

---

# 宇宙の膨張速度の測定

岡本 愛加、竹田 知香（高2）【奈良県立青翔高等学校】

---

## 要 旨

宇宙の膨張速度を決めるハッブル定数の値を、岡山県美星天文台で低分散分光観測を行って得たデータとSMOKAのデータから、 $66.4\text{km/s/Mpc}$  ( $20.4\text{km/s}/100\text{万光年}$ )と算出した。おとめ座にある初めて確認されたクエーサーである3C273についても、低分散分光観測を行った。その結果と、自分たちで決めたハッブル定数から、このクエーサーまでの距離を計算すると、 $704\text{Mpc}$  (23.0億光年)と求められた。

## 1. はじめに

我々は、高校1年生の時、地学の天文分野を学習した。その中で、現在宇宙は膨張しており、その膨張速度はハッブル定数で表せることを知り、大変興味をもった。そこで、我々は、自分たちの手で銀河の分光観測を行って得たデータを基にして、ハッブル定数を求めることを試みた。

そこで、6月～12月に4回ほど、岡山県美星天文台や兵庫県立大学西はりま天文台での観測を計画したが、天候不良等のため、あまり多くのデータを取れなかった。そのデータ数の不足を解消するため、「SMOKA」の岡山天体物理観測所の新カセグレン分光器(SNG)で取得されたデータで補った。

## 2. 目的

我々の研究の目的は、主として以下の2点である。

- (1) 多くの銀河について分光観測を行い、それらの赤方偏移から求めた銀河の後退速度と銀河までの距離の関係より、ハッブル定数を決定する。
- (2) (1)で決めたハッブル定数を用いて、クエーサー3C273までの距離を求める。

## 3. 方法

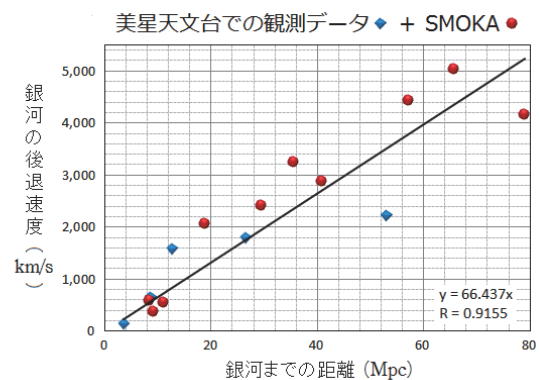
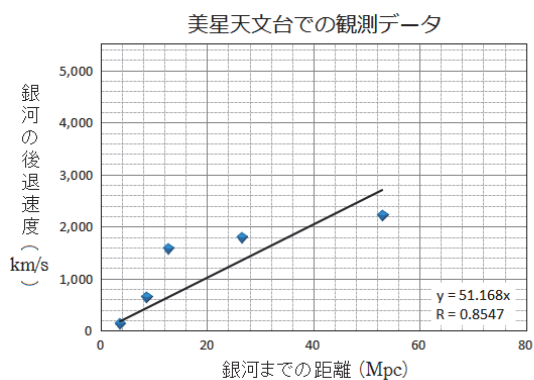
我々は、主として岡山県美星天文台の口径101cmの望遠鏡を用いて、銀河の分光観測を行った。その観測及びデータ解析の手順は、以下の通りである。

- (1) 望遠鏡に低分散分光器と冷却CCDカメラを取り付け、様々な銀河のスペクトルを取得した。なお、観測する銀河は、H $\alpha$ 線の現れやすい渦巻き銀河を主に選んだ。
- (2) 「マカリ」(国立天文台・(株)アストロアーツ)により、一次処理を行った。
- (3) 「Be Spec」(川端哲也氏 作)を用いて、それぞれの銀河について、スペクトル画像から波長と見かけの明るさの関係のグラフを作成した。
- (4) 作成したグラフから、H $\alpha$ 線の波長のずれ $\Delta\lambda$ を求めた。
- (5) ドップラー効果の式( $v=c\cdot\Delta\lambda/\lambda$ )により、銀河の後退速度 $v$ を求めた。(cは真空中の光速、 $\lambda$ はH $\alpha$ 線のもとの波長 $6562.8\text{\AA}$ である。)
- (6) NED (NASA/IPAC EXTRAGALACTIC DATABASE) のWebサイトより、それぞれの銀河までの距離を調べた。
- (7) 銀河までの距離を横軸に、後退速度を縦軸にとり、関係をグラフにした。
- (8) グラフの傾きから、ハッブル定数を計算によって求めた。

(9) (8)で求めたハッブル定数を用いて、クエーサー3C273のH $\alpha$ 線のずれから、このクエーサーまで距離を求めた。

#### 4. 結果

銀河名	観測場所	観測日	距離r(Mpc)	H $\alpha$ のずれ $\Delta\lambda$ ( $\text{\AA}$ )	後退速度v(km/s)
NGC925	美星天文台 101cm望遠鏡	2013.12. 6	8.508	14.3	653.2
NGC1068		2013.12. 6	12.650	34.7	1585.1
NGC2403		2013.12. 6	3.569	3.4	155.3
NGC2608		2013.12. 6	26.512	39.4	1799.8
NGC2713		2013.12. 6	52.933	48.8	2229.2
NGC628	岡山天体物理 観測所 (SMOKA)	1992.11.23	9.078	8	365
NGC673		1995.11.28	65.624	110	5025
NGC1003		1995.11.29	11.002	12	548
NGC1169		1993. 1.30	35.433	71	3243
NGC2512		1995.11.28	57.120	97	4431
NGC2701		1999. 2.12	40.831	63	2878
NGC4501		1996. 4.16	18.783	45	2056
NGC5055		1994. 3. 5	8.294	13	594
NGC5371		1994. 2.18	29.483	53	2421
NGC7782		1995.10.20	78.950	91	4157



#### 5. 考察

- (1) ハッブル定数は、美星天文台での観測データのみを使うと51.2km/s/Mpc (15.7km/s/100万光年)、SMOKAのデータも含めると66.4km/s/Mpc (20.4km/s/100万光年)となった。美星天文台での観測データは、5つの銀河のみであるため、相関係数Rも0.8547と、SMOKAのデータを含めた場合よりも精度が悪くなった。
- (2) 3C273のH $\alpha$ 線のずれ $\Delta\lambda$ は1023.4 $\text{\AA}$ と測定されるから、その後退速度は46,750km/sとなる。ハッブル定数を66.4km/s/Mpcとすると、3C273までの距離は704Mpc (23.0億光年) となり、NEDの値などとほぼ合致している。

#### 6. まとめ

やはり、自分たちのデータだけでは、精度が良くなかった。今後は、更に観測データを増やし、自分たちのデータのみを用いて精度の高いハッブル定数を求めたい。

**謝辞** 本研究を行うにあたり、大阪教育大学の福江教授、松本准教授にご指導を頂きました。また、美星天文台の綾仁台長、前野研究員、兵庫県立大学西はりま天文台の新井研究員には、観測のご指導を頂きました。この場をお借りして厚く御礼申し上げます。