

生研以前の経過の概略

中 川 重 雄

1. 緒 言

わが国のロクーンは糸川教授によって提唱され、多くの研究者の協力によってだんだん進歩し、その間に大小さまざまな成功や失敗の経験をしてきた。わたくしはこの経過の前期について書くように言われたのであるが、その適任ではないことを痛感する。しかし IGY 中実験主任を務めて、グループの皆様に種々ご迷惑をおかけしたので、いまさらどなたにもお頼みするわけにもいかず、この記事を書く次第である。

生産技術研究所にロクーンが受け継がれる前までの経過は大きく分けて、

- (a) ロクーン実験グループによる研究期間
- (b) 東京大学原子核研究所ロクーン委員会によって行なわれた期間

となる。(b)の期間は IGY の観測につながり、観測年が終わるとともにロクーン委員会も解消して、その後は生産技術研究所へ移ることができたのであった。(a)の期間の実験記録はロケット協会の特別会報(昭和32年3月発行)に詳細に報ぜられているが、(b)期間についてはまとまった出版物は無い。しかしここでこれを詳述することはできないので、(a)、(b)両期間にわたってごく大雑把に経過の概要をたどることにする。

2. 発 端

ロクーンを日本でもやるべきだと糸川教授が考えられたのは、1954年の秋の IGY に関する国際会議の決議事項を受け取られ、その中でロクーンが経済的見地から、多くの国にとりあげられることを要請されているのを讀まれてからだということである。ロクーンには気球が必要なのでその以前から夏になると揚げられていた宇宙線研究のバルーンに目を向けられたのであった。関東での宇宙線バルーン班とロケット専門の方々との話し合いは畑中氏等を混えて昭和31年2月4日に行なわれた。4月になって日本学術会議にロケット観測特別委員会が設置されてから、ロクーンの問題もとりあげられて、これを検討するため第4小委員会が下部組織として設けられた。ロクーンを行なうか否かはこの委員会で論議された結果、欠点はあるにしてもある種の観測には支障なく利用し得られ、経費の少ないことは大きな特徴と見られるに至った。そしてその研究は文部省の総合研究班にならって班組織とし、ロクーン実験グループの名称の下に出発することになった。しかしながら昭和31年度には国からの

予算には生まれなかったもので、そのころ新しく誕生したロケット協会が読売新聞社の寄付をうけて後援して、経費を賄うことになった。かくして同年9月には、その第1次実験を行なうことになったのである。

3. ロクーン実験グループ第1次実験(昭和31年9月)

ロクーン計画の初期においては、その打揚げは船上から行なうことのみを考えていた。その理由の一つは危害予防の点で、ロケットを吊るした気球が少しでも地上を飛ばないこと、ロケットの点火は海岸線から少なくとも100km以上離れた海上で行なわれることが守られる必要があった。日本ではだいたい1年中1万5,6km以下では西風が吹いているが、その上空は季節によって高さは異なるが東風が吹いている。また10月以降4月ごろまではその東風はほとんど3万m位までのデータでは姿を消している。であるから西風に乘せていつも所定の海上まで安全に運ぶことのできるのは、まず半年間であり、またこの期間には地上風も少し強く気球を揚げるには困難が伴うことも懸念された。1年中注文に応じていつでも行なうとすると船上かまたは孤島上がよいということになる。第2の理由は地上風の問題で、船がフルスピードで走るならばそのスピードまでの風速はキャンセルして無風状態を現出し、気球を揚げるのがかえって楽であろうという点である。第3には陸上からでは危害予防上100km以上遠距離まで気球を流す必要があるからテレメタリングに際しては無用に距離が離れ、これを受信するのに不利である。以上のような理由から気象庁にお願いして凧風丸を使用させていただいたのであった。

最初の実験は狭い甲板(5m×10m)でマストやクレーンを避けてどうやったら気球を揚げられるか、また果たして船足を速くして風をキャンセルすることができるかを調べることにあった。実験は次の日時、諸元で行なわれた。

日 時	昭和31年9月17, 18日
場 所	千葉県館山沖合 150km
使用気球	第1回 ポリエチレン気球 容積 780m ³ 自重 15kg 最大直径 11m 全長 15m
	第2回 ゴム気球 ゾンデ用 800gr 7個
荷 重	ダミーロケット ベビーロケットと同型 自重 9kg

気球は大体 10kg の荷をつけ 25km まで上昇するよう に製作されたものである。ポリエチレン気球は本体に

4～6本の引網をつけ、これを徐々に伸ばして最後に離す方式をとった。この二つの実験は当日風が余り無かったことも幸いして順調に行なわれ、船上飛揚は船速が風速と同一速度になると十分可能であることを実証した。

4. 第2次実験 (昭和31年11月)

次の問題は高空におけるロケットの点火ということであった。大気温度は17.8kmまでは徐々に下がって-70°C位になる。一方太陽の直射によってロケット自体も温まるからロケット機関部の温度を気球飛揚中に測定する必要がある。そこで次の予備実験を行なった。

目的 ロケット本体が気球に吊られて上昇中における推葉の温度変化、上空における気圧点火装置の性能、宇宙線計器およびテレメータリングのテスト

日時 昭和31年11月19, 20日

場所 埼玉県本庄市本庄西小学校々庭および茨城県館野高層気象台

気球 ポリエチレン気球 容積780m³ 前回と同じダミーロケット

第1回 11月19日 エンジン部および尾翼の塗装白

第2回 11月20日 エンジン部および尾翼の塗装黒でポリエチレン布でカバーする

両回とも重量9kgで9月実験と同じ

両回とも朝8時30分ごろ放球し、風速2m/sec程度であったが予期通り20km, 23kmとそれぞれ飛揚した。温度の測定結果はロケット本体の表面を黒塗りとし、ポリエチレン布のカバーをすれば、推葉室は15～20°Cに保つことが可能であることが知れた。バロスイッチの作動も確認されて、高空でロケット発射は十分期待できるという結果が得られた。ただ宇宙線観測は雑音等多く送受信装置はなお検討せねばならなかった。なお受信は館野高層気象台で行なった。

5. 第3次実験 (昭和31年12月)

前回の実験によつて、宇宙線測定の送信・受信にはなお予備実験を行なう必要があったので、ダミーロケット内に装備した宇宙線計をゴム気球7箇に吊るして揚げ、テレメータのテストを行なった。

日時 昭和31年12月20, 21, 22日

場所 茨城県館野高層気象台

結果は周期的に入る雑音のため満足な結果は得られなかったが、アンテナの改良、計数管パルスの増幅方法の改良、発信器の改良、変調方式の改良等将来の実験に対する資料を得ることができた。

6. ロクーン委員会の発足と第4次実験 (昭和32年4月)

第3次実験を終わってロクーン打揚げが可能であると考えられるに至ったので、次にはロケットを実際に発射

する計画を練ることになった。3月9日に開かれた第4小委員会においてロクーンもIGYに参加して、宇宙線・太陽・紫外線オゾン観測と電離層観測の一端を受け持つことになった。そして昭和32年度からは正式に文部省予算に組み入れられることになって、3月28日文部省で開かれた会議ではこれが主体となるべき機関について論議された。当時生産技術研究所はロケットの地上発射に集中して、ロクーンをその上に受け持つ余地は無いということで、宇宙線の研究を実施している東京大学原子核研究所にロクーン委員会を置いて業務を行なうこととなった。

ロクーン委員会は委員長に菊池核研所長、副委員長に中川(立大)、幹事に糸川(生研)、石井(気象研)両氏がつき委員は宮崎(理研)、高木、野村、吉山(以上生研)、畑中、斎藤(以上天文台)、寺田(気象庁)、福島(東大理)、二宮(電通研)、西村、針貝(以上核研)、戸田(富士精密)、倉茂(明星電気)、関根(藤倉ゴム)、大塚(久保田気象測器)の諸氏であつてほとんど実験グループを継承した。菊池委員長は核研としては業務は取り扱うが責任者をはっきり決める必要があるといわれ、核研と最も関係の深い筆者が実施責任者となった。そしてロクーン実験グループの計画した第4次実験を改めて確認しロクーン実射の実験を館山沖で行なうこととなった。

目的 この実験の目的は気球からロケットを発射することと、発射後のロケットの加速度のテレメータによる測定であつた

日時 昭和32年4月26, 27, 28日

場所 房総半島南東沖150km付近、凌風丸船上より放球

気球 ゴム気球(800gr) 8箇

ロケット アルファ型 自重10kg

搭載機器 加速度計

結果 4月26日夜半現地に到着し第1回実験を翌27日9時に、第2回を12時30分に行なった。いずれも放球は成功したが、ともにテレメータの不調から正確なデータは得られなかった。しかしながら第2回はラジオゾンデの落下を確認することができ、それが予期した時と一致するのでロケットの点火、発射が行なわれたことが認められた。この二つの実験で操作上変更したところは点火リレーに発射時の短絡回路を第2回目には使用しなかったのみであつて、この回路はさらに検討する必要があることになった。テレメータの不調は後にアンテナ回路の接地であることがわかった。いずれにしるこの実験でアルファ型のような軽量のロケットは船上から打揚げ可能で、バロスイッチあるいは時間スイッチで点火できることが実証されたと考えられた。この日の風速は9時には6m/sec位であったが、船がフルスピードで走ると甲板上ではほとんど無風状態になり気球の放球は容

易であった。

7. 第5次予備実験 (昭和32年6月)

ロケットに搭載する機器のテレメータリングについてのテストはまだ十分とは言えなかったので、6月3～5日には気象研究所で、また6月28日には館野の高層気象台で予備実験が行なわれた。すなわち宇宙線の測定・発信・受信・記録のテスト等が行なわれ、宇宙線テレメータとゾンデの干渉、受信機の改良、送信機のパワー増加等が検討された。

8. IGY ロクーン観測計画と第1次 IGY ロクーン実験 (昭和32年8月)

昭和32年7月1日から33年の末にかけて18ヶ月間は国際地球観測年 (International Geophysical Year) として指定されていたので、この観測にできればロクーンも参加しようということになった。参加するとしてもまずロクーンの飛揚・点火・テレメータリングを確実にする事が第一であって、搭載機器の開発も併行して行ない、ロクーン用ロケットもその間にどの型式にすべきかを決めなければならなかった。このような状態からまず搭載機器はこの当時すでにでき上がっていた宇宙線計を用い、ロケットにはシグマ型をテストすることになった。シグマ型は今まで行なってきたアルファ型とは異なって全備重量が20kgあり、これを25kmまで揚げるには気球も2,500m³の容積を必要とし、これを船上から揚げることも一つの課題であった。搭載機器の関係からシグマ型の大きさは必要であったが、点火高度が25kmとなると気球がずいぶん大きくなるので20km位に下げ、気球を小さくし放球を容易にすることが一方で望まれたが、当時はロケットの到達高度が100kmを目標としそれを固守していたので気球の到達高度はなるべく高くしたのであった。

目的 宇宙線強度の高度による変化の測定

日時 昭和32年8月6, 7, 8日

場所 房総半島南東沖150km付近、凌風丸船上より放球

気球 ポリエチレン気球 容積2,500m³ 自重35kg

ロケット シグマ型 全重量20kg

搭載機器 1号機 加速度計, 2号機 宇宙線計

結果 天候悪く、気球水素充填中に風が出て、船速フルスピードでもこれを相殺することができなかった。気球を引綱で徐々に揚げる操作中、引綱の部分から気球が損傷して放球に至らなかった。その後天候は回復せず、実験を続けることができなかった。この実験で見ると、気球がこれだけ大きくなると甲板上で2m/sec以上も風が吹くと操作困難になる。全く無風状態であればよいが、引綱方式が甲板上での放球に適したものだとなると、天候待ちに十分余裕をとらなければならないという結果となった。

9. 第2次 IGY 実験 (昭和32年9月)

凌風丸は気象庁の任務につくので、ロクーンが凌風丸に頼る限り、なかなか空いた時が無く、スケジュールを組むことが困難になってきた。代船も調べたが適当なものが無いので、海岸から揚げることを考えようということになった。日本ではだいたい常時20km近の上空までは偏西風が吹いているから気球をこれに乗せて100～200km位東の海上に出し、たとえその上を吹いている偏東風に短時間乗っても、安全に海上で点火できるようにしようというのである。これには実施前にその場所での風向、風速を気象ゾンデを用いて測定し、高層観測のルーチンのデータを参照し、これによって気球の上昇速度を加減し、点火時を安全地帯の上空になるようタイマーあるいはバロスイッチで決めればよい。なお安全なため点火しない場合の措置としてタイマーで気球とロケットを切り離し、ロケットを海中に沈める方法をとった。

目的 第1次計画と同じ

日時 昭和32年9月7, 8, 9, 10, 11日

場所 茨城県那珂湊平磯海岸、市立平磯中学校々庭より放球

気球, ロケット, 搭載機器, 前回と同じ

この期間は天候待ちも考えて長い日程を組んだのであったが、全期間を通じて天候悪く遂に1機も揚げることができずに終わった。

10. ロクーン放球場所の選定とロクーン用ロケットの地上テスト (昭和32年12月より昭和33年4月)

平磯は海岸で西方に山が無く、風が吹き抜けるので常時風が強くて不適當であるという論があって、もっとよい地を探そうということになった。房総地帯を調べて二候補地も挙げられたけれども、この辺一帯は、主要航空路に当たっていて、航空局では絶対に許可しないことがわかった。そこで平磯より北の海岸地帯を探すよりほか無く、図上ならびに現地偵察をした結果、北茨城市の五浦海岸が比較的よいということになって、島地を借り、またテレメータ用の受信小屋を借りたり、動力線の引込み等を行なった。

一方ロクーン用ロケットにも問題があった。それは地上用のカップ122Sを使用した方がよいか、全プラスチック製のパイ型を開発使用すべきかが問題であった。地上発射用ロケットとロクーン用ロケットは打揚げ時の空気抵抗が異なるから当然変わったものが用いられてよい。パイロケットの地上発射性能試験が数回行なわれたが、あまりよい結果は得られなかった。33年4月のロクーン合同打合せ会で122Sの頭部をプラスチックで作った改良型を採用することになり、シグマ2型と名付けられた。これは重心の位置もよく製作も時期的に可能で、かつ地上試験もカップ計画で試験済みで改めて行なう必要がないという結論が得られた。

11. IGY 第 3 次実験 (昭和 33 年 5 月)

ロケットはシグマ 2 型と決まり、土地も五浦と決まったので IGY のロケット観測日間に打揚げを行ない、発射試験と同時に宇宙線、気圧の測定も行なうこととなった。

目的 (a) シグマ 2 型ロケットの気球による高空発射ならびに高空飛しょう試験

(b) 積載計器の性能試験

日時 昭和 33 年 5 月 30 日～6 月 6 日

場所 茨城県北茨城市五浦海岸

気球 1 号機用 435m³ 自重 13kg

2 号機用 2,100m³ 自重 35kg

ロケット シグマ 2 型 全備重量 37kg

積載器材 1 号機 気圧計、加速度計

2 号機 宇宙線計

結果 1 号機は 6 月 3 日 10 時 25 分に放球、高空の風が弱かったので 16km 上昇した所で浮遊させ、放球後 2 時間 22 分で点火させた。第 2 号機は 6 月 5 日 9 時 55 分放球しようとした。この日朝早く無風状態で絶好の日和と思われたが、テレメータ故障で時間をとるうち、少し風が吹くようになった。放球時に悪いことに突風にあってロケットが地面に接触し、そのショックでリレーが作用し、離陸後 5 秒でロケットに点火した。ロケットは現地の南方 4km の常盤線付近の山際に落ちた。ロケットの飛しょう時間はテレメータによって 71 秒であることが分かった。

1 号機はテレメータが完全に作用し、ロクーン実験後初めて完全なデータがとれた。それによるとエンジン燃焼約 1 秒間燃焼し 106 秒後に海中に落下した。バルーンの

点火時の高度は 16km で推葉の温度は最低約 5°C であった。このロケットは黒塗りであったがポリエチレンカバーはつけてなかった。これがため推葉の温度が下がり燃焼は息をついて不良であったと推測された。

第 2 号機についてみると、第 1 次 IGY 実験でもそうであったが、2,000m³ 以上の気球になると、秒速数 m の風が吹くと引網式の放球は困難になるので、無風状態の天候を待つか、あるいは宇宙線気球の放球のようにランチャーを用い、ロケットに対して安全な方策を立てるか、いずれかを考えねばならぬことになった。こうする間に IGY 観測年を終わり、ロクーン委員会も 12 月末日をもって解散し、その実験は生産技術研究所に引き継がれることになった。

昭和 31 年に始まり 33 年に終わる 3 年間、原子核研、生産技研、理研、気象庁、天文台、気象研、東大理、電通研、電波研、立大理、ロケット協会、富士精密、明星電気、久保田気象測器、藤倉ゴム、気球製作所、日本冶金の皆様がロクーン実験グループとなり、またロクーン委員会の下に協力してロクーンを育てられたことは、ロケット観測特別委員会の兼重委員長初め委員諸氏ならびに文部省の岡野課長、立松、岩下両氏のご援助とともに、たとえこの期間に完成はしなかったけれど、大きな仕事であったこと、お互いの協力がまことに気持のよいものであったこと等忘れることのできない思い出となった。昭和 34 年よりこの実験が生産技術研究所へ引き継がれ完成に近づきつつあることはまことに喜びにたえない。終わりに実施に当たり、航空局、警察、海上保安庁のご協力および実施場所の県、市当局、漁業組合、地元の方々のご支援に感謝し厚く御礼申し上げる。(1960. 1. 12)

33 年度、34 年度 ロクーン 研究経過

平 尾 取

われわれが引き継いだ問題としては気球に吊るして長時間浮遊した場合のロケット推葉の温度がどの程度の値になるか、また、できればこれを 20°C 前後の温度に保つ方法を求めることと、大きな気球にロケットを吊るしたものを安全、確実に地上から放つ方法を考えることの二つが主なものであった。この二つのことが解決すればあとはこれまでに使用されたものをそのまま用いれば、ロクーンロケットは観測用に使用することができるようになるものと考えられた。

そこでまず第 1 の推葉の温度の問題を明らかにするためには、熱的な諸数値すなわち熱伝導率、比熱等がロケ

ット推葉のそれらとほとんど等しいポリエステルを使って推葉の実物大模型を作り、これに多数の温度計(サーミスタ)を埋め込んでこれをテレメータで地上に送り、気球に吊るして浮遊している間のこれらの温度の時間的な変化を測定しその結果から、推葉温度を 20°C 前後の一定値に保つ方法を求めることにした。

次に第 2 の気球にロケットを吊るしたものを、安全確実に地上から放つ方法については、いろいろな多くの提案について検討した結果、原子核研究所の所員、西村純氏の発案になる補助気球を使用する方法を第 1 案として検討することになった。