

---

# ハッブル定数の決定と宇宙年齢

石井 菜摘 (高2) 【横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校】

---

## 1. 要旨(Abstract)

国立天文台が一般に公開するデータアーカイブ SMOKA から、研究された距離が既知の銀河のスペクトルデータを取得し、それを天体画像解析ソフト **makalii** で解析した。赤方偏移をドップラー効果によるものだと仮定し、ハッブル定数を決定した。また、それをを用いて宇宙が等速度で均一に膨張したと仮定した時の宇宙年齢を推定した。

## 2. 方法(Method)

### 2-1 使用データ

国立天文台 公開データアーカイブ SMOKA より

岡山天体物理観測所 カセグレン分光器(SNG) による銀河のスペクトルデータ 47個

### 2-2 観測データの取得と解析

- ① 銀河の距離を算出している論文を読み、その論文の距離の文献値を信用した上で、その銀河のデータを SMOKA から取得した。同時に銀河が観測された同日同時刻に観測された波長比較用の Comparison データも取得した。(Fig.1)
- ② 波長較正処理をしたデータから  $H_{\alpha}$  輝線の波長を測定し、静止波長とともに、ドップラー方程式に代入して、銀河の後退速度を求めた。  
Fig.2 にスペクトルデータを示す。
- ③ 銀河までの距離を横軸に、後退速度を縦軸にとったグラフを描き、切片を 0 で 1 次近似させ、ハッブル定数を決定した。また、そのハッブル定数から宇宙年齢を推定した。

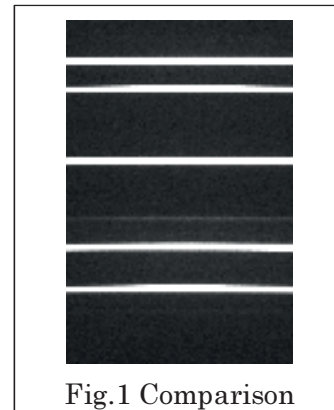


Fig.1 Comparison

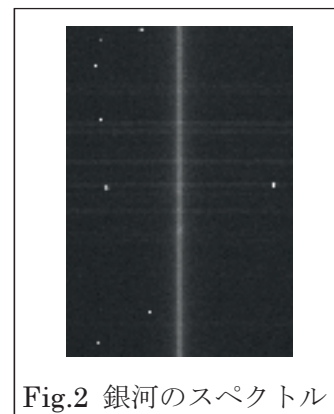
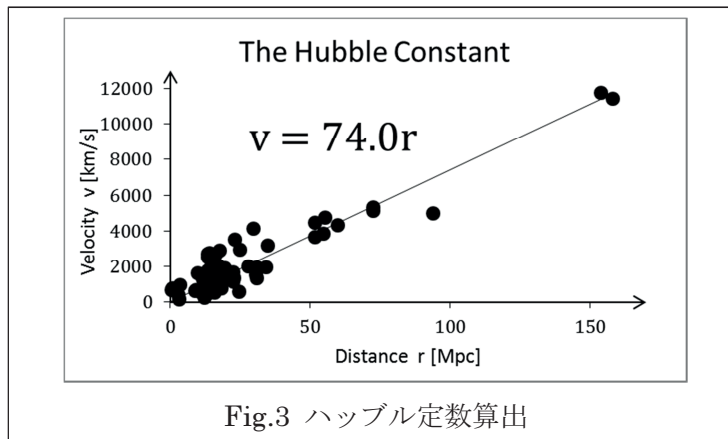


Fig.2 銀河のスペクトル

## 3. 結果(Result)

ハッブル定数  $H_0$  を算出したところ、 $H_0 = 74$  となった。グラフを Fig.3 に示す。



また、宇宙年齢はハッブル定数の逆数という捉え方ができる。これをハッブル時間という。今回の結果を当てはめると、ハッブル時間 $H_t$ は、以下の式で求められる。

$$H_t[\text{year}] = \frac{1}{H_0[\text{Mpc}]} = \frac{3.98 \times 10^{19}[\text{km}]}{7.4 \times 10^1[\text{Mpc}]} \times \frac{1}{3.17 \times 10^7[\text{s}]} = 1.32 \times 10^{10}[\text{year}] \quad \dots (3.1)$$

(3.1)式より、宇宙年齢は 132 億年となった。

#### 4. 考察(Discussion)

ハッブル定数は「Hubble Space Telescope Key Project」<sup>1)</sup>で $H_0 = 72 \pm 8[\text{km/s/Mpc}]$ と定められている。本研究で決定したハッブル定数は $H_0 = 74$ であるので、文献値を $H_0 = 72$ とした時の相対誤差は3[%]程度である。アーカイブデータを利用したこともあり、良い精度でハッブル定数が決定できたのではないかと考えられる。

#### 5. 結論(Conclusion)

本研究では、国立天文台の公開データを用いて銀河の後退速度を算出し、文献値の距離との関係からハッブル定数を決定した。ハッブル定数は $74[\text{km/s/Mpc}]$ となり、その値から求めた宇宙年齢は 132 億年となった。今後は、決定したハッブル定数から臨界密度を求めることや、今回前提とした宇宙膨張から示すことを考えていきたい。

#### 6. 参考(Reference)

- 1) Wendy L. Freedman et al. "Final Results from the Hubble Space Telescope Key Project to Measure The Hubble Constant", *Apj*, 553:47-72, 2001 May 20

Based on data collected at Okayama Astrophysical Observatory and obtained from the SMOKA, which is operated by the Astronomy Data Center, National Astronomical Observatory of Japan.