

BSアンテナによる太陽フレアの観測

黒宮 直央、石川 悌義、加茂 広大、黒須 裕真、山下 智輝、横山 雄基 (高2)
石川 郁、川村 祐也、熊井戸 章裕、齊藤 勇太、新藤 丈司、竹中 孝介 (高1)
【埼玉県立蕨高等学校地学部】

1. はじめに

蕨高地学部では、2008年から月や太陽の電波観測をおこなってきた。今年度は、太陽フレアを捉えることに挑戦し、数日間に渡り本校屋上にて観測をおこなった。複数のウェブサイトで、日本時間2013年9月18日の11:53からCクラスのフレアが発生したことを知った。この日は、観測中であった為、太陽フレアによる電波強度の変化が捉えられているかを確認するための解析をおこなった。

2. 観測方法・データ処理

2.1 観測方法

観測には図1のような機材を用いた。観測方法の概要は次のとおりである。

- ①太陽をBSアンテナの視野中央に捉え、赤道儀で自動追尾する。
- ②約1時間おきにアンテナの向きを太陽から外し、バックグラウンドの電波強度を測定する。また、測定値を較正するために電波吸収体の電波強度も測定する。

以上の作業を数時間継続する。

2.2 データ処理

- ・前項①で太陽を捉えた値(V とする)から、②のバックグラウンドの値(V_{sky} とする)を引く。この値を V_{sun} とする。これが太陽の電波強度(見かけの電波強度)となる。
- ・電波吸収体の電波強度を V_a とする。

3. 観測結果

今回の観測では、図2のようなグラフを得ることができた。

グラフが下がっているところは V_{sky} を、上がっているところは V_a を示す。また、 V を測定している時間は、本来は平坦なグラフになるはずだが、赤道儀の極軸がずれていた為に、太陽が徐々に視野中央から外れ、電波強度が徐々に低下している。 V_{sky} 、 V_a を測定する度に、視野中央に太陽を戻している為、周期的な変化をしている。

4. 考察



図1 観測機材

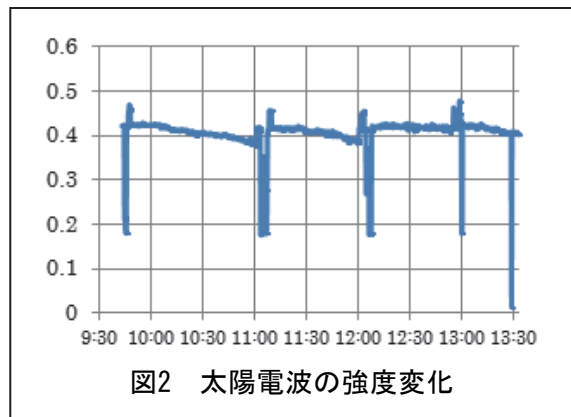


図2 太陽電波の強度変化

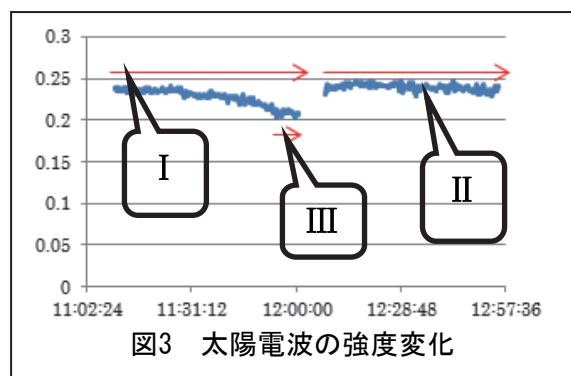


図3 太陽電波の強度変化

4.1 フレアによる電波強度変化の有無

フレア発生時の電波強度変化が検出できたか調べるため、図2のグラフの11時頃～13時頃について次の3領域を設定して詳細に調べた(図3)。

- I 11:10頃～12:00頃
- II 12:08頃～12:54頃
- III 11:54頃～12:00頃 (Iの終盤)

(1) 領域IとIIの比較

図3のグラフのIとIIを抜き出して始点を合わせて重ね合わせた(図4)。全体的にIIほうが大きな値をとっていることが分かる。IIはフレアが発生しているまさにその時間のグラフである。よって、BSアンテナでフレアによる電波強度の変化が捉えられたと推測できる。

(2) 発生時刻の強度増加

一般に、太陽フレアの発生数分後に電波の鋭い増加が見られる。図3のIIIの領域を見ると、電波強度がわずかに増加していることに気付いた。IIIを抜き出し、グラフに近似曲線を追加したものが、図5である。電波強度のピーク時刻は11:57頃で、フレア発生数分後の電波強度の増加を捉えることができた可能性がある。

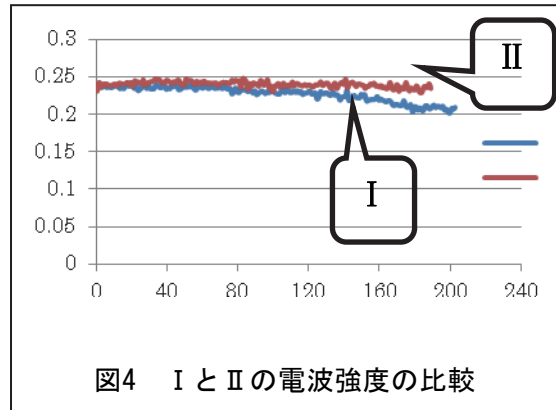


図4 IとIIの電波強度の比較

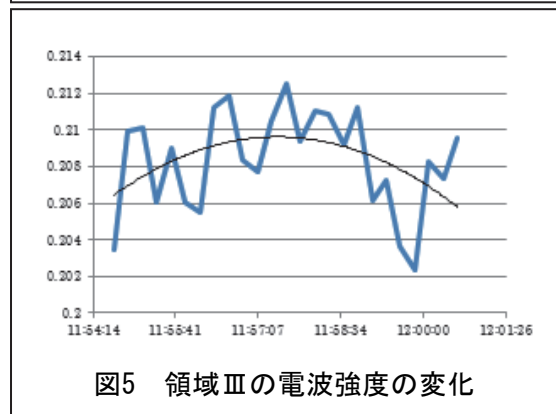


図5 領域IIIの電波強度の変化

4.2 フレアによる放射エネルギーの増加

電波吸収体の電波強度(V_a)と気温、太陽の電波強度(V_{sun})から、見かけの太陽温度(T_{sun}')を求める。見かけの太陽は基準の電波吸収体より小さいので、大きさの補正をする。BSアンテナの視野は 2.87° 、この日の太陽の視直径は 0.532° なので、次の式で本来の太陽温度を求める。

$$T_{sun} = (2.87/0.532)^2 \times T_{sun}'$$

この計算を、領域I、IIの双方でおこない、得られた温度を T_{sun1} 、 T_{sun2} とする。

次に、シュテファンボルツマンの式($E = \sigma T^4$)を利用し、温度からエネルギーに変換する。IとIIにおけるエネルギーをそれぞれ $E1$ 、 $E2$ と置いて比をとると、

$$E2/E1 = (\sigma (T_{sun2})^4) / (\sigma (T_{sun1})^4) = (T_{sun2}/T_{sun1})^4$$

ここに、 $T_{sun1} = 7.7 \times 10^3 K$ 、 $T_{sun2} = 7.9 \times 10^3 K$ を代入すると、 $E2/E1 = 1.10$ となり、観測した電波領域で、エネルギーが10%程度増加したことがわかった。

5. 結論

4.1の(1)(2)より、今回発生した太陽フレアによる電波強度の増加をBSアンテナで捉えることができたのではないかと推測する。また、4.2より、電波の増加がフレアによるものだとすると、BSアンテナで観測できる2.5cmの波長の電波の領域において、エネルギーが10%程度増加していることがわかった。

参考文献等

- ・恒星社 現代天文学講座5 太陽、・数研出版 地学
- ・webサイト 国立天文台太陽観測所、宇宙天気予報センター(SWPC)、GOES衛星