

自作電波望遠鏡を用いた水素21cmの観測

自然科学部天文班：

丹原 洋、向井 信太朗、吉松 尚輝（高2）、平田 美空、西村 柚菜、宮下 煌太郎（高1）

【京都市立堀川高等学校】

要 旨

プラスチック段ボールを用いて電波望遠鏡を製作し、水素21cm線の観測を試みた。結果、水素21cm線の観測に成功し、水素ガス雲の位置を求めることができた。また、立体的な銀河系の構造についても考察した。

1. はじめに

水素21cm線とは、中性水素原子から放出される波長約1420.4MHzの電波輝線である。中性水素は銀河系に多く存在しているため、水素21cm線を観測することで銀河系の概形や回転速度などを調べられる。しかし、観測に用いられる電波望遠鏡は高価なものが多く、高校生が扱うのは容易ではない。そこで、我々はプラスチック段ボールを用いて安価かつ簡単に電波望遠鏡を製作し、観測環境を整えた。

2. 目的

自作電波望遠鏡を用いて水素21cm線の観測を行い、銀河系の構造を捉える。また、電波観測をより身近なものにし、一般の人々が電波天文学の発展に寄与できるようにする。

3. 観測方法

プラスチック段ボールで製作したパラボラアンテナ（直径80cm、深さ16cm）（図1）にアンプ（SAWbird+H1）とソフトウェア無線機（RTL-SDR）を接続した^[1]。電波望遠鏡を対象に向け、観測データを得た。今回は銀経30度、45度、60度、75度、90度それぞれに対して銀緯0度、±10度、±20度、±30度の方向に電波望遠鏡を向けて観測した。



図1. 製作した電波望遠鏡

4. 実験結果

電波望遠鏡を向けたすべての方向で、水素21cm線を観測できた。観測データのベースラインは、使用した機器の特性により右肩上がりまたは左肩上がりとなったため、一次関数で近似して補正した。例として図2、図3に銀経75度、銀緯0度の結果を示す。

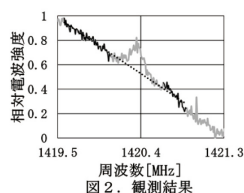


図2. 観測結果

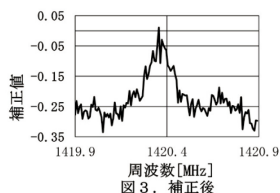


図3. 補正後

5. データの解析

観測データを基にドップラー効果からガス雲の相対速度を求めた。速度の基準をそろえるために、地球の自転と公転を、Python^[2]を用いて補正した。また、先行研究^[3]の銀河系の平面モ

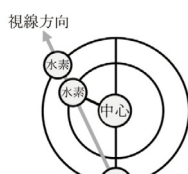


図4. 銀河系の立体モデル

デル（図4）を参考にして、銀河系を立体的に捉えるモデル（図5）を考案した。このモデルと求めた速度を用いて水素ガス雲の位置を特定した。ここでは、水素ガス雲は、銀河面から離れた場所でも銀河面と同じように回転していると仮定して計算した。

太陽から銀経0度方向への距離、太陽から銀経90度方向への距離、銀河面からの距離の3つの軸をとって、求めた水素ガス雲の位置を表した（図6、図7、図8）。

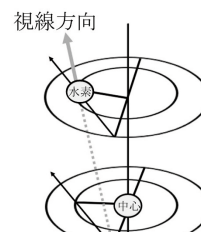


図5. 銀河系の立体モデル

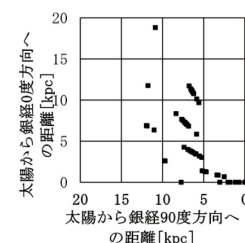


図6. 解析結果

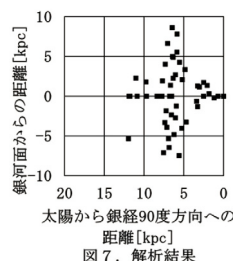


図7. 解析結果

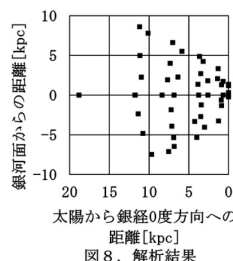


図8. 解析結果

6. 考察

図6からペルセウス腕、いて腕、オリオン腕の3本の腕の、それぞれ一部を捉えることができたと考えられる。また図7と図8より、銀河面から離れた位置にも渦状腕が広がっている可能性がある。

7. 謝辞

本研究は（一財）生産開発科学研究所の教育助成によって行われました。また、SKAOの浅山信一郎博士にご助言をいただきましたこと、陳謝いたします。

8. 参考文献

- [1] 谷敷怜空, 天文月報, 117(5), 315-319, 2024
- [2] 西村淳 (2020) “astropyを使ってドップラー・トラッキングをする”
<https://giita.com/nishimuraatsushi/items/9c8885daaf710b036f43>. (2024年11月18日閲覧)
- [3] 横尾武夫, 宇宙を解く現代天文学演習, 149-153