



Title	BS アンテナを用いた安価かつ簡便な宇宙天気予報の実現
Author(s)	
Citation	令和6（2024）年度学部学生による自主研究奨励事業 研究成果報告書．2025
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/101287
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

令和6年度大阪大学未来基金「学部学生による自主研究奨励事業」研究成果報告書

ふりがな 氏名	てらおか みずき 寺岡 瑞季	学部 学科	工学部応用自然 科学科	学年	2 年
ふりがな 共同 研究者氏名		学部 学科		学年	年
					年
					年
アドバイザー教員 氏名	なかやま けんいち 中山 健一	所属	大阪大学大学院 工学研究科応用化学専攻		
研究課題名	BS アンテナを用いた安価かつ簡便な宇宙天気予報の実現				
研究成果の概要	研究目的、研究計画、研究方法、研究経過、研究成果等について記述すること。必要に応じて用紙を追加してもよい。(先行する研究を引用する場合は、「阪大生のためのアカデミックライティング入門」に従い、盗作剽窃にならないように引用部分を明示し文末に参考文献リストをつけること。)				

1. 研究の背景と動機

太陽活動に興味を持ったのは、太陽活動の活発化による地球環境への影響を知ったからである。2024年5月頃に北海道でオーロラが観測されたことはその最たる例の一つである。太陽について学ぶことで、太陽活動は地球環境や人類社会に多大な影響を与える重要な要素であり、その観測と数理モデルの構築、そして予測システムの構築は人類にとって重要な課題であることが分かった。

近年では太陽フレアの影響評価とその予測、そして対策のために、精力的に研究が行われている。太陽フレアは、太陽表面の爆発現象であり、大規模なフレアが発生すると、放出される電磁波や高エネルギー宇宙線の一部が地球に届き、航空機乗員や宇宙飛行士の被爆、半導体デバイスのソフトウェアなどを引き起こすことが知られている。また、地球磁気圏や電離層の擾乱を通じて地上の電波障害や停電も起こしうる。したがって高度な通信システムや地上電力網の構築、そして宇宙開発などが進む現代社会では、太陽フレアの影響はますます重大になりつつある。

このような背景から、各国の機関で太陽活動度とその影響の現況を把握し、予測するために様々な観測データに基づく分析をリアルタイムで行う「宇宙天気予報」が行われており、日本では情報通信研究機構(NICT)がその役割を担っている。NICTは太陽フレアの発生頻度等のリアルタイムな情報をインターネットで公開しており、簡単に情報を得ることができる一方で、その知名度は低く、大規模な太陽フレアが発生すれば、社会的な混乱を招く可能性がある。また、インターネットに繋がらない地域や、太陽フレアの影響でインターネット自体が遮断される状況下では、現行の情報提供手段が役に立たなくなる。こうした課題を踏まえ、宇宙天気予報をより身近で実用的な存在にすることはできないかと考えた。

私が調べた限りでは、これまでアマチュアや一般人による宇宙天気予報の試みは行われていない。そこで、宇宙天気に関する啓蒙や教育効果を考慮し、安価なパーツで実現可能な方法を模索した。私は学科の授業の延長として市販のBSアンテナと自作の検波器によって太陽電波を観測するための装置開発に自主的に取り組んできた。この経験を活かし、入手が容易なBSアンテナを利用して、宇宙天気予報の実現を目指すことにした。

2. 研究計画とその新奇性

本研究では、BS アンテナと自作の検波回路を用い、さらに太陽を自動追尾するモーター駆動式の赤道儀を開発することで、太陽電波を常時自動観測できるシステムを構築することを目指した。モーター駆動式の赤道儀では、約 1.5kg のアンテナを比較的安価なモーターで駆動するための工夫として、BS アンテナを吊るす構造を考案した。これにより、モーターにかかる負荷を軽減し、仕事量 0 に近い状態で動かせるのではないかと考えた。また、検波回路を含む観測システムは研究所で用いられている高価で精密なシステムとは異なり、安価で手に入りやすい市販品を活用し個人でも再現可能なものを目指した。

3. 研究内容と進捗

〈太陽追尾システムの設計〉

前述の通り、BS アンテナを用いた太陽追尾システムでは、BS アンテナを活用した安価なモーターでの制御機構の設計を目指した。モーターは比較的手に入りやすく、回転角の制御が可能なステッピングモーターを用い、写真のように BS アンテナをラックに吊るすことでモーターへの負荷を軽減するシステムを試行錯誤した。

困難だった点は 2 点ある。まずは、2 軸制御の問題である。太陽の軌道是一年を通して変化するため、季節や時間を問わず追尾するには、太陽の高度に応じてアンテナの向きを調整する軸と、1 日の太陽の動きに合わせてアンテナを動かす軸の 2 軸が必要である。そこでアンテナを吊るす際に 2 軸用意し、吊るす糸を動かすことで、アンテナの向きを考える機構を考えた (図 1)。しかし、モーターを連動させて制御する方法を模索中であり、まだ実現方法が確立できていない。

次に、回転機構を妨害するパーツによる問題である。BS アンテナの外側に出っ張っているコンバーターが、紐と干渉することで回転が妨害されてしまい、アンテナの角度によっては太陽追尾に十分な回転角を得られなかった。今後は、コンバーターが出っ張っていないアンテナを探すなどして更に試行錯誤をしてみようと考えている。



図 1 (右：正面から見た図、左：上から見た図)

青色と赤色の 2 軸でアンテナを吊るし、アンテナの傾きと回転角を調整する。

〈検波回路の設計〉

本研究では、12GHz 帯の BS アンテナを用いており、BS アンテナに付属しているコンバーターが 1～2GHz 帯の信号にダウンコンバートして出力される。よって 1～2GHz 帯の信号を検波できる回路を制作した。具体的な部品とコストは以下の通りで、安価なパーツで回路を構築した。完成した検波

回路は図2の通りである。

部品	コスト
ダイオード 1SS277…2本	¥150 (10本入)
コンデンサ 1000pF… 2本	¥130 (10本入)
抵抗 100Ω…1本	¥140 (100本入)
抵抗 1kΩ…1本	¥100 (100本入)
基盤 (5枚セット)	¥698
導電性銅箔粘着テープ 20m	¥1998
合計 (使用量に換算)	約 194 円

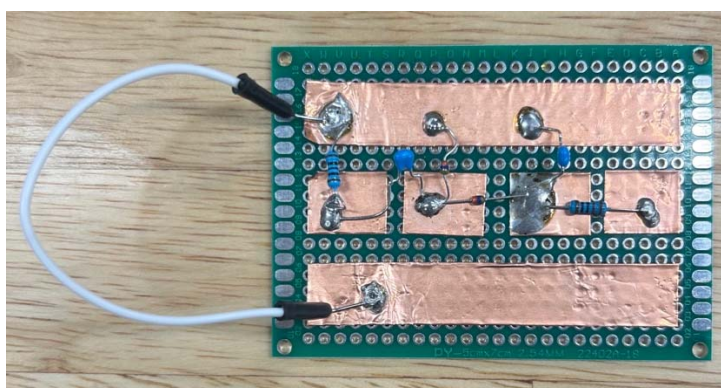


図2 完成した検波回路

4. 考察

本研究では安価かつ簡便な天気予報システムの開発を目指した。現時点では、検波回路で信号を完璧に検波することができなかった。何かしらの変化が起きていることは確認できたが、検波回路の入力部分の接続にノイズが多いことが原因ではないかと考えている。この問題を解決するために、F型コネクタを取り付けてノイズをできるだけ除去し、もう一度検証してみようと思う。

赤道儀については、現在の設計機構で安定的に季節を問わず観測することは難しく、2軸制御の方法をさらに探求していく必要がある。BS アンテナを吊るす糸のみで回転を制御するとアンテナの回転角に制限がかかることが分かったので2軸の取り方やアンテナを変えるなどして、新たなアイデアを模索したい。

5. 今後の展望

今後の展望として、まずは軸制御の実現方法の探究を進めていきたい。赤道儀の駆動に使用するステッピングモーターはラズベリーパイを用いて制御し、自動制御のためのソフトウェア開発も進めたいと考えている。検波回路についてはより精度を上げるためにノイズを除去し、いろいろな周波数で測定・検証する。

太陽追尾システムと検波回路が完成すれば、それらを用いた長期的な運用テストを実施し、太陽電波を実際に観測する。具体的には、公表されている太陽フレアの発生日時と得られた太陽電波強度の時系列データを照らし合わせ、自作システムによる太陽フレアの検出効率を太陽フレアの規模に応じて評価する。これにより、大きな電波バーストが起こる前後の電波強度推移も長期的に観測することができ、太陽フレアの発生とその規模の予想モデルの構築に活かすことができる可能性がある。システ

ムの有用性が評価できれば、より安価で再現性の高いシステムの設計を目指していく考えである。

6. 参考文献

国立天文台. “アルマーの冒険 第4回「宇宙からの電波をキャッチ！その2・太陽電波編」”. 2015.
<https://www.nao.ac.jp/contents/naoj-news/almar/data/almar04.pdf>