
12GHz帯電波観測による太陽活動の研究

山口県立宇部高等学校 科学部

油利 俊輔 (高2)

徳光 大賀 (高2)

末田 竜也 (高2)

要 旨

太陽の活動の様子を、電波での活動性から調べるために自作の装置を用いて、観測研究している。年間 400 時間の測定から 8 つ以上のバーストが観測できた。データの解析結果からバーストにはいくつかのタイプがある可能性や、電波の強度が年間を通じて変動することなどいくつかの興味深い解析結果が明らかになった。

1. はじめに

可視光では観測しにくいバーストなどの太陽のエネルギー流出現象が、比較的安価な市販の BS パラボラアンテナを使用して、電波によって観測できることから、研究に取り組んでみた。



測定装置 (初号機、2号機)

2. 方法

バーストの様子を電波の偏向から調べるために、以下の2つの観測器を作製し、観測を行った。太陽の追尾は内蔵のステッピングモーターを利用している。

U-be 初号機 : 「センターフィード形」という BS パラボラアンテナを使用し、右旋円偏波のみを受信する。受信した電波は同軸ケーブルを經由して増幅器 (ブースター) で増幅される。増幅された電波は交流信号なので、検波器 (Agilent8471D) で整流した後、デジタルマルチメータ (MDM242) を用いて A/D 変換処理し、パソコンにデータ入力する。

U-be 2号機 : 金属板で太陽からの電波を反射させて、左旋円偏波成分を右旋円偏波に変換して受信する。

3. 観測結果

短期的な観測結果として、太陽からの電波 (12GHz 帯) は 1 日を通じて大きな変化はみられず、ほぼ安定した放射をしている。これに対し、図 1 のような

異常がいくつか観測された。グラフの形状などから、太陽が突発的な放射をするときに起こる「バースト現象」と推測される。次に中期的な観測結果として、図2に示すように平均システム雑音温度は年間ほぼ一定で比較的安定しているが、平均放出エネルギー量は月毎に変化があり、11月が最も高く、8月に最も低い傾向が伺える。長期的な観測結果については、今年度はまだ一年分しかないので比較・分析は今後の課題となる。

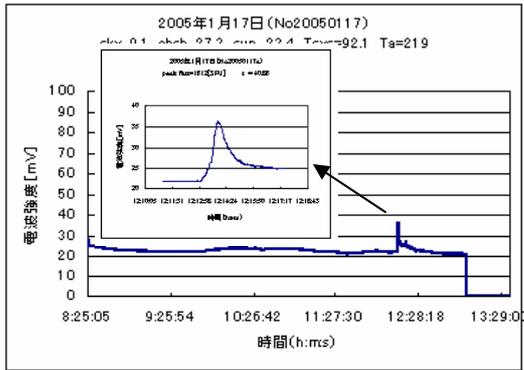


図 1

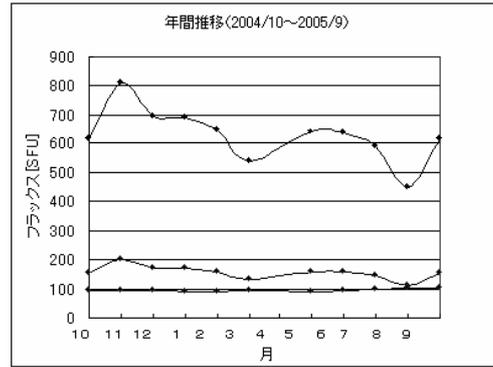


図 2

4. 考察

短期的観測結果として、観測されたバーストの分析を行った。バーストはエネルギーの突発的な放出現象なので、放射線の放出過程に似た放出を行うと仮定すると、単位時間の物質の放出量(dy/dt)がその物質質量(y)に比例するので、

$$y = A \cdot \exp(-t/\tau) \quad (A \text{ はバーストのピーク、 } \tau \text{ は減衰時間(時定数)})$$

の関係式が得られる。この式をもとにバーストのフィッティングを行い、分類を試みた。その結果、図3に示すように2種類のバーストに分類できた。また、バーストの形状からも分類を試みたところ、単一・複数のピークを持つ2つの形状に分類できた。初号機、2号機のデータからは、今回残念ながら、バースト時の荷電粒子の運動を推測する手掛りになる確実なデータは得られなかった。中期的な観測結果として、1年を通じ、太陽の放出エネルギー量が冬季に高く、夏季に低いという傾向については、原因として観測システムの出力の温度依存性と、地球と太陽の距離変化を考慮したが、これらの変化を十分に説明できるものではなく、実際に強度が変化している可能性が高い。

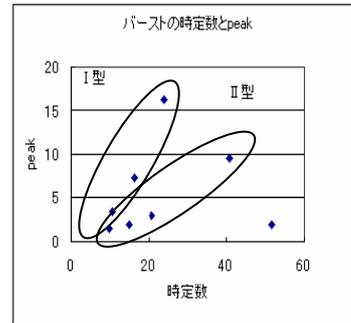


図 3

5. まとめ

バーストや太陽放射の推移など一定の成果が得られておもしろかった。今後は2号機の反射率向上や出力の安定及び、全天候型の観測システムの構築を予定している。