

ハッブル定数を用いた宇宙年齢の推定

藤村 皓太 (高2) 【横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校】

1. はじめに

本校の望遠鏡で銀河のスペクトルを観測した。また、それ以外に国立天文台の天文データセンターにより運用されている SMOKA から銀河のスペクトルデータを取得し、すばる画像解析ソフト Makali'i で解析した。赤方偏移よりドップラー方程式を用いてハッブル定数を求め、それを用いて宇宙年齢を推定した。

2. 方法

2-1 スペクトルの観測

本校の望遠鏡に冷却 CCD カメラ (ST-402) と分光器 (Alpy600) を取り付け、銀河のスペクトルを観測した。観測対象は M81、M82 とし、観測日時は 2016 年 12 月 28 日 19 時 48 分頃で、露光時間は 600 秒とした。

2-2 スペクトルの解析

スペクトル画像を Makali'i で開き、 $H\alpha$ の波長を求める。

求めた $H\alpha$ の波長が本来の波長からどのくらいズレているのか求める。

そのズレからドップラー方程式 (以下の式) を用いて

銀河の地球からの後退速度を求める。

$$v = c \frac{\lambda - \lambda_0}{\lambda_0}$$

c : 光速 ($3.0 \times 10^8 \text{ km/s}$)、 λ_0 : 基本波長 (ここでは $H\alpha = 656.3 \text{ nm}$)、
 λ : 銀河の $H\alpha$ の波長、 v : 後退速度

2-3 ハッブル図の作成

銀河の後退速度と距離の関係のグラフであるハッブル図を作る。

ハッブル図の傾きがハッブル定数となるのでハッブル定数の

逆数 (ハッブル時間) を用いて宇宙年齢を求める。

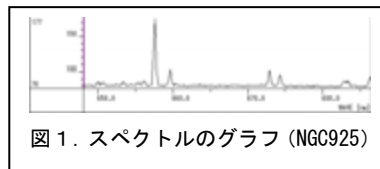


図 1. スペクトルのグラフ (NGC925)

3. 結果

3-1 スペクトルの観測

銀河のスペクトルの観測は本校の望遠鏡では出来なかった。

よって SMOKA のデータのみで宇宙年齢を推定した。

3-2 宇宙年齢

ハッブル定数はグラフより 79 km/s/Mpc と求められ、宇宙年齢は以下の式より 1.2×10^{10} 年と求められた。

地球から銀河までの距離は DSO Browser (<https://dso-browser.com/>) より引用した。

$$y = \frac{c}{H_0} \times 3260000$$

y : 宇宙年齢、 H_0 : ハッブル定数、 c : 光速

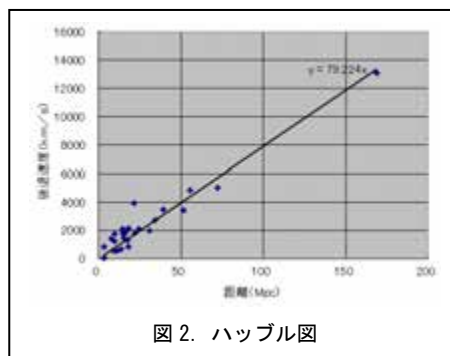


図 2. ハッブル図

4. 考察

ハッブル定数は NASA's Infrared Observatory Measures Expansion of Universe で $74.3 \pm 2.1 \text{ km/s/Mpc}$ と求められていて、今回それに近い値となった。これにより宇宙年齢も理論値に近い値が求められた。また、データ数が 27 個と少なかったことなどが誤差の原因だと思った。