

## ロクーン実験研究の概要

岡 本 智

1952年8月アメリカで Van Allen が最初に気球から小型ロケットを発射した。ロケットとバルーンを組み合わせたいわゆるロクーンである。IGY に際してわが国でもこの方法が採り上げられ 1956 年頃から種々の実験が行なわれてきたようである。この間のことは立教の中川教授がご紹介下さるはずである。1958 年秋から東大生研がロクーンの実験を担当するようになった。

それまでに得られたロクーンの技術的問題点とこれらを生研として順次解決し、去る 1959 年 10 月 1 日青森県沖付海岸でわが国最初のロクーン発射実験を行なった。この間の実験研究の概要について以下に述べる。

まずわれわれがロクーンを始める当初問題になっていた技術的未解決の点を箇条書にし説明すると

### ① 安全確実な放球方法を案出すること。

従来はバルーンを放す前にバルーンの側面につけた数本の運用綱をそれぞれ数人が呼吸を合わせて操作しながら放球し、またこれに合わせてロケットを手で持ち運びつつ飛昇させていた。この方法は突風等の際にバルーン操作に非常な危険を伴い技術を要する。発射準備のできたロケットを手で持ち運ぶことはロケットの点火に安全装置を付したとしてもできる限り避けるべきことである。われわれの担当する以前に五浦で行なわれた実験で苦い経験を得た結果われわれが第 1 に解決すべき問題となっていた。

### ② バルーンで飛昇または浮遊しているロケットの推葉の温度状態について調べること、さらに必要ならば推葉を適温に保つ方法を工夫すること。

現在普通に使用される固体ロケットの推葉には燃焼および保存に適当なある温度範囲があり、推葉の燃焼速度はその推葉の温度によってかなり増減する。したがってロケットエンジンの最小燃焼ガス通路面積としてのノズルのスロート面積を推葉の温度に適応したある範囲内に作らないと固体ロケットは設計通り完全に燃焼しない。また点火燃焼前にもはなはだしい低温になると推葉に亀裂が入って異常燃焼することもある。ロクーンの場合約 20 km 前後の高空までバルーンで飛昇させた後にタイマーにより点火発射を行なうのでこの数十分間の飛昇中に推葉の温度は何度になり、またその分布はどのようになり、あるいはもし太陽に面する側とその反対側に温度差を生ずることがあるとすれば何度位か、といったことに

ついて資料が不十分であった。ロクーン系が上昇中に回転するか否かも判明していなかったのである。

③ 安全で作動確実なタイマーおよびテレメータの製作  
タイマーについては上述の点からも判る通り、放球時の危険およびその作動し点火するのは人手を離れて数十分間しかも低温低圧下にさらされた後なので万一にも機能を停止してロケットが未発の状態で行方不明になるような危険を生じないために十分吟味され安全で作動確実なものがぜひとも必要である。

ロクーン用のテレメータについてもその作動に十分な信頼性があり、かつできるかぎり到達距離の大きい高性能のものが必要であることは多言を要しないであろう。

④の放球方法については関係者の間で種々討議した結果第 1 図および別稿ロクーン用ランチャー (第 5 図) に示す方法を案出しテストすることにした。以下簡単に説明する。

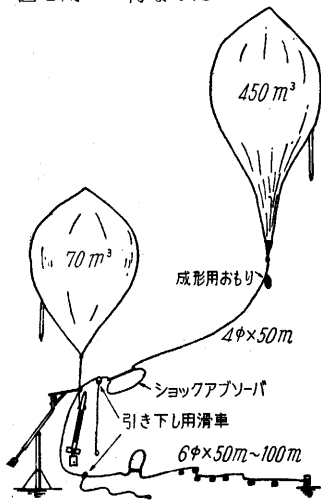
まずロケットおよびその下のタイマーゾンデ等の吊下げ計器類を図に示すようなハネつるべ型の保持装置で地面に接触しないように高く吊り上げて支える。この保持装置をわれわれはランチャーと呼んでいる。(これについての詳細は別項を参照されたい)。ランチャーの上端は左右に開閉し得る両腕になっており、この腕の尖端で、大バルーンとロケットを結合するメインローブの間、ロケットの尖端付近の位置に結合した吊下げ金具を左右から挟むのである。さらに吊下げ金具にメインローブとは別に約 1 m の長さの補助ローブを結合、この上端にロケットおよび吊下げ計器の総重量より僅かに大きい浮力を持つ小バルーンを補助として取り付ける。またこの補助ローブの間には放球後適当な高度に達した時小バルーンを切り離すための切離し装置 (別項参照) を取り付けて置くのである。放球操作は準備完了した後にまず大バルーンを放球し次にランチャーの引金を人力または火薬のガス圧を利用した遠隔操作のいずれかで作動させればランチャーの両腕は左右に開きロケットおよび吊下げ計器は小バルーンの浮力のため地面に衝突することなく徐々に上昇する。適当な時間の後安全な高度に達した時不用になった小バルーンを切り離せば普通のロクーン系の形になるはずである。

この一見無用な小バルーンを使用することによって、大バルーン (これは高空で満膨張するように地上では

その容積の僅か十分の一位の水素しか入っていないダブダブのもので微風にさえ流され易い)が突風等で斜上方に上昇し、最後に離昇するロケットおよび吊下げ計器類が振子運動によって地面に衝突することを防ぐことができる。またランチャーは飛昇準備のできたロケットを人手に抱えて離昇させる危険を除くことができる。また万一の時はロケットを放さず地上に止めることも可能である。

さて思考実験で首尾よく放球できるこの方法を実際にテストして見る必要がある。このランチングテストを次のように行なった。

(A) ランチングテスト 昭和 34 年 2 月 3 日 (火)  
東大生研のグラウンドにおいて第 1 図のようなロケーン装置を用いて行なった。

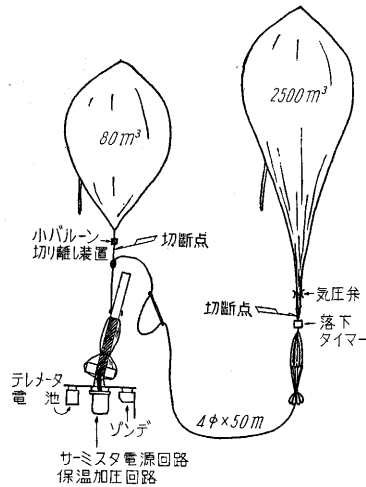


第 1 図

実際の場合には使用しないのであるが引き下し用の控え綱にもメインロープにも両方に滑車を取り付けて放球しては引き下すことを繰り返し 9 回テストした。その結果ランチャーの解放時期は大バルーンがかなり上昇してメインロープが張る寸前位が具合の良いことがわかった。このときの大バルーンはテスト用で 450 m³ の小さなものであったため実際の場合のようにダブダブの裾が無く荷重がかかるまでの上昇姿勢ははなはだ悪く、上昇速度も遅いようであった。このため大バルーンの真下におざわざ成形用の錘をつけることも試みた。しかしこれはその後青森での 10 月 1 日の実験の際略してみたが別に異状はなかった。この実験でほとんど無風に近い風力 2 程度まではまったく完全な放球が可能であることが分かった。

今少し風のある条件下のテストを行ないたかったのであるが皮肉にも穏やかな小春日和の一日で遂にその望みは叶えられなかった。この放球についても別項を参照されたい。以上で新しく案出した放球方法の確認テストを終わり次にロケットの推葉の温度関係の実験に進んだのである。

(B) ダミーテスト 準備した飛昇実験装置は第 2 図に示すもの 2 組である。この内 2500 m³ の大バルーンは、経費の関係でわれわれが担当する以前に計画され (1957 年 6 月) すでに製作されていたものを流用したのである。われわれは日本の地形および上空の風向きと放球



第 2 図

のために約 20 kg もの錘を付けた。ダミーロケットの葉室内には火薬と同じ形にした温度伝導度の等しいポリエステルを今後使用を予想する内面燃焼ロケットエンジンの葉長の半分の長さだけ装填した。このポリエステル系コンボジット推葉の使用を予想したのはロケーンの場合前にも記した通り人手を離れて数十分しかも低温の大気と他方強い太陽輻射とを受けて推葉の温度調節が十分に任せないおそれが多分にあり温度係数の小さい点で無煙火薬よりも有利であると推定したからである。この非燃焼性のダミー推葉の所要位置に約 16 箇のサミスタを埋め込んで温度測定を行なうことにした。(詳細は別項参照) 内面形状の若干異なるダミー推葉をそれぞれ 1 箇ずつ計 2 箇のダミーロケット D-1 号機、D-2 号機を準備した。エンジン室の外側は黒塗りとし、さらに外部に保温用のポリエチレン外被を二重に被せる場合をまず第 1 に実験する方針にした。

次に実験地の選定の問題であるが、上昇および浮遊の航跡を合わせて東西 250 km 以上のコースでかつテレメータの受信が確実にに行ない得ることを条件に選考した。その結果 1956 年 11 月にかけて同じロケーンの予備実験の行なわれた埼玉県本庄市西小学校を放球地とし、隣接する熊谷気象台本庄分室を第 1 テレメータ受信所と通信連絡室に、さらに東方約 80 km にある館野高層気象台を第 2 テレメータ受信所とすることにし、関係方面に依頼とともに絶大なるご協力をいただいた。

実験日は前もって予定した通り 2 月 19 日未明午前 5 時からタイムスケジュールに入った。準備たけなわの午前 7 時頃報道関係のヘリコプタ 1 機が飛来し、放球球地上空を旋回し始めその爆音で実験班相互の連絡は困難であった。寒気も相当であったがほとんど無風で大小バルーンの水素充填も順調に進み、放球準備完了した後 7 時 56 分首尾よく放球した。第 2 図にその装置を示す。ところが何たることであろう放球後 1 分 36 秒で大小二つとも

操作の難易およびバルーンによる上昇高度の利得の点からバルーンの浮遊高度を大体 20 km とすることを、さしあたりの目標にしていたのでこの 2500 m³ のバルーンは大き過ぎた。浮遊高度を下げるためにかつ大バルーン離昇時の成形

バルーンが切り離され残ったダミーロケットはパラシュートに吊り下がって校庭の樹上に降下した。この原因についての説明のため次に報道班に発表した公表文を記しておく。

**発表文 2月19日午前9時**

1. 本日は7時56分に放球を始め、大気球の放球装置ならびに新たに試作したロクーンランチャーもきわめて良好に作動した。放球後約1.5分に小気球の切離し装置が働き、その直後に予期に反して大気球の付根から切断し試験体は落下傘により降下したため所期の目的は達しなかった。

2. この原因は気球の糸目の麻ロープの経年劣化と上昇中の衝撃による切断であって、他の装置計器類はすべて正常に作動していた。

3. 対策として気球の糸目とショックアブソーバーを増強し、なお念のため連結ロープを2本使用して再度実験する。

4. 次回の放球は明20日7時30分本日より同じスケジュールで実験の予定。

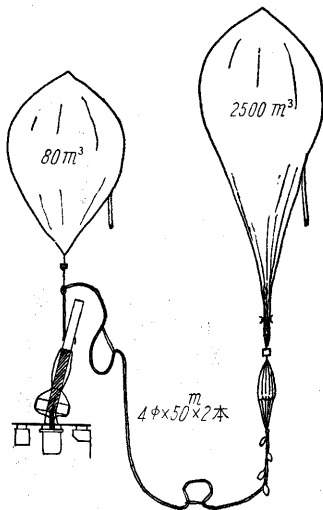
**東大生研ロクーン実験班**

幸い人畜はもちろんのこと、試験体(ダミーロケット)の尾翼1枚が曲がった以外計器類もまったく異常がなかったので、発表の通り翌20日対策をねった上で実験を行なうことになった。

第3図は対策を施した状態の説明図である。列記すると、

- a. 大バルーン糸目を4φナイロンロープ4本で補強
- b. 浮遊高度調節用錘を5kgごとに1m間隔に分散
- c. メインロープを4φナイロンより紐2本どりにする
- d. ショックアブソーバー1カ所を2カ所にする
- e. 小バルーン焼切り装置を対衝撃性のものに直ちに改装以上であった。この装置を第3図に示す。

Yは20日、Xは7時30分と予定したが19日夕刻より雨となり、夜半過ぎからはしのつく雨となった。しかし気象班が集めた資料では必ずしも望みなきにあらずとの判断であった。X時を一応未定として全員気を揉みながら待期するうちに7時頃雨は上がり風はほとんど無く雲の切れ目に青空が見え始めた。校庭には

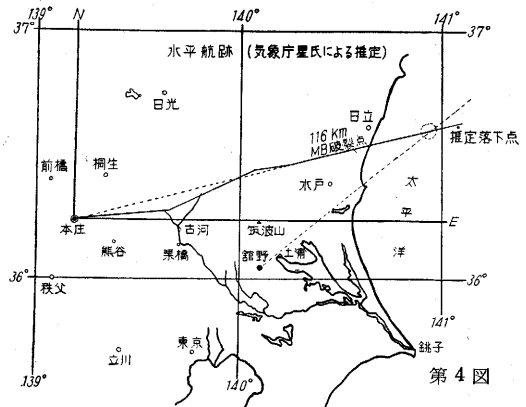


第 3 図

まだそこそこに水溜りがあるが時間が経つと風が吹き出すことも考えられたので緊急の持回りチーフ会議でXを9時と決定し直ちに行動に移った。タイムスケジュールからの遅れを取り戻すため全員大奮闘、人夫の人手も揃わないので実験班員が水素ポンペを転がしたり水溜りにワラを敷いたり大汗をかいた。大活躍のかいあって一番難物のバルーン班がタイムスケジュールに乗り風もほとんど無風で日さえ照り始めた。しかし今度は参観者が続々とつめかけ、バルーンや水素ポンペの近くに集りだしたのでその整理にまたまた一汗かくことになった。ヘリコプターが前日のように防害しなかったので大いに助かった。タイムスケジュールも順調に進み、予定より5分早く8時55分に放球した。僅かな西風に乗り、春のように暖かい冬の日差しを浴びながら静かに青空へ昇って行く姿を見て一同ホットしたのである。

他方テレメータ班や気象班のゾンデ担当者はそれからが大変で寸分の休みもなく緊張の連続であった。

テレメータの受信状況はまったく好調であるとの報が入り、続いて2分58秒に小バルーンの焼切り装置のスイッチONを受信したが、切り離された信号はまだ入らないと連絡があった。目測高度1000mを越した状態で小バルーンは依然結び付いたまま上昇していた。以後その状況は変わらなかった。多分加熱用のニクロム線が断線したのかナイロンロープから浮き上がったのかいずれかと推定される。13分後高度約4000mで今度はゾンデの発信が止まった。これ以後高度したがって上昇速度も気温もデータが得られなかった。他はテレメータも測温計器類も終始完全であった。また上空は雲一つない青空になり、気象台の熊谷分室の屋上では6時の南天赤道儀で東方100km以上離れた最後まで追跡し得た。これはまったく幸運なことであった。上昇速度は小気球が切り離されないためか予定より早くなり、放球後約63分で大バルーンは満膨張、その途端に破裂したのが南天赤道儀により視認されたのである。このことから破裂高度は20km以上で計算によれば22~23km位と推定される。推葉の温度についてはポリエチレン二重カ



第 4 図

バー式で適温に保持される大略の見当がついた。

各装置の詳細および測定結果については別項にゆずり推定水平航跡の略図を第4図に示すことにする。

この実験を検討すると、

- ①小バルーンの焼切りないし切離し装置の安全確実なものを作る
- ②バルーンの強度について検討する必要がある
- ③水素ポンベの運搬および水素の充填を簡便迅速にすること
- ④ゾンデの信頼性を向上すること
- ⑤薬温については浮遊させた場合について確認するため追加実験を行なうことが上げられる。

この対策として地上テストと今1回のダミーテストで解決し、時期としては前者は4月頃、後者は7月頃で得れば本番発射実験地で行なえばリハーサルにもなり大変好都合である(本庄から放球して発射実験を行なうことはできないことである)と考えられた。次に地上テストについて述べる。

(C) 地上テスト 小バルーンの切離し装置の安全確実なものを作ることに実際にバルーンの破壊強度を調べるために、5月7日、8日の両日生研のグラウンドで地上実験を行なった。

まず切離し装置には、

①空盒とマイクロスイッチとニクロム線を使用する溶断形式 ②空盒変位を純然たる機械的切離し機構に組み合わせる形式 ③導火線で適当時間の後発熱薬により溶断する形式 の3形式のものを試作し、前掲第1図の要領で、小バルーンの下補助ロープに取り付けてテストした。この時は小バルーンが逃げないように別に1本のロープを結合しておいた。テストの結果③の形式が対衝撃性、確実性、価格の点、特にランチャーの腕の開閉を火薬のガス圧を利用するプッシャーを使用する関係で、これとの運動性が良く、スイッチ一つで両者を作動し得る点で他の2形式よりはるかに簡便確実であることが判った。以後この形式を採用することに決定した。この形式および①の詳細は別項参照のこと。

次にバルーン強度について実物加圧破壊実験を行なった。

先に2月初めのランニングテストに使用し回収してあった450 $m^3$ のバルーンで7日午後リハーサルを行なった。送風機で熱風を排風口から送り込んだ。測圧口が具合悪く正確には判らないが10 $mm H_2O$ 以上と思われた。翌8日早朝(ポリエチレンシートの伸びを計るためあらかじめマークをうった)同じく450 $m^3$ のバルーンで実験した。測圧口も正しく直しバルーンもあらかじめゴム気球に水素を入れて頂部に結合して直立姿勢で行ない、風もなくまことに好条件でテストしたのであるが僅か8 $mm H_2O$ で頂部斜面のシート溶接部近く大体縦方向に裂けた。これは少し低いがほぼ設計値に一致しているようである。詳細は別項参照。

なお7日には水素ポンベ 21 本積の運搬車試作1号車をテストしたがこれは別項にゆずる。

(D) ダミーテスト(第2回) かねがねロクーン発射実験の適地を物色中であつたが、青森県下北半島太平洋岸で六ヶ所村沖付海岸を実験地として借用することになった。この件については別項を参照していただきたい。

秋行なう予定の発射実験のリハーサルを兼ねてこの地で第2回のダミーテストを行なった。

実験の主目的は、

- ①浮遊中のロケット推葉の温度状態の変化を測定すること
- ②ロクーンの上昇運動特に大バルーンの破裂原因を確かめる測定を行なうことであつた。付随実験として太陽電池のテストも行なうことになった。

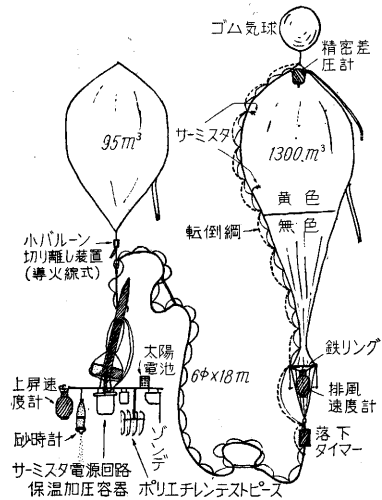
①については本庄におけるダミーテストの際残ったD-2号機と新しくより簡単なダミーロケットを作り、いずれもサーミスタで温度を計るように準備した。

②に関しては、

- a. バルーンの内外の圧力差を実測するために精密差圧計
- b. 満膨張後のバルーンの排風速度を計るため風車型風速計(サーミスタ2箇付)
- c. ゾンデよりも精度の高い精密高度計
- d. 上昇速度を実測するための風車型上昇速度計(サーミスタ1箇付)
- e. ポリエチレンの実際の強度を推定するためのポリエチレン試験片
- f. バルーンのポリエチレンの膜温を推定するためサーミスタをバルーンに貼り付ける。等の各計器類を各2組ずつ試作装備して測定を行なった。これらの計器類とダミーロケットで大バルーンにかかる荷重は約84 $kg$ に達した。装置の概要を第5図に示す。

なお大バルーンについてもいろいろと工夫を施し上昇速度を大にすることと強度の点から従来とは異なった胴長にし、また上半部は航空局の要望で黄色にした。詳細は別項にゆずる。

実験日は7月20日であつた。当日は衰弱した5号台



第5図

風が津軽海峡西方の日本海上を北進中で朝凧の期待できない天候であつた。昼近くになれば早朝より状況は好転するとの見込みでXを午前11時としてタイムスケジュールに入った。風速は時折5 $m/s$

を越す状況で大小のバルーンに水素を充填するのはかなり困難な作業であった。しかし放球準備完了に近づき大バルーンも浮力測定に入る寸前ロンチャーのクランプからバルーンが外れてバサバサッと離昇し始めた。時に 10 時 7 分過ぎであった。一瞬皆驚いたが幸い大バルーンのロープがロンチャーのボルトの頭に絡み瞬時停止したのですかさず取り押え大事を防ぐことができた。全員それぞれ担当の作業に没頭している時であったからまったく冷汗三斗とはこのことであろう。今後はバルーンにはアンカーロープを付けることにした。亡って逃げ出した大バルーンは水素の導管が、取付け部から抜け大孔があいてしまった。別の新しいバルーンに水素を充填し直したり、ロンチャーのクランプ方法を改良したりするにはタイムスケジュールが狂い過ぎるので当日は実験を中止した。破損した大バルーンは転倒網を使って水素を抜いて回収し、ロンチャーのクランプ方法も午後改修した。第 5 図にも示す通り各計器間の細い線が錯綜しているので注意力がロンチャーのクランプにまで行き届かなかったと思われる。

翌 21 日にはほとんど無風で午前 4 時からタイムスケジュールに入り 5 時 30 分頃より約 40 分間 4~5 m/s の風に悩まされながら作業を進めたが、以後再び風速は落ち 6 時 51 分に配線の錯綜している大難物の D-2 号機を首尾よく放球した。その時風速は西南西 1 m/s 気温は 21°C であった。

経過および実験結果の概要を説明するため、実験終了後の発表文を引用しよう。

発表文

34 年 7 月 21 日 9 時 30 分  
東京大学観測ロケット実験班

(放球までの経過説明の部分省略)

放球直後から 5 ch のテレメータは完全に作動し、53 種の測定値を良好に記録し、ほぼ完全なデータが得られた。小バルーンは放球後約 30 秒で予定通り切断され、放球後約 45 分で高度 10 km に達し約 1 時間後には約 17 km に達して以後その高度で浮遊状態に入り、約 95 分で南東 55~60 km の地点に達してタイマーが作動し落下したものである。

この間 53 種の全測定項目は完全に記録することができ、推薬の温度は終始ほぼ 25°C に保たれた。

また電池の温度は 40°C、テレメータ室の温度は 70°C 以上に上昇したことが分かり、今後はこれらの今少し低温に保つ必要のあることが分かった。気球の温度は -30°C、ポリエチレンのテストピースの温度は -28°C になっており、強度は十分であることが分かった。大気の温度は最低 -62°C が記録され、気圧は最低 104 mb (高度 16.8 km) であった。なお細かい検討は今後時間をかけて十分行なう予定であるが今回の実験の目的はほぼ完全に達し得たものと考え、以上

なおこの実験に太陽電池を載せたので、ロクーン装置全体が周期約 100 秒の緩慢な回転をしていることが確認されたのも大きな収穫であった。実験装置の詳細および実験データの解析結果は各別項にゆずる。データではないがこの D-2 号機のテストは前にも述べた通り、非常にたくさんの計器で多重測定を試みた。

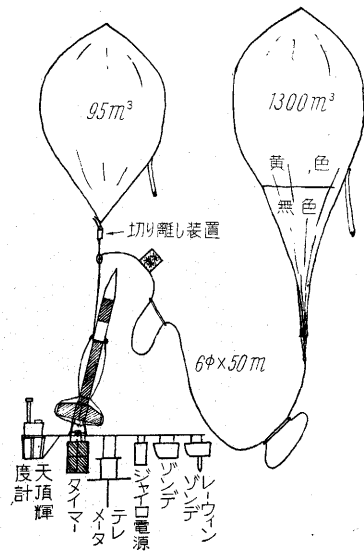
そしてほぼ完全に所望のデータを得たことは今後のロクーンの実験およびこれと類似の実験研究にも役立つことであろう。はなはだ複雑なロクーン装置の放球技術をマスターしたこととともに収穫の一つであると考え。

なおこの外に大バルーンの破裂について関係があるかも知れないバルーンの電位についての研究も進行中である。ダミーテストと同時に行なうことはあまりにも複雑になり過ぎるので別途に計画し多分 35 年の 2 月か 3 月頃にこの気球電位関係の実験ができると思う。

(E) 昭和 34 年度第 1 次ロクーン実験 本年度の最終目標は性能はともかく一応ロクーンとして、ロケットを完全に発射することであった。最も問題になる推薬の温度関係について必要な設計資料が得られたので次に性能を実験済の確実なロケットで発射実験を行なうことにした。すなわち 120φ のシグマ 2 型のエンジンを無煙火薬からポリエステル系コンボジット推薬に改め、シグマ 3 型として使用することにした。エンジンの推薬のほかに頭部に搭載する計器の関係で全体がかなり長くなるため尾翼面積を 10% 増した。また沈頭鉤を使用したことも 2 型と違った点である。

このシグマ 3 型ロケット 2 機を使用し、確実な発射を目標に、吊下げ計器類を切り離した後のロケットの姿勢変化を測定することにし、到達高度および観測には重点をおかない計画で次のように準備した。

諸元を列記すると、



第 6 図 シグマ 3 型 1 号機結合図

## 第1号機

大バルーン ポリエチレン製1300 m<sup>3</sup> 上半黄色  
 小バルーン 同上 95 m<sup>3</sup> 無色  
 ロケット 120 φ 長さ 3.19 m 重量 44.3 kg  
 ロケット搭載計器

テレメータ (5 ch)	1
スピニングメータ	1
ピラニゲージ	2
ジャイロ	1
加度計 (X <sub>1</sub> X <sub>2</sub> )	1

吊下げ計器

テレメータ (3 ch)	1
タイマー	2
ゾンデ	1
レーウィンゾンデ	1
天頂輝度計	1

\* 大バルーンの負荷重は 87 kg になった。

## 第2号機

大小バルーン第1号機に同じ  
 ロケット 120 φ 長さ 3.45 m 重量 46.6 kg  
 ロケット搭載計器

1号機のスピニングメータの代わりに宇宙線測定器

吊下げ計器

1号機の組合せから天頂輝度計のみ無くなる

\* 大バルーンの負荷重は 75 kg となった

実験場所は青森県の沖付海岸

実験期間は 1957 年 9 月 24 日～10 月 4 日

Y は一応 9 月 25 日 1 号機

9 月 28 日 2 号機の予定

この発射実験では放球操作自体についてはダミーテストの場合よりも容易で別に問題はなく、ただ火薬の入った

ロケットを使用するためこれに伴う配慮を必要とした。そのため点火タイマーは点火直前まで点火回路を短絡する安全回路を組み込んだもの2組使用して暴発したり不発にならないようにした。

またロケットエンジンも低圧燃焼テストが行なわれていないので念のためノズルクローガーをした上にさらに放球前にリークテストを行なって地上燃焼実験とできるかぎり同じ

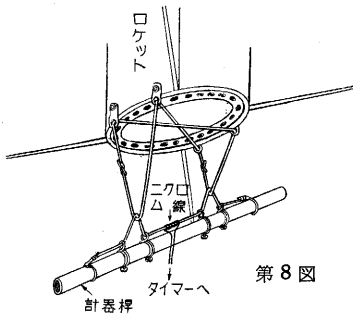


写真 1. バルーンの水模型による強度試験

条件にした。また危険信号としては大バルーンの上半を黄色にしたのもその一つであるがさらに念のためメインロープの下方に火薬と白書した小さい赤旗を結びつけた。放球時にも必要最少限の特に指名した数人以外は退避するよう手配した。最も問題になる発射地点付近の警戒は巡視船に依頼したが、その発射地点をできるかぎり早く正確にするため実験日の放球前にまずレーウィンで風向きを確認しこれをもとにしてタイマーの時間を調節し、さらにロクーン自体にもゾンデのほかにレーウィンゾンデを吊り下げ気象庁高層課の協力によりGMD-1Aで追跡し航跡を時々刻々に出して行なった。なおこのGMD-1Aは実験期間中連日レーウィンゾンデで高層資料を得たのでロクーンのみならず種々利用の途があると思われる。この点別項を参照されたい。

実験は、予定した Y 25 日以後連日 5 m/s 程度の風があり実験不能であった。特に 9 月 27 日は台風 15 号接近の懸念を生じ、高潮の心配もあるので 27 日午後実験資材を尾駸小学校その他の民家に移動させた。台風は名古屋付近から上陸日本海に抜けた後北上秋田付近から再び大平洋に出て 27 日夜半実験場近く副低気圧を発生しながら通り過ぎた。翌 28 日朝から再展開の作業を始めほとんど午前中に終わり再び実験可能な態勢を整えた。風速の落ちる時を待機したがなかなか風のない日は訪れなかった。30 日にはそれまでの 7~8 m/s の風が 5 m/s 程度に下がったので試みに小バルーンに水素を充填しようとしたが不可能であった。10 月 1 日はようやく無風快晴のロクーン日和の期待できる気圧配置となった。果たして非常に静かな快晴となり、午前 6 時 36 分に第 1 号機を放球し約 70 分後高度 18.2 km からロケットが発射し所期の目的を達した。続いて第 2 号機を 10 時 31 分に放球したがこれは約 60 分後まさにタイマーが作動する頃、ちょうど大バルーンが破裂し約 16.6 km の高度から落下する途中にロケットが発射したことがテレメータの記録から読み取れた。到達高度の測定も兼ねて搭載したピラニゲージは新しく試みた乾電池に不都合があり残念ながらデータはとれなかった。したがって高度の実測値はないがロケットの飛しょう秒時から推定すると 1 号機の最高到達高度は約 40 km 弱と考えられた 2 号機は飛しょう姿勢も分からずただエンジンは完全に燃焼したことが分かった。

シグマ 3 型 1 号機、2 号機の発射実験は以上のような首尾に終わった。データの詳細は別項にゆずるとして問題として残るのは、ロケット発射 15~20 秒前に吊下げ計器類をタイマーによって切り落とした後のロケットの揺れ方、および続いて発射飛行するロケットの飛しょう姿勢がジャイロの作動不完全で分からなかった点である。次回にはジャイロを完全に作動させてデータをとりたいものである。第 8 図に計器桿の切り落とし方法を示



第 8 図

す。  
次に参考のために 1 号機のタイムスケジュールを記す。これは通信班の高中泓澄氏が、多忙な本務のかたわらとって下さったものに説明を補ったものである。

第 1 次ロクーン飛揚実験記録

- 34. 10. 1. シグマ 3 型-1 号機
- 3時10分 JJY 時報受信. 時計規正
- 50. 同上
- 4. 30. 大バルーン用シート運搬開始
- 32. 小バルーンシート敷き終わり
- 37. 全電源負荷テスト。(実験場の電源は 7.5kW である)
- 38. 同上了. 本番電池テスト (テレメータの電源としてロケットに搭載する電池のこと)
- 41. 気球に吊り金具結合
- 42. 小バルーン H<sub>2</sub> 注入用意完了
- 48. 小バルーン H<sub>2</sub> 注入開始
- 50. 同上了. 点火タイマーの時間決定 (60 分) 計器桿に各計器の吊り下げ完了
- 5. 24. 大バルーン H<sub>2</sub> 注入開始
- 35. 小バルーン受取用意 (水素充填の終わった小バルーンをバルーン班からランチャー班に渡す)
- 36. 計器桿吊り下げ用意
- 38. 大バルーンバランス決定. 大バルーン H<sub>2</sub> 注入完了
- 42. アンカロープ取付け完了 (大バルーンが不時に上昇し始めた時の安全対策)
- 43. 小バルーン焼切りリード線結線. 天頂輝度計 B テスト用意
- 45. ロケット出発用意
- 46. ロケット出発準備完了. (ロケット頭部をテレメータ室で整備した後, 火薬取扱い所でエンジン部と結合, 完全なロケットに組み立てたもの)
- 47. ゾンデの電池に注液完了
- 49. 小バルーンランチャーに取付け開始
- 50. ロケット, ランチャー点へ出発
- 51. 小バルーンランチャーに取付け完了
- 52. ロケット, ランチャー点に着
- 53. 天頂輝度計テスト完了. ロケット準備完了
- 54. 吊下げ計器ランチャー点に向かい出発
- 57. 計器桿をロケット下部に取り付け, ゾンデ電池注水開始. (ゾンデは二つある)

- 5. 59. ゾンデ電池注水完了
- 6. 02. 計器桿取付け完了
- 03. 計器桿切落し結線用意
- 05. 焼切り結線中 (タイマーに結線すること)
- 07. ロケット, ランチャーに取り付け
- 08. ロケット計器 sw. on, 放球姿勢ランチャー頭上げ準備
- 09. 小バルーン錘取り外し用意 (これまで小バルーンの浮力測定用の錘がついている)
- 12. 放球姿勢頭上げ完了
- 14. 計器桿の水平調整中
- 16. 計器桿水平調整および結線完了
- 17. 各計器 sw. on
- 19. M<sub>T</sub> OK, 天頂輝度計の蓋除去. N<sub>T</sub> OK (テレメータ 2 台の受信テスト)
- 22. レーウィンゾンデ OK
- 24. N<sub>T</sub> sw. on
- 26. プッシャーの導通完了 (ランチャーの腕を遠隔操作で開く火薬の点火玉の導通)
- 29. M<sub>T</sub> OK N<sub>T</sub> の sw on 受信確認
- 30. 天頂輝度計調整完了, 電源リード線切断用意 (テレメータの電源 On. Off 用)
- 30. 30 全員退避
- 32. ロケットのイグナイタの導通テスト完了. タイマー起動完了
- 34. イグナイタ. プッシャー結線完了
- 35. ランチャーのクランプ外し, アンカロープ切断
- 36. 放球
- 36. 40 小気球切断

あ と が き

1958 年秋から約 1 年間で日本で初めてロクーンのロケットを正常に発射し得るにいたった経過は大約以上のようである。もちろんこの成果は単に 1 年間の努力でなく、それまでに目的を達するにいたらなかった段階がありその後達し得たものである。まだ未処理の問題点も幾つかあるが一応の成果を得たことは生研の内外を問わず関係者の厚意に満ちた積極的なご協力の賜であると思う。これを機会に皆様に御礼を申し上げたい。

今後ネックになると思われる問題として大きなものの一つに、バルーン班の編成がある。大型バルーンを使用する機会はそれほど多くないので熟練者を得ることは困難かも知れないが、6, 7 名の班員の内、少なくとも半数は経験者であることが望まれる。研究組織の関係もあると思うが、技術的に解決するか、人事上の処理にするかいずれにしてもなんらかの処置が必要と考えられる。

なおバルーンの電位についての報告は別の機会に行なう予定である。  
(1960. 1. 21)