

宇宙の距離はしご (M3の観測から)

京都市立堀川高等学校 石井 ず

はじめに

① 宇宙の距離はしご

→異なる手法を次々につなぎ
遠方の天体の距離を測ること

⇒HR図を用いる方法でNGC5272の距離を測定

② HR図を用いた距離推定 → 2.06×10^4 [光年]

⇔ 文献値: 3.39×10^4 光年 (国立天文台, 2018) ¹⁾
差は 1.33×10^4 光年以上!

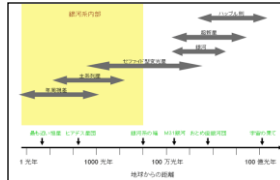


図1 宇宙の距離はしご¹⁾

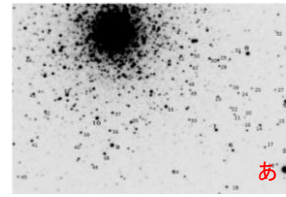


図2 観測したM3

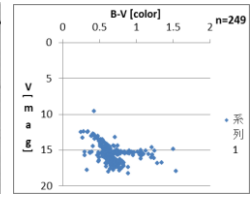


図3 CM図
縦軸にV等級, 横軸に色指数をとった球状星団M3のCM図

誤差の原因は何か?

仮説 HR図や距離の誤差の原因は解析ソフトの解析誤差である

方法

すばる画像処理ソフトMakali²⁾を使用し開口測光を行った。この時、恒星径, スカイ内径, スカイ幅の3項目を変えて測光し, カウント値に影響を及ぼすのか検証した。

1. 散開星団NGC1912 (M38) の画像から, 対象7個を抽出し, 記号AからGと振り分ける。画像は国立天文台のMakali¹⁾配布サイトから入手³⁾
2. 重心検索範囲を10pixelに指定 → 3&4の操作を行いカウント値を検証
3. SKY内径10pixel, SKY幅2pixel → 恒星径を3pixelから9pixelに変えて測光
4. I : 決定した恒星径 & SKY幅2pixel
→ SKY内径を10pixelから15pixelに変える
II : 3と4 I の結果 →
SKY幅を2pixelから5pixelへ変化させる
5. M3についても同様の検証を行う。

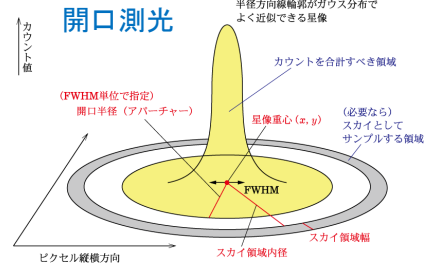
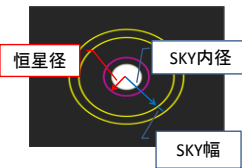


図4 開口測光²⁾



$$C_{star} = \sum_{r=0}^{r_s} C_{obs} - r \cdot \sum_{r=0}^{r_{sky}} C_{obs} / N_{sky} \cdot N_a$$

aperture内のカウント 背景光の1ピクセル辺りの平均カウント aperture内のピクセル数

結果

表1 NGC1912の適切なパラメータ

番号	恒星径	SKY内径	SKY幅
1	8	12	2
2	8	11	2
3	9	10	2
4	6		
5	6	11	2
6	4	11	2
7	4	12	2

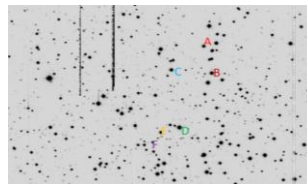


図5 NGC1912³⁾

M3での検証

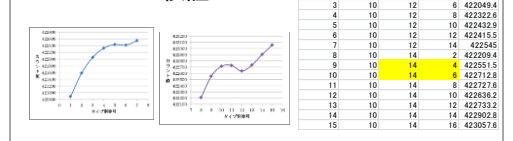


図9 番号(a)の開口測光によるSKY幅の検証

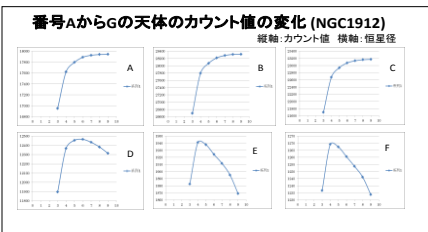


図6 NGC1912と恒星径

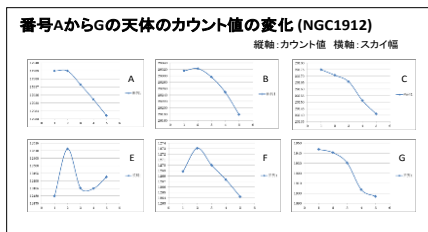


図7 NGC1912とスカイ内径

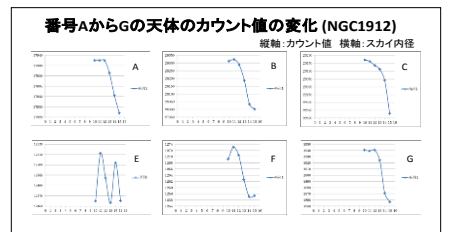


図8 NGC1912とスカイ幅

考察

- 1) カウント値の変化をプロットすると三次曲線がみられた。
- 2) 恒星径は個々の星によって変化するため一つの星のカウント値の変化をグラフに描画し, 最も適当な恒星径を求めるべきである。
- 3) SKY内径は10~12pがのぞましいと考えられる。
- 4) SKY幅は星の密度によって変化するので注意が必要である。

謝辞

本研究を行うにあたり, 京都大学の小路直冬氏, 若松恭行氏に観測のご指導を, 京都市立京都工芸学院高等学校の有本淳一先生に研究の助言を頂きました。この場をお借りして厚く御礼申し上げます。

結論

- すばる画像処理ソフトMakali¹⁾では恒星径, SKY内径とSKY幅のパラメータの値によってカウント値が変化することがいえる。
- 三次曲線になった理由についてより考察を深める。
- 今回の検証が実際にHR図に影響するのか評価したい。

参考文献

- 1) 国立天文台 理科年表オフィシャルサイト https://www.rikanenpyo.jp/kaisetsu/tenmon/tenmon_018.html
- 2) 公益社団法人日本天文学会, "天文学辞典" <https://astro.dic.jp/>
- 3) 国立天文台・アストローツ, (2016), "すばる画像解析ソフト Makali¹⁾" <<https://makali.mtk.nao.ac.jp/index.html>>
- 4) ESA (2018), "Gaia Data Release 2: Observational Hertzsprung - Russell diagrams" <<https://arxiv.org/pdf/1804.09378.pdf>>