

変光星観測者会議 2022 年集録

開催日時

2022 年 7 月 3 日(日) 10 時から 17 時まで Zoom によるオンライン開催

お昼の集合写真



夕方の集合写真



参加者一覧（申込順）

永井和男、荒井菊一、内藤由紀子、関口孝志、今井瑞穂、塩川和彦、清田誠一郎、松下明広
 中谷仁、前原裕之、反保雄介、小野寺紀明、野上大作、長谷川修、大島修、前田豊、小野章
 赤澤秀彦、高橋進、佐野康男、大西拓一郎、伊藤芳春、松岡 義一、堀江恒男、畑山和也、大金要次郎
 久保寺克明、坪井正紀、土肥陽菜、杉本芳秋、磯貝桂介、舟田雅夫、谷憲市朗、内藤博之、井上毅
 蜂巣泉、岡崎彰、M.SEKI、今谷拓郎、木村直人、鈴木仁、西城恵一、森山雅行、衣笠健三、上田清二
 陶山徹、前田幸治、山本稔、齊藤啓子、大西浩次、小木美奈子、中山健二

変光星観測者会議 2022

変光星を観測している方や変光星に興味のある方同士の交流や情報交換を目的として、以下の通り変光星観測者会議を開催します。新型コロナウイルス感染拡大がまだ収まっていない状況に鑑み、昨年に引き続き Zoom を用いたオンライン開催で実施します。

前日に Zoom の懇親会も兼ねて接続テストを行います。ご都合の良い方は是非ご参加願います。

トピック：変光星観測者会議 2022 接続テスト

時間：2022 年 7 月 2 日 16:00 大阪、札幌、東京

Zoom ミーティングに参加する

<https://us06web.zoom.us/j/86022569363?pwd=Njl6WGU0anJjZE9hRzhrdVRpYlV0UT09>

ミーティング ID: 860 2256 9363

パスコード: 879516

トピック：変光星観測者会議 2022

時間：2022 年 7 月 3 日 09:00 大阪、札幌、東京

Zoom ミーティングに参加する

<https://us06web.zoom.us/j/81149183511?pwd=WE9tamd6VkRNdUJMbXB6dIVONGgyZz09>

ミーティング ID: 811 4918 3511

パスコード: 161848

プログラム：

10:00-10:30 開催あいさつ・参加者自己紹介・近況報告

10:30-11:20 招待講演「分光観測で探るアウトバースト直後の激変星の降着円盤」（磯貝桂介）

Session1 新星

11:20-11:45 V445 Pup の近況（清田誠一郎）

11:45-13:05 昼食休憩

13:05-13:30 カシオペア座新星 2021（V1405 Cas）の分光観測（伊藤芳春）

Session2 食連星

13:30-13:55 V389 Cyg（永井和男）

13:55-14:20 第三体の有る V1297 Cas（永井和男）

14:20-14:35 休憩

Session3 脈動星

14:35-15:00 23 年間のベテルギウスの UBVRI 測光（大金要次郎）

Session4 フレア星

15:00-15:25 フレア星観測のすすめ（前原裕之）

Session5 話題提供

15:25-15:50 長野県諏訪地方における初期の変光星観測について（大西拓一郎）

15:50-16:05 休憩

16:05-16:30 変光星この1年（前原裕之）

16:30-17:00 座談会・情報交換・諸連絡など

主催： VSOLJ(日本変光星観測者連盟)

世話人： 清田清一郎、永井和男、前田豊、前原裕之

問合せアドレス： vsconf2022@cetus-net.org

ホームページ： <http://vsolj.cetus-net.org/vsconf2022/>

主催からのお願い

表示されるご自身の名前は参加申込時の名前をお願いします。

基本的に発表者以外はマイクとビデオをオフにしてください。

質問のある場合は zoom の「手を挙げる」機能をご使用願います。

集合写真を撮りますのでその際はビデオのオンをお願い致します。

VSOLJ の Slack に変光星観測者会議のチャンネルを作成しました。

会議中にご議論ご討論出来なかった事など雑談も含めてご利用下さい。

希望される場合は以下からご登録をお願い致します。

https://join.slack.com/t/vsolj/shared_invite/zt-1auxnoskk-SaVwOq~Vt~fXdd0ntctpAg

招待講演

発表者：磯貝桂介（京都大学理学研究科附属天文台）

タイトル：分光観測で探るアウトバースト直後の激変星の降着円盤

WZ Sge 型矮新星は増光幅 8 等程度の大規模なアウトバーストを起こす天体であり、観測対象としてとても面白い。一方、WZ Sge 型のアウトバースト間隔は数年～数十年と長いため、研究対象としては非常に難しい天体だ。更に、分光観測は測光観測よりも光量が必要なため、暗い天体が多い WZ Sge 型矮新星を分光観測で研究した例はそれほど多くない。しかし、2019 年から東アジア最大級の口径 3.8m せいめい望遠鏡が稼働を始めたことで、WZ Sge 型矮新星の増光初期を分光観測することが容易となった。私は、増光初期の円盤の構造を、スナップショット分光観測と連続分光観測という 2 種類の方法で研究してい

る。本講演では、これまでの研究成果とこれからの展望を紹介する。

一般講演

発表者：清田誠一郎

タイトル：V445 Pup の近況

He 新星 V445 Pup は、爆発後、急減光をしたが、徐々に復光しつつある。最近の観測の状況を紹介する。

発表者：伊藤芳春

タイトル：カシオペア座新星 2021 (V1405 Cas)の分光観測

仙台市天文台のひとみ望遠鏡で分光観測を始めたばかりの 2021 年 3 月 18 日にカシオペア座新星 (V1405 Cas) が現れ、P Cyg プロファイルのスペクトルから、ガスの膨張速度約 1600km/s を求めることができました。

発表者：永井和男

タイトル：V389 Cyg

[vsolj 13623]で紹介された食連星 V398 Cyg を Phoebe で解析しました。連星の成分星は高温主系列と低温準巨星で伴星はロッシュローブを満たしている事が分かった。

発表者：永井和男

タイトル：第三体の有る V1297 Cas

VSOLJ は食連星 V1297 Cas を 2 件の測光観測をしています。GCVS の予報式で光度曲線を描くと重なりません。O-C を作成したら SIN 波でした。これを light time effect と仮定して第三体の軌道周期を見積もった。関連して新しい予報式を作成したので報告する。

発表者：大金要次郎

タイトル：23 年間のベテルギウスの UBVRI 測光

1999 年から 2022 年までのベテルギウスの UBVRI 測光を同一のシステムで連続的に行った結果、変光周期が 405 日と 2160 日と得られた。また、Uバンドに長期変動の可能性があることが分かった。ほかに、2019 年 9 月以降の Great Dimming の期間に観測された色指数の特異な変動についても報告する。

発表者：前原裕之

タイトル：フレア星観測のすすめ

小口径望遠鏡を使った G, K, M 型フレア星の観測結果について紹介します。

発表者：大西拓一郎

タイトル：長野県諏訪地方における初期の変光星観測について

長野県諏訪地方では、100 年以上前からアマチュアによる変光星観測が行われてきた。VSOLJ データベースに登録されている最初期の観測は 1918 年 5 月の河西慶彦によるもので、一戸直蔵、神田茂、山崎正光に次ぎ、1919 年 12 月の山本一清よりも先に現れる。そのような初期の状況については不明な点も多い。たとえば、VSOLJ の観測者データベースに登録されている中には、佐久間精一氏が『日本アマチュア天文学史』で最初の女性変光星観測者とする五味すみ江（五味一明氏の妹）の名前があるが、VSOLJ データベースに観測記録は見あたらない。河西慶彦の最初の記録は SRD 型の CEPRU であるが、これは確かなのか（次の観測データは 1923 年 12 月の CRBR）。河西慶彦の AAVSO への報告名は K.Kasai であるが、河西氏の名前は何と読むのか、など。2019 年 12 月 15 日、国立天文台に預けられていた五味一明氏の資料が、また、2020 年 11 月 25 日、佐久間精一氏の保管していた天文資料が渡辺誠氏経由で、ともに茅野市八ヶ岳総合博物館に移譲された。いずれも変光星関係資料が大量に含まれている。これらの資料整理を中心に日本の変光星観測の初期も担った諏訪の観測史等にアプローチすることを計画している。

発表者：前原裕之

タイトル：変光星この 1 年

最近 1 年間の変光星や新星、超新星の動向を紹介します。

発表時間について

発表者の方へ、チャイムで発表の残り時間をお伝えします。

招待講演 40 分(発表終了 5 分前)で 1 回、 45 分(発表終了)で 2 回、 50 分(質疑応答終了)で 3 回

一般発表 18 分(発表終了 2 分前)で 1 回、 20 分(発表終了)で 2 回、 25 分(質問時間終了)で 3 回

自己紹介・座談会 25 分(終了 5 分前)で 2 回、 30 分(終了)で 3 回

集録について

原稿締切： 2022 年 9 月 31 日

提出先： vsconf2022@cetus-net.org

書式： 書式、ファイル形式 (pdf, word など) は、いずれでも構いません。

集録の発行とダウンロード先は参加者宛に電子メールでお伝えします。

分光観測で探るアウトバースト 直後の激変星の降着円盤

磯貝桂介 京都大学 岡山天文台

自己紹介

- 京都大学 岡山天文台 研究員
- 研究対象は矮新星。
大学院時代はVSNET teamとして
京大屋上40cm望遠鏡で観測。
- 現在は東アジア最大級、
3.8mせいめい望遠鏡を満喫中。
- 18枚の分割鏡を精密制御で1枚の鏡
として振る舞わせる特殊な望遠鏡
- 発展途上の新技術望遠鏡なので
トラブルもあって楽しい

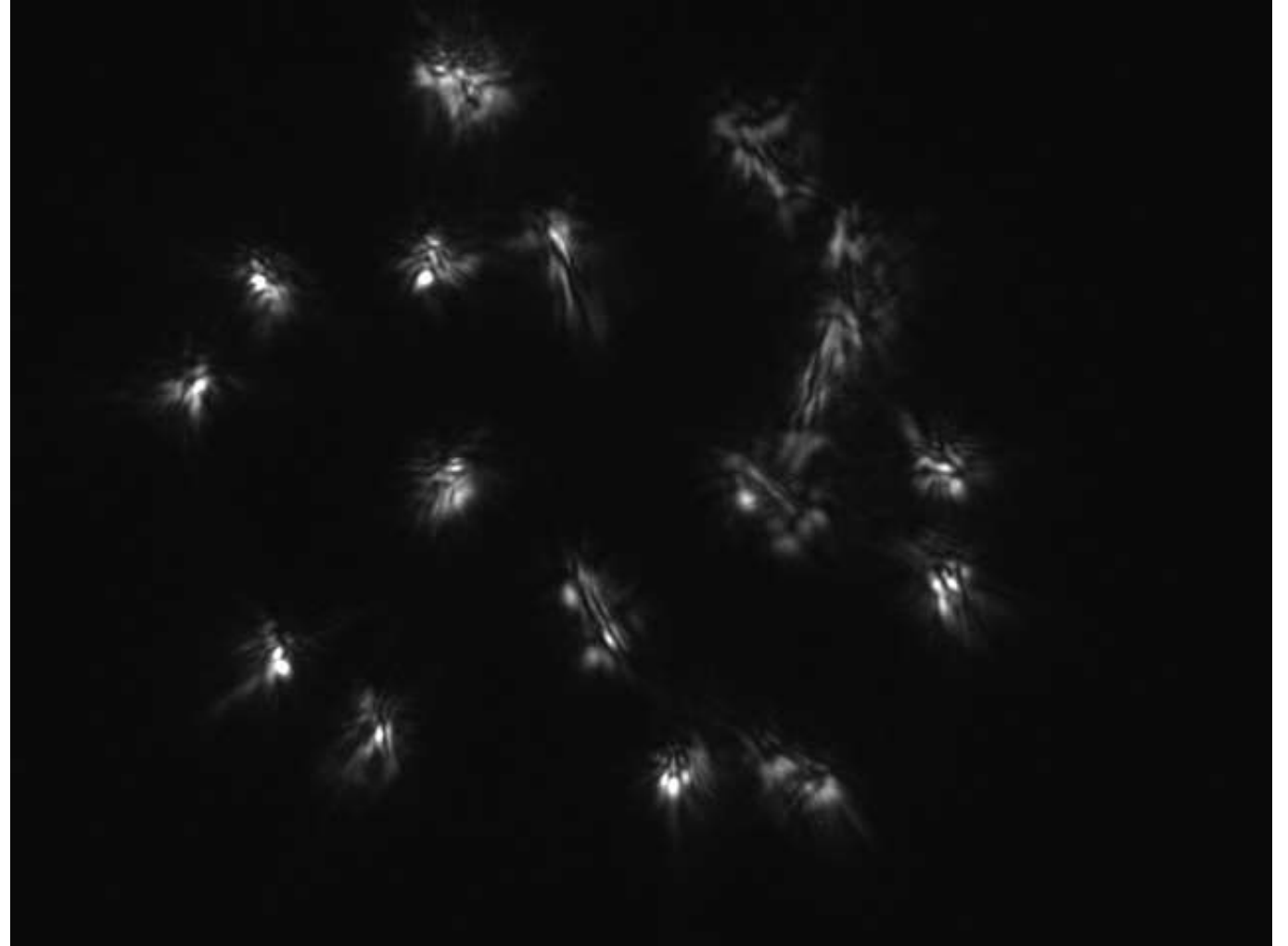


計測自動制御学会
システムインテグレーション部門
部門技術業績賞 記念写真

分割鏡の制御と光学調整

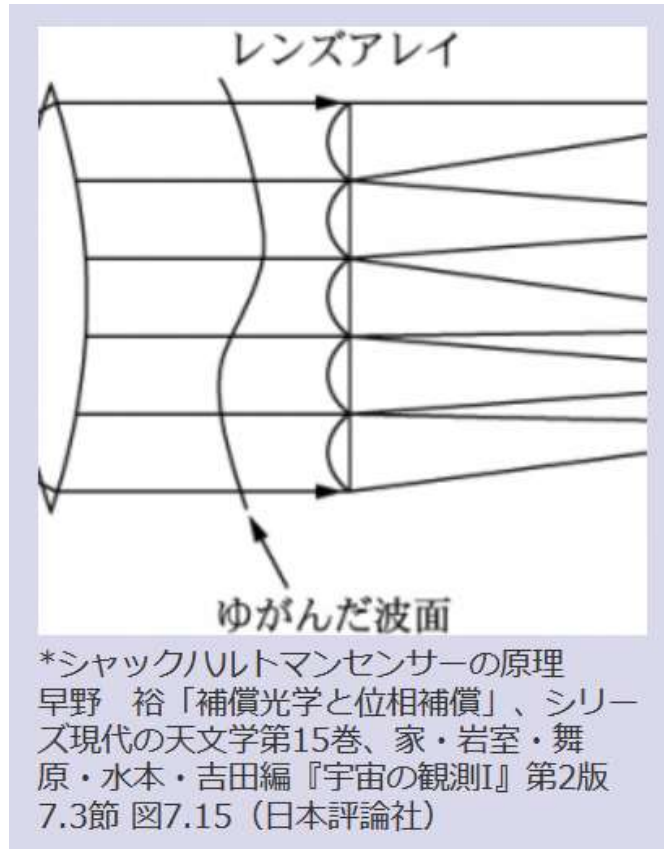
鏡の制御をしないと右図のように
バラバラの18個の像が現れる。

72個のセンサーで鏡の段差を常時測定し
500 μ m以下の精度で制御している

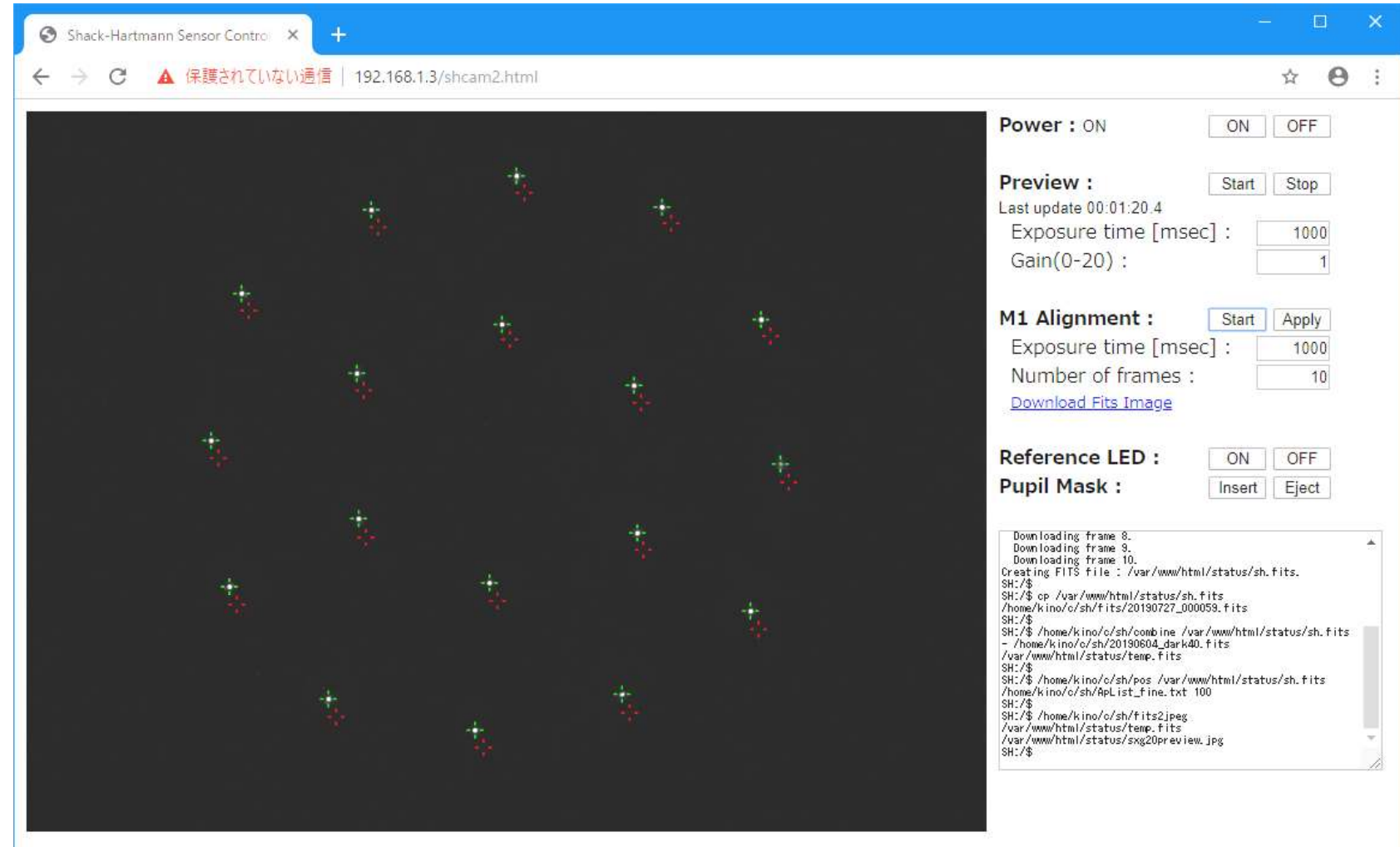


シャックハルトマンセンサーによる鏡の調整

明るい星を入れて鏡のバラつきを修正しながら観測する。1～2時間に1度程度調整

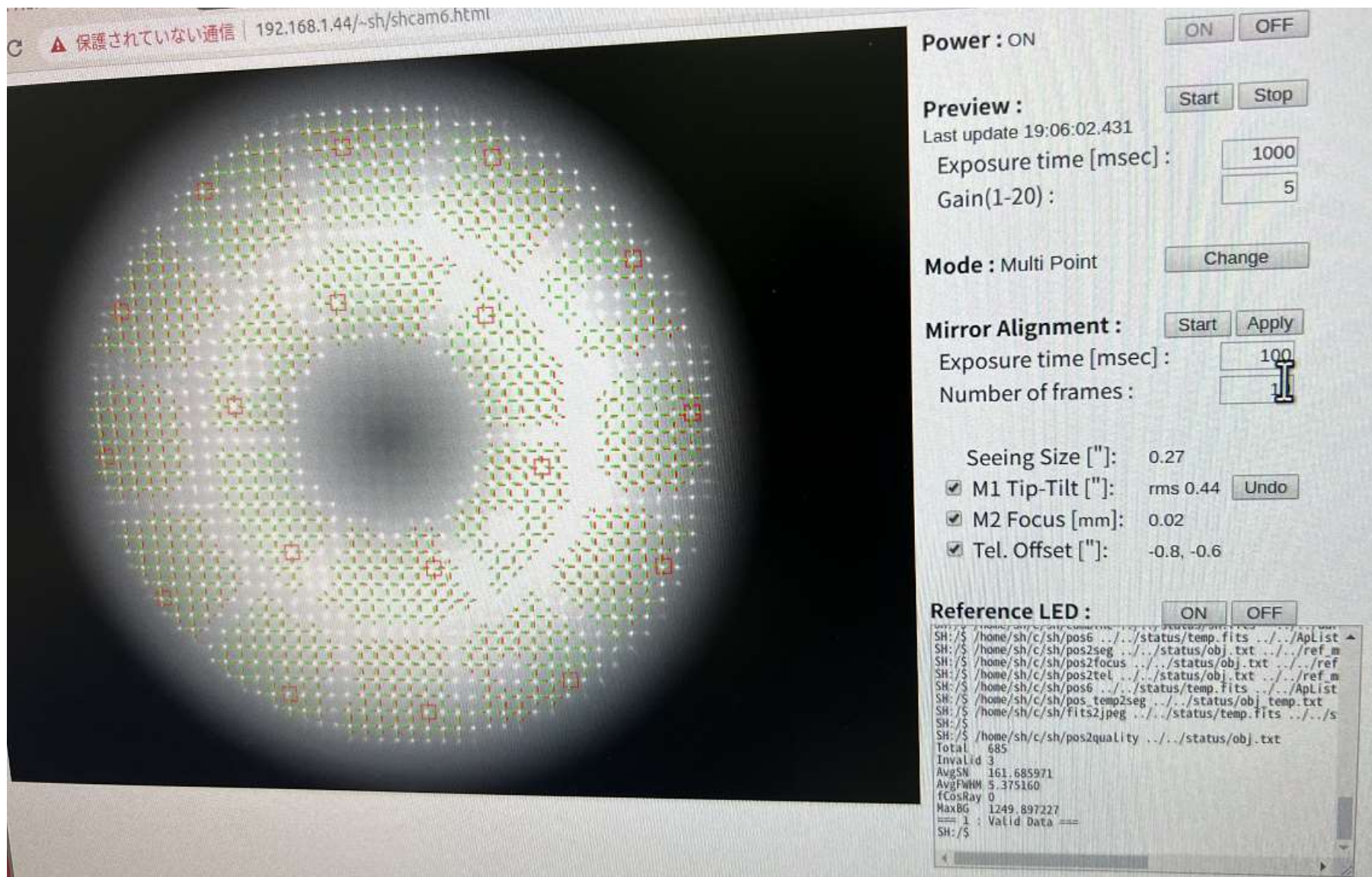


天文学辞典より



木野さん発表スライドより

シャックハルトマン (多点モード)



光軸調整



- 2018年12月にエンジニアリング・ファーストライト
- 1月23日の調整後 FWHM $\sim$ 2".24

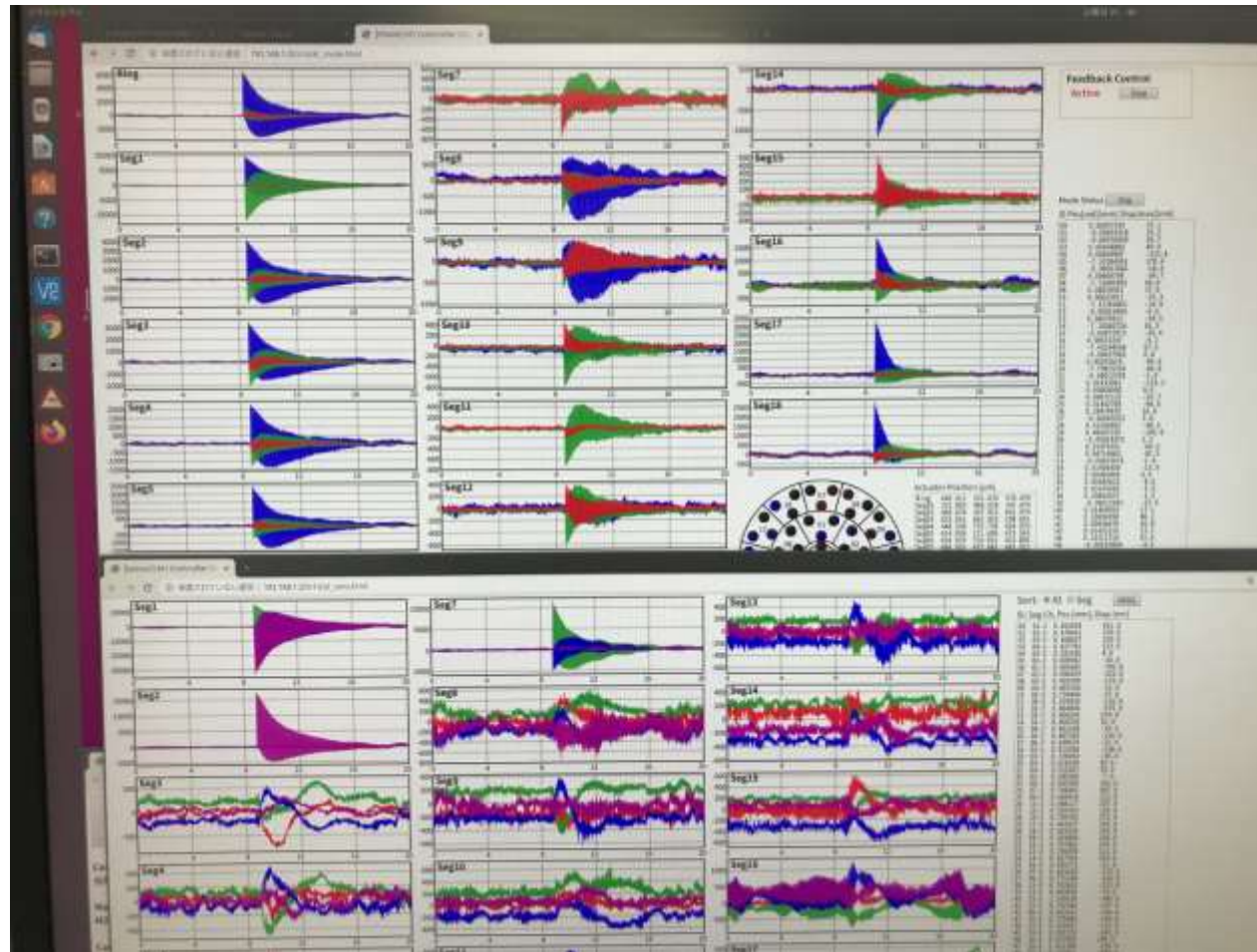
➡ 分割鏡制御の実装 ➡ 2019Aの運用を開始

前期運用完了後に調整を再開

- 7月4日の調整後 FWHM $\sim$ 1".06

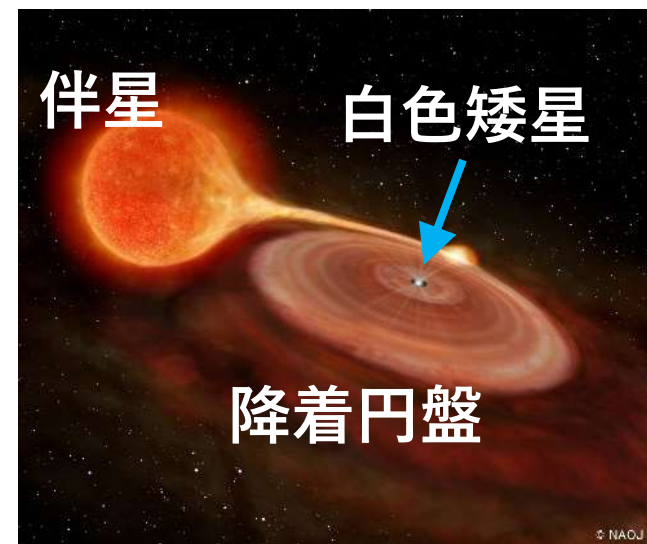
最近のトラブル

- センサーから誤った値を受信すると一時的に星像が崩壊する（コネクタの汚れが原因）



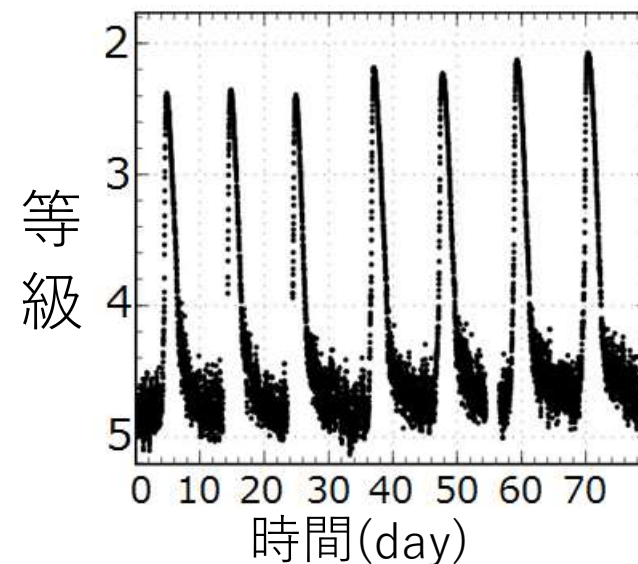
激変星

- 主星に **白色矮星** を持つ **近接連星系**
- 伴星からガスが流れ込み **降着円盤** を形成



矮新星

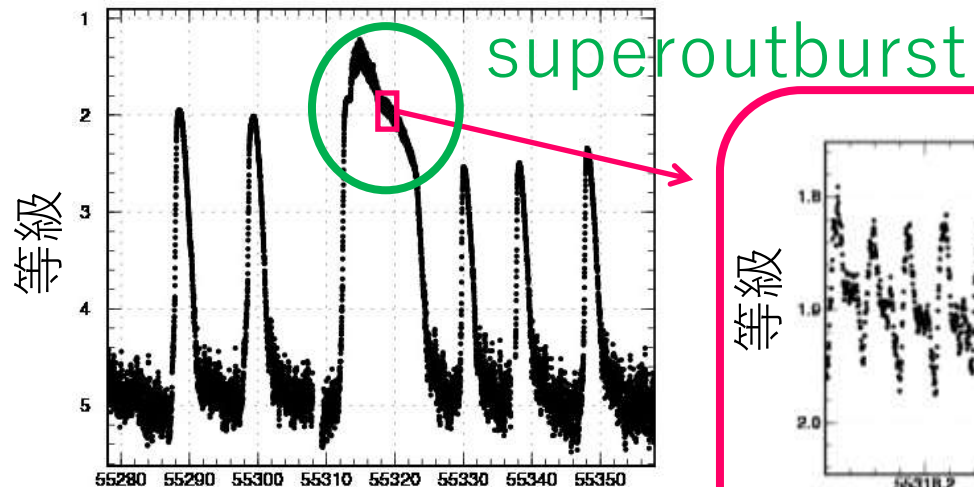
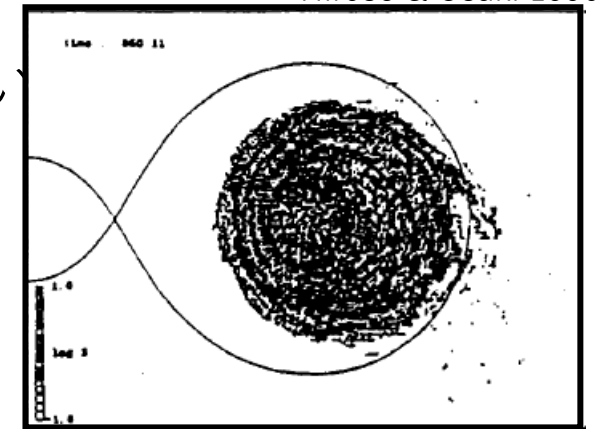
- 激変星の subclass
- 軌道周期1-9時間ほど
- **outburst** と呼ばれる、数等級の突発的な増光現象を起こし、 数日かけて減光する
- recurrence timeは数週間から数十年



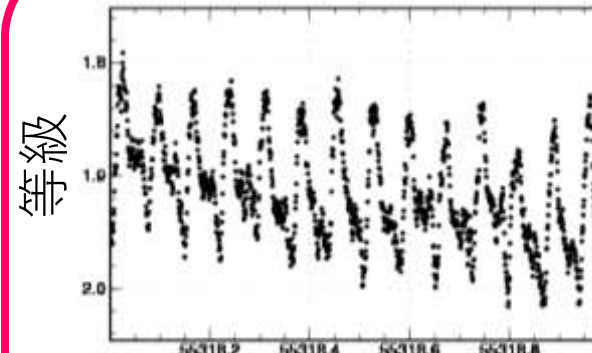
SU UMa型矮新星 (3:1共鳴を起こす天体)

- 矮新星のsubclass
- outburstに加え、より明るく、期間の長い**superoutburst**という増光を行う激変星もある
- 同時に現れる小さな光度変動を **superhump** とい
- **superhump**は伴星からの潮汐力が円盤を歪ませる現象 ⇒ **質量比の情報を持つ**

Hirose & Osaki 1990



中田さん発表スライド時間



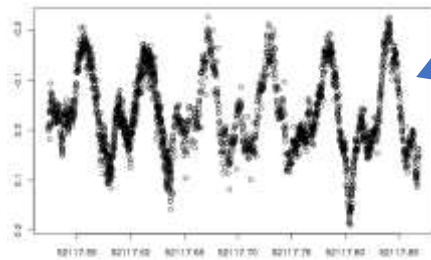
時間

superhump

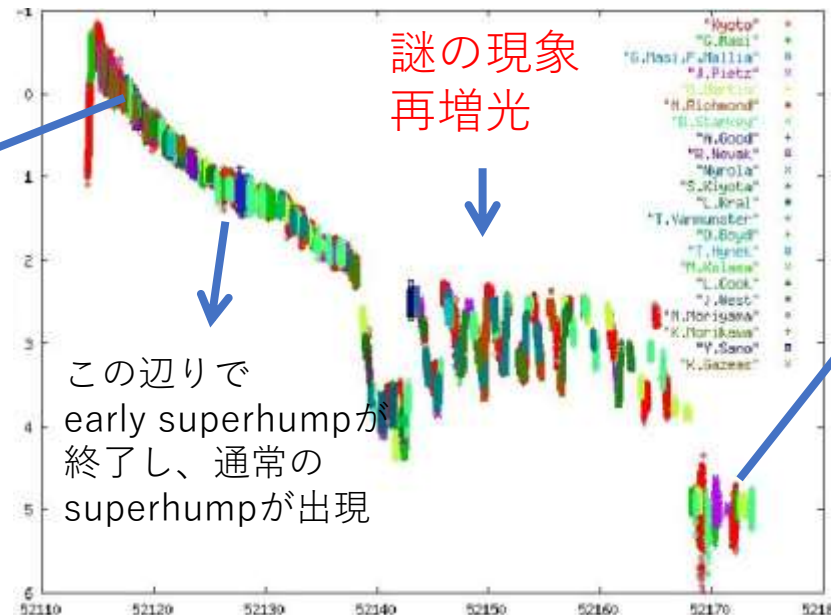
軌道周期より数%長い
振幅0.1-0.5magの
微小変動

WZ Sge型矮新星（2:1共鳴を起こす天体）

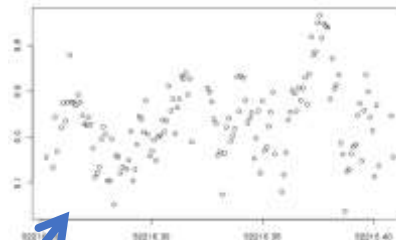
- WZ Sge型矮新星とは、SU UMa型より更に低い頻度（数年～数十年に一度）で大規模な増光（7～8等）のoutburstを示すサブタイプ。normal outburstはほぼ無し。
- WZ Sge型superoutburstは増光初期に「early superhump」と呼ばれる軌道周期と同じ周期の微小変動を示すのが特徴。
- その光度変動の機構には未解明の部分が多く、例えば、



early superhumpは増光初期に2:1共鳴によって起きるとされるが光るメカニズムは不明。



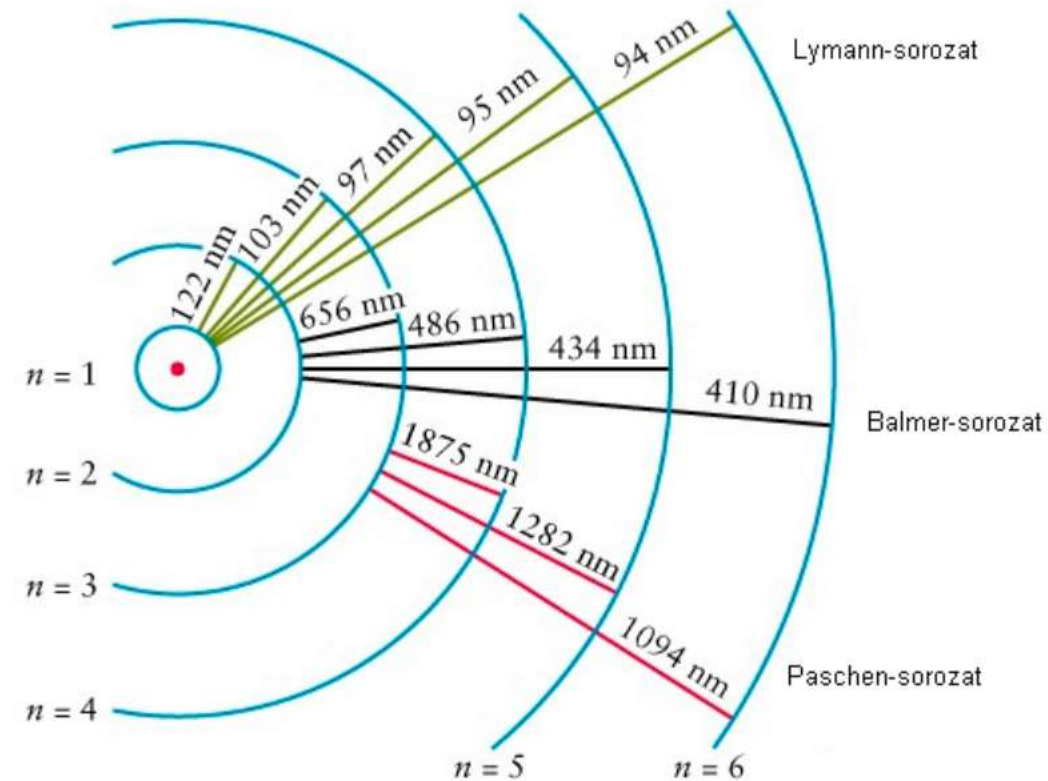
2001年のWZ Sgeのsuperoutburst
(Ohshimaさんのスライドより)



superoutburst終了後のfading tail（静穏より少し明るい）と起源不明のorbital modulation

分光観測で何が分かるか？

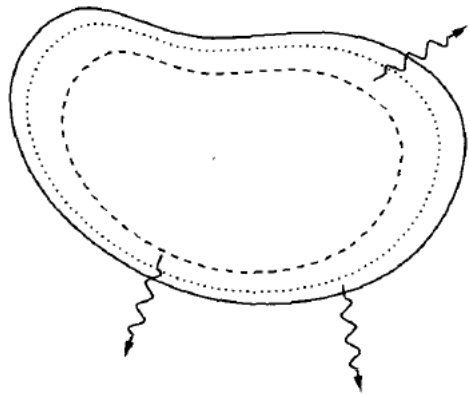
- 分光観測をすると傾きから温度が分かる
(多色測光で色を見るのと同じ)
- 加えて輝線・吸収線が見られる
- 原子ごとに吸収・放射しやすいエネルギーが存在するため、
天体の温度や温度構造・幾何構造
によって様子が変化する
- 水素なら $H\alpha$ (6563Å)、 $H\beta$ (4861Å)
などのバルマー線が有名



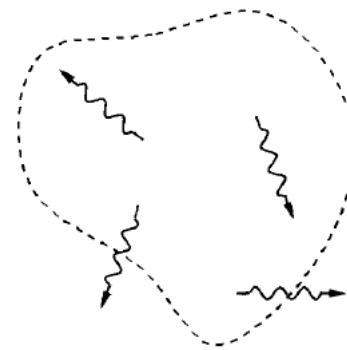
水素電子のエネルギー準位
(wikipediaより)

分光観測で何が分かるか？

- 光学的に薄い（光を通しやすい）状態では、物質同士の衝突や光によるイオン化で受け取ったエネルギーを特定の波長（水素の $6563\text{\AA}$ のような）で放射するため、輝線となる。
- 光学的に厚い（光を通しにくい）状態では、特定の波長では特に吸収・再放射しやすい。そのため、他の波長（連続光）に比べて表面の光しか地球に届かない。



光学的に厚い場合は
波長によって見える深さが違う

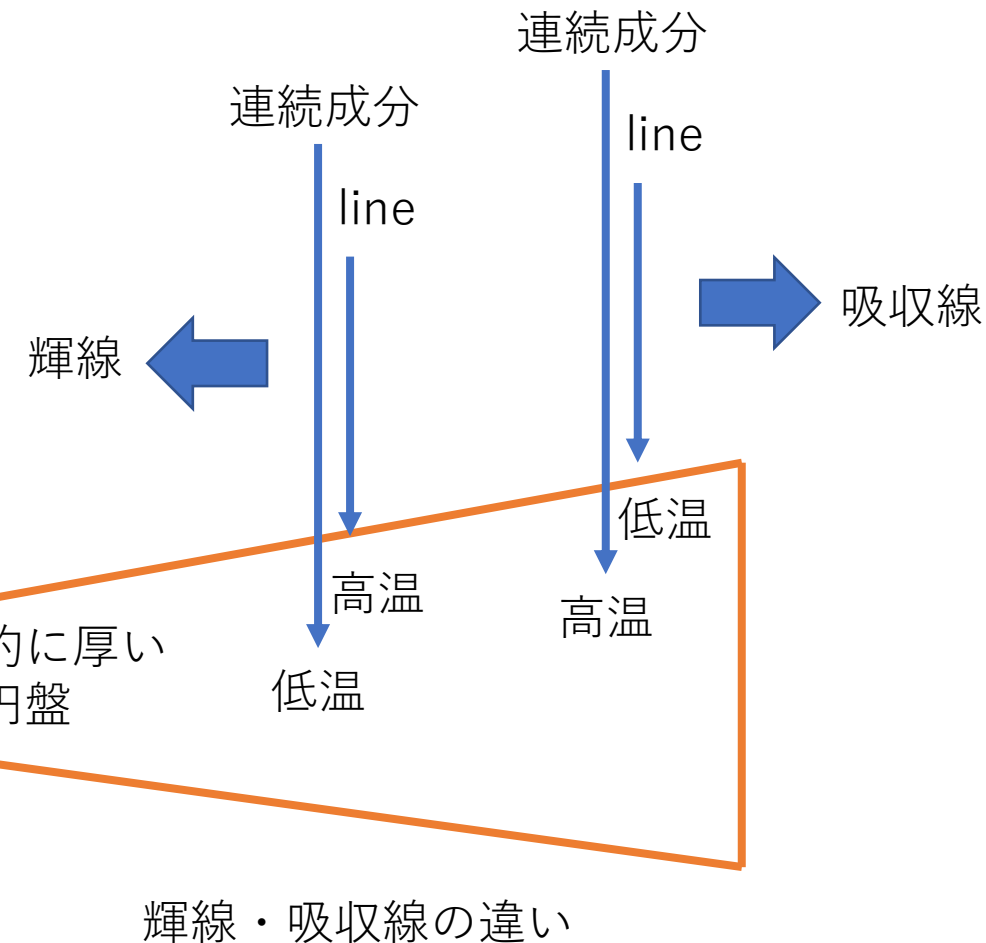


光学的に薄いと
全体から輝線が出てくる

Hellier (2001) Fig. 3-2

分光観測で何が分かるか？

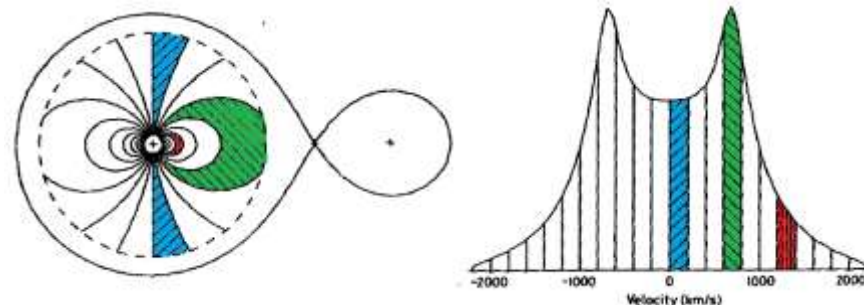
- アウトバースト中の円盤は光学的に厚くなっている
- 表面のほうが高温なら輝線、
表面のほうが低温なら吸収線になる。
理論モデルでは表面ほど低温であり、
アウトバースト中は吸収線が多い
- ただし、吸収線と輝線が
共存していることもある。
照射による温度逆転層？
光学的に薄い円盤コロナ？



連続分光観測によって何がわかるか？

- **Doppler Tomography**という手法で連続分光データを解析すると輝線がどこから出ているか推定できる。
- 輝線源が速度を持っている場合、Doppler shiftによって波長が少し変わる。
- Tomography = 断層撮影法。CTスキャンのように、連星系をいろんな方向から分光観測し、**輝線プロファイル変化から速度空間上での輝度構造を推定**する。

(Marsh & Horne 1988)

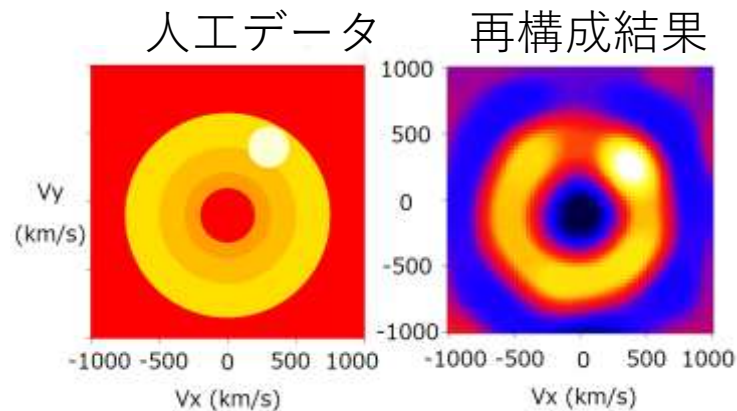


下から円盤を見たとき、「**等視線速度線**」は上図のようになる。

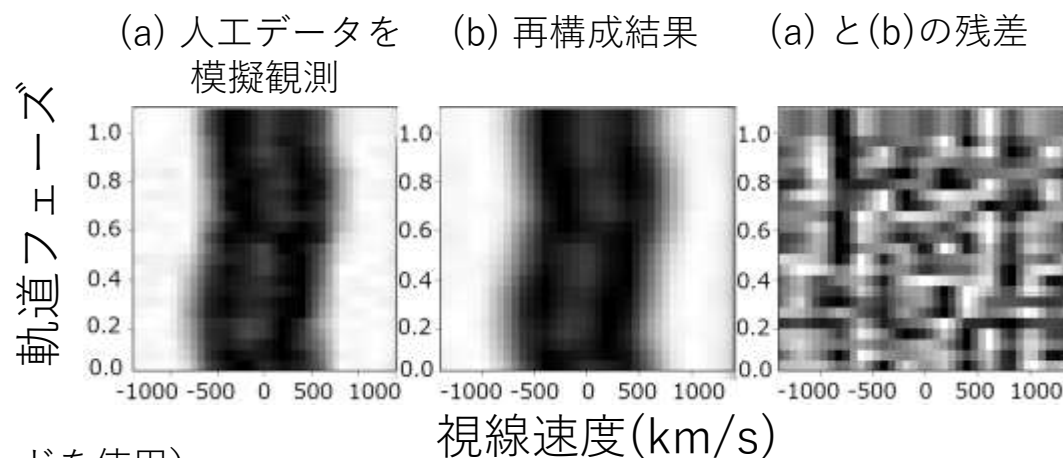


円盤由来の輝線は**double peak**の形で観測される
(Hellier 2001)

Doppler Tomographyの例：

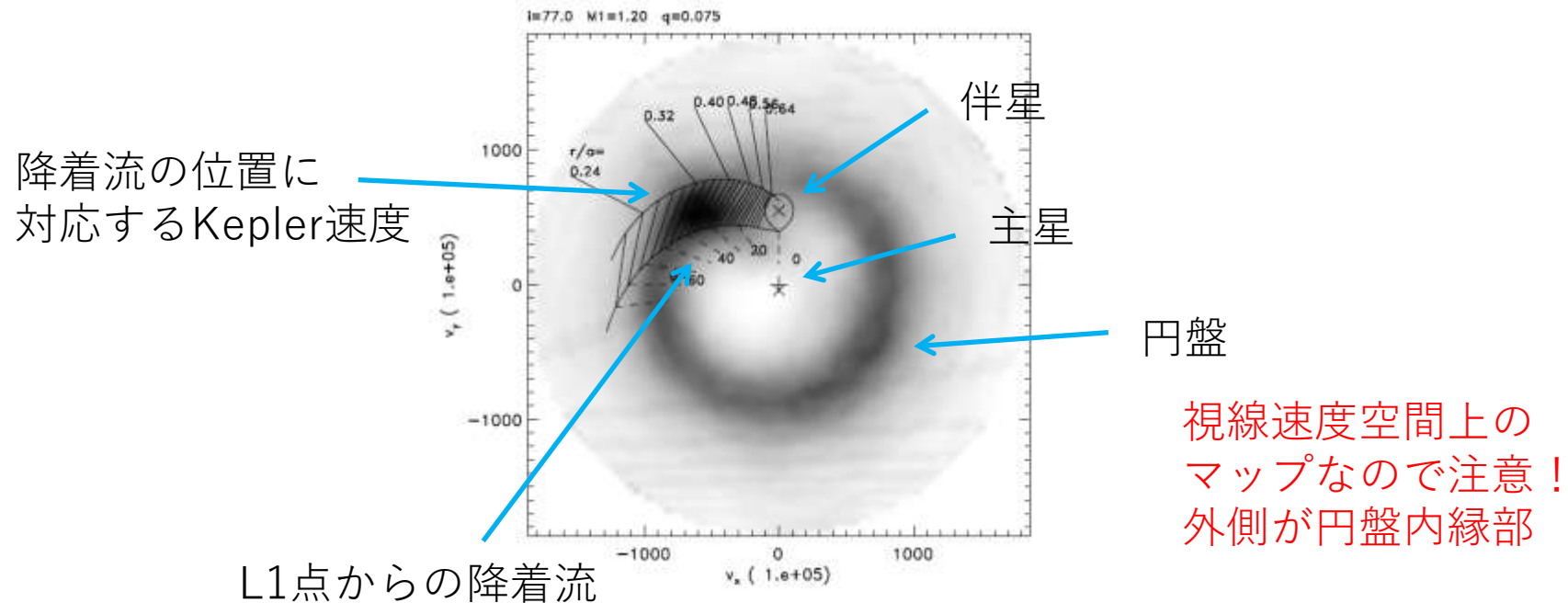


(Uemura et al. 2015のコードを使用)



Doppler tomographyで何が見えるか

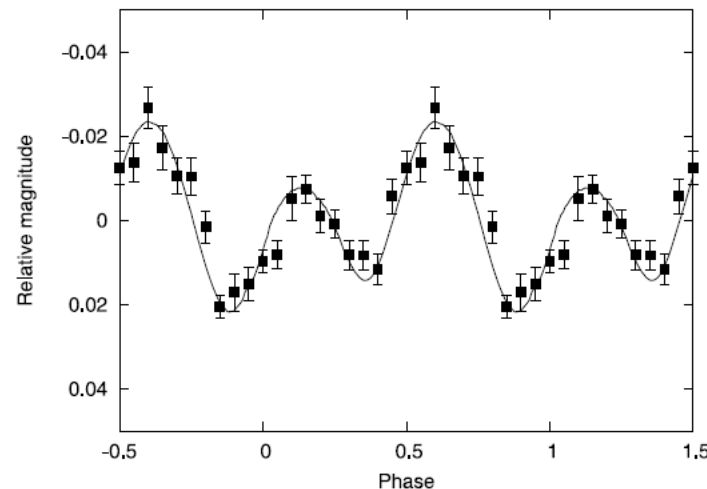
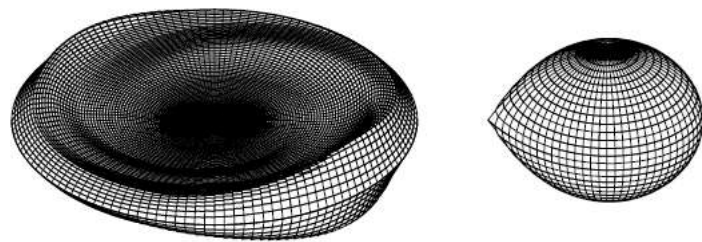
- WZ Sgeの静穏時の観測では円盤とhot spotが観測された



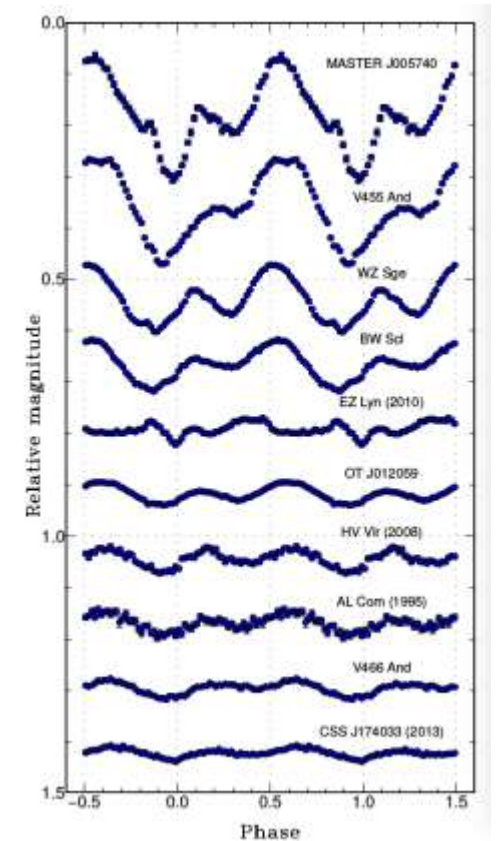
WZ Sgeの静穏時のスペクトル (Spruit and Rutten 1998)

研究1. early superhump中の輝線の起源(Tampo+2021)

- Early superhumpとは軌道周期と同じ周期を持つ周期変動で、振幅は天体によって大きく異なる
- 振幅は天体のinclination（軌道傾斜角）に依存しており円盤に垂直方向の構造があると考えられた(Nogami+1997)
- 円盤上の二本腕構造を考えると観測を再現できる
(Maehara+ 2007)

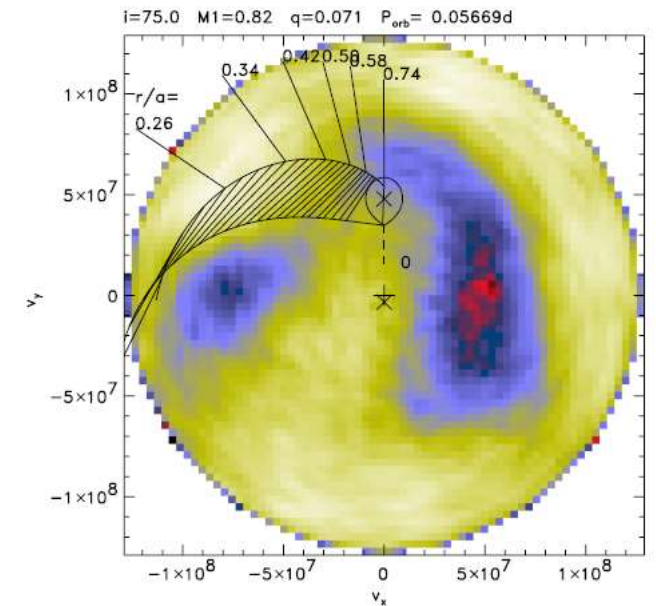


様々な天体の
早期スーパーハンプの
平均プロファイル



WZ Sgeで見られた輝線の二本腕構造

- WZ Sgeの初期連続分光データをDoppler Tomographyで解析
-> He II輝線も非対称の二本腕構造を持つことが分かった
- しかし、この輝線の起源は不明であり、early superhump、つまり円盤の垂直構造から出ているという観測的証拠はない
- 垂直構造が高温の円盤内側や白色矮星から照らされて温度逆転層が出来ているのか？
- それともコロナのような光学的に薄い輝線源が存在するのか？



Baba+ 2002

増光直後のWZ Sge型矮新星の スペクトルの統計的研究

- 矮新星でHe IIの輝線が観測されることは珍しい
- WZ Sge型矮新星の増光直後（early superhump中）ではHe II、Bowen Blend(CIII/NIII)という高温領域から出る輝線がよく報告されている（e.g. GW And, V455 And: Nogami+ 2009）
- WZ Sge型アウトバースト初期 = 高温の輝線が見えるというイメージはあるものの、単発の報告が主で統計的には調べられていなかった。
- 理由としては、
 - アウトバースト頻度の低いWZ Sge型矮新星の増光初期を分光するのは難しい
 - 分光観測は測光観測より光量が必要なので、大きな口径が必要とされる
- 大口径の自前の望遠鏡 = せいめい望遠鏡があれば増光直後のWZ Sge型矮新星らしき天体を撮りまくることで統計的な研究ができるのでは！？と着想した

DN spectroscopy by 3.8 m telescope Seimei

Observations

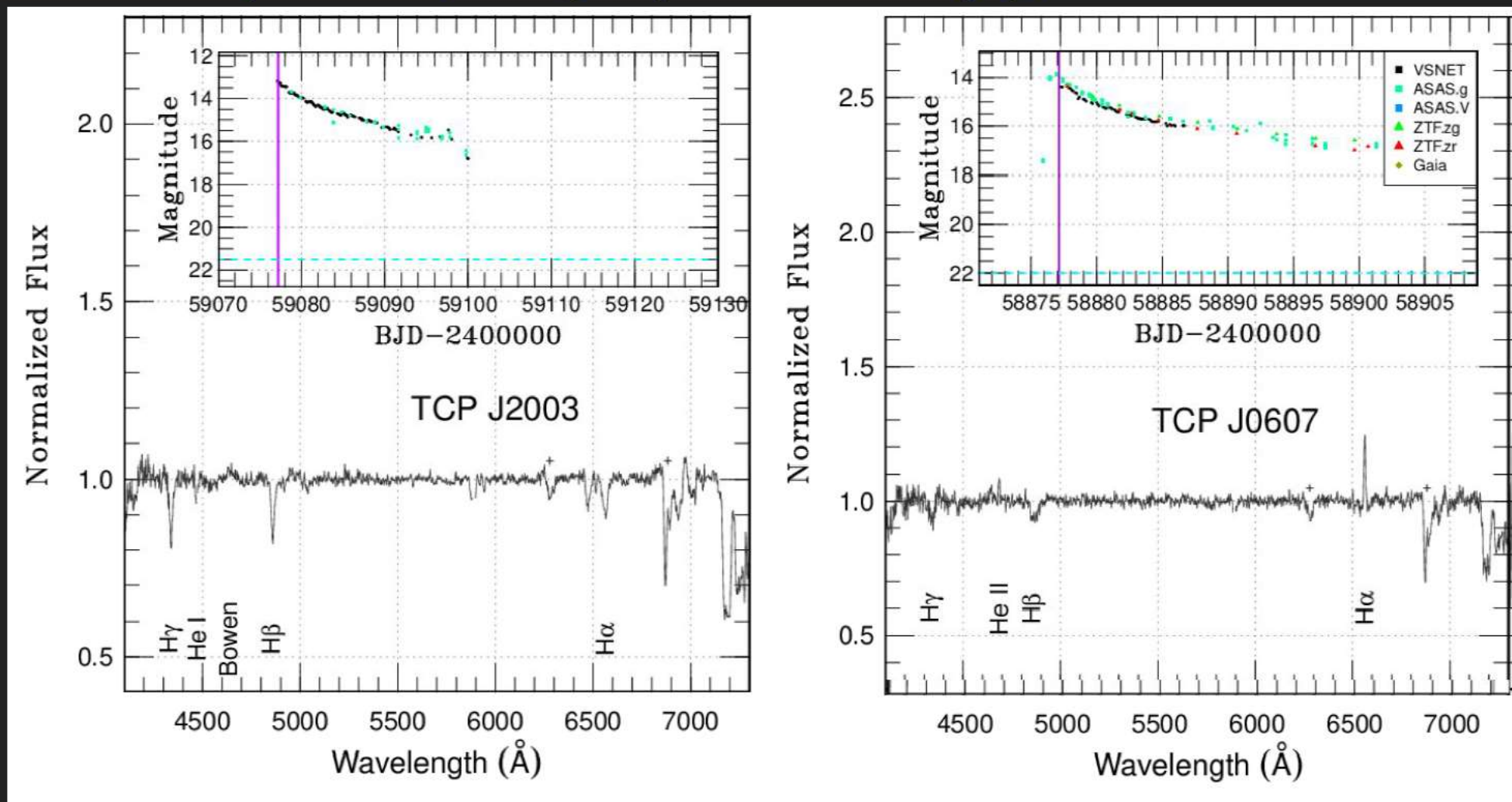
Seimei : 3.8 m segment mirror telescope @Okayama
KOOLS-IFU : fiber-fed integral field unit spectrograph
VPH-blue : 4200 - 8000 Å, $R \sim 500$

Statistics

- ✓ 17 dwarf nova outbursts observed (10 ATel)
- ✓ 11 WZ Sge-type DNe + 6 SU UMa-type DNe
- ✓ 11 newly discovered systems
- ✓ 6 objects less than 1 d from the peaks

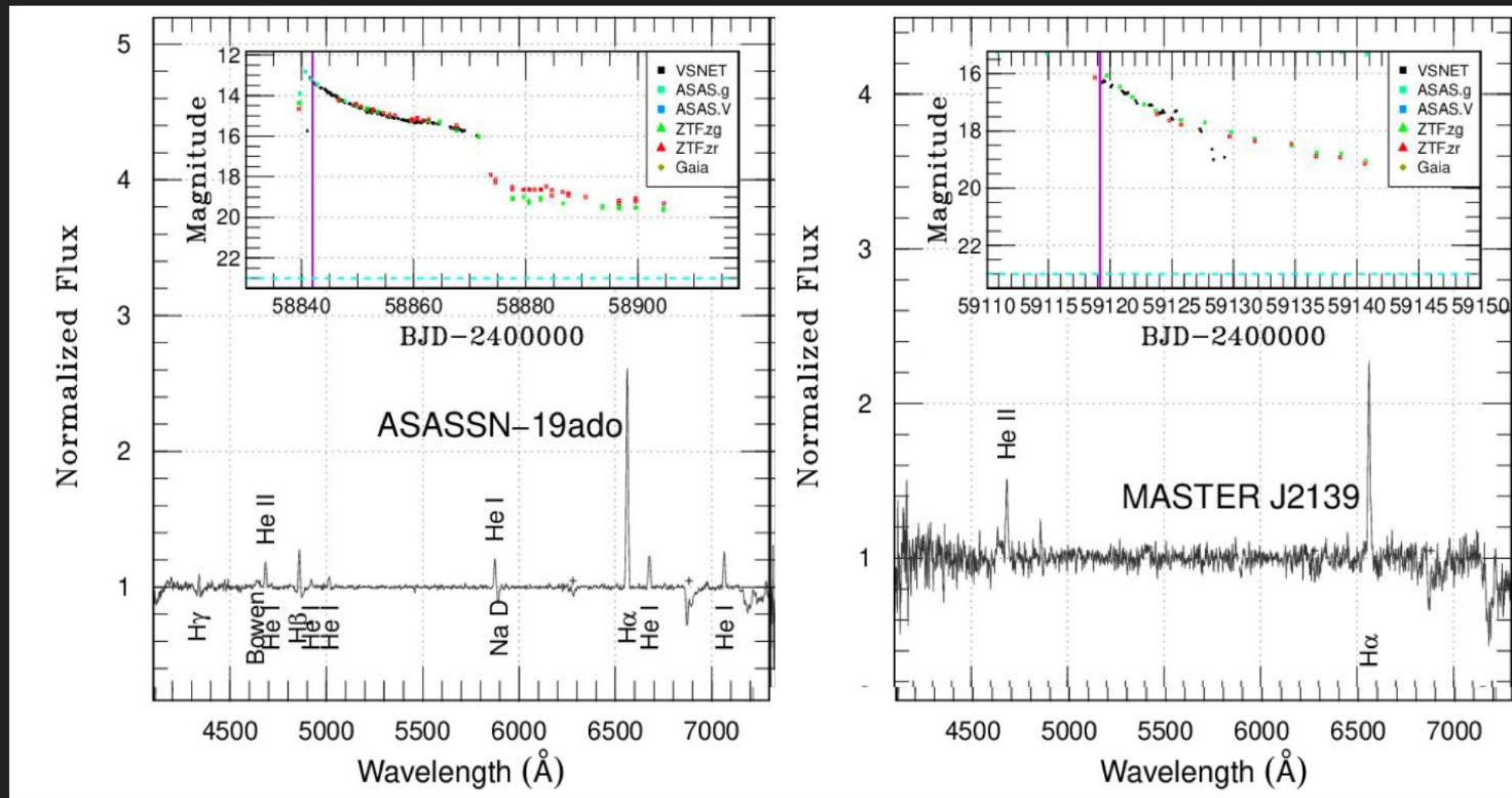


Our Samples I: Early Spectroscopy



連星変光星研究会2020, 31st Jan., せいめい望遠鏡での矮新星アウトバースト分光観測

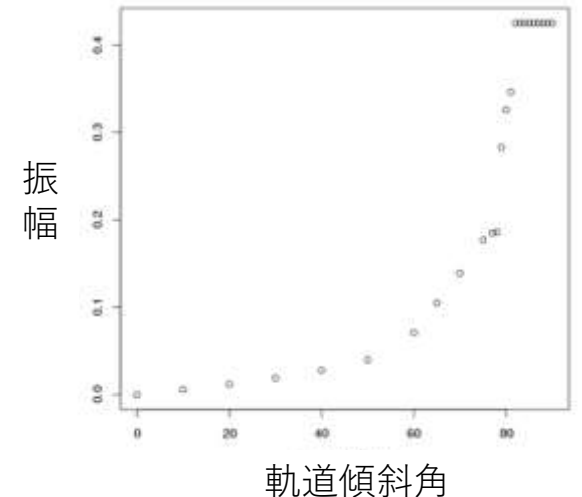
Our Samples II: He II 4686Å Emission



連星変光星研究会2020, 31st Jan., せいめい望遠鏡での矮新星アウトバースト分光観測

He II輝線強度 vs 軌道傾斜角

- early superhumpの大きさは軌道傾斜角に依存している
- ではHe IIの輝線強度 vs 軌道傾斜角がどういう相関を持つか？
- He IIの輝線強度 vs early superhumpの振幅をみればOK
- せいめい望遠鏡によるスペクトルとVSOLJやAAVSOによる追観測（連続測光）を組み合わせることで相関の発見に成功した



Uemura+ 2012による軌道傾斜角 vs early superhumpの振幅のモデル計算

He II輝線強度 vs 軌道傾斜角 (VSOLJのデータを使用)

Discussion I. He II 4686Å Emission

This research
Kato+2015

		He II 4686Å Strength			
		nan	<0.3	>0.3	observed
early superhump amplitude (mag)	nan (low incl.)	<u>A20kv</u>	GW Lib		
	<0.03	<u>EQ Lyn</u> <u>TCP J0059</u> <u>TCP J2003</u>	<u>A19ado</u> V592 Her		A14cl PNV J1729
	>0.03 (high incl.)		<u>TCP J0607</u>	<u>MSTR J2139</u> WZ Sge V455 And	CRTS J0902 OT J1112 V572 And

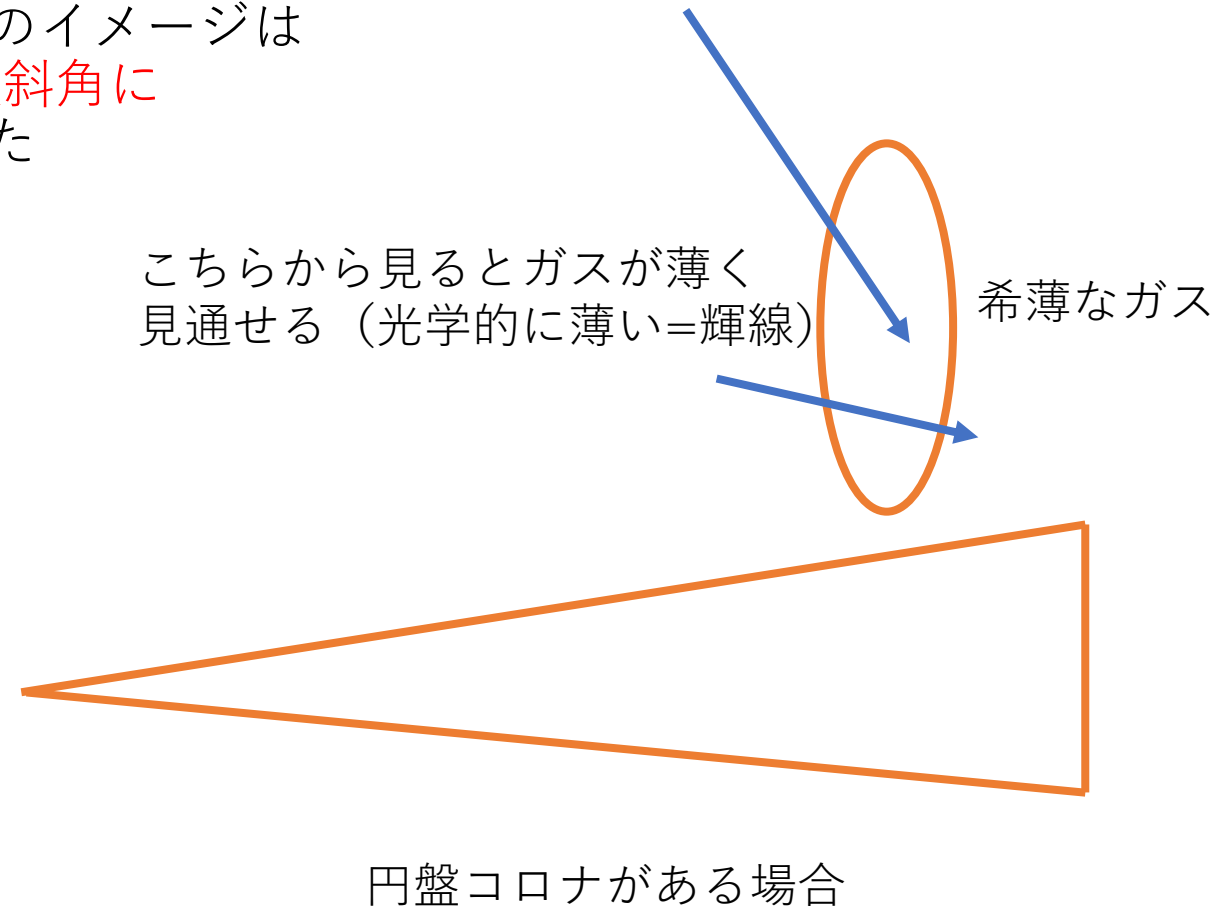
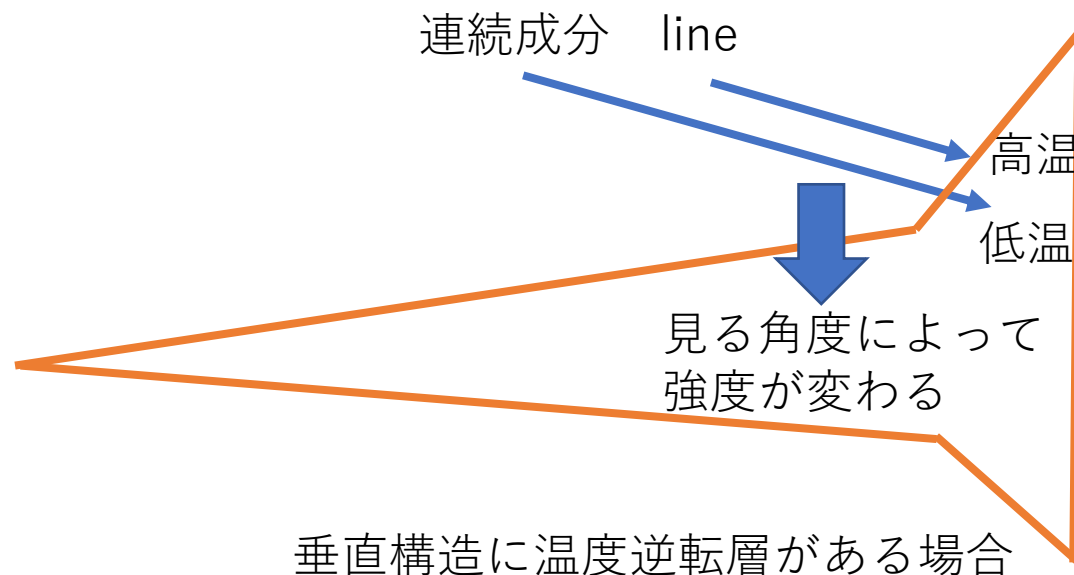
He IIはどこから来たのか？

- 結論として、He IIの起源は「二本腕構造の温度逆転層」「垂直方向に広がった円盤コロナ」のどちらでも説明可能
- しかし、これまでのWZ Sge初期 = He II輝線のイメージは selection biasが生んだ幻で、実際には軌道傾斜角に依存していることを明らかにすることが出来た

こちらから見るとガスが厚く
見通せない（光学的に厚い）
温度が均一なら輝線も吸収線もない

こちらから見るとガスが薄く
見通せる（光学的に薄い=輝線）

希薄なガス



研究2. early superhump中の円盤の幾何構造推定

- **early superhump**の変光メカニズムと輝線源の特定を目標とする

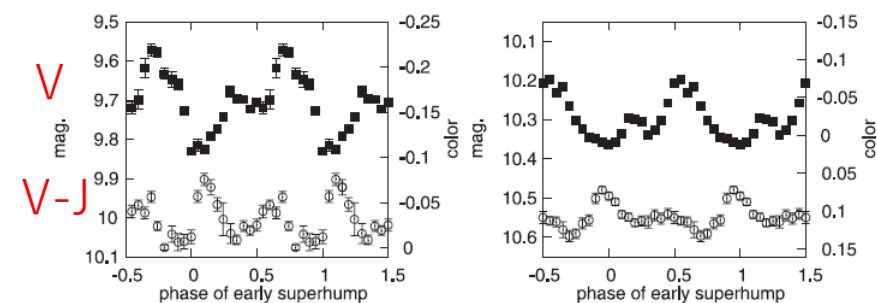
early superhumpの特徴：

- 光度最大るとき赤くなる
- 振幅は天体のinclinationに依存

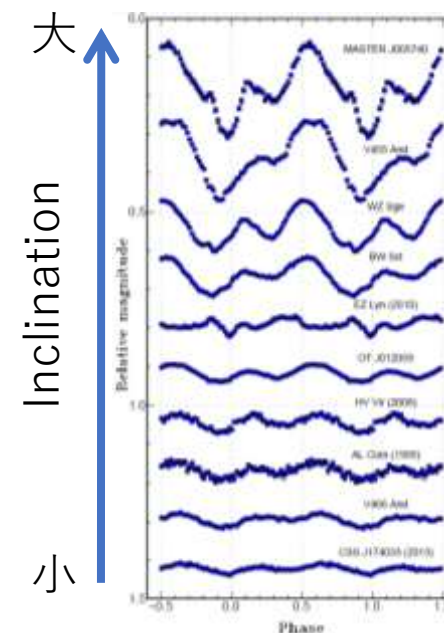


- 円盤外縁部の低温領域に垂直方向の構造
(Nogami et al. 1997, Maehara et al. 2007)
- ただし垂直構造の形成過程・増光機構は未だ決着がついていない

early superhumpの平均プロファイル



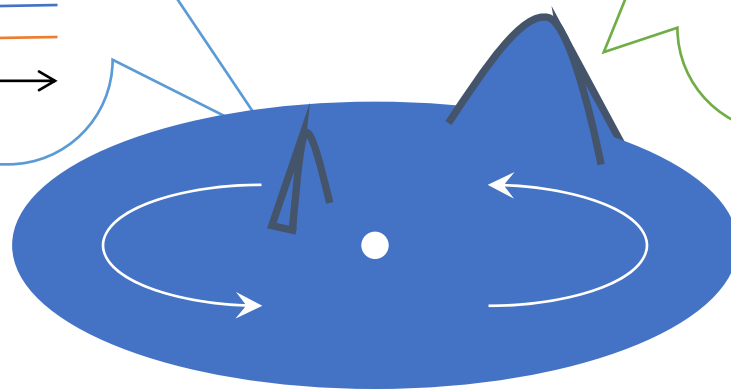
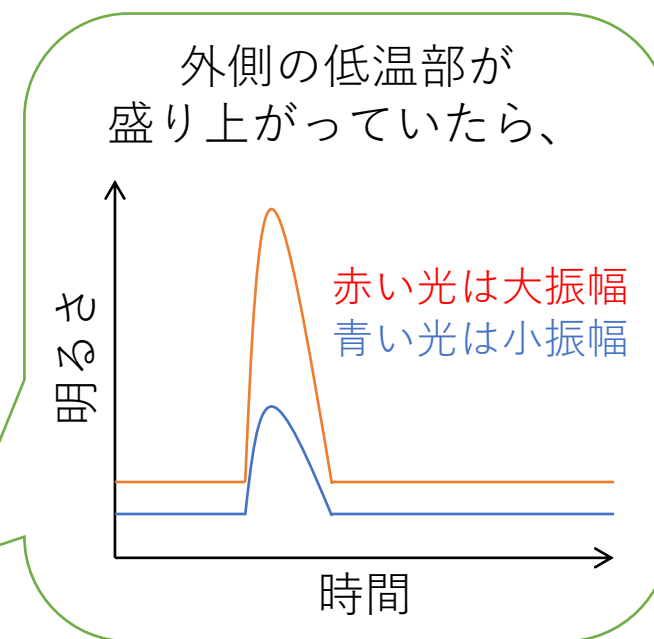
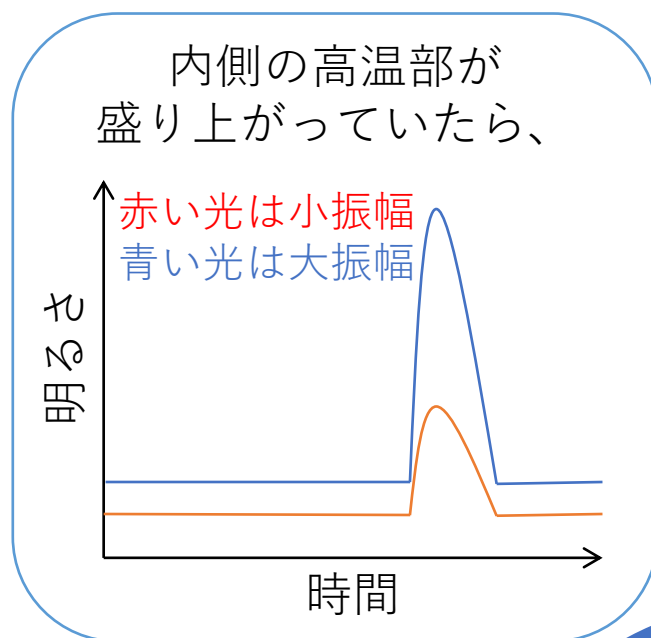
(Matsui et al. 2009)



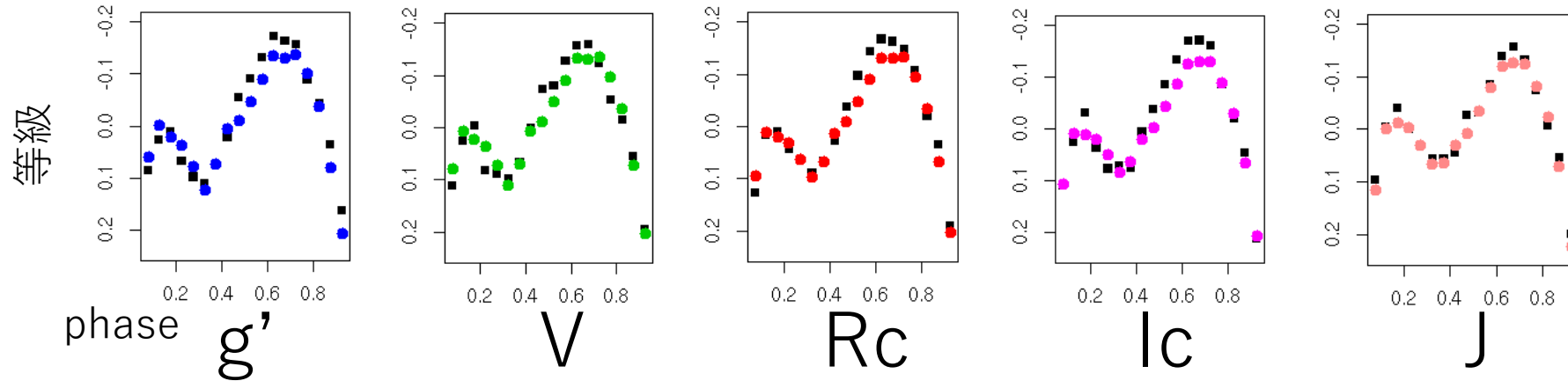
Kato 2015

光度曲線から円盤構造を推定し モデルと比較しよう

- 時系列情報→円盤の方位角方向
- 色情報→円盤の動径方向



OV Booで行った幾何構造推定の結果

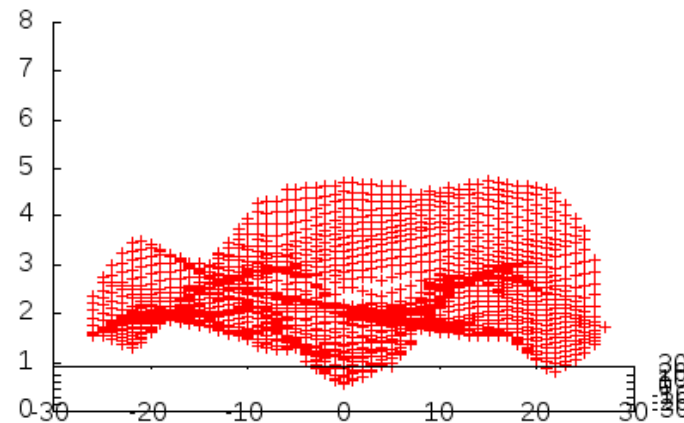
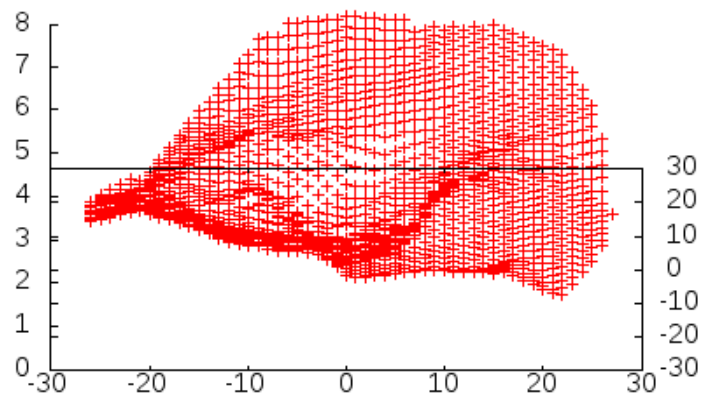


"grid0829-2.map" +

"grid0829-2.map" +

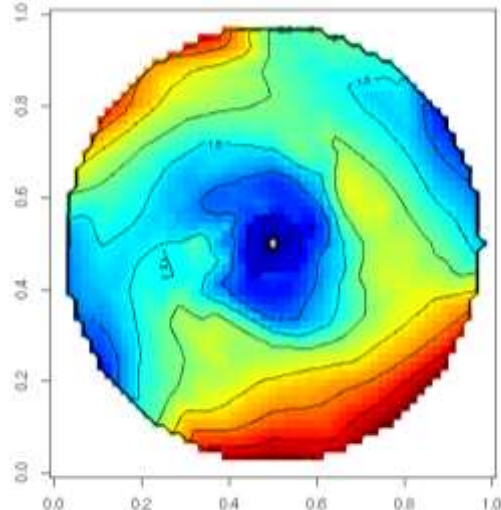
少し上から見た円盤

地球から見た円盤

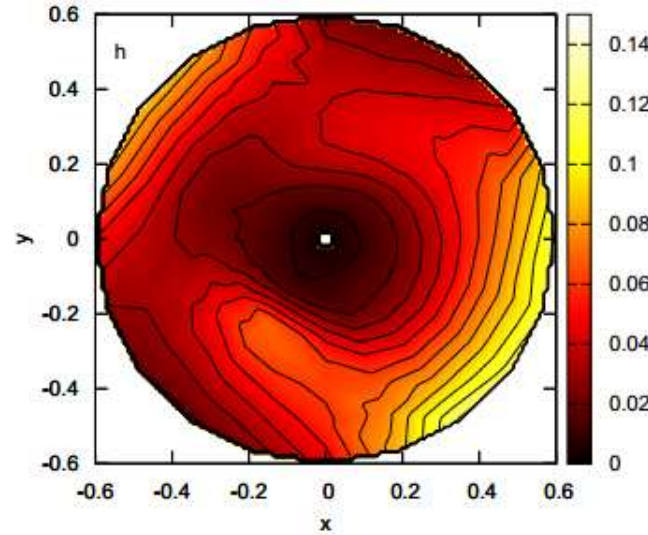


推定された円盤構造

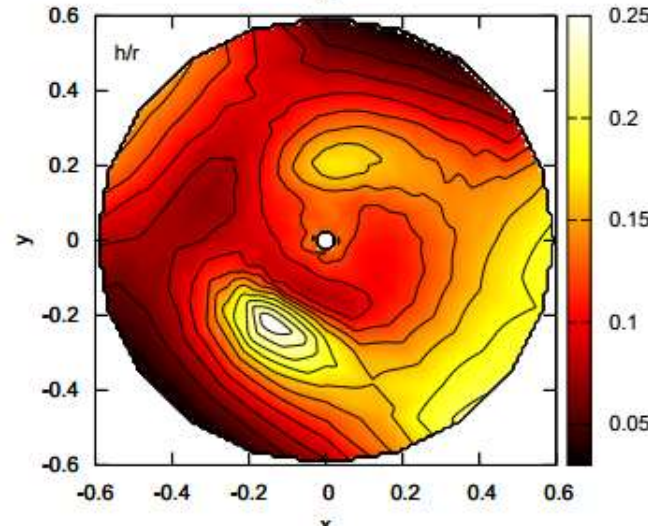
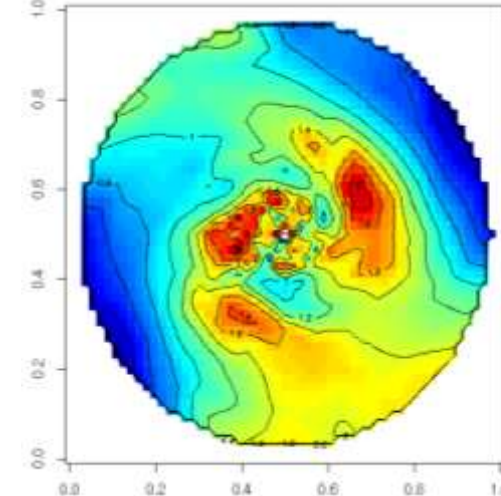
円盤高さ



先行研究：V455 And (Uemura+ 2012)



円盤高さ/半径



- どちらも同様の構造（円盤外縁部に2箇所 of 盛上がり + 2本腕構造）が再現された。

- 円盤外縁の最大高さ

先行研究： $h/r = 0.20$

今回： $h/r = 0.12$

と大きく異なる。

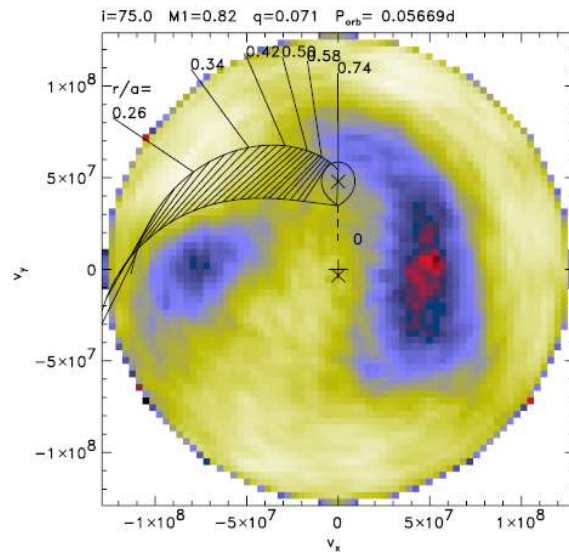
（事前分布は $h=0.1r$ ）

この差は「天体ごとの個性」では片付けられない

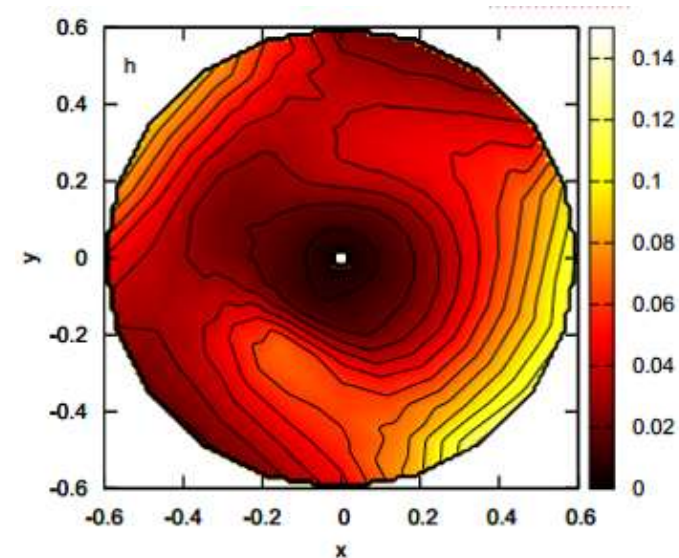
- 温度分布が標準円盤 $T_{\text{in}}(\frac{r}{r_{\text{in}}})^{-3/4}$ を仮定しているのが原因？

同時多色測光 + 連続分光観測

- 同時多色測光による円盤幾何構造マッピングと連続分光観測によるDoppler tomographyを同時に行うことが出来れば、輝線源 = 高温というモデルを組み込むことでより尤もらしい円盤温度分布での幾何構造推定出来るはず。



WZ Sge増光初期の
Doppler map (Baba+ 2002)

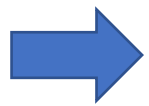


V455 Andの円盤幾何構造の
推定結果 (Uemura+ 2012)

同時多色測光 + 連続分光観測

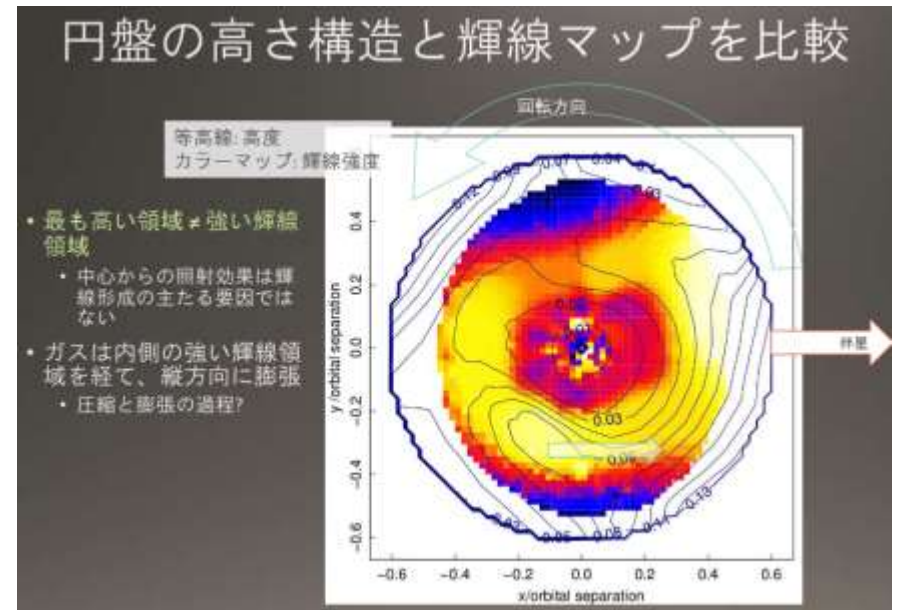
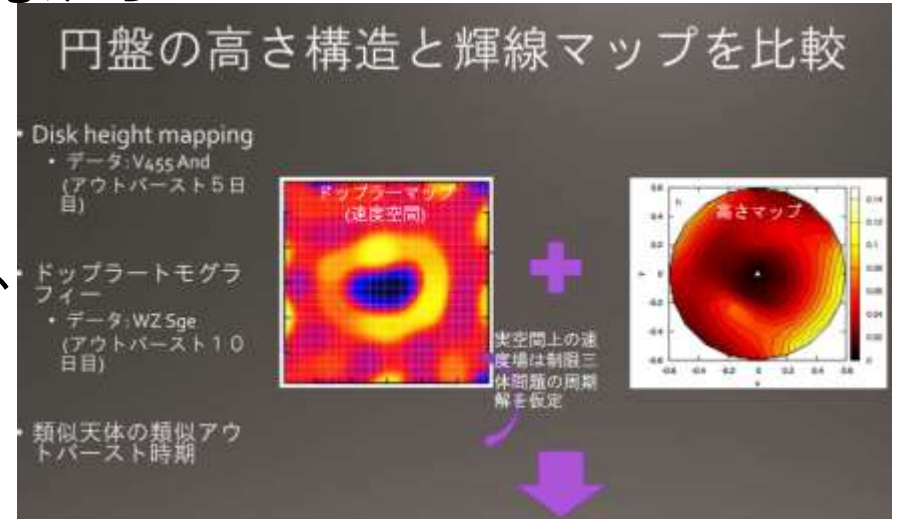
植村さん発表スライドより

- また、2つのマップを見比べることで輝線源が垂直方向に膨らんだ円盤なのか、そうでないのかを特定できる。
- 植村さんがWZ Sgeの分光 + V455 Andの測光データを使って推定すると、輝線源は高く膨らんだ領域ではないという結果が出た



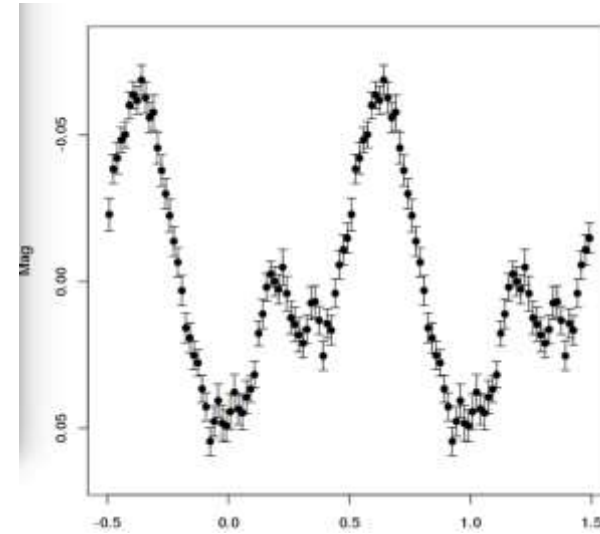
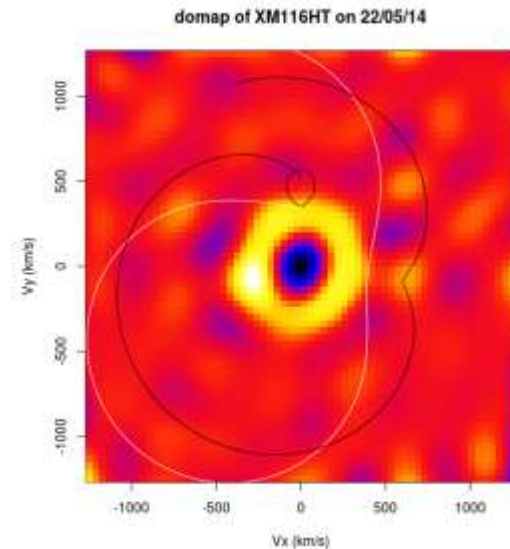
しかし、天体も観測時期も異なるため、**同じ天体で同時多色測光・分光観測をしなければあまり意味がない。**

十分なS/Nで多色測光・分光観測ができる
明るい+early superhumpの振幅が大きい
天体を狙って現在待機中。



XM116HTの同時測光・分光観測

- 今年5月に爆発したXM116HTは同時多色測光分光が出来るほど early superhump が大きく、明るかった。



- しかし天気が最悪で、得られたのは
単色測光 + ノイズの多い分光データのみ…。
- 次のチャンスを狙っています。

VSOLJとのcollaborationが果たした役割、 これからの展望

- 今回紹介した研究は、**VSOLJの増光報告や追観測**による early superhumpの振幅の報告が重要な意味をもつ。
- 今回は紹介しなかったが、数年前のEG CncのときにはVSOLJの再増光報告を見ながら大学間連携による大規模観測キャンペーンを行い再増光メカニズムに起源に迫る研究を行うことが出来た。
- 新天体の発見ではZTFやASASSNという強力なライバルが現れているが、まだまだアマチュアの方の発見は重要。実際、WZ Sgeの増光初期スペクトルの研究では**ASASSN 2天体 vs TCP 3天体**。
- 新天体以外でも、既知天体の増光報告も大事です。
(素性が分かっているならば、すぐに大きな観測キャンペーンが可能)
- 10年もすれば**WZ Sgeが次のoutburst**を起こすはず！
どこかの高校生が発見しないだろうか？

V445 Pup の近況

清田誠一郎

V445 Pup

V445 Pup は、2000 年 11 月 28 日に、金津和義さんの見つけられた突発天体です。分光観測の結果、一般の新星に見られる水素のバルマー輝線は見られず、その代わりにヘリウム等の輝線が見られる特異な天体でした(Iijima and Nakanishi, 2008)。

ヘリウム新星

新星は、白色矮星と主系列星(もしくは、もう少し進化の進んだ星)の近接連星です。伴星から主星の白色矮星に質量移動で積もった水素がある程度の量まで貯まると、その積もった水素が爆発的に核融合を起こして、光球が膨らみ明るくなります。その際に、スペクトル観測をすると、速い爆発膨張速度を反映して、幅の広い水素の輝線が観測されます。伴星が、外層の水素をほとんど失った星だと、伴星から主星に降り積もるのがヘリウムになります。ヘリウムだと水素に比べて核融合を起こすにはより高温高压の状態が必要となりますが、そのようなヘリウム新星も理論的には可能とされていました。この星は、理論で予言されていたヘリウム新星でした。

測光観測

最初、振幅の小さな変動を伴ったゆっくりした減光でしたが、観測シーズン終盤の 2001 年 4 月に、ダストによる減光で、暗くなりました。その後、徐々に明るくなり、現在、Ic バンドで 16 等台まで復興してきています。復光の途中で、双極子流のような構造が捉えられて話題になっています。

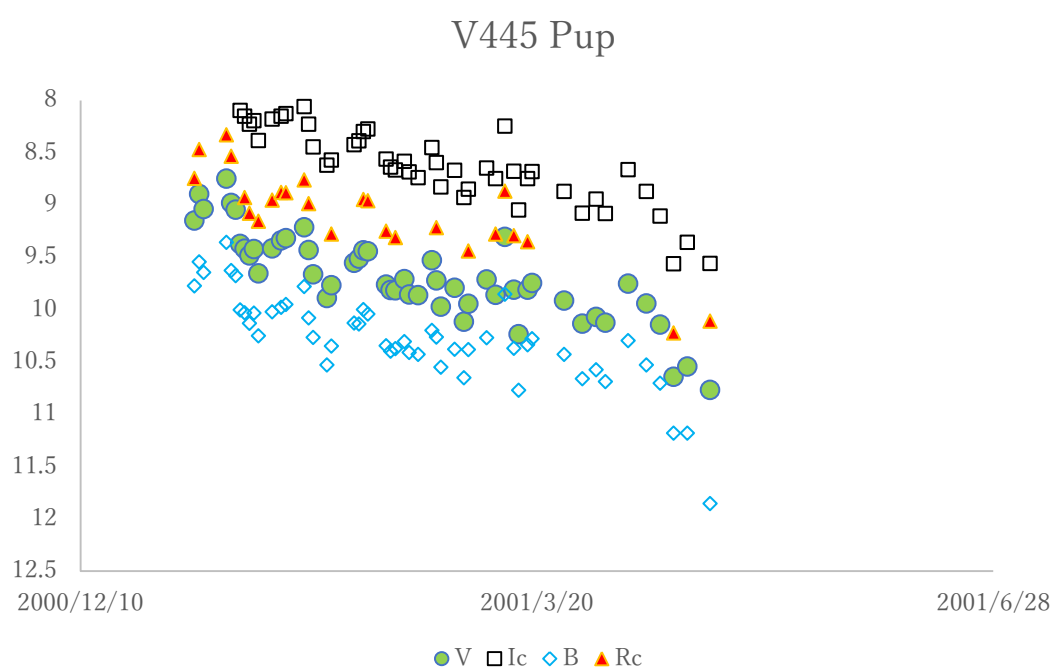
爆発前の写真では、14 等台で、写真測光の結果から、連星の軌道周期が 0.650654 日 (15.6157 時間)とされています。明るくなってきたのが、ダストが晴れてきたからだすると、そろそろ、連星の軌道運動に伴った光度変化が観測にかかるのが期待されます。

ZTF の測光結果が公開されています。ZTF の観測でも、復光してきたのがわかります。データの多い 2020-2021 年の観測データから、復光のトレンドを除いた後、提案されている 0.650654 日の周期で畳んだ位相光度曲線を作成してみました。データ数も十分でなく、良くわかりませんでした。

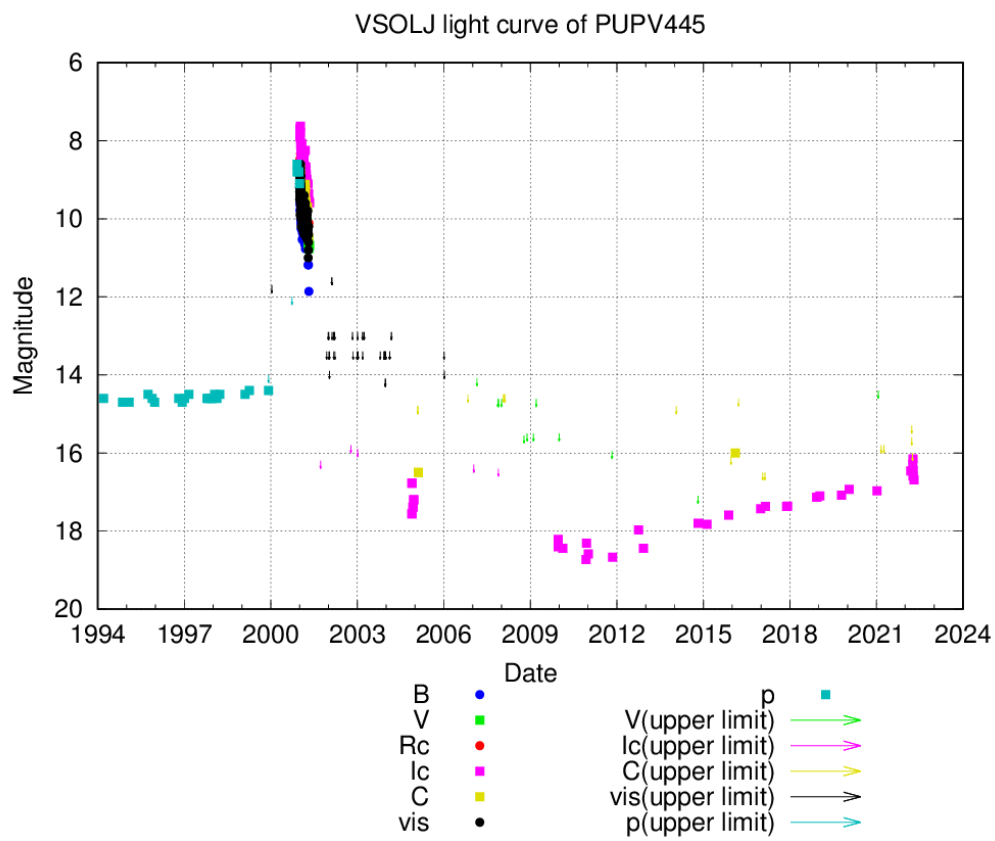
なお、復光に関しては、広島大学の高木は、偏光観測から、ダストが晴れたのではなく、ダストリングの縁で散乱された光が見えているのでは無いかと、提案されています。そうだとすると、連星周期を反映した変動は見られる可能性があるのでは、観測できる方は、短時間変動が検出できるか観測をしてみてはいかがでしょうか。わたしも、次のシーズンから観測頻度を上げる計画です。このまま、爆発前の 14 等台にまで、戻るのかも注目されます。



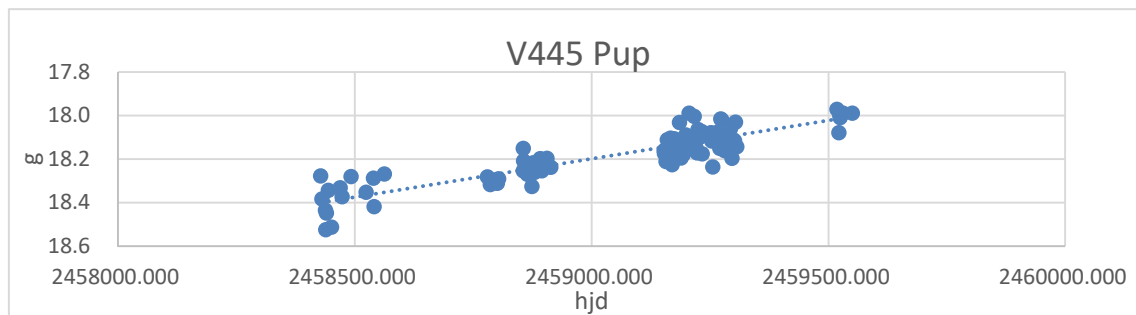
発見後すぐのころの V445 Pup の画像



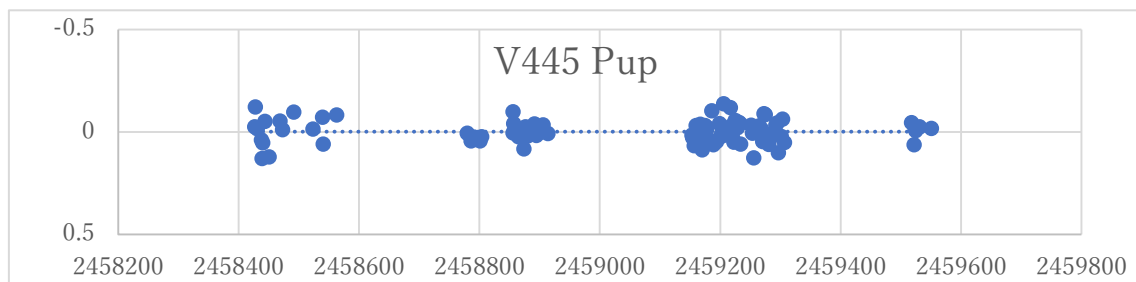
爆発してからしばらくの光度曲線



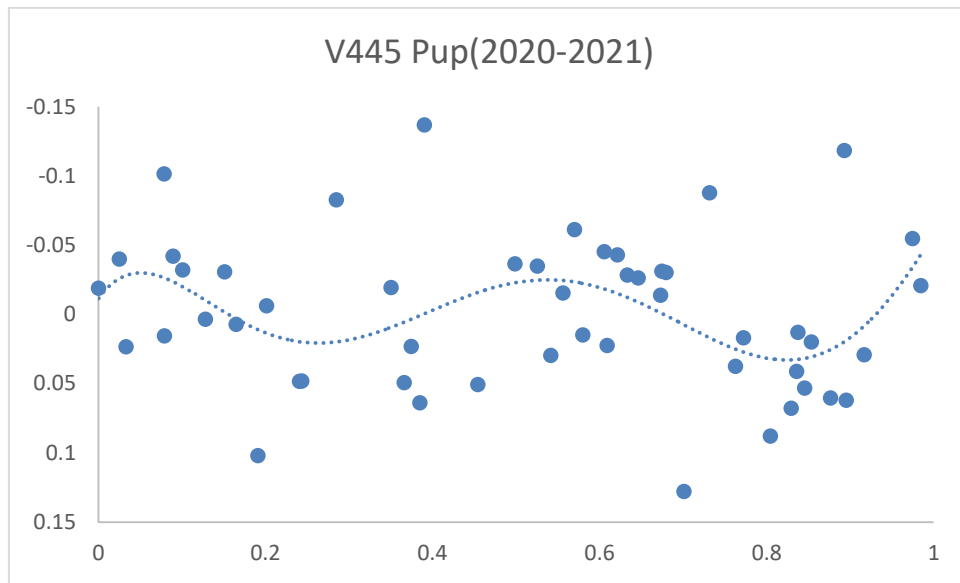
V445 Pup の光度曲線 (VSOLJ から)



ZTF の公表データからの光度曲線



上の光度曲線から増光のトレンドを差し引いたもの



提案されている連星周期 0.650654 日で、描いた ZTF の観測の位相光度曲線

カシオペア座新星 2021(V1405Cas) の分光観測

伊藤芳春

概要

2021 年 3 月 18 日, カシオペア座に新星が発見され, 発見情報を得た翌日夕方から新星の分光観測を行い P Cyg プロファイルの現れている貴重なスペクトルを得ることができた。この観測は仙台市天文台市民観測員制度を利用した PW Gem の観測期間中であったため同じ中分散分光器で観測を行った。

1 ひとみ望遠鏡

仙台市天文台の望遠鏡は, 国内屈指の大きさを誇る口径 1.3 m の「ひとみ望遠鏡」(図 1) である。17 等星ほどの暗い星まで観測可能で, 観測研究はもちろんのこと, 毎週土曜日の夜には, 一般向けの天体観望会も開催されている。望遠鏡と分光器の仕様は表 1 の通りである。

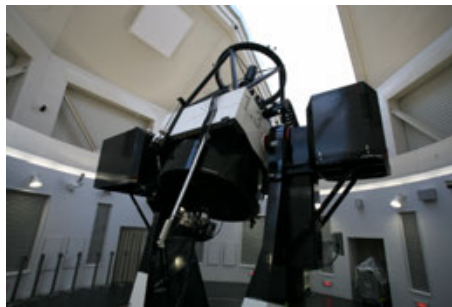


図 1 仙台市天文台ひとみ望遠鏡

表 1 仙台市天文台

ひとみ望遠鏡		中分散 5000 分光器	
口径	1300mm 焦点 F2.3	スリット幅	1.35"
ナスミス焦点	分光器 F9.69	波長分解能	R~7100
緯度	北緯 38 度 15 分 23 秒	観測波長域	3600-6000 Å
経度	東経 140 度 45 分 19 秒	分光器用カメラ	FLI-16803
標高	165m	露出	600 秒

2 市民観測員制度について

今回の観測は、仙台市天文台市民観測員制度を利用して行った。仙台市天文台には、仙台市天文台市民観測員及び公募観測活動に関する規約があり、1.3m ひとみ望遠鏡を使用した観測を行うことができる。市民観測員となるためには仙台市内に在住、または通勤、通学しているもので観測提案書を提出し認定されることで観測をすることができる。

昭和 30 年に仙台市天文台が開台しているが、その際市民による建設募金運動が展開され開かれた活動が行われてきたことによると思われる。

3 カシオペア座新星 V1405Cas

三重県亀山市の中村祐二氏によって 2021 年 3 月 18 日 19 時に、カシオペア座に新星が発見された。表 2 にカシオペア座新星のデータを示す。新星は一般的にそのまま減光する場合が多いが、この新星は増減光を繰り返している。

表 2 カシオペア座新星 V1405Cas

発見者	中村祐二
発見時刻	2021 年 3 月 18 日 19 時
赤経	23 時 24 分 48 秒
赤緯	+61 度 11 分 15 秒
明るさ	9.6 等

4 分光観測

カシオペア座新星発見の報告は翌日にメールを見て気づき、夕方から観測を始めた。仙台は日本列島の東方に位置するため夕方が早く訪れる。観測一番乗りを目指し薄明から観測を始めた。この時期は高度が低いため望遠鏡の低高度限界まで 1 時間程度しか観測できない。新星であるため星図が無く、しかも望遠鏡からの光量ロスを避けるため、イメージローテータを使わ

ない方法だったため星を間違えないか一抹の不安があったが、撮影画像が大気の吸収線の多い画像から輝線の見られるスペクトルを見て間違いないことを確認した。教科書どおりの P Cyg プロファイルが図 2 のように見えていた。分光器の仕様により図の右側が短波長である。

表 3 観測日時

年月日	時刻	枚数
3 月 19 日	18:28	600s × 3
3 月 22 日	18:46	600s × 4
3 月 23 日	18:45	600s × 3
3 月 24 日	18:28	600s × 4

残念ながら観測は国内一番乗りにはなれなかった。実はこの時期のカシオペア座は夕方と北極星の下を回り明け方にも観測できるため、岡山県の大島さんと京都大学岡山天文台のせいめい望遠鏡の 2 カ所で発見から約半日後スペクトルが撮影されていた。仙台での観測は発見から 1 日後の観測である。

4.1 撮影手順

新星の観測では低分散で撮影されるが、このときは PW Gem の食の極小観測期間中で中分散分光観測に設定していたためそのまま観測することにした。スペクトル撮影日時と撮影枚数、露出時間は表 3 の通りである。他の分光観測と同様にコンパリソンと新星を交互に撮影し、新星のスペクトル撮影後、フラット、ダークの撮影も行った。

$$\text{視線速度} = 299792.458 \frac{(\text{吸収線} - \text{輝線})}{\text{輝線}}$$

$$\text{視線速度} = 299792.458 \frac{(4836.71 - 4862.30)}{4862.30} = -1578 \text{ km/s}$$

7 スペクトルの日変化

フーリエノイズフィルター処理によりノイズを除去し日付順に並べたのが図4である。スペクトルは下から3月19日、3月22日、3月23日、3月24日である。短い期間であるが、輝線、吸収線ともに大きくなっている。新星発見から半日後に岡山のグループが観測した HeII4686 や NIII4640 の2本が角のように並んだ輝線は19日夕方のわれわれの観測では輝線がほんの少し出ているだけだった。

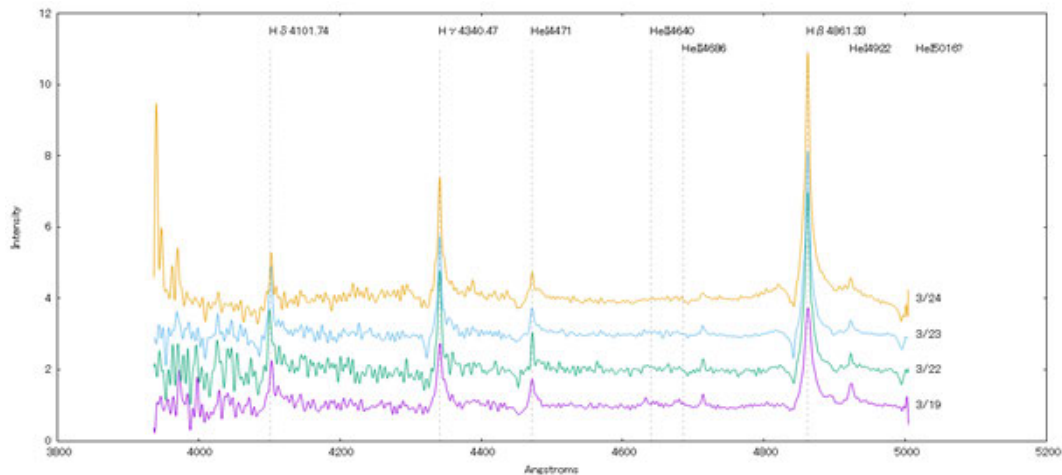


図4 スペクトルの日変化

8 終わりに

3月24日で観測申請期間が終了し、4月から6月まで新規の観測時間を確保していたがコロナ感染拡大のため仙台市の公的施設が全館閉館となり利用できなくなったのは残念であった。比較的曇りの多い仙台であるが、観測期間中晴天が続き新星を観測することができ、貴重なデータを得ることができた。分光器を持つ施設が東北地方には仙台市天文台にしかなく、仙台しか晴れない場合もあり新星の発見を想定した観測計画も重要であると考えさせられた。観測は池田薫氏（当時宮城教育大大学院生）と共に行った。

最後になりましたが、貴重な観測機会をいただいた仙台市天文台に感謝いたします。

参考文献

- [1] VSOLJ ニュース (371) 中村さんがカシオペヤ座に新星を発見

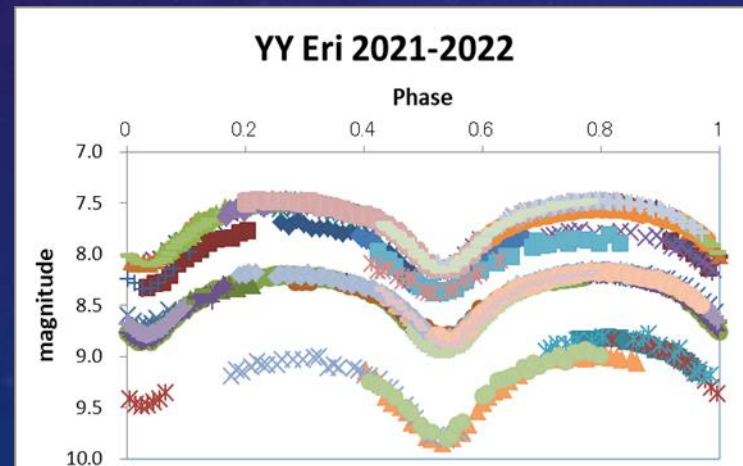
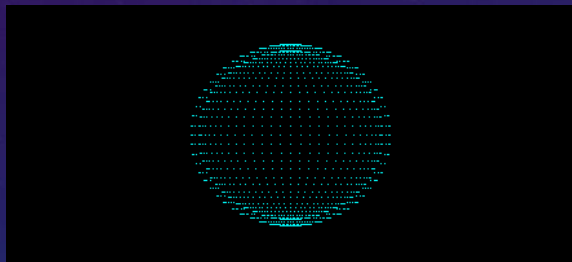
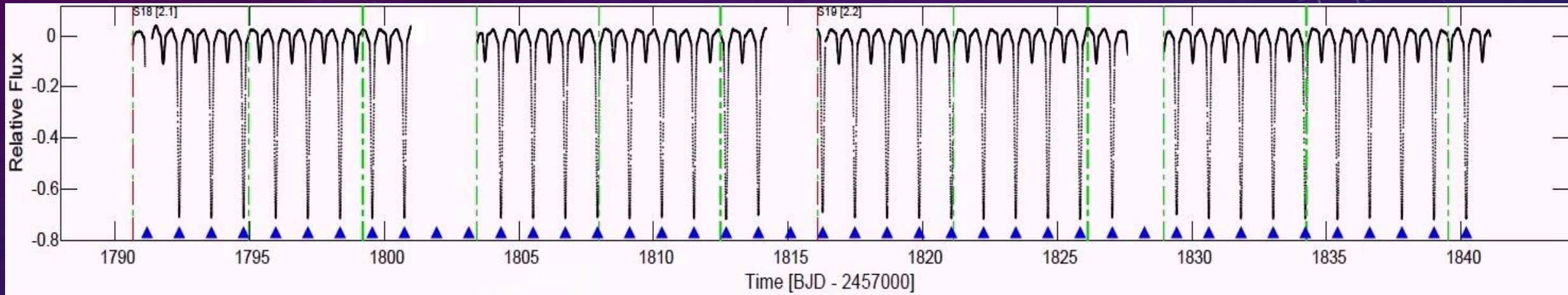
The background is a deep blue gradient with a subtle pattern of white stars. Overlaid on the left side are several concentric circular arcs and dashed lines, some with arrows indicating a clockwise direction. A prominent arc features a degree scale ranging from 140 to 260 in increments of 10.

V398 CYG

2022年7月3日 変光星観測者会議 ON ZOOM

永井和男、清田誠一郎

食連星の光度曲線



食連星は公転によって変光しています
繰り返しているので光度曲線の横軸を0から1までの位相で描くことが出来る

別な日の観測を集めて光度曲線を作ります

VSOLJ 13623

特徴

Vとgが同じ等級

副極小が浅い

食期間はそれほど短くも無い

周期がちょっと違う

高温の主星の周りを、それほどコンパクトでは無い超低温の星が回っている？

作成: 清田誠一郎

AAVSO VSX element

差出人 Taichi Kato 

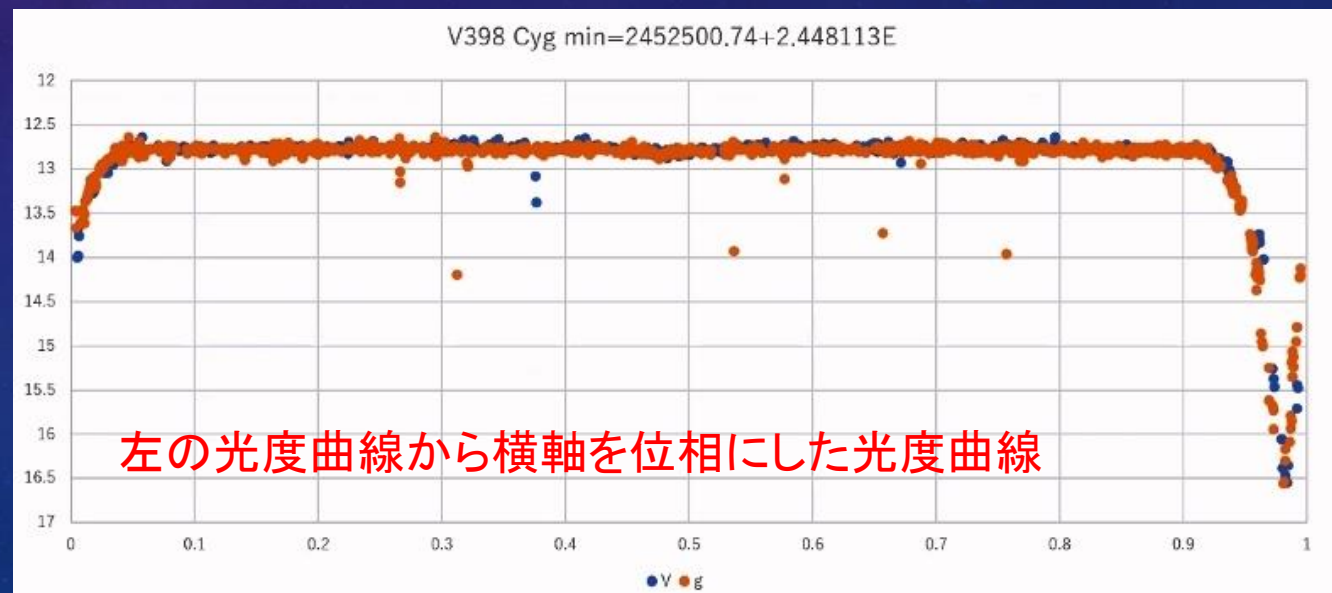
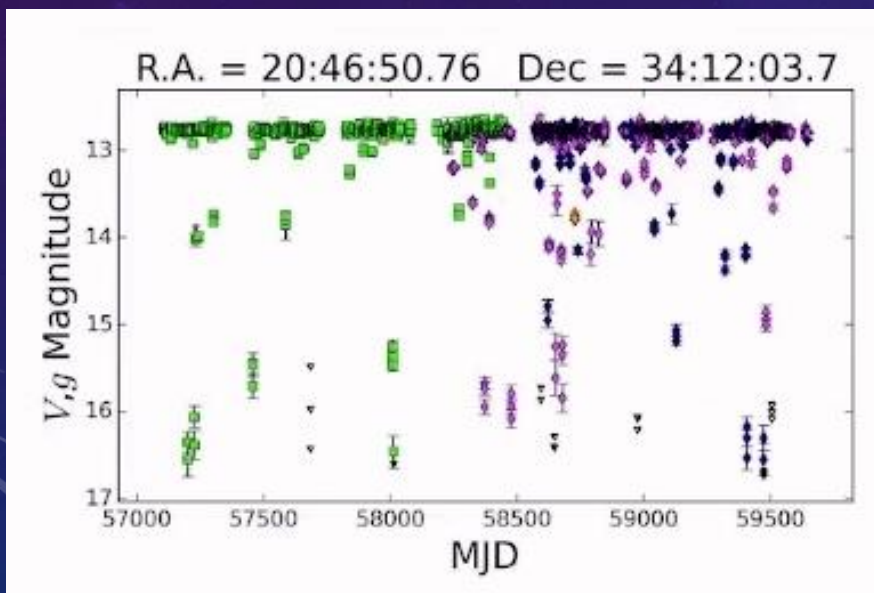
件名 [vsolj 13623] V398 Cyg

宛先 vsolj@cetus-net.org 

この食連星は PHOEBE で合わせられますか？

V398 Cyg

<https://asas-sn.osu.edu/sky-patrol/coordinate/148d5103-57af-45b1-af9c-121026332ee7>

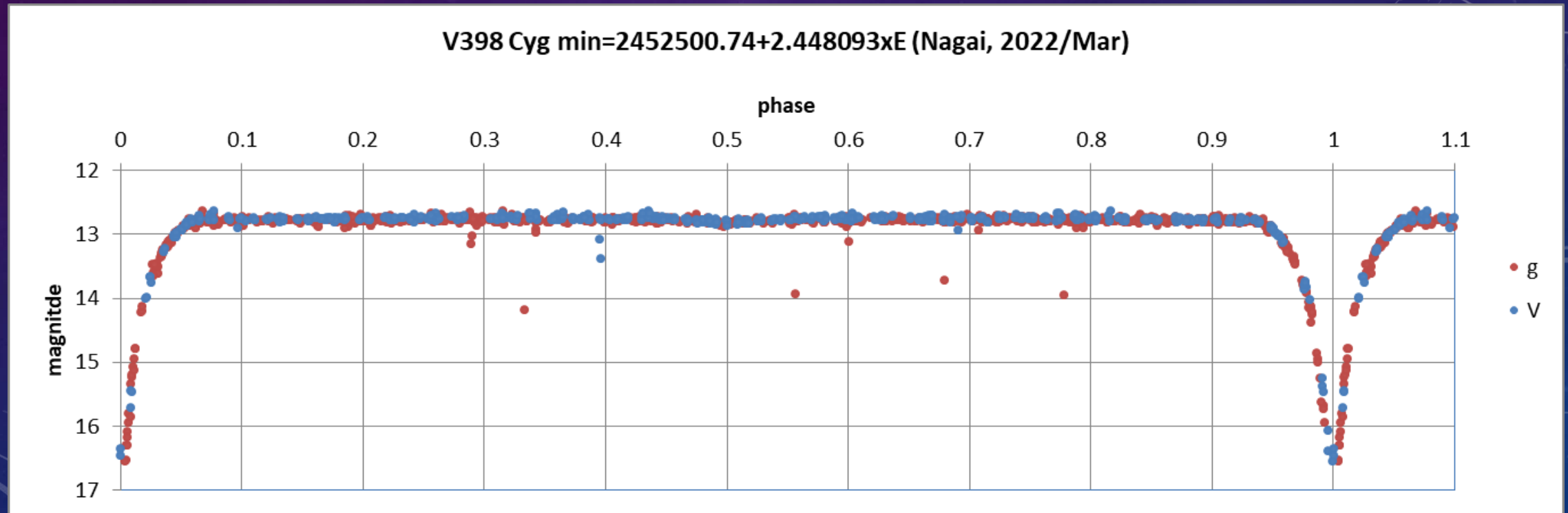


AAVSO VSX

Latest Details				?
Log in to retrieve additional aliases from SIMBAD.				
Name	V V0398 Cyg			
AAVSO UID	000-BDN-460 (20 observations)			
Constellation	Cygnus			» Sequence
J2000.0	20 46 50.76 +34 12 03.7 (311.71150 +34.20103)			» Search nearby
B1950.0	20 44 50.94 +34 01 00.2			
Proper motion	RA: 2.4 +/- 2.3 mas/y	Dec: -1.6 +/- 3.1 mas/y	Source: UCAC4	
Galactic coord.	76.215 -5.675			
Other names (Internal only)	ASASSN-V J204650.88+341203.7	IOMC 2695000065	SVS 486	(Not logged in) » Add name
Variability type	EA			?
Spectral type	—			
Mag. range	12.5 - <15.0 p			?
Discoverer	—			
Epoch	14 Aug 2002 (HJD 2452500.74)			» Ephemeris
Outburst	—			
Period	2.448113 d			
Rise/eclipse dur.	—			

周期改訂

VSXの周期 2.448113d を 2.448093d にした光度曲線



連星モデル化

質量比 q



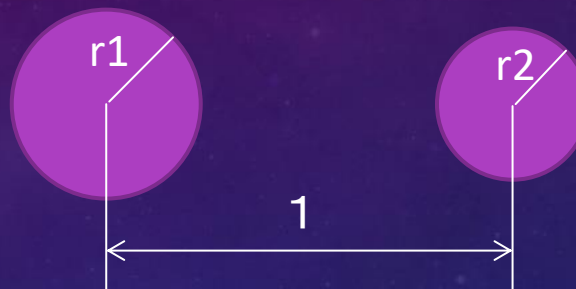
$m1$



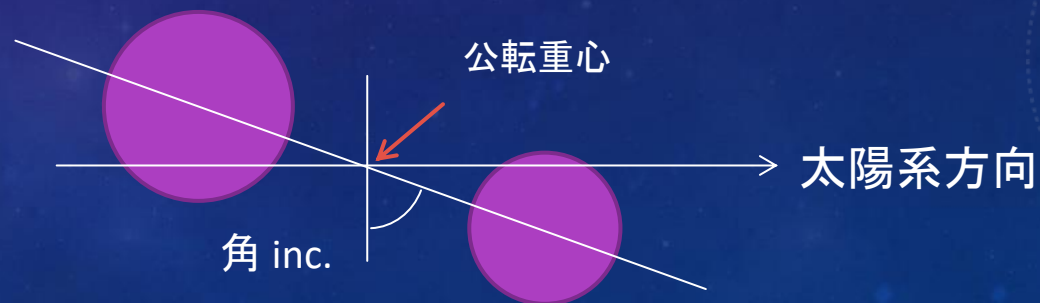
$m2$

$$q = \frac{m2}{m1}$$

星 比半径



軌道傾斜角 i



球形モデル(SMLC)

- $r_1=0.20$, $r_2=0.22$
- $L_1=0.95$, $L_2=0.05$
- $inc=90$

24.A Simple Model for Computing Light Curves

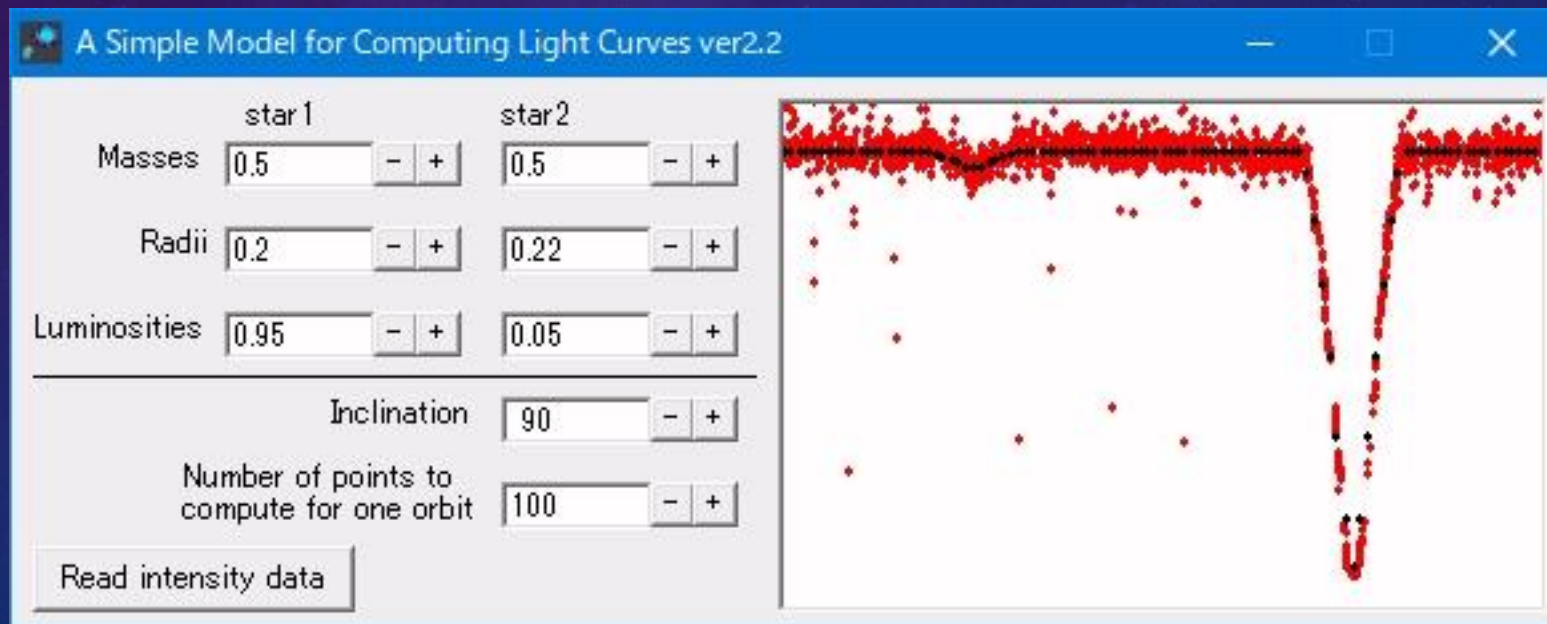
食連星の光度シミュレーションを行います。星は球状です。周辺減光、反射効果、重力減光は考慮していません。ご利用には、Visual Basic Ver.5 のランタイムライブラリが必要です。テキストファイルにした観測結果を読み込んで、連星モデルとのフィッティングをする事が出来ます。

光度曲線の表示エリアが真っ黒になる不具合を修正(12/Jul/2013)

Ver2.1(smlc21.exe)からstar1とstar2のLuminositiesの合計が1になるようにしました。smlc.exeは旧バージョンです(24/Aug/2019)

[smlc.lzh\(41KB\)](#)

<http://eclipsingbinary.web.fc2.com/dload-1.html>



BINARY MAKER

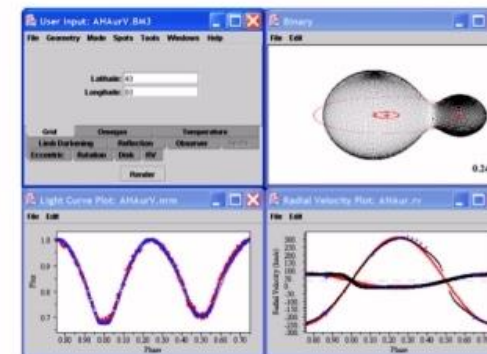
- mass ratio = 0.20 (暫定値)
- $r1 = 0.20$, $r2 = 0.22$
- inc. = 90
- $T1 = 9000K(\text{fix})$, $T2 = 4000K$
- $g1 = 1.0$, $g2 = 0.32$
- $u1 = 0.5$, $u2 = 0.5$
- $A1 = 1.0$, $A2 = 0.5$

Binary Maker 3

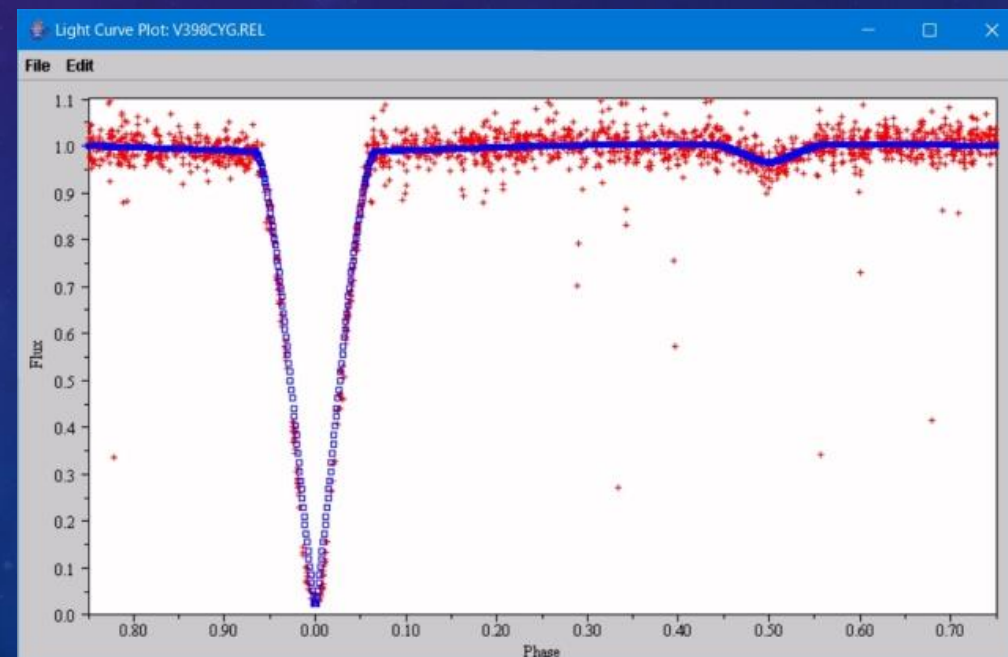
Binary Maker is a powerful tool used by astronomers <http://www.binarymaker.com> for calculating light and radial velocity curves of binary stars. BM3 shows 3-D rotating star models along with graphing of the light curves. First, we will look at and analyze sample stars in the BM3 library.

Procedure

Binary Maker 3 has a very extensive library of files of numerous binary systems and you will open one of these files to see how the program works. Click on the programs icon, to get it started. Give it a few seconds and you will see four main windows pop up. They are labeled **User Input**, **Binary**, **Light Curve Plot**, and **Radial Velocity**. To the right, is a screen shot of these windows.



Binary Maker 3 screen shot.

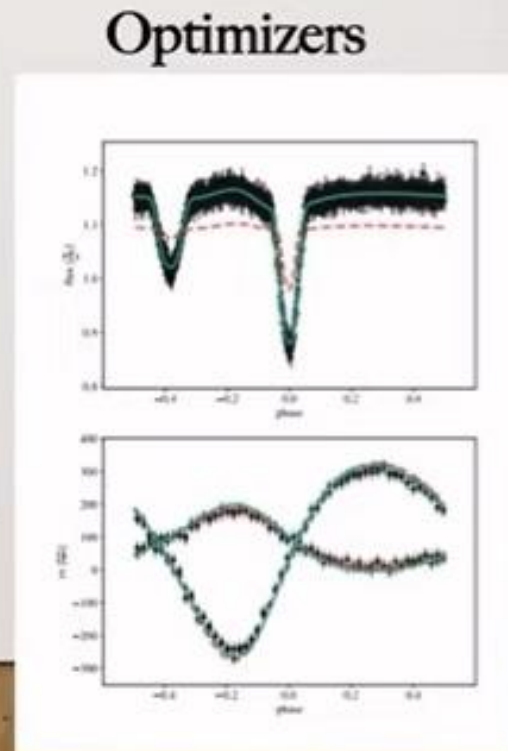
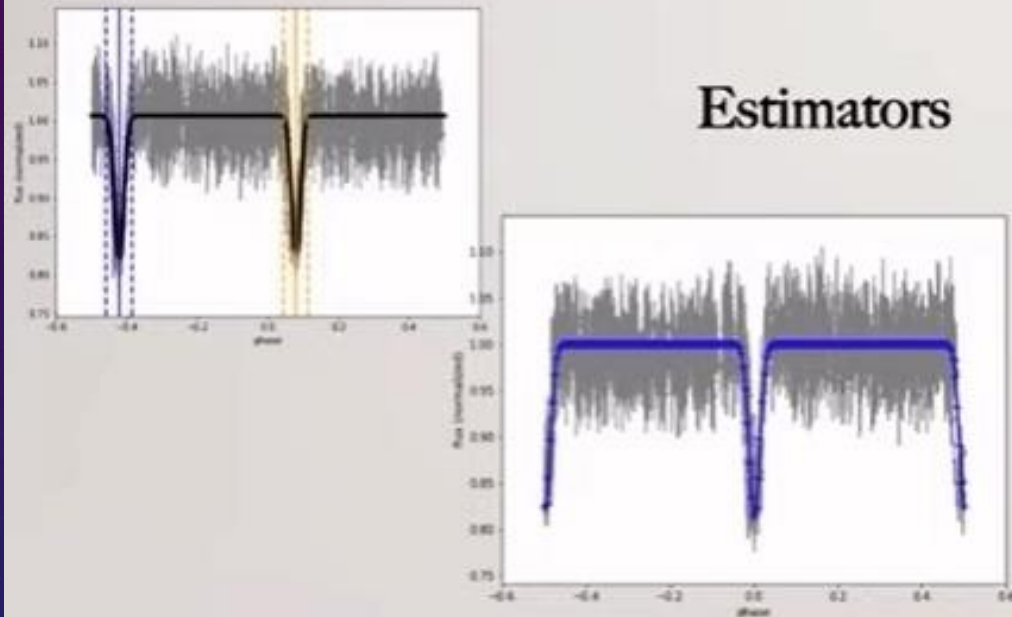


FITTING

SMLC, Binary Maker, Phoebe 1/2

Phoebe 1/2

Phoebe 2



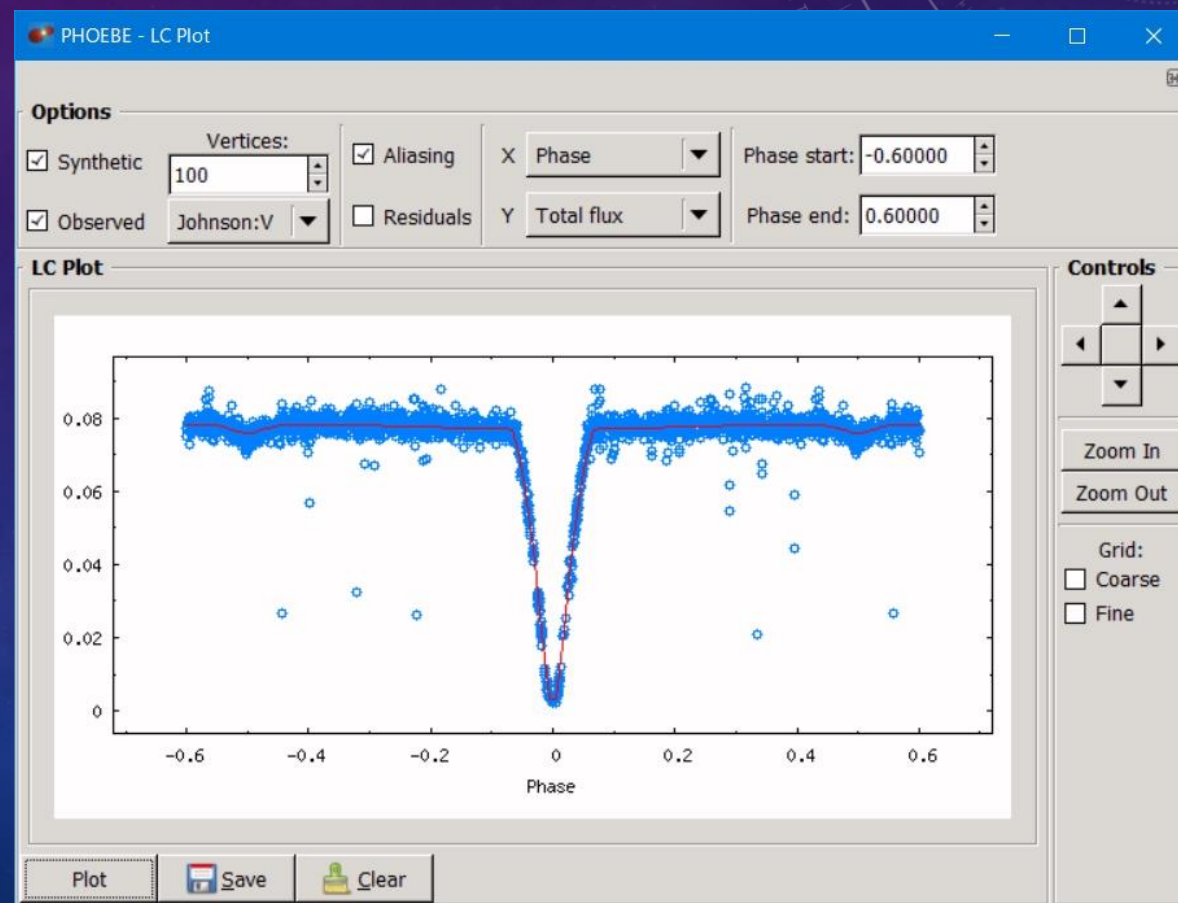
AAVSO: Eclipsing Binaries Observing Section Webinar, Gary Billings

https://www.youtube.com/watch?v=Fq06QdL7J6E&list=PLnZ_rvnR35rf3rDie-XWhapGZlqYlrJwn&index=2

PHOEBE1 OPTIMIZER

Nelder–Mead methodにより赤字の値を取得

- mass ratio = 0.20246
- $\Omega_1 = 5.55622$, $\Omega_2 = 2.35063$
- inc. = 89.79111
- $T_1 = 9120\text{K}$, $T_2 = 3894\text{K}$
- $g_1 = 1.0$, $g_2 = 0.32$
- $u_1 = 0.5$, $u_2 = 0.5$
- $A_1 = 1.0$, $A_2 = 0.5$
- $\text{mass}_1 = 1.867950 \text{ Msol}$, $\text{mass}_2 = 0.378191 \text{ Msol}$
- $r_1 = 1.872942 \text{ Rsol}$, $r_2 = 2.179229 \text{ Rsol}$
- $\log g_1 = 4.164165$, $\log g_2 = 3.338954$
- $L_1 = 0.734883$, $L_2 = 0.012307$



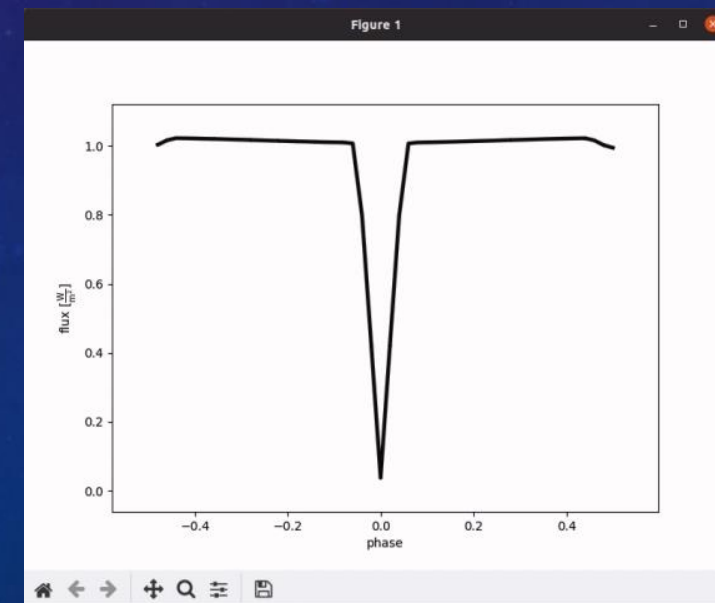
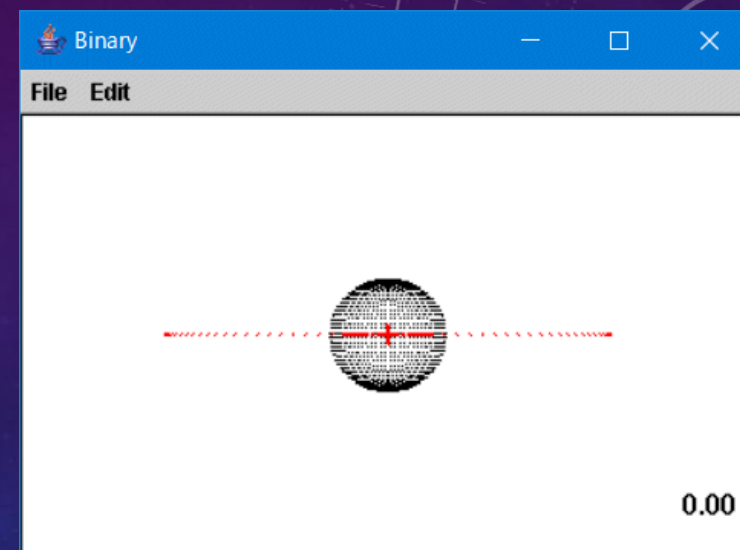
ここまでのまとめ

- Vとgが同じ等級 / 副極小が浅い
 - $T1 = 9120\text{K}$, $T2 = 3894\text{K}$
- 食期間はそれほど短くも無い
 - $r1=0.188$, $r2 = 0.231$
- 周期がちょっと違う
 - 2.448113 が 2.448093day と、やや短い

Phoebe2による解析はお試し程度

```
nga@ubuntu: ~  
nga@ubuntu:~$ python3  
Python 3.8.10 (default, Nov 26 2021, 20:14:08)  
[GCC 9.3.0] on linux  
Type "help", "copyright", "credits" or "license()" for more information.  
>>> import phoebe  
<frozen importlib._bootstrap>:219: RuntimeWarning: scipy._lib.messagestream.MessageStream size changed, may indicate binary incompatibility. Expected 56 from C header, got 64 from PyObject  
>>> b=phoebe.default_binary()  
>>> b.set_value('teff@primary@component', 9210)  
>>> b.set_value('teff@secondary@component', 3894)  
>>> b.set_value('incl@binary@component', 89.79111)  
>>> b.set_value('q@binary@component', 0.20240)  
>>> b.add_dataset('lc', times=phoebe.linspace(0,2,101))  
<ParameterSet: 78 parameters | contexts: constraint, figure, dataset, compute>  
>>> b.run_compute()  
<ParameterSet: 3 parameters | qualifiers: comments, fluxes, times>  
>>> b.plot(xs='phases', show=True)
```

解析結果から作ったMovie



もんだい発生！

題名 : [vsolj 13631] Re: V398 Cyg
差出人 :
返信先 : vsolj@cetus-net.org
宛先 : vsolj@cetus-net.org

<http://binary.cocolog-nifty.com/blog/2022/03/post-5ffd5e.html>

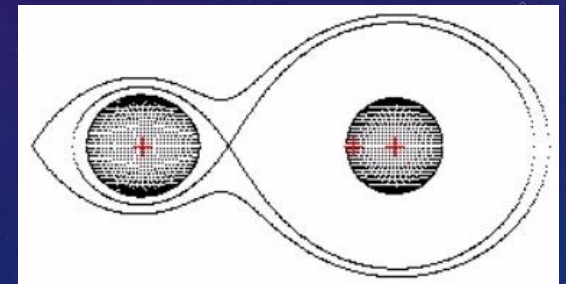
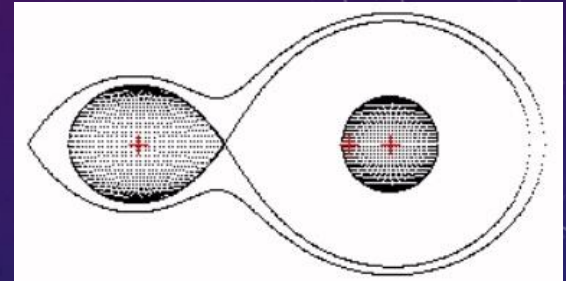
> この内容で7月の変光星観測者会議で報告しましょうか。。
ぜひ論文にしてください。

$T_1 = 9120\text{K}$, $T_2 = 3894\text{K}$

とすると secondary star は M型 になると思いますが、

$r_1 = 1.867950 R_{\text{sol}}$, $r_2 = 2.179229 R_{\text{sol}}$

半径が M型 の方が大きくしかも暗いのは考えにくい気がするのですが？

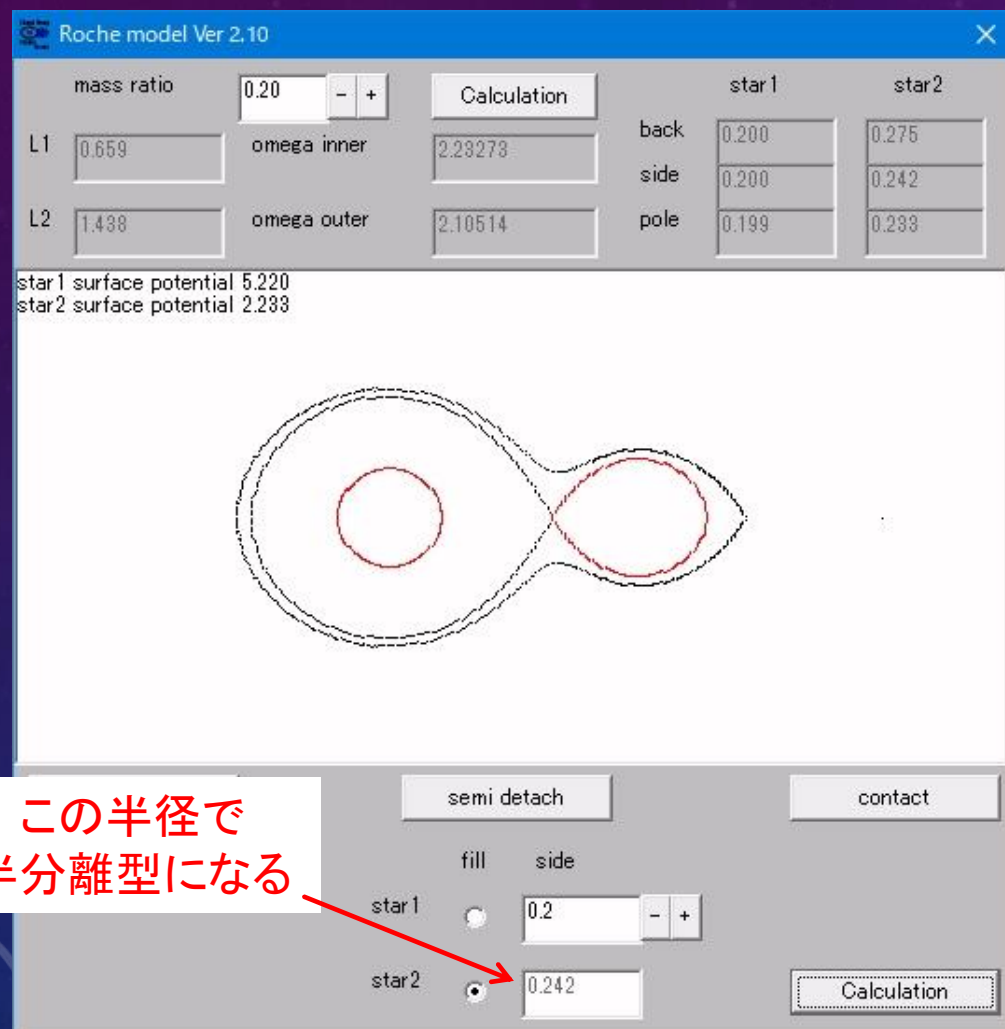


伴星は準巨星と思うのが妥当

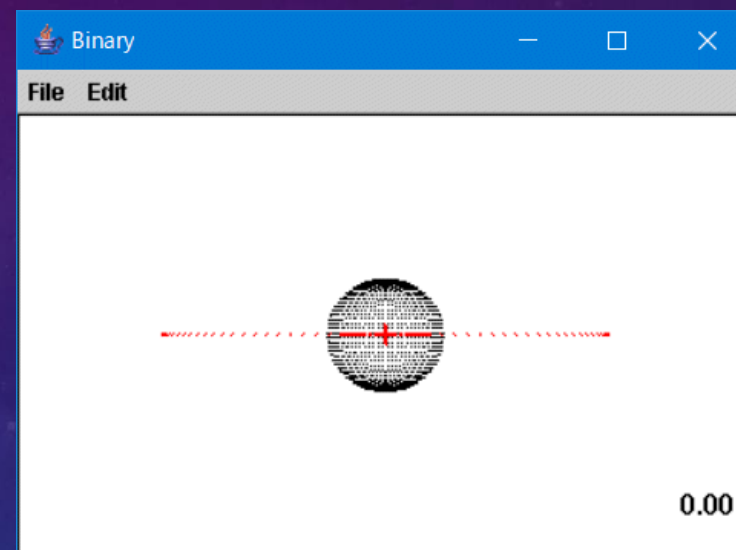
分離型では進化の面で解決できない

半分離型では無いか！？

伴星は すでに臨界ロッシュローブ ギリギリ



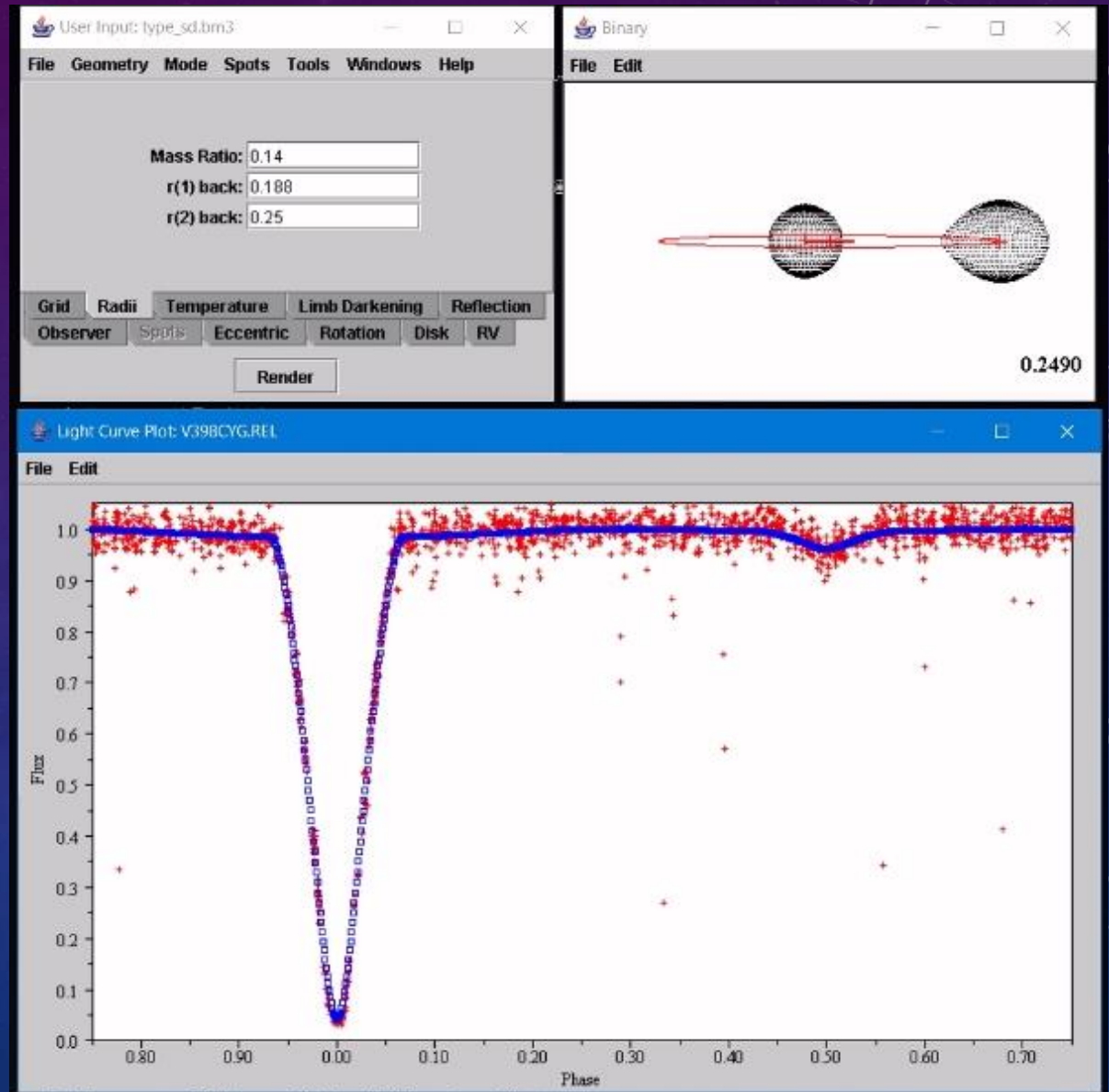
この半径で
半分離型になる



- mass ratio = 0.20
- $r1 = 0.20$, $r2 = 0.22$
- このモデルで伴星は臨界ロッシュローブより少しだけ内側にある
- 動画を見ると伴星は球形では無い
- 伴星を大きく or 質量比を下げて 半分離型で解析する

BINARY MAKER

- $T_1=9000\text{K}$ に戻して
 $q, r_1, r_2, \text{inc.}, T_2$ を free parameter とした
- $q=0.14$
- $r_1=0.188, r_2=0.250$
- $\text{inc.}=88$
- $T_1=9000\text{K}(\text{FIX}), T_2=4000\text{K}$
- $g_1=1.0, g_2=0.32$
- $u_1=0.5, u_2=0.5$
- $A_1=1.0, A_2=0.5$

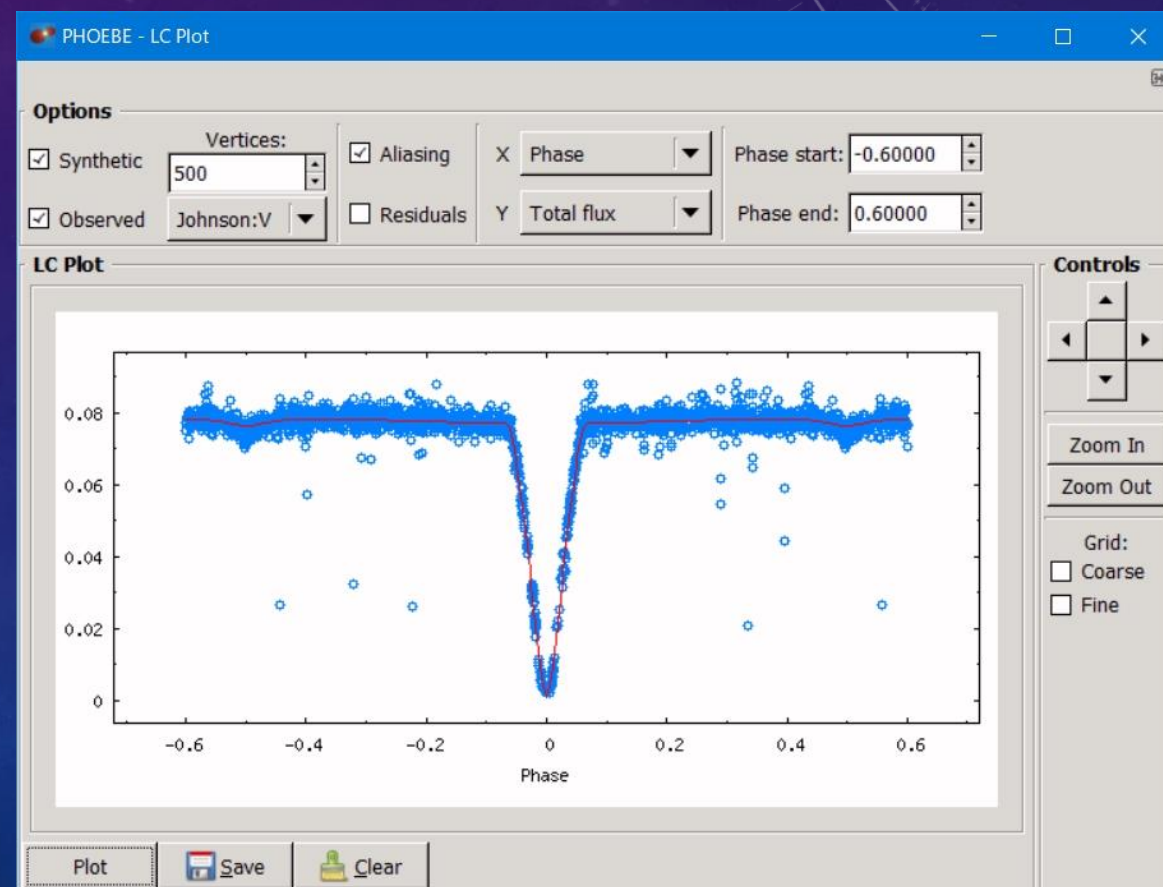


PHOEBE1 OPTIMIZER

解析modeを変更 : Semi-detached binary, secondary star fills Roche lobe

- mass ratio = 0.14039 ± 0.001523
- $\Omega_1 = 5.53944 \pm 0.022981$, $\Omega_2 = 2.07700$
- $r_1 = 0.18605 \pm 0.00078$, $r_2 = 0.25000$
- inc. = 88.28319 ± 0.072822
- $T_1 = 8719 \pm 405\text{K}$, $T_2 = 3723 \pm 21\text{K}$
- $g_1 = 1.0$, $g_2 = 0.32$
- $u_1 = 0.5$, $u_2 = 0.5$
- $A_1 = 1.0$, $A_2 = 0.5$

- mass1 = 1.969627 Msol , mass2 = 0.276514 Msol
- $r_1 = 1.856855\text{ Rsol}$, $r_2 = 2.266933\text{ Rsol}$
- $\log g_1 = 4.194676$, $\log g_2 = 3.168688$
- $L_1 = 0.750783$, $L_2 = 0.010360$



解析の妥当性検討

- Gaiaの視差から得た距離と絶対等級から解析結果が正しいか検討した。
- 距離は $\text{Plx } 0.6840 \text{ mas}$ なので 1462pc となります。
- 見かけの等級を 12.5等 として（星間吸収を無視すると）絶対等級は 1.68等 になります。
- Phoebeで求めた絶対等級と温度・半径は
 - $r1 = 1.856855 R_{\text{sol}}$
 - $T1 = 8719 \pm 405\text{K}$
- 上記より絶対等級は 1.64等 となり、 $12.5\text{等} \cdot 1662\text{pc}$ の絶対等級と、ほぼ一致した。

まとめ

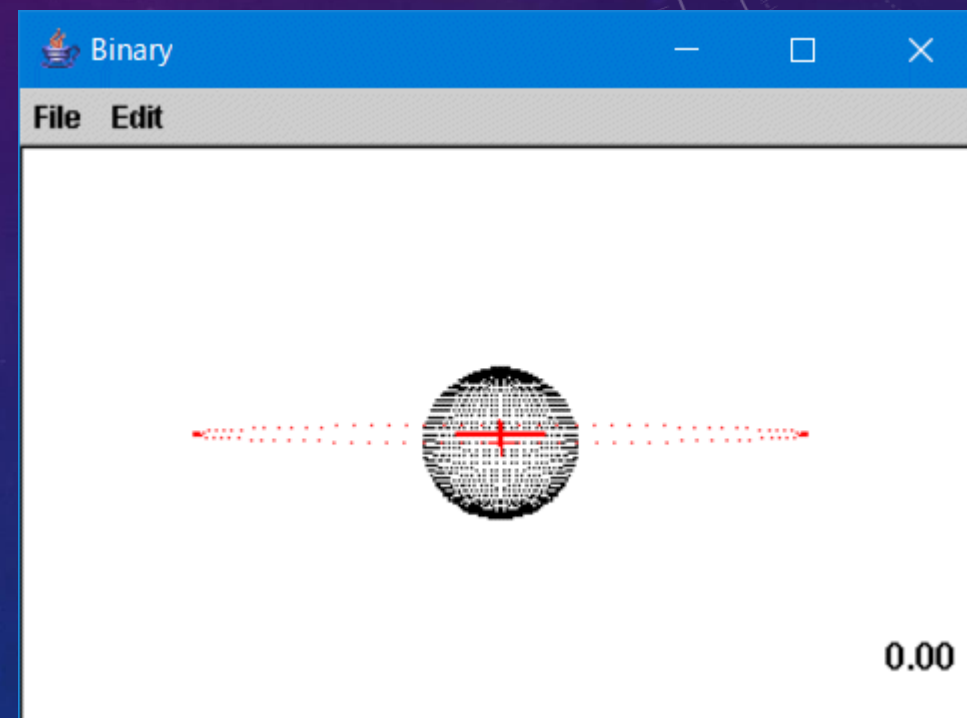
- 連星は半分離型
 - mass ratio = 0.140 ± 0.002
 - $\Omega_1 = 5.53944 \pm 0.022981$, $\Omega_2 = 2.07700$
 - $r_1 = 0.186 \pm 0.001$, $r_2 = 0.250$
 - inclination = 88.283 ± 0.073
 - $T_1 = 8719 \pm 405 \text{K}$, $T_2 = 3723 \pm 21 \text{K}$

この食連星は PHOEBE で合わせられますか？



できました！

解析結果から作ったMovie



伴星はロッシュローブを満たしており通常の準巨星より半径が小さくなる事から通常の準巨星より暗くなる

The background is a deep blue gradient with faint, stylized celestial patterns. On the left, a large circular scale with degree markings from 140 to 260 is visible. Several concentric circles and dashed lines with arrows suggest orbital paths or celestial coordinates.

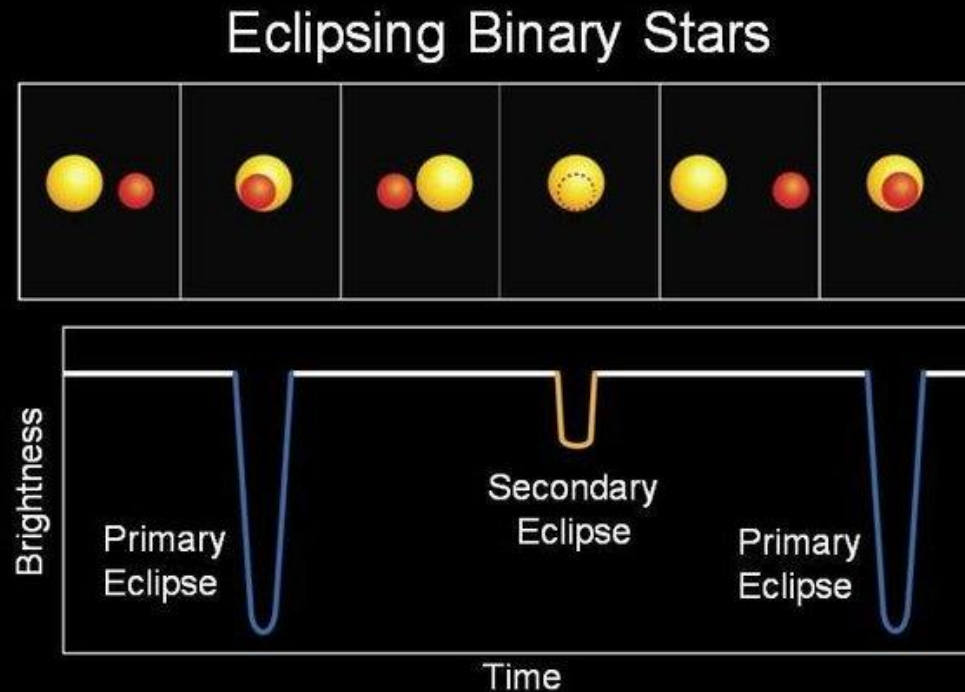
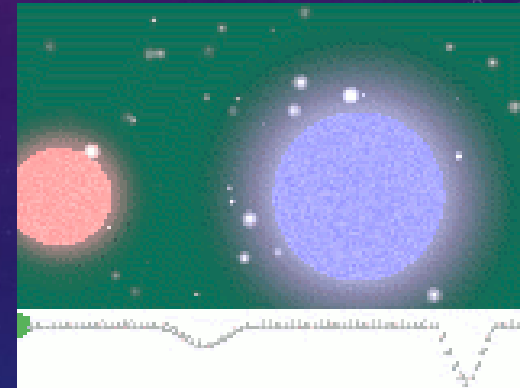
第三体の有る V1297 CAS

2022年7月3日 変光星観測者会議 ON ZOOM

永井和男

食連星（食変光星）

https://www.weblio.jp/wkpja/content/食変光星_食変光星の概要

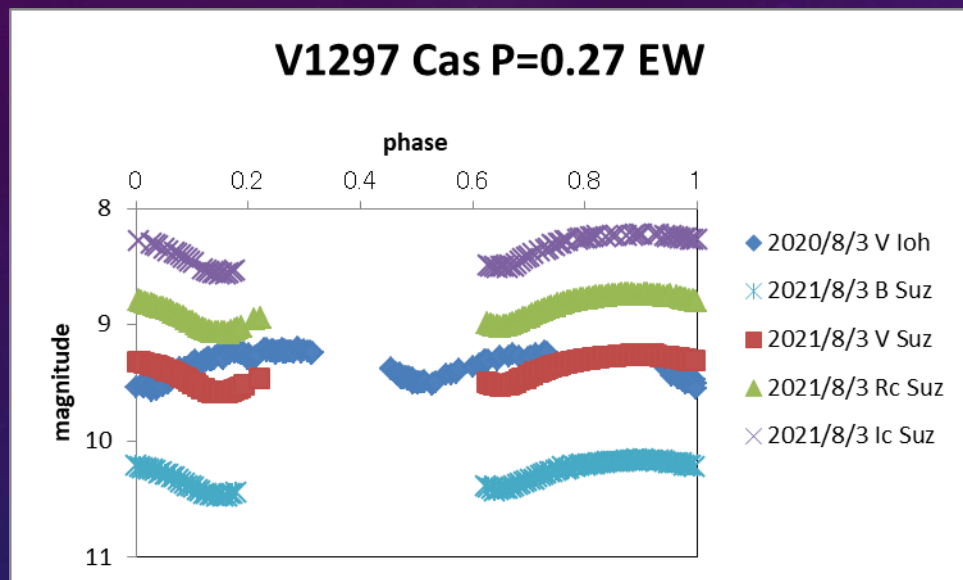


連星の公転面が視線（太陽系方向）と一致
1回の公転で2回の食がある

繰り返しているので光度曲線の横軸を
0から1までの位相で描くことが出来る
（別な日の観測を集めて光度曲線を作る）

<https://www.howknowledgeworks.com/articles/2018/6/29/cosmic-staircase-eclipsing-binary-stars>

VSOLJの観測



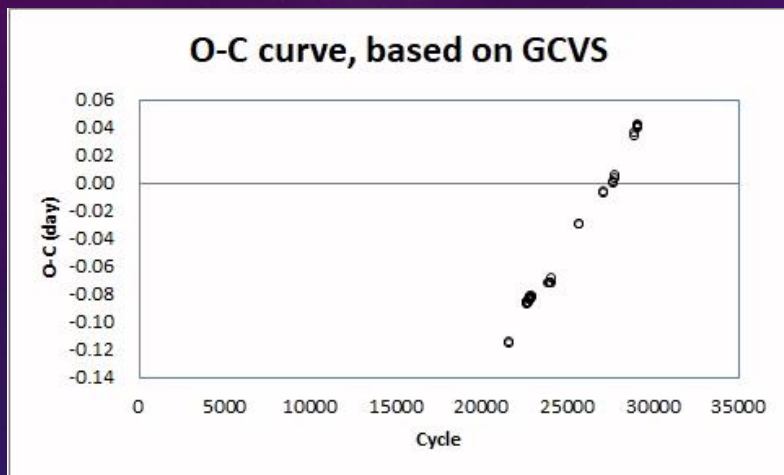
- 2020年に伊藤弘(Ioh)、2021年に鈴木仁(Suz)が観測されました
- GCVSの予報式で光度曲線を作ると光度曲線が重なりません
 - $\text{min1} = 2451483.576 + 0.272491 \times E$
- 周期が変化した か 周期が違っている と思われます

極小観測

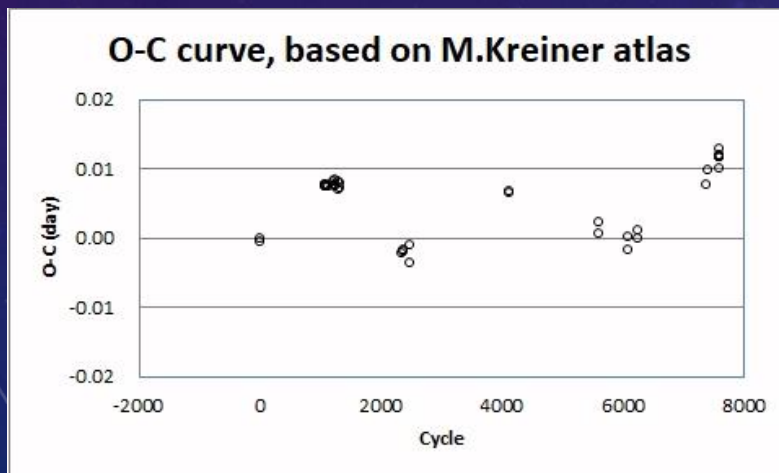
- V1297 Casの極小観測です
- 赤字は伊藤弘(Ioh)と鈴木仁(Suz)の観測

Minimum	Epoch	Period	P/S	Cycle	O-C	Color	Observer
2457364.2251	2451483.576	0.272491	s	21581.5	-0.1154	-I	Agerer Franz
2457364.3620	2451483.576	0.272491	p	21582.0	-0.1148	-I	Agerer Franz
2457657.7265	2451483.576	0.272491	s	22658.5	-0.0868	V	Petrew V
2457657.8629	2451483.576	0.272491	p	22659.0	-0.0867	V	Petrew V
2457658.6803	2451483.576	0.272491	p	22662.0	-0.0867	V	Petrew V
2457658.8167	2451483.576	0.272491	s	22662.5	-0.0866	V	Petrew V
2457658.9530	2451483.576	0.272491	p	22663.0	-0.0865	V	Petrew V
2457666.4469	2451483.576	0.272491	s	22690.5	-0.0861	VR	Barani Carlo
2457673.3959	2451483.576	0.272491	p	22716.0	-0.0857	VR	Barani Carlo
2457691.3822	2451483.576	0.272491	p	22782.0	-0.0838	VR	Barani Carlo
2457700.3753	2451483.576	0.272491	p	22815.0	-0.0829	VR	Barani Carlo
2457701.3282	2451483.576	0.272491	s	22818.5	-0.0837	VR	Barani Carlo
2457701.4645	2451483.576	0.272491	p	22819.0	-0.0836	VR	Barani Carlo
2457705.2795	2451483.576	0.272491	p	22833.0	-0.0835	VR	Barani Carlo
2457719.3144	2451483.576	0.272491	s	22884.5	-0.0819	VR	Barani Carlo
2457719.4494	2451483.576	0.272491	p	22885.0	-0.0831	VR	Barani Carlo
2457722.3110	2451483.576	0.272491	s	22895.5	-0.0827	VR	Barani Carlo
2457722.4481	2451483.576	0.272491	p	22896.0	-0.0818	VR	Barani Carlo
2458005.8483	2451483.576	0.272491	p	23936.0	-0.0723	V	Petrew V
2458007.7561	2451483.576	0.272491	p	23943.0	-0.0719	V	Petrew V
2458007.8926	2451483.576	0.272491	s	23943.5	-0.0717	V	Petrew V
2458036.3680	2451483.576	0.272491	p	24048.0	-0.0716	cod	Paschke Anton
2458036.5070	2451483.576	0.272491	s	24048.5	-0.0688	cod	Paschke Anton
2458489.2900	2451483.576	0.272491	p	25710.0	-0.0296	cod	Paschke Anton
2458489.4260	2451483.576	0.272491	s	25710.5	-0.0299	cod	Paschke Anton
2458886.3310	2451483.576	0.272491	p	27167.0	-0.0080	cod	Paschke Anton
2458886.4690	2451483.576	0.272491	s	27167.5	-0.0062	cod	Paschke Anton
2459024.4912	2451483.576	0.272491	p	27674.0	-0.0007	V	Dufoer Sjoerd
2459024.4931	2451483.576	0.272491	p	27674.0	0.0012	V	Dufoer Sjoerd
2459065.0980	2451483.576	0.272491	p	27823.0	0.0049	V	Itoh Hiroshi
2459065.2330	2451483.576	0.272491	s	27823.5	0.0037	V	Itoh Hiroshi
2459375.4935	2451483.576	0.272491	p	28962.0	0.0332	V	Dufoer Sjoerd
2459378.4933	2451483.576	0.272491	p	28973.0	0.0356	V	Dufoer Sjoerd
2459430.1340	2451483.576	0.272491	s	29162.5	0.0392	B	Suzuki Hitoshi
2459430.1360	2451483.576	0.272491	s	29162.5	0.0412	V	Suzuki Hitoshi
2459430.1360	2451483.576	0.272491	s	29162.5	0.0412	Ic	Suzuki Hitoshi
2459430.1370	2451483.576	0.272491	s	29162.5	0.0422	Rc	Suzuki Hitoshi
2459430.2720	2451483.576	0.272491	p	29163.0	0.0410	B	Suzuki Hitoshi
2459430.2720	2451483.576	0.272491	p	29163.0	0.0410	V	Suzuki Hitoshi
2459430.2720	2451483.576	0.272491	p	29163.0	0.0410	Rc	Suzuki Hitoshi
2459430.2720	2451483.576	0.272491	p	29163.0	0.0410	Ic	Suzuki Hitoshi

O-C (O : 観測で得た極小時刻、C:極小予報時刻)



- GCVSの予報式でO-C曲線を作ると大きくかたむいています
- 予報通りに食が起これば O-C は 0 になるはず
- GCVSの周期が少し違っていると思われます

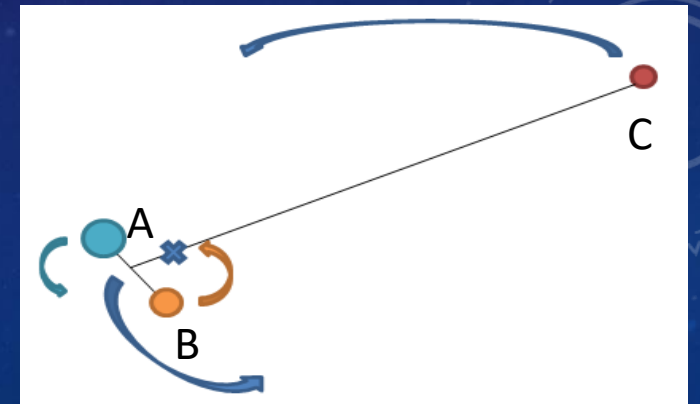


- M.Kreiner atlasの予報式で作るとO-Cが±0.01程度に納まります
- $\text{min1} = 2457364.362 + 0.27251 \times E$
- O-C曲線にsin波のような成分が見えます

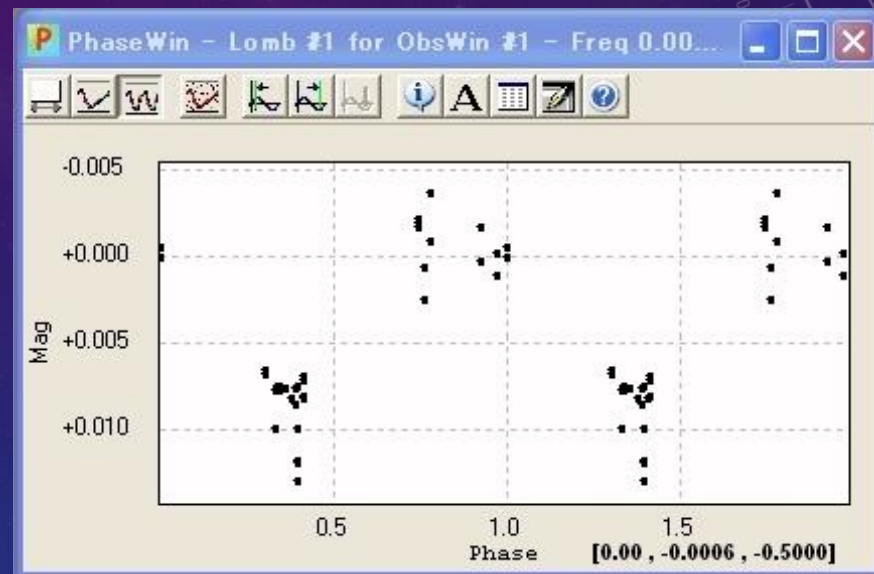
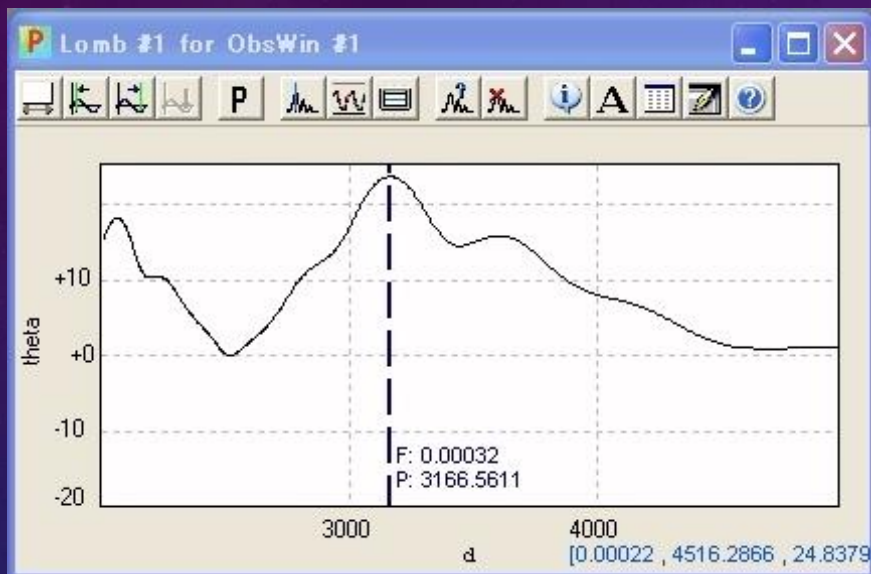
第三体の存在

- O-C曲線がsin波のように変化する
- これには第三体によるソリューションが考えられます
- 右図でABは食連星、AとBの重心の周りを公転しています
- 第三体Cがあると食連星ABとCの重心の周りを食連星が公転します
- 食連星と太陽系までの距離が周期的に変化して極小の時刻も変わります

太陽系に近づくと予報より早く食が起きる



SIN波の周期解析



- O-C曲線の周期解析から 3166.5611(Cycle) の成分を検出 (単位は周期回数)
- 第三体があれば 公転周期は 862.9196日 となります

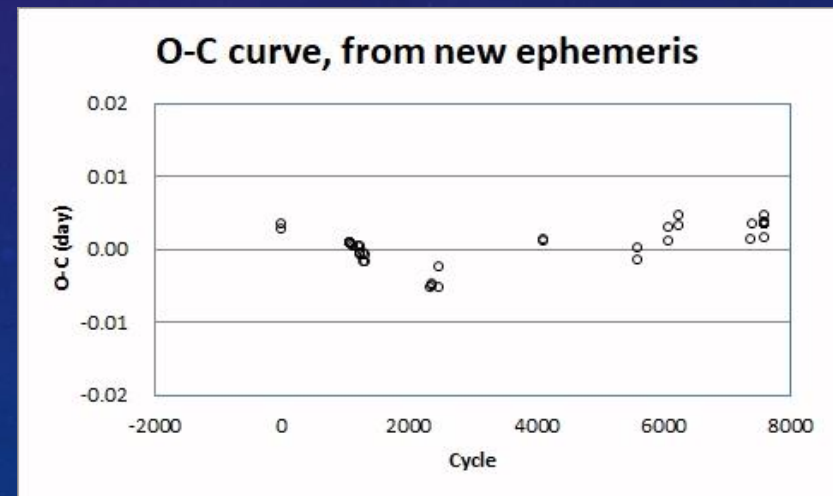
新しい極小予報式

- M.Kreinerの予報式にsin波運動を加算して新予報式を作る

$$\text{Min1} = 2457364.365 + 0.27251 \times E + 0.0065 \times \sin \left(2\pi \cdot \frac{E}{3166.5611} + 4.75 \right)$$

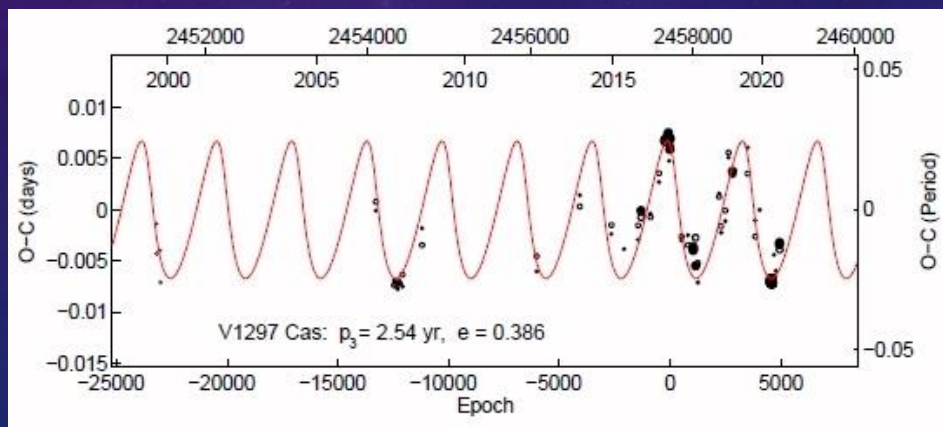
()内はラジアン

- 新予報式を用いても O-C曲線 が直線にならなかった
 - 更に長周期の第四体か？
 - O-Cの振幅は±7.2分
 - 周期回数4000以降は変化が無いか少ない



先行研究

- 先行研究があり $P_3=2.54\text{yr}$, $e=0.386$ を得ている
 - Light-time effect detected in fourteen eclipsing binaries
 - Zasche, P., Uhlař, R., Svoboda, P., Cagaš, P., Mašek, M.
 - Astronomy & Astrophysics, Volume 643, id.A130, 10 pp., December 8, 2020



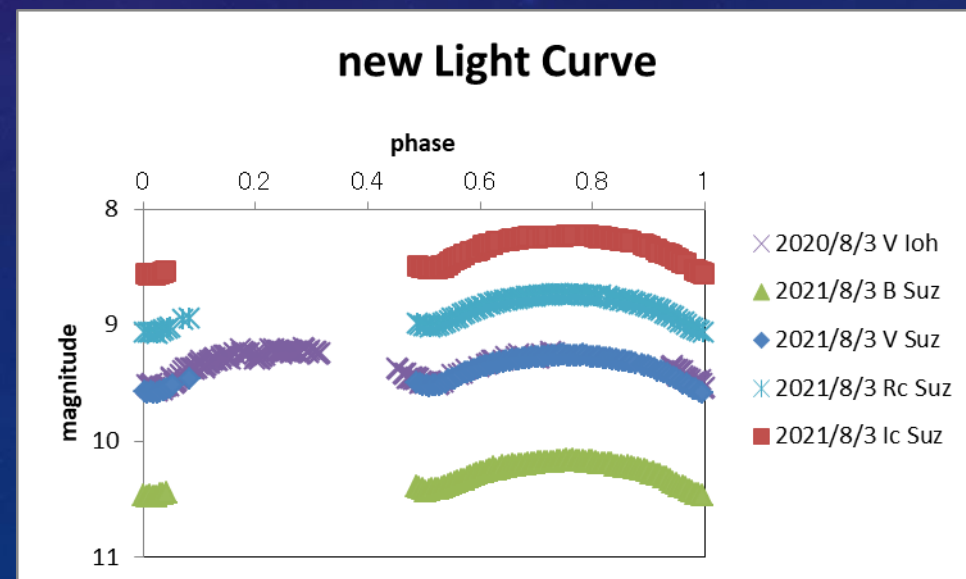
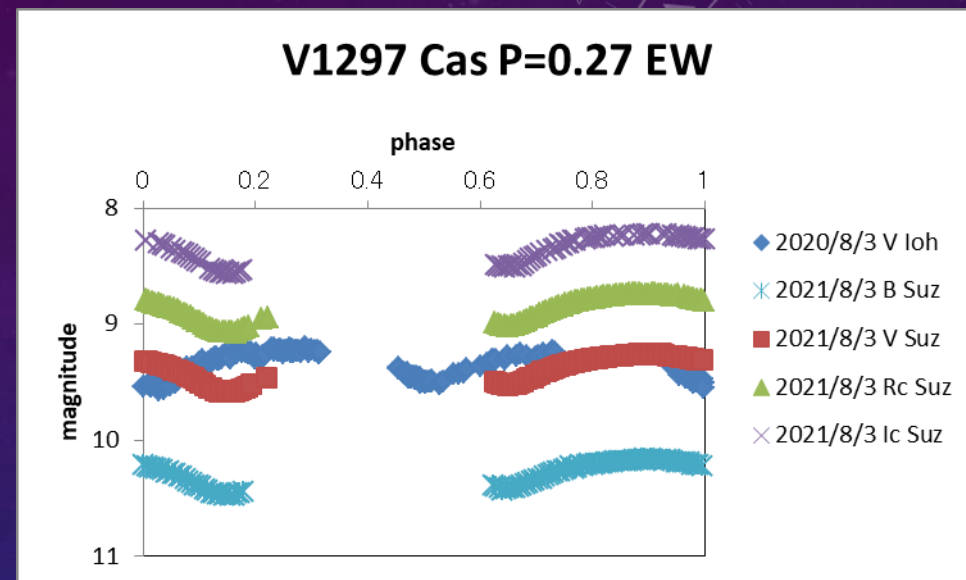
- 本研究では 862日 = 2.36年 なので 先行研究と 7% の違い
 - おおむね似た値と言えるが先行研究では離心率も求めている
 - O-C曲線 のプロットが多く曲線のディテイルが見えている事により離心率が求まったと思われる

まとめ

- 第三体があれば 公転周期は 862.9196日
- 新極小予報式は

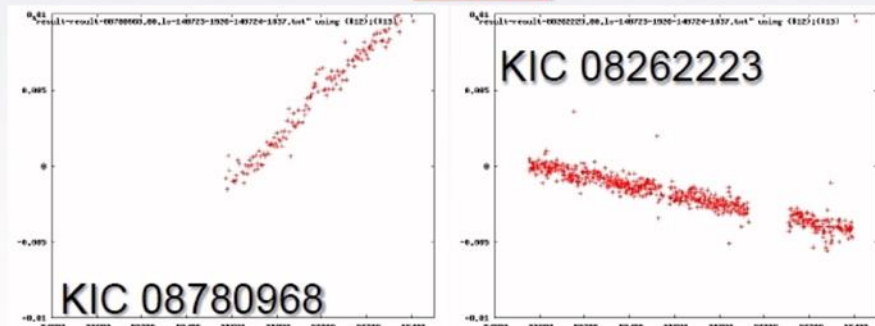
$$\text{Min1} = 2457364.365 + 0.27251 \times E + 0.0065 \times \sin \left(2\pi \times \frac{E}{3166.5611} + 4.75 \right)$$

- 新予報式で光度曲線は重なった
- 最近の新O-CがZEROでないので多少極小がズレてしまう
 - 第四体の導入で解決か？

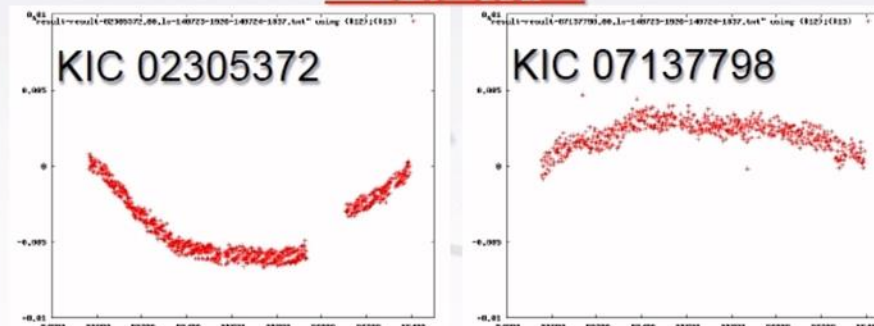


O-C図上でのさまざまな分布

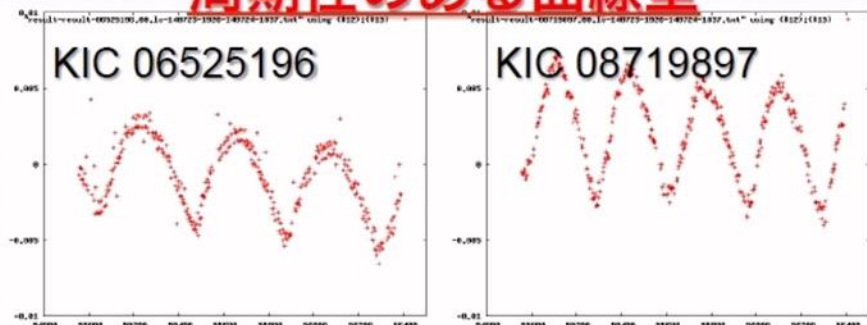
直線型



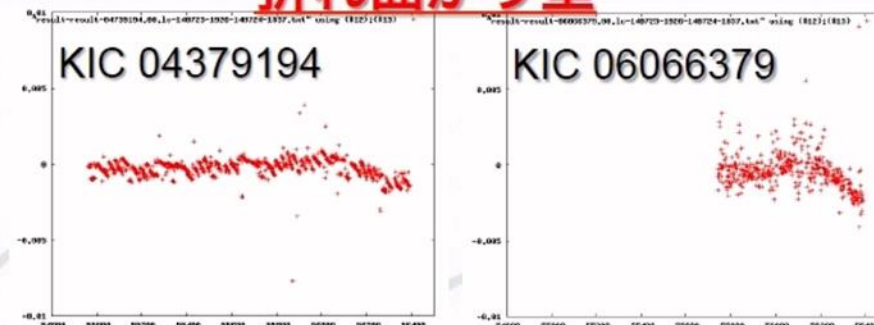
二次曲線型



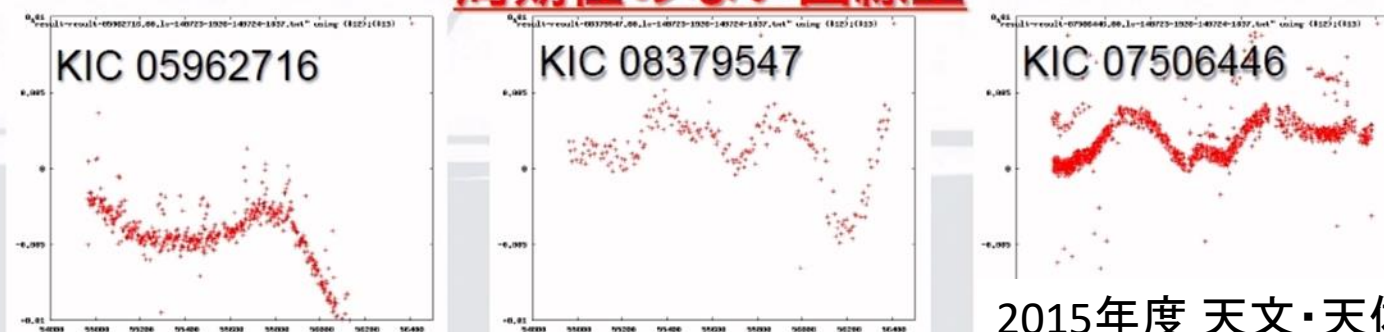
周期性のある曲線型



折れ曲がり型



周期性のない曲線型



23 年間のベテルギウスの UBVRI 測光

大金要次郎¹⁾・大島修²⁾・谷口大輔³⁾・高梨直紘⁴⁾

1)：ひかり天体観測所 2)：岡山理科大学 3)：東京大学 4)：東京大学

はじめに

この研究は 1992 年度から田中済国立天文台教授の指導により、大金が明るい赤色超巨星の 5 色測光を目的として始められました。研究の初期にはベテルギウスの変光周期には諸説があったため、この確認を主な観測目的として同一システムで長期の観測を続けてきました。

この観測では、現在殆ど観測がなされなくなった U バンドも含まれていることが特徴です。

今回は上記の方々との協同で、変光周期の解析のほか、2020 年の異常大減光 (Great Dimming, 以下では GD と省略) についても論じます。

1. 観測

(1) 観測システム

① 望遠鏡

東京都国分寺市光町に西村製作所の 25cm ニュートン式赤道儀を設置して観測をはじめましたが、2006 年 3 月からは、三鷹光器製 30cm カセグレイン式赤道儀で観測しています。

② 測光器からデータの整約まで

田中済国立天文台教授の指導で、測光器・A/D コンバーター・整約ソフトを完成させましたが、測光器は CCD が明るい光で飽和するのを避けるために浜松フォトニクス製の S1226-5BQ を使用し、フィルターは国内産の色ガラスフィルターを用いて Johnson の測光システムに近い波長域で構成しました。しかし、U と B バンドに関しては僅かながら違いがあることから、Uog・Uog と記して区別しています。

測光器からの信号は専用に作成した A/D コンバーターを経て、フィルターとアテネーターの信号とともに MS-DOS パソコンで受けていますが、RS-232C インターフェイスのボーレイトの関係で、現行の Windows-PC への変換が不可能だったために、現在までシステムを変更せずに観測と整約を行っています。(図-1)～(図-4)



図-1 30cm カセグレイン望遠鏡に取り付けた測光器

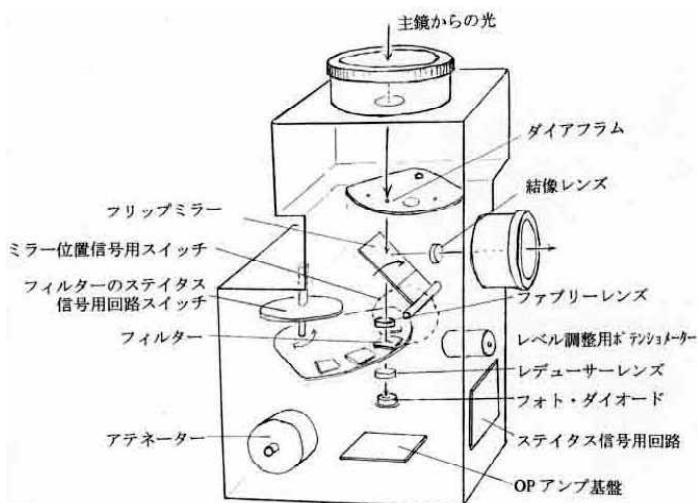
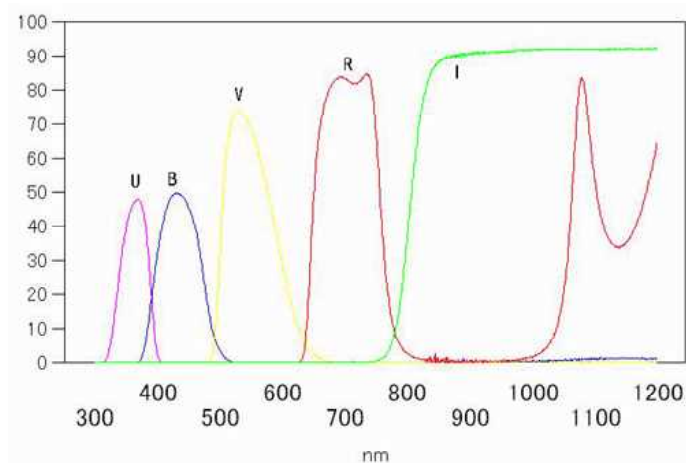
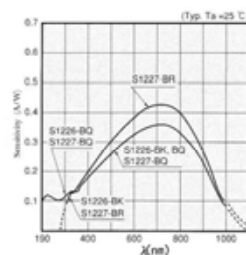


図-2 測光器の透視図



図－3 フィルターの透過率



←図－4
フォトダイオードの
感度特性

↓表－1 色ガラスフィルターの構成

U = 東芝 UV-D35, 東芝 C-50S × 2

B = 東芝 V-42, 東芝 L40

V = 東芝, HOYA－CM500S

R = KENKO-R-65, HOYA-CF

I = KENKO-IR80

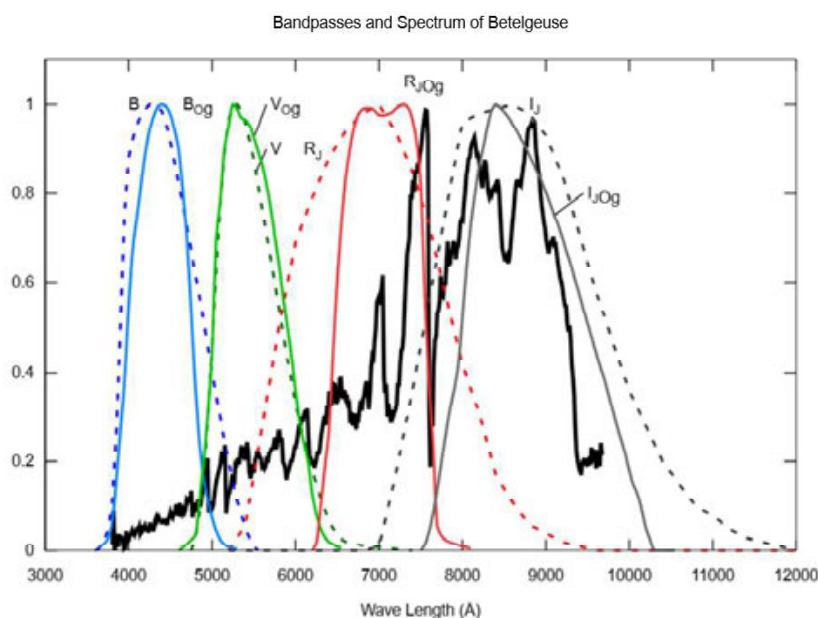
(2) 観測

① 全天測光

ベテルギウスは比較星として通常用いるような星と比べて明るさと色が大きく異なることから適当な比較星が見あたらないため、毎回 10 星前後の基準星を使った全天測光方式で行いました。

② 基準星

基準星は基本的には The Bright Star Catalogue を用いましたが、R・I のバンドおよび V バンドの観測結果が常時 0.01 等程度異なる星については The Arizona-Tontzintla Catalogue の値を用いました。



図－5 フィルターと Betelgeuse の Bandpass



図－6
測光器に挿入した
R-65 フィルター

③ 赤漏れとその対策

当測光器に使用したフィルターシステムはBバンド・Uバンドで僅かな赤漏れ (Red Leakage。以後 RL と略称します) が存在していました。しかし、使用している基準星のスペクトル型がB～K型であるため、影響が 0.01 等以下と認めてそのまま使用していました。

ところが、整約によって得られた関係をベテルギウスのようなM型星へ外挿すると、特にUバンドで

は無視できない RL の影響が出ていることが 2021 年夏に判明しました。(図－3 と図－5)

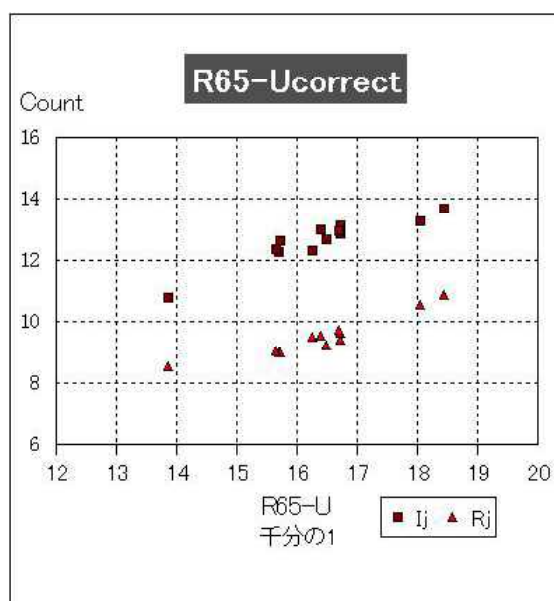
この RL を補正するために、R-65 のフィルターを挿入して U・B バンドでの RL 量を測定して観測時のカウント値から差し引く方法をとることにしました(図－6)。また、R と I バンドの観測値と RL の量との間に良い相関が認められることから(図－7)(図－8)、重回帰によって過去の観測の R・I バンドの観測値から U・B バンドの RL 量を推定して差し引く補正を、572 夜・589 観測について行いました。

補正式は次の通りです。

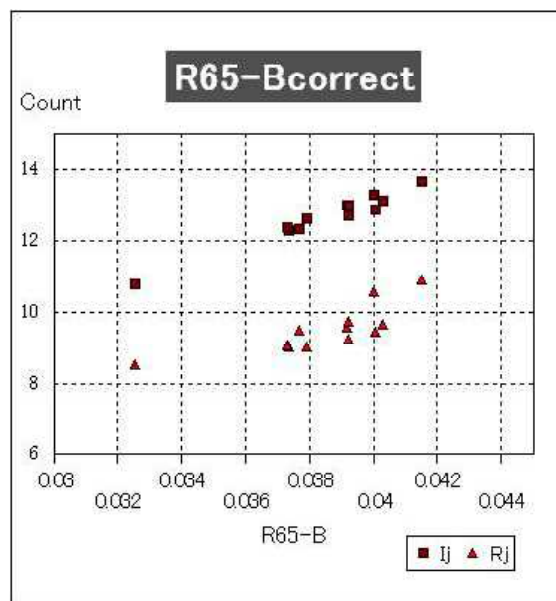
$$B = B_{\text{raw}} - ((3.2743 \times 10^{-3}) I_{\text{raw}} - (2.3776 \times 10^{-4}) R_{\text{raw}} - 7.4422 \times 10^{-4}) / 0.895$$

$$U = U_{\text{raw}} - ((7.6261 \times 10^{-4}) I_{\text{raw}} + (9.9679 \times 10^{-4}) R_{\text{raw}} - 2.7702 \times 10^{-4}) / 0.895$$

上の式で添え字の raw は測光器から得られた観測値の整約前のカウント値を意味しており、末尾の 0.895 は R-65 フィルターの透過率です。



(図－7) U の RL と I・R の関係



(図－8) B の RL と I・R の関係

この補正後の値が前後の観測値から突出している値となった U バンドが 3 観測ありましたが、これは観測時の記録から雲間の観測あるいは長時間かかる全天測光の後半で透明度が変化している 3 観測であったことから除外しました(うち 1 観測については B バンドも含めて除外)。

しかし、過去に報告した U バンド(一部の B バンドも)の測定値はすべて使えないデータになることから、これまで大金が VSOLJ に報告してきた U と一部の B バンドの値は訂正する必要があります。

2. 結果

(1) 23 年間の観測 Data

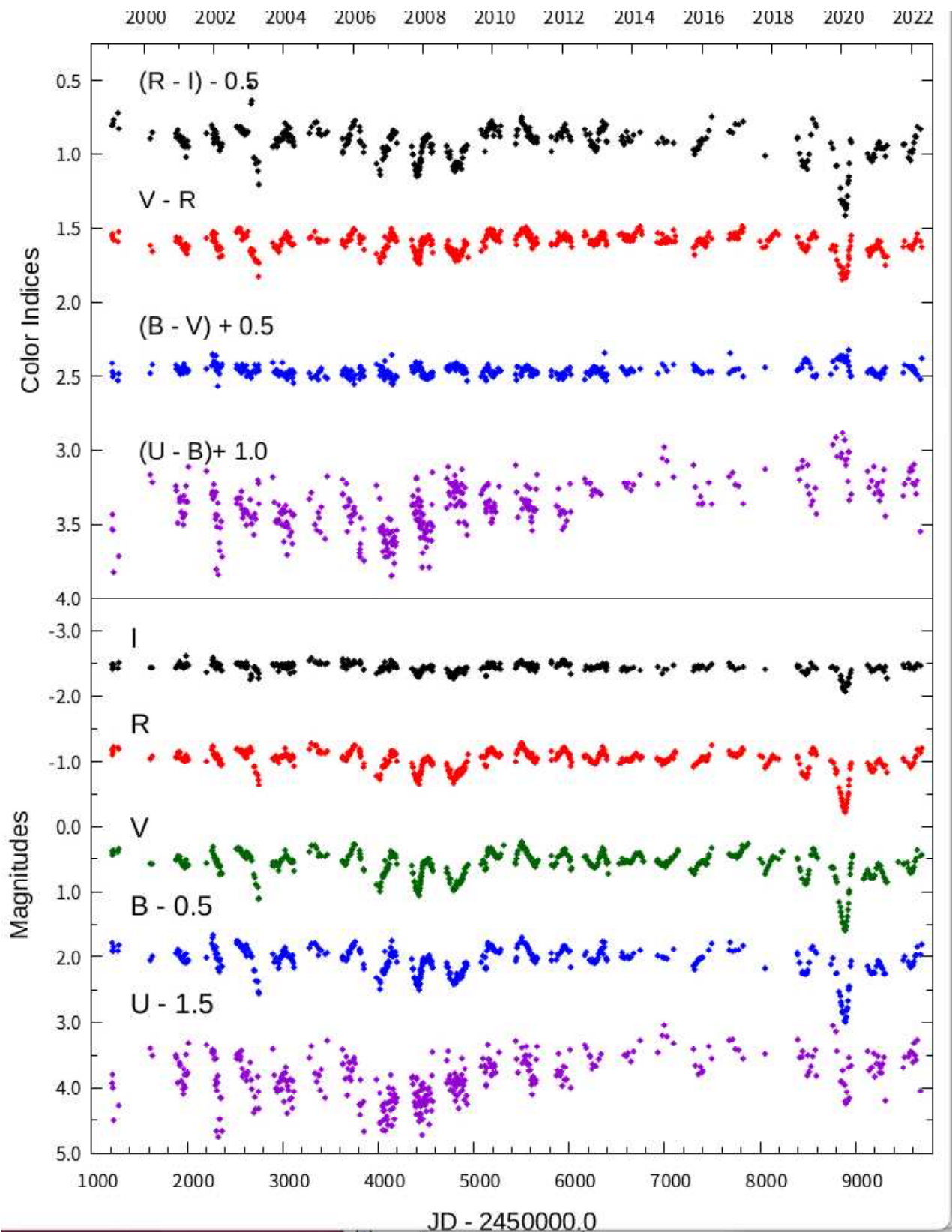
観測結果は、色指数を <http://hikariao.la.coocan.jp/data.html> に提示してあります。

ここで、"error" と示したのは、観測結果の誤差ではなく、基準星の観測結果のカatalog 値との差の標準偏差です。

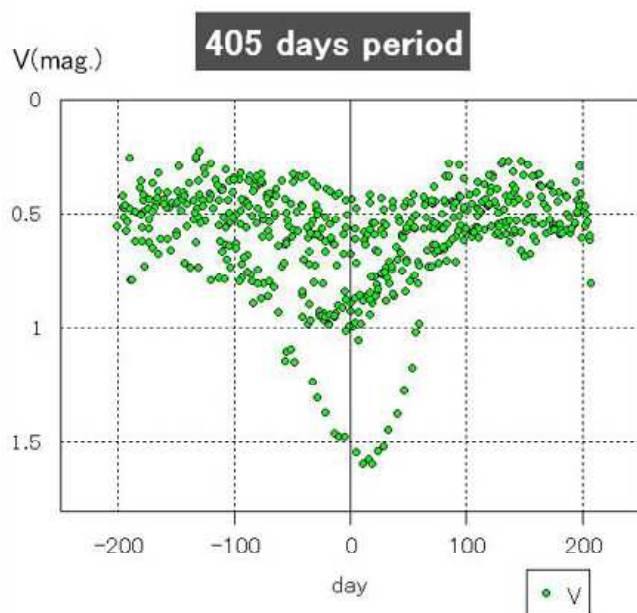
(2) 変光周期

上記の data の V バンドを "Period04" で周期解析をした結果の上位 5 周期は次のとおりです。

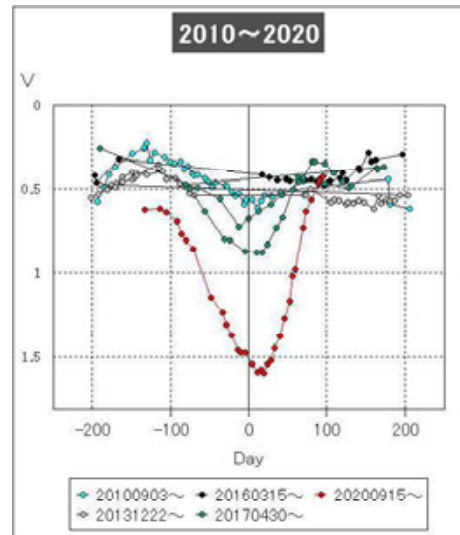
$$\begin{aligned} (2.16 \pm 0.01) \times 10^3 \text{ d}, & \quad (4.05 \pm 0.01) \times 10^2 \text{ d}, & \quad (2.02 \pm 0.002) \times 10^2 \text{ d}, \\ (3.78 \pm 0.005) \times 10^2 \text{ d}, & \quad (5.30 \pm 0.24) \times 10^3 \text{ d} \end{aligned}$$



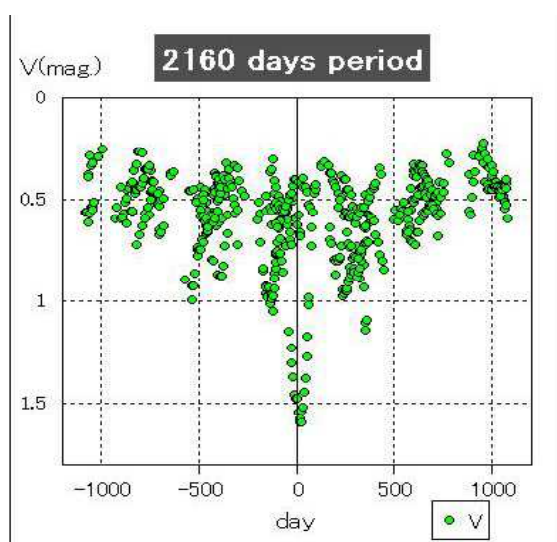
(図－ 9) 23年間の Betelgeuse の色指数と光度の変化



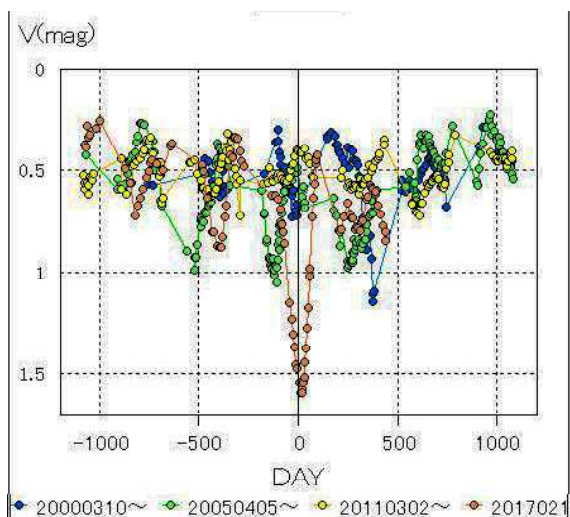
図－１０ 周期 405 日で重ね合わせ



図－１１ 期間ごとの周期 405 日



図－１２ 周期 2160 日で重ね合わせ



図－１３ 期間ごとの周期 2160 日

(3) (U-B) og にみられる長期の変動

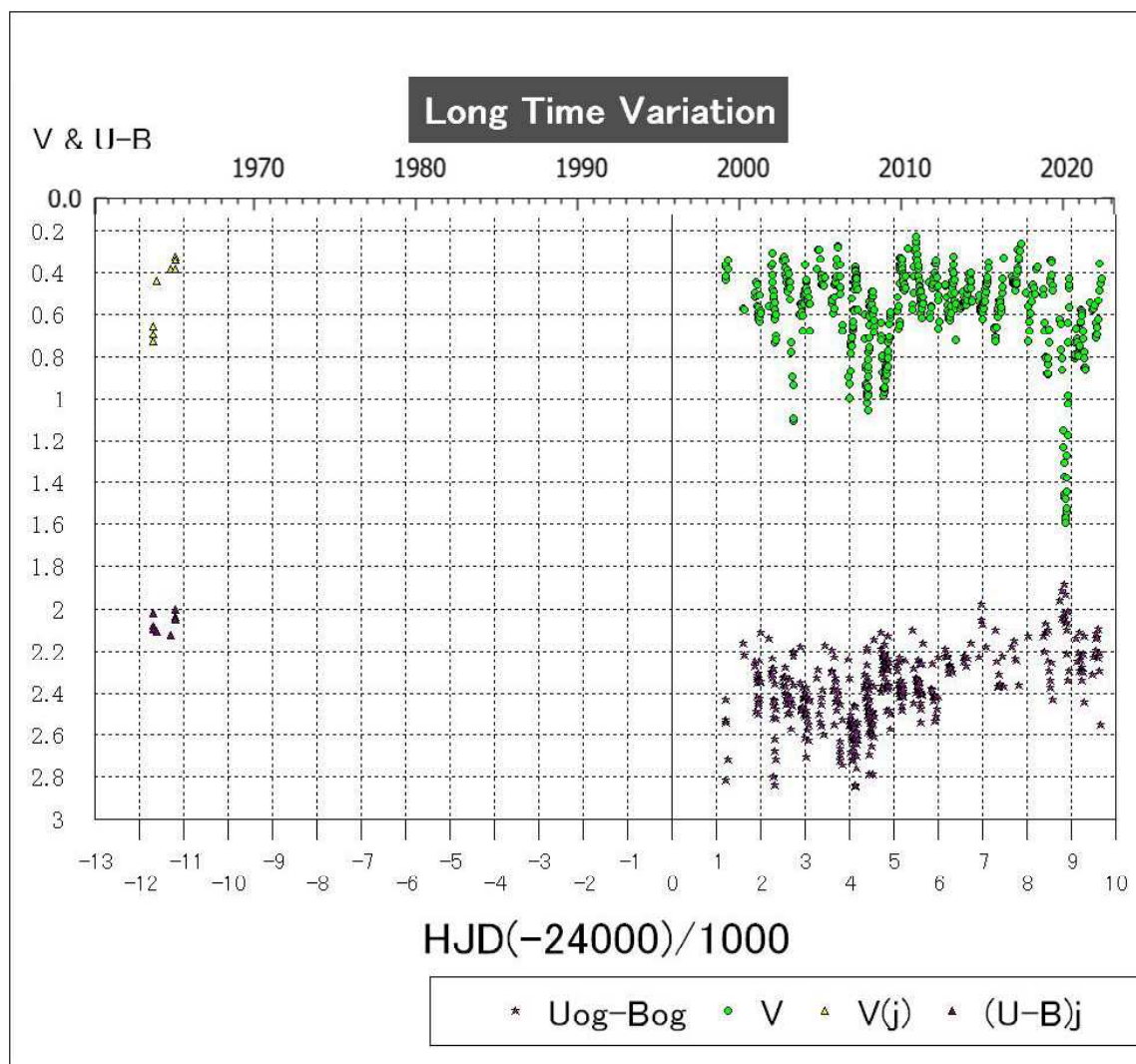
図-14 を見ると、周期 1 年から数年の単周期変動成分が重なっているため一見バラツキが大きいように見えますが、20 ～ 30 年程度で大きく波打っている成分があるように見えます。そこで Johnson 達 (1966) の観測データと合わせて周期解析を行ってみると 27 年の周期が得られました。しかし、35 年間の大きなデータの空白がありとても確定的なことは言えません。したがって、U-B について今後の（次世代による）長期的な継続観測により検討することが望まれます。

(4) 色等級図に見られる傾向

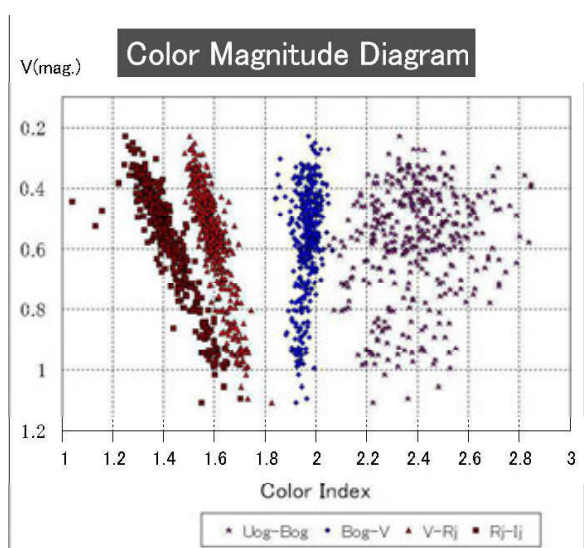
① (U-B) og と V 等級との関係

図－１５を見ると、(U-B) 以外の色指数は V 等級と良い相関関係があることが分かるが、(U-B) だけは相関が非常に小さいことが分かります。

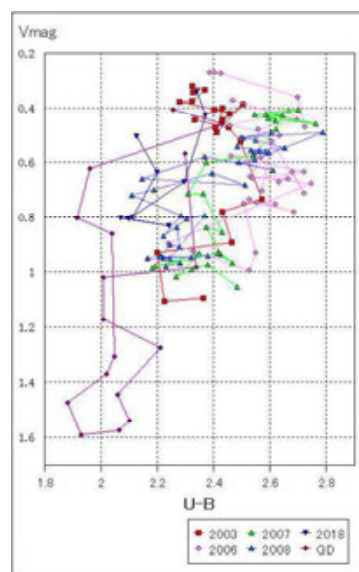
しかし、減光した期間ごとに区分した図 1 6 によると期間ごとにある幅の範囲に収まる傾向が見られ、特に G D 期には著しく色指数が小さい方へ寄っていることが分かります。



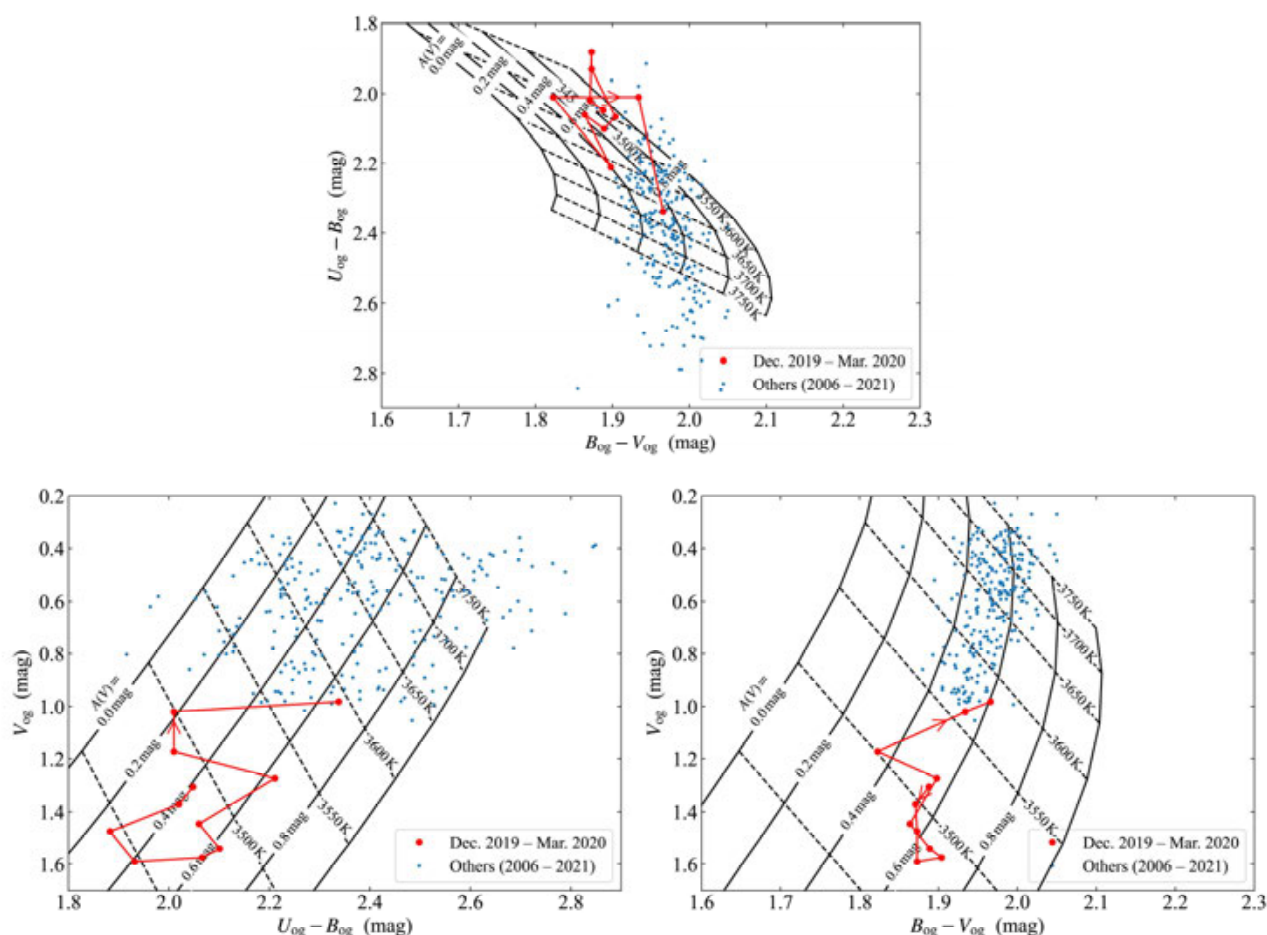
図－1 4 長期間のU og－B og バンドでの変動



図－1 5 色等級図



図－1 6 期間ごとの色等級図



図ー 1 7 2 色図と色等級図

『青点は大金による観測データ。黒線のグリッドは、MARCS モデルスペクトル($\log g=0.0$)と Cardelli の減光則($R_v = 3.1$) が予想する、ある温度と減光の時の色と等級を示します(ゼロ点は観測データに合うように調整しました)。』

② GD期の(U-B)の特徴

U-B が温度変化から予想されるほど青くなっていないことから、星周物質による吸収・散乱での減光が大減光に寄与している可能性を示唆しています。

3. 質疑

高橋進氏から「大減光期後の光度変化は如何か？」とのご質問がありましたが、短期間での変動がある程度であって、傾向が分かる程のデータ期間とはなっておりません。

4. 謝辞

この研究の初期から長年にわたり田中済国立天文台教授の指導を頂きました。

また、荒井菊一氏(Noeth River side)からは Period04 による不等間隔のデータのフーリエ解析の指導を頂きました。

さらに、文部省(当時)科学研究費奨励研究(B)および日本天文学会内地留学奨学金の援助を受けております。

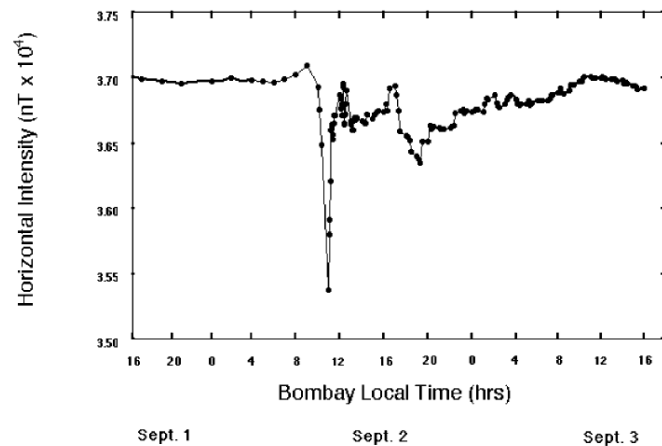
以上の方々および機関へ感謝申しあげます。

フレア星観測のすすめ

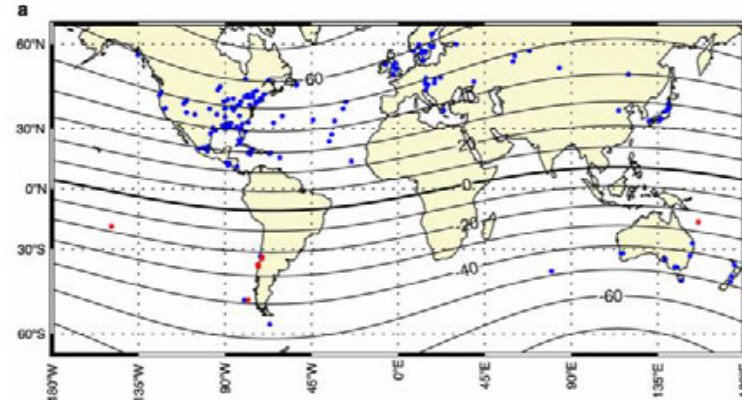
前原裕之 (NAOJ/VSOLJ)

太陽フレア

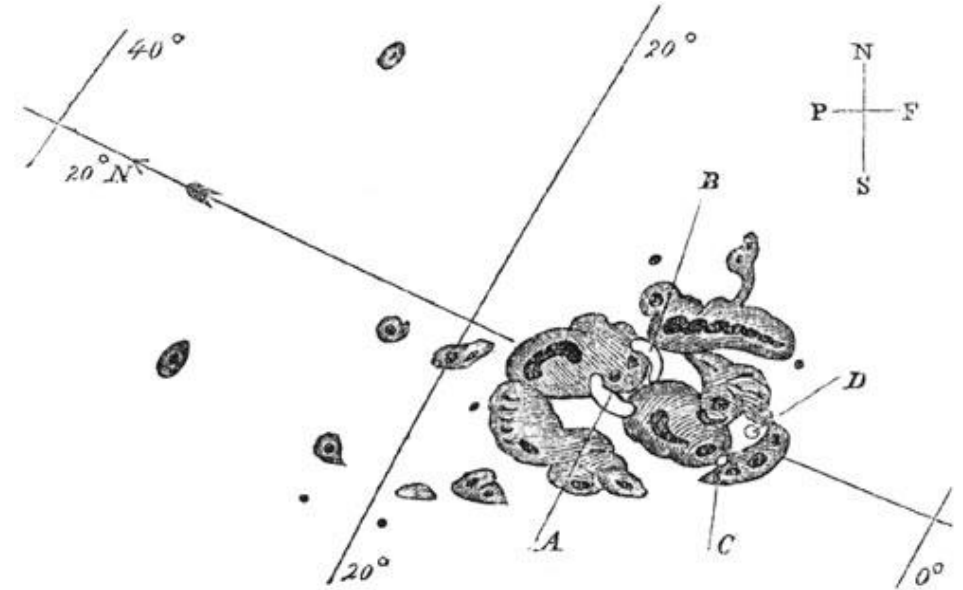
- 1859年9月1日に黒点の近くで短時間（＜5分）だけ明るく輝く現象として最初に発見された→今日では白色光フレアと呼ばれる現象
 - 巨大な磁気嵐や低緯度オーロラなどが観測された
 - 電信用のケーブルに生じた地磁気誘導電流で火災や電信オペレーターの感電事故が報告されている



Tsurutami et al. (2003)



Hayakawa et al. (2020)

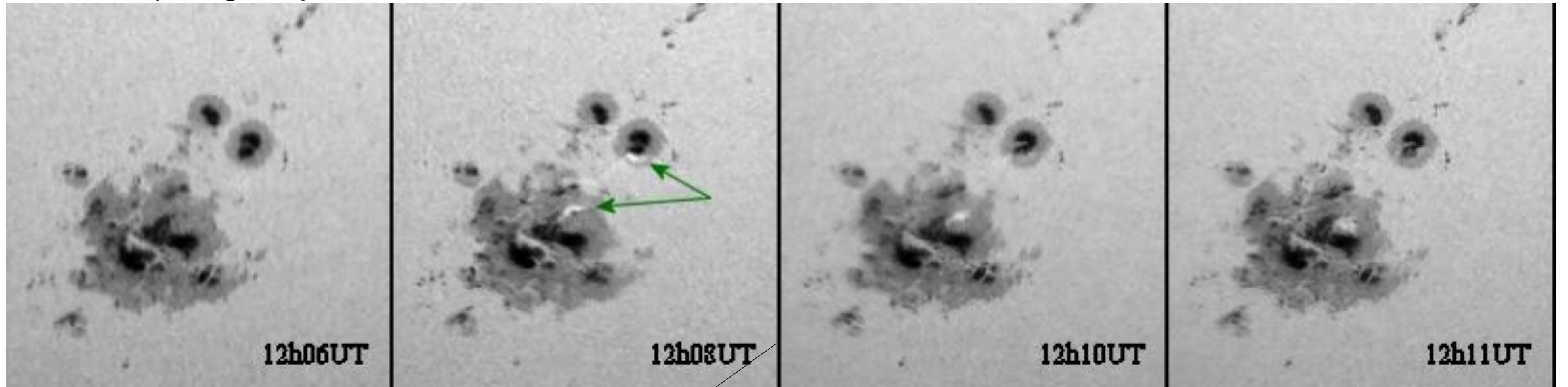


Carrington (1859)

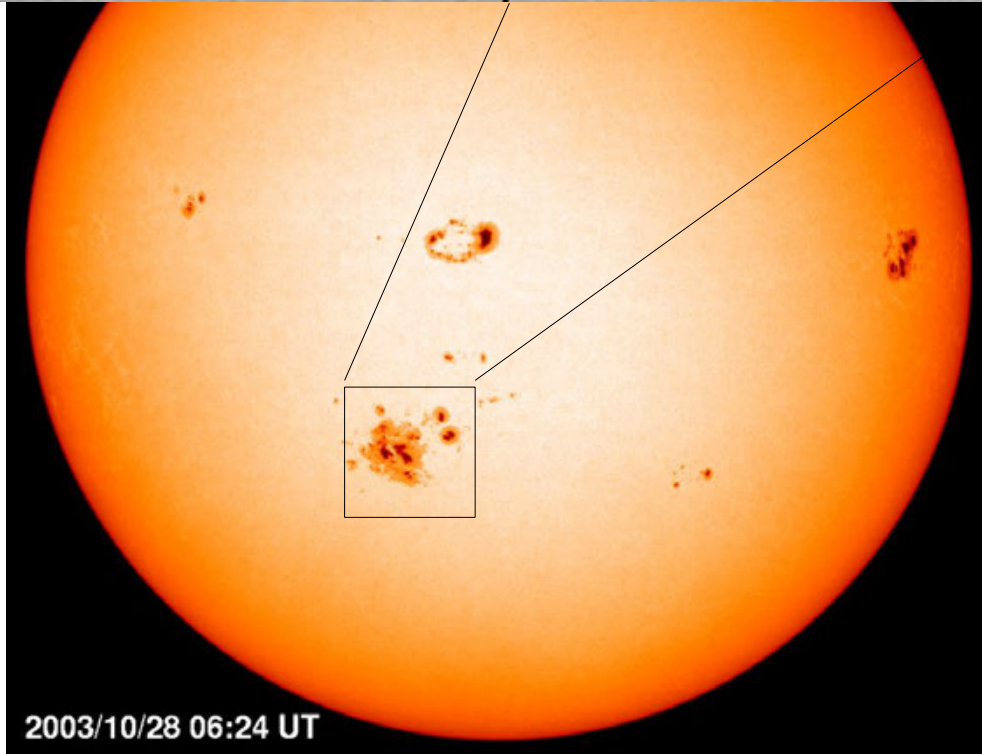
2. In passing through poor conductors, electricity develops heat. During the auroras of Aug. 28th and Sept. 2d, paper and even wood were set on fire by the auroral influence alone. At Pittsburgh, Pa., the magnetic helices became so hot that the hand could not be kept on them. (Ib., xxix, 97.) At Springfield, Mass., the heat was sufficient to cause the smell of scorched wood and paint to be plainly perceptible. (Ib., xxix, 96.) At Boston, Mass., a flame of fire burned through a dozen thicknesses of paper. The paper was set on fire and produced considerable smoke. (Ib., xxix, 93.) On the telegraph lines of Norway, pieces of paper were set on fire by the sparks of the discharges from the wires; and the current was at times so strong that it was necessary to connect the lines with the earth in order to save the apparatus from destruction. (Ib., xxix, 388.)

3. When passed through the animal system, electricity communicates a shock which is quite peculiar and characteristic. During the auroras of Aug. 28th and Sept. 2d, some of the telegraph operators received severe shocks when they touched the telegraph wires. At Philadelphia, the current gave a severe shock. (Ib., xxix, 96.) At Washington, D. C., the telegraph operator received a severe shock which stunned him for an instant. (Ib., xxix, 97.)

Loomis (1861)



白色光フレア
の観測例



SOHO衛星による太陽像

恒星フレア

- 1920-1930年代
 - M型星の中に、ある観測時にだけバルマー線が輝線になる天体があることが発見される
- 1940年代
 - M型星の中に可視光で一時的な短時間増光（＝フレア）を示す天体があることが発見される
 - Luyten+1949：25分おきに5回積分した多重露出の写真から、M型星のフレアがごく短時間の現象（新星など多の種類の増光天体とは異なる）ことを初めて明らかにした。

Proper Motion Star With Variable Bright Lines. — The star C. P. D. $-32^{\circ}6181 = \text{C.D.M.} -32^{\circ}16135 = \text{H. D. 196982}$, for which the 1900 position is $20^{\text{h}} 35^{\text{m}} 6^{\text{s}}$, $-32^{\circ}47'.0$, was found with the blink microscope to have a large proper motion. Measures made on two B plates taken in 1889 and 1923, respectively, yield the values

$$\begin{aligned}\mu_{\alpha} &= +0''.25 & \mu &= 0''.43 \\ \mu_{\delta} &= -0''.35\end{aligned}$$

The apparent magnitude is 9.8; the spectrum is given as Pec in the Henry Draper Catalogue. In the remarks it is stated that “the spectrum appears on the photograph to be nearly continuous, except that $\text{H}\gamma$, $\text{H}\delta$, $\text{H}\epsilon$, and $\text{H}\zeta$ are bright.” The region of $\text{H}\beta$ is not well defined but it almost appears as if $\text{H}\beta$ were present in absorption. The plate on which this spectrum appears was taken on June 29, 1895. A plate taken on June 14, 1895 shows less well defined spectra. $\text{H}\gamma$ is possibly present as an emission line, but in any case the bright lines are weaker than on the later date. On a plate taken July 1, 1903, the bright lines are not visible. The spectrum on this plate is poorly defined, yet it seems as if the star might be of late type. The variation in light, if any, is very small, and probably does not exceed 0.^m5.

The possibility exists that the star in question is a Class M dwarf with variable bright lines. (See H. B. 830 for a star of similar behavior).

W. J. Luyten

Luyten (1926)

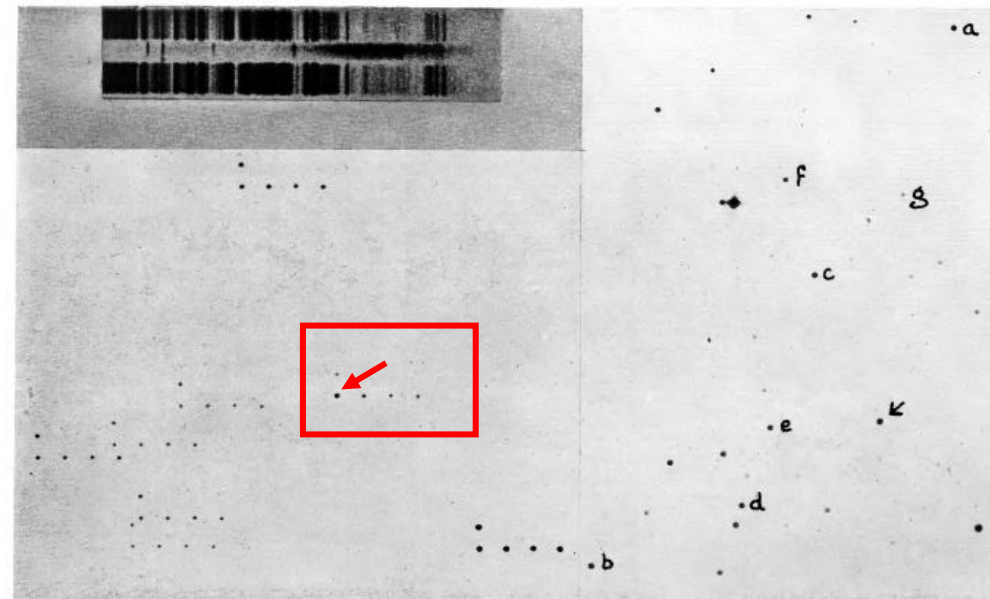
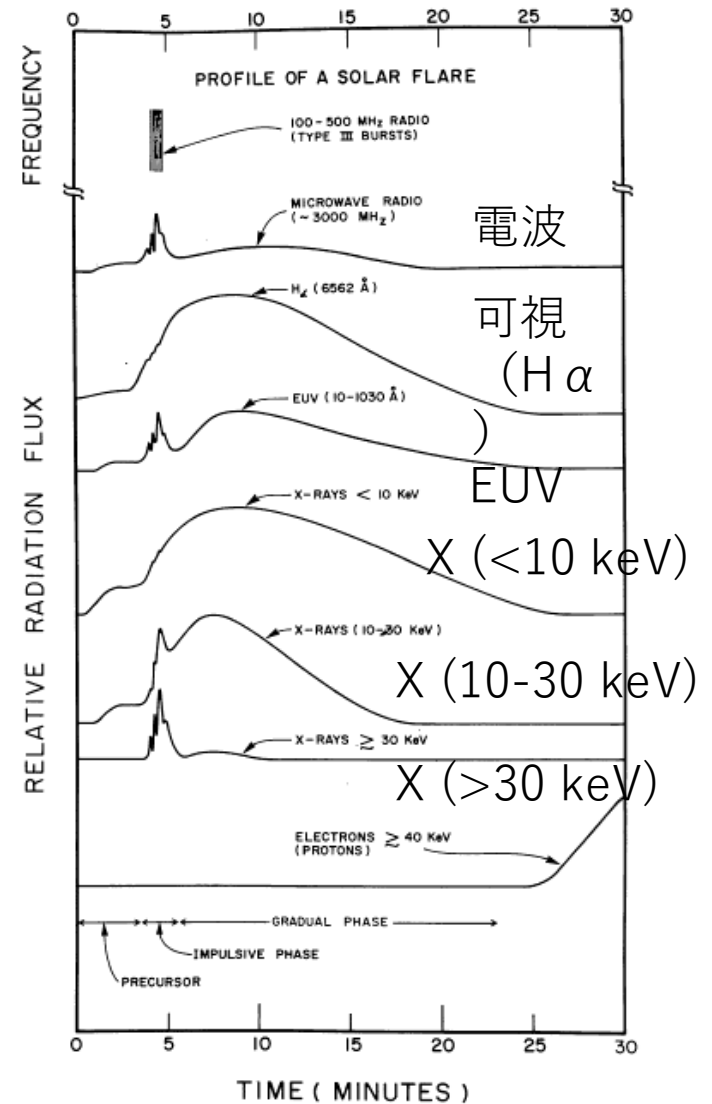
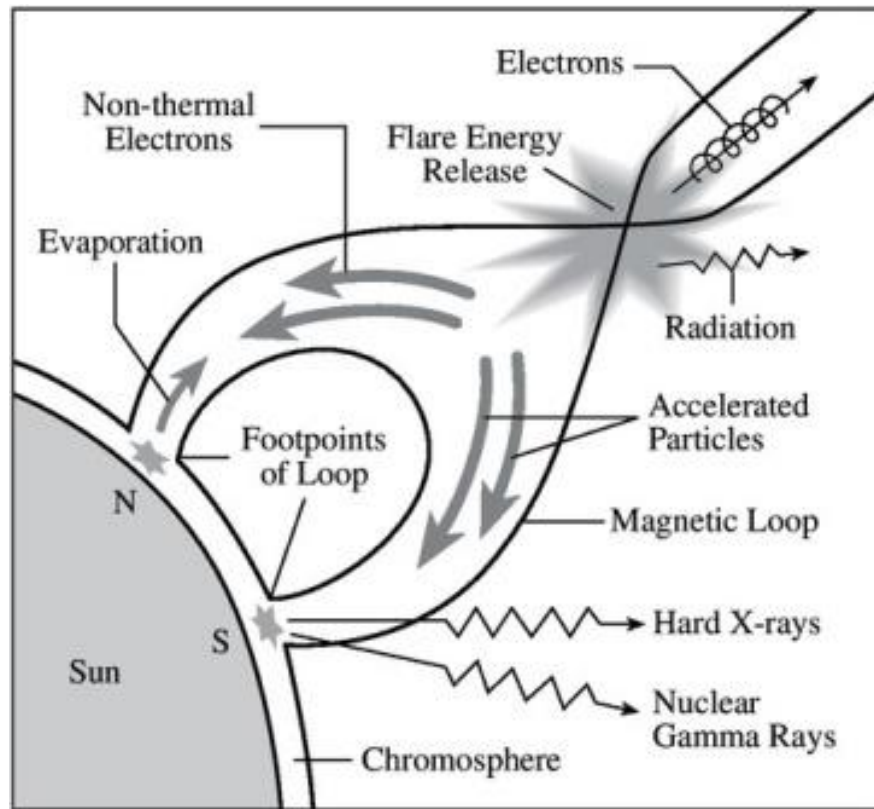


FIG. 1.—(Above) Spectrum of L 726-8 taken at McDonald Observatory, showing emission lines of H and Ca II. (Right) Field of L 726-8. North is at top. The two brightest stars are BD-18°279 (upper) and BD-18°275 (lower). (Lower left) Multiple exposure of field, taken by Carpenter at Tucson, showing sudden brightening of L 726-8 on December 7, 1948. The interval of time between the first and last exposures was approximately 20 minutes. The chart plate is photovisual; the multiple exposure is photographic.

Luyten (1949)

Solar/Stellar flares

- 太陽/恒星の大気（コロナ）中で起こる爆発現象
 - 電波から硬X線で増光
- 磁気リコネクションで黒点付近の磁場のエネルギーを解放することで起こる

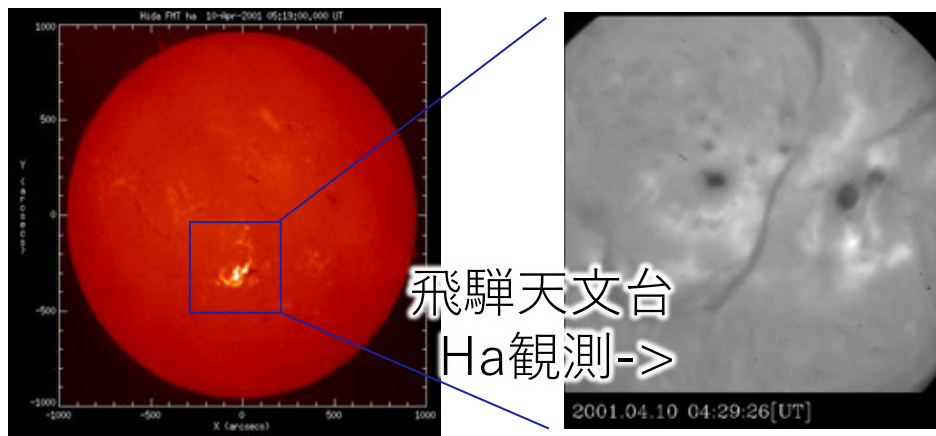


Kane (1974)

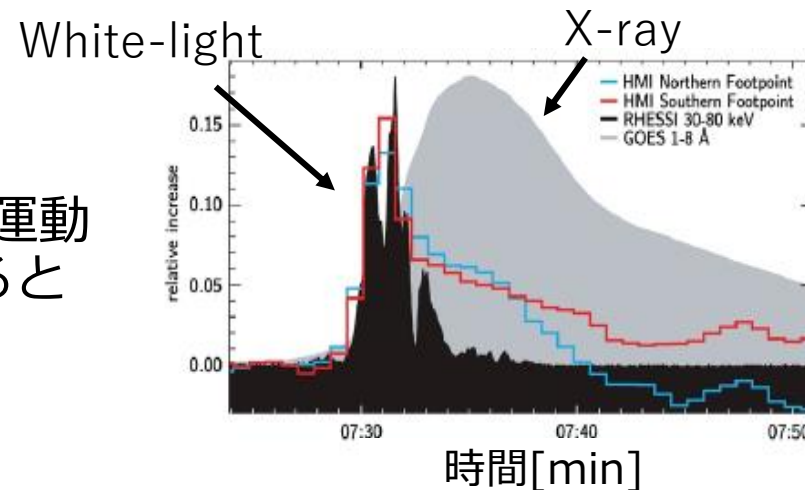
太陽/恒星フレア

○ 太陽/恒星表面での増光現象

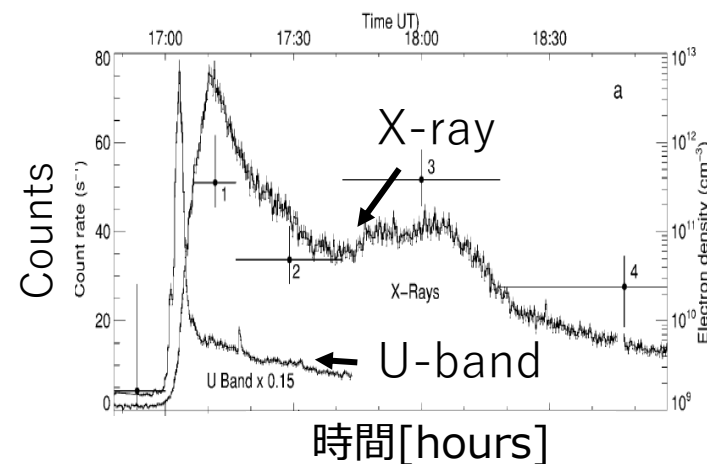
- 様々な波長での増光 (電波、可視、X線)
- 数分～数時間
- 太陽/恒星フレアは、磁場のエネルギーが、熱・運動エネルギーに変換する過程で統一的に説明できると考えられている。
- フレアに伴う放射線の照射・プラズマ噴出
⇒ **地球・社会へも大きな影響**



太陽フレア(Martinez+12)

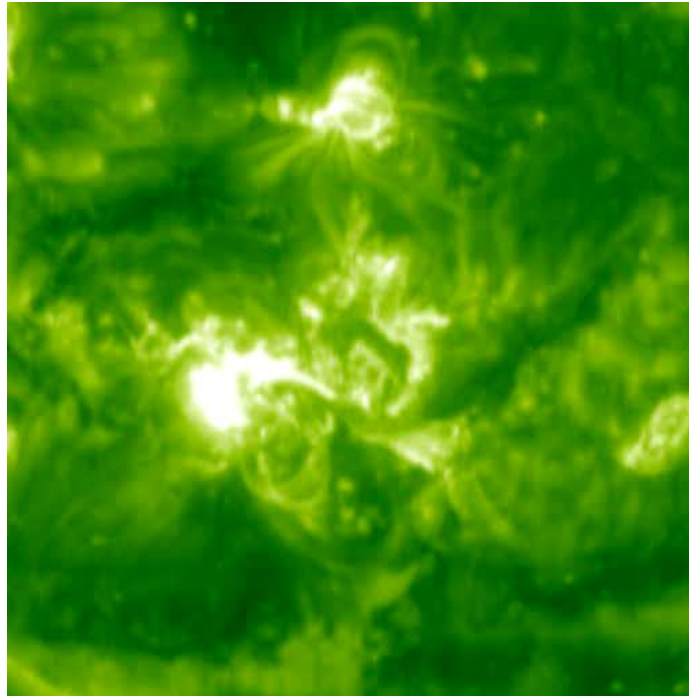


恒星フレア (Guedel+02)



Solar/Stellar CME

- フレアに伴う惑星間空間へのプラズマ噴出現象
 - 太陽の場合
 - 磁気嵐、SEPs (solar energetic particles)などの原因となり、我々の文明社会に大きな影響を及ぼす
 - (特にM型星周りの) 系外惑星の大気への影響を考える上で注目されている
 - 大気の流出や化学組成の変化などに影響を与える

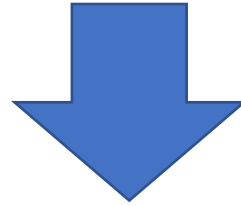


PJM Public Service
Step Up Transformer
Severe internal damage caused by
the space storm of 13 March, 1989



フレア星の測光観測の方法

- フレアはいつ起こるかわからない
- 継続時間が短い
 - 可視連続光だと多くの場合<10分
- 多くの場合明るさの変化は小さい
 - 星のタイプや波長にもよる（M型星は増光振幅が大きい）



- CCD/CMOSカメラで連続撮像・測光する

最近やっている観測の概要

- 活発なフレア星を測光・分光同時に連続観測

- 小規模なフレアであればほぼ毎晩起こる

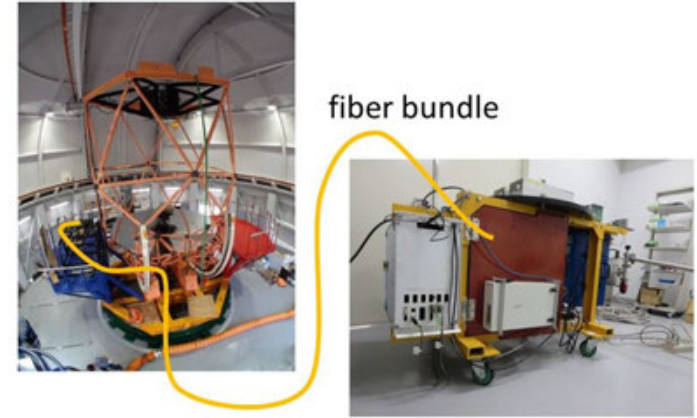
- 時間分解能： < 2 分

- 低分散分光（せいめい + KOOLS-IFU: $R \sim 2000$ ）

- フレアに伴う $H\alpha$ 線の強度や線輪郭の変化を高時間分解能($< 1-2$ 分)でとらえる

- 測光（TESS + 小口径望遠鏡）

- 可視連続光の変化



- 可視連続光のフレアに対して $H\alpha$ 線がどのような応答を示すのかを調べる

- 星の温度（スペクトル型）による違いはあるか？

私が測光観測に使っている機材

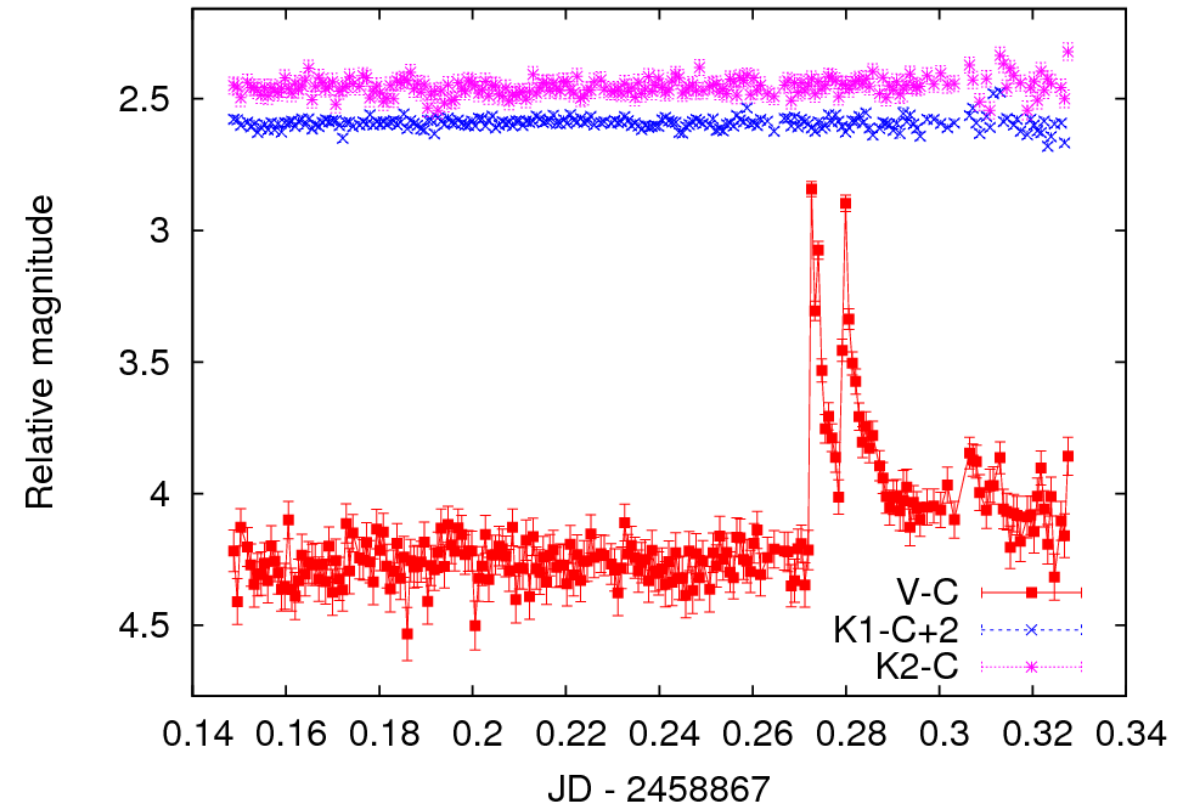
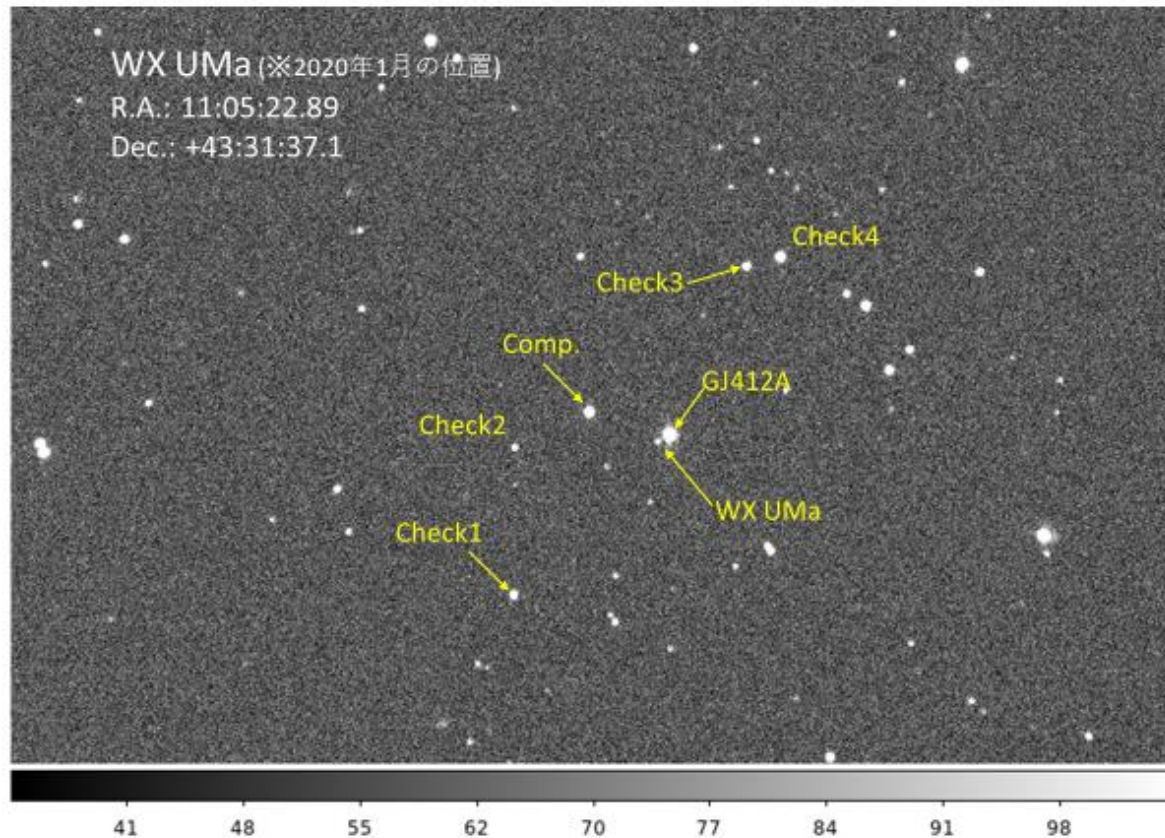
- 11.5cm屈折望遠鏡 or 9cm屈折望遠鏡
- SBIG ST-7XME (B or V filter)
 - 観測自体は食連星や激変星の測光観測と全く同じ
 - 積分時間は10-30secくらい、長くても60secくらいが望ましい



観測しやすいフレア星

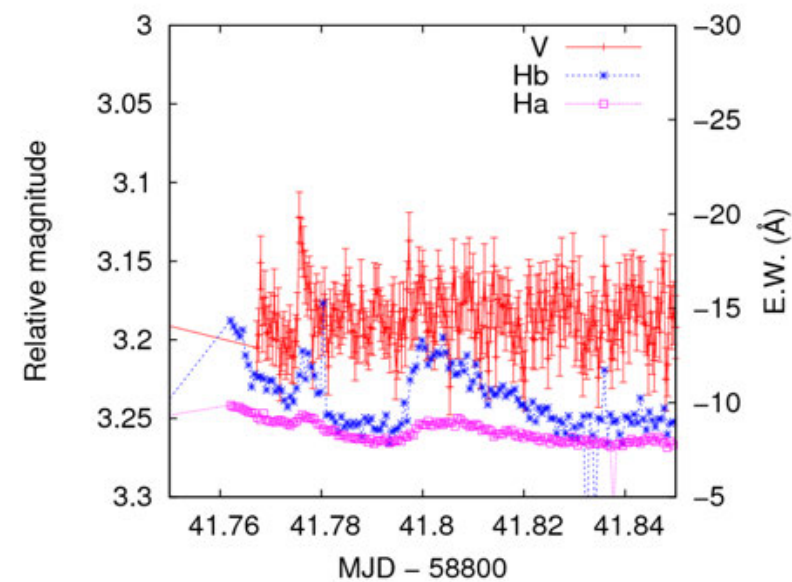
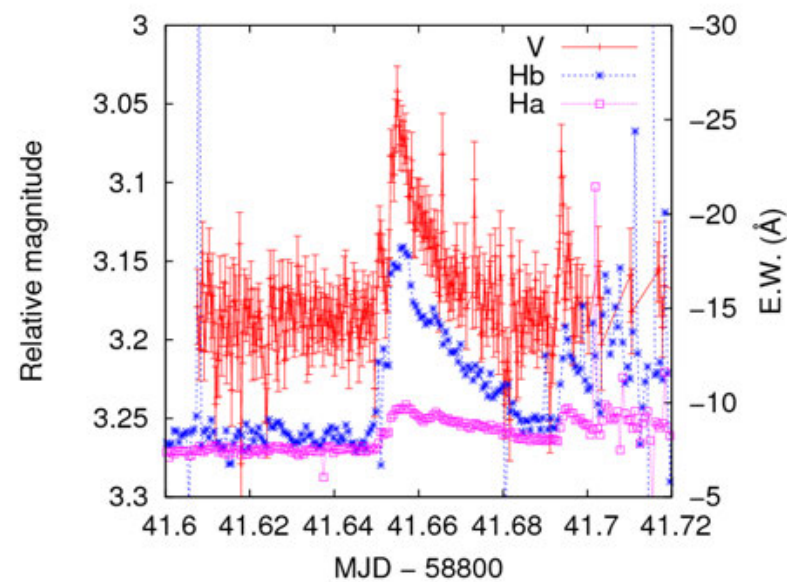
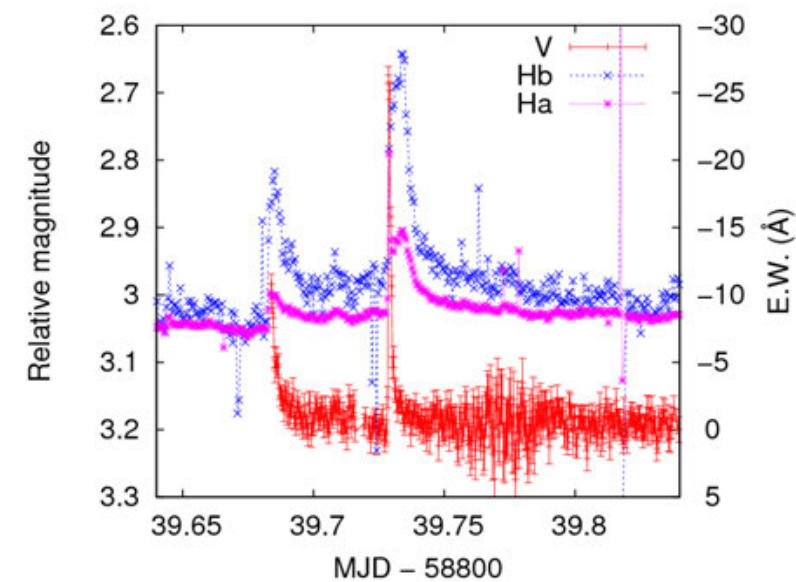
- YZ CMi
 - CR Dra
 - EV Lac
 - AD Leo
 - EQ Peg
-
- ちょっと暗い (M5より晩期)
 - V388 Cas
 - CN Leo
 - WX UMa

実際の観測例 (WX UMa)



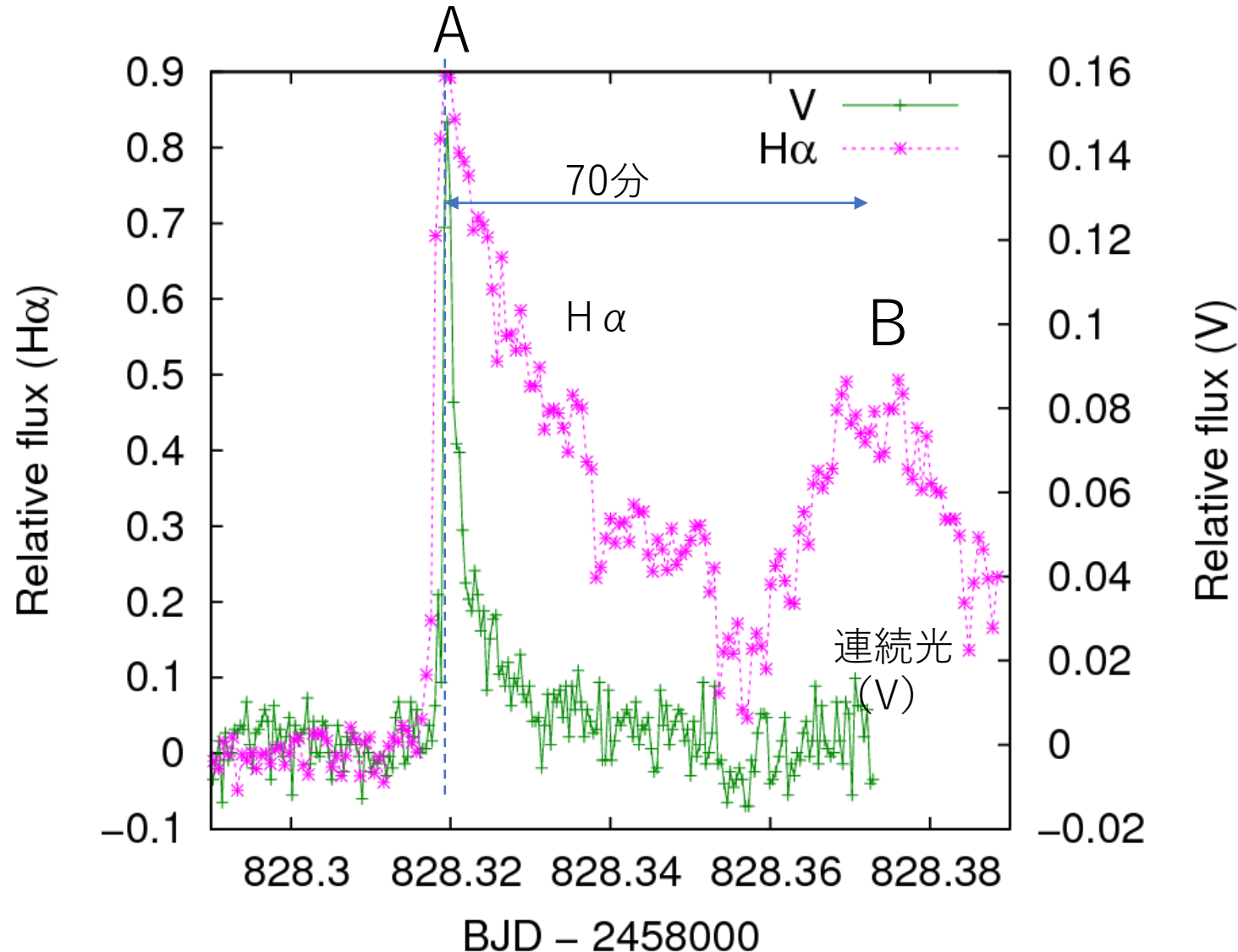
※FilterはV、積分時間は60sec

観測されたフレアの例(YZ CMi)



※FilterはV、積分時間は30sec

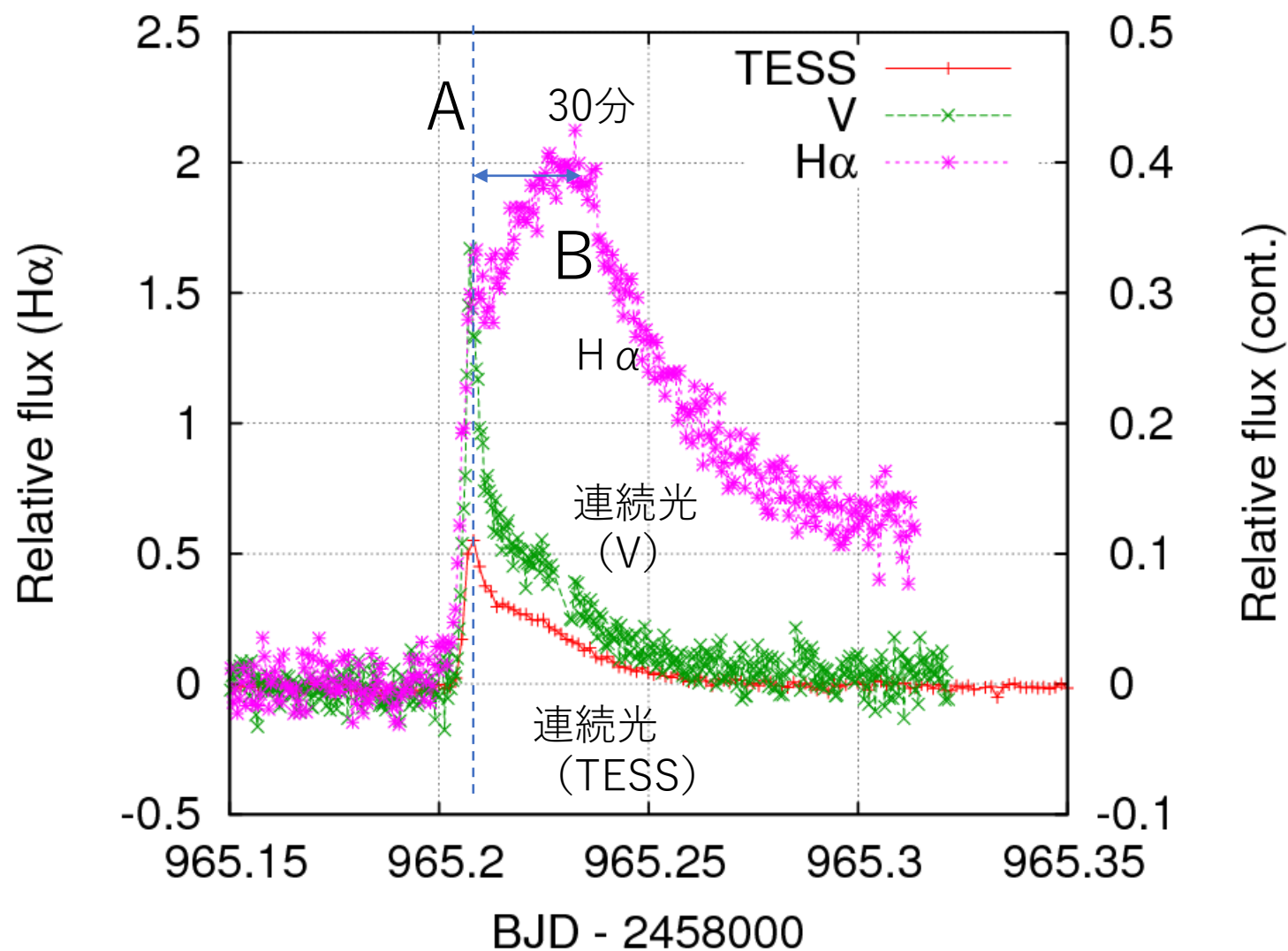
観測されたフレアの例 (AD Leo; 2019年12月8日)



$H\alpha$ 線の光度曲線

- V388 Casのフレアと同様に2つのピークを示す $H\alpha$ フレアが観測された
- 1つ目のピークは可視連続光の増光に対応
- 2つ目のピークでは連続光の増光は無かった。
- 2つのピークの間隔はV388 Casのフレアより短い (~ 70 min)

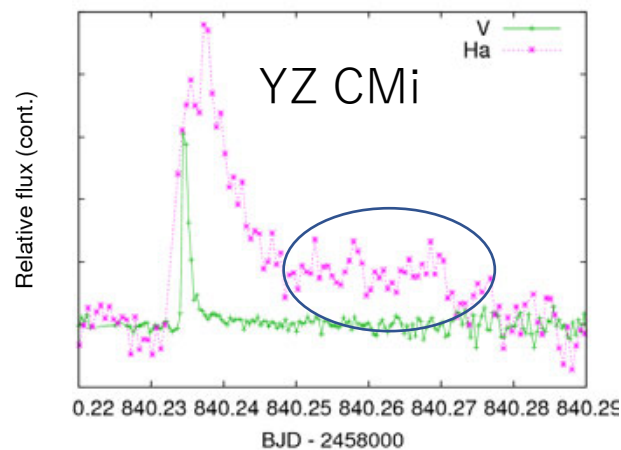
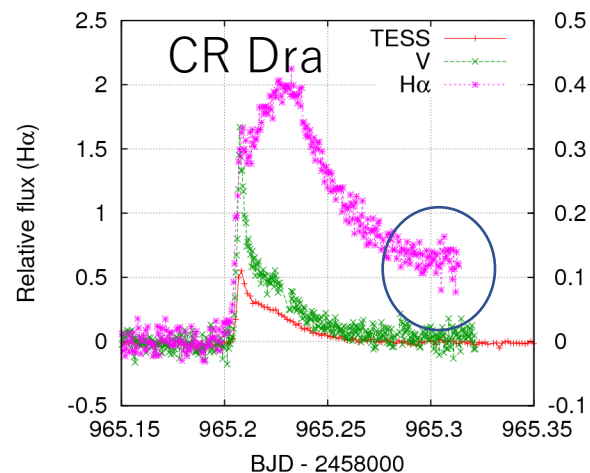
観測されたフレアの例 (CR Dra; 2020年4月25日)



$H\alpha$ 線の光度曲線

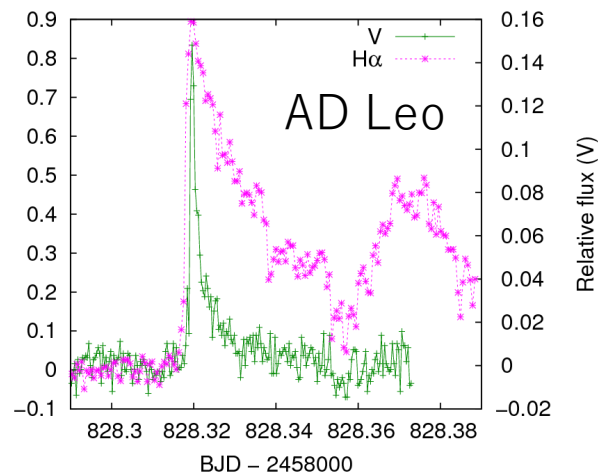
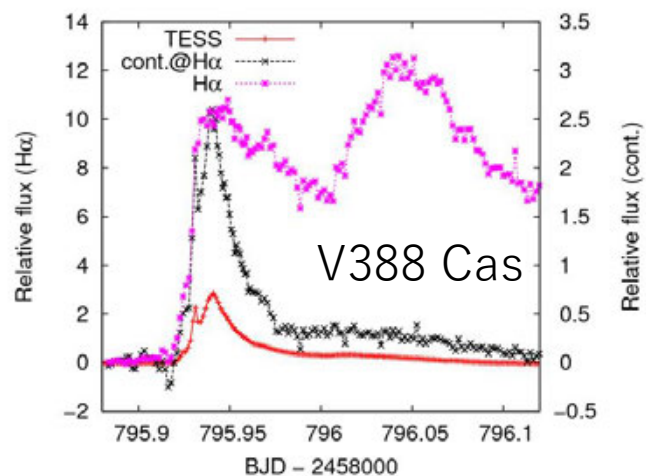
- 連続光のピークに対応する $H\alpha$ 線のピークは短い
- 連続光の増光の後に $H\alpha$ 線のピークを示す
→ 連続光のピークと $H\alpha$ 線のピークの時間差は30分

フレアのH α 線光度曲線の形状



• Single peak-like

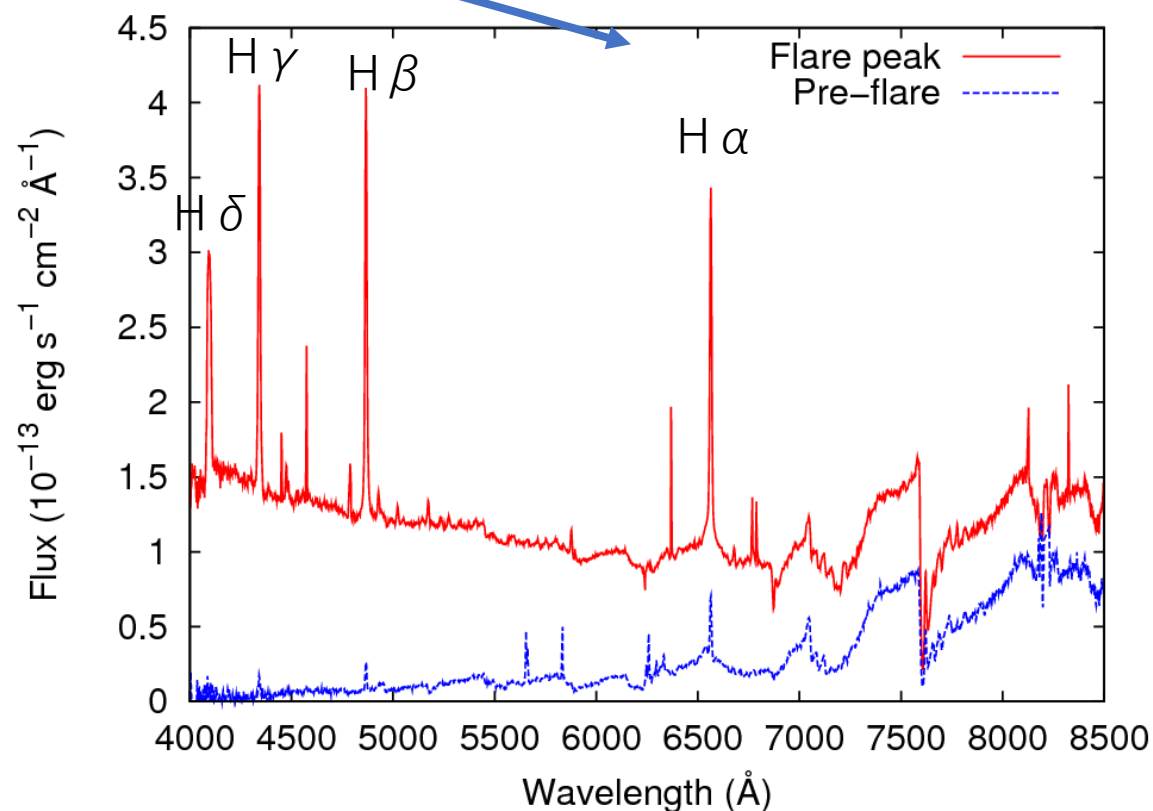
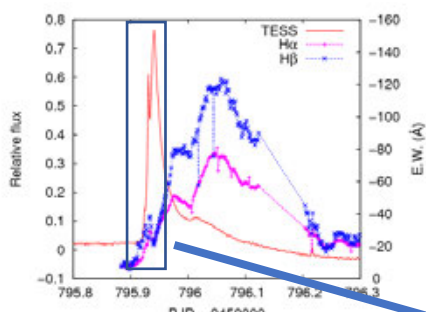
- 可視連続光の増光に対応したH α 線のピークが目立たず、H α 線のピークは連続光のピークよりも遅れる
- H α 線では可視光で暗くなった後も明るい



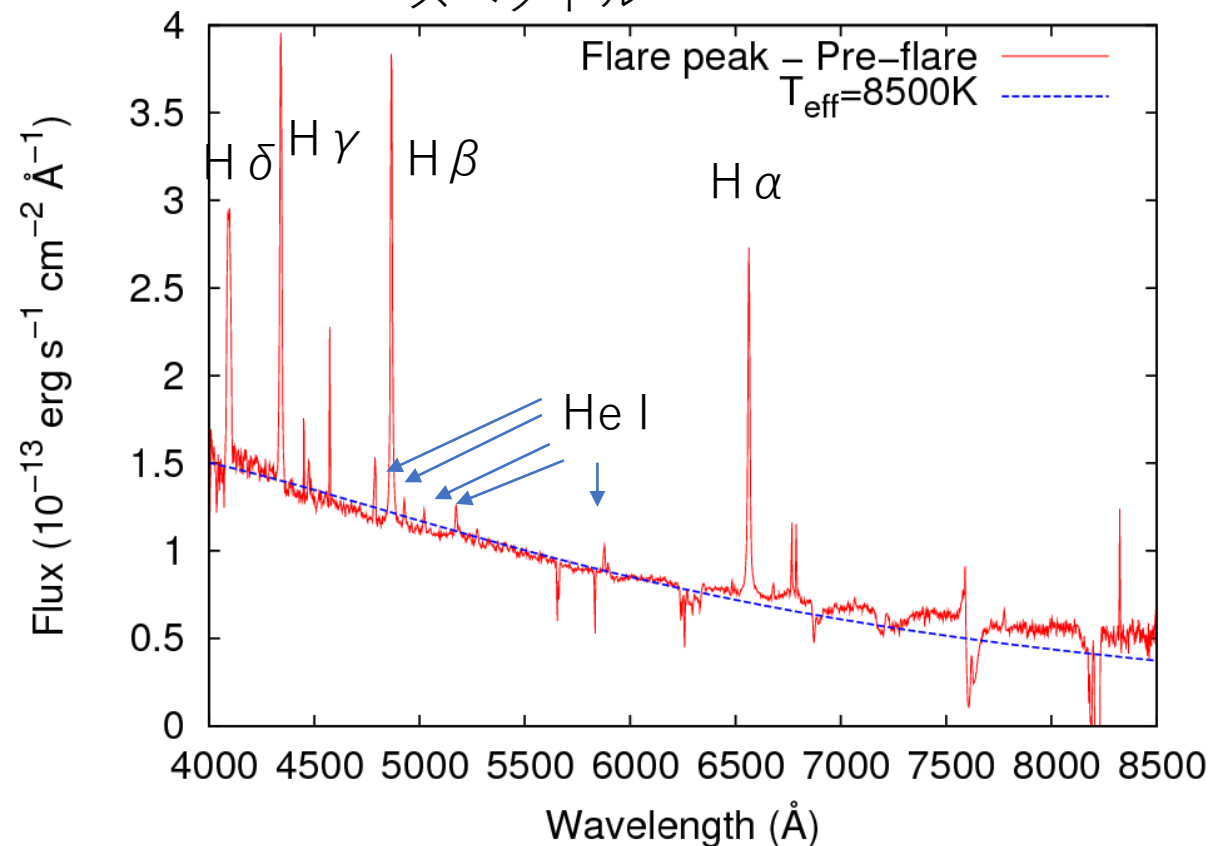
• Double peak

- 可視連続光の増光に対応したピーク
+
- 連続光の減光後のH α 線のためのピーク

V388 Casのフレア時のスペクトルの変化

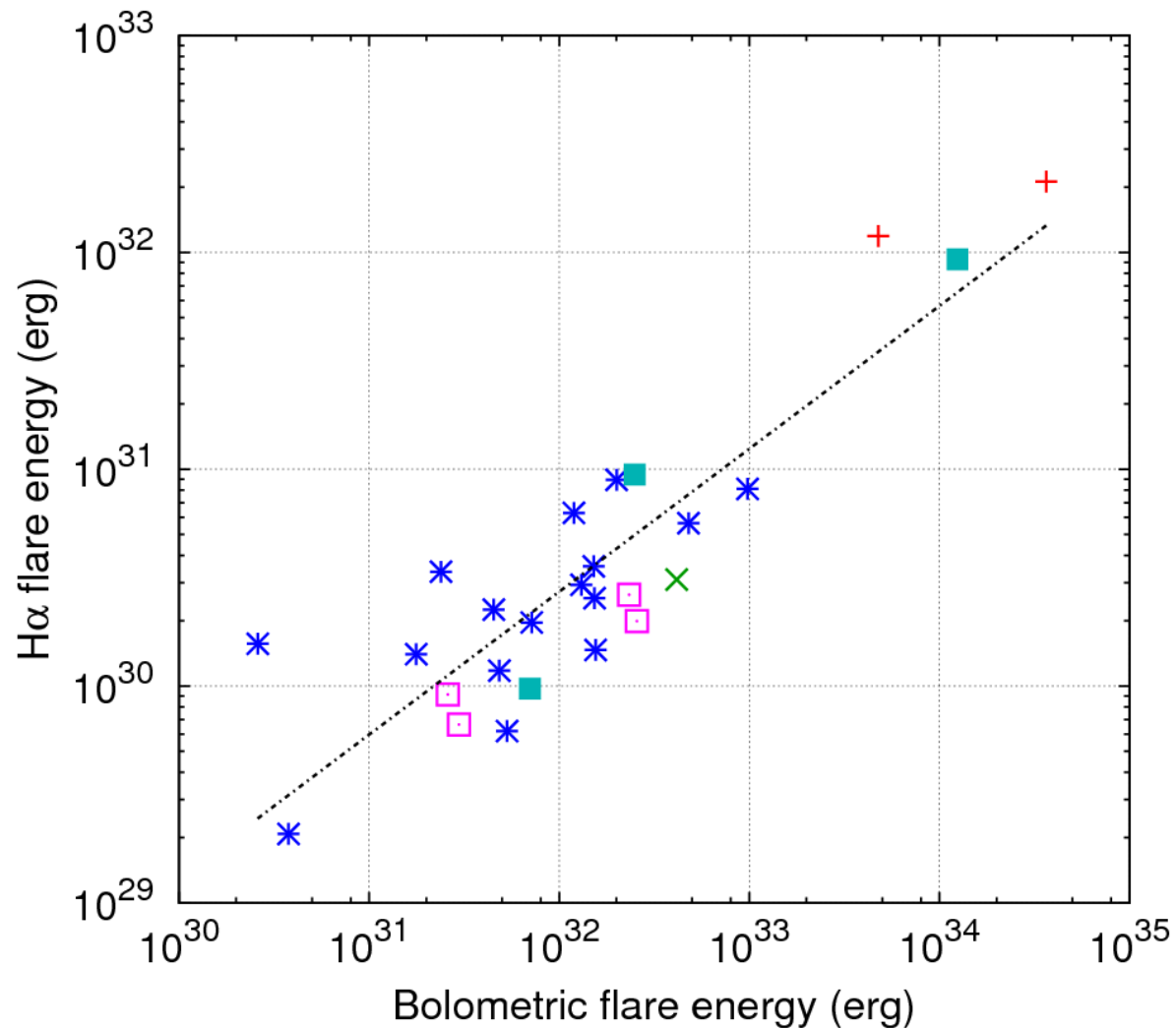


フレアの前後の差分
スペクトル



- Balmer線に加えてHe Iの輝線も見られた
- 4000 – 8500 Å のSEDは $T_{\text{eff}}=8500\text{K}$ の黒体放射に近い
- M型星の元のスペクトルからの増分は波長の短い方が大きい：振幅が大きい順 $U \rightarrow B \rightarrow V \rightarrow Rc \rightarrow Ic$

フレアのエネルギー： $E_{H\alpha}$ vs. E_{bol}



CR Dra (M1.5)
AD Leo (M3.5)
EV Lac (M4.5)

YZ CMi (M4.5)
V388 Cas (M5.5)

- $E_{H\alpha} \propto E_{bol}^{0.66 \pm 0.07}$

- Balmer線で解放されるエネルギーは bolometric energyの1%程度 (@ $E_{bol}=10^{33}$ erg)

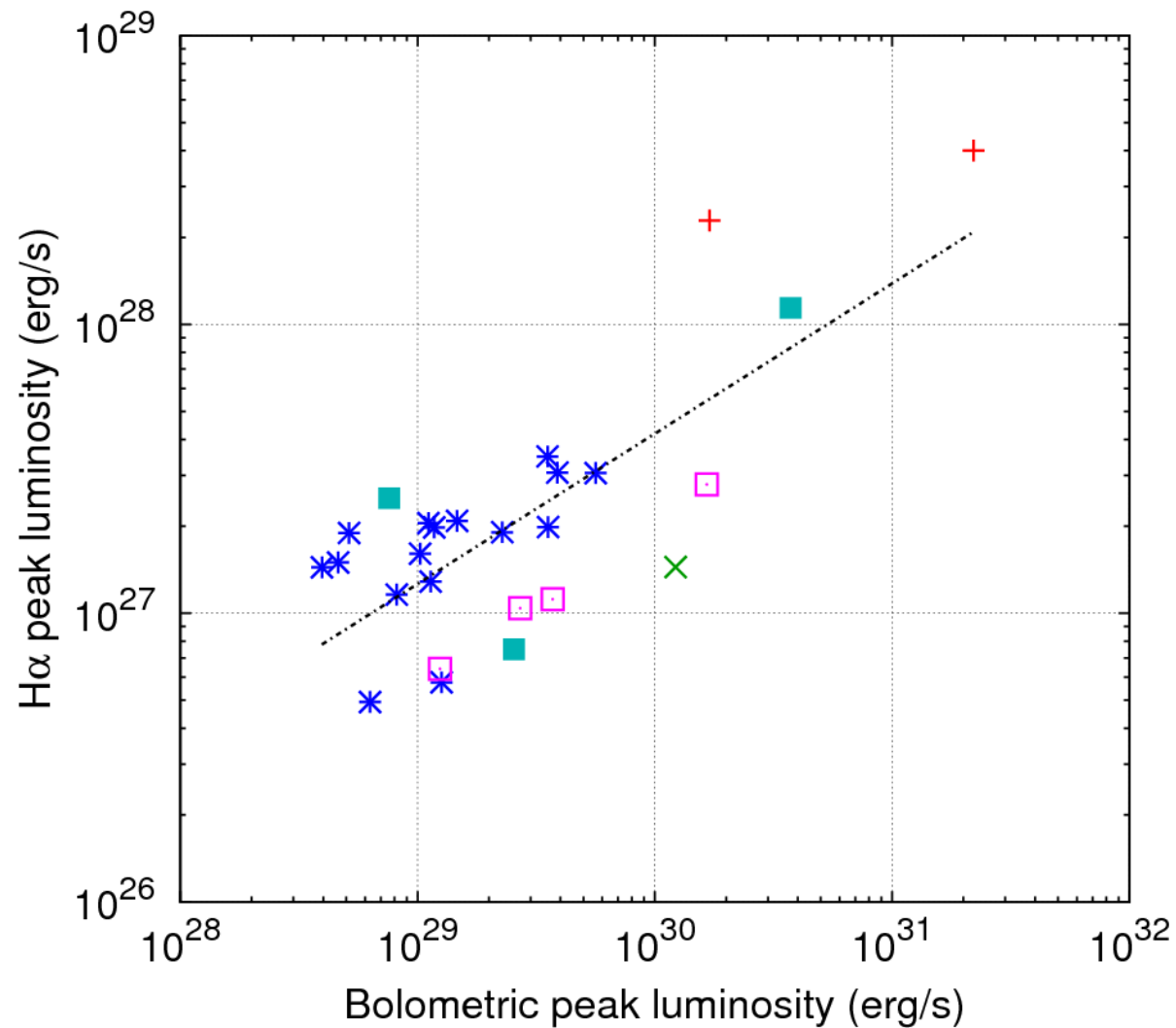
- 小さいフレアはバルマー線が強く、大きいフレアは連続光放射が強い傾向

- フレアの連続光成分が増えても $H\alpha$ 線の強度はそれほど増えない

→ 1次元輻射流体計算の結果 (Namekata+2020) と定性的に一致

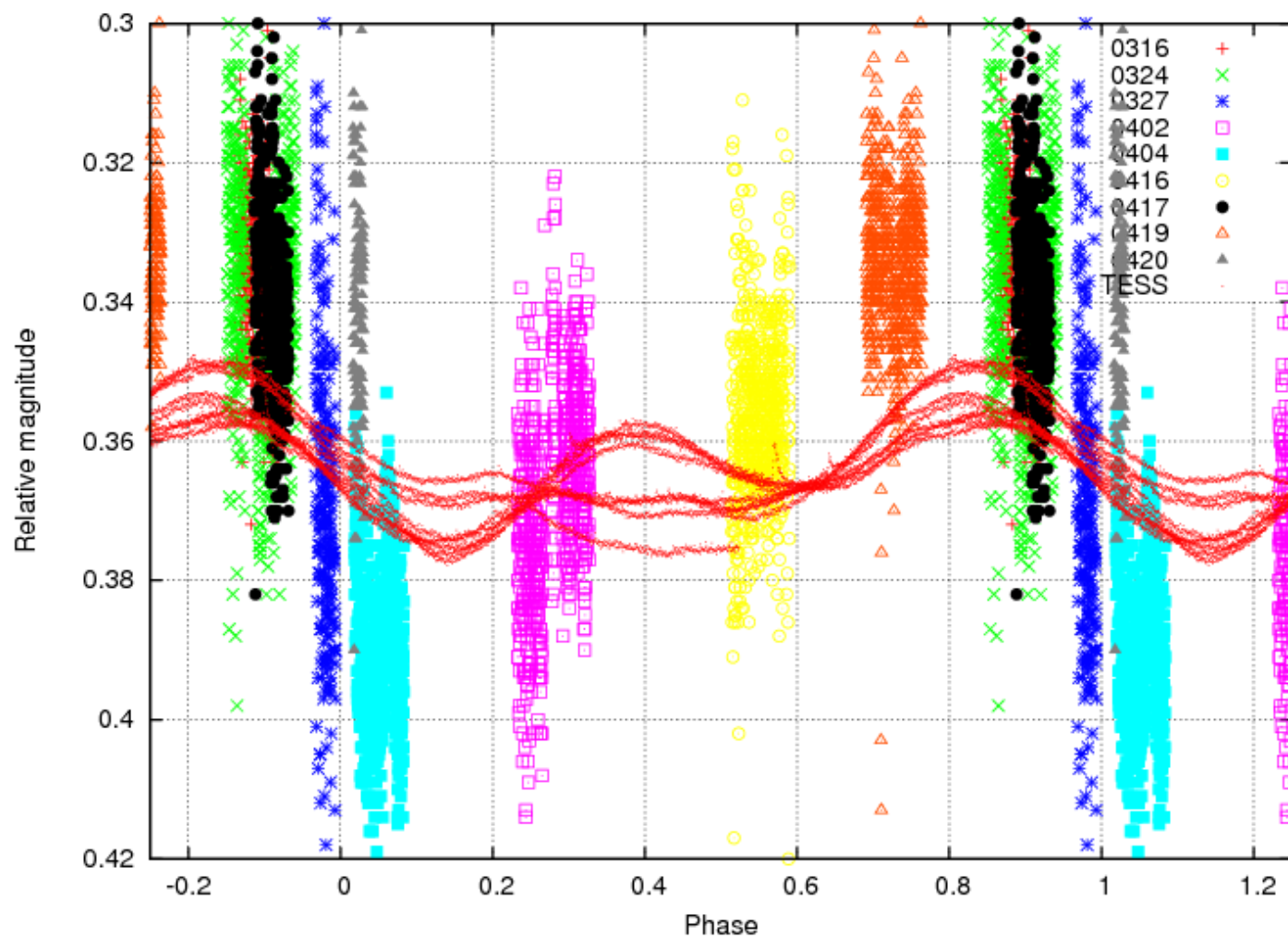
M1.5 – M5.5の範囲では大きな違いは無い

フレアの最大光度： $L_{H\alpha}$ VS. L_{bol}

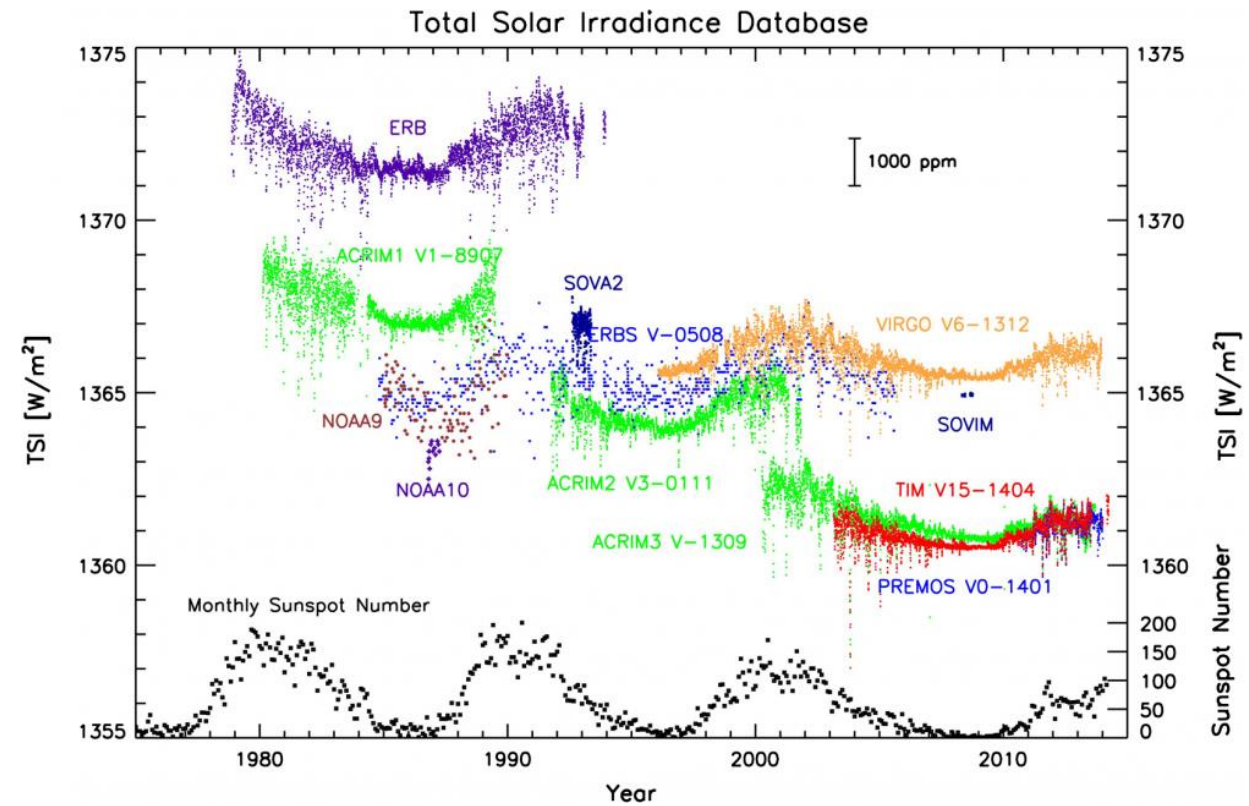
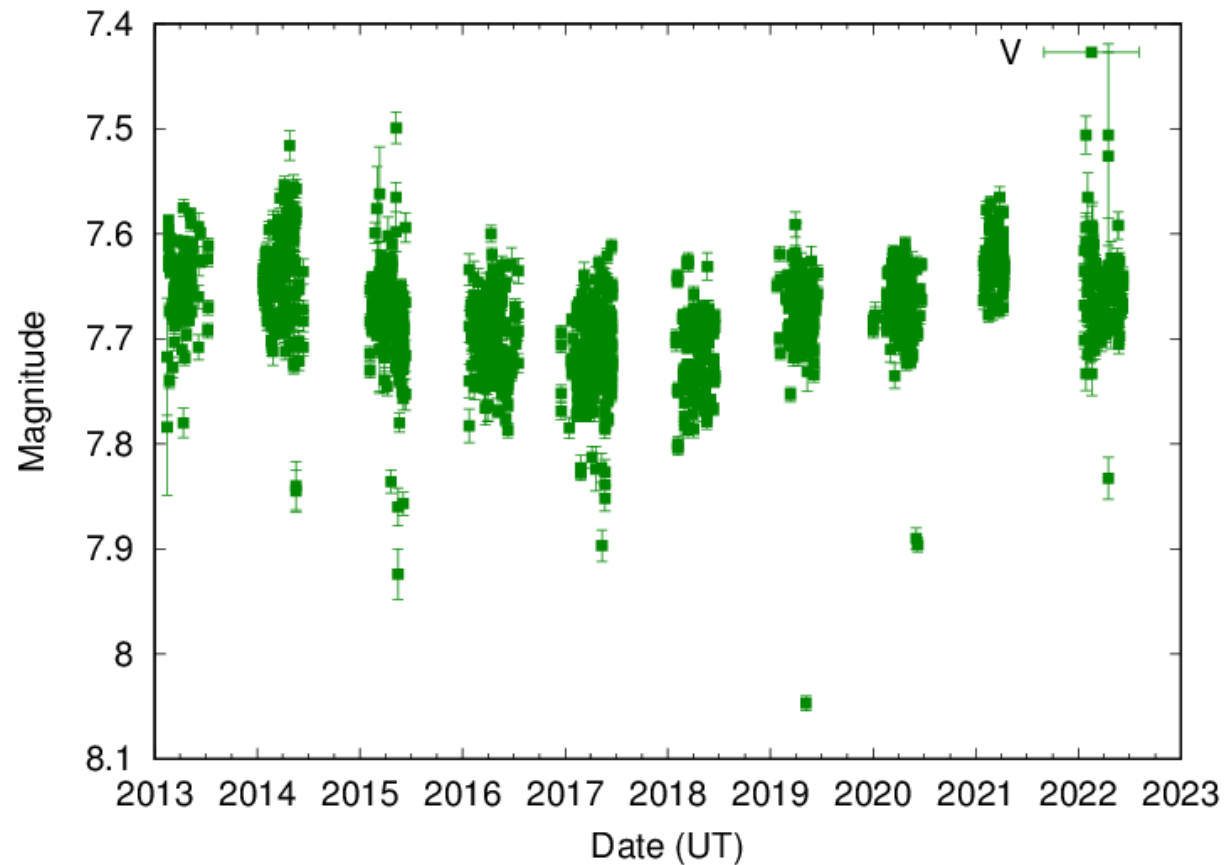


- $L_{H\alpha} \propto L_{bol}^{0.52 \pm 0.09}$
 - Balmer線で解放されるエネルギーはbolometric luminosityの1%程度 (@ $L_{bol}=10^{29}$ erg)
- 小さいフレアはバルマー線が強く、大きいフレアは連続光放射が強い
→フレアエネルギーと同じ傾向

自転による変光の例 (EK Dra; G2V)



activity cycleによる変光の例 (EK Dra/Sun; G2V)



まとめ

- M型星フレアは振幅も大きく小口径（～10cm）くらいの望遠鏡とCCD・CMOSで観測しやすい
- 観測方法は食連星や激変星と全く同じでよい
 - できれば測光用フィルターを付けた観測が望ましいが、検出器のレスポンスが分かっているならばフィルターなしでも構わない（Keplerと同じ）
- 分光観測と同時にフレアを観測できれば科学的にも高い価値がある

長野県諏訪地方における初期の 変光星観測について

大西拓一郎

(日本変光星研究会／国立国語研究所)

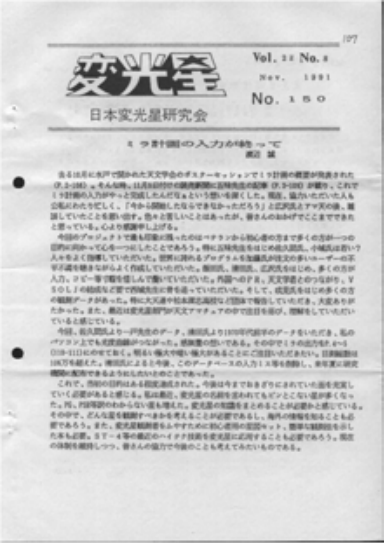
1. はじめに

- 諏訪地方の観測初期史にアプローチ
- 今回は、おもにVSOLJデータを活用
- その他の資料
『改訂版 日本アマチュア天文史』（以下、『アマ天』）
『変光星』
『天文月報』
茅野市八ヶ岳総合博物館収蔵資料（後述）など

ミラ計画：1988年開始、1991年完成

渡辺（1988）『変光星』118

渡辺（1991）『変光星』150



4. 日本国内最初期の観測—VSOLJdbより—

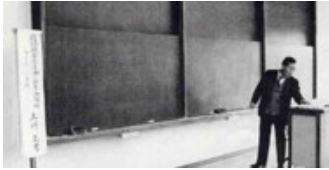
- 初期の観測者
 - 1. 一戸直蔵 (Ich) 1906年 7月13日 CEPdelta DCEP (3.48-4.37)
 - 2. 神田茂 (Kds) 1909年 9月18日 CMATZ EA (10.02-10.56)
 - 3. 山崎正光 (Ysm) 1914年 1月 8日 CYGchi M (3.3-14.2)
 - 4. 河西慶彦 (Ksy) 1918年 5月17日 CEPRU SRD (8.2-9.8)
 - 5. 山本一清 (Yam) 1919年12月12日 CYGSS UGSS (7.7-12.4)
 - 6. 古畑正秋 (Hhm) 1920年 9月29日 CYGR M (6.1-14.4)
 - 7. 中村要 (Nak) 1920年12月16日 ORIU M (4.8-13.0)
 - 8. 藤田三成 (Htm) 1922年10月 8日 CYGW SRB (6.8-8.9)
 - 9. 内藤一男 (Ntk) 1922年11月21日 CETU M (6.8-13.4)
 - 10. 黒岩五郎 (Kug) 1923年10月11日 AURAB IMA (6.3-8.4)
- 河西の観測＝VSOLJデータでは、アマチュア最初の観測本当にCepRUが最初の観測？（後述）
- 河西の次の観測はかんむり座R
1923年12月16日（4時10分）6.1等。その後6等前後。1934年12月6日（4時12分）9.7等キター！
河西氏のVSOLJデータ2957件。CRBRが339件。

5. 諏訪の初期の観測者たち

- 旧制諏訪中学校教諭、三澤勝衛（1885-1937）との交流と影響（諏訪中在任：1920-1937年）
三澤勝衛：地理教諭、太陽黒点の初期、継続観測で有名。多くの研究者を育成。
 - 日本天文学会変光星観測者リスト（1924-1943年）『アマ天』176-177頁 = 佐久間（1995）
 - 諏訪の観測者（在住地） 開始年：開始年目測数・総計目測数 VSOLJ登録目測数（観測者略府） 諏訪中学校入学年
- | | | | |
|--------------|--------------------------------|--------------|---------------|
| 河西慶彦（上諏訪） | 1924：536・ 3136 | 2957（Ksy） | 1916 |
| 五味一明（上諏訪） | 1925：157・5130 | 6278（Gmi） | |
| 浜喜代治（上諏訪） | 1925：145・736 | 1367（Hmk） | |
| 今井金彦（松本岡谷:?) | 1925：89・ 323 | 173（lmk） | |
| 小椋恒夫（上諏訪） | 1925：690・ 846 | 784（Ogt） | 1922 |
| 古畑正秋（岡谷） | 1927：145・2266 | 9703（Hhm） | 1925 |
| 小林茂樹（上諏訪） | 1929：1・1 | 1（Krs） | |
| 今井正明（長野四賀村） | 1929：59・133 | 274（lim） | 1928 |
| 河西善忠（上諏訪） | 1929：20・20 | 28（Kyd） | 1926 |
| 矢島敏晴（長野中州村） | 1930：5・5 | 5（Yzk） | 1928：竹屋常務 |
| 金子正巳（長野湖南村） | 1932：5・ 121 | 60（Kom） | 1929 |
| 笠原貞芳（長野中州村） | 1932：188・408 | ϕ (?) | 1929 |
| 小口達雄（岡谷） | 1932：8・ 28 | 8（Ogh） | 1936？（同姓同名複数） |
| 小椋正夫（上諏訪） | 1932：3・3 | 3（Orm） | 1930 |
| 土川正男（上諏訪） | 1932：2・2 | 2（Tka） | 1931 |
| 五味すみ江（上諏訪） | 1933：43・ 43 | ϕ (Gsu) | |
| 岩波泰明（上諏訪） | 1933：3・ 3 | ϕ (lwt) | 1930 |
| 牛山邦男（上諏訪） | 1934：11・20 | 20（Usk） | 1933 |
- 傍線青字は、日本天文学会>VSOLJ

7

- VSOLJに登録がない諏訪の著名観測者
青木正博（[仙台市天文台設立メンバーのひとり](#)）
東亜天文学会変光星課長（『アマ天』170頁）
- 略府は与えられているのにVSOLJにデータがない諏訪の初期観測者
☆五味すみ江 五味一明氏の妹。『アマ天』で日本最初の女性変光星観測者とされる。
☆岩波泰明 『諏訪の方言』（1978）著者、岡谷日日新聞社長
★ともに『天文月報』26(1)=1933年1月号に報告掲載。観測星はAur ε。
Aur εの極小期1928-1930年から少しずれている。
五味すみ江氏の観測：3月号R Lmi。11月号には未公表観測が181あると記載。
- その他
☆土川正男 言語地理学者。諏訪清陵高校教諭。
『言語地理学』（1948）は戦後初の言語地理学の専門書とされる。
（『日本言語地図』1解説、方法編 p.35）
『天文月報』25(11)=1932年11月号掲載。観測星Aur ε。
- その後の諏訪の観測者（VSOLJdbによる）
小城正巳：30070目測 百瀬雅彦： 8148目測
今井正明：274目測
※ 関舜衛、藤森賢一、樋口八重子などその他の諏訪天文同好会メンバー各氏のデータは見あたらなかった。



土川正男氏
（1970年11月、第21回日本方言研究会、福岡教育大学）

8

6. 河西慶彦氏のなぞ

- 河西慶彦（1903-1961）
（旧制）諏訪中学校（現、諏訪清陵高校）出身
三澤勝衛の教え子
三澤より先に天体観測を行っていた可能性
（VSOLJデータは1918年（上述）、三澤の赴任は1920年）
- 今年、100周年を迎える諏訪天文同好会の発足メンバー。その後会長。諏訪天文同好会は一時、日本天文学会の諏訪支部だった。（諏訪天文同好会『会報』1(1)「諏訪天文同好会の規則」、1950年）
- 上諏訪駅前の旅館、湖月館の主人
五味一明『変光星図』（五味星図、恒星社厚生閣刊）は、河西氏による「湖月チャート」がもと。
- 湖月チャートは、五味資料（後述）のほか三澤勝衛を記念した三澤文庫（諏訪清陵高校内）にもそれらしいものが所蔵されている。青木正博氏の寄贈か？
- AAVSOへの報告（1924-1936：『アマ天』165頁）はアマチュア最初期
- AAVSOなどの報告名は、K. Kasai（『アマ天』165頁）。名の音読み「けいげん」に基づくらしい（昔のエリートの慣習：前田豊さんご教示）。諏訪地方では今も行われているかも。おそらく、日常名は「よしひこ」。
- 太陽黒点観測で有名な藤森賢一氏（88歳、ご健在です）の記憶では「とても穏やかな人」。
- ただし、後半生は不明。現在もとの場所に旅館はない。



湖月館（諏訪市博物館 1992：70）



湖月チャート（五味資料）

變光星の観測 Observation of Variable Stars					
観測者、河西慶彦 Observer: K. Kasai					
器械、口径 3.5 インチ Instrument: Diameter 3.5 inch					
n 印は肉眼観測を示す					
J.D.	Est.	Rem.	J.D.	Est.	Rem.
021409	星座の (α Cent)				
943	1899.30	5.64	2020.01	5.29	
	19.90	5.62	40.94	5.10	
	10.91	5.29	41.94	5.21	
	22.90	6.19	42.94	5.20	
	11.91	5.20	43.93	5.11	
3016 01	5.29		3040 31	5.13	
17 90	5.15		47 25	5.43	
15 13	5.10		49 08	5.36	
19 01	5.10		51 01	5.34	
20 93	5.05		10 93	5.35	
3051 00	5.05		3053 00	5.00	
50 09	4.91		54 02	5.00	
57 09	4.90		55 04	5.17	
58 92	5.04		57 03	5.00	
59 93	5.00		58 93	5.08	
3053 00	5.13		3056 02	5.56	
59 93	5.10		49 02	5.07	
59 93	5.13				
1324 22	海蛇座 R (R Hydrae)				
3053 20	5.00		3057 24	4.40	n
31 34	5.35		40 15	4.40	n
36 34	5.17		50 15	4.40	n
38 33	5.00		52 14	4.25	n
39 23	5.00		53 13	4.10	n
3040 10	5.00	n	3054 23	4.15	n
41 14	4.90	n	55 14	4.15	n
43 14	4.90	n	56 15	4.05	n
45 14	4.77	n	59 13	3.90	n
46 14	4.61	n	60 13	3.90	n
3040 10	4.10	n	61 00	3.80	n
45 15	4.10	n	61 15	3.84	n

天 文 月 報 （昭和十一年観測所報）

J. D.	E-4	Rem.	Star J. D.	Est.	Rem.
154408 北冠座 R (R CrB)					
3770.34	6.05		3899.15	6.00	
70.34	6.05		39.25	6.07	
72.34	6.11		39.25	6.09	
74.34	6.14		39.25	6.05	
77.35	5.99		39.25	6.05	
3770.35	5.99		3907.14	5.97	
08.25	5.99		40.14	5.78	
02.29	5.94		40.24	5.04	
07.29	6.15		41.13	6.05	
90.35	6.13		42.23	5.99	
3770.31	6.19		3940.14	6.05	
03.35	6.05		45.15	6.05	
15.35	5.97		46.31	6.05	
08.35	6.07		47.14	6.19	
97.35	5.99		48.15	5.77	
3790.35	5.94		3950.29	5.70	
09.31	5.99		50.13	5.68	
02.31	5.99		50.31	5.68	
03.35	6.05		51.13	5.64	
03.35	6.07		53.30	5.64	
2090.35	6.11		3054.15	6.00	
08.25	6.05		54.13	5.60	
10.25	5.99		55.14	6.05	
72.25	5.94		55.52	5.79	
73.25	5.94		56.15	5.64	
1081.15	6.11		3050.30	6.05	
19.29	6.07		59.11	5.77	
30.14	6.05		60.20	5.77	
30.30	6.00		60.13	5.90	
31.14	6.00		60.21	5.90	
3091.34	6.00		3091.34	5.94	
33.13	6.20		62.00	6.00	
33.34	6.05		63.13	5.99	
34.35	6.00		64.00	5.94	

(4月)



諏訪市博物館（1992：71）



図10-6
神田清を迎えた諏訪の観測者たち。（昭和初年）
前列左より五味一明、金森壬午、後列左より
古畑正秋、神田清、河西慶彦（五味一明提供）

7. 観測データの不明点

- 河西慶彦氏のデータなど日本天文学会への報告よりVSOLJが少ない場合、未収力データがまだある？（初期の『天文月報』のデータがVSOLJに見あたらない。）
- 河西慶彦氏のCEPRUは最初期観測？
- 五味（1979）のほか、五味資料（後述）にも「我々の変光星の観測は？」という原稿
天文月報に変光星の観測が発表されたのは、大正13年5月（第17巻5号）
からでした。故人になられた河西慶彦氏のoCetの眼視光度の観測で、次はやはり故人になられた神田清氏のお二人であって…
- 青木正博氏のデータはどこに？

11

8. 五味資料、佐久間資料が諏訪地方に

- 2019年12月15日 五味資料
日本で最初に新星（1936年6月18日、とかげ座新星：CP Lac）を発見した五味一明氏の天文関係資料。国立天文台で預かっていた五味資料を日江井栄二郎氏ら3名により茅野市八ヶ岳総合博物館運ばれ、移譲。
- 2020年11月25日 佐久間資料
佐久間精一氏所蔵の変光星関係資料（古畑正秋氏（元東京天文台長）の観測資料、他の方の観測資料、研究文献類）が、渡辺誠氏経由で茅野市八ヶ岳総合博物館に移譲。



9. 不明な初期史の解明に向けて

- 五味・佐久間資料の活用を進める。
- 両資料ともに整理の途中段階
- ほとんどが紙資料であり、劣化が進んでいる。保存が急務。
- 劣化対策だけでなく、利用の便を向上させるためにもデジタル化してアーカイビングすることが必要。

13

10. アウトリーチ

- ファンド獲得
 - JSPS 科研費 22K02956 市民科学として読み解く「長野県は宇宙県」の天文文化（代表者：大西浩次）
 - 人文機構国語研「市民科学」プロジェクト人間文化研究機構広領域基幹研究プロジェクト「横断的・融合的地域文化研究の領域展開—新たな社会の創発を目指して—」国立国語研究所ユニット「地域における市民科学文化の再発見と現在」
- シンポジウム（ハイブリッド）
 - 2022.11.18 研究者シンポ「信州諏訪における天文市民科学の百年」（会場：上諏訪駅前 すわっちゃオ）
 - 11.19 諏訪天文同好会設立百周年一般講演会（会場：公立諏訪東京理科大学）
- 展示（デジタル展示も）
 - 「信州の星空～星ふる里の天文文化～（仮）」
 - 2022.11.01-2023.01.15 茅野市八ヶ岳総合博物館
 - 2023.02.04-2023.04.10 長野市立博物館
- プラネ作品（上映、配信も）
 - 八ヶ岳総合博物館 6月プログラム「とかげ座新星」
- 来年度以降も
 - 2023年・2025年：テーマ「太陽」

14

文献

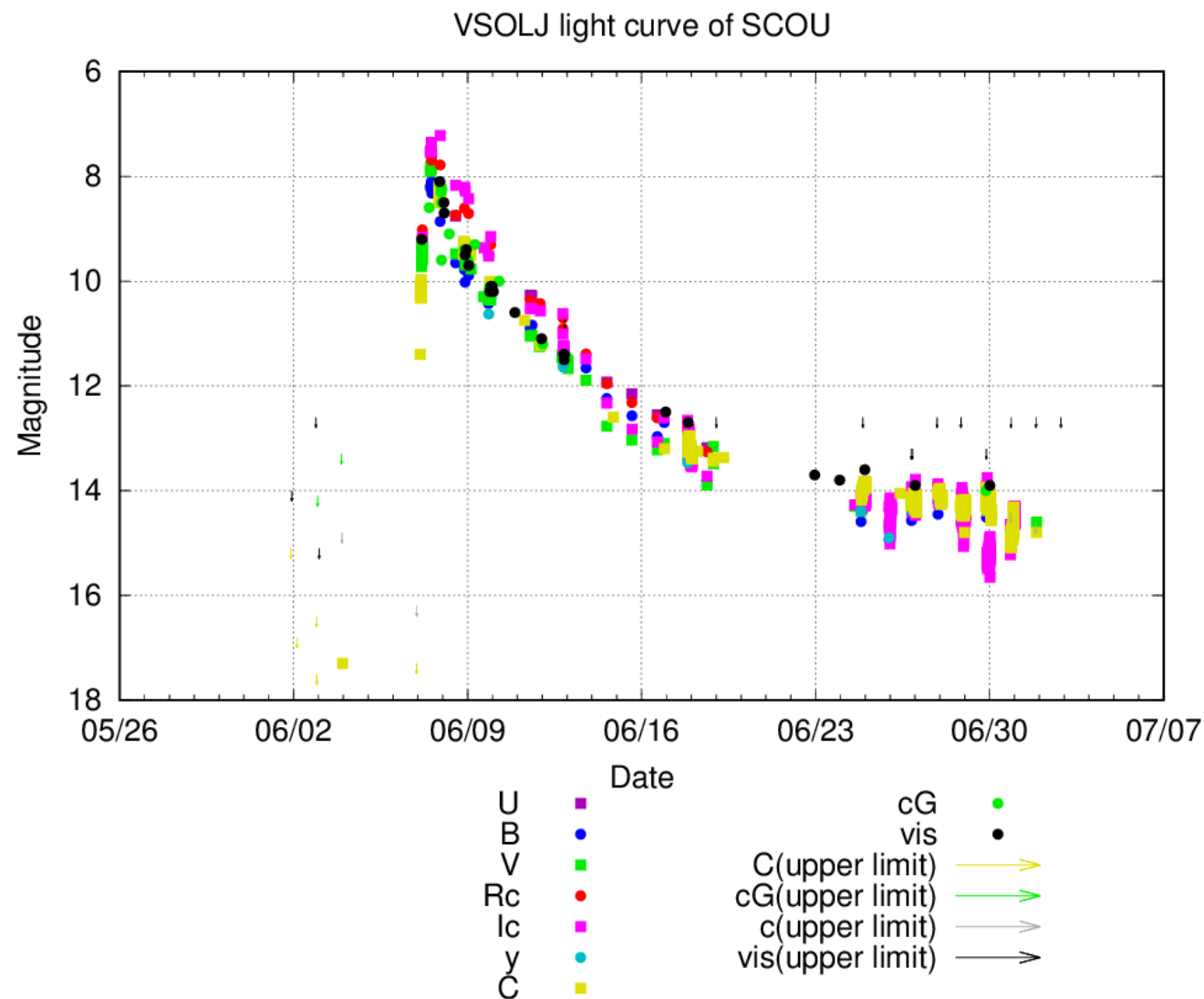
- 岩波泰明（1978）『諏訪の方言』岡谷日日新聞社.
- 五味一明（1970）『変光星図』恒星社厚生閣.
- 五味一明（1979）「アマチュア変光星観測の集成」『天文月報』72(1)、17.
- 五味一明（1988）「お願い」『変光星』113.
- 佐久間精一（1995）「変光星・新星」『改訂版 日本アマチュア天文史』恒星社厚生閣、159-208.
- 諏訪市博物館（1992）『諏訪市制50周年記念 写真集 なつかしのあの頃』諏訪市教育委員会
- 諏訪天文同好会（1950）「諏訪天文同好会の会則」『会報』1(1)、8.
- 土川正男（1948）『言語地理学：日本方言の歴史地理学的研究』あしかび書房.
- 渡辺誠（1988）日本の変光星観測の集大成について『変光星』118.
- 渡辺誠（1991）「ミラ計画の入力が終わって」『変光星』150.

変光星この1年

前原裕之

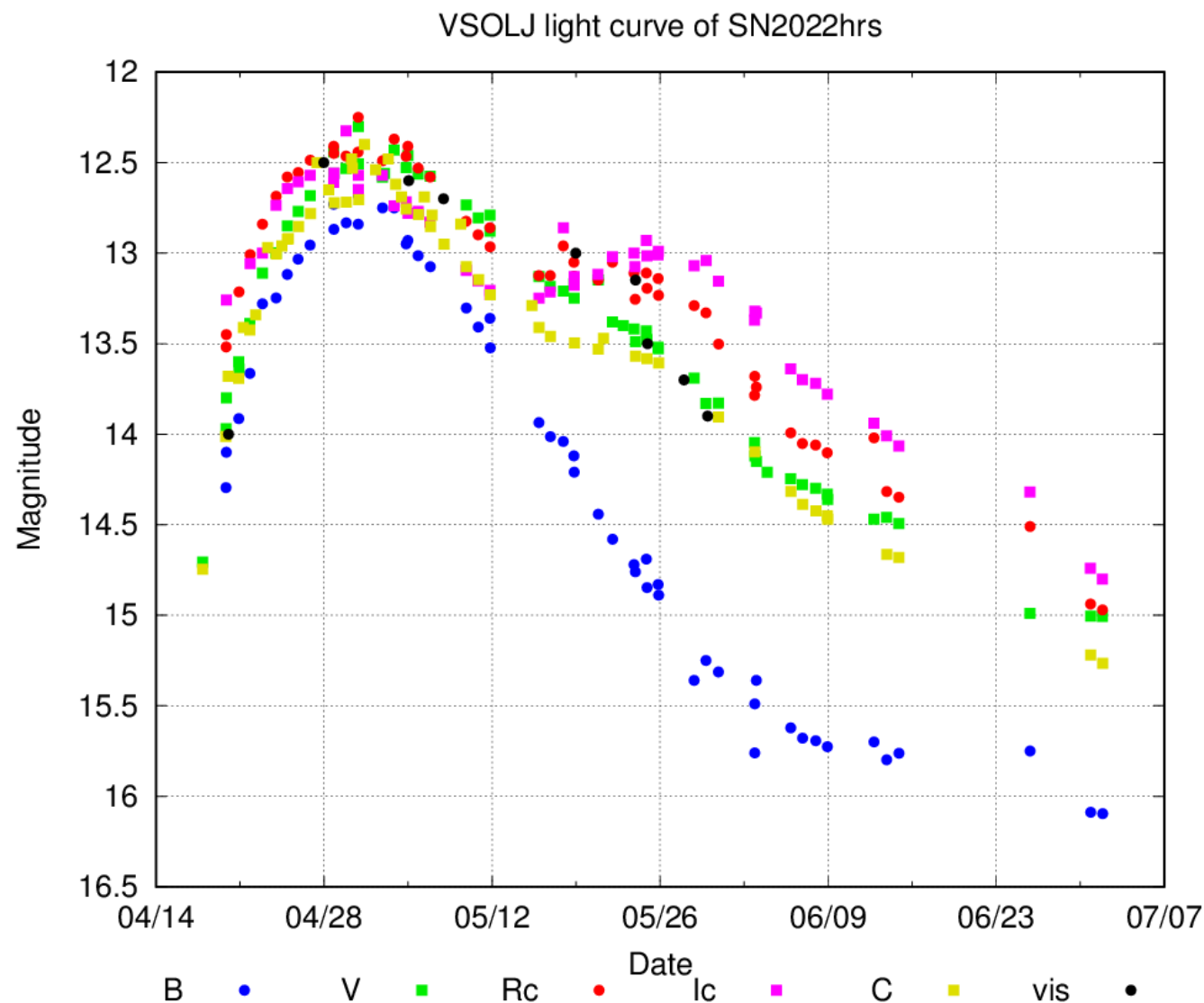
U Sco

- 6月6日に森山さんが増光を発見
 - 発見時点でまだ増光中で、日本の夜明けまでに9等、7日昼間には8等まで増光した。
- 6月末時点で14等まで減光
 - 7月に入って少し暗くなった？



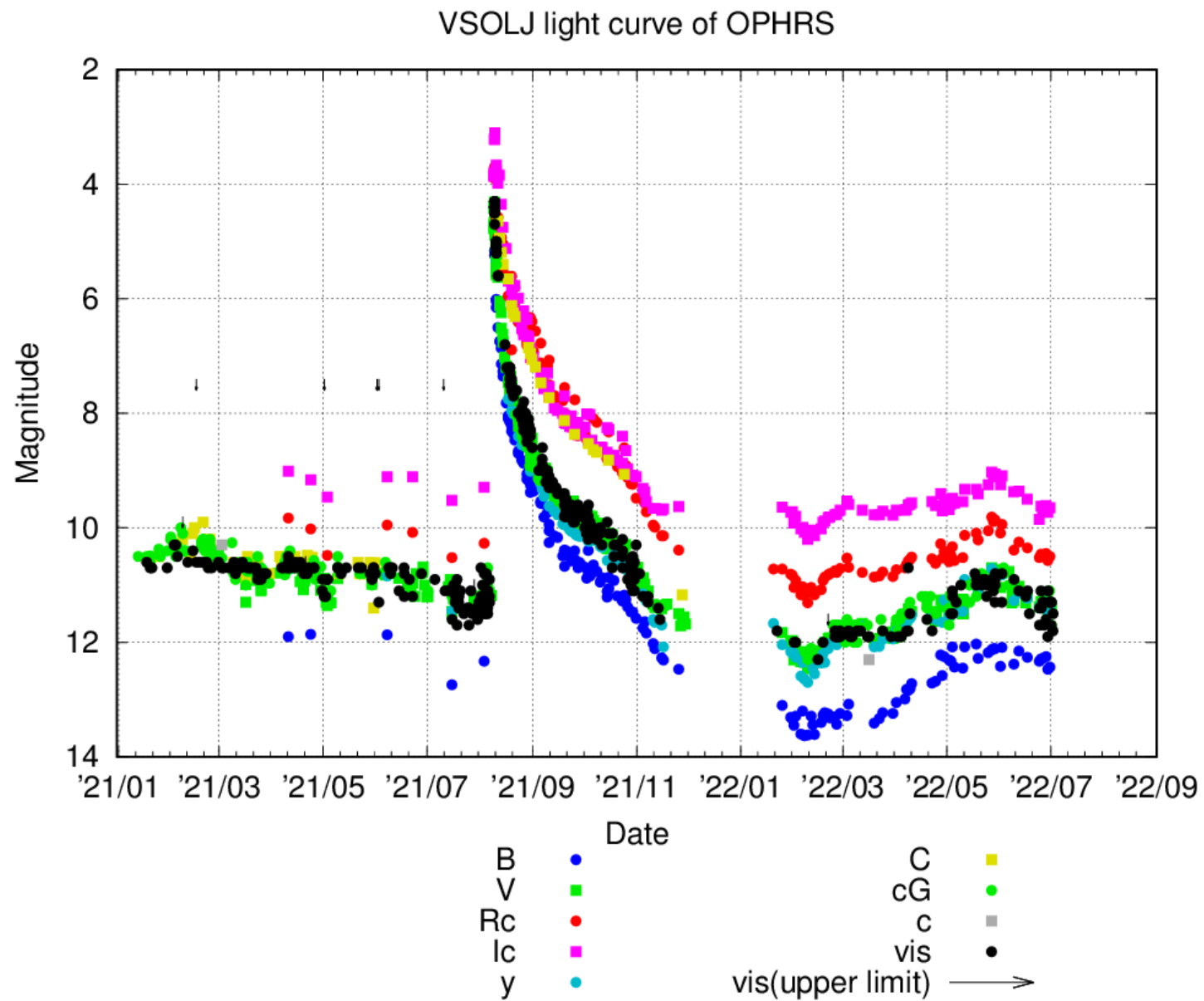
SN 2022hrs

- 板垣さんが4月16日NGC4647に発見したIa型超新星
 - M60のすぐ近く
- 12.5等くらいまで増光した



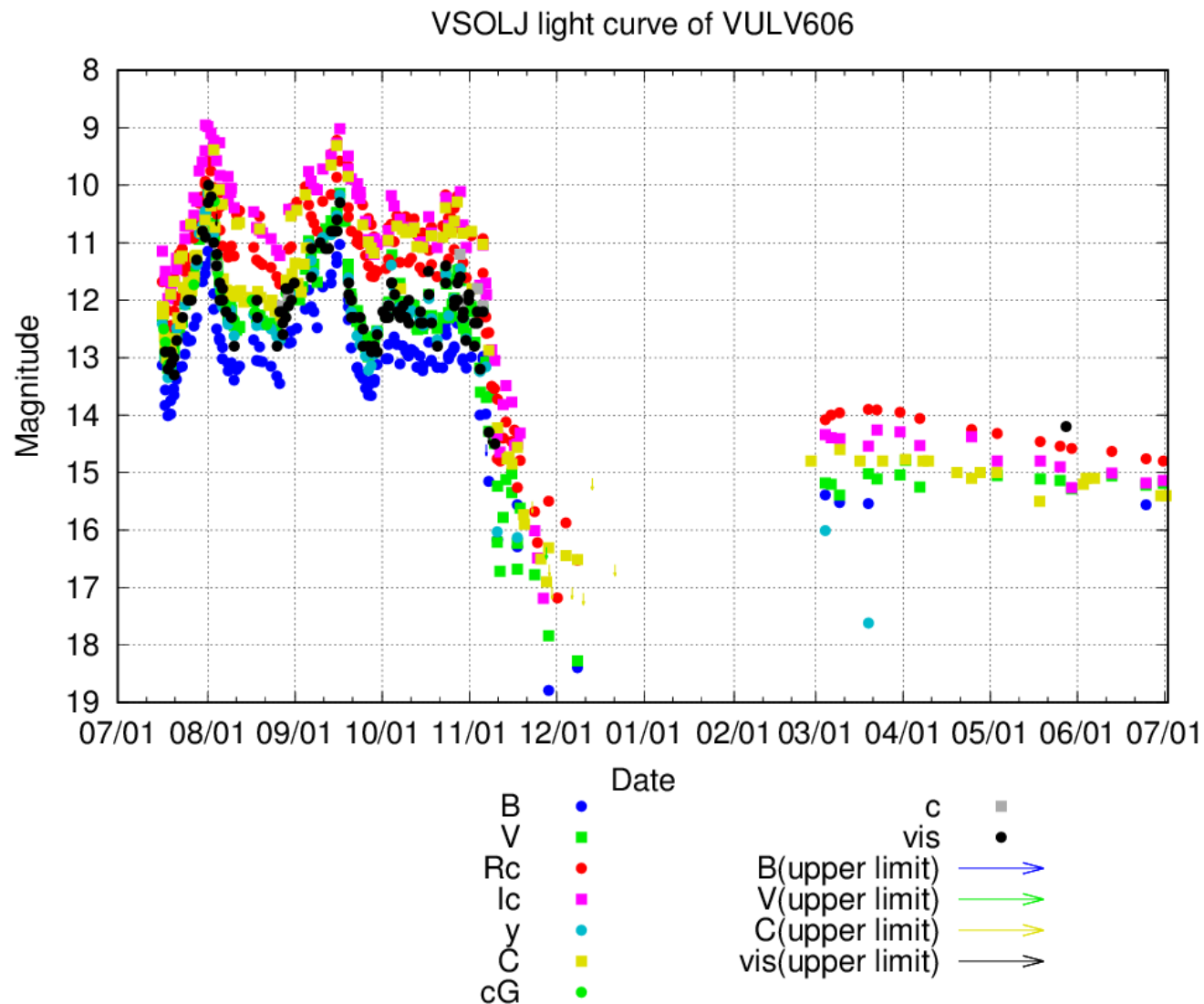
RS Oph

- 2021年8月に増光
- 2月ごろには12等以下まで暗くなった
- その後、fillickeringが復活したとの報告があって、少し明るくなった



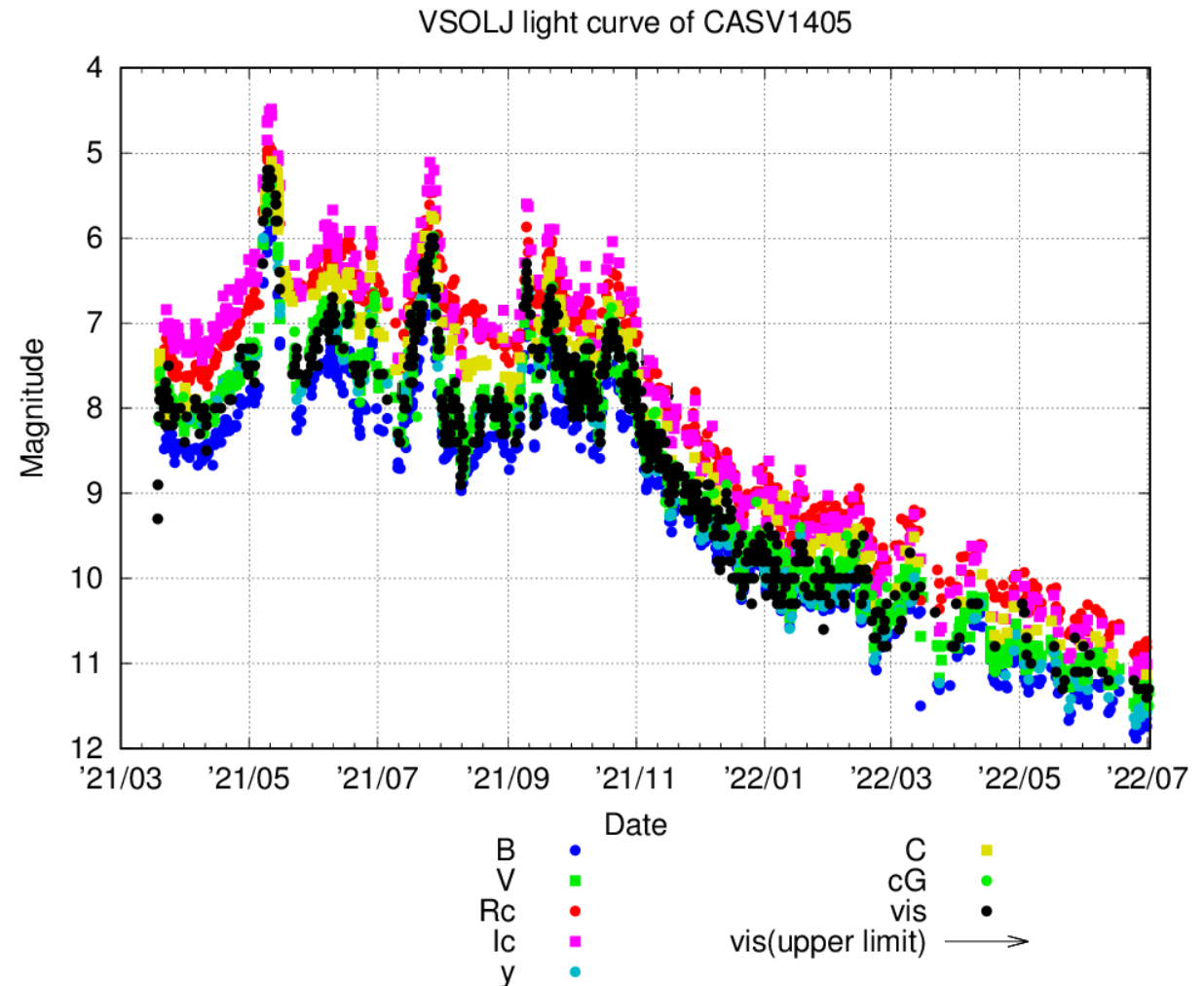
V606 Vul (Nova Vul 2021)

- 板垣さんが2021年7月16日に発見した新星
- 2021年末にかけて暗くなっていたが、年明け後には15等ほどまで明るさが回復

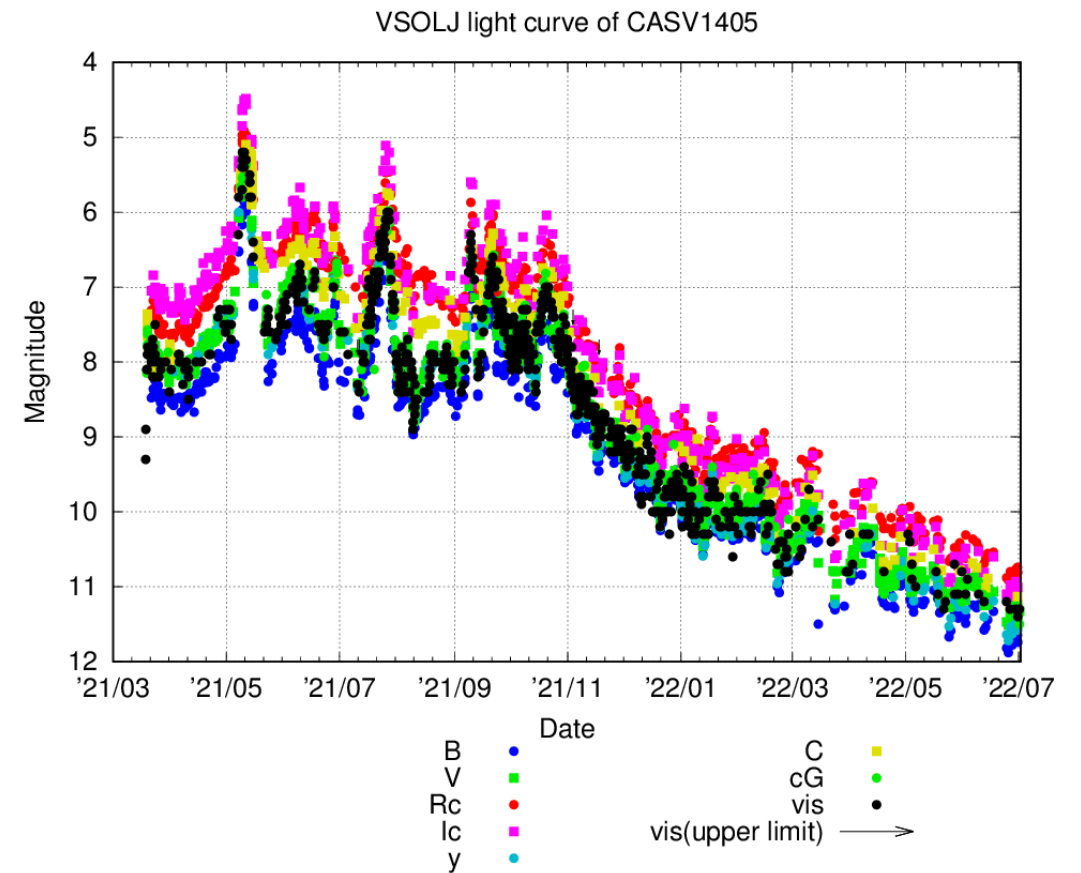
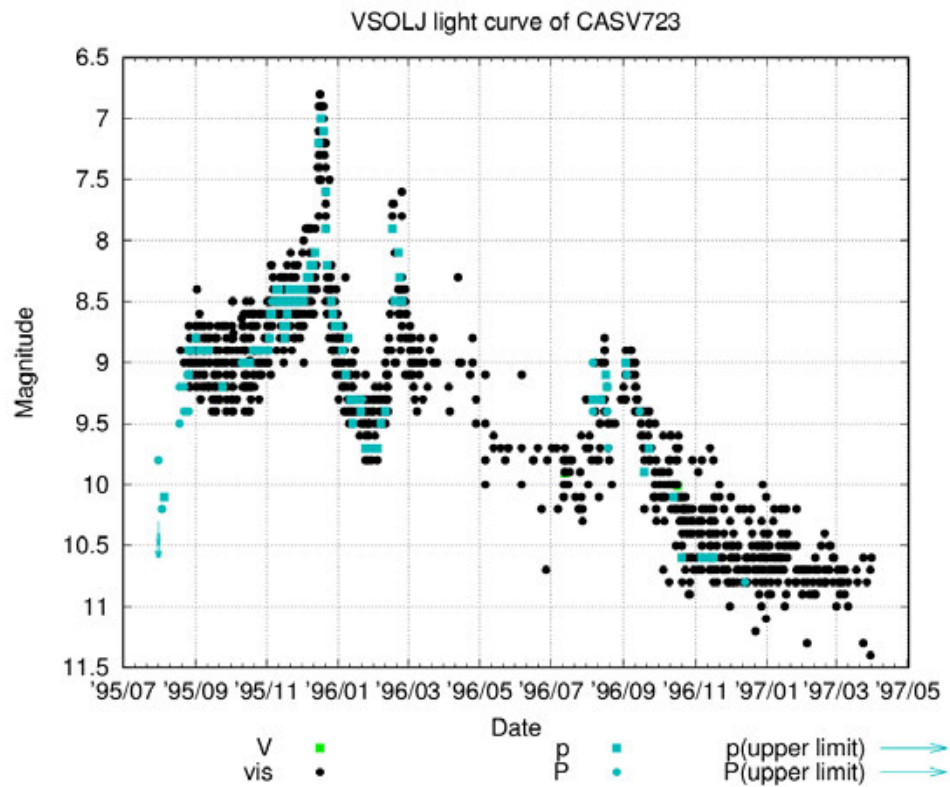


V1405 Cas (=Nova Cas 2021)

- 中村さんによって2021年3月18日に発見された新星
- 一時5等まで増光
- 昨年11月ごろからゆっくりと減光を始め、現在のところ11等台半ばくらいまで減光

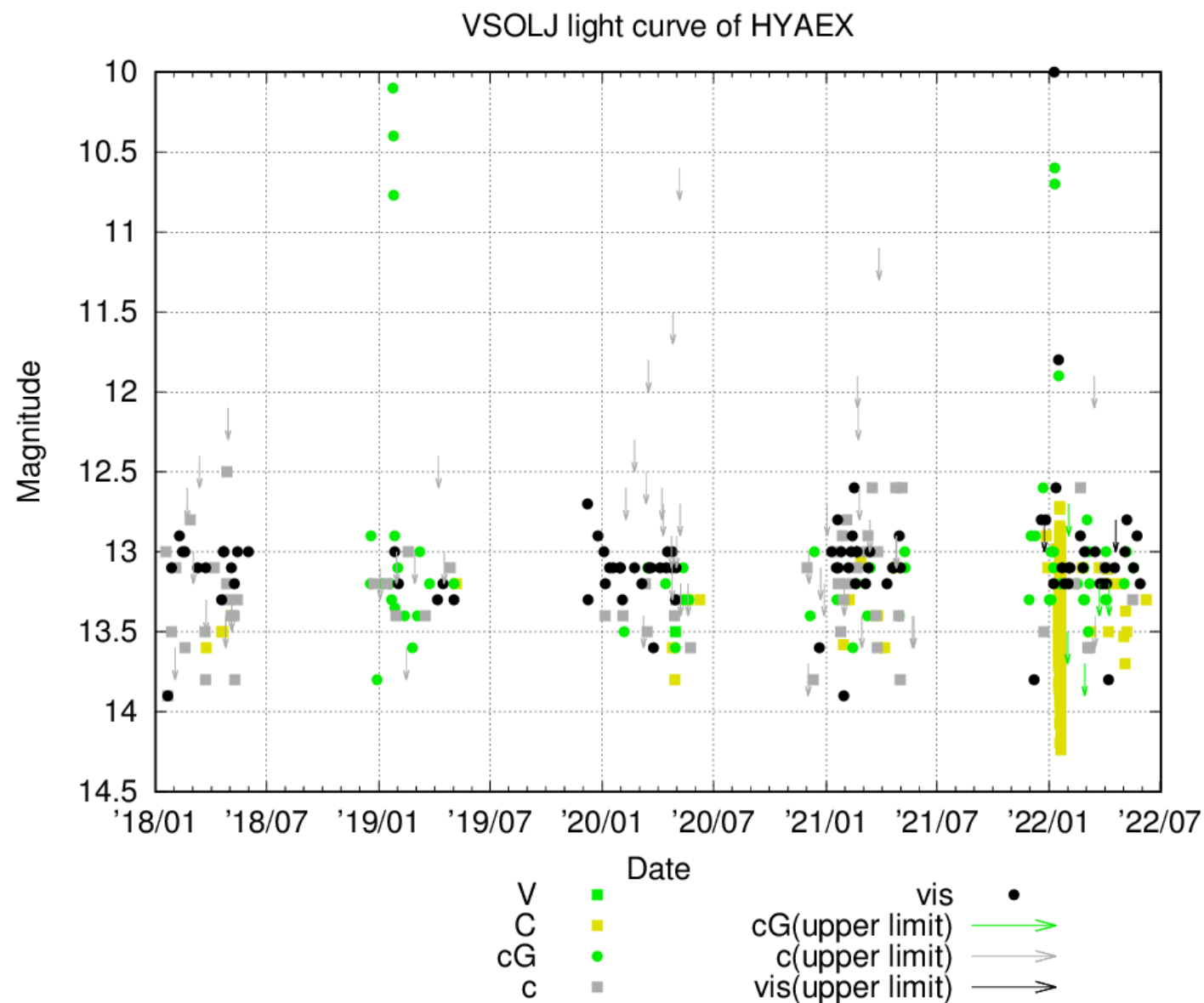


V723 Cas と V1405 Cas



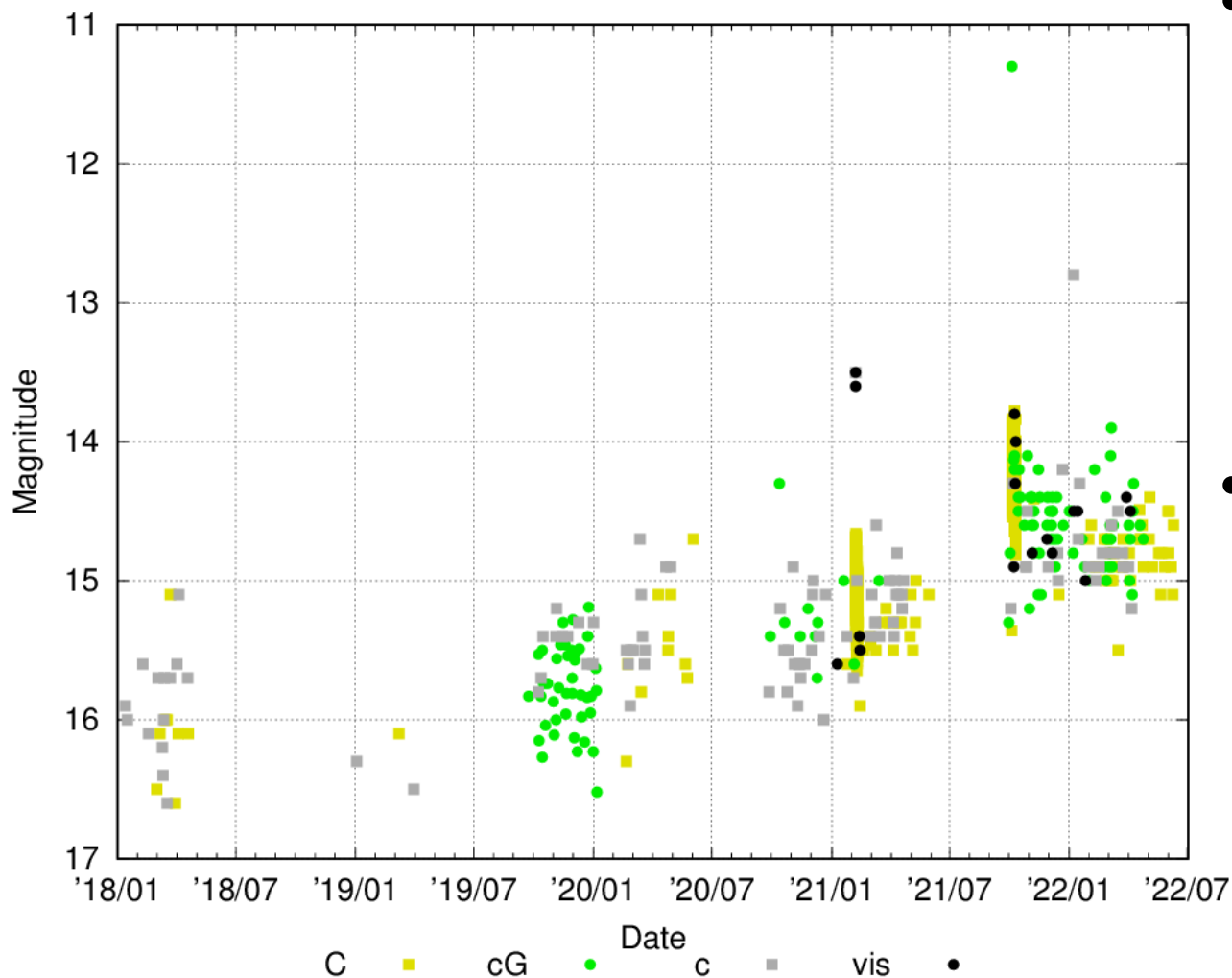
EX Hya

- 2022年1月に10等のアウトバースト
- 2019年1月以来3年ぶり



DW Cnc

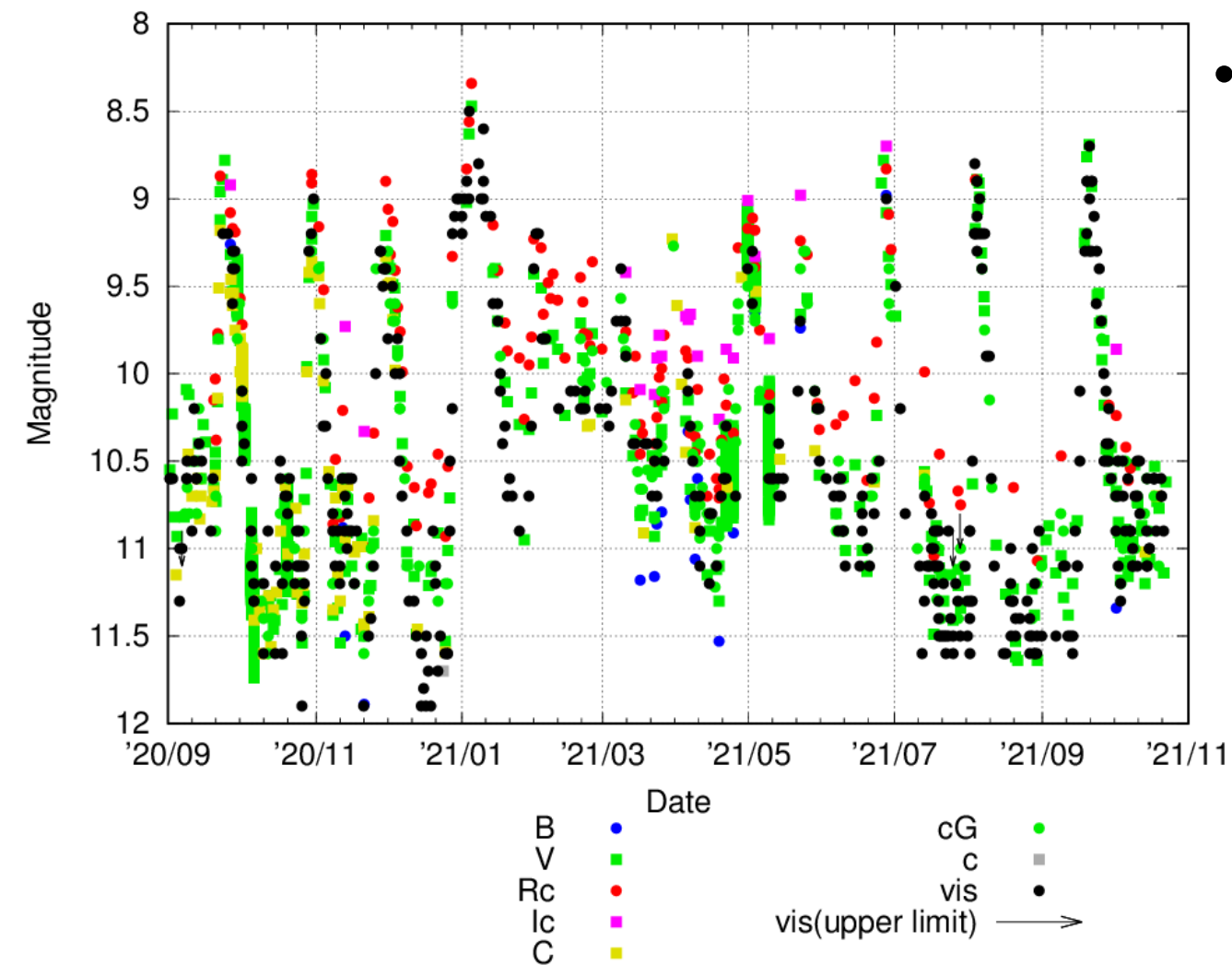
VSOLJ light curve of CNCDW



- 2021年10月に11等級の明るいアウトバースト
 - 前田さん発見
 - 2007年1月以来14年ぶり
 - 2月にも13等台の暗い増光があった (by 前原)
- 2021年秋-2022年春の観測シーズンには14等台と普段より明るくなっていた

SS Cyg

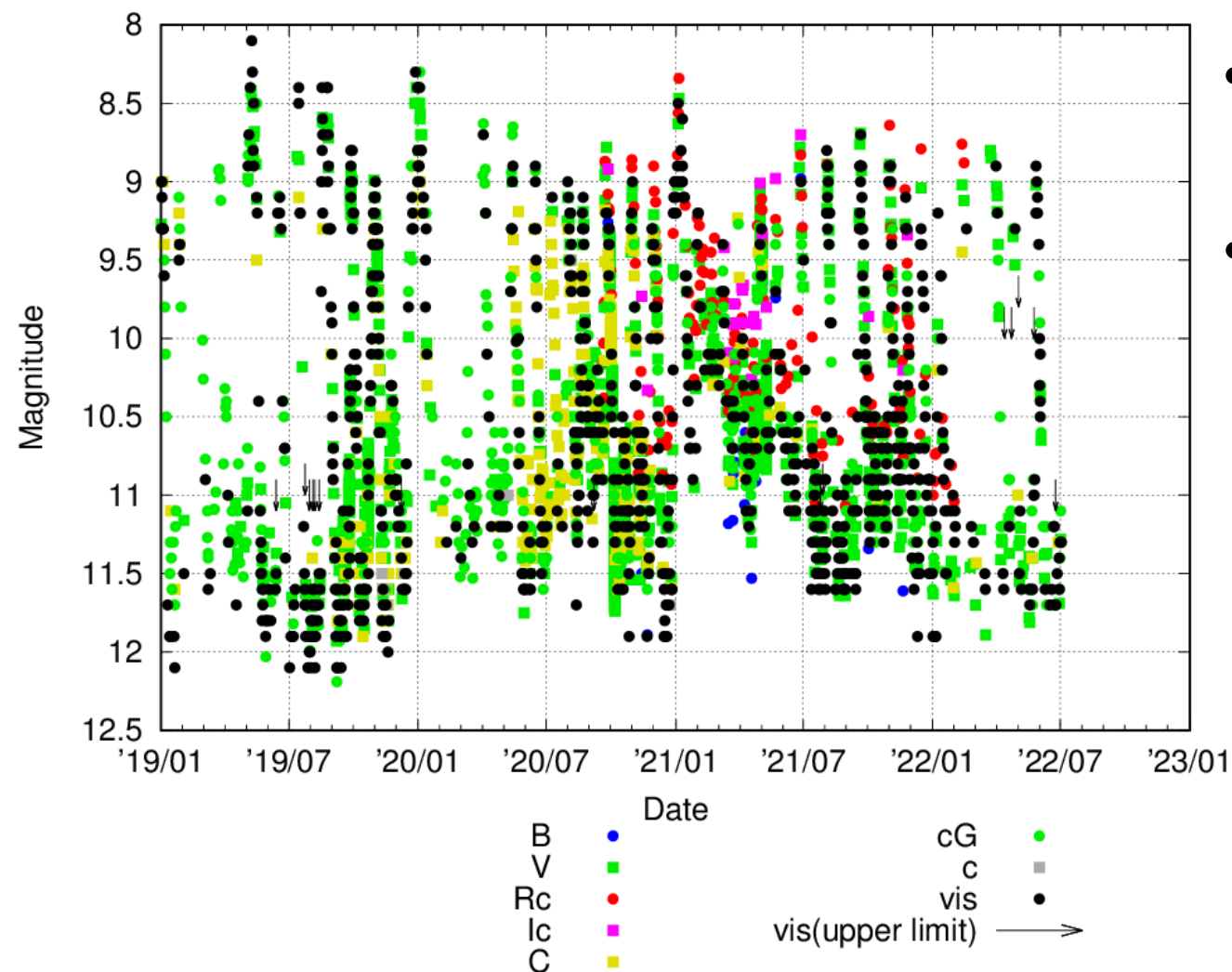
VSOLJ light curve of CYGSS



- 2021年2月に”standstill”状態になった

SS Cyg

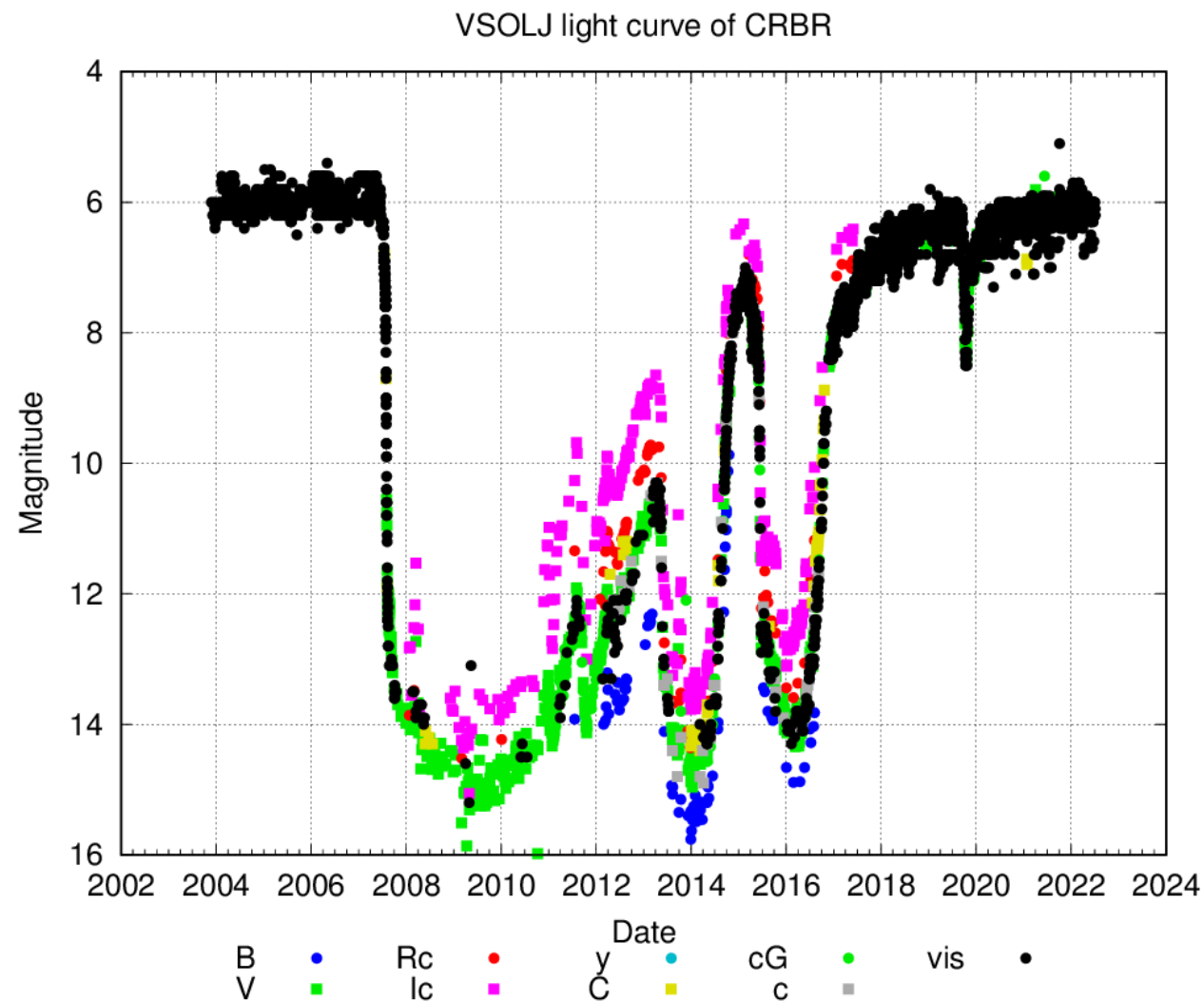
VSOLJ light curve of CYGSS



- 2021年2月に”standstill”状態になった
- 2022年に入ってからのは元の変光範囲にもどりつつある

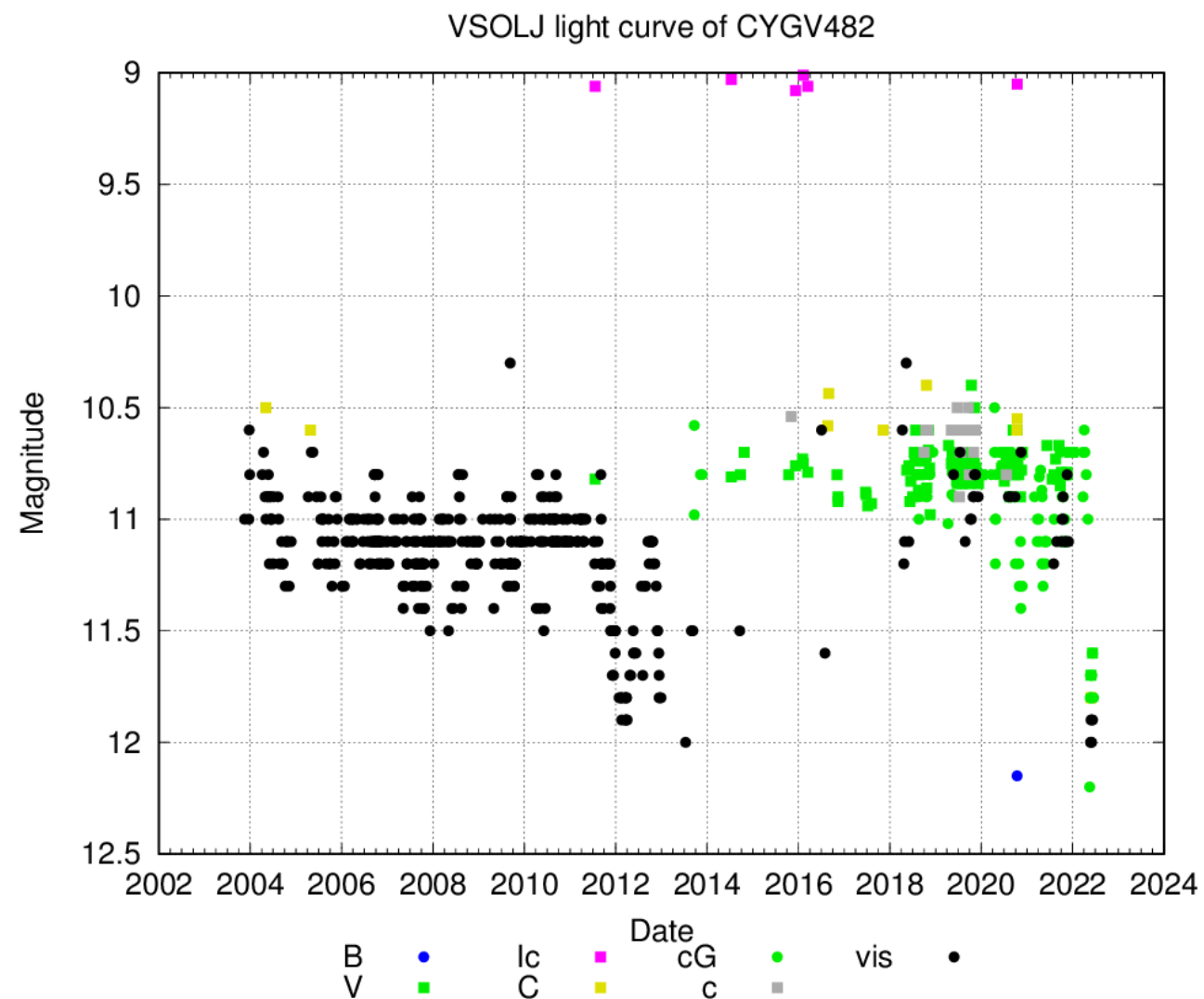
R CrB

- 2007年から2017年ごろまで長らく減光していた
- 2019年秋に小規模な減光があった
- 最近は6等ほど



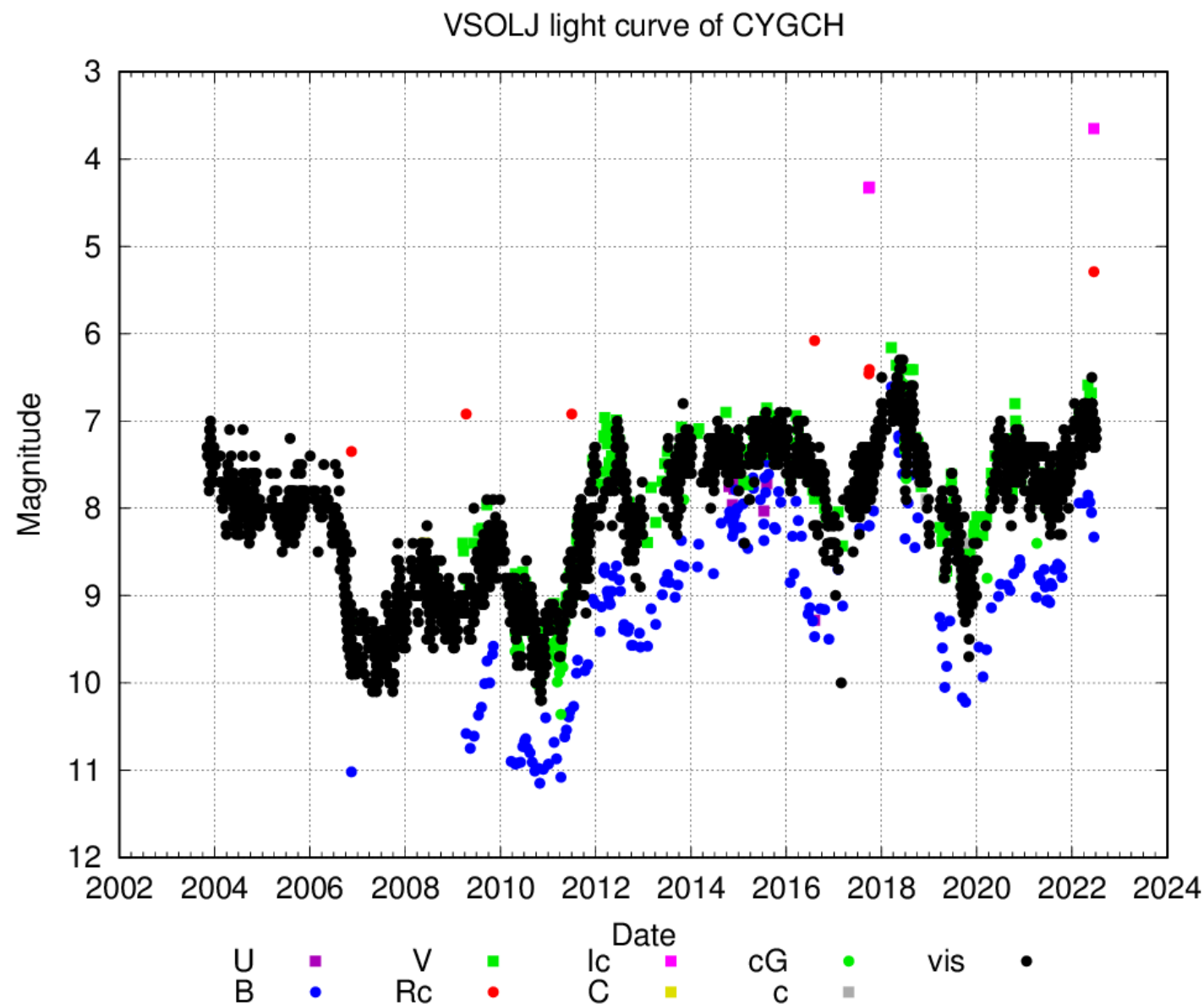
V482 Cyg

- 2022年に入って12等まで減光
 - 最近眼視観測者が少ない



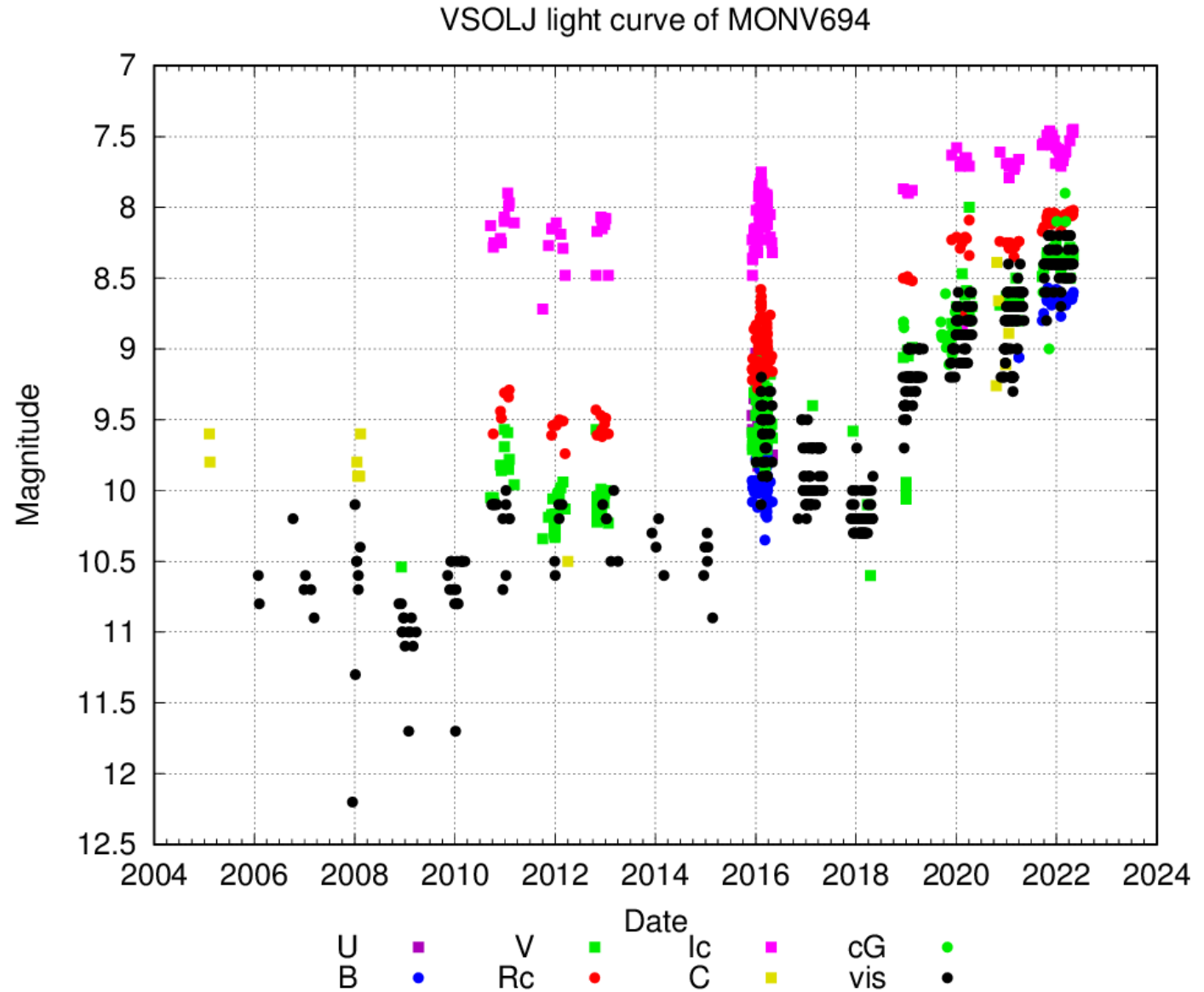
CH Cyg

- 最近明るくなっている
- 7等くらい
 - 双眼鏡でよく見えるのでお勧めの天体



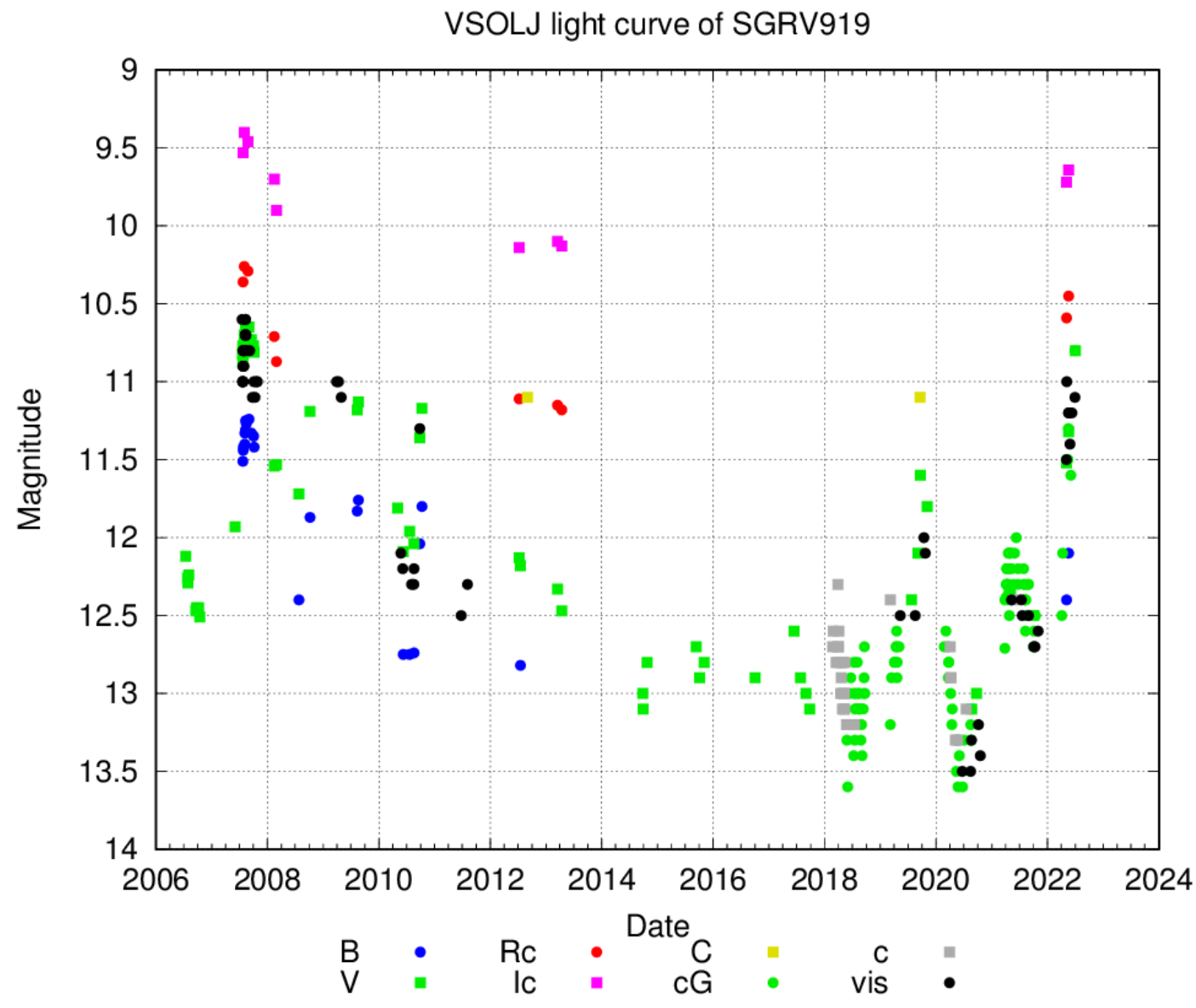
V694 Mon

- 2016年に増光開始
- 2020年ごろから8等台になり、2022年は8等台前半まで増光



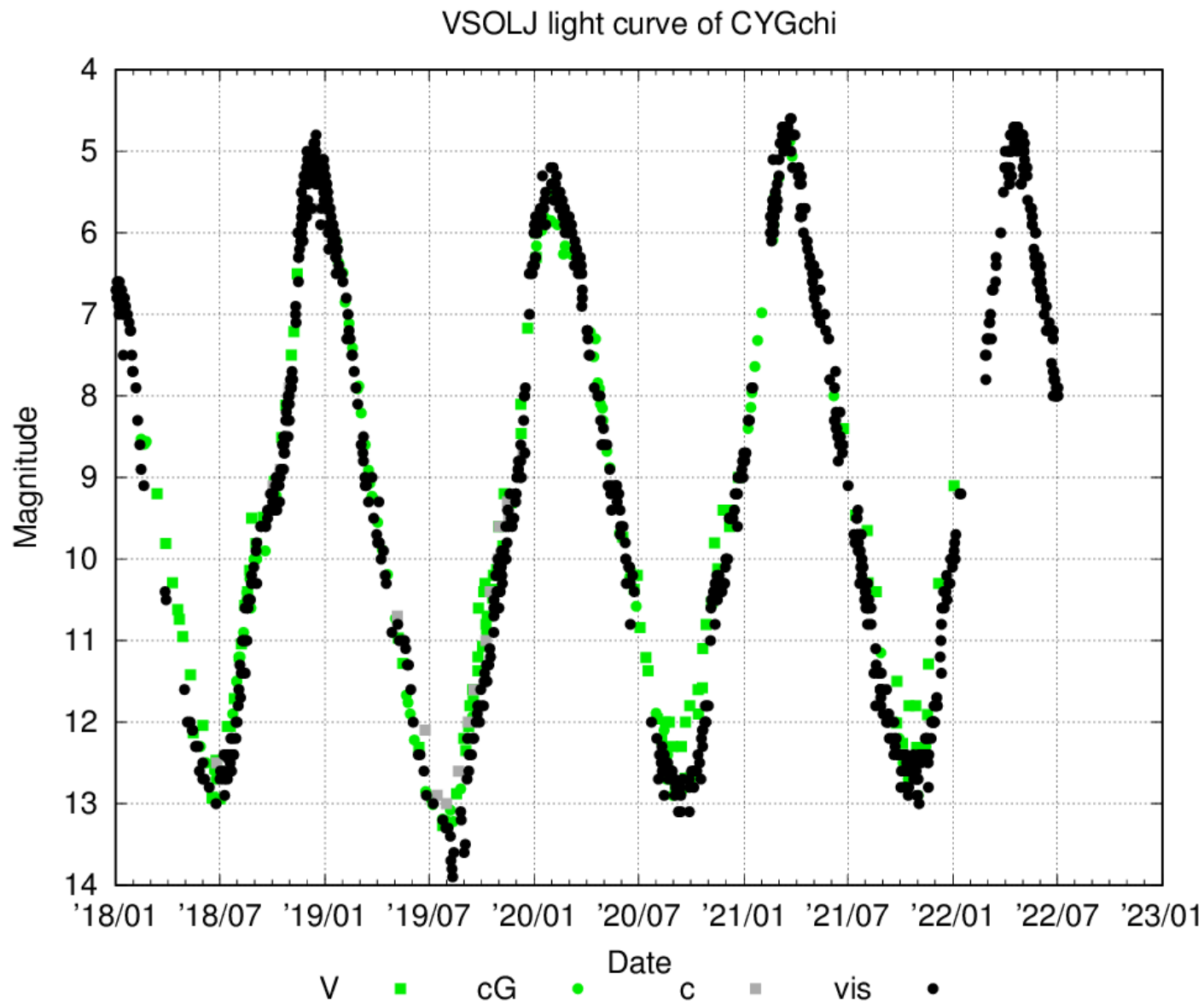
V919 Sgr

- 共生星
- 2022年に11等台まで増光している



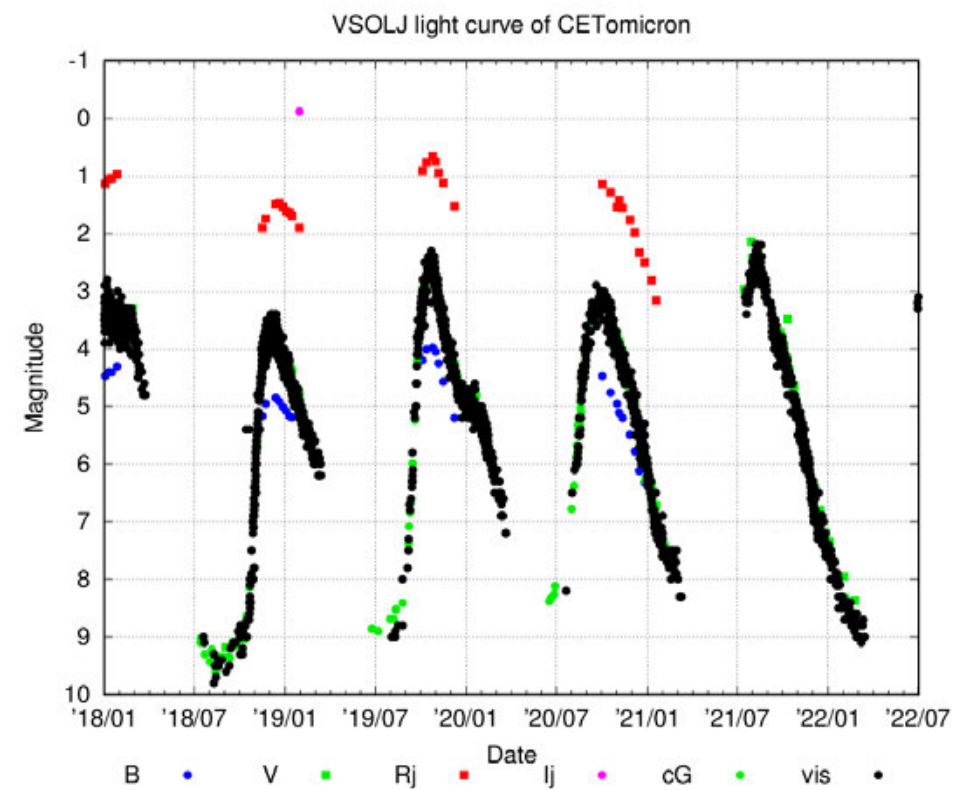
χ Cyg

- 3月に4.8等ほどで極大



o Cet

- 2021年8月の極大は2.5等くらいまで増光した
- 2022年6月末には3等台前半



VSOLJ Light Curve Generator

VSOLJ LIGHT CURVE GENERATOR

天体名(入力必須):

観測者コード:

日付(YYYYMMDD): ~

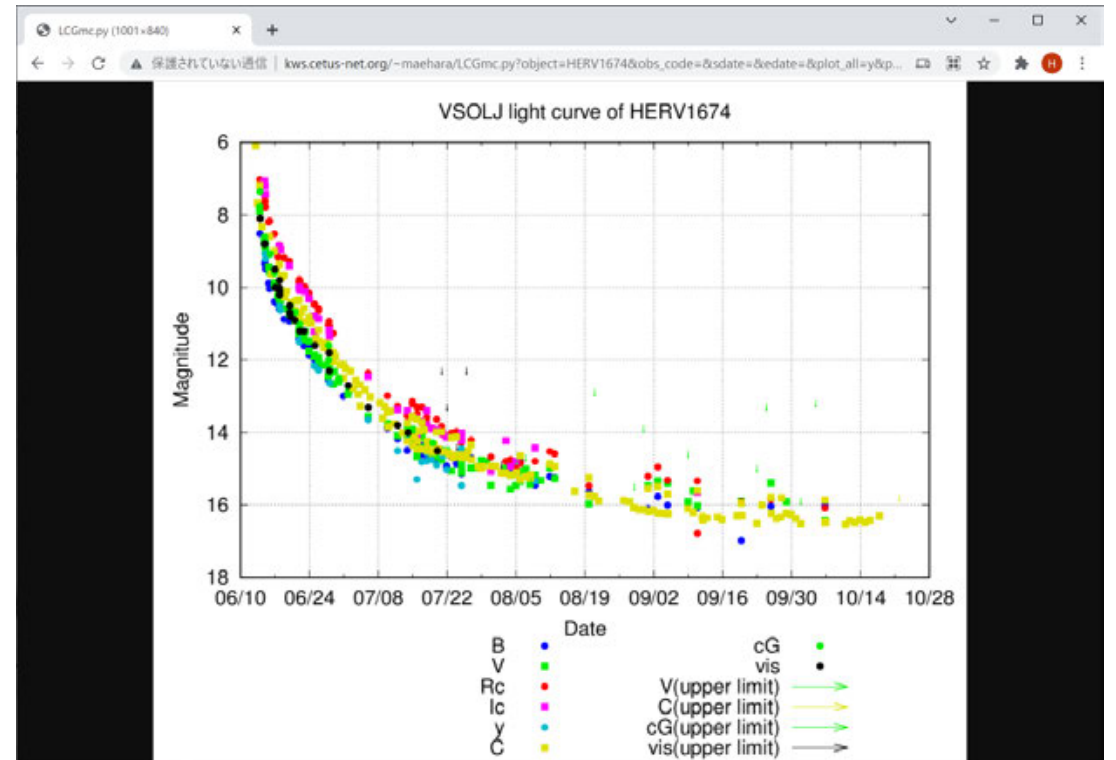
Photometric bands ☒ 全て選択: ☒ visual ☒ U ☒ B ☒ V ☒ Rc ☒ Ic ☒ y ☒ Rj ☒ Ij ☒ C ☒ cG ☒ c ☒ photographic

2003年以前のデータも含める: ☐

Plot without "fainter-than" observations: ☐

Grid: ☒

• [How to use](#) (by K. Imamura; in Japanese)



- <http://kws.cetus-net.org/~maehara/LCG.html>
- 天体名 (VSOLJ形式) を入れれば観測データから光度曲線を作成できる

金田さんが日本天文学会天文功労賞を受賞

← → ↺ asj.or.jp/jp/activities/prize/t_kourou/recipients/index.html ☆ ★ □ H ⓘ

Astronomical Society of Japan

日本天文学会について 学会の活動 各種手続き 天文学を楽しむ ご寄付のお願い

天文功労賞

Credit: NAOJ

ホーム > 日本天文学会の活動 > 表彰 > 天文功労賞 > 受賞者一覧



日本天文学会の活動
Activities

- 年会 >
- 天文月報 >
- PASJ >
- 表彰 >

日本天文学会天文功労賞 受賞者

(授与品：賞状・楯*)

受賞者	発見年月日	受賞対象題目	受賞年月日
第21回 (2021)	金田宏*	独自の画像ソフトウェアの開発と普及による国内アマチュア天文家の新天体搜索活動への貢献	2022.3.4
第21回 (2021)	野口敏秀	長期測光観測による新種の重力崩壊型超新星の発見への貢献	2022.3.4
第20回 (2020)	東亜天文学 会火星課*	87年にわたる火星の継続観測と34年にわたる機関紙『火星通信Communications in Mars Observations』発行を通じた国内外の火星観測者の交流促進	2021.9.14