

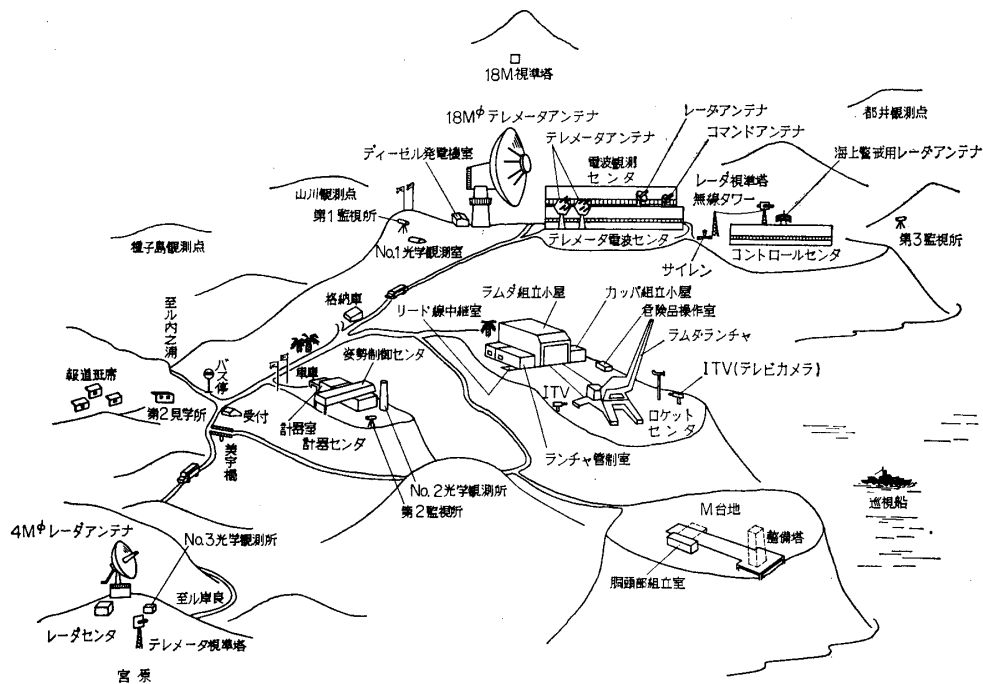
# 鹿児島宇宙空間観測所の発射用地上設備について

齋藤 成文\*  
高中 泓澄\*  
三石 智\*

## 1. ま え が き

東京大学鹿児島宇宙空間観測所 (Kagoshima Space Center) は鹿児島県大隅半島の南端内之浦町長坪の三つの台地とこれより南約 2 km の宮原台地からなり 1962 年から 3 か年計画で各種施設、地上設備を整え 1965 年 3 月末第 1 図のようなラムダ・ロケット発射に必要な全施設、設備が完了した。

発射用地上設備は過去数年の経験と技術を基礎に観測所の地形を勘案してラムダ・ロケットを安全、確実に能率的に発射できるように設計、製作したもので大別して発射司令設備、ランチャ設備、通信連絡設備、電力設備にわけられる。

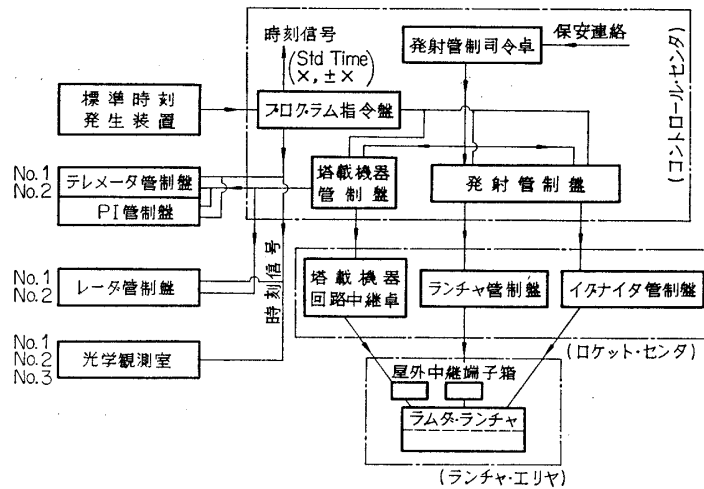


第 1 図

## 2. 発射司令設備

本設備は機能別に分類してプログラム指令装置、発射管制装置、発射司令専用電話装置、拡声装置、ITV 装置およびその他の付属装置により構成される。発射司令機構は第 2 図に

\* 東大生産技術研究所



第2図

示すようにコントロール・センタ内に設置された発射管制司令卓，発射管制盤，搭載機器管制盤プログラム指令盤および各センタに設置された管制盤よりなり情報交換を押しボタン，リレー，パイロット・ランプにより行なうもので次のような特徴を備えている。

- (1) 発射は手動操作でもプログラム指令操作でも行なうことができる。
- (2) 手動操作の場合，発射はコントロール・センタでもロケット・センタでもできる。
- (3) すべての操作部は Step by Step 方式であるため一個でも予定した作業に対応したボタンを押してなければ絶対にロケットの点火回路が作動できない。
- (4) 点火ボタンを押しても緊急停止の必要がある場合は“Emergency”ボタンを押せば点火回路は開路となり点火を停止することができる。
- (5) プログラム指令操作の場合，作業時刻をダイヤルで設定することにより，その時刻について指令，応答を自動的に進行させることができる。
- (6) ロケットに搭載した各種測定器の電源は管制司令卓または搭載機器管制卓上で ON, OFF できるほか，発射前にロケットに接続された測定器用電源ケーブルコネクタを押しボタンにより離脱することができる。
- (7) ラムダ・ロケットだけでなく，カップ型および他の小型ロケットの実験にも使用できる。

なお各装置について説明すれば大要次のようになる。

#### (1) プログラム指令装置

本装置は標準時刻信号中継器と X (発射時刻) 設定器，X-時刻自動設定器，X±時刻信号発生器，プログラム盤，時刻表示器よりなり，テレメータ・センタ内に設置された標準時刻信号発生装置およびコントロール・センタ内の発射管制装置と組み合わせによりタイムスケジュールを自動的に進行せしめるとともに，標準時刻信号をコントロール・センタ，テレメータ・センタ，レーダ・センタ，電波・センタ，ランチャ管制室に送り出すほか X の設定，X ± を発生し上記各センタに送り出す。

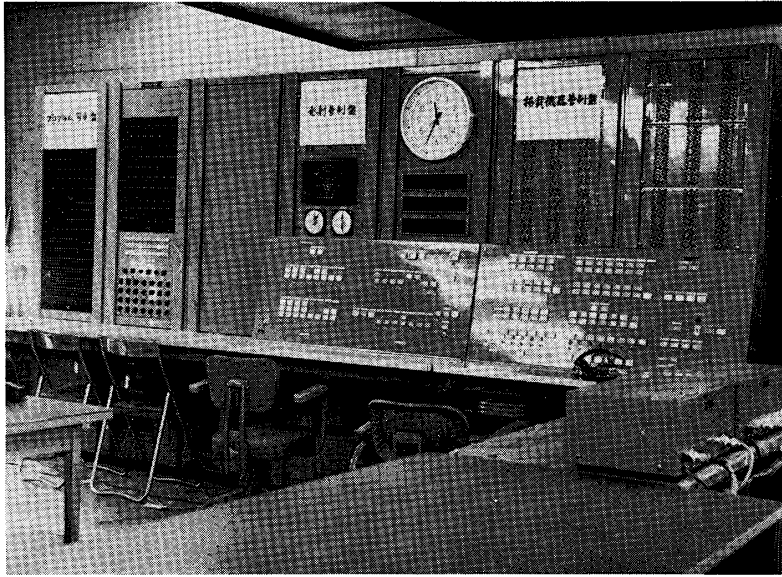


写真 1



写真 2

## (2) 発射管制装置

本装置はロケット発射操作の中心となるもので、コントロール・センタ内に設置された発射管制司令卓、発射管制盤、搭載機器管制盤、ロケット・センタ内ランチャ管制室に設置されたイグナイタ管制盤、ランチャ管制盤、搭載機器回路中継卓およびテレメータ、レーダ、PI 各管制盤により構成されている。

発射管制司令卓はランチャ、イグナイタ系の管制を行なうための発射管制盤の重要項目を確認するランプ表示盤、搭載機器管制盤に含まれる 12 項目の操作ボタン、表示盤、保安関係の状況チェックの操作ボタン、表示盤およびランチャ角度指示器、風

向風速指示器, ITV 遠隔操作盤, インターホン送信装置, 30 回線指令専用電話操作盤などが設備され実験主任が各班の作業状況をいながらにして監視, 確認し, 適切に司令を発することができるようになっている。

発射管制盤はロケット, センタ内のランチャ管制室に設置されたランチャ管制盤, イグナイタ管制盤, 屋外中継端子函, ランチャ運転室との間で, ロケットおよびイグナイタの作業に関する指令, 応答信号の操作を主体としたものでランチャ関係の操作ボタン, 表示ランプは 32 項目, イグナイタ関係のそれは 20 項目が組込まれているほか点火操作ボタン, 緊急停止ボタン, 離脱コネクタ表示ランプなどが用意されている。

搭載機器管制盤はコントロール・センタとテレメータ, レーダ・センタの間でエレクトロニクス関係の作業に関する指令, 応答信号の操作を主体としたもので, PI 5 項目, テレメータ 2 項目, レーダ 2 項目, ドプラレーダ, コマンド, コントロール各 1 項目のほか SO 関係の操作ボタンを含めて 112 個の押しボタン, 表示ランプが組込まれている。またランチャ管制室に設置された搭載機器回路中継卓の操作を無機能にするための操作ボタンも用意されている。

イグナイタ管制盤は指令応答信号回路, 点火回路, 計器類から構成されていて, 発射管制盤と連絡を保ちロケットの点火を行なう装置である。指令応答信号回路はリレー, スイッチ, 表示ランプで構成され, これらが発射管制盤からの司令, それに対する応答と順次直列に接続してあるので項目順に操作しなければ作動しない。点火回路は点火用電源を発生し発射点まで送り出す回路であるが指令応答信号回路, 特殊コネ

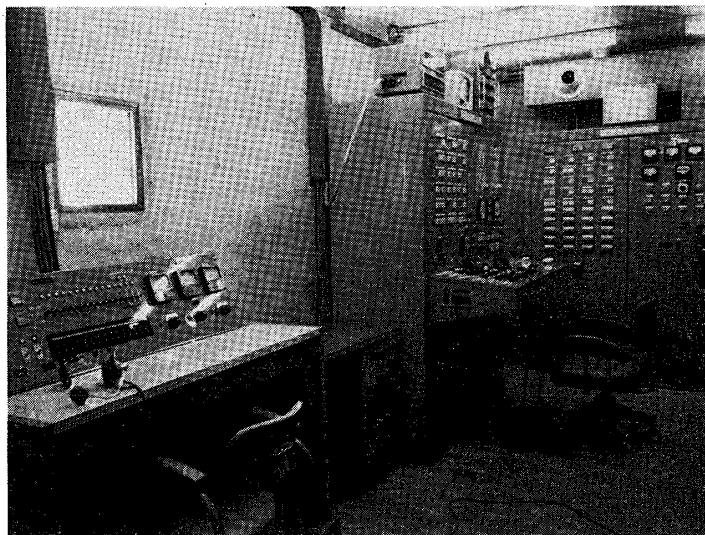


写真 3

クタと組合せて安全確実なものとしてある。すなわちこの電源の一次側のスイッチは step by step で進んでくる指令応答信号がその項目になるまで投入できず, 投入後も二次側 (ロケットに接続されている側) は手動スイッチおよび発射時計 (またはプログラム指令信号) で作動するスイッチで開回路となっている。発射方法はプログラム

指令によるものと、コントロールセンタまたはロケットセンタで発射ボタンを押す手動によるものがあるが、いずれも点火回路の最後のマグネットスイッチを閉じる信号を出すようになっている。プログラムによるものは設定された時間にその信号を出し（発射時計は無関係となる）手動によるものは発射ボタンを押すと発射時計が始動し60秒後に信号を出すのである。発射方法にどれを選ぶかは指令応答装置の第1操作としてコントロールセンタで指令信号を出す。この信号によってイグナイタ管制盤のリレーが作動してそれに対応する回路を構成する。発射方法設定後は項目順に作業を進めていくと最後の項目の信号で点火回路が閉じロケットが発射される。イグナイタ管制盤は安全確実に作動するように作られているが、点火回路の最後のマグネットスイッチをあますだけになると（指令応答装置の項目でいうと第2中間スイッチON以後）発射信号でそのスイッチを閉じるだけとなる。この状態（手動の場合は発射ボタンを押して発射時計が始動した後の場合を含めて）で保安上、搭載機器の動作上またはその他の不測の事故で発射中止が妥当と認めたときは、発射寸前でも緊急に点火回路の閉じるのを止めなければならない。このため発射管制司令卓、発射管制盤およびこのイグナイタ管制盤には緊急停止用ボタンが設けてあり、それを押すと点火用の最後のマグネットスイッチを作動させる回路が開き、開回路になった信号が各管制盤にランプ表示される。この緊急停止装置は保安上はもちろん、急に搭載機器が不良になったような場合無駄なロケットを発射しないで済ませるのに有効であり、確実な点火と共にイグナイタ管制盤の2大要素である。

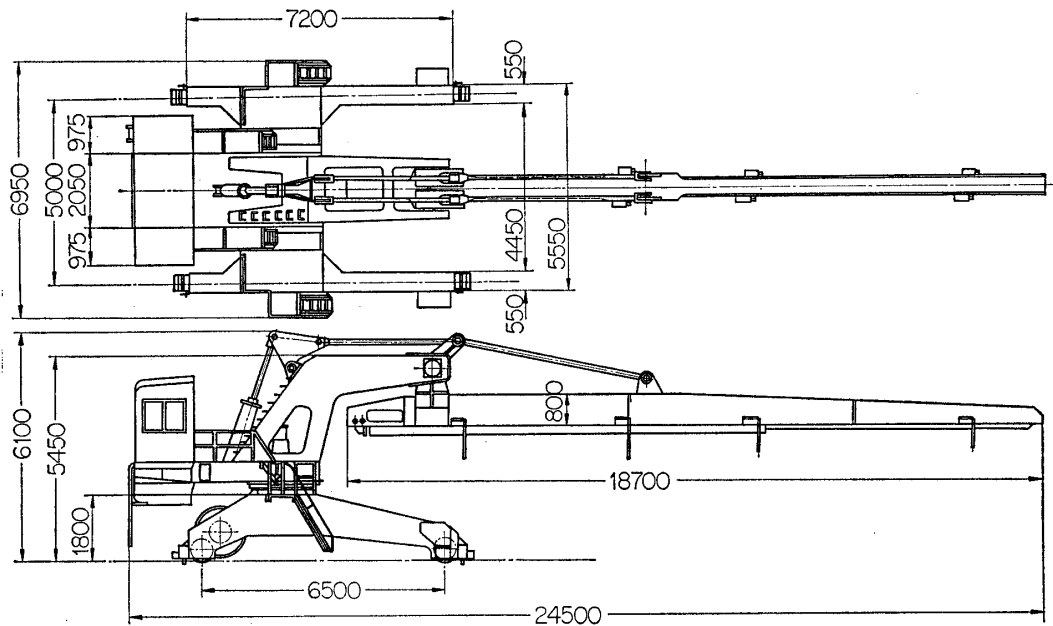
ランチャ管制盤はコントロールセンタとの連絡を含むランチャ関係の作業を行なうものである。ラムダランチャが発射上下角および保持バンドを遠隔操作できるようにしているので、管制盤の右側には電源接断、油圧ポンプ駆動用モーターの起動停止、吐出量の増減（速度制御）および上記の動作を行なうためのスイッチ、非常停止用ボタンが設けられ、その状況はランプ、シンクロ装置、圧力計によって表示される。これらの制御用ケーブル、作動表示用ケーブルは屋外中継端子箱を介してランチャに接続される。現場操作、遠隔操作の切換スイッチは運転室にある。管制盤の左側には発射管制盤との間の指令応答用の表示ランプ、スイッチおよび専用電話が取付けてある。指令応答信号のうち数項目はケーブルを接続することによってランチャ運転室の操作盤で表示および操作できる。

搭載機器回路中継卓はロケットに搭載された各種測定器のSW、ON、OFF操作を主体としたものでコントロール、センタ、テレメータ、レーダ、センタからも遠隔操作ができるようになっているほかSOのON、OFF操作、着脱コネクタのコントロール・センタからの遠隔操作回路が収容されている。中継端子箱はランチャ管制盤、搭載機器回路中継卓とランチャ運転室、ロケットに搭載された各測定器とを接続するためのケーブルを中継し作業を円滑に行なう目的で設置されたものでロケット組立室、ランチャ・エリアにそれぞれ一個設けてある。

### 3. ランチャ設備

ランチャは新しいロケットの開発に即応して設計，製作されるので鹿児島宇宙空間観測所にはラムダ用ランチャのほか数種のランチャが設備されている。これらの中には取扱いの難易，ロケットの発射ひん度などを考えて改造またはあとから新しく製作したものもあるが，本文では最大でありかつ機能的には最新であるラムダ型ランチャについて述べる。

ラムダ型ランチャはロケットをつり下げて組立室から発射点まで5m幅のレール上を走行するが，このつり下げ方式にしたことが他のランチャと大きく相異している点である。これ



第3図 ラムダランチャ

はブースタの前後端に取付けてあるスリッパ（ロケットに取付ける滑走用金具）がレールを離脱すると重力により落下を始める。ラムダ・ロケットはその間隔が長くまた同時に離脱するのでロケット後部がランチャ先端を過ぎるまでに落下する量が多い。従来のようにロケットをレールの上に置くと前後スリッパの高さの差を大きくする必要があり，その設計がむずかしいのでつり下げ方式とした。

次表にラムダ型ランチャの主要目を示す。

ランチャ型式	ロケットつり下型
レール	同時離脱式2段レール，有効長さ 10 m
俯仰装置	0°～90°，速度 1°～18°/min
旋回装置	走行レール方向から ±30°，速度 1.5°～36°/min
走行装置	前2輪駆動，走行レール幅 5 m，速度 1.5 m～15 m/min
駆動方式	全油圧駆動
油圧発生用動力	11 kW 電動機
総重量	47 ton

ラムダ型ランチャはロケットをつり下げかつ発射の際滑走させるためのレールを取付けたブーム、4隅に走行車輪を有する走行台車およびブームと走行台車の中間にあって旋回を受け持つ旋回フレームの3主構成部分より成り、これに俯仰、旋回、走行、ロケット保持、ロケットストップの各駆動装置および運転室を備えたものである。

機器の駆動装置としては微速が得られかつ速度制御が簡単な油圧方式を採用した。速度制御は油圧ポンプの吐出量を変えることによって行なわれ、油圧ポンプは11kWの電動機によって駆動される。これらは運転室内に設けられ最大43.8l/min, 140kg/



写真 4

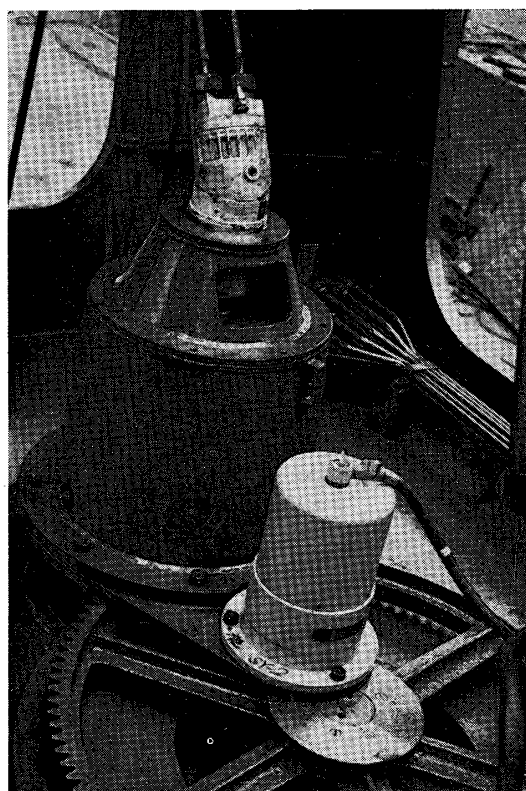


写真 5

cm<sup>2</sup>の油圧を発生し、切換用の電磁弁によって各油圧機器に伝達される。油圧機器として走行と旋回には油圧モーター、俯仰とロケットストップには油圧シリンダ、ロケット保持には油圧トルクアクチュエータを用いている。

各機器の駆動用油圧装置の制御操作は運転室の操作盤およびロケットセンタのランチャ管制盤で行なうことができる。これはランチャに遠隔制御用ケーブル、シンクロ装置用ケーブル、作動表示用ケーブルを取付けるようになっているからである。このほか搭載機器用、指令応答用、専用電話用の各ケーブルも接続できるようになっている。操作盤はコンソールタイプで操作部と作動表示部および指令応答用信号表示部、専用電話、拡声機が取り付けられている。

操作は安全性と確実性を考慮して単独操作方式とし、同時に2種類の機器を作動させることができない。また運転室操作盤とランチャ管制盤とは鍵付きスイッチおよび運転室操作盤にある切換スイッチによって、いずれか一方を選択するようになっている。

ランチャの旋回角および俯仰角は2速度シンクロ装置（発信機はそれぞれの軸に取付けてある）で $\pm 0.05^\circ$ 以内の誤差で所要箇所に表示される。

ランチャの電源はケーブル（台車に取付けたケーブル捲取装置で常に引張力が加わっていて走行時にもたるまない）を介して供給される AC 220 V, 3 $\phi$ , 60 c/s を動力系に, 自蔵変圧器による AC 100 V, 1 $\phi$ , 60 c/s を制御系に使用する. またシンクロ装置用のものはランチャ管制盤から指令応答用ケーブルを通じて供給する.

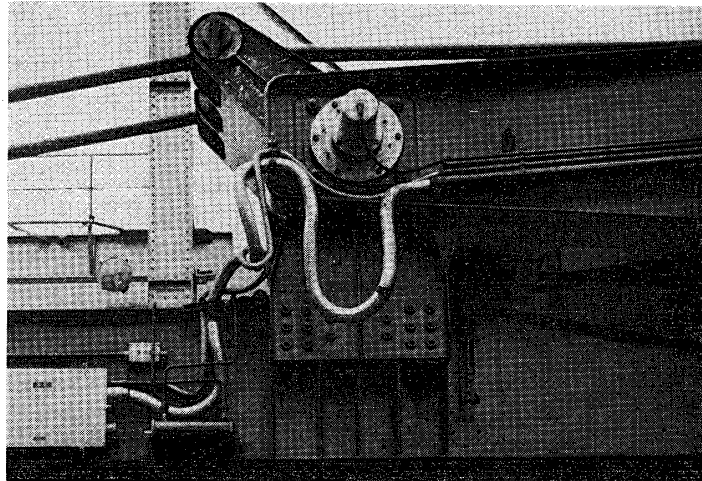


写真 6

搭載機器用ケーブル, 点火用ケーブルは旋回フレーム下部からブームの先端近くまで配線されていて, その両端と所要の場所に端子箱を設けここで結線を行なうようになっている. 鹿児島の実験場は各センタ間に通信, 指令, 搭載機器用ケーブルが布設されており, 発射点にもロケットセンタのランチャ管制室を経由して屋外中継端子箱まで配線されているので, ランチャが発射点に到着したら各ケーブルをランチャに接続することにより各該当センタで所要機器の制御, 必要事項の確認をすることができる. また搭載機器への配線は発射直前に不必要となるので, ブームにはロケットに接続している着脱コネクタが遠隔操作によって離脱すると発進の邪魔にならぬようブームの上側へはね上げる装置が取付けてある.

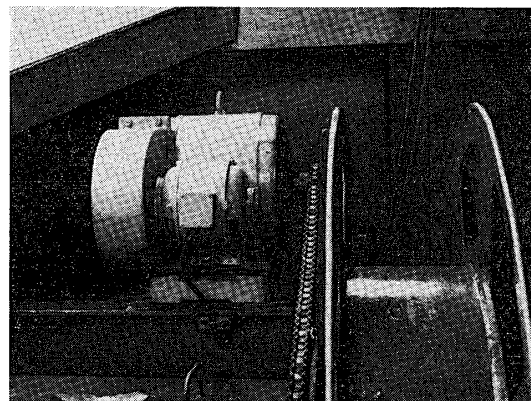


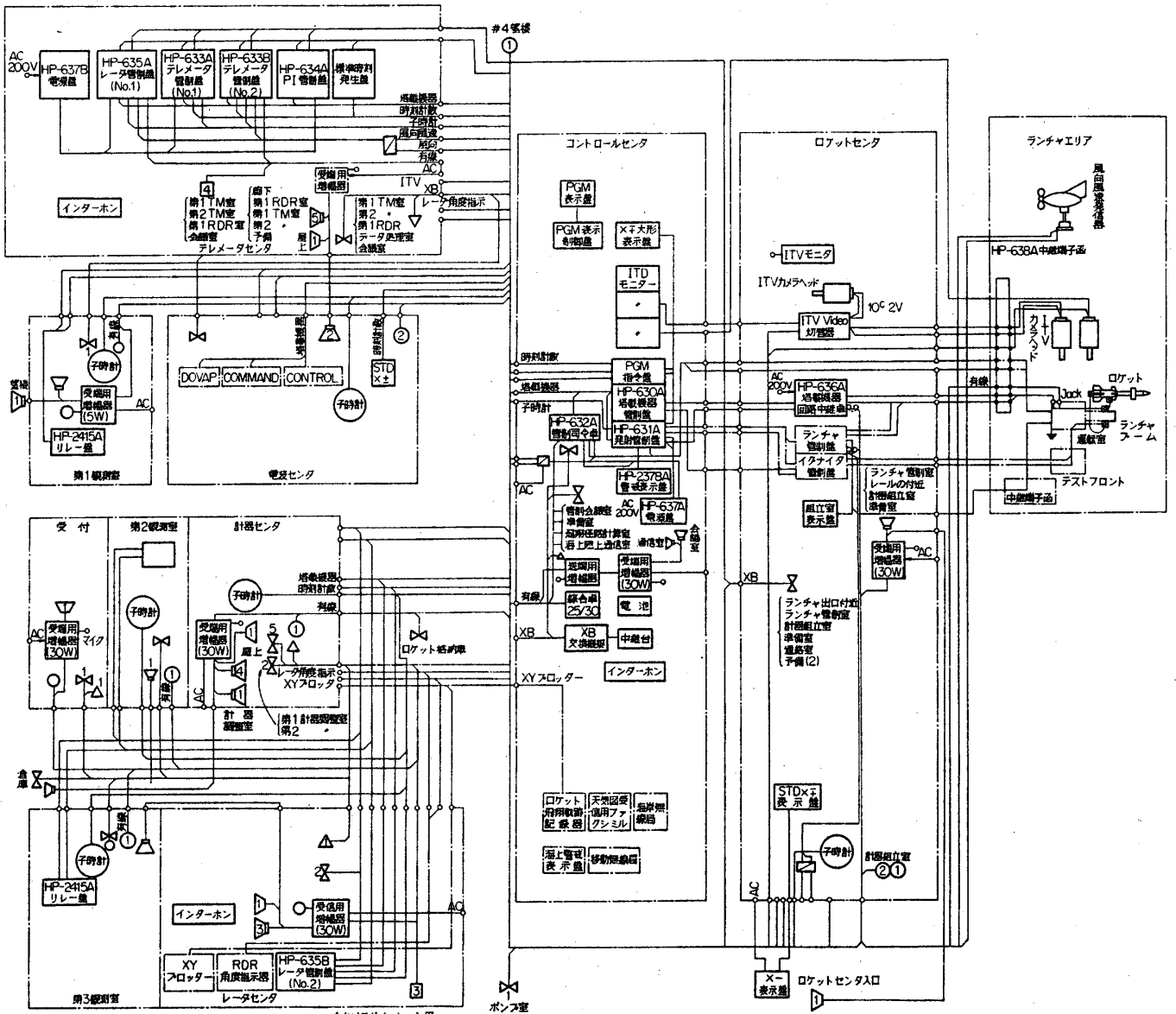
写真 7

以上がラムダ型ランチャの概要であるが, ロケットの大型化に伴いランチャも諸作業の機械化, 遠隔操作, 精密で安全確実な運転が必要となり, それに対応したランチャを設計製作してきたのである.

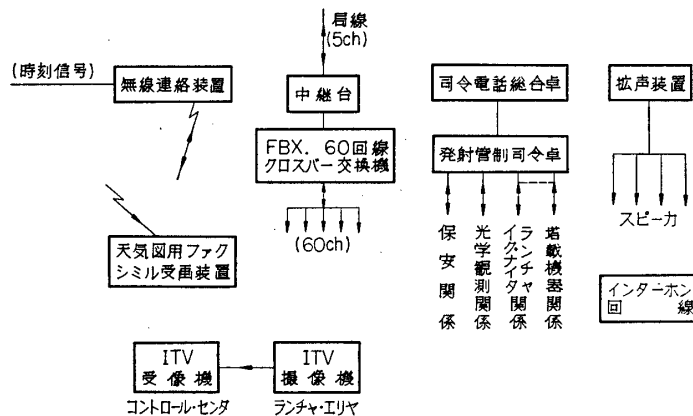
#### 4. 通信連絡設備

通信連絡設備は大別して第 4 図に示すように有線連絡装置と電線連絡装置に分けられる. 有線連絡装置は実験に際し実験主任が司令連絡に必要な発射司令専用電話, 一般構内自動





第 5 図 鹿児島宇宙空間観測所地上設備総合系統



第4図

電話、モニタ、内外連絡用のインターホン、放送に必要な拡声装置に分類される。

発射司令専用電話はロケット系、エレクトロニクス系（20回線）光学系、保安系（10回線）の4系統にわかれ、コントロール・センタ内通信室に設置された総合卓および発射管制司令卓に設けられた操作盤により、電鍵操作でリレー群を作動させ各センタに対して司令、連絡を行なうことができるほか一斉呼出しも可能である。一般構内自動電話はコントロール・センタ交換室に局線中継台およびXB60回線自動交換機を設備し所内の連絡に使用するほか5回線の局線にも接続でき所外との連絡も可能で現在40回線が使用されている。

インターホンは第5図総合系統図に示すようにその使用目的により親子式、相互式を採用し、コントロール・センタ内においては発射司令卓および各室に設置し相互の連絡をまた、テレメータ、レーダ・センタにおいては屋上または屋外に設備されたアンテナ設置点との連絡に使用できるようになっている。

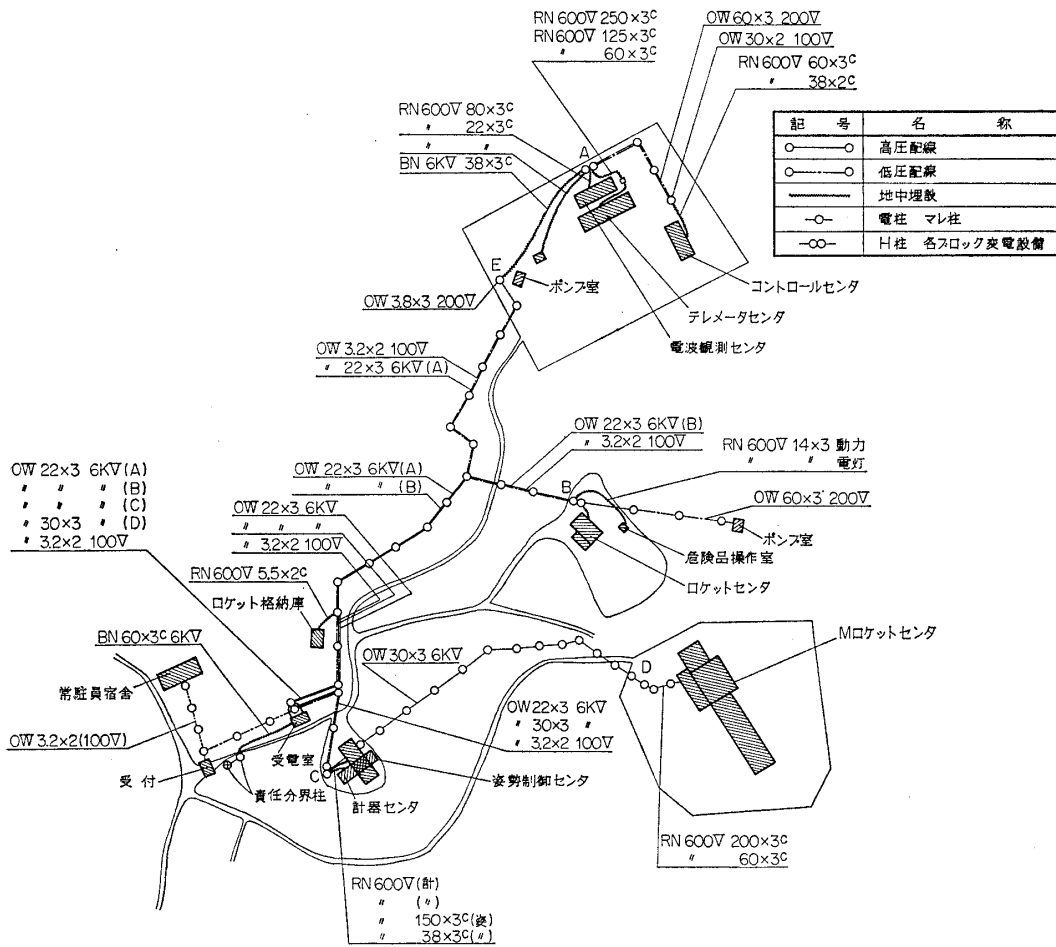
拡声装置はコントロール・センタ内に出力30Wの送端増幅器を設備し、コントロール、テレメータ、第1光学、ロケット、計器、受付、レーダの各センタに終端増幅器を設け、室内用スピーカー（2W）、屋外用トランペット・スピーカー（10W）を作動させ、タイムスケジュールの進行状況、時刻の規正、秒読みなどを所内外に放送できるようになっている。

無線連絡設備は観測所より遠隔の地に設けられた観測点（種ガ島、都井岬、山川）または監視所などとの連絡を目的に設備されたもので、コントロール・センタ通信室にSSB-50W固定局（1711.5kc/s）、FM-10W（149.49Mc/s）、VHF-1W（467Mc/s）局を設けてある。

また固定局用空中線鉄塔は高さそれぞれ10m、16m（レーダ視準塔兼用）のものがコントロール・センタ後方に建てられている。

ITV装置は撮影機をロケット組立室、発射点両側にそれぞれ設置し、有線によりコントロール・センタの発射管制司令卓にある遠隔制御器に接続され、コントロール・センタに設けられた3台の受像機によりロケット・センタ内の作業状況離脱、コネクタの離脱状況、発射の瞬間の推葉の状況を観察できるようになっている。

ブロック	トランス容量	
(A) テレメータ 電波観測	1φ 50 KVA×1	1φ 100 V
	3φ 100 KVA×1	3φ 200 V
	1φ 50 KVA×2	3φ 200 V
	1φ 30 KVA×1	1φ 200 V
(B) ロケットセンタ	3φ 150 KVA×1	3φ 200 V
	1φ 20 KVA×2	1φ 100 V
(C) 計器センタ	3φ 150 KVA×1	3φ 200 V
	1φ 30 KVA×2	1φ 100 V
(D) Mロケットセンタ	3φ 150 KVA×1	3φ 200 V
	1φ 30 KVA×1	1φ 100 V
(E) ポンプ室	1φ 15 KVA×2	3φ 200 V



第 6 図 屋外配線図

## 5. 電力設備

電力は観測所新設に伴い九州電力により送電線の設備拡充を行ない岸良から観測所入口まで8kmの間新線を架設し責任分界点を設け、長坪地区においては第6図に示すように分界点から受電室に引き込み、保安装置を設備した四面の分電盤（一面M用）を経て高圧架線により各ブロックの変圧器に送られ低圧に変えられて地下ケーブルにより屋内に分配される。

電力設備年次増加表

地区	台地	第1年次	第2年次	第3年次
長坪	テレメータ・センタ コントロール・センタ 電波観測・センタ	140 KVA	260 KVA	380 KVA
	ロケット・センタ	140 KVA	190 KVA	190 KVA
	計器センタ	30 KVA	30 KVA	210 KVA
	M			180 KVA
宮原	レーダ・センタ	90 KVA	90 KVA	90 KVA
計		400 KVA	570 KVA	1.050 KVA
その他	国見平			従量電灯

受電設備は施設年次計画により漸増の形式をとり現在では表に示すように1,000kVAのトランス設備容量を有しているが、Mロケット発射設備完成の際は2,000kVAの設備容量が予想されている。

また観測所付近は台風の通路にあたるため架空配線は被害を受けやすいので近く地下配線にする計画である。

## 6. むすび

鹿児島宇宙空間観測所の施設、地上設備については既に報告したものもあるが本稿においては昭和40年3月までに完成した発射用地上設備についてその概要を記した。昭和37年に計画を始めてから完成まで3か年、この間国際的観測資料を得るために観測ロケットの発射が行なわれたが、担当メーカーの協力により事故もなく使用できたことは幸いである。ここにあらためて謝意を表する次第である。

なお本設備を基礎に次に計画されているミューロケット発射用地上設備を設計中である。

## 参考文献

- [1] 生産研究 Vol. 16. No. 11  
斎藤，高中：KSC 第2次整備について。  
斎藤，高中，岡崎，長浜，荒城：ラムダロケット用発射連絡装置
- [2] 生産研究 Vol. 16. No. 11  
森，三石，野口，浦川：ラムダランチャについて
- [3] 日本機械学会誌 Vol. 68, No. 556  
森，三石：ラムダ・ロケット発射装置（ラムダ・ランチャ）