

# M-3C, サイドジェットエンジン部について

長友 信人・秋葉 鐸二郎・東口 実・上杉 邦憲  
棚次 亘弘・小林 清和・船越 国弘\*・笠井 冽\*

## 1. 序

M-3C型ロケットは3段式固体ロケットで、サイドジェットエンジン(SJ)部は、2段目のノズルまわりにTV C部と共に配置されている。2段目モーター燃焼中、SJはロール制御のみ行い、その後、最終段の打出し方向設定のための3軸制御および最終段にスピンの一部を与える機能をもつ。SJは過酸化水素を触媒によって分解したホットガス方式であり、ブラダーを介した窒素ガスによる加圧供給方式を採用している。これらの点は従来のM-4S[1], L-4S, K型と同様である。本稿は3機のM-3C型ロケットに用いられたSJ部およびこれに関連した地上設備について述べ、さらに開発経過等について説明する。

## 2. SJ部概要

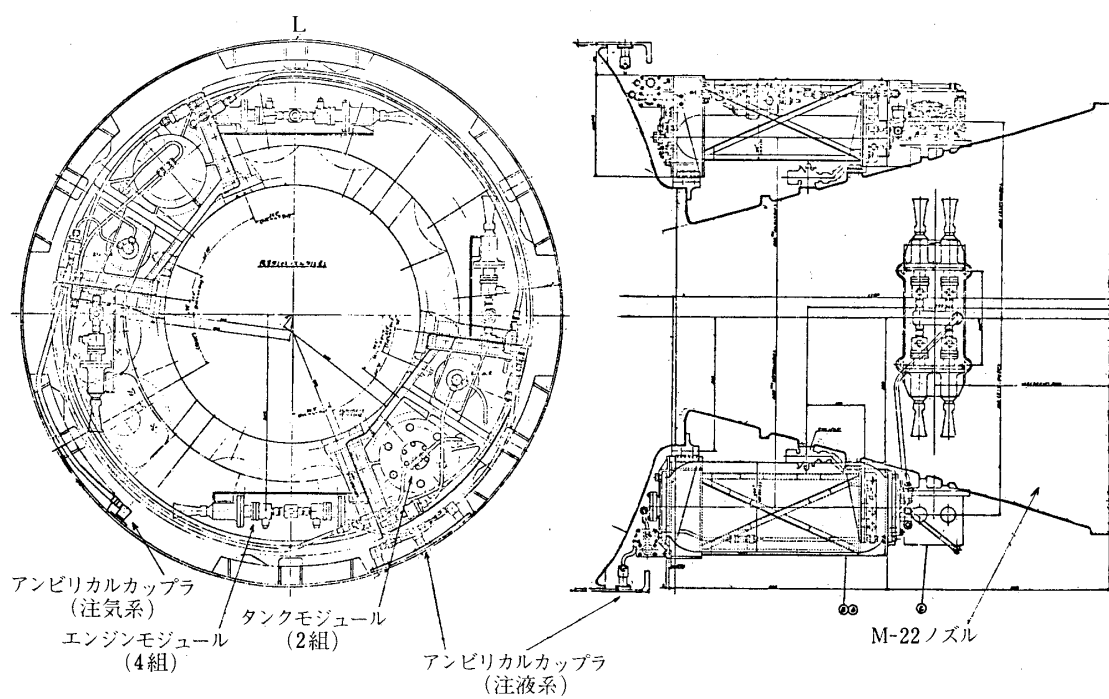
### 2.1 構造, 構成

SJ部は2組のタンクモジュール, 4組のエンジンモジュール, アンビリカルカップラーおよび各モジュール間の配管より構成され, これらは第1図のように配置されている。タンクモジュールおよびエンジンモジュールはノズル部の取付アームに, アンビリカルカップラーは1, 2段継手部に各々ボルトで固定されている。各モジュール間はフレキシブルホースで連結しており, 管継手はセルフシール型のクィックロックカップラーを用いている。これにより, 各モジュールは容易に組付, 取外しが出来る。

タンクモジュールは各々アルミ合金製のフレームの中に容量4.4 lのN<sub>2</sub>タンク(Ti合金製), 容量20 lのH<sub>2</sub>O<sub>2</sub>タンク(SUS製), 調和弁, 安全弁等を収めている。エンジンモジュールは各々4個の電磁弁, チャンバー, ノズルおよび1個のマニホールド(フィルタ内蔵)より成る。これらの系統図は第2図のとうりである。4組のエンジンモジュールは全く同一の形状, 構成から成るが, タンクモジュールについては, 圧力ピックアップ, 逃気口は一方のモジュールにのみ取付けていること, およびモジュール間のフレキシブルホースの管継手の配置等が異っている。M-4S型とは, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>の供給方式が異っている。即ち, M-4S型は真空引き, ガス押方式であったが, これをオーバーフロー方式とした点である。これはサプライ側アンビリカルカップラーからH<sub>2</sub>O<sub>2</sub>を圧送し, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>タンクに充填するとオーバーフローしたH<sub>2</sub>O<sub>2</sub>がリターン側から出てくるようにしたもので, L-4Sで使用実績のあ

---

\* 三菱重工



第1図

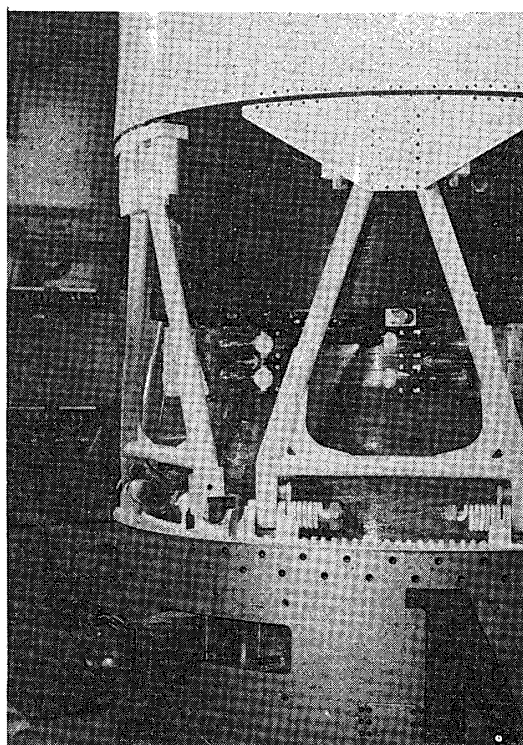
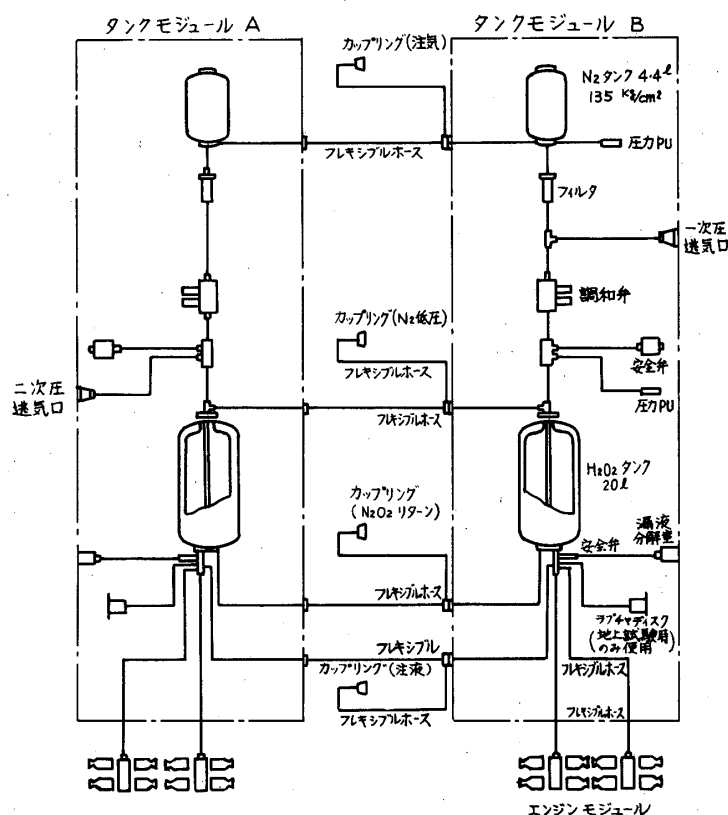


写真 - 1



第 2 図

る方式である.

なお、 $\text{H}_2\text{O}_2$  を供給する前に予め残液をしぼり出す点は従来と同様である。従って  $\text{H}_2\text{O}_2$  供給用のカップラーが従来の 2 組から 3 組となった。更に供給後のカップラー離脱はリモート操作による自動離脱方式とした。これらの供給操作、カップラーの離脱操作は新しい地上設備により全て遠隔で行われる。これについては後述する。

また、従来は  $\text{H}_2\text{O}_2$  注液後、発射まで待期中の安全弁としてガス抜弁を設けていたが、これは不要となった。これは液系は X-30 分の  $\text{N}_2$  注気まで、アンビリカルカップラーを通して地上装置と連結するようにしたためである。

更にシャットオフバルブも廃止した。本バルブはM-4 S-1の電磁弁故障以後、制御終了時に液通路を遮断するために設けたものであるが、M-3 Cでは電気部のロジックによりジェットの故障に対する冗長性をもたせたため不要となったものである。

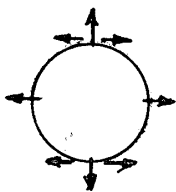
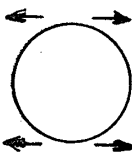
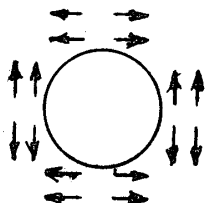
エンジン部の系統上では本バルブの廃止により非常に簡素なものとなった。

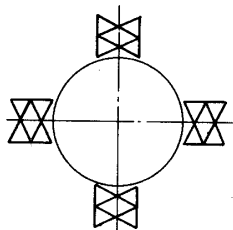
第1表に従来の型との構造上の相異点を比較してまとめた。

## 2.2 性能

ジェット1基の推力はK-10C, L-4SCで開発した8kgエンジンを使用し、第3図のようにロール方向に4基×4モジュール計16基配置した。この方式は電気部のロジック

第1表 M-4S, L-4SC, M-3C SJ 部の比較

	項 目	M-4S	L-4SC	M-3C
1	装着位置および組付方式	CNJとして独立した桁構造の胴体をもつ.	B2尾翼筒に4モジュールに分割して組付.	B2ノズルまわりに2タンクモジュール, 4エンジンモジュールに分割して組付.
2	ジェット配列		 (ロール制御のみ)	
3	燃料供給方式	真空引きN <sub>2</sub> ガス押方式	真空引きN <sub>2</sub> ガス押方式	オーバーフロー方式
4	電 磁 弁	Eckel	Sterer	Sterer
5	配 管	液系, 2次圧系はSUS 1次圧系は, Cu のいずれもリジットパイプ	同 左	モジュール内は同左モジュール間結合用にテフロンフレキシブルホースクイックロックカップラー使用.
6	注気, 注液用アンピリカルカップラーおよび引抜方式	注気系: Hansen 注液系: Swegelok 注気のみアームによる引抜	注気, 注液とも Symetrics 注気のみ N <sub>2</sub> ガスアクチュエータによる自動離脱	同 左 注気, 注液系とも N <sub>2</sub> ガスアクチュエータによる自動離脱
7	調 和 弁	シングル型 シート部メタルタッチ	同 左 (3号機よりデュアル, ソフトタッチ)	デュアル型 シート部ソフトタッチ
8	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 遮断弁	2号機よりあり	なし	なし



第3図

の組み方によって作動ジェット数を変えられること、つまり無駄なジェットの作動を止められること。ジェットが故障した場合の冗長性をもたせられること等の特徴があり、M-4S-1飛しょう中の電磁弁故障以後、提案されていたものである。

ジェットを第3図のように配置すると推力レベルは次の値をとることができる。

RJ: 16, 32, 48, 64 kg

SJ: 8, 16, 24, 32 kg

一方、ソフトウェアから要求された制御角速度は $\theta_R = 0.1 \text{ r/s}^2$ ,  $\theta_{pr} = 0.05 \text{ r/s}^2$ であり結局次のとおりとした。即ち、電気部のロジックによりロール制御として使用するときは前半は8基(64 kg)、後半は4基(32 kg)のジェットが作動する。

SJとして使用するときは各軸独立では4基(32 kg)を使用するが、Pitch, Yaw, Rollの同時制御を行う場合は相反するジェットは使用することなく2基が作動する。

搭載する過酸化水素の量は次の方針で搭載量56 kg(40 l)とした。即ち、

(1) ロール制御は2段階燃焼中全時間作動するものとし、推力レベルは前半64 kg、後半32 kgとする。

(2) SJ時の作動能力は過去の実績より3軸とも全制御時間の $\frac{1}{3}$ とし、推力は各々32 kgとする。

(3)  $0.5 \text{ r/s}$ までのスピナップの能力をもつ。

以上の性能をまとめると表2のとうりとなる。

### 3. SJ部の打上経過

ここではM-3C-1号機から3号機までのSJ部の変遷および経過について述べておく、全号機にわたってSJ部の基本構造、構成は変わるものではないが、各種地上試験や飛しょう実験を通して一部の改造が施された。第3表に改造の履歴を示す。

#### 3.1 M-3C-1

振動試験でタンクモジュール内の調和弁が約31倍のまたエンジンモジュール内の電磁弁が約22倍の各々共振倍率を生じた。このため、各々の取付ブラケットに防振対策を施し、調和弁は約30%、電磁弁は70%に各々減じた。また、特に調和弁は21 G、電磁弁は30 Gでの耐振作動試験を行い異常ないことを確認した。

また、組立オペ時、半導体型の1次圧圧力ピックアップが故障したため、歪ゲージ型に変更した。2号機以降は1次圧、2次圧とも歪ゲージ型が適用されている。

飛しょう実験での燃料消費量は表4に示すとうり31%であった。

#### 3.2 M-3C-2

2号機では1号機の不具合対策をいれて表3に示す改造を行っている。フライトスケジュール中、 $\text{H}_2\text{O}_2$ 系のアンビリカルカップラーのディカップリングテスト時、弁の動きが鈍く、液もれが生じた。潤滑不良のためと判断され、以後定期的な潤滑を定めた取扱いマニュアルを制定し、これによっている。

また、打上時、アンビリカルカップラーの引抜装置不良によりカップラーが完全に抜けない事故が発生した。本件については別項で述べる。

第2表 M-3CSJの性能諸元

項 目	性 能 値			備 考
重 量	P あり		約 175 kg	
	P なし		約 120 kg	
慣 性	P J	I r	Pあり 310 kg-m-sec <sup>2</sup> ~ 112 kg-m-sec <sup>2</sup>	
モーメント	S J	I r	Pなし 103 kg-m-sec <sup>2</sup>	
		I p. y	Pなし 1510 kg-m-sec <sup>2</sup>	
モーメント アーム長	P . Y		3340 mm	
	R		510 mm	
推力×時間 F.T	R J		$64 \text{ kg} (8 \text{ kg} \times 8 \text{ ケ}) \times 31 \text{ sec}$ $32 \text{ kg} (8 \text{ kg} \times 4 \text{ ケ}) \times 35 \text{ sec}$ 計 3200 kg-sec	ISP 約 100 sec (地上) 約 130 sec
	S T		$P . Y 32 \text{ kg} (8 \text{ kg} \times 4 \text{ ケ}) \times 57 \text{ sec}$ $R 32 \text{ kg} (8 \text{ kg} \times 4 \text{ ケ}) \times 57 \text{ sec}$ 計 1830 kg-sec	(真空中) 総 推 力 5600 kg-sec
	SPIN		O 0.5 rps 650 kg-sec	(地上)
θ 角 加 速 度	<p>× + 秒時 (sec)</p>			飛行中はこの値 の30%増の見込
N <sub>2</sub> 量	88 l × 135 kg/cm <sup>2</sup> (Nominal)			
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 量	40 l (56 kg)			

第 3 表 SJ 部改造履歴

	項 目	2号機に於ける変更点	3 号 機
	調 和 弁	1) 取付位置変更 2) ブラケットの剛性増し	2号機に同じ
2	圧 力 ピ ッ ク ア ッ プ	1) 2次圧の型式を歪ゲージ型に変更 2) 取付位置変更	2号機に同じ
3	タ ン ク モ ジ ュ ー ル	モジュール内部品配置 1 部変更	2号機に同じ
4	エンジンモジュールフレーム	1 部剛性増し	2号機に同じ
5	タンクモジュール配管	1 部変更	2号機に同じ
6	注液カップラー取付方法	3 個別々にしていたのを取付板を 1 本化する.	2号機に同じ
7	防 水 対 策	1) エンジンノズルクロージャ設置 2) 電気配線コネクタ位置変更	2号機に同じ
8	引 抜 装 置	スプリングによるキックストローク を大きくする.	スプリングキック方式 をニューマチックアク チュエーター方式に変更

第 4 表 M-3C SJ 飛しょう時の燃料消費実績

機 能	時 間	燃料消費 計 画 値	燃 料 消 費 実 績 値		
			M-3C-1	M-3C-2	M-3C-3
ロール制御 (H. T Mode)	× + 79 sec ↓ 110 sec	14.1 l	9.3 %	33.0 %	2.8 %
ロール制御 (L. T Mode)	110 sec ↓ 145 sec	8.0 l	4.0 %	2.9 %	2.5 %
3 軸 制 御	145 sec ↓ 225 sec	12.9 l	21.5 %	23 %	4.7 %
Mode Change	225 sec ↓ 235 sec	4.6 l	160 % (16 sec 作動)	108.5 % (11 sec 作動)	156.0 % (15.6sec 作動)
計		39.6 l	31 %	32.4 %	21.0 %

### 3.3 M-3C-3

3号機では機体側の設計変更はなく、地上装置でカップラーの引抜き装置を新設計のものにした。(詳細別項) フライトスケジュール中 $\text{H}_2\text{O}_2$ タンクからの液もれが発生した。状況は $\text{H}_2\text{O}_2$ タンク下部フランジの締付ボルト穴を通して約0.6 cc/hrリークするていどでチェックの結果、タンク下部のシール部を構成しているブラダガスケット部の面圧不足が原因であると推定され、ブラダーの押え代を増加させた結果、リークは完全になくなった。

本トラブルはブラダーの材料特性およびリーク試験の方法の点でM-3Hへの大きな問題を提起した。

## 4. 部品の設計基準および開発経緯

M-3C, SJ部は基本的にはCNエンジンと変わるものではなく、従って設計基準も従来のものを踏しゅうしているが、2段目ノズルまわりに配置されること、モジュール化したこと、 $\text{H}_2\text{O}_2$ の搭載量が大いこと等により新規に採用した方式および部品がいくつかある。こゝではこれらの設計基準および開発経緯について述べる。

### 4.1 ノズルまわりの環境計測

SJ部は2段目ロケットのノズルまわりに配置するためM22地上燃焼試験の際に重量、形状を合わせたSJモックアップを用いて燃焼中の温度、振動の計測を行った。これらの結果の一部を第5表[2]に示すがいずれも問題となる値ではなくSJ部については従来の環境基準で良いことを確認した。

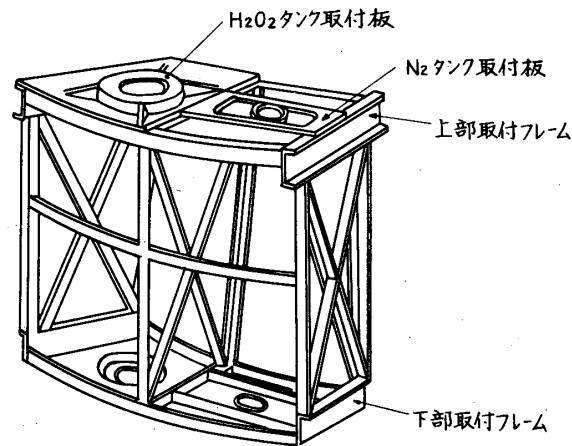
### 4.2 タンクモジュールフレーム

タンクモジュールフレームは第4図に示すように扇形をした平面形状をもつアルミ合金の桁構造で両側の上,下部の桁をノズルの取付アームに固定しているが、ノズルの熱変形が直接フレームに伝わらないように下部はバカ穴で変形分を逃げるようにしている。フレームの強度

第5表 M-22地上燃焼試験SJ部環境計測値

計 測 項 目		計 測 最 大 値	備 考
温 度	T <sub>1</sub> (電 磁 弁)	80℃	
	T <sub>2</sub> ( $\text{H}_2\text{O}_2$ タ ン ク)	35℃	
	T <sub>3</sub> (エンジンフレーム)	53℃	バーンアウト時
	T <sub>4</sub> (タンクフレーム上部)	30℃	
	T <sub>5</sub> (同 上 下 部)	1.7℃	
振 動	V <sub>1</sub> (調 和 弁 横 方 向)	8.0 G (125 Hz)	
	V <sub>2</sub> (電 磁 弁 軸 方 向)	4.0 G (200 Hz)	点火0.4秒後
	V <sub>3</sub> (調 和 弁 軸 方 向)	4.2 G (315 Hz)	





第4図

設計基準は静軸荷重 10 G，衝撃荷重 25 G，遠心加速度 18 G をとっており，強度試験は軸方向 10 G 相当荷重で行った．その結果，応力値は計算値の 20 % 程度と低いものであったが，たわみ量はほぼ一致した．これは部材が L 形アングルであり，歪計測が難しいこと，フレームが変形箱型であるため軸荷重をかけるとねじり成分がでること等によるものである．更に衝撃試験は 40 G で実施し，問題ないことを確認した．

#### 4.3 調和弁

調和弁は SJ 部構成品の中で最も重要な部品の一つである．この故障モードは弁座のキズによる内部もれが 2 次圧の上昇を生じせしめるというケースが最も多く，また，キズの発生原因は大部分ゴミ等異物の流入によるものである．従来，調和弁の故障はほとんどこの現象で代表され，しかも，しばしば発生していた．このため，M-3 C 用としては上流に 10  $\mu$  のフィルタを内蔵した構造とし，更に従来の 1 段式スプリングバランス型の調和弁を 2 個シリーズに並べた構造として本故障モードに対する冗長性をもたせた．なお本機では上下流の弁とも同一調定値をとっているが，通路抵抗により各々の単独の調定値より約 0.5 kg/cm<sup>2</sup> (エンジン 8 個作動に相当する流量の場合) ~ 0.2 kg/cm<sup>2</sup> (同 4 個作動) 圧力降下が生じる．

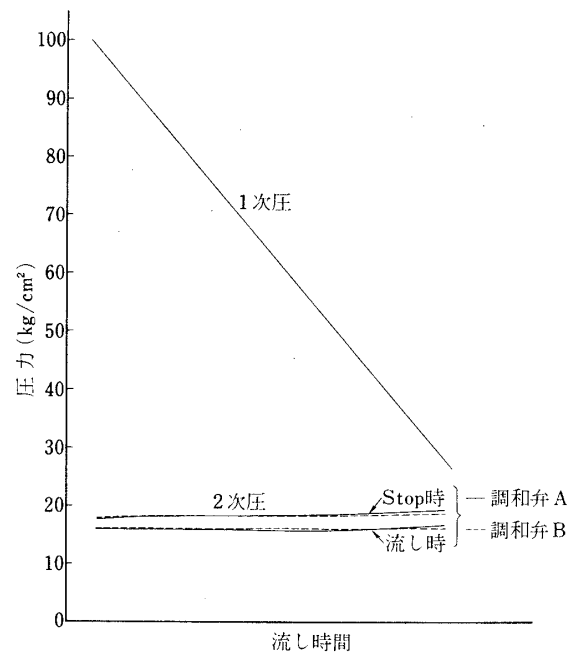
第 5 図に調和弁の特性カーブ例を示す．

開発時の試験は，上下流調和弁各単独での流し試験，組合せでの流し試験の他，どちらかが 1 個故障した場合の特性，耐久テスト，200 Hz  $\times$  1.6G, 16G, 21G での加振中の流し試験等を行い，特性を確認した．

#### 4.4 エンジン

エンジンは K, L-4 SC で開発した 8 kg エンジンで従来の制御エンジンの中で最も実績の多い 0.3 kg, 2.3 kg, 3.2 kg エンジンと設計基準は基本的には同じであるが，電磁弁への熱伝導に対する対策として放熱部を設けたこと，およびカタライザの粒度を特別に規定したことが新に考慮した点である．

応答性が 100 msec 以内ということが制御システム上の要求であったが 70 ~ 100 msec に



第5図

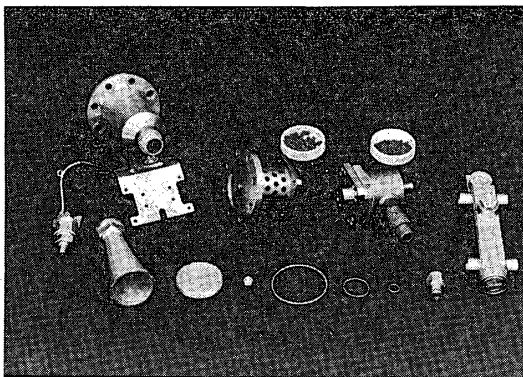


写真-2

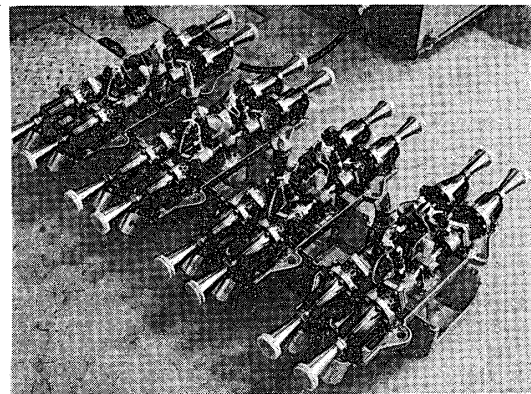
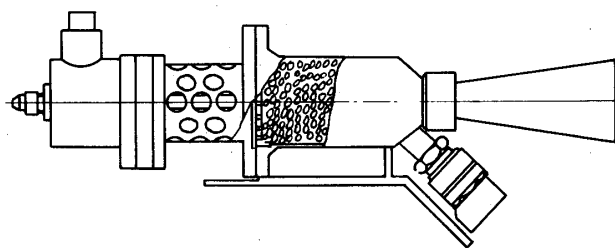


写真-3

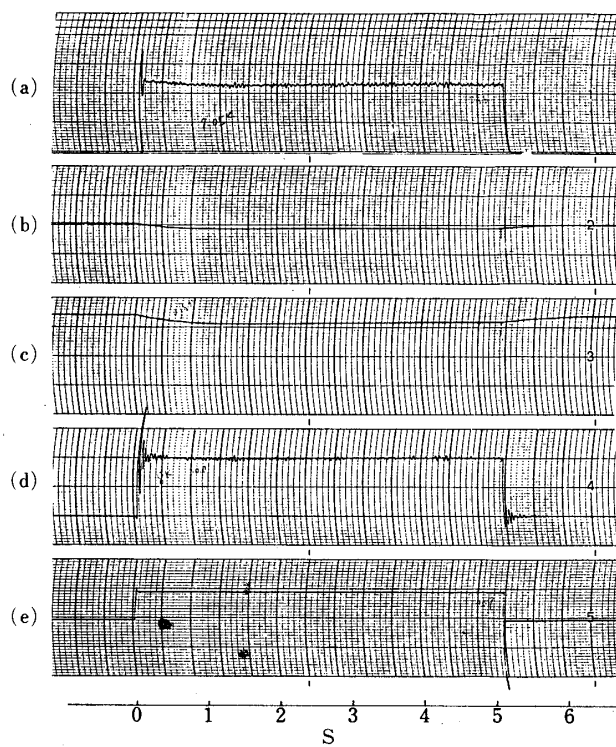
収まっている。第6図にエンジンの概念図、第7図に燃焼曲線の1部を示す。

#### 4.5 電磁弁

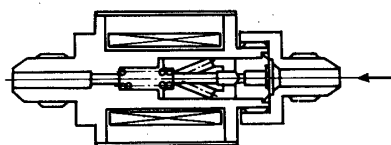
過去のCNエンジンでは電磁弁は Eckel 社の Coaxial 型が最も使用実績がある。この型は第8図に示すように、電磁石の励磁によりプランジャーが移動して弁の開閉を行うもので、プランジャーがスプールに対して摺動するため異物が混入するとスティックを起しやすい等の欠点があった。M-4 S-1の電磁弁故障以後、電磁弁について再検討し、Sterer 社



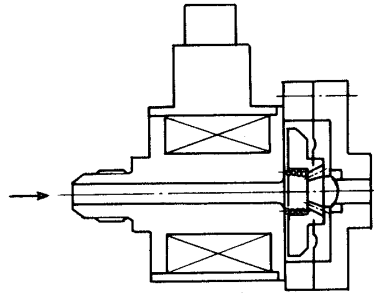
第 6 図



第 7 図



第 8 図



第9図

の Poppet 型が選定された。同型は第9図に示すように摺動部がないこと、流れに対して閉まり方向であることを特徴とする。本電磁弁は各種環境テスト、耐久テストを行い、L-4 SC-2号機でフライトテストを行った後、採用を決定した。

#### 4.6 アンビリカルカップラー

アンビリカルカップラーは簡単な仕掛で自動離脱ができること、離脱時に液もれがないことを選定条件として Scout で使用実績のある Symetrics 社のカップラーを選定した。

本カップラーはオス側（地上側）のレバーを引くことにより嵌合部のツメが外れて簡単に離脱できること。嵌合のガイドが長く少々コネでもリークを生じないこと。また離脱時の液もれが少ないこと等の特徴がある。しかし反面、摺動部が多く潤滑がよくないと弁の動きが鈍くなる欠点があり、M-3 C-2 ではこれが原因で離脱時液もれが生じたことがあった。

以後は、定期的な潤滑を行うマニュアルを設定して取扱っている。

#### 4.7 モジュール間の配管および配継手

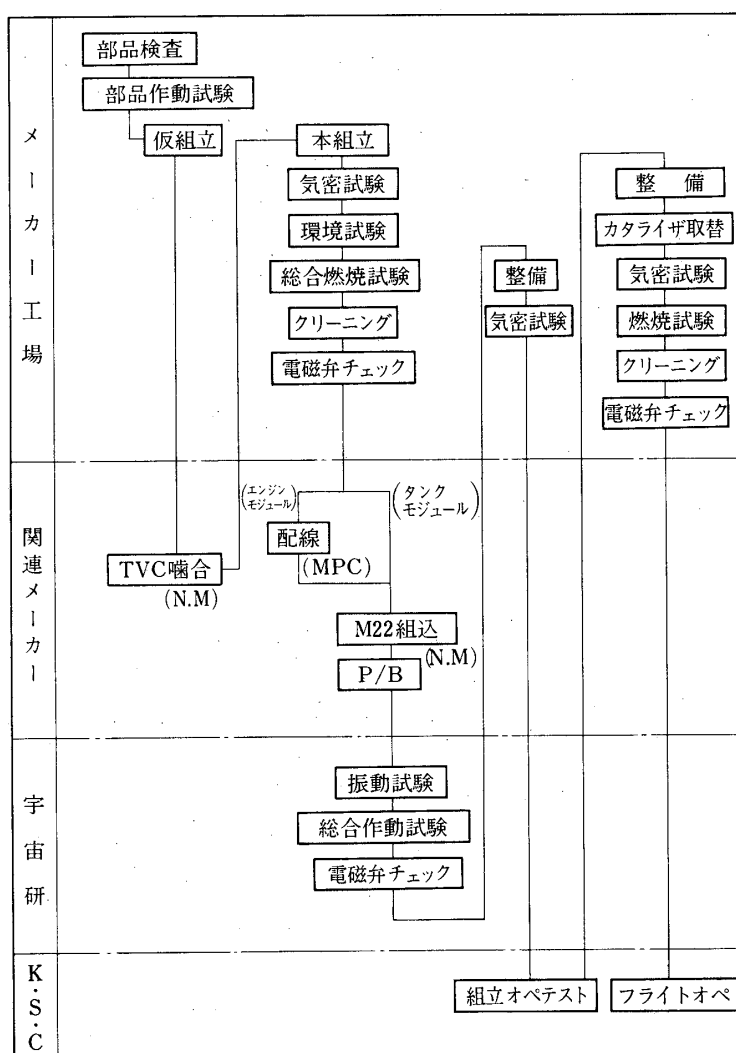
モジュール間の配管には作業性を考慮してテフロン系のフレキシブルホースを使用している。外周は SUS 金網の被覆があり更に M22 ノズル部の熱保護のため外側にアスベストカバーを施した。管継手部にはセルフシール型のクイックロックカップラーを使用している。これらの部品は従来の基準に従い、10 日間の  $H_2O_2$  浸漬試験のほか、カップラーは MIL 規格に準じ圧力、温度、衝撃、振動、耐久等の試験を開発時に実施し、性能を確認した。

### 5. 検査試験

M-3 C, SJ 部の製作から打上までの一連の検査および試験は第10図に示すとうりて試験手順は過去 L-4 S, M-4 S 等の経験をもとにはほぼ確立されたといえよう。しかし、2号機の引抜装置不良、3号機の  $H_2O_2$  タンク液もれ等のトラブルにみるように新しい方式をとり入れた部品については、なお、充分な開発時の試験を行わねばならないこと。および品質管理の強化等反省すべき点がある。

#### 5.1 部品検査試験

工場における部品検査試験は作動試験をかねて特性を定量的に測定することを目的としており、その項目および手順は従来の M-4 S 型 [1] とほぼ同様である。



第 10 図

## 5.2 全体組立検査試験

全体組立検査試験はTVCおよびM22ノズルとの噛合せ試験、気密試験、環境試験および総合燃焼試験に大別される。噛合せ試験はTVC部、M22ノズル部とのインターフェースのチェックを目的とし各モジュール間のフレキシブルパイプはこの時点で長さを決定し、製作する。気密試験、環境試験の手順は従来と変わらない。

総合燃焼試験は従来机上燃焼試験と称していたもので各モジュールをM22ノズルまわりと寸法を合わせた試験治具に実装状態で組立固定し $H_2O_2$ と、 $N_2$ ガスを充てんして各ジェットの作動を確認するもので計測項目は従来と同様で(1)1次圧、(2)2次圧、(3)圧力スイッチ作動(4) $H_2O_2$ および $N_2$ 使用量であるが、エンジンモジュールについては4基1対となっているため1部燃焼圧力の計測を加え、1モジュールにつき4基～1基のエン

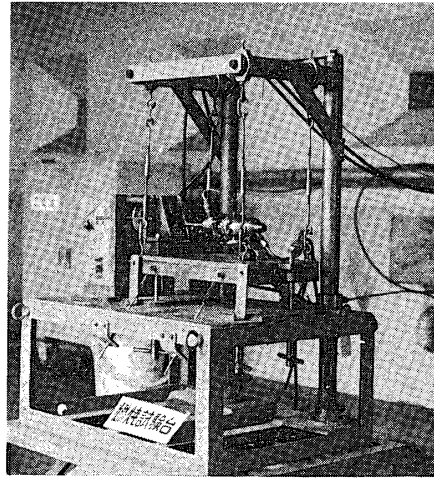


写真 - 4

ジン作動時の燃焼圧力をチェックしている。この時点では推力レベルのチェックはできず  $\text{H}_2\text{O}_2$  の使用量、総作動時間より平均流量のチェックおよび抜取りでの燃焼圧力のチェックのみである。

なお、3号機打上時の  $\text{H}_2\text{O}_2$  タンク液もれ事故の反省から現在の  $\text{N}_2$  ガスによる気密試験ではリークチェックが完全に行うことができないため M-3H 以降は水密テストを加える方針としている。

### 5.3 打上作業中の組立検査試験

打上作業中の検査試験は第11図の流れ図により実施している。これは打ち上げ前に行われる組立オペレーションテストでも全く同様の手順である。1号機では不慣れな点もあったが2号機では最終的に確立されたといえよう[3]。

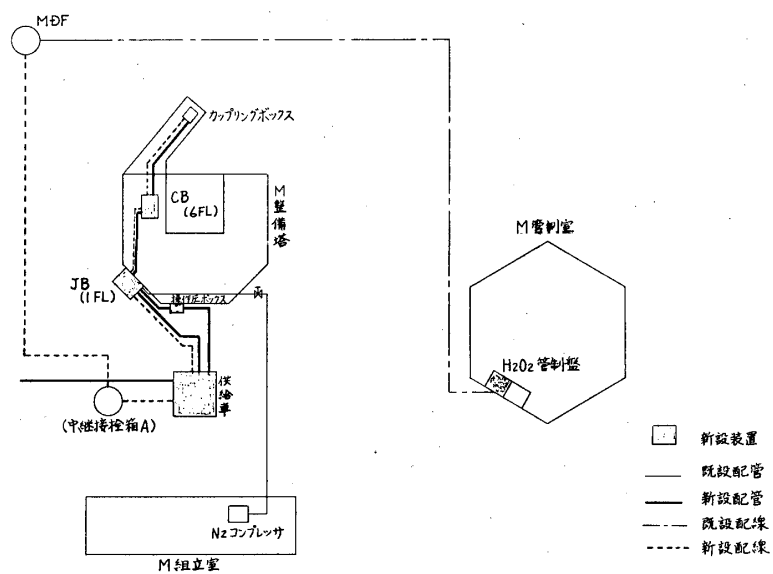
## 6. 地上供給系

M-3C用の地上供給系は、機上の  $\text{H}_2\text{O}_2$  タンクへ、地上から遠隔操作によって  $\text{H}_2\text{O}_2$  を供給することを目的として設置された。

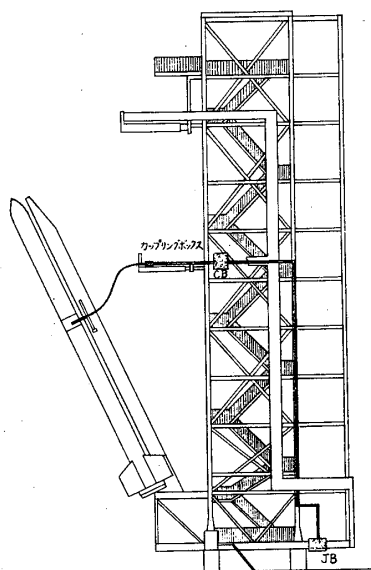
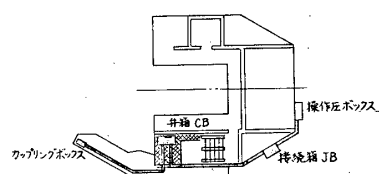
発射に際して必要な地上供給系は、(1)  $\text{H}_2\text{O}_2$  供給車、(2)  $\text{H}_2\text{O}_2$  管制盤、(3) 操作圧ボックス、接続箱 JB、接続箱 CB、カップリングボックスおよび(4) 引抜装置である。これらは KSC において第12図および第13図のように配置されている。各装置間の配管および配線を第14図および第15図に示した。

供給車は M 整備塔の後方約 10 m に設置する。これは M 整備塔 1 階背面の JB、操作圧ボックス、6 階ベランダの CB、揺動ビーム上のカップリングボックスを経て機体に連結されている。M 管制室には、 $\text{H}_2\text{O}_2$  管制盤を設置し発射時の  $\text{H}_2\text{O}_2$  供給管制を遠隔で行う。

第16図に供給作業の手順を示す。供給作業はまず、 $\text{H}_2\text{O}_2$  タンク内の残液をだすブリードから始まる。その後、フィード系パイプ内(約 30 m)を  $\text{H}_2\text{O}_2$  で満たし、続いて  $\text{H}_2\text{O}_2$  注入



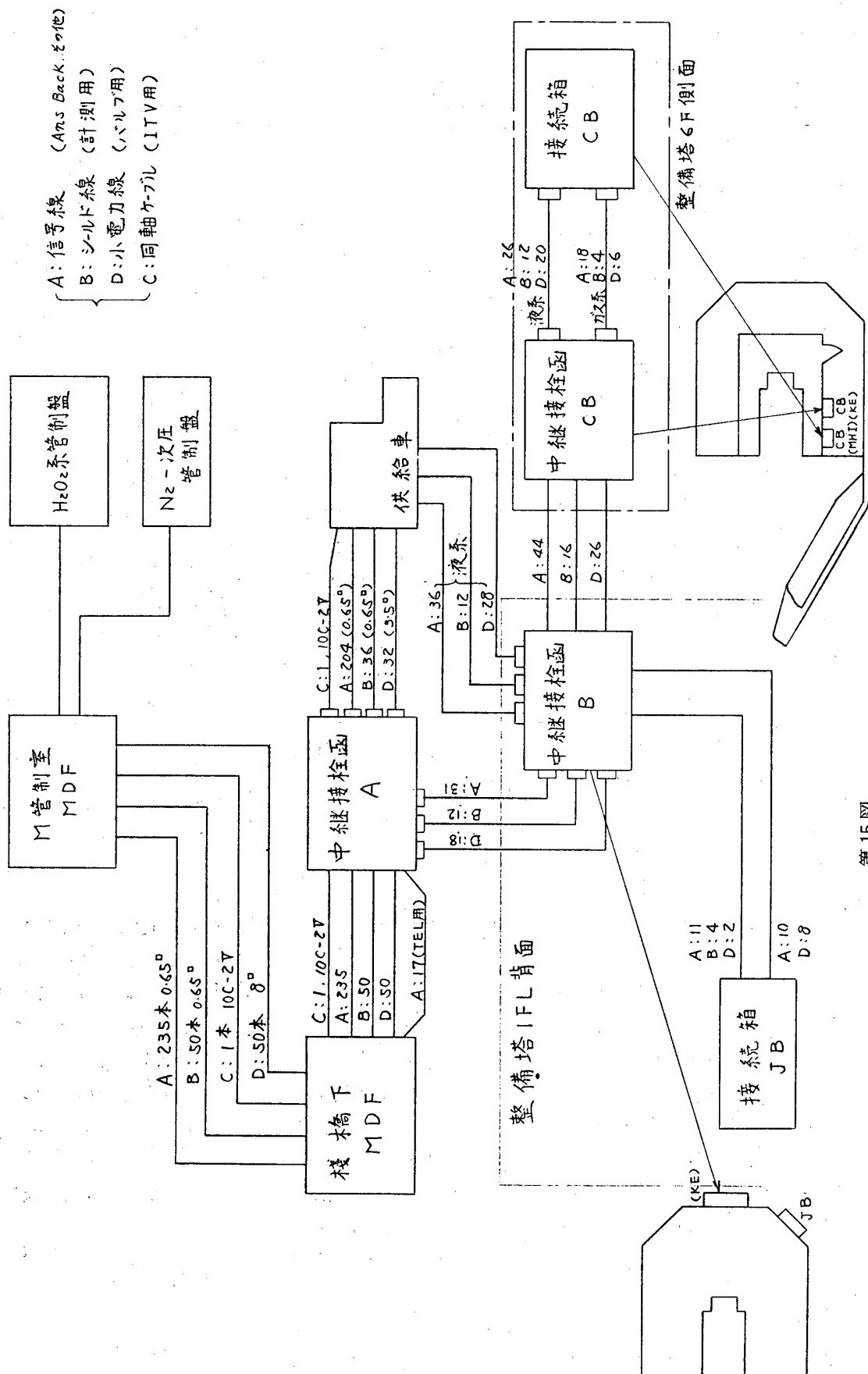
第 12 図



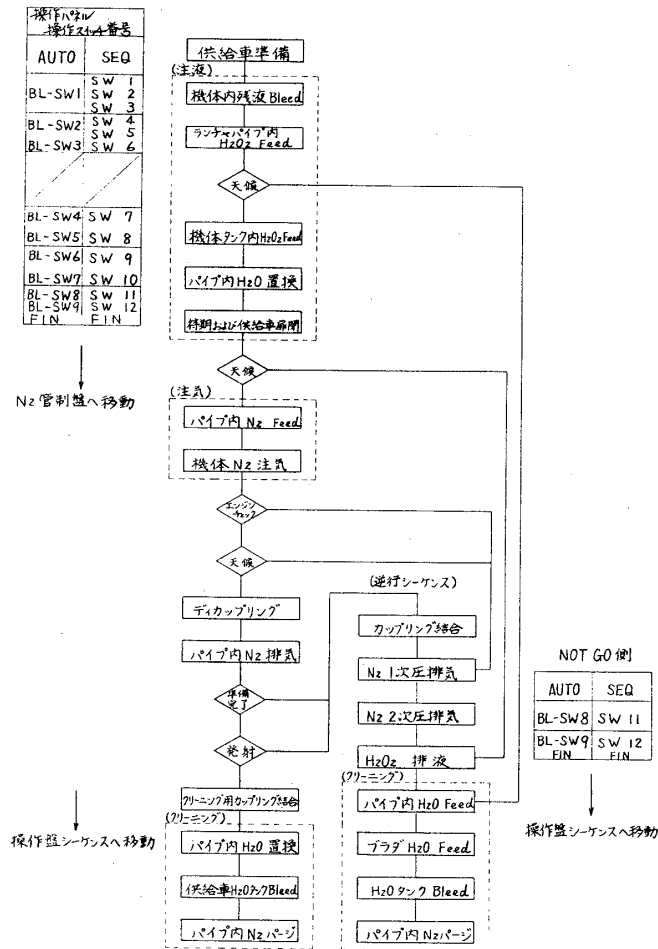
第 13 図







第 15 図

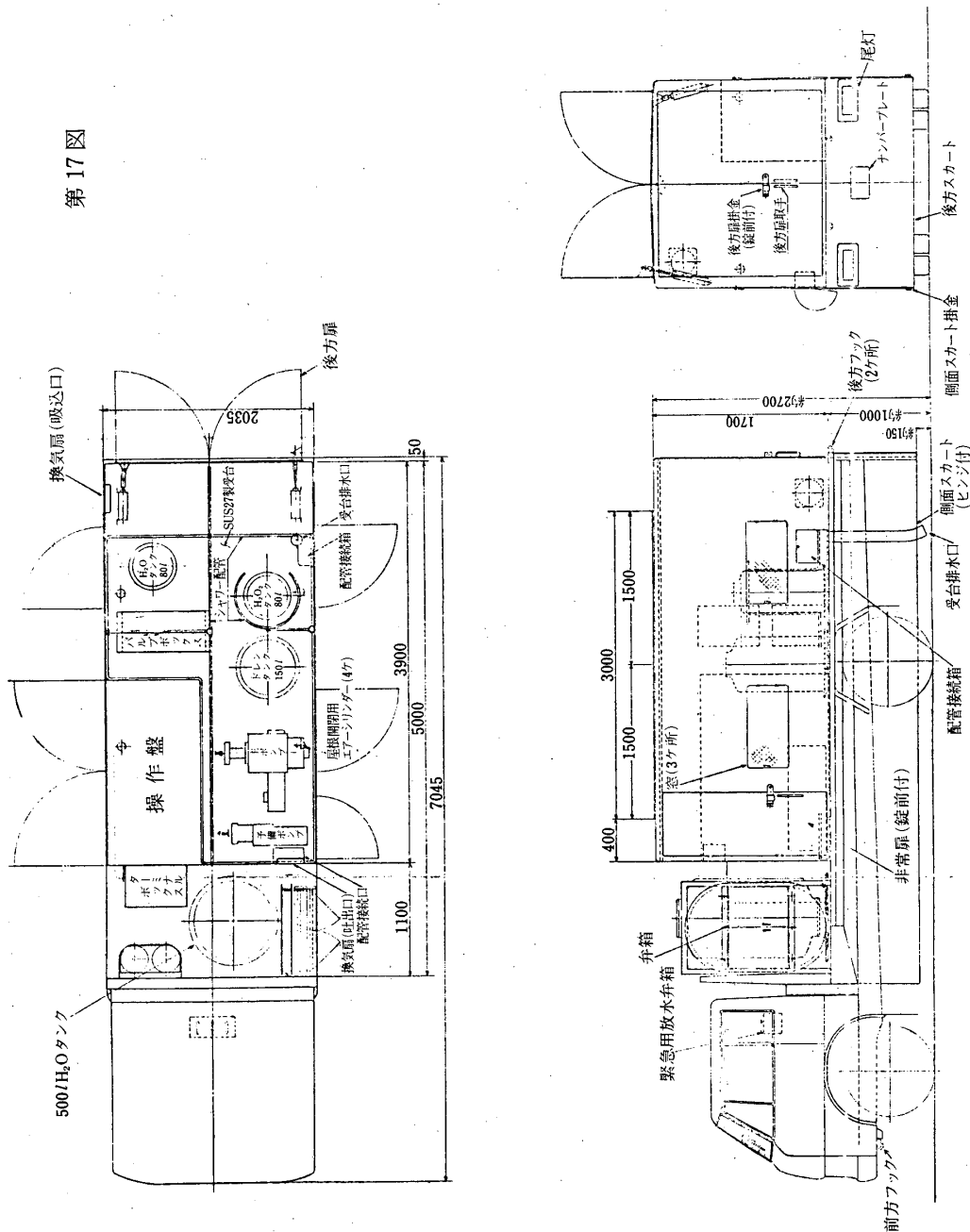


第 16 図

に入る。H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 供給方式は従来と相違したオーバーフロー方式で、供給車 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 貯蔵タンクからポンプにより H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> タンク内に注入し、オーバーフローした分をドレンタンクへリターンさせる。H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> タンクへの注入量は流量計および貯蔵タンク、ドレンタンクの液面差で検出する。H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> タンクへの注入が終ると、フィードラインを蒸留水に置換し、これで供給作業は終了する。最初のブリードからパイプ内水置換までの所要時間は最大約 30 分である。これらの手順は管制室内に設置した H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 管制盤または供給車内に設置した操作盤にてスイッチ操作により、遠隔で管制される。発射後および発射中止の場合は H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> タンクおよびフィードラインの洗條操作を行うが、この操作は操作盤にてのみ管制される。

緊急応急処置として H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 管制盤および操作盤上の応急操作スイッチにより、必要に応じて供給車、CB、JB、SJ 内に散水し、供給車の H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> タンクおよびフィードラインに注水できるようにしている。また停電時を考慮して、必要な電磁弁は直流電磁弁を使用し、管制室内に直流電源を有する。

第 17 図



### 6.1 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 供給車

H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 供給車は第 17 図に示すように 3・5 ton トラックを改造し、必要な部品、装置類を収容したものである。収容する主要部品および装置類の機能は次のとおりである。

#### (1) H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 貯蔵タンク

容量 80 ℓ で H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> を貯蔵する。差圧式液面計内蔵

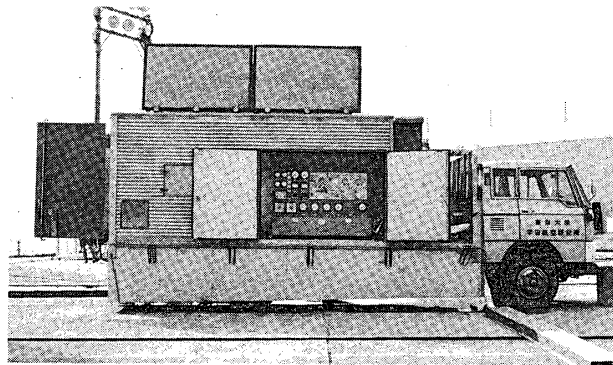


写真 - 5

(2) ドレンタンク

容量 150 l でオーバーフローした  $\text{H}_2\text{O}_2$  および洗條に使用した蒸留水を貯蔵する。差圧式液面計内蔵

(3) 蒸留水タンク

容量 80 l で、 $\text{H}_2\text{O}_2$  およびフィードパイプラインの洗條用蒸留水を貯蔵する。

(4) 応急用水タンク

容量 500 l で応急用に使用する水を貯蔵する。

(5) ポンプ

$\text{H}_2\text{O}_2$  供給用ダイヤフラムポンプで、常用、予備 2 個よりなる。ポジションを有し、遠隔で流量調節できる。最大吐出圧  $15 \text{ kg/cm}^2$ ，最大流量約  $8 \text{ l/min}$ 。

(6) 弁ボックス

必要な弁類を  $\text{H}_2\text{O}_2$  系および  $\text{N}_2$  系に分けてユニット化し、ボックス内に収納する。 $\text{H}_2\text{O}_2$  系は応急停止時、ボックス内散水できる。

(7) 操作盤

発射準備時の  $\text{H}_2\text{O}_2$  供給系のチェックおよび発射後又は発射中止後の  $\text{H}_2\text{O}_2$  タンクおよびフィードラインの洗條等の操作を管制するもので、本操作盤にて供給操作もできる。 $\text{H}_2\text{O}_2$  管制盤にて供給操作を行う場合は、本操作盤を経由して行なわねばならない。計器類として、圧力指示計、流量指示計、液面指示計、液温指示計およびグラフィックパネルを有する。

(8) ITV

供給時の車内状況をモニターする。

## 6.2 $\text{H}_2\text{O}_2$ 管制盤

$\text{H}_2\text{O}_2$  管制盤は地下管制室に配置され、供給車操作盤を経由して、(1)  $\text{H}_2\text{O}_2$  供給、(2) 発射中止の場合の  $\text{H}_2\text{O}_2$  排液、(3) 応急停止の各操作の管制を行う機能を有し、同時に圧力、流量、液位、液温の監視および ITV による供給装置の監視を行う。

本管制盤は第 18 図に示すとうりいくつかのパネルから成り、主要なパネルの機能は次のと

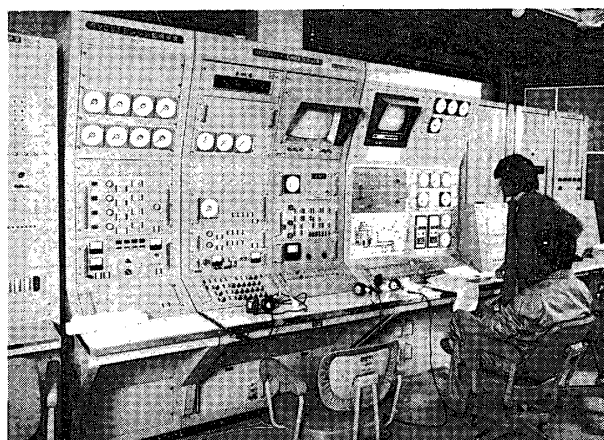
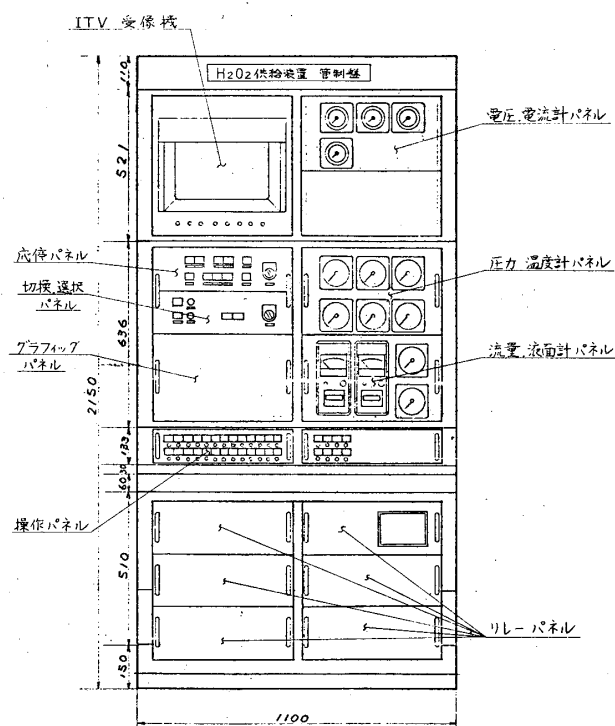


写真 - 6

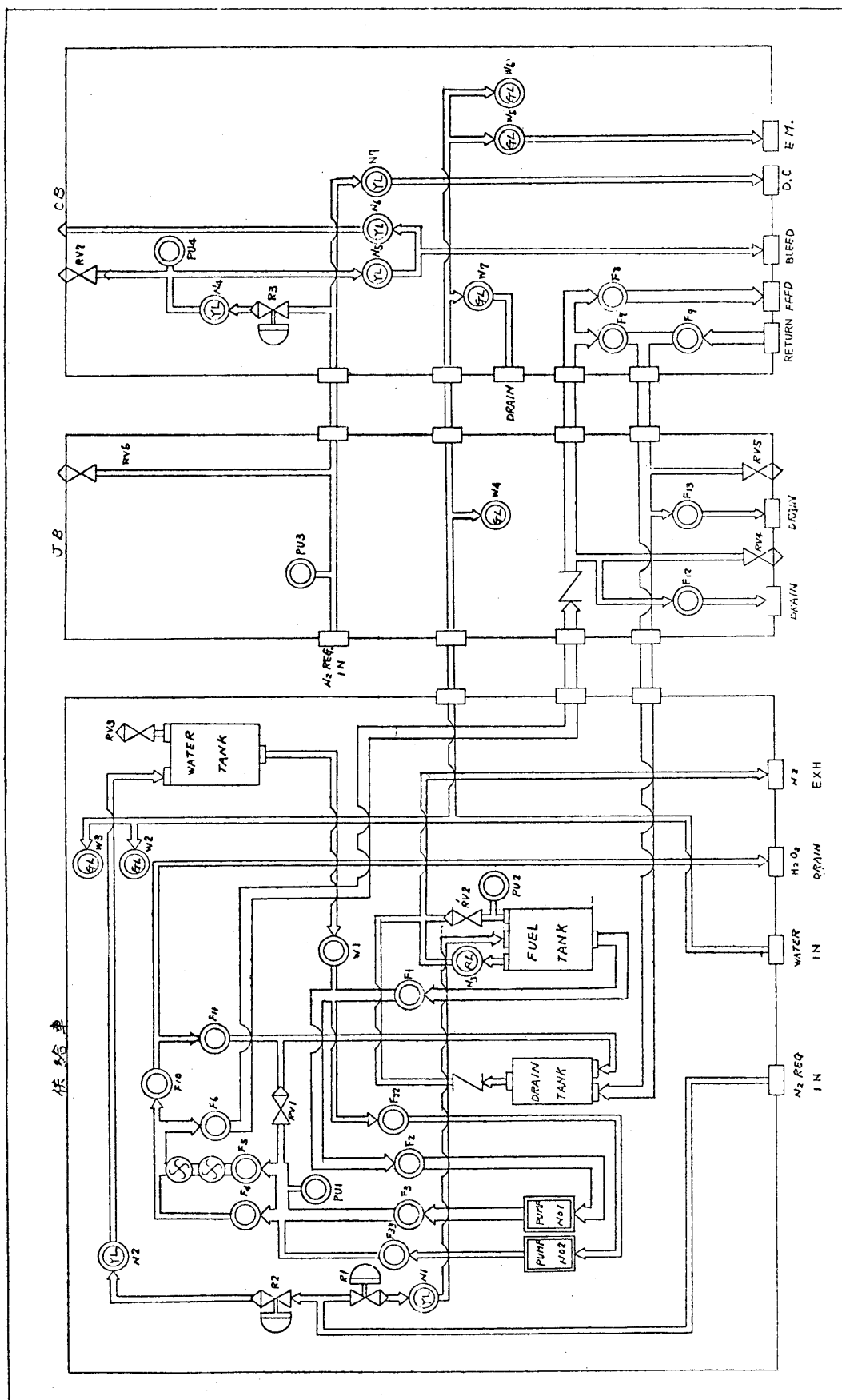


第 18 図

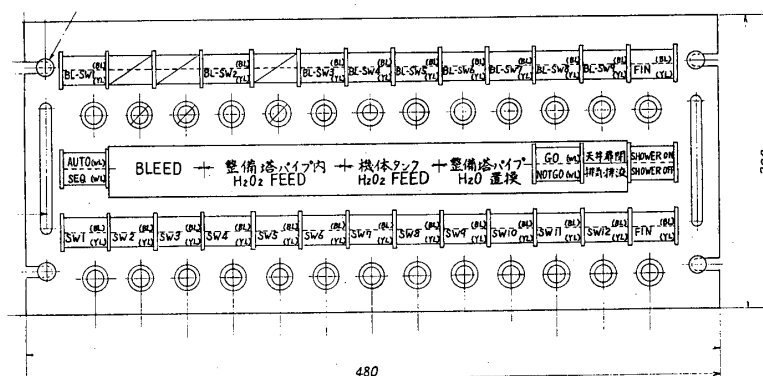
うりである。

(1) グラフィックパネル (第 19 図)

本供給装置の主要配管系統および遮断弁の作動アンサーによるランプ表示で弁の作動が確認できる。



第19圖



第20図

## (2) 操作パネル (第20図)

操作パネルは供給車操作盤内に組まれているシーケンス用リレーを作動させるための押ボタンスイッチ、各種選択スイッチ、切換スイッチ、各操作ブロック毎に自動操作するための遅延リレーおよび応急停止用押ボタンスイッチより成る。本操作パネルによる操作は切換スイッチにより、(1)シーケンス操作、(2)ブロック毎のオート操作の2種の選択が可能である。(1)に必要なリレーは供給車操作盤と兼用である。第20図に示す2種の操作スイッチ番号と、供給作業項目の対応は第16図に示している。

## (3) 応急停止パネル (第21図参照)

応急停止のモードとして、表6の6ケースを考慮している。

応急停止時に使用する遮断弁駆動用電磁弁は2個を除き全て直流電磁弁を使用しており、停電時も表6と同様のモードをとることができる。

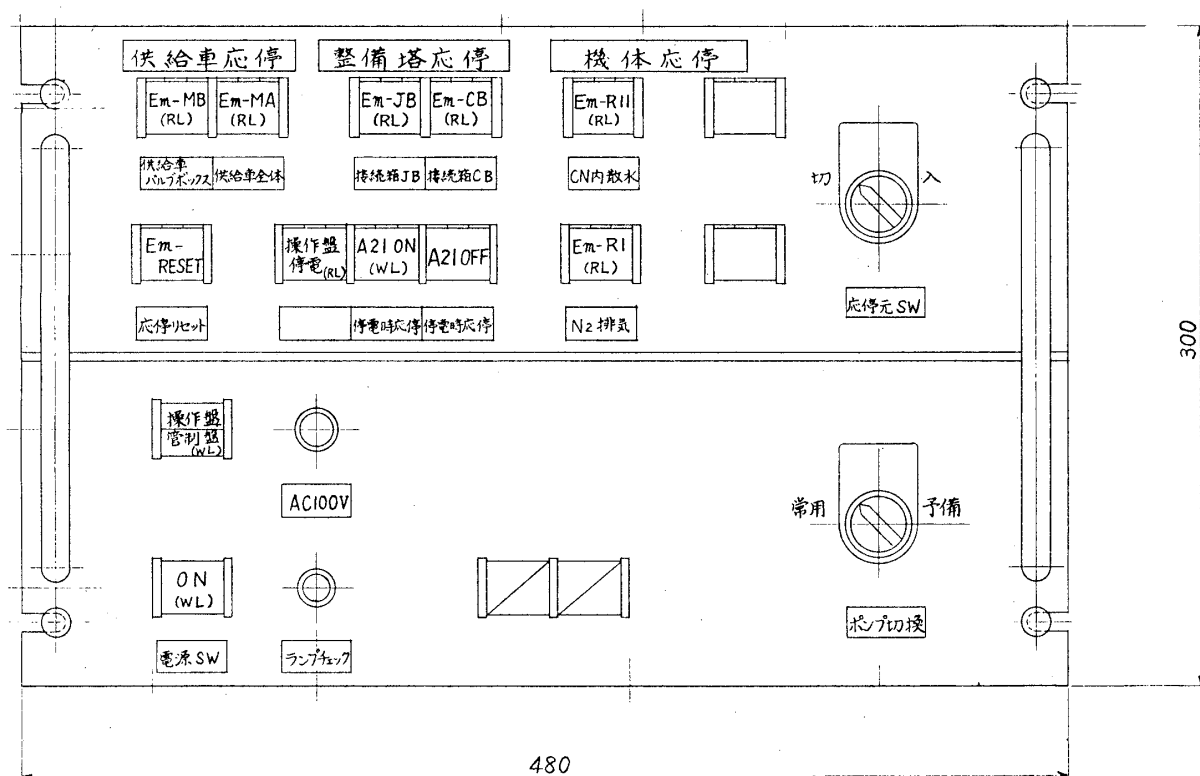
## 6.3 操作圧ボックス

操作圧ボックスはM整備塔1階背面に配置され、GN<sub>2</sub>カードルから高圧N<sub>2</sub>ガスを受けて、H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>供給装置遮断弁駆動用、および機体配管ディカップリング装置作動用の操作圧15 kg/cm<sup>2</sup>を作る。調和弁は安全をみて2個シリーズに配し、また高圧用、操作圧用各々1個のバッファタンクを設けている。第22図および第23図に配管系統図および外観図を示す。

## 6.4 引抜装置

M-3C-1, 2の引抜装置

1. 2号機で使用した引抜装置は第24図(a)(b)に示すように2個のバネ作動アクチュエータ、1個の空気作動アクチュエータをもつ引抜装置を使用した。空気作動アクチュエータでカップラーのレバーを引き、バネ作動アクチュエータでカップラーを離脱させる方式である。この方式はバネによる反力がストロークで弱まる欠点があり、このためカップラーを完全に離脱できないことが度々生じ、特に2号機ではこのトラブルでXを25分延期させる結果となった。



第21図

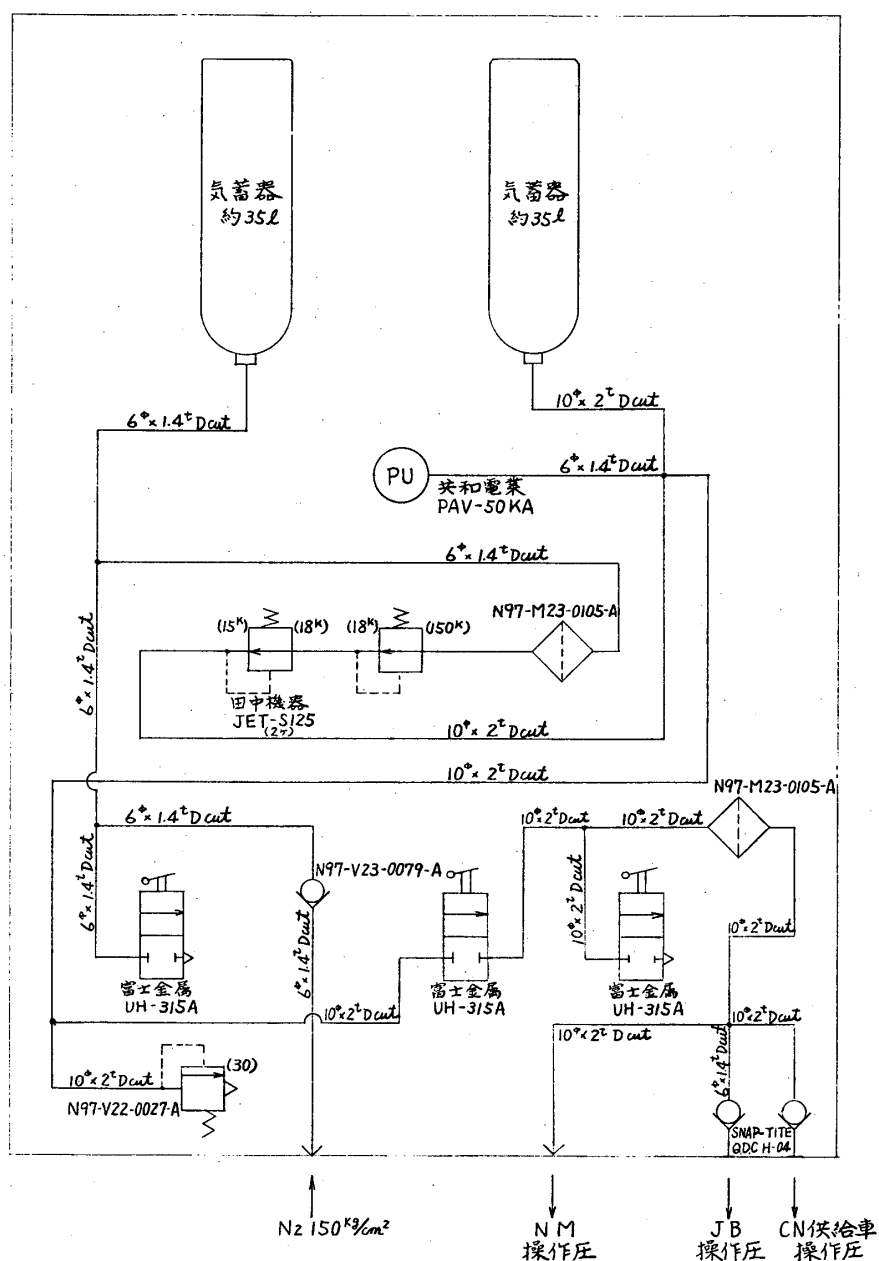
第6表 応急停止のモード

操作スイッチNo	異常発生箇所	処 置
M B	供給車バルブボックス内	フィードライン, $H_2O_2$ 貯蔵タンク, ドレンタンクを大気と通にし, フィードライン1部に注入する.
M A	供給車全体	全上処置と同時に $H_2O_2$ タンクへ注水, 全体シャワー, JBとのフィードライン遮断
J B	JB	JB 内シャワー
C B	CB	CB 内シャワー
R I	機体 S J 1	機体と供給車フィードラインオープン, $N_2$ 2次抜き
R II	機体 S J 2	全上処置と同時に機体シャワー

M-3C-3の引抜装置

新しい引抜装置はアクチュエータを捲上アームを設置した第25-a, b図の装置で次の

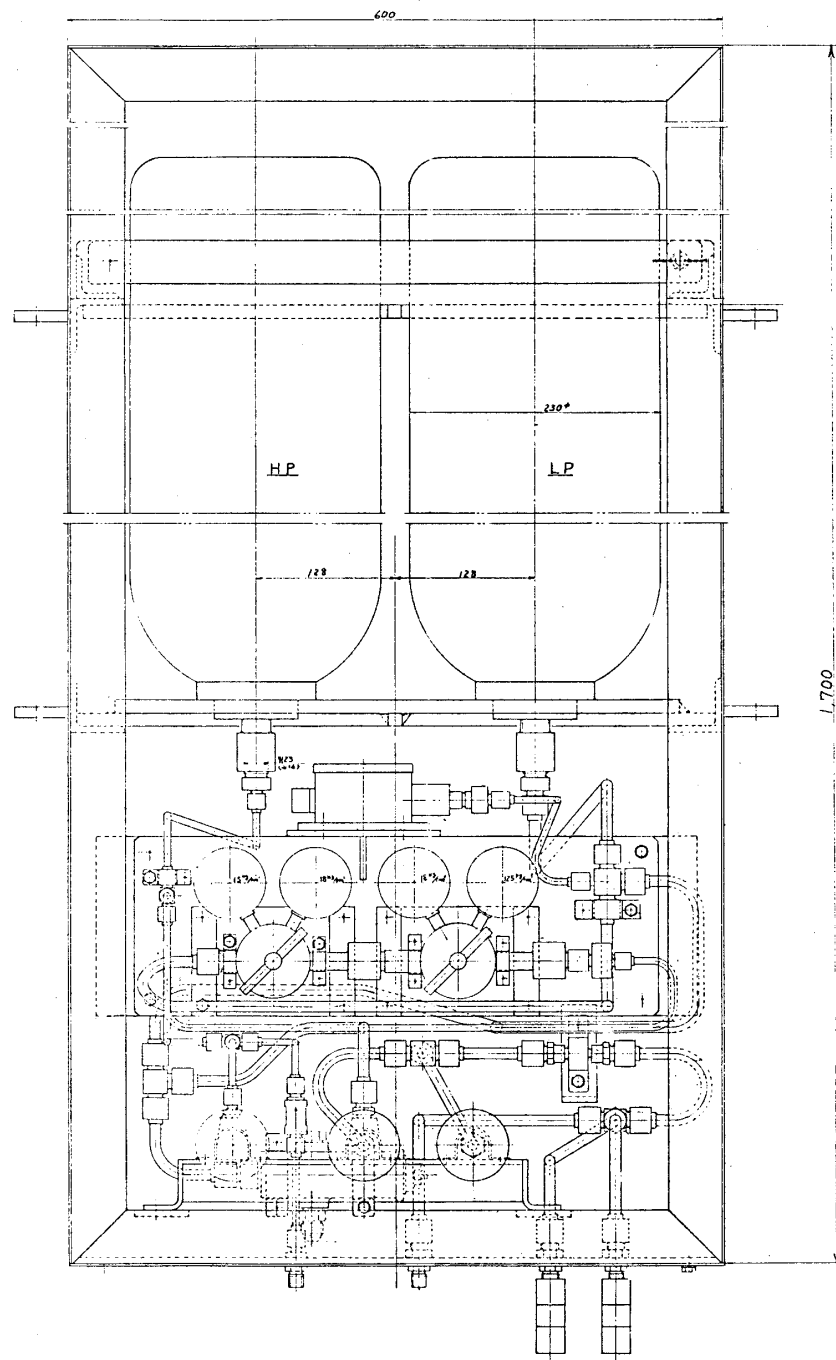




第 22 図

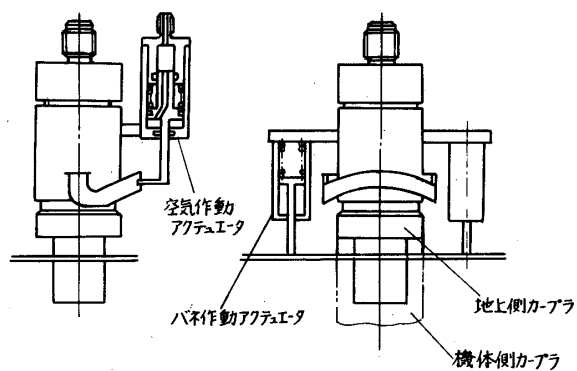
特徴がある.

- (1) 空気アクチュエータとカップラーはランヤードで連結し、空気アクチュエータの作動でカップラーのレバーを引き更に離脱もできる。
- (2) ストロークは充分に大きくとれる。
- (3) カップラーまわりの簡素，軽量化。

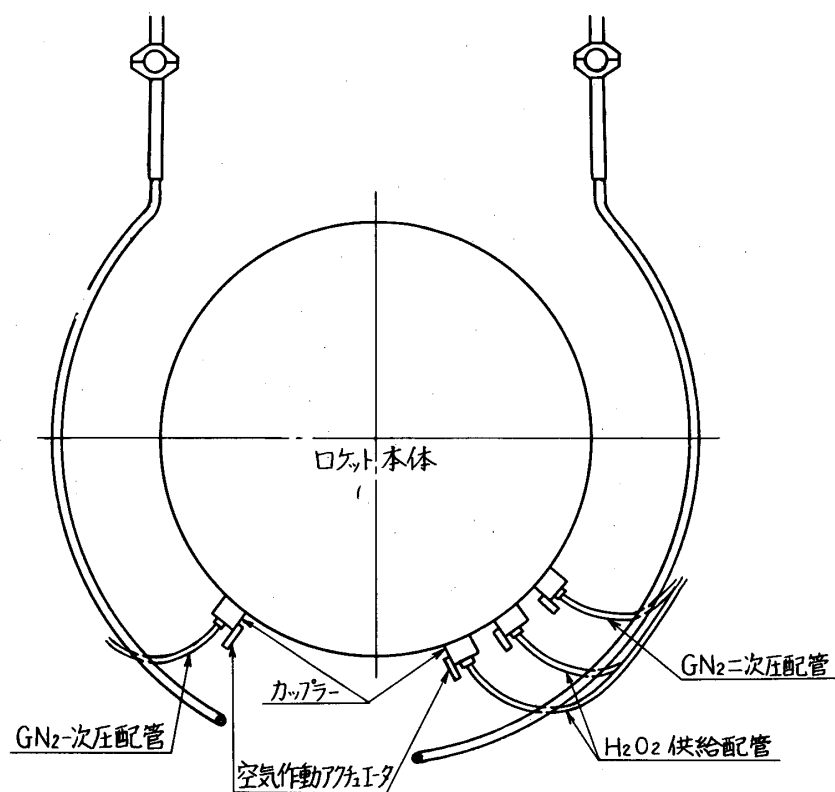


第23図

本方式はカップラーとアクチュエータのセンターがずれると離脱しにくくなる欠点があるが、センターのずれ30mmまでは確実に作動すること。また、実際のランチャ上での偏心量は高々4mm程度であること等を確認している。



第24図 (a)



第24図 (b)

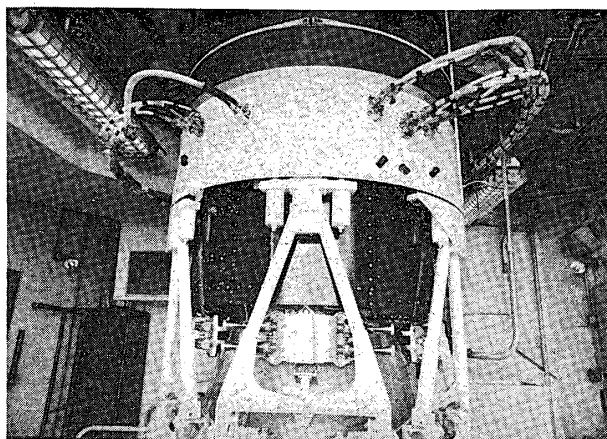
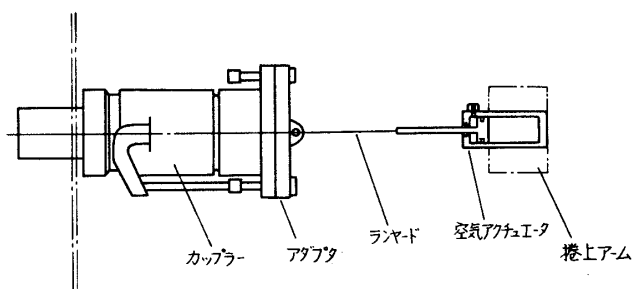
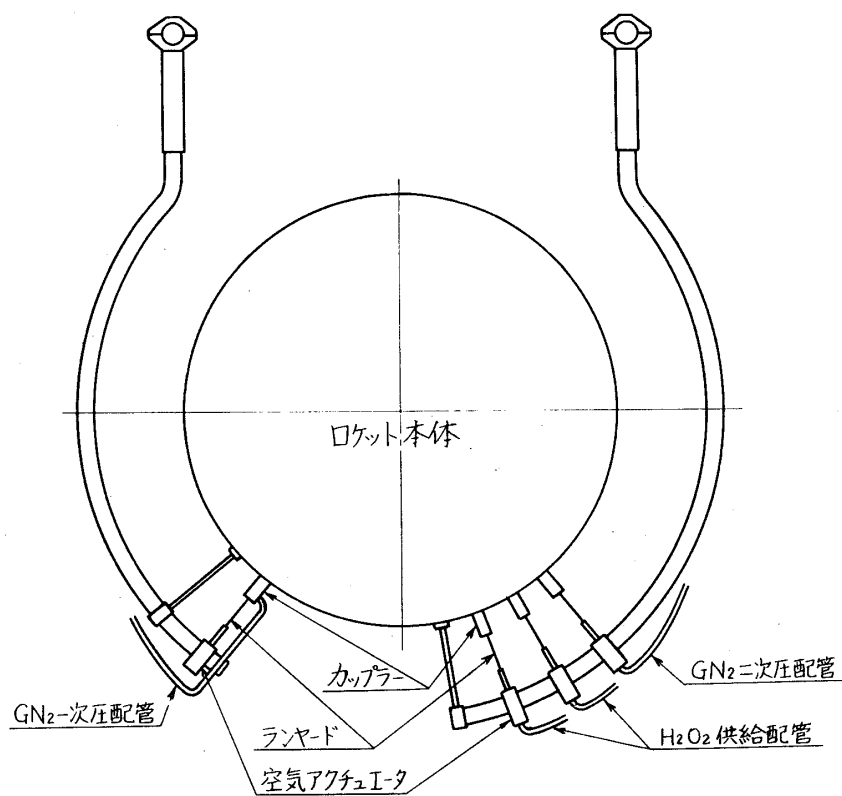


写真 - 7



第25図 (a)



第25図 (b)

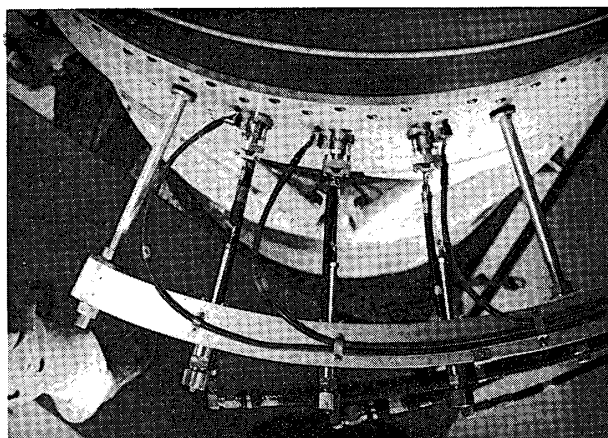


写真-8

#### あ と が き

長友助教授が米国に出張中でありましたので関係資料のまとめは棚次が行いました。不備な点をご容赦下さい。

1977年8月30日 新設部(工学)

#### 参 考 資 料

- [1] 長友他：M-4 S CNエンジンについて，東大宇宙研報告 11-IB (1975)
- [2] M-22-1 地上実験報告書 SES TN-72-024-SY
- [3] M-3 C CN-TVC試験マニュアル SESデータセンタ
- [4] M-3 C 用地上設備概要，東大宇宙研 SES データセンタ (1973-11)