

VLBIの民間化を目指した自作電波望遠鏡による 中性水素スペクトルの観測

有井 潤、山東 歩夢、鈴木 大輝、空 佑音、林 慎一郎、林 祐樹、廣田 結子 (高2)
【和歌山県立向陽高等学校】

要 旨

私たちは、VLBIの技術を用いることができる電波望遠鏡を民間にも拡大することで、より多くの研究がなされ、電波天文学の発展に貢献できると考えている。本研究では、VLBIの民間化を目指して、低コストかつ小型な電波望遠鏡を製作し、中性水素スペクトルの観測を試みた。

1. 初めに

VLBIとは超長基線電波干渉法 (Very Long Baseline Interferometry) の略。日本または世界各地に存在する電波望遠鏡で取得したデータを干渉する技術のことで、遙か彼方にある天体の位置関係や構成元素を検出することができる。

2. 背景と目的

VLBIとしての機能がある電波望遠鏡の台数が少ないことや、運営コストが高いことにより、国が運営している。これらの理由により、採択された研究しか利用することができないという現状がある。

私たちは、低コストな電波望遠鏡を民間にも拡大することで、研究数を増やし、電波天文学の発展に貢献できると考えている。民間にも設置してもらえれば、大型では場所がなく管理も大変になる。

これらより、本研究では、まず、低コストかつ小型な電波望遠鏡を製作し、電波を取得する。

3. 単一電波望遠鏡での観測方法

天体からの電波を、製作した(図1)鏡面精度約1cm以下のパラボラ面で焦点方向に反射し、ダイポールアンテナで取得する。取得した電波は非常に微弱であるため、すぐに狭域帯低ノイズ増幅器(LNA)で増幅する。増幅した電波を、ソフトウェア無線(RTL-SDR)でA/D変換し、パソコン内のソフトウェアを用



図1:製作した電波望遠鏡

いて波形を観測した。本研究では、アンテナの位置を固定し、時間経過による電波強度の変化を観測した。また、1420.405 MHzの中性水素スペクトルを観測対象とした。

4. 観測結果

2021年12月11日に学校屋上にて観測を行い、データを取得することができた。

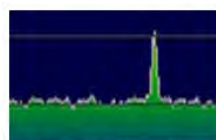


図2:16時47分



図3:17時30分

※図の横軸が周波数(MHz)、縦軸が電波強度(dB)

5. 考察

図2と図3を比較すると、時間が経過するにあたり全体的に電波強度が約1dB減少した。観測時天の川銀河が太陽とほぼ同方向にあり、同様に減少しているため、アンテナは作動していると考えられる。またSDR内のTCXO(水晶発振器)により、通常ずれが出てしまうため、ずれを考慮した場合でも1420.423MHzの帯域にある波形は定在波でなく、中性水素スペクトルだと考えられる。

6. 今後の展望

今回、費用約20万円で1台を完成させることができた。今後、より低コストかつ高性能に改善した2機目を製作し、干渉をさせる。干渉は、原子時計や磁気テープの装置が整っておらず、それらを用いた観測が行えないため、今回は直接相関処理を行う。

干渉方法としては、普通位相を検知するためにSGを入力し続けるが、本研究ではアンテナ側の同軸ケーブルとは物理的に切り離し、観測する際のみ接続する。RTL-SDR自体は観測開始の合図を入力するたびに位相が初期化されるため、起動状態を維持し、初めと最後のみ位相を測定する。また、予備実験としてRTL-SDRの位相が電波観測を行っている間、一定であるかを測定する。その他も、観測したい天体を自動で追尾するシステムのプログラミングを組んだため、それを実際に搭載し観測を行う予定である。

7. 参考文献

[1]赤羽 賢司、海部 宣男、田原 博人(2012)

「宇宙電波天文学」 共立出版

[2]中井 直正、福井 康雄、坪井 昌人(2009)

「宇宙の観測Ⅱ 電波天文学 (シリーズ現代の天文学)」日本評論社