

身近なデジタルカメラを用いた HR 図における恒星の横位置決定方法の開発

大宮 悠希、岡田 滉平、吉田 佳祐 (高2) 【茨城県立竜ヶ崎第一高等学校】

要 旨

私たちは HR 図を自分たちで作成しようと考えた。ただし絶対等級は既存のデータを用いることとし、各恒星の横方向の相対的な位置を求める方法について、市販のデジタルカメラとマカリを用いて開発を試みた。アウトフォーカスさせて撮影した RAW データの星像を、TIFF に変換したものをマカリで RGB に分解し、それぞれの成分の大きさの比率を用いた。RGB のうち最も大きな値によって条件を変えて計算することにより、さらに正しい相対位置を求めることができた。

1. 目的

一般的に入手可能な機材(デジタルカメラやポータブル赤道儀等)を用いて、条件を変えて撮影や解析を行い、より正確な HR 図の横位置に近づく条件を見つける。

2. 撮影

撮影機材は一般的に売られているミラーレス一眼カメラ(NIKON 1 J5)を使用した既知のスペクトル型と比較するため、地球上の位置が特定しやすい視等級が 6.0 以上の星を撮影する。18.5mm f/1.8 のレンズを、周辺減光を軽減するために F2.8 に絞って撮影した。また、ぼかし法(アウトフォーカスでの撮影)と分光器法(グレーチングシートによるスペクトル像の撮影)の二つの方法を用い、さらに露出時間を変えて撮影し、それぞれのデータを比較した。

3. データ分析

マカリのグラフ機能を用い、それぞれの星の RGB の大きさを求め(ここから G を V と表記する)B と V のそれぞれのデータにおける最大値から最小値をひいた上で

B/V を求め、この値の大小を用いて横方向の相対位置を求めることにした。

作成した HR 図において最も右側になるベテルギウスと最も左側になるサイフの間の値が 1000 となるよう B/V の値を換算し、既存の HR 図においても同様の換算を行った上で、それぞれの恒星の位置の値の商から 1 を除し、さらに二乗した合計の値の大きさを評価した。

4. 最適な撮影方法の検証

4-1. 「ぼかし法」と「分光器法」

	本カ/Go	正確なHR図	本カ/Go	正確なHR図	分数
サイフ	126	185	0	0	0
リグル	282	318	149	258	0.5969317
ベガ	260	325	100	200	0.6724447
アルカイル	360	335	328	308	1.0325151
プロキオン	470	375	481	388	1.2462489
カペラ	555	475	600	508	1.0340910
ボルクス	660	542	774	714	1.0941157
アルデバラ	752	655	874	948	0.9302947
ベテル	842	685	1000	1000	1
					0.8517557
	分光器	正確なHR図	分光器	正確なHR図	分数
サイフ	350	185	0	0	0
リグル	432	318	207	258	0.8261965
プロキオン	455	375	264	388	0.6960955
カペラ	495	475	365	508	0.6297229
ボルクス	510	542	400	714	0.5644575
アルデバラ	615	655	668	948	0.7101191
ベテル	747	685	1000	1000	1
					0.1065909

図1 「ぼかし法」と「分光器法」の比較

図1のような計算を行った結果、「ぼかし法」が0に近い値となり、「分光器法」

よりも「ぼかし法」がより正確であると結論づけた。

4-2. 最適な露出時間は何秒か

図2のように露出時間が長いほど0に近い値となるが、10sを超えるとRGBのカウント値がオーバーフローするため、露出時間は10sが最適と結論づけた。

	10s	8s	6s	5s
サイフ				
リゲル	0.033853	0.033853	0.033853	0.418523
シリウス(おおいぬ座)	0.001662	0.001662	0.001662	0.076399
プロキオン(こいぬ座)	0.005848	0.005848	0.005848	0.252901
アルデバラン(おうし座)	0.000351	0.000351	0.000351	0.006724
ベテルギウス	0.010429	0.010429	0.010429	0.188637

図2 露出時間の比較

5. 結果1

「4-1」と「4-2」の結果から「ぼかし法」により露出時間10sとして作成したHR図と、既存の正確なHR図を重ね比較したものを図3に示す。



図3 露出時間の比較

既述した通りサイフとベテルギウスの位置を合わせてあるので、これら2つの星はそれぞれ重なっている。

HR図上の右に位置する星はズレを少なくすることができたが左に位置する星になるとズレが大きくなってしまふことがわかる。また、正確なHR図では左にサイフ。その右にベラトリックスがくるのだが、作成したHR図ではその位置関係が逆になってしまった。

6. データ処理の改良案

データ処理の方法を変えることでより正確な位置に近づくのではないかと考え、

「5. 結果1」のズレの状態から以下のように考察した。正確な相対位置となった右側の恒星はRGBの中でRのカウント値が最も大きい。そのR以外のBとV(G)で計算し正確な相対位置となったことから、Rを一番多く持つ星はB/V、Bを一番多く持つ星はV/R、Vを一番多く持つ星はB/Rとしてスペクトル型を求めることとした。

7. 結果2

図4が計算結果である。大幅に正確なHR図に近づけることができた。

サイフ	新法	旧法
ベラトリックス	0.0915001	×
シリウス	0.5528798	1.0723937
リゲル	0.1574342	1.9225233
プロキオン	0.0120986	0.0410047
カペラ	9.471E-06	0.0413682
ボルックス	0.006948	2.601E-05
アルデバラン	0.0007625	0.0008385
ベテルギウス		
分散	0.1173761	0.5130257

図4 改良案(新法)による計算結果

(旧法ではベラトリックスとサイフの

位置関係が逆なので入れてない)

8. 今後の予定

他の星も撮影しデータ数を増やし、検証を深めより正確なHR図の作成を目指す。

9. 引用・参考サイト

- ・すばる画像処理ソフト「Makali'i」
(<http://makalii.mtk.nao.ac.jp/>)
- ・「Graphcel」
(<http://www.vector.co.jp/soft/win95/business/se247204.html>)
- ・「正確なHR図」
(<https://universe-review.ca/F08-star05.htm>)