

カップロケットのエレクトロニクス

高木 昇 ・ 野村民也

1. 緒言

1955年に観測ロケットの仕事が開始されるに当たって、エレクトロニクスの達成すべき目標は、国際地球観測年 (IGY 1957~8年) において打揚げを予定された高度 80 km ないし 100 km の観測ロケットに対して、テレメータ (無線遠隔測定) およびトラッキング (電波標定) 装置を、システムとして完成することであった。

以来、満5年余りの年月を経て、その間のロケットの開発は多くの困難に達着しながらも、その都度、よくこれを克服しつつ、今日のカップ8型にまで成長した。ロケットの次の開発目標は、カップ9型あるいは10型に向けられているが、その実現もそう遠からざる将来のこととして期待されている。

IGYの高度目標が80 km ないし 100 km であったところから、当初、エレクトロニクス諸装置は通達距離150 km 程度を目標に設計された。以後、機会あるごとに性能の向上を図りつつ今日に至ったが、ロケット到達高度が飛躍的に増大するにつれて、距離も著しく増大しようとしており、ようやくエレクトロニクス装置も能力の限界に達するに至った。こうした新しい情勢に対応して、昭和35年度以来、エレクトロニクス諸装置の性能向上が計画され、すでに一部の装置については新鋭装置の製作が進められている。

こうして、エレクトロニクスが新しい局面を迎えようとしているのであるが、その時に際し、現在の装置がどのようなものかについて述べるとともに、新しい装置の開発の目標を併せ示して、参考に資したいと思う。

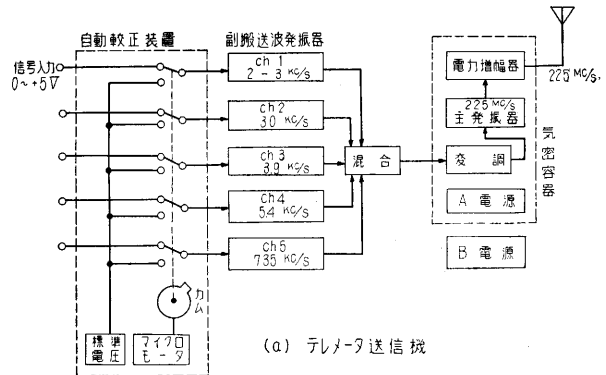
2. テレメータ装置

(1) システムの構成

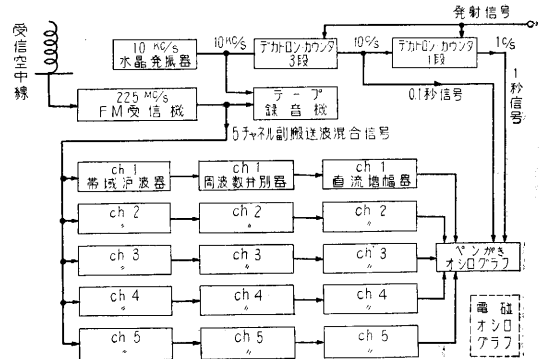
テレメータ装置は、ロケットに搭載するテレメータ送信機と、これから送信される電波を受信し、測定情報を記録する地上の受信記録装置とから成っている。現用の装置の構成系統図は第1図に示すとおりである。方式は225 Mc/s, FM-FM方式で、チャンネル数 (同時に伝送できる測定量の数) は5である。

FM-FM方式では、測定量によって周波数の変わる発振器 (これを副搬送波発振器という) で、測定量の変化を周波数の変化に変換し、これで主搬送波 (この場合は225 Mc/s) を周波数変調して送信する。幾つかの副搬送波発振器について、それぞれの周波数範囲が互いに重ならないようにしておけば、これらの信号を全部まとめ

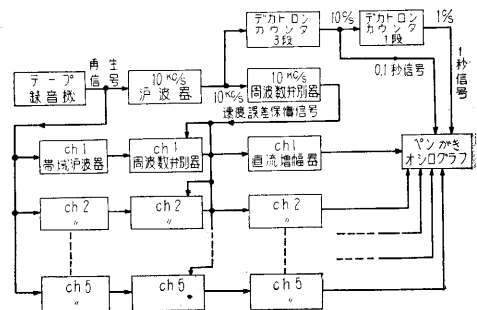
て送信しても、地上で濾波器で各成分に分けることができるから、一つの送信機で多重の情報伝送ができる仕組みになっている。



(a) テレメータ送信機



(b) テレメータ受信記録装置 (飛翔中)



(c) 記録再生時の系統図

第1図 テレメータ装置構成系統図

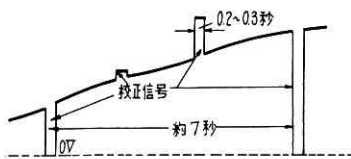
(2) テレメータ送信機

(a) 構成 副搬送波発振器は、いずれも $0 \sim +5V$ の測定信号電圧によって、周波数が比例的に中心周波数

の $\pm 7.5\%$ の範囲に変化する。中心周波は第 1 図に記載した通り、2-3, 3.0, 3.9, 5.4 および 7.35 Kc/s である。

副搬送波発振器の信号入力端インピーダンスは $500k\Omega$ である。したがって、計測器はいずれも、 $500k\Omega$ の負荷に対して変化範囲が $0\sim+5V$ の信号電圧を与えるよう設計されなければならない。このように測定信号の規格を統一することにより、計測器とテレメータ送信機は明確に分離することができ、運用が円滑に行ないうる。5 個の副搬送波信号は、ほぼ均等に加え合わせて変調器に入り、225 Mc/s の主発振器を周波数変調する。主発振器出力は電力増幅され、約 1 W の出力として送信アンテナを通じ送信される。なお、225 Mc/s の変調の最大周波数偏移は、 $\pm 100 Kc/s$ である。

測定量を周波数変化に変換する副搬送波発振器は、その周波数が電源電圧その他の環境条件の変化に対して十分安定でないと誤差を生ずることになる。そのため、回路構成や使用部品が十分吟味されているが、さらにデータの信頼性を高くする目的で、自動校正装置 (in-flight calibrator) を設けてある。これはマイクロモータ駆動



第 2 図 校正装置の動作

のカムでマイクロスイッチを働かせ、信号入力端をときどき標準電圧の方に切り換え、第 2 図に示すようにところどころに校正信号を入れるのである。1 点の校正信号で、0.2~0.3 秒の間データが失われるから、著しく急激な変化を示す測定量の時は使えないこともある。現用装置では 2 チャネルについて各 3 点ずつ、あるいは 3 チャネルについて各 2 点ずつの校正信号を入れることができるようになってい

(b) 電源 現用テレメータ送信機は全真空管式で、全部で 19 本の真空管を使っている。いずれも傍熱型の sub-MT 型である。所要電力はヒータ加熱用の A 電源が 6.3 V, 4 A, 陽極電源 (B 電源) は 160 V, 90 mA である。

A 電源用の電池は、米国 Yardney 社製の酸化銀アルカリ蓄電池 (商品名 Silver Cell) HR-3 型 (公称容量 3 AH) を輸入して使っている。これを 5 個直列にすると、4 A 放電で端子電圧は約 7 V となり、約 40 分間連続使用に耐える。

Silver Cell はロケット用として作られたもので、極めて小型軽量で、加速度や振動に対する耐性はもちろん、逆にしても電液が漏れるようなこともなく、しかも放電中の端子電圧はほとんど一定で理想的なものである。HR-3 型 1 個の容積は、端子を含めて $15 \times 44 \times 73 \text{ mm}$ 、重量は 80 gr. である。外観は第 3 図に示すようなもので

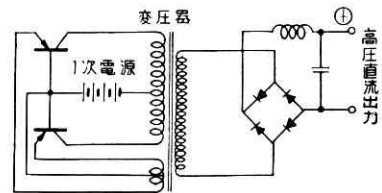


第 3 図 Yardney Silver Cell

ある。B 電源電池は湯浅電池で開発した塩化銀積層乾電池である。この電池は放電の進行とともに塩化銀が還元されて銀となり、それによって内部抵抗が下がるので放電中端子電圧がほぼ一定に保たれる特徴がある。前記所要電力のまかなえるものは、30 分定格で約 500 gr.

になる。単位重量、容積当たりの容量はかなり優秀であるが、保存性が悪いのが欠点である。

B 電源供給の手段としては、別に低圧電源 (A 電源) を交流化して、変圧器で昇圧して整流して用いる方法もある。第 4 図はトランジスタを開閉素子とした DC-DC コンバータで、1 次電圧が 6 V 程度では高い効率を実現



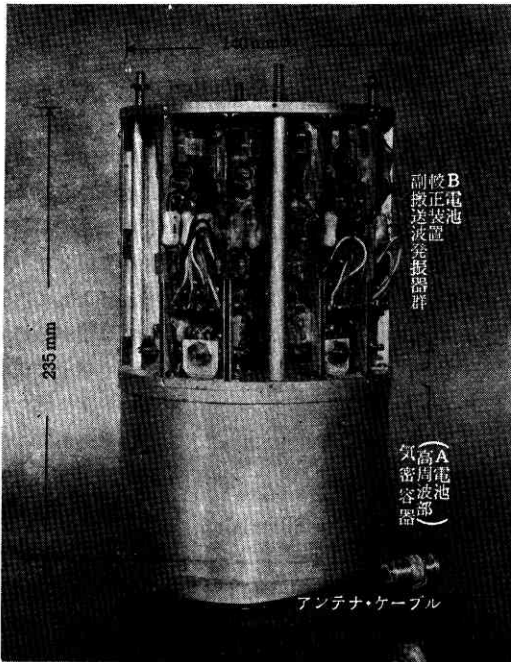
第 4 図 トランジスタ DC-DC コンバータ

することは難しいが、それでも 70% 程度にはなる。前記の B 電源用として設計したものは、重量容積とも、ほぼ塩化銀乾電池のそれとはほぼ同じであるが、保存性や製品ムラに対する懸念がなくて済む。

(c) 構造 第 5 図はテレメータ送信機の構造である。150 型ロケットに合わせて、径 140 mm、高さ 35 mm の円筒形にまとめている。電源を除いた重量は 1.8 kg である。

上空では気圧低下のため、動作電圧の高い高周波部は放電を起こすおそれがあり、また A 電池は電液で沸とうするから、これらは気密容器内に入れてある。全体を気密構造としないのは、重量軽減のためである。第 6 図に気密容器内部の状況を示す。

真空管その他の回路部品はいずれもプリント配線基板に直接とりつけ、弾性的コンパウンドで固めてある。衝撃試験や振動試験の結果、およびこれまで多数の実験の実績から見て、強度上にはまず問題はないといえることができる。

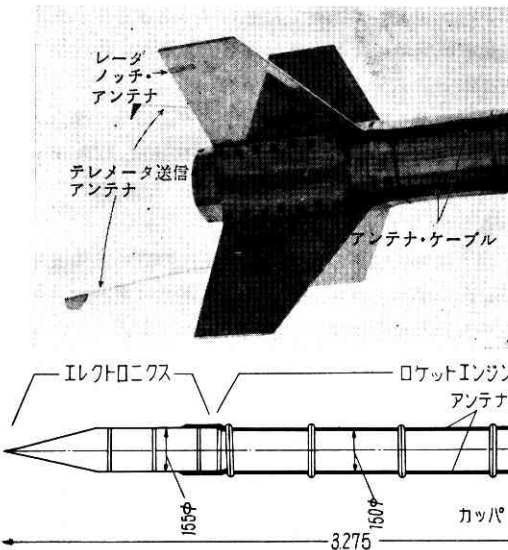


第5図 テレメータ送信機の構造

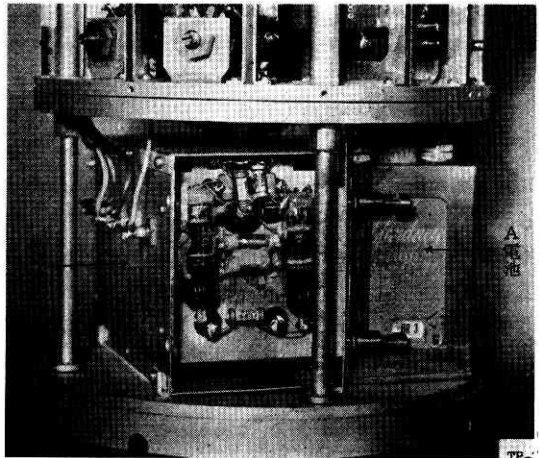
(3) テレメータ送信アンテナ

ロケットに装着するアンテナは、第1にそれが飛しょう特性に悪影響を及ぼさないことが要求される。さらに強度や耐熱性の高い構造の必要があり、また飛しょう中、姿勢や方向が変わっても満足に受信できるためには、指向性はできるだけブロードな方がよい。

現用のテレメータ送信アンテナは第7図に示すような構造である。これはカッパ6型用であるが、他のロケットの場合でも、寸法を異にするだけで形式は同様のものになっている。尾翼がサンドイッチ構造であることを利用してその間にケーブルを通し、心線の先を尾翼後縁から



第7図 テレメータ送信アンテナ (カッパ6型メイン・ロケット)



第6図 気密容器内部の構造

後方に吹き流したもので、ロケットの後方に輻射が行なわれる。ケーブルはエンジン部の外側に沿ってテレメータ送信機の部分にまで導かれる。耐熱性のテフロン・ケーブルをさらにテフロン・テープとガラス・クロスで熱的に保護したケーブルで、心線は機械的強度を増すために、銅メッキのピアノ線を使っている。

カッパ6型では、ケーブルをピアノ線のバインドをかけてエンジン部に固定し、その上に耐熱塗料を施している。カッパ8型では、ケーブルを鋼パイプに通したものを、同じ方法でエンジンに固定し、その上に耐熱塗料を施して、一層耐熱性を高めるようにしている。

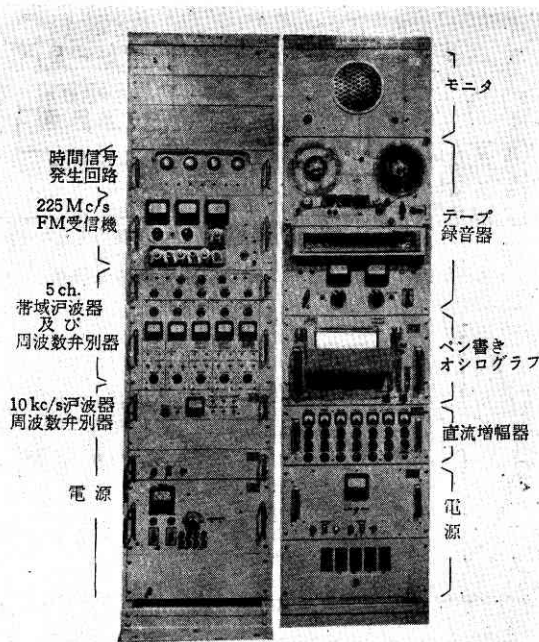
(4) 受信・記録装置

(a)構成 受信・記録装置の構成は第1図に示したとおりであるが、実際の構造は第8図のようになっている。

受信空中線にとらえた 225 Mc/s の FM 電波は、受信機で復調されて、5チャンネルの副搬送波信号の混合出力がとりだされる。これを帯域濾波器群でそれぞれの分に分離し、周波数弁別器で周波数の変化を電圧の変化に変換し、直流増幅してペン書きオシログラフで記録する。測定量の信号周波数成分は 150 c/s まで伝送できるが、このような高い周波数成分を含む信号は、ペン書きオシログラフではレスポンスに欠けるので、その場合は電磁オシログラフを使用する。

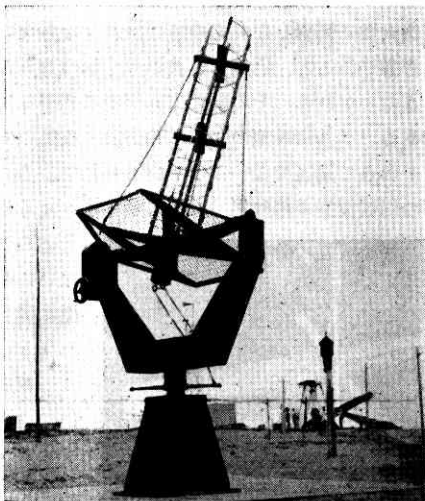
別に 10 Kc/s の水晶発振器から4段のデカトロン計数回路を通して、0.1秒と1秒の時刻信号を作り、これで時間軸を規正している。時間信号はロケット発射スイッチの投入によって、その瞬間から発生するようになっており、時間軸原点をこれで定めている。

受信機の出力、すなわち、副搬送波混合信号は、別にテープ録音している。ペン書きオシロ



第 8 図 テレメータ受信記録装置

グラフのインクが切れたり、電磁オシログラフの撮影を失敗するなど、不測の障害で受信中の直接記録をミスするようなことがあっても、テープ内容を再生することによって記録をとり直すことができる（第 1 図参照）。この場合テープ速度の変動や、ワウ、フラッタによって再生出力の周波数が変動するため、記録に誤差が混入する。これを防止するため、あらかじめ録音に際し標準周波数として 10 Kc/s の水晶発振器出力を、一緒に録音しておく。再生に当たって、この 10 Kc/s の成分を分離し、テープ速度の変動に基づく周波数変動を鋭い周波数弁別器で検出し、その出力で各チャンネルの弁別出力に生ずる誤差を自動的に保償するようになっている。



第 9 図 テレメータ受信用ヘリカル空中線

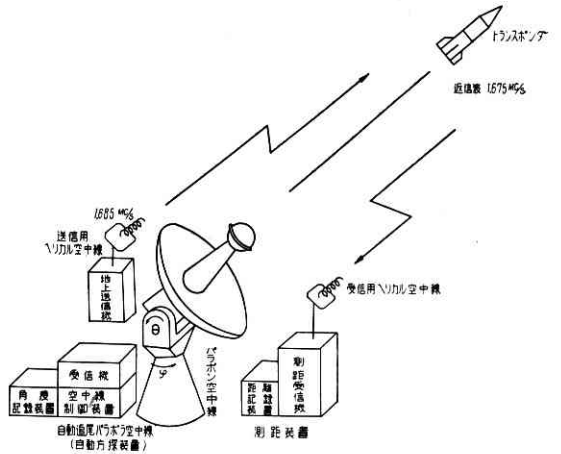
(b) 受信空中線 第 7 図に示した送信アンテナは、装着してある尾翼を含む面内では直線偏波である。ロケットがスピンすると、それに伴って偏波面が回転するから、受信空中線が同じ直線偏波のものでは、両方の偏波面が直交するところ（1 回のスピンで 2 度ある）ではまったく受信できない。

このようなスピンに伴う不都合を生じないためには、受信空中線として円偏波形式のものを用いれば良い。第 9 図はこの種空中線の一つで、ヘリカル型といい現在使用中のものの写真である。空中線の方向は手で動かすことができ、ロケットの飛しょう中その方向に合わせて追隨させる。ただし指向性はあまり鋭くない（半値幅約 50°）から、大体方向が一致するようにうごかすので十分である。

3. レーダ装置

(1) システムの構成

電波によって刻々のロケット位置を標定する方式はいろいろのやり方があるが、現在、カッパロケットに対して採用しているのは、第 10 図に系統図を示したようなものである。すなわち、一つの地点から、ロケットの方向と直距離を測定して、位置を求める仕組みである。



第 10 図 レーダ装置構成系統図

普通のレーダは、地上から送信したパルス電波が目標物体で反射して戻ってくるまでの時間で直距離を求めている。これを 1 次レーダ方式というが、カッパロケットでは、有効反射面積が小さいため、遠距離まで標定しようとすると、著しく膨大な地上設備が必要となる。そこでカッパロケットの場合は、ロケットにトランスポンダ（送受応答装置）を搭載する 2 次レーダ方式を採用している。トランスポンダは地上からのパルス電波を受けると、直ちに返信パルスを送り出すもので、ちょうど反射と同じ役割を果たす。返信電力は設計次第で十分大きくすることができるから、比較的小規模の地上設備で、遠距離に達する標定が可能になる。

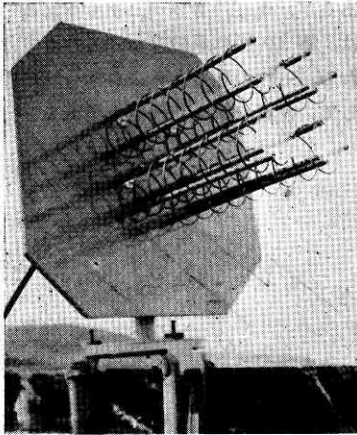
方向の測定は、パラボラ空中線の鋭い指向性を利用

し、トランスポンダの返信電波の到来方向を測定することによって行なっている。パラボラ空中線は、その軸と電波到来方向とが一致するようにサーボ機構で駆動される自動追尾型である。直距離は、測距装置で地上送信パルスがトランスポンダから返信されて、再び地上で受信されるまでの時間によって測定するようになっている。

(2) 地上送信機

送信周波数 1,685 Mc/s, パルス幅 1 μ s, 尖頭送信電力 10 kW で、繰返し周波数は 250 c/s である。

地上から送信されたパルスがトランスポンダを通じて再び地上に達するまでの時間は、原則として繰返し周波数の1周期以下でなければならない。カップ6型の時までは、繰返し周波数は 500 c/s で、これでは最大 300 km (実際は測距精度向上のためのいろいろの細工をするため、200 km 程度に制限される) までであるので、カップ8型では半分の 250 c/s にして、倍の距離まで測定できるように改めている。



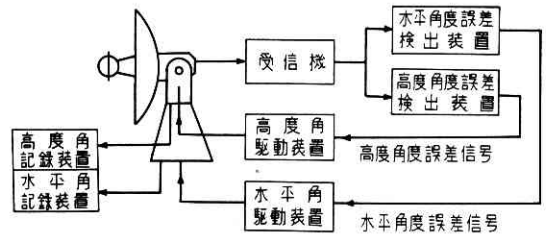
第 11 図

地上送信用空中線は、第 11 図に示すような 4 素子ヘリカル型である。ヘリカル型にする理由は、テレメータ受信空中線のところで述べたのと同様で、ロケットに装着するトランスポンダのアンテナが直線偏波のものであるから、スピンにより受信できないところがあるので防止するためである。4 素子にすると指向性が鋭くなり、単 1 素子のものにくらべて、約 4 倍電力を集中して送信することができる。カップ 8 型で距離がのびたためにトランスポンダが確実に地上送信波を受信できるようにするためにこのように改めたもので、カップ 6 型までは単 1 素子のものであった。

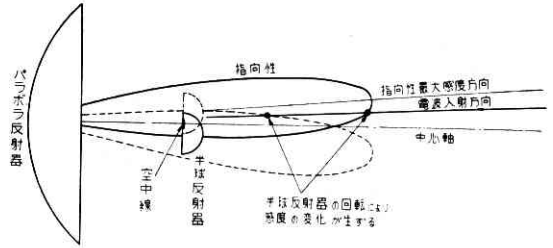
(3) 自動追尾パラボラ空中線

(a) 構成 構成の系統図は第 12 図に示すとおりである。電波の到来方向と空中線軸のズレを検出するには、円錐形走査方式を採用している。

第 13 図に円錐形走査方式の原理を示した。パラボラの焦点においたアンテナに対し、半球状の反射器を偏心させて位置させると、指向性は図示のように、最大感度方向がパラボラ軸に対してズレたものになる。そこで半球をパラボラ軸のまわりに回転すると、これに伴って指向性の最大感度方向は、中心軸のまわりを円錐状に回転



第 12 図 自動追尾パラボラ空中線構成系統図



第 13 図 円錐形走査による角不誤差の検出

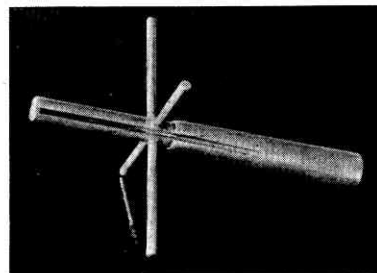
することになる。

電波到来方向が中心軸上にあれば、半球の回転に対し感度は不変であるから、受信々号強度は一定に保たれる。方向がズレると、半球の回転によって感度が周期的に変動するので、受信々号強度は脈動する。この脈動成分を検出し、水平角、高角度の両成分に分解しそれぞれ零になるよう、水平角、高角度修正用のサーボ機構を駆動するのである。

以上のようにして、パラボラの軸(正確に言えば円錐形走査の中心軸)は電波到来方向に向くから、その方向を高度角、水平角に分けてセルシンで記録装置に伝え、刻々の変化を記録するのである。

(b) 円偏波空中線 パラボラの焦点に置く空中線は、たびたび述べるように、スピンの影響を受けない円偏波のものでなければならないが、さらに偏波面が変化しても指向性に影響しないものでなければならない。指向性に影響があると、円錐形走査の中心軸の方向が動いてしまうことがあり、その結果方向測定に誤差を生ずるからである。ヘリカル型のように軸方向に奥行のあるものは、この点で適当でないことが認められている。

現用の円偏波空中線は第 14 図に示すようなもので、

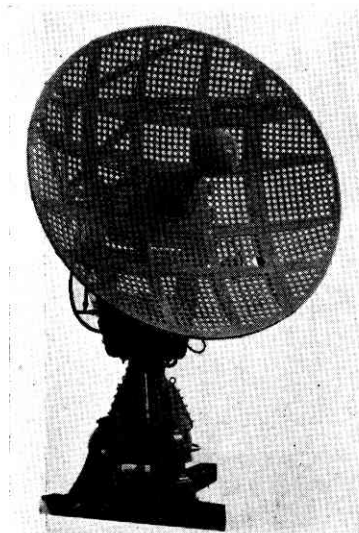


第 14 図 新型円偏波空中線

上述の欠点のないことを目標に開発されたものである。原理的には直交ダイポールのターンスタイル空中線であるが、

同じ給電点につけた2組のダイポールの長さを適当にすることにより、それぞれの励振電流の位相差を90°にして良好な円偏波特性を実現している。詳細は機会を見て本誌に発表する予定であるが、この空中線によって、ほぼ満足すべき結果がえられている。

(c) 性能 パラボラは直径 2,130mm, 深さ 340mm



第 15 図 自動追尾パラボラ 空中線

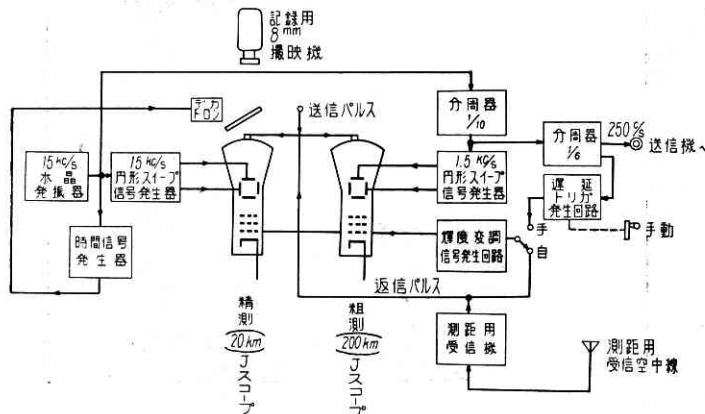
で、第 15 図に示すような構造である。円錐形走査による最大感度方向の中心軸に対する傾きは $\pm 2^\circ$ で、25 回/秒で走査している。サーボ機構は目標移動角速度が $2^\circ/\text{秒}$ のとき、 0.2° 以下のおくれて追尾するよう調整されている。最大追尾可能の角速度は $6^\circ/\text{秒}$ である。機械軸の

ガタやバックラッシュは 0.05° 以下である。

(4) 測距装置

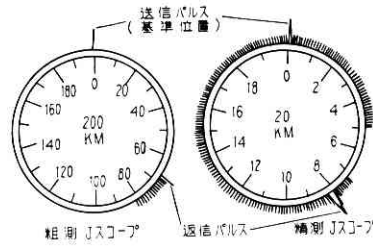
(a) 構成 構成系統図は第 16 図に示すようになっている。測距の基準になるのは 10^{-6} の安定度をもつ正確な 15 Kc/s 水晶発振器で、地上送信機のパルス繰返し周波数は、この 15 Kc/s を分周して作っている。

15 Kc/s の 1 周期は電波が 20 km 伝播するに要する時間である。したがって 15 Kc/s に円形スイープする J スコープブラウン管上に返信パルスを描出すれば、それが 1 周するごとに、直距離は 10 km (したがって往復で 20 km) の変化があったことになる。別に 15 Kc/s を 1/10



第 16 図 測距装置構成系統図

に分周した 1.5 Kc/s で円形スイープする J スコープブラウン管をおき、これで 1 周 200 km (直距離 100 km) の変化を指示させる。両方の像は第 17 図のように現われるから、これで距離を知ることができる。ロケットま



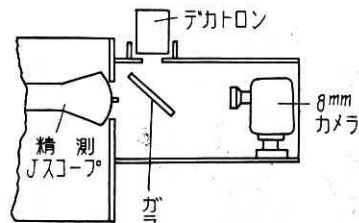
第 17 図 測距装置の指示部

での距離が 100 km をこえると、粗測系の指示は一巡して再び 0 になるが、時間と距離の関係はおおよそ分かっているから

誤りを犯すおそれはない。直距離 400 km までの間に、粗測系の上で 4 回、精測系の上では 40 回、返信パルスは円形スイープの上をまわる勘定になる。もちろん、円形スイープの位相は地上送信パルスが目盛 0 の基準位置にくるよう調整し、返信パルスの位置目盛で直ちに距離が分かるようにしている。

記録は J スコープの像を 8 mm 映画撮影機で写真にとっている。画面が小さいので、読み取り易くするために精測系 J スコープのみを一杯に写している。初めから、何周しているかをたどっていけば、誤りを犯す恐れは無い。撮影速度は 10 駒/秒である。

別に 15 Kc/s から作った時間信号をデカトロンに加



第 18 図

え、その輝点の移動を第 18 図に示すような仕組みで画面の中央に同時に撮影し、時間軸を正規している。ロケット発射のスイッチ投入に連

動して時間信号が発生するようにして、原点を決定しているのは、テレメータ装置の場合と同じである。

(b) 性能 精測系 J スコープは 3 吋で、

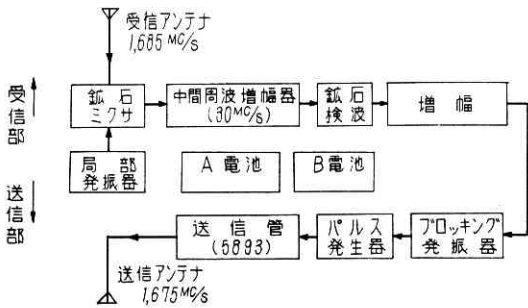
目盛は 1 km (直距離に直すと 500 m) で、読み取り精度は 200 m (直距離で 100 m)、最大指示範囲は約 400 km である。像を見易くするため、返信パルスの付近で 18 km 分だけを描出するように輝度変調を行っており、輝度変調信号の位相は 250 c/s のこぎり波を使って変化させている。そのため、繰返し周波数の 1 周期の終わりの約 30% がのこぎり波の回復時間に使われるため、この部分では輝度変調信号がえられない。そのため

有効測距範囲は1周期のうち70%の程度に制限されることとなり、前記のように400 km までしか指示されないのである。

測距用受信機に使っている受信空中線は4素子ヘリカル空中線である。カップ8型になって距離がのびたため4素子のものとして感度の増大を図ったのであって、カップ6型までは1素子のものであった。

(5) トランスポンダ

(a) 構成 トランスポンダの構成系統図は、第19図に示すようになっている。大別して地上からの送信パルスを受信する部分と、これを整形して返信パルスとして送信する部分とからできている。

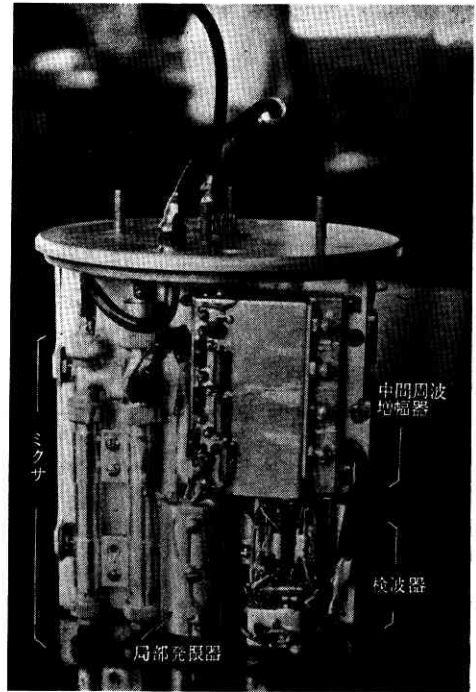


第19図 トランスポンダ系統図

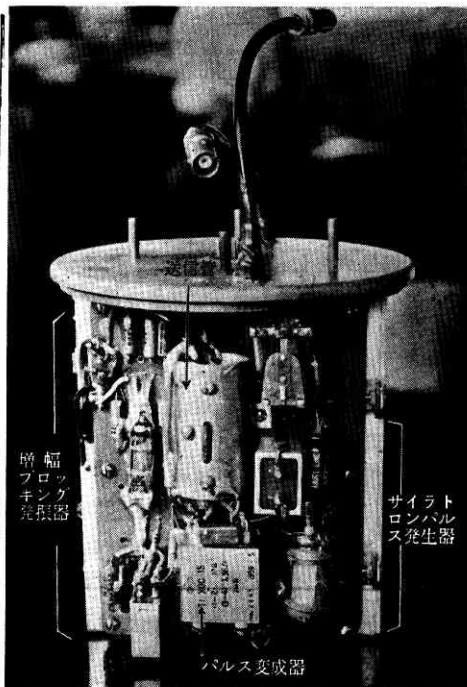
受信部はスーパーヘテロダインで、地上から送信される1,685 Mc/s のパルス信号を局部発振器と鉱石ミキサで混合し、30 Mc/s の中間周波として増幅してから検波してパルスを取り出す。これを増幅してブロッキング発振器に加え、その出力で遅延線路とサイラトロン

せによるパルス発生器を駆動し、変成器で、高圧パルスとして発振管に加える。発振管はペンシル管 5893 で、幅 1 μs、尖頭電力約 100 W、周波数 1,675 Mc/s のパルス電波として直信している。

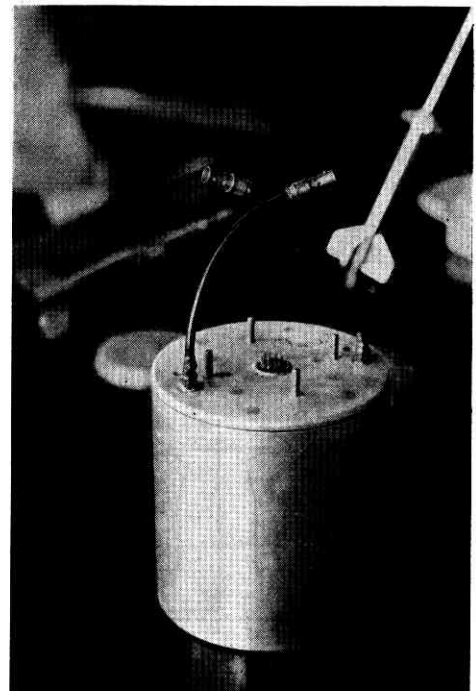
局部発振管はペンシル管 5794、サイラトロンは 2D21



(b) 内部 (受信部)



(a) 外観



(c) 内部 (送信部)

第20図 トランスポンダ

Wで、他はすべて傍熱型の sub-MT 真空管である。全体で電子管の数は 10 本である。ヒータの所要電源は 6.3 V, 2.5 A, 陽極電源は 130 V, 70 mA である。

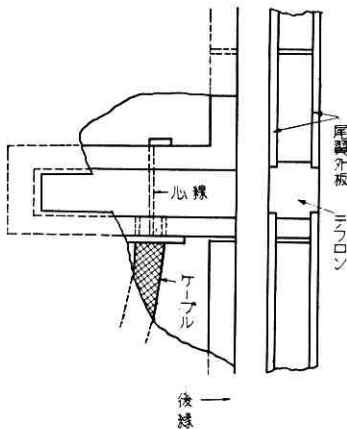
(b) 電源 A電源用は Yardney 銀電池 HR-3 5 個直列で、約 70 分間連続使用できる。B電源用は湯浅電池の塩化銀乾電池で、耐用時間は約 40 分で重量は 440 gr. である。

(c) 構造 トランスポンダでは、高圧パルスの尖頭電圧は 1,000 V 以上に達するので、気圧低下による放電にはとくに注意が必要である。また、受信部と送信部は機能上分離することは実際のでないで、第 20 図に示すように、全体を頑丈な気密容器に収納してある。そのため重量がやや嵩み、現用のものは約 3 kg である。容積は 147 mmφ×156 mm である。

電子管や回路部品はベークライト基板にとりつけ、弾性的コンパウンドで固定する方式は、テレメータ送信機と同様である。機械的な強度という点では、すでに問題はないが、カップ8型の経験から一層気密を完全にすることが望ましく、対策が進められている。

(d) トランスポンダ・アンテナ ロケットにはトランスポンダの受信用と送信用の2組のアンテナを装着する必要がある。これらのアンテナに要求される点は、テレメータ送信アンテナに関することと同様である。ただ、トランスポンダの使用する波長はテレメータのそれにくらべるとずっと短く、したがってアンテナの寸法も小さくてすむので、設計の自由度は多い。

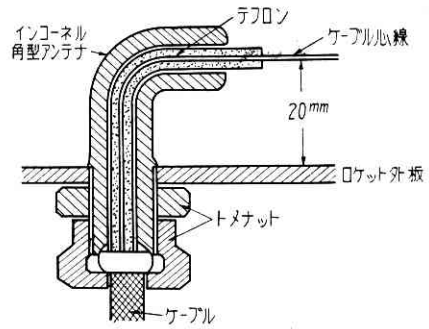
第 21 図は尾翼に装着するもので、ノッチ型と呼ばれるものである。尾翼後縁の適当な位置に、切込みをつけ



第 21 図 ノッチアンテナ

たもので、ケーブルは尾翼の内側をとおり、エンジン部にテレメータの場合と同じ方法で固定される。一对の尾翼に装着し、一方送信、他方を受信用に用いる。

第 22 図は胴体部に装着する角型アンテナである。寸法が小さいので、この程度の凸起ではロケットに悪影響がなく、ケーブルを張る手間が省ける利点がある。第

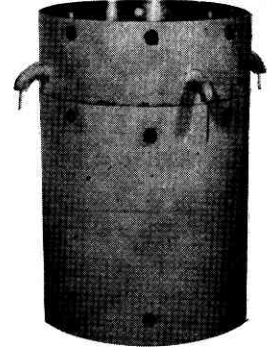


第 22 図 トランスポンダ角型アンテナの構造

23 図のように4個とりつけ、相対するもの同士を一組として、それぞれ送信用に用いる。

4. ドップ装置

電波のドップラ効果による周波数変化から相対速度を求め、これを積分して距離を標定するもので、最初から開発が計画されていたが、予算上の制約によって実用化が延び延びになっていた。ようやくカップ7型



第 23 図 トランスポンダ用角型アンテナ (150 型ロケット)

以来、8 D型、6H-1 型と使用を開始し、6H-1 型では 100 km に達する飛しょう中のデータをえることができたが、改めて詳細を報告することとして、ここでは省略することとしたい。

5. 今後の計画

(1) 性能向上 (通達距離の増大)

現在の諸装置は、機会のあるごとに性能向上を試み、当初の通達距離目標を遙かに超えたカップ8型でも、400 km にわたる距離で満足に動作しうることが確かめられているが、カップ9型、10型の実現も近い今日、飛躍的に性能を向上し、通達距離の増大を図る時期に来ている。

通達距離を制限するのは、受信々号が弱くなって雑音と区別がつかなくなるためである。したがって距離の増大を図るためには、第1に雑音の発生をできるだけ小さくすること、第2に受信々号強度を増すことである。

雑音の少ない低雑音受信機の開発は、その意味で非常に重要である。別稿のとおり、レーダ装置のために低雑音受信装置を開発し、すでに顕著な成果が挙がっている。テレメータ装置が初期のものにくらべて性能が向上しているのは、雑音発生が少ない真空管を使い、周波数帯域を狭くするように改めたことによって、雑音量を 1/4 以下にしたことによるのであるが、さらに性能向上を図りつつある。

受信々号を強めるために、送信機の電力を大きくすることは、ロケット搭載器の重量過大を招くから得策ではない。どうしても受信空中線を大きくして感度増大を図らなければならない。カップ8型になって、レーダ用に4素子ヘリカル空中線を用いているのも、その一つの現われである。

以下、各項目にわけて性能向上の計画の概要を記すこととしよう。

(a) **大型自動追尾レーダ装置** 現在、直径4mのパラボラ空中線をもつ新しい自動追尾レーダ装置の開発が進行しつつある。地上送信、方向探知、測距のいずれもこのパラボラ空中線を使い、2次レーダ方式で1,500km以上の標定範囲をもつものである。1次レーダとしても使えるようになっており、そのため地上送信電力は500kWである。また、サーボ機構は油圧駆動で、大型でしかも高いレスポンスを実現することができるものと期待されている。

(b) **テレメータ受信機および空中線** 普通のFM受信装置では、信号対雑音比がある限度以下になると急激に受信不能に陥る。この限界値は9db付近でFM方式の通達距離を著しく制約する原因になっている。これに対し、周波数負帰還位相検波受信方式を使うと、限界値を10db程度下げることができることが知られており、これだけでも通達距離を一挙に3倍にできる。現在、この方式の受信方式にさらに低雑音受信装置を組み合わせた高性能装置の開発と、テレメータ受信用の4素子ヘリカル空中線の製作が進められており、2,000km以上の通達距離がえられようとしている。

次年度にはさらに受信空中線を大型にしたいと考えており、直径15mの自動追尾パラボラ空中線の実現を計画している。これに高度に低雑音化（主要部分を冷却して一層雑音の発生を少なくする）した受信装置と組み合わせて、数千km以上に達するものと期待している。

(2) テレメータチャンネルの増加と送信機の改良

現在の5チャンネルはカップ6型を目標にしたもので、カップ8型になって計測器の搭載能力が増した現在では、チャンネル数に不足を感じるに至っている。そこで近い将来に、チャンネル数を10程度にすることを計画している。それとともに、昨今はわが国でもトランジスタの進歩が目覚ましいが、テレメータ送信機も全トランジスタ化を行なって、大容量でしかも小型かつ軽量化を図りたいと考えている。この場合、高周波部までトランジスタ化を図るが、当然送信電力は小さくなるであろう。しかし、その点の不利は地上設備の性能向上によって、十分補われるものであろう。

6. 結 言

カップロケットのエレクトロニクスが今日の状態になるまで関係各位の努力は絶大なものがあつた。特に、日本電気研究所、明星電気研究所および東芝小向工場の関係の人達には、装置の試作に、あるいは秋田での実験に多大の協力をしていただいた。この機会に改めて謝意を表したいと思う。

今後の開発計画では、各技術分野の総合能力の結集によって初めて所期の性能がえられるものが少なくない。生研の各方面の分野の方々のご協力、ご援助を願ってやまない次第である。
(1960. 11. 28)

1 月 号 予 告 (1961 年)

巻 頭 言

年頭の辞.....福 田 武 雄
—研究所東京移転計画のあらまし—

研 究 解 説

疲れ、き裂の研究における二三の問題.....北 川 英 夫
磁気流体力学の冶金への応用（特に鉄冶金）.....出 崎 友 也
アセナフテンの化学.....後 藤 信 行

研 究 速 報

Cu-Be (2.0%) 合金の時効に伴う組織変化について.....西 川 精 一
小林 繁 美