

M-3S-3号機 / ASTRO-B
飛翔実験計画書
(衛星編)

昭和58年2月

宇宙科学研究所

SESデータセンター



M-3S-3号機／ASTRO-B飛行実験計画書目次

衛 星 編

序	1
総 論	3
第 1 章 観測機器	13
1.1 蛍光比例計数管 (S P C) 並びに電子及びガンマ線 バーストモニター (R B M / G B D)	13
1.2 Z 軸ミラー (X F C)	51
1.3 X 線トランジェントソースモニター (T S M)	65
第 2 章 姿勢制御・検出機器	85
2.1 姿勢制御装置	85
2.1.1 概 要	85
2.1.2 姿勢制御装置 (A C E)	86
2.1.3 ホイール (S W A / C L A)	92
2.1.4 ニューテーション・ダンパ (N D)	96
2.1.5 Y O - Y O	100
2.1.6 M A C コイル (M A C)	102
2.1.7 M U L D コイル (M U L D)	105
2.1.8 M B C コイル (M B C)	108
2.2 姿勢検出機器	112
2.2.1 デジタル太陽センサ (S A S / N S A S)	112

2.2.2	地磁気姿勢計 (G A S)	119
2.2.3	レート積分ジャイロパッケージ (R I G)	124
2.2.4	星姿勢計 (S T S)	130
2.3	姿勢解析	141
2.4	姿勢制御法	144
第3章	共通機器	167
3.1	アンテナ系	167
3.1.1	概 要	167
3.1.2	V H Fアンテナ系	168
3.1.3	U H Fアンテナ系	172
3.1.4	Sバンドアンテナ系	178
3.2	通信系	182
3.2.1	システム	182
3.2.2	1 3 6 M H z ビーコン送信機 (B C N V)	191
3.2.3	4 0 0 M H z 送信機 (T M U)	194
3.2.4	Sバンド送信機	198
3.2.5	1 4 8 M H z 受信機 (C M R)	202
3.3	運用制御系	204
3.3.1	コマンドデコーダ (C M D)	204
3.3.2	プログラマブルタイマー (P R T)	208
3.3.3	タイマ	214
3.4	データ処理系	224
3.4.1	データレコーダ (D R)	224
3.4.2	データ処理装置 (D R)	227

3.4.3	テレメータ・コマンド信号処理装置 (T C S)	296
3.5	計測系	303
3.5.1	環境計測装置 (H K)	303
3.5.2	加速度計測装置 (A C C)	309
第4章	電源系	317
4.1	電源装置	317
4.2	太陽電池バトル (電源)	319
4.3	電力制御器 (P C U)	327
4.4	蓄電池 (B A T)	334
4.5	電源装置コンバータ (C N V)	340
4.5.1	コンバータ1 (C N V - 1)	340
4.5.2	コンバータ2 (C N V - 2)	343
4.6	電源系接続回路 (J N C)	346
4.7	イグナイタ電源 (I G - P S)	348
4.8	蓄電池容量計 (A H M)	349
4.9	電力解析	354
第5章	構造設計、熱設計、信頼性、電気計装	365
5.1	構造設計	365
5.2	熱設計	399
5.3	信頼性及び品質管理	406
5.4	電気計装配線	410
第6章	打上げロケットと軌道 (別刷SES-TD-82-025参照)	415
第7章	総合管制システムと地上データ処理	415
7.1	総合管制システム	415

7.2 地土データ 処理.....	433
------------------------------	-----

昭和58年1月19日

SESデータセンター

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たしてきた。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ろう。

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蛍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現象も記録出来るよう改良が加えられた。

このような性能を持つ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ろう。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に受けつがれ、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ASTRO-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、現在フライトタイプモデル(FM)の製造が行なわれている。ASTRO-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550 Km、遠地点約650 Km、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、スピン軸方向に取り付けた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) 蛍光比例計数管 (SPC)
- 2) トランジェント・ソース・モニタ (TSM)
- 3) Z軸ミラー (XFC)
- 4) 放射線帯モニタ兼ガンマ線バースト検出器 (RBM/GBD)
- 5) スターセンサ (STS)

(注) SPC : Scintillation Proportional Counter

TSM : Transient Source Monitor

XFC : X-ray Focusing Collector

RBM : Radiation Belt Monitor

GBD : Gamma-Ray Burst Detector

STS : Star Sensor

2. 衛星の諸元

- 1) 外形 : 1,104 mm (対辺寸法) × 895 mm (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 860 mm × 600 mm。(4枚)。
- 2) 重量 : 約 215 kg
- 3) 軌道 : 近地点約 550 Km、遠地点約 650 Km
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 に外観図を示す。

3. 熱・構造系

衛星の構造系は大別すると構体本体と、パネル類で構成されている。構体本体は、スラストチューブ、支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°のキヤ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、パフ研磨による表面処理とサーマルバリフによって行っている。

搭載機器と各重量を表-1に示す。

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, フ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にM A C コイ

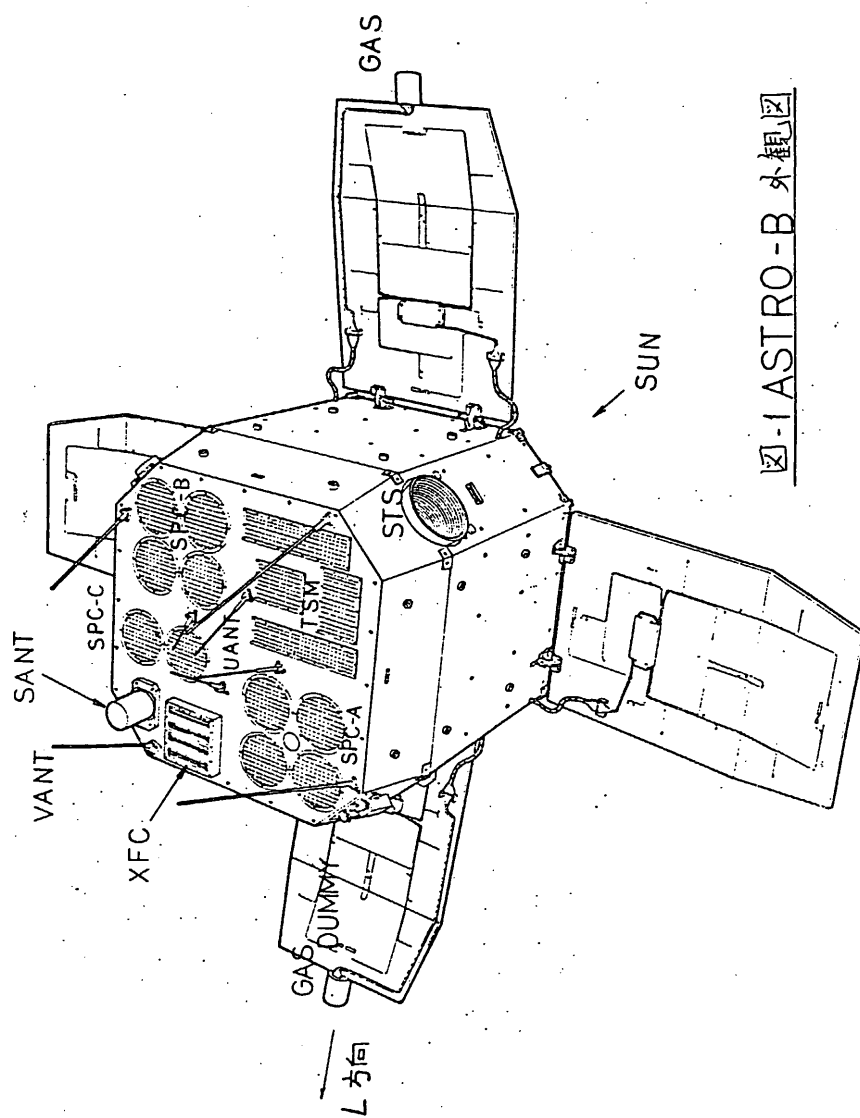


図-1 ASTRO-B 外觀図

ルを、スピンレート制御に、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ト方式の姿勢制御系を採用している。

A S T R O - B では低スピンレート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、安定な低スピンレート制御を行う。

また、スピン軸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、駒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軸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、ニュート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トーションダンパを採用したことも特徴の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、カウンタ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20Mbits)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、スピンレート計測用のサンセンサ信号、Yo-Yo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チャンネルを利用し、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帯ダウンリンク)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。ASTRO-Bでは運用の長期化を考慮してPRTの制御時間を今迄の2倍(17時間)とした。またDPは14ビットからなるPIコマンドの上位6ビットを解説し、該当するPI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ON制御を行うコマンドは、ノイズ等による誤動作を防止する目的から、テレメータ・コマンド信号処理装置(TCS)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。

136MHz帯ダウンリンクは追跡用のビーコン送信機であり、UHFとSバンド送信機は実時間PCMデータとDR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。

UHFアンテナ、Sバンドアンテナは衛星の上下面にそれぞれ実装されており、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(EPT)はロケット側タイマーによりスタートを開始し、M-3A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(SC-P)は $2 \times 2 \text{ m}^2$ 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12AHの蓄電池(BAT)に供給する。BAT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BATの電圧、温度の検出からPCUで自動的に切り換えるAUTOモードと地上からのコマンドにより切換えるMANUALモードとがある。

また、電源系にはBUS電圧の上限を制御する為にシャントディシパータを持ち、BATの過放電を防止する為に、BAT端子電圧の低下を検出しTCSを通して全PIをOFFするUVC(Under Voltage Control)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、CNV-1は $\pm 12 \text{ V}$, $+5 \text{ V}$, $+15 \text{ V}$ をCNV-2は $+28 \text{ V}$, $+53 \text{ V}$ を非安定なBUS電圧(17~24V)から発生し、接続回路を通して分配する。

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

機器区分	No.	機器名称	担当 メーカー	略号	重量 (kg)	区分	No.	機器名称	担当 メーカー	略号	重量 (kg)	
アンテナ系	1	VHFアンテナ VHFアンテナ1~4 VHF送受共用器 VANTケーブル	NEC	VANT VHFA VHYB VCBL	(0.622) 0.169 0.248 0.205	通信系	1	コマンドデコーダ	NEC	CMD	2.036	
							2	アロケラムタイマ	NEC	PRT	1.464	
							3	シーケンスタイマ系 シーケンスタイマ シーケンス電源 リレーボックス	松通 EPT-SA EPT-PS RL-BOX	(2.646) 1.548 0.218 0.880		
								運用制御系小計			6.146	
	2	UHFアンテナ UHFアンテナ1~4 " 5~8 UHF電力分配器A " B UANTケーブル	NEC	UANT UHFA UHFB UPD-A UPD-B UCBL	(1.122) 0.092 0.092 0.184 0.427 0.382	電源系	1	電力制御器 電力制御部 シャ回路部 シャ抵抗部	NEC SHNT-E SHNT-R	(1.911) 0.681 0.597 0.633		
	3	Sバンドアンテナ Sバンドアンテナ1~4 " 5~8 Sバンドアンテナ調整器 SANTケーブル	NEC	SANT SHFA-A SHFA-B SFED SCBL	(1.213) 0.423 0.423 0.212 0.156		2	蓄電池系 バッテリー バッテリーロギング	NEC BAT BAT-L	(12.15) 11.4 0.75		
		アンテナ系小計			2.957		3	コンバータ1	NEC	CNV-1	3.890	
							4	コンバータ2	NEC	CNV-2	1.972	
							5	イグナイタ電源	NEC	IG-PS	0.205	
							6	電源系接続回路	NEC	JNC	1.944	
					7		電池容量	NEC	AHM	1.048		
							電源系小計			23.12		
							1	姿勢制御エレクトロニクス	NEC	ACE	3.960	
							2	地磁気姿勢計 センサ部 エレクトロニクス部	測器舎 GA-S GA-E	(3.172) 0.352 2.820		
通信系	1	コマンド系 148MHz受信機	NEC	CMR	0.747	姿勢系	3	太陽姿勢計 センサ部 エレクトロニクス部	測器舎 SAS-S SAS-E	(1.154) 0.448 0.706		
	2	テレメタ系 136MHz送信機 400MHz " Sバンド "	NEC	BCNV TMU TMS	0.650 0.985 0.884		4	レート積分ジャイロ	三洋	RIG	3.506	
		通信系小計			3.266		5	ホイール系 ホイール ホイール制御装置	NEC SWA CLA	(7.794) 6.756 1.038		
データ処理系	1	データレコーダ	NEC	DR	5.877		姿勢系	6	ニューテジョンダンパ	NEC	ND	3.684
	2	データ処理系 データ処理装置 データ処理装置 データ処理装置	富士通 NEC	DP TCS	(8.600) 7.154 1.446			7	ヨーヨーデスピナ	日立	Yo-Yo	1.906
	3	ハウスキューピング	松通	HK	1.388							
	4	計測装置 Y ₄ , Z ₄ , S ₄ , V ₂ -S PRM-S 回路部	松通	ACC	(2.378) 0.226 0.52 1.592							
		データ処理系小計			18.243							

表1. ASTRO-B 衛星重量表 (1/2)

区分	No.	機器名称	担当 X-刀	略号	重量 (kg)	区分	No.	機器名称	担当 X-刀	略号	重量 (kg)
姿勢系(統系)	8	コイル系 MACコイル MULDコイル MBCコイル	NEC		(3.592) 0.986 0.878 1.728	観測系	2	トランジェントX線源 モニタ	東芝	TSM	(小計) (12.540)
								センサ、デキ		TSM-S	9.050
								回路部		TSM-E	3.490
熱構造系	9	磁気補正マグネット 姿勢系 小計	NEC	RMC	0.034 28.802	観測系	3	Z軸ミラー	東芝	XFC	(小計) (11.942)
	1	熱・構造系	NEC		38.510			ミラー部		XFC-M	3.552
	2	太陽電池パドル系	NEC	PDL	10.372			カウンタ部		MWC	3.876
		熱・構造系 小計			48.882			ガス系 { ガスボンベ 1次圧センサ 減圧弁 配管系 ガスバロカイル			(1.062) 0.958 0.104
計装配線	1	計装配線	NEC		14.501	観測系		回路部			3.452
		共通系小計			145.917		4	スターセンサ	東芝	STS	(小計) (6.902)
観測系	1	蛍光比例計数管	明星 (日本無線)	SPC	(小計) (35.576)			センサ部		STS-S	4.430
		SPC-A, RBM { SPCセンサ 高圧電源 RBM 機構部		SPC-A	(12.434) 10.78 0.55 0.70 0.40			回路部		STS-E	2.472
		SPC-B { SPCセンサ 高圧電源 機構部		SPC-B	(11.704) 10.75 0.55 0.40			観測系小計			66.944
		SPC-C SPCセガRMC 高圧電源 機構部		SPC-C	(6.204) 5.45 0.55 0.20			バランスウェイト			2.41
		回路部			5.234			衛星総重量			215.271

表1 ASTRO-B 衛星重量表 (3/2)

A-PAGE

AD EX	9	10	11	12	13	14	15
1		CM-B ON	FM SAS	TMU STRG	TMS STRG	BIT-L	"1"
2	CM-B ON	TCS ON	U/S REAL	TCS OFF	BIT-H	EXEC	"0"
3	UFM SREAL	S-MOD OFF	DR REP	DR REC	"1"	"0"	CAL ON
4	U-MOD OFF	AL-PI OFF	HV-AL OFF	DR OFF	GA ON	GA CAL	GA CALOF
5	TMU OFF	TMS OFF	U-ANT A	S-ANT A	HK OFF	MTR1 ON	RIG ON
6	TMU P-UP	TMS P-UP	U-ANT B	S-ANT B	LOOP CLS	HEAT ON	MTR2 ON
7	TMU ON	TMS ON	ACC1 ON	ACC MOD	WHEEL ROT	RIG CONT	HD-HI
8	BCONV ON	BCONV OFF	ACC2 ON	ACC OFF	ULD ALOW	GA Y	MAC MED
9	XFC INI	XFC ON	SAS ON	SAS OFF	MULD MED	MAC LO	AHM OFF
10	XFC-A OFF	XFBUS OFF	XFC OFF	HXT ON	ZYT ON	SPC ON	RBM ON
11	HVXFC OFF	HVG ENA	DNC ENA	HVTSM OFF	TSM OFF	SPC CAL	SPC OFF
12			STS OFF	HVSTS OFF	TSM-A OFF	SPC-A OFF	HVSPC OFF
13			STS-A OFF	STS ON	SPCAL OFF	RBFLG ON	RBFLG OFF
14				EXEC	FM STS	PADLE M-ON	PSC OFF
15						TMS MANU	DR-AU OFF

表2 ASTRO-B リアルタイム・コマンド表 (1/2)

B-PAGE

AD EX	9	10	11	12	13	14	15
1	CM-A ON						
2							
3						PI CM	
4						GA OFF	RBMHV ON
5					RIG OFF	HEAT OFF	LOOP OPEN
6					MTR OFF	RATE HI	RATE LO
7				ACE ON	SP 0.548	MBC RSET	TACHO
8				SP 0.137	WHEEL STOP	ULD INH	ACE OFF
9	PSC ON			MBC WRT	MAC HI	SP 0.069	MULD HI
10	HVG DIS	HVXFC ON	XFG OFF	HVHXT ON	HVZYT ON	HVA1 ON	HVA2 ON
11	XFRBM DIS	DNC DIS		TSRBM DIS	TSCAL DIS	HVB1 ON	HVB2 ON
12	PCU MANU	PCU FULL	HVSTS ON		SPRBM DIS	HVC1 ON	HVC2 ON
13	LVL-B	PCU TRIC	SHT SET	SHT RSET	YOYO ON	CMP SET	AH SET
14	LVL-A	BAT H-ON	EPT STOP		PRT WRT	PRT READ	PRT OFF
15	UVC ON	UVC OFF	BAT H-OFF	PADL EXT	PRT ON	PRT CHK	PRT CLR

表2 ASTRO-B リアルタイム・コマンド表 (2/2)

		DELAY COMMAND			
EX AD		1	2	3	4
1			MAC ⊕	MULD UP	MULD DW (ACE)
2			MAC OFF	MAC ⊖	MULD OFF
3				SHT SET	DCAL ON (STS)
4		PRT RRD	(XFC)	SHT RSET	HVSTS OFF
5 (PR)		DR REC	HVXFC ON	HVSTS ON	BIT-H
6		DR OFF	HVXFC OFF	BIT-L	CAL ON (DP)
7		HVTSM OFF	HVZYT ON	SPC CAL	RBFLG ON
8			HVHXT ON	SPCAL OFF	RBFLG OFF
			(TSM)	(SPC)	(RBM)

表3 ASTRO-B デレイ・コマンド項目表

第1章 観 測 機 器

第1章 観測機器

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

宇宙科学研究所

小田・小川原研

田中・松岡研・西村研

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線天文学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。ここに搭載された蛍光比例計数管は、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ことと、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。この他観測の精度を上げるため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線天文学の分野で、これまで使われなかった手法で広帯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(蛍光比例計数管)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820 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「アイنشユタイン」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、各種のバイナリー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、発見の域を出ていない。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なく、これまで比例計数管の分解能で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。

観測対象は、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、使用されている高電圧をコントロールするように警報を發するシステムである。

GBDは、このRBM(T)及びRBM(S)の検出器が、ざいわい約100 KeVに近いX線領域まで充分なX線検出感度を持っていることを利用して、いまだに、全くその発生天体及び機構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,	満田 和久,
村上 敏夫,	小田 稔,	小川原 嘉明,	大橋 隆哉,
柳井 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RBMの小型センサー (2個のシンチレーション・カウンタ) 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・グラウンド・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果たすように設計されている。

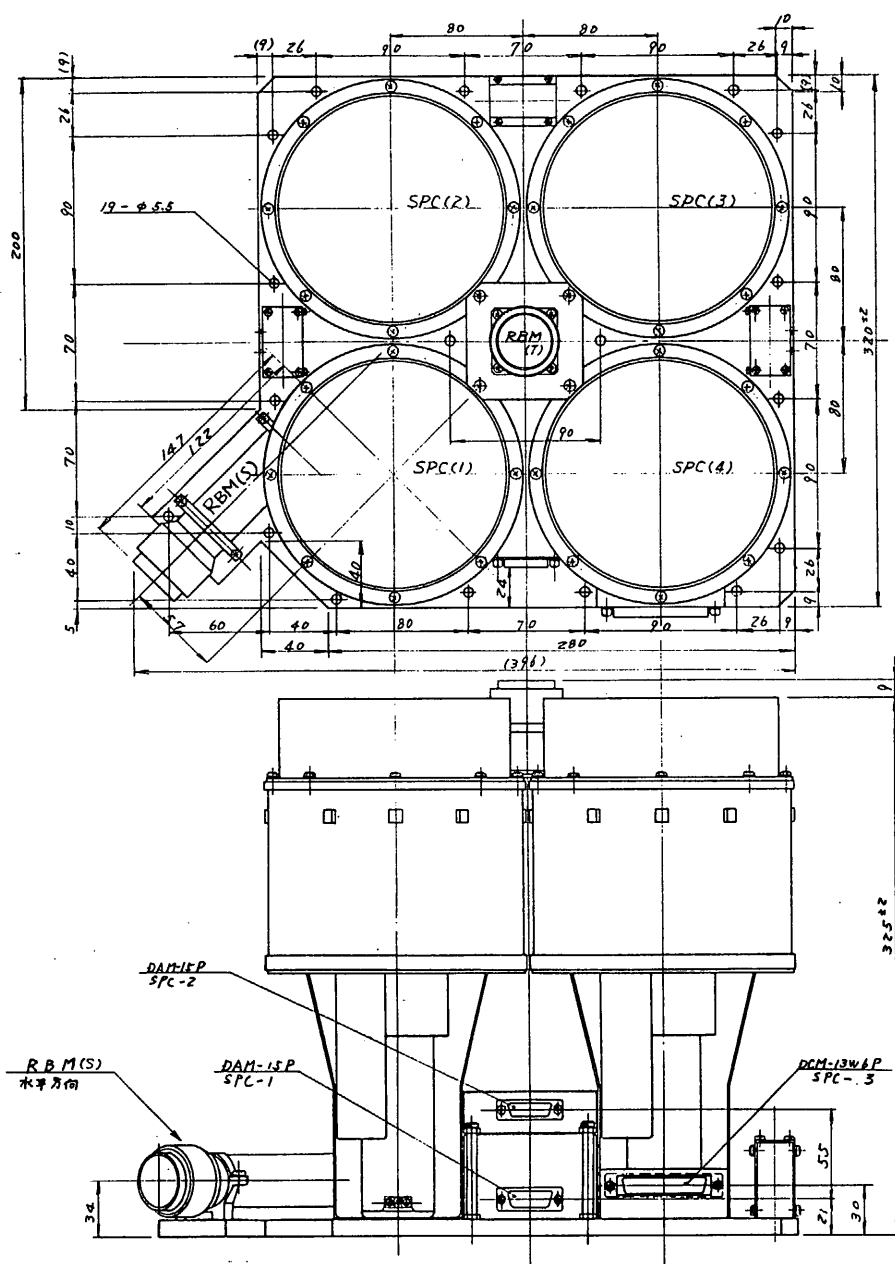
信号処理部 (SPE) は、10個のSPC及びRBMの信号処理と、コマンドなど、各種のインターフェイスとしての役割をもっている。

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。

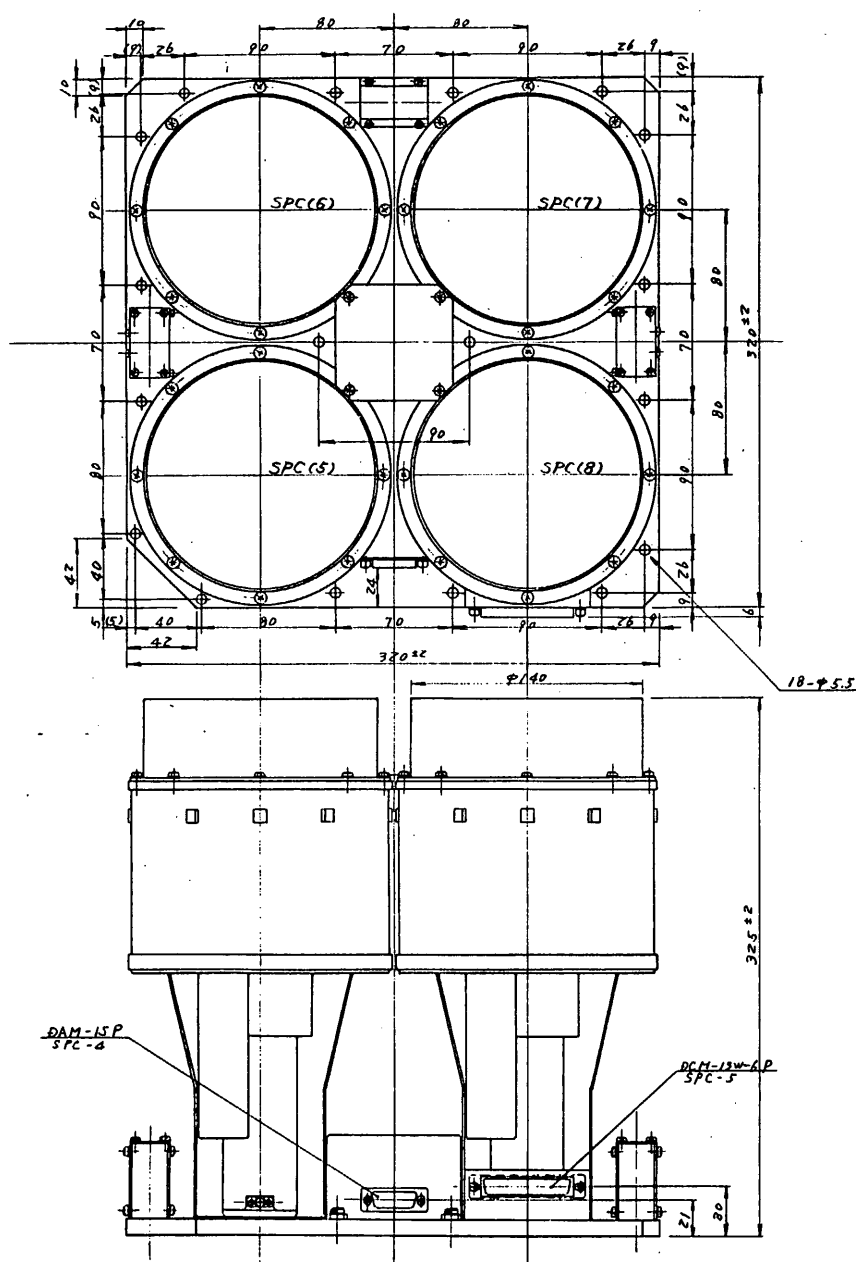
回路系の構成については、4項・回路構成の項を参照のこと。

区 分	名 称	員 数	備 考
S E N S O R 部	S P C (A)	1	S P C (1) " (2) " (3) " (4) H V - A (S P C 系 用) R B M (T) (T O P) " (5) (S I D E) R B M - H V (R B M 用) 温度センサー (T L - 10)
	S P C (B)	1	S P C (5) " (6) " (7) " (8) H V - B 温度センサー (T L - 11)
	S P C (C)	1	S P C (9) " (10) H V - C
電気回路部	S P E	1	S P C 信号処理系 R B M " G B D " インターフェイス回路 電源系回路 その他共通回路

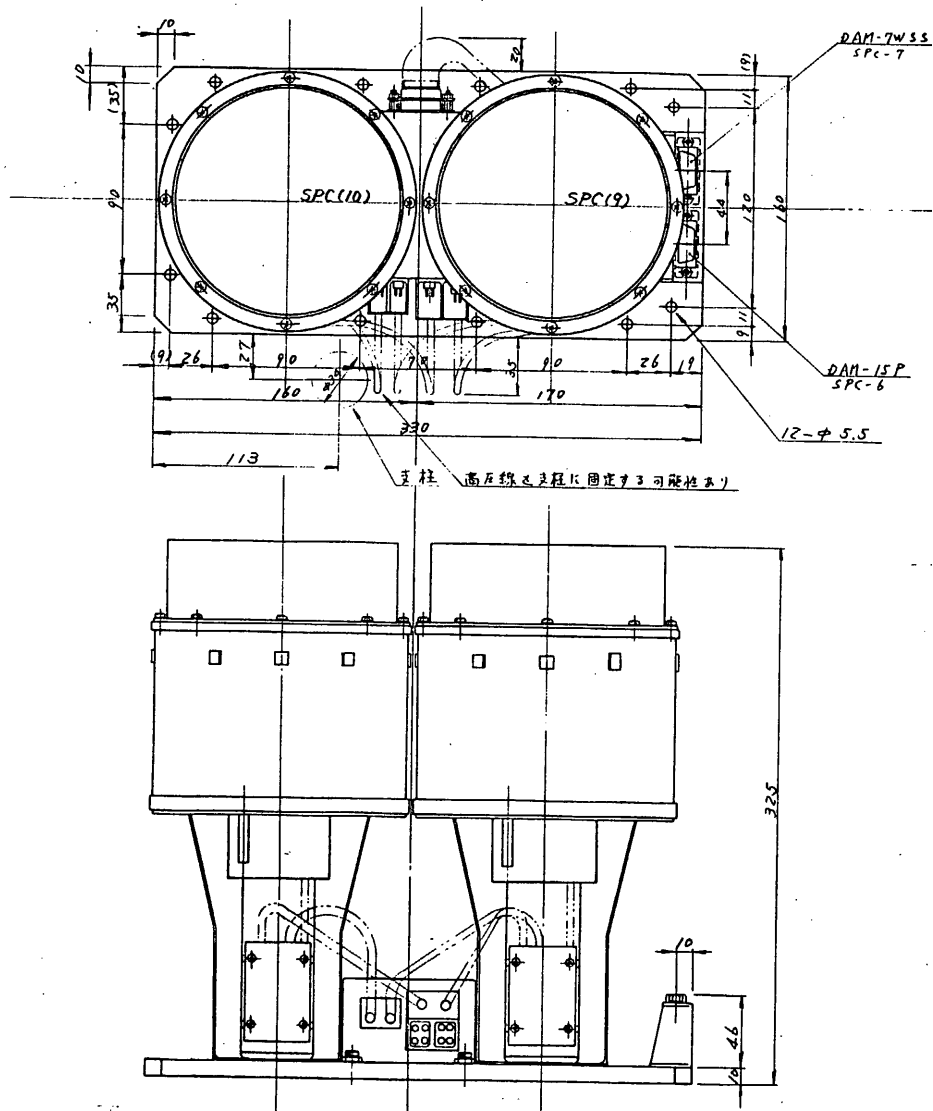
(表-2・1) 構 成 表



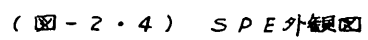
(图-2.1) SPC(A)外觀図



(図-2・2) SPC (B) 外観図



(図-2・3) SPC(C) 外観図



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 (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 OⅦ (0.57 KeV) 線スペクトルの発見や太陽フレア時にできる Si, S, Fe などの高電離イオンによる特性 X 線の観測で威力を発揮し、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 Uhuru cts/s $\approx 10^{-3}$ cts/s 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 2~60 KeV のエネルギー領域の X 線スペクトルに関しては、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 線バースターやバルジ 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出来る。

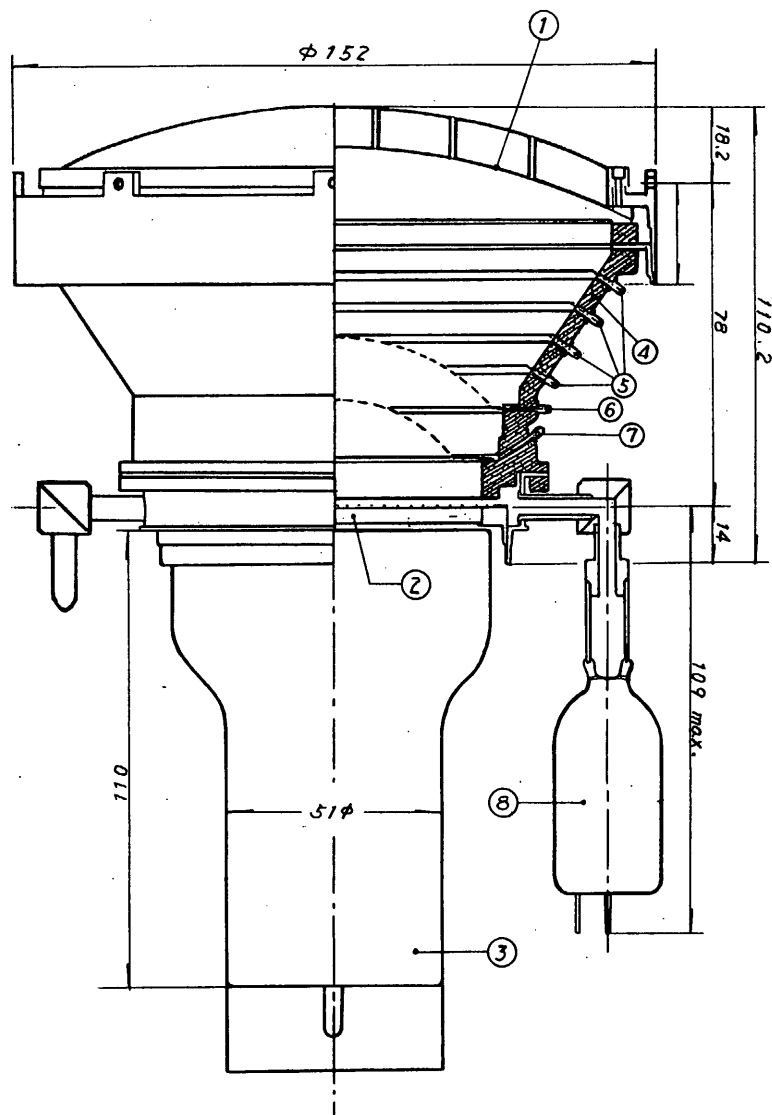
X 線バルスターのスペクトル変動をパルス・フェイズに依りて分析することによりパルスの発生の様子を追究できる。この他 Cyg X-1 など変動の激しい X 線星のスペクトル変動など、ブラックホール、中性子星を伴った銀河系内 X 線源の精密観測を行い、高密度星のまわりの物理現象を知ろうとするものである。

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もできる。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 (Be $100 \pm 20 \mu$) と電極をもつガスチェンバーに Xe (80%) + 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クコリメータ (視野 $3^\circ \times 3^\circ$ 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1電極に到達する。その後更に高いオ2電極によって加速され、ガスと衝突を繰り返しガスを発光させる。



- | | | |
|-----------------|-----------------|--------------------|
| ① 入射窓 (Be 100μ) | ④ セラミック | ⑦ 第2電極 (≒8000V) |
| ② フォルツ | ⑤ 補正電極 | ⑧ ゲッター (SAES AP5G) |
| ③ R1307-05 | ⑥ 第1電極 (≒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第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。第1・2電極間の電圧
は、ニコド管の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
度にする。

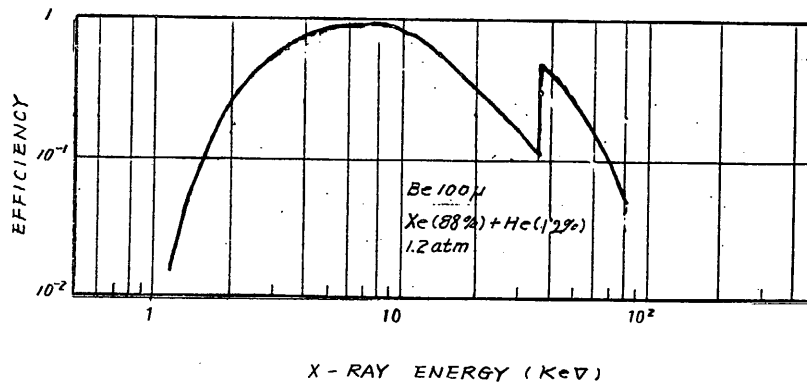
こうして光（シンチレーション光）が十分発生すれば、電子数だけによる
数のゆらぎがなく、はじめにできる電子のゆらぎ $\sqrt{k \cdot N}$ ($k \approx 0.2$ Fano 因子,
 N : X線によってはじめにつくられる平均の電子数) が主な統計量となるた
め分解能があがる。

He ガスの役割は、電子のドリフト速度を速め、且つ拡散を少なくするた
めに働く。20%のHeを混合すると、ドリフト速度は、純粋の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樣で
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第1メッシュ
までの時間)の差を少なくすることができる。従って信号の立上り時間の差も
少くできる。こうすることによってバックグラウンド信号(立上り時間が広が
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、1700~1800Åにピークをもっているため、この
光の透過性の良い Quartz 窓から取り出し、外側に P-Terphenyl 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 $\Delta E/E \approx (0.01 +$
 $0.2/\sqrt{E})$ (E KeV 単位) であらわせる (5.9 KeV で 9~10%)。

X線の検出効率、図-3・2に示す。



(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準時行うことができる。

入射窓面積は、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82 cm²となる。SPC(A)・(B)では82×4個=328 cm², SPC(C)では82×2個=164 cm², 従って全体10本で820 cm²の面積となる。

サイエグッター AP5G は、市販品 AP5 の衛星用特別仕様として開発した。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。32 CH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すること)

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、バックグラウンドの監視などに有効である。

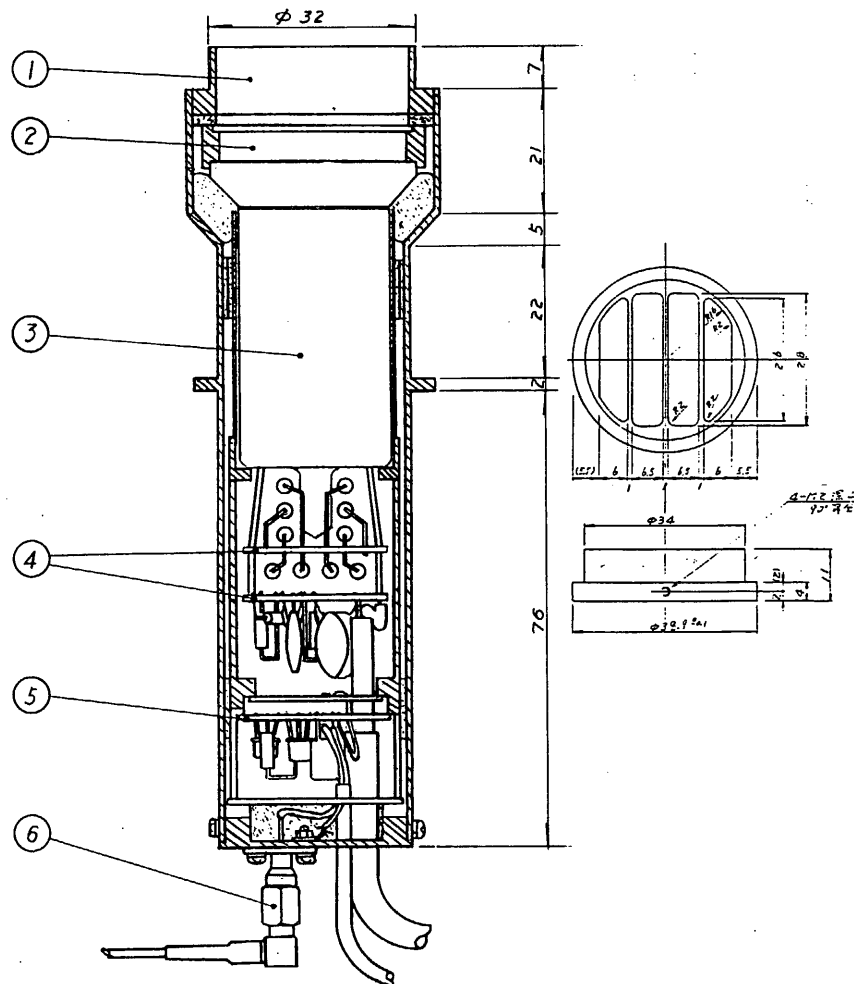
弱いX線源(≒10 UAU以下)の観測はPH・PCモードでも有効に観測ができる。このモードでは、SPCは各イベント毎に、パルスハイトを8ビット(256 CH)で送出する。DPでは、パルスハイトをPHデータ、イベントの数をPCデータとして伝送する。時間分解能は、PHデータでは15.625 msec. mini, PCデータでは62.5 msec miniである。

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 MONIの項を参照のこと)

3.2 REM·GBD検出器

(1) 構造と原理

RBM・GBD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。RBM(S)に限り、図-3・3に示すようなコリメーターを持っている。



- 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 出カコネクタ

(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線はできるだけ通さない膜として、厚さ $22\mu m$ のステンレスが使用されている。この膜厚は、ほぼ80 KeVの電子の射程に相当する。この入射窓と厚さ3mmの結晶によって10~100 KeVにわたって、ほぼ100%のX線検出効率をもっている。

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、及びコリメーター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	22 μm	NaI(Tl)	3 mm	図3・3参照

(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は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を越えたと警告フラッグを出力する。カウント数の設定はPI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 $1/2$ になるまで消し続けられる(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。

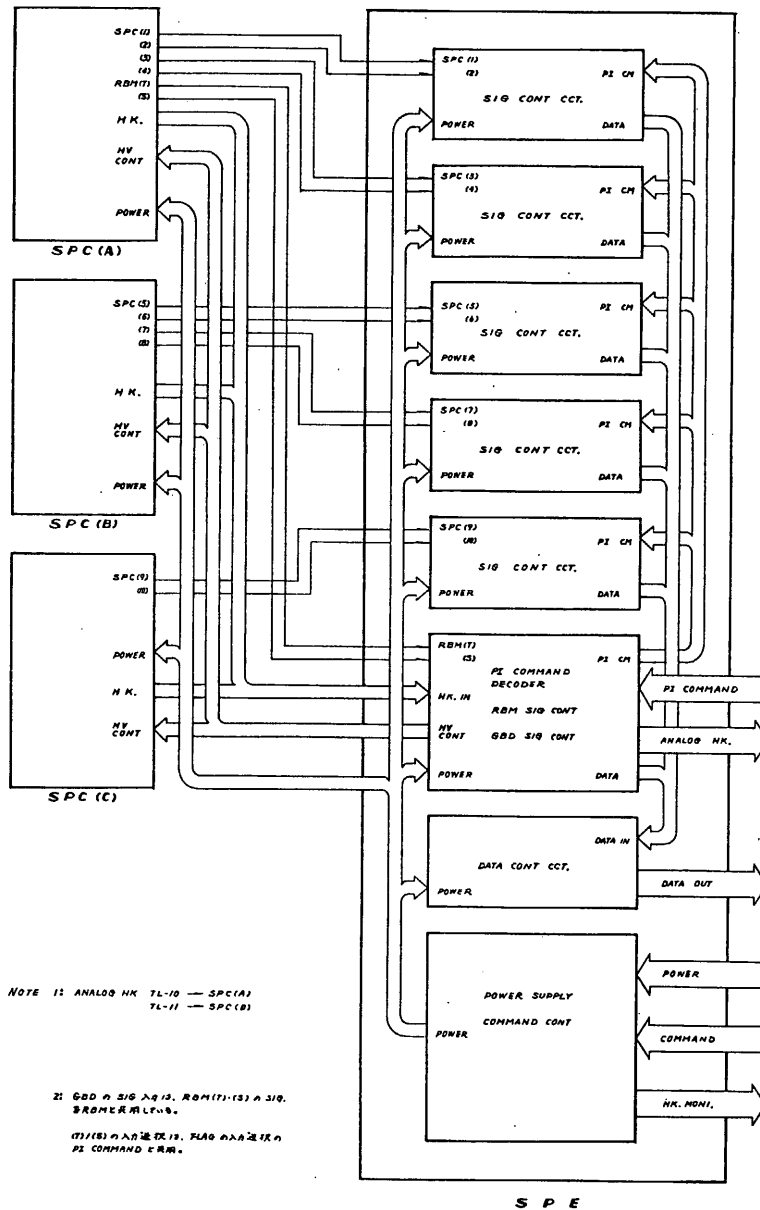
(B) GBD

入力にはRBMのフラッグ系と共用する。RBMで計測されている8秒間のカウントを $1/64$ 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)をメモリーし、ゆっくり読出す。読出しは、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 $\approx 5 \times 10^{-6}$ のGamma-ray-Burstまで検出することができ。

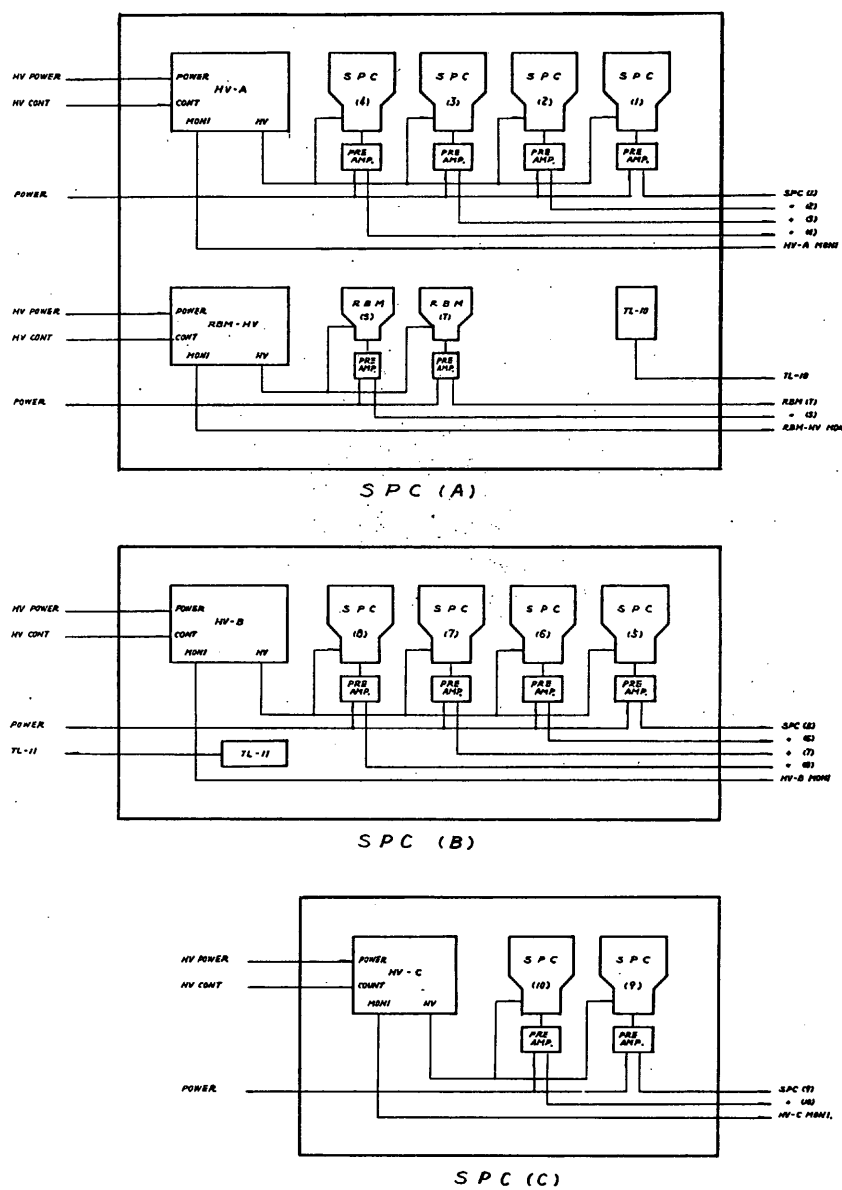
4 回路構成

4.1 総合ブロック図



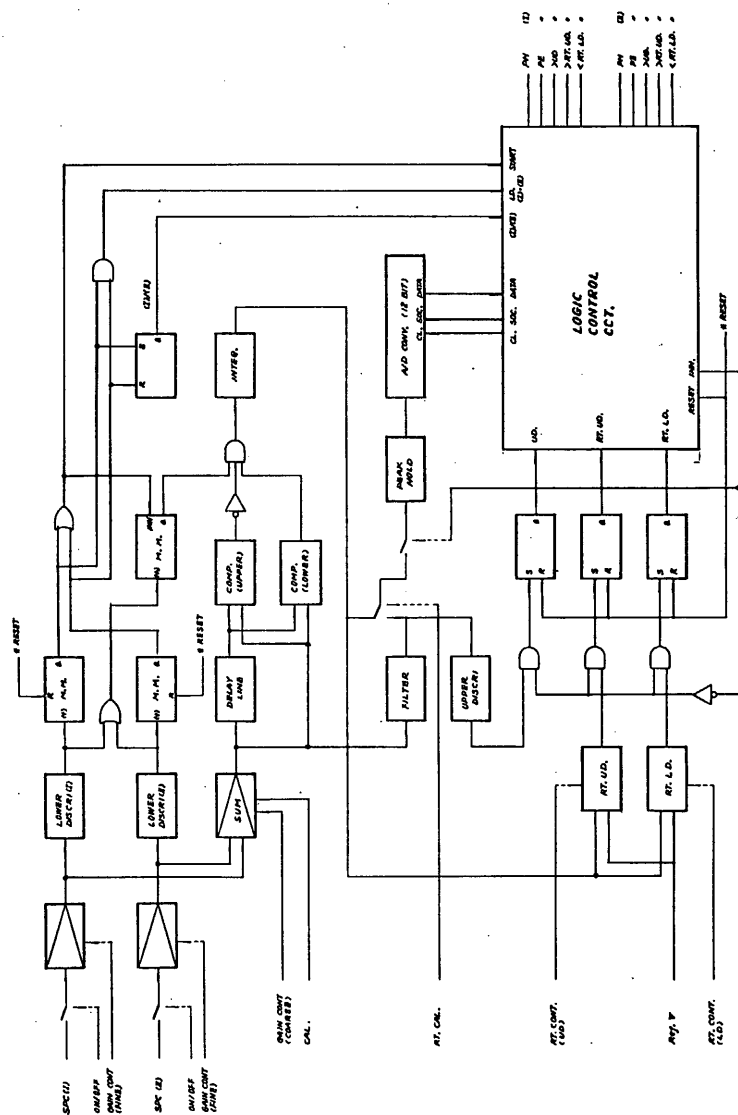
(図-4.1) 総合ブロック図

4・2 センサー系ブロック図



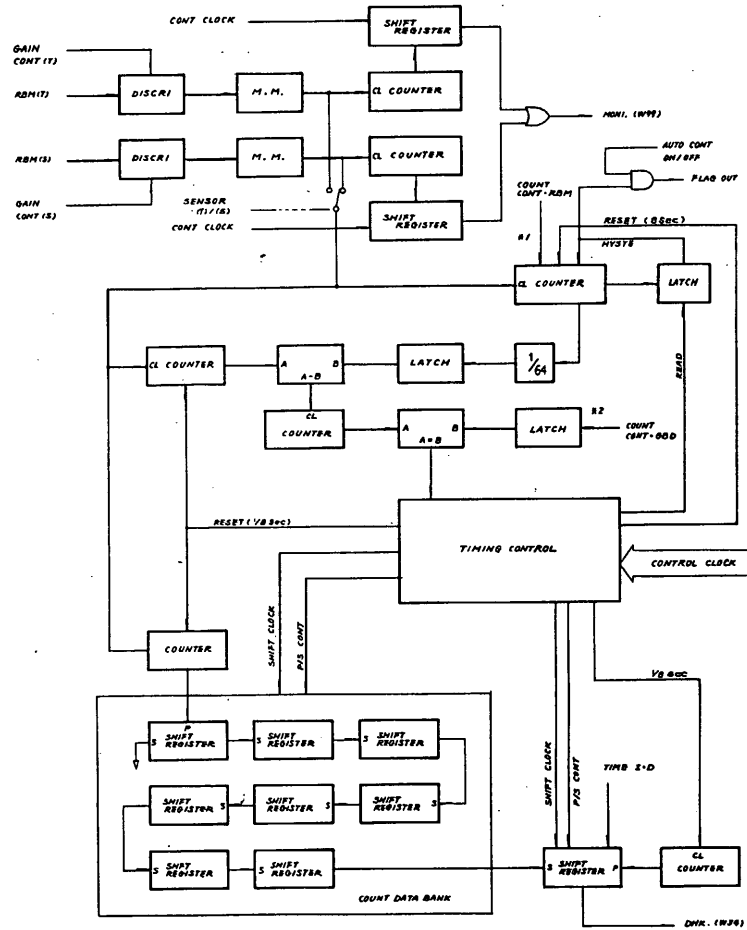
(図-4・2) センサー系ブロック図

4.3 SPC信号処理系ブロック図



(図-4.3) SPC信号処理系ブロック図

4・4 RBM・GBDブロック図



NOTE 1: FLAG ON COUNT CNT (DIV 18)
1: INITIAL

OS2	OS3	ON-COUNT	OFF-COUNT
1	1	1024 C/SEC	712 C/SEC
1	0	212 =	226 =
(0)	(1)	226 =	120 =
0	0	120 =	69 =

NOTE 2: BURST LEVEL (DIV 12)
1: INITIAL

OS2	OS3	BURST LEVEL
1	1	112 C/SEC
1	0	96 =
0	1	80 =
(0)	(0)	64 =

(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
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 で OR をとって作られる。

2: CM は TCS で受ける。ロジックレベル・インターフェイス。

5.5 COMMAND・CONTROL SIG による各部の動作

イニシャル・セットは電源投入時に行い、あらかじめ電源が投入されている場合は ON CM を送信してもセットしない。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。

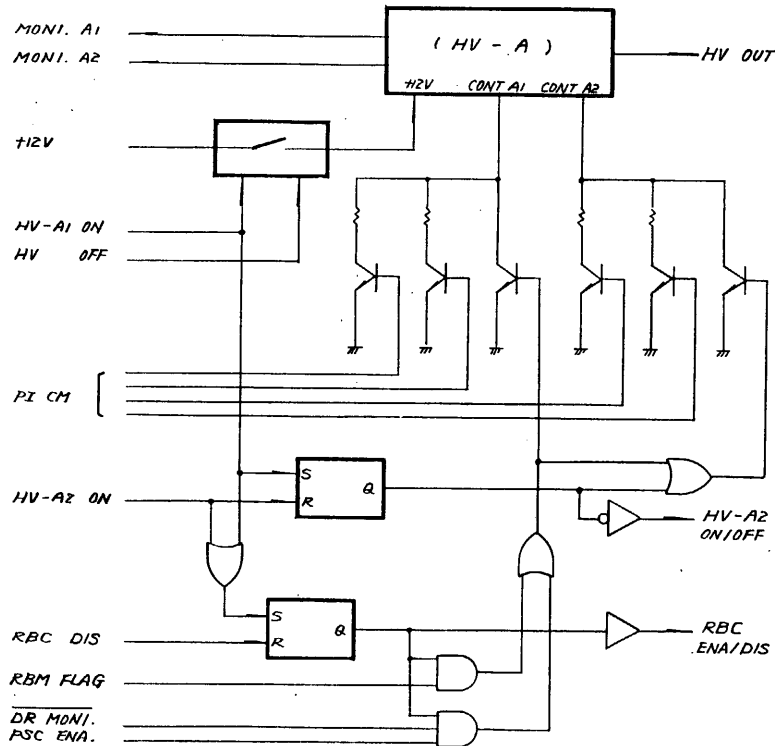
		SPC	RBM	HV-A1	HV-A2	HV-B1	HV-B2	HV-C1	HV-C2	RBM HV	RBM CONT	PSC	ANALOG	MANUAL FLAG	INITIAL
		ON OFF	ON OFF	ON OFF	ON OFF	ON OFF	ON OFF	ON OFF	ON OFF	ON OFF	ON OFF	ON OFF	ON OFF	ON OFF	ON OFF
SPC	ON	○													○
RBM	ON		○												○
SPC	OFF	○	○	○	○	○	○	○	○	○					
ALL PI	OFF	○	○	○	○	○	○	○	○	○					
HV-A1	ON			*	○						○				
HV-A2	ON				*						○				
HV-B1	ON					*	○				○				
HV-B2	ON						*	○			○				
HV-C1	ON							*	○		○				
HV-C2	ON								*	○	○				
RBM-HV	ON									○					
HV	OFF			○	○	○	○	○	○	○					
ALL HV	OFF			○	○	○	○	○	○	○					
RBC	DIS										○				
DR REC, REP				*	○	*	○	*	○	*	○		*	○	
DR OFF				*	○	*	○	*	○	*	○		*	○	
PSC	ON											○			
SPC-A	OFF											○	○		
RBM FLAG "1"				*	○	*	○	*	○	*	○				
RBM FLAG "0"				*	○	*	○	*	○	*	○				
RBM FLAG ON														○	
RBM FLAG OFF															○

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、電流による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 論理は下表の通り (RBC・FLAG・PSC 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になった時点でセットされる。)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	AMP GAIN CONTROL						L.D.
30	"	(9)	"	"						"
29	"	(8)	"	"						"
28	"	(7)	"	"						"
27	"	(6)	"	"						"
26	"	(5)	"	"						"
25	"	(4)	"	"						"
24	"	(3)	"	"						"
23	"	(2)	"	"						"
22	"	(1)	"	"						"
21	HV LEVEL	1	A1		A2		B1		B2	
20	"	2	C1		C2		RBM			
19	R B M		SENSOR (S)/T	AUTO CONT ON/OFF	FLAG COUNT		GAIN CONT (T)		GAIN CONT (S)	
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)·(10) ENA/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)	G&D 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	M O D E	PH-PC MPC	SPC (1) ~ (4)		SPC (5) ~ (8)		SPC (9) (10)	GBD BURST LEVEL	
01100	(): INITIAL	1 PH-PC	1 1	加算 32CH	1 1	加算 32CH	1 32CH	1 1	112C/Sec
		(10) MPC	1 0	" 128CH	1 0	" 128CH	(10) 128CH	1 0	96C/Sec
			0 1	32 CH	0 1	32 CH		0 1	80C/Sec
			(10) 0	128CH	(10) 0	128CH		(10) 0	64C/Sec

13	GAIN CONT	(1)·(2) H/L	(3)·(4) H/L	(5)·(6) H/L	(7)·(8) H/L	(9)·(10) H/L	
01101	(): INITIAL	1 HIGH	1 HIGH	1 HIGH	1 HIGH	1 HIGH	
		(10) LOW	(10) LOW	(10) LOW	(10) LOW	(10) 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	
		(10) OFF	(10) OFF	(10) OFF	(10) OFF	(10) OFF	

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

16	RT DISCRI	U.D. (9·10)		L.D. (9·10)		
10000	(): INITIAL	1 1	1.80 μ S	1 1	1.15 μ S	
		1 0	1.60 "	1 0	1.00 "	
		0 1	1.40 "	0 1	0.85 "	
		(10) 0	1.20 "	(10) 0	0.70 "	

17	RT DISCRI	U.D. (5·6)		L.D. (5·6)		U.D. (7·8)		L.D. (7·8)	
10001	(): INITIAL	1 1	1.80 μ S	1 1	1.15 μ S	1 1	1.80 μ S	1 1	1.15 μ S
		1 0	1.60 "	1 0	1.00 "	1 0	1.60 "	1 0	1.00 "
		0 1	1.40 "	0 1	0.85 "	0 1	1.40 "	0 1	0.85 "
		(10) 0	1.20 "	(10) 0	0.70 "	(10) 0	1.20 "	(10) 0	0.70 "

(表-5.7) PIコマンド・リスト (DV12 ~ DV17)

DV	名 称	050	1	2	3	4	5	6	7
18	RT DISCRI	U.D. (1・2)		L.D. (1・2)		U.D. (3・4)		L.D. (3・4)	
10010	(): INITIAL	11	1.80 μ S	11	1.15 μ S	11	1.80 μ S	11	1.15 μ S
		10	1.60 "	10	1.00 "	10	1.60 "	10	1.00 "
		01	1.40 "	01	0.85 "	01	1.40 "	01	0.85 "
		(1200)	(00) 1.20 "	(00) 0.70 "	(00) 1.20 "	(00) 0.70 "	(00) 1.20 "	(00) 0.70 "	(00) 0.70 "

19	R B M	SENSOR (T)/(S)	AUTO CONT ON/OFF	FLAG COUNT	GAIN CONT (T)	GAIN CONT (S)
10011	(): INITIAL	1 SIDE	(1) 0 N	11 1024C/Sec	11 11 KeV	11 15 KeV
		(0) TOP	0 OFF	10 512C/Sec	10 15	10 21
				(01) 256C/Sec	(01) 20	(01) 28
				00 128C/Sec	00 29	00 39

* HV=1014 V * HV=975 V

20	HV LEVEL 2	C1		C2		R B M	
10100	(): INITIAL	11	950 V	11	8100 V	11	1113 V
		10	860	10	7200	10	1065
		01	780	01	6000	01	1014
		(00)	720	(00)	5500	(00)	975

21	HV LEVEL 1	A1		A2		B1		B2	
10101	(): INITIAL	11	930 V	11	8100 V	11	940 V	11	8100 V
		10	850	10	7200	10	850	10	7200
		01	770	01	6000	01	770	01	6000
		(00)	700	(00)	5500	(00)	710	(00)	5500

22~31	SPC (1)~(10)	SENSOR ON/OFF	GAIN CONTROL				L.D.
	(): INITIAL	(1) 0 N	111111	GAIN MAX. 相対比(1.3)			1 1.5Kev
		0 OFF					(0) 0.7Kev
			(1000000)			(1.0)	
	(**C0)		000000	GAIN MINI. (0.7)			

(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	"	" HV-A2・B2・C2・ID
3	RBM HV MONI	24	"	" RBM-HV
4	TL-10 (SPC T1)	38	"	(-50~+70°C) SPC (A)
5	TL-11 (SPC T2)	39	"	" 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)。

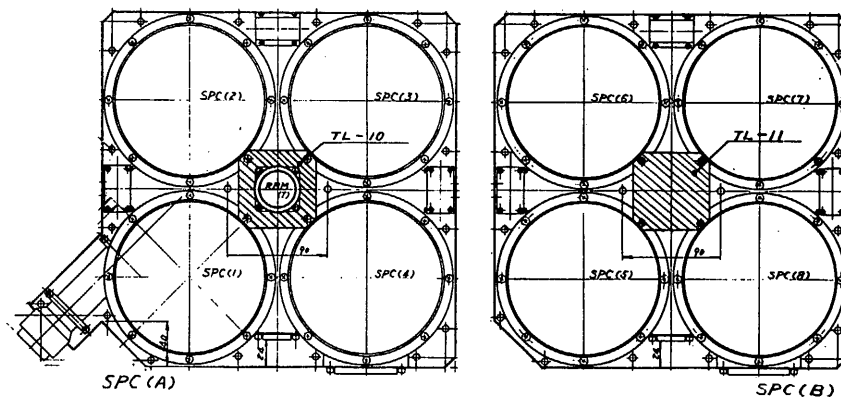
温度モニター項目 (F38・F39) は、センサー直接出力 (-50~+70°C)。

2: HV (1)・(2) MONI は、SPC でマルチプレクスして出力。

	ISF					
HV (1) MONI	ID	HV-A1	HV-B1	HV-C1	ID (5V)	A1
HV (2) MONI	ID	HV-A2	HV-B2	HV-C2	ID (5V)	A2

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 DISCRI(LEVEL)以上の信号をカウントして出力する。カウンタはノン・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 9 個のデータを 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 (")

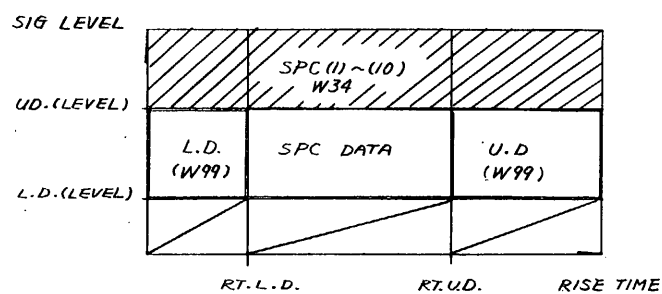
2: RBM(T) は TOP 側、RBM(S) は SIDE 側のカウンターのカウント。

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																
64							(32CH	(32CH								
80							MODE時)	MODE時)	(加算	128CH	MODE	時)	(加算	128CH	MODE	時)
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							SPC	SPC	SPC	SPC	SPC	SPC	SPC	SPC	SPC	SPC
16							PH 9	PH 10	PH 1	PH 2	PH 3	PH 4	PH 5	PH 6	PH 7	PH 8
32			*1													
48							SPC	SPC	SPC	SPC	SPC	SPC	SPC	SPC	SPC	SPC
64							PC 9	PC 10	PC 1	PC 2	PC 3	PC 4	PC 5	PC 6	PC 7	PC 8
80							SPC	SPC	SPC	SPC	SPC	SPC	SPC	SPC	SPC	SPC
96				*2			PH 9	PH 10	PH 1	PH 2	PH 3	PH 4	PH 5	PH 6	PH 7	PH 8
112							SPC	SPC	SPC	SPC	SPC	SPC	SPC	SPC	SPC	SPC
							PC 9	PC 10	PC 1	PC 2	PC 3	PC 4	PC 5	PC 6	PC 7	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、
読出しワード間カウントして出力する。

4: PH・PCモード — PHデータ: 読出し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、読出し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)					
DP側モード	M P C モード				PH・PCモード	
	16F 読出し	4 F 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)	2/8Sec	0.5/2Sec	0.5/2Sec	125/500mSec	15.625	62.5
SPC (5) ~ (8)	"	"	"	"	62.5mSec	250mSec
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、詳細については (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PIコマンド

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	1 1	加算32CH	1 1	加算32CH	1 32CH	1 1	112 C/Sec
		(10) MPC	1 0	" 128CH	1 0	" 128CH	(10) 128CH	1 0	96 C/Sec
			0 1	32CH	0 1	32CH		0 1	80 C/Sec
		(0000)	(0 0)	128CH	(0 0)	128CH		(0 0)	64 C/Sec

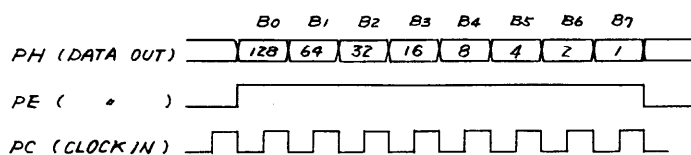
(表-7.2) モード・コントロール用PIコマンド・リスト

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モード時のみ16F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 HIGHT)信号、及び
PE(PULSE EVENT)信号を1組とし、合計10系統を出力する。



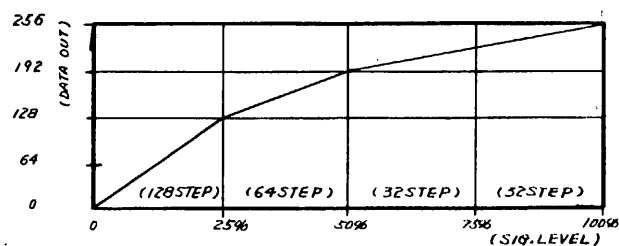
PHデータは、パルス・ハイトに対し、リニアな変換ではなく、通常の
コンバート結果に対し、(表-7・3)のように変換を行う。

	NORMAL A/D CONV.								SPC PH DATA							
	(MSB) B0	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	(MSB) B0	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7
1	0	0							0*	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8
2	0	1							1	0*	B2	B3	B4	B5	B6	B7
3	1	0							1	1	0*	B2	B3	B4	B5	B6
4	1	1							1	1	1*	"	"	"	"	"

(表-7・3) SPC・PHデータの変換対照表

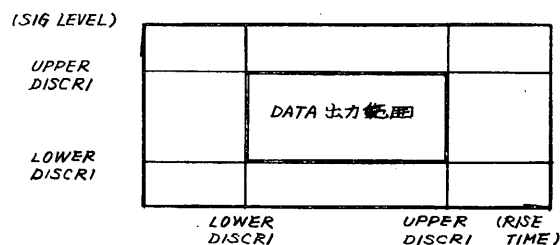
NOTE 1: *印のビット部分は、変換コードを付加するためのビットである。

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の、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)に、関係するPIコマンドのリストを示す。

DV	名 称	OS 0	1	2	3	4	5	6	7
31	SPC (10)	INPUT ON/OFF	AMP GAIN CONTROL						L.D.
{	{	"	"						"
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)・(10) ENA/DIS			

(表-7・4) DISCRI関係PIコマンド

NOTE 1: OS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

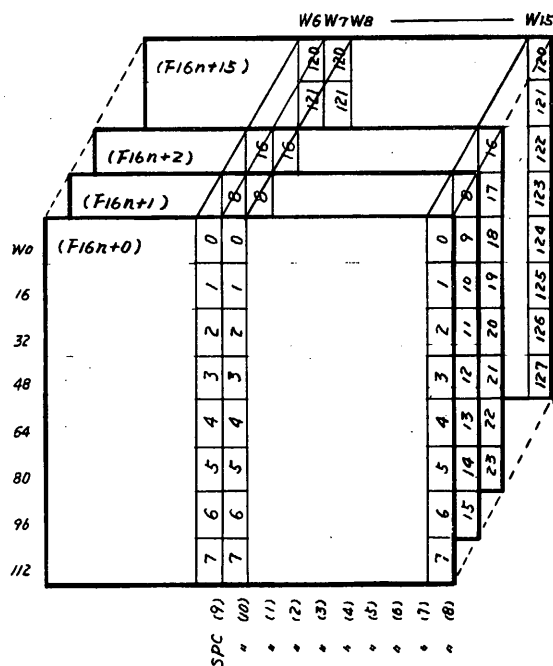
(A) M P C モード

(A)・1 128 CH モード

128 CH モードの S P C データは、入力信号レベルに応じて、8 ビットの P H 信号として、P E 信号とともに、各センサー毎に出力する。D P 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 P E 信号を、読出しワード間カウントし、そのカウント数を入力する。

D P の読出しは、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 2 sec, LOW ビットレートで 8 sec 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 128 CHモード

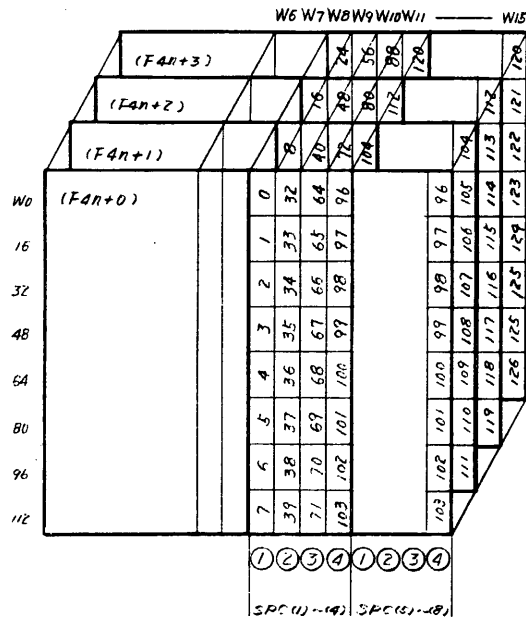
SPC側の出力データは、128 CHモードと同じ。DP側では、入力データを、SPC(1)~(4)、SPC(5)~(8)及びSPC(9)・(10)の三つのグループに分けて処理を行う。ただしSPC(9)・(10)のグループには、このモードは存在しない。

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 (CH0 ~ 31)
- ② 01 " SPC 2 (6) " (CH32 ~ 63)
- ③ 10 " SPC 3 (7) " (CH64 ~ 95)
- ④ 11 " SPC 4 (8) " (CH96 ~ 127)

にアクセスし、各メモリは、32 CHがデータ1セットとして処理する。

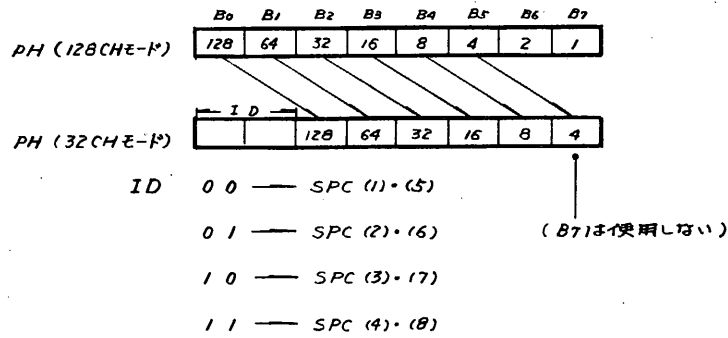
フレーム・フォーマットの概略を(図-7・3)に示す。



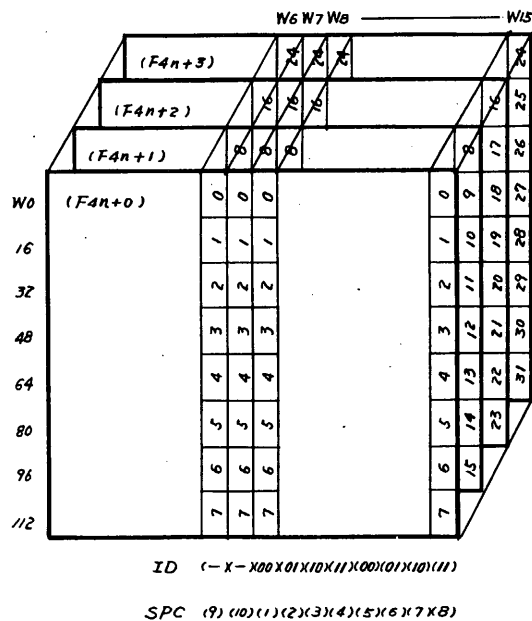
(図-7・3) 加算 128 CHモード、フレーム・フォーマット

(A)・3 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。



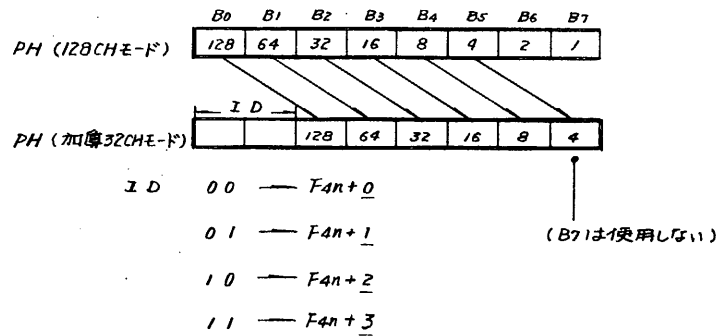
以上の結果、センサーのIDにより、SPC(1)~(4)(5~8)のエネルギー・データがそのまま同じセンサー用の出力ワードに、32CHのデータとして出力される。(図-7・4)参照。SPC(9)・(10)のグループの場合、上位2ビットは無視され、各々のメモリーにアクセスされて、32CHデータとして出力される。



(図-7・4) 32CHモード、フレーム・フォーマット

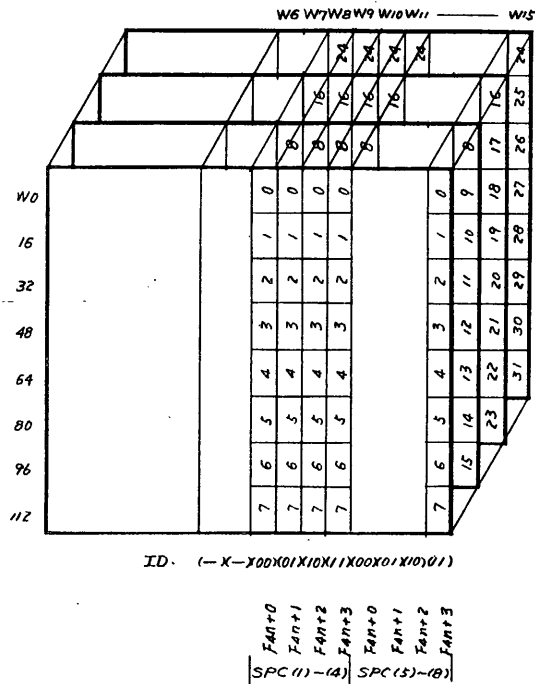
(A)・4 加算 32 CH モード

D P側の処理は、加算 128 CH モードと同じ。SPC は、上位 2 ビットに、32 CH 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 32 CH 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 32 CH 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

前回の読出しワードと、今回の読出しワ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、読出しワード間には、PCデータの読出しワードが存在し、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。読出しワード間には、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

読出しワ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入力する。(PHデータの内部は無視する。)

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	SPC
16							PH9	PH10	PH1	PH2	PH3	PH4	PH5	PH6	PH7	PH8
32																
48							PC9	PC10	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8
64																
80							PH9	PH10	PH1	PH2	PH3	PH4	PH5	PH6	PH7	PH8
96																
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データ

(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コマンドで切替えて使用する。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 CONT ON/OFF	FLAG COUNT	GAIN CONT(T)	GAIN CONT(S)			
	(): INITIAL	1 SIDE	(1) ON	11 1024C/S	11 11 KeV	11 15 KeV			
	(1) TOP	0 OFF	10 512 *	10 15	10 21				
				(01) 256 *	(01) 20	(01) 28			
	(1355)			00 128 *	00 29	00 39			

* HV=1014V * HV=975V

(表-7・6) RBM・PIコマンド・リスト

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

DELAY TIME COMMAND	DELAY
名 称	AD EX
RBM FLAG ON	7 4
" OFF	8 4

(表-7・7) RBM・FLAGコントロール、コマンド

(2) MONITOR(W99)系

DISCRI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、 $2^1 \sim 2^8$ 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。(つまり、W99または $1/2$ のスケールダウンが行われている)

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コマンドで切替える。)

(1) Y・BURST判定

(信号カウント数) - (BGカウント数) ≥ (判定基準値)
 という関係を、1/8 sec単位で判定し、この条件が2回連続で成立した場合、Y・BURSTと判定する。但しBGカウントが判定前8秒で2¹⁶ = 2048カウント(256カウント/秒)を越えている時はY・Burstと見なさない。

(2) BGカウント数の設定

Y・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、1/8 sec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

PI COMMAND

DV12

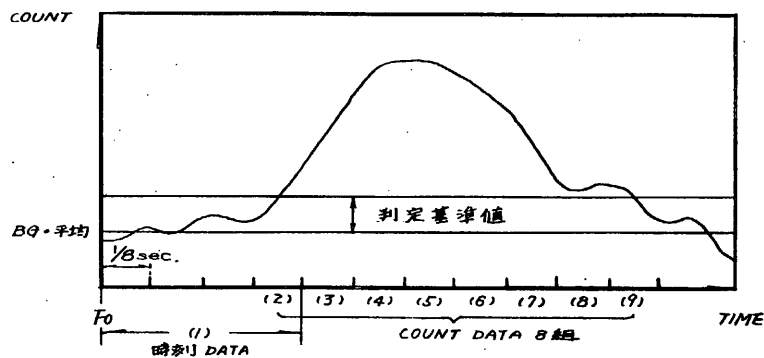
(): INITIAL

DS6	DS7	COUNT数
1	1	14C/125msec(112C/Sec)
1	0	12C/125msec(96C/Sec)
0	1	10C/125msec(80C/sec)
(0)	(0)	8C/125msec(64C/sec)

(4) 出力データ

Y・BURST時のデータは、判定した時刻(サブ・フレームの先頭F₀からの時刻で、分解能は1/8 sec、最大32 secまでカウント可能)と、1/8 sec単位で判定したカウントデータ(判定に使用にしたデータも含む)を、判定時刻から1 sec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20 sec、LOWで80 secとなる。データの無い時は、"0"を出力する。



(図 - 7 ・ 6) G B D データ概念図

(A) 時刻データ

B0	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7
"1"	8s	4s	2s	1s	$\frac{1}{8}s$	$\frac{2}{8}s$	$\frac{1}{8}s$

B0 は、時刻データ判別のためのラベル "1" で、このビットは、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、下記の通り。

(A)-1 ビットレート HIGH の時、時刻データとしての B0 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+71 に出力された場合、

条 件		処 理	
$n = 0$	$B1 = 1$	$B0 = 1$	$B1 = 1$
"	$B1 = 0$	$B0 = 0$	$B1 = 0$
$n = 1$		$B0 = 0$	$B1 = B1$
$n = 2$	$B1 = 1$	$B0 = 0$	$B1 = 1$
"	$B1 = 0$	$B0 = 1$	$B1 = 0$
$n = 3$		$B0 = 1$	$B1 = B1$

(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。

1.2

乙軸ミラー(XFC)

名古屋大学 理学部 早川幸男 長瀬文昭
国枝秀世 田原 謙
大阪大学 理学部 山下広順
宇宙科学研究所 榎野文命
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っている。この高温ガスは超新星の遺跡と考えられ、爆発後 $10^3 \sim 10^6$ 年たつとこのエネルギー領域で明るくなり 30 ~ 100 pc の大きさになる。North Polar Spur のように近くにあるものは数十度の広がりを持ち、Cygnus Loop, Vela X のように遠くにあるものは数度の広がりをもって観測される。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、銀河面での役割を知るためには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。

このような広がりたX線源以外に次のような天体も観測対象に挙げられる。

- ・高温の白色矮星 (HZ 43 ...)
- ・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ので、星間ガス密度が 10^{21} cm^{-2} 以下の方角にある天体しか観測することができない。高銀緯の方角では銀河系外天体である BL Lac 天体 等も観測することが出来る。

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び紫外線の寄与が問題となる。特に電子は高度、地球気緯度、太陽活動によっ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 以上の計数元素を測ることにによってその寄与の割合を知ることを加える。

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

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集光面に置かれた多重芯線比例計数管 (MWC) と信号処理のための電子回路からなる。MWC はポリプロピレン薄膜を用いるため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ポンプを組込まれている。

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。回転方向に対して 0.2 である。集光面におかれた MWC は 0.2 間隔で7個の cell に分けられ、各々の cell に対応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 上に集光を結び 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従って外側の cell へと集光を結ぶ位置が移行する。図1に X 線源が光軸から 2.5° のところにあっ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。

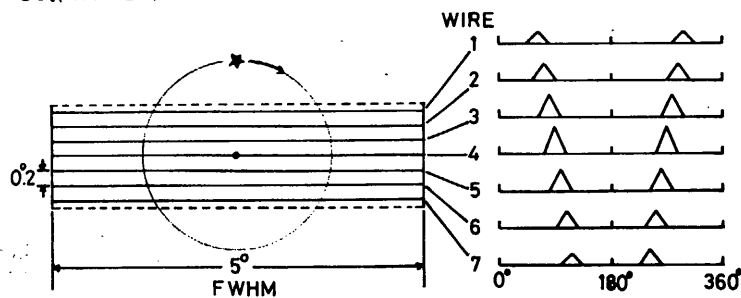


図1. XFCの視野と予想される観測例
X線源が光軸から 2.5° のところにあって衛星が1回転した場合。

3. 集光鏡 (XFC)

厚さ 1mm 大きき 140×150 のシートガラスに 1000\AA のニッケルを蒸着した鏡を図2に示すように口径 70×140 の中に4種類の放物面に沿って共焦点になるように並べた一方方向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 $150 \times 150 \times 150\text{mm}$ の箱の中に納める。集光距離即ち鏡の上端から集光面までの長さ 580mm 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光面の 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 を取付ける。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たこの集光鏡の幾何学的有効面積は1組当たり 37cm^2 となる。入射角に対する有効面積の変化を図3に鏡の反射率を図4に示す。

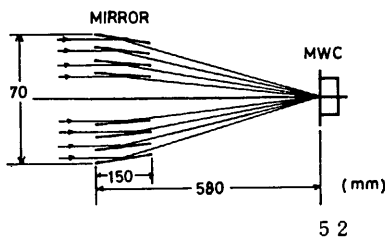


図2. 一次元集光鏡の概念図
紙面に垂直方向に 135mm 長さの鏡でこの方向には集光しない。

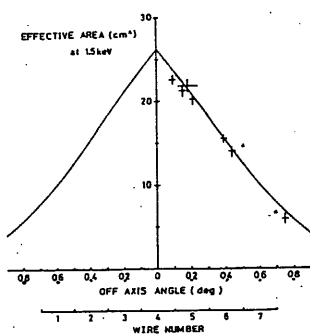


図3.
入射X線と光軸の
なす角における全線の
有効面積

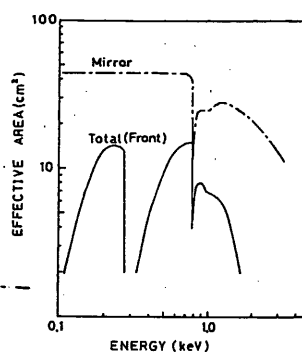


図4.
反射率を考慮した
有効面積 — — —
計数効率を加えた
有効面積 —

4. 比例計数管 (MWC)

真空中に置く多重芯線比例計数管は通常の比例計数管と体本も並べたいものである。はくちゅうに搭載されたV SXと同じようにFront, Rearの2層からなり、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線入射窓には0.8μmポリプロピレンにレキサン-α-フォームボールをcoatしたものを用いる。外側には紫外線の透過率を下げるために200~300ÅのARを蒸着し、内側には導電性をもちせるために20~30 μg/cm² Carbon dagを塗る。窓の大きさは20×135mmで窓膜が1気圧に耐えるように透過80%のメツシを張る。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コネクターを通して電磁弁の開閉としMDコネクターを通して計数管の内圧を4チェックする。窓膜が薄いのでそこからガス漏れを補って計数管のgainを一定するために次に述べるガス圧制御系が取り付けられる。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2 keV以上のX線を出すcalibration sourceを常時あり、CALON commandによってAmp gainを切替える。その波高分布を4チェックする。

5. ガス圧制御系

ガスの供給方式ははくちゅうのV SXと同じである。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を通して衛星外のガスボンベからP-20ガスを流して動作させる。ガス供給系の

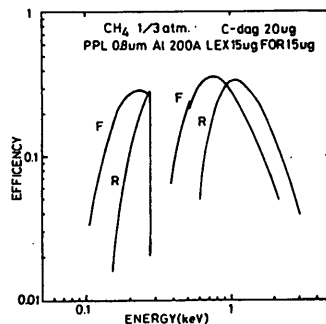


図5. MWCの計数効率

ブロック図を図6に示す。MWC 1本の容積は240ccである。

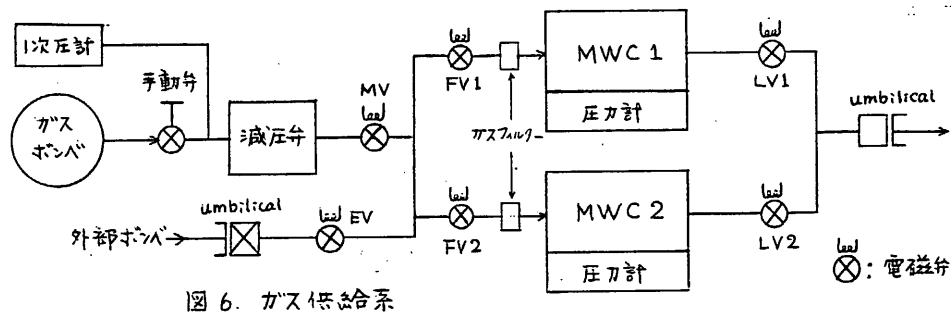


図6. ガス供給系

計数管の gain を一定に保つために reference volume をもつ圧差圧計によって計数管内圧と reference volume の圧力差が常に一定の中におさまるように Fill, Leak の電磁弁を制御する。計数管内圧は絶対圧計によって常時モニターされ、差圧計が不調になっ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。ポンプ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閉じ Fill の電磁弁を開けてメタンガスを気
圧に封入するためにガス圧制御系と動作させる。計数管のガス漏れが多くなって絶対圧
計がある一定値より下がった場合には safety gate によって 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 にしておかなくてはならない。Safety gate の ON/OFF, 制御圧の設定は PI コ
マンドによって行う。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 開き、強制リークする時には 1 sec 開く。ガス圧制御系のブ
ロック図を図7に示す。2本の MWC は別々のガス圧制御系をもつ。

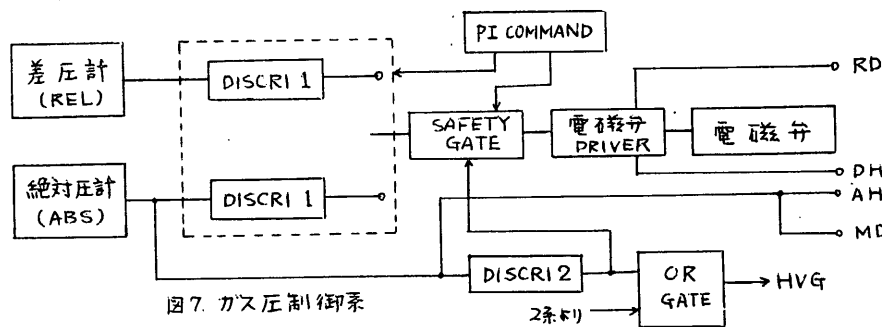
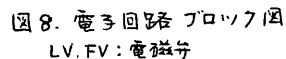


図7. ガス圧制御系

6. 電子回路

電子回路は上に述べたガス圧制御部のほか、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、コマンドインターフェース部、電源部から

なり、そのブロック図を図8に示す。



7. パルス信号処理部

MWC の Front の 7 本の wire からのパルスは各々独立の amp を通って mix amp に入り、Lower Discr (LD) と Upper Discr (UD) の間にあって Rear と同時でないもの及び Front と同時でない 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 の信号として、次のようにな構成で送出される。

bit	0	1	2	3	4	5	6	7
MWC 1/2	ID Frontwire 1~7 0 17 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 8 bit の data は PH mode と同じ, 表 1 に示すように PH 1 ~ 8 の word に入れられ, 1 秒間に 64 events / 8 kbps, 16 events / 2 kbps で送られる。計数が多い場合でも 2 kbps で送信される場合には dead time correction する必要があるので, 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 8 bit scaler として表 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 の間積分した計数を同じく 8 bit scaler として MWC 1 と 2 を交互に入れる。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 に従って PC 1 ~ 8 の PC mode に切替え

ることもできる。PC mode は PH mode の 1~15^{ch} を 3 つの Digital Discriminator (DD) に分けて 4 つの band に分け、各 wire の各 band の計数を 8 frame の 1 回積分して 8 bit scaler と 1 つ表すに示す構成で送る。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		PH 時間分解能 15.625 msec (62.5 msec)
16						PH2		
32	CAB/AGC	AHK	DHK	DP		PH3		
48						PH4		PC mode には PH1 → PC-1 ⋮ PH8 → PC-8
64						PH5		
80						PH6		
96	PC 9	PC 10	PC 11			PH7		
112						PH8		

表 2 PC-9, 10, 11 format

	W \ F	F _{9n+0}	F _{9n+1}	F _{9n+2}	F _{9n+3}	F _{9n+4}	F _{9n+5}	F _{9n+6}	F _{9n+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 _{9n+0}	F _{9n+1}	F _{9n+2}	F _{9n+3}	F _{9n+4}	F _{9n+5}	F _{9n+6}	F _{9n+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) に対応する。

8. AHK (W33)

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

1. F25: MWC に供給される高圧電源の電圧
2. F26: ガスポンベの1次圧 0-150気圧
3. F27: 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. F28: 2n MWC 1 の calibration source の出力 level
2n+1 MWC 2 の calibration source の出力 level
5. F42: MWC の温度 -50°C ~ +80°C
6. F43: ガスポンベの温度 -50 ~ +80°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. F4: MWC 1 Front の wire 1~7 の LD-UD 間の計数
2. F12: MWC 2 Front の wire 1~7 の LD-UD 間の計数
3. F20: MWC 1 Rear の LD-UD 間の計数
4. F28: MWC 2 Rear の LD-UD 間の計数
5. F36: MWC 1 Front の wire 1~7 の UD 以上の計数
6. F44: MWC 2 Front の wire 1~7 の UD 以上の計数
7. F52: MWC 1 Rear の UD 以上の計数
8. F60: MWC 2 Rear の UD 以上の計数
9. F11: MWC 1 の Front と Rear の coincidence 計数
10. F27: MWC 2 の Front と Rear の coincidence 計数
11. F43: MWC 1 の Fill 電磁弁 (FV1) の動作回数
12. F59: MWC 2 の Fill 電磁弁 (FV2) の動作回数
13. F5: MWC 1 と 2 の Leak 電磁弁 (LV1, LV2) の動作回数

各項目は 1 sub-frame で 1 回読み出されるため 8 秒/8kbps, 32 秒/2kbps 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に次の command 項目がある。command には 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	回路全条 ON, initial set	F29 W34 B0 1
2. 11-10	XFC OFF	回路全条 OFF	" " B0 0
3. 10-10	BUS OFF	BUS OFF	" " B3 0
4. 9-10	XFC-A 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	RBM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に入3	F8n+2 W35 B2 1
2. 10-4	All PI OFF	回路全条 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 節電 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 が設けられる。 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 F8n+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

カ電圧を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 内のガスを強制リークさせることである。OS 2 は MWC 1 のガス圧制御部の safety gate を ON/OFF する。ON の場合には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 のガス圧制御を差圧計にするか絶対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 anticoincidence gate の ON/OFF をする。ON の場合には Front と Rear で coincidence した event は PH mode (PC mode) で送られない。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 UD の level を4段階に設定する。
- 9) MWC 2 について 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 の選択をして OS 5 でその出力を出すかどうかを決め, OS 6,7 でその wire の amp gain を4段階に設定する。
- 11) PC mode で 4 つの PH band に分ける時の digital discr の 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 0~15^{ch} のどの level にするかを決める。

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 discr は DD1=4, DD2=8, DD3=12 に設定される。尚、いずれの DEVICE も OS0~7 の全てがゼロの COMMAND を打つと、表示に誤りが生ずるので、どれかの OS を 1 にする必要がある。

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 (XFC-G), 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 PI 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 ページの 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クし、その後ポンプからメタンガスを 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 ページ) を打つと観測器と 12 完全な動作状態になる。電力事情が悪くなった場合には PSC ON (9-9 B ページ) 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

機器指定		動作機能 (OS)										動作確認						
DEVICE	内容	0	1	2	3	4	5	6	7	W35								
6	PC/PH HV level (0.6)	PC/PH								HV level								
		0	PH							00 LOW								
		1	PC							01 NORMAL 10 MEDIUM 11 HIGH								
7	gas control (0.7)	MWC1 PRESSURE LEVEL		SAFETY		CONTROL		MWC2 PRESSURE LEVEL		SAFETY CONTROL								
		00	LEAK			0	ON	0	REL		0							
		01	LOW					00	LOW		ON							
		10	MEDIUM			1	OFF	1	ABS		OFF							
8	MWC1 level (0.8)	11	HIGH					11	HIGH		1							
		ANTI		COARSE GAIN		LOWER DISCRI		UPPER DISCRI										
		0	ON			00	LOW		00	LOW								
		1	OFF			01	NORMAL		01	NORMAL								
9	MWC2 level (0.9)					10	MEDIUM		10	MEDIUM								
						11	HIGH		11	HIGH								
		ANTI		COARSE GAIN		LOWER DISCRI		UPPER DISCRI										
		0	ON			00	LOW		00	LOW								
10	Wire選取 gain 微調 (0.A)					01	NORMAL		01	NORMAL								
		1	OFF			10	MEDIUM		10	MEDIUM								
						11	HIGH		11	HIGH								
		COUNTER ID		WIRE ID		WIRE OUT		FINE GAIN										
11	Digital Discr. (DD) (0.B)	0	MWC1			000	REAR	100	FRONT 4		0							
		1	MWC2			001	FRONT 1	101	5		ON							
						010	"	2	110	6	OFF							
						011	"	3	111	7								
		COUNTER ID		DIGITAL DISCRI ID		DIGITAL DISCRI LEVEL												
		0	MWC1			00				0000	LEVEL 0100	4	1000	8	1100	12		
		1	MWC2			01	DD 1			0001	"	1	0101	5	1001	9	1101	13
						10	DD 2			0010	"	2	0110	6	1010	10	1110	14
						11	DD 3			0011	"	3	0111	7	1011	11	1111	15

□ : XFC ON, INITIAL SET 時に設定する。 DD1: LEVEL 4, DD2: 8, DD3: 12 に設定する

器がどのような状態に移行するか論理を表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に 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でそれ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。HV ON 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 DISCRI 2 の level より絶対圧計の出力 level が下がったならば 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 の制御は必要ない。

12. 高圧電源

高圧電源は Matrix 社製で WO-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 2950~3100V 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) によってモニターされその変動が4エッジされる。高圧電源系のブロック図を図9に示す。

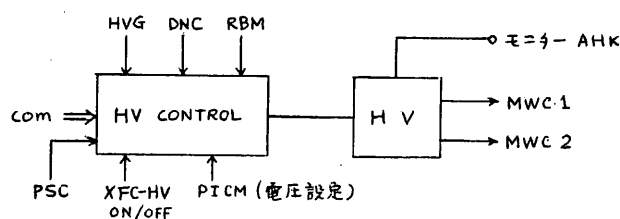


図9 高圧電源系ブロック図

表5 XFC関係コマンドとXFC各部各論理動作

コマンド			機器各論理		HV		信号処理系		Xモリ ガス圧制御系		BUS		HV G		RBC		DNC		PSC	
X	AD	EX	項目名		ON	OFF	ON	OFF	ON	OFF	ON	OFF	ENA	DIS	ENA	DIS	ENA	DIS	ENA	DIS
	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	HV G ENA										←							
9		10	HV G 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 になった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は矢印のように移行しない

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。コリレーター、集光鏡、支持台の集光鏡系を上部デッキに取付ける。下部デッキには MWC、電磁弁、減圧弁、ポンプ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り付けられるため相互のアライメントは組み上げ後とらなければならぬ。

MWC は窓側から Frontwire, ground wire, Rear wire と溢られ、一方の端に Pre Amp が取付けられ、側面に圧力計がつけられている。

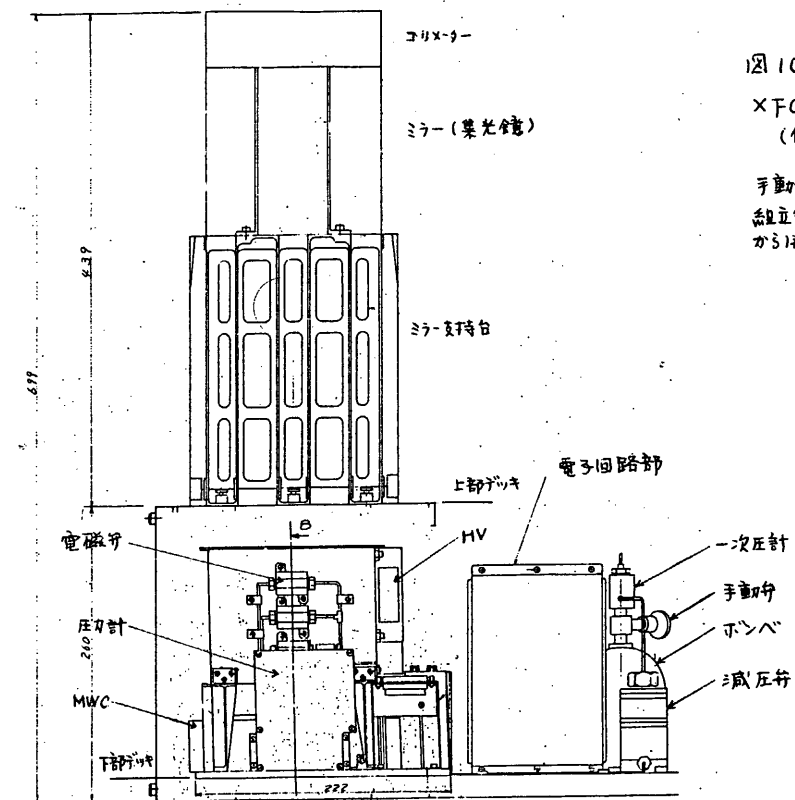


図 10.
XFC 外觀図
(側面)
手動弁は衛星
組立後外部
から開閉できる

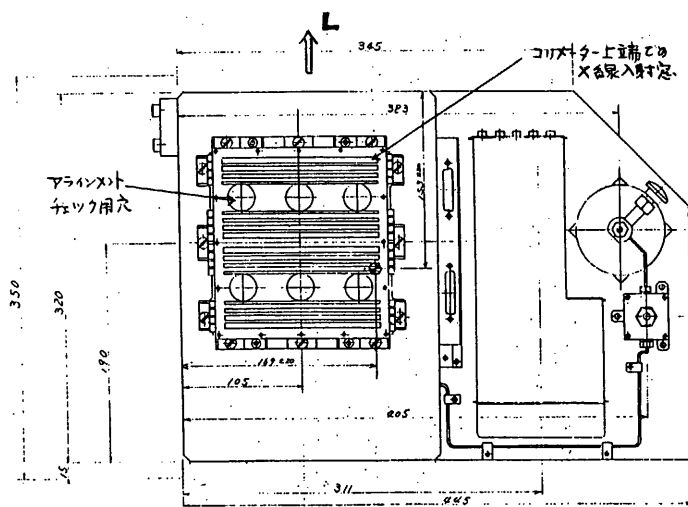


図 11
XFC 外觀図
(平面)
Z軸方向 (X線の
入射方向) から見
た図
X線入射窓から入
ったX線は
集光鏡の円板各
ミラーで反射され
MWCに達する。

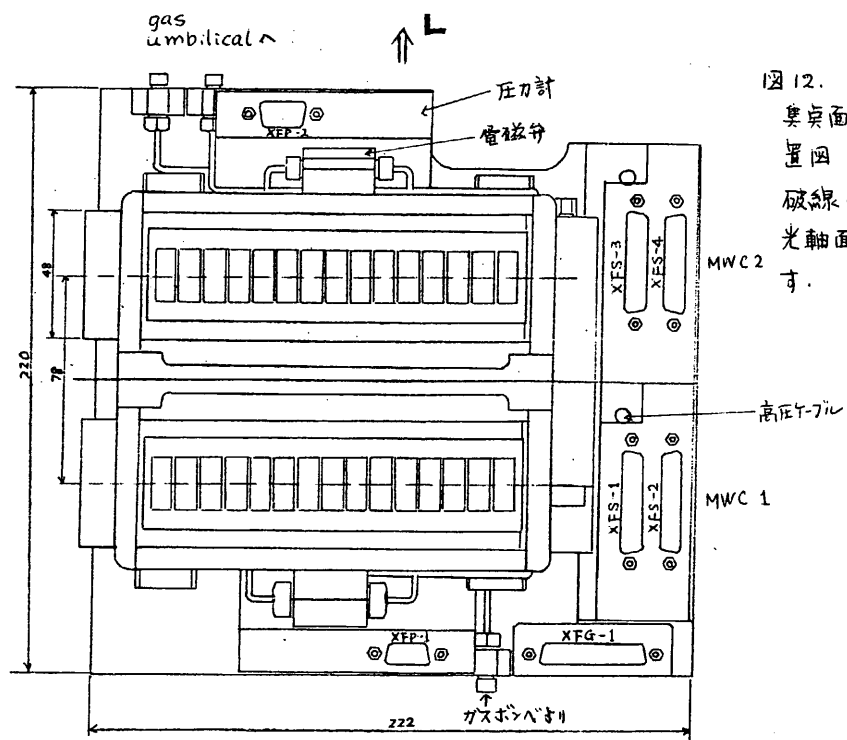


図 12.
真空中での MWC の配
置図
破線は各集光鏡の
光軸面の位置を示
す。

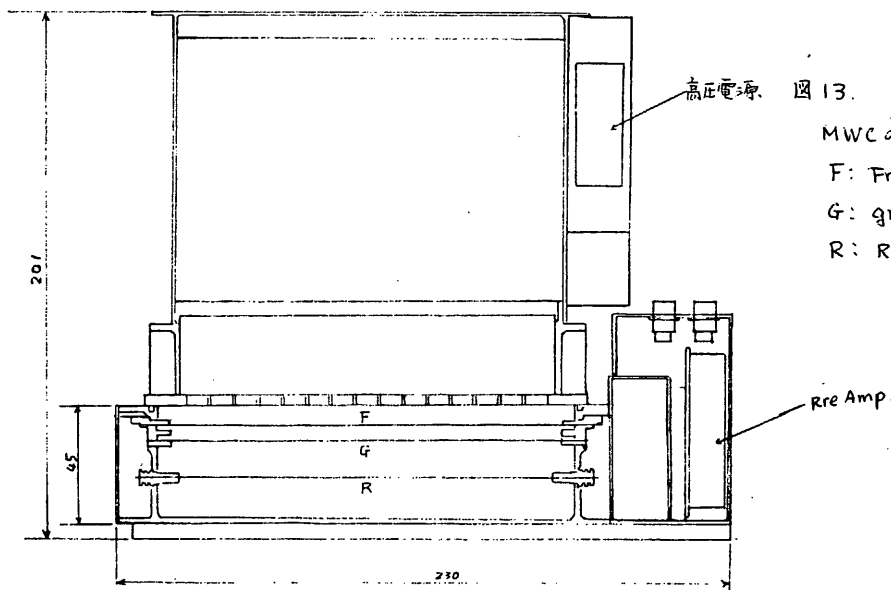


図 13.
MWC の断面図
F: Front wire
G: ground wire
R: Rear wire

大阪大学 理学部 宮本 重徳 北本 俊二

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も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々隔でくりかえすX線バースター、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アルカウンタ(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なくするため、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、活動期と静止期をもっているX線バースターがいつバ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線バ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出来る。一定の天空を常時監視しているため、X線バ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台のスラット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によりスピン軸方向から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、スピン軸方向、即ちSPCの視野方向に大きな制限が付き、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、スピン軸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はほとんどは、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ものである。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。

アダマールマスクは1/5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、その上部はクォーツファ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とり出し、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なくするために、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。

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、1/4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、それぞれがスピン軸を含んで25度×40度の視野を持つようにしている。このようにした理由はIPCのベ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 2.6 cm 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、ベ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本のクォ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AMP 3、AMP 4で増幅した後Zero-cross回路で偏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ォ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AMP 2で増幅する。このパルスハイトは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AMP 5で増幅しアンチ信号とする。

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に示したベリリウム 50μ 厚の窓をもった比例計数管に、図9に示したスラッツコリメーターを取り付け、さらにこれをスピン軸から 5 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 $\pm 1^\circ$ の精度で決定できる。

使用するカウンタは、既述したように 50μ 厚のベリリウム窓で、その有効面積は約 100 cm^2 のものである。またコリメーターを通した有効面積は図/1のようになる。入射X線エネルギーに対するZYTカウンタの検出効率はその有効面積が最大となるスピンドルから 28° の方向では、図/2に示すようになる。

ZYTの動作回路のブロック図を図/3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。但し、この場合ADCによる処理はLower disci (LD2) 以上で Upper disci (UD) 以下のパルスで、アンチカウンタ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 disci (LD-2) 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 Fe^{55} でZYTカウンタ側面下部の小穴（窓膜はベリリウム 100μ 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/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別に4チャンネルに別け、これを2ビットの情報としてDPに送る。同じく入射X線位置はカウンタ別に64チャンネルに別け、これを6ビットの情報としてDPに送る。つまり一々の入射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毎にチャンネル別に4コの8ビットスケラへ加算する。同様に位置についても64コの4ビットスケラへ加算する。DPはこれらのデータを次のようにテレメーターへ送る。即ちエネルギーについては2フレーム毎に4コのスケラ値を順次読み出す。この場合エネルギーの各チャンネル毎にその集積時間は等しいが、集積タイミングは4フレーム分ずつずれていることになる。こうしてHXTの各カウンタで得られた全データのエネルギースペクトルが4チャンネルの精度で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毎に64コの4ビットスケラが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チャン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になる。4チャンネルあるエネルギーの各チャンネルは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の場合は 1024 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 $16 \times 64 / 4 \text{ フレーム} = 2048 \text{ counts/sec}$ (512 counts/sec) である。この他に DHKデータを使いカウンター下部の8本のアノードから得られるパルスの^{同時計}と、クォーツアノードから得られるパルスの^{同時計}の数を^{同時計数}を知ることができる。前後アノードからの^{同時計数}は TSM内に8ビットスケalerをもち、 $1/16$ に分解したものを数える。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 $256 \times 16 / \text{サブフレーム} = 512 \text{ counts/sec}$ (128 counts/sec) となる。又クォ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alerを持ち $1/256$ に分解したものを数える。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 $256 \times 256 / \text{サブフレーム} = 8192 \text{ counts/sec}$ (2048 counts/sec) となる。こうしてエネルギー又は位置のスケaler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 DHK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なくてはならない。

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チャンネルに分け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alerを4コ用意し、チャンネル毎に計数していく。この4コのスケaler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、各チャンネルの集積時間は同じであるが、そのタイミングは $1/4$ 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 $256 \times 4 / 2 \text{ フレーム} = 4096 \text{ counts/sec}$ (1024 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^{同時計}知ることができる。TSM内に8ビットスケalerをもち、上下のコインシデンスパルスで $1/16$ に分解したものを数える。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 $256 \times 16 / \text{サブフレーム} = 1024 \text{ counts/sec}$ (256 counts/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aler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。

上位4ビットには入射 X線のエネ

ルギーを / 6チャンネルの精度で、4コの場所別に送る。即ち位置データ4チャンネルのうち $4N$, $4N+1$, $4N+2$, $4N+3$ ($N=0, 1, \dots, 15$) の各 / 6コのチャンネルがそれぞれの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。

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チャンネル) よりも詳しい / 6チャン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チャンネルに分けて 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チャンネルのうち ZYT-1に割り当てられた部分で0~3チャンネル、ZYT-2に割り当てられた部分で4~7チャン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 (3.2~6.3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 $F_{61}W_{34}$ 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-H monitor, HV-Z 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本のクォ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ォ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段階に切り変る。

ZYT- ANTI ZYTカウンタの下部アノードをアンチカウンタとして動作させるかどうか決める。

DV 5 TSMに搭載する二台の高圧電源 (HV-M及びHV-Z) の出力電圧を変化させるコマンドである。HV-MはHXTカウンタに、HV-ZはZYTカウンタ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-12-10 HXT ON 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 OSの総てのビットが0になることである。

A-13-10 ZYT ON 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-13-11 TSM OFF HXT,ZYTの回路処理系の電源を切る。

B-12-10 HV-M ON HXTに供給する高圧電源を入れる。

B-13-10 HV-Z ON ZYTに供給する高圧電源を入れる。

A-13-12 TSM-A OFF 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-12-11 HV OFF HXT,ZYTに供給する高圧電源を切る。

B-13-11 CAL DIS キャルモード時にも、データーの内容を変えない。

このコマンドは HXT ON で解除され

CAL ENAとなる。

B-12-11 RBM DIS RBMからの信号を受けつけない。TSM off 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-10-4 ALL PI OFF TSMの回路処理系、高圧電源など全ての電源を切る。

A-11-4 HV ALL OFF HXT,ZYTに供給する高圧電源を切る。

B-9-9 PSC ON 節電モードとなりデーター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 O F F PSC ONのコマンドを解除する。

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。

8 - 2 H V - H O N HXTに供給する高圧電源を入れる。

7 - 2 H V - Z O N ZYTに供給する高圧電源を入れる。

7 - 1 H V O 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に關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) によりどのクォ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に關する各種ステータスの初期設定は、PI コマンドの内容が総て0となった状態である。従って回路系のアンプゲインが総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ることがある。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 ZYT- 1,- 2に關するエネルギーのデータ4チャンネルは各々2フレームに一回ずつ読み出される。各チャンネルの集積時間は等しいが、集積のタイミングが1/4フレームずつずれている。従ってチャンネル毎に観測した視野が違ふことになる。
- c HXT- X及び- Yに關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。位置に關するデータは、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

	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1. HXTのテレメーターフォーマット (観測モード)

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

	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3. HXTのテレメーターフォーマット (キャルモード)

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ー

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	RBM 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

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

** Initial set is all 0s.

TSM energy boundary (in keV) v.s. HV level (LNMH) at Amp. gain L (x1.0)

HV-H	L	HXT-X			L	HXT-Y		
		N	M	H		N	M	H
UD	90	55	35	27	100	60	45	35
3/2	60	36	24	18	66	39	29	22.5
2/1	40	24	16	12	44	26	19	15
1/0	20	12	8	6	22	13	9.5	7.5
LD-H	9	5	3.2	2.5	9.5	5.6	4	3
LD-L	4.5	2.5	1.6	1.3	5	3	2.2	1.7

HV-Z	L	ZYT-1			L	ZYT-2		
		N	M	H		N	M	H
UD	54	35	23	20	54	35	23	20
3/2	36	22.5	15	13.5	36	22.5	15	13.5
2/1	24	15	10	9	24	15	10	9
1/0	12	7.5	5	4.5	12	7.5	5	4.5
LD-H	3.3	2	1.4	1.3	3.3	2	1.4	1.3
LD-L	1.6	1	0.7	0.6	1.6	1	0.7	0.6

Amp. gain	L	x1.0	UD : upper discri. level
	N	x1.5	3/2 : boundary between ch.3 and ch.2
	M	x2.0	2/1 : boundary between ch.2 and ch.1
	H	x3.0	1/0 : boundary between ch.1 and ch.0
			LD-H: lower discri. level (high)
			LD-L: lower discri. level (low)

表8. TSMの Amp. gainが最低の所のチャネルの境を keV単位で表したもの。
Amp. gainを大きくすれば上表の値はそれぞれ Amp. gainで割ったもの
となる。標準観測モードは HV-H が M, HV-Z が N, Amp. gainは最低
となる予定である。

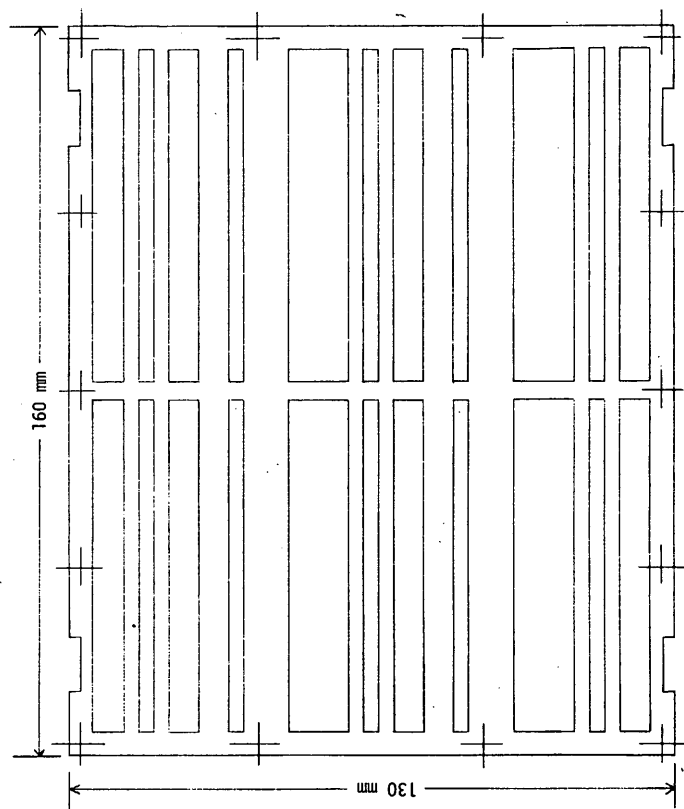


図2. 5次の一次元アダマールマスク. 5次のアダマールパターン
 ーサイクルは「000100110101111」で、1に相当す
 る部分は穴になっており X線を透過させる。このマスクは約2.4
 サイクル分となり、マスク部の大きさは中央のフレームを含めて
 $150 \times 20 \text{ mm}^2$ である。

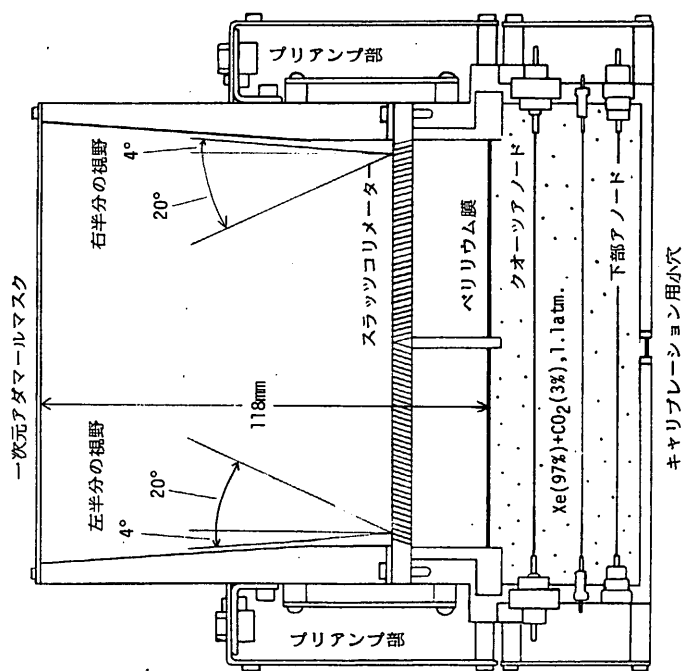


図 / 一次元アダマール X線マスクの断面図. 右半分と左半分とが
 独立にアダマールX線マスクとして動作する。

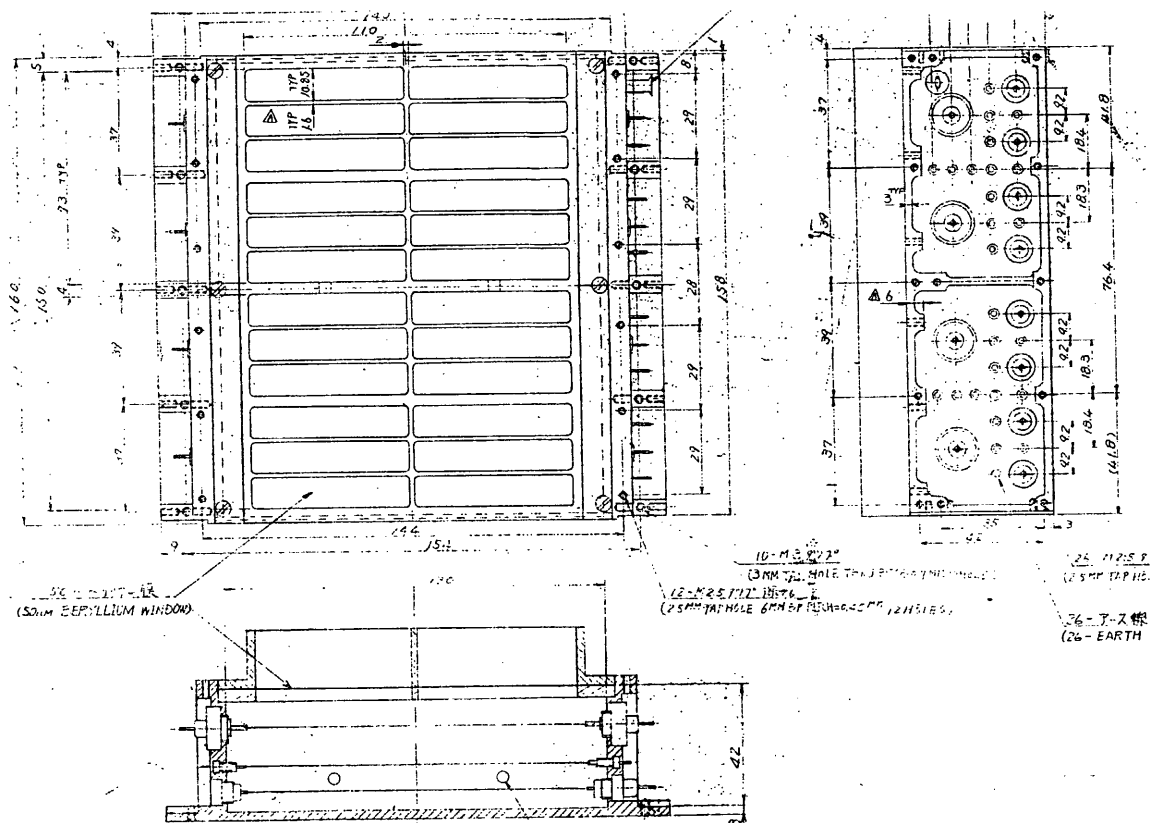


図3. HXTカウンターの構造図。窓は 100μ 厚のベリリウム膜で、カウンターガスはXe (97%) + CO₂ (3%) , 1.1気圧である。クォーツアノードは各々約50 K Ω の抵抗値をもつ。カウンターのX線入射部はフレームを含めて $110 \times 150 \text{ mm}^2$ の大きさである。

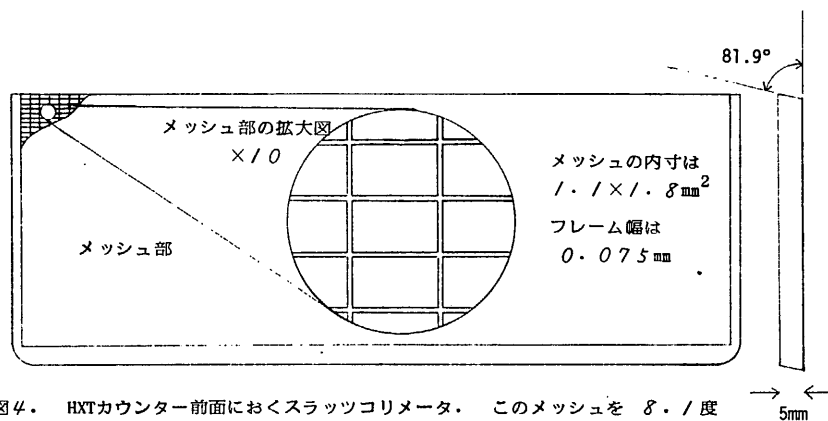
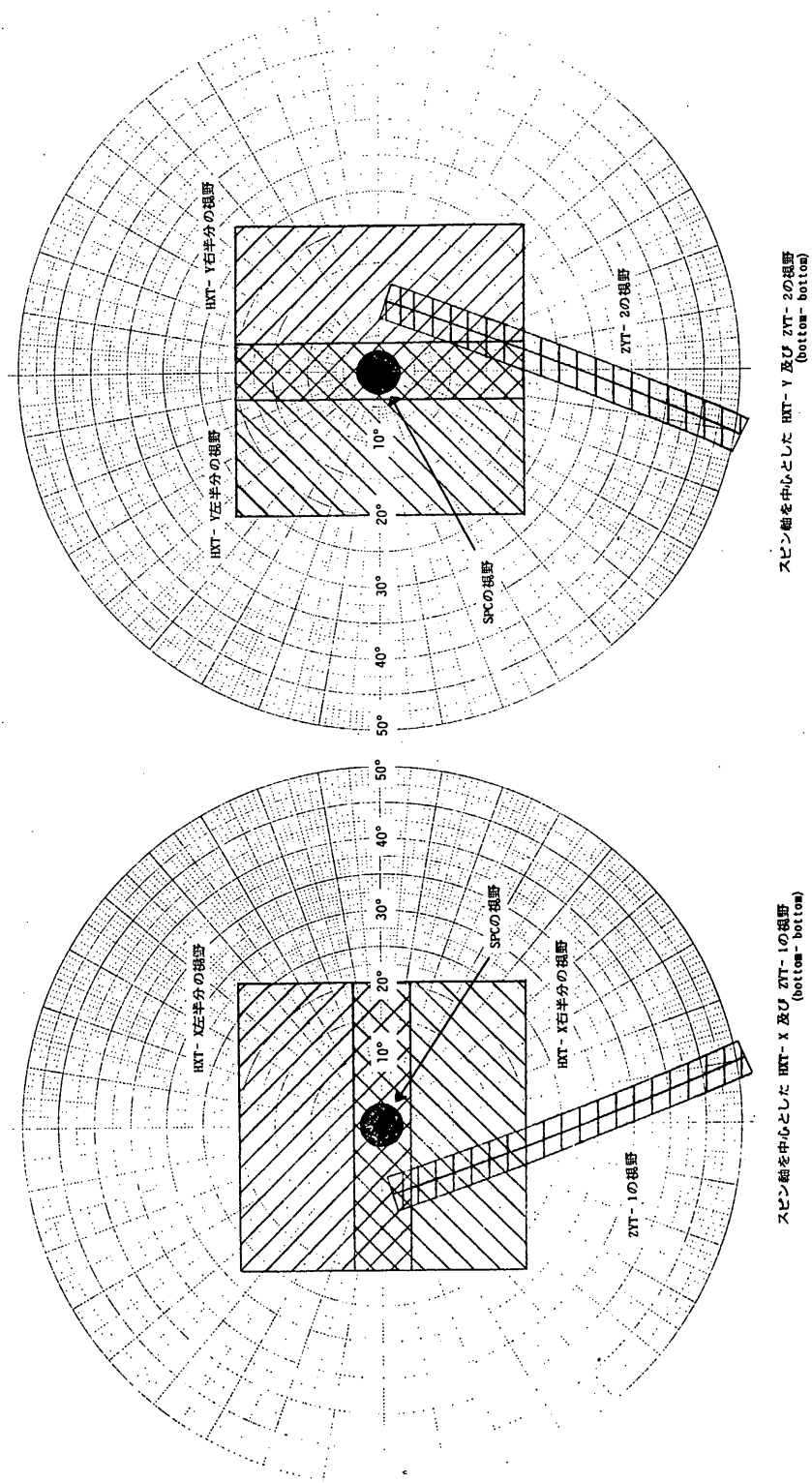


図4. HXTカウンター前面におくスラツコリメータ。このメッシュを8.1度傾け5mmの厚さに積み上げる。これを図1に示すように2組並べ、図5に示す視野を作る。

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、スピンの軸から δ 度の方向、同じく ZYTは 2δ 度の方向である。この図を利用すれば、ZYT-1, -2の位相差から X線源の位置がわかる。



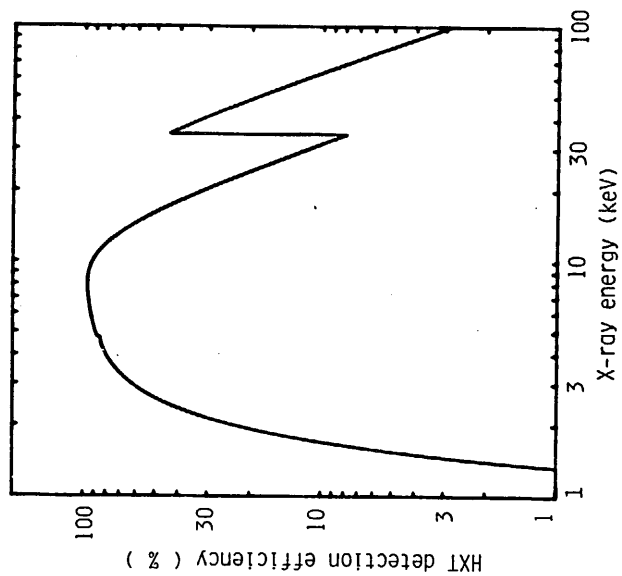


図 6 HXTカウンターのX線検出効率

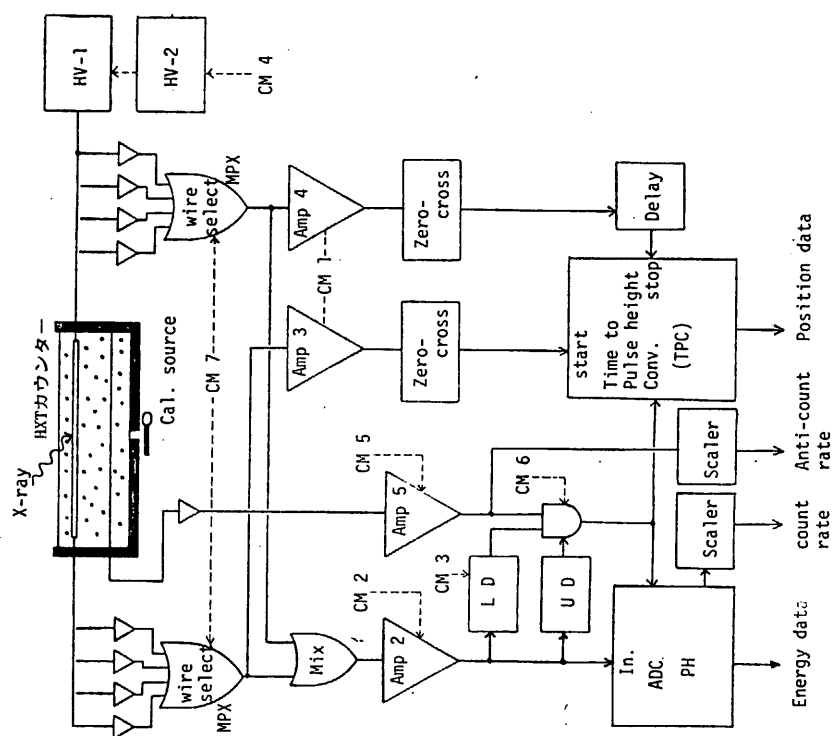


図 7. HXTカウンターの信号処理ブロック図。

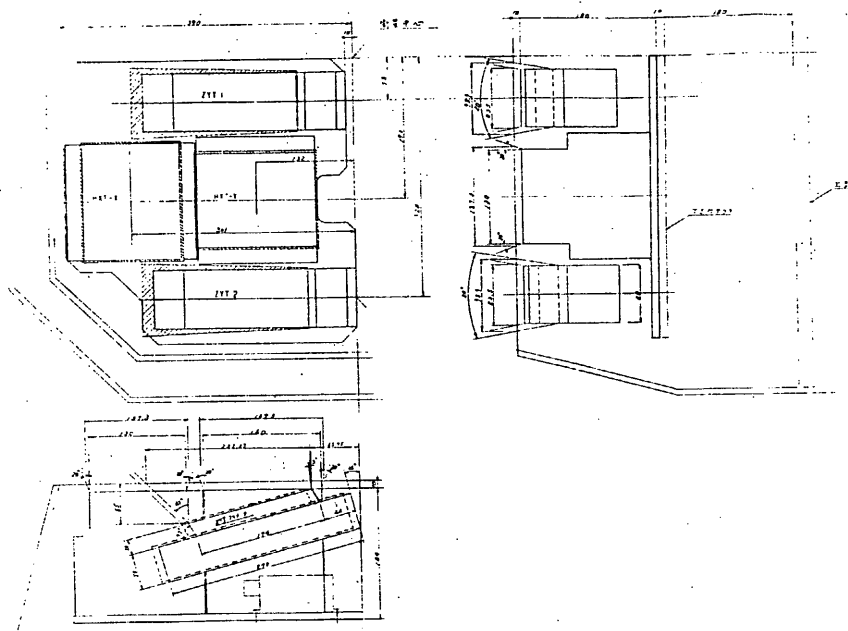


図 / 0. TSMの搭載配置図. TSMは ASTRO-B 上部デッキの1/4の部分で、STSの上
に積み重ねて搭載される。

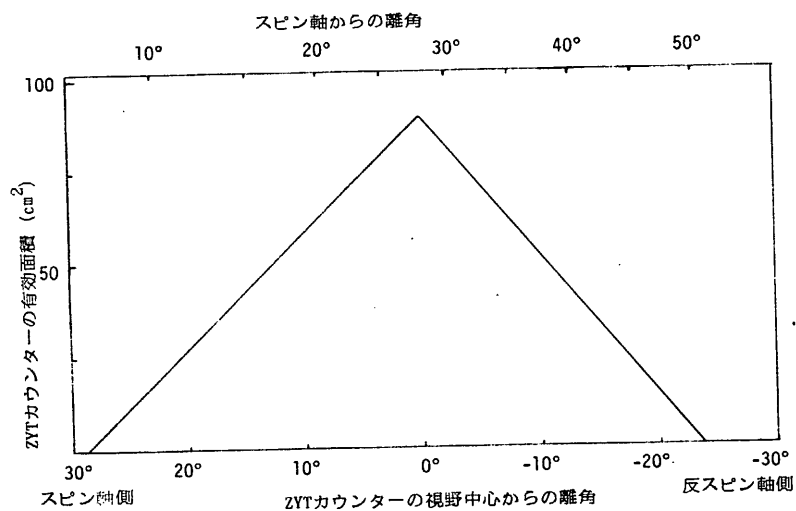


図 / 1. ZYTカウンターの視野方向に対する最大有効面積. コリメータを / 3
度傾けたため左右非対称になっている。この図から ZYTはスピン軸から
9.5度~52度の天空をカバーしていることがわかる。

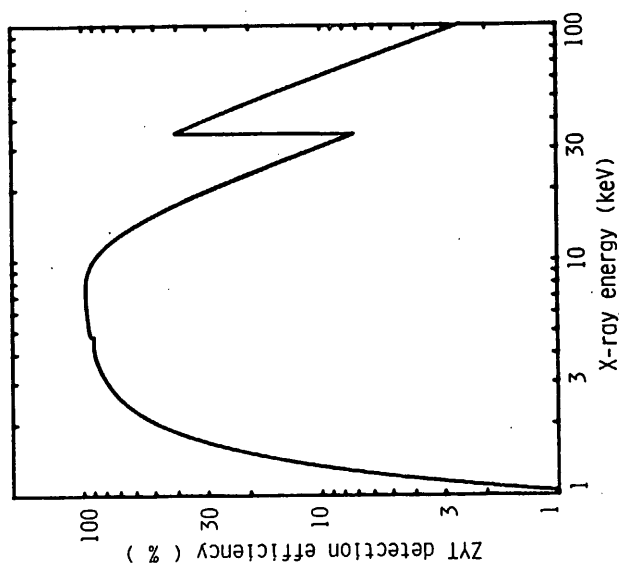


図 / 2. ZYTカウンターの X線検出効率

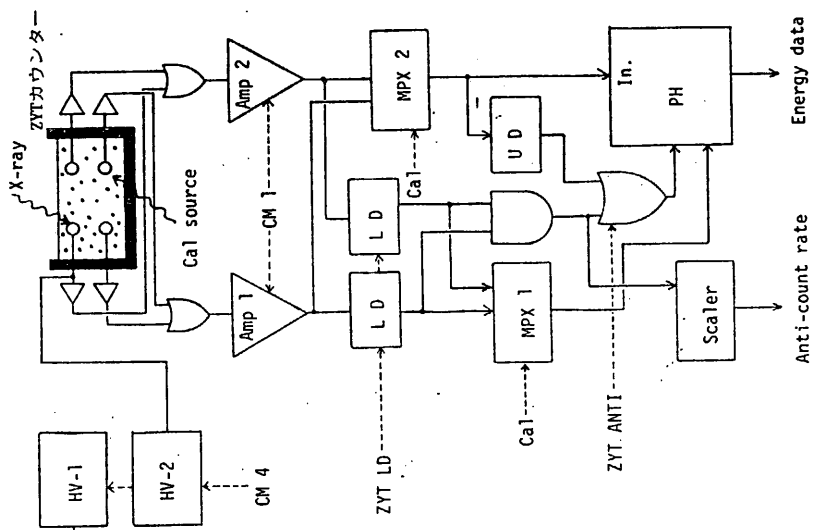


図 / 3. ZYTカウンターの信号処理ブロック図。

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 $\pm 60^\circ$ 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軸を太陽方向から $180^\circ \pm 60^\circ$ の範囲に指向させ、衛星スピンレートを0.0685, 0.137 及び 0.548rpm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。

但し、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
- Y_o-Y_oデスピナ
- MACコイル
- MULドコイル
- MBCコイル
- デジタル太陽センサ
- フラックスゲート磁カ計
- 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、大きくわけて、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軸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速度に制御する。そのスピン速度はコマンドにより $0.548 / 0.137 / 0.0685(\text{rpm})$ 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に、制御系のダンピングを改善するために、アナログによるスピン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、初期ホイールスピニングアップ時にも用いる。

(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パルスのゆらぎの影響を少なくするために、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姿勢決定に用いられるほか、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う。

(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、衛星のスピン軸方向の制御と実行する。

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

非スピン型太陽センサの太陽角データからスピン軸と太陽方向のずれを検出し、これがある値以上になった時に自動的にスピン軸と太陽方向にもどす制御を行う。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、衛星のスピン軸方向の角運動量の制御と実行する。

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と実行する。コイルを任意の値に磁化するためにRESETコマンドによってリセット電流と、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1/Oコマンドにより、0~300mAを255ステップで設定できる。また磁化の実行は、X,Y,Zの名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) 目標スピンの速度

HIGH : 0.548 rpm

MEDIUM : 0.137 rpm

LOW : 0.0685 rpm

b ホイール制御信号: $-5V \sim +5V$

(c) 積分カウンタ線型領域: $-26^\circ \sim +26^\circ$

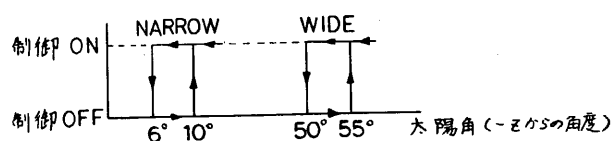
(2) IP, IRパルス計測系

(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) スピン軸制御特性:



(b) 地磁気デッドバンド

NARROW : $\pm 120 \text{ mV}$ ($\pm 4000 \text{ } \sigma$ に相当)

WIDE : $\pm 240 \text{ mV}$ ($\pm 2000 \text{ } \sigma$ に相当)

ヒステリシス幅: 30 mV ($500 \text{ } \sigma$ 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: $0 \sim 300 \text{ mA}$, 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

スピン速度計測値

IP周期計測値

IP / IR位相差計測値

IRパルス幅計測値

ホイル制御電圧

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)	ピーク	
+BUS	140 mW	2.1 W	(コイルでの消費電力は含まない)
+5V	100 mW	100 mW	
+12V	720 mW	720 mW	
-12V	600 mW	600 mW	
+15V	—	2 W	
+28V	560 mW	2 W	(ホイルでの消費電力は含まない)
+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

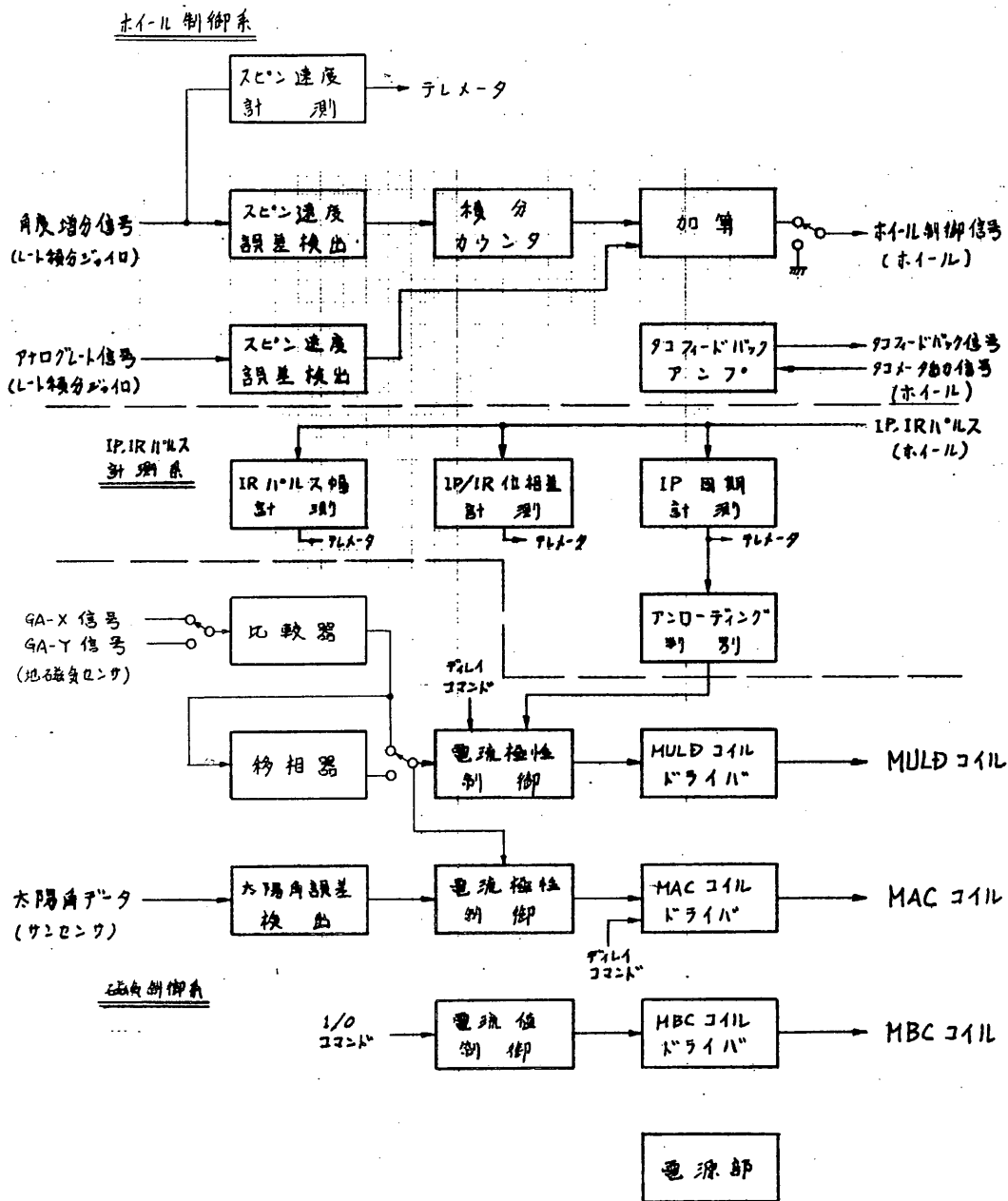


図 2.1.2-1 姿勢制御装置機能ブロック図

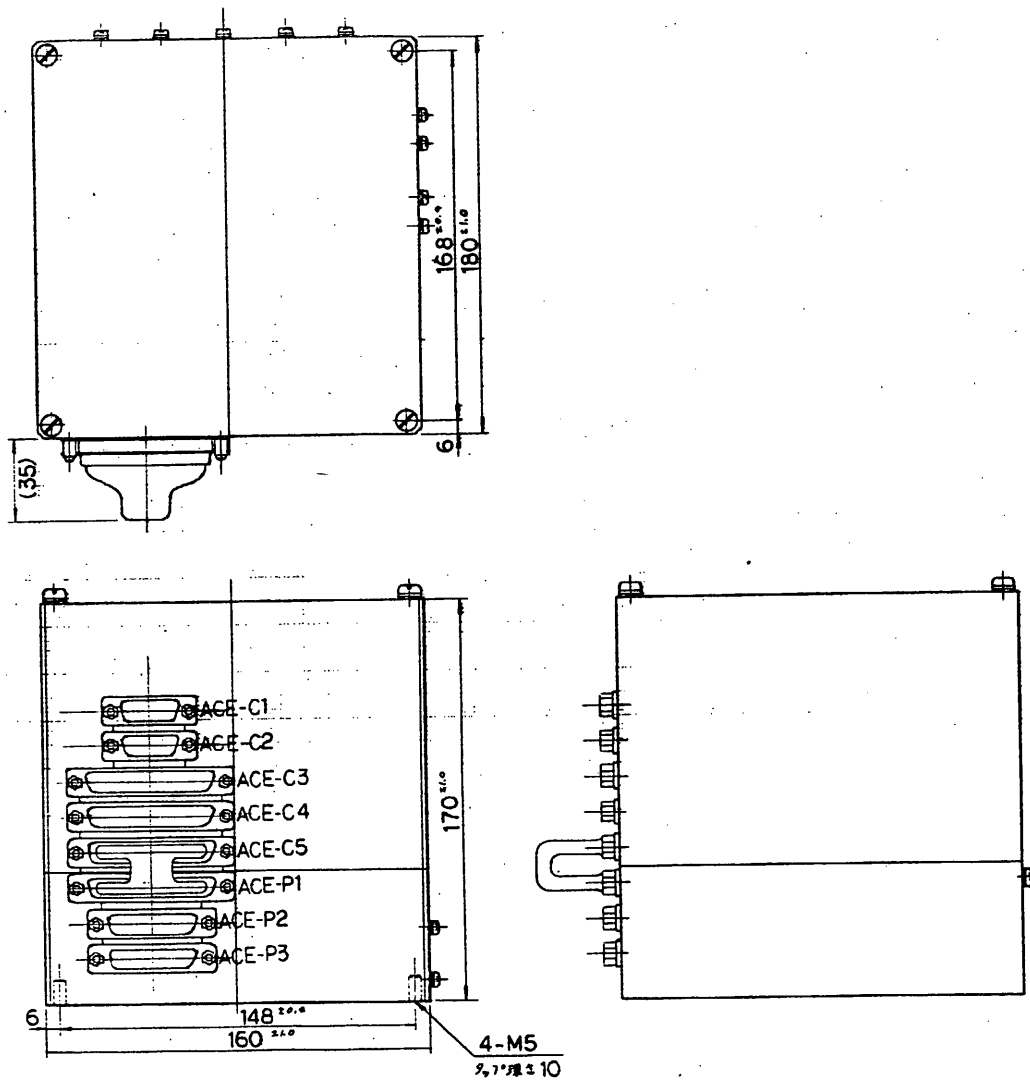


图 2.1.2-2 姿势制御装置外觀図

2.1.3

ホイール(SWA/CLA)

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 地球赤外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増幅するための プリアンプを持つ。

CLA は SWA を駆動する 2相の交流電流を発生する MD 部と プリアンプからの信号を処理し 姿勢検出に利用できる信号 (IP 及び IR パルス) に変換する SP 部より構成される。(図2.13-1 参照)

2.1.3.3 機能

本装置は 機能の面でも 2つの部分に分けられる。

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

他の1つは 姿勢決定に利用される コニカル・スキャン としての機能である。

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

2.1.3.4 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 535 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°x2°

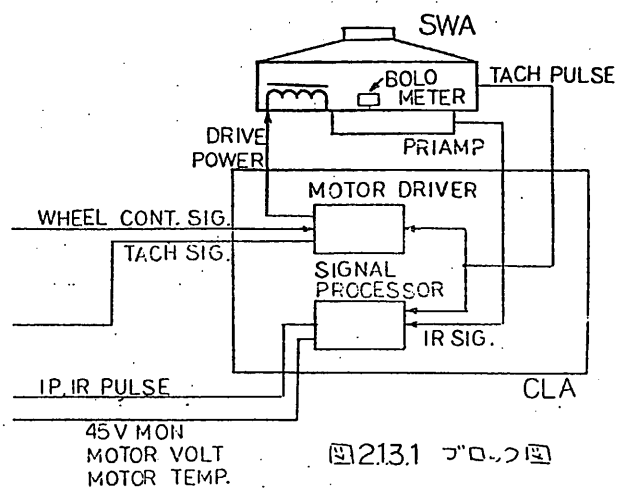
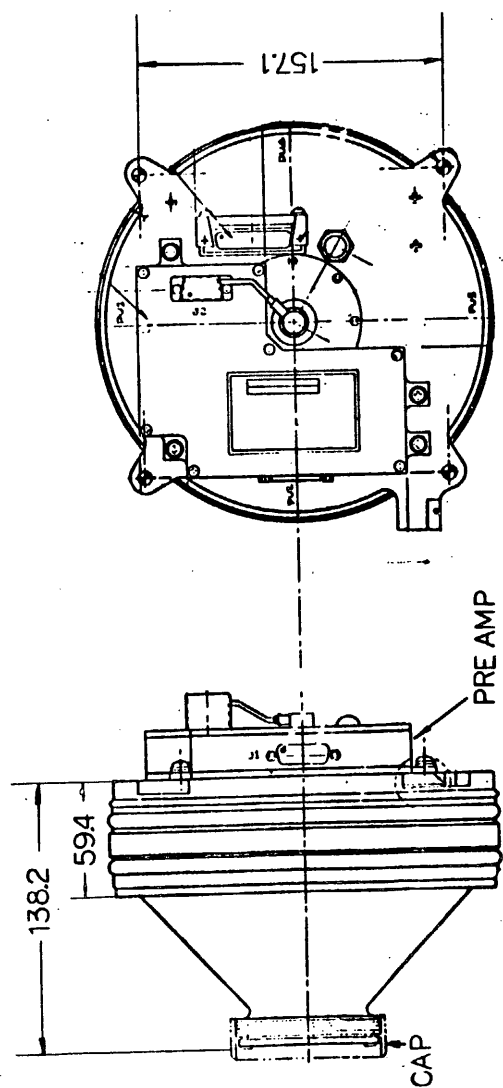


図213.1 ブロック図



2.1.3-2 SWA(SCAN WHEEL ASSEMBLY) 外觀図

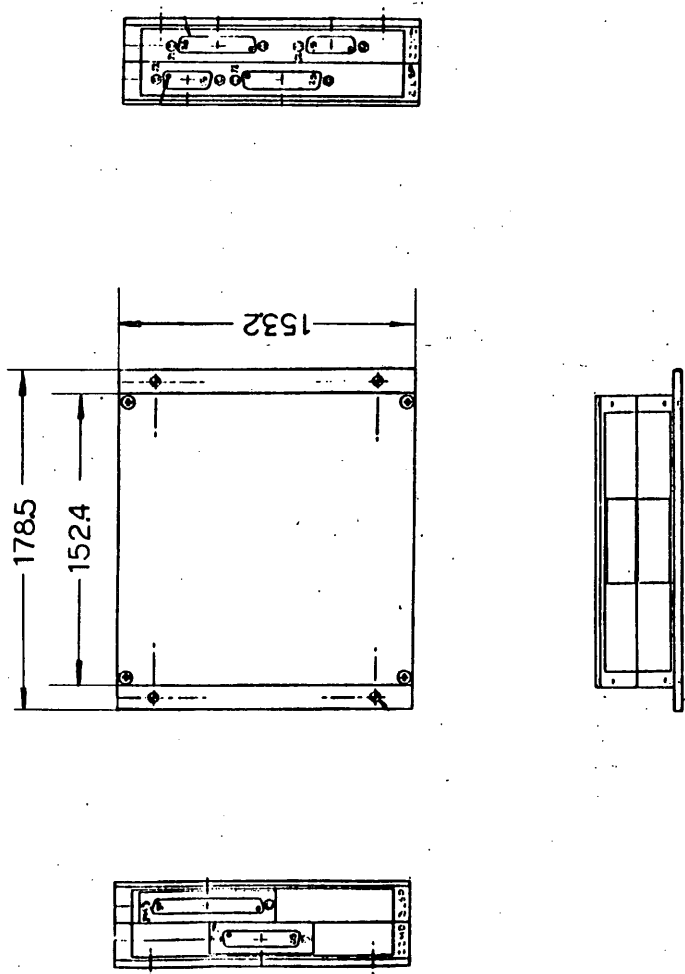


图 2.1.3-3 CLA (CONTROL LOGIC ASSEMBLY) 外觀图

2.1.4

ニューテーション・ダンパ(ND)

宇宙科学研 ニ宮研究室

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。

すなわちNDは姿勢制御系の構成機器の一つとして、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・ベローズ機構・封入部・取付フットイング部および作動流体より構成され、円管断面の矩環構造を有する。

(1) 矩環部

- | | |
|--------|--------------------|
| ・ 使用材料 | Al |
| ・ 矩環外形 | 350(W) × 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) 取付フィッティング部

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

(5) 作動流体

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

2.1.4.4 性能

スピンドル軸と平行な面内に配置された角型ニュートン・ダンパは封入流体の動的運動によりニュートン・エネルギーを消散する。

(1) 物理的性能

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

(2) 機械的性能

- ・ 外形・寸法 図2.1.4-1 ND外觀図に示す
- ・ 重量 2.0 KGW以下目標
- ・ 配置 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.

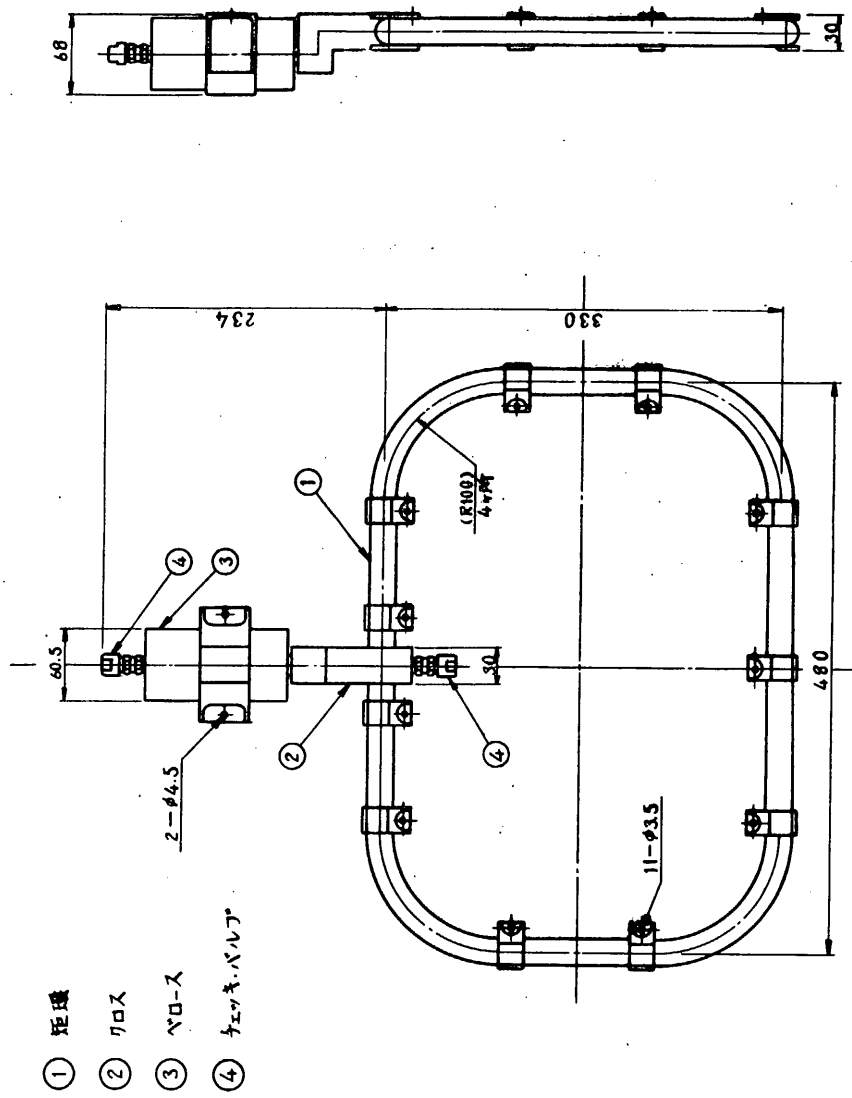


図 2.1.4-1 ND 外観図

宇宙科学研 上杉研究室
林 研究室
二宮研究室
日立 産 塚

1. 概要

ASTRO-B以降において衛星重量の増加に伴ってY0-Y0マスの重量も増加となり、従来行われてきた1本のピンでマスを保持する方式ではピンの強度が不足することとなった。又1本のピンで保持する場合、ピンの切断に失敗すればマスが離脱せず、ミッション全体に致命的影響を与えかねない為、リリース機構に冗長性を持たせることが要求された。その結果、図に示したようにマスを板バネ(マス押え金具)で押さえ、この両端を夫々ピンで衛星に固定する方式をとることとした。この方式の場合、どちらかのピンが切断されればマス押え金具が外れ、マスは離脱する。なお、リリース後のマスの運動は従来と変わりなく、衛星からの分離もマスの付いたワイヤーが夫々衛星半径方向に来た時にフックから外れる機構となっている。又カッターは従来マスに組み込まれていたが、この方式では衛星側にあり、Y0-Y0作動後も衛星側に残る。(この方式の詳細については「ASTRO-B 中間報告書」参照)

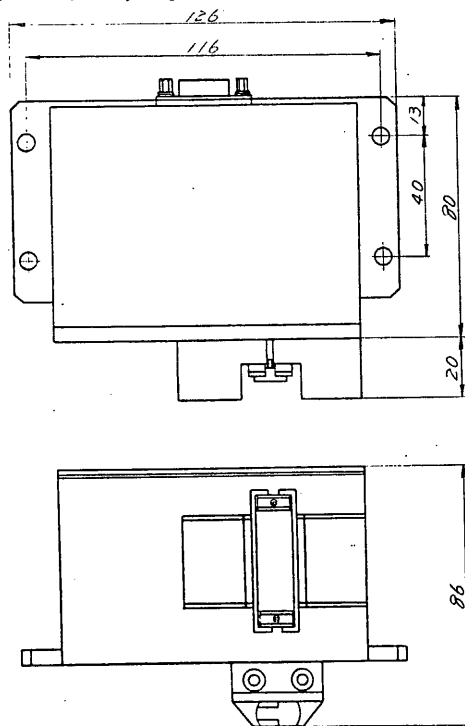
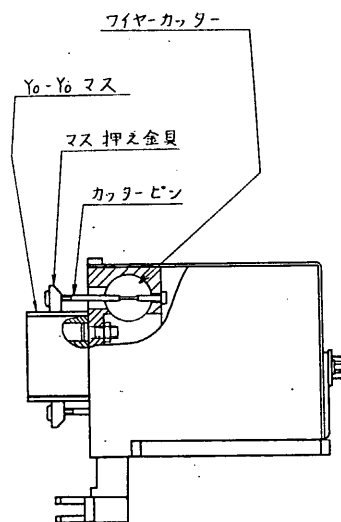


図 ASTRO-B Y0-Y0 概観



2. 諸 元

下記の設計パラメータによりマスの重量を決定した。

衛星ロール軸まわり慣性能率	$I = 2.9133 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^2$
初期スピン数	$\omega_0 = 128 \text{ rpm}$
Y ₀ -Y ₀ 作動後スピン数	$\omega_s = 5 \text{ rpm}$
スピン減速率	$\chi = \omega_s / \omega_0 = 0.03906$
ワイヤー長	$l = 8.487 \text{ m} \quad (2.5 \text{ turn})$
衛星実効半径	$R = 0.552 \text{ m}$
ワイヤー重量	$W_w = 94.7 \text{ g}$
ターンバックル重量	$W_t = 6.6 \text{ g}$
ターンバックルまでのワイヤー長	$l' = 7.631 \text{ m}$

以上より

$$\begin{aligned} \text{マス1個の重量} \quad W_m &= \frac{4900 I (1-\chi)}{l(l+2R)(1+\chi)} - \frac{1}{3} W_w - \left(\frac{l'}{l}\right)^2 W_t \\ &= 125.3 \text{ g} \end{aligned}$$

3. 解 析

- ① 太陽電池パドル展開後の慣性能率 $I' = 3.647 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^2$ より $I/I' = 0.7988$ 従って Y₀-Y₀ 作動後 5 rpm のスピンはパドル展開により 4 rpm となる。
- ② 慣性能率の測定に $\pm 1\%$ 、初期スピン数に $\pm 4 \text{ rpm}$ の誤差があるとした場合 Y₀-Y₀ 作動後スピン数の誤差は $\pm 1 \text{ rpm}$ 以内である。
- ③ マスのリリースに時間差があった場合 生じる首振り角は 3σ で 5.8° (半角) である。
- ④ Y₀-Y₀ 作動以前にニューテーションがあった場合、Y₀-Y₀ 作動前後での首振り角の正接の比は最悪で約 1.3 である。
(但し 衛星の慣性能率比 1.02, 衛星重心からワイヤー巻付面までの距離 0.35m とした)

＝宮研・上杉研・日立戸塚

2.1.6

MAC コイル (MAC)

宇宙科学研ニ宮研究室
日本電気(株)

2.1.6.1 概 要

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

すなわちASTRO-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軸方向制御と実行する。

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円環型空心コイルの設計製作を行い、所定の磁気モーメントを発生する磁気トルクとしての性能を得ることができた。

2.1.6.2 機 能

本MACコイルは、磁気姿勢制御方式によるスピン軸の方向制御機能を有するものであり、空心コイルの設定磁気モーメントと地球磁場との相互干渉により、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 $\phi 510 \text{ mm}$
- ・ 矩形断面外形 $16(W) \times 16(H) \text{ mm}$

(2) コイル部

- ・ 使用線材 SBW-AL-OPVF
- ・ コイル線径 導体径 : $\phi 0.50 \text{ mm}$
標準外径 : $\phi 0.57 \text{ mm}$
- ・ コイル線長 $\approx 755 \text{ m}$

- ・ コイル巻数 471 turns/coil
- ・ 矩形断面外形 $\square 13 \text{ mm}$
- ・ 有効断面積 0.20 m^2

(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 クレット端子
- ・ 接続ケーブル KT-22(19)U-H
- ・ コネクタ DEM-9P-NMB⑤

2.1.6.4 性能

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

(1) 電気的性能

- ・ 磁気モーメント

HIGH	: $\pm 10.0 \text{ ATm}^2$ (標準値)
MEDIUM	: $\pm 4.0 \text{ ATm}^2$ (標準値)
LOW	: $\pm 1.5 \text{ ATm}^2$ (標準値)
- ・ コイル電流

HIGH	: $\pm 104 \text{ mA}$ $\pm 10\%$
MEDIUM	: $\pm 42 \text{ mA}$ $\pm 10\%$
LOW	: $\pm 16 \text{ mA}$ $\pm 10\%$
- ・ 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 KGW 以下
- ・ 配置 スピンの軸と垂直な面内に設置

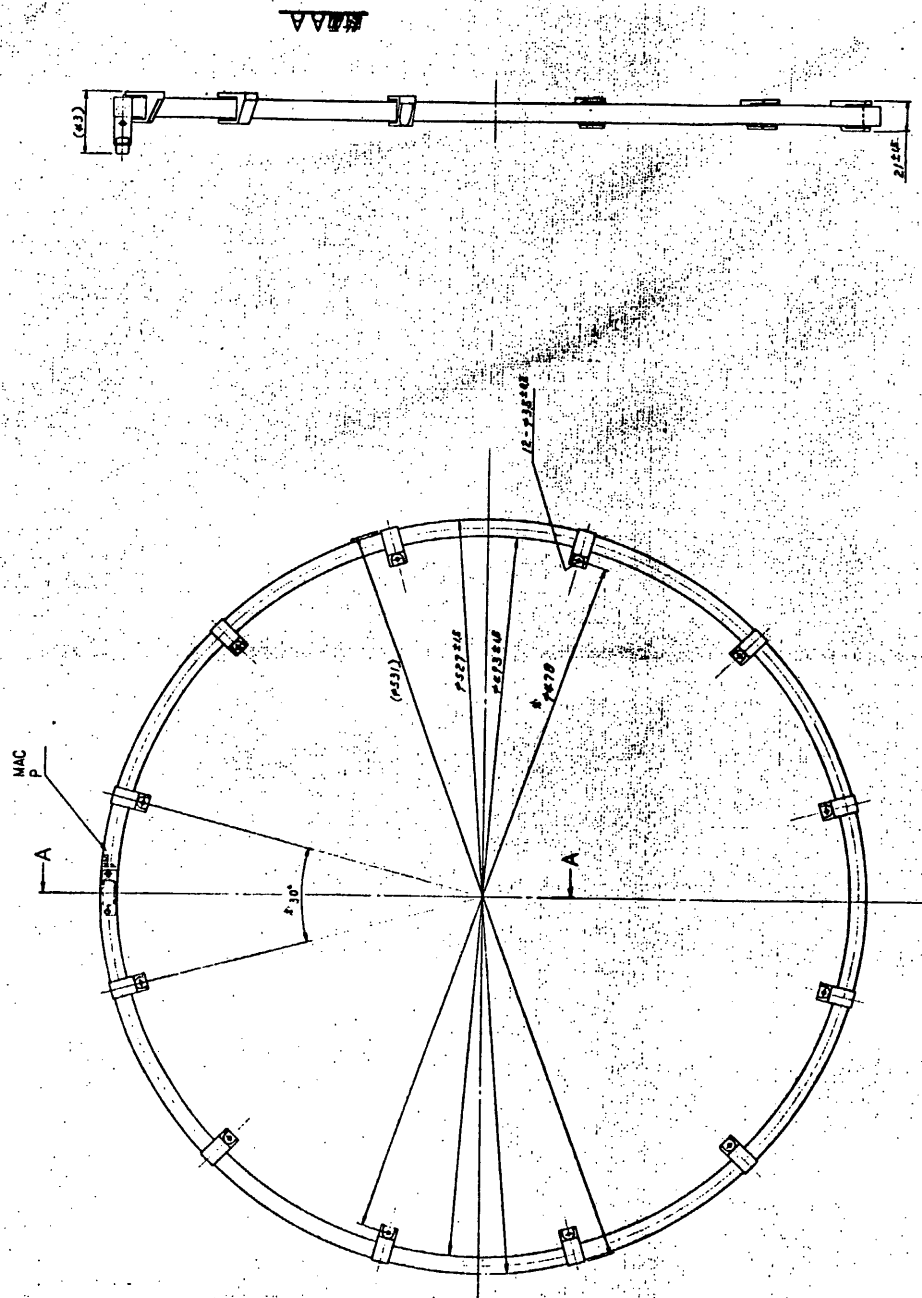


図 2.1.6-1 MAC コイル外観図 注1:本図中の寸法は概略的なものであり、実際の寸法は図面に示す通りである。

2.1.7

MULDコイル(MULD)

宇宙科学部 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のスピンの速度を一定に保持するために磁気姿勢制御方式によるスピン速度制御機能を有し、衛星のスピンの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り、所定の磁気モーメントを発生するものである。

すなわちASTRO-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周期で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、スピン速度制御と実行する。

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

また、MULDコイルは磁気トルクとして、以下に示すような電氣的性能および機械的性能を有し、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り、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-0PVF

・ 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 $\phi 18$ 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-NMB②

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	: ± 98 mA $\pm 10\%$
	MEDIUM	: ± 39 mA $\pm 10\%$
	LOW	: ± 15 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

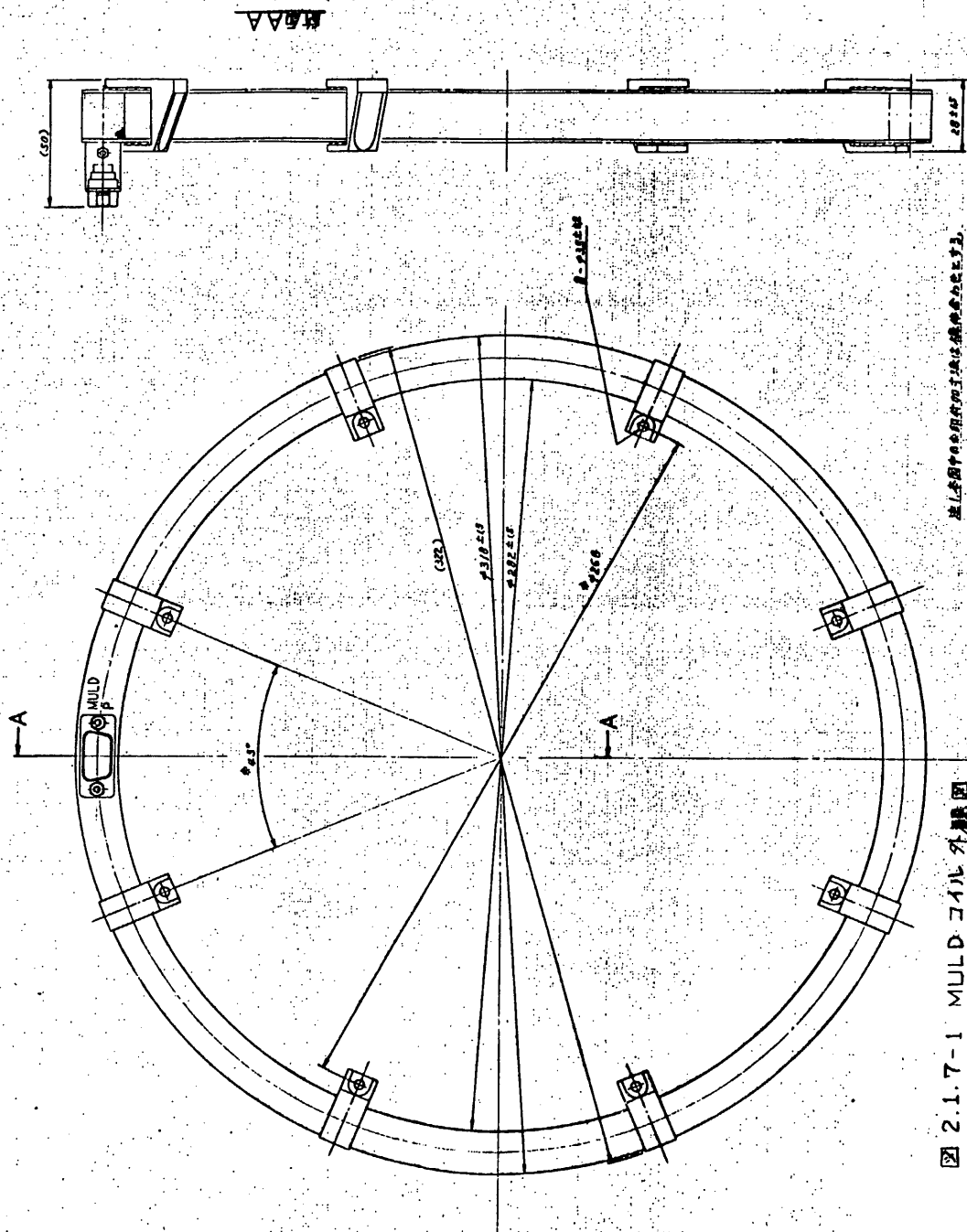


図 2.1.7-1 MULD コイル 外観図

2.1.8

MBCコイル(MBC)

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、衛星のスピン軸と平行な面内に設置された有心コイルを磁氣的にチャージ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。

すなわち、ASTRO-Bの磁気姿勢制御系は残留磁気モーメントによって誘起される外乱トルクを相対的に消滅するために、軌道全周にわたってMBCコイルの磁化設定による残留磁気モーメントの補正と実行する。スピン衛星では、残留磁気モーメントの横方向成分に対して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・マグネットとしての性能を得ることが出来る。

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・品質管理が施されている。

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滅する。

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と有する。

(1) コイルケース部

- ・ 使用材料 HRP
- ・ 形状 $\phi 30 \times 200(L)$ mm

(2) コイル部

a 磁性体

- ・ 磁性材料 リンゲ材
- ・ 形状 $\phi 5.6 \times 160 (L) \text{ mm}$
- ・ 残留磁化 (B_r) 8.9 K Gauss
- ・ 角形化 49.4%
- ・ 保磁力 (H_c) 37.7 Oe
- ・ キュリー温度 $800 \text{ }^\circ\text{C}$

b ソレノイド

- ・ 使用線材 SBW-Cu-OPVF
- ・ ソレノイド線径 導体径: $\phi 0.40 \text{ mm}$
標準外径: $\phi 0.46 \text{ mm}$
- ・ 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 cm^2

(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 丸型レセプタクル

2.1.8.4 性能

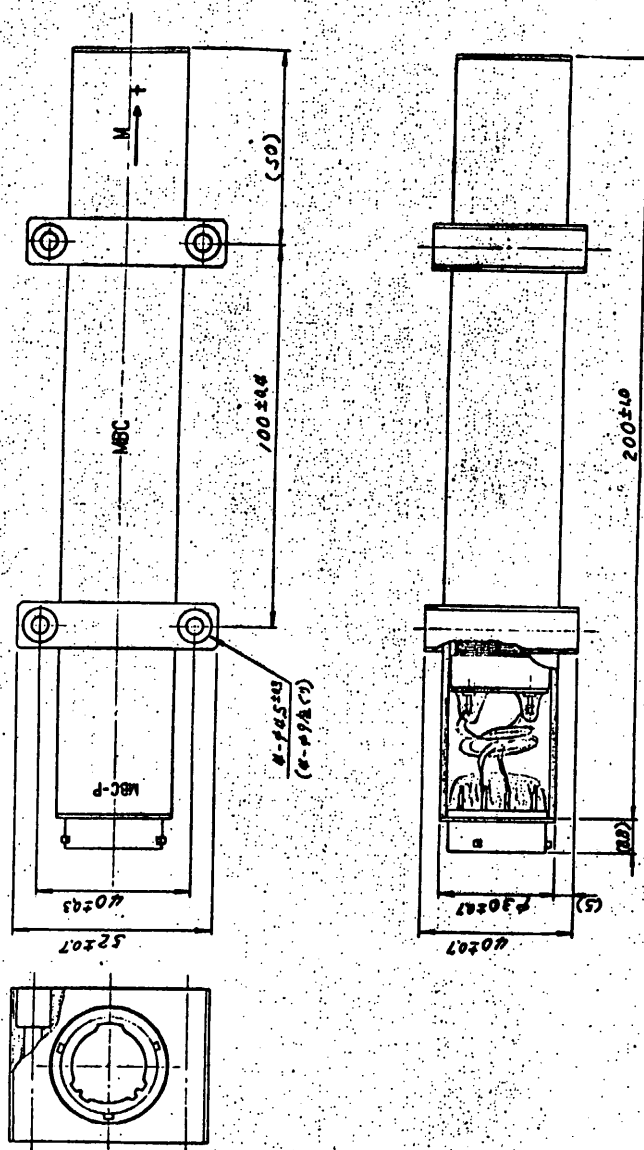
衛星J軸と平行な面内に設置された有心コイルに通電し、磁性体を磁化設定することによって、衛星と等価な残留磁気モーメントを発生する。

(1) 電気的性能

- ・ 残留磁気モーメント $-1.8 \leq M (\text{ATm}^2) \leq +1.8$ (標準値)
- ・ 飽和磁化 $-18 \leq B (\text{K Gauss}) \leq +18$
- ・ 磁化力 $-200 \leq H (\text{Oe}) \leq +200$
- ・ コイル電流
RESET : -338 mA
EXECUTE : $0 \leq I (\text{mA}) \leq 300$
- ・ コイル電圧
RESET : -13.5 V
EXECUTE : $0 \leq V (\text{Volt}) \leq 12$

- ・ コイル抵抗 $40 \pm 2 \ \Omega$ (25°C)
 - ・ 消費電力 $4.6 \ \text{W MAX}$ (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 $0.56 \ \text{Kg W/個}$ 以下
 - ・ 配置 衛星3軸と平行な面内に設置。

図 2.1.8.1.2 図 1-8.1.2 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

機 関 機 合

1 概 要

本装置は、衛星と太陽の方位角度を測定するとともに姿勢制御系へ角度情報
 を出力する非スピン型太陽方位検出器(NSAS)、ならびにテレメータ-コ
 マンド信号処理装置へサンパルスを出力するスピン型太陽方位検出器(SSA
 S)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SSASは太陽角の測定を行っていないので、スピンフ
 ェーズでの太陽角測定もNSASで行なうことになる。

2 構 成

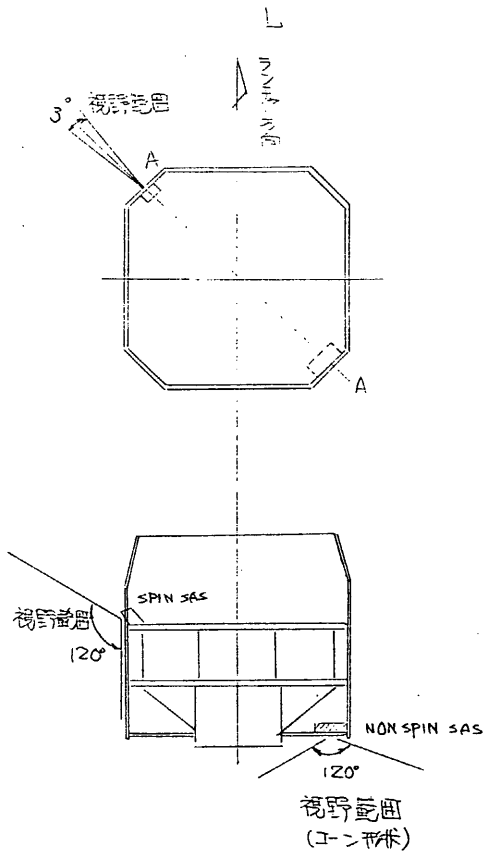
- | | |
|-----------|------|
| (1) 電 気 部 | 1台 |
| (2) センサ部 | |
| ノン・スピン型 | 1組1台 |
| スピン型 | 1台 |

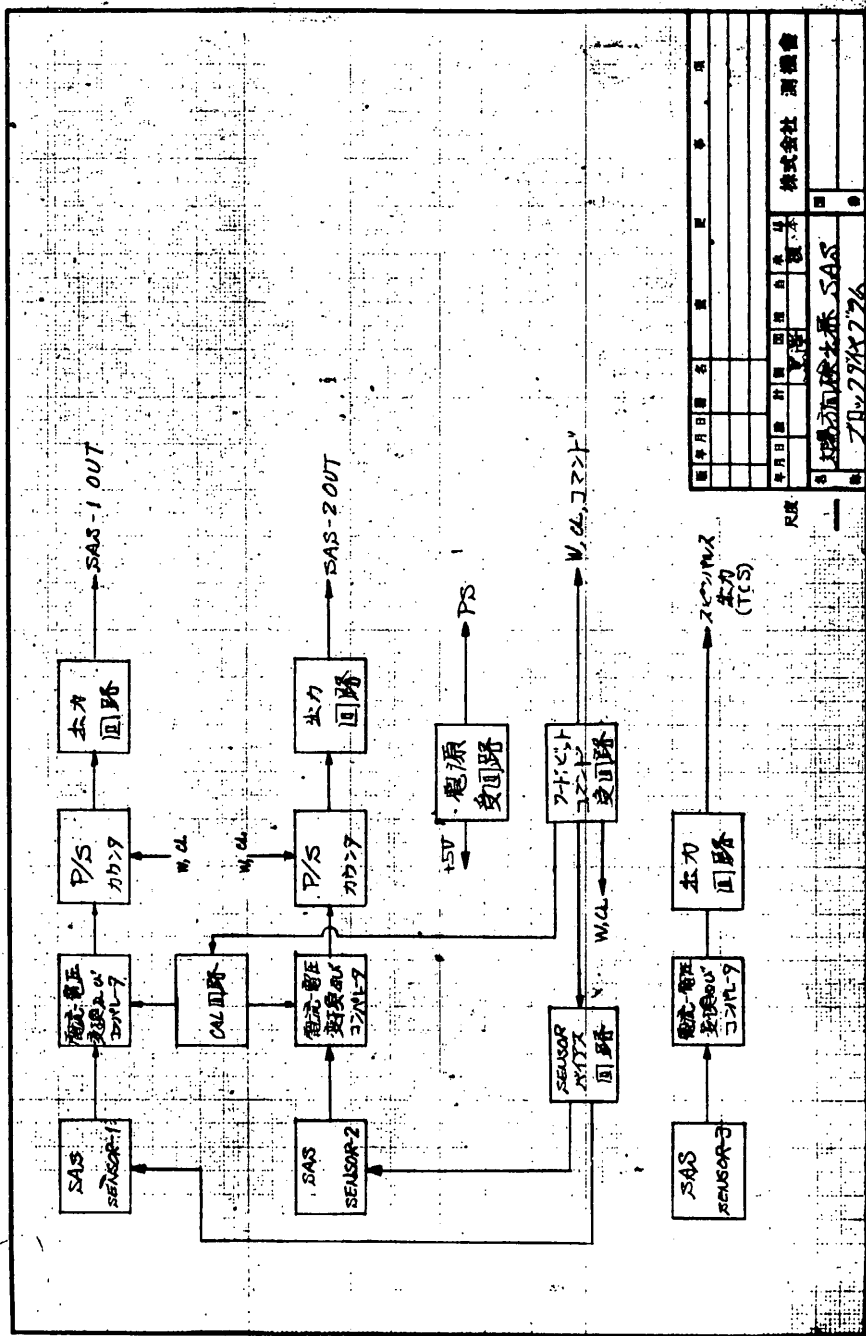
3 主要性能

- | | |
|----------|-------------------------|
| (1) 消費電流 | +5V, 50mW |
| (2) 測定範囲 | |
| ノン・スピン型 | 120°×120° |
| スピン型 | 120°×3° |
| (3) 測定精度 | |
| ノン・スピン型 | ±1° |
| | 7bit グレイコード+1ビット有効域効判定用 |
| (4) HK項目 | 1項目 |
| | ノン・スピン型センサ部表面温度の測定 |
| (5) TM項目 | |
| NSAS Az | F _{8nt5} W64 |
| El | F _{8nt5} W65 |

- (6) 温度条件
- | | | |
|--------|------|-----------|
| 精度維持温度 | 電気部 | -30℃~+60℃ |
| | センサ部 | -20℃~+60℃ |
| 機能維持温度 | 電気部 | -50℃~+80℃ |
| | センサ部 | -30℃~+65℃ |
| 保存温度 | 電気部 | -60℃~+90℃ |
| | センサ部 | -50℃~+80℃ |
- (7) 寸法
- | | |
|----------|------------------------------|
| 電気部 | 200×113×43 ^H (mm) |
| センサ部 | |
| ノンスピニング型 | 110×69×59 ^H (mm) |
| スピニング型 | 60×66×60 ^H (mm) |
- (8) 重量
- | | |
|----------|--------|
| 電気部 | 0.7kg |
| センサ部 | |
| ノンスピニング型 | 0.35kg |
| スピニング型 | 0.25kg |

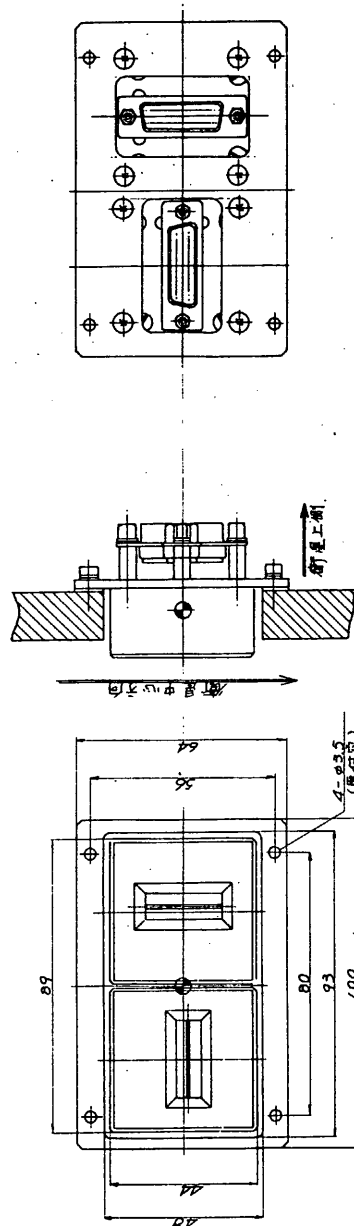
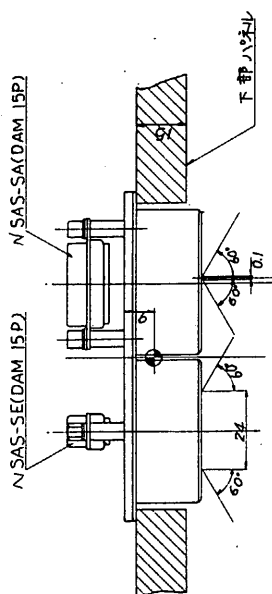
4. その他特記事項





年月日	名	部	課	人	項
年月日	計	国	自	日	日
株式会社 測機					
株式会社 SAS					
700,774,726					

製造方法 (例) 加工		仕上記号	
加工方法	公差	加工方法	公差
4 以下	±0.1	4 以下	±0.1
4.5 以上 10 以下	±0.1	4.5 以上 10 以下	±0.1
10 以上 20 以下	±0.1	10 以上 20 以下	±0.1
20 以上 30 以下	±0.1	20 以上 30 以下	±0.1
30 以上 40 以下	±0.1	30 以上 40 以下	±0.1
40 以上 50 以下	±0.1	40 以上 50 以下	±0.1
50 以上 60 以下	±0.1	50 以上 60 以下	±0.1
60 以上 70 以下	±0.1	60 以上 70 以下	±0.1
70 以上 80 以下	±0.1	70 以上 80 以下	±0.1
80 以上 90 以下	±0.1	80 以上 90 以下	±0.1
90 以上 100 以下	±0.1	90 以上 100 以下	±0.1
100 以上	±0.1	100 以上	±0.1



製造方法	公差	仕上記号	公差
加工方法	公差	加工方法	公差
4 以下	±0.1	4 以下	±0.1
4.5 以上 10 以下	±0.1	4.5 以上 10 以下	±0.1
10 以上 20 以下	±0.1	10 以上 20 以下	±0.1
20 以上 30 以下	±0.1	20 以上 30 以下	±0.1
30 以上 40 以下	±0.1	30 以上 40 以下	±0.1
40 以上 50 以下	±0.1	40 以上 50 以下	±0.1
50 以上 60 以下	±0.1	50 以上 60 以下	±0.1
60 以上 70 以下	±0.1	60 以上 70 以下	±0.1
70 以上 80 以下	±0.1	70 以上 80 以下	±0.1
80 以上 90 以下	±0.1	80 以上 90 以下	±0.1
90 以上 100 以下	±0.1	90 以上 100 以下	±0.1
100 以上	±0.1	100 以上	±0.1

2.2.2

地磁気姿勢計 (GAS)

東海大・工 機 測機舎

1. 概 要

地磁気姿勢計 (GAS) は衛星軌道上において、地球磁場のベクトル測定を行い衛星スピン軸と地磁気とのなす角度を検出して、地球磁場を基準とした衛星の姿勢を決定するものである。 この情報は、他の姿勢検出器等の情報と組み合わせ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、それぞれ衛星スピン軸に平行な GAZ センサ及び、これに垂直な平面内で互いに直角な GAX , GAY センサの3成分で構成され、衛星姿勢決定の一情報を取得するとともに、衛星の姿勢及びスピン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) とスピン周期制御系 (MULD) へ送られている。

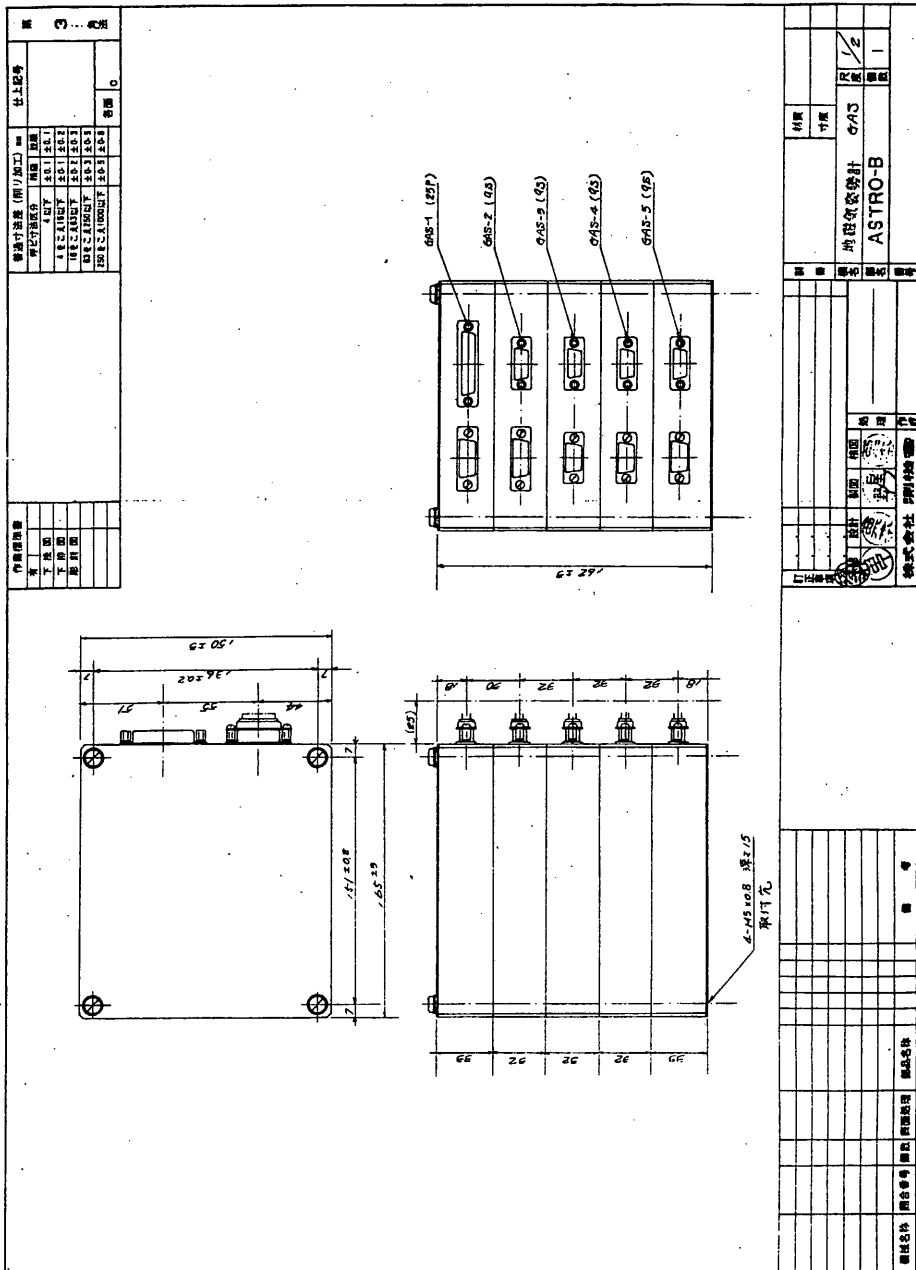
2. 仕 様

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

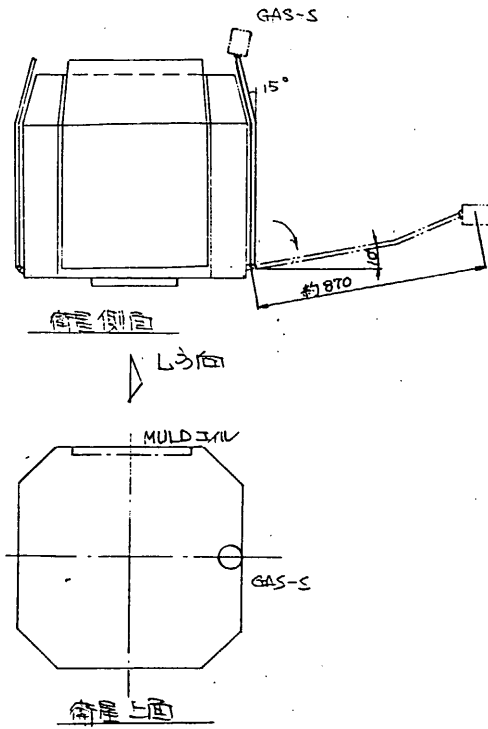
2.2 消費電力	+12V	1440mW
	-12V	840mW
	+15V	1500mW

2.3 外形寸法・重量

電気部	$182 \times 150 \times 162^{\text{h}}$	2.6 kg
センサ部	$\phi 75 \times 137^{\text{h}}$	0.32 kg



4. その他特記事項



2.2.3

レート積分ジャイロパッケージ(RIG)

宇宙科学研 ニ宮研究室
三菱フレンジョン(株)

1. 概要

本装置は科学衛星 (ASTRO-B) に搭載され、衛星のスピン速度を検出してスピン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) ループモニタ
- (3) ジャイロモータ電流
- (4) ジャイロピックアップ電流

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

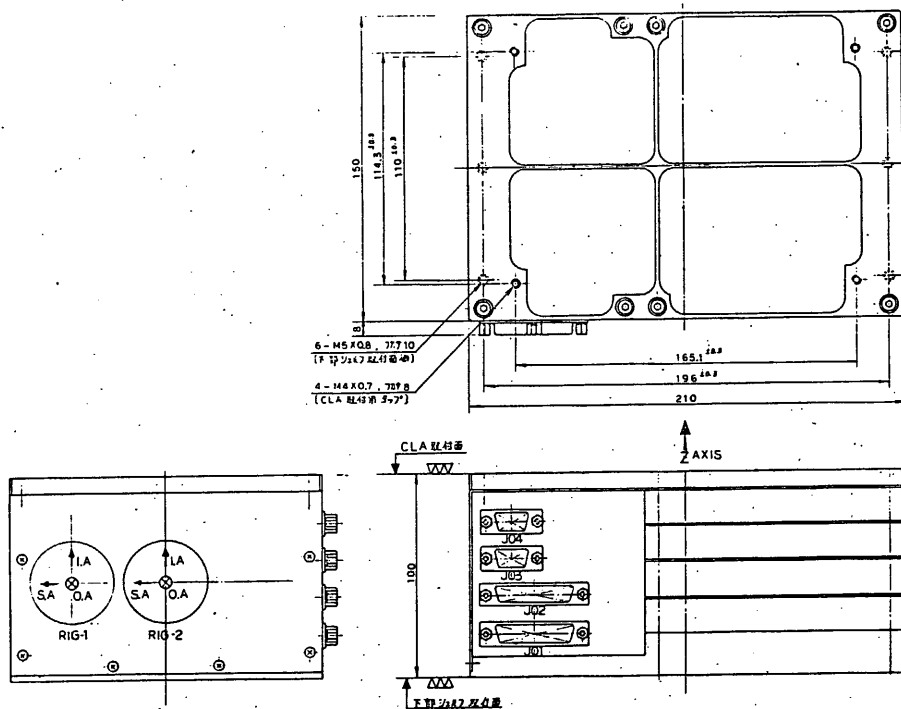


図 3.2 外観図

3.2 動作

本装置は衛星のスピンの速度(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閉ループ系を構成している。

トルカに流れる電流はスピン速度(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 アナログ方式により行っている。

また ウォームアップの時間を短くするために 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 V_{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

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	5 Hz (-3dB) 以上	
分解能	0.36 sec/PULSE	
出力パルス周波数	10 KHz	
総合精度	$\pm 0.9 \text{ deg/Hr}$ (3 σ)	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
+12VDC	2.2W	
-12VDC	2.2W	
+5VDC	0.5W	
	計4.9W	
+15VDC		
BUS	2.0W	リレ駆動のみ使用 ヒ-タ用(周囲温度20℃)

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

2.2.4

星姿勢計 (STS)

宇宙研 小川原 嘉明・満田和久・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

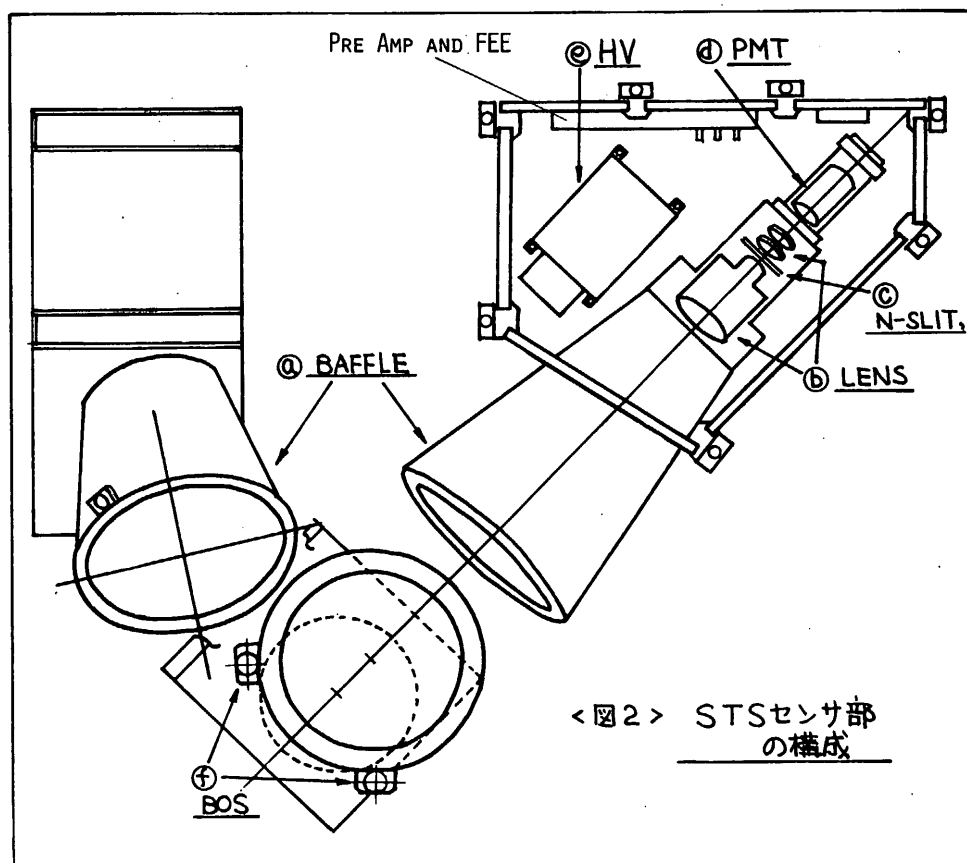
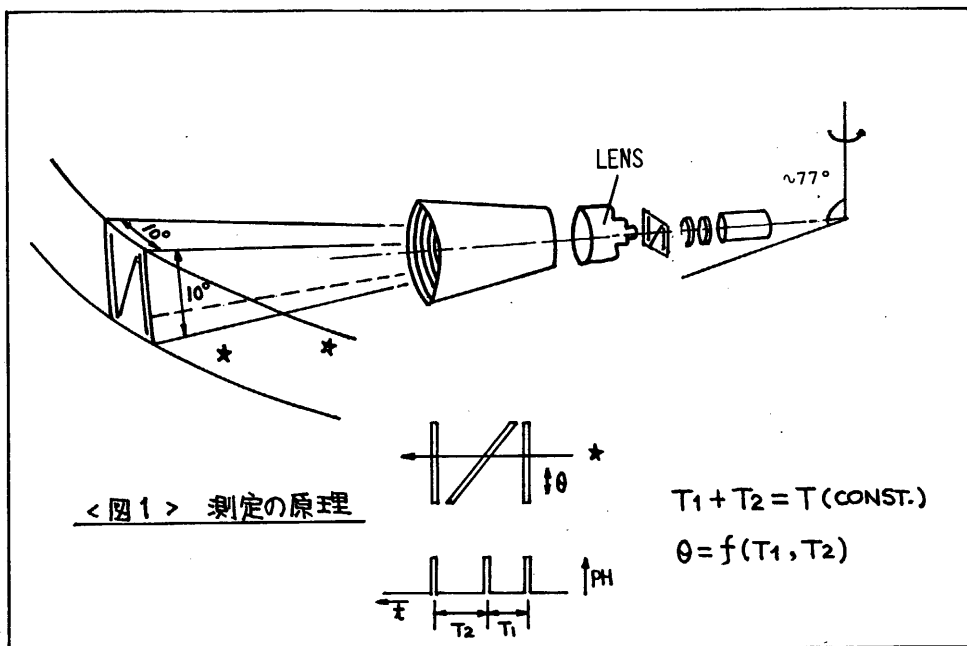
星を観測し、衛星座標系での星の位置を測ることにより、慣性系に対する衛星の姿勢を求めるのが目的である。ASTRO-Bに搭載する大面積X線望遠鏡は、視野が狭いので、衛星の姿勢制御の精度は約1度以下、姿勢の計測精度は約0.1度以下であることが必要である。この星姿勢計（以下STS）は、これらの要求精度を満たす姿勢計として、X線観測データの処理、衛星の姿勢制御のために使われる。衛星に搭載した星姿勢計は、試験衛星「たんせいⅣ」のものが最初である。ASTRO-BのSTSは、これをさらに修正改良したもので、計測精度も要求に合わせて向上させてあり、本格的科学衛星に使われるはじめての星姿勢計である。

§ 2. 測定の方法

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) バッフル

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、 $190\phi \times 250$ 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、 $F = 0.75$, $f = 50$ 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

スリット板は、厚さ50μmのステンレス板に、幅200μmのN字スリットをフォトリソグラフィでつくる。

(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。そのため、受光面以外は、PMTの周囲はRTV-11で充填して高圧電流のリークによる雑音の低下を計っている。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、 $-750 \sim -1500$ Vの間で設定可能である。STSでは、 -753 V \sim -1009 Vで、4種類の高圧出力が設定されている。また、明るい物を見た時、PMTを保護するため、出力を零にすることもできる。但し、PSCがENABLEでも、STSのHVは変化しない。

f) B O S (B r i g h t O b j e c t S e n s o r)

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°:BOS 2)と、広視野 (130°:BOS 1) の検出装置を、各 1 個ずつパツフルの両側に配置する。 B O S は、星よりも可成り明るい O b j e c t が S T S 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 段階にわたってかえられる。 B O S の検出信号により、高圧電圧の昇降が、自動的に制御可能である。

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巾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、スピンレートにあわせて、H i - P a s s , L o - P a s s 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、回路の増巾率もコマンドで 8 段階にかえられ、衛星の運用状況に合わせて最適の増巾率に設定できる。 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、この増巾率の設定は、A u t o , M a n u a l の切り換えがあり、A u t o にすると、一定の論理に従って常に最適の増巾率が自動的に選べる (A G C) 。 この自動制御のパラメータも、スピン周期に応じて 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 (P H) は、8 ビットのデジタル信号として D P に送られる。 また、このときの時刻は、D P で計測され、これら P H と T I M E の対がデータとして得られる。

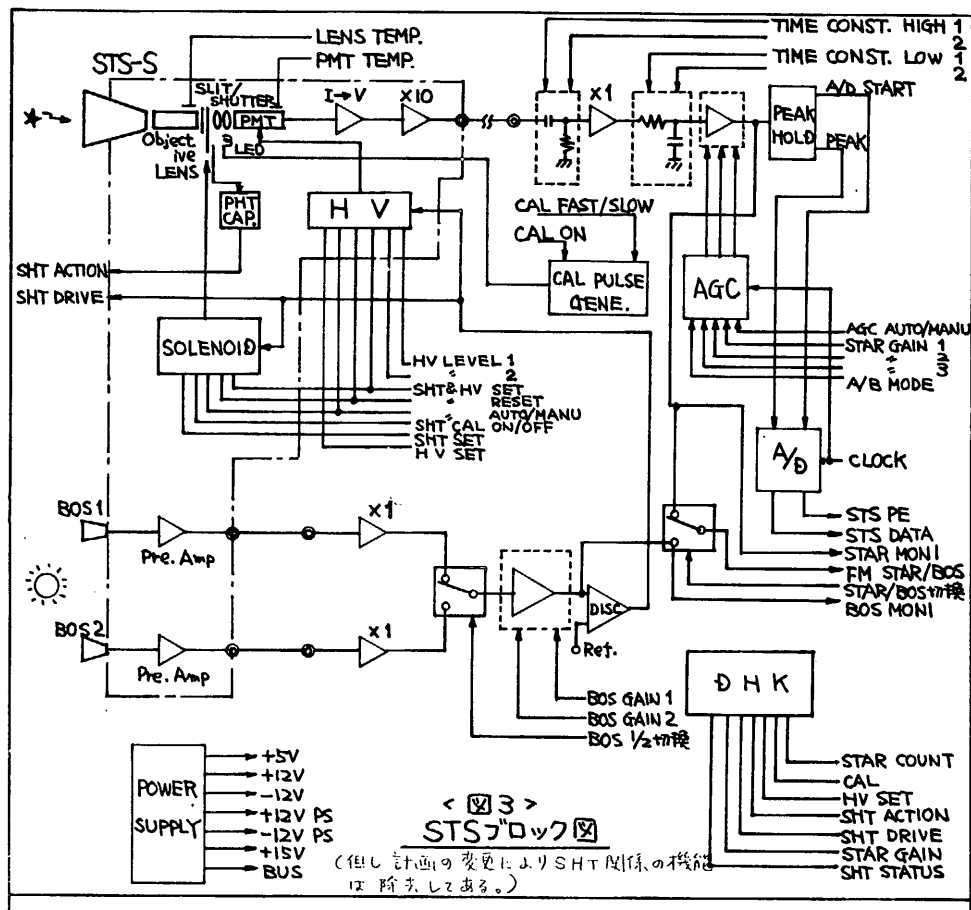
信号の検出頻度が、データの伝送速度以上になった場合、合計 16 データまでは、D P のなかの F I F O メモリーに蓄えられる。 これによって、よほど特別な場合の他は、全てのデータが欠落なしに伝送できるものと考えられる。 計測される時間の精度と、星の明るさの精度は、必要に応じて二種類の組合せが選べる。 組合せは、〈表 4〉に示す。

(c) 制御系

コマンド回路、AGC回路、高圧制御回路、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、PI、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。

AGC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。

高圧制御回路は、BOSが明るいObjectを検知したときに、PMTを保護するために高圧電圧を設定値まで落とす動きをする。明るいObjectがBOSの視野から外れれば、自動的にもとの状態に復帰する。電圧の制御は、BOSによる自動制御の解除、通常コマンドおよびPRTによる制御も可能である。



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: $\sim 200 \mu$ (方位角方向) $\rightarrow \sim 0.2'$ 分角相当の巾

中央スリットの傾き: $\sim 45^\circ$

フォトリソグラフィーによって 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: C31016F型、1インチφ×1.95インチ

負高圧で使用。

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 の光が入られる。

衛星のスピンの合わせて、点滅周期はFAST/SLOWの2種

類がPIコマンドで選べる。

(e) BOSによる高圧の制御

BOSの視野に明るいものが入った時には、PMTの高圧をOVまで

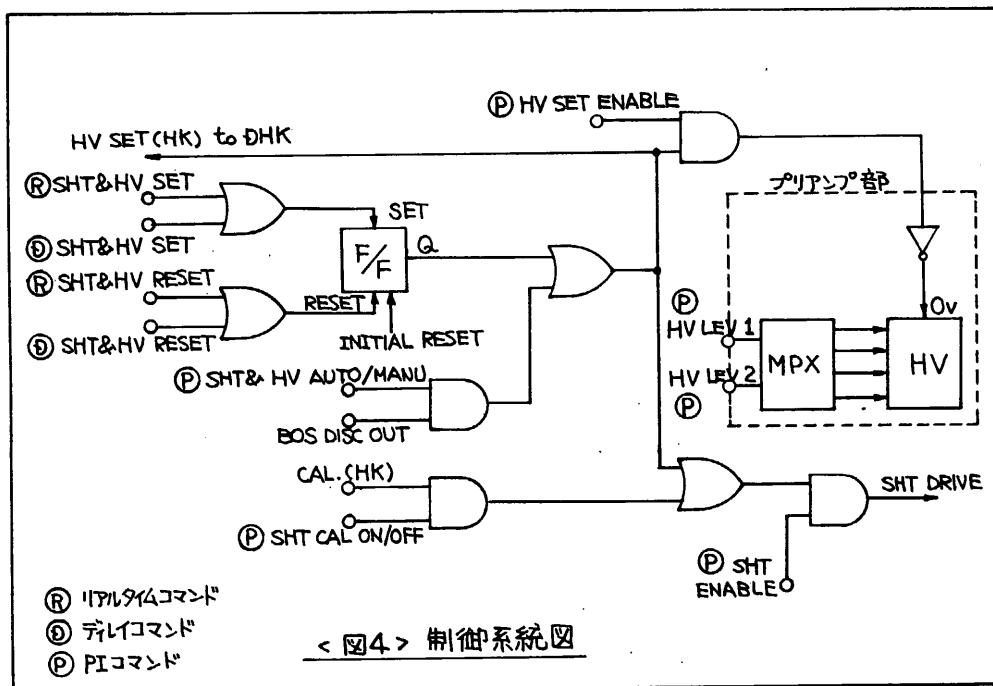
下げる ことが可能。

この機能の 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。



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回ずつ伝送する。TIMEの精度は、約 16 ■ secのモードと約 2 ■ 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PIコマンド (DVO、OS5) によって機能し、アンサーは、W35 (F1) で確認する。

スピンドールが0.1rpm程度以下では、16 ■ secのモードで、また1rpm程度以下では、2 ■ 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。

また、リアルタイムデータに限り屋またはBOSのアナログ出力をFM伝送系で送ることが可能である。FM伝送はU-FM、S-REAL(9-3)、FMSTS伝送(13-14)のリアルタイムコマンドにより行われる。屋とBOSの信号切り換えはPIコマンド(DV33、OS3)により行う。

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=50mm
視野	10°×10°(IFOV)
角分解能	~1分角
スピント	5rpm ~ 0.05rpm
検出等級	≤4等星
PH計測	6bit/3bit
TIME計測	10bit/13bit
デ-タート	隔フレームで2W
電力(定常値)	+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	W34	F45	B3	STS ON/OFF	1
2			B4	HV ON/OFF	1
3			B5	BOS DISC OUT	1
4			B6	STS-A ON/OFF	1
5			B7	PSC ENA/DIS	1

<表2> ステータス・モニター

6. アナログHK

W35F	項目	内容	レンジ
1	F16	HV-IS	HVモ=ター 0~5V
2	F17	SHT-STS	SHTモ=ター
3	F18	BOS-MONI	BOS信号モ=ター
4	F19	STAR-MONI	スター信号モ=ター
5	F40	TL-12	レンズ温度 -50~+70℃
6	F41	TL-13	PMT 温度

<表3> アナログHK項目

7. データフォーマット

STS 6ビットモード

名称	WNo	FNo	B0 (MSB)	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7 (LSB)	
STST	W66	F2nt0	8s	4s	2s	1s	500ms	250ms	125ms	62.5ms	
STSH	W67	F2nt0	31.25ms	15.625ms	PH 32	PH 16	PH 8	PH 4	PH 2	PH 1	

STS 3ビットモード

<表4> STSデータフォーマット

名称	WNo	FNo	B0	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	
STST	W66	F2nt0	8s	4s	2s	1s	500ms	250ms	125ms	62.5ms	
STSH	W67	F2nt0	31.25ms	15.625ms	7.8125ms	3.90625ms	1.953125ms	PH 32	PH 16	PH 8	

モード切替 (DP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					STSH 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	B0	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	
DV0-0S	W35	F1	アキ					STSH 1 3ビット			
								0 6ビット			

8. コマンド項目

REAL TIME CMD

コマンド 番号	命令名・論理名		H V		S T S		B U S		S H T & H V		S T S - A		C A L	
	X†	A D	E X	項目名	ON	OFF	ON	OFF	ON	OFF	SET	RE SET	ON	OFF
				PI ALL OFF	→	→	→	→			→			
	11	12		STS-OFF	→	→	→	→			→			
	12	12		H V-OFF	→									
				HV ALL OFF	→									
○	11		12	HV-ON	←									
		12	13	STS-ON*		←	←				←			
○	11		13	SHT&HV SET						←				
○	12		13	SHT&HV RESET						→				
				CAL-ON									←	
		11	13	STS-A OFF							→			
				PSC-ON**							→			

DELAY CMD

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

<表5> コマンド項目

- * 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が行われる。
- ** PSC-ONの後、STS-ONを送ると、STSのパワ-セ-グ
は解除される。
- † Xは、Bペ-ジコマンドのADに相当する。

9. デジタルHK項目

W34F21

B0	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7
STAR COUNT DATA						CAL	HV SET
32	16	8	4	2	1	0 OFF 1 ON	0 OFF 1 ON

W34F53 <表6> DHK項目

B0	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7
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 擬似信号
2	COM(2nd)

MD項目

信号名	
1	スタ-信号
2	COM(2nd)

11. PIコマンド項目

機番指定		DS0	DS1	DS2	DS3	DS4	DS5	DS6	DS7				
DV 32	10 0000 [2,0]	HV SET ENA / DIS		SHT&HV AUTO / MANU		HV LEVEL DS2 DS3		SHT SET ENA / DIS		SHT CAL ON/OFF		0	0
		0 DIS	0 MANU	0 0	0 1	-753 V		0 DIS	0 OFF				
		1 ENA	1 AUTO	1 0	1 0	-819		1 ENA	1 ON				
				1 1	1 1	-880							

<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 DS0) は、高圧制御の可否を選択する。

○ SHT&HV (DV32 DS1) 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 DS4) は、シャッター動作の可否を選択する。

○ SHT CAL (DV32 DS5) は、CAL時のシャッターの開閉を選択し、1(ON)で閉じる。

○ CAL MODE (DV33 DS4) は、スピントにあわせて SLOW/FAST のいずれかを選択する。

○ AGC MODE (DV33 DS5) は、A(Lo-SPIN), B(Hi-SPIN) のいずれかを選択する。

○ TIME CONSTANT 1 (DV34, DS0, 1) はローパスフィルターとピフホールドが連動している。

註) 計画の変更によりシャッター関係の1部分は取り除いてある。

コマンド、HKのうちシャッター関係は使用しない。(コマンドは送信してもS/S中で無視される。)

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 より駒場の 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）

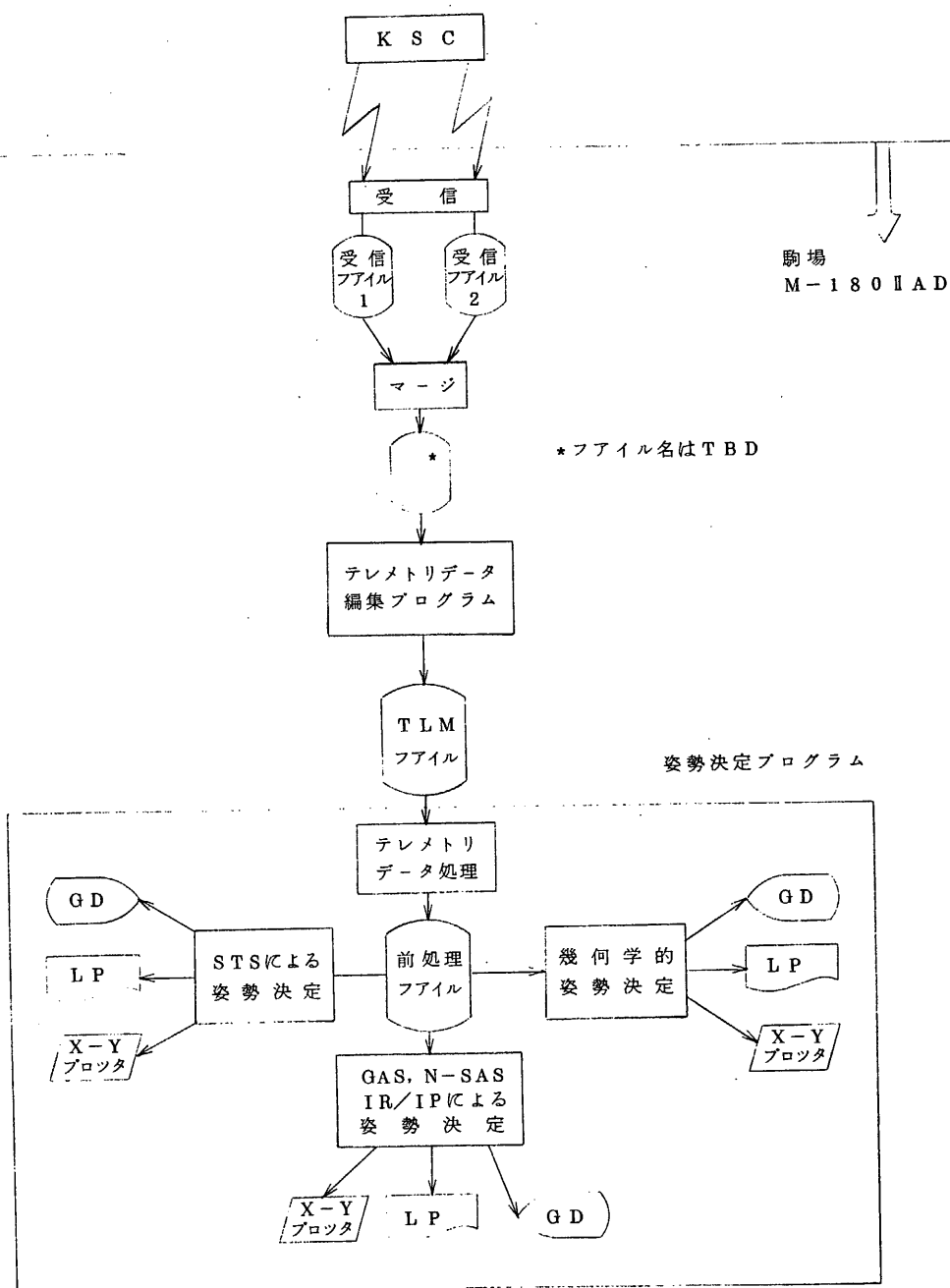


図-1 姿勢決定処理手続

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、一般摂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。

以上の処理を行なった後に、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、スピン周期の推定と 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ン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。

2.4

姿勢制御法

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ため、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
 - スピン軸を太陽方向から $180^\circ \pm 60^\circ$ の範囲に制御する。
 - スピン速度を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求は以下の通りである。

- ・スピン軸を太陽方向から $180^\circ \pm 60^\circ$ の範囲に制御する。
- ・スピン速度を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制御を行なう。
- 磁気モーメント設定値
 - 高 : 10 ATm^2
 - 中 : 4 ATm^2
 - 低 : 1.5 ATm^2
- 磁気モーメント極性切替
 - 開ループ系 : PRTからの遅延コマンドによる。
 - 閉ループ系 : GA, N-SAS信号を使ったオンボードACEからの信号によりスピン軸を太陽方向に対し $170^\circ \sim 174^\circ$ 又は $125^\circ \sim 130^\circ$ の範囲に保持する。

< スピン速度制御 >

- ヨーヨーデスピナにより 5 rpmにデスピンする。
- 太陽電池パドル展開により 4 rpmにデスピンする。
- ホ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
 - 高 : 0.548rpm
 - 中 : 0.137rpm
 - 低 : 0.0685rpm

< 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)
 - 高 : 6 ATm^2
 - 中 : 2.4 ATm^2
 - 低 : 0.9 ATm^2
- 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 : 10.0%
- 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) X 50.0 (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) により地球の磁場を計測する。
- 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に内蔵) 1 台

レート積分ジャイロ (RIG) 1 台

制御エレトロニクス : 姿勢制御エレトロニクス (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

Y₀-Y₀変圧器 : 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の速度制御系, スピン軸方向制御系及ガ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。

・ スピン速度制御系

スピン速度制御系の機能系統図を図2.3-3に示す。スピン速度制御系は衛星のスピン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。

・ スピン軸方向制御系

ASTRO-Bのスピン軸方向制御は太陽角が $180^\circ \pm 60^\circ$ の範囲内でスピン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。スピン軸方向制御系にはその他閉ループ制御として非スピン型サンセンサから太陽角の検出を行ない, スピン軸と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>

NARROW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, 衛星姿勢が太陽角で 55° のリミットとこえないように制御する。

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られる。

<MAC閉ループ制御則>

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

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

\mathbf{A} : スピン軸方向単位ベクトル

\mathbf{e} : 姿勢誤差ベクトル

\mathbf{B} : 地磁気ベクトル

δ : 地磁気デッドバンド NARROW: 2000 γ

WIDE: 4000 γ

なお、スピン軸方向制御系を含むASTRO-B磁気制御系機能系統図を図2.3-4に示す。

・ アンローディング制御系

衛星に作用する各種姿勢外乱の内、衛星スピン軸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軸方向制御系により制御される。一方、スピン軸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。

ASTRO-BではこのアンローディングはMULC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。

このアンローデ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、そのアンローディング方向と衛星スピンにより変化する地磁気方向とでアンローディングトルクを発生するに必要なMULC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デ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。

このアンローディング制御系の機能系統図を図2.3-4に示す。

また、そのアンローディング制御則を以下に示す。

<アンローディング制御則>

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

但し、 M_{MULC} : MULCコイルの磁気モーメント

M_i : MULC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 : 地磁気デッドバンド (設定値はMAC制御則に同じ)

なお、アンローディング制御では地磁気センサのZ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デ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、スピンの速度制御系及びスピン軸方向制御系に対する検討結果について記述する。

(1) スピン速度制御系

a) 概要

ASTRO-Bでは衛星のスピンの速度の制御はスピン速度制御系により行なわれるが、このスピン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

スピン速度制御系では衛星のスピンの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、衛星のスピンの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速度に従ってサーボテーブルを駆動して、テーブルに取り付けるい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。

スピン速度制御系は衛星のスピンの速度を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の速度の設定に切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、各スピンの速度におけるスピン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。そのためにこの積分出力をD/A変換する時点で量子化誤差が発生し、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つて記録されている。

このホイール制御電圧に対する衛星スピンの速度の変動を図2.4-11～図2.4-13に示す。各スピン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 : 0.0678～0.0689 [rpm]

この変動量も解析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。

＜スピン速度制御系試験条件＞

衛星スピン軸回りの慣性能率: 37.3 [kg m²]

ホイールの慣性能率: 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]

スピン速度制御モード: ジャイロフィードバック制御

(2) スピン軸方向制御系

ASTRO-Bではミッション運用中、スピン軸方向制御系の閉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。

α) 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、さら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。

β) 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が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。
- 表面からの熱輻射は無視する。
- (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、ASTRO-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、ASTRO-Bでは太陽電池パドルを 10° 以上傾斜させた場合、STSの視視を妨げ、また太陽電池セルの電効率が悪化するというシステム制約条件のために太陽電源パドルの傾斜角は 10° に設定する。

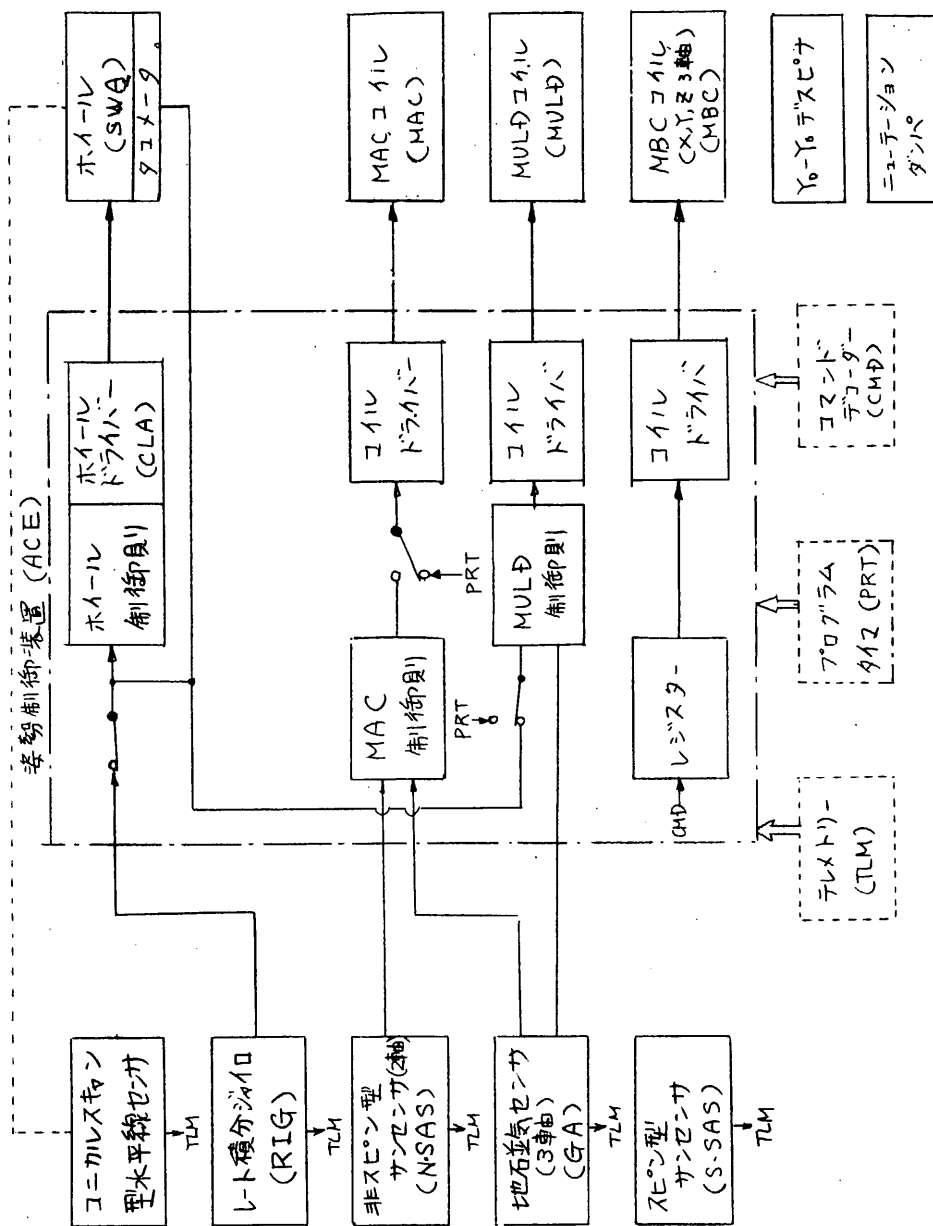


図 2.4-1 ASTRO-B 姿勢制御系機能系統図

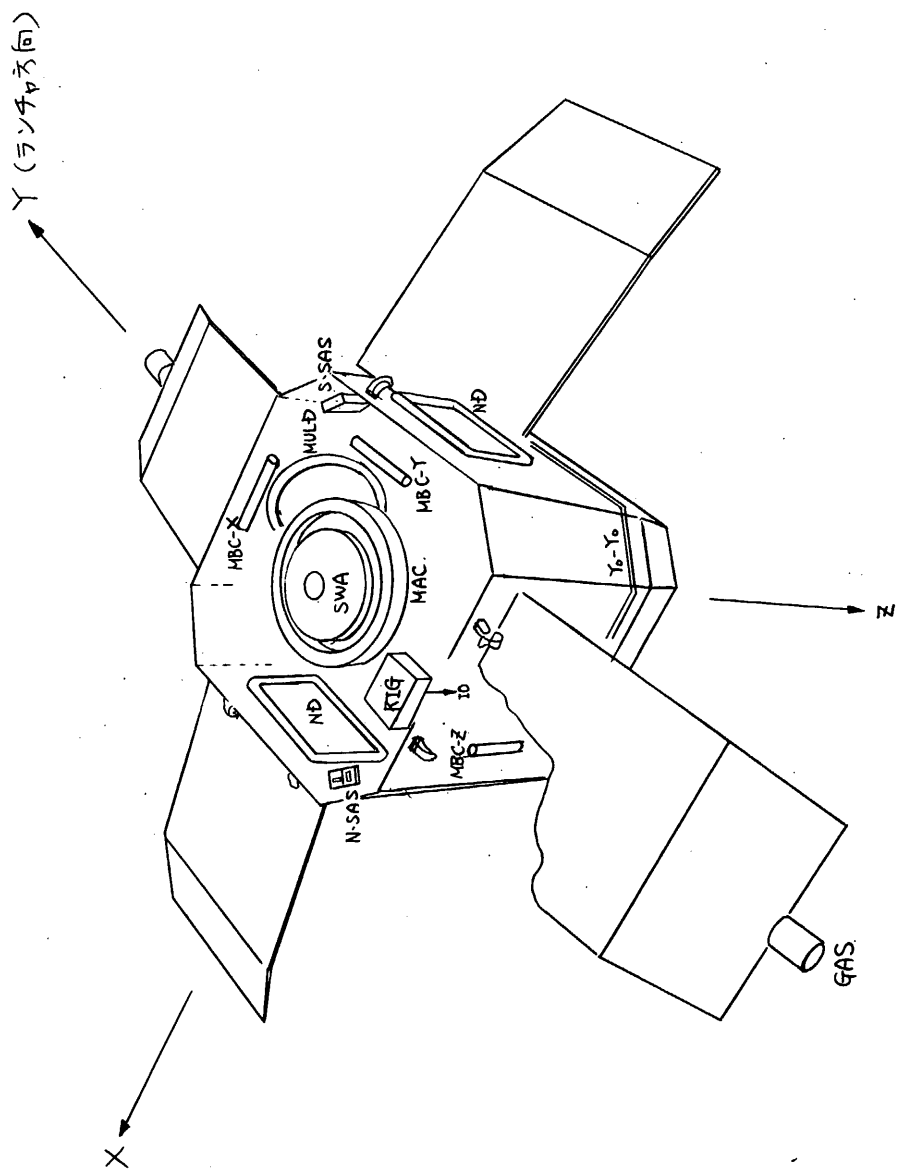
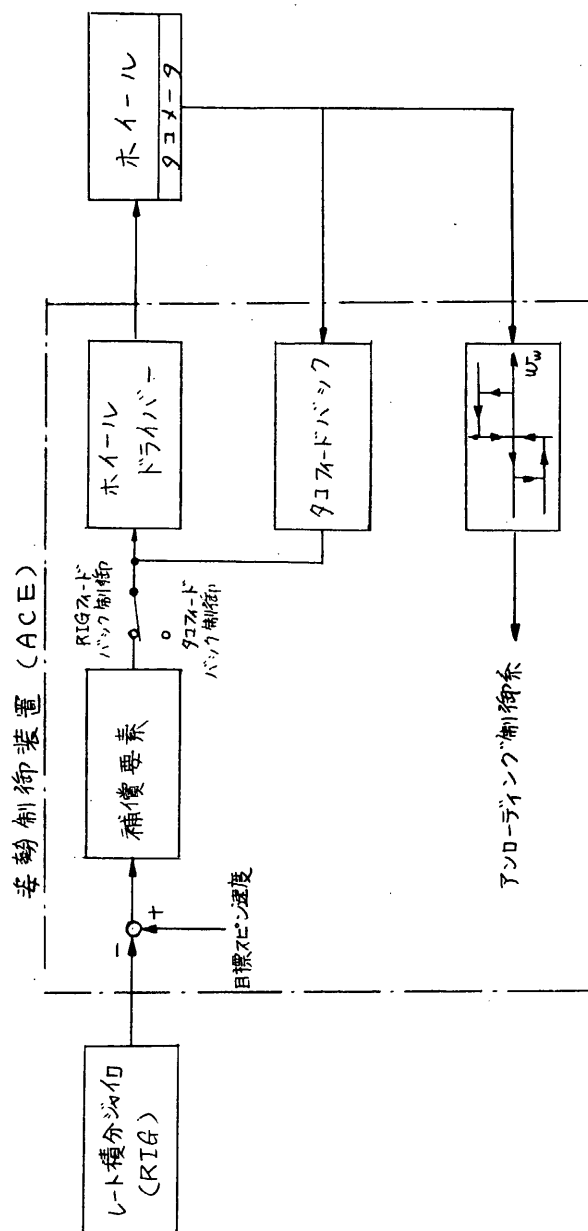


図 2.4-2 ASTRO-B 姿勢制御系機器配置



⑦ 2.4-3 スピン速度制御系 機能系統図

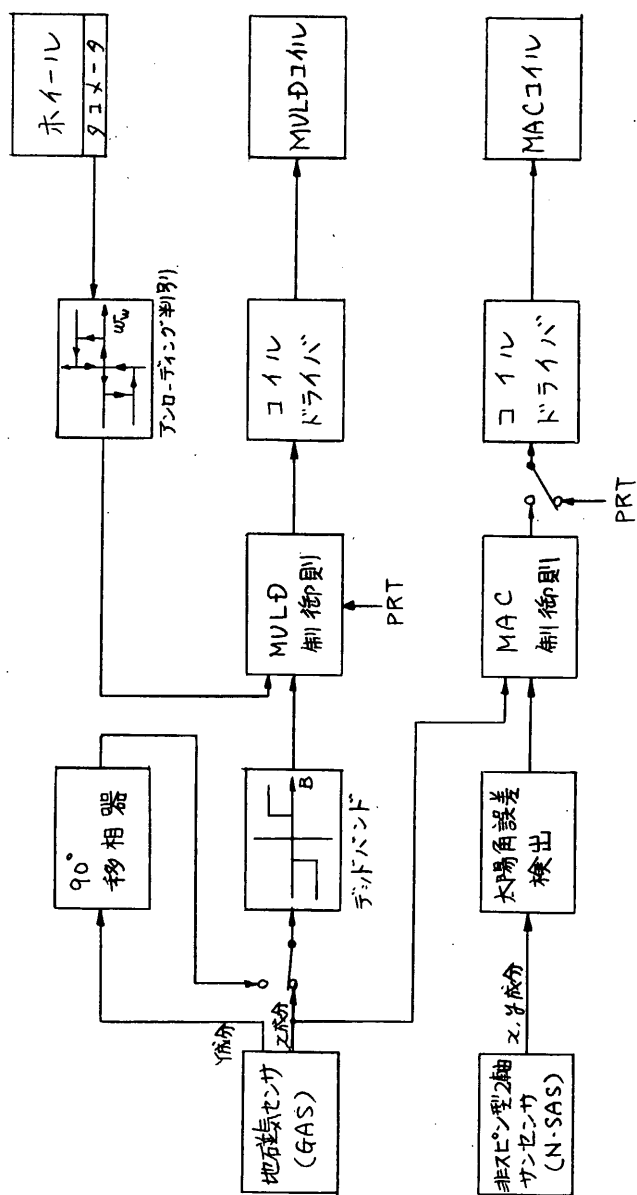


図 2.4-4 ASTRO-B 磁気制御系

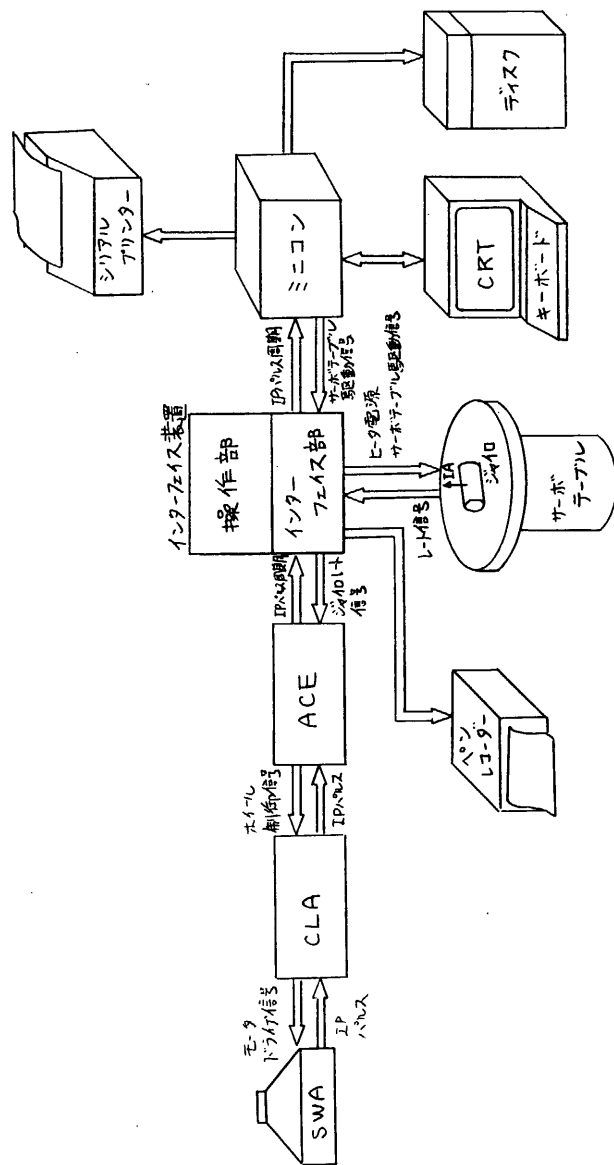


図 2.4-5 角運動量制御系機能試験機機能系統図

2.4-7. 入力応答試験

RIG RATE : HIGH

SPIN RATE : M → H

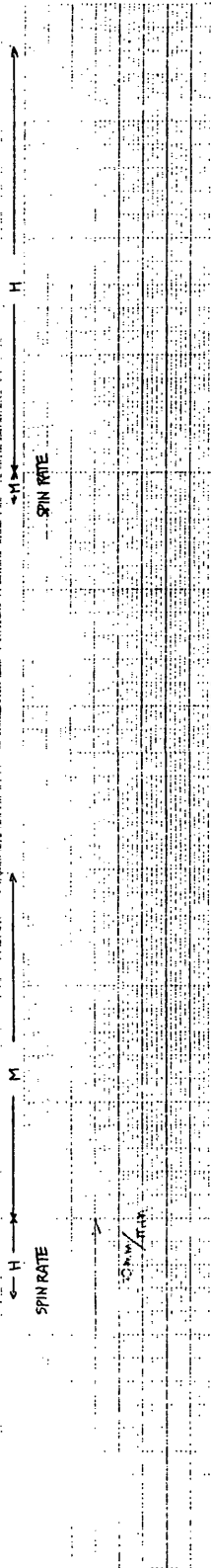
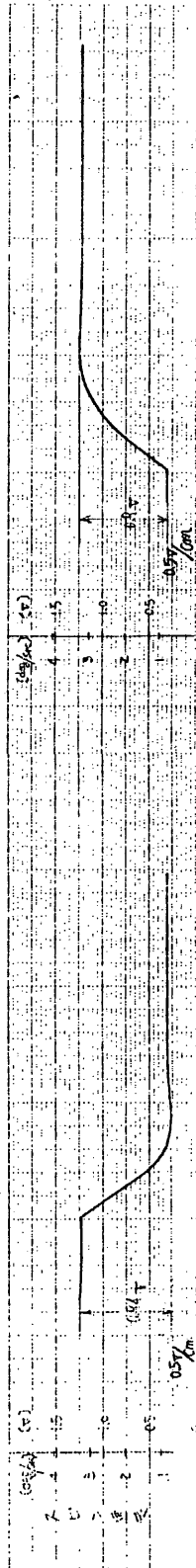
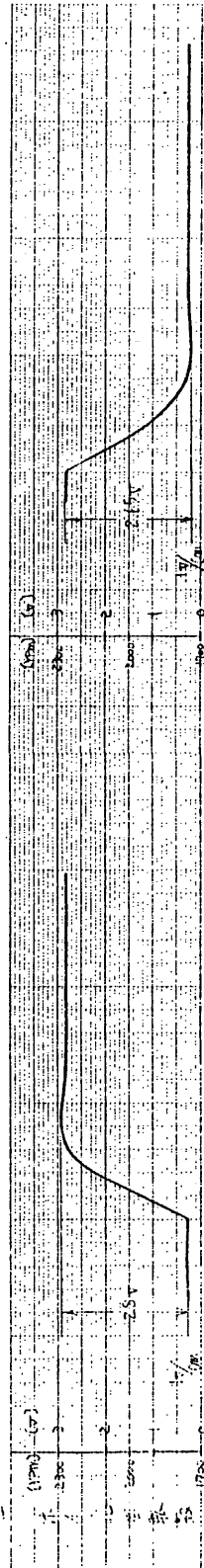
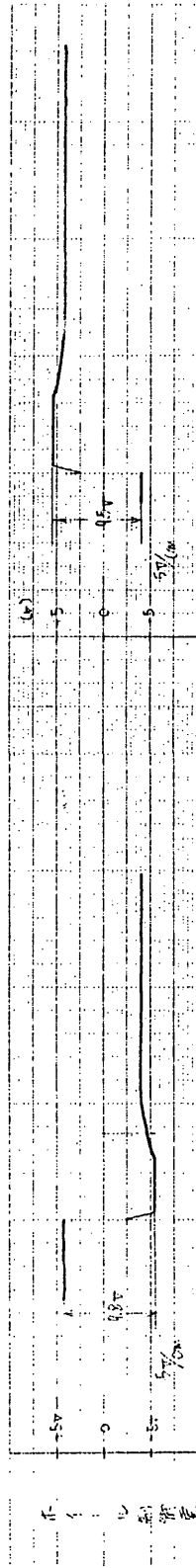
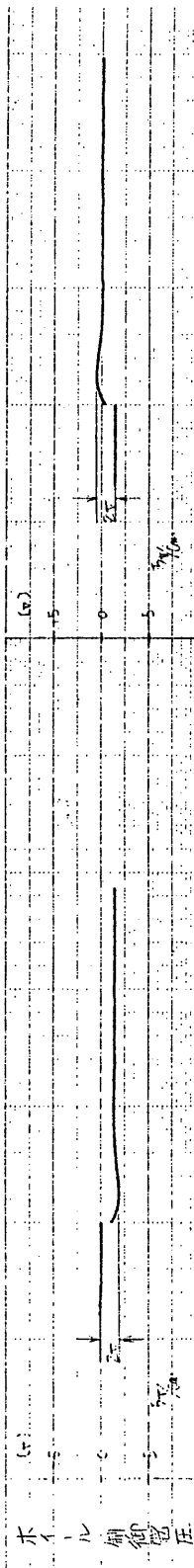


図 2.4-6. ASTRO-B スピン速度制御系 スラッパ入力応答(1)

RIG RATE : HIGH

SPIN RATE : M → L



RIG RATE : HIGH

SPIN RATE : L → M

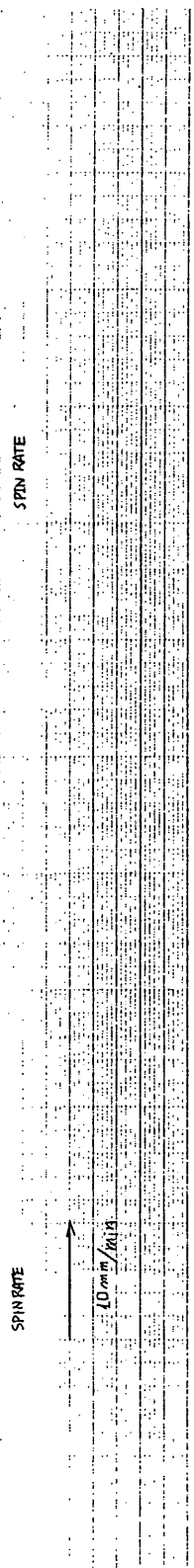
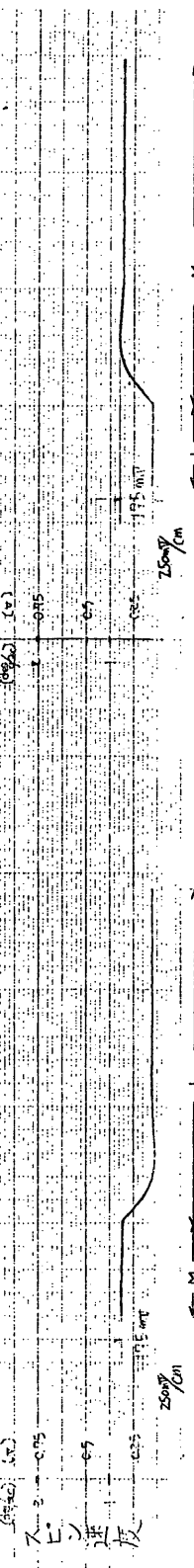
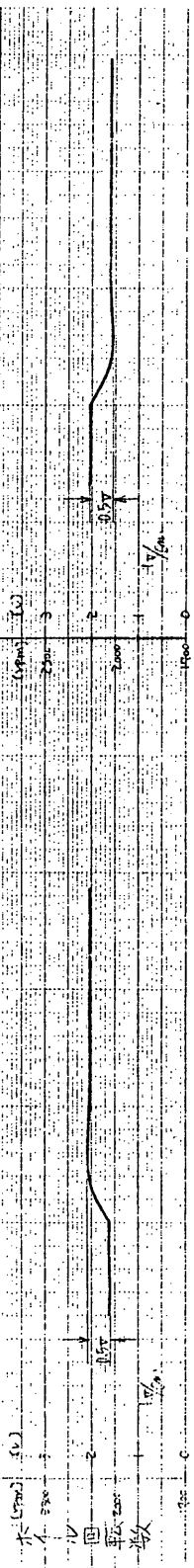


図 2.4-7 ASTRO-B スピード制御系 ストップカセタ (2)

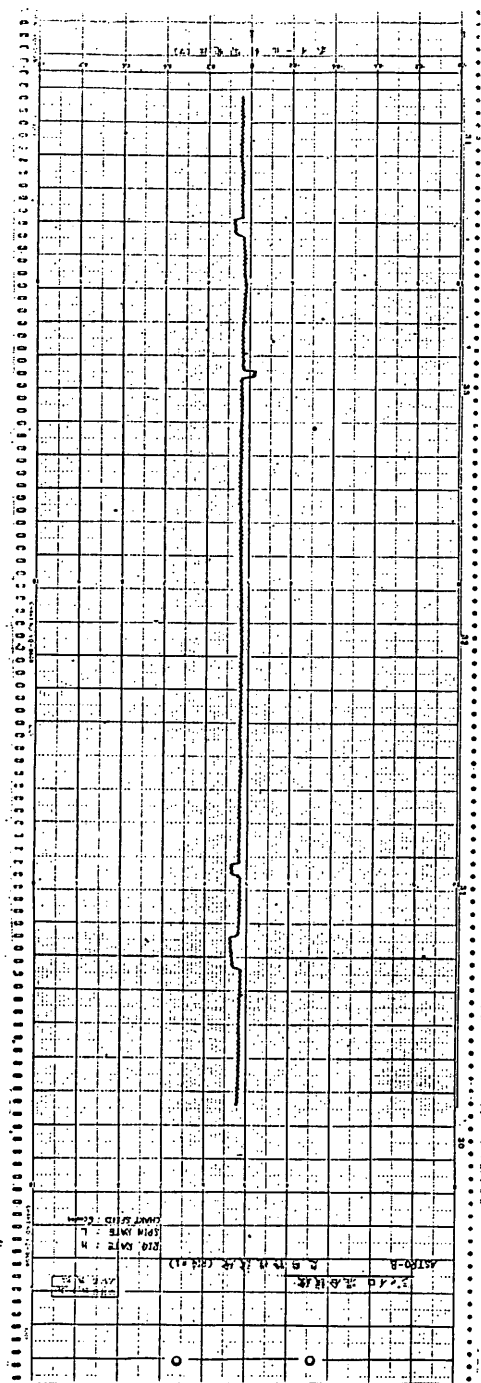


図 2.4-8 スピコン速度制御系 定常特性 (Low スピコンモード時)

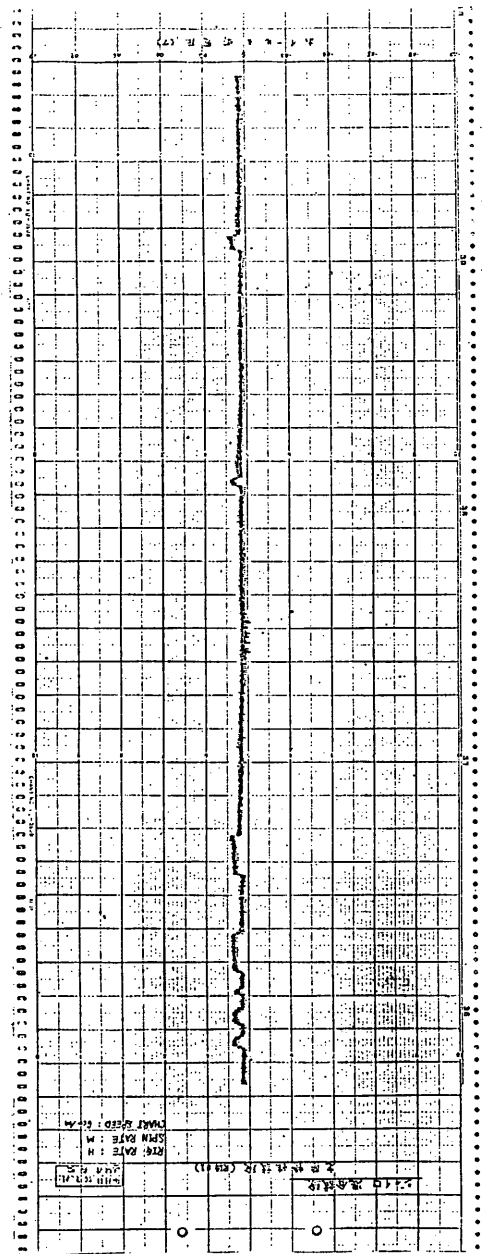


図 2.4-9 スピン速度制御系定常特性 (Medium スピンモード時)

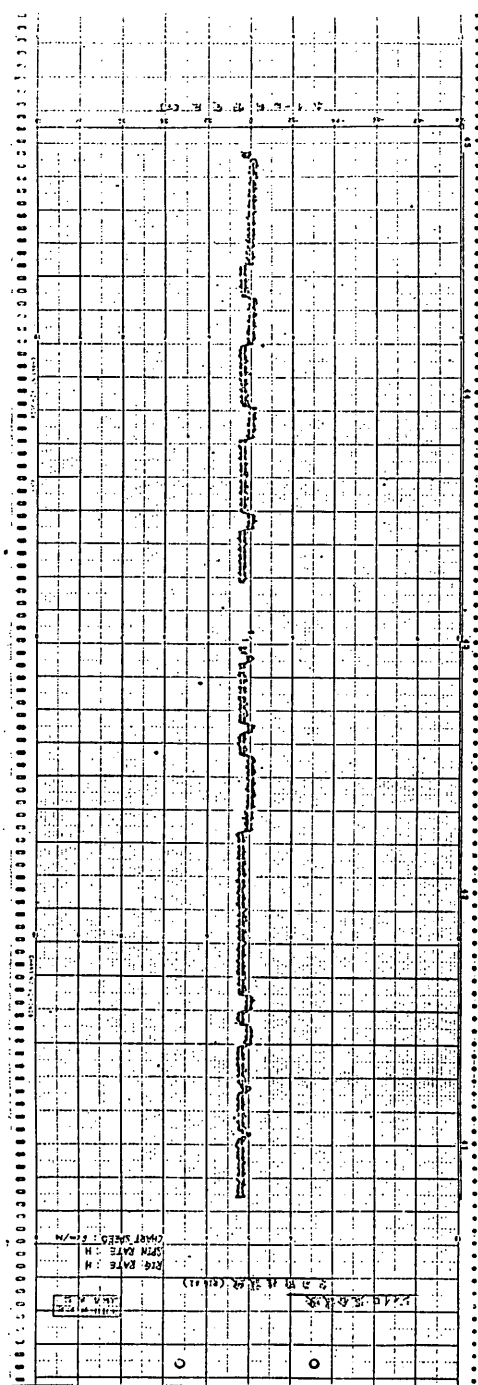


図 2.4-10 スピン速度制御系定常特性 (High スピンモード時)

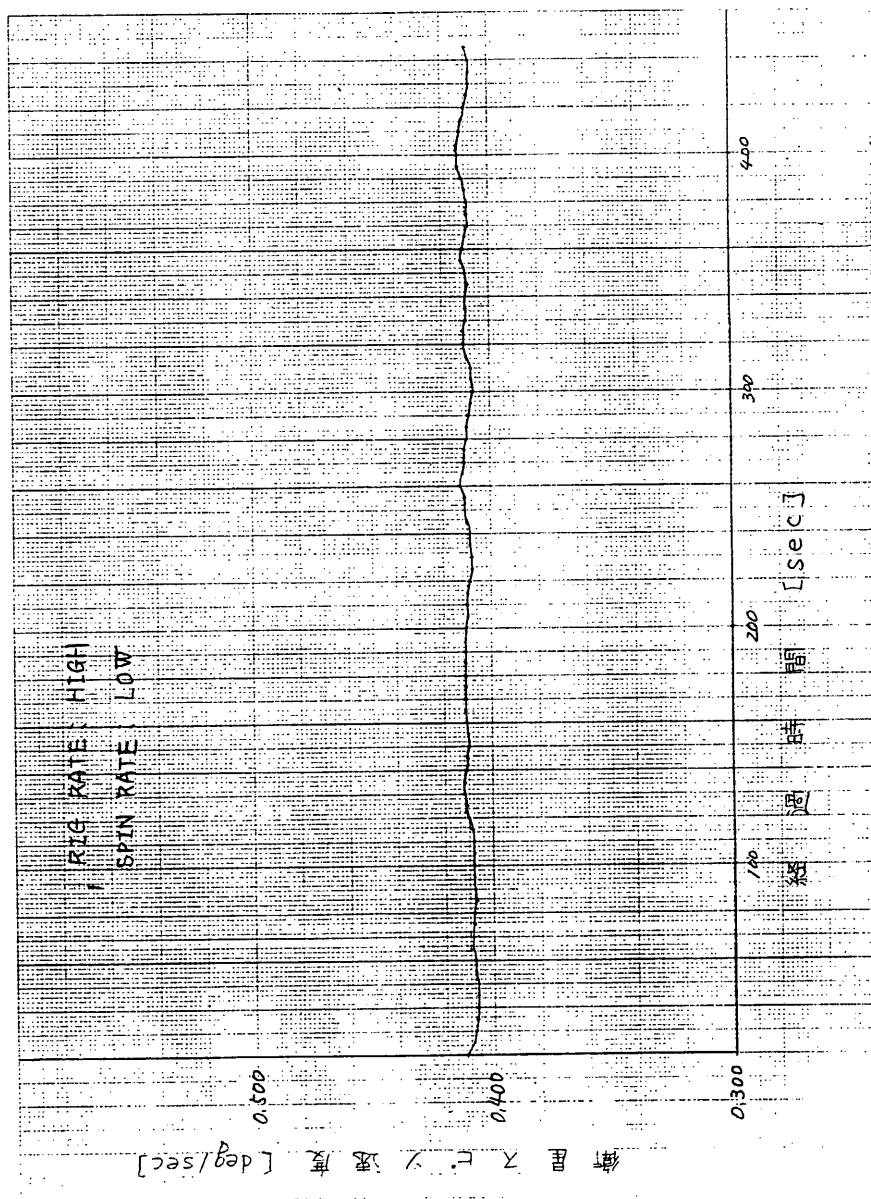


図 2.4-11 スピンの速度制御系 定常状態での衛星スピンの速度 (1)

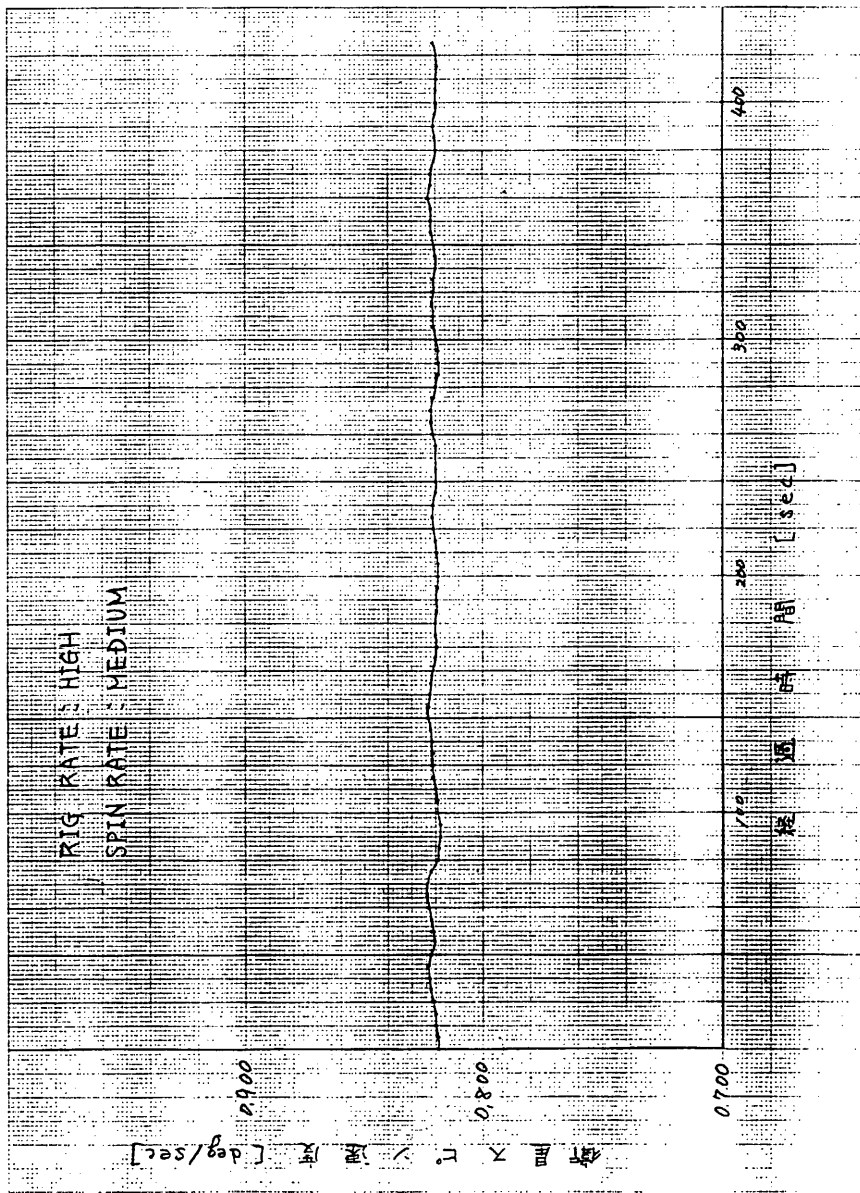


図 2.4-12 スピンの速度制御系 定常状態での衛星スピンの速度 (2)

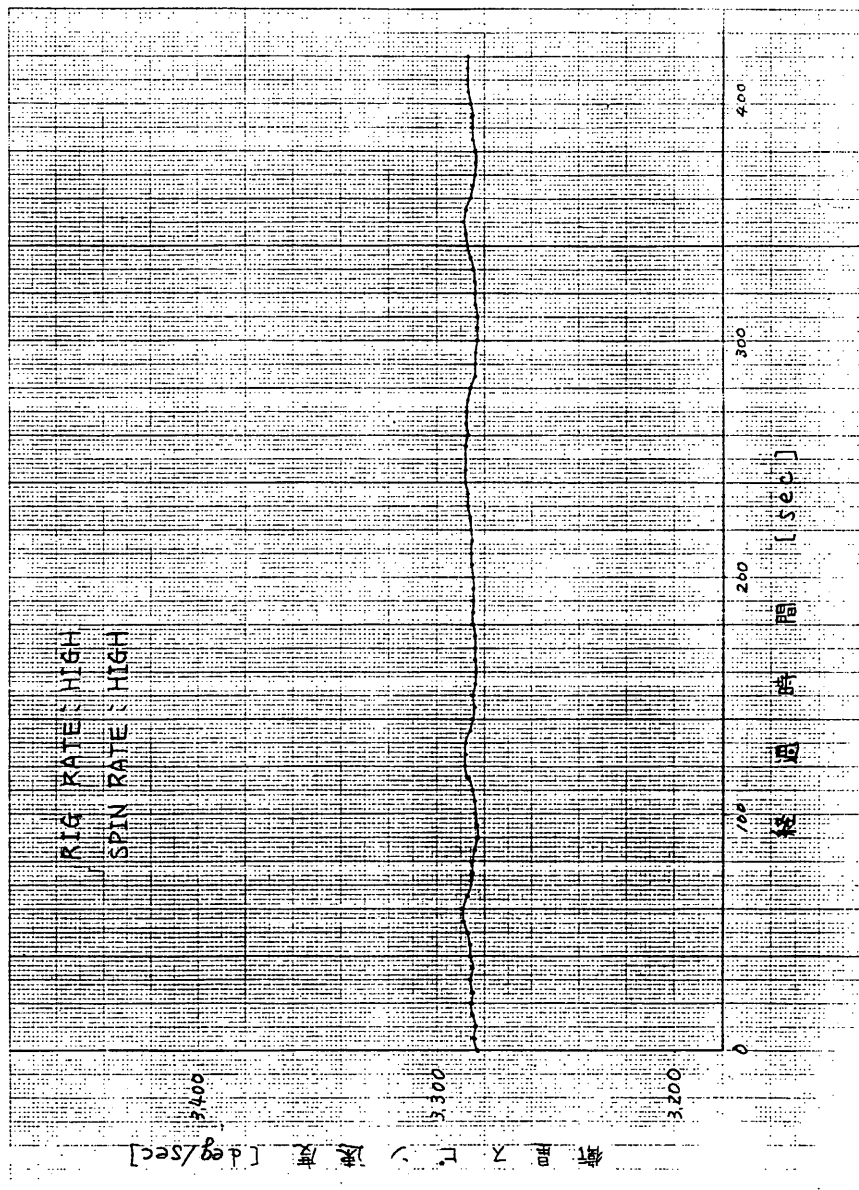


図 2.4-13. スピン速度制御系 定常状態での衛星スピン速度(3)

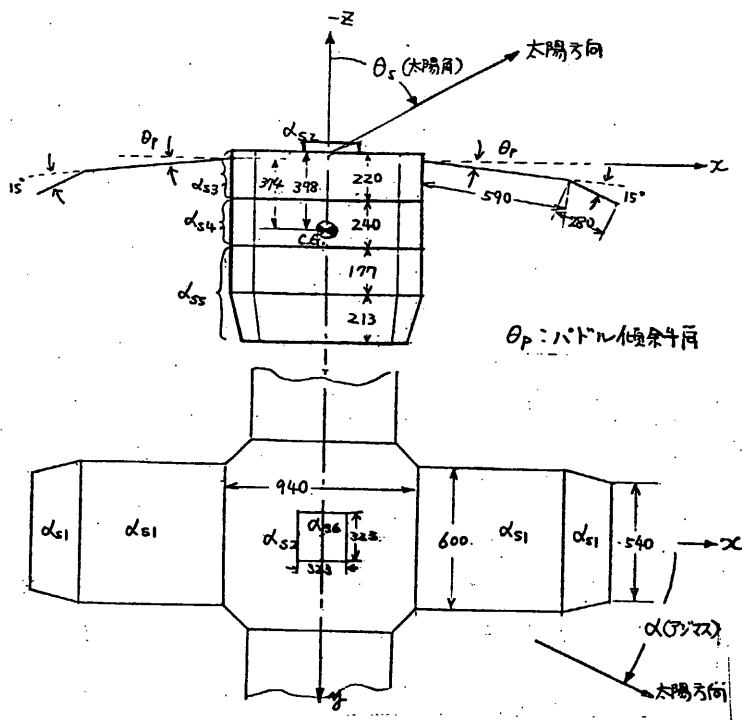
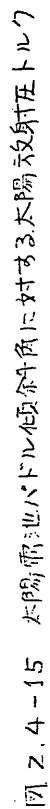


図 2.4-14 ASTRO-B コンフィギュレーション

太陽光吸収率	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	0.78	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 ミミナル 表面特性



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は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8192bits/sec(又は2048bits/sec)のSplit Phase-Mark(SP-M)信号を40分(又は160分)にわたって記録する。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32768bits/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) 電氣的性能

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 $\pm 1\%$ (RECORD Low時) 8192 bits/sec $\pm 1\%$ (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 $\pm 1\%$ レベル 0 = 0 ~ +0.3 V 1 = +3.0 ~ +5.3 V 出力インピーダンス 1 K Ω 以下 立上り、立下り時間 5 μ sec以下 ビット誤り率 10^{-6} bit以下 ジッター $\pm 0.1\%$ 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
H K 項目	データレコーダ内部温度
使用電源	電源電圧 +BUS (+17 V ~ 24 V) 消費電力 4.0 W以下 (RECORD 時) 6.0 W以下 (REPRODUCE時)
使用温度範囲	-25 $^{\circ}$ C ~ +45 $^{\circ}$ 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, EXDS-A (極光), CORSA-b (白鳥), MS-T4 (たんせい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。

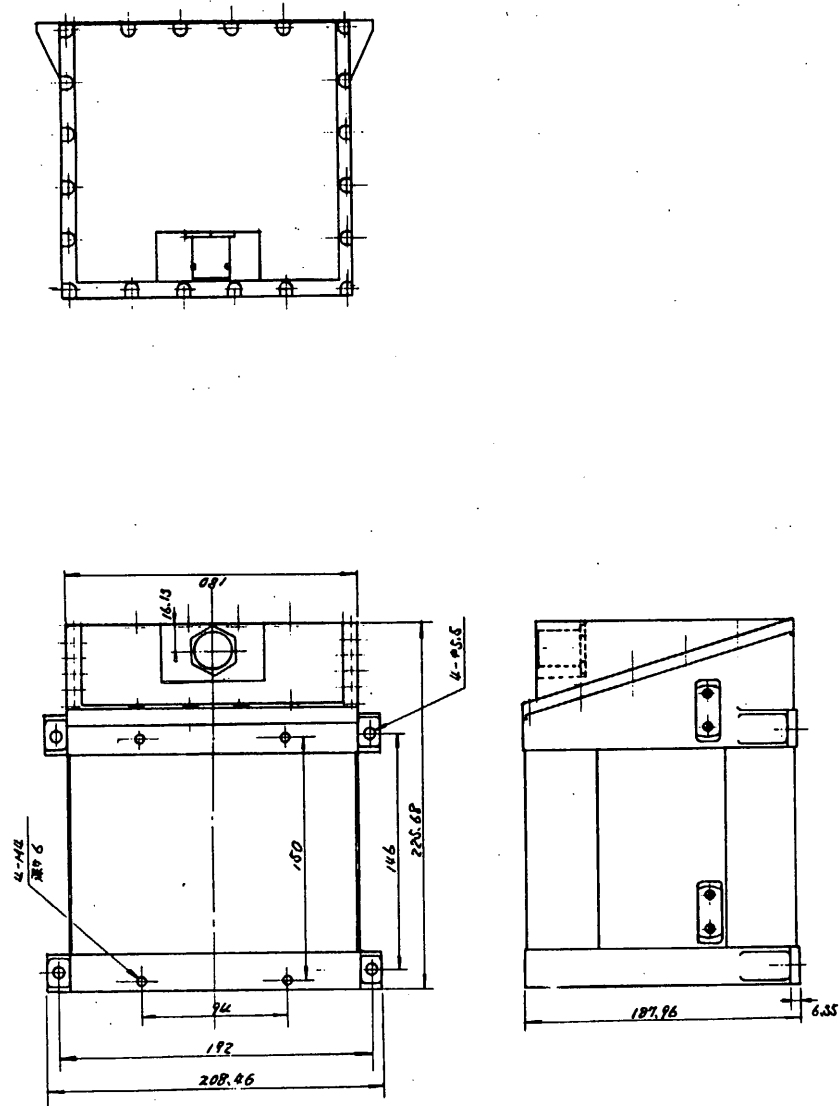


図 3.4-1 データレコーダ (DR) 外観図

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を目的としており、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付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ータに送る一方、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 1 9 2 Bits/sec

b Low モード : 2 0 4 8 Bits/sec

(4) ビット数/ワード : 8 Bits/Word

(5) ワード数/フレーム : 1 2 8 Words/Frame

(6) フレーム数/サブフレーム : 6 4 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	A D	X	EX	制 御 内 容
1	bit rate High	1 3		2	ビットレートをHighにする。(8192Bits/sec)
2	bit rate Low	1 4		1	ビットレートをLowにする。(2048Bits/sec)
3	'1'	1 3		3	PIコマンド用レジスタに'1'をストアする。
4	'1'	1 5		1	
5	'0'	1 4		3	PIコマンド用レジスタに'0'をストアする。
6	'0'	1 5		2	
7	EXECUTE	1 4	(U)	2	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	A D	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	A D	-	EX	制 御 内 容
1	bit rate High	5		4	ビットレートをHighにする。(8192 Bits/sec)
2	bit rate Low	6		3	ビットレートをLowにする。(2048 Bits/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	A D	-	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。

2-3 PIコマンド項目

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

表 2-3-2

PI コマンド動作指定
MSB

LSB

MSB

MSB

PI	名	数	DV	OS0	OS1	OS2	OS3	OS4	OS5	OS6	OS7	
S P C	SPC 10	31	INPUT ON/OFF	ANPGAIN CONTROL							L. D.	
	SPC 9	30	同 上									
	SPC 8	29										
	SPC 7	28										
	SPC 6	27										
	SPC 5	26										
	SPC 4	25										
	SPC 3	24										
	SPC 2	23										
	SPC 1	22										
(20)	HV. LEVEL 1	21	A 1	A 2		B.1		B 2				
	HV. LEVEL 2	20	C 1	C 2		RBM		—				
	RBM	19	SENSOR T/S	AUTO CNT ON/OFF		FLAG COUNT		GAIN CONTROL		GAIN CONTROL		
	RT. DISCRI	18	U. D. (1. 2)		L. D. (1. 2)		U. D. (3. 4)		L. D. (3. 4)			
		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 / MPC	SPC1~4 MODE		SPC5~8 MODE		SPC9,10 MODE		GRD BURST LEVEL		
X F C	Digital Discri Level	11	—	COUNTER ID MWC 1/2		Digital Discri ID		Digital Discri Level				
	WIRE 選択 GAIN 設定	10	COUNTER ID MWC 1/2	WIRE ID				—	WIRE OUT OFF/ON	FINE GAIN		
	MWC2 Level 設定	9	—	ANTI OFF/ON		COARSE GAIN		Lower Discri		Upper Discri		
	MWC1 Level 設定	8	—	同 上								
(6)	GAS CONTROL	7	MWC1 Pressure Level	Safety OFF/ON	CONTROL ADS/REL		MWC2 Pressure Level		Safety OFF/ON	CONTROL ADS/REL		
	PC/PH HV Level	6	PC/PH	—	—		—		HV Level			
T S M (5)	TSN-HV	5	HV-1 (GXT)		HV-2 (ZYT)		—					
	ZYT	4	ZYT-1 A-1.2 Gain		ZYT-2 A-1.2 Gain		ZYT-1 LD HIGH/LOW	ZYT-2 LD HIGH/LOW	ZYT-1 ANTI OFF/ON	ZYT-2 ANTI OFF/ON		
	HXT WIRE MPX	3	HXT-X HXT-X	HXT-X HXT-X	HXT-X HXT-X	HXT-X HXT-X	HXT-Y HXT-Y	HXT-Y HXT-Y	HXT-Y HXT-Y	HXT-Y HXT-Y		
	HXT-Y	2	A3.4 Gain		A2 Gain		LD HIGH/LOW	—	A-5 Gain HIGH/LOW	ANTI OFF/ON		
(5)	HXT-X	1	A3.4 Gain		A2 Gain		LD HIGH/LOW	—	A-5 Gain HIGH/LOW	ANTI OFF/ON		
	DP	0	—	—	—	—	—	—	STS H	Word 99	OSC	

MSB ←

→ LSB

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	—	—

← 使用しない

(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 (6Bits)

動作指定 (8Bits)

DV0~35

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2-4-1 77-477-477-1 (SPC: MPCモード)
(XFC: PHモード)

W	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	SYNC		FI		HXT PC											
16	HXT POS	HXT POS	HXT POS	HXT POS	ZYT PC											
32	CAB XGC	AHK	DP	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	HXT POS	ZYT PC											
64	IR/SAS GA/ WHEEL	IR/SAS RIG STS	RIG STS	RIG STS	HXT PC											
80	HXT POS	HXT POS	HXT POS	HXT POS	ZYT PC											
96	XFC PC9	XFC PC10	XFC PC11	SPC MONI/ RPM	HXT PC											
112	HXT POS	HXT POS	HXT POS	HXT POS	ZYT PC											

177-477: 125ms (ビートレートHighモード)

177-477: 500ms (ビートレートLowモード)

注1. SPC-PH, PC/MPCモード. XFC-PC/PHモードは各*PIコマンダで切換える。

2. Word 99 SPC MONI/RPMはPIコマンダで切換える。

表2-4-2 プレート・マニタリング (SPC:PH, PCモード) (XFC:PC モード)

W	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	SYNC			FI	HXT PC											
16	HXT POS	HXT POS	HXT POS	HXT POS	HXT PC	XFC PC	SPC PH9	SPC PH10	SPC PH1	SPC PH2	SPC PH3	SPC PH4	SPC PH5	SPC PH6	SPC PH7	SPC PH8
32	CAB AGC	AHK	DP	DP	HXT PC											
48	HXT POS	HXT POS	HXT POS	HXT POS	HXT PC		SPC PC9	SPC PC10	SPC PC1	SPC PC2	SPC PC3	SPC PC4	SPC PC5	SPC PC6	SPC PC7	SPC PC8
64	IR-SAS GA WHEEL	IR-SAS GA WHEEL	RIG STS	RIG STS	HXT PC											
80	HXT POS	HXT POS	HXT POS	HXT POS	HXT PC		SPC PH9	SPC PH10	SPC PH1	SPC PH2	SPC PH3	SPC PH4	SPC PH5	SPC PH6	SPC PH7	SPC PH8
96	XFC PC9	XFC PC10	XFC PC11	XFC PC11	HXT PC											
112	HXT POS	HXT POS	HXT POS	HXT POS	HXT PC		SPC PC9	SPC PC10	SPC PC1	SPC PC2	SPC PC3	SPC PC4	SPC PC5	SPC PC6	SPC PC7	SPC PC8

1 プレート : 125ms (ピットレートHighモード)
: 500ms (ピットレートLOWモード)

- 注1. SPC-PH, PC/MPCモード, XFC-PC/PHモードは各*PIコンフィグにて切換える。
2 Word 99 SPC MONI/RPMはPIコンフィグにて切換える。

表2-4-3 PRT-CHKデータフォーマット

W	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PRT CHKコマンドを受信した時は、次のSFでCHK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 PRT-CHKデータビット内容

B	内 容
0	"0"
1	"0"
2	"0"
3	M4
4	M3
5	M2
6	M1
7	M0

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	F 2 ⁵	F 2 ⁴	F 2 ³	F 2 ²	F 2 ¹	F 2 ⁰

2-7 CAB/AGCワード(W32)

表2-7-1 CAB/AGCフォーマット(W32)

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

表2-7-2 CAB/AGCビット内容

名 称	CAB	DEC-ON/OFF CMD-B/A
フレーム 番 号	F 4n+0	F 4n+2
時 間 分 解 能	H: 0.5 S L: 2 S	H: 0.5 S L: 2 S
B 0	AD 2 ⁰	DEC- ON/OFF
B 1	AD 2 ¹	
B 2	AD 2 ²	
B 3	AD 2 ³	
B 4	EX 2 ⁰	CMD- A/B
B 5	EX 2 ¹	
B 6	EX 2 ²	
B 7	EX 2 ³	

MSB
↑

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. AGC 0~+3Vアナログデータ
時間分解能 H: 250ms
L: 1s

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フォーマット(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	ES-28P	ES-12P	ES-SP	ES-12N	I-P	I-P	V-45	V-SWA	I-MAC	I-HIG	Loop	I- P/OFF
16	HV-6TSSHT-SIS		HOS- MONI	STAR- MONI	(TSM) HV-1T	(TSM) HV-2T	(SPC) DX-11D HV-A1 HV-A2 HV-B1 HV-B2 HV-C1 HV-C2				(XFC) GAS PLS MAC-1 MAC-2	(XFC) GAS PLS MAC-1 MAC-2	(XFC) GAS PLS MAC-1 MAC-2	(SWA) TL-1	(DII) TL-2	(HIG) TL-3
32	(IAT) TL-4	(IAT) TL-5	(CNV-2-C) TL-6	(CNV-2-C) TL-7	(TSM-C) TL-8	(TSM-C) TL-9	(SPC-TD) TL-10	(SPC-TD) TL-11	(STS-S) TL-12	(STS-S) TL-13	(XFC) TL-14	(XFC) TL-15	(XFC) TL-16	(XFC) TL-17	(XFC) TL-18	(XFC) TL-19
48	(IAT) TL-20	(IAT) TL-21	(IAT) TL-22	(IAT) TL-23	(IAT) TL-24	(IAT) TL-25	(IAT) TL-26	(IAT) TL-27	(IAT) TL-28	(IAT) TL-29	(IAT) TL-30	(IAT) TL-31	(IAT) TL-32	(IAT) TL-33	(IAT) TL-34	(IAT) TL-35

1 サブレベル-A: 8sec (ビットレート Highモード)

: 8sec (ビットレート Lowモード)

注1. F58 TH-1はコマンドにより上部プレート測定とパドルワイヤキャ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プレクス。

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

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	PI	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	CAB	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	DV	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

表2-9-3 DHK, DPビット内容

名称	TIME1	TIME2	AHM -1-0ANS	AHM DATA	AHM	PCU/BAT
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
MBS ↑	B0	H M S 72 49 04			AHM ON/OFF	PCU CHG T/F
	B1	36 24 32			AH SET/INH	PCU OVC T/F
	B2	18 12 16			CMP SET/INH	BAT-L T/F
	B3	9 06 08			OD STATUS OD/ALLOW	LEVEL A/B
	B4	4 33 04			TMS AUTO CNT ENA/DIS	T-JUDGE T/F
	B5	2 16 32			PSC ENA/DIS	V-JUDGE T/F
	B6	1 08 16			FM 伝送 モード	UVG CNT ON/OFF
	B7	0 34 08				HEATER ON/OFF

名称	PI1 (SPC)	PI2 (XFC)	PI3 (XFC, STS)	PI4 (TSM)	PI5 (RBM, SPC)
フレーム ワード 番号	F13 W34	F29 W34	F45 W34	F61 W34	F37 W34
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
B0	SPC ON/OFF	XFC ON/OFF	PSC ENA/DIS	HXT ON/OFF	RBM ON/OFF
B1	HV-A1 ON/OFF	XFC ON/OFF	DAY/NIGHT	ZYT ON/OFF	RBM FLAG ON/OFF
B2	HV-A2 ON/OFF	XFC HV ON/OFF	"0"	HV-1 ON/OFF	RBC ENA/DIS
B3	HV-B1 ON/OFF	BUS ON/OFF	STS ON/OFF	HV-2 ON/OFF	RBM HV ON/OFF
B4	HV-B2 ON/OFF	XFC-A ON/OFF	HV ON/OFF	TSM-A ON/OFF	SPC-A ON/OFF
B5	HV-C1 ON/OFF	RBC ENA/DIS	BOS DISC SET/RESET	RBC ENA/DIS	PSC ENA/DIS
B6	HV-C2 ON/OFF	DNC ENA/DIS	STS-A ON/OFF	CAL ENA/DIS	"0"
B7	CAL ON/OFF	HVG ENA/DIS	PSC ENA/DIS	PSC ENA/DIS	"0"

- 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. ② はパラレルイン
-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	DPID	DV0-OS	DVa-OS (n:1~35)
フレーム ワード 番 号	F8n+4 W35	F8n+6 W35	F8n+2 W35	F1 W35	F(表2-9-2参照) W35
時 間 分 隔 数	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	Strage/Real	ア *	OS0
B 1	"0"	OS1	bit rate High/LOW		OS1
B 2	MD0	OS2	CAL ON/OFF		OS2
B 3	MD1	OS3	SPC PH. PC/MPC		OS3
B 4	MD2	OS4	SPC1~4 32ch/128ch		OS4
B 5	MD3	OS5	SPC5~8 32ch/128ch	STS _H 3/6 Bits	OS5
B 6	MD4	OS6	SPC9.10 32ch/128ch	Word99 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
F 4	MWC1 FRONT Counting rate
F12	MWC2 FRONT Counting rate
F20	MWC3 REAR Counting rate
F28	MWC2 REAR Counting rate
F36	MWC1 FRONT Surplus Count
F44	MWC2 FRONT Surplus Count
F52	MWC1 REAR Surplus Count
F60	MWC2 REAR Surplus Count

フレーム 番 号	内 容
F11	MWC1 Coincidence Count
F27	MWC2 Coincidence Count
F43	SOLENOID VALVE1 動 作 回 数
F59	SOLENOID VALVE2 動 作 回 数

フレーム 番 号	内 容
F5	SOLENOID VALVE3 動 作 回 数

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(ビットレート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 DRIDE		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				LSB			
B 0	B 1	B 2	B 3	B 4	B 5	B 6	B 7
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
F15	HXT-X PULSE Count
F31	" ANTI PULSE Count
F47	HXT-Y PULSE Count
F63	" ANTI PULSE Count

(2) ビット内容

ビット フレーム	MSB				LSB			
	B 0	B 1	B 2	B 3	B 4	B 5	B 6	B 7
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	IR/IRIP-	PDL	GAX	SAS	WHEEL	MAG1	IR	IR/IRIP-	ACE	GAX	SAS	WHEEL	MAG2		
	-PW-	-Ph	PERIOD			CNT	STATUS	-PW-	-Ph	PERIOD	RIG			CNT	STATUS	
32	(U)	(U)	(U)	TCS		(W)		PRT3	(U)	(U)	(U)	TM		(W)		ACE1
																STATUS
48				PDL				ACE2				ACE				ACE3
								STATUS				RIG				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	IR/IRIP-	GAZ	GAY	SAS	WHEEL	EPT	IR	IR/IRIP-	GAZ	GAY	SAS	WHEEL	EPT		
	-PW-	-Ph	PERIOD			TACHO	ACC	-PW-	-Ph	PERIOD				TACHO	ACC	
32	(U)	(U)	(U)			(U)		(U)	(L)	(U)				(U)		
48																

表2-10-3 IR/SAS/GA/WHEELビット内容 (W64.65)

名 称	T C S	PDL	ACE/RIG	PRT 1	PRT 2	PRT 3	T M
フレーム ワード 番 号	F32a+3 W64	F32a+19 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: 4s L: 16s	H: 8s L: 32s	H: 8s L: 16s	H: 8s L: 16s	H: 4s L: 16s
B 0	TMU 11 STORAGE 10 REAL PCM 01 FM 00 MOD OFF	M-SA SEP PDL-1 EXT	ACE ON/OFF WHEEL ROT/STOP	PRT ON/OFF PRT STND BY	"0" "0"	A7 A6	S ANT A/B U ANT A/B
B 1	11 STORAGE 10 REAL PCM 01 — 00 MOD OFF	PDL-2 EXT PDL-3 EXT	RIG ON/OFF HTR ON/OFF	PRT WRITE PRT READ	M5B ↑ A8 2 M4	A5 A4	BCNV OF/OFF TMU OF/OFF
B 2	DR H/L	PDL-4 EXT	MOT ON/OFF	PRT CHECK	M3 EX	A3	TMU UP/DWN
B 3	DR ON/OFF	GA ON/OFF	FRIG #1/#2	PRT CH-IND	M2 4	M2	TMS ON/OFF
B 4	DR REC/REP	SAS ON/OFF	RATE WID/NRW	"0"	M1 2	A1	TMS UP/DWN
B 5	TH-1 定状/異常系	ACC-1 ON/OFF	LOOP CL/OPEN	"0"	M0 1	A0	TCS ON/OFF

名 称	MAG1 STATUS	MAG2 STATUS	ACE1 STATUS	ACE2 STATUS	ACE3 STATUS	EPT/ACC
フレーム ワード 番 号	F23 W64	F31 W64	F47 W64	F55 W64	F63 W64	F6a+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: 1s L: 4s
B 0	MBC 11 Z 10 Y 01 X 00 —	MBC DATA	SPTN CNT RIG/TACHO	MULD CNT CLS/OPN	MULD ⊕ ON/OFF	DRAUTO CNT ENA/DIS
B 1	MBC DATA	MBC DATA	SPIN RATE HI	MULD HI	MULD ⊖ — / +	ACC-2 ON/OFF
B 2	MBC RESET	MBC DATA	SPIN RATE Mod	MULD Mod	MAC HI	ACC LEVEL SA/M3A
B 3	MBCWRITE ALLOW/INH	MBC DATA	SPIN RATE LO	MULD LO	MAC Mod	ACC LEVEL Lim up/down
B 4	MBC EXECUTE	MBC DATA	GA X/Y	ULD UP ON/OFF	MAC LO	EPT CLOCK
B 5	MAC CLS/OPN	MBC DATA	HD HI/LO	ULD DWN ON/OFF	MAC ON/OFF	EPT SQ20
B 6	RANGE WID/NRW	MBC DATA	GA ⊕ ON/OFF	SPIN UP ON/OFF	MAC + / -	EPT SQ21
B 7	—	MBC DATA	GA ⊖ 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. ⊕ 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 フォーマット (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 フォーマット (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	SHS _H	RIG _S	STS _H	RIG _R	SHS _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 モード時)

: B0~B4 (STS_H 3 Bits モード時)

表2-11-3 RIG/STSビット内容(W6 6,6 7)

STS _H 6Bits モード			STS _H 3Bits モード		
名 称	STS _T	STS _H	名 称	STS _T	STS _H
フレーム ワード 番 号	F _{2n+0} W6 6	F _{2n+0} W6 7	フレーム ワード 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.(3)	L.D.(3)	R.B.M.(T)	R.B.M.(S)
8	U.D.(3)	L.D.(3)	U.D.(4)	L.D.(4)	U.D.(10)	L.D.(10)	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.(10)	L.D.(10)	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.(10)	L.D.(10)	R.B.M.(T)	R.B.M.(S)
48	U.D.(5)	L.D.(5)	U.D.(6)	L.D.(6)	U.D.(10)	L.D.(10)	R.B.M.(T)	R.B.M.(S)
56	U.D.(7)	L.D.(7)	U.D.(8)	L.D.(8)	U.D.(10)	L.D.(10)	R.B.M.(T)	R.B.M.(S)

3. DP動作モード

3-1 ビットレートHigh/Low モード

(1) モードの切換え

(a) ビットレート High: リアルコマンド AD-13, EX-2 デレイコマンド 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

ビットレート 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。

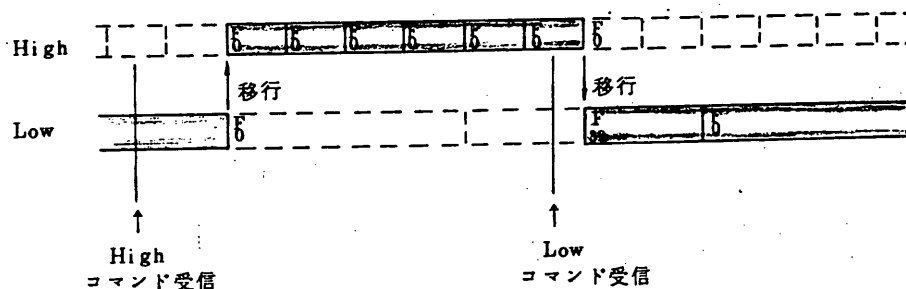
注1. ビットレート Low → High

ビットレート Low → ビットレート High
 $F_0 W_0 B_0$ $F_0 W_0 B_0$

2. ビットレート High → Low

ビットレート High → ビットレート Low
 $F_0 W_0 B_0$ $F_n W_0 B_0$
 $n = 0, 16, 32, 48$

3. 移行タイミング(一例)



(3) モードのステータス出力

DPID($F8n+2 \cdot W35$) B1 : bit rate High/Low

3-2 CALモード

(1) モードの切換え

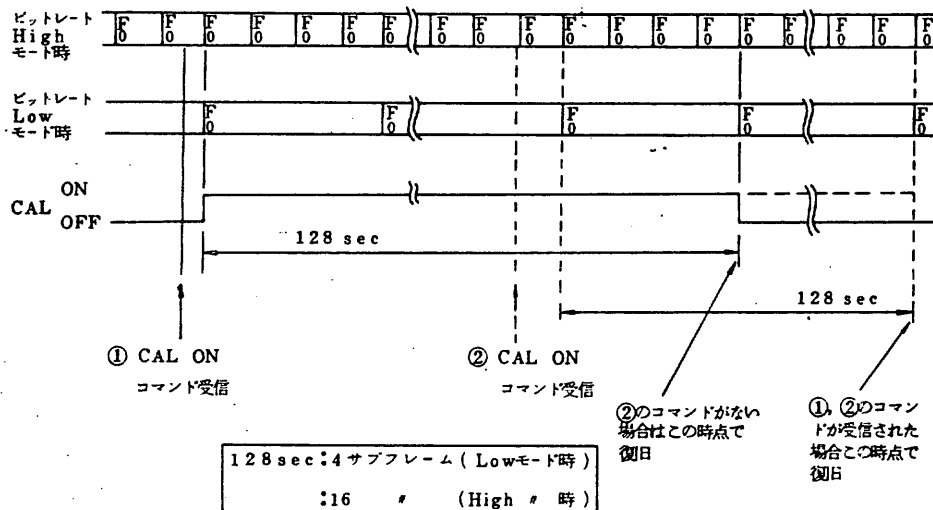
- (a) CAL ON :リアルコマンドAD-15,EX-3 デレイコマンドAD-6,EX-4
- (b) CAL OFF(観測モード):128 sec で自動復旧

(2) モードの移行タイミング

CAL ON コマンドを受信した、次のビットレート 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128sec 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ビットレート Lowモード時のサブフレームの先頭から、さらに128sec 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

DPID(F8_n+2,W35) B2: CAL ON/OFF

3-3 RRT-CHKモード

(1) モードの切換え

RRT CHK IND (RRT1のB5)

(2) モードの移行タイミング

PRT CHK INDが立った時、DP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 PRT CHECKデータ(PRT2)を
F15~30・W96~127の送出ワードに出力する。(Total 512W)

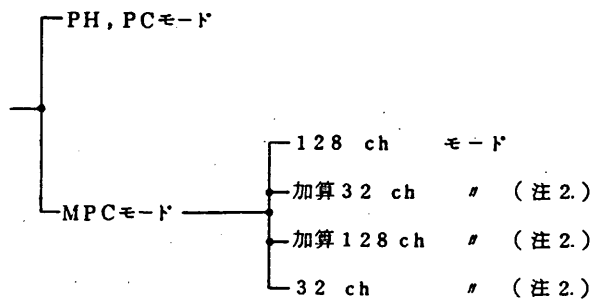
この時、PRT CHKデータを出力するワード(W96~127)の観測デ
ータは出力されないが、それぞれの処理回路では通常の処理が行なわれてい
る。

(3) ステータスの出力

PRT1(F15・W64)B5 : PRT CHK IND

3-4 SPC処理モード

(1) モードの種類



注1. SPC9, 10のMPCモードは128ch/32CHモードのみ。

2. 加算 32モード } はDPでの処理方法は同じ。
" 128 " }
32 ch " } これらをDPIDにて32chモードとして出力。

(2) モードの切換え

PI コマンド Dv12

(3) モードの移行タイミング

PI 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 - ド	B4 (B5)	モ - ド
1	1	加算 32ch	1	32ch
1	0	加算 128ch		
0	1	32ch		
0	0	128ch	0	128ch

()内ビット番号は SPC5~8の場合。

3 - 5 XFC 処理モード

(1) モードの種類

(a) PCモード

(b) PH "

(2) モードの切換え

PI コマンド DV6

(3) モードの移行タイミング

PI コマンド DV6 が SET 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 STS 処理モード

(1) モードの種類

(a) STSH 3 Bits モード

(b) " 6 "

(2) モードの切換え

PI コマンド DV0

(3) モードの移行タイミング

PI コマンド DV0 が SET された時点

(4) ステータス出力

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

3 - 7 Word 99 伝送モード

(1) モードの種類

(a) W99 SPC MONI 伝送

(b) # RPM 伝送

(2) モードの切換え

PI コマンド DV0

(3) モードの移行タイミング

PI コマンド DV0 が SET 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 CAL中のDP動作モード

CAL中、XFC, SPCはPI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。

• SPC : MPC 128chモード

• XFC : PHモード

CAL中、DPID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) DP電源投入時は下記モードとなる。

- ビットレート : Lowモード
- CAL : OFF (観測)モード
- SPC : MPC 128chモード (注1)
- XFC : PHモード (注1)
- STS : STS 6 Bits モード (注1)
- Word 99 : RPM伝送モード (注1)

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

- SPC : MPC 128chモード (注1)
- XFC : PHモード (注1)

注1. DP電源投入時およびUVC信号またはall PI OFFコマンド受信時には各PIのイニシャル時のステータスと一致させるためにDV_n-OSを「0」にD-P内部でプリセットする。

nの値は

- DP電源投入時 : n = 0~35 (DV0~35-OS)
- UVC信号
all PI OFFコマンド^{受信時} : n = 1~35 (DV1~35-OS)
(all PI OFFの状態となる。)

したがって、PIコマンドによってモードが切替わる項目(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

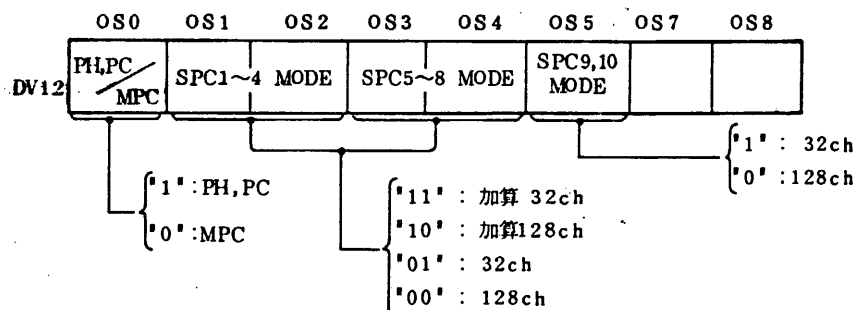
(1) モードおよび分解能

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)	625 msec (250msec)
3	SPC9 } SPC10	"	"				

注。()内数字はビットレートLow時。

(2) モードの切換え

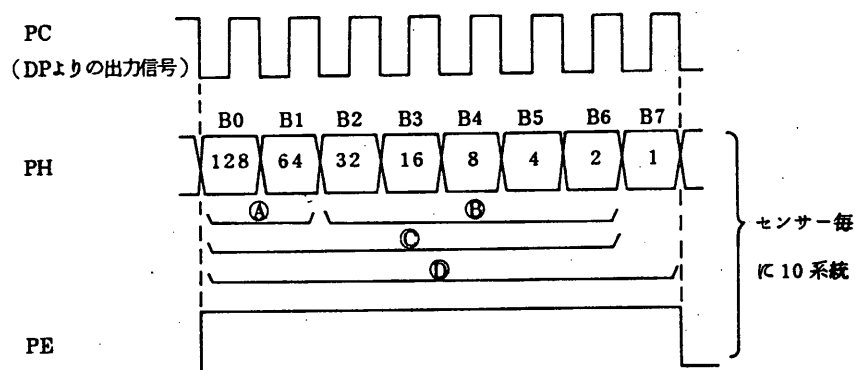
PIコマンドDV12にて行なう。



注1. PH, PC/MPCモードはSPC1~10一斉に切替わる。

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

(3) 入力信号



(4) データ処理

① MPCモード

①-1. 128chモード

各センサー毎に PHデータ上位7ビット=④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パルス(PE)を読み出しワード間カウントし、エネルギーレベル毎(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に32ch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=㉔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のエネルギーレベル毎の入力イベントパルス=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=㉕により

00	の場合は	SPC1(5)用のメモリ	:	CH0~31
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=㉕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パルス(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

読み出しワード間（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。）

入力がないければ「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を読み出し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

$\begin{matrix} W \\ F \end{matrix}$	W + α	W8 + α	W24 + α	W40 + α	W56 + α	W72 + α	W88 + α	W104 + α	W120 + α
F16n+0	CH 0	CH 1	CH 2	CH 3	CH 4	CH 5	CH 6	CH 7	
F16n+1	CH 8	CH 9	CH 10	CH 11	CH 12	CH 13	CH 14	CH 15	
F16n+2	CH 16	CH 17	CH 18	CH 19	CH 20	CH 21	CH 22	CH 23	
F16n+3	CH 24	CH 25	CH 26	CH 27	CH 28	CH 29	CH 30	CH 31	
F16n+4	CH 32	CH 33	CH 34	CH 35	CH 36	CH 37	CH 38	CH 39	
F16n+5	CH 40	CH 41	CH 42	CH 43	CH 44	CH 45	CH 46	CH 47	
F16n+6	CH 48	CH 49	CH 50	CH 51	CH 52	CH 53	CH 54	CH 55	
F16n+7	CH 56	CH 57	CH 58	CH 59	CH 60	CH 61	CH 62	CH 63	
F16n+8	CH 64	CH 65	CH 66	CH 67	CH 68	CH 69	CH 70	CH 71	
F16n+9	CH 72	CH 73	CH 74	CH 75	CH 76	CH 77	CH 78	CH 79	
F16n+10	CH 80	CH 81	CH 82	CH 83	CH 84	CH 85	CH 86	CH 87	
F16n+11	CH 88	CH 89	CH 90	CH 91	CH 92	CH 93	CH 94	CH 95	
F16n+12	CH 96	CH 97	CH 98	CH 99	CH100	CH101	CH102	CH103	
F16n+13	CH104	CH105	CH106	CH107	CH108	CH109	CH110	CH111	
F16n+14	CH112	CH113	CH114	CH115	CH116	CH117	CH118	CH119	
F16n+15	CH120	CH121	CH122	CH123	CH124	CH125	CH126	CH127	

注 α の数値

SPC1:0 SPC5:4 SPC 9:-2
 SPC2:1 SPC6:5 SPC10:-1
 SPC3:2 SPC7:6
 SPC4:3 SPC8:7

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

F \ W	W8 (W12)	W24 (W28)	W40 (W44)	W56 (W60)	W72 (W76)	W88 (W92)	W104 (W108)	W120 (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	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

F \ W	W9 (W13)	W25 (W29)	W41 (W45)	W57 (W61)	W73 (W77)	W89 (W93)	W105 (W109)	W121 (W125)
F _{4n+0}	CH32	CH33	CH34	CH35	CH36	CH37	CH38	CH39
F _{4n+1}	CH40	CH41	CH42	CH43	CH44	CH45	CH46	CH47
F _{4n+2}	CH48	CH49	CH50	CH51	CH52	CH53	CH54	CH55
F _{4n+3}	CH56	CH57	CH58	CH59	CH60	CH61	CH62	CH63

F \ W	W10 (W14)	W26 (W30)	W42 (W46)	W58 (W62)	W74 (W78)	W90 (W94)	W106 (W110)	W122 (W126)
F _{4n+0}	CH64	CH65	CH66	CH67	CH68	CH69	CH70	CH71
F _{4n+1}	CH72	CH73	CH74	CH75	CH76	CH77	CH78	CH79
F _{4n+2}	CH80	CH81	CH82	CH83	CH84	CH85	CH86	CH87
F _{4n+3}	CH88	CH89	CH90	CH91	CH92	CH93	CH94	CH95

F \ W	W11 (W15)	W27 (W31)	W43 (W47)	W59 (W63)	W75 (W79)	W91 (W95)	W107 (W111)	W123 (W127)
F _{4n+0}	CH 96	CH 97	CH 98	CH 99	CH100	CH101	CH102	CH103
F _{4n+1}	CH104	CH105	CH106	CH107	CH108	CH109	CH110	CH111
F _{4n+2}	CH112	CH113	CH114	CH115	CH116	CH117	CH118	CH119
F _{4n+3}	CH120	CH121	CH122	CH123	CH124	CH125	CH126	CH127

注 ()内はグループ2のワード番号

表 4-1-3 MPC 32c bモード (グループ3)

フレームフォーマット

$\begin{matrix} W \\ F \end{matrix}$	W 6 (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

$$\left(\begin{array}{ll} \text{SPC 1 (5) は} & \text{CH 0} \sim 31 \\ \text{" 2 (6) " } & \text{CH 32} \sim 63 \\ \text{" 3 (7) " } & \text{CH 64} \sim 95 \\ \text{" 4 (8) " } & \text{CH 96} \sim 127 \end{array} \right)$$

を1セットとして集積し出力する。

したがって、例えばSPC1用の出力ワードにはSPC1～4のCH0～31
(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 SPC2用の出力ワードはSPC1～4のCH32～63の加算された
(W16n+9)

カウント数となる。

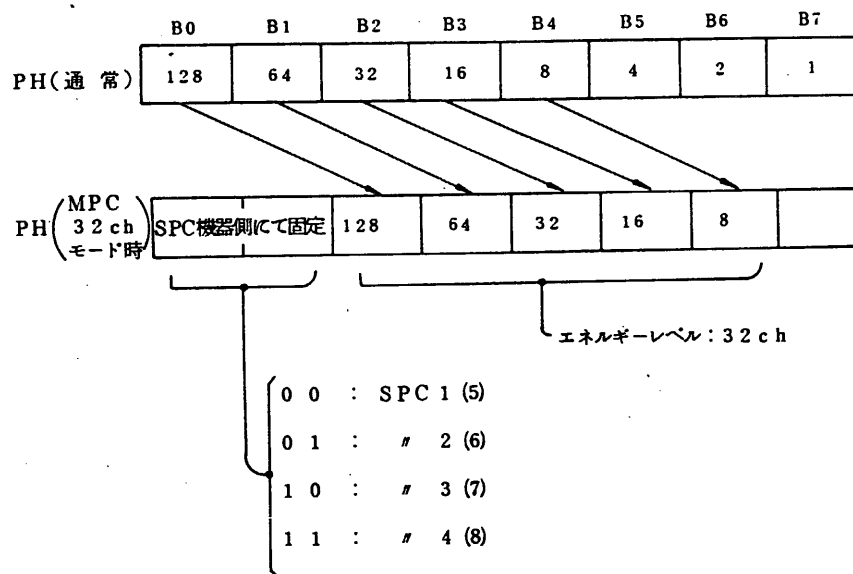
フレームフォーマットは表4-1-2となる。

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B0～B4のPHデータの内容をシフトしてDPに出力する。



DPは加算128chと同じ動作をしても上位2ビットがSPC機器側にてセンサー毎に固定されるので、SPC1～4(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

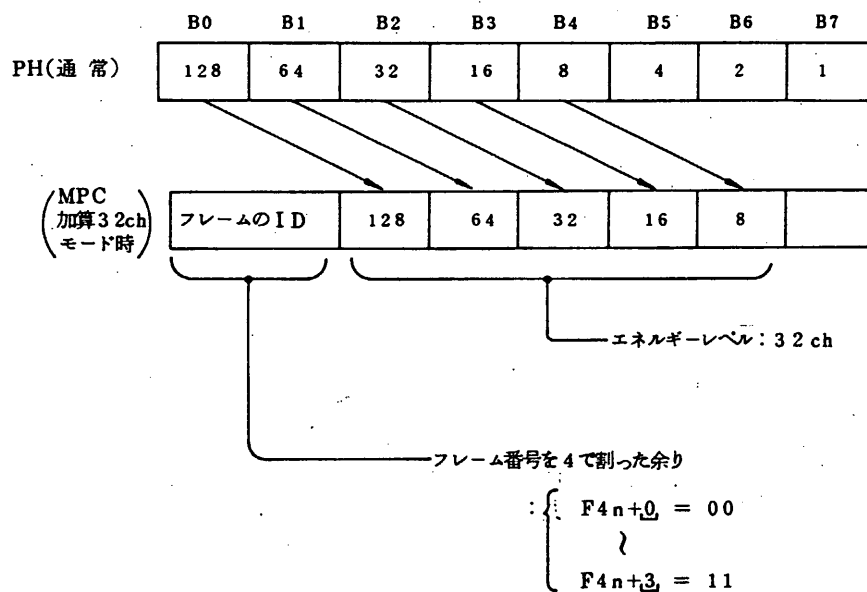
CH 0 ～ 31	→	SPC 1 (5)	CH 0 ～ 31
CH 32 ～ 63	→	# 2 (6)	CH 0 ～ 31
CH 64 ～ 95	→	# 3 (7)	CH 0 ～ 31
CH 96 ～ 127	→	# 4 (8)	CH 0 ～ 31

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 ～ 31が出力されることとなる。

③ MPC 加算 32 ch モード

SPC 機器側において、PH データを下記のように編集して DP に出力する。



DP は加算 128 ch と同じ動作をしているので

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

1 フレーム間 (F4n+0) の SPC1~4 (5~8) の CH0~31 の加算されたカウント数

SPC 2 (6) #... # (F4n+1) # # #
(W16n+9 (W16n+13))

SPC 3 (7) # # (F4n+2) # # #
(W16n+10 (W16n+14))

SPC 4 (8) # # (F4n+3) # # #
(W16n+11 (W16n+15))

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

F \ W	W10 (W14)	W26 (W30)	W42 (W46)	W58 (W62)	W74 (W78)	W90 (W94)	W106 (W110)	W122 (W126)
F _{4n+0}	F _{4n+2} CH 0	F _{4n+2} CH 1	F _{4n+2} CH 2	F _{4n+2} CH 3	F _{4n+2} CH 4	F _{4n+2} CH 5	F _{4n+2} CH 6	F _{4n+2} CH 7
F _{4n+1}	F _{4n+2} CH 8	F _{4n+2} CH 9	F _{4n+2} CH 10	F _{4n+2} CH 11	F _{4n+2} CH 12	F _{4n+2} CH 13	F _{4n+2} CH 14	F _{4n+2} CH 15
F _{4n+2}	F _{4n+2} CH 16	F _{4n+2} CH 17	F _{4n+2} CH 18	F _{4n+2} CH 19	F _{4n+2} CH 20	F _{4n+2} CH 21	F _{4n+2} CH 22	F _{4n+2} CH 23
F _{4n+3}	F _{4n+2} CH 24	F _{4n+2} CH 25	F _{4n+2} CH 26	F _{4n+2} CH 27	F _{4n+2} CH 28	F _{4n+2} CH 29	F _{4n+2} CH 30	F _{4n+2} 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} CH 0	F _{4n+3} CH 1	F _{4n+3} CH 2	F _{4n+3} CH 3	F _{4n+3} CH 4	F _{4n+3} CH 5	F _{4n+3} CH 6	F _{4n+3} CH 7
F _{4n+1}	F _{4n+3} CH 8	F _{4n+3} CH 9	F _{4n+3} CH 10	F _{4n+3} CH 11	F _{4n+3} CH 12	F _{4n+3} CH 13	F _{4n+3} CH 14	F _{4n+3} CH 15
F _{4n+2}	F _{4n+3} CH 16	F _{4n+3} CH 17	F _{4n+3} CH 18	F _{4n+3} CH 19	F _{4n+3} CH 20	F _{4n+3} CH 21	F _{4n+3} CH 22	F _{4n+3} CH 23
F _{4n+3}	F _{4n+3} CH 24	F _{4n+3} CH 25	F _{4n+3} CH 26	F _{4n+3} CH 27	F _{4n+3} CH 28	F _{4n+3} CH 29	F _{4n+3} CH 30	F _{4n+3} CH 31

注1. ()内はグループ2のワード番号

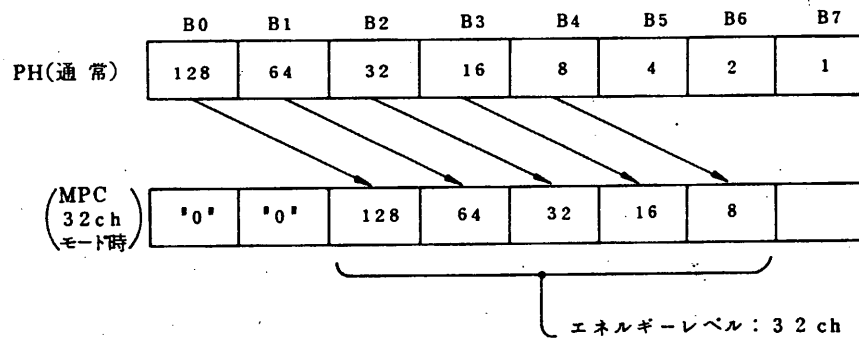
2. F_{4n+0} のCH0: SPC1~4 (5~8) のエネルギーレベルCH0のF_{4n+0} 12フレーム間のカウント数

3. 後述するがメモリアリを2面もっており、1~7フレーム前に集積した各CHカウント値を出力。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 SPC9, 10について

SPC9, 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。

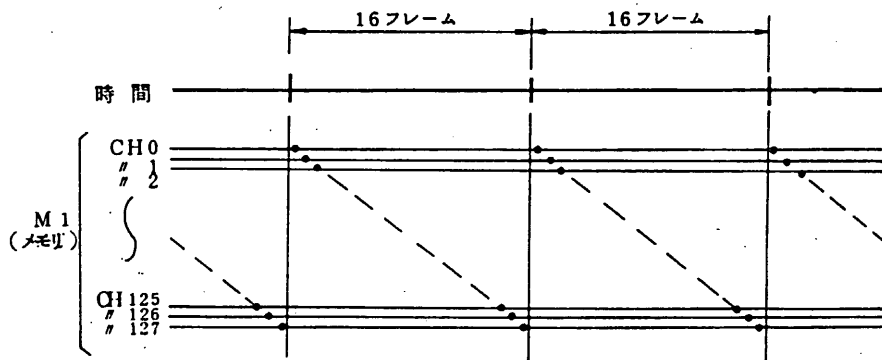
フレームフォーマットは表4-1-3となる。



(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。

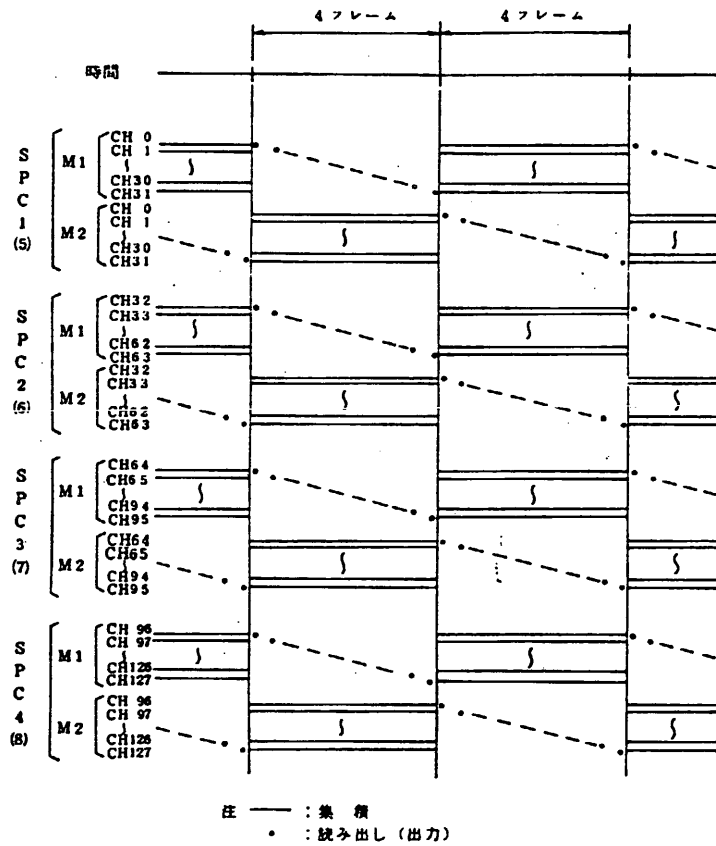


注. — : 集積

• : 読み出し(出力)

② MPC 加算128chモード

メモリアreaは各センサー2面である。



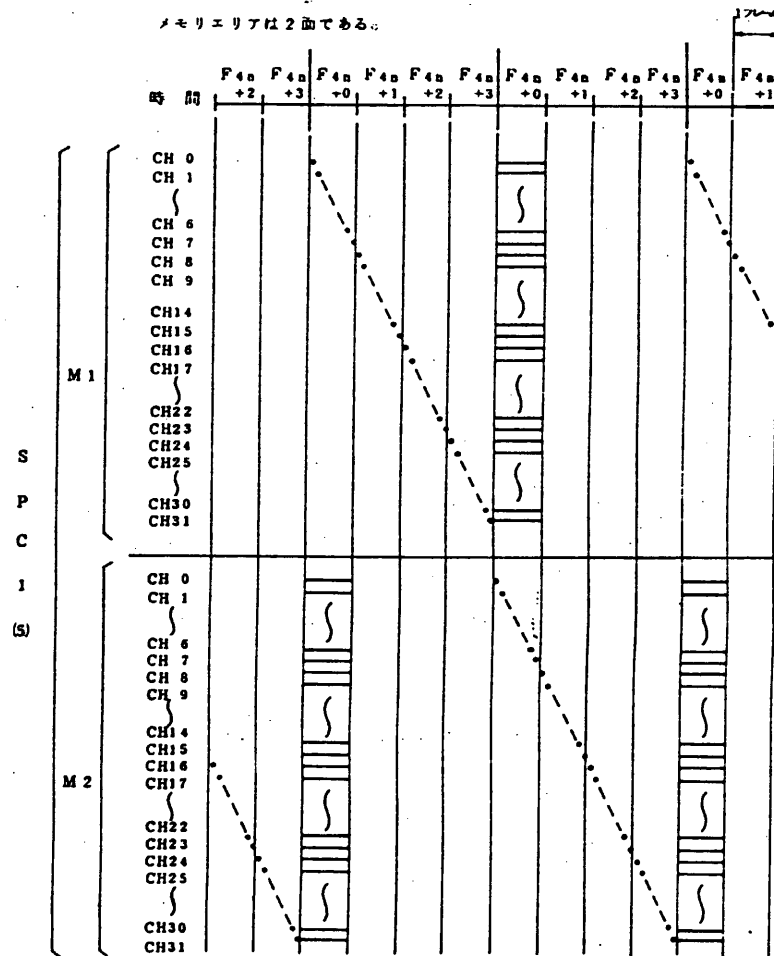
③ MPC 32chモード

MPC加算128モードと同じである。

ただし各センサー (SPC2(6), SPC3(7), SPC4(8)) がそれぞれのCH0~31を出力する。なおSPC9, 10 (グループ3) もそれぞれのCH0~31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。



注 — : 集 積
 . : 読み出し (出力)

上図はSPC1(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SPC2(6): $F4n + 1$, SPC3(7): $F4n + 2$, SPC4(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データは有効ではない。
- 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

ディジタル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処理

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	1 sec	15.625msec
8 ワイヤ	(4 sec)	(62.5msec)
4 ch		

注.()内数字はビットレートLow時。

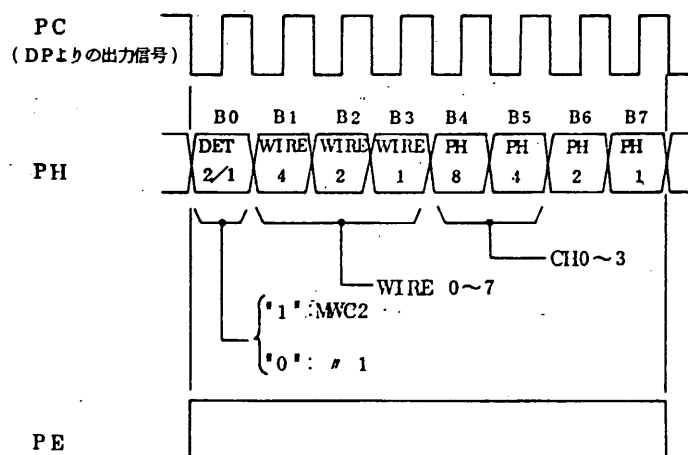
(2) モードの切換え

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(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。

(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。

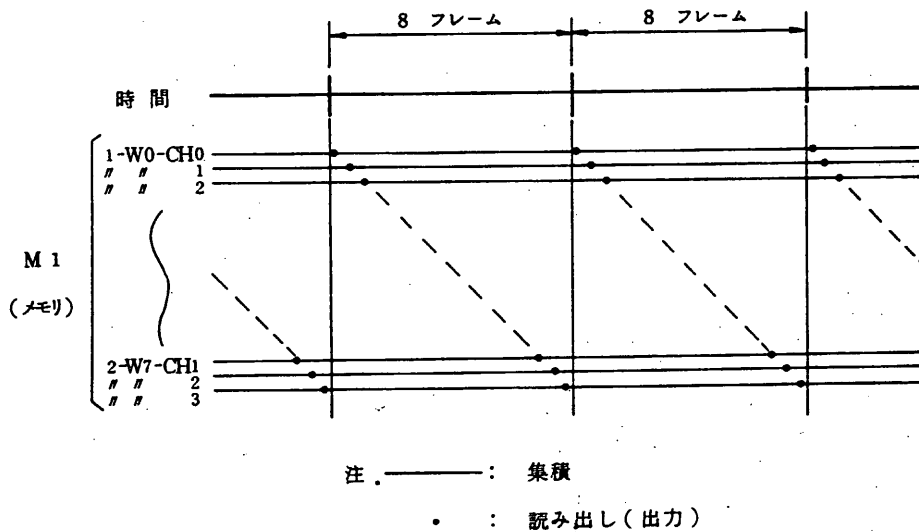
表4-2-1 XFC-PCモードフォーマット

F \ W	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 "	" W1 "	" W1 "	" W1 "	" W1 "	" W1 "	" W1 "	" W1 "
" 2	" W2 "	" W2 "	" W2 "	" W2 "	" W2 "	" W2 "	" W2 "	" W2 "
" 3	" W3 "	" W3 "	" W3 "	" W3 "	" W3 "	" W3 "	" W3 "	" W3 "
" 4	" W4 "	" W4 "	" W4 "	" W4 "	" W4 "	" W4 "	" W4 "	" W4 "
" 5	" W5 "	" W5 "	" W5 "	" W5 "	" W5 "	" W5 "	" W5 "	" W5 "
" 6	" W6 "	" W6 "	" W6 "	" W6 "	" W6 "	" W6 "	" W6 "	" W6 "
" 7	" W7 "	" W7 "	" W7 "	" W7 "	" W7 "	" W7 "	" W7 "	" W7 "

注. 1 - W0 - CH0
 CH0~3
 WIRE0~7
 MWC2/1

(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)

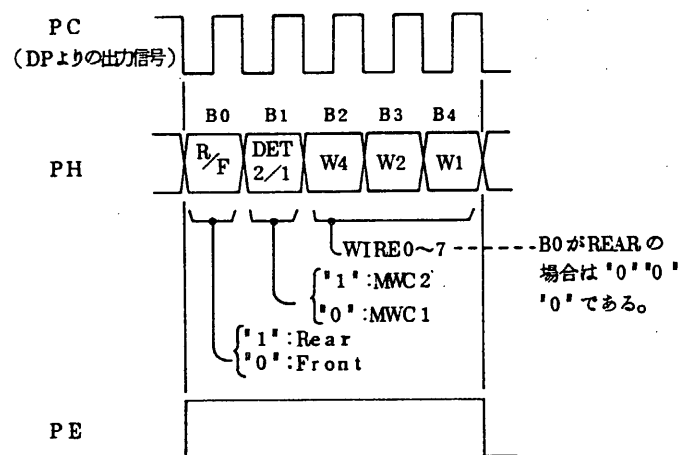
(1) 分解能

データ	分解能
PC 9	1 sec (4 sec)
PC10	1 sec (4 sec)
PC11	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。

(X F C 機器側にて Rear の場合は B 2 ~ B 4 を ' 0 ' に固定)

(4) フレームフォーマット

PC 9 , 1 0 , 1 1 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

PC10 フォーマット

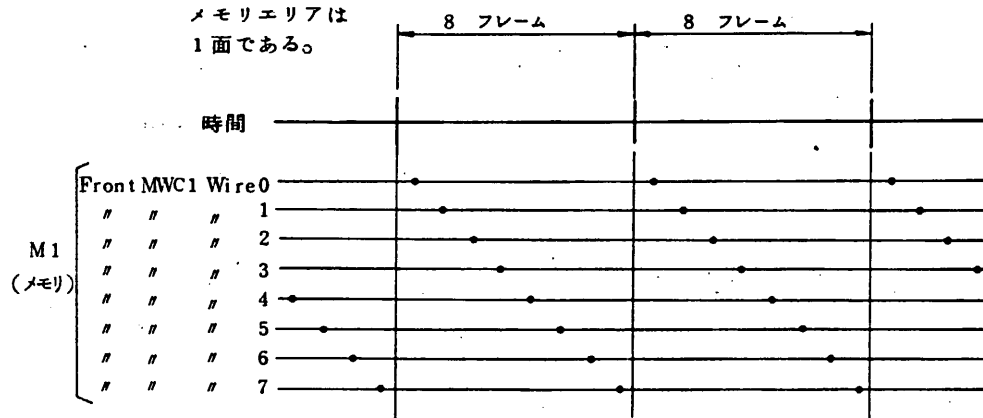
PC11 フォーマット

F \ W	W 9 6	F \ W	W 9 7	F \ W	W 9 8
F8n+0	FrontMVC1Wire0	F8n+0	FrontMVC2Wire0	F2n+0	Rear MVC1
# 1	# # # 1	# 1	# # # 1	# 1	# # 2
# 2	# # # 2	# 2	# # # 2		
# 3	# # # 3	# 3	# # # 3		
# 4	# # # 4	# 4	# # # 4		
# 5	# # # 5	# 5	# # # 5		
# 6	# # # 6	# 6	# # # 6		
# 7	# # # 7	# 7	# # # 7		

(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。

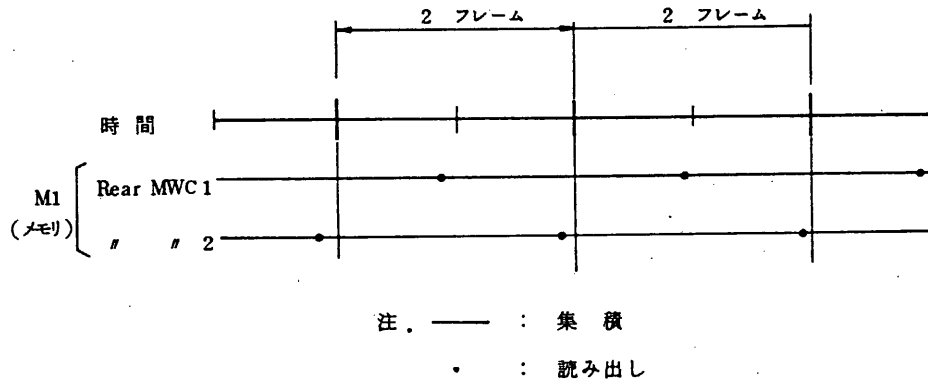


注 1. — : 集積 • : 読み出し

2. 上図は PC9(MVC1)を示している。PC10(MVC2)も同じである。

② PC11のメモリアクセス

メモリのエリアは1面である。



4-2-3 XFC DHKデータ(W34)

(1) シリーズデータ(XFC 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。

4-3 TSM処理

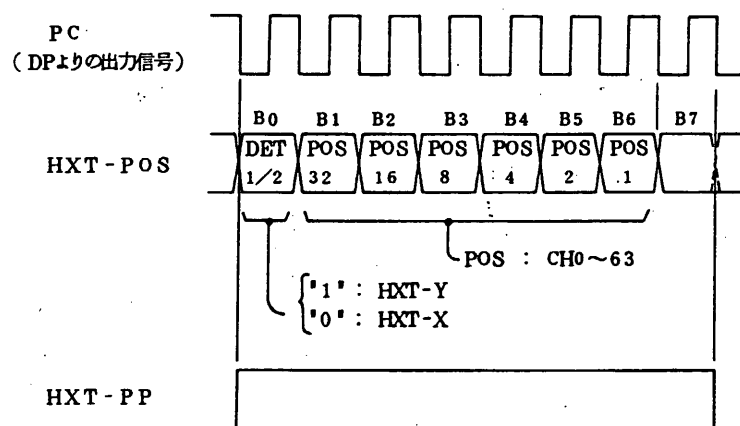
4-3-1 HXT POS データ処理

(1) 分解能

デ ー タ	分 解 能
2 センサー (POS1,2) 各 64 ch	500msec (2 sec)

注 . 分解能の () 内数字はビットレート Low時。

(2) 入力信号

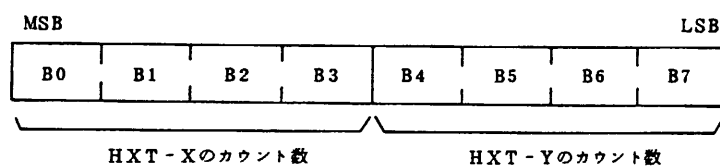


(3) データ処理

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パルス (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とのデータが含まれ、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



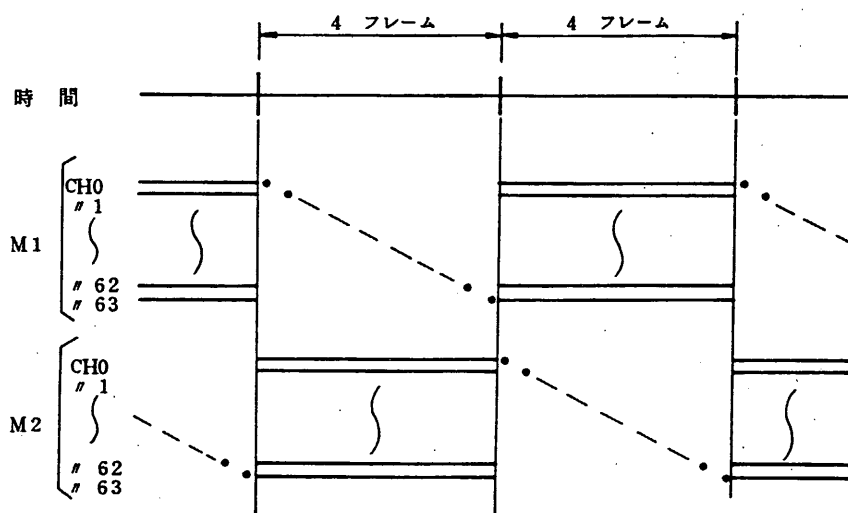
(4) フレームフォーマット

表4-3-1 HXT POS データ フレームフォーマット

F \ W	W16	W17	W18	W19	W48	W49	W50	W51	W80	W81	W82	W83	W112	W113	W114	W115
F4n	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH
+0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	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)

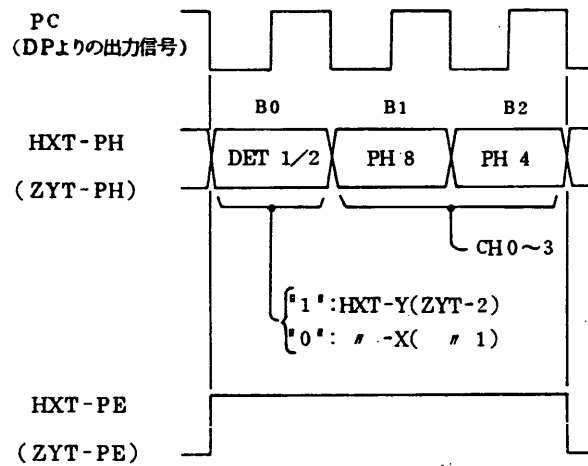
4-3-2 HXT, ZYT PC データ処理

(1) 分解能

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

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(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。

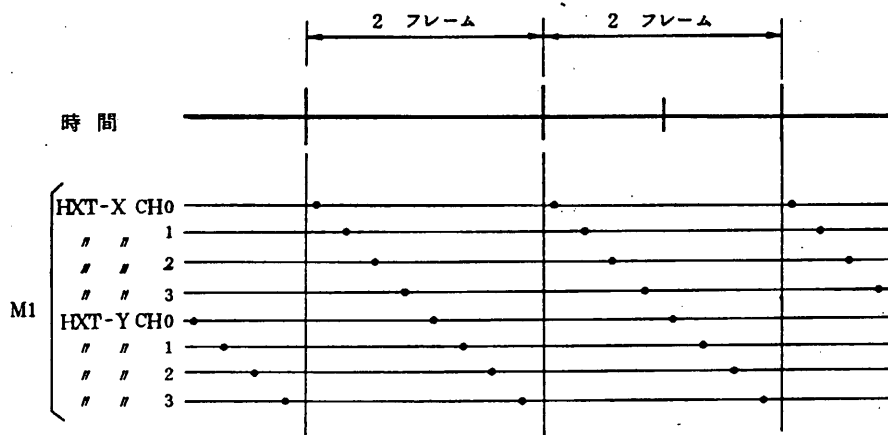
(4) フレームフォーマット

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					ZYT-PC データ フォーマット				
F \ W	W4	W36	W68	W100	F \ W	W20	W52	W84	W116
F2n	HXT-X	HXT-X	HXT-X	HXT-X	F2n	ZYT-1	ZYT-1	ZYT-1	ZYT-1
+0	CH 0	CH 1	CH 2	CH 3	+0	CH 0	CH 1	CH 2	CH 3
F2n	HXT-Y	HXT-Y	HXT-Y	HXT-Y	F2n	ZYT-2	ZYT-2	ZYT-2	ZYT-2
+1	"	"	"	"	+1	"	"	"	"

(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 TSM DHKデータ(W34)

(1) シリーズデータ(HXT 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。

4-4 STS処理

4-4-1 STSデータ処理

(1) モード

① STS_H 6Bits モード : STS_T = 10ビット

STS_H = 6 "

② " 3 " " : STS_T = 13ビット

STS_H = 3 "

(2) モードの切換

PIコマンドDV0のOS5にて行なう。

DV0のOS5 '0' : STS_H 6Bits モード

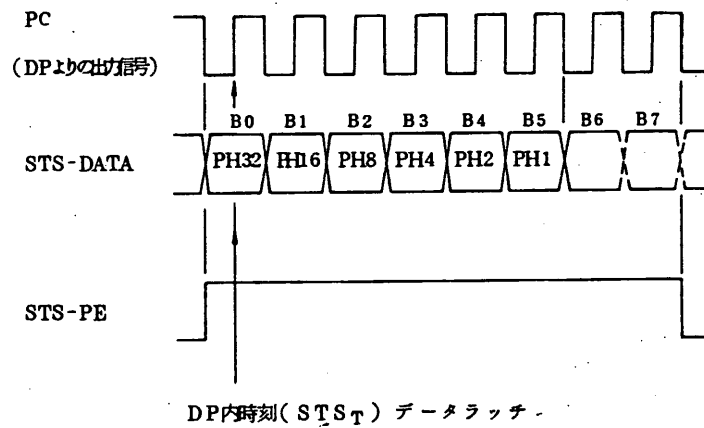
" '1' : " 3 " "

(3) 出力周期

250msec : 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(STSH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(STSTとする)をSTSH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 STS DHKデータ(W34)

(1) シリーズデータ(STS 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。

4-5 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: W32~35, W64~67)

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

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、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

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。

(3) アナログデータ処理

0~3V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ビットにA/D変換して出力する。

(4) CAB処理

データと同時に入力されたACT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) AHK処理

DPからのタイミングパルスにより、マルチプレクスされシリーズ1ラインで入力された0~3V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ビットにA/D変換して出力する。

(6) PICAB-Dv, OS 処理

PI コマンド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(DW 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, Dw0
# -OS	0	0	0	0	0	0	0	0	= OS0~7(all '0')

の状態となる。

(7) Dvn-OS 処理 (n=0~35)

各機器指定ごとのPI コマンドOS 8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、UVC 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タ数を入力する。

(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
			ビットレート High	ビットレート LOW		
DP	TIME 1, 2	16ビット	2	8	$F_{16n+0} \cdot W_{34 \cdot 35}$	約145時間周期 $n=0 \sim 35$, 注1
	DV _n -OS	8	8	32	$F_m \cdot W_{35}$	
	PICAB-DV, OS	16	1	4	$F_{8n+4} \cdot W_{35}$	
	DPID	8	1	4	$F_{8n+2} \cdot W_{35}$	
TMU	TMU-ON/OFF	1ビット, パラレル	4	16	$F_{32n+11} \cdot W_{64 \cdot 83}$	
	TMU-UP/DWN	1ビット, パラレル	4	16	$F_{32n+11} \cdot W_{64 \cdot 84}$	
TMS	TMS-ON/OFF	1ビット, パラレル	4	16	$F_{32n+11} \cdot W_{64 \cdot 85}$	
	TMS-UP/DWN	1ビット, パラレル	4	16	$F_{32n+11} \cdot W_{64 \cdot 86}$	
BCNV	BCNV-ON/OFF	1ビット, パラレル	4	16	$F_{32n+11} \cdot W_{64 \cdot 82}$	
BAT	BAT-L T/F 2点	6ビット, パラレル	4	16	$F_{32n+30} \cdot W_{34 \cdot 82 \sim 87}$	
PCU	PCU CHG T/F	1ビット, パラレル	4	16	$F_{32n+30} \cdot W_{34 \cdot 80}$	
	PCU OVC T/F	1ビット, パラレル	4	16	$F_{32n+30} \cdot W_{34 \cdot 81}$	
UANT	UANT A/B	1ビット, パラレル	4	16	$F_{32n+11} \cdot W_{64 \cdot 81}$	
SANT	SANT A/B	1ビット, パラレル	4	16	$F_{32n+11} \cdot W_{64 \cdot 80}$	
TCS	FM伝送モード	2ビット, パラレル	4	16	$F_{32n+11} \cdot W_{34 \cdot 86 \cdot 7}$	
	CMD A/B	1ビット, パラレル	0.5	2	$F_{4n+2} \cdot W_{32 \cdot 84 \sim 7}$	
	TCS(SCO)-ON/OFF	1ビット, パラレル	4	16	$F_{32n+11} \cdot W_{64 \cdot 87}$	
	TMS AUTO ON/ENA/DIS	1ビット, パラレル	4	16	$F_{32n+22} \cdot W_{34 \cdot 84}$	
	PSC ENA/DIS	1ビット, パラレル	4	16	$F_{32n+22} \cdot W_{34 \cdot 85}$	
	DR AUTO CNT ENA/DIS	1ビット, パラレル	1	4	$F_{8n+7} \cdot W_{65 \cdot 80}$	
	TCS	8ビット, シリーズ	4	16	$F_{32n+3} \cdot W_{64}$	
CMR	AGC	0~+3V, アナログ	0.25	1	$F_{2n+1} \cdot W_{32}$	
CMD	DEC ON/OFF	1ビット, パラレル	0.5	2	$F_{4n+2} \cdot W_{32 \cdot 80 \sim 3}$	
	CAB	8ビット, パラレル	0.5	2	$F_{4n+0} \cdot W_{32}$	
PDL	PDL-EXT	4ビット, パラレル	4	16	$F_{32n+19} \cdot W_{64 \cdot 81 \sim 4}$	
PRT	PRT1(ステータスなど)	6ビット, パラレル	8	32	$F_{15} \cdot W_{64}$	CHECKMODEでは W96~127を使用
	PRT2(メモリ内容など)	8ビット, パラレル (同じラインで マルチプレク スして入力)	8	32	$F_7 \cdot W_{64}$	
	PRT3(メモリアドレスなど)	8	8	32	$F_{39} \cdot W_{64}$	
ACE (フズク)	ACE ON/OFF	1ビット, パラレル	4	16	$F_{32n+27} \cdot W_{64 \cdot 80}$	
	WHEEL ROT/STOP	1ビット, パラレル	4	16	$F_{32n+27} \cdot W_{64 \cdot 81}$	
	ACE1 STATUS	8ビット, シリーズ	8	32	$F_{47} \cdot W_{64}$	
	ACE2 STATUS	8ビット, シリーズ	8	32	$F_{55} \cdot W_{64}$	
	ACE3 STATUS	8ビット, シリーズ	8	32	$F_{63} \cdot W_{64}$	
	MAG1 STATUS	8ビット, シリーズ	8	32	$F_{23} \cdot W_{64}$	
	MAG2 STATUS	8ビット, シリーズ	8	32	$F_{31} \cdot W_{64}$	

注1. F_m のmの値
 ① $m = 2n + 1$ ($n = 0 \sim 31$) ② $m = 8$ ($n = 32$) ④ $m = 40$ ($n = 34$)
 ③ $m = 24$ ($n = 33$) ⑤ $m = 56$ ($n = 35$)

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	サンプリング周期		出力ワード等	備 考
			ビットレート High	ビットレート LOW		
(つづき) ACE	RIGR	16ビット、シリーズ	0.5	2	F4n+1・W66.67	
	RIGS	16ビット、シリーズ	0.5	2	F4n+3・W66.67	
	IR-PW	16ビット、シリーズ	1	4	F8n+0・W64.65	
	IR/IP-Pb	16ビット、シリーズ	1	4	F8n+1・W64.65	
	IP-PERIOD	16ビット、シリーズ	1	4	F8n+2・W64.65	
	WHEEL CNT	0～+3V、アナログ	1	4	F8n+6・W64	
	WHEEL TACHO	0～+3V、アナログ	1	4	F8n+6・W65	
RIG	RIG-ON/OFFなど	6ビット、パラレル	4	16	F32n+27・W64・B2～7	
SAS	SAS-ON/OFF	1ビット、パラレル	4	16	F32n+19・W64・B6	
	SAS	16ビット、シリーズ	1	4	F8n+5・W64.65	
GA	GA-ON/OFF	1ビット、シリーズ	4	16	F32n+19・W64.65	
	GA X	0～+3V、アナログ	1	4	F8n+4・W64	
	GA Y	0～+3V、アナログ	1	4	F8n+4・W65	
	GA Z	0～+3V、アナログ	1	4	F8n+3・W65	
HK	AHK	0～+3V、アナログ			W33	HKKでマルチプレクサされて入力
ACC	ACC-1ON/OFF	1ビット、パラレル	4	16	F32n+19・W64.67	
	ACC-2ON/OFF など	3ビット、パラレル	1	4	F8n+7・W65・B1～3	
	RPM	8ビット、シリーズ	0.125	0.5	W99	SPCMONIと切換えて出力
EPT	EPT-CLOCKなど	4ビット、パラレル	1	4	F8n+7・W65・B4～7	
AHM	AHMON/OFF	4ビット、パラレル	4	16	F32n+22・W34・B0～3	
	AHM"1"~"0"ANS	8ビット、シリーズ	4	16	F32n+6・W34	
	AHM DATA	8ビット、シリーズ	4	16	F32n+14・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)

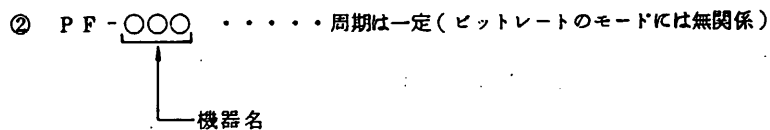
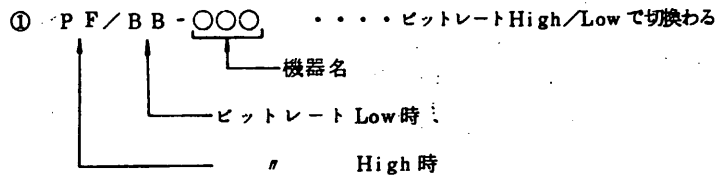
が違うのみである。

5-2 バイナリー信号

表5-2-1に示すバイナリー信号を出力する。

バイナリー信号はUPカウンタ(立下り一致)出力である。

信号名称(一例)



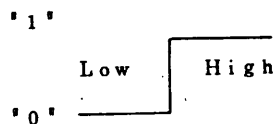
5-3 読み出しワード信号(ROW, HKTX信号など)

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(シフトパルス)により各機器はデータをシフトする。

出力信号にグリッチ(ヒゲ)はなし。

5 - 4 BIT RATE H/L 信号

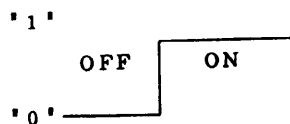
DPがビットレートHigh / Low どちらのモードで動作しているかのステータスを出力する。



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

DP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MSB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)を解説し、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)

PIコマンドのDV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OS用レジスタより順次MSB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)

PIコマンドのDV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	381470 ns	High Bit Rate
PB	131072	762939	
PC	65536	152588	
PD	32768	305176	
PE	16384	610352	
PF	8192	122070	
BA	4096	244141	LOW Bit Rate High Word Rate
BB	2048	488281	
BC	1024	976563	
WA	5120 Hz	195313 ms	LOW Word Rate
WB	2560	390625	
WC	1280	78125	
WD	640	15625	
WE	320	3125	
WF	160	625	
WG	80	1250	High Frame Rate
FA	4.0	2500	LOW Frame Rate
FB	2.0	5000	
FC	1.0	10 sec	
FD	500.0 $\times 10^{-3}$ Hz	20	
FE	250.0	40	
FF	125.0	80	
SFA	625	160	LOW SubFRate T I M E 2 T I M E 1
SFB	3125	320	
SFC	15625	640 (1.0667ms)	
SFD	78125	1280 (2.1333)	
SFE	390625	2560 (4.2667)	
SFF	195313	5120 (8.5333)	
SFG	976536 $\times 10^{-3}$ Hz	10240 (17.0667)	
SFH	488281	20480 (34.133)	
SFI	244141	40960 (1.1378Hr)	
SFJ	122070	81920 (2.2756)	
SFK	610352	163840 (4.5511)	
SFL	305176	327680 (9.1022)	
SFM	152588	655360 (18.2044)	
SFN	762939	1310720 (36.4088)	
SFO	381470	2621440 (72.8176)	
SFP	190735	5242880 (145.6352)	

6. 入力電圧，消費電流

- (1) +5V : 20mA(TYP), 40mA(MAX)
- (2) +12V : 20mA(TYP), 25mA(MAX)
- (3) -12V : 10mA(TYP), 15mA(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℃ ~ +50℃
- (2) 機能 " " : -30℃ ~ +60℃
- (3) 保存 " " : -55℃ ~ +80℃

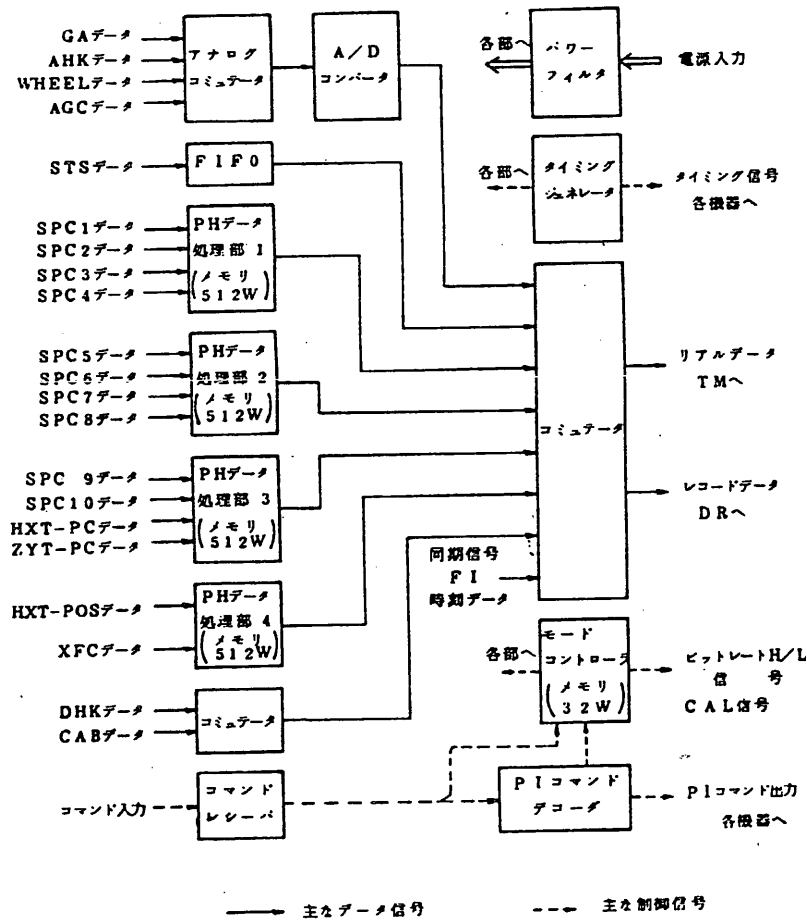
8. 機能系統図

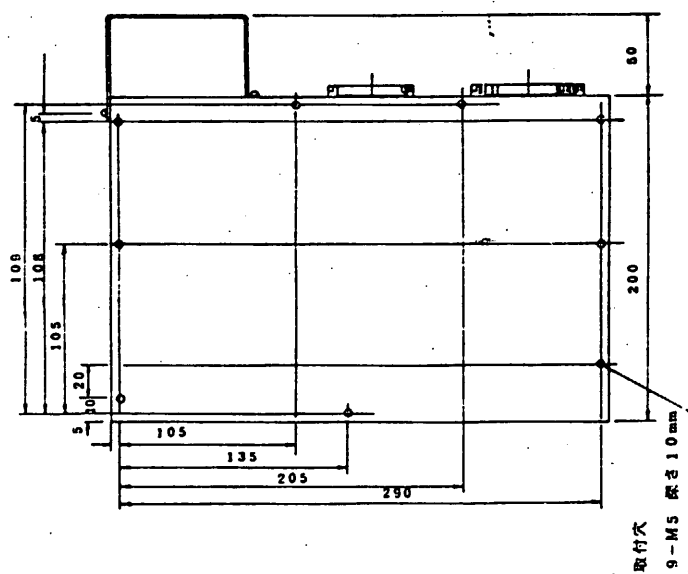
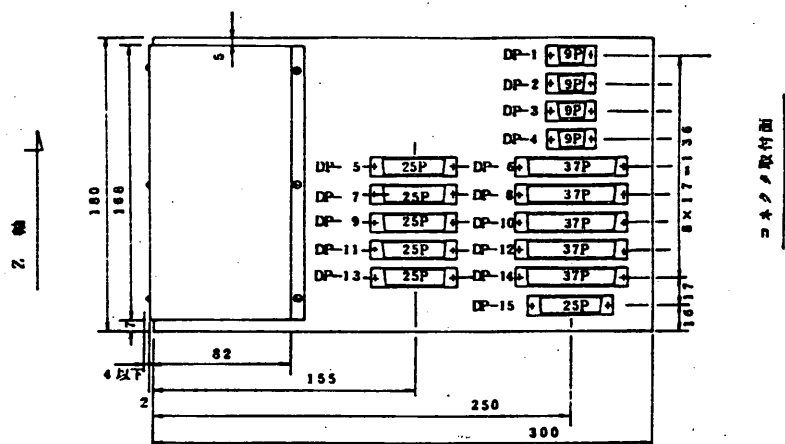
DP内部の機能系統図を図8-1に示す。

9. 機械的性能

- (1) 外 観 寸 法 : $300 \times 250(200) \times 180^H mm$
- (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数十度の差があり、また搭載機器の発熱などにより温度の分布が変わってくる。

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

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

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

また、観測器においては、高圧電源の電圧や観測の状態などをモニタすることが観測データの解析上必要になってくる。

これらの温度・電圧等をモニタすることがHKの目的である。

HKのチャンネル数は64chあり、温度35点、電源系8点、PI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、PI系15点は温度センサ、PI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(データプロセッサ)からのコントロールパルス6bitを受けHK内部のコントロールパルスを作っている。切換走査部ではデコーダ部からのコントロールパルスでFETを用いたアナログスイッチを順次切り変えて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	H K	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℃±2℃ において
 - 0 V : ±0.06 V
 - 3 V : ±0.09 V
- (4) 検 出 器 : MFA10 kΩCT1A×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 50Ω±1% (20℃)
- (4) 検 出 器 感 度 : TL 0.38mV±0.1%/℃
TH 0.24mV±0.1%/℃
- (5) 出力電圧精度 : 23℃±2℃において
 - 0 V : ±0.06 V
 - 3 V : ±0.09 V

3.1.3 総 合

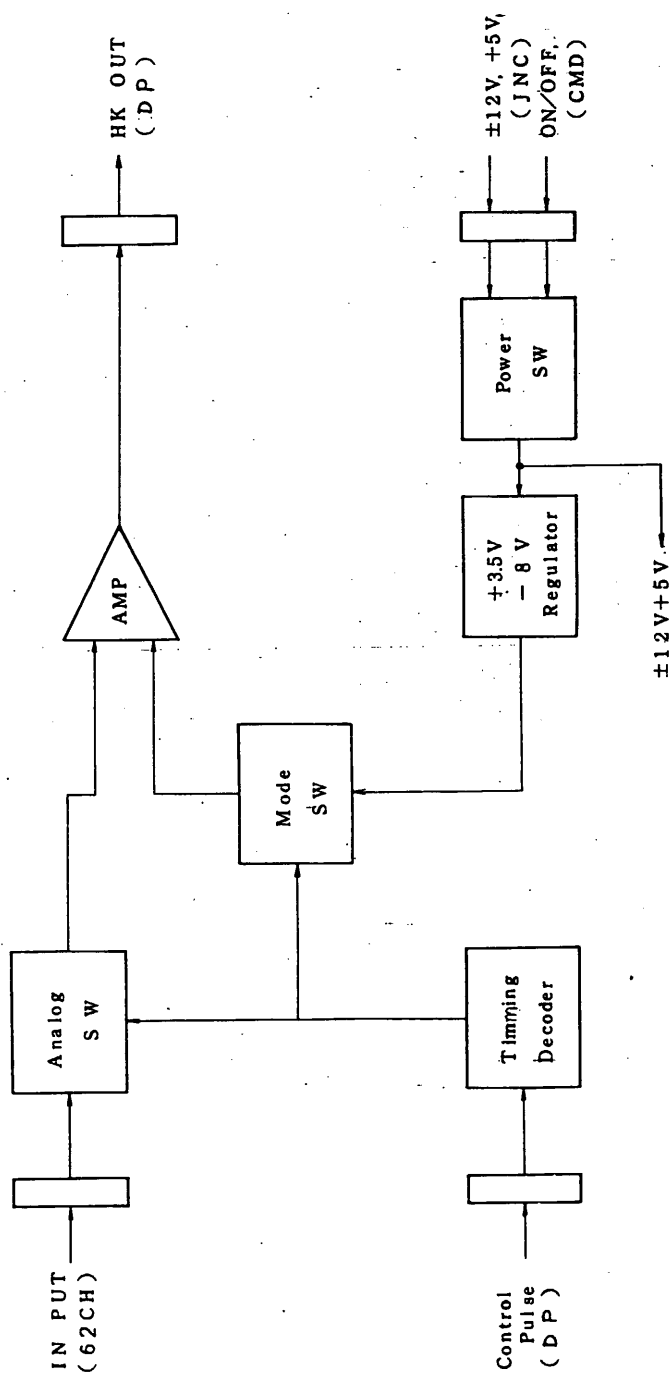
- (1) 周波数特性 : DC~200Hz (± 1 dB)増幅部
- (2) 出力電圧温度ドリフト : $-30\sim+60^{\circ}\text{C}$ において $\pm 30\text{mV}$ 以内
- (3) 出力電圧経時ドリフト : 300時間のランニングテスト中におけるドリフトは $\pm 10\text{mV}$ 以内
- (4) 出力インピーダンス : 100Ω 以下
- (5) コントロールスレ電圧 : " 1 " $2.0\sim 5.5\text{V}$
: " 0 " $0.9\sim 0\text{V}$
- (6) コントロールパルス受けインピーダンス :
" 1 " $5\text{M}\Omega$ 以上 (4.5V)
" 0 " $5\text{M}\Omega$ 以上 (0.2V)
- (7) 出力立ち上がり時間遅れ : $100\mu\text{s}$ 以下
- (8) コマンドパルス電圧 : $10\sim 17\text{V}$
- (9) コマンド受けインピーダンス :
HK-ON $250\Omega\pm 10\%$
HK-OFF $250\Omega\pm 10\%$
- 00 校正電圧 : CAL-A $\begin{cases} 0.5\text{V}\pm 1\% & (23\pm 2^{\circ}\text{C}) \\ 0.5\text{V}\pm 3\% & (-30\sim+60^{\circ}\text{C}) \end{cases}$
CAL-B $\begin{cases} 2.5\text{V}\pm 1\% & (23\pm 2^{\circ}\text{C}) \\ 2.5\text{V}\pm 3\% & (-30\sim+60^{\circ}\text{C}) \end{cases}$
- 01 入力電圧, 消費電流 : $+12\text{V}\pm 4\%$ 10mA 以下
 $+ 5\text{V}\pm 5\%$ 140mA 以下
 $-12\text{V}\pm 4\%$ 30mA 以下
- 02 外部操作 : HK-ON
(CM) HK-OFF
- 03 アナログ信号 : なし

3.2 機械的性能

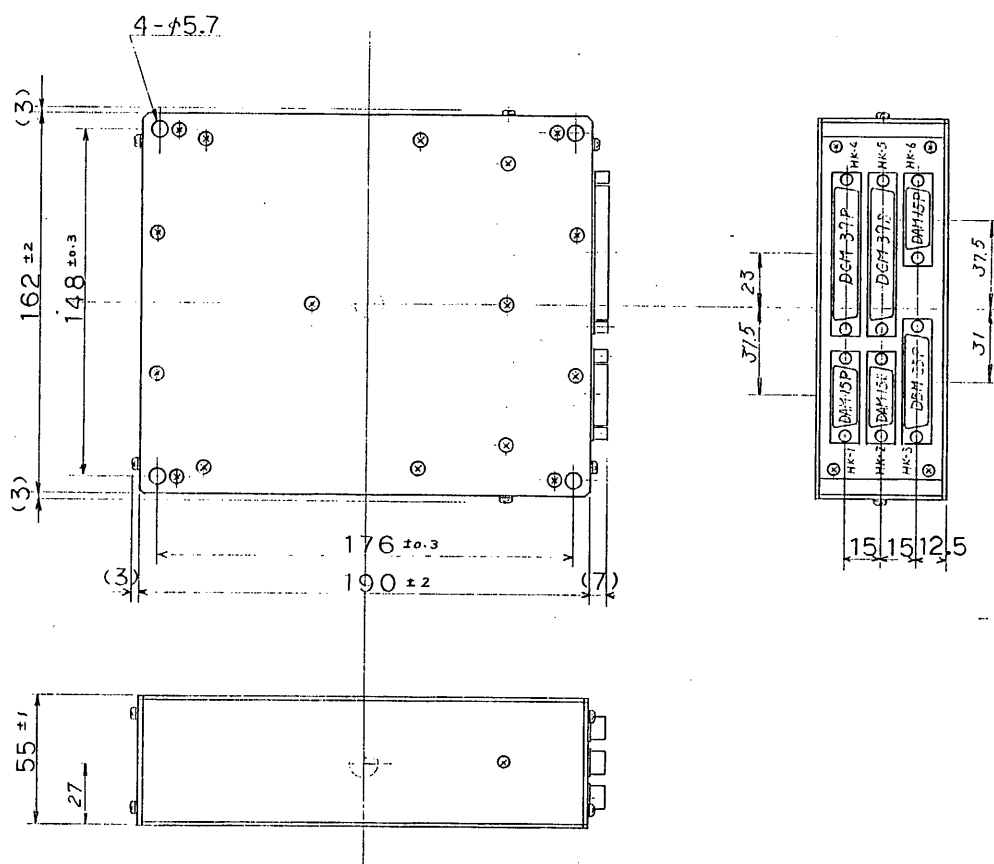
- (1) 外形寸法 : $190^{\pm 2}\times 162^{\pm 2}\times 55^{\pm 1}(\text{mm})$
(コネクタ・ビスを除く)
- (2) 重量 : 1.900g 以下
- (3) ケース材質 : A5052P
- (4) ケース表面処理 : EPICO 2000 黒色半つや塗装

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℃	BATセル1
1	CAL - B		↓	33	5		↓ Z
2	Ep - P	0~+30V	BUS電圧	34	6		CND-Z-C
3	BAT-V	↓	BAT電圧	35	7		BCND-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-12N	0~-15V	-12V	39	11		↓ TZ
8	Ic - P	0~+8A	SC出力電流	40	12		STS-S
9	Id - P	-6~+6A	BAT充放電電流	41	13		↓ PMT
10	V-45	0~+3V	45V電圧モタ	42	14		XFCポンプ
11	V-SWA		28V ↓	43	15		XFCカウンタ
12	I-MAC	↓	MAC電流モタ	44	16		SAS-S
13	I-RIG	0~+3V	RIG電流モタ	45	17		側面パネルE-1
14	LOOP		ループモタ	46	18		上-Z
15	I-PIC OFF	↓	↓ ピコワ電流	47	19		中-1
16	HV-STS	0~+15V	STS高圧モタ	48	20		中-2
17	SHT-STS			49	21		下-1
18	BOS-MONI		BOS-モタ	50	22		↓ T-Z
19	STER-MONI		29-信号モタ	51	23		上部シェル上面
20	HV-IT		TSM高圧モタ	52	24		下部シェル上面
21	HV-ZT		↓	53	25		下部シェル下面
22	HV-A1~C1		SPC-RMC高圧モタ	54	26		スラストチューブ
23	HV-A2~C2			55	27		カッパウ
24	HV-RBM		↓	56	28		底部パネル
25	HV-XFC		XFC高圧モタ	57	29		TSM-E-C
26	ポンプ1.2次圧		XFCガス1.2次圧	58	TH-1	-150~+150℃	上部プレートワカタ
27	ガス圧MWC-1.2		MWC-1.2ガス圧	59	2		下部パネル
28	CALセルMWC-1.2	↓	↓ CALセル	60	3		バトルレンジ
29	TL-1	-30~+60℃	SWA	61	4		バトル表-1
30	2	-20~+50℃	DR	62	5		↓ Z
31	3	+60~+80℃	RIGセンサワカタ	63	6		GA-S



ホ/図 ブロック図



才Z团 外 部 图

3.5.2

加速度計測装置(ACC)

宇宙科学研究所 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の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 FM に送り切り、切り離した後 SP の出力を FM に送るようになっている。

3) $Y_4 \cdot Z_4$ は検出部，増幅部より構成され，その出力は S D コネクタを通過して $B_2 - PL$ 部のテレメータに送られている。

S P は Z_4 の出力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過した後 X S A 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 S D コネクタを通過して $B_2 - PL$ 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 D P 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	A C C	1	官 給 品
検 出 器	P R M - 1	1	"
	P R M - 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 : $0 \sim 45^{\circ}$
- (2) 測定精度 : $\pm 10\%$
- (3) 周波数特性 : $DC \sim 10\text{Hz} \pm 30\% (-3\text{dB})$
- (4) 検出器 : $4-202-0.001 \pm 20\text{G } 2\text{コ}$
- (5) 検出器感度 : $1\text{mV}/\text{G} \begin{matrix} +25\% \\ -10\% \end{matrix}$ (印加電圧 5V , 出力開放)
- (6) 検出器不正感度 : 1%
- (7) 検出器抵抗 : $350\Omega \pm 10\%$
- (8) A/D ビット数 : 8ビット
- (9) A/D 誤差 : $\pm 2\text{LSB}$
- (10) 判定誤差 : $\pm 5^{\circ}$

3.1.2 XSA

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

3.1.3 $Y_4 \cdot Z_4$

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

- (8) 出力電圧経時ドリフト : $\pm 50\text{mV}$ 以内
- (9) 検 出 器 : $4-202-0001 \pm 20\text{G}$
- (10) 検 出 器 感 度 : $1\text{mV}/\text{G}$ $\begin{smallmatrix} +25\% \\ -10\% \end{smallmatrix}$ (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 : $\pm 3\% \text{FS}$
- (3) 周 波 数 特 性 : $\text{DC} \sim 120\text{Hz}$ (-0.5dB 以内)
- (4) 定 格 出 力 電 圧 : $5\text{V} \pm 1\%$
- (5) 出力インピーダンス : 100Ω
- (6) 校 正 出 力 電 圧 : $5\text{V} \pm 1\%$
- (7) 出力電圧温度ドリフト : $\pm 200\text{mV}$ 以内
- (8) 出力電圧経時ドリフト : $\pm 50\text{mV}$ 以内
- (9) 検 出 器 : Z_4 の出力を利用

3.1.5 V_2

- (1) 測 定 範 囲 : 20G
- (2) 測 定 精 度 : $\pm 3\% \text{FS}$
- (3) 周 波 数 特 性 : $10 \sim 3000\text{Hz}$ ($\pm 0.5\text{dB}$ 以内)
- (4) 定 格 出 力 レ ベ ル : 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 : $\pm 0.5\text{dB}$ 以内
- (8) 出力電圧経時ドリフト : $\pm 0.5\text{dB}$ 以内
- (9) 歪 率 : -40dB 以下 (0dBm 1kHz)
- (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 $190^{+2} \times 162^{+2} \times 75^{+2}$
PRM1.2 $25.6 \times 25.6 \times 26.34$
 Y_4, Z_4 $36^{+0.3} 45^{+0.3} \times 32.3^{+0.3}$
 V_2 $\phi 16.3 \times 13.2$
(ビス, コネクタ, ケーブルを除く)
- (2) 重量 : 本体 2.2 Kg 以下
PRM1.2 85g (1コ)
 Y_4, Z_4 150g (1コ)
 V_2 16g
接続ケーブル 500g 以下
- (3) ケース材質 : 本体 A5052
 Y_4, Z_4 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

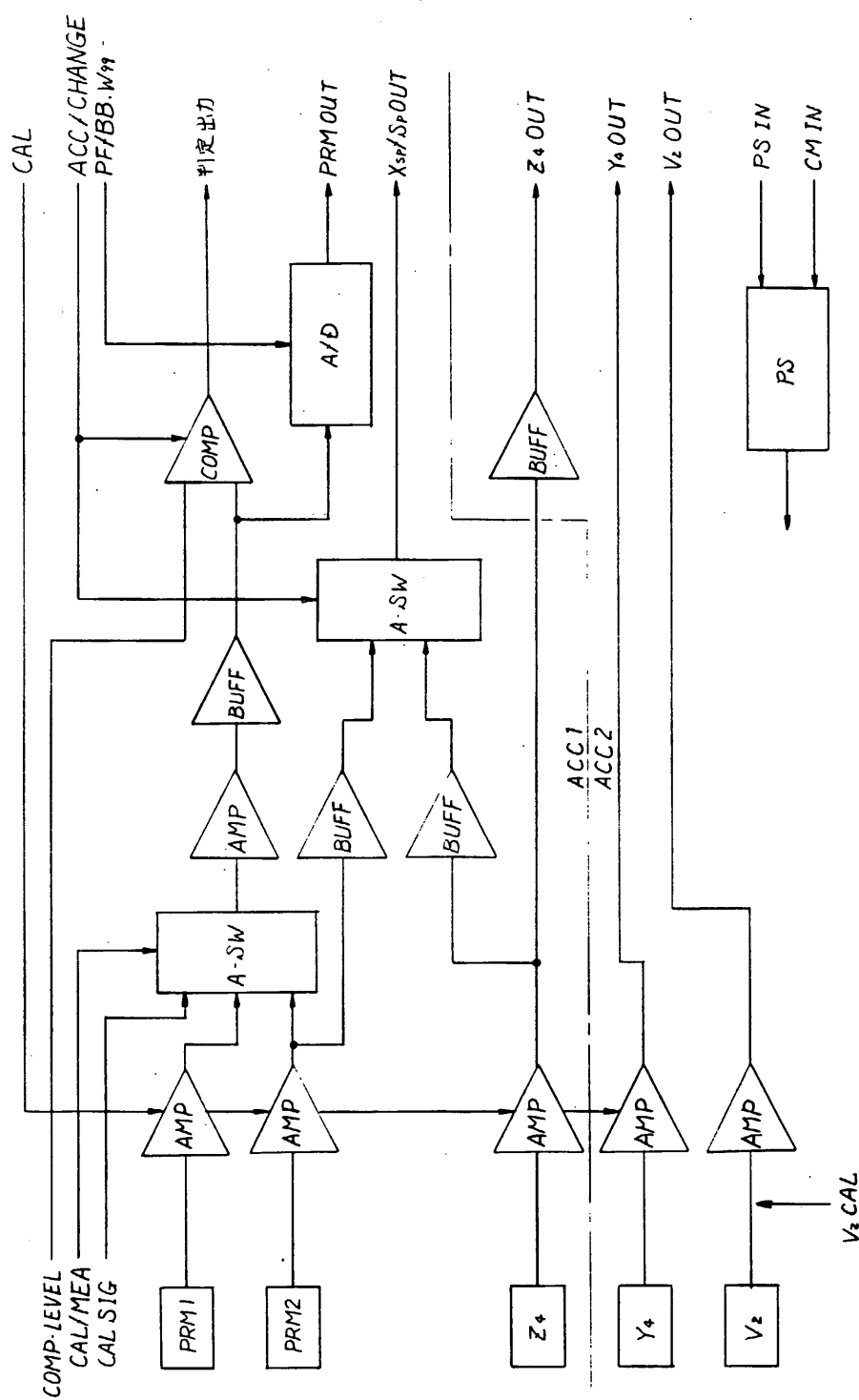


図. I ACC ブロック図

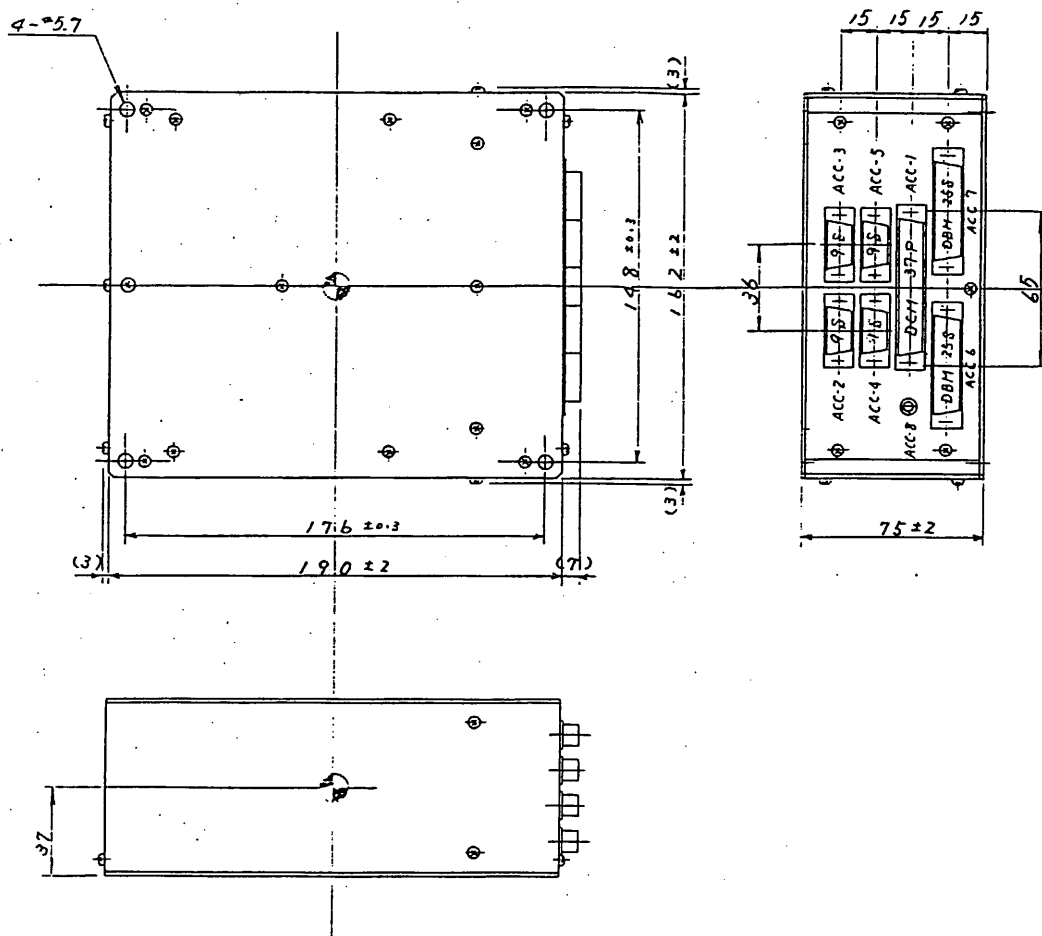


図2 外觀図