

秋葉先生

科学衛星CORSA-b中間報告書

昭和 53 年 4 月

東京大学宇宙航空研究所科学衛星専門委員会

第 34 研 究 班

序

CORSA 衛星の打上げ失敗によって関係者各位の10年近い苦労が水泡と帰したことは痛恨の極みとして未だに生々しい記憶として残っている。一時はこれがわが国X線天文学の将来に取返しのつかぬ傷を残すのではないかと憂慮されたものである。幸い各位の御努力、外国の関係グループの協力、そして関係当局の御理解によって早急にX線天文学衛星としてCORSA-bを復活する運びとなった。

この間CORSAと同世代のX線天文学衛星ANS(蘭)、Ariel-5(英)、SAS-3(米)等によって、次々に新らしい観測の成果が発表された。CORSA-bの計画、設計はこれらの新らしい情報をふまえて行われ、関係者の必死の努力によって3年の打上げの遅れにもかかわらず、十分な成果を得てX線天文学に新生面を拓く見通しが得られるに至ったものである。

4月後半から各種試験にかかり明年1~2月期に打上げを予定するが、本中間報告がこの間に十分に活用され我々の目的達成に重要な役割を演ずるものであると期待している。

小 田 稔

目 次

序	小 田 稔	
総論		1
第1章 観測機器各論		
1.1 超軟X線観測装置(VSX)	早川 幸男他	17
1.2 X線の観測(SFX、HDX)一軟X線および硬X線の 観測計画一	小田 稔他	30
1.3 太陽電池特性観測装置(SCM)	後川 研究室	66
第2章 姿勢制御・検出機器		
2.1 姿勢制御装置(AC)	二宮研究室他	73
2.2 姿勢制御計算システムについて	二宮研究室他	87
2.3 地平線姿勢計(HOS)	近藤 一郎他	90
2.4 太陽姿勢計(SAS)	小川原嘉明他	103
第3章 共通機器		
3.1 環境計測装置(HK)	林 研究室他	113
3.2 シーケンスタイマ(MT-SA)	秋葉研究室他	119
3.3 CORSA-b搭載用データ処理装置(DP)	近藤 一郎他	126
3.4 通信系	野村研究室他	152
3.4.1 テレメータ送信装置(TM)	野村研究室他	161
3.4.2 コマンド受信機	野村研究室他	167
3.4.3 RARR制御装置(RARR)	野村研究室他	170
3.5 コマンドデコーダ	野村研究室他	175
3.6 アンテナ系(ANT)	斎藤研究室他	181
3.7 データレコーダ(DR)	野村研究室他	190
第4章 電源系		
4.1 電源装置	後川研究室他	193

4.2	太陽電池パネル(SC-P)	後川研究室他	195
4.3	電力制御器(PCU)	後川研究室他	198
4.4	蓄電池(BAT)	後川研究室他	205
4.5	電源系コンバータ(CNV)	林 研究室他	209
4.6	電源装置電流系接合回路(JNC)	林 研究室他	212
4.7	イグナイタ電源(IG-PS)	林 研究室他	215
4.8	電力解析	後川研究室他	217

第5章 構造・設計・熱設計・信頼性

5.1	構造設計	森 研究室他	225
5.2	熱設計	林 研究室他	235
5.3	電気計装配線	林 研究室他	244
5.4	信頼性および品質管理	後川 昭雄他	248

第6章 打上げロケットと軌道

松尾 研究室	257
--------	-----

第7章 地上データ処理

7.1	データ取得	野村研究室他	259
7.2	地上データ処理	近藤 一郎他	261

付 録 CORSA-b関係者名簿

276

総 論

東大宇宙研
日本電気株式会社

1 ミッション

第4号科学衛星CORSA-bは昭和51年2月4日M-3C-3号機で打上げられたが不成功に終わったCORSAを総括し、昭和54年同時期に打上げようとするものである。CORSAはX線星の時間変動の観測、広帯域スペクトルの観測、超軟X線全天サーベイ、重宇宙線粒子観測等を目的としていた。これに対してCORSA-bは、原則として設計の変更は最少限にとどめるという考慮を払いながら、その後のX線天文学の進展を考慮して、ミッションの目的、内容に多少の変更を加えている。ミッションの主目的はX線星の時間変動の観測と超軟X線全天サーベイとである。そのうちX線星の時間変動の観測については、X線新星の発見、広帯域スペクトルの時間変動の観測に関する大きな変更はないが、X線バーストの監視、発見を重点とすることが新しい。

X線バーストは昭和50年以降ANS、SAS-3等外国のX線衛星によって、発見研究されている謎の現象である。CORSA-bは既存の衛星では、設計上の制限から行うことの出来ない天空の広い領域にわたるバーストの監視、発見を実施しようとするものである。このために回転モジュール（すだれ）ゴリメーターを新設し、4KWコアマモリに換ってデータレコーダ（DR）を搭載する。

超軟X線観測については、その後のわが国及び米国の観測によって、星間プラズマの様子について新たな考え方が産れている等、ミッションの重要性が増している。

尚、あわせて太陽電池特性の計測を行う事は前の通りである。

観測機器は次の通りである。

A) X線観測装置

- 1) 超軟X線観測装置(VSX)
- 2) 軟X線観測装置(SFX)
- 3) 硬X線観測装置(HDX)

B) 姿勢検出装置

- 1) 地平線姿勢計(HOS)
- 2) 太陽姿勢計(SAS)

C) 太陽電池特性計測装置(SCM)

衛星の構造は、X線観測装置のセンサ窓が増加している程度で基本的にはCORSA-Fと同じであるが、DRの搭載、X線観測装置のセンサの追加などにより総重量約99.5kg(CORSA-Fでは86kg)と約13.5kgの重量増加があるため、特に上部デッキの構体強度を増すように設計変更されている。

衛星の運用に必要な電圧は、衛星側面に貼られた太陽電池、及び蓄電池によりまかなわれる。CORSA-bはM-3C-4号機で打上げられ、スピン2~3 rpsで、近地点560 km、遠地点650 km、軌道傾斜角31°、周期97分の軌道に投入された後、コマンドによりヨーヨーデスピナを展開し、スピンを4~8 rpmに低下させる。その後はスピン率制御装置(MSC)スピン軸方向制御装置(MAC)によりスピン速度及びスピン軸方向の制御を行ない、制御に必要な姿勢を得る。

2 外 観

衛星の外観図と図1に示す。八角柱十八角錐の形状をもち、上部フラット部にはUHFアンテナが取付けられ、そのパネル面は、X線観測用のセンサ窓が切欠かれている。このセンサ窓は側面にも切欠かれているが、側面パネルの大部分には太陽電池が貼られている。さらにヨーヨーデスピナが巻かれている。下面の八角錐形状部にはVHFアンテナが取付けられ、パネル面には太陽電池が貼られている。

3 搭載機器

CORSA-bに搭載されている機器とその略称及び重量を表1に示す。又、各機器の搭載配置図を図2に示す。

4 機能及び性能

CORSA-bの機能系統図を図3に示す。本衛星はミッション達成のために次のような機能及び性能を有する。

4.1 ロケットよりの分離制御

衛星に搭載されたタイマー(MT-SA)がロケット側のタイマによりスタートし、設定秒時にSA-SEPI信号が出される。この信号はSDコネクタを通してロケット側に供給され、衛星とM3Aの分離が実行される。

4.2 コマンドの受信及び制御

地上局より発射された148 MHz帯のコマンド信号はANT-V、CMRで受信、復調されCMDで符号解読される。CMDではさらに、これを制御信号(AD7~14, EX1~14)に変換し、搭載各機器に供給している。

受信周波数 ; 148.250 MHz

サブキャリア周波数 ; 500 Hz

変調方式 ; PCM(PN)-PSK-AM

コマンド項目 ; 表2に示す

又、CORSA-bではCMDからのコマンド信号により、DPのレジスタ内容(12ビット)を設定し、このレジスタの内容により特定機器の制御を実行させるPIコマンド方式も採用している。

4.3 データの編集及び蓄積

衛星に搭載された各観測器や計測器によって得られるデータ及び衛星の動作状態を示すデータを効率的に地上へ伝送するため、定められたフォーマットにデータ編集を行ない、かつ必要に応じて蓄積を行なう。

衛星内部の温度、電圧、電流等のデータはHKで編集され、DPへ送られる。DPではHK信号をはじめ観測データの計測データを表3に示すフォーマットに編集する。又、DPにより編集されたデータはDRに蓄積される。

ビットレート	Realデータ	5461 b/s
	Storageデータ	10923 b/s
	DRへのRECデータ	683 b/s
フレーム構成	8ビット/ワード	
	64ワード/フレーム	
	64フレーム/サブフレーム	
データフォーマット	Realデータ	PHモード
		PCモード
	Storageデータ	PHモード
		PCモード
符号形式	PCM (SPM)	
DR記録時間	160分	
DR再生時間	10分	

4.4 データ送信

DP、DRからのPCM信号及びCMRからのRARR信号はRARR内部でコマンドにより選出されTMV、TMUに送られる。TMVでは136MHz帯に、TMUでは400MHz帯にそれぞれPM変調され、ANT-V、ANT-Uを通して地上へ伝送される。この中で148MHz帯で地上から衛星に入力されたRARR信号はTMUを通して地上へ転送されるため、トランスポンダが構成され、衛星までの距離の測定ができる。

送信周波数	TMV	MHz
	TMU	MHz
送信出力	TMV	0.1/0.5W切換
	TMU	1W
変調方式	PCMデータ	PCM (SPM) - PM
		Real 5461 b/s
		Storage 10923 b/s
RARR信号	PCM (PN) - PSK - PM	2500 b/s
		サブキャリア 10 KHz
変調度	TMV	1.2 rad
	TMU	1.2 rad

4.5 姿勢検出及び制御

衛星の姿勢検出は、SASおよびHOSにより行なう。SASは衛星の太陽に対する相対的な姿勢を検出するものでスピン軸と太陽入射光のなす角度が測定できる。測定は2個のサンセンサーにより $64^{\circ} \times 2$ の視野角範囲において 0.5° の精度である。HOSは地球上層大気の炭酸ガス層から放射される赤外線を検出し、これにより衛星の地球表面に対する相対姿勢が測定できる。測定は2個のセンサーにより、地球方向とスピン軸間のなす角が $\pm 74^{\circ}$ の範囲において 0.5° の精度である。

衛星の姿勢制御は、ND、ヨーヨーデスピナ、MSC、MACにより行なう。NDは粘性流体（水銀）の運動摩擦により衛星のスピン軸首振りを減衰させるものである。打上げ時には、水銀は水銀溜に保持しておき軌道投入後MT-SAにより円環内に導入する。NDにより最終ニューテーション角は 1° 以内になる。ヨーヨーデスピナは衛星のスピン率を減衰させるためのもので、打上げ時は1端に錘を付けたワイヤが衛星の側面パネルに巻かれている。打上げ後、地球を1周したのち地球からのコマンドで錘がはずされ、スピン軸に対称に外側に飛び出し衛星の角運動量を減少させる。軌道投入後約120rpmのスピン率がヨーヨーデスピナ展開により約5rpmに低下する。

MACは地磁気と衛星に搭載されたMACコイルの磁気モーメント間の電磁力によりトルクを発生させスピン軸方向を変更するものである。又、MSCはMACと同様にMSCコイルの磁気モーメントと地磁気によるトルクを利用してスピン速度を制御するものである。

4.6 電力の発生及び安定供給

衛星システム動作に必要な電力は、パネル面に貼られた太陽電池（2552枚）により得られ、その最大出力は約44Wである。又、余剰電力の蓄積、重負荷時の大電力供給及び日陰時の電力供給のため4.0AHの容量をもつNi-Cd二次電池を搭載している。この二次電池の充電制御は温度及び端子電圧の検出により行なわれる。太陽電池及び二次電池から得られる一次電源はPCUで上限電圧制御された後、CNVで4種類（ $\pm 12V$ 、 $+5V$ 、 $+15V$ ）の安定化電圧に変換され、JNCを通して各機器に供給される。

5



図2(1/5)
上部デッキ上面機器配置図

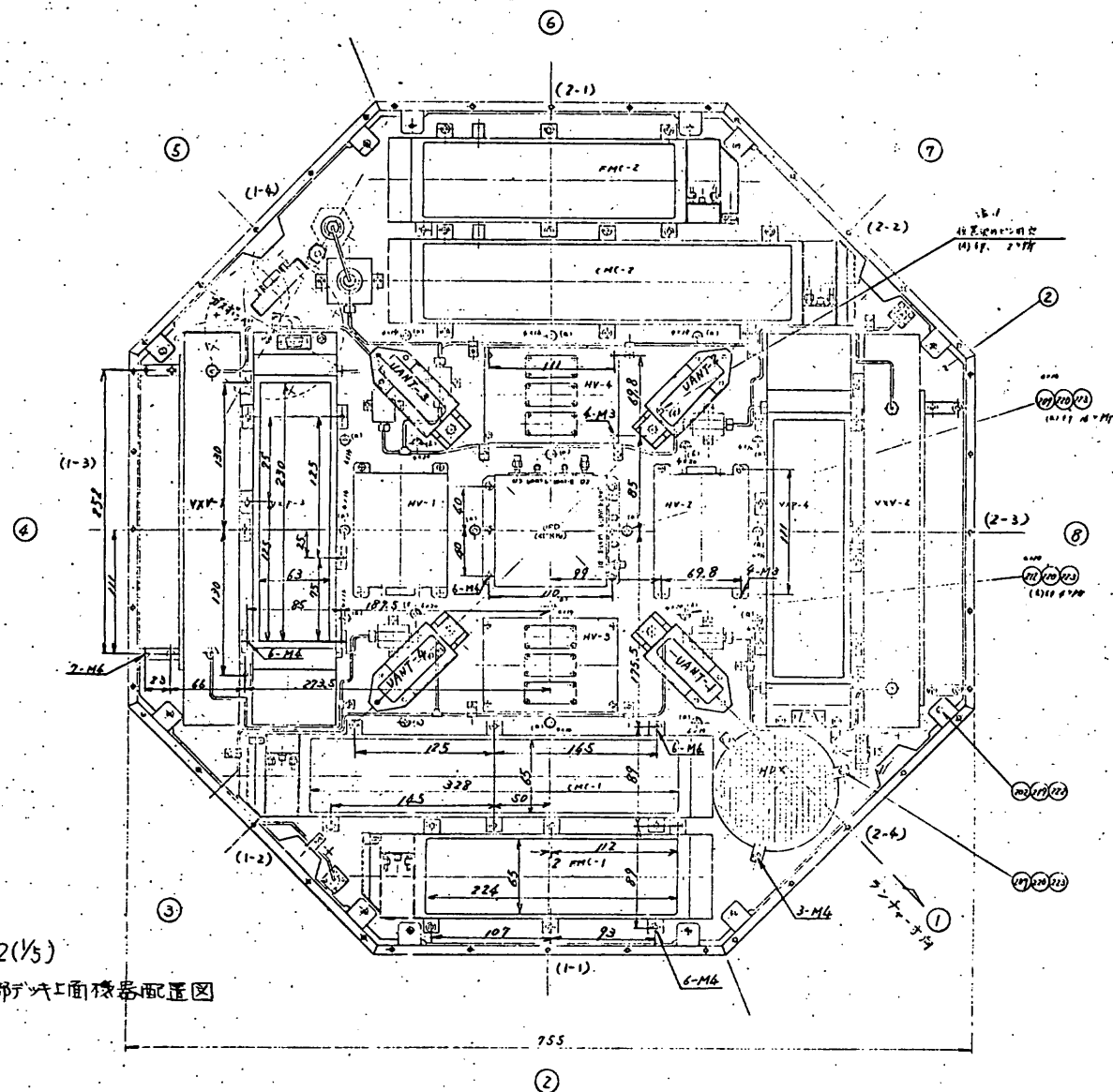
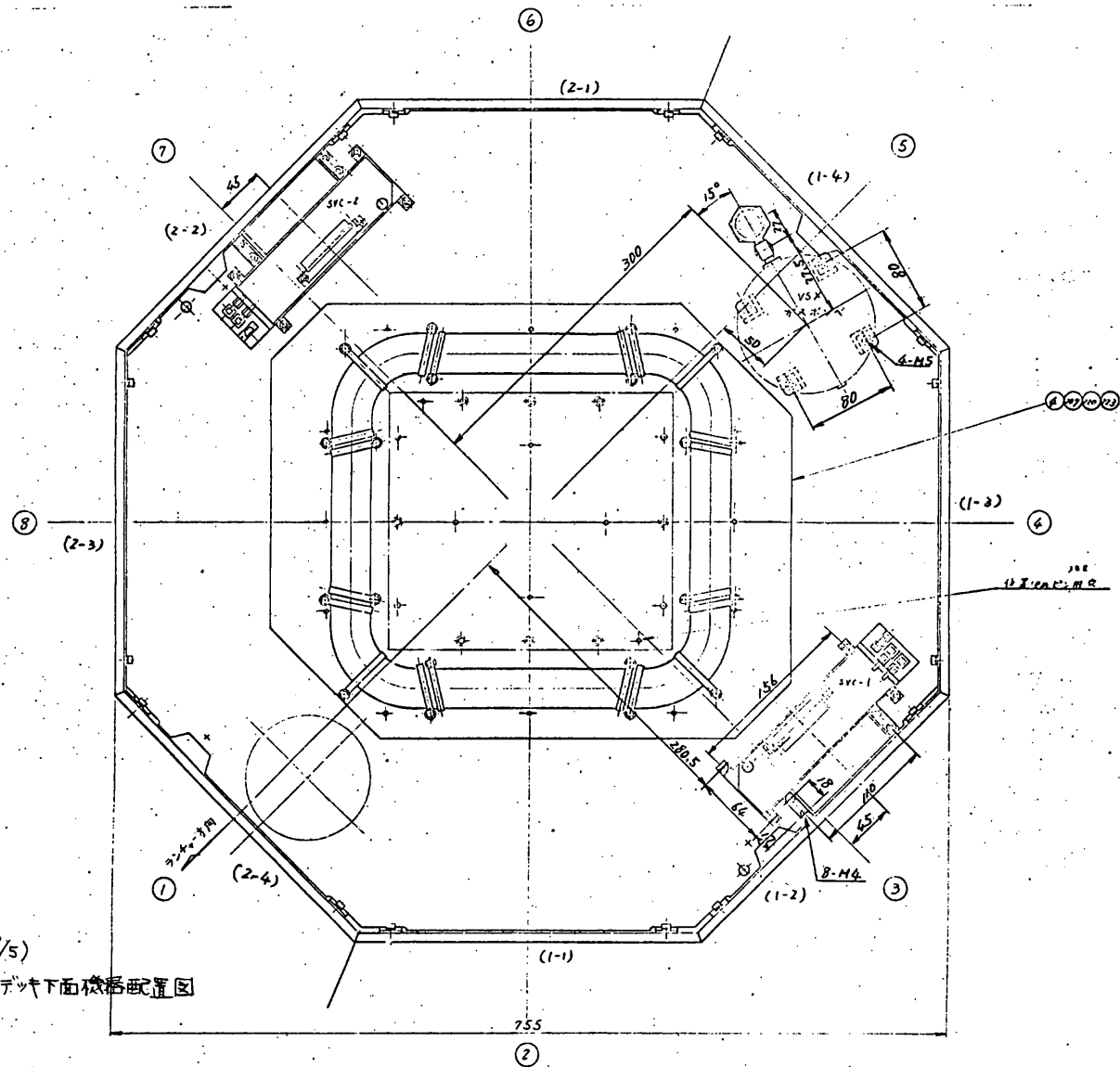


図 2 (2/5)
上部デッキ下面機器配置図



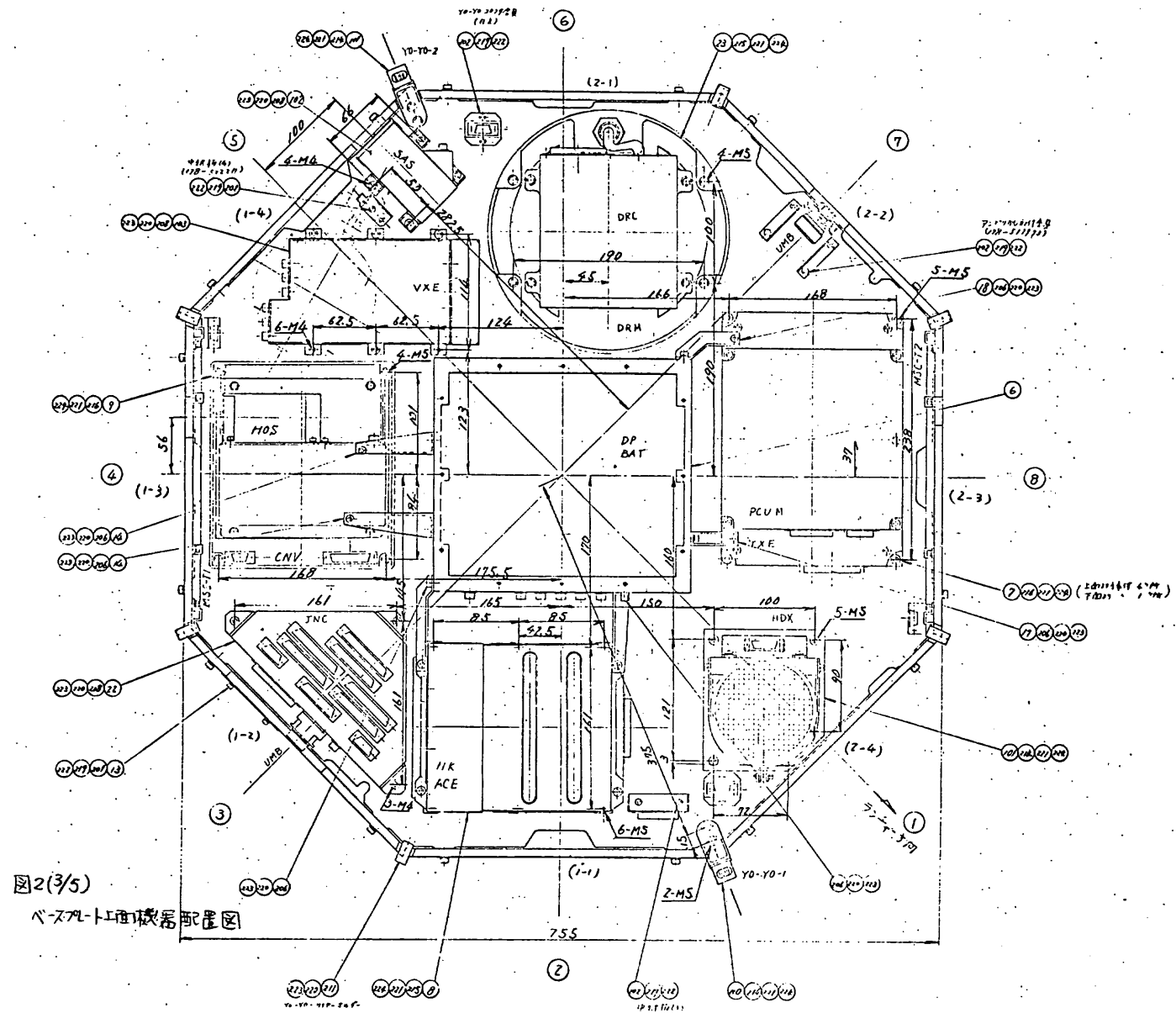


図2(3/5)

ベースプレート配置図

图 2 (5/5)

④-⑧ 断面機器配置

断面 E.E

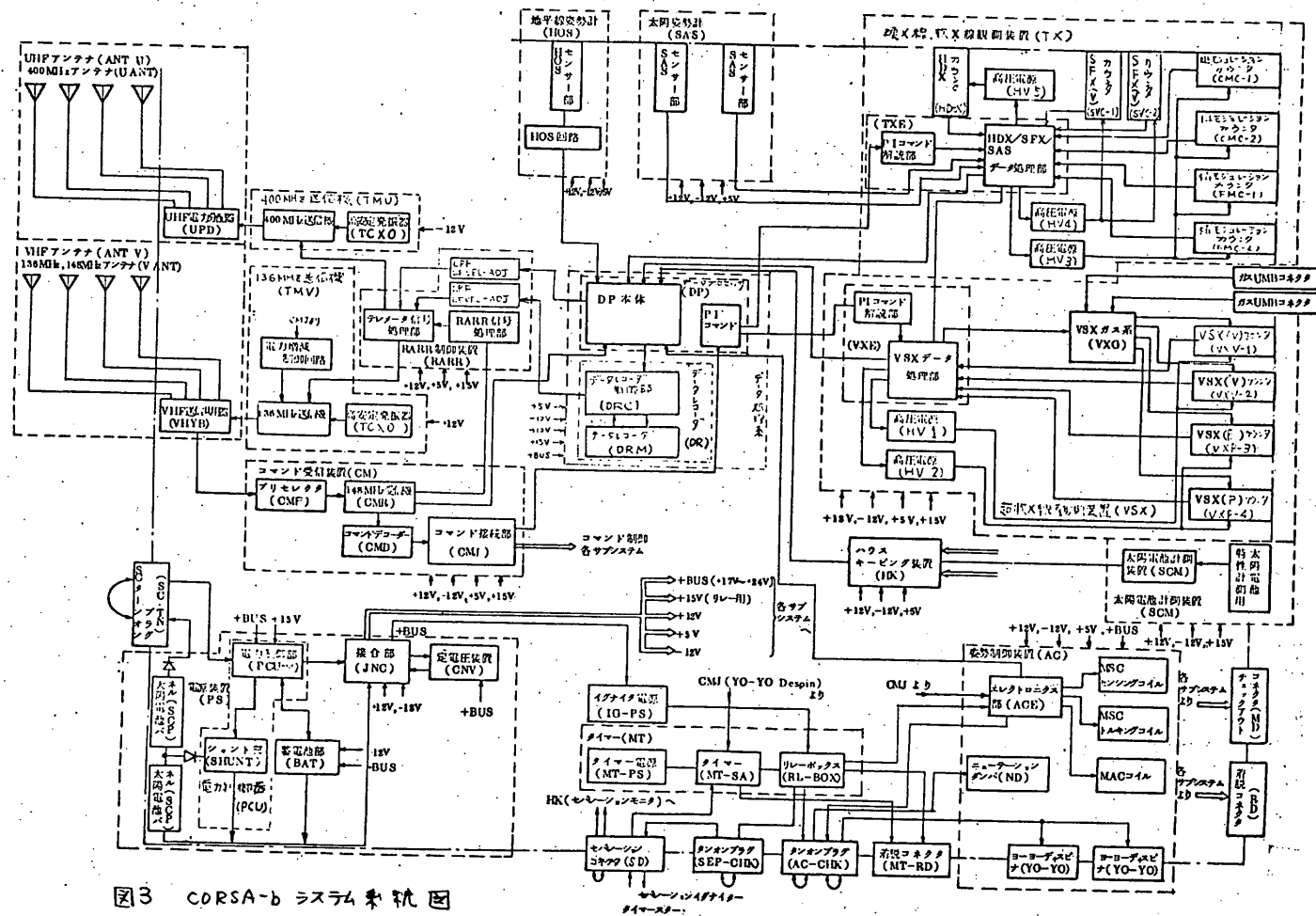


図3 CORSA-b システム構成図

表1 CORSA-b 重量表 (単位 Kg)

機名	略号	数量	予備重量	実測重量	備考	機名	略号	数量	予備重量	実測重量	備考	機名	略号	数量	予備重量	実測重量	備考
1. アンテナ	ANT		(0.769)	()		7. タイマ	MT		(1.71)	()		14. SFX増設用電源	FMC-1,2	2	3.612		
11 UHFアンテナ	ANT-U		(0.35)	()		7.1 タイマ	MT-SA	1	1.37			15. タイマ処理部	TXE	1	5.27		
(1) UHFアンテナ	UANT-LA	4	0.1			7.2 タイマ電源	MT-PS	1	0.23			(1) HDX内蔵電源	HVS	1	0.303		
(2) UHF電力配器	UPD	1	0.25			7.3 ユニタリクス	RL-BOX	1	0.31			(2) SFX用高圧電源	HV3,4	2	1.31		
12 UHFアンテナ	ANT-V		(0.419)	()								4.2 増設用電源	VXS	1	(3.134)	()	
(1) UHFアンテナ	VANT-LA	4	0.159			8. タイマロセツ	DP	1	(5.59)	()		(1) VSK(V)カウンタ	VXV-1,2	2			
(2) UHF送電用器	VHYB	1	0.26									(2) VSK(P)カウンタ	VXP-1,2	2	2068		
						9. タイマロセツ	DR		(6.03)	()		(3) VSKガス部	VXG	1	2.633		
2. テレメータ	TM		(1.6)	()		9.1 タイマロセツ部	DRM	1	5.33			(4) VSKタイマ処理部	VXE	1	2.813		
21 400MHz送信機	TMU	1	0.8			9.2 タイマロセツ部	DRC	1	0.7			(5) VSK用高圧電源	HV1,2	2	0.62		
22 136MHz送信機	TMV	1	0.8														
						10. 太陽電計	SAS	1	(0.65)	()		15. 測定器			(9.3)	()	
3. コマンド	CM		(2.812)	()													
3.1 テレメータ	CMP	1	0.23			11. 太陽電計部	HOS	1	(2.06)	()		16. 熱電素子			(2.0)	()	
3.2 コマンド受信機	CMR	1	0.762														
3.3 コマンドカウンタ	CMD	1	1.45			12. 太陽電計部	AC		(5.245)	()		17. 電圧計素子			(6.5)	()	
3.4 コマンド接続部	CMJ	1	0.37			(2) ニュートンカウンタ	ND	1	0.597								
						12.2 コーダカウンタ	Y0-Y01,2	2	0.510			18. パワースケール			(1.7)	()	
4. RARR制御装置	RARR	1	(0.51)	()		12.3 MSC-MAC	MSC/MAC		(4.138)	()							
						(1) MSCカウンタ	MSC-S	1	0.235			19. 機械計装			(1.6)	()	
5. 電源	PS		(17.531)	()		(2) MSCカウンタ	MST-T,2	2	0.403								
5.1 太陽電圧パルス	SC-P1,2	2	0.172			(3) MACカウンタ	MAC	1	0.407								
5.2 電力制御器	PCU		(0.968)	()		(4) 電子回路部	ACE	1	3.093								
(1) 電力制御部	PCU-M	1	0.786														
(2) ショットE部	SHUNFE	1	0.182			13. 太陽電圧制御装置	SCM		(1.0)	()							
(3) ショットR部	SHUNFR	1				(1) 電子回路部	SCM-E	1	1.0								
5.3 蓄電池	BAT	1	4.741			(2) 制御用太陽電圧	SCM-S	1			SCP-BB						
5.4 電源不検出器	JNC	1	1.49														
5.5 電圧装置	CNV	1	1.96			14. X線観測素子	X		(31.422)	()							
5.6 イグナイタ電源	IG-PS	1	0.2			(1) X線観測装置	TX		(18.288)	()							
						(1) HDXカウンタ	HDX	1	2.597								
6. パワースケール装置	HK	1	(1.2)	()		(2) SFX(V)カウンタ	SVC-1,2	2	1.84								
						(3) SFX増設用電源	CMC-1,2	2	3.356			合計			(99.529)	()	

表2 コマンド項目表

CORSA-b

AD EX	7	8	9	10	11	12	13	14
1	DRK-ON	TMV-PWR-UP	HOS-ON	HOS-CLOCK FAST	PC mode	DR-AUTO	REC-START TIME A	REC-TIME A
2	TM-SIG-ON	TMV-PWR-DOWN	HOS SIG-1-OFF	HOS-LEVEL HIGH	PH mode	DR-MANUAL	REC-START TIME B	REC-TIME B
3	TMU-ON	TMU-OFF	HOS SIG-2-OFF	HOS-RESET	REP	DR-OFF	REC-START TIME C	REC-TIME C
4	TMV-OFF	TM-ON	TXE-2-ON	TXE-1-ON	REP	REC	REC-START TIME D	VSX INITIAL-SET
5	TMU-ON LEVEL A		VSX-A-OFF	SAS-ON	VSX-BUS-ON	PC-1 CHANGE	VSX-OFF	VSX PSM -DISABLE
6	PCU-AUTO-OFF	BAT-CHG-ON	HV-ALL-OFF	HV-3-ON	HV-1,2-OFF	HV-3-OFF	HV-1-ON	VSX-ON
7	PCU-AUTO-ON LEVEL B	BAT-CHG-OFF	TXE INITIAL-SET	HV-4-ON	VSX-BUS-OFF	HV-4-OFF	HV-2-ON	VSX PSM -ENABLE
8	SIG-CHANGE	SCM-ON	PC-CHANNEL RESET	HV-5-ON	VSX-HV -RRM-ENABLE	HV-5-OFF	MAC UP/DOWN ON	ストリウム1
9	RARR-OFF	HK-ON	POWER RMC-ON	PC-2 CHANGE	DISABLE RMC-1	TXE PSM -ENABLE	MSC UP/DOWN ON	ストリウム2
10	PI-AVE START	PI-CM-START	AC-ON	MAC 35	Yo-Yo-EXT	AC周波数1	ストリウム1	ストリウム3
11	PI-AVE STOP	PI-CM-1	AC-OFF	MAC 34	MAC-MSC UP/DOWN OFF	AC周波数2	ストリウム2	ストリウム4
12	CAL	PI-CM-0	AC カウント スタート	MSC ZC-UP	MAC MSC-ODD	AC周波数3	ストリウム3	ストリウム5
13	DP INITIAL-SET	PI-CM-SET	AC カウント リセット	MSC ZC-DOWN	MAC MSC-EVEN	AC周波数4	ストリウム4	
14	TMV-ON				DNC-ENABLE	AC 3-3-CM	HK-SCM-OFF	PI-ALL-OFF

(PC mode)

W 0	W 1	W 2	W 3	W 4	W 5	W 6	W 7
1110101110010000		PC1L	PC2L	PC3H	PC1H	PC5L	PC6L
0001010001101111							
W 8	W 9	W 10	W 11	W 12	W 13	W 14	W 15
PC7H PC7L	PC8H PC8L	PC1L	PC2L	PC4H	PC2H	PC5H	PC6H
PC7L	PC8L					PC5L	PC6L
W 16	W 17	W 18	W 19	W 20	W 21	W 22	W 23
PC9L	PC9H	PC1L	PC2L	PC3L	PC1H	PC5L	PC6L
PC7L	PC8L						
W 24	W 25	W 26	W 27	W 28	W 29	W 30	W 31
PC7H PC7L	PC8H PC8L	PC1L	PC2L	PC4L	PC2H	PC5H	PC6H
PC7L	PC8L					PC5L	PC6L
W 32	W 33	W 34	W 35	W 36	W 37	W 38	W 39
H K ⊗	I ⊙ ⊗	PC1L	PC2L	PC3H	PC1H	PC5L	PC6L
W 40	W 41*	W 42	W 43	W 44	W 45	W 46	W 47
PC7H PC7L	PC8H PC8L	PC1L	PC2L	PC4H	PC2H	PC5H	PC6H
PC7L	PC8L					PC5L	PC6L
W 48	W 49*	W 50	W 51	W 52	W 53	W 54	W 55
PC9L	PC9H	PC1L	PC2L	PC3L	PC1H	PC5L	PC6L
PC7L	PC8L						
W 56	W 57*	W 58	W 59	W 60	W 61	W 62	W 63
PC7H PC7L	PC8H PC8L	PC1L	PC2L	PC4L	PC2H	PC5H	PC6H
PC7L	PC8L					PC5L	PC6L

● F-SYNC (W0, W1) 上段 = F1~F63, 下段 = F0

● 上下2段の異なる信号はPIコマンドにより切替える。

(PH mode)

W 0	W 1	W 2	W 3	W 4	W 5	W 6	W 7
1110101110010000							
0001010001101111	PH5	PH6	PH9	PH7	PH3	PH4	PH1
W 8	W 9	W 10	W 11	W 12	W 13	W 14	W 15
PH3	PH4	PH1	PH2	PH5	PH6	PH9	PH7
W 16	W 17	W 18	W 19	W 20	W 21	W 22	W 23
PH3	PH4	PH1	PH2	PH5	PH6	PH9	PH7
W 24	W 25	W 26	W 27	W 28	W 29	W 30	W 31
PH3	PH4	PH1	PH2	PH5	PH6	PH9	PH7
W 32	W 33	W 34	W 35	W 36	W 37	W 38	W 39
H K ⊗	I ⊙ ⊗	PH5	PH6	PH9	PH7	PH3	PH4
W 40	W 41*	W 42	W 43	W 44	W 45	W 46	W 47
PH3	PH4	PH1	PH2	PH5	PH6	PH9	PH7
W 48	W 49*	W 50	W 51	W 52	W 53	W 54	W 55
PH3	PH4	PH1	PH2	PH5	PH6	PH9	PH7
W 56	W 57*	W 58	W 59	W 60	W 61	W 62	W 63
PH3	PH4	PH1	PH2	PH5	PH6	PH9	PH7

● F-SYNC (W0, W1) 上段 = F1~F63, 下段 = F0

表 3 (1/2) CORSA-b データフォーマット

⊗ W32 (HK 項目)

W32 F	項目	測定内容	W32 F	項目	測定内容
0	EP-P	+BVS電圧	32	TL-2	ベ-ズプル-ト(1)
1	ES-12P	+12V CNV出力電圧	33	TL-3	" (2)
2	ES-5P	+5V "	34	TL-4	" (3)
3	BAT-V	バッテリー電圧	35	TL-5	検体 (5)
4	IC-P	IC電流出力電圧	36	TL-6	SHUNT-E
5	ID-P	バッテリー電流出力電圧	37	TL-7	検体 (4)
6	BLM-1	バッテリーロッキング	38	TL-8	RAKRA-1
7	BLM-2	充電モード切り換え	39	TL-9	TMV-1
8	SCM-1	SCM-DATA	40	TL-10	CMP-1
9	SCM-2	"	41	TL-11	TMU-1
10	SCM-3	"	42	TL-12	CMD-1
11	SCM-4	"	43	TL-13	BAT-1
12	SCM-5	SCM-CN/OFF	44	TL-14	BAT-2
13	AC-1	ACモード	45	TL-15	CNV-1
14	AC-2	コイル電流	46	TL-16	FMC-1
15	E-12N	+12V CNV出力電圧	47	TL-17	FMC-2
16	CAL-A	0.5V	48	TL-18	VXV-1
17	CAL-B	2.8V	49	TL-19	VXV-2
18	BLM-3	LEVEL A/B	50	TL-20	VXV-3
19	RAFS-1	TMU-1/RAFS-PCM	51	TL-21	VXV-4
20	SFX-HV	圧電	52	TL-22	HOS-1 (1)
21	SFX-1	圧電 (1)	53	TL-23	" (2)
22	SFX-2	" (2)	54	TL-24	DP-1
23	VSK-1	圧電	55	TL-25	DRM-1
24	VSK-2	ガス圧	56	TH-1	駆動パルス
25	VSK-3	バルブ動作	57	TH-2	太陽電池パルス (1)
26	VSK-4	レベル	58	TH-3	" (2)
27	VSK-5	圧電 (1)	59	TH-4	" (3)
28	VSK-6	" (2)	60	TH-5	" (4)
29	VSK-7	" (3)	61	TH-6	カップラー
30	VSK-8	" (4)	62	TH-7	SHUNT-R (GA-SEP)
31	TL-1	太陽電池パルス (5)	63	TH-8	SCM-S

⊙ W33 (TD 項目)

W33 F	項目	W33 F	項目
0	TIME 1	32	TIME 1
1	TIME 2	33	TIME 2
2	AGC	34	AGC
3	DPID 1	35	DPID 1
4	DPID 2	36	DPID 2
5	(7* ALL'ON)	37	(7* ALL'ON)
6	" (")	38	" (")
7	" (")	39	" (")
8	CAB	40	CAB
9	PI-CAB1	41	PI-CAB1
10	PI-CAB2	42	PI-CAB2
11	HOS	43	HOS
12	"	44	"
13	HOS PALLO	45	HOS PALLO
14	"	46	"
15	"	47	"
16	TIME 1	48	TIME 1
17	TIME 2	49	TIME 2
18	AGC	50	AGC
19	SAS PALLO	51	SAS PALLO
20	"	52	"
21	"	53	"
22	SAS	54	SAS
23	"	55	"
24	CAB	56	CAB
25	PI-CAB1	57	PI-CAB1
26	PI-CAB2	58	PI-CAB2
27	HOS	59	HOS
28	"	60	"
29	HOS PALLO	61	HOS PALLO
30	"	62	"
31	"	63	"

○再生時は 7* (ALL'ON) とする。

* W41, W49, W57 は再生時には下図のようになる。

F	W41, W49, W57
11	HOS
22	SAS
27	HOS
43	HOS
54	SAS
59	HOS
その他	左図の項目

表 3(1/2) CORSA-b データフォーマット

第 1 章

觀測機器各論

1-1 超軟X線観測装置(VSX)

名古屋大学理学部

早川幸男, 長瀬文昭,

横野文命, 山下広順,

東京大学宇宙航空研究所

井上ー, 小山勝二,

田中靖郎, 松岡勝,

東京芝浦電気株式会社

§1 観測の目的

ここでいう超軟X線とは $0.1 \sim 2 \text{ KeV}$ ($120 \text{ \AA} \sim 6 \text{ \AA}$) のエネルギー範囲のX線をいう。X線天文学の多くの成果は感度のよい KeV 領域での観測によってあげられたが超軟X線領域で見た空の様子は KeV 領域とは全く異っている。超軟X線の特徴は星間吸収を強く受けることである。Diffuse成分については銀河系外成分の他に強い銀河内の放射がある。銀河系内成分ではCyg LoopやLoop I など超新星の跡に対処して軟X線像も観測されている。Diffuse成分の分布は複雑でLoop IやLupus Loopに対応する構造や中性水素の分布と逆相関を示す強い領域がある。更に星間吸収を全く示さない成分の存在は太陽系自体もまたこのような強いX線源の領域に包まれているのかもしれない。また銀河外成分の存在も考えられるが未解決である。一方スペクトルはいずれも 100 万程度の高温プラズマから発生する熱型であるがLoop IにはOVII(0.57 KeV)やOVIII(0.65 KeV)に対応する強い輝線が見られる。このことは発生源の高温プラズマの物理状態や元素の化学組成を知る手がかりになる。

超軟X線の複雑な分布はこのような高温領域が銀河系内の各所に存在することを示すのであろう。このため超軟X線の観測は星間空間の高温領域の分布を調べる上で重要である。

超新星の跡として知られているCyg LoopやVela Xは超軟X線源でもある。高温領域の発生が古い超新星の跡ならば、これらとの関連が重要であらう。この他にこのエネルギー領域で知られている発生源としてはHZ 43, SS Cyg, AM Her などがあるが点源としての数は硬X線源にくらべて少い。またこのエネルギー帯ではいくつかの遷移的な発生源も報告されている。このような源についてはまた精密な観測が全く行われていないので正体は不明である。これらは硬X線で知られているγ線バーストやX線バースターなどとは異った現象のように思われる。

一方超軟X線の観測上の問題点の一つはX線以外の電子や紫外線との識別である。特に電子放射線帯に付随する電子はその強度が高度、緯度、太陽活動などによって異なるため、やっかいである。従来の観測でも一応この点に関する考慮は払われているが、精密なデータを求めるためには改善されなければならない。

このような状況でCORSAの超軟X線観測装置は次の事柄を目標に設計された。

①広い視野($2^\circ \times 36^\circ$)で空を監視し遷移的なX線源(transient source)を見つけその位

置を1°位の精度で決定する。② diffuse 成分の分布を求める。③ 5°×5°位の視野の軸方向カウンターで点源又は比較的狭い領域に広がった源の分布、時間変動を観測する。電子に対する対策としてはカウンターを二重構造にすることで除き、質のよいデータを得ることを目的とする。

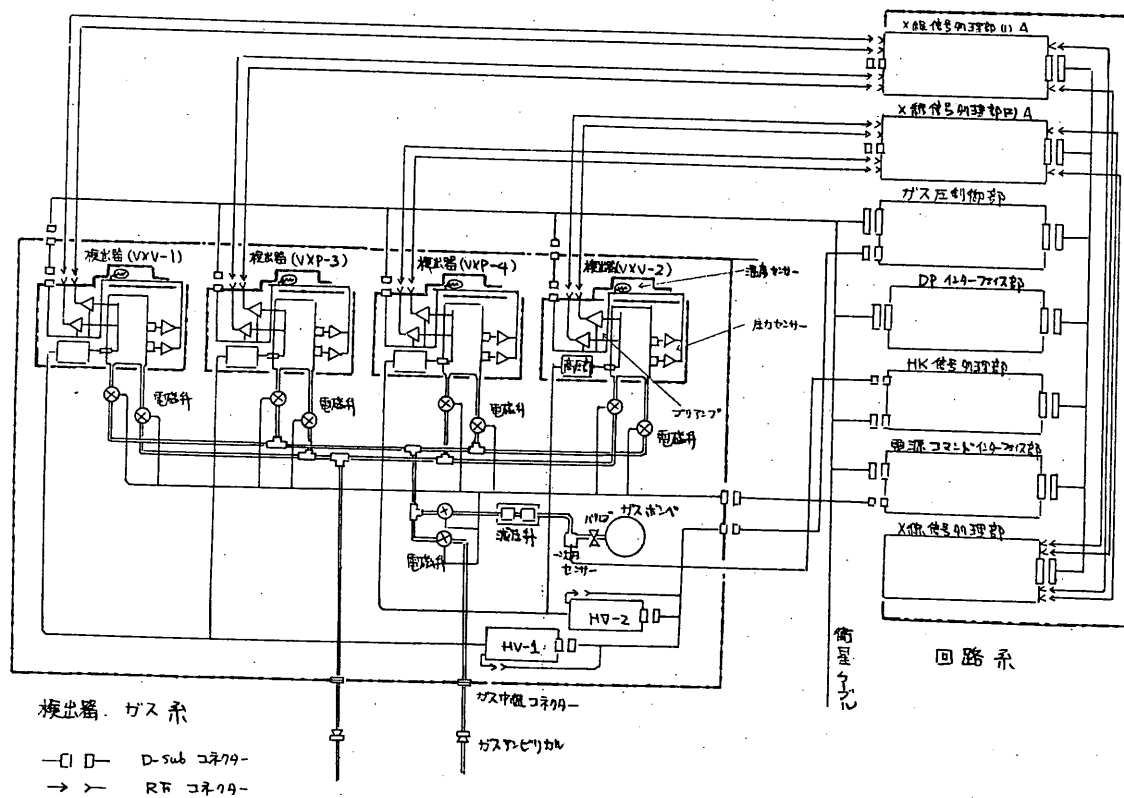
§2. 装置の概要

この装置の検出器は薄膜窓比例計数管で膜から漏れるガスを供給するためのガス制御系、カウンターからの信号を処理するパルス処理系、観測装置の定数や動作を変更するPI コマンドを含むコマンド系、各機器の動作を監視するモニター系、および高圧電源からなる。これを簡素化してオ1図にブロック図で示す。

計数管は各二個が衛星のスピン軸方向とそれに直角方向とに取りつけられていて、軸方向のもの(VSX-P)は5°×5°の視野のコリメーターをとりつけて特定のX線源の時間変化、または狭い領域のdiffuse成分の分布を観測するのに用いる。横方向(VSX-V)は2°×30°の視野で衛星のスピンに従って空を走査しX線源の出現、消滅を監視する。一対のコリメーターは互に30°傾いているのでX線源の位置を1°位の精度で決めることができる。

§3. 比例計数管

計数管の構造はオ2図の通りである。入射窓は1ミクロンのポリプロピレンをベースにし、フォームワールとポリカーボネイトを被せたものである。このコーティングは高温(60°C)におけるガスの透過を少なくすること、紫外線の透過を減少させるものである。この他放射線損傷を防ぐためにさらにカーボン被せる予定である。膜はニクロムを蒸着して導電性をもたせゴムパッキングとはさんでカウンターに蓋でおさえて固定される。蓋にはステンレスのメッシュがはってあり、加圧状態で膜が大きく変形するのを防ぐ。カウンターの内部は上下二層に分かれていて、深さはそれぞれ1cm, 3.8cmである。超軟X線の観測上の困難の一つは放射線帯に付随すると思われる電子が混入することである。この強度は高度、緯度、太陽活動によって異なるため極めてやっかいである。これを除く手段の一つとして、計数管を二段にし、前段で電子を検出して除き後段でX線を検出する。当然のことながらこれによって後段のX線の検出効率は低下する。この様子をオ3図に示す。ここでガスの圧力は260mm Hgのメタンである。内部は0.2mmのピアノ線で四つの区別に分けられている。芯線の太さは前段90ミクロン、後段が50ミクロンでこれは同じ高電圧で働くように決められている。前段、後段はそれぞれ別の前置増巾器を通して二つの出力を取り出す。前置増巾器は計数管の一方の端に収納されている。他端にはカウンター内のガス圧を制御するための絶対圧計と差圧計が入っている。カウンターのガス増巾率を広い温度変化に対して一定に保つためには内部の密度を一定に保たなければならない。このためカウンターの内圧は密度が一定になるように制御される。カウンターには Fe^{55} (5.9 KeV)の軟正線源が取り付けられている。これは常時計数されているが信号は飽和しているので記録されない。CAL信号が入った時増巾器のゲインを下



第1図 VSX フロー図

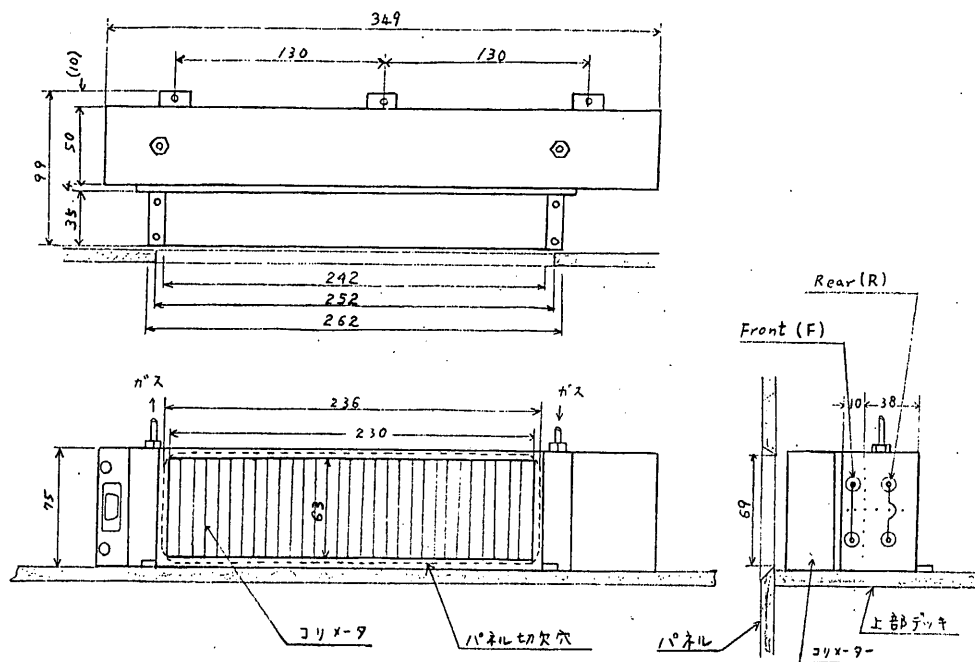


図2 比例計数管 (VXV-1.2 を取付けた図)

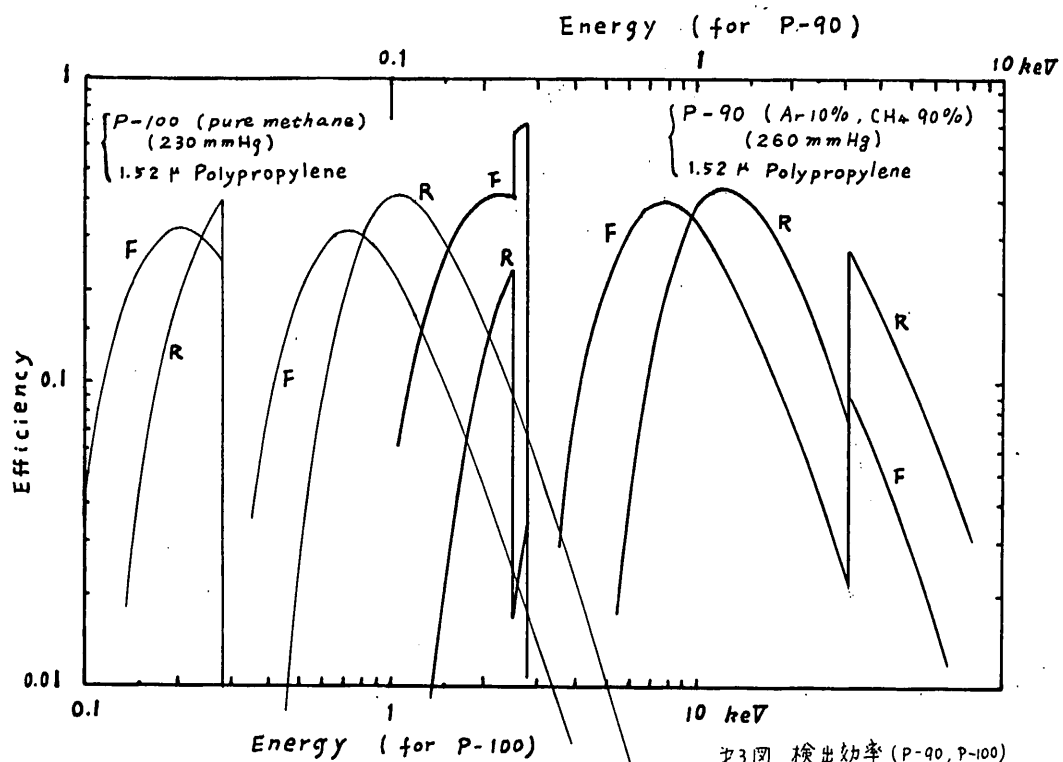


図3 検出効率 (P-90, P-100)

けて測定領域に入るようにしてある。

§4. ガス制御系

ガス系およびガス制御系はガス容器、減圧弁、電磁弁、ガスアンピリカルコネクター、圧力計、制御回路からなり、図4に示す。

ガス容器の容量は900ccで150気圧のメタン又はメタンとA. Xeの混合ガスを充填する。容器の圧力は半導体圧力計で測定しHKを通して監視されている。ガスは手動弁、減圧弁を通り、ソレノイドバルブによってカウンタに供給される。動作チェックの時にはガスアンピリカルコネクターを通して外部から供給してカウンタを動作させる。

カウンタ内のガスの圧力はガス増巾率が一定となるように、すなわち密度が一定になるように制御される。これには差圧計を用いる。金属ダイヤグラムの差圧計の片側をreference volume (一定圧の密封ガス容器)につなぎ、もう一方をカウンタに接続する。差圧によるダイヤグラムの変位はコンデンサーの容量の変化として検出する。

100 KHzの交流信号を電極に加え、コンデンサーで分割された信号を増巾し、同期整流して変位に応じた直流電圧を得る。この電圧が設定値以内におさまるようにFill-valve又はLeak-valveを動作させる。電磁弁の動作はsub-frame信号(6秒毎)に同期して行う。カウンタの数は4個であるので一個のカウンタについては4 sub-frame (24秒)に一回動作する。差圧計の他に半導体圧計を用いた絶対圧計もそなえていて絶対圧を測定している。絶対圧信号は圧力のモニターの他に、①打上げ初期におけるガスの充填、②カウンタ窓が破損した時のガスの無駄な消耗を防ぐ保護回路、③差圧計が故障した時の代りの制御信号として使うことができる。保護回路のdisable, enable および制御を差圧にするか絶対圧にするかはいずれもPI コマンドにより設定することができる。またPI コマンドによりガスの圧力設定値を三段階に切換えることができる他、強制的にガスをleakさせることができる。強制leakが設定されると4 sub-frame 毎に約1秒間リーク弁が開く。

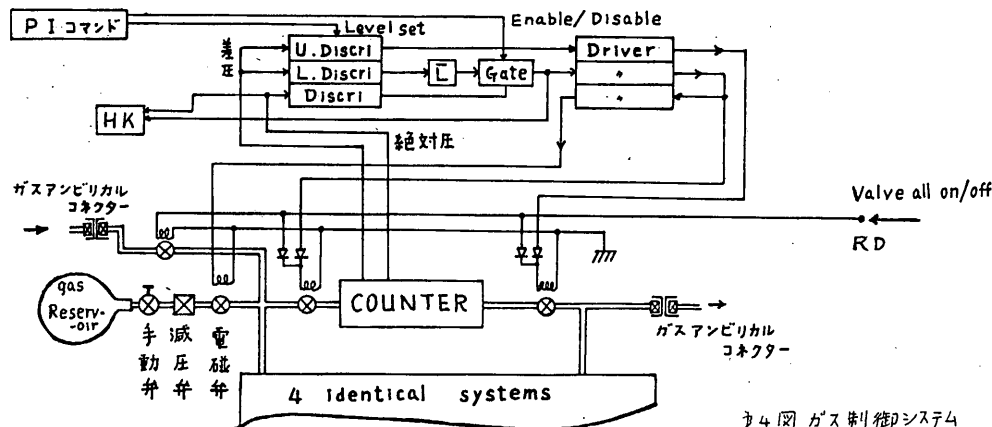


図4: ガス制御システム

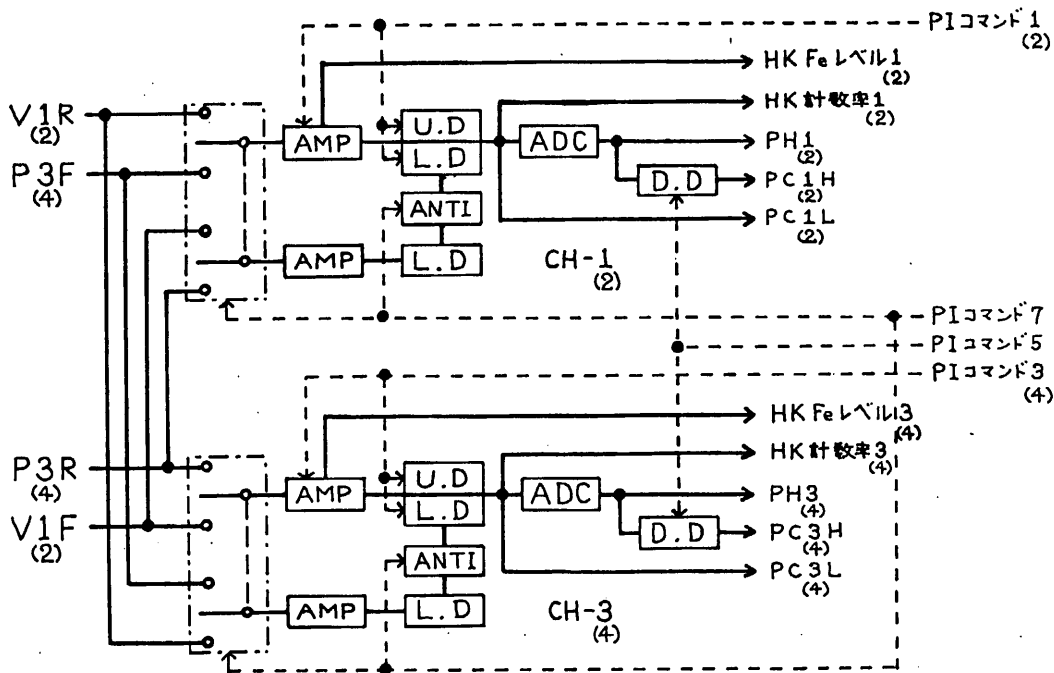
§5. パルス処理系

カウンターからの信号は入力切換によって前段(F), 後段(R)のどちらを観測するかを送ることができる。このブロック図を第5図に示す。信号は増巾された後上限のディスクリ(U.D)および下限のディスクリ(L.D)で制限された振巾の信号を送びそのカウント数(パルスカウントPC)および、パルス高(1bチャンネルPH)をデータプロセッサ(DP)へ送る。デジタル出力にはデジタルディスクリ(DD)が附属していて、この設定値(1~15)より大きい時(等しい場合も含む)にのみカウント(PC-H)される。注意すべきことはPC-LはAD変換器が動作中(ADC-Busy)による禁止回路が入っていないが、PC-Hには禁止回路が入っていることで計数率が高い時に補正を要する。

PI コマンドによりLDレベルとUDレベルは4段階の切換ができ、デジタルディスクリ(DD)は1~15のレベルに設定できる。また入力の切換、同一カウンターの前段(F), 後段(R)による反同時計数ゲートをかけるかかけないか、などはPI コマンドにより指定することができる。

キャリアレーション信号(Cal)が入ると増巾器のゲインが下り、それまでUD以上に飽和していた Fe^{55} (5.9 KeV) の信号が測定領域へ入り、PHモードとなってそのパルス波高分布が得られる。

PCとPHのデータフォーマットの詳細は「CORSA-b 搭載用データ処理装置(DP)」を参照されたい。但しここでは時間分解能について記述しておく。



第5図 カウンター 切換系統図

記号の説明

- PC 1, PH 1: V X V-1 ---- スピン軸と直角方向のカウンター No. 1.
 PC 2, PH 2: V X V-2 ---- スピン軸と直角方向のカウンター No. 2.
 PC 3, PH 3: V X P-3 ---- スピン軸方向のカウンター No. 1.
 PC 4, PH 4: V X P-4 ---- スピン軸方向のカウンター No. 2.

各データの時間分解能は次表の通りである。

表1 V S X データの時間分解能

	リアルデータ	プレイバックデータ	備 考
PC 1-L PC 2-L	11.7ミリ秒	93.6ミリ秒	8ビットスケーラー
PC 1-H PC 2-H	23.4ミリ秒	187.2ミリ秒	"
PC 3-L,H PC 4-L,H	46.9ミリ秒	375.2ミリ秒	"
* PH 1 4	5.86ミリ秒/パルス	46.9ミリ秒/パルス	4ビットパルスハイト

* S Y N C, H K, 共通データが入りにむいため 等間隔ではなく
 この時間の2倍になるワードが17レムに各々2回ある。

§ 6 . H K 項目

測定系が正常に動作しているかどうかを監視するため次の項目をHKデータとして測定している。

1) V S X 1 (F23); 高圧及びガス圧モニター

二個の高圧 (H V-1, H V-2) の出力電圧及びポンベ内ガス圧を2個のI D マーク (フルスケール) と共に、表2のようにS F ごとに切換え5 S F サイクルで出力する

2) V S X 2 (F24); カウンター内圧モニター

各カウンターの絶対圧計出力を、5 S F に1回の割合で測定 (各絶対圧計は5 S F に1回、S F の先頭から3秒間ブリッジが励起される。) 4本のカウンター各々からの出力は、表2のようにS F ごとにきりかえられる。

3) V S X 3 (F25); Fill-valve 動作回数

各カウンターに備えつけられたFill valveの動作した回数をスケーラーで数え、D A を行つて出力としている。スケーラーのFull count は127である。4個のFill valve 各々の動作回数を表2のように5 S F サイクルで出力する。

4) V S X 4 (F26); Fe^{55} (5.9 KeV) ソースのパルス波高モニター

各カウンターに備えつけられた Fe^{55} (5.9 KeV) ソースによるパルスを増巾器の一段目からとり出し、そのピークをホールドして出力としている。出力は表2のように

表2 VSX-HK データ

1) REAL DATA (DR OFF時)

項 目			内 容					備 考
名 称	Frame	Word	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	
VSx1	23	32	HV-1	ガス 一次圧	HV-2	ID電圧	ID電圧	ID電圧は フィルタール
VSx2	24	"	V-1 ガス圧	V-2 ガス圧	P-3 ガス圧	P-4 ガス圧	P-4 ガス圧	
VSx3	25	"	V-1バルブ 動作回数	V-2バルブ 動作回数	P-3バルブ 動作回数	P-4バルブ 動作回数	P-4バルブ 動作回数	
VSx4	26	"	CH-1 Feレベル	CH-2 Feレベル	CH-3 Feレベル	CH-4 Feレベル	CH-4 Feレベル	
VSx5	27	"	CH-1 計数率					
VSx6	28	"	CH-2 "					
VSx7	29	"	CH-3 "					
VSx8	30	"	CH-4 "					

2) DR DATA

項 目			内 容				
名 称	Frame	Word	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5
VSx1	23	32	HV-2	HV-1	ID電圧	ガス 一次圧	ID電圧
VSx2	24	"	P-4 ガス圧	V-2 ガス圧	P-4 ガス圧	P-3 ガス圧	V-1 ガス圧
VSx3	25	"	P-4バルブ 動作回数	V-2バルブ 動作回数	P-4バルブ 動作回数	P-3バルブ 動作回数	V-1 動作回数
VSx4	26	"	CH-4 Feレベル	CH-2 Feレベル	CH-4 Feレベル	CH-3 Feレベル	CH-1 Feレベル

・ VSx5～8 及び ID 電圧については REAL DATA と同様である。

3) REAL DATA (DR ON時)

・ DR ON時には、VSx1～4については DRの5SFサイクルで DR DATA と同時に、データが切りかえられる

・ データの読み出し位置は次のようになり、REAL ISFの中で8回同じデータが読み出される。

項 目	REALSF No	Frame	Word
VSx1	3	56～63	32
VSx2	4	0～7	"
VSx3	4	8～15	"
VSx4	4	16～23	"
VSx5	4	24～31	"
VSx6	4	32～39	"
VSx7	4	40～47	"
VSx8	4	48～55	"

・ REAL SF No. とは DRのISF先頭から REAL SFに1,2,……8とNo.をつけたものである。

5SFサイクルで切り換えられ、4つの出力はパルス処理システムに入力切換で接続されているカウンタにそれぞれ対応する(第5図カラー切換系統図参照)。

5) VSX 5 (F27) ~ VSX 8 (F30)

4つのパルス処理系に入力切換で現在接続されているカウンタからのパルスカウント数を測定する(第5図カラー切換系統図参照)。出力は、non resetであるため1SF前のデータとの差がそのSFの間に計数したカウント数となる。この4つのHKデータは、(1)~(4)のHK項目と違い出力切換はない。

以上のHK項目のうちVSX1~4のデータ切り換えはframe resetに同期していないためID電圧を基準として読み出さなければならない。又、その5SFサイクルは、DRON/OFFで異なるので表2を参照されたい。

表3 VSX-PIコマンド

機器指定			動作状態 (OS)							
DEVICE		内容	0	1	2	3	4	5	6	7
0	0000	VSX-HV	<div></div>		<div></div>		HV-1 LEVEL 00:1(L) 01:2 10:3 11:4		HV-2 LEVEL 00:1(L) 01:2 10:3 11:4	
1	0001	VXV-1					GAIN		LOWER DISCR	
			00:1(L)		00:1(L)		00:1(L)		00:1(L)	
2	0010	VXV-2	01:2		01:2		01:2		01:2	
3	0011	VXP-3	10:3		10:3		10:3		10:3	
			11:4		11:4		11:4		11:4	
4	0100	VXP-4								
5	0101	D-DISC LEVEL	CHANNEL指定 00:CH-1,01:CH-2 10:CH-3,11:CH-4			DIGITAL DISCR LEVEL 0000 ~ 1111			<div></div>	
6	0110	GAS CONTROL	VXV-1 REL/ABS SAFETY 0:ABS 0:OFF 1:REL 1:ON		VXV-2 REL/ABS SAFETY 0:ABS 0:OFF 1:REL 1:ON		VXP-3 REL/ABS SAFETY 0:ABS 0:OFF 1:REL 1:ON			
7	0111	INPUT CONTROL	CH-1 COUNTER ANTI.G. 0:P3F 0:ON 1:P3R 1:OFF		CH-2 COUNTER ANTI.G. 0:P4F 0:ON 1:P4R 1:OFF		CH-3 COUNTER ANTI.G. 0:V1F 0:ON 1:P3R 1:OFF		CH-4 COUNTER ANTI.G. 0:V2F 0:ON 1:P4R 1:OFF	

・下線部が initial set 状態である。なお D-Disc レベルは initial set は行われない (電源投入のたびに設定が必要)

§7. PI コマンド

VSX 関係の PI コマンドは表3にまとめてある。細かい内容は以下のようである。

1) 高圧設定

device address 0(0000) OS-4,5 によってHV-1の電圧を4段階に設定できる。同様にOS-6,7によってHV-2を制御する。

2) ゲイン, L.D., U.D. レベル設定

device address 1(0001)～4(0100)によってパルス処理系4チャンネルそれぞれを制御する。OS-0,1によって増巾器ゲインを4段階 OS-2,3によってLower Discrilevelを4段階, OS-4,5によってUpper Discrilevelを4段階にそれぞれ設定できる。

3) チャンネル切りかえ

device address 7(0111) OS-0, 2, 4, 6によってカウンタ4本×rear/front 2系統、計8系統のカウンタ出力を4チャンネルのパルス処理系にどう出力するかを設定する(75図カウンタ切替系統図参照)。

4) ANTI. ON/OFF

device address 7(0111) OS-1, 3, 5, 7によってパルス処理系4チャンネルそれぞれのANTIゲートON/OFFを設定する(75図カウンタ切替系統図)。

5) ガス圧制御

カウンタ内圧力は、差圧計出力絶対圧計出力のいずれかで制御する。

device address 6(0110) OS-0, 2, 4, 6によってカウンタ4本それぞれを差圧制御するか絶対圧制御するかを設定する。

6) 安全ゲート ON/OFF

予期せぬ事故あるいはX線入射窓用薄膜の劣化によってガスのリーク量が、大巾に増加し、圧力があるレベル以下になってしまった時、ガスの浪費を防ぐためFill動作を禁止するのが安全ゲートである。device address 6(0110) OS-1, 3, 5, 7 によってカウンタそれぞれの安全ゲートON/OFFを設定する。

7) ガス圧設定

絶対圧制御の時は device address 1(0001)～4(0100) OS-6,7 によってカウンタ4本それぞれで4段階のガス圧力を設定できる。ただし設定値1(ビット; 00)が設定された時は絶対圧制御/差圧制御にかかわらず圧力は真空に設定される。

§8 コマンド







VSX 関係のコマンド及びそれによる VSX 各部、各論理の動作は表4に示した通りである。

表4 VSX関係コマンドとVSX各部各論理の動作

コマンド				HVI		HV2		パルス 処理系		メモリ系 ガス制御系		BUS 電源		RMC		DNC		PSM		INITIAL SET
No.	AD	EX	項目名	ON	OFF	ON	OFF	ON	OFF	ON	OFF	ON	OFF	ENA	DIS	ENA	DIS	ENA	DIS	
119	14	14	PI-ALL-OFF	→		→		→		→		→								
111	14	6	VSX-ON					←		←								→		
95	13	5	VSX-OFF					→		→		→								0 ^(*)
35	9	5	VSX-A-OFF					→												
96	13	6	HV-1-ON	←										→		→				
97	13	7	HV-2-ON			←								→		→				
36	9	6	HV-ALL-OFF	→		→														
66	11	6	VSX-HV-OFF	→		→														
65	11	5	VSX-BUS-ON									←								
67	11	7	VSX-BUS-OFF									→								
68	11	8	VSX-RMC- ENABLE											←						
74	11	14	DNC-ENABLE													←				
112	14	7	VSX-PSM- ENABLE															←		
110	14	5	VSX-PSM- DISABLE															→		
109	14	4	VSX- INITIAL SET																	0

(*)すでにメモリ系・ガス制御系ONの時は初期化は行われない。

表5 節電コマンド・DR制御コマンドによるパルス処理部の動作

節電モード	DR 制御モード	DPコマンド項目		VSX-パルス処理部		備 考
				ON	OFF	
節電中	AUTO	REPRODUCE-ON				再生開始でON 10分後 OFF
		INITIAL-SET				左記コマンドでON 12.8分後 OFF
		PSAVE	REC中	○		節電中でも DR記録中はON
	-STOP	停止中			節電解除	
	MANUAL	PSAVE-STOP				節電解除
節電 解除中	AUTO	PSAVE	REC中	○		DR記録中は影響を受けない
		-START	停止中			節電開始
	MANUAL	PSAVE-START				節電開始

§9. 電源系

V SX各部は高圧1, 高圧2 パルス処理系, メモリ系・ガス制御系, BUS電源の5つの電源系にわけられる。これらはコマンドにより表4のようにON/OFFをすることができる。なおPIコマンドによる各部の設定はメモリ系・ガス制御系の電源によって維持され、他の電源系のON/OFFによって設定値が失われることはない。

パルス処理部はDPの節電コマンド及びDR制御コマンドによって影響を受ける。これらのコマンドによって、パルス処理部は、パルス処理部ON, VSX-PSM-ENABLE状態の時のみ、表5のように動作する。

高圧部は、次の2つの場合自動的にOFFされる。

1) Radiation Monitor Control (RMC)

衛星が放射線帯の強い影響を受ける領域にはいると、カウンターはその影響を受け、劣化の可能性がある。そのためHDXのカウント数があるレベルをこえると、RMCフラッグがたち、HV-ON, VSX-RMC-ENABLE状態の時には高圧は自動的にOFFされる。

2) Day-Night Control (DNC)

太陽からは大量の超軟X線や紫外線が放射されており、高圧電源を入れたままにしておくと大きな計数率となり、VSX-カウンターの劣化の原因となる。そのためSAS信号が48秒間に2回以上放射されると、昼と判定しHV-ON, VSX-DNC-ENABLE状態の時には高圧は自動的にOFFされる。

§10. 高圧電源

高圧電源はMatrix社製のW0型と少し変更したもので、その仕様は以下の通りである。

1. 入力電圧 12V \pm 5% (-50Vから+30Vまでの保護回路)
2. 消費電力 200mW(負荷なし) 250mW(20 μ A)
3. サージ 100mA 1秒以下
4. きざみノイズ 25mV P-P(1 Ω に対し)
5. 出力 四個の出力端子と二個のリターン端子
6. 出力電圧 1800~3200V 可変
7. 出力抵抗 三個は180M Ω -一個はなし
8. リップル 0.5V 以下
9. ライン及びロードレギュレーション 0.1%以下
10. 長期安定度 1%/year 以下
11. 温度変化 0.1%以下(-40~+70 $^{\circ}$ C)
12. 出力電圧のコマンドによる変更 コマンド入力端子に外付け抵抗の切換えによる
13. トランジェント、 上記切換えに際して最高電圧を越えないこと

14. 形状、重量等 形状 W0型 (第6図)

重量 250g

仕上り 黒アルマイト

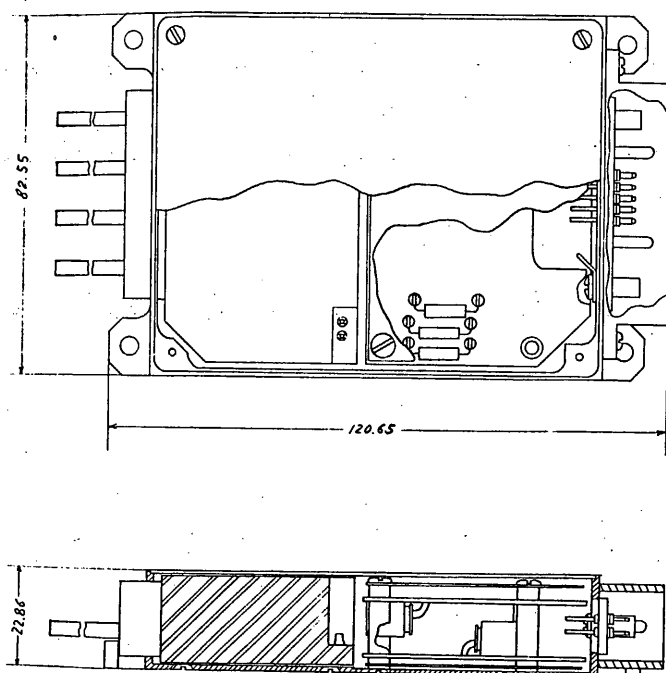
15. 保存温度 $-50^{\circ}\text{C} \sim +90^{\circ}\text{C}$

16. 動作温度 $-40^{\circ}\text{C} \sim +70^{\circ}\text{C}$

17. 振動 サイン波30g, 50~2000HZ ランダム0.03g²/HZ, 20~2000HZ

18. 気圧 1気圧 $\sim 10^{-8}$ Torr

同じ型の高圧電源がSFX(2個) HDX(1個)にも用いられ(VSX(2個))とあわせて総数は5個である。



第6図 高圧電源概要図

1-2 X線の観測 (SFX, HDX)

— 軟X線および硬X線の観測計画 —

東大宇宙研 小田 稔 松岡 勝
小川原嘉明 村上 敏夫
阪 大 理 宮本 重徳
立 大 理 吉森 正人
明 星 電 気 (株)

§1 序

CORSA-b 衛星に搭載されるX線観測装置はその観測するエネルギー範囲及び検出器の違いにより超軟X線 (VSX), 軟X線 (SFX), 硬X線 (HDX) の3種類の装置に分けられる。これらは相互に相補って観測の目的を達成するものであり、観測装置もこの3種の観測に関し基本的に共通なところが多い。しかし、実際の観測器は取扱うエネルギー範囲が違うため原理、諸規格が異なったものになる。

以下、前項の“超軟X線の観測”につづいて、軟X線および硬X線の観測について詳しく述べる。

§2 観測の目的

X線天文学は1970年と1975年に打ち上げられた人工衛星UHURU, SAS-3によって大きな成果を得た。又1977年には大型X線天文学衛星HEAO-Aが打ち上げられ順調に運用されている。そこでSFX/HDXではCORSA-bを1979年に打ち上げられるX線観測衛星として十分に意味のある観測ができるように、主な観測目的を次のように定めた。

(i) X線バースト源の探索及びモニター

(ii) X線新星の探索，位置決定

(iii) X線源の短時間から長時間にわたる時間変動の観測

(iv) 広いエネルギー範囲でのX線源のスペクトル観測

(i)項のX線バースターとは数秒～数10秒程度、大変明るく輝くX線源である。短時間な現象ゆえに位置を決定することは従来の衛星では困難であった。

CORSA-bではモジュレーションコリメータを使用することにより、これらバースターの発生位置を精度高く決定することを目的としている。

(ii)項のX線新星はバースターに比べ数時間～数ヶ月の比較的長い時間輝くものでその起源はバースターと異っていると考えられている。これら新星の発見，位置の決定，時間変化を観測することを目的とする。

(iii)項の目的は従来既に知られているX線源（代表的なものとしてCygX-1，CenX-3等）の多くは短いパルスの時間変動から数日～数ヶ月に及ぶ長いスケールでの強度変動をしている。これらの変動を追うことによりX線の発生メカニズムを追うことができる。

又、(iv)項の目的のようにCORSA-bではVSX-SFX-HDX検出器を同時に使用することにより0.2Kev～100Kevに渡って先に述べたX線源のスペクトルを観測することができる。広いエネルギーでX線源を調べることにより、X線の発生メカニズムについて考察することができる。

(i)～(iii)項にみられるように大型天文衛星にとって不向きな短時間現象を、小型天文衛星

の機動性を利用して行うことを考える。

§ 3 コリメータ及び検出器

SFX/HDXで用いられるコリメータ及び検出器の諸規格を表1, 図1に示す。

CMC 1, 2, FMC 1は共に2層のすだれコリメータを用いたX線望遠鏡で共にスピンの軸の方向に視野を持つ。

CMC 1, 2はそれぞれ同一視野, 同一ピッチのコリメータで構成されており、コリメータの位相のみが 180° 異ったように配置される。このためCMCは1と2を加え合せることによりすだれコリメータの透過関数とは無関係なカウントを得ることができ、時間変動の強いX線バーストでもすだれコリメータによるカウントの変化を推定でき、これにより天球上のX線源の位置を決定することができる。決定精度はCMCシステムで $0.5^\circ \sim 1.0^\circ$ と予想される。

FMCはCMCとは異なりFMC 1のみにすだれコリメータを使用し、FMC 2はスラツコリメータを採用する。スラツコリメータにより時間変動を追い、FMC 1のすだれコリメータで数分角の位置決定を行うものである。又このFMC 1は既存のX線源を使用して高い精度で衛星の姿勢を決めるためにも使用される。

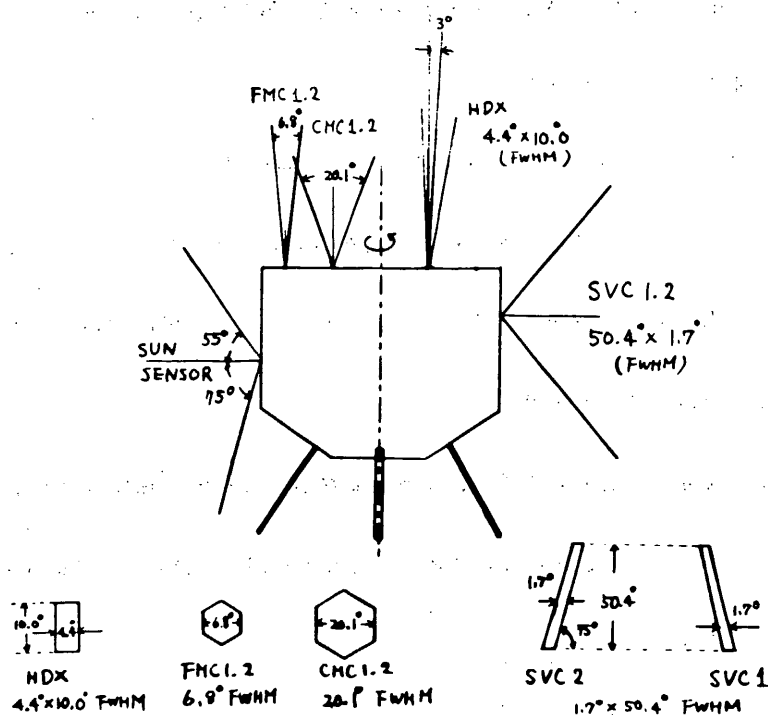


図1 CORSA-6 観測器の概略

検出器 規格	CMC 1.2 Coarse M.C.	FMC 1 Fine M.C.	FMC 2 Slats	SVC 1.2 Soft Vertical	HDX Hard X-ray
型 式	ガス比例計数管	ガス比例計数管	ガス比例計数管	ガス比例計数管	シンチレーション
個 数	2	1	1	2	1
窓 材	Be 50 μ	Be 50 μ	Be 50 μ	Be 50 μ	Be 250 μ
ガス組成 (結晶)	Xe + N ₂ + CO ₂ 752 + 67 + 17 mmHg	Xe + N ₂ + CO ₂ 752 + 67 + 12 mmHg	Xe + N ₂ + CO ₂ 752 + 67 + 12 mmHg	Xe + N ₂ + CO ₂ 752 + 67 + 12 mmHg	NaI(Tl)
深さ(厚さ)	23 mm	23 mm	23 mm	23 mm	3 mm
有効面積	各 ~ 77.5 cm ²	~ 53.5 cm ²	~ 107 cm ²	各 ~ 37 cm ²	~ 57 cm ²
エネルギー範囲	1 ~ 30 Kev	1 ~ 30 Kev	1 ~ 30 Kev	1 ~ 30 Kev	10 ~ 100 Kev
コリメータ視野 FWHM	20.1°	6.8°	6.8°	1.7° x 50.4°	4.4° x 10.0°
M.C. のレック	4.7°	0.5°			

M.C. ; Modulation Collimator

表1 SFX/HDX 検出器規格

SVC 1, 2 は CMC, FMC が特定の X 線源を観測している時、それと直交する大円上をスピンによって走査するものである。

コリメーターは衛星の子午線に対して $\pm 15^\circ$ 傾いた方向に視野を持っている。

図 1 に示すように 2 枚の SVC 型検出器の視野の傾きの方向を逆にしておくことにより、X 線新星が出現した場合その位置を決定することができるし、又逆に既知の X 線源を使用して粗い衛星の姿勢を出すこともできる。

これらの検出器の視野方向と太陽姿勢計、地平線姿勢計との視野関係は図 2 に示す。

CMC, FMC, SVC 検出器はいずれもガス比例計数管を用い、ほぼ $1 \sim 30 \text{ keV}$ のエネルギー域をカバーできる。

HDX 検出器は $4.4^\circ \times 10.0^\circ$ のスラットコリメーターを用い、視野の中心はスピン軸に対し 3° 傾いている。このような配置にしておくこととスピンによって X 線源が視野の中心に近づいたり遠ざかったりするので、周期的な観測をしながら常にバックグラウンドとの比較ができる。HDX 検出器は NaI (Tl) シンチレーションクリスタルが使用され、 $10 \sim 100 \text{ keV}$ までの広いエネルギー域をカバーできる。CMC, FMC, SVC, HDX 検出器の外観図を図 3～図 6 に示す。

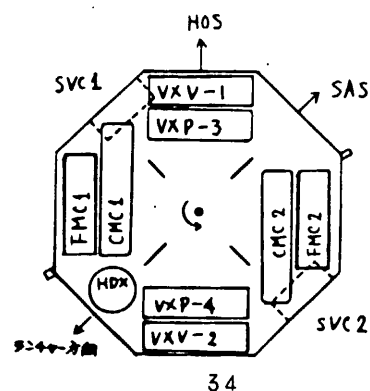


図 2 検出器配置図
(Top View)

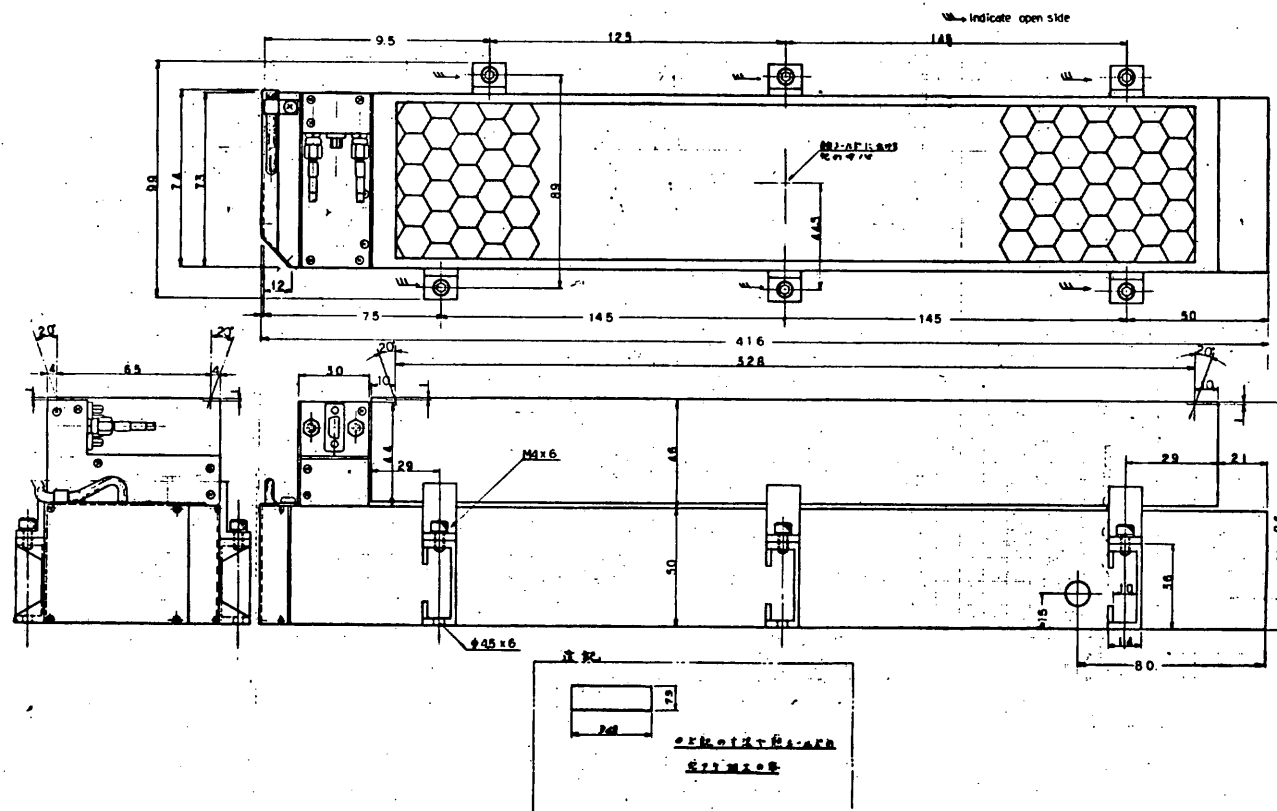


図3 CMC 外觀図

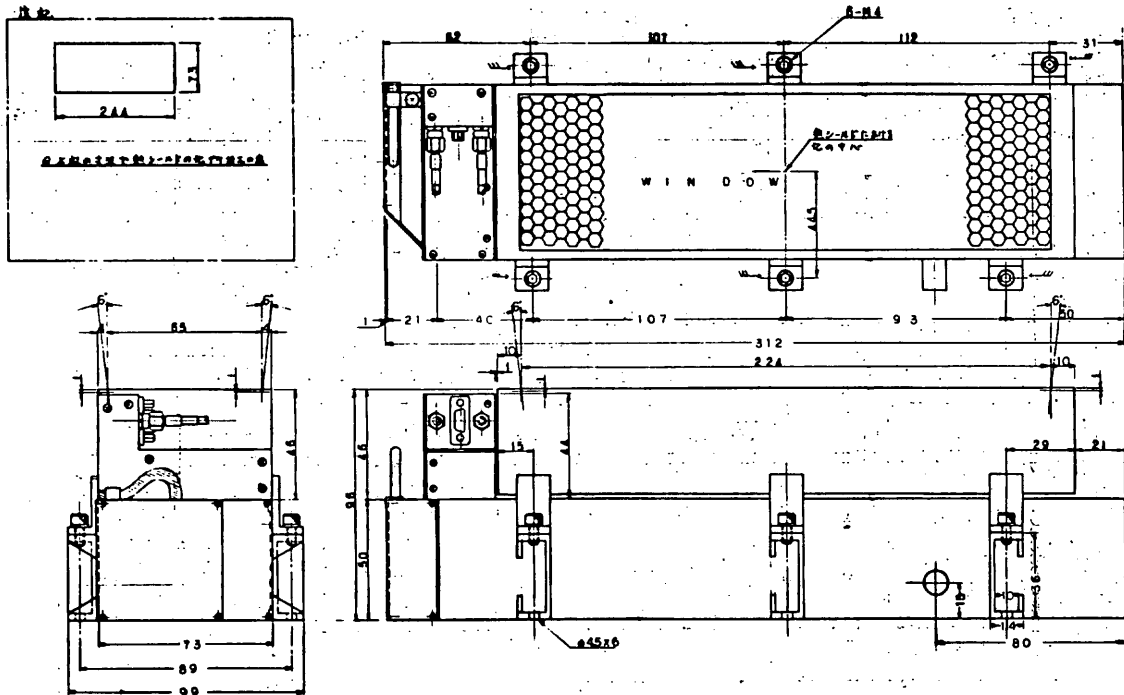
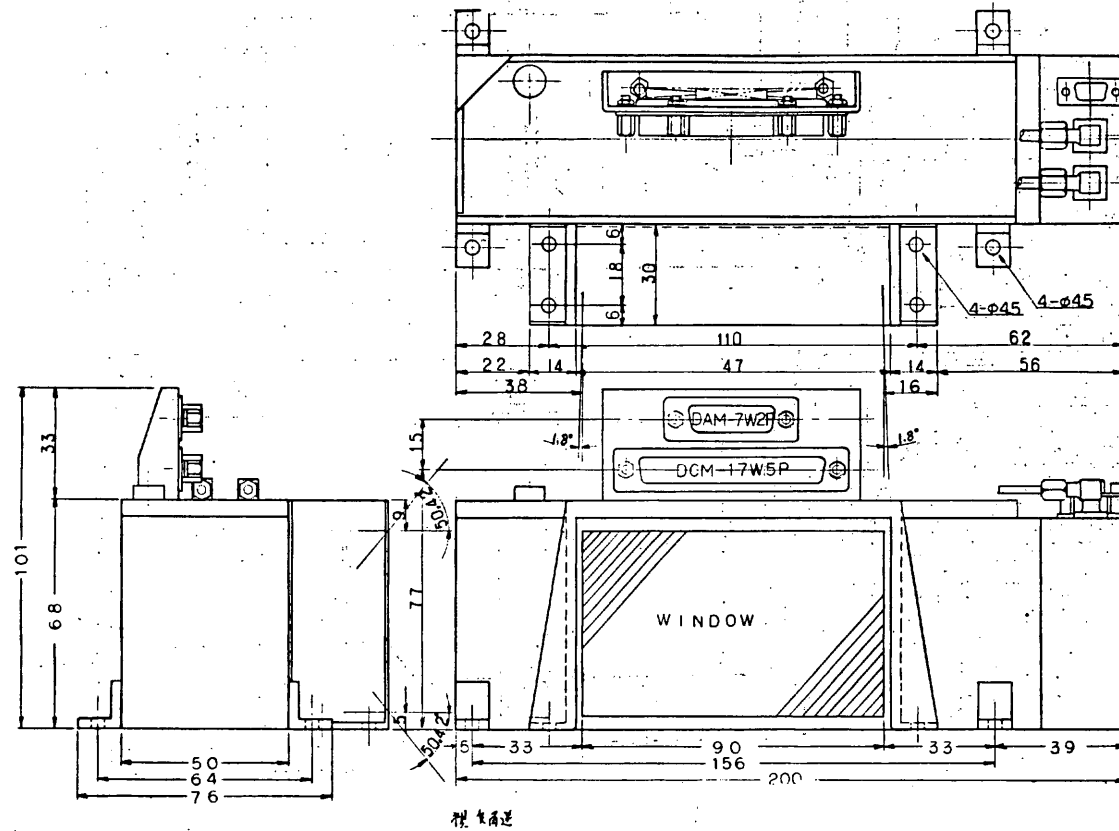


図 4 FMC 外観図



注記.
IXS1or3 → DCM-17W5P
IXS2or4 → DAM-7W2P

図5 SVC 外観図

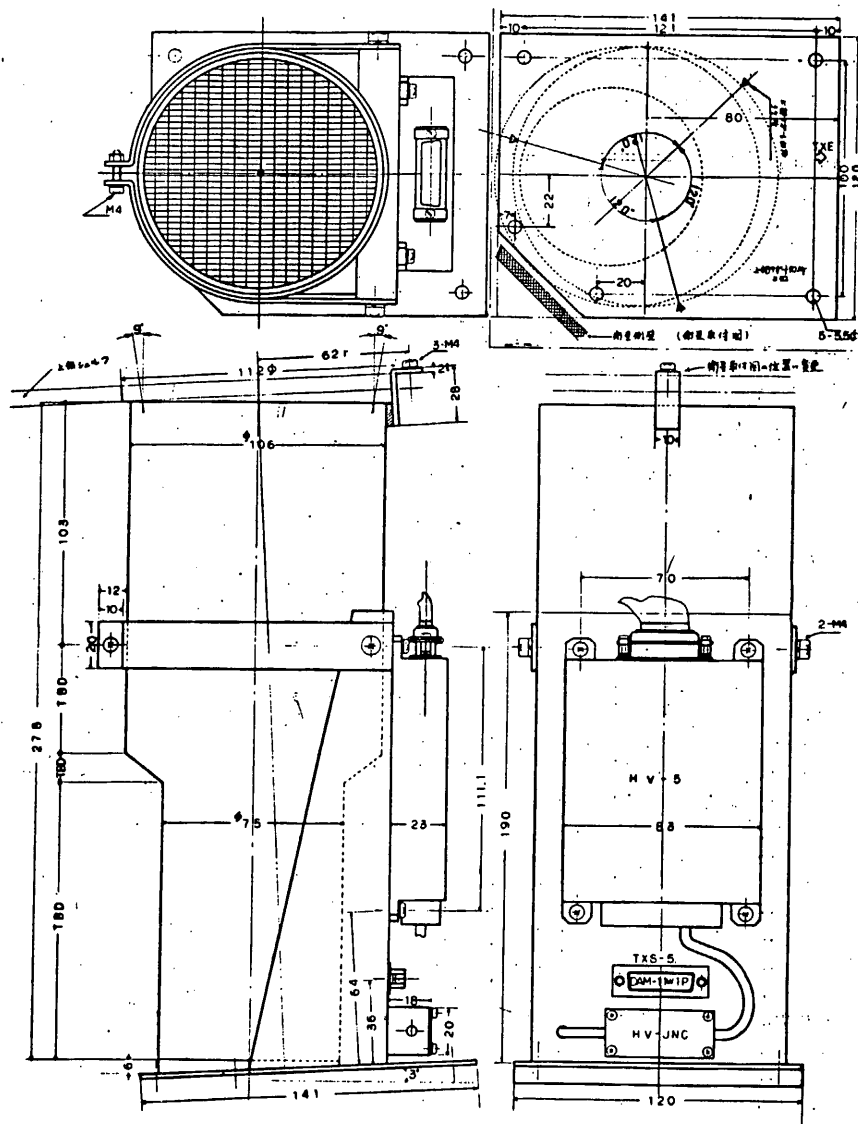


图 6 HDX 外觀圖

§4 検出器の感度

SFX, HDX 検出器系は HDX のコリメーターを無視すると $1 \sim 300 \text{ keV}$ までの観測が可能である。一方 VSX の検出器系とはエネルギー領域が重っており全体として $0.1 \text{ keV} \sim 300 \text{ keV}$ までのエネルギー範囲をカバーできる。

SFX, HDX 検出器の検出効率を図 7 に示す。面積, 窓材, ガス等の諸規格は表 1 に示す。

この様な検出器を使用して観測を行った場合、どの程度の時間でどのような観測が可能か 2～3 の場合について考えてみる。

§2-(ii)項の新星を CMC 1, 2, 2 台でその存在を統計的に $99.7\% (3\sigma)$ の確かさに確認するために必要な時間を $T_{3\sigma}(\text{CMC } 1+2)$ として表 2 に示す。 $T_{3\sigma}(\text{FMC } 2)$ は同じことを FMC 2 のスラットコリメーターで行った場合を示す。ほぼ 1 秒で $1/100$

SCOX 強度の X 線源の出現を検出できる。

SVC で同様のことを行った場合の例を表 3 に示す。

表に示したものはそれぞれの強度の X 線源を実際に SVC の検出器の視野の中心に捕捉していなければならない時間である。スピンによる 1 回のスキャンが 2.2 秒であるから SCOX の $1/10$ 以下の強度の X 線源は多数回のスキャンが必要になり、実質的観測時間はもっと長くなる。その推定値を表 3 中 () の中に示した。

SVC では約 1 日分 (8.64×10^4 秒) のデーターを集積すると SCOX の $1/1000$ の強度の X 線源まで検出できる。

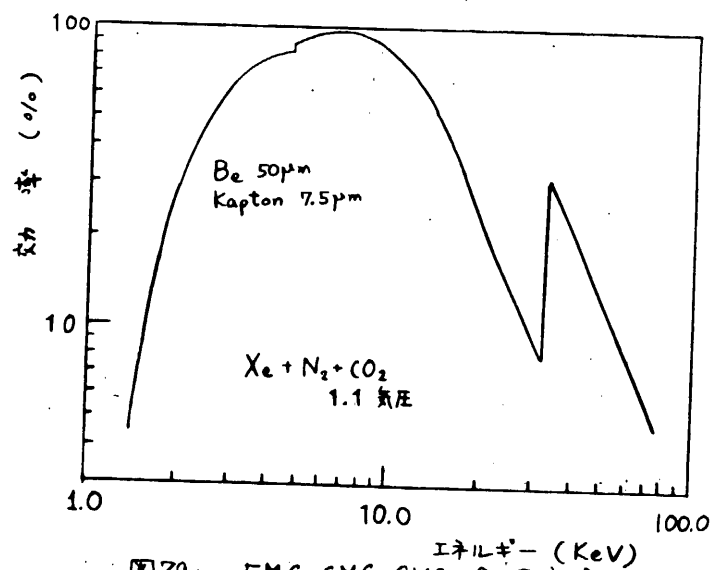


図7a FMC, CMC, SVC 検出器効率

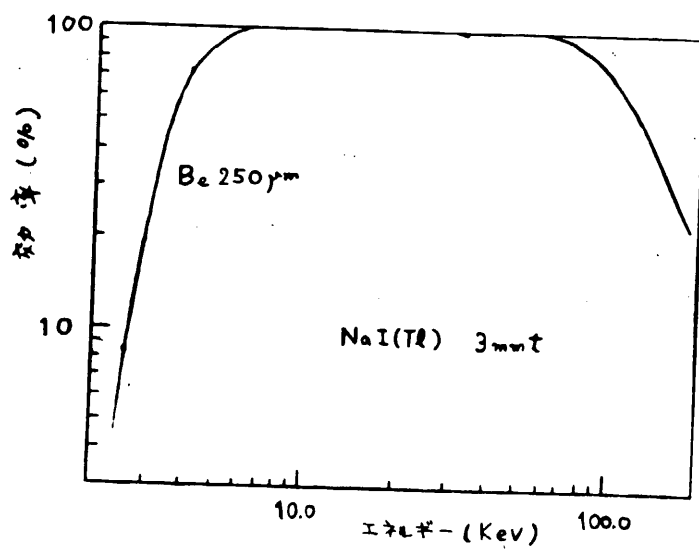


図7b HDX 検出器効率

X線源強度(c/s·cm ²)	T _{3σ} (CMC1+2)	T _{3σ} (FMC2)
SCOX (~20)	3.4×10^{-3} sec	4.5×10^{-3} sec
$1/10$ SCOX (~2)	5.2×10^{-2}	5.0×10^{-2}
$1/100$ SCOX (~0.2)	2.3	1.1
$1/1000$ SCOX (~0.02)	$\sim 2 \times 10^2$	$\sim 7 \times 10$
$1/10000$ SCOX (~0.002)	$\sim 2 \times 10^4$	$\sim 6.5 \times 10^3$

表2 CMC1+2, FMC2 1=β3 X線源検出に必要の観測時間

X線源強度(c/s·cm ²)	T _{3σ} (SVC)
SCOX (~20)	1.4×10^{-2} (Sec)
$1/10$ SCOX (~2)	2×10^{-1}
$1/100$ SCOX (~0.2)	9 (1×10^3)
$1/1000$ SCOX (~0.02)	7×10^2 (9×10^4)
$1/10000$ SCOX (~0.002)	7×10^4

表3 SVC 1=β3 X線源検出に必要の観測時間
()内は SPIN E 基準した実際の観測時間

§ 5 処理系ブロックダイアグラム

SFX, HDX は合計 7 ケの検出器に対し 7 ケの信号処理系と RMC (Radiation Monitor Control) 処理系が用意されている。

回路系 № 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, RMC である。(RMC は RMC の章を参照のこと)

これらの回路のうち SFX の回路系は基本的には全く同等で夫々の X 線のカウント数 (検出信号; PC) とそのパルスの高さ (エネルギー; PH) が測定できる。

HDX の回路も同様に PC, PH を測定するが回路構成はセンサーの違いで若干異っている。SFX, HDX 処理系のシステムブロック図を図 8 a と図 8 b に示す。

処理系は TXE I と TXE II にグループ別けされている。

TXE II とは № 10, 11 のデータ処理部のみを言う。

TXE I とは № 5, 6, 7, 8, 9 処理部及びセンサーのアンプを言う。

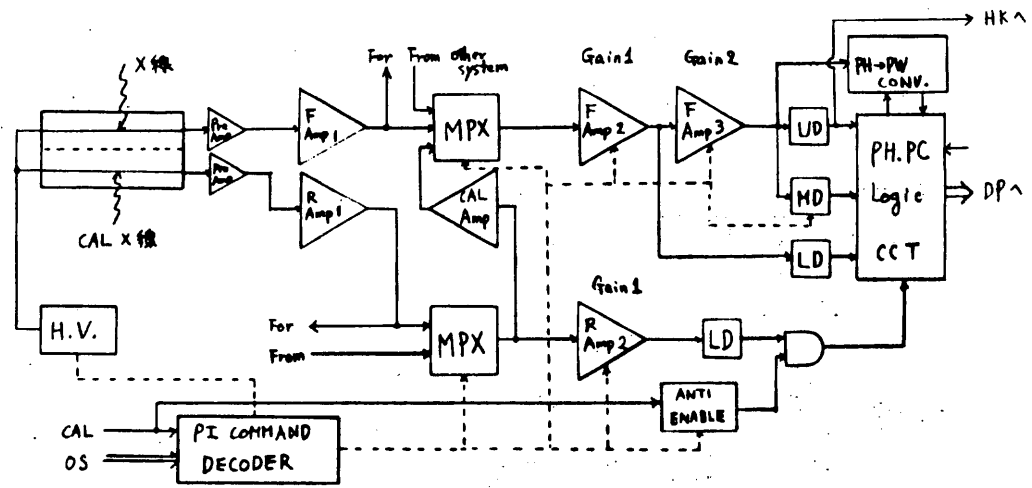


図 8a システムブロック図 SFX

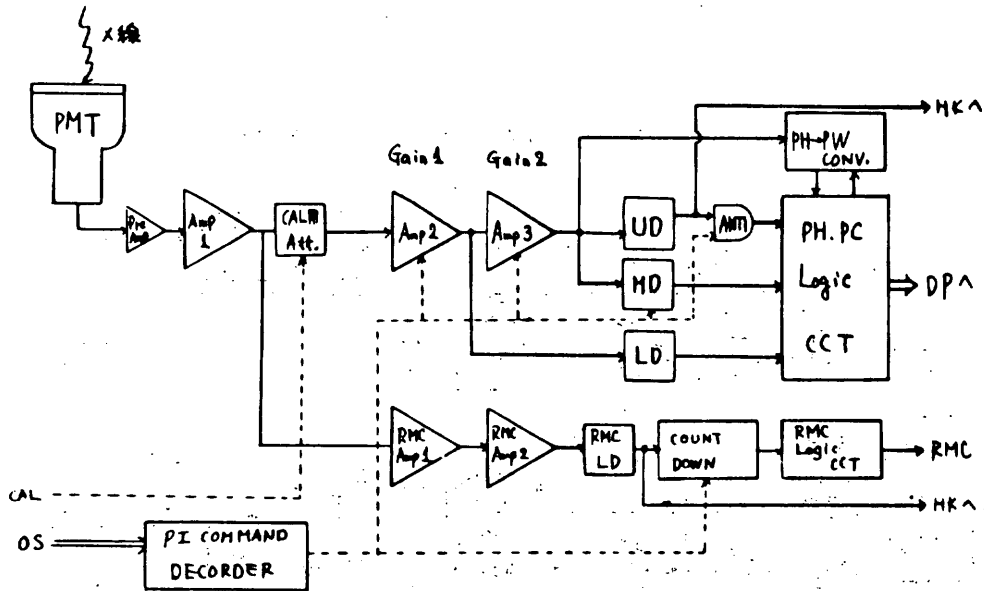


図 8b ミスラム ブロック図 HDX, RMC

§ 6. センサー切換とエネルギー範囲

各回路系と検出器との組合せは P I コマンドで換えられ、1つの回路はあらかじめ割り当てられた2個のいずれか一方を選んで接続することができる。

接続の組合せは図9に示す。図中二重線は標準的な接続を示し、実線はコマンドによって各処理系がそれぞれ独立に選べるもう1つの接続を示す。この機能により1つの検出器に2ケの信号処理系を接続することが可能であり（逆に1つの信号処理系に2つの検出器を接続することはできない）、接続した各回路系のエネルギー範囲を適当に設定することによって詳細なエネルギースペクトルの観測ができる。

又、極度に強いX線源の場合、カウント数をエネルギーバンド別に計測してテレメーター伝送容量からくる制約を逃げることも可能である。

エネルギー範囲は P I コマンドによってその測定範囲を表4に示すように8通り変化させることができる。

HDX のエネルギー範囲も SFX 同様に8通り変化が可能であり、エネルギースケールが10倍異っている。

後にテレメーター伝送フォーマットの項で述べるように P C モードの時、パルスカウンタデーターに P C LOW と High の選択が可能である。これはパルスカウントをエネルギーの低いものと高いものに2分して伝送するもので、その区分エネルギーが表④中に Middle disceri として示されている。Middle disceri の位置は P I コマンドによって3種類の選択が可能である。

表 4 にはその内 2 レベル L と M がエネルギー ; keV で表示されている。3 つめは Middle discr i を外すモードで表 4 には示していない。

(なお、センサーの選択、エネルギー範囲等の組合せと P I コマンドの関係は P I コマンドの項参照のこと。)

エネルギー範囲 (Kev)	Gain 1	Gain 2	O.S.			Middle Discr i		PH 分解能
			0	1	2	L	M	
1 ~ 30	x 9	x 1	0	1	1	12	18	1.9 KeV
9 ~ 30	x 1	x 9	0	0	0	12	18	1.9
3 ~ 10	x 3	x 9	1	0	0	4	6	0.6
1 ~ 3.3	x 9	x 9	0	1	0	1.3	2	0.2
0.8 ~ 24.5	x 11	x 1	1	1	1	9.8	14.7	1.5
0.8 ~ 2.7	x 11	x 9	1	1	0	1.1	1.6	0.17
3 ~ 90	x 3	x 1	1	0	1	36	54	5.6
9 ~ 270	x 1	x 1	0	0	1	108	162	16.8

表 4 観測エネルギー範囲と Gain 1, 2 Middle discr i の組合せ。
(但し、HDX はエネルギースケールを 10 倍すれば良い)

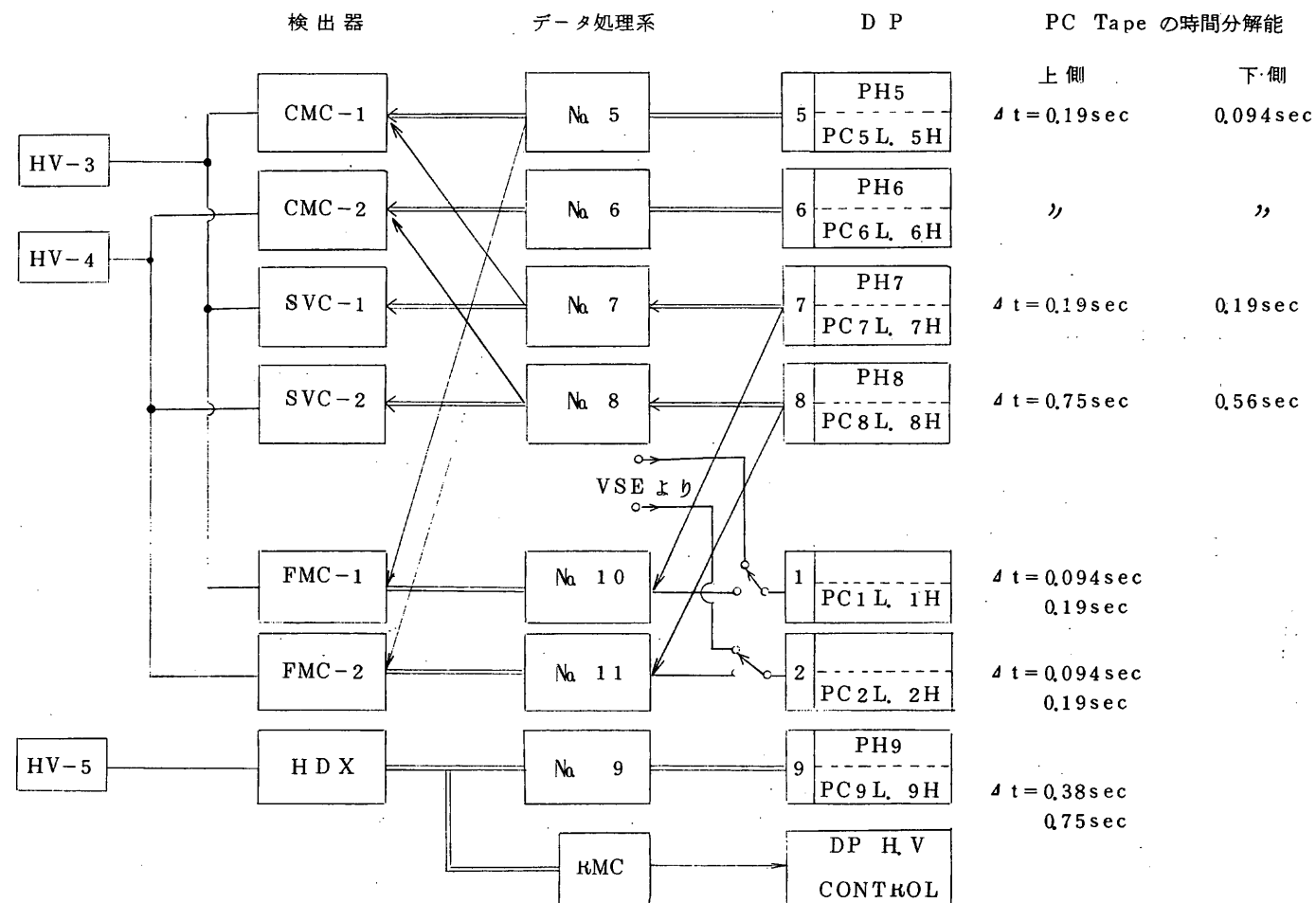


図 9 検出器-処理系-テレメータの組合せ 矢印はPIコマンドで可変 \Leftarrow が標準的な組合せ

§ 7 データー伝送 PC 1,2 切換

データー伝送モードには Tape recorder を使用した Tape モードと内之浦上空を衛星が通過する間受信される Real モードがある。これらにより伝送フォーマットが若干異なる。又、上記 2 モードには X 線のカウント数を送る PC (Pulse count) モードと X 線のエネルギー情報を送る PH (Pulse height) モードがある。

(詳しくはこの報告書中データー処理系 (DP) の項を参照されたい。)

i) Real-time mode

受信局上空を衛星が通過する間受信されるモードであり、各処理系から出た PC, PH の信号がどのように地上に伝送されるかをデーターフォーマット表⑤に示す。

以下には PC, PH モードにおける伝送容量等について述べる。

表⑥中 Time Res. とは PC の場合はカウント数の単位集積時間、PH の場合はその時間区分内に検出した最初の X 線のエネルギー 1 ケだけを伝送する単位時間を意味する。

Max C.R. はその bit 数で伝送可能な X 線の最大計数率である。

フォーマット表⑤にみられるように PC 5, 6, 9 は各 8 bit である。PC 7, 8 は

PI コマンドによって 8 bit モードと 4 bit モードの選択が可能である。

(DP-PC PI コマンド参照のこと)

PH モードは X 線のエネルギーを観測するモードで、一律に 4 bit を使用し、エネルギーを 16 channel に区分して送ることができる。又 PC モードは X 線のカウントを送るモードであるが、カウント数をエネルギー的に 3 段階の分類を行って伝送することが

可能である。3段階に分類するレベルはPIコマンドにより選択できる。分類レベルはPCモードUpper Discr i (UD) の0.4倍、0.6倍にセットでき又外すことも出来る。PIコマンドとレベルの関係は表⑦に示す。

ii) Tape mode

CORSA-bではTape recorderを搭載し、受信局以外のデータはTape recorderに記録され伝送される。

データフォーマットはX線に関する限りReal modeとほぼ同じであり、1SFがREALの8倍の時間になると考えれば良い。

Tape dataはReal dataの内Tape recorder書き込みタイミングの直前のデータが書き込まれる。

表⑥中にReal同様Time Res. Max CRを示す。ただTapeモードの時、姿勢データ(SAS, HOS)の伝送のためにX線データの一部分が姿勢データによっておきかえられることがある。(詳しくはDPの項を参照されたい。)

iii) 遺産相続

SFX, HDXが使用できるテレメーター系はPC(PH)5, 6, 7, 8, 9であるが、VSXのためのPC1, PC2に限りSFXが使用することができる。

VSXテレメーターPC1, PC2への切替は操作ミスを防ぐため通常コマンドで行い、それぞれ単独で行うことができる。(通常コマンドの項参照)

PC mode

n \ W	W _{8n}	W _{8n+1}	W _{8n+2}	W _{8n+3}	W _{8n+4}	W _{8n+5}	W _{8n+6}	W _{8n+7}
0	SYNC CODE		PC1-L	PC2-L	PC3-H	PC1-H	PC5-L	PC6-L
1	PC7-H	PC7-L	PC1-L	PC2-L	PC4-H	PC2-H	PC5-H	PC6-H
	PC7-L	PC8-L					PC5-L	PC6-L
2	PC9-L	PC9-H	PC1-L	PC2-L	PC3-L	PC1-H	PC5-L	PC6-L
	PC7-L	PC8-L						
3	PC7-H	PC7-L	PC1-L	PC2-L	PC4-L	PC2-H	PC5-H	PC6-H
	PC7-L	PC8-L					PC5-L	PC6-L
4	H K (国-2)	英通 (国-2)	PC1-L	PC2-L	PC3-H	PC1-H	PC5-L	PC6-L
5	PC7-H	PC7-L	PC1-L	PC2-L	PC4-H	PC2-H	PC5-H	PC6-H
	PC7-L	PC8-L					PC5-L	PC6-L
6	PC9-L	PC9-H	PC1-L	PC2-L	PC3-L	PC1-H	PC5-L	PC6-L
	PC7-L	PC8-L						
7	PC7-H	PC7-L	PC1-L	PC2-L	PC4-L	PC2-H	PC5-H	PC6-H
	PC7-L	PC8-L					PC5-L	PC6-L

上下2段に異なる信号名のあるワードは、PIコマンドによって上下を切換える。PC7,8,9の切換えとPC5,6の切換えは独立に行う。

PH mode

$n \backslash W$	W_{8n}		W_{8n+1}		W_{8n+2}		W_{8n+3}		W_{8n+4}		W_{8n+5}		W_{8n+6}		W_{8n+7}	
0	SYNC CODE				PH5	PH6	PH7	PH7	PH3	PH4	PH1	PH2	PH5	PH6	PH7	PH8
1	PH3	PH4	PH1	PH2	PH5	PH6	PH7	PH7	PH3	PH4	PH1	PH2	PH5	PH6	PH7	PH8
2	PH3	PH4	PH1	PH2	PH5	PH6	PH7	PH7	PH3	PH4	PH1	PH2	PH5	PH6	PH7	PH8
3	PH3	PH4	PH1	PH2	PH5	PH6	PH7	PH7	PH3	PH4	PH1	PH2	PH5	PH6	PH7	PH8
4	HK (国-2)		英通 (国-2)		PH5	PH6	PH7	PH7	PH3	PH4	PH1	PH2	PH5	PH6	PH7	PH8
5	PH3	PH4	PH1	PH2	PH5	PH6	PH7	PH7	PH3	PH4	PH1	PH2	PH5	PH6	PH7	PH8
6	PH3	PH4	PH1	PH2	PH5	PH6	PH7	PH7	PH3	PH4	PH1	PH2	PH5	PH6	PH7	PH8
7	PH3	PH4	PH1	PH2	PH5	PH6	PH7	PH7	PH3	PH4	PH1	PH2	PH5	PH6	PH7	PH8

PC1, PH1: V XV-1

PC2, PH2: V XV-2

PC3, PH3: V XP-3

PC4, PH4: V XP-4

標準

PC5, PH5: CMC-1

PC6, PH6: CMC-2

PC7, PH7: SVC-1

PC8, PH8: SVC-2

PC9, PH9: HDX

表5 伝送モード

標準 カウンタ	DP No	モード	P H		P C (下側)		P C (上側)	
			Time Res (ms)	Max C.R. (c/s)	Time Res (ms)	Max C.R. (c/s)	Time Res (ms)	Max C.R. (c/s)
CMC1	5	TAPE	46.9	~ 21	93.76	2.7×10^3	187.5	1.35×10^3
		REAL	5.86	~170	11.72	2.2×10^4	23.44	1.1×10^4
CMC2	6	TAPE	46.9	~ 21	93.76	2.7×10^3	187.5	1.35×10^3
		REAL	5.86	~170	11.72	2.2×10^4	23.44	1.1×10^4
SVC1	7	TAPE	93.8	~ 11	187.5	1.4×10^3	187.5	87.5
		REAL	11.72	~ 85	23.44	1.1×10^4	23.44	6.87×10^2
SVC2	8	TAPE	93.8	~ 11	187.5	1.4×10^3	187.5	87.5
		REAL	11.72	~ 85	23.44	1.1×10^4	23.44	6.87×10^2
HDX	9	TAPE	46.9	~ 21	375.0	6.8×10^2	375.0	6.8×10^2
		REAL	5.86	~170	46.88	5.5×10^3	46.88	5.5×10^3

表 6 PC; Pulse count data ((2^n-1) counts/Time Res.)

PH; Pulse height data (1 count/Time Res.)

Time Res; Time Resolution(msec)

Max C.R; Maximum counting rate (count/sec)

PC(下側); DP-PC Mode で Lowモード(OS=1)を示す。

PC(上側); DP-PC Mode で Highモード(OS=0)を示す。

MID DISCRI		エネルギー範囲	
OS 3	OS 4	P C L	P C H
0	1	LD↔0.4 UD	0.4 UD↔UD
1	0	LD↔0.6 UD	0.6 UD↔UD
1	1	LD↔UD	0.4 UD↔UD
0	0	00 は 10 と等しい	

LD; Lower Discri

UD; Upper Discri

表 7 MIDDLE DISCRI とエネルギー範囲

§ 8 Dead time, X-Cal

i) Dead time は PH についてはパルスハイトに応じて変化し、最高で約 $100 \mu s$ 最低で $20 \mu s$ の Dead time がつく。PC については一律に 1 カウント当り $20 \mu s$ の Dead time がつく。

これは次に述べる Anti on/off とは無関係に常につくものである。

SFX 検出器は荷電粒子等によるバックグラウンドを減らすために芯線を前後 2 層に分け、Anti Coincidence をとっている。

PI コマンドによって各処理係ごとに Anti Coincidence を外すことができる。

ただし、HDX の Anti Coincidence は UD を外すことを意味し SFX システムとは異なる。

ii) X-Cal

X 線センサーの比較をするためにカウンターに組込まれた弱い X 線源を使用して X 線センサー、処理系のチェックが行われる。SFX では Cd^{109} (22 keV), HDX では Am^{241} (18 keV, 60 keV) の放射性同位元素が使用される。

比例計数管の場合、前後 2 本の芯線の内、後の芯線のみに感ずるように X 線源は配置され、X-Cal 信号により前後の芯線を Amp 出力で切換えて較正を行う。

HDX では Cal シグナルとは無関係に弱い放射線源を長時間集積することによって行われる。Cal が行われるとテレメータは自動的に SF の先頭で PH モードになり 48 秒間 Cal が行われ伝送される。

Cal には Auto Cal と Manual Cal があり各PI-せいで行われる。

Manual Cal の場合コマンドの AD-EX(7-12) によって行われ、Auto cal の場合 Tape recorder の各記録の終了前 48 秒間が使用され、自動的に Tape recorder に記録される。Auto Cal, Manual Cal いずれの場合も 48 秒間行われる。

§9 RMC 機能

衛星が放射線帯に突入した場合、高いエネルギーの荷電粒子を多量にかぶると考えられる。その時比較的それらの粒子に弱い VSX, SFX のカウンターの劣化を促す危険があり比較的強い HDX を用いて 48 秒間の時定数でカウンティングレートをモニターし大幅に上昇した場合 VSX, SFX の高圧電源をコントロールし劣化から防御を行う。

カウンティングレートのレベルは PI コマンドにより 4 段階を選ぶことができる。

表⑧と図 10 に RMC のブロックダイアグラム、レベルと PI コマンドとの関係を示す。レベルは HFX のカウントレートで示されている。一旦カウンティングレートが限界を越えるとレベルの 1/2 になるまで復起しないヒステリシス機能ももっている。

RMC は誤動作を考えコマンドにより機能を停止させることもできる。又、RMC による HV のコントロールは HV の電圧を大幅に下げるモードと HV の電源を ON/OFF する 2 つのモードが用意され PI コマンドで選択できる。表 8 にコマンドビットとの対応を示す。

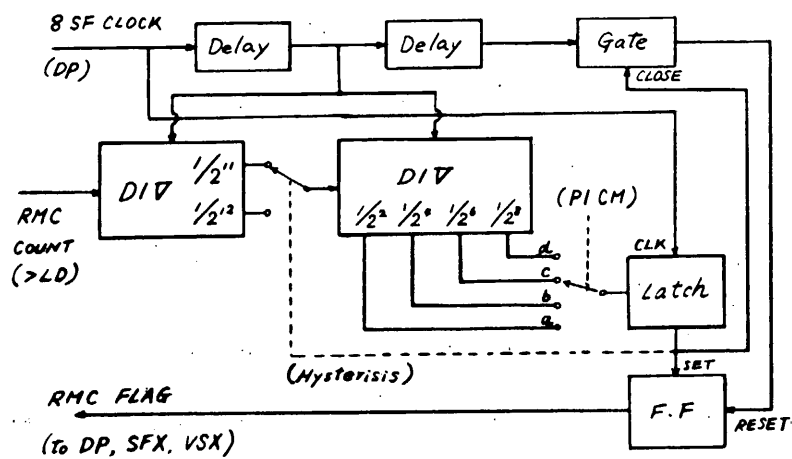


FIG 10 RMC BLOCK DIAGRAM

SW	PICH OS 6 7	DIV	RMC COUNT RATE
a	0 0	$1/2^{14}$	~340 %
b	0 1	$1/2^{16}$	~1400 "
c	1 0	$1/2^{18}$	~5500 "
d	1 1	$1/2^{20}$	~22000 "

PICH HV - RMC
0 = HV DOWN
1 = HV OFF

HV-RMC Mode

FIG 8 RMC Level Control

§ 10 HK

衛星内センサーの機能をチェックするためにHKには次のような信号が伝送されている。

SFX関係のHKは表⑨に示す。

表中TXHVはHVの電圧をモニターするもので、25.00VをFull Scale 5Vで表示する。IDはデーターの順番を示すためのもので5V (Full count)が入れられる。

SFX1, SFX2はUD以上のカウンティングレートモニターしている。但し、RMCはRMC回路のLD以上の全カウントを送っている。

Tape recorderはReal dataの伝送スピードの1/8であるので同一HK項目が8回連続サンプルされる。

SFX-1, SFX-2 HK用のスケーラーは各8nSF+3SFの先頭でResetされる。Realでは1回目はSFの先頭から各HK Wordまでの時間であり(SFX-1では21F+32W, SFX-2では22F+32W)、以後7回1SFの等間隔で出力される。

表9に示すようにSFX-1 HKでは処理系7, 8, 10, 11のカウントを表示し2048 cts/〜44.02秒をFull Scale 5Vで出す。SFX-2 HKでは8192 cts/〜44.44秒をFull Scale 5Vで出す。このため各々1/8, 1/32のカウントダウンが行われている。

Tape Recorderには8nSF+3SFから各HK Word (Tape)までの時間であり、SFX-1 HKには46.12秒, SFX-2 HKには46.88秒のカウントが記録される。

これらの関係を図11に示す。

Real Time 受信中に Tape recorder が記録を行っている時は Real Time

HK には上記 Tape recorder 記録 Frame (Tape) 内 8 データが伝送される。

注意: IDは必ずしも SF 32n+3 で始まるのでは無い。(DPの項参照のこと)

名 称	Frame	3~10 SF	11~18 SF	19~26 SF	27~34 SF
TXHV	20	ID(Full)	HV-3	HV-4	HV-5
SFX1	21	CH 7	CH 8	CH 10	CH 11
SFX2	22	CH 5	CH 6	CH 9	RMC

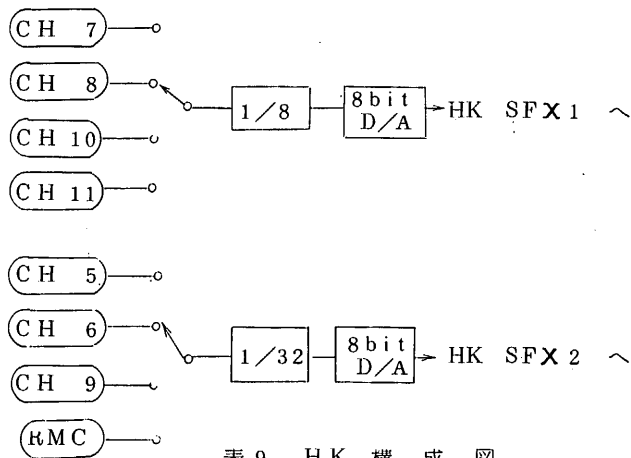
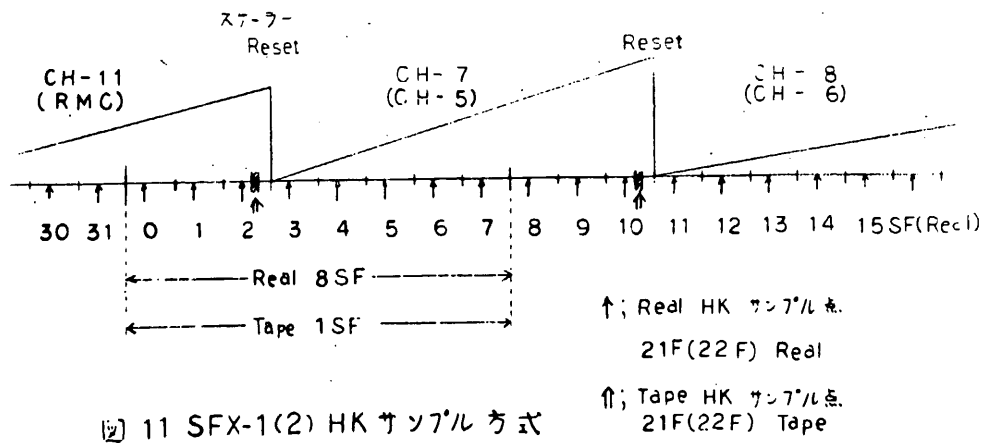


表 9 HK 構 成 図



§ 1.1 電源系 (部分節電, 時間節電)

SFX 処理系各部の電源 ON/OFF とセンサー, HV 等関連する部分の ON/OFF の関係を図 1.2 に示す。図中 TXE II とは処理系 No. 10, 11 の部分のみを意味する。

i) 部分節電

処理系 10, 11 は運用によっては使用されないことがある。(センサー切換を参照のこと)

この時には電源を OFF のまま運用することができる。

ii) 時間節電

処理系 TXE I, II 部は DP の指令により ON/OFF することができる。

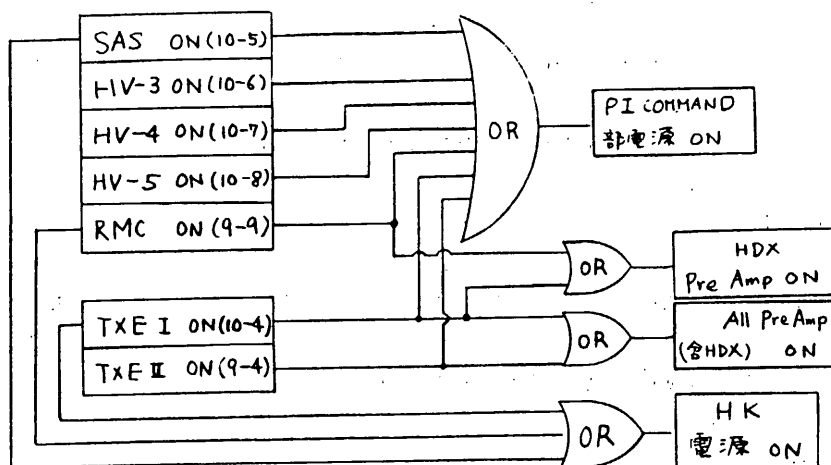
これは Tape recorder 停止中は電源 ON の必要がなく節電のために行うものである。

この節電は通常コマンドで enable にし TXE I ON で disable にすること

ができる。又、節電モードのスタート, ストップも通常コマンドでコントロールでき

る。P-SAVE START (7-10), P-SAVE STOP (7-11)

である。



HV-3 OFF (12-6)
 HV-4 OFF (12-7)
 HV-5 OFF (12-8)
 HV ALL OFF (9-6)

部分節電: TXEII OFF

時間節電: TXEI, II OFF

ALL PI OFF (14-14)
 POWER SAVE ENABLE (12-9)
 POWER SAVE DISABLE (TXE I ON)

図 12 電源システム

§ 12 通常コマンド, PI コマンド

通常コマンド, PI コマンドの一覧表を表⑩と⑪に示す。以下特殊な機能をもったコマンドについて述べる。()内は AD-EX を示す。

i) Initial Set コマンド (9-7)

PI コマンドを初期状態にセットするものである。各 PI コマンドの初期状態は PI コマンド表中アンダーラインを引いた状態を示す。

又、PI コマンドの初期設定は処理回路中 PI COMMAND 部の電源 ON によっても行われる。(PI コマンド部の電源 ON と処理系の ON の関係は電源の項参照)

ii) RMC enable, disable

RMC 機能の enable は HV-3 ON (10-6), HV-4 ON (10-7) のどちらかで機能する。又、disable は (11-9) のコマンドを打つことによって行われる。

iii) PC チェンジ

PC 切換えの項で説明した PC チェンジは PC-1 に対し (12-5), PC-2 に対し (10-9) を打つことによって行われる。一方、reset は PC-1, PC-2 同時に行われ (9-8) を打つことによって機能する。

iv) 節電モード

Power Save enable は (12-9) で機能し、TXE I ON (10-4) で disable となる。実際の Power Save は通常コマンド Power Save Start (7-10) Power Save Stop (7-11) で Control される。

COMMAND NAME	A D	EX	PERFORMANCE
TXE-2 ON	9	4	CH 10, 11 ON
HV-ALL OFF	9	6	HV 3, 4, 5 OFF (HV 1, 2 OFF)
INITIAL SET	9	7	PI-CMのINITIAL SET
PC-CHANNEL RESET	9	8	PC 1 TXE → VSX PC 2
RMC ON	9	9	RMC POWER ON PI-CM ON HDX Preamp ON
TXE-1 ON	10	4	CH 5, 6, 7, 8, 9 ON, HK monitor ON, All Pre amp ON, PI-CM ON, PS SAVE DISABLE
SAS ON	10	5	SAS ON, PI-CM ON
HV-3 ON	10	6	HV 3 ON, PI-CM ON TXE-RMC Enable
HV-4 ON	10	7	HV 4 ON, PI-CM ON TXE-RMC Enable
HV-5 ON	10	8	HV 5 ON, PI-CM ON
PC-2 CHANGE	10	9	PC 2 VSX → TXE
TXE RMC OFF	11	9	RMC SIGNAL OFF (TXE) RMC disable
PC-1 CHANGE	12	5	PC 1 VSX → TXE
HV-3 OFF	12	6	HV 3 OFF
HV-4 OFF	12	7	HV 4 OFF
HV-5 OFF	12	8	HV 5 OFF
POWER SAVE ENABLE	12	9	POWER SAVE MODE ENABLE
ALL PI OFF	14	14	SFX (CH 5, 6, 7, 8, 10, 11) HDX, RMC, HK monitor, all preamp OFF

表 10 通常コマンドリスト

PI コマンド部

SFX PI コマンドを表1に示す。

エネルギー範囲と Mid. disc.ri のことは既に述べられているのでここでは In Select, Out Select, DP PC Mode について述べる。

In Sel. とは処理系から見て選択可能なセンサーの組合せを表示したものであり、

Out Sel. は DP から見た処理系の選択可能な組合せを示したものである。Out Sel. 中、CH7, CH8 とした項は In Sel. によって実際のカウンターに CH が配置されるか不明であり、CH.7, 8 と表現される。カウンターの個有名がつけられたものについては PI コマンド表のように選択される。

DP PC mode は PC モードで伝送が行われる時、PC データフォーマットをエネルギー Low モードで使用するか High, Low モードで使用するかを定めるものである。

この PI コマンドにはイニシアルセットはない。コマンドが打たれることによって確定する。この切換には PC 5, 6 系用と PC 7, 8, 9 系用とに各 1 bit ずつ用意され独立に切換えることができる。

bit とモードの関係は表中 DP-PC に示す。又その時のデータフォーマットはフォーマット表⑤を参照されたい。

TXE/ DP	1000	SFX/HDX HV	HV-3 LEVEL 00:1(L) 01:2 10:3 11:4		HV-4 LEVEL 00:1(L) 01:2 10:3 11:4		HV-5 LEVEL 00:1(L) 01:2 10:3 11:4		HV-RMC 0 Down 1 OFF	
	1001	SAS	DISC LEVEL 001: 1.5V 010: 3V 100: 5V 000: 9V		A 1: OFF 0: ON	B 1: OFF 0: ON	AUTO READ 1: ON 0: OFF	ST/END 1: END 0: STRT	CLOCK 1: QUICK 0: SLOW	
	1010	CH5	GAIN-1 01: X9 10: X3 11: X11 00: X1	GAIN2 1: X1 0: X9	MID DISCRI 01: 1(L) 10: 2 11: 3(H) 00: 10	ANT 1 0: OFF 1: ON	IN-SEL 1: FMC-1 0: CMC-1			
	1011	CH6	GAIN-1 01: X9 10: X3 11: X11 00: X1	GAIN2 1: X1 0: X9	MID DISCRI 01: 1(L) 10: 2 11: 3(H) 00: 10	ANT 1 0: OFF 1: ON	IN-SEL 1: FMC-2 0: CMC-2			
	1100	CH7	GAIN-1 01: X9 10: X3 11: X11 00: X1	GAIN2 1: X1 0: X9	MID DISCRI 01: 1(L) 10: 2 11: 3(H) 00: 10	ANT 1 0: OFF 1: ON	IN-SEL 1: CMC-1 0: SVC-1	OUT-SEL 1: FMC1 0: CH7		
	1101	CH8	GAIN-1 01: X9 10: X3 11: X11 00: X1	GAIN2 1: X1 0: X9	MID DISCRI 01: 1(L) 10: 2 11: 3(H) 00: 10	ANT 1 0: OFF 1: ON	IN-SEL 1: CMC-2 0: SVC-2	OUT-SEL 1: FMC2 0: CH8		
	1110	CH9/ RMC	GAIN-1 01: X9 10: X3 11: X11 00: X1	GAIN2 1: X1 0: X9	MID DISCRI 01: 1(L) 10: 2 11: 3(H) 00: 10	ANT 1 0: OFF 1: ON	RMC DISCRI 00: 1(L) 01: 2 10: 3 11: 4(H)			
	1111	CH10.11/ DP	GAIN-1 01: X9 10: X3 11: X11 00: X1	GAIN2 1: X1 0: X9	MID DISCRI 01: 1(L) 10: 2 11: 3(H) 00: 10	ANT 1 0: OFF 1: ON	DP PC MODE 1: PC-78L 1: PC-5.6L 0: PC-78.9 0: PC-5.6H			

「—」 INITIAL SET

表11 TXE ピココマンド表

13 運用モード

検出器，データ処理系，テレメーターを考慮した代表的な運用モードを表12，表13

に示す。表中に検出器，データ処理系，テレメーターの選択，そのモードの特徴が述べら

れている。運用の際に考慮されたい。

検出器とデータ処理系 テレメータ チャンネルの接続 (接続モード表)

MODE	検出器	データ処理系	テレメーター	
I	CMC-1	5	5	CMCのテレメータレスポンスがよい ◎Initial set の接続
	CMC-2	6	6	
	VC-1	7	7	
	VC-2	8	8	
	FMC-1	10		
	FMC-2	11		
	HDX	9	9	
II	CMC-1			FMC のテレメータレスポンスがよい
	CMC-2			
	VC-1	7	7	
	VC-2	8	8	
	FMC-1	5	5	
	FMC-2	6	6	
	HDX	9	9	
III-1	CMC-1	7	7	◎CMC と FMC 同時観測 但し CMC の テレメータレスポンスは悪い 従って 位置決定には FMC のみが使用可能
	CMC-2	8	8	
	VC-1			
	VC-2			FMC のテレメータレスポンスを重視
	FMC-1	5	5	
	FMC-2	6	6	
	HDX	9	9	
	CMC-1	5	5	CMC のテレメータレスポンスを重視
	CMC-2	6	6	
	VC-1	7		◎CMC と FMC 同時観測 但し FMC の テレメータレスポンスは悪い 従って 位置決定には CMC のみが使用不能
III-2	VC-2	8		
	FMC-1	10	7	
	FMC-2	11	8	
	HDX	9	9	

表 12

MODE	検出器	データ処理系		テレメーター	
IV	CMC-1	5	5	}	CMC FMC のテレメータレスポンスを重視
	CMC-2	6	6		
	VC-1	7	7	}	◎CMC FMC の同時観測にはこの Mode を使用すること
	VC-2	8	8		
	FMC-1	10	1	}	VSX テレメーター使用 (テレメーターレスポンス良し)
	FMC-2	11	2		
	HDX	9	9		
V	CMC-1	5	PC5 (3~9) ^{kev}	}	CMC high counts rate のエネルギースペクトルモード
		7	PC7 (9~27)		
	CMC-2	6	PC6 (3~9)		
		8	PC8 (9~27)		
	VC-1				◎CMC の data をエネルギー 2 channel に分けて観測 Low 側のレスポンスよし
	VC-2				
	FMC-1	10	(1)		◎FMC にテレメーター 1, 2 チャンネルを用いると CMC, FMC 同時観測可能
	FMC-2	11	(2)		
	HDX	9	9		
VI-1	CMC-1			}	◎FMC の data をエネルギー 2 channel に分けて観測
	CMC-2				
	VC-1	7			
	VC-2	8			
	FMC-1	10	PC7 (9~27) ^{kev}	}	FMChigh count rate のエネルギースペクトルモード
		5	PC5 (3~9)		
	FMC-2	11	PC8 (9~27)		
		6	PC6 (3~9)		
	HDX	9	9		
VI-2	CMC1 CMC2			}	FMChigh count rate のエネルギースペクトルモード (3 channel に分ける)
	FMC-1	5	P5		
		10	P7		
			PC1		
	FMC-2	6	P6	}	◎FMC レスポンス エネルギーチャンネル共によいもの
		11	P8		
			PC2		
	VC-1	7			
	VC-2	8			
	HDX	9	9		

表 13

14 おわりに

以上 CORSA -b の SFX と HDX について解説したがデータ処理、データ伝送の細部に関しては V SX, DP, コマンドシステム等と密接な関連をもっている。

これらの項も合せて参照されることを希望する。

又、衛星の姿勢決定、制御のためには HOS, SAS, MAC, MSC 等も参照されたい。

1-3 太陽電池特性計測装置 (SCM)

東大宇宙研・後川研究室

日 本 電 気(株)

1 概 要

太陽電池特性計測装置 (SCM) は、電子回路部、センサ部 (被計測用太陽電池素子) から構成され、太陽電池パネル表面に実装された3枚の被計測用太陽電池素子 ($2 \times 2 \text{ cm}$, N/P型) のV-I特性カーブを計測する装置である。

被計測用太陽電池の出力は、衛星のスピンにより大きく変動するため、被計測用素子と太陽光とが正対した時 (被計測用太陽電池素子と同一パネル面に実装されたSASセンサのSASパルス出力時) に計測される。

計測方式は第6号科学衛星 (EXOS-B) に搭載されるSCMと同様で、太陽電池素子の両端に13ステップの基準電圧を印加し、その時素子に流れる電流を計測することにより、V-I特性カーブ上の13点を計測する方式をとっている。

2 機 能

SCMセンサ部は、被計測用太陽電池素子 (3枚) と太陽電池素子の特性を解析する際、温度変化による効果を取り除くために使われる白金温度センサ (1個) よりなり、これらが太陽電池パネル (SC-P) に実装される (予定されている3枚の被計測用素子の仕様を表-1に示す)。

衛星のスピンによりSASの視野内に太陽が入った時のSASからの出力信号によって、1枚ずつ素子の計測を開始し、スピンによる入射光量の変化が無視しうる時間内 (46.9 msec) に計測を完了する。13ステップの基準電圧 (MAXは 750 mV) を素子に印加した時の電流値は、電流計測用抵抗の両端電圧として読みとられ、A/D変換された後、素子識別1ワード (ID), Calibration 2ワード (Full-CAL, Zero-CAL) と合わせ、16ワードを1素子分のデータとしてデータプロセッサ (DP) に転送する。IDワードの中の2ビットにより計測した素子の番号が示される。

Full-CALはAM0で太陽光が素子に垂直入射した時の I_{sc} に近い一定電流 (160 mA) を電流計測用抵抗に流し、Zero-CAL (電流OFF) とともにSCMデータの較正に利用される。

計測で得られる1素子分のデータ (16ワード) をDPに転送するのに最低 48 sec (Real時) 必要とするため、SCM回路はA/D変換後のデータをストアしておくための16ワード・メモリをもっている。

メモリ内容が完全にDPに転送されるまで、SCM回路はBusy状態にあり、この間にくるSASパルス (CORSA-bの予定Spin rate (5 rpm)) では1パルス

／12secの割合)は，reject される。DPへのデータ転送が完了した時点で Ready 状態となり，SASパルスが来た時に次の素子のV-I特性の計測を開始する。

図-1に系統図，図-2に素子に印加する基準電圧と，得られるIcデータのアナログ換算値の時間変化，およびデータ・フォーマットを示す。

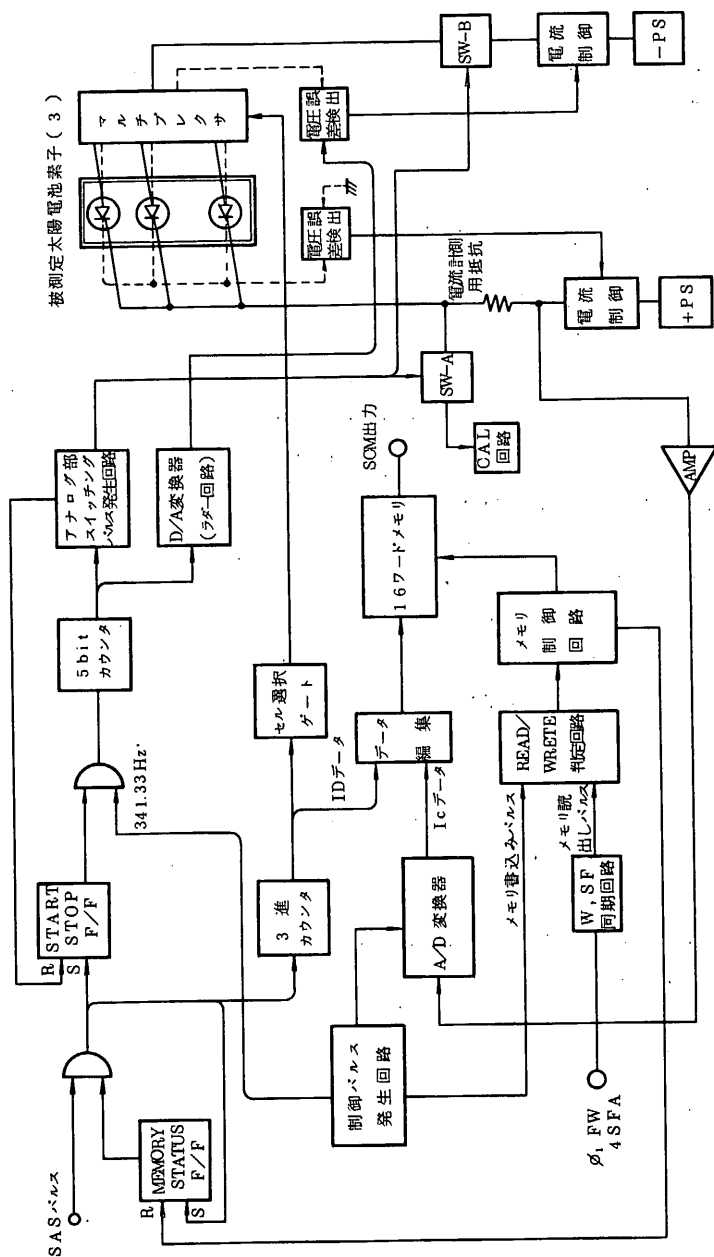
3 性 能

(1) 電氣的性能

入力電圧：	+	5 V	
	+	1.2 V	
	-	1.2 V	
消費電力：	+	5 V	130 mW以下
	+	1.2 V	300 mW以下
	-	1.2 V	600 mW以下
コマンド項目：	SCM	ON	
	SCM	OFF	
テレメータデータ			
	Icデータ	$F_8 \sim F_{11} \cdot W_{32}$	
	SCM ON/OFF モニタ	$F_{12} \cdot W_{32}$	
	センサ部温度	$F_{63} \cdot W_{32}$	

(2) 機械的性能

外形・寸法：	
センサ部	太陽電池パネルに含まれる
電子回路部	160×140×7.6H(図-3に示す。)
重 量：	
センサ部	太陽電池パネルに含まれる
電子回路部	1.240 kg以下



図一 1 太陽電池特性計測装置 概略系統図

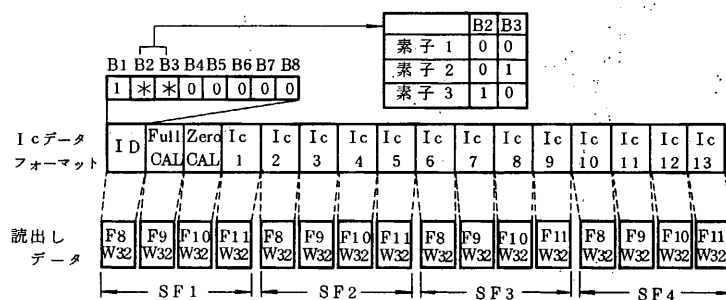
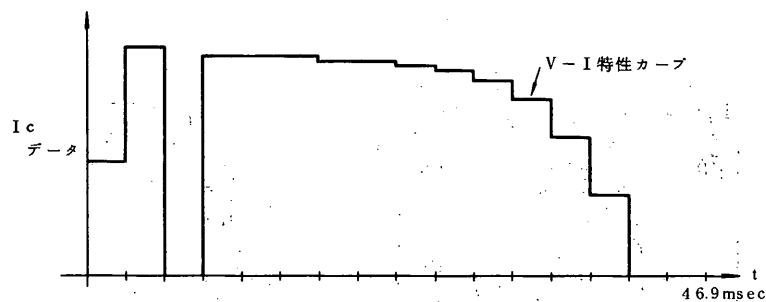
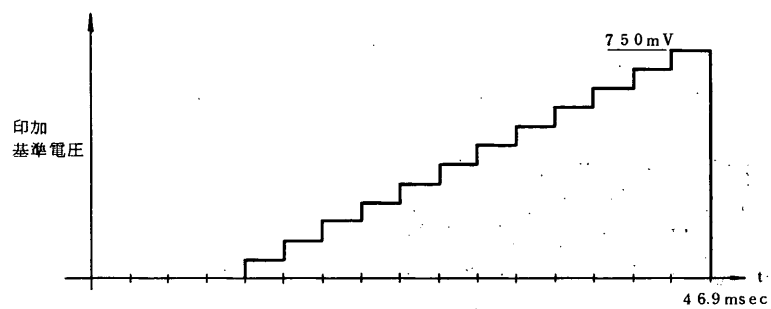


図-2 印加電圧, Ic データ, データフォーマット

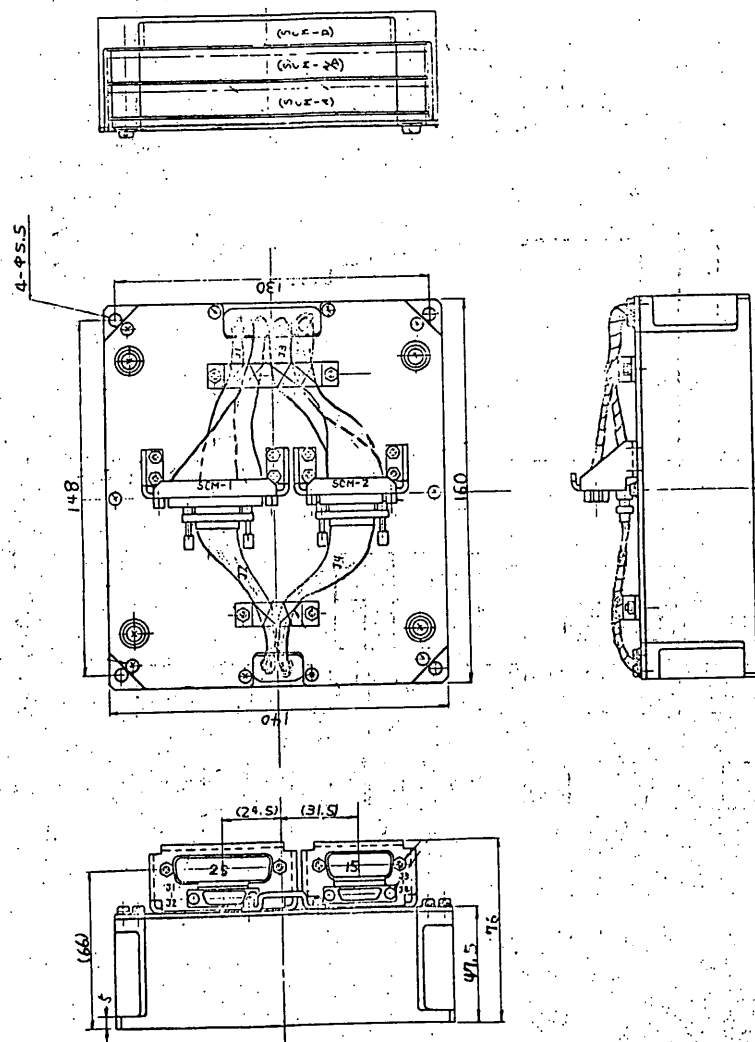


图-3 太阳能电池特性测量装置 外观图

表-1 被計測用太陽電池素子

素子No	素子	カバーガラス	備考
1	$2 \times 2 \text{ cm}^2$, $10 \Omega \cdot \text{cm}$, N/P型	0.15mm 熔融石英	OCLI製
2	〃 〃	0.15mm セリア・ドープ マイクロシート	ビルキントン製
3	〃 〃	なし	素子の電極部に ハンダをデップ

第 2 章

姿勢制御・検出機器

2-1 姿勢制御装置 (A C)

東大宇宙研 二宮研究室

(株) 日立製作所

1 概 要

CORSA-B用として設計した姿勢制御装置は、第1表に示すような機器から構成されており、各機器間の関係は、第1図のブロックダイアグラムに示す通りである。

第 1 表

番 号	構 成 品 名	主 要 動 作
1	ヨーヨーデスピナ	スピンの速度を減衰させる。
2	ニューテージョンダンパ	ニューテージョン角度を減衰させる。
3	MACコイル	衛星のスピンの軸方向の制御
4	MSCコイル	衛星のスピンの速度の制御
(1)	センジングコイル	
(2)	トルキングコイル	
5	電子回路部	1～4項の動作指令

2 ヨーヨーデスピナ

ヨーヨーデスピナは1端に鉤(ヨーヨーマスという)を付けた2本のワイヤと、これを衛星の外周に巻き付けて保持し、かつこれを分離するためのメカニズムから構成される。ヨーヨーデスピナを切り離すと2個のヨーヨーマスは遠心力により、スピンの軸方向に外側に飛び出し、展開運動をして、衛星の角運動エネルギーをもって空間に飛び出る。その結果として衛星はスピンの速度132 T.P.mから5 T.P.mに減速される。

主要諸元

- | | |
|--------------|------------------------------------|
| (1) 方式 | 硬式ヨーヨーデスピナ |
| (2) ワイヤ巻数 | 2巻 |
| (3) ヨーヨーマス重量 | 未定(衛星慣性性能確定後重量補正を行う) |
| (4) 最終スピンの速度 | 5 T.P.m |
| (5) 駆動方式 | ワイヤカッタによるリリースメカニズム。
作動はコマンドによる。 |
| (6) 重量 | 700g |
| (7) 外観 | 第2図による。 |

3 ニューテージョンダンパ

ニューテージョンダンパは粘性流体の運動により衛星のニューテージョンを減衰させ

のものである。衛星が球形ロケットから切り離される際に、多少のニューテーションを生じぬものと推定される。このためセパレーション後に比較的早い時点（未定）にニューテーションダンパを駆動し、ニューテーションの減衰を図る。さらに先りの後のヨーヨーデスピナの作動、アンテナ、プローブ類の展開等により発生するニューテーションに対してもこれらを減衰させる役割をはたすものである。

主要諸元

- | | |
|----------------|--------------------|
| (1) 方式 | 水銀環式 |
| (2) ニューテーション減衰 | 最終ニューテーション角度1度以内 |
| (3) 駆動方式 | ワイヤカッタによるリリースメカニズム |
| (4) 水銀量 | 140g (未定) |
| (5) 重量 | 600g |
| (6) 外観 | 第3図による。 |

なお観測モードにおいて、ニューテーションがなくなった状態のとき、水銀の停止位置の変動により、スピン軸の変動をもたらし可能性があり、水銀量および円環と偏心さることを検討中である。

4 MAC (Magnetic Attitude Control)

軌道投入後の衛星スピン軸方向は軌道面内にあるが、CORSAの場合、これを観測目的に応じて、希望する方向に、変更する必要がある。MACはこの目的のための装置であり、地磁気と空芯コイルに通電することにより発生する磁気モーメントとの間の電磁力により発生するトルクを利用して衛星スピン軸方向を変更するものである。

主要諸元

- | | |
|-------------|---|
| (1) 磁気モーメント | 15 ATm ² / 5 ATm ² (暫定値) 切換可能 |
| (2) コイル有効面積 | 0.40 m ² |
| (3) コイル巻数 | 120 巻 × 2 コイル |
| (4) 重量 | 430g |
| (5) 外観 | 第4図による。 |

5 MSC (Magnetic Spin Control)

地磁気中にてスピンする衛星は、衛星内に発生するわずかな電流、磁性材料の持つヒステリシス及び地場の外乱により、スピン速度に変動が起る。また科学観測の目的からスピン速度を変更しなければならない場合もある。この目的のための装置がMSCである。

MSCの動作原理は、地磁気方向をセンシングコイルで検出し、それに基づいて、トルキングコイルに通電して磁気モーメントを発生させ、地磁気との間の電磁トルクによりスピン速度を制御するものである。

主要性能

(1) センシングコイル

(1) 誘起起電力

磁界 $0.20e$ 回転速度 57.7 rpm に於いて

$2 \text{ mV} - P$ 以上

(2) 巻数

300,000 巻

(3) 使用コア材

スーパーマロイ

(4) 重量

245g

(5) 外観

第5図による。

(2) トルキングコイル

(1) 磁気モーメント

2.5 AT m^2

(2) コイル有効面積

$0.72 \text{ m}^2 \times 2 \text{ コイル}$

(3) 巻数

200 巻

(4) 重量

420g

(5) 外観

第6図による。

6 電子回路部

電子回路部は、コマンド、クロック信号、電源の供給を受け、ヨーヨーデスピナ、ニユーテーションダンプ、M.A.C.、M.S.C.の制御を行うものである。またこれらの結果をHK信号として送出する動作も合せて行う。

電子回路部の系統図を第7図に、コマンド項目とその概要を第2表に示す。また消費電力の予想を第3表に、外観図を第8図に示す。

7 結 び

以上姿勢制御装置の設計目標値を述べてきたが、ヨーヨーデスピナのように衛星の諸元が決定しなければ決定できない部分もあり今後の計画をまたねばならない。

なお参考として、旧CORS-A-Fとの主な変更点を第4表に示す。

表 2 コマンド一覧表
CORS A-b 姿勢制御系コマンド一覧表

コマンド 番号	コマンド名称	アド レス	エクス キュー	概 要
40	AC-ON	9	10	
41	AC-OFF	9	11	
42	カウンタスタート	9	12	制御系スタート指令
43	カウンタリセット	9	13	カウンタおよびリレーのリセット
55	MAC強	10	10	MAC 15ATm
56	MAC弱	10	11	MAC 5ATm
57	スピニングアップ	10	12	MSC スピニングアップモード
58	スピニングダウン	10	13	MSC スピニングダウンモード
70	Y0-Y0展開	11	10	ヨーヨーデスピナ展開 (以後同期セ レクトストップデレイ16スタートデレイ5のタミコマ ンド)
71	リアルタイムOFF	11	11	MAC MSCのリアルタイム動作OFF
72	+モード	11	12	MACの極性⊕/MSC ODD
73	-モード	11	13	MACの極性⊖/MSC EVEN
85	同期セレクト1	12	10	軌道同期 (未定) 分
86	" 2	12	11	" (未定) 分
87	" 3	12	12	" (未定) 分
88	同期セレクト4	12	13	軌道同期 (未定) 分
98	MACリアルタイムON	13	18	MACコイル常時通電 (バックアップ)
99	MSCリアルタイムON	13	19	MSCコイル常時通電 (バックアップ)
100	スタートデレイ1	13	10	制御開始デレイ時間 (未定) 分
101	" 2	13	11	" (未定) 分
102	" 3	13	12	" (未定) 分
103	スタートデレイ4	13	13	制御開始デレイ時間 (未定) 分
113	ストップデレイ1	14	18	制御停止 1 同後 (暫定)
114	" 2	14	19	2 " (暫定)
115	" 3	14	10	3 " (暫定)
116	" 4	14	11	4 " (暫定)
117	ストップデレイ5	14	12	5 同後 (暫定)

注意 同期セレクト5、スタートデレイ5、ストップデレイ6はいずれも同期コ
マンド、スタートコマンド、ストップコマンドが送出されないときに自動的に
選択される。

第3表 消費電力

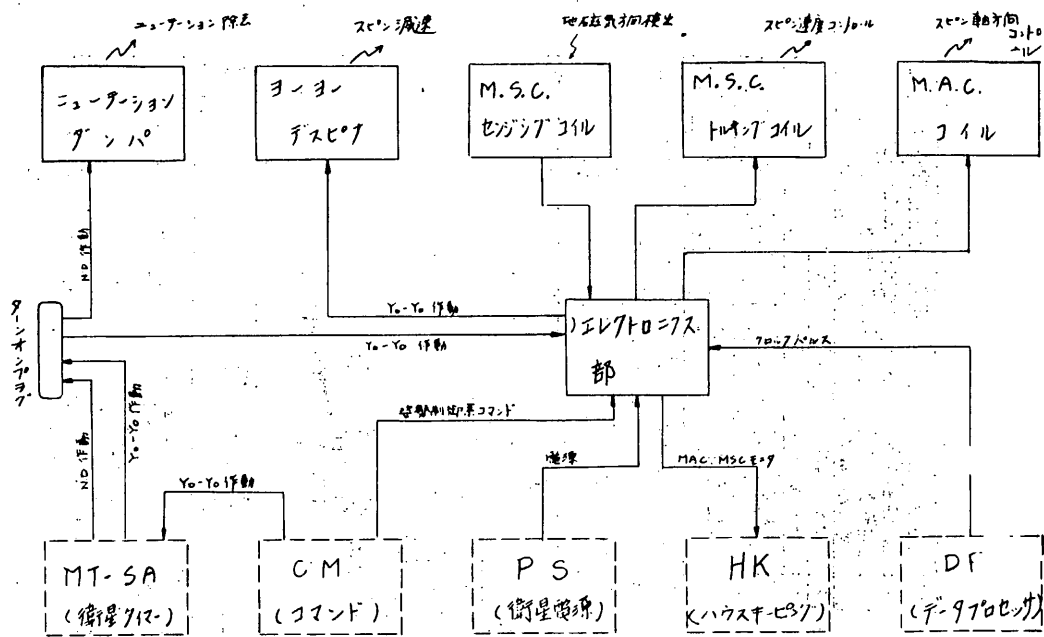
電圧別 モード別	+12V	+5V	-12V	計
スタンバイ	250	400	105	755
MAC	3,260	400	105	3,765
MSC	1,675	400	250	2,325
備考				

(1) 単位: mW

(2) 表中の値は 平均値を示す。

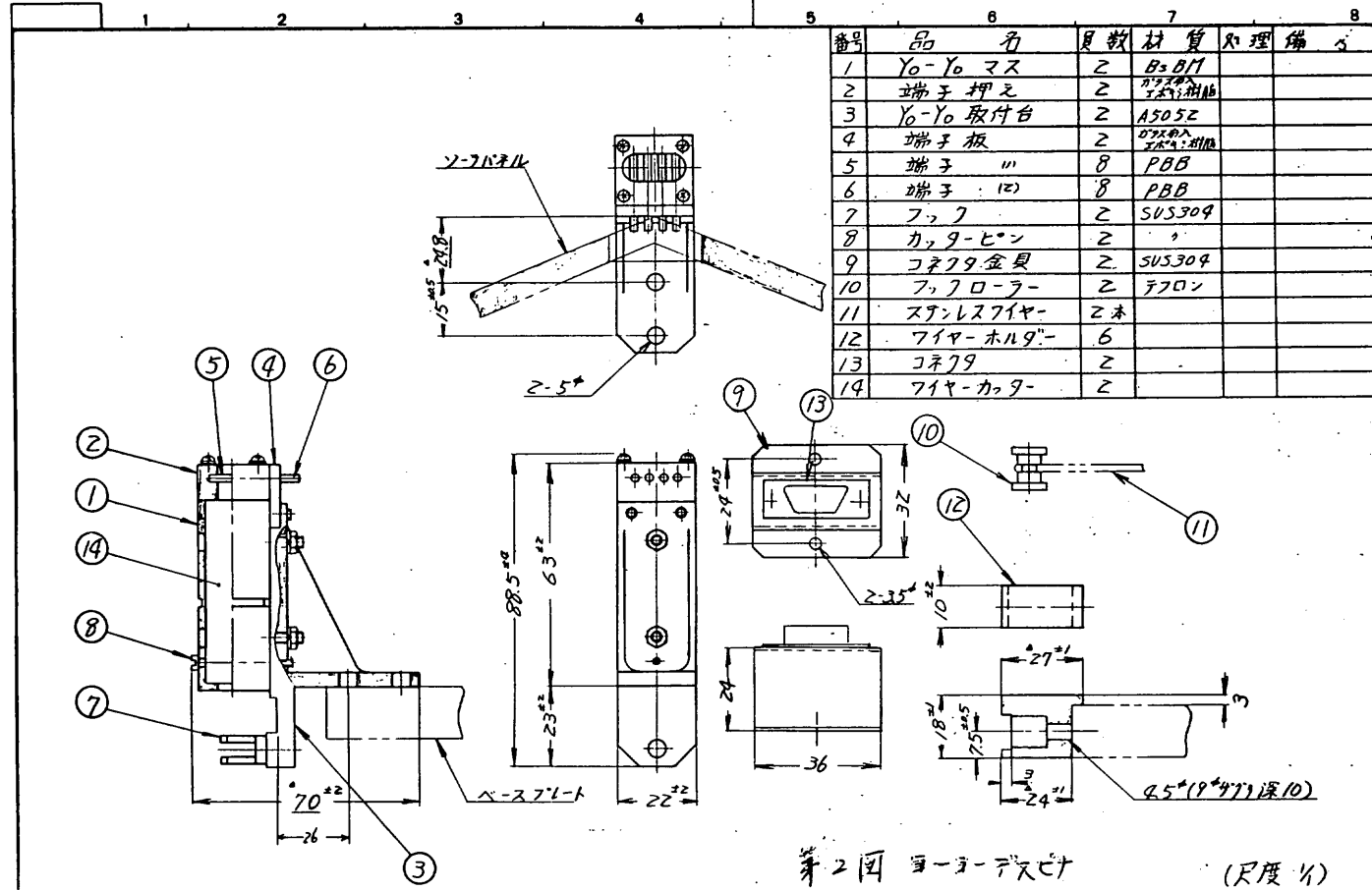
第 4 表 CORSA-b の変更点

項 目	変 更 内 容	変 更 理 由
MSC センジン グコイルの コネ クタ追加	センジングコイルから直接ケーブルを出して いたものを、OSM 型コネクタを用いる方式 とした。	衛星組立、分解の 容易化。
HK モータ	AC-1, AC-2 にてそれぞれ AC コイ ル電流, MSC コイル電流を計測していたが AC-1 にてモードもモータレ、AC-2 に コイル電流を計測することとした。	試験でのチェック を容易にする。
MSC 系への電磁 干渉	CORSA-F で発見された問題で CORSA A-F では 対応処置をしたが、CORSA -b では シールドケースを新設した。	対電磁干渉の強化
M 田関係	モータ内容の変更 対ノイズ対策の強化	試験の簡素化 誤動作防止
MAC コイル	コイルを 2 巻線化する。 コネクタを変更する。(OSM → D サブ)	リダンダンジを持 たせる。
MAC 弱おとビ ストップギレ イ	製作後の両設定を可能にした。	スピンの軸の変化が 大きくなる。(細 制御を可能とする。)
Y ₀ -Y ₀ , M AC, MSC- T にコネクタを 追加。	単独配線をひくし すべて計装配線とする	衛星組立分解の簡 易化。



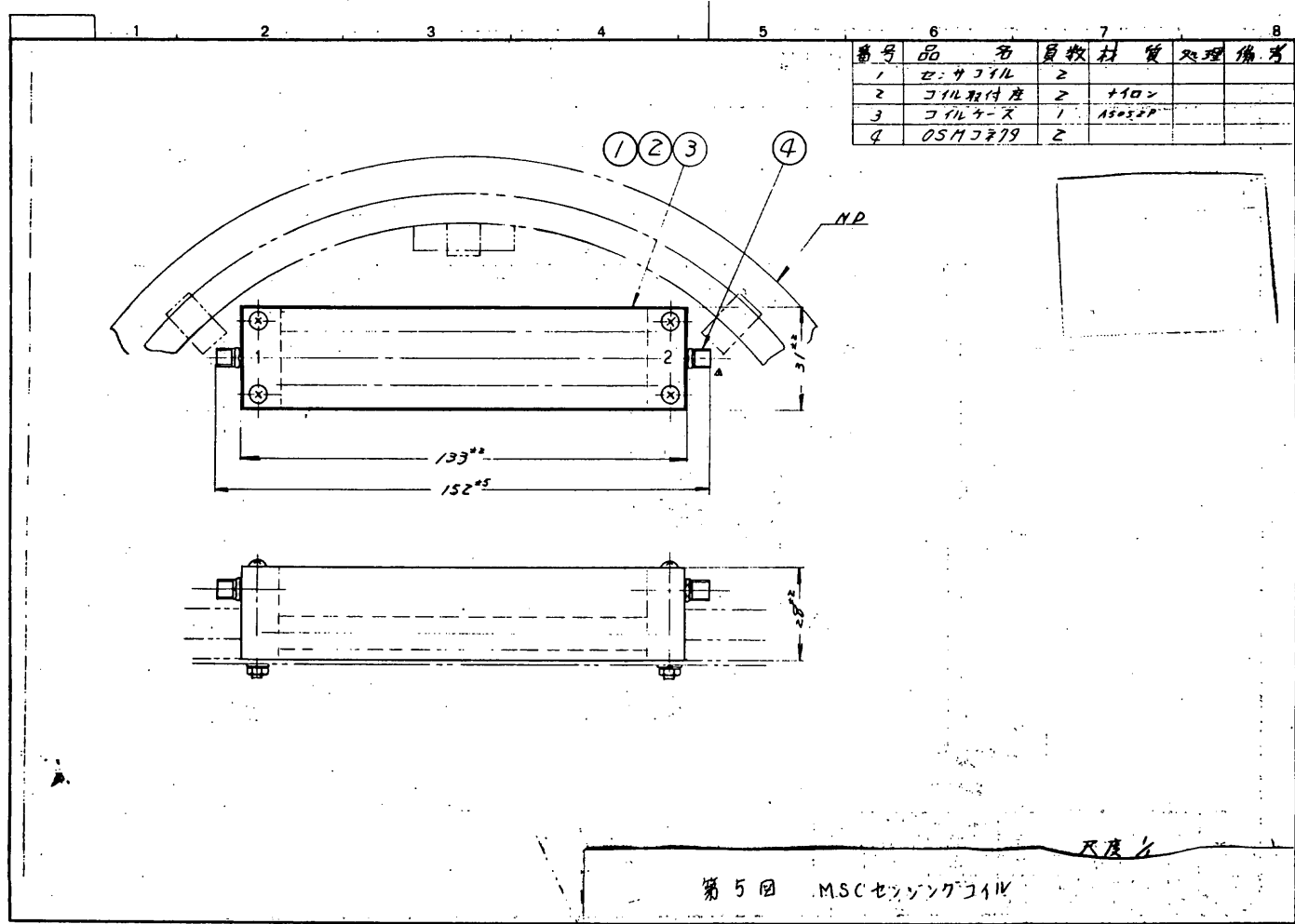
第1図 プログラムダイヤ

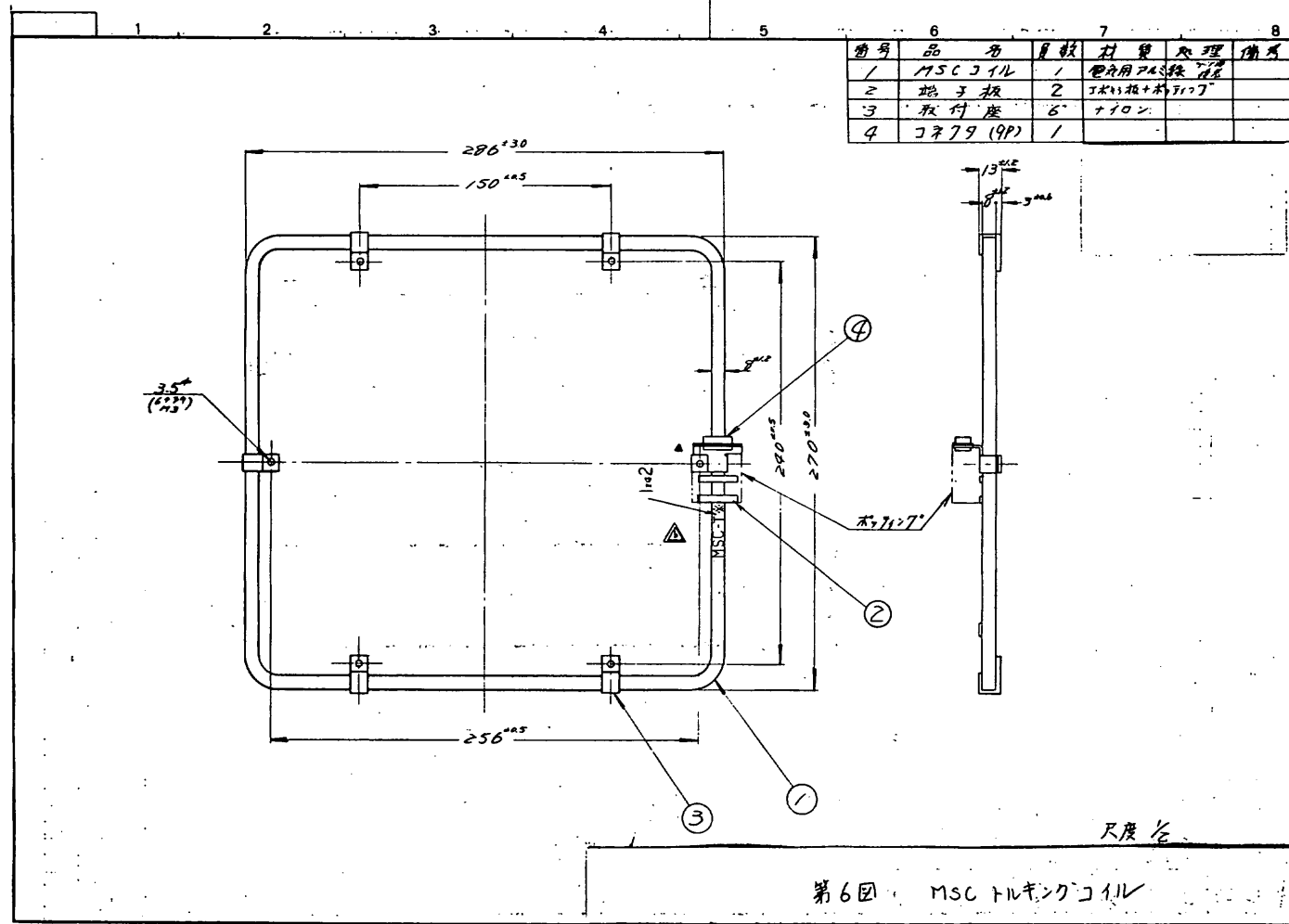
□ 姿勢制御装置
□ 通信機器

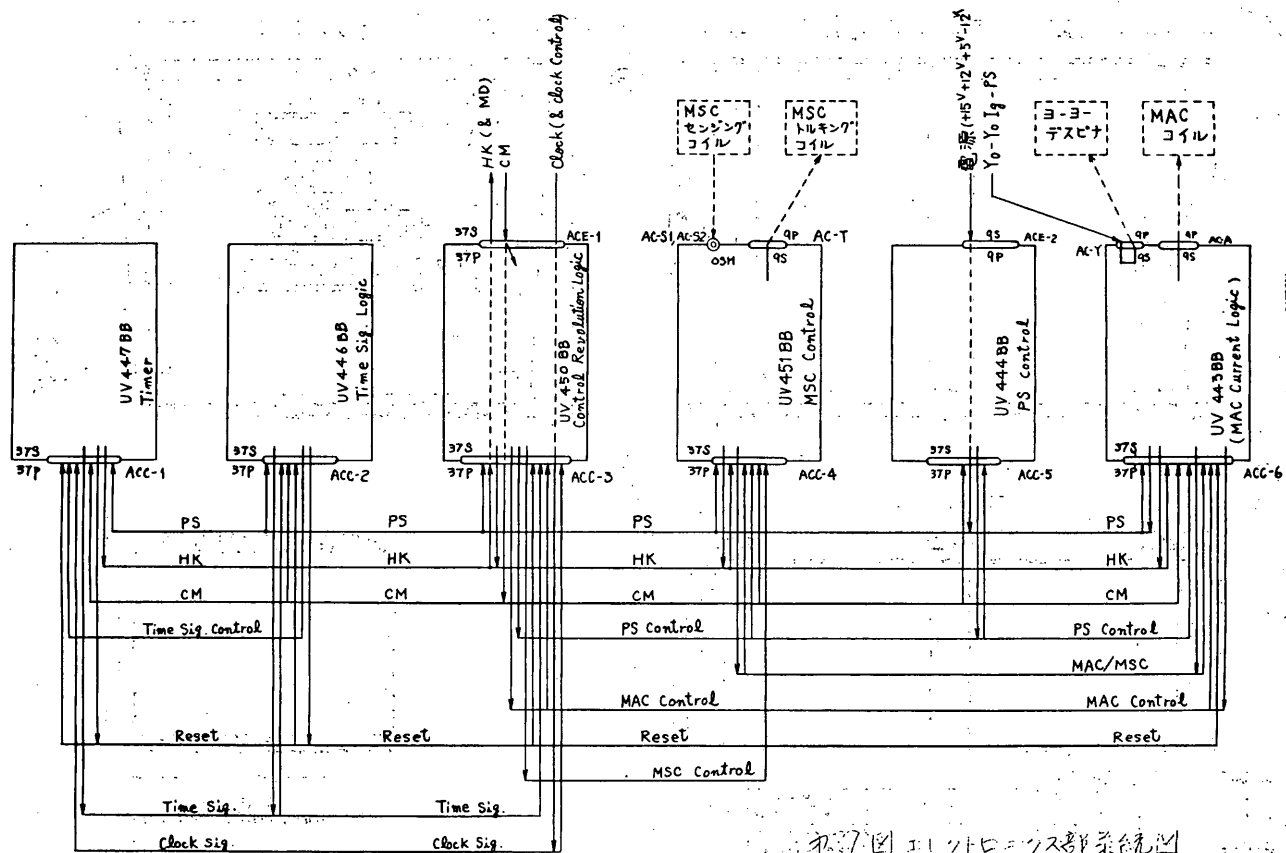


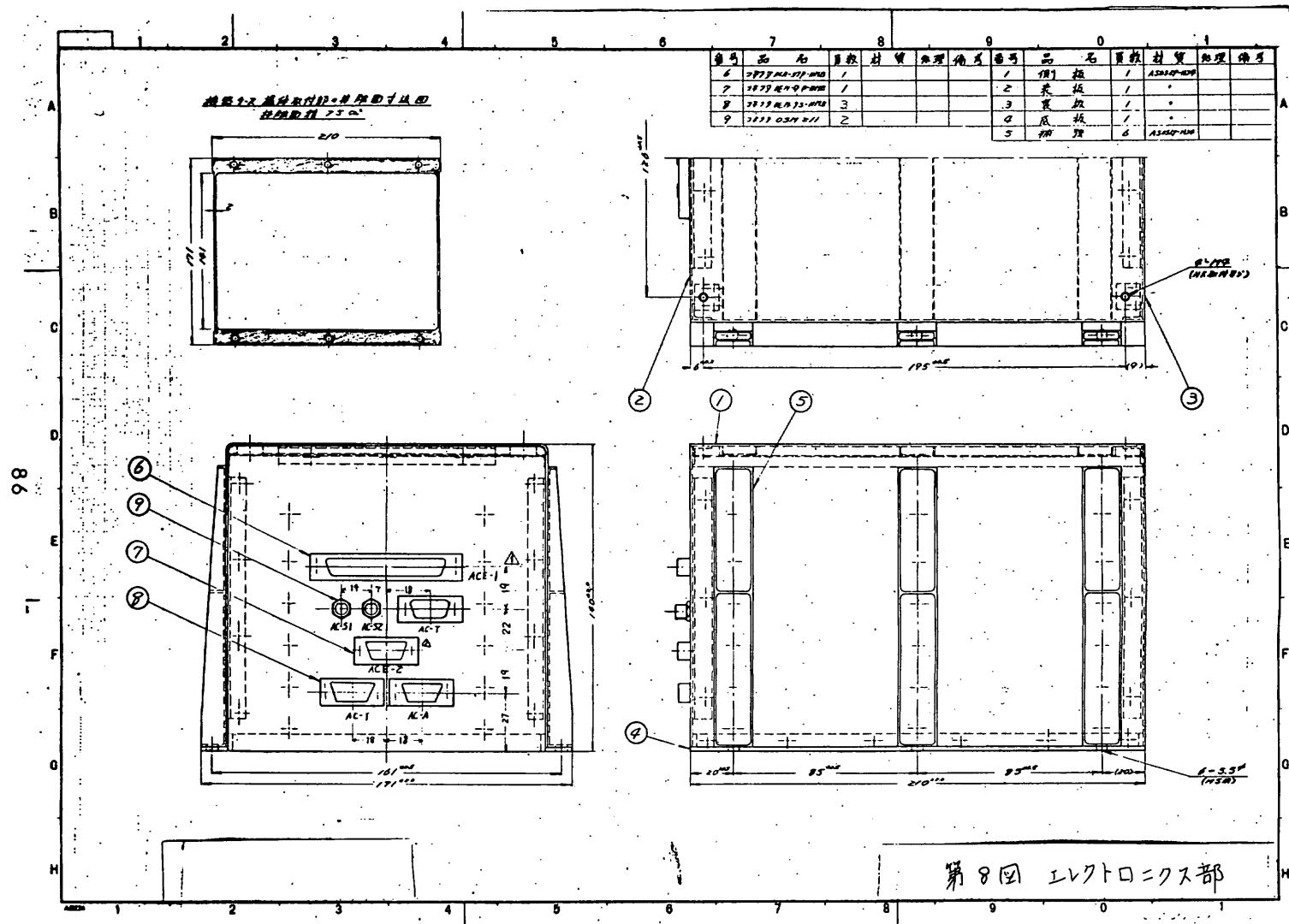


第 3 図
= ユーザー・イン・ザ・パ









第8図 エレクトロニクス部

2-2 姿勢制御計算システムについて

東大宇宙研 二宮研究室
(株)日立製作所

詳細は今後の設計によらなければならないが、姿勢制御計算システムの概略は図1のようになろう。以下、データの流にそくして説明する。

a. テレメータデータの集積 (U-200)

フレーム同期がとれているテレメータデータをディスクに格納する一方、リアルタイムでウィックフルック(ラインプリンタ出力)を行なう。

b. ファイル編集 (U-200)

テレメータの消滅後、駒場側へデータ伝送を行なうためのファイル編集をする。

c. データ伝送 (U-200, F230-38)

2400 BPS の公衆回線を利用してテレメータデータをKSCから駒場へ伝送する。

d. ファイル再編集 (F230-38)

送信されてきたデータを姿勢決定計算用のファイルに変換する。

e. 姿勢決定計算 (F230-38, カルコン7960)

軌道6要素とテレメータデータを用いて計算を行なう。計算結果をグラフィックディスプレイ、XYプロッタにより図形化し、姿勢決定の判断に役立てる。

f. 姿勢制御計算 (F230-38)

現在姿勢から目標方向に制御するための姿勢制御計算をおこなう。制御コマンド、時刻を送信ファイルに書きこむ。

g. データ伝送 (F230-38, U-200)

制御コマンド項目、時刻等を駒場からKSCへ伝送し、KSCではラインプリンタ又は紙テープに出力する。

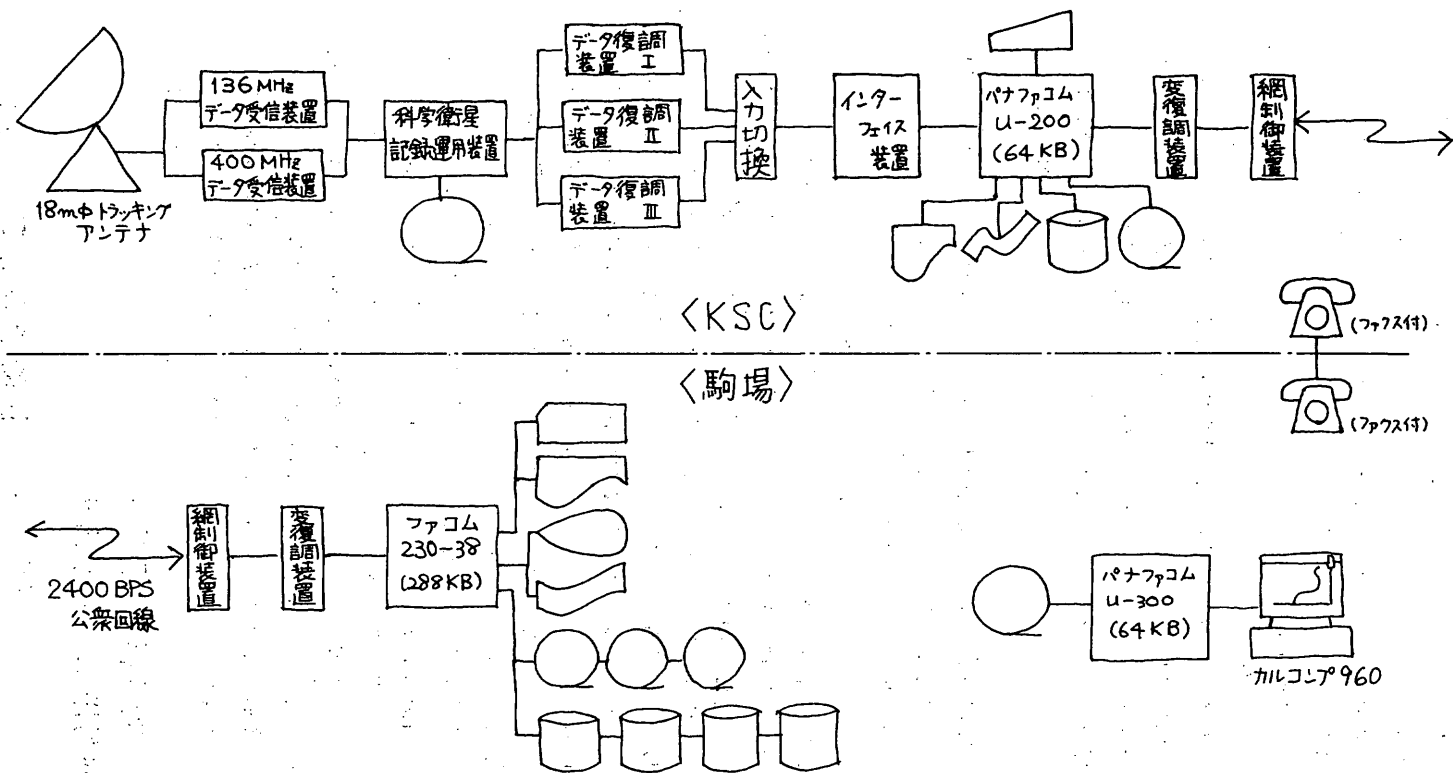


図 2 姿勢制御計算システム構成図

2-3 地平線姿勢計 (HOS)

東京大学・宇宙線研究所 近藤一郎
東京芝浦電気(株) 宇宙事業開発部

1. 概要

CORSA衛星はスピンによってその姿勢が安定に維持される様に設計され、更に姿勢制御装置(AC)によってそのスピン軸を天空の任意の方向(X線星の方向)へ向け、スピン軸に並行なX線観測器によりX線星の位置、強度変化を観測する。従ってCORSA衛星の飛翔中の姿勢の決定は、観測並びにその為の姿勢制御によって不可欠のものである。そこでCORSA衛星では2種の姿勢計—地平線姿勢計(HOS)と太陽姿勢計(SAS)—を用いて姿勢に関する情報を求め、これから姿勢を決定する。この両者のデータから求められる姿勢(スピン軸の方向)は、1回の測定では $\sim 1^\circ$ 角、10分程度の測定値の統計処理からは 0.1° 角程度の誤差で決定出来る。更に精密な姿勢の決定にはこのデータと、X線観測器そのもののデータとを組合せて、解析をする必要があるが、姿勢制御用の制御コマンドを計算するための情報としては、2種の姿勢計のデータで十分である。

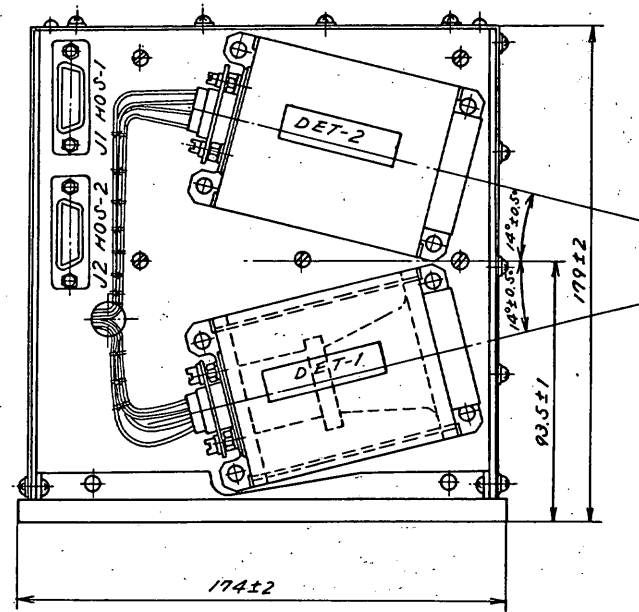
地平線姿勢計は、衛星のスピンによって地球を掃査する赤外線検出器によって衛星の対地球姿勢を定めるもので、SASによって得られる太陽方向に関する情報と組合せて、衛星のスピン軸の慣性空間における方向を決定する事が出来る。スピン安定が著しく乱れない限り、慣性座標系でのスピン軸の方向は瞬間的には大きく変化はしないので、姿勢の測定は連続的に行なう必要がない様にも見える。

しかし統計的な方法で姿勢の決定誤差を小さくする為と、ニューテーションの様な細かい姿勢変化の測定の為に、毎スピン毎に姿勢の情報を得る事が必要となる。

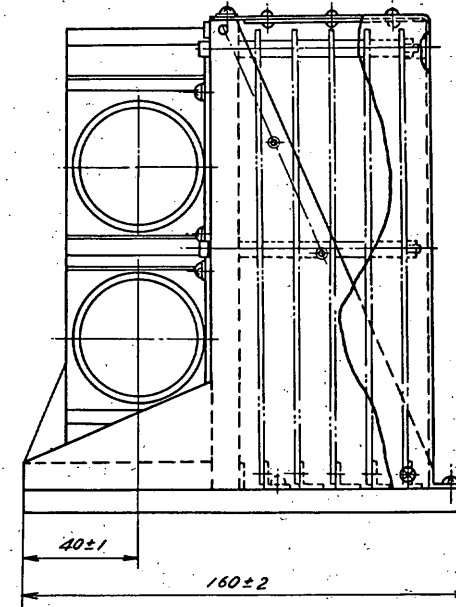
そこでCORSAでは、REAL TIMEのデータでは3秒毎、DATA RECORDERへ記録されるデータでは24秒毎に地平線姿勢計のデータを記録することになっている。

2. 地平線検出器

HOSは地球上層大気(高度約40Km)から放射される赤外線を検出し、これによって衛星の地球に対する相対的な姿勢を求めるものである。この為にHOSには図1に示す如く衛星の赤道面から上下各 14° の方向へ向いた2個の赤外線検出器がつけられている。この赤外線検出器は直径38mm、焦点距離57mmのレンズで集光した赤外線を 15 ± 1 ミクロンの波長域を持つ干渉フィルターを通して、ゲルマニウムレンズ付きのサーミスタボロメータ(有効面積 $0.1 \times 0.1 \text{ mm}^2$)で受光するものである。 15 ± 1 ミクロンの波長域は、 CO_2 からの輻射を主として観測するためのもので、この検出器が地球を掃査する場合には、地球上層約40Kmの高度からの輻射を主として感知することになる。従ってほぼ一定の温度の層を掃査することになり、下層の雲の有無や地形等に影響されずに一定の出力を得る事が出来る。



(a) 側面図



(b) 正面図

図 1 HOS 外観図

この様な条件の赤外線検出器の出力は、宇宙空間での低温の値から、地球上層大気の温度（ $\sim -50^{\circ}\text{C}$ ）の値へと 矩形波的に変化する（図 2 a）。

光学系の視野が約 2° のため、毎分 5 回のスピンの場合には、矩形波の立上りは約 60 m sec となる。実際には検出器温度の変化による出力電圧の変化、増幅器のドリフト、雑音等を避けるために低周波（ $0.1 \sim 300\text{ Hz}$ ）の交流増幅を行なうので、増幅器からの出力は図 2 b に示す如くパルス状になる。そこでこのパルスを適当なレベルで、波形弁別をし再び図 2 a の矩形波の形に直した上でデータ処理回路へ送っている。赤外線検出器の筐体には、サーミスタ・ボロメータに与える電圧（ $\pm 18\text{ V}$ ）を作る昇圧安定回路も内蔵し、安定な測定が行なえる様になっている。（図 3）

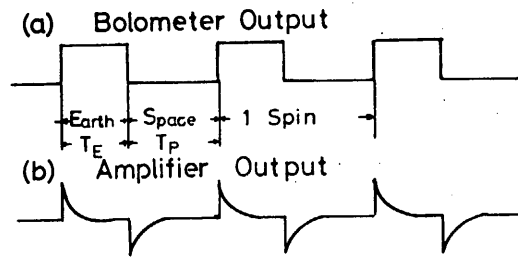


図 2 (a) HOS 検出器出力波形
(b) 増幅器出力波形

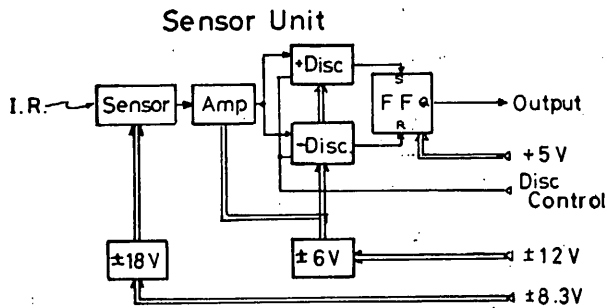


図 3 赤外線検出器ブロックダイアグラム

図 1 に示した如く HOS には 2 ケの赤外線検出器が取付けられている。これは 1 ケのみの場合には、衛星の対地球姿勢の変化によって地球を見なくなったり、姿勢の測定精度が著しく悪くなったりする事を補償するためである。2 ケの検出器を用いると対地球姿勢が変化しても、どちらか一方の検出器は必ず地球を掃査する事が可能となり、更に両方の検出器が地球を掃査する場合には、対地球姿勢の広い範囲で、姿勢の決定精度をほぼ一定に保つ事が可能となる。CORSA では衛星の軌道条件等を考慮し、衛星赤道面の上下に夫々 14° の方向へ視野の中心を持つ 2 ケの検出器（センサ 1、センサ 2）を取付けて、姿勢の情報を取得することにした。

3. HOS から得られるデータ

HOS の測定結果からは、衛星の対地姿勢、つまりスピン軸とその地点での鉛直方向（地球中心と衛星とを結ぶ線）とのなす角（ α_E ）が定まる。又検出器の視野が一回地平線を横切った時から、次に地平線を横切る迄の時間間隔から、近似的なスピン周期（衛星の公転分だけづれた）と、スピン角と地心方向との関係を求めることが出来る。2 枚の検出器がどちらも地球を掃査した場合には、更に衛星の高度を求める事も可能となる。この様な姿勢情報を得る基礎データとして、HOS の各検出器について、地球を掃査するに要した時間（ T_{E1} 又は T_{E2} ）と、天空を掃査するに要した時間（ T_{P1} 又は T_{P2} ）とを計測する。

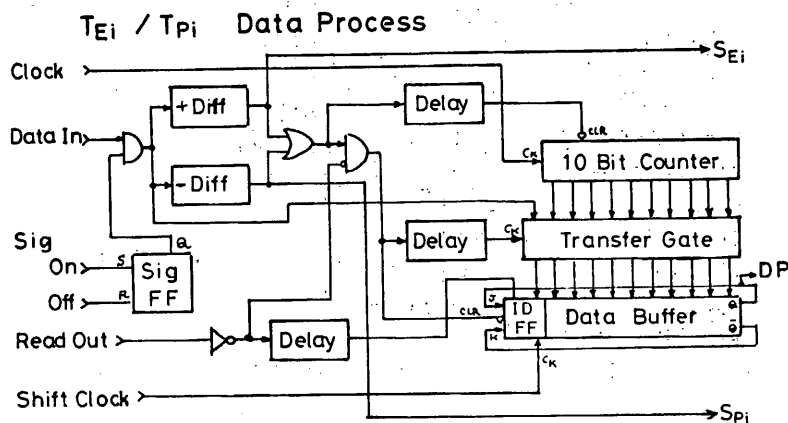


図4 T_{Ei} / T_{Pi} データ取得回路ブロックダイアグラム

次に衛星の慣性空間での絶対姿勢を求めるためには、HOS からの情報だけでは十分でなく、もう 1 軸の情報として SAS による太陽方向に関する情報と SAS と HOS との相対的な姿勢情報が必要となる。そこで SAS が太陽方向を検知してから、HOS のどちらかのセンサーが地球を見終る迄の時間（ T_{SE} ）を測定する。衛星が日陰状態にある時には SAS からの太陽信号は発生しないので、衛星上の基準時刻（DP の特定フレーム・ワード）と HOS のどちらかのセンサーが地球を見終る迄の時（ T_{TE} ）の測定により姿勢決定の為のデータを得られる。

これらの時間間隔のデータは DP から供給されるクロックパルス（Slow mode（標準）の時 8 W 周期、Fast mode の時 2 W 周期）を用いて、10 ビットのカウンタで計測される。従って Slow mode の時には 12 秒、Fast mode の時 3 秒の時間間隔まで測定可能である。衛星のスピンが 5rpm（12 秒周期）と予定されているからこの計測で 0.3° 程度の精度の記録が取れる予定である。計測されたデータは、夫々の検出器が地球を見始めた時（ T_{Pi} ）、又は地球を見終った時（ T_{E1}, T_{TE}, T_{SE} ）

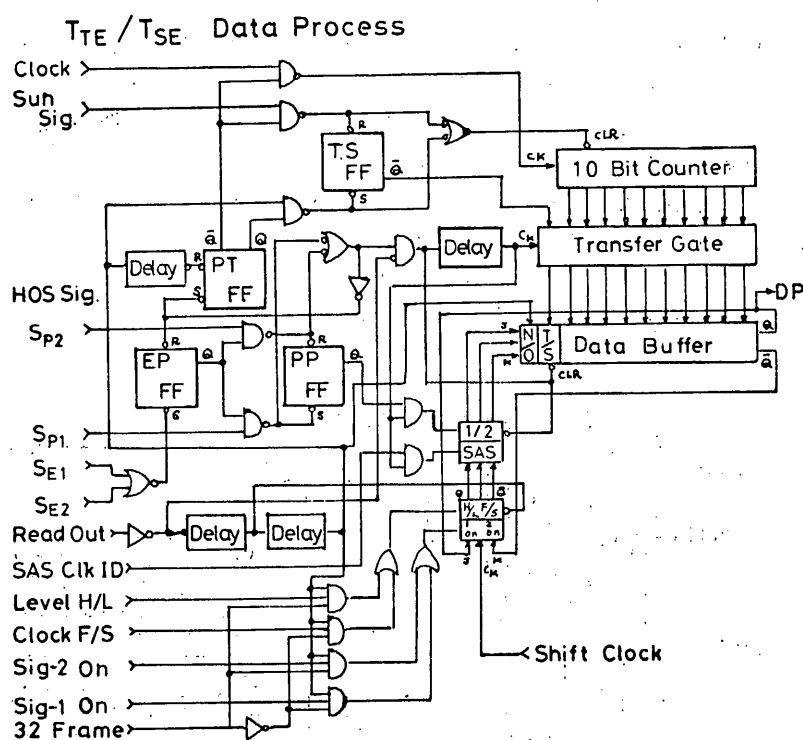


図5 T_{TE} / T_{SE} データ取得回路ブロックダイアグラム

にデータバッファに転送され、DPから読出し指令に従って、3秒 (REAL) 又は24秒 (TAPE) 毎に記録される。データ転送は REAL 1SFに4回、W33を5F連続 (F11~15, F27~31, F43~47, F59~63) で行なわれ図6に示す形となる。

REAL TIME DATA (W33)

F ₁₁ , F ₂₇ , F ₄₃ , F ₅₉	F ₁₂ , F ₂₈ , F ₄₄ , F ₆₀	F ₁₃ , F ₂₉ , F ₄₅ , F ₆₁	F ₁₄ , F ₃₀ , F ₄₆ , F ₆₂	F ₁₅ , F ₃₁ , F ₄₇ , F ₆₃	READ NO
HOSj1	HOSj2	HOSj3	HOSj4	HOSj5	
T _{E1} / T _{P1}	ID1	T _{E2} / T _{P2}	ID2	T _{SE} / T _{TE}	ID3
Time Data	EN PO	Time Data	EN PO	Time Data	EN PO

図6 HOSデータFORMAT (REAL DATA)

データのDPへの送出中には、当該データのバッファへの転送は禁止されている他1回の送出後次の送出迄に新しいデータが得られない時には N/O のID情報を1にして前回のデータを再送する。これは TAPE データが REAL データの8回に1回しか得られない為 無駄なく記録を行なうためである。T_{Ei} と T_{Pi} とは

同じカウンタ・バッファを用いるので、どちらを送信しているかはE/PのID情報(T_{E1}の時0, T_{P1}の時1)で示す。又T_{SE}とT_{TE}についても同じカウンタ・バッファを用いるので、どちらのデータを送信しているかをT/S(T_{TE}の時0, T_{SE}の時1)のID情報で示すと共に、データ転送のタイミングを作ったセンサーが、どちらであるかを1/2(センサー1の時0, センサー2の時1)のID情報で示す。(2ケのセンサーがどちらも地球を見ている時には、このID情報で示されているセンサーの方が、地球を見ている時間(T_{E1})が短い)。

この他、クロックパルスの速度(F/S, Fastの時0, Slowの時1), 2ケのセンサーのどちらかの信号をOFFにしてないか(OFFの時0, ONの時1), センサーから信号のディスクリ電圧の高さ(H/L, High(標準)の時0, Lowの時1)等のIDも図7に詳細に示した様に付加されている。各データの残りの1ビットは、SASのクロック速度のID情報として使われている。(Fastの時0, Slowの時1)。

ID BIT INFORMATION

ID Name		ID = 0	ID = 1
ID1	E/P	T _{E1} Data	T _{P1} Data
	N/O	New Data	Old Data
ID2	E/P	T _{E2} Data	T _{P2} Data
	N/O	New Data	Old Data
ID3	T/S	T _{TE} Data	T _{SE} Data
	N/O	New Data	Old Data
	1/2	T _{E1} < T _{E2}	T _{E1} > T _{E2}
ID4	0	H/L Discr High	Discr Low
	2	2 on Signal-2 Off	Signal-2 On
	1	F/S Clock Fast	Clock Slow
	3	1 on Signal-1 Off	Signal-1 On
SAS	F/S	SAS Clock Fast	SAS Clock Slow

図7 ID情報の詳細

T_{TE}の基準時刻としてはT_{TE}又はT_{SE}の新しいデータを送信したフレーム(F₁₅F₃₁, F₄₇又はF₆₃)のW₃₄B₀を用いており、この時刻からどちらかのセンサーが地球を見終る迄にSASの信号を受けると、T_{SE}のデータに変更されるが、SASの信号がなければ、T_{TE}のデータが送出される。

データ・レコーダへデータを記録している場合には

データの記録レートがREAL TIMEデータの1/8になるが、REAL TIMEデータとタイミングを合せてデータレコーダへデータを記録するために、特別な考慮が払われている。REAL TIMEデータの奇数サブフレームのF₂₇~F₃₁のW₃₃のHOSデータが、データ・レコーダのデータでは各サブフレームのF₁₁, F₂₇, F₄₃, F₅₉のW₃₃, W₄₁, W₄₉, W₅₇及びF₁₂, F₂₈, F₄₄, F₆₀のW₃₃に夫々記録される。このREAL TIMEデータと、データ・レコーダ・データとの対応は図8に示す様になる。

DATA RECORDER DATA

F ₁₁ , F ₂₇ , F ₄₃ , F ₅₉				F ₁₂ , F ₂₈ , F ₄₄ , F ₆₀
W33	W41	W49	W57	W33
HOSk1	HOSk2	HOSk3	HOSk4	HOSk5
T _{E1} / T _{P1}	ID1	T _{E2} / T _{P2}	ID2	T _{SE} / T _{TE}
Time Data	Time Data	Time Data	Time Data	Time Data
CORRESPONDING REAL DATA F ₂₇ ~ F ₃₁ · W33 · SF _{2n+1}				
HOS21	HOS22	HOS23	HOS24	HOS25

図8 データ・レコーダとREAL TIMEとのデータ対応

4. 姿勢の決定

衛星の姿勢の決定は、受信したデータの中からHOSとSASのデータを拾い出して、駒場に送り、F230-38の姿勢決定プログラムにより行なわれる。この際には1スピン毎の姿勢を求める他に統計的な手法を用いてより精度の良い姿勢のデータを、数スピン～数10スピンのデータから得る事も考えられている。しかし、ここでは基本的にHOSとSASのデータから、どの様にして姿勢を求めるかをのべるに留めることとする。

先ず図9に示す様に、空間上にS（スピン軸の向いている方向）、E（衛星から地球中心の方向）並びに2つの赤外線検出器の視野の中心が地平線を切った時（空間から地球方向へ入った時）の方向H₁（センサ1）、H₂（センサ2）を定義する。

CORSA-b では 衛星の赤道面から上下各14°の方向に、両方のセンサの中心軸が向いているので $\theta_0 = 14^\circ$ とすればよい。次に衛星の高度をh Km、HOSが感知する赤外線が発光層の高さをhc Km（hc=40とする）、地球の平均半径をRE Km（RE=6371）とするとH₁とEとのなす角 δ は

$$\sin \delta = (RE + hc) / (RE + h) \quad (1)$$

で与えられる。又実測されたT_{E1}, T_{P1}からH₁又はH₂からE方向へのスピン角 ϕ_1, ϕ_2 は次の式から求められる。

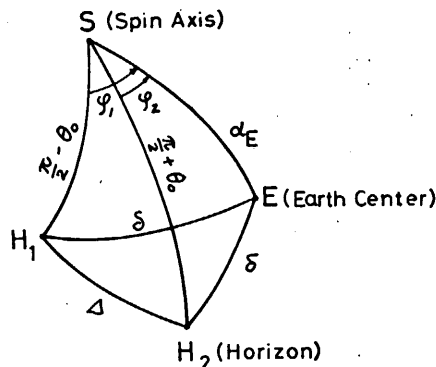


図9 HOSによる姿勢座標系

$$T_{spin} = T_{E1} + T_{P1} \text{ 又は } T_{E2} + T_{P2} \quad (2)$$

$$\left. \begin{aligned} \varphi_1 &= 180^\circ \times T_{E1} / T_{spin} \\ \varphi_2 &= 180^\circ \times T_{E2} / T_{spin} \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

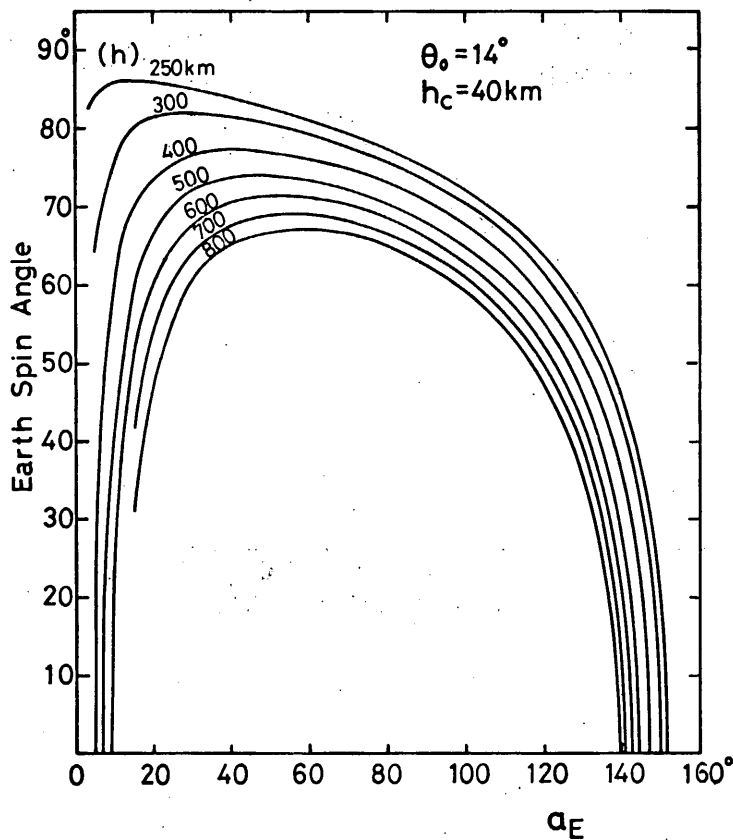
但し T_{spin} は CORSA-b の軌道周期 (約 96 分) とスピン周期 (約 12 秒) とから、慣性空間におけるスピン周期 (例えば SAS で測定したもの) よりは 0.2 % 程度長くなる筈である。

HOS から得られる姿勢のデータとして φ_1, φ_2 の 2 つの角が測定された時には、スピン軸方向 (S) と、地球中心方向 (E) とのなす角 (α_E) と、地平線方向 (H1 又は H2) と、地球中心方向 (E) とのなす角 (δ) とを求める事が出来る。

図 9 から球面三角の余弦定理を用いると

$$\cos \delta = \cos \alpha_E \cdot \sin \theta_0 + \sin \alpha_E \cdot \cos \theta_0 \cdot \cos \varphi_1 \quad (4)$$

$$\cos \delta = -\cos \alpha_E \cdot \sin \theta_0 + \sin \alpha_E \cdot \cos \theta_0 \cdot \cos \varphi_2 \quad (5)$$



を得るので、両式から $\cos \delta$ を消去すると

$$\cot \alpha_E = \frac{\cos \varphi_1 - \cos \varphi_2}{2 \cdot \tan \theta_0} \quad (6)$$

となって α_E が求まる。これを (4) 又は (5) に代入すれば $\cos \delta$ が求まり、衛星の高度 (h) を求めることが出来る。実際に CORSA-b の色々な高度 (h) で α_E と φ_1 との関係を図 10 に示す。

図 10 衛星高度 (h) の時の φ_1 と α_E との関係

φ_2 の時には、 α_E の代りに $180^\circ - \alpha_E$ を用いてこの図を使うことが出来る。

この図から見られる様に $40^\circ \leq \alpha_E \leq 140^\circ$ の範囲では両方のセンサーが、地球を共に掃査し、その他の角度ではどちらか1ケのセンサーが地球を掃査している。

(6)の代りに $\Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi_2$ を直接使い、衛星の高度(h)を知っていれば $\Delta\varphi$ の絶対値と、ピッチ角の絶対値 $|90^\circ - \varphi_E|$ との対応を求めてみると図11に示す様になる。この図で見られる様に $|90^\circ - \varphi_E|$ が 40° 以下の時には、 $\Delta\varphi$ から α_E を求めた時に、 α_E につく誤差は、 $\Delta\varphi$ の誤差 (φ_i の誤差の $\sqrt{2}$ 倍) のほゞ2倍程度になる。1回のスピンに対する φ_i の誤差は 0.4° 以下であるので α_E の誤差は 1° 程度となる。又 α_E と $\Delta\varphi$ との関係は $\Delta\varphi$ の小さい所では高度に対する依存性が、小さい事も注意すべき事である。

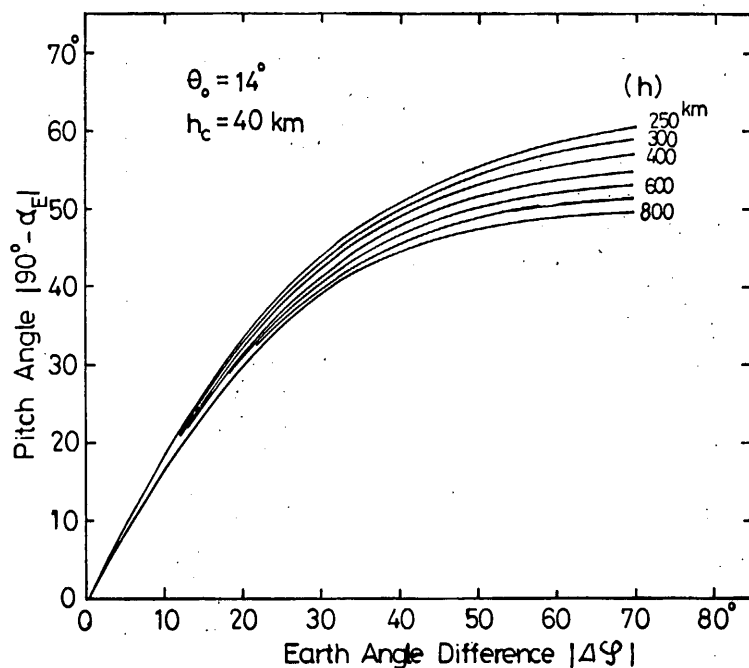


図11 衛星高度(h)の時の $|\Delta\varphi|$ と $|\text{ピッチ角}|$ の関係

一方2ケのセンサが地球を掃査しているスピン角の平均 $\bar{\varphi} = (\varphi_1 + \varphi_2) / 2$ と α_E との関係を計算してみると図12に示す如くになる。 $\bar{\varphi}$ はピッチ角 $|90^\circ - \alpha_E|$ の小さい所では殆ど高度のみに依存し、姿勢の決定には大きな誤差を持つがピッチ角の大きい所では姿勢の決定に役立つ事が判る。

図11と12を組合せて、 $\bar{\varphi}$ と $\Delta\varphi$ の両者の組合せから衛星の高度(h)と、ピッチ角 $|90^\circ - \alpha_E|$ を求める簡便な方法として、図13を用意した。

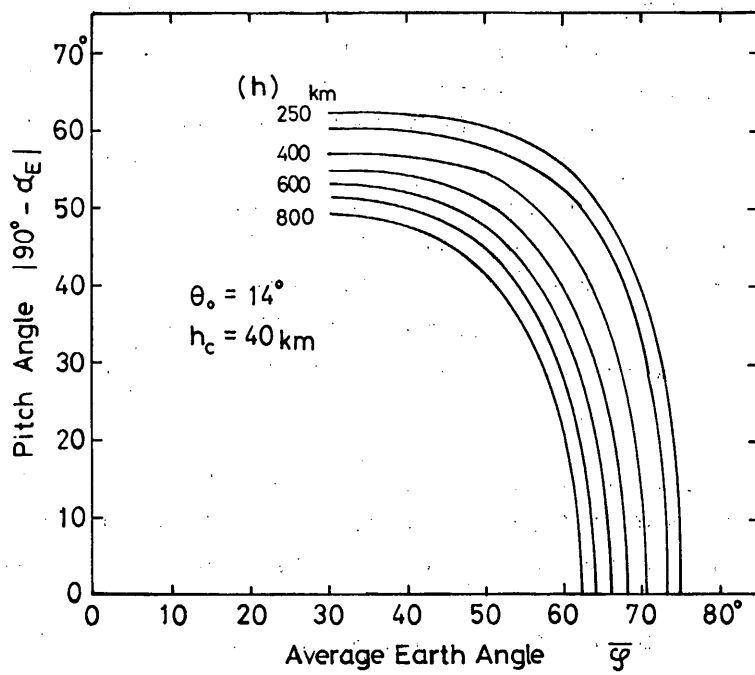


図 1.2 地球スピン角の平均 $\bar{\varphi}$ と |ピッチ角| との関係

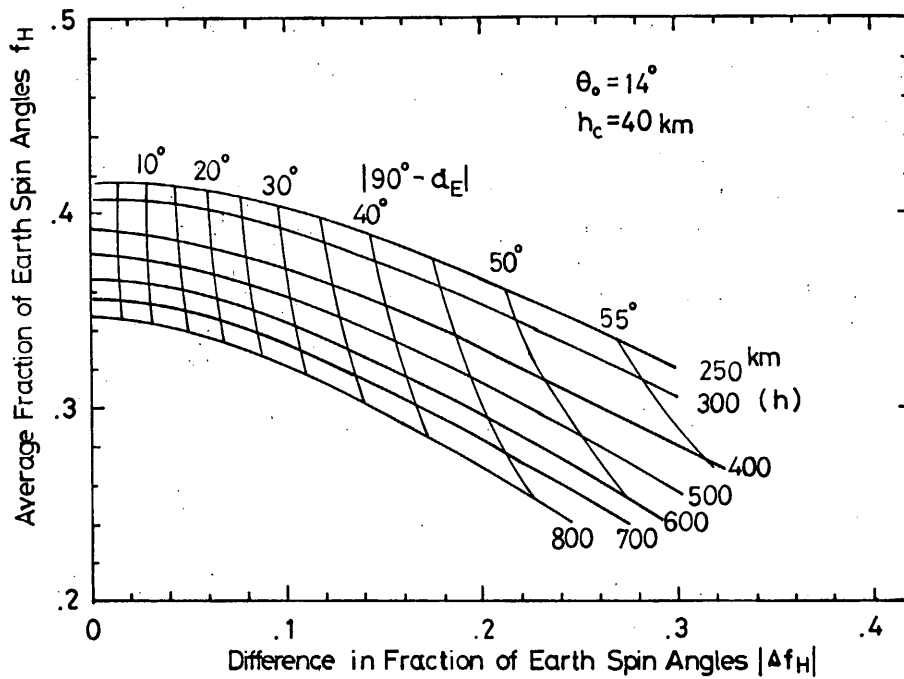


図 1.3 HOSデータから h と $|90^\circ - \alpha_E|$ を求める図

$$\left. \begin{aligned} f_H &= (\varphi_1 + \varphi_2) / 180^\circ \\ |4 f_H| &= |(\varphi_1 - \varphi_2) / 90^\circ| \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

片方のセンサしか、地球を掃査しなかった時、又はセンサが1ヶしか働らいていない時には、衛星高度(h)を知っていれば

$$\cos^2 \alpha_E (\sin^2 \theta_0 + \cos^2 \varphi_1 \cdot \cos^2 \theta_0) - 2 \cos \alpha_E \cdot \cos \delta \cdot \sin \theta_0 + (\cos^2 \delta - \cos^2 \varphi_1 \cdot \cos^2 \theta_0) = 0 \quad (8)$$

$$\begin{aligned} \text{又は} \quad & \cos^2 \alpha_E (\sin^2 \theta_0 + \cos^2 \varphi_2 \cdot \cos^2 \theta_0) + 2 \cos \alpha_E \cdot \cos \delta \cdot \sin \theta_0 \\ & + (\cos^2 \delta - \cos^2 \varphi_2 \cdot \cos^2 \theta_0) = 0 \end{aligned} \quad (9)$$

衛星のスピンの軸の慣性空間での方向を求めるには、HOSのみでは不可能でもう一つの姿勢計として、SASの情報を加える必要がある。図14に示した様に衛星の位置を赤緯 δ_p 、赤経 α_p とし、又太陽の方向(T)を赤緯 δ_s 、赤経 α_s とする。次にSASから得られる太陽高度角(A)とSASが太陽を見てからHOSのどちらかのセンサが、地球を掃査し終る迄の時間(T_{SE})とが、データとなる。HOSの向いている衛星上の方位角は、SASの向いている方位角に対して45°スピンの上で先行する方向にあるので、太陽方向と地球中心方向とのスピン角(χ)は次の様にして求められる。

$$x = \frac{T_{SE}}{T_{spin}} \times 360^\circ - \min(\varphi_1, \varphi_2) + 45^\circ \quad (10)$$

図 14 から

$$\cos \bar{\psi} = \sin A \cdot \cos \alpha_E + \cos A \cdot \sin \alpha_E \cdot \cos \chi \quad (11)$$

$$\cos \bar{\psi} = -\sin \delta_T \cdot \sin \delta_P - \cos \delta_T \cdot \cos \delta_P \cdot \cos(\alpha_P - \alpha_T) \quad (12)$$

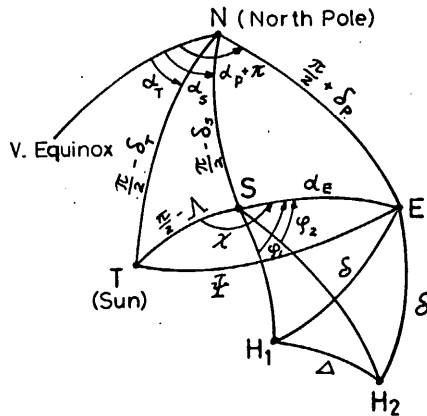


図 14 SAS, HOS センサ
による姿勢角座標系

又 $(\pi + \alpha_P + \alpha_T) \bmod_{2\pi} > \pi$ の時 $\Psi > \pi$ から $\sin \Psi$ の符号が決る。

上式で分る様に、 Ψ は姿勢と関係なく決るので、 α_E 、 A 、 χ の間は独立ではないので、実際のデータのチェックに上式を使うことも出来る。

$\angle NTE$ を λ_3 、 $\angle STE$ を λ_4 とすると

$$\left. \begin{aligned} \sin \lambda_3 &= -\cos \delta_P \cdot \sin(\alpha_P - \alpha_T) / \sin \Psi \\ \cos \lambda_3 &= -(\sin \delta_P + \sin \delta_T \cdot \cos \Psi) / \cos \delta_T / \sin \Psi \end{aligned} \right\} \quad (13)$$

$$\text{から } \tan \lambda_3 = \frac{\cos \delta_P \cdot \cos \delta_T \cdot \sin(\alpha_P - \alpha_T)}{\sin \delta_P + \sin \delta_T \cdot \cos \Psi} \quad (14)$$

$$\begin{aligned} \sin \lambda_4 &= \sin \alpha_E \cdot \sin \chi / \sin \Psi \\ \cos \lambda_4 &= (\cos \alpha_E - \sin A \cdot \cos \Psi) / \cos A / \cos \Psi \end{aligned} \quad (15)$$

$$\text{から } \tan \lambda_4 = \frac{\sin \alpha_E \cdot \sin \chi \cdot \cos A}{\cos \alpha_E - \sin A \cdot \cos \Psi} \quad (16)$$

となり、 λ_3, λ_4 を決めることが出来るので

$$\sin \delta_S = \sin \delta_T \cdot \sin A + \cos \delta_T \cdot \cos A \cdot \cos(\lambda_3 - \lambda_4)$$

から スピン軸方向の赤緯 (δ_S) が求まる。更に

$$\begin{aligned} \sin(\alpha_S - \alpha_T) &= \cos A \cdot \sin(\lambda_3 - \lambda_4) / \cos \delta_S \\ \cos(\alpha_S - \alpha_T) &= (\sin A \sin \delta_T \cdot \sin \delta_S) / \cos \delta_S / \cos \delta_T \end{aligned} \quad (17)$$

$$\text{から } \tan(\alpha_S - \alpha_T) = \frac{\cos A \cdot \cos \delta_T \cdot \sin(\lambda_3 - \lambda_4)}{\sin A - \sin \delta_T \cdot \sin \delta_S} \quad (18)$$

となって、スピン軸方向の赤経 (α_S) が求められる。

同様な計算は、 $\angle NET = \lambda_5$ 、 $\angle SET = \lambda_6$ を用いて行えるので、こゝでも計算の誤差の推定が可能である。

衛星が日陰状態にある時には、SASの情報は何れもないので、日陰状態に入る時と、日陰状態が終った時とに姿勢を決め、その間はHOSのデータのみで姿勢の変化を内そうする事が必要である。

5. 姿勢データの1例

CORSA-b衛星の飛翔中に得られるHOS, SASのデータ、並びにこれらから得られる各姿勢角の情報を、シュミレーションした結果の一例を、図15, 16に示す。図は近地点350 Km, 遠地点800 Km, 軌道傾度を31.5°とした時でスピン軸は、Tau x-1 (かに星雲) に向いている。($\delta_S = 21.9^\circ$ $\alpha_S = 5^h 31^m$) 衛星が地球を周回する間の各姿勢角の変化が、図15には主としてHOSについて図16については、HOS・SASの関係を含め示されている。

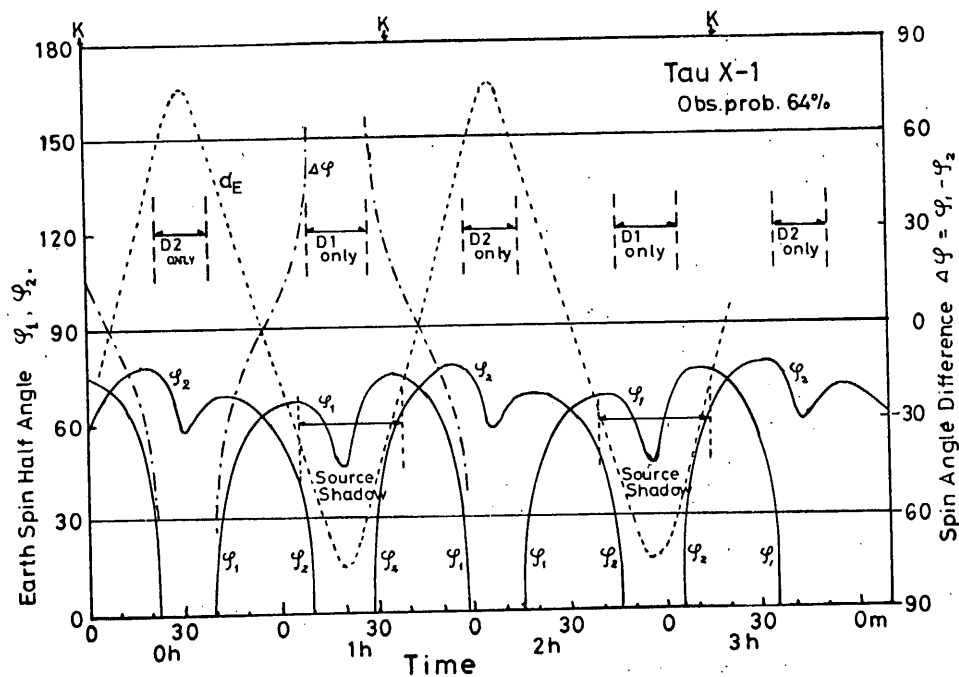


図 1 5 H O S による姿勢角測定 の 例

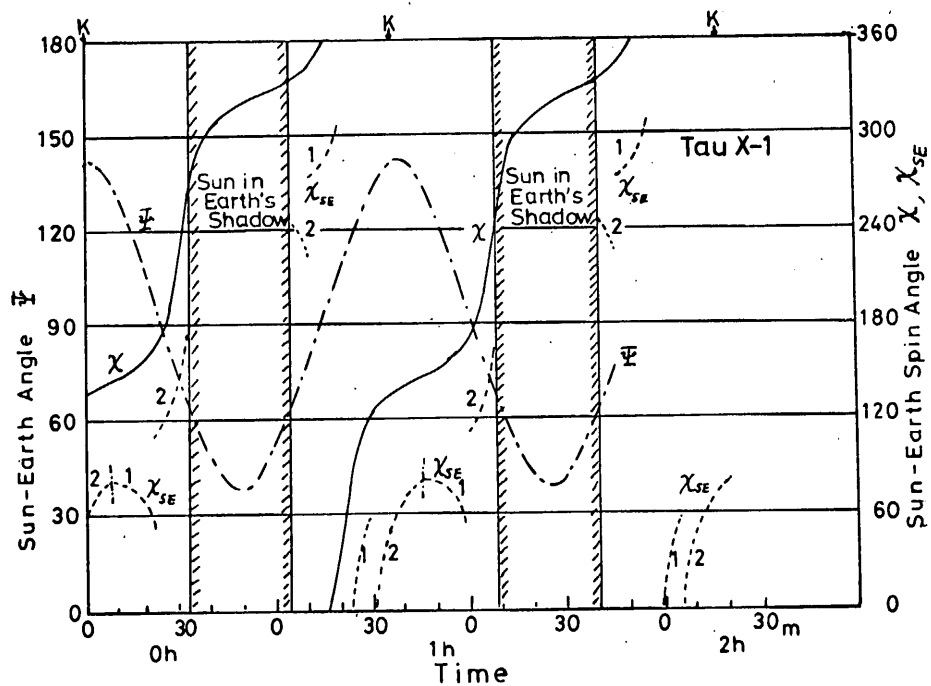


図 1 6 H O S , S A S による姿勢角測定 の 例

2-4 太陽姿勢計 (SAS)

東大宇宙研 小川原 嘉明
明星電気 (株)

§1 観測目的

CORSA 衛星には、衛星のスピン軸方向に向けて7ヶ、スピン軸と垂直方向に向けて4ヶ、合計13ヶのX線検出器が搭載されている。衛星の姿勢制御により、スピン軸を任意の方向に向け、その方向にあるX線源の長時間連続観測を行なうと同時に、スピン軸と直交方向の大円にそって巾広い範囲のX線源の探索をする予定である。このため、姿勢制御X線源の位置の決定、データ処理等の基礎になる衛星の姿勢計測を行なう。

太陽姿勢計（以下SASと呼ぶ）は、衛星と太陽との相対的な姿勢を求めるもので、測定するものは、スピン軸と太陽との角度及び、太陽が衛星の基準子午面を通過した時刻である。これらの測定の精度は、衛星のスピン軸の方向、スピン周期によってかなり変るが大体の目安として、瞬時値で約0.5度、前後のデータを含めて正確な計算をして0.1度を目標としている。但しSASは一軸姿勢計であるため、他の姿勢のデータと組合せてはじめて絶対的な姿勢が求められる。この場合、他の姿勢データとしては、地平線姿勢計（HOS）あるいは、X線観測器による既知のX線源の観測データなどが利用できる。

§2 観測方法

衛星の子午線上を太陽が通過する時に、太陽の像をレンズ系によりシリコン太陽電池の上に結像させ、その像が通過した位置と時刻を測定することによって、太陽とスピン軸の

角度及び、子午線が太陽の方向を向いた時刻を知る。このため、シリコン太陽電池は、有感帯が 7 bit のグレイコードを作るように配置してある。さらにそのコードの両端には、太陽の像の通過開始と、通過終了を検出するためのラインが 1 本ずつついている。シリコン半導体のパターン製作精度、半導体素子の製作可能最大寸法、光学系の視野の広さと焦点距離等の制約から、1 ケのセンサーで観測できる範囲は子午線方向に約 6.5° である。このセンサー 2 ケを同一子午線上に並べ、合せて約 13.0° の範囲を観測する。

§ 3 観 測 装 置

(i) 全体の形状

センサー部の全体の形状を第一図に示す。2 つのセンサー (A, B) が上下に 1 ケずつ配置してあり、上部のセンサー (A) は下方向に約 6.5° の視野を持ち、下部のセンサー (B) は、上方向に約 6.5° の視野を持つ。その結果、全体として衛星座標系で $+5.5^\circ \sim -7.5^\circ$ の間が視野となる。この部分にはセンサー部とブリアンプが入り、主回路部は、TXE (SF X, HD X などの回路部) と同居させて重量の軽減、計装配線の節約を計っている。

(ii) センサー

センサーは、光学系 (レンズ系) とシリコン太陽電池とから成る。それぞれの規格は次の通りである。

a) レンズ系

焦点距離	約 13 mm
------	-------------------

視野角 $\sim 65^\circ$

構成 3 群 5 枚

開口径 外付けの絞りにより約 $1.5 \text{ mm } \phi$ にする

b) 太陽電池

形状 第 2 図

材質 シリコン太陽電池 (P ON N)

コード { 7 bit グレーコード
 START AND END CHECK LINE

分解能 約 0.5°

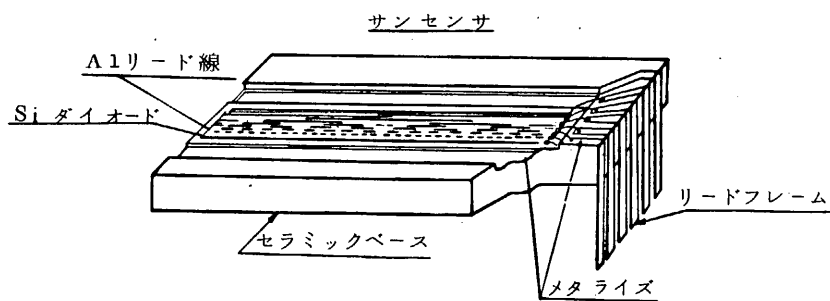


図 2

(iii) データ処理系

太陽電池は、約10 Vの逆バイアスを加えておき、この状態で流れる電流が光量に比例することを利用して太陽の像を検出する。検出信号は光量に比例した電圧として取り出され、ディスクリミネータによって判別される。判別の基準電圧は4段階にわたって変えられるようになっており、センサーの特性の異常な変動があっても、かなり広い範囲の変動に対して安定に動作するようにしてある。基準電圧の選定はP I コマンドによって行う。

センサー上を太陽の像が走ると、まずSTART MARKの信号が出る。A、B2つのセンサーのうちでこのSTART MARKのあった方のセンサーのデータを選別してデータ処理する。A、Bのセンサーは視野の端が一部わずかに重複しているので、A、Bが共に太陽を見た時には両方の信号が選ばれる。次に7 bitの高度角検出信号が出、最後にEND MARKが出る。これで1 SETのデータがバッファレジスタに入れられ、データプロセッサ(DP)からの読み出し指令は3秒に1回ずつ出るが、その間に2回以上太陽を見た時はバッファレジスタの中身は第1回のものでままで変らない。

一方、基準の時刻(DPの読み出し指令)から次のSTART MARK信号までの時間を測り、太陽が子午面を通過した時刻を求める。これで太陽に対する衛星の姿勢が求められる。

START MARKの信号は、HOSとの相対角を求めるのに使用する。又SCMの区切りとしても使用する。万一このエレメントが故障した時には、P I コマンドによって、

END MARK を区切り信号に切り替えることができるようにしてある。

END MARK は信号の 1 SET 完結を指示し、これによって次のデーター処理過程が自動的にスタートするようになっている。したがって、もしこのエレメントが故障したら全くデーターが取れないということも起り得る。この場合に備えて、P I コマンドでデーターの読み出しが END MARK の有無にかかわらず一定の周期で強制的にも行えるように回路の動作が切り替えられる。

7 bit のグレイコードのエレメントが故障した時には、太陽に対する高度角の測定精度が悪くなったり、測定不能になったりすることになる。このような事故に対しては、START MARK から END MARK までの太陽像の走行時間を計ることによって約 1 度以下程度の精度で高度角が求められる。太陽センサーの故障としてはまだこの他にも多種多様な状態が考えられるので、それらの状態についてなるべく適確な推定ができるように、

- ① センサー A の START MARK 及び END MARK の有無

- ② センサー B の START MARK 及び END MARK の有無

- ③ センサー A, B のいずれのデーターを早く検知したか

等の信号も毎回送られるようにする。

§4 データー伝送方式

SASのデーターは1 SUB FRAME (6秒)に2回W33を使って伝送される。

1組のデーターは40 bits (5ワード)で構成され、その内容は次のようになっている。

ビット	内 容
1	センサー A の START MARK の有無
2	センサー B の "
3	センサー A の END MARK の有無
4	センサー B の "
5	センサー A のデーター送り
6	センサー B の "
7 13	センサー A の高度角を示す 7 bit グレーコード
14 20	センサー B の "
21 30	START MARK から END MARK までの時間 (WORD SIGNAL を TIME UNIT として測る SLOW CLOCK: 1W QUICK CLOCK: 1/2W)
31 40	前回の読み出し時刻から今回の START MARK までの経過時間 (2 WORD SIGNAL を TIME UNIT として測る)

REAL MODE ではスピン周期が3秒(20 RPM)以上になると2回以上同じデーターを送ることになる。その場合、2回目以後のデーターなのか、全く同じだが新しいデーターであるのかの区別をするために、2回目以後のデーターでは第1～第4 bitを全て

0として送り出す。

§5 コマンド

コマンドは、通常のコマンドとP Iコマンドを用いるようになる。

(i) 通常のコマンド

NO. 5 0 S A S O N

NO. 1 1 9 P I - A L L - O F F

の2項目

(ii) P I コマンド

① 機器指定 1 0 1 1

② 動作指定

第5 bit	}	ディスクリミネーターのレベル切り替え
第6 "		
第7 "		
第8 "		センサーAのみ電源 OFF
第9 "		センサーB "
第10 "		自動読み出し OR 強制読み出し
第11 "		SPIN 区切りを START MARK 又は END MARK 切り替え
第12 "		SAS CLOCK を QUICK と SLOW に切り替え ID を HOS

を使って伝送する。

以上のように動作する。なお、P I コマンドについては X 線観測 (SFX, HDX) と非

常に関連が深いので、SFX, HDX の項も参照のこと。

下記の図は、P I コマンドの動作指定の部分である。

bit NO.	0	1	2	3	4	5	6	7
内 容	DISCRI LEVEL SELECT			A ON	B ON	AUTO READ	ST/END SEL	CLOCK SEL
1	001 LEVEL-1 (1.5V)			ON	ON	ON	END QUICK	
	010 LEVEL-2 (3 V)							
0	100 LEVEL-3 (5 V)			OFF	OFF	OFF	START SLOW	
	111 LEVEL-4 (7 V)							
INITIAL SET	0	1	0	1	1	0	0	0

第 3 章

共 通 機 器

3-1 環境計測装置(H.K)

東大宇宙研 林研究室
松下通信工業(株)

1. 概要

本装置はCORS A衛星に搭載され、衛星内各部の温度、電圧、電流等の環境計測を行い、そのデータにより衛星の動作状態の確認をするものである。

測定項目は、校正電圧を含めて64で、切換スイッチとしてFETスイッチを用いている。このスイッチ切換用のタイミングパルスはDPよりコントロールパルス9本(バイナリ6ビット)を受けHK内部で60に切換える。切換えられた信号は増幅器により増幅され、DPに送出する。

2. 構成

区分	品名	員数	備考
本体	H K	1	
検出器	温度センサ	33	白金センサ
	電圧センサ	7	精密抵抗

3. 性能

1) 電気的性能

(電 圧)

- ① 測定範囲：測定項目表による。
- ② 測定方法：抵抗分圧による。
- ③ 出力電圧精度： $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ に於いて
 $0\text{V} : \pm 0.06\text{V}$
 $3\text{V} : \pm 0.09\text{V}$

④ 電圧センサ

Ep-P, BATV	MFA599K Ω CT1	A
Es-12P, Es-N	MFA299K Ω CT1	A
Es-5P	MFA149K Ω CT1	A
BLM-2	MFA479K Ω CT1	A
BLM-3	MFA179K Ω CT1	A

(温 度)

- ① 測定範囲：測定項目表による。
- ② 測定方法：白金温度センサによる。 $(50\Omega \pm 1\% \text{ at } 20^{\circ}\text{C})$

③ 検出器感度 : TL $0.44 \text{ mV} \pm 0.1\%/^{\circ}\text{C}$
TH $0.17 \text{ mV} \pm 0.1\%/^{\circ}\text{C}$

④ 出力電圧精度 : $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ に於て
0V : $\pm 0.06 \text{ V}$
3V : $\pm 0.09 \text{ V}$

(総 合)

① 周波数特性 : DC ~ 10 KHz ($\pm 1 \text{ dB}$) 増幅器

② 出力電圧温度ドリフト : $-30^{\circ}\text{C} \sim +60^{\circ}\text{C}$ に於いて $\pm 30 \text{ mV}$ 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於けるドリフトは,
 $\pm 10 \text{ mV}$ 以内.

④ 出力インピーダンス : $1 \text{ K}\Omega \pm 20\%$.

⑤ コントロールパルス電圧 : '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' $113 \text{ K}\Omega$ (4.5 V)
'0' 125Ω (0.2 V)

⑦ 出力之上り時間遅れ : $100 \mu\text{s}$ 以下.

⑧ コマンドパルス電圧 : $12 \text{ V} \pm 1 \text{ V}$ (ON, OFF 共)

⑨ コマンドパルス受けインピーダンス : $200 \Omega \pm 10\%$

⑩ 校正電圧 : CAL-A $\begin{cases} 0.45 \text{ V} \pm 1\% & (23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}) \\ 0.45 \text{ V} \pm 3\% & (-30^{\circ}\text{C} \sim +60^{\circ}\text{C}) \end{cases}$
CAL-B $\begin{cases} 2.4 \text{ V} \pm 1\% & (23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}) \\ 2.4 \text{ V} \pm 3\% & (-30^{\circ}\text{C} \sim +60^{\circ}\text{C}) \end{cases}$

⑪ 入力電圧, 消費電流 : $+12 \text{ V} \pm 2\%$ 10 mA 以下
 $+5 \text{ V} \pm 5\%$ 130 mA 以下
 $-12 \text{ V} \pm 2\%$ 30 mA 以下

⑫ 外部操作 : 電源 ON/OFF (コマンドによる)

⑬ アンサ信号 : な し

2) 機械的性能.

① 外形寸法 : $206 \pm 2 \times 168 \pm 2 \times 60 \pm 2 \text{ H}$

② 重 量 : 1.2 Kg 以下

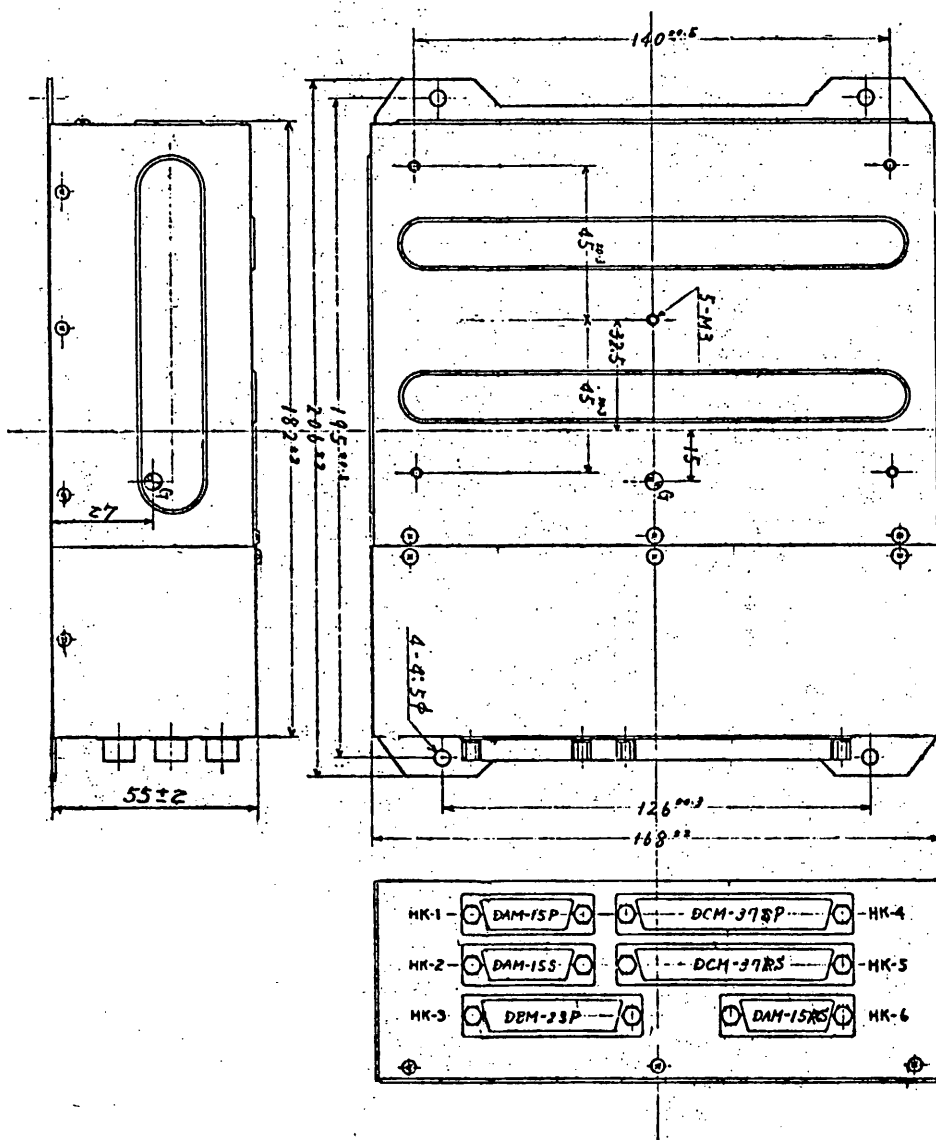
③ ケース材質 : A5052

④ ケース表面処理 : 黒色塗装.

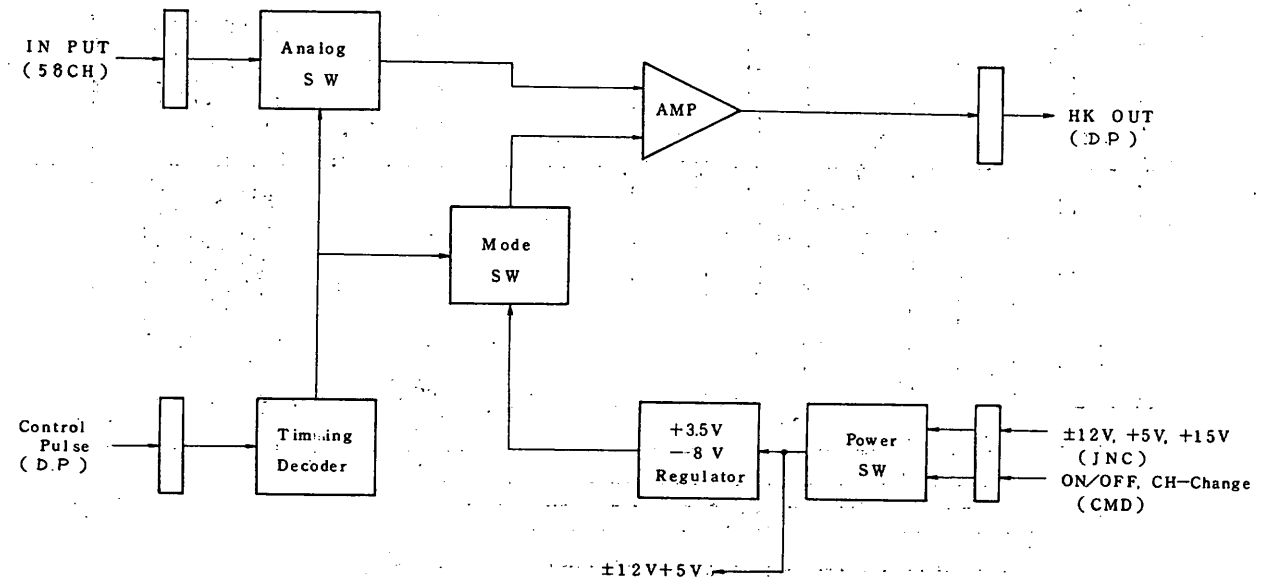
環境計測装置(HK)測定項目表

N0	項 目	測 定 範 囲	測 定 内 容		
0	EP-P	0~+30V	+BUS電圧	電 源 系	2
1	ES-12P	0~+15V	+12V REG出力電圧		
2	ES-5P	0~+7.5V	+5V "		
3	BAT-V	0~+30V	+バッテリー電圧		
4	IC-P	0~+2.6V	太陽電池出力電流		
5	Id-P	"	バッテリー充電電流		
6	BLM-1	0~+5V	バッテリーロジック		
7	"-2	0~+24V	充電モード識別	S C M	2
8	SCM-1	—	SCM→DP直接		
9	"-2	—	"		
10	"-3	—	"		
11	"-4	—	"		
12	"-5	0~+1V	SCMモニタ	A C	0
13	AC-1	0~+3V	ACモードモニタ		
14	"-2	"	コイル電流	P S	Σ
15	ES-12N	0~15V	-12V REG出力電圧		
16	CAL-A	—	0.45V	H K	1
17	"-B	—	2.4V		
18	BLM-3	0~+9V	LEVEL A/B	P I	E 0 D Σ
19	RRE	0~+3V	RARR MODE識別		
20	SFX-HV	0~+50V	高電圧		
21	SFX-1	"	計 数		
22	"-2	"	"		
23	VSX-1	0~+50mV	高 圧		
24	"-2	"	ガス圧		
25	"-3	"	バルブ動作		
26	"-4	"	レベル		
27	"-5	"	計算率 1		
28	"-6	"	" 2	共 通 機 器	
29	"-7	"	" 3		
30	"-8	"	" 4		
31	TL-1	-40~+70℃	ベースプレート 1	共 通 機 器	
32	"-2	"	" 2		
33	"-3	"	" 3		

N0	項 目	測 定 範 囲	測 定 内 容	共通機器	MODE
34	TL - 4	-40 ~ +70℃	ベースプレート 4		
35	〃 - 5	〃	構 体 上		
36	〃 - 6	〃	SHUNT - E		
37	〃 - 7	〃	構 体 下		
38	〃 - 8	〃	RARR case		
39	〃 - 9	〃	136MHz X-tal		
40	〃 -10	〃	CMR case		
41	〃 -11	〃	400MHz X-tal		
42	〃 -12	〃	CMD case		
43	〃 -13	〃	BATT cell		
44	〃 -14	〃	〃 case		
45	〃 -15	〃	CNV 〃		
46	〃 -16	〃	SFX センサ		
47	〃 -17	〃	〃		
48	〃 -18	〃	VSX センサ 1		
49	〃 -19	〃	〃 〃 2		
50	〃 -20	〃	〃 〃 3		
51	〃 -21	〃	〃 〃 4		
52	〃 -22	〃	HOS センサ 1		
53	〃 -23	〃	〃 〃 2		
54	〃 -24	〃	DPE		
55	〃 -25	〃	DRM		
56	TH - 1	±150℃	頭部パネル		
57	〃 - 2	〃	太陽電池パネル 1		
58	〃 - 3	〃	〃 2		
59	〃 - 4	〃	〃 3		
60	〃 - 5	〃	〃 4		
61	〃 - 6	〃	カップラ		
62	〃 - 7	〃	SHUNT(SEP-MONI)		
63	〃 - 8	〃	SCMセンサ		



HK 外觀図



HK ブロック図

3-3 CORSA-b塔載用データ処理装置(DP)

東大宇宙線研 近藤一郎
富士通株式会社

1. 概要

CORSA衛星に搭載されている各観測機器によって得られた情報を効率良く地上へ伝送するためには機上においてのデータ処理を必要とする。

CORSA衛星の主な目的であるX線源の観測においては対象とするものによって観測方法並びにデータ集録方法の変更を必要とし、可視時刻以外で得られた情報をCORSA衛星に搭載されているデータレコーダに記録しておいて、可視時間になった時に地上へ伝送する事も必要となる。又、衛星の姿勢決定の爲のデータ、衛星の内部状態のデータも衛星監視の爲には不可欠なものである。

これらのデータ処理を効率良く行なうためにCORSA衛星ではデータ処理装置(DP: Data Processor)を搭載し、各観測機器から供給されるデータを処理している。

DPで行なう処理を大別すると以下のようになる。

(1). 観測されたデータを各観測機器から受け取って一定の形式に編集し、リアルタイムデータとしてテレメータに送る。伝送形式は1語8ビット、1フレーム64語、1サブフレーム64フレームとなっており、ビットレートは5,461ビット/秒である。このレートは1サブフレームが6秒になる様に定められている。

(2). 可視時刻以外で観測されたデータを各観測機器から受け取って一定の形式に編集し、レコードデータとしてコマンドによって指定された時刻、記録時間に従ってデータレコーダに記録する。伝送形式はリアルタイムデータと同じであるが、ビットレートは683ビット/秒(リアルタイムデータの1/8のレート)である。

このレコードデータは可視時間になった時に再生され、プレイバックデータとして10,923ビット/秒のビットレートでデータレコーダから直接テレメータに送られる。

(3). X線観測モードはPCモードとPHモードがあり、リアルタイムデータとレコードデータとが常に同じモードになっている。PCモードはX線のエネルギー分布、PHモードはX線の強度時間変化の観測に適したデータ形式になっている。尚、キャリブレーションの時は常にPHモードになっている。

(4), CORSA搭載機器 (VXE, TXE, SAS, DP) の動作の制御は、限られた数のコマンドでは不十分なので4種のコマンド14ヶの送信で一連の動作を規定したPIコマンドが設けられており、このコマンドの解読と各機器への伝達もDPが受持っている。

(5), この他各機器の動作に必要なタイミングパルスはDPが供給しており、DPのクロックレートの測定から時間への換算が容易に出来る。

DPからの送信情報の詳細については以下に述べるが、リアルタイムデータ及びレコードデータの伝送量と時間の関係をまとめて表1に示す。

表1, データ伝送量と時間の関係

伝送時間	データ伝送量	
	リアルタイムデータ	レコードデータ
0.183 ミリ秒	1ビット	
1.465 "	1語	1ビット
11.719 "	8 "	1語
93.750 "	1フレーム	8 "
0.750 "	8 "	1フレーム
1.5 秒	16 "	2 "
6.0 "	1サブフレーム	8 "
48.0 "	8 "	1サブフレーム
6.4 分	64 "	8 "
12.8 "	128 "	16 "
25.6 "	256 "	32 "
51.2 "	512 "	64 "
76.8 "	768 "	96 "
102.4 "	1024 "	128 "
160.0 "	1600 "	200 "

2, 主要諸元

2.1, ビットレート

- (1), リアルデータ : 5,461 BPS SPM符号
- (2), プレイバックデータ : 10,923 BPS SPM符号
- (3), レコードデータ : 683 BPS SPM符号

2.2, ビット数/ワード

各データ共通 : 8

2.3, ワード数/フレーム

各データ共通 : 64

2.4, フレーム数/サブフレーム

各データ共通 : 64

2.5, 送信フォーマット

(1), リアルデータ

割り当ては図-1, 図-2 による。

(a), ワード W_0, W_1 (同期コード)

$F_1 \sim 63$: W_0 : 11101011

$F_1 \sim 63$: W_1 : 10010000

F_0 : W_0 : 00010100

F_0 : W_1 : 01101111

(b), ワード W_{32} (HKデータ)

割り当ては図-2 による。(1:64 サブコミュニケーション)

(c), ワード W_{33} (共通データ)

割り当ては図-2 による。

(d). ワード $W_2 \sim 31, 34 \sim 63$ (X線データ)

モード : 2種(PCモード, PHモード) 図-1参照

(2). プレイバックデータ

割当は図-3, 図-4, 図-5による。

(a). ワード W_0, W_1 (同期コード)

$F_1 \sim 63$	W_0	:	11101011
$F_1 \sim 63$	W_1	:	10010000
F_0	W_0	:	00010100
F_0	W_1	:	01101111

(b). ワード W_{32} (HKデータ)

割当は図-4による。(1:64サブコミュニケーション)

(c). ワード W_{33} (共通データ)

割当は図-4による。

(d). ワード $W_2 \sim 31, 34 \sim 63$ (X線データ)

モード : 2種(PCモード, PHモード) 図-3参照

(注, ワード $W_{41}, 49, 57$ に関しては (e) 項および図-5参照)

(e). ワード $W_{41}, 49, 57$ (共通データの一部, X線データ)

$F_{11}, 27, 43, 59$	$W_{41}, 49, 57$:	HOSデータ
$F_{22}, 54$	$W_{41}, 49, 57$:	SASデータ
F_n (他のフレーム)	$W_{41}, 49, 57$:	X線データ

詳細割当は図-5による。

(注, ワード W_{33} のHOSデータ, SASデータと併記してある)

2.6. 出力信号 (テレメータインターフェイス)

(1). 符号形式 : SPM

(2). レベル : $2V \pm 0.2V_{P-P}$ (500 Ω 負荷時)

(3). 出力インピーダンス : $500\Omega \pm 50\Omega$

2.7 データレコーダ

- (1) レコードタイム : 160 Min
- (2) レコードデータレート : 683 Bits / sec
- (3) レコードデータ容量 : 6.55 MBits (160 × 60 × 683)
- (4) リプロデュースタイム : 10 Min
(プレイバックタイム)
- (5) リプロデュースデータレート : 10,923 Bits / sec
(プレイバックデータレート)

(6) モードチェンジタイム

(a) OFF → レコード : 0.75 Sec

(b) OFF → リプロデュース : 2.0 Sec

(c) レコード → リプロデュース : 2.0 Sec

(d) リプロデュース → レコード : 2.0 Sec

(7) インターフェイス

(a) 入力データレベル

LOGIC 0 : 0 ~ +0.7 V
LOGIC 1 : +3.5 ~ +5.5 V

(b) 出力データレベル

LOGIC 0 : 0 ~ +0.3 V
LOGIC 1 : +3.0 ~ +5.3 V

図 1. リアルデータ送信フォーマット (その1)

PC mode

n \ W	W _{8n}	W _{8n+1}	W _{8n+2}	W _{8n+3}	W _{8n+4}	W _{8n+5}	W _{8n+6}	W _{8n+7}
0	SYNC CODE		PC1-L	PC2-L	PC3-H	PC1-H	PC5-L	PC6-L
1	PC7-H PC7-L	PC8-H PC8-L	PC1-L	PC2-L	PC4-H	PC2-H	PC5-H PC5-L	PC6-H PC6-L
2	PC9-L PC7-L	PC9-H PC8-L	PC1-L	PC2-L	PC3-L	PC1-H	PC5-L	PC6-L
3	PC7-H PC7-L	PC8-H PC8-L	PC1-L	PC2-L	PC4-L	PC2-H	PC5-H PC5-L	PC6-H PC6-L
4	H K (国-2)	英通 (国-2)	PC1-L	PC2-L	PC3-H	PC1-H	PC5-L	PC6-L
5	PC7-H PC7-L	PC8-H PC8-L	PC1-L	PC2-L	PC4-H	PC2-H	PC5-H PC5-L	PC6-H PC6-L
6	PC9-L PC7-L	PC9-H PC8-L	PC1-L	PC2-L	PC3-L	PC1-H	PC5-L	PC6-L
7	PC7-H PC7-L	PC8-H PC8-L	PC1-L	PC2-L	PC4-L	PC2-H	PC5-H PC5-L	PC6-H PC6-L

上下2段に異なる信号名のあるワードは、PIコマンドによって上下を切換える。

PC7,8,9の切換えとPC5,6の切換えは独立に行う。

PH mode

n \ W	W _{8n}	W _{8n+1}	W _{8n+2}	W _{8n+3}	W _{8n+4}	W _{8n+5}	W _{8n+6}	W _{8n+7}
0	SYNC CODE		PH5	PH6	PH9	PH7	PH3	PH4
1	PH3	PH4	PH1	PH2	PH5	PH6	PH9	PH7
2	PH3	PH4	PH1	PH2	PH5	PH6	PH9	PH7
3	PH3	PH4	PH1	PH2	PH5	PH6	PH9	PH7
4	H K (国-2)	英通 (国-2)	PH5	PH6	PH9	PH7	PH3	PH4
5	PH3	PH4	PH1	PH2	PH5	PH6	PH9	PH7
6	PH3	PH4	PH1	PH2	PH5	PH6	PH9	PH7
7	PH3	PH4	PH1	PH2	PH5	PH6	PH9	PH7

PC1, PH1 : V XV-1	標準	PC5, PH5 : CMC-1
PC2, PH2 : V XV-2		PC6, PH6 : CMC-2
PC3, PH3 : V XP-3		PC7, PH7 : SVC-1
PC4, PH4 : V XP-4		PC8, PH8 : SVC-2
		PC9, PH9 : H DX

図-2 リアルデータ送信フォーマット(その2)

W32 (HKデータ, SCMデータ)

$n \backslash F$	F_{8n}	F_{8n+1}	F_{8n+2}	F_{8n+3}	F_{8n+4}	F_{8n+5}	F_{8n+6}	F_{8n+7}
0	BUSV	+12V	+5V	BATV	IC-P	ID-P	BLM1	BLM2
1	SCM1	SCM2	SCM3	SCM4	SCM5	AC-1	AC-2	-12V
2	CALA	CALB	BLM3	RARR	TXHV	SFX1	SFX2	VSX1
3	VSX2	VSX3	VSX4	VSX5	VSX6	VSX7	VSX8	SCP5
4	BAS1	BAS2	BAS3	THRU	SHUE	THRL	RARR	TMXV
5	CMR	TMXU	CMD	BATC	BATT	CNV	SFX1	SFX2
6	VSX1	VSX2	VSX3	VSX4	HOS1	HOS2	DP	DRM
7	TOP	SCP1	SCP2	SCP3	SCP4	COP	SHUR	SCM

データレコーダに記録中は同一のHK項目を8回繰り返し送信する。従って全項目送信には8SFを要する。(F8, 9, 10, 11 はSCMデータ)

W33 (共通データ)

$n \backslash F$	F_{8n}	F_{8n+1}	F_{8n+2}	F_{8n+3}	F_{8n+4}	F_{8n+5}	F_{8n+6}	F_{8n+7}
0	TIME11	TIME21	AQC	DPID-1	DPID-2	(FIX)	(FIX)	(FIX)
1	CAB	PI-CAB	PI-CAB	HOS10	HOS11	HOS12	HOS13	HOS14
2	TIME12	TIME22	AQC	SAS10	SAS11	SAS12	SAS13	SAS14
3	CAB	PI-CAB	PI-CAB	HOS20	HOS21	HOS22	HOS23	HOS24
4	TIME13	TIME23	AQC	DPID-1	DPID-2	(FIX)	(FIX)	(FIX)
5	CAB	PI-CAB	PI-CAB	HOS30	HOS31	HOS32	HOS33	HOS34
6	TIME14	TIME24	AQC	SAS20	SAS21	SAS22	SAS23	SAS24
7	CAB	PI-CAB	PI-CAB	HOS40	HOS41	HOS42	HOS43	HOS44

図-3 プレイバック データ送信フォーマット(その1)

PC mode

n \ W	W _{8n}	W _{8n+1}	W _{8n+2}	W _{8n+3}	W _{8n+4}	W _{8n+5}	W _{8n+6}	W _{8n+7}
0	SYNC CODE		PC ₁ -L	PC ₂ -L	PC ₃ -H	PC ₁ -H	PC ₅ -L	PC ₆ -L
1	PC ₇ -H PC ₇ -L	PC ₈ -H PC ₈ -L	PC ₁ -L	PC ₂ -L	PC ₄ -H	PC ₂ -H	PC ₅ -H PC ₅ -L	PC ₆ -H PC ₆ -L
2	PC ₉ -L PC ₇ -L	PC ₉ -H PC ₈ -L	PC ₁ -L	PC ₂ -L	PC ₃ -L	PC ₁ -H	PC ₅ -L	PC ₆ -L
3	PC ₇ -H PC ₇ -L	PC ₈ -H PC ₈ -L	PC ₁ -L	PC ₂ -L	PC ₄ -L	PC ₂ -H	PC ₅ -H PC ₅ -L	PC ₆ -H PC ₆ -L
4	HK (図-4)	共通 (図-4)	PC ₁ -L	PC ₂ -L	PC ₃ -H	PC ₁ -H	PC ₅ -L	PC ₆ -L
5	PC ₇ -H PC ₇ -L	HOS. SAS 共用(図-5)	PC ₁ -L	PC ₂ -L	PC ₄ -H	PC ₂ -H	PC ₅ -H PC ₅ -L	PC ₆ -H PC ₆ -L
6	PC ₉ -L PC ₇ -L	HOS. SAS 共用(図-5)	PC ₁ -L	PC ₂ -L	PC ₃ -L	PC ₁ -H	PC ₅ -L	PC ₆ -L
7	PC ₇ -H PC ₇ -L	HOS. SAS 共用(図-5)	PC ₁ -L	PC ₂ -L	PC ₄ -L	PC ₂ -H	PC ₅ -H PC ₅ -L	PC ₆ -H PC ₆ -L

上下2段に異なる信号名のあるワードは、PIコマンドによって上下を切換える。
PC_{7,8,9}の切換えとPC_{5,6}の切換えは独立に行う。

PH mode

n \ W	W _{8n}		W _{8n+1}		W _{8n+2}		W _{8n+3}		W _{8n+4}		W _{8n+5}		W _{8n+6}		W _{8n+7}		
0	SYNC CODE				PH ₅	PH ₆	PH ₉	PH ₇	PH ₃	PH ₄	PH ₁	PH ₂	PH ₅	PH ₆	PH ₉	PH ₈	
1	PH ₃	PH ₄	PH ₁	PH ₂	PH ₅	PH ₆	PH ₉	PH ₇	PH ₃	PH ₄	PH ₁	PH ₂	PH ₅	PH ₆	PH ₉	PH ₈	
2	PH ₃	PH ₄	PH ₁	PH ₂	PH ₅	PH ₆	PH ₉	PH ₇	PH ₃	PH ₄	PH ₁	PH ₂	PH ₅	PH ₆	PH ₉	PH ₈	
3	PH ₃	PH ₄	PH ₁	PH ₂	PH ₅	PH ₆	PH ₉	PH ₇	PH ₃	PH ₄	PH ₁	PH ₂	PH ₅	PH ₆	PH ₉	PH ₈	
4	H K (図-4)		共通 (図-4)		PH ₅	PH ₆	PH ₉	PH ₇	PH ₃	PH ₄	PH ₁	PH ₂	PH ₅	PH ₆	PH ₉	PH ₈	
5	PH ₃	PH ₄	HOS. SAS 共用(図-5)			PH ₅	PH ₆	PH ₉	PH ₇	PH ₃	PH ₄	PH ₁	PH ₂	PH ₅	PH ₆	PH ₉	PH ₈
6	PH ₃	PH ₄	HOS. SAS 共用(図-5)			PH ₅	PH ₆	PH ₉	PH ₇	PH ₃	PH ₄	PH ₁	PH ₂	PH ₅	PH ₆	PH ₉	PH ₈
7	PH ₃	PH ₄	HOS. SAS 共用(図-5)			PH ₅	PH ₆	PH ₉	PH ₇	PH ₃	PH ₄	PH ₁	PH ₂	PH ₅	PH ₆	PH ₉	PH ₈

PC₁, PH₁ : VxV-1

PC₂, PH₂ : VxV-2

PC₃, PH₃ : VxP-3

PC₄, PH₄ : VxP-4

標準

PC₅, PH₅ : CMC-1

PC₆, PH₆ : CMC-2

PC₇, PH₇ : SVC-1

PC₈, PH₈ : SVC-2

PC₉, PH₉ : HDX

図-4: アレイバックデータ送信フォーマット(その2)

W32 (HKデータ, SCMデータ)

$n \backslash F$	$F8n$	$F8n+1$	$F8n+2$	$F8n+3$	$F8n+4$	$F8n+5$	$F8n+6$	$F8n+7$
0	BUSV	+12V	+5V	BATV	IC-P	ID-P	BLM1	BLM2
1	SCM1	SCM2	SCM3	SCM4	SCM5	AC-1	AC-2	-12V
2	CALA	CALB	BLM3	RARR	TXHV	SFX1	SFX2	VSX1
3	VSX2	VSX3	VSX4	VSX5	VSX6	VSX7	VSX8	SCP5
4	BAS1	BAS2	BAS3	THRU	SHUE	THRL	RARR	TMXV
5	CMR	TMXU	CMD	BATC	BATT	CNV	SFX1	SFX2
6	VSX1	VSX2	VSX3	VSX4	HOS1	HOS2	DP	DRM
7	TOP	SCP1	SCP2	SCP3	SCP4	COP	SHUR	SCM

(F8, 9, 10, 11はSCMデータ)

W33 (共通データ)

$n \backslash F$	$F8n$	$F8n+1$	$F8n+2$	$F8n+3$	$F8n+4$	$F8n+5$	$F8n+6$	$F8n+7$
0	TIME11	TIME21	AGC	DPID-1	DPID-2	(FIX)	(FIX)	(FIX)
1	CAB	PI-CAB	PI-CAB	HOS10	HOS14	(FIX)	(FIX)	(FIX)
2	TIME12	TIME22	AGC	(FIX)	(FIX)	(FIX)	SAS10	SAS14
3	CAB	PI-CAB	PI-CAB	HOS20	HOS24	(FIX)	(FIX)	(FIX)
4	TIME13	TIME23	AGC	DPID-1	DPID-2	(FIX)	(FIX)	(FIX)
5	CAB	PI-CAB	PI-CAB	HOS30	HOS34	(FIX)	(FIX)	(FIX)
6	TIME14	TIME24	AGC	(FIX)	(FIX)	(FIX)	SAS20	SAS24
7	CAB	PI-CAB	PI-CAB	HOS40	HOS44	(FIX)	(FIX)	(FIX)

図-5, プレイバックデータ送信フォーマット(その3)

PCmode の W 41, 49, 57

F \ W	W 33	W 41	W 49	W 57	(W 33)
F 11, (F 12)	HOS10	HOS11	HOS12	HOS13	HOS14
F 27 (F 28)	HOS20	HOS21	HOS22	HOS23	HOS24
F 43 (F 44)	HOS30	HOS31	HOS32	HOS33	HOS34
F 59 (F 60)	HOS40	HOS41	HOS42	HOS43	HOS44
F 22 (F 23)	SAS10	SAS11	SAS12	SAS13	SAS14
F 54 (F 55)	SAS20	SAS21	SAS22	SAS23	SAS24
F n(他のフレーム)	図-41-53	PCB-H PCB-L PCB-L	PC9-H PCB-L	PCB-H PCB-L PCB-L	図-41-53

PHmode の W 41, 49, 57

F \ W	W 33	W 41	W 49	W 57	(W 33)
F 11 (F 12)	HOS10	HOS11	HOS12	HOS13	HOS14
F 27 (F 28)	HOS20	HOS21	HOS22	HOS23	HOS24
F 43 (F 44)	HOS30	HOS31	HOS32	HOS33	HOS34
F 59 (F 60)	HOS40	HOS41	HOS42	HOS43	HOS44
F 22 (F 23)	SAS10	SAS11	SAS12	SAS13	SAS14
F 54 (F 55)	SAS20	SAS21	SAS22	SAS23	SAS24
F n(他のフレーム)	図-41-53	PH1 PH2	PH1 PH2	PH1 PH2	図-41-53

3. データ処理

3.1 DPコマンド項目

図-6. DPコマンド項目

AD	EX	項 目	制 御 内 容
11	1	PC — ON	パルスカウントモードとする
〃	2	PH — ON	パルスハイトモードとする
〃	3	REPRODUCE — ON	レコードデータを再生する
〃	4	〃	〃
13	1	RSTA — ON	記録開始時刻 A (12.8分)
〃	2	RSTB — ON	〃 B (25.6分)
〃	3	RSTC — ON	〃 C (51.2分)
〃	4	RSTD — ON	〃 D (76.8分)
14	1	RTA — ON	記録時間 A (25.6分)
〃	2	RTB — ON	〃 B (51.2分)
〃	3	RTC — ON	〃 C (76.8分)
7	10	PSAVE — START	PIおよびDPのX線部を節電モードにする
〃	11	PSAVE — STOP	〃 〃 節電を解除する
〃	12	CAL — ON	キャリブレーション
〃	13	INITIAL — SET	観測の初期設定を行う
8	10	PICM — START	PIコマンド スタート
〃	11	PICM — H (1)	〃 1
〃	12	PICM — L (0)	〃 0
〃	13	PICM — SET	〃 セット

3.2, PIコマンド項目

PIコマンドは、各PIの動作を制御するため、機器指定4ビット動作指定8ビットの 10^8 パターンを地上から送信する。

DPはこれをコマンドデコーダーより受けて、レジスターに収容する。

各PIには、PICM-SETコマンドで内容を送信する。

PIコマンドの内容はリアル及びレコードデータのPI-CABワードを使用してアンサーバックされる。

PI-CABを図-7に示す。PIコマンド項目を図-8に示す。

図-7 PI-CAB

フレームワード	$F16n+9 \cdot W33$							
ビット	0	1	2	3	4	5	6	7
項目	セット チェック				機器指定			

フレームワード	$F16n+10 \cdot W33$							
ビット	0	1	2	3	4	5	6	7
項目	動作指定							

項目	2進情報	内 容
セットチェック	1 0	PICM-SET コマンドを受信した PICM-START
機器指定	0000 5 1111	図-8 参照
動作指定	00000000 5 11111111	図-8 参照

図-8 PI コマンド 項目

機 器 指 定		動 作 指 定							
DEVICE	内 容	0	1	2	3	4	5	6	7
VXE	0000 VSX-HV	HV-1 LEVEL		HV-2 LEVEL		00:1(L) 01:2 10:3 11:4		00:1(L) 01:2 10:3 11:4	
	0001 VXV-1	G A I N		LOWER DISC		UPPER DISC		GAS PRESS	
	0010 VXV-2	G A I N		LOWER DISC		UPPER DISC		GAS PRESS	
	0011 VXP-3	G A I N		LOWER DISC		UPPER DISC		GAS PRESS	
	0100 VXP-4	G A I N		LOWER DISC		UPPER DISC		GAS PRESS	
	0101 M-DISC LEVEL	COUNTER 指定 00:VXV-1 01:VXV-2 10:VXP-3 11:VXP-4		DIGITAL DISCRI LEVEL		0000-1111			
	0110 GAS CONTROL	VXV-1		VXV-2		VXP-3		VXP-4	
	0111 INPUT CONTROL	VXV-1		VXV-2		VXP-3		VXP-4	
		0	1	0	1	0	1	0	1
		FRONT	ANTI ON	FRONT	ANTI ON	FRONT	ANTI ON	FRONT	ANTI ON
TXE/DP	1000 SFY/HDX HV	HV-3 LEVEL		HV-4 LEVEL		HV-5 LEVEL		HV-RMC	
	1001 SAS	DISC LEVEL		A		B		AUTO READ	
	1010 CH5	GAIN-1		GAIN2		MID DISCRI		ANT 1	
	1011 CH6	GAIN-1		GAIN2		MID DISCRI		ANT 1	
	1100 CH7	GAIN-1		GAIN2		MID DISCRI		ANT 1	
	1101 CH8	GAIN-1		GAIN2		MID DISCRI		ANT 1	
	1110 CH9/RMC	GAIN-1		GAIN2		MID DISCRI		ANT 1	
	1111 CH10/DP	GAIN-1		GAIN2		MID DISCRI		ANT 1	
		01:X9 10:X3 11:X1 00:X11	01:X9 10:X3 11:X1 00:X11	01:X9 10:X3 11:X1 00:X11	01:X9 10:X3 11:X1 00:X11	01:X9 10:X3 11:X1 00:X11	01:X9 10:X3 11:X1 00:X11	01:X9 10:X3 11:X1 00:X11	01:X9 10:X3 11:X1 00:X11
		01:X9 10:X3 11:X1 00:X11	01:X9 10:X3 11:X1 00:X11	01:X9 10:X3 11:X1 00:X11	01:X9 10:X3 11:X1 00:X11	01:X9 10:X3 11:X1 00:X11	01:X9 10:X3 11:X1 00:X11	01:X9 10:X3 11:X1 00:X11	01:X9 10:X3 11:X1 00:X11

「—」 INITIAL SET

3.3, レコードデータの記録方法・再生方法

a レコードデータの記録はコマンドによって次の2つのモードに切り換えられる。

(1) A U T O モード

データレコーダはDPによって制御され記録、休止を繰り返し、記録時間の合計が160分になると記録を打ち切り停止する。

初期設定から最初の記録までの時間はコマンドにより、A(12.8分)・

B(25.6分)、C(51.2分)、D(76.8分)の4モードに切り換え

られる。(初期設定はREPRODUCE-ON又はINITIAL-SETコマンドで行われる)

1回の記録時間は、コマンドにより、A(25.6分)、B(51.2分)

C(76.8分)の3モードに切り換えられる。

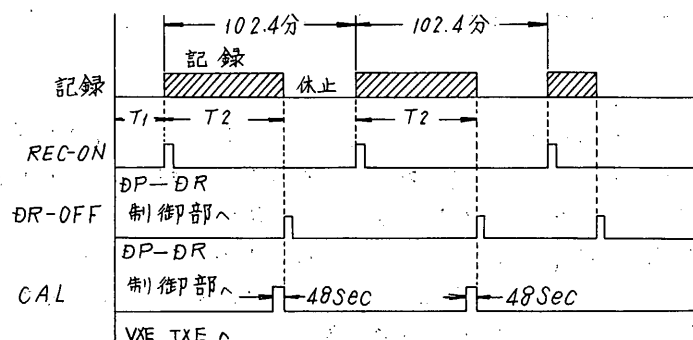
各々の記録開始の時間間隔は102.4分とする。

各観測の最後の48秒間でキャリブレーションを行う。

A U T Oモード時の記録タイムチャートを図-9に示す。

図 9 A U T Oモード時の記録タイムチャート

初期設定 T=0



T1 : A = 12.8分, B = 25.6分, C = 51.2分, D = 76.8分

T2 : A = 25.6分, B = 51.2分, C = 76.8分

AUTOモードの観測中は電力節減のために、データレコーダーに記録している間だけ、X線データ処理部の電源を投入する。X線関係のPIの電源もDPからの制御信号により、同様にON-OFFされる。節電モードの動作、解除は各々、PSAVE-START、PSAVE-STOPコマンドで行う。節電中のX線リアルデータは1100/100のFIXED PATTERNとなる。

(2) MANUALモード

データレコーダーは、REC-ON, REPRODUCE-ON, DR-OFFコマンドによって制御される。

節電モード中はDPのX線処理部及びX線PIの電源はOFFとなり、節電解除でONとなる。

節電モードの動作、解除はAUTOと同様に各々PSAVE-START、PSAVE-STOPコマンドで行う。

節電中のX線リアルデータは1100/100のFIXED PATTERNとなる。

- b. データレコーダーに記録されたデータは、REPRODUCE-ONコマンドによって再生され地上に送信される。REPRODUCE-ONコマンド及びINITIAL-SETコマンドは又時刻信号(TIME1, TIME2)の初期化(=0)も併せて行なう。

(1) AUTOモード

AUTOモードの場合にはREPRODUCE-ONコマンドにより、再生が開始されると同時に節電モード動作中でもX線データ処理部、X線関係PIの電源が投入される。データの再生は10分間行われた後DR、X線データ処理部、X線関係PIの電源がOFFされA-(1)で述べた制御が開始される。INITIAL-SET信号を受信した場合にはデータの再生は行なわれないが節電モード動作中でも12.8分電源を投入しその後A-(1)で述べた制御が行なわれる。

(2) MANUALモード

MANUALモードの場合にはREPRODUCE-ONコマンドにより再生が開始され、データ再生が終ると(約10分間)DRはRECORDモードになる。

DPは時刻の初期化をするだけで他の状態は変化しない。(INITIALセットコマンドについても同様)

図-10 DR制御コマンド および 節電コマンドに対する各部の動作

DR 制御モード	コマンド	各部の動作											
		T M		D R			DP X線部		X線 PI		DP	HK	
		REAL	STORAGE	RECORD	REPRODUCE	OFF	ON	OFF	ON	OFF	TIME部	NORMAL 周期x8	
AUTO	REPRODUCE-ON	→		→	×	→	←	→	←	→	クリア	○	
	INITIAL-SET	○					←	→	←	→	クリア	○	
	PSAVE -START	REC中	○				○		○		カウント続行		○
		停止中	○					○		○	〃	○	
	PSAVE -STOP	REC中	○				←	→	←	→	〃	○	
		停止中	○				←	→	←	→	〃	○	
MANUAL	DR - OFF	○		→	→	→					〃	○	
	REC - ON	○		←	←	←					〃	○	
	REPRODUCE-ON	→		→	×	→					〃	○	
	INITIAL-SET	○									クリア	○	
	PSAVE-START	○					→	→	→	→	カウント続行		
	PSAVE-STOP	○					←	→	←	→	〃		

→ } : 動作状態の切り換えを示す。

○ : 必然的にその状態にあることを示す。

DR制御コマンドおよび節電コマンドに対する各部の動作を
図-10に示す

3.4, DPID

DPおよび他の機器の動作状態をモニターするため $F_{32n+3, 32n+4} \cdot W_{337}$ DPIDを送信する。(図-3, 4参照)

DPIDの各ビットの意味を図-11, 図-12に示す。

図-11 DPID-1 ($F_{32n+3} \cdot W_{33}$)

ビット	0	1	2	3	4	5	6	7
項目	REAL RECORD	データ処理 モード	PC7・8・9 HL/L	PC5・6 HL/L	記録開始	記録時間		
項 目	2進情報		内 容					
REAL RECORD	0		リアルタイムデータ					
	1		レコードデータ					
データ処理モード	0		パルスカウントモード					
	1		パルスハイトモード					
PC7・8・9 HL/L	0		PC7・8・9データとH,L共に送信					
	1		PC7・8 データとLのみ送信					
PC5・6 HL/L	0		PC5・6データとH,L共に送信					
	1		Lのみ送信					
記録開始	0 0		記録開始時刻 A (12.8分)					
	0 1		" B (25.6分)					
	1 0		" C (51.2分)					
	1 1		" D (76.8分)					
記録時間	0 0		記録時間 A (25.6分)					
	0 1		" B (51.2分)					
	1 0		" C (76.8分)					
	1 1		空き					

図 12. DPID-2 (F32n+4・W33)

ビット	0	1	2	3	4	5	6	7
項目	REAL RECORD	ラジエーション モニター	PSAVE START STOP	X線部 ON/OFF	DR AUTO ON/OFF	DR STATUS	CAL-ON	

項 目	2進情報	内 容
REAL RECORD	0 1	リアルタイムデータ レコードデータ
ラジエーションモニター フラッグ	0 1	オフ オン
PSAVE START STOP	0 1	節電モード 解除中 節電モード 中
X線部 ON/OFF	0 1	DPX線処理部, X線PIがOFF " " がON
DR AUTO ON/OFF	0 1	データレコーダがMANUALモード " " AUTOモード
DR STATUS	00 01 10 11	データレコーダが停止中 空 き データレコーダが記録中 " " が再生中
CAL-ON	1 0	キャリブレーション中 " " 以外

3.5, X線データ処理

X線PIよりPC(パルスカウント), PH(パルスハイト)2種のデータを受けて処理する。信号名称, センサー名称, 接続機器の対応を図-13に示す。

図-13, 信号, センサー, 接続機器の対応

信号名称	センサー名称	接続機器
PC1, PH1	VXV-1	VXE
PC2, PH2	〃 -2	〃
PC3, PH3	VXP-3	〃
PC4, PH4	〃 -4	〃
PC5, PH5	CMC-1 標準	TXE
PC6, PH6	〃 -2 〃	〃
PC7, PH7	SVC-1 〃	〃
PC8, PH8	SVC-2 〃	〃
PC9, PH9	HDX	〃

PCデータはH(High), L(Low)2種の信号を受け, それぞれのパルス数をカウントし, 送信タイミングに合わせて送る。リセットはしない。データレコーダには書き込みタイミング時のパルス数をそのまま書き込む。

PHデータはPH, PE(パルスイベント)2種の信号を受け, PEがHighになっている間のPHのパルス数を2進4ビットで表わし, 送信タイミングに合わせて送る。データレコーダには, 書き込みタイミング直前の, リアルタイムデータを書き込む。

処理モードはPC, PHの2種とし、送信、記録フォーマットは2.5に示したとおりとする。

キャリブレーション中は、PHモードとし、その後元のモードにもどる。

3.6, SAS (太陽姿勢計) データ

リアルタイムでは送信タイミングに合わせてSASより送られるNRZシリアルデータをそのまま読み込み送信する。

データレコーダーには、TapeのF22, F54, に相当するRealのFrameで送られた各5WをそれぞれTapeのF22・W33, 41, 49, 57, F23・W33およびF54・W33, 41, 49, 57, F55・W33に書き込む。(2.5 プレイバック送信フォーマット参照)

3.7, HOS (水平線センサー) データ

リアルタイムでは送信タイミングに合わせてHOSより送られるNRZシリアルデータをそのまま読み込み送信する。

データレコーダーには、TapeのF16n+11に相当するRealのFrameで送られた各5Wを、それぞれTapeのF16n+11・W33, 41, 49, 57, F16n+12・W33に書き込む。

(2.5 プレイバック送信フォーマット参照)

3.8 SCM (太陽電池計測) データ

リアルタイムでは送信タイミングに合わせてSCMより送られるNRZシリアルデータをそのまま読み込み送信する。

データレコーダーに記録中は、SCMデータはTapeのFrameに合わせて送られる。従ってその際リアルデータは同一項目が8回ずつ繰り返し送信される

(HKデータ中のSCM1~4のデータ)

3.9, HK (ハウスキーピング) データ

アナログ入力データをデジタル8ビットに変換し送信する。

データレコーダーに記録中は, HKデータは TapeのFrame に合せて送られる。従って, その際リアルタイムデータは同一項目が8回ずつ繰り返して送信される

(SCM1~4のデータを除く)

3.10, TIME1 (時刻データ1)

DP内スケーラーの128SF(12.8分周期)~16384SF
(約27.3時間周期)信号を送信, 記録する。

3.11, TIME2 (時刻データ2)

DP内スケーラーの32F(3sec周期)~64SF(6.4分周期)
信号を送信, 記録する。

TIME1, TIME2はREPRODUCE-ON, INITIAL-SETコマンドでall 0となる。

3.12, AGCデータ

コマンド受信機のAGC電圧入力をデジタル7ビットに変換し,
送信, 記録する。

3.13, DECO-ONデータ

コマンドデコーダーONで'1'を送信, 記録, OFFで'0'を送信,
記録する。

3.14 , C A B (コマンドアンサーバック) データ

コマンドのアンサーバックをコマンドデコーダーより受け、A C T 信号アレジスターに読み込み、送信、記録する。

3.15 , P I - C A B (P I コマンドアンサーバック) データ

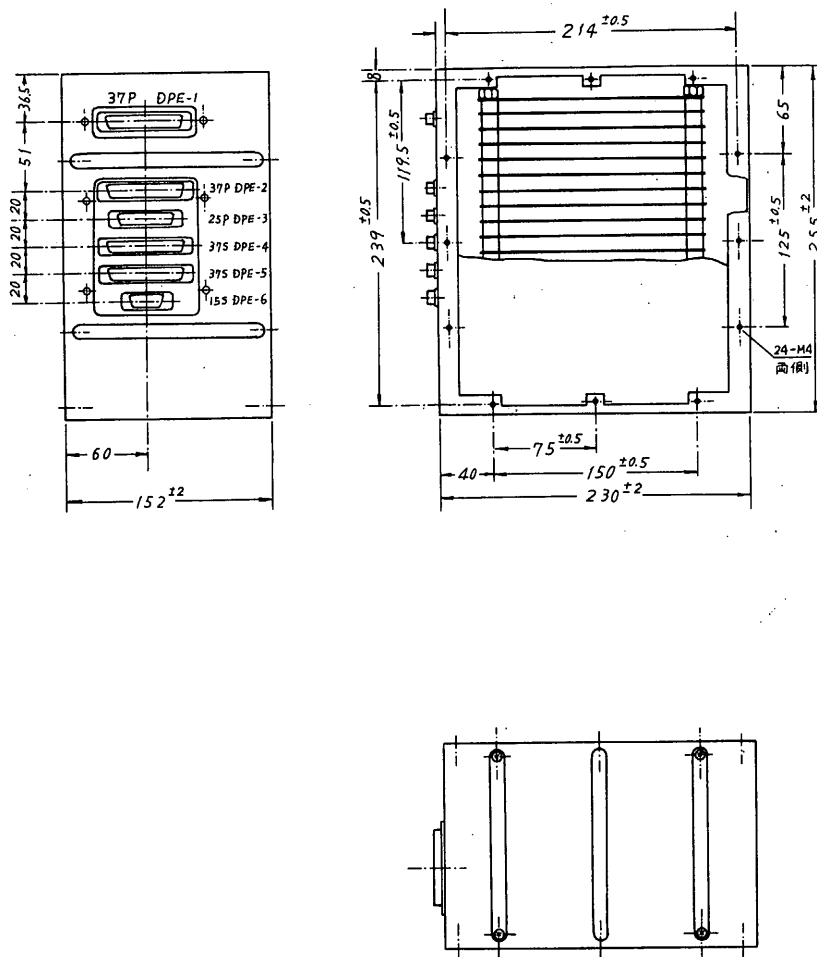
3.2 で記したとうり。

4 外観および構造

D P - E の筐体は衛星構体の下部フラットデッキと上部フラットデッキを支える支柱構造を兼ねており、上部フラットデッキに搭載される機器の総ての荷重およびソーラパネルの荷重の一部を受ける事を考慮し、又、形状は部品実装容量を満足する条件のもとで衛星の基本的構体構造により決定した。本筐体は機械的環境条件に対する強度解析を行ない、且つ筐体を試作し強度について確認されている。
内部に実装されるプリント板は全体を発泡ポツティングし機械的環境条件に耐えられる様に設計してある。

外観を図-14に示す。

図-14. データ プロセッサ 外観図 (DP)



付記 DR動作とHKデータのタイミング

HKデータ取得の制御・タイミングはDRがREC状態にあるかどうかによって変更され、これはその時のリアルタイムデータにも影響を与えるので、ここにその詳細について説明を行なう。

(1) DRがREC状態でない時のHKデータ (REALデータ)

この場合のHKデータは、各フレーム毎に異なる種類のHKデータ (図-2参照) を各フレームのW32の直前にサンプルスしてAD変換を行なった後送信する。従ってフレーム番号によってHKデータの種別は一義的に定まる。

フレームNo.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
HK項目No.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63

(2) DRがREC状態である時のHKデータ (REALデータ)

この場合のHKデータは、8フレーム間同じ種類のHKデータを各フレームのW32の直前にサンプルスしてAD変換を行なった後送信する。HK項目No.0のデータはSFNo.が $8n+0$ のFNo.0~7のフレームでHK項目No.1のデータはSFNo.が $8n+0$ のFNo.8~15のフレームで... という具合になる。(SFNo.は $TIME1 \times 64 + TIME2/4$ と求むればよい。)

SF No	$8n+0$									$8n+1$		$8n+7$				
7L-4No	0~7	8~15	16~23	24~31	32~39	40~47	48~55	56~63	0~7	8~15	24~31	32~39	40~47	48~55	56~63	
HK項目No	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	59	60	61	62	63	

(3) DRがREC状態である時のHKデータ (DRへ記録されるデータ)

(2)のREALデータの8フレームがDRデータの1フレームに相当するので、1つのHK項目について8回取られるデータの中で4番目と5番目のデータの中間でもう一回DR記録用のデータが取得されてDRへ記録される。(下図参照)

REAL SF $8n+i$ の時 HK No. $8i+m$ のデータが下図のように取られる。

REALフレーム No. $8m +$	0	1	2	3	4	5	6	7
REALデータ取得タイミング	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
DRデータ取得タイミング	↑							
DR フレーム No	$8i + m$							
	← 実時間 0.75秒 →							

(4) スーパーサブコンピュータシヨンをしているHKデータ

HKデータの大部分は1項目の電圧、電流、温度等のアナログ信号を送っている。
しかし HK項目No. 8~11 のSCMデータ、No 20~22 のTXEデータ、
No. 23~30のVSXデータについては 更にスーパーサブコンピュータシヨンを
行なって多項目のデータを送っている為データ処理には必要とする。

(a) SCMデータ

SCMデータは合計16項目のデータから成立っており 4倍のスーパーサブコン
ピュータシヨンとなっている。DRがREC状態でない時には $SF4n+i$ ($i=0,1,3,3$)
の値によって取得されるデータ項目が決まっているが DRがREC状態に入ると切替
このタイミングが1/8に落ちれば REALデータでは $SF32n+8ij$ ($j=0,1,2,7$)
の値によって項目が決まり $j=0\sim7$ の間同じデータが送られる。一方DRデータ
ではこの同じデータが1回だけ記録される。

(b) TXEデータ

TXEデータは合計12項目のデータから成立っており 4倍のスーパーサブコン
ピュータシヨンとなっているが DRの状態に関係なく REALの $SF8n+3$ の FOW
の信号でデータ種別を切替えているが データの種別とこれの対応は一義的に定めて
おらず データ内にはED (ALL 1)信号を含める事によって種別を判断する。
DRがREC状態でない時には REALデータの $SF8n+3$ から始まる8サブフレーム
間同一項目のデータが出力されるが FNo. 21, 22はカウンタ数の累積であるため
単調に増加する形のデータとなり 第1のデータのみ約2秒、その後のデータは6秒
毎に増加した時間間隔の累積カウンタをエネしている。一方DRがREC状態にあると
この累積時間の最後のサブフレームの間は8回のサンプリングが行われてREAL
データとなり その4番目と5番目の間にDRへの記録データが取得される。

SF NO.	8n +					8(n+1) +		
	3	4	5	6	7	0	1	2
DR NON-REC	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
HKデータ取得	←					→		
DR REC状態 拡大図								
REAL HK データ取得	SF8n+3 FOW ← HK No. 20					No. 21 No. 22		
DR HKデータ取得	SF8n+3 FOW ←					↑		
DR フレームNo	16	17	18	19	20	21	22	23
REALフレームNo	0 ~ 7	8 ~ 15	16 ~ 23	24 ~ 31	32 ~ 39	40 ~ 47	48 ~ 55	56 ~ 63

	DR REC状態ではない場合		DR REC状態の場合	
	τ_1	τ_2	τ_3 (REAL)	τ_4 (DR)
HK項目 No.20	1.92 sec	43.92 sec	45.70 sec	45.38 sec
" 21	2.02	44.02	46.45	46.12
" 22	2.11	44.11	47.20	46.88

TXE後HKデータの種類は下記の通り

データ順番	1	2	3	4
HK項目 No.20	ID(A111)	HV-3 電圧	HV-4 電圧	HV-5 電圧
" No.21	CH7 カウント	CH8 カウント	CH10 カウント	CH11 カウント
" No.22	CH5 カウント	CH6 カウント	CH9 カウント	RMC カウント

(C) VSX データ

VSX データは合計20項目のデータから成立しているが、この中HK項目No. 23~26については5秒のスーパーサブコミュニケーションを用いている。これは No.27~30では1秒のチヤネルの計数をNon resetのカウントで計数しその出力をそのまま送っている。従ってこの両者ではデータの取扱いが違ふ。
No.23~26の種類の変更はREAL 1SF毎に行なわれるが、種別とSF No.との一義的対応はなく、項目No. 23に2SF連続してID電圧(ALL 1)を出力することによって区別している

DRがREC状態でない時のVSX HKデータ種別順番

データ順番	1	2	3	4	5
HK項目 No.23	HV-1電圧	ガス-1SF	HV-2電圧	ID電圧1	ID電圧2
" No.24	V-1ガス圧	V-2ガス圧	P-3ガス圧	P-4ガス圧1	P-4ガス圧2
" No.25	V-1バルブ	V-2バルブ	P-3バルブ	P-4バルブ1	P-4バルブ2
" No.26	CH-1レベル	CH-2レベル	CH-3レベル	CH-4レベル1	CH-4レベル2

REAL 1SF
毎に変わる

DRがREC状態の時のVSX HKデータ種別順番 (REAL, DR 共)

データ順番	1	2	3	4	5
HK項目 No.23	HV-2電圧	HV-1電圧	ID電圧1	ガス-1SF	ID電圧2
" No.24	P-4ガス圧1	V-2ガス圧	P-4ガス圧2	P-3ガス圧	V-1ガス圧
" No.25	P-4バルブ1	V-2バルブ	P-4バルブ2	P-3バルブ	V-1バルブ
" No.26	CH-4レベル1	CH-2レベル	CH-4レベル2	CH-3レベル	CH-1レベル

DR 1SF
毎に変わる

No.27~30はCH1~CH4のカウント数でDRがREC状態でない時にはREAL 1SF (6 Sec) 毎に1回サンプリングされ、DRがREC状態の時にはREAL 8SF (48 Sec) 毎に1回DRに記録され、REAL データにはDR記録の前後8F (0.75 sec) の計8回続けてカウント値が送信される。