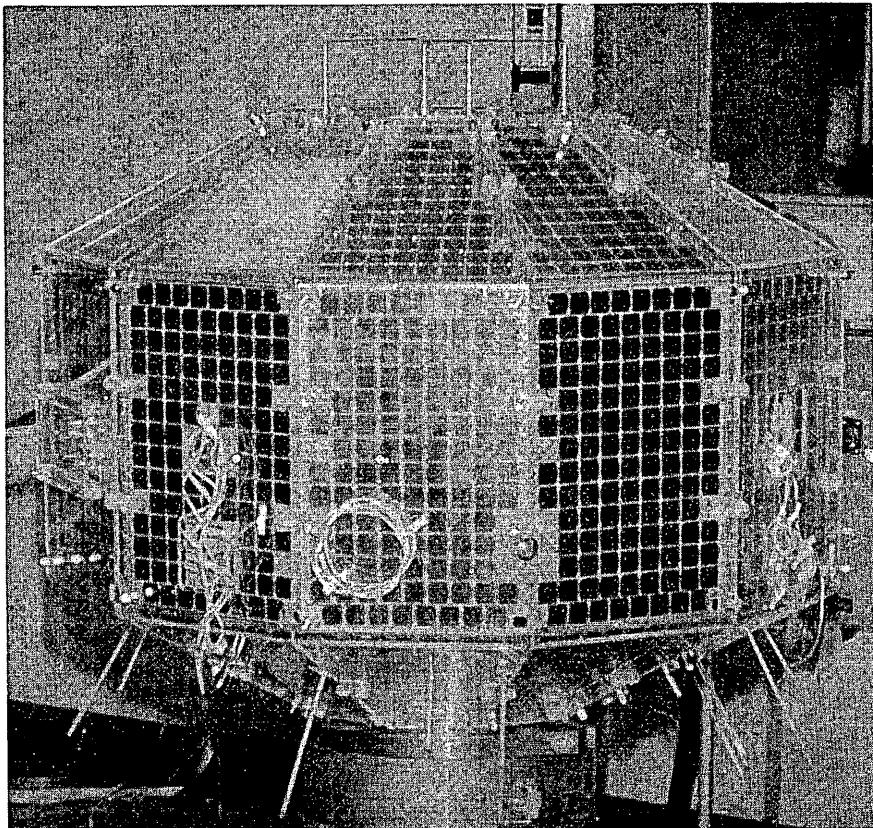


科学衛星 EXOS-B 中間報告書



昭和 53 年 3 月

東京大学宇宙航空研究所科学衛星専門委員会
第 36 研究班

目 次

第1章	序 論	大林辰蔵 他	1
第2章			
2.1	波動計測共通機器	森岡 昭他	9
2.2	波動励起実験装置 (SPW)	大家 寛他	38
2.3	自然プラズマ波動観測装置 (NPW)	松本 紘他	44
2.4	VLF ドップラー法によるダクト観測 (DPL)	木村磐根 他	49
2.5	インピーダンス及び電場計測 (IEF)	大林辰蔵 他	53
2.6	磁場計測 (MGF)	青山 巍他	63
2.7	粒子エネルギー計測 (ESP)	久保治也 他	66
2.8	電子ビーム放射実験装置 (CBE)	河島信樹 他	74
2.9	太陽電池特性計測装置 (SCM)	後川昭雄 他	87
第3章	データプロセス装置	野村研究室 他	93
3.1	データプロセッシングユニット (DPU) の概要		93
3.2	各部の動作概要		93
3.3	コマンド発生部		95
3.4	10K Bits データメモリ		114
3.5	性能		115
第4章	通信系, 環境管理系, 時間制御装置	野村研究室 他	117
4.1	通信系		117
4.2	コマンド受信装置		133
4.3	環境計測装置 (HK)		135
4.4	アンテナ		141
4.5	コマンドデコーダ		160
4.6	RARR制御装置 (RARR)		162
4.7	電気計装配線		164
4.8	EXOS-BのOrganized Command およびData の地上処理システム		165
4.9	計測装置 (YSA)	森研究室 他	169
4.10	ニューションダンパ (ND)	二宮研究室 他	172

第 5 章

5.1	電源装置	後川研究室 他	175
5.2	太陽電池パネル (SC)	後川研究室 他	178
5.3	太陽電池カバーガラスの Conductive Coating	後川研究室 他	180
5.4	電力制御器 (PCU)	後川研究室 他	182
5.5	蓄電池 (BAT)	後川研究室 他	188
5.6	電源装置コンバータ (CNV)	林研究室 他	197
5.7	電源装置接続回路 (JNC)	林研究室 他	200
5.8	イグナイタ電源 (IG-PS)	林研究室 他	202
5.9	電力解析	後川研究室 他	204

第 6 章

6.1	構造設計	森研究室 他	219
6.2	熱設計	林研究室 他	233
6.3	電気計装配線	林研究室 他	246
6.4	信頼性および品質管理	後川研究室 他	247

第 7 章

7.1	ロケット・軌道およびオペレーション	松尾 弘毅	265
7.2	ロケット		265
7.3	軌道および投入シーケンス		265

第 8 章

8.1	地上データ処理装置とオペレーション	人家 寛 他	271
8.2	地上データ受信及び処理システム		271
8.3	ディジタル系-QL (Quick Look) 装置		272
8.4	アナログ地上装置及びQL 装置		278
8.5	観測モードとオペレーション		280

付 錄

Appendix I		295
Appendix II		303
Appendix III		309
1. SA 36班 EXOS-B班会員名簿		377
2. EXOS-B幹事会名簿		378
3. SA 36班 科学班会員名簿		379

第 1 章

序 論

序論

大林辰蔵・大家 寛^{*}・河島信樹
(東京大学宇宙航空研究所)

1.1 経過

EXOS-B衛星は、1975～1979年に計画、実行される国際磁気圏観測（International Magnetosphere Study）の期間に、磁気圏域の直接探査を行なう目的で計画され実施されているもので、EXOS-Aと並んで我国のIMS実施に関する中心事業の一つである。この衛星は昭和46年科学衛星シンポジウムにおいて基本計画が発表された。我国で初めてプラズマポーズを越え、磁気圏における波動粒子相互作用の実態を、総合的に解明するのを目的として立てられたミッションである。外圏域の探査（Exospheric Exploration）から、本衛星計画はEXOSと銘打たれているが、東京大学宇宙航空研究所で計画する一連の衛星打ち上げシリーズの第6番目になり、昭和53年9月に軌道にのることになる。

シンポジウムの討論ののち、この衛星の研究プロジェクトのスタートが、昭和48年4月の宇宙観測専門委員会で正式に認められた。それに引き続き、プロジェクトに対する具体的提案が全国の研究者に広く公募されることになった。この公募は昭和48年6月締切られたのち、宇宙観測専門委員会で指名されたプロジェクト小委員会（科学側として大林辰蔵、木村磐根、大家寛、河島信樹）により計画内容の決定が行なわれ、SA36班、EXOS-B研究班（附録参照）が設立された。まず、昭和49年度および50年度の二年度にわたりプロトモデルの設計製作が予算化され、50年度3月末日をもってプロトモデルが完成し、引き続き、昭和51年8月にそのテストが完了した。これは充分初期の目的をおさめ、同年10月末日をもってフライタータイプの基本設計を終了した。

現在、昭和51年度および52年度にわたるフライターモデルの製作中で、この時期にEXOS-Bの設計と製作についての研究班の総括的報告をここに集成することになった。なお、この報告書はEXOS-Bミッションの今後の進行と運用のガイドブックとしても役立つよう、できるだけ詳細にわたってまとめることにした。

1.2 EXOS-Bミッションの概要

すでに述べたように、Exospheric satellite (EXOS)-Bは、IMS期間において、磁気圏域観測の二番手として1978年8月、打ち上げられるものである。その初期計画軌道は、近地点300km、遠地点30,000km、傾斜角-30°に設定されていて、プラズマポーズを越えて磁気圏域深く飛翔し、磁気圏の波動粒子相互作用の実態を究明することに、ミッションの目的が置かれて

* 東北大学理学部

いる。

EXOS-Bでの波動粒子相互作用の究明は、二様のアプローチから成り立っている。すなわち受身 (passive) 観測と能動 (active) 実験である。受身観測は、従来の地球外圏域観測衛星の常套としてきたところで、自然の環境での波動と粒子のふるまいを明らかにするものであるが、能動実験は、自然状態での環境に直接働きかけて、自然現象を人工的に制御された状態で再現しつつ自然状態と対比させ、解明するもので、本衛星が、世界の衛星群の中にあっても、一つの特質を持っている点である。

磁気圏は広大である。したがって、この衛星は、磁気圏プラズマ中の現象がいかなる空間的広がりを持っているか、そのエネルギーの伝播状態を解明するための総合的アプローチとして、operationの焦点の一つを co-ordinate された観測においている。つまり、1) 地上に分布している磁場観測網や、VLF電波観測網との連係したプラズマ波動の観測、2) 南極ロケットとの同時観測、3) EXOS-Aとの連係観測、および4) 外国衛星 (GEOS等) との相互連絡とデーター交換、といった点に特に留意して operation されることになっている。EXOS-B衛星の計画軌道は、プラズマ圏とその境界を包含するものである。磁気圏研究では、計画に際して三つのポイントが、学術会議でシンポジウム (昭和46年11月) にて設定されている。すなわち、i) バンアレン帯と電離層との接合部の波動粒子相互作用、ii) プラズマ圏とプラズマポーズ域での波動粒子相互作用、およびiii) プラズマシートにおける磁気圏サブストームの効果である。これらはいずれも、太陽風が地球磁気圏の磁化プラズマと相互作用する間に引き起す諸現象を秘めた領域で、磁気圏物理学の解明の上で重要な鍵を持った領域である。EXOS-Bは、3段式SM-3Hロケットにより打ち上げられる、軌道投入用の330Kgのキックモーターを使用するが、M-ST-3の実験によれば、第1-1表のような性能は充分得られることが確認されている。85Kg程度ならば、

第1-1表

重 量 Kg	Perigee Km	Apogee Km
75	250	42,000 (7.5 Re)
80	250	35,000 (6.5 Re)
85	250	30,000 (5.5 Re)

ただし、Re は地球半径

充分そのミッションを達成することが可能である。

1.3 科学目的と観測項目

1.3.1 波動粒子相互作用

波動粒子相互作用は、ミクロの立場から磁気圏の電磁環境を解明してゆくもので、電磁界の計測に加え、粒子の分布関数の時空変化の追跡が中心テーマである。ところで、粒子の分布関数の時空変化は、良く知られた定式化が行なわれている。すなわち、 j 種類目の粒子に対して粒子分布のゆらぎを f_{1j} とすれば、受動状態を記述する式は、

$$\begin{aligned} \frac{\partial f_{1j}}{\partial t} + \vec{v}_j \frac{\partial f_{1j}}{\partial \vec{r}} + \left[\left(\frac{m_j}{e_j} \right) (\vec{E}_1 + \vec{V}_j \times \vec{B}_1) \frac{\partial f_{0j}}{\partial \vec{v}_j} \right] \text{I} \\ + \left[\left(\frac{m_j}{e_j} \right) (\vec{E}_1 + \vec{V}_j \times \vec{B}_1) \frac{\partial f_{1j}}{\partial \vec{v}_j} \right] \text{II} = 0 \end{aligned} \quad (1)$$

となり、I, IIで示される各項は、電場 \vec{E}_1 、および磁場フラックス \vec{B}_1 と、平衡状態の粒子分布関数 f_{0j} と f_{1j} との積として登場している。すなわち、波動 (\vec{E}_1, \vec{B}_1) と粒子 $(f_{0j} + f_{1j})$ との相互作用を司っているわけである。Iで示される項のみを取ると、粒子の速度分布の状態があらかじめ定められていて、電場や磁場に相互作用している項で、線形領域と呼ばれている。ところがIIで示される項は、変動する粒子群と変動する電磁界が相互作用することを表現しているので、いわゆる非線形相互作用を司っている部分である。磁気圏プラズマの大部分では、このIIの項で示される作用が活発に起っているようである。これは初め粒子流の注入という形で磁気圏内に生起するが、波動を生成し、その波動に伴う電磁界が、粒子の速度分布を大幅に変えてゆくわけである。これは、磁気圏内でのエネルギーの伝播様相の変遷を追跡する上でも、重要な意味を持っている。

線形理論は、1960年代ではほぼ確立された。まず、Pc 1～Pc 5に至るULF磁波は、ほぼ周期1sec～500secにわたるものであり、ELF電磁波(数10～数KHz)やVLF(数KHz～数10KHz)さらにはHF波、また電場成分が卓越した静電的波動までその全貌は明らかにされた。

1970年代に入ると非線形現象の実証がはじまった。そして、EXOS-Bは、そういった知見を総合し、それらの波動粒子の相互作用の全貌を実証的に明確にしようとするものである。この実証的に明確にするという点から、波動と粒子が同時に計測されることが必要で、EXOS-Bではそれを実現する点でも大きく期待されている。

1.3.2 波動計測

EXOS-Bで採用している波動計測関係の項目は、

- i) Stimulated Plasma Waves (SPW)
- ii) Natural Plasma Waves (NPW)
- iii) Doppler Frequency of Artificial VLF Waves (DPL)

iv) Impedance and Electric Fields

(IEF)

v) Magnetic Field

(MGF)

である。

SPW (Stimulated Plasma Wave) では Plasma Wave を送信機より発射し, Plasma 波動によってトリガーされた後の波動と粒子の相互作用プロセスを分析する他, プラズマ波動スペクトルから得られた情報をもとに, プラズマ圏および磁気圏のプラズマ密度および温度分布を計測する。Alouette 衛星や ISIS 衛星が, 結果的には, プラズマ中へ, 高周波エネルギーを注入する実験を行っていたことが判明したのは有名な事実であるが, こうした実験を当初から目的とし, しかもプラズマ圏深く, あるいはプラズマポーズ近傍で行うことは, 全く新しいねらいを持ったものである。

NPW (Natural Plasma Wave) では, 人工プラズマ波を発射しない状態で, 自然のプラズマ波動を計測する。電場の低い周波数 300Hz 以下, および磁波は, それぞれ IEF, および MGF が分担することにし, ここでは VLF 波動 (VLF 電波放射系) と HF 波動 (HF 電波放射系) に焦点があり, 地球からのこの領域の電波と同時に, HF 系では他の惑星からの電波を分離観測する可能性をもっている。

DPL (Doppler Frequency of Artificial VLF Waves) では, 地上局から発射される VLF 波動のドップラー効果を狭帯域で位相計測を行う方法で正確に検出する。これは, プラズマ圏中の VLF 電波の伝播の様相を明らかにして, プラズマ圏の温度分布や密度分布を明らかにする他, IEF での電場計測に関連しつつプラズマ圏でのダクトの動きをサーベイすることができる。

IEF (Impedance and Electric Field) では, プラズマ密度, および温度を VLF から HF 帯にわたるプラズマ中プローブのインピーダンスの計測を行うことにより正確に求める他, 長い (尖端から尖端まで 120 m) プローブを使う利点を生かして電場を計測する。またこの電場計測は, 衛星本体を, 等電位に保つための導電コーティングをほどこしているため, プラズマポーズを越す点まで充分に計測される点に新たな改良点がある。

MGF (Magnetic Field) では, 電場と並んで最も磁気圏の構造を議論する上で基本量としての磁場をフラックスゲート磁力計を用いて計測する。磁気圏深く入ってベースとなる磁場強度が減少した場合, 地磁気脈動 (いわゆる ULF 磁波) が充分に計測される。

1.3.3 粒子計測

粒子計測の項目は,

i) Energetic Particle Analyzer

(EPA)

ii) Controlled Beam Emissions

(CBE)

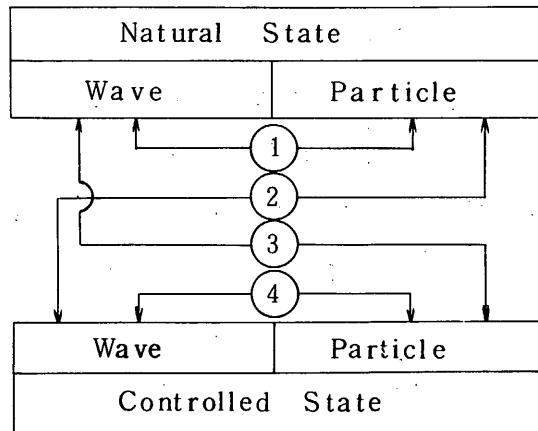
である。

EPA (Energetic Particle Analyzer) 装置では、50 eV 以上 20 KeV までの粒子フラックスを測定し、自然に存在する電子およびイオン（遠方では主としてプロトン）のエネルギー分布の時空的変化を追跡するのを基本とする。プラズマホーズ近傍の粒子分布は、米国の SSS 衛星でも詳細に計測されているが、この EXOS-B の場合、この自然状態の粒子計測にとどまらず、電界や、電子ビームの注入により人工的に変形を受けた粒子分布の変化状態も追跡計測する点にも特徴がある。

CBE (Controlled Beam Emission) では、0~200 eV の比較的低エネルギーの電子ビームを放出し、波動の励起（主としてビーム不安定にともなう）メカニズムを追跡する他、衛星自体の電位制御を行う。これは、極端に強く衛星が帶電した場合、などに衛星の電位コンタミテーションを取去することができる。

1.4 オペレーションの基本

こうした波動-粒子相互作用の観測は、単独に行なうことは主テーマではなく、むしろ総合した状態で進めることに本衛星の焦点があることは繰返し述べてきた。第 1-1 図に示すように、自然環境での波動と粒子の状態に対し、人工的に制御された状態での波動と粒子状態があるが、この間に 4 つの相互作用状態がありうる。すなわち、



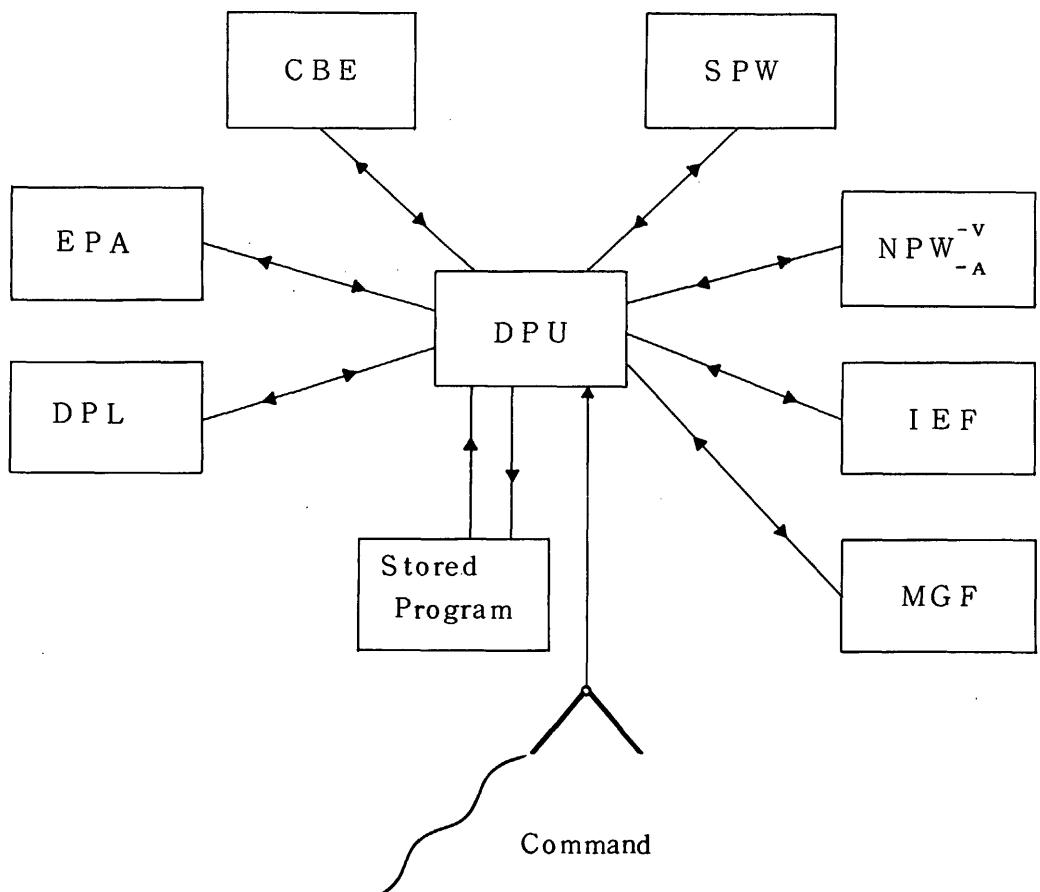
第 1-1 図 自然環境における波動と粒子の状態、および人工的環境における波動と粒子の間の相互作用の組み合せを示す。

- ① 自然の波動粒子相互作用
- ② 自然の粒子状態に対して人工的プラズマ波動の相互作用
- ③ 自然の波動が存在する状態へ人工電子ビームを注入することによって生ずる相互作用
- ④ 人工のプラズマ波動と人工電子ビームの相互作用

である。それぞれ①～④の状態をEXOS-Bで計測するためには、したがって第1～2表のような各機器の共働状態が必要である。

第 1 - 2 表

相互作用の内容	共 働 状 態 に あ る 機 器		
	波 動	粒 子	プラズマ及び粒子パラメーター
①	NPW-V -A	EPA	I E F, D P L M G F
②	SPW	EPA	I E F, D P L M G F
③	NPW-V -A	CBE	I E F, D P L M G F, E P A
④	SPW	CBE	I E F, D P L M G F, E P A



第1-2図　観測機器間の相互動作関係

これらの共働状態は、DPU (Data Processing Unit) によって arrange される。これは単独命令では不可能な機器の総合的な整理を行いつつ動作させるものである。連合動作は、後に出るよう Organized Command として衛星内に記憶され隨時呼び出しを行って作動させるが、この Organized Command の使用順序もまた衛星内に Control Command として収納することができる。DPUはしたがって複雑な衛星動作を最も有効に制御するような中枢機能をもったコンピューターである。第2章では各観測機器の内容を中心に説明し、第3章でこのDPU部分について詳述することにする。

1.5 共通機器部

共通機器部は、衛星ミッションの実現をめざして、第1号衛星から着実に積み上げられてきた技術が随所に応用されてゆくわけであるが、このEXOS-Bミッションの達成のため特に注意が払われた点があった。

その一つは特殊目的のアナログテレメーターの搭載である。これにより従来の我国の衛星では不可能であったような10KHzの広帯域伝送を可能にすることになった。これには実質放射電力が2WattになるようなHigh Power伝送を実現している。またPCM伝送も1～2号衛星までの64bits/secから1024bits/secまで上昇しているし、必要な場合4096bits/secまで可能となっていて、4号衛星ではそのテストケースとして高速伝送を計画されていた。

第二の点は、すでに述べたCommand系の制御機能をDPUを搭載することにより上昇させていることである。これにより極めて複雑な動作の組合せも明確な命令形態で処理することが可能になっている。さらにこのDPUの使用の特徴は、電力使用がかぎられていても、自動的に運用を制御するため、かなり高度の観測組合せをこなすことができるようになっている点にある。

注意を払っている第三の点は、導電性コーティングの使用である。従来プラズマが高エネルギー粒子群から成立するようなプラズマポーズの外側に達すると衛星が深く負電圧に帯電することが気づかれていた。これは、もし衛星表面が非電導性であると局所的に強い電位差を生ずることになり、結果的に、衛星周辺には強い局所電場を形成することになる。この局所電場は、自然状態の電場計測の妨害になるとともに、場合によっては衛星表面で絶縁破壊を起すこともあり、衛星運用上あまり思わしくない。EXOS-Bが導電性コーティングを持ったことは、こうした難問を解決することになろう。

さて第4章は、通信系、環境管理系、時間制御装置を、第5章に、電源系装置、第6章に構造設計、熱設計、信頼性を、そして第7章にはロケットと軌道およびオペレーション、そして第8章に地上処理装置と衛星観測のオペレーションをのべることにする。

第 2 章

觀 測 機 器 各 論

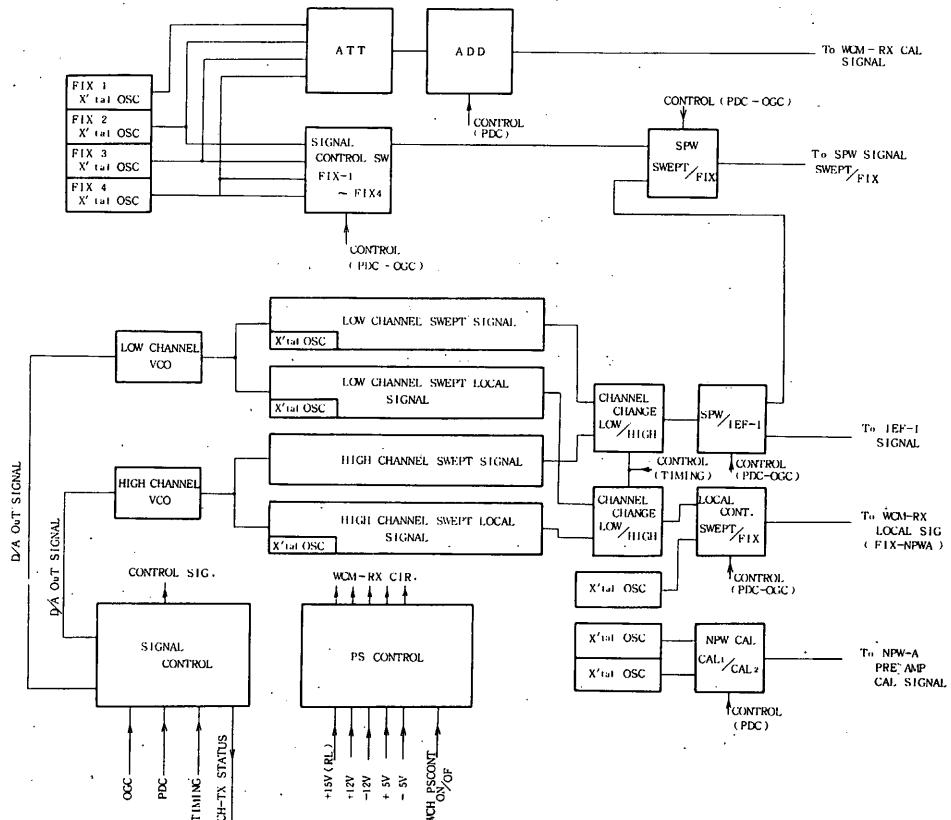
2.1 波動計測共通機器

森岡昭・宮武貞夫・鶴田浩一郎・大家寛
江尻全機
明星電気株式会社

2.1.1 概要

すでに、序論でもみたように、EXOS-Bの観測内容は波動-粒子の相互作用という基幹からバラエティーに富んだ観測装置が登場している。限定された重量でこのシステムを実現可能にしたのは、特に波動関係で共通に使用する機器は、タイムシェアをして使用するという基本方式をもったからである。

さてその共通機器部は、信号作成部（Wave Common Transmitter 部 -WCM-Tx），60mアンテナ部、および波動受信部（WCM-Rx）である。



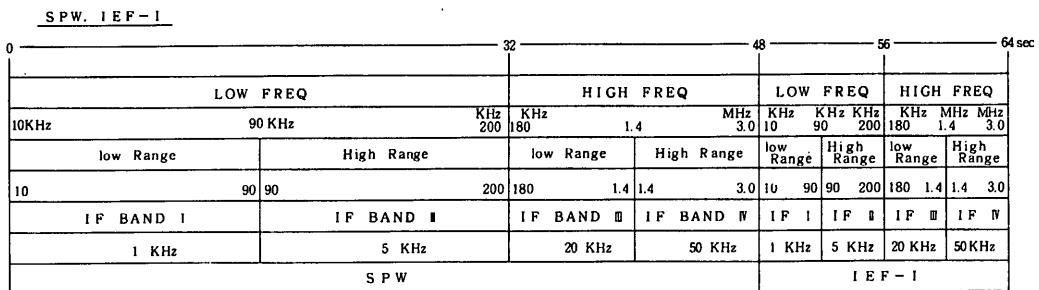
第2-1図

* 東北大・理, ** 電気通信大, *** 東大宇宙研

2.1.2 WCM-Tx 部

2.1.2.1 周波数掃引部

まず SIGNAL CONTROL 部からは各モードのオペレーションにしたがって DPU より制御信号を受け、 Digital Pulse が送出される。この Digital pulse は D/A 変換器により一旦 Analog 信号に変えられる。この Analog 信号は VCO (Voltage Control Oscillator) を制御する。VCO から出る高周波は 4 通りの X' tal OSC によって周波数変換を受ける。これらの回路の接続は第 2-2 図から第 2-4 図に WCM-Tx 部の周波数変化を示すダイアグラムをかけている



第 2-2 図 SPW および IEF-I モードの周波数掃引範囲と時間関係、

および IF 帯域と時間関係

が、このダイアグラムに示す時間にしたがって制御を受ける。すなわち、これらは周波数掃引時間とそれに対する周波数領域で、掃引帯域は

$$\begin{aligned}
 \text{Low Frequency} &\rightarrow \begin{cases} \text{Low Range (10 KHz - 90 KHz)} \\ \text{High Range (90 KHz - 200 KHz)} \end{cases} \\
 \text{High Frequency} &\rightarrow \begin{cases} \text{Low Range (180 KHz - 1.4 MHz)} \\ \text{High Range (1.4 MHz - 3.0 MHz)} \end{cases} \tag{2}
 \end{aligned}$$

という Pattern を WCM-Tx の基本形としている。まず第 2-2 図に示す、 SPW (2.2 節参照) および IEF-I (2.5 節参照) に関するダイアグラムで、 L-I (Low Frequency low range) 16 sec, H-h (Low Frequency high range) 16 sec, H-1 (High Frequency low range) 8 sec および H-h (High Frequency high range) 8 sec で 1 掃引を完了する。IEF-I は、各 range とも 4 sec で完結する。これらはすべて Low bit-rate 256 bits/sec 伝送モードのときのみで、 high bit-rate のときは行なわない。

第 2-3 図は、 NPW-S (2.3 節参照) および IEF-I (2.5 節参照) モードでの L-I, L-h, H-1 および H-h range の動作ダイアグラムである。タイムベース (DPU の項参照) が High bit-rate の場合は全レンジ 1.0 sec で掃引し、 Low bit-rate の場合には、 4 sec で掃引する。つまり掃引時間は PCM の 1 フレーム完了時間と同期している。

IEF - I 0
NPW - S 0 ————— 0.5 ————— 2 ————— 4 sec (low bit rate)
1.0 sec (high bit rate)

LOW FREQ		HIGH FREQ	
10 KHz	200 KHz	180 KHz	3.0 MHz
low Range	High Range	low Range	High Range
10	90	90	200
IF BAND I	IF BAND II	IF BAND III	IF BAND IV
1 KHz	5 KHz	20 KHz	50 KHz

第 2 - 3 図 NPW - S および IEF - I モードの周波数掃引範囲と時間

関係および IF 帯域との時間

NPW - A 0 ————— 4 ————— 8 sec

LOW FREQ		HIGH FREQ	
10 KHz	90	200 KHz	180 KHz 1.4 MHz 3.0 MHz
low Range	High Range	low Range	High Range
10	90	90	200
IF BAND I			
1 KHz			

第 2 - 4 図 NPW - A モードの周波数掃引範囲および IF 帯域と時間関係

最後に、2 - 4 図には、NPW - A モード (2・3 節参照) の場合の動作ダイアグラムを示す。全レンジ (L - 1 ~ H - h) は 8 sec で掃引を完了する。この場合も Low bit-rate のみの観測である。

2.1.2.2 固定周波数発振部

WCM - Tx には、すでに第 2 - 1 図にもかかげているように、5 つの固定周波数発振器がある。掃引周波と同一のキャテゴリーで、DPU からの制御信号に応じて、信号発振器として使用される。固定周波数はそれぞれ第 2 - 1 表に示すとおりである。

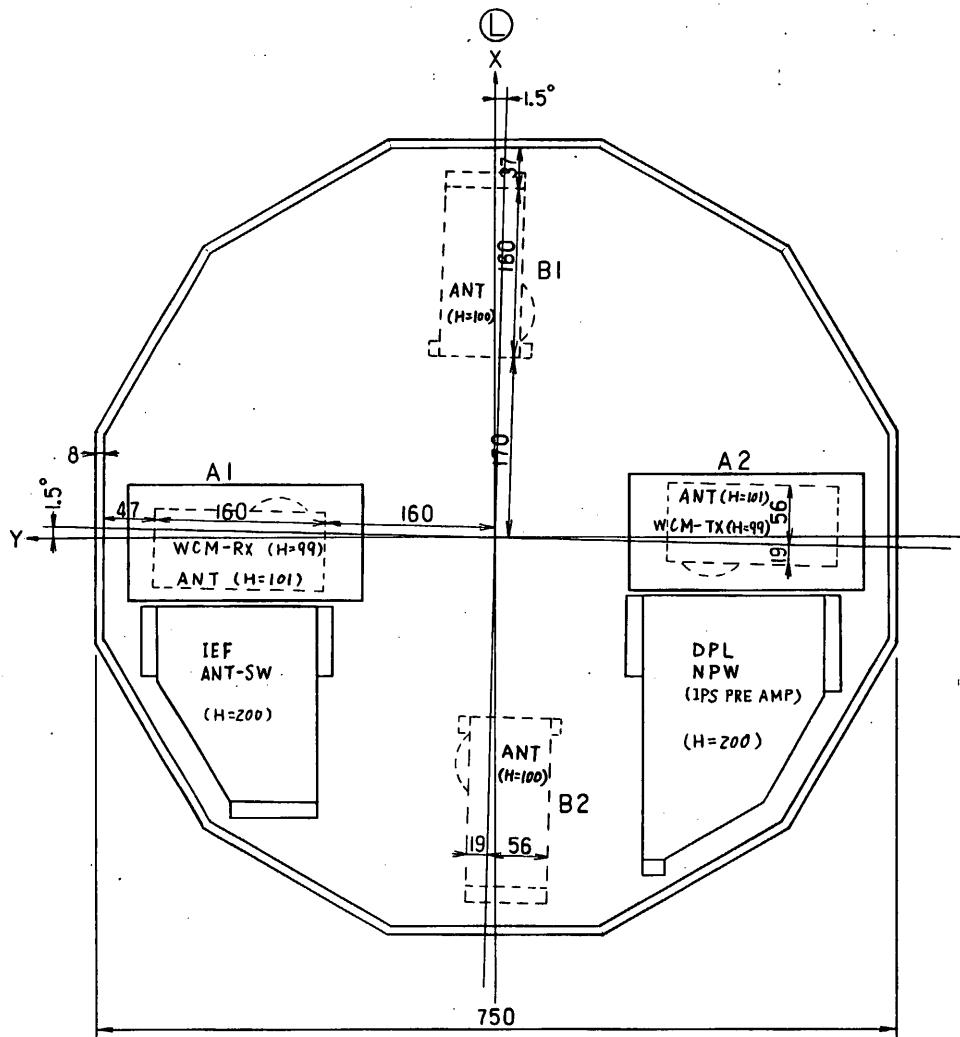
第 2 - 1 表

固定周波記号	周波数
F x ₁	21.0 KHz
F x ₂	90.0 KHz
F x ₃	390.0 KHz
F x ₄	1.70 MHz
F NPW - A	5.005 MHz

2.1.3 60 mアンテナ

2.1.3.1. 概 要

波動関係を中心とした観測で最も重要な Facility の一つは 4 本の 60 m アンテナである。第 2 - 5 図に 60 m アンテナを収納した場合の配置を示している。これは Be-Cu 製のうすい (厚さ mm 巾 mm) をドラムにまいているもので ANT-EXT の Command で展開し長さ 200 ft

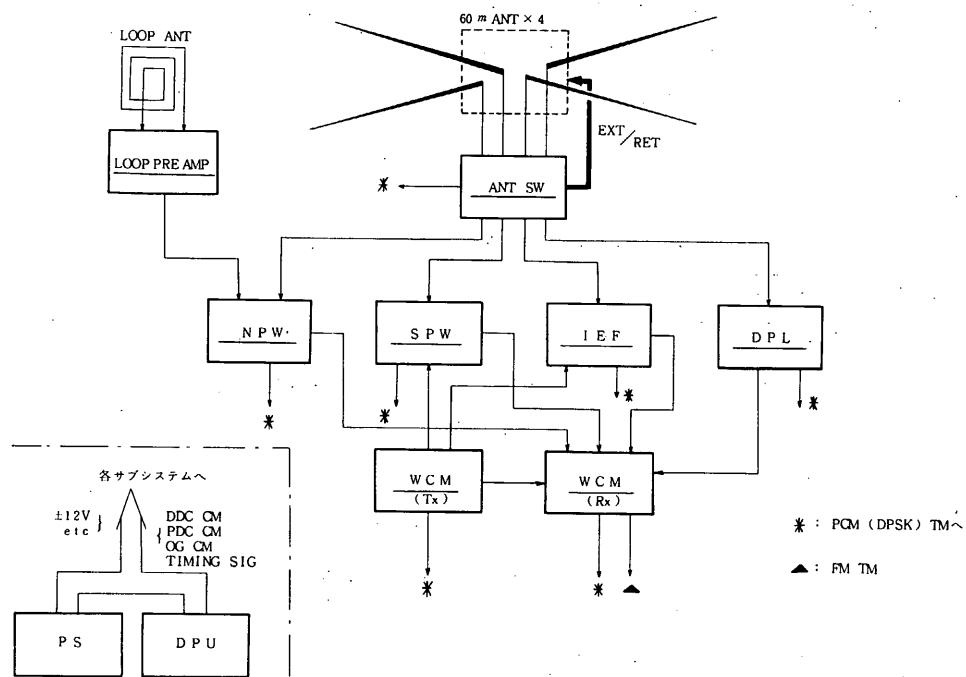


EXOS-B 配置図

尺度 1/5

第 2 - 5 図 WCM と 60 m アンテナの関連

他の機器は Random にとり出してならべているもので
この他の機器配置は第 章に詳述されている。



第2-6図 WAVE系アンテナ接続システム図

(約 61 m)の直交する4本の円筒アンテナを形成する。伸展長は地上からポテンショメーターの出力をモニターして知る事ができる。観測は各々 10 m を伸展する毎に行ない、アンテナの長さは全伸展の後には信頼性を増すため変化させる事はない。このアンテナ系は共通で使用する為、各観測モードに対応して各観測機器へ切換えて接続するためアンテナ切換え器 (ANT. SW) を持つが第2-6図に接続に関するシステムが示されている。ここでは、観測器のサブシステム全体を一つのブロックとして表わし*は出力を意味している。

このEXOS-B用60 mアンテナ4本は、すでにカナダのAlouette, ISIS, を皮切りに、IMPシリーズ、ATSシリーズ、等に使用されてきた方式を採用するものでこれに関する仕様関係資料として以下を参照されたい。

参照: Specification for STEM Antennas, FM (Spec No. ISAS-001 FM)

: Statement of Work ISAS EXOS-B ANTENNAS

: Flexible Body Dynamic Analysis for EXOS-B Satellite

2.1.3.2 アンテナ諸元

この60 mアンテナの諸元を箇条書きすると以下の通りである。

- (1) エレメント重量 8.45 g/m (160 ft), 9.02 g/m (40 ft; 電極部), 2.5 g (尖端)
- (2) 長さ 200 ft (60.96 m) ± 0.1 %,

- (3) エレメント直径 0.28 in (7.1 mm)
 (4) 電極 先端 40 ft (12.19 m) $\pm 0.1\%$
 表面積 422 平方インチ (2724 cm²)
 実効電極間距離 110.5 m

2.1.3.3 アンテナ伸展

アンテナ伸展は地上からの Command により行なわれるが、まず座標を定義しておく必要がある。ここで、衛星の軸方向を Z 軸として衛星をロケットに収納した時のランチャ方向を X とする。この X, Z に対し右手系を作るよう Y 方向をきめる。アンテナ制御上は、この X, Y, Z を用い、次の記号を使用する。すなわち Y = A, X = B とし、それぞれ + 方向に 1, - 方向を 2 として A1, A2 (ベースプレート上面), B1, B2 (ベースプレート下面) と呼ぶ。

(a) アンテナ伸展用コマンド

アンテナ伸展用コマンドは DDC および PDC 群に分離し第 2-2 表に示すようになる。

第 2-2 表 アンテナ伸展用コマンド表

分類	オペレーションコード		内 容
DDC	8	11	ANT DRIVE STAND BY
	8	12	DRIVE POWER ON
	9	12	DRIVE OFF
PDC-2	14	9	ANT EXT (Extension)
	14	10	ANT RET (Retraction)
	15	5	ANT SELECT A
	15	6	ANT SELECT B
	15	7	ANT SET 1
	15	8	ANT SET 2
	15	9	ANT MONI PS ON
	15	10	ANT MONI PS OFF

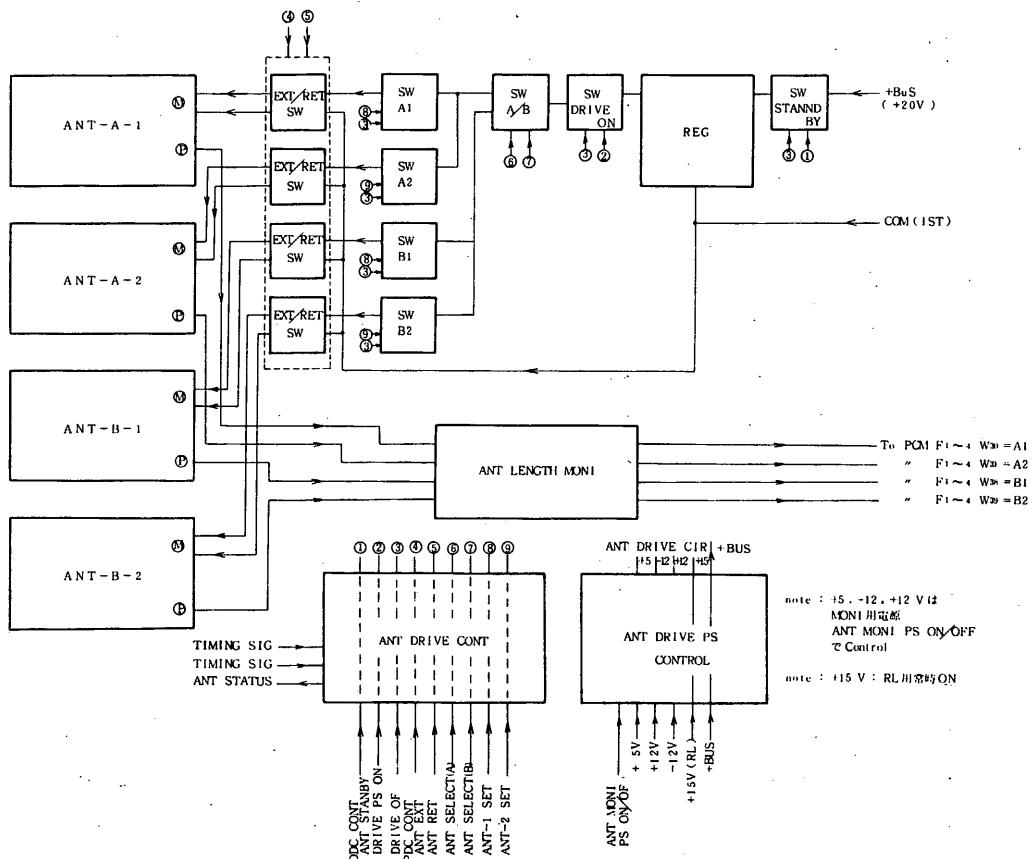
注 1. DRIVE OFF は

- (1) DRIVE POWER OFF
- (2) ANT DRIVE STAND BY OFF
- (3) ANT SET 1 RESET
- (4) ANT SET 2 RESET

のすべてを行う。

(b) 伸展システム

第2-2表に示したコマンドによるアンテナ伸展の制御は第2-7図に示すブロック図に示す回路系統によってDriveする。Driving用電源はまずStand by系を通りA1~B2まで



第2-7図 駆動ブロック図

CommandによりMotor Drive電源をON-OFFする。Pofentio Meterの出力は、ANT, LENGTH MONI回路を経てPCM系へ送られる。PCM系では、F1~F4のすべてのフレームについて、W₃₀, W₃₁, W₃₈およびW₃₉がそれぞれ、A1, A2, B1およびB2のアンテナの長さの計測値を送るために使用される。またアンテナの伸長のステージは、F1~F4のすべてのフレームにつきW₁₆で表示する。W₁₆の各ビットの使用内容は第2-3表に示すとお

りとなる。

第2-3表 W_{16} の表示内容 (Antenna Status)
(Flame 1~4につき W_{16} ($B_0 - 5$) を Antenna Status に使用)

Bn	項目	"1"	"0"
0	ANT STAND BY	ON	OFF
1	ANT DRIVE PS	ON	OFF
2	ANT EXT/RET	EXT	RET
3	ANT SELECT A/B	A	B
4	ANT SET 1/2	1	2
5	ANT MONI PS	ON	OFF

(c) アンテナ伸展オペレーション

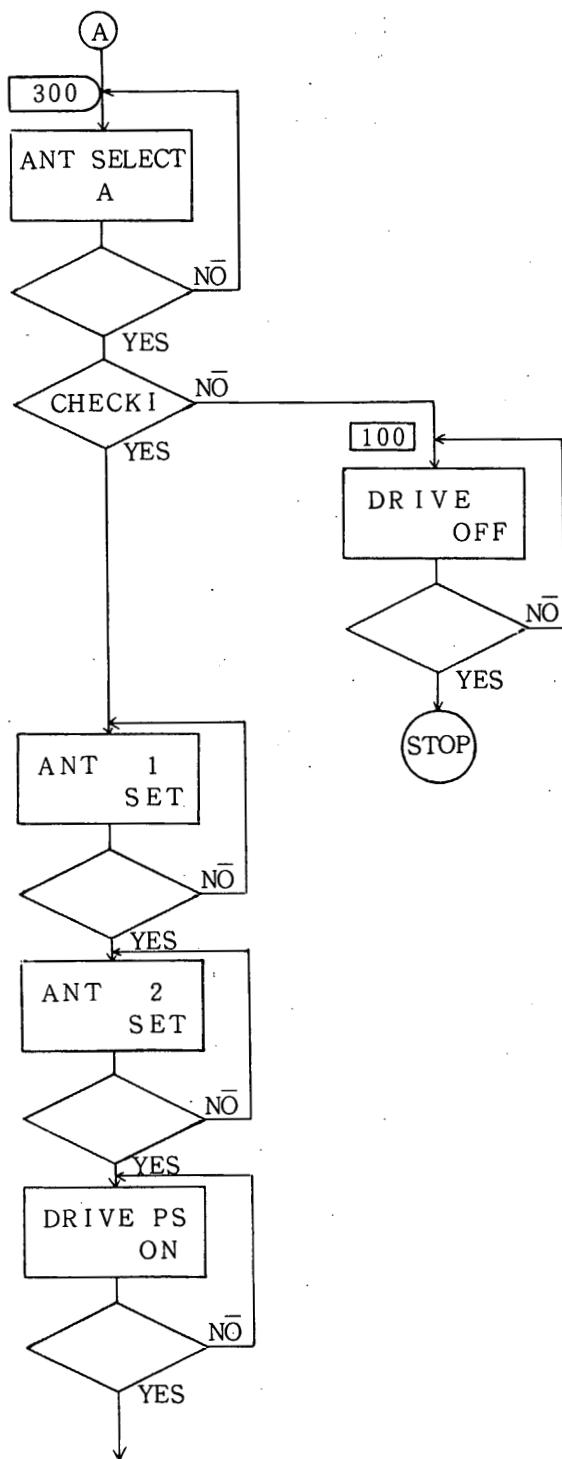
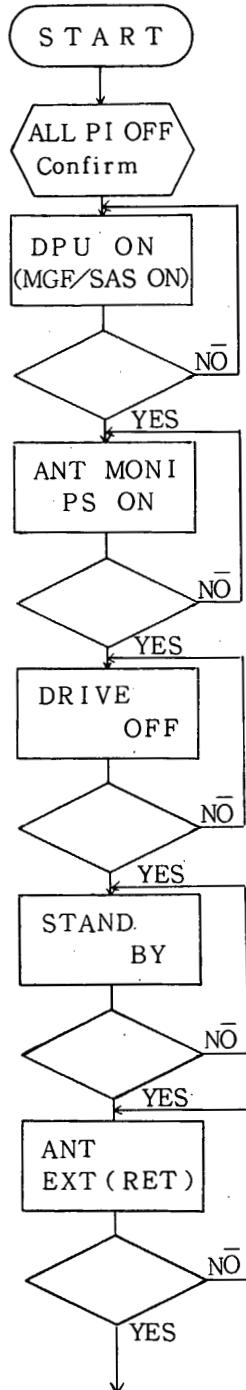
アンテナ伸展オペレーションは、衛星の姿勢に大きく関与する他、20 V, 500 mA (10 Watt) の電力を消費する作業であるので、そのオペレーション時期は特別に設定して慎重に行う必要がある。オペレーションの最低の条件はしたがって衛星と地上間に up-link および down-link とも、充分な S/N 条件で通信が確保されているときに行なわれなければならない。

第2-8図(a)~第2-8図(e)まで、このオペレーションの手順をフローチャートで示している。まずフローチャートにしたがって進むと CHECK. I にくる。ここでは、これから電源を入れてアンテナを伸展するに際しての周囲条件を充分に check するが、その内容を表示すると、第2-4表ようになる。

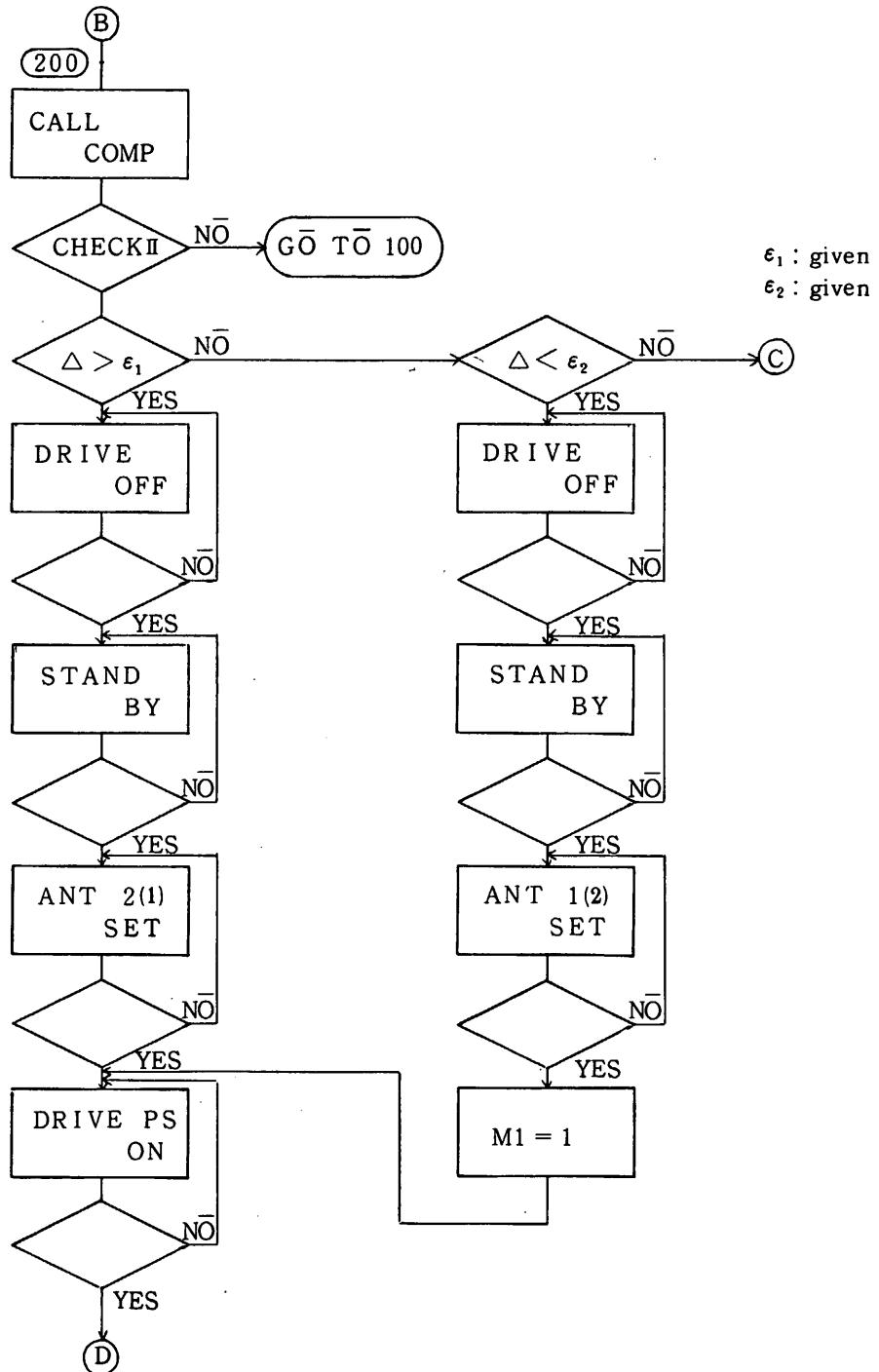
第2-4表

Check 内容	手 段	条 件
温 度	House Keeping のデーター	各部の温度 T_i ($i = 1, 2, 3$) それぞれアンテナのモータ部等を中心とする。 $T_\alpha < T_i < T_\beta$ T_α, T_β は今後決定される。
衛 星 軌 道	Orbit Data より位置決定	Range 6000Km 以内
伸 展 時 刻	Telemeter Data	現在の Telemeter の S/N 測定 Antenna 伸展作業終了時の S/N を予測、S/N 比が一定値以内のとき、伸展可能の信号をうる。

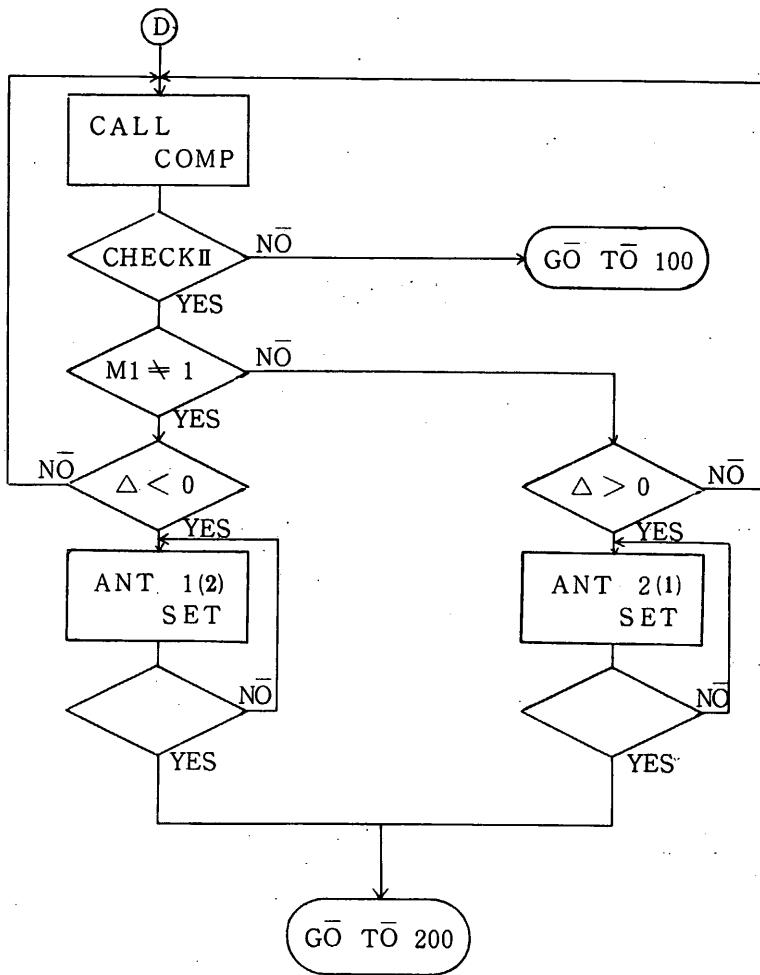
SET : N = 1
M1 = M2 = M3 = 0



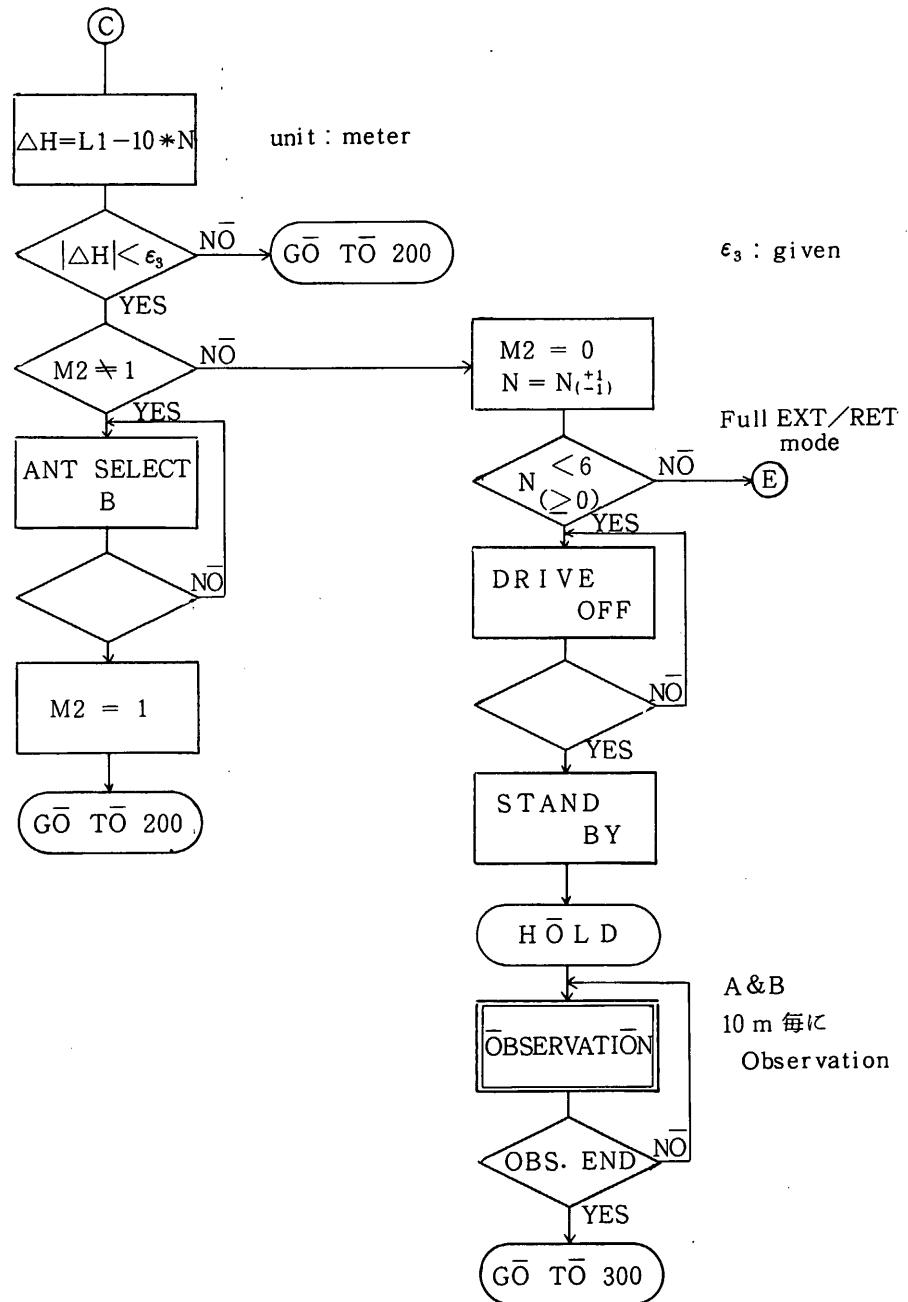
第2-8図 (a)



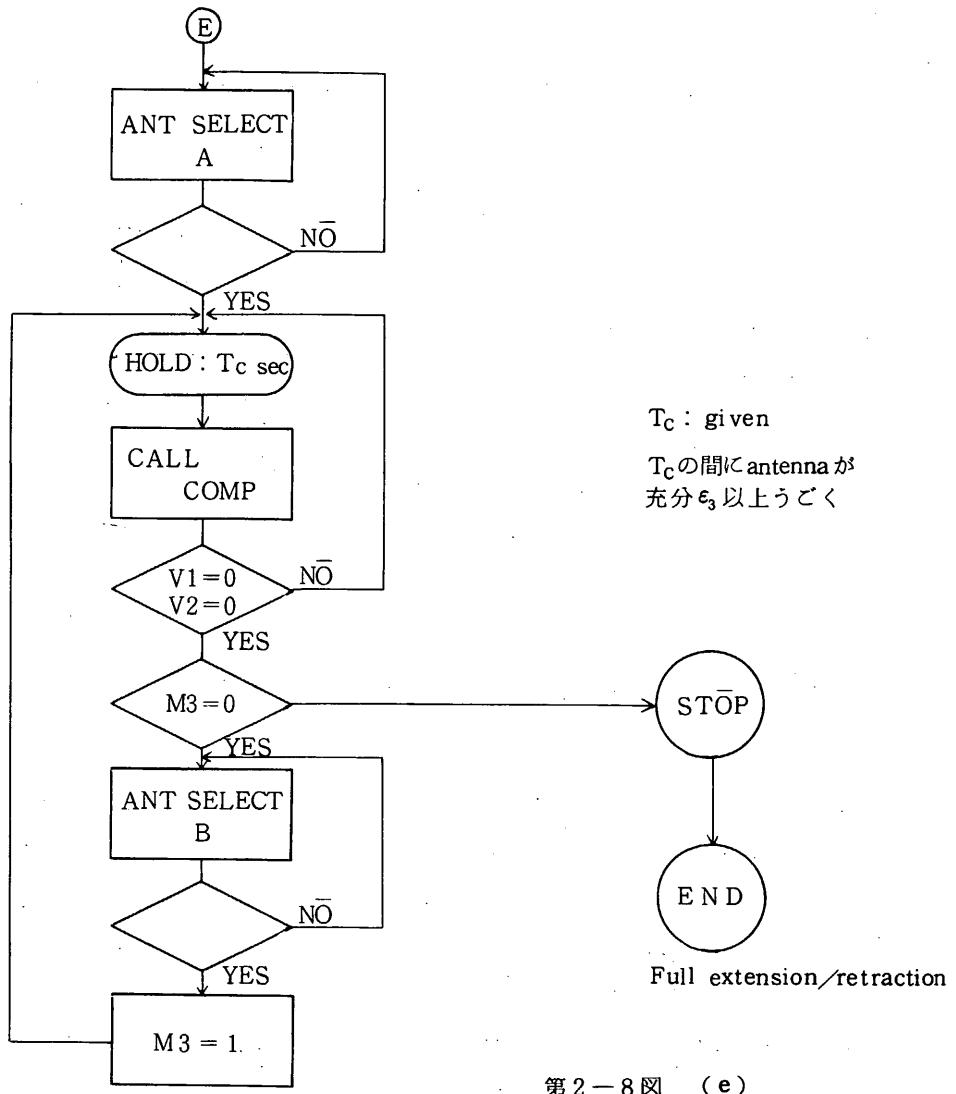
第2-8図 (b)



第2-8図 (c)



第2-8図 (d)



第2-8図 (e)

このCheckを通過すると一対のアンテナに電力供給を開始する。この間、地上のミニコンシステムはアンテナの伸展状態を Automatic にモニターする。このモニターのデータを出すプログラムは、Subroutine COMP であるがここでは Antenna の伸展開始から終了まで T_0 の間、第 2-5 表に示す各パラメターを計算する。特に重要なのはアンテナの長さの差 $\Delta = l_1 - l_2$ である。

第 2-5 表 SUBROUTINE COMP の Check すべきパラメター

$$\Delta = l_1 - l_2 \quad l_1 : \text{antenna 1 length}$$

$$l_2 : \text{antenna 2 length}$$

V_1	Velocity of extension or retraction of antenna 1
V_2	Velocity of extension or retraction of antenna 2
ω_0	Spin frequency
λ	Longitude of spin axis (2)
θ	Latitude of spin axis
\times	Divection of sun
ω_1	Resonance frequency of antenna 1
ω_2	Resonance frequency of antenna 2

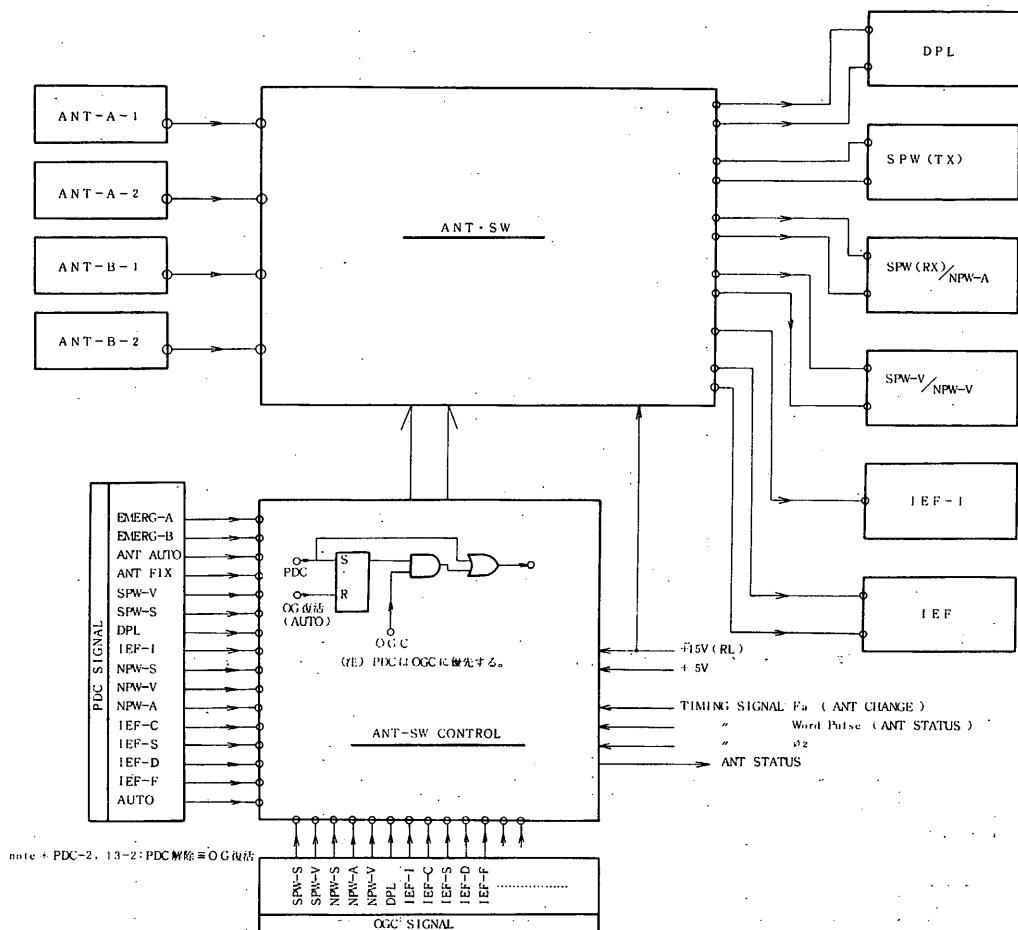
Predicted ω_0 , ω_1 , ω_2 during $T = X + T_0$

Subroutine COMP から出されるデーターにもとづき第 2 の判定 CHECK II を行いつつ antenna の伸展が続けられるが、特に CHECK II について行なわれる内容は HK data でのモーター部等の温度が規定範囲に入っているかいなか、衛星の中心軸に対する角速度は規定値に保たれているか、姿勢は許容角度内に入っているかいなかという点である。さらに、振動周期がアンテナの共鳴周波数に近い場合 warning を出す必要がある。なおこの Flow chart では 10 m 単位の伸展作業はシーケンシャルに続行するようになっているが、最初に N を自由に設定して、周回中に少しづつこの伸展作業をはさんでゆくことを通常のオペレーションとして計画している。

2.1.3.4 アンテナ switching

すでに述べたように、この 60 m アンテナ 4 本は、共通 Facility で、各波動関係の PI が有効に使用するためにアンテナ、switching の機能が重要となる。すでに第 2-6 図にアンテナ接続システム図が示されているが、第 2-9 図に具体的な接続関係を示す。4 本のアンテナ A1, A2, B1 および B2 は、1) DPL, 2) SPW (Tx 部), 3) SPW (RX 部) および NPW-A, 4) SPW-V および NPW-V, 5) IEF-I, および 6) IEF の一般モードの 6 系統が antenna switch control によって制御される。この場合のアンテナ switch control のモードは具体的には 19 通りあって、第 2-6 表のようにまとめられる。

これら antenna の status は、Flame 1～4 のすべてにわたって、W₃₆ の 8 bit で第27表に示すように、地上に伝送される。



第2-9図 60m-60mアンテナ使用のためのAntenna Switch系

第2-6表 アンテナモード表

群	群番	制御モード	モード名	ANT STATUS												60m ANT									
				DPL			A			B			FIX			SW			LOOP						
DPL				A				B			FIX			SW			A			B					
SPW-V				SPW-S				SPW-S			SPW-S			SPW-S			SPW-S			SPW-S					
01	DPL	单独		—	—	—	—	—	—	○	—	DPL	○	—	—	—	—	—	①						
02	NPW-V, NPW-VL			—	—	—	—	—	—	—	●	—	NPW-V	○	△	○	—	—	⑥						
03	NPW-A			○	—	—	—	—	—	—	●	—	NPW-A	○	*	—	—	—	⑦						
04	NPW-A, IEF-I			○	—	—	○	—	—	—	●	IEF-I	NPW-A	○	*△	—	③	③	③						
05	NPW-S			—	○	—	—	—	—	—	●	—	NPW-S	○	—	—	—	—	⑦						
06	NPW-S, IEF-I			—	○	—	—	○	—	—	●	IEF-I	NPW-S	○	△	—	③	③	③						
07	NPW-S, IEF-S			—	○	—	—	—	○	—	—	●	IEF-S	NPW-S	○	△	—	③	③	③					
08	NPW-S, IEF-D			—	○	—	—	—	—	○	—	●	IEF-D	NPW-S	○	△	—	③	③	③					
09	NPW-S, IEF-F			—	○	—	—	—	○	—	—	●	IEF-F	NPW-S	○	△	—	③	③	③					
10	IEF-C, S	NPW,V,VL	DPL	—	○	○	—	○	—	○	—	○	IEF-C	NPW-V	—	*	○	○	④/④						
11	IEF-D, C	NPW,V,VL	DPL	—	○	○	—	○	—	○	—	○	IEF-C	NPW-V	—	*	○	○	⑥/⑥						
12	IEF-F, C	NPW,V,VL	DPL	—	○	○	—	○	○	—	—	○	IEF-C	NPW-V	—	*	○	○	⑥/⑥						
13	IEF-I, C	NPW,V,VL	DPL	—	○	○	○	○	○	—	—	○	IEF-C	NPW-V	—	*	○	○	④/④						
14	IEF-F, I	NPW-VL	DPL	—	○	○	—	○	—	—	—	○	IEF-F	DPL	—	*	○	○	②/③	①					
15	IEF-F, I	DPL		—	—	—	○	—	—	○	—	—	○	IEF-F	DPL	—	*	—	③/③	①					
16	IEF-I			—	—	—	○	—	—	—	—	●	IEF-I	—	○	—	—	③	—						
17	IEF-C			—	—	—	—	○	—	—	—	●	IEF-C	—	○	*	—	③	—						
18	SPW-S, IEF-I			—	—	—	○	—	—	—	○	—	SPW(Rx)	SPW(Tx)	—	*△	—	⑦/③	④/④						
19	SPW-V, IEF-I			—	—	—	○	—	—	○	—	●	SPW-V	SPW(Tx)	—	*△	—	⑤/⑤	④/④						

(1) ● コマンドにてON/OFF可能

(2) * ANT & SWする(A/B切換)

(3) DPLがONするSWせず

(4) IEF-I (A1 or B1)を使用

(5) SPW-S

(6) SPW-A

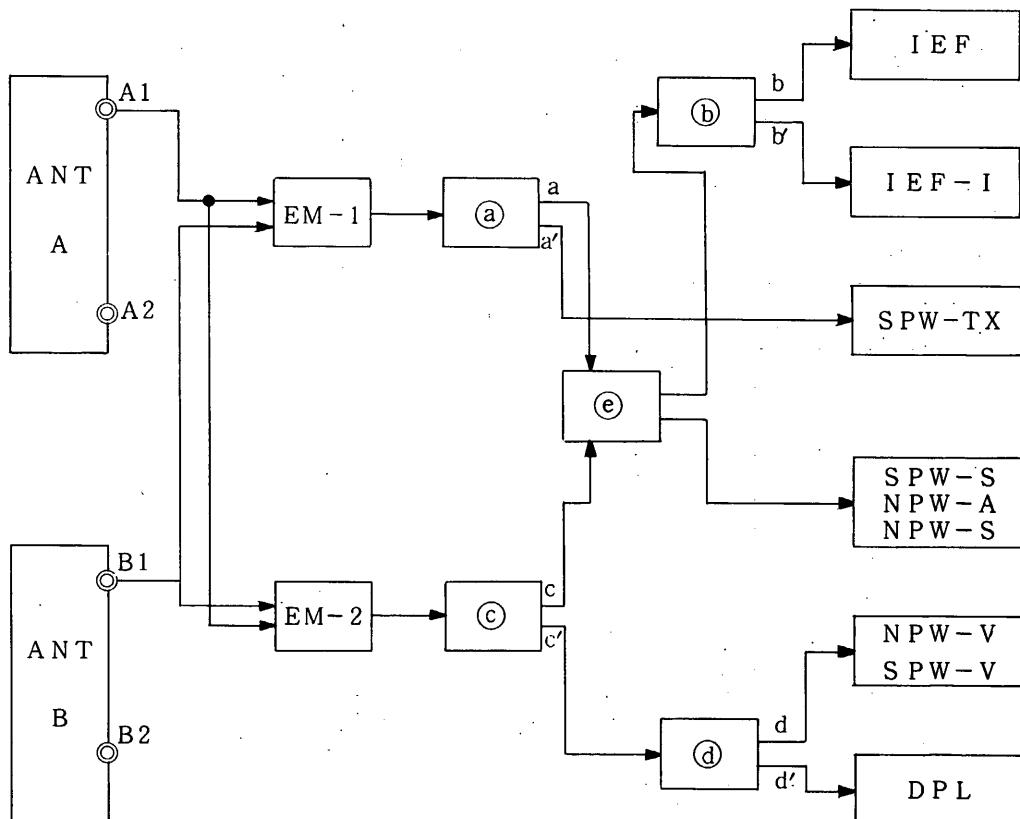
(7) SPW-Tx

(8) SPW-V

第2-7表 W₃₆による antenna Status 表示

B n	項 目	" 1 "	" 0 "
0	EMERG / NOMA	EMERG	NOMA
1	ANT AUTO	AUTO	OFF
2	I E F	ON	OFF
3	S P W	ON	OFF
4	N P W	ON	OFF
5	D P L	ON	OFF
6	ANT A / B	A	B
7	P D C - O G C	P D C	O G C

第2-9図で、ANT SW (アンテナ switch) 部となっている個所は、さらにその詳細を、第2-10図に示す。このうち、Ⓐ～Ⓑはそれぞれ切換リレーで、Ⓐ、Ⓑ、ⒸおよびⒹのリレー群



第2-10図 アンテナと各機器の接続関係、a, b, ……e はリレーを示す

第2-8表 リレー状態

群	M o d e	A N T, A			A N T, B			O G C & P D C コントロール	
		a	a'	b	b'	c	c'	d	
A	D P L 単独	-	-	-	-	○	-	○	D P L
B	N P W-V 単独	-	-	-	-	○	-	○	N P W-V
C	N P W-A, I E F-I	○	-	○	○	-	-	-	N P W-A, I E F-I
D	N P W-S, I E F	○	-	○	-	○	-	-	N P W-S, I E F-C, I E F-D I E F-F, I E F-S
E	I E F, <u>N P W-V</u> D P L	○	-	○	-	○	△	△	I E F-C, I E F-D, I E F-F, N P W-V, D P L, I E F-S
F	<u>I E F</u> I E F-I	<u>N P W-V</u> D P L	○	-	△	△	○	△	I E F-C, I E F-D, I E F-F, I E F-S, I E F-I, N P W-V, D P L
G	I E F-I 単独	○	-	○	-	○	-	-	I E F-I
H	I E F 単独	○	-	○	-	○	-	-	I E F-C, I E F-D, I E F-F, I E F-S
I	<u>S P W-T X</u> I E F-I	<u>S P W-S</u> D P L	△	△	-	○	○	-	S P W-S I E F-I, D P L
J	<u>S P W-T X</u> I E F-I	<u>S P W-V</u> D P L	△	△	-	○	-	○	S P W-V I E F-I, D P L

注) △は切り換えを示す。

$$A N T, A \left\{ \begin{array}{l} I E F \\ I E F-I \\ S P W-T X \end{array} \right. \quad A N T, B \left\{ \begin{array}{l} S P W-S \\ N P W-A \\ N P W-S \\ N P W-V \\ S P W-V \\ D P W \end{array} \right.$$

を第2-8表の状態でswitchすることによりDPL単独(A群)から, SPW-Tx, SPW-V組合せ(J群)に至る10通りのstatusが得られる。

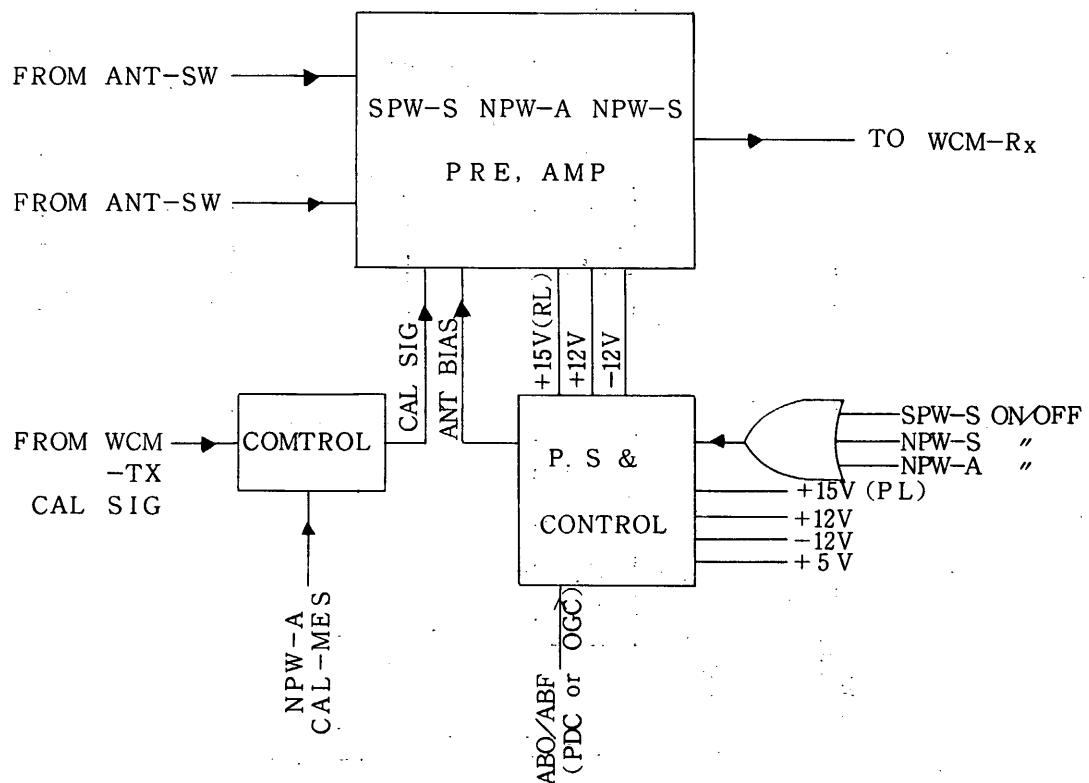
2.1.4 WCM-Rx (波動共通機器受信)

アンテナスイッチグループを通過したのち第2-11図に示すように各前置増幅器群を経た信号は、再び共通処理部に入る。この部分は主として、高周波域の現象のスペクトル分析に焦点がおかかれている。なおpre-Amp入力で0.1 μ Voltの感度をもつよう設計されている。

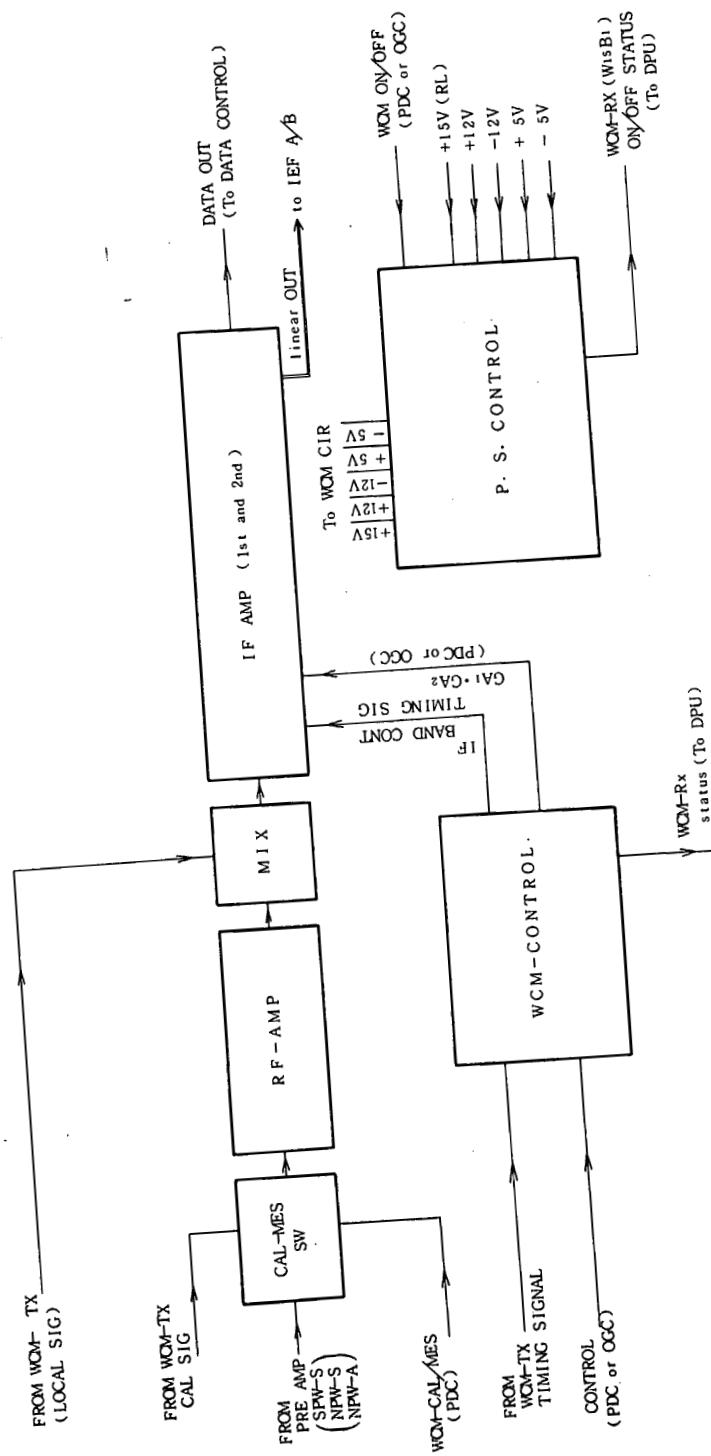
2.1.4.1 IF (中間周波) 段

a) 帯域

ダブルスーパー方式を採用し、第1中間周波数は10.7 MHz, 第2中間周波数100 KHzとする。Band巾は自動的に、第2-2図～第2-4図に示すようにIF Band I (1 KHz), Band II (5 KHz), Band III (20 KHz) および Band IV (50 KHz) と選択する。帯域選択についてはしたがってNPW-A (Astronomyモード) の1 KHz以外はコマンド選択は行なわれない。第2-12図にIF段がシステムにおいてもっている相対的位置関係を示す。



第2-11図



第2-12図 中間周波段のブロック図

2.1.4.2 受信周波数

受信周波数はすでに Tx 部で述べた範囲で掃引および固定周波受信が可能である。（詳細は WCM-Tx 部の内容を参照）

2.1.4.3 受信帯域

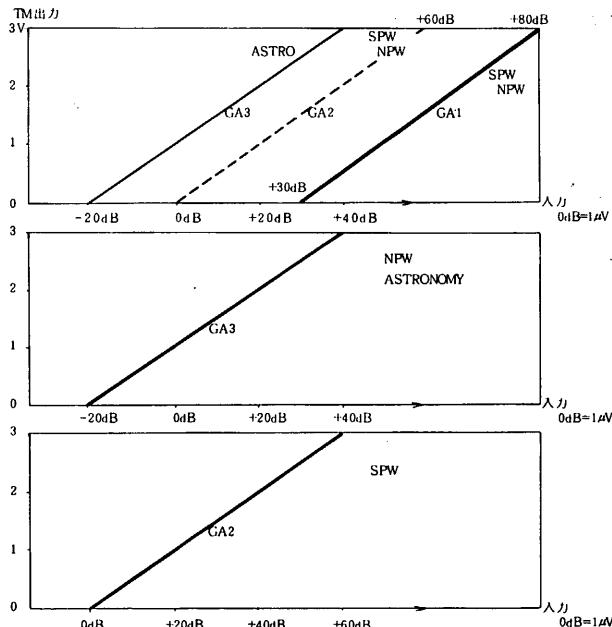
受信帯域帯は、BW = 1 KHz, 5 KHz, 20 KHz および 50 KHz で、中間周波の帯域そのものとなるが、これは、自動的に掃引周波帯と対応されている。すなわち、第 2-9 表にまとめられるようになる。

第 2-9 表 受信帯域

周 波 数 掫 引 領 域			受信帯域
Low Frequency	L - range	10 KHz - 90 KHz	1 KHz
	H - range	90 KHz - 200 KHz	5 KHz
High Frequency	L - range	180 KHz - 1.4 MHz	20 KHz
	H - range	1.4 MHz - 3.0 MHz	50 KHz

2.1.4.4 利得

Rx 部の利得は、第 2-13 図に示すように GA1, GA2, および GA3 の 3 種類をもっている。



第 2-13 図 波動観測共通系 (WCM) の受信利得

第2-13図では、GA1はSPW, NPWで使用されるが、30dB(0dB 1μV PP)よりdynamic range 60dB, GA2は同じくSPWおよびNPWで、0dBよりDynamic range 60dBとなる。また、GA3は主として地球及び惑星からの自然電波を受信するもので、-20dBよりdynamic range 60dBをとる。

2.1.5 アナログデーター伝送系

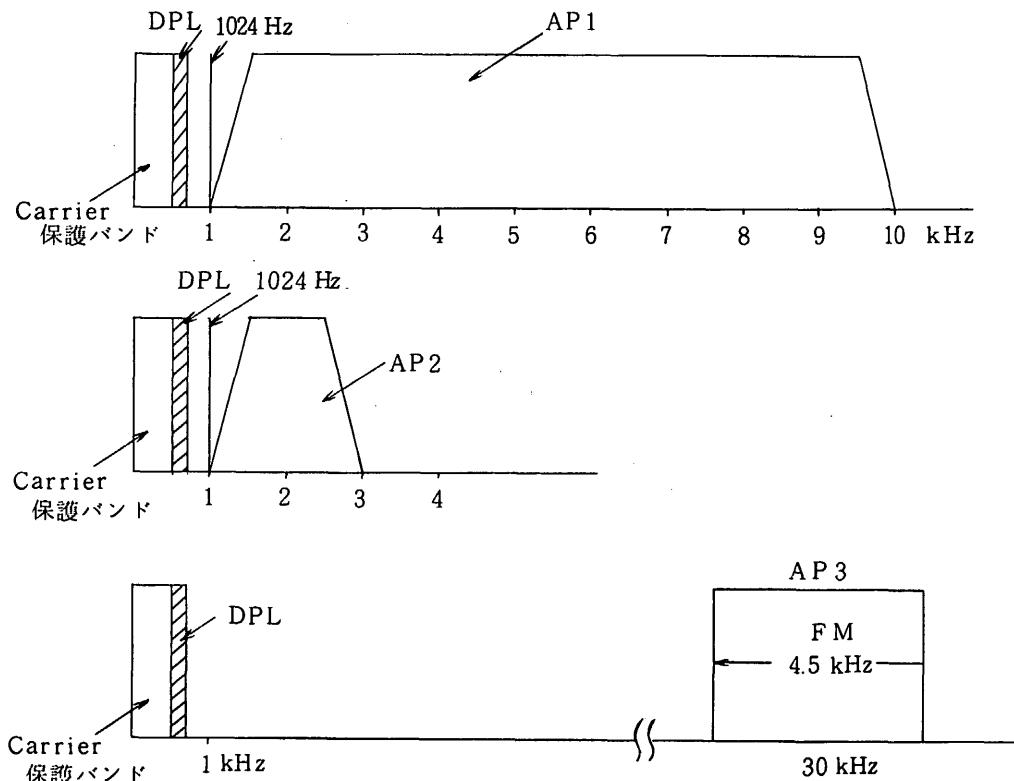
波動関係データーの伝送の主要部分はアナログ系で伝送される。アナログ系は、TM-1(400MHz)による2Watt送信の系統を使用するが、以下の三つの帯域をもつ。すなわち、

AP1 (750KHz - 10KHz内でSSB方式をとる)

AP2 (750KHz - 3KHz内でSSB方式をとる)

AP3 (30KHz ± 7.5%のFM)

となっていて、それぞれの帯域使用内容は第2-14図に示す。なおDPL専用に500-700Hzを常時使用する。AP1は6000Km程度の近地点領域で使用され、AP2は6000Km以上30,000Kmに至る遠距離にて使用する。また、AP3は精度の高いアナログデーター伝送で、



第2-14図 アナログチャンネルの周波数占有領域

第2-10-1表 Wave 関係コマンド表 (その1)

DEC	DEC	WCM-Tx	WCM-Rx	3	DPL ON	3	NPW	4	SPW	5	1EF	5	ANT CHANGE	5	ANT EXT. RET.	5	OG DEC
1	0			3	DPL ON	3											
2	000	1 (SPW ON)	1 (SPW ON)	2	(SPW ON)	2											
3	000	1 (NPW ON)	1 (NPW ON)	2	(NPW ON)	2											
4	000	1 (1EF ON)	1 (1EF ON)	2	(1EF ON)	2											
5	000	1															
6	000	1															
7	000	1															
8	000	1															
9	000	1															
10	000	1															
11	000	1															
12	000	1															
13	000	1															
14	000	1															
15	000	1															
16	000	1															
17	000	1															
18	000	1															
19	000	1															
20	000	2 (SPW-V)	2 (SPW-V)	2	(SPW-V)	2											
21	000	2															
22	000	2															
23	000	2															
24	000	2															
25	000	2															
26	000	2															
27	000	2															
28	000	2															
29	000	2															
30	000	2															
31	000	2															
32	000	2															
33	000	2															
34	000	2															
35	000	2															
36	000	2															
37	000	2															
38	000	1	WCM-CAL	1	(WCM-CAL)	1											
39	000	1															
40	000	1															
41	000	1															
42	000	1															
43	000	1															
44	000	1															
45	000	1															
46	000	1															

1. 1 SPW-V 2 SPW-V 3 NPW 4 NPW 5 NPW 6 NPW 7 NPW 8 NPW 9 NPW 10 NPW 11 NPW 12 NPW 13 NPW 14 NPW 15 NPW 16 NPW 17 NPW 18 NPW 19 NPW 20 NPW 21 NPW 22 NPW 23 NPW 24 NPW 25 NPW 26 NPW 27 NPW 28 NPW 29 NPW 30 NPW 31 NPW 32 NPW 33 NPW 34 NPW 35 NPW 36 NPW 37 NPW 38 NPW 39 NPW 40 NPW 41 NPW 42 NPW 43 NPW 44 NPW 45 NPW 46 NPW

2. 1 SPW-V 2 SPW-V 3 NPW 4 NPW 5 NPW 6 NPW 7 NPW 8 NPW 9 NPW 10 NPW 11 NPW 12 NPW 13 NPW 14 NPW 15 NPW 16 NPW 17 NPW 18 NPW 19 NPW 20 NPW 21 NPW 22 NPW 23 NPW 24 NPW 25 NPW 26 NPW 27 NPW 28 NPW 29 NPW 30 NPW 31 NPW 32 NPW 33 NPW 34 NPW 35 NPW 36 NPW 37 NPW 38 NPW 39 NPW 40 NPW 41 NPW 42 NPW 43 NPW 44 NPW 45 NPW 46 NPW

3. 1 SPW-V 2 SPW-V 3 NPW 4 NPW 5 NPW 6 NPW 7 NPW 8 NPW 9 NPW 10 NPW 11 NPW 12 NPW 13 NPW 14 NPW 15 NPW 16 NPW 17 NPW 18 NPW 19 NPW 20 NPW 21 NPW 22 NPW 23 NPW 24 NPW 25 NPW 26 NPW 27 NPW 28 NPW 29 NPW 30 NPW 31 NPW 32 NPW 33 NPW 34 NPW 35 NPW 36 NPW 37 NPW 38 NPW 39 NPW 40 NPW 41 NPW 42 NPW 43 NPW 44 NPW 45 NPW 46 NPW

4. 1 SPW-V 2 SPW-V 3 NPW 4 NPW 5 NPW 6 NPW 7 NPW 8 NPW 9 NPW 10 NPW 11 NPW 12 NPW 13 NPW 14 NPW 15 NPW 16 NPW 17 NPW 18 NPW 19 NPW 20 NPW 21 NPW 22 NPW 23 NPW 24 NPW 25 NPW 26 NPW 27 NPW 28 NPW 29 NPW 30 NPW 31 NPW 32 NPW 33 NPW 34 NPW 35 NPW 36 NPW 37 NPW 38 NPW 39 NPW 40 NPW 41 NPW 42 NPW 43 NPW 44 NPW 45 NPW 46 NPW

第2-10-2表 Ware 関係コマンド表 (その2)

No.	DDC PDC	PPC	WCM-Tx	WCM-Rx	DPL	NPW	SPW	SPW-S	SPW-S	ANT. CHANGE	ANT. EXT. RET.	OG PDC	DDC PDC
47	□	□	□	□	□	□	□	□	□	1	1	1	47
48	□	□	□	□	□	□	□	□	□	48	48	48	48
49	□	□	□	□	□	□	□	□	□	49	49	49	49
50	□	□	□	□	□	□	□	□	□	50	50	50	50
51	□	□	□	□	□	□	□	□	□	51	51	51	51
52	□	□	□	□	□	□	□	□	□	52	52	52	52
53	□	□	□	□	□	□	□	□	□	53	53	53	53
54	□	□	□	□	□	□	□	□	□	54	54	54	54
55	□	□	□	□	□	□	□	□	□	55	55	55	55
56	□	□	□	□	□	□	□	□	□	56	56	56	56
57	□	□	□	□	□	□	□	□	□	57	57	57	57
58	□	□	□	□	□	□	□	□	□	58	58	58	58
59	□	□	□	□	□	□	□	□	□	59	59	59	59
60	□	□	□	□	□	□	□	□	□	60	60	60	60
61	□	□	□	□	□	□	□	□	□	61	61	61	61
62	□	□	□	□	□	□	□	□	□	62	62	62	62
63	□	□	□	□	□	□	□	□	□	63	63	63	63
64	□	□	□	□	□	□	□	□	□	64	64	64	64
65	□	□	□	□	□	□	□	□	□	65	65	65	65
66	□	□	□	□	□	□	□	□	□	66	66	66	66
67	□	□	□	□	□	□	□	□	□	67	67	67	67
68	□	□	□	□	□	□	□	□	□	68	68	68	68
69	□	□	□	□	□	□	□	□	□	69	69	69	69
70	□	□	□	□	□	□	□	□	□	70	70	70	70
71	□	□	□	□	□	□	□	□	□	71	71	71	71
72	□	□	□	□	□	□	□	□	□	72	72	72	72
73	□	□	□	□	□	□	□	□	□	73	73	73	73
74	□	□	□	□	□	□	□	□	□	74	74	74	74
75	□	□	□	□	□	□	□	□	□	75	75	75	75
76	□	□	□	□	□	□	□	□	□	76	76	76	76
77	□	□	□	□	□	□	□	□	□	77	77	77	77
78	□	□	□	□	□	□	□	□	□	78	78	78	78
79	□	□	□	□	□	□	□	□	□	79	79	79	79
80	□	□	□	□	□	□	□	□	□	80	80	80	80
81	□	□	□	□	□	□	□	□	□	81	81	81	81
82	□	□	□	□	□	□	□	□	□	82	82	82	82
83	□	□	□	□	□	□	□	□	□	83	83	83	83
84	□	□	□	□	□	□	□	□	□	84	84	84	84
85	□	□	□	□	□	□	□	□	□	85	85	85	85
86	□	□	□	□	□	□	□	□	□	86	86	86	86
87	□	□	□	□	□	□	□	□	□	87	87	87	87
88	□	□	□	□	□	□	□	□	□	88	88	88	88
89	□	□	□	□	□	□	□	□	□	89	89	89	89
90	□	□	□	□	□	□	□	□	□	90	90	90	90
91	□	□	□	□	□	□	□	□	□	91	91	91	91
92	□	□	□	□	□	□	□	□	□	92	92	92	92
93	□	□	□	□	□	□	□	□	□	93	93	93	93
94	□	□	□	□	□	□	□	□	□	94	94	94	94
95	□	□	□	□	□	□	□	□	□	95	95	95	95
96	□	□	□	□	□	□	□	□	□	96	96	96	96

6. ④ AUTO: OG 選択 (PDC → OG)

第2-11-1表 波動関係OG項目(関連するものに○印) その1

	O G 信号名	WCM -Tx	WCM -Rx	DPL	SPW	NPW	I E F A N T	
							A	B
1	S P W - O N	○	○		○			
2	S P W - O F F				○			
3	S P W - O N	○	○			○		
4	N P W - O F F					○		
5	I E F - O N	○	○				○	
6	I E F - O F F						○	
7	D P L - O N			○				
8	D P L - O F F			○				
9	W C M - O F F	○	○					
10	P ₁				○			
11	P ₂				○			
12	P - O F F				○			
13	A B O					○		
14	A B F					○		
15	I B O						○	
16	I B O						○	
17	N P W - A	○	○			○		○
18	N P W - S	○	○			○		○
19	N P W - V		○			○		○
20	N P W - V L		○			○		

第2-11-2表 波動関係OG項目(関連するものに○印) その2

	O G 信号名	WCM -Fx	WCM -Rx	DPL	SPW	NPW	I E F A N T	
							A	B
21	G A 1		○ (HF)			○ (VLF)		
22	G A 2		○ (HF)			○ (VLF)		
23	I E F - F ix 1						○	
24	I E F - F ix 2						○	
25	I E F - F ix 3						○	
26	I E F - F ix 4						○	
27	I E F - S W						○	
28	*							
29	*							
30	*							
31	I E F - I	○	○				○	
32	WCM - S W	○						
33	S P W - S	○	○		○			○
34	S P W - V	○	○		○			○
35	A P 1		○					
36	A P 2		○					
37	A P 3		○					
38	A (60)							○
39								
40								

第2-11-2表 波動関係OG項目(関連するものに○印) その3

	O G 信 号 名	WCM -Fx	WCM -Rx	D P L	S P W	N P W	I E F A N T	
							A	B
41	(P_1) (P_2)				○			
42	(N P W - V) (N P W - V L)					○		
43	($A B O$) ($A B F$)					○		
44	(A N T A) (A N T B)							○
45	(N P W - V) (D P L)							○
46	(I E F - C) (I E F - C) (I E F - C) (I E F - S)						○	○
47	(I E F - C) (I E F - C) (I E F - C) (I E F - I)	○	○				○	○
48	(I E F - C) (I E F - C) (I E F - C) (I E F - D)						○	○
49	(I E F - C) (I E F - C) (I E F - C) (I E F - F)		○				○	○
50	(I E F - F) (I E F - F) (I E F - F) (I E F - I)	○	○			○	○	○
51	(N P W - S) (N P W - S) (N P W - S) (I E F - I)	○						
52	(Fix 1) (Fix 2) (Fix 3) (Fix 4)	○						

第2-11-4表 波動関係OG項目(関連するものに○印) その4

	O G 信 号 名	W C M -Tx	W C M -Rx	D P L	S P W	N P W	I E F A N T	
							A	B
53	(A P 1) A P 1 A P 1 A P 1			○				
54	(A P 2) A P 2 A P 2 A P 2			○				
* 55	(N P W - A) I E F - I	○	○			○	○	
56								
* 57	I E F - C						○	
* 58	(N P W - S × 3) I E F - S × 1	○	○			○		○
* 59	(N P W - S × 3) I E F - D × 1	○	○			○		○
* 60	(N P W - S × 3) I E F - F × 1	○	○			○		○
* 61	N P W - F I X	○	○					
* 62	D P L			○				○

2.1.6.2 各機器の制御

DPUの制御信号を受けて、観測に入る各機器の項目、およびテレメーターの選択を含めたデーター伝送の方式、制御の基本タイミングが波動観測共通部として重要である。第2-12表に、波動粒子の全体にわたったこれらの組合せを示す。

第2-12表 波動粒子相互関係とオペレーション

NO	CODE				FRAME	ONとなる機器						OFFとなる機器						
	W8																	
	B0	B1	B2	B3														
0 0 0 0 0	—																	
1 0 0 0 1	F2	SPW	WCM									CBE	IEF	ESP		NPW		
2 0 0 1 0	F2	SPW	WCM	ESP								CBE	IEF			NPW		
3 0 0 1 1	F3		ESP	CBE									IEF		WCM	NPW	SPW	
4 0 1 0 0	F3		WCM	ESP	CBE	NPW							IEF				SPW	
5 0 1 0 1	F3		WCM		CBE	NPW							IEF	ESP			SPW	
6 0 1 1 0	F3		WCM	ESP		NPW						CBE	IEF	ESP		SPW		
7 0 1 1 1	F3		WCM			NPW						CBE	IEF	ESP		SPW		
8 1 0 0 0	F4						DPL					CBE	IEF	ESP	WCM	NPW	SPW	
9 1 0 0 1	F4		WCM				DPL	IEF	CBE				ESP		NPW	SPW		
A 1 0 1 0	—																	
B 1 0 1 1	F3	SPW	WCM	ESP								CBE	IEF			NPW		
C 1 1 0 0	—																	
D 1 1 0 1		END OF CONTROL COMMAND (EOCC)																
E 1 1 1 0		CONTROL COMMAND RECYCLE FROM ADDRESS ZERO (RFAZ)																
F 1 1 1 1	—																	

NO	CODE				変調(MOD)	テレ-7-(TM)	テレ-7-電力	タイムペース(TB)	PCM速度(SP)					
	W8													
	B0	B1	B2	B3										
0 0 0 0 0	—					—	—	—	—					
1 0 0 0 1	APM-PCM				TM1-TM2	H	8	SP1						
2 0 0 1 0	APM				TM1	H	8	—						
3 0 0 1 1	APM-PCM				TM1-TM2	H	2	SP2						
4 0 1 0 0	APM				TM1	H	2	—						
5 0 1 0 1	APM-PCM				TM1-TM2	L	2	SP2						
6 0 1 1 0	OFF				TM2	L	8	SP1						
7 0 1 1 1	OFF				TM2	L	2	SP2						
8 1 0 0 0	OFF				TM2	H	2	SP2						
9 1 0 0 1	OFF				OFF	—	2	SP2						
A 1 0 1 0	APM				TM1	L	2	—						
B 1 0 1 1	APM				TM1	L	8	—						
C 1 1 0 0	OFF				OFF	—	8	SP1						
D 1 1 0 1	PCM				TM2	L	8	SP1						
E 1 1 1 0	APM-PCM				TM1-TM2	L	8	SP1						
F 1 1 1 1	PCM				TM2	H	8	SP1						

2.2 波動励起実験装置 (SPW)

大家寛・小野高幸・鎌田哲夫

明星電気株式会社

2.2.1 目的

波動励起実験装置は、プラズマ中に 30 Watt および 300 Watt のパワーレベルをもつ低周波から高周波に至る振動電場を印加して、プラズマ中に生ずる種々の現象を分析する。すなわち 20 KHz ~ 5 MHz にわたる振動電場を 60 m - 60 m の長さをもつダイポールアンテナに印加し、プラズマに次の三種類の能動作用をあたえる。つまり、

- a) 高周波電場の注入による電磁波とプラズマ波動の発生と伝播
 - b) アンテナ周辺への高周波電場を浸透させることによって生ずる高速電子流の注入
 - および c) アンテナの急速な電位沈下にもとづくイオンの集積
- という作用である。

まず a) の作用では、プラズマ中でプラズマ波が発生し、このプラズマ中を伝播するプラズマ波は局所プラズマ周波数と X- (あるいは R) モード Cut-off 周波数で反射し、再び衛星でに帰ることになる。このプラズマ波を観測するとしたがって電離層あるいは、プラズマ圏のレーダー探査と同じ結果をもたらし、電離圏、あるいはプラズマ圏の電子密度がサーベイされることになる。a) の作用の第 2 の効果は衛星周辺で電子サイクロトロン波を励起し伝播することにある。これは主として局所的な高部ハイブリッド周波数とプラズマ周波数に顕著に見られるもので、その伝播の様相は、プラズマの局所的パラメーター、特に密度と温度の決定に重要である。a) の効果の第 2 の重要事項は、非共鳴的な、プラズマの加熱である。この非共鳴的なプラズマ加熱は、ハリス型のプラズマ不安定を生むことになる。つまり磁力線に関して垂直方向の粒子の熱的運動に関して定義された温度を T_{\perp} 、および平行方向に関して同じく定義された温度を T_{\parallel} とするとき、 $T_{\perp}/T_{\parallel} > 1$ の状態を出現させる。このとき T_{\perp}/T_{\parallel} が一定の値を越すと電子サイクロトロン波が発生することになる。この様相を分析することによって、自然状態で発生する T_{\perp}/T_{\parallel} の状態の解明は勿論、プラズマの加熱機構が明らかにされる。

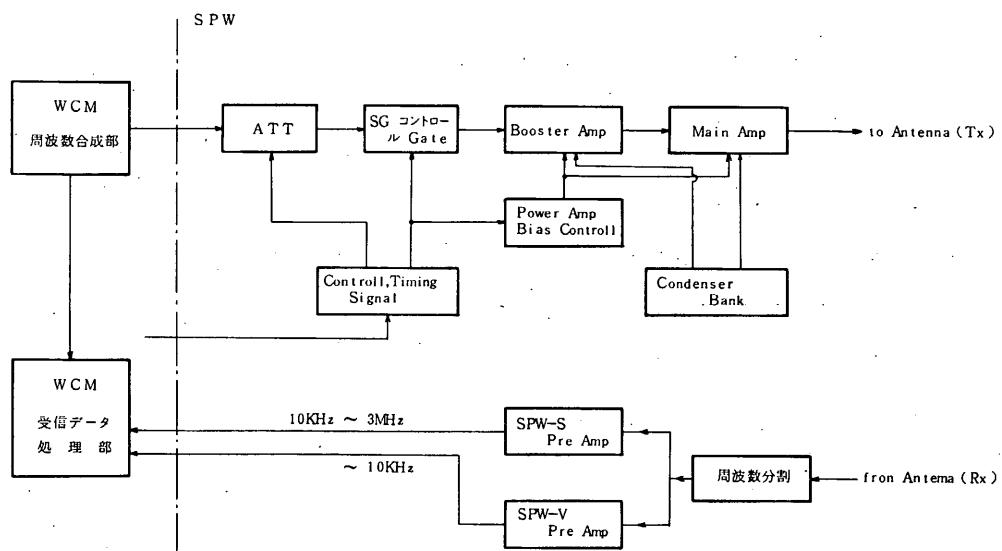
b) の効果は K-9 M ロケットによって昭和 48 年から開始された一連の実験により、次第に明らかにされたものである。長いアンテナに高周波電圧を印加すると、アンテナ周辺では、かなり多量の電子に対して、印加された高周波電場に同期するような速度変調がかかる。この速度変調を受けた電子流は、アンテナ周辺に多くのビーム型不安定を生む。このビーム型不安定に関して、電離圏からプラズマポーズの外側にまで至るさまざまな領域で実験を行うことを可能にする。

* 東北大・理、** 名大空電研

この変調を受けた電子流は電子サイクロトロン波、特に電子サイクロトロン高調波、 $n f_{ce}$ (ただし n は整数で、 f_{ce} は電子サイクロトロン周波数) での静電的プラズマ波動を生む。したがって EXOS - B がカバーする広大な領域のそれぞれの場所で、プラズマ波動のスペクトルを受信することにより媒質の磁場強度と合わせビーム不安定とともにプラズマ波動の諸様相を解明することができる。

c) の効果も、プラズマ中のアンテナに高周波を印加する結果生ずる特異現象で、真空中の電磁放射の理論からは予想できないものであった。つまりアンテナ周辺部で速度変調を受ける電子の一部はそのままアンテナに突入し、アンテナを強く負電圧に帯電させる結果、多くのイオンがアンテナ周辺に集結するようになる。この効果も未だ完全には分析し尽くされていないが、イオン運動の関与するようなさまざまな波動粒子相互作用を生む。たとえば、イオンサイクロトロンエコー現象はその一つで、かなりよく知られたものである。

以上の諸問題を解明し、目的を果すためには、高周波の印加によって a) ~ c) の作用を作ると同時にそれに応じて生ずる、プラズマ波動のスペクトルを解明する必要がある。これにはほぼ NPW と共に計測内容を必要とすることになる。



第 2-15 図 SPW 主系統ブロック図

2.2.2 機器の構成

第 2-15 図に SPW のシステム構成図を示す。システムは $10\text{KHz} \sim 3\text{MHz}$ の間に周波数掃引された RF 信号を所定のパルスで変調し、それを 30W 及び 300W の出力にまで増幅してアンテナに印加する部分 (送信部) と自然のプラズマ波動、ならびに大電力 RF パルスの印加によっ

て励起されたプラズマ波動を受信する部分（受信部）とに分けられる。これらの回路は従来の K-9M 型ロケット実験に於て安定した性能がすでに確かめられているものである。EXOS-B 衛星においては、送信される RF 信号を合成する部分及び受信されたプラズマ波動信号を周波数分析し、テレメータへ送る部分については、WCM（Wave Common）と呼ばれる波動観測の共通サブシステムに於て行なわれる。

2.2.2.1 送信部

(a) 波形整形部

WCM から送られてくる RF 送信信号は、送信パワー (P_1 / P_2) の切換 (ATT 部) に従って振巾の制御を受けた後 analog gate によりパルス状に整形される。このパルス整形は周波数レンジ (Low: 10 KHz ~ 200 KHz, 及び High: 200 KHz ~ 3 MHz) の切換に従って Low Range では 125 msec 毎に 500 μ sec のパルス巾に、High Range では 31.25 msec 毎に 100 μ sec のパルス巾で変調し Buffer Amp を通った後 Booster Amp へ導かれることになる。なお、このパルス状に変調を加える回路には、高速で信頼性の高い Mos-FET による Analog スイッチが使用されている。

2.2.2.2 電力増巾部

パルス状に整形された送信信号は Booster Amp によって、Main Amp の入力レベルにまで一担、増巾された後、Main Amp により最大 300 W にまで電力増巾される。Booster Amp 及び Main Amp の性能はトランジスタ及びトランスにより左右されることになるが、ここでは TRW 社の 9780 A を電力増巾トランジスタとして使用し、トランスは H-6B 材を使用して明星電気(株)で開発した特殊な巻き線方法により、大電力使用での磁気飽和を防いでいる。この結果 50 KHz ~ 3 MHz で 300 W (-6 dB) (600 Ω 負荷) の出力特性を確保できている。

電力増巾部の能率は + Bus line の電圧が 18 V の場合、約 25 % であるが、瞬間に流れる電流は約 70 A に達する。このため衛星の + Bus line から直接給電は行なわず、9000 μ F の Condenser Bank に、電力を蓄えてから給電する方式がとられている。Condenser Bank には、軽量化を考えて電解コンデンサーが使用されている。このためパルス発射を行なう場合にも + Bus line へのリップルは約 50 mVpp 以下と、きわめて小さい値におさえられている。さらに、電力増巾部においては、電力増巾トランジスタの Bias 電圧をパルス発射時 (500 μ sec あるいは 100 μ sec) のみ ON する機構をも備え、高能率化を計っている。

2.2.2.3. コントロール部

波形整形、ならびに電力増巾部の Bias 電圧スイッチのコントロールは、WCM から送られる周波数掃引のタイミングならびに Power 切換のコマンドによって行なわれるが、これらの信号を識別し SPW の送信部全体を制御する部分がこのコントロール部となる。

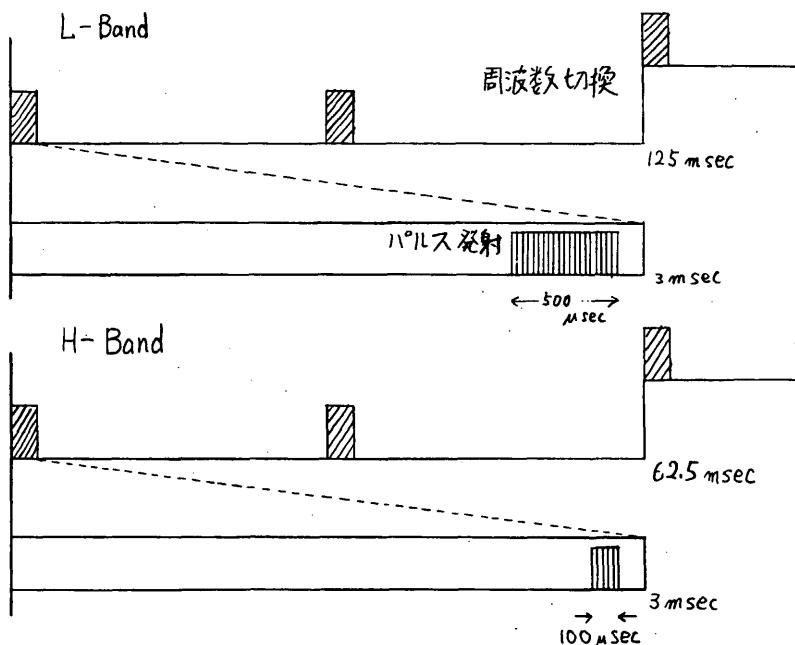
この部分で識別する信号は、

- i) Power の ON/OFF
- ii) Bit Rate の High/Low (SPWは Low Bit-Rate 時のみ作動する)
- iii) WCMより送られる、周波数掃引のタイミング及び周波数 Range の H/L
- iv) Power P_1 (High) 及び P_2 (Low) のコマンド

であるが、(iii)については次のような動作を行なう。すなわち、WCM から送られてくる周波数を階段状に変化しているため、この周波数ステップのタイミングに合せて、Power を発射する必要がある。そこで、周波数レンジ (Low 10 KHz ~ 200 KHz 及び High: 200 KHz ~ 3 MHz) によって第 2-16 図のようなタイミングでパルスを発射するよう制御されている。

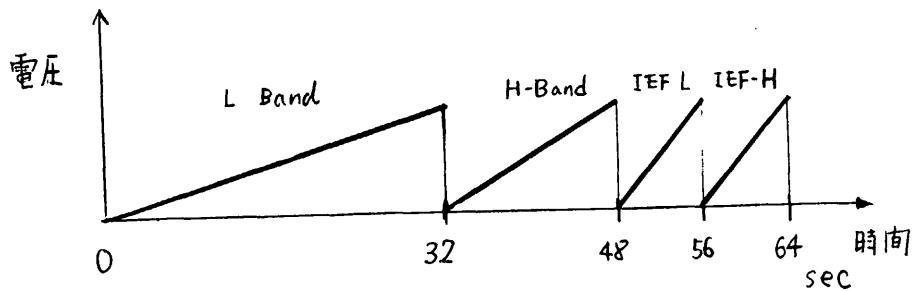
2.2.2.4 受信部

自然プラズマ波及びパルス印加によって励起されたプラズマ波の受信は VLF 帯 ~ 10 KHz 及び RF 帯 10 KHz ~ 3 MHz において行なう。RF 帯では (周波数が掃引されつつ発射される) RF パルスの周波数と一致した周波数で狭帯域の掃引受信を行なう。このため SPW 装置では、VLF 及び RF 帯について、各々独立の前置増幅器を持ち、その後で信号処理を行なうため WCM 装置へ信号を送る。このため VLF、RF いずれについても広帯域受信を行なう必要があり、前置増幅器の周波数特性、雑音特性、混変調特性には注意が払われている。特に広帯域特性が重要な RF 帯の前置増幅器には、雑音指数 6 dB の性能をもつ RCA 社の演算増幅器 CA 3100 T が使



第 2-16 図 パルス発射タイミング

用され、広帯域にわたって安定な負帰還をかけることにより、優れた混変調特性を実現している。



第2-17図 SPW・IEF制御パターン

2.2.3 オペレーションおよびコマンド

オペレーションは、以下のモードをもっている。

SPW-S：波動励起をしながら、受信機はセンター周波数を掃引するモードで、その掃引時間対制御電圧の関係は第2-17図のようになる。

第2-13表 SPW、およびSPW+ESP

No	CODE					12 ⁽⁶⁾		
	W 9							
	0	1	2	3				
0	0	0	0	0	—	—		
1	0	0	0	1	SPW-S	($\frac{P_1}{P_2}$)		
2	0	0	1	0	SPW-S	P-OFF		
3	0	0	1	1	SPW-S	P ₁		
4	0	1	0	0	SPW-S	P ₂		
5	0	1	0	1	SPW-V	($\frac{P_1}{P_2}$)		
6	0	1	1	0	SPW-V	P-OFF		
7	0	1	1	1	SPW-V	P ₁		
8	1	0	0	0	SPW-V	P ₂		
					Time Base 8 sec 256ステップで切換			

No	CODE					8 ⁽²⁾	10 ⁽⁴⁾			
	W 9									
	4	5	6	7						
0	0	0	0	0	—	—	—			
1	0	0	0	1	AP-1×3 AP-3×1	SW				
2	0	0	1	0	AP-1×3 AP-3×1	FX-1 FX-4				
3	0	0	1	1	AP-2×3 AP-3×1	SW				
4	0	1	0	0	AP-2×3 AP-3×1	FX-1 FX-4				
5	0	1	0	1	AP ₃	SW				
6	0	1	1	0	AP ₃	FX-1 FX-4				
					Time Base 8 sec 16 sec で切換	Time Base 8 sec 64 sec で切換				

SPW-V：波動励起をしながらVLF受信機を作動させるモード。

($\frac{P_1}{P_2}$) : High Power P₁とLow Power P₂をduty 1:1で切りかえる。

P-OFF : 波動励起の Power を停止する。

P₁ : High Power (300 Watt)をアンテナに印加する。

P₂ : Low Power (30 Watt)をアンテナに印加する。

SW : 発射周波数

(FX1～FX4) : FX1, FX2, FX3, FX4 の周波数を順次切り換える。

(AP-1×3)
(AP-3×1) : 伝送帯域を AP-1 及び AP-3 に対して duty 3:1 で切りかえる。

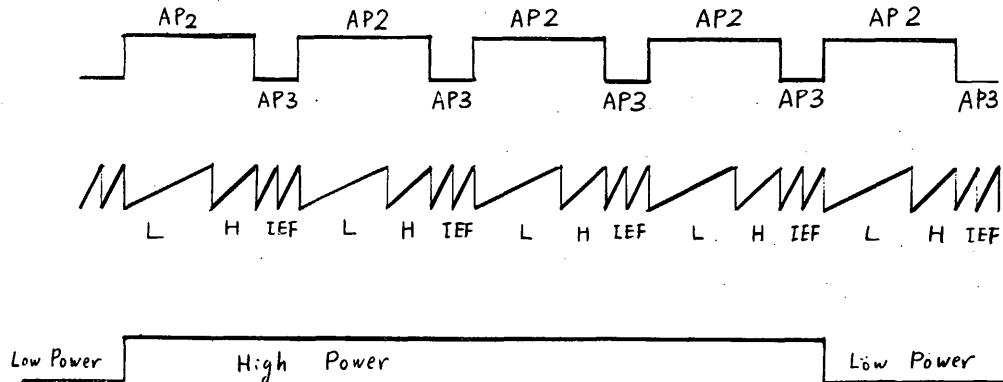
第 2-13 表にこれらの組合せを示す。

この表の見方は、たとえば、第 2-14 表に示すような、実験を指定したい場合、DPU の RAM

第 2-14 表

8 ^②	9 ^③	10 ^④	11 ^⑤	12 ^⑥
(AP-2×3) (AP-3×1)	—	SW	—	P ₁ P ₂

には 0001 0011 と記憶される。すなわち、W9 は B0～B3 は №1 をえらび、B4～B7 は №3 をとる。なお、この場合の観測内容の時間シーケンスは、第 2-18 図のようになる。



第 2-18 図 第 2-13 表の実験内容に対応するオペレーションの時間関係

2.3 自然プラズマ波動観測装置 (NPW)

NPW-V 松本 紘・宮武貞夫・他

NPW-VL 大津仁助^{**}・鶴田浩一郎・他

NPW-A 森岡 昭・大家 寛

明星電気株式会社

2.3.1 序

自然プラズマ波動の観測領域は広い。EXOS-B では、

- a 地球放射線帯より到来する UHF 波放射
- b 惑星および太陽からのデカメータ電波放射
- c 地球極域より到来するキロメトリック放射
- d プラズマ圏での VLF 電磁放射と伝播
- e プラズマポーズ附近の ELF-VLF 放射
- f プラズマポーズ外の VLF 波と粒子の相互作用
- g 極域現象とプラズマシート内の VLF 現象との関連

といった観測対象があげられている。この観測対象は、さらに、各研究者の研究目標によって細分されたアプローチによって究明されてゆく。

以上の自然プラズマ波動の観測対象は広帯域受信をもって行うことを主体としている VLF 帯放射系と、狭帯域のスペクトル分析を on-board で行うことに焦点をおいた HF 電波放射系により成り立っている。以下 VLF 電波放射系と HF 電波放射系と順を追って述べることにする。

2.3.2 NPW のシステム

2.3.2.1 VLF 系 (NPW-V, NPW-VL (Loop 系))

a) センサー

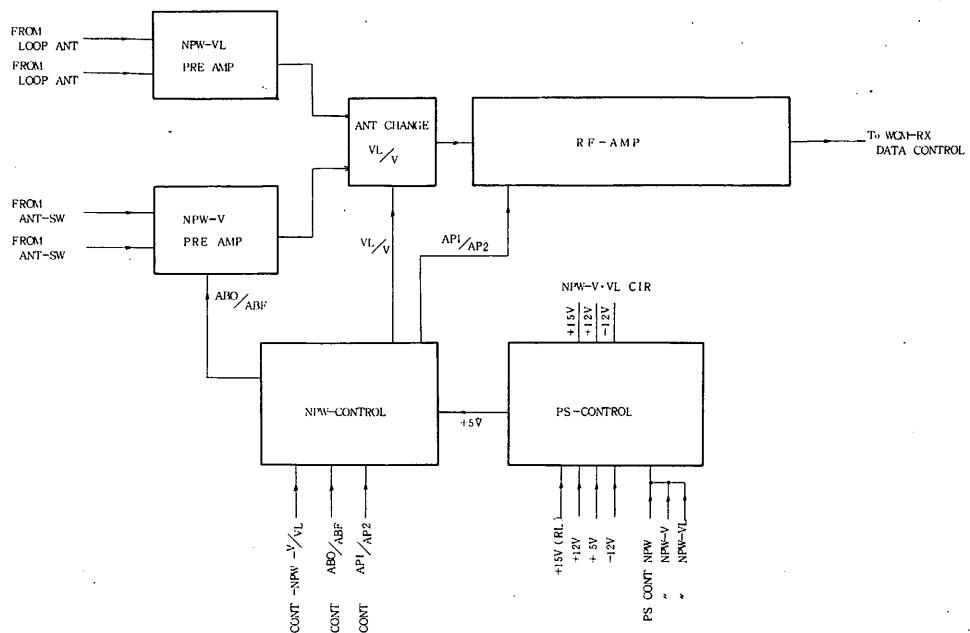
ループアンテナおよび 60 m - 60 m のダイポールの 2 システムを使用する。

b) 増巾システム

ループアンテナは、VLF, Loop 系前置増巾器を経て WCM 系とは別に増巾を行い、Wide Band 系で伝送する。Wide Band 系は 750 Hz ~ 10 KHz に至る SSB 変調方式をとる。Loop システムは限界入力電力 50 μ Volt に設計されている。

ダイポール系は、ダイポール系 VLF Wide Band 前置増巾器を経たのち、同じく VLF 系主増巾器に伝送される。前置増巾器の最低入力電圧は 10 μ Volt に設計されている。その後の処理方式は Loop 系と全く同様で、Wide Band 系を経て伝送される。システムの系統図を第 2-19 図に示す。

* 京大・工, ** 名大空電研, その他既出



第2-19図 VLF系 Loop (PW-VL) および Dipole (NPW-V)システムブロック図

2.3.2.2 LF及びHF Sweep系 (NPW-S)

このシステムは、受信信号を周波数分析しつつ、受信を行うもので、第2-15表の諸定数をもって計測を行う。

第2-15表

レンジ	周波数掃引範囲	分析周波数帯域
L	10 KHz - 90 KHz	1 KHz
	90 KHz - 200 KHz	5 KHz
H	180 KHz - 1.40 MHz	20 KHz
	1.40 MHz - 3.00 MHz	50 KHz

この部分の詳細は、すべてWCM-RX部を参照されたい。

2.3.2.3 地球及び惑星電波観測系 (NPW-A)

このシステムはNPW-Sと本質的に同じであるが、中間周波帯での帯域幅を1 KHzに固定している他、WCM系の4つの固定周波以外に5 MHzでの固定周波数受信が行なわれる。

2.3.4 コマンド系

2.3.4.1 コマンド項目

上記 NPW 制御のコマンドは

NPW-S, 上記 2.3.2.2 参照

NPW-V, VL, 上記 2.3.2.1 参照

NPW-A, 上記 2.3.2.3 参照

の指定を行うことが基本で、他に

GA1, 利得最大 (-20 dB まで受信可能)

GA2, 利得 中 (0 dB まで受信可能)

ABO, Antenna に Bias を印加

ABF, Antenna に Bias を印加しない。

という選択の他、IEF との時間分割として、

NPW-S×3

IEF-I×1

等がある。この場合、SPW の項でのべたとおり、NPW-S と IEF-

I を duty 3:1 で切りかえる。その他の詳細は OG の表より判読可能であるので、ここでは割愛する。

2.3.4.2 Organized Command

第2-16表および第2-17表に NPWを中心とした時の IEF との関連を含めた OG 表を示す。IEF に関する詳細は、IEF の項にゆずることにする。

第2-16表 NPW, IEFのOG表 (その1)

No	CODE			9 ③			7 ①			CODE			11 ⑤			11 ⑤			
	W 9			W 9			W 9			W 9			W 9			W 9			
	0	1	2	3				4	5	6	7								
0	0	0	0	0	—	—	—	0	0	0	0	—	—	—	—	—	—	—	
1	0	0	0	1	AP 1	—	—	1	0	0	1	NPW-A	GA 1	ABO	GA 1	ABO	GA 1	ABO	
2	0	0	1	0	AP 2	—	—	2	0	0	1	NPW-A	GA 1	ABF	GA 1	ABF	GA 1	ABO	
3	0	0	1	1	AP 3	—	—	3	0	0	1	NPW-S	GA 1	ABO	GA 1	ABO	GA 1	ABO	
4	0	1	0	0	AP 3	—	(NPW-S \times 3) (IEF-1 \times 1)	4	0	1	0	NPW-S	GA 2	ABO	GA 2	ABO	GA 2	ABO	
5	0	1	0	1	AP 3	—	(NPW-S \times 3) (IEF-S \times 1)	5	0	1	0	1	NPW-S	GA 1	ABF	GA 1	ABF	GA 1	ABF
6	0	1	1	0	AP 3	—	(NPW-S \times 3) (IEF-D \times 1)	6	0	1	1	0	NPW-S	GA 2	ABF	GA 2	ABF	GA 2	ABF
7	0	1	1	1	AP 3	—	(NPW-S \times 3) (IEF-F \times 1)	7	0	1	1	1	NPW-V	GA 1	ABO	GA 1	ABO	GA 1	ABO
8	1	0	0	0	AP 3	(I ₁ ~ I ₄)	(NPW-S \times 3) (IEF-I \times 1)	8	1	0	0	0	NPW-V	GA 1	ABF	GA 1	ABF	GA 1	ABF
9	1	0	0	1	AP 3	(I ₁ ~ I ₄)	(NPW-S \times 3) (IEF-S \times 1)	9	1	0	0	1	NPW-VL	GA 1		GA 1		GA 1	
A	1	0	1	0	AP 3	(I ₁ ~ I ₄)	(NPW-I \times 3) (IEF-D \times 1)	A	1	0	1	0	NPW-VL	GA 2		GA 2		GA 2	
B	1	0	1	1	AP 3	(I ₁ ~ I ₄)	(NPW-S \times 3) (IEF-F \times 1)	B	1	0	1	1	NPW-A	(NPW-A (IEF-I \times 1))	ABF	(NPW-A (IEF-I \times 1))	ABF	(NPW-A (IEF-I \times 1))	ABF
C	1	1	0	0	AP 1	(I ₁ ~ I ₄)	—	C	1	1	0	0	NPW-S	GA 1	(ABO) (ABF)	(ABO) (ABF)	(ABO) (ABF)	(ABO) (ABF)	(ABO) (ABF)
D	1	1	0	1	AP 2	(I ₁ ~ I ₄)	—	D	1	1	0	1	NPW-S	GA 2	(ABO) (ABF)	(ABO) (ABF)	(ABO) (ABF)	(ABO) (ABF)	(ABO) (ABF)
E	1	1	1	0	AP 3		NPW-F X	E	1	1	1	0	NPW-V	GA 2	ABO	GA 2	ABO	GA 2	ABO
F	1	1	1	1				F	1	1	1	1	NPW-VL	GA 2	ABF	GA 2	ABF	GA 2	ABF

第2-17表 NPW, IEFのOG表 (その2)

No	CODE W 9			7 ①			CODE W 9			11 ⑤			12 ⑥			12 ⑦				
	0	1	2	3	0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7
0	0	0	0	—	—	—	—	—	0	0	0	0	—	—	—	—	—	—	—	—
1	0	0	0	1	—	I BO	GA 2	(ANT A) (ANT B)	1	0	0	0	1	(IEF-C×3) (IEF-S×1)	AP 1	(NPW-V) (NPW-VL)	(NPW-V) (DPL)			
2	0	0	1	0	—	I BF	GA 2	(ANT A) (ANT B)	2	0	0	1	0	(IEF-C×3) (IEF-I×1)	AP 2	(NPW-V) (NPW-VL)	(NPW-V) (DPL)			
3	0	0	1	1	FI X-1	I BO	GA 2	A 60	3	0	0	1	1	(IEF-C×3) (IEF-I×1)	(AP-1×3) (AP-3×1)	(NPW-V) (NPW-VL)	(NPW-V) (DPL)			
4	0	1	0	0	FI X-1	I BF	GA 2	A 60	4	0	1	0	0	(IEF-C×3) (IEF-I×1)	(AP-2×3) (AP-3×1)	(NPW-V) (NPW-VL)	(NPW-V) (DPL)			
5	0	1	0	1	FI X-2	I BO	GA 2	A 60	5	0	1	0	1	(IEF-C×3) (IEF-D×1)	AP 1	(NPW-V) (NPW-VL)	(NPW-V) (DPL)			
6	0	1	1	0	FI X-2	I BF	GA 2	A 60	6	0	1	1	0	(IEF-C×3) (IEF-D×1)	AP 2	(NPW-V) (NPW-VL)	(NPW-V) (DPL)			
7	0	1	1	1	FI X-3	I BO	GA 2	A 60	7	0	1	1	1	(IEF-C×3) (IEF-F×1)	AP 1	(NPW-V) (NPW-VL)	(NPW-V) (DPL)			
8	1	0	0	0	FI X-3	I BF	GA 2	A 60	8	1	0	0	0	(IEF-C×3) (IEF-F×1)	AP 2	(NPW-V) (NPW-VL)	(NPW-V) (DPL)			
9	1	0	0	1	FI X-4	I BO	GA 2	A 60	9	1	0	0	1	(IEF-F×3) (IEF-I×1)	(AP-1×3) (AP-3×1)	NPW-VL	DPL			
A	1	0	1	0	FI X-4	I BF	GA 2	A 60	A	1	0	1	0	(IEF-F×3) (IEF-I×1)	(AP-2×3) (AP-1×1)	NPW-VL	DPL			
B	1	0	1	1	SW	I BO	GA 2	A 60	B	1	0	1	1	IEF-I	AP 3	—	DPL			
C	1	1	0	0	SW	I BF	GA 2	A 60	C	1	1	0	0	IEF-C	AP 3	—	DPL			
D	1	1	0	1	—	I BO	GA 2	A 60	D	1	1	0	1	(IEF-F×3) (IEF-I×1)	AP 3	—	DPL			
E	1	1	1	0	—	I BF	GA 2	A 60	E	1	1	1	0							
F	1	1	1	1					F	1	1	1								

2.4 VLF ドップラー法によるダクト観測 (DPL)

木村磐根^{*}・橋本弘蔵^{*}

明星電気株式会社

2.4.1 目的と内容

磁気圏の電離ダクトの存否およびその size を検出することを第 1 の目的とする。まず、ダクトの検出は、VLF ドップラー法を用いる。これは地上の標準 VLF 局の信号の位相を衛星で検出するものでダクト伝搬とダクトによらない伝搬では、ドップラーシフトの大きさがはっきりと異なるため、プラズマ圏にダクトが存在すれば、それが容易に判別できることを利用する。これにより、自然の emission や triggered emissions とダクトとの関連について調べることが可能となる。

さらに、ダクトによらない伝搬の場合には、一般に、波面方線の方向は地球磁場と大きな角度を作つて伝搬し、プラズマの電子密度の効果で、波の減衰や屈折率の変化をひき起こす。この現象を利用して、波の振幅変化とドップラーシフトの観測から、電子温度も出すことができる。⁽¹⁾

地上から送信された VLF 電波は、地表面と電離層の間を、導波管モードで伝搬しつつ、種々の緯度から電離層に入射し、磁気圏内をホイスラー モードで伝搬してゆく。この伝播過程で、磁力線に沿つて電子密度がまわりより高いいわゆるダクトが存在しているかどうかは、伝搬上大きな違いをもたらす。この場合、高緯度で観測されるホイスラーの多くはダクト伝搬と考えられているが、一方日本付近より低緯度ではダクト伝搬の条件が厳しく、又、ダクトの存否もはっきりしない。

ダクト伝搬とノンダクト伝搬の大きな相違は、一般に前者では伝搬ベクトルが、ほぼ地球磁力線方向を向くのに対して、ノンダクト伝搬では、磁力線と大きな角度（後述のレゾナンス角付近）で伝搬し、屈折率が非常に大きくなることである。ホイスラー モードは、コールドプラズマ中では、lower hybrid resonance (LHR) 周波数以上では、伝搬ベクトルが、磁力線とある特殊な角度のとき屈折率が無限大となり、それ以上の角度では、伝搬できなくなる。この角度をレゾナンス角度と呼んでいる。

衛星において受信される地上局の信号のドップラーシフト周波数 Δf は、

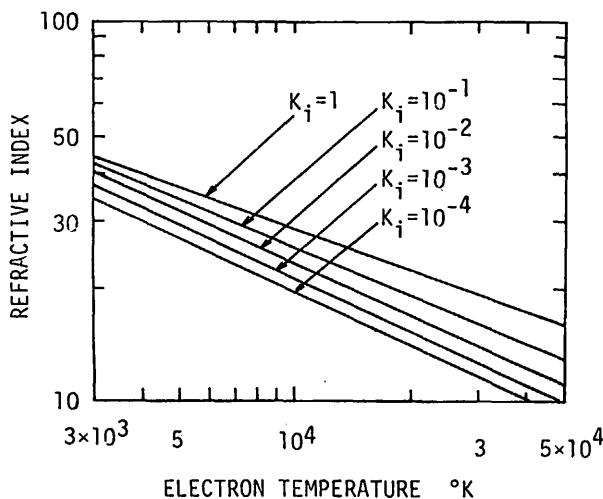
$$\Delta f = -f \frac{V}{C} n \cos \sigma$$

で与えられる。ここで f は電波の周波数、 V は衛星の速度、 C は光速度、 n は屈折率、 σ は衛星速度 V と電波の伝搬ベクトルのなす角である。また屈折率は、前述の如く、ダクト伝搬とノンダクト伝搬の間で大きく異なる。

^{*}京大・工

ト伝搬では大巾に異なり、その比は1:10ないし1:100以上にもなる。従って、ドップラーシフト Δf も両種の伝搬で、同じ程度に値が異なり、容易に弁別できるので、ダクトを検出することができる。

一方、ノンダクト伝搬の場合、地球から遠方では、サイクロトロン周波数が低くなつて観測しているVLF電波の周波数に近くになると、その伝播はプラズマの温度の影響をうける。このため波は強い減衰をうけるが、その効果は、電子温度に強く依存し、逆にその点の近傍での電子温度



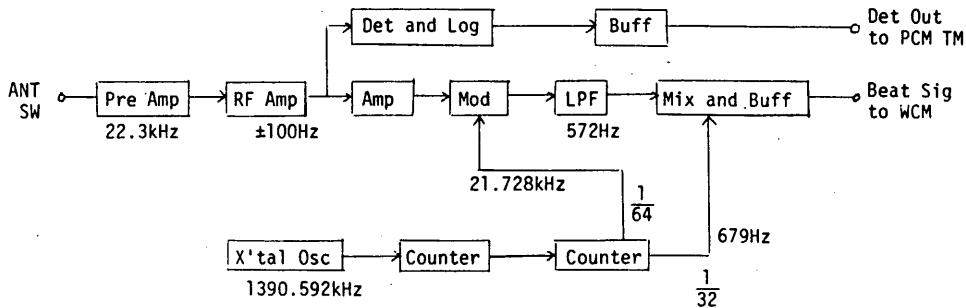
第2-20図 減衰係数 K_i をパラメーターとする屈折率と電子温度の関係

を推定することができる。減衰係数 K_i をパラメータとして、屈折率と電子温度の関係を第2-20図に示す。(プラズマ周波数)/(サイクロトロン周波数) = 3, (電波の周波数)/(サイクロトロン周波数) = 0.887で Maxwell 分布のプラズマを仮定している。 K_i は規格化されており、サイクロトロン周波数が25 KHz で $K_i = 1.8$ の場合、1 Km 当り $1/e$ の減衰量に相当する。これをを利用して、受信強度の変化から電子温度を求めることができる。なおレゾナанс角よりも大きな角度でも、プラズマの温度の効果を考えるとたとえ減衰をともなつても伝搬可能となり、同様の方法による電子温度の推定が可能となる。

2.4.2 観測装置⁽²⁾

地上の標準VLF局の一つオーストラリアのNWC局22.3 KHzを受信するよう選定している。この場合、衛星搭載用プロトモデルのブロック図を第2-21図に示す。アンテナで受信された信号は、プリアンプ(入力インピーダンス数100 K Ω)を通り、RF Amp で ± 100 Hzに帯域制限される。この時の信号強度は、対数圧縮されてPCMテレメータで伝送される。一方、信号は飽和增幅されて混合部に入り、周波数変換される。1390.592 KHzの水晶発振器より64分周さ

れた 21.728 KHz の局発信号を用いて、22.3 KHz の信号は、572 Hz のビート信号となる。一方局発信号は、さらに 32 分周されて 679 Hz のパイロット信号となって、ビート信号とともにアナログテレメータで伝送される。パイロット信号は、後述の地上装置で局発信号を再現して、衛星内の水晶の周波数変動を補正するために用いられるものである。



EXOS-B DPL BLOCK DIAGRAM (Proto Model)

第 2-21 図 DPL のシステム構成を示すブロック図

本装置の感度は、 $1 \mu V$ 、重量は N PW と合わせて 2.06 Kg 、消費電力は 1.42 W である。

2.4.3 テレメータ伝送方式と運用モード

アナログ量の送り方としては、サブキャリアを用いた IRIG 方式も考えられるが、FM 方式のため所望の伝送帯域を得るには広い帯域が要る。また DPL は原則として長時間の連続観測を予定しており、他の観測機器に影響を与えないことが望ましい。そのため、アナログテレメータの伝送帯域の下端部である $500 \sim 750 \text{ Hz}$ を DPL 専用帯域とし、ドップラービート信号とパイロット信号を伝送する。

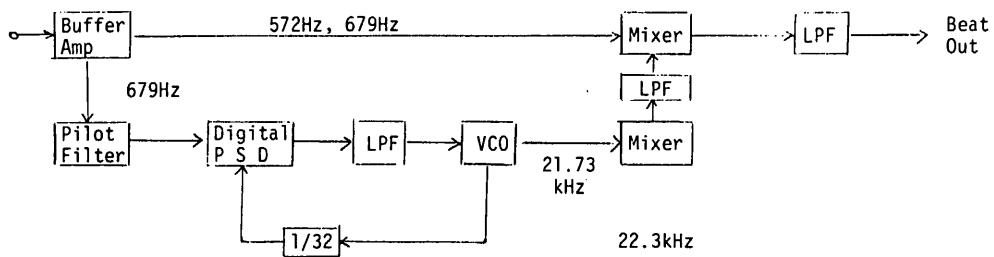
受信信号強度は、通常 1 フレーム当たり 3 語を利用し約 $1/3$ フレーム相当の時間毎に PCM テレメータで伝送する。またアンテナの利用状態の表示に 1 フレーム当たり 1 語をあてる。

DPL は、DPL 専用モードのための 1 つの OG しか存在せず原則として常時 ON となっており、特殊な場合にのみ DDC で ON/OFF される。また他の PI が利用していない側の 60 m アンテナを用いて受信する。

2.4.4 データ再生システム

すでに述べたように DPL データは 679 Hz の監視信号とも変形されて地上に伝送されているため、地上で再生処理する部分まで含めて DPL システムが完結することになる。第 2-22 図にこの再生処理システムの構成をブロック図で示している。地上に伝送されてくるデータは一たんテープに収録されるとワウ・フラッタや速度偏差のために、テープの再生データでは精度よ

いドップラーシフトは得られない。そのため Real Time で再生処理をする必要がある。まず再生のプロセスはバッファを通ったあと、フィルタでパイロット信号が取り出される。この信号は電圧制御で周波数が変動する発振器（VCO）とデジタル PSD 等からなるフェーズロックループに加えられる。VCO 出力は 32 分割されて PSD に加えられ、パイロット信号と比較されるので、VCO の発振周波数はパイロット信号の 32 倍 21.728 KHz となり、衛星内の局発周波数が再現されて、局発周波数の変動による誤差は、自動的に補正される。この局発信号と地上の安定な 22.3 KHz の発信器とのビートである 572 KHz と衛星からのビート信号との差の周波数が実際のドップラーシフトとなる。



EXOS-B DPL GROUND SYSTEM

第 2-22 図 地上データー再生システムのブロック図

この信号は時刻信号と一緒にデータレコーダに記録される。また QL システムでは DPL 専用の実時間周波数分析記録計や、汎用周波数分析装置で表示記録される。

一参考文献一

- 1) 木村・橋本, EXOS-B 搭載ダクトモニターと電子温度測定
宇宙研報告, 10, P 587, 1974
- 2) 木村・橋本・松田, EXOS-B ダクトモニターのデータ処理
宇宙観測シンポジウム, P 319, 1976

2.5 インピーダンス及び電場計測 (IEF)

大林辰藏* 西田篤弘*
鶴田浩一郎* 江尻全機*
小川俊雄**

RIT・Sweden C.G. Fälthammar,
Ulf Fahleson

2.5.1 概 要

2.5.1.1 目 的

IEF (Impedance and Electric Field) 観測は EXOS - B 軌道(電離層 F 領域からプラズマ圏外までの地球磁気圏内域) の状態を基本的物理量であるプラズマの電子密度, 電子温度, 電場の諸量で測定し, その物理学を明確にするもので, 観測機器構成としては, IPS, EFD, LPS, および LPD の 4 つの測定部と 4 本のアンテナ系よりなる。その運用には, 衛星搭載の全ての機器が関連しているのは勿論, 地上系 (レーメータ・コマンド地上局, データ処理・衛星コントロール用計算機等) に加え多くの man power がって初めて成立つものである。前文で述べた様に, 他の飛翔体による同時観測, 地上よりの同時観測も重要である。

ジャイロ・プラズマ・プローブによるアンテナ・インピーダンスの測定は, 過去 30 機以上のロケット実験及び人工衛星 REXS, 亦, 実験室プラズマ中での実験がなされており, その周波数スペクトルの高域ハイブリッド共鳴周波数より高精度で電子密度を得る事が出来た。EXOS - B の測定では, 加えて, 自然電波の受信及び電磁波の送受信の実験に対しても, 基本的なアンテナ・インピーダンスのデータを 20 KHz ~ 3 MHz の周波数帯にわたって提供する。

DC 及び quasi-DC 電場は, 磁気圏プラズマ現象を理解する上で非常に重要な物理量で, この実験では, 60m 円筒アンテナ (附録参照) の先端部を電極とした 4 本のプローブ間の電位差を測定することにより電場計測を行う。この測定領域は電離層からプラズマ圏の外側までに至る広なもので, 感度は $\pm 0.005 \text{ mV/m}$, 最大 $\pm 100 \text{ mV/m}$ である。この実験では, 又, 電子銃による衛星電位のコントロール (CBE) 及び高出力高周波放射 (SPW) による衛星電位の変化等の影響も検出する。特に, 衛星表面は絶縁物を配置する場合に生ずるような不均一電場をなくすため, 導伝性塗料をほどこす。電場の測定器は, 振動成分も検出可能で波動現象の解明にも用いられ, 特に低周波帯での共鳴現象 (イオン・ジャイロ共鳴) を明らかにする。

プローブに流入する DC 電流の測定 (Langmuir probe と double probe) は電子密度・温度の他に微小電子密度のゆらぎの検出をし, ホイスラーによるダクト検出 (DPL) と相補的実験となる。これらの実験は, その他の実験結果との比較により, 磁気圏プラズマの諸現象の解明

* 東大・宇宙研, ** 京大・理

に役立て得るものであり、特に地上観測、バルーン・ロケットによる観測、さらに他の人工衛星との同時観測は重要な意味を持っている。

2.5.1.2 電気的諸元

IEF はインピーダンス・プローブ (IPS; Impedance Probe for Satellite), (EFD; Electric Field Detector), 掃引及び固定電圧ラングミア・プローブ (LPS; Single Langmuir Probe), 掃引及び固定電圧ダブル・プローブ (LPD; Double Langmuir Probe) とから成り、夫々 IEF-I, IEF-C, IEF-S, IEF-D と略称する。なお固定電圧を表すのに FIX, 掃引を SW, IPS プローブにバイアス電圧印加を IBO (off の状態を IBF) す。

a) IPS (Impedance Probe for Satellite)

は以下の諸パラメーターで動作する。すなわち、

a・1 掃引周波数 L は 10 KHz ~ 200 KHz, ただし中間周波数 (IF) は、

$$\begin{cases} 10 \text{ KHz} \sim 90 \text{ KHz} \text{ で, } IF = 1 \text{ KHz} \text{ となり} \\ 90 \text{ KHz} \sim 200 \text{ KHz} \text{ で } IF = 5 \text{ KHz} \end{cases}$$

と切りかえる。また

H は 180 KHz ~ 3 MHz となり、中間周波数 (IF) は、

$$\begin{cases} 180 \text{ KHz} \sim 1.4 \text{ MHz} \text{ で } IF = 20 \text{ KHz} \text{ となり,} \\ 1.4 \text{ MHz} \sim 3.0 \text{ MHz} \text{ で } IF = 50 \text{ KHz} \end{cases}$$

と切りかえる。

a・2 掃引時間 1sweep/0.25sec : PDC sweep rate 2 指定

(L + H について) 1sweep/0.5 sec : NPW-S, IEF-I mode

1sweep/ 8 sec : NPW-A, IEF-I mode

1sweep/ 16 sec : SPW, IEF-I mode

1sweep/ 1 flame : IEF-F, I mode

1sweep/ 1 flame : IEF-C, I mode

1sweep/ 2 flame : IEF-I, mode

注 1 flame = 1 sec : high bit rate

= 4 sec : low bit rate

と設定している。

a・3 測定レンジ 0.5 pF ~ 500 pF は Gain 1 で計測し

5 pF ~ 5000 pF は Gain 2 で計測する。

a・4 バイアス印加 0 と 12 V を OGC で control (IBO, IBF)

Bias 抵抗 $200\text{ K}\Omega$ (対辺に同じ抵抗が入る)

a・5 出力方式 PCM $\begin{cases} \log \text{出力1sample / 1Wd (8bits): F3 mode} \\ \text{linear 出力1sample / 2Wd (12bits): F4 mode} \end{cases}$

APMはIRIG #15と同等

a・6 較正方式 Dummy 共振回路を用い, Command で切りかえる。
周波数チェック (21KHz, 90KHz, 390KHz, 1.7MHz)
WCM, CALのCommand で切換る。

b) EFD (Electric Field Detector)

については以下の諸パラメターで動作させる。すなわち,

b・1 入力抵抗 $5 \times 10^8\text{ }\Omega$

b・2 入力レンジ $\pm 5\text{ mV} \sim \pm 10\text{ V}$ ($20\text{ V} / 4095\text{ counts}$)

b・3 Gain 切換え $+20\text{ dB}$

b・4 出力方式 PCM 1sample / 2Wd (12bits)
FMはIRIG #15と同等

b・5 較正方式 IEF CAL (1cycle / 4flames) を設定
その内容は

1st flame で CAL $500\text{ mV} \pm 0.1\%$ (ANT 1-2)

2nd flame で ANT 2 to ground

3rd flame で ANT 1, 2 to ground

4th flame で ANT 1 to ground

と自動的に切りかえる。

c) LPS, LPD (Langmuir probe, single and double)

については以下のパラメターで動作させる。

c・1 入力電流 $\pm 2.5\text{ mA} \sim 1.22\text{ }\mu\text{A}$ (LPS)
 $\pm 54.17\text{ }\mu\text{A} \sim 0.026\text{ }\mu\text{A}$ (LPD)

c・2 入力抵抗 $3.9\text{ K}\Omega$ (LPS)
 $180\text{ K}\Omega$ (LPD)

c・3 Gain 切換え $+20\text{ dB}$

c・4 Bias 電圧 $-9.75\text{ V} \sim +9.75\text{ V}$ を 31 steps ($0.65\text{ V} / 1\text{ step}$)
で加える。

c・5 掃引時間 1step / 2Wd で 1sweep / 1flame とする。
それぞれ

$$\begin{cases} W_0 - W_{32} (-9.75 \text{ V}) \\ W_{33} - W_{90} (-9.15 \text{ V} \sim +9.15 \text{ V}) \\ W_{91} - W_{127} (+9.75 \text{ V}) \end{cases}$$

のような変化をあたえる。

c・6 固定電圧 上記 31 steps の 4 つを PDC で指定 (Fix 1 ~ 4)
OGC で sequence Fix 1 ~ 4 を選択する。

c・7 較正方式 プローブ側を ground へおとす。

(2.5 mA max: low gain 入力電流)

2.5.1.3 システムの構成

a) プローブ

プローブは波動関係の共通設備である 60 m アンテナ 4 本を使用する。WCM の項でのべたように、第 2-6 図にアンテナ (プローブ) との接続を示す。第 2-6 図の各サブシステムは、DDC, PDC あるいは OG (それぞれ DPU の項参照) により、制御されるが後にでるよう IEI 系のコマンド群が働くとき、60 m アンテナは 4 本とも IEI 系に接続される。

b) 入力システム

b・1 電場計測

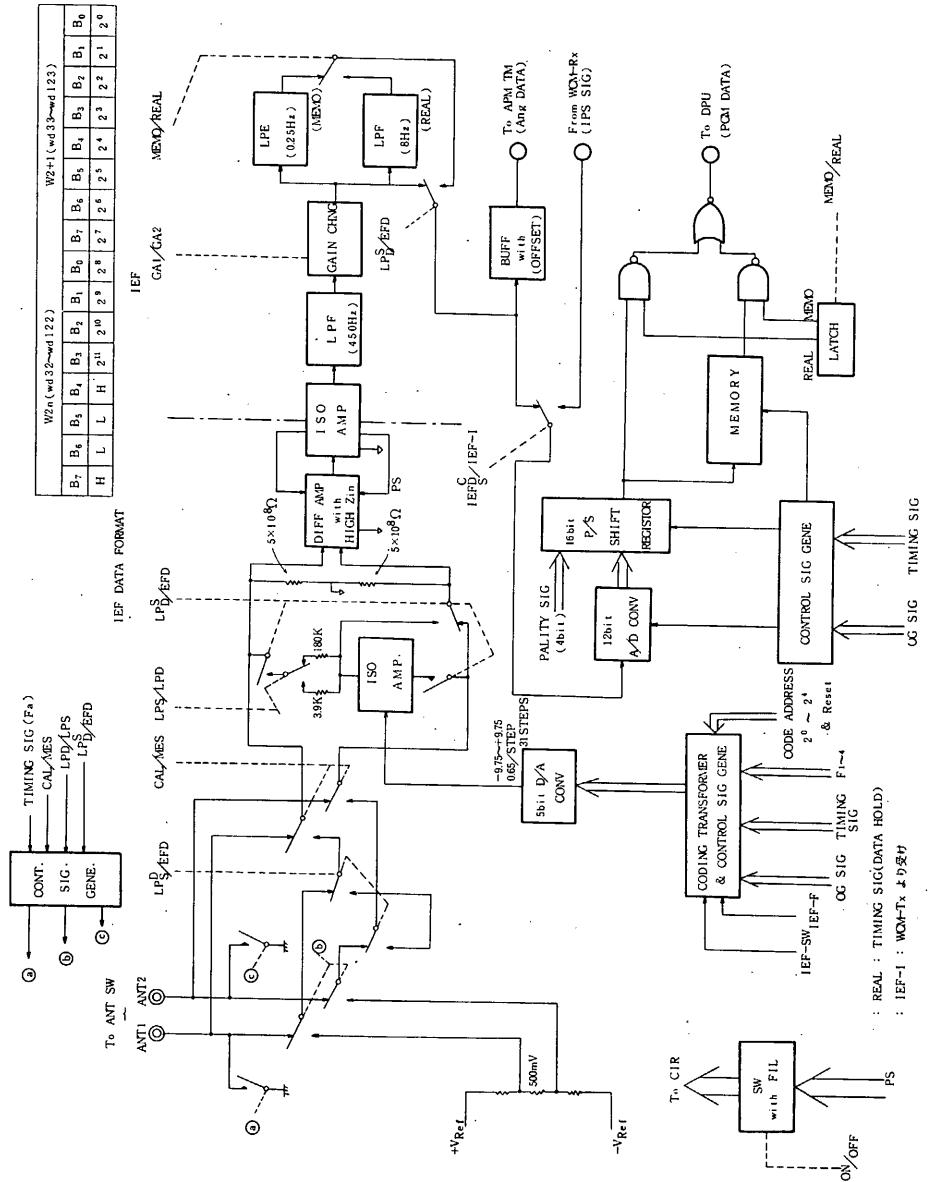
アンテナは第 2-23 図にあるように、 $5 \times 10^8 \Omega$ の入力インピーダンスで差動増幅器に導かれる。LPF を通る等の基本処理をした後、APM Telemeter に送られる。

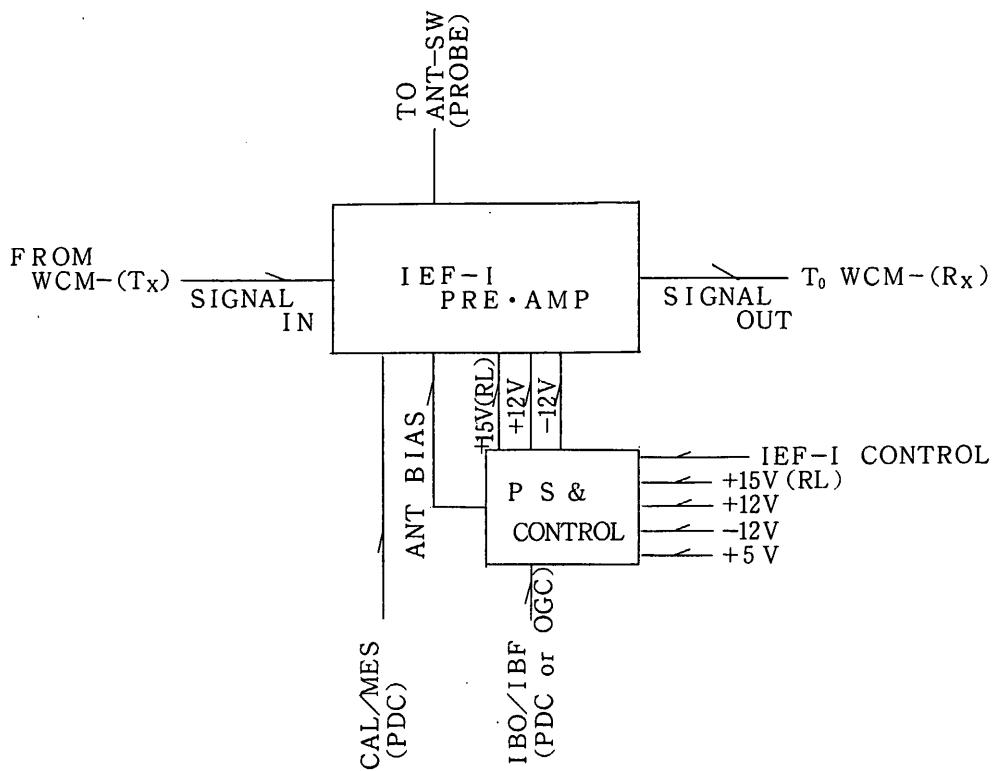
b・2 インピーダンス計測

インピーダンス計測は、二つの共通 Facility を使う。すなわち WCM の Tx 部で掃引信号を得、WCM の Rx 部で広い周波数帯にわたって高周波をプローブに印加したときのレスポンス、すなわちインピーダンス値を計測する。

WCM の Tx 部はすでに WCM-Tx (送信部) でのべたところである。もう一度第 2-2 図を参照されたい。WCM-2 図で示される送信信号部で作られた信号は IEI-I 部への掃引部としてとり出され、第 2-24 図に示すように、IEI-I のプリアンプ部に印加される。この部分は、インピーダンスブリッジ部とこれにつながるアンテナ及び前置増幅器から成り立っている。

前置増幅器を出たあとはふたたび WCM-Rx 部に送られる。ここではすでに 2.5.1.2 項 a) の部分でのべたように、10 KHz ~ 90 KHz, 90 KHz ~ 200 KHz, 180 KHz ~ 1.4 MHz, および 1.4 MHz ~ 3.0 MHz にわたる 4 つの帯域でそれがあたえられた中間周波数帯に応じた周波数帯でスペクトル分析を行う。つまりインピーダンス計測が可能になる。WCM-Rx 部はすべて WCM の項で第 2-12 図に示されている。また Data 伝送方式との関連は第 2-14 図に示





第 2 - 24 図

されている。この部分はすでに WCM 部で述べているので再びここでとり扱うことは省略することにする。

2.5.2 コントロール用コマンド

すでに、1.2 でのべてきたように、IEF 系は多くのコマンドによって周辺共通機器に“断続しつつ”その機能を全うしている。コマンドの全貌は、DPU の項で詳述されるが、ここでは、IEF に関するコマンドのみを以下の表に整理しておきたい。

2.5.2.1 Discrete Command (DDC & PDC-1, 2)

第2-18表

項目	DDC	PDC-1	PDC-2	内容
F_4 mode	11 5			TM data format F_4
All data 記録	10 6			記録モード all data
IEF 記録	14 6			“ IEF 専用モード
All data 再生	10 8			記録データ再生
Data hold	11 7			記録モード→リアル・モード
IEF - I ON			13 1	IPS PS ON
IEF - I OFF			10 5	IPS PS OFF
IEF ON	14 14			IEF(IPS除く) PS ON
IEF OFF	15 14			IEF(IPS除く) PS OFF
IEF - C			10 10	EFD 観測
IEF - S			14 6	LPS “
IEF - D			11 5	LPD “
IEF - F			11 6	LP FIX BIAS } 観測 切換え
IEF FIX-1			11 9	* LP BIAS FIX-1
“ FIX-2			11 10	* “ “ FIX-2
“ FIX-3			14 7	* “ “ FIX-3
“ FIX-4			12 5	* “ “ FIX-4
BIAS memo 2^0			12 7	FIX BIAS 指定 2^0
“ “ 2^1			12 8	“ 2^1
“ “ 2^2			12 9	“ 2^2
“ “ 2^3			12 10	“ 2^3
“ “ 2^4			14 8	“ 2^4
RESET			13 5	FIX BIAS all reset
IEF SW			12 6	BIAS FIX→BIAS SWEEP
WCM-CAL			10 3	IPS Freq. CAL
WCM-MES			10 4	IPS Freq. CAL→MEASURE
GA 1			14 4	IPS IF AMP gain = 20 dB
GA 2			15 1	IPS IF AMP gain = 0 dB

項 目	DDC	PDC-1	PDC-2	内 容
I EF - I Cal			10 6	I PS CAL Dummy resonance
I EF - I Mes			10 7	I PS CAL → Measure
I EF - GA 1			13 6	I EF high gain = 0 dB
I EF - GA 2			13 7	I EF low gain = -20 dB
I EF - Cal			11 7	I EF (CSDF) CAL
I EF - Mes			11 8	I EF CAL → MEASURE
I BO			10 8	I PS Bias ON
I BF			10 9	I PS Bias OFF
Sweep rate 1			12 3	I PS sweep time base による
Sweep rate 2			12 4	I PS sweep (L + H) 250 ms
AP 3				Analog TM AP 3 にする

note * I EF - F FIX BIAS 指定

例 FIX-3 を BIAS STEP 10101 の指定電圧にしたい時

- (1) FIX - 3
- (2) RESET
- (3) BIAS memo 2^0
- (4) " 2^2
- (5) " 2^4

この時 OGC で他の FIX BIAS が指定されていてもその 1 OG は FIX-3 に固定される。

note ** 他の観測モードを I PS モードにする時は I EF - I ON の他 F_4 mode 及び AP 3を指定する必要有り。

2.5.2.2 OGC (Organized command)

OGC 表参照

1. FIX-1 ~ 4 LP Bias fix 1, 2, 3, 4
PDC で電圧 set
2. SW LP Bias sweep 1 step / 2 wd
3. (ANT A)
 (ANT B) ANT A, B を 2 flame 每切換え

4. $(\begin{array}{l} IEF-C \times 3 \\ IEF-S \times 1 \end{array})$ IEF-C 32 frames $\times 3$
+ IEF-S 32 frames $\times 1$ で 1 sequence
5. IEF-I 単独 $W_9, B_{4 \sim 7} \equiv B$ IPS data を PCM と Analog で送る。
6. IEF-C 単独 $W_9, W_{4 \sim 7} \equiv C$ EFD data を PCM と Analog で送る。
7. 1 OG = 1024 sec 一定
8. IEF 用 OG (W_9) は $W_8, B_{0 \sim 3} = 9$ で指定する。
9. OG C 表 $\tau_B = 2 \text{ sec}$ は high bit rate の場合
low bit rate の場合 $\tau_B = 8 \text{ sec}$ になる。

2.5.3 TM出力 FORMAT

テレメーター出力の Format は以下に示すようになっている。

2.5.3.1 PCM DATA FORMAT

Real time PCM Telemetry data format 及び status

この内容の表示は EXOS-B FLT PCM DATA FORMAT 参照 (DPUの項)。

記録モードは 2 種類有り、以下のとおりとなる。

(1) All data 記録

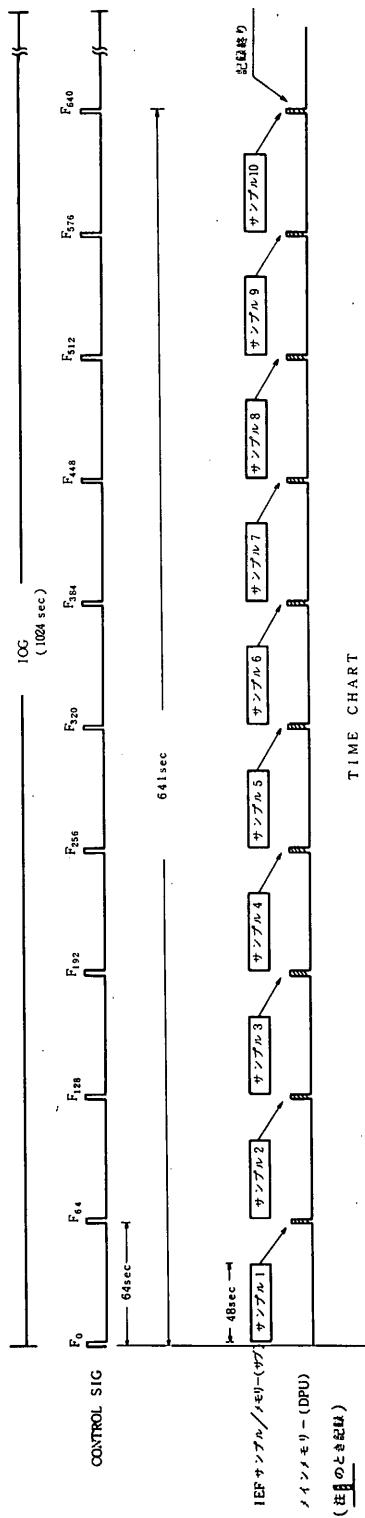
1 OG の中で F_{16} の全データ ($W_{0 \sim 127}$) を 10 OG 分がメモリに記録される。

(2) IEF 記録

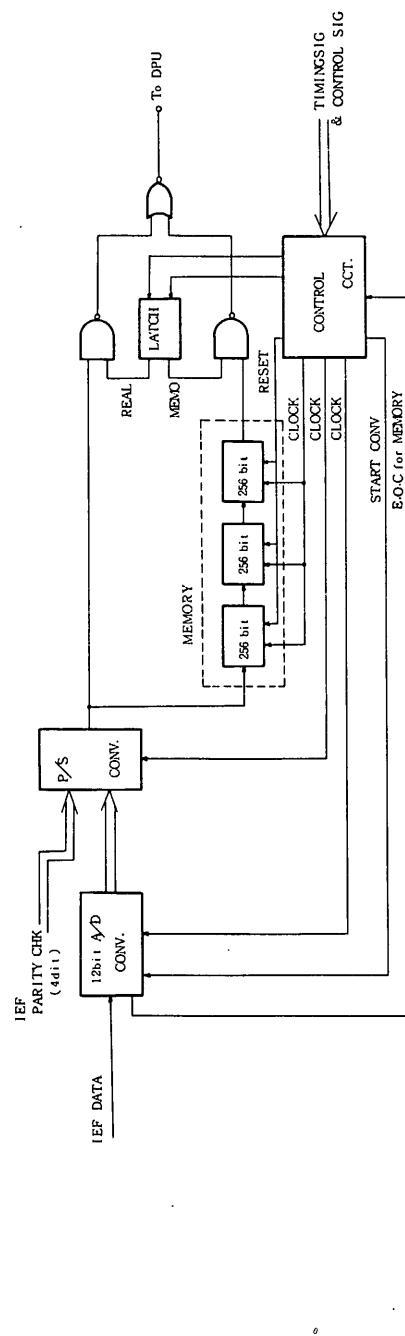
最初 $F_0 \sim F_{48}$ の W_{32}, W_{33} のデータ (48 samples) を IEF の sub-memory (768 bits) に記録し、 F_{64} で DPU 10K メモリーに記録する。同様にしてサンプル 10 まで (F_{640}) を記録する。(DPU の項参照、および IEF DIGITAL 部 BLOCK 図、第 2-25 図参照)

2 Analog DATA FORMAT

APM (FM-PM) で IRIG # 15 相当の channel を用いる。



TIME CHART



2.6 磁場計測 (MGF)

青山 嶽*・遠山文雄*
測 器 舎

2.6.1 観測の概要

EXOS-Bでの磁場計測は、そのミッションから検討して、次の三項目について行なう計画である。即ち、apogee 近傍での磁場の微少変動の観測、apogee-perigee 間の中間領域における磁場の monitoring 及び perigee 付近 ($\leq 1 \text{ Re}$) での satellite の姿勢測定である。これらの項目について次に期待され得る成果をあわせて述べる。

a) 磁場の微少変動の観測

従来、宇宙空間での磁場測定は数多くなされているが、磁気圏内部や中央部の領域での観測例は少なく、充分な情報ではない。また IMS 期間中には、この領域を含む各種の観測計画があり、VLF 領域の波動を直接観測し、他の観測、地上観測等との比較を行ない、波動の発生機構、伝播特性などを知る事が出来る。これらの目的には磁場の三成分の測定を高精度 ($\leq 2 \gamma$) で測定する必要がある。

b) 中間軌道での磁場の monitoring

この領域での高精度測定は、衛星軌道から計算して background 磁場が大きく、磁場変化も毎分 1,000 γ と大きく困難である。そこでこの領域では、10 ~ 100 γ 程度の感度で測定し、storm 等による大変動や地球磁場分布の測定を行ない、同時に搭載されるプラズマ観測における磁場パラメーターとして利用する。

c) 姿勢測定

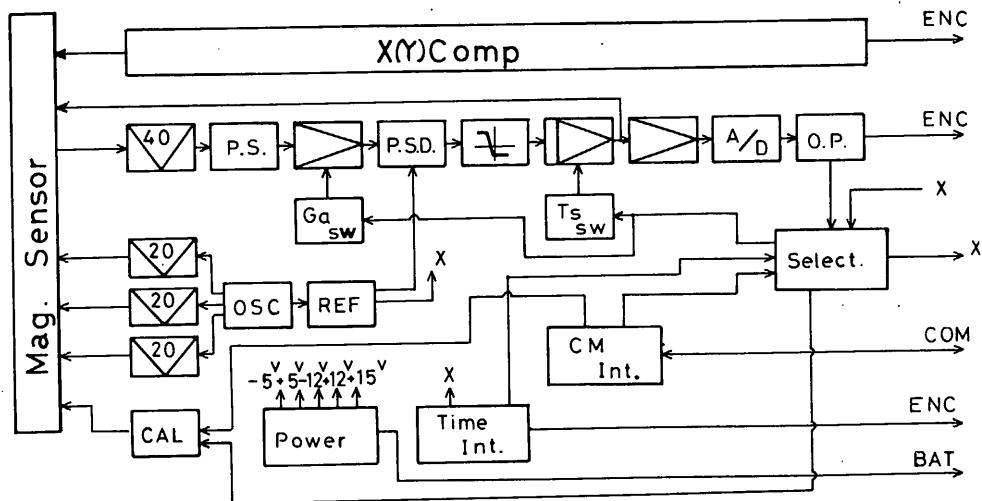
重量等の制限から、姿勢計としての磁力計は搭載されず、磁場測定用磁力計がこれを兼ねることになる。この場合、感度切換えを行なって perigee 付近での測定から姿勢を決めるが、同時に太陽センサによる検出も行なわれる。特に長いアンテナ伸展に伴なう姿勢変化の検出も非常に大切であり、また他の機器の解析情報ともなる。尚、地球磁場を基準とするため有効なのは地球近傍で使用され約 1 Re 以内を考えている。

2.6.2. EMについて

これまで衛星搭載用磁力計の設計資料を得るための EM 試作を行ない、各種試験がなされた。

但し、この EM はすべての機能をそなえているものではなく、新しい高感度磁力計のディジタル

* 東海大

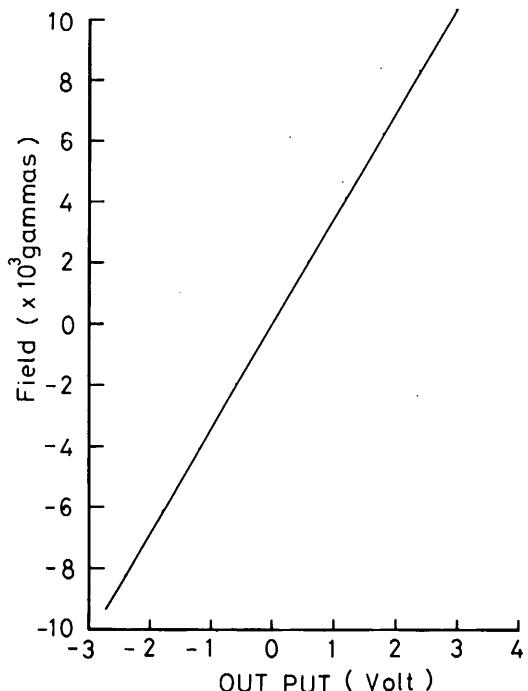


第 2 - 26 回

化と感度自動切換、及びこれらに伴なう
interface の機能試験を行なうものである。

更には、センサ展出機構の設計資料を得たためのものもある。試作 EM 磁力計のプロック図を第 2-26 図に示す。通常の磁力計と基本的には同じだが、同時 sampling と精度向上の目的でディジタル方式を採用し、自動測定範囲選択を容易にした。しかし一方では、コマンド系の interface 等のため、若干の部品増を招いている。第 2-19 表は EXOS - B 搭載用磁力計の諸元を示す。励振周波数を 20 KHz としたのは、ループアンテナ系への干渉を少なくするためのものであるが、試験の結果ではまだ問題が残っている。

EM磁力計での試験の結果、単体としての機能は一応、初期の目的に達している事が確認された。第2-27図はその特性の一部を示してある。



第 2 - 27 図

第 2 - 19 表

諸 元

測 定 範 囲	± 51,200, ± 8,000, ± 1,048, ± 256 gammas (auto selection)
分 解 能	± 2 gammas (最大感度時)
出 力	2 進 8 ビット (6 words)
励 振 周 波 数	20 KHz
電 力	+ 12 V (70 mA) - 12 V (40 mA) + 5 V (146 mA) - 5 V (15 mA)
全 重 量	3.78 Kg (- 0.3 ?) (含 ブーム, サンセンサ)
寸 法	電気部 170 × 160 × 105 H センサ 110 × 106 H

2.6.3 FM 設計にあたって

Flight-Model の製作にあたって現在問題となっている点は、重量減についてである。このため、三成分測定を二成分にする事を検討して来た。この場合、ブームの支柱を一本の構造にすれば約 300 g の重量減になることが期待出来るが、新たにブーム展出機構の手直しが必要となる。また、ブームは従来通り二本構造のまゝで、センサを一成分減らす事を考えれば、roll 測定に必要な太陽センサの増設が必要であり、両者の重量がほど同程度であるため成分減少の意味がないばかりか、二成分測定にしたための demerit が残る事になる。現在、重量減についてはあらゆる角度から検討している。

最後に、この種の観測において最も問題となるのは、衛星自体の磁気的影響である。今回は約 1.5 m のブームによりセンサを衛星の下方に伸展させるが、衛星計装を含め地上で充分な磁気的試験を行ない、打上前の磁気状況を測定する必要がある。

2.7 粒子エネルギー計測 (ESP)

久保治也*・向井利典*・河島信樹*

蟻川達男**

松栄電子株式会社

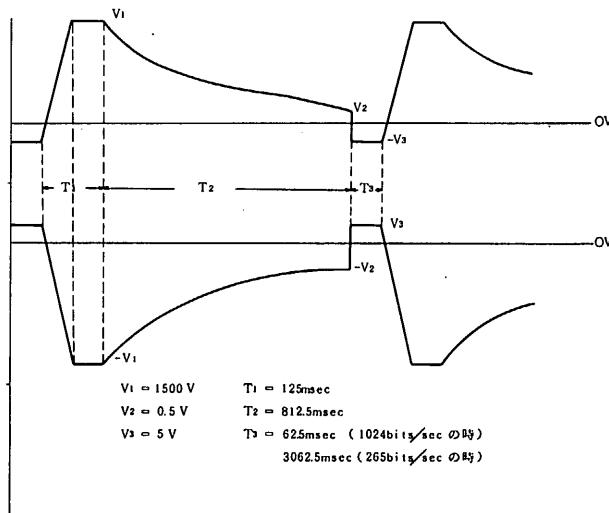
2.7.1 研究目的

EXOS-Bによる磁気圏プラズマ探査の大きな柱である波動計測と粒子計測の中で、主として、5eV～11keVの電子及び20eV～30keVのイオンのエネルギー分布測定を中心とした粒子計測を行なうのがこの研究の目的である。詳細を箇条書きにすると下記の様なものである。

- i) 自然に存在する電子及びイオンのエネルギー分布を測定し、これと別に測定された波動現象との対応を調べ、磁気圏プラズマ諸現象の物理的機構を解明する。
- ii) 波動計測 (SPW) が行なう能動的実験に対応して、強力な電波が放射された場合の磁気圏プラズマ粒子の応答を計測する。
- iii) 電子ビーム放射 (CBE) により磁気圏プラズマ中でビームプラズマ相互作用の実験を行い、非線型波動現象を粒子のエネルギー分布の変化という面から解明する。

2.7.2 研究内容

半球型静電エネルギー分析器を用いて、5eV～11keVの範囲の磁気圏中の電子のエネルギー分布及び円筒型分析器を用いて20eV～30keVの範囲のイオンのエネルギー分布の測定を行なう。



第2-28図 掃引電圧波形

* 東大宇宙研, ** 東京農工大・工

第2-28図の如き1秒の掃引幅をもつ指數函数的減少電圧をエネルギー分析器に印加し、磁気圈に自然に存在する粒子のエネルギー分布の測定を行なう。

(a) 電子計測

エネルギー範囲: 5 eV ~ 11 keV

ダイナミックレンジ: $10^4 \sim 10^9 \text{ cm}^2 \text{ sec ster eV}$ (100 eV の所で)

(注: この値はエネルギーに反比例する。)

エネルギー分解能: $\Delta E/E \sim 60\%$

(注: センサー本体だけでは 3%)

形状: 半球型

(b) イオン計測

エネルギー範囲: 20 eV ~ 30 keV

ダイナミックレンジ: $10^4 \sim 10^9 \text{ cm}^2 \text{ sec ster eV}$ (100 eV の所で)

エネルギー分解能: $\Delta E/E \sim 60\%$

(注: センサー本体だけでは 5%)

SPW, CBE 等が作動している時にも、電子及びイオンのエネルギー分布を測定し、自然に存在する粒子のエネルギー分布と比較検討する事により、波動 粒子相互作用、及びビームプラズマ相互作用の研究を行なう。

2.7.3 消費電力・外形および重量

消費電力、外形および重量は以下のとおりである。

消費電力

ESP の消費電力は次の様に予定している。

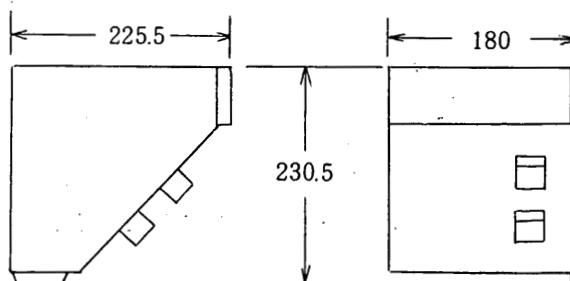
+ 12V : 144 mA

- 12V : 48.5 mA

+ 5V : 61 mA

外形は第2-29図の通りである。

第2-29図



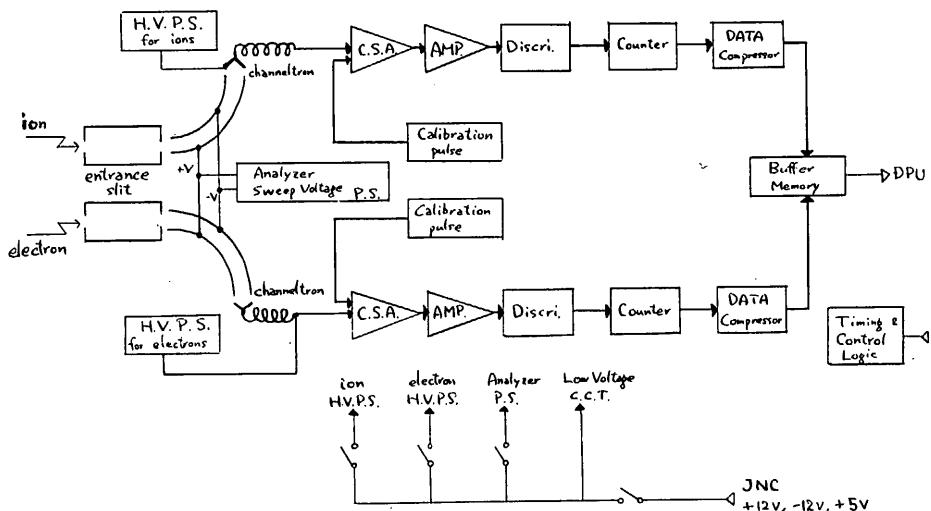
重 量

ESP の重量は次の様に予定している。

4.67 Kg

2.7.4 動 作

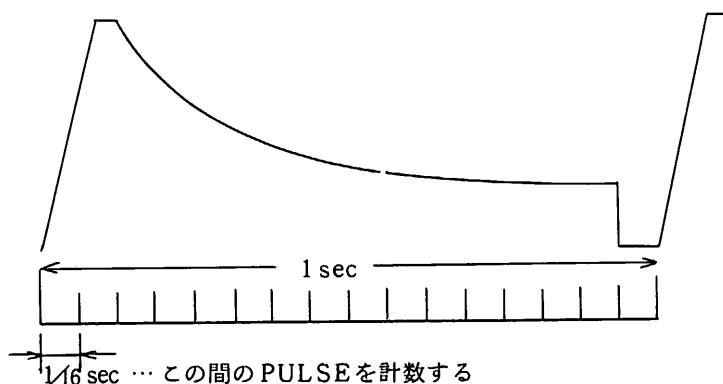
ESP の動作の基本的な部分に関するブロック図を第 2-30 図に示す。



第 2-30 図 ESP のブロック図

エネルギー分析器には、+ 1.5 KV、及び - 1.5 KV の掃引周期 1 sec の指數関数的減衰波形電圧を印加する。

ION 観測系では、- 2.8 KV ~ - 4 KV の高電圧を CHANNELTORON の入力側に印加し、



第 2-31 図

ELECTRON 観測系では、+3 KV～+4 KV の高電圧を CHANNELTORON の出力側に印加する。ENTRANCE SLIT, ENERGY 分析器を通過した粒子は CHANNELTRON に入り、2 次電子増倍効果により増幅されて、CHARGE PULSE として CHANNELTRON の出力側に出てくる。CHANNELTRON 出力は CHARGE SENSITIVE AMP により、CHARGE → VOLTAGE 変換した後、DISCRI により或るしきい値以上の PULSE だけをとり出す、この PULSE を 15 STAGE COUNTER により計数する。

ANALYZER 電源の掃引開始から終了までの 1 sec を 16 等分し、1/16sec ずつ、DISCRI の出力 PULSE を 15 STAGE COUNTER で計算する。TIMING 図を第 2-31 図に示す。

COUNTER の 15 BIT 出力を DATACOMPRESSOR により、8 BIT に圧縮する。COUNTER 出力を N, COMPRESSOR 出力の LSB 側 4 BIT を S, MSB 側 4 BIT を D とすると、次式の関係になる。

$$N = 2^{11-S} (16 + D)$$

COMPRESSOR 出力は一度 BUFFER MEMORY に貯えた後、SERIAL DATA として DPU に送り出す。

衛星の 1 FRAME は 1 sec, 或は 4 sec である。又、1 FRAME は 128 WORD, 1 WORD は 8 BIT となっている。ANALYZER 電源の掃引周期が 1 sec であるから、1 FRAME が 1 sec の時、FRAME と掃引の位相を一致させて観測する。1 FRAME が 4 sec の時は、最初の 1 sec に掃引し、残りの 3 sec は休止する。

又、ION 観測と ELECTRON 観測は同時に並行して行う。従って 1 FRAME 中には ION, ELECTRON 各 16 WORD の DATA が発生する。

1 FRAME の内、W 92～107 に ION の DATA を、W 108～W 123 に ELECTRON の DATA を DPU に送り出す。

2.7.5 モニター

i) Status monitor

1 フレームの内 W₁₂₄ と W₁₂₅ を使用して ESP の Logic Status と高圧回路の on/off をモニターする。又、W₁₇ の B₇ を 1 Bit, ESP on のモニターに使用している。W₁₂₄ と W₁₂₅ の Bit Assignment を第 2-20 表に示す。

ii) Sweep monitor

Analyzer 電源の出力電圧、+1.5 KV と -1.5 KV の波形（第 2-28 図参照）をモニターする。1 フレームの内、W₁₂₆ で正の掃引電圧、W₁₂₇ で負の掃引電圧をモニターする。ESP からは 0～+3 V のアナログ電圧として DPU に送り出す。

W _{No}	B _{No}	Signal Name	W _{No}	B _{No}	Signal Name
W ₁₂₄	B ₀	Analyzer on/off	W ₁₂₅	B ₀	Electron HV B ₀
	B ₁	Electron HV on/off		B ₁	Electron HV B ₁
	B ₂	Ion HV on/off		B ₂	Electron discri level B ₀
	B ₃	Cal on/off		B ₃	Electron discri level B ₁
	B ₄	Sweep Start		B ₄	Ion HV B ₀
	B ₅	Sweep monitor gain		B ₅	Ion HV B ₁
	B ₆	Ion counter overflow		B ₆	Ion discri level B ₀
	B ₇	Electron counter overflow		B ₇	Ion discri level B ₁

第2-20表 (第2-28図参照)

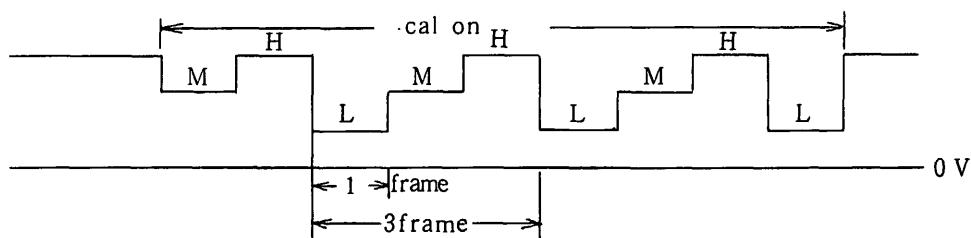
Analyzer 電源には出力電圧の $1/300$ のモニター端子がある。この端子電圧波形は掃引周期1秒の波形 (第2-28図参照) である。この波形の指數関数的減衰の開始時点より 62.5 msec 毎に、計14点の電圧を1フレームに1点ずつ、sample hold して、W₁₂₆、W₁₂₇でDPUに送り出す。Sample hold回路のgainは立上りから 531.25 msec 迄の波形を monitor する場合は0.566、 531.25 msec 以後は18.1である。指數関数的減衰の開始時点を SAMPLE HOLDする FRAMEでは、W₁₂₄のB₄を“1”にして、それ以外のFRAMEでは“0”にする。

SAMPLE HOLD回路のGAINが0.566の時のFRAMEではW₁₂₄のB₅を“0”にして、GAINが18.1の時は“1”にする。

2.7.6 Calibration

i) Discri level による Calibration

Cal onのコマンドにより、電子及びイオンのDiscriのシキイ電圧がL, M, Hと1フレーム毎に変わる。Cal offのコマンドによりシキイ電圧は元のlevelに戻る。但し、Cal onからCal off、或はCal offからCal onへの変化はフレームに同期して行なわれる。Timing図を第2-32図に示す。

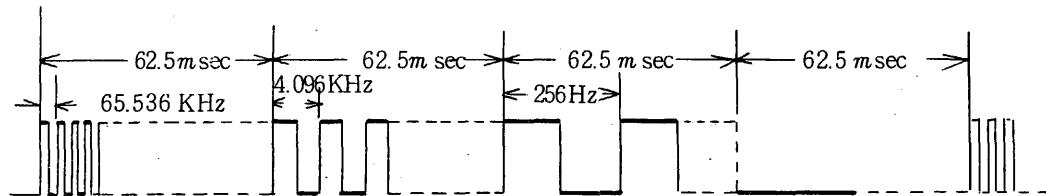


第2-32図

ii) 高圧電源が off の時の Calibration

高圧電源が off の時には、電子及びイオンの C, S, A の入力には Calibration パルスが常に加えられている。高圧電源が on になると Cal. パルスは停止する。パルスの波高値は Discri level が L の時のみ Discri を通過する様に設定し、一定にしてある。パルスの繰返し周波数は 62.5 msec 毎に 65.536 KHz , 4.096 KHz , 256 KHz , パルスなしと変化する。

周波数を変化させる Timing は Counter の計数時間に同期している。第 5 図に Timing 図を示す。



第 2 - 33 図

2.7.7 Discrete Command

Discrete Command の項目を第 2 - 21 表に示す。

第 2 - 21 表

項 目	D D C		用 途	インター フェイス
	A D	E X		
E S P O N	8	14	E S P O N	R
E S P O F F	9	14	E S P O F F	R
H. V. (E L E) O N	8	15	Chaneltron (E L E) O N	R
H. V. (E L E) O F F	10	14	Chaneltron (E L E) O F F	R
H. V. (I o n) O N	8	13	Chaneltron (I o n) O N	R
H. V. (I o n) O F F	10	13	Chaneltron (I o n) O F F	R
Analyzer 電 源 O N	9	15	Analyzer 電 源 O N	R
Analyzer 電 源 O F F	9	13	Analyzer 電 源 O F F	R

項目	PDC-1		用 途	インター フェイス
	A D	E X		
Cal ON	12	3	Cal ON	P
Cal OFF	12	4	Cal OFF	P
Ch. H. V. (Ion) H	13	1	Channeltron (Ion) H. V. (H)	P
" M	13	2	" (M)	P
" L	13	3	" (L)	P
Ch. H. V. (ELE) H	13	4	Channeltron (Electron) H. V. (H)	P
" M	14	1	" (M)	P
" L	14	2	" (L)	P
Discr level (Ion) H	14	3	Discriminator (Ion) level (H)	P
" M	14	4	" (M)	P
" L	15	1	" (L)	P
Discr level (ELE) H	15	2	Discriminator (Electron) level (H)	P
" M	15	3	" (M)	P
" L	15	4	" (L)	P

Channeltron (Ion) H, M, L, channeltron (Electron) H, M, L, Discr level (Ion) H, M, L 及び Discr level (Electron) H, M, L の Command は ESP on/off. にかかわりなく Register に記憶しているが、衛星の電源が ON になった時は channeltron HV (Ion), channeltron HV (Electron) は "L" に、Discr level (Ion), Discr level (Electron) は "M" にセットされる。

2.7.8 Organized Command による制御信号

ESP の Organized Command による制御信号を第 2-22 表に示す。"ESP ON", "ESP OFF" は運動 Command であり、DPU 例で Discrete Command との OR をとっている。

第 2-22 表

信号名	信号波形	
ESP ON	→ t_1 ←	運動 Command
ESP OFF	—	

2.7.9 Housu Keeping

ESPのH, K, としては group 2 に 4 項目ある。それを第 2-23 表に示す。

第 2-23 表

No	フレーム	項目	測定範囲	内容
5	F ₂₀	H.V.-E	0 ~ +4 V	ESP Electron High Voltage
6	F ₂₁	H.V.-I	0 ~ +4 V	ESP Ion High Voltage
15	F ₃₀	TH-14	-150°C ~ +150°C	ESP Electron Sensor 温度
16	F ₃₁	TH-15	〃	ESP Ion Sensor 温度

2.7.10 MD (チェックアウト) Connector

衛星に取付けられた MD Convector に ESP より信号を出し、MD convector より衛星外部に引き出して、Checker に接続し、飛翔前の動作をモニターする。MD convector に出す信号として目下要求中のものを第 2-24 表に示す。

第 2-24 表

No	信号名	用途	優先順位
1	ESP count DATA MD	ESP count Data	1
2	ESP Status MD	ESP Status	1
3	ESP ϕ_2 MD	ϕ_2 (No 1, No 2 の信号の同期信号)	1
4	ESP W_0 MD	W_0 (No 1, No 2 の信号の同期信号)	1
5	ESP Analyzer Voltage MD	Analyzer 電圧モニター	2
6	ESP Electron H.V. MD	Electron 高圧モニター	2
7	ESP Ion H.V. MD	Ion 高圧モニター	2
8	ESP Return MD	信号リターン	1

2.8 電子ビーム放射実験装置 (CBE)

河島信樹・久保治也
向井利典・村里幸男
松栄電子(株)

2.8.1 研究目的

衛星から電子ビームを放射し、衛星の周囲のプラズマに対する電位制御をすることにより、粒子計測や電場測定の精密化を計るとともに、電離層および磁気圏における特に低いエネルギーのプラズマ計測に対する影響を調べる。

1) 電子ビーム放射により、電離層および磁気圏プラズマ中で起こるビームプラズマ相互作用の実験を行ない、非線型波動現象の解明を行なう。

(Note) 。衛星の導電的な面積

$$S = 160 \text{ cm}^2$$

。衛星の静電容量

$$C = 40 \times 10^{-12} \text{ (F)}$$

。周囲のプラズマ密度

$$10^2 \sim 10^6 \text{ / cm}^3$$

。衛星に流れ込むプラズマ電子電流

$$I = 1.6 \mu\text{A} \sim 16 \text{ mA}$$

2.8.2 観測装置

1) エレクトロニクス部

電子ビーム放射は、階段的に変化させ、それに対するプローブのフローティング・ポテーシャルの変化を調べる。ビーム電流とビーム電圧のシーケンスを第2-34図に示した。

ビーム電流は、 $0.25 \sim 1.0 \text{ mA}$ まで4 Step に変化させる。

(1 Step = 8 sec または 32 sec)

ビーム電圧は、 $-50 \sim -200 \text{ V}$ まで4 Step に変化させる。

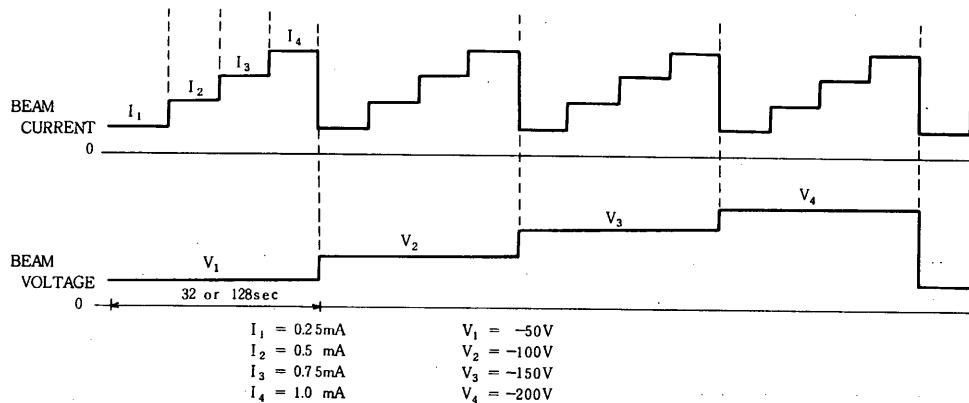
(1 Step = 32 sec または 128 sec)

したがって、全体としては、128 sec または 512 sec の mode がある。回路の Block Diagram を第2-35図に示した。

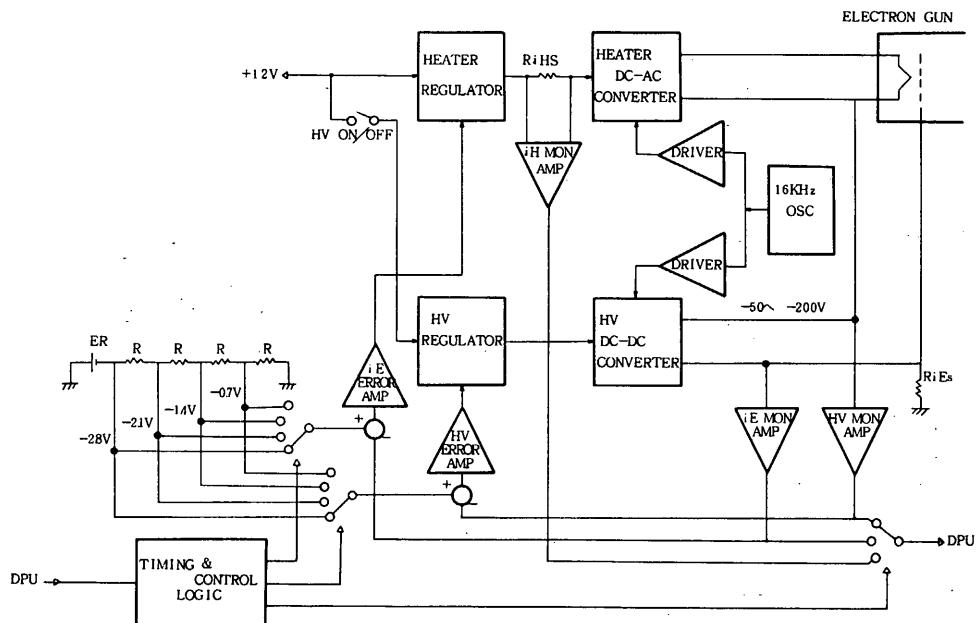
電子銃の Cathode Heater には Heater DC-AC Converter (HTR-DA-CONV) 出力の 16 KHz 矩形波を印加する。

* 東大宇宙研

同時に Cathode Heater には HV DC-AC Converter (HV-DC-CONV) 出力の $-50 \sim -200$ V の直流電圧を印加して, Ground に対してバイアスし, 電子ビームを加速している。Emission 電流は, 図示の R_{iES} を流れる電流を検出することによりモニターできる。Cathode Heater 電流は, I_E monitor Amp の出力と, あらかじめ設定された Control 電圧 ($I_1 \sim I_4$) との差により, I_E ERROR AMP (I_E - ER - AMP) から誤差電圧を取り



第 2-34 図



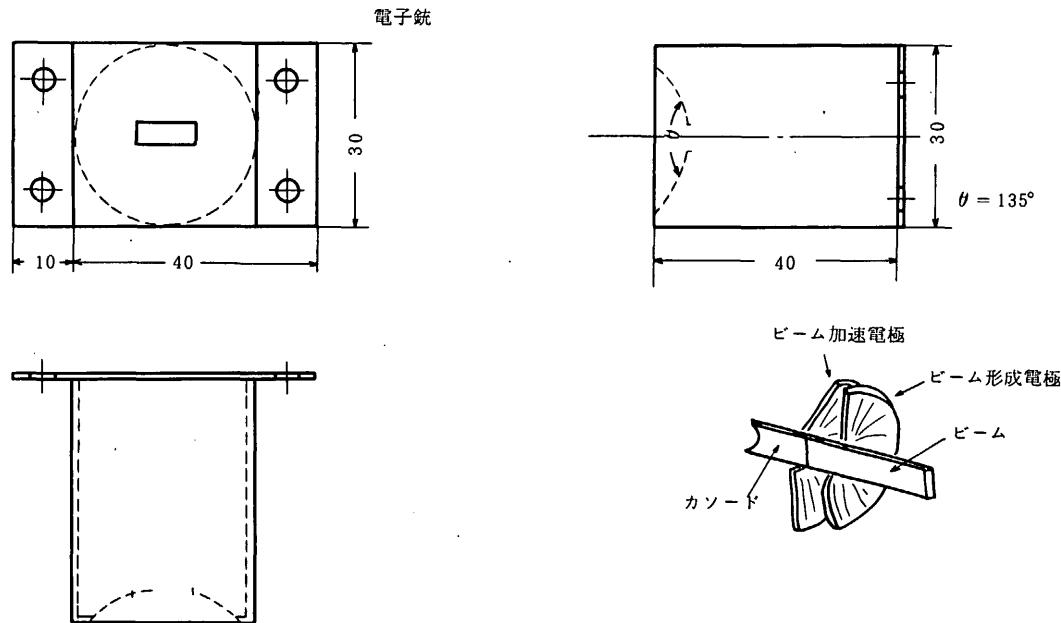
第 2-35 図

出し、この出力により、HEATER REGULATOR (HT - REG) を Control し Cathode Heater 電流を設定値を保っている。HT - REG は、Series Regulator 方式を用いた。i_E - ER - AMP → HT - REG → HTR - DA - CONV → ELECTRON GUN → i_E MON I AMP はひとつの Feed Back Loop を構成し、Heater 電流を Control している。

加速電圧も同様に HV - MON I - AMP の出力電圧と、あらかじめ設定された Control 電圧 (V₁ ~ V₄) との差を HV ERROR AMP により誤差を取り出し、この出力により HV - REG を Control し加速電圧を設定値に保つ。HV - REG は HT - REG とほとんど同様な回路であり、この出力を、HV - DD - CONV の供給電圧としている。

Cathode Heater は "CBE ON" の Command により点火されるが、"HV OFF" が Command で働いている場合には Cathode Heater には、Limit Level いっぱいの 電力が印加され、Cathode Heater の寿命が短くなる。そこで、"HV OFF" の時は Limit Level を低く設定し、Heater 電力をおさえ、"HV ON" の後に、Limit Level を高くし、Emission 電流が流れ易いようにしてある。

ii) 電子銃



第 2 - 36 図

電子銃の形式：軸対称平行ビーム電子銃

：Cathode — タングステン

Cathode — 直熱型

：Cathode Heater 電力 — 3.4 V 1 W

：電子ビーム

エネルギー 200 eV

電流 最大 1 mA

2.8.3 Operation Profile

1. Operation mode (Organized Command の場合)

ESP + CBE — Mode I

ESP + CBE + NPW — " II

CBE + NPW — " III

Discrete Command では他の観測器との同時観測は可能である。

2. Discrete Command

[D D C]

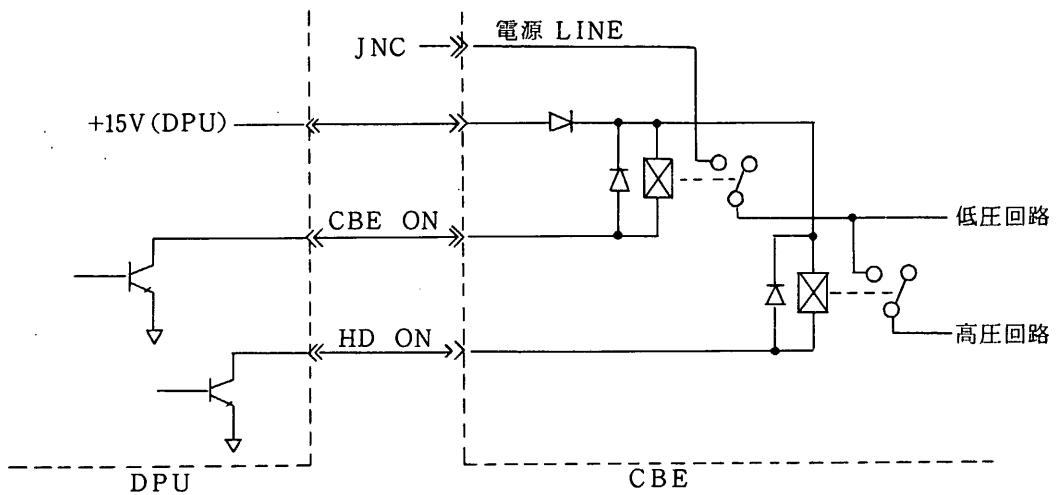
項目	AD	EX	interface
CBE ON	10	9	R
CBE OFF	11	9	R
HV ON	9	9	R
HV OFF	10	10	R

DDC = 単一操作で Command を実行するもの。

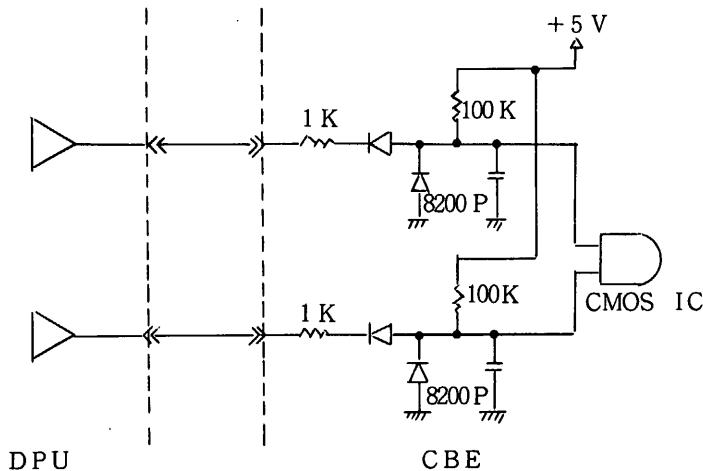
[PDC - 1]

項目	X	Y	interface
BEAM VOLTAGE V_1	13	5	P
" V_2	13	6	P
" V_3	14	5	P
" V_4	14	6	P
BEAM CURRENT I_1	14	7	P
" I_2	15	5	P
" I_3	15	6	P
" I_4	15	7	P

PDC = 2 回操作で Command を実行するもの



第 2 - 37 図



第2-38図

3. DDC の Command については、CBE 側は Relay 受をする。Interface を第 2-37 図に示した。図示のよう Command Matrix の AD と EX は DPU 側で AND する。

4. PDC の Command については CBE 側は CMOS logic で受け、 X と Y は CBE 側で AND する。

Interface 回路を第 2-38 図に示した。

5. Discrete Command による CBE の動作

CBE ON AD:10 EX:9

CBE の電源が入り CBE が動作する。先に Command されていた Discrete Command は

Clear され, Beam Voltage は V_1 に, Beam Current は I_1 に Reset され, また OG 制御信号に対して回路が Enable になる。従って先に "HV ON" が Command されていれば, OGC 制御信号によって Beam Voltage と Beam Current は順次変化する。また電子銃の Heater は点火する。

CBE OFF AD:9 EX:9

電子銃に Beam Voltage を印加する。

HV OFF AD:10 EX:10

Beam Voltage が切れる。

Beam Voltage V_1 = 13 Y = 5

Beam Voltage を $V_1 = -50$ V に Set する。OGC 制御信号に対して回路は Disable になり, また先に Beam Voltage V_2 , V_3 あるいは V_4 が Command されていれば, それは Clear される。

Beam Voltage V_2 X = 13 Y = 6

Beam Voltage を $V_2 = -100$ V に Set する。OGC 制御信号に対して回路は Disable になり, また先に Beam Voltage V_1 , V_3 あるいは V_4 が Command されていれば それは Clear される。

Beam Voltage V_3 X = 14 Y = 5

Beam Voltage を $V_3 = -150$ V に Set する。OGC 制御信号に対して, 回路は Disable になり, また先に Beam Voltage V_1 , V_2 あるいは V_4 が Command されていれば, それは Clear される。

Beam Voltage V_4 X = 14 Y = 6

Beam Voltage を $V_4 = -200$ V に Set する。OGC 制御信号に対して回路は Disable になり, また先に Beam Voltage V_1 , V_2 あるいは V_3 が Command されていれば, それは Clear される。

Beam Current I_1 X = 14 Y = 7

Beam Current を $I_1 = 0.25$ mA に Set する。OGC 制御信号に対して回路は Disable になり, また先に Beam Current I_2 , I_3 あるいは I_4 が Command されていれば, それは Clear される。

Beam Current I_2 X = 15 Y = 5

Beam Current を $I_2 = 0.5$ mA に Set する。OGC 制御信号に対して回路は Disable になり, また先に Beam Current I_1 , I_3 あるいは I_4 が Command されていれば, それは Clear される。

Beam Current I_3 X = 15 Y = 6

Beam Current を $I_3 = 0.75 \text{ mA}$ に Set する。OGC 制御信号に対して回路は Disable になる。また先に Beam Current I_1 , I_2 あるいは I_4 が Command されていれば、それは Clear される。

Beam Current I_4 X = 15 Y = 7

Beam Current を $I_4 = 1 \text{ mA}$ に Set する。OGC 制御信号に対して回路は Disable になる。また先に Beam Current I_1 , I_2 あるいは I_3 が Command されていれば、それは Clear される。

6. OGC 制御信号による動作

CBE が受取る OGC 制御に関連し $I_1 \sim I_4$ の信号に対する Interface を第 2-39 図に示した。

7. $I_1 \sim I_4$ の信号による CBE の動作

7.-① CBE ON になった後、PDC-1 の Discrete Command が Command されない場合、Beam Current と Beam Voltage は順次変化していく。これを第 2-40 図に示した。

7.-② CBE ON になった後、Discrete Command Beam Current I_3 が Command された場合を第 2-41 図に示した。

7.-③ CBE ON になって後、Discrete Command Beam Voltage V_2 が Command された場合を第 2-42 図に示した。

8. DPU より受取る Timing Signal

CBE は DPU より第 2-43 図に示した 5 種類の Timing Signal を受ける。

9. CBE より DPU に送出する信号

Analog Monitor 出力

Analog Monitor 出力として、Beam Voltage, Beam Current, Heater Current を合せて 1 line で DPU に送出する。出力電圧は、0 ~ +3 V の範囲とする。Timing Diagram を第 2-44 図に、Heater 回路を第 2-45 図に示した。

Status Monitor 出力

CBE の Status を W_{17} で Monitor する。 $B_1 \sim B_5$ を 1 line で DPU に送出する。Interface 回路を第 2-46 図に示した。

CBE ON/OFF

CBE の電源 ON/OFF を W_{17} , B_0 で Monitor し、CBE から 1 line で DPU に送出する。Interface 回路を第 2-47 図に示した。

10. House keeping

CBE の電子銃の温度を $-150^{\circ}\text{C} \sim +150^{\circ}\text{C}$ の範囲で測定する。Interface 回路を第 2-48 図に示した。

11. MD Connector

衛星に取付けられた、MD Connector に CBE より信号を送出し、MD Connector より衛星外部に引き出して、Checker に接続し、飛翔前の動作を Monitor する。

<MD Connector に送出する信号>

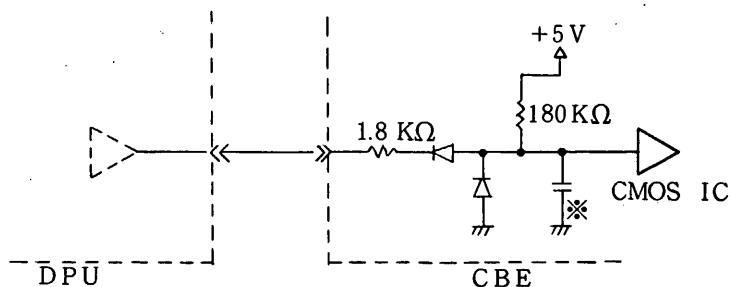
- 1 Beam Voltage
- 2 Beam Current
- 3 Heater Current
- 4 Command

12. 電子銃取付位置と電子回路部外型

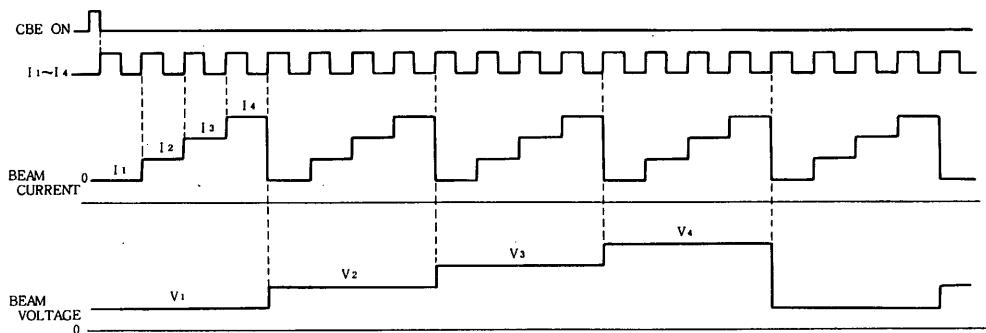
電子銃はソーラパネル上部に、ベースプレートから 30 度の角度で取付けられる。電子銃口のパネル切欠き口は Conductive になるようアルミ板(金メッキ処理)で囲んである。第 2-49 図(a)(b)

13. 重 量

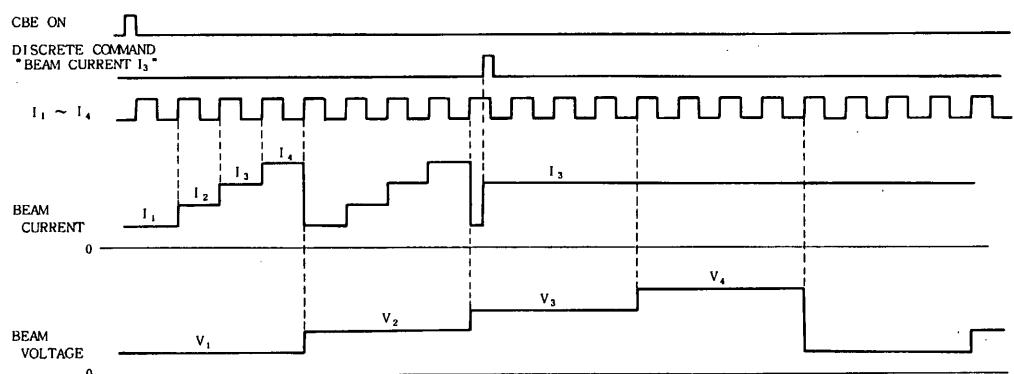
電子回路部	460 g
高圧電源	326 g
配線材	15 g
コネクタ (15p & 25p)	27 g
高圧コーティング	15 g
ハンダ付	3 g
ケース	393 g
ビス、保持金具	61 g
電子銃	50 g
その他の	40 g
計 1,390 g	



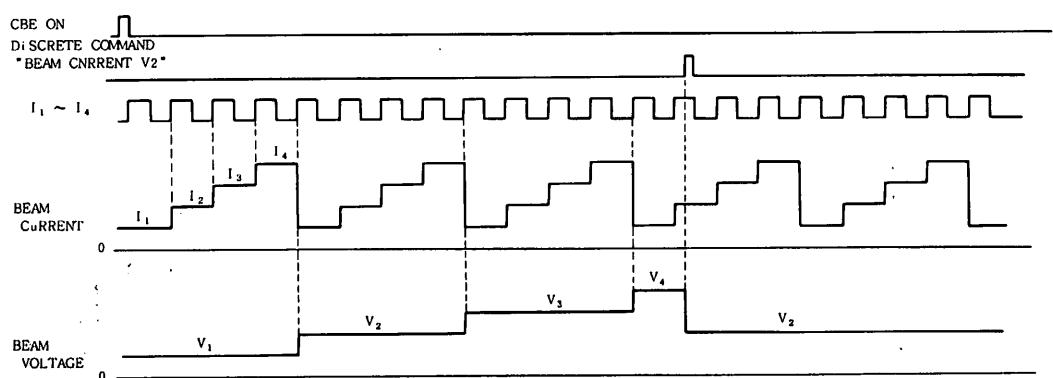
第 2-39 図



第 2 - 40 図

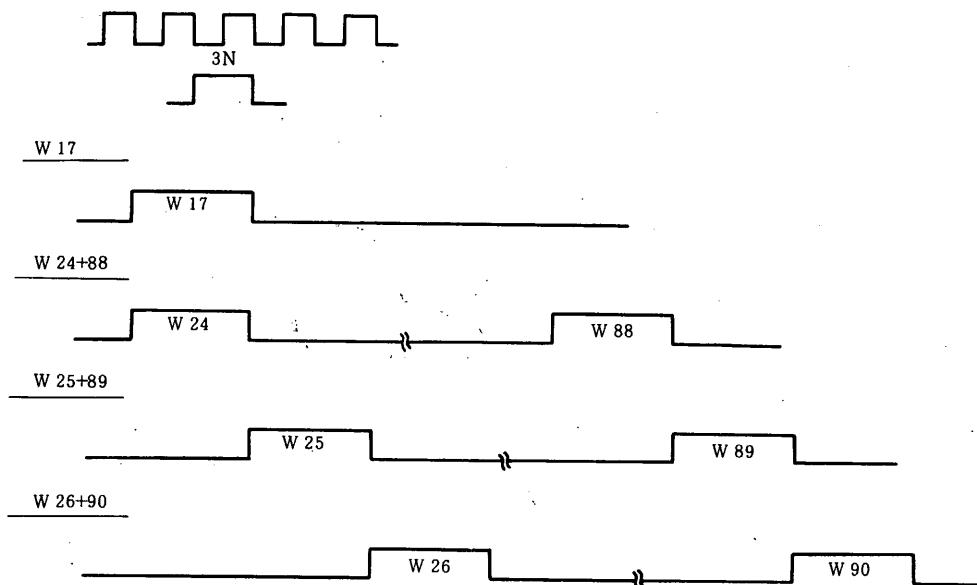


第 2 - 41 図

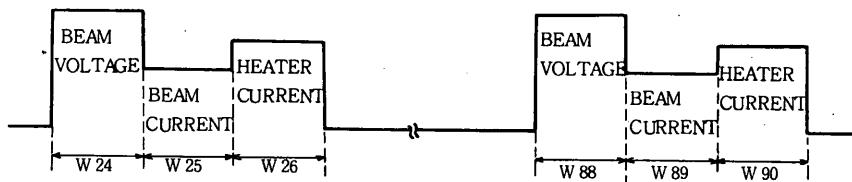


第 2 - 42 図

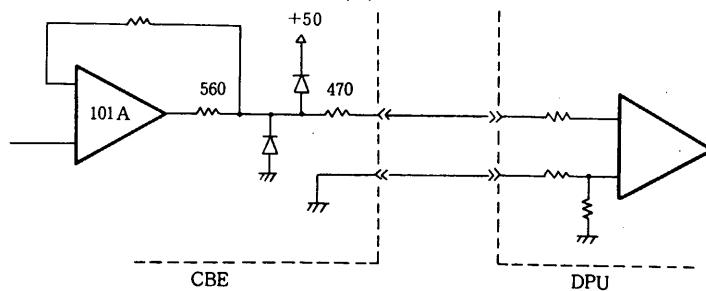
φ 2



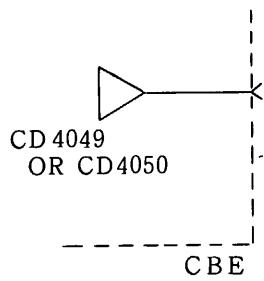
第 2 - 43 図



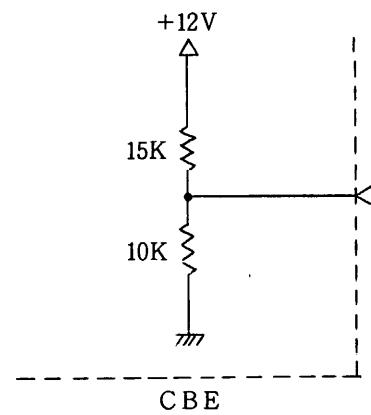
第 2 - 44 図



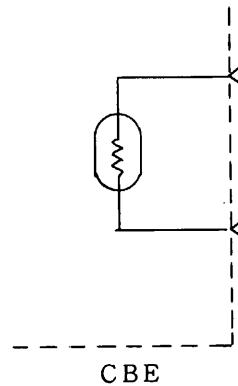
第 2 - 45 図



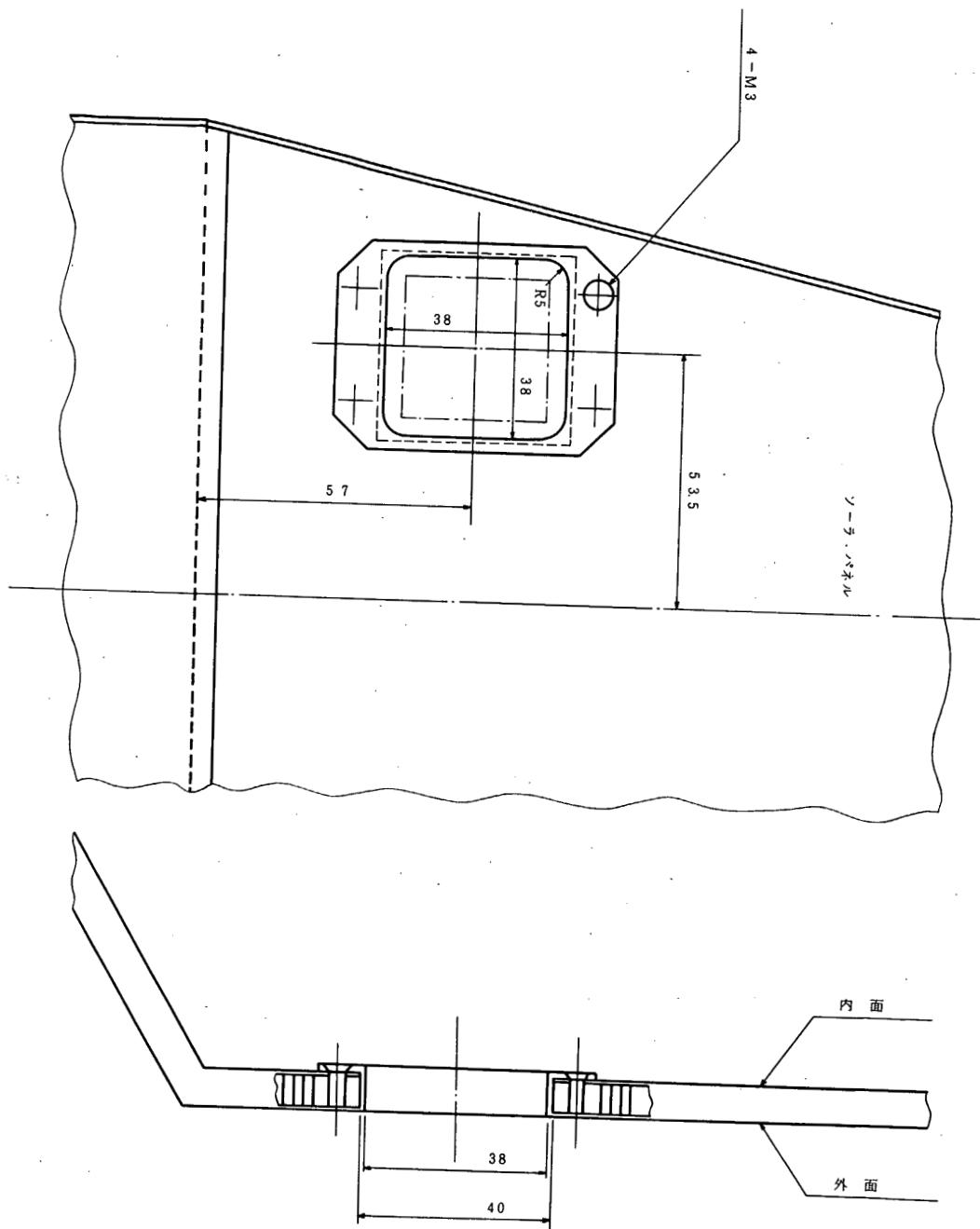
第 2 - 46 図



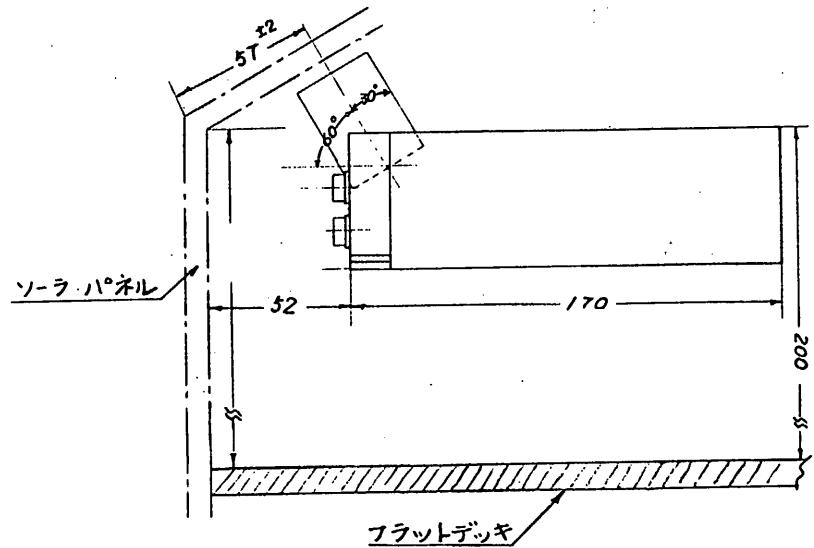
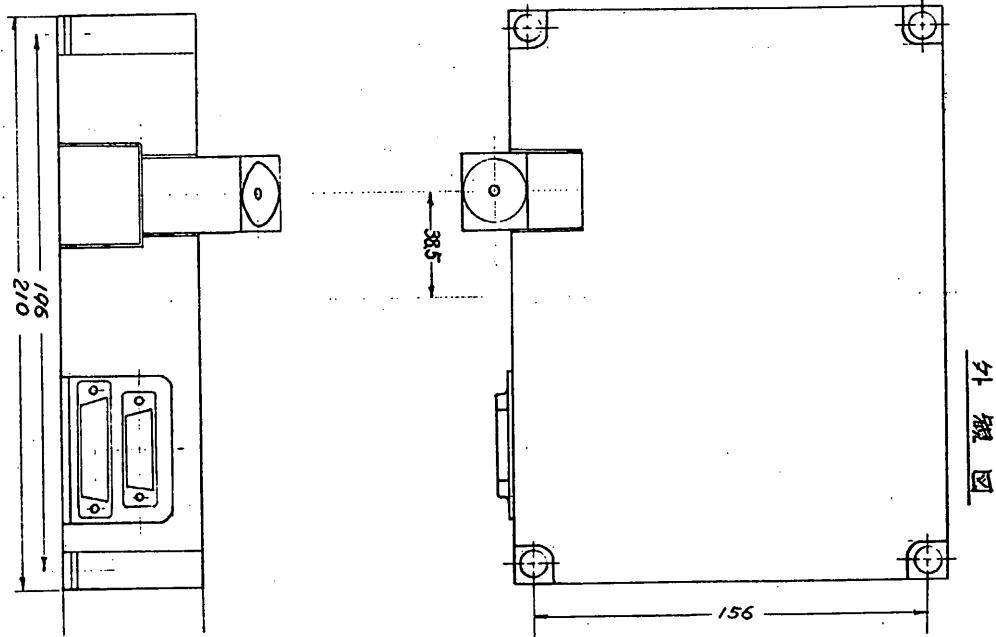
第 2 - 47 図



第 2 - 48 図



第 2-49 図 (a)



第2-49図 (b)

2.9 太陽電池特性計測装置 (SCM)

宇宙研 後川昭雄・高橋慶治

富田秀穂

日本電気 K. K

2.9.1 概 要

EXOS-Bに搭載のSCMは、宇宙環境における太陽光照射時の太陽電池素子出力を正確に測定すること、放射線による太陽電池素子の時間的劣化をモニターすることを目的としている。EXOS-Bは予定軌道が、Apogee = 35,000 Km (5.5 Re), Perigee = 250 Km (0.04 Re)の長楕円であり、バンーアレン帯の内帯 (1.5 ~ 2 Re), 外帯 (4 ~ 5 Re)の両方をつき抜けため、放射線による太陽電池素子の特性の劣化を調べるのに適している。

被計測用太陽電池素子は $1 \times 1 \text{ cm}^2$ の N/P 型素子 6 枚で、放射線劣化防止用カバーガラスの厚さは各素子で異なっている。これらの素子の V-I 特性を計測して特性劣化の比較を行う。

2.9.2 計測方法

SAS SENSOR と同一方向の太陽電池パネル上にマウントされた 6 枚の太陽電池素子の V-I 特性を、SAS パルス出力時 (太陽光正面入射時) に計測する方式である。

計測方式は、太陽電池素子の両端に 25 mV おき、29 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測定することにより、V-I 特性曲線上の 29 点を計測する方式である。

常温での素子の開放電圧は約 500 mV であるが、低温になるに従い増大するため素子温度が -75°C となっても V-I 特性曲線の全体を測定しうる様、最大 750 mV まで基準電圧が印加される。

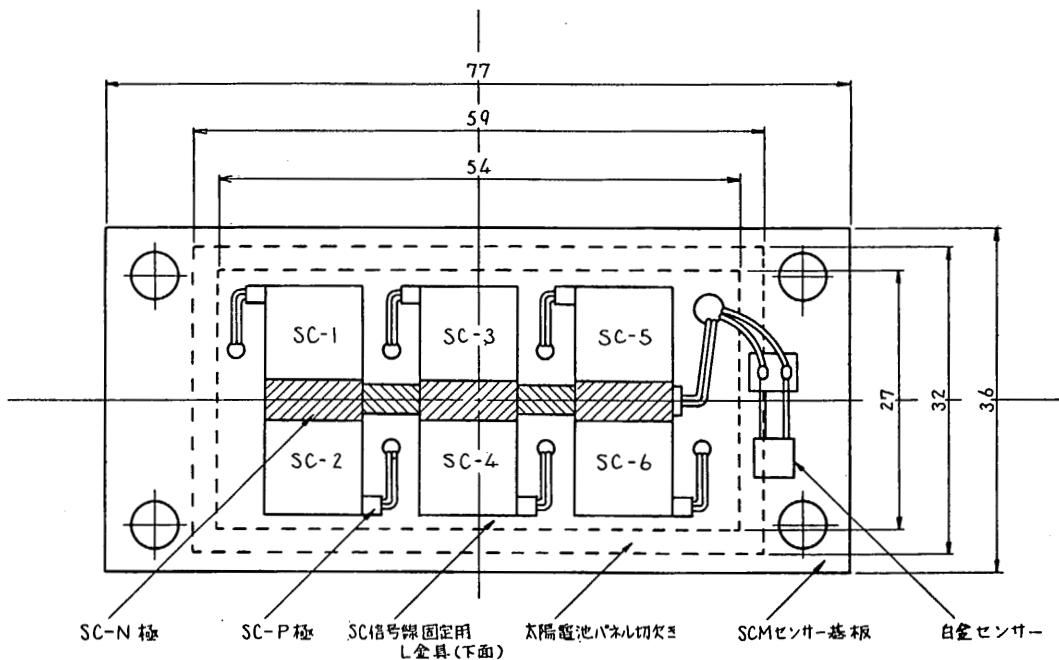
2.9.3 計測装置

(1) SCM SENSOR 部

SCM SENSOR 部は $1 \times 1 \text{ cm}^2$ の N/P 型太陽電池素子 6 枚と、素子温度を計測するため に白金センサー 1 個より成る。これらの素子の配置を第 2-50 図に示す。また 6 枚の素子カバーガラスの材質、厚さを第 2-25 表に示す。

温度センサーの出力は、太陽電池素子の特性の温度変化による効果を解析する際に使われる。

各素子に正確な電圧を印加するため、各素子からの信号線を電圧用と電流用にわけた四端子が電子回路部に入るようになっている。



第2-50図 SCM-SENSOR部

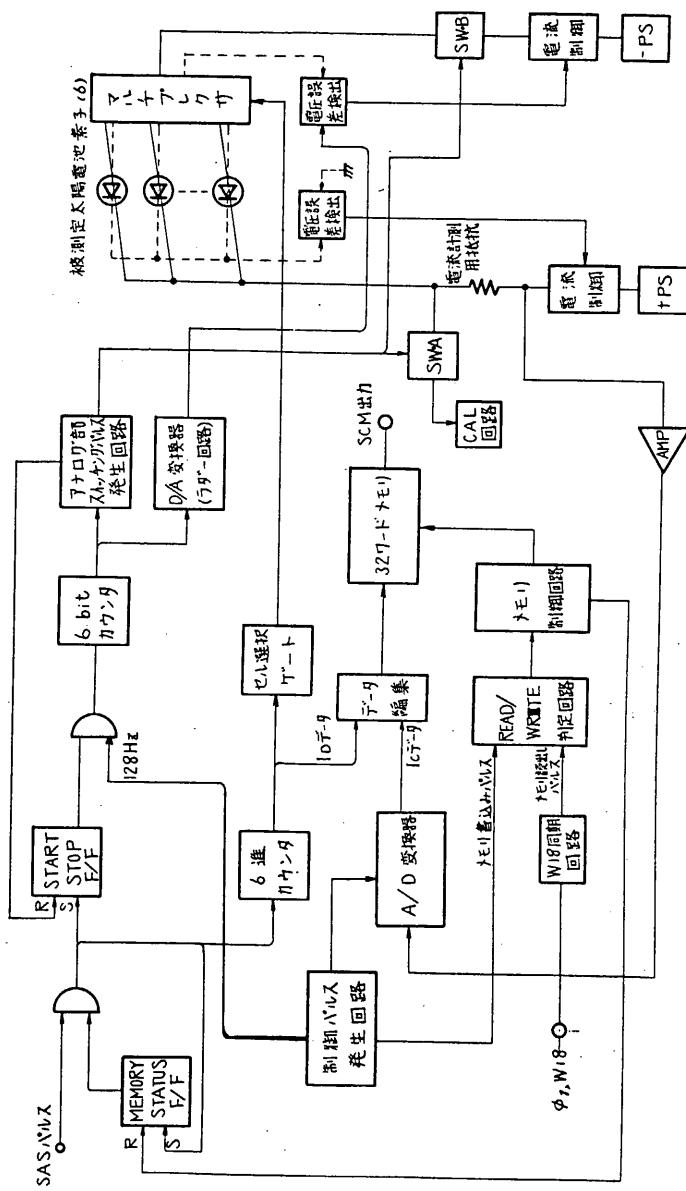
第2-25表 各素子のカバーガラスの材質と厚さ

素子No.	カバーガラス	備考
SC-1	0.15mm 溶融石英	EXOS-A搭載用素子
SC-2	0.15mm "	EXOS-B搭載用素子
SC-3	0.3 mm "	"
SC-4	0.6 mm "	"
SC-5	0.15mm Ceria Glass	"
SC-6	0.3 mm Conductive Cover Glass	"

(2) 電子回路部

電子回路部のブロック・ダイアグラムを第2-51図に示す。

衛星のスピ nによるSASの視野 (FW HM = 1.5°) 内に太陽が入った時のSASからの出力信号により、一枚の素子の計測を開始し、スピ nによる入射光量の変化が無視しうる時間内 (250 msec) に計測を完了する。29 step の基準電圧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 word (ID), Calibration 2 words (FULL - CAL, 0 - CAL) と合せ、32 words を1素子分の Data として DPU に転送する。ID word 中の 3 bits により、計測した素子の番号が示される。

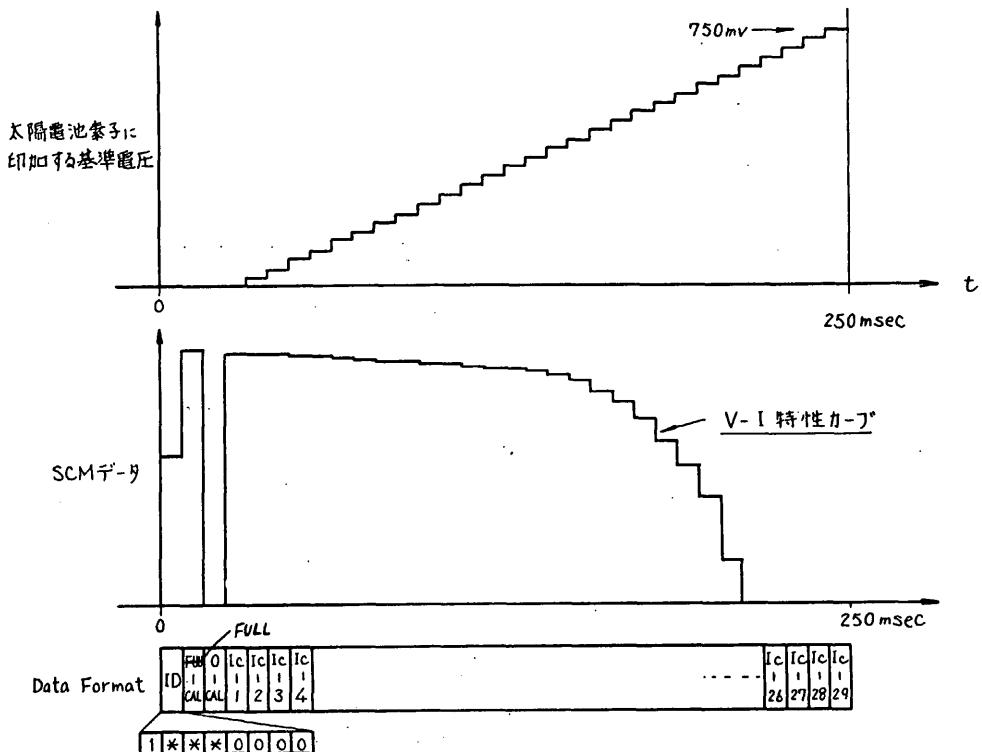


第2-51図 SCM ブロック・ダイアグラム

FULL - CAL は $AM = 0$ 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(35 mA)を電流計測用抵抗に流し, 0 - CAL (電流 OFF) とともに, SCM Data の較正に利用される。

第2-52図に素子に印加する基準電圧と得られるデータのアナログ換算値の時間変化, および Data Format を示す。

DPUへの Data 転送は, W_{18} と ϕ_1 を通して行なわれ, 計測で得られる1素子分の Data (32



第2-52図 印加電圧, SCM - Data, Data Format

words) を転送し終えるのに 32 sec (1024 b/s の high bit rate 時) または 128 sec (256 b/s の row bit rate 時) の時間を必要とするため, SCM回路は A/D 変換後の Data を Store しておくための 32 words Memory をもっている。

Memory 内容が完全に DPU 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 (EXOS-B の予定 spin rate, 0.5 rpm では 1 パルス / 120 sec の割合でくる) は, reject される。DPUへの Data 転送が完了した時点で Ready 状態となり, SAS パルスがきた時に次の素子の V-I 特性の計測を開始する。

なお本回路のアナログ部については, 51年6月の気球による較正実験によりその方式・性能は確認済みである。

2.9.5 データ取得量

ECOS-B の予定軌道から予測される可視時間は 0 ~ 8 時間の広範囲にわたっている。可視時間にのみ計測した場合の伝送しうる情報量 (太陽電池素子枚数換算) の概算を第 2-26 表に示す。ただし計算結果は, SCM回路が可視時間中常に ON になっているとした時の値である。

第2-26表 データ取得量の概算

打上げ当初

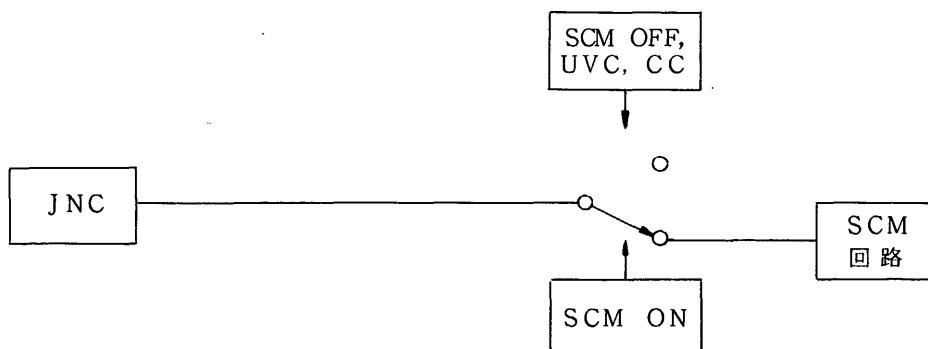
打上げから2ヶ月後

Rev No	情報量(素子枚数)		Rev No	情報量(素子枚数)	
	H B R	L B R		H B R	L B R
1	240	120	166	135	65
2	0	0	167	0	0
3	10	5	168	0	0
4	220	110	169	210	105
5	75	37	170	0	0
6	20	10	171	150	75
7	12	6	172	15	7
8	0	0	173	0	0

2.9.5 電気的性能

- (1) 入力電源: +5V, -5V, +12V, -12V
- (2) 消費電力: 1.37W (Max)
- (3) コマンド項目: ① SCM ON
② SCM OFF

ただしこれ以外に SCM は、 DPU OFF, UVC による V_{UVC} の検出およびコントロールコマンド (CC) の終了時にも OFF される。これらの機能を第2-53図に示す。



第2-53図 SCM ON/OFF 回路

- (4) H K 項 目 : Sensor 部溫度 F_{22} (TH - 1)
- (5) Word 割 当 : W_{18}
- (6) STATUS MONITOR 項目 : SCM ON/OFF (1 Bit)

2.9.6 機械的性能

(1) 外 形 尺 法

SENSOR 部 $36 \times 77 \times 3t$

電子回路部 $170 \times 210 \times 54.5H$

(2) 重 量

SENSOR 部 0.04 kg (予定値)

電子回路部 1.40 kg (予定値)

第 3 章

データープロセス装置

第3章 データプロセス装置

東大宇宙研 野 村 研 究 室

林 研 究 室

大家寛*・河島信樹

日本電気株式会社

3.1 データプロセッシングユニット(DPU)の概要

EXOS-Bに搭載されるデータプロセッシングユニット(DPU)は、衛星の位置、軌道、観測目的等に応じて自動的にデータ伝送のパラメータを最適状態に制御するとともに、観測者が地上からの指令によりDPU内にメモリした、任意のプログラムに従って、各観測機器のパラメータ設定を逐次制御しデータの集積、蓄積、編集を行なう装置である。

DPUの最大の特徴は約6万種類のOrganizedコマンドと呼ばれる複合コマンドを任意のシーケンスに配列したコントロールコマンドによる衛星の自動管制機能である。Organizedコマンドとは、1024秒を一観測期間として、その間各機器に種々の制御信号を供給し、衛星の動作及び観測機器を制御する複合コマンドである。あらかじめ任意のコントロールコマンドをDPUに地上からのコマンドでメモリさせておけば、9時間あるいは数日間にわたりコマンドを指令することなく自動的に衛星は管制されデータを取得することができる。又遠地点が35,000kmになるが、この様に回線条件のよくない時に、コマンドを指令することなく、衛星を運用することができる。

約6万種類のOrganizedコマンドは地上からの指令により任意のシーケンスに配列することができるので、非常に自由度のある衛星の運用及び観測が可能である。又コマンドデコーダのカウンタ出力をデコードして300項目の実時間コマンドを発生する機能もDPUの特徴の一つである。

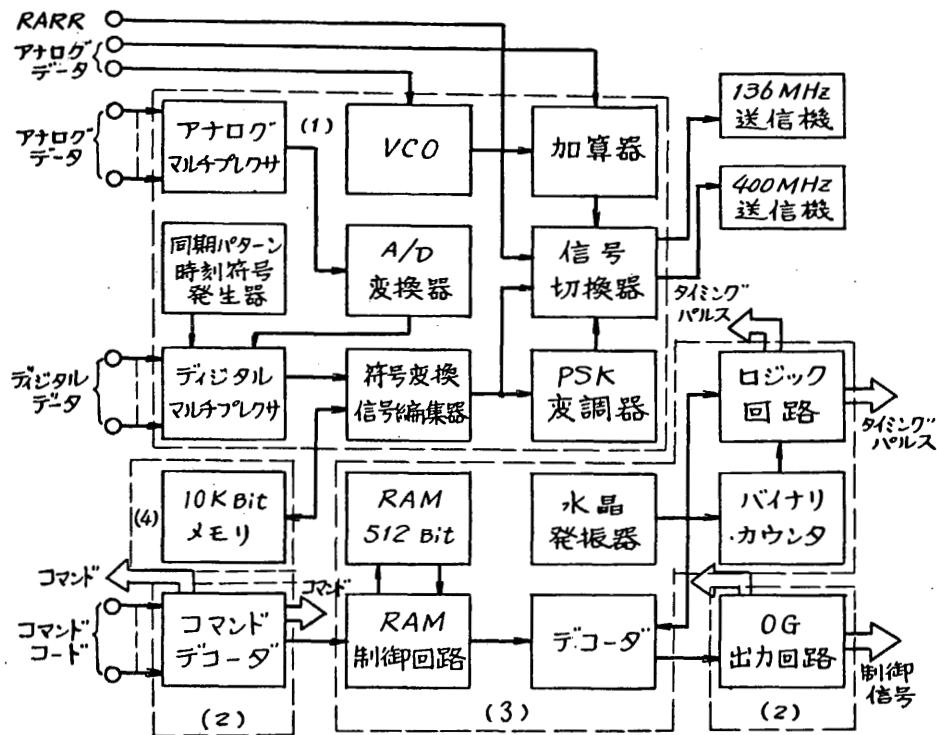
EXOS-Bはアナログ伝送するデータが多いので、DPU内にサブキャリア発振器及びアナログ信号の加算器を持ちアナログデータに関する処理も行なっている。

PCMデータは実時間データとして伝送する一方、コマンドで指定されたサンプリングモードでサンプルされ、C-MOS-ICをメモリ素子とする10K Bitsメモリに一塙蓄積され、可視時間に再生される。この記録方式は従来のテープレコーダ方式とはちがい、DPUの特徴的な方式である。又ロジックICはすべてC-MOS ICを使用し驚異的な低電力化を行なっている。

3.2 各部の動作概要

第3-1図にDPUの機能系統図を示す。

* 東北大理



第3-1図 DPU機能系統図

OG: ORGANIZED COMMAND

- DPUは大別すると (1) データ処理部
 (2) コマンド発生部
 (3) 管制部
 (4) 10K Bitsメモリ から構成される。

3.2.1 データ処理部

アナログマルチプレクサでサンプリングされたアナログデータは A/D 変換器で 8 ビットのディジタルデータに変換される。ディジタルマルチプレクサでは、同期パターン、時刻信号、ディジタルデータ、A/D 変換器出力等のディジタル信号がサンプリングされ、NRZ-L の PCM 信号に編集される。データフォーマットは 4 種類あり、Organized コマンド又は実時間コマンドにより指定される。編集された NRZ-L 信号は符号変換器で SP-M 信号に変換される。

ビットレートが低い時の SP-M 信号 (256 B/S) は、サブキャリア周波数 2048 Hz の PSK 変調器で DPSK 変調される。ビットレートが高い時の SP-M 信号 (1024 B/S) は PSK 変調されず、そのまま信号切換器を経由して送信機へ送られる。

アナログ伝送データは大別すると FM-PM 方式で伝送されるものと PM 方式で伝送される

ものがあるが、加算器においてこれらのデータは合成され、信号切換器を経由して送信機へ送られる。

3.3 コマンド発生部

3.3.1 ディスクリートコマンド

コマンド発生部では、コマンドデコーダのカウンタ出力 ($\overline{A}_0 \sim \overline{A}_3, \overline{E}_0 \sim \overline{E}_3$) をデコードし 300 項目に discrete コマンド（実時間コマンド）を発生する。discrete コマンドには、地上からの 1 回のコマンド指令で動作するコマンド (DDC) と 2 回の指令によって動作する (PDC) がある。

第 3-1 表～第 3-3 表に DDC, PDC の表を示す。

第 3-1 表

DDC コマンド項目表

CM 番号	AD	EX	項目	用途	備考
1	8	1	DPU-ON	DPU, HK, SCM, MGF/SAS, ON データフォーマットを F1, F2 にする	
2	8	2	DPU-OFF	DPU, MGF/SAS, CBE, IEF, ESP, WCM, NPW, SPW, DPL, SCM, HK, RARR OFF 136 TX, 400 TX, LOW POWER	
3	8	3	ECC Set	Control Command Set 命令	
4	8	4	NCP Set	新しい Control Command Set 準備	
5	8	5	" 1 "	" 1 " を RAM 又はシフトレジスタに書き込み	
6	8	6	" 0 "	" 0 " を RAM 又はシフトレジスタに書き込み	
7	8	7	PDC-1 ON	PDC-1 コマンド指定	
8	8	8	PDC-2 ON	PDC-2 コマンド指定	
9	8	9	LOOP ANT MAG SENSOR EXT	LOOP ANT と MAG SENSOR を 伸展する	2回操作で 伸展する
10	8	10	LOOP ANT MAG SENSOR EXT STAND BY	LOOP ANT と MAG SENSOR の 伸展準備	
11	8	11	ANT DRIV STAND BY	60m ANT の伸展準備 ON	2回操作で 伸展する
12	8	12	ANT DRIV POWER ON	60m ANT の伸展電源 ON	
13	8	13	ESP HV(Ion) ON	ESP の Channeltron (Ion) ON	
14	8	14	ESP-ON	ESP の電源 ON	

CM 番号	AD	EX	項 目	用 途	備 考
15	8	15	ESP HV (ELE) ON	ESP の Channeltron (ELE) ON	
16	9	1	DPU-OFF	DPU, MGF/SAS, CBE, IEF, ESP, WCM NPW, SPW, DPL, SCM, HK, RARR OFF 136 TX, 400 TX, LOW POWER	
17	9	2	DPU-ON	DPU, HK, SCM, MGF/SAS ON データフォーマットを F1, F2 にする	
18	9	3	EOC Set	Organized Command Set 命令	
19	9	4	START	EOC 又は ECC 開始	
20	9	5	" 0 "	" 0 " を RAM 又はシフトレジスタに書き込み	
21	9	6	" 1 "	" 1 " を RAM 又はシフトレジスタに書き込み	
22	9	7	PDC-2 ON	PDC-2 コマンド指定	
23	9	8	PDC-1 ON	PDC-1 コマンド指定	
24	9	9	CBE H.V. - ON	CBE の高圧 ON	
25	9	10	LOOP ANT MAG SENSOR POWER OFF	LOOP ANT と MAG SENSOR の POWER を OFF	
26	9	11	SPW POWER AMP ON	SPW の 400W AMP 電源 ON	
27	9	12	ANT DRIIV OFF	60m ANT 伸展電源 OFF	
28	9	13	ESP Analyzer 電源 OFF	ESP の Analyzer 電源 OFF	
29	9	14	ESP OFF	ESP の電源 OFF	
30	9	15	ESP Analyzer 電源 ON	ESP の Analyzer 電源 ON	
31	10	1	Bit rate (H)	Bit rate を 1024 B/S にする	SP ₂ (TB ₂)
32	10	2	Bit rate (L)	Bit rate を 256 B/S にする	SP ₁ (TB ₈)
33	10	3	RAM クリヤー	Control Command をメモリする RAM 内容をクリヤーする	
34	10	4	RAM チェック	RAM 内容をチェックする チェックフレームフォーマットは F5 とする	
35	10	5	Write	RAM 書込開始命令	
36	10	6	all data 記録	all data 記録	
37	10	7	HK data 記録 (1)	HK data の F ₁ ~ F ₁₆ 記録	
38	10	8	all data 再生	all data 再生 IEF data 再生	
39	10	9	CBE ON	CBE の電源電圧 ON	
40	10	10	CBE H.V. - OFF	CBE の高圧 OFF	

CM 番号	AD	EX	項目	用途	備考
41	10	11	SPW-ON	SPW, WCMの電源 ON (TX ON)	
42	10	12	SPW POWER AMP OFF	SPWの 400W AMP 電源 OFF	
43	10	13	ESP H.V. (Ion) OFF	ESP の Channeltron (Ion) OFF	
44	10	14	ESP H.V. (ELE) OFF	ESP の Channeltron (ELE) OFF	
45	10	15	136 TX PWR down	136TX の POWER down	
46	11	1	HK data 再生	HK data 再生	
47	11	2		スペア	
48	11	3	IEF 記録	IEF データの記録を行なう	
49	11	4	F ₃ mode	データフォーマットを F ₃ にする	
50	11	5	F ₄ mode	データフォーマットを F ₄ にする	
51	11	6	IOKBM OFF	10KBM 電源 OFF	
52	11	7	data hold	data hold	
53	11	8	EOCC	end of control command	
54	11	9	CBE OFF	CBE の電源電圧 OFF	
55	11	10	SCM-OFF	SCM の電源 OFF	
56	11	11	SPW-OFF	SPW の電源 OFF	
57	11	12	136 TX PWR UP	136TX の POWER UP	
58	11	13	400 TX ON	400TX の電源 ON	
59	11	14	400 TX OFF	400TX の電源 OFF RARR 電源 OFF	
60	11	15	400 TX PWR down	400TX の POWER down	
61	12	1	RFAZ	Control Command recycle from address zero	
62	12	2	400 TX PCM 伝送	400 TX で PCM 伝送 RARR 電源 OFF	
63	12	3	400 TX RARR 伝送	400 TX で RARR 伝送 RARR 電源 ON	
64	12	4	400 TX アナログ 伝送	400 TX で アナログ 伝送 RARR 電源 OFF	
65	12	5	136 TX PCM 伝送	136TX で PCM 伝送	
66	12	6	136 TX アナログ 伝送	136TX で アナログ 伝送	
67	12	7	変調 ON	136TX, 400TX に 変調をかける	

CM 番号	AD	EX	項 目	用 途	備 考
68	12	8	136 TX 変調 OFF	136 TX の変調 OFF	
69	12	9	WCM - TX RX OFF	WCM - TX, WCM - RX の電源 OFF	
70	12	10	MGF/SAS OFF	MGF/SAS の電源 OFF	
71	12	11	136 TX ON	136 TX の電源 ON	
72	12	12	136 TX OFF	" OFF	
73	12	13	400 TX PWR UP	400 TX POWER UP	
74	12	14	NPW - ON	NPW, WCM の電源 ON (TX, RX)	
75	12	15	DPL - ON	DPL の電源 ON	
76	13	1	400 TX 変調 OFF	400 TX の変調 OFF	
77	13	2	SCO full cal	SCO の full cal	
78	13	3	SCO zero cal	SCO の zero cal	
79	13	4	時刻符号リセット	時刻符号カウンタリセット	
80	13	5	END	NCP 完了	
81	13	6	Real 伝送 ON	Real time data 伝送	
82	13	7	F ₁ , F ₂ mode ON	F ₁ , F ₂ mode にする	
83	13	8	YSA - ON	YSA ON, YSA 伝送 シーケンスモニタ 伝送 ON	EPT と共に
84	13	9	PCU AUTO ON level A	PCU をオートモードにする level を A にする	
85	13	10	BAT CHG FULL	BAT をフル充電する。BAT を ON する	
86	13	11	SC POWER ON	太陽電池出力を負荷へ供給する	
87	13	12	BAT heater ON	BAT - heater ON	
88	13	13	UVC - ON	UVC Control ON	
89	13	14	NPW - OFF	NPW の電源 OFF	
90	13	15	DPL - OFF	DPL の電源 OFF	
91	14	1		アキ	
92	14	2		スペア	
93	14	3		"	
94	14	4		"	

CM 番号	AD	EX	項 目	用 途	備 考
95	14	5		スペア	
96	14	6		"	
97	14	7	HK data 記録(1)	HK data (4) F ₄₉ ~ F ₆₄ 記録	
98	14	8	HK data 記録(2)	HK data (2) F ₁₇ ~ F ₃₂ 記録	
99	14	9	PCU Manual	PCU 制御をマニュアルにする	
100	14	10	BAT CHG TRIC	BAT をトリクル充電する	
101	14	11	BAT heater OFF	BAT - heater OFF	
102	14	12	BAT heater high	BAT - heater を high にする	
103	14	13	UVC - OFF	UVC Control OFF	
104	14	14	IEF - ON	IEF, WCM の電源 ON (TX, RX)	
105	14	15	SCM - ON	SCM の電源 ON	
106	15	1	YSA - OFF	YSA OFF, YSA 伝送 OFF シーケンスモニタ伝送 OFF	EPT と共に
107	15	2		スペア	
108	15	3		"	
109	15	4		"	
110	15	5		"	
111	15	6		"	
112	15	7		"	
113	15	8	HK data 記録(3)	HK data (3) F ₃₃ ~ F ₄₈ 記録	
114	15	9	PCU Auto ON level B	PCU をオートモードにする level を B にする	
115	15	10	SC POWER ON	太陽電池出力を負荷へ供給する	
116	15	11	SC POWER OFF STAND BY	太陽電池出力 OFF 準備	2回操作で OFF にする
117	15	12	BAT heater low	BAT - heater low	
118	15	13	SC POWER OFF	太陽電池出力 OFF	
119	15	14	IEF - OFF	IEF 電源 OFF	
120	15	15	点火停止 (SO)	3段目点火停止 (EPT - OFF)	

第3-2表

PDC コマンド項目表

CM 番号	X	Y	項 目	用 途	備 考
1	10	1	MGF gain Auto cont	MGF の gain Automatic Control	
2	10	2	MGF gain Manu cont	MGF の gain Manual Control	
3	10	3	MGF Manu gain 1	MGF Manual gain 1	
4	10	4			
5	10	5			
6	10	6	YSA-Cal ON	YSA 系 Cal ON	
7	10	7	YSA-Preset	YSA の Preset	
8	10	8			
9	10	9			
10	10	10			
11	10	11			
12	10	12			
13	10	13			
14	10	14			
15	10	15			
16	11	1	MGF Manu gain 2	MGF Manual gain 2	
17	11	2	MGF Manu gain 3	" 3	
18	11	3	MGF Manu gain 4	" 4	
19	11	4			
20	11	5			
21	11	6	YSA-Cal OFF	YSA 系 Cal OFF	
22	11	7			
23	11	8			
24	11	9			
25	11	10			
26	11	11			

CM 番号	X	Y	項 目	用 途	備 考
27	11	12			
28	11	13			
29	11	14			
30	11	15			
31	12	1	MGF/SAS Cal ON	MGF と SAS の Cal ON	
32	12	2	MGF/SAS Cal OFF	" OFF	
33	12	3	ESP Cal ON	ESP の Cal ON	
34	12	4	ESP Cal OFF	" OFF	
35	12	5			
36	12	6			
37	12	7			
38	12	8			
39	12	9			
40	12	10			
41	12	11			
42	12	12			
43	12	13			
44	12	14			
45	12	15			
46	13	1	ESP H.V. (Ion) H	ESP の Channeltron (Ion) HV を High にする	
47	13	2	ESP H.V. (Ion) M	" Middle にする	
48	13	3	ESP H.V. (Ion) L	" Low にする	
49	13	4	ESP H.V. (ELE) H	ESP の Channeltron (ELE) HV を High にする	
50	13	5	CBE Beam Energy V_1	CBE の Beam Energy V_1	
51	13	6	CBE Beam Energy V_2	" V_2	
52	13	7			
53	13	8			

CM 番号	X	Y	項 目	用 途	備 考
54	13	9			
55	13	10			
56	13	11			
57	13	12			
58	13	13			
59	13	14			
60	13	15			
61	14	1	ESP H.V. (ELE) M	ESP の Channeltron (ELE) HV を Middle にする	
62	14	2	ESP H.V. (ELE) L	" Low にする	
63	14	3	ESP Discr level (Ion) H	ESP の discriminator (Ion) の level を High にする	
64	14	4	ESP Discr level (Ion) M	" Middle にする	
65	14	5	CBE Beam Energy V_3	CBE の Beam Energy V_3	
66	14	6	CBE Beam Energy V_4	" V_4	
67	14	7	CBE Beam Current I_1	CBE の Beam Current I_1	
68	14	8			
69	14	9			
70	14	10	U ANT-1 ON U ANT-2 OFF	U ANT-1 ON, U ANT-2 OFF	
71	14	11			
72	14	12			
73	14	13			
74	14	14			
75	14	15			
76	15	1	ESP Discr level (Ion) L	ESP の discriminator (Ion) の level を Low にする	
77	15	2	ESP Discr level (ELE) H	ESP の discriminator (ELE) の level を High にする	
78	15	3	ESP Discr level (ELE) M	" Middle にする	
79	15	4	ESP Discr level (ELE) L	" Low にする	
80	15	5	CBE Beam Current I_2	CBE の Beam Current I_2	

CM 番号	X	Y	項 目	用 途	備 考
81	15	6	CBE Beam Current I_3	CBE の Beam Current I_3	
82	15	7	CBE Beam Current I_4	" I_4	
83	15	8			
84	15	9			
85	15	10	U ANT-1 OFF U ANT-2 ON	U ANT-1 OFF, U ANT-2 ON	
86	15	11			
87	15	12			
88	15	13			
89	15	14	DDC-1 ON	DDC コマンドにする	自動復帰の Back up
90	15	15			

第3-3表

PDC 2 コマンド項目表

CM 番号	H	V	項 目	用 途	備 考
1	10	1	NPW-A Sweep	NPW-A を Sweep モードにする	
2	10	2	NPW-A FIX	NPW-A を FIX モードにする	
3	10	3	WCM-Cal	WCM を Cal モードにする	
4	10	4	WCM-MES	WCM の Cal モードを OFF	
5	10	5	IEF-I OFF	IP 電源 OFF, IP-OFF	
6	10	6	IEF-I Cal	IP Cal	
7	10	7	IEF-I MES	IP の観測	
8	10	8	IBO	IP Bias ON	
9	10	9	IBF	IP Bias OFF	
10	10	10	IEF-C	IEF-C モード (EFD 観測)	
11	10	11			
12	10	12	ANT Bias ON	ANT Bias ON	
13	10	13	ANT Bias OFF	ANT Bias OFF	

CM 番号	H	V	項 目	用 途	備 考
14	10	14	DPL Cal ON	DPL Cal ON	
15	10	15	DPL Cal OFF	DPL Cal OFF	
16	11	1	SPW-S	SPW-S モードにする	
17	11	2	SPW-SW	SPW-Sweep モードにする (TX SIG)	
18	11	3	SPW-FIX 1	SPW-FIX SIG 1 にする	
19	11	4	SPW-FIX 2	SPW-FIX SIG 2 にする	
20	11	5	IEF-D	IEF-D モード (LPD観測)	
21	11	6	IEF-F	IEF-F モード (DC FIX)	
22	11	7	IEF-Cal	Cal (EFD, LPS, IFD, DC FIX)	
23	11	8	IEF MES	IEF の観測	
24	11	9	IEF FIX 1	STEP Bias Cont F1	
25	11	10	IEF FIX 2	STEP Bias Cont F2	
26	11	11			
27	11	12	NPW/DPL VGA1	VLF RX Gain Cont (H)	
28	11	13	NPW/DPL VGA2	VLF RX Gain Cont (L)	
29	11	14	NPW/DPL ABO	Bias ON	
30	11	15	NPW/DPL ABF	Bias OFF	
31	12	1	SPW-FIX 3	SPW FIX SIG 3 にする	
32	12	2	SPW-FIX 4	SPW FIX SIG 4 にする	
33	12	3	WCM Sweep rate 1	SPW, NPW-A TB による	
34	12	4	WCM Sweep rate 2	IEF-I, NPW-S 250 ms	
35	12	5	IEF FIX 4	STEP Bias Cont F4	
36	12	6	IEF SW	STEP Bias Reset	
37	12	7	IEF BIAS MEMO 2^0	FIX 2^0	
38	12	8	IEF BIAS MEMO 2^1	FIX 2^1	
39	12	9	IEF BIAS MEMO 2^2	FIX 2^2	
40	12	10	IEF BIAS MEMO 2^3	FIX 2^3	

CM 番号	H	V	項 目	用 途	備 考
41	12	11			
42	12	12			
43	12	13	NPW - A MES	NPW - A 観測モードにする	
44	12	14	NPW Cal 1	NPW Cal 1 にする	
45	12	15	NPW Cal 2	NPW Cal 2 にする	
46	13	1	IEF - I	IEF - IP に接続	
47	13	2	WCM AUTO		
48	13	3	NPW - S	NPW - S モードにする	
49	13	4	AP 1	AP1 にする。SCOをOFFにする	
50	13	5	IEF Reset	FIX $2^0 \sim 2^4$ を Reset	
51	13	6	IEF - GA 1	Gain Cont High	
52	13	7	IEF - GA 2	Gain Cont Low	
53	13	8	非常時 (A)	ANT A \rightarrow ANT B にする	
54	13	9	非常時 (B)	ANT B \rightarrow ANT A にする	
55	13	10	ANT - AUTO	F - a での切換	
56	13	11			
57	13	12			
58	13	13			
59	13	14			
60	13	15			
61	14	1	AP 2	AP 2 にする。SCOをOFFにする	
62	14	2	AP 3	AP 3 にする。SCOをONにする YSA 伝送をアナログデータ伝送に切換	
63	14	3	NPW - A	NPW - A モードにする	
64	14	4	GA 1	Gain Cont 1	
65	14	5	ANT - FIX	A (60) にする	
66	14	6	IEF - S	IEF - S モード (LPS 観測)	
67	14	7	IEF FIX 3	STEP Bias Cont F3	

CM 番号	H	V	項 目	用 途	備 考
68	14	8	IEF BIAS MEMO 2 ⁴	FIX 2 ⁴	
69	14	9	ANT EXT	ANT を伸展する	
70	14	10	ANT RET	ANT を収縮する	
71	14	11			
72	14	12			
73	14	13			
74	14	14			
75	14	15	SPW P1	SPW POWER AMP High	
76	15	1	GA 2	Gain Cont 2	
77	15	2	NPW-V	NPW-V モードにする	
78	15	3	NPW-VL	NPW-VL モードにする	
79	15	4	SPW-V	SPW-V モードにする	
80	15	5	ANT Select (A)	ANT-A にする	
81	15	6	ANT Select (B)	ANT-B にする	
82	15	7	ANT-1 Set	ANT-1 選択 (A B共通)	
83	15	8	ANT-2 Set	ANT-2 選択 (A B共通)	
84	15	9	ANT MONI PS-ON	ANT モニタ電源 ON	
85	15	10	ANT MONI PS-OFF	ANT モニタ電源 OFF	
86	15	11			
87	15	12			
88	15	13			
89	15	14	DDC-1 ON	DDC コマンドにする	自動復帰の Back up
90	15	15	SPW P2	SPW POWER AMP LOW	

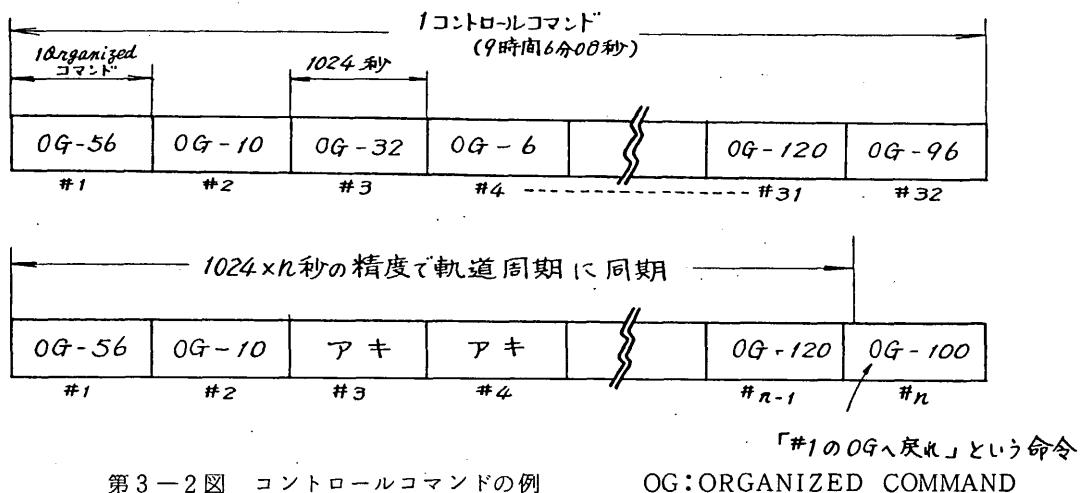
PDCはコマンド項目数拡大のためにDDCによって選択されるコマンドマトリックスの名称でPDC₁とPDC₂の2種類があり、項目数はそれぞれ90項目である。PDC指令後は、自動的にPDC状態に復帰する。又万一故障によりDDCへの自動復帰ができなくなった場合及び誤ってPDC₁又PDC₂をセットした時のためにPDCによるDDCへの復帰もできるようになっている。

DDCは1回操作のコマンドであるので頻繁に使用する共通機器の制御及び各機器のON/OFF制御に使われる。DDCの出力はすべてリレードライバ出力であり、PDCは主に観測機器の制御に使われる。

3.3.2 Organized コマンド

Organizedコマンドは本DPUの最大の特徴であり、一観測単位(1024秒)を最少単位として、その間共通機器及び観測機器に決まった形式で次々と供給される複合コマンドである。

Organizedコマンドは約6万種類可能で、この中から任意の32種類を選択して、32項目からなるOrganizedコマンドのシーケンス(これをコントロールコマンドと言う)を作り一連の制御シーケンスで、9時間6分8秒以内の時間にわたり、衛星の運用を自動的に行なわせることができる。又“Recycle from address zero”というOrganizedコマンドをOrganizedコマンドのシーケンス内の任意のtime slotに入れることにより、1024秒の精度で衛星の軌道周期に同期させて数日間自動的に衛星を管制することができる。第3-2図にコントロールコマンドの一例を示す。



第3-2図 コントロールコマンドの例

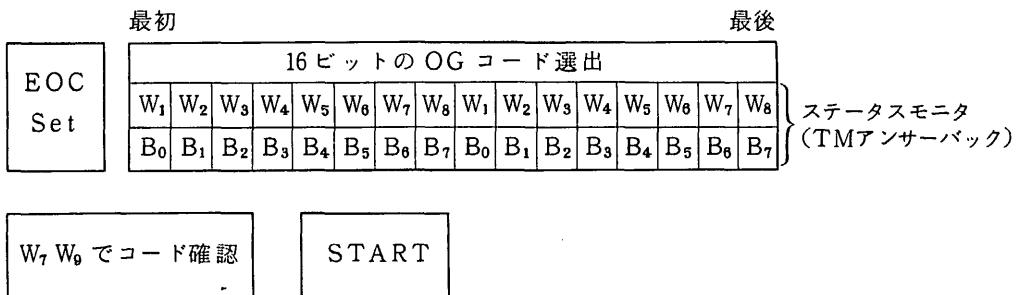
Organizedコマンドの選択及びその配列は地上からのコマンド(DDC)により自由に行なえるので、非常に自由度のある管制が可能になる。例えば250km～35,000kmのレンジにわ

たって最良の S/N が得られる様に 136 MHz 送信機の使い分け，送信電力，ビットレートの選択を行なう一方観測目的に応じて観測機器の選択，パラメータの選択，観測目的毎のタイミングパルスの供給等が逐次自動的に行なわれる。

まず Organized コマンドの操作は，EOC (Execute the Organized Command)，NCP (New Control Command Production)，および ECC (Execute the Control Command) によって行なわれる。

(a) EOC (Execute the Organized Command)

本コマンドは，1 Organized Command (OG) だけを単独で実行するものであり，下記の手順にて DDC により送信し実行させる。



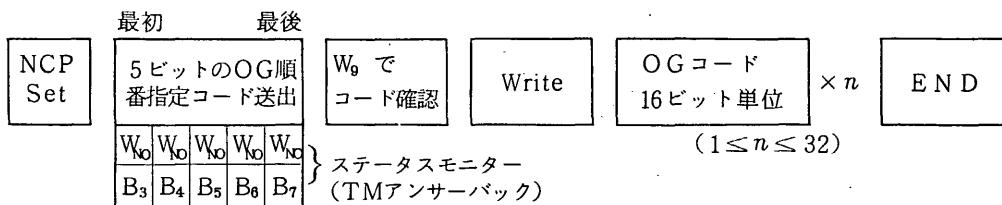
したがって START を含め，1 OGを実行するコマンド操作は18回である。

〈操作上の注意〉

- W₈ W₉ のコード確認の時，コードに誤りがあった時
〔START〕を指令せず，DPU-ONを指令し〔EOC Set〕からやり直す。
- 16ビットコードを入れている途中で誤ったコードを入れた時
DPU-ONを指令し〔EOC Set〕からやり直す。
- 〔EOC Set〕後〔EOC Set〕を取消したい時
DPU-ON コマンドを指令して〔EOC Set〕をクリヤーする。又は〔ECC Set〕〔NCP Set〕，〔RAMクリヤ〕，〔RAMチェック〕，〔DPU-OFF〕のどれかを送って設定変更してもよい。
- EOC実行中に EOCを中止したい時
DPU-OFF コマンドを指令する。
- EOC実行中に他の動作モード (EOC or RAMクリヤ or RAMチェック or NCP) を実行したい時
DPU-ON 又は ECC Set 又は NCP セット又は RAMチェック又は DPU-OFF を送ってから通常操作で行なう。

(b) N C P (New Control Command Production)

本コマンドは、新しいコントロールコマンドを RAMに書込むもので、下記の手順にて D D Cにより送信し実行させる。



OGの順番コードとOGの順番の関係は第3-4表に示す。

《操作方法》

- OG順番の最初やある順番から連続してOGコード(16ビット単位)をDPU内のRAMに書き込む時

[N C P Set] → [5 ビットの OG 順番指定コード送出] → [W₉ で コード確認] → [Write] を DDC でコマンド送信後，OGコードを $16 \times n$ ビット ($1 \leq n \leq 32$) 連続して DDC により送信し，その後 [E N D] を送信する。なお，RAMの内容のチェックはテレメータを F 5 (RAMチェックモード) にしチェックする。例えば1番目，10番目，および30番目といった順でとびとびにOGコードを新しいものに書き込みたい場合は通常操作の通り，[N C P Set]～[E N D]を繰りかえす。この場合，1番目を書き込んだら [E N D]，つぎに10番目に対して [N C P]～[E N D]，つぎに30番目に対して [N C P Set]～[E N D] という方式になる。操作上の注意は以下のとおりとなる。
- W₉ B₃～B₇ のコード確認の時，コードに誤りがあった時

[Write] を指令せずもう一回正しい5ビットコードを送り直す。
- 5 ビットコードを入れている途中で誤ったコードを入れた時

“1”又は“0”を指令して5ビットをとにかく送り終える。その後正しい5ビットコードを送り直す。
- [N C P Set] 後 [N C P Set] を取消したい時

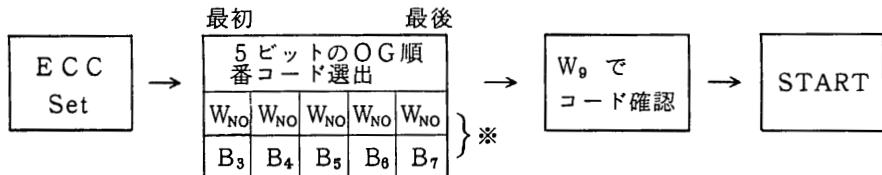
DPU-ONコマンドを指令して，[N C P Set]をクリヤーする。又は[ECC Set] [RAMクリヤー]，[RAMチェック]，[DPU-OFF] のどれかを送って設定変更してもよい。
- N C P 実行中に他の動作モードを実行したい時

DPU-ON又はEOC Set又はECC Set又はRAMチェック，又はDPU-OFF

を送ってから通常操作で行なう。

(c) ECC (Execute the Control Command)

このコマンドは, NCPでRAMに書き込まれたコントロールコマンドを実行させるもので
下記の手順にてDDCにより送信し, 実行させる。つまり,



※ ステータスモニター (TMアンサーバック)

操作方法としては, No 1 ~ 32のOGのうち, 実行開始するOGの番号を5ビットのOG順番コードで指定し, W₉ で確認後, START すると, 指定した番号から自動的にOGが実行される。そして, 32番目のOGまで実行されたとき停止することになる。

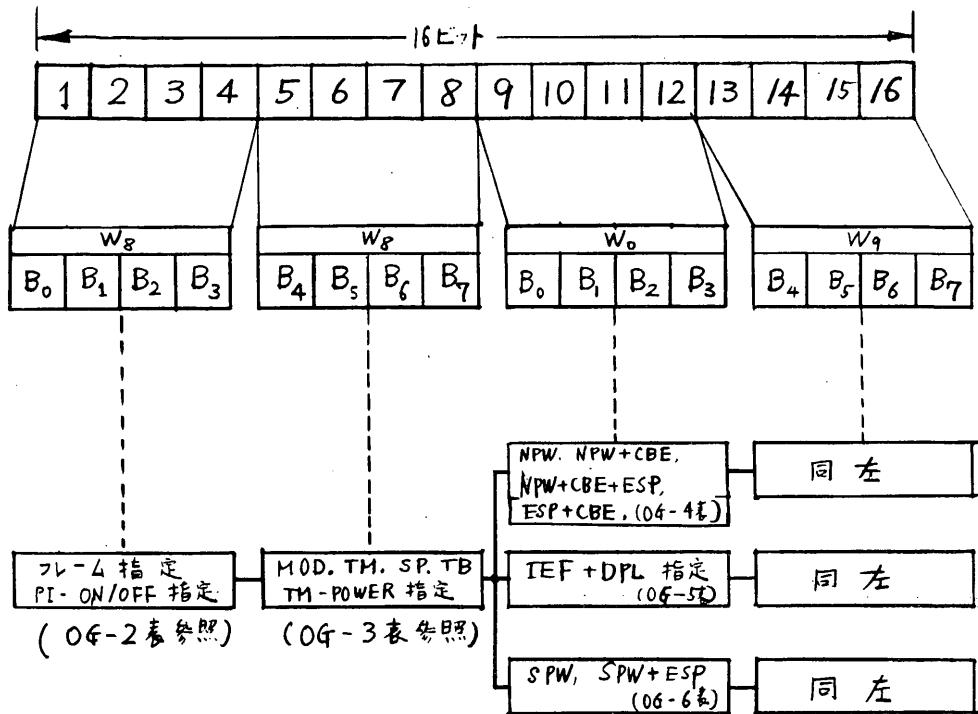
《操作上の注意》

- W₉ B₃~B₇ のコード確認の時, コードに誤りがあった時
[START] は指令せずもう一度正しい5ビットコードを送り直す。
- 5ビットコードを入れている途中で誤ったコードを入れた時
“1”対“0”を指令して, とにかく5ビットを送り終える。その後正しい5ビットコードを送り直す。
- [ECC Set] 後 [ECC Set] を取消したい時
DPU-ONを指令して [ECC Set] をクリヤーする。
- ECC実行中にECCを止めたい時
DPU-ONを指令して ECC 状態をリセットする。

3.3.3 管制部

以上 の方法でOGは操作されるが, 特に Organized Command OG の作り方について,
ここでふれておく必要がある。まず, 内容は, 第3-3図のように, 16ビットにて指定するが
その16ビットは, テレメーターの W₀ の最初の4ビット, W₈ の8ビット, W₉ の最後の4ビット
がそれぞれOG.2 ~ OG.6表に示される対応をもって指定される。

なお, OG.1表はそれぞれのOG順番を作るためのコード表である。



第3-3図 管制部ビット内容

第3-4表

OG順番コード

OG順番	地上から送るOG指定コード						OG順番	地上から送るOG指定コード						OG順番	地上から送るOG指定コード					
1	1	1	1	1	1	1	12	0	1	0	1	0	23	1	0	1	0	1	1	
2	0	0	0	0	0	0	13	0	1	0	1	1	24	1	0	1	1	0		
3	0	0	0	0	1		14	0	1	1	0	0	25	1	0	1	1	1		
4	0	0	0	1	0		15	0	1	1	0	1	26	1	1	0	0	0		
5	0	0	0	1	1		16	0	1	1	1	0	27	1	1	0	0	1		
6	0	0	1	0	0		17	0	1	1	1	1	28	1	1	0	1	0		
7	0	0	1	0	1		18	1	0	0	0	0	29	1	1	0	1	1		
8	0	0	1	1	0		19	1	0	0	0	1	30	1	1	1	0	0		
9	0	0	1	1	1		20	1	0	0	1	0	31	1	1	1	0	1		
10	0	1	0	0	0		21	1	0	0	1	1	32	1	1	1	1	0		
11	0	1	0	0	1		22	1	0	1	0	0								

第3-5表

フレーム, PI-ON/OFF 指定

No	CODE W ₈ B ₀ B ₁ B ₂ B ₃				Frame	ON する 機 器						OFF する 機 器					
	CBE	IEF	ESP	WCM	NPW	SPW	RARR										
0	0 0 0 0	—															
1	0 0 0 1	F ₂	SPW	WCM						CBE	IEF	ESP		NPW			
2	0 0 1 0	F ₂	SPW	WCM	ESP					CBE	IEF			NPW			
3	0 0 1 1	F ₃		ESP	CBE						IEF		WCM	NPW	SPW		
4	0 1 0 0	F ₃		WCM	ESP	CBE	NPW				IEF			SPW			
5	0 1 0 1	F ₃		WCM		CBE	NPW				IEF	ESP		SPW			
6	0 1 1 0	F ₃		WCM	ESP		NPW			CBE	IEF			SPW			
7	0 1 1 1	F ₃		WCM			NPW			CBE	IEF	ESP		SPW			
8	1 0 0 0	F ₄					DPL			CBE	IEF	ESP	WCM	NPW	SPW		
9	1 0 0 1	F ₄		WCM			DPL	IEF	CBE		ESP		NPW	SPW			
A	1 0 1 0	—															
B	1 0 1 1	F ₃	SPW	WCM	ESP					CBE	IEF			NPW			
C	1 1 0 0	—															
D	1 1 0 1		End of control command (EOCC)														
E	1 1 1 0		Control command recycle from address Zero (RFAZ)														
F	1 1 1 1	—															

第3-6表

MOD, TM, SP, TB, TM-POWER 指定

No	CODE W ₈ B ₄ B ₅ B ₆ B ₇				TM ₁ (400)							TM ₂ (136)							TB	SP
	APM	MOD ON	MOD OFF	PS ON	PS OFF	PWR UP	PWR DWN	PCM	MOD ON	MOD OFF	PS ON	PS OFF	PWR UP	PWR DWN						
0	0 0 0 0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1	0 0 0 1	○	○		○	○		○	○	○	○		○		○		○		8	SP ₁
2	0 0 1 0	○	○		○	○					○		○		○		○		8	SP ₁
3	0 0 1 1	○	○		○	○		○	○	○	○		○		○		○		2	SP ₂
4	0 1 0 0	○	○		○	○					○		○		○		○		2	SP ₂
5	0 1 0 1	○	○		○			○	○	○	○		○				○		2	SP ₂
6	0 1 1 0		○		○						○	○					○		8	SP ₁
7	0 1 1 1		○		○						○	○					○		2	SP ₂
8	1 0 0 0		○		○						○	○					○		2	SP ₂
9	1 0 0 1		○		○						○		○				○		2	SP ₂
A	1 0 1 0	○	○		○			○			○		○		○		○		2	SP ₂
B	1 0 1 1	○	○		○			○			○		○		○		○		8	SP ₁
C	1 1 0 0		○		○						○		○		○		○		8	SP ₁
D	1 1 0 1		○		○						○	○			○		○		8	SP ₁
E	1 1 1 0	○	○		○			○	○	○	○		○		○		○		8	SP ₁
F	1 1 1 1		○		○						○	○			○		○		8	SP ₁

第3-7表

NPW NPW + CBE NPW + ESP
NPW - CBE + ESP ESP + CBE の OG 表

No	CODE				③	①
	W ₉	B ₀	B ₁	B ₂		
0	0 0 0 0	—	—	—	9	7
1	0 0 0 1	A P ₁	—	—		
2	0 0 1 0	A P ₂	—	—		
3	0 0 1 1	A P ₃	—	—		
4	0 1 0 0	A P ₃	—	(NPW-S×3) (IEF-1×1)		
5	0 1 0 1	A P ₃	—	(NPW-S×3) (IEF-S×1)		
6	0 1 1 0	A P ₃	—	(NPW-S×3) (IEF-D×1)		
7	0 1 1 1	A P ₃	—	(NPW-S×3) (IEF-F×1)		
8	1 0 0 0	A P ₃	(I ₁ ~ I ₄)	(NPW-S×3) (IEF-1×3)		
9	1 0 0 1	A P ₃	(I ₁ ~ I ₄)	(NPW-S×3) (IEF-S×1)		
A	1 0 1 0	A P ₃	(I ₁ ~ I ₄)	(NPW-S×3) (IEF-D×1)		
B	1 0 1 1	A P ₃	(I ₁ ~ I ₄)	(NPW-S×3) (IEF-F×1)		
C	1 1 0 0	A P ₁	(I ₁ ~ I ₄)	—		
D	1 1 0 1	A P ₂	(I ₁ ~ I ₄)	—		
E	1 1 1 0	A P ₃	—	NPW-FIX		
F	1 1 1 1	—	—	—		

No	CODE				③	①
	W ₉	B ₄	B ₅	B ₆		
0	0 0 0 0	—	—	—	—	—
1	0 0 0 1	NPW-A	G A ₁	ABO	—	—
2	0 0 1 0	NPW-A	G A ₁	ABF	—	—
3	0 0 1 1	NPW-S	G A ₁	ABO	—	—
4	0 1 0 0	NPW-S	G A ₂	ABO	—	—
5	0 1 0 1	NPW-S	G A ₁	ABF	—	—
6	0 1 1 0	NPW-S	G A ₂	ABF	—	—
7	0 1 1 1	NPW-V	G A ₁	ABO	—	—
8	1 0 0 0	NPW-V	G A ₁	ABF	—	—
9	1 0 0 1	NPW-VL	G A ₁	—	—	—
A	1 0 1 0	NPW-VL	G A ₂	—	—	—
B	1 0 1 1	NPW-A	ABF	(NPW-A (IEF-1))	—	—
C	1 1 0 0	NPW-S	G A ₁	(ABO (ABF))	—	—
D	1 1 0 1	NPW-S	G A ₂	(ABO (ABF))	—	—
E	1 1 1 0	NPW-V	G A ₂	ABO	—	—
F	1 1 1 1	NPW-V	G A ₂	ABF	—	—

第3-8表

IEF + DPL OG 表

No	CODE				①
	W ₉	B ₀	B ₁	B ₂	
0	0 0 0 0	—	—	—	—
1	0 0 0 1	—	I BO	G A ₂	(ANT-A (ANT-B))
2	0 0 1 0	—	I BF	G A ₂	(ANT-A (ANT-B))
3	0 0 1 1	IEF-FIX-1	I BO	G A ₂	A ₆₀
4	0 1 0 0	IEF-FIX-1	I BF	G A ₂	A ₆₀
5	0 1 0 1	IEF-FIX-2	I BO	G A ₂	A ₆₀
6	0 1 1 0	IEF-FIX-2	I BF	G A ₂	A ₆₀
7	0 1 1 1	IEF-FIX-3	I BO	G A ₂	A ₆₀
8	1 0 0 0	IEF-FIX-3	I BF	G A ₂	A ₆₀
9	1 0 0 1	IEF-FIX-4	I BO	G A ₂	A ₆₀
A	1 0 1 0	IEF-FIX-4	I BF	G A ₂	A ₆₀
B	1 0 1 1	IEF-SW	I BO	G A ₂	A ₆₀
C	1 1 0 0	IEF-SW	I BF	G A ₂	A ₆₀
D	1 1 0 1	—	I BO	G A ₂	A ₆₀
E	1 1 1 0	—	I BF	G A ₂	A ₆₀
F	1 1 1 1	—	—	—	—

No	CODE				⑤	⑥	⑦	⑧
	W ₉	B ₄	B ₅	B ₆				
0	0 0 0 0	—	—	—	—	—	—	—
1	0 0 0 1	(IEF-C×3) (IEF-S×1)	AP1	NPW-V (NPW-VL)	NPW-V (NPW-VL)	DPL	—	—
2	0 0 1 0	(IEF-C×3) (IEF-S×1)	AP2	NPW-V (NPW-VL)	NPW-V (NPW-VL)	DPL	—	—
3	0 0 1 1	(IEF-C×3) (IEF-1×1)	AP3	NPW-V (NPW-VL)	NPW-V (NPW-VL)	DPL	—	—
4	0 1 0 0	(IEF-C×3) (IEF-1×1)	AP4	NPW-V (NPW-VL)	NPW-V (NPW-VL)	DPL	—	—
5	0 1 0 1	(IEF-C×3) (IEF-D×1)	AP1	NPW-V (NPW-VL)	NPW-V (NPW-VL)	DPL	—	—
6	0 1 1 0	(IEF-C×3) (IEF-D×1)	AP2	NPW-V (NPW-VL)	NPW-V (NPW-VL)	DPL	—	—
7	0 1 1 1	(IEF-C×3) (IEF-F×1)	AP1	NPW-V (NPW-VL)	NPW-V (NPW-VL)	DPL	—	—
8	1 0 0 0	(IEF-C×3) (IEF-F×1)	AP2	NPW-V (NPW-VL)	NPW-V (NPW-VL)	DPL	—	—
9	1 0 0 1	(IEF-F×3) (IEF-1×1)	AP1	NPW-VL	NPW-VL	DPL	—	—
A	1 0 1 0	(IEF-F×3) (IEF-1×1)	AP2	NPW-VL	NPW-VL	DPL	—	—
B	1 0 1 1	IEF-I'	AP2	—	—	DPL	—	—
C	1 1 0 0	IEF-C	AP3	—	—	DPL	—	—
D	1 1 0 1	(IEF-F×3) (IEF-1×1)	AP3	—	—	DPL	—	—
E	1 1 1 0	—	—	—	—	—	—	—
F	1 1 1 1	—	—	—	—	—	—	—

第3-9表

SPW, SPW+ESP OG 表

No	CODE				⑥	⑦	⑧
	W ₉	B ₀	B ₁	B ₂	B ₃		
0	0	0	0	0	0	—	—
1	0	0	0	1	SPW-S	($\frac{P_1}{P_2}$)	
2	0	0	1	0	SPW-S	P-OFF	
3	0	0	1	1	SPW-S	P ₁	
4	0	1	0	0	SPW-S	P ₂	
5	0	1	0	1	SPW-V	($\frac{P_1}{P_2}$)	
6	0	1	1	0	SPW-V	P-OFF	
7	0	1	1	1	SPW-V	P ₁	
8	1	0	0	0	SPW-V	P ₂	
9	1	0	0	1			
A	1	0	1	0			
B	1	0	1	1			
C	1	1	0	0			
D	1	1	0	1			
E	1	1	1	0			
F	1	1	1	1			

No	CODE				②	④	⑥
	W ₉	B ₀	B ₁	B ₂	B ₃		
0	0	0	0	0	0	—	—
1	0	0	0	1	(AP-1×3) (AP-3×1)	WCM-SW	
2	0	0	1	0	(AP-1×3) (AP-3×1)	(FX-1~) (FX-4)	
3	0	0	1	1	(AP-2×3) (AP-3×1)	WCM-SW	
4	0	1	0	0	(AP-2×3) (AP-3×1)	(FX-1~) (FX-4)	
5	0	1	0	1	AP ₃	WCM-SW	
6	0	1	1	0	AP ₃	(FX-1~) (FX-4)	
7	0	1	1	1			
8	1	0	0	0			
9	1	0	0	1			
A	1	0	1	0			
B	1	0	1	1			
C	1	1	0	0			
D	1	1	0	1			
E	1	1	1	0			
F	1	1	1	1			

3.4 10 KBits データメモリ

データメモリは、RAMを使用したPCM用のデータメモリであり、容量は10240ビットである。

動作モードには all データ記録モード

F₄(IEF) 記録モード

HK データ記録モード

all データ再生モード

HK データ再生モード がある。

all データ記録モードでは、1 Organized コマンド期間において1フレームのデータが記録される。

F₄(IEF)記録モードでは、IEFを観測するOrganizedコマンドの期間のデータのみが記録される。

HK記録モードでは、HKデータ、FI信号、時刻信号の3ワードのデータが1 Organizedコマンドで1回記録される。少ないメモリ容量を有効に使うため64項目のHKデータを4つのグループに分け、あらかじめDDCで指令したグループのHKデータを記録する。

HKデータ再生モードでは、上記の3ワードのみ再生データが送られ、残りの125ワードは実時間データが送られる。

3.5 性能

3.5.1 主要電気性能

データフォーマット	4種類
ワードの長さ	8ビット／ワード
フレームの長さ	128ワード／フレーム
ビット速度	1024 B/S 又は 256 B/S
PCM符号形式	ビット速度 1024 B/S の時 (SP-M) ビット速度 256 B/S の時 (SP-M) - (DPSK)
SCO周波数	IRIG-CH15
discrete コマンド	DDC AD 8~15 } 120項目 EX 1~15 }
PDC ₁	X 10~15 } 90項目 Y 1~15 }
PDC ₂	H 10~15 } 90項目 Y 1~15 }
Organized コマンド	約6万種類
1 Organized コマンドの時間	1024秒
1コントロールコマンドの時間	最大 1024秒×32項目 = 9時間6分8秒 但し、32項目をサイクリックに使用可能
消費電力	DPU本体 1.36W (SCO OFF時は0.95W) 10KBitsメモリ 0.2W

3.5.2 主要機械性能

重 量	DPU本体 6.8kg 10KBitsメモリ 1.49kg
形 状	DPU本体 240×260×190 H 10KBitsメモリ 210×170×45 H

第 4 章

通信系・環境管理系・時間制御装置

4.3 環境計測装置 (HK)

4.3.1 概要

本装置は EXOS-B 衛星に搭載され、衛星内各部の電圧、電流、温度、SQ モニタの環境計測を行ない、そのデータにより衛星及び P I の動作状態を確認するものである。

測定項目は、校正電圧を含めて 69 で内 6 点は CM により切換を行なう。スキャナー切換器としては FET を用いており、このスキャナー切換用のタイミングパルスは DPU よりコントロールパルス、バイナリ 6 Bit を受け HK 内部で 64 に切換える。

切換えられた信号は増幅器により増幅され、DPU に送出する。

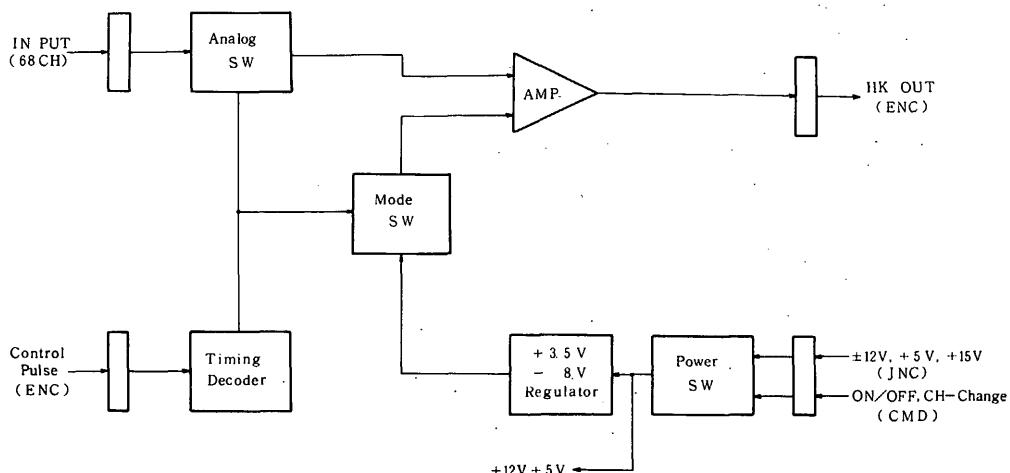
4.3.2 構成

内容を第 4-8 表に示し、項目は第 4-9 表に示す通りである。

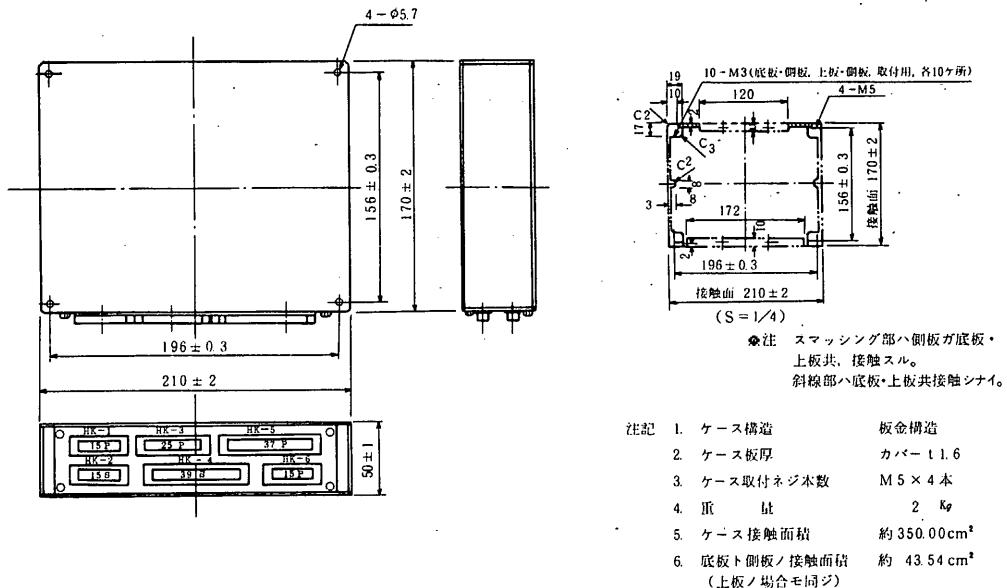
第 4-8 表

区分	品名	員数	備考
本体	H K	1	
検出器	温度センサ	51	白金センサ
"	電圧センサ	7	精密抵抗
付属品	計装側コネクタ	6	コネクタキャップ、スクリューロック含む

ブロック図を第 4-12 図に示す。外観図を第 4-13 図に示す。



第 4-12 図 ブロック図



第4-13図 外観図

4.3.3 性能

4.3.3.1 電気的性能

4.3.3.1.1 電圧測定系

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

0 V : ± 0.06 V

3 V : ± 0.09 V

- (4) 検出器： MFA 10KΩ CTIA × 7
(電源系のみ)

4.3.3.1.2 温度測定系

- (1) 測定範囲： 測定項目表参照
- (2) 測定方法： 白金温度センサによる。
- (3) 検出器： Q 0516 PT $50 \Omega \pm 1\%$ (20°C)
- (4) 検出器感度： $TL 0.38 \text{ mV} \pm 0.1\%/\text{C}$
 $TH 0.24 \text{ mV} \pm 0.1\%/\text{C}$
- (5) 出力電圧精度： $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ において

0 V : ± 0.06 V

3 V : ± 0.09 V

4.3.3.1.3 総 合

- (1) 周 波 数 特 性 : DC \sim 200 Hz (± 1 dB)
- (2) 出力電圧温度ドリフト: $-30 \sim +60$ °Cにおいて ± 30 mV 以内。
- (3) 出力電圧経時ドリフト: 300時間のランニングテスト中におけるドリフトは, ± 10 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" $2.0 \sim 5.5$ V
: "0" $0.9 \sim 0$ V
- (6) コントロールパルス受けインピーダンス:
 - "1" $150 \text{ K}\Omega$ 以上 (4.5 V)
 - "0" 167Ω 以上 (0.2 V)
- (7) 出力立ち上り時間遅れ: $100 \mu s$ 以下
- (8) コマンドパルス電圧: $10 \sim 17$ V
- (9) コマンド受けインピーダンス:
 - HK - ON $250 \Omega \pm 10\%$
 - HK - OFF $250 \Omega \pm 10\%$
 - CH - Change $167 \Omega \pm 10\%$
- (10) 校 正 電 圧 :
 - CAL - A {
 - $0.5 \text{ V} \pm 1\%$ (23 ± 2 °C)
 - $0.5 \text{ V} \pm 3\%$ ($-30 \sim +60$ °C)
 - CAL - B {
 - $2.50 \text{ V} \pm 1\%$ (23 ± 2 °C)
 - $2.50 \text{ V} \pm 3\%$ ($-30 \sim +60$ °C)
- (11) 入力電圧, 消費電流:
 - + 12 V $\pm 4\%$ 10 mA 以下
 - + 5 V $\pm 5\%$ 130 mA 以下
 - 12 V $\pm 4\%$ 30 mA 以下
 - + 15 V $\pm 10\%$ 100 mA 以下 (コマンド時のみ)
- (12) 外 部 操 作 : HK - ON
(CM) HK - OFF
CH - Change
- (13) アンサ信号 : なし

4.3.3.2 機械的性能

- (1) 外形寸法 : $210 \pm 2 \times 177 \pm 2 \times 50 \pm 2$ H (mm)
- (2) 重量 : 2000 g 以下
- (3) ケース表面処理 : E P I C O 2000 黒色半つや塗装
金メッキ 1.5μ

第4-9表

H K 測定項目表

GROUP - 1

F. No	項目	測定範囲	備考
0	E s - 12 P	0 ~ 15 V	
1	E s - 5 P	0 ~ 7.5 V	
2	E P P	0 ~ 30 V	
3	E s - 12 N	0 ~ 15 V	
4	B A T - V	0 ~ + 30 V	
5	I C - P	0 ~ 2.5 A	
6	I d - P	0 ~ 2.5 A	
7	T H - 2	$\pm 150^{\circ}\text{C}$	S C P (1) 上
8	4		(3) 中
9	5		↓ (4) 下
10	6		頭部パネル (1)
11	8	↓	カップラ (1)
12	T L - 1	$-50 \sim +70^{\circ}\text{C}$	ベースプレート (1)
13	T L - 10		T M V X - T a l
14	14		B A T ケース (1)
15	16	↓	B A T セル (1)

G R O U P - 2

F. No	項 目	測 定 範 囲	備 考
16	C A L - A		
17	- B		
18	E s - 15 P	0 ~ + 18 V	
19	E s - 5 N	0 ~ - 7.5 V	
20	H V - E	0 ~ + 5 V	
21	H V - I	0 ~ + 5 V	
22	T H - 1	± 150 °C	S C M - S C
23	3		S C P - (2)
24	7		頭部パネル (2)
25	9		カップラ (2)
26	10		S U N T - R / 3 A - S E P
27	11		M A G - S e n s
28	12		S P W Power A M P
29	13		C B E E - G u n
30	14		E S P E - S e n s
31	15		E S P I - S e n s

G R O U P - 3

F. No	項 目	測 定 範 囲	備 考
32	T H - 16	± 150 °C	S A S - S e n s (1)
33	↓ 17		" (2)
34	T L - 2		ベースプレート (2)
35	3		" (3)
36	4		" (4)
37	↓ 5		スラストチューブ (1)
38	T L - 6 / Y S A		" (2) Y S A Mode M O N I
39	T L - 7		E S P ケース
40	↓ 8		M G F - S 伸展部

F. No	項 目	測 定 範 囲	備 考
41	TL - 9	-50 ~ +70 °C	TMU X - tal
42	11		CMRケース／KM - SEP
43	12		R A R R ケース
44	13		P C U ケース
45	15		B A T ケース (2)
46	17		B A T セル (2)
47	18		C N V ケース

G R O U P - 4

F. No	項 目	測 定 範 囲	備 考
48	TL - 19	-50 ~ +70 °C	D P U ケース (1)
49	TL - 20 / SQ - 0		D P U ケース (2) / E T P S Q 0
50	TL - 21		H K ケース
51	TL - 22 / SQ - 1		N D ケース / E P T S Q 1
52	TL - 23 / SQ - 2		S A S / M G F ケース / E P T S Q 2
53	TL - 24 / SQ - 3		W C M R X ケース / E P T S Q 3
54	TL - 25		W C M T X
55	26		S P W
56	27		N P W / D P L
57	28		I E F / A N T
58	29		A N T - 1
59	30		N P W + D P L P r e A M P
60	31		I E F - I P r e A M P
61	32		L O O P - A P r e A M P
62	33		A N T - 3
63	34		W C M - T X (O S C)