

アンモニア輝線観測による 銀河系中心部の研究

宇宙観測研究室 学籍番号 200720441

荒井 均

1 電波天文学について

電波天文学は、可視光と並んで地球の地表面に到達することの出来る数 cm ~ 数 m の波長の電波を観測する観測天文学の一分野である。

可視光よりも低エネルギー、長波長な為、可視光観測だけでは捉えることの出来ない、恒星として誕生する以前のガスのような低エネルギーな物質や、ダストの向こう側にある天体の性状を知ることができる。

2 アンモニア輝線スペクトルの観測

輝線スペクトルとは、分子の量子エネルギー状態が遷移した際に放射される電磁波の周波数帯域のことを指す。ここで取り上げるのは、アンモニア分子の反転遷移による輝線の観測である。

分子を形成しているすべての原子の位置を質量中心についてすべて反転させると、分子を回転させただけでは得られない配置になり、別の状態が得られる。その前後の状態間にはわずかなエネルギー差があり、それが電磁波として放射されたものが、反転遷移による輝線である。他の量子エネルギー状態(電子励起状態や回転励起状態など)に比べて、量子準位間のエネルギー差が小さく、波長が約 1.2cm と長いため、大気による散乱が比較的小さく、地表からの観測研究の対象とすることが可能である。(他の遷移では数 mm ~ 数百 nm で大気による散乱の影響を強く受けてしまうため、地表での観測が難しい。)

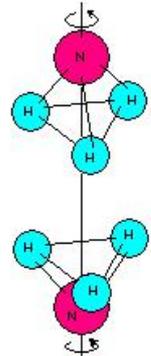
3 アンモニア輝線観測で分かること

アンモニアの輝線を推測できることは、まずそのアンモニアを抱く周囲のガスの温度である。反転遷移によって放射される電磁波のエネルギーは、

どんなアンモニアでも同じエネルギーであるわけではなく、一般的に回転エネルギー状態の量子数の大きいものほど、少しずつ大きくなる。つまり波長の短い反転分布の輝線が多く見られるような領域は、運動エネルギーの高い分子が多い、即ち温度 T_{temp} が高いということになる。

また、ortho 型アンモニア分子(アンモニアの 3 つの水素原子のスピンの向きがすべて揃っているもの)と para 型アンモニア分子(アンモニアの水素原子のスピンの向きに異なるもの)の分子数比を見積もることによって、それらのアンモニア分子が形成された時点での、その周囲のガスの温度 T_{bac} を推測するという手法がある。

図 1 反転遷移の図



さらにここで導かれた 2 つの温度、観測された時点での温度 T_{temp} と過去の温度 T_{bac} を比較することによって、その間にこの領域周辺に起こった環境の変化を捉えることが出来る可能性がある。(例えば、もしも有意に $T_{temp} > T_{bac}$ なら、その間に何かしらの影響で周囲の星形成率が上昇し、そのガス雲が輻射エネルギーを多く受けるようになったのではないかなど。)

しかし、そのような解析を行うには高い精度のデータを要するため、まだ有意な結果を得ることができていない。もう一度十分な情報量を集めて再解析する必要がある。

4 今後の目標

十分な精度のデータでのアンモニア輝線再解析 M82 などスターバーストが見られる領域の観測 まだまだこの分野での知識も経験も浅すぎるため、しっかり勉強してラジカルな院生生活を送りたい。