

9400MC における太陽電波の観測

田中 春夫 柿沼 隆清 神藤 英彦
高柳 利男 鳥居 近吉

I. 緒 言

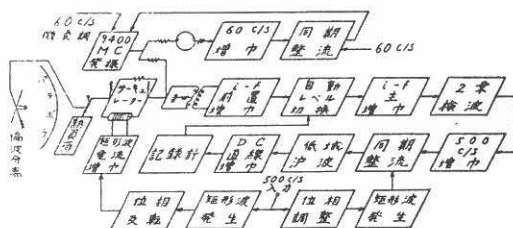
9400MC帯の太陽電波受信装置は、マイクロ波太陽電波スペクトル観測の一環として従来の4000MC帯に引続き計画され既に一年程前に基礎研究を完了していたのであるが、1955年秋にアンテナを設備することが出来たので直ちにこれを完成させ観測を開始した。この装置を逐一説明するとかかなり重複する部分が生ずるので、ここでは今迄触れなかつた所についてだけ述べる。観測結果については未だ資料不足のため何等確定的なことは云えないが気がついた点を二、三記すことにする。

II. 受 信 装 置

1. 受 信 方 式

第1図に受信装置の系統図を示す。基本原理は従来の4000MC帯の受信装置と同じで⁽¹⁾ 入力雑音と抵抗雑音とを入力端で周期的に切換え i-f 検波出力でその切換周波数成分を取出し、更に入力雑音が抵抗雑音よ

第1図 受信装置系統図



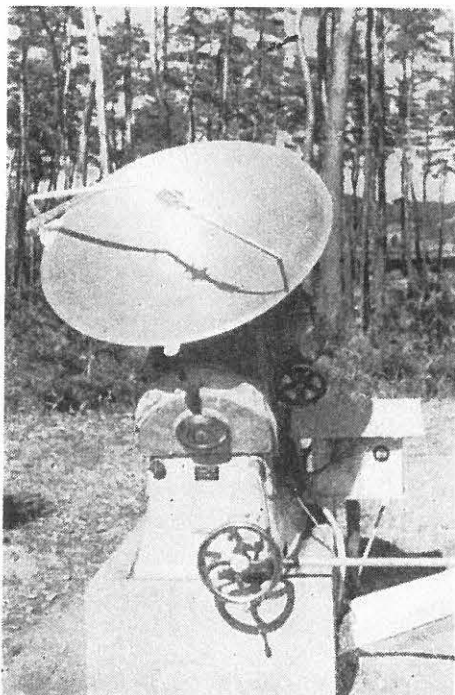
り大きい小さいかで逆符号の直流出力が得られる様に位相を弁別して整流し記録する。従来の4000MC帯の装置と異なる点は、(1)東西、南北、右回り、左回りの4つの偏波成分を切換えて受信出来ること、(2)入力に周期的に切換にプアラー板を用いたサーキュレーター⁽²⁾による電氣的切換法を採用したこと、(3)従つてその非可逆性により受信機雑音が入力に無関係になつたためいわゆる置換誤差⁽³⁾が全く無くなつたこと、(4)切換周波数を30c/sから500c/sに上げたため増巾が容易になり且つ利得変動雑音⁽⁴⁾が減つたこと、(5)クラ

イストロン2K25の周波数が変動し易いためAFCをかけたことである。

2. アンテナ

写真1に見られる様に赤道儀マウントは8素子干渉計に用いたものと全く同一で、パラボラ反射鏡の直径は1.2米である。スペクトルを出出来るだけ正確に求め

写真1 アンテナ装置全景



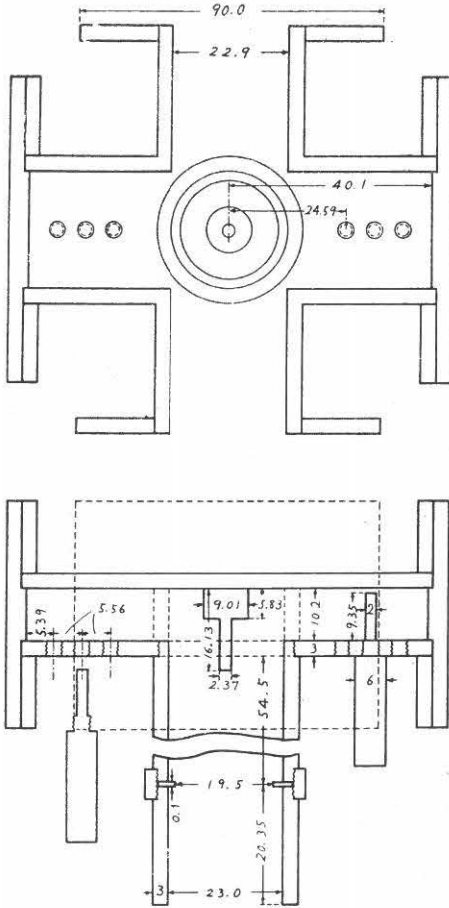
るために新設のアンテナは総て開口角 160° 、円形 H_{11} 励振に統一している。約1波長の円形導波管に続いて偏波分離用のタンススタイル回路⁽⁵⁾があり、矩形導波管になつて反射鏡背部の箱に入る。この箱の中に高周波部とi-f前置部とが総て收容されている。アンテナの指向性は静かな太陽電波を信号として測定したところ、直線偏波で電界方向をみても磁界方向をみても、又円偏波でも半値角が 2.0° であつた。アンテナ利得はこれと全く相似形な3750MCの装置の完成を待つて算出する予定であるが、指向性から推定すると約

6900になる。

3. 偏波分離装置

偏波分離のためのタンスタイル回路⁽⁵⁾及びアンテナの励振部を第2図に示す。タンスタイル回路の整合は中心の凸形の棒によりとつてあるが太い部分と細い

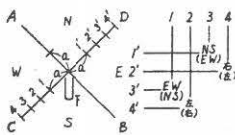
第2図 偏波分離装置と励振部



部分とどちらか一方が特に円形又は矩形導波管側の整合に影響すると云うことはなかつた。結果として±65MCの所要帯域内でVSWR1.05以下であつた。

第3図においてABCD分岐を矩形とし、中心からaの距離に基準面がある、即ち例えばA分岐から電波

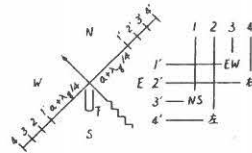
第3図 偏波分離説明図



を入れCD分岐を整合終端しておくことaの距離で位相が等しくなるとすれば、そこから $\lambda_g/8$ 置きにある面1, 2, 3, 4及び1', 2', 3', 4'を第3図Bの組合せで短絡すればA分岐からそれに対応した偏波が切換で受信出来る。そのときB分岐には()内に示す偏波が導かれるから、両分岐を更に低周波数で切換え、出力でゲート分離を行えば東西と南北或は右回りと左回りとを同時に受信記録することが出来る、但し9400MCでは今のところ手で短絡棒を差し換えるに止めた。短絡棒の寸法は実験により予め細かく調節しておかないと反射面がずれ、又短絡板の反射面が板の位置と一致していないことも考慮しなければならない。

さてCD分岐の1, 1'面を中心から $\lambda_g/4$ 離す毎に東西と南北、或は右回りと左回りが逆転し、又反射鏡で反射すると右回りと左回りが逆転する。第2図に示す実際の寸法では第3図の説明のときより構造上1, 1'面が中心から $\lambda_g/4$ 離れているから、反射鏡で反射したあとでは第4図C, Dの関係になつている。此の様に1, 1'面を中心から遠ざけたため周波数特性は多少悪く、例えば円偏波の場合に円形導波管で探針を回

第4図 短絡位置と受信偏波

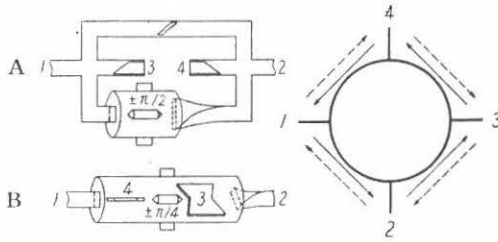


したとき±60MCで電界の最大値と最小値との比は1.2になつている。しかし電力で表わすと逆の偏波を含む割合は1%以下である。従つて局部発振周波数から±60MC離れた2つの帯域を同時に受信しても実用上差支えないことになる。

4. 入力切換装置

入力雑音と抵抗雑音との切換には従来4000MC帯で採用して来た機械的方法を止め、以前本誌に発表した⁽⁷⁾電気的方法を採用した。これと同じ考えは本誌と相前後して米国でも発表されている⁽⁸⁾。以前は切換器と単流導波管とを直列に使用することを考えたのであるが、いわゆるサーキュレーター回路⁽²⁾を用いれば切換と非可逆性とを同時に実現させることが出来る。第5図A, B何れの回路によつても同図Cのサーキュレーター特性が得られ、コイルに所定の矩形波電流を流せば出力には1分岐の入力と3分岐の抵抗雑音とが切換えられて入つて来る。又2分岐から見ると、即ちここから信号を入ると1分岐と3分岐とに向うが、たとえ1分岐に反射があつてもそれは4分岐に行

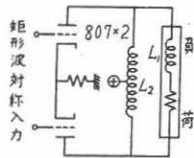
第5図 サーキュレーター



つてしまうからいつも整合がとれていることになる。従つて置換誤差は全く無くなる。9400MC帯では第5図Aの回路によつた。この方が $\pm\pi/2$ だけ偏波を回す必要があるが、標準となる3分岐が外に出ているので温度を測るのに便利であり、場合によつては或る一定の温度に保つたり或いは全く別の雑音源を標準としておくことも出来る。

フラダレー板は東芝製で、コイルに流す500c/sの矩形波電流によつては短絡回路が形成されない様に導波管に絶縁が施されている。コイルのインダクタンスは1.3Hで抵抗は1.7K Ω であるが、これに所要矩形波電流47mAを流すために第6図に示すA級ブツシュブル回路を用いた。L₂ ≫ L₁としてあるので、真空管

第6図 矩形波電流増中器

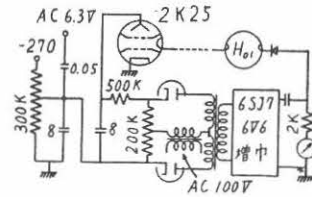


の高い内部抵抗(2球で約60K Ω)に直列に負荷が接続されたことになり、時定数約 2×10^{-5} であるから過渡時間率は数%に過ぎない。従つて低周波部ではきれいな矩形波になっている。又フェライトが $\pm\pi$ で殆んど飽和しているため10%位の電流変化に対しては記録に変化が現われない。フラダレー板を挿入しない方の線路には平衡用の抵抗減衰器が僅か入れているが、サーキュレーター全体の挿入損は0.8dbである。

5. AFC

通信の場合と異り周波数を厳密に一定に保つ必要はなく、1MC以内におさめることを目標とした。第7図に示す様に先ず60c/sの約0.04Vを2K25の反射電極電圧に重畳し、出力の一部に中心周波数で同調した簡単なH₀₁円筒空洞(Q約2500)を結合させてある。その検波出力の60c/s成分は中心周波数で零、その両側で位相が逆転して現われるから、之を増中して

第7図 AFC回路



同期整流し反射電極電圧に負帰還をかけることによりAFCがかかる。帰還ループの利得を約100にとつて所定の1MC以内におさまる様にしている。

6. その他

較正に用いる加熱負荷は4000MC帯のもの⁽³⁾と略々同じであるが熱絶縁のために金網を用いずヨークフランジを用いて約0.5mmの空隙を設けた。温度は150°Cである。

電源は他の周波数のものと総て共通で、AC、DC共に既報の回路⁽⁷⁾を使用している。切換用の500c/sは標準50c/sを得る分周器⁽⁸⁾の途中の250c/sを倍周している。

自動レベル切換器⁽⁹⁾はスナツプスイッチ式の抵抗減衰器をカムで操作する方式に改め動作を確実にすると共に、切換時間も1.5秒位に短縮した。

7. 総合特性

総合雑音指数は局部発振周波数の両側の帯域を受信して約13dbで、出力のフラツキ⁽¹⁰⁾は標準偏差で約4°K(時定数0.5秒)である。静かな太陽からの電波を受信してアンテナ等価温度が約630°Kとなるが、結果的にみてアンテナ利得が大き過ぎた。アンテナ回路に短絡板を挿入して移動させても記録は全く変らない。

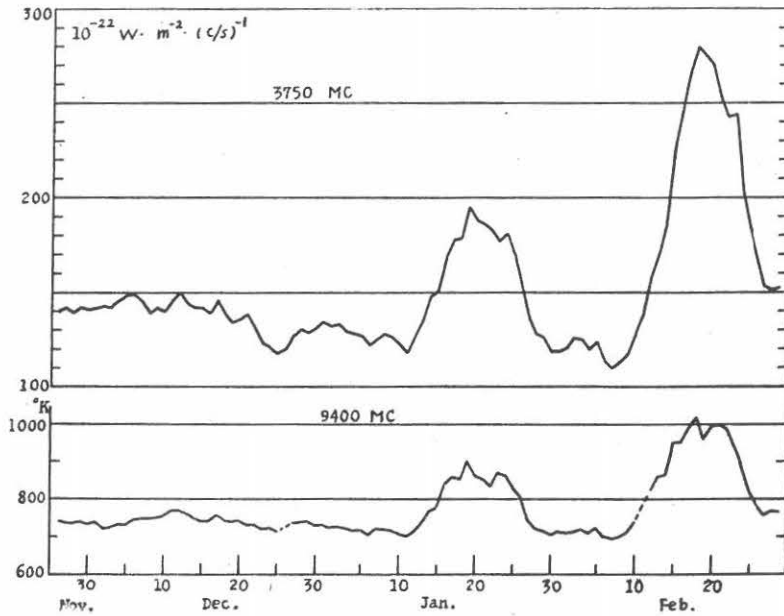
II. 観測結果

観測は昨年11月末から連日行っている。観測時間は9時から15時迄の6時間で、大体1時間毎に零点及び利得の調整をしている。晴れた日にはアンテナを天頂に向けた場合のアンテナ等価温度は約10°Kであつて之を用いて利得の調整をすることが出来るが、雨の日には熱負荷によらなければならない。

雨雲による電波の減衰はまれに10%位になることがあるが、普通の雲による減衰は殆んどない様である。

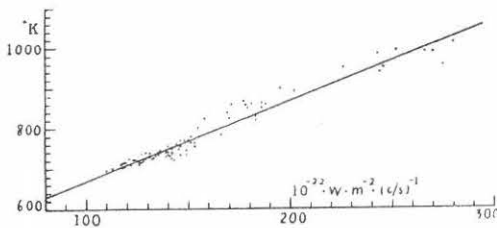
第8図に本年2月末迄の毎日の値を3,750MCの値と共に示す。前に述べた様にアンテナの利得が未だ求められないので、9400MCの値はアンテナ等価温度で示してある。両者は全く同様な変化をしている。

第 8 図 毎 日 の 値 (1955—56年)



9400MCの毎日の観測値をその日の3750MCの値に対応させると第9図が得られるが、之から9400MCに於ける静かな太陽を見た場合のアンテナ等価温度を推定することが出来る。即ちこの間の3750MCの静かな太陽からの輻射強度を $80 \times 10^{-22} \text{ w} \cdot \text{m}^{-2} \cdot (\text{c/s})^{-1}$ として9400MCではアンテナ等価温度で630°Kとなる。

第 9 図 3750MC と 9400MC との 毎 日 の 値 の 相 関



この値よりの増加が S-成分であるが、その静かな太陽からの輻射に対する割合は3750MCの場合に比して小さい。本年2月には3750MCで S-成分の値が静かな太陽の輻射の2倍以上になっているが、9400MCでは0.6倍程度である。又此周波数に於ても S-成分は数%程度の円偏波を含むことがある。

次に1956年1月及び2月中に観測された主な異常輻射の記録を之も3750MCの記録と共に第10図に示す。

1対の上側が3750MC、下側が9400MCである。何

れも対数目盛で、3750MCは $\times 10^{-22} \text{ w} \cdot \text{m}^{-2} \cdot (\text{c/s})^{-1}$ 、9400MCはアンテナ等価温度°Kである。時刻は世界標準時で示し、日本標準時に直すには9時間を加えることになる。時刻目盛は1分置きで、又特にことわりがない限り E-W 方向直線偏波成分の記録である。

対数目盛であるから山の高さはほぼそのときの毎日の値が基準になっているが、2月14日或は23日(今迄記録したものの中最大)の様な大きなアウトバーストでは殆んど高さが等しくなっている。その他の異常輻射でもこの表わし方をすると殆んど程度は同じである。又1月17日の様に殆んど9400MCだけに異常が認められるものもあれば、2月9日の様に全くその逆もある。この位高い周波数でもかなり顕著なスペクトルを持つた異常輻射があると云うことは興味がある。

IV. 謝 辞

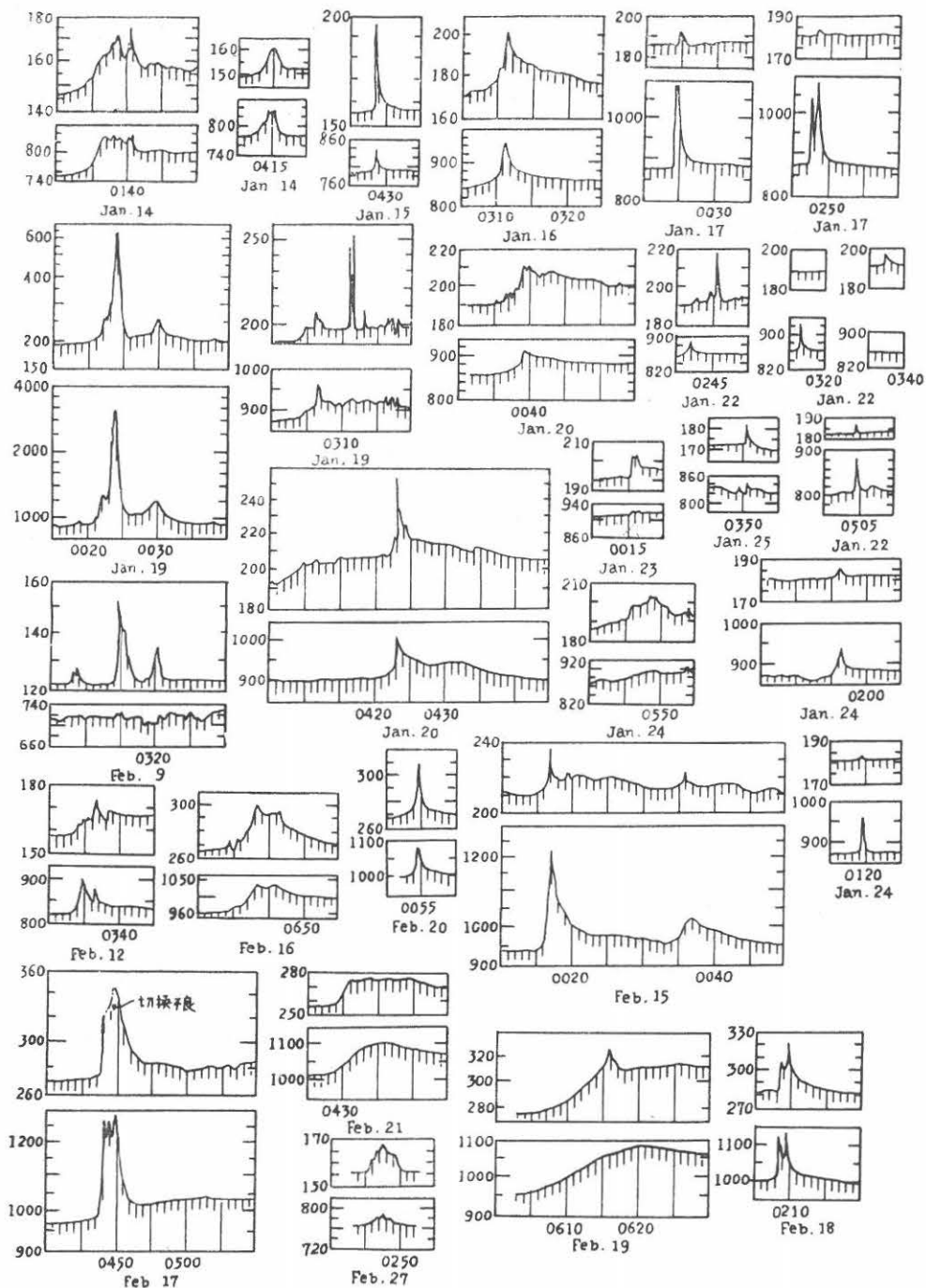
終りに此の装置の完成に絶大な御声援と御助力を賜つた当研究所長金原淳教授に深く感謝の意を表す。尚此の装置は昭和30年度文部省科学研究費により完成した。

文 献

- (1) 田中・柿沼：電気通信学会誌 35, p. 133 (昭27)
- (2) C. L. Hogan : B. S. T. J., 31, p. 1 (1952).
- (3) 田中・柿沼・神藤：空研報告 4, 2, p. 135 (昭28)

- (4) J. L. Steinberg : L'onde Électrique, No. 309, p.519, Déc. (1952.)
 (5) 吉田 : 電気通信学会誌 35, p.466 (昭27)
 (6) C. H. Mayer : J. Geophys. Res. 59, p. 188 (1954).
 (7) Tanaka, Kakinuma : Proc. Res. Inst. At-

第10図 (その1) 3750MCと9400MCとの異常輻射の比較



- mos., 3, p. 107 (1955).
 (8) 田中・鳥居：空研報告 5, 2, p.174 (昭30)
 (9) 同：p. 173.
 (10) 田中・柿沼・高柳：空研報告 2, 2, p. 124 (昭26). 訂正：空研報告 4, 2, p.164 (昭28)

第 10 図 (その 2) 3750MC と 9400MC との異常輻射の比較

