

することも可能であると考える。

4. 結 言

ベビーTテレメータ装置の信号弁別器について、設計の要点と内容、結果を報告した。試翔に際し、一応満足に機能を果たしたことは喜びにたえない。なお本装置の

設計、製作に関しては、高木教授、野村助教授をはじめ東大生産技術研究所の方々に多大のご指導、ご鞭撻をいただいた。また実験は千保木松考君の努力によるところが多い。付記して厚く謝意を表する次第である。

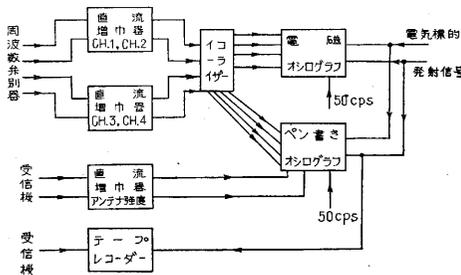
(1955. 12. 17)

5. ベビーT・テレメータ記録装置

沢井善三郎・猪瀬 博・稲葉 博・永友英世

1. まえがき

去る9月17日より試翔実験を行った。ベビーTロケットの受信記録装置の概要を説明する。第1図は受信記録装置の系統図である。周波数弁別器より送られた静圧、加速度、動圧、温度等の信号電圧と受信機より直接送られた入木、ヘリカル両アンテナの検波電流ならびにランチャ内に設置された電気標的信号およびロケット発射信号を同時に記録することができる。装置として使用した機器は直流増幅器8台、携帯用電磁オシログラフ、ペン書きオシログラフおよびテープレコーダ各1台である。以下その内容についてのべる。



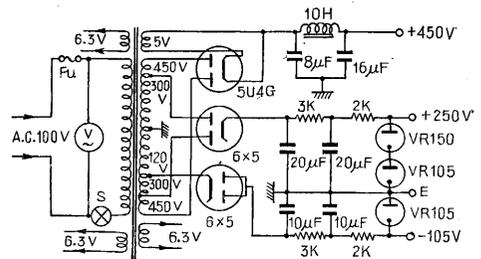
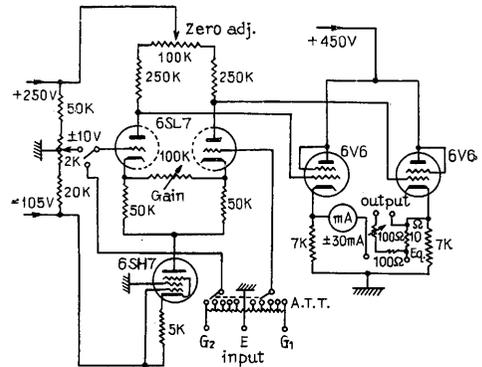
2. 直流増幅器およびオシログラフ

(1) 直流増幅器 第2図は生研第3部で試作した直流増幅器の回路図である。初段の差動増幅器には高増幅率3極真空管を使用し、出力増幅器にはビーム管を使用している。初段回路には5極管による定電流回路を設け、電源電圧の変化による影響を除いている。測定感度は負荷抵抗を3kΩとした場合、2V~6Vの入力で最大±20mAの出力電流となるよう、図中Gainと記した抵抗器によって調整される。なお初段増幅器の一方のグリッドに較正用として±10Vの直流電圧を加えることができるが、これは直流測定の場合、入力と逆方向の直流電圧をグリッドに加え、他方のグリッドに測定入力を加えることにより、測定範囲を拡大するのに利用することもできる。

この増幅器の直流電源は第3図の如く、簡単なもので、初段増幅器および定電流回路には定電圧放管で安定化した+250V、-105Vを加え、出力増幅器には整流回路から直接+450Vを供給している。電源電圧の変動に

よる出力電流の変化は85V~120Vの範囲ではほとんど認められない。また使用するに当たって測定開始10分前に電源スイッチを閉じておれば、相当長時間の測定でも零位変動は1%以下に保持することができる。直流増幅器を単独で使用した場合の周波数特性は10,000cpsまで平坦である。

以下はこの増幅器の仕様である。



第3図 直流増幅器電源部回路図

2要素直流増幅器

使用真空管 6SL7, 6SH7, 6V6×2 (1要素)  
6X5×2, 5U4G, UR150GT  
VR105GT (2要素共通)

測定範囲 1V~500V

入力インピーダンス 500kΩ

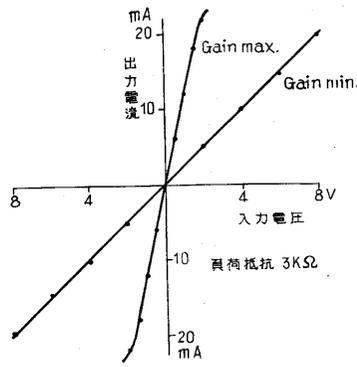
出力インピーダンス 1~3.5kΩ

周波数範囲 0~10,000cps

最大感度 12mA/V(出力インピーダンス  
3kΩ)

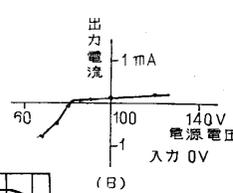
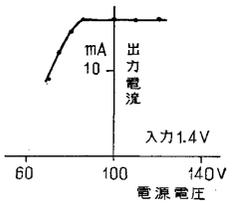
安定性 電源電圧 85 V~120 V の範囲で出力電流の変化 1% 以下

(2) イコライザー 増幅された各信号電圧でペン書きオシログラフおよび電磁オシログラフを同時に動作させるため第 2 図の出力部に示すような分流回路を使用した。電磁オシログラフの感度調整は分流回路の加減抵抗器によって行っている。



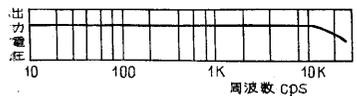
第 4 図 直流増幅器入力出力特性

(3) 携帯用電磁オシログラフおよびペン書きオシログラフ いずれも三栄測器のものを使用したので、ここではその仕様をのべるにとどめる。



第 5 図 電源電圧に対する変動

電磁オシログラフ (携帯用)



第 6 図 直流増幅器周波数特性

- 100-A型, 12エレメント, 三栄測器製
- 記録紙速度 1, 3, 10, 30, 100 cm/s
- 使用ガルバノメーター
- G-100 0~70 cps 14 mm/mA
- G-200 0~150 cps 6 mm/mA
- ペン書きオシログラフ
- IR-102型, 6エレメント, 三栄測器製
- 記録紙速度 最大 6 cm/s 3段切換
- 感度 ±15 mm 20 mA/cm
- 周波数範囲 0~60 cpsまで平坦
- ムービングコイル抵抗 3.5~3.6kΩ (dc)

3. 磁気録音機によるデータの蓄積

テレメタリングによって得たデータを記録する際には、多素子のペン書きオシログラフまたは電磁オシログラフに描かせ、あるいはブラウン管上の輝点の移動ないし、メータの振れに表示してこれを連続撮影するなどの方法があるが、これと並行して、データを磁気録音機により磁性テープに蓄積しておき、所望のときにこれを再

生して記録することもしばしば行われている。これは貴重なデータの記録の際、上記の記録装置が正しく動作し得なかった場合の back up の意味ばかりではなく

- (1) 再生時にテープの速度を切換えたり、もしくは記録装置の速度を切替えることにより、データを時間的に圧縮することも、伸長することもできて、結果の検討に好都合であること、
  - (2) 永く保存が可能で、必要なときに、必要な数の複製記録がとれること、
  - (3) 狭隘な機上や受信室内に膨大な記録装置を設備し得ない場合でも、磁気録音機 1 台にすべてのデータを蓄積しておき、あとで記録装置にかけて整理検討することができること、
- などの優れた利点を有しているからである。

このような目的に使用する磁気録音機には、音声などの録音の際とはちがった性能が必要になってくる。まず多重データを録音する方式について考えれば

(a) 多重データを各チャンネルごとに復調してのち、それぞれ別個に録音蓄積する方式、

(b) 時分割方式ならばビデオパルス群のまま、周波数分割方式ならば副搬送波群のまま録音蓄積する方式、の二つに大別されよう。前者は多軌条録音方式を採用すれば、録音機の周波数特性による制限をうけずにチャンネル数を増加しうる利点がある反面、録音すべきデータ信号が直流分をも含んでいるため、録音時に再び副搬送

第 1 表 副搬送波周波数

CH	周波数 (c/s)
1	400
2	560
3	730
4	960
5	1,300
6	1,700
7	2,300
8	3,000
9	3,900
10	5,400
11	7,350
12	10,500
13	14,500
14	22,000
15	30,000
16	40,000
17	52,500
18	70,000

波群を設定して、これをデータ信号で周波数変調の上、録音するなどの対策を要することおよび多軌条方式では殊に構造が複雑化することなどの欠点を有する。後者は上記の欠点はないが、周波数分割方式であれば、チャンネル数を増すとそれに応じ周波数特性はより広帯域であることが当然要求され、また時分割方式でもチャンネル数を増すほど、結果的には立上りの急なパルスを録音せねばならなくなり、やはり広帯域を要求される。

いまビデオ録音方式について必要な帯域幅を考えると、RDB (Research and Development Board for Guided Missiles) 標準を準用した周波数分割方式であれば第 1 表に示すごとく、15チャンネルの場合少なくとも 30 kc の帯域幅を必要とすることがわかる。また時分割方式では、パルスの立上りと帯域幅の積を 0.3 と定めるときは、10 μs の立上り (三角波ならパルス幅も 10 μs) のパルスには 30 kc の帯域幅を要し、繰返し周波数 250 pps、立上り対最大

偏位 1:10, 保護帯域対最大偏位 1:3 の PPM 方式で取り得るチャンネル数は 30 となる。なおパルスの立上りは、 $1\mu\text{s}$  ないし  $3\mu\text{s}$  とするのが普通であるから、録音の際は立上り時間を増すことになり、再生後の S/N は従って悪化することは止むを得ない。

このように考えると、実用的なテレメータ用磁気録音機としては少なくとも 30 kc の帯域幅が必要となり、現用のヘッドの特性等からみて、テープ速度は毎秒 30 インチ以上であることを要する。

録音機の性能のうちで、本目的に用いて特に問題となるのは、ワウおよびフラタとよばれているテープ速度の不規則な変動およびテープのまきははじめおよびまきおわりの速度偏差である。これによって周波数分割方式では副搬送波周波数の変動を生じ、また時分割方式ではパルス位置が変動して、いずれも測定結果に誤差を生ずる。速度偏差は、まきははじめとまきおわりの径の相異にもとづく回転力の差に起因するもので、再編集したり逆向きに再生したりしないかぎりあまり大きな誤差の原因とはならないが、ワウおよびフラタは駆動機構の不規則動作、テープとヘッドとの相互間の振動、電気的または磁氣的雑音等が原因で発生機構も複雑でありその影響も大きい。テレメータの総合精度として 1% 程度が要求される場合は、これらは peak to peak で 0.5% 以下で、ハムを含めての総合の S/N は 45 db 程度以上が望ましい。

出力レベル変動は、音声等の録音の際は厳格に制限されるが、周波数分割方式や時分割方式ではリミタ、あるいはスライサにかかる範囲の変動であれば差支えない。また歪率は磁気録音機では 2~3% 前後は止むを得ないが、周波数分割方式では漏話の原因となるから極力小さいことが望まれるものの、時分割方式であれば余り問題にしないでよい。

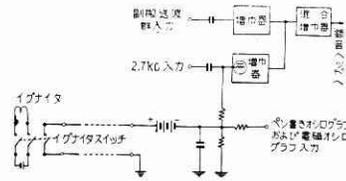
ベビーTの実験に際しては、テレメータリングにおける磁気録音機の役割を実地に確かめ、かつ将来におけ

る本格的録音装置の設計上の目安を得ることを目的として、市販の放送用携帯型テープレコーダを使用して、受信機の出力のビデオ信号の録音再生を行った。

使用した録音機は東京通信工業株式会社製の KP-3 型“テープコーダ”で、主として放送用に使用される携帯用磁気録音機で、単一軌条録音、低レベル入力 3 回路および高レベル入力 1 回路を有している。その主な諸元は次の如くである。

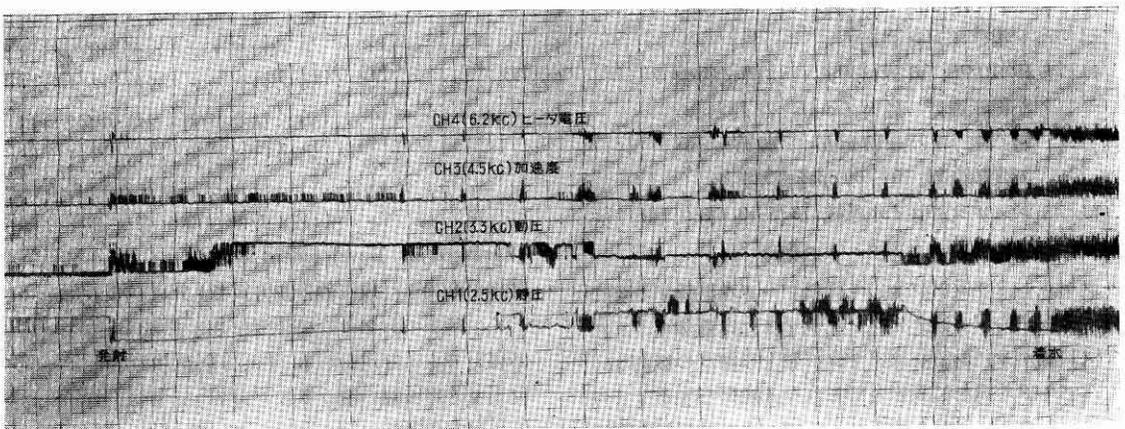
- テープ：1/4インチ幅 1,200 フィート、リール7インチ
- テープ速度：7.5インチ/秒 ( $\pm 0.2\%$ ) 30分
- ワウおよびフラタ：ピーク  $\pm 0.25\%$  以内
- 周波数特性：50~7,000 c/s 偏差 2 db 以内  
50~10,000 c/s 偏差 4 db 以内
- S/N: 1 kc 信号尖頭録音レベル (3%歪率) にて  
55 db 以上
- 歪率：動作録音レベル (尖頭レベルより -10 db) にて 2% 以内

録音すべき信号としては、受信機の出力である副搬送波群のほかにはロケットのイグナイタスイッチ閉成の時刻があるが、後者には本来なら別個の副搬送波を用いるのがよいが、再生後に周波数弁別器および直流増幅器の準備がないので、



第 7 図

簡単のため、第 1 図のように録音器入力の一つに、第 1 チャンネル (2.5 kc) のほぼ最大変調にあたる、2.7 kc の信号を加えておき、イグナイタスイッチ閉成と同時にこの回路に深いグリッドバイアスを加えてこの信号を遮断する方法をとった。従ってスイッチ閉成前は第 1 チャンネルはほぼ最大にふれているが、スイッチ投入と同時に原位置にもどるから、これから閉成時刻を容易に知ることができる。



第 8 図

録音再生の結果は、ベビー T 第 4 号の際、イグナイタスイッチが飛翔継続中に開路されたために、第 1 チャネルのデータが一部失われたのを除き、すべて良好であった。再生の際、出力レベルを変えると得られた記録のうち雑音性のものの波形が若干変化するが、これは周波数弁別器の出力が雑音性の入力波形のレベルにより変化することに起因するものであり、またワウおよびフラタとみとめられるものはところどころに表われているが、ピークで 1% 以下であり、むしろ電源周波数の基線変動の方が顕著であった。第 2 図はベビー T 第 1 号のデータを録音し再生の際縮尺したものである。

実験の結果、KP-3 型はベビーのテレメータには十分に使用に耐えることが明らかになったが、将来より大容量 (15 CH 目標) の周波数分割または時分割方式のテレメ

ータに対しては

- テープ速度：30 インチ/秒 (±0.1%) 15 分
- ワウおよびフラタ：ピーク ±0.15%
- 周波数特性：300 c/s ~ 30,000 c/s 偏差 3 db 以内
- S/N : 45 db 以上
- 出力レベル変動：1 db 以内
- 歪率 : 1% 以下
- 入力レベル : -10 db, (10 kΩ)
- 出力レベル : + 4 V, 500 Ω

程度のものが望ましいと考えられる。

終りに磁気録音機を貸与された東京通信工業株式会社 多田技術部長に厚く御礼申上げる次第である。

(1955. 11. 17)

## 実効反射面積の測定

黒川 兼行・須田 徳蔵・阿部 永雄

ロケットのプライマリレーダによる追跡の可能性を検討するために気象研究所高層気象研究室の好意により、レーダを借用し、風船に錫箔をはりつけたものをとばし、これを追跡、実効利得の大体の大きさの測定を行った。

使用した気象用レーダの性能は次の通りである。

尖頭出力	200~270 kW
パルス幅	0.9 μs
繰返し周波数	400 回
周波数	9375 ± 50 Mc
I F 帯域幅	2.4 Mc
アンテナ口径	2 m
受信最小感度	-94 dbm

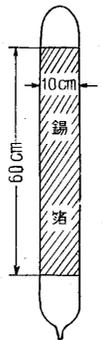
アンテナ効率 50% として計算するとアンテナ利得約 43 db またフォード損失は往復約 3 db と考えられる。

実験日 昭和 30 年 11 月 22 日 快晴 北東の風や、強

実験場所 東京都杉並区馬橋 4 の 499 気象研究所高層気象研究室

使用したレーダは船舶用レーダと違って、その指向性は鋭いペンシルビーム状をなしているため、風船位置をトランシットで追跡し、刻々の方位と仰角をよんでアンテナをその方向に向け最大感度をさがしつつ観測していた。風船の径は 10 cm 錫箔部の長さは 60 cm である。風船は発射パルスのために約 2 km 以上にならな

いとブラウン管上にはっきりした影像をみとめることができず、また約 8 km ~ 10 km 位になると見掛けの風船位置が水平線に近くなってしまふのと反射パルスの大きさが、ノイズレベルに近くなってしまふために追跡不能になってしまう。風船は計 10 組ばかり飛ばした中で最後の 1 ヶが約 8 km 位離れた所で風向きの変化があり、気象研究所を中心に大きくゆっくりまわってくれたためによく追跡でき、仰角も 10 度近くあったので地平線の影響を受けることなく完全にノイズレベルに入るまで観測可能で



風船の寸法

ノイズに見えかくれて遂に見失った距離が 12 km であった。これから上述の風船の実効利得は約 5 db であることがわかる。これは風船を横からねらった値で、後方からねらえばこれよりはるかに利得が小さいことは当然である。5 db は面積に換算すると約 2.5 平方呎である。風船の実効面積が見掛けの面積よりはるかに小さくなることは、風船の曲率のためにこの面積にうけたエネルギーの大部分が発射点方向以外に向けて反射されることから考えても当然である。この測定結果から径 15 cm 長さ 2 m 位のロケット (見掛けの面積 5 倍) を追跡する場合でも  $12 \times \sqrt{5} = 27 \text{ km}$  以上のプライマリレーダによる追跡はほとんど不可能なことが結論される。従ってトランスポンダ式のレーダの必要性が生じてくるのである。

(1955. 12. 26)