

21cm波長観測から知る銀河

科学研究部 物理数学班 天文班：

横山 琉汰、中嶋 岳楽、白水 雅、赤池 桜輔（高3）、
佐生 正武（高2）、天野 航（高1）【東京都立科学技術高等学校】

要旨

本研究において我々は、電波天文学で重要視されている水素21cm線の観測を行うための電波望遠鏡とその観測システムを高校で可能な形で構築することを図った。

1. 研究動機

我々は部活動で日頃の活動で月のスペクトルや太陽の黒点観測を行っているが、特に宇宙の始まりに興味があり、できるだけ遠くの宇宙を観測したいと思っていた。初期宇宙の観測には、星間物質・宇宙背景放射等を観測することができる電波望遠鏡が必要であることを知り、電波望遠鏡を用いて宇宙を観測したいと考え、本校の課題研究で同様の研究を行っていた先輩方から引き継ぎ、研究を行った。

2. 研究目的

複数の電波望遠鏡を用いて干渉計にすることにより観測精度をあげることができるが、難度が高いため今回は中性水素原子の21cm線を観測する電波望遠鏡およびそのシステムの構築を目的とした。その観測結果よりドップラーシフトの大きさを知り、天の川銀河の回転速度曲線を求めることも目的である。

3. 実験方法

我々が製作した21cm波長観測用電波望遠鏡の構成を図1に示す。受信率向上のためにパラボラの焦点にシミュレーションソフト「MMAANA」で設計した八木アンテナを設置、追跡精度向上のために赤道儀を使用して観測できるシステムとなっている。このシステムで今後天の川銀河の観測及び21cm波長のドップラーシフトを観測して、天の川銀河の回転速度を計測する予定である。本校4階の屋上にて21cm波長観測用電波望遠鏡を観測時に設置し観測を行う。図2の直径1.4mのパラボラシステムを使用して図1のシステムを構成して21cm波長を観測する。観測を行う条件として、観測結果に影響の出る雲が少ないこと、観測対象が出ていること、太陽が影響しない位置にあることが挙げられる。

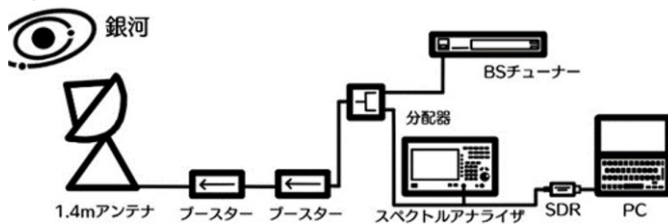


図1 21cm波観測用電波望遠鏡の構成

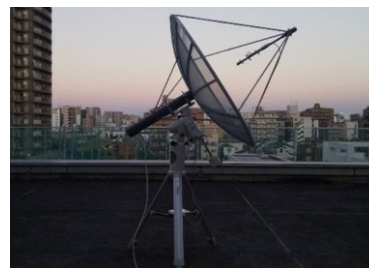


図2 21cm波観測時

4. 結果

- 自作した電波望遠鏡で観測した電波をブースターで増幅し、スペクトラムアナライザ（RIGOL-DSA1030A）で観測した結果、多くの周波数帯の電波を観測することができたが、目的とする21cm波長（1.42GHz）の電波は観測することが出来なかった。また、1.42GHzの近傍に意図しない1.48GHzで大きなピークが現れている。（図3）
- 太陽からアンテナをそらすと、2.14GHzの電波強度が増加した。この2.14GHzは総務省電波割り当て表より携帯電話の通信に使われているものだと考えられる。
- 天の川銀河の方角（いて座）を観測したが、太陽と同様に21cm波長を観測できなかった。

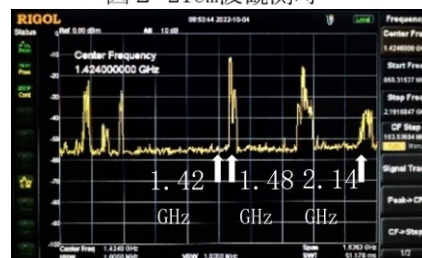


図3 水素波長部

5. 考察

太陽を対象に行った観測で検出された意図しない1.48GHzは、総務省電波帯割り当て表より携帯電話の通信に使われる電波帯であることが分かった。検出された電波は携帯のものと考えられる。

6. 展望

八木アンテナ及び観測機材の改良を行う。特定波長1.42GHzのみを透過させ、付近の波長を減衰するバンドパスフィルタを用いての観測も考えている。そして21cm波長を観測し、観測結果より地球から見た天の川銀河の回転速度を求める予定である。また、今回の研究に使用する21cm波長観測用電波望遠鏡をもう一台製作し、電波干渉計を製作することにより、さらに正確なデータを観測することができると考える。

8. 参考文献

- 総務省. 電波利用状況の詳細. <https://www.tele.soumu.go.jp/j/adm/freq/search/myuse/use/index.htm>
- 国立天文台. アルマのしくみ【第2回】たくさんのアンテナをつないでひとつに「電波干渉計」. <https://alma-telescope.jp/column/almabasics-2>