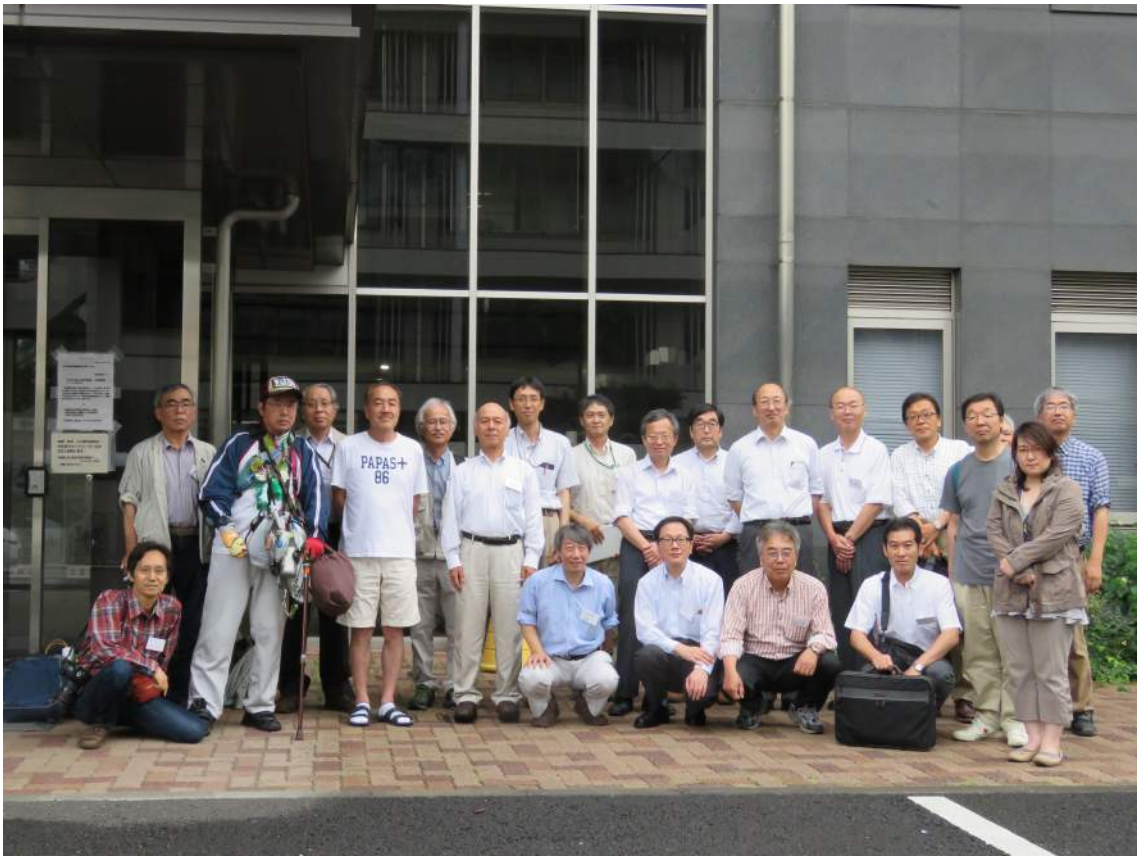
2015 年変光星観測者会議



2015 年 5 月 30 日-31 日

愛媛大学理学部(愛媛県・松山市)

変光星観測者会議 2015 プログラム

日時 2015 年 5 月 30 日(土) 13:00-17:00
2015 年 5 月 31 日(日) 09:30-12:30

場所 愛媛大学理学部 総合研究棟 Ｉ６ 階理学部会議室 愛媛県松山市文京町２−５ http://www.ehime-u.ac.jp/access/johoku/index.html

参加費： 500 円 (配布資料のコピー代、お茶代)

プログラム：
5 月 30 日
13:00 挨拶・自己紹介
13:30 講演「変動する宇宙」谷口義明氏（愛媛大学）
14:30 休憩
14:45 長周期食連星γ Per の次の食について 大島修
15:05 EW 型食変光星の極大等級の差 永井和男
15:25 ガリレオ衛星相互食の観測 井田三良
15:45 休憩
16:00 KWS(Kamogata/Kiso/Kyoto Wide-field Survey)の 3 色同時測光対応化とそのデータを用いた明るい変光天体の観測 前原裕之
16:20 矮新星のモニター観測方法 伊藤芳春
16:40 記念撮影

18:00 懇親会

5 月 31 日
9:30 変光星この 1 年 前原裕之
10:00 座談会
10:30 (休憩)
10:45 座談会(続き)

12:30 閉会の挨拶

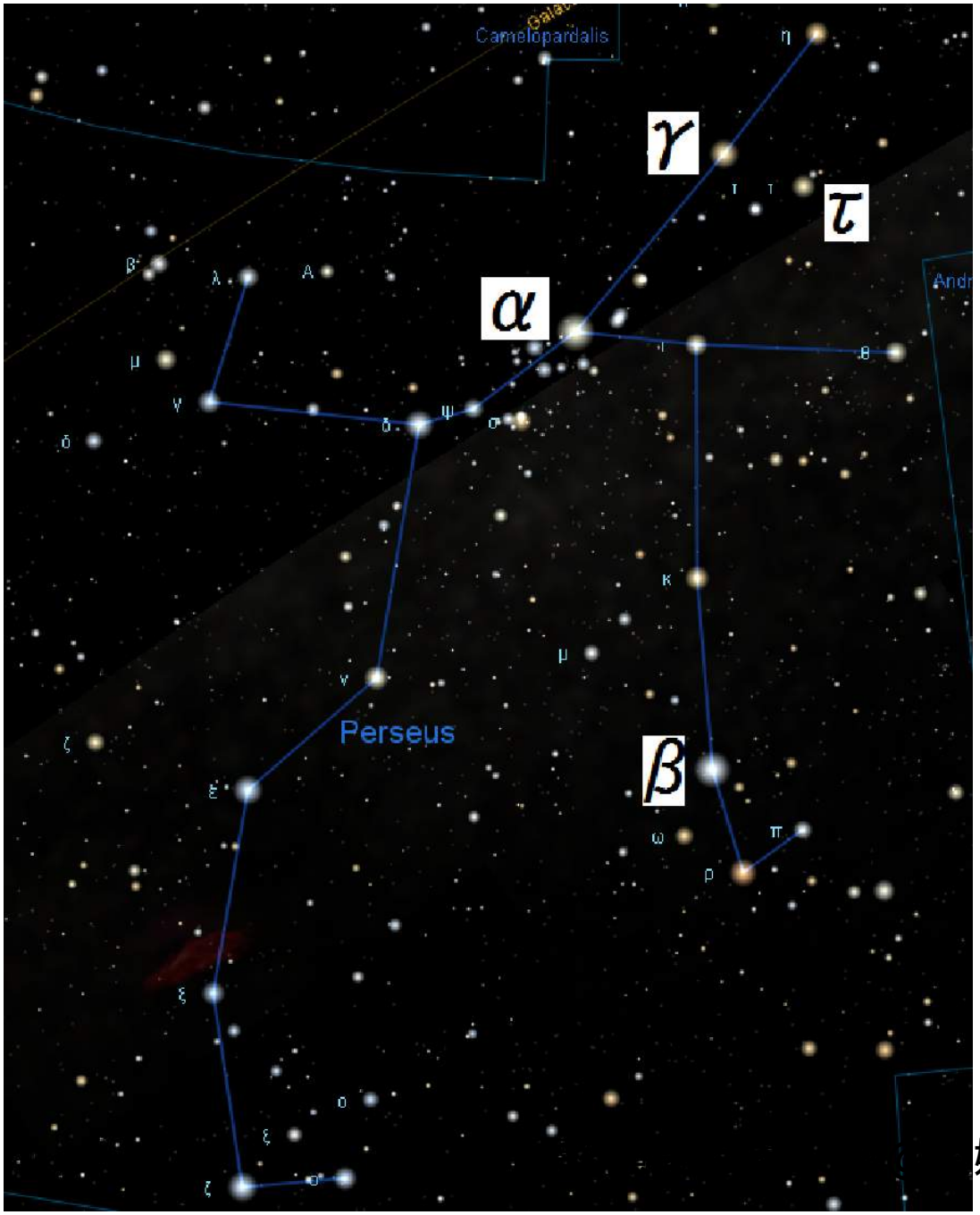
懇親会
たーんと・おたべ
愛媛県松山市湊町 5-1-1 いよてつ高島屋 9F
松山市駅隣接　いよてつ高島屋９F
会費：￥5000 円程度

長周期食連星γ Perの次回の食について

大島　修
大島玉島観測所/山陽学園大学

発表の概要

- γ Perとはどんな星か
- 1990年9月の食の初検出の経緯
  - 長年R.F.Griffinが視線速度を測定していて、食の予報を発表し、国際共同観測を呼びかけた
  - 日本人が大活躍（所、荒井、大島）
    - その節（天文学会発表）は、谷口さんにお世話になりました
  - Sky＆Telescope誌（1991年）の記事に
- その後の研究で出てきた恒星進化上の謎
- 次回の食を観測しよう
- 観測上の課題



γ Perの位置

比較星としてτ Perが使われる

β Perは、最も明るい食連星アルゴル

The SkyXより

γ Per とは

- 1990年に初めて食が観測された周期14.6年の食連星系（副極小は起こらない）
- アルゴルに次いで明るい食連星系（2.9等）
- 分光連星としてよく観測されてきた→ぎょしゃ座ζ型星
- 「実視」連星でもあった（最大離角わずかに0.3秒角！）

  マイケルソン干渉計、スペックル干渉計でよく観測されている

- G0(4.7M_sun)+A2(2.7M_sun)（McLaughlin,**1948**）”Over massive”
- G8III（3.06）+A3V（2.03）(Popper&McAlister, **1987**)”Not overmassive But overluminus”
- G8II-III(3.9M_sun)+A1IV（2.5)(R.E.Griffin,**2007**)”Both overmassive and overluminus”
- 前回2005年の食は、6月に起こったために、測光観測はない。

McLaughlin(1948)の論文

McLaughlin, Dean B. The orbit of γ Persei.

The spectrum of this star is composite gGo and A2. Only the K line is measurable in the A-type spectrum. Large relative displacements of the two spectra were observed in 1932 and 1947.[1] Velocities of both stars were measured on 34 Michigan plates and were combined with 22 published velocities of the G star in 1897 to 1911 (Lick, Bonn and Columbus plates). Orbital elements are as follows:

Period	5350 days		
γ	+ 2.5 km/sec		
K_G	12.7 km/sec	K_A	21.9 km/sec
e	0.72		
ω_G	344°	ω_A	164°
T	JD 2432263 = 1947 March 18–19		
$a_G \sin i$	6.44×10^8 km	$a_A \sin i$	11.1×10^8 km
$m_G \sin^3 i$	4.72⊙	$m_A \sin^3 i$	2.74⊙

The spectrum of the G-type star is that of a normal giant, with no indication of c-character. The values of $m \sin^3 i$ suggest that $i \approx 90°$. The masses are then very similar to those of Capella A and Sirius A. Assuming luminosities equal to those stars, the combined absolute magnitude is $M = -0.45$ and the parallax 0″.020. The semi-major axis of the orbit of the G star is 0″.086. An astrometric orbit should therefore be observable in yellow light with negligible interference from the A star. At apastron in 1954 the separation of the two stars should be about 0″.4.

1. *Ap. J.* **88**, 358, 1938; *Harv. Announcement Card* No. 795, 1947.

Observatory, University of Michigan, Ann Arbor, Mich.

AJ(1948), Vol.53, p.200

ぎょしゃ座ζ型食連星とは

- プロトタイプはぎょしゃ座ζ星
- ハーバード分類（ヘンリードレーパーカタログ）では「複合スペクトル連星」とされている。
- 赤色（超）巨星＋高温（主系列）星のスペクトルが重ね合わさっている

ζ Aur型星のいろいろ

Table 1.1 Members of the class of ζ Aur Stars

System	Alternative designation	Spectral type	V (m_V) (mag.)	Orbital period (days)	e	Total eclipse (days)	Eclipse depth ΔV (mag.)	ΔB (mag.)	ΔU (mag.)
ζ Aur	HD 32068/9	K4 Ib + B5 V	3.8	972	0.38	37	0.15	0.55	1.95
31 Cyg	V695 Cyg	K4 Ib + B3-4	3.8	3784	0.21	61	0.10	0.41	1.48
32 Cyg	V1488 Cyg	K5 Ib + B6 V	4.0	1148	0.30	Grazing	0.05	0.21	1.06
VV Cep	HD 208816	M2 Iab + B0-2	4.9	7430	0.35	233	0.05:	0.40	1.92
22 Vul	QS Vul	G7 Ib-II + B8.5 V	5.2	249	0.0	8	0.05	0.13	0.35
HR 6902	V2291 Oph	G9 IIb + B8.5 IV	5.7	385.0	0.31	3.8	0.19	0.44	1.06
HR 2554	V415 Car	G7 II + A1 V	4.4	195.3	0.0	Partial	0.06	0.08	0.16
τ Per	ADS 2022	G8 III + A4 V	4.0	1516	0.73	Partial	0.16	0.30	0.45
γ Per	ADS 2324	G8 II-III + A1 IV	2.9	5328	0.79	7.3	0.28	0.54	0.88
HD 223971	V413 And	G7 III + F2 IIIm	6.6	50.1	0.0	<1	0.41	0.64	0.85

Notes: (1) Bennett et al. (1996). (2) Eaton and Bell (1994). (3) Burnashev and Burnasheva (2011). (4) Saitō et al. (1980); photometry affected by int
variability. (5) Griffin et al. (1993). (6) Griffin et al. (1995). (7) Brown et al. (2001). (8) Griffin et al. (1992). (9) Griffin (1991b). (10) Unpublished

R.E.Griffin(2015)より

ζ Aurの食のスペクトル

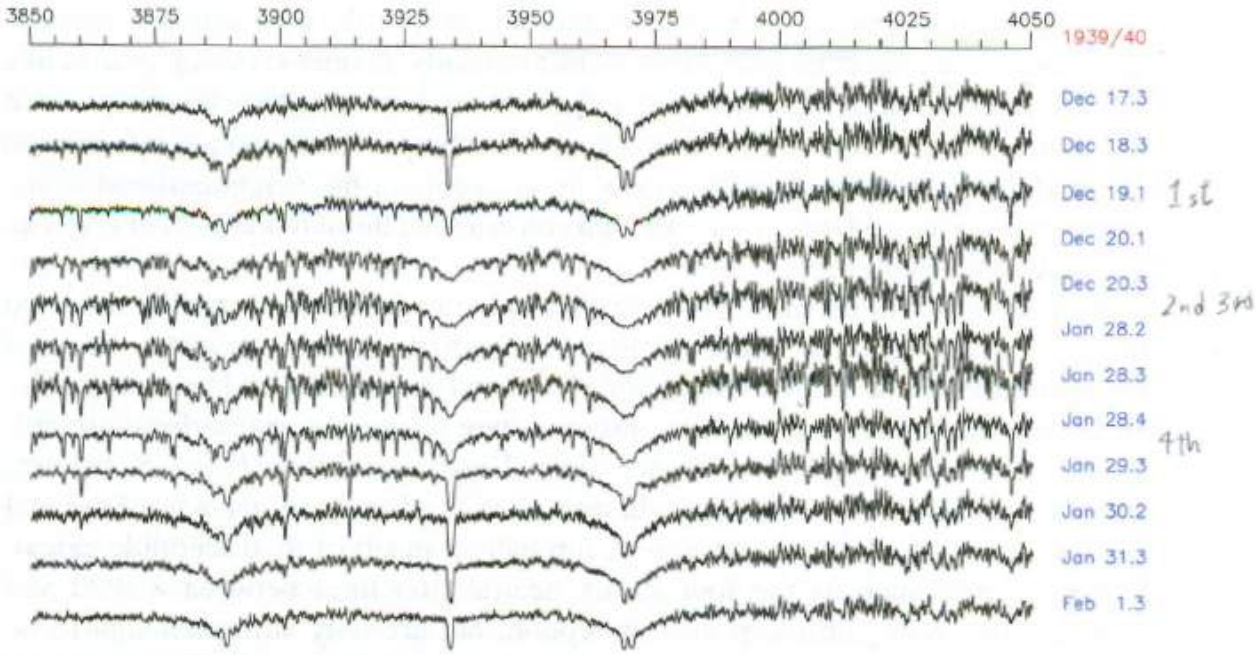
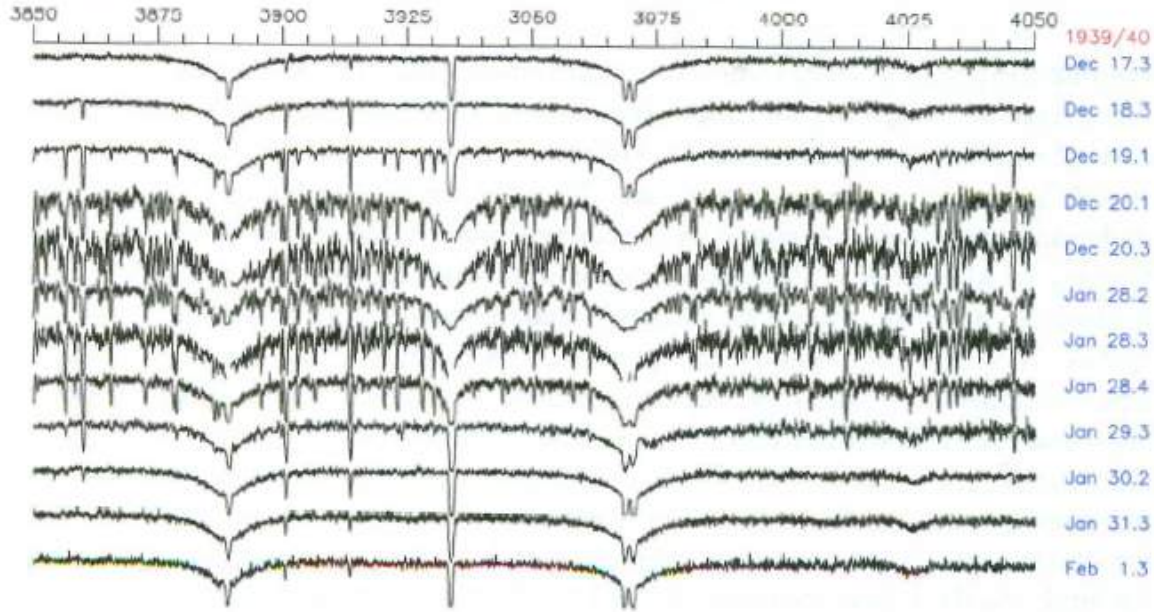


Fig. 1.1 The effects of chromospheric absorption observed during the eclipse of ζ Aur in 1939–



上の図は、食の前後の生スペクトル

下の図は、上の図から、常時見えている低温星のスペクトルを差し引いたもの＝高温星だけのスペクトル変化を示す

ぎょしゃ座ζ星型連星系の観測の教科書が今年出版された

amazon.co.jp プライム

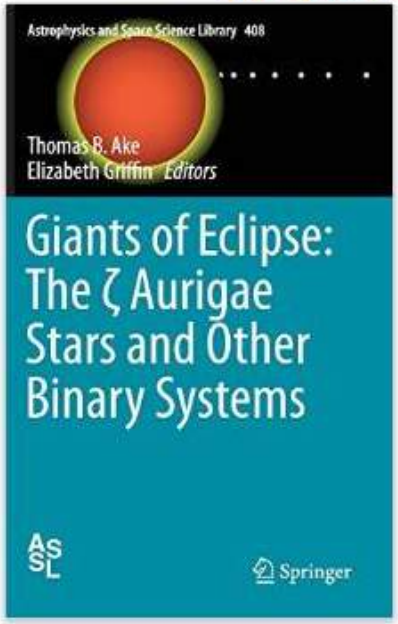
Amazonポイント: 23

マイストア | ギフト券 | タイムセール | 出品サービス | ヘルプ

カテゴリー からさがす | 洋書 | Observing and Analyzing the ζ Aurigae Systems | 検索 | こんにちは、大島 修さん アカウント サービス

洋書 詳細検索 ジャンル一覧 Amazonランキング 初めての洋書 英語学習 ペーパーバック 専門書 バーゲン

なか見!検索



Giants of Eclipse: The ζ Aurigae Stars and Other Binary Systems (Astrophysics and Space Science Library) (英語) ハードカバー – 2015/1/15

Thomas B. Ake (編集), Elizabeth Griffin (編集)

カスタマーレビューを書きませんか？

すべての フォーマットおよびエディションを表示する

ハードカバー
¥ 14,319

¥ 14,061 より 3 新品

住所からお届け予定日を確認 既定の住所を使用 詳細

5/22 金曜日 にお届けするには、今から**17 時間 49 分**以内に「お急ぎ便」または「当日お急ぎ便」を選択して注文を確定してください（有料オプション。Amazonプライム会員は無料）

「実視」連星としてのγ Per

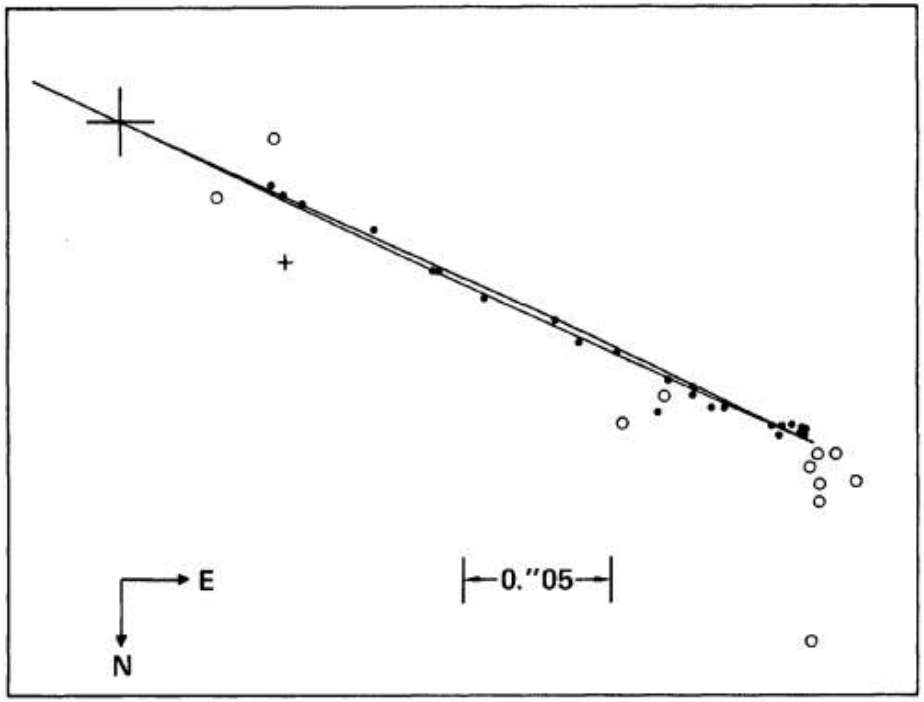


FIG. 4. Astrometric observations of γ Per. Dots: GSU/CHARA observations; light circles: other speckle observations; plus: Wilson's (1941) visual observation. The curve is from solution (1) of Table IV. The upper branch is for the interval preceding apastron passages. The large cross represents the primary (cooler) component.

天球面上の軌道を測定できる

黒点：MacAlister達の
　　スペックル干渉計観測
白丸：その他の干渉計観測
十字：マイケルソン干渉計の
　　眼視観測Wilson(1941年)

Popper and McAlister(1987)より

1990年の食の予報

- Popper and McAlister(1987)
  分光観測とスペックル干渉計の観測から
  1990年10月21日から1991年8月12日の間のどこか
- R.F.Griffin(1990)private communication
  Cambridgeの視線速度分光計の大量の観測から
  1990年9月ころ

ケンブリッジのR.F.Griffin

- 「ケンブリッジの大御所」（山崎篤磨さん）

以下は、みな後で知ったこと

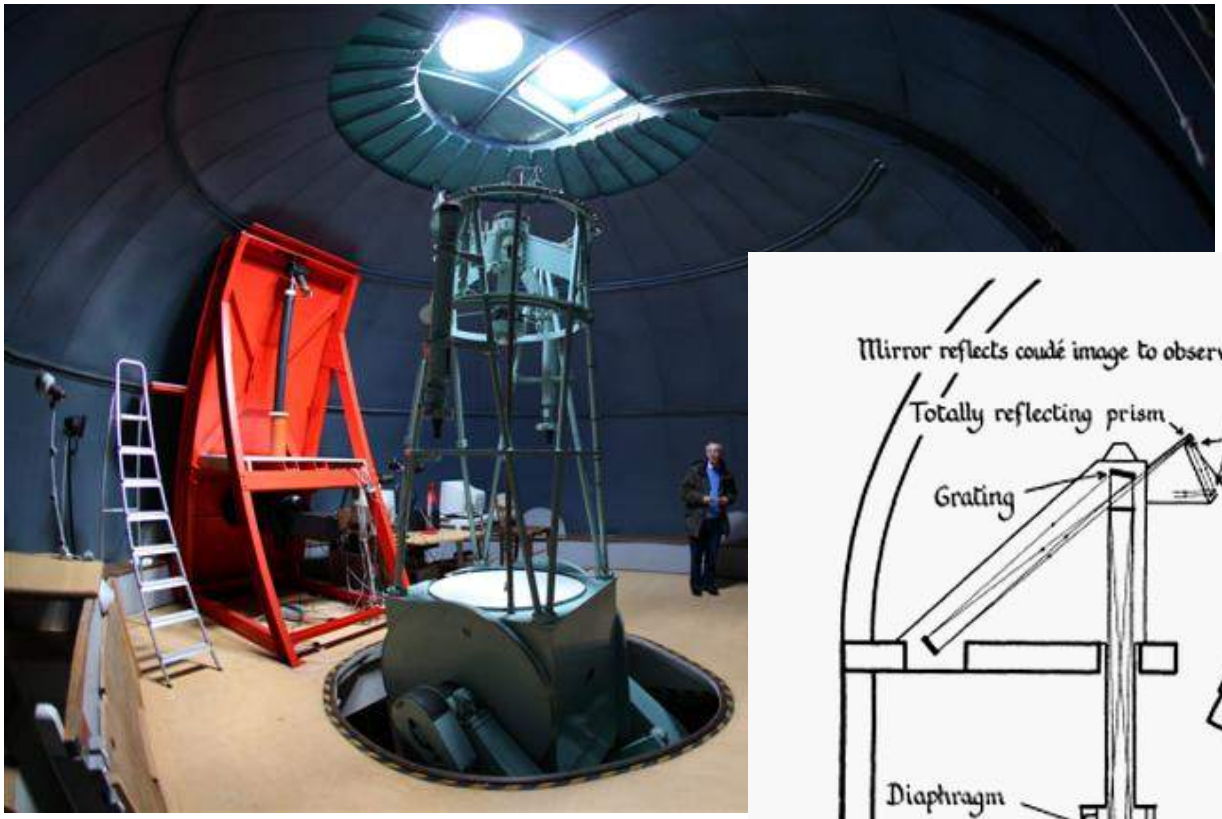
- 恒星スペクトル分野では余りに有名
- ウィルソン山１００インチ望遠鏡で撮ったアークトゥルスの高分散スペクトルアトラスを出版

"A photometric atlas of the spectrum of Arcturus, lambda 3600 - 8825 Å"

- 世界中の分光器のテストでは、アークトゥルスを撮り、これと比較することが行われた。→標準スペクトル

が、当時私は何にも知らずに文通していた。

The Observatory の91cm望遠鏡と視線速度分光計



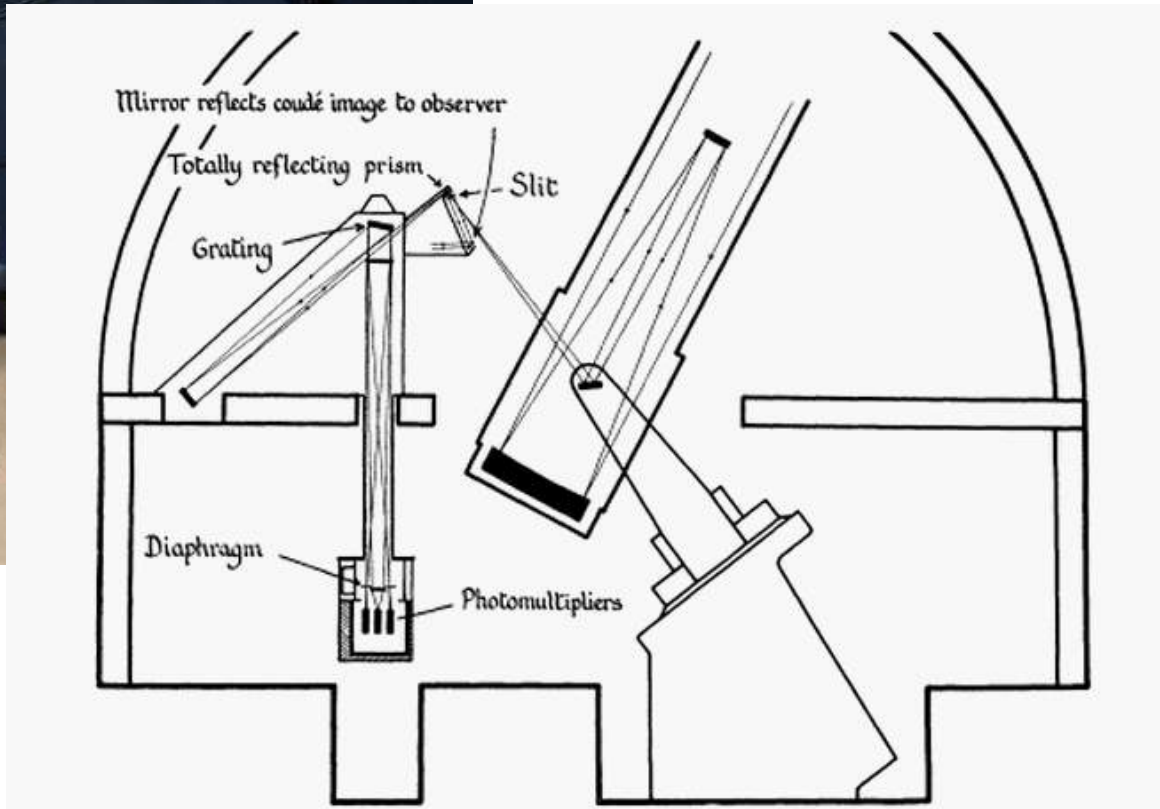


FIG. 1.—Sectional diagram of the Cambridge 36-inch coudé reflector and radial-velocity spectrometer

視線速度曲線

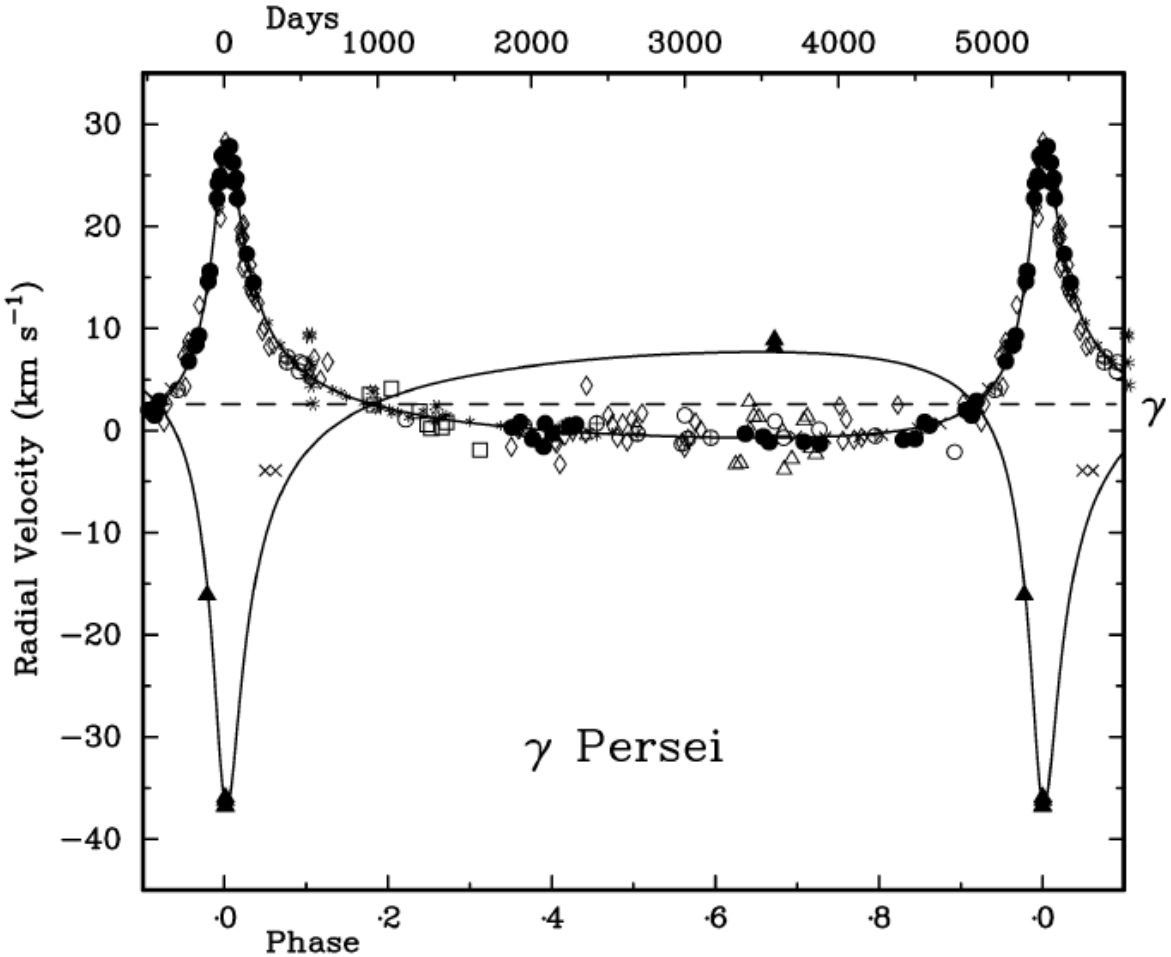


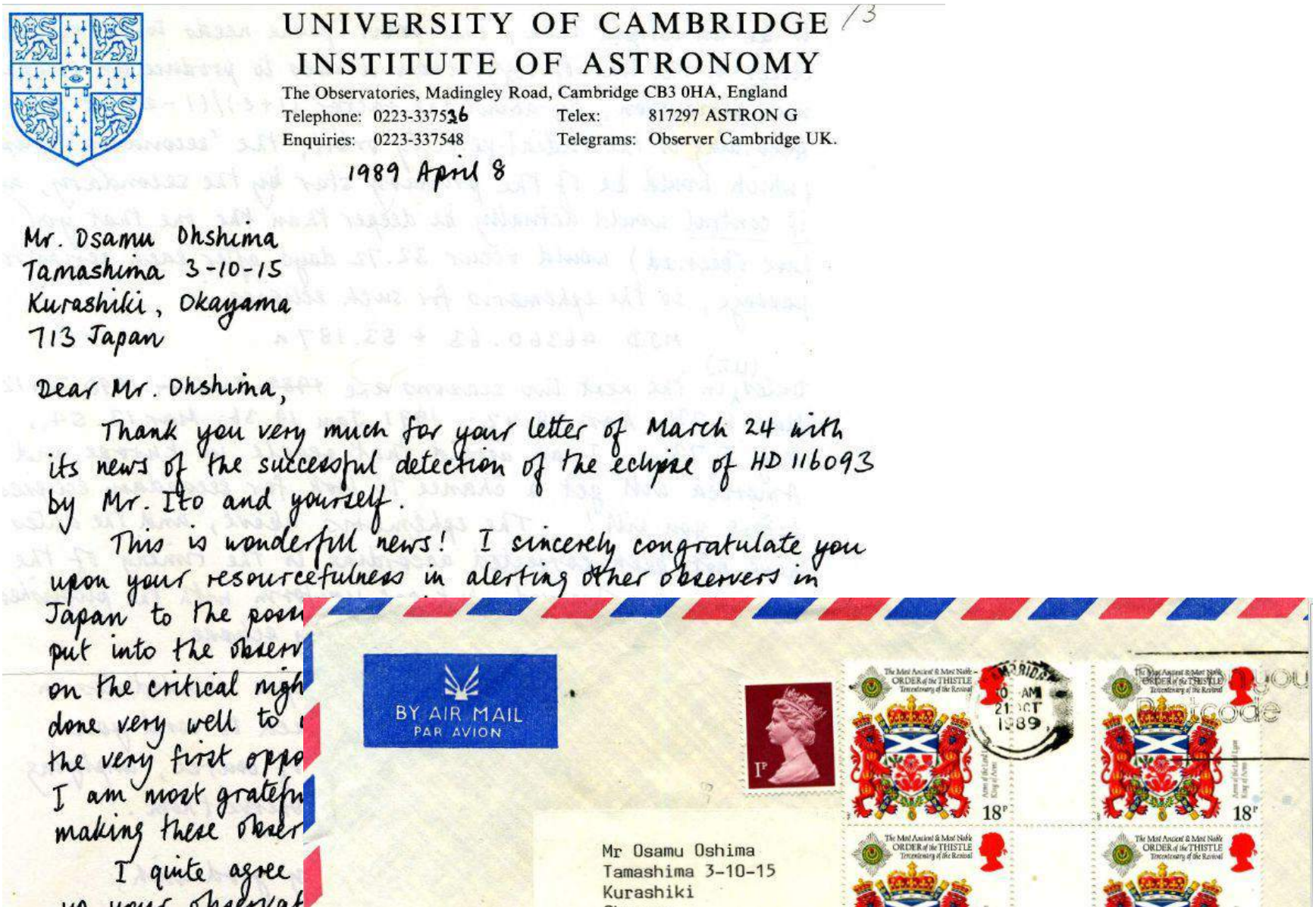
Figure 2. This orbit solution yields $q = m_1/m_2 = 1.56$, with $m_1 = 3.9\ M_\odot$ and $m_2 = 2.5\ M_\odot$. (I am grateful for R.F. Griffin's assistance and advice in running his orbit programme.)

1990年の食

- R.F.Griffinの予報と共同観測の呼びかけ
  - アマチュアが光電観測を行える体制があった
    - IAPPPとJAPOAが活動していた
    - 安価な光電測光器の製品化と市販されていた
  - 全経度で観測をカバーすることの重要性
  - 日本の位置との実績（**”Photometric Detection of Eclipse in the Spectroscopic Binary HD 116093”**Ohshima&Itoh,1989）

  →後に IO Com と命名

R.F.Griffinからの手紙



UNIVERSITY OF CAMBRIDGE 13
INSTITUTE OF ASTRONOMY
The Observatories, Madingley Road, Cambridge CB3 0HA, England
Telephone: 0223-337536 Telex: 817297 ASTRON G
Enquiries: 0223-337548 Telegrams: Observer Cambridge UK.

1989 April 8

Mr. Osamu Ohshima
Tamashima 3-10-15
Kurashiki, Okayama
713 Japan

Dear Mr. Ohshima,

Thank you very much for your letter of March 24 with its news of the successful detection of the eclipse of HD 116093 by Mr. Ito and yourself.

This is wonderfull news! I sincerely congratulate you upon your resourcefulness in alerting other observers in Japan to the poss
put into the observ
on the critical migh
done very well to
the very first oppo
I am most gratefu
making these obser

I quite agree

BY AIR MAIL
PAR AVION

Mr Osamu Oshima
Tamashima 3-10-15
Kurashiki

γ Per の観測依頼

パロマー山200インチドームの電話番号を載せて、食が始まったら直接電話して欲しいという依頼

ask that, if you see that the star has gone into eclipse, you would be kind enough to ph[illegible] – I will be pleased to reimburse the cost of the c[illegible]. Up to September 8, please leave a message at [illegible] 'inquiry' number above (international: +44 2233375[illegible]) after that, please use either that number or the direct line to the Palomar 200-inch dome: 619 742 1723 (international: +1 619 742 1723)

Thank you very much for your help.

Yours sincerely, Roger Griffin.

国内での呼びかけ

もう記憶にないが、おそらく、、

- 直前に開かれたJAPOAの1990年夏合宿（どこ？鈴鹿？）でGriffinからの観測依頼を紹介しているはず
- そこに参加した荒井菊一さんから所さんなど他の国内観測者へ伝わったはず
- なぜなら、所さんがγ Perを観測したと言う情報は荒井さんから電話があったから

- 以下の情報についてどなたかご存知？
  - 所健さんってどのような方？今どうされている？
  - どんな経緯で光電測光を始めた？
  - 測光機はSSP7?それとも自作？

望遠鏡はミード25cm

Sky & SKY & TELESCOPE
JUNE 1991 $2.95

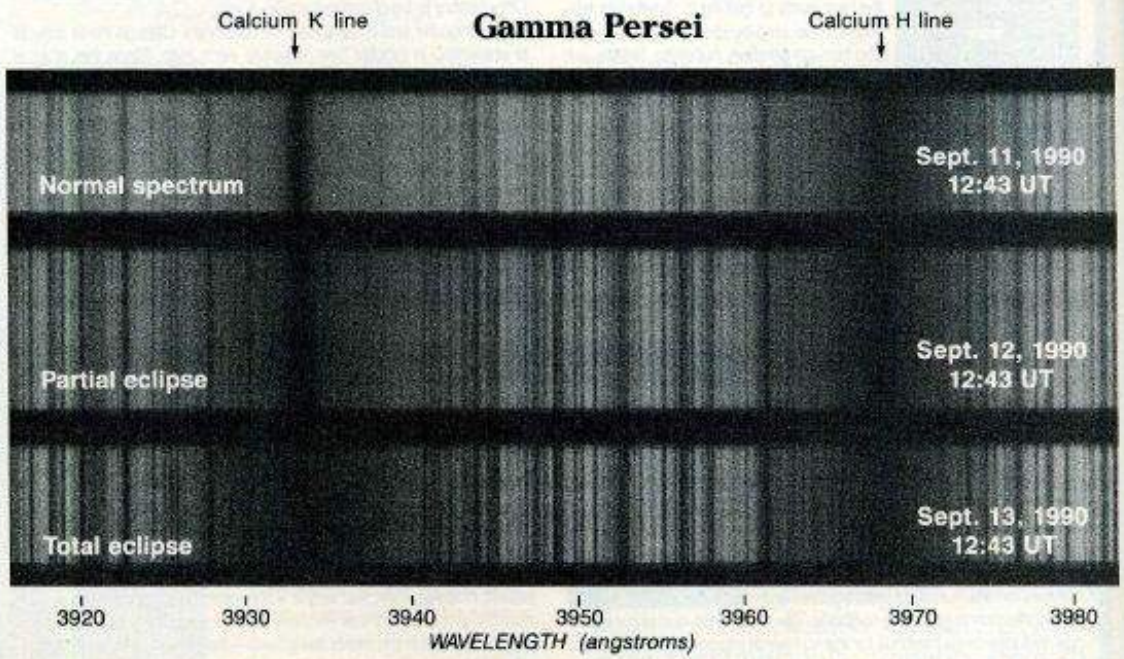
Gamma Persei Eclipsed!

R. F. Griffin, Cambridge Observatories, England

THE FIRST eclipsing binary star ever discovered was 2nd-magnitude Beta Persei, better known as Algol. Three hundred years later it remains the brightest star whose eclipses are detectable with the naked eye. The second-brightest such star has recently been discovered. Its identity? Coincidentally enough, 3rd-magnitude *Gamma* Persei!

It may seem amazing that eclipses in such a bright star should have escaped notice until now. The main reason is that they happen very rarely. Whereas Algol has an eclipse every 2.87 days, the next eclipse of Gamma Persei will occur in April, 2005. But the star will then be in conjunction with the Sun, so the next observable event will not come until November, 2019.

Although the eclipse has only recently been seen, its discovery has been brewing for nearly a century. During that time the contributions of several people have combined to make a typical piece of scientific detective work.



Small portions of three high-resolution spectrograms of the binary star Gamma Persei, made in violet light with the coudé spectrograph at the 200-inch reflector on Palomar Mountain. *Top:* The calcium K absorption line has a sharper core than the H line. This core comes from the hotter star. *Middle:* With much of the hot star's light gone, the broad K line of the cool star is more easily seen, though the core due to the hot star is still there. *Bottom:* Now only the cool star is seen, and the K and H lines appear much the same. All the lines in the spectrum exhibit increased apparent contrast thanks to the disappearance of the veiling spectrum of the hot star.

THE GAMMA PERSEI SYSTEM

Gamma Per is a composite-spectrum binary: a cool, giant primary star in orbit with a hot, main-sequence secondary.

The development of speckle interfer-

tunately the actual date remained uncer-

日本からの国際電話のことも

dry, I put it on the light box to have a look. The spectrum of the hot component was greatly weakened! The eclipse had begun, and indeed the partial phase was well advanced!

I rushed to the data room to spread the news, still hardly believing it myself. While I was there, Osamu Ohshima — one of about 15 amateur photoelectric photometrists whom I had alerted to the likelihood of the event — telephoned from Japan to report that the star was well into eclipse. It was his first international call, and I think he was as excited to make it as I was to receive it! Later the same night my wife telephoned to say that astronomer Klaus-Peter Schröder had called from Puimichel in France to report the start of the eclipse.

The next morning the eclipse was obviously total. The partial phase had been

私はこのニュースを広めるためにデーター室へ押しかけたが、私自身まだほとんど信じ難かった。 そこにいる間に、大島修（食が起こると注意を呼びかけた約15人のアマチュアの光電測光観測者のうちの一人）は日本から電話をかけてきて、その星が食にうまく入ったことを報告してきた。それは彼の始めての国際電話であり、私がそれを受けた時と同様に彼も報告することに興奮しているように思えた！ その夜の少し後で妻が電話をしてきて、クラウス・シュレッダーがフランスのプーミッシェルから食が始まった報告をしてきたと教えてくれた。

光電測光の結果

© I.A.P.P.P. Communications No. 57, p31-39, Autumn 1994

THE ECLIPSE OF GAMMA PERSEI

R.F. & R.E.M. Griffin
The Observatories, Madingley Road
Cambridge CB3 0HA, ENGLAND
Internet: PRF1@phx.cam.ac.uk

Leroy F. Snyder
Tahoe Observatory, P.O. Box 3964
Incline Village, Nevada 89450, USA

K.-P. Schroder
Hamburger Sternwarte, Gojenbergsweg 112
D-21029 Hamburg, GERMANY

Don Pray
Furnace Hill Observatory, 40 Hillcrest Drive
Cranston, Rhode Island 02921, USA

Osamu Ohshima
Yamashima 5-10-15
Kurashiki, Okayama, 713 JAPAN

Takeshi Tokoro
Chuou-chou 6-2-21
Higashikurume, Tokyo, 203 JAPAN

Wayne E. Clark
Old Orchard Observatory, 310 Calvert Avenue
St. Louis, Missouri 63119, USA

David B. Williams
9270-A Racquetball Way
Indianapolis, Indiana 46260, USA

Michael B. Houchen
93 Enfield Chase, Guisborough
Cleveland TS14 7LN, ENGLAND

Kikulchi Arai
Iizumi 1555, Kitakawabe
Kitasaitama, Saitama, 349-12 JAPAN

Kevin Krisciunas
Joint Astronomy Centre, 660 N. A'ohoku Place
Hilo, Hawaii 96720, USA

John Watson
Iddons, Henley's Down, Catsfield, Battle
East Sussex TN33 9BN, ENGLAND

Received: 19 July 1994

I. INTRODUCTION

In September 1990 the binary-star system γ Persei was seen by about a dozen people to go into eclipse when one of its components occulted the other.

Magnitudes of γ Per with respect to τ Per

Date (1990)	V	m(γ) - m(τ) B	U	Observer
Aug 22.439	-1.010			Snyder
24.402	-1.010			Snyder
26.31	-1.016	-1.058		Williams
27.600	-0.993	-1.043	-1.051	Ohshima
30.648	-1.007	-1.077	-1.089	Ohshima
31.150	-0.993			Pray
Sept 1.106	-1.014			Pray
2.25	-1.003	-1.053		Williams
3.649	-1.028	-1.081		Tokoro
3.88	-1.00			Houchen
4.083	-1.017			Pray
5.080	-1.025			Pray
5.363	-1.013			Snyder
6.101	-0.988			Pray
8.396	-1.012			Snyder
8.694	-0.983	-1.009		Tokoro
8.93	-0.99:			Houchen
9.091	-1.013			Pray
9.684	-1.017	-1.079		Tokoro
10.94	-1.003	-1.047		Schroder
11.104	-1.001			Pray
11.280	-1.019			Snyder
11.706	-0.971	-0.992		Tokoro
12.01	-0.933	-0.902		Schroder
12.640	-0.791	-0.613		Tokoro
12.97	-0.735	-0.506		Schroder
15.92	-0.71:	-0.53:		Schroder
16.057	-0.727			Pray
16.292	-0.732			Snyder
17.35	-0.731	-0.514		Williams
17.38		-0.470		Krisciunas
17.83	-0.740			Houchen
18.00	-0.74	-0.51		Schroder
18.274	-0.738	-0.560		Pray
18.550	-0.849	-0.548		Arai
18.600	-0.794	-0.471		Tokoro
18.98	-0.749	-0.507	-0.178	Schroder
19.066	-0.741	-0.568		Pray
19.85	-0.717			Houchen
20.03	-0.730	-0.507	-0.162	Schroder
20.286	-0.744	-0.535		Snyder
20.589	-0.770	-0.543	-0.294	Ohshima
20.643	-0.779	-0.549	-0.301	Ohshima
20.666	-0.816	-0.560		Arai
20.930	-0.831	-0.591		Schroder
21.007	-0.86	-0.734		Schroder
21.260	-0.920	-0.865		Snyder
21.586	-0.984	-0.996	-0.996	Ohshima
21.627	-0.974	-0.996	-0.973	Ohshima
21.690	-0.974	-1.001	-0.980	Ohshima
22.29	-1.009	-1.051		Williams
22.673	-1.011	-1.069		Tokoro
22.747	-1.000	-1.060		Arai
24.157	-1.008	-1.045		Pray
24.93	-1.003	-1.066		Watson

集まった測光データ

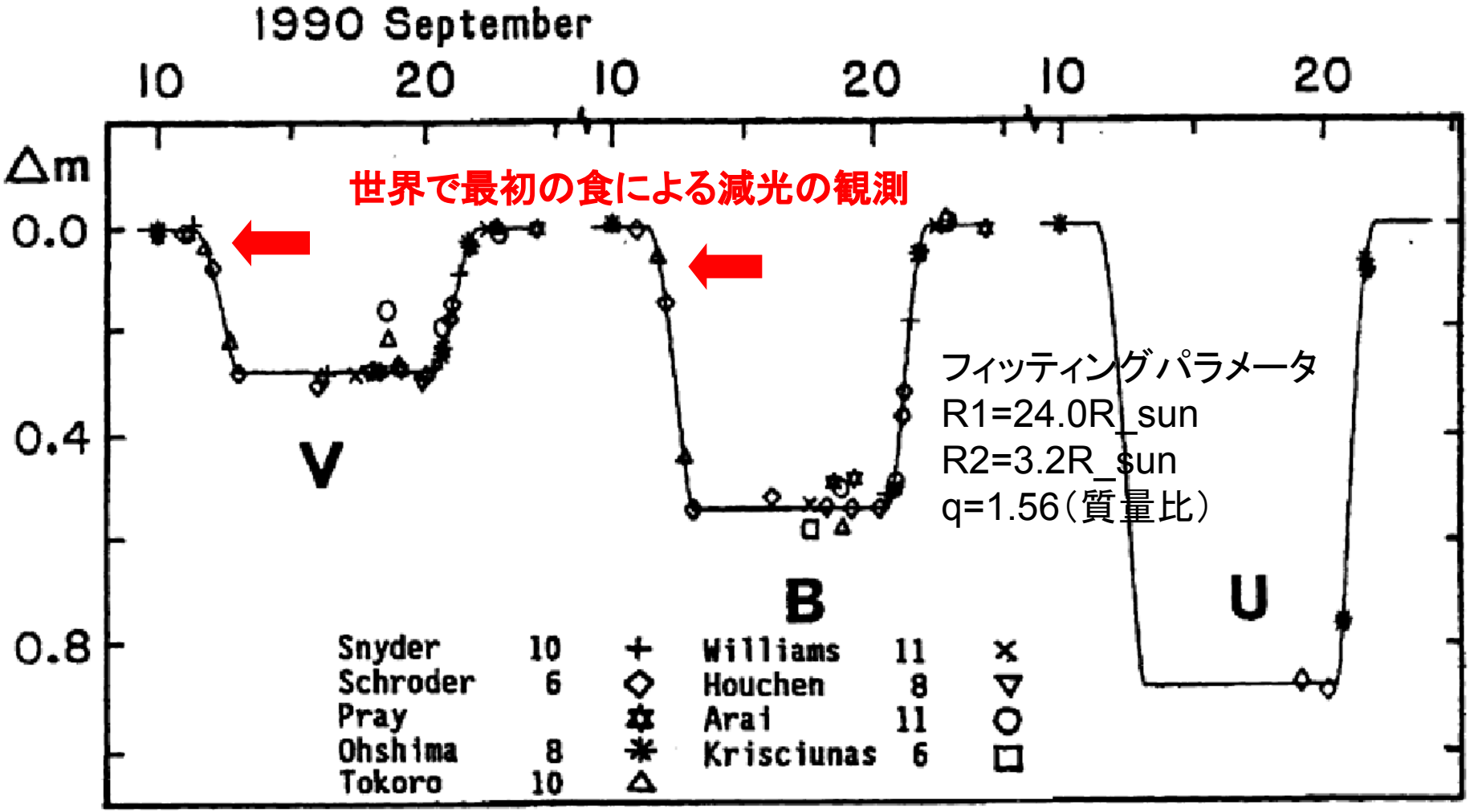
	Total	in Japan	%
V	55	16	29
B	37	16	43
U	10	7	70
Total	92	39	42.4

日本天文学会のPDLに（ポストデッドラインペーパー）

- 1990年秋季年会
  - 10月16日～19日
  - 仙台市民会館
- PDL担当　谷口義明さん（当時：木曽観測所）

PDLに申し込んだ。あまり発表経験がない上にPDLに
→採否をドキドキして待った
結果は、PDL3件のうちの一つに
採用の連絡 「すばらしいですね」
　　ポスターは、伊藤芳春さんにお願いして貼ってもらった

得られている唯一のγ Perの食の光度曲線



食の測光から初めてわかったこと

- 皆既食の期間は
  - 低温度主星だけが見えている
  - 減光した分は高温度伴星の光　　であるため

→成分星の光度（初めて直接測定で分離）

Magnitudes of the γ Per System and of its Component Stars

	V	B	U	(B-V)	(U-B)
Total system (observed, out of eclipse)	2.93	3.63	4.08	0.70	0.45
Adopted difference from τ Per (comp. star)	1.010	1.052	1.07		
Measured depth of eclipse	0.28	0.54	0.88:		
Primary (observed alone, in total eclipse)	3.21	4.17	4.96:	0.96	0.79:
Secondary (system minus primary)	4.54	4.65	4.72:	0.11	0.07:

→成分星の半径（初めて直接測定で分離）

$$R_1 = 24R_\Theta, R_2 = 3.2R_\Theta$$

測光観測と分光観測から分かること(R.E.Griffin, 2007)

Photometric model for γ Per

Object	M_V m	$(B-V)$ m	$(U-B)$ m
Primary (~G8 II–III)	−1.27	0.96	0.79
Secondary (~A1 IV)	+0.06	0.11	0.07
Combined	−1.55	0.70	0.45
γ Per (observed)	−1.55 ±0.12	0.70	0.45

Hipparcosによる視差から
78.6±4.3パーセク
→絶対等級がわかる

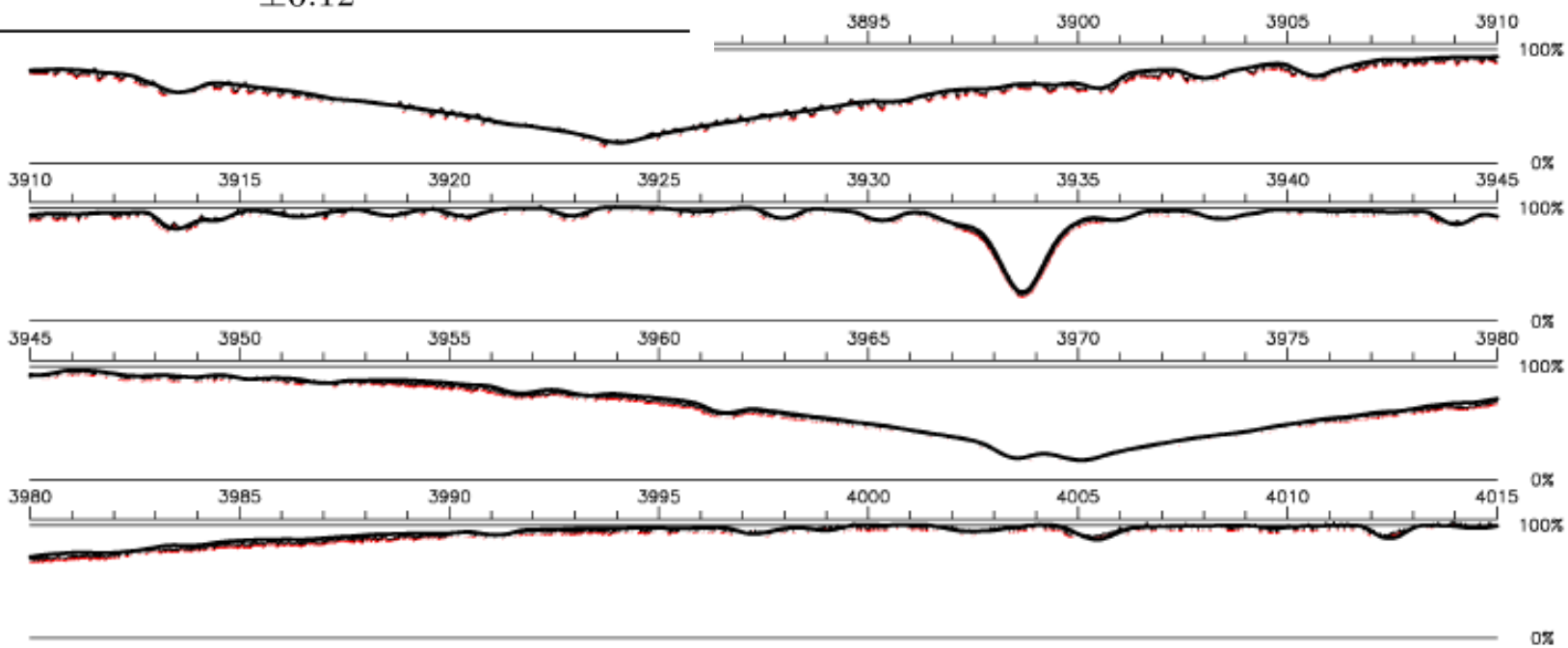
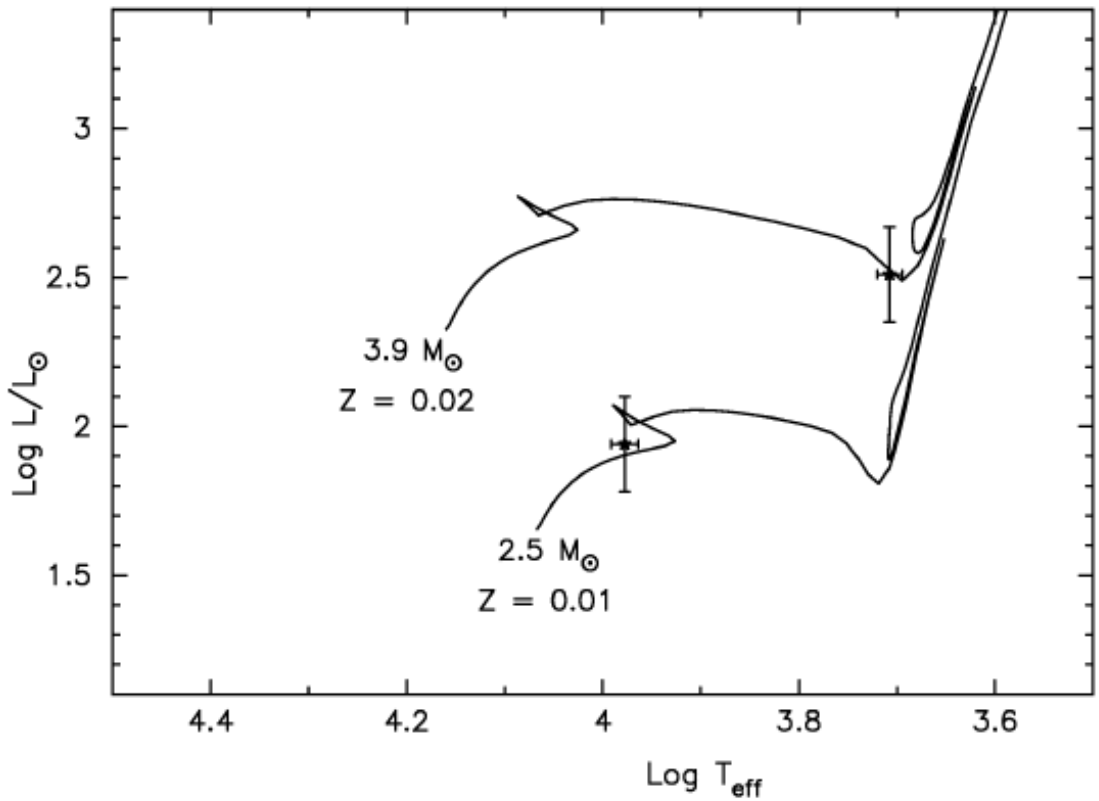


Figure 4. Again the spectrum of the early-A star in γ Per is in red; in black is the spectrum of θ Leo (A2 IV), which has been blurred by 40 km s^{-1} to mimic the line-widths in the γ Per star.

恒星進化経路におけるγ Per(R.E.Griffin, 2007)



うまく進化経路上に乗る

しかし、このままでは

- G型星は、この大きな質量ではA型星より2.5倍若くないといけない。（一度に誕生したとは考えられなくなる）
- G型星は、重すぎる、明るすぎる
- しかも、重元素組成が2つの星で2倍も異なる

解明されるべき謎(R.E.Griffin, 2007)

- G型星は、重すぎる、明るすぎる
- G型星は、この大きな質量ではA型星より2.5倍若くないといけない。（一度に誕生したとは考えられなくなる）

しかも、重元素組成が2つの星で2倍も異なる

仮説

元もとは三重連星系か

G型星の方に第3星が合体して、重く明るくなった？

重元素も光球に混ざった？

→どうやって証明すればよいのか？

2019年の食を観測しよう

- γ PerはGCVSに未だ載っていない！
まだ未確定の精度の良い公転周期を決めよう
↑食の観測が1回きりであるため

- 2019年末か、2020年初めに食が始まる
- 食の継続時間は、９日ほど
- 減光量はVで0.3等、Bで0.5等、Uで0.9等

観測上の課題

- 2.9等星は、CCD測光には明るすぎる
  - サチる
  - 望遠鏡＋CCDでは同一視野に比較星が無い

    比較星には τ per（1等級暗いが色は似ている）
    が、2度離れている

→望遠鏡＋CCDでは無理な観測

→CCDに望遠レンズを付けた広視野カメラで

- ピンボケ測光しかない？

  露出はシンチレーションを考えると30秒は欲しい

- Uをどうするか

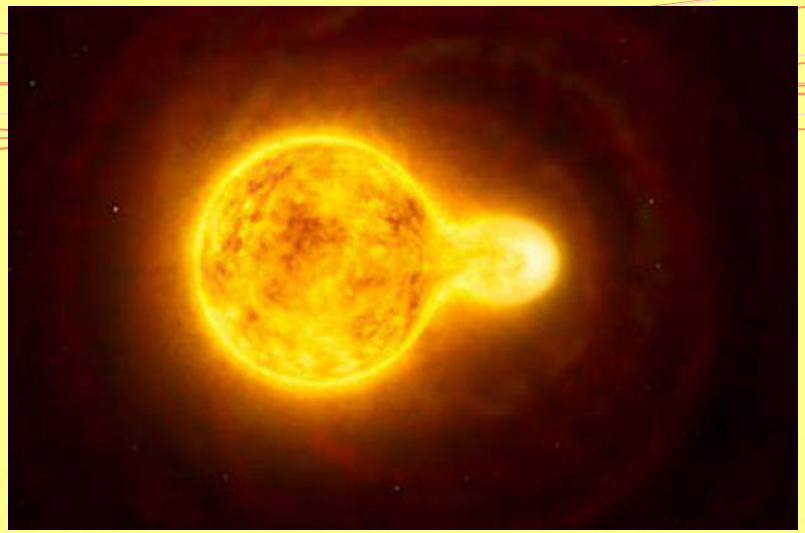
  BVRcIcは良いとしても、カメラのレンズではUは無理

おおぐま座W型食変光星の極大等級の差

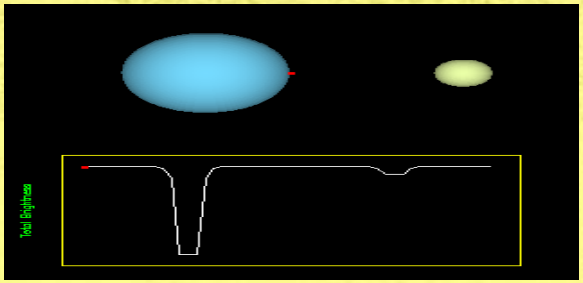
2015/5/30-31

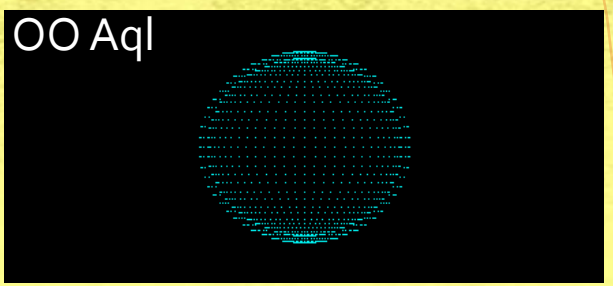
変光星観測者会議

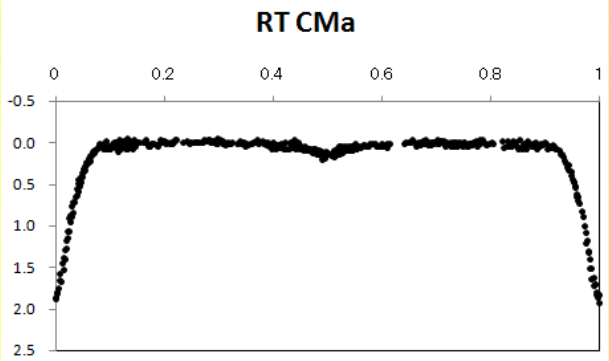
愛媛大学

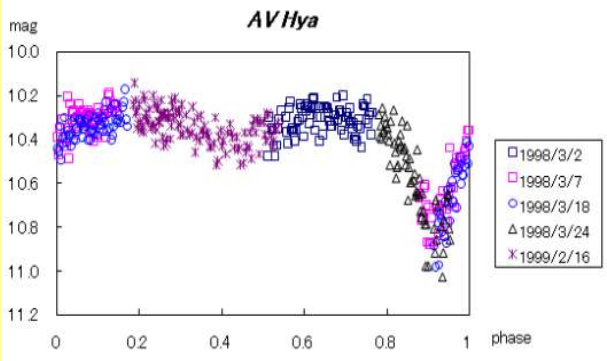


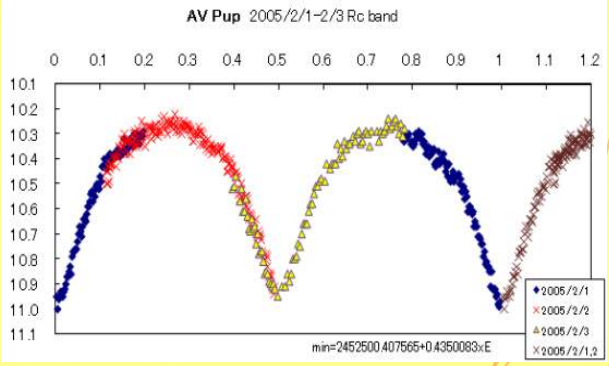
食変光星





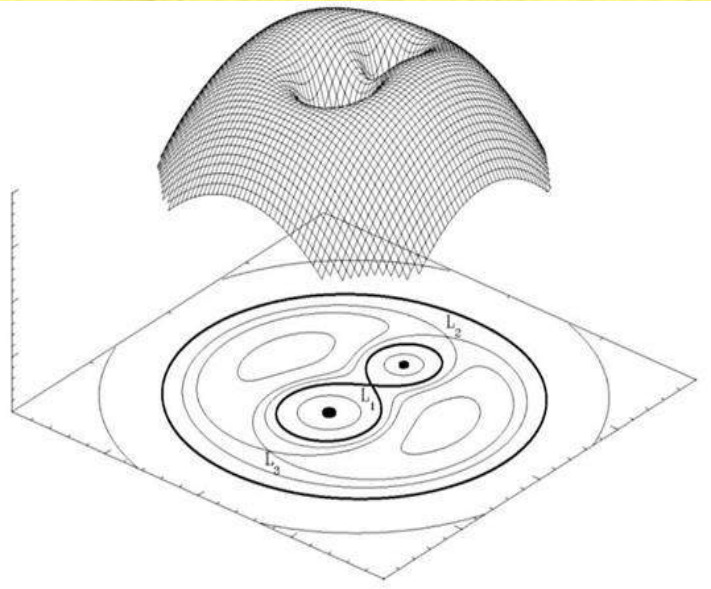


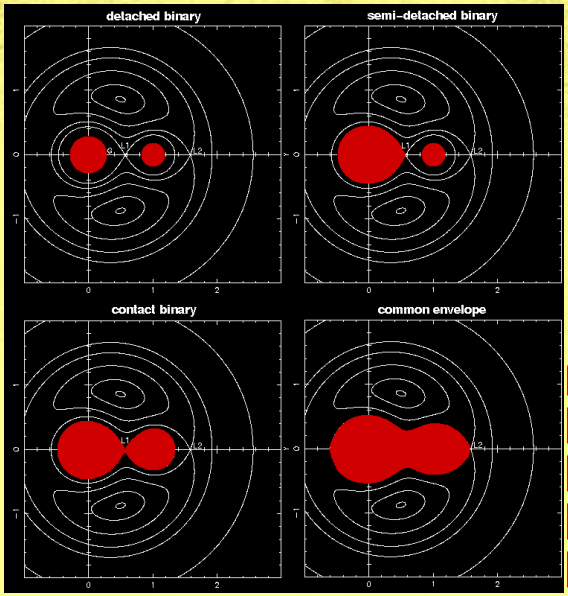


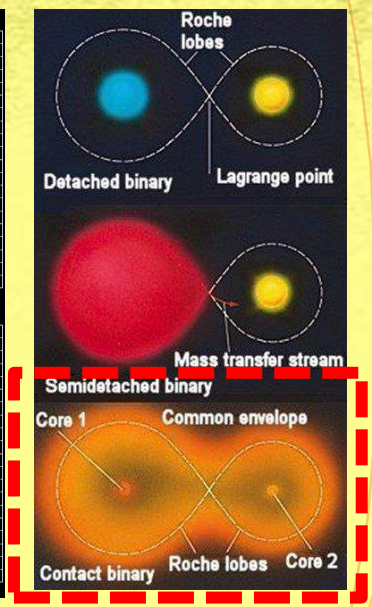


- 全ての食変光星は連星です
- 公転面と太陽系からの視線が重なると食を起こす
- 光度曲線の形状によって EA, EB, EW の3タイプに分類
- ロッシュモデルによる分類もある（コパールの分類）

コパールの分類（ロッシュモデル）

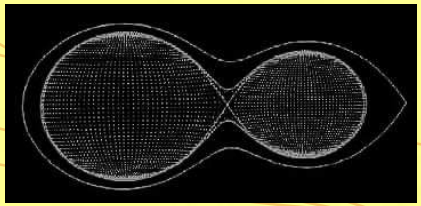






- ２つの星からの重力と公転による遠心力を考慮したポテンシャルを考える
- 両方の成分星のロッシュポテンシャルが重なった線を内部(臨界)ロッシュローブという
- 成分星がロッシュローブを満たしているかどうかで分類

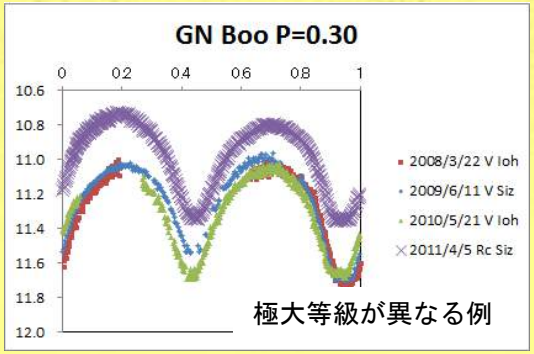
全ての
EW が
Contact

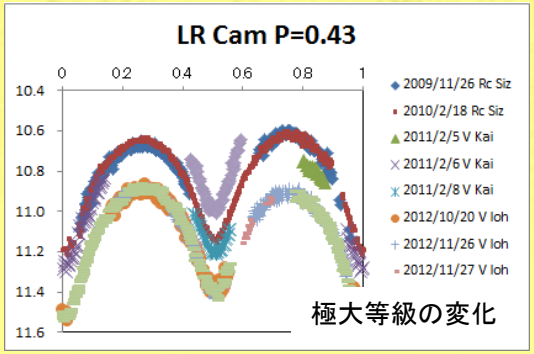


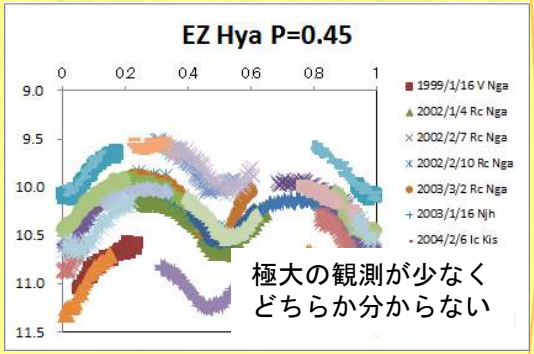
- おおくま座W型（接触連星）
  - 周期1日以下、主極小と副極小の深さがほぼ同じ
  - 両星の温度がほぼ同じ（本来、単独星なら5倍光度差）
  - 彩層活動が活発でフレア増光の観測例あり（W UMaで1.5等7分）
  - 光度曲線は不安定で極大等級に差が出たり入れ替わったりもする
  - 毎周期違った光度曲線を示す（岡崎先生 2013/6/22 変光星観測者会議）
  - スペクトル線に輝線が出る時あり（系外放出された星周物質）

極大等級に差がある光度曲線

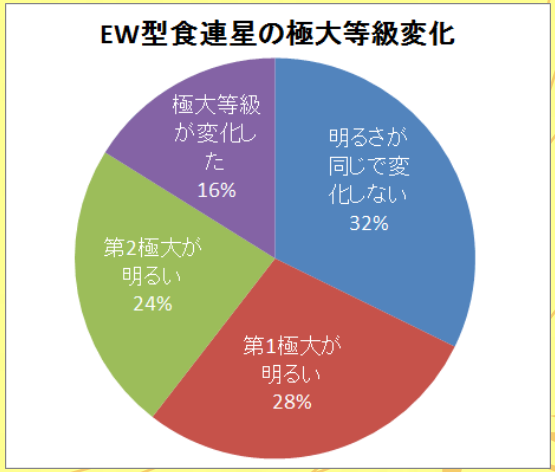
- VSOLJが観測している食変光星は1200星程
- 半数がEW型で 124星 が両方の極大が観測出来ている







- 70%が極大等級に差がある
- 極大等級が変化するものもある
  - LR Cam 2009,2010 2nd明るい, 2012 1st明るい
  - 中にはbandによって違う例もある

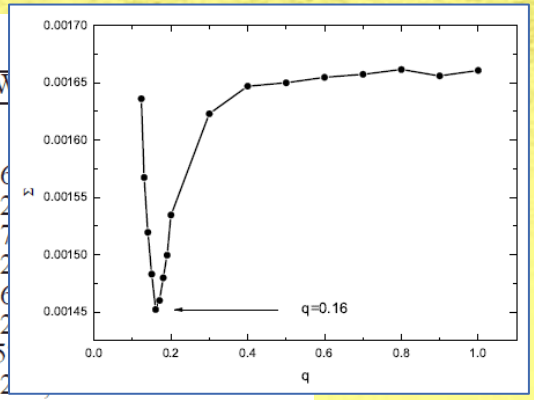


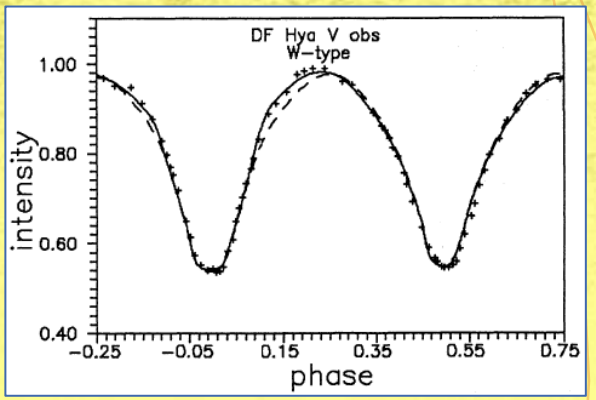
- Light Curveの歪を検討するにはSpot Modelを作って考察しています

Light Curve合成法 (WD codeなど)

Photometric solutions for GSC 03517-00663

Parameters	Without Spot	Errors	W	
$g_1 = g_2$	0.32	Assumed		
$A_1 = A_2$	0.5	Assumed		
x_{1bol}, x_{2bol}	0.648, 0.647	Assumed	0.6	
y_{1bol}, y_{2bol}	0.207, 0.221	Assumed	0.2	
x_{1V}, x_{2V}	0.762, 0.745	Assumed	0.7	
y_{1V}, y_{2V}	0.232, 0.256	Assumed	0.2	
x_{1R}, x_{2R}	0.670, 0.653	Assumed	0.6	
y_{1R}, y_{2R}	0.250, 0.267	Assumed	0.2	
x_{1I}, x_{2I}	0.576, 0.560	Assumed	0.5	
y_{1I}, y_{2I}	0.244, 0.256	Assumed	0.2	
$T_1(K)$	5800	Assumed	5800	Assumed
$q(M_2/M_1)$	0.162	±0.003	0.164	±0.002
Ω_{in}	2.1344	Assumed	2.1416	Assumed
Ω_{out}	2.0303	Assumed	2.0359	Assumed
$T_2(K)$	6024	±29	6075	±18
i	77.125	±0.733	77.446	±0.484
L_{1V}/L_V	0.8013	±0.0008	0.7878	±0.0005
L_{1R}/L_R	0.8068	±0.0007	0.7947	±0.0004
L_{1I}/L_I	0.8107	±0.0006	0.7997	±0.0004
Ω_1=Ω_2	2.0803	±0.0099	2.0685	±0.0070
$r_1(pole)$	0.5164	±0.0027	0.5201	±0.0019
$r_1(side)$	0.5713	±0.0042	0.5774	±0.0031
$r_1(back)$	0.			
$r_2(pole)$	0.			
$r_2(side)$	0.			
$r_2(back)$	0.			
f	52			
$\theta(radian)$				
$\phi(radian)$				
$r(radian)$				
$T_f(T_d/T_0)$				
$\Sigma W(O-C)^2$	0.			





Wilson & Devinney 1971
Hadrava 2004
Prša & Zwitter 2005
Prsa et al. 2011
Wilson & Van Hamme 2014
ftp://ftp.astro.ufl.edu/pub/wilson/

- 様々なパラメータでO-Cを評価
- Fitしない部分はSpotを配置
  - Phaseから経度を知る
  - Cool spot: Cal.より暗い
  - Hot spot: Cal.より明るい
- SpotのSize, Tempを変えてFitさせる
  - しない場合はN/Sへ移動させてみる
- 注意
  - Obs.は神様ではない
  - Spot配置でどんなLCでも作れる訳では無い
- 等級を光度に変換しピークを全光度＝１として解析する
  - 極大等級に差があるものはCool spotが配置されやすい

V1848 Orionis

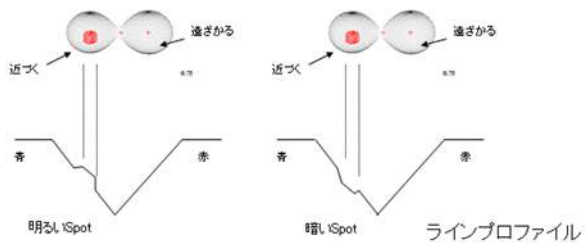
- 2012年、V1848 Orionis Cool Spotを配置
- 2013年、極大等級の変化を観測、SpotはCoolかHotか分からない
  - 歪無く極大等級が違う

どっち？

- **高温斑点か？　低温斑点か？**
  - より詳細な解析を行って別な黒点を探す
  - 黒点の移動を測光観測で検出する
  - 分光で決着したい　→　*が、しかし11等*
  - ヒント！　色によって極大の明るさが違う　$T_{local} = T_{eff}((\frac{g}{g_n})^{\alpha})^{0.25}$

今と違う位置の黒点を探す

もう一度、多色測光

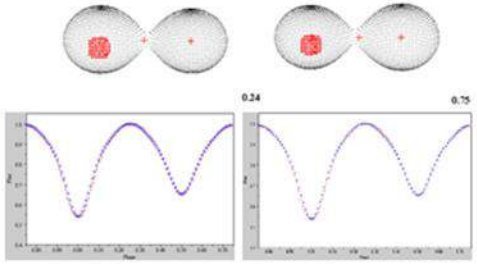


Roche model (Spot有り)

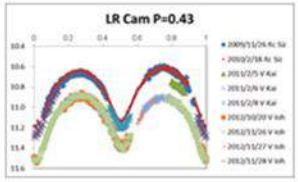
	New			Old
color	Rc	Rc	Rc	Ic
mass ratio	0.9	0.9	0.9	0.8
fill out	0.1	0.1	0.1	0.0
inclination	75.5	75.5	75.7	75.0
T1 (K) assumed	4774	4774	4774	9170
T2 (K)	4340	4325	4310	7600
Gravity	0.32	0.32	0.32	1.0
limb dark	0.5	0.5	0.5	0.5
reflection	0.5	0.5	0.5	1.0
spot		star1	star2	star1
latitude		90	90	90
longitude		270	270	270
radius		20	20	20
temperature		1.01	0.95	1.25

Hot Spot　Cool Spot

T1が固定なのでT1-T2が大きくなってしまう

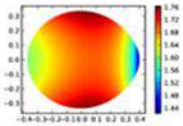


左は主星にHot Spot、右は伴星にCool Spot



極大光度に差が有る例は多い
その差が変化する例は少ない？

V1848 Oriは変化している



重力減光によるHot spot
楕円形状で説明される
重力の集中の仕方(密度)で数値化される
通常、近接連星ではpoleが明るく、backが暗い

- W.Kriwattanawonga and P.Poojona, 2013
- f=13.14%, A-type W UMa system, q=0.7615, +400K
- ここ十年でW-typeからA-typeに変化した
  - EW型にはSub classがあります

W UMaのsub class

Binnendijk (1970) はEW型食連星をA typeとW typeに分けました

高温接触連星 ： 大きい方の成分星が高温 ： タイプＡ （Ａ晩期 か Ｆ早期） 周期 0.4-0.8　主星が50～100K高い

低温接触連星 ： 小さい方の成分星が高温 ： タイプW （Ｆ～Ｋの晩期） 周期 0.22-0.4　伴星が200～300K高い

	Property	A	W
1	Spectral Type	Earlier (A-F)	Later (G-K)
2	Luminosity (L1)	Higher	Lower
3	Activity (Changes of Light Curve, Asymmetries of Maxima)	Moderate or Absent (Symetric)	Strong or Very Strong (almost Very System)
4	Mass- Ratio	Small 0.08-0.54	Larger 0.33-0.88
5	Degree of Contact (Fill Out Factor)	Envelope Slightly Thicker Than in W-Subtype	Shallow Envelopes
6	Temperature Compare	T1> T2	T1< T2
7	Mass Compare	m1> m2	m1< m2
8	Light Curve Shape	• Transit at Primary Minima. • Deeper Contact. • Langer Period. • Evolved	• Occultation at Primary Minima. • Shallow Contact. • Short Period. • Less Certain Unstable.

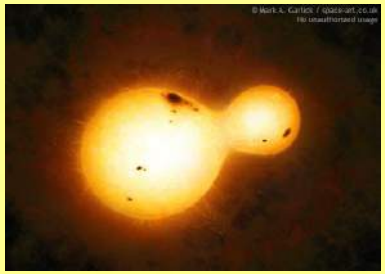
W typeはA typeよりもZAMSに近い。A typeとW typeは若干違う進化の状態にある

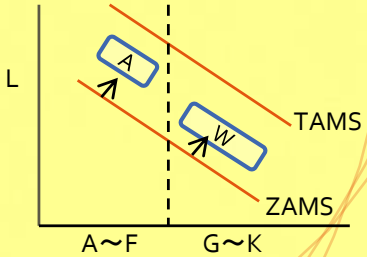
Wilson (1978)は8つのA typeを精密に調べたら全てが通常のZAMSより半径が大きくなる進化をしていた

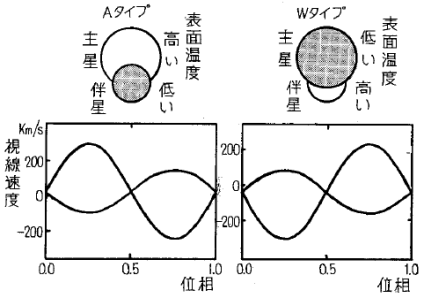
W typeは伴星が通常の(同質量の)ZAMSより大きい→Wの伴星は密度が低い？

A typeのcommon envelopeは大きく厚い (Van Hamme 1982)、Fill Out 大

A typeは大規模な質量移動によってできた(Hilditch, King & McFarlane 1988)とされていましたが反対意見もあります(Gazeas & Niarchos 2006)







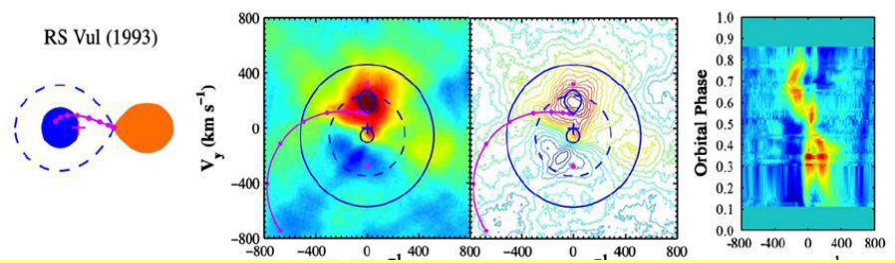
強い磁場と活発な彩層活動

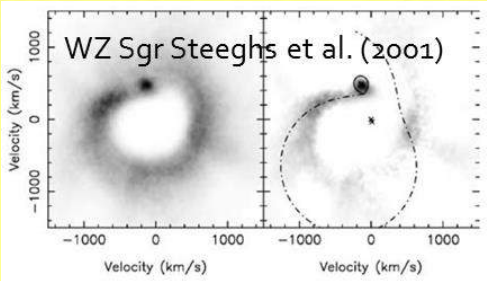
B-type larger surface temperature differenceLater(1000K or larger), Lucy & Wilson (1979), Poor Thermal Contact (PTC) systems (Rucinski and Duerbeck 1997)

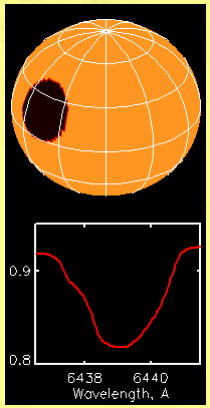
H-type higher mass ratio than q=0.72, Csizmadia and Klagyivik(2004), the energy transfer rate is less efficient in these systems than in other types of contact binary stars.

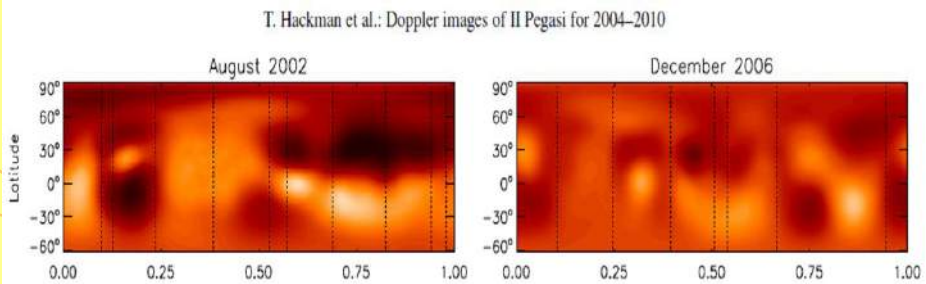
Doppler Tomography

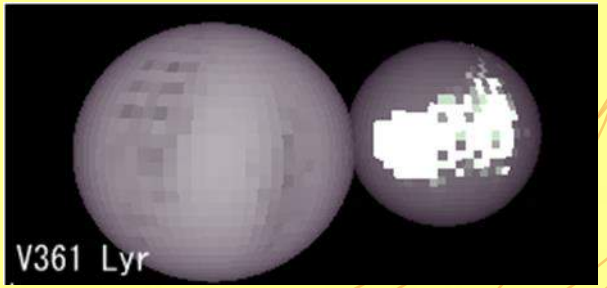
- Doppler Tomography
  - LC合成法以外の解析手段
  - 分光観測：吸収線の歪から温度分布を知る
    - 主にストリームや星周物質
    - 星表面もわかる







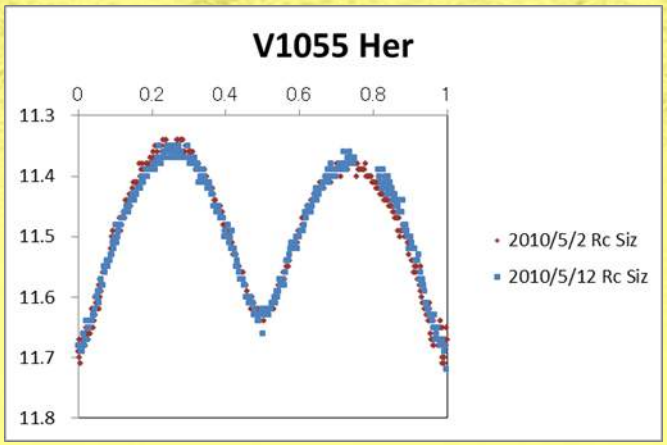


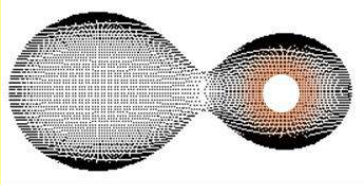


- **Hot spot solution**

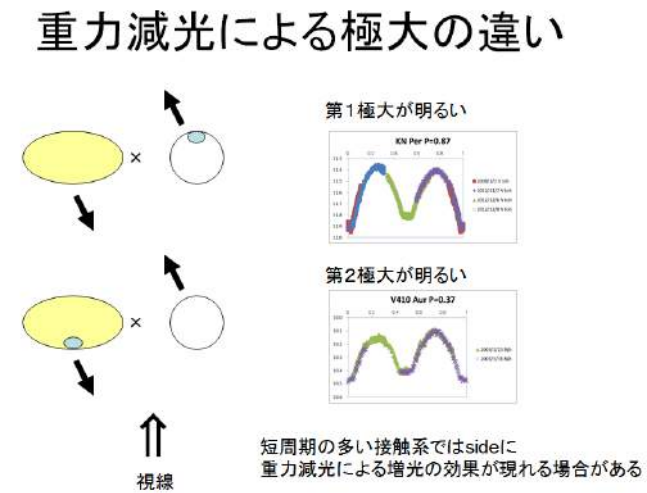
↑ 2.6m R 70 000

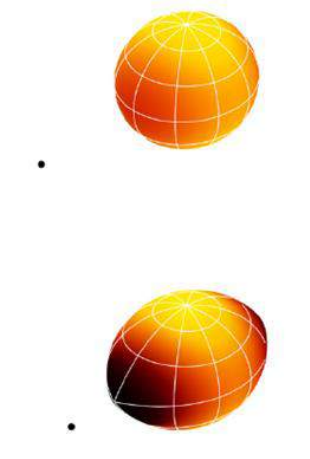
Gravity darkening





- 一つの極大が完全に対象な場合
  - どの系も同じ場所にSpotが配置される
    - 変ですよね
    - Gravity darkeningならスッキリするのでは



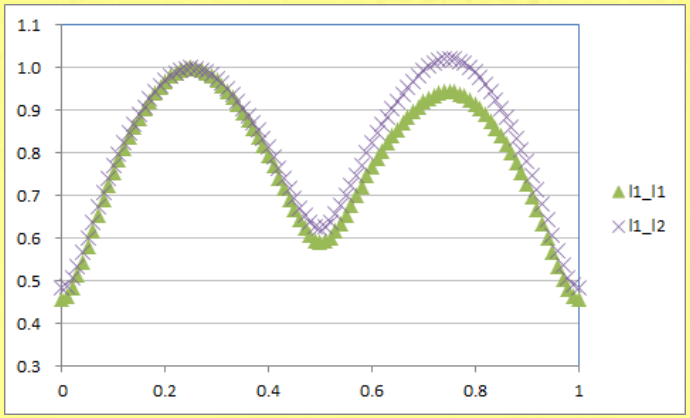


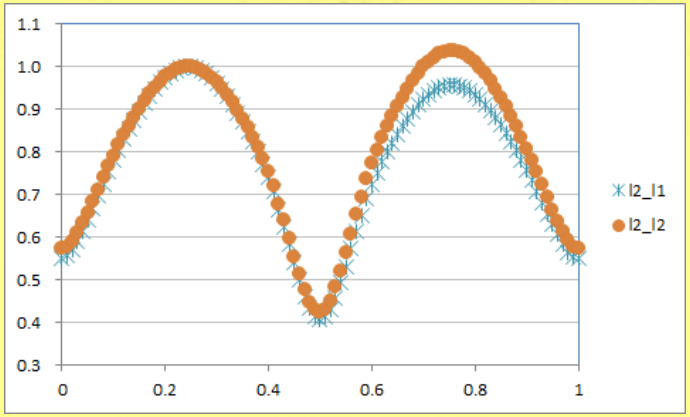
- 極には原理的に出来る（特に短周期）
- 赤道に出来る解析例が見当たらない

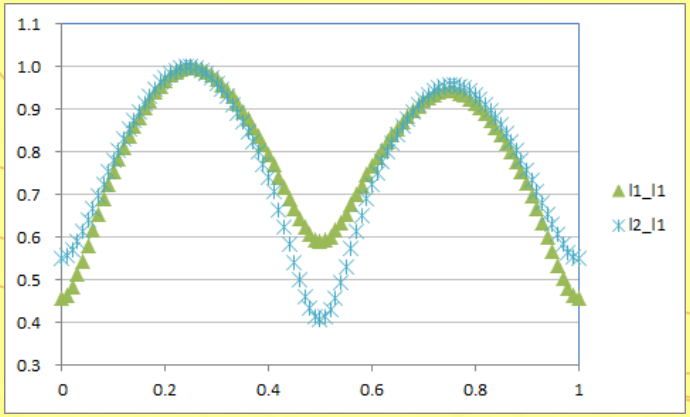
V1848 Ori, 2013

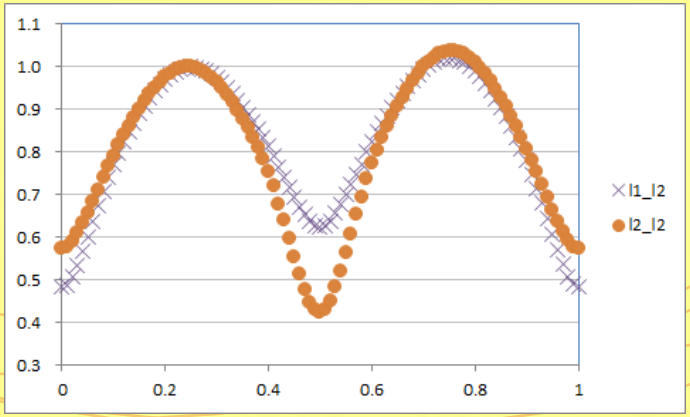
Hot Spotはどっちにあるか

- q=0.5でfillout0.5のコンタクトバイナリで
  - l1_l1は主星の方が伴星より500K温度が高くて主星側にホットスポットがある
  - l1_l2は主星の方が伴星より500K温度が高くて伴星側にホットスポットがある
  - l2_l1は主星の方が伴星より500K温度が低くて主星側にホットスポットがある
  - l2_l2は主星の方が伴星より500K温度が低くて伴星側にホットスポットがある









・第１極大が明るい場合は温度の高い方にホットスポットがある

・第２極大が明るい場合は温度の低い方にホットスポットがある

・Gravity darkeningによるHot spotならば温度差だけでどちらにあるか決まる
（ただし、解析事例が無い）

Sub Classで歪を分類する

No	変わらない	type	第一明るい	type	第二明るい	type	変化する	type
1	AB And		LO And		GZ And	W	GN Boo	
2	EP And		V417 Aql	A(W?)	MO Aqr		VW Boo	W(A?)
3	AH Aur	A	GK Aqr		AP Aur		AO Com	
4	TY Boo	W	HV Aqr	A	V410 Aur	A	LR Cam	
5	CW Cas		MU Aqr		FY Boo		V523 Cas	W
6	AA Cet		BN Ari		TZ Boo	A	CT Cet	
7	TT Cet	B	SS Ari	W	NR Cam		RW Com	W
8	VY Cet		V523 Aur		DY Cet	A	RZ Com	W
9	CC Com	W	HH Boo		TW Cet	W(A?)	YY Eri	W
10	YY CrB	A	NQ Cam		BB CMi		V1073 Her	
11	V401 Cyg	A	CW CMi		CZ CMi		SW Lac	W
12	V1918 Cyg		SS Com		DD Com		V1848 Ori	
13	BC Eri		BO CVn		SX Crv	A	V2790 Ori	
14	PP Lac		DF CVn		FG Hya	A	BX Peg	W
15	AM Leo	W	FU Dra		QY Hya		V432 Per	
16	AP Leo	A	UX Eri	W	CE Leo		V740 Per	
17	BL Leo		V842 Her		HI Leo		V873 Per	
18	XY Leo	W	V1055 Her		V864 Mon		AH Tau	
19	XZ Leo	A	V1097 Her		V502 Oph	W	AZ Vir	
20	XY LMi		DF Hya		U Peg	W		
21	V508 Oph	A	GV Leo		AU Ser	A		
22	ER Ori	W	BB Peg	W	CT Tau			
23	FZ Ori		KN Per		AA UMa	W		
24	V1363 Ori		AV Pup		BM UMa			
25	VZ Psc		CC Ser		LP UMa			
26	Y Sex	A	WY Sex		ASAS001556+0644.7			
27	EQ Tau	A	GW Tau		ASAS020908+2629.1			
28	RZ Tau	A	V781 Tau	W	ASAS174755+2056.9			
29	V1128 Tau	W	LU Vir					
30	V1370 Tau		MS Vir					
31	UY UMa		ASAS014643+0928.9					
32	AW Vir		ASAS071637-0700.0					
33	GR Vir	A	ASAS075020+1339.6					
34	HT Vir	W	ASAS223616+0600.9					
35	PY Vir							
36	ASAS033959+0314.5							
37	ASAS061056-0722.2							
38	ASAS062401+2028.2							
39	ASAS075545+2728.7							
40	ASAS164631-0838.5							

- VSOLJが観測した124星にSub classを追記
- 出典は
  - K. Gazeas, K. Stepie, 2008
  - Sukanta Deb, Harinder P. Singh, 2010
- 差異あるものは括弧でS.Deb, 2010のもの
- VW BooはRV観測あり、G5V でW typeと思われる（q=0.428）
- 変化するものすべてがW typeでChromosphere活動によるもの
- V1848 Oriはどっち？
  - ASAS-3とS.Kiyota 2011の観測から導くとB-V=+0.9
  - W-typeと推定
- A-typeのsystemは？

結局、良く分からない

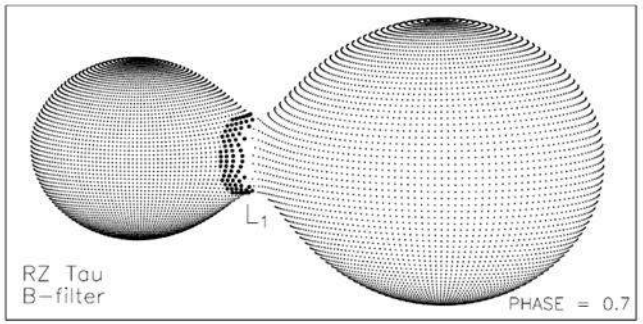
Parameter	CP	CS	HP	HS
$T_2[K]$	5158(8)	5171(5)	5162(7)	5169(9)
$lon[^o]$	282(5)	112(4)	105(6)	285(5)
$lat[^o]$	71(13)	73(14)	70(14)	71(11)
$rad[^o]$	26(2)	30(3)	22(3)	21(2)
k	0.95a	0.95a	1.05a	1.05a
$\sum w(O-C)^2$	2.235	2.214	2.236	2.229

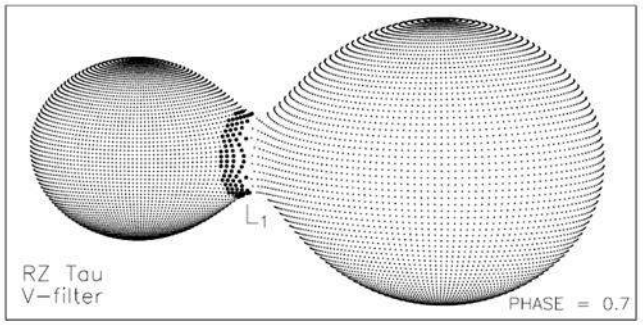
W-type

- 解決手法例
  - Σ(O-C²)で判定する

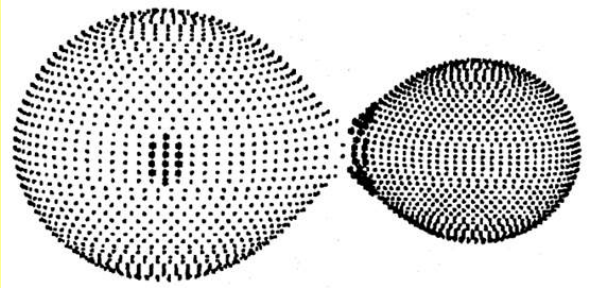
A-type

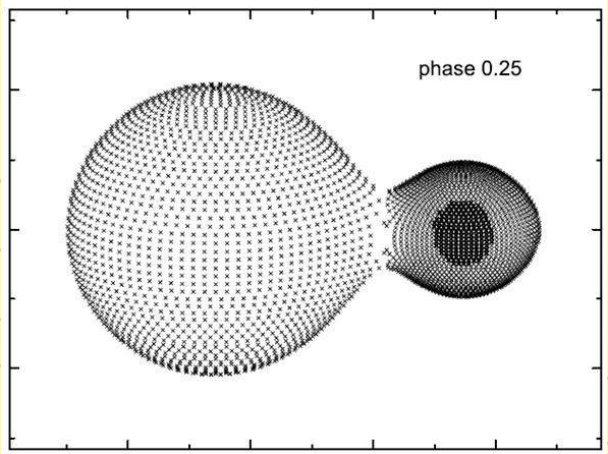
- 接合部の温度上昇
  - RZ Tauの例
  - A-typeで低温星にHot spotを配置
  - この例はSystemでもある
    - これに変化を持たせれば解決できるか？

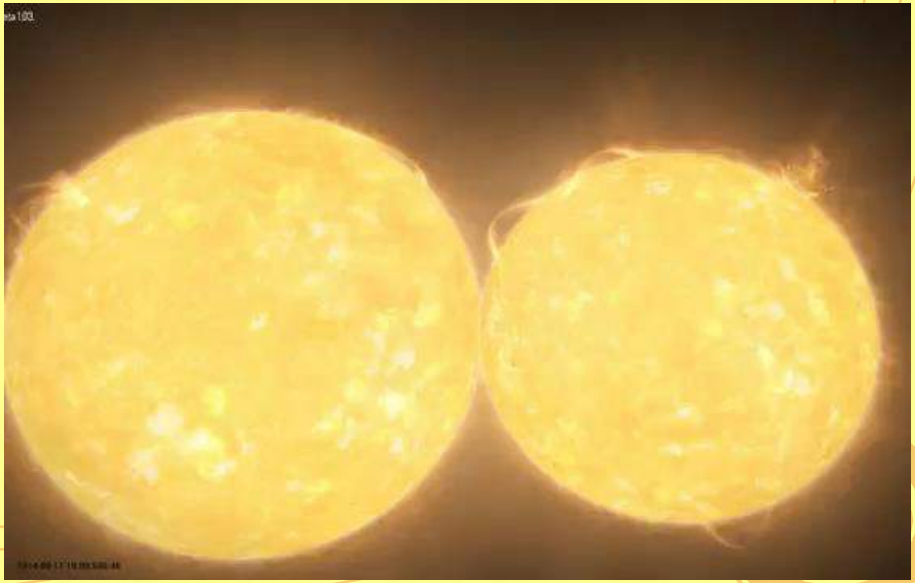




おしまい







窓際観測所
における
食変光星の観測

東近江市
井　田　三　良

窓際（エアコン室外機）観測所
における
食変光星の観測

東近江市
井　田　三　良

窓際観測所

観測機材

■ナノ・トラッカー

■Canon　EOS　kiss　X2

■smc　85・135mmレンズ

窓際観測所

- その他の観測機材
  - ■パソコン
  - ■ソフト
    - ・EOS Utility：カメラをコントロール
    - ・PhotoStagePro：ファイル名リネーム
    - ・raw2fits：rawからfitsへ変換
    - ・ステライメージ7：測光
  - ■ナノ・トラッカー用外部電源

食変光星観測の流れ

(1)食変光星の撮影(RAWで保存)

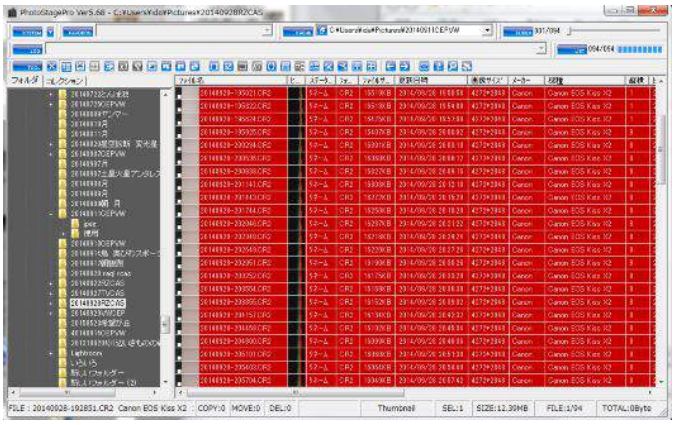
●「EOS Utility」でリモート撮影

「Digital Photo Professional」

食変光星観測の流れ

(2)測光準備

①「PhotoStagePro 」でリネーム(YYYYMMDD-HHMMSSに変換)



食変光星観測の流れ

（2）測光準備

②「raw2fits」で　raw画像をrgbのfits画像に変換

「raw2fits」:「デジカメ星空診断」（星空公団）で配布

・「raw2fits」のアイコンに変換画像をドラッグ

・同じホルダー内に「r」「g」「g1」「g2」「b」の5つのfits画像ができる

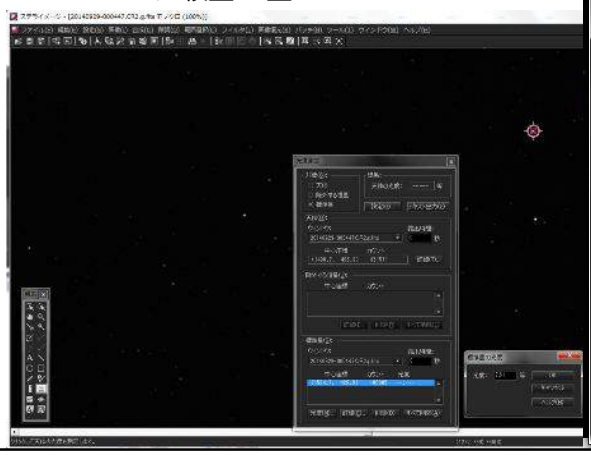
・「g」画像を一つのホルダーにまとめる

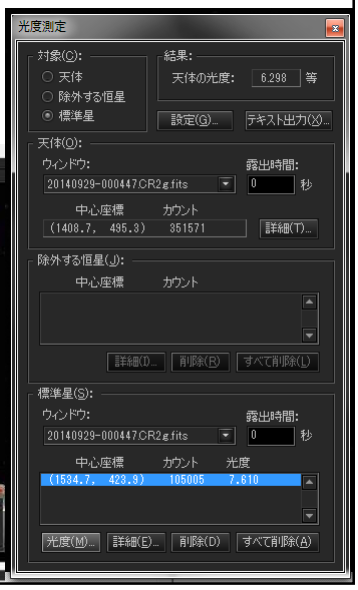
食変光星観測の流れ

（2）測光

①「ステライメージ」で光度測定

比較星　1星

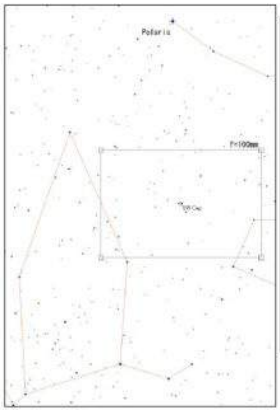


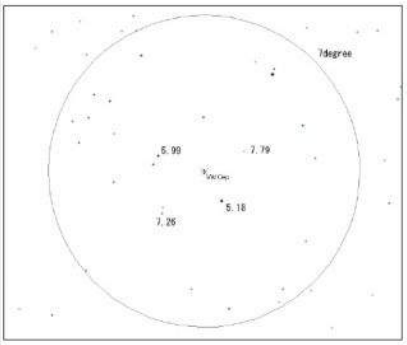


初めての食変光星の観測

VW Cep
光度7.23～7.68
タイプ　EW/KW
周期　0.2783146日

VW Cep

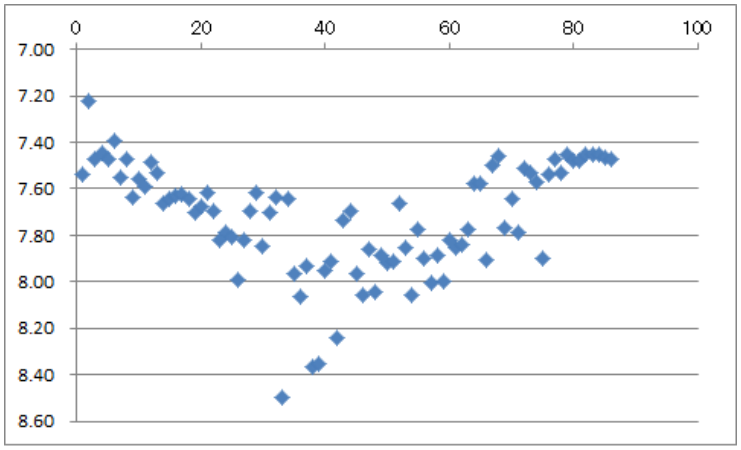




初めての食変光星の観測

2014.05.23　VW Cep

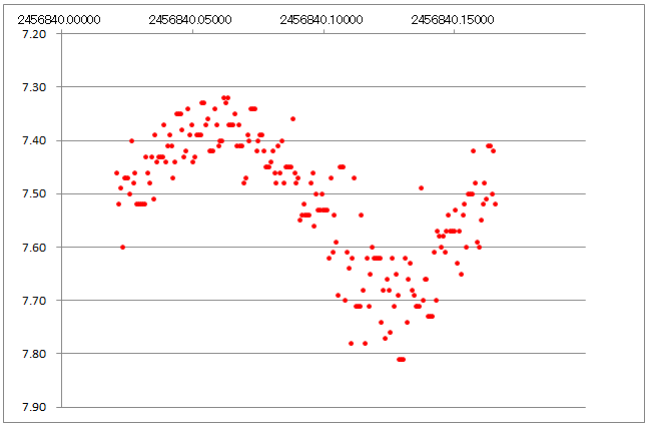
レンズ：85mm　ISO800　10秒露出
10秒露出で連続撮影　1分毎の画像を使う



初めての食変光星の観測

2014.07.01　VW Cep

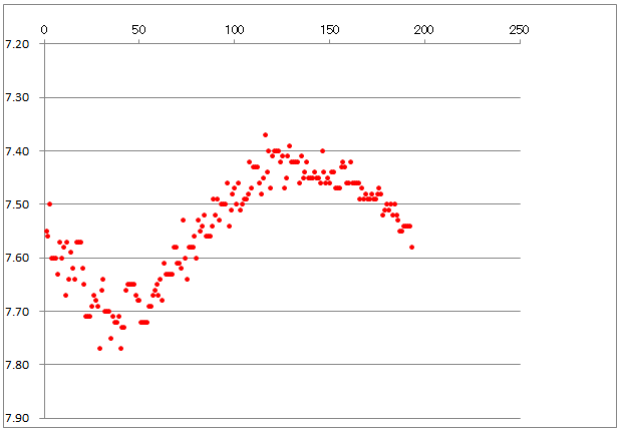
レンズ：85mm　ISO800　20秒露出
パソコンで操作　1分毎に撮影



初めての食変光星の観測

2014.07.25　VW Cep

レンズ：85mm　ISO800　20秒露出
パソコンで操作　1分毎に撮影

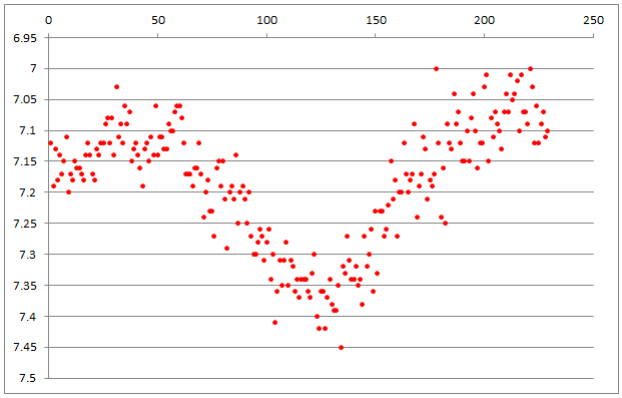


初めての食変光星の観測

2014.09.07　VW Cep

レンズ：85mm　ISO800　30秒露出

パソコンで操作　1分毎に撮影

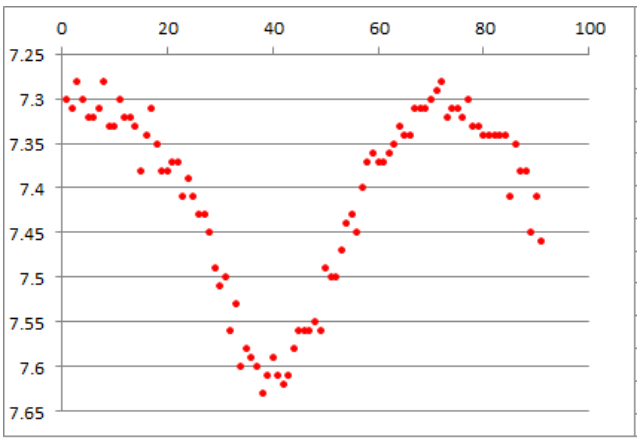


初めての食変光星の観測

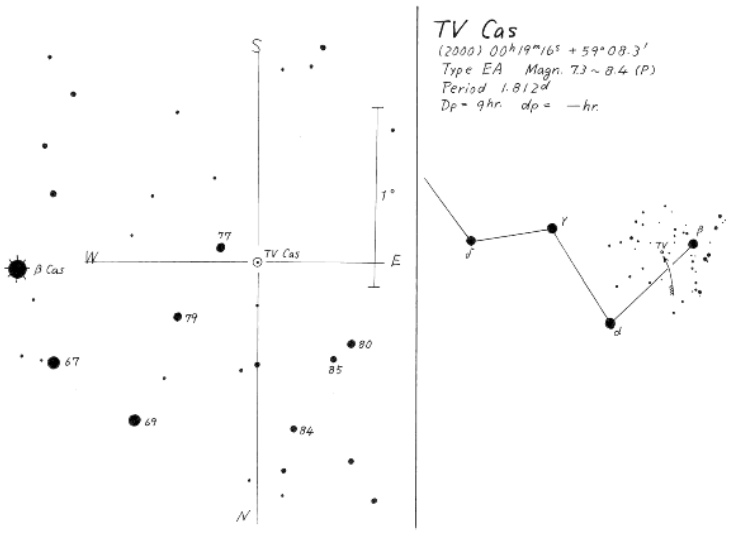
2014.09.29　VW Cep

レンズ：135mm　ISO800　30秒露出

パソコンで操作　3分毎に撮影



初めての食変光星の観測

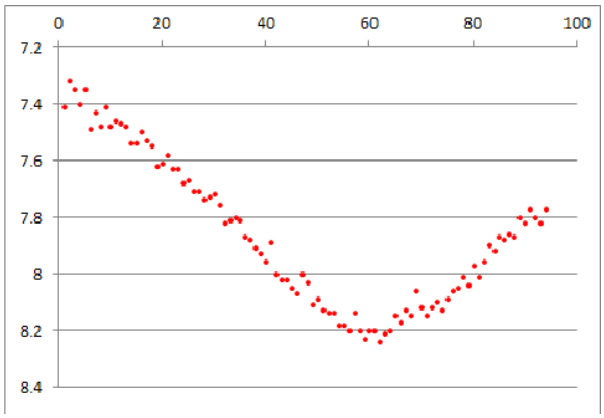


初めての食変光星の観測

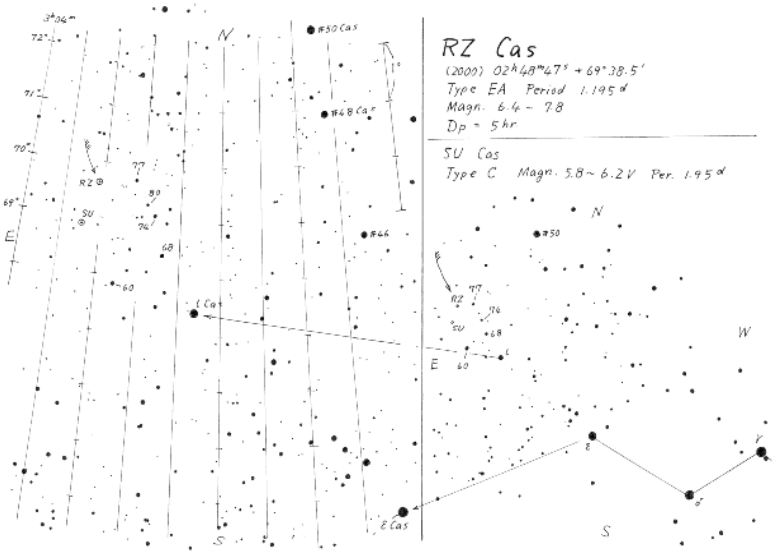
2014.09.27 TV Cas

レンズ：135mm ISO1600 30秒露出

パソコンで操作 3分毎に撮影



初めての食変光星の観測

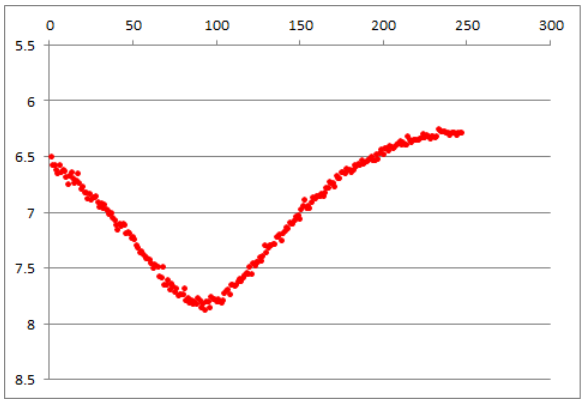


初めての食変光星の観測

2014.09.22　RZ Cas

レンズ：135mm　ISO800　30秒露出

パソコンで操作　1分毎に撮影

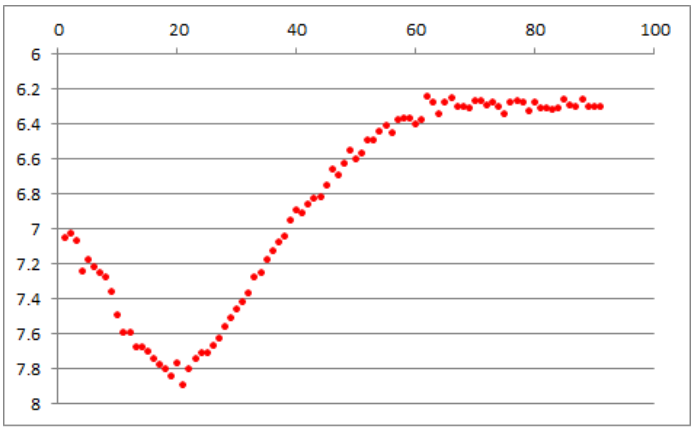


初めての食変光星の観測

2014.09.28　RZ Cas

レンズ：135mm　ISO1600　30秒露出

パソコンで操作　3分毎に撮影



食変光星（6～8等級）の観測

- レンズ：長めのレンズ（135mm）
- 露　出：30秒
- ピント：少しピンボケ
- 撮影間隔：周期によって変える

ガリレオ衛星の相互食

滋賀県東近江市
井　田　三　良

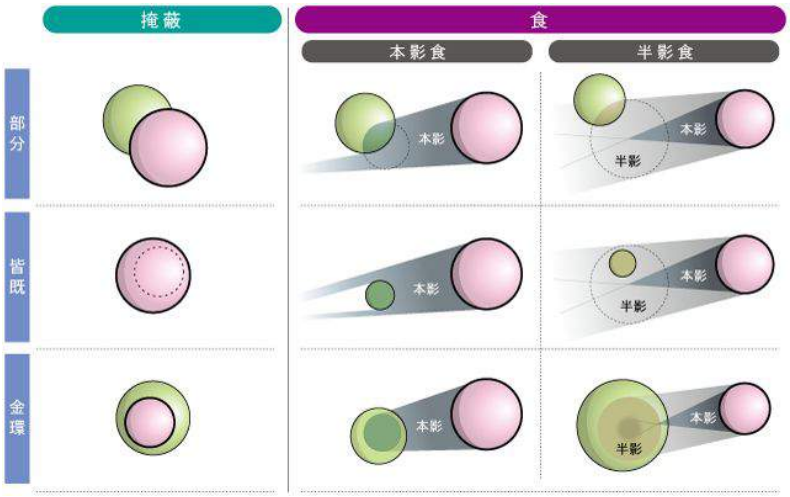
ガリレオ衛星の相互食とは？

●ガリレオ衛星は、ほぼ木星の赤道面上にある
↓
●6年ごとに地球が木星の赤道上にくる
||
二つの衛星と地球が一直線上に並ぶ

このとき、
衛星により衛星が隠される「掩蔽」
衛星が他の衛星の影に入る「食」

光量変化を観測 → 木星の衛星の運動を精密に決定

ガリレオ衛星の相互食とは？



アストロアーツHPより

観測機材

●望　遠　鏡：20cmカセグレン
　　3.3レデューサ、2.4倍 Cアダプター

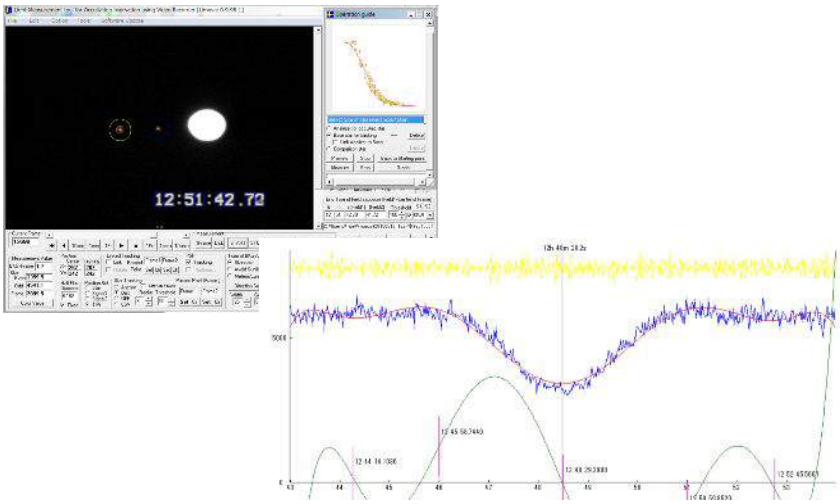
●CCDカメラ：WAT-100N

●記　　録：ビデオカメラ

●保　　持：GHS時計
　　（杉江淳氏作成）

解析ソフト

- limovie

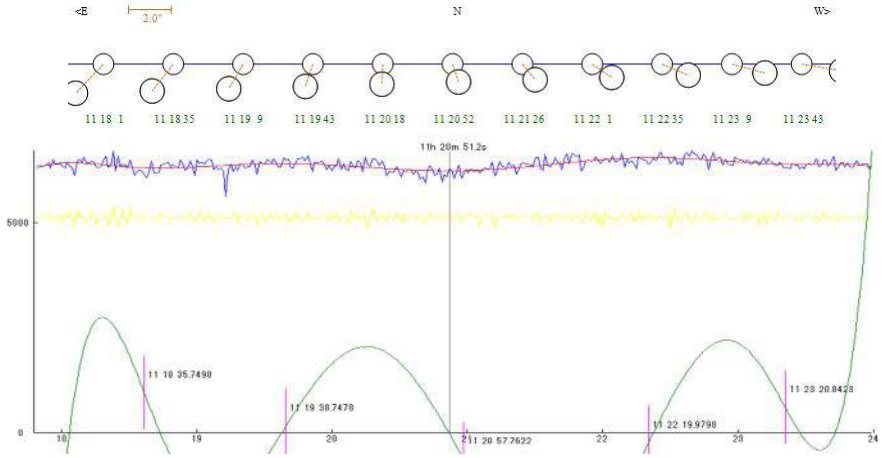


今シーズン（2014~15）の観測

年	月	日	現象	減光量	減光等級
2014	11	22	3O1T	49	0.73
2014	12	16	2O1A	45	0.64
2014	12	23	2O1P	35	0.47
2014	12	30	2E1P本	9	0.1
2015	1	24	2E1P本	38	0.51
2015	1	24	2O1P	24	0.3
2015	2	9	3O2T	39	0.54
2015	2	9	4E2P半	17	0.2
2015	3	2	1O2P	5	0.05
2015	3	2	1E2P本	25	0.31
2015	3	8	3O4P	21	0.25
2015	3	20	1O3P	20	0.24
2015	3	20	1E3A本	46	0.67
2015	3	21	1E3A本	37	0.51
2015	3	22	2E1P本	31	0.41
2015	3	27	1O3P	17	0.2
2015	3	28	1O3P	15	0.18
2015	3	28	1E3P本	26	0.32
2015	3	29	2O1P	23	0.29
2015	3	29	2E1P本	20	0.24
2015	4	17	1E2A本	83	1.9
2015	4	27	3O4P	27	0.35
2015	5	19	1E2P本	44	0.63
2015	5	27	3O1P	44	0.64

2015.03.02　1O2P

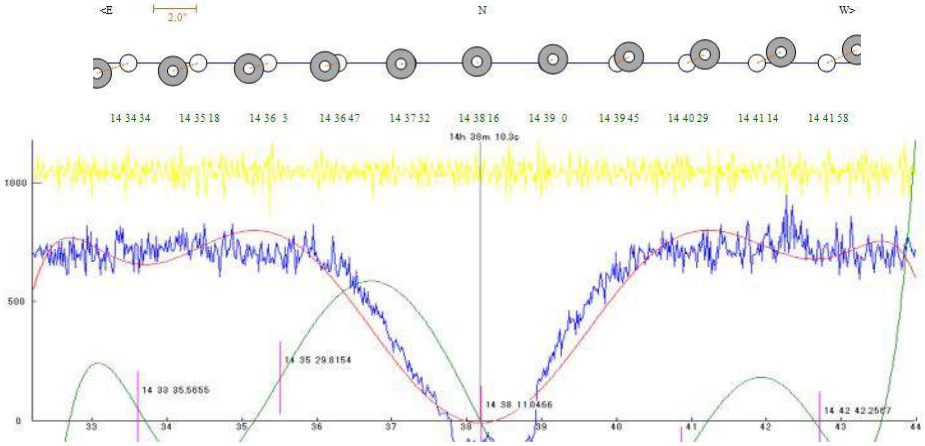
- 減光量　5%
- 減光等級　0.05等級
- 現象中央時刻　11h20m52s



2015.04.17　1E2A本

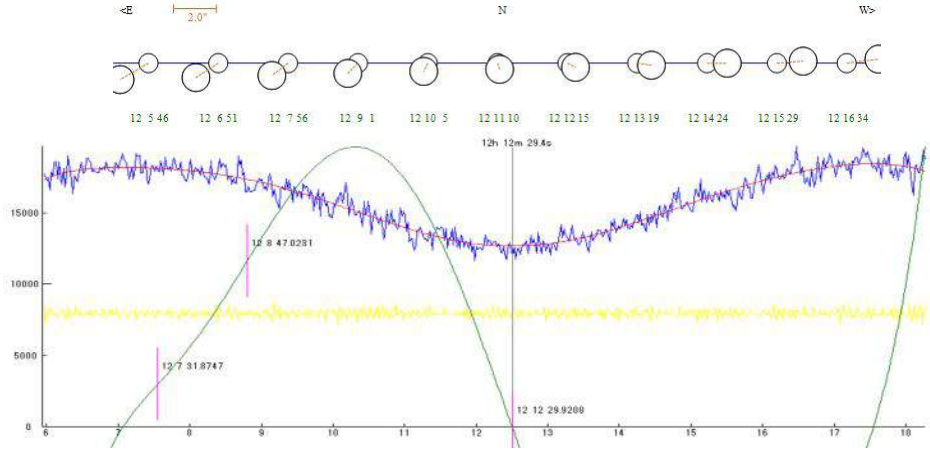
- 減光量　83%
- 減光等級　1.90等級
- 現象中央時刻　14h38m16s

動画
http://blogs.yahoo.co.jp/maron030926/13275134.html



2015.05.27　3O1P

- 減光量　44%
- 減光等級　0.64等級
- 現象中央時刻　12h11m10s

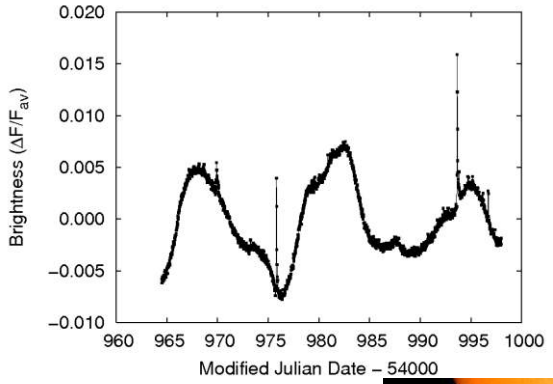


KWS(Kamogata/Kiso/Kyoto Wide-field Survey)の3色同時測光対応化とそのデータを用いた明るい変光天体の観測

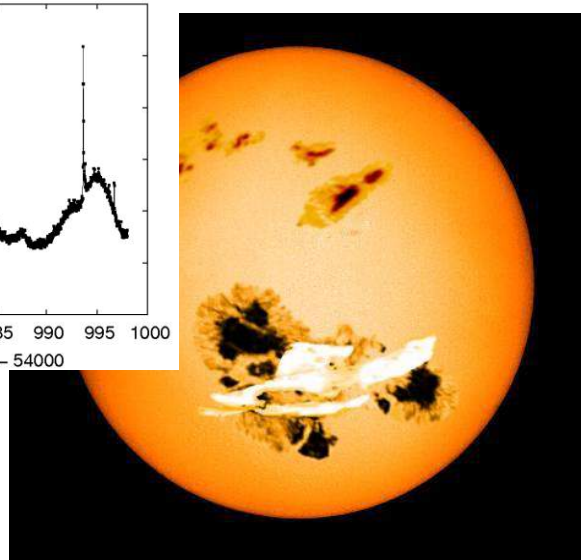
前原裕之（岡山天体物理観測所）

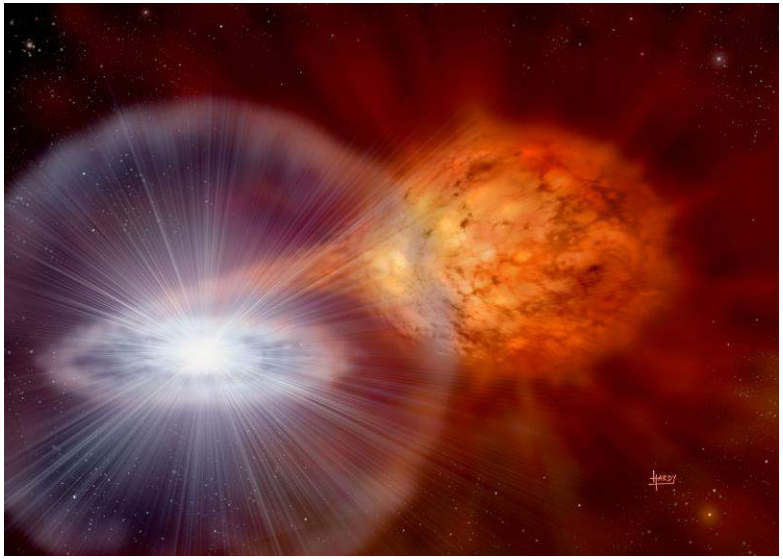
KWSの目的とする天体

- X線で明るい近傍の太陽型星
  - 自転周期の測光的な測定
  - 長期的な活動性の変動の観測
- 明るい新星や矮新星の突発的な増光
  - 早期に増光を検出して分光などの詳細な観測を行う
- 長周期の脈動星や食連星
  - アーカイブデータの活用

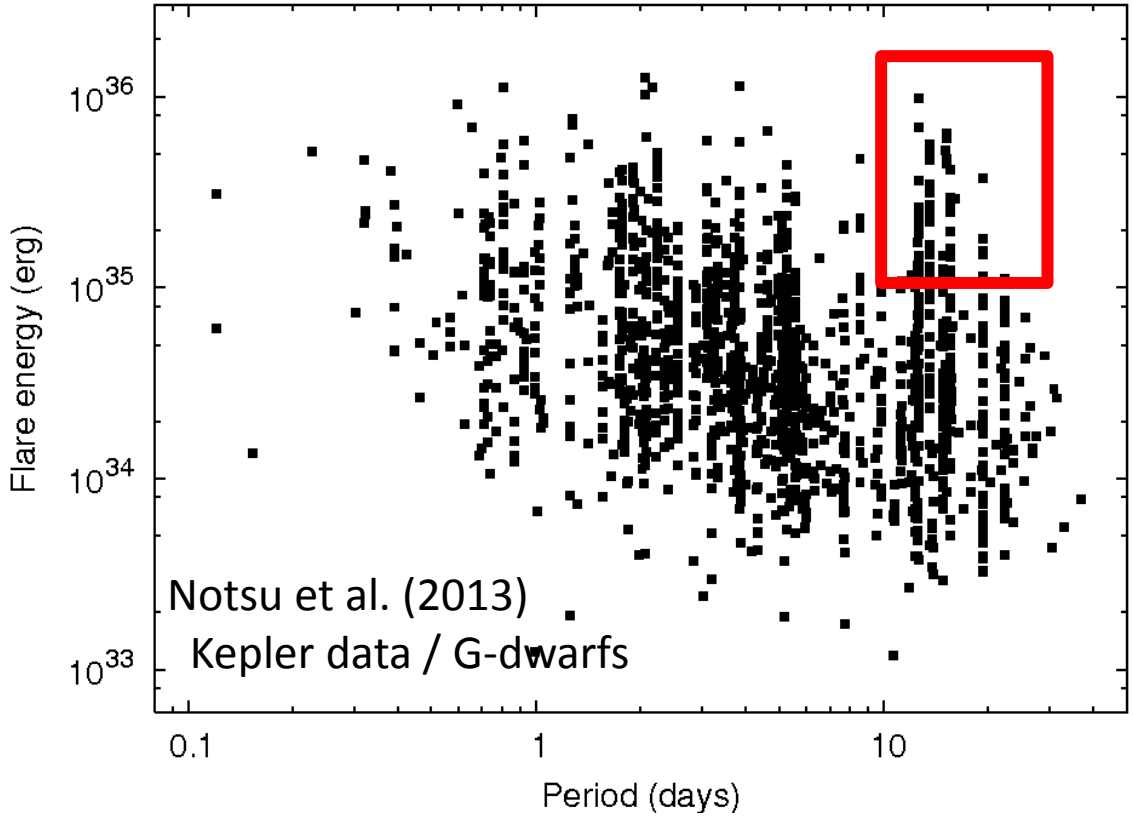


Maehara et al. (2012)





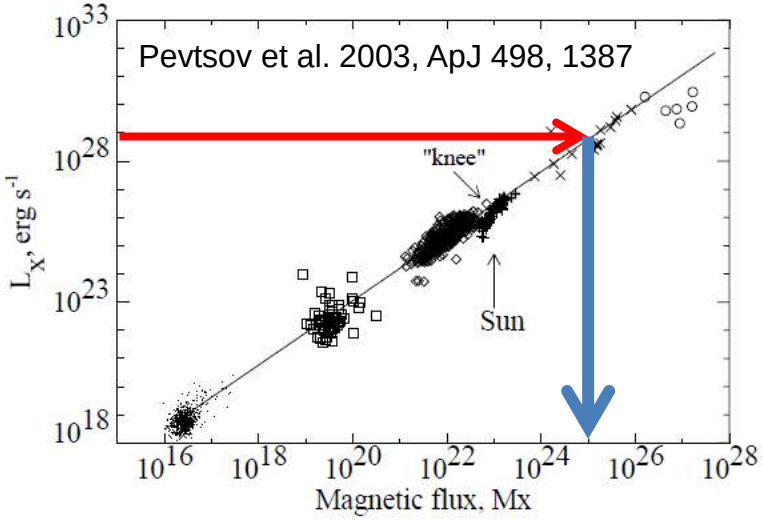
Flare energy vs. rotation period



- 自転周期の長い天体でも大きなフレアを起こす天体が存在する
  - 本当にこれらは太陽と似た天体なのか？
- 高分散分光・偏光分光で星の性質を詳細に調べたい
  - Kepler fieldの天体は暗すぎる（10等より暗い）

強いX線放射を示す明るい太陽型星

- Lx > 10^{29} erg/secで9等より明るいG型主系列星をHipparcos/ROSATカタログから選択
  - 太陽のX10クラスフレアのピークでLx~10^{29} erg/s
    - ROSAT all sky surveyの結果なので、常時X線で明るいと考えられる（フレアをたまたま観測した可能性は低い）
- 非常に大きな黒点を持つ天体であることが示唆される
  - みかけの星表面積の5-10%程度



フレアの検出は地上観測では難しい
→G型星の場合は振幅5%程度のものがもっとも頻度の高い星でも10日に1回しか起きない

大きな黒点を持つ星の自転による変光（5%程度の振幅）は自転位相をカバーすれば必ず観測できる
→自転周期の長い大きな黒点を持つ天体はあるか？

Kiso/Kyoto Wide-field Survey (KWS)

- 105mm lens + ST-8XMEによる広視野サーベイ
  - 最初は50mm lens + ST-7Eでスタート
  - 明るい（Vmag<11）新星等の突発天体、変光星がターゲット
  - 1視野5度×7.5度、1晩で10000平方度をサーベイ

＠京都（2010年12月-2012年11月）

2010年12月-2012年3月

2012年3月-2013年4月

＠木曽（2012年12月-2014年10月）

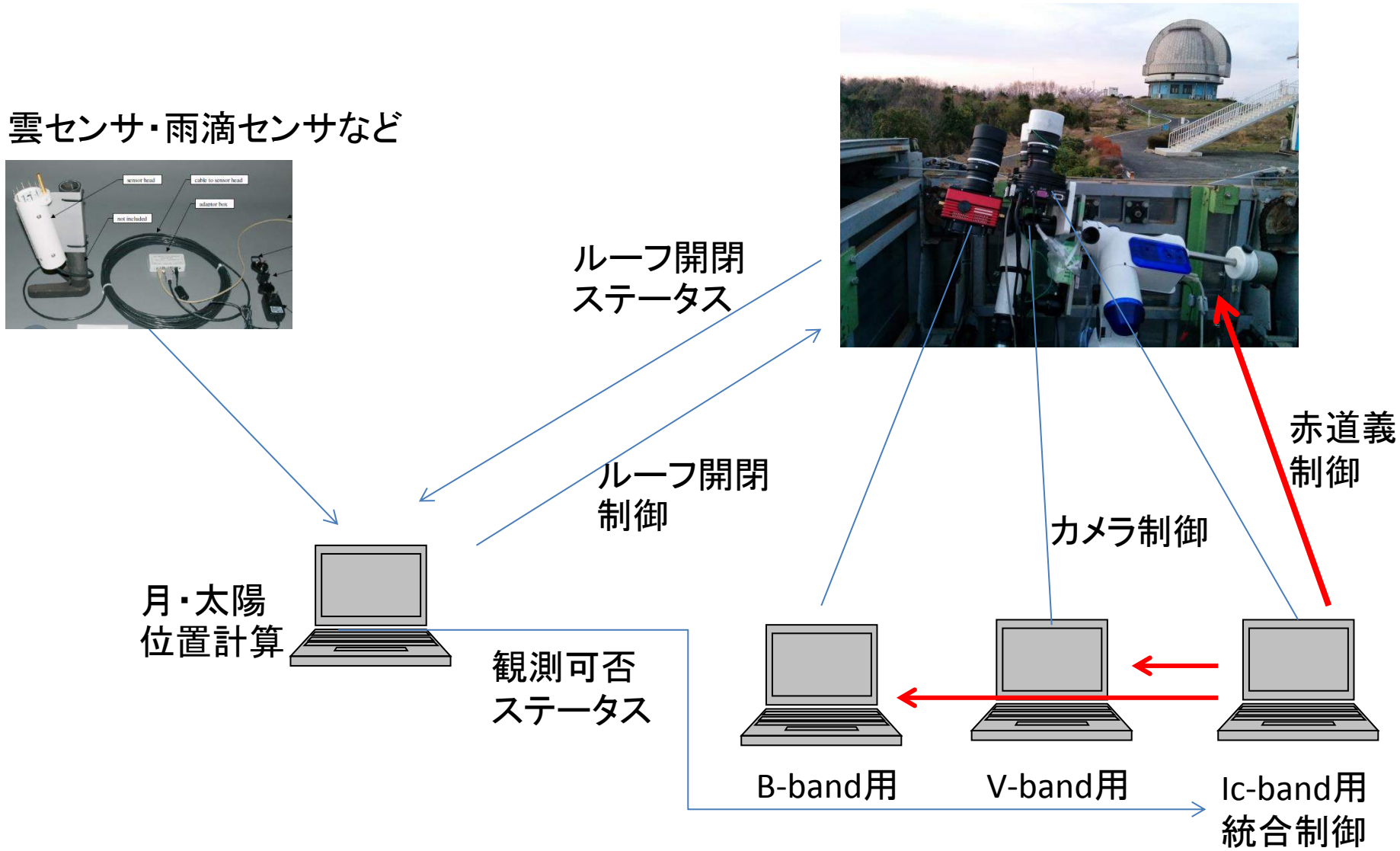
2013年5月-

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

- V-band用とIc-band用
  - 105mm F/2.0 + ST-8XME
- B-band用
  - 105mm F/2.0 + STT-1603ME
- 2014年11月に岡山天体物理観測所に撮像システム一式を移設
  - 運用停止中のシーイングモニターの場所を借りて運用
- 自動観測・解析
- Decl.　-33度から+66度の範囲の子午線付近を観測
  - 1領域を1晩に2回連続して撮影

2015/04-

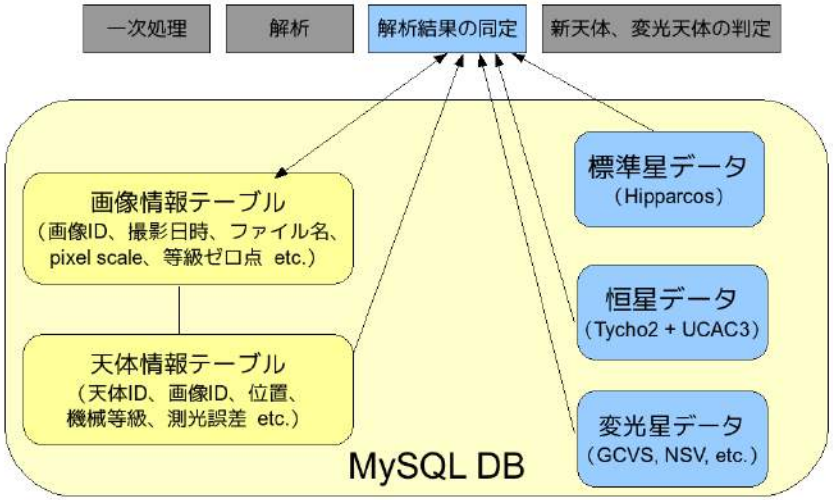
KWSの撮像システム

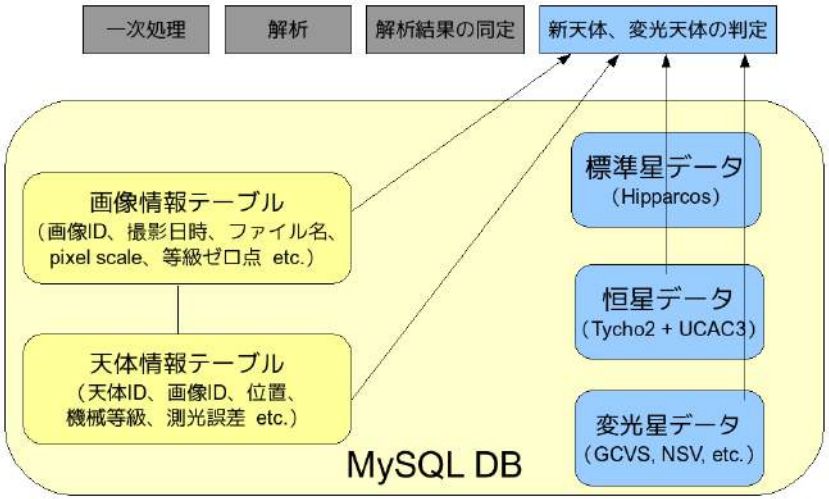

雲センサ・雨滴センサなど
sensor head
cable to sensor head
adaptor box
not included
ルーフ開閉
ステータス
ルーフ開閉
制御
赤道義
制御
カメラ制御
月・太陽
位置計算
観測可否
ステータス
B-band用
V-band用
Ic-band用
統合制御

KWSの解析パイプライン

- 一次処理：Pyraf+WCSTools+SCamp
  - 標準的な処理＋WCS書き込み
- 天体検出：SExtractor （写っている全天体を測光）
  - 検出した天体の情報はMySQLデータベースに保存
- カタログマッチング+等級ゼロ点校正
  - MySQL DBとPython scriptで実装

  http://kws.cetus-net.org/~maehara/kws_devel/KWS-20150530.tgz
- 撮像後1-2分程度で処理完了

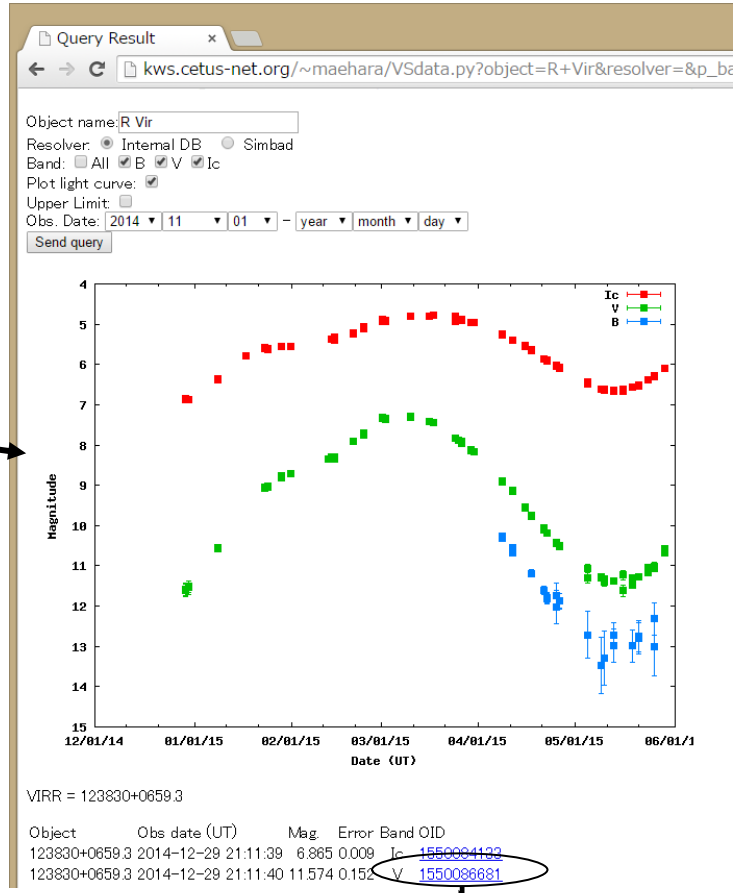




データ公開用のWebインターフェース

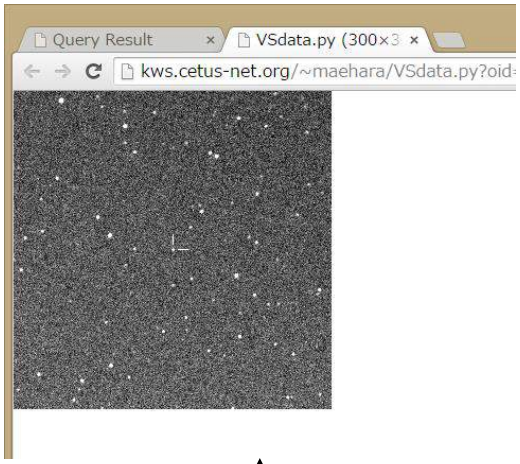
http://kws.cetus-net.org/~maehara/VSdata.py

天体名を指定してデータの取得と光度曲線の作成



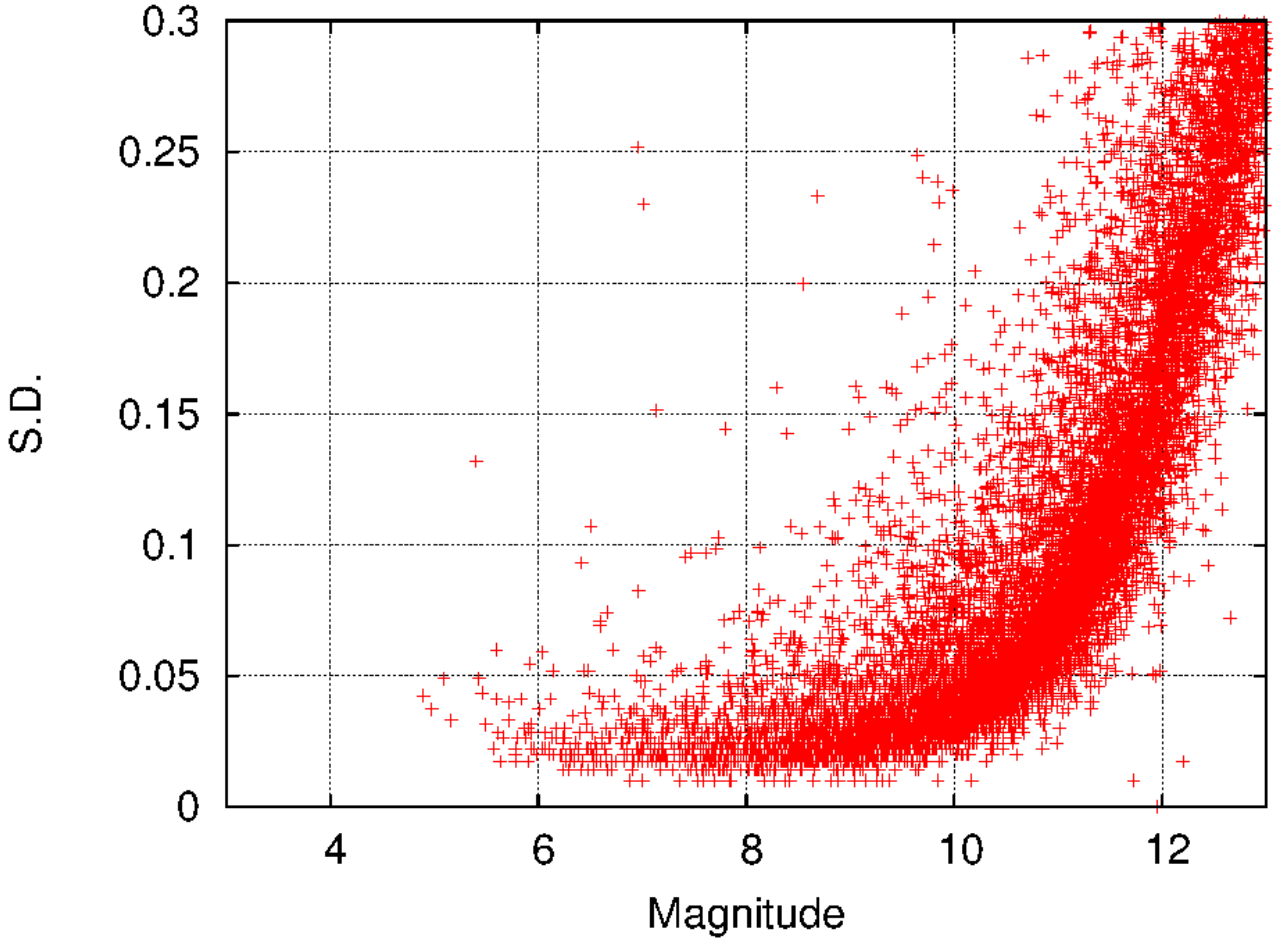
データ数

5/29までで約20億件

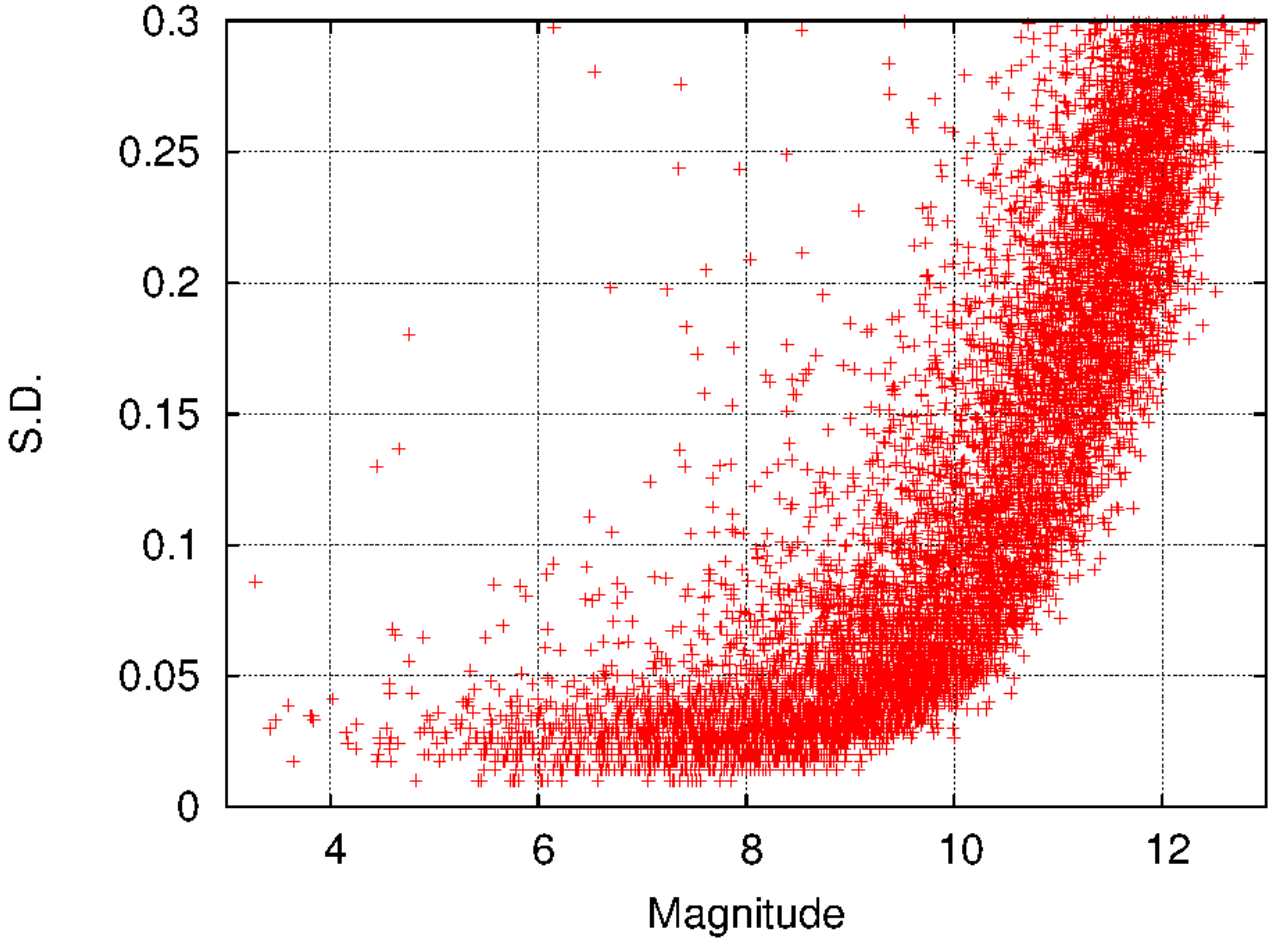


個々のデータ点の天体周辺の画像表示

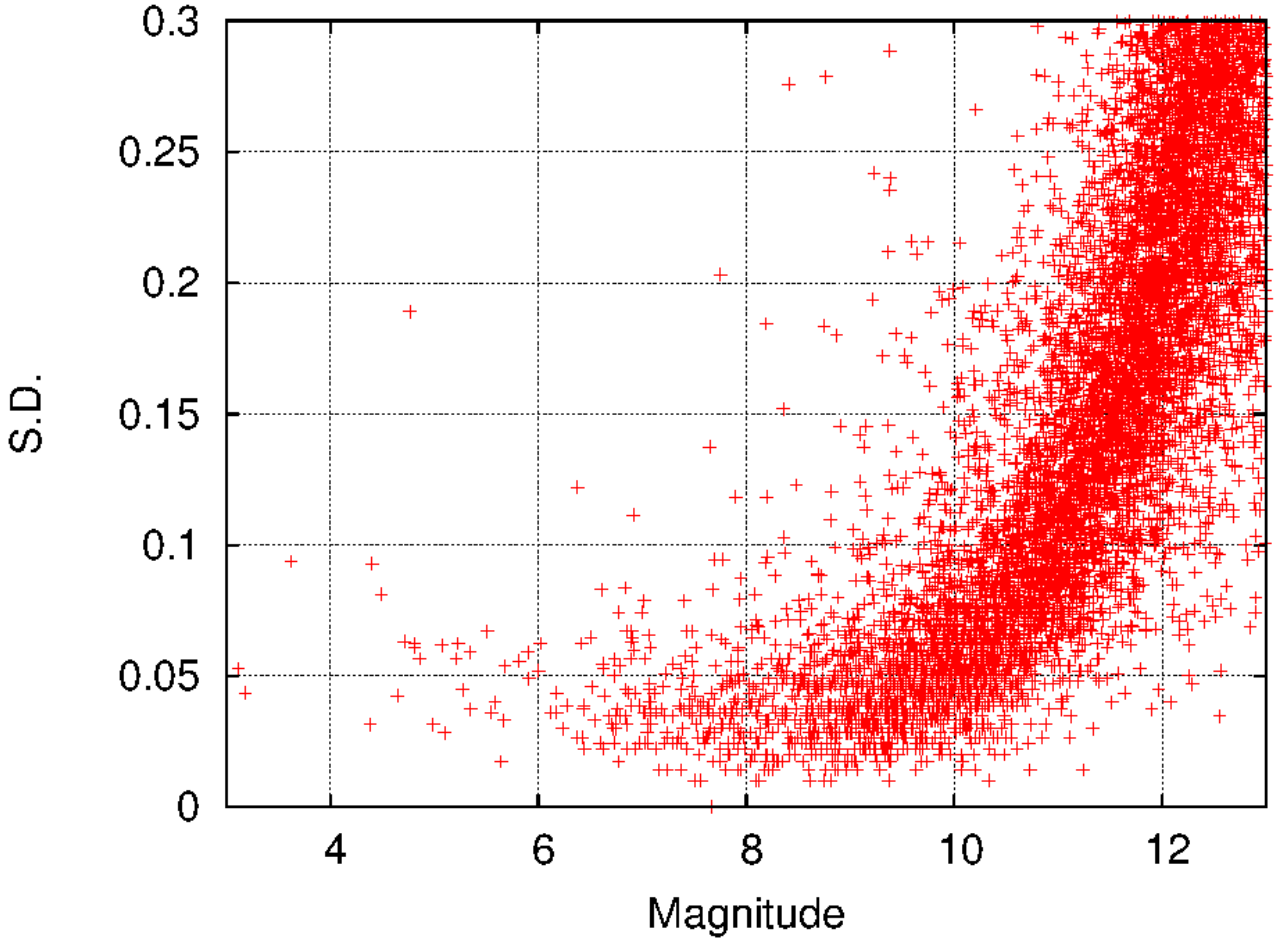
測光精度(V-band)



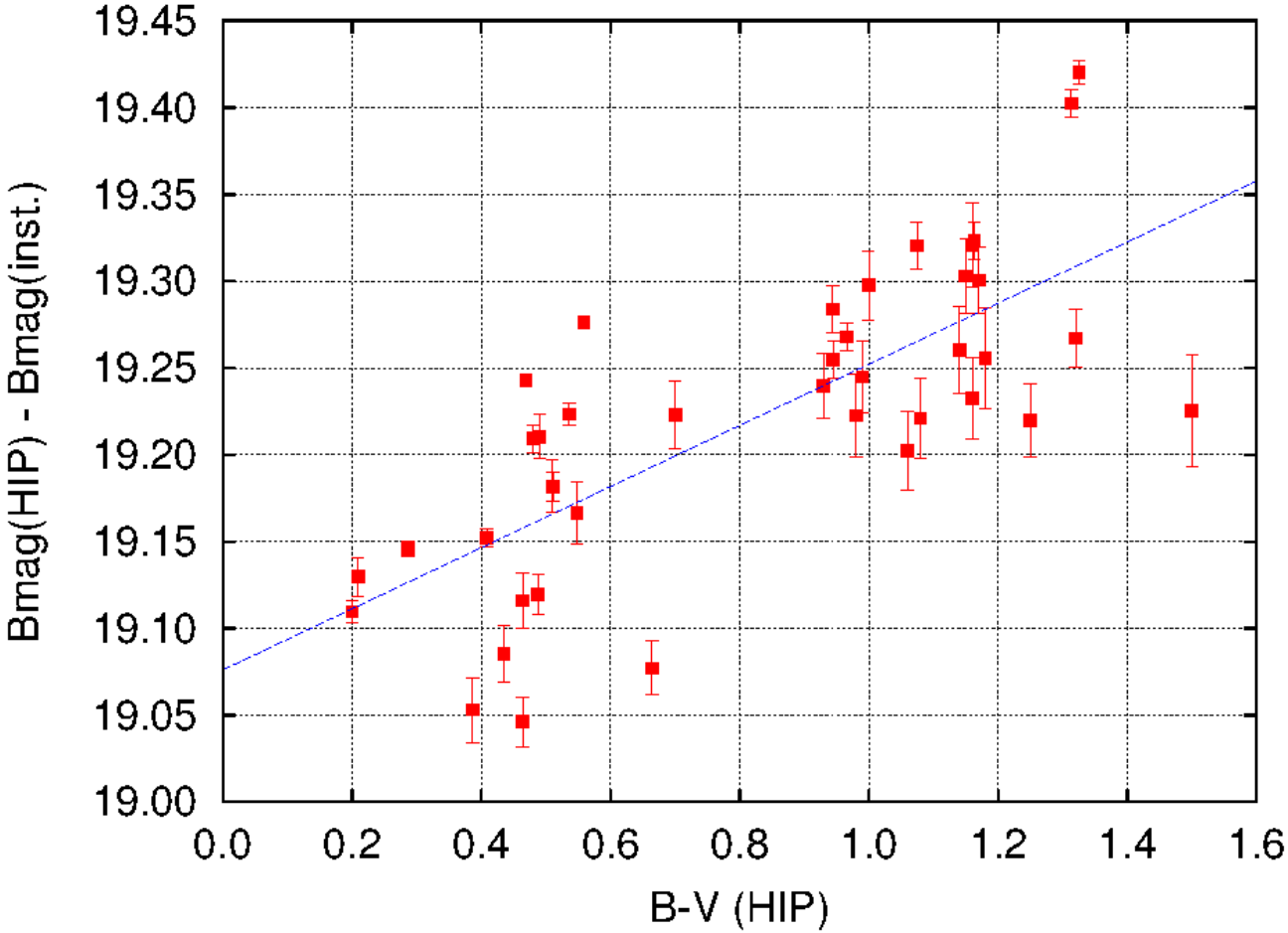
測光精度(Ic-band)



測光精度(B-band)



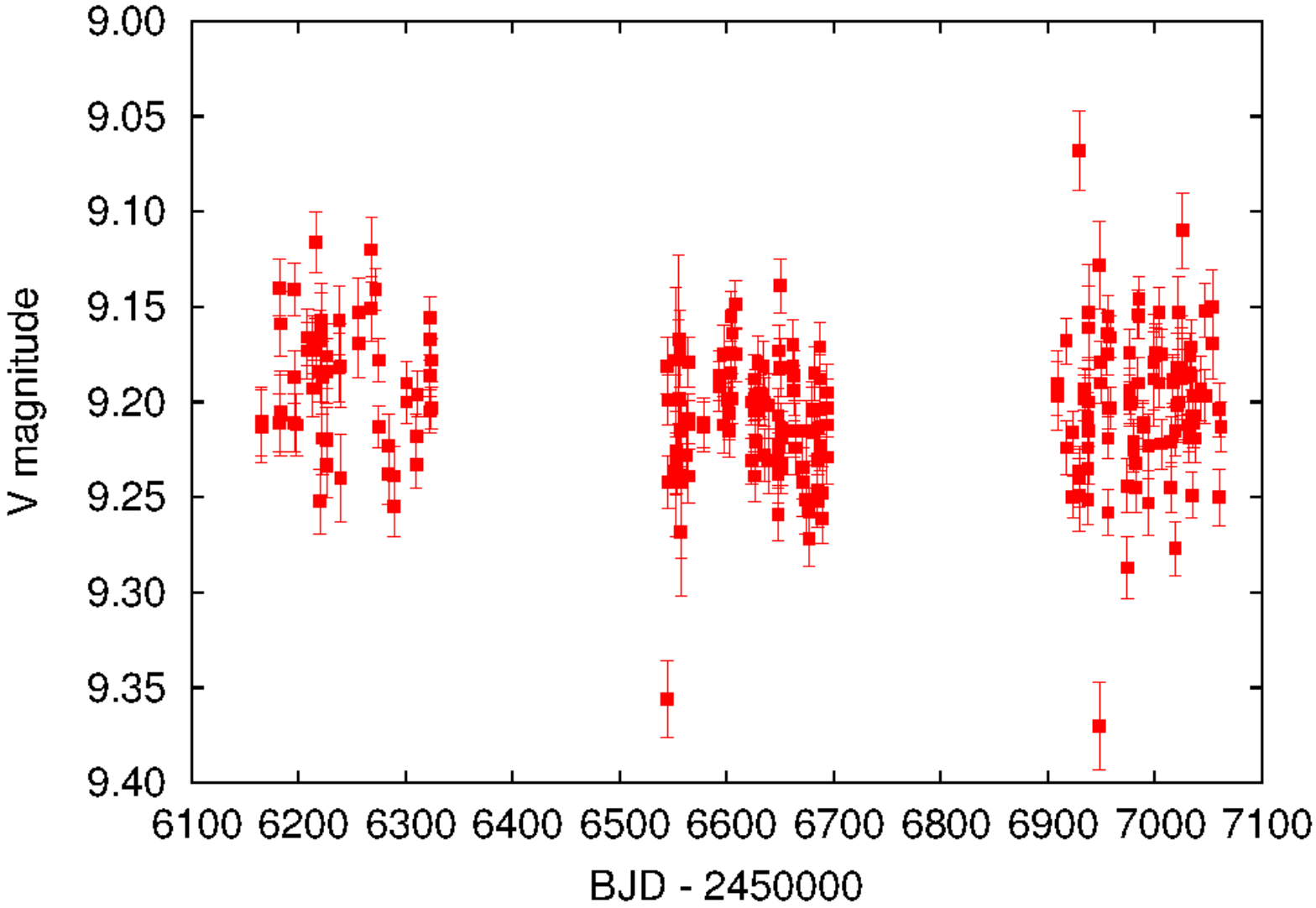
B-bandのcolor term



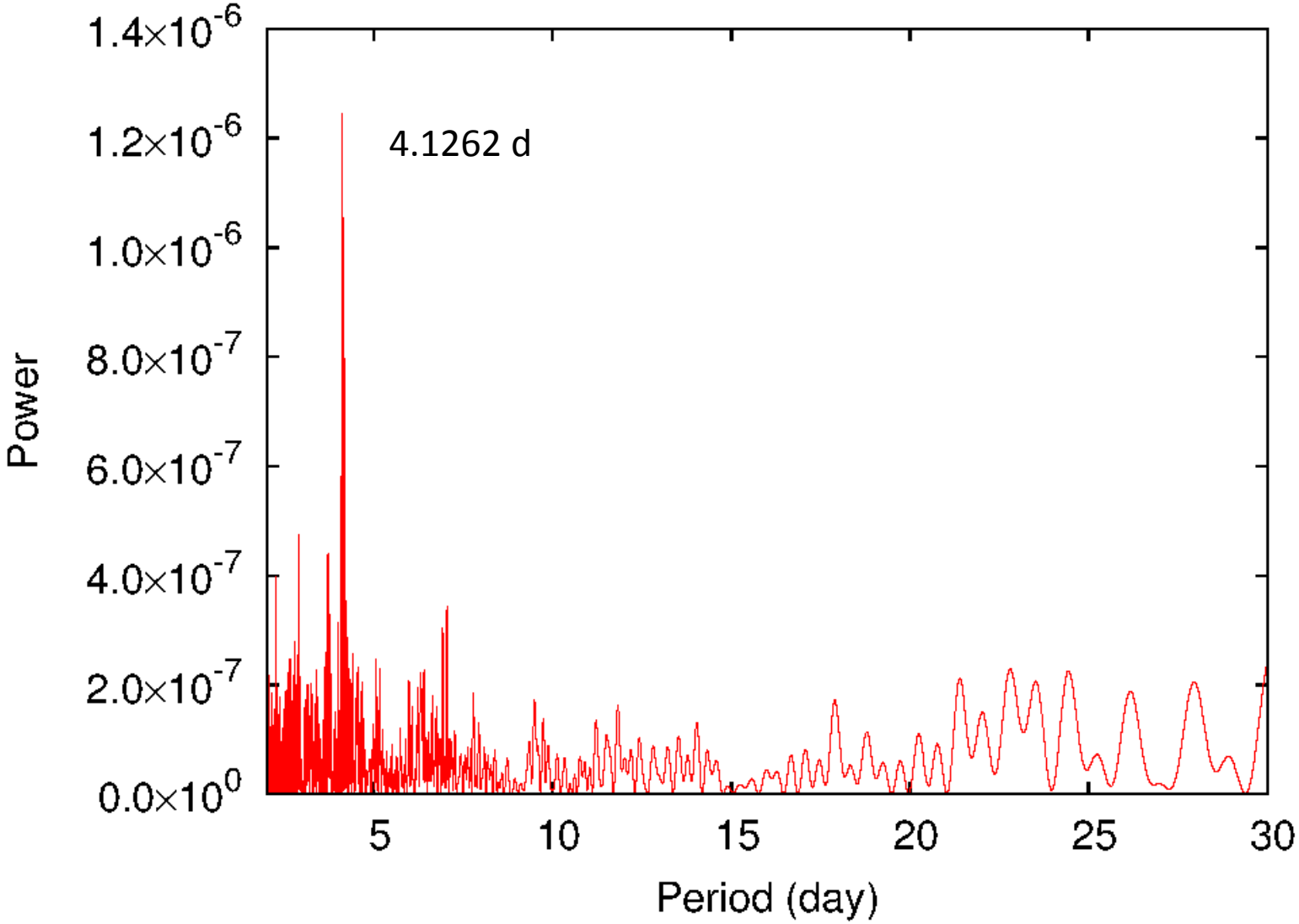
測光精度

- V-band: 5-10等で5%以下の標準偏差
  - 明るい天体でも数ヶ月にわたる観測では2%程度のばらつきが残る
  - 4.5等より明るいと測定できない
- Ic-band: 4-9等で5%以下
  - 明るいほうの限界は3.5等程度
- B-band: 5-10等で5%以下
  - Color termが大きい(0.176)ので等級ゼロ点の決定精度がV, Icに比べて悪い
    - 視野は中心は毎回同じになるので、絶対値は信用できないが相対的な変化の検出には影響が少ない（はず）
    - Color termの補正などの機能は今後実装予定

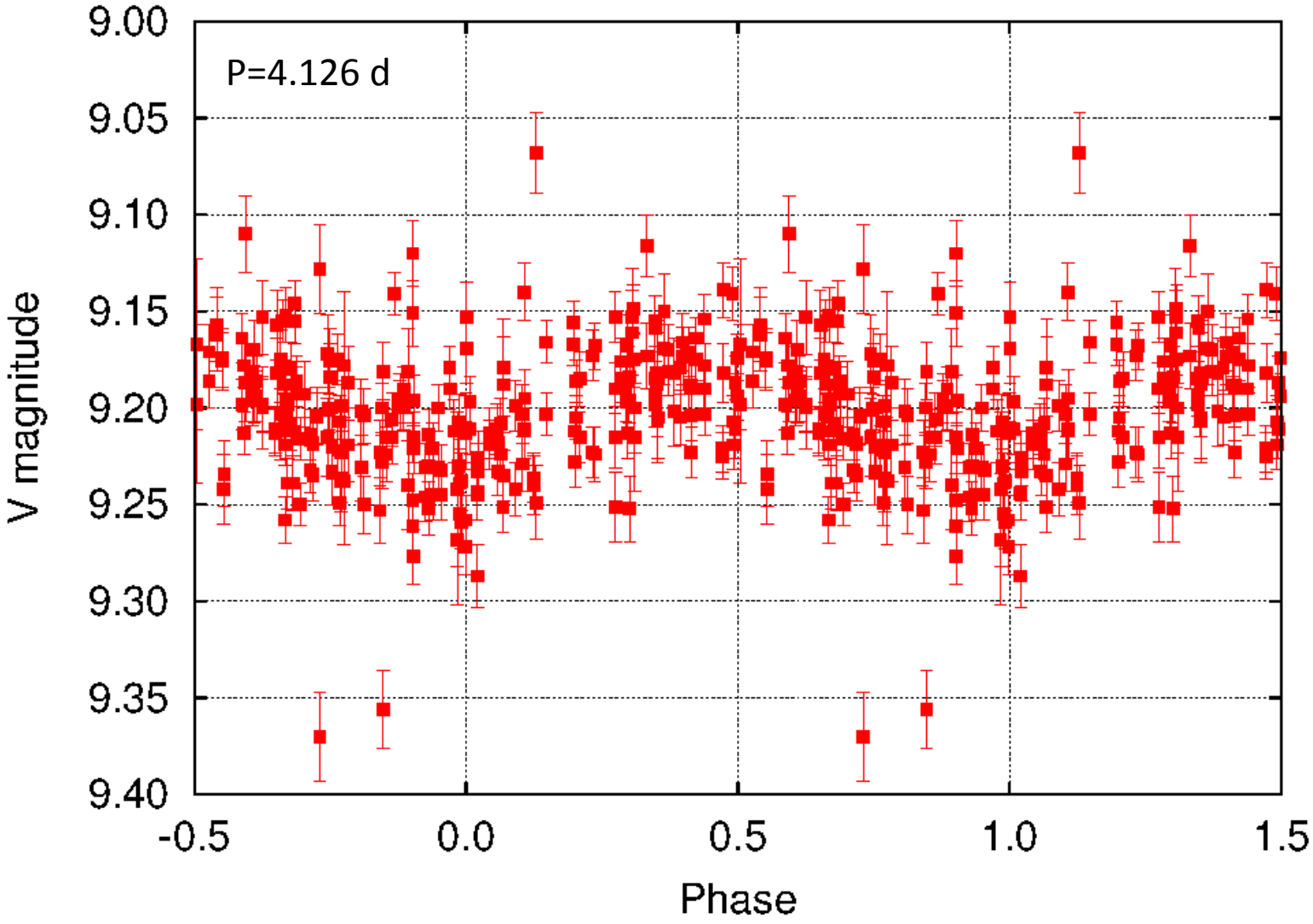
観測例（HIP14997; 太陽型星）



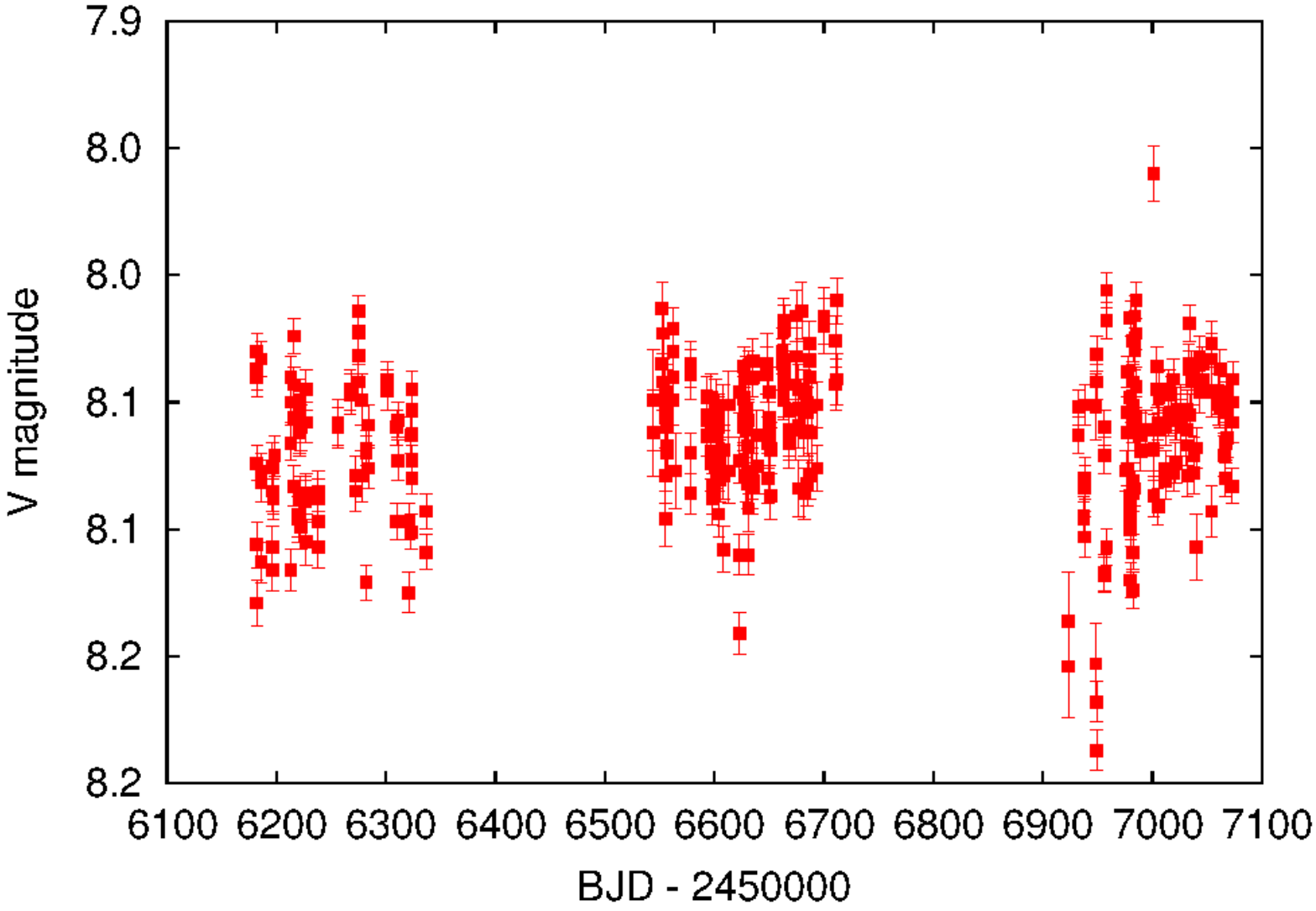
観測例（HIP14997; 太陽型星）



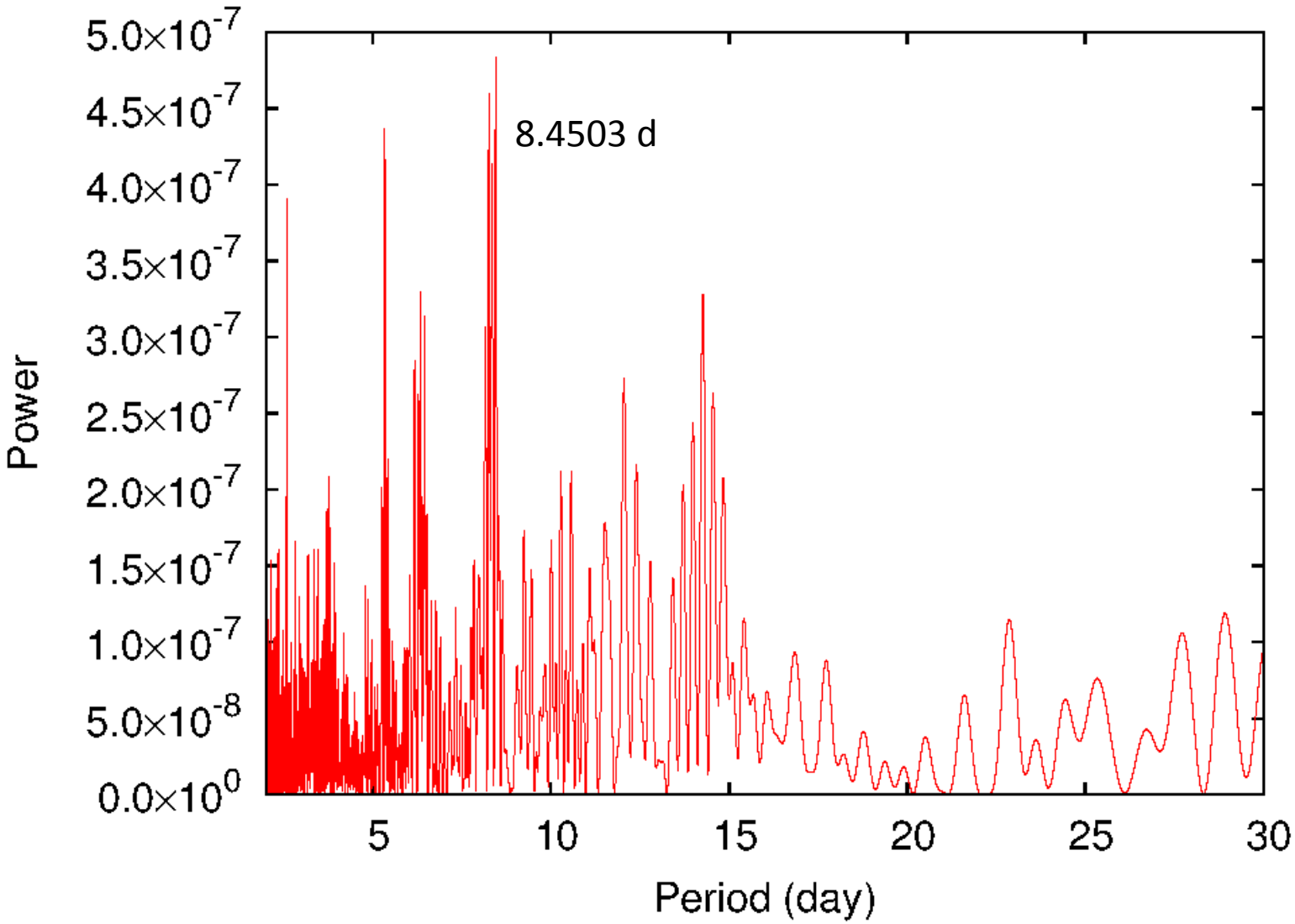
観測例（HIP14997; 太陽型星）



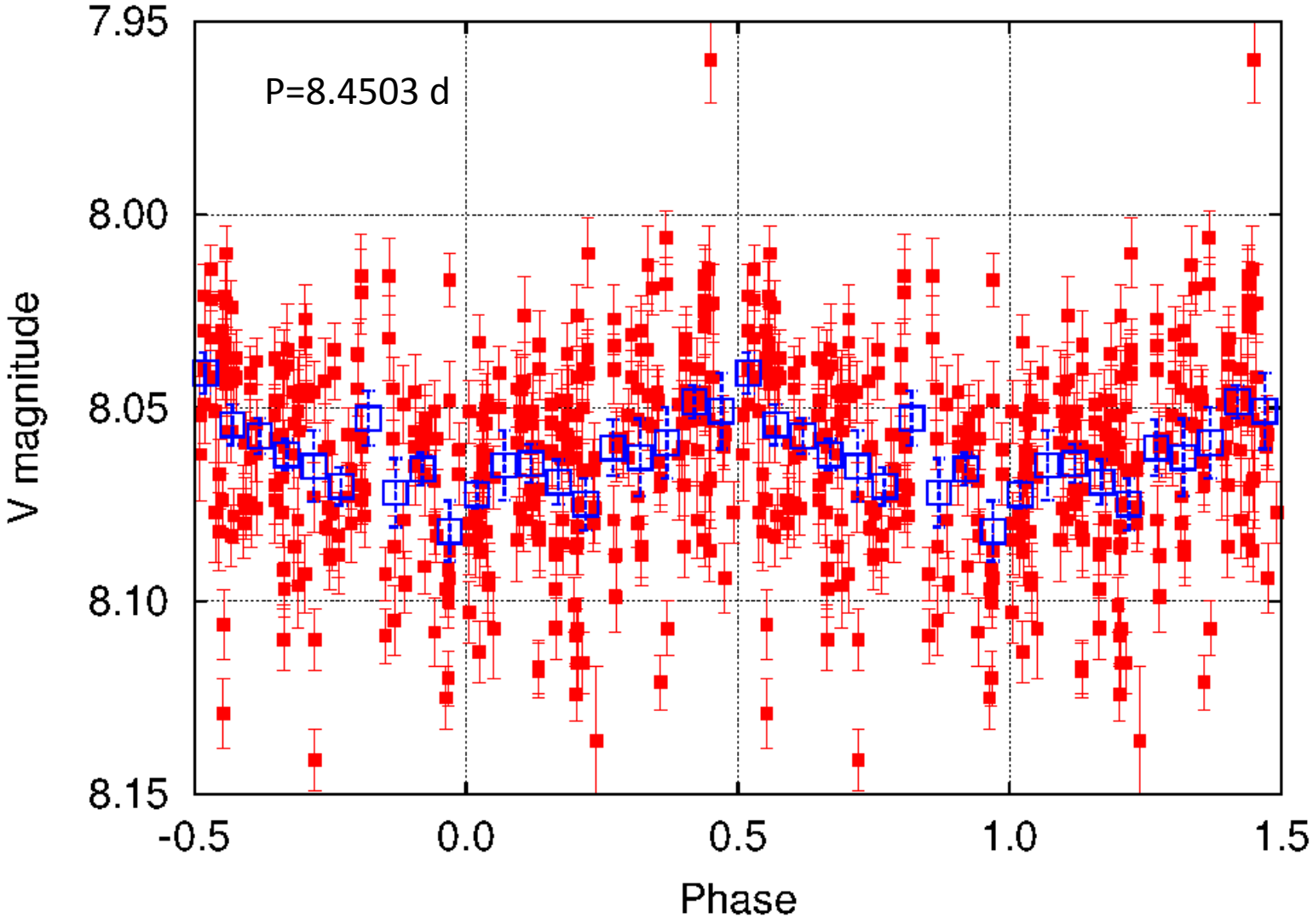
観測例（V1310 Tau; 太陽型星）



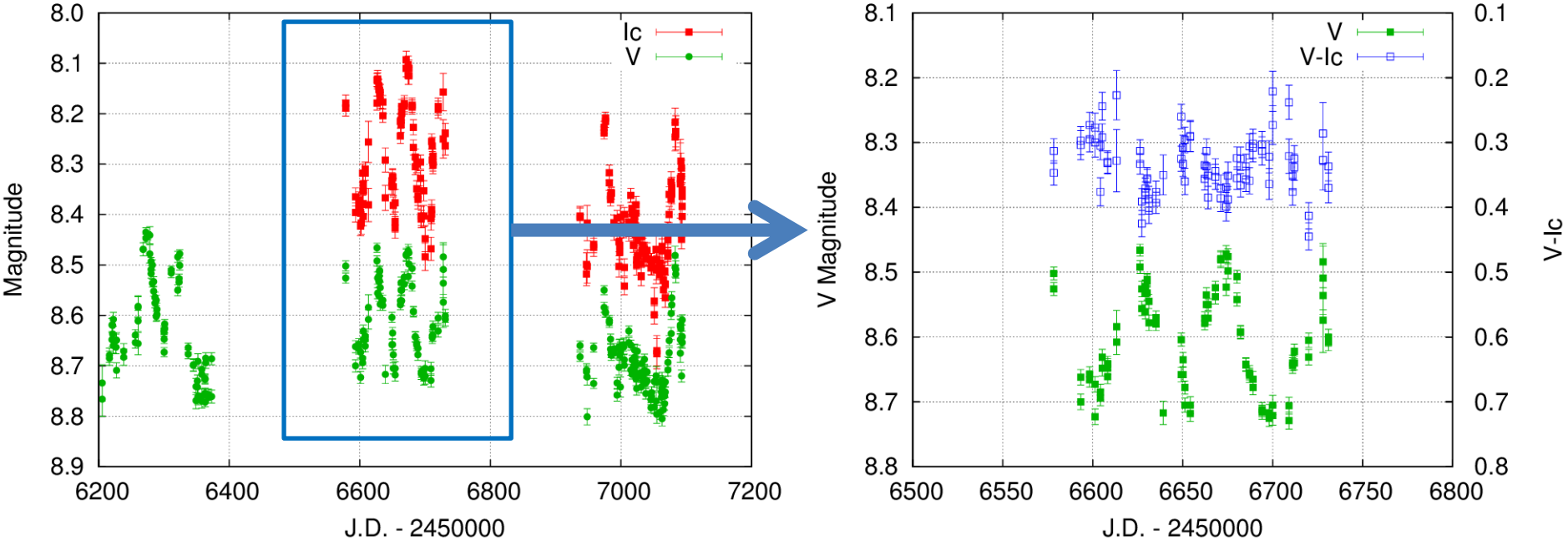
観測例（V1310 Tau; 太陽型星）



観測例（V1310 Tau; 太陽型星）

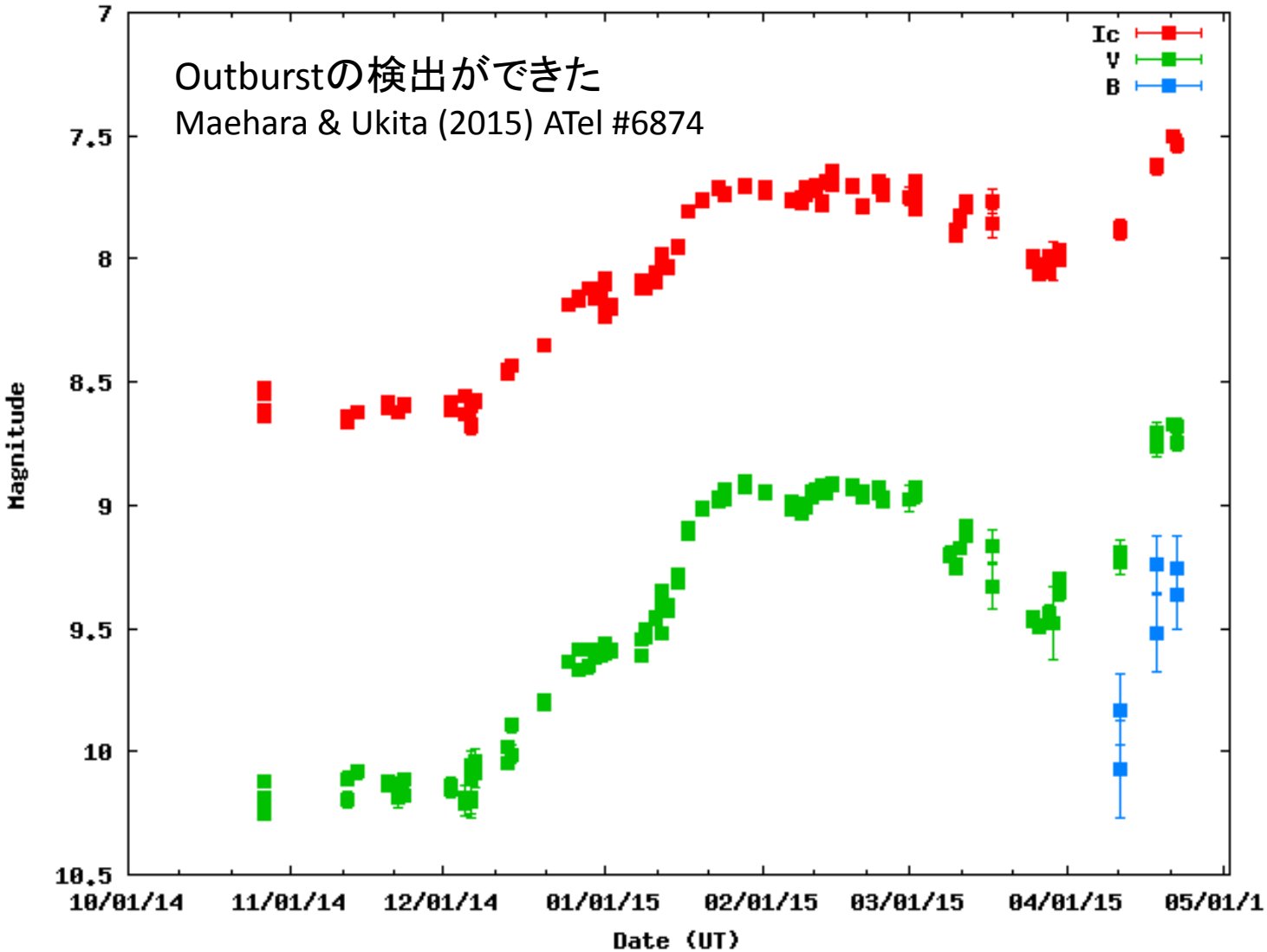


観測例（V733 Mon; Be星）



- 周期50.1日の変光
- 変光に伴って色（V-Ic）も変化
  - 暗い時は青く、明るい時は赤い

観測例（Z CMa; YSO）


Outburstの検出ができた
Maehara & Ukita (2015) ATel #6874
Ic
V
B
Magnitude
7
7.5
8
8.5
9
9.5
10
10.5
10/01/14
11/01/14
12/01/14
01/01/15
02/01/15
03/01/15
04/01/15
05/01/1
Date (UT)

まとめ

- KWSもついに3色同時測光になりました。
  - 2013年にIcを追加、2015年にBを追加
- 3色とも5-9等程度の範囲では5%以下の測光精度を達成
  - B-bandはcolor termの問題などいくつか解決すべき課題も残っている
- 当初予定していた活動的な太陽型星の観測にも十分使えそうなデータが得られている
  - Be星など他の明るいターゲットの研究にも十分活用できる

矮新星のモニター観測方法

伊藤芳春
聖和学園高等学校

観測の動機

矮新星観測のススメその２

今田　明(国立天文台岡山）

平成２５年度連星系・変光星・低温度星研究会

観測をして何がうれしいのか？

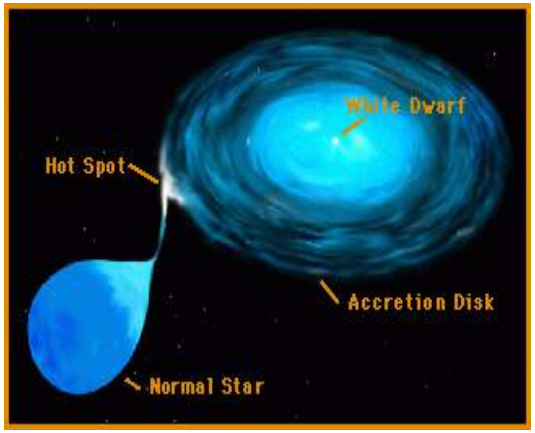
→矮新星の進化段階がわかる

stageＡのsuperhump周期から質量比がわかる

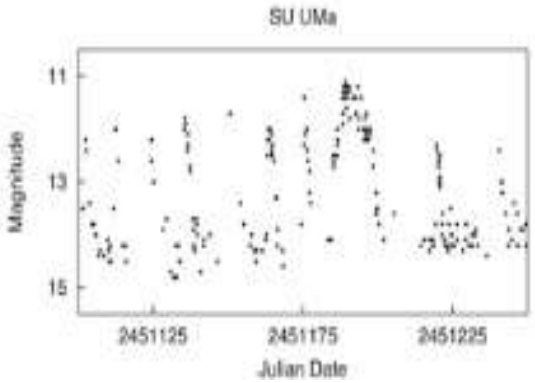
色の変化を調べることで降着円盤の温度構造に制限を課す

SS Cygでもoutburst直前に赤くなる(赤澤）

矮新星とは



- 増光幅２～５等
- 間隔１～数か月　増光（アウトバースト）を繰り返す
- 主星　白色矮星，伴星スペクトル型K～M型の主系列星からなる近接連星
- メカニズム　白色矮星の周りの降着円盤のガスが白色矮星に降着する際に輝く



矮新星は日本で発展した研究分野

◎尾崎洋二（東大，1974年）円盤不安定説
×G.Bath（1973年）伴星不安定説

加藤太一氏たちの京大グループは世界のトップをいく

観測の計画

私の矮新星のモニター観測

- Secondary Photometric Standards in Selected Northern Dwarf Nova Fields（ Misselt, K. A.，1996）から矮新星を選ぶ
- 矮新星のリスト順に（B，V，Rc）観測
- 増光があったら，連続測光観測

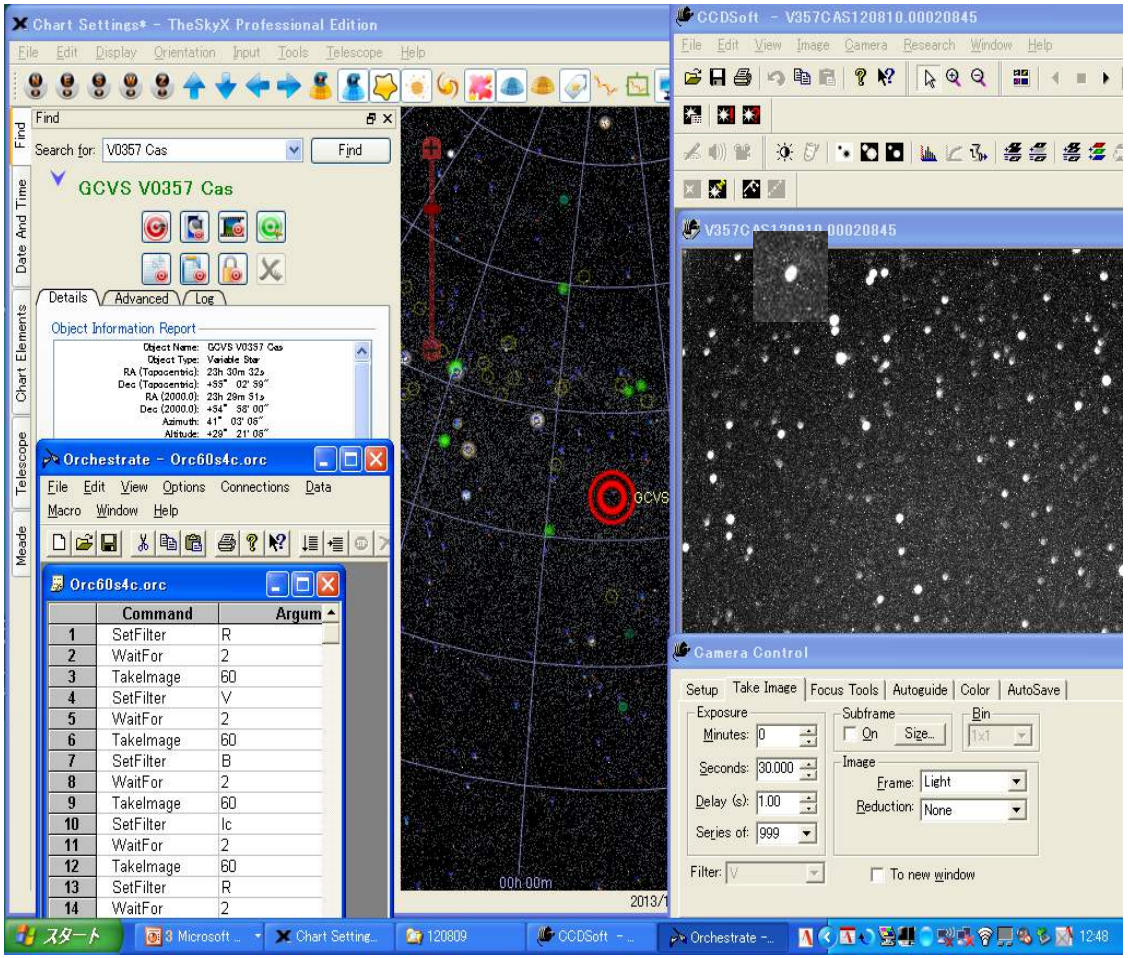
望遠鏡など

- Celestron　C14　口径　355mm，焦点距離　3,910mm
- Meade Reducer　F6.8　視野14.5′
- CCDSoft, SkyX, Orchestrate, AIP4Win
- 冷却CCDカメラ　SBIG　ST-9XEi（NABG）
- フィルター　１Rc　２V　３B　４y　5Ic
- オートガイダー　ST-i

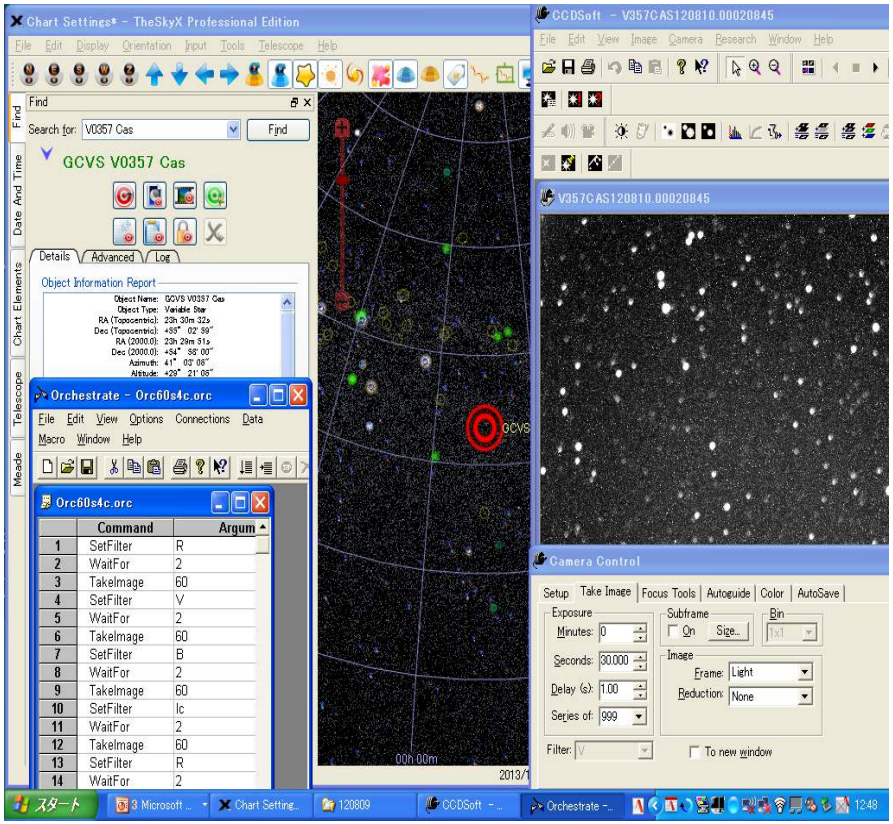
ソフトウェア

- 望遠鏡制御　TheSkyX
- 撮像　CCDSoft
- 自動撮影　Orchesrate
- 測光　AIP4Win(Willmann-Bell)
- 整約計算　Excel

観測中の画面　TheSkyX,CCDSoft，Orchesrate



Orchetrateで自動観測



- OrchestrateでSkyX, CCDSoft, 望遠鏡, CCDカメラ接続を確立する
- 観測リストを読み込む

  変光星名, フィルター, 露出時間を記述
- 自動観測スタート
- パワーポイントに入れた星図, 過去の撮影画像と見比べ確認

観測に要する時間

- 1つの星　約200秒

対象天体への移動	10秒
待ち時間	5秒
Rcフィルター	60秒
待ち時間	2秒
Vフィルター	60秒
ち時間	2秒
Bフィルター	60秒

- 約30星モニター観測
  100分
- その後，特定の矮新星，食変光星の連続測光

観測対象

AY	Lyr	1844	3801
V800	Aql	1857	1050
EM	Cyg	1939	3032
FY	Vul	1942	2148
EY	Cyg	1955	3224
V1081	Cyg	2134	4915
V0630	Cyg	2135	4044
V0632	Cyg	2136	4030
V1251	Cyg	2141	4844
SS	Cyg	2143	4335
FO	Peg	2129	1224
RU	Peg	2214	1246
CG	Cep	2311	6638
IP	Peg	2323	1830
DX	And	2330	4350
V630	Cas	2349	5132
HP	And	19	4132
V513	Cas	19	6623
V0452	Cas	53	5356
AR	And	150	4122
RX	And	105	4122
HT	Cas	111	6009
FN	And	112	3522
FO	And	116	3742
TY	Psc	126	3227
KU	Cas	132	5758
TW	Tri	137	3205
KT	Per	138	5101
UV	Per	211	5715
TZ	Per	214	5826
WY	Tri	225	3303
FS	And	226	3738
AM	Cas	227	7122
PY	Per	250	3742
V502	Cas	253	5849

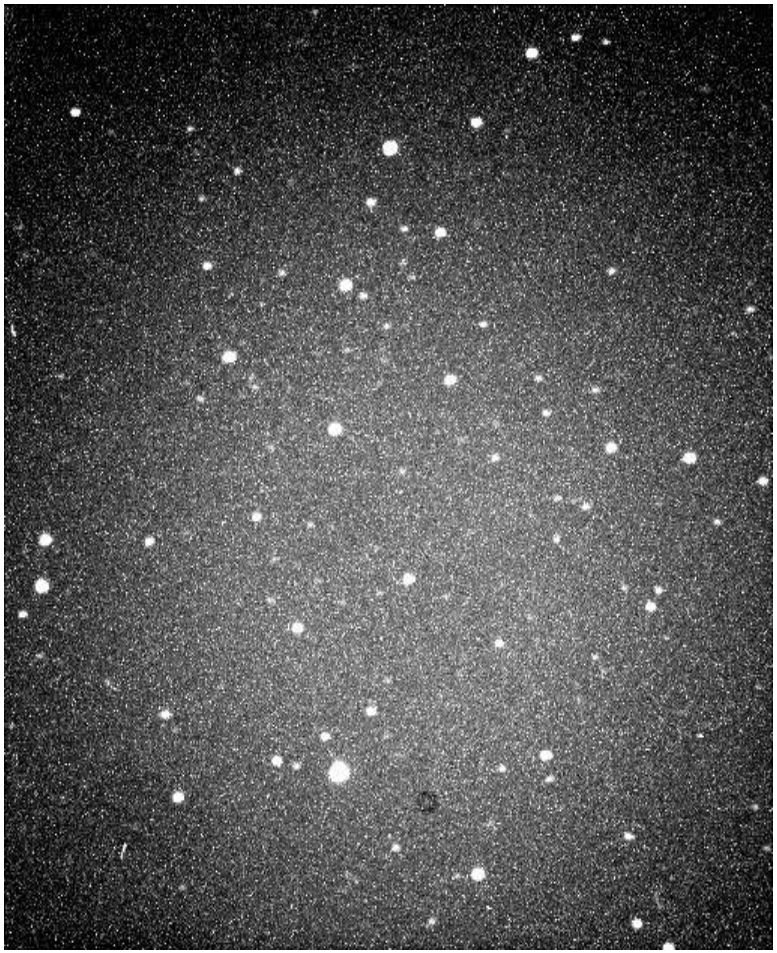
矮新星の測光観測のための画像と星図

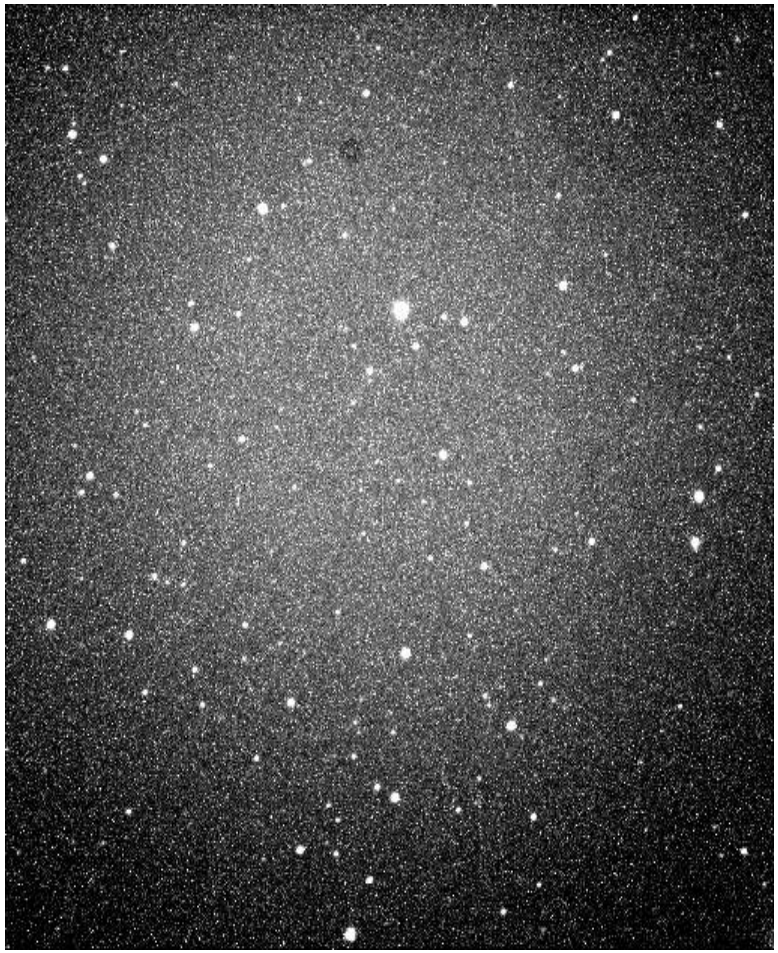
1. 撮影済みの画像，ＮＳ反転画像
2. ＡＡＶＳＯ星図
3. 上記で確認できないときはSIMBAD

１，２の画像を別のパソコンで表示（パワーポイント）

自動導入した矮新星画像と目で比較

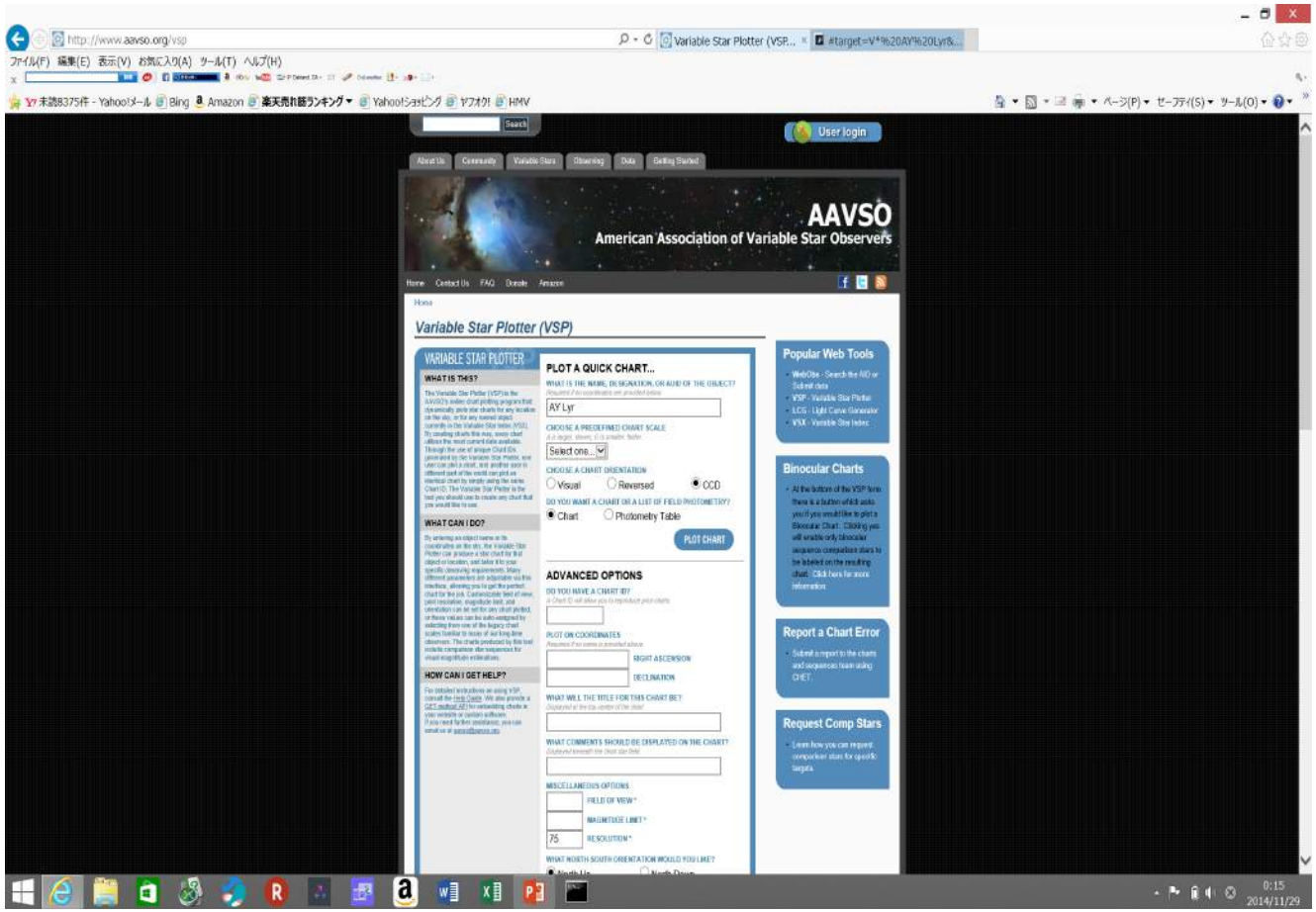
AY Lyr





N

AAVSO変光星図


http://www.aavso.org/vsp
Variable Star Plotter (VSP...
User login
AAVSO
American Association of Variable Star Observers
Variable Star Plotter (VSP)
VARIABLE STAR PLOTTER
WHAT IS THIS?
WHAT CAN I DO?
HOW CAN I GET HELP?
PLOT A QUICK CHART...
AY Lyr
Select one...
Visual
Reversed
CCD
Chart
Photometry Table
PLOT CHART
ADVANCED OPTIONS
Popular Web Tools
Binocular Charts
Report a Chart Error
Request Comp Stars

AY Lyr

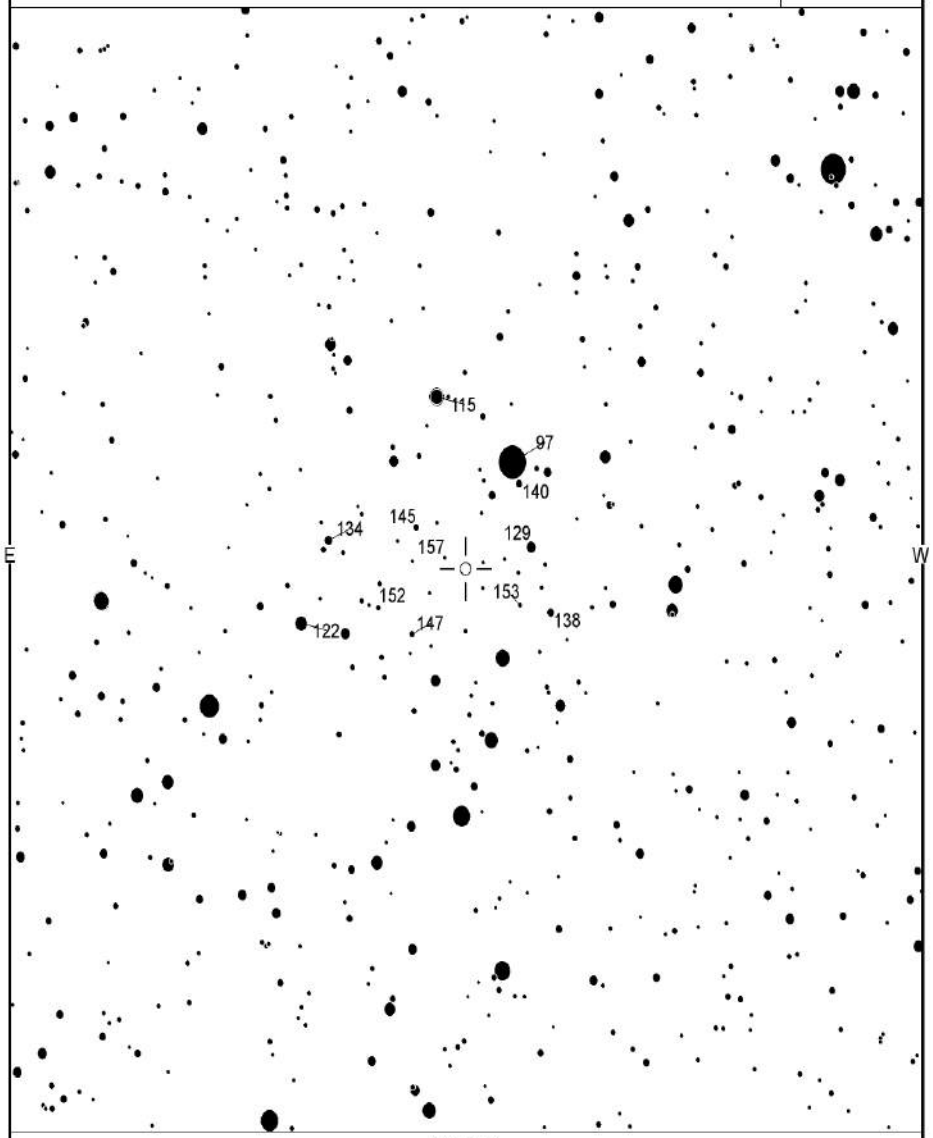
Magn: 12.5 - 18.4 B
Period: 24.
Type: UGSU
Spec: pec(UG)

AY Lyr

(2000) 18:44:26.76 +37:59:51.9

AAVSO
Chart

13719AULE



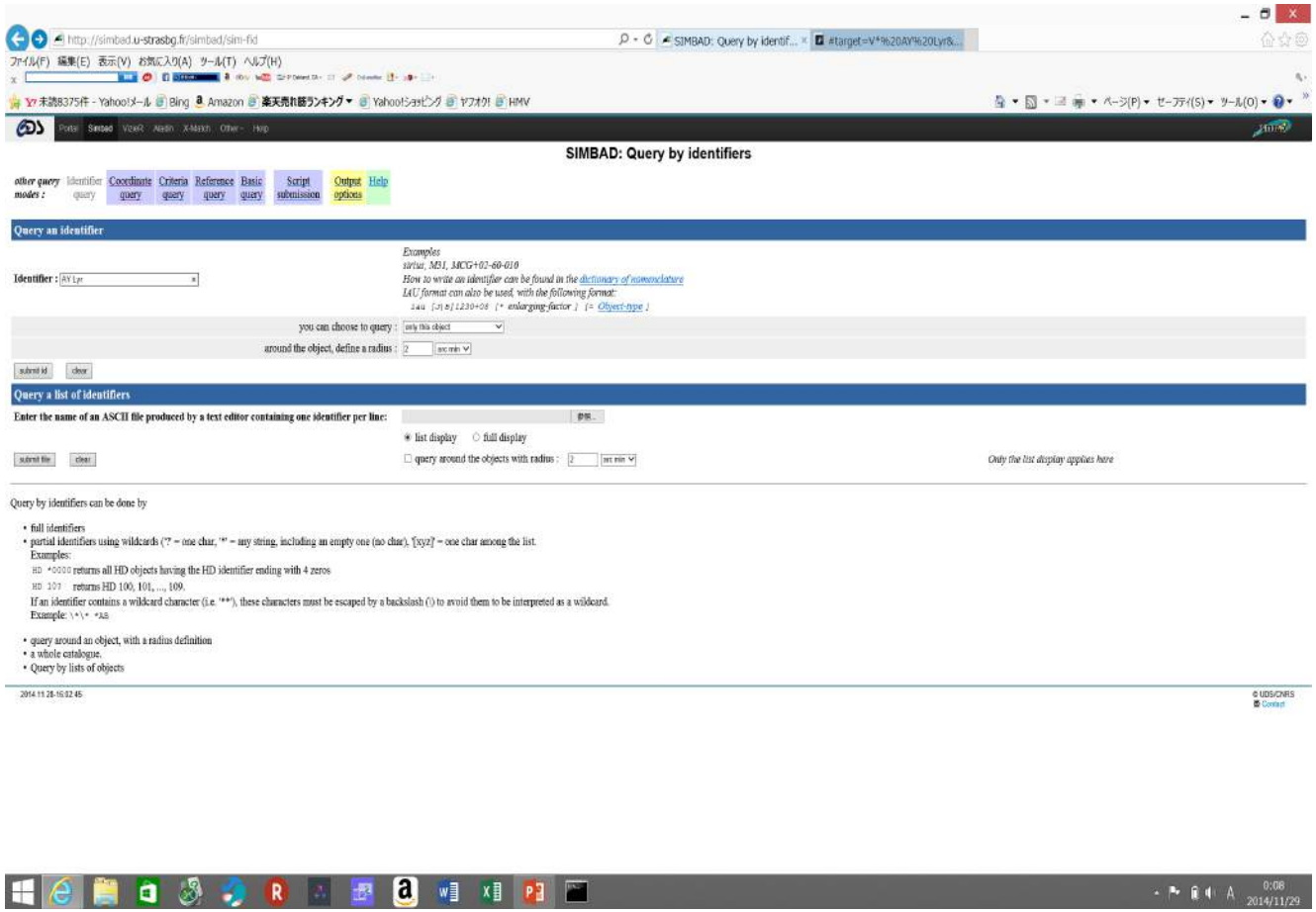
FOV = 30.0'

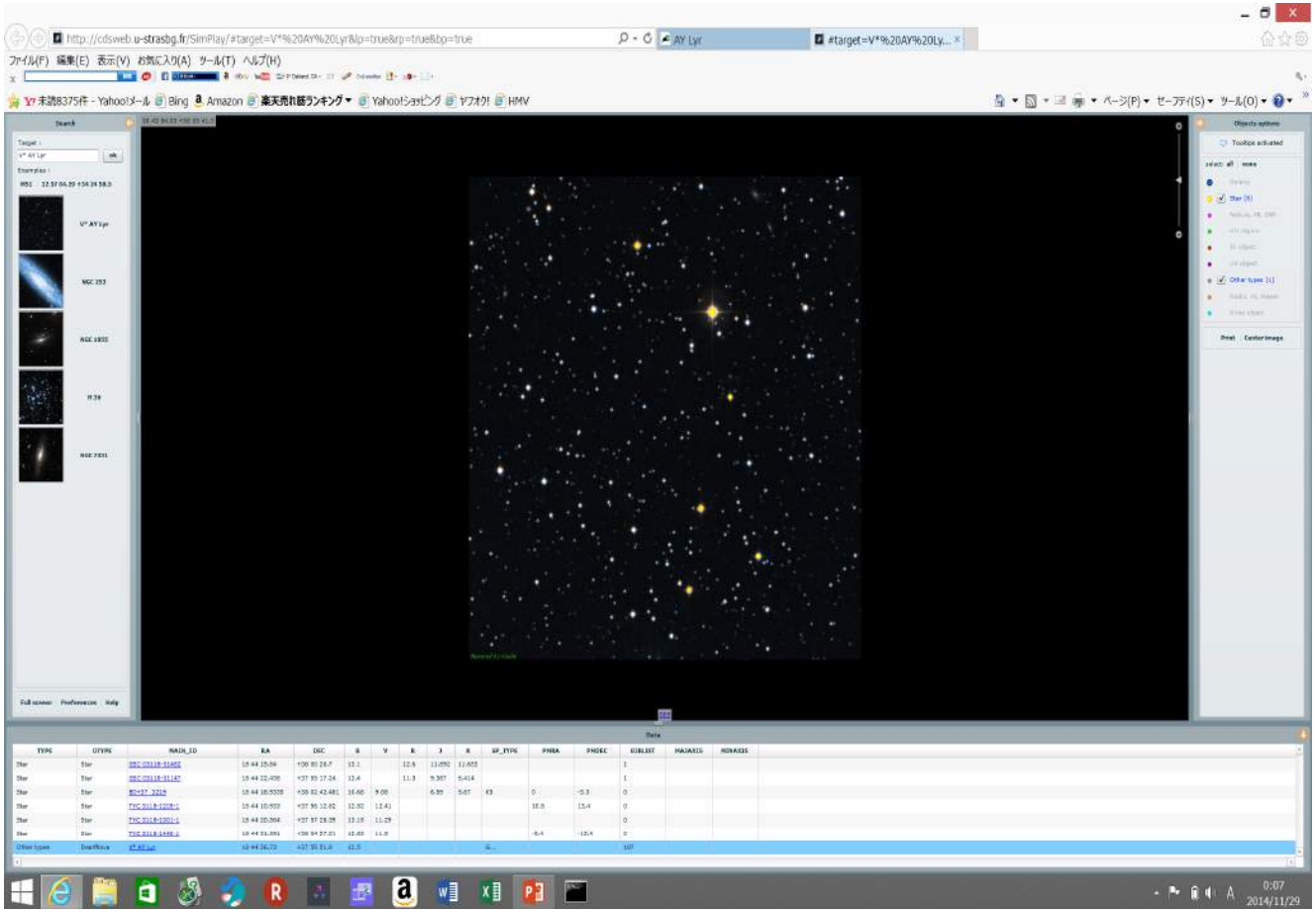
Please use the photometry table for CCD observations.

http://www.aavso.org/vsp/

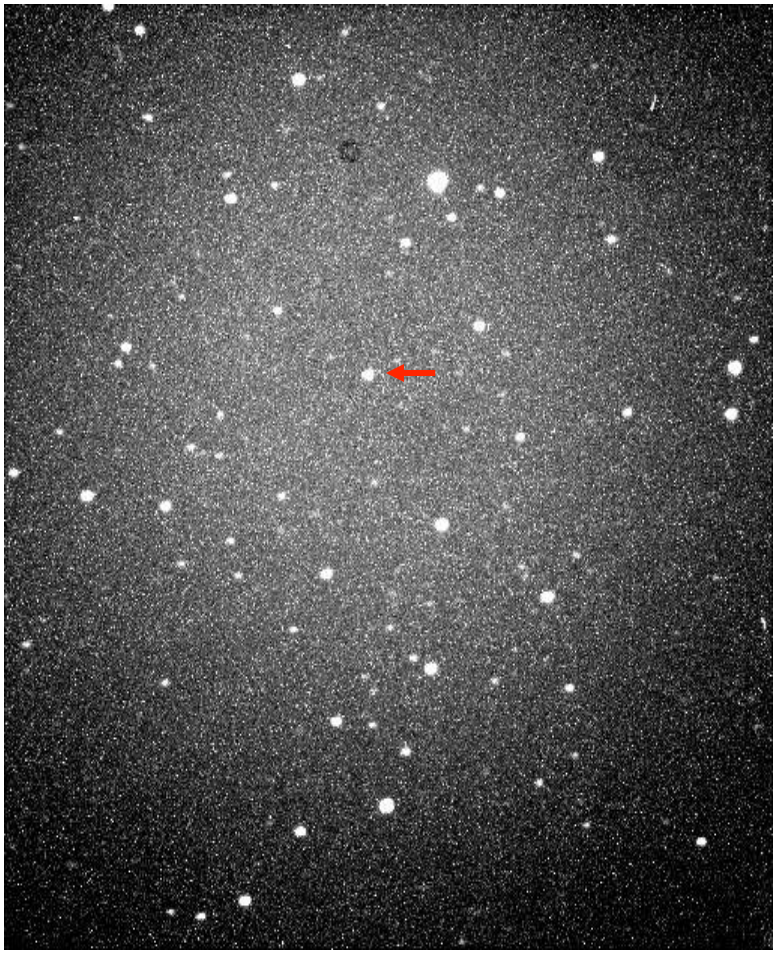
Copyright © 2014 AAVSO

SIMBAD: Query by identifiersに入力

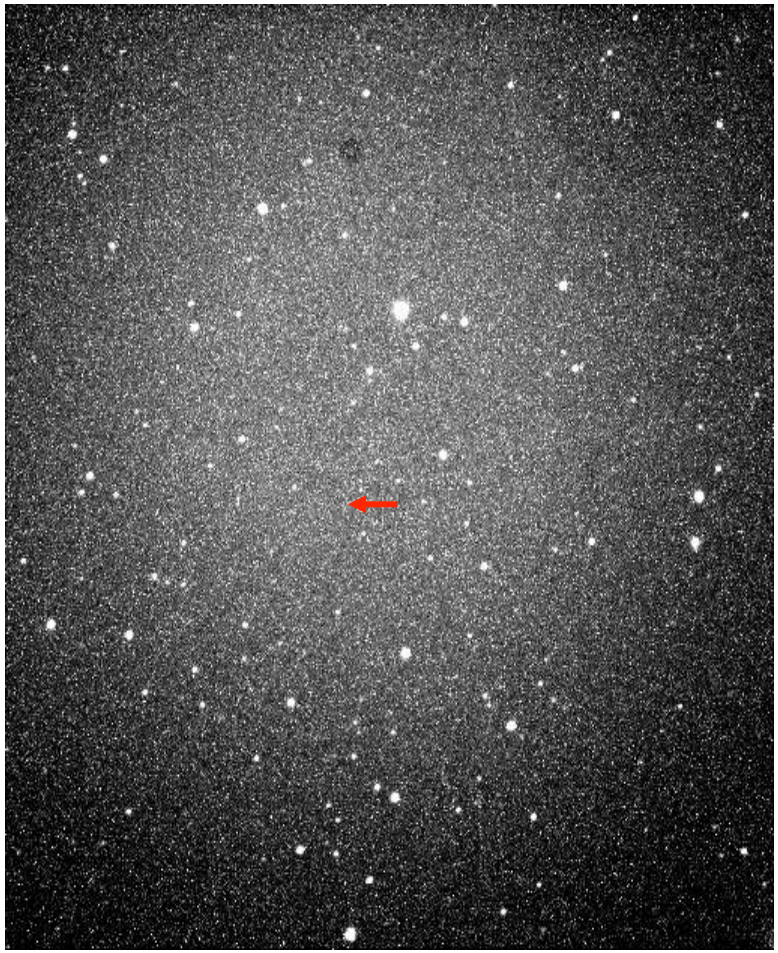



http://cdsweb.u-strasbg.fr/SimPlay/#target=V*%20AY%20Lyr&lp=true&rp=true&bp=true
AY Lyr
#target=V*%20AY%20Ly...
ファイル(F) 編集(E) 表示(V) お気に入り(A) ツール(T) ヘルプ(H)
未読8375件 - Yahoo!メール
Bing
Amazon
楽天売れ筋ランキング
Yahoo!ショッピング
ヤフオク!
HMV
ページ(P)
セーフティ(S)
ツール(O)
Search
Target :
Examples :
V* AY Lyr
NGC 253
M 39
Data
TYPE
OTYPE
MAIN_ID
RA
DEC
B
V
R
J
H
K
SP_TYPE
PMRA
PMDEC
0:07
2014/11/29

AY Lyr



N 10/17



10/11

実際の観測

観測実績

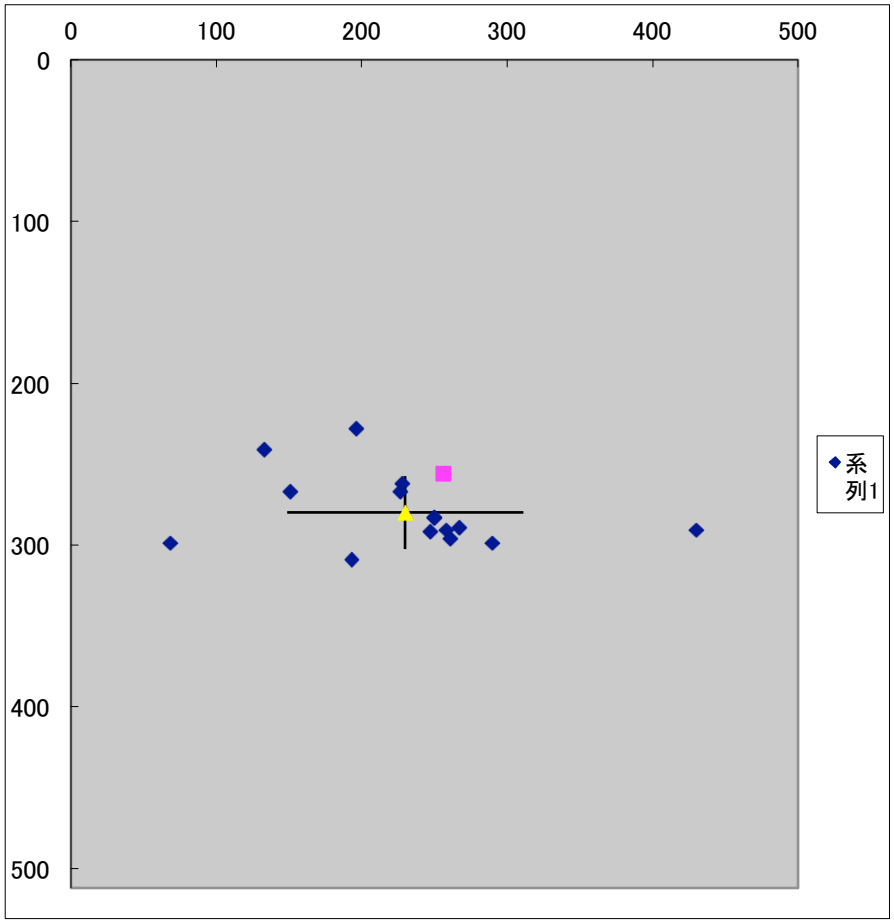
- 観測スタート　10/11

  10月　10/11　10/17　10/19　10/24　10/25　10/28　10/30

  11月　11/4　11/5　11/7　11/10　11/11　11/18　11/19　11/21
  11/22　11/23　11/24　11/27

  12月　12/5　12/21　12/23　12/27　12/28　12/29
- 10月　7夜　11月　12夜　12月　6夜
- AY　Lyr　２回目　10/17増光
- SS　Cyg　5回目　10/25増光
- UV　Per　16回目　11/25増光

自動導入の精度



- CCD視野15分角
- 赤経2．4分　赤緯0．7分
- 赤経方向のずれが大きい
  高緯度の星は視野外
- 補正方法
  ☑SkyXのTPoint
  □スカイセンサー
  赤道儀設置不良が原因

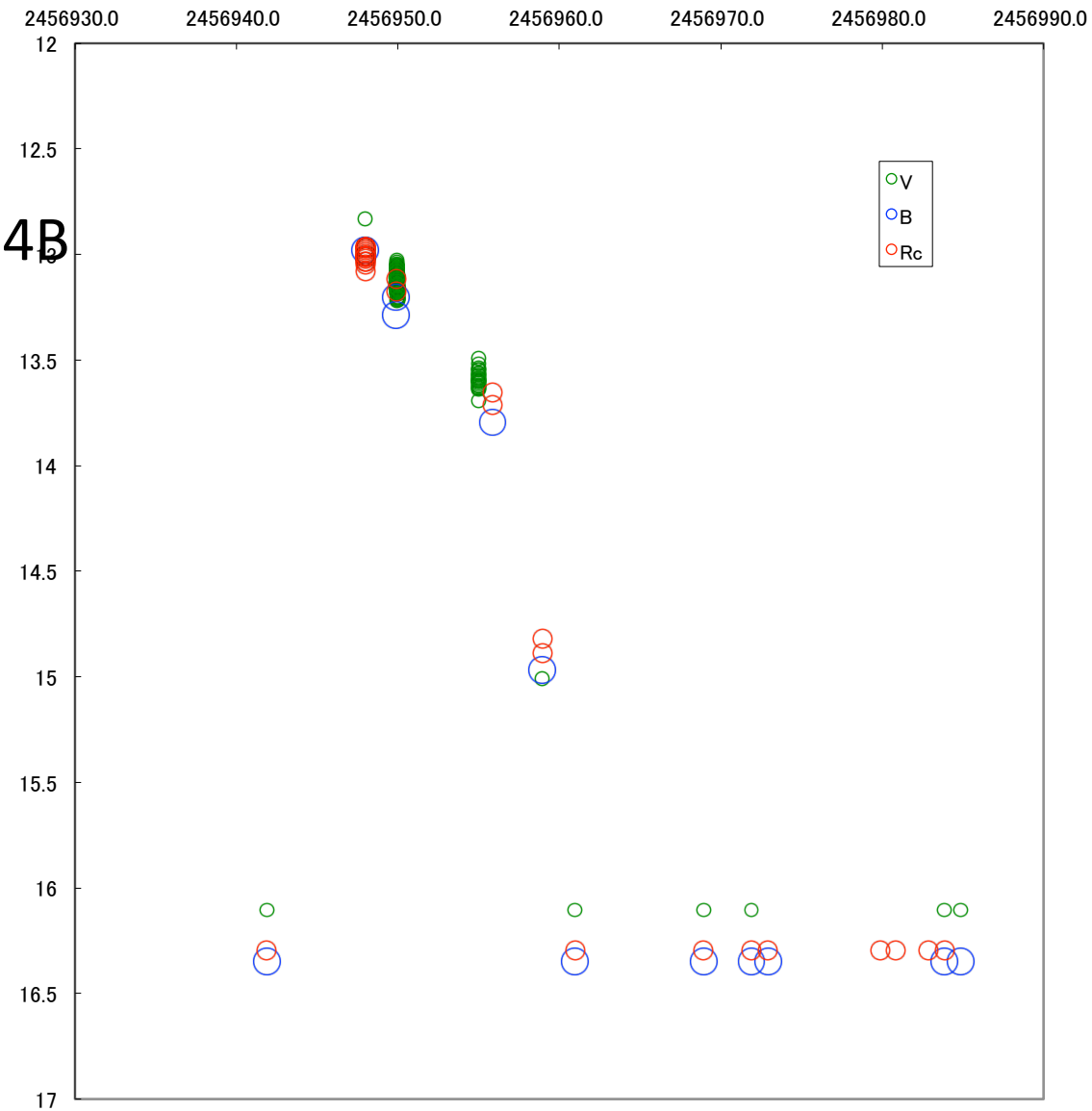
AY Lyl

Magn:12.5-18.4B

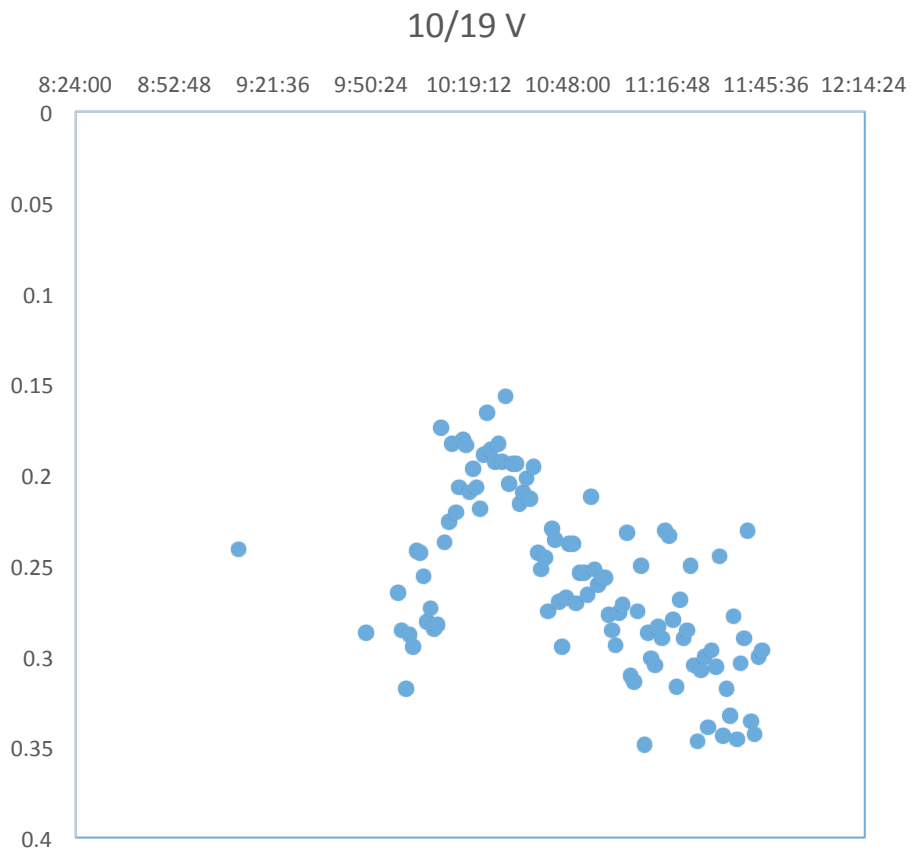
Period：24

Type:UGSU

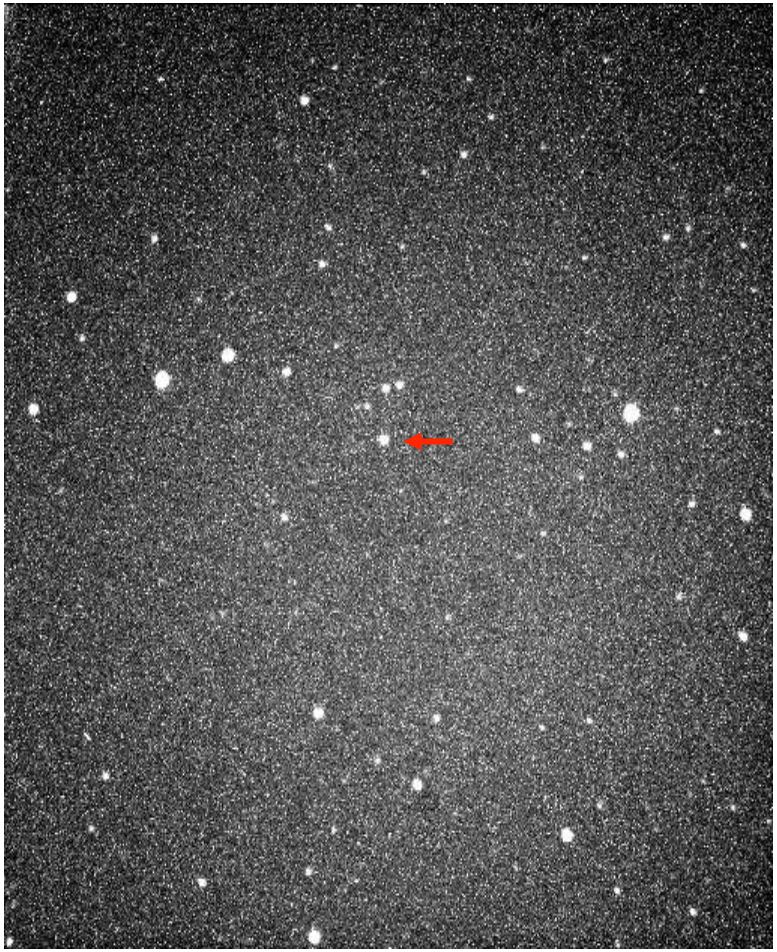
Spec：pec(UG)

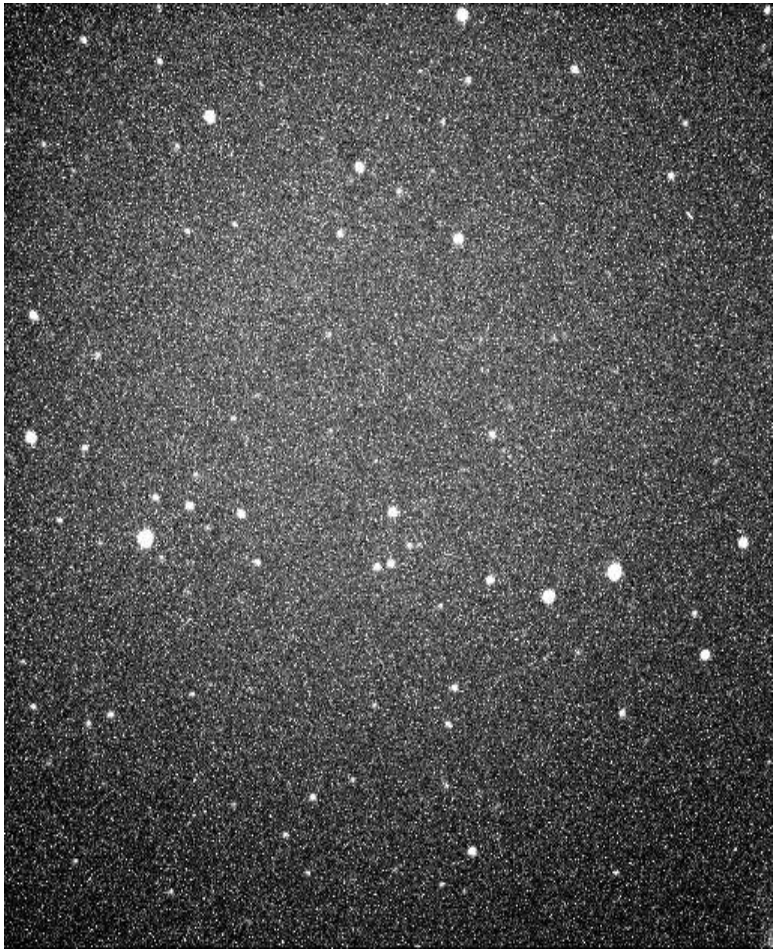


AY Lyr


10/19 V
8:24:00
8:52:48
9:21:36
9:50:24
10:19:12
10:48:00
11:16:48
11:45:36
12:14:24
0
0.05
0.1
0.15
0.2
0.25
0.3
0.35
0.4

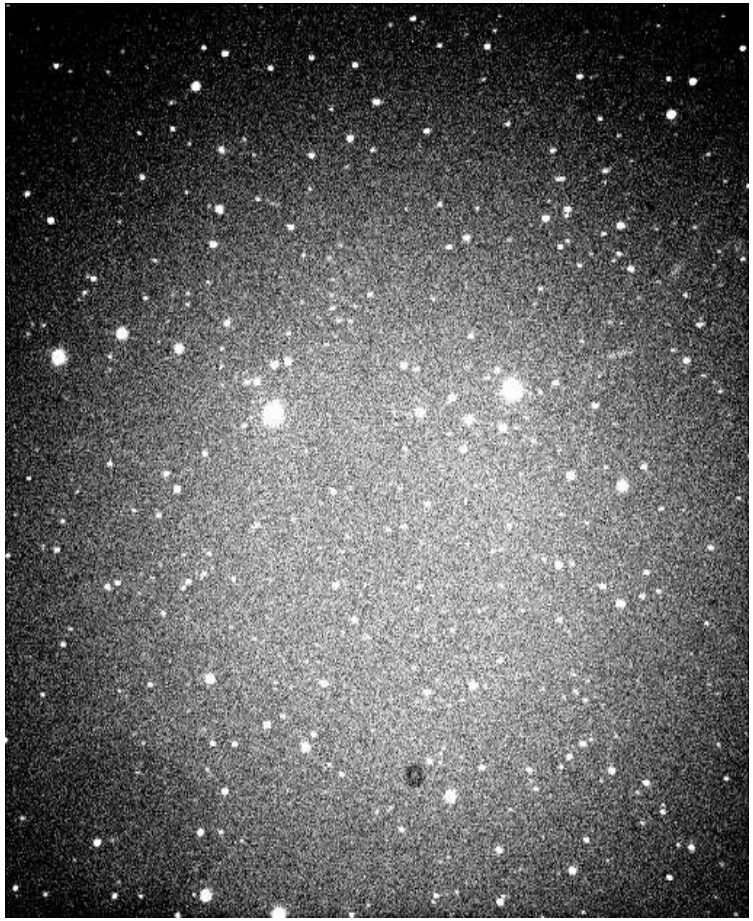
SS Cyg

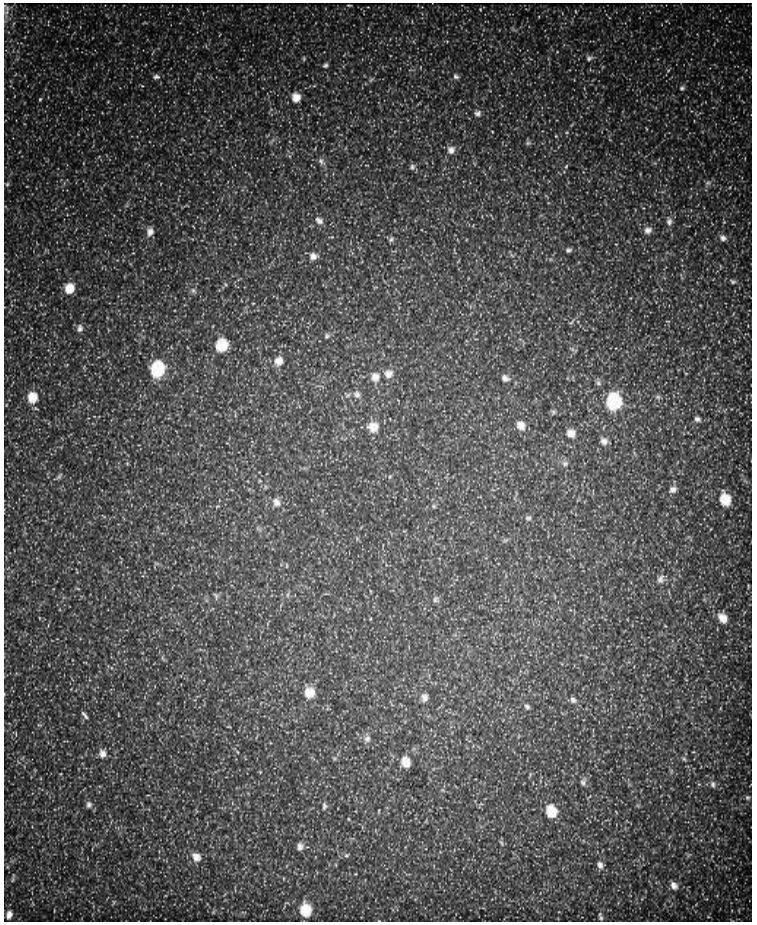




N

ＳＳ　Cyg　最も明るい頃





SS Cyg

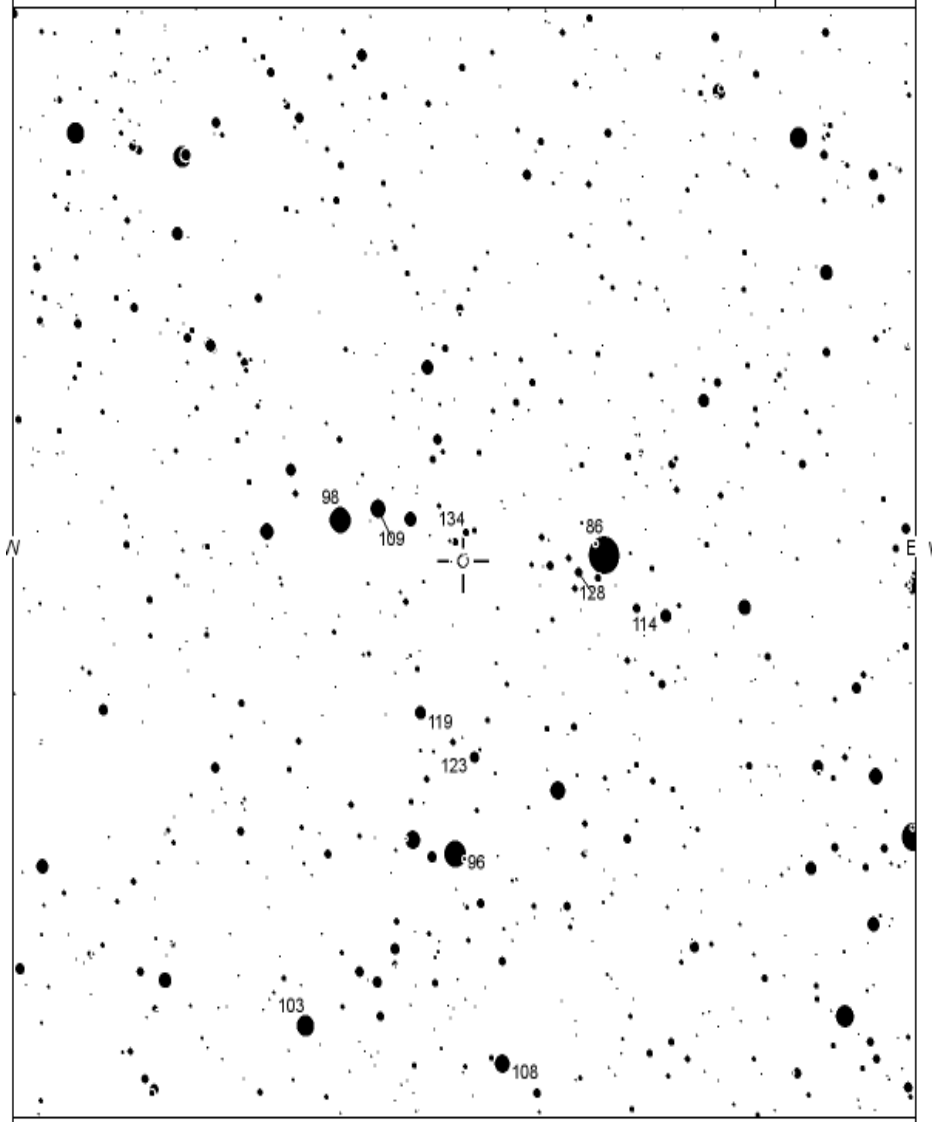
Magn: 7.7 - 12.4 V
Period: 0.27513
Type: UGSS
Spec: K5V+pec(UG)

SS Cyg

(2000) 21:42:42.79 +43:35:09.9

AAVSO
Chart

13664APS



FOV = 30.0'

Please use the photometry table for CCD observations.

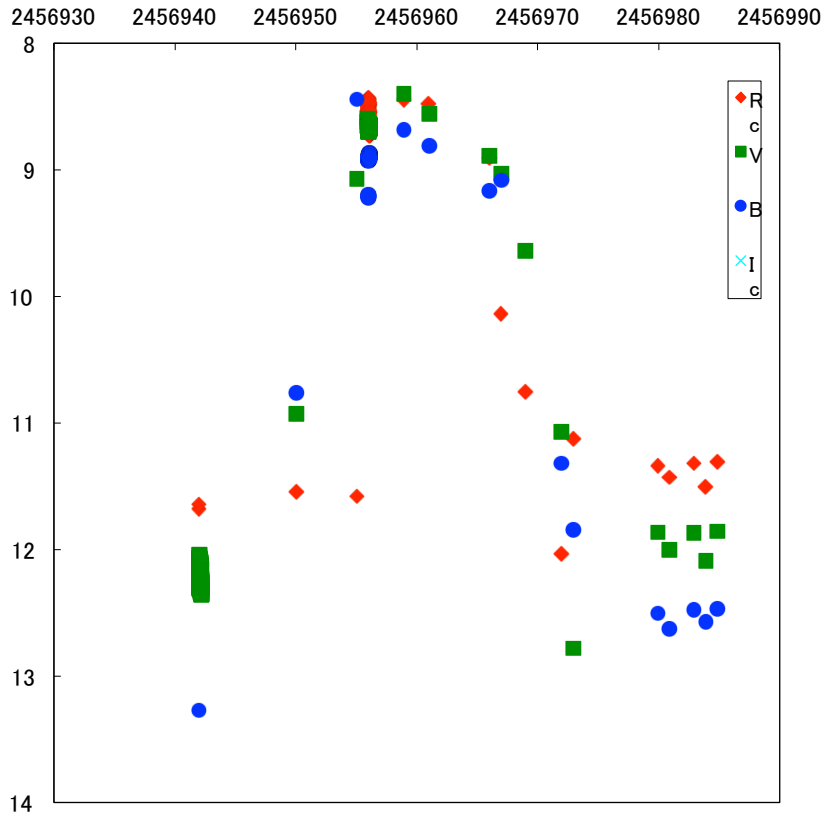
SS Cyg の光度曲線

Magn:7.7-12.4V

Period：0.27513

Type:UGSU

Spec：K5V+pec(UG)

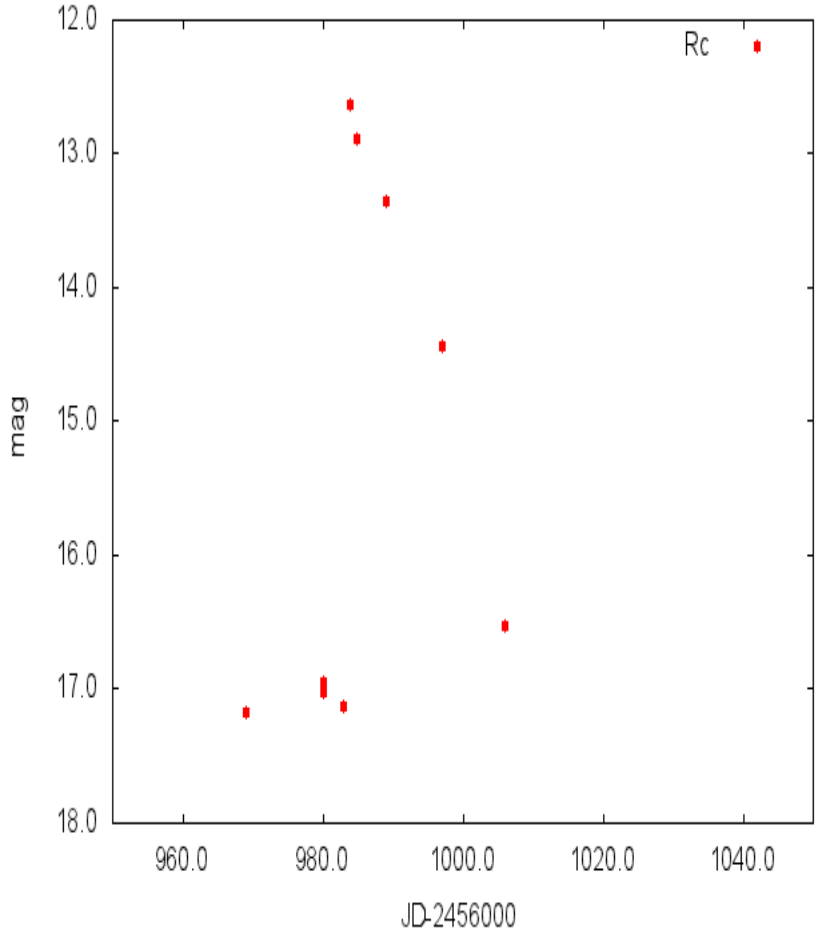


UV　Per の光度曲線

Magn:11-18.2V

Period：0.06489

Type:UGSU

Sp:データなし

2014年11月22日にアウトバースト検出，12月14日には元の明るさに戻っていた。