

銀河系内の多様な変光星の突発現象と 古典新星

前原裕之

(国立天文台ハワイ観測所岡山分室)

新天体(新星)搜索と変光星

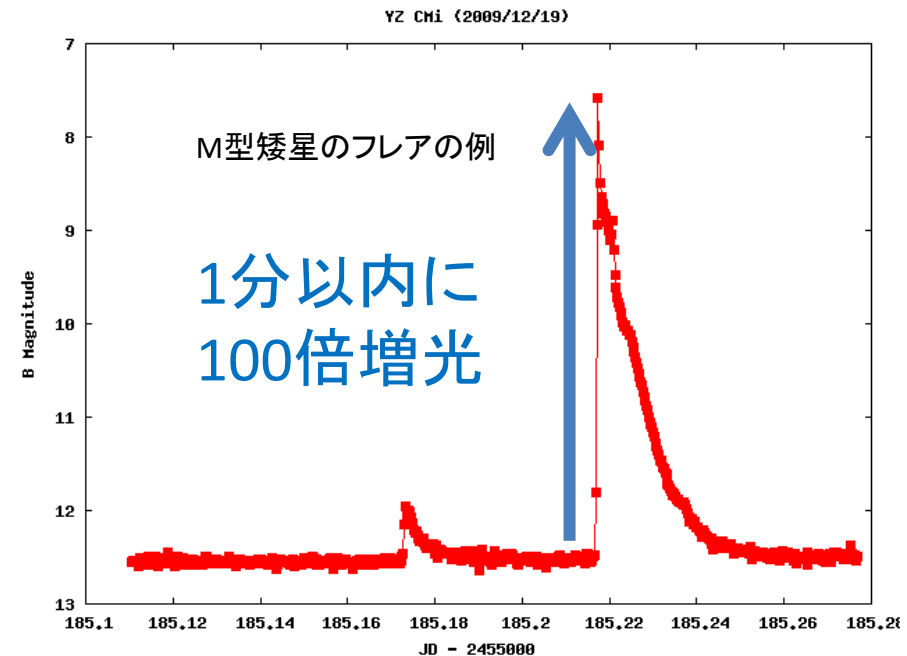
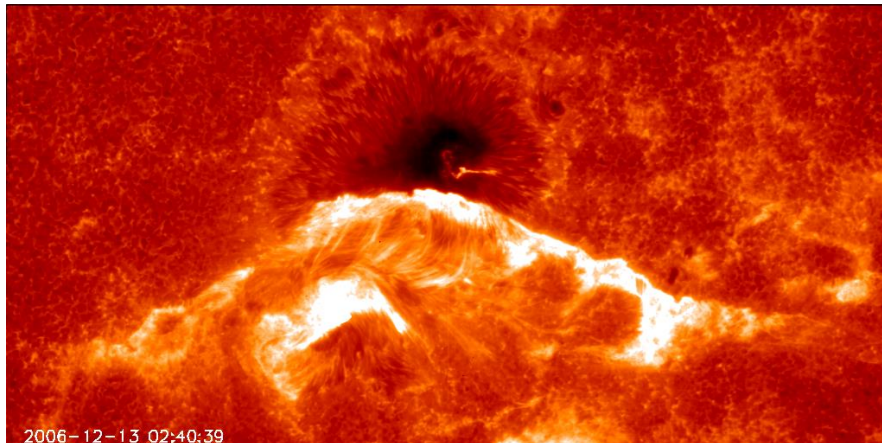
- 新天体の発見にとって変光星は「邪魔者」
 - 本当に新天体かどうか？
 - 変光星が明るくなった時をたまたま撮った？
 - 変光星が明るくなったのを発見してもいわゆる「新天体の発見」にはならない
 - 日本天文学会の天体発見賞の内規によると「新天体とは原則として、新星、超新星、彗星とする。」
- 変光星の(稀な)突発現象
 - 天体物理学上の大きな発見につながる

新星以外の突発的な変光を示す天体(現象)

- フレア星
 - 晩期型の主系列星 ~秒-分
- 激変星
 - 矮新星 ~日
 - 共生星
- 前主系列星(YSO)
 - FU Ori-type ~日-週
- その他 ~週-年
 - 重力マイクロレンズ
 - 近接連星系での星同士の合体
 - Final Helium shell flash

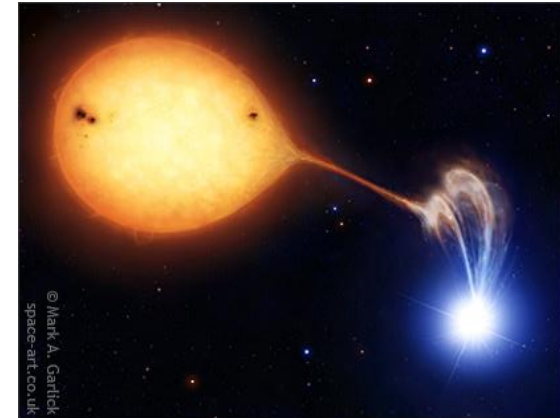
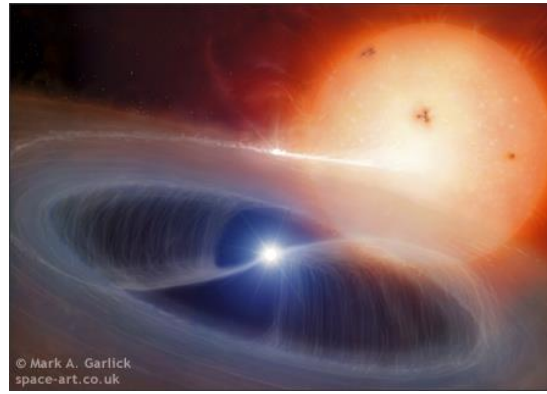
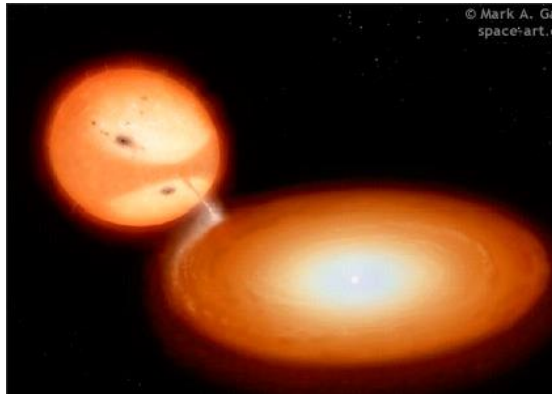
太陽フレアと恒星フレア

- コロナ中で起こる爆発現象
 - 黒点付近に蓄えられた磁場のエネルギーを熱や運動エネルギー等の別な形に変換する過程
- 同様のフレアは太陽以外の恒星でも起こる
 - 特に活発なフレア活動を示す天体はフレア星と呼ばれる
 - 絶対等級の暗いM型星で起こると大きな増光を示す。



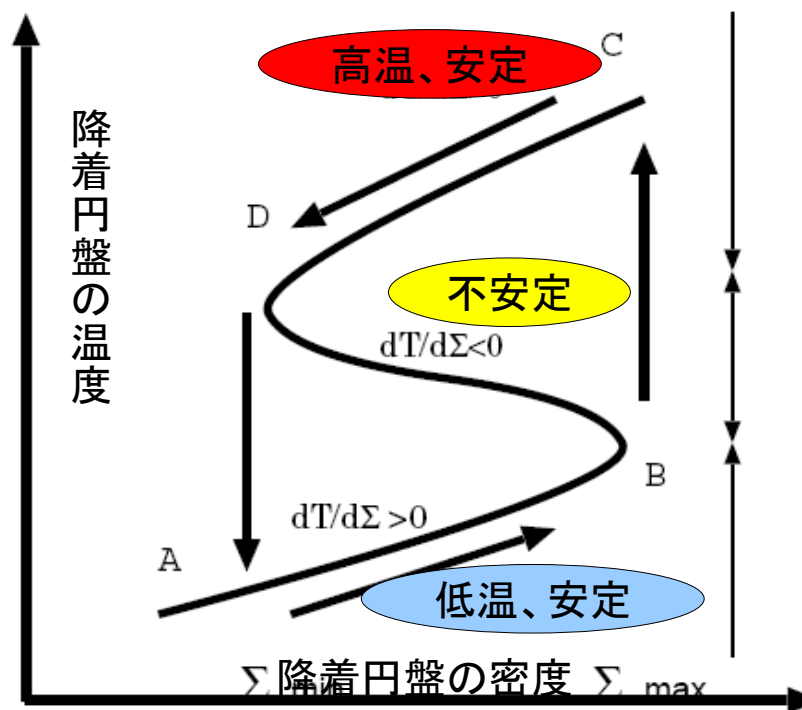
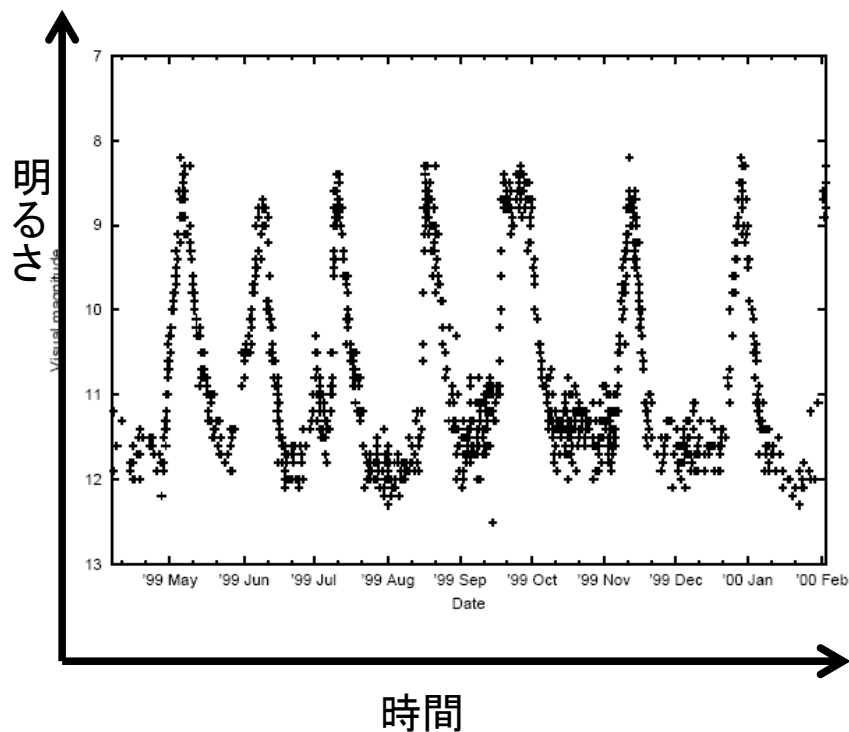
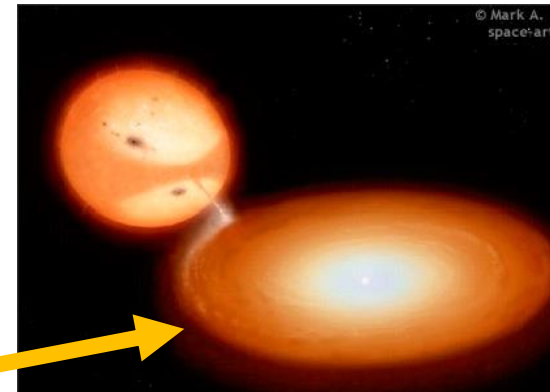
激変星

- 白色矮星の主星と低温の主系列星の伴星からなる近接連星
- 伴星はロッシュローブを満たしており、主星側へ質量移動がある



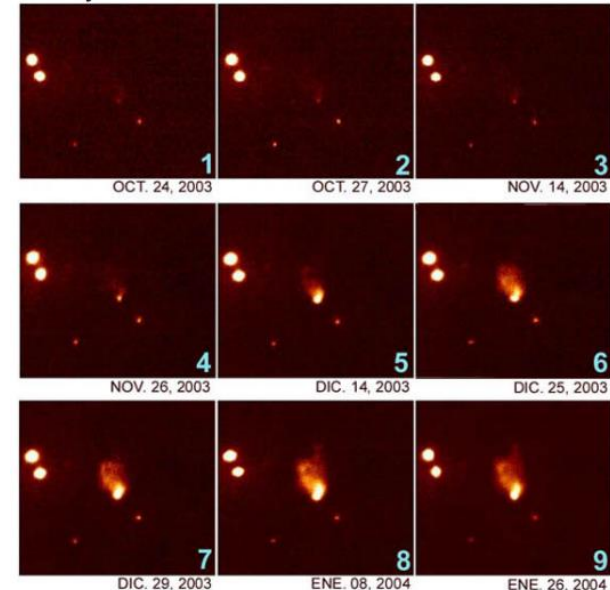
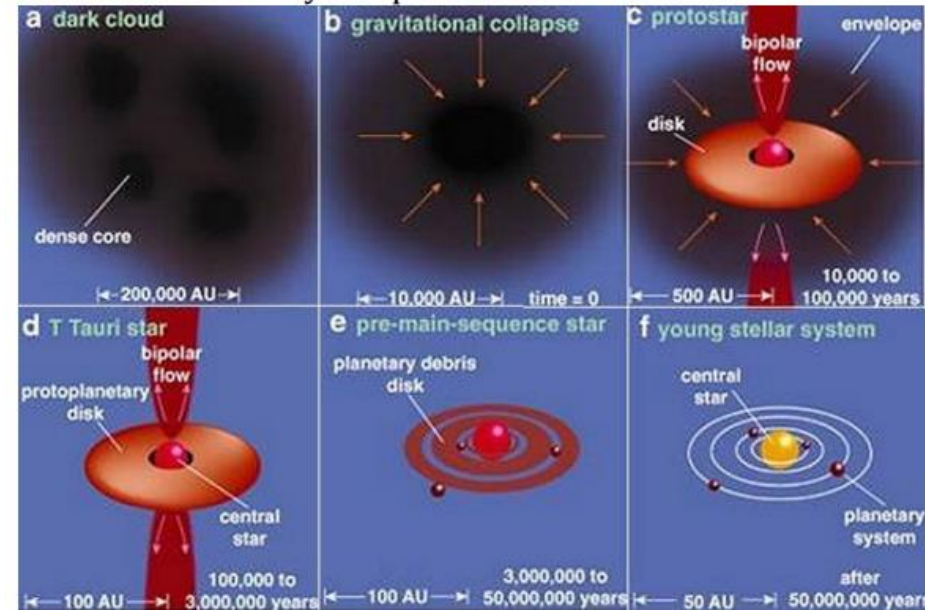
矮新星

- 数十～数千日ごとに3-7等程度増光
 - 新星は10等以上増光
- 降着円盤の明るさの変化を見ている

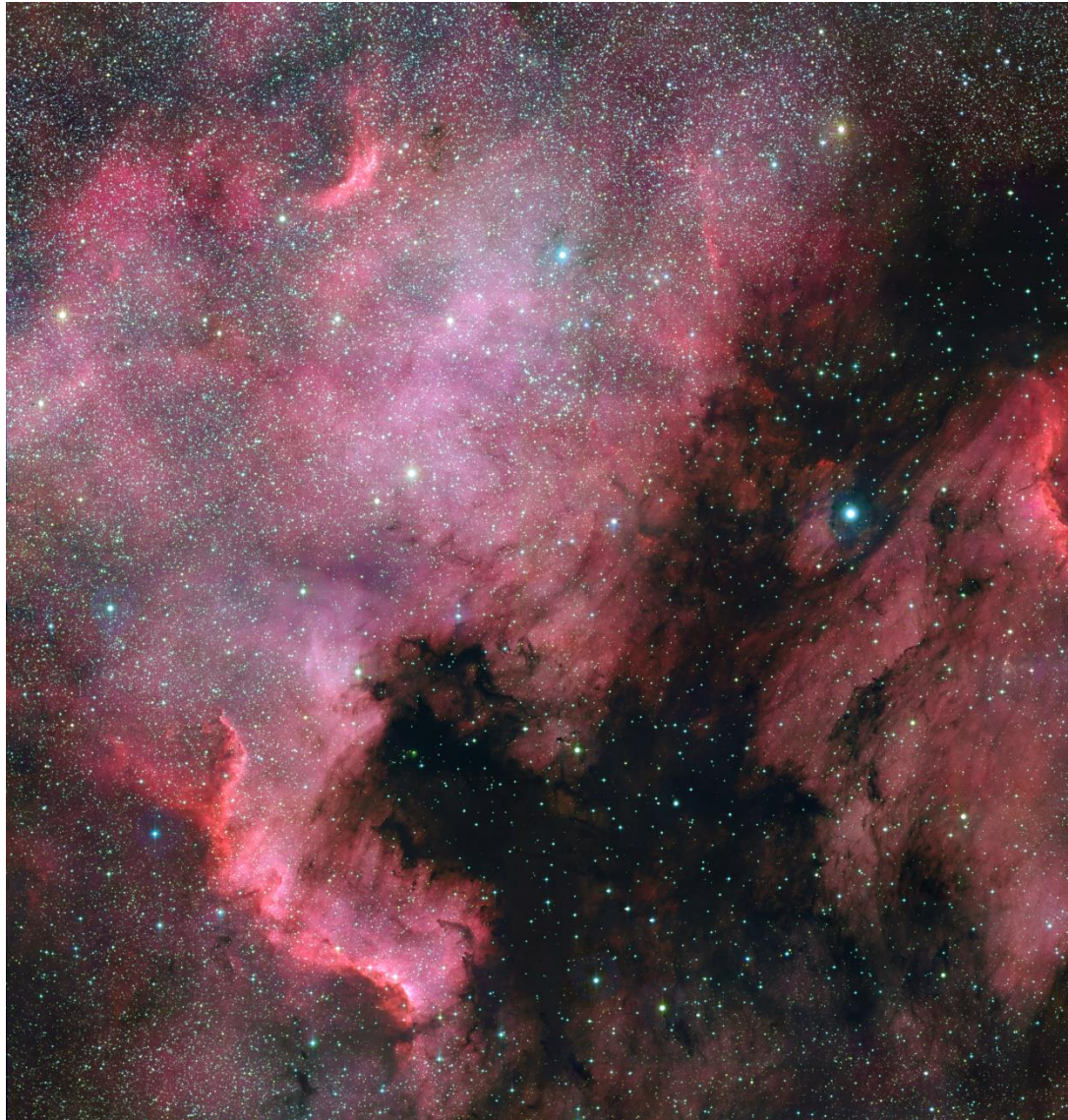


FU Ori-type stars

- 降着円盤をもつ主系列星になる前の天体
 - 質量降着率が高くなり増光
 - T Tau: $10^{-9} M_{\text{sun}}/\text{yr}$
- ↓
- FU Ori-type: $10^{-4} M_{\text{sun}}/\text{yr}$
-
- アマチュアによる発見例
 - V1143 Ori (菅野天体)
 - V1647 Ori (McNeil's Nebula)
 - V2492 Cyg
 - V960 Mon

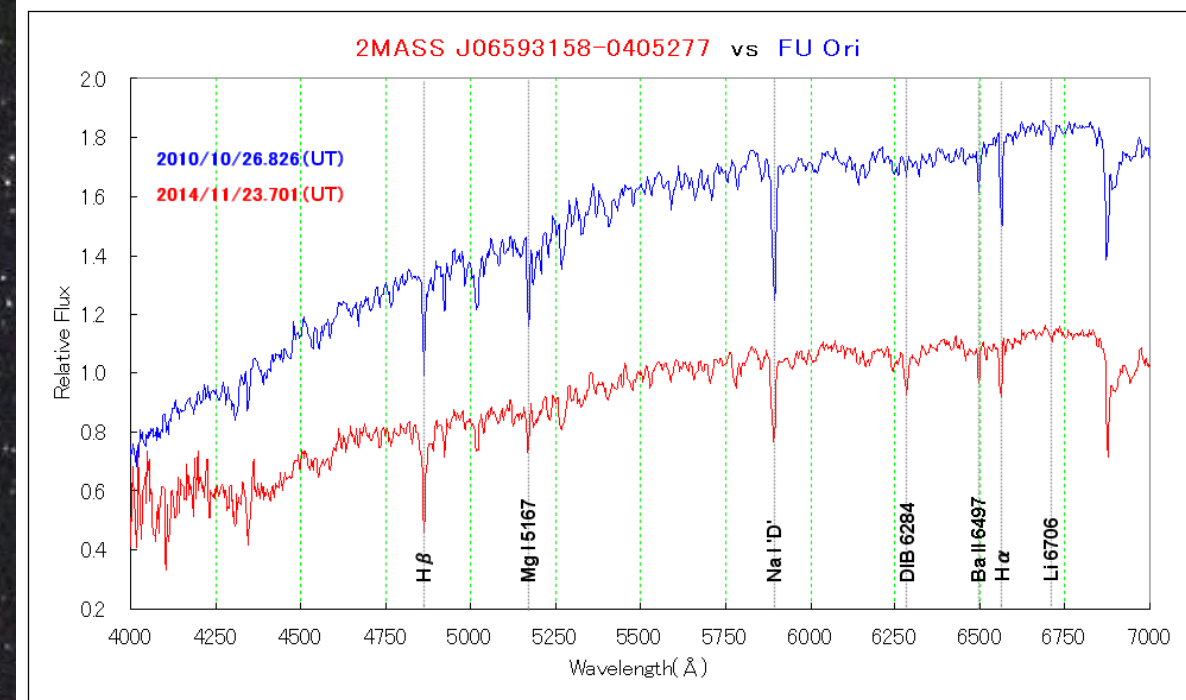
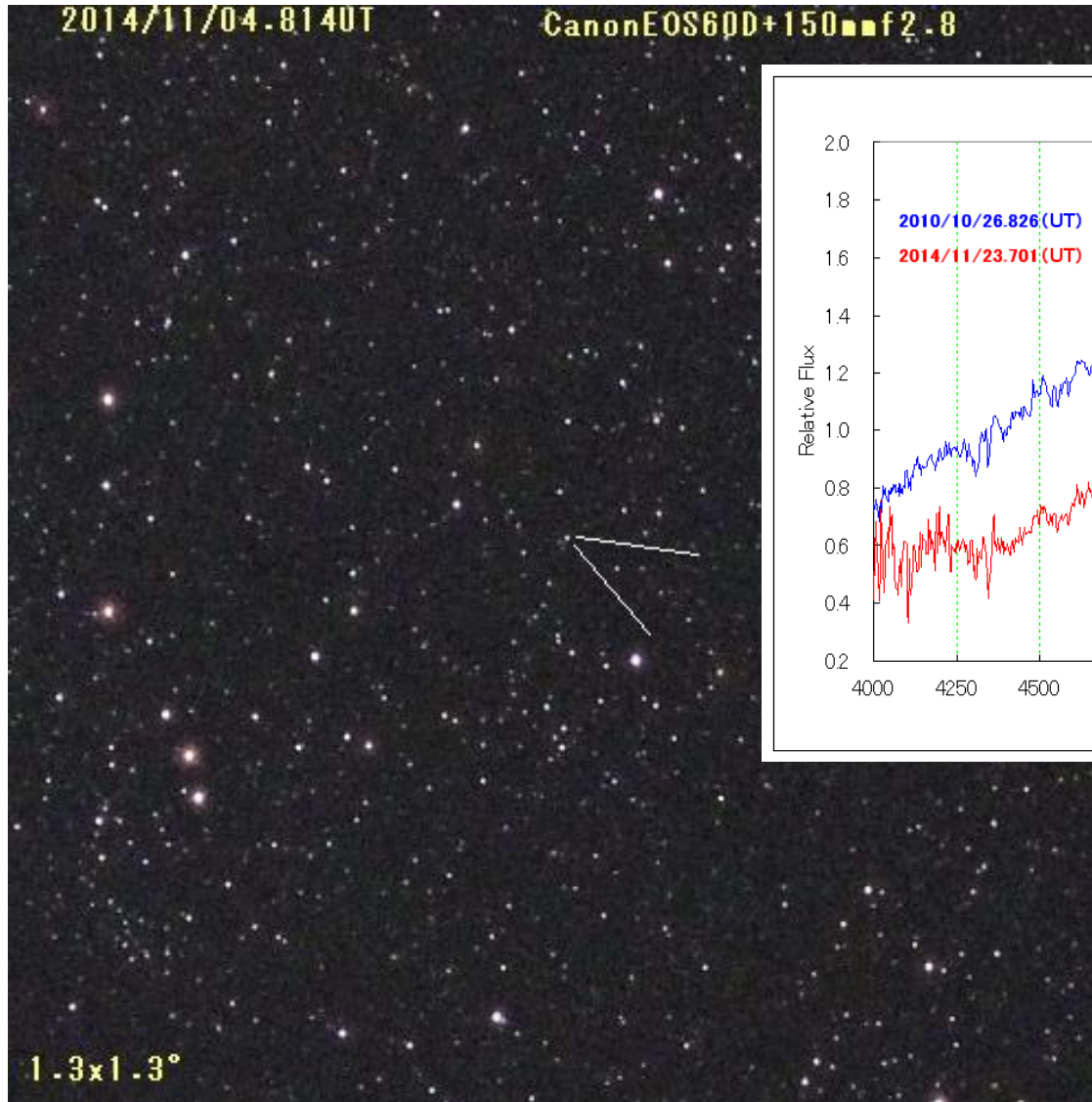


V2492 Cyg (板垣さんが2010年に発見)



木曾105cmシュミット+KWFC

FU Ori型星 (V960 Mon = 2MASS J06593158-0405277)

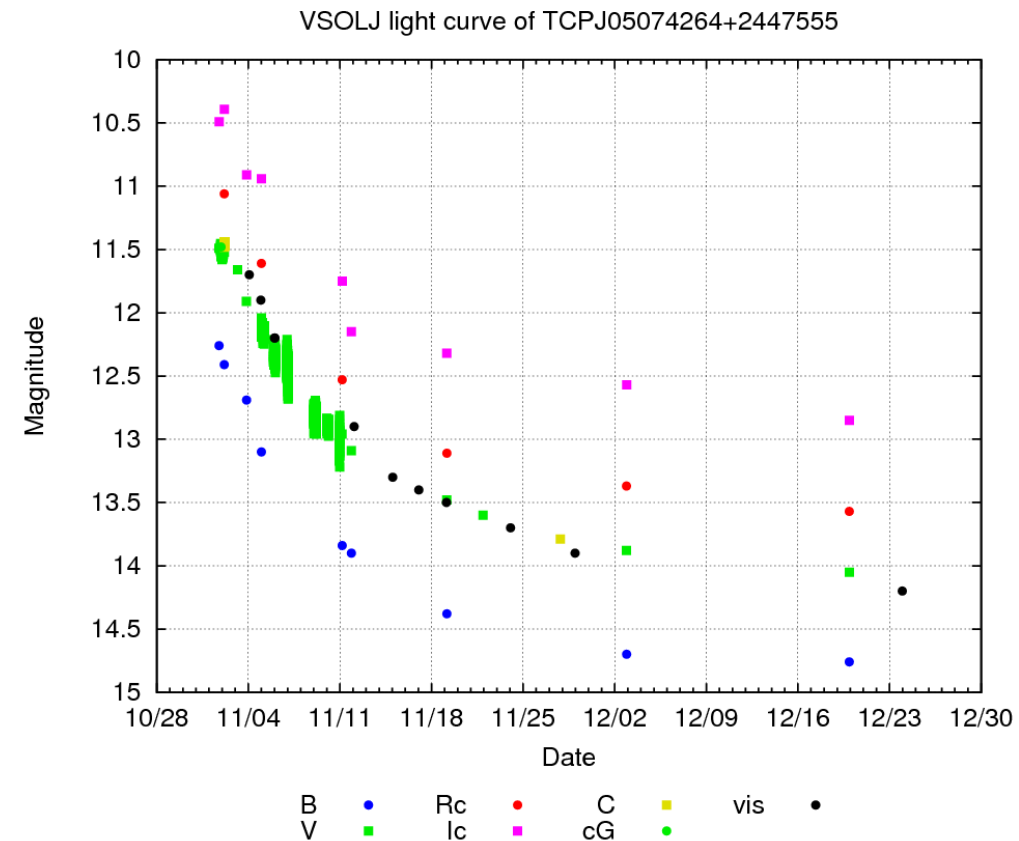
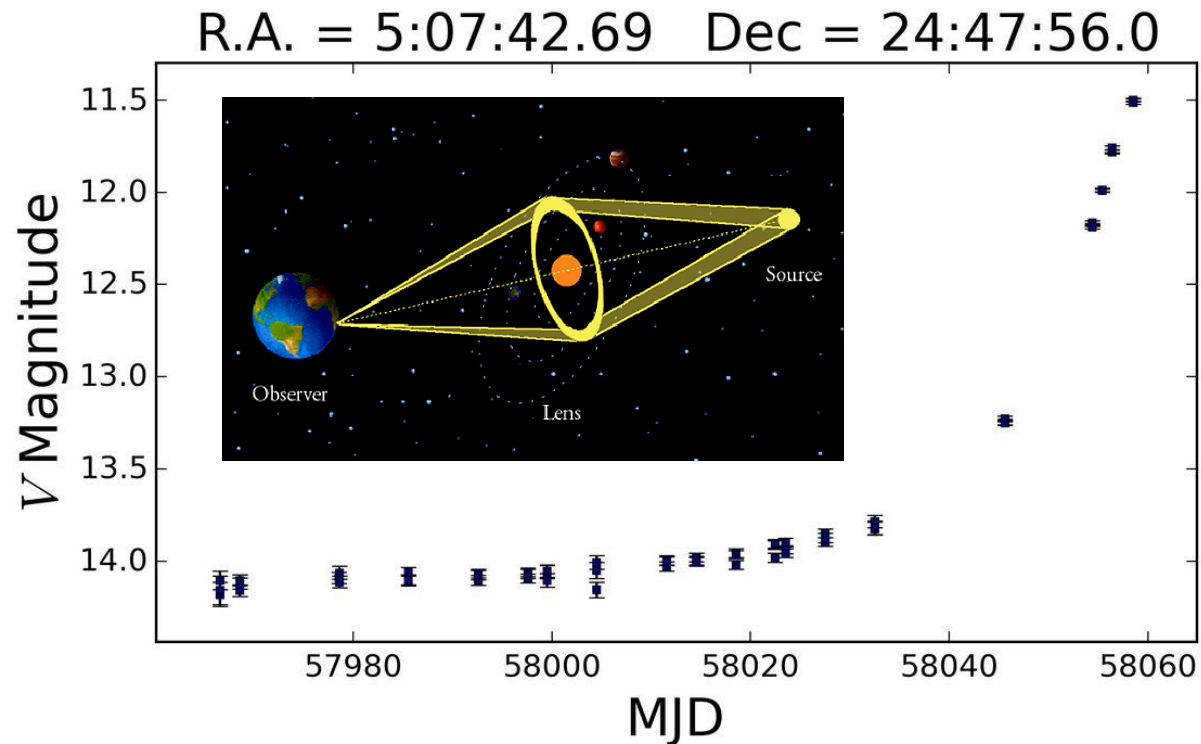


2014年11月に明るくなっている
のを小嶋さんが発見

藤井さんの分光観測でFU Oriと
そっくりなスペクトルだと判明
ATel #6770

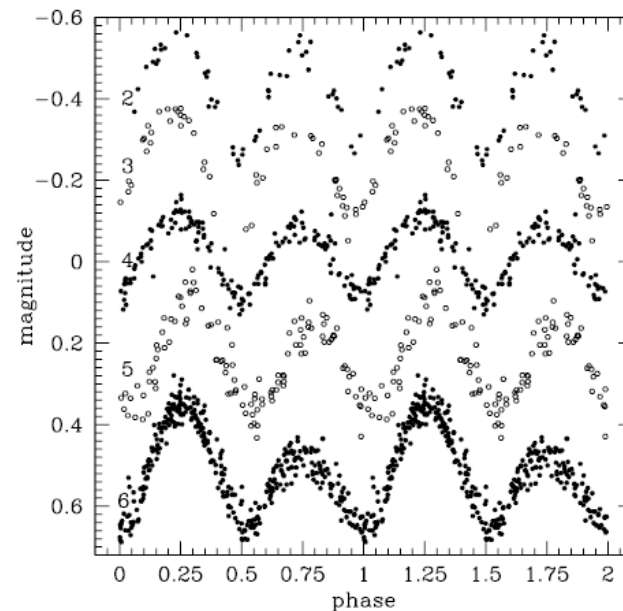
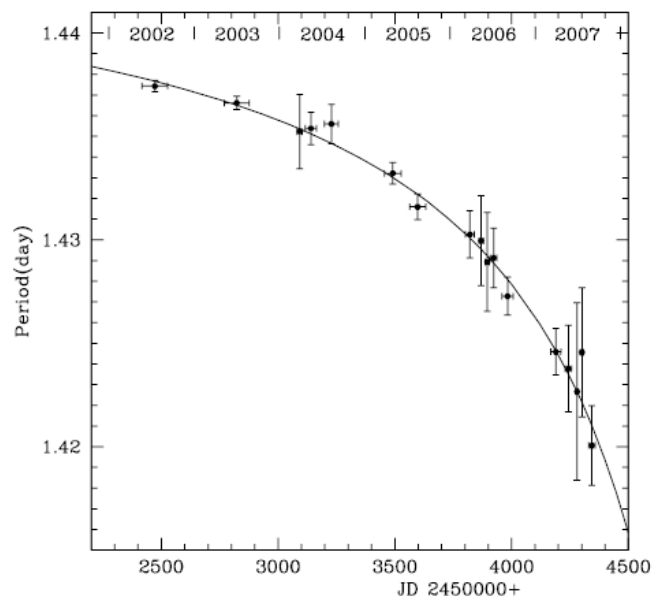
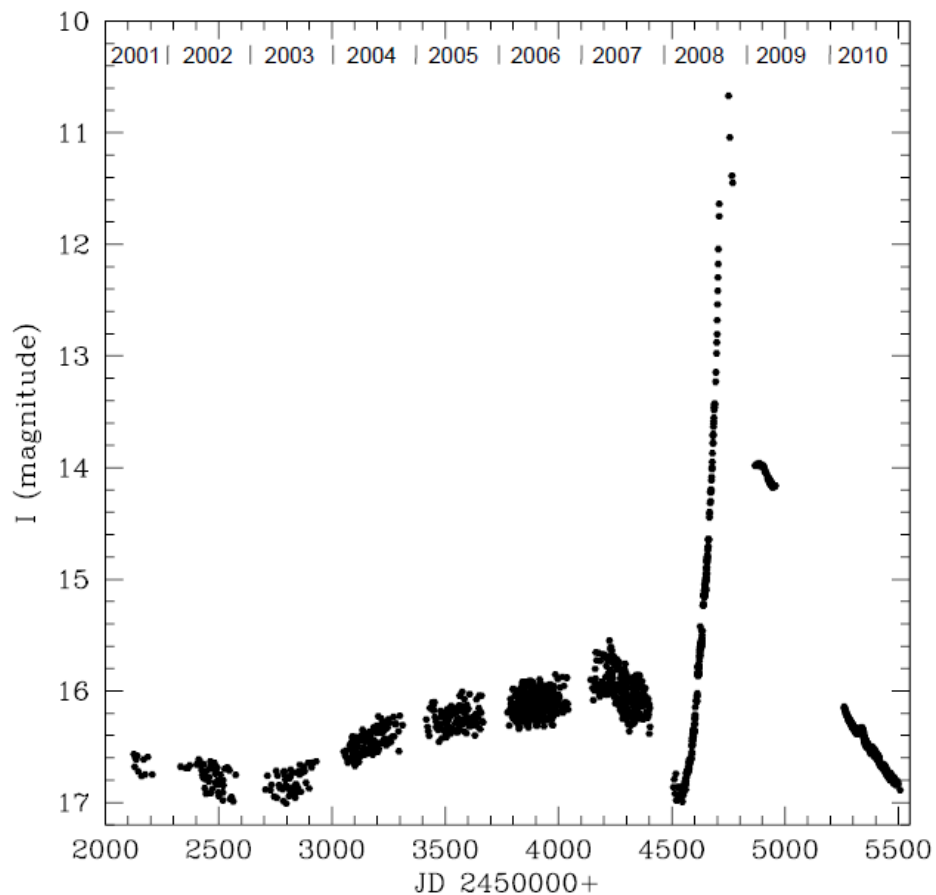
重力マイクロレンズ現象

- これまでにアマチュアの発見例が3件
 - 2006年に多胡さん、2017年と2018年に小嶋さんが発見
 - TCP J05074264+2447555
 - 小嶋さんが2017年10月31日におうし座発見



近接連星系での星同士の合体

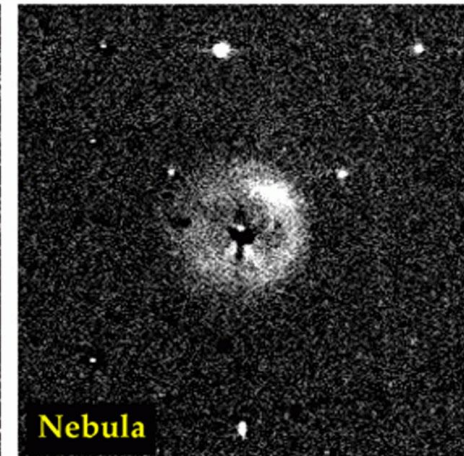
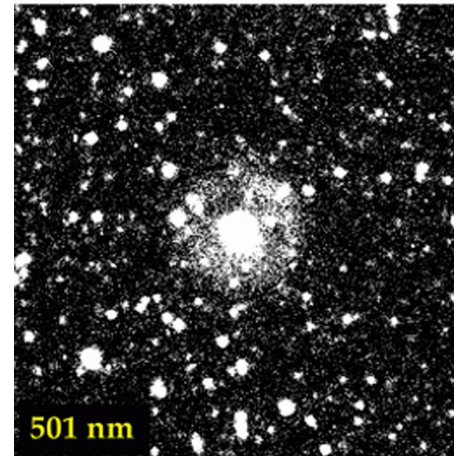
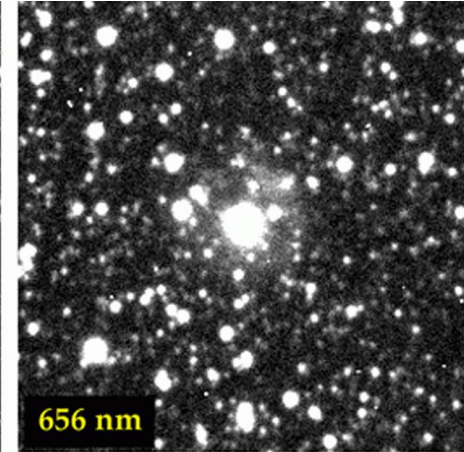
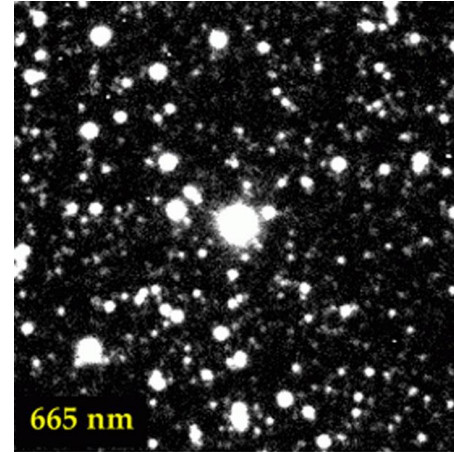
- V1309 Sco (さそり座新星2008; 西山さん、椋島さん発見)
 - 発見前のOGLEのデータから、増光前は接触連星で周期が急速に短くなっていたことが判明



Tylenda et al. (2011)

V4334 Sgr (櫻井天体)

- 1996年2月に櫻井さんが「新星」
として発見
 - 増光前は21等
 - 低質量星の一生の最期あたりに
起こる “final helium shell flash” と
呼ばれる現象であることが判明
 - 周辺に惑星状星雲 (PN G010.4+04.4)
- ここ100年ではわずか3回しか観
測されていない稀な天体现象
 - post-AGB → pre-WDの進化を研究
する上で重要な現象



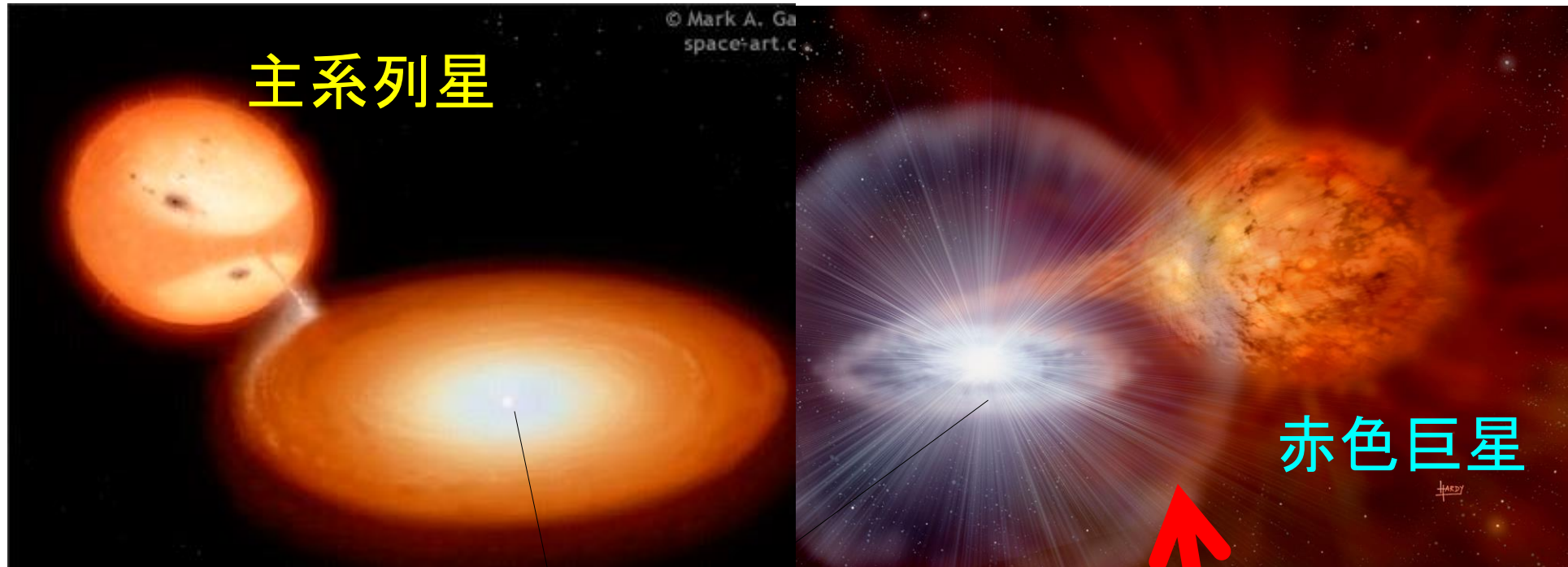
連星系と新星(爆発)

- 白色矮星(主星)と普通の恒星(伴星)の連星系
 - 伴星は、主系列星の場合と赤色巨星の場合がある。
- 普通の星から白色矮星に向けてガス(水素)が流れ込み、白色矮星の表面に積もっていく。
- ガスが十分積もり、温度や密度が十分高くなると、白色矮星の表面で核融合反応が爆発的に起き、急激に明るくなる→**新星爆発**
 - 銀河系内では新星は10天体/年の頻度で見つかっている
- 新星爆発が起きても、白色矮星表面に積もった物質(+ α)を吹き飛ばすだけ
 - **連星系はそのまま残るので、しばらくするとまた爆発する。**
- 新星爆発を(~10 yrの間隔で)繰り返し起こす天体も知られている
 - 増光間隔が1年のものも知られている→加藤さんの講演

新星爆発を起こす可能性のある天体

伴星が赤色巨星である連星系を
とくに**共生星**と呼ぶ。

(予想図)



Credit: Mark. A.Garlick

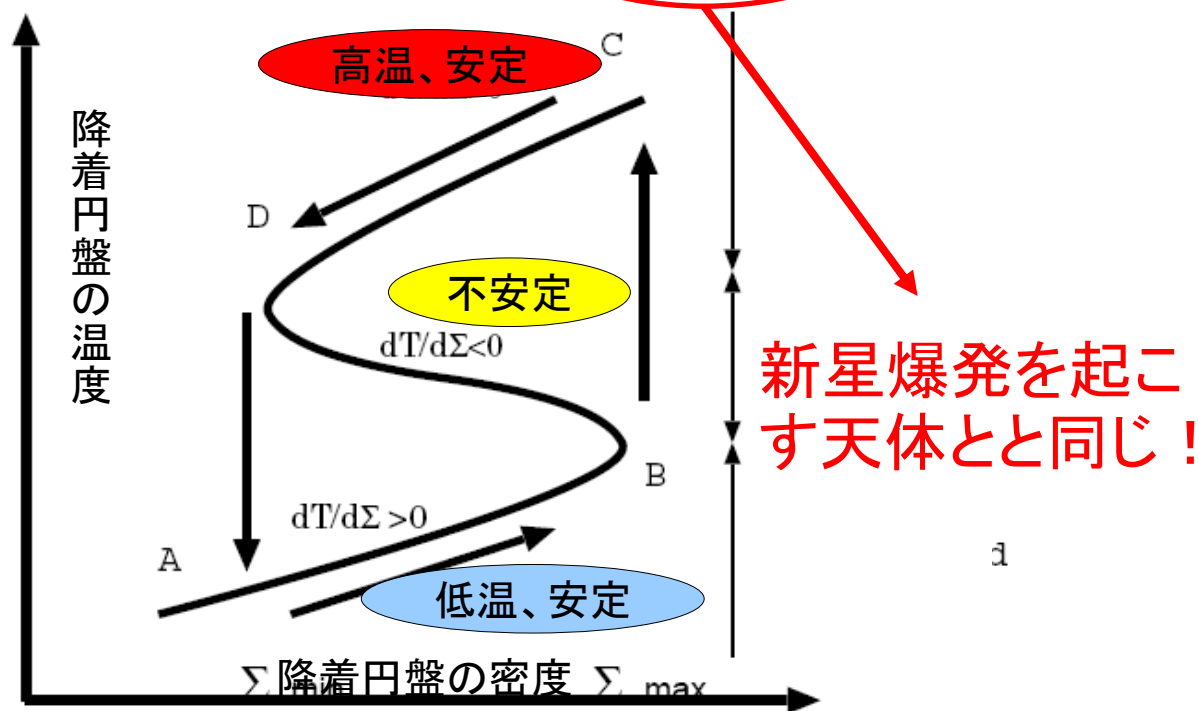
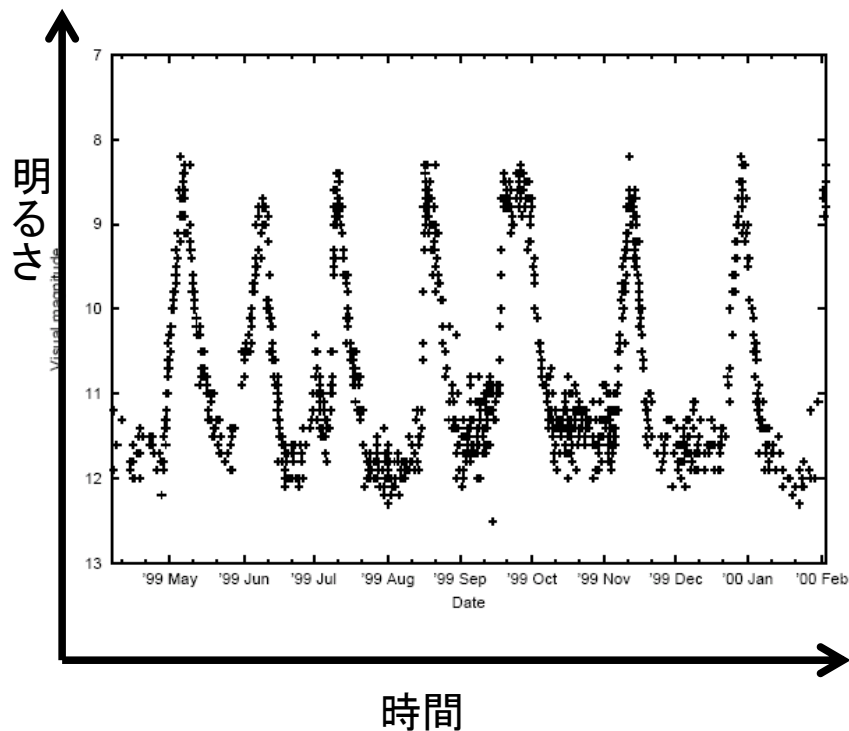
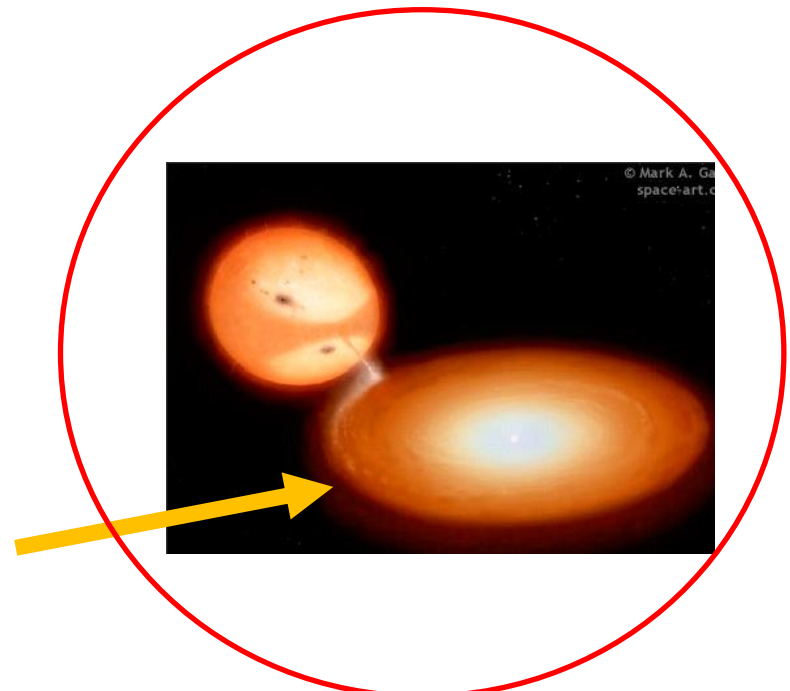
Credit: David A. Hardy & PPARC

白色矮星

新星爆発により吹き飛ばされて
いる物質

矮新星

- 数十～数千日ごとに3-7等程度増光
 - 新星は10等以上増光
- 降着円盤の明るさの変化を見ている

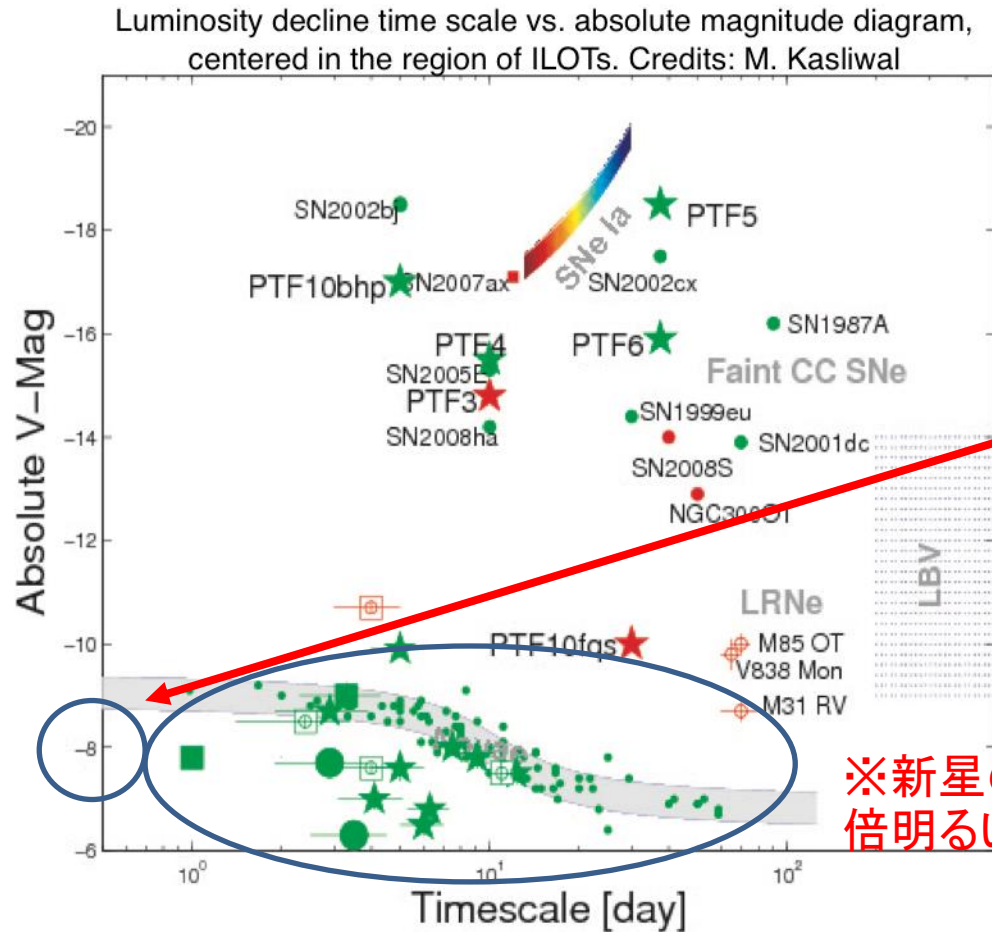


新星と矮新星

- 新星 (classical nova)
 - 白色矮星の表面に積もった物質(水素)が暴走的な核融合反応を起こして増光
 - 明るい: 絶対等級は-9~-7等 → 遠い天体まで見つかる
- 矮新星 (dwarf nova)
 - 降着円盤の状態変化(低温で暗い⇔高温で明るい)
 - 暗い: 絶対等級は3~5等 → 近い天体しか見つからない

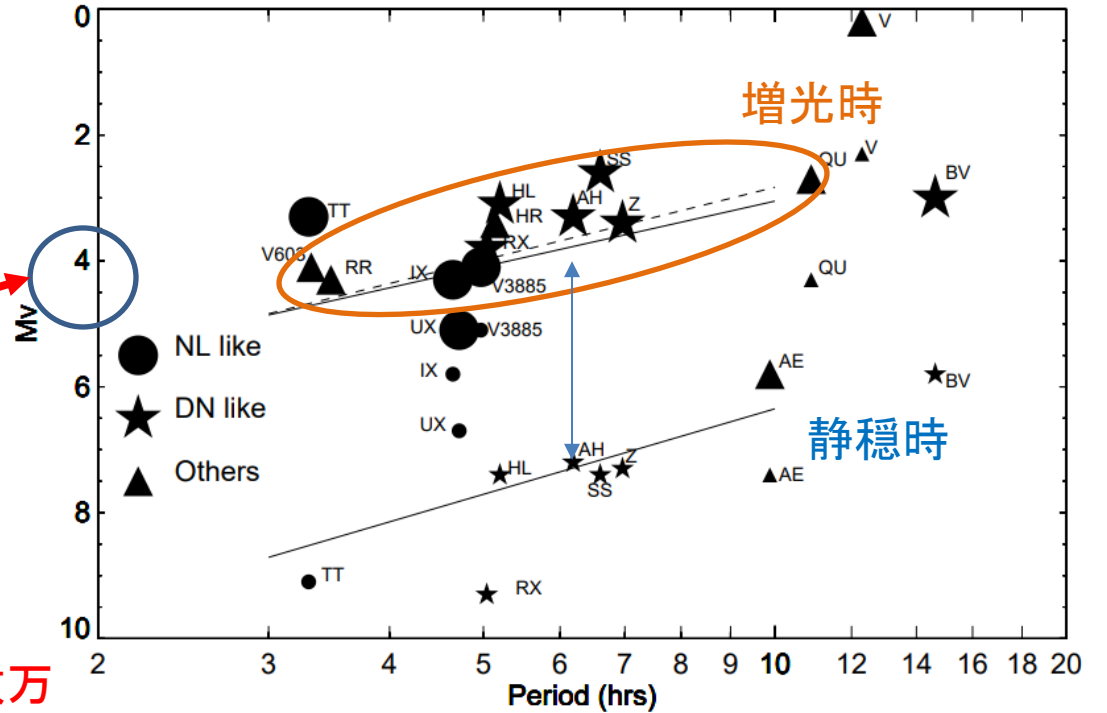
古典新星と矮新星(明るさ)

- 古典新星: -9~-7等ほど



- 矮新星: 3~5等ほど

– 古典新星の方が数万倍明るい

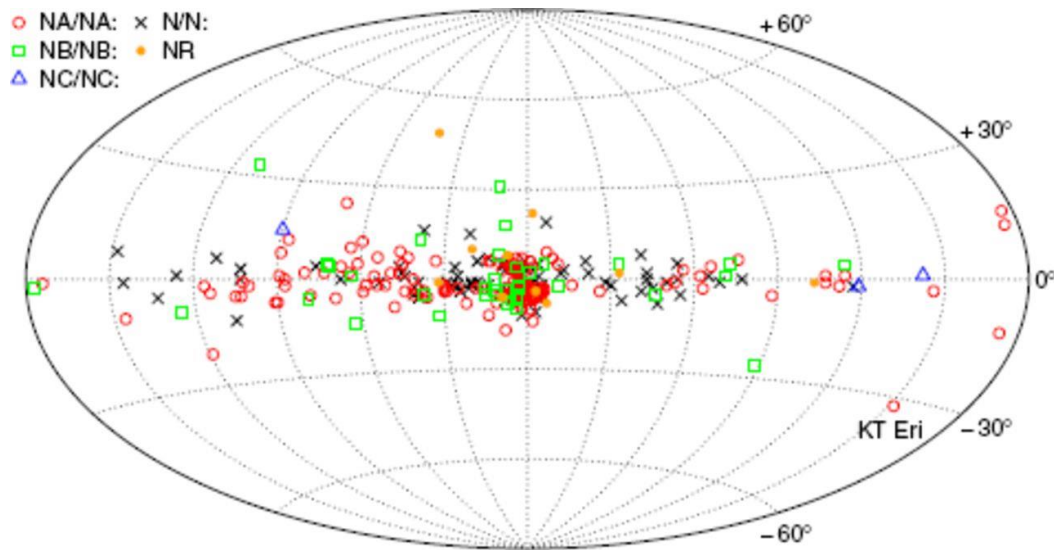


Ramsay et al. (2017)

新星と矮新星（見かけの分布）

- 新星

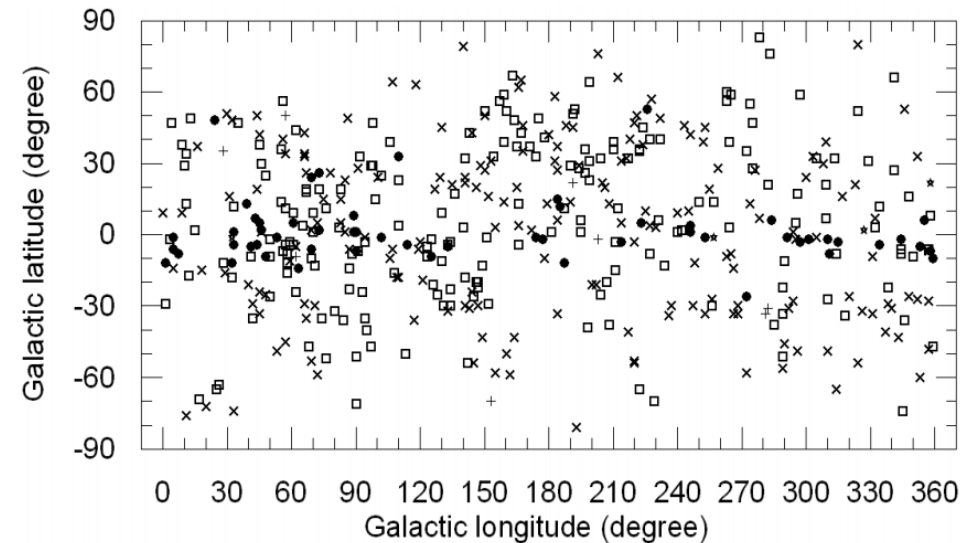
- 銀河面に集中



Imamura & Tanabe (2012)

- 矮新星

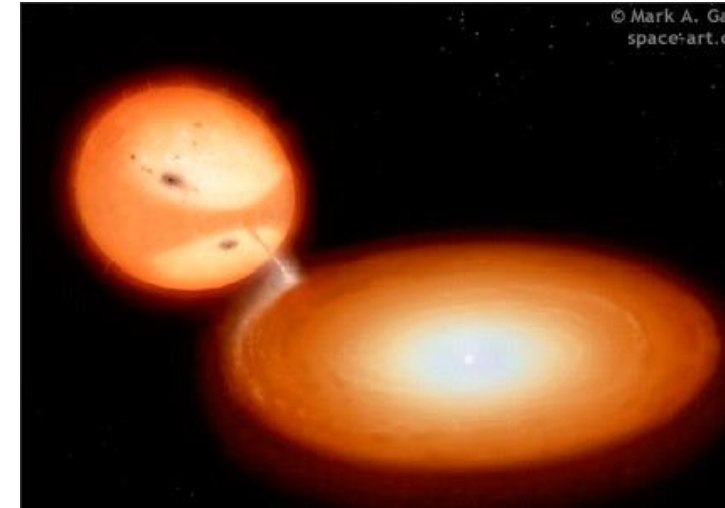
- 全天にまんべんなく分布



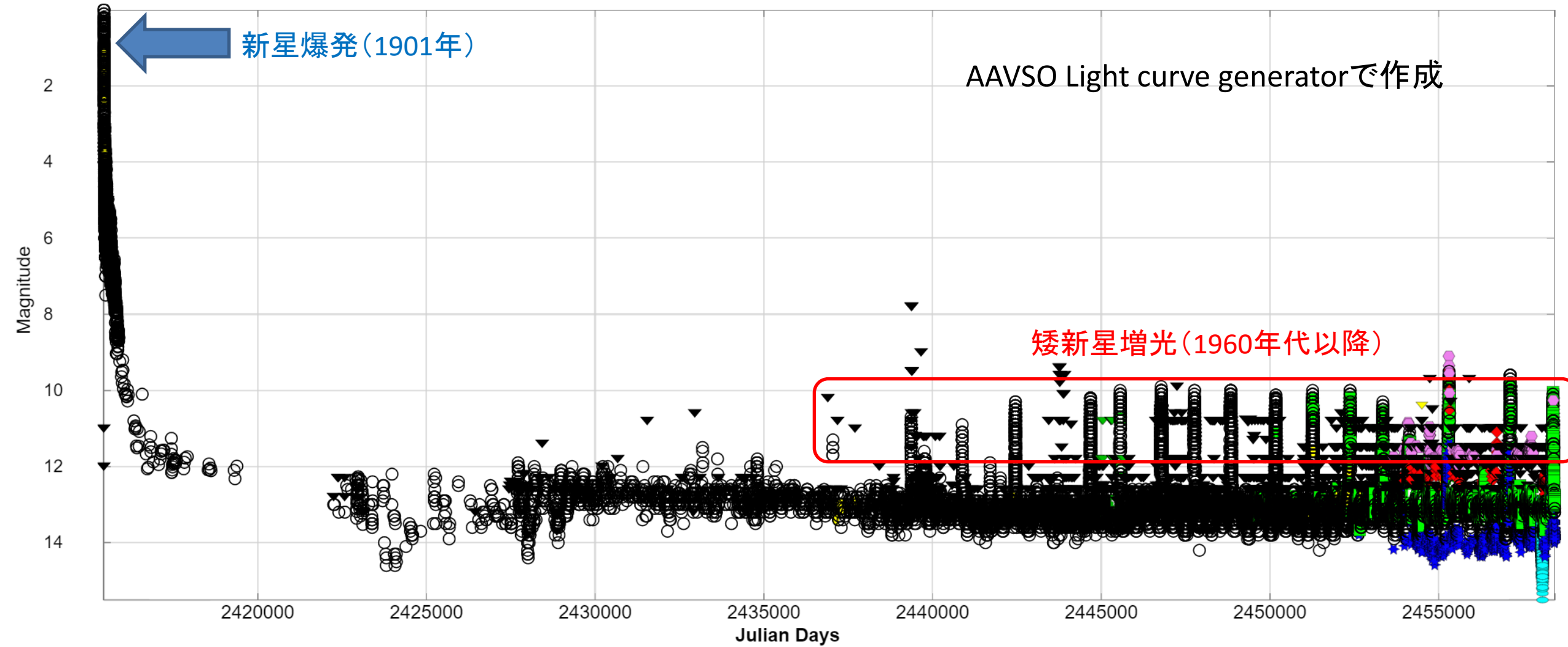
Ak et al. (2007)

新星と矮新星

- 両方の増光を起こす天体も知られている
 - 同じ種類の天体の異なる増光現象を見ている
- 新星爆発後、矮新星増光を示すようになった天体
 - GK Per (Nova Per 1901)、X Ser (Nova Ser 1903)、他
- 矮新星のまわりに新星爆発の痕跡が見つかった
 - Z Cam、AT Cnc
- 新星爆発の前に矮新星増光を示していた
 - V1213 Cen (Nova Cen 2009)、V392 Per



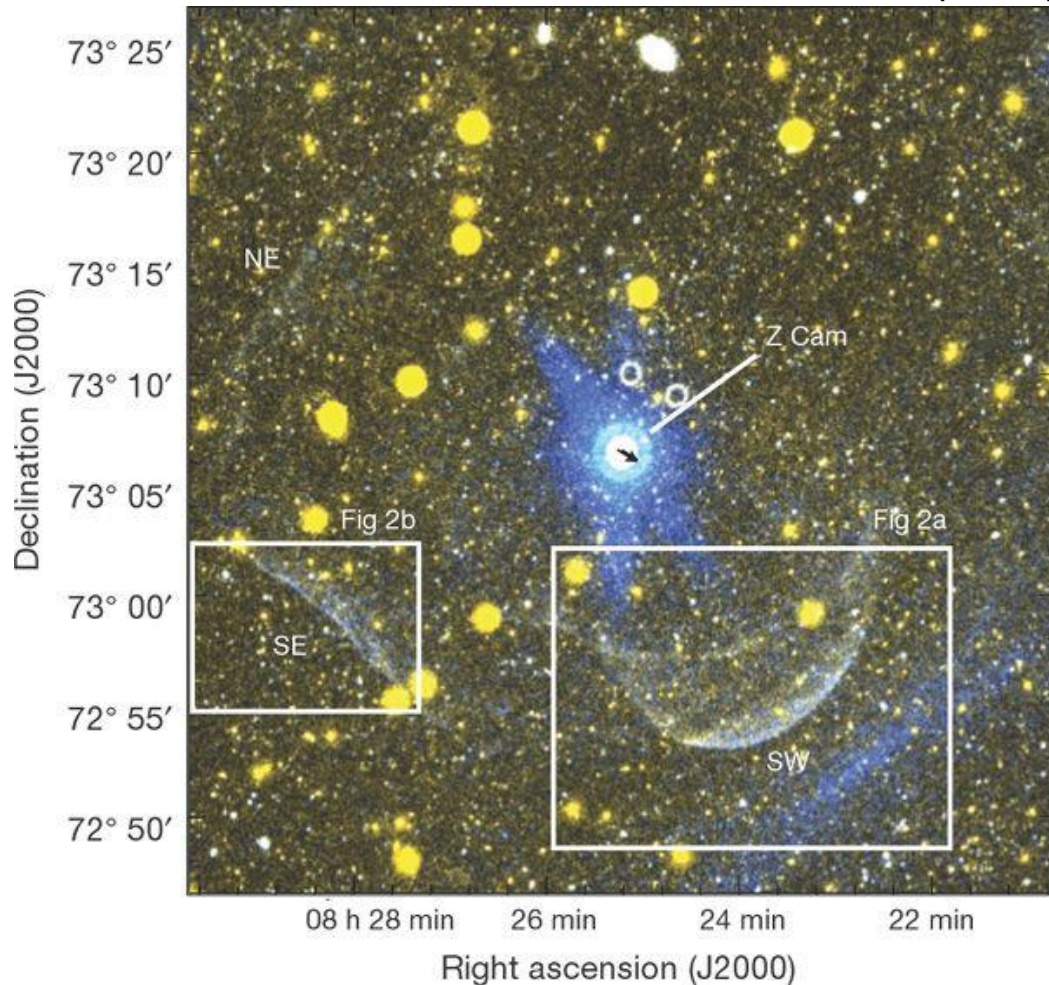
GK Per



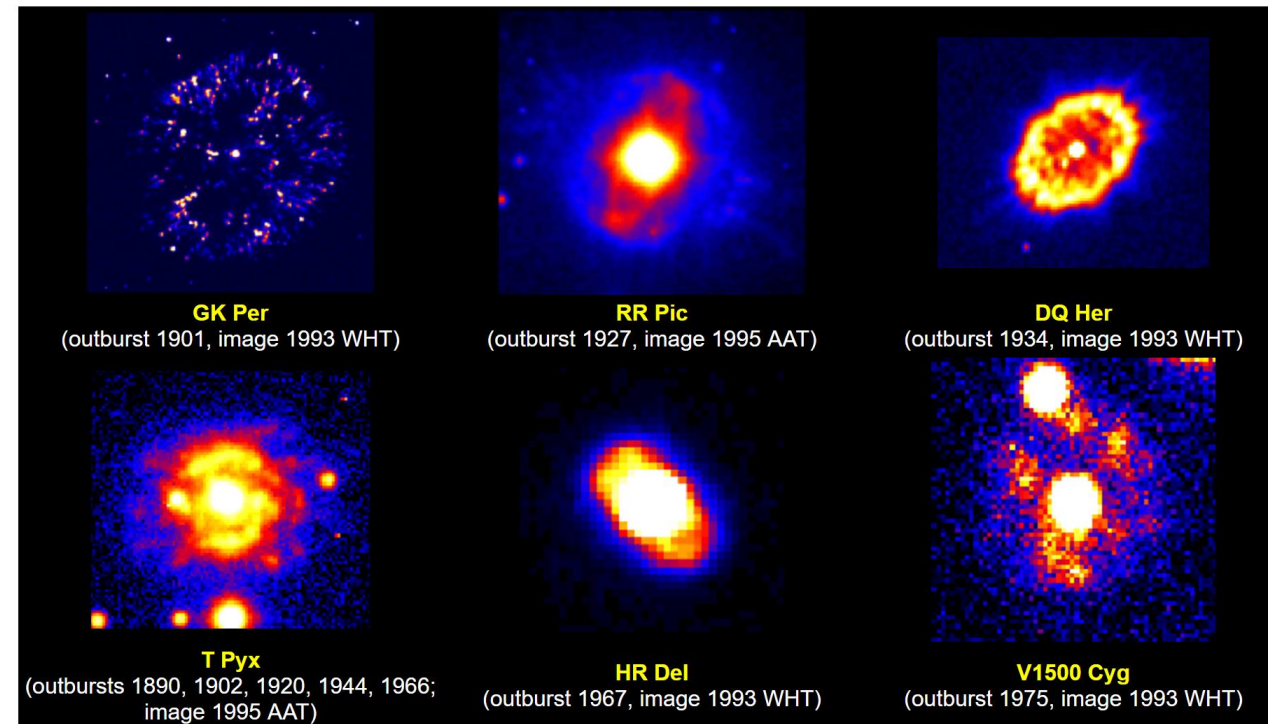
Z Cam

- GALEX衛星の観測で周辺にnova shellが発見された

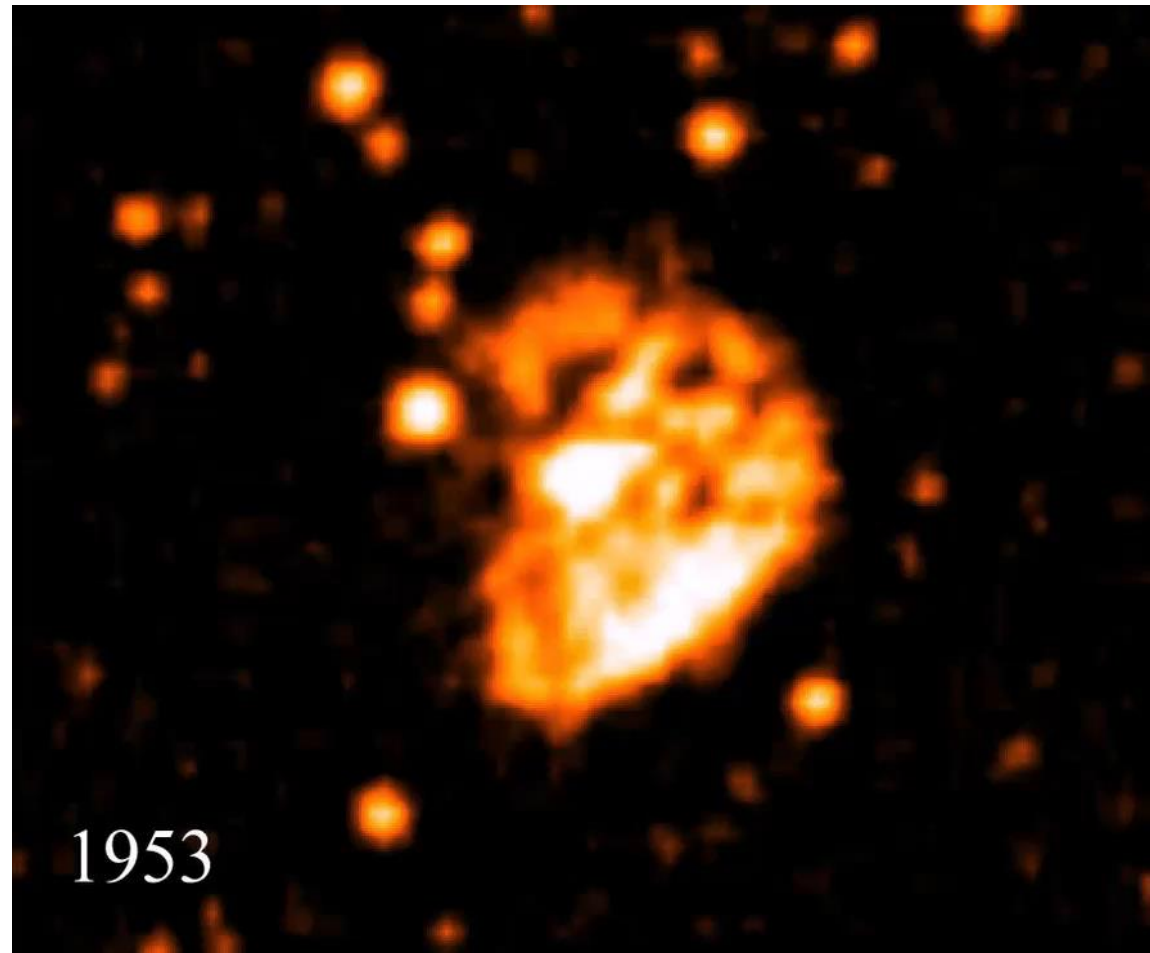
Shara et al. (2007)



新星の周辺には爆発で飛び散った物質がshell構造を作る
(Slavin, O'Brien & Dunlop 1995, Gill & O'Brien 1998)

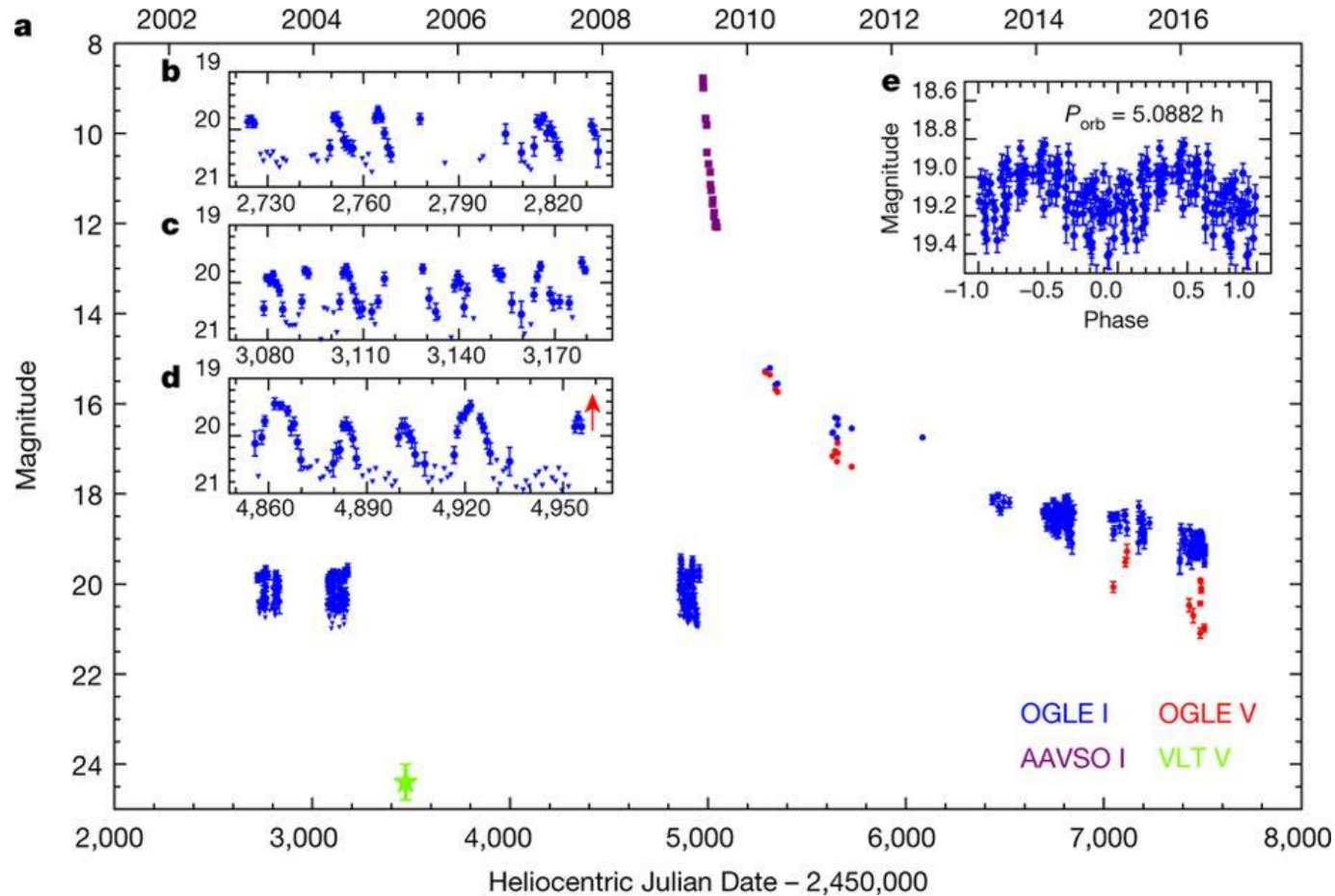


GK Perのnova shellの膨張



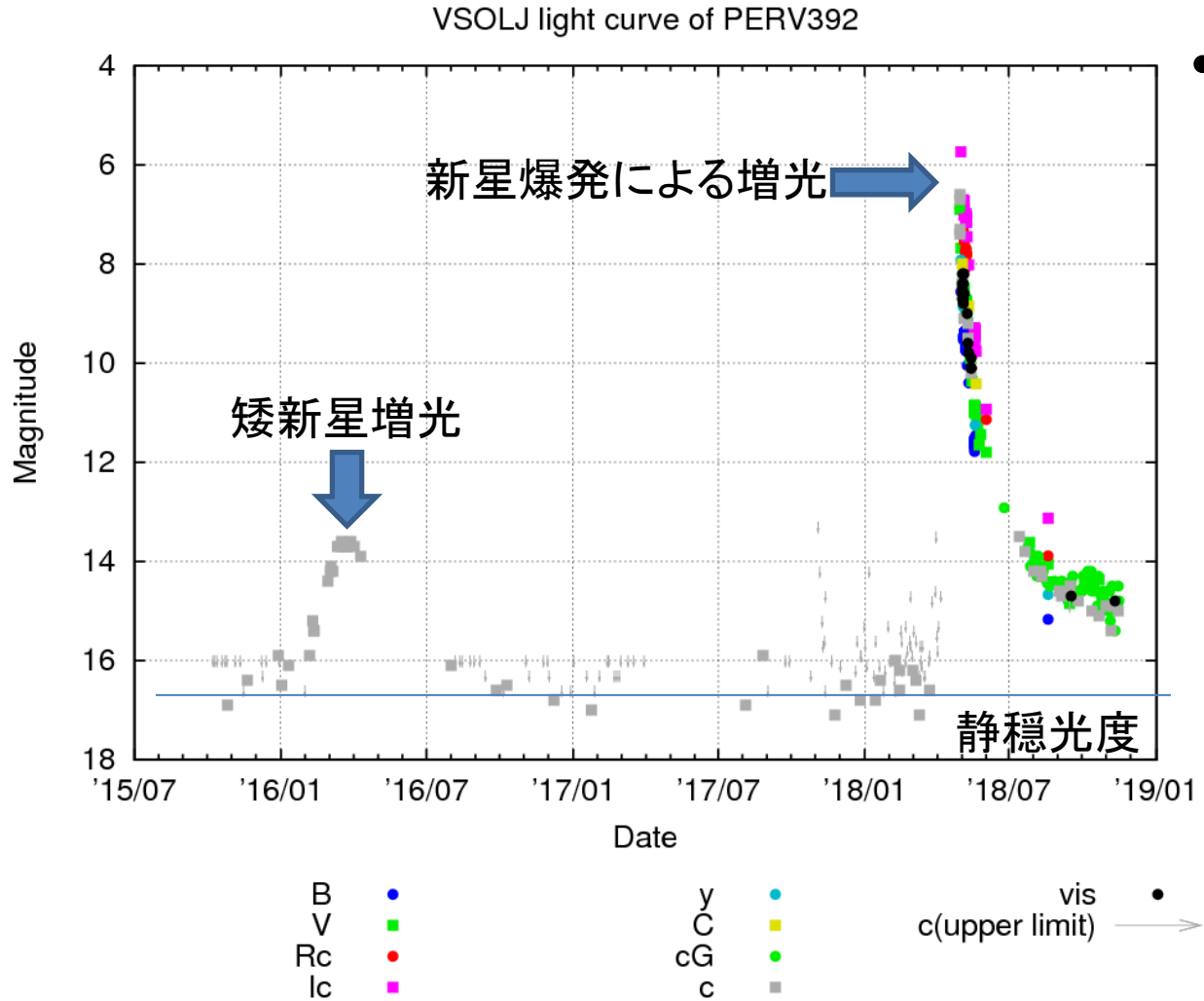
Liimets et al. (2012)

V1213 Cen



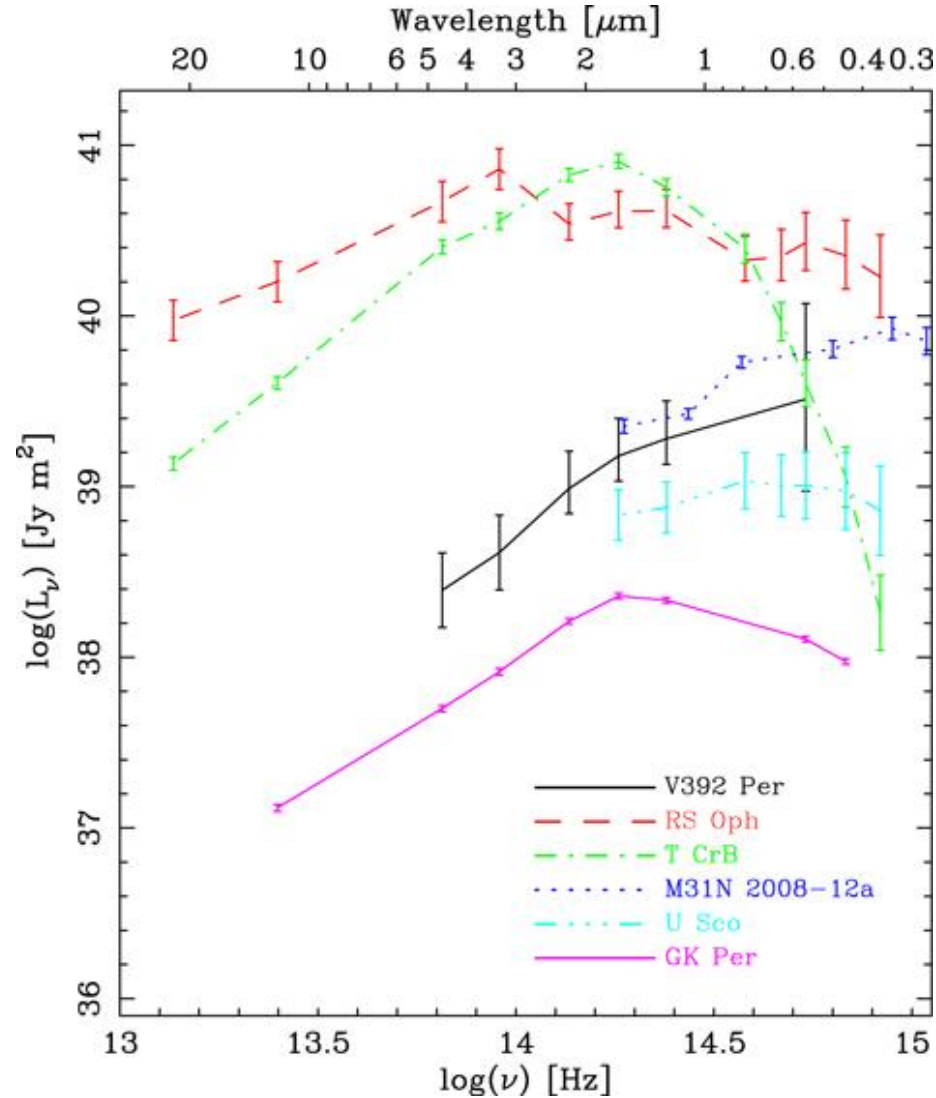
- 2009年に新星爆発を起こした天体の発見前のデータを調べたところ、矮新星増光を示していたことが分かった。
 - 矮新星が新星爆発を起こすことを初めて直接示した例

V392 Per



- 4月29日に中村さんが6等級に増光していることを発見
 - 矮新星として知られていた天体で起こった新星爆発であることが判明
 - V1213 Cenに次いで2例目、**既知の矮新星で起きた新星爆発としては初めての発見**

V392 Per



Darnley & Starrfield (2018)

- GaiaDR2での距離
 - $3.9^{+1.0}_{-0.6}$ kpc
- 静穏時の明るさはU Scoに近い
- Z Cam型矮新星として知られていた
 - →質量降着率大きい

まとめ

- 古典新星に限らず様々な変光星が突発的な増光を示す。
- 古典新星と矮新星
 - 同じ種類の天体→異なる現象を見ている
 - 古典新星の方が圧倒的に明るい
 - 最近になって両方の現象を示す天体が続々と発見されている
- 突発的な増光を示す特異な天体の情報を共有することが重要
 - VSNET: 京大中心で運用しているML
<http://ooruri.kusastro.kyoto-u.ac.jp/mailman/listinfo/>
 - TOCPにも“TCP = some other type of variable (or unknown)”というカテゴリーがある
 - VSOLJ ML: 日本語、変光星関係の情報交換
<http://www.cetus-net.org/ml/>