

# マイクロ波帯における太陽電波スペクトルの11年変化

田 中 春 夫

## 1. 序 言

マイクロ波帯の太陽電波が、ベース成分とS成分とベースとに分けられることはよく知られているところである。この中でここで問題にしようとするのは、1000から9400 Mc/s 帯のベース成分とS成分とである。

空電研究所では、IGY以来4つの周波数、即ち9400、3750、2000 および 1000 Mc/s における太陽電波強度と偏波の連続観測を行ってきた。(1) 太陽電波強度だけについていえば、3750 Mc/s が最も古く1951年11月から連続観測を開始した。続いて9400 Mc/s が1956年5月から、2000 Mc/s が1957年3月から、1000 Mc/s が1957年6月から連続観測を開始した。即ち3750 Mc/s については一太陽周期を超え、他の周波数についても半周期以上にわたって連続観測を行ってきたわけである。

これらの観測の主目的は太陽電波の各成分の時間および周波数に対する変化をしらべることであり、装置の設計のときからこの目的に添うように特別な考慮を払った。なかでも顕著なことは、各周波数間の相対精度をよくするためにアンテナを全部相似形に作ったことである。(2)

1958年に、われわれは既にS成分のスペクトルの最大点が5000 Mc/s 付近にあることを指摘した。(4) 太陽活動が最盛期にあったそのときにまた、ベース成分のスペクトルも求めておいた。そこでこれらのスペクトルが、この2分の1太陽周期の間にどのように変化して行ったかをしらべることが甚だ興味深くまた有意義であると思う。

このような統計を行う前に、いままで発表してきた毎日のFluxの値についてもう一度しらべ直し、一層正確と思われる値が得られた分について発表値の訂正を行うことにした。

## 2. 発表資料の回顧と訂正

### 2-1 3750 Mc/s

今まで長期間にわたって行われてきた観測値の中で、オタワの2800 Mc/s と豊川の3750 Mc/s との観測値が

優れた平行性を示すことから、この両者が極めて精度の高いものであることは一般に認められているところである。(3)(4)(5) しかしながら、われわれの3750 Mc/s だけについて言うならば、この12年間完全に較正の一貫性が保たれてきたかどうか疑問が残っている。このあやしきは1953年1月まで2乗検波器を用いていないので直線性にいくらか疑問があることと、(6) 1956年4月までアンテナと受信機との間にアイソレーターを挿入していなかったために気温点の較正に些か疑問があることの2つの不安に基づくものである。しかし最初から同じホーンアンテナ(7) によって較正した結果をみると、これら初期においても系統的な誤差は2~3%以下であると考えている。ドイツのTübingen 大学で同じ周波数で行った観測値も、平均において5%位の差で一致していることもつけ加えたい。(8)

### 2-2 9400 Mc/s

この周波数では大気吸収を無視するわけにはいかない。時によっては大雨のため観測が殆んど不可能であることすらあった。しかし大抵の曇または雨の日には吸収が20%程度以下であるので、急激な吸収の変化さえなければFlux Densityの見積にたいして支障を来ささない。というのは、較正に気温点と、アンテナを空に向けたときの温度を使っている限り2~3%の誤差しか生じないからである。その理由は、吸収をする水の温度が地上の気温と大差ないために、丁度伝送回路の損失の場合とほぼ同じになるからである。

晴天の場合には、3750 Mc/s におけるよりも観測精度が低いという理由は何もない。ただ1957年6月より前は、発表した値に1.04という係数を乗じたものの方がより確からしい値と思われる。これは3750 Mc/s における値と長期間にわたった比較を行ってわかったことであるが、途中でこのような変化を生じた原因は、偏波の連続観測を行うためにフィードアンテナを交換したことにあることは確かである。この訂正を行った結果を第1表に示す。

1960年に標準ホーンアンテナを作って観測値の絶対較正を行ってみた。その結果によると、発表している値はまだ4%程度低いらしいのであるが、あまり確かでない

ので混乱をさけるためにこれ以上の訂正は行わないことにした。

2-3 2000 Mc/s

2000 および 1000 Mc/s においても、長期間にわたって精度を保つように努力してきた。しかし残念ながらその精度は 3750 Mc/s より劣ると言わなければならない。その原因の主なもの、受信機とアンテナとの間にアイソレーターを使用していなかったために、気温点の較正が不確かであったことである。しかし数カ月中に両周波数ともアイソレーターを挿入する予定であるから、次の太陽周期には全周波数にわたり高精度が得られることが期待できる。

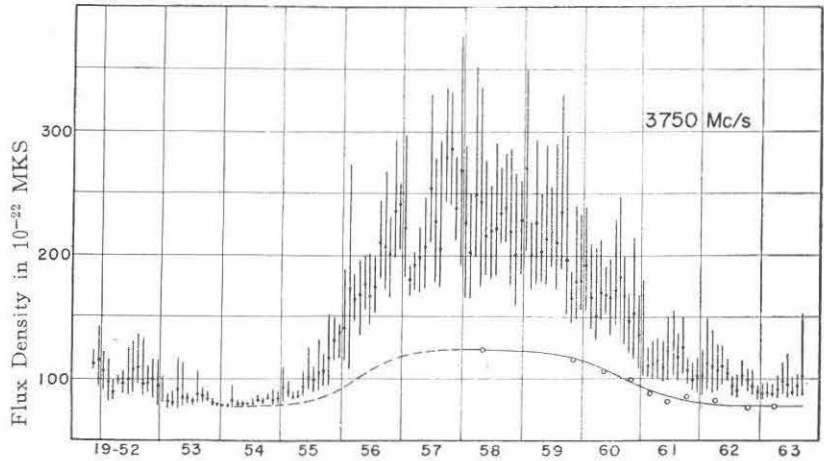
2000 Mc/s については、一部分訂正できることが明らかになった。というのは、東ベルリンの Heinrich-Hertz Institute の人の指摘<sup>9)</sup> によってしらべたところ、7年間に2, 3回鉍石検波器を代えたときに較正が変わっていることが明らかになったからである。幸いこの周波数では、しばしばアンテナを小屋に入れて気温点の正確な記録を残してあったので修正を加えることができたわけである。訂正した値を第2表に示す。訂正後の値はかなり改善されたと思われる。というのは 3750 Mc/s の値との相関をとってみると第4図に見られるように非常によくなったからである。但し1957年8月までは、わづかな期間であるが訂正が不可能であったので精度は改善されていない。

2-4 1000 Mc/s

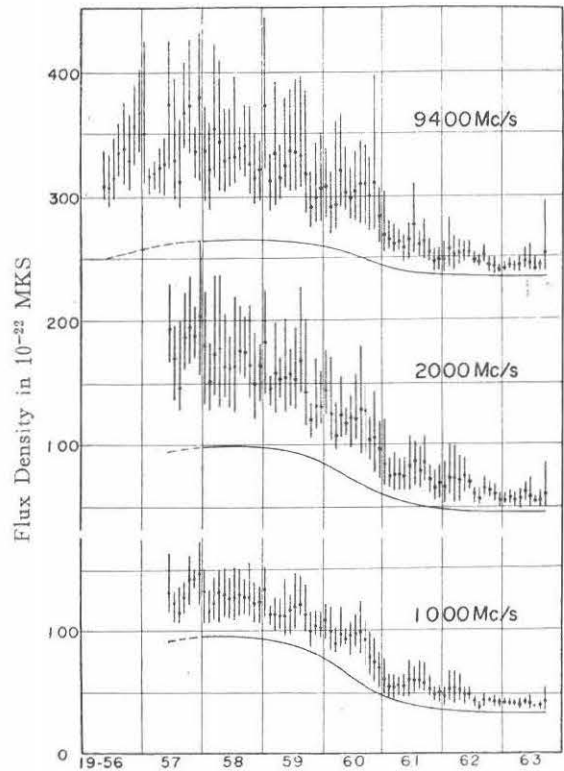
残念ながらこの周波数での精度は最も悪いと思われる。多分あとでは発見不可能な較正の変化があったに違いない。しかし 2000 Mc/s とは全く同じ装置を用いているので、系統的な誤差はやはり数%を超えることはないであろう。

2-5 毎月の値の平均値と最大最小値

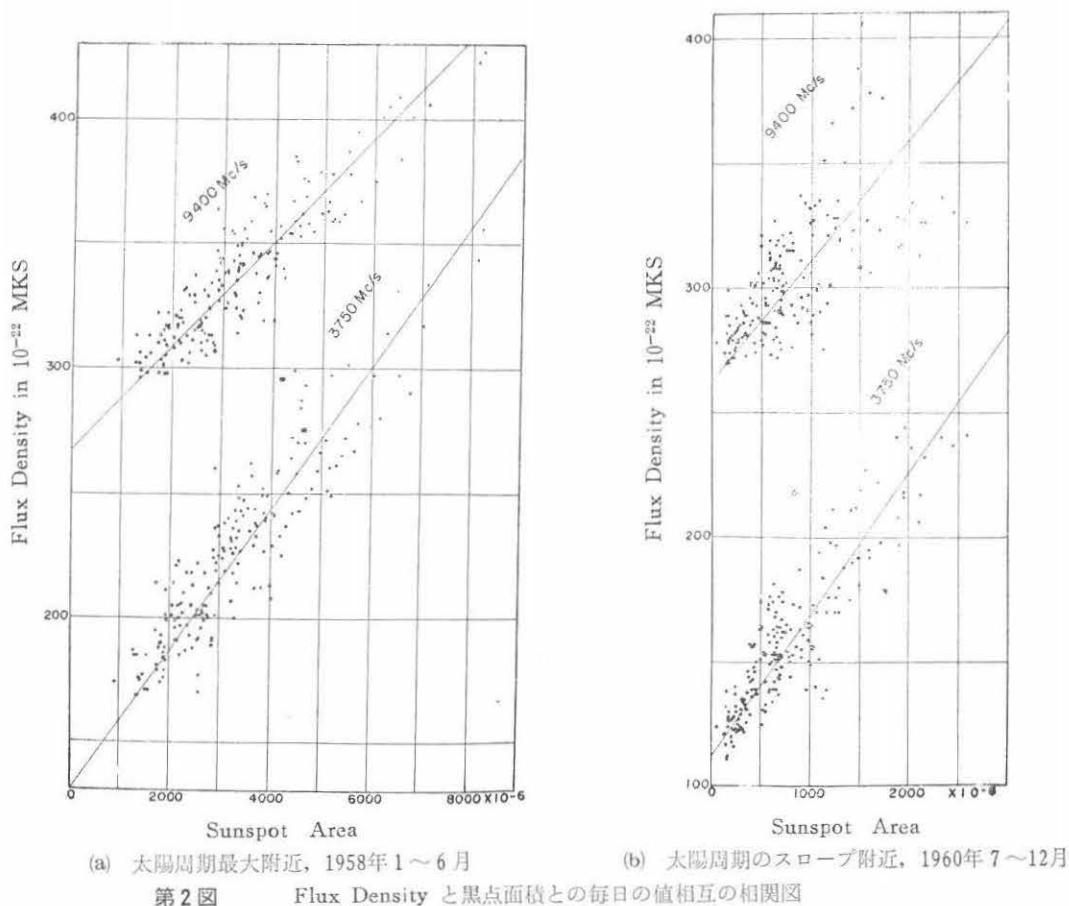
第1図に毎月の値の平均値と最大最小値の変化を示す。ここに図示した値は太陽距離の補正、つまり太陽を1天文単位のところにいると仮定した補正を行っている。平均値は黒丸で表わし、最大値と最小値を棒で結んである。



第1図 (a) Flux Density の平均値と最大最小値、下のカーブはベース成分のレベル



第1図 (b) Flux Density の平均値と最大最小値、下のカーブはベース成分のレベル



### 3. ベース成分

Flux Density の毎日の値を静かな太陽と S 成分とに分けるという表現は適当でない。若し静かな太陽を、本当に太陽が静かなときの Flux Density の値とすると、S 成分には2種類あることになる。一つは太陽の活動帯に対応した成分と、もう一つは太陽の自転に関係なく11年周期で変化する成分とである。しかし S 成分としては太陽の活動帯に対応したものだけを考えるのが適当であり、11年周期の変化分はむしろ静かな太陽の変化と考えるべきである。静かな太陽が変化するという表現は混同を招き易いので、静かな太陽は本当に太陽が静かなときの Flux Density を指し、太陽が活動期にあるときの静かな太陽の成分はベース成分と呼んだ方がはっきりすると思う。即ちベース成分の最小値が静かな太陽のレベルであると考えことにする。

ベース成分を求める方法に2つある。その一つは光の

観測に依存する方法である。Flux Density と相対黒点数数或いは黒点面積との相関を数カ月にわたって書き、黒点零に対応する Flux Density の値を求めれば、この期間のベース成分が得られるものと考えられる。一般に黒点面積を相手に選んだ方が相関がよい。3750 Mc/s の Flux Density と、ロシヤで観測した黒点面積<sup>10)</sup>との相関を、太陽周期の最大のところと下りカーブのところととった図を第2図に示す。

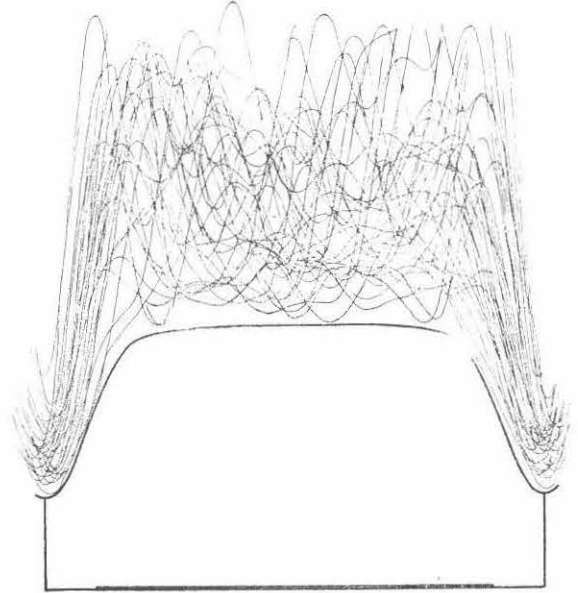
一方干渉計の助けをかりると、もっと直接的な方法でベース成分を求めることができる。毎日の干渉計の記録を重ね合わせて、下の包絡線をとればそれが B 成分に相当する。しかしこの場合、走査速度と受信機の感度をできるだけ一定に保たなければならないことは勿論である。一例を第3図に示す。ここでは4000 Mc/s の8素子干渉計を用いている。

これら2つの方法から求めたベース成分は数%以内の精度で一致する。干渉計から求めたベース成分を第1図

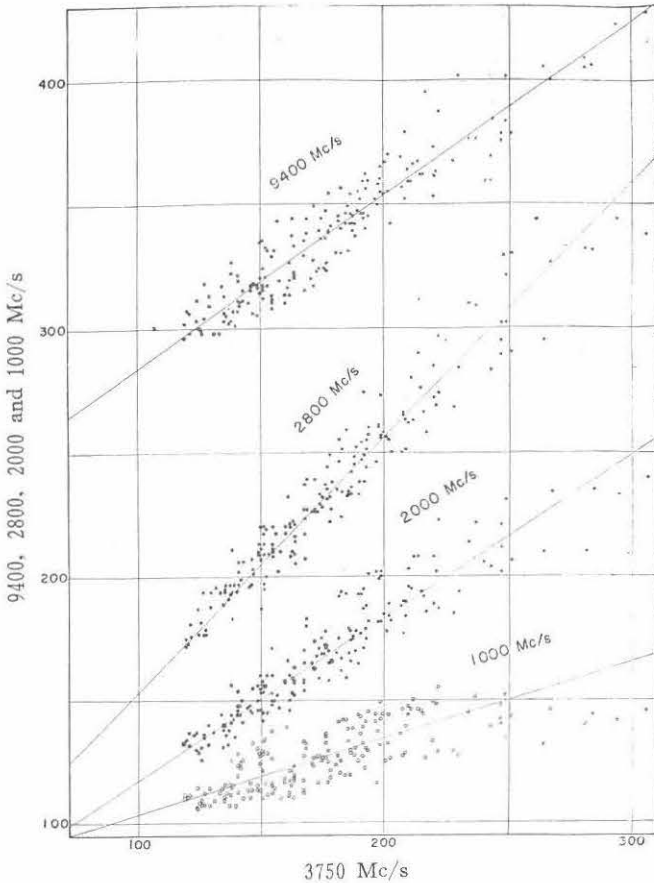
(a)の下の方に丸で示してある。これをなめらかに結んだ線がベース成分の太陽周期に伴う変化であると考えることができる。但しここでは、3750 Mc/s と 4000 Mc/s とでは、太陽面上の電波の輝度分布が全く相似であると仮定している。

他の周波数におけるベース成分を求めるには統計的方法を用いた。ある周波数と 3750 Mc/s との相関図から両者の相関直線を求め、3750 Mc/s のベース成分に相当する点を求めればその周波数のB成分が得られる。その実際のやり方を第5図に示す。この図の説明は後述する。9400 Mc/s に関しては、1959年以後には干渉計から求める方法も適用できる。しかしこれら2つの方法から求めた値は3~4%位の差で一致することを確かめた。かくして求めたベース成分のレベルを第1図(b)の下の曲線で示してある。

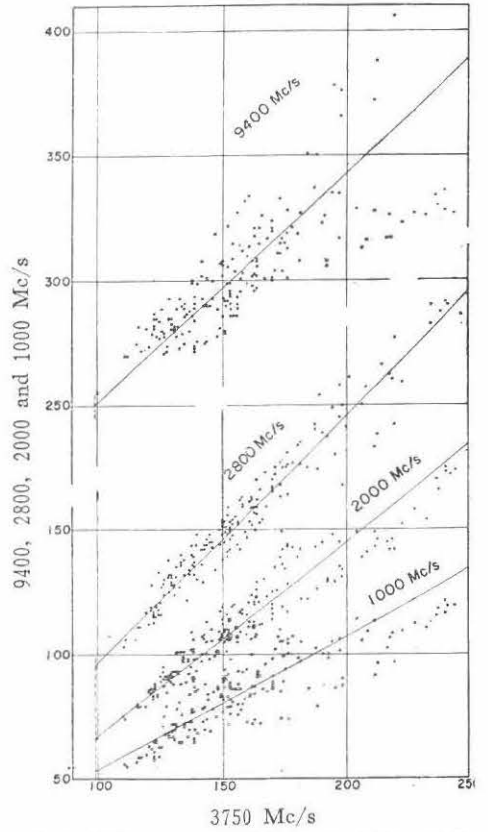
太陽活動の最大、下りカーブおよび最小附近の3つの時期におけるベース成分をスペクトルの形で表わす



第3図 干渉計法によるベース成分の見積り。1958年の1~6月の間で比較的太陽が静かなときの記録を重ね合わせたもの

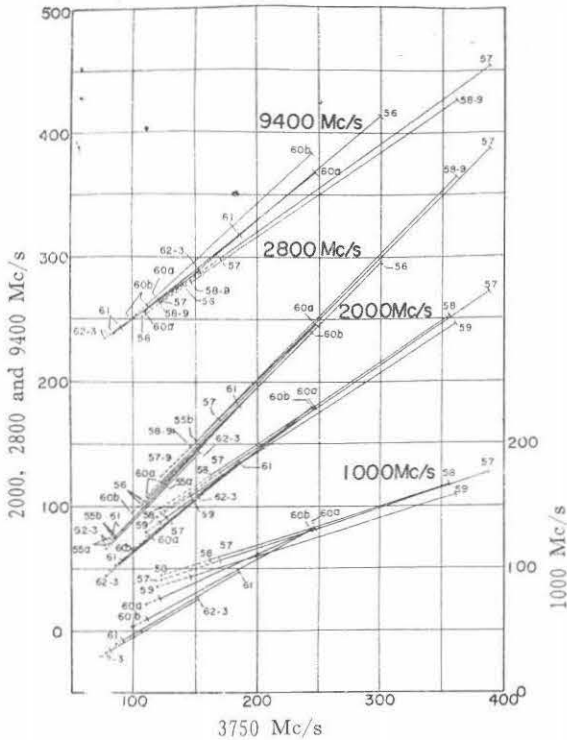


(a) 太陽周期最大付近、1958年1~6月

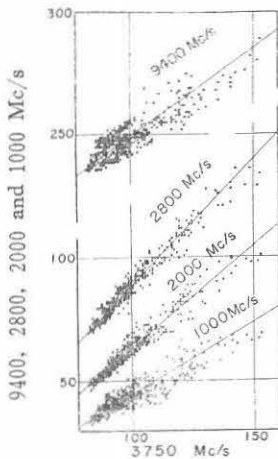


(b) 太陽周期のスロープ付近、1960年7~12月

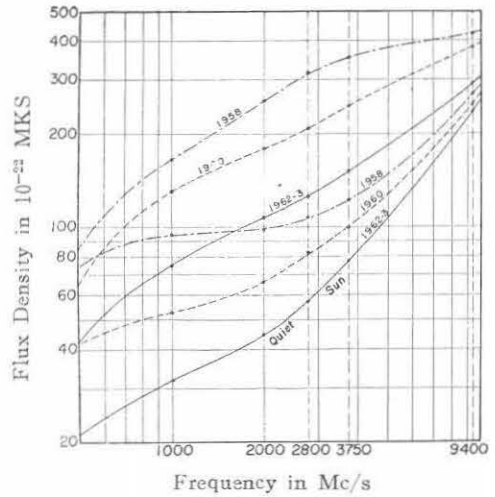
第4図 9400, 2800, 2000 および 1000 Mc/s の毎日の値と 3750 Mc/s の毎日の値の相関図



第5図 3750 Mc/s と他の周波数との毎日の値相互の相関直線のまとめ。直線の延長上にベース成分を点で示し、直線の範囲は 3750 Mc/s の最大最小値に相当。60 a とあるのは1960年1～6月を意味し、b は7～12月を意味する。その他はこれにならう



(c) 太陽周期最小附近。1962年1月—1963年5月



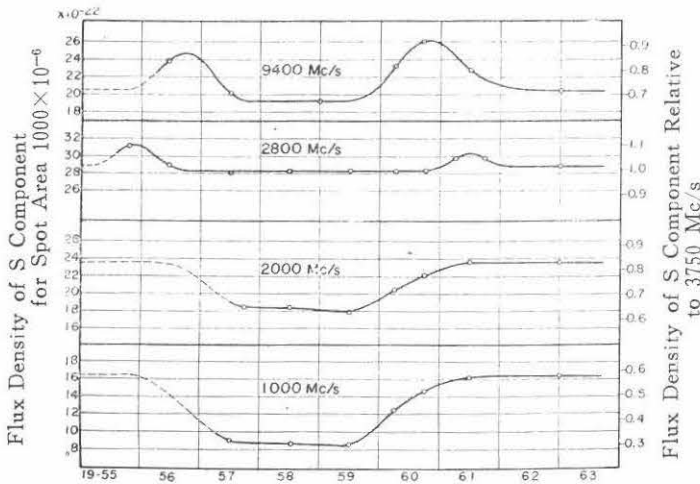
第6図 Flux Density の統計的最大のベース成分のスペクトルを代表的な3つの期間について画いたもの。一番下の曲線が静かな太陽のレベルである

と第6図のようになる。勿論最も下のカーブが静かな太陽のレベルである。これから 1000, 2000, 3750 および 9400 Mc/s におけるベース成分はそれぞれ 3.0, 2.2, 1.56 および 1.13 倍の変化を太陽周期の間にすることが明らかになった。また 1000 Mc/s 附近の値が太陽周期の間に大きく変るが、その大部分がベース成分の変化に基づくことも明らかである。

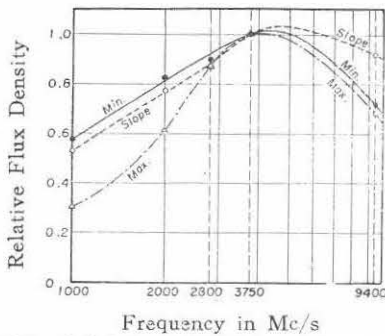
#### 4. S 成分

S成分についてはここ数年来、日食或いは干渉計により多くの研究がなされてきた。しかしこれらの大部分は太陽周期のある特定の時期の資料に基づいてなされたものであるから、太陽周期という長い目でS成分のスペクトルの変化を統計的に求めてみることもまた極めて必要であると思われる。

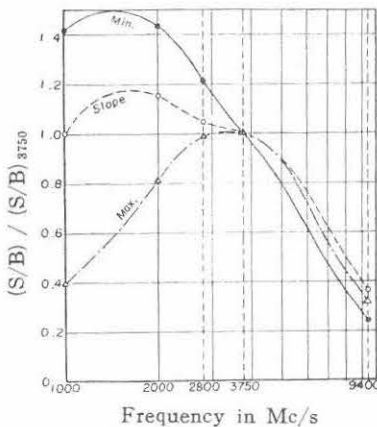
S成分のスペクトルを求めるには、各周波数間の相関を求めることが必要である。そしてこれを実行するには、ある一つの周波数を基準に取った方が便利である。さて 3750 Mc/s は黒点面積との相関がよく、更に第2図からわかるように、その相関直線の傾斜が太陽周期の間で殆んど変わらない。このことから、若し 3750 Mc/s を基準にとれば、S成分に関する限り黒点面積を基準にとったのと統計的にはほぼ同じ意味を持っていて物理的意味がはっきりする。3750 Mc/s の Flux Density 170単



第7図 S成分の11年変化を 3750 Mc/s の単位 Flux Density, 或いは黒点面積 $1000 \times 10^{-6}$ に対応させて画いたもの



第8図 代表的3つの期間におけるS成分のスペクトル. Max. は1958年1~6月, Slopeは1960年7~12月, Min. は1962年1月~1963年5月. 何れも 3750 Mc/s の値を1としている



第9図 S成分とベース成分の比のスペクトル. 3750 Mc/s の値を1としている. 期間は第8図に同じ.

位が黒点面積の  $6000 \times 10^{-6}$  に相当する.

これらの相関図を全部ここに示すことは繁雑にすぎるので代表的な3つの期間, 即ち太陽活動の最大と, 下りカーブと最小附近のところだけを第4図に示し, あとはこのようにして求めた相関直線だけをまとめて第5図に示した, 第5図には前節に示した方法で求めたベース成分のレベルも示してある. これらの相関直線の傾斜が, ある 3750 Mc/s の Flux Density の値, 或いはある一定の黒点面積に対する相手の周波数の Flux Density の値を示すものであり, この変化を太陽周期のスケールで画いたものが

第7図である. これを太陽周期の代表的3つの時期においてスペクトルの形で画いたものが第8図で, またS成分対ベース成分の比のスペクトルを 3750 Mc/s を基準にして画いたのが第9図である. 更に第6図には, 第5図からとった統計的な最大値を, ベース成分と並んでスペクトルの形で画いてある. これらの図の中で, オタワの 2800 Mc/s の値を比較のため用いているが, 静かな太陽のレベルがわれわれの曲線上に乗るように仮りに 0.87 という係数をかけてある.

これらの図から次のようなことが明らかになった.

(1) 3750 Mc/s と 2800 Mc/s との間の相関が最もよい. これはまことに驚くべきことで, 視測時間が全く異なることと資料整理の方法が異なることを考えると尚更である. 3750 Mc/s では, いわゆる Post Burst Increase を毎日の値に含めているが, 2800 Mc/s ではこれを除外している. 第7図をよく見れば, 太陽周期の最小近くで両周波数のS成分にいくらかの開きがあるが, それとてもあまり大きいものでなく, 両者のS成分は殆んど並行であると考えられる. 毎月の値の比を両周波数の間でとってみると太陽周期の間にならば変化を生ずるが,<sup>(5)(11)</sup>これは主にベース成分の変わり方の相異に基づいている. しかしこの変化は, Nicolet<sup>(11)</sup>の研究によると, 地球高層大気の温度との相関をとる場合には重要な意味を持っているようである. 次に 3750 と 2000 Mc/s の相関は, 訂正したあとでは以前考えていたより遥かによくなったことに気づく. 3750 と 9400 Mc/s の間の相関は, 第9図に示すように Flux Density の値の変化の割合が小さいために生ずる精度の低下を考慮に入れても, あまりよくない. この相関の悪さは太陽周期の下りカーブのところ特にひどい. このことは次の事実と直接関係して

いる。

(2) 9400 Mc/s における Flux Density の値は太陽周期のスロープのところでは相対的に強い。このことは直ちに、宇宙線の異常増加を来す極めて大きなバーストがやはり太陽周期のスロープのところに集中していることを想起させる。思うにS成分のスペクトルと大きなバーストの間には何か関係があるらしい。このことは大バーストを予報できる可能性を示唆するもので、干渉計による一歩進んだ研究が是非必要である。

(3) 太陽活動最盛期のときに、われわれは既に 5000 Mc/s 附近にS成分の最大点があることを指摘した。このことは大体全太陽周期を通して言えるが、ただ太陽周期のスロープの近くで 3750 Mc/s 以上が水平になる傾向があることは第8図をみれば明らかである。

(4) 1000 Mc/s 附近のS成分は第8図から明らかのように太陽活動最大のときに比較的小さい。これはベース成分がこの時期に非常に増加するのと対象的である。このためにS成分とベース成分の比をとると、第9図に示すような顕著なスペクトルの変化として現われる。この周波数帯では、コロナの電子密度の増加により黒点の影響が減少するものと考えられる。

## 5. 結 論

豊川で観測したマイクロ波帯の4つの周波数における毎日の値を調べ直し、9400 と 2000 Mc/s について訂正を行った。干渉計と統計の両方からベース成分を求めた結果、1000, 2000, 3750 および 9400 Mc/s におけるベース成分の11年変化はそれぞれ 3.0, 2.2, 1.56 および1.13倍に達することが明らかになった。S成分のスペクトルは太陽周期の間でかなり変化する。3570 と 2800 Mc/s のS成分は、ベース成分が両者でかなり変化するにも拘らず著しい平行性が保たれる。9400 Mc/s のS成分は太陽周期のスロープのところでは相対的に強い。多分大きなバーストとS成分のスペクトルと互に関係があると思われる。1000 Mc/s のS成分は太陽周期の最大附近で相対的に小さい。コロナの電子密度が増して黒点の影響を受けにくくなるためであろう。

## 6. 謝 辞

この仕事はわれわれ電波天文学研究室の全員によってなされた地味ながら慎重な長期間にわたる観測に基づくもので、これら全員に感謝をささげるのは当然であるが、特に観測装置の保守の責任に当たった鳥居近吉氏に深く感謝する。また共に討論した柿沼隆清博士、本稿のために資料整理に当たった高柳利男氏、泉雅子嬢、近藤和子嬢にも深甚の謝意を表す。最後にいつも御激励をいただいている金原淳所長に対して厚く感謝の意をささげる。

## 文 献

- (1) H. Tanaka and T. Kakinuma, Proc. Res. Inst. Atmospherics, Nagoya Univ., 5, 81 (1958)
- (2) H. Tanaka and T. Kakinuma, Proc. Res. Inst. Atmospherics, Nagoya Univ., 4, 60 (1956)
- (3) A. E. Covington and W. J. Medd, Jour. Roy. Ast. Soc. Canada, XLVIII, 4, 136 (1954)
- (4) H. Tanaka, Proc. Res. Inst. Atmospherics, Nagoya Univ., 3, 117 (1955)
- (5) A. E. Covington, Jour. Roy. Ast. Soc. Canada, 55, 167 (1961)
- (6) Radio Astronomy Section, Proc. Res. Inst. Atmospherics, Nagoya Univ., 3, 145 (1955)
- (7) H. Tanaka et al., Proc. Res. Inst. Atmospherics, Nagoya Univ. 1, 71 (1953)
- (8) H. Urbarz, Frequenz; 16, 6 & 7 (1962)
- (9) A. Krüger and A. Wiener, Information Bulletin of Solar Radio Observatories, 13, 2(1963)
- (10) Bulletin of Solar Data, U. S. S. R. Academy of Sciences.
- (11) M. Nicolet, Jour. Geophy. Res. 68, 22, 6121 (1963)
- (12) T. Takakura and M. Ono, Proc. Int. Conf. Cosmic Rays and Earth Storms, Kyoto 1961, 207, Phy. Soc. Japan (1962)



第1表

9400 Mc/s の Flux Density の訂正值

1956年5月—1957年6月

1956

1957

Date	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June
1	294	291	294	317	322	321	350	347	371	322	318	333	295	328
2	—	292	288	318	316	335	347	350	395	324	326	333	304	328
3	295	310	290	311	312	344	347	366	433	324	312	324	308	328
4	294	298	293	312	318	358	356	385	439	314	310	321	311	320
5	292	294	292	317	321	368	367	387	412	315	316	312	322	316
6	294	304	292	316	354	346	385	396	416	328	316	304	313	313
7	292	298	300	322	364	339	388	384	388	331	322	307	318	321
8	301	292	310	329	361	334	389	384	374	328	319	323	323	
9	300	286	311	331	349	338	—	383	350	331	322	331	336	
10	313	284	309	324	357	336	383	390	339	324	322	323	324	
11	307	283	307	317	364	333	372	395	331	331	328	318	326	
12	318	289	308	317	354	336	382	383	334	330	331	312	323	
13	330	290	—	313	372	333	370	369	334	328	329	311	335	
14	318	290	300	318	364	333	365	374	328	328	329	309	341	
15	—	298	300	316	350	321	365	373	329	321	322	318	340	
16	297	307	302	309	354	313	378	384	333	318	316	327	336	
17	296	298	297	310	344	309	398	415	321	314	320	333	336	
18	301	293	289	318	339	307	391	379	324	324	316	328	323	
19	301	300	292	322	333	313	380	374	342	317	323	330	321	
20	300	307	291	321	322	324	366	398	355	310	326	331	313	
21	307	324	296	345	322	318	374	368	354	310	330	321	324	
22	293	324	312	342	323	324	361	368	349	330	333	318	322	
23	290	313	336	344	327	316	342	390	381	329	324	326	320	
24	292	—	326	339	327	318	333	368	382	327	321	337	315	
25	295	311	326	339	314	321	337	374	391	324	318	323	316	
26	301	297	315	346	315	318	339	390	390	327	315	337	315	
27	—	287	310	350	309	329	341	381	400	324	319	321	304	
28	300	285	303	336	307	341	342	373	357	322	317	316	304	
29	315	293	308	345	306	346	345	379	338		314	305	302	
30	313	298	310	342	309	343	343	370	331		326	301	300	
31	293		326	327		346		366	333		328		324	
MEAN	301.5	297.9	304.4	326.4	334.3	331.1	363.4	378.9	363.0	323.4	321.6	321.1	319.2	



第2表

2000 Mc/s の Flux Density の訂正値

1957年8月—1961年2月

Date	1957					1958								
	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.
1	137	191	183	217	202	202	140	142	235	192	160	159	207	190
2	143	183	186	211	209	208	150	145	234	194	160	160	192	197
3	136	179	179	202	209	203	153	154	221	196	170	161	189	196
4	132	174	172	196	203	199	159	158	212	195	175	166	170	183
5	131	166	168	188	206	202	165	166	207	202	182	167	163	169
6	129	160	167	183	199	193	178	175	202	190	182	165	164	153
7	129	159	172	178	192	188	182	178	204	177	171	176	169	152
8	128	163	179	175	185	192	188	184	189	174	165	166	168	151
9	127	163	184	174	179	193	179	184	182	163	170	155	167	161
10	128	172	192	179	167	195	178	178	179	157	167	151	157	168
11	126	196	199	184	166	200	175	172	163	150	169	146	158	177
12	126	187	201	193	162	208	174	169	147	146	163	139	162	187
13	125	182	200	189	163	214	170	166	135	145	158	130	158	199
14	130	185	196	187	170	231	159	166	130	141	153	128	158	200
15	133	177	199	197	169	222	152	157	132	137	145	127	157	202
16	141	178	199	188	176	223	146	152	138	136	136	126	158	193
17	153	183	197	180	198	208	144	150	148	140	129	129	153	185
18	158	187	197	178	203	201	136	147	150	138	126	122	157	183
19	153	197	206	177	213	193	134	146	163	142	131	135	163	173
20	150	208	213	183	223	194	133	159	168	144	132	144	165	168
21	143	220	197	195	247	183	133	162	171	144	135	142	167	165
22	137	215	195	206	256	180	132	177	169	148	148	145	177	162
23	139	201	201	211	274	171	131	185	172	150	157	152	184	162
24	143	192	201	213	264	156	146	187	171	153	160	157	177	158
25	147	187	192	202	271	154	158	186	175	155	165	167	188	157
26	147	181	192	191	274	153	158	194	176	156	169	173	193	152
27	152	190	205	191	269	156	146	206	177	155	165	180	182	152
28	161	189	223	190	241	144	141	210	185	148	166	213	178	162
29	166	182	234	197	225	140		210	189	156	160	208	177	163
30	172	184	237	202	215	137		233	190	156	156	204	186	162
31	195		229		208	137		240		158		202	189	
MEAN	142.5	184.4	196.6	191.9	210.9	186.5	155.0	175.4	177.1	159.3	157.5	157.9	172.0	172.7

1959

Date	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.
1	166	162	185	168	148	134	170	150	127	142	150	200	111	123
2	165	172	183	172	149	129	168	139	133	132	157	198	109	123
3	167	165	172	183	151	127	155	136	135	130	162	180	107	121
4	161	162	172	192	149	132	150	134	135	132	164	171	109	116
5	147	160	174	200	144	129	141	129	136	130	154	160	115	114
6	143	155	177	208	147	134	139	132	140	132	157	145	124	117
7	141	150	177	202	146	134	143	142	140	134	154	141	123	118
8	139	142	182	192	135	138	148	160	141	135	149	140	117	125
9	140	134	186	194	134	142	156	176	156	146	144	141	112	135
10	148	133	187	188	134	146	160	188	160	170	144	143	106	138
11	152	126	187	181	137	143	160	198	163	139	146	141	106	141
12	159	124	186	172	149	139	161	185	157	157	141	138	106	140
13	166	125	183	165	141	145	155	184	153	178	144	132	109	138
14	170	131	179	157	146	150	152	175	154	189	146	138	106	141
15	168	127	173	150	149	159	143	164	173	175	138	132	114	137
16	179	133	167	146	149	169	139	156	160	188	140	126	121	132
17	201	133	151	149	157	174	138	156	160	185	150	125	127	124
18	214	133	144	163	159	179	137	154	163	169	158	128	130	122
19	207	138	141	185	158	189	138	146	166	168	149	129	127	115
20	200	138	139	201	157	197	142	144	161	151	152	137	132	114
21	197	145	144	217	158	201	148	141	159	139	156	140	130	115
22	187	151	148	220	160	197	145	145	156	132	164	141	134	125
23	177	157	153	230	154	183	157	145	159	129	172	142	135	133
24	166	165	158	232	152	178	163	143	163	130	178	138	132	146
25	152	174	170	227	152	178	164	142	163	125	180	134	132	156
26	—	181	175	219	153	174	165	143	160	128	181	131	132	158
27	152	189	170	213	149	172	164	146	160	134	191	122	130	155
28	151	195	169	206	141	174	160	134	162	140	209	122	130	161
29	153	186	169	195		176	155	127	154	142	215	115	122	167
30	153	193	166	171		175	155	123	143	145	222	114	122	174
31	155		171	157		173		125		148	213		120	
MEAN	165.9	152.6	169.0	188.9	148.5	160.3	152.4	150.4	153.1	147.6	163.9	141.5	120.3	134.1

1960

Date	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
1	164	138	168	106	132	109	117	135	101	98	88	93	100
2	155	137	175	108	128	115	117	141	98	107	85	92	105
3	155	138	174	104	139	120	118	146	92	119	87	95	107
4	154	143	163	104	141	113	115	142	91	109	91	101	116
5	152	149	157	107	154	109	122	152	90	106	98	102	123
6	151	159	150	106	132	110	130	139	90	108	102	107	121
7	150	158	142	112	121	112	133	129	92	117	106	113	119
8	137	164	136	107	111	115	133	122	101	126	110	121	119
9	135	161	138	106	108	118	132	128	107	130	114	122	117
10	128	152	138	102	108	121	129	125	116	136	118	131	114
11	134	139	131	100	113	127	129	113	130	135	124	146	113
12	127	148	124	98	117	126	132	108	145	139	123	134	109
13	124	131	122	97	129	—	125	106	154	143	123	129	101
14	122	128	123	98	129	125	125	101	166	144	121	142	99
15	121	129	120	101	132	116	124	105	172	142	120	143	98
16	121	134	119	103	134	111	119	106	175	143	118	126	97
17	123	139	113	102	129	105	116	111	170	142	114	117	91
18	123	132	112	101	128	112	107	111	174	143	112	112	86
19	132	131	106	101	126	109	98	108	173	148	111	111	83
20	138	130	107	103	126	109	98	111	158	145	109	108	83
21	144	127	108	106	125	109	94	114	149	145	105	106	82
22	136	130	108	109	121	110	94	112	149	139	101	93	79
23	126	133	107	114	126	110	96	110	126	134	99	89	75
24	134	145	107	115	126	110	96	110	120	129	97	86	74
25	124	164	108	114	121	109	101	108	116	120	93	80	79
26	120	174	113	118	113	109	110	109	111	116	90	79	84
27	126	180	113	130	105	110	125	110	108	107	89	84	88
28	127	182	113	124	107	115	130	109	100	101	89	85	90
29	128	178	110	135	117	120	133	108	95	93	89	86	98
30	136	179		137	109	122	136	106	93	91	88	90	106
31	134	172		132		123		105	97		91		110
MEAN	134.9	148.5	127.8	108.6	123.6	114.3	117.8	117.4	124.5	125.2	103.4	107.4	98.9

1961

Date	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
1	118	91	73	84	87	61	70	64	78	74	62	81
2	125	90	72	79	85	61	72	62	81	73	61	82
3	124	89	73	74	81	63	73	62	81	75	60	86
4	114	87	72	74	78	63	73	63	82	78	62	84
5	110	85	68	74	76	62	72	63	84	81	63	75
6	105	84	67	74	74	62	73	65	87	80	65	75
7	99	84	68	73	70	62	76	67	85	77	68	74
8	95	80	67	72	68	64	76	72	86	75	71	71
9	90	78	66	69	67	66	78	79	90	78	73	66
10	85	77	65	69	68	72	84	87	97	80	74	64
11	81	73	65	67	68	75	95	94	100	82	75	60
12	76	71	64	63	70	79	94	96	97	83	71	59
13	72	69	63	63	69	81	94	96	96	81	69	57
14	69	68	67	66	68	84	96	94	103	79	65	57
15	68	67	67	69	67	90	97	95	105	76	62	58
16	71	68	67	74	64	95	97	94	102	73	58	57
17	74	68	71	76	65	96	99	92	96	72	57	57
18	72	68	72	78	66	97	97	86	89	72	56	57
19	72	67	73	78	72	101	90	83	82	71	55	59
20	73	68	75	77	75	102	92	80	75	68	57	62
21	75	69	77	76	77	103	89	77	70	66	58	64
22	74	73	78	76	78	104	87	73	68	64	60	69
23	75	74	81	76	80	99	90	70	69	62	59	77
24	76	75	86	79	78	93	88	68	72	60	61	81
25	77	75	91	81	78	85	85	67	73	60	64	81
26	78	76	90	84	75	77	82	67	73	61	69	81
27	81	75	91	86	71	73	80	67	76	60	73	78
28	86	74	94	86	68	69	77	68	76	61	73	77
29	93		95	88	66	69	73	71	74	61	76	76
30	97		94	87	64	70	68	74	73	63	81	73
31	95		92		62		64	76		63		69
MEAN	87.1	75.8	75.6	75.7	72.1	79.3	83.3	76.5	84.0	71.3	65.3	69.9