

# 150 型 レーダ・トランスポンダ

倉 茂 周 芳・瓜 本 信 二

## 1. 緒 言

カップ4型から5型へとロケットの性能が向上し、その径も 128 mmφ から 150 mmφ へと増大した。

折からトランスポンダの電波が飛しょう後数十秒にして断絶するという事故が続出し、その原因として種々の事柄が考えられたが、その事故対策の一つとして、トランスポンダの外径が従来の 128 mmφ を 150 mmφ 用に改められたのを契機として、その機械的電気的強度を増すように改良が行なわれた。その改造の結果でき上がったのが 150 型トランスポンダであり、この改造により一応所期の目的を達したと思われる。以下その構造特性等について要点を記してみることにする。

第 1 表 トランスポンダ寸法重量表

型名	外径	高サ	重量	その他
128 型	115 φ	250mm	2.5 kg	電池重量 1.1kg
150 型	147 φ	156mm	2.8 kg	“ 840 g

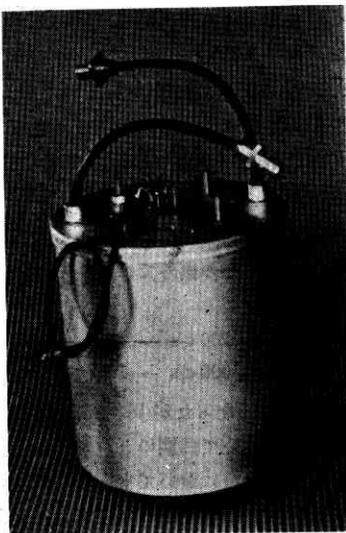
## 2. 寸法重量

150 型の形状を従来のものと比べてみると第 1 表のようになる。

表に見られるように容積としてはほとんど変わらず、重量が増加しているのは機械的な補強と気密に対する抵抗力を増すためにいろいろ手加えられているためでありまた電源スイッチを遠隔操作するための装置を内蔵しているといった改良によるものである。

その外観を第 1~3 図に示す。

また寸法比較表に示されている電池の重量が変わっているのは A 電池 (所要電力 6.3Volt 2.5 Amp) を従来の塩化銀電池を止めてヤードニー社製の酸化銀電池 (註 1) HR-3 を使ったことによるものであり、この



第 1 図 トランスポンダ組立図

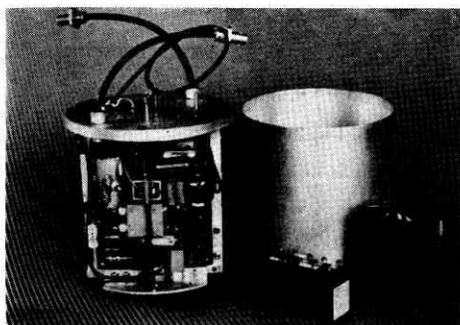
交換により A 電池の寿命は従来の 15 分に比べて 1 時間 10 分と延長した。

## 3. 電気的特性

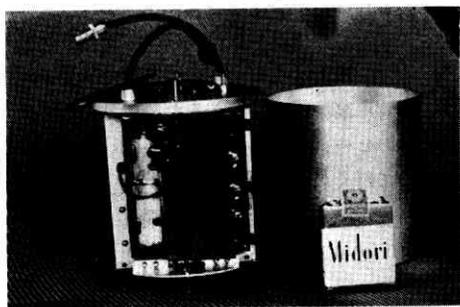
電気的特性としては従来のものと比べて大きな改造は行なわれていない (註 2 参照)。電源電圧の変動に対する安定度を高めるように考慮が払われた。

電源電圧の変動に対する安定度を高めるために、まず A 電池をヤードニー社の HR-3 にとり換え、これにより飛しょう時における A 電圧の変動は問題とするに足りなくなった。

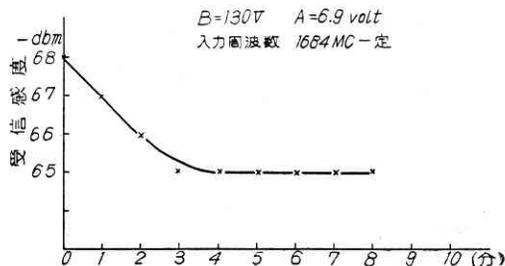
電源電圧の変動に対する受信感度の変化および送信出



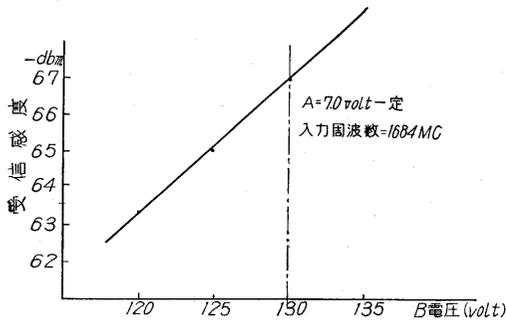
第 2 図 トランスポンダ送信部



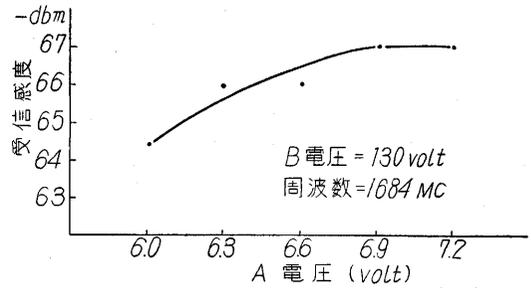
第 3 図 受信部



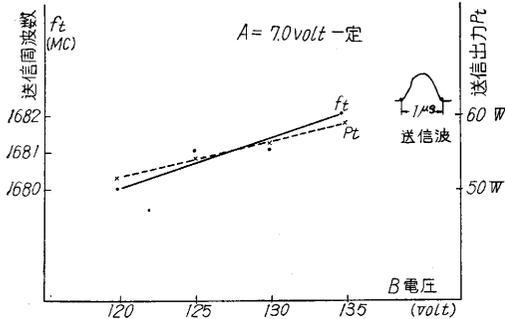
第 4 図 時間対受信感度



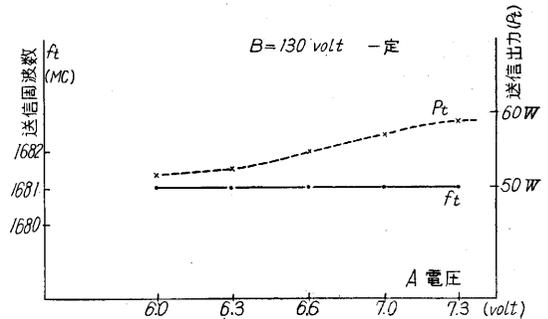
第5図 受信感度-B電圧特性



第6図 受信感度-A電圧特性



第7図(A) 送信用波数の出力対B電圧特性

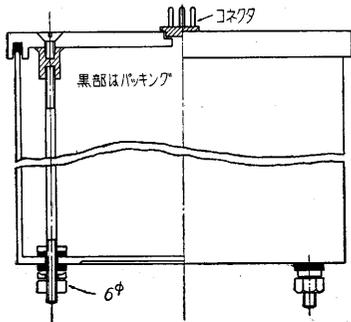


第7図(B) 送信用波数, 出力対A電圧特性

力の変化等を第4～7図に示す。

これより判るように受信感度が点火後4分ぐらいまで安定しないのは、ブロッキングオシレータの自走周波数が不安定なために起こるものである。ヒータが十分熱せられ十分な電子放射を行なうまで、ブロッキングオシレータの自走波数は500 $\sim$ 近辺から徐々に460 $\sim$ ぐらいまで下がり、同期が取れにくくなるためにみかけ上受信感度が悪くなったように見えるのである。一方送信周波数もやはり点火後4～5分の間に1～3 Mc ぐらい変化し、地上受信機は飛ばす前に補整を必要とした。これは送信管に高圧電圧を与えるために使われているサイクロトンのヒータの加熱が安定する間、徐々に高圧電圧が増加して行くためと思われる。

B電圧の変化による特性の変化は飛ばす時において大きくて10ボルト以内であるので問題とならないと思われる。



第8図 トランスポンダ外函の組立図

**4. 構造**  
構造上改造が加えられたのはすでに述べたように外径と今一つ気密に関する点である。従来は外円筒を八方からビス止めしていたの

に対して今回から第8図のように外円筒を軸方向にネジで押えるようにしてパッキングを入れた。外函がアルミニウムの筒であり、径が150 $\phi$ もあるので、板を厚くしないと外気圧が下がると円筒が変形し、そのためなかなか気密が保たれなかった。150型の初期のものはこのために気密を保持するのに困難であったが、その後底板を厚くすることにより0.1 mmHgの環境で20分以上耐えうるようにすることができた。後期のものではパッキングの改良によりさらに気密性を増大せしめることができた。

このように気密に関して特に注意を払ったのは、トランスポンダの送信管のプレートに約1,000ボルト以上の高圧が掛るために、気圧が下がると放電を開始して送信出力が減少するのを防ぐためである。将来はこの部分だけ密封するようにして重量の節減を図る予定である。

衝撃に関しては、従来のもでも問題はなく、本機に関しても、その例外ではなかった。

**振動試験も**

- 20～200 c/s → 5g
- 200～4,000 c/s → 10g

を加えて行なったが異状はなく、ただ620 $\sim$ と800 $\sim$ の2点において同期のとれなくなる点が存在した。テレメータ送信機においても同じ周波数の所で雑音を認めており、真空管の電極の共振ではないかと判定された。

この二つの共振周波数はロケットの燃焼時における振

動のスペクトラムから判断して（註：本号に発表されている）、問題ないものと考えられ、実際使用においても問題なかったようである。

次に新しく加わったものとしてリモート・コントロール・スイッチがある。これは小型モータを使ってカムを動かしてそれによりマイクロ・スイッチのボタンを押す電源を ON-OFF するもので電源の極性を変えることにより ON-OFF が自由に行なえるようにして、この電源は細い導線をロケット内に引き込みロケットが飛び出す時にこの線を

引きちぎって行くようにした（第 9 図参照）。

5. 飛ばしう結果

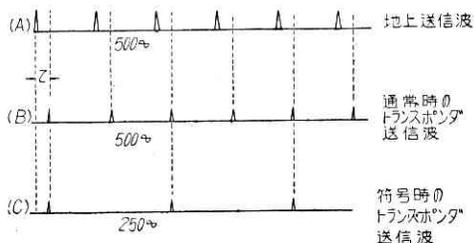
カップ 6 型以後使われた 150 型のトランスポンダは全実験を通じて一応その目的を達したと思うが、その結果については、また別に報告があるものと思われるのでその項を参照されたい。

6. 150-T 型トランスポンダ

本機はレーダトランスポンダを用いて簡単なテレメータリングを行なう目的で 150 型に改造を加えたものである。このテレメータは ON または OFF のインフォメーションを送ることを目的としたもので、気温・風ロケットのグレネード射出信号、または太陽分光器のフィルムの送りの信号等の簡単な情報に対して有効である。

いま簡単にトランスポンダの原理を述べると、地上から発射された基準パルス〔第 10 図(A)〕を空中のトランスポンダの受信部で受信しこれを増幅して地上に送り返す〔同図(B)〕。

地上ではこれの返信波と地上の基準波との時間的ずれ



第 10 図 波形の関係図 (τ が測距に利用される)

(τ) でもってロケットまでの距離を知ることができる。通常地上からの基準波とトランスポンダからの返信波は 1 対 1 に対応しているが、前述のようなインフォメーションを送るときだけは同図(C)のようにこの関係を 2 対 1 にしたのが 150-T 型のトランスポンダである。地上からの送信パルスは 500 c/s で、トランスポンダの返信パルスは通常 500 c/s であるものを、250 c/s に変化して符号を送る。地上では 250 c/s になった時を弁別器で取り出せば良い。

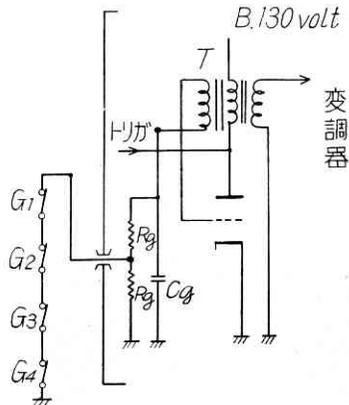
この弁別器については次章で述べる。

上の事柄の実施に当ってはブロッキング、オッシレータの自走周波数が 500 c/s と 250 c/s になるようにした。すなわちブロッキングオッシレータの自走周期 T は次式で表わされる。

$$T \propto t_p + R_0 C_0 (E_1 - E_0)$$

$$\begin{cases} t_p = \text{パルス巾} \\ E = C_0 \text{ がパルス中に充電されて両端に表われる電圧} \\ E_0 = \text{カットオフ電圧} \end{cases}$$

この式において  $C_0$  をそのままにして置いて  $R_0$  を 2 倍にすると周期は約 2 倍になることが判る。そこで第 11



第 11 図 ブロッキング符号化の配線図

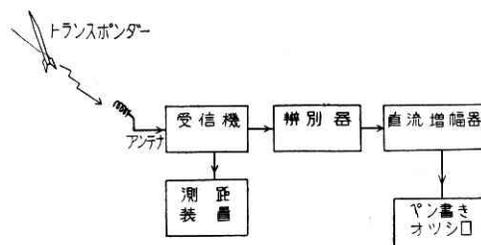
図のように結線して置くとグレネードのタイマーが働いた時にスイッチが OFF になりブロッキングオッシレータの自走周波数は 250 c/s になる。

これだけの装置を 150 型に加えたのが 150-T 型でその他の特

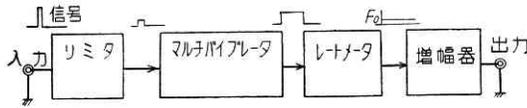
性はほとんど 150 型と同じである。

7. 符号弁別器

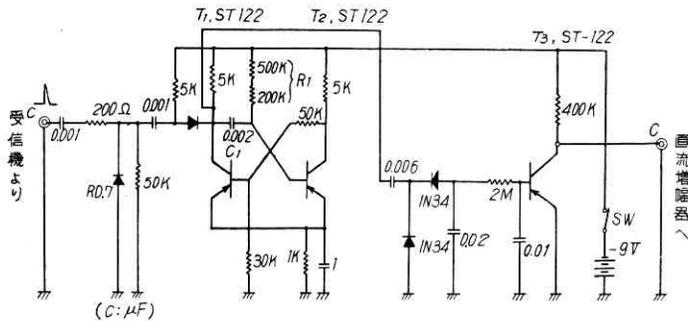
本器は 150-T 型トランスポンダから送られてきた符号を弁別するものである。本器を使う場合の受信装置の



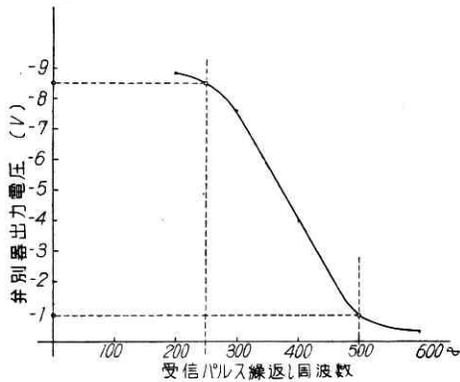
第 12 図 受信系統図



第 13 図 弁別器系統図



第 14 図 符号弁別器回路図



第 15 図 パルス繰返し周波数に対する出力電圧特性



第 16 図 符号弁別器の外観図

ブロック、ダイアグラムを第 12 図に示す。

トランスポンダからの信号を受信機で受け増幅された出力を弁別器に入れる。パルスの繰返し周波数が 500 $\omega$

から 250 $\omega$ に変化するのを検出し、これを直流増幅してペン書きオシロで記録する。

弁別器は第 13 図のブロックダイアグラムで表わされその回路図を第 14 図に示す。

受信機出力の正のパルスはリミタを通して T-1、T-2 からなるマルチバイブレータの T-2 のベースの電位を C<sub>1</sub> を通して正の方向に上げ、これをカット、オフにする。その場合 T-1 は ON となり、C<sub>1</sub> と R<sub>1</sub> で定まる巾をもったパルス電圧を発生する。このパルス巾は次式に非常に

$$T = 0.7 C_1 R_1 \quad (\text{註 3})$$

良く合致する。

このマルチバイブレータの出力をレートメータに入れ出力の直流電圧を 1 段増幅してペン書きオシロ付属の直流増幅器に加

えている。

直流増幅器の入力インピーダンスが非常に高いので、その前段のトランジスタの電圧増幅度をできるだけ大きく取るようにした。

この出力曲線を第 15 図に示しておく。

### 8. 後記

以上で 150 型トランスポンダとその付属装置について述べたが、気密に関してはもう一歩で完全になると考えている。

電気的特性に関してもさらに改良すべきところは多々存在するが今までは機械的な安定度の方が優先されてきた。これから電気的特性の改善の時期だと考える。

128 型から 150 型と機械も安定になってきたが、これも終始一貫してご指導下さった高木昇教授、斎藤成文教授、野村民也助教授、黒川兼行助教授のご助力によるものであり、また社内においては福島茂氏のご指導の賜である。ここに厚く謝意を表する次第である。

(1959. 6. 3)

### 文 献

- \*1 生産研究 Vol. 9, No. 4, ヤードニー社製銀電池の放電特性, 高木, 石橋.
- \*2 生産研究 Vol. 9, No. 11, レーダ・トランスポンダ
- \*3 電子回路 V, 川上正光