

M-3SII 搭載機器管制

林 友直, 横山 幸嗣, 河端 征彦

1. 概 要

M-3SII 型ロケットの電気計装は、ロケットの飛行性能と機体環境を測る計測装置、飛行制御を与える姿勢制御電気部、及びロケットの飛行経路等の情報を取得する機器で構成されている。搭載機器管制は、これらのロケット搭載系並びに衛星系などの機器について、搭載機器管制装置より各機器を遠隔操作して、ロケット飛行実験のための動作性能を総合的に確認することを目的としている。

M-3SII の搭載機器管制では、補助モータ可働ノズルに関連した計測項目の増加と、それに伴う管制項目の多様化から動作チェックへの安全性が求められた。一方、管制装置は管制の操作性及び外部電源の監視機能などの改善が行われ、昭和 57 年に M-3SII に対応した新搭載機器管制盤が導入された。新装置は安全対策の上から指令応答表示の基本的な考え方はそのまま継承されているほか、発射管制の中央管制設備と有機的に接続されており、発射指令連絡の分担機能をなしている。

以下に、M-3SII 方におけるロケットの計装、これらの搭載機器を管制操作する設備、及び M-3SII 型ロケットの打ち上げスケジュールを通じての管制操作が行われた機器の動作試験内容について述べる。

2. M-3SII 型ロケットの搭載機器

M-3SII 型ロケットの計器部は第 2 段計器部、第 1 段計器部、及び補助モータ計器部とで構成されている。

第 2 段計器部

第 2 段計装は、ロケット飛行中の諸性能の測定及び各段の点火、切り離し、開頭等の諸動作を確認する機体計測装置、ロケットの姿勢角及び姿勢角速度を測定する姿勢基準装置、TVC 装置及びサイドジェット装置による飛行制御を与える制御機能部、飛行シーケンスを実行させるタイマ及び点火系、これらの情報を伝送する VHF、S 帯の 2 台のテレメータ送信機と補助モータの分離をモニタするテレビ伝送装置、最終段が軌道に投入されるまでの飛行経路測定に用いられる L バンドと C バンドのレーダ・トランスポンダ、姿勢基準角及び第 3 段モータの点火秒時等を修正する電波誘導用コマンド・デコーダ装置、これらの装置に電力を供給する集中電源装置などで構成されている。また、飛行安全上の諸動作は地上からの電波指令によって行われ、これを第 2 段目に搭載されるコマンド受信機が受け、段間ケー

ブルを介して第1段及び第2段モータの飛翔安全装置へコマンド信号が送られる。

計器部はM-23モータの頭部に位置し、3層構造で上部中央に姿勢基準装置を含む姿勢制御電気部、その下のハニカム板の両面と下部ハニカム板等にテレメータ送信機、コマンド受信機、レーダ・トランスポンダ、タイマ及び機体計測器などが配置され、ノーズ・フェアリング接手部に左右の補助モータの分離運動をモニタするテレビ伝送用のカメラ2台が取り付けられている。尚、3号機ではM-3Bモータ上部の衛星接手部に第3段計器部が設けられ、M-3Bモータの性能計測装置とテレメータ送信機が搭載されている。

第1段計器部

第1段計装は、第1段モータの諸特性及び第1段TVCとSMRC制御特性を計測するM-13機体計測装置、第1段燃焼中のピッチ及びヨー制御を行うTVC装置のサーボ機構、ロール制御を保つためのSMRC装置の駆動機構、第1段飛行制御を行うための制御機能部、これらの信号を伝送するテレメータ送信機、及び集中電源装置などの機器で構成されている。

計器部は、第1段制御電子装置並びに計測器類、テレメータ装置とも第1段ノズルの周辺に取り付けられている。

補助モータ計器部 (SB-R, L)

可動ノズルの制御関係の計測と分離運動データを取得するための機体計測器及び集中電源

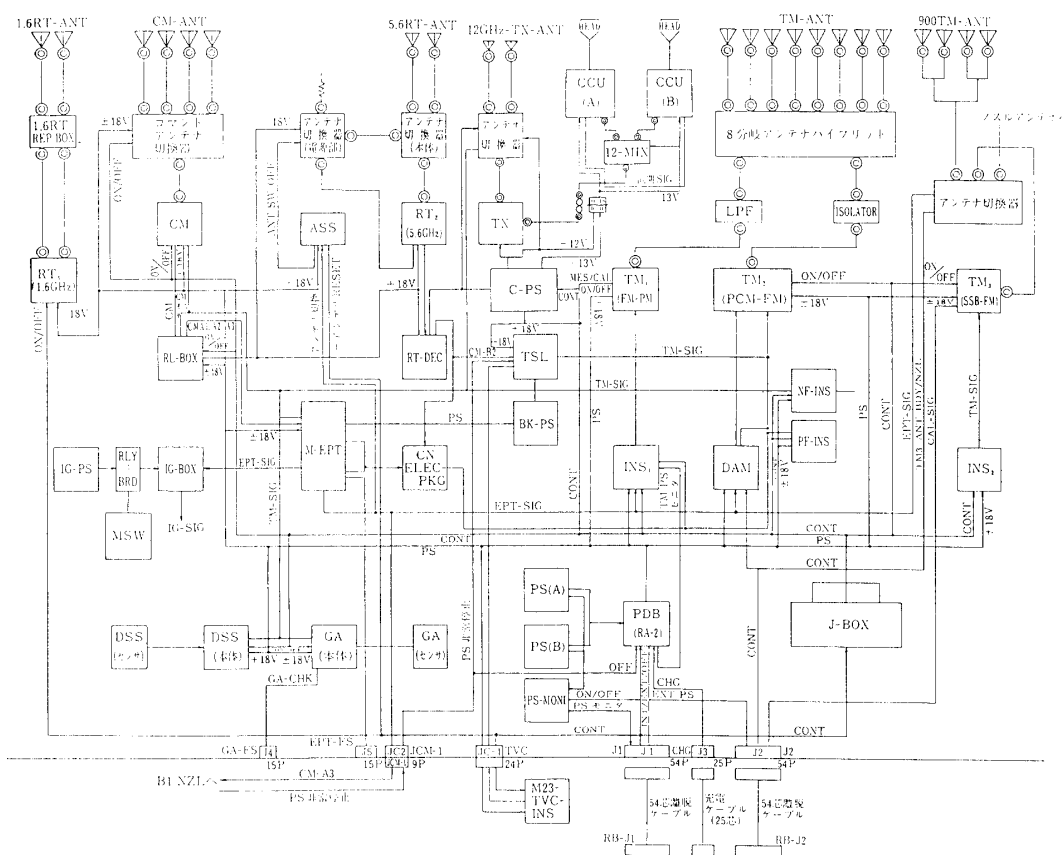


図1(a) 第2段計器部設計部の機能系統図

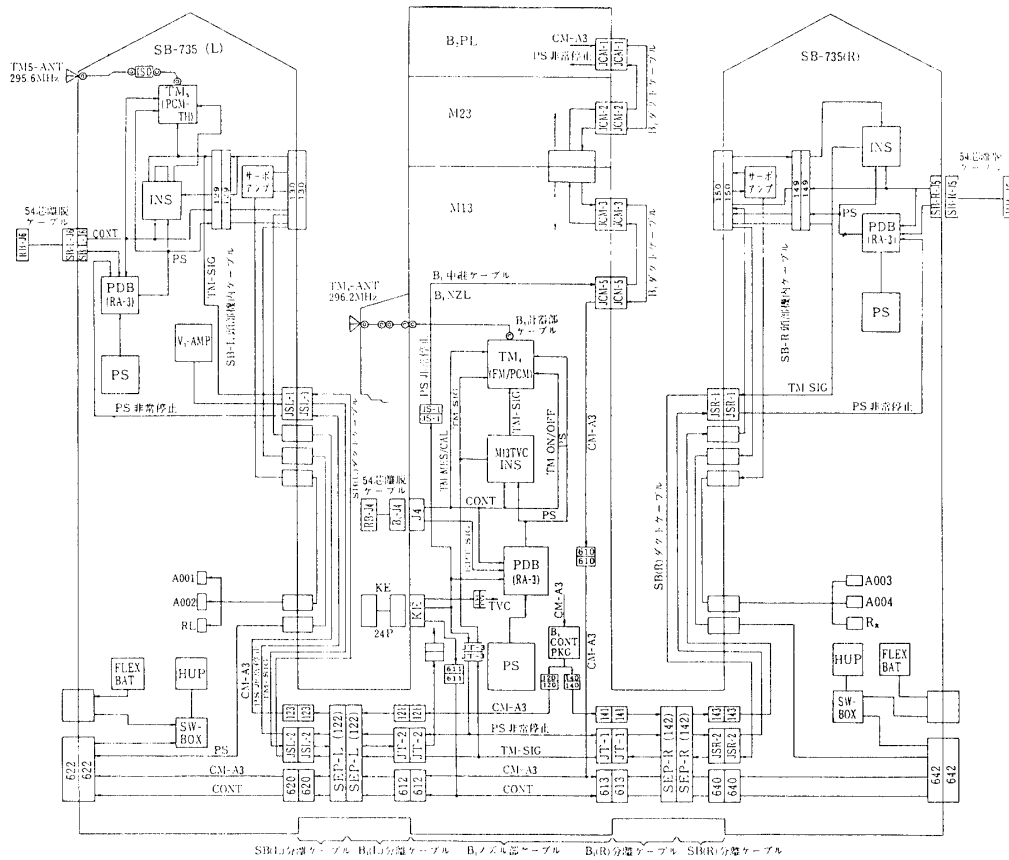


図1(b) 第1段及び補助モータ計器部の機能系統図

装置で構成され左右の補助モータの上部に配置している。

計測信号は61芯ドイッチェ型のB1～SB分離コネクタを介して第1段計器部のテレメータ送信機で伝送される。

図1は第2段，第1段及び補助モータ計器部の機器の機能系統を示す。

図2は第2段，第1段および補助モータ計器部に搭載される機器の配置を示す。

表1はM-3SII型ロケットにおける搭載機器の一覧を示す。

3. 搭載機器管制装置

本装置は，M型ロケットの打ち上げのため発射管制室に設備されている発射管制指令卓を中心としたMロケット発射管制装置の一部で，搭載機器の総合管制を地下管制室からの遠隔操作により行う設備である。

搭載機器管制装置は外部電源盤，中央指令卓の搭載機器管制部と接続し，搭載機器25項目分の外部電源，内部電源のON，OFF操作を行うことを目的としたもので，これに要する操作ボタン，表示ランプが組み込まれているほか充電表示ランプ，チェックアウト表示ランプ，DPスイッチ，コネクタ離脱ボタン，発射後の受信状況を中央司令卓，管制司令卓に知らせるPOSI及びNEGAの表示スイッチなどが設備されている。

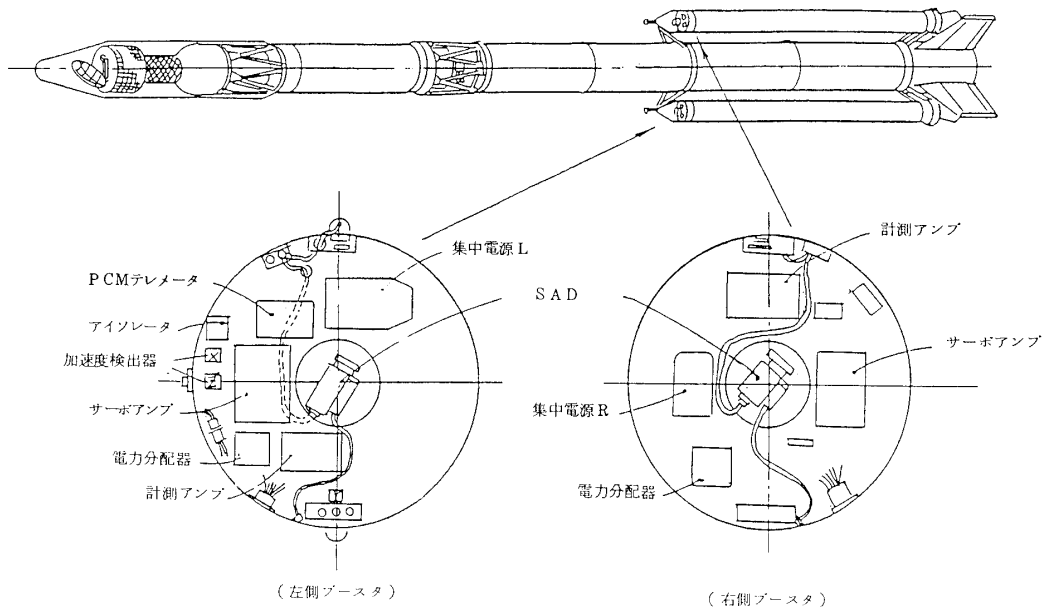


図2(a) 補助ブースタ計器部

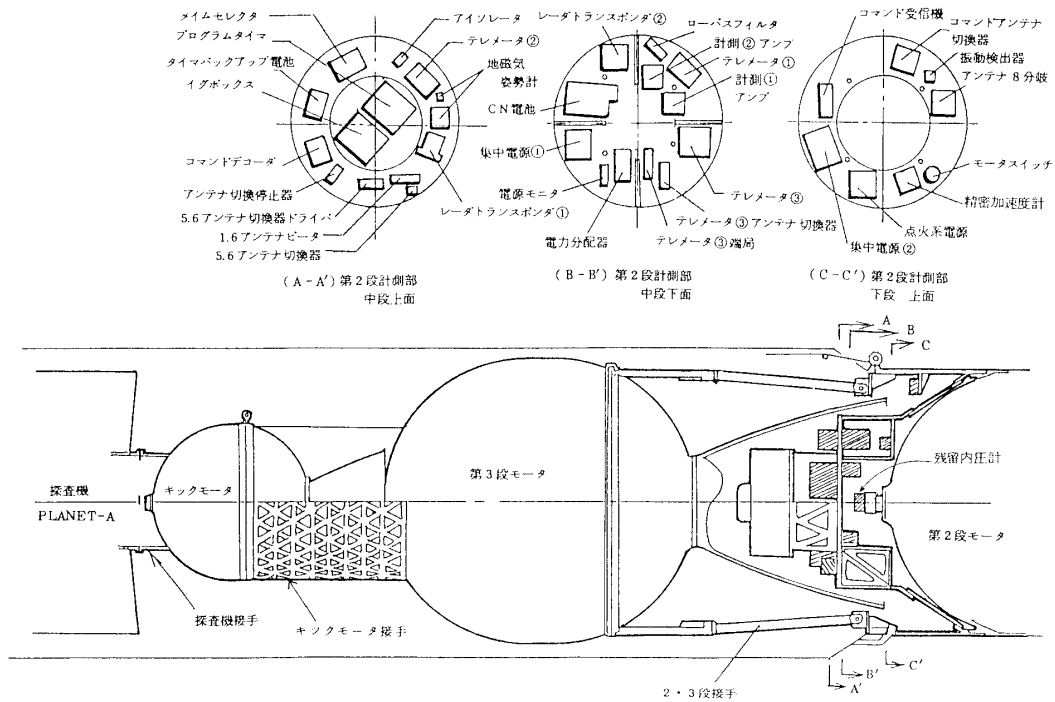


図2(b) 第2段計器部

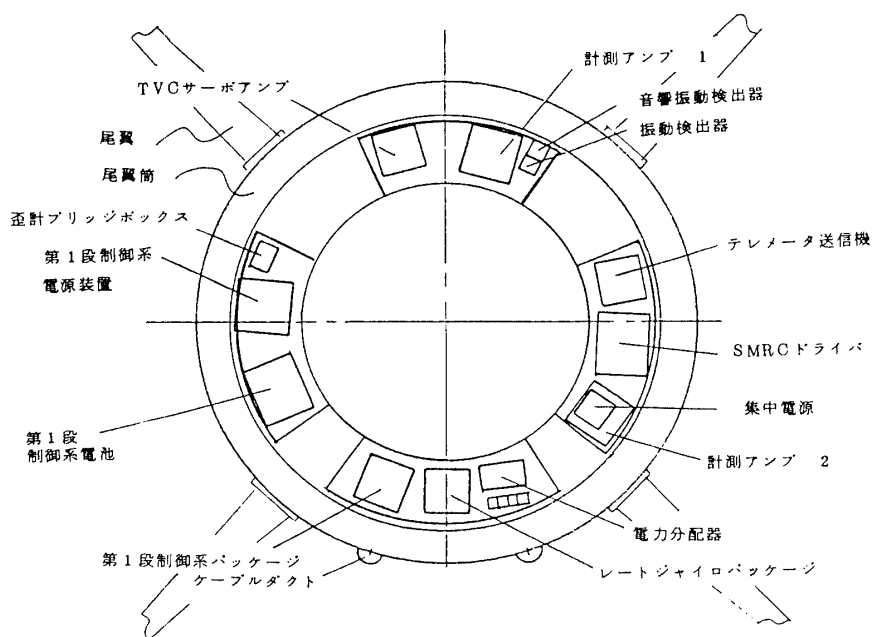


図2(c) 第1段ノズル部 (TVC 装置及び搭載機器)

また、本装置は電源盤、離脱電源盤、無停電電源盤などの関連装置と共に、組立室、整備塔内の端子函を経て搭載機器に接続されロケット組立前後の搭載機器のチェックを十分行えるようになっている。尚、本操作盤には発射前の作業について他の部門における作業との相互の連絡を緊密にし操作の間違いを生じないよう指令応答装置が設備されている。図3はM-3SII 管制系統の概要を示す。

4. 搭載機器管制

搭載機器 (RB) の管制は、ロケット打ち上げの準備作業で搭載機器の動作性能を把握するためロケット搭載機器及び衛星部について統合的に実施するものである。

各機器の制御は、第1,2段及び補助モータ搭載機器(RB)系の54芯着脱コネクタ5本(各々1, 2, 2本)、姿勢制御 (CN) 系と点火タイマ系の25芯シャー型コネクタ (各々2, 4本) を介して搭載機器管制盤、姿勢制御管制盤及びタイマ管制盤よりON, OFF操作される。各機器の電力供給は、搭載されたパワーディストリビューションボックスを介して外部電源及び内部電源の切替が行われる。この搭載電源は、ロケットの打ち上げ延期に対応するために電力供給の非常停止機能を有しており、第2段目のタイマ系の25芯シャー型コネクタを介して搭載機器管制卓より1, 2段及び補助モータ計器部の電源が同時に制御される。

表2はM-3SII型ロケットにおける搭載機器の管制項目を示す。

図4はM-3SII型ロケットにおける発射実験までの搭載機器管制の作業を示したもので、実際に行われた管制内容は次の通りである。

4-1 飛行前試験

飛行前試験における搭載機器管制は、ロケット機体の搭載機器に対して、各機器の設計仕様に基づく性能と打ち上げの際に、空力加熱、振動、衝撃、真空、スピンなどの諸環境条件

表1 M-3SII型ロケット搭載機器一覧

第1段計器部		第2段計器部	
1	VHF FM/PCMテレメータ送信機 ³⁾	1	Lバンド レーダトランスポンダ
2	M-13 計測器	2	Cバンド レーダトランスポンダ
3	燃焼圧、TVC圧、温度検出器	3	トランスポンダ テーガ
4	SMRC トライハート	4	VHF FMテレメータ送信機 ¹⁾
5	サーボ アンプ	5	VHF PCMテレメータ送信機
6	ブリッジ ホックス	6	UHF SSBテレメータ送信機 ¹⁾
7	集中電源	7	3軸地磁気姿勢計
8	CN-B1電源	8	太陽方向検出器
9	B1 コントロール ホックス	9	計測器-1
10	パワー ディストリビューション ホックス	10	計測器-2
補助モータ計器部		11	加速度、振動、温度検出器
(L部)		12	NC 計測装置
1	計測器	13	精密加速度計
2	サーボ アンプ	14	姿勢制御電子部
3	集中電源	15	TVカメラ 制御部
4	パワー ディストリビューション ホックス	16	12GHz TV用送信機
5	PCMテレメータ 送信機 ¹⁾	17	コマンド受信機
6	PF 計測装置 ¹⁾	18	タイマ 装置
(R部)		19	タイムレクタ
1	計測器	20	集中電源
2	サーボ アンプ	21	電源電圧モニタ ホックス
3	集中電源	22	8分岐アンテナ ハイブリット
4	パワー ディストリビューション ホックス	23	ジャンクション ホックス
第3段計器部 ²⁾		24	パワー ディストリビューション ホックス
1	VHF HYB-PCM テレメータ送信機	25	IG ホックス
2	残留内圧計	26	M-23 計測器
3	速度計測装置	27	SJ, TVC圧力、温度検出器
4	ノズル温度計測器	28	ブリッジ ホックス
5	集中電源	29	SJ, TVC トライハート
6	4分岐アンテナハイブリット	30	アンテナスイッチ CM, 5.6RT, S-TM ²⁾
7	パワー ディストリビューション ホックス	31	Sバンド テレメータ送信機 ²⁾
		32	SSB 端局部

注、1) 1、2号機のための搭載である。 2) 3号機のための搭載である。

3) 1、2号機はFM/PCMテレメータ送信機、3号機はPCMテレメータ送信機を搭載している。

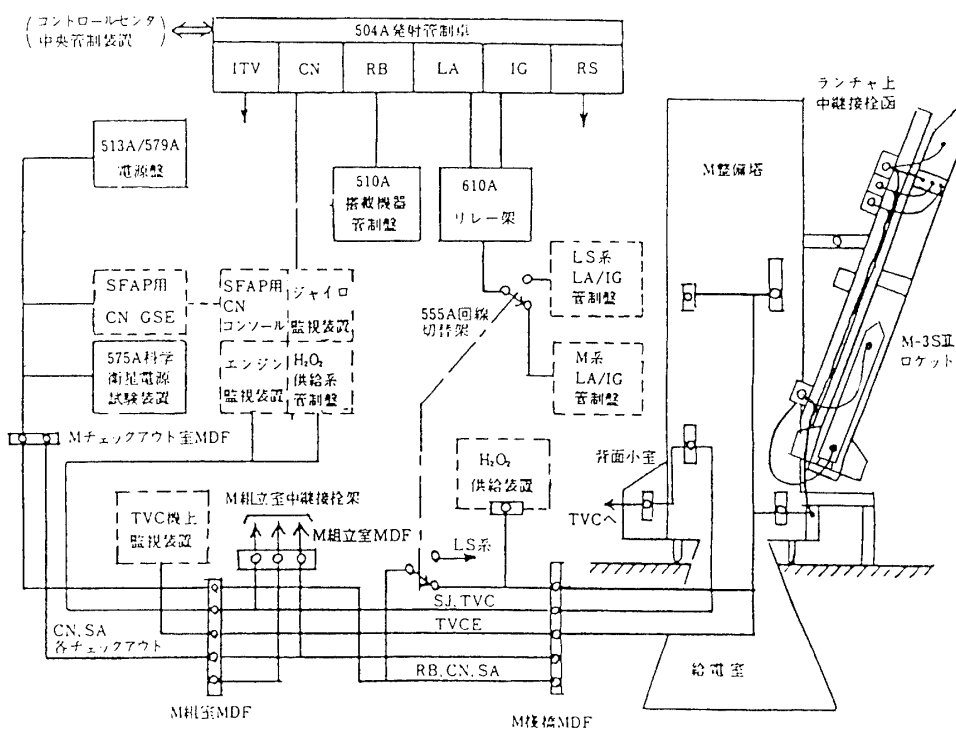


図3 M-3SII 管制システムの概要

に耐える性能を確認するために、M ロケット用簡易 RB 管制盤によって各機器の動作チェックが行われた。

- 1) 機内外計装配線の回線機能
- 2) 搭載機器の単体動作性能
- 3) 機器相互間の動作性能の調整及び総合的動作性能
- 4) 飛行環境（振動，衝撃，スピン）試験に伴う各機器の動作性能
- 5) 姿勢系に関連した制御機能試験に基づいた機器の動作性能
- 6) 第1，第2段及び補助モータ機器の相互間の調整及び総合的な動作性能
- 7) ロケット搭載機器系，衛星系など頭胴部組立状態における総合的な動作性能及び保安コマンド系の動作機能

また、搭載タイマ装置のシーケンス項目について、点火管制により各種の飛行モードを想定した動作試験が動作チェックと併用して実施された。

4-2 発射準備作業

制御系総合試験，組立オペレーションおよびフライトオペレーションなどの発射準備作業において，地上系を含めたロケット計装のシステム評価を行うために搭載機器を総合動作する管制で，M 発射管制室の搭載機器管制盤にて操作される。同設備は，M 型ロケットに対応した搭載機器管制設備で整備塔及び M 組立室に制御回線を有し遠隔操作が行える。尚，M 組立室クリーンブース内での頭胴部動作試験及び M 組立室での制御系総合試験等についても同設備が使用される。

表2 M-3SII型ロケットの搭載機器管制項目

計器部		制御項目		
		1, 2号機	3号機	
第2段計器	1	PS	PS	INT/EXT/OFF
	2	PS moni	PS moni	OFF/ON
	3	TM-1,2,3	TM-2,3,SSB	ON/OFF
	4	RT-1	RT-1	ON/OFF
	5	RT-2,DEC	RT-2,DEC	ON/OFF
	6	TM-1,3	SSB	MEAS/CAL
	7	GA,DSS INS-1,2	GA,DSS INS-1,2	ON/OFF
	8	CM	#PF,VM	RESET/SET
	9	INS1,2 PF,NF-INS	INS-1,2	MEAS/CAL
	10	NF-INS	#TM1,PF,VM	ON/OFF
	11	TM-3 ANT	#PF	BODY/NOZZLE, #MEAS/CAL
	12	DAM,PF-INS	DAM	ON/OFF
	13	CM,ANT-SW	CM,ANT-SW	ON/OFF
	14	M23-INS	M23-INS	ON/OFF
	15	DAM	DAM	TI/OP
	16	INS.CH CHANGE	P1/P2	SL1/SL2
	17	CCU,TX	CCU,TX	ON/OFF
	18	M23-INS	M23-INS	MEAS/CAL
	19	ASS	ASS	RESET
第1段計器	1	PS	PS	INT/EXT/OFF
	2	PS moni	PS moni	OFF/ON
	3	TM-4,M13-INS	TM-4,M13-INS	ON/OFF
	4	TM-4	TM-4	MEAS/CAL
	5	M13-INS	M13-INS	MEAS/CAL
補助モータ計器	1	PS	PS	INT/EXT/OFF
	2	PS moni	PS moni	OFF/ON
	3	SB-INS	SB-INS	ON/OFF
	4	SB-INS	SB-INS	MEAS/CAL
	5	SERVO-AMP	SERVO-AMP	ON/OFF
	6	TM-5	TM-5	ON/OFF

注) 第3段計器の#印項目の制御は第2段計器と併用

発射準備作業における搭載機器の管制内容は次の通りである。

1) 制御系総合オペレーション:

ロケットの第1, 第2段及び補助モータ制御機構についての各種制御モードを想定した制御機能試験で, M組立室に配置された第1段, 第2段及び補助モータ制御機構部と第2段計器部を接続して, 姿勢制御系及び関連計測機器と, これらのデータを伝送するテレメータ系についてM管制盤によって関連機器の管制操作が行われた。尚, 同試験内において第1段, 第2段及び補助モータ計器部の結線による機体計測器の動作性能, 及びタイマ系のシーケンス・モードの作動確認試験などが実施された。

2) 組立オペレーション:

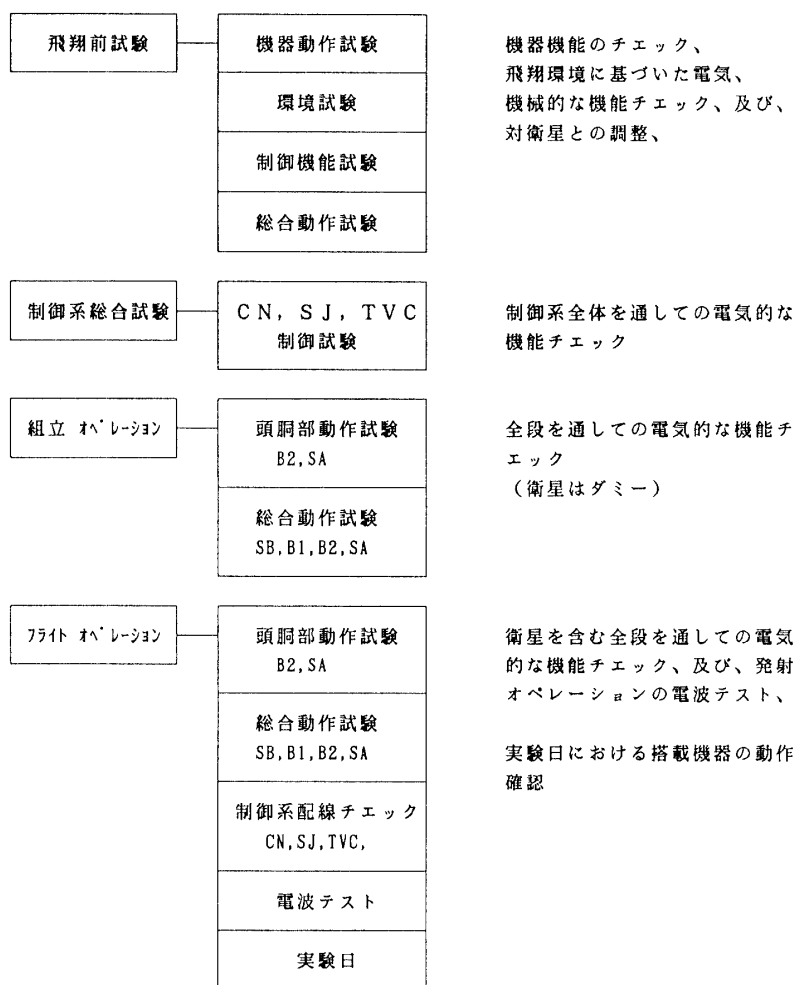


図4 M-3SII型ロケットの搭載機器管制

ロケットの組立て後においてダミー衛星を用いたロケット搭載機器系の総合動作確認で、地上系を含めたロケット計装のシステム評価を目的としている。

組立オペレーションの管制は、ロケット搭載機器系の動作性能と衛星系の電源供給を確認するために、M組立室クリーンブース内で頭胴部の動作チェック、整備塔内の第1、第2段及び補助モータのロケット搭載機器の総合動作チェック、CN, SJ, TVC系配線チェックに関連した動作試験、及び組立オペレーションのタイムスケジュールにおける動作チェックなどについて、M管制盤より搭載機器の管制を行なった。尚、点火タイマ系のタイマシーケンス試験が、これらの搭載機器の動作チェックに引続いて実施された。

3) フライトオペレーション：

ロケットの発射スケジュールにおいて衛星系を含めたロケット搭載機器系全体の総合動作を管制し、ロケット打ち上げ実験のシステム評価を行うものである。

フライトオペレーションの搭載機器管制は、M組立室クリーンブース内で頭胴部として組み上げられた衛星部と第2段計器部の総合動作チェック及び保安コマンド系の受信抑圧試

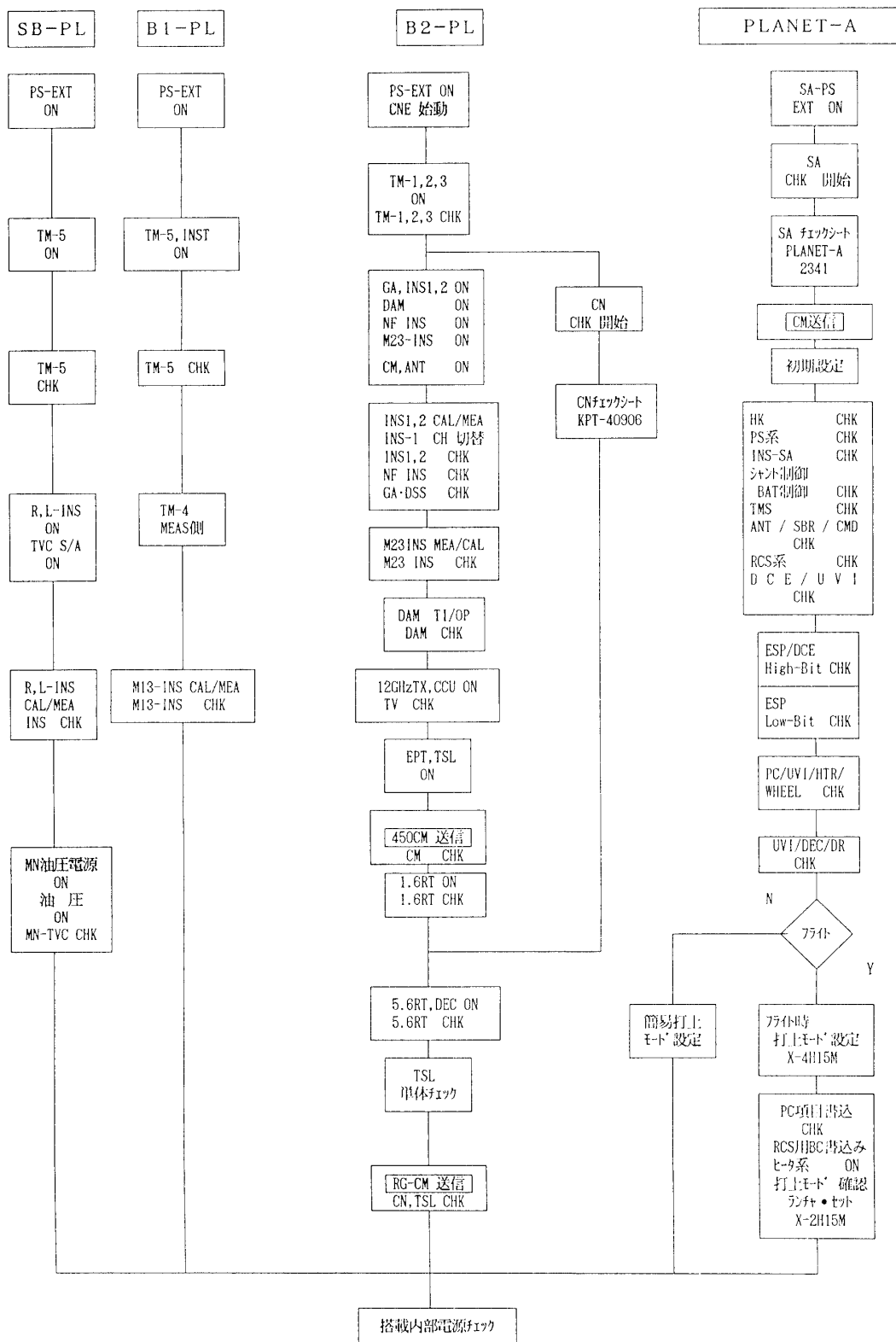


図5 M-3SH-2号機 RB管制動作試験チェック・フロー

験、整備塔内での第1、第2段及び補助モータのロケット搭載機器及び衛星の全段総合動作チェック、CN、SJ、TVC系配線チェックに関連した第1、第2段及び補助モータ系機器の動作チェック、電波テストスケジュール及び実験日のフライトスケジュールに基いた搭載機器系の動作チェックのためにM管制盤によって搭載機器の管制が行われた。またロケット飛翔中の衛星系及びロケット搭載機器系の動作状況について関連情報の収集が行われた。

図5はM-3SII-2号機(PLANET-A)ロケットにおける搭載機器の動作チェック手順を示す。

5. まとめ

M-3SII型ロケットの搭載機器管制は、新たな補助モータ計測の追加で、複雑、かつ多様化されたが、これまでのM-3C、M-3H、M-3S型ロケットの経験から動作手順もほぼ確立され、順調に搭載機器の動作確認やタイマによる飛翔シーケンス項目の作動確認などが予定通り進められた。一方、新搭載機器管制盤については、M型ロケットの過去の運用実績から管制の操作性及び外部電源の監視機能などの改善が行われているほか、安全対策の上から指令応答表示の基本的な考え方はそのまま継承され、管制機能の信頼性及び安全性が実証された。

最後に、御協力を頂いたロケット搭載機器系、姿勢制御系、点火タイマ系、並びに、衛星系の関係各位に厚く感謝する次第である。