

電波望遠鏡で中性水素 21cm 線を観測してみた！

1 はじめに

本年度の宇宙班では、自作した電波望遠鏡を用いて我々の銀河系内の中性水素の発する 21cm 線と呼ばれる電波を観測しました。このポスターではその観測の概略を説明します。

2 21cm 線とは？

宇宙には様々な元素が存在していますが、星間空間に存在する物質（**星間物質**）に注目してみると、その質量の約 7 割は**中性水素**（水素原子 H）が占めています*1。水素原子は陽子と電子で構成されていますが、それぞれ**スピン**と呼ばれる自転に似た自由度を持っており、その向きが陽子と電子で同じ状態の方が反対の状態よりもエネルギー準位が高いことが知られています。（図 1）。スピンの反転により状態間を遷移が起こるとそのエネルギー差に相当する電磁波を出すことができ、これが **21cm 線** です。21cm 線と呼ばれるのは、エネルギー差に対応する波長が 21cm だからです*2。

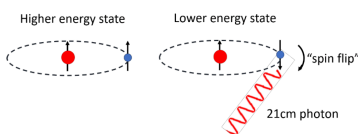


図 1: 中性水素 21cm 線の原理

3 21cm 線の観測

この 21cm 線は波長が厳密に定まりますが、水素ガスが我々観測者に対して動いていると、観測される波長が 21cm からわずかにずれます（**光の**

ドップラー効果）。具体的には、水素ガスの視線方向の速さを v とすると、波長は $\sqrt{\frac{c+v}{c-v}}$ 倍となります。この効果を用いると*3、**水素ガスが我々に対してどのような速度で動いているか**が分かります。したがって、いろいろな方向に望遠鏡を向けて 21cm 線を測定し、波長が 21cm からどれだけずれているかを見ると、銀河の中でガスがどのような速度で回転しているかが分かります。

4 観測に用いた機器

では、実際の観測の話に移りましょう。電波望遠鏡といえばパラボラアンテナをイメージするかもしれませんが、今回はより作りやすいホーンアンテナを用いました。



図 2: 電波望遠鏡の観測セット

まず、ホーンアンテナで電波を集め、内部に設置したプローブでキャッチします。受信した電波は電氣的に増幅され、SDR でデジタル信号になり、最終的にパソコンで周波数ごとに分解されます（より詳しくはヒルベルト変換、フーリエ変換）。

ちなみに SDR を使えば簡単にラジオを聴くことができますし、天の川銀河以外にも人工衛星からの電波の観測例もあります。



図 3: 観測の様子

5 観測結果・考察

安田講堂前の広場から、5月9日の夕方、南東の方向へ向けた測定の結果が図 4 です。

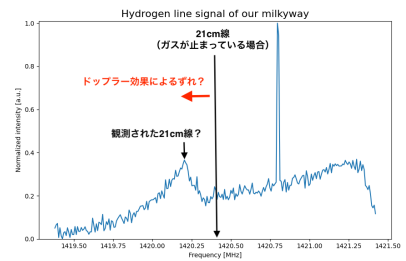


図 4: 観測結果

左側になだらかな山が見えます。中性水素はある程度の幅を持つピークとして観測されると考えられるため、これが 21cm 線だと考えられます*4。他にもいくつかの方向についてデータを取ったので詳しく解析を行えば銀河の中のガスの速度も計算できると思われます。

6 謝辞

この観測は豊田高専の谷敷怜空さん、SKAO の浅山信一郎先生の実験を参考に、手厚いサポートを受けつつ行いました。この場を借りて感謝申し上げます。

*1 中性というのは電氣的に中性、すなわち電荷が 0 であることに由来します。

*2 電磁波のエネルギー E は波長 λ に反比例し、 $E = ch/\lambda$ という関係にあります。

*3 正確には運動の方向にもよるのでこれだけでは分かりませんが、これと他の情報を組み合わせることでガスの速度が分かります。

*4 右側の鋭いピークは何かしらのノイズだと考えられます。