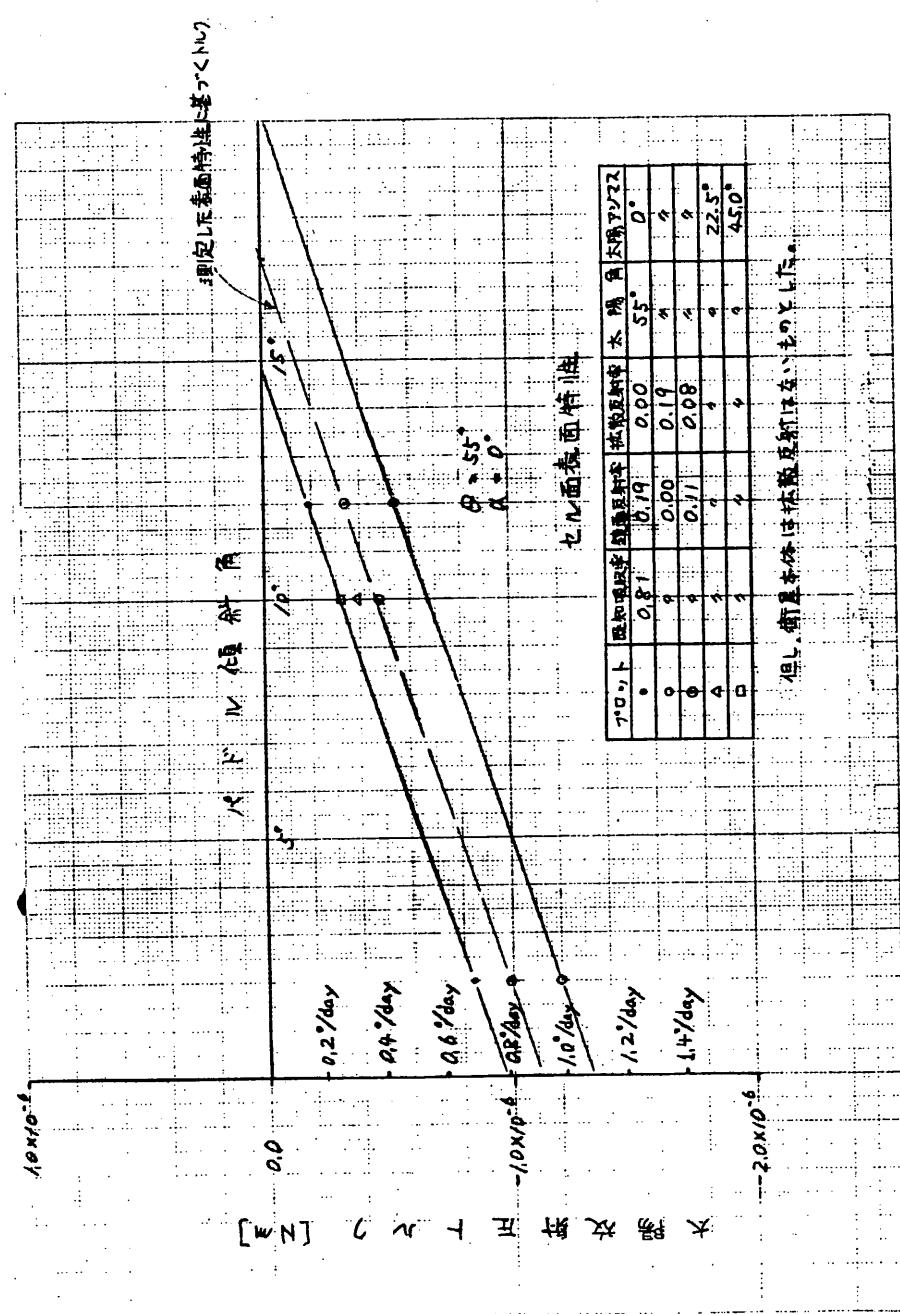


図 2.4-15 太陽加熱池パドルセル内に対する太陽光反射圧トルク

3.4

データ処理系

3.4.1

データレコーダ(DR)

宇宙科学研 野村研究室

日本電気(株)

3.4.1.1 概要

データレコーダ(DR)はテレメータ・コマンド信号処理装置(TCS)からの制御信号により、テレメータデータの記録・再生を行なうものである。

3.4.1.2 機能

データレコーダは、米国 Odetics 社製のテープレコーダであり、第5号科学衛星「EXOS-A(極光)」以後の科学衛星、試験衛星に搭載されたデータレコーダとほぼ同一の性能を有する。

テレメータ・コマンド信号処理装置からの記録開始コマンドにより 8192 bits/sec(又は 2048 bits/sec) の Split Phase-Mark (SP-M) 信号を 40 分(又は 160 分)にわたり記録する。再生開始コマンドにより、記録された情報を 10 分(記録時間の 1/4 又は 1/16 の時間)で再生し 32768 bits/sec の SP-M 信号としてテレメータ・コマンド信号処理装置に返している。

再生状態になって 10 分経過すると内蔵されているタイマにより自動的に記録状態にもどる機能、再生状態の途中で再び、再生コマンドを送ることにより再生時間を延長できる機能、コマンドにより再生状態から記録状態へ、記録状態から再生状態へそれぞれモードを切り換える機能を備えている。

尚、データレコーダに関する入出力信号は、全てテレメータ・コマンド信号処理装置を経由する。

3.4.1.3 性能

(1) 電気的性能

データチャンネル 1 チャンネル

データトラック 2 トラック

記録時間 160 分(80 分/トラック) RECORD Low 時

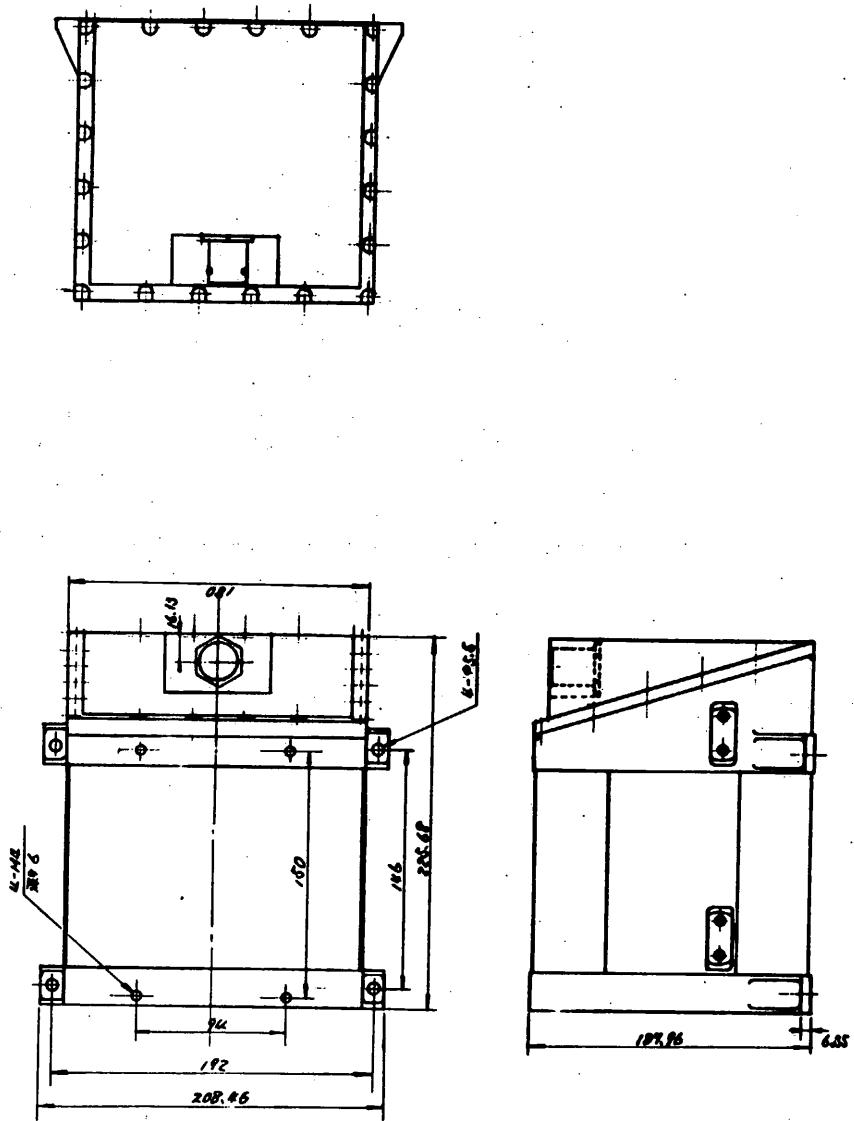
40 分(20 分/トラック) RECORD High 時

再生時間 10 分(5 分/トラック) ± 5 %

内蔵タイマー精度 ± 1 %

スピード比 (記録/再生)	16:1 RECORD Low時 4:1 RECORD High時
記録信号	Split Phase-Mark (SP-M) 信号 2048 bits/sec ± 1% (RECORD Low時) 8192 bits/sec ± 1% (RECORD High時)
	レベル 0 = 0 ~ + 0.7 V 1 = + 3.5 ~ + 5.5 V
再生信号	Split Phase-Mark (SP-M) 信号 32768 bits/sec ± 1% レベル 0 = 0 ~ + 0.3 V 1 = + 3.0 ~ + 5.3 V
	出力インピーダンス 1 KΩ以下 立ち上り、立ち下り時間 5 μsec以下 ピット誤り率 10 ⁻⁶ bit以下 ジッター ± 0.1% p-p以下
制御信号	RECORD Low 開始, 電源ON RECORD High 開始, 電源ON REPRODUCE 開始, 電源ON 電源 OFF Bit rate High H/L
HK項目	データレコーダ内部温度
使用電源	電源電圧 +BUS (+17V ~ 24V) 消費電力 4.0W以下 (RECORD時) 6.0W以下 (REPRODUCE時)
使用温度範囲	-25°C ~ +45°C
(2) 機械的性能	
寸法・形状	図3.4-1に示す。
重量	5670 g以下
(3) その他	本装置とはほぼ同一の性能を有する, EXOS-A (極光), CORSA-b (白鳥), MS-T4 (たんせー4号), ASTRO-A (火の鳥) に搭載されたデータレコーダ は、順調に作動している。

图 3.4-1 P-31V3-#(D.R.) 外观图



3.4.2

データ処理装置(DP)

東大宇宙線研 近藤一郎
富士通株式会社

1. 概要

この装置は各観測機器によって得られた情報、衛星自体の動作状態の情報および姿勢情報を効率よ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うこととする目的としており、次の機能を持っている。

- (1) 各観測機器から送られてくるデータをそれぞれの処理回路で処理した後、衛星内部のデータを附加して一定のフォーマットに編集し、リアルデータとしてテレメタに送る一方、レコードデータとしてデータレコーダに送る。
- (2) 処理に必要なタイミングパルスは、すべて内蔵のタイミングジェネレータで発生しており、DP内部だけではなく、他の観測機器へもタイミングパルスを供給する。
- (3) 各機器の動作を制御するために設けられているPIコマンドの解説と各機器への伝送を行なう。

2. 電気的性能

2.1 出力データ主要諸元

リアルデータとレコードデータはデータ識別IDにより分離された同一のデータであり、データ識別以外は同一諸元である。

(1) 符号形式 : Split Phase Mark (SPM)

(2) レベル

a. LOWレベル : 0 V ~ 0.4 V

b. HIGHレベル : 4.5 V ~ 5.3 V

(3) ビットレート

a. High モード : 8 192 Bits/sec

b. Low モード : 2 048 Bits/sec

(4) ビット数／ワード : 8 Bits/Word

(5) ワード数／フレーム : 128 Words/Frame

(6) フレーム数／サブフレーム : 64 Frames/Subframe

2-2 DPコマンド項目

表2-2-1 DPリアルコマンド項目

No	コマンド項目名	AD	X	EX	制御内容
1	bit rate High	1 3		2	ピットレートをHighにする。(8192Bits/sec)
2	bit rate Low	1 4		1	ピットレートをLowにする。(2048Bits/sec)
3	'1'	1 3		3	
4	'1'	1 5		1	PIコマンド用レジスタIC'1'をストアする。
5	'0'	1 4		3	
6	'0'	1 5		2	PIコマンド用レジスタIC'0'をストアする。
7	EXECUTE	1 4 (U)		2 (V)	PIコマンドをセットする。
8	EXECUTE	1 2		1 4	
9	CAL ON	1 5		3	キャリブレーションをスタートする。
10	PI-CMD START		1 4	3	PIコマンド用レジスタをクリアする。

表2-2-2 DP関連リアルコマンド項目

No	コマンド項目名	AD	X	EX	制御内容
1	DR REC	1 2		3	DRに記録を開始する。
2	DR REP	1 1		3	DRの再生を開始する。
3	DR OFF	1 2		4	DRをOFFする。
4	ALL PI OFF	1 0		4	全てのPIをOFFする。

表2-2-3 DPディレイコマンド項目

No	コマンド項目名	AD	-	EX	制御内容
1	bit rate High	5		4	ピットレートをHighにする。(8192Bits/sec)
2	bit rate Low	6		3	ピットレートをLowにする。(2048Bits/sec)
3	CAL ON	6		4	キャリブレーションをスタートする。

表2-2-4 DP関連ディレイコマンド項目

No	コマンド項目名	AD	-	EX	制御内容
1	DR REC	5		1	DRに記録を開始する。
2	DR OFF	6		1	DRをOFFする。

表2-3-1 PIコマンド機器指定割当

DV	機器指定 MD	機器名	DV	機器指定 MD	機器名
35	100011				
34	100010	STS			
33	100001				
32	100000				
31	011111		15	001111	
30	011110		14	001110	SPC
29	011101		13	001101	
28	011100		12	001100	
27	011011		11	001011	
26	011010		10	001010	
25	011001		9	001001	XFC
24	011000	SPC	8	001000	
23	010111		7	000111	
22	010110		6	000110	
21	010101		5	000101	
20	010100		4	000100	
19	010011		3	000011	TSM
18	010010		2	000010	
17	010001		1	000001	
16	010000		0	000000	DP

表 2-3-2 P I コマンド動作指定

PI	名 無	D V	OS0	OS1	OS2	OS3	OS4	OS5	OS6	OS7
	SPC-10	31	INPUT ON/OFF				AMP GAIN CONTROL		L. D.	
	SPC 9	30								
	SPC 8	29								
	SPC 7	28								
	SPC 6	27								
S	SPC 5	26								
P	SPC 4	25								
C	SPC 3	24								
	SPC 2	23								
	SPC 1	22								
	HV. LEVEL 1	21	A 1		A 2		B 1		B 2	
	HV. LEVEL 2	20	C 1		C 2		RBM		—	—
(20)	RBM	19	SENSOR T/S	AUTO CNT ON/OFF	FLAG COUNT		GAIN CONTROL		GAIN CONTROL	
		18	U. D. (1, 2)		L. D. (1, 2)		U. D. (3, 4)		L. D. (3, 4)	
	BT. DISCHI	17	U. D. (5, 6)		L. D. (5, 6)		U. D. (7, 8)		L. D. (7, 8)	
		16	U. D. (9, 10)		L. D. (9, 10)		—	—	—	—
	RT. CNT ENA/DIS	15	1, 2	3, 4	5, 6	7, 8	9, 10	—	—	—
	RT. CAL	14	1, 2 ON/OFF	3, 4 ON/OFF	5, 6 ON/OFF	7, 8 ON/OFF	9, 10 ON/OFF	—	—	—
	Gain CNT	13	1, 2 H/L	3, 4 H/L	5, 6 H/L	7, 8 H/L	9, 10 H/L	—	—	—
	MODE	12	PH, PC /SPC	SPC 1~4 MODE	SPC 5~8 MODE	SPC 9, 10 MODE	SPC 9, 10 MODE	GBD BUST LEVEL		
X	Digital Discr. Level	11	—	COUNTER ID MWC 3/4	Digital Discr. ID	Digital Discr. Level				
	WIRE 電極 GAIN 調整	10	COUNTER ID MWC 3/4	WIRE ID	—	WIRE OUT OFF/ON	FINE GAIN			
F	MWC2 Level 設定	9	—	ANTI OFF/ON	COARSE GAIN	Lower Discr.	Upper Discr.			
C	MWC1 Level 設定	8	—	同 上						
(6)	GAS CONTROL	7	MWC1 Pressure Level	Safety OFF/ON	CONTROL ABS/REL	MWC2 Pressure Level	Safety OFF/ON	CONTROL ABS/REL		
	PC/PH, HV Level	6	PC/PH	—	—	—	—	—	HV Level	
T	TSN-HV	5	HV-1 (GDT)	HV-2 (ZYT)	—	—	—	—	—	
S	ZYT	4	ZYT-1 A-1, 2 Gain	ZYT-2 A-1, 2 Gain	ZYT-1 LOW	ZYT-2 LOW	ZYT-1 ANTI	ZYT-2 ANTI		
M	HXT WIRE MPX	3	HXT-X WIRE 1, 2	HXT-X WIRE 3, 4	HXT-X WIRE 5, 6	HXT-X WIRE 7, 8	HXT-Y WIRE 1, 2	HXT-Y WIRE 3, 4	HXT-Y WIRE 5, 6	
	HXT-Y	2	A 3, 4 Gain	A 2 Gain	LD HIGH/LOW	—	A-5 Gain ANTI	A-5 Gain ANTI		
(5)	HXT-X	1	A 3, 4 Gain	A 2 Gain	LD HIGH/LOW	—	A-5 Gain ANTI	A-5 Gain ANTI		
DP	DP	0	—	—	—	—	STS H	Word 99 OSC		

表2-3-2 (つづき)

P1	名 称	DV	OS ₀	OS ₁	OS ₂	OS ₃	OS ₄	OS ₅	OS ₆	OS ₇
S T S (4)		35	—	—	—	—	—	—	—	—
		34	TIME CONST Lo	TIME CONST Hi		AGC ON/OFF	STAR GAIN			
		33	BOS 2/1	BOS GAIN		TM切換 BOS/ STAR	CAL MODE FAST/ SLOW	MODE B/A	—	—
		32	HV SET ENA/ DIS	SHT&HV AUTO/ MANU	HV LEVEL	SHTSET ENA/ DIS	SHTCAL ON/ OFF	—	—	—

(1) P I とのインターフェース

MD0	MD1	MD2	MD3	MD4	MD5	OS0	OS1	OS2	OS3	OS4	OS5	OS6	OS7
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

機器指定 (6 Bits)

DV0~35

動作指定 (8 Bits)

OS0~7

a. SPC SC (セットコマンド: DV 0~31にて出力) : 8本

MD 1~5 : 5本 OS 0~7 : 8本

b. XFC DV 6~11 (デコードされたセットコマンド) : 6本 OS 0~7 : 8本

c. TSM DV 1~5 () : 5本 OS 0~7 : 8本

d. STS DV 32~35 () : 4本 OS 0~7 : 8本

表 2-3-3 DPの動作モードが切換わるPIコマンド項目

D V	1 2			6			0			
機器指定	0 0 1 1 0 0			0 0 0 1 1 0			0 0 0 0 0 0			
動作指定										
O S 0	S P C M O D E	1	P H , P C	X F C M O D E	1	P C	A P K	X F C 使用	S T H H	
		0	M P C		0	P H				
O S 1	S P C 1 ~ 4	1	加 算 3 2 c h	X F C	1	P C	A P K	X F C 使用	S T H H	
		1	加 算 0 1 2 8 c h							
O S 2	M O D E	0	3 2 c h	X F C	0	P H	A P K	X F C 使用	S T H H	
		0	1 2 8 c h							
O S 3	S P C 5 ~ 8	1	加 算 3 2 c h	X F C	1	P C	A P K	X F C 使用	S T H H	
		1	加 算 0 1 2 8 c h							
O S 4	M O D E	0	3 2 c h	X F C	0	P H	A P K	X F C 使用	S T H H	
		0	1 2 8 c h							
O S 5	S P C 9 . 1 0	1	3 2 c h	X F C	1	3 B I T S	A P K	X F C 使用	S T H H	
		0	1 2 8 c h							
O S 6	S P C M O D E	S P C 使用			X F C	0	6 B I T S	A P K	X F C 使用	
O S 7	S P C M O D E	S P C 使用			X F C	1	S P C M O N I	A P K	X F C 使用	
O S 8	S P C M O D E	S P C 使用			X F C	0	R P M	A P K	X F C 使用	
O S 9	S P C M O D E	S P C 使用			X F C	1	B	A P K	X F C 使用	
O S 10	S P C M O D E	S P C 使用			X F C	0	A	A P K	X F C 使用	

#2-4-1 フレーミングチャート

(SPC: MPC ←→ F)

W	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	SYNC		F1	HXT PC												
16	HXT POS	HXT POS	HXT POS	ZYT POS												
32	CAB AGC	AHK	DHK	DP	HXT PC	XFC PH	SPC MC9	SPC MC10	SPC MC1	SPC MC2	SPC MC3	SPC MC4	SPC MC5	SPC MC6	SPC MC7	SPC MC8
48	HXT POS	HXT POS	HXT POS	ZYT POS												
64	IR/SAS GA	IR/SAS WHEEL	RIG STS	RIG STS	HXT PC											
80	HXT POS	HXT POS	HXT POS	ZYT POS												
96	XFC PC9	XFC PC10	XFC PC11	SPC MON	HXT RPM	(32ch) MUDDEY										
112	HXT POS	HXT POS	HXT POS	ZYT POS												

1 フレーム : 125ms (スタート → High ← → F)

1 フレーム : 50ms (スタート → Low ← → F)

#1. SPC-PH, PC/MPC ←→ F, XFC-PC/PH ←→ F は P1 による制御である。

2 Word 99 SPC MON1/RPM&P1 による制御である。

表2-4-2 リバース・アーム・トランク (SPC:PH, PC: α - F
 XFC:PC α - F)

W	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	SYNC		F1	HXT												
16	HXT	HXT	HXT	ZYT	XFC	SPC	SPC	SPC	SPC	SPC	SPC	SPC	SPC	SPC	SPC	SPC
	POS	POS	POS	POS	PC	PH9	PH10	PH1	PH2	PH3	PH4	PH5	PH6	PH7	PH8	
32	CAB	AHK	DHK	DPL	HXT											
48	HXT	HXT	HXT	ZYT		SPC	SPC	SPC	SPC	SPC	SPC	SPC	SPC	SPC	SPC	SPC
	POS	POS	POS	POS	PC	PC9	PC10	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8	
64	IR, SAS, IR/SAS	RIG	RIG	HXT												
	WHEEL	WHEEL	STS	STS	PC											
80	HXT	HXT	HXT	ZYT		SPC	SPC	SPC	SPC	SPC	SPC	SPC	SPC	SPC	SPC	SPC
	POS	POS	POS	POS	PC	PH9	PH10	PH1	PH2	PH3	PH4	PH5	PH6	PH7	PH8	
96	XFC	XFC	XFC	SFC	HXT											
	PC9	PC10	PC11	MON ₁	RPM											
12	HXT	HXT	HXT	ZYT		SPC	SPC	SPC	SPC	SPC	SPC	SPC	SPC	SPC	SPC	SPC
	POS	POS	POS	POS	PC	PC9	PC10	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8	

1 リバース : 125m (ビットレート High α - F)

: 500m (ビットレート Low α - F)

Fig. 1. SPC-PH, PC/MPC α - F, XFC-PC/PH α - Fは各々PIコマンドにて切換える。

2 Word 99 SPC MON1/RPM1 APIコマンドにて切換える。

表2-4-3 P R T - C H K データフォーマット

W P	0	31	32	63	64	95	96	127
15	注2		注2		注2			
16	注2		注2		注2			
17	注2		注2		注2			
18	注2		注2		注2			
19	注2		注2		注2			
20	注2		注2		注2			
21	注2		注2		注2			
22	注2		注2		注2	PRT-CHK DATA		
23	注2		注2		注2	TOTAL 512W		
24	注2		注2		注2			
25	注2		注2		注2			
26	注2		注2		注2			
27	注2		注2		注2			
28	注2		注2		注2			
29	注2		注2		注2			
30	注2		注2		注2			

注 1. F15 以後に P R T - C H K コマンドを受信した時は、次の S F で C H K データ送信。

2. 他のワードは表2-4-1-2と同じフォーマット

表2-4-4 P R T - C H K データビット内容

B	内 容
0	"0"
1	"0"
2	"0"
3	M 4
4	M 3
5	M 2
6	M 1
7	M 0

注 F15~F30・W96~127

(512W) すべて同じフォーマットで送信される。

} DLY CMD
EX 内容

} DLY CMD
AD 内容

2-5 SYNC ワード (W0, 1, 2)

表 2-5-1 SYNC 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

2-6 FI ワード (W3)

表 2-6-1 フレーム ID 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	0	0	$F2^5$	$F2^4$	$F2^3$	$F2^2$	$F2^1$	$F2^0$

2-7 CAB/AGC ワード (W32)

表2-7-1 CAB/AGC ワードマップ (W32)

F	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0																
16	CAB	AGC	DEC- ON/ OFF	AGC	CAB	AGC	DEC- ON/ OFF	AGC	CAB	AGC	DEC- ON/ OFF	AGC	CAB	AGC	DEC- ON/ OFF	AGC
32			CMD- A/B				CMD- A/B			CMD- A/B					CMD- A/B	
48																

表2-7-2 CAB/AGC ビット内容

(P)		(P)	
名 称	C A B	DEC-ON/OFF CMD-B/A	
フレーム番号	F 4 n+0	F 4 n+2	
時間分解能	H: 0.5 S L: 2 S	H: 0.5 S L: 2 S	
B 0	A D 2 ⁰	D E C - O N / O F F	
B 1	A D 2 ¹		
B 2	A D 2 ²		
B 3	A D 2 ³		
B 4	E X 2 ⁰	C M D - A / B	
B 5	E X 2 ¹		
B 6	E X 2 ²		
B 7	E X 2 ³		

注 1. 時間分解能 H: ビットレート High
モード時

L: ビットレート Low
モード時

2. A G C 0 ~ + 3 V アナログデータ

時間分解能 H: 250 ms

L: 1 s

3. (P) はパラレルインターフェースを示す。

4. □/□で記入のビットは左が
"1", 右が "0" ("1"/"0") レベ
ルである。

表2-8-1 AHK-F-33 (W33)

F	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	CAL-A	CAL-B	EP-P	BAT-V	EP-28P	EP-12P	EP-5P	Es-12N	Es-12N	Es-P	1d-P	V-45	V-SWA	I-MAC	I-RIG	I-PIOF
16	HV-STSSHT-SIS	BOS-MONI	STAR-MONI	(TSM)	(XFC)	(XFC)	(XFC)	(XFC)	(XFC)							
32	(BAT)	(BAT)	(CNV 2-C)	(SAS-S)	(SAS-S)	(SAS-S)	(SAS-S)	(SAS-S)								
48	電圧-2 TL-20	電圧-2 TL-21	電圧-2 TL-22	電圧-2 TL-23	電圧-2 TL-24	電圧-2 TL-25	電圧-2 TL-26	電圧-2 TL-27	電圧-2 TL-28	電圧-2 TL-29	電圧-2 TL-30	電圧-2 TH-1	電圧-2 TH-2	電圧-2 TH-3	電圧-2 TH-4	電圧-2 TH-5

1 パラレル・ループ (ピット リード ハイ・ロー)

2 パラレル (ピット リード ハイ・ロー)

注1. F58 TH-1はコマンドにより上部ブレード制定とパドルワイヤカッター部とを切換える。

2. F22, F23, F27, F28は各サブシステムでマルチブレクス。

2-9 DHK (W34), DP (W35) ワード

表2-9-1 DHK フォーマット (W34)

F	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	T	SPC 1, 6	SPC 2, 7	SPC 3, 8	XFC1 カウント	XFC3 AHM "1"0 ANS	GBD カウント	ZYT カウント	SPC 4, 9	SPC 5, 10	XFC2 カウント	XFC1 カウント	PI1 (SFC) AHM DATA		HXT カウント	
16	I					STS AHM カウント							PI2 (XFC) PCU /BAT			
32	M					PI5 (RBM) SPC "1"0 ANS							PI3 (XFC) STS AHM DATA			
48	E					STS カウント	AHM						PI4 (TSM) PCU /BAT			
	1															

表2-9-2 DP フォーマット (W35)

F	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	T	DV0 -OS	D	DV1 -OS	PI	DV2 -OS	PI	DV3 -OS	DV32 -OS	DV4 -OS	D	DV5 -OS	DV6 -OS	PI	DV7 -OS	
16	I	DV8 -OS	P	DV9 -OS	CAB	DV10 -OS	CAB	DV11 -OS	DV33 -OS	DV12 -OS	P	DV13 -OS	DV14 -OS	CAB	DV15 -OS	
32	M	DV16 -OS	I	DV17 -OS	DV	DV18 -OS	OS	DV19 -OS	DV34 -OS	DV20 -OS	I	DV21 -OS	DV22 -OS	OS	DV23 -OS	
48	E	DV24 -OS	D	DV25 -OS		DV26 -OS		DV27 -OS	DV35 -OS	DV28 -OS	D	DV29 -OS	DV30 -OS		DV31 -OS	
	2															

表2-9-3 DHK, DP ピット内容

名 称	TIME 1	TIME 2	AHM		AHM	PCU/BAT
			1	0ANS		
フレーム ワード 番号	F16n+0 W34	F16n+0 W35	F32n+6 W34	F32n+14 W34	F32n+22 W34	F32n+30 W34
時間 分解能	H: 2s L: 8s	H: 2s L: 8s	H: 4s L: 16s	H: 4s L: 16s	H: 4s L: 16s	H: 4s L: 16s
B 0	H M S 72 49 04	H M S 0 17 04			AHM ON/OFF	PCU CHG T/F
B 1	36 24 32	0 08 32			AH SET/INH	PCU OVC T/F
B 2	18 12 16	0 04 16			CMP SET/INH	BAT-L T/F
B 3	9 06 08	0 02 08			OD STATUS OD/ALLOW	LEVEL A/B
B 4	4 33 04	0 01 04			TMS AUTO CNT ENA/DIS	T-JUDGE T/F
B 5	2 16 32	0 00 32			PSC ENA/DIS	V-JUDGE T/F
B 6	1 08 16	0 00 16			FM 11 SAS伝送 伝送 10 SAS伝送 ← 01 STS伝送 00 ACC伝送	UVC CNT ON/OFF HEATER ON/OFF
B 7	0 34 08	0 00 08				

(P)	(P)	(P)	(P)	(P)	
名 称	P1 1 (SPC)	P1 2 (XFC)	P1 3 (XFC, STS)	P1 4 (TSM)	
フレーム ワード 番号	F13 W34	F29 W34	F45 W34	F61 W34	
時間 分解能	H: 8s L: 32s	H: 8s L: 32s	H: 8s L: 32s	H: 8s L: 32s	
B 0	SPC ON/OFF	XFC ON/OFF	PSC ENA/DIS	EXT ON/OFF	RBM ON/OFF
B 1	HV-A1 ON/OFF	XFC ON/OFF	DAY/NIGHT	ZYT ON/OFF	RBM FLAG ON/OFF
B 2	HV-A2 ON/OFF	XFC ON/OFF	"0"	HV-1 ON/OFF	RBC ENA/DIS
B 3	HV-B1 ON/OFF	BUS ON/OFF	STS ON/OFF	HV-2 ON/OFF	RBM HV ON/OFF
B 4	HV-B2 ON/OFF	XFC-A ON/OFF	HV ON/OFF	TSM-A ON/OFF	SPC-A ON-OFF
B 5	HV-C1 ON/OFF	RBC ENA/DIS	BOS DISC SET/RESET	RBC ENA/DIS	PSC ENA/DIS
B 6	HV-C2 ON/OFF	DNC ENA/DIS	STS-A ON/OFF	CAL ENA/DIS	"0"
B 7	CAL ON/OFF	HVG ENA/DIS	PSC ENA/DIS	PSC ENA/DIS	"0"

- 注1. 時間分解能
H: ピットレート
High モード時
L: ピットレート
LOW モード時
2. (P) はパラレルインタ
ーフェースを示す。
3. □/□ で記入のビ
ットは左が "1"、右
が "0" ("1"/"0")
レベルである。

表2-9-3 (つづき) DHK, DP ビット内容

名 称	DI CAB DV	PI CAB OS	DP ID	DVO-OS	DVa-OS (n:1~35)
フレーム ワード 番	F8n+4 W35	F8n+6 W35	F8n+2 W35	F1 W35	F(表2-9-2参照) W35
時間 分 限	H:1s L:4s	H:1s L:4s	H:1s L:4s	H: 8s L:32s	H: 8s L:32s
B 0	SET/START	OS0	Strange/Real		OS0
B 1	"0"	OS1	bit rate High/LOW		OS1
B 2	MDO	OS2	CAL ON/OFF	T +	OS2
B 3	MD1	OS3	SPC PH, PC/MPC		OS3
B 4	MD2	OS4	SPC1~4 32ch/128ch	DVa- (n:1~35)	OS4
B 5	MD3	OS5	SPC5~8 32ch/128ch	STS _H 3/6 Bits	OS5
B 6	MD4	OS6	SPC9, 10 32ch/128ch	Word 99 SPC MONI/RPM	OS6
B 7	MD5	OS7	XFC PC/PH	OSC B/A	OS7

表2-9-4 XFCカウントモニタフォーマット

XFC1 カウント (W34)		XFC2 カウント (W34)		XFC3 カウント (W34)	
フレーム 番号	内 容	フレーム 番号	内 容	フレーム 番号	内 容
F 4	MWC1 FRONT Counting rate	F11	MWC1 Coincidence Count	F5	SOLENOID VALVE3 動作回数
F12	MWC2 FRONT Counting rate	F27	MWC2 Coincidence Count		
F20	MWC1 REAR Counting rate	F43	SOLENOID VALVE1 動作回数		
F28	MWC2 REAR Counting rate	F59	SOLENOID VALVE2 動作回数		
F36	MWC1 FRONT Surplus Count				
F44	MWC2 FRONT Surplus Count				
F52	MWC1 REAR Surplus Count				
F60	MWC2 REAR Surplus Count				

1 サブフレーム: 8sec (ビットレート Highモード時)
:32sec (ビットレート Lowモード時)

表 2-9-5 SPC カウントフォーマット (W34)

F	1	2	3	9	10
0	SPC 1	SPC 2	SPC 3	SPC 4	SPC 5
16	" 6	" 7	" 8	" 9	" 10
32	" 1	" 2	" 3	" 4	" 5
48	" 6	" 7	" 8	" 9	" 10

表 2-9-6 GBD カウントフォーマット (W34)

フレーム番号	内 容
F 7	GBD カウント
F23	"
F39	"
F55	"

1 サブフレーム

: 8sec(ピットレートHighモード時)

: 32sec(" Low ")

表 2-9-7 STS カウントフォーマット (W34)

F \ B	B0	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7
F21	STAR COUNT DATA						CAL	HV SET
	32	16	8	4	2	1	ON/OFF	ON/OFF
F53	SHT ACTION		SHT DRIIDE		SHT	STAR GAIN		
	2	1	2	1	ON/OFF	000(MIN)~111(MAX)		

表 2-9-8 ZYT カウントフォーマット (W34)

(1) フォーマット

フレーム番号	内 容						
F 8	ZYT-1 ANTI PULSE Count						
F24	" 2 " " "						
F40	" 1 " " "						
F56	" 2 " " "						

(2) ビット内容

MSB	B 0	B 1	B 2	B 3	B 4	B 5	B 6	B 7	LSB
	2048	1024	512	256	128	64	32	16	

注。TSMより上記ビット内容で入力。(DPにスケーラはない)

表 2-9-9 HXT カウントフォーマット (W34)

(1) フォーマット

フレーム番号	内 容						
F 15	HXT-X PULSE Count						
F 31	" ANTI PULSE Count						
F 47	HXT-Y PULSE Count						
F 63	" ANTI PULSE Count						

(2) ビット内容

MSB ビット フレーム	B 0	B 1	B 2	B 3	B 4	B 5	B 6	B 7	LSB
F15,47	32768	16384	8192	4096	2048	1024	512	256	
F31,63	2048	1024	512	256	128	64	32	16	

注。TSMより上記ビット内容で入力。(DPにスケーラはない)

2-10 IR/SAS/GA/WHEEL フォーマット (W64, 65)

表2-10-1 IR/SAS/GA/WHEEL フォーマット (W64)

F	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0				TCS			PRT2				TM			PRT1		
16	IR -PW	IR/P -Ph	IP -PERIOD	PDL	GA	SAS	WHEEL CNT	MAG1 STATE	IR -PW	IR/P -Ph	IP -PERIOD	ACE RIG	GAX	SAS	WHEEL CNT	MAG2 STATUS
32	(L)	(L)	(L)	TCS		(W)	PRT3	(L)	(L)	(L)	TM		(W)	ACE1 STATUS		
48				PDL			ACE2 STATUS				ACE RIG				ACE3 STATUS	

表2-10-2 IR/SAS/GA/WHEEL フォーマット (W65)

F	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0																
16	IR -PW	IR/P -Ph	IP -PERIOD	GAZ	GA	SAS	WHEEL TACHO	EPT ACC	IR -PW	IR/P -Ph	IP -PERIOD	GAZ	GA	SAS	WHEEL TACHO	EPT ACC
32	(L)	(L)	(L)			(W)			(L)	(L)	(L)		(W)			
48																

表2-10-3 IR/SAS/GA/WHEELビット内容(W64, 65)

名 称	T C S	P D L	A C E / R I G	P R T 1	P R T 2	P R T 3	T M
フレーム ワード 番 号	F32a+3 W64	F32a+9 W64	F32a+27 W64	F15 W64	F7 W64	F39 W64	F32a+11 W64
時 間 分 解 能	H: 4s L: 16s	H: 4s L: 16s	H: 8s L: 32s	H: 8s L: 32s	H: 8s L: 16s	H: 8s L: 16s	H: 4s L: 16s
B 0	11 STORAGE 10 REAL PCM	M-SA SEP	ACE ON/OFF	PRT ON/OFF	"0"	A7	S ANT A/B
	01 FM 00 MOD OFF	PDL-1 EXT	WHEEL ROT/STOP	PRT STND BY	"0"	A6	U ANT A/B
B 2	11 STORAGE 10 REAL PCM	PDL-2 EXT	RIG ON/OFF	PRT WRITE	A8	A5	BCNV ON/OFF
	01 — 00 MOD OFF	PDL-3 EXT	HTB ON/OFF	PRT READ	M4	A4	TMU ON/OFF
B 3	DR H/L	PDL-4 EXT	MOT ON/OFF	PRT CHECK	M3	A3	TMU UP/DWN
B 4	DR ON/OFF	GA ON/OFF	FRIG #1/#2	PRT CH-IND	M2	M2	TMS ON/OFF
B 5	DR REC/BEP	SAS ON/OFF	RATE HI/LO	"0"	M1	A1	TMS UP/DWN
B 6	TH-1 定状/暖開系	ACC-1 ON/OFF	LOOP CL/OPEN	"0"	M0	A0	TCS ON/OFF

名 称	M A G 1 S T A T U S	M A G 2 S T A T U S	A C E 1 S T A T U S	A C E 2 S T A T U S	A C E 3 S T A T U S	E P T / A C C
フレーム ワード 番 号	F23 W64	F31 W64	F47 W64	F55 W64	F63 W64	F8a+7 W66
時 間 分 解 能	H: 8s L: 32s	H: 8s L: 32s	H: 8s L: 32s	H: 8s L: 32s	H: 8s L: 32s	H: 8s L: 4s
B 0	11 Z MBC 10 Y DATA	SPTN CNT RIG/TACHO	MULD CNT OPEN/CLOSE	MULD \oplus ON/OFF	MULD \oplus EN/A/DIS	DR/AUTOCNT
	01 X DATA 00 —	SPIN RATE HI	MULD HI	MULD \ominus ON/OFF	MULD \ominus ON/OFF	ACC-2 ON/OFF
B 2	MBC RESET	MBC DATA	SPIN RATE Med	MULD Med	MAC HI	ACC-2 SA/M3A
B 3	MBC WRITE ALLOW/INH	MBC DATA	SPIN RATE LO	MULD LO	MAC Med	ACC LEVEL Lim up/low
B 4	MBC EXECUTE	MBC DATA	GA X/Y	ULD UP ON/OFF	MAC LO	EPT CLOCK
B 5	—	MBC DATA	HD HI/LO	ULD DWN ON/OFF	MAC \oplus ON/OFF	EPT SQ20
B 6	—	MBC DATA	GA \oplus ON/OFF	SPIN UP ON/OFF	MAC \ominus ON/OFF	EPT SQ21
B 7	—	MBC DATA	GA \ominus ON/OFF	SPIN DWN ON/OFF	—	EPT SQ22

注1. 時間分解能 H: ビットレート High モード時
L: ビットレート Low モード時

注2. ① はパラレルインターフェースを示す。

3. □/□ で記入のビットは左が "1", 右が "0" ("1" / "0") レベルである。

2-11 RIG/STS ワード (W66, 67)

表2-11-1 RIG/STS ノードマップ (W66)

F	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0																
16	STS _T	RIG _R	STS _T	RIG _S	STS _T	RIG _R	STS _T	RIG _S	STS _T	RIG _R	STS _T	RIG _S	STS _T	RIG _R	STS _T	RIG _S
32		0		0		0		0		0		0		0		0
48																

表2-11-2 RIG/STS ノードマップ (W67)

F	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0																
16	STS _H	RIG _R	SHS _H	RIG _S	STS _H	RIG _R	STS _H	RIG _S	STS _H	RIG _R	STS _H	RIG _S	SHS _H	RIG _R	STS _H	RIG _S
32		0		0		0		0		0		0		0		0
48																

STS_T : B0~B1 (STS_H 6 Bits ≈ 1時)
: B0~B4 (STS_H 3 Bits ≈ 1時)

表2-11-3 RIG/STS ピット内容 (W6 6,6 7)

STS _H 6 Bits ← →		STS _H 3 Bits ← →			
名 称	STS _T	STS _H	名 称	STS _T	STS _H
フレーム 番 号	F _{2n+0} W6 6	F _{2n+0} W6 7	フレーム 番 号	F _{2n+0} W6 6	F _{2n+0} W6 7
時 間 分 解 能	H: 250ms L: 1s	H: 250ms L: 1s	時 間 分 解 能	H: 250ms L: 1s	H: 250ms L: 1s
B 0	8 sec	31.25 msec	B 0	8 sec	31.25 msec
B 1	4 sec	15.625 msec	B 1	4 sec	15.625 msec
B 2	2 sec	PH 32	B 2	2 sec	7.8125 msec
B 3	1 sec	PH 16	B 3	1 sec	3.90625 msec
B 4	500 msec	PH 8	B 4	500 msec	1.953125 msec
B 5	250 msec	PH 4	B 5	250 msec	PH 32
B 6	125 msec	PH 2	B 6	125 msec	PH 16
B 7	62.5 msec	PH 1	B 7	62.5 msec	PH 8

2-12 SPC MONI/RPM ワード (W99)

表2-12-1 SPC MONI フォーマット (W99)

F	0	1	2	3	4	5	6	7
0	U.D.(1)	L.D.(1)	U.D.(2)	L.D.(2)	U.D.(9)	L.D.(9)	R.B.M(T)	R.B.M(S)
8	U.D.(3)	L.D.(3)	U.D.(4)	L.D.(4)	U.D.00	L.D.00	R.B.M(T)	R.B.M(S)
16	U.D.(5)	L.D.(5)	U.D.(6)	L.D.(6)	U.D.(9)	L.D.(9)	R.B.M(T)	R.B.M(S)
24	U.D.(7)	L.D.(7)	U.D.(8)	L.D.(8)	U.D.00	L.D.00	R.B.M(T)	R.B.M(S)
32	U.D.(1)	L.D.(1)	U.D.(2)	L.D.(2)	U.D.(9)	L.D.(9)	R.B.M(T)	R.B.M(S)
40	U.D.(3)	L.D.(3)	U.D.(4)	L.D.(4)	U.D.00	L.D.00	R.B.M(T)	R.B.M(S)
48	U.D.(5)	L.D.(5)	U.D.(6)	L.D.(6)	U.D.00	L.D.00	R.B.M(T)	R.B.M(S)
56	U.D.(7)	L.D.(7)	U.D.(8)	L.D.(8)	U.D.00	L.D.00	R.B.M(T)	R.B.M(S)

3. DP動作モード

3-1 ピットレート High/Low モード

(1) モードの切換え

(a) ピットレート High: リアルコマンド AD-13, EX-2 ディレイコマンド AD-5, EX-4

(b) " Low : " AD-14, EX-1 " AD-6, EX-3

(2) モードの移行タイミング

ピットレート High/Low コマンドを受信した次のサブフレームの先頭で移行する。

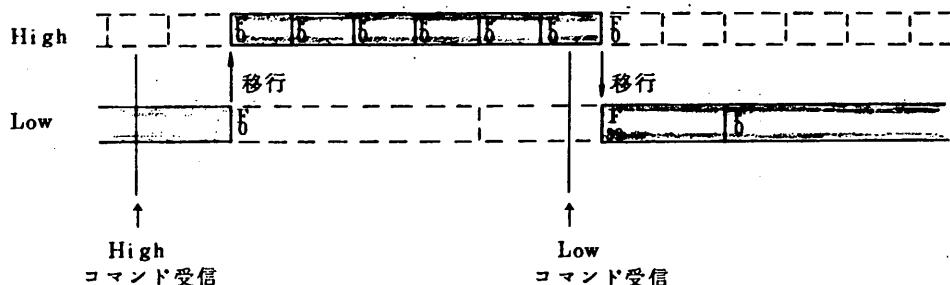
注 1. ピットレート Low → High

ピットレート Low → ピットレート High
F₀ W₀ B₀ F₀ W₀ B₀

2. ピットレート High → Low

ピットレート High → ピットレート Low
F₀ W₀ B₀ F_n W₀ B₀
n = 0, 16, 32, 48

3. 移行タイミング(一例)



(3) モードのステータス出力

DP1D(F8n+2•W35) B1 : bit rate High/Low

3 - 2 CAL モード

(1) モードの切換え

(a) CAL ON : リアルコマンドAD-15, EX-3, ディレイコマンドAD-6, EX-4

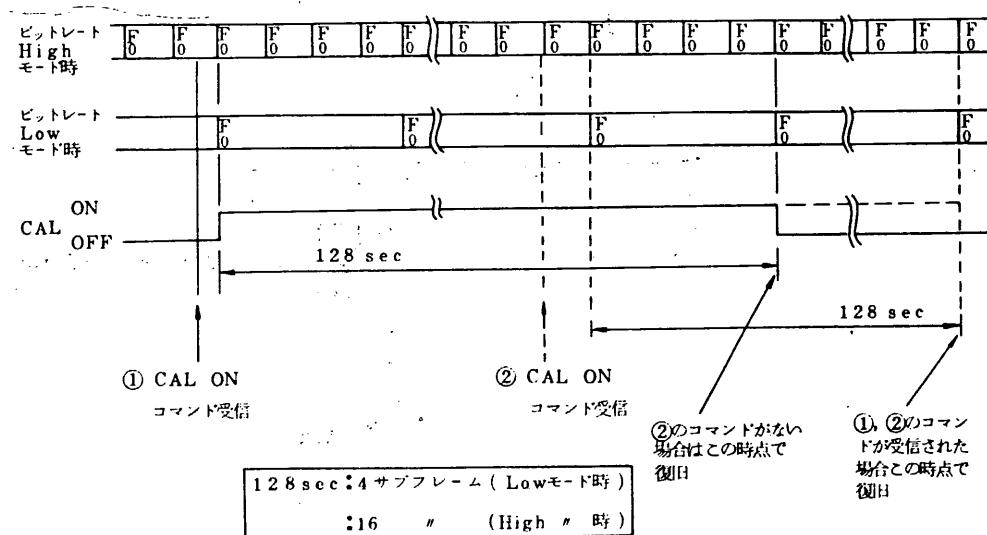
(b) CAL OFF(観測モード) : 1.28 sec で自動復旧

(2) モードの移行タイミング

CAL ON コマンドを受信した、次のピットレート Low モード時のサブフレームの先頭にて CAL ON に移行する。CAL ON に移行後 1.28 sec にて CAL OFF(観測モード) に移行する。

なお CAL ON コマンドはリトリガーが可能で DP が CAL ON モード中に再び CAL ON コマンドを受信した場合は、そのコマンドを受信した次のピットレート Low モード時のサブフレームの先頭から、さらに 1.28 sec CAL ON が延長される。

注 1. モードの移行タイミング(一例)



(3) モードのステータス出力

DP1D(F8n+2, W35) B2: CAL ON/OFF

3 - 3 R R T - C H K モード

(1) モードの切換え

R R T C H K I N D (R R T 1 の B 5)

(2) モードの移行タイミング

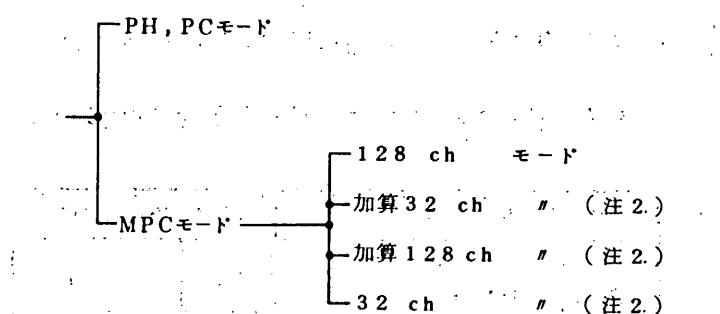
P R T C H K I N D が立った時、D P からのタイミングパルスに合わせて
パラレルラインで入力される P R T C H E C K データ (P R T 2) を
F 1 5 ~ 3 0 • W 9 6 ~ 1 2 7 の送出ワードに出力する。 (T o t a l ' 5 1 2 W)
この時、P R T C H K データを出力するワード (W 9 6 ~ 1 2 7) の観測デ
ータは出力されないが、それぞれの処理回路では通常の処理が行なわれてい
る。

(3) ステータスの出力

P R T 1 (F 1 5 • W 6 4) B 5 : P R T C H K I N D

3 - 4 S P C 処理モード

(1) モードの種類



注 1. S P C 9 , 1 0 の M P C モードは 1 2 8 c h / 3 2 C H モードのみ。

2. 加算 3 2 モード は D P での処理方法は同じ。
" 1 2 8 " } これらを D P I D にて 3 2 c h モードとして出力。

(2) モードの切換え

P I コマンド Dv12

(3) モードの移行タイミング

P I コマンド Dv12 が SETされた時点

(4) ステータスの出力

- | |
|--------------------------------------|
| • DPID(F8n+2,W35) B3 : SPC PH,PC/MPC |
| • " B4 : SPC1~4 32 / 128ch |
| • " B5 : SPC5~8 32 / 128ch |
| • " B6 : SPC9,10 32 / 128ch |

注 1. B4,5,6はB3 (SPC PH,PC/MPC)がMPCの時有効。

- | |
|---------------------------------------|
| • Dv12-OS(F25,W35) B0 : SPC PH,PC/MPC |
| • " " B1,B2 : SPC1~4 MODE |
| • " " B3,B4 : SPC5~8 " |
| • " " B5 : SPC9,10 32/128ch |

注 2. B1~5はB0 (SPC PH,PC/MPC)がMPCの時有効。

注 3. SPC1~4,5~8モードのDv12-OS と DPIDの対応。

Dv12-OS(F25,W35)			DPID(F8n+2,W35)	
B1 (B3)	B2 (B4)	モード	B4 (B5)	モード
1	1	加算 32ch		
1	0	加算 128ch	1	32ch
0	1	32ch		
0	0	128ch	0	128ch

()内ビット番号は SPC5~8の場合。

3 - 5 X F C 处理モード

(1) モードの種類

- (a) P C モード
- (b) P H #

(2) モードの切換え

P I コマンド DV 6

(3) モードの移行タイミング

P I コマンド DV 6 が S E Tされた時点

(4) ステータスの出力

- DPID(F8n+2,W35)B7 : XFC PC/PH
- DV6-OS(F13,W35)B0 : XFC PC/PH

3 - 6 S T S 处理モード

(1) モードの種類

- (a) STS_H 3 Bits モード
- (b) # 6 #

(2) モードの切換え

P I コマンド DV 0

(3) モードの移行タイミング

P I コマンド DV 0 が S E Tされた時点

(4) ステータス出力

DV0-OS(F1,W35)B5 : STS_H 3/6 BITS

3 - 7 Word 99 伝送モード

(1) モードの種類

- (a) W 99 SPC MONI 伝送
- (b) " RPM 伝送

(2) モードの切換え

P I コマンド DV0

(3) モードの移行タイミング

P I コマンド DV0 が S.E.T された時点

(4) ステータスの出力

DV0 - OS (F1 - W35) B6 : Word 99 SPC MONI/RPM

3 - 8 C A L 中の D P 動作モード

C A L 中、 X F C , S P C は P I コマンドのデバイス (DV6 , 12) の設定にかかわらず、下記モードとなる。

- S P C : MPC 128ch モード
- X F C : PH モード

C A L 中、 D P I D ステータスは上記モードを表示する。

DV6 , 12 - OS は変化なし。

3 - 9 初期設定等

(1) D P 電源投入時は下記モードとなる。

- ピットレート : Low モード
- C A L : OFF (観測) モード
- S P C : MPC 128 ch モード (注1)
- X F C : P H モード (注1)
- S T S : S T S 6 Bits モード (注1)
- Word 99 : R P M 伝送モード (注1)

(2) U V C 信号, all PI OFF コマンド受信時は下記モードとなる。

- S P C : MPC 128 ch モード (注1)
- X F C : P H モード (注1)

注1. D P 電源投入時および U V C 信号または all PI OFF コマン

ド受信時には各 P I のイニシャル時のステータスと一致させる。

ために DVn-OS を '0' に D-P 内部でプリセットする。

n の値は

- D P 電源投入時 : n = 0~3.5 (DV0~35-OS)
- U V C 信号 受信時 : n = 1~3.5 (DV1~35-OS)
all PI OFF コマンド : n = 1~3.5 (DV1~35-OS)

(all PI OFF の状態となる。)

したがって、P I コマンドによってモードが切換わる項目(注

1 と示した項目)は(1)および(2)の場合にはモードが上記の通り

となる。

4. 観測データ処理

4-1 SPC処理

4-1-1 SPC1~10データ処理

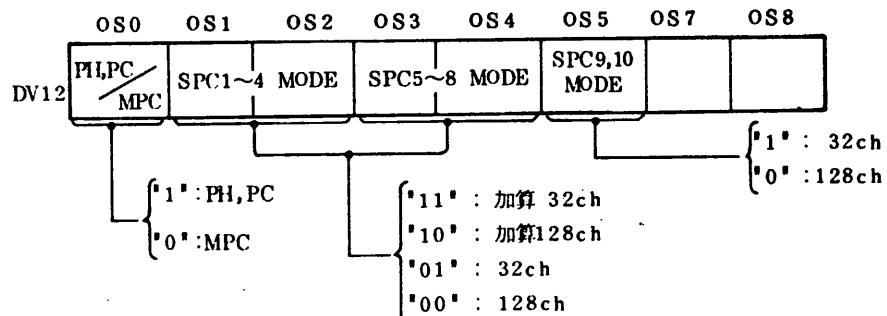
(1) モードおよび分解能

グル ープ	センサー	時間分解能					
		MPC モード				PH, PC モード	
		128ch モード	32ch モード	加算128ch モード	加算32ch モード	PHデータ	PCデータ
1	SPC1 SPC4	2 sec (8 sec)	0.5 sec (2 sec)	0.5 sec (2 sec)	125msec (500msec)		
2	SPC5 SPC8	"	"	"	"	15.625 msec (62.5msec)	62.5 msec (250msec)
3	SPC9 SPC10	"	"	X	X	X	X

注。()内数字はピットレート Low 時。

(2) モードの切換え

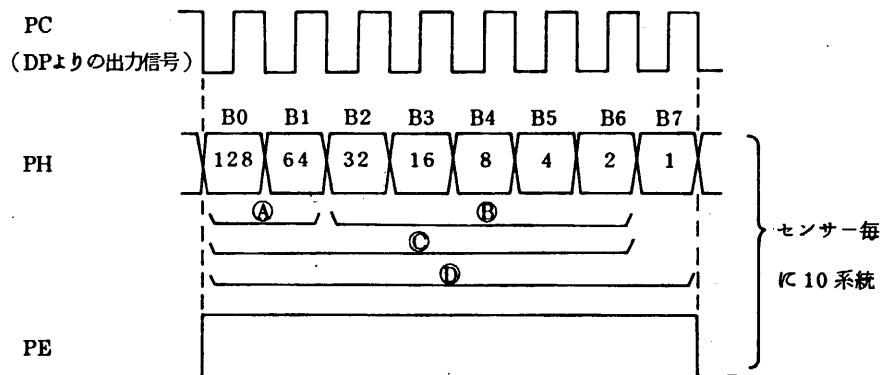
PIコマンド DV12 にて行なう。



注 1. PH,PC/MPCモードは SPC1~10 一斉に切換わる。

2. MPC 128ch/32ch/加算128ch/加算32ch モードはグループ毎に切換わる。

(3) 入力信号



(4) データ処理

① MPC モード

①-1. 128ch モード

各センサー毎 PH データ上位 7 ビット = ① によりエネルギーレベル識別 (128ch) を行ない、メモリを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バルス (PE) を読み出しワード間カウントし、エネルギー毎 (CH0~CH127) のカウント数を出力する。

①-2. 加算 128ch, 32ch, 加算 32ch モード

(3 つのモードでの DP の処理方法は同じである。 (DPID IC 32)
ch モードとしてステータスを出力。)

DP は SPC1~10 をグループ 1 (SPC1~4), グループ 2 (SPC5~8), グループ 3 (SPC9, 10) にグループ分けを行なう。

グループ1(または2)の場合(以後()内数字はグループ2の場合)入力されるセンサーの違いにかかわらず同じグループ1(2)内のPHデータ上位7ビット=①によるエネルギーレベルCH0~127を4つに分割し、メモリをカウンタとして使用することにより

- SPC1(5)用の出力ワードには、SPC1~4(5~8)のCH0~31のエネルギー(W16n+8(W16n+12)) レベル毎の入力イベントバルス=PEを一定時間カウントし、カウント数を出力する。
- SPC2(6) " CH31~63 "
- (W16n+9(W16n+13))
- SPC3(7) " CH64~95 "
- (W16n+10(W16n+14))
- SPC4(8) " CH96~127 "
- (W16n+11(W16n+15))

したがって、DPはPHデータ上位2ビット=④により

00	の場合は SPC1(5)用のメモリ	:	CH 0~31
01	" SPC2(6)	"	: CH32~63
10	" SPC3(7)	"	: CH64~95
11	" SPC4(8)	"	: CH96~127

にアクセスし、各メモリは32CHがデータ1セットとして処理する。

グループ3の場合は、上位2ビット=④をDPは無視("0"と見る)して、各センサー(SPC9,10)32CHのエネルギー識別を行ないエネルギーレベル毎の入力イベントバルス(PE)を一定時間カウントし、エネルギーレベル毎(CH0~31)のカウント数を出力する。

データ処理の詳細を(6)項に記載する。

② PH, PC モード

②-1 PH データ

読み出セワード間 (PC用出力ワードを含む) に入力された最初の
PHデータ8ビット=①をそのまま出力する。(2番目以降のデータ
は出力できない。)

入力がなければ「0」を出力する。

②-2 PC データ

各センサー毎に入力されたPEを読み出セワード間カウントし、
(PHのビット内容は無視) カウント数を出力する。

(5) フレームフォーマット

① MPC 128ch モード : 表4-1-1に示す

② MPC 加算128ch, (32ch, 加算32ch) モード : 表4-1-2に示す
(グループ1, 2)

③ MPC 32ch モード (グループ3) : 表4-1-3に示す

表 4-1-1 MPC 128ch モードフレームフォーマット

$\frac{F}{W}$	W	W 8 + α	W 24 + α	W 40 + α	W 56 + α	W 72 + α	W 88 + α	W 104 + α	W 120 + α
F _{16n+0}	CH 0	CH 1	CH 2	CH 3	CH 4	CH 5	CH 6	CH 7	
F _{16n+1}	CH 8	CH 9	CH 10	CH 11	CH 12	CH 13	CH 14	CH 15	
F _{16n+2}	CH 16	CH 17	CH 18	CH 19	CH 20	CH 21	CH 22	CH 23	
F _{16n+3}	CH 24	CH 25	CH 26	CH 27	CH 28	CH 29	CH 30	CH 31	
F _{16n+4}	CH 32	CH 33	CH 34	CH 35	CH 36	CH 37	CH 38	CH 39	
F _{16n+5}	CH 40	CH 41	CH 42	CH 43	CH 44	CH 45	CH 46	CH 47	
F _{16n+6}	CH 48	CH 49	CH 50	CH 51	CH 52	CH 53	CH 54	CH 55	
F _{16n+7}	CH 56	CH 57	CH 58	CH 59	CH 60	CH 61	CH 62	CH 63	
F _{16n+8}	CH 64	CH 65	CH 66	CH 67	CH 68	CH 69	CH 70	CH 71	
F _{16n+9}	CH 72	CH 73	CH 74	CH 75	CH 76	CH 77	CH 78	CH 79	
F _{16n+10}	CH 80	CH 81	CH 82	CH 83	CH 84	CH 85	CH 86	CH 87	
F _{16n+11}	CH 88	CH 89	CH 90	CH 91	CH 92	CH 93	CH 94	CH 95	
F _{16n+12}	CH 96	CH 97	CH 98	CH 99	CH 100	CH 101	CH 102	CH 103	
F _{16n+13}	CH 104	CH 105	CH 106	CH 107	CH 108	CH 109	CH 110	CH 111	
F _{16n+14}	CH 112	CH 113	CH 114	CH 115	CH 116	CH 117	CH 118	CH 119	
F _{16n+15}	CH 120	CH 121	CH 122	CH 123	CH 124	CH 125	CH 126	CH 127	

注 α の数値

S P C 1 : 0 S P C 5 : 4 S P C 9 : - 2

S P C 2 : 1 S P C 6 : 5 S P C 1 0 : - 1

S P C 3 : 2 S P C 7 : 6

S P C 4 : 3 S P C 8 : 7

表 4-1-2 MPC 加算 128ch (32ch, 加算 32ch) モード
(グループ 1, 2)

フレーム フォーマット

\backslash W F	W 8 (W12)	W 24 (W28)	W 40 (W44)	W 56 (W60)	W 72 (W76)	W 88 (W92)	W 104 (W108)	W 120 (W124)
F 4n+0	CH 0	CH 1	CH 2	CH 3	CH 4	CH 5	CH 6	CH 7
F 4n+1	CH 8	CH 9	CH 10	CH 11	CH 12	CH 13	CH 14	CH 15
F 4n+2	CH 16	CH 17	CH 18	CH 19	CH 20	CH 21	CH 22	CH 23
F 4n+3	CH 24	CH 25	CH 26	CH 27	CH 28	CH 29	CH 30	CH 31

\backslash W F	W 9 (W13)	W 25 (W29)	W 41 (W45)	W 57 (W61)	W 73 (W77)	W 89 (W93)	W 105 (W109)	W 121 (W125)
F 4n+0	CH 32	CH 33	CH 34	CH 35	CH 36	CH 37	CH 38	CH 39
F 4n+1	CH 40	CH 41	CH 42	CH 43	CH 44	CH 45	CH 46	CH 47
F 4n+2	CH 48	CH 49	CH 50	CH 51	CH 52	CH 53	CH 54	CH 55
F 4n+3	CH 56	CH 57	CH 58	CH 59	CH 60	CH 61	CH 62	CH 63

\backslash W F	W 10 (W14)	W 26 (W30)	W 42 (W46)	W 58 (W62)	W 74 (W78)	W 90 (W94)	W 106 (W110)	W 122 (W126)
F 4n+0	CH 64	CH 65	CH 66	CH 67	CH 68	CH 69	CH 70	CH 71
F 4n+1	CH 72	CH 73	CH 74	CH 75	CH 76	CH 77	CH 78	CH 79
F 4n+2	CH 80	CH 81	CH 82	CH 83	CH 84	CH 85	CH 86	CH 87
F 4n+3	CH 88	CH 89	CH 90	CH 91	CH 92	CH 93	CH 94	CH 95

\backslash W F	W 11 (W15)	W 27 (W31)	W 43 (W47)	W 59 (W63)	W 75 (W79)	W 91 (W95)	W 107 (W111)	W 123 (W127)
F 4n+0	CH 96	CH 97	CH 98	CH 99	CH 100	CH 101	CH 102	CH 103
F 4n+1	CH 104	CH 105	CH 106	CH 107	CH 108	CH 109	CH 110	CH 111
F 4n+2	CH 112	CH 113	CH 114	CH 115	CH 116	CH 117	CH 118	CH 119
F 4n+3	CH 120	CH 121	CH 122	CH 123	CH 124	CH 125	CH 126	CH 127

注 ()内はグループ 2 のワード番号

表4-1-3 MPC 32chモード(グループ3)

フレームフォーマット

F \ W	W6 (W7)	W22 (W23)	W38 (W39)	W54 (W55)	W70 (W71)	W86 (W87)	W102 (W103)	W118 (W119)
F _{4n+0}	CH 0	CH 1	CH 2	CH 3	CH 4	CH 5	CH 6	CH 7
F _{4n+1}	CH 8	CH 9	CH10	CH11	CH12	CH13	CH14	CH15
F _{4n+2}	CH16	CH17	CH18	CH19	CH20	CH21	CH22	CH23
F _{4n+3}	CH24	CH25	CH26	CH27	CH28	CH29	CH30	CH31

注 ()内ワード番号はSPC10の場合

(6) MPC 加算 128ch, 32ch, 加算 32ch モードの補足説明

3つのモードとも DP の処理方法は同じである。

① MPC 加算 128ch モード

PH データ上位 2 ビットをエネルギーレベルの識別に使用すると共にセンサーの識別にも使用し、その 2 ビットの状態により違うセンサーのメモリにもアクセスする。各センサーのメモリはエネルギーレベルの異なった 32ch

SPC 1 (5) は	CH 0 ~ 31
" 2 (6) "	CH 32 ~ 63
" 3 (7) "	CH 64 ~ 95
" 4 (8) "	CH 96 ~ 127

を 1 セットとして集積し出力する。

したがって、例えば SPC 1 用の出力ワードには SPC 1 ~ 4 の CH 0 ~ 31
(W16n+8)

の加算されたカウント数が出力されることになる。

以下 SPC 2 用の出力ワードは SPC 1 ~ 4 の CH 32 ~ 63 の加算された
(W16n+9)

カウント数となる。

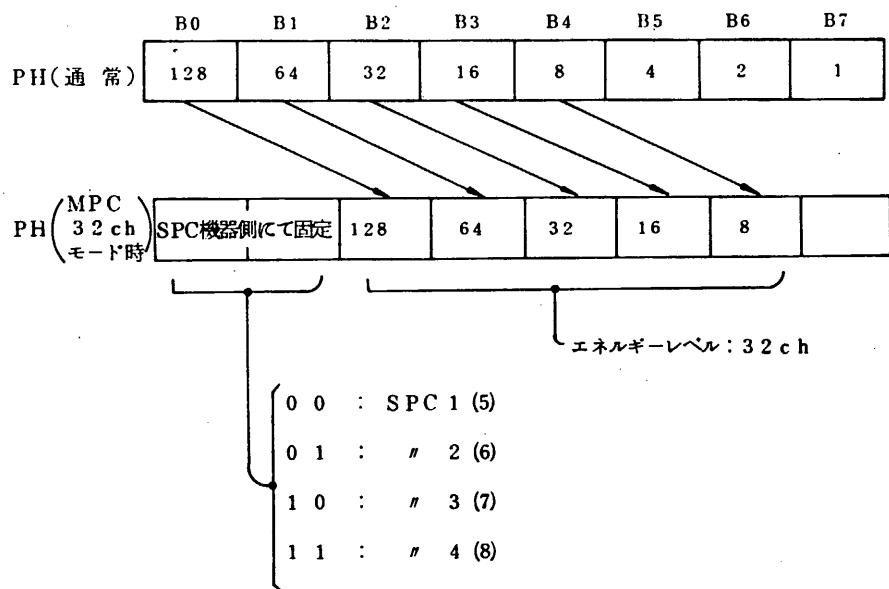
フレームフォーマットは表 4-1-2 となる。

② MPC 32ch モード

SPC 機器側において PH データ上位 2 ビットを

SPC 1 (5) :	0 0
" 2 (6) :	0 1
" 3 (7) :	1 0
" 4 (8) :	1 1

と固定する。および B 0 ~ B 4 の PH データの内容をシフトして DP に出力する。



D P は 加 算 128ch と 同じ 動 作 を し て も 上 位 2 ビット が S P C 機 器 側 に て センサー 每 に 固 定 さ れ る の で、 S P C 1 ~ 4 (5 ~ 8) の エネルギー データ が そ の ま ま 同 じ センサー 用 の 出 力 ワード に 出 力 さ れ る。 ま た 各々 の エネルギー レベ ル は 32ch と な る。

フレーム フォーマット は 表 4 - 1 - 2 を

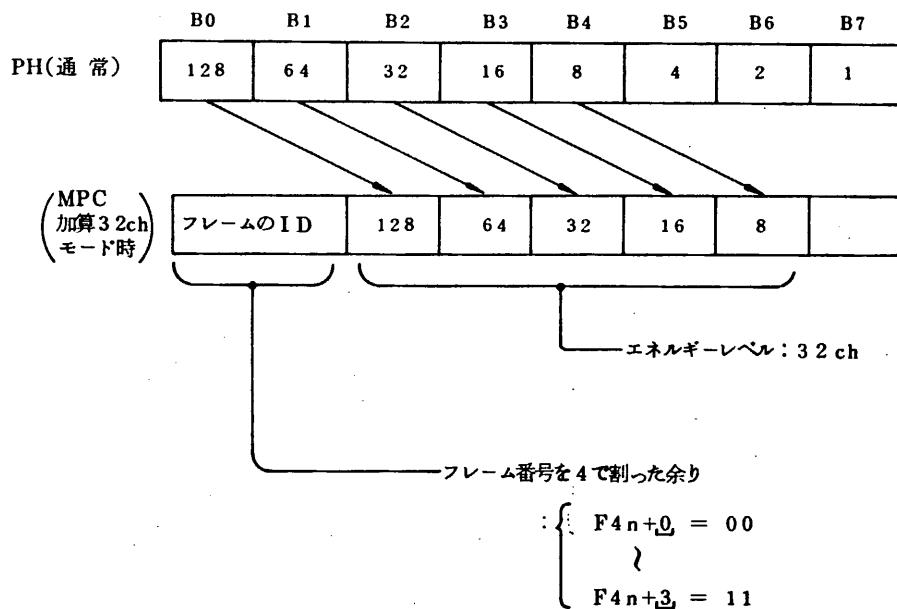
CH 0 ~ 31	→	S P C 1 (5)	CH 0 ~ 31
CH 32 ~ 63	→	" 2 (6)	CH 0 ~ 31
CH 64 ~ 95	→	" 3 (7)	CH 0 ~ 31
CH 96 ~ 127	→	" 4 (8)	CH 0 ~ 31

と 書 き 直 し た も の と な る。

し た が って、 そ れ ぞ れ の センサー の CH 0 ~ 3 1 が 出 力 さ れ る こ と と な る。

③ MPC 加算 32ch モード

S P C 機器側において、P H データを下記のように編集して D P に出力する。



D P は加算 128ch と同じ動作をしているので

S P C 1 (5)用の出力ワードには
(W16n+8 (W16n+12))

1 フレーム間 (F_{4n+0}) の SPC1~4 (5~8) の CH0~31 の加算されたカウント数

S P C 2 (6) " " (F_{4n+1}) " " "

S P C 3 (7) " " (F_{4n+2}) " " "

S P C 4 (8) " " (F_{4n+3}) " " "

が出力される。

フレームフォーマットを表 4-1-4 に示す。

表4-1-4 MPC加算32chモードフレームフォーマット

(グループ1・2)

F	W	W8 (W12)	W24 (W28)	W40 (W44)	W56 (W60)	W72 (W76)	W88 (W92)	W104 (W108)	W120 (W124)
F_{4n+0}		$F_{4n+0} \odot$ CH 0	$F_{4n+0} \odot$ CH 1	$F_{4n+0} \odot$ CH 2	$F_{4n+0} \odot$ CH 3	$F_{4n+0} \odot$ CH 4	$F_{4n+0} \odot$ CH 5	$F_{4n+0} \odot$ CH 6	$F_{4n+0} \odot$ CH 7
F_{4n+1}		$F_{4n+0} \odot$ CH 8	$F_{4n+0} \odot$ CH 9	$F_{4n+0} \odot$ CH 10	$F_{4n+0} \odot$ CH 11	$F_{4n+0} \odot$ CH 12	$F_{4n+0} \odot$ CH 13	$F_{4n+0} \odot$ CH 14	$F_{4n+0} \odot$ CH 15
F_{4n+2}		$F_{4n+0} \odot$ CH 16	$F_{4n+0} \odot$ CH 17	$F_{4n+0} \odot$ CH 18	$F_{4n+0} \odot$ CH 19	$F_{4n+0} \odot$ CH 20	$F_{4n+0} \odot$ CH 21	$F_{4n+0} \odot$ CH 22	$F_{4n+0} \odot$ CH 23
F_{4n+3}		$F_{4n+0} \odot$ CH 24	$F_{4n+0} \odot$ CH 25	$F_{4n+0} \odot$ CH 26	$F_{4n+0} \odot$ CH 27	$F_{4n+0} \odot$ CH 28	$F_{4n+0} \odot$ CH 29	$F_{4n+0} \odot$ CH 30	$F_{4n+0} \odot$ CH 31

F	W	W9 (W13)	W25 (W29)	W41 (W45)	W57 (W61)	W73 (W77)	W89 (W93)	W105 (W109)	W121 (W125)
F_{4n+0}		$F_{4n+1} \odot$ CH 0	$F_{4n+1} \odot$ CH 1	$F_{4n+1} \odot$ CH 2	$F_{4n+1} \odot$ CH 3	$F_{4n+1} \odot$ CH 4	$F_{4n+1} \odot$ CH 5	$F_{4n+1} \odot$ CH 6	$F_{4n+1} \odot$ CH 7
F_{4n+1}		$F_{4n+1} \odot$ CH 8	$F_{4n+1} \odot$ CH 9	$F_{4n+1} \odot$ CH 10	$F_{4n+1} \odot$ CH 11	$F_{4n+1} \odot$ CH 12	$F_{4n+1} \odot$ CH 13	$F_{4n+1} \odot$ CH 14	$F_{4n+1} \odot$ CH 15
F_{4n+2}		$F_{4n+1} \odot$ CH 16	$F_{4n+1} \odot$ CH 17	$F_{4n+1} \odot$ CH 18	$F_{4n+1} \odot$ CH 19	$F_{4n+1} \odot$ CH 20	$F_{4n+1} \odot$ CH 21	$F_{4n+1} \odot$ CH 22	$F_{4n+1} \odot$ CH 23
F_{4n+3}		$F_{4n+1} \odot$ CH 24	$F_{4n+1} \odot$ CH 25	$F_{4n+1} \odot$ CH 26	$F_{4n+1} \odot$ CH 27	$F_{4n+1} \odot$ CH 28	$F_{4n+1} \odot$ CH 29	$F_{4n+1} \odot$ CH 30	$F_{4n+1} \odot$ CH 31

F	W	W10 (W10)	W26 (W30)	W42 (W46)	W58 (W62)	W74 (W78)	W90 (W94)	W106 (W110)	W122 (W126)
F_{4n+0}		$F_{4n+2} \odot$ CH 0	$F_{4n+2} \odot$ CH 1	$F_{4n+2} \odot$ CH 2	$F_{4n+2} \odot$ CH 3	$F_{4n+2} \odot$ CH 4	$F_{4n+2} \odot$ CH 5	$F_{4n+2} \odot$ CH 6	$F_{4n+2} \odot$ CH 7
F_{4n+1}		$F_{4n+2} \odot$ CH 8	$F_{4n+2} \odot$ CH 9	$F_{4n+2} \odot$ CH 10	$F_{4n+2} \odot$ CH 11	$F_{4n+2} \odot$ CH 12	$F_{4n+2} \odot$ CH 13	$F_{4n+2} \odot$ CH 14	$F_{4n+2} \odot$ CH 15
F_{4n+2}		$F_{4n+2} \odot$ CH 16	$F_{4n+2} \odot$ CH 17	$F_{4n+2} \odot$ CH 18	$F_{4n+2} \odot$ CH 19	$F_{4n+2} \odot$ CH 20	$F_{4n+2} \odot$ CH 21	$F_{4n+2} \odot$ CH 22	$F_{4n+2} \odot$ CH 23
F_{4n+3}		$F_{4n+2} \odot$ CH 24	$F_{4n+2} \odot$ CH 25	$F_{4n+2} \odot$ CH 26	$F_{4n+2} \odot$ CH 27	$F_{4n+2} \odot$ CH 28	$F_{4n+2} \odot$ CH 29	$F_{4n+2} \odot$ CH 30	$F_{4n+2} \odot$ CH 31

F	W	W11 (W15)	W27 (W31)	W43 (W47)	W59 (W63)	W75 (W79)	W91 (W95)	W107 (W111)	W123 (W127)
F_{4n+0}		$F_{4n+3} \odot$ CH 0	$F_{4n+3} \odot$ CH 1	$F_{4n+3} \odot$ CH 2	$F_{4n+3} \odot$ CH 3	$F_{4n+3} \odot$ CH 4	$F_{4n+3} \odot$ CH 5	$F_{4n+3} \odot$ CH 6	$F_{4n+3} \odot$ CH 7
F_{4n+1}		$F_{4n+3} \odot$ CH 8	$F_{4n+3} \odot$ CH 9	$F_{4n+3} \odot$ CH 10	$F_{4n+3} \odot$ CH 11	$F_{4n+3} \odot$ CH 12	$F_{4n+3} \odot$ CH 13	$F_{4n+3} \odot$ CH 14	$F_{4n+3} \odot$ CH 15
F_{4n+2}		$F_{4n+3} \odot$ CH 16	$F_{4n+3} \odot$ CH 17	$F_{4n+3} \odot$ CH 18	$F_{4n+3} \odot$ CH 19	$F_{4n+3} \odot$ CH 20	$F_{4n+3} \odot$ CH 21	$F_{4n+3} \odot$ CH 22	$F_{4n+3} \odot$ CH 23
F_{4n+3}		$F_{4n+3} \odot$ CH 24	$F_{4n+3} \odot$ CH 25	$F_{4n+3} \odot$ CH 26	$F_{4n+3} \odot$ CH 27	$F_{4n+3} \odot$ CH 28	$F_{4n+3} \odot$ CH 29	$F_{4n+3} \odot$ CH 30	$F_{4n+3} \odot$ CH 31

注1. ()内はグループ2のワード番号

2. F_{4n+0} のCHO: SPC1~4(5~8)のエネルギーレベルCHOの F_{4n+0} 1フレームM

のカウント数

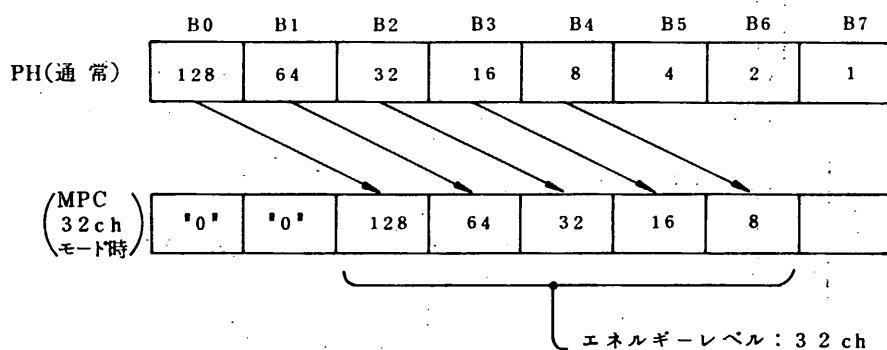
3. 後述するがモリエアリを2面もっており、1~7フレーム前に集積した各CHカウント

数を出力。出力フレームの F_{4n+0} と集積フレームの F_{4n+0} は時間的に同時ではない。

④ SPC 9, 10について

SPC 9, 10(グループ3)はMPCモードは32ch/128chモードのみである。SPC機器側にてPHデータを下記の様に編集してDPに出力する。DPは上位2ビットを無視して32chのエネルギーレベルを1セットとして処理する。

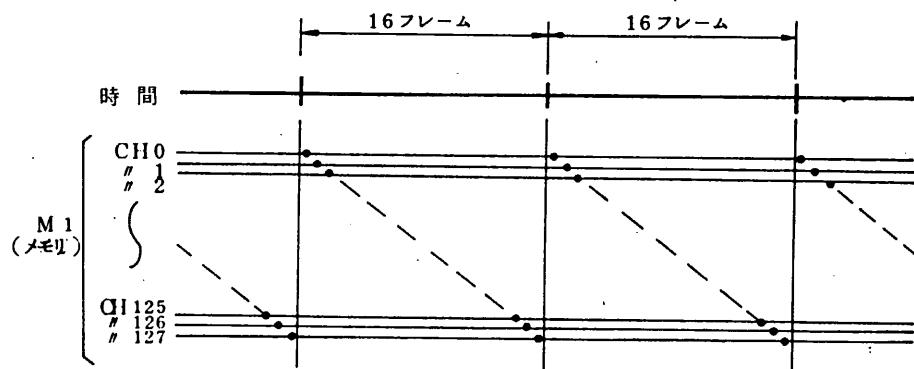
フレームフォーマットは表4-1-3となる。



(7) メモリアクセス

① MPC 128chモード

メモリエリアは各センサー1面である。

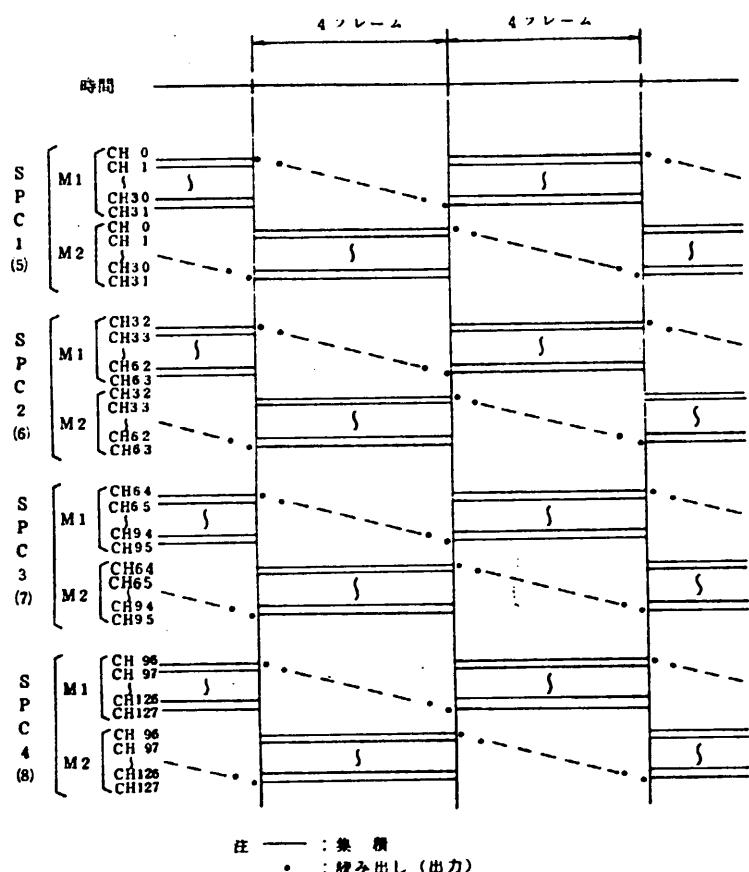


注. ———: 集積

• : 読み出し(出力)

② MPC 加算 128ch モード

メモリエリアは各センサー 2 面である。



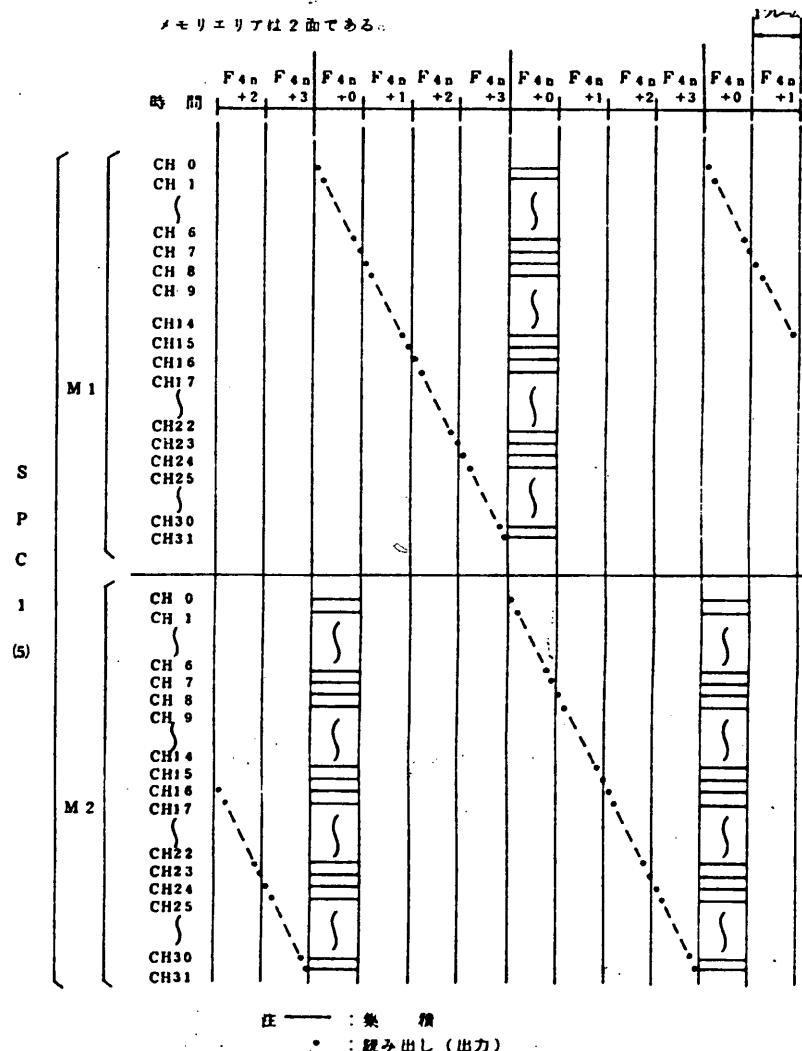
③ MPC 32ch モード

MPC 加算 128 モードと同じである。

ただし各センサー (SPC 2(6), SPC 3(7), SPC 4(8)) がそれぞれの CH 0~31 を出力する。また SPC 9, 10 (グループ 3) もそれぞれの CH 0~31 を出力する。

④ MPC 加算 32ch モード

メモリエリアは 2 面である。



上図は SPC 1(5) のメモリエリアの場合を示している。(集積期間: F4n + 0)

集積期間が SPC 2(6): F4n + 1, SPC 3(7): F4n + 2, SPC 4(7): F4n + 3 となる。

(8) モード変更後のデータについて

- PH, PC モードに変更後、PH 1 データ, PC 1 データは有効でない。
- MPC 128ch モードに変更後、1 セットのデータは有効ではない。
- MPC 加算 128ch, 32ch, 加算 32ch モードに変更後、1 セットないし最大 2 セットのデータは有効ではない（メモリエリアが 2 面にあるため）。

注。CAL ON モード中は MPC 128ch モードになるので考慮のこと。

4 - 1 - 2 SPC MONI データ処理 (W99), SPC (UD, LD),

RBM (T, S) カウント

デジタル HK シリーズデータと同じであり、DP からのタイミングパルスに合わせてシリーズ 8 ビットで入力されたデータを直接出力する。

なお、SPC MONI は PI コマンド DV0 による SPC MONI / RPM が RPM となっている場合は出力されない。（DP からのタイミングパルスは出力される。）

4 - 1 - 3 SPC, GBD DHK データ (W34)

(1) シリーズデータ (SPC カウント, GBD カウントなど)

DP からのタイミングパルスに合わせてシリーズ 8 ビットで入力されたデータを直接出力する。

(2) パラレルデータ (ステータスデータ)

DP 内でワード構成を行ない、フォーマットのタイミングで出力する。

4 - 2 XFC 处理

4 - 2 - 1 XFC データ処理

(1) モードおよび分解能

センサー	時間分解能	
	PC モード	PH モード
2 センサー	1 sec	15.625msec
8 ワイヤ	(4 sec)	(62.5msec)
4 ch		

注。()内数字はピットレート Low 時。

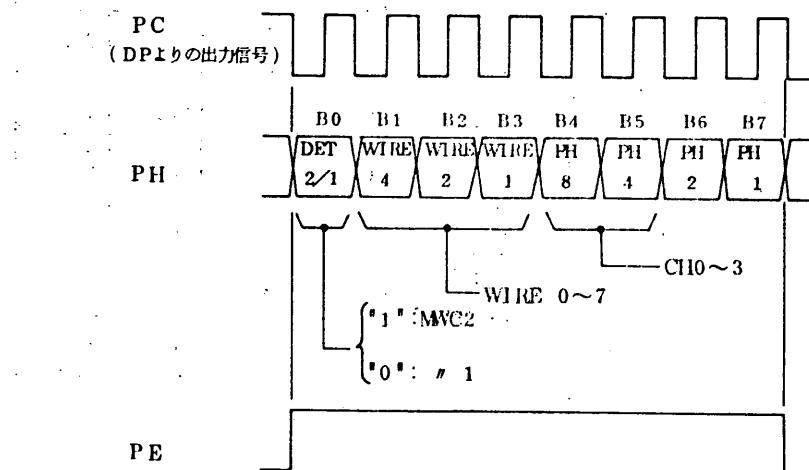
(2) モードの切換え

PI コマンド DV6 の OS0 にて行なう

DV6 OS0 "0" : PHモード

"1" : PCモード

(3) 入力信号



(4) データ処理

① PHモード

読み出しワード間に入力された最初のPHデータ8ビットをそのまま出力する。(2番目以降のデータは出力できない。)

入力がなければ"0"を出力する。

② PCモード

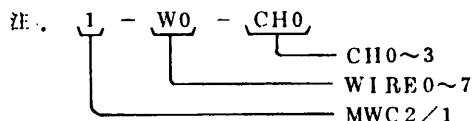
PHデータ上位6ビット(B0~5)によりディテクター(MWC1/2),ワイヤー(WIRE0~7),エネルギー-レベル(CH0~3)のチャンネル識別を行ない、メモリをカウンタとして使用することにより各チャンネル毎の入力イベントバルス(PE)を読み出しワード間カウントし各チャンネル毎のカウント数を出力する。

(5) フレームフォーマット

PCモードのフレームフォーマットを表4-2-1に示す。

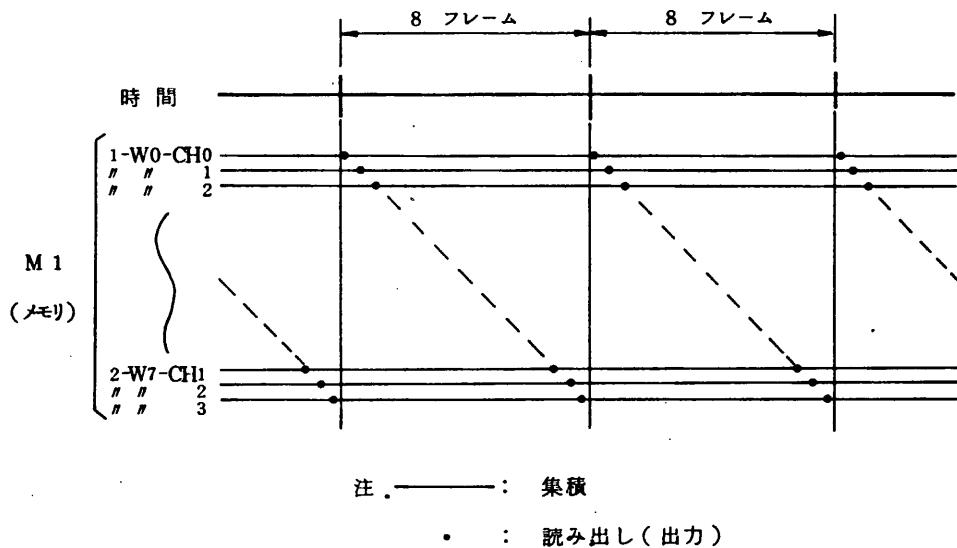
表4-2-1 XFC-PCモード フォーマット

W F	W5	W21	W37	W53	W69	W85	W101	W117
F8n+0	1-W0-CH0	1-W0-CH1	1-W0-CH2	1-W0-CH3	2-W0-CH0	2-W0-CH1	2-W0-CH2	2-W0-CH3
" 1	" W1 "							
" 2	" W2 "							
" 3	" W3 "							
" 4	" W4 "							
" 5	" W5 "							
" 6	" W6 "							
" 7	" W7 "							



(6) XFC PC モードのメモリアクセス

メモリのエリアは一面である。



(7) モード変更後のデータについて

- PHモードに変更後 1データは有効ではない。
- PCモードに変更後 1セットのデータは有効ではない。

注. CAL ON モード中はPHモードとなるので
考慮のこと。

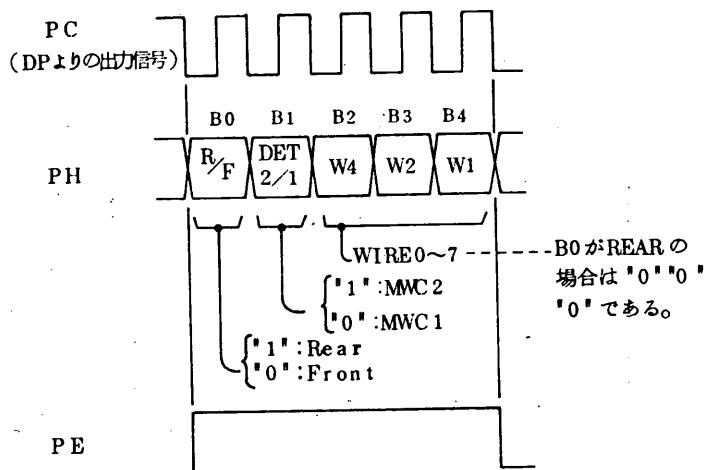
4 - 2 - 2 XFC PC9, 10, 11 データ処理(W96, 97, 98)

(1) 分解能

デ - タ	分 解 能
PC 9	1 sec (4 sec)
PC 10	1 sec (4 sec)
PC 11	250msec(1 sec)

注. ()内数字は
ビットレート Low 時。

(2) 入力信号



(3) データ処理

PHデータによりリア／フロント (Rear / Front) , ディテクター (MWC 2/1) , ワイヤー (WIRE 0~7) のチャンネル識別を行ない、メモリをカウンタとして使用することにより、各チャンネル毎の入力イベントパルス (PE) を読み出しワード間カウントし、各チャンネル毎のカウント数を出力する。

なお、Rear の場合はWIRE 識別を行なわない。

(XFC機器側にてRearの場合はB2~B4を"0"に固定)

(4) フレームフォーマット

PC9, 10, 11のフレームフォーマットを表4-2-2に示す。

表 4 - 2 - 2 XFC PC9, 10, 11 フレームフォーマット

PC9 フォーマット

F	W	W96
F8n+0		Front MWC1 Wire0
" 1	" "	" 1
" 2	" "	" 2
" 3	" "	" 3
" 4	" "	" 4
" 5	" "	" 5
" 6	" "	" 6
" 7	" "	" 7

PC10 フォーマット

F	W	W97
F8n+0		Front MWC2 Wire0
" 1	" "	" 1
" 2	" "	" 2
" 3	" "	" 3
" 4	" "	" 4
" 5	" "	" 5
" 6	" "	" 6
" 7	" "	" 7

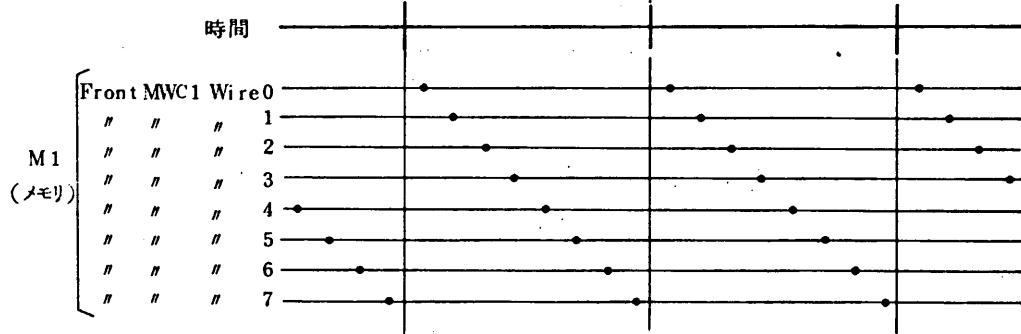
PC11 フォーマット

F	W	W98
F2n+0		Rear MWC1
" 1	" "	" 2

(5) メモリアクセス

① PC9, 10 のメモリアクセス

メモリエリアは
1面である。

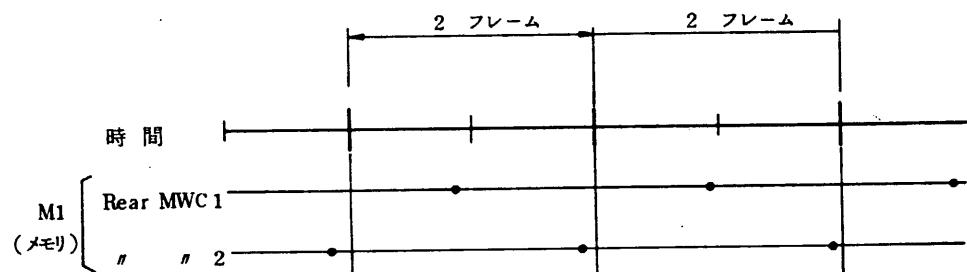


注 1. — : 集積 • : 読み出し

2. 上図は PC9 (MWC1) を示している。PC10 (MWC2) も同じである。

② P C 1 1 のメモリアクセス

メモリのエリアは 1 面である。



注. —— : 集 積

• : 読み出し

4 - 2 - 3 X F C D H K データ (W34)

(1) シリーズデータ (X F C カウントなど)

D P からのタイミングパルスに合わせてシリーズ 8 ビットで入力された
データを直接出力する。

(2) パラレルデータ (ステータスデータ)

D P 内でワード構成を行ない、フォーマットのタイミングで出力する。

4 - 3 T S M 处理

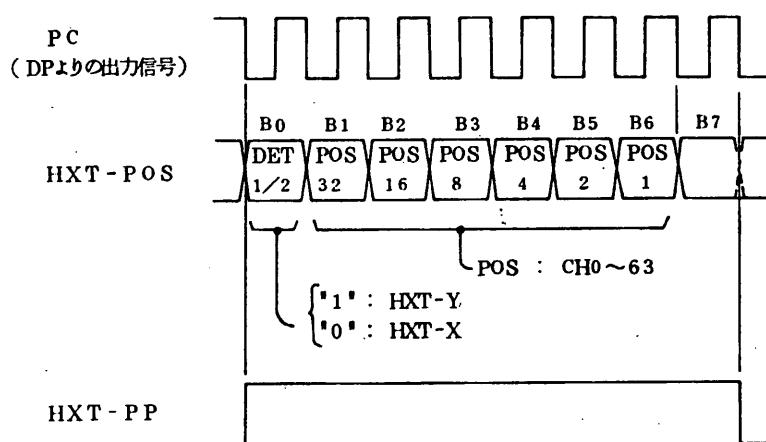
4 - 3 - 1 H X T P O S データ処理

(1) 分解能

デーティ	分解能
2 センサー(POS1,2) 各 64 ch	500 msec(2 sec)

注。分解能の()内数字はピットレート Low 時。

(2) 入力信号

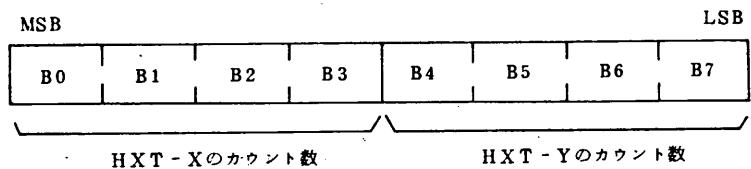


(3) データ処理

POS データ上位 7 ビットによりディテクター (HXT-Y/X) , ポジション (CH0~63) のチャンネル識別を行ない、メモリをカウンタとして使用することにより各チャンネル毎の入力イベントバルス (PP) を一定時間カウントし、各チャンネル毎のカウント数を 4 ビットのスケーラで出力する。

したがって、出力する 1 ワード (8 ビット) には HXT-Y と X のデータが含まれ、上位 4 ビットが HXT-X , 下位 4 ビットが HXT-Y となる。

HXT - POS データ出力 1 ワードの内容



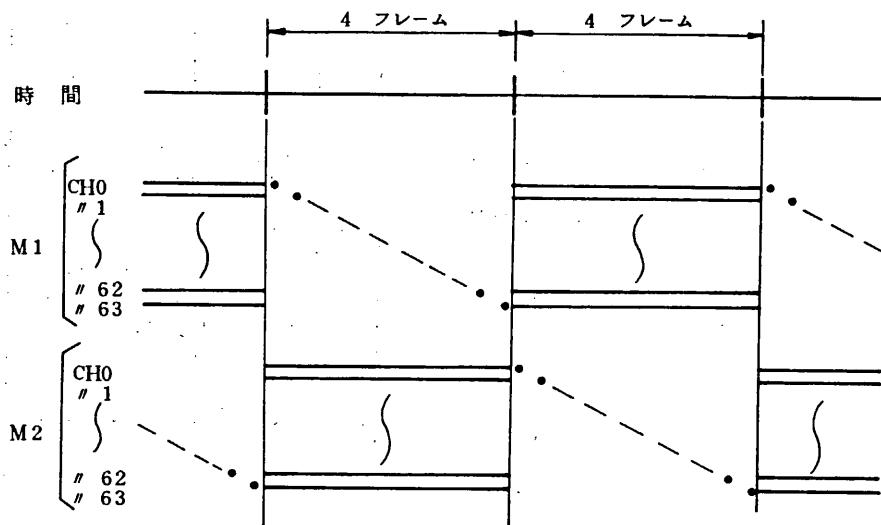
(4) フレームフォーマット

表 4 - 3 - 1 HXT POS データ フレームフォーマット

W F	W16	W17	W18	W19	W48	W49	W50	W51	W80	W81	W82	W83	W112	W113	W14	W15
F4n +0	CH 0	CH 1	CH 2	CH 3	CH 4	CH 5	CH 6	CH 7	CH 8	CH 9	CH 10	CH 11	CH 12	CH 13	CH 14	CH 15
" +1	" 16	" 17	" 18	" 19	" 20	" 21	" 22	" 23	" 24	" 25	" 26	" 27	" 28	" 29	" 30	" 31
" +2	" 32	" 33	" 34	" 35	" 36	" 37	" 38	" 39	" 40	" 41	" 42	" 43	" 44	" 45	" 46	" 47
" +3	" 48	" 49	" 50	" 51	" 52	" 53	" 54	" 55	" 56	" 57	" 58	" 59	" 60	" 61	" 62	" 63

(5) メモリアクセス

メモリのエリアは2面である。



注. ——— : 集積, ● : 読み出し(出力)

4-3-2 HXT, ZYT, PC データ処理

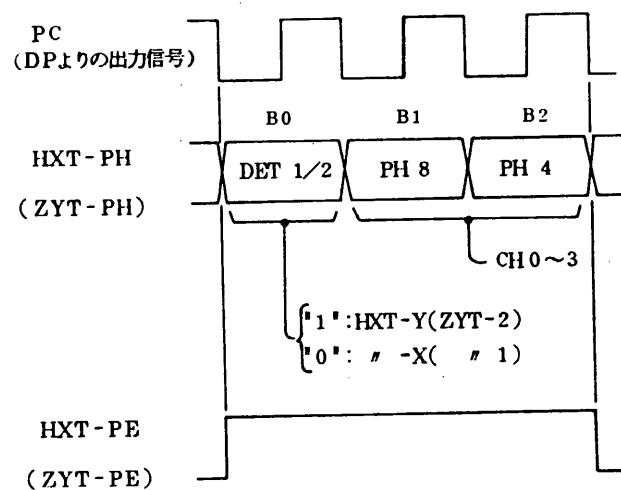
(1) 分解能

デ - タ	分 解 能
HXT - PC (2センサー, 4ch)	250 msec (1 sec)
ZYT - PC (2センサー, 4ch)	" (")

注. 分解能の()内数字はビットレート

Low 時。

(2) 入力信号



(3) データ処理

PHデータにより、ディテクター(HXT-Y/X,ZYT-2/1)、エネルギー
レベル(CH 0~3)のチャンネル識別を行ない、メモリをカウンタとし
て使用することにより、各チャンネル毎の入力イベントパルス(PE)を
読み出しワード間カウントし、各チャンネル毎のカウント数を出力する。

(4) フレームフォーマット

表 4 - 3 - 2 HXT, ZYT-PC データ フレームフォーマット

HXT-PC データ フォーマット

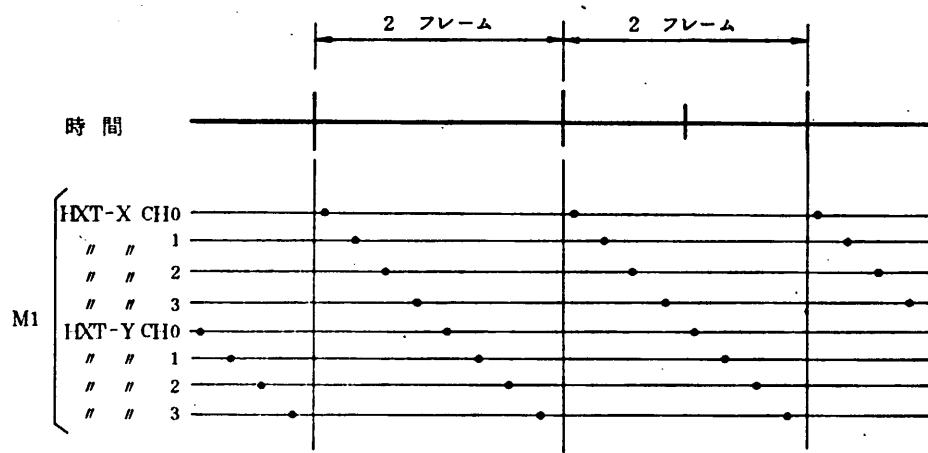
W F	W4	W36	W68	W100
F2n +0	HXT-X CH 0	HXT-X CH 1	HXT-X CH 2	HXT-X CH3
F2n +1	HXT-Y "	HXT-Y "	HXT-Y "	HXT-Y "

ZYT-PC データ フォーマット

W F	W20	W52	W84	W116
F2n +0	ZYT-1 CH0	ZYT-1 CH1	ZYT-1 CH2	ZYT-1 CH3
F2n +1	ZYT-2 "	ZYT-2 "	ZYT-2 "	ZYT-2 "

(5) メモリアクセス

メモリのエリアは 1 面である。



注 1. ——— : 集 積

• : 読み出し(出力)

2. ZYT-PC の場合も上図と同様である。

4 - 3 - 3 T S M D H K データ (W 3 4)

(1) シリーズデータ (H X T カウントなど)

D P からのタイミングパルスに合わせて、シリーズ 8 ビットで入力され
たデータを直接出力する。

(2) ブラベルデータ (ステータスデータ)

D P 内でワード構成を行ない、フォーマットのタイミングで出力する。

4 - 4 S T S 处理

4 - 4 - 1 S T S データ処理

(1) モード

① S T S_H 6 Bits モード : S T S_T = 10 ビット

S T S_H = 6 "

② " 3 " : S T S_T = 13 ビット

S T S_H = 3 "

(2) モードの切換

P I コマンド D V 0 の O S S 5 にて行なう。

D V 0 の O S S 5 = " 0 " : S T S_H 6 Bits モード

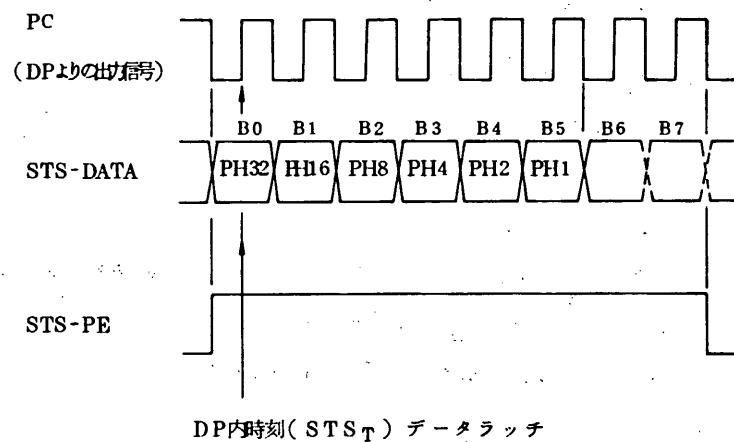
" " " 1 " : " 3 " "

(3) 出力周期

250 msec : ビットレート High 時

1 sec : " Low 時

(4) 入力信号



(5) データ処理

STSよりSTS-DATA(STS_Hとする)およびSTS-PE信号を受け、STS-PE信号が入力した時のDP内の時刻データ(STS_Tとする)をSTS_Hに付加し、1データ16ビットとしFIFOレジスタ(16段)に蓄積し読み出しワードにて出力する。

(6) フレームフォーマット

フレームフォーマットおよびビット内容は

表2-11-1～2-11-3

に示す通りである。

(7) モード変更後のデータ

モード変更後最大16データ旧モードのデータが出力される。

4 - 4 - 2 S T S D H K データ (W 3 4)

(1) シリーズデータ (S T S カウントなど)

D P からのタイミングパルスに合わせて、シリーズ 8 ビットで入力されたデータを直接出力する。

(2) パラレルデータ (ステータスデータ)

D P 内でワード構成を行ない、フォーマットのタイミングで出力する。

4 - 5 共通系データ処理

各機器よりの各種入力信号を規定のフォーマットに編集し出力する。

(出力ワード : W 3 2 ~ 3 5 , W 6 4 ~ 6 7)

表 4 - 5 - 1 に共通データ系の一覧表を示す。

(1) シリーズデータ処理

D P からのタイミングパルスに合わせて、シリーズ 8 ビット、または 16 ビットで入力されたデータを直接出力する。

(2) パラレルデータ処理

D P 内でワード構成を行ない、フォーマットのタイミングで出力する。

(3) アナログデータ処理

0 ~ 3 V のアナログ電圧で入力されたデータをフォーマットのタイミングでサンプルし、8 ビットで A / D 変換して出力する。

(4) C A B 処理

データと同時に入力された A C T 信号によりデータを読み込み、フォーマットのタイミングに合わせて出力する。

(5) A H K 処理

D P からのタイミングパルスにより、マルチプレクスされシリーズ 1 ラインで入力された 0 ~ 3 V のアナログデータをフォーマットのタイミングでサンプルし、8 ビットで A / D 変換して出力する。

(6) PICAB-Dv, OS処理

PICAB-Dv用のレジスタの内容をフォーマットのタイミングに合わせて出力する。このPICAB-Dv, OS信号はPICMD STARTコマンド受信でリセットされ(all"0"となる) "1"または"0"コマンド受信によりその内容がPICAB-OS用のレジスタからPICAB-Dv用のレジスタに順次MSB側にシフトされ、14個(DV(機器指定):6, OS(動作指定):4)の"1"または"0"コマンド受信により動作指定、機器指定が決定され、EXECUTEコマンドによりPIコマンドがSETされる。

(EXECUTEコマンドによりPICAB-Dv: F8n+4, W35のB0のSET/STARTがSET="1"となる。)

そして、次のPICMD STRATコマンドが送信されるまでその内容が保持される。

なお、DP電源投入時は

	B0	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7
PICAB-Dv	1	0	0	0	0	0	0	0 = PIコマンドSET,Dv0
OS	0	0	0	0	0	0	0	0 = OS0~7(all"0")

の状態となる。

(7) Dv n - OS処理 (n = 0 ~ 35)

各機器指定ごとのPIコマンドOS8ビットをメモリに蓄えておき機器指定ごとのOSをフォーマットのタイミングに合わせて出力する。

メモリの内容を変更する場合は、上記(6)のPIコマンドを送信することにより各機器指定ごとにメモリの内容を変更する。

DP電源投入時は各PIのイニシャル時の状態と一致させるために、DP内でDv0~35-OSを全て"0"にプリセットする。

また、UV C信号またはall PI OFFコマンド受信時(all PI OFFの状態となる)には同じく各PIのイニシャル時の状態と一致させるために、DP内でDv1~35-OSを全て"0"にプリセットする。

(8) TIME処理

送信タイミング時のDP内時刻カウンタのカウント数を出力する。

(9) RPMデータ処理

DPからのタイミングパルスに合わせて、シリーズ8ビットでACCより

入力されたRPMデータを直接出力する。

なお、本データはPIコマンドDv0によるSPC MONI/RPMがSPC

MONIとなっている場合は出力されない。(DPからのタイミングパルス

は出力される。)

表4-5-1 共通系データ一覧表

機器	信号名称	データ構成	サンプル周期		出力ワード等	備考
			ヒットレート High	ヒットレート Low		
DP	TIME1, 2	16ビット	2 s	8 s	F16a+0~W34, 35	約145時間周期 a=0~35,注1
	DV _a -OS	8ビット	8	32	Fm _a ~W35	
	PICAB-DV, OS	16ビット	1	4	F8a+4, +6~W35	
	DPI D	8ビット	1	4	F8a+2~W35	
TMU	TMU-ON/OFF	1ビット, パラレル	4	16	F32a+11~W64~B3	
	TMU-UP/DWN	1ビット, パラレル	4	16	F32a+11~W64~B4	
TMS	TMS-ON/OFF	1ビット, パラレル	4	16	F32a+11~W64~B5	
	TMS-UP/DWN	1ビット, パラレル	4	16	F32a+11~W64~B6	
BCNV	BCNV-ON/OFF	1ビット, パラレル	4	16	F32a+11~W64~B2	
BAT	BAT-L T/F ₂₂ E	6ビット, パラレル	4	16	F32a+30~W34~B2~B7	
PCU	PCU CHG T/F	1ビット, パラレル	4	16	F32a+30~W34~B0	
	PCU OVC T/F	1ビット, パラレル	4	16	F32a+30~W34~B1	
U ANT	U ANT A/B	1ビット, パラレル	4	16	F32a+11~W64~B1	
S ANT	S ANT A/B	1ビット, パラレル	4	16	F32a+11~W64~B0	
TCS	FM伝送モード	2ビット, パラレル	4	16	F32a+11~W34~B67	
	CMD A/B	1ビット, パラレル	0.5	2	F4a+2~W32~B4~7	
	TCS(SCO)-ON/OFF	1ビット, パラレル	4	16	F32a+11~W64~B7	
	TMS AUTO CNT ENA/DIS	1ビット, パラレル	4	16	F32a+22~W34~B4	
	PSC ENA/DIS	1ビット, パラレル	4	16	F32a+22~W34~B5	
	IR AUTO CNT ENA/DIS	1ビット, パラレル	1	4	F8a+7~W65~B0	
	TCS	8ビット, シリーズ	4	16	F32a+3~W64	
CMR	AGC	0~3V, アナログ	0.25	1	F2a+1~W32	
CMD	DEC ON/OFF	1ビット, パラレル	0.5	2	F4a+2~W32~B0~3	
	CAB	8ビット, パラレル	0.5	2	F4a+0~W32	
PDL	PDL-EXT	4ビット, パラレル	4	16	F32a+19~W64~B1~4	
PRT	PRT1(ステータスなど)	6ビット, パラレル	8	32	F15~W64	
	PRT2(メモリ内容など)	8ビット, パラレル (M)ジライズ マルチプレク スIC入力	8	32	F7~W64	
	PRT3(メモリアドレスなど)	8ビット, パラレル (M)ジライズ マルチプレク スIC入力	8	32	F39~W64	CHECK MODEでは W96~127を使用
ACE (アセ)	ACE ON/OFF	1ビット, パラレル	4	16	F32a+27~W64~B0	
	WHEEL ROT/STOP	1ビット, パラレル	4	16	F32a+27~W64~B1	
	ACE1 STATUS	8ビット, シリーズ	8	32	F47~W64	
	ACE2 STATUS	8ビット, シリーズ	8	32	F55~W64	
	ACE3 STATUS	8ビット, シリーズ	8	32	F63~W64	
	MAG1 STATUS	8ビット, シリーズ	8	32	F23~W64	
	MAG2 STATUS	8ビット, シリーズ	8	32	F31~W64	

注1. F_mのmの値① m = 8 (a = 32)
② m = 2 (a = 0~31)

③ m = 40 (a = 34)

④ m = 24 (a = 33)
⑤ m = 56 (a = 35)

表4-5-1 (つづき) 共通系データ一覧表

機器	信号名称	データ構成	サンプル周期		出力ワード等	備考
			$t_{\text{pH}} \rightarrow$ High	$t_{\text{pH}} \rightarrow$ Low		
(つづき) ACE	RIGR	16ビット, シリーズ	0.5s	2s	$F_{4n+1} \sim W64, 67$	
	RIGS	16ビット, シリーズ	0.5	2	$F_{4n+3} \sim W64, 67$	
	IR-PW	16ビット, シリーズ	1	4	$F_{8n+0} \sim W64, 65$	
	IR/IP-PB	16ビット, シリーズ	1	4	$F_{8n+1} \sim W64, 65$	
	IP-PERIOD	16ビット, シリーズ	1	4	$F_{8n+2} \sim W64, 65$	
	WHEEL CNT	0~+3V, アナログ	1	4	$F_{8n+6} \sim W64$	
RIG	RIG-ON/OFFなど	6ビット, パラレル	4	16	$F_{32n+27} \sim W64 \sim B2 \sim 7$	
	SAS-ON/OFF	1ビット, パラレル	4	16	$F_{32n+19} \sim W64 \sim B6$	
	SAS	16ビット, シリーズ	1	4	$F_{8n+5} \sim W64, 65$	
GA	GA-ON/OFF	1ビット, シリーズ	4	16	$F_{32n+19} \sim W64, 65$	
	GA X	0~+3V, アナログ	1	4	$F_{8n+4} \sim W64$	
	GA Y	0~+3V, アナログ	1	4	$F_{8n+4} \sim W65$	
	GA Z	0~+3V, アナログ	1	4	$F_{8n+3} \sim W65$	
HK	AHK	0~+3V, アナログ			W33	HKにてマルチブレ クダされて入力
ACC	ACC-1ON/OFF	1ビット, パラレル	4	16	$F_{32n+19} \sim W64, B7$	
	ACC-2ON/OFF など	3ビット, パラレル	1	4	$F_{8n+7} \sim W65 \sim B1 \sim 3$	
	RPM	8ビット, シリーズ	0.125	0.5	W99	SPCMON1と切換 えて出力
EPT	EPT-CLOCKなど	4ビット, パラレル	1	4	$F_{8n+7} \sim W65 \sim B4 \sim 7$	
AHM	AHM ON/OFF	4ビット, パラレル	4	16	$F_{32n+22} \sim W34 \sim B0 \sim 3$	
	AHM "1" "0" ANS	8ビット, シリーズ	4	16	$F_{32n+6} \sim W34$	
	AHM DATA	8ビット, シリーズ	4	16	$F_{32n+14} \sim W34$	

5. DP 出力信号

5-1 PCM 出力信号

(1) SPM REAL (2048/8192 bps)

(2) SPM REC (")

注 1. 両者はデータ識別 ID : DPID(F8n+2,W35)のB0
(STARAGE/REAL)

が違うのみである。

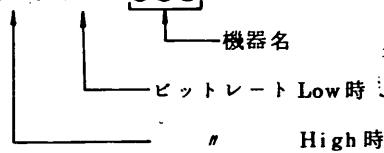
5-2 バイナリ-信号

表 5-2-1 に示すバイナリ-信号を出力する。

バイナリ-信号は UP カウンタ (立下り一致) 出力である。

信号名称 (一例)

① PF/BB - ○○○ ピットレート High/Low で切換わる



② PF - ○○○ 周期は一定 (ピットレートのモードには無関係)



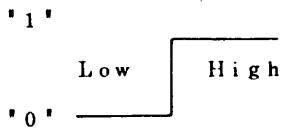
5-3 読み出しワード信号 (ROW, HKTX 信号など)

DHK 等のシリーズデータの DP での読み込み時刻を示す " 読み出しワード信号 " (1 または 2 ワード幅) であり High Level のとき PF/BB (シフトバス) により各機器はデータをシフトする。

出力信号にクリッヂ (ヒゲ) はなし。

5 - 4 BIT RATE H/L 信号

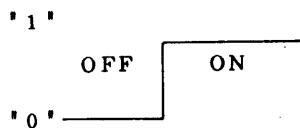
D P がビットレート High / Low どちらのモードで動作しているかのステータスを出力する。



ビットレートの移行タイミングは、3 - 1 項による。

5 - 5 CAL 信号

D P が CAL ON/OFF のどちらのモードで動作しているかのステータスを出力する。



CAL ON/OFF の移行タイミングは、3 - 2 項による。

5 - 6 PI コマンド解説信号

(1) OS 信号

PI コマンドの OS 用レジスタの内容を出力する (OS 0 ~ 7)

この OS 信号は "PI CMD START" コマンドでリセットされ、"1" または "0" コマンドによりその内容が順次 M S B 側にシフトされ、14 個の "1" または "0" コマンドが送信されて有効となる。

(2) DV 信号

PI コマンドの DV 用レジスタの内容でデバイス番号 (機器指定) を解読し、EXECUTE コマンド (PI CMD SET) 信号をそのデバイスに出力する。各機器は、この DV 信号により OS 信号 (動作指定) をラッチする。

(3) MD信号 (SPC用のみ)

P I コマンドの D V用レジスタの内容を出力する。

このMD信号は "PI CMD START" 信号でリセットされ、"1" または "0" コマンドによりその内容が O S用レジスタより順次 M S B側にシフトされ、14個の "1" または "0" コマンドが送信されて有効となる。

(4) SC信号 (SPC用のみ)

P I コマンドの D V用レジスタの内容が機器指定 0 ~ 31 のとき EXECUTE コマンド (PI CMD SET) 信号を出力する。

表5-2-1 DP バイナリー出力信号

信号名称	周波数	周期	備考
PA	262144	KHz	High Bit Rate
PB	131072		
PC	65536		
PD	32768		
PE	16384		
PF	8192		
BA	4096		LOW Bit Rate
BB	2048		
BC	1024		
WA	512.0	Hz	LOW Word Rate
WB	256.0		
WC	128.0		
WD	64.0		
WE	32.0		
WF	16.0		
WG	8.0		High Frame Rate
FA	4.0		
FB	2.0		
FC	1.0		
FD	500.0	$\times 10^{-3}$ Hz	
FE	250.0		
FF	125.0		
SFA	6.25		LOW SubF Rate
SFB	3.125		
SFC	1.5625		
SFD	7.8125		
SFE	3.90625		
SFF	1.95313		
SFG	976536	$\times 10^{-6}$ Hz	
SFH	488281		
SFI	244141		
SFJ	122070		
SFK	610352		
SFL	305176		
SFM	152588		
SFN	762939		
SFO	381470		
SFP	190735		

6. 入力電圧，消費電流

- (1) + 5 V : 20 mA (TYP), 40 mA (MAX)
- (2) + 12 V : 20 mA (TYP), 25 mA (MAX)
- (3) - 12 V : 10 mA (TYP), 15 mA (MAX)

注 1. TYP の消費電流は平均的動作時の予想値である。

2. MAX の " 観測データ量が増加した場合の予想値
である。

7. 使用温度範囲

- (1) 性能維持温度範囲 : - 20°C ~ + 50°C
- (2) 機能 " " : - 30°C ~ + 60°C
- (3) 保存 " " : - 55°C ~ + 80°C

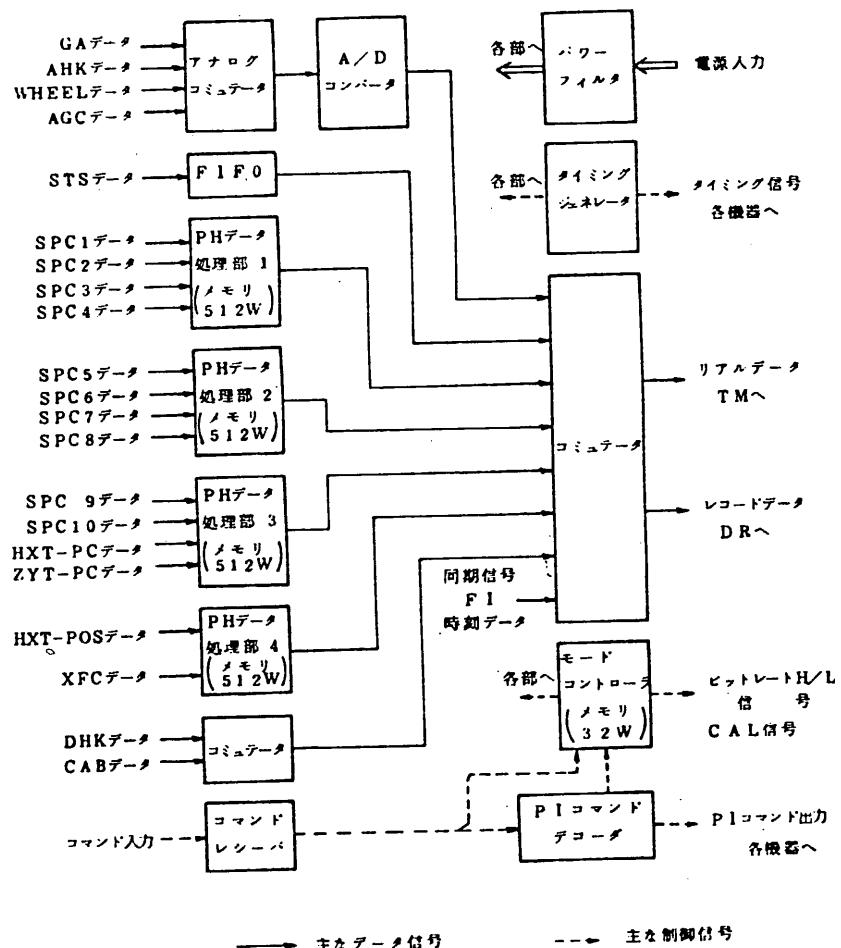
8. 機能系統図

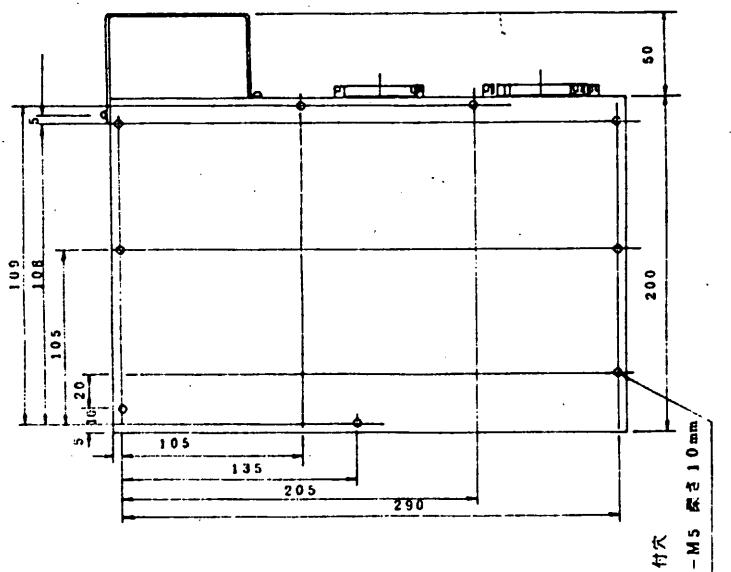
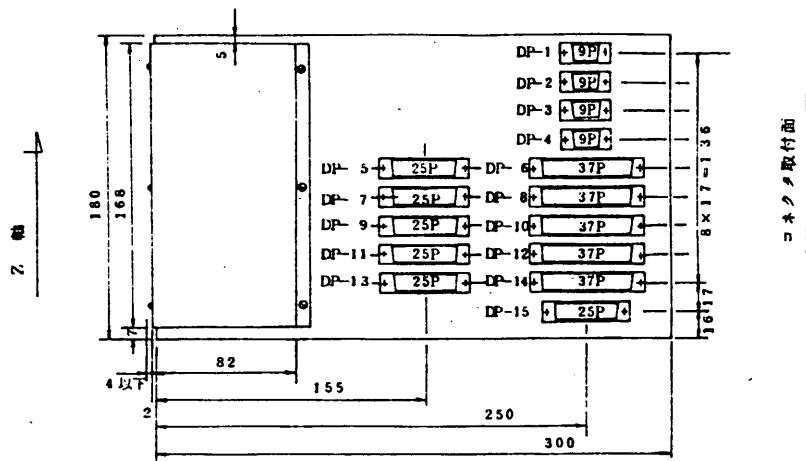
DP 内部の機能系統図を図 8-1 に示す。

9. 機械的性能

- (1) 外観寸法 : 300 × 250 (200) × 180^H mm
- (2) 重量 : 7.4 kg
- (3) ケース表面処理 : 黒色塗装
- (4) 外観図 : 図 9-1 に示す。

図8-1 DP機能系統図





3.5

計測系

3.5.1

環境計測装置(HK)

宇宙科学研 林研究室
松下通信工業(株)

1. 概要

人工衛星は宇宙空間の中で地上とは異なる環境におかれている。

太陽の当る面と影の部分では數十度の差があり、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64chあり、温度35点、電源系8点、P1系28点および測定系の補正をする為の校正電圧2点の計73点で内温度2点、P1系15点は温度センサ、P1側で切り換え、64chにおさまっている。

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た時、温度変化によって抵抗値が変化するが、その抵抗値の変化を電圧の変化として取り出している。他の項目も電圧の形にして入力している。

HKはATT(アッテネータ)部、切換走査部、デコーダ部、増幅部及び定電圧部より構成され各信号はATT部で減衰され入力レベルが調整される。デコーダ部でDP(データブロッサ)からのコントロールバス6bitを受けHK内部のコントロールバスを作っている。切換走査部ではデコーダ部からのコントロールバスでFETを用いたアナログスイッチを順次切り変えて64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. 構成

区分	品名	数量	備考
本体	HK	1	
検出器	温度センサ	32	白金センサ
	電圧センサ	6	精密抵抗
付属品	計装用コネクタ	6	

ブロック図を第1図に示す。

3. 性能

3.1 電気的性能

3.1.1 電圧測定系

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

0V : $\pm 0.06\text{V}$

3V : $\pm 0.09\text{V}$

- (4) 検出器： MFA10k Ω CT1A×6
(電源系のみ)

3.1.2 温度測定系

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

0V : $\pm 0.06\text{V}$

3V : $\pm 0.09\text{V}$

3.1.3 総 合

- (1) 周波数特性 : DC~200Hz ($\pm 1\text{dB}$) 増幅部
- (2) 出力電圧温度ドリフト : $-30\text{~}+60^\circ\text{C}$ において $\pm 30\text{mV}$ 以内
- (3) 出力電圧経時ドリフト : 300時間のランニングテスト中におけるドリフトは $\pm 10\text{mV}$ 以内
- (4) 出力インピーダンス : 100Ω 以下
- (5) コントロールパルス電圧 : "1" $2.0\text{~}5.5\text{V}$
"0" $0.9\text{~}0\text{V}$
- (6) コントロールパルス受けインピーダンス :
"1" $5\text{M}\Omega$ 以上 (4.5V)
"0" $5\text{M}\Omega$ 以上 (0.2V)
- (7) 出力立ち上り時間遅れ : $100\mu\text{s}$ 以下
- (8) コマンドパルス電圧 : $10\text{~}17\text{V}$
- (9) コマンド受けインピーダンス :

HK-ON $250\Omega \pm 10\%$

HK-OFF $250\Omega \pm 10\%$

⑩ 校正電圧 : CAL-A $\begin{cases} 0.5\text{V} \pm 1\% & (23 \pm 2^\circ\text{C}) \\ 0.5\text{V} \pm 3\% & (-30 \sim +60^\circ\text{C}) \end{cases}$

CAL-B $\begin{cases} 2.5\text{V} \pm 1\% & (23 \pm 2^\circ\text{C}) \\ 2.5\text{V} \pm 3\% & (-30 \sim +60^\circ\text{C}) \end{cases}$

⑪ 入力電圧、消費電流 : $+12\text{V} \pm 4\%$ 10mA 以下
 $+5\text{V} \pm 5\%$ 140mA 以下
 $-12\text{V} \pm 4\%$ 30mA 以下

⑫ 外部操作 : HK-ON
(CM) HK-OFF

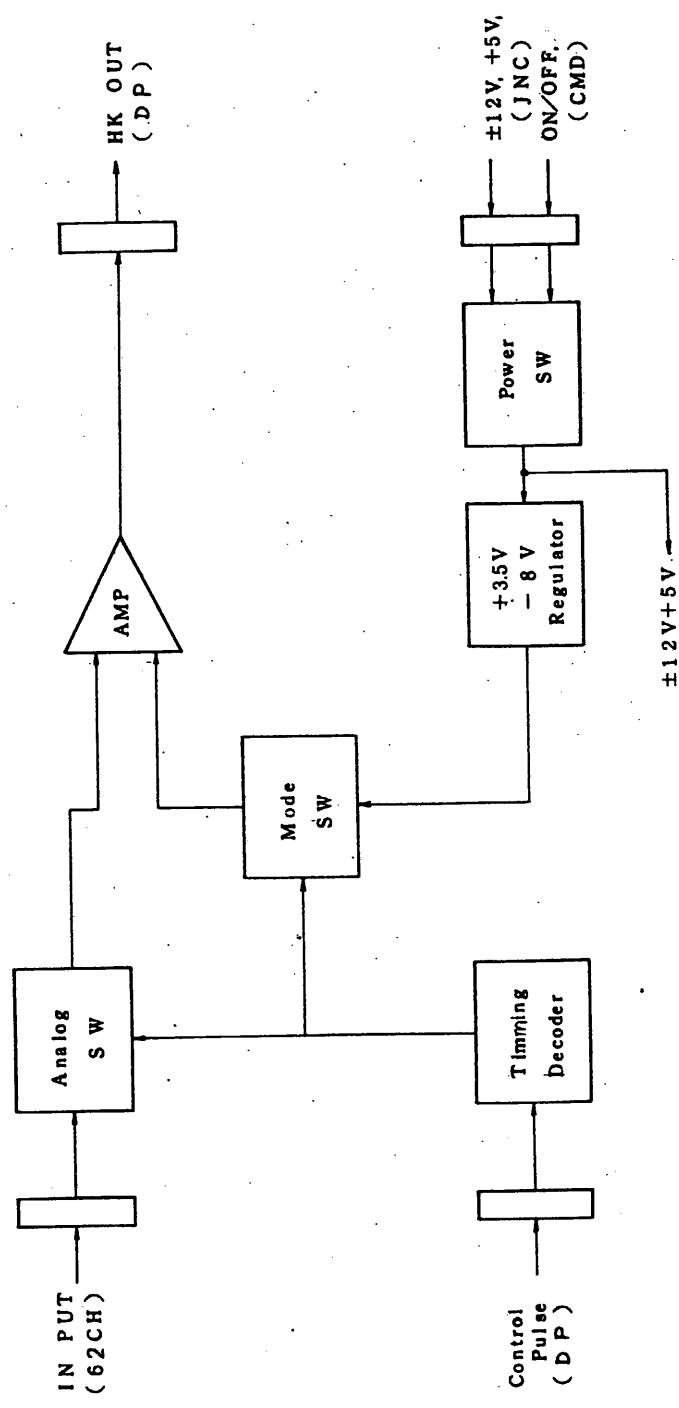
⑬ アンサ信号 : なし

3.2 機械的性能

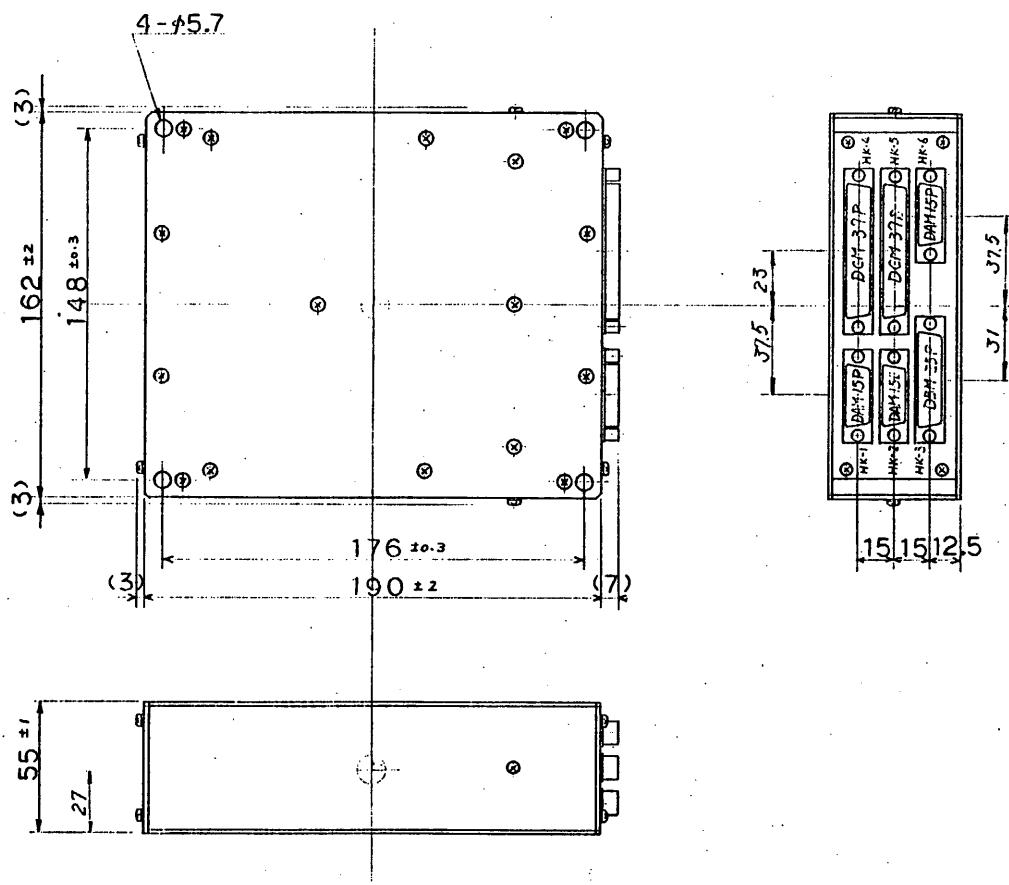
- (1) 外形寸法 : $190 \pm 2 \times 162 \pm 2 \times 55 \pm 1$ (mm)
(コネクタ・ビスを除く)
- (2) 重量 : 1.900g 以下
- (3) ケース材質 : A5052P
- (4) ケース表面処理 : EPICO 2000 黒色半つや塗装

表 1 表 HK項目表

CH.No	項目	レンジ	測定内容	CH.No	項目	レンジ	測定内容
0	CAL-A		HK-CAL	32	TL-4	-50~+80°C	BATセル1
1	CAL-B			33	5		↓ Z
2	EP-P	0~+30V	BUS電圧	34	6		CNT-Z-C
3	BAT-V	↓	BAT電圧	35	7		BCNT-C
4	ES-28P	0~+40V	+28V出力電圧	36	8		TMS-C
5	ES-12P	0~+15V	+12V	37	9		SHUNT-E
6	ES-5P	0~+7.5V	+5V	38	10		SPC-T1
7	ES-1ZN	0~-15V	-12V	39	11		↓ TZ
8	IC-P	0~+8A	SC出力電流	40	12		STS-S
9	Id-P	-6~-16A	BAT充放電電流	41	13		↓ PMT
10	V-45	0~+3V	45V電圧モニタ	42	14		XFCボンベ
11	V-SWA		28V	43	15		XFCカウンタ
12	I-MAC	↓	MAC電流モニタ	44	16		SAS-S
13	I-RIG	0~+3V	RIG電流モニタ	45	17		側面パネルエ-1
14	LOOP		ループモニタ	46	18		上-Z
15	I-PIC OFF	↓	ピクオフ電流	47	19		中-1
16	HV-STS	0~+5V	STS高圧モニタ	48	20		中-Z
17	SHT-STS			49	21		下-1
18	BOS-MONI		BOS-Eモニタ	50	22		↓ 下-Z
19	STER-MONI		ステータスモニタ	51	23		上部シェルフ上面
20	HV-1T		TSM高圧モニタ	52	24		下部シェルフ上面
21	HV-2T	↓		53	25		下部シェルフ下面
22	HV-A1~C1		SPC-RMC高圧モニタ	54	26		スラストチップ
23	HV-A2~C2			55	27		カッフル
24	HV-RBM	↓		56	28		底部パネル
25	HV-XFC		XFC高圧モニタ	57	29	↓	TSM-E-C
26	ボンベ1,2次圧		XFCガス1,2次圧	58	TH-1	-150~+150°C	上部アレートメータカウタ
27	ガス圧MWC-1,2		MWC-1,2ガス圧	59	2		下部パネル
28	CALLベルMWC-1,2	↓	CALLベル	60	3		パドルエンジ
29	TL-1	-30~+60°C	SWA	61	4		パドル表-1
30	2	-20~+50°C	DR	62	5		↓ Z
31	3	+60~+80°C	RIGセーフティロック	63	6	↓	GA-S



＊1 図 フローチャート



第2回 外観図

3.5.2

加速度計測装置(ACC)

宇宙科学研 森研究室
松下通信工業(株)

1. 概 要

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

衛星と M3A モータが M22 モータから切離された時、このプリセッション運動を起すことがある。プリセッション角がある値以上になると M3A モータに点火しても衛星軌道にのらず地上に落下する可能性があり保安上問題がある。

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

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

ASTRO-B 衛星に搭載される ACC はこれらプリセッション角を測定する PRM、縦加速度の XSA、横加速度の Y₄・Z₄、スピン周期の SP、振動加速度の V₂ の計測項目から成っている。

1) PRM は機軸方向に向いた 2 個の加速度検出器をスピン軸から同一距離に配置し、それらの出力を演算し結果のデータを出力するとともに設定値以上のプリセッション角になると警報信号を出力する装置である。PRM は検出器、増幅部、演算処理部、判定部および A/D 部より構成される。2 個の加速度検出器で検出した縦加速度を 2 個の増幅回路でそれぞれ増幅した後、演算処理して A/D 部に送られる。演算処理出力はアナログデータであるが、DP(データプロセッサ)にデジタルデータを送出する必要があるため A/D 部でアナログ-デジタル変換をしている。判定部では設定されたプリセッション角以上になると信号を DP に出力するようになっている。

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

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

2) XSA は PRM のうちの 1 個の縦加速度出力を緩衝増幅部を通して出力している。

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

- 3) Y_4 ・ Z_4 は検出部、増幅部より構成され、その出力は SD コネクタを通って B_2 - PL 部のテレメータに送られている。
- SP は Z_4 の出力をを利用してスピン周期を測定するもので緩衝増幅部を通った後 XSA とチャンネル切換される。
- 4) V_2 は検出器と増幅部で構成され、出力は SD コネクタを通って B_2 - PL に送られる。
- B_2 - PL からの CAL 信号により増幅部の校正が可能である。
- 5) この他、電源の ON/OFF、センサへ安定した電源を供給する安定化電源から成る電源部がある。
- なお、電源系は ACC-1 と ACC-2 に分かれており、 B_2 - PL のテレメータに送られる Y_4 、 V_2 および Z_4 の一部が ACC-2 系となっている。これは ACC-2 で ON され、ACC-OFF 又は ACC-Change で OFF し、出力端短絡事故等を防いでいる。
- 又、それぞれの増幅部は DP からの信号により校正を行なうことが可能である。

2. 構成

区分	品名	数量	備考
本体	ACC	1	官給品
検出器	PRM-1	1	"
	PRM-2	1	"
	Y_4	1	"
	Z_4	1	"
	V_2	1	"
付属品	計装ケーブル	1式	
	計装用コネクタ	1	

図 1 にブロック図を示す。

3. 構成

3.1 電気的性能

3.1.1 PRM

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

3.1.2 X SA

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

3.1.3 Y4, Z4

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

- (8) 出力電圧経時ドリフト : $\pm 50\text{mV}$ 以内
- (9) 検出器 : 4-202-0001±20G
- (10) 検出器感度 : $1\text{mV}/\text{G} \pm 2.5\%$ (印加電圧 5V, 出力開放)
- (11) 検出器不正感度 : 1%
- (12) 検出器抵抗 : $350\Omega \pm 10\%$

3.1.4 S P

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

3.1.5 V₂

- (1) 測定範囲 : 20G
- (2) 測定精度 : $\pm 3\%$ FS
- (3) 周波数特性 : $10 \sim 3.000\text{Hz}$ ($\pm 0.5\%$ 以内)
- (4) 定格出力レベル : 0dBm
- (5) 出力インピーダンス : 200Ω 以下
- (6) 校正出力レベル : 0dBm
- (7) 出力電圧温度ドリフト : $\pm 0.5\%$ 以内
- (8) 出力電圧経時ドリフト : $\pm 0.5\%$ 以内
- (9) 歪率 : -40% 以下 ($0\text{dBm}, 1\text{kHz}$)
- (10) 増幅器入力抵抗 : $1000\text{M}\Omega \pm 10\%$
- (11) 検出器 : 224C
- (12) 検出器感度 : $11\text{PC}/\text{G}$ (NOM)

3.2 インターフェイス

(1) 入力電圧・電流 : +12V 30mA 以下

-12V 25mA 以下

+5V 70mA 以下

(2) 外部操作 : ACC1 ON (CM)

ACC2 ON (CM)

ACC OFF (CM)

ACC CHANGE (CM)

CAL (DP)

PRM CAL/MEA(MD)

PRM CAL-IN (MD)

(3) アンサ : ACC1 ON (5V)

(4) ACC モード : 3 ビット

3.3 機械的特性

(1) 外形寸法 : 本体 $190^{\pm 2} \times 162^{\pm 2} \times 75^{\pm 2}$

PRM1, 2 25.6×25.6×26.34

Y₄, Z₄ $36^{\pm 0.3} 45^{\pm 0.3} \times 32.3^{\pm 0.3}$

V₂ $\phi 16.3 \times 13.2$

(ビス, コネクタ, ケーブルを除く)

(2) 重量 : 本体 2.2kg 以下

PRM1, 2 85g (1コ)

Y₄, Z₄ 150g (1コ)

V₂ 16g

接続ケーブル 500g 以下

(3) ケース材質 : 本体 A5052

Y₄, Z₄, L: アングル A5052

(4) ケース表面処理 : 本体 エピコ2000 黒色半つや塗装

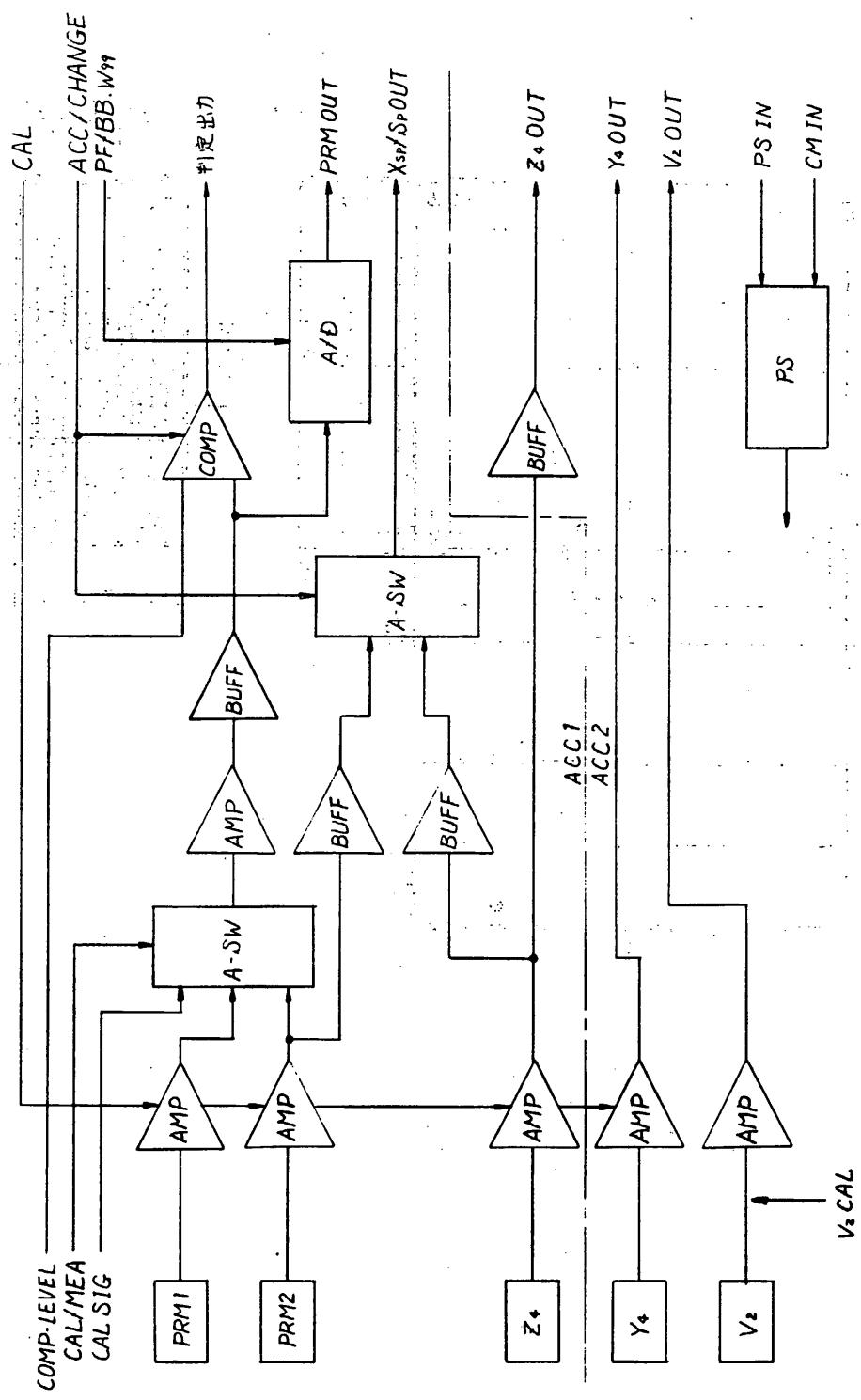


図1 ACCブロック図

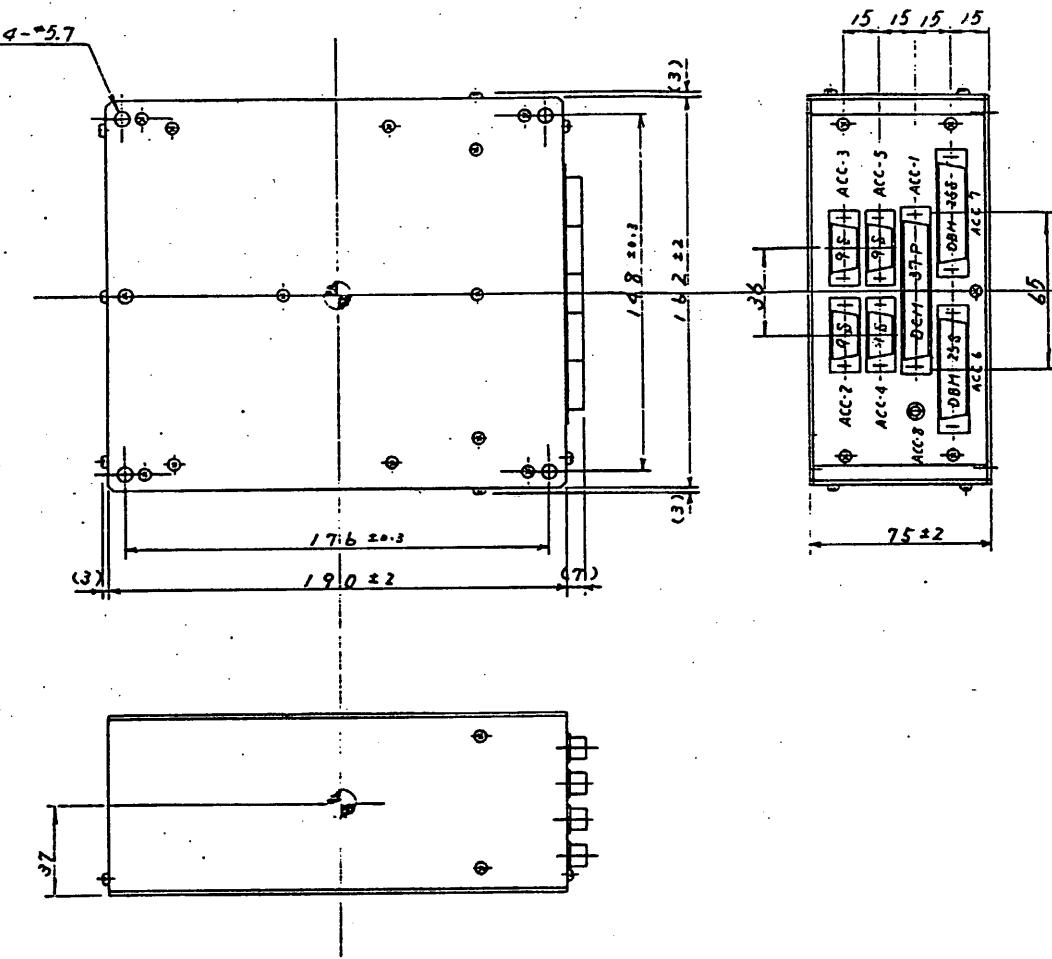


図2 外板