

4 GHz帯太陽電波観測用電波望遠鏡の製作 2

青木 達也、浦野 稜也、北澤 凌、清水 将臣、田中 裕樹 (高3)

那須野 叶、宮澤 拓陽、池上 浩樹、津波古 海斗、北條 健介 (高2)

【長野県駒ヶ根工業高等学校 サイエンス同好会】

要 旨

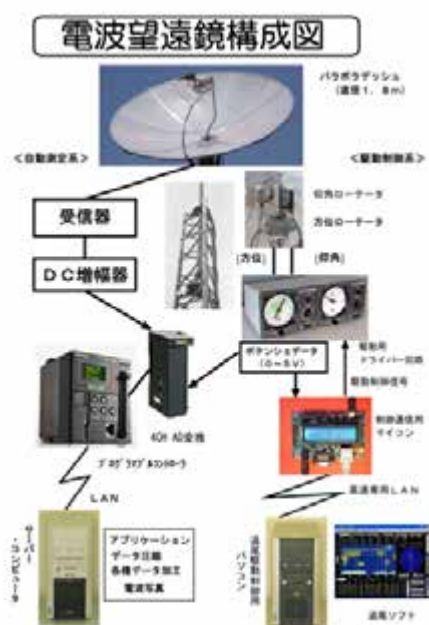
2012年より野辺山太陽電波観測所のご協力をいただき、2013年度に、本校各科の協力により電波望遠鏡の製作を行った。本年度は、自動追尾や自動計測など各種機能の設定・構築・強化を行い、連続観測の試験運用を開始した。その成果として、2014年12月20日の太陽フレア現象を4GHz帯で観測することに成功した。

1. はじめに

2012年度は、海外衛星放送受信用の1.2mのソリッド型の反射鏡を使用して、設計製作した検波器等を組み合わせて、太陽からの電波を受信できる事を検証した。2013年度は、メッシュ型の1.8m鏡に2軸の駆動機構を追加して、自動制御可能な電波望遠鏡を学校創立50周年の記念事業として、機械科、電気科、情報技術科の3科の生徒協力で設置した。

2. 電波望遠鏡の製作・設置

機械科がタワーの組立・土木工事・取り付け金具等製作を担当し、電気科が、屋外用ボックスの設置・電源の配線・屋外部分のネットワーク配線工事を担当した。情報技術科が、屋内部分のネットワーク配線工事・アンテナの組立・電子回路製作・ボックス内の配線等を担当して、以下の電波望遠鏡を完成させた。



(1) パラボラデッシュ

有効直径：1.8m、 放物面深さ：33.1cm、
焦点距離：61.2cm、 F/D比：0.34

(2) LNBF

受信範囲：3.4-4.2GHz、 出力：1GHz帯
偏波：垂直偏波(右旋回偏波)、取付角：-90°

(3) 検波器

ストリップライン設計、 直線性範囲：0-1 V
野辺山太陽電波観測所での特性評価

(4) 自動計測機能(キエンス製PLC KV-5000)

4CHA/D変換ユニット(方位、仰角、受信機出力)
分解能：電圧(0~5V、1/20000)、時間1/100秒

(5) 自動追尾システム

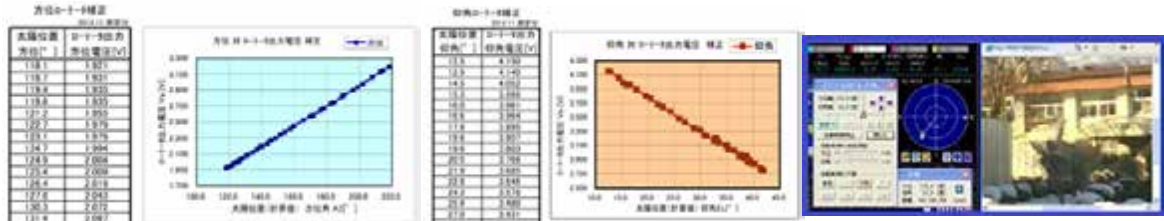
衛星追尾ソフト「CalSat32」、自動操作ソフト
制御用マイコンボード：PICNIC

3. 本年度開発システム

本年度は、自動観測運用を目指して、以下の機能改善を行った。

(1) 自動追尾の設定と精度の向上

手動操作による測定値をもとに自動設定値（一次補間式）の算定・設定を行った。



方位制御

仰角制御

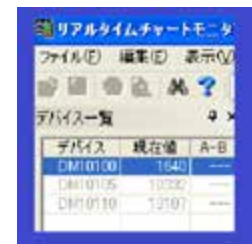
コントロール画面

(2) 自動記録の実現とデータ転送

PLC KV-5000のA/D変換機能とデータロギング機構を使用して自動記録、サーバーへのデータ転送などを実現させた。

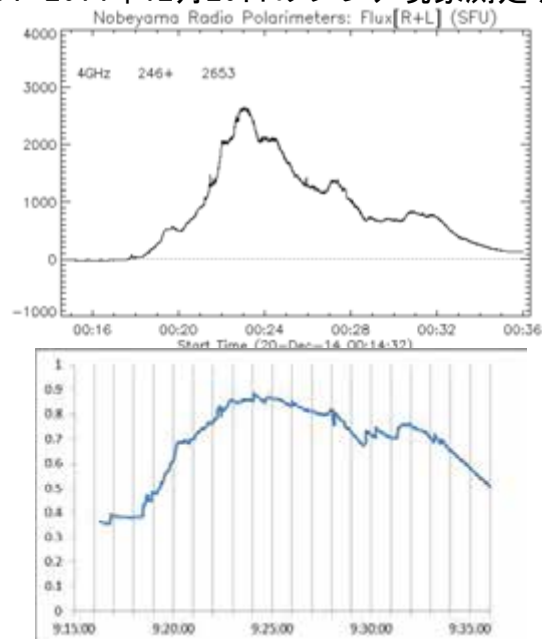
(3) 測定ダイナミックレンジの向上

太陽イベント時、検波出力の値は通常の数十倍になり、測定できなくなる。この変動を検知できるようにログアンプを使用した受信回路の研究を行なった。



測定値のリモート表示

4. 2014年12月20日のフレア現象測定データ



開発したシステムを使用して試験観測を実施したところ、2014年12月20日の太陽フレアのデータを検出することに成功した。

上段が野辺山太陽電波観測所が公開している3.75GHzの観測結果である。下段が、本校電波望遠鏡が検出したデータである。検波器の飽和領域の関係でピーク部分がつぶれた特性になっている。また、追尾制御の精度関係でノコギリ状の特性となっている部分があるが、開始時間や特性の傾向は一致しており、フレア現象を検出することができたと考えている。

5. 今後の課題

- ・ 駆動モータの起動時ノイズ等の除去
- ・ 取り付けブームの完成振動と視野角の影響によるデータ変動の改善
- ・ 追尾精度の向上と測定ダイナミックレンジの拡大
- ・ 観測データの自動解析・処理システムとデータの蓄積・公開システムの開発
- ・ 干渉計形システムの基礎研究および試行。