

球状星団を使ったM31の距離の求め方

埼玉県立豊岡高等学校天文部

2年次 松浦昂輝 市川大希 外地ゆめ佳

1. 動機

3cmの望遠鏡に取り付けたデジタルカメラのデータで解析して得られた結果から、構造が見えるかどうかを調べた。私たちの先行研究でバルジと腕の色の違い、傾きを調べ、私たちは南側の面を見ていることが分かった。色の見分けが出来たので、球状星団を見つけられないか調べたら結構あることが分かったので球状星団の明るさを使って距離を求めてみた。

2. データの解析方法

天体画像100枚から得られたデータを一次処理しBLUE、GREEN、REDの画像を作った。(以降、B画像、G画像、R画像とする)。

一次処理のためフラット、ダークを20枚撮影した。フラットは汚れのない壁を利用して撮影した。

RGB画像とB÷R画像をM31の球状星団を細かく検出した先行研究の画像と見比べて私たちの画像のも写っている球状星団を探した。b/gなどの画像を色として扱っているが、以下のように考える。天文学で天体の色を表すのに色指数が使われている。Bフィルタを使って測るB等級とVフィルタを使って測るV等級の差(B等級-V等級)を色指数B-Vという。等級は、光の強さLについて $2.5\log(L)$

の関係がある。B等級の光の量 L_b 、V等級の光の量 L_v とすると、

$$B\text{等級}-V\text{等級} = 2.5\log(L_b) - 2.5\log(L_v) = 2.5\log(L_b/L_v)$$

となる。B等級-V等級は光の量で表すと L_b/L_v の除算となる。画像はpixelごとの光の量の値なので、今回は色指数のかわりに光の量の比を使った。したがって、B画像÷R画像は色を見るために使えると考えた。

※対数の底は10である。

3. 今までやってきたこと

データ解析で得たB画像をG画像で割った。図に明記してある方向でグラフをとった。その結果、円盤は青く、バルジは赤いことが分かった。

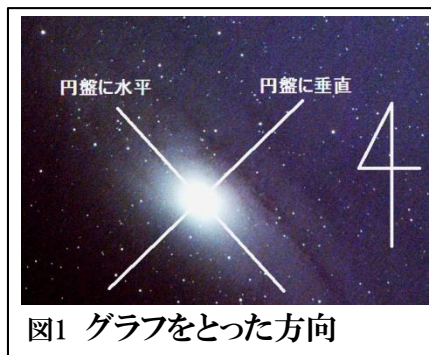


図1 グラフをとった方向

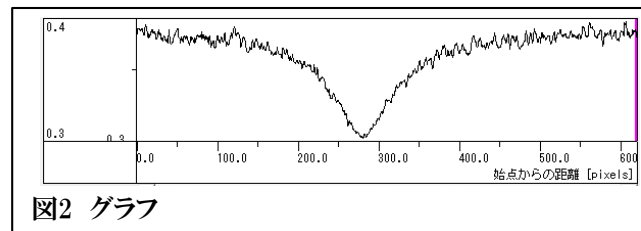
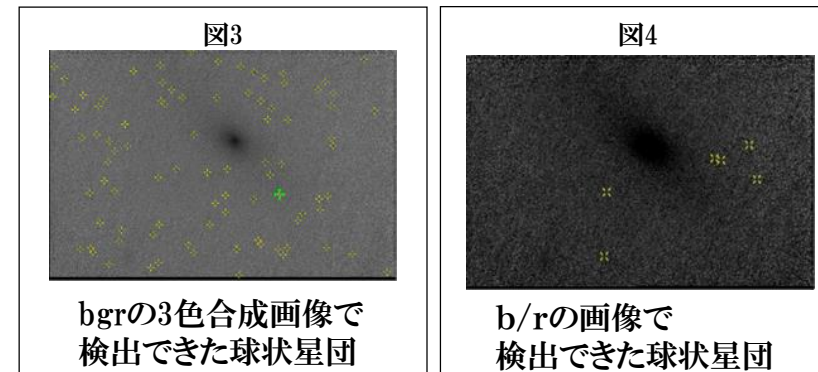


図2 グラフ

4. M31の球状星団の検出

応用としてrを使うことによって、赤が強い球状星団が検出できないか検証してみた。Aの解析方法を用いて解析した。



	全体の星	球状星団	割合
bgrの画像	515	8	1.55%
b/rの画像	87	6	6.89%

rを使ったことにより少しだけ球状星団が検出しやすくなった。

これらの球状星団を使って距離を求めてみた。

5.球状星団を使った星間距離の求め方

ポグソンの公式より得られた絶対等級、見かけの等級、距離の関係式がこれである。

$$M = m + \frac{5 \log 10}{d}$$

この式を距離を求めるために展開した。

$$M = m + 5 - 5 \log d$$

$$\log d = -\frac{M}{5} + \frac{m}{5} + 1$$

この式にM=-10とした。

M31の球状星団の明るいものを見ているとした。

(図6)

m=14.2(図5で得られた数値より)

を代入

$$d = 10^{5.84}$$

$$d = 691831$$

$$ly = 2255369.06 \text{ (光年)}$$

※Mは絶対等級
mは平均を代入する

6.結果

5.結果

- ・rを使用したら球状星団を見つけやすくなった。
- ・ポグソンの公式より得られた絶対等級・見かけの等級・距離の関係式を解くと $ly = 2.25 \times 10^6$ (光年) という答えが出た。
- ・口径13cmの学校の望遠鏡でも銀河までの距離が測定できることがわかった。

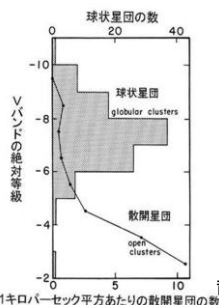


図6

(国立天文台編 理科年表オフィシャルサイト 散開星団と球状星団頁より転載)

7.参考資料

6.参考資料

<http://www.robgendlerastropis.com>

Globular Star Cluster of M31

Image copyright Robert Gendler

RAW2FITS 星空公団HPウェブサイト

(<https://www.kodan.jp/>)

ステラナビゲーター 株式会社アストロアーツ

マカリ 国立天文台

理科年表オフィシャルサイト/天文部:散開星団と球状星団

https://www.rikanenpyo.jp/kaisetsu/tenmon/tenmon_025.html

Wikipedia

アンドロメダ銀河

(ja.m.wikipedia.org/wiki/アンドロメダ銀河)

最新デジタル宇宙大百科

編集/発行：株式会社アストロアーツ

JAXA 宇宙情報センター

(https://spaceinfo.jaxa.jp/ja/andoromeda_galaxy.html)

すばる望遠鏡 観測結果1999年

(https://www.naoj.org/pressrelease/1999/01/28d/j_index/html)

図5 緑カ球…緑のカラー画像から得た球状星団

緑カ球	測光結果	Aに対して	Bに対して	Cに対して	Dに対して	Eに対して	平均
1	1384.56	14.95654	15.04372	15.80762	14.32235	15.26408	15.07886
2	14010.21	12.44371	12.53089	13.29479	11.80952	12.75125	12.56603
3	2947.078	14.13634	14.22352	14.98742	13.50215	14.44388	14.25866
4	2319.526	14.39632	14.4835	15.2474	13.76213	14.70386	14.51864
5	3675.321	13.89658	13.98376	14.74766	13.26239	14.20412	14.0189
6	2204.836	14.45138	14.53856	15.30246	13.81719	14.75892	14.5737
7	1980.179	14.56806	14.65524	15.41914	13.93387	14.8756	14.69038
8	2627.267	14.26106	14.34824	15.11214	13.62687	14.5686	14.38338
							14.26107

基準星 測光結果

A	27159.89
B	31102.91
C	43247.31
D	26610.39
E	55328.03

基準星の等級m0 測光結果

a	11.725
b	11.665
c	12.071
d	11.113
e	11.26