

食変光星ぎょしゃ座ζ星の 2011 年食におけるデジカメ測光観測

今村 和義 (岡山県岡山市)

1. はじめに

近年デジカメ (Digital Single Lens Reflex camera; DSLR) の普及と低価格化に伴い、デジカメを用いた変光星観測者が増加している。伝統的な眼視観測や CCD 測光に加えてデジカメは第三の観測手段としての期待も大きい。さらにデジカメは天文用の冷却 CCD より安価に入手でき、且つセンサーに使われている CMOS のサイズは市販の天文用冷却 CCD に比べて大きい (広い画角がとりやすい)。そのため近年、新天体の探索などでもデジカメを用いる観測者が増加している。

デジカメを使った測光観測は、国内では大金要次郎氏 (「変光星観測」, 2009, pp. 115 - 119) にはじまる。大金氏によれば、デジカメのカラー画像 (RAW 形式) を 3 色 (R, G, B) に分解して得られる G 画像の測光値が Tycho-2 星表の VT 等級と強い相関関係を示すことが確かめられている。その後、永井和男氏によってデジカメ測光観測のマニュアルやソフトウェアが製作されており、それらはインターネット上で公開されている。また G 画像の測光値は Tycho-2 星表の V 等級とも強い相関関係がある (VT 等級のほうが強い相関を示す; 今村 2010)。現在国内では永井氏製作の測光支援ソフト 'digphoto3' を用いて (G 画像の測光値 vs V 等級の相関関係より) G 画像の測光値を V バンドに近い等級に変換する方法が広く普及している。この方法で得られた結果は VSOLJ では 'cG' という光度体系記号を用いて報告されている。一方で筆者はデジカメの測光値 (R, G, B) を測光標準システム (B, V, Rc) に変換するという試みを行っており (詳しくは変光星観測者会議 2010 集録を参照)、およそ 0.1 等の精度で標準システムに変換することが可能である。

本稿では、ぎょしゃ座ζ星の 2011 年における食をデジカメで観測し、測光値を標準システムに変換した結果(光度変化) について報告する。

2. ゃょしゃ座ζ星と 2011 年の食

ぎょしゃ座ζ星 (zeta Aur) は ε 星や η 星の近くに位置し、それらの中でもひと際赤く輝く約 3.8 等の星である (Fig. 1)。この星は K 型の超巨星と B 型の主系列星から成る食連星であることが知られている (軌道周期=約 972 日)。青い方の星 (B 型星) が隠される主極小のときに、V バンドで約 0.15 等、U バンド約 2 等減光し、青い波長域での減光幅が大きいのが特徴である (諸量は Table 1 を参照)。食による減光が visual では僅かなため、眼視観測で食を観測することは難しく、食のときは青い波長帯での測光観測が望まれる。

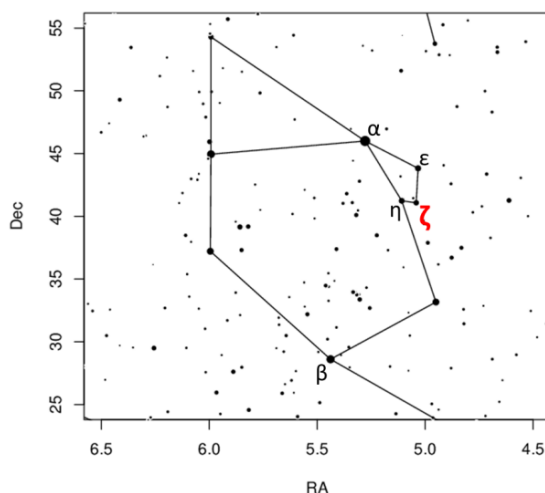


Fig. 1 ゃょしゃ座ζ星

Table 1. ぎょしゃ座ζ星の諸量

食外の等級:	3.75等 (V)
色指数:	B-V = 1.22
スペクトル型:	K4Ib + B7V
減光幅(主極小):	V~0.15等, U~2等
軌道周期:	972日 (2.66年)
質量(M_{\odot}):	$M_K = 5.8, M_B = 4.8$
半径(R_{\odot}):	$R_K = 148, R_B = 4.5$
軌道長半径(R_{\odot}):	6.3

Bennett et al. (1996), Nha (1992)

Table 2. 観測機材について

カメラ:	Canon EOS Kiss Digital N (2005年購入)
センサーサイズ:	22.2×14.8mm (1pix = 6.4×6.4μm)
レンズ:	Carl Zeiss Planar T* 50mm, F1.4
画角:	16 x 24 deg (26" / pix)
脚:	カメラ三脚
赤道儀:	手動の簡易ポータブル赤道儀 (永井氏製作)

ぎょしゃ座ζ星の2011年における食はJ. Hopkins氏によって観測キャンペーンが行われており、予報をWeb上で確認することができる(<http://www.hposoft.com/EAur09/zeta%20Aurigae/zeta.html>)。主極小の予報にはBennett et al. (1996)の報告が使われている:

$$\text{Min (主極小)} = 2438386.540 + 972.183E.$$

2011年食の予報は以下の通りである(食継続時間はおよそ45日間にわたる):

第一接触=2011年10月29日

第二接触=2011年11月2日

食中央=2011年11月20日

第三接触=2011年12月9日

第四接触=2011年12月13日.

3. 観測とデータ処理

観測機材はTable 2の通りである。観測時の装置の設定はISO400、絞りF4、露出30秒とし、一晚に3~5枚の撮像を行った。さらにフォーカスはぼかしている(Fig. 2)。3色(RGB)分解にはIRIS(フリーソフト)を使用し、測光にはマカリィ(フリーソフト)を用いた。比較星は10個選び、B-V=0~1の範囲で可能な限り色の異なる星を採用している。標準システムへの変換は自作の'R'のコードを使い、B, V, Rcへの結果をVSOLJの報告形式(STD)として保存している。

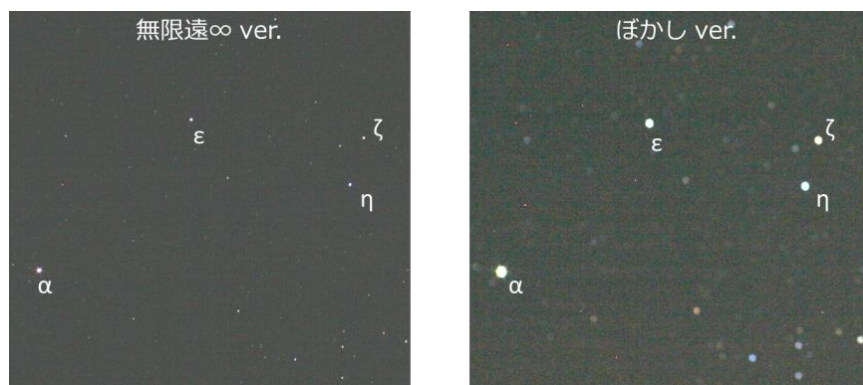


Fig. 2 フォーカスのぼかし具合

4. 結果

Fig. 3, 4, 5 はそれぞれ V バンド、B バンドの光度曲線、色指数 (B-V) の時間変化を示す。破線状の垂線は図左端からそれぞれ第一接触、第二接触、食中央、第三接触、第四接触の予報日を表す。

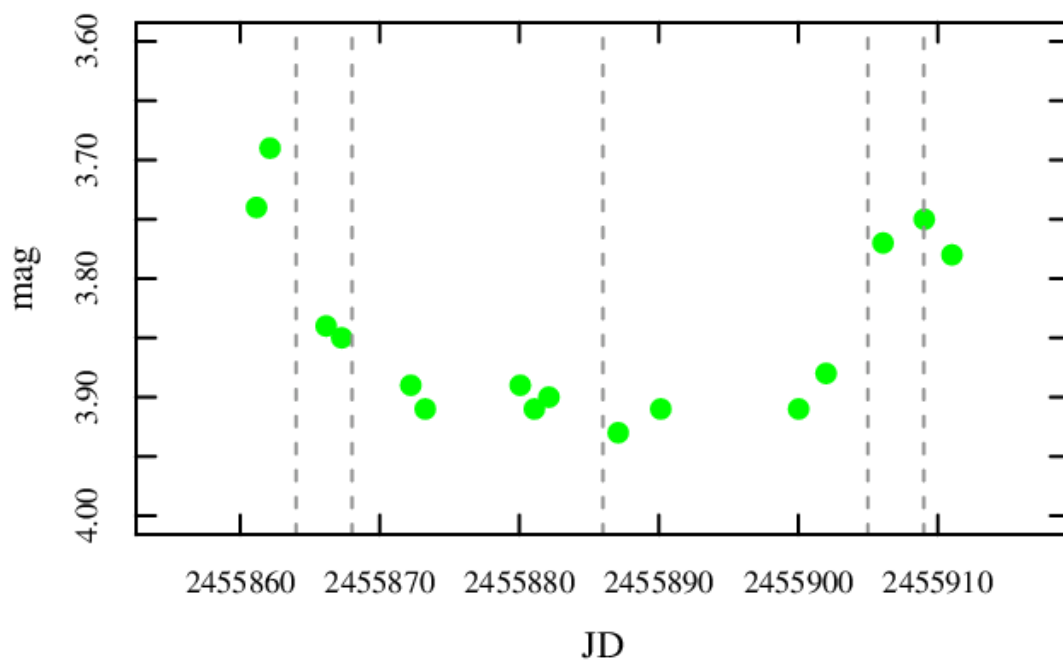


Fig. 3 Vバンドの光度曲線 (zeta Aur 2011 eclipse)

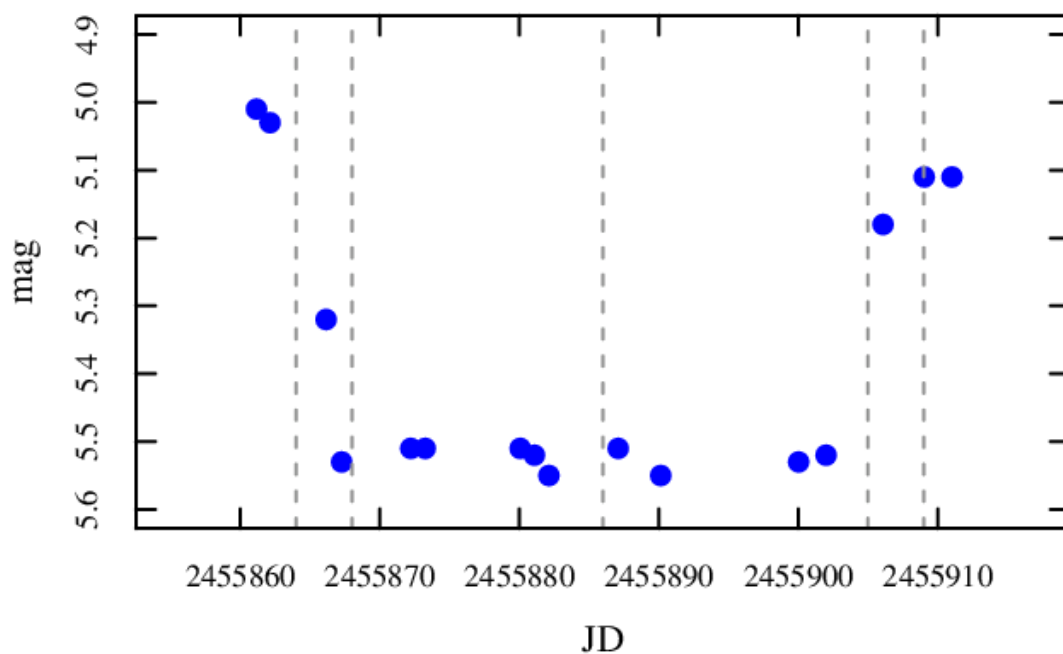


Fig. 4 Bバンドの光度曲線 (zeta Aur 2011 eclipse)

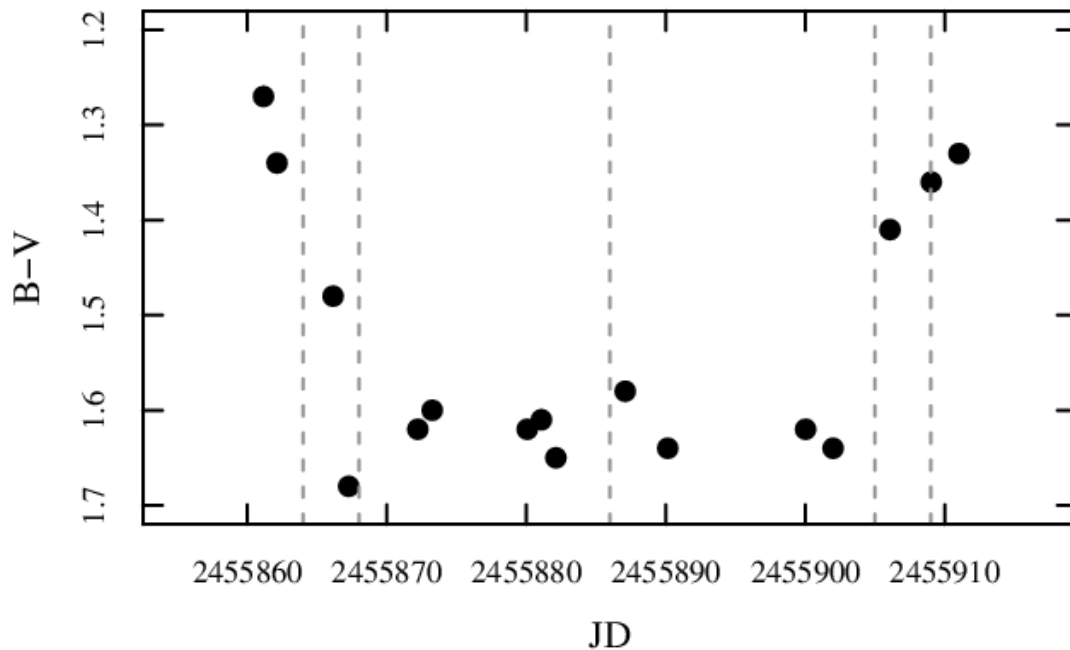


Fig. 5 色指数 (B-V) の時間変化 (zeta Aur 2011 eclipse)

V バンドでおよそ 0.2 等、B バンドでおよそ 0.5 等の食による減光を捉えることができた。一方で Rc バンドでは有意な減光を捉えることはできなかった。色指数は食外でおよそ $B-V \sim 1.3$ を示しているが、食によって $B-V \sim 1.6$ となり、色が赤くなる様子を捉えることにも成功した。食中央日 (JD) を B バンドの光度曲線を使って KW 法で暫定的に求めると以下のようになった (予報日も示す):

$$\text{Min (2011)} = 2,455,884 \pm 1 \text{ (JD)},$$

$$\text{Min (予報)} = 2,455,886 \text{ (JD)}.$$

2011 年の食による主極小は予報から二日早い結果であった。

5. まとめと今後の展望・課題

以上の結果から以下のようにまとめる:

- i. デジカメ+50mm レンズを用いてぎょしゃ座と星の食を観測
- ii. 測光結果 (R, G, B) を標準システム (B, V, Rc) に変換
- iii. V バンドで約 0.2 等、B バンドで約 0.5 等の減光を検出
- iv. デジカメで色指数 (B-V) の変化を検出

今後の展望としては、デジカメと標準レンズを用いた明るい変光星の観測が期待される。変更幅が 0.1~0.2 等以上あれば、眼視観測よりも高い精度で観測することが可能であろう。また測光標準システムへの変換を行えば一枚の画像から 3 色 (B, V, Rc) の情報を得ることができるので、3 色同時測光観測も可能になると思われる。今後の課題としては、良質なフラットフィールドを得るための工夫や、さらに広視野な場合は大気減光の影響も考慮すべきであろう。

参考資料

1. 今村和義, 「デジタル一眼レフカメラによる測光観測の検証」, 2010年変光星観測者会議集録, 2010
2. 大金要次郎, 「天体観測の教科書変光星観測, 4-3 デジタルカメラによる観測」, 誠文堂新光社, 2009
3. 大沢清輝, 「星の色」, 地人書館, 1984
4. 永井和男氏の HP (<http://eclipsingbinary.web.fc2.com/>)
5. Bennett, P. D. et al., 1996, ApJ, 471, 454
6. Hopkins, J., “*International Zeta Aurigae Campaign 2011*”
(<http://www.hposoft.com/EAur09/zeta%20Aurigae/zeta.html>)
7. Nha, I. S., 1992, IAUS, 151, 399