

# デジタルカメラによる変光星の測光観測

金光研究室 環境情報教育課程 195605 井上和成

## 1 はじめに

夜空を眺める際に、変光星という明るさが変化する星の存在を知っていたら、星座線を経ることに加えて天体観測の楽しみが増える。最も簡単な変光星の観測には、特別な機材は必要なく、自分の目で変光星を見て、等級を決める方法がある。これを「眼視観測」という。定期的に夜空を眺めて、変光星の明るさの変化を感じることで、星に対する見方も変わってくるのではないかと思う。

変光星の観測で重要なことは、明るさを数値化してデータとして記録を残すことができる、ということである。単に天体を観望するだけではなく、天体の明るさを記録し公表することは、少なからず天文学に貢献できる。

変光星の観測方法には、先述した「眼視観測」の他に望遠鏡に CCD カメラを装着した「CCD 観測」、「デジタルカメラによる観測」などがある。「CCD 観測」は「眼視観測」と比較して、精度が高く画像としてデータが残せる、などの利点がある。しかし、弱点として電源が必要なこと、機材がやや高価なことが挙げられる。「デジタルカメラによる観測」も「CCD 観測」と原理的に似ているが、一般家庭用向けのデジタルカメラを使って観測ができる、という点で大きな違いがある。電源が不必要で場所を選ばず、各個人で所有しているカメラを利用して気軽に変光星の観測ができることに、「デジタルカメラによる観測」の魅力がある。ただし、星は無遠にある点光源であるので、シャッタースピードや絞りをマニュアルで調節できるカメラでないと十分な観測はできない。

本研究では、家庭用向けに広く普及している、入門クラスの一眼レフカメラを使用して、いくつかの変光星の観測、撮影、測光を行い、それぞれの変光星の光度変化を観測することを目的とする。また、マニュアル設定が可能なデジタルカメラと三脚を持っている人ならば、気軽に変光星の観測ができることを示したい。そのため、デジタルカメラのレンズは単焦点レンズではなく、普及率が高いズームレンズを使用した。その他の機材も家電量販店などで入手可能な、特別高価ではないものを使用した。

## 2 使用機材・データ処理ソフト

### ○デジタルカメラ

ボディ : Nikon D90

レンズ : AF-S DX NIKKOR 18-55mm f/3.5-5.6G VR

レンズフード : Nikon HB-45 リモートコード : Nikon MC-DC2

### ○三脚

SONY VCT-80AV

### ○電気カイロ

SANYO KIR-S3 enloop

### ○データ処理ソフト

アストロアーツ社 ステライメージ ver.6

### 3 目標天体の撮影

#### 3.1 撮影前の準備

はじめにズームリングを 35mm に合わせメンディングテープで固定する。本研究では焦点距離を 35mm、画角 44° で統一した。次に、明るい天体（月や木星など）をファインダーに導入してピントを合わせる。ピントがあったら、フォーカスリングをメンディングテープで固定する。

レンズフードは可能なかぎり装着する。レンズフードは迷光を防止しレンズを保護するだけでなく、レンズへの結露の防止にもなる。それでも、湿度が高く、気温が低い夜は夜露を防止できない。その場合はカイロを利用してレンズを温める。今回は自転車用品の裾止め用ゴムバンドを使用して、電気カイロをレンズの先端部分に固定した。

#### 3.2 撮影

画質設定は「RAW」に設定する。画像の圧縮が行われない RAW 画質は、光度測定に適している。また、手ぶれ補正機能は必ず OFF にしておく。

本研究で実際に撮影した変光星は、「Beta Lyr」「Beta Per」「Rz Cas」の3つである。それぞれの変光星の明るさが異なること、測光時に必要な比較星の明るさ、月明かりや光害などの撮影条件、以上を考慮した上で適性と思われる露出を撮影時に決めた。

変光星名	変光範囲(実視等級)	比較星の等級	シャッタースピード	F 値	ISO
Beta Lyr	3.3-4.4	3.25,6.10,5.30	10 秒	5.6	400
Beta Per	2.1-3.4	2.91,3.79,3.01	4 秒	5.6-7.1	400
RZ Cas	6.2-7.7	6.64,5.95	10 秒	5.6	800-1000

表 1 撮影した変光星と露出の設定

#### 3.3 露出と精度

シャッタースピード 10 秒、F 値 5.6、ISO400、焦点距離 35mm の設定でこと座を中心に撮影した時の測光等級とカタログ等級（ヒッパルコス星表の Vt 等級）の比較が図 1 である。近似曲線の傾きは 0.9869 であった。5 等、6 等付近の値は特にバラツキが小さく、精度が高かった。8 等星や 9 等星など、より暗い星を撮影するにはシャッタースピードをより遅く設定する必要があるが、10 秒以上であると星が流れてしまい、測光に不適切である。

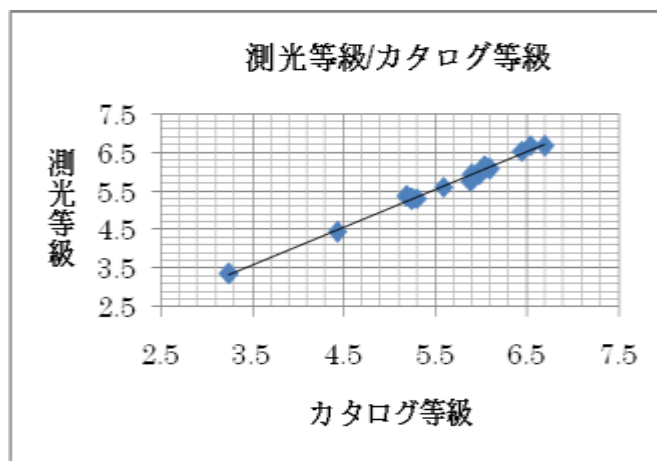


図 1 測光等級とカタログ等級の比較

#### 4 測光・結果

本研究ではステライメージ ver.6 の測光機能をつかって測光を行った。測光する画像は連続で撮影した 4 枚の写真を合成した画像を使用し、観測時刻は露出時間の中央をとった。なお、以下の表 2 の日付はすべて 2010 年であり、全データから一部抜粋したものである。

Beta Lyr			10/12	23:55	2.6	11/15	23:39	2.1	11/19	1:16	6.7
日	時間	等級	10/13	0:15	2.7	11/19	1:06	2.2	11/19	1:19	6.4
9/30	20:05	3.4	10/13	0:31	2.8	11/19	22:10	2.1	11/19	22:22	6.2
10/6	20:08	3.5	10/13	0:45	2.9	11/22	0:38	2.1	11/20	23:50	6.3
10/12	22:37	3.4	10/13	0:52	2.9	11/24	20:59	2.1	11/24	20:55	6.2
10/27	19:47	3.4	10/13	1:08	3.0	11/26	22:31	2.1	11/26	22:34	6.4
10/28	20:06	3.9	10/13	1:31	3.1	12/1	20:39	2.1	12/1	20:41	6.2
11/15	19:31	3.3	10/13	1:49	3.2	RZ Cas					
12/1	18:20	3.8	10/13	2:16	3.2	10/6	22:02	6.2			
Beta Per			10/13	2:30	3.3	10/29	21:07	6.2			
10/3	1:59	2.1	10/16	0:12	2.6	11/2	21:01	6.3			
10/10	2:03	2.0	10/27	23:29	2.1	11/2	21:01	6.3			
10/12	23:25	2.4	11/2	22:25	2.0	11/9	23:17	6.2			
10/12	23:41	2.5	11/9	23:05	2.0	11/15	23:43	6.3			

表 2 Beta Lyr,Beta Per,RZ Cas の観測結果

#### 5 考察

日本変光星研究会に報告されている観測データをつかって、本研究で観測した 3 つの変光星の 1 周期の光度変化を 0 から 1 の位相にあらわした。その光度変化のグラフに、本研究で観測した測光値を重ねて、考察した。

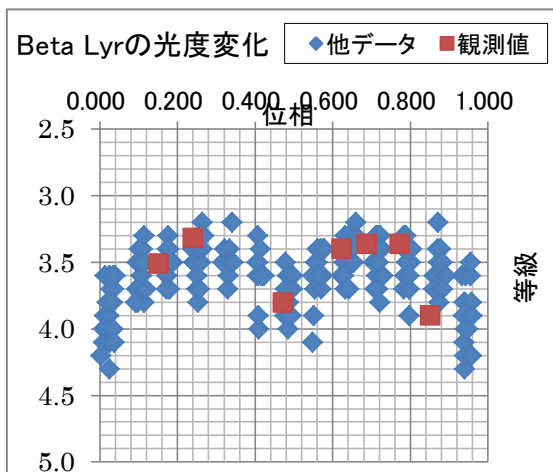


図 2 Beta Lyr の光度変化

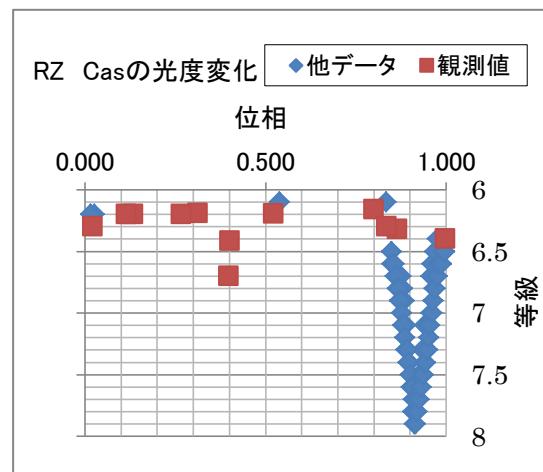


図 3 RZ Cas の光度変化

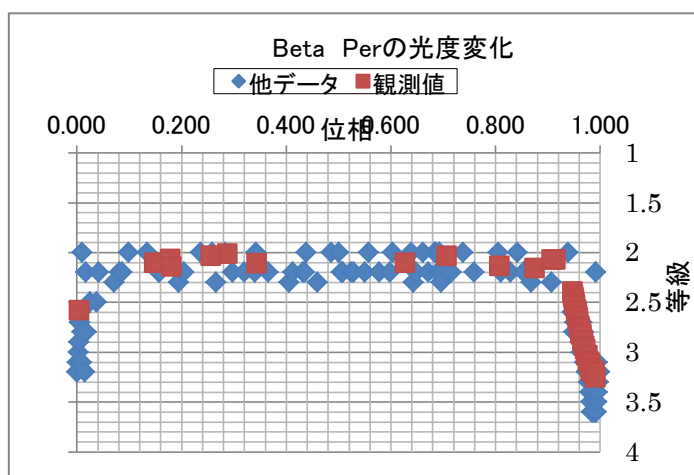


図4 Beta Per の光度変化

3つの変光星とも1周期すべてを観測することはできなかつたが、他の観測データと重ねることで1周期の光度変化の全体像がつかめた。

図2のBeta Lyrの1周期の光度変化の特徴は、位相0.5で約4等まで減光した後、増光して再び4.4等まで減光するという2つの大きな極小期をもつことである。今回の観測では10/28に観測した3.9等(図2の位相0.85付近)が最も暗かつたが、他データと比較すると平均より約0.3等暗いことがわかる。他の4つの観測データは平均から大きなずれはなく、10/28の観測データに関しては信憑性が低いと判断できる。

RZ Casは位相0.8付近から減光し始め、6.2等から約7.7等まで急激に減光する。このスピーディーな光度変化が第一極小であり、明るい主星を伴星が隠すことに起因している。逆に、伴星を主星が隠す時が第二極小である。図3の位相0.4付近から通常6.2等だった明るさが6.7等まで減光している。これはRZ Casの第二極小を観測したと考えられる。第一極小ほど暗くはならないが、通常明るさより確実に減光しているという第二極小の特徴を表している。

Beta Perが最も暗くなる極小期(図4の位相0.9~1.0付近)の様子は本研究のデジタルカメラ観測でも十分に観測することができた。約3時間の間に2.4等から3.3等まで減光する様子を実際に観測した。しかし、減光してから再び増光する変化は、天候の関係で観測することができなかつた。他データから推測すると3.5等付近まで減光したのち、2等付近まで増光すると考えられる。同日ではないが別の日に、2.6等(図4の位相0付近)という増光途中のBeta Perを観測することはできた。

## 6. まとめ

より精密な観測をするには冷却CCDカメラなど高価な機材を使う必要があるが、今回の観測を通してデジタル一眼レフカメラでも十分に観測できることが体験的にわかつた。本来ならば変光星が最も暗くなる極小期をより正確に観測して、周期の変化を調べたかつたが、天候によりうまく観測ができなかつた。「天候に恵まれた極小期の夜」というチャンスはなかなか巡ってこないなので、本研究で得た観測ノウハウを活かしてこれからもデジタルカメラによる変光星の観測を続けたい。