

デジカメによる等級測定の有効性の検証

～皆既月食中の最微星の等級測定を通して～

鈴木 淳那、恒行 郁奈、皆川 萌香 (高2)

生悦住 朔彩、小野寺 耕嬉、佐藤 希、西新 奈央 (高1) 【横浜市立戸塚高等学校】

要旨

私たちはデジタル一眼レフカメラで皆既月食中に何等級の星まで写るのかと疑問に思い、撮影したデータから等級測定を行い結果を得た。測定結果として測光値(カウント値)xと等級yの関係式として、 $y = -3.440x + 25.479$ が得られ、標準偏差から誤差=0.132等であった。この精度で変光星であるペルセウス座β(アルゴル)の光度変化が観測できるか検証し結果を得た。

1. はじめに

2022年11月08日私たちは皆既月食をきっかけに等級測定に興味を持った。2011年プラズマ核融合学会に参加した当時の先輩の研究資料では、デジカメで撮影した画像を三色分解しG画像が最も精度よく極限等級を求められることを明らかにしている。そこで先行研究を土台として冷却CCDを用いずにデジカメでは何等級の星まで写るのかを調べた後、デジカメの精度を検証することにした。

2. 研究の流れ

(1) 皆既月食中の星野撮影可能等級の測定

《方法》

測光する星を12個決めて順番に番号をふる。

ステライメージver.7 (アストロアーツ社)でRAW画像をR.G.Bに分け、G画像で測光しカウント値として表計算ソフトに入力する(図1)。

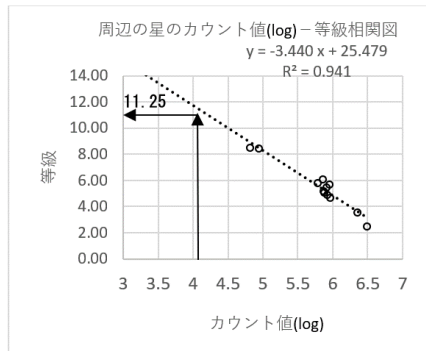


図1 周辺の星のカウント値と等級相関図

撮影日時:2022年11月08日20時29分49秒

露出:5.0秒 固定撮影

カメラ:CANON EOS70D 50mm F3.5 ISO1600

横軸に対数をとることにより直線で近似でき、エクセルの線形近似機能から $y = -3.440x + 25.479$ を得た。また、計測時のsky平均から近似式に代入し撮影可能等級を11.25等とした。星の等級と見かけの明るさ(カウント値)の関係を定めたポグソンの式 $y = 5.0 - 2.5 \log x$ と比較すると、光の量=カウント値ではないが、同じような関係を有することが分かった。標準偏差から求めた誤差は0.132等であった。測定誤差としては十分な値を得ることは出来なかった。

(2) アルゴルの変光を捉える

ペルセウス座β(アルゴル)はEA型の食変光星であり中心にB型の主星伴星がK型で、変光範囲は2.12-3.39V、周期は2.86日である。当初はトカゲ座LacARを予定していたが、変光範囲が狭く誤差が大きくなったため、変光範囲が広いアルゴルを測定対象とした。

《方法》

ペルセウス座のガイド撮影を3時間行い、皆既月食時と同じ手順で測光し(表1)等級を求める(図2)。

表1 アルゴルの測光値

時刻	測定等級	傾き a	切片 b	R2	標準偏差	誤差 (等級)
19:19:44	2.682	-4.311	29.346	0.989	0.168	0.059
20:06:42	2.787	-4.542	30.870	0.992	0.138	0.049
20:17:02	2.954	-4.381	29.898	0.973	0.264	0.093
20:27:22	2.887	-3.487	24.582	0.922	0.446	0.158
20:37:42	2.952	-4.654	31.775	0.987	0.179	0.063
20:48:02	2.913	-4.609	31.493	0.988	0.177	0.063
20:58:22	3.270	-4.594	31.608	0.973	0.260	0.092
21:08:42	3.271	-4.467	30.752	0.988	0.173	0.061
21:19:02	3.225	-3.947	27.542	0.979	0.234	0.083
21:29:22	3.122	-3.853	26.999	0.942	0.386	0.136
21:39:42	3.328	-4.722	32.462	0.986	0.189	0.067
21:50:02	3.374	-4.530	31.290	0.974	0.255	0.090
22:00:22	3.276	-4.676	32.135	0.993	0.137	0.048
22:10:42	3.493	-4.899	33.664	0.977	0.243	0.086
22:21:02	3.273	-4.433	30.704	0.985	0.195	0.069
22:31:22	3.402	-4.413	30.632	0.978	0.239	0.085
22:41:42	3.497	-4.590	31.721	0.979	0.233	0.082
22:52:02	3.535	-4.613	31.743	0.983	0.206	0.073
23:02:22	3.387	-4.443	30.690	0.989	0.164	0.058
23:12:42	3.185	-4.496	30.994	0.986	0.186	0.066
23:23:02	3.149	-4.511	31.195	0.989	0.167	0.059

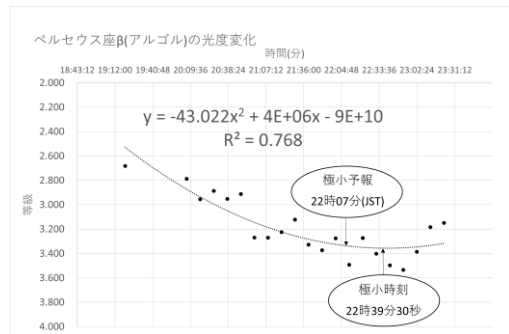


図2 アルゴルの光度変化

撮影日時:2022年12月24日19時56分11秒~23時22分48秒

露出:6.0秒 ガイド撮影 35mm F3.5 ISO1600

二次関数の極小値から22時39分30秒という値を得た。永井和男氏が公開した極小予報22時07分(JST)と比較すると誤差が約30分生じてしまった(図2)。

3. 結論と考察

アルゴルのほぼ全ての誤差(等級)が0.1未満であることから、測定結果による誤差ではないだろう(表1)。当初二次関数を利用したが R^2 (決定係数)が0.768という結果になり、三次関数で近似すると R^2 が0.851になった。アルゴルの極小時刻を求めるには、二次関数より三次関数で近似した方がいい結果を得られた。またアルゴルの主星は非常に明るい青色のB型星であることから、B画像で測光し直すことで R^2 が1に近づくことが期待される。今後はこの課題に取り組む方針だ。

4. 参考文献

- [1] 永井和男氏HP <http://eclipsingbinary.web.fc2.com/>
- [2] 天体観測の教科書変光星観測編 日本変光星研究会
- [3] 天文学辞典『ポグソンの式』

<https://astro-dic.jp/pogsons-equation/>