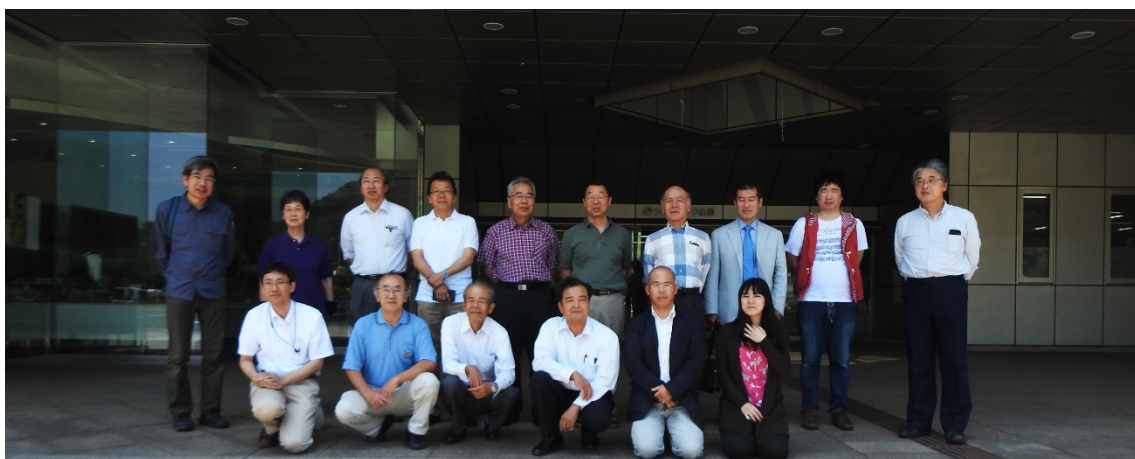


変光星観測者会議収録 2018



於 倉敷科学センター

変光星観測者会議 2018

日時 6 月 23 日(土) 13:00-17:00

19:00- 懇親会(会費 5000 円程度。学割あり。)

6 月 24 日(日) 09:30-12:30

場所 ライフパーク倉敷科学センター

プログラム

13:00 開始・自己紹介・近況報告

13:30 「宇宙を学んだその先へみんなで作る食変光星アルゴルの極小予報の試み」三島和久
(ライフパーク倉敷科学センター)

14:30 超入門者による X Tri の観測とデータ処理用ワークシートのご紹介 白神憲一

15:00 休憩・写真撮影

15:30 船穂天文台での 2017 年の変光星観測 赤澤秀彦

16:00 Nagasaki All Sky CV Patrol のご紹介 前田豊

17:00 1 日目終了

19:00 懇親会

09:30 ガイド用カメラでの食変光星観測 下地 安男

10:00 食連星系の周期変化(TZ Boo 及び KIC9832227 の場合)大島 修

10:30 Python 言語学習のための Jurkevich 法による KWS データの変光星の周期解析 伊藤芳春

11:00 変光星この 1 年

11:30 座談会・写真撮影

12:30 終了

懇親会

個室居酒屋 炭火厨房 倉敷酒家

〒710-0055 岡山県倉敷市阿知 2-11-7

050-3469-5253

19:00 ￥5000 円程度

清田で予約しています。

主催 日本変光星観測者連(VSOLJ)

共催 倉敷市教育委員会

参加者

白神憲一	鈴木仁	水谷正則	宇野喜和
伊藤芳春	赤澤秀彦	吉原秀樹	大島修
下地安男	前原裕之	前田豊	清田誠一郎
三島和久	松井瀬奈	中島洋一郎	高木良輔
蓮岡克哉	河合裕子	(順不同)	

「船穂天文台における変光星観測」

船穂天文台 赤澤秀彦

1 はじめに

今年は国立天文台岡山観測所から京都大学 3.8m 望遠鏡に移行することをはじめ、岡山県内では 2 月に清心女子大で行われた天体スペクトル研究会、6 月に倉敷科学センターで行われる変光星観測者会議、12 月に美星天文台で開催予定の連星変光星低温度星研究会が続きます。地元開催なので、これらの会で船穂天文台の観測活動を紹介し、3 つの研究会での発表内容を合わせると船穂天文台の活動の成果となるようにまとめを計画しました。

ここでは 2017 年に論文発行した IK Vir と、XZ CMi の観測中に発見した新食連星の VSX 登録にまつわる話を紹介します。

2 観測所の紹介

倉敷市船穂町にある私設天文台で、1981 年にオープンしました。メインは屋上の半自作 3.2m ドームの中にある分光用の 35cm 望遠鏡で、そのまわりに 20cm, 25cm, 28cm の 3 台の測光用望遠鏡が稼働しています。



3 IK Vir の δ Sct 振動発見を IBVS に投稿

私が初めて δ Sct 振動を観測したのはフォトマル測光当時の RZ Cas でした。1997 年 11 月に岡山市の大倉信雄氏と同時観測に成功した RZ Cas の主極小の中に明らかなな波が認められ、このことから、これまで謎であった RZ Cas の不可解な変光が δ Sct 型振動によるものと解明され、大島修氏、鳴沢真也氏他によって論文にされました。

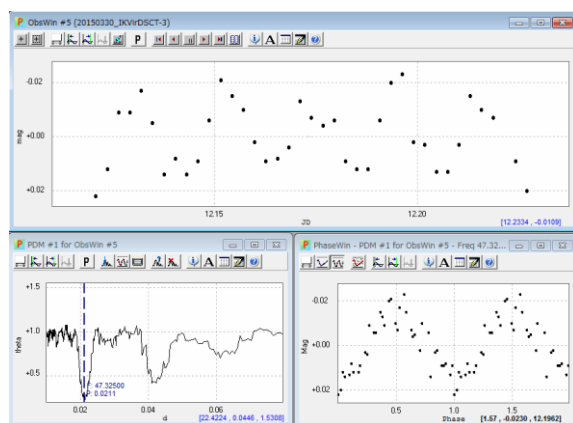
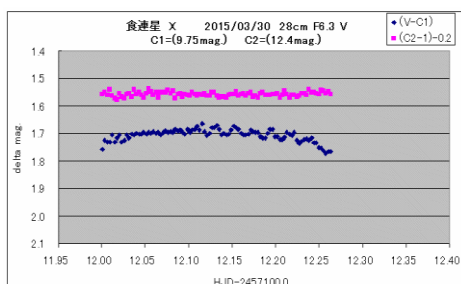
RZ Cas から 15 年後の 2012 年 2 月、FR Ori の観測中に RZ Cas と同様の振動があることに気がつきました。その後の追跡観測をまとめて 2012 年 9 月の日本天文学会に中村泰久氏、大島修氏との連名で発見の報告をしました。ところがその直後の 11 月に中国のグループがこの星を観測し、2014 年に発見論文を提出しました。

FR Ori の δ Sct 振動の発見から 3 年後の 2015 年 3 月に IK Vir に δ Sct 振動を発見しました。前回の反省を教訓に、今回は秘密裏に解析をすすめてきました。2015 年 5 月に愛媛で行われた変光星観測者会議の自己紹介の中で、「近い将来皆様に報告できる発見があります。」と紹介したのが、この星のことでした。

振動周期の PDM 解析

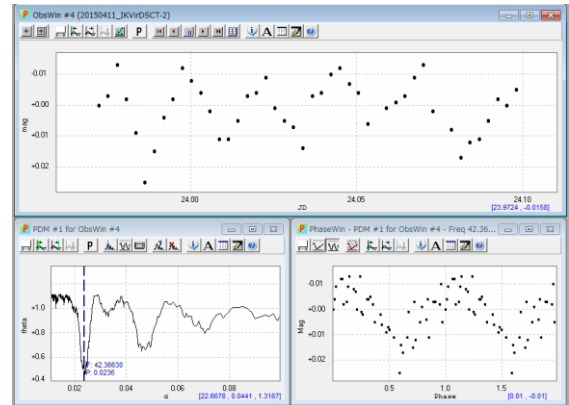
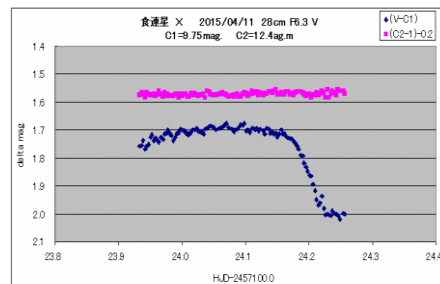
2015 年 3 月 30 日

$P=0.0211d=30.38m$



2015 年 4 月 11 日

$P=0.0236d=33.98m$



2017 年 1 月、大島 修さんと共著で IBVS への投稿の計画を進めることにしました。大島さんは元高校教諭、元美星天文台研究員で、現在は岡山理科大非常勤講師をされています。私との出会いは今から 49 年前で、岡山県玉島高校 1 年 E 組のクラスメイトでした。その年は東大安田講堂事件、アポロ 11 号の月着陸の年でした。その後、大島さんが開発したフォトンカウンターで測光観測を行うようになり、それ以来測光の師匠のような存在で、現在の CCD 測光に至っています。

IBVS への投稿は 2017.07.16 に受理され No.6211 として発行されました。

(解析とグラフ作成は大島 修氏)

COMMISSIONS G1 AND G4 OF THE IAU
INFORMATION BULLETIN ON VARIABLE STARS
Volume 63 Number 6211 DOI: 10.22444/IBVS.6211

Konkoly Observatory
Budapest
16 July 2017
HU ISSN 0374 - 0676

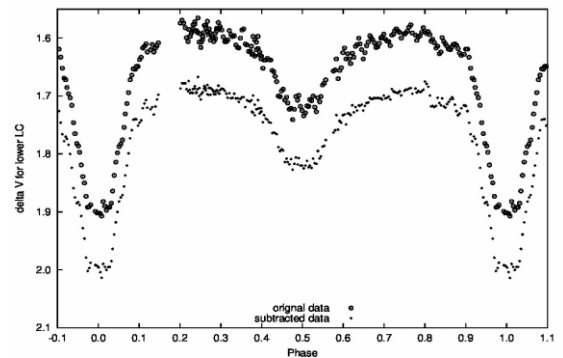
DISCOVERY OF δ SCT TYPE PULSATIONS
IN THE ECLIPSING BINARY IK Vir

OHSHIMA, OSAMU^{1,2}; AKAZAWA, HIDEHIKO^{1,3}

¹ Department of Biosphere-Geosphere Science, Okayama University of Science, Ridai-cho 1-1, Kita-ku, Okayama, 700-0005, Japan

² Ohshima Tamashima Observatory, Tamashima 3-10-15, Kurashiki, Okayama, Japan, e-mail: o2@otoba.org

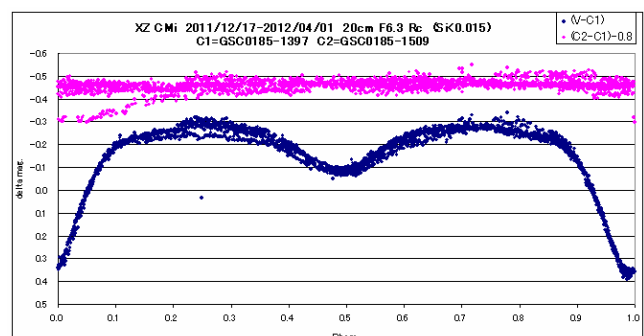
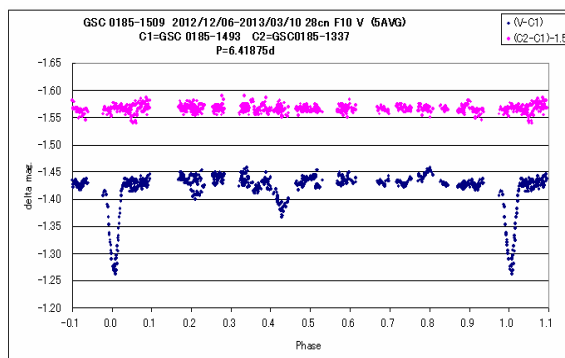
³ Akazawa Funao Observatory, Funao 107, Kurashiki, Okayama, Japan, e-mail: akazawa.hide@mx1.tamatele.ne.jp



大島さんにより振動が詳しく解析され、観測データ（上のグラフ）から振動成分を差し引く処理を行ってみると位相 0.15-0.85 では打ち消せるが、主極小前後に振動が残り課題となりました。

4 新変光星の VSX 登録

2011 年 12 月から行っていた XZ CMi の観測でチェック星(GSC 0185-1509) が変光していることが分かりました。



その後の追跡観測で、この星は周期約 6.4 日のアルゴル型の食連星であることが分かりました。そのことを 2013 年の連星系東京研究会で発表しました。そして 4 年後の 2017 年に大きく進展することになりました。

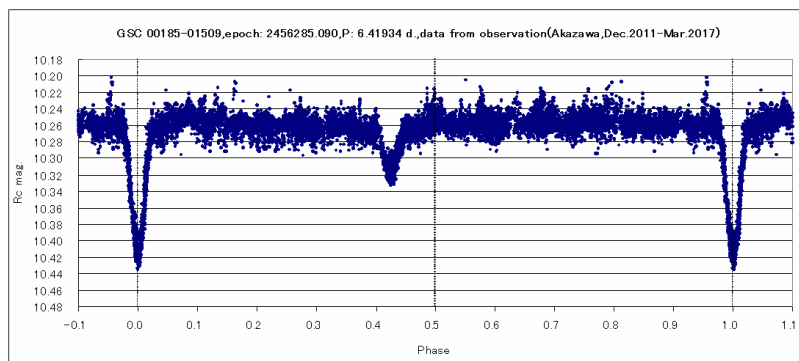
2017 年 2 月 23 日 スイス在住の笠井 潔さんからの突然のメールがその始まりでした。

「2013 年の連星系東京研究会の集録を拝見しました。10 等台の新食連星の発見はそれなりに貴重です。発見された新変光星を VSX に登録されませんか。登録が煩わしいようであれば、お手伝いをさせていただきます。」という、とてもありがたい申し出でした。

笠井 潔さんはスイス在住 46 年のフルート奏者で、バーゼルオーケストラとバーゼル音大で演奏と教育活動を続け定年退職後、趣味の変光星観測に打ち込んでおられます。(Facebook による)

28cm SC + SBIG ST-7 で高精度な測光観測を行い、新変光星の発見や要素が未確定の変光星の確定作業を行っておられます。

VSX は AAVSO の変光星のデーターバンクで新変光星の登録や既知の変光星の要素の改訂なども行うことができます。笠井さんから VSX への新変光星登録の手順にそって、詳しいアドバイスをいただきながら登録作業を進めました。



2011 年 12 月から 2017 年

3 月までの観測データを解析して、周期約 6.42 日、Rc 等級で 10.25-10.42mag.、副極小は位相 0.425 で 10.32mag.などを求め、7 月 13 日に登録作業を行い、同 17 日に受理されて登録が完了しました。

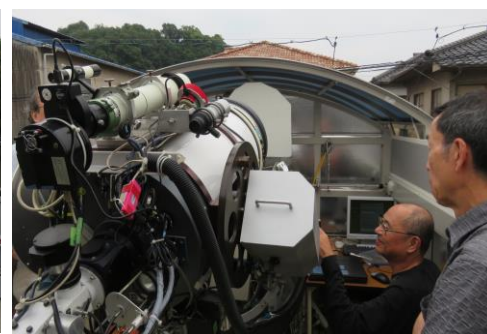
その後、笠井さんの一時帰国にあわせての倉敷来訪を皮切りに、そこからいろいろな交流が始まりました。2 泊 3 日の訪問中は大島さんとふたりで分刻みのスケジュールで天文県岡山を案内しました。関係の皆様には大変お世話になりました。ありがとうございました。



船穂・赤澤観測所
(夕立のため写真なし)



玉島・大島観測所



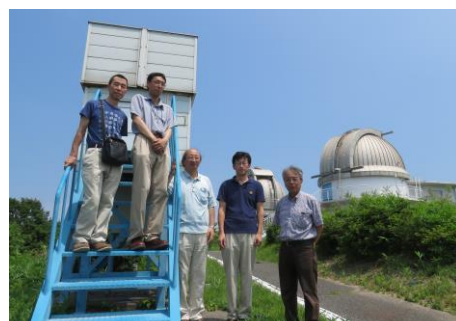
玉島黒崎・藤井観測所



倉敷天文台



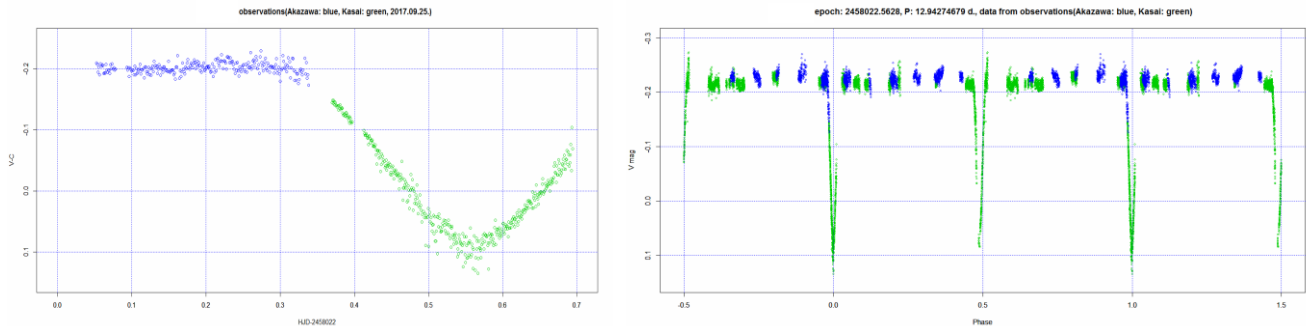
美星天文台



旧国立天文台岡山観測所

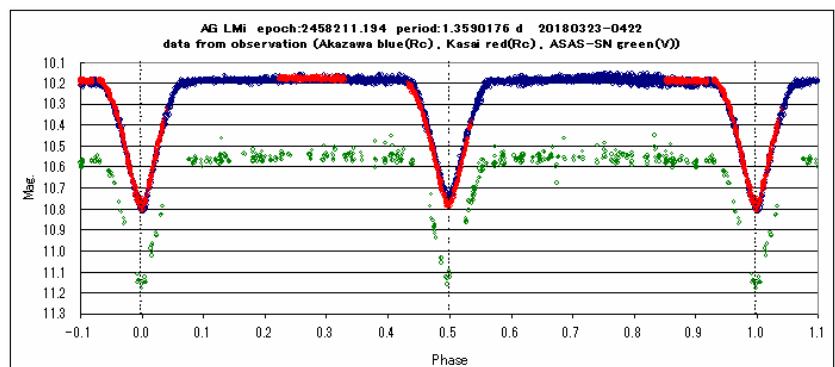
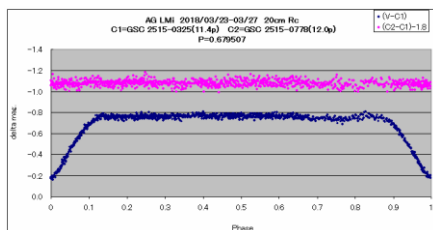
また、観測方法や処理方法についても情報交換をすることができました。そして、次はスイスでお会いすることを約束しました。笠井さんの帰国後は観測で交流が続いています。

2017 年 9 月にはとかげ座の周期未確定の星をスイスと日本で協同観測しました。周期の長い食連星は 1 カ所の観測では一つの食全体をカバーすることはできず、時差を利用した観測によってそれが可能になります。9 月 25 日には食外から主極小に入るまでを日本で観測し、それに続く主極小をスイスでとらえることができました。食外の部分には δ Sct 振動も見えていました。一連の観測で周期もほぼ確定し、来シーズンの観測を加えて VSX の改訂をめざしています。



(グラフは笠井 潔氏作成)

最近の協同観測では AG LMi があります。登録されていた周期は約 0.68 日でしたが、その値で位相図をつくると副極小のないライトカーブになりました。実際の周期は 2 倍と予想して観測を重ねると、副極小が主極小よりもわずかに明るい位相図になりました。また、ASAS-SN のデータから周期をより正確に求めることができました。これらの結果を 2018 年 6 月 6 日 8h02m JST に VSX に送信したところ、9 分後には改訂が受理され承認のメールが届きました。



5 おわりに

私の 2017 年の年間観測日数は 234 日となり、CCD 測光を始めた 2027 年以降で最多になりました。この観測数を支えるのは、晴れの国岡山の気象条件の他に、観測システムをロボット化したことと「知りたいという知的探求心」だと思います。そしてその根底には故本田 實氏の『観測を「する」と「しない」には無限の違いがある。』という言葉があります。また故渡辺和子さんは「置かれた場所で咲きなさい。」と話されました。光害や機材のハンディーがあっても、自分の置かれた環境の中でできることがあるはずだと思っています。

私の目指す天体観測は「きれいな天体写真」から「きれいなグラフ」へと変わってきました。そして今は信頼できるデータをとることで、何か役に立つ観測ができないかと考えています。個人の小さな観測設備でも、細々とではありながら学術貢献できることは幸いです。この楽しさを次の世代に伝えていきたいと思っています。

船穂天文台の詳細はホームページをご覧ください。

<http://akazawa-hide.sakura.ne.jp/>

最近の観測については Facebook をご覧ください。

<https://www.facebook.com/akazawa.hide>



ガイド用カメラによる 食変光星観測

下地 安男



主要内容

- 使用したカメラの概要
- 撮像、測光ソフトの紹介
- 観測例 CD TAU、YY ERI、WY CNC
- データ処理の実演 AstroImageJ
- いくつかの技術的な検討
- 観測のための資料集



DATYSON® Official Store
16 years focused optical instruments

使用したカメラとレンズ

中国 DATYSON 製
T7M モノクロ
Planetary & Guide Camera

主なスペック

- ・CMOS Sensor MT9M034
- ・Resolution 1280x960 Pix
- ・Imager size 1/3inch (6mm)
- ・Pixel Size 3.75um
- ・A/D Converter 12 Bit

- ・USBバスパワーで運用可能
- ・アイピースサイズ



C mount Lens



同等のカメラ、価格など

- 一般にガイド用カメラとして販売
- 比較的安価、同じセンサーを使用したものが12,000円～20,000円で販売されている
レンズは、4,000～6,000円程度



ZWO ASI120MM



QHY5L-II



T7 Astro Camera Astronomical Astronomy Planetary High Speed Electronic Eyepiece Telescope Digital Lens for Guiding Astrophotography

★★★★★ 4.9 (174 votes) | 216 orders

Price: US \$120.60 - 129.60 / piece

Discount Price: **US \$96.48 - 103.68** / piece -20% 06h:54m:42s

Get our app to see exclusive prices

Color: T7M T7C

Shipping: Free Shipping to Japan via AliExpress Standard Shipping

Estimated Delivery Time: 13-20 days

Quantity: 1 piece (131 pieces available)

Total Price: Depends on the product properties you select

Buy Now

Add to Cart

Add to Wish List (418 Adds)

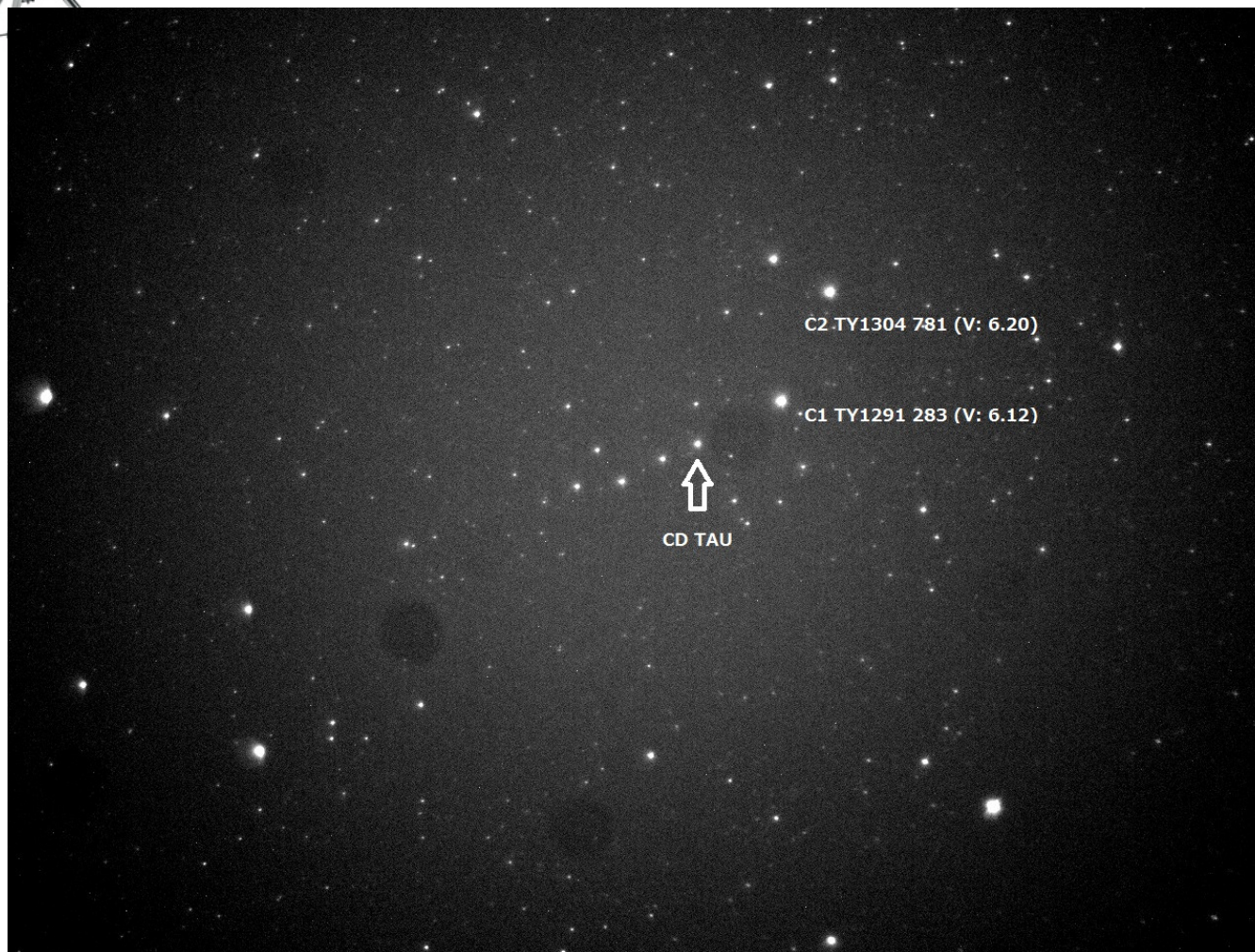


このカメラとレンズでどんな観測ができるの？

- 何等星まで観測できるの？
- 等級の分解能はどのくらい？
- 望遠鏡、赤道儀は？
- 撮像はどのように？
- データ処理、測光は？



明るい変光星 CD TAU



CD TAU

RA 05:17:31

DEC +20:07:54

Mag: 6.77-7.34

Peri : 3.43

Type: EA/D

露出 8秒

レンズ 50mm F1.4

画角

5.42° × 4.07°

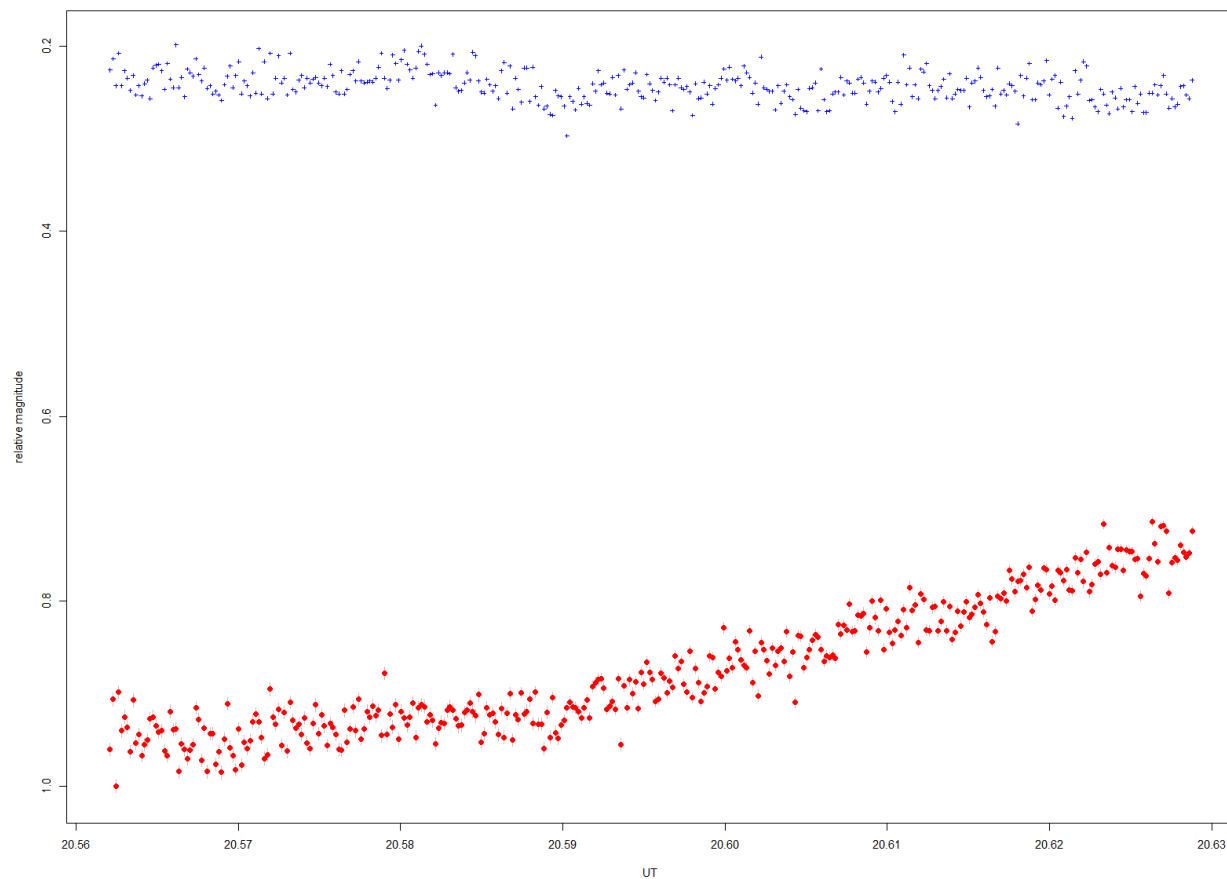
Dark、Flat処理なし



観測結果 CD TAU

■ CD TAU

CD TAU 2017/12/20 Non-Filter



CD TAU

RA 05:17:31

DEC +20:07:54

Mag: 6.77-7.34

Peri : 3.43

Type: EA/D

12/20 22.92 食予報
(UT 0.54 Day)



すこし暗い変光星 YY ERI



YY ERI

RA 04:12:08

DEC -10:28:10

Mag: 8.1-8.6

Peri : 0.32

Type: EW/KW

露出 8.5秒

レンズ 50mm F1.4

画角

5.42° × 4.07°

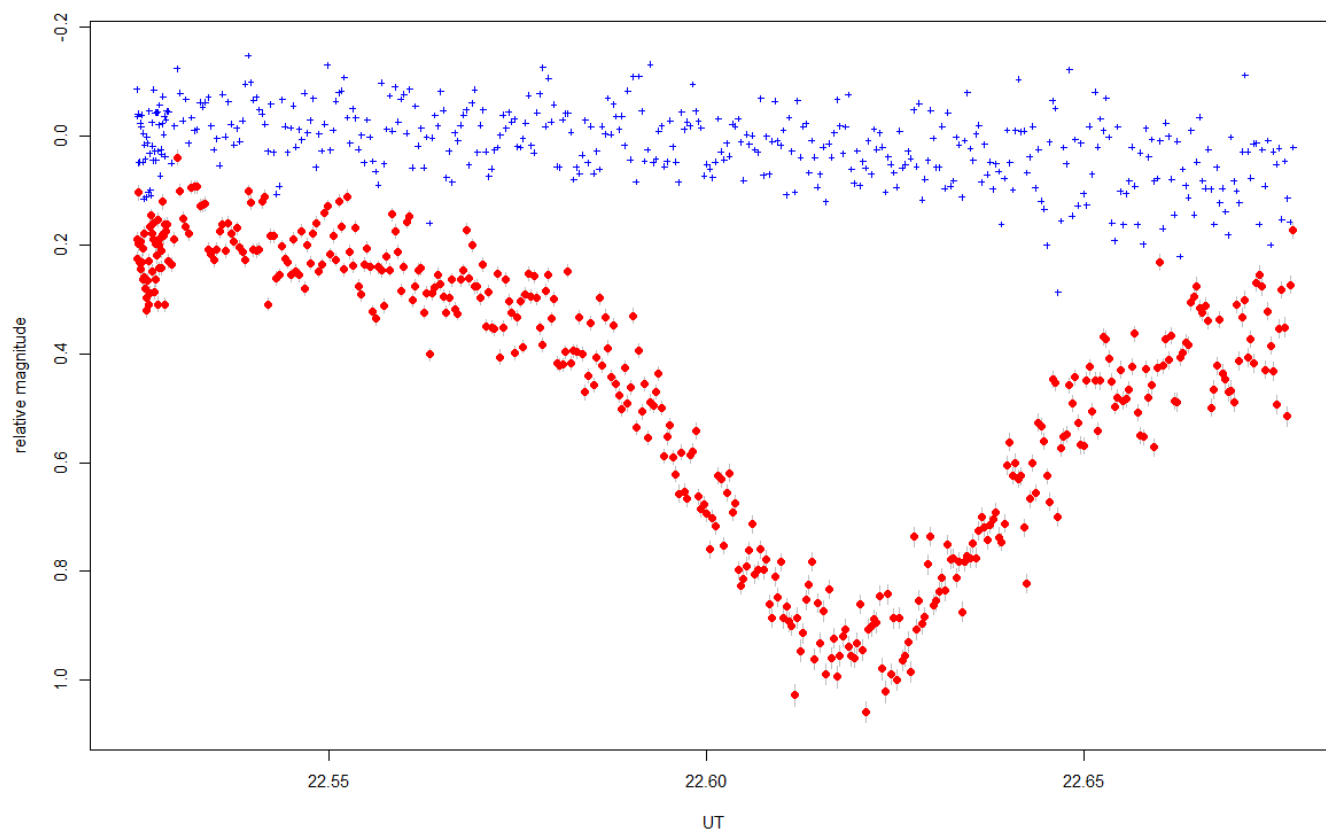
Dark、Flat処理あり



観測結果 YY ERI

■ YY ERI (EW 8.1-8.8)

YY ERI 20171222 NON filter



YY ERI

RA 04:12:08

DEC -10:28:10

Mag: 8.1-8.6

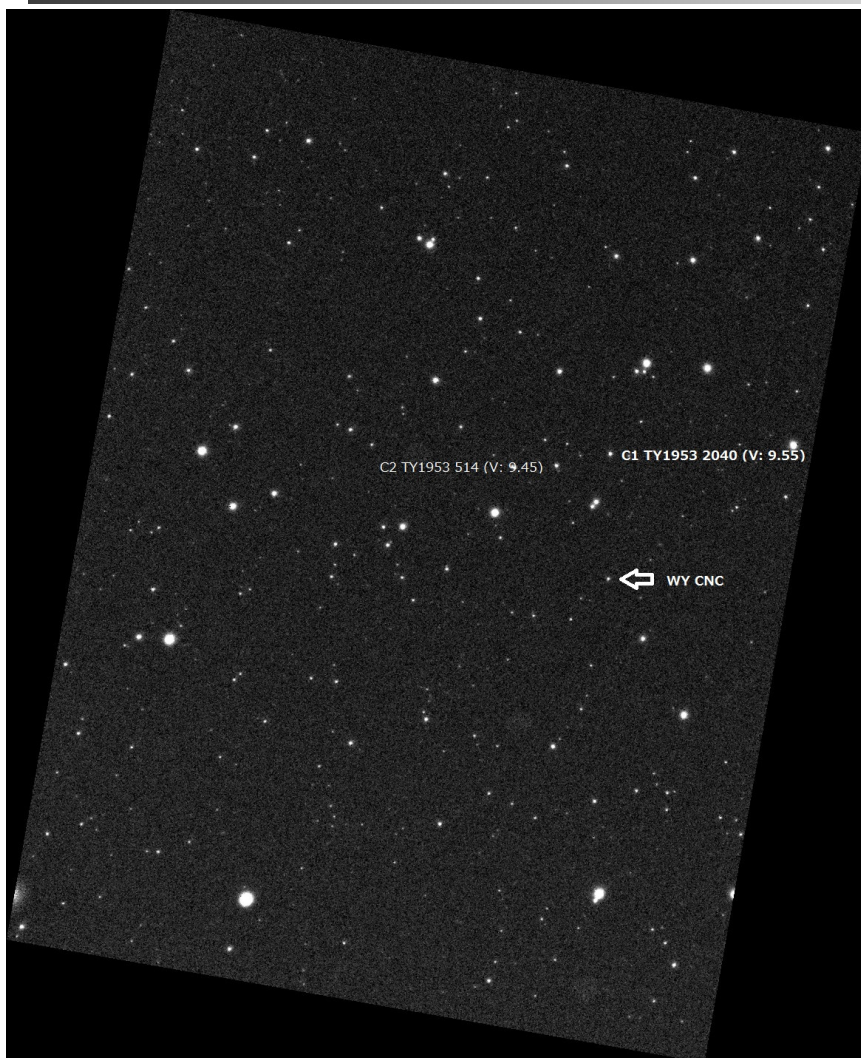
Peri : 0.32

Type: EW/KW

12/22 24.17 食予報
(UT 0.63 Day)



暗めの変光星 WY CNC



WY CNC

RA 09:01:55

DEC +26:41:22

Mag: 9.51- 10.41

Peri : 0.83

Type: EA/SD/RS

露出 15秒

レンズ 75mm F1.8

画角

$3.63^{\circ} \times 2.73^{\circ}$

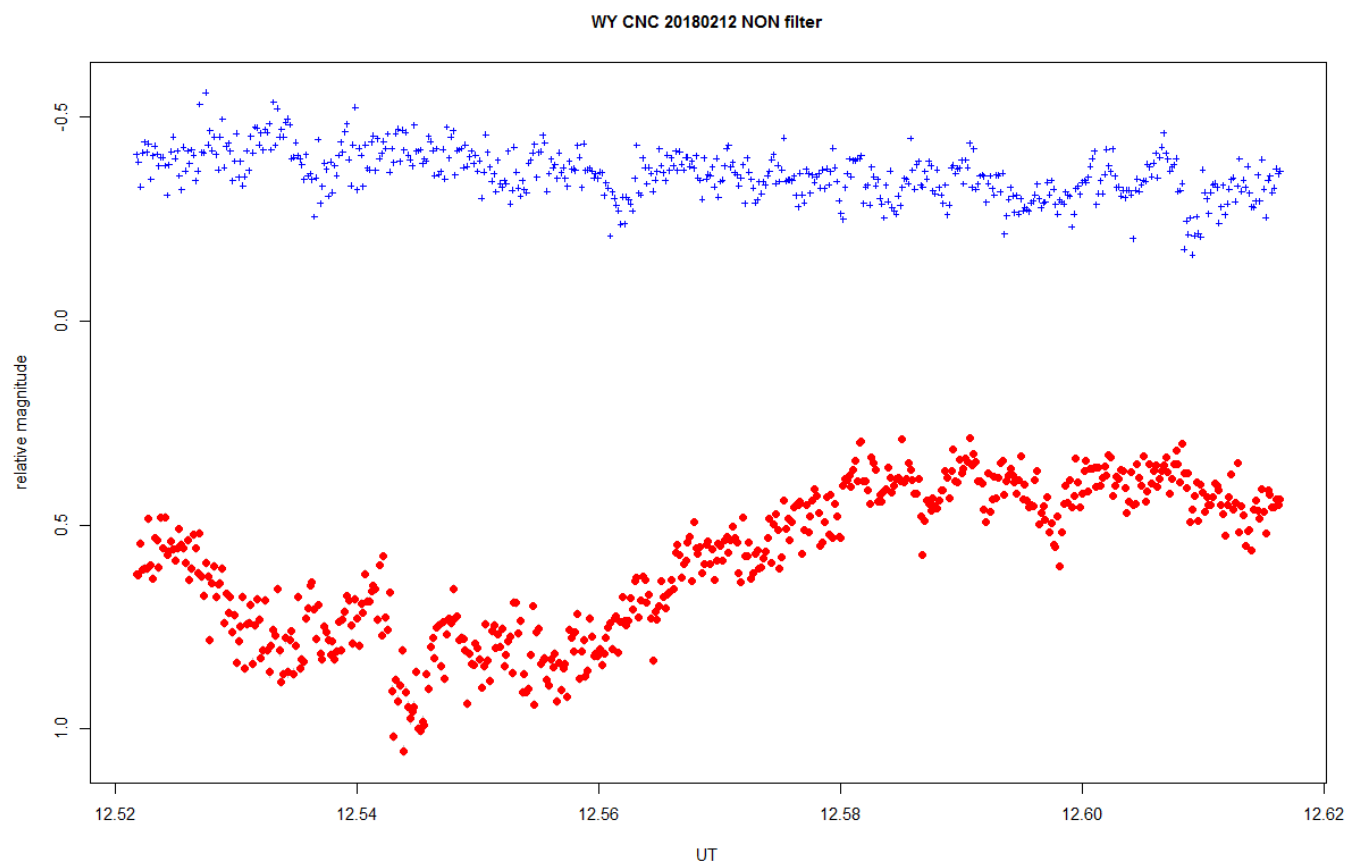
Dark、Flat処理あり

カメラの方向を間違えた



観測結果 WY CNC

■ WY CNC(EA 9.51-10.41)



WY CNC

RA 09:01:55

DEC +26:41:22

Mag: 9.51- 10.41

Peri : 0.83

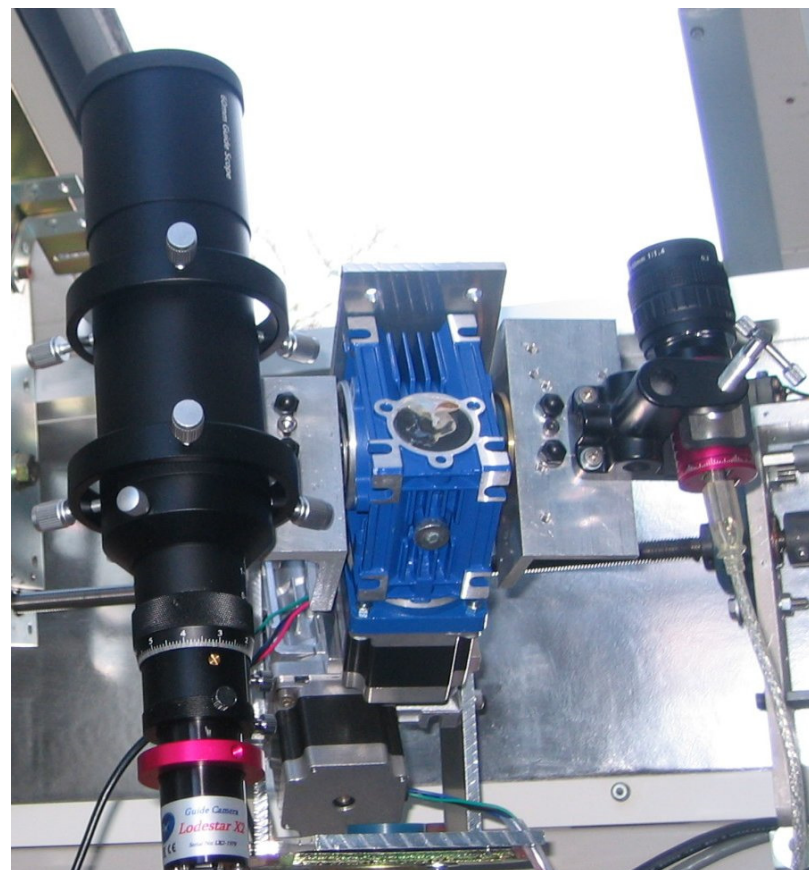
Type: EA/SD/RS

02/12 22.20 食予報
(UT 0.55 Day)



観測の様子 赤道儀

- 赤道儀は、市販のギアモジュールを組み合わせて製作
- コントロールソフトは ArduinoMEGA+OnStep
追尾速度は6pps程度
- PCからコントロール可能
GOTO赤道儀
ガイドなし





撮像ソフト

- ZWO社カメラをサポートするソフトは多い
SharpCap、FireCapture など
- 多機能な SharpCap Ver.2.9 を使用
- IronPython Scriptでプログラム連続撮影
ができる

Ver.3.0からScriptは有料バージョンで可能

- INDI-EKOSでもスケジュール・連続撮影が
可能か

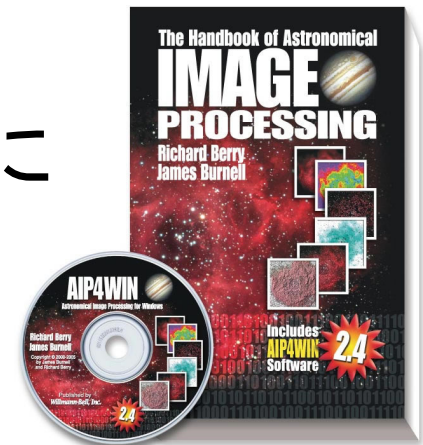


測光データ処理ソフト

- 測光には多数の画像を連続的に処理できるソフトが良い
- 定評のある AIP4WIN を使用

The Handbook of Astronomical Image Processing (\$ 89.95) の付録

- フリーの連続測光できるソフトに AstroImageJ がある





AstroImageJ で YY ERI を測定

- 2017年12月22日に観測した YY ERI の画像をAstroImageJ で測光処理してみる



12Bitで良い？

- 初期のプロ用のカメラでも12bit
- ST-4 (8bit) で測光していたことも
- 眼視、写真測光は何 bit くらいの分解能？
- $16\text{bit} = 2^{16} = 65536$ 階調
- $12\text{bit} = 2^{12} = 4096$ 階調

ノイズを考えると現実には、1／1000
程度か？



冷却は？

- 冷却は熱雑音ノイズを軽減するため
- 露出時間が短ければ影響は少ない
- デジカメ測光では冷却していない
- カメラの値段相応の割り切りも必要



露出など

- 空のシンチレーションを避けるためにはある程度の露出時間が必要
20～30秒くらい？
- 都会では露出時間を長くするとSKYレベルが上がりすぎる
- あらかじめ、カメラの直線性、飽和特性を確認しておく必要がある



フィルターの検討

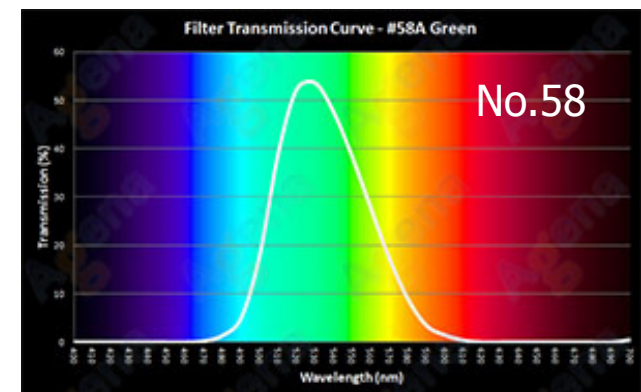
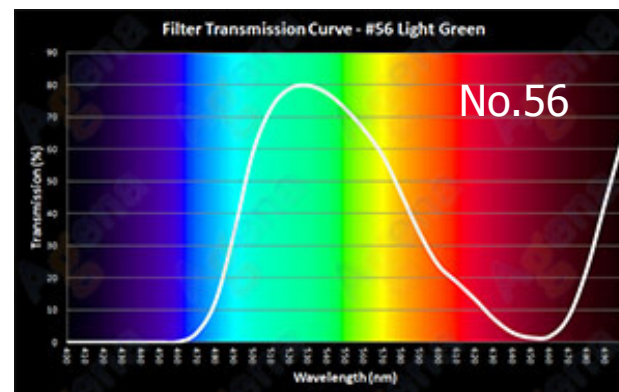
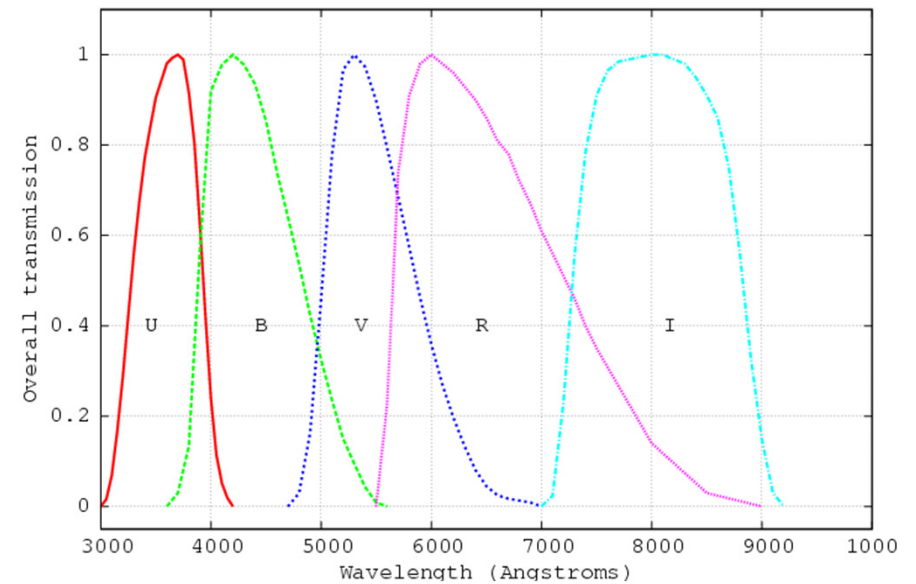
- 標準測光系に合わせるためにはFilterが必要
- Johnson UVBRI Filter が標準
- 高価(1個20,000円以上)なので、代替品を検討
- DSLR測光の経験から、GフィルターがV等級
- Meade Planetary Filter などの No.56・58フィルターが良いか
 - 中国 Aliexpress の通販で \$30 ~ \$40 くらい
- C MOUNT レンズには装着しにくい



Planetary Filter を見てみる



The Bessell approximations to UBVRI passbands

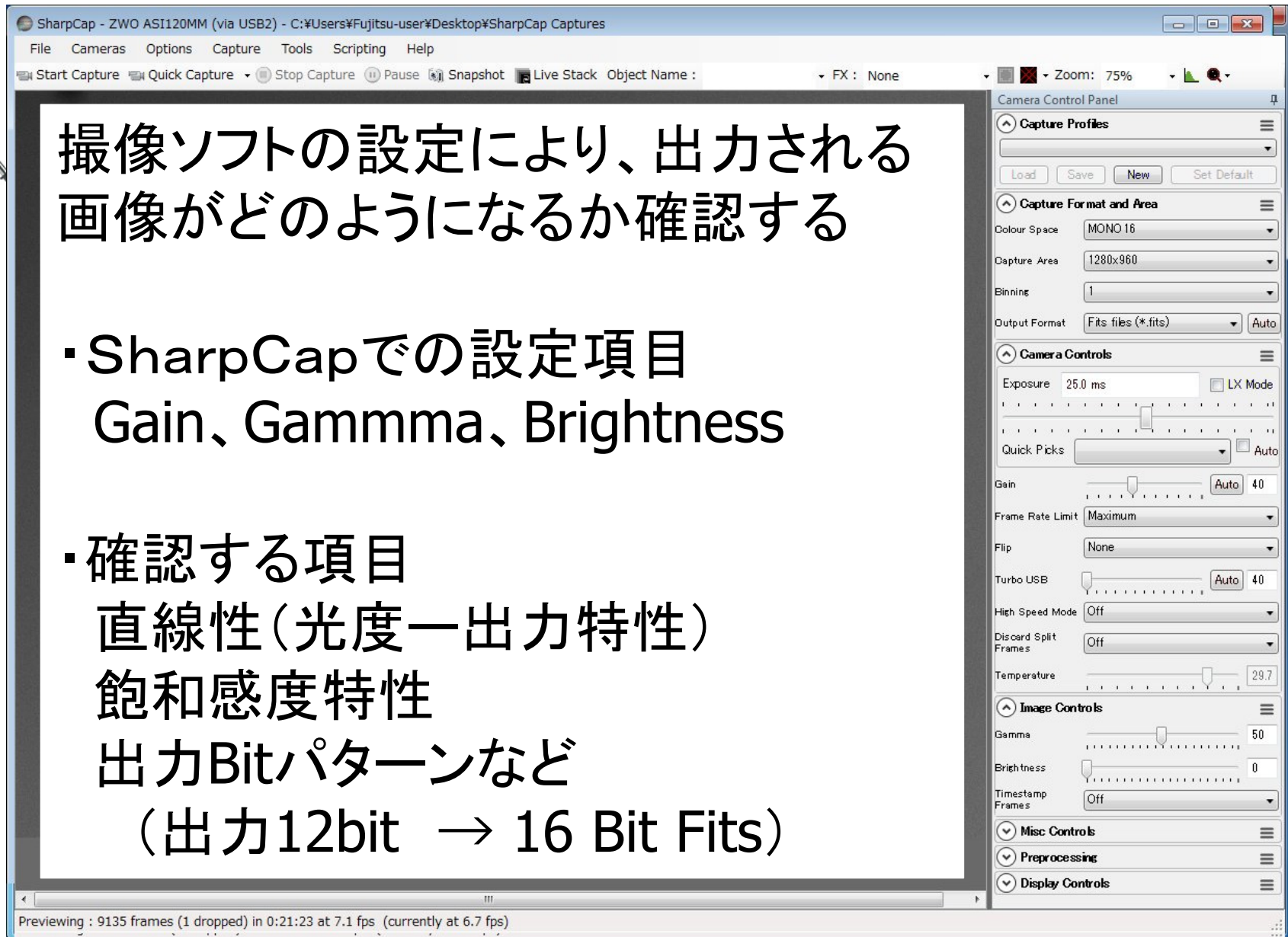


撮像ソフト設定と画像特性の関係把握



撮像ソフトの設定により、出力される画像がどのようなになるか確認する

- SharpCapでの設定項目
Gain、Gamma、Brightness
- 確認する項目
直線性(光度→出力特性)
飽和感度特性
出力Bitパターンなど
(出力12bit → 16 Bit Fits)





観測する星の選択

- 食予報を参考に
- 永井さんのHPに短期食変光星予報がある
- AAVSO VSXで調べると観測情報がわかる
- AAVSOのVariable Star Poltter で星図を用意する
- 写野がどこか分からないときには、Plate Solverで確認する



Plate Solver とは

- 撮影した画像の位置(赤経・赤緯)を検索してくれる
- いくつかの種類がある

Windows版はAstrometry.net のEngineを使用しているものが多い

Astrotortilla、All Sky Plate solver



AstroTortilla 実演

- AstroTortilla は Windows で 動く Plate Solver

<https://sourceforge.net/p/astrotortilla/home/Home/>

- 画像の位置 (RA・DEC) を測定してくれる
- Web に画像をアップロードしても解析できるが、PC スタンドアロンでも使用できる

<http://nova.astrometry.net/>



さらなる観測へのアプローチ

- 撮影された多数の画像を有効活用
 - ① 連続撮影した画像の星をすべて測定
 - ② 未知の変光星を見つける
- いろいろな撮影方法
 - ① SKY SURVEY
 - ② 放置カメラ
 - 露出時間を短くして、固定カメラでの撮影



参考資料 1

- 観測の方法 AAVSOなど

AAVSO Guide to CCD Photometry

https://www.aavso.org/sites/default/files/publications_files/ccd_photometry_guide/CCDPhotometryGuide.pdf

The AAVSO DSLR Observing Manual

https://www.aavso.org/sites/default/files/publications_files/dslr_manual/AAVSO_DSLR_Observing_Manual_V1.4.pdf

- 変光星のデータ



<https://www.aavso.org/vsx/index.php>



参考資料 2

- 変光星星図プロット

Variable Star Plotter

<https://www.aavso.org/apps/vsp/>

- 短周期 食変光星 予報

永井さんのHP

<http://eclipsingbinary.web.fc2.com/mintop18.html>

- 測光ソフト AstroImageJ

<http://www.astro.louisville.edu/software/astroimagej/>



参考資料 3

- Sharpcap

<http://www.sharpcap.co.uk/>

- C-MOSカメラ入手先

DATYSON製 T7M

<https://datyson.aliexpress.com/store/217524?spm=2114.10010108.0.0.5c8823eenxdy9y>

ZWO製 ASI120MM

星見屋 <http://hoshimiya.com/>

Python 言語学習のための Jurkevich 法による KWS データの変光星の周期解析

伊藤芳春

概要

最近よく使われているというプログラミング言語 Python を始めてみた。例題として基本的な天文計算と以前時間のかかった周期解析プログラムを組んでみた。比較的簡単で CPU の高速化により驚くほど速く結果が出た。無料で配布されている Python は評判が良いだけのことはあってとても使いやすい。

1 初めに

昨年 6 月に日本訪問団としてアイダホ州の高校生が勤務校に来た。引率の先生が情報の先生で趣味が天文ということもあり拙い英語で話をした折、私が R 言語を勉強していると言ったら首を傾げ知らないと言った。その後、昨年の変光星観測者会議でプログラムに何を使っているのか参加した方々に聞いたところ Python 言語を使っているという。帰りに解説本を購入し遅ればせながら Python を始めることにした。

2 Python とは

ことし 5 月のプログラミング言語別の使用率では Python が第 1 位で 22.8 % を占めている。R 言語は第 7 位で 4.2 % であった。以前使っていた Visual Basic, Delphi, Fortran は圏外であった。Python の特徴は、次の通りである。

- 少ないコード量
- 簡単に書ける
- コードが読みやすい

使ってみた印象は、DOS 時代の BASIC の

ような感じである。使い始める段階で知っておくべきことが少なく、予め宣言する必要がなく、多数の関数が用意され長いプログラムを組むことなしに結果が得られグラフも簡単に作成できた。

3 周期解析

周期解析に近年最も使われているのは Stellingwerf (1978) の PDM (Phase Dispersion Minimization) 法である。昨年なよろ天文台で行われた変光星・連星・低温度星研究会で発表された植村先生 (広島大) の発表が詳しいので参考にされたい。Jurkevich (ジュルケヴィチ) 法はひと頃は多少使われていたようである。開発した Jurkevich 氏は、チェコスロバキアに生まれアメリカで仕事をした方で食変光星の研究の後に惑星科学に移っている。

Jurkevich 法の周期の求め方は、周期を仮定し位相を求めバラつきを求める。周期を少しずつ増加させ同様に位相、バラつきを求め、バラつきが最小の時を周期とする方法である。Jurkevich 法の特徴はバラつきの求め方で、位相 0 から 1 まで間を 3 つに分け、それぞれの区

分の中で回帰直線を求め直線のまわりの分散を求める。全データの分散に対する仮定した周期の場合の分散の比を求める。この値の最小値の時が周期となる。

周期解析は繰り返し計算が多い。最初にプログラムした 1989 年頃は NEC の PC-8001 の BASIC で計算したため、約 9 時間かった。脈動変光星には有効と思われたが、計算すべき観測データを持たず、また食変光星には O-C により周期改良の方がよいため使うことはなかった。

4 KWS (Kamogata/Kiso/Kyoto Wide-field Survey)

前原氏の有名な観測システムである。明るい突発天体や変光星の観測を目的として冷却 CCD に 105mm カメラレンズを取り付けた広視野自動観測システムである。V 等級で 5 - 11 等級の天体について 5 % 以下の測光精度である。web 上で観測データを検索することができる。多くのデータは一夜に 3 回観測されているが、その時間は 30 分以内に収まっているため短周期食変光星の極小観測には向かないが、観測数が多いため食変光星の光度曲線を得ることができる。2010 年 12 月から稼働し既に膨大なデータが蓄積されている。

図 1 のように、KWS の Web 上の Object name に変光星名を入れるとグラフと次の示したのは 2 行のみであるが実際にはデータが全て表示され 1000 行を超すことも多い。

```
ANDR = 002402+3834.6
Object Obs date (UT) Mag. Error Band OID
002402+3834.6 2010-12-18 10:16:43 9.203 0.049 V 2029643
002402+3834.6 2010-12-18 10:17:32 9.255 0.051 V 2030254
```

データの並びは左より天体の位置、年月日、世界時、等級、誤差、フィルター、画像番号順

KWS (Kamogata/Kiso/Kyoto Wide-field Survey)

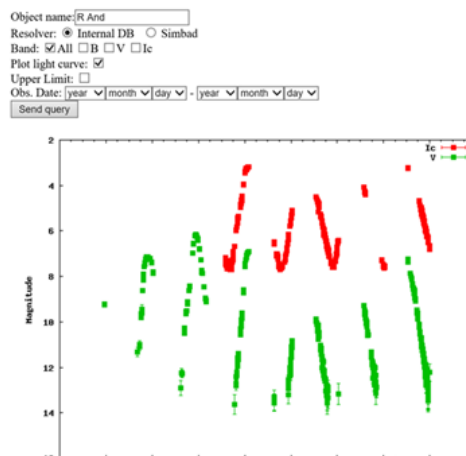


図 1 KWS による R And の観測

である。天体の位置と時刻情報があるため、歳差と日心時が計算できる。

5 周期解析手順

- Web 上のデータをマウスでドラッグしコピーしテキストファイル形式で保存。
- 日心時刻、等級データに変換
- Jurkevich 法による周期計算

Jurkevich 法を組んだプログラムでは、観測データを読み込んだのち図 1 と同じ図を表示し、このグラフを閉じるとデータ量や周期の精度にもよるが約 10 秒程度の時間で周期が求まり、次の 3 つのグラフ表示し終了する。

1. 時刻-等級グラフ
2. 仮定した周期-指数のグラフ
3. 位相と等級のグラフ

6 周期解析例

脈動変光星の例として R Tri を示す。変光星名が R から付けられただけあってきれいな変光を示す。

表 1 脈動変光星

変光星	R Tri
赤経	02:37:02
赤緯	+34:15:51
変光範囲	5.4-12.6
周期	266.6 日
スペクトル型	M

食変光星の例として X Tri を示す。周期 0.971532 に対し求められた周期は 0.947 日であり、極小データが少ないため収束が悪かった。

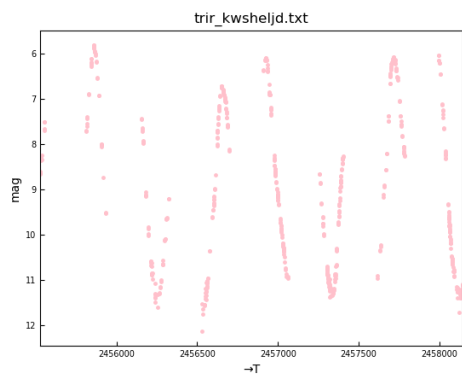


図 2 R Tri の JD -等級図

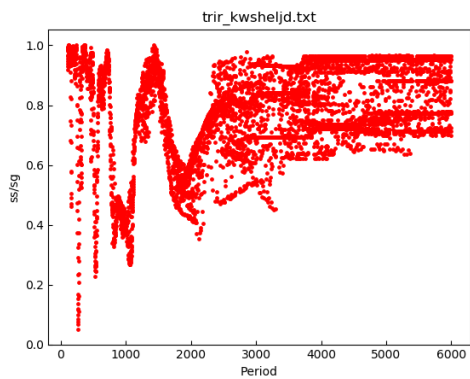


図 3 周期計算

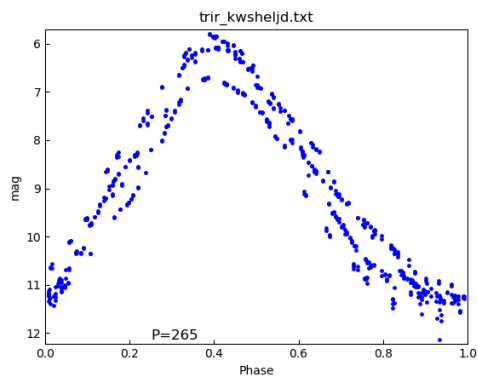


図 4 R Tri の光度曲線

表 2 食変光星

変光星	X Tri
赤経	02:00:34
赤緯	+27:53:19
変光範囲	8.55-11.27
型	ES/SD
周期	0.971532 日
スペクトル型	A5V+G0V

はかなり難しい。

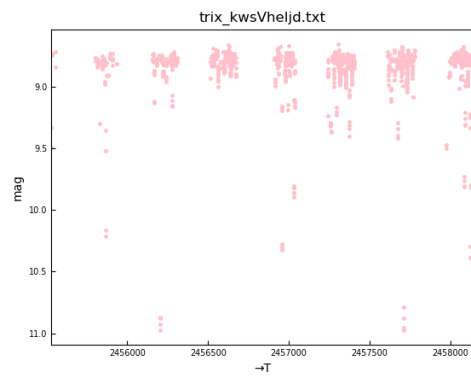


図 5 X Tri の JD -等級図

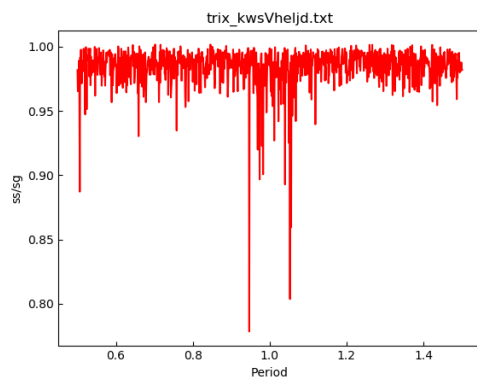


図 6 周期計算

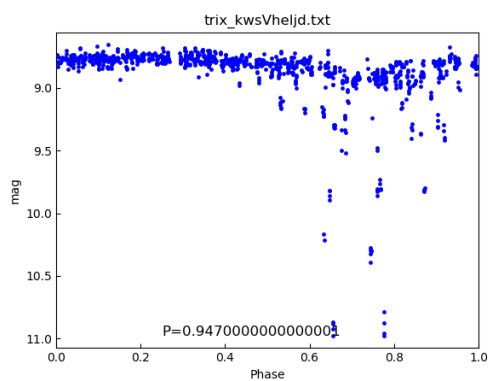


図 7 X Tri の光度曲線

AC Her は RV Tau 型の変光星で周期 75.29 日に対し 75.4 日と求められた。KWS だからこそ求められた光度曲線である。個人の観測で

表 3 変光星

変光星	AC Her
赤経	18:30:16
赤緯	+21:52:01
変光範囲	6.85-9.0V
周期	75.29 日
型	RVA
スペクトル型	F2plb-K4e(C0,0)

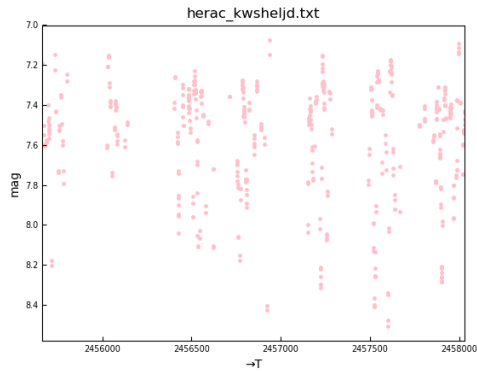


図8 AC Her の JD -等級図

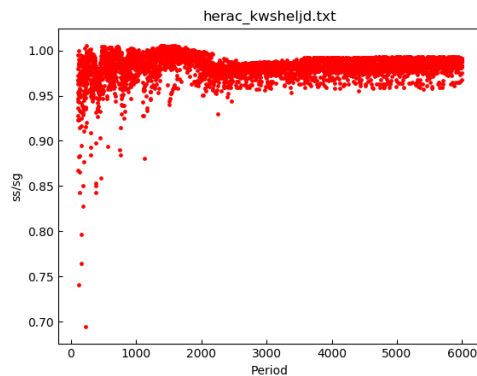


図9 周期計算

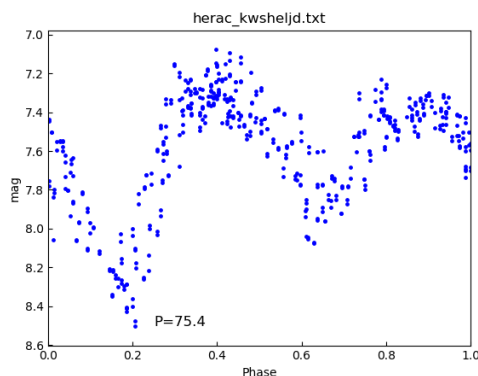


図10 AC Her の光度曲線

7 終わりに

Python の最も初歩的な使い方しかできませんが、既に活用している方も多いと思います。国立天文台ニュース 2017 年 8,11 月号を見ると「Python+Jupyter notebook による光赤外天文データ解析入門」報告が 2 回にわたって記事になっています。ノートブックと呼ばれる形式でプログラムを記述し、その実行結果やコメントを記録しながらデータ処理できるそうです。天文関係の便利なライブラリーも多数用意されているそうです。

この文章は Tex で作成しました。図の指定が簡単で適切な位置に挿入してくれるのですが、いろいろ工夫したのですが図が多かったせいか不要なスペースが出てしまいました。

参考文献

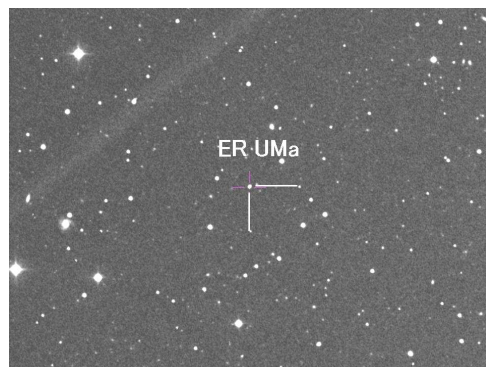
- [1] 植村誠,2017, 変光星の周期解析レビュー, 連星系・変光星・低温度星研究会 2017
- [2] Stellingwerf, R.F.,Period Determination Using Phase Dispersion Minimization, Astrophysical.J. v224, p953, 1978.
- [3] Jurkevich,I.1971,Astropys.Space Science 13,154.
- [4] DuPuy,D.L. and Hoffman,G.A.,1985, A JURKEVICH PERIOD SERCH PROGRAM, I.A.P.P.P. Communications,No20
- [5] 伊藤芳春,1989,JURKEVICH 法による周期決定,JAPOA 通信 Vol4,No2
- [6] 前原 裕之,2015, KWS(Kamogata/Kiso/Kyoto Wide-field Survey) の 3 色同時測光対応化とそのデータを用いた明るい変光天体の観測, 変光星観測者会議 2015

MY 測光観測 VOL.2

アウトバースト星 ER UMa の観測

倉敷市立琴浦北小学校

水谷 正則



ER UMa

09:47:11.6 +51:54:10.7

○ はじめに

2015 年、岡山理科大学での連星・変光星研究会で、「MY 測光観測」と題して、私の観測のシステムや観測対象について、発表させていただきました。

その時、話題にあげさせていただいた、天文学者になる条件の中

① 宇宙が好きであり、尽きない興味関心を持っていること・・・

についてですが、ここまでの3年間・・・相変わらず、私のモチベーションになっています。

ブラックホール連星、V404Cyg との出会いからはじめた変光星観測ですが、その後、赤澤秀彦氏(岡山理科大学)のご指導をいただきながら、食変光星の光度観測に取り組みました。主に食の底の形状の変化に興味を持ちながら観測しました。現在は、CVnet 等のアウトバースト情報を参考にしながら、激変星・倭新星等の観測を中心に続けています。

○観測システムの概要



30cm システムは以前と同じですが、
冷却 CCD は、Moravian G2-8300 です。

鏡筒・・・GS0 30cmRC (リッチクレチアン)
焦点距離 2400mm F8
赤道儀・・・タカハシ EM-400
自宅駐車場(0km・0 時間)
2400mm の焦点距離と、フォーサーズのチップ
サイズで、約 23' の画角を得ています



Nozomigaoka Observatory

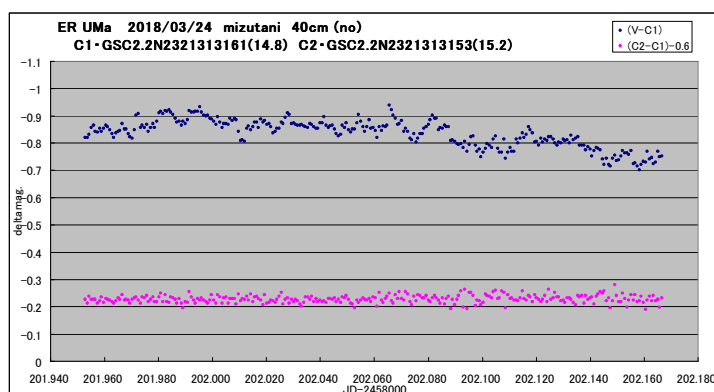
鏡筒・・・GS0 40cmRC (リッチクレチアン)
焦点距離 3200mm F8
赤道儀・・・ユーハン工業製 U-5000
岡山県 備前市吉永町・八塔寺ふるさと村
(75km・2 時間)
3200mm の焦点距離と、フォーサーズのチップ
サイズで、約 20' の画角を得ています

○ER UMa の観測

激変星・倭新星の観測を始めてから、アウトバースト星の情報を参考にする事が多くなりました。アウトバースト(増光)の情報は、vsolj や vsoknet のメーリングリストで知らせてもらっています。

また海外のサイトでは、CVnet : <https://sites.google.com/site/aavsocvsection/> から最新の情報を得ています。ここには、**New outbursts and unusual activity reported** や、**Current superoutbursts** の情報がアップされています。

3月中旬、このサイトに ER UMa のアウトバースト情報がアップされました。時期的にも UMa が観測に適したポジションであったので、アウトバースト後の測光観測を行いました。

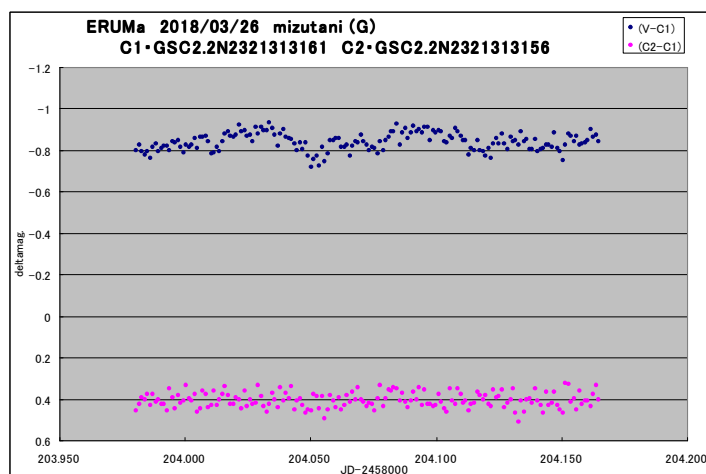


3/24 観測

- 3/24 のライトカーブです。
増光のピークを過ぎて、やや減光に転じている様子が見られます。
- 細かい光度変化が連続している様子が見られます。

実は、この観測をした時にチェック星として指定した C1・C2 のライトカーブに増光傾向が見られました。変光星の観測中、新しい変光星に偶然出会うという可能性については、赤澤氏からも以前お聞きしていましたので、「おやっ」ということで、追跡観測を始めました。

数日の追跡観測の結果、この増光は大気のコンドィションの変化による一時的なものと判明しました。残念ではありましたが、結果、ER UMa の連続観測につながりました。

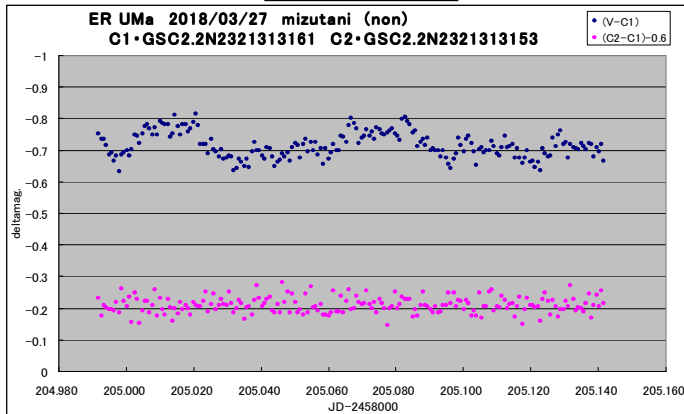


3/26 観測

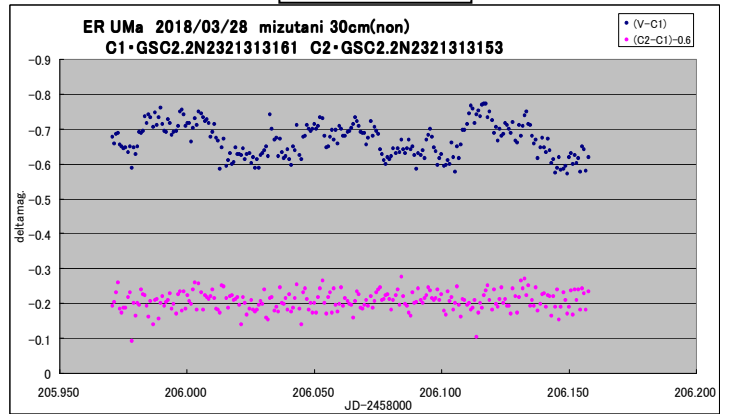
- 3/26 のライトカーブです。
ライトカーブではフラットです。アウトバーストの光度変化が落ち着いているようです。この後、次第に減光傾向に転じます。
- この時は、新しい変光星かも知れない星の確認観測のため、(G)フィルターを使用しました。したがって deltamag に差が出ています。

3/24 に続いて、細かい光度変化は続いているようです。ハンプのイメージのように見えます。全体としての光度変化は増光時、落ち着いているようです。

3/27 観測

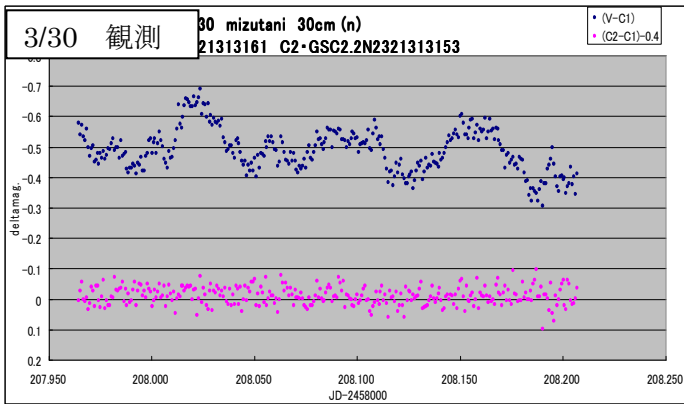


3/28 観測

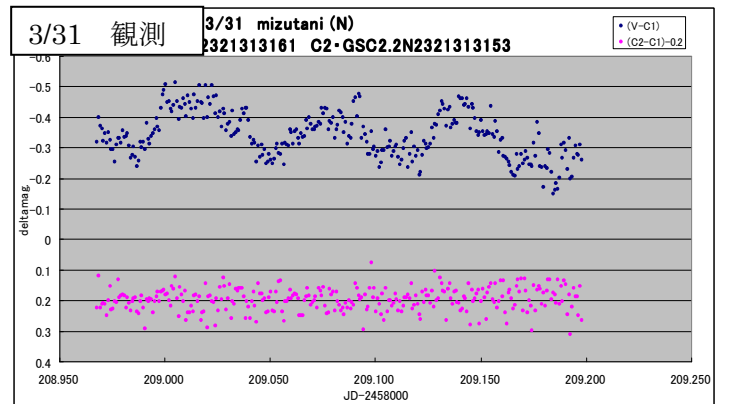


次第に減光が始まりました。少しずつ光度変化の幅が大きくなっている様子が見られてきました。

3/30 観測

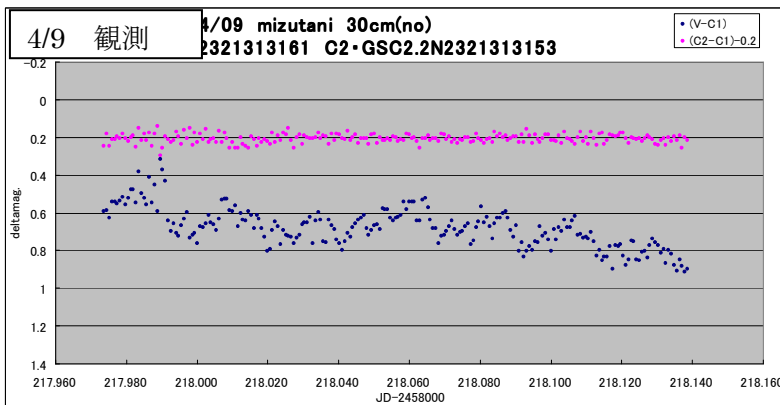


3/31 観測



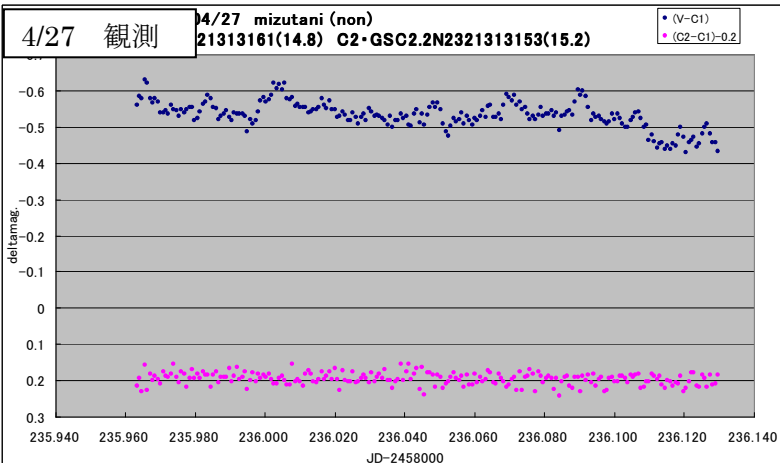
減光のスピードが速くなっています。同時に、光度変化の幅が大きくなってきています。

4/9 観測

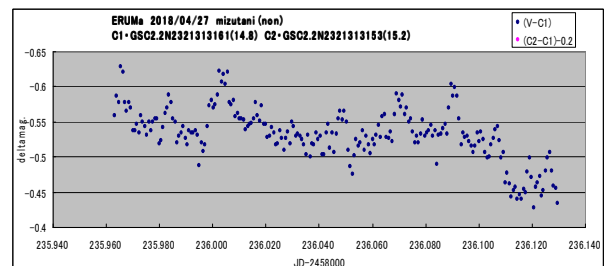


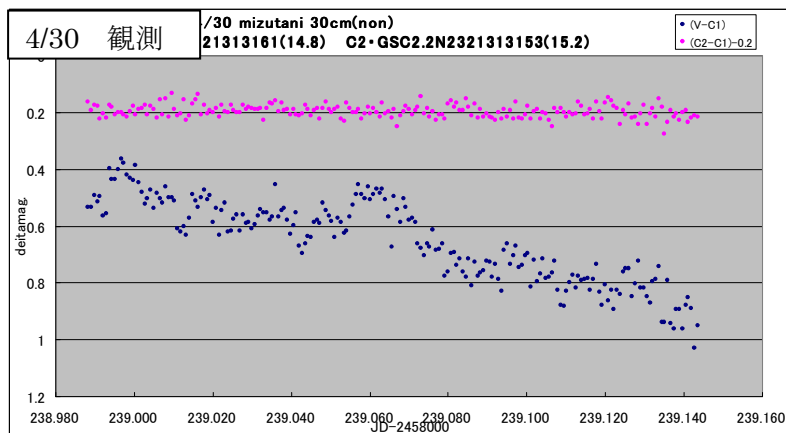
- ほぼ減光の底に近いと思われますが、観測時のライトカーブでも減光が続いている様子が見られます。
- ハンプも続いているようです。

4/27 観測

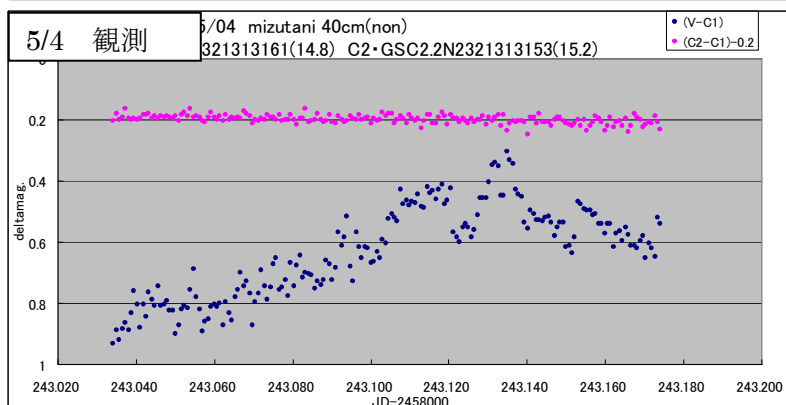


- 天候不順で欠測の間に大きく増光していました。
- 最初のアウトバーストに近い光度です。

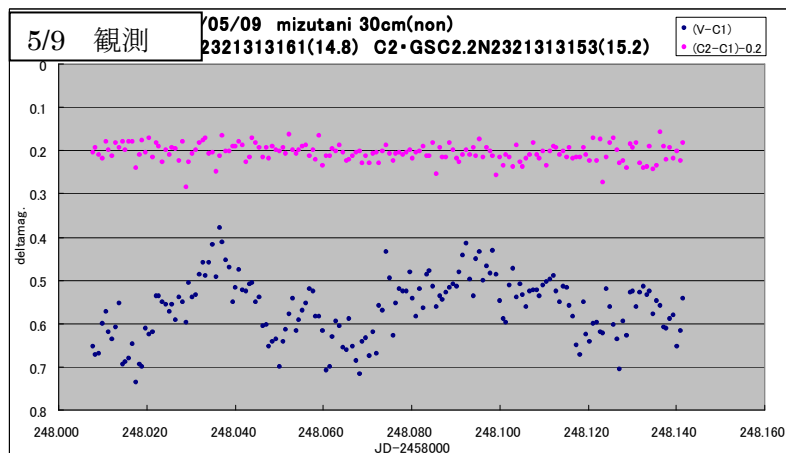




- 増光後、すぐに減光に転じたようです。
- ハンプ(スーパーハンプ?)を伴いながら減光しています。ハンプの形状が次第に崩れているようです。

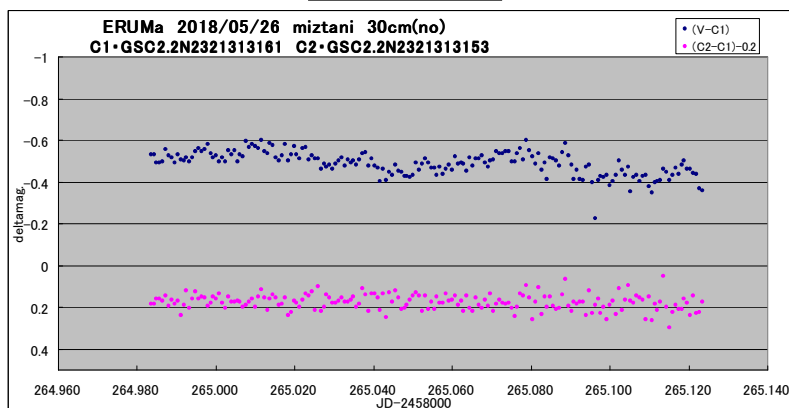


- 増光に転じた直後のライトカーブです。
- ハンプの形状が現れ始めているように思われます。
- この時期から、急激に増光してきました。



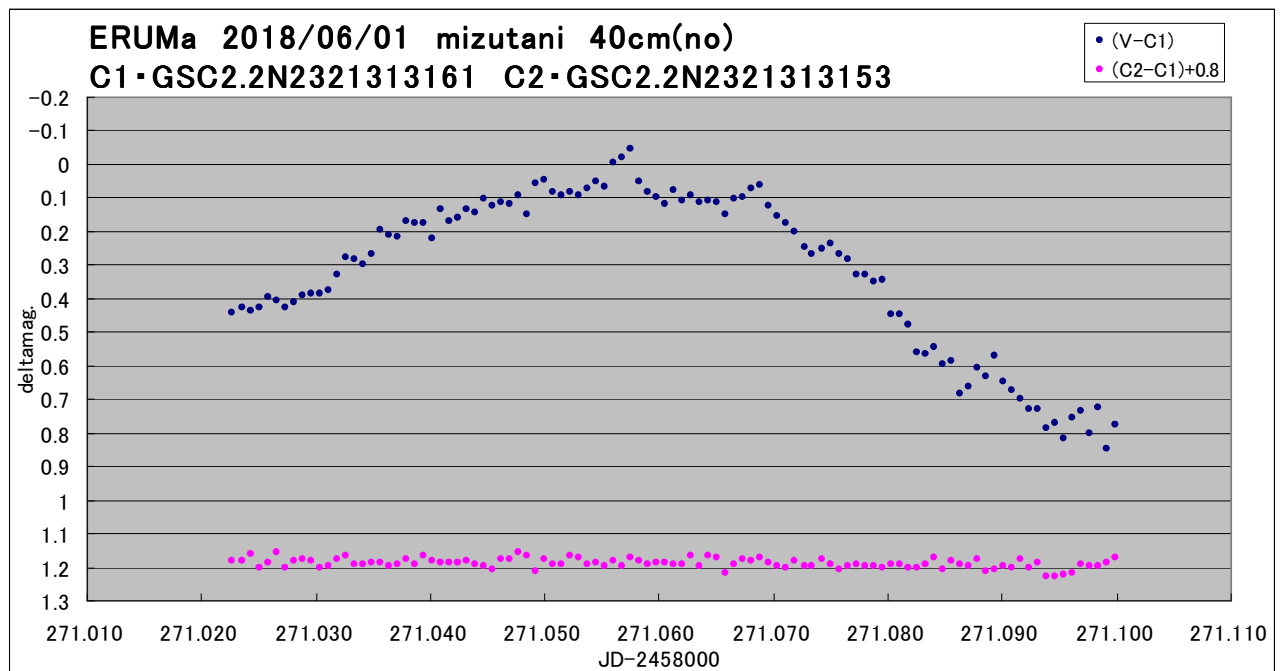
- 増光を始めて間が無い時期のライトカーブです。
- ハンプの形状が現れているようです。
- この後、大きく増光していきます。

5/26 観測



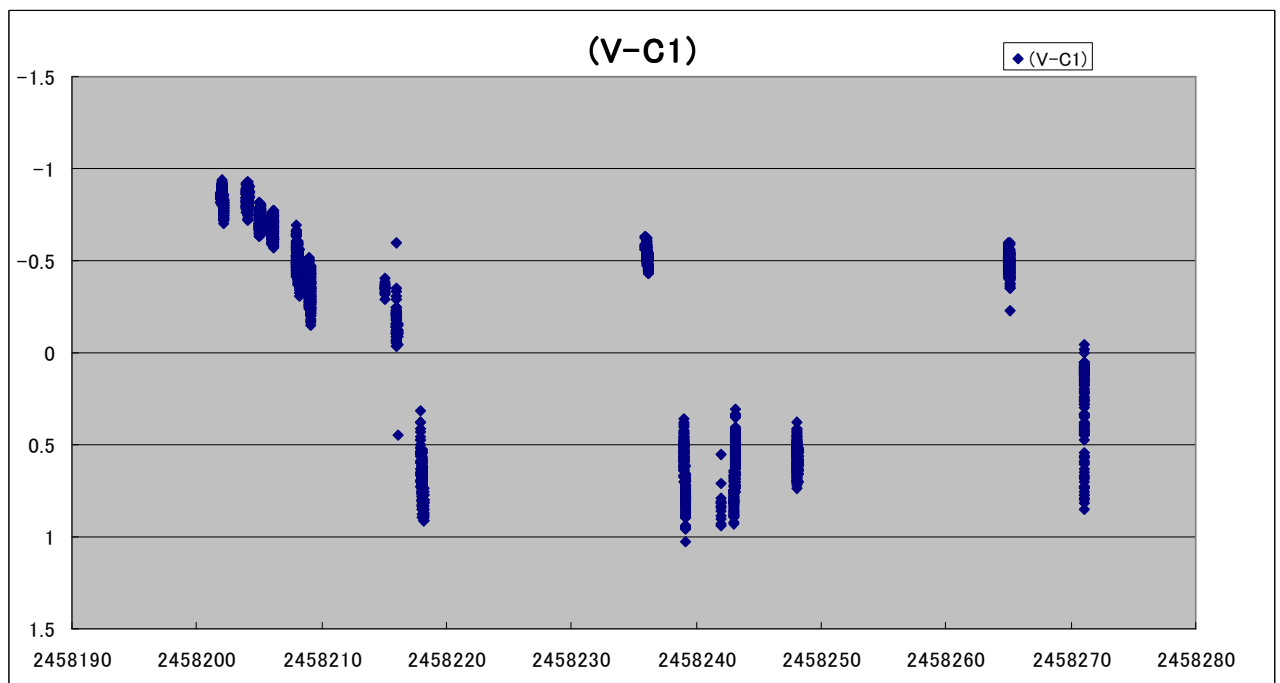
- 大きく増光したときのライトカーブです。
- 増光に伴って、ハンプの形状は崩れてくるようようです。
- すでに減光の傾向が見られています。

6/1 観測



- 6/1 のライトカーブです。大きく減光しています。この観測時、大きな減光がありました。前回の減光の底と同程度の減光でした。

○ 3月から6月までの ER UMa 観測。



途中、天候不順等の欠測がありますが、全体としての増減光の様子がイメージできました。アウトバースト情報があがってから、何度かの増減光を繰り返している様子が捉えられました。

現在、西空低く、観測に適さなくなっていますので、このシーズンの観測はここまでと思います。また、来シーズン観測に適する時期になったら、続けて追観測をしていきたいと思っています。

○ ER UMa について

この星については、通常のハンプ・スーパーハンプだけでなく、「ネガティブスーパーハンプ」が観測で確認された最初の星だそうです。

くこのネガティブスーパーハンプは、円盤が連星の公転面からわずかに傾いて形成されることによって円盤が軌道方向とは逆向きにゆっくりと回転をすることによって引き起こされる変動で、軌道周期より数%短い周期を持つことがわかっています。

幾何的にはちょうど通常のスーパーハンプとは反対の現象というわけです。

スーパーハンプをポジティブスーパーハンプと呼ぶことがあると述べたのは・・・

ポジティブ・ネガティブという名前は公転周期に対する周期の増加割合が正のものか負のものか、という点に由来します。

これは、円盤の進行方向が「前向き」か「後ろ向きか」にも一致しています。

このネガティブスーパーハンプは現象としては 80 年代おわりごろから報告されてきましたが、多くは連続した光度曲線として検出できたものではなく周期解析をしてようやくシグナルの形で捉えられる、という程度のもので、

本格的な大きな振幅を持つ変動が受かるのは 2011 年におおぐま座 ER での変動の発見をまたねばなりませんでした。 >

参照: Subject: vsolj-news 303: The Mechanism of Superoutbursts in SU UMa is Revealed

著者: 大島誠人

独自の特性を持つ ER UMa です。このシーズンの観測データをまとめていますが、途中の欠測等があり、まだまだデータ量としても不十分です。さらに、まだ、周期解析等、何もできていません。来シーズンへの課題も山積みのままです。

もう少しデータを積み重ねていく中で、解析等を通して、見えてくるものがあれば何よりです。

○ 現在

観測の結果を基本的に、FB で公開しています。FB 等の SNS の進化は目を見張るものがあります。同じような観測をされている方々と、情報交換が容易に行うことができます。それは、国内に限らないで、外国の観測者とも連絡を取り合いながら観測を進めることができます。

現在、スロベキアのコロニア天文台の観測者や、アメリカの観測者、等との共同観測も必要に応じて行っています。

また先日、小島さんがヘリウム重星のアウトバーストとして発見した、SDSSJ141118.31+481257.6 について、国内・国外の観測者の方と情報交換しながら追跡観測しています。今(6/21 現在)、2 回増光が観測されています。3 回目があるでしょうか・・・。

