

M 発射管制設備

齋藤 成文*・丹羽 登・高中 泓澄

1. 緒 言

昭和 39 年 3 月 L 発射管制設備完了に引き続き M-ロケット計画と並行して M 発射管制設備の具体案が計画され、昭和 39 年 12 月 M-operation 委員会が発足し、一足先に着手された整備塔計画と連絡を保ちつつ L 発射管制設備を参考に大型 M-ロケット打ち上げに必要な計画を一步一步進め、昭和 41 年 10 月 31 日には第 1 次計画の設備により本邦最大のロケット M-1-1 を打ち上げ好結果を得た。引き続き第 2 次、第 3 次計画も着々進行中で、本年度末には全 M-発射管制設備が完了し、M-ロケットによる科学衛星打ち上げも可能である。ここにその計画の概要を報告する。

2. M-発射管制設備

本設備は L-発射管制設備と同様 M-ロケットを安全、確実かつ能率的に発射することを目的として設計製作されたものでこれを大別すると、発射管制装置、チェックアウト装置、発射指令専用電話装置、ITV 装置、拡声装置、有線無線連絡装置、標準時刻発生並びに時刻表示装置および布線からなっている。本設備が L-発射管制設備と特に相違している点は L-系においては発射前後のすべての司令連絡はコントロール・センタがつかさどるのに対して M 系のそれは発射に直接必要な司令連絡は発射司令センタが、発射後の保安および地上設備の管制はコントロール・センタがつかさどるところである。また発射司令センタは発射動作を管制する発射管制室とロケットおよび衛星、搭載機器の監視制御のためのチェック・アウト室からなっていて、次の根本思想から成り立っている。

- 1) 操作者のミスによる誤動作を防止する。
- 2) 操作者当りの作業数を限定して作業を確実にする。
- 3) 最終的な操作者の判断は機械的なそれより正確である。

以上の思想に基づき機器の機能は

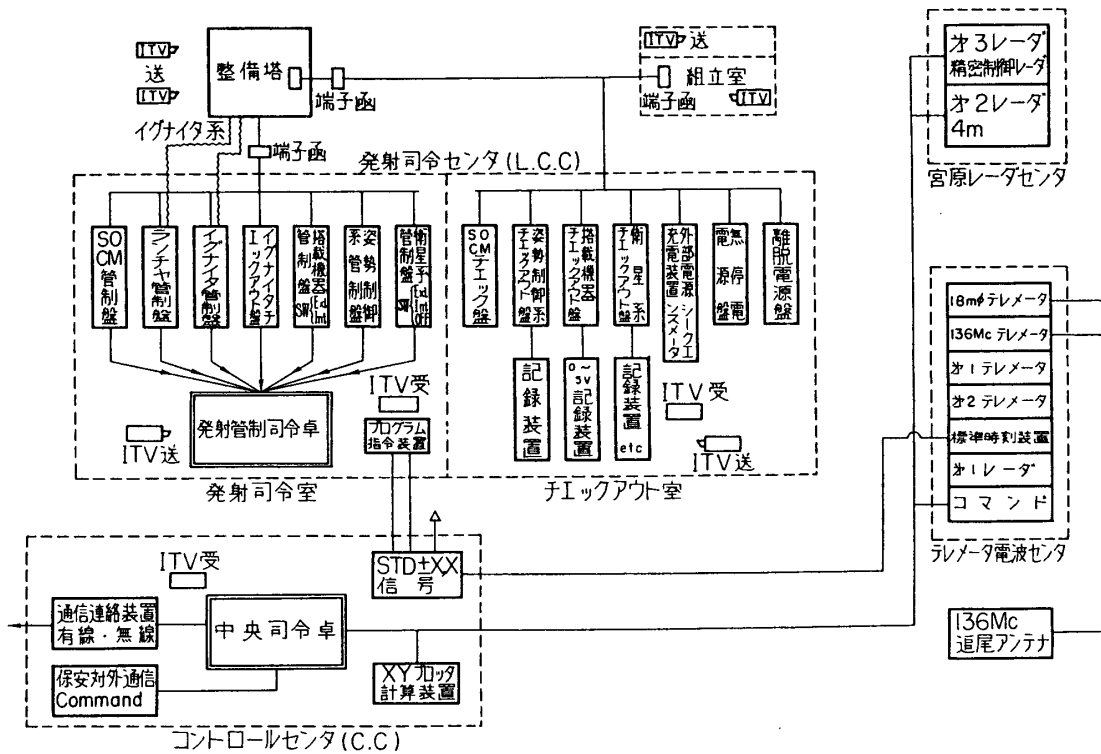
- 1) 各動作に司令と応答確認の一連表示よりなりまたすべての重要か所は前段確認とのインター・ロック方式である。
- 2) 操作者当りの作業数を極力減らすと共にプログラム指令装置、自動チェックアウト装置の併用が可能である。
- 3) 最終的判断を要する司令応答確認はすべて操作者が行なうと共に、実験主任が重要作業のすべてをはあくし得るようになっている。

以下各装置の概要を述べる。

* 宇宙研併任教授 (東大生産研)

2.1 発射管制装置

本装置の機構は 2.1 図に示すように発射司令室に設備された発射管制司令卓を中心に搭載機器管制盤、姿勢制御管制盤、衛星系管制盤、イグナイタ、ランチャ、SO 各管制盤、整備塔ランチャ運転室に設備されたランチャ管制盤およびコントロール・センタの中央司令卓



第 2.1 図 Mロケット発射管制系統図

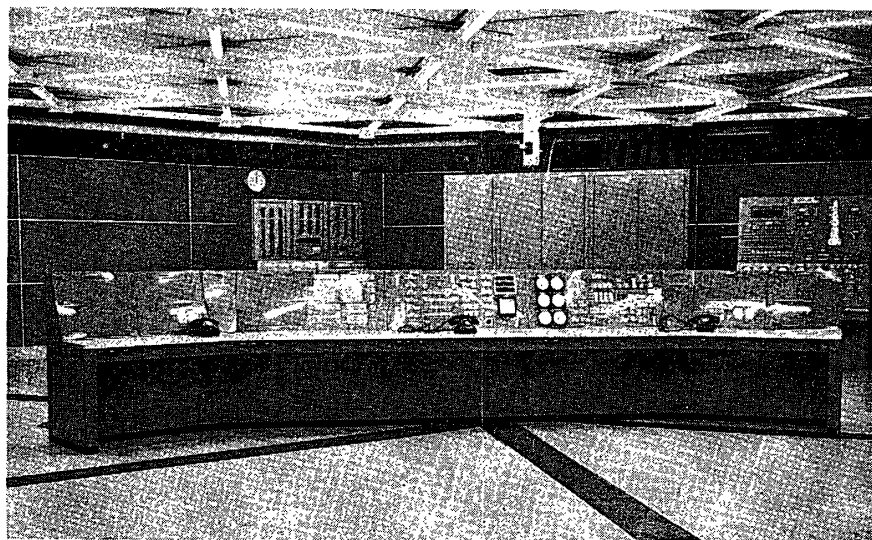


写真 1 M発射管制司令卓

により構成されている。発射管制司令卓は五つの管制部よりなり発射管制部を除いた各管制部は対応管制盤、チェックアウト盤と接続され、各管制部の重要項目が発射管制部に組合わされている。また発射管制部には搭載機器、SA、CN、LA、IGの各班が単独操作を必要とする場合のOFFスケジュール表示ランプ、タイムスケジュールにのっとってスケジュールを進行せしめるためのON、スケジュール・ランプ、Single Pallarelの要求応答表示ランプ、各搭載機器の疑似負荷スイッチ、ケーブル離脱ボタン、発射準備完了ボタン、発射司令ボタン、緊急停止ボタンおよびその他の表示ランプ、時刻表示盤が組み込まれている。搭載機器管制部は発射管制部の左側パネルに位置し、搭載機器管制盤、搭載機器チェックアウト盤と接続され搭載機器25項目分(5項目一単位)の外部電源、内部電源、充電の切換え操作および色分け表示ランプが組み込まれているほか搭載機器チェックアウト盤からの要求信号ランプ、応答表示ボタン、チェックアウト打ち合せ用ボタン表示ランプ、疑似負荷回路スイッチなどが設備されている。

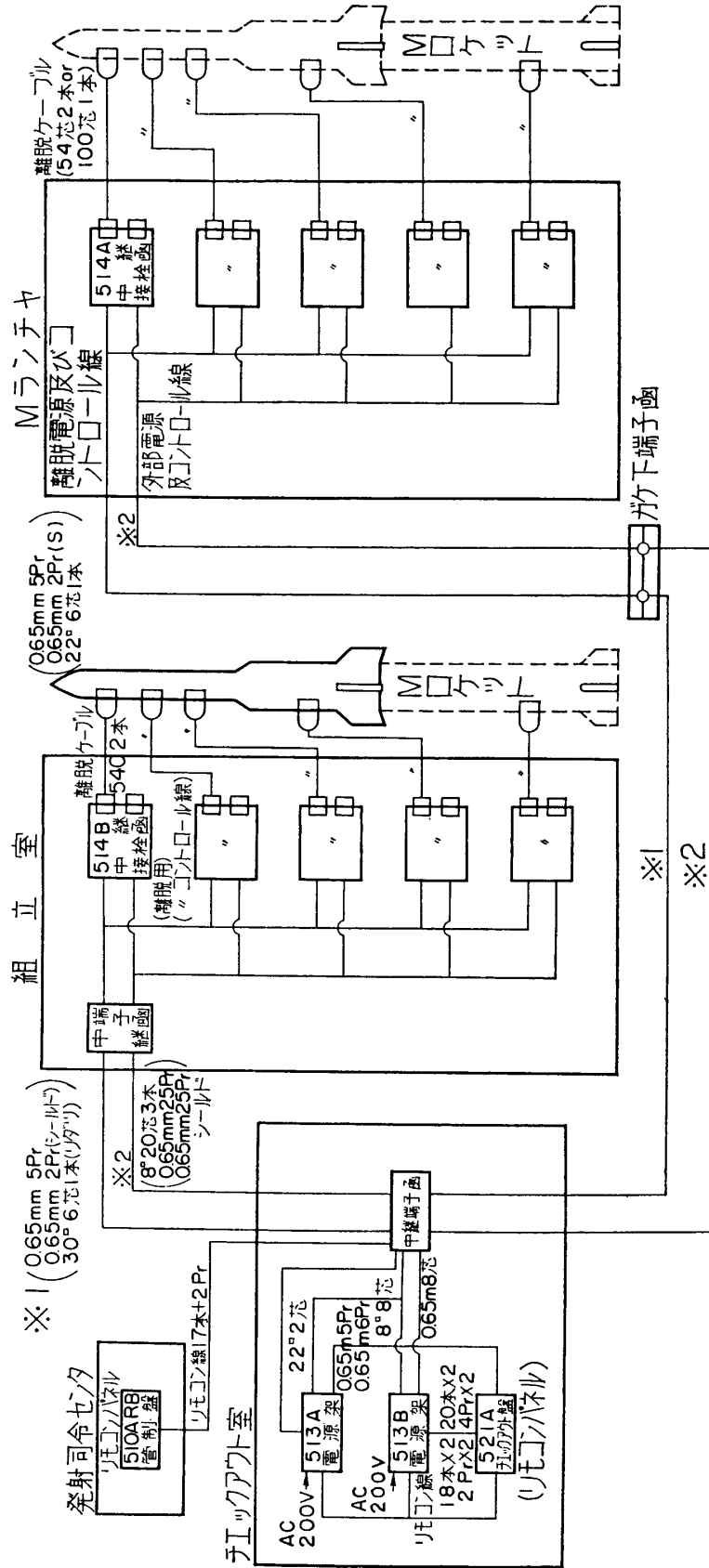
ランチャーイグナイタ管制部は発射管制部の左側パネルに位置しそれぞれ対応するランチャ管制盤、イグナイタ管制盤、チェックアウト盤に接続され整備塔のドアの開閉状況、ランチャの水平角、上下角、離脱ケーブルの巻き上げ操作などの状況、イグナイタの布線抵抗、誘導、絶縁チェック、およびその他ランチャ、イグナイタ関係の重要事項の指令ボタン、応答表示ランプなどが組み込まれているほか整備塔上と整備塔左右に設置された風向風速計の指示器が設備されている。

保安管制部はランチャーイグナイタ管制部の右側に位置し、コントロール・センタ中央司令卓と接続され、保安関係一海上、航空、監視所、場内保安一の表示ランプなどが組み込まれ最終状況が発射管制部に接続されている。衛星、姿勢制御各管制部は第2次計画のため現在製作中である。また発射管制司令卓の前面にはイグナイターランチャ系(#1系統)、エレクトロニクス系(#2系統)の発射司令専用電話の操作盤が設備されプッシュボタン操作により60か所と連絡ができるようになっている。

搭載機器管制盤はチェックアウト盤および搭載機器管制部と関連し、テレメータ5項目、レーダ・トラポン3項目、PI13項目、コマンド4項目分、計25項目の外部電源、内部電源のON、OFF操作を行な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、搭載機器発射準備完了ボタン、コネクタ離脱ボタン、発射後の状況を中央司令卓に知らせるPOSIおよびNEGAの表示ボタンなどが設備されている。

2.2 チェックアウト装置

ロケットの大型化に伴い搭載される計測器も多くまた科学衛星、姿勢制御などの装置も複雑になりかつ組立完了後故障を生じた場合分解操作が困難となるため組み立て以前に十分な調整チェックが必要である。このためM発射管制設備はL発射管制設備と異なりチェックアウト装置を設備し、組み立て以前に十分点検をおこない組み立て後も発射前にチェックをおこない事故のないよう万全を期するようになっている。本装置はチェックアウト室に設備された簡易テレメータ受信装置、チェックアウト電源盤、離脱電源盤、無停電々源盤、外部電源盤、管制室に設備された搭載機器管制盤、衛星管制盤、姿勢制御管制盤と関連接続され、



第 2.2 図

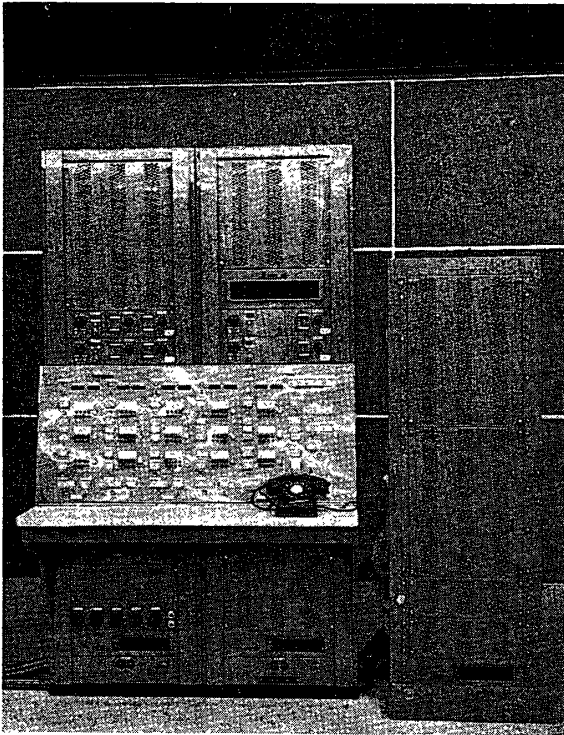


写真2 チェックアウト装置

M組立室, 科学衛星調整室, 姿勢制御調整室に設けられた中継端子函を経て着脱コネクタで搭載機器に接続されそれぞれ単独または総合チェックをおこない, 整備搭内で組み立て後は整備搭内に設けられた端子函を経て最終的な総合チェックをおこなえるようになっている. 一例として搭載機器チェックアウト盤について説明すれば写真2に示すように搭載機器5項目分が一つのパネルに組み込まれ搭載機器のスイッチ ON, OFF がここでも行なえるし(搭載機器管制盤でも行なえる) レーダ, テレメータ, PI の外部電源電圧のセット, 電圧の監視, 関係管制盤との打ち合せボタンなどが組み込まれている.

無停電々源盤は搭載機器のスイッチを ON したあとで停電が生じた場合は直ぐ

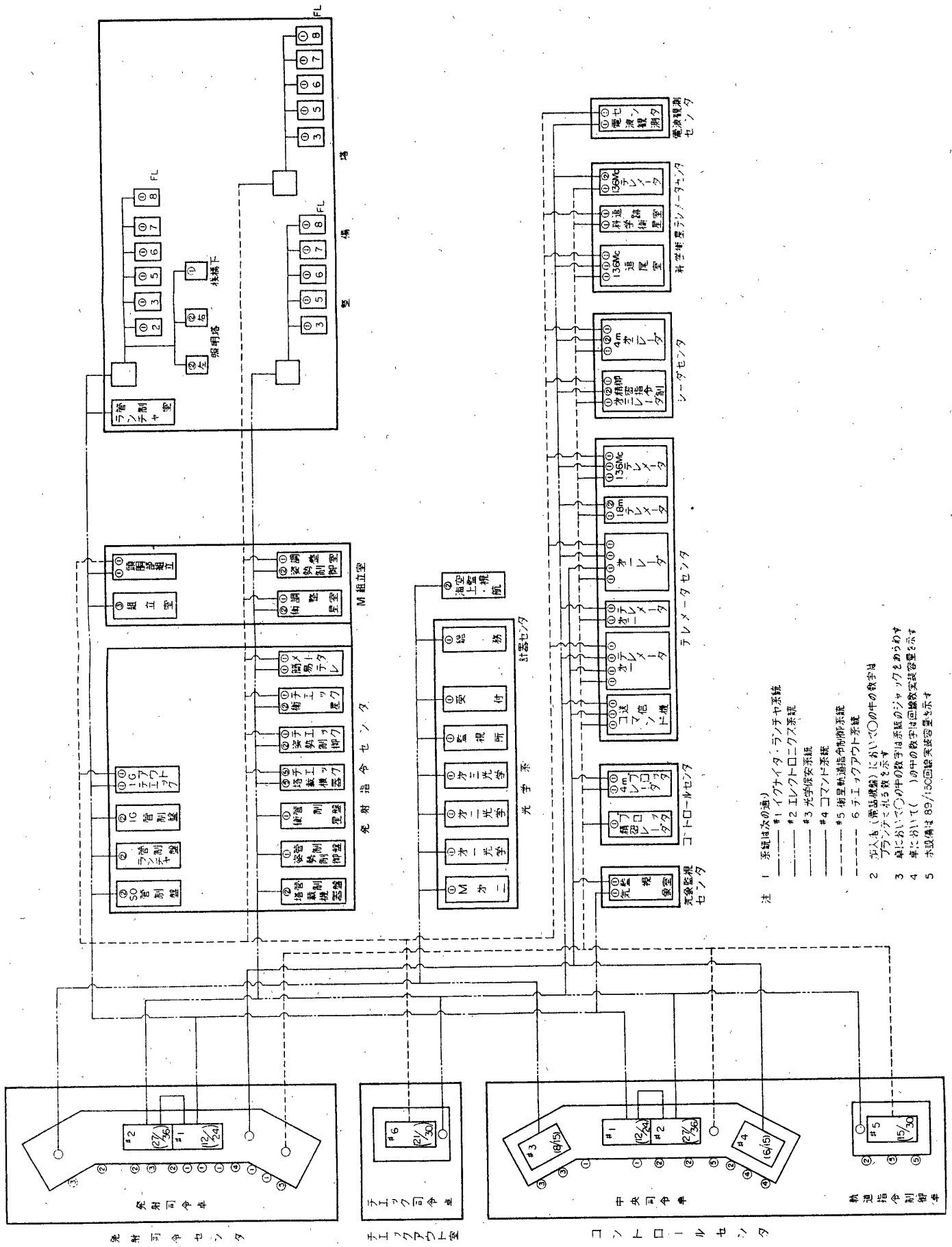
これを OFF の状態に戻す必要がある. このためこのスイッチ ON, OFF 回路の電源としてアルカリ電池を使用した無停電々源盤を設けてある.

2.3 発射司令専用電話装置

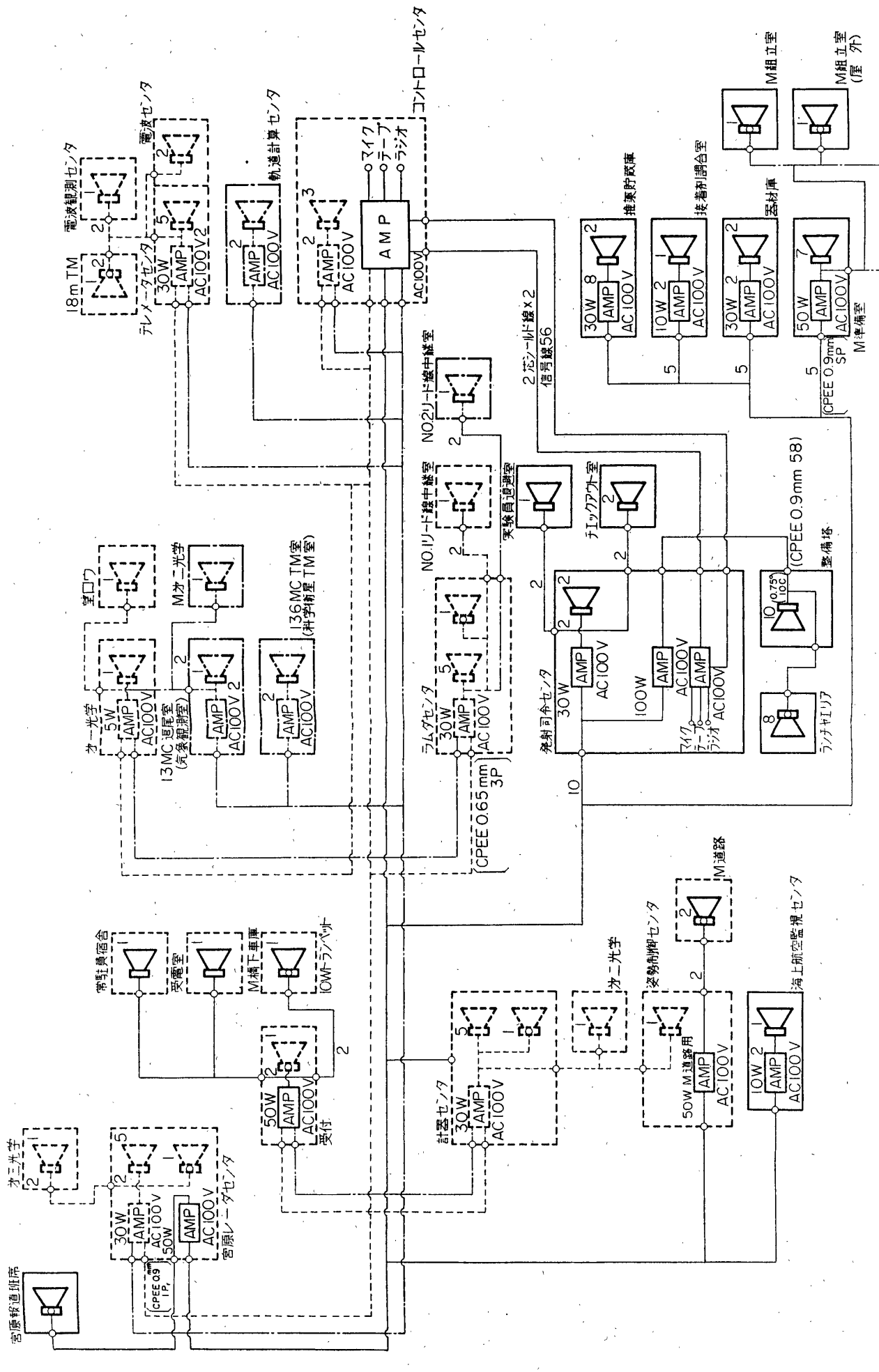
発射司令専用電話はイグナイターランチャ系(#1. 24回線), エレクトロニクス系(#2. 36回線), 光学保安系(#3. 15回線), コマンド系(#4. 15回線), 衛星軌道指令制御系(#5. 30回線), チェックアウト系(#6. 30回線)の6系統にわかれ, #1, 2, 3系統は発射管制司令卓, #6系統はチェックアウト室チェック卓, #1, 2, 3, 4系統はコントロール・センタ中央司令卓, #5系統はコントロール・センタ軌道指令制御卓にそれぞれ電鍵操作盤を設け必要に応じ同一系統内で連絡でき, また発射管制司令卓を中継することにより別系統のか所とも連絡できるようになっている. また各司令卓の操作盤には一斉呼出しのボタンを設け同時にその系統内の相手方を呼出すこともできる. 送受話機には1台ごとに増幅器を付し回線数に応じ受信レベルを調整し, 多数の回線が並列に接続されても受音が小さくならないような設計となっている. 系統図を2.3図に示す.

2.4 ITV 装置

本装置はMロケットの発射前の作業状況から発射直後までをテレビジョンカメラで撮影し別の場所の受像機でその映像を再生することにより作業状況, 離脱コネクタの離脱状況, 発射の瞬間のロケットの姿勢, 推進の燃焼状況などを監視する目的で設けられたもので, カメラは旋回雲台に取り付けられ, 必要に応じてその方向(上下, 左右)とレンズの視野, 焦点などを遠隔操作することができる. また屋外にすえ付けられるカメラはサンプロテクタを有



- 注 1 系統は次の通り
- #1 イクナイター・ランチャ系統
 - #2 エレクトロニクス系統
 - #3 光学保安系統
 - #4 コマンド系統
 - #5 衛星軌道制御系統
 - #6 チェックアウト系統
- 2 記入本(衛星機殻)において○の内の数字は
 フォンタをあらわす数字を示す
- 3 桌において○の内の数字は系統のジョックをあらわす
- 4 桌において()の中の数字は回路容量を示す
- 5 本設備は 89/150回路容量を示す



- AMP 受端増幅器 AMP 送端増幅器
- 屋内用スピーカ トランペットスピーカ

しかつ風雨，直射日光に耐えるように保護ケースに収容されている。カメラの設置場所は整備搭両側に各1台づつ，ロケット組立室1台，衛星調整室1台でこれらの受像機は発射司令室，チェック・アウト室，コントロール・センタに設備され，テレメータ・センタには整備搭両側の受像機が設けられて搭載機器チェックの際のアンテナの位置，方向を確認するために便利のようにしてある。また発射司令室およびチェックアウト室にもカメラを設けこれらの受像機はコントロール・センタに置き，状況を監視できるようになっている。遠隔操作パネルは，前記4台のものは発射管制司令卓に組み込まれ，後者2台のそれは中央司令卓に組み込まれている。

2.5 拡声装置

本装置は KSC 全部の建物内で作業する実験班員および広大な KSC 屋外で監視，警備に任ずる人々にタイムスケジュールの進行状況，時報その他の必要事項を放送するためその設備も大がかりとなってくる。また発射までの司令連絡は発射司令室でおこない発射後のそれはコントロール・センタでつかさどるため放送も両センタで行なう必要が生じてくる。このため管制司令室およびコントロール・センタにそれぞれ送端増幅器を設備しどちらでも放送がおこなえるようにしてある。終端増幅器は 100 W, 50 W, 30 W, 10 W, の四種類のトランジスタを使用した小型のものを特注し負荷の増減に対して適当なものを使用できるようにしてある。系統の略図を 2.4 図に示す。

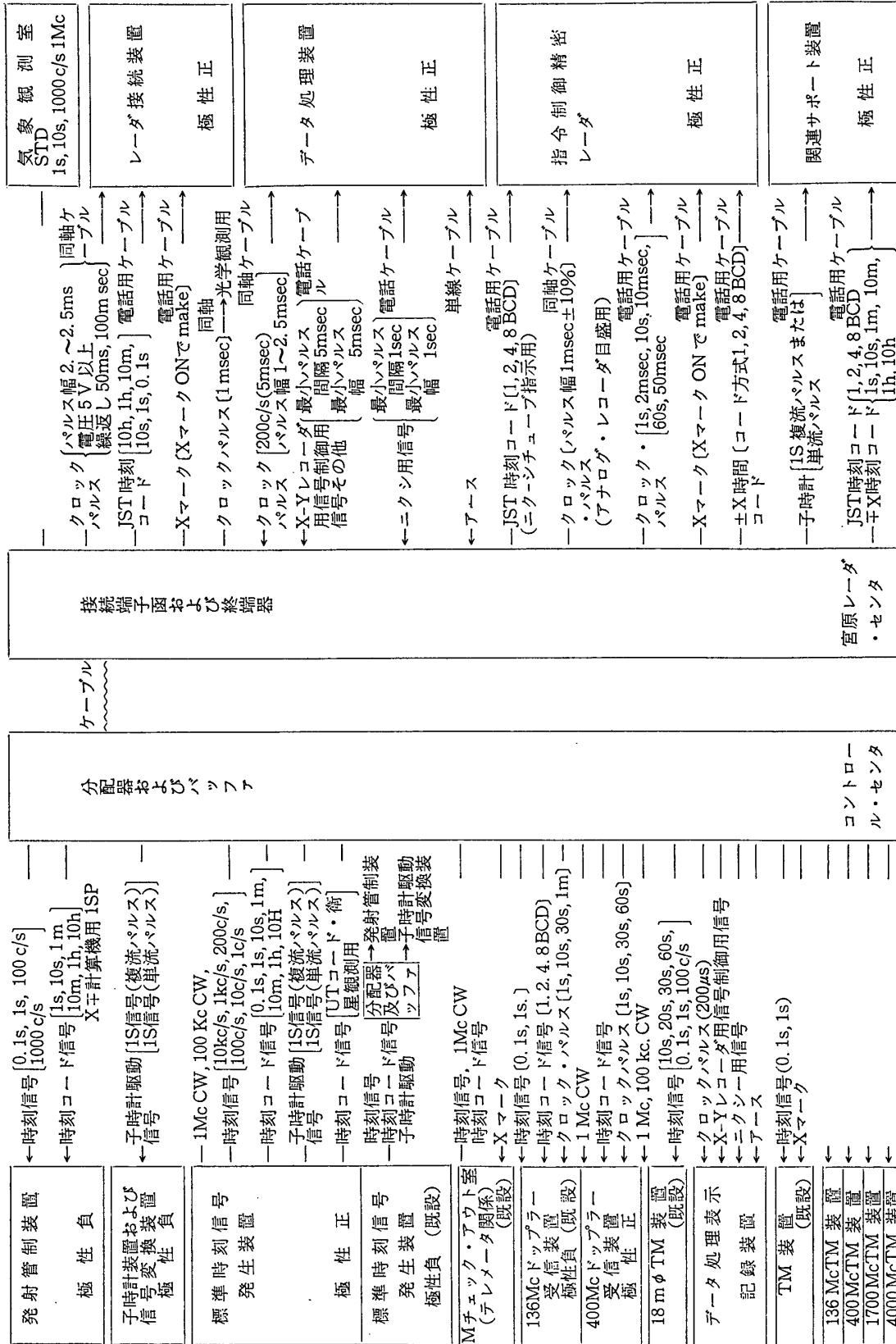
2.6 有線無線連絡装置

有線連絡装置としてはこれまで局線 5 回線，海上保安部，航空保安事務所の専用線 1 回線宇宙研とのテレタイプ 1 回線および XB 交換機 60 回線を設備していたが，M 関係の建物増築に伴い不足を生じたので新しく 60 回線 XB 交換機を 1 台増設し実験の際の連絡に不便を生じないようにした。また局線もデータックス回線を含め最終的には 20 回線を予定している。

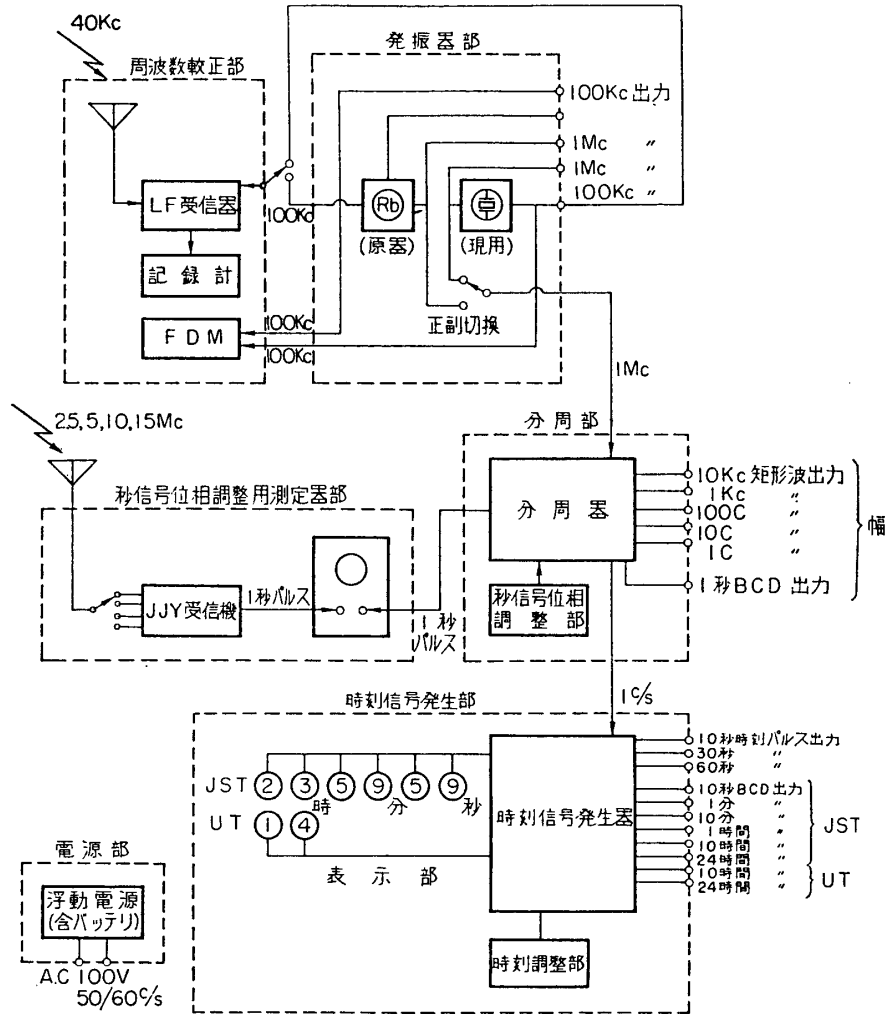
無線連絡装置はコントロール・センタ内の通信室に SSB-50 W の「とうだい，うちのうら」海岸局を設け実験日に海上警戒の巡視船と連絡をとるほか SSB-10 W 4 局を所外に設けられた数か所の観測点（種ガ島，山川，南郷，戸崎）に配置して連絡通信をおこなうことができる。

2.7 標準時刻発生ならびに時刻表示装置

標準時刻発生装置はこれまでテレメータ・センタに JJY 標準電波により校正できる 1×10^{-7} の精度をもつ水晶発振器出力を分周して各種繰り返しパルス，秒パルスおよび 50 c/s を作り，秒パルスによってデジタルカウンタを駆動，2進化 10 進符号にて場内に正確な時刻を与える一方，50 c/s の同期モータを回転させて大出力の 1 秒複流パルスを作り所内各センタの壁掛用子時計を駆動してきたが，衛星追跡のためにはより精度の高いものが必要となってきた。このため新しく長波標準電波 (40 kc/s) を受信し校正装置により校正されたルビウム (Rb) 発振器を原器とし，水晶発振器を現用とした標準時刻発生装置を設け既設の標準時刻発生装置と並用してコントロール・センタに設けられた分配器に 100 kc, 1 MccW, 時刻信号，時刻コード信号 (JST)，子時計駆動信号，時刻コード信号 (UT) を送出し，分配器を経て各センタに必要な時刻信号，時刻コード信号，子時計信号，クロックパルス，X-



2.5.1 標準時刻発生略系統図



第 2.5.2 図 標準時刻発生装置

マークなどを送出するようになっている。本装置は3月末完成予定の科学衛星テレメータ・センタ内に設備され大略 2.5.1 図に示すような系統となる予定である。

なお本装置のブロックダイアグラムを 2.5.2 図に示す。時刻表示器は既説のプログラム指令装置、X時刻設定器、X-時刻自動設定器、X干時刻信号発生器よりなり、標準時刻発生装置と L、M 発射管制装置との組み合わせにより標準時刻を各センタに送出するほか、コントロール・センタまたは管制司令室いずれにても X の設定、X 干を発生することができる。

2.8 布線

発射管制設備は前に述べたように各種装置より構成され各装置の間は使用目的に応じたケーブルを布線しなければならない。また整備搭は搭自体回転するため強度の大きい特殊ケーブルを使用しないと長期間の使用に耐えないこと。一度故障を生じた場合その修理は非常に困難であること。将来追加の必要が生じた場合建物の構造上も、スペース的にも困難であるとの見地から将来計画も含めて布線計画を検討し、その結果管制司令室—整備搭、管制司令室—組立室への布線の種類は (1) 信号線 (2) シールド線 (3) 同軸ケーブル (4) 小電力

線(1A)(5)中電力線(5A)(6)大電力線は中電力線を3本並列にする。の五種類に限定した整備塔のスペースが狭いため本数も最小限にとどめ管制司令室の端子函から整備塔棧橋下端子函、衛星調整室端子函までそれぞれ2500本のケーブルを地下埋設により布線し、整備塔棧橋下端子函からは特殊ケーブルを同数だけ整備塔下給電装置を経て整備塔に1500本、ランチャ・ブームに1000本配線し、整備塔および管制司令室の機器の接続をおこなっている。またコントロール・センタ中央司令卓および各センタの表示器、時刻信号、電話、拡声機、子時計などの接続のためコントロール・センタの端子函へ管制司令室から約1kmの間トラフを設置して1300本におよぶ布線がなされている。また衛星、姿勢制御のための布線は補助塔を現在設計中であり、宮原精密測定レーダ用のケーブル布設工事も設計が進行中である。

む す び

以上M発射管制設備の第1次計画を主としたアウト・ラインをしるしたが現在2次、3次計画の設備が予定通り進行中で本年度末には計画通りの科学衛星打ち上げを目標とした発射管制設備が完了するはずである。終りに本設備製作にあられた日本電気、日本電気工事、三菱重工の方々に厚くお礼を申し上げる。

1967年1月27日 宇宙工学