

ロケット搭載用電離層直接観測器

平 尾 邦 雄

1. は し が き

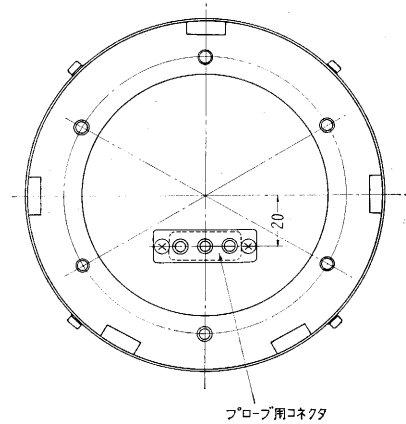
1960年9月K-8型の完成によって、われわれは初めて電離層へ探測の手をのばすことができるようになった。それ以後前後8回にわたって秋田県道川で実験をかさね、他方日米共同実験として米国ワロップス実験場でナイキケジュンおよびエアロビー 150A を用いて同様な電離層ロケット観測を行なった。この間用いられた電離層直接観測器は前回の生産研究観測ロケット特集号(第15巻7号)にあますところなく示されている。傘型状にひろがる特異なプローブ群はそのデザインにおいても性能においても非常にすぐれたもので、測定部をふくめた全体はそれ自体芸術品の観があった。しかしこれはあくまで160φあるいは250φのロケットに適した設計であり、かつその内部にも摺動抵抗器をモータでうごかす機構とか一次電池を使用するか、将来の長時間飛しょう体へのせるのには不適當な機構をいくつか含んでいた。そのためにラムダ型ロケットの搭載機器製作を機会にそのような点を改良し、将来人工衛星のオペレーションにも差し支えないようなものにした。特に電源関係には意を使った。このような機器の改良研究の一助として電波研究所の研究費を使用していわゆる標準レゾナンスプローブの試作研究を行なった。この成果については COSPAR の Information Bulletin No. 17 に記載されている。ともあれ、改良された電離層直接観測器はラムダ型ロケットに搭載され、その動作は十分満足すべきものであることが確認された。特に L-3-1 号機に搭載されたのと同じものが今秋米国ワロップス実験場において、再度日米共同実験の一環として、ジャベリンロケットにつままれてほぼ 1000 km までの超高層観測を行なうことになっている。ジャベリンロケットの振動、加速度等の環境条件は非常に苛酷であって、ほぼ衛星搭載時のそれにあたるといわれるので、これによってこの電離層直接観測器が人工衛星搭載可能か否かを知ることもできるであろう。

2. 計 設 基 準

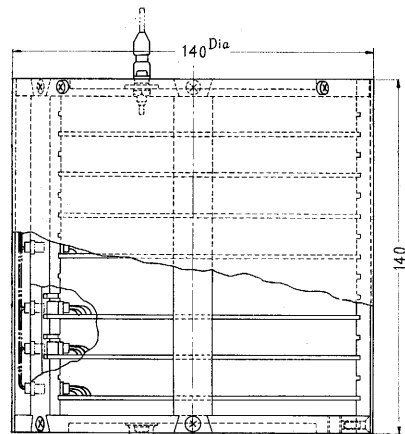
a) 大きさの基準

わが国のロケットの直径は今のところ 165 mmφ, 250 mmφ, 420 mmφ, 735 mmφ である。この一連の大きさのロケットに最も効率的に搭載しうる大きさとしてのユニットパッケージはどのくらいの大きさになるであろうか。その形も角状がよいか円筒がよいか。

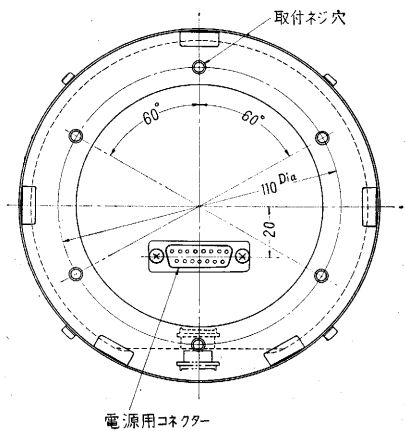
形についてはわれわれは主として製作上の理由から円



(a) 電離層直接観測器ユニット上面図



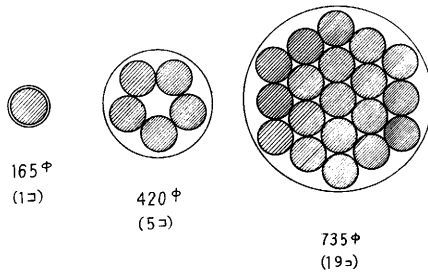
(b) 電離層直接観測器ユニット側面図



(c) 電離層直接観測器ユニット底面図

第 1 図

筒形を採用した。すなわち第1図a, b, cに示すような上面、側面および底面をもつ構造とした。この構造は内側の枠で十分強度をもっており、側面のおおいはうすいアルミ板をつかかって表面をみかき輻射熱の影響を受けないようにしたものである。大きさについてはあまり直径の小さいものは、かえて中の印刷配線板にとりつける部品数が少なくなって実効的な有効搭載量が減少するのでユニットの外径を140 mmにとることにした。その結果第2図に示すように、165φ, 420φ, 735φ, には



第2図 ユニット配置図

それぞれ1, 5および19箇のユニットを平面的に配置しうろようになったが250φには不適当な大きさとなり、これについては後にのべる方法を用いることにした。この寸法を用いることによりナイキケジュンやナイキアパッチのような世界的によくつかわれているロケットにもよく適合しうろる大きさとなった。ユニットの高さについては直径のように制限がないが一応140 mmとし、直径および高さとも140 mmという大きさを一応電離層直接観測器の標準ユニットとすることにした。このユニットの中に第1図bに示すように2 mm厚のプリント板を挿入してあるが、その間隔は標準としては15 mmとし特に大型部品のさいは大きくしてある。各プリント板間はキャノンのマイクロDというコネクタを用いて接続し、最終端は上面あるいは底面にとりつけたキャノンコネクタとしてある。このようにしてでき上がったユニットの平均の重量は約1.5 kgである。体積は約 $2.16 \times 10^3 \text{cc}$ であるので、比重は約0.75程度となる。

250 mmφ, すなわちK-8型やK-9 M型の搭載用機器としては上にのべたように140 mmφ 140 mmHの形はあまり適当ではない。しかし測定回路もある程度標準化されていて、印刷回路をかえるのは経済的に見てもあまり得策とはいえないので、同じ回路を正方形の板に印刷して140 mm×140 mmの箱に入れ、横にして取付板にとりつけるようにした。このようにすると箱の長さは約200 mmとることができるので、一つのユニットについての収容力は約50%増加する。

b) 電 源

ロケット搭載機器における電源の問題は非常に重要である。特に多くの観測器を同時に搭載するロケットにあ

っては各測定器がそれぞれ電源をもつと、そのおのおのに余裕をもたせるために、大容積大重量の電源をつむので、いきおい電源のしめる容積重量が大きくなってしまふ。そのため測定器のための有効搭載量が減少してしまふ結果となる。これを防ぐためには電源を集中して同一電源をつかうこと、電源電池として単位重量あたりの電源容量の大きなものをつかうこと、できうるかぎり充電可能な二次電池を用いて不必要な余裕分をとらないことなどを注意しなければならない。筆者が日米共同実験で使用したナイキケジュンおよびエアロビー150 Aではともに集中電源が使用されていて、どうしても集中電源が使用できない所だけ他の電池を他用していた。第3回予定のジャベリンロケットの実験ではわれわれの電離層直接観測器も米国側から28 V 0.1%調節の電源を供給されることになっている。

以上の点からわれわれも集中化電線をのぞむものであるが、いまだそこまでの体制はできていないので、独立した電源を設計した。まず使用可能時間 T_0 の決定であるがそれについては、 $T_0 = T_F + 20$ 分(ここで T_F は使用ロケットの飛しょう時間である)を一応の目安とした。われわれの観測器はロケットに組み込まれてランチャ上にある時も外部電源を使用することができるので、数次にわたって行なわれる発信テストにもほとんど外部電源をつかい内部電源を使うのは、ほぼ1回につき10~15秒程度である。しかし発射の際は離脱コネクタの離脱作業のため4~5分前には内部電源になおさなくてはならない。さらに実際の発射の際はなんらかの原因によって内部電源になったまま数分またなければならぬことがある。このような時間をたし合わせて10分程度の余裕を見込んだのが $T_0 = T_F + 20$ 分の根拠である。実際にはこの値に近い適当な電池を使用している。

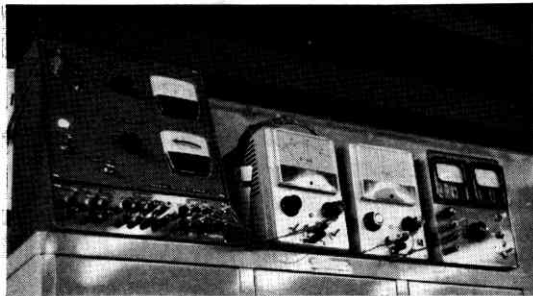
われわれの使用しているのは完全密封型の焼結式ニッケルカドミウム電池である。これは完全密封型であるので漏液の心配はぜんぜんなく、いかなる姿勢でも使用できる。ただ充電の際は最大許容放電電流の $1/10 \sim 1/20$ で充電しなければならぬので、充電時間を考慮に入れつつ使用しないとロケット実験のスケジュールをくろわすことにもなりかねない。焼結式ニッケルカドミウム電池には、この他開放型といわれるものもあるがこれは充電、放電に際しかなり無理がきく。その構造自体はヤードニーの銀電池の構造に似ているので、あるいはロケット用にも使用しうろる可能性をもっているかもしれないので現在研究中である。

われわれの電源はうすい円筒型の素電池をさらに罐の中に密封して成型したものを測定器と同じユニットの中に装着してある。ユニットの中には必要な数の電池と数系統のレギュレータ、内部電源外部電源の切換等に必要ステッピングスイッチ、それを駆動するロータリソレ

ノイドおよび電源の ON, OFF に必要なラッチングリレ等がとりつけられてある。現在使用している電源ユニットは約 2.5 kg 程度であるので比重は約 1.16 程度である。

c) 計器管制装置

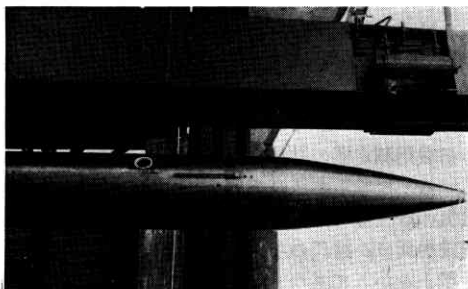
今のべたように、この測定器はロケットに組込後も充電をすることができるし、内部および外部両電源の切換等も行なえる。これらの種々の作用を制御するために、計器管制装置を使用している。この中に含まれているものは電源ユニットの中にあるステッピングスイッチを、すすめるための押しボタン、そのステッピングスイッチと同期してすすむ同型のステッピングスイッチ、そのスイッチの位置を示すメータ、電源電圧および充電時の電流電圧をモニタするメータ、外部電源および充電用電源を接続するための端子および測定器電源 ON, OFF のためのアンサバック用のランプ等である。この管制装置と本体電源とは 15 本の線で接続されている。将来電源が集中化された場合は測定器電源 ON, OFF およびアンサバック用線をのぞいてはそちらに移されることとなろう。第 3 図に現在使用中の管制装置を示す。



第 3 図 計測器用管制装置

d) プロープ突出のからくり

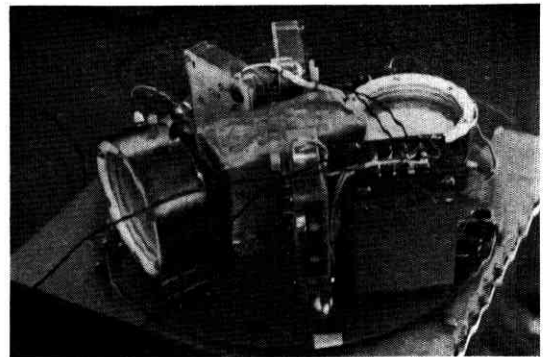
前に述べた通り K-8-8号機以降に用いられたプロープ突出の機構はいわゆる傘型であってプロープの本数をかなり任意にとりうる利点があり、その動作も非常に確実であった。しかし一つの欠点はプロープをひろげるためにシリンダをおし上げる部分がかかなり大きくなって、ロケット内のスペースを占有することである。さらにプロープが球形プロープのみでなく、トラップ型式のものをも使用することになったので、この際プロープの突出のからくりを種々考えかつ実用して見てエレクトロニクス



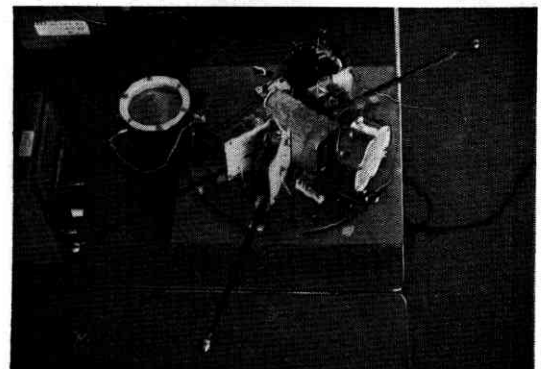
第 4 図 L-2-1 号機のプロープ群

部のユニット化がなされるとともに、ロケットのケースバイケースで最も効率の高いからくりを使用することにした。まず L-2-1 号機に採用した方式は頭胴部の先端自体および側壁にはりつけた円盤をプローブとして使用することであった。この際イオントラップのみは側壁の一部を直角に突き出してトラップ面を進行方向にむけることにし、エレクトロン用プローブはエレクトロンが変調されやすいので、側壁にとりつけたままとした(第 4 図)。不幸にして L-2-1 号機はメインロケットに点火しなかったため、わずかに 58 km 上昇したのみであったので、電離層の測定ができなかったが最も心配した空力加熱による先端プローブの熱電子放射の影響はほとんどみとめられなかった。しかしこの時はわからなかったが、後述するように側壁の円板プローブはロケット本体のシースおよびスピンの影響が甚大で、今後は使用できないことが L-3-1 号機の実験まで明らかにならなかったのである。

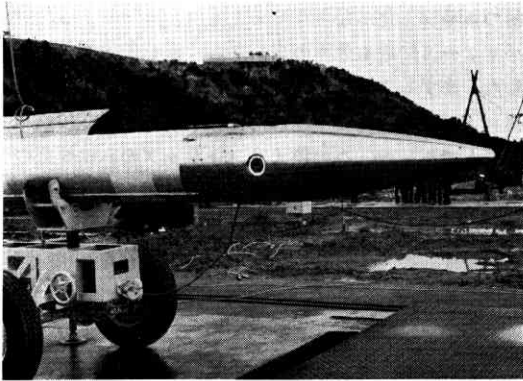
ついで L-2-2 号機るときは頭胴部の開頭が行なわれることになったので、異なった型のプローブ突出機構が用いられた。L-2-2 号機で用いられたのはイオントラップ、エレクトロントラップおよび電子に関する測定用として 3 本のプローブ計 5 箇である。これは第 5 図に示すように一つの円板の上に配置され、開頭後 1.5 秒たつて第 6 図に見られるようにひろげられる。イオントラップは開頭後 1.5 秒でロータリーソレノイドでフックがはず



第 5 図 L-2-2 号機用センサ

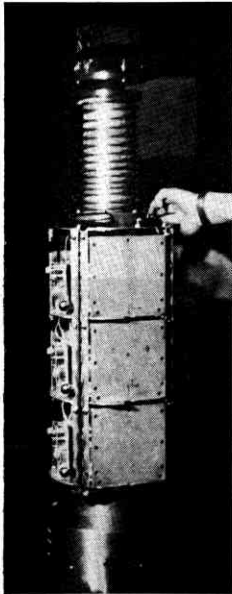


第 6 図 L-2-2 号機用センサの展開後の配列



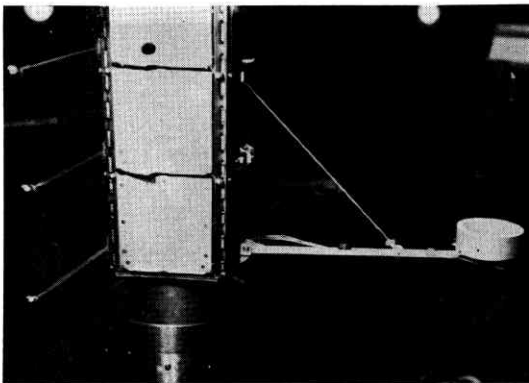
第7図 L-3-1号機のプローブ

されパネで横に出る。電子関係のプローブは巻尺のように自分自身のもつ弾性でとび出すようになっている。プローブの柄にあたる部分はシリコン樹脂で絶縁され、さらにその上から収縮ビニールをかぶせてあって電気的および機械的に十分な強度をもって絶縁されている。この

第8図 9M-4号機の
ペイロード

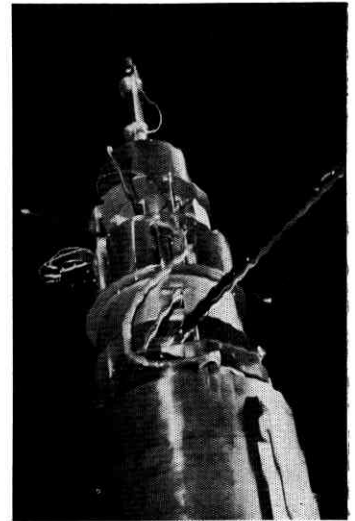
方式は一つ一つ別々にとりつけることができるので、電子関係のプローブとしては有用で後 K-9M-3, 4号機にもとりつけたものである。

次に L-3-1号機については Test Flight であるので開頭をしないことになった。そのためにプローブとしては3筒とも直径8cmの金メッキをした円板をテフロンで絶縁して頭胴部の平行部側壁にとりつけた(第7図)。結果は前にふれたように8cmのプローブがロケットのイオンシースの延長によっておおわれるような結果になったことおよびロケットのプレセッションおよびスピンの影響を非常に強くうけたと想像され



第9図 9M-4号機のセンサがひろがったところ

る。今後このような時には頭胴部側壁の一部をあけるとか、側壁につけたプローブのみをひろげるとかのからくりをしなければならぬことがある。ただし先端を使うことはよいと思われるが L-3-1号機には間に合わなかった。次に 9M-3, 4号機用のプローブについてのべる。この



第10図 L-2-2号機用ペイロード

ロケットは39年7月に Flight を予定されていたが、都合により10月に延期されたものである。このロケットは開頭をするように設計されていたので搭載したイオントラップおよびプローブとも開頭1.5後秒でひろがるように設計された。第8図に示されるように頭胴部の中にくみこまれたものが第9図に見られるような形にひろがるのである。ここで電子用には巻尺式のプローブ機構が用いられ、イオントラップは約40cmの長さの柄につけられてスプリングによって直角方向にとび出すようにしたものである

3. むすび

以上でラムダロケット出現以後、電離層直接観測器に見られた改良点についてのべて

きた。これらの測定器をどのようにして搭載しているかを読者諸賢に見ていただくために L-2-2号機および L-3-1号機のペイロードの写真を第10図~11図にかかげる。特に、L-2-2号機のペイロードはその観測の多様さあるいはその美しさにおいて抜群のものであろう。

今後基礎実験の進展とともに電離層の測定項目はさらに増加すると思われるが、測定器部については同じユニット、センサについてはより多種のものを開発し、ロケット搭載用測定器の計装合理化の一端に寄与したいと考えている。なお電離層直接観測器については電波研究所電離気体研究室の同僚諸氏および横河ヒューレットKK村岡俊男氏ほか諸氏の多大の協力を得ていることを付記し、紙上をかりてあつくお礼を申し上げるものである。

(1964年10月12日受理)