

## 計 装 と 観 測

高 木 昇

## 1. 結 言

観測ロケットにのせる電子機器を大別すると、(1) 超高層の物理現象を観測する観測機器、あるいはロケットの性能を知るための計測機器等、観測ならびに計測器、(2) 観測量をロケットから地上に知らせるテレメータ送信機、(3) ロケットの飛しょうに伴い、時々刻々の経路を知らせるレーダ送受信機の 3 部から成っている。この外にこの 3 部を有機的に結合し、観測を効果あらしめるための補助的機構部品がある。

以上の機器部品をロケット本体にとりつけ、そのことがロケットの飛しょう性能に悪影響をおよぼさないように配慮すると同時に、観測のためにロケット頭部の開頭を行ったり、観測器、アンテナ等を自動的に決められた時刻に露出する等の機構も必要になる。これをわれわれは計装技術と一括して呼んでいる。

以下に、これらについて従来の成果を簡単にふれ、ついで将来の方向について私見を述べたい。

## 2. 観測器と計測器

従来、観測項目としては気温・風、宇宙線、大気光、電離層、宇宙電波雑音、地磁気等を実施してきた。またロケットの性能を知るための計測としては加速度、減速度、振動、温度上昇等を測ってきた。

まず気温・風の観測には発音弾方式を採用しており、8 箇の発音弾は所定の高度で、つぎつぎに 1 箇ずつ射出し、発音させる。そのためには確実に動作するタイマ、ロケットの頭部を突き破って発音弾を射出する機構、ついでロケットに被害を与えない距離に発音弾が進んだときに爆破させるタイマ、発音弾の射出時刻を知らせるテレメータ、爆破したか否かを検知するテレメータ等、幾多の磨にかくれた難かしい計装技術を必要とする。この発音弾方式は 10 回以上にわたって観測が行なわれ、日本上空の気温・風について貴重な成果が得られ、世界的に寄与している。発音弾法は高度が 100 km 以上では使用できないので、これに代わるものとして金属ナトリウムを射出する方法があるが、その準備も整い、本年 5 月に行なう予定であったが、天候不良のために延期した。

宇宙線観測も数回行なわれ、成果をおさめているが、主として全線量と若干のエネルギー別の測定を行なった。

計装技術としては宇宙線測定に支障のないように配置を考え、またロケット頭部を開頭する程度でよい。続いて宇宙線強度をハイアナライザにかけて観測する機器の準備も進行中である。

大気光を観測するためには数十 km にロケットが上昇してから、頭部から横に集光筒をつきだして、大気光を光電管にみちびく機構、光の波長別に順次切り替え、測る装置などの計装を必要とする。

電離層の観測には従来も、日本独得のレゾナンスプローブを用いてきた。このためには適当な高度で正しく頭部を開き、プローブを外に出す機構が必要で、これも成功した。

地磁気の観測には三軸成分を測るコイル法を使っているが、これも頭部を開くだけでよい。初めは地磁気計によってロケットの姿勢を測るのに利用し、初めて飛しょう中のロケットの姿勢を測ることに成功した。ロケットの姿勢計としては、この外に太陽を利用するものも開発中であるが、将来とも地磁気姿勢計は用いる予定である。さらに地磁気測定のために、プロトン磁力計、ルビジュウム磁力計等の開発も進んでいる。

超高層における電波雑音の観測も行なわれているが、このためには数十 km 以上で開頭し、アンテナを外につき出す等の計装を必要とし、これまた観測に成功している。

以上の例に見るように、独自の観測器を開発すると同時に、それを有効に働かせるための計装技術が大切であることが了解されよう。

従来小型観測ロケットにより単一項目の観測がアメリカでは主として行なわれてきた。それも必要ではあろうが、われわれとしては幾つかの項目を同時に観測することがより重要であることを認識している。それは単一項目の観測結果はかなり集積されてきたが、異なる項目の相関を観測することこそ意義があるものとわれわれは考えている。

そこで多項目の観測を同時に行なうべく研究が進んでいる。その際問題となるのは、搭載機器の重量増加と容積増加である。重量の方はそれほど制限が厳しくはないが、容積の方はこれが大きくなるとロケットの飛しょう性能に悪影響をおよぼすので、これはできる限り小さいものが望ましい。

したがって将来の観測機器としては、容積の小さい超小型機器を開発することが重要である。

計測器についても、まったく以上と同様のことがいえるので省略する。

### 3. テレメータ送信機

テレメータ送信機は従来のサブミニチュア管を使用したものから進んで、高周波部を除き、トランジスタ化したものが現用されている。チャンネル数は5チャンネルから10チャンネルに増加した。ついで12~15チャンネルに増加する予定である。ところが前項にのべたように観測項目の増大に伴って、これでもチャンネル数が不足となりつつある。現用のテレメータ方式はFM-FM方式であるために、これ以上チャンネル数を増すことはチャンネル間の混信が多くなり、観測精度が低下することになる。そこでテレメータ送信機をさらに1台増し、チャンネル数を増した方が得策と考え、ラムダロケットからこれを実施する予定である。

ここでも送信機増加に伴って容積をへらす問題が起ってくる。したがって、機器の超小型化を計るべきで、まず全トランジスタ化を計画中である。これにより送信出力の低下は免れないが、地上受信機の低雑音ならびに高感度方式によりこれは十分にカバーできる。

なおカッパロケット系ではメインロケットにのみ観測器、テレメータ、レーダ等の機器をのせた。ラムダロケット系ではメインロケットのみならず、2段、3段等のブースタロケットに観測機器を乗せることを実施する予定である。それはラムダ3段式を例にとると、ブースタロケットの高度がそれぞれ数十km、100kmをこえると思われるので、ブースタ自身もゆうに観測ロケット自体となり得るからである。したがってこのためには、やはり機器の小型化と特別な計装を開発することが肝要である。

以上の計画に対応して地上テレメータ受信機の増設が必要となる。またラムダロケットの飛しょう距離が増大し、数千kmに達すると予想されるので、その場合にもテレメータ受信が可能であるために、直径18mの巨大パラボラアンテナを建設中である。

さらに観測項目によっては、広帯域のテレメータを必要としてきた。たとえばロケットにテレビジョン送信機をのせて地上に情報を送るとか、パルス性の情報を送る場合がこれに当たる。また多数の観測量を誤りなく処理するためには、PCMテレメータ方式の開発も行なう必要があろう。

### 4. レーダ

ロケットにのせるレーダトランスポンダについては、長い間の研究と経験から、ほぼ満足すべき機器が得られ

ている。しかし前項に述べた理由で超小型化を進めたいと考えている。

ラムダロケット系に対しては、各段のロケットをそれぞれ追跡して飛しょう経路を定める必要がある。このために地上ではロケットの数だけレーダを増設しなければならないし、また各レーダ相互間の干渉妨害を防ぐ手段を確立しなければならない。

現在、直径4mのパラボラレーダはすでに動作中で、これは約1,500kmまでの追尾能力を持っている。これでメインロケットを追い、ブースタロケットには直径2mのパラボラレーダを作って使用する予定である。

### 5. 将来の問題

以上、ロケット電子機器の現状を述べた。過去8年にわたってわれわれはカッパロケットを70機以上あげたが、観測器とその計装技術は一つとして同じものがないと言っても過言ではない。というのは、われわれは常に一機打ち上げては反省し、それを基にして改良を加えて、つぎの一機を打ち上げているからである。観測器自体は当然日進月歩であり、また観測器の組合せもまちまちであり、したがってその適当な計装技術も場合場合によって解決してゆかなければならない。

技術者としては機器を標準化することは望ましいのであるが、現状では一機一機がオグダメドであるために、標準化はなかなか困難である。テレメータ送信機とレーダトランスポンダはほぼ標準化しているが、上述のように、機器の容積をへらすことが重要問題であり、これらの超小型化は行なわねばならぬ。

観測ロケットの目的からいっても、従来の観測方法を改良進歩させると同時に、わが国独自の観測方法の開発が望まれる。また観測によってはロケットの姿勢を知る必要があり、これは地磁気姿勢計によって解決済であるが、さらに進んでロケットの姿勢制御が望まれている。これの開発も今後の問題である。

われわれの経験によれば、カッパ6型よりはカッパ8型の方が観測器も多く、ロケットの価格は高いにもかかわらず、得られた観測結果一つ当たりの価格はかえって安くなる。そこで大型ロケットの方が全観測に成功すれば有利であるとの結論になる。

ラムダロケット系は、観測器の搭載数が多いこと、さらにブースタにも観測器をのせて有効にデータがとれることを考えると、ラムダロケットを積極的に利用することも重要なテーマである。(1963年6月26日受理)

☆

☆