
膨張速度から求めるかに星雲の年齢

【修道高等学校】

宮本 佳門、森川 誠士 (高1年)

1. 概要

星雲の中でも、高速で膨張しつつある超新星残骸や惑星状星雲のスペクトルを得て、輝線の視線速度を求め、星雲の膨張速度を探る。また、球対称な膨張を仮定し、見かけの大きさと比べることで、星雲の年齢を推定する。今回は、特に高速で膨張しているといわれている、かに星雲 (M1) の年齢を見積もった。なお、この研究は2013年11月に行われた、かなた天文教室の研究をもとにしている。

2. 研究装置

今回使用した機材は、東広島天文台の150cm望遠鏡 (焦点距離18300mm) と分光器である。

なお、観測は11月23日に、星雲の3つの領域で行った。

3. 研究方法

観測によって得たスペクトルを一時処理した後、大気輝線によって波長を同定し、そこからH α 輝線の波長を求める。そして実際の波長とのずれからドップラー効果を使い、視線速度を見積もる。この時自分に向かってくるガスからの輝線と、離れていくガスからの輝線の2種類があり、それぞれの輝線から速度を見積もり、その差を視線速度とした。

次に、見かけの大きさと星雲までの距離から見積もった星雲の大きさと、視線速度を用いて星雲の年齢を見積もる。見かけの大きさは短直径を使った。

本研究で用いた計算式をいかに記す。

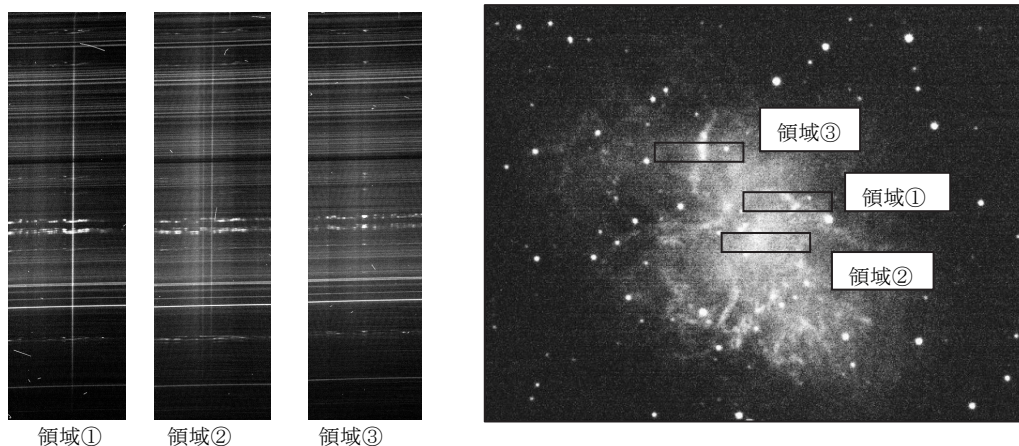
- ・ドップラー効果

$$\Delta\lambda/\lambda=v/c \quad (\Delta\lambda: \text{波長のずれ} \quad \lambda: \text{本来の波長 (H}\alpha\text{輝線の場合は}6563\text{\AA}) \\ c: \text{光速} \quad v: \text{視線速度})$$

- ・星雲の大きさ

$$L=d\theta \quad (L: \text{星雲の大きさ} \quad d: \text{星雲までの距離} \quad \theta: \text{見かけの大きさ})$$

4. 結果



領域	視線速度	星雲の大きさ	年齢
領域①	940 km/s	3.3光年	1000 年
領域②	750 km/s	3.3光年	1300 年
領域③	940 km/s	3.3光年	1000 年

表 1

表 1 は今回の観測の結果である。
今回使った値は、H α 輝線の波長が6563 Å、星雲までの距離が7200光年である。

5. 資料

今回観測したかに星雲は、中国の「栄史」「天文志」にこの星雲ができたときの観測記録が残されており、鎌倉時代の貴族藤原定家の日記にもかつての記録が記されている。このことから、1054年に超新星が観測されたことが分かっている。よって、この星雲の年齢は約1000年であることがわかる。

6. 考察

上の資料から、領域①および領域③の結果、1000年という年齢は妥当な結果であるといえる。そして、星雲の膨張速度は領域によって違うものの、毎秒750~940kmとかなりはやい速度で膨張していることが分かった。

一方、領域②からは1300年という結果が出たが、星雲の大きさを目分量で見積もっているため、この結果は誤差を含んでいると思われる。これはほかの領域でも同様である。

また、スペクトルのピクセルを1ピクセルずらして読み取ると200年ずれることが分かった。

7. 結論

今回の結果は、領域①と領域③からは、年齢が1000年と見積もられ、これに関しては、資料と比べても妥当なものであり、領域②に関してもデータを読み取るときにずれた可能性があると考えられ、有効数字を考えるとこれも妥当なものであると思われる。

また、今回の研究は星雲の膨張速度が、なんらかの抵抗を受けることによって遅くなり、その影響で星雲の年齢が実際よりも大きくなることが予想されたが、そういった傾向はみられなかった。このことから、この星雲はほとんど抵抗を受けずに膨張してきたと推測される。

さらに、今回は球対称な膨張を仮定しているが、この方法でもかなり正確に星雲の年齢を見積もることができると分かった。

8. 参考文献

- ・天文年鑑 2014 (丸善)

9. 謝辞

今回の研究に使用した、観測データを提供していただいた広島大学東広島天文台のスタッフ皆様に、この場を借りて御礼申し上げます。