

特集

BS アンテナ電波望遠鏡で 7/22 部分日食を観察しよう

時政典孝（兵庫県立西はりま天文台公園）

1. はじめに

2009年7月22日の日食が待ち遠しいですね。でも、曇ってしまったらどうしますか？そんな時でも観測できるのが電波による観測です。雨が降るような天気だと無理ですが、薄曇りの空なら太陽が欠けていく様子を電波の強さとして見る事ができるのです。

2. 観測できるもの

提案1：太陽の欠け具合（面積）の変化

用いる電波観測装置では、太陽全体からやって来る電波の強度を測れます。太陽が月に隠されると、その部分の電波は地球へ届きませんので、日食の食分（面積）の変化を電波強度から測ることができます（図1）。

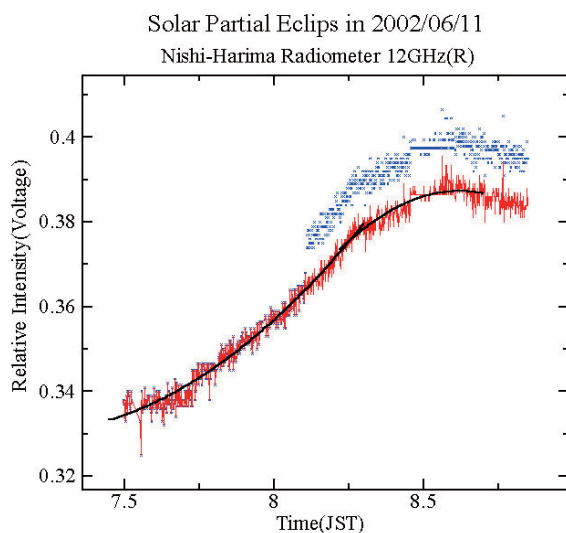


図1 西はりま天文台のBSアンテナ電波望遠鏡で観測された2002年6月11日の部分日食による太陽電波強度変化。この日は曇っていて光では観測できなかった。詳細は、<http://www.nhao.go.jp/~tokimasa/12GHzRadio/eclips.html>をご覧ください。

提案2: 黒点上空で電波を発生するコロナの場所、大きさ

用いる電波観測装置では、太陽全体からの電波強度が測れます。しかし、逆に言うと、太陽面の細かな電波強度の様子は測れません。ですが、もしも活発な黒点が現れて、それを月が隠すと、計る電波強度にその変化が現れることとなります。大まかに、太陽全体の100分の1の強度を持つ活動領域があると、45型のアンテナを使用すれば、日食によってそれを検知できそうです（図2）。詳細は後述のチェックをご覧ください。

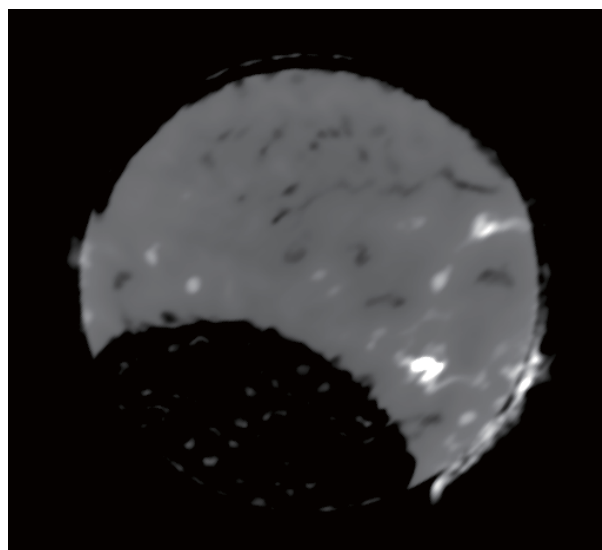


図2 野辺山太陽電波観測所で観測された2002年6月11日の部分日食。月が太陽の活動領域の電波源を隠すと、強度の減少が観測できる可能性がある。

3. 部分日食電波観測に必要な機材

観測に必要な機材を紹介します（図3）。

必要な物：

○三脚、アンテナ取り付け金具

アンテナを固定し、太陽を観測するのに用

います。

○BSアンテナ（35型、45型）

太陽からの電波を集め、受信します。太陽に向けるには、セロハンテープを3カ所ほどに貼って、それに反射した光が受信部へ集るところを探すと良いです。35型は約4度、45型は約2度の指向性（分解能）ですので、この範囲に太陽を導入できれば、正しい太陽の電波強度を測れます。45型の方が精度良く観測できます。

○ブースター、検波器

受信した電波強度を増幅するのがブースターです。電波強度を電圧に変換する機器が検波器です。検波器は自作するか、購入する方法があります。

○テスター

検波器で出力された電圧値を測ります。時間間隔を置いて電圧値を測り記録します。

あると便利なもの：

○AD変換器、パソコン

AD変換器は電圧値をデジタル化する機器です。簡単なものには、テスターとパソコンを接続する機器が販売されています。パソコンで電圧値を自動記録できますので、時間間隔を短くして観測することができます。

○太陽を追尾できる望遠鏡架台、アンテナ取付金具

手動で追尾しても観測は可能ですが、より安定した良いデータを得ようとする、アンテナを赤道儀式架台に搭載するとよいでしょう。

詳細は、

<http://www.nhao.go.jp/~tokimasa/12GHzRadio/12g.html>をご覧ください。

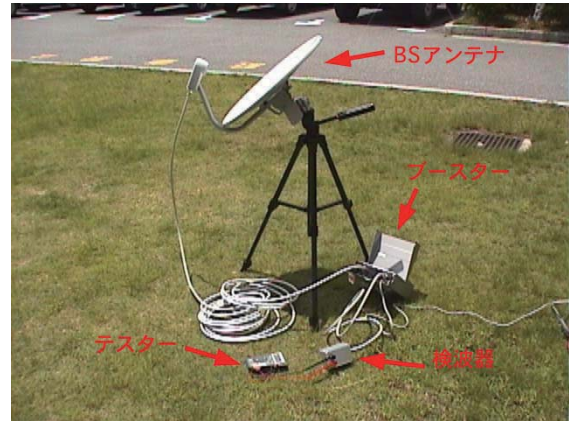


図3 BSアンテナ電波望遠鏡の構成

4. 活動領域のコロナを検出するために必要なチェック

使用している電波望遠鏡で、提案2の観測が可能かどうかをチェックしておく必要があります。まず、天頂付近の空の電波強度を約50回測定します。次に太陽の強度も約50回測定します。天頂付近の空のレベル約50点の平均値(Vsky)はほぼ機器のノイズによる強度ですので、太陽のレベルの平均値(Vsun)から差し引いた電圧値が太陽によるものとなります。一方で太陽のレベルのふらつき(誤差)は、太陽のレベル50回の標準偏差(σ_{sun})で得られます(図4)。

用いる電波望遠鏡で検知可能な信号を σ_{sun} の3倍として、その値が太陽のレベルと比べどの程度(Rtel)なのかを調べます。

$$Rtel = (Vsun - Vsky) / 3 \sigma_{sun}$$

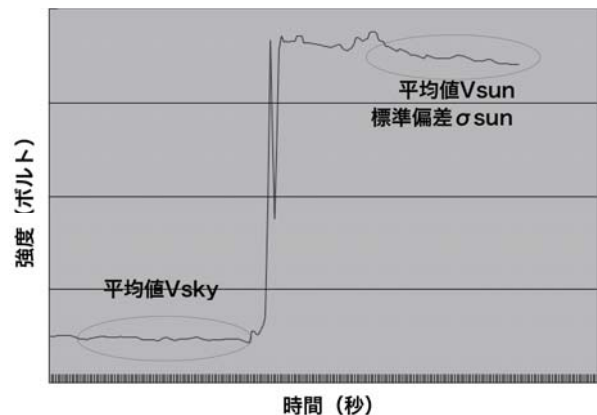


図4 用いる観測装置のノイズレベル

次に観測する前日の野辺山電波ヘリオグラフの右偏波の FITS データを入手し、活動領域があれば画像処理ソフトマカリで、その活動領域の強度 (Tact) が太陽全面の強度 (Ttotal) に対しどの程度の強度なのか (Rsun) を調べます (図5)。

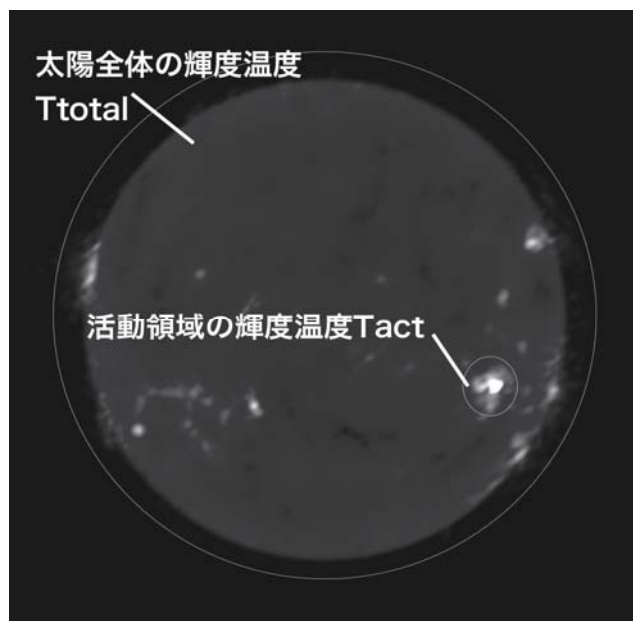


図5 野辺山太陽電波観測所ヘリオグラフによる2002年6月11日の太陽像。

<http://solar.nro.nao.ac.jp/norh/images/>より

$$R_{\text{sun}} = T_{\text{total}} / T_{\text{act}}$$

RtelとRsunを比べ、 $R_{\text{tel}} > R_{\text{sun}}$ であれば、その活動領域は用いる電波望遠鏡で検出可能と判断できます。

表1は、いくつかのアンテナと検波器を組み合わせてRtelを計測した例です。

その結果、45型以上の大きさのアンテナに、自作の検波器と市販30dBのブースターを用いるか、RFD1500でゲインを下げで使用すると、太陽全体の強度の100分の1程度の強度を持つ活動領域が現れた場合に、日食によってそれを検出することが可能であると思われます。

謝辞

この観測提案には、野辺山太陽電波観測所の下条圭美さんにアドバイスをいただきました。ここにお礼申し上げます。

表 1 BS アンテナと検波器の組み合わせによる Rtel

	60-RFD	45-RFD_M	45-Mcv	30-RFD_M	30-RFD	30-Mcv
Vsky	0.54982	1.73576	6.75E-02	1.79225	0.0951	7.92E-02
σ sky	0.00147	0.00841	0.00179	0.032221	0.0003	0.00069
Vsun	1.23615	3.23E+00	1.24E-01	3.083412	0.1544	1.23E-01
σ sun	0.00168	0.01582	0.00015	0.018106	0.0003	0.00064
Vsun-Vsky	0.68633	1.48958	0.05601	1.291162	0.0593	0.04406
$3 * \sigma$ sun	0.00504	0.04746	0.00045	0.054318	0.001	0.00191
Rtel	136.048	31.3885	125.251	23.77049	60.778	23.0284

1行2~7列の始めの数字はアンテナの大きさ。次がRFDの時は検波器にRFD1500を使用した場合、Mcvの時は自作検波器と30dBのブースターを用いた場合。最後にMがつくものはRFD1500のゲインを最大にした場合。例：45-RFD_Mは45センチのアンテナにRFD1500を使用しゲインを最大にして計測。