

RR-Lyrae型変光星を用いて球状星団までの距離と大きさを求める

岐阜県立恵那高等学校 石井 佑紀 (高2) 佐々木 悠輔 (高2)
土浦県立土浦第一高等学校 大沼 悠一 (高2)
神奈川県立神奈川総合高等学校 青木 すみれ (高2) 牟田 梓 (高2)

1. はじめに

私たちは東京大学木曽観測所主催の銀河学校2005にて、「変光星を探せ!!」というテーマで研究をした。そして、変光星の特徴から球状星団までの距離と大きさを求めた。

2. 観測

以下の条件で観測を行った。

望遠鏡:木曽観測所 105cmシュミット望遠鏡

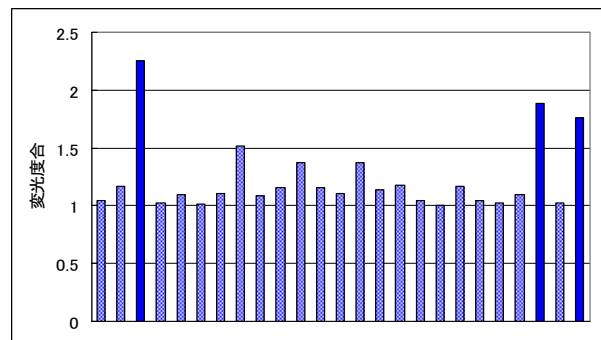
カメラ:2KCCDカメラ(米国SITe社製)

日付	時刻	天体	露出時間(秒)
2005/01/27	01:02:56	M3	180
2005/01/27	02:16:42	M53	180
2005/01/27	03:54:01	測光標準星	20
2005/01/27	04:10:53	M3	180
2005/01/27	04:49:40	M53	180

3. 解析

①変光星の見つけ方 (ブリンク)

M3の3時間前と3時間後の写真を撮影する。2枚を素早く見比べて (ブリンクという) 3時間前後で星の光量に変化している星を探した。次に、M3星を測光し、縦軸に「3時間後の明るさ÷3時間前の明るさ」(変光度合い)をとったグラフを作った。その結果から、変光度合いが0.5より小さいものと2.0より大きいものを変光星とした。



②測光標準星

同じ星でも観測する環境によって、明るさの数値 (Count: 明るさの単位) が異なる。よって、その星の等級を求める為に測光標準星を用いる。標準星は見かけの等級が9.4等分かっていて、撮影し測光して明るさを求めると 6.4×10^5 Count となった。RR-Lyraeの絶対等級は0.5等なので、明るさと等級の関係から、星Aの明るさを F_a count、等級を M_a 等、星Bの明るさを F_b count、等級を M_b 等とすると

$$-2.5\log_{10}\frac{F_a}{F_b} = M_a - M_b$$

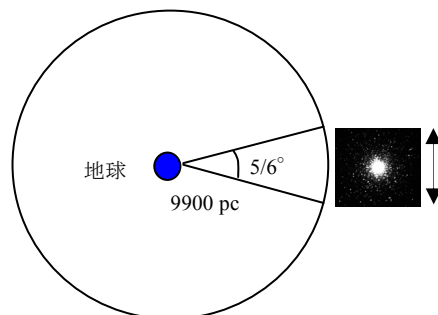
となり、地球から10pcの位置にある時のRR-Lyraeの明るさは 2.05×10^{10} Countと求められた。

③距離の求め方

距離を求めるために、「明るさは距離の2乗に反比例する」ことを利用する。今回、地球から10pcの距離にあるRR-Lyraeの明るさは 2.05×10^{10} Countで、距離を求めたいRR-Lyraeの明るさは、①で見つけた変光星の明るさの平均を求めると、 1.5×10^4 Countなので、求める距離を x pc とすると、距離の比が10pc: x pc、明るさ比が 2.05×10^{10} Count : 1.5×10^4 Countだから、
 $x/10 = \sqrt{(2.05 \times 10^{10}) / (1.5 \times 10^4)} \approx 990 \quad \therefore x = 9900\text{pc}$

④大きさの求め方

球状星団までの距離と写真の視野の大きさから、撮影した範囲の距離を求められる。今回は、写真におけるM3を含まない範囲の空の明るさの平均を求め、それよりも明るい部分をM3の範囲とした。写真の視野は6分の5度であり、地球を中心としM3までの距離を半径とする円の弧と考える。円の直径と弧と中心角の関係から、写真の大きさを y とすると、



$$y = (\text{直径}) \times (\text{円周率}) \times \theta / 360^\circ$$

$$= 2 \times 9900 \times 3.14 \times (5/6^\circ) / 360^\circ = 143.9 \dots \approx 144$$

これが写真の大きさなので、写真全体の画素数2000ピクセルに対し、M3の画素数は931ピクセルだったので、M3の写真に占める割合から

$$144 \times (931/2000) = 67.032 \approx 67 \quad \therefore y = 67\text{pc}$$

4. 結果

以上の解析から、M3までの距離は11430pc、大きさは67pcであることが分かった。

同様にM53についても解析し、距離は16700pc、大きさは55pcという値を得た。

5. 考察

以上の結果から、球状星団は銀河系（31000pc）よりもはるかに小さい。よって、球状星団は独立した天体ではなく、銀河系に含まれると考えられる。

6. まとめ

今回の研究活動を通じて、私たちは、自分で考えることの難しさ、問題が解けたときのうれしさを味わうことができた。この経験を生かして、これからもさまざまなことに興味を持ち、探求する姿勢を続けたい。

また、今回のJ Sに参加するに当たり、様々な助言をしてくださった、東京大学木曾観測所の三戸洋之氏をはじめとするスタッフの方々、並びにT Aの大学生および大学院生の方々に、この場を借りて厚くお礼を申し上げます。

本発表にはNPOサイエンスステーションの協力をいただきました。