
古典新星 V445 Pup · V2275 Cyg の 可視偏光分光観測

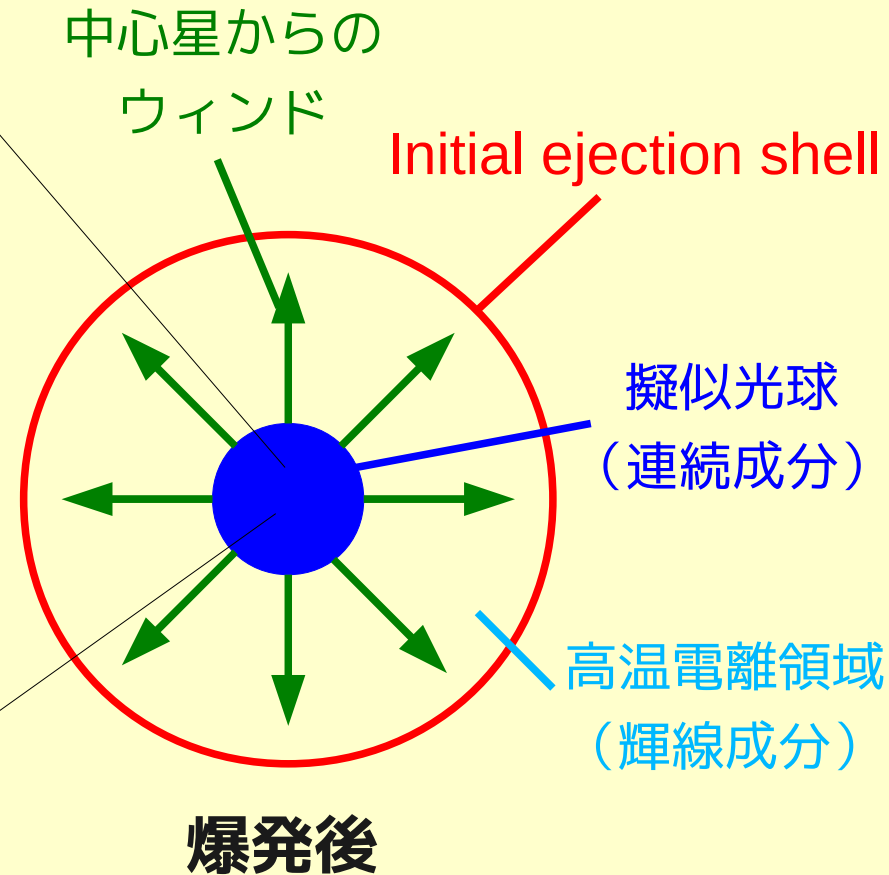
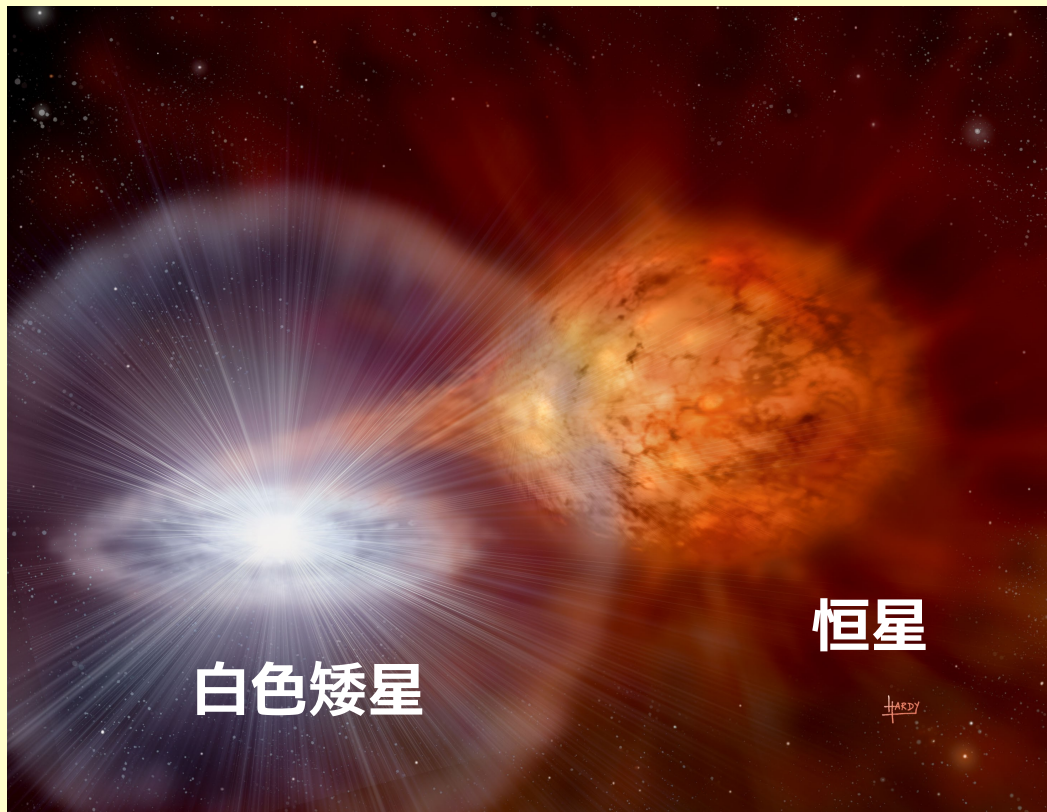
○佐藤久之，川端弘治，秋田谷洋，山中雅之，奥嶋貴子（広島大），
磯貝瑞希，池田優二（京都産業大），岡崎彰（群馬大），関宗蔵（東北大）

2011/09/19

日本天文学会 2011年秋季年会@鹿児島大学

古典新星について

白色矮星と、矮星または赤色巨星の連星系において、白色矮星の表面に降り積もったガスの核暴走反応による爆発現象。



(by David A. Hardy & PPARC)

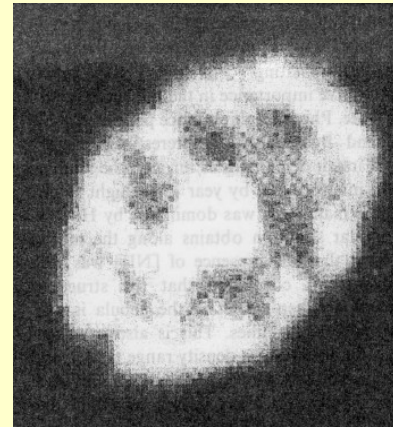
古典新星の非等方性

- 爆発の非等方性

- 古典新星の直接撮像

- 爆発から数年 ~ 数十年後

- 干渉計であれば比較的早期に観測可能（観測機会は限定的）



DQ Her の直接撮像
(Williams et al. 1978)

どのようにして非等方性を得た？星間物質と相互作用した結果の形？

- 偏光分光観測

- 観測時，すなわち**爆発直後**のジオメトリの推定可能

- 連続成分（擬似光球成分）と輝線（外側の密度の薄い領域）を分離して議論可能

なぜ非等方性に注目するか？

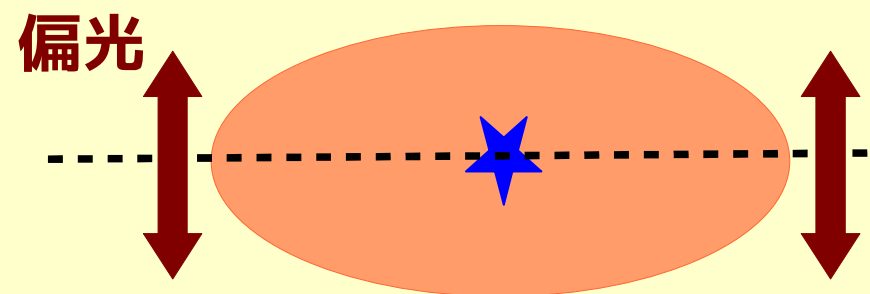
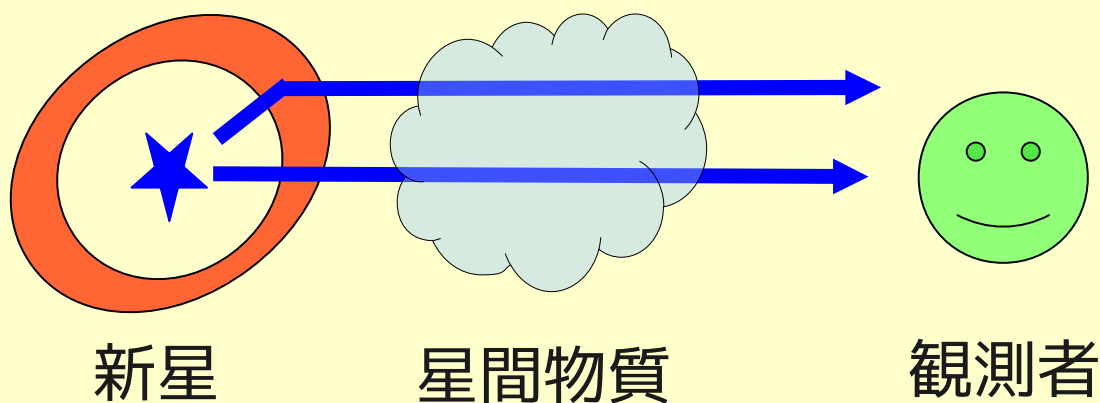
非等方性の原因候補

- 共通外層中の伴星による摩擦抵抗力 (MacDonald 1986; Livio et al. 1990)
 - ejecta が角運動量を得て、速い非等方的な outflow
- 急速に回転する白色矮星の効果 (Porter et al. 1998; Scott 2000)
 - 遠心力により電子縮退の強い両極方向に速い outflow
などなど……

非等方性は爆発機構への手がかり。

今回の目的

- 2001 ~ 2002 年にかけて 5 つの古典新星を偏光分光観測
- V445 Pup · V2275 Cyg について有意な偏光を確認
- 星間偏光を見積り, 差し引く
- 爆発初期の構造 (散乱体の形状や速度) を推定



散乱体が非球対称であれば偏光が観測される。この場合は縦方向 (0°) に検出。

観測方法

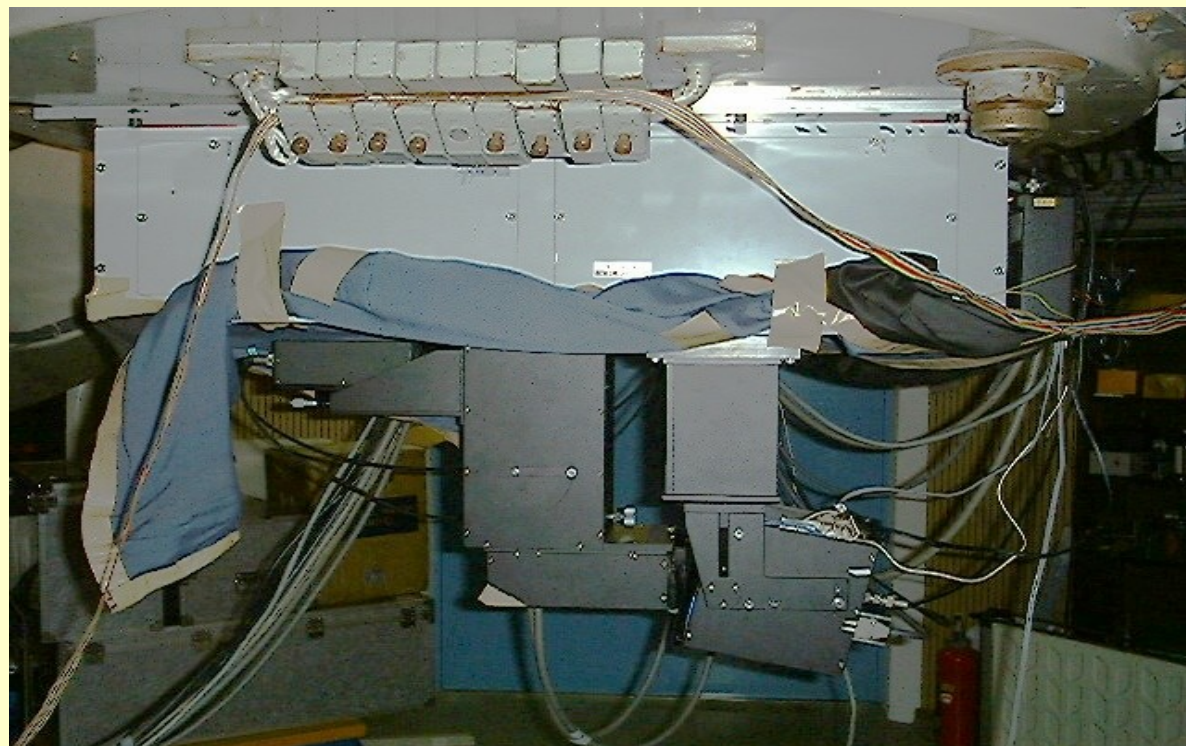
- 望遠鏡

岡山天体物理観測所

- 91 cm (下写真)
- 188 cm (2001/02/02)



- 装置



偏光分光測光器 (HBS)

観測波長域

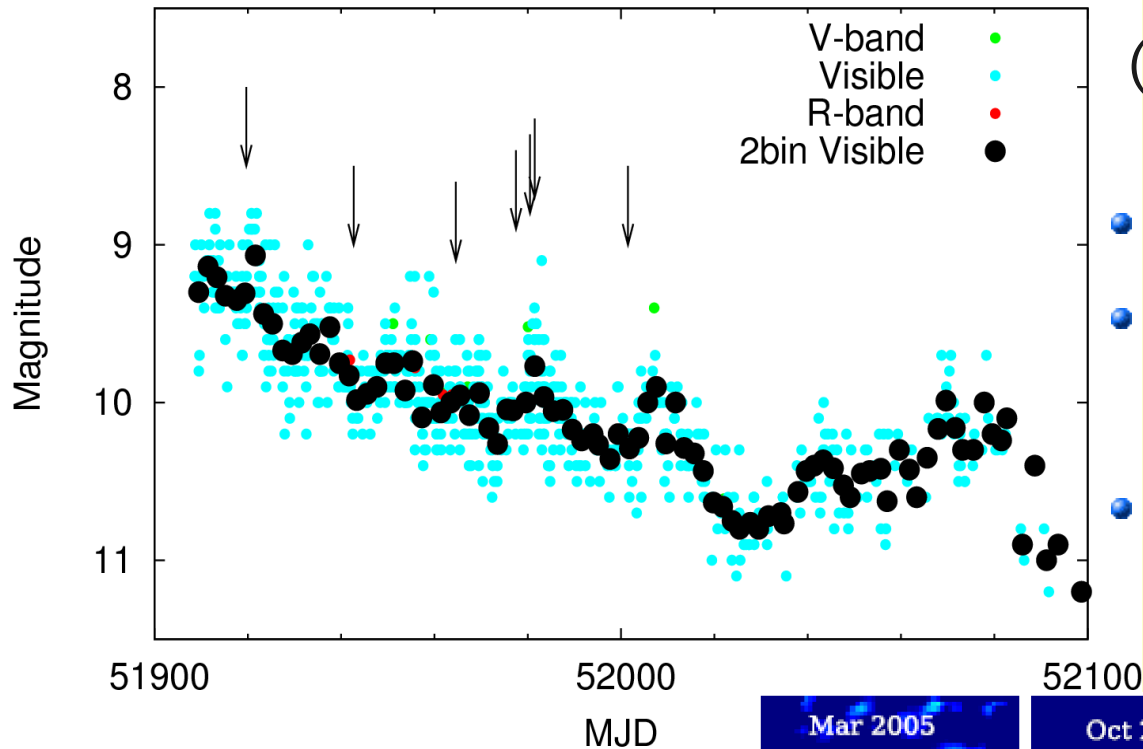
3600 – 9000 Å

波長分解能 $R (\lambda / \Delta\lambda)$

90

V445 Pup - 紹介

ライトカーブ V445 Pup Light Curve



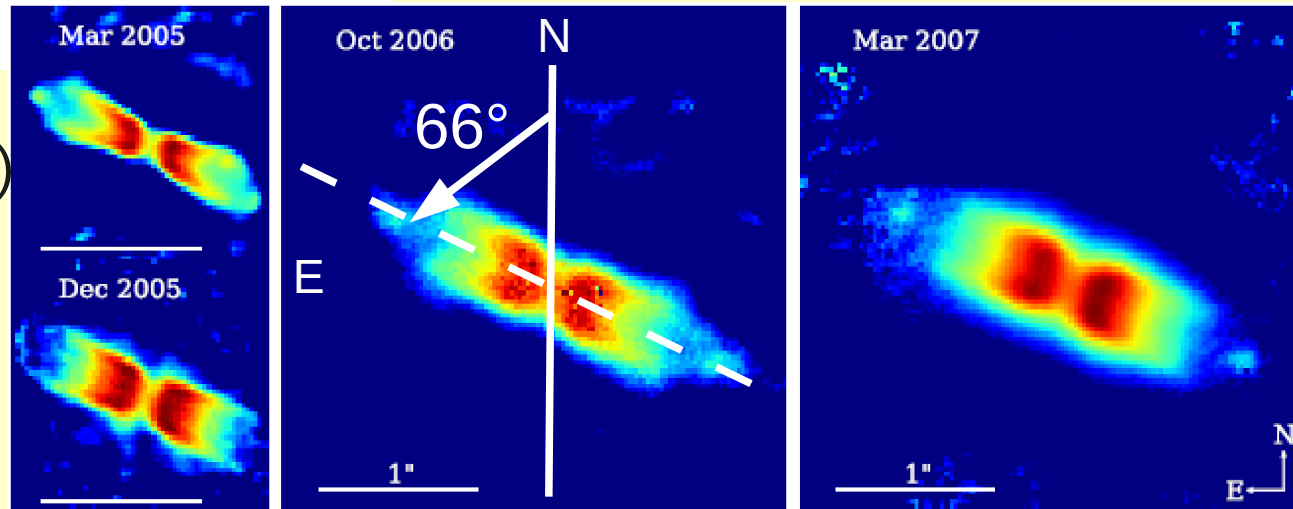
7 晩観測

(発見日から 11 日目 ~ 93 日目)

- 唯一のヘリウム新星
- 減光率が小さいながらも重たい白色矮星 ($> 1.35 M_{\odot}$)
- SN Type Ia 候補

(Kato et al. 2003)

- 4 - 6 年後に直接撮像(AO)
- 極端な双極風
- VLT / NAOS-CONICA
- Ks-band (Woudt et al. 2008)



V445 Pup - 結果

分光について

- 特徴的な輝線パターンで, 日ごとにはあまり変化していない.

11 日目

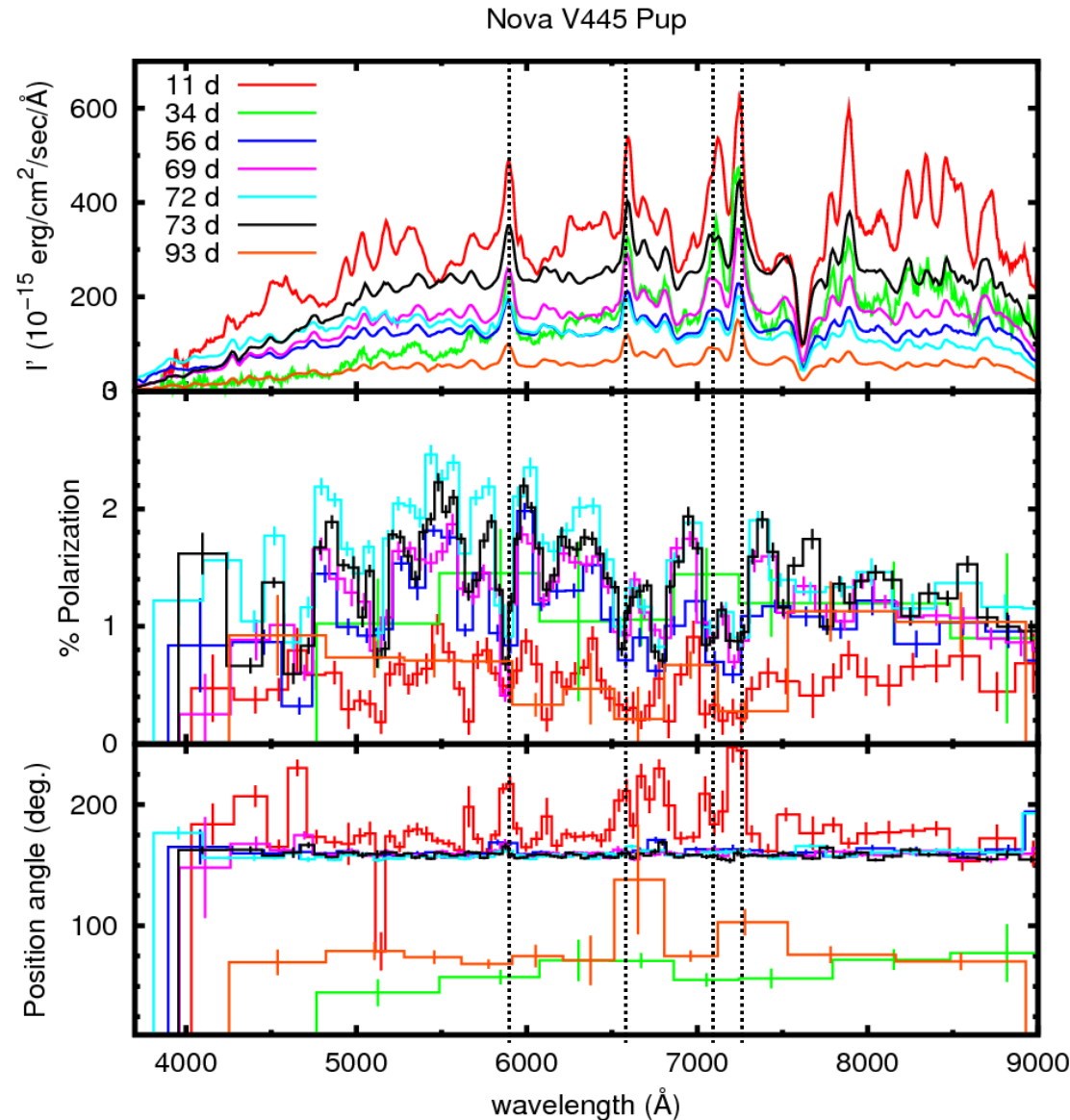
- 他の日とは有意に異なる特徴

34, 93 日目

- P.A. $\sim 70^\circ$ 付近で揃う

56, 69, 72, 73 日目

- 偏光度, P.A. で似たような特徴
- 輝線部分で消偏向効果
- P.A. は $\sim 160^\circ$ で一定



V445 Pup - 結果

分光について

- 特徴的な輝線パターンで, 日ごとにはあまり変化していない.

11 日目

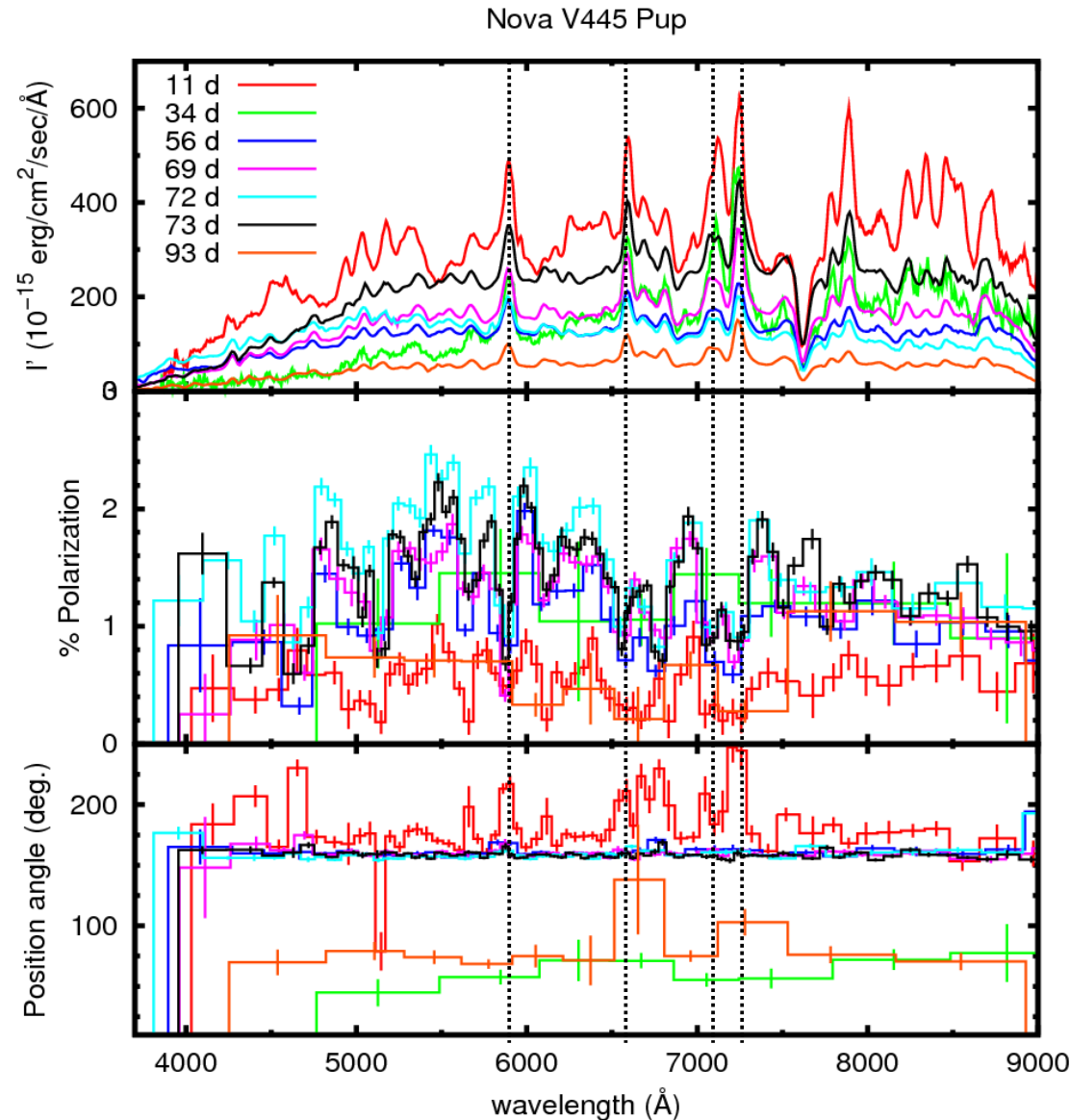
- 他の日とは有意に異なる特徴

34, 93 日目

- P.A. $\sim 70^\circ$ 付近で揃う

56, 69, 72, 73 日目

- 偏光度, P.A. で似たような特徴
- 輝線部分で消偏向効果
- P.A. は $\sim 160^\circ$ で一定



V445 Pup - 結果

分光について

- 特徴的な輝線パターンで, 日ごとにはあまり変化していない.

11 日目

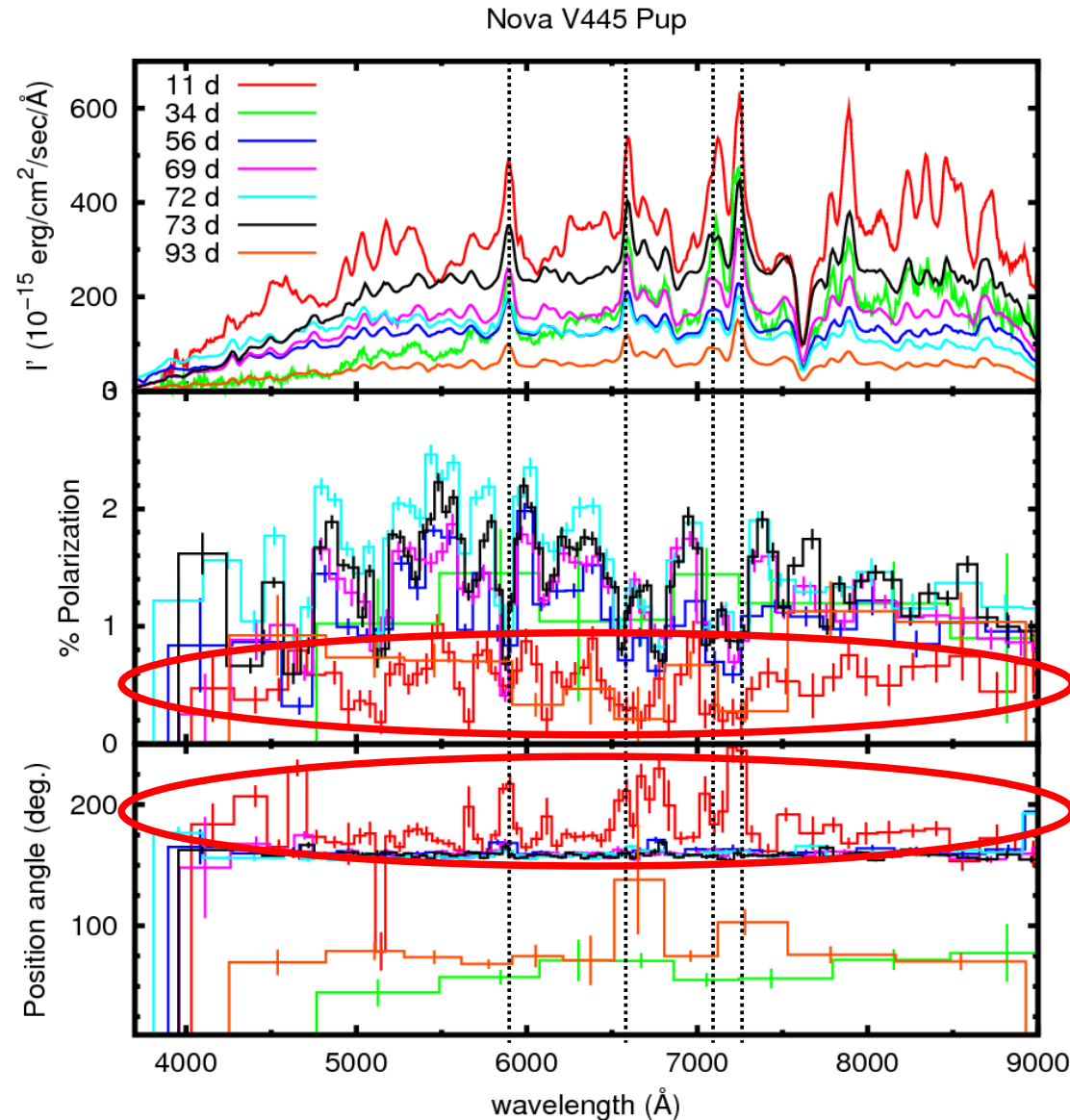
- 他の日とは有意に異なる特徴

34, 93 日目

- P.A. $\sim 70^\circ$ 付近で揃う

56, 69, 72, 73 日目

- 偏光度, P.A. で似たような特徴
- 輝線部分で消偏向効果
- P.A. は $\sim 160^\circ$ で一定



V445 Pup - 結果

分光について

- 特徴的な輝線パターンで, 日ごとにはあまり変化していない.

11 日目

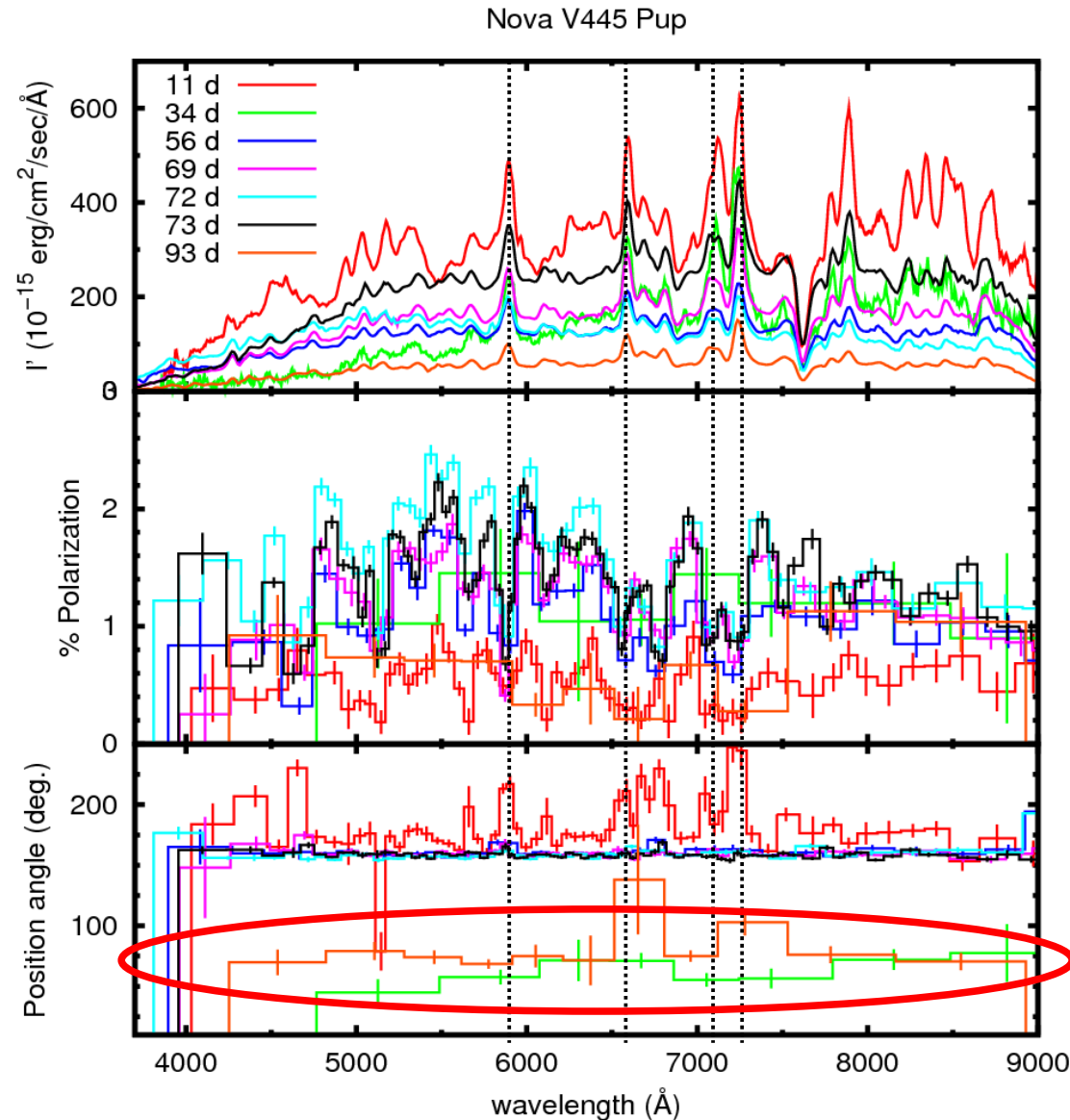
- 他の日とは有意に異なる特徴

34, 93 日目

- P.A. $\sim 70^\circ$ 付近で揃う

56, 69, 72, 73 日目

- 偏光度, P.A. で似たような特徴
- 輝線部分で消偏向効果
- P.A. は $\sim 160^\circ$ で一定



V445 Pup - 結果

分光について

- 特徴的な輝線パターンで, 日ごとにはあまり変化していない.

11 日目

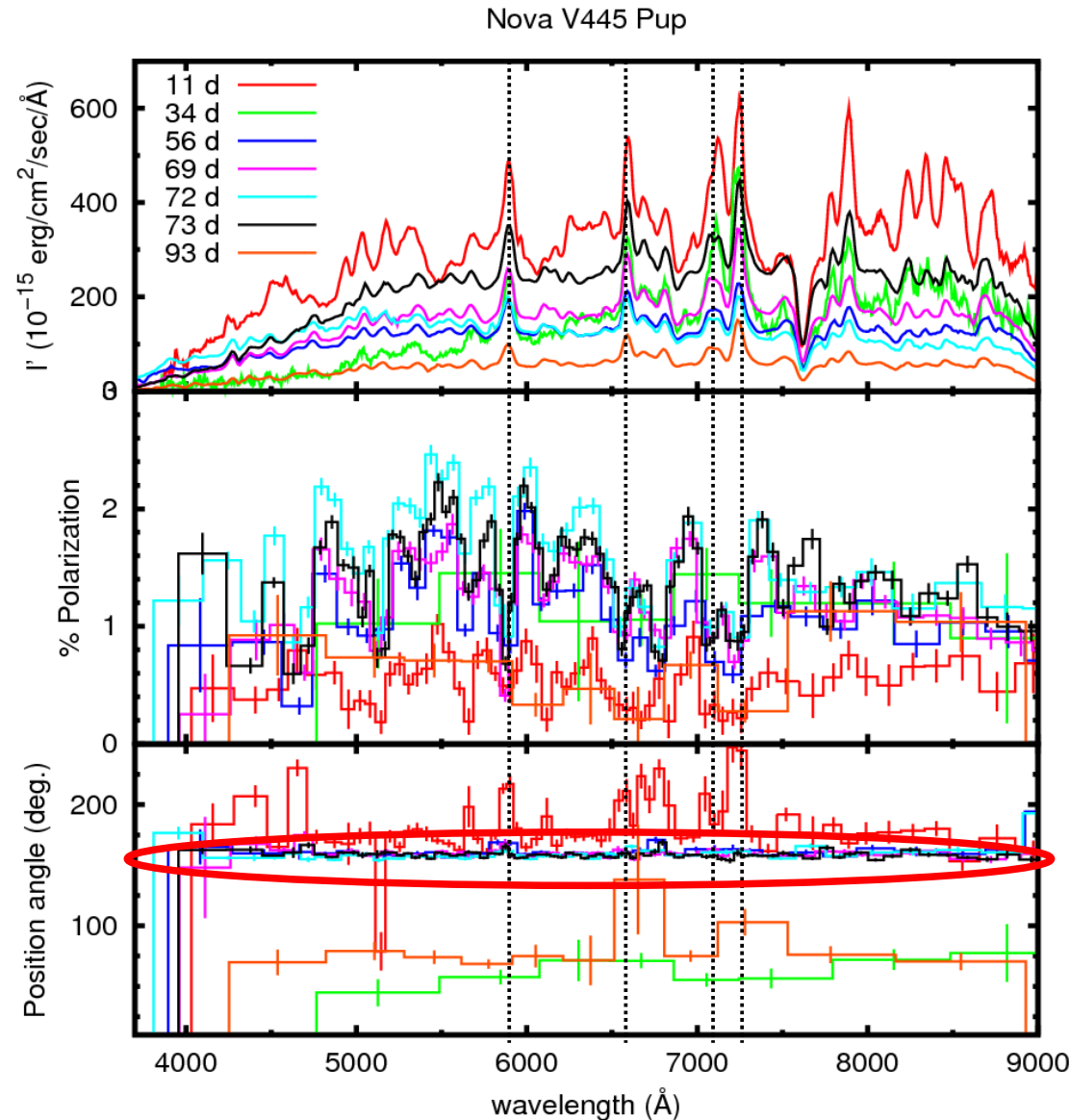
- 他の日とは有意に異なる特徴

34, 93 日目

- P.A. $\sim 70^\circ$ 付近で揃う

56, 69, 72, 73 日目

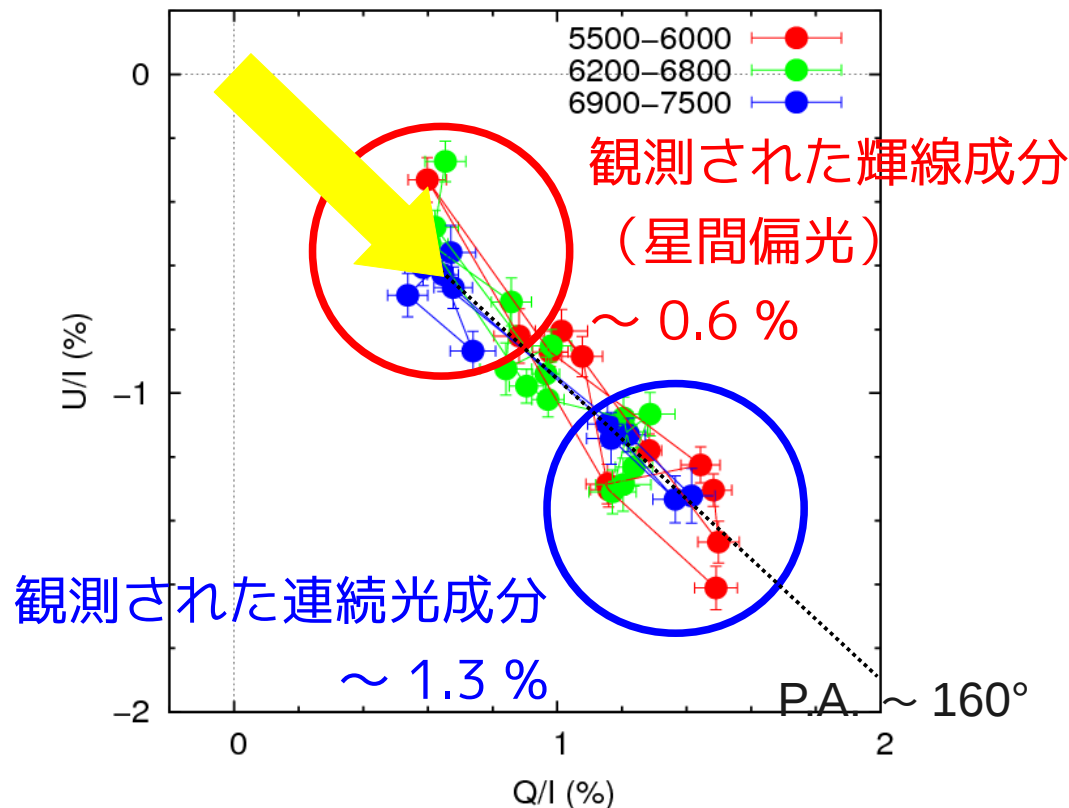
- 偏光度, P.A. で似たような特徴
- 輝線部分で消偏向効果
- P.A. は $\sim 160^\circ$ で一定



V445 Pup – 議論

- S/N の良い 73 days のデータを詳しく見てみる。
- 強い輝線まわりの 3 つの波長領域で、波長ごとの偏光を QU 図にプロット。
- **固有の偏光 = 観測された偏光 - 星間物質による偏光** (ベクトル計算)。
- 輝線は、電離領域の密度が薄いために、固有の偏光は無いと考える。
- 輝線において連続成分の寄与は小さいとし、星間物質による偏光と考えた。

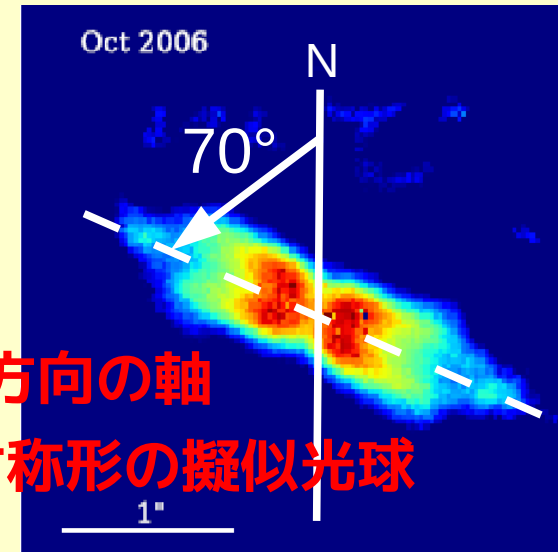
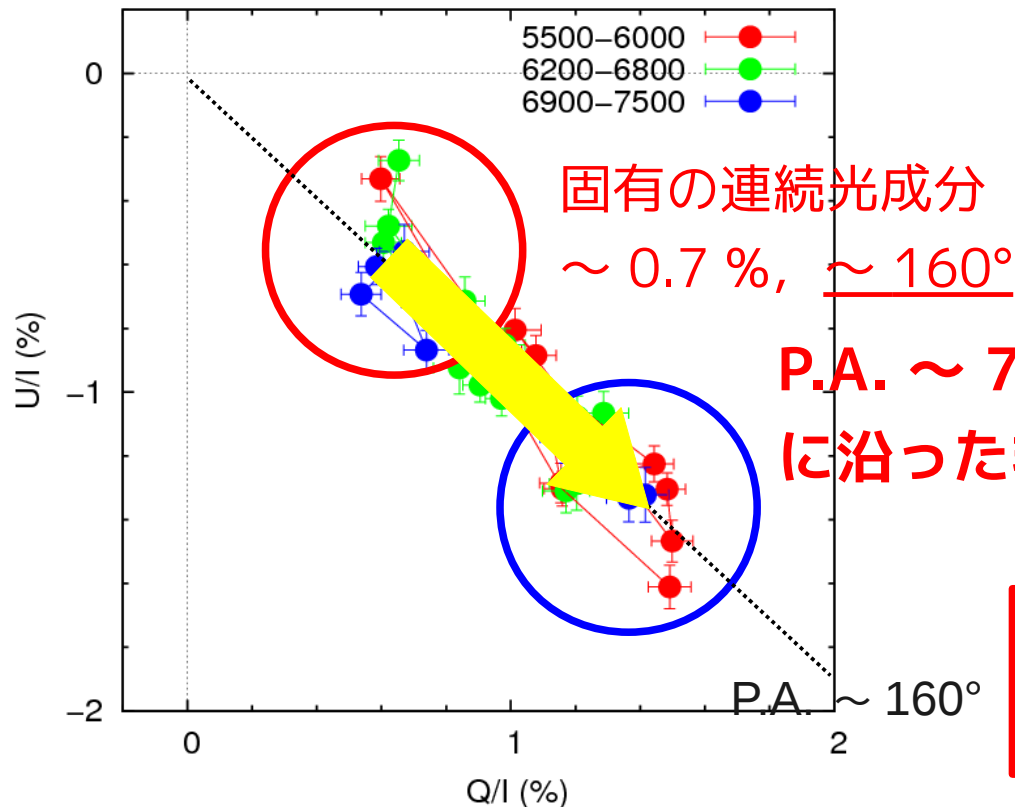
V445 Pup QU diagram (73 days)



V445 Pup - 議論

- S/N の良い 73 days のデータを詳しく見てみる。
- 強い輝線まわりの 3 つの波長領域で、波長ごとの偏光を QU 図にプロット。
- **固有の偏光 = 観測された偏光 - 星間物質による偏光** (ベクトル計算)。
- 輝線は、電離領域の密度が薄いために、固有の偏光は無いと考える。
- 輝線において連続成分の寄与は小さいとし、星間物質による偏光と考えた。

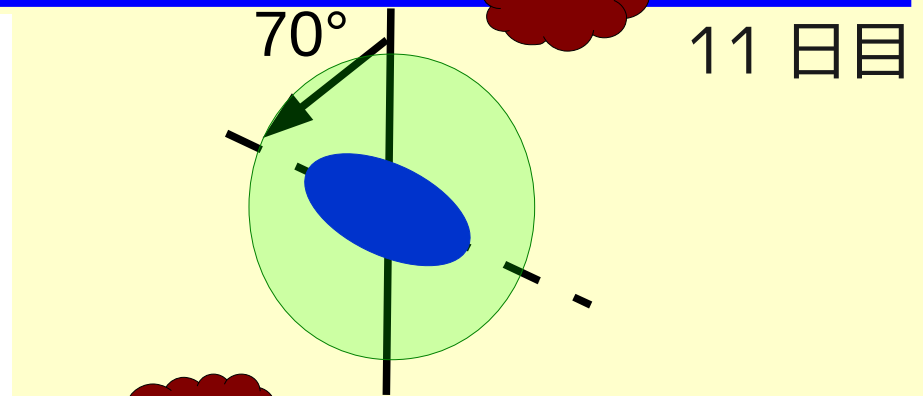
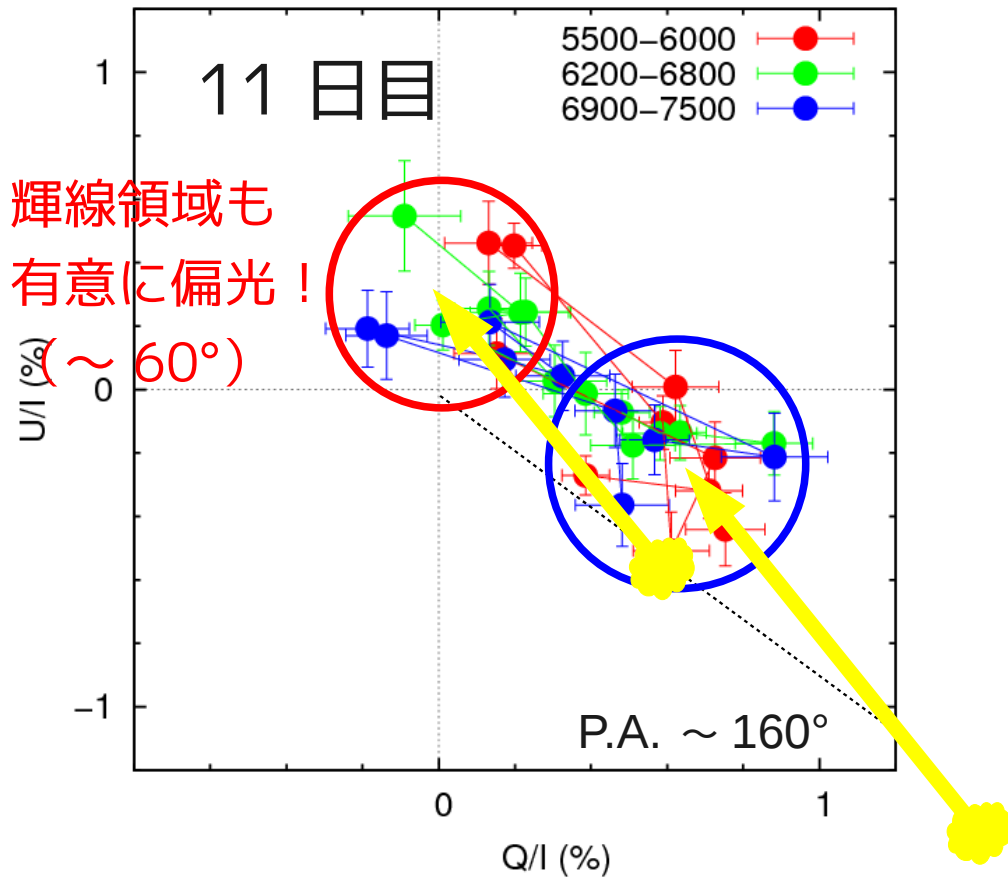
V445 Pup QU diagram (73 days)



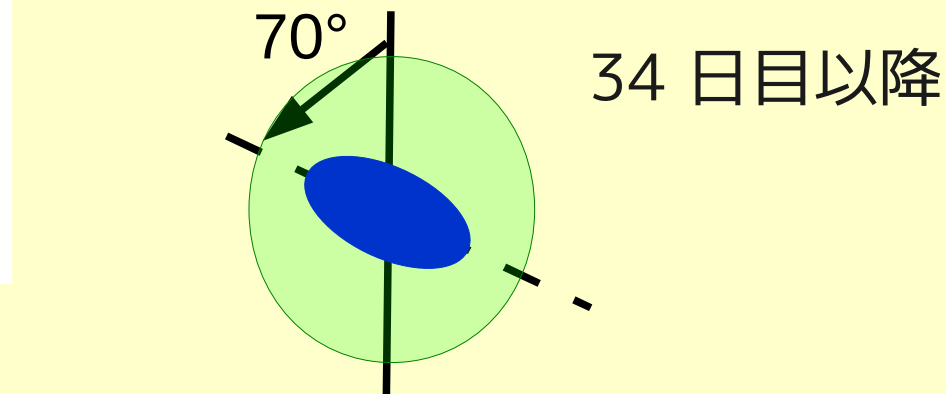
数年後に観測された双極風と
コンシステントな非等方性を観測！

V445 Pup - 議論

V445 Pup QU diagram 010110



ある程度遠くに離れた, $\sim 60^\circ$ 方向に偏光変化するような星周物質が元から存在 (今回は赤道方向付近.) .

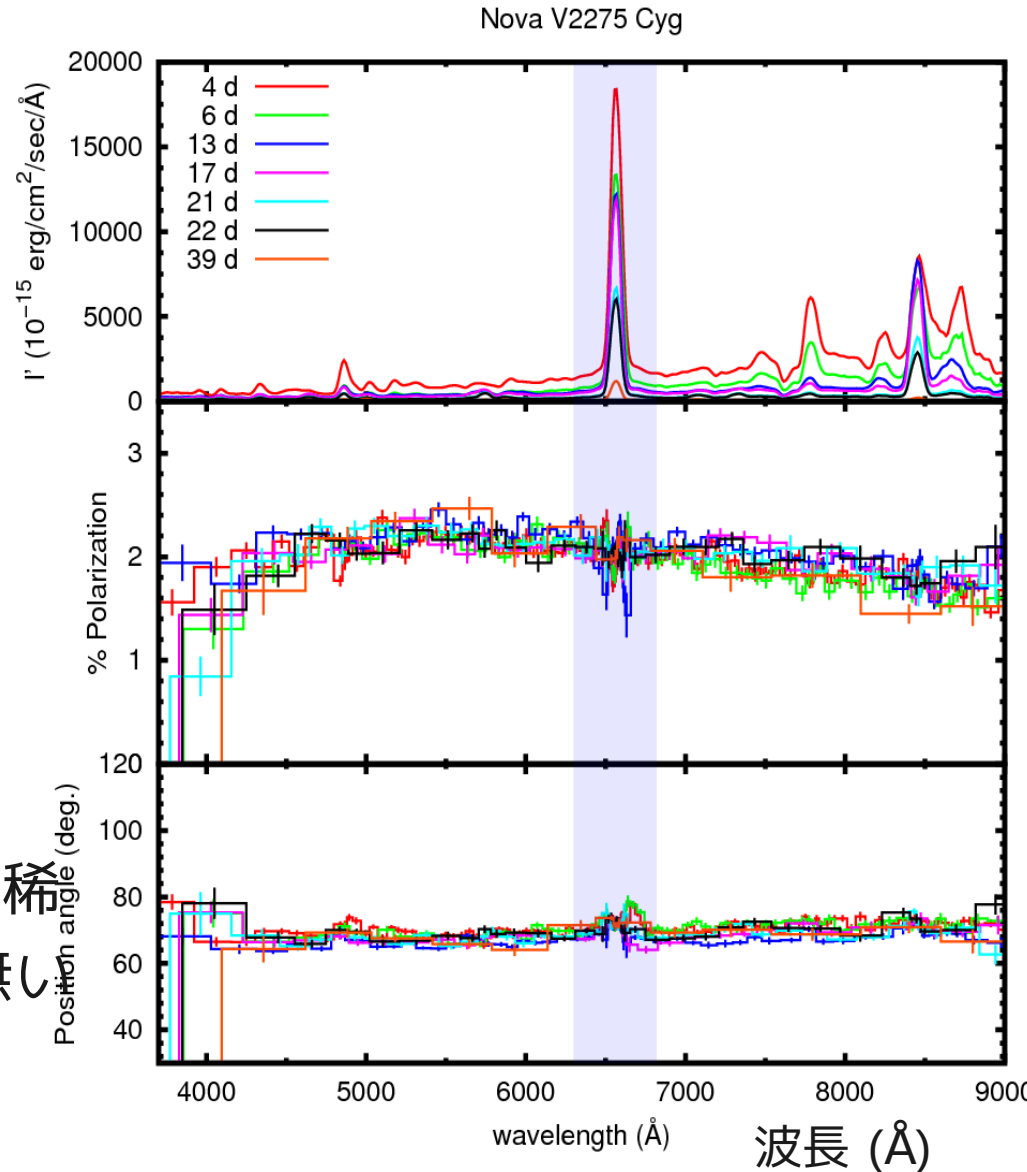
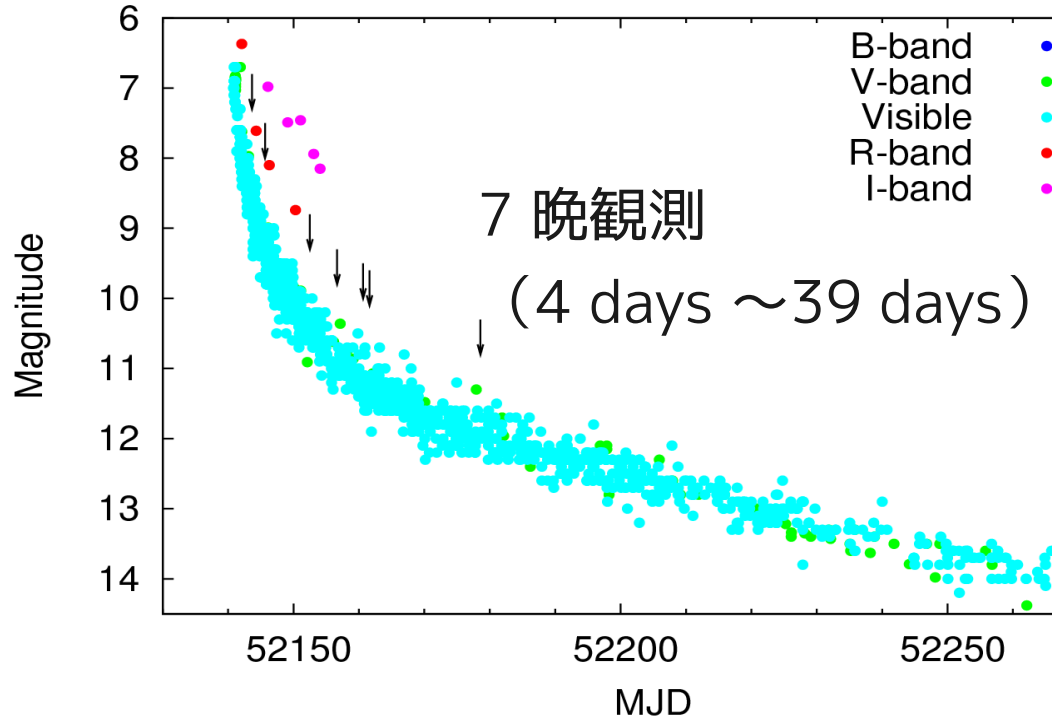


星周物質は掃き出されたと考えられる.
90° の方位角変化は質量放出の密度変化や赤道方向への clumpy な質量放出を示唆.

- 典型的な日に比べ全体的にシフト
→ P.A. $\sim 160^\circ$ 方向への非等方性は保たれている.

V2275 Cyg - 紹介, 結果

ライトカーブ V2275 Cyg Light Curve



- Very fast nova ($t_2 \sim 2.9$ day)
- これほど早い nova に対する偏光観測は稀
- この天体に関する先行研究はほとんど無い
- 爆発初期の減光中に $H\alpha$ に特異な変動 (バンド偏光観測では検出不可) .

V2275 Cyg - 議論

時間変動しない → 星間偏光

- 波長依存性に関する経験則

$$p(\lambda)/p_{\max}(\lambda) = \exp[-K \ln^2(\lambda_{\max}/\lambda)]$$

$K = 0.01 + 1.66\lambda_{\max}$ を用いて fit
(Whittet et al. 1992)

各観測日ごとの結果を重み付け平均

$$P_{\max} = 2.159 \pm 0.006 \%$$

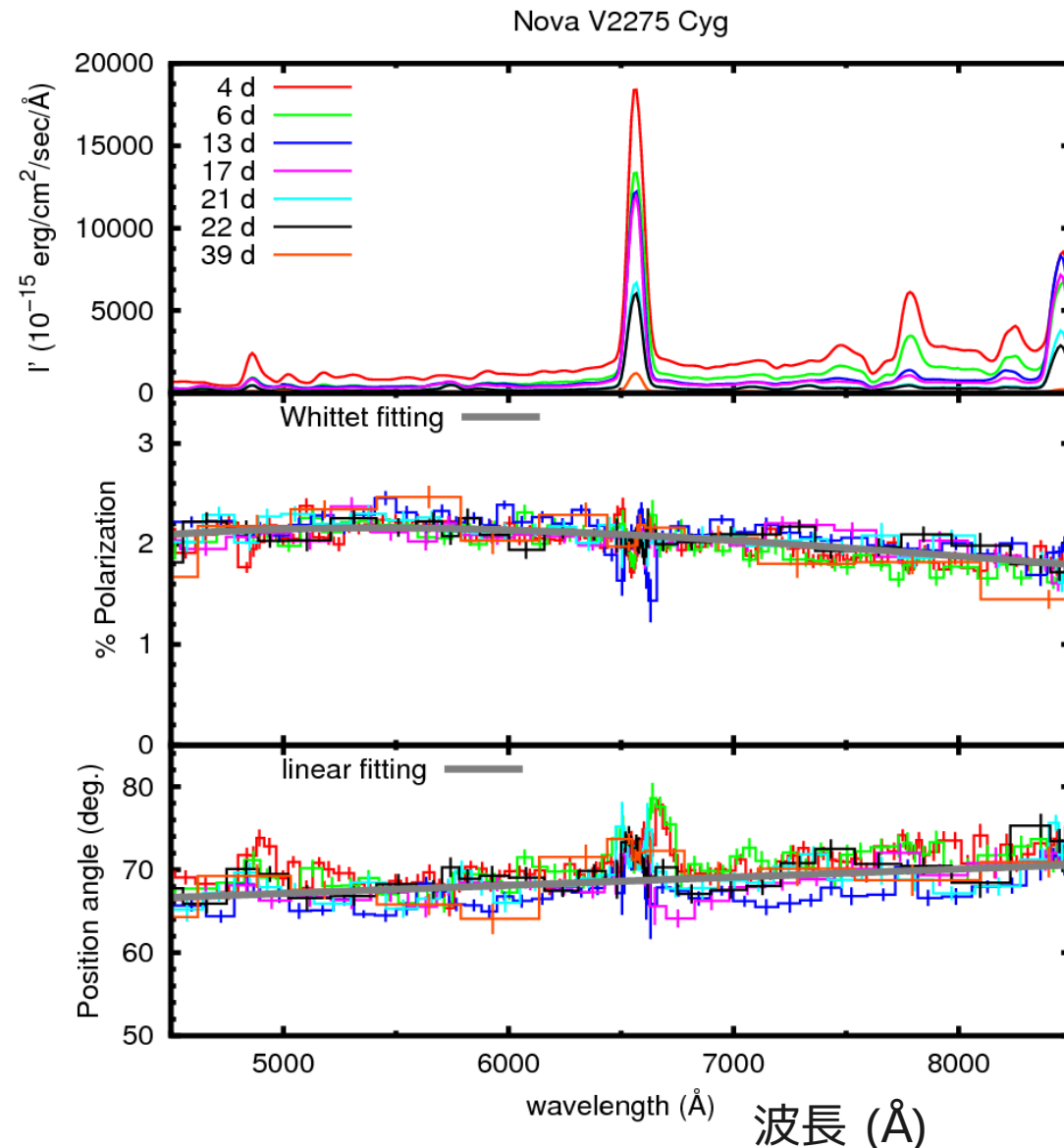
$$\lambda_{\max} = 0.541 \pm 0.005 \mu\text{m}$$

- 方位角は一次関数で fitting

$$\text{傾き} : 9.82 \pm 0.68 \text{ (deg./}\mu\text{m)}$$

$$\text{切片} : 62.23 \pm 0.44 \text{ (deg.)}$$

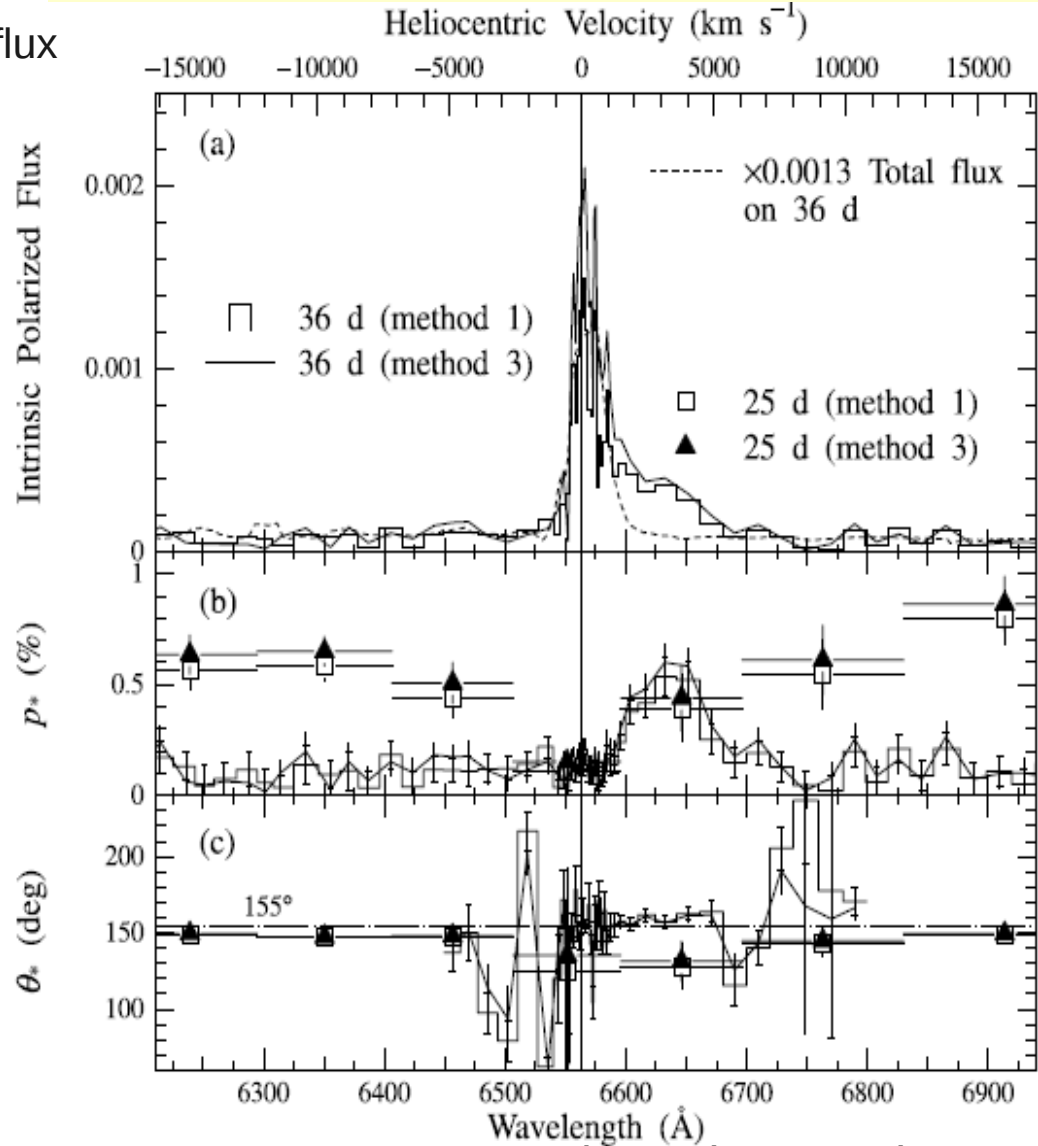
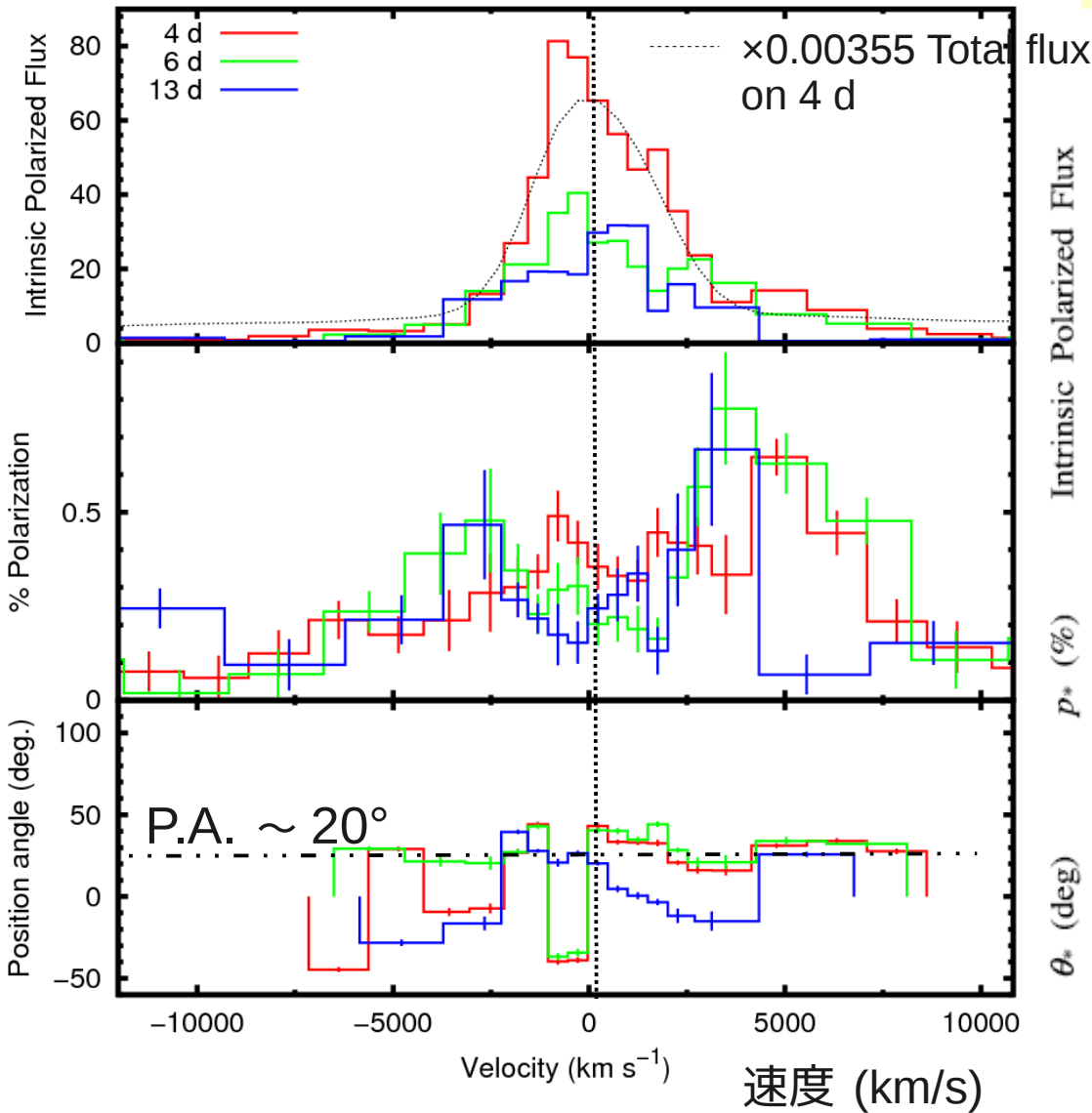
観測値から星間偏光を差し引いて,
H α 固有の偏光データを計算



V2275 Cyg - 議論

固有の偏光フラックス, 偏光度, 方位角

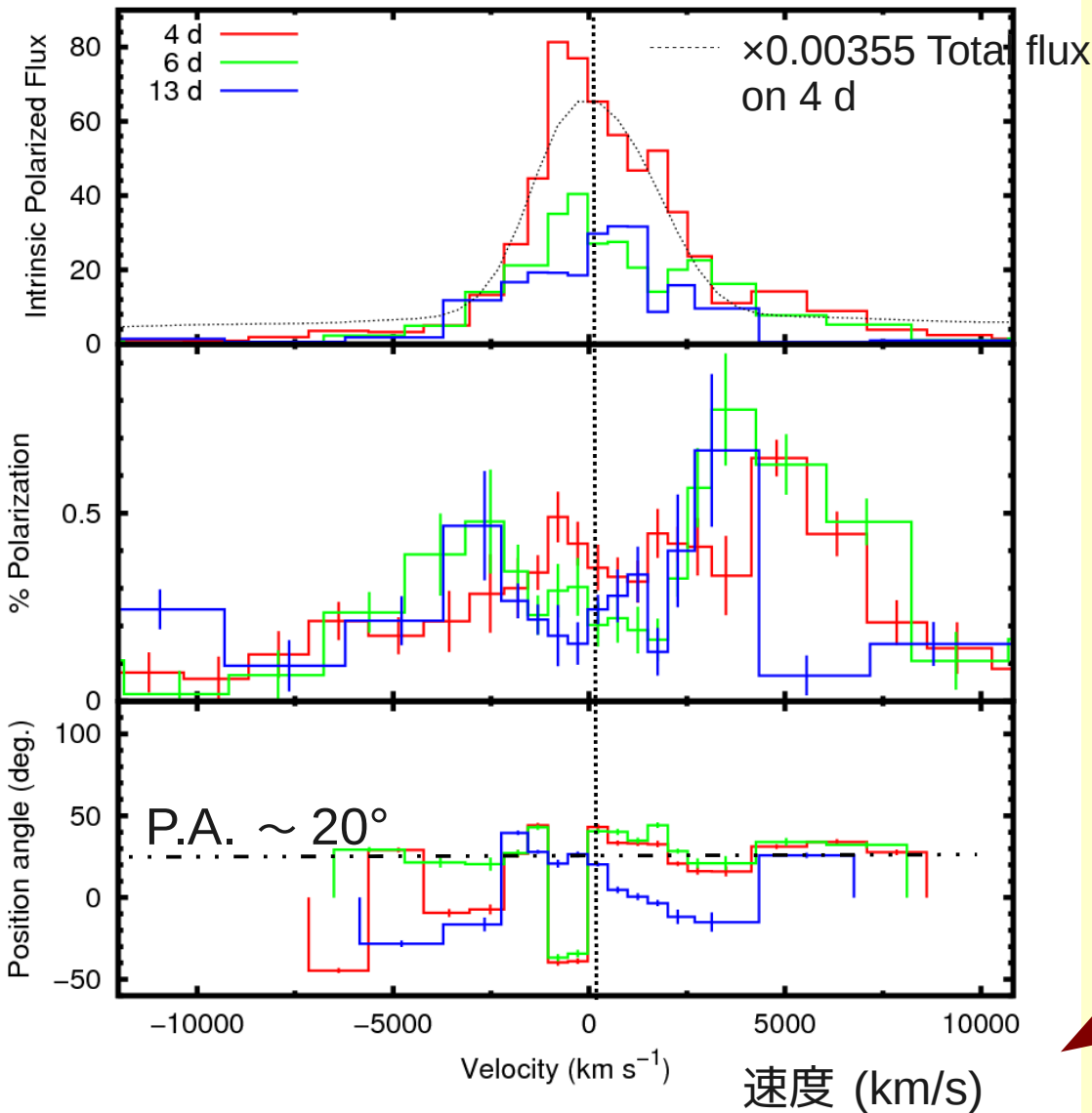
- 輝線の裾の方で特に偏光 (2 例目)
- 青方偏移側の偏光が見えたのは初



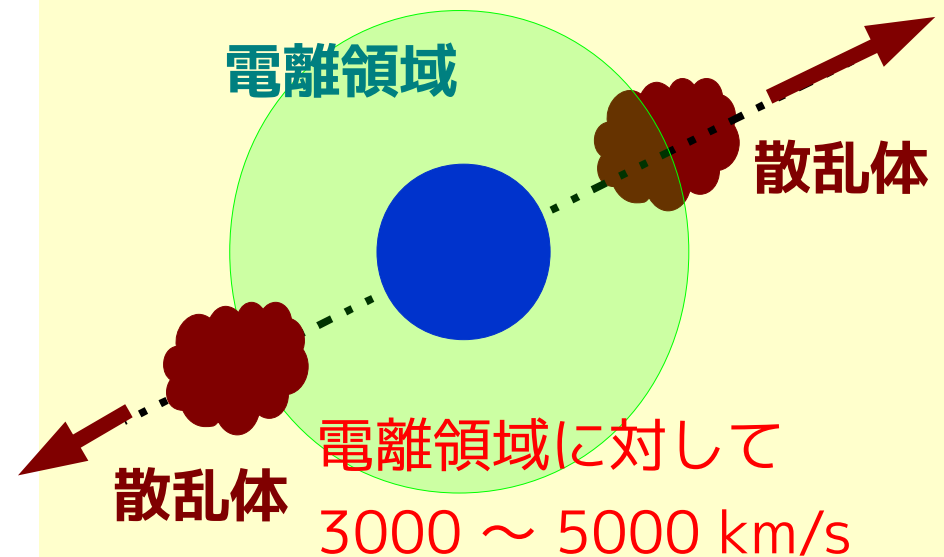
(Kawabata et al. 2006)

V2275 Cyg - 議論

固有の偏光フラックス, 偏光度, 方位角



- 連続成分は無偏光 -> 光球は球対称.
- 輝線光の偏光に強い速度依存性.
- 輝線が偏光するという事は、濃い電離物質とその近傍に散乱体が存在することが考えられる.
- 主に P.A ~ 110° の軸方向に、電離物質に対して高速に遠ざかる散乱体の存在を推定した.



まとめ

- 5つの新星に対する偏光分光観測を行った結果、He nova V445 Pup と Very fast nova V2275 Cyg に有意な偏光が見られ、星間偏光成分を見積り、固有の偏光を求めた。
- V445 Pup では、爆発時に一軸方向に対称な非等方性が見られることが分かり、これは数年後に高空間分解撮像で見られた結果と一致している。
- 非等方性の軸と関係するような、爆発前から存在する非等方的な散乱体の存在を示唆。
- V2275 Cyg では連続光は無偏光、H α 輝線まわりに時間変化する固有偏光。
- 輝線の裾が揃った角度で偏光していることから、一軸方向に沿って濃い電離領域と、その方向に相対的に高速に運動する散乱体が存在する構造を推定。
- 特徴的な2つの新星で異なる傾向の偏光を捉え、それぞれの星周構造を推定した。