

変光星観測者会議 2016 収録



2016年6月18－19日
東海大学 湘南キャンパス

2016 年変光星観測者会議プログラム

会場 東海大学 湘南キャンパス 1 号館 3 階 C-406 教室

6 月 18 日 13:00 自己紹介近況報告

13:30 講演「光度曲線合成法によるロッシュモデル解析」永井和男

14:30 休憩

14:45 食変光星かみのけ座 I0 星（周期 53 日）の観測報告について
伊藤芳春

15:05 TUD 変光星班の活動 杉本凌佑

15:25 5 色測光による SS Cyg 色指数の変化 鈴木仁

15:45 休憩

16:00 日中文献から探る超新星の明るさ予想と変光星観測の現状
斎藤秀樹

16:20 変光星観測でできること 清田誠一郎

16:40 予備

17:00 1 日目終了

18:30 懇親会（本厚木：阿具楽）

6 月 19 日 9:30 変光星この一年 前原

10:00 デジカメ測光の実演 永井和男

11:00 休憩

11:10 座談会

12:00 終了

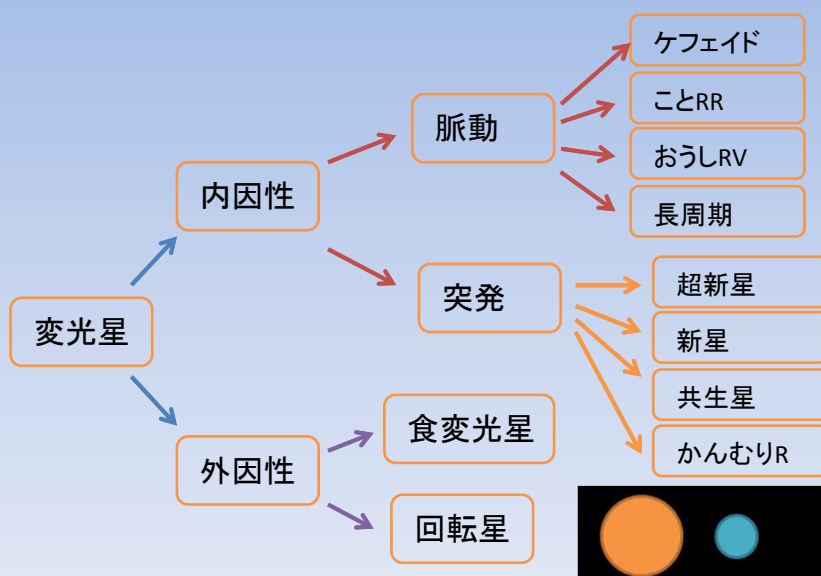
懇親会 阿具楽 <http://r.gnavi.co.jp/46k6wp8h0000/>

¥4000 円 （学生 ¥2000 円）

光度曲線合成法によるロッシュモデル解析

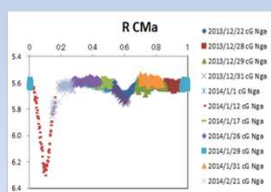
VSOLJ 永井和男
2016/6/18-19
変光星観測者会議
@東海大学 湘南キャンパス

変光星の分類

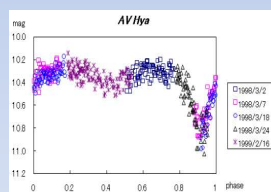


食変光星の種類

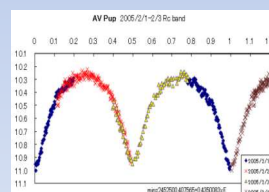
- 食変光星の分類には2通りあります
 - 光度曲線の形状による分類
 - 連星の形状による分類(コパールの分類)



アルゴル型
EA



こと座ベータ型
EB



おおぐま座W型
EW

コパールの分類

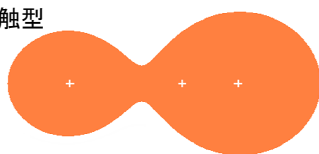
分離型



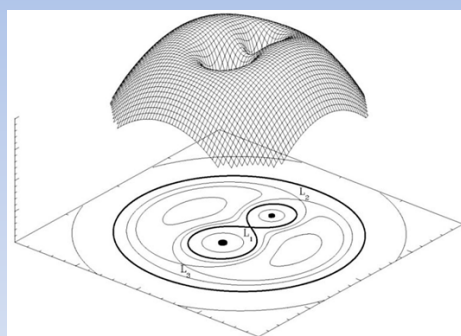
半分離型



接触型



ロッシュモデル(ロッシュポテンシャル)



ロッシュモデル

ロッシュポテンシャル

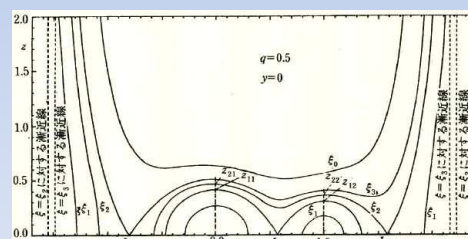
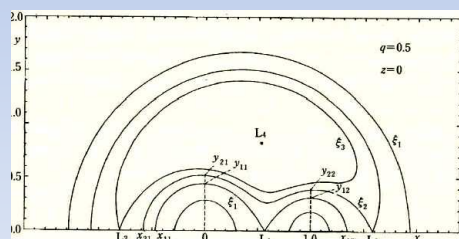
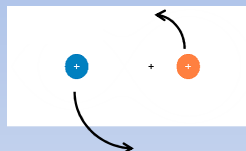
$$\Omega = 1/r_1 + q(1/r_2 - x) + (1+q)(x^2+y^2)/2$$

x, y : star1を原点とする座標

r_1, r_2 : star1 star2 からの距離

q : 質量比 m_2/m_1

plane of binary orbit



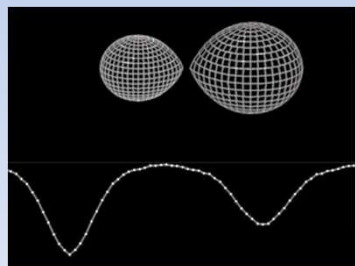
Key Word

臨海ロッシュローブ (内部ロッシュローブ)、外部ロッシュローブ

ラグランジュ点 (L1ポイント 内部ラグランジュ点、L2, L3, L4, L5)

近接連星の形状

- 様々な連星の形状を見てください
— Star Light Pro
- 同時に光度曲線の形状にも注目しましょう

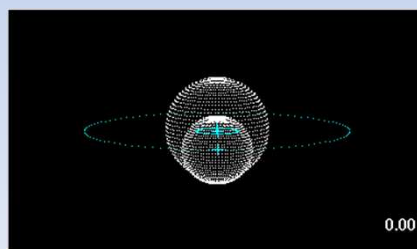
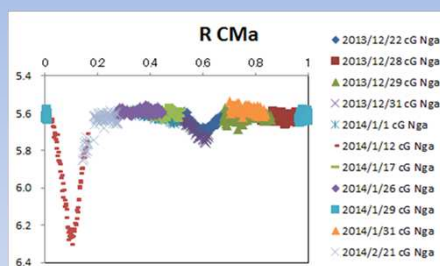
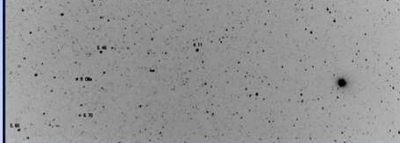


i Boo near contact
VZ Psc 楕円効果
RT Sct VZPscに似ているがEB型
W Crv 温度差のある接触系
XZ CMi EA型

食連星の解析事例

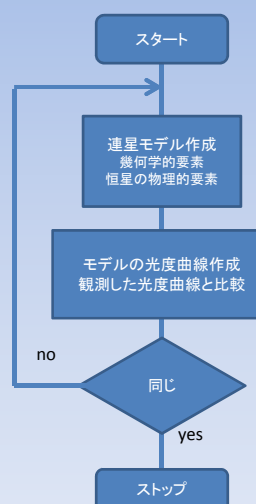
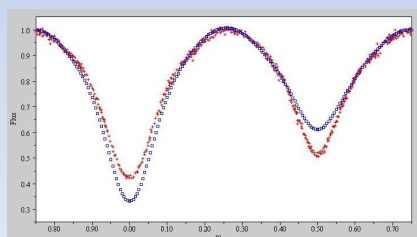
R Canis Majorisの測光観測

- 周期1.14日のアルゴル型食連星
- 変光範囲 5.7-6.3(V, GCVS)
- シリウスの東8度、導入が簡単
 - シリウスを右端に導入すればR CMaも写る



なんでこんな事がわかるの？

- 光度曲線合成法
 - 山崎法
 - Wilson Devinney 法
- O-Cが最小となるモデル
 - $\Sigma(O-C)^2$



解析に使うパラメータ

- 質量比 (mass ratio)
- 星表面のロッシュポテンシャル (Ω_1, Ω_2)

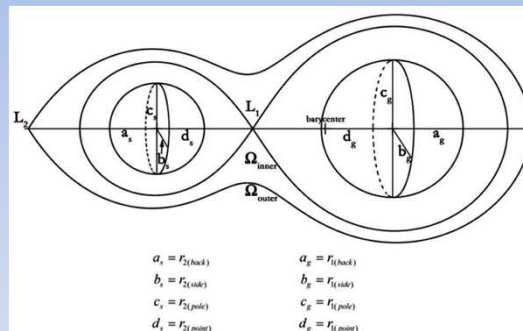
- 観測した波長 (wavelength)
- 星の光度 (luminosity1, 2)

- 重力減光指数 (gravity coefficient1, 2)
- 周辺減光係数 (limb darkening1, 2)
- 反射率 (reflection1, 2)

- 軌道離心率 (Eccentricity)
- 軌道傾斜角 (inclination)

ShapeはMass Ratioと Ω だけで決まる

- Mass Ratio (q) = M_2/M_1
- Detached, Semi Detach
 - r_1/r_2 back radii
- Contact
 - Fillout Factor

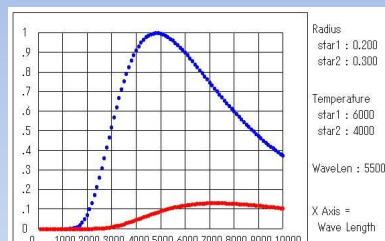


$$f \equiv \frac{\Omega_{inner} - \Omega}{\Omega_{inner} - \Omega_{outer}} \quad \text{for } \Omega_{inner} \geq \Omega \quad (\text{overcontact})$$

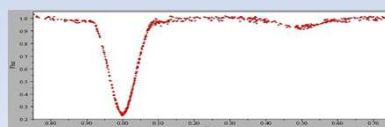
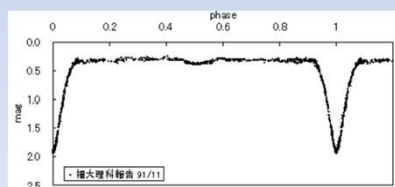
諸量(観測に関するもの?)

- Wavelength 光度曲線の波長

Johnson	
U	= 3600 Å
B	= 4400 Å
V	= 5500 Å
R	= 7000 Å
I	= 8800 Å
$R_{\text{Kron-Cousins}}$	= 6400 Å
$I_{\text{Kron-Cousins}}$	= 7900 Å



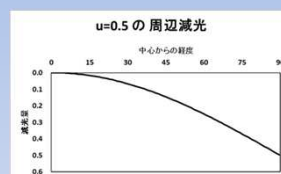
- Luminosity (←温度・波長・半径) 合計を1となる相対光度に規格化して扱う



諸量(恒星に関するもの)

- Limb Darkening 周辺減光係数 u_1, u_2 (early=0.5, late=0.5)

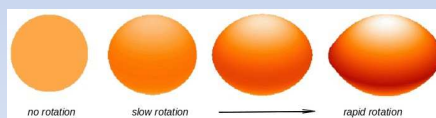
$$I(\theta) = I(0^\circ)(1 - x - x \cos \theta)$$



- Gravity Darkening 重力減光指数 g_1, g_2 (early=1.0, late=0.32)

$$T_{\text{local}} = T_{\text{eff}} \left(\frac{g}{g_n} \right)^{0.25}$$

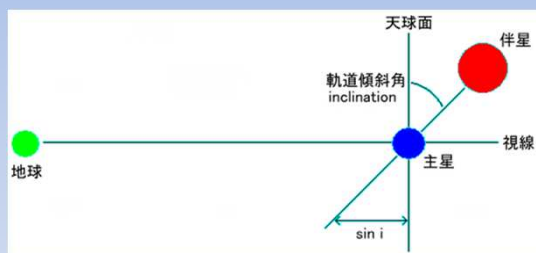
g_n 極の重力, α 係数



- Bolometric Albedo 反射係数 A_1, A_2 (early=1.0, late=0.5)

諸量(軌道に関するもの)

- Inclination 天球面と公転面が重なると0度



- Eccentricity 離心率



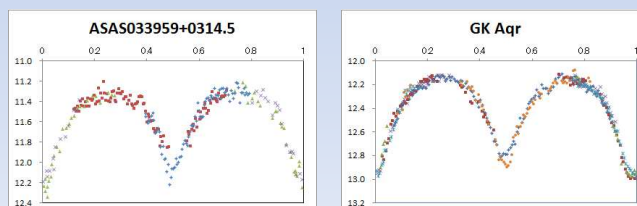
光度曲線の規格化

- 等級を光度に変換、全光度を1としたFluxを求める



– $m_2 - m_1 = 2.5 \log (L_1 / L_2)$ ここで $L_1 + L_2 = 1$ として求める

- の前に → Scatter の除去

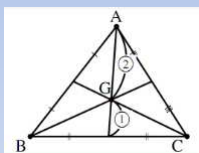


Scatter の除去

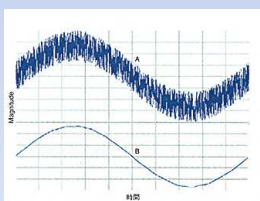
- フーリエ級数

$$f(x) = \frac{1}{2}a_0 + \sum_{k=1}^{\infty} a_k \cos(kx) + \sum_{k=1}^{\infty} b_k \sin(kx)$$

- 光度重心



- 移動平均

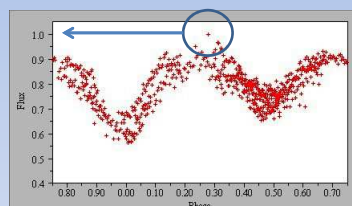
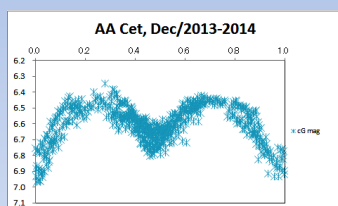


- 同時に周期・元期も正しくする

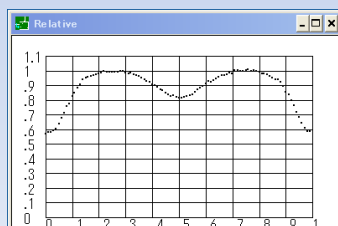
光度曲線の規格化

- $L1+L2=1$ の相対光度を求める

- 自動



- 手動



config

Standard grade of relative brightness
 up down display
☐ 1/100 ☒ 1/1000 mag

magnitude curve relative curve

max max
min min
step step

display display

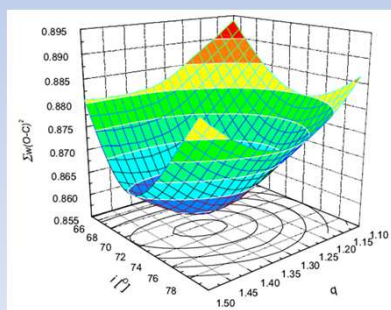
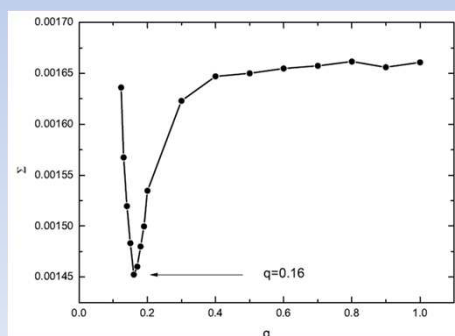
さて、解析を始めます

• とりあえずパラメータを決める

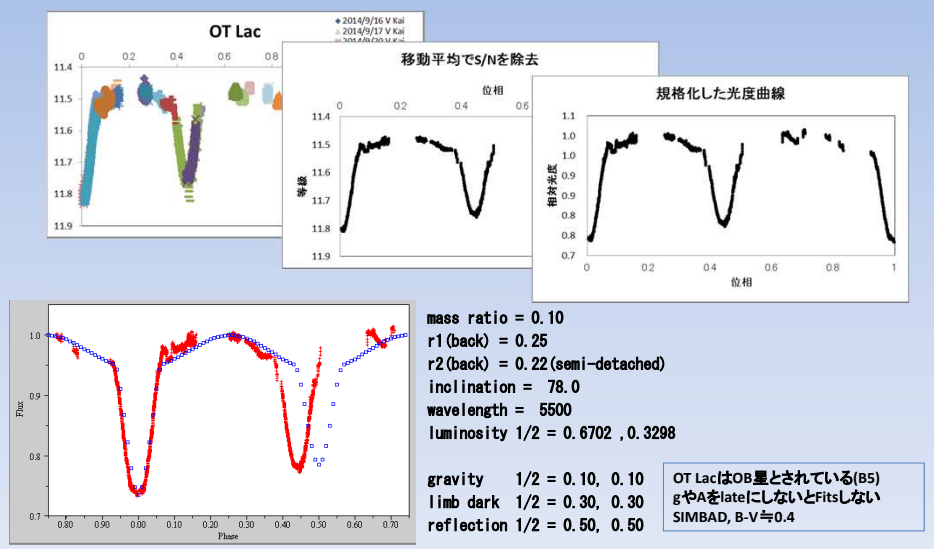
記号	意味	暫定値を決める
q	質量比	重要なので過去の分光観測を調べる The 9th Catalogue of Spectroscopic Binary Orbits
Ω_1 / Ω_2	星形状	SD か C のどちらかに決めてスタートする 光度曲線の形状から推定
L_1 / L_2	明るさ	B-Vの観測があれば、そこから求める T1を固定し、T2を可変させる
Inc.	軌道傾斜角	主・副極小の深さを一致させる
u, x, A	周辺減光など	スペクトル型から固定値をいれる

O-Cの評価

- 見た目で一致してきたら
 - O-Cが最小となるモデル
 - $\sum(O-C)^2$
 - パラメータを振ってみる



OT Lacの解析



ソフトウェア

- 永井homepageより
 - roche100, SMLC, TMP2LUM, Fourier, grv, obs2rel
 - <http://eclipsingbinary.web.fc2.com/dload-1.html>
- Star Light Pro
 - <http://www.midnightkite.com/index.aspx?URL=Binary>
- Binary Maker 3
 - <http://www.binarymaker.com/>
- 他の解析ソフト
 - Phoebe <http://phoebe-project.org/1.0/>
 - WDwint <http://members.shaw.ca/bob.nelson/software1.htm>
 - WDcode <ftp://ftp.astro.ufl.edu/pub/wilson/>
 - autoWD,sd1,sd2,dd <http://eclipsingbinary.web.fc2.com/dload-1.html>

食変光星かみのけ座 IO 星（周期 53 日）の観測報告について

聖和学園高等学校

伊藤芳春

概要

かみのけ座 IO 星は、周期が 53 日と長く食の継続時間が 6 時間であるため観測の機会が極端に少なく、発見後ほとんど観測されていない。2016 年 4 月 19 日に食になるため観測を呼び掛けたところ、7 人が観測に成功し貴重なデータを得ることができた。

かみのけ座 IO 星の発見

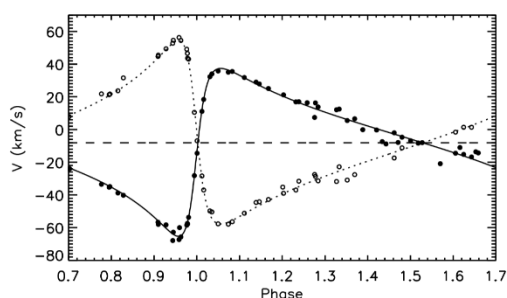
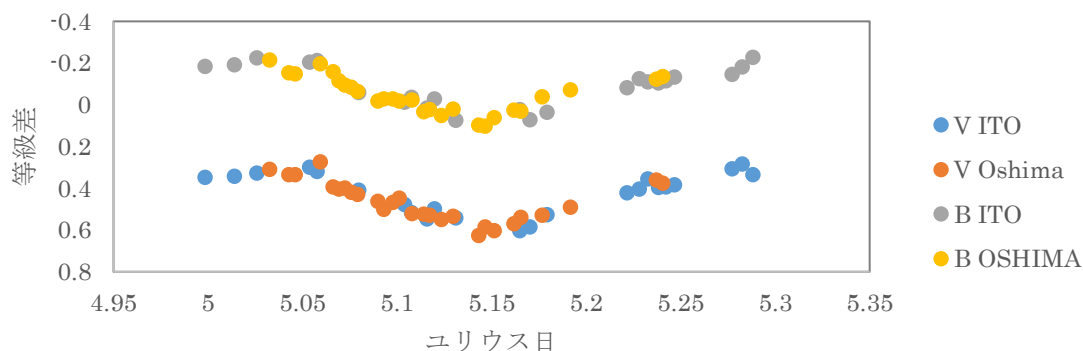


Fig. 3. The result of analysis of radial velocities from Griffin (1988).

1988 年ケンブリッジ天文台のグリフィン は かみのけ座の分光連星 HD116093 の視線速度曲線(左図)を得、1989 年 3 月 19 日 23.6 時 (JST) に食が起こること指摘し、日本の観測者に呼びかけた。大島と伊藤が協同観測を行い、ほぼ予想時刻に食を検出した。(下図)

HD116093 は食変光星として IO Com と命名された。視線速度曲線からわかるように軌道は楕円軌道であり、副極小があるかどうか注目されていた。

IO Com



IO Com のデータ

赤経 : 13:21:04 赤緯 : +22:28:26(2000.0)

等級 : 9.15-9.48V

周期 : 53.2 日

型 : EA

2016 年の食

トルコのグループは、副極小を精力的に探していたが残念ながら検出できなかった。観測を通して周期改良を行っていたので予報式には彼らの値を使用した。

$$\text{HJD (MinI)} = 2454519.5847 + 53.18803 \times E$$

この式より、2016 年の間に起こる食の時刻 (JST) と併せて高度も計算した。これを見ると日本からは 4 月 19 日の食 1 回のみ観測が可能であり、しかも真夜中に子午線付近で起こるため観測条件に恵まれている。2016 年 4 月 2 日に VSOL のメーリングリストに協同観測を呼びかけた。

年月日	時刻	高度
2016 年 1 月 4 日	14:43	-13.1
2016 年 2 月 26 日	19:13	-1.0
2016 年 4 月 19 日	23:44	72.1
2016 年 6 月 12 日	4:15	-13.3
2016 年 8 月 4 日	8:46	-0.7
2016 年 9 月 26 日	13:17	71.9
2016 年 11 月 18 日	17:47	-13.5

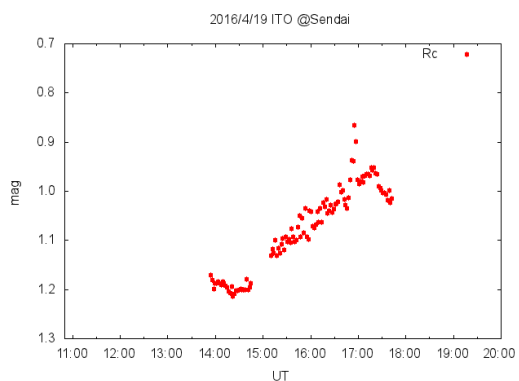


観測結果

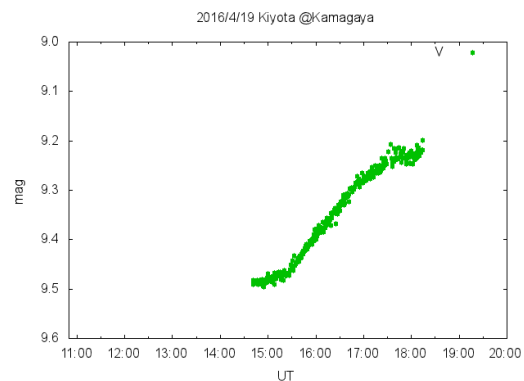
当日の衛星画像を右上に示す。東日本は夕方まで雨が降り、西日本は好天が続いていた。観測者のデータを東から順に下表に示す。

観測者	場所	口径	カメラとフィルター	状況
伊藤芳春	仙台市	35cm	SBIG STF-8300M , B,V,Rc,Ic	極小直前から終了まで
清田誠一郎	鎌ヶ谷市	25cm	Apogee Alta F47, V	極小から終了まで
鈴木 仁	杉並区	20cm	ST-2000XM, B,V	極小から終了まで
伊藤 弘	八王子市	10cm	ATIK 414EX, V	極小から終了まで
大倉信雄	岡山市	25cm	STL-1001E, Rc	極小直前から終了まで
赤澤秀彦	倉敷市	20cm	SBIG ST-9XE, Rc	食をカバー
〃	〃	25cm	Moravian G2-1600, V	食をカバー
〃	〃	28cm	Moravian G2-1600 , B,V,Rc,Ic	食をカバー
水谷正則	倉敷市	30cm	SBIG ST8300M, なし	はじめから極小すぎまで

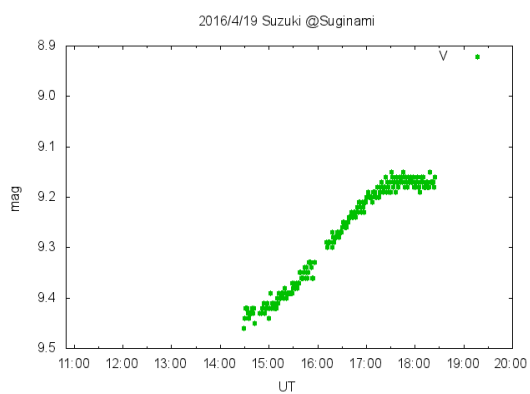
各観測者の得た食の代表的な光度曲線を次に示す。



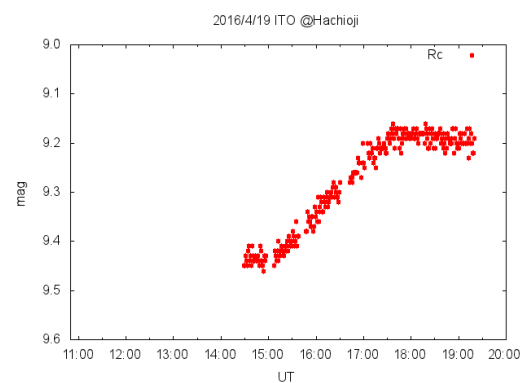
伊藤芳春，仙台市



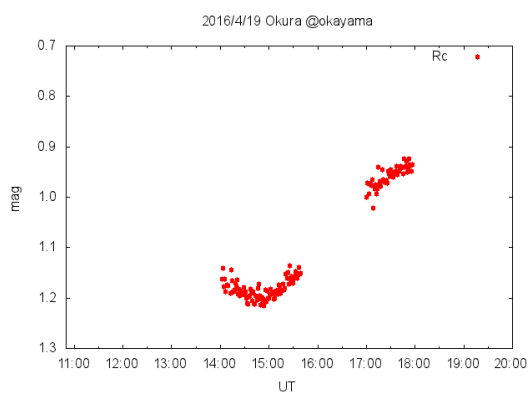
清田誠一郎，鎌ヶ谷市



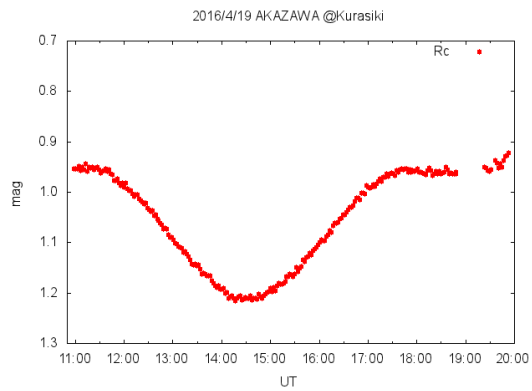
鈴木 仁，杉並区



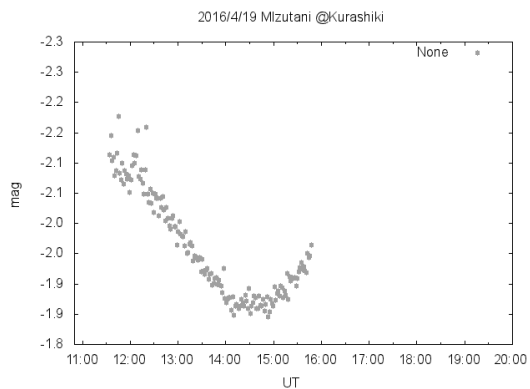
伊藤 弘，八王子市



大倉信雄，岡山市



赤澤秀彦，倉敷市

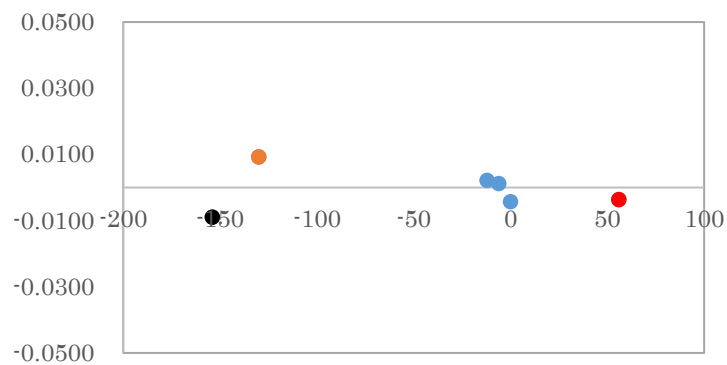


水谷正則，倉敷市

食の極小時刻は，Kwee & Van Woerden 法で下表のように求めた。しかし，減光または増光のみのデータは信頼性が低いため，バラつきの少ない赤澤氏，水谷氏のデータを平均し今回の食の中心時刻とした。

観測者	フィルター	極小時刻
伊藤芳春	B	2457498.10815
〃	Ic	2457498.11447
〃	Rc	2457498.10666
〃	V	2457498.10798
大倉信雄	Rc	2457498.12053
水谷正則	なし	2457498.11095
赤澤秀彦	Rc	2457498.11028
〃	V	2457498.11617
〃	B	2457498.11149
〃	Ic	2457498.10985

フィルター	O	E	C	O-C	
-	2446328.6190	-154	2446328.628080	-0.0091	Griffin(1988)
BV	2447605.1500	-130	2447605.140800	0.0092	Ohshima & Ito(1989)
UBVR	2453881.3304	-12	2453881.328340	0.0021	G Tas & S Evren
UBVR	2454200.4576	-6	2454200.456520	0.0011	G Tas & S Evren
UBVR	2454519.5803	0	2454519.584700	-0.0044	G Tas & S Evren
BVRcIc	2457498.111	56	2457498.114380	-0.0037	今回の観測



これまでの観測データから O—C を求めグラフを作成した。

おわりに 1 年に 1 度しかない観測機会だったが協同観測により精度の高いデータを得ることができた。協同観測に当たり，今回大島修氏は参加できなかったが適切な助言をいただいた。赤澤氏はすばらしい光度曲線を得たが，天候に恵まれただけでなく予定を変更して観測に臨むなど日ごろの準備のよさの結果であった。

観測に協力いただいたみなさんに感謝します。

REFERENCES

- Griffin R. F. 1988, JApA, 9, 205
 Kwee K. K., van Woerden H. 1956, BAN, 12, 327
 Ohshima O., Ito Y. 1989, IBVS, 3332
 Günay T., Serdar E., 2014, Baltic Astronomy, Vol. 23

5色測光による SS Cyg の色指数変化

2015 年 8 月～2016 年 1 月の観測から

東京都 鈴木 仁 (Suz)

1. 概要

2015 年 8 月～2016 年 1 月の期間、SS Cyg の U・B・V・Rc・Ic バンドによる測光観測を行った。増減光の指標として V 等級を取り、それに対する各バンド及び色指数 (U-B, B-V, V-Rc, Rc-Ic) の変化を調べた結果、

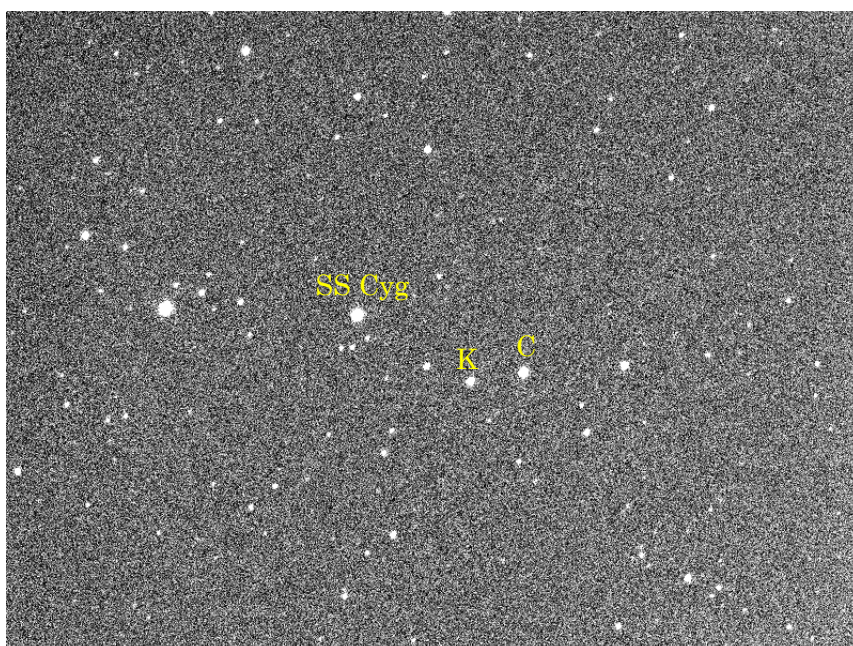
- (1) V に対して各バンドともほぼ比例的に変化するが短波長のバンドほど変化の傾きは大きい。
- (2) 増光過程と減光過程での色指数変化は異なる経過をたどり、短波長の色指数ほど戻り(赤色方向)が遅い。
- (3) 減光から静穏状態に戻る過程で、色指数の減衰振動様の変動が見られ、その振幅は短波長ほど大きい。

という傾向が見られた。

2. 観測方法・機材

(1) 観測方法 冷却 CCD による差測光

(比較星・チェック星) AAVSO Variable Star Plotter による



比較星 C

U: 10.400 (0.082)

B: 10.162 (0.080)

V: 9.794 (0.071)

Rc: 9.601 (0.071)

Ic: 9.423 (0.071)

チェック星 K

U: 11.520 (0.033)

B: 11.451 (0.032)

V: 10.898 (0.027)

Rc: 10.591 (0.027)

Ic: 10.307 (0.034)

(撮影) CCDSoft Ver5 を Windows 自動化ソフト UWSC で自動撮影。
露出時間 U 60～120 秒、その他 20～30 秒
原則として UBVRcIc の順番で撮影し 3 回撮影。増光時は連続撮影。
撮影時刻は PC 内時計を GPS 信号により Satk Ver3.54 で保時する。

(画像処理) ステライメージ 7 でダーク、フラットフレーム減算処理
FitsPhoto 5.04 でアパチャー測光

(データ整約) FitsPhoto 出力ファイルを EXCEL2013 に取り込み基本的に各バンド 3 枚の測定値を平均。3 枚の $\sigma \geq 0.10$ のデータは使わない。
予め求めている変換係数により標準システム等級に換算。

(観測地) 東京都杉並区

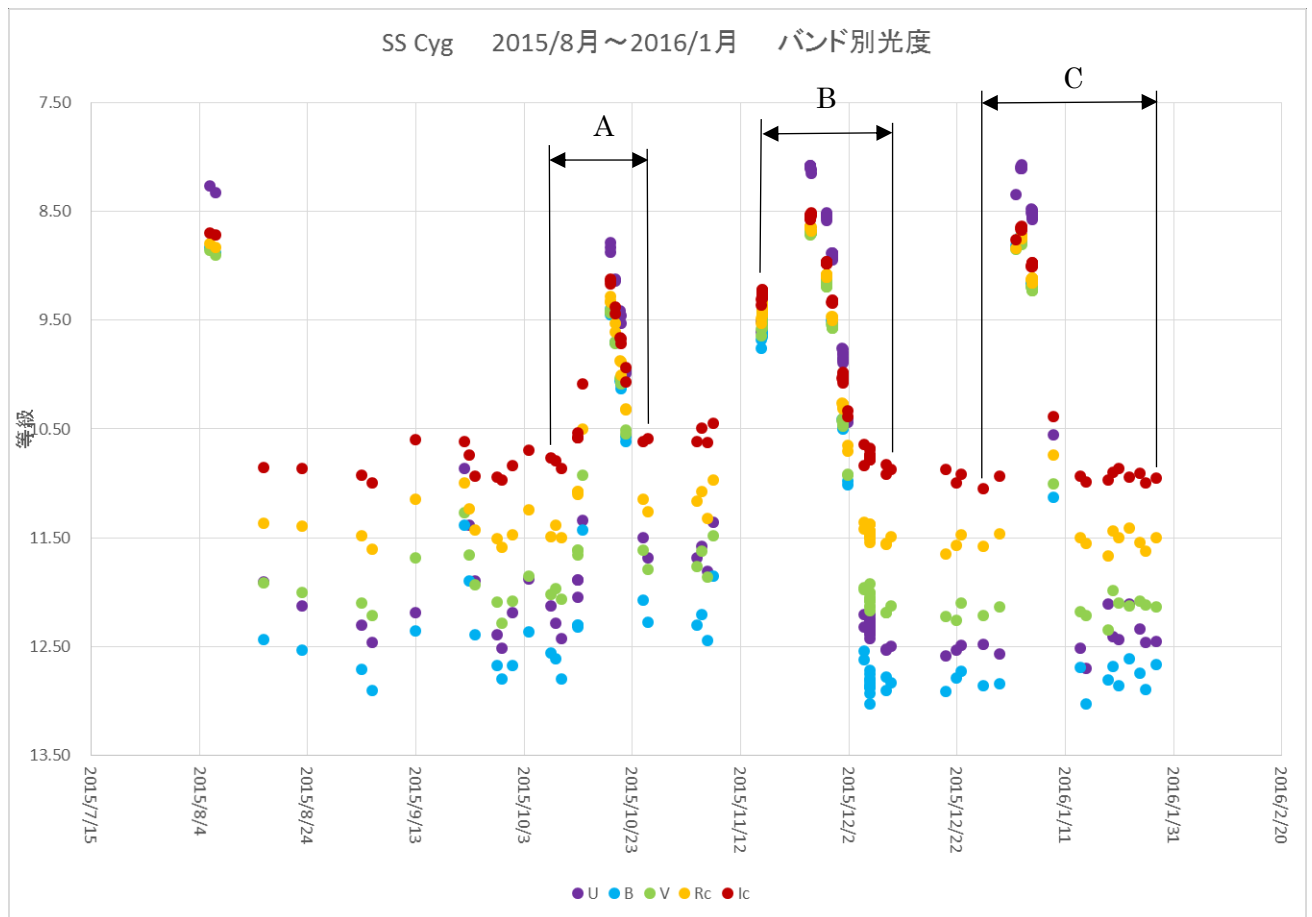
(2) 観測機材



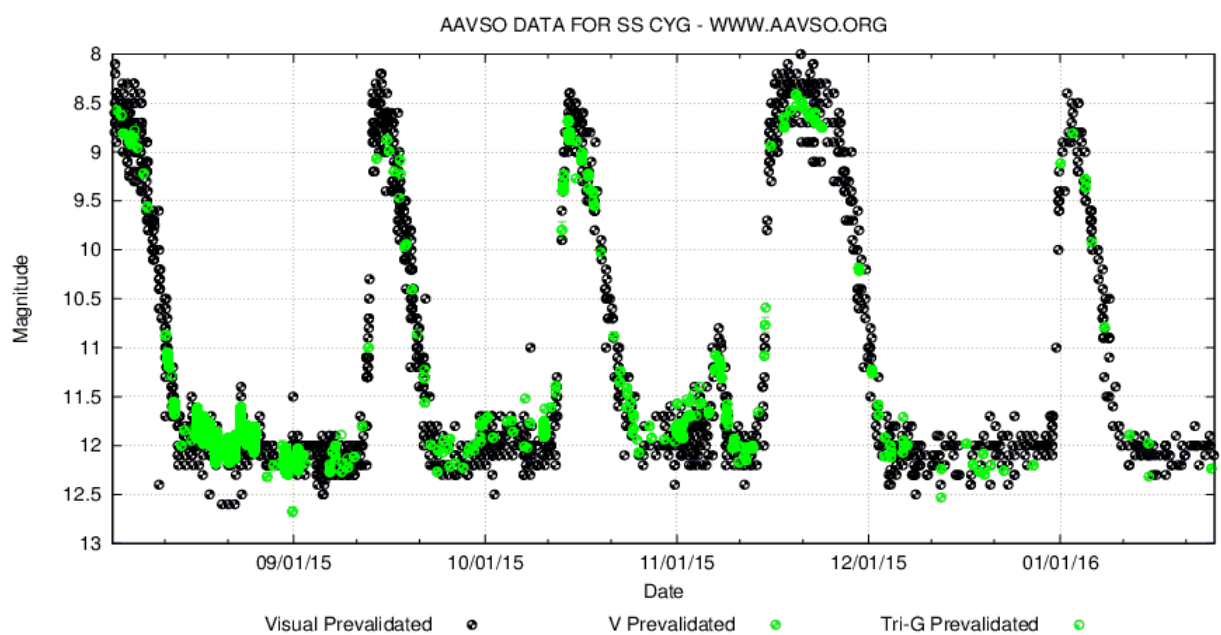
望遠鏡: セレストロン C-8 (D=200mm FL=2000mm 直焦点)
カメラ: SBIG ST-2000XM (2X2 ビニング、視野角約 20 ‘)
フィルター Astrodon U,B,V,Rc,Ic
冷却温度 -5 ～ -20℃
架台: セレストロン Advanced VX 自動導入赤道儀
オートガイド: 60mmF4 QHY5L-II + PHD Guiding
PC: ThinkPad X31 PentiumM 1600MHz メモリー2GB
Windows XP Professional SP3
保時用 GPS: GT-730F/L (GPS USB Dongle)

3. 観測データの分析

(3-1) バンド別光度



(グラフ 1)

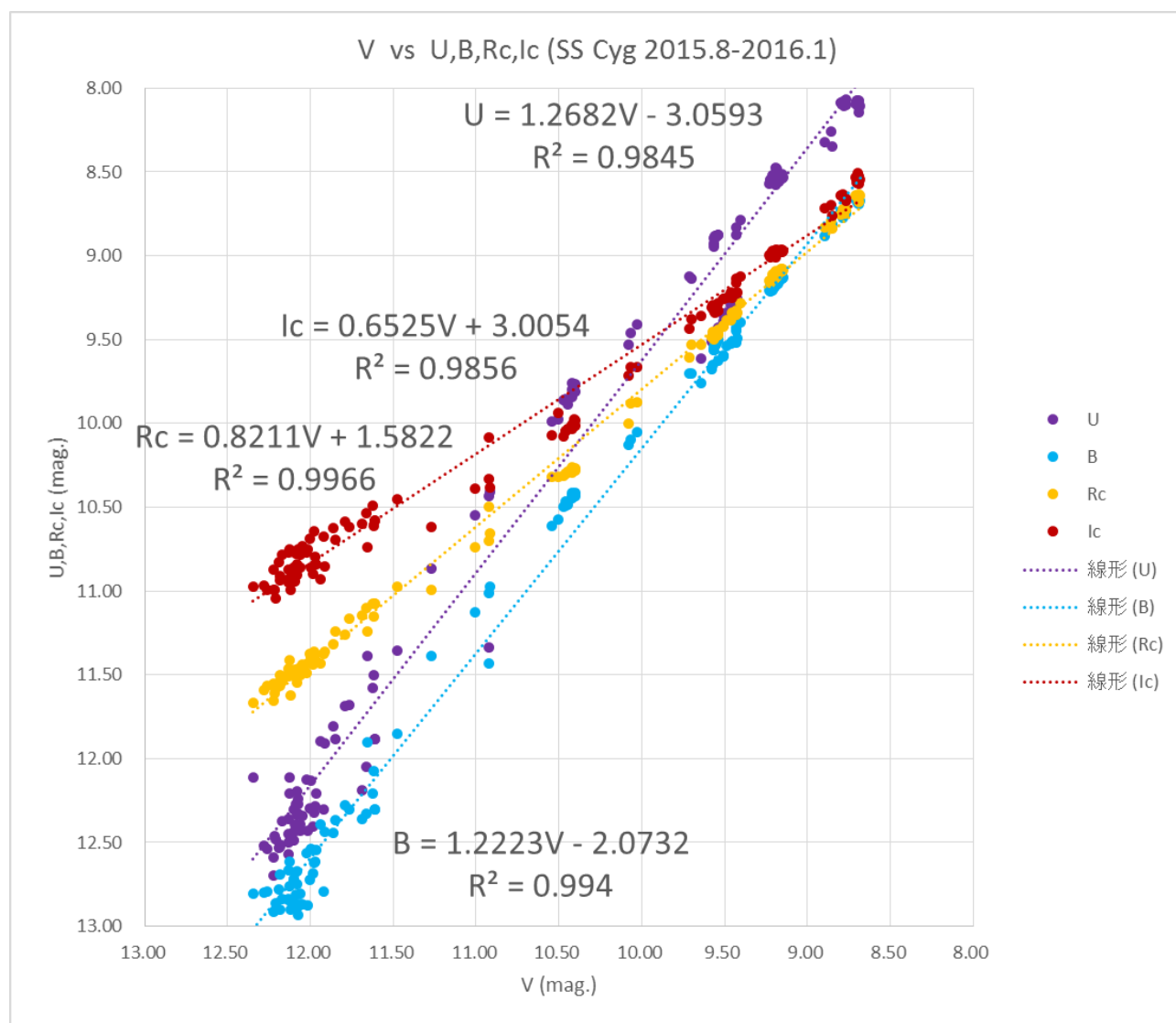


(グラフ 2)

グラフ 1 は今回の観測データをバンド別にプロットしたものである。グラフ 2 は AAVSO の Light Curve Generator によるほぼ同時期のライトカーブである。3つの増減光 (A,B,C) が捉えられている。

(3-2) V 等級と各バンド等級の相関

光度変化の指標として V 等級を取り、それに対して他のバンド等級がどのような相関を持つのかを見るため横軸に V 等級、縦軸に各バンド等級をプロットした。(グラフ 3)



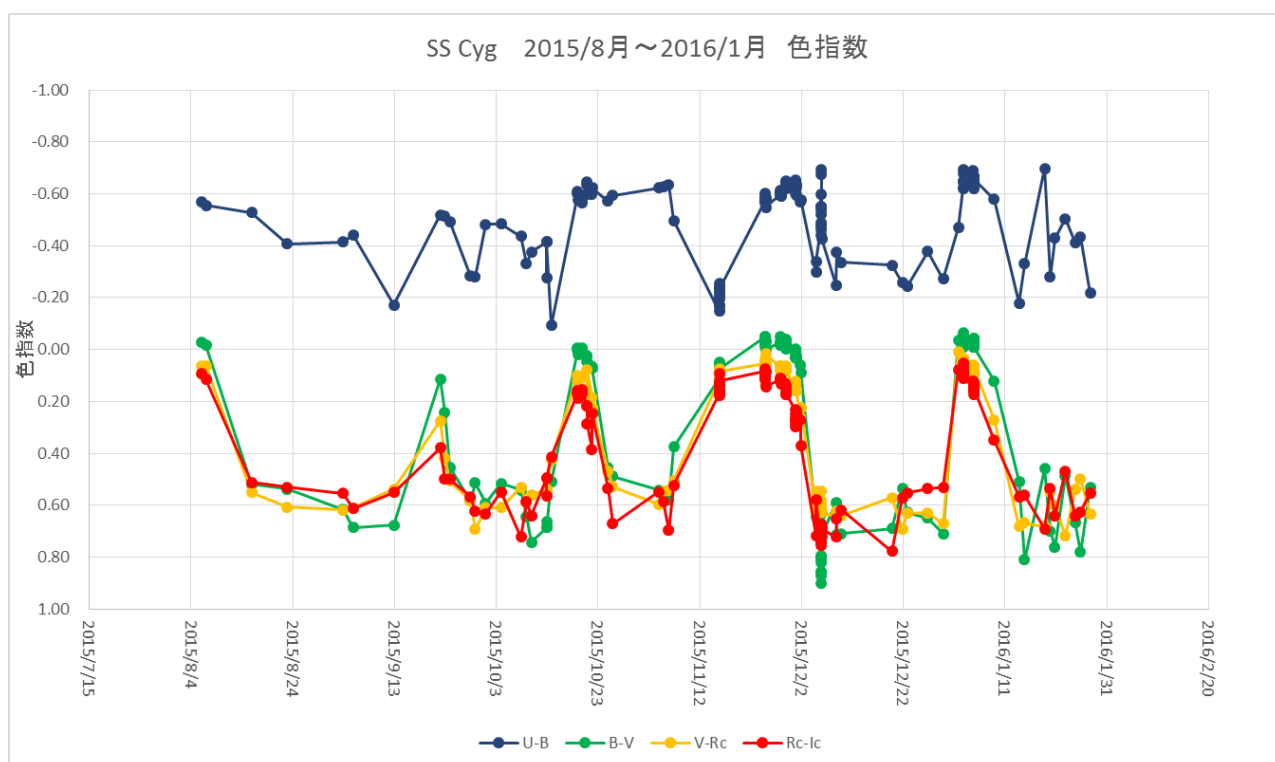
(グラフ 3)

各バンド等級は V 等級に対してほぼ比例関係にあり、その変化の傾きは波長が短くなるほど大きい (U:1.268>B:1.222>(V:1.000)>Rc:0.821>Ic:0.653)。すなわち SS Cyg の色は明るくなるに連れて短波長側にシフトすることがわかる。

(3-3) 色指数の変化

色指数の推移をプロットしてみた(グラフ 4)。

点だけでは見にくいのであえて欠測部分も含めて線で結んである。



(グラフ 4)

U-B は増光ピーク時には $-0.6 \sim -0.7$ 、静穏時 $-0.2 \sim -0.7$ 。

B-V, V-Rc, Rc-Ic はピーク時 $0.0 \sim +0.1$ 、静穏時 $+0.5 \sim +0.8$

(3-4) 増減光時の色指数の足どり(時系列的変化)

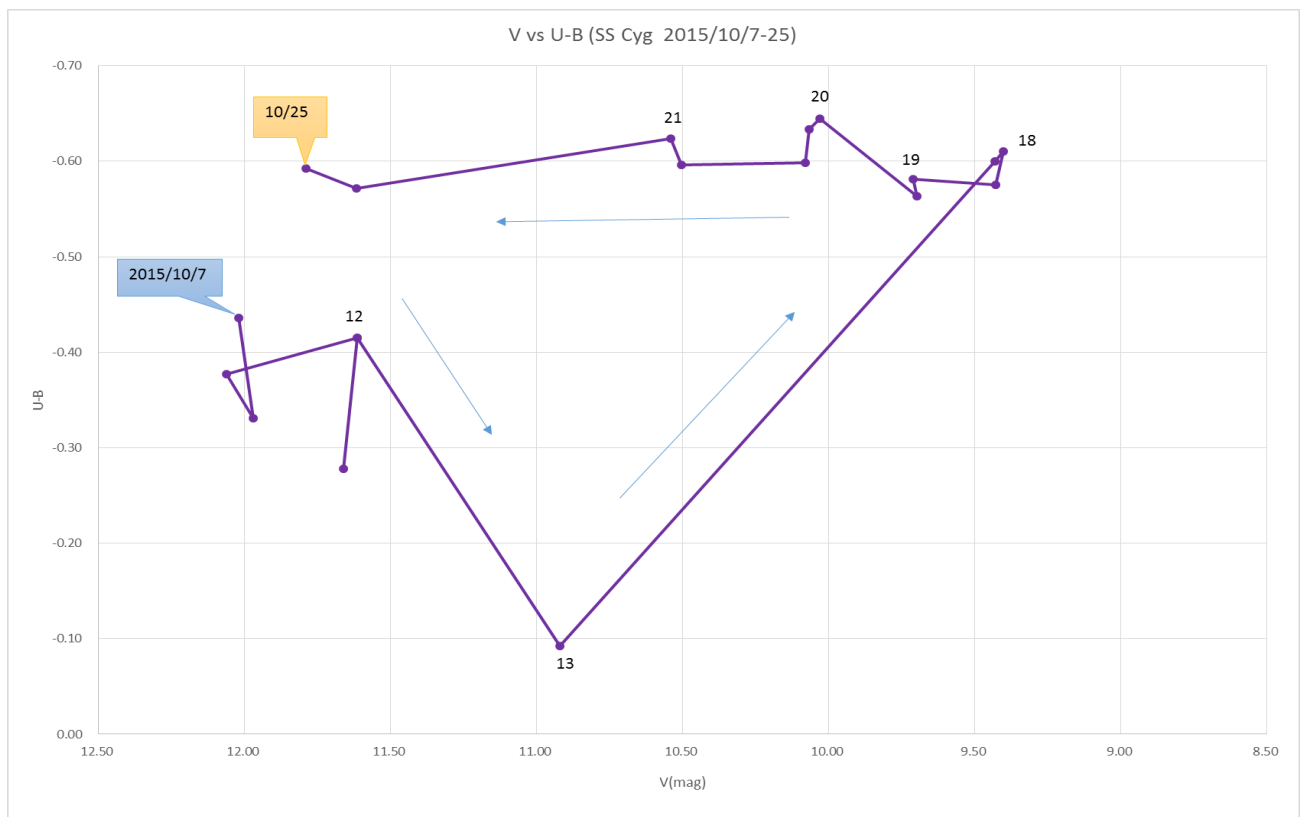
(3-2) 項では各バンド等級は V 等級に対してほぼ比例的相関があることがわかったが、細かく見ると完全に直線に乗っている様にも見えず、増光時と減光時の変化が異なっていることも予想される。

そこで今回、増光過程と減光過程が観測できたグラフ 1 の A,B,C の 3 期間について各色指数がどのように推移するのかをグラフで調べた。

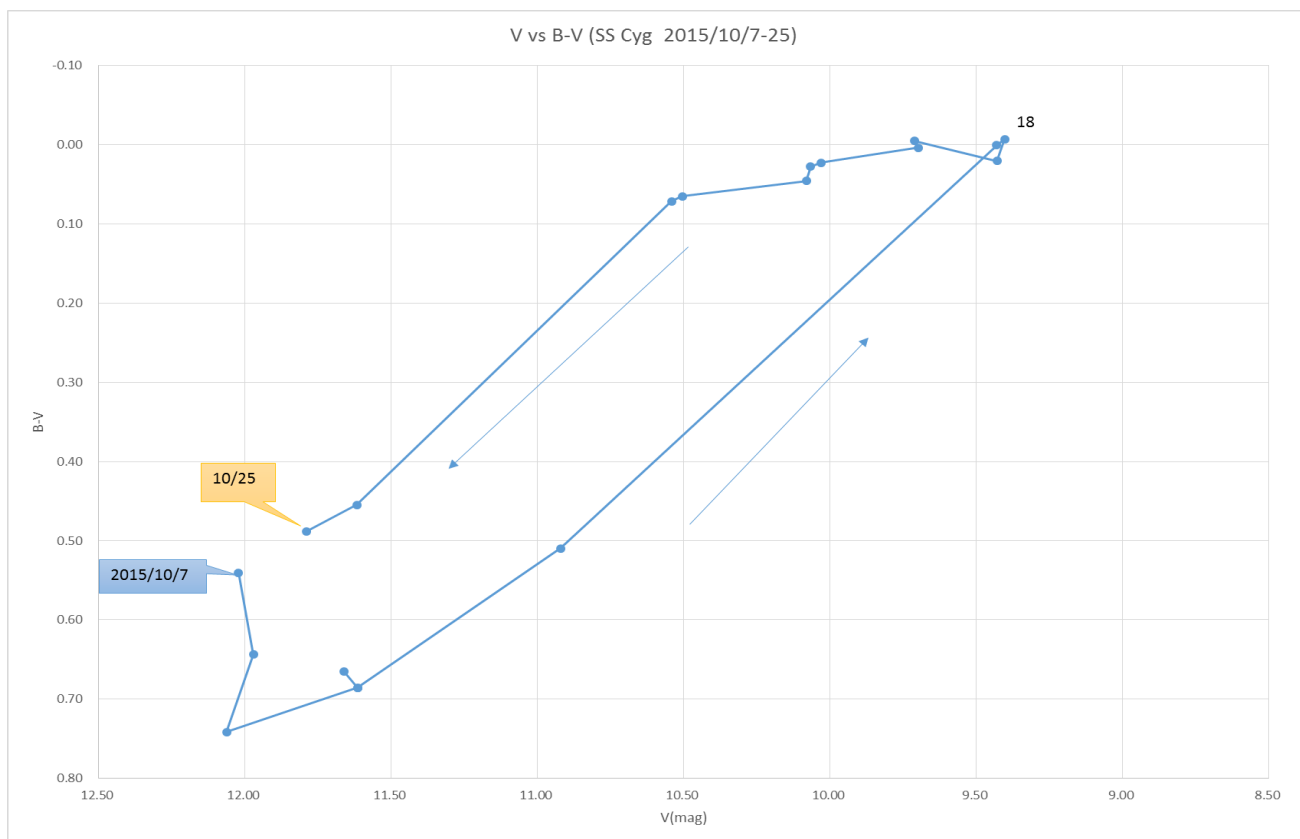
増減光の指標として横軸に V 等級を取り、縦軸に各色指数を取り、プロットした点を時間順に結んだ。もし各バンド等級が V 等級と完全に直線関係にあるならばそれらの差である色指数も V 等級に対して一意的に決まり、増光過程と減光過程は同じ経路を通るはずである。異なった経路を通るならば増光過程と減光過程とで等級の変化速度に差があることになる。

ちなみに各期間は A: 2015/10/7～10/25、B: 2015/11/15～12/9、C: 2015/12/26～2016/1/27。

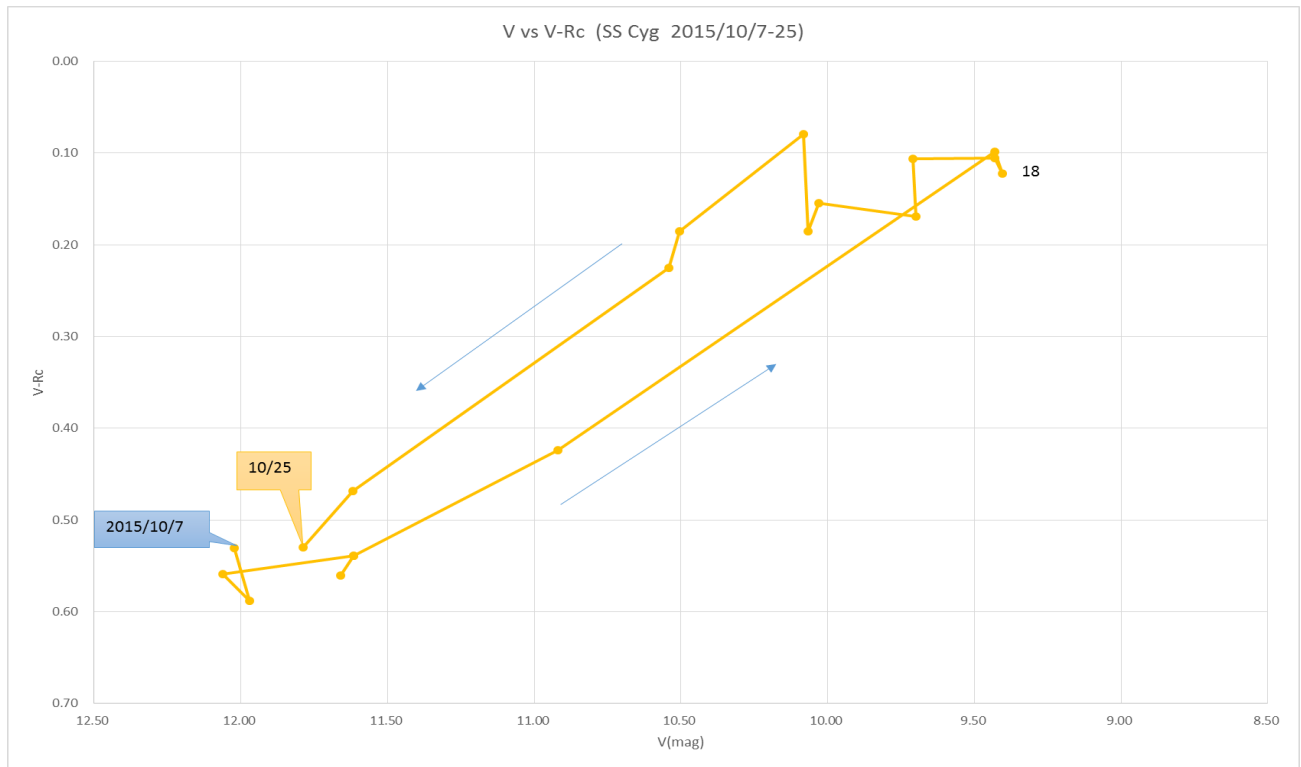
A: グラフ 5-1～5-4、 B: グラフ 6-1～6-4、 C: グラフ 7-1～7-4



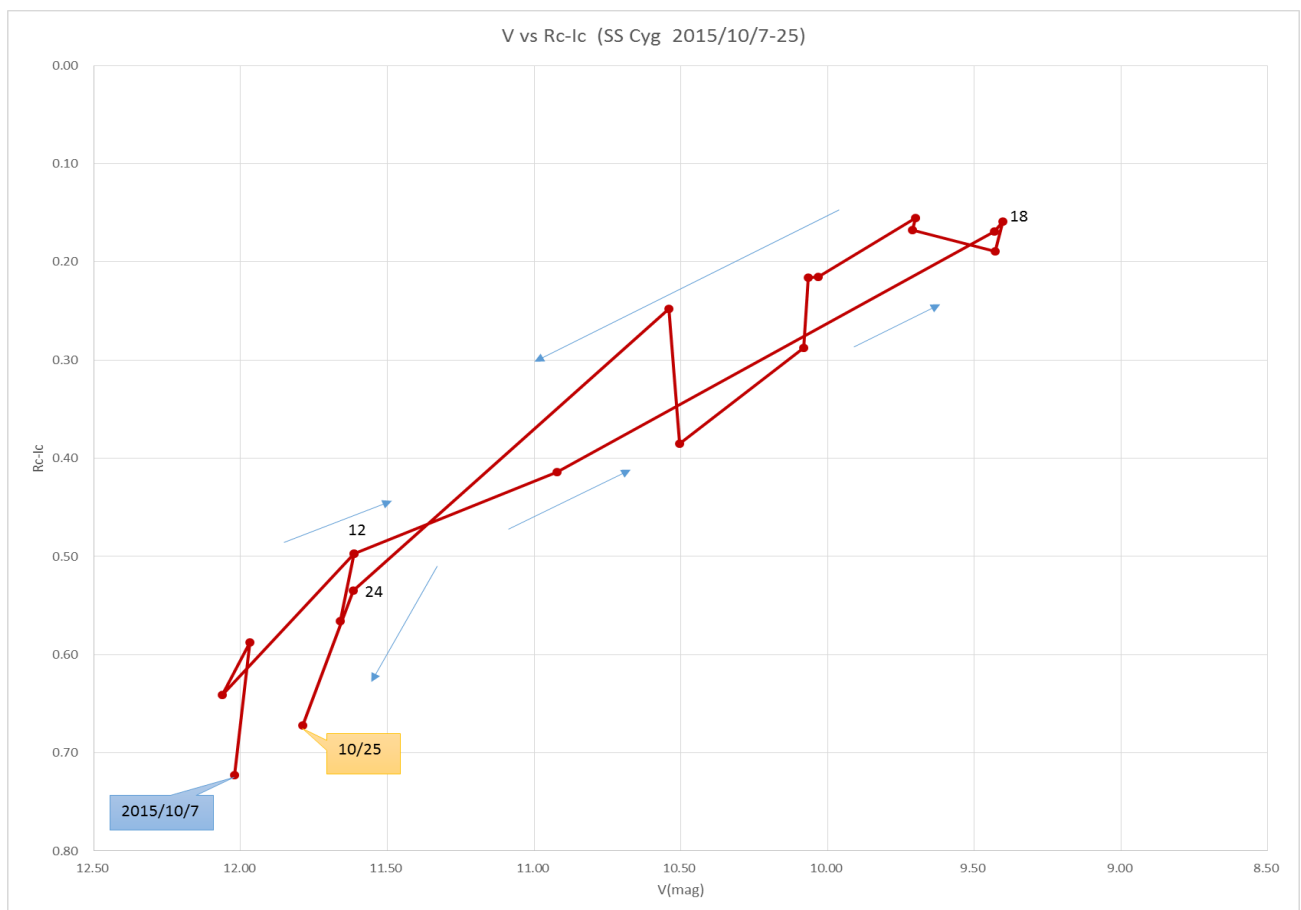
(グラフ 5-1) 期間 A U-B



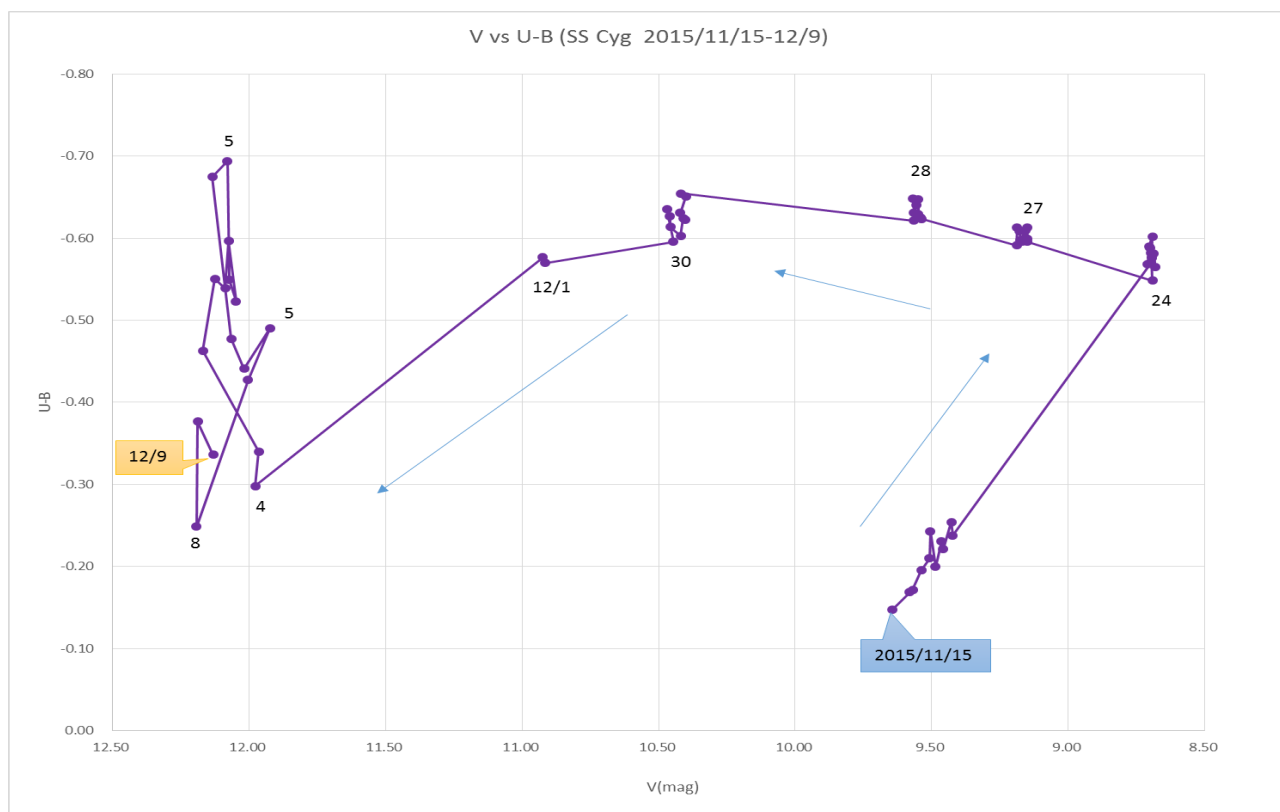
(グラフ 5-2) 期間 A B-V



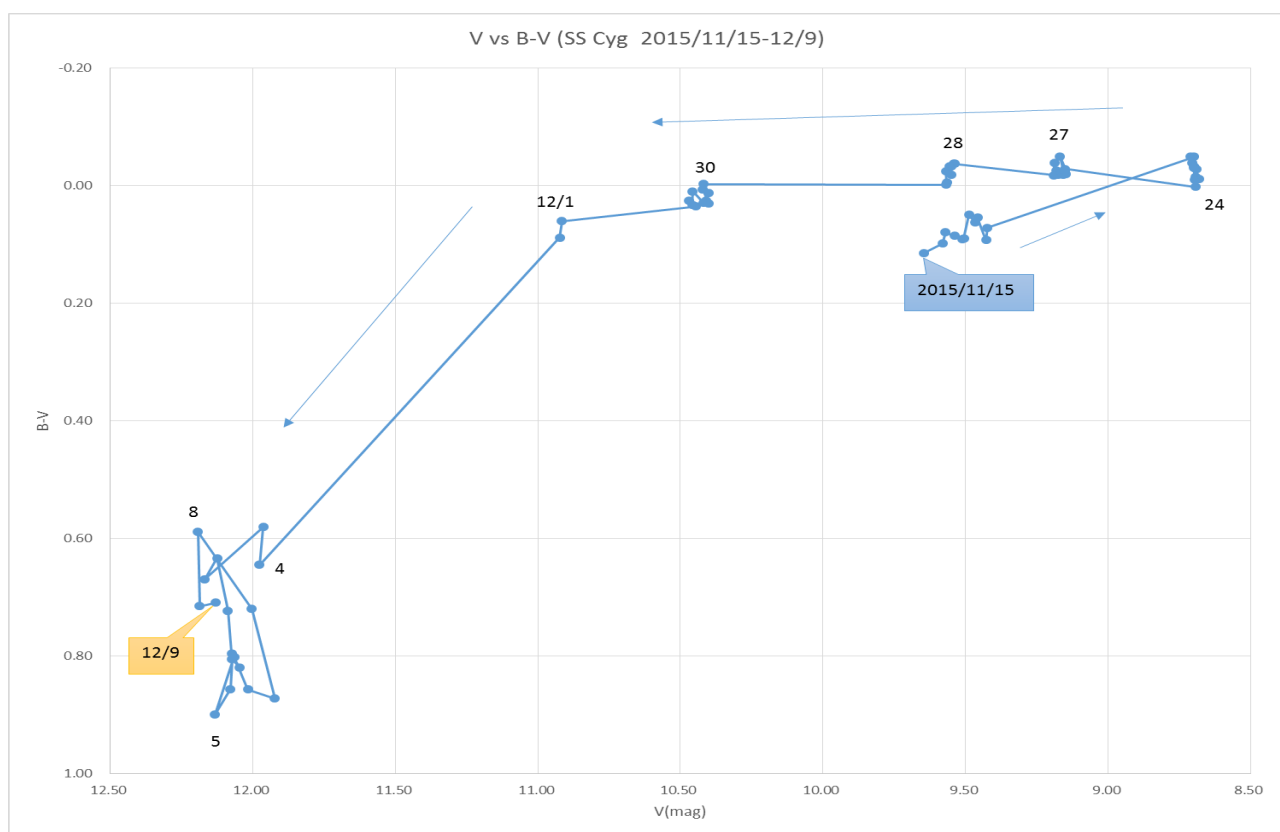
(グラフ 5-3) 期間 A V-Rc



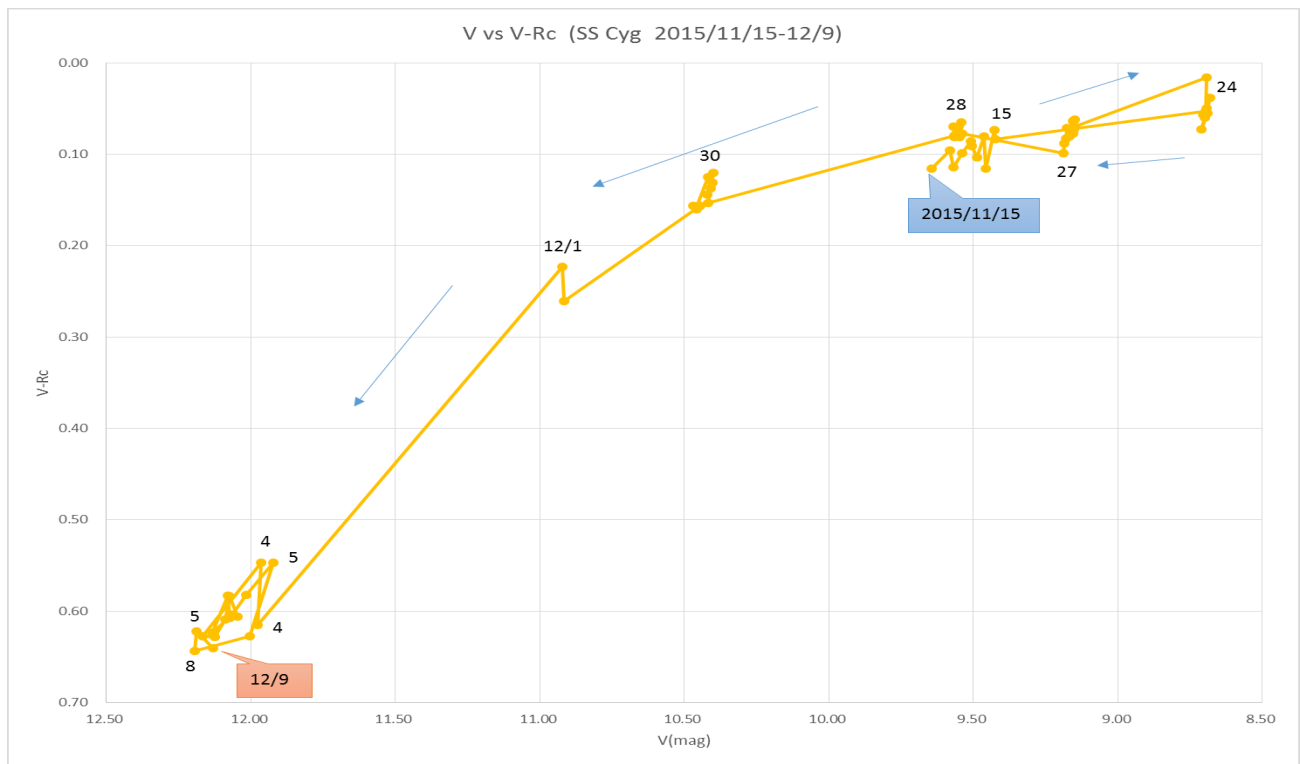
(グラフ 5-4) 期間 A Rc-Ic



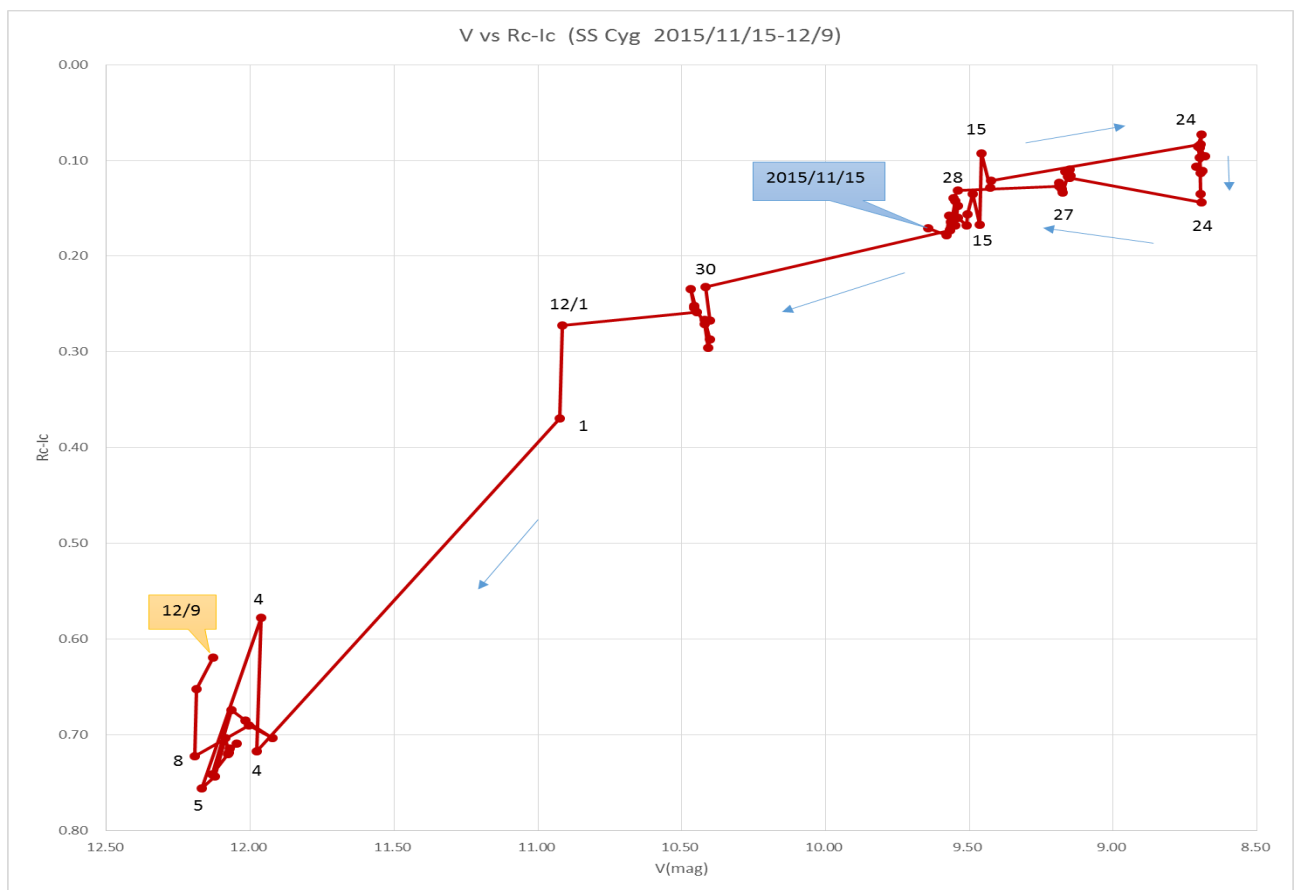
(グラフ 6-1) 期間 B U-B



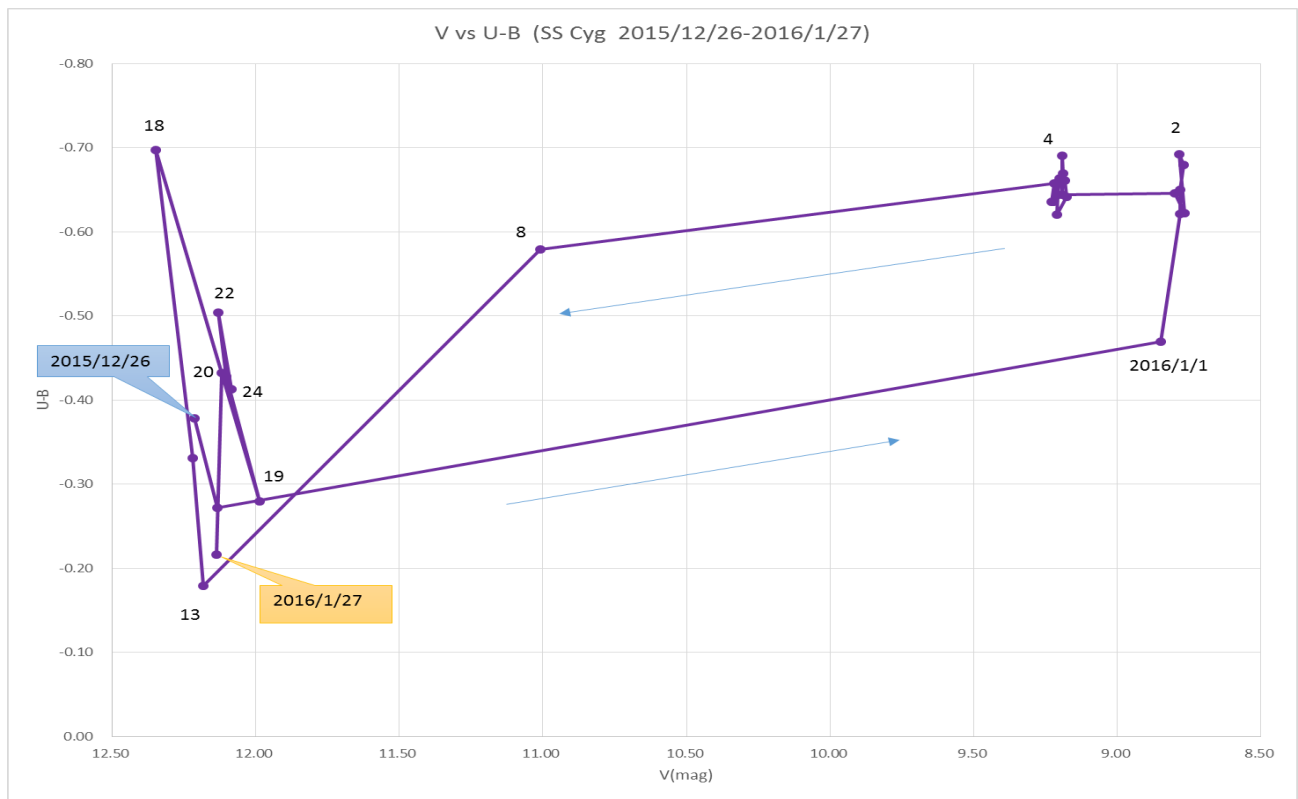
(グラフ 6-2) 期間 B B-V



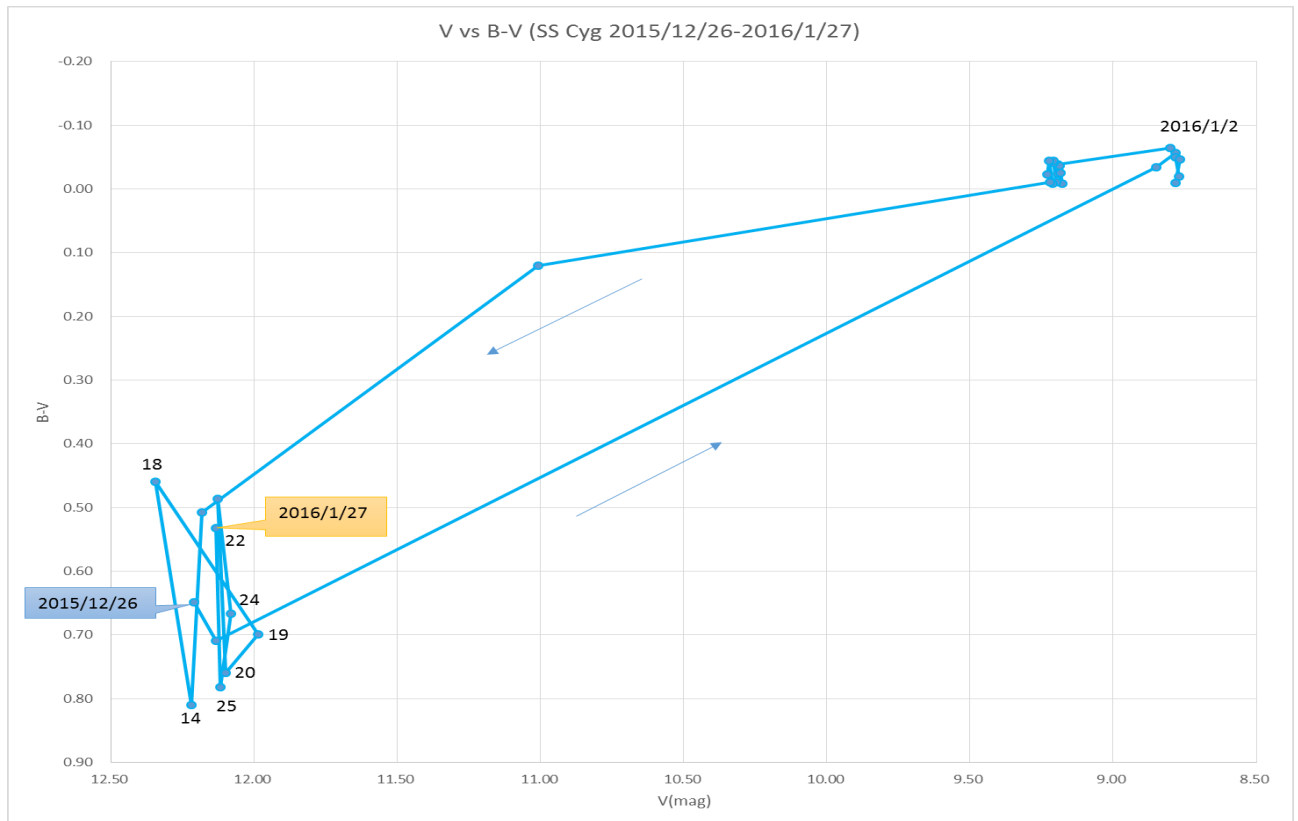
(グラフ 6-3) 期間 B V-Rc



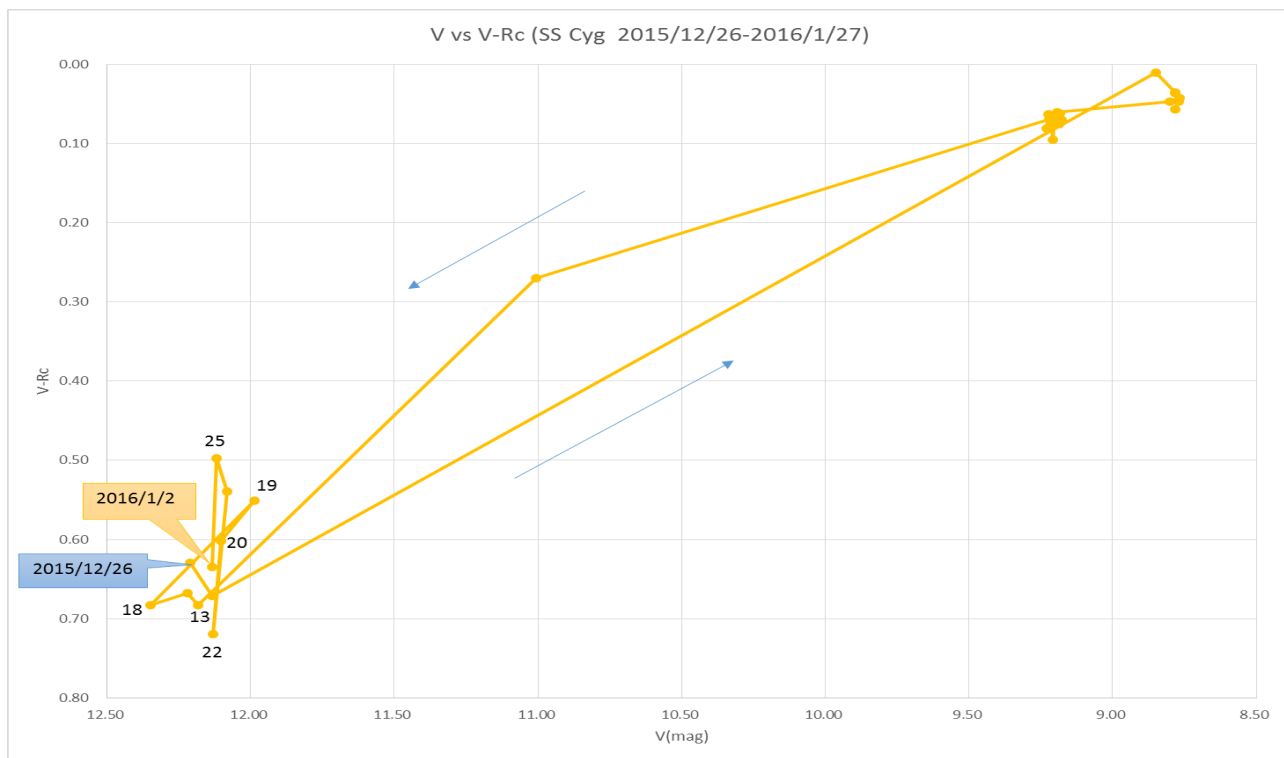
(グラフ 6-4) 期間 B Rc-Ic



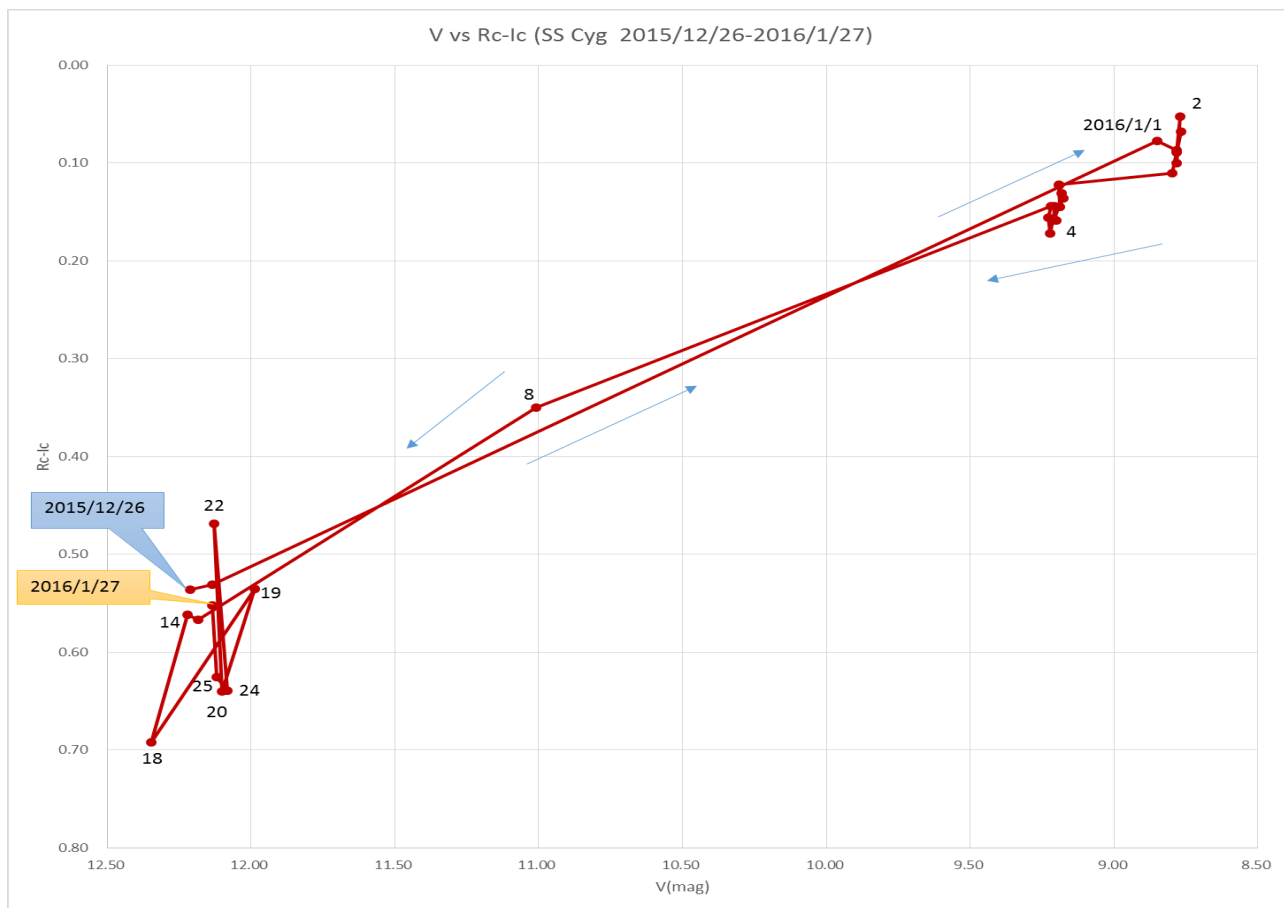
(グラフ 7-1) 期間 C U-B



(グラフ 7-2) 期間 C B-V



(グラフ 7-3) 期間 C V-Rc

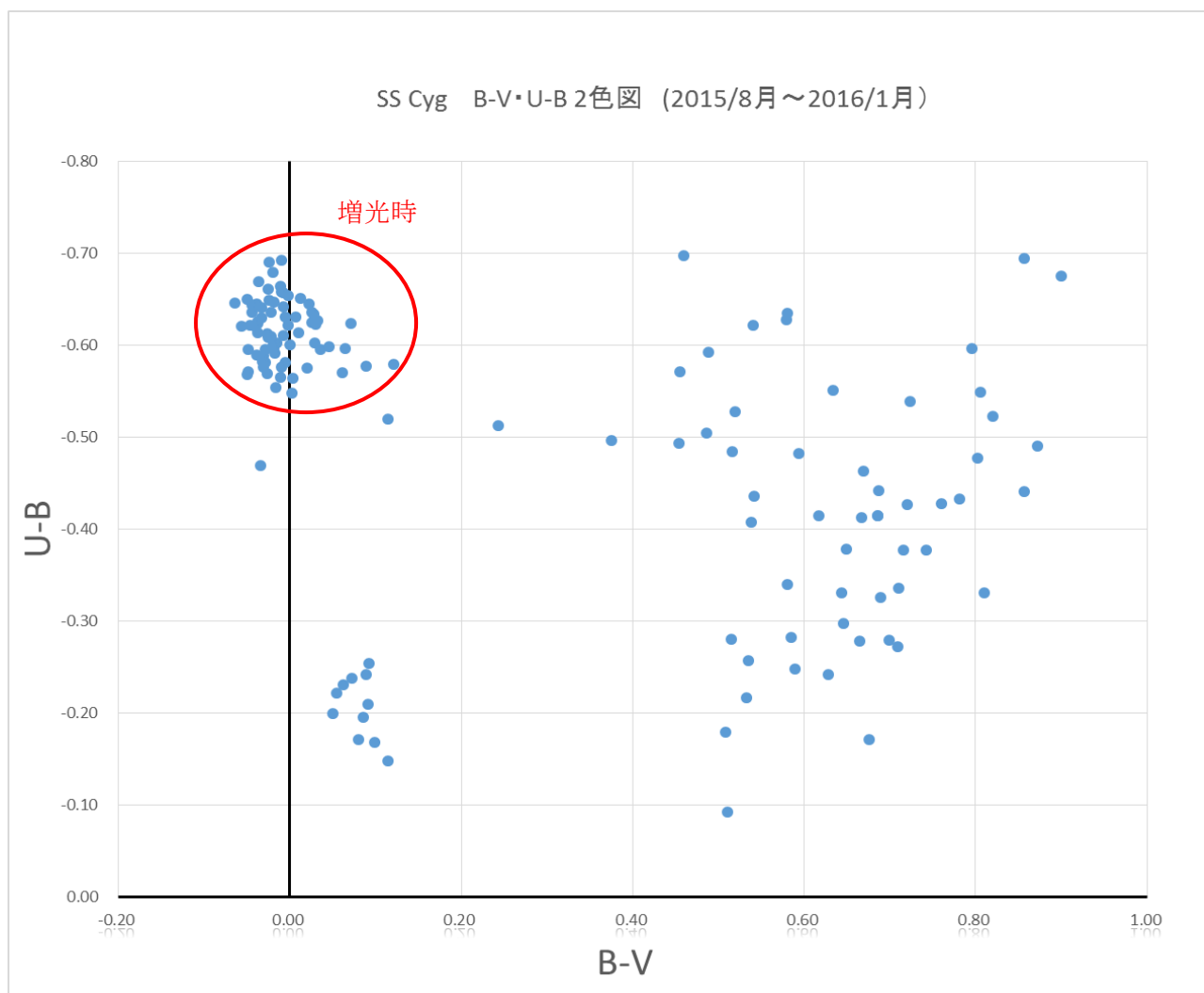


(グラフ 7-4) 期間 C Rc-Ic

これらのグラフ、特に増減光の前後をカバーしている期間 C（グラフ 7-1～7-4）から、

- (1) 増光過程の色指数上昇よりも減光過程での低下の方が緩やか。その差は短波長側の色指数程大きい。
- (2) 減光の最後、静穏期に移るまでに色指数の上下変動があり減衰振動的に静穏状態になる。その変動振幅は U-B で特に大きい。
- (3) 静穏時にも U-B についてはピーク時に近い値を示す時がある。

ちなみに(3)に関連して、旧来からの B-V・U-B の 2 色図を作成してみた。（グラフ 8）



(グラフ 8)

増光時には $U-B = -0.6$ $B-V = 0.0$ 辺りに集中しているがそれ以外では相当ばらついている。これらの解釈として、

- (1) U, B バンドは大気の影響を受けやすい（観測誤差）。

- (2) 観測時の大気は安定していても、大気中の湿度や塵、天頂距離の違いによるもの(系統的)。
- (3) U, B, V, Rc, Ic の順に撮影しているために U と B の観測に時間差があり速い変光が影響。
- (4) 本当にそのように変光している。

(3)は本会議の発表時にご指摘いただいた事項であるが、(1)(3)については、観測データのかかなりの部分は3回測定の平均をとったうえでそのバラつきを見て取捨しているのではどうか？まだ検討不足なので(2)(4)とともにこれからの課題であろう。

4. 結びと謝辞

本来であれば観測結果からその現象の背後にあるメカニズムの解明や仮説を立て、それをまた観測で検証するのが研究であると思いますが、今回は単に観測結果をまとめたに過ぎない状態です。

「ベテルギウスが異常な変光・・・云々」から星の光を測ってみたいと思い2014年に光電測光器の自作に取り掛かり2015年1月から変光星観測の世界に首を突っ込んだ初心者の身でありながら、今回諸先輩の前で発表をするなどという無謀なことをやってしまいました。変光星の理論や観測方法について更に学びながら観測を楽しんでいきたいと思います。

最後になりましたが、光電測光を始めるにあたり数々の助言と資料を頂き、変光星の世界にお誘い下さった下地安男さん、大島修さん、伊藤芳春さん、回路図等ネット上の資料・FitsPhoto を使わせていただいた永井和男さんの皆様に感謝申し上げます。

(2016年7月15日改稿)

変光星観測でできること

清田誠一郎

多くの初心者向けと称する「変光星観測入門」は、目測方法までということが多いようです。そこで、目測はできるようになった後の、ヒントとツールの紹介をします。

光度曲線を書こう

観測がたまったら自分で光度曲線を書いて見ましょう。自分の目測の精度の確認や、観測頻度が適当だったかがわかりますし、なにより、観測していた星の特徴に気づかされたりします。方眼紙と鉛筆をお勧めしたいところですが、Excel でも、R でもなんでも好きなツールでいいと思います。ほかの人の観測と比べて、自分の観測の確認を試みるのも、よいと思います。

VSOLJ に観測報告している人は、

<http://kws.cetus-net.org/~maehara/LCG.html>

<http://kws.cetus-net.org/~maehara/LCG.html>

に、星の名前と自分の観測略号をいれていると、簡単に比較できます。

ほかの人の観測とずれていたといっても一喜一憂する必要はないですが、観測を続ける上でのヒントが得られたりします。

極大・極小時刻(日時)を決めよう

光度曲線が描けたら、極大や極小の日時を決定してみましよう。ミラ型等の周期の長い変光星は、昔ながらの midpoint 結法でもよいかも知れません。

食変光星の場合は、便利なツールが公開されています。

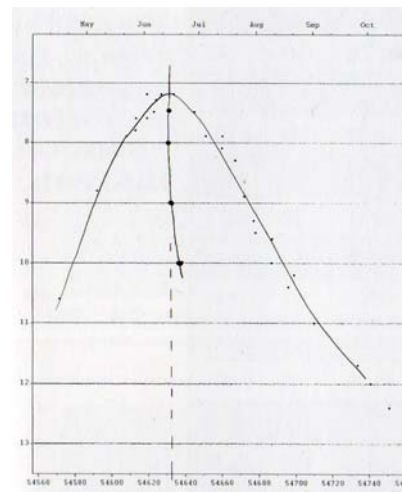
食変光星の極小時刻の場合は、地球の公転に伴う食変光星との距離の変化を補正する(日心補正)が必要です。それには、永井和男さんの GEOHEL.EXE が便利です。

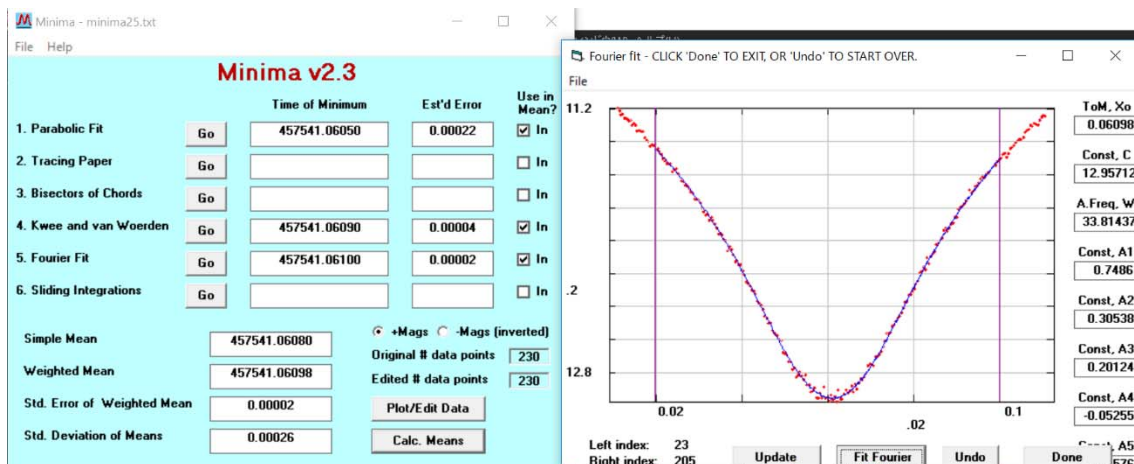
[http://www.geocities.co.jp/Technopolis-](http://www.geocities.co.jp/Technopolis-Mars/2361/dload-1.html)

[Mars/2361/dload-1.html](http://www.geocities.co.jp/Technopolis-Mars/2361/dload-1.html)

このツールは、Minima v2.3 で解析可能なファイルを出力してくれます。Minima は、有名な KW 法ほか、いくつかの方法を使って極小時刻の測定ができます。Minima の配布サイトはなくなってしまったようなので、必要な方は、お問い合わせください。

周期変化の解析手法には他に、wavelet 解析などもあります。





O-C を調べよう

極小時刻が決まったたら、O-C を求めてみましょう。O(観測時刻)と C(予報時刻)の差から、周期の改善や周期変化の検出等ができます。

これも、永井和男さんのツールが便利です。

<http://www.geocities.co.jp/Technopolis-Mars/2361/dload-1.html>

過去の極小時刻の観測データと O-C は、

http://var2.astro.cz/EN/brno/eclipsing_binaries.php

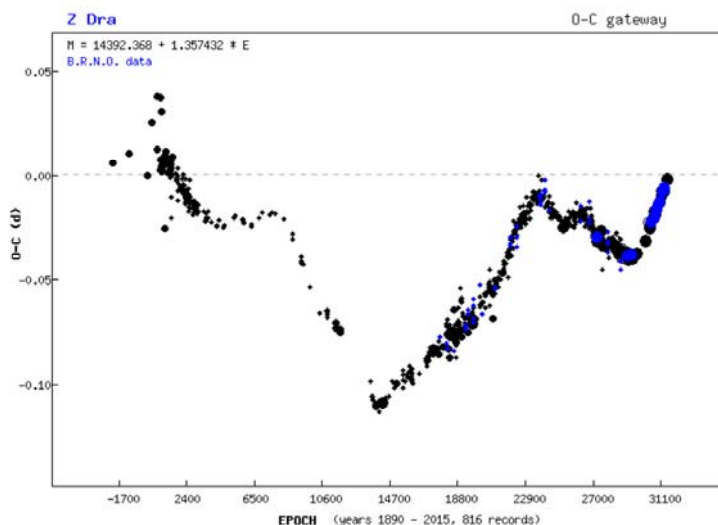
<http://www.bav-astro.eu/index.php/veroeffentlichungen/service-for-scientists/lkdb-engl>

あたりで、調べられます。

☒ M0 ☐ PER ☐ PER/2
☒ 14392.368 1.357432 p
☐ 14393.047 1.357432 s
☐ (Users elements)
☐ 43499.736 1.3574560 (GCVS)

Choose x and y axis dimensions
 (can be write all or just some of boundaries)

O-C min: O-C max: +/- 0.05d, 0.1d
 EPOCH min: EPOCH max: clear borders



ここからは少し毛色が変わって、観測対象選びのヒントなど
わい新星のアウトバーストのモニター

日本は、1930年代から、わい新星のアウトバーストモニターの伝統があります。自動掃天が盛んになった現在でも、眼視観測によるモニターは、機動力の点で、優れています。なにより、いつ増光するかな、そろそろ増光しないかなと思いつきながらモニターをするのは楽しいです。オーストラリアの Rob Stubbings さんは、大変熱心にモニターを続けられていて、Stubbings さんの増光検出をもとにして、詳細な観測が行われるケースが頻繁にあります。反復新星の増光モニターも、わい新星のモニターに比べて長期戦になりますが、楽しいかもしれません。

予測を立てて観測という点では、長らく観測が途絶えていて、周期の精度もあいまって、極小時刻の予報が大幅にずれて、行方不明になってしまっているような食変光星の新要素を求めて、極小を探し当てるのも、楽しいです。

Kai さんの blog に事例が沢山あります。

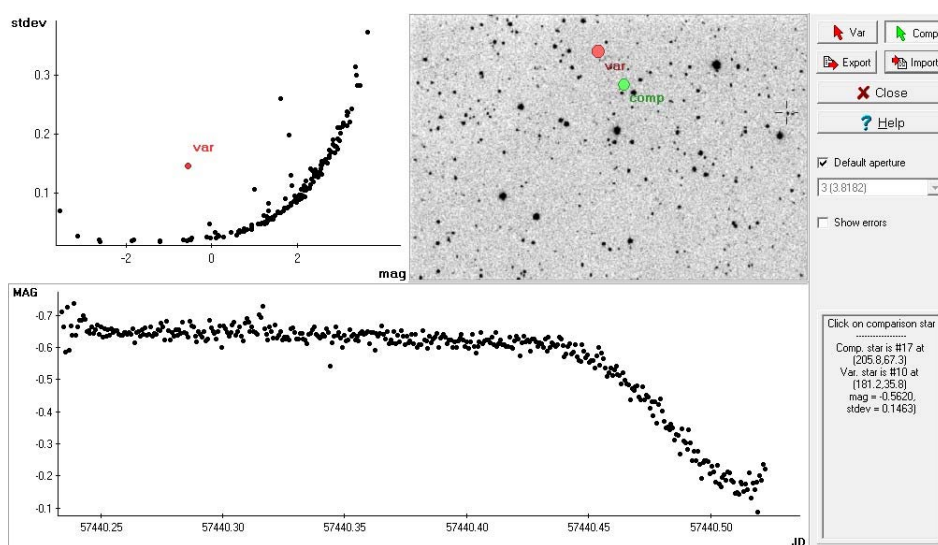
<http://muzzenz.hatenablog.com/>

新星や超新星等の突発天体の搜索

これも、日本のお家芸です。ただし、搜索者の平均年齢が高いのが気になります。若い人の参入が望まれます。若い人の柔軟な思考を活かして、搜索方法にも進展があればもっとよいです。なお、自動掃天はアマチュアでも手が届きやすくなってきましたが、まだまだ、検出方法でプロに遅れをとっている気がしています。

CCD を使った連続測光データから、同じ視野内の未検出変光星を捜すというのも、手軽にできるようになってきました。たとえば、Muniwin には、そのための機能があります。

<http://c-munipack.sourceforge.net/>



アーカイブ天文学

ここまでの話は、自分の機材で観測をする話でしたが、現在は、天文台等で取得されたデータや画像は、一定期間やプロジェクト終了後に無償公開されるのが定番になってきました。そういうデータの中から、新発見をすのも可能な時代です。

画像は、例えば、

SMOK A <http://smoka.nao.ac.jp/index.ja.jsp>

HST <https://archive.stsci.edu/hst/>

測光データとしては、

ASAS-3 <http://www.astrouw.edu.pl/asas/>

NSVS <http://skydot.lanl.gov/>

CRTS <http://nesssi.cacr.caltech.edu/CRTS/index.html>

KWS <http://kws.cetus-net.org/~maehara/VSdata.py>

TAO Survey <http://meineko.dyndns.org/~meineko/>

報告しよう。公表しよう。

観測して報告して、やっと、完結です。藤井旭さんの子供向けの天体観測入門にも書いてありました。

VSOLJ への報告は、vsolj-obs に報告するとデータベースに登録されます。また、観測者略号がもらえます。

VSOLJ への報告は、std 形式と呼ばれる少し特殊なフォーマットが使われていますが、すぐに、なれると思います。Std 形式については、

<http://nhk.mirahouse.jp/form.html>

変光星観測の様々な楽しみ方を通して、末永く、変光星観測を楽しんでいただけたらと思います。