

# 能代実験場の概要

秋葉 鏡二郎・長友 信人・倉谷 健治

## 1. 序

能代実験場 (Noshiro Test Center 以下 NTC と略記) は鹿児島宇宙空間観測所 (Kagoshima Space Center 以下 KSC と略記) とともにMロケットによる科学衛星計画をささえる重要な附属施設である。これらの前身は道川ロケット実験場であったが、新たにこれら二つのセンタが開設されるとともに、そのはたしていた二つの機能を分離し、NTC はロケットエンジンの開発に、KSC は実機飛しょうに役割を専門化した。KSC に比べて NTC は地味な存在であるが、KSC におけるロケット打上げに先だって欠かすことのできない地上燃焼実験を実施してきた。そしてここにおける実験回数は 30 回以上におよび、昭和 37 年 10 月の 735 3/3 の燃焼実験以来、満 10 年の歴史を歩んできた。この間、計画の進展に応じて燃焼実験の種類や性格にも変化があり、施設や設備の充実が計られてきた。ここではこれら NTC の施設、設備について説明し、過去の利用状況、将来の展望についてもふれてみたが、とくに推進関係以外の方々に対するエンジン地上燃焼実験の平易な紹介となればと考えた。

## 2. NTC における実験の性格

### 2.1 Mロケット計画とエンジン開発の目標

NTC ではもっぱら科学衛星を打上げるための Mロケット用エンジンの地上燃焼実験が行なわれてきたが、NTC の全体的な性格は、Mロケット計画における NTC の役割り、とこれをはたす機能によって特徴づけられるので、これについてははじめに簡単に述べておこう。

Mロケットについては詳しくのべないが、固体推進を用いた 4 段式のロケットであって、計画当初より世界有数の大型ロケットとして、わが国では、いろいろの点で未経験の問題があった。NTC はエンジンの研究と開発においてとくに大型エンジン実験を行なうことになったが、このさい、ロケットエンジンのみならず、NTC における、試験装置自体が新しく開発する対象となったのが一つの大きな特長である。したがってこれに関連して開発したテストスタンドや計測装置も、試験されたロケットエンジンと同様一つの研究成果であり、さらに施設や整備計画もそのような成果の反映だと考えてよいであろう。

他と比べるとロケットはむだの多い飛しょう体である。それは 43 トンの Mロケットが現在 70 kg 程度の人工衛星しか打上げられないのを見れば明らかである。ロケットエンジンはこの点を改善するために原理的に二つの手段をとるが、これがエンジンの性能向上のための研究と開発の基本的な要求である。これらはロケット用語でいえば、

- 1) 比推力を向上させること。
- 2) 構造重量をへらすこと。

である。比推力向上のためには具体的に推薬の改良やノズルをできるだけ広げて、推薬のエネルギーをできるだけ有効にとり出す方法がある。また構造重量をへらすには良い材料を用いて同じ強度で軽く作るなどの努力をばらう。しかしこれらの努力は一面的に向上を目指すとはエンジン全体として成り立たなくなるものである。早い話がこの二つだけをとっても、たがいに相容れない面がある。つまり燃焼ガスが高温になれば、比推力は上がるが、耐熱部の構造重量をふやしてしまうなどはその一例である。したがって、研究開発はロケット全体の調和をはかりつつ行なわなければならない。ロケットの性能向上は信頼性の問題にもつながるが、これはあとまわしにして、まず NTC の試験対象であるロケットエンジンについて簡単に説明しておこう。

## 2.2 NTC の実験対象としてのロケットエンジン

Mロケットに用いるエンジンは固体ロケットエンジンである。固体ロケットエンジンについて簡単に説明すると、これらは下記の左側にあげたものから構成されており、各構成については右に記したような技術的問題点がある。

### (イ) エンジン本体

- |                 |                             |
|-----------------|-----------------------------|
| i) 推薬           | 薬種<br>充填方法<br>中子設計<br>物性    |
| ii) 燃焼室 (チャンバ)  | 材質<br>設計 (実機)               |
| iii) レストリクタ     | 材質<br>最小厚さ                  |
| iv) 点火薬 (点火モータ) | 薬種<br>設計                    |
| v) ノズル          | スロート材料<br>耐熱設計<br>ノズルスカーフ設計 |

### (ロ) TVC (推力方向制御)

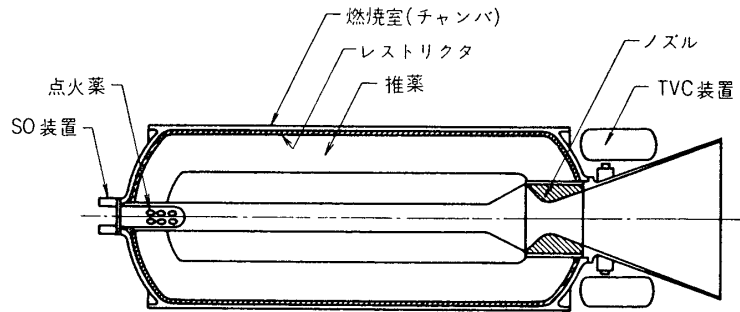
- |        |                         |
|--------|-------------------------|
| TVC 方式 | 噴射流体の選択<br>性能評価         |
| 加圧方式   | コンポーネント選択, 設計<br>システム設計 |

### (ハ) SO (保安装置)

これらを実物に近い形で描くと第 1 図のように示される。

またロケットではそのおかれる環境との相互作用も試験対象となる。これは

- i) 圧力環境 (大気圧, 真空など)

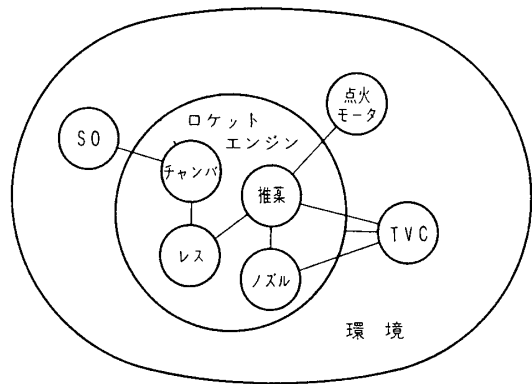


第1図 固体ロケットエンジンの主要構成

ii) 運動環境 (スピン状態での燃焼)  
 が代表的なものであり、一方ロケットが環境に及ぼす項目としては、

- i) 騒音
- ii) テレメータ等の電波障害
- iii) 火炎の機体への影響

などがある。第1図に表わした各構成をお互いの関連に重点をおき、また環境も含めてブロック図に表わすと第2図のようになるだろう。



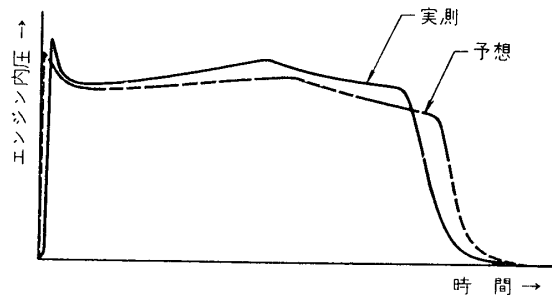
第2図 実験対象となるエンジンの主要項目

### 2.3 開発段階での NTC の役割

以上でのべたエンジン各部はいくつかの実験を経て、完成されていくものである。試験の順序はまずロケットエンジンであって、とくに新しいエンジンを設計した場合には最も基本である推進薬の種類からテストの対象となる。またMロケットは4段式のロケットであるから、4種類の大きさや作動環境の異なるエンジンの開発を行なわなければならない。さらにMロケットの予備機としてのLロケットのうち保安上 NTC でなければ実施できない三つのエンジンの試験が行なわれ、それにサブブースターのエンジンの試験も一部ここで行なわれた。

開発段階での例を二、三あげると推進薬、ノズル設計、TVC 噴射液などがあるが、ここで実験して評価する基準は元来厳格なものではなく、たとえばエンジンの内圧曲線が得られれば (第3図) これについて、

- i) 初期圧のピーク値が予想より大きいので下げたい。
- ii) 侵蝕燃焼の効果は、思ったより少ないようだ。
- iii) 燃速はストランド法で求めたものより大きめにしている。



第3図 仮想内圧曲線

iv) ノズルスロート径の変化が大きいので推薬とノズル材料との適合性は問題だ。

v) スライバ燃焼は予想に近い。

というような調子で問題点を整理し、小型エンジンや試料テストの値からの推定の正しさをうらづけたり、不明であった量、性質をはっきりさせていく。この間の過程は第 2 図の丸印を一つ一つ完成させてゆくのにたとえられよう。このとき、未開発の部分とすでにできあがっている部分をはっきり区別して何の実験を行なっているかをはっきりさせておく必要がある。また丸印を結ぶ線もエンジンを使った実験において明らかにすべき重要なポイントである。これらの関係が十分明らかになるまでは何回か燃焼実験を重ねなければならない。したがってこの段階でのテストはどのエンジンについて何回燃焼させたらよいかは、はじめからはっきりさせることはむずかしい。

また TVC の性能評価のようにはじめは特定のエンジンを選択する必要はなく、随時エンジン燃焼の機会を見ては取りつけてデータを得ればいいものもあるので一つのエンジン燃焼テストにいくつかの機種についての実験項目を組み合わせることもできる。このようなやり方は TVC というサブシステムについてノズルの大きさを順次変えるとか噴射圧をいろいろ変化させてみるとかいった形式的にととのったデータは得ることはできないが、サブシステム技術の開発段階から次のサブシステム生産に入るまでの性能評価試験としては十分なデータを得ることができる。そして少ない人員を有効に利用するという点では最も優れた方法だと思われる。

開発段階における実験の性格はこのようなものである。ここで用いる器材についていえば、知りたい部分の条件が満たされていればいいわけで、大学にありがちな手細工のバラックセットでもその機能がうまく働けばそれでいいというものが多い。いわゆる「厚肉チャンバ」による燃焼実験、供給台車から供給する TVC 噴射装置、ショートカットノズル、等々、能代実験場での器材にはこれらの実例となっているものが少なくない。

ごく初期の部品、材料の研究開発の段階の一部は駒場および協力メーカーにおいて数多く実施されるが、このように能代実験場にもかなりの部分がもちこされて実施されているといえよう。

このことはロケットのみならず、エンジンの試験装置についてもいえる。例としてエンジンの推力計測についていえば、これは燃焼テストの方式と直接に関係しており、初期の主推力の測定のみで十分であったスタンドから、さらに横推力の測定用スタンド、スピン状態での燃焼ができるスピンスタード、真空テストスタンド等々への技術開発はエンジン技術の開発と呼応して実施しなければならなかったものの代表である。計測の項目についても同様である。すなわち、開発段階で同一測定項目について各種の計測方法が試みられ、その中からすぐれたものが次の試験段階において用いられるという手順がある。

予備機としてのラムダも含めて最終的に 8 種類以上におよぶロケットエンジンを完成させるための開発試験は、個々に実施すると数多くなる。しかし M ロケットの各エンジンは同一開発グループで行なわれ、試験項目を二機種以上にわたって行なうチャンスに恵まれたのでエレメントやコンポネントの確認テストは比較的数多く実施でき、全体として非常に少ない地上実験機数で飛しょう実験に臨むことができたといえよう。しかし今後もこのままでよい

かどうかは別問題である。

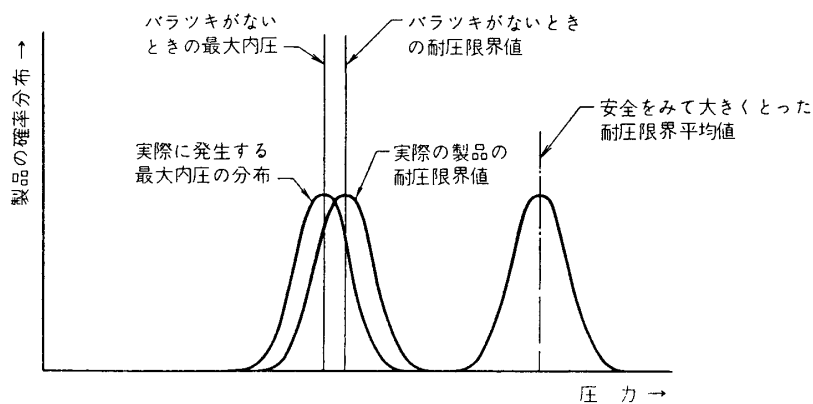
#### 2.4 飛しょう前試験

開発段階を経て、飛しょう用として生産されたロケットエンジンは飛しょう前に機能確認の試験としての燃焼試験を行なう。われわれは、しばしばこれを実機用の薄肉チャンバテストと称しているが、2段目以上のエンジンではデイフューザをつけた高空シミュレーション、つまり「真空燃焼」を行なうことにしている。これは Qualification Test に相当するものといえることができる。

各段のロケットエンジンについては、米国などではこの段階で性能の基準とばらつきを知るために統計的に有意な結果が得られるだけの数をテストして、いわゆる「信頼度の高い」データを収集することになる。そのときは燃焼実験は開発段階におけるものとまったくやり方が異なってくる。その考え方を簡単に説明することにしよう。

簡単のために一つの例をあげる。ロケットの構造重量を小さくするためには、耐圧強度をエンジン内圧より少し高くとってやればよい。エンジンの内圧は第3図の様な内圧曲線で決まってくるのでこの最高圧力より大きく耐圧強度をとってやる。もしこの二つの値が明確に予想できて、ばらつかなければ耐圧強度はこれよりわずかに大きければよい。しかし実際にできたものはチャンバの強度もエンジン内圧の方も、バラツキ(しばしば誤差などという)があるし、温度の変化など使用時の条件もあるので、その値は幅をもっている。第4図にこの様子を示す。バラツキのないときの2本の直線は理想的な状態であるが、バラツキを持った場合、両方の山が重なった部分では内圧の方が大きくなってエンジンが爆発する可能性があることを示している。これを避けるためには、エンジン耐圧をふやしていわゆる安全率を大きくとる必要があるが、ここに見るようにその安全率は両者のバラツキの幅に依存する。この幅を知るためには同一条件で製造した数多くのロケットを燃焼してみなくてはわからない。そしてこのときには、前記の開発段階における場合よりはるかに高い測定精度が要求される。なぜなら、うっかりすると計測精度によるバラツキがエンジンの性能のバラツキを上まわってしまって目的が達せられないおそれがあるからである。

無人の宇宙計画であるM計画では予算上の制約がかなり大きな部分を占めるので、地上燃



第4図 チャンバ強度と内圧との相対関係

焼においてエンジン本体のバラツキやミスアライメントの計測は行なわれていない。したがって実機の第 4 図に示した分布関数自体が計測されていない。しかし、これには小型ロケットなどのデータを用い、さらに安全率を大きくとって第 4 図でいえば二つの値の平均値が十分はなれるようにする。このような考え方は燃焼テストの結果えられた性能値を飛しょう体に適用するときにもとられている。つまり、飛しょう計画のための性能計画に必要な値は下限推定値をとることにして、打上げシステムの安全性を高めている。これはいかえると「このエンジンは要求された基準以上に十分満足以上で作動するということがはなはだ不確かながらいうる」と表現できる。これに対してテストを重ねた信頼性の高い極限設計のものは同じような言いかたをすれば、「このエンジンは要求された性能をかるうじて出すということが確実にいえる」ということになる。

Mロケットをさらに性能向上させようとするれば、従来の比推力と構造面での性能向上のほか、このバラツキをより正確に知ることが必要であろう。NTC では現在のところ、このような信頼性確保のための施設や設備は不十分であると思われる。話は現状から将来の方に進みそうなので、ここで一応主要施設と設備の現状を見ていただく。

### 3. NTC の主要施設、設備および配置

実験場全体は第 5 図に示すとおりである。海岸線に沿って二つの砂防堤と道路が南北に走る地形が特徴である。燃焼実験を行なうテストスタンドは海よりの砂防堤に接して、エンジン排気ガスが海に向かって噴出する形で 2 台並んでいる。第 2 砂防によりエンジン準備室があり、それを越えて内陸側に計測室があるというのが全容である。

各施設や設備は製作年度や区分もばらばらであるが、機能的には次の四つに大別できよう。すなわち

#### イ) M-1 段目エンジン関係

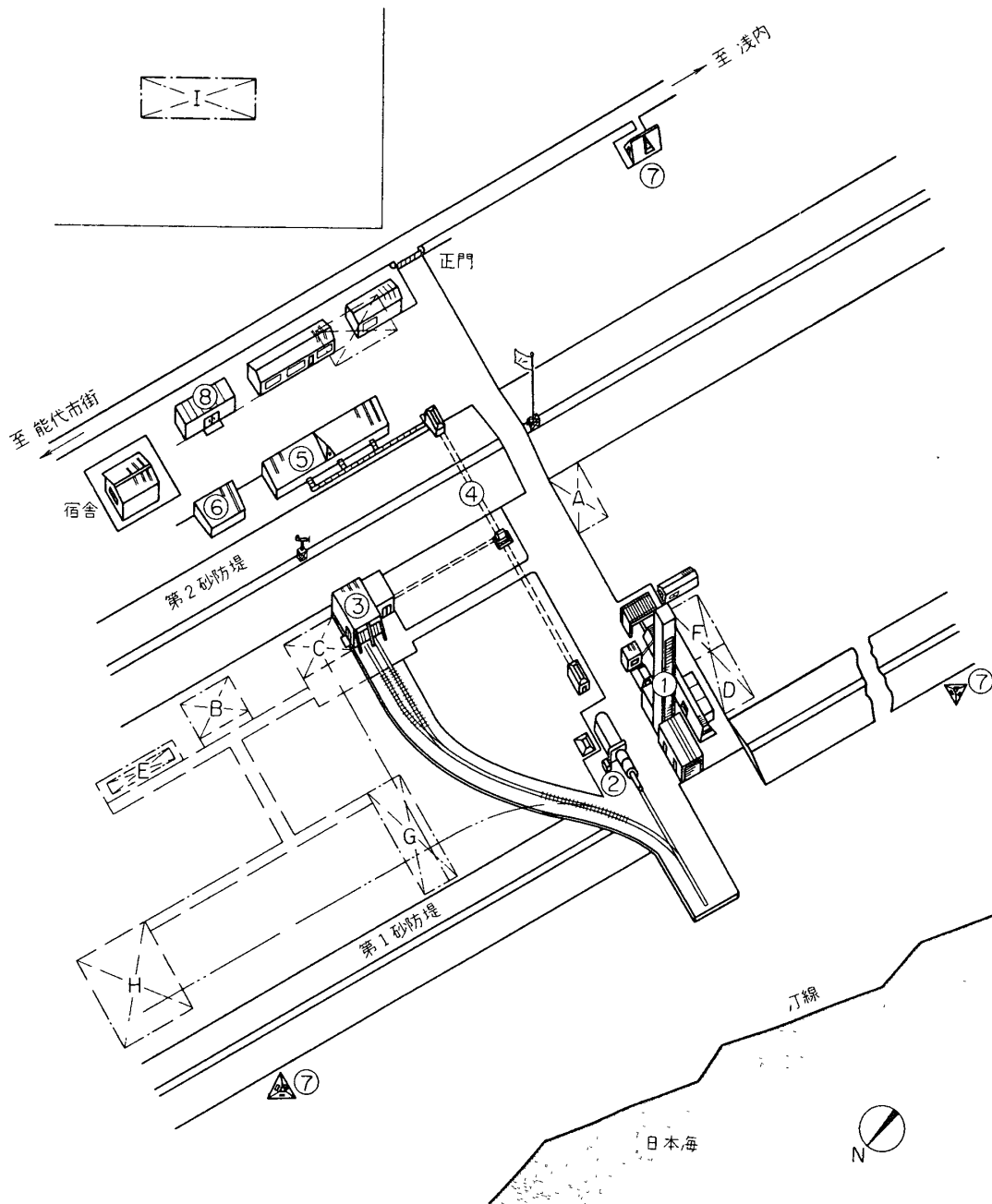
これには M-1 多分力スタンド、エンジン組立塔、転倒台車、整備室（通称三角小屋）、TVC タンク取付塔、ポンベ貯蔵所、などが含まれる。これらは M の 1 段目エンジンの燃焼実験にもっぱら使用されるものである。これについては別に記す（M-11 地上燃焼実験装置）。

#### ロ) 中型テストスタンド関係

これには別に記す「M-21 真空燃焼実験装置」とこのための実験を準備する「エンジン試験準備室」が含まれる。ここでは M の 2 段目以下のエンジンがテストされるが、M の 2 段目以外のエンジンはすべてエンジン準備室内でテストスタンド台車上にテスト状態で整備されたあと、運搬軌道をとってスタンドまで移動し、真空テストスタンドに固定される。M の 2 段目は直接スタンドに搬入して実験準備作業に取りかかることになる。第 7 図はエンジン準備室である。また第 8 図にはこれと軌道の様子を写真によって示す。また各種台車については別に記す。

#### ハ) エンジン計測関係

エンジン計測はスタンド点から直接または、一部は各スタンドプリアンプ室を經由して共同溝内に入り、第 1、第 2 計測室内におかれた測定器へと導かれている。したがって、各ス



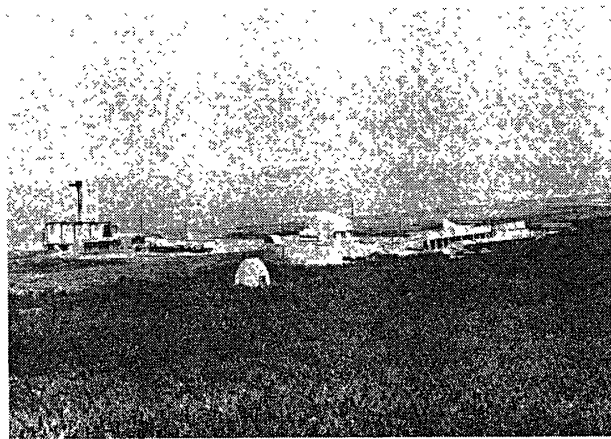
第5図 実験場全体図

タンドのプリアンプ室と共同溝およびこれに接続するケーブルダクト，そして第1，第2各計測室の各施設がこれに属す，設備のうち重要なものは常設されている「エンジン計測装置」であるが，このほかに，実験時にのみ搬入して用いられる測定および記録器類がある．前者については別に記す（本特集号 TVC 動特性計測装置）．

第1計測室は「エンジン計測装置」の設置のために改造が行なわれた．第9図の室内の区切りの中にこれが収められていて，残りの部分が実験時持込み式の計測用のスペースであ

第 1 表 主要施設, 設備の配置

第 5 図中の番号	ブロック名	主要施設, 設備
①	M大型ロケット テストスタンド	M用多分力テストスタンド Mロケット組立塔 三角小屋 転倒装置 TVC 供給塔, プリアンプ室
②	真空燃焼テスト スタンド	中型テストスタンド 真空燃焼テストスタンド 冷却水供給装置 プリアンプ室
③	エンジン試験準備室	台車式スタンド, (多分力, スピン用), 運搬用軌道
④	共同溝	プリアンプ, 計測ケーブル
⑤	第 1 計測室	計測データ処理装置
⑥	第 2 計測室	
⑦	光学観測	
⑧	変電施設	



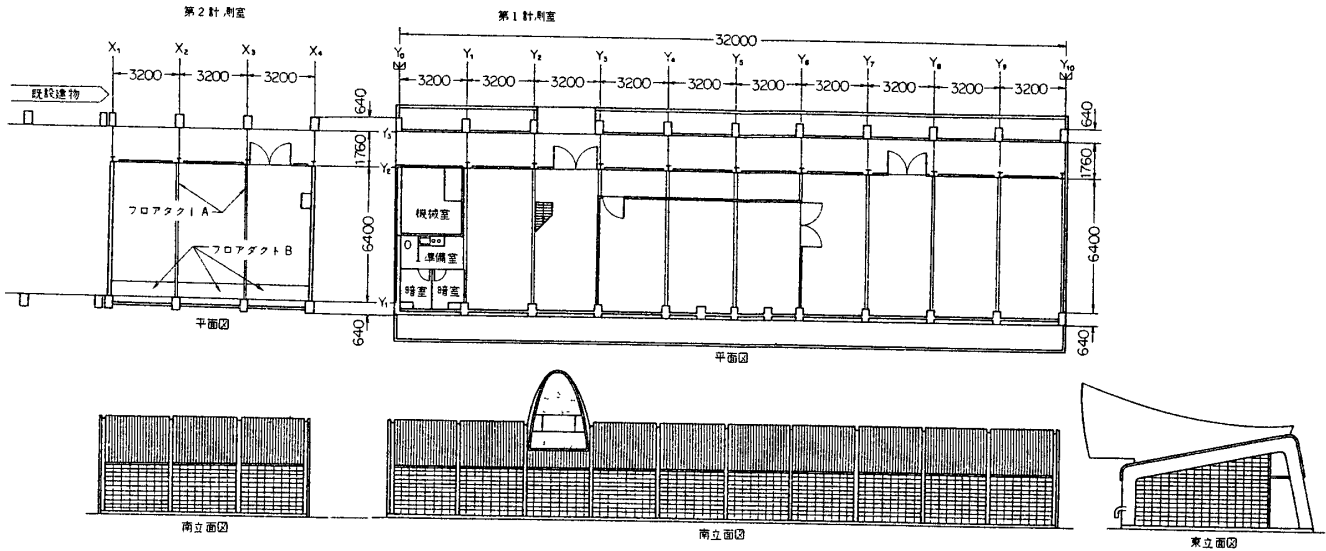
第 6 図 NTC 全景

る。足りない分は第 2 計測室を使用する。

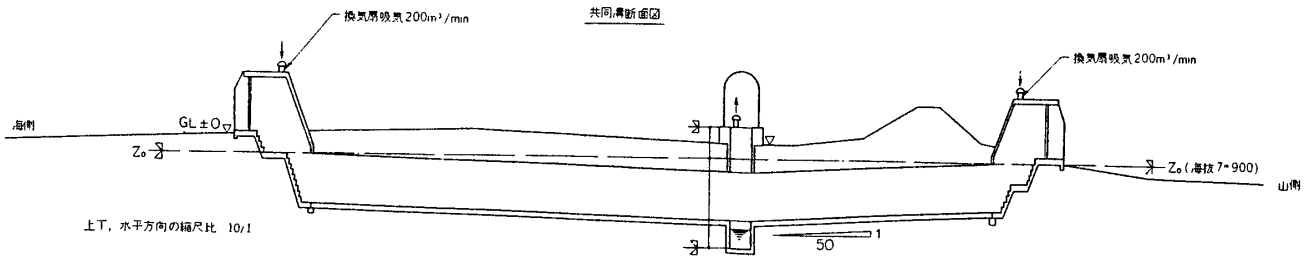
共同溝は昭和 45 年度に完成したものである。これによってそれまで約 100 本のケーブルを臨時敷設していた手間とケーブルの損傷がなくなり、実験場の作業が大いに改善された。第 10, 11 図にこの主要部の断面図を示す。ケーブル敷設能力にはまだ余裕がある。テストスタンド側海岸の端は「エンジン計測装置」のプリアンプと計測ケーブルの端末盤が設置される小室となっている。中央部はエンジン準備室への分岐になっており、自動排水設備があ



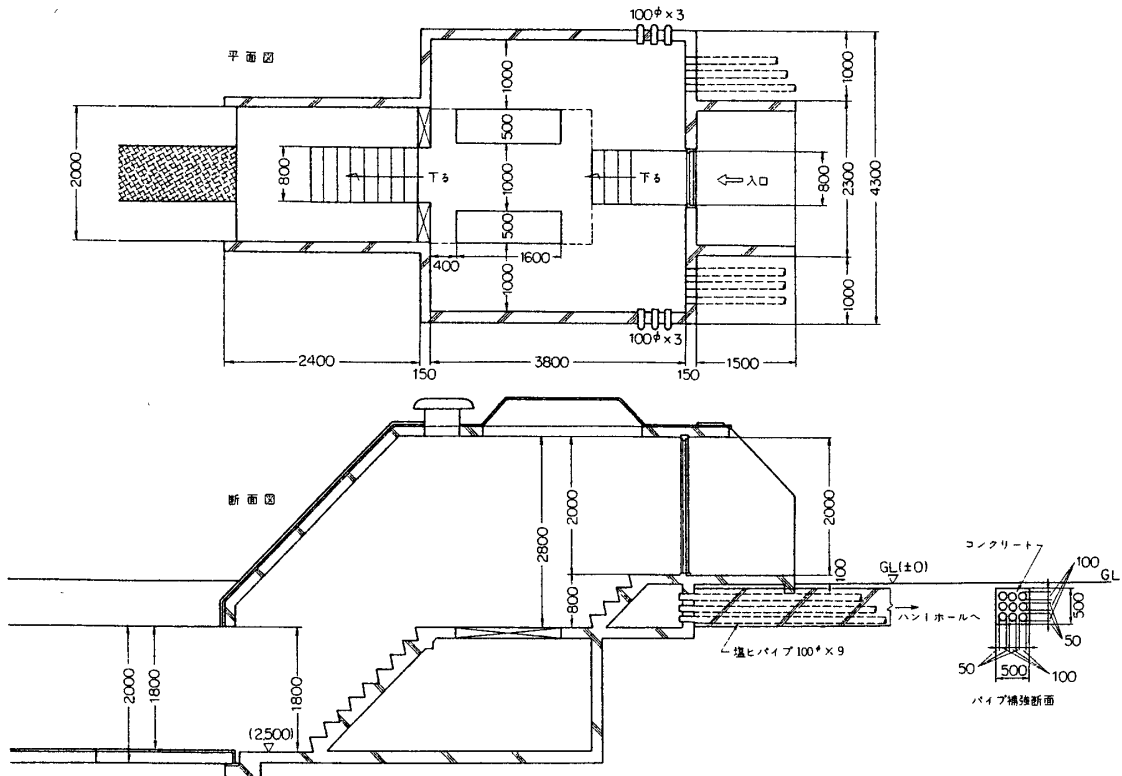




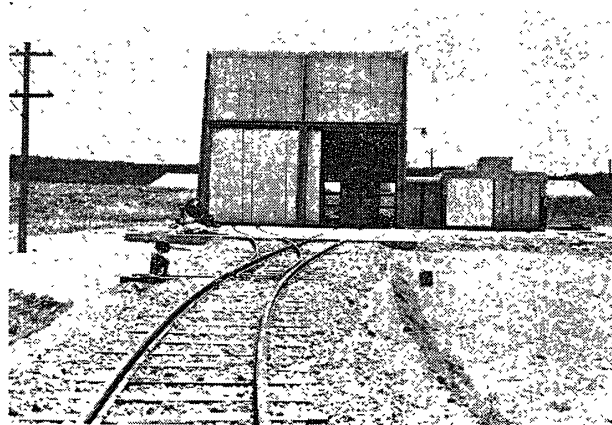
第9図⑨ 第1計測室 第2計測室



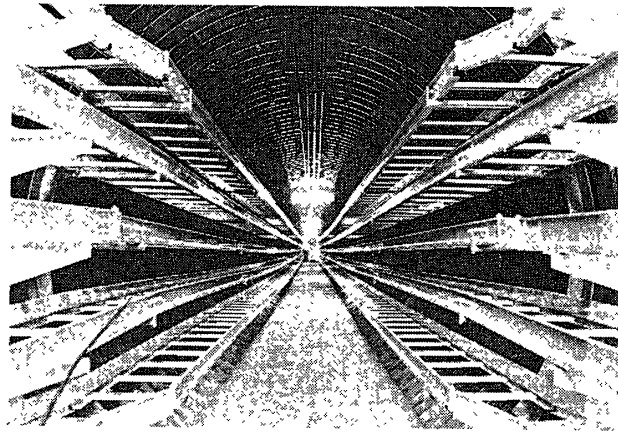
第10図 共同溝



第11図 共同溝内部



第 8 図 エンジン試験準備室と運搬軌道



第 12 図 自動排出設備内部共同溝

る。第 12 図の写真はこの内部である。

ニ) 公益サービス関係 (電力, 水道, 通信)

i) 電力

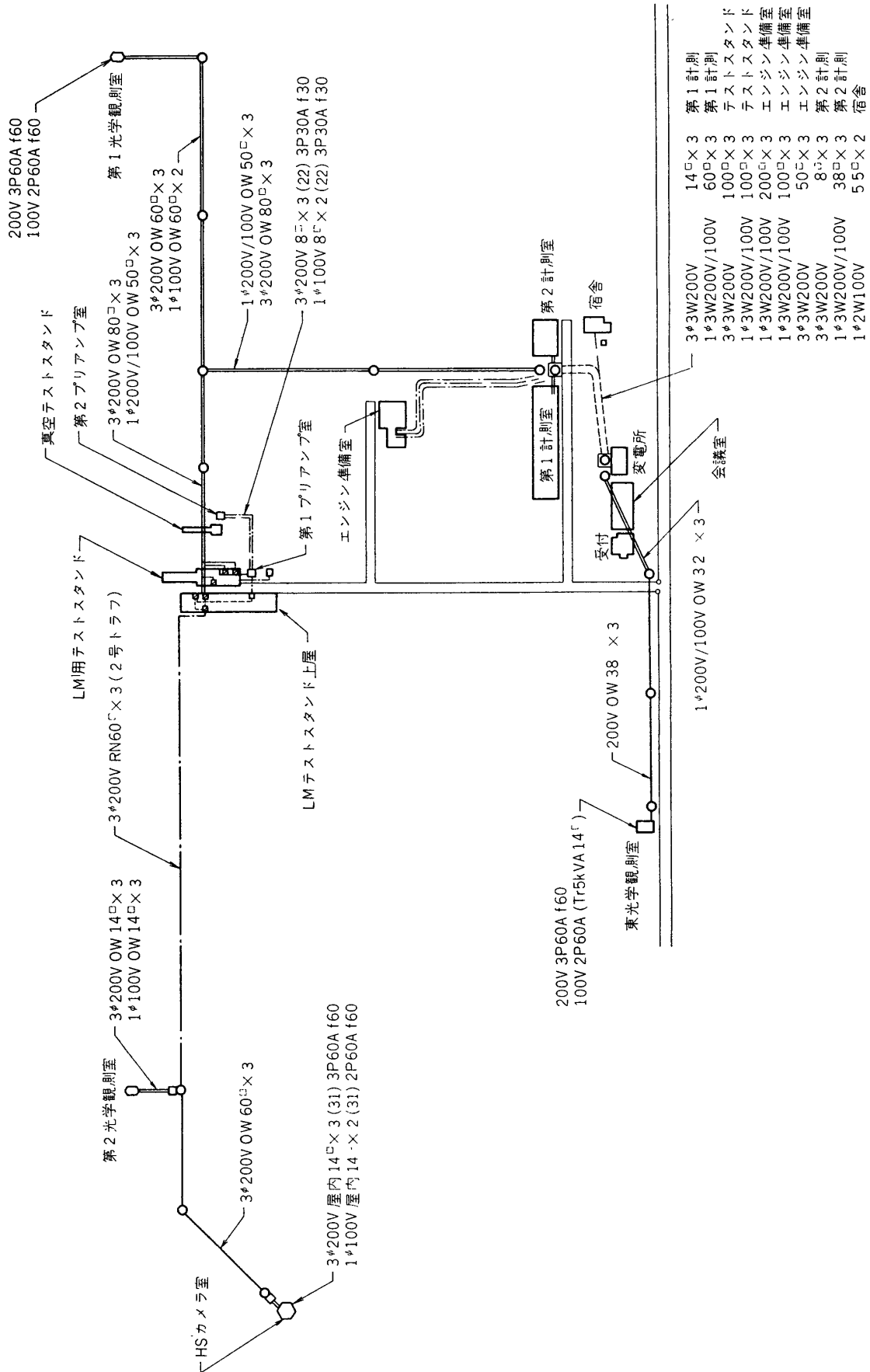
電力は現在 76 kVA を常時契約しているが, 変電設備の能力としてはさらに 50 kVA がとれるので臨時に増強することができる。電源室に屋内変電室を持ち第 13 図のような給電系統を持つ。燃焼実験中の停電に備えて, とくに第 1 計測室内の給電源は建物の柱間隔の各ブロックごとにサーキットブレーカを持っている。

ii) 水道

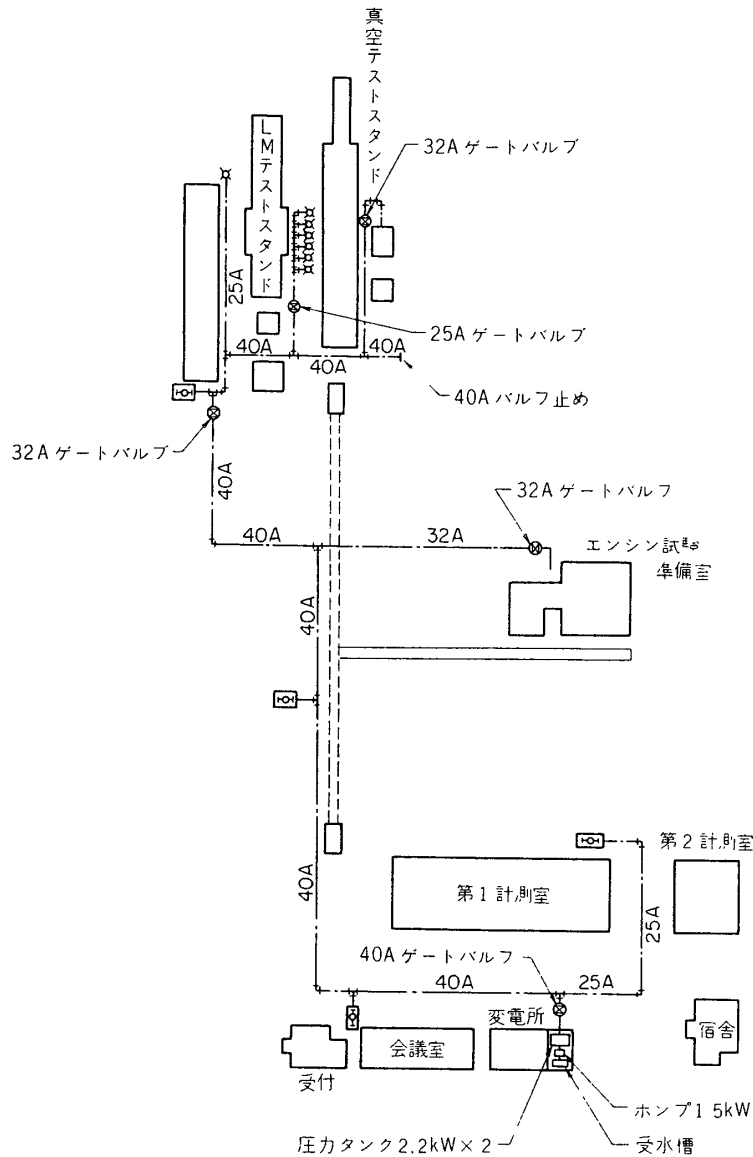
場内に二つの給水源がある。新しい方が第 2 砂防より海岸寄りの区域に給水している。第 14 図は新しい給水系統である。

iii) 通信

通信系は指令電話系と放送系に大別される。実験連絡用の指令電話の系統図は第 15 図 A に示すようなものであって, 全系統一斉である。このほかに磁石式電話が総務, 受付と第 1 計測の間に一系統あって一般連絡用になっている。放送系は第 15 図 B に示すスピーカ配置



第 13 図 給電系統



第 14 図 給水系統

が基本的なものである。ただし屋外スピーカは塩害防止のため実験期間のみ設置する。

ホ) その他

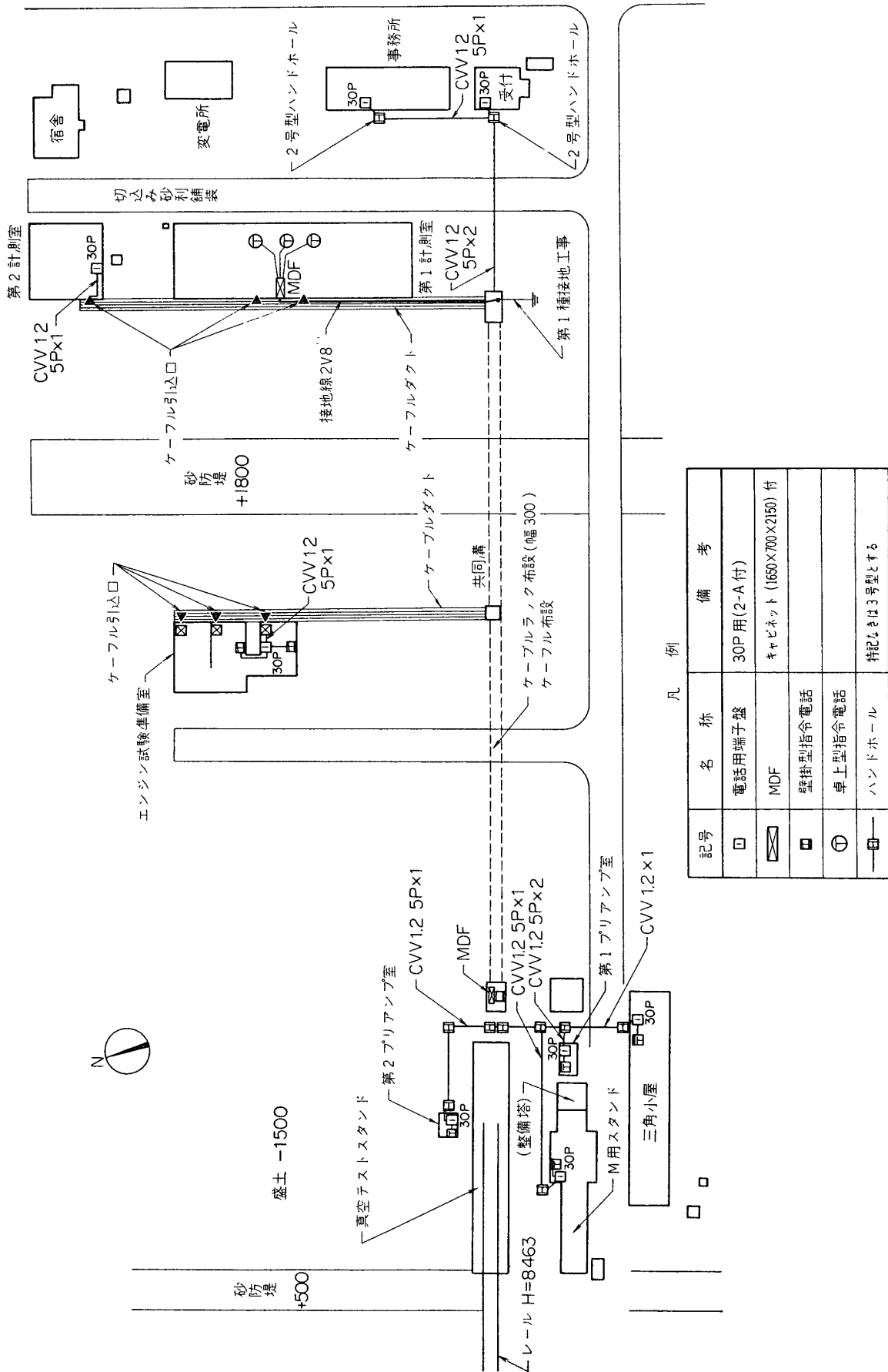
以上四つのうちに含まれなかったもののうち主なものは

i) 光学観測点

テストスタンドを横からみるため南北に一つずつある。また道路に面した一個所は、現在他の用途に供されている。

ii) プレハブ構造建物

道川時代から使用している、由緒ある本部控室と門衛所のほか、器材の急増に対応して作った器材室がある。



凡 例

記号	名 称	備 考
□	電話用端子盤	30P用(2-A付)
⊠	MDF	キャビネット (1650×700×2150) 付
⊞	壁掛け指令電話	
⊕	卓上型指令電話	
—□—	ハンドホール	特記なきは3号型とする

第 15 図 A. 指令電話の系統図

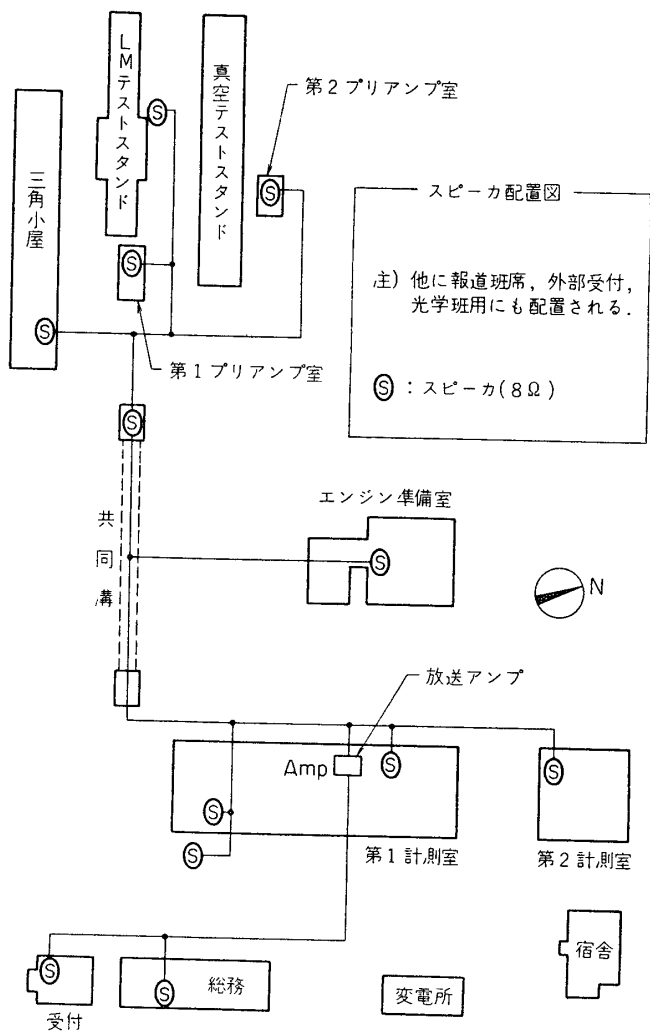
### 4. NTC の使用実績

以上のような NTC での研究開発の過程は過去の実験実績で示すことができる。

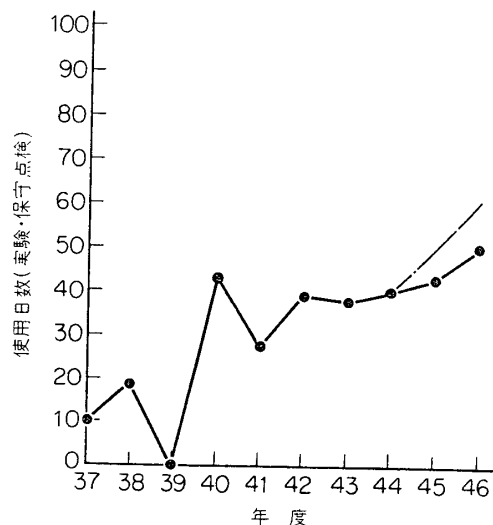
第2表は NTC 開設以来 46 年度までに実施されたロケット実験の一覧表である。これは今後の施設設備計画にも役立つと思われる内容を含んでいるのでグラフにして説明しよう。

これを NTC の使用日数の点から見ると第 16 図のような推移をたどっている。年度別にとった都合上、時期の遅れがあったりして、年度の差が大きい部分があるが、平均して漸増の傾向をたどっていることがわかる。45 年度からは実験期間以外にも保守点検を要する設備施設が入ったために鎖線で示すように出張滞在している期間がふえる傾向がある。

NTC は地理的条件からいって冬期の作業条件が悪くなり、とくに1月、2月は作業が困難である。また燃焼条件が環境温度の影響をうける固体ロケットでは、できるだけ打上げ時に近い状態で実験を行なうのが望ましく、KSC が温暖な地であるので、これに合わせて夏



第 15 図 B. スピーカ配置



第 16 図 NTC 使用日数の年度別推移 (昭和 37 年度～昭和 46 年度)

第 2 表 NTC における実験一覧

年度	実験月日*	ロケット名**	実験種別***	備 考	KSC 実験
37	10—29	735 <sup>3</sup> / <sub>3</sub>			
38	8— 9 10—28 3— 5	420 改 735 改 (3/3) M-20-1			
40	5—29 8— 1 8— 4 11—16 11—19 11—27	M-10-1 735 改 1/3-1 500-1 735 改 1/3-2 500-2 M-10-2			
41	11— 7 12—14 12—21 12—24	M-40-1 M-40-2 M-30-1 310-SO	真空 真空 真空 SO		M-1-1
42	8—19 8—23 12—23 12—21 3—28	M-20 TVC 420-SO S-350-2 M-20-3 500 FRP	多分力 SO  真空, 多分力		
43	12—15 12—25 3—20 3—26	M-40-3 L-20-3 L-735 (1/3) L-735 (3/3)	真空 真空, 多分力	L-3 H 事故調査	L-3 H-4 事故
44	10—29 3—25 4— 5	M-11 OP M-40-4 M-30-2 TVC	真空スピン 真空, 多分力	小型ロケット使用	M-30-1 「おおすすめ」
45	4—27 6—26 7— 1 11—16	M-11 OP-2 M-11-1 TVC L-735 <sup>1</sup> / <sub>3</sub> -2 TVC 300 SB TVC-1	多分力 多分力 真空, 多分力 多分力	300 SB TVC	M-4 S-1 「たんせい」
46	1—23 6—27 11—28 2—20 3—29	480 S FRP-2 S-300-G 3 300 SB TVC-2 420 <sup>1</sup> / <sub>3</sub> FRP-2 M-12-1 TVC	真空スピン  真空 TVC 真空, 多分力 多分力	事故調査	「しんせい」

\* Y day を記したので次年度にかかっているものがある。

\*\* ロケット名は統一していない。

\*\*\* 大気圧下, 主推力のみのスタンドで実施したものは空欄。



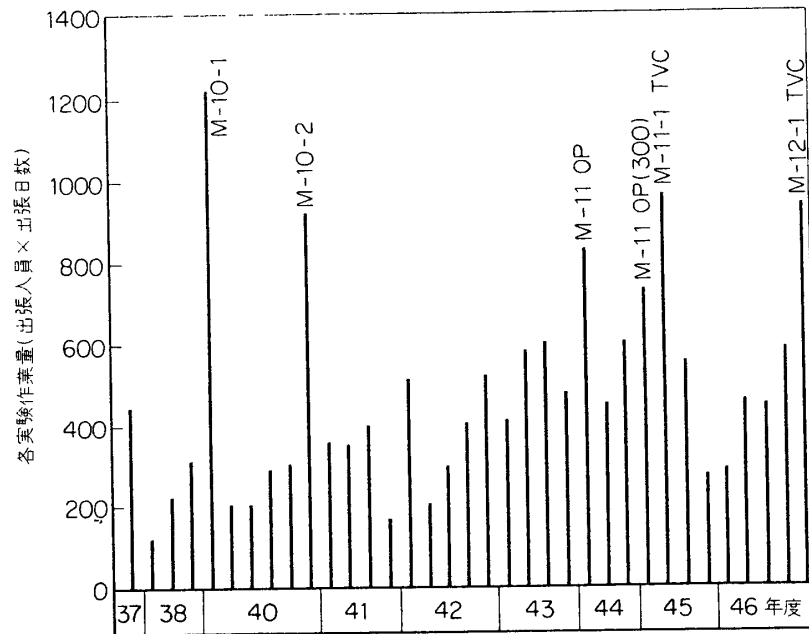
年度 \ 月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
37												
38					I							
39												
40		I			I							
41												
42					I							
43												
44												
45	(I)				I							
46					I							

第 17 図 NTC における実験期間の月別分布 (昭和 37 年度～昭和 46 年度)

期を選んで実験を行ないたいのであるが、実情は第 17 図に示すように冬期に片寄りが多いである。これは一つは予算年度制により、どうしても年度後半が多くなるほかに、漁業問題の都合上 KSC の実験を 8 月、9 月に実施するようになったが、両方に参加するメンバーのために地上実験が夏期を避けなければならないのも大きな理由である、今後ともこれらの事情が変わらない限り、実験時期に関係なく、実験条件を満足なものとするためにはエアコンディショニング（おもにロケットエンジンの暖房）を十分に施すことができる施設が必要である。

NTC における実験の一覧表から見ると、各実験が一つずつ異なり、年を経て複雑になっていることが示されている。すなわち初期には大気圧下で推力方向のみをフリーにして主推力をはかる単純な燃焼実験であったが、41 年 11 月に真空燃焼（真空環境模擬）実験がはじめられ、42 年には TVC（推力方向制御）の実験のために横方向の推力も測定できる多分テストスタンドが用いられるようになり、さらにこれら二つを組合せた実験が 43 年には行なわれている。同じく 43 年には M ロケット 4 段目用エンジンを軸まわりに回転させて実験する、いわゆるスピン燃焼が行なわれるようになった。この結果各実験における作業量がふえてきたが、この傾向を第 18 図に見ることができる。これは第 2 表の実験期間と参加人員を単に掛けたものであって、人によっては全期間参加していないので、実際の作業量はこれより少なくなるが、これは一つの目安になるであろう。これによると 43 年度以降の実験では作業量が多くなっている傾向が見られる。実験によって増減がはげしいのは、エンジンの種類とくに大きさの違いによるものである。

具体的に作業量の増加を示すものとして同一エンジンで比較した例を次に示そう。エンジンはラムダの 2 段目である。1 号機は最も単純な地上燃焼で、作業のフローチャートは第 19 図の (A) のように示される。エンジン自体が簡単であり、テストスタンドの調整部分はエンジンのセットだけであるから作業は単純で日数も短い。これに比べて (B) に示されているのは同じエンジンの 3 号機である。このエンジンは推力方向制御 (TVC) のための装置が

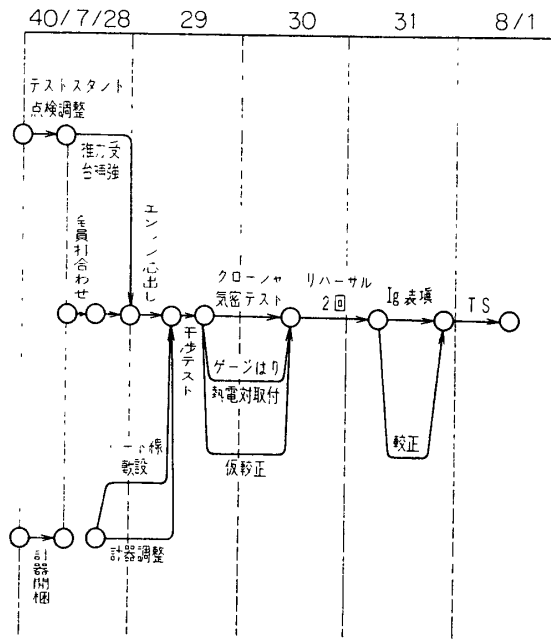


第 18 図 各実験作業量 (昭和 37 年度～46 年度)

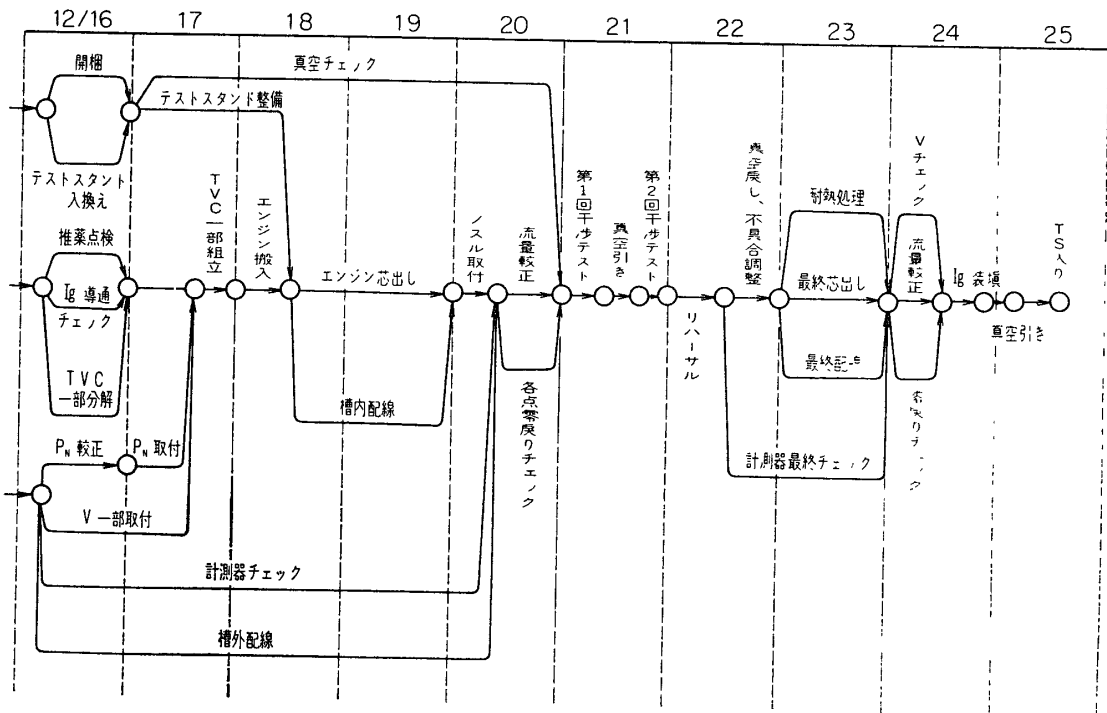
取付けられており、この部分の現地での点検整備の作業がエンジン作業に含まれるほか、このための計測項目が増加して計測系の相互干渉などがふえるのでこの調整作業のための干渉テストが多くなっている。またこのエンジンは真空燃焼となっているのでテストスタンドの作業が複雑さを加えている。

この実験は現在では設備の充実によってより短期間で実行できるようになった。たとえば 735<sup>1</sup>/<sub>3</sub> TVC-2 (昭和 45 年 8 月) はほぼ同等な実験を行なっているが、L-735<sup>1</sup>/<sub>3</sub>-3 の 10 日間に對して 6 日間でスケジュールをこなしている。これは主として真空テストスタンドの完成によるものである。同様な傾向は M の 1 段目である M-10 や M-11, M-12 の実験作業量の推移にも見ることができる。40 年度の M-10 に比べて M-11 および M-12 は TVC 付で機種としてはるかに複雑になっているにもかかわらず、作業量はほとんどふえていない。これは M 用スタンドの設備充実によるものである。これらの例はロケットおよび周辺重量物の移動に伴う作業性を改善した点がとくに顕著であった。

これに對して計測関係の設備と施設は改善の余地がある。第 20 図と第 21 図はそれぞれ過去の実験において行なわれた計測項目と計測点数をやはり各実験についてまとめたものである。ここで計測項目とは、内圧、燃焼室温度といった計測対象別に分類したもので、点数の方は実際のセンサの数で、同じ内圧でも信頼性を上げるために圧力ピックアップを 2 個つけたり、温度ならば、分布を知るために 10 点ないし 20 点といったかなりの数のセンサを取付けるがこの数をいう。この表で見ると計測項目は実験方法の複雑化とともに増加しているが、計測点数の方はあまり増加していない。この理由としては二つ考えられる。まずはじめのうち、未知であったために余分につけていた計測個所が、経験を重ねるに従って整

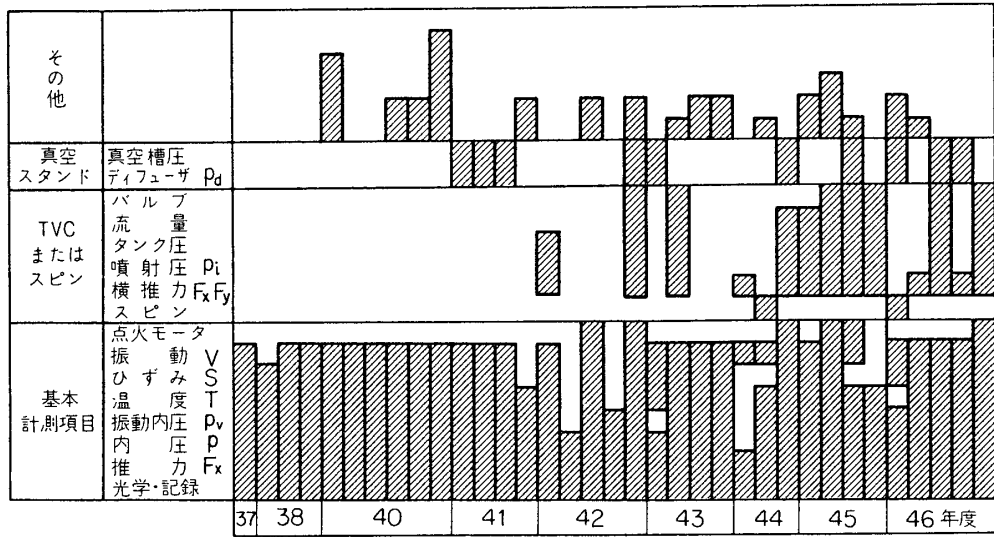


第 19 図(A) L-735<sup>1</sup>/<sub>3</sub>-1 のスケジュール

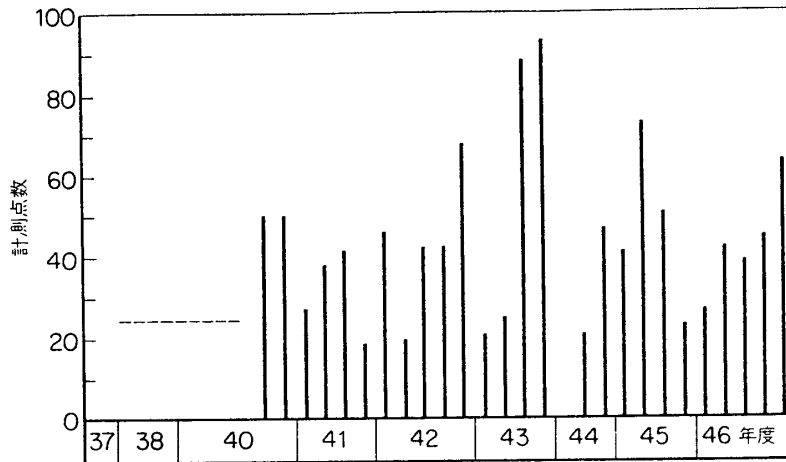


第 19 図(B) L-735<sup>1</sup>/<sub>3</sub>-3 のスケジュール

理されてきたこと. もう一つは, 従来の方式の計測とデータ記録の方法では精度的に不十分なためにこれ以上点数だけをふやしても意味がなかったり, 相互干渉が多くなってこれ以上のデータを取るのが困難だったり, という計測技術そのものの持つ限界による原因である. この点については 46 年度から使用を開始した計測データ処理装置によって現状打開がはか



第 20 図 各実験計測項目 (昭和 37 年度~46 年度)



第 21 図 各実験計測項目 (昭和 41 年度~46 年度)

られており、今後の成果によって NTC のこの方面の能力の一層の強化がはかられることになるであろう。

### 5. 将来整備計画

以上簡単に紹介した NTC の現状について、不備な点は数多く見出される。また M ロケットによる科学観測計画の進展によって新しい技術を要求されればこれに対応して新たに機能を高めなければならなくなるであろう。ここではこれらの点について大きく三つにわけて考えている。

#### 5.1 不備な点の改善、充実

はじめに取りあげるのは実験場の研究開発能力の向上とは直接関係ないが、管理上必要な

ものである。計画としてあげられている事項と具体的な施設を対応させて記すと下記のようなになる。アルファベットは第5図に対応する。

- i) エンジン管理：ロケットエンジン格納庫(A)
- ii) 器材管理：器材庫(B)，車庫，倉庫  
エンジン準備室(C)
- iii) 高圧ガス：高圧ガス装置室(D)
- iv) 危険物：危険物貯蔵庫(E)

## 5.2 試験能力の向上

さきに述べた測定精度の向上と実験回数の増加に対処するためのものがここでは考えられる。これについては現在、TVC精密または省力化装置の一環として整備が行なわれつつあるが、たとえば機器に要求される清浄(cleanliness)の条件一つをとってみても一夜で砂が山をなす現状から改善していかなければならない点を忘れてはならない。

これらに対して具体的に次のような要求が出されている。

- i) TVC整備室(F)：Mロケット1段目用の機器の実験準備，調整を行うことを考えている。
- ii) 中型テストスタンド(G)：現在真空スタンドを用いて行われているMの2段目以下のロケットエンジンの実験のうち，真空の必要のないもの，あるいはとくに実験結果の不確かなもの(事故調査用など)を分離してここで行ない，真空スタンドの損害を避けようという趣旨のものである。
- iii) 屋内たて型テストスタンド(H)：TVC付エンジンでは液面が飛しょう中と同じように保たれていなければならない形式のものがある。これは従来の横型エンジンでは原理的に試験不能であるのでエンジンを立てて燃焼実験する。このためのスタンドである。

## 5.3 さらに進んだ研究

現在のNTCはエンジン試験の場所としての性格が強いが、今後、駒場の宇宙研における研究条件の制約や千葉実験場閉鎖に見られるように、燃焼関係の実験研究を行なう場所としてNTCが利用されるようになるのは必然であろう。このための実験は小規模であって従来の地上燃焼テストとは性格が異なっている。たとえば、研究を行なうために必要な生活環境の整備などを考慮しておかなければならないだろう。この趣旨に沿った計画はすでに数年前から新設設備については問題とされていたが、施設としては現在皆無である。このため新たに「NTC研究実験棟」(I)を考慮している。

以上三つの方向は、計画として判然としたものとはなっていないが、それぞれ、現状充実、試験センタ、研究センタを指向しているといえよう。実際にはこれらは別々にしておのおの充実を計るべきであるとか、このまま混然とした形で発展するのが良いといった議論が出てくるだろう。いずれにしてもこれらはMロケット計画の進展ともならみ合せて、整備すべきものであり、そのときNTCはやはり重要な地位を占めることになるであろう。

1972年6月10日 新設部(工学)