

## UHF 太陽風観測装置

小 島 正 宜\*

電波星（準星等の視直径が小さなものの）からの電波は惑星間空間を伝播する時に太陽風の電子密度の乱れにより散乱を受けシンチレーションして受信される。UHF 太陽風観測装置は UHF 帯の周波数 327 MHz でシンチレーションを観測して太陽風を調べるために装置である。シンチレーション観測は 1971 年に豊川・富士・菅平の三地点での同時観測が VHF 帯 (69.3 MHz) で始められ人工惑星による観測手段を持たない我が国の太陽風観測手段として現在に至っている。

シンチレーション観測では受信周波数によって観測可能な惑星間空間の領域が変る。たとえば図 1 に示した様に m 波では太陽から大体 0.4 天文単位の近さになると電子密度のゆらぎの増大とともに散乱が強くなりすぎてシンチレーションは飽和してしまい、もはやシンチレーションしなくなる。また地球軌道より遠くなるとシンチレーションは小さくなっていく。したがって地球軌道付近から 0.4 天文単位の間は VHF 帯でシンチレーションを観測し、それより太陽に近い所は更に周波数を上げて観測するのである。この UHF 太陽風観測装置は周波数 327 MHz で 0.2~0.5 天文単位の間を観測するものである。0.2 天文単位より更に太陽近くを観測するためには S 波帯、X 波帯とより高い周波数で観測せねばならない。

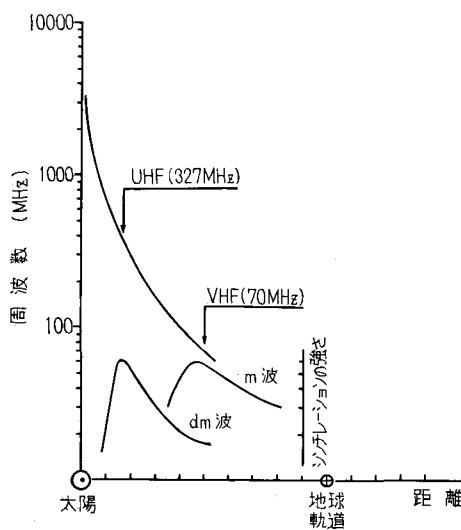


図 1 受信周波数と観測可能な領域

図 1 は受信周波数と、その周波数でシンチレーションが最大となる太陽からの距離の関係を示してある。この図で分るように 0.3~0.5 天文単位の間では VHF 帯と UHF 帯の 2 周波同時観測が可能である。この領域では VHF 帯のシンチレーションは強散乱の状態、UHF 帯は弱散乱の状態にあり、この散乱の強弱の差がシンチレーションの仕方にどのように影響しているのかを調べることができる。これはシンチレーションのスペクトル解析から太陽風の電子密度のスペクトルを推察する上で重要なことになる。

UHF 帯でのシンチレーション観測装置の建設は 1977 年から開始され豊川・富士・菅平の三地点にアンテナがすでに完成し現在受信機や諸制御装置の調整中である。

### 1. アンテナ

アンテナは写真の様な開口 100 m × 20 m の非対称シリンドリカルパラボラアンテナである。アンテナ断面は放物線を中心軸で半分に切った形をしており、反射面は東西方向 100 m 間に 25 m 間隔で配置された 5 台の反射面棒の間に 0.3 mm $\phi$  のステンレス線を 3 cm 間隔で約 1000 本張って作られている。非対称パラボラを用いている理由はアンテナを回転させフィード系を地上近くまで下げる事が可能であるからである。フィード系は 90 度コーナーレフレクター付きダイポールアレイを使用し、アンテナ長 100 m の間に合計 192 本の半波長ダイポールがとりつけられている。

写真 1 (表紙)、2 は富士に設置されたアンテナであるが反射面はステンレス線が細いため光線の条件がよい時でないと存在は肉眼でわかりにくい。これは鳥についても同じらしくアンテナ完成直後にはこの反射面に掛る鳥もいたが、少しでも風が吹いていればステンレス線が風に鳴るため鳥はうまく反射面を回避する。また時とともに鳥も学習するらしく今では引っ掛かる鳥はほとんどいない。写真 2 はステンレス線に雪が氷結した時のもので反射面の存在がよくわかる。このステンレス線は端末で一本一本をスプリングで引っぱってあり夏・冬での反射面のたるみを少なくしてある。富士に設置されたアンテナは場所が国立公園内であるため高さは極力低く作られており、反射面棒を支持する架台の高さが 3 m フィード部分 (焦点) は更にその上 10 m の所にある。これが写真 3 の菅平のアンテナになると架台の高さは 10 m 以上

\* 名大・空電研 Masayoshi Kojima: IPS Observation System at UHF

写真 2 雪のついた UHF  
アンテナ

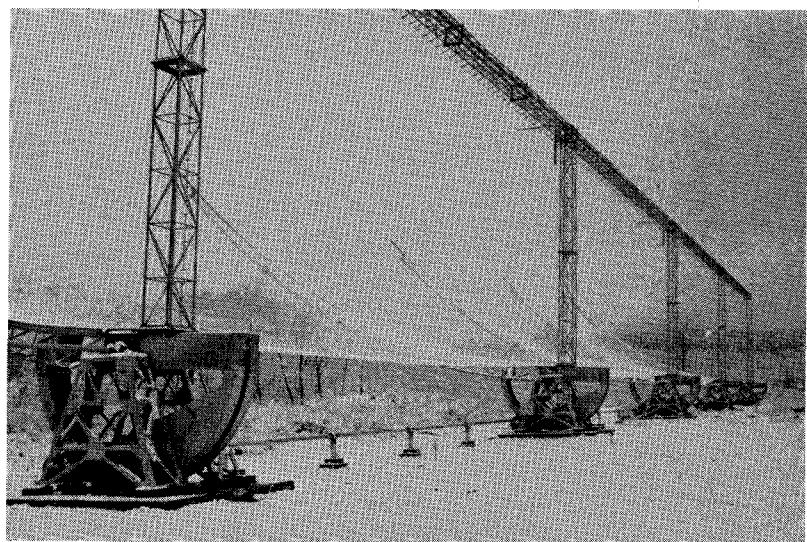


写真 3 菅平のアンテナ



で、フィード部分を地上近くへもってくるとパラボラ先端の地上高は 30 m 以上になる。これは山の北斜面にアンテナが建設されているためである。この菅平のアンテナは両端の反射面枠に手すりと足場がつけられていてパラボラの先端まで歩いて（実際我々は這うようにして歩くのであるが）いくことができステンレス線の保守ができるようになっている。線のたるみを直すのは我々でも恐る恐るできるが、途中切れた線をつないだり、張り直したりするのはもはや鳶職にお願いしなければならない。フィード系の調整も 5 m 高の工事現場用の足場が組んであってその上でおこない、受信機の取りつけ、配線には腰に安全ベルト、足は地下足袋の鳶職スタイルで鉄塔によじのぼるのである。幸い豊川、富士のアンテナは地上高が低いのでこの様な苦労はしなくてよい。

## 2. 受信器

星の追尾は南北方向にはアンテナの機械的回転によって行なうが東西方向にはダイポールアレイで受信された信号の位相を制御することにより行なう。東西方向追尾のために豊川のアンテナはバトラーマトリックスを使用している。192 素子のダイポールは 6 素子づつまとめられ（これは当初予算の不足の為）32 系列の低雑音前置増幅器につながっている。32 系列の増幅器の出力はバトラーマトリックスに導かれ 32 ケのマルチビームを東西方に向ける。星の追尾はこのマルチビームを次々に切換えておこなう。このシステムは移相器の代りにハイブリッド素子と素子間をつなぐケーブルのみで構成されておりシンプルな構成である。現在 32 入力、32 出力のマトリックスには 16 行×5 列の計 80 ケのハイブリッドが使わ

れている。しかし将来 64 入・出力のマトリックスにするには 32 行×6 列の計 192 ケのハイブリッドが必要になりマトリックスの各段での位相を調整するのが大変になる。富士と菅平のシステムは将来の増設を考慮してパトラーマトリックスを用い各信号系統に移相器を入れる形式とした。現在ダイポールを 6 素子づつまとめて位相制御を行なっているため星の南中の前後 5~6 度しかビームが振れないが移相器の数を 3 倍にして星の追尾範囲を大きく拡大する予定である。

### 3. データ収録処理システム

現在 VHF での観測時間は 1 日約 5 時間程度である。UHF 観測が軌道にのり移相器数が 3 倍になると観測総時間は現在の 2 倍以上になることは確実である。観測は毎日々々の定常観測として行なわれているためこの莫大なデータをスピーディーに処理せねばならない。データは各観測点で OKITAC 4300 C を中心とするデータ収録システムで一度磁気テープ上に記録され観測の合間に電話回線により豊川へ伝送され三地点のデータをまとめた後に研究所の大型計算機で解析される。豊川と富士の間では専用回線が、豊川と菅平の間では公衆回線（近々専用回線に切換える予定）が用いられている。観測、データ収録、伝送は全て完全自動化されている。

### 4. 太陽風観測の今後

惑星間空間の広い領域にわたって太陽風を観測するためには多周波で観測すればよいが、太陽風の観測で重要なことに惑星間空間を広く調べることの他にどのくらいのスケールの電子密度の乱れを観測しているのかという問題がある。現在行なっている電波強度のシンチレーション観測ではフレネルフィルタリングの影響を受け大きなスケールの密度のゆらぎは観測できないが位相のシンチレーションを観測すればこのフィルタリングの影響を受けない。人工天体からのビーコン波の位相シンチレーションを観測するのが方法としては簡単であるが人工天体が常に最適の軌道上にあるわけではない。そこで電波星を利用するのであるが相手が可干渉性の電波ではないので一台のアンテナで位相シンチレーションを観測することはできない。そこで VLBI の方法を用いて二点間の位相差のゆらぎを調べることになる。この方法を用いれば基線長と同じ程度のスケールのゆらぎまでは観測することができる。基線長より大きなスケールのものは二点のアンテナ間で位相差を生じないため観測不可能になる。

シンチレーションは散乱が強くなりすぎるともはや飽和してしまい観測できなくなるがこれは一つには見掛上の電波星の視直径が散乱で拡がってしまうからである。

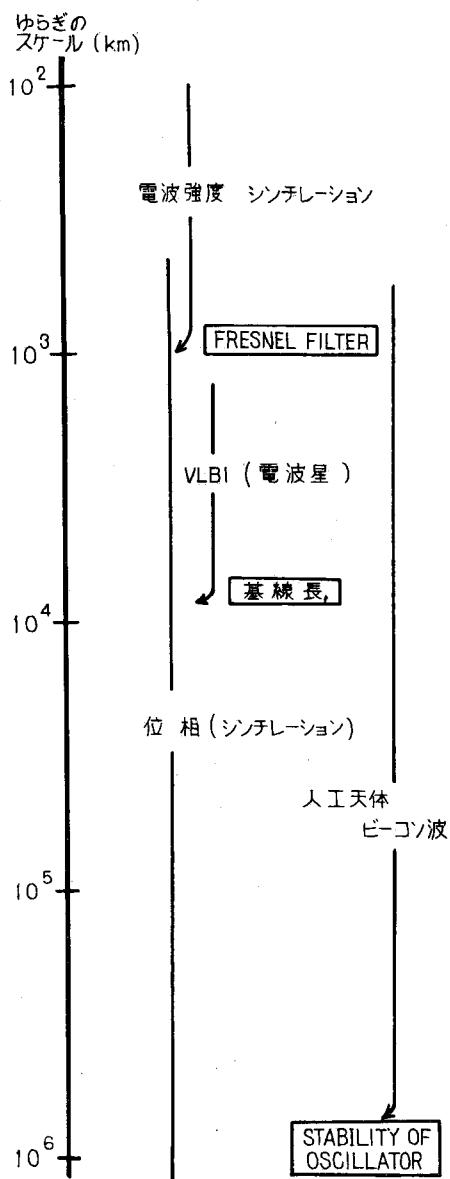


図 2 太陽風プラズマ密度のゆらぎのスケールと観測方法

この視直径の拡がり方（異方性）は太陽風電子密度の空間分布の異方性を反映している。特に太陽近くでは磁場により電子密度の分布が決定されているので太陽近くでの電波星の視直径の拡がり方を調べれば磁場構造についても知ることができる。

今後の太陽風の地上観測は、より広いスペクトル領域と、太陽近くの観測へと向かう。

### 5. おわりに

アンテナの最小検出可能レベルは実測では 1 秒の時定



写真 4 富士観測所庁舎

数で約 6~7 f.u. 以下である。受信機のバンド幅を混変調の心配から狭くしすぎたことと、前置増幅器の前に置いた 6 波合成器及び較正用信号切換スイッチでの損失がこの最小検出可能レベルを若干悪くしている。今後混変調の様子を見ながらバンド幅を広げていきたいし、また移相器数を今の 3 倍にすることにより 6 波合成器の使用をやめ損失をへらすことができるので感度の向上を期待できる。

プレハブ小屋で 10 年近く観測を続けてきた富士では

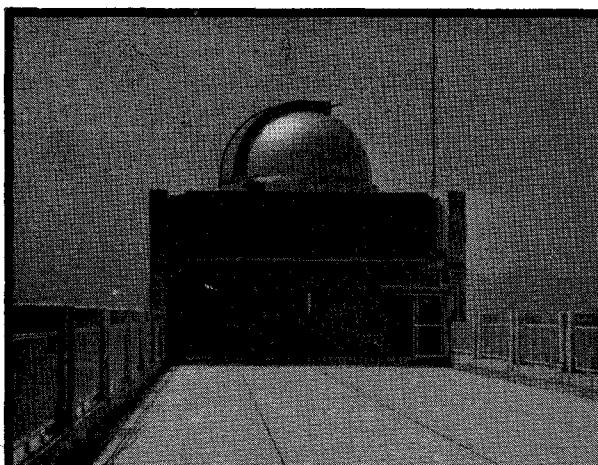
今年 3 月に新庁舎が完成した。新庁舎は受信器室、計算機室、機器調整室、居室の 4 部屋と台所、風呂、トイレがついて 4 人の寝起きができる。受信器室と計算機室は個別にシールドされ計算機等からの雑音を大きく押えている。

菅平のアンテナは電気通信大学の芳野研究室はじめ関係各位の御厚意で菅平の同大学の宇宙電波観測所の敷地内に置かれている。

#### お詫びと訂正

本誌 9 月号の学会だより「朝日賞」候補推薦についての文中、昭和 54 年度までの天文学関係の受賞者名の中で次の 3 氏の名前が脱落していました。お詫びして訂正いたします。

木村 栄、宮本重徳、早川幸夫



★営業品目★  
天体望遠鏡と双眼鏡  
各種部品と撮影用品  
ドームの設計と施工

★新総合カタログご希望の方は切手300円を同封下さい。  
★全国有名デパート・光学品取扱店でお買い求め下さい。



ASTRO 光学工業株式会社

〒170 東京都豊島区池袋本町2-38-15

☎03(985)1321 振替口座東京5-52499番