
4 5 光のドップラー効果を利用した、銀河までの距離の測定

福岡県立小倉高等学校SS天文研究会
山崎蓮、木村祐太（高1）

要 旨

私たちは、H 線の輝線スペクトルや吸収スペクトルの波長を観測することで、系外星雲までの距離を求める。本校の20cm反射望遠鏡に小型の分光器をつけて、私たちが直接撮影したスペクトル写真で、どれだけ遠くの銀河までの距離を計測できるのかをチャレンジした。

1. はじめに

本校では、SS天文研究会を発足後メシエ天体の写真集作成を目指した。そして昨年までにメシエカタログに掲載されている写真の撮影を終えた。そして、私たちはこの星雲や星団に関するスペクトル観測を開始する。私たちは実際に観測データを解析するまでに、次の2つの問題を解決していくことになる。1つ目の課題は、煩雑なスペクトル測定の手順を如何にシンプルにする作業である。2つ目の課題は、遠方の暗い星雲をさらにスペクトルに分解するにあたり、市街地近くの光害がある中でこのハンディーをどうクリアするかということである。

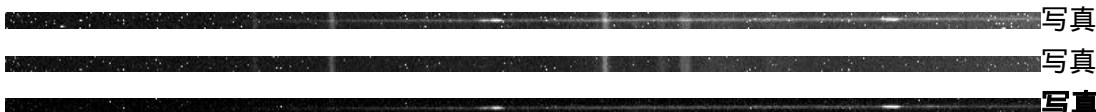
2. 方法

観測に用いる機材について

望遠鏡は口径200mm・焦点距離800mm (F4.0)の反射式(ビクセン製SX赤道儀に搭載)自動導入と自動追尾する機能が搭載されている。また、ノータッチで5分間のガイドが正確に行える。冷却CCDカメラは、SBIG ST-402ME(白黒 39万画素)に、エクステンダーで焦点距離1.7倍にして活用する。分光器は、SBIG DSS-7(反射型回折格子を使った小型分光器)を使う。

画像の処理

光害を利用した基準スペクトルの決定と、光害を除去した星雲のみのスペクトルを取り出すために、次の方法を確立した。

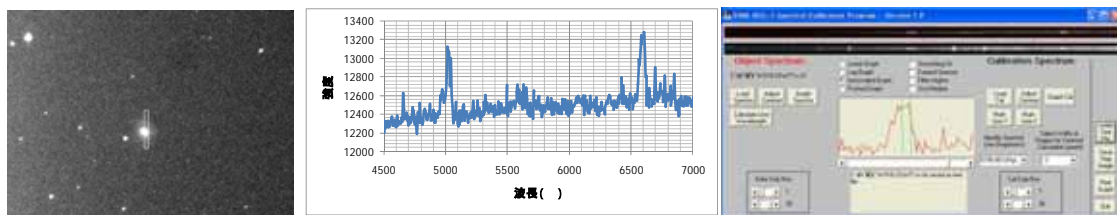

写真
写真
写真

撮影はスリット位置に目標天体がある状態の写真 と、目標天体をスリット外に移動させた光害のみの写真 の2枚の撮影を行う。写真 には、星雲のスペクトルと光害のスペクトルを両方含んでいるが、写真 と写真 をステライメージ Ver5でコンポジット(減算処理)することで、写真 の星雲のスペクトルを取り出す。この方法で光害をかなり除去できるようになった。

さらに、写真には光害のスペクトルが写っている。このスペクトルは水銀によるもので、特に明るい線はこの観測地では、4358、5461、5770、5790の4つの波長であることがあらかじめわかっている。この光害の水銀スペクトルを基準スペクトルにして、横軸の波長を決定する。そして、ドップラー効果で波長が変化している星雲のH線のスペクトルを測定する。

この方法は、光害を除去すると同時に、光害のスペクトルを基準スペクトルとして活用するものである。

3. 結果



左は、M77(くじら座)の写真と、スペクトル解析のグラフである。波長の赤方変移28を検出して、視線速度(銀河が地球より遠ざかる速さ)が1280(m/s)と計算できた。そしてハッブル定数を使うと、ここまでの距離は5850万光年(実際は4800光年)となった。この他にも、M87(おとめ座)、NGC772を観測し、NGC772では赤方変移が62となり、式に当てはめて求めた視線速度は2830(km/s)、1億3千万光年となった。

視線速度の計算は、赤方変移を()、光速を $c = 30$ 万(km/s)とすると、視線速度は v (km/s) = $c \cdot \lambda / \lambda_0$ より求められる。

4. 考察

これら3つの結果は、実際にわかっている値と比べ誤差は20%以内に収まっている。今後は測定誤差を10%以内におさめるように観測と解析の技術を上げていきたい。この研究は、小型の望遠鏡と分光器により我々が得たデータを解析することにより、どこまで遠くを測ることが出来るのかが目的である。さらに遠くを目指したい。

5. まとめ

これからの研究は、自ら得たデータ解析に加えて、大型の望遠鏡で得たデータを私たちが解析する中で、様々な現象について調べる作業も平行して行って行きたい。1点目は、ハッブル定数を自ら決定する作業を行うことである。超新星の光度変化度の曲線を観測すれば、超新星までの距離が求められる。そして、この超新星が発生した銀河までの距離がわかれば、観測した視線速度と比較してハッブル定数を求めることが出来ると考えている。

参考文献

天空からの虹色の便り 宇宙スペクトル博物館 可視光編