

カ ッ パ 8 型 用 電 離 層 測 定 器

平 尾 邦 雄・電離層直接観測グループ

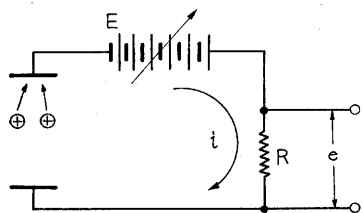
1. は し が き

ロケットによる電離層の物理的研究は超高層研究の最も重要な項目の一つである。われわれ電離層直接観測グループは早くからロクーンによる電離層観測計画をすすめてきたが、いろいろの事情により実現をみるに至らなかった。1960年7月に至り K-8-2 ロケットに初めて正イオン密度測定器を搭載し、その後引き続き K-8-3 から K-8-6 に至るまで電離層測定を行ない、世界にさきがけて貴重なデータをうるることができた。その中でも K-8-5, K-8-6 では高山・宮崎の発見によるレゾナンスプローブ法により、電子温度および電子密度の測定を行ない満足すべき結果をえたことは 1960 年度の電離層直接観測グループの最大の成果といえよう。引き続き 1961 年 7 月, 10 月, 12 月にも同種測定が行なわれる予定であるが、これは上記測定器の改良型で電離層に関するイオン・電子の状態をさらに詳しく測定するためのものであるが、ロケット搭載用測定器として optimum design にするため重量の軽減をはかり、電気的な性能も space electronics としての諸条件を満足するよう若干回路を変更するが本質的には K-8-5, 6 と異なる。順序として K-8-2 から 4 に至るまでのいわゆる正イオン密度測定器について記し、ついで K-8-5, 6 に搭載した電離層測定器 I 型について述べる。

2. K-8 型 2・3・4 号機用正イオン密度測定器

(1) 測定の対象および原理

電離層は地上数十 km より上に存在する電離した層である。K-8 型ロケットは打上角度ペイロードなどによって相違するが大体高度 150~200 km まで達することができるので D 層・E 層および F 層の下部にわたる電離層を測定することができる。第 1 図は今回の測定器の原理図であるが、いわゆるラングミュアプローブ法であってプ



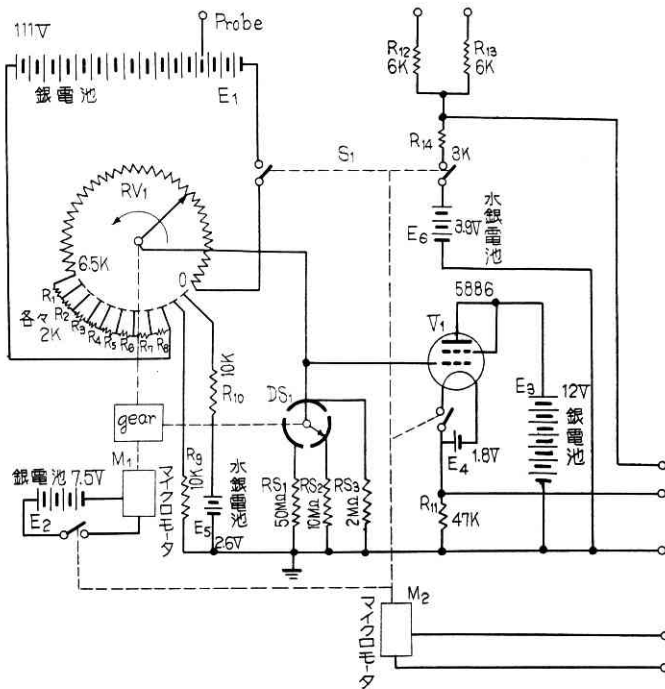
第 1 図 イオン測定原理図

ラズマ中に電極を設け直流電圧を印加し、その印加電圧を負の値より正の方へ徐々に変化するとき電極に流れる電流より正イ

オン密度を知ることができる。しかしこれを具体化するには次のような方法をとる必要がある。つまりロケットが高度 60 km で開頭してイオン密度の計測を開始したとしても、150~180 km に至る間そのイオン密度は大幅に変化するほか夜間・昼間などにより大きな変化があるわけで、これら大幅なイオン密度の変化をすべて測定させるためにはイオン電流が大幅に変化するから第 1 図の電圧降下用抵抗 R を変化させる必要がある。

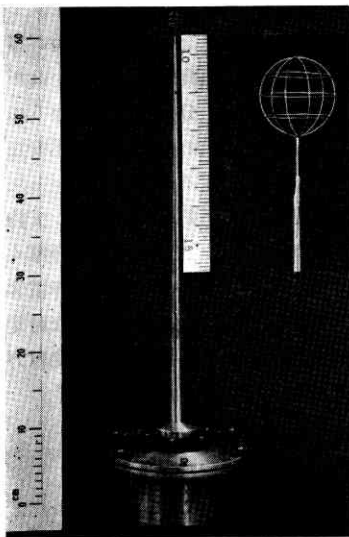
(2) 構成および構造

実際行なった方法はマイクロモータで抵抗型ポテンシオメータの摺動子を回転させて +10V から -20V まで連続的に電圧を変化させ、-20V からは階段状に 10V ごとに -100V まで電圧を変化させて正イオン密度をかなり幅広い領域で計測できるようにしてある。一方負荷抵抗 R も $2\text{ M}\Omega$ ・ $10\text{ M}\Omega$ ・ $50\text{ M}\Omega$ の 3 段階に切り換え、イオン電流感度を $\times 1$ ・ $\times 5$ ・ $\times 25$ の範囲に拡張した。負荷抵抗が $50\text{ M}\Omega$ になるとプローブ、電池ケースおよびスイッチと筐体の間の絶縁保持が非常に困難であったが、最初の実験なので理論的に推定されるよりもかなり小さなイオン密度までばかりうるように設計をした。ポテンシオメータは約 1 秒で 1 回転するから一連の計測には約 3 秒を必要とする。上述のように負荷抵抗 R は最高 $50\text{ M}\Omega$ にもなるので、直接この電圧をテレメータにおくことはできないので (電位計管) 5886 をカソードフォロア接続とし、カソード抵抗の端子電圧を 0~5 V の信号として送出するようにしてある。第 2 図はその電気的結線図である。本器の電源としては小型軽量のために塩化銀電池を採用した。この性能についてはすでに報告がある通り電気的性質はロケット用としては好適であるが、保存性が困難なことと単位電極の接触不良が時々発生し、取扱いが容易でなかったので K-8-3・4 用の 5886 のヒータ電源は単 3 乾電池に取り換えた。プローブの構造は第 3 図外観図に示す通りであって、軽金属棒状の支持棒の先端に $20\text{ mm}\phi$ の網状球プローブまたは中空球プローブが取り付けられている。網状のプローブは、わが国独自の考案になるもので、太陽輻射の光電離による電子放射を極力軽減しイオン密度を昼間でも正確に測定しうるようにしたものである。材料は $0.3\text{ mm}\phi$ のモリブデン線に金メッキを施したものである。上述のような理由から夜間は網状にする必要がなく、夜間のイオン密度測定には中空の球プローブを用いた。上



第 2 図 K-8 型 2.3.4 号機用電離層イオン密度測定器回路図

述網状球プローブの実際の効果については本年10月球プローブと比較測定されるはずである。支持棒はプローブに負電圧がかかった時のイオン鞘とロケット本体のそれとがかさならないようにするため K-8-2 では 500 mm K-8-3・4 では 591 mm とした。この部分は金属が露出しては無意味であるので金属棒の上に約 0.2 mm 厚さの硬質の絶縁塗料を施し先端プローブ部のみよりイオンの捕集が行なわれるようにした。計測器本体の構造は第3図外観にみられるように低い円筒状になっており、上面でロケット本体に取り付けられ、下面フランジ



第 3 図 正イオン密度測定器

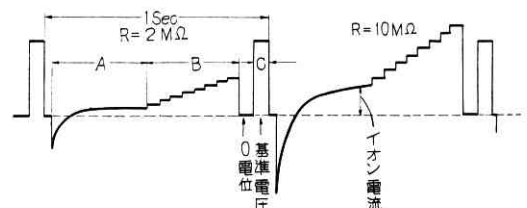
部分の最大径は 200mm、主要部胴径は 164 mm、長さ約 95 mm で軽金属製である。計測器本体は1気圧差に耐えられるような気密構造で、ロケット取付面は熱絶縁ワッシャを介し、ロケット本体よりの熱伝導を防いでいる。なお K-8-1 の温度測定結果よりロケット本体の温度上昇

がかなり大きいことが懸念されたので上記計測器胴体にアスベストを巻きつけ、その上に金属箔を貼りつけて輻射による温度上昇を防いだ。Space instrument として特に留意しなければならない点は上記温度上昇のほかに耐衝撃・耐震性能である。本器は加速度としてロケット進行方向には 100G、振動としては振幅 2 mm、2000 rpm に十分耐える構造とし、そのテストは東京で綿密に行なわれ、これら諸条件を満足することが分かった。またロケットのペイロードには限度があるので、計測器の重量は極力軽くしなければならない。本器はプローブ部分を含め 2.75 kg となっている。

(3) 開頭と計測結果の記録方法

プローブの構造のうちその先端部はデリケートな形状をしており、この部分を露出したままロケットを地上より打ち上げることは困難である。実際には電離層D層のことを考慮に入れて地上より約 60 km の高度に達したとき、ロケット先端部(nose cone)のプローブ

収容部のカバーが二つに縦断されプローブが外界に露出するようになっている。この開頭はロケット発射と同時にスタートするタイマーにより時限装置が働き火薬作動のプッシャーが働き、カバー締付リングが外れ、スプリングによりカバーが除去されるが、この部分の詳細については別に報告があると思うので割愛する。高度 60 km 近傍では K-8 型ロケットでは 5~6 マッハの速度であるが大気密度は非常に小さくなっているから、プローブには完全球としても 30 g 程度の荷重しかかからないと推定されるから構造上問題とならない圧力である。このようにして、開頭と同時にイオン密度の計測が開始される。プローブに捕獲されたイオンは(1)で述べたように既知負荷抵抗に電圧降下を生じ、さらに電位計管 5886 によりインピーダンス変換されてテレメータ送信部に加えられるが、記録は第4図のようなアナログ信号となって地上に送られる。図の中で A の部分は +10 V から -20 V に印加電圧を連続に変化させたときの曲線で、B の部分は -20 V から 10 V ステップで -100 V ま



第 4 図 K-8 型 2.3.4 号機イオン測定テレメータ出力波形

で段階的に電圧を印加したときのものである。Cの部分
は校正電圧でこの高さ(2.6V)からA・Bの量を測る
ことができる。三つの波形は負荷抵抗が2M Ω , 10M Ω ,
50M Ω に切り換えられて感度を変化させていることを
示すものである。0~5Vの範囲をこえたものには、明
らかに飽和の傾向がみられるがこれをこえるとFM離調
ノイズが認められる。また主としてBの部分にステップ
切換に際しパルス状波形がみられるが、これは切換スイ
ッチの過渡現象で計測には必要な量ではない。以上はイ
オン電流を示すカーブでテレメータの第5チャンネルを
使用したものであるが、この外開頭が果たして行なわれ
たかどうかを電氣的に確認するためテレメータのチャ
ネルを用いて信号を送っている。これは開頭により機械
的に電気回路が断となり、電池の負荷抵抗が少なくな
って電圧が上昇するようにしたもので、テレメータには開
頭によりステップ状の電圧波形がえられるようにした。
特にK-8-3, 4では、二つのプッシャーのイグナイタの
電流が流れたかプッシャーが動作したか左右のカバーが
完全に取除かれたかを4段階のステップ信号にするな
ど開頭の点も入念に調査した。

(4) 計測結果

1) K-8-2 1960年7月17日13時11分打ち上げら
れ高度182kmに達した。打上げ後35秒でテレメータに
異常を生じ記録不能になった。152秒に至り一時的にテ
レメータの機能が回復した。しかし前述の開頭を示す信
号はなく、一方正イオン密度測定器は正常な動作を示し
ていたが、イオン電流を示す曲線がでていないところか
ら、開頭はなんらかの原因で行なわれなかったと考えら
れる。打上げ後185秒で再びテレメータに異常を生じ空
気層突入まで機能は回復しなかった。

2) K-8-3 1960年9月22日15時32分打ち上げら
れ高度187kmに達した。本器は開頭の機構を改良した
ものであるが60秒にして開頭信号をキャッチし、同時に

電子・イオン電流を示すカーブを記録し最高高度より落
下を始めて空気層に突入して、プローブよりの熱電子電
流まで完全に記録できてすべて好調であった。第5図は
このとき計測されたイオン密度対高度の曲線であり、ま
た同時に秋田電波観測所で行なわれた電波観測によるE
層とは高度および密度ともほぼ完全な一致を示した。

3) K-8-4 引き続き1960年9月26日20時25分初
めてK-8型の夜間打上げが行なわれた。K-8-3と同様
計測器およびすべての測定器は正常に動作した。その観
測中高度110kmあたりで、sporadic E層と考える極
めてうすい高密度のイオン電流を観測した。これは高度
においては地上よりの電波観測により測られたsporadic
E層と完全に一致したが、その密度については間歇的な
測定のため一致を確認することはできなかった。

(5) 機器調整上の問題

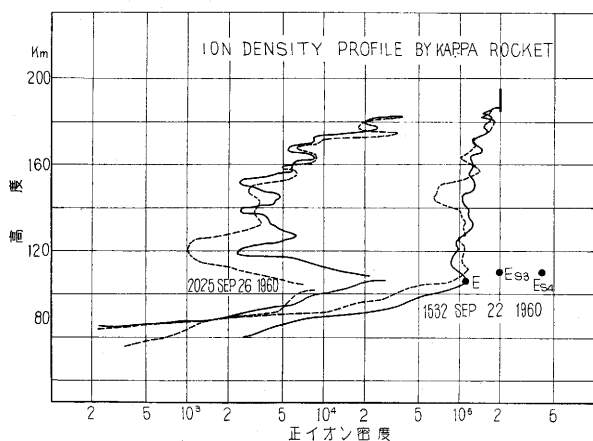
本器は以上のとおり、正イオン密度計測に成功したが、
その調整に当たり一二月折った点についてのべ今後の参
考にしたい。第一に本器に極めてうすいイオン密度を検
出する能力があるから、わずかの電流でも計測されてし
まう。たとえば最大-100V印加されたときプローブと
ロケット本体間に漏洩電流があり50M Ω の負荷抵抗の
ときに0.1 μ A流れるとするとテレメータにフルスケ
ルの電圧にもなるから、これらが計測の誤差にならない
ようにするにはフルケースの1/100つまり 1×10^{-9} A
以下の漏洩電流に押えねばならない。これは等価漏洩抵
抗で $1 \times 10^{11} \Omega$ に相当する。したがってプローブと計測
器ボディの絶縁はもちろん、電源切換スイッチなどの絶
縁抵抗の保持にはかなり苦心した。特に夏季海岸では高
温多湿で、絶縁物には最悪の条件であり、かなり神経質
に扱ったので、一部では取扱いがだげさずぎと思われる
向きもあったと思うが、これは上述の事情によるもので
であった。K-8-3・4以降には打上げまでの間ロケット
頭部に、乾燥空気を流通させる方法を取り絶縁保持が容
易になった。また本器は主として塩化銀電池を用いたが
保存性が悪いこと、短寿命のため十分テストを行なうに
は交換を必要とすること、内部抵抗の急変により不安定
になることなどで打上げまで絶えず不安が去らなかつた
ので、K-8-5以降は水銀電池に変更した。最後に支持
棒には絶縁塗装が施されていたが、この被膜が十分厚く
なかったためプローブ中心導体との間にかなりの静電容
量をもちプラズマの等価抵抗は非直線のため正確な時定
数の補正は困難であったのでK-8-5以降はこの絶縁方
法を改良して静電容量をへらすことができた。

3. K-8-5・6号機用電離層測定器I型

(主としてレゾナンスプローブ方式について)

(1) 測定の対象および原理

レゾナンスプローブ法は、電子密度、電子温度を計測



第5図 K-8-3 および K-8-4 による観測結果

するまったく新しい方法である。従来までの計測方法はいわゆるラングミュア法であるが、この測定方法ではかなりのあいまい（曖昧）性があった。それに対してレゾナンスプローブ法においてはプローブに直流分の上に交流分を重畳させてその直流電流の増加分を交流の周波数の函数として測定するとき、電子のプラズマ振動数に対する周波数を f_e とすると

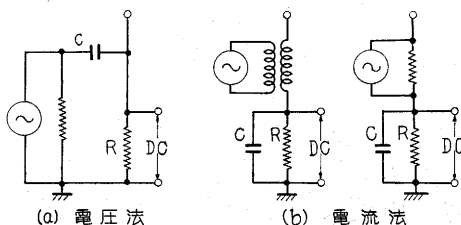
$$f_e = \sqrt{\frac{e^2 \cdot N_e}{\pi \cdot m}}$$

(N_e : 電子密度 m : 電子質量 e : 電子電荷)

において鋭いピークが発生する。よってこの f_e を求めれば電子密度が直接に計算できるわけで f_e なる周波数においてあたかも電子が共振を起こしているようなのでこの方法を新たにレゾナンスプローブ法とよぶことにした。また f_e はちょうど電離層のような低密度のプラズマの場合比較的計測しやすい周波数に相当するので今後の space research において本方法は有力な手段となりうる。共振周波数と電子密度の物理的な関係は上述の通りであるが、電離層のような密度の薄いプラズマに交流電圧を加えた場合を電子回路にみると共振という特異の現象をのぞけば、電子管の内部の状態に似ていてこれに交流電圧を印加したことに相当するから、当然の結果として検波された直流分をうることになる。したがってこの計測の方法は第 6 図 (a), (b) のように二つの方法があるが、電子密度を計測する場合は (a) の方が有利である。つまり (a) は電圧測定であるからプラズマをあまりみださないこと、発振器・直流増幅器ともロケットケースに接続できること、および電圧測定であるから直流分の電圧感度がよいなど (b) より好都合な点があるので (a) の回路を採用することにした。発振器はピーク周波数を求めるため掃引発振器にしてあるが 発振周波数は 100 kc~10 Mc (K-8-6 は 3 Mc) である。この方法は上述のとおり適確に電子密度を求めることができるが、また電子温度も求めることができる。すなわち電子温度を T_e とし、印加交流電圧の振幅を a とすると、ピークを示す前の低周波領域では直流電圧 V_a は

$$\frac{eV_a}{K \cdot T_e} = \log I_0 \left(\frac{e \cdot a}{K T_e} \right)$$

ただし $I_0(x)$ は変形ベッセル函数、 $I_0(x) = J_0(ix)$ となるから T_e は V_a , a が既知であれば算定できるが、実

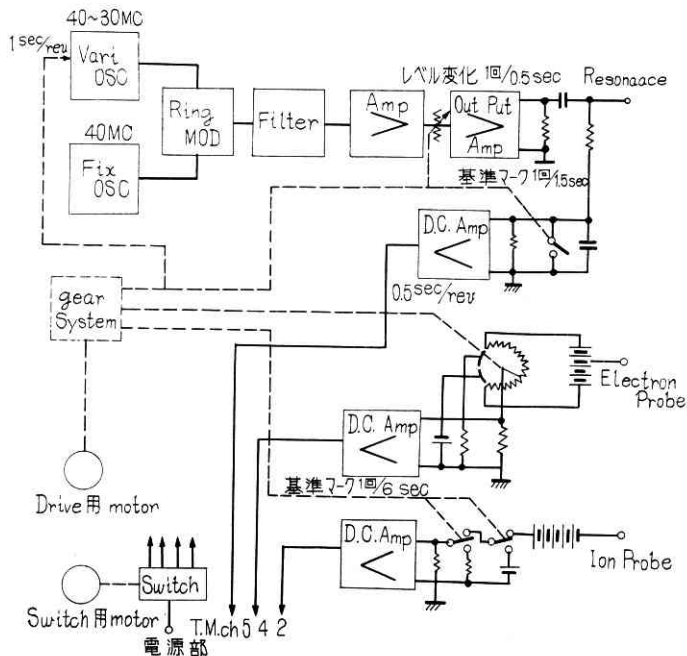


第 6 図 Resonance Probe 電圧・電流
法原理図

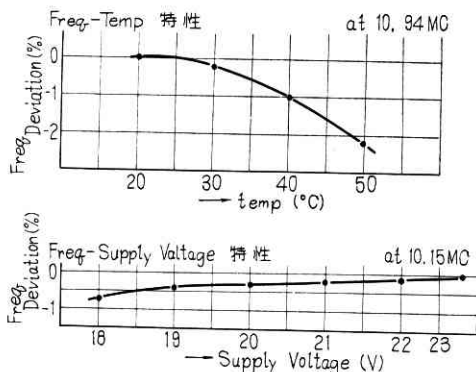
際には a という振幅を広帯域の周波数にわたって一定に保つことはなかなか困難であるから電子密度のように正確に電子温度を求めるのは容易ではない。K-8-5・6 用電離層測定器 I 型はレゾナンスプローブ方式による電子密度・電子温度も測定する部分の外に、二つの測定器をもっている。その一つはプローブに -22.5 V の一定直流電圧を加えて正イオン密度の測定、他の一つは -2.6 V~+9.1 V の連続電圧可変方式により電子温度・電子密度の測定を行なう部分であって、以上合計三つの計測を行なっているから 3 本のプローブを備えている。

(2) 回路構成

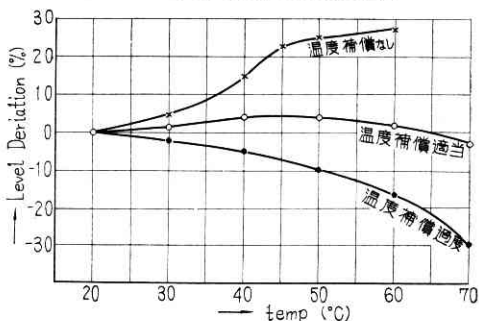
回路構成のブロックダイアグラムは第 7 図に示す通りで発振器は唸周波数発振器による掃引発振器である。固定発振器はクラップ型発振器で周波数は K-8-5 を例にとれば 40 Mc とし一方可変発振器も同型の発振器で空気コンデンサを回転させて周波数を 40 Mc~30 Mc に変化させている。両発振器はリング変調器により変調され 20 Mc カットオフのフィルタにより上部側帯波を除去して 100 kc~10 Mc の掃引周波数をうる。原理でのべたように電子温度も求められるように発振周波数の振幅は 2 段に切り換えられ 0.4 V, および 0.8 V (P-P) の電圧が交互にプローブに加えられる。電離層中にて検波された直流電圧は電位計管 5886 によりインピーダンス変換されさらに 3 石のトランジスタ (2SD-11) により直流増幅されテレメータに 0~5V の信号として選出される。以上の回路は前述の 5886 を除いて全部トランジスタ化され交流増幅、発振器部分はメサシリコントラントジスタ (2SC 30) を合計 8 石使用している。周波数マークは現在のところ簡潔な方法がみつからないが、発振周波数の安定度が高いので空気コンデンサの回転角度によって相当正確に周波数が算定できるので、マーカーがなくても記録結果解析はさほど困難でない。ただしゼロビートは掃引周波数の起点になるのでマーカーとして入れてある。また電子温度解析のために 0 電圧 (直流増幅器の入力を短絡したときのレベル) の信号も入れている。トランジスタを使用して最も懸念されるのは、温度および電圧変化による利得や周波数のドリフトであるが、周波数安定度は第 8 図のようになり良好で実用上問題は無いが、直流増幅器のゼロドリフトがテレメータへの信号電圧 0~5V を越えると直線性が悪くなり解析に重大な支障をきたすので注意したが、第 9 図のように温度補償を適当に行なうとかなり広い温度変化に対して使用しうることがわかる。他の二つの測定器、すなわちラングミュア法によるイオンおよびエレクトロンの測定回路は本質的に K-8-2・3・4 と変わらないが、イオン・エレクトロンを別々にプローブを出し、特にイオン測定回路は K-8-3・4 の結果によってイオンの量のオーダーが大体つかめたので固定電圧 (-22.5 V) で計測してい



第7図 K-8型5・6号機用電離層測定器I型系統図



第8図 掃引発振器周波数安定度



第9図 DC Amp レベル温度特性

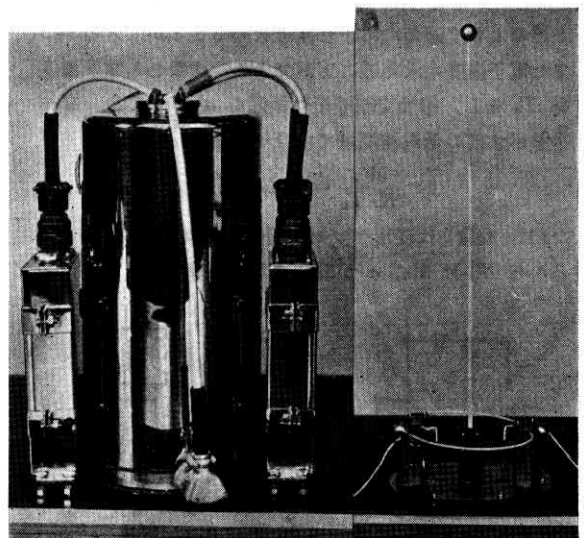
る。いずれもプローブに集められたイオン、エレクトロンによる電流は5886によりインピーダンス変換され、0~5Vの信号としてテレメータに送出される。電源はK-8-2・3・4では塩化銀電池を主体に使用したが、取扱いが困難であったので、寿命の点でも安心して使用できる水銀電池を使用した。重いのは欠点であるが取扱いが

非常に容易になった。なお回路電源用電池は本体とは別ケースに収容し、コネクタで計測器本体と接続される。

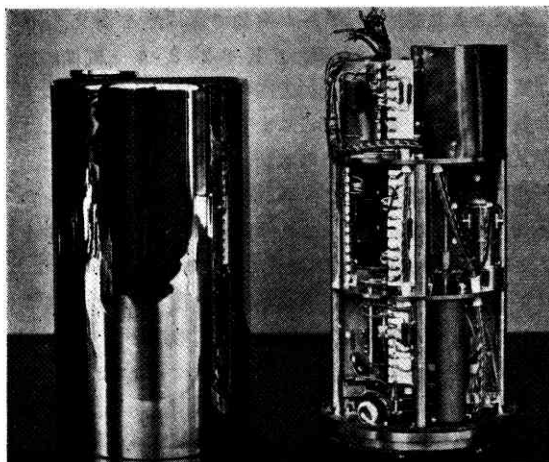
(3) 構造

構造は第10図外観に示すようにプローブ、計測器本体、および電池の三つの部分からなっており、まず計測部は長い円筒形をしていて外径140mm、長さ280mmで外側の金属ケースはバフ仕上げにNiメッキされており輻射による器内温度上昇を防いでいる。ロケットボディには熱絶縁板を介して取り付けられて伝導による温度上昇も少なくするようにした。計測器本体の内側は第11図でもみられるように3段に分割され1段はさらに四つの部分に仕切られていて回路構成で示した各部が収容されている。特に最底部の固定および可変の両発振器部分にはさらにシールドケースが施されている。駆動にはマイクロモータを2個使用し、1個は発振器の掃引と直流電圧

の連続変化、基準電圧などを与え、他の一つは電源のON・OFFに使用している。電池ケースは角型のもの2個よりなり、計測器の両側に取り付けられている。本体と同じくNiメッキされており、電池の耐熱、耐衝撃性をますためにシールビールが充填されている。本体との接続はキャノンコネクタで行なわれる。本測定器は前節で述べたように三つの計測部分からなり、おのおのの計測に対し三つのプローブをもっている。これらはプローブ台に取り付けられているが、ノーズコーンの中に三つを変形せずに収容することはできないので、中央のイオン測定用プローブは直立しているが他の2本はロケット軸を



第10図 電離層測定器I型

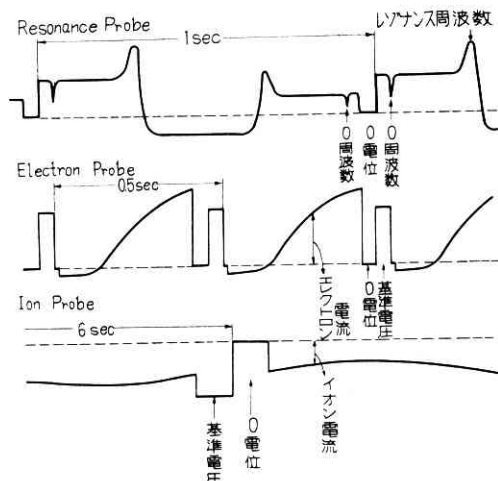


第 11 図 電離層測定器 I 型計測器内部

かえこむように進行方向に直角の面内に曲げて取り付けられている。プローブの出し方は開頭の所で記すが、支持棒芯部はピアノ線でおおの厚いパルフロントューブをかぶせ外に露出しないようにしている。中央直立のプローブは上述のとおりイオン密度測定用なので昼用は網状球、夜間用は中空球にすることは K-8-2・3・4 の場合と同様である。他の二つのプローブは電子温度・電子密度測定用であるから中空球が使用された。なお本測定器部分とテレメータとの接続にもキャノンコネクタを使用した。

(4) 開頭と計測結果の記録方法

ノーズコーン部分が二つに縦断されるところは、K-8-2・3・4 の場合と同様であるが、開頭の方法には若干の改良が加えられてプッシャーが時限装置により動作することにより締付リングのシアーピンを切り、直接カバーを除去する方法が用いられた。開頭の高度は地上より約 60 km でタイマーによりプッシャーが動作することは K-8-2・3・4 と変わりはない。ただロケット軸方向の中央のプローブはそのまま露出されるが、軸に直角方向の 2 本のプローブはカバーが除かれるときプローブの尖端部の止ピンを引き抜き、プローブ支持棒のスプリング作用により尖端部を外界に突出させる。開頭の確認のため正イオン計測記録に重畳して階段状電気信号がテレメータにより地上観測に送られる。開頭と同時に計測が開始されるが、テレメータにより地上に送られる記録は第 12 図のようになっている。正イオン密度測定にはテレメータ第 2 チャンネルを使用し較正マークとして 0 電位および基準電圧 3.9 V を 6 秒に 1 回ずつ挿入している。またイオン測定のチャンネルにはすでに述べたように階段状の開頭マークを重畳している。電子密度測定にはテレメータ第 4 チャンネルを使用し、 $-2.6\text{ V} \sim 9.1\text{ V}$ 連続印加したときの電流図形でスライド抵抗 1 回転が約 0.5 秒になっている。イオン測定と同様 0 電位および基準電圧



第 12 図 K-8 型 5・6 号機電離層測定器テレメータ出力波形

3.9 V を 1 回ごとに挿入している。最後にレゾナンスプローブの記録には第 5 チャンネルを使用し、バリコンが回転するので、周波数掃引は 1 回ごとに低周波から高周波、高周波から低周波と交互に記録されるが、ゼロビートマークが入るので読取りを誤ることはない。また電子温度算定のため交流印加電圧は 1 回ごとに $0.4\text{ V} \cdot 0.8\text{ V}$ に切り換えられる。レゾナンス周波数はバリコン角度と周波数のカーブから 0.1 Mc 以内の確度で読み取ることができる。1 掃引は約 0.5 秒で 0 電位マークが 1 回ごとに挿入される。

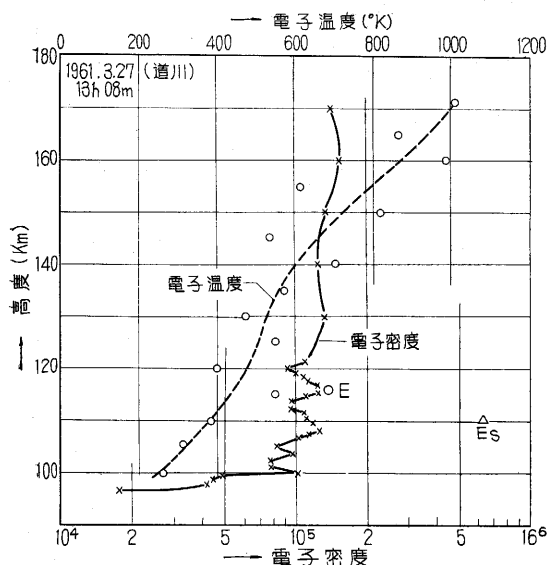
(5) 計測結果

1) K-8-5 1961 年 3 月 27 日 13 時 8 分打上げ、高度 172 km に達し、電離層関係の測定データもほぼ完全にとることができた。特にレゾナンスプローブ法による電子密度の測定結果も、地上実験でみられるよりもむしろ明瞭な特性曲線がえられた。第 13 図は高度に対する電子密度および電子温度の測定結果である。

2) K-8-6 1961 年 4 月 18 日 21 時 27 分打上げ、高度は 144 km に達した。電離層観測はレゾナンスプローブ・エレクトロンプローブおよびイオンプローブによりスポラディック E 層と思われる高度で、電子およびイオン電流の急増が認められた。全飛しょう時中の資料は現在なお解析中である。

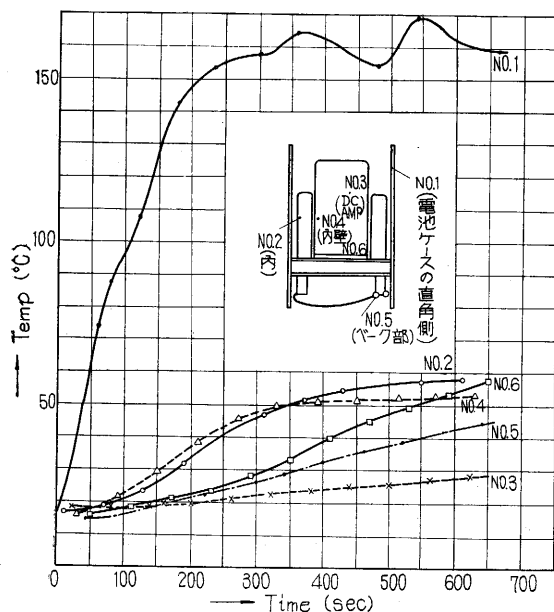
(6) Space instrument としての特質

本器は K-8-2・3・4 に搭載した正イオン密度測定器の経験により space instrument としての設計上改造点がいろいろあるが、今回は特に大部分の回路をトランジスタ化するため温度条件が従来よりかなり苛酷になると予期されたため、この点の設計と予備実験には慎重を期した。すなわち特に重要な点はトランジスタ直流増幅器が温度上昇によってドリフトした場合、何度までならば



第 13 図 K-8 型 5 号機 Resonance Probe
電子密度・電子温度記録

記録範囲を逸脱しないかをまず回路について実験し、ついで機器内に本回路を実装し、ロケット胴部の一部を作って外部より急激に加熱し、内部主要部分がどのような時定数で何度くらいに温度上昇するかを試験した。地上で行なうから対流もあり、また急激な加熱は数本のガスバーナーで行なったが、実際のロケットの空気層突抜けの際のように加熱され難い。しかし外壁を 3 分半で 150°C まで温度上昇させた際の各部の温度は第 14 図のようになり、まず実際打上げの場合問題はないであろうとの確信を得た。計測器ケースをバフ仕上げし、Ni メッキ



第 14 図 K-8 型 5, 6 号機用電離層測定器温度上昇試験

したことと熱絶縁ワッシャが有効であったと考えられる。本器の耐衝撃、耐震性は K-8-2・3・4 と同様に加速度としてロケットの進行方向には 100 G、振動としては振幅 2 mm、2000 rpm に十分耐えるように製作したが試験の結果これら諸条件を満足することが分かった。計測器の重量はプローブ・計測器本体・電池ケースを含め 9.6 kg であったが、これは構造材料を軽金属にすることにより 6 kg 前後まで軽量化にしようが見通しがついた。ロケットに搭載される物理測定器が多種多様になると、相互間を往復する電線は次第に複雑となり、したがって相互干渉などの悪影響もうけやすくなる。それよりもわれわれは前回の K-8-2・3・4 で痛感したことはノーズコーンへの組み込みからメインロケット配線完了まで多くの時間と労力を要するため、一つの機器に故障が生じた場合、解体組立にほとんど半日を要することであった。そこで今後の K-8-5・6 に至って全部コネクタ方式とし、各部結線はコネクタで接続するだけでほとんどの電気配線が終わるようになったので K-8-2・3・4 に比べ装置が複雑になったにもかかわらず、組立に要する時間はその 1/3 以下になった。この時間が短縮された原因は今一つノーズコーンの組み方にも改良が加えられたことで開頭実験も非常にスムーズに行なわれるようになったのも、本器の特質といえるであろう。

4. 結 び

上述のように電離層のロケットによる計測は 1960 年秋より始まったにすぎないが、その計測の方法、および測定結果は海外に対しても誇るに足るものであると信ずる。しかしなお生研で開発されるロケットがさらに飛躍して高性能の観測用ロケットになってゆくとき計測方法についても space electronics の面よりさらに確実に高精度のものに改良を加えてゆかねばならないと思う。ロケットのように一発打ち上げるにも莫大な費用と労力が払われるものに対しては、その計測は地上におけるよりもずっと確実に動作するということが大切であることを痛感すると共に各部門の十分な協力があって初めて成功するものであることを経験した。このように電離層のロケット観測において大きな成功をおさめつつあるのは、ひとえに生産技術研究所をはじめ関係各位の絶大なご援助によるものである。特に横河電機製作所の関係者の方々には装置の試作・製作、さらに秋田における実験においても多大のご協力をいただいている。また秋田における観測に際しては観測器整備および同時観測に秋田電波観測所の完全なご協力をいただいている。この機会に紙上をおかりして改めて絶大な謝意を表する次第である。

(1961 年 8 月 7 日受理)