

三瓶自然館での冷却CCD カメラによる多色測光システム整備 およびアルゴル系XZ And の観測

矢 田 猛 士*

**Multi-Color Photometric Observations of XZ Andromedae using
the 60cm reflector at The Shimane Nature Museum of Mt. Sanbe**

Takeshi Yada

Abstract

Observations of an evolved Algol system XZ And have been attempted using newly-installed multi-color photometric system for the 60cm reflector at The Shimane Nature Museum of Mt. Sanbe. Times of primary and secondary minima were detected during 2012 – 2014. The delta Sct-type pulsations of primary component has not been discovered in the observations.

1. は じ め に

島根県立三瓶自然館では、2002年に天文台が新設され、60cm反射望遠鏡(F10, カセグレン)および4連式20cm屈折望遠鏡(F9, クーテ)が設置された。これらは公開天文台の望遠鏡として、定期天体観察会や天文現象にあわせた観察会および昼間に実施する太陽観察等の公開業務で主に使用され、自分の目で本物の天体を観察する体験を通して、宇宙や地球環境への興味や関心を高めることで、来館者の生涯学習や科学リテラシーの涵養に貢献している。一方、撮像装置としては、2002年に冷却CCDカメラ(SBIG ST-10XME)およびカラー合成用フィルタホイール(SBIG CFW-8A)が導入され、天体写真の撮影、天文現象の記録、観測等に使用されている(例えば、矢田ほか, 2007; Gary et al., 2012)。しかしながら、今後、継続した観測を行う上で、測光観測で標準的に使用されている測光用フィルタを使用してデータを取得することが望まれていた。本稿では、2012年から取り組んでいる三瓶自然館での冷却CCDカメラによる多色測光システムの整備および初期観測として得られたアルゴル型食連星XZ Andのデータについて報告する。

2. 多色測光システムの整備

今回の多色測光システムの整備では、当館に既設の冷却CCDカメラ(SBIG ST-10XME)での使用を前提に、フィルタホイールはSBIG FW8-8300および測光用フィルタはCustom Scientific 製Bessel UBVRCIcとした。制御については、通常はSBIG社製冷却CCDカメラに標準付属「CCDOPS」を使用する。フィルタごとに露出時間を変えながら連続的に撮像する場合は、スクリプトにより冷却CCDカメラおよびフィルタホイールの制御が可能なMSB Software Astroart 5を別途準備し、必要に応じて使用することとした。望遠鏡、冷却CCDカメラ、フィルタホイールおよび測光フィルタの仕様を表1、表2、表3および表4に示す。

表1 三瓶自然館60 cm反射望遠鏡(西村製作所)

焦点形式	カセグレン式反射
鏡面	有効口径 : 600 mm 合成焦点距離 : 6000 mm 合成口径比 : F10
鏡筒	チューブ式
架台形式	フォーク式赤道儀

* 島根県立三瓶自然館, 〒 694-0003 島根県大田市三瓶町多根 1121-8

The Shimane Nature Museum of Mt. Sanbe (Sahimel), 1121-8 Tane, Sanbe-cho, Ohda, Shimane, 694-0003, Japan

表2 冷却CCD カメラSBIG ST-10XME

画素数	2184 x 1472
1画素の大きさ	6.8 μm x 6.8 μm
撮像面の広さ	14.9 mm x 10 mm
階調(A/D変換)	16 bit
シャッター	1/10 - 3600 sec

表3 電動フィルタホイールSBIG FW8-8300

ポジション数	8
ホイール径	ϕ 36mm
カメラとの接続 (電力供給および制御)	I ² C ポート

表4 Custom Scientific 製Bessel UBVRcIc

波長帯名称	中心波長	波長幅 (FWHM)
U	364 nm	32 nm
B	435 nm	98 nm
V	538 nm	98 nm
Rc	630 nm	118 nm
Ic	894 nm	337 nm

3. XZ And の観測

冷却CCDによる多色測光の初期観測として、アルゴル型食連星XZ And（表5）の観測を行った。近年、アルゴル型連星系の主星には脈動するものが多数見つかっており、今回の観測では、XZ And主星の脈動の検出を目的の一つとしている。なお、本研究は、兵庫県立大学西はりま天文台の鳴沢真也博士との共同研究として実施している。

XZ Andは典型的なアルゴル型食連星であり、これまでに眼視（例えば、Lause, 1934）および光電測光（例えば、Blitzstein, 1954）等による観測が報告されている。スペクトル型は主星がA4IV-V（Hill et al., 1975; Haldebel, 1984）、伴星がG5（Giuricin et al., 1980）である。また、XZ Andは公転周期が変化することで知られており、周期的な成分については、伴星の磁気活動が原因のひとつとして考えられている（Demircan et al., 1995）。

観測に使用した望遠鏡および冷却CCDカメラは、それぞれ、西村製作所60cm反射望遠鏡F10（図1）およびSBIG ST-10XMEである。フィルタホイールは今回整備したSBIG FW8-8300を使用した。観測時は

表5 XZ Andについて

Type:	EA
Position (2000.0):	01h 56m 51.5s, +42d 06' 02"
Brightness:	9.91 to 12.45 mag
Epoch and Period:	2452500.599 + E * 1.3572795 days
Source:	GCVS

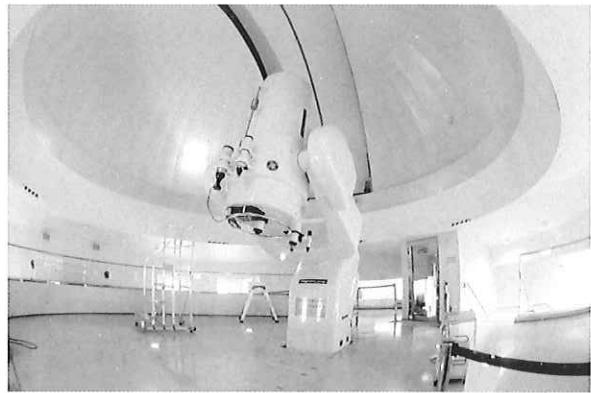


図1 三瓶自然館60cm反射望遠鏡

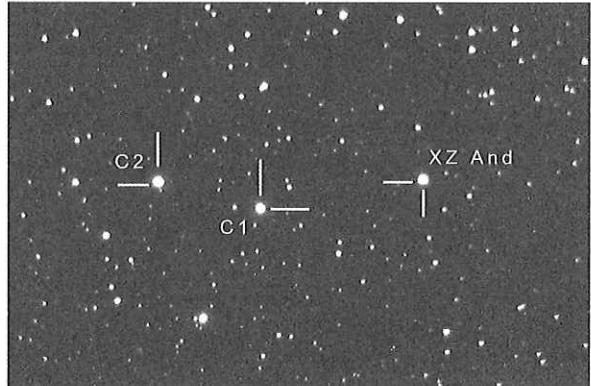


図2 観測星野 (28.6分×19.2分)

レデューサを使用し、視野角は28.6分×19.2分（図2）である。望遠鏡および撮像装置の制御は、それぞれ、Nishimura The Master of Telescope およびMSB Astroart 5を使用した。これまでに発見されている脈動食連星の振動周期は、短いもので20分程度であるため、サンプリング間隔は1分程度になるように設定した。

4. 結果および考察

観測開始から2014年10月23日までの7夜の観測データを解析し、横軸を位相としてプロットした結果を図3に示す。解析はAIP4WINを使用し、ダーク処理、

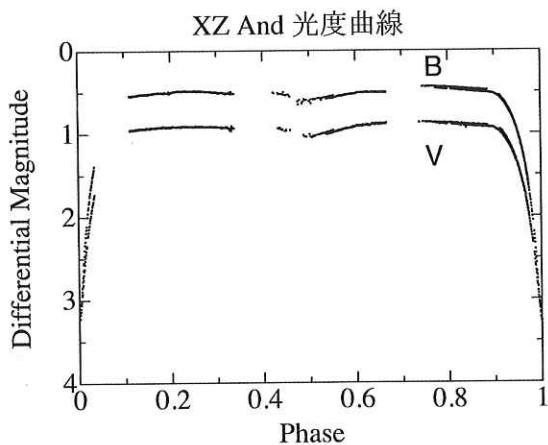


図3 三瓶自然館の観測で得られたXZ Andの光度曲線

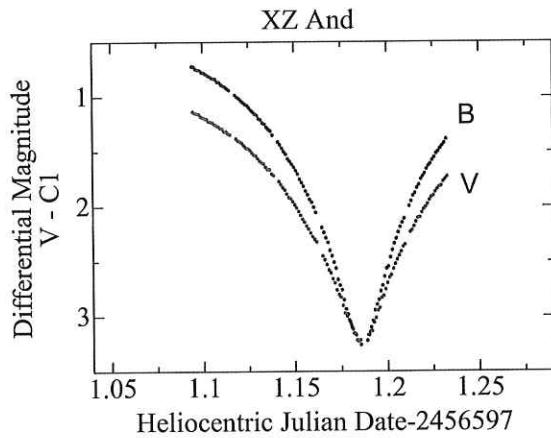


図5 2013年11月1日の観測
※2色 (BV) 測光

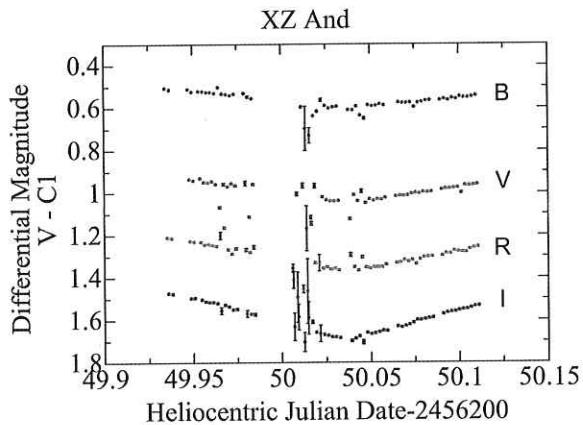


図4 2012年11月18日の観測
※4色 (BVRI) 測光

フラット処理を行った後、アパーチャーメートを用いて、比較星C1との等級差を求めた。また、C2を比較星C1のチェック星として同時に測光した。なお、今回の測光精度は、チェック星C2と比較星C1の等級差より、BバンドおよびVバンドで、それぞれ、 $\sigma = 0.005$ および $\sigma = 0.007$ 程度であった。

これまでの観測では、2012年11月18日に副極小(図4)および2013年11月1日に主極小(図5)のデータが得られ、極小時刻は、それぞれ、Observation = 2456250.0425 および Observation = 2456598.1862 であった。また、11月18日のデータからは、副極小ではスペクトル型A4の主星がG5の伴星を隠すため、

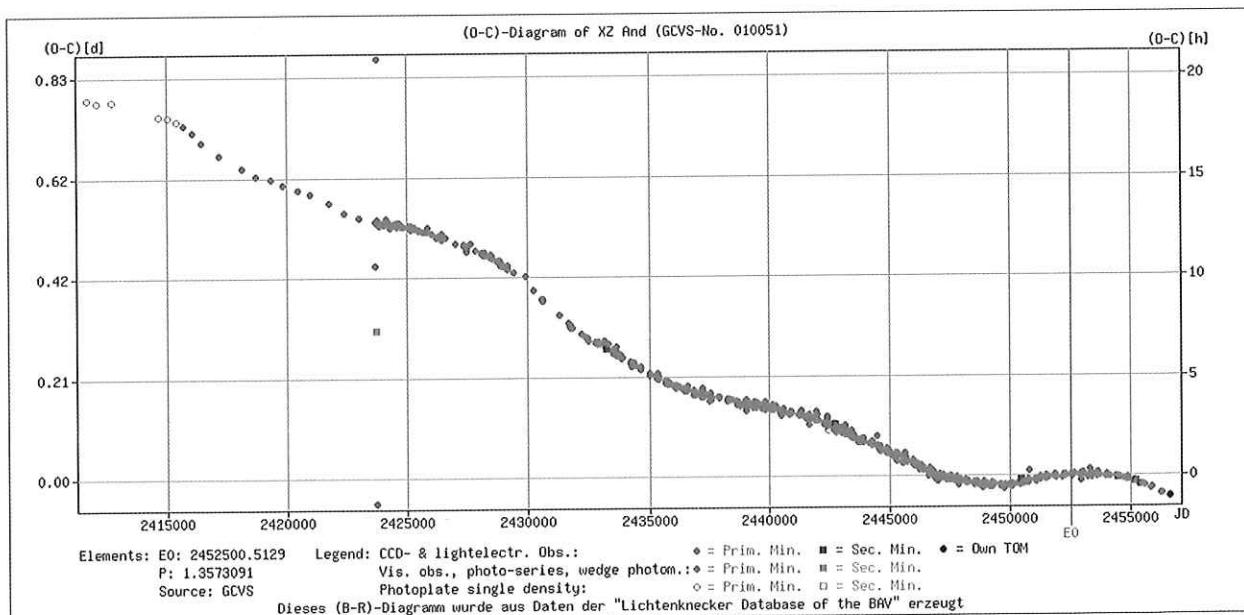


図6 XZ Andの公転周期の変化
(O-C) -Generator for the Lichtenknecker-Database of the BAV
(<http://www.bav-astro.de/LkDB/index.php?lang=en>) による、
過去の観測結果と本研究で得られた主極小(右端)の比較

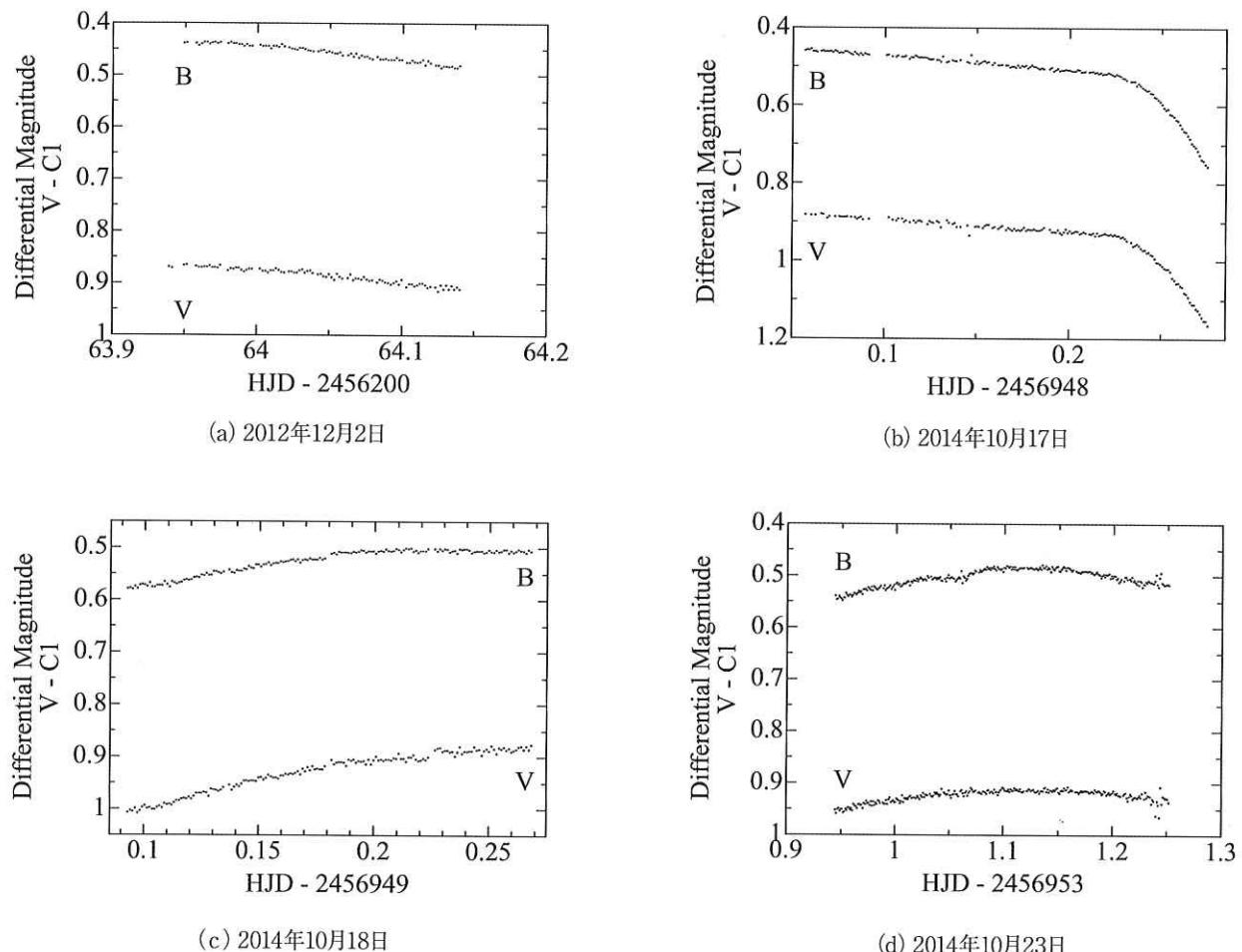


図7 XZ And の食外のデータ

長波長側で食が深いことも観測された。

GCVS の予報式 C (Min I Hel. J.D.) = 2452500.599 + 1.3572795E によると、2012年11月18日の副極小は E=2762.5 および 2013年11月1日の主極小は E=3019 であり、観測値 (O) と計算値 (C) の差は、それぞれ、O-C = -0.0411 day および O-C = -0.0396 day であった。

図6に (O-C)-Generator for the Lichtenknecker-Database of the BAV による、過去の観測結果と本研究で得られた主極小の比較を示す。その結果、周期の変化は最近の傾向が継続していることが確認された。

これまでの観測で得られた食外のデータを図7に示す。主星の短周期振動について、得られたデータを Period04 およびスパースモデリングによる周期解析を行ったところ、今回のデータからは、定常的な单一の周期性は見られなかった。

ただし、RZ Cas のように短周期振動の振幅が変化する可能性もあるため、今後も引き続き、モニター観測を行う必要があると考えられる。

5. まとめ

三瓶自然館において、冷却CCD カメラによる多色測光システムの整備を行い、アルゴル型食連星 XZ And をターゲットに初期観測を実施した。初期観測では XZ And の主極小および副極小の観測に成功し、周期の変化は最近の傾向が継続していることが確認された。主星の短周期振動については、今回のデータからは定常的な单一の周期性は確認できていないが、振動の振幅が変化する可能性もあるため観測を継続する必要がある。また、今後の整備の一環として、機械等級を標準等級に変換するための測光標準星の観測を行い、観測施設としての整備を進めたい。

謝辞

兵庫県立大学西はりま天文台の鳴沢真也博士には本稿に対して的確なコメントをいただきました。ここに

謹んで感謝申し上げます。また、スペースモデリングを使った周期解析では、広島大学宇宙科学センターの植村誠准教授より、ご指導をいただきました。この場を借りてお礼申し上げます。

This research has made use of the Lichtenknecker-Database of the BAV, operated by the Bundesdeutsche Arbeitsgemeinschaft für Veränderliche Sterne e.V. (BAV).

参考文献

Blitzstein, W. (1954) The eclipsing variable XZ Andromedae. Astronomical Journal, 59, 251-256

Demircan, O., Akalin, A., Selam, S., Derman, E., & Mueyesseroglu, Z. (1995) A period study of XZ Andromedae. Astronomy and Astrophysics Supplement, v.114, p.167

Gary, B. L., Hebb, L., Foote, J. L., Foote, C. N., Zambelli, R.,

Gregorio, J., Garlitz, F. J., Srdoc, G., Yada, T. and Ayiomamitis, A. I. (2012) Photometric Monitoring by Amateurs in Support of a YY Gem Professional Observing Project. Proceedings for the 31st Annual Conference of the Society for Astronomical Sciences, 17-24

Giuricin, G., Mardirossian, F., Mezzetti, M. (1983) General properties of Algol binaries, Astrophysical Journal Supplement Series, 52, 35-60.

Halbedel, E. M. (1984) Spectral Types of Eclipsing Binaries. Information Bulletin on Variable Stars, 2549, 1.

Hill, G., Hilditch, R. W., Younger, F., Fisher, W. A. (1975) MK classifications of some Northern Hemisphere binary systems. Royal Astronomical Society, Memoirs, 79, 131-144.

Lause, F. (1934) Beobachtungen von Bedeckungsveränderlichen. II. Astronomische Nachrichten, 253, 403-408

矢田猛士, 福岡孝, 竹内幹蔵, 太田哲朗 (2007) 太陽系外惑星 HD189733b のトランジット試験観測, 島根県立三瓶自然館研究報告, 5, 55-57