

M-V型ロケットのタイマ点火系

中部博雄, 相原賢二, 斉藤宏文, 堀 恵一, 根本健司*, 中村敏行*, 下山 篤*

1. 概 要

M-V型ロケットのタイマ点火系は基本的に従来の方式を継承しているが、より正確で精密なシーケンス出力が要求された為、各タイマは新規開発となった。

また、点火項目数が大幅に増加している。そこで、3段目計器部の重量削減策としてタイマ機器は2段目と3段目の計器部に搭載する事になった。

さらに、2段目継手の分離方式がファイヤ・イン・ザ・ホールになった事から耐衝撃対策が必要となり、電源以外のタイマ機器についてはショックマウントを取り付けている。

2. タイマ点火系システム

タイマ点火系システムとしては、M-3SII型同様に、ロケットが地上にある時は安全性を確保し、飛翔時は設定シーケンスを出力する他に、何らかの異常が発生した場合は保安コマンドによりタイマの停止やモータの破壊を実行する役目を担っている為、高い信頼性を確保している。

タイマ点火系機器は第1図の系統図に示す様に、2段目計器部にはタイマ (M2-EPT)、イグボックス (M2 IG-BOX)、点火電源とバックアップ電源 (M2 PS-BOX/1号機以外)、モータスイッチ (M2 M-SW) が搭載され、2-3段分離までのシーケンスを受け持つ。

3段計器部には、タイマ (M3-EPT)、イグボックス (M3 IG-BOX)、点火電源とバックアップ電源 (M3 PS-BOX)、モータスイッチ (M3 M-SW) が搭載され、衛星分離までのシーケンスを司る。

M3-EPTはM-3SII型のTSL(可変シーケンス)と通常のタイマ機能を持たせたもので、衛星タイマ(EPT-SA)搭載時にシーケンス修正機能は使用される。

飛翔中軌道がそれた場合、衛星を予定軌道に投入させる為にEPT-SAの起動秒時を修正コマンドにより変更する。その結果、EPT-SAは最適な時間にキックモータ点火を可能としている。

また、打ち上げ前に全段火工品の導通抵抗をタイマ点火管制装置により遠隔で必要な項目に切り換え測定する事が出来る。

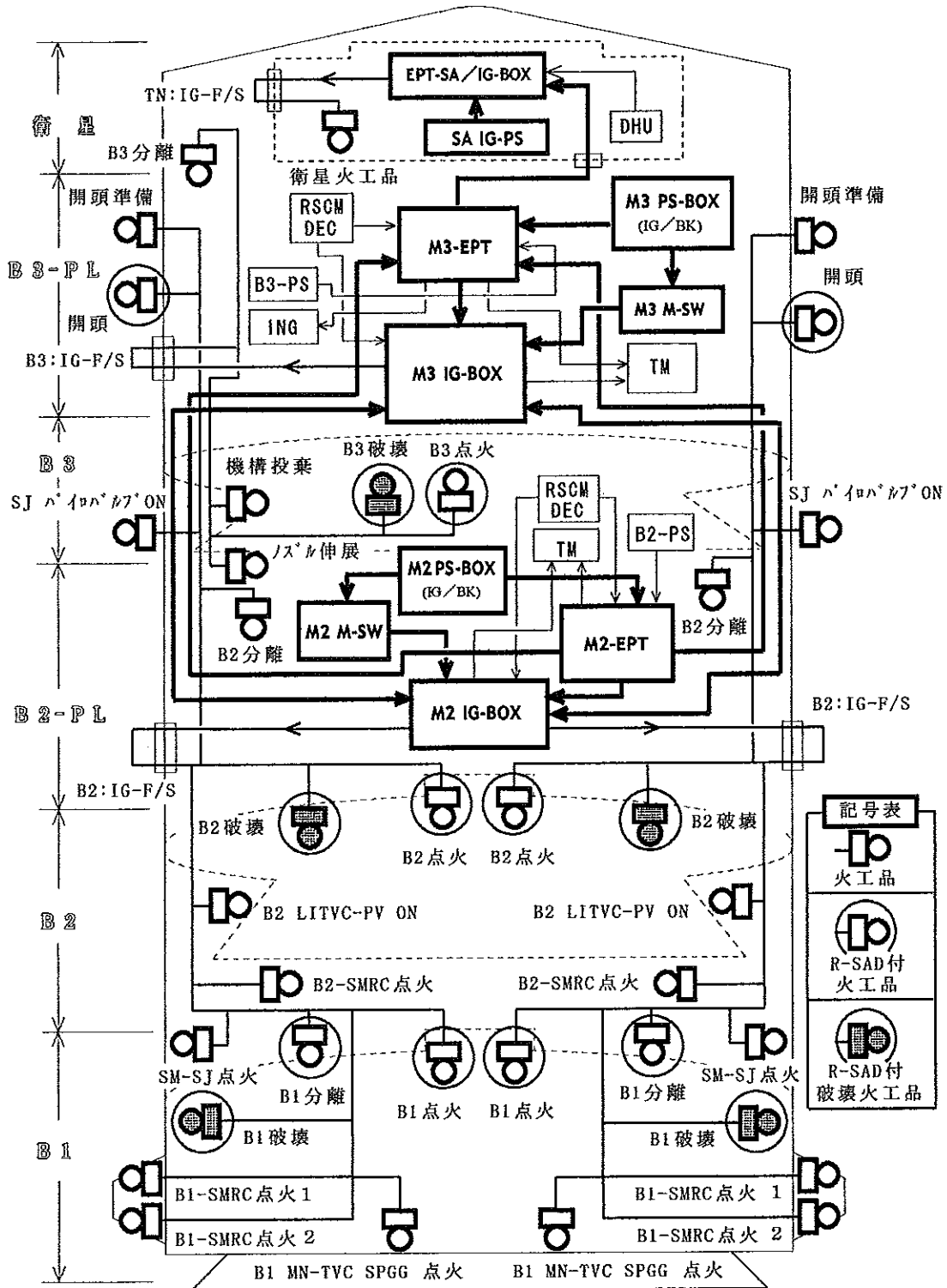
操作系は従来と同様であるが、アンサー系は安全性に直接関与しているM-SW、安全スイッチ、タイマ電源等はダイレクトに監視し、充電やコマンド等はシリアル化して、アンサーケーブルの本数を削減している。

飛翔中は、タイマシーケンス、スクイブの通電々流、及びタイマのクロックやコマンド受信状況をテレメータ

*松下通信工業(株)

でモニタしている。

M2-EPTとM3-EPTの設定シーケンスは飛翔結果「4」の項を参照されたい。タイマ点火系のコマンド機能を第1表に、M-3SII型とM-V型(#3)の比較を第2表に、M-V-1~4号機の変更点を第3表に示す。



第1図 M-V型 タイマ点火系, SO系々統図

第1-1表 M-V-1,3 タイマ点火系コマンド機能表

コマンド名		機 能	アーミング (秒)
450 MHz	CM-A1	M2-EPT 停止	
	CM-A2 a	第1段モータ破壊/M2-EPT 停止	X+ 5秒
	CM-A2 b	第2段モータ破壊/M2-EPT 停止	X+ 5秒
	CM-A3	SMRC 停止/SMSJ 停止	X+ 5秒
	CM-A4	B2-LITVC 停止/SMSJ 停止	X+ 5秒
5.6 GHz	CM-B1	M3-EPT 停止	X+200秒
	CM-B2	第3段モータ破壊/M3-EPT 停止	X+200秒
	RC-3	M3-EPT 可変シーケンス修正	☆号機により異なる
衛星	CM-C1	EPT-SA 停止	EPT-SA 起動 1 秒後

第1-2表 M-V-2,4 タイマ点火系コマンド機能表

コマンド名		機 能	アーミング (秒)
450 MHz	CM-A1	M2-EPT 停止	
	CM-A2 a	第1段モータ破壊/M2-EPT 停止	X+ 5秒
	CM-A2 b	第2段モータ破壊/M2-EPT 停止	X+ 5秒
	CM-A3	SMRC 停止/SMSJ 停止	X+ 5秒
	CM-A4	B2-LITVC 停止/SMSJ 停止	X+ 5秒
5.6 GHz	CM-B1	M2-EPT 停止	* X+80~180秒
		M3-EPT 停止	X+ 200秒
	CM-B2	第2段モータ破壊/M2-EPT 停止	* X+80~180秒
		第3段モータ破壊/M3-EPT 停止	X+ 200秒
	RC-3	M3-EPT 可変シーケンス修正	☆号機により異なる
衛星	△CM-C1	EPT-SA 停止	EPT-SA 起動 1 秒後

注1) ☆: 修正範囲には制限が設けてあり号機により異なる。第3表の修正範囲の項参照

注2) *: M-V-4号機はX+70秒~180秒に設定

注3) △: M-V-4号機はEPT-SAを搭載していないので、CM-C1は無い

第2-1表 M-V型(#3)とM-3SII型のタイマ点火系比較

No	項目	M-3SII型	M-V型
1	機器構成	B2-PL部 ・タイマ (M-EPT) ・タイムセレクタ (TSL) ・イグボックス (IG-BOX) ・点火電源 (IG-PS) ・タイマ非常電源 (BK-PS) ・点火電源スイッチ (M-SW)	[1] B2-PL部 ・タイマ (M2-EPT) ・イグボックス (M2 IG-BOX) ・点火電源 (M2 PS-BOX) ・タイマ非常電源 (M2 PS-BOX) ・点火電源スイッチ (M2 M-SW) [2] B3-PL部 ・タイマ (M3-EPT) ・イグボックス (M3 IG-BOX) ・点火電源 (M3 PS-BOX) ・タイマ非常電源 (M3 PS-BOX) ・点火電源スイッチ (M3 M-SW)
2	タイマ書込み方式	[1] M-EPT ・ヒョーズ焼切り方式 *素子交換/環境試験必要 [2] TSL ・半田づけによるシーケンス設定 *その後のシーケンス変更困難	[1] M2-EPT ・機器組付後も外部より書込み可 *環境試験不要 [2] M3-EPT ・素子外し,ライターで書込み *その後素子を組込み簡易環境試験で良い *リミッターは半田づけ変更困難
3	タイマ機能/性能	[1] M-EPT ・分解能:1秒 ・出力信号幅:0.75秒 *幅固定/同時重複不可 [2] TSL ・分解能:1秒 ・出力信号幅:1秒 *幅固定/同時重複不可	[1] M2-EPT ・分解能:0.1秒 ・出力信号幅:0.5秒以上可 *信号幅可変/同時出力重複可能 [2] M3-EPT ・分解能/出力信号幅:1秒 *幅固定/同時重複不可
4	出力修正機能	TSL ・「衛星タイマ起動」と「2-3段分離」はコマンドにより出力信号秒時の修正可能 ・コマンド1パルスで修正出来る量は1秒固定	M3-EPT ・任意の項目をコマンドにより出力信号秒時の修正可能 ・コマンド1パルスで修正量を1, 4, 8秒の何れかを選択可能(号機別)
5	タイマ電源瞬断防止	・無し	・M2-EPT電源系に瞬断防止回路(約300 μ F)追加

第2-2表 M-V型(#3)とM-3SII型のタイマ点火系比較

No	項目	M-3SII型	M-V型
6	冗長系	[1] M-EPT ・クロック～カウンター～メモリ：3重系 ・デコーダ～ドライバー：2重系 ・CM受信～ドライバー：シングル ・メモリ出力多数決：2 OUT OF 3 [2] TSL ・クロックはM-EPTより供給 ・タイマ、時刻修正回路：シングル	[1] M2-EPT ・クロック, CPU, データ出力：3重系 ・ドライバー：2重系 ・CM受信～ドライバー：シングル ・メモリ出力多数決：2 OUT OF 3 [2] M3-EPT ・クロック～カウンター～メモリ：3重系 ・デコーダ～ドライバー：2重系 ・メモリ出力多数決：2 OUT OF 3 ・ドライバー出力：OR出力 ・時刻修正回路：シングル
7	設定シーケンス数	[1] M-EPT ・31項目 (デュアル) [2] TSL ・2項目 (シングル) ・内部シーケンス：3項目	[1] M2-EPT ・44項目 (デュアル) [2] M3-EPT ・14項目 (シングル) ・デュアルドライブ1出力 ・内部シーケンス：6項目
8	点火系出力項目数	[1] IG-BOX ・9項目 (デュアル) [2] TSL ・上記9項目の内1項目	[1] M2 IG-BOX ・14項目 (デュアル) [2] M3 IG-BOX ・6項目 (シングル)
9	瞬発コマンド (CM-A6)	・衛星分離とEPT-SA起動	・無し
10	点火電流検出	・電位差検出変換方式 *IG-BOX	・ホール素子センサ *M2 IG-BOX ・M3 IG-BOX
11	アンサ機能	・全てのアンサをパラレルで伝送	・安全に関わるアンサはパラレル伝送/他はシリアル伝送
12	点火電源	IG-PS ・デュアル (28.8V : 1300mAh)	[1] M2 PS-BOX ・デュアル (28.8V : 1300mAh) [2] M3 PS-BOX ・シングル (28.8V : 300mAh)
13	電源取外し機構 (外壁より可能)	・無し	[1] M2 PS-BOX [2] M3 PS-BOX
14	高周波衝撃対策	・無し	・ショックマウントを装着 (電源以外)

第3表 M-V-1～4号機の変更点

項目	M-V-1	M-V-2	M-V-3	M-V-4
M2-EPT 電源リレー	1個	2個/取付けは90度異なる	→ →	→ →
M2-EPT 電源冗長方式	集中電源の2系統(A系/B系)	集中電源B系とバックアップ電源	→ →	→ →
M2 PS-BOX バックアップ(BK)電源	▲搭載無し	搭載	→	→
M2 PS-BOX 重量/寸法(mm)	5.2kg 165×170×140	6.3kg 165×208×140	→	2.3kg 120×190×108
M2 PS-BOX 電池電圧,セル数	IG:28.8V, 24セル BK:無し	IG: → BK:16.8V, 14セル	→ →	IG:24V, 20セル BK:→
M3-EPT 内部シーケンスモニタ	無し	・CM-ENABLE ・CM-DISABLE ・CLK-ENABLE	→	→
M3-EPT シーケンス修正範囲	-2秒～+10秒	-96秒～+97秒 (計画値)	→	修正無し
M3-EPT タイマ停止時の動作	シーケンス及びSQ モニタは出力続ける	シーケンス及びSQ モニタは停止	→	→
B3-PL部 タイマ機器塗装	黒色半つや塗装	白色塗装 *熱対策	→	→
B3-PL部 熱対策	無し	MLI取付け *M-SW以外	→	→
M3 PS-BOX 重量/寸法 mm	1.5kg 92×150×60	1.6kg 120×190×72	1.5kg 92×150×60	→ →(2号機と入換)
M3 PS-BOX 電池電圧,セル数	IG:28.8V, 24セル BK:12.0V, 10セル	IG:24V, 20セル BK:→	IG:28.8V, 24セル BK:→	→ →(2号機と入換)
衛星搭載タイマ機器	EPT-SA (IG-BOX 含)	→	→	IG-BOX SA
タイマ操作系計装	B3-PL→EPT-SA 機内配線	機外計装 *計装重量削減	→	→
ロケット壁操作コネクタ	B2-PL部:5個 NF部:無し	B2-PL部 6個 NF部 2個	B2-PL部 5個 NF部 1個	B2-PL部 5個 NF部 1個

注)▲:M2 PS-BOXに内蔵していないがBKとして集中電源A系から供給を受ける。

3. タイマ機器

M-V型ロケットに搭載しているタイマ点火系機器の概要を以下に説明する。ここで、①は2段目計器部に、②は3段目計器部に搭載されている。

タイマの起動は、[タイマ点火管制装置より X-50秒に M2-EPT 起動] → [M2-EPT は 2-3 段分離前に M3-EPT 起動] → [衛星側タイマ (EPT-SA) 搭載時は、M3-EPT により衛星分離前に EPT-SA 起動] となっている。

[1] タイマ

M-V型ロケットに搭載されているタイマは、点火信号（モータ点火や分離等の火工品）と、制御信号（CN、計測等）を予め設定された秒時に送出する。

①M2 EPT

新規開発した M2-EPT は、CPU を介在したメモリ素子 (E²P-ROM) の採用により、シーケンス設定秒時分解能を 0.1 秒に精度向上を図り、パルス幅、出力時間に自由度を持たせ、同時出力、重複、複数回の出力を可能とし、シーケンス書き換えを計器部に組み込んだ状態でも容易に行える様にした。

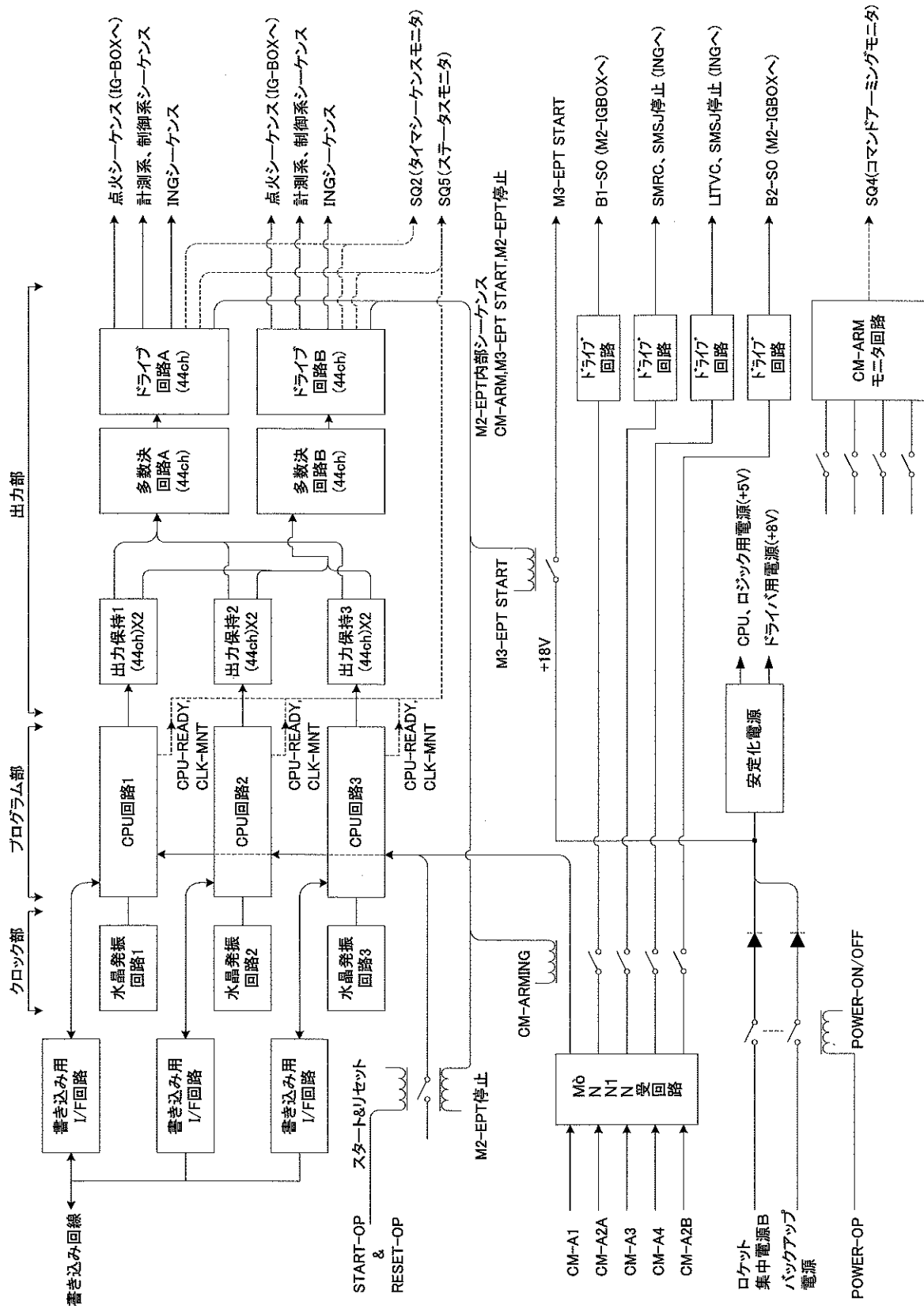
タイマクロック部と CPU 部は 2 OUT OF 3 方式を採用して、タイマに供給される電源、デコーダ部を含む信号出力まで全てデュアル方式をとっている。但し、操作系と一部制御出力系は除く。また、クロック部は 3 個の水晶発振回路を使用し、GSE とのインターフェイスはフォトカプラを採用している。

タイマの動作は水晶発振回路での原振を 10Hz に分周して、そのトリガー信号を CPU に与える。

CPU は、そのトリガー信号をカウントしてシーケンスメモリーに書き込まれている各シーケンスの時刻情報と比較し、CPU 内部基準タイマと時刻情報が一致したデータの出力制御処理を実行する。基本仕様を第 4 表に、M2-EPT 系統図を第 2 図に示す。

第 4 表 M2-EPT の基本仕様

1) 方式	: クロック, CPU, メモリ部トリプル 多数決回路は「2 OUT OF 3」 出力回路 (点火系, 制御系共に) デュアル
2) シーケンス設定項目	: 44 項目 (点火系: 20/制御系: 24)
3) シーケンス設定可能時間	: 最大 X+6000 秒
4) シーケンス時間間隔	: 0.1 秒
5) シーケンス出力時間幅	: 0.5 秒以上に規定 (0.1 秒単位で可変可能)
6) 発振方式	: 水晶発振方式 (100kHz ± 5 ppm)
7) シーケンス設定精度	: ±0.1% (許容誤差 ±0.25%/リレー遅延含)
8) プログラム方式	: 電気書き込み式 (搭載 CPU 介在)
9) シーケンス出力信号	: 点火系 DC6.4V ± 0.5V/0.8A 制御系 DC6.4V ± 0.5V/0.3A
10) 出力信号インピーダンス	: 10kΩ
11) アンサー信号	: 接点信号/S&F 側 (POWER, START-OP, CM-ARM) フォトカプラ (CM-A1 ~ A4, SA ANS, SL ANS)
12) 外部操作電圧	: DC28V ± 0.5V
13) 寸法/重量 (ショックマウント無し)	: 220 (W) × 250 (D) × 140 (H) / 5.4kg



第2図 M2-EPT 系統図

②M3 EPT

M3-EPTはTSL機能を継承して、可変シーケンス項目を増やし、シーケンス変更を半田付けによる設定から電気書き込みメモリ素子（E²P-ROM）を採用してシーケンス変更を容易にした。

シーケンス設定ブロックは、シーケンス1とシーケンス2の2系統を持ち、シーケンス1はM2-EPTより起動する。

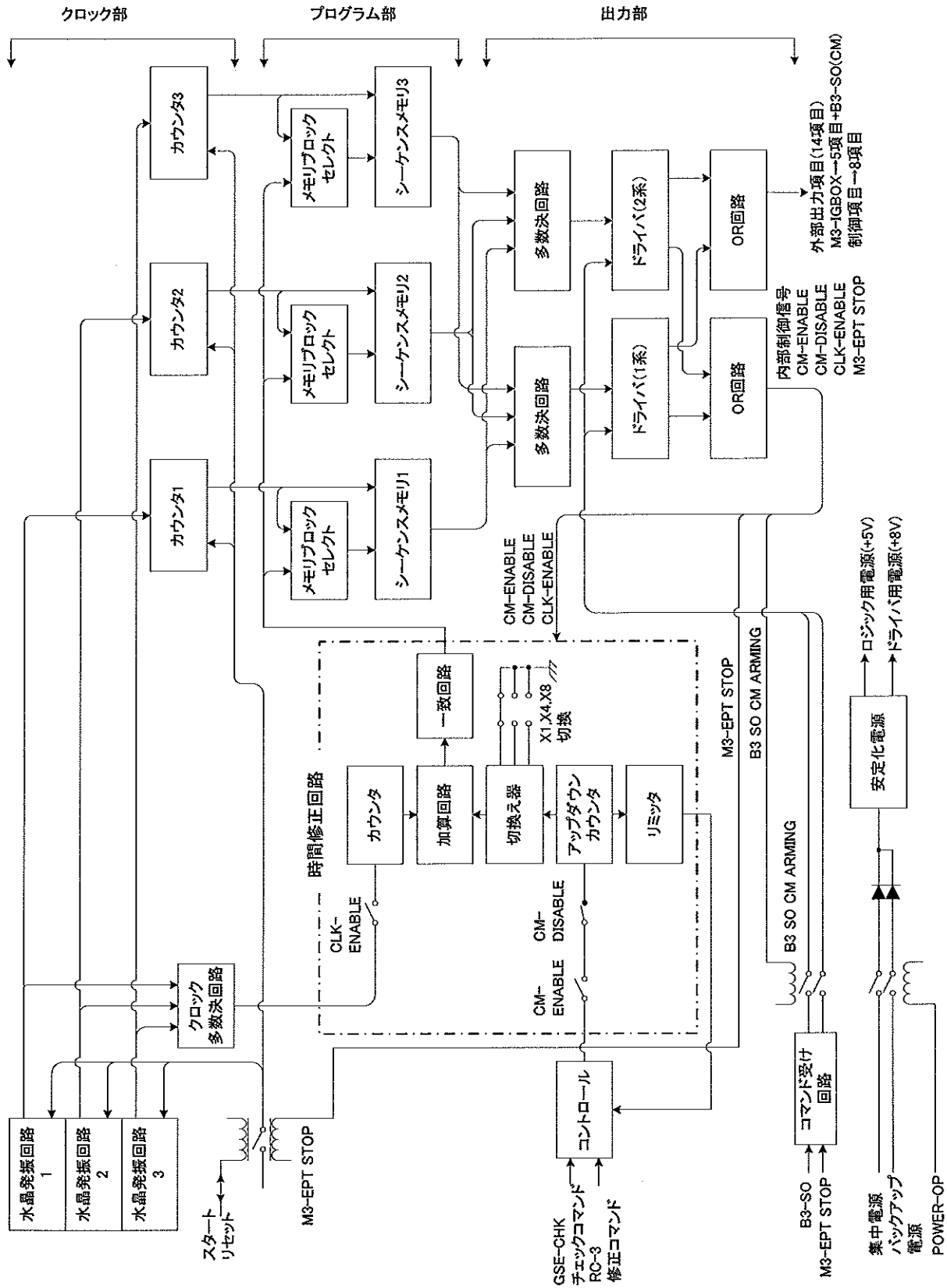
シーケンス2はシーケンス1内に設定されている「CLK-ENABLE」から一定の時間後に起動する。地上のRGコマンド送信により、この一定の時間を規定の範囲時間内で修正する事が可能で、シーケンス2を全体的に前後させる。

RGコマンドの1パルス当たりのシーケンス2の修正量は、衛星のミッションにより内部設定を「1秒」、「4秒」、「8秒」の何れかに設定可能である。

このタイマは、クロック部、カウンター部、メモリー部をトリプル回路とし、それぞれの出力に「2 OUT OF 3」方式を採用し、出力回路系をデュアル構成とする。但し、時間修正回路部はシングルである。M3-EPTの基本仕様を第5表に、系統図を第3図に示す。

第5表 M3-EPTの基本仕様

1) 方式	: クロック, カウンター, プログラムはトリプル 多数決回路は「2 OUT OF 3」 出力回路 (点火・制御) デュアルドライブ1出力
2) シーケンス設定項目	: 14項目 (点火系: 6/制御系: 8)
3) シーケンス設定可能時間	: シーケンス1 Y1 = 4096秒 シーケンス2 (CMで可変) Y2 = 4096秒
4) シーケンス時間間隔	: 1.0秒
5) シーケンス出力時間幅	: 1.0秒
6) 発振方式	: 水晶発振方式 (100kHz ± 5 ppm)
7) シーケンス設定精度	: ±0.1% (許容誤差 ±0.25%/リレー遅延含)
8) プログラム方式	: 電気書き込み式 (E ² PROM) 書き込み修正は素子取り外し必要
9) シーケンス出力信号	: 点火系 DC6.4V ± 0.5V/0.8A 制御系 DC6.4V ± 0.5V/0.3A
10) シーケンス2修正範囲	: 設定1秒 [CMパルス = -96秒 ~ +97秒] 他に設定4秒と設定8秒があるが未使用
11) 修正最小時間単位	: 1秒
12) 修正コマンド入力信号	: [+], [-], アクチベーションコマンド
13) 修正コマンド受信可能時間	: CM-ENABLE ~ CM-DISABLE
14) 修正先頭シーケンス	: -114秒
15) 出力信号インピーダンス	: 5 kΩ
16) アンサー信号	: 接点信号/S&F側 (POWER, START-OP, CM-ARM) フォトカプラ (CM-A1 ~ A4, SA ANS, SL ANS)
17) 外部操作電圧	: DC28V ± 0.5V
18) 寸法/重量 (ショックマウント無し)	: 230 (W) × 250 (D) × 140 (H) / 2.6kg



第3図 M3-EPT系統図

[2] イグボックス

遠隔による火工品の導通抵抗測定と点火電源を火工品に供給する。又飛翔時の不具合に対しては保安コマンド信号によりモータ破壊を行う機能を有し、2段と3段計器部に搭載される。

①M2 IG-BOX

点火リレー、安全リレー、イグセレクター (IG-SL) 回路、点火電流センサー、安定化電源から成り、タイマからの信号で、点火電源を対応する火工品に供給する。この時の電流はセンサーで検出されテレメーターに送られる。

点火系導通抵抗測定は、地上装置から測定しようとする点火項目に相当するチャンネル信号をパラレルのバイナリーコードとして IG-SL 回路に送り、シリーズ変換して地上装置の一致回路に戻す。

送ったバイナリー信号と戻ってきたシリーズ信号が、それぞれ選択したチャンネルと一致した時にのみ、バイナリーコードをデコードして選択した点火リレーを駆動させる。

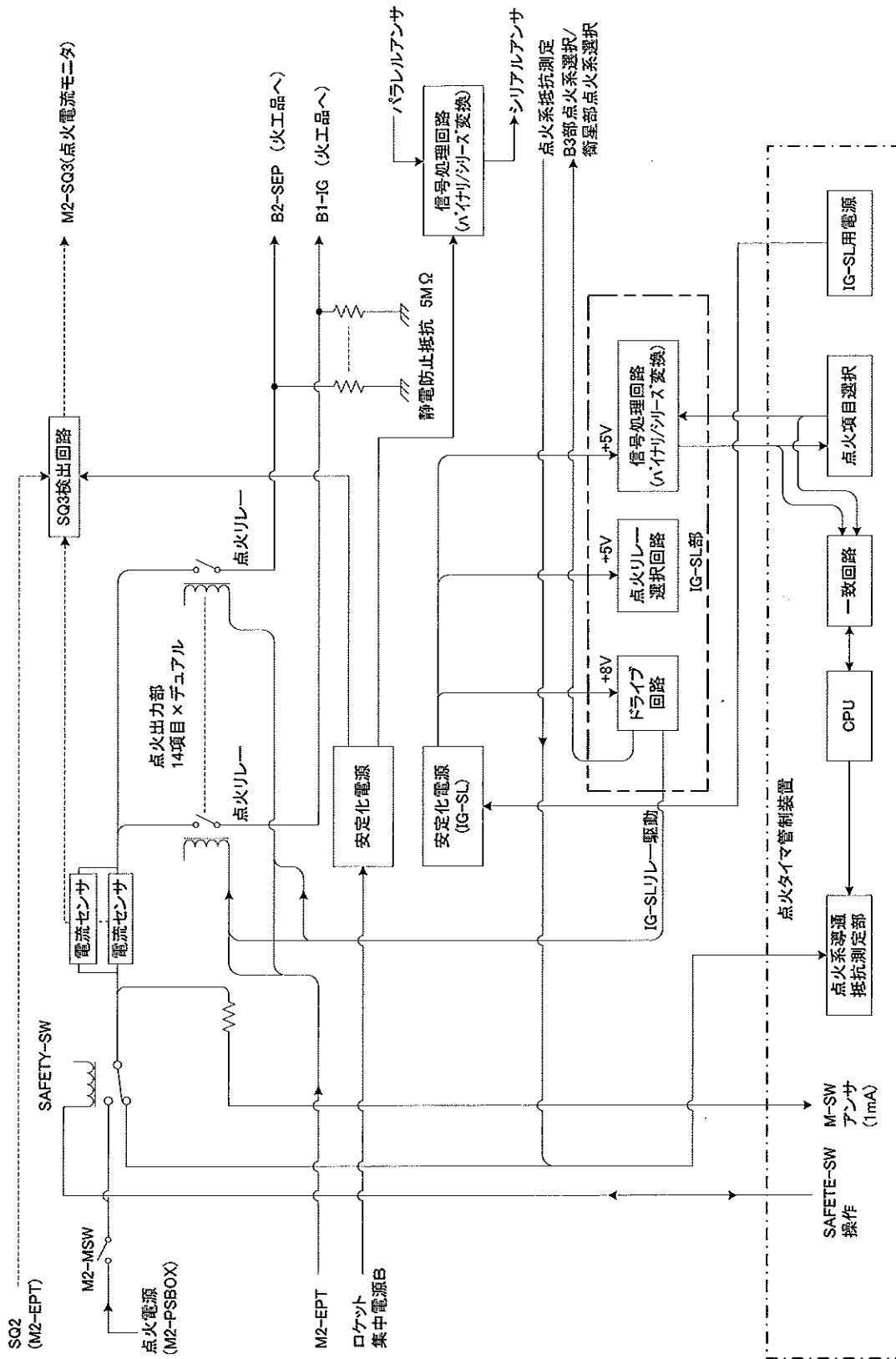
また、安全リレーはモータスイッチ (M-SW) により点火電源回路を遮断した上で、トランスファー接点を介して IG-SL で切り替えた点火項目と測定器をつなげる。

この方法により、遠隔で順次点火項目を切り替え、点火系導通抵抗測定を可能としている。

M2 IG-BOX の基本仕様を第6表に、系統図を第4図に示す。

第6表 M2 IG-BOX の基本仕様

1) 回路方式	: デュアル点火回路 (点火リレー、安全リレー等)
2) スクイプ供給電流	: 5~10A
3) IG-SL チャンネル選択	: 基準抵抗/チェック抵抗 (各1ch) 2, 3段目, 衛星: 0Ω / 2段目: 10Ω 測定チャンネル (58ch)
4) IG-SL チャンネル選択信号	: バイナリーコード (6ビット 平行)
5) IG-SL 選択信号レベル	: 負論理 ([1]: 0.6V/ [0]: 12V)
6) 照合用信号	: 8ビット シリアル
7) チャンネルイネーブル信号	: 1ビット
8) 点火電流検出 (SQ3)	: 磁気変換型電流センサー (2.5~20A)
9) 点火リレータイプ	: ノンラッチリレー (2トランスファー接点)
10) 点火リレー接点容量	: 10A
11) 点火リレー動作時間	: 7ms (最大/接点バウンズ時間 2ms を除く)
12) 点火リレーブレイク接点	: 10Ω
13) 点火リレー駆動電圧	: DC6.4V (7.3V~4.4V)
14) 安全リレータイプ	: ラッチングリレー (4トランスファー接点)
15) 安全リレー接点容量	: 10A
16) 安全リレー動作時間	: 7ms (最大/接点バウンズ時間 2ms を除く)
17) 安全リレー駆動電圧	: DC28V±10%
18) 静電防止抵抗	: 各点火回路両極に 5MΩ
19) アンサー信号	: IG-SL のスタートライン
20) シリアルアンサー	: 32ビット/フレーム (RS422方式)
21) 寸法/重量(ショックマウント無し)	: 300 (W) × 280 (D) × 140 (H) / 8.1kg



第4図 M2 IG-BOX 系統図

②M3 IG-BOX

点火リレー、安全リレー、点火電流センサー、安定化電源からなり、M3-EPTからの信号により、点火リレーを動作させ、ロケット各段の火工品を作動させると共に、衛星部（EPT-SA搭載時は、その起動）に信号を送出する。

また、M3-EPT、或いは保安コマンドにより点火リレーを動作させ、点火電源を火工品に供給した場合は電流センサーで点火電流を検出し、SQ3としてテレメーターに送られる。M3 IG-BOXの基本仕様を第7表に、系統図を第5図に示す。

第7表 M3 IG-BOXの基本仕様

1) 回路方式	: シングル点火回路
2) スクイブ供給電流	: 5~10A
3) チャンネル選択	: 6 ch
4) チャンネル選択信号	: 電圧信号 (M2 IG-BOXより供給)
5) 点火電流検出 (SQ3)	: 磁気変換型電流センサー (2.5~20A)
6) 点火リレータイプ	: ノンラッチリレー (2トランスファー接点)
7) 点火リレー接点容量	: 10A
8) 点火リレー動作時間	: 7ms (最大/接点バウンズ時間2msを除く)
9) 点火リレーブレーク接点	: 10Ω
10) 点火リレー駆動電圧	: DC6.4V (7.3V~4.4V)
11) 安全リレータイプ	: ラッチングリレー (4トランスファー接点)
12) 安全リレー接点容量	: 10A
13) 安全リレー動作時間	: 7ms (最大/接点バウンズ時間2msを除く)
14) 安全リレー駆動電圧	: DC28V±10%
15) 静電防止抵抗	: 各点火回路両極に5MΩ
16) 寸法/重量(ショックマウント無し)	: 250 (W) × 150 (D) × 100 (H) / 2.6kg

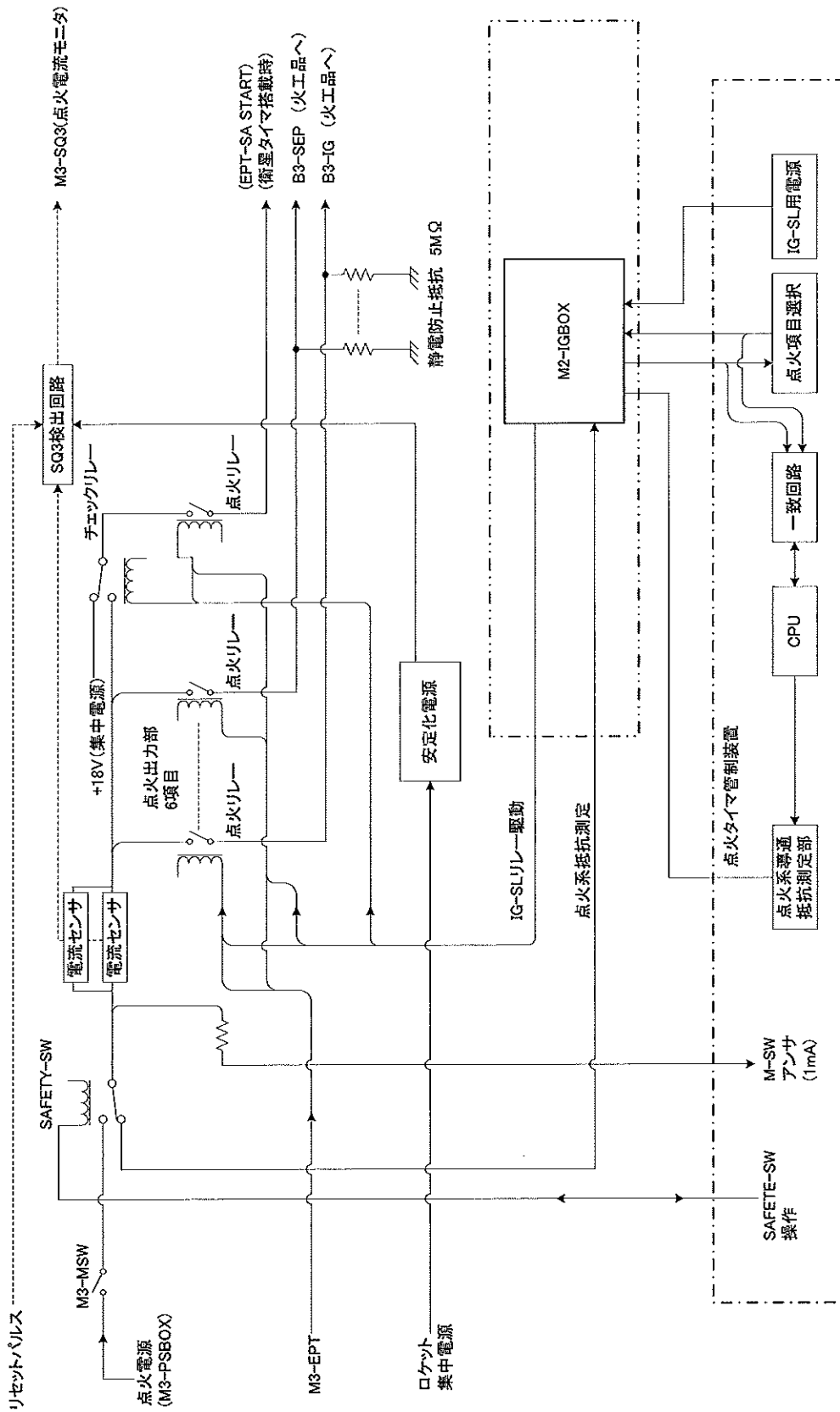
[3] モータスイッチ (M-SW)

M-SW (MOTOR ACTUATED SWITCH) は2段目と3段目計器部にM2 M-SWとM3 M-SWとして搭載され、点火回路の電源スイッチとして地上装置により遠隔で操作する。

打ち上げ準備中は[安全側]として常時監視し、準備終了後に、[発射側]に切り替えタイマ点火管制装置の打ち上げ準備にはいる。何らかの理由で打ち上げを中断する場合は、速やかに[安全側]に戻し逆行作業に入る事が出来る。M-SWの基本仕様を第8表に示す。

第8表 M-SW基本仕様

1) 接点数	: メイン4 PDT / アンサー 1 PDT
2) 接点容量	: 40A (1秒 ON/5秒 OFF 5分間)
3) 接点耐電圧	: 500V RMS/1分間
4) 動作時間	: 0.8秒
5) 駆動電圧	: DC28V (22V~31V)
6) 寸法/重量(ショックマウント無し)	: 100 (φ) × 100 (H) / 1.2kg



第5図 M3 IG-BOX 系統図

[4] 電源ボックス

点火電源とタイマのバックアップ電源を同一ケースに収納したもので、2段目(M2 PS-BOX)と3段目(M3 PS-BOX)計器部に搭載されている。

①M2 PS-BOX

M2-EPT系火工品(1段目モータ点火～2段目分離迄)に点火電圧を供給するもので、点火電源はデュアル方式をとっている。

M-V-1号機のみバックアップ電源は、集中電源より取っていたが、信頼性を見直しにより2号機以降は専用の電源を搭載する。基本仕様を第9表に示す。

第9表 M2 PS-BOX 基本仕様

1) 電池の種類	: ニッケルカドミウム電池
2) IG (点火電源) 形式	: P-13R-1 P6 (24セル×2系統)
3) IG 電圧	: +28.8V (+27.6V～+33.6V)
4) IG 容量	: 1300mAh
5) IG 放電終止電圧	: 27.6V
6) IG 自己放電	: 10日で35%以内 (完全充電後)
7) BK (バックアップ電源) 形式	: P-03RM 1 G89 (14セル×1系統)
8) BK 電圧	: +16.8V (+15.6V～+19.6V)
9) BK 容量	: 300mAh
10) BK 放電終止電圧	: 15.6V
11) BK 自己放電	: 10日で35%以内 (完全充電後)
12) 寸法/重量	: 165 (W) × 208 (D) × 140 (H) mm /6.5kg

②M3 PS-BOX

M3-EPT系火工品(2段目モータ点火～衛星分離迄)に点火電圧を供給する。基本仕様を第10表に示す。

第10表 M3 PS-BOX 基本仕様

1) 電池の種類	: ニッケルカドミウム電池
2) IG (点火電源) 形式	: P-03RM 1 G89 (24セル×1系統)
3) IG 電圧	: +28.8V (+27.6V～+33.6V)
4) IG 容量	: 300mAh
5) IG 放電終止電圧	: 27.6V
6) IG 自己放電	: 10日で35%以内 (完全充電後)
7) BK (バックアップ電源) 形式	: P-03RM 1 G89 (10セル×1系統)
8) BK 電圧	: +12.0V (+10.8V～+14.4V)
9) BK 容量	: 300mAh
10) BK 放電終止電圧	: 10.8V
11) BK 自己放電	: 10日で35%以内 (完全充電後)
12) 寸法/重量	: 92 (W) × 150 (D) × 60 (H) mm /1.5kg

4. 飛翔結果

タイマ機器の取付けと打上げ時の操作コネクタの接続状況を写真-1～3に、M-V-1.3.4号機の飛翔結果とM-V-2号機の設定秒時を第11表～15表に示す。

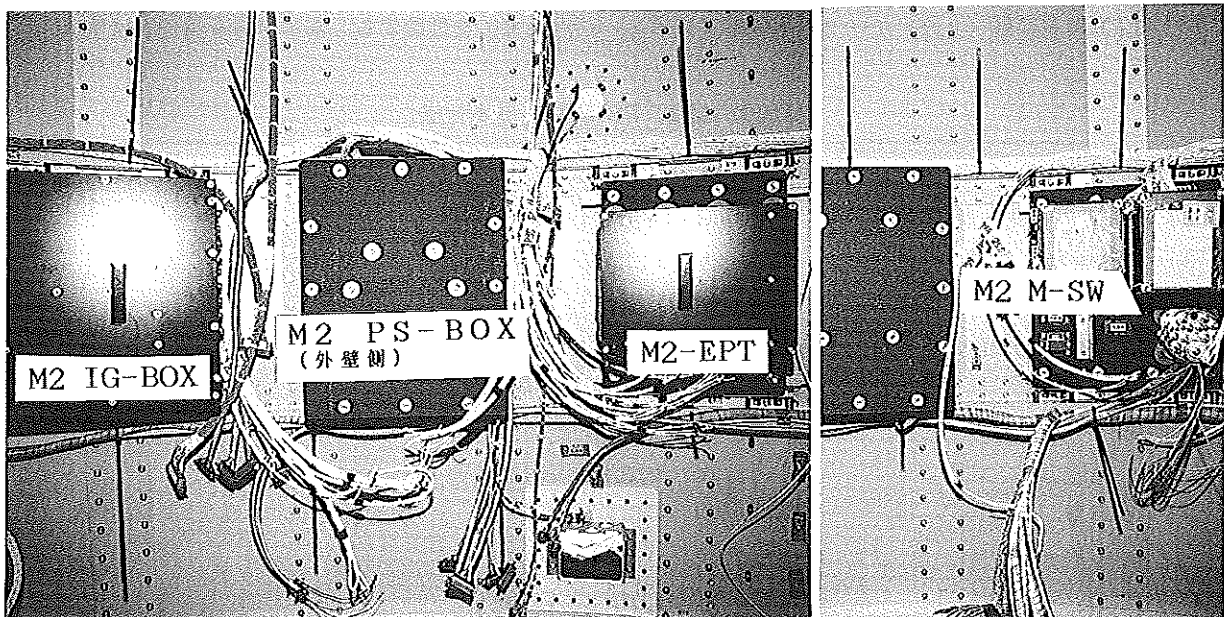


写真-1 B2-PL部 タイマ機器取付け状況図

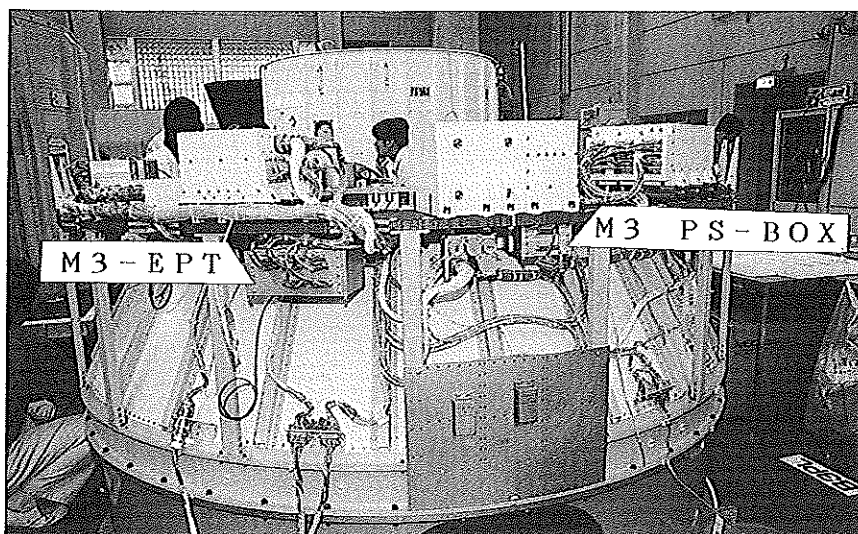
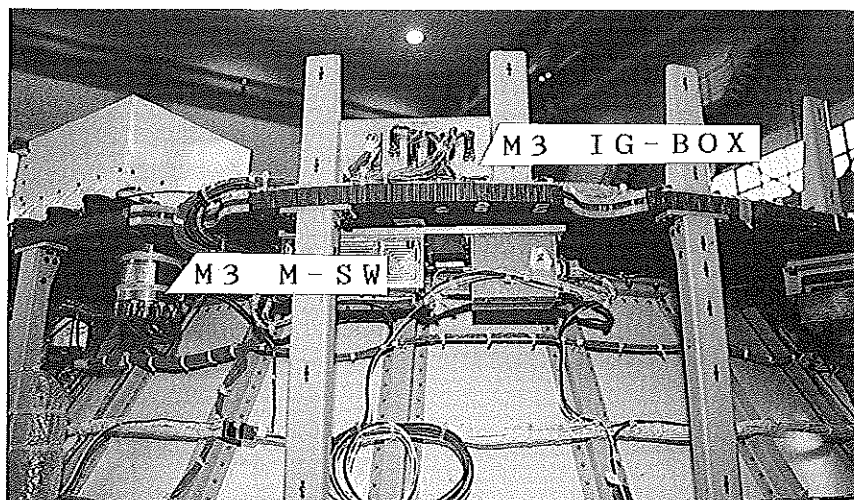
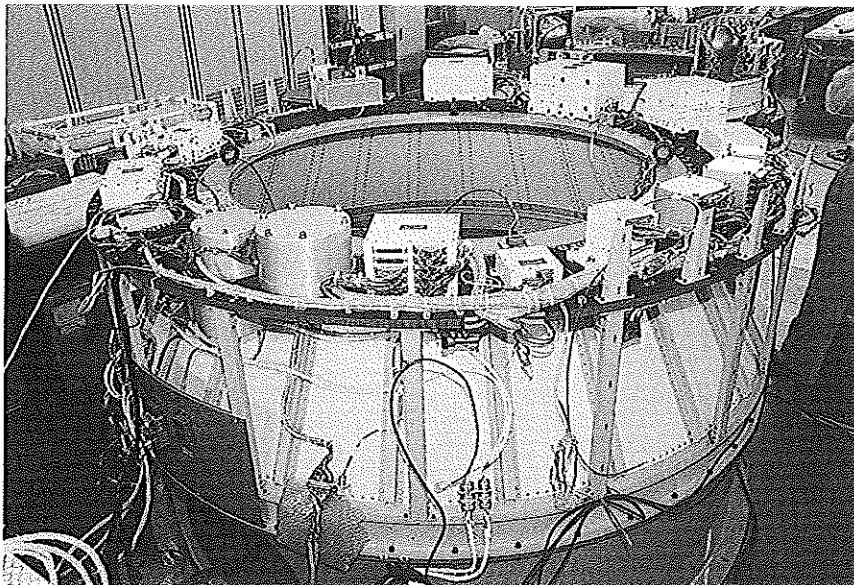


写真-2 B3-PL部 タイマ機器取付け状況

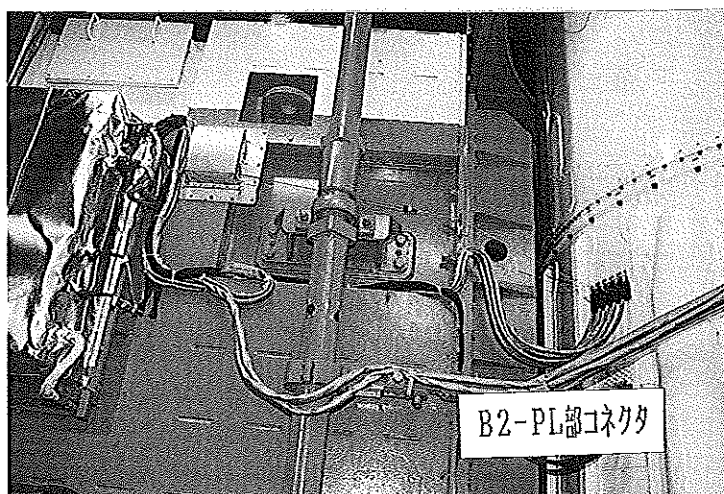
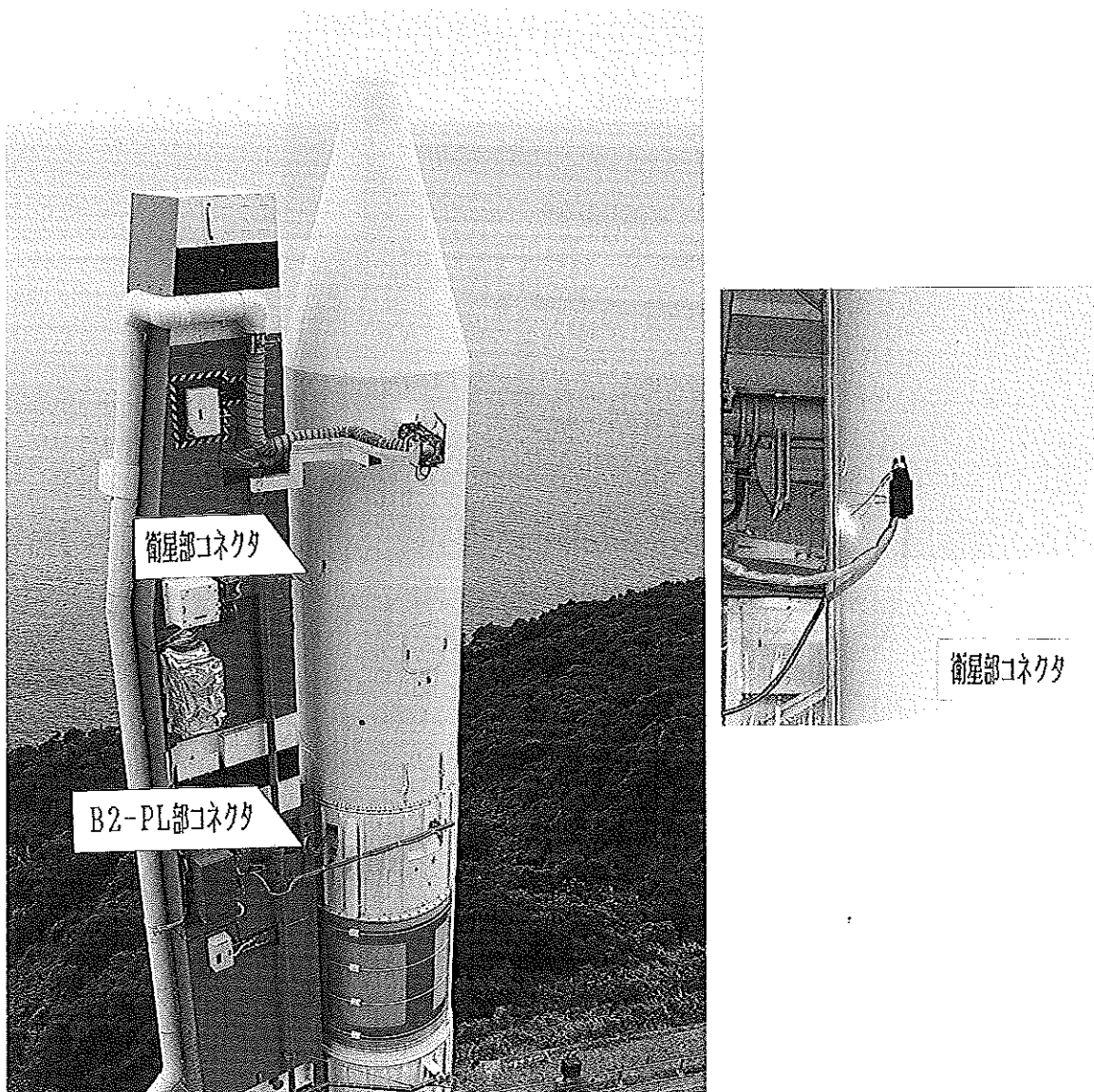


写真-3 タイマ操作コネクタ接続状況

[1] タイマ

第11表 M-V-1 タイマ飛翔結果

M2-EPT

No	項 目	設定秒時 (sec)	実行秒時 (sec)
1	B1 CONTスタート	X- 49	X- 48.92
2	SPGG 点火	15	14.92
3	B1 点火	0	0.08
4	B1 SMRC 点火 1	X+ 3	3.08
5	B1 SMRC 点火 2	3.5	3.58
6	B2 CM アーミング	5	5.08
7	LITVC PV ON	60	60.08
8	B1 V OFF	71	71.08
9	TM ANT 切替/メモリリセット	73	73.08
10	B2 CONT スタート	74	74.08
11	B1 分離/B2 点火	75	75.08
12	B2 SMRC 点火	75.5	75.58
13	SMSJ 点火/SJ PV ON	150	■
14	TV カメラ切替	190	190.08
15	開頭準備	192	192.08
16	NF V ON	193	193.08
17	開頭	197	197.08
18	B3 CM アーミング	200	200.08
19	B3 CONT スタート	208	208.08
20	B3 V OFF	209	209.08
21	M3-EPT スタート	210	210.08
22	B2 分離	213	213.08
23	M2-EPT 停止	215	215.08

M3-EPT

1	B3 ノズル伸展	215	215.09
2	B3 ノズル伸展機構投棄	217	217.09
3	B3 点火	218	218.09
4	B4 CONT スタート	330	331.09
5	スピンモータ点火	333	334.09
6	EPT-SA スタート	337	338.09
7	B3 分離	339	340.09
8	M3-EPT 停止	350	351.10

注1) M3-EPT No4~8は「T+1秒」のCMを受信、設定秒時に対し1秒遅らせる

注2) ■:テレメータロックオフの為未確認

第12表 M-V-2 タイマシーケンス設定秒時

M2-EPT

No	項 目	設定秒時 (sec)	実行秒時 (sec)
1	B 1 CONT スタート	X- 48	
2	SPGG 点火	15	
3	B 1 点火	0	
4	B 1 SMRC 点火 1	X+ 3	
5	B 1 SMRC 点火 2	3.5	
6	B 2 CM アーミング	5	
7	LITVC PV ON	60	
8	B 1 V OFF	71	
9	TM ANT切替	73	
10	B 2 CONT スタート/メモリリセット	74	
11	B 1分離/B 2 点火	75	
12	B 2 SMRC 点火	75.5	
13	CM B1, B 2 アーミング	80	
14	TV カメラ窓リセット	110	
15	SMSJ 点火/SJ PV ON	150	
16	CM B1, B 2 DIS アーミング	180	
17	TV カメラ切替	190	
18	開頭準備	192	
19	NF V OFF	193	
20	開頭	197	
21	B 3 SO CM アーミング	200	
22	B 3 CONT スタート	208	
23	B 3 V OFF	209	
24	M 3-EPT スタート	210	
25	B 2 分離	213	
26	M 2-EPT 停止	215	
M 3-EPT			
1	B 2 TM アンテナチェンジ	211	
2	B 3 ノズル伸展	215	
3	B 3 ノズル伸展機構投棄	217	
4	B 3 点火	218	
5	CM ENABLE	330	
6	CM DISABLE	380	
7	CLK ENABLE	992	
8	B 4 CONT スタート	1106	
9	コンタミ計測メモリリセット 1	1107	
10	コンタミ計測スタート 1	1108	
11	スピンモータ点火	1111	
12	PKM 計測電源 ON	1129	
13	EPT-SA スタート	1130	
14	B 3 分離	1133	
15	コンタミ計測メモリリセット 2	1646	
16	コンタミ計測スタート 2	1647	
17	M 3-EPT 停止	1650	

第13表 M-V-3 タイマ飛翔結果

M2-EPT

No	項 目	設定秒時 (sec)	実行秒時 (sec)
1	B1 CONT スタート	X- 48	X- 47.9
2	SPGG 点火	15	14.9
3	B1 点火	0	+ 0.1
4	B1 SMRC 点火 1	X+ 3	3.1
5	B1 SMRC 点火 2	3.5	3.6
6	B2 CM アーミング	5	5.1
7	LITVC PV ON	60	60.1
8	B1 V OFF	71	71.1
9	TM ANT 切替/メモリリセット	73	73.1
10	B2 CONT スタート	74	74.1
11	B1分離/B2 点火	75	75.1
12	B2 SMRC 点火	75.5	■
13	TVカメラ窓リセット	110	110.1
14	SMSJ 点火/B3 SJ PV ON	150	150.1
15	TVカメラ切替	190	190.1
16	開頭準備	192	192.1
17	NF V ON	193	193.1
18	開頭	197	197.1
19	B3 CM アーミング	200	200.1
20	B3 CONT スタート	208	208.1
21	B3 V OFF	209	209.1
22	M3-EPT スタート	210	210.1
23	B2 分離	213	213.1
24	M2-EPT 停止	215	215.1

M3-EPT

1	B3 ノズル伸展	215	215.1
2	B3 ノズル伸展機構投棄	217	217.1
3	B3 点火	218	218.1
4	CM ENABLE	330	330.1
5	CM DISABLE	380	380.1
6	CLOCK ENABLE	1083	-
7	B4 CONT スタート	1197	-
8	スピンモータ点火	1202	-
9	B4 PF 電源 ON	1220	-
10	EPT-SA 起動	1221	☆1218.3
11	B3 分離	1224	-
12	M3-EPT 停止	1227	-

注3) -: KSCの可視範囲を超え未確認

注4) M3-EPT No7~12は「T-3秒」のCM受信、設定秒時に対して3秒早める

注5) ☆: 衛星テレメーターで確認

第14表 M-V-4 タイマ飛翔結果

M2-EPT

No	項 目	設定秒時 (sec)	実行秒時 (sec)
1	B1 CONT スタート	X- 48.0	X- 47.9
2	B1 SPGG 点火	15.0	14.9
3	B1 点火	X= 0.0	+ 0.1
4	B1 SMRC-1 点火	X+ 3.0	3.1
5	B1 SMRC-2 点火	3.5	3.6
6	CM A2~A4 アーミング	5.0	5.1
7	LITVC PV ON	60.0	60.1
8	CM B1、B2 アーミング	70.0	70.1
9	計測 B1-V OFF	71.0	71.1
10	TM ANT 切替	73.0	73.1
11	B1~B3 計測メモリリセット	74.0	74.1
	B2 CONT スタート		
12	B1 分離	75.0	75.1
	B2 点火		
13	B2 SMRC 点火	75.5	■
14	TV カメラ窓リセット	110.0	110.1
15	B2 SMSJ 点火	150.0	150.1
	B3 SJ パイロバルブ ON		
16	CM-B1, B2 DIS アーミング	180.0	180.1
17	開頭準備	192.0	192.1
18	計測 NF V OFF	193.0	193.1
19	開 頭	197.0	197.1
20	B3 SO コマンドアーミング	200.0	200.1
21	B3 CONT スタート	208.0	208.1
22	計測 B3-V OFF	209.0	209.1
23	M3-EPT 起動	210.0	210.1
24	2-3 段分離	213.0	213.1
25	M2-EPT 停止	215.0	215.1
M3-EPT			
1	B3 ノズル伸展	215	215.1
2	B3 ノズル伸展機構投棄	217	217.1
3	B3 点火	218	218.1
4	XRS-V6 開	248	248.1
5	B3 テレメータアンテナ切替	251	251.1
6	SA コマンドアーミング	1416	-
7	SA モード切替	1417	-
8	3 段-SA 分離	1418	-
9	M3-EPT 停止	1420	-

〔2〕 スクイブ通電々流

第15表 M-V-1, 3, 4スクイブ通電々流結果 (SQ-3 より算出)

点火項目	系統	スクイブ 結線	スクイブ通電々流 (A/個)		
			M-V-1	M-V-3	M-V-4
SPGG IG	1	1 個	3.02	4.42	5.23
	2	〃			
B 1 IG	1	1 個	3.18	6.61	5.07
	2	〃			
B 1 SMRC IG-1	1	4 個シリバラ	2.71	3.11	5.62
	2	〃			
B 1 SMRC IG-2	1	4 個シリバラ	3.26	3.31	5.39
	2	〃			
B 2 LITVC PV ON	1	1 個	3.18	3.40	3.11
	2	〃			
B 1 SEP	1	1 個パラ	2.47	2.46	2.32
	2	〃			
B 2 IG	1	1 個	・ 2 項目の平均 (同時点火の為データ振分け不可能)		
	2	〃			
B 2 SMRC IG	1	2 個シリーズ	7.08	■	6.88
	2	〃			
・ SMSJ IG ・ SJ PV ON	1	6 個シリーズ	■	1.99	2.56
	2	〃			
NF READY	1	4 個シリバラ	3.42	1.86	4.60
	2	〃			
NF OPEN	1	2 個シリバラ	3.14	2.17	5.78
	2	〃			
B 2 SEP	1	2 個シリーズ	5.73	3.09	4.76
	2	〃			
B 1 SO	1	1 個パラ	×	×	×
	2	〃			
B 2 SO	1	1 個パラ	×	×	×
	2	〃			
B 3 点火		1 個パラ	3.85	3.55	6.83
B 3 ノズル伸展		2 個シリバラ	4.01	3.70	6.83
B 3 伸展機構投棄		2 個シリバラ	3.89	3.70	6.83
B 3 分離		2 個シリバラ	4.16	*	*
スピンモータ点火		※ 4 個シリバラ	3.69	*	
B 3 SO		2 個シリバラ	×	×	×

注 6) [2 個シリーズパラ] 以上の場合は各スクイブ点火時間が異なる為少なめに出る傾向にある。

注 7) *: 可視から外れ, ×: 実行させず

注 8) ※: M-V-2 号機以降はスクイブ結線数は「2 個シリーズパラ」に変更されている。

但し、M-V-4 号機にはスピンモータは搭載されていない。

