

## 4.7 監視制御システム

### 4.7.1 システムの概要

ETS-V/EMSS を用いて行われる種々の実験を効果的に行うためには、実験システムを中心となる鹿島・海岸/航空地球局（以下、地球局と略す）を有効かつ円滑に運用することが不可欠である。監視制御システムは、地球局を構成する各主要装置の動作状態を集中的に監視及び制御することを目的として設置されたものである。本システムは、強力な監視制御機能を備えており、実験にあたって必要となる作業、すなわち地球局の送受信系統の選択、校正のほか送受信レベル等の各種パラメータの設定や記録を、容易な操作で効率良く確実に行うことが可能となっている。本システムの監視の対象となる範囲は、C及びLバンドのアンテナ系、送・受信系、局内試験系、校正系及びIF信号接続装置にわたっており、地球局RF系装置のほぼすべてが含まれる。

監視制御を実行するための各種操作は、CRT画面上に表示される、地球局のブロック図と操作メニューを見ながらすべて対話形式により行うことができる。また、必要に応じて地球局運用状態のリアルタイムの監視結果を実験データとして保存するために、データ収集システムへ送信することも可能である。さらに、実験システムに障害を与えるおそれのある操作（例えば、大電力増幅装置に対する誤操作など）を防止するため、状況に応じて制御コマンドの入力制限を行うとともに、警告や操作ガイダンスを表示する機能を備えている。

本システムは、ハードウェアとソフトウェアから構成されている。ハードウェアは、監視制御部、監視制御の対象となる装置群、及びインタフェース機能を持たない装置と監視制御部とのインタフェースをするためのインタフェース装置より構成される。監視制御部にはデスクトップタイプのパーソナルコンピュータシステムを採用している。各装置と監視制御部とのインタフェースには、汎用性のある GPIB を使用している。このため、複雑な制御信号線を敷設する必要がなく、GPIB専用ケーブルの設置のみでインタフェースできると同時に、ソフトウェアも単純化される。また、インタフェース装置は小型であり、一般のRF装置とともに架上に実装される。これらの結果、専用の架や操作卓を設置する必要もなく、ハードウェアの大幅な簡素化を可能としている。一方、ソフトウェアは、各装置のステータス収集やコマンド送信、入出力制御等のモジュールで構成され、

対話形式によるリアルタイムの監視制御処理を実現している。

### 4.7.2 システムの機能

#### (1) 主要機能

本システムの持つ主要な機能は次の3点である。

- (a) 監視機能
- (b) 制御機能
- (c) データ収集系への監視データ転送機能

監視機能としては、1) 各装置のステータス（正常な動作をしているか否かを含めた動作状態）の収集と表示及び、2) 同軸スイッチや導波管スイッチのステータス収集による地球局内のRF信号系統の表示を行う。監視機能の対象となる装置は、地球局RF系装置のほぼすべてと、IF信号接続架のIFマトリクススイッチである。第4.7-1表に監視及び制御の対象となる装置を監視・制御項目と共に示す。監視制御の対象となる装置群は、いくつかのブロックに分割されている。一つの装置あるいは関連した機能を持つ装置を一つのブロックとして、同一の操作メニュー内で監視制御を行う。（表示画面構成と、操作法については(2)参照）

なお、一般に送受信電力を求めるには、パワーメータ表示値に、カップリングロス、ケーブルロス等を含んだ較正值を加える必要がある。本システムでは、較正值のテーブルをソフトウェアが読み込むことにより、自動的にこれを行っている。較正值テーブルは、あらかじめ作成して、ファイルしておく。

制御機能は、実験時に必要な校正やレベル設定といった作業を遠隔で行うため、その目的に関連した装置に対して制御を行うものである。対象となる装置と制御項目を第4.7-1表に示す。制御は、一般に実験者の入力した制御コマンドに対応して行われる。また、RF信号経路の切替制御に関しては、個々の導波管切替スイッチや同軸線切替スイッチに対して制御コマンドを入力する必要はなく、実際に構成可能な信号経路のブロックダイアグラムを表示画面上で構成してゆくことによって行うことができる。

データ収集システムへの監視データ転送機能は、監視機能によって収集された各装置のリアルタイムの動作状態を実験データとして記録するため、MS-8を中心とするデータ収集システム（4.8参照）に転送するものである。第4.7-2表に示した転送条件を設定することにより機能する。第4.7-1表に示した監視項目のすべてが転送の対象となる。

#### (2) 対話型入出力機能

(1)で述べた各主要機能を実行する際の入出力の操作は、すべてパーソナルコンピュータとの対話形式により

松本 泰（鹿島支所 第二宇宙通信研究室）  
井口政昭（宇宙通信部 衛星通信研究室）  
鈴木龍太郎（宇宙通信部 移動体通信研究室）

行われる。すなわち、監視表示パネルや制御卓としての機能を、パーソナルコンピュータ付属の CRT ディスプレイとキーボードという機能の限定された装置で行っている。したがって、制御を円滑に進めるためには、本システムの機能を低下させない条件の下で、操作手順と表示方法を可能な限り合理的かつ平易なものとする必要がある。本システムの CRT 表示画面の構成や操作の手順は、この点について十分配慮したものとなっている。

本システムの表示画面構成を第 4.7-1 図に示す。全面は、目的によって次のような区画に分割されて使用される。

- (a) 時刻表示区画
- (b) 監視区画
- (c) 制御区画
- (d) 操作ガイダンス表示区画
- (e) インタフェースアラーム表示区画

インタフェースアラーム表示区画には、本システムで

第 4.7-1 表 監視・制御項目

(1) Cバンド系

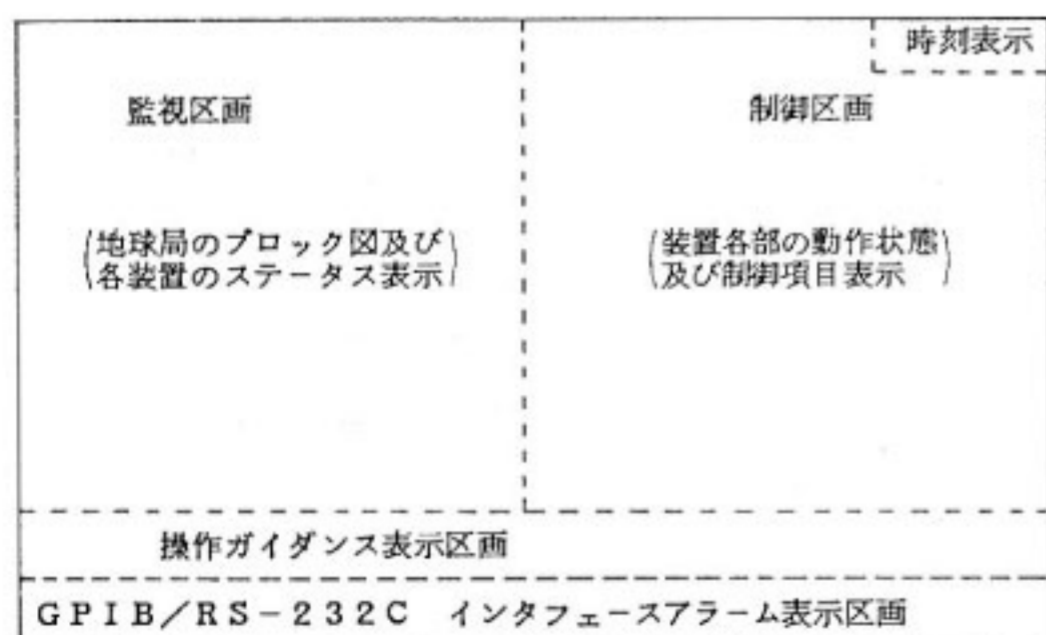
系区分	ブロック名	装置名	監視項目	監視・制御項目
Cバンド アンテナ	C-ANT	C-アンテナ 制御装置	指向方向	
Cバンド 送信系	C-HPA 1, 2	C-HPA  Hi-RF・ALM パワーメータ	エクサイタ, VSWR アラーム ヘリックス電流アラーム ブローアラーム ドア・インタロックアラーム アラーム動作 HPA 送信電力	電源 送信 ON/OFF 送信電力調整 アラームリセット  センサーゼロ調整
	CMD-PA	コマンド PA パワーメータ	電源, 送信 ON/OFF PA 送信電力	センサーゼロ調整
	C-U/C 1, 2	1.7 G/6 G U/C コマンド U/C 6 GHz SWO	電源, APC アラーム 電源, APC アラーム 接続状態, 電源	
	U/C 1, 2	70 M/1.7 G U/C PILOT OSC PILOT SWO PILOT ATT IF/BB PATCH	電源 電源, APC アラーム 接続状態, 電源  接続状態	パイロット ON/OFF/AFC 制御
Cバンド 受信系	C-LNA 1, 2	C-LNA (導波管 SW)  パワーメータ	電源 LNA 1-2 選択 RF 入力 (ANT/DUMMY) TEST 入力 (CAL/TRL) パワーメータ指示値	センサーゼロ調整
	C-D/C	5 G/1.7 G D/C トラッキング D/C	電源, APC アラーム 電源, ローカルアラーム	
	D-C 1, 2	1.7 G/70 M D/C IF/BB PATCH	電源 接続状態, 電源	
Cバンド 局内試験 系	C-TRL/CAL	C/C トランスレータ L/C トランスレータ L/C TRL ATT C CAL OSC  C CAL ATT	電源 電源, APC アラーム	N/S ビーム周波数切替 トランスレータ出力レベル 信号 ON/OFF, 周波数設定 出力レベル 校正信号レベル
Cバンド 信号経路	C-PATH SELECT	(導波管 SW) (同軸 SW)		送信系径路切替 受信系径路切替 局内試験系径路切替 送信機 RF OFF 機能

(2) Lバンド系

系区分	ブロック名	装置名	監視項目	監視・制御項目
Lバンド アンテナ	L-ANT	L-アンテナ 制御装置	アンテナビーム ON/OFF	
Lバンド 送信系	L-HPA  L-U/C	L-HPA パワーメータ L-U/C LOCAL SYNTH  PILOT OSC PILOT ATT	電源, ブローアラーム HPA 送信電力 電源  電源, APC アラーム	送信 ON/OFF センサーゼロ調整  ローカルレベル設定 ローカル周波数設定  パイロット ON/OFF/AFC 制御
Lバンド 受信系	L-LNA	L-LNA (同軸 SW)  パワーメータ	電源 RF 入力 (ANT/DUMMY) TEST 入力 (CAL/TRL) 出力 (D/C / DUMMY) パワーメータ指示値	センサーゼロ調整
	L-D/C	L-D/C LOCAL SYNTH	電源	ローカルレベル設定 ローカル周波数設定
Lバンド 局内試験 系	L-CAL/TRL	L/L トランスレータ C/L トランスレータ C/L TRL ATT L CAL  L CAL ATT	電源 電源, APC アラーム	N/S ビーム周波数切替 トランスレータ出力レベル 周波数設定, 信号 ON/OFF 出力レベル 校正信号レベル
Lバンド 信号径路	L-PATH SELECT	(同軸 SW)		送信系径路切替 受信系径路切替 局内試験系径路切替

(3) その他

系区分	ブロック名	装置名	監視項目	監視・制御項目
IF 信号 接続装置	IF MATRIX SWO	IF MATRIX SWO	マトリクススイッチオーバー 接続状態	



第 4.7-1 図 監視制御システムの表示画面構成

使用されている GPIB 及び RS-232C インタフェース (ハードウェア構成参照) の異常が通報される。異常の発生した機器とのインタフェースの中断・復旧は、ソフトウェアにより行える。次に、画面中央部の大部分を占

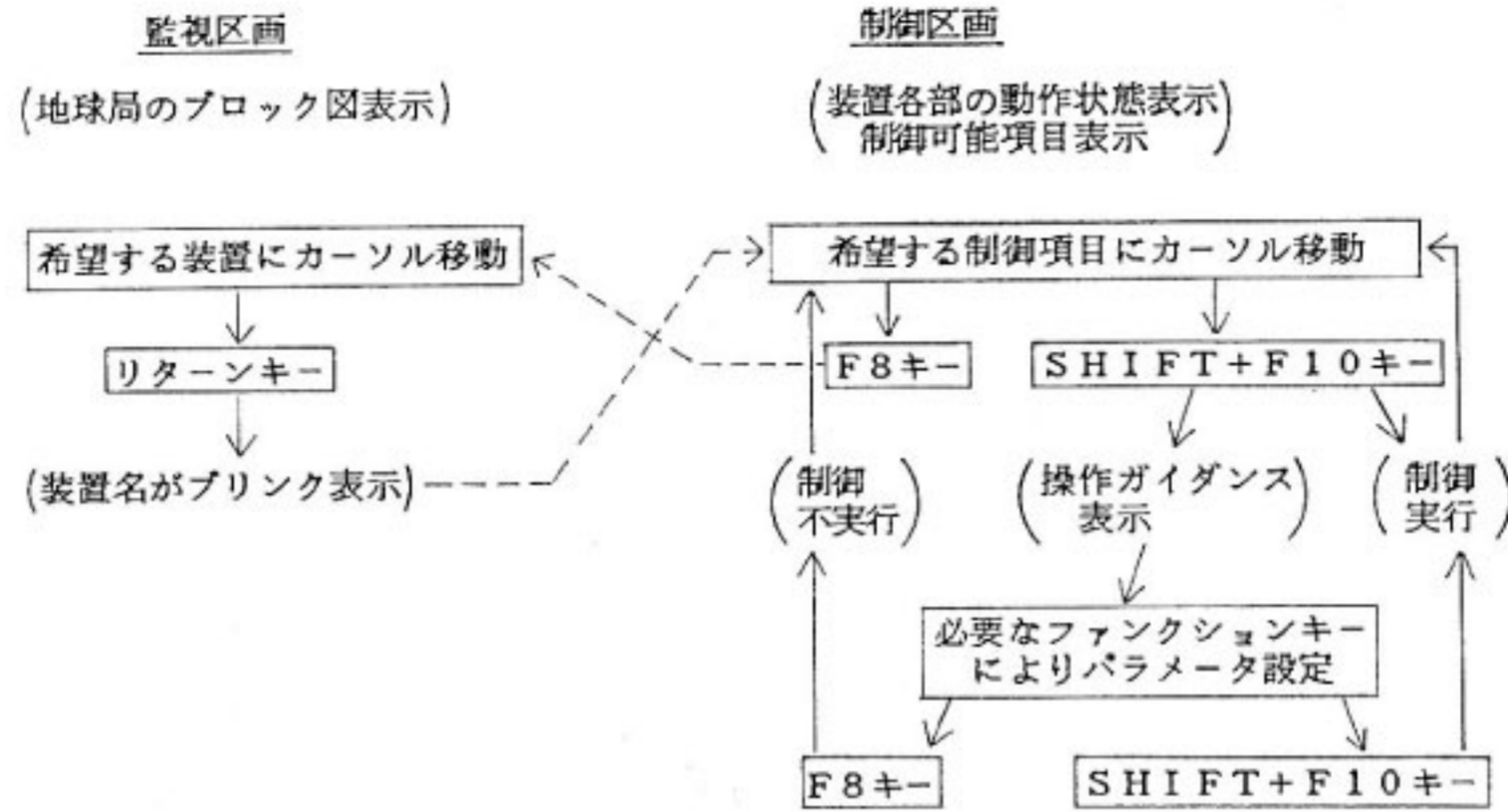
第 4.7-2 表 監視データ転送条件設定項目

転送開始時間	年月日・時刻 (時分秒)
転送終了時間	年月日・時刻 (時分秒)
転送間隔	時分秒単位

第 4.7-3 表 装置のステータスと監視画面上の表示色

監視機能の対象となる装置	NORMAL	白
	MAINT	黄
	ALARM/FAULT	赤
監視制御システムと AFC システムの双方から制御される装置 (PILOT ON/OFF 用アッテネータ)	NORMAL (監視制御/AFC)	白
	ALARM (監視制御/AFC)	赤
	AFC GPIB エラー	赤

める領域は、中央から監視表示用と制御用の各区画に分割されている。



第 4.7-2 図 制御操作のフローチャート

左側の監視区画には、地球局のブロック図が表示され、各装置の動作状態が正常か否かが常時表示される。各装置あるいは装置ブロックの動作状態は、画面上に現れる、その装置の表示色で判別される。動作状態と表示色の関係を第 4.7-3 表に示す。

一方、右側の制御区画では、監視区画中で指定された特定の装置ブロックに関して詳しい動作状態が表示される。装置ブロックの指定は、左側の監視区画内のブロックダイアグラムの中から、希望するブロックにカーソルを移動させることにより行う。制御区画の構成は、指定された装置ブロックによって異なる。制御項目が無く、監視のみが行われる装置ブロックの場合には、電源の状態やアラームなど、監視区画における状態表示の補足的な表示が行われるのみである。一方、指定されたブロックの中に、制御機能の対象となる装置のある場合には、制御可能な項目が表示されて、制御コマンドの入力が可能となる。同時に、制御時の参照情報として関連する装置の詳しい動作状態や、信号レベルのグラフ表示などが画面上に表れる。制御を実行に移すには、希望する制御項目の表示にカーソルを移動させた後、ガイダンス表示区画に表れる内容に従って必要なファンクションキーを押下する。これら一連の対話型入出力による制御操作のフローチャートを第 4.7-2 図に示す。また、制御コマンドとファンクションキーの対応を第 4.7-4 表に示す。

(3) 障害発生防止機能

本システムでは、不注意な制御操作により衛星中継器や、大電力を扱う地球局送信系 RF 装置に障害を与えぬよう、障害発生を予防するいくつかの機能が備えられている。

本システムの制御コマンド入力操作はすべてファンクションキーの押下により行われるが、不要意にファンクションキーに触れて誤制御を起こさぬよう、原則として

第 4.7-4 表 制御用ファンクションキー

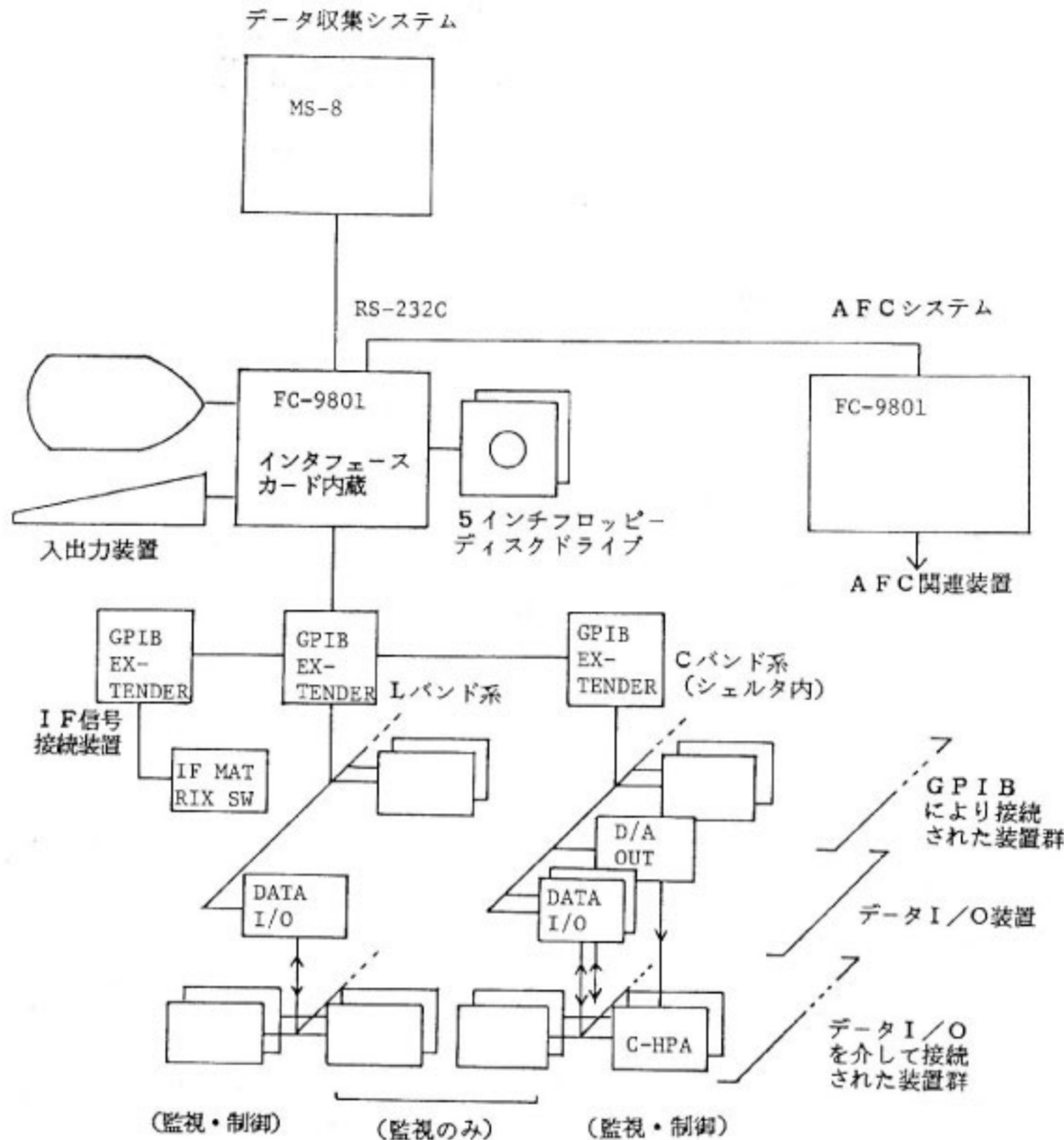
ファンクションキー番号	内容
F 1	10 unit up
F 2	1 unit up
F 3	10 unit down
F 4	1 unit down
F 5	信号経路パターン変更 (信号経路設定時のみ有効)
F 6	
F 8	リセット (制御不実行)
F 10	SHIFT キーと同時に押すことにより制御実行
F 5	SHIFT キーと同時に押すことにより GPIB 機器再接続

実行用ファンクションキーと同時にシフトキーを押さなければ制御は実行されない手続きをとっている。さらに、実験システムに損傷を与える危険のある制御項目に関しては、特別な処置がとられている。以下にその主なものを示す。

1) Cバンド大電力増幅装置 (HPA) からアンテナ給電部までの導波管径路切替制御は、HPA の送信 OFF 時に行う必要がある。本システムでは、径路切替時に自動的に送信が中断され、定在波による障害発生を防止する。

2) Cバンド HPA は、進行波管を使用した増幅装置であり、その電源投入や送信 ON/OFF については、シーケンシャルな制御が必要となる。これに対して本システムではソフトウェアにより、このシーケンスに準じた制御コマンドと操作ガイダンスが表示され、誤った制御による装置の損傷を防止している。

3) Cバンド HPA には、AMEX 中継器のオーバードライブを防止するため、過大送信電力検出警報装置 (以下、Hi-RF-ALM と略す) が装備されている (4.2.2 参照)。その警報検出レベルは、C/L 回線に対して



第4.7-3図 監視制御システムのハードウェア構成

は、中継器飽和点に対応する HPA 送信電力に設定されており、これを越えると送信を停止する。一方、C/L回線については、HPA の最大送信電力でも中継器は飽和しないため、警報レベルは HPA の最大送信電力に設定される。これを越えた場合、HPA 装置を保護するため、同装置の高圧電源を OFF にする。

4) Lバンド及びCバンドの各 HPA の出力モニター用パワーメータについては、HPA の送信 OFF 時のみゼロ調整コマンドが受け付けられる。

#### 4.7.3 システム構成

##### (1) ハードウェア構成

本システムのハードウェアは、監視制御部、被監視制御装置群、及びインタフェース装置から構成されている。第4.7-3図に、本システムのハードウェア構成を示す。

1) 監視制御部 監視制御部は、システムの機能の中心となる部分であり、EMSS 実験室に設置されている。プロセッサとしては、NEC 社製の FC-9801 を使用している。FC-9801 は、ハードウェア・ソフトウェアの両面で同社のパーソナルコンピュータ PC-9801 と完全

な互換性を有し、耐環境性と信頼性を向上させたものである。プロセッサと共に次に示す周辺装置により監視制御部を構成する。

- 入出力装置 (CRT カラーディスプレイ及びキーボード) 1式
- 2ドライブ5インチミニフロッピーディスク装置1式
- GPIB インタフェースユニット (被監視制御装置とのインタフェース) 1式
- RS-232C インタフェースユニット2式 (データ収集システムのプロセッサ MS-8 とのインタフェース及び AFC システムのプロセッサ FC-9801 とのインタフェース用に各1式)

FC-9801 及び、周辺装置の主要性能を第4.7-5表に示す。

FC-9801 は、電源投入時にフロッピーディスクから監視制御ソフトウェアと較正值テーブルが自動的にロードされ、監視制御システムの機能を開始する。第4.7-4図に監視制御部の外観を示す。

2) 被監視制御装置 監視制御の対象となる装置は、その装置のインタフェース機能の有無によって監視制御

第4.7-5表 監視制御用プロセッサ及び周辺装置の主要性能

CPU	$\mu$ PD 8086-2 相当 16 bit マイクロプロセッサ クロック周波数 5 MHz/8 MHz 切替
RAM	640 KByte 本体内に実装 他に VRAM 204 KByte 実装
内蔵インタフェース	プリンタインタフェース, フロッピーディスクインタフェース, RS-232C インタフェース, GPIB インタフェース等
コントローラ	割込みコントローラ, 時計機能等
キーボード	PC-9801 KBI JIS 標準配列, ファンクションキー テンキー付
カラー CRT ディスプレイ	PC-8853N 14インチ高解像度ディスプレイ (テキスト表示) 80×25文字 カラー8色 (グラフィック表示) 640×400ドット ドット単位で色指定可能
ミニフロッピーディスク ユニット	PC-9831-MW 高密度5インチフロッピーディスクドライブ 1 MByte/ユニット 2ユニット実装



第4.7-4図 監視制御用パーソナルコンピュータ

部との接続形態が異なる。

GPIB インタフェース機能を持つ装置の場合、GPIB バスラインを介して直接制御が行われる。このような装置としては、シンセサイズド信号発生器（各種ローカル発振器、校正信号源）やパワーメータ（LNA 校正信号入力レベル/HPA 出力レベルモニタ）、プログラマブル減衰器といった単体測定器のほか、IF マトリクススイッチがあげられる。なお、Cバンド及びLバンドのパイロットの送信レベル設定用プログラマブル減衰器は AFC

システムの一部でもあり、AFC 制御部により GPIB 制御されている。監視制御システムからこの減衰器を制御する（パイロット信号の ON/OFF/AFC 制御を選択・実行する）場合には、監視制御部から RS-232C インタフェースを介し AFC 制御部に監視あるいは制御要求を送信する。

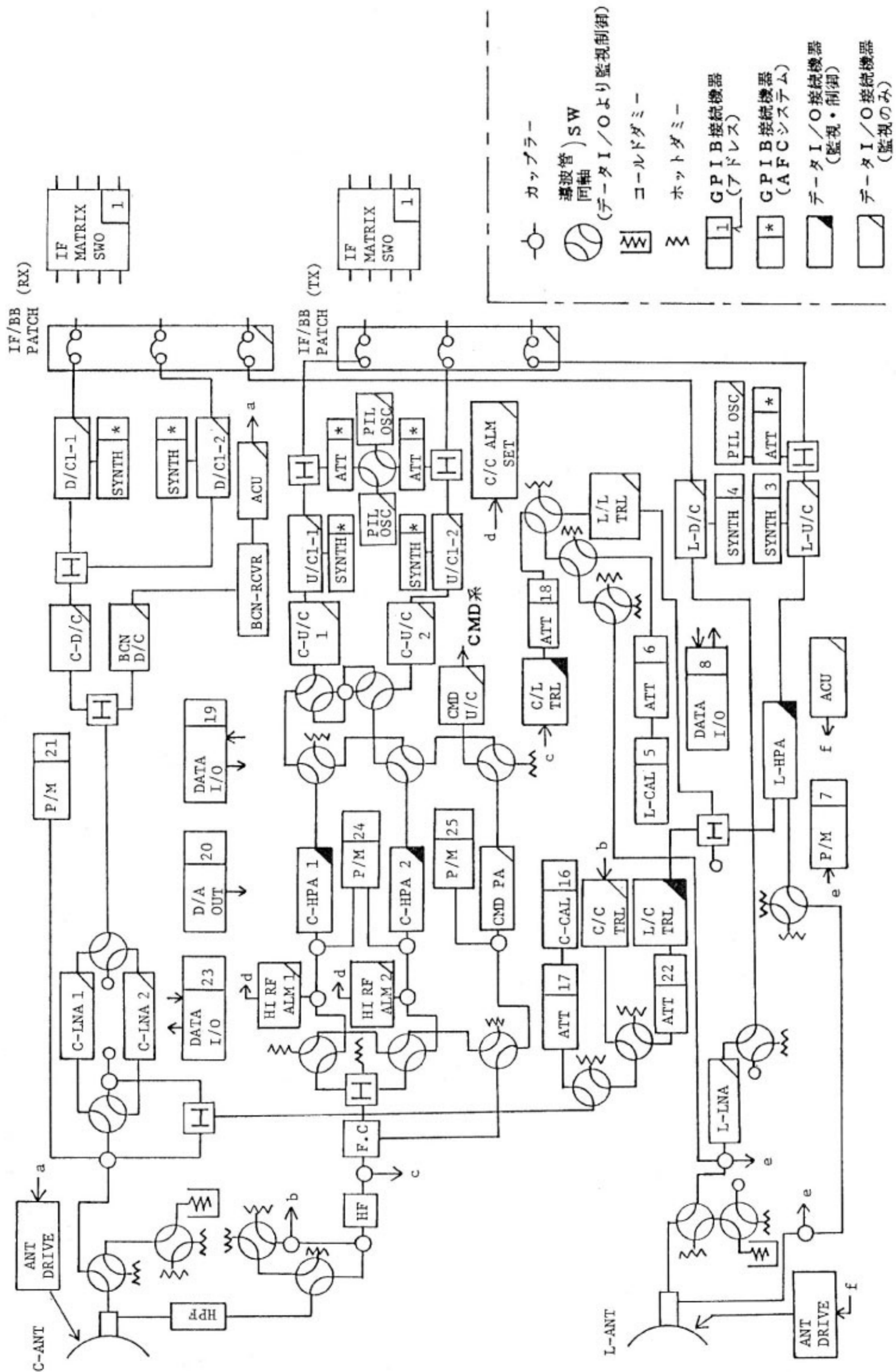
GPIB により制御される装置は、EMSS 実験室内と C バンドシェルト内に分散して設置されている。このため、HP37203A・GPIB エクステンダを介して GPIB 接続ケーブルの延長を行っている。

一方、GPIB インタフェース機能を持たない装置は、データ入出力装置（以下データ I/O と略す）と呼ばれるインタフェース装置を介して監視制御部に接続される。データ I/O は、これらの装置に固有なステータス信号や制御信号と GPIB とのインタフェースを行う。

第4.7-5図は、被監視制御装置の構成を地球局のブロックダイヤグラムと共に示したものである。図中では、a) GPIB インタフェースにより直接制御される装置、b) AFC 系から GPIB 制御される装置、c) データ I/O を介して監視制御される装置、d) データを I/O 介して監視のみが行なわれる装置を区分して示してある。

3) データ入出力装置 データ I/O としては、デジタルデータ入出力装置（デジタル I/O）とアナログ出力装置（アナログ OUT）の2種類が設置されている。

デジタル I/O は、監視制御部から GPIB を介してコマンドを受信し、その内容に応じて、地気信号を各装置の制御用信号線に出力する。また、各装置のステータス表示用地気信号をデジタルデータに変換して GPIB バスライン上に出力する。デジタル I/O は、C バンドシェルト内に2台（Cバンド送信系及び受信系装置用に各1台）、EMSS 実験室内に1台（Lバンド系及び1.7 GHz/70 MHz 周波数変換部用）の合計3台が設置されている。第4.7-6表にデジタル I/O の主要性能を示す。



第 4.7-5 図 監視制御の対象となる装置群

第4.7-6表 データI/O装置の主要性能

デジタルデータ入出力装置

CPU とのインタフェース	GPIB
出力形式	リレー接点出力 (ノーマリオープン)*
定格負荷	AC 16 V 0.05 A, DC 24 V 0.2 A
出力接点数	24チャンネル/モジュール
入力形式	フォトカプラアイソレーション入力
入力接点数	24チャンネル/モジュール
入出力モジュール数	入力 6モジュール, 出力 2モジュール

\* C-HPA RF ON/OFF 制御用チャンネルのみ ノーマリメーク出力

アナログ出力装置

CPU とのインタフェース	GPIB
出力電流	0~20.475 mA
分解能	12 bit
負荷	500 ΩMAX
温度ドリフト	200 ppm 1°C 以内
出力チャンネル数	4チャンネル

一方、アナログ OUT は、監視制御部の設定したデジタル値を受信し、デジタル/アナログ変換して直流電流値として出力する。第4.7-6表にその主要性能を示す。アナログ OUT は、特にCバンド大電力増幅装置 (HPA) の出力電力調整のために用いられる。具体的には、HPA に装備されている入力レベル調整用 PIN アッテネータのバイアス値を制御する。

(2) ソフトウェア構成

監視制御用プロセッサ FC-9801 は、OS として MS-DOS を使用している。システム立ち上げ時にC言語 (Optimizing C86) によって作成された監視制御ソフトウェアがロードされる。

本ソフトウェアは、監視制御システムの持つ諸機能を効率良く処理するために多数のモジュールに分割されている。第4.7-6図は、本ソフトウェアのモジュール構成の概要を示している。メインルーチンを構成するモジュールとその処理内容を以下に示す。

ールとその処理内容を以下に示す。

- 1) 初期設定
- 2) 制御データ処理
- 3) 装置状態管理
- 4) 装置状態変化処理
- 5) 画面表示
- 6) AFC 系関連処理
- 7) データ転送処理
- 8) 終了処理

初期設定処理は、システム立ち上げ時に行われる。ここでは、日時・時刻の設定、GPIB 及び RS-232C インタフェースの初期化、タイマ割込み制御の開始、監視画面の表示等が行われ、システムの動作準備が完了する。

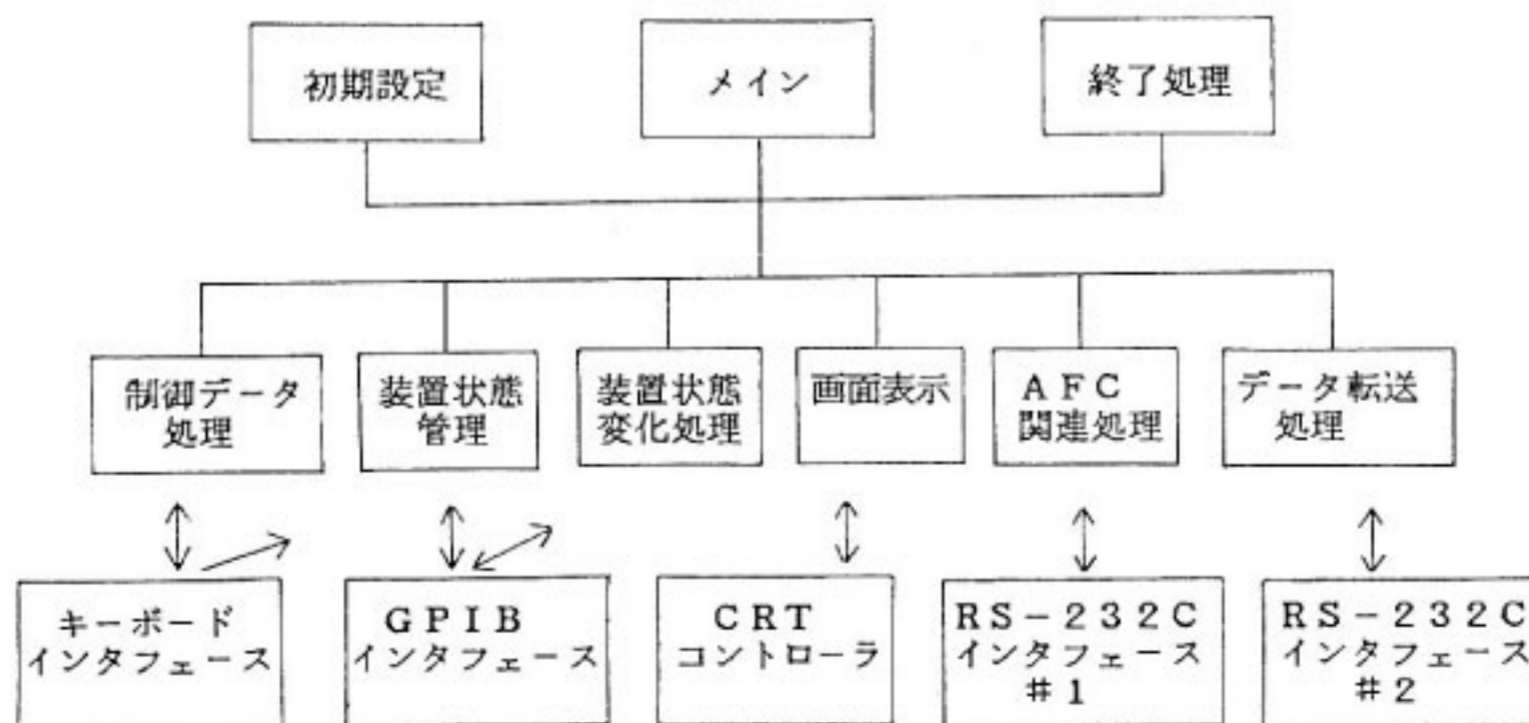
制御データ処理モジュールは、制御画面上のカーソル位置と、キーボードのファンクションキーにより入力される各種の制御コマンドを受け付ける。制御コマンドの内容を分析した後、対応する装置あるいはデータ I/O に対して制御用データが GPIB バスラインに送出される。

装置状態管理モジュールは、各装置のステータスを GPIB インタフェースによって収集し、その内容から各装置の動作状態を管理するためのテーブル (状態管理テーブル) を作成する。

装置状態変化処理モジュールでは、各装置のステータスの変化を検出して状態管理テーブルを更新する。また、装置が制御を受けた場合もこのテーブルが更新される。

画面表示モジュールは、状態管理テーブルを参照してカラーグラフィックディスプレイ上に監視制御用の画面を形成する。装置の状態変化やキーボードからのキー入力に対して画面内容を更新する。

AFC 関連処理モジュールでは、AFC 系プロセッサに対して RS-232C インタフェースを介してコマンドを送受することによって、AFC 関連装置の監視制御を間接的に行う。このような間接的監視制御の対象となるの



第4.7-6図 監視制御システムのソフトウェア構成



は、Cバンド及びLバンドのパイロット信号レベル設定用プログラマブル減衰器（合計3台）である。

データ転送処理モジュールは、データ収集システムからの要求に対し、各装置の現在の状態をRS-232Cインタフェースを介して送信する。データの送信開始/終了時刻及び転送間隔は、あらかじめ設定しておく。各装置の状態は、GPIBのアドレス別（データI/Oを介して

接続された装置では、データI/O別にブロックに分割されて転送される。

終了処理は、システム終了のコマンドが入力された場合、GPIB及びRS-232Cインタフェースのクローズ処理、各種割込みルーチンの解除を行って、システムの機能を終了させる。

