

天の川銀河からの電波を観測する

高1 藤沼直希 中3 本田葵一 前澤和慶

1. はじめに

我々が住んでいる天の川銀河からは、普段私たちが見ている可視光だけではなく、目に見えない電波も発しています。今回は21cm線とよばれる、中性水素原子から放射される電波(波長21.106cm、周波数1420.40575MHz)を受信しました。

また、天の川銀河は回転しているため、ドップラー効果により場所によって届く電波の波長が変わると予想しました。そこで、私たちが観測により得た受信データの周波数を調べ、銀河回転の存在を検証しました。

2. 観測に使用したもの

観測には、以下のものを使用しました。

- ・パソコン...受信した電波を表示します
- ・WiFiグリッドパラボラアンテナ...パラボラアンテナの本体です(写真1)
- ・LNA(低ノイズアンプ)...周りの電波によるノイズを抑える装置です(写真2赤丸)
- ・SDR(ソフトウェア無線)...受信した電波をデータ化してPCに送る装置です(写真2緑丸)
- ・その他コード類

また、パソコンには以下のアプリを導入しました。

- ・SDRSharp...受信した電波の周波数や強度を表示できます
- ・IFAverage...長時間受信した電波を平均化し、より詳細なデータを得ることができます

☆パラボラアンテナとは

パラボラアンテナは入ってきた全ての線を一点に集める性質があり、その点に受信機を設置することで、より多くの範囲の電波を集め強度を高めることができます。

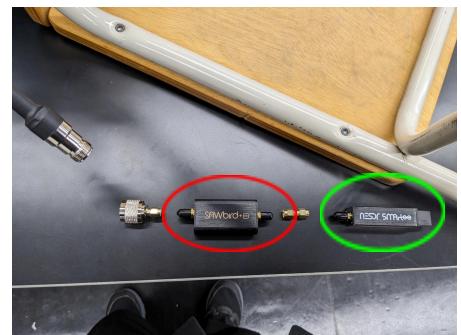


写真1. アンテナの部品

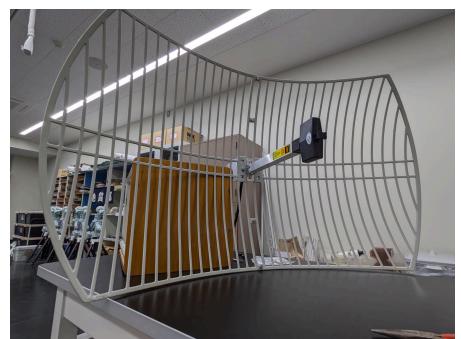


写真2. パラボラアンテナ

3. 観測方法

この企画は、木星電波観測の際にお世話になった国立天文台やアマチュア天文家の方々、そして顧問の石川先生にご提案いただき、Zoomにてアドバイスをいただきながら行いました。7月20日の部活では、高校棟の屋上にアンテナを取り付け、FMラジオや銀河電波を受信しました。



写真3. アンテナを組み立てる様子

写真4. 屋上に設置したアンテナ

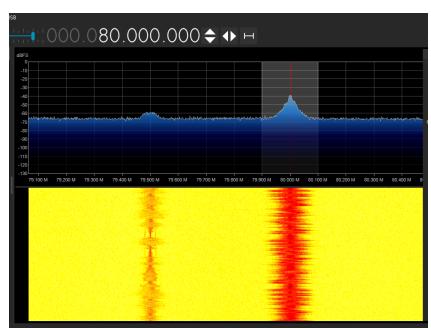


写真5. FMラジオの電波

8月4日～8日には、高ソメキャンプ場で天文気象部の夏合宿を行いました。夏合宿では、タープの足にポールをつけてアンテナを固定しました。観測は、20時～28時(翌日4時)まで天の川の様々な場所にアンテナを向けて銀河電波を受信しました。



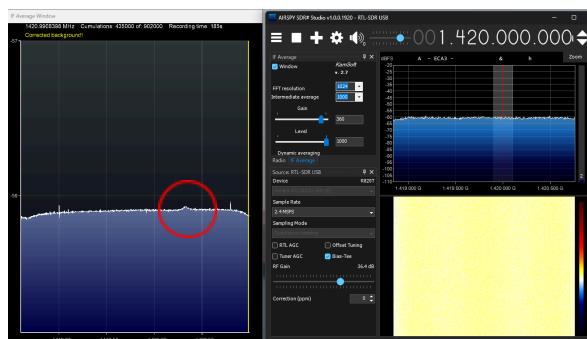
写真6. 合宿所でのアンテナ



写真7. アンテナと天の川

4. 観測結果

観測の結果、銀河電波と思われる1420.4MHz付近の山状の電波を受信することができました。以下の写真は縦軸:電波の強さ、横軸:周波数となっており、銀河電波は赤く丸で囲んで示してあります。



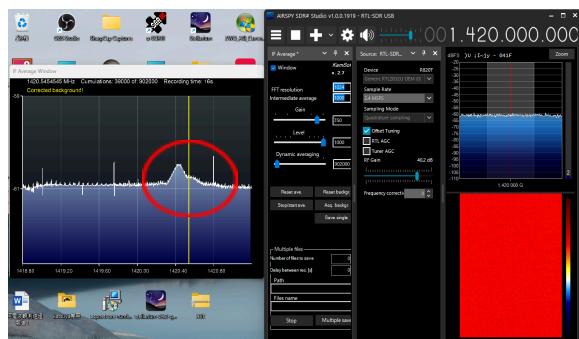
①日時:2024年7月29日15時すぎから(初受信!)

受信時間:20分ほど

場所:開成高校屋上

受信エリア:南の高度30度あたり

ピーク:1420.3MHzあたり



②日時:2024年8月4日22時から

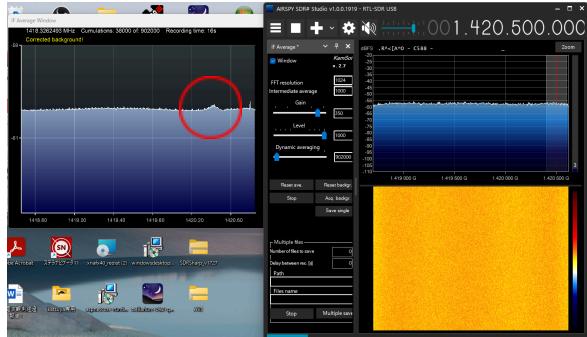
受信時間:1時間ほど

場所:高ソメキャンプ場

受信エリア:いて座の下

ピーク:1420.41MHzあたり

1420.5~6MHzあたりにも見られる



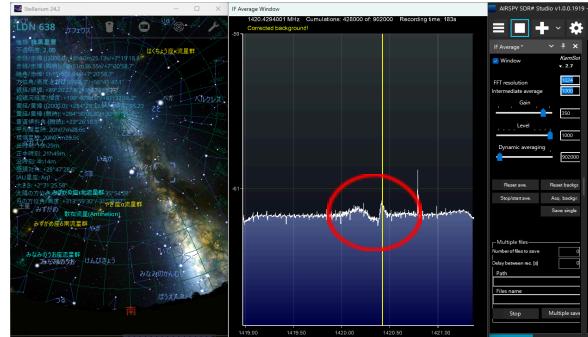
③日時:2024年8月4日23時から

受信時間:1時間ほど

場所:高ソメキャンプ場

受信エリア:アルタイルの左(沈みかけ)

ピーク:1420.41MHzあたり



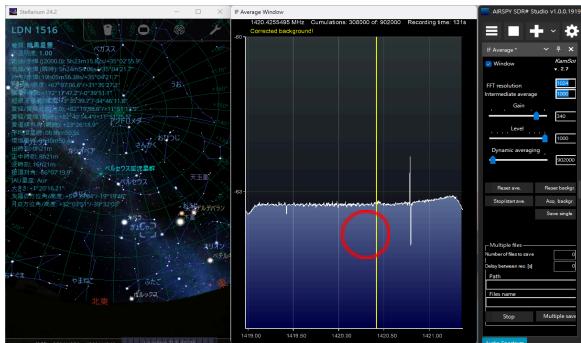
④日時:2024年8月6日23時から

受信時間:1時間ほど

場所:高ソメキャンプ場

受信エリア:アルタイルの右

ピーク:1420.17MHz
1420.43MHz



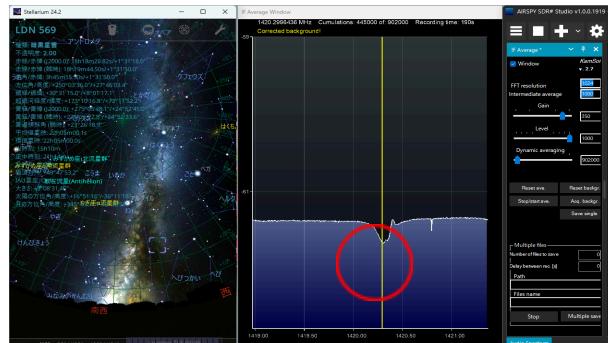
⑤日時:2024年8月7日0時半から

受信時間:1時間半ほど

場所:高ソメキャンプ場

受信エリア:カペラの上(葉に少しかぶる)

ピーク:1420.43MHz



⑥日時:2024年8月7日2時から

受信時間:1時間ほど

場所:高ソメキャンプ場

受信エリア:いて座の右上

ピーク:1420.30MHz(へこんだ)

1420.34MHz(へこみの中でのっぱり)

1420.41MHz

5. 考察

- ドップラー効果^{*1}によって銀河電波の周波数は最大±0.4MHzほど変化しました。
- 視線速度^{*2}が0のエリアではドップラー効果が生じないため、1420.41MHz付近にピークが現れました。
- ②④⑥に複数のピークが見られるのは、この方向に複数の視線速度の天体が含まれているからだと考えられます。
- 銀河中心よりも少し下に向かた②では、周波数のピークが標準よりも高くなつたのに対して、銀河中心よりも上に向かた④では、標準よりも低くなりました。このことから、天の川銀河は写真8のような回転運動をしていると考えられます。

- ⑥でピークの範囲がへこんでいるのは、何かによって銀河電波が吸収されたのが原因であると推測できますが、正確な原因はわかりません。

* 1 ドップラー効果...ある波の発信源がこちら側に近づいてくると周波数が高く、逆に遠ざかると周波数が低くなる現象。よく救急車のサイレンで例えられる。

* 2 視線速度...ある天体の速度のうち、その天体を地球から見る視線方向の成分。

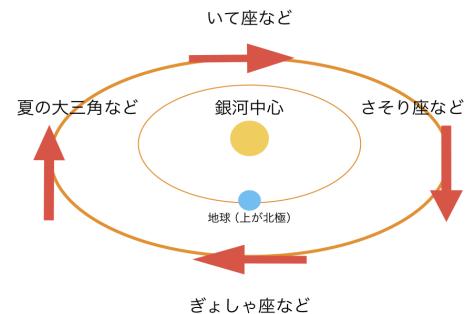


写真8. 天の川銀河の回転運動

6. おわりに

夏合宿では、今までご紹介してきたように様々なエリアから多くのデータを得ることができました。今後は具体的な数値(例えば視線速度)を求めたり、高校棟屋上でも新しいエリアや新しい天体にアンテナを向け電波観測を行っていこうと考えています。

最後に、この研究を行うにあたり、ご協力してくださった先生や国立天文台の方をはじめとする天文家の方々に感謝いたします。