

自作電波望遠鏡を用いた太陽電波観測 Solar radio observation experiments with self-made radio telescope

遠山 友貴^{1*}; 伊勢 明弘^{1*}; 菅野 雄哉^{1*}
TOYAMA, Tomoki^{1*}; ISE, Akihiro^{1*}; KANNO, Yuya^{1*};

¹ 福島県立磐城高等学校

¹ Fukushima Prefectural Iwaki senior High school

1. 研究動機

私たちは以前、福島県郡山市でオーストラリアの電波望遠鏡を遠隔操作し、宇宙からの電波を受信するというイベントに参加した。そこで私たちは電波望遠鏡の構造と観測に興味を持ち、参考文献[1]をもとに太陽電波観測を目的とした電波望遠鏡を製作した。今回は自作電波望遠鏡が太陽電波を捉えられているか二つの実験で証明を試みた。また、太陽フレアによる電波変化の観測と考察を行った。

2. 研究内容

I. 太陽電波であることの証明

これまでの研究で製作した自作電波望遠鏡が目的である太陽電波を捉えられているか以下の二つの証明方法で証明を試みた。

(1) 電波の値の変化と受信部の影の変化を用いた証明

アンテナの受信部(アンテナ中央の突起)の影と電波の値の変化から、受信した電波が太陽電波であることを証明する。

証明は以下の手順で行った。

① 電波が最も強い時の値(最高値)を求めるために、アンテナ表面に受信部の影ができないように電波望遠鏡を設置し、電波観測を行う。

② 電波が最も弱い時の値(最低値)を求めるために、アンテナを傾け予想最低値を求める。

③ ①の向きでアンテナを固定して観測し、実際の最低値を求める。

④ 観測で得られたグラフの変化を確認する。

(2) 電波の観測時間とビーム幅の関係を用いた証明

最高値と最低値の間値までの時間(半値)の2倍(半値幅)の間に地球が自転した角度を求め理論ビーム幅(分解能)と比較し証明する。

II. 太陽フレアによる現象の観測と考察

2014年9月10日に発生した太陽フレアによる電波変化の観測を試みた。それによって得られたデータについての考察を行う。

3. 研究結果・考察

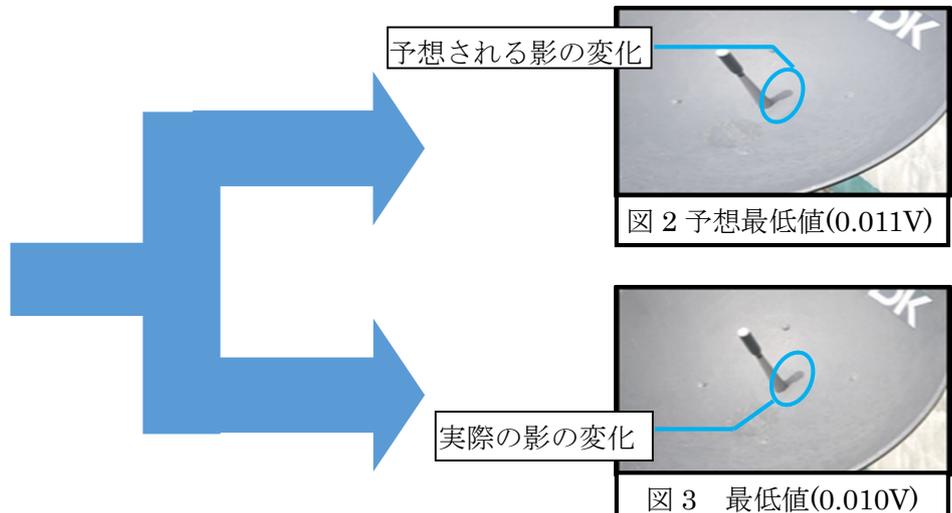
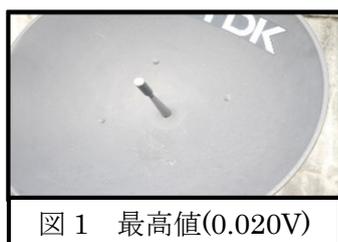
I. 太陽電波であることの証明

(1) 電波の値の変化と受信部の影の変化

観測の結果、次のような受信部の影の変化と電波変化のグラフが得られた。

最高値の時点(図1)から予想される最低値までの影の変化が図2である。また、実際の太陽の動きから得られた最低値の影の変化は図3である。図1、2、3を比較すると、最高値から予想最低値までの影の変化と最高値から実際の最低値までの影の変化が似ていることが分かる。そして、この2つの最低値の値も近いものが得られた。

図4はアンテナを固定し、実際の太陽の動きから観測された電波変化のグラフである。グラフを見ると最高値から最低値ま



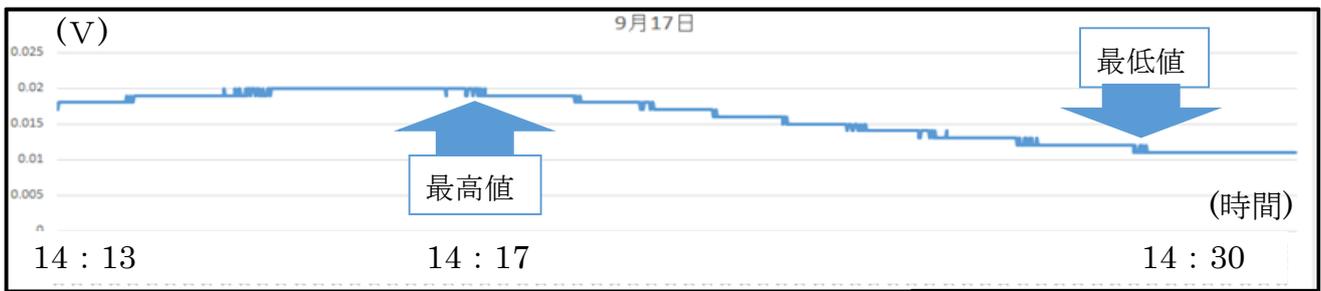


図4 観測で得られたグラフ

半値(秒)	345	240	436	441	377	385
半値幅(秒)	690	480	872	882	754	770
角度(°)	2.875	2	3.633	3.675	3.142	3.208

参考文献よりアンテナのビーム幅は次の式で求められる。

$$\alpha = \frac{180\lambda}{\pi D} \text{ (°)}$$

α : アンテナのビーム幅(°)
 D : アンテナの直径: 47cm=4.7×10⁻¹(m)
 λ : 波長

BSパラボラアンテナの受信周波数(f)を12GHzとし、光速(c)を3.0×10⁸(m/s)すると、

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3.0 \times 10^8}{1.2 \times 10^{10}} = 2.5 \times 10^{-2} \text{ (m)}$$

よって

$$\alpha = \frac{180 \times 2.5 \times 10^{-2}}{\pi \times 4.7 \times 10^{-1}} \approx 3.048 \text{ (°)}$$

角度平均	3.089
ビーム幅	3.048
誤差	4%

図5 計算結果

で電圧の値が徐々に下がっていることが分かる。このことから、受信部の影が出来るにつれて得られる電圧の値も下がっていくと言える。

よって、アンテナ受信部の影の変化と最高値、最低値のグラフの変化より観測している電波が太陽によるものだと証明することができる。

(2)電波の観測時間とビーム幅の関係を用いた証明

観測したデータの半値幅の間に地球が自転した角度(=太陽が動いた角度)を求めた結果が図5である。また、アンテナの理論ビーム幅は下のようにして求めた。計算の結果、全体の角度平均と理論ビーム幅の誤差が4%と低い値になった。このことから自作電波望遠鏡が太陽電波を観測できていることが証明できる。II. 太陽フレアによる現象の観測と考察 9月12日に観測した電波に大きな値の変化が見られ、調査したところ、静止軌道電子の値の変化で似ていた部分があったため、太陽フレアによる電波の変化を観測したと考えられる。また、時差を計算したところ、似た値の変化を起こしている時間がほぼ同時刻であったため、上記の考えが正しいと考えられ、太陽フレアによる電波の変化を観測できた。

4.まとめと今後の展望

自作電波望遠鏡で太陽電波を受信できていることが確認できた。また、太陽フレアによる電波の観測にも成功した。今後は長期的な観測を行い、太陽電波の変化や太陽フレアなどの太陽の活動について調べていきたい。

5.謝辞・参考文献

(謝辞)

本研究を進めるにあたりご指導いただいた郡山ふれあい科学館の水谷有宏氏に感謝いたします。

(参考文献)

- [1]JARL NEWS2013 年春号：日本アマチュア無線連盟技術研究所
- [2]日食の2点同時観測による太陽電波の比較：静岡県立磐田南高等学校
- [3]宇宙天気ニュース：http://swnews.jp/
- [4]Space Weather Prediction Center：http://www.swpc.noaa.gov/Data/goes.html

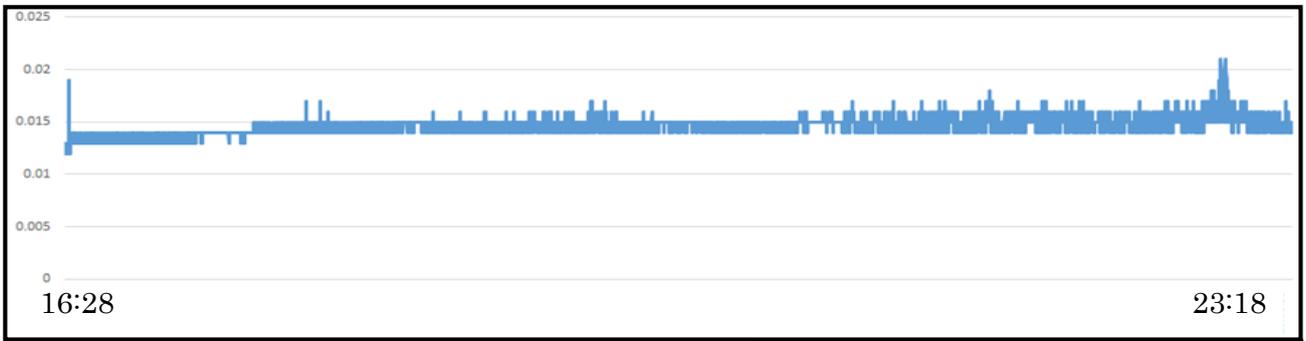


図6 電波の値の変化 (9月12日)

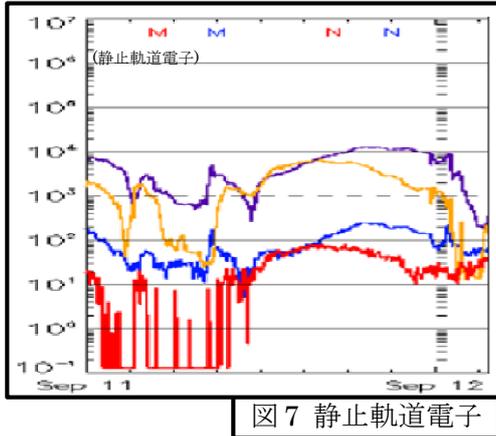


図7 静止軌道電子