

宇宙は膨張しているのか

京都市立堀川高校 植田準子 (1年)
宇都宮市立作新学院英進部 鈴木慶子 (1年)
テネシー明治学院高等部 長沢桃子 (3年)
神奈川県立神奈川総合高校 三木奏瑛 (2年)

▶▶ はじめに

私達は、昨年夏「君が天文学者になる 4 日間」という国立天文台主催の企画で出会い、宇宙は本当に膨張しているのか確かめてみたいという 4 人共通の思いがあることから、今回のような観測・解析を行うに至りました。

いくつか方法を考えましたが、最終的に数個の銀河を観測して、その観測結果より銀河の地球からの距離を求め、論文から後退速度を引用し、比較することで宇宙は膨張しているのかということを検証しました。また、ハッブル定数を求めることにも試みました。

▶▶ 観測方法

対象天体: NGC6166, NGC7619

日時: 2002 年 8 月 5 日 22:00~23:00 (NGC6166), 26:00~27:00 (NGC7619)

装置: 国立天文台の社会教育用公開望遠鏡

(口径 50cm カセグレン・ニュートン切替式反射望遠鏡, 焦点距離 6030mm, F12)

液体窒素冷却方式 CCD カメラ (Astromed 社製)

(1152 画素 × 770 画素, 写野: 約 15' × 10', スケール: 0.77"/pixel)

これらを使用して、銀河を撮像。

使用フィルター: V-band

露出時間: (NGC6166) 180 秒 1 枚, 300 秒 2 枚 (NGC7619) 180 秒 1 枚, 300 秒 3 枚

▶▶ 解析

①撮像した画像を画像解析ソフトJIPを用いて、一次処理する。標準星(NGC6166 はG 138 25, NGC7619 はPG2317+046)のカウント数と撮像した銀河のカウント数を調べ、ポグソンの式を用いて、銀河の見かけの等級を求める。

$$\text{ポグソンの式} : m - n = 2.5 \log(L_n / L_m)$$

(m: 標準星の見かけの等級 n: 銀河の見かけの等級)

Lm: 標準星のカウント数 Ln: 銀河のカウント数)

②デイヴィスら(1987 年)が求めた各銀河の速度分散を論文から調べ、フェイバー・ジャクソン関係より絶対光度を求める。

《フェイバー・ジャクソン関係とは?》

楕円銀河の速度分散(楕円銀河のひとつひとつの星はランダムに動いている。その動く速度の幅)と絶対光度の間にある相関関係。1972 年に、サンドラ・フェイバーらが発見した。

$$L=L*(\sigma/156\text{kms}^{-1})^4 \quad [L^*=1.0 \times 10^{10}h^{-2}L_0]$$

③ポグソンの式を用いて、絶対光度から絶対等級を求める。

④見かけの等級と絶対等級から、各銀河の距離を求める。

$$m-M=5\log_{10}d-5$$

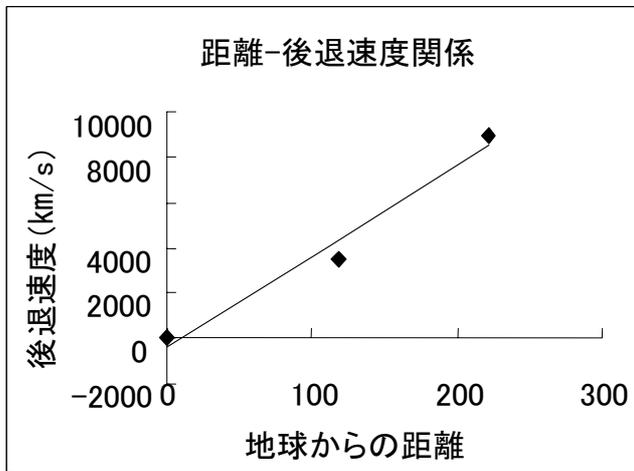
(m:見かけの等級 M:絶対等級 d:距離[pc])

⑤デイヴィスらの論文から各銀河の後退速度を調べる。

また、ハッブル定数を求める。

▶▶ 結果

| | 地球からの距離(Mpc) | 後退速度(km/s) |
|---------|--------------|------------|
| NGC6166 | 229 | 8957 |
| NGC7619 | 117 | 3493 |



《ハッブル定数》

ハッブルの法則より、

$$v=HR$$

(v:後退速度, R:距離, H:ハッブル定数)

これより、ハッブル定数を求めると、

$$H=39.11 \text{ km/s/Mpc}$$

▶▶ 考察

NGC6166の方がNGC7619より地球から遠く、また後退速度も速い。つまり、ハッブルの法則(遠くの銀河の後退速度は、地球からその銀河までの距離に比例する)が成り立ち、宇宙は膨張していると言える。

しかし、フェイバー・ジャクソン関係は理論的裏づけが不十分で、信頼性が低いため、それから求めた絶対光度にはかなり誤差があると思われる。また、観測した銀河も2つと少ない。

ハッブル定数は現在、70~80 km/s/Mpcといわれているが、それと比べると今回私達が求めたものはだいぶ小さく、ここにもその誤差が影響しているとも考えられる。

▶▶ まとめ

“log”が出てきても、4人ともほとんど未習状態だったので理解するのが大変でした。もう少し解析を深められれば、もっと良いものになると思います。

また、今回観測・解析・ジュニアセッションでの発表を行うにあたり、様々な助言をしてくださった大学生・院生の方々、そして話し合いの場として三鷹の天文台を使わせてくださった国立天文台の方々、本当にありがとうございました。この場を借りて厚く御礼申し上げます。