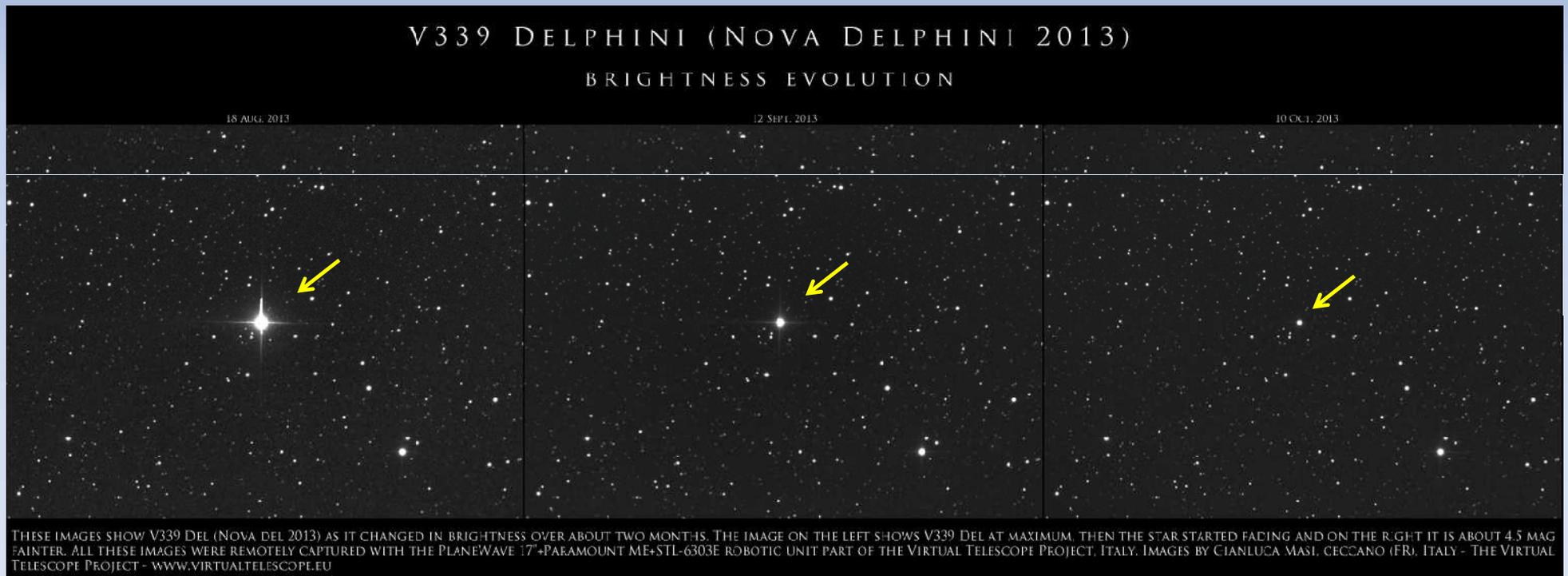


# 光赤外線大学間連携OISTERチームによる Nova Delphini 2013 = V339 Del のToO 観測

関口 和寛、泉浦秀行(国立天文台)、  
Robert Williams (STScI)、  
Elena Mason (Obs. Trieste)



# Nova Del 2013 (V339 Del)

- 2013年8月14.584日(UT) に6.8 mag(可視)で発見 ( K. Itagaki)
- Max brightness V $\sim$ 4.43, Aug. 16.44 (UT) : Munari et al. (2013)
- Fe II Type Spectra Nova
- Progenitor: USNO-B1.0 1107-0509795  
17.1 mag(No Filter) 2013/05/14  
B $\sim$ 17.2 – 17.4 mag  
R $\sim$ 17.4 – 17.7 mag

**非常に明るい Classical Nova であり、  
光赤外線大学間連携高分散分光観測に最適。**

**8月15日夜(日本時間)からToO観測を開始**

2014 Sep. 12  
Kaz Sekiguchi



# 光・赤外線天大学間連携望遠鏡ネットワーク



# Novaの高分散分光観測は 光・赤外線天大学間連携の観測に最適

- 岡山観測所: 188cm (HIDES-F):
- ぐんま天文台: 1.5m (GAOES):

比較的口径の大きい2つの望遠鏡に  
高分散分光機能がある。

- 同時に可視・近赤外の測光・分光も  
連携する他の望遠鏡で観測出来る。



# 可視高分散分光

岡山観測所:

188cm (HIDES-F):

青領域: 355 nm -- 590 nm

黄領域: 440 nm -- 747 nm

赤領域: 512 nm -- 888 nm

(観測: 8月15、16、18日; 3夜)

ぐんま天文台:

1.5m (GAOES):

青: 482nm - 660nm

赤: 720nm - 897nm

(観測: 8月18日~11月19日; 18夜)



## その他の光・赤外線天大学間連携による Nova Del 2013 観測データ

- 岡山観測所: ISLE (低分散分光) 波長域: J, H, K  
50cm, g'RcIc 可視測光
- 北海道大学(名寄): 1.6mピリカ望遠鏡・MSI, BVR<sub>C</sub>I<sub>C</sub>
- 西はりま天文台: JHK3色同時測光
- 広島大学: 広大かなた1.5m 鏡 + 高速分光装置
- 東大(木曾): 小望遠鏡(口径9cm) BVRcIcの連続測光
- 埼玉大学: 55cm望遠鏡、DD、z-band
- 京大: Uバンド
- 鹿児島大: 1m望遠鏡、HAWAIIアレイJHK
- 名大(Sutherland): IRSF, JHK

# なぜNovaの高分散分光観測をするのか？

・最近まで(～10年)Novaの高分散分光観測はほとんど無かった。

->Novaのスペクトルは、  
very broad line widths

->Large ejection velocities  
だから当たり前

->中-低分散観測でも Lines  
が確認出来る

# なぜNovaの高分散分光観測をするのか？

- ・ 高分散で観測してみると...

(R. Williams, et al. 2008)

- >Sharp absorption linesを発見
- >これらの吸収線の起源は未だ不明
- >Nova ejecta?
- >Preoutburst ejecta?

・とにかく ejecta の morphologyを調べるには、高S/Nの高分散スペクトルから各吸収線のline profilesを構築するしかない。



**Novaのoutburst スペクトルは、He/Nと Fe II spectra の2つのタイプに分けられる。**

**Fe II ~ 85%**

**He/N ~ 15%**

**どのようなメカニズムでこれらの2タイプだけが現れるかは未だよく分からない。**

**Fe II スペクトルは伴星のガスが起源ではないか？  
(Williams, et. al. 2012, AJ, 144, 98)**

**Fe-peak element の吸収線比からその起源が探れるか？**

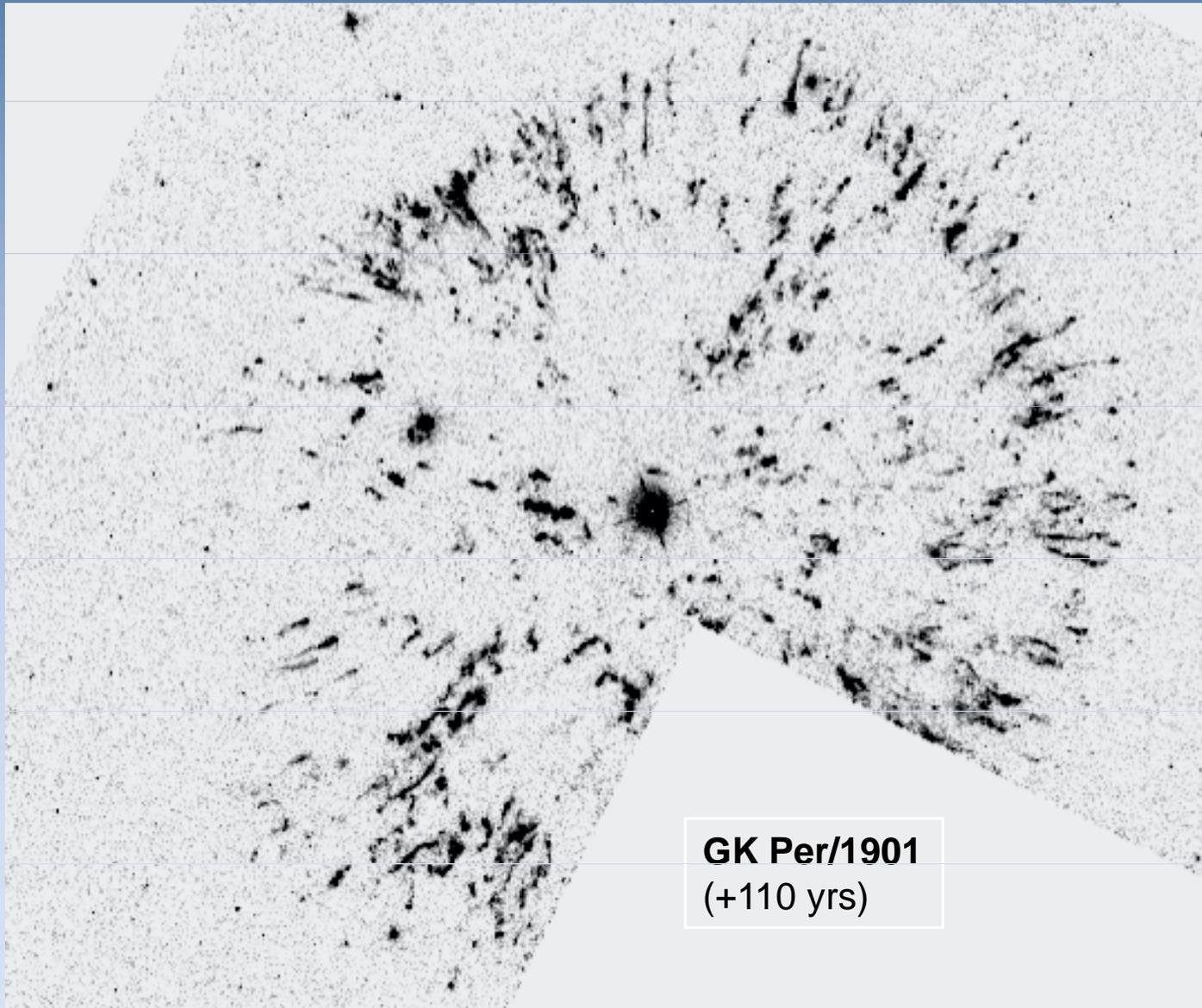
・Ejecta 中の heavy elements:

主に $^{13}\text{C}$ ,  $^{15}\text{N}$ ,  $^{22}\text{Na}$  and  $^{26}\text{Al}$

のAbundancesを求めることにより Nova による銀河系での chemical evolution への寄与を知ることができる。

・近赤外線分光とX線分光を合わせて、ダスト形成により散乱される elements の輝線強度の減光を調べる。

# Preoutburst ejecta?

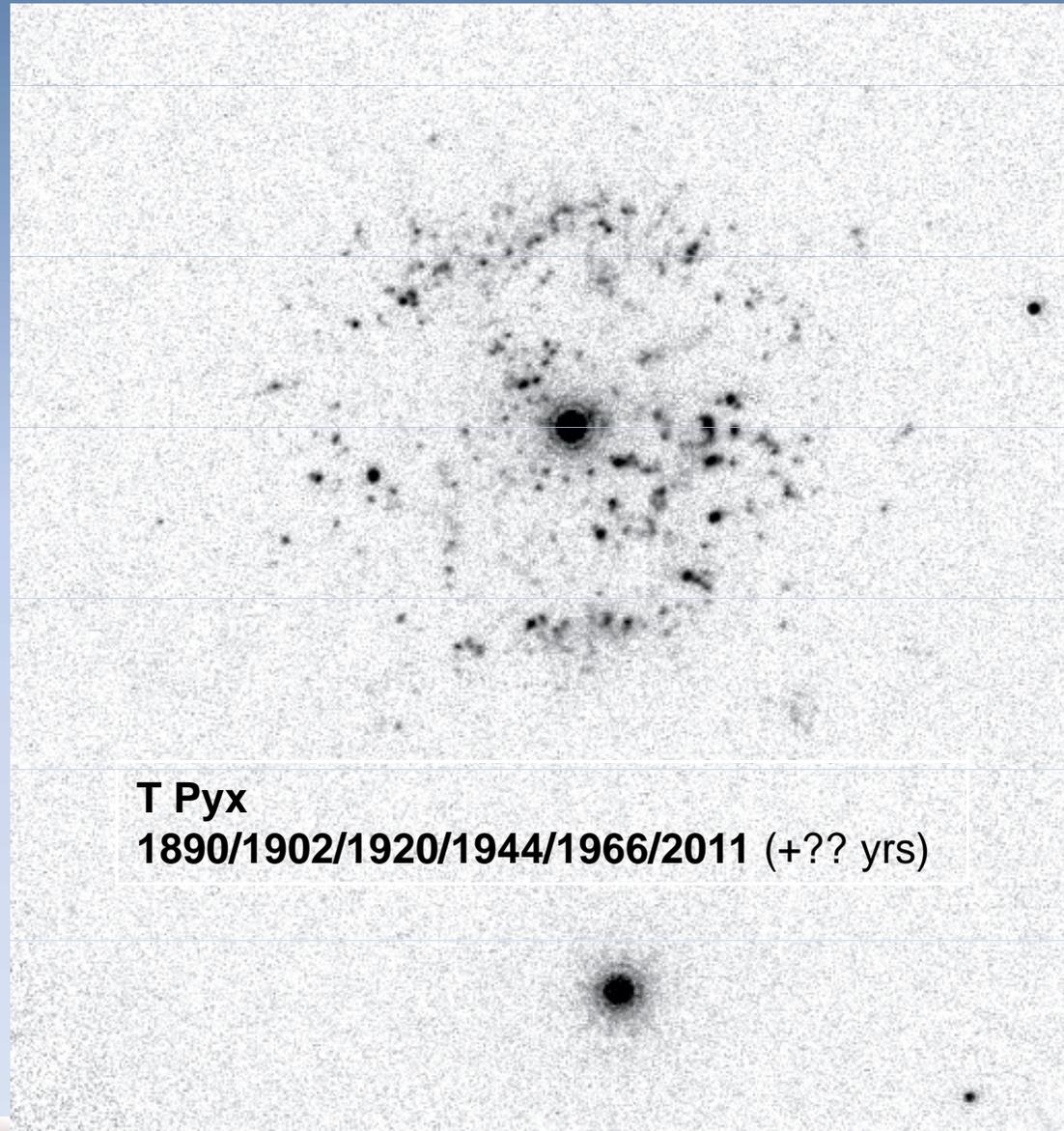


**GK Per/1901**  
(+110 yrs)



2014 Sep. 12  
Kaz Sekiguchi

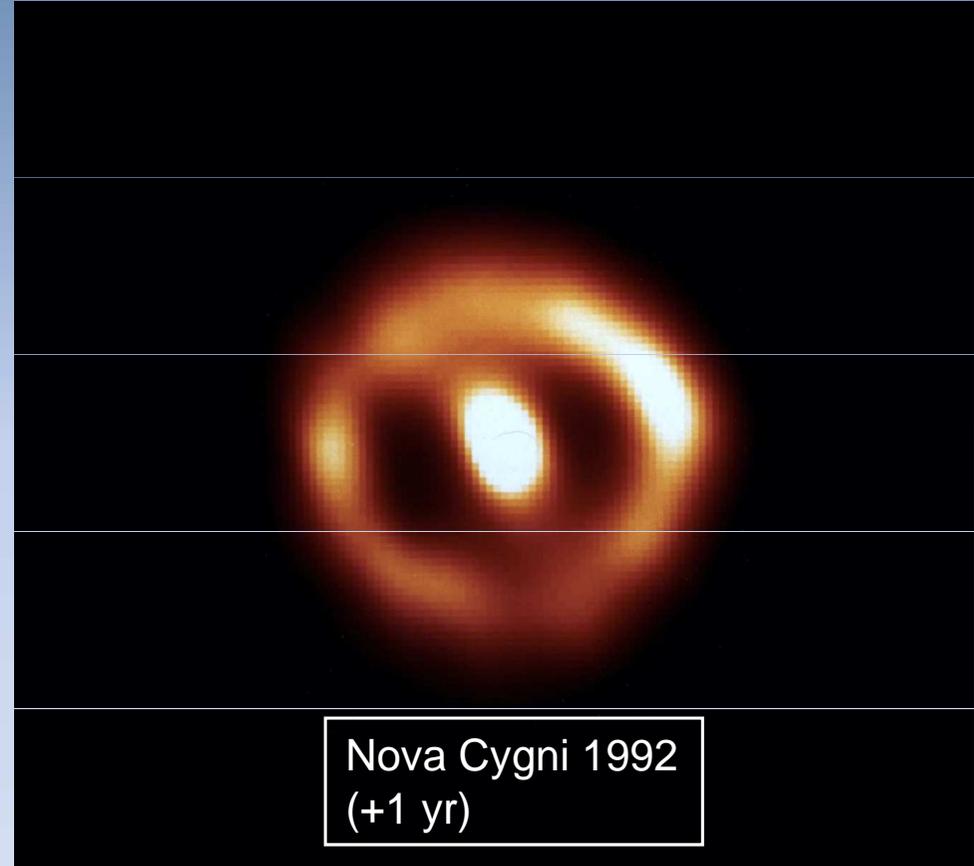
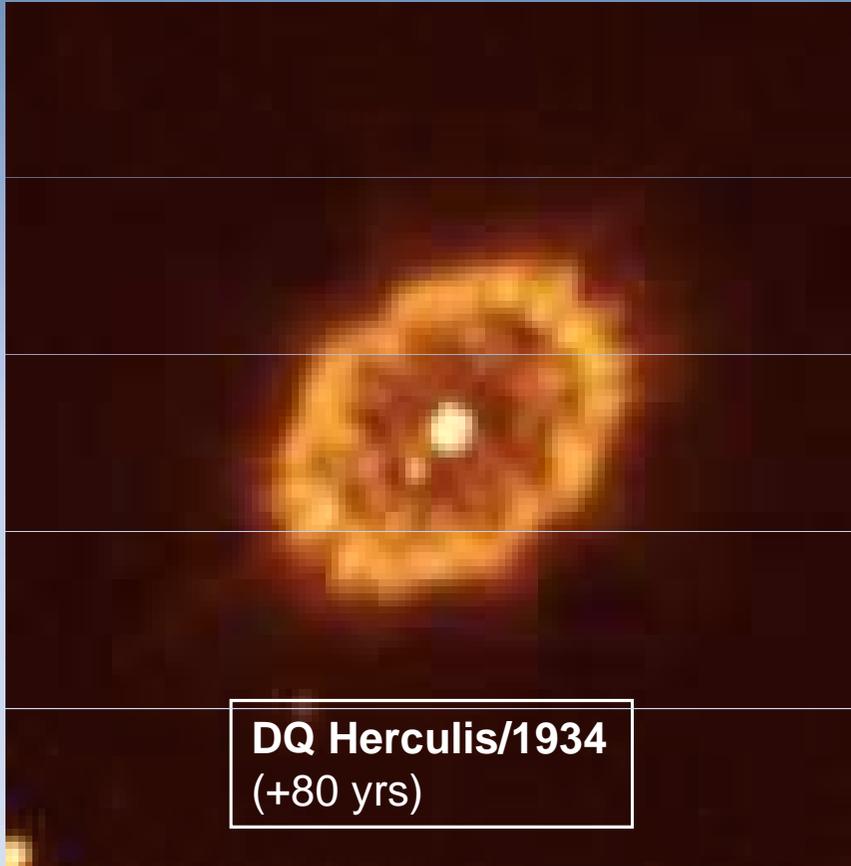
# Preoutburst ejecta?

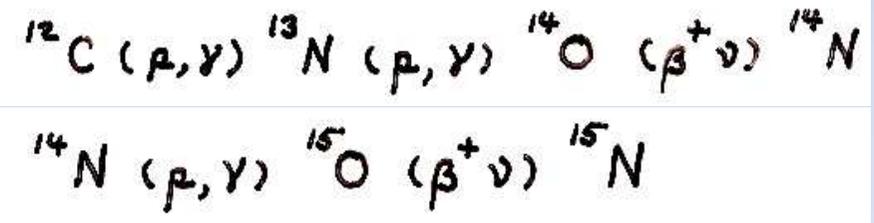
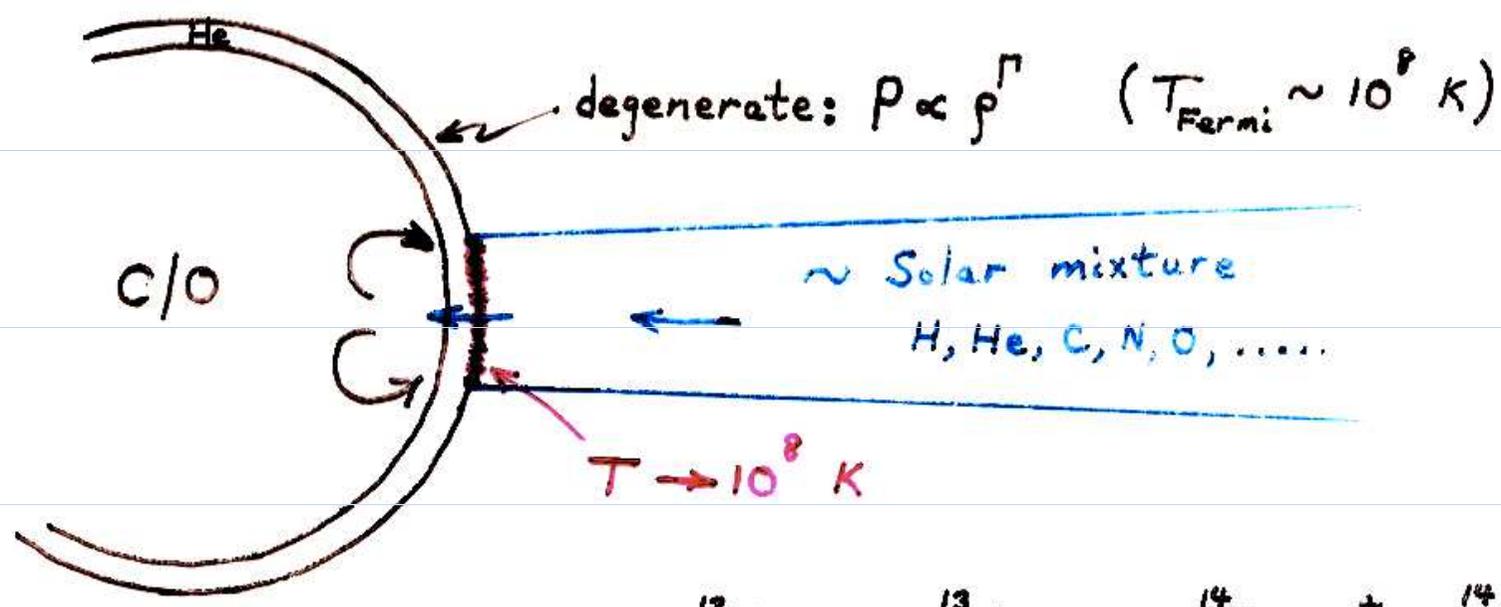


**T Pyx**  
**1890/1902/1920/1944/1966/2011 (+?? yrs)**

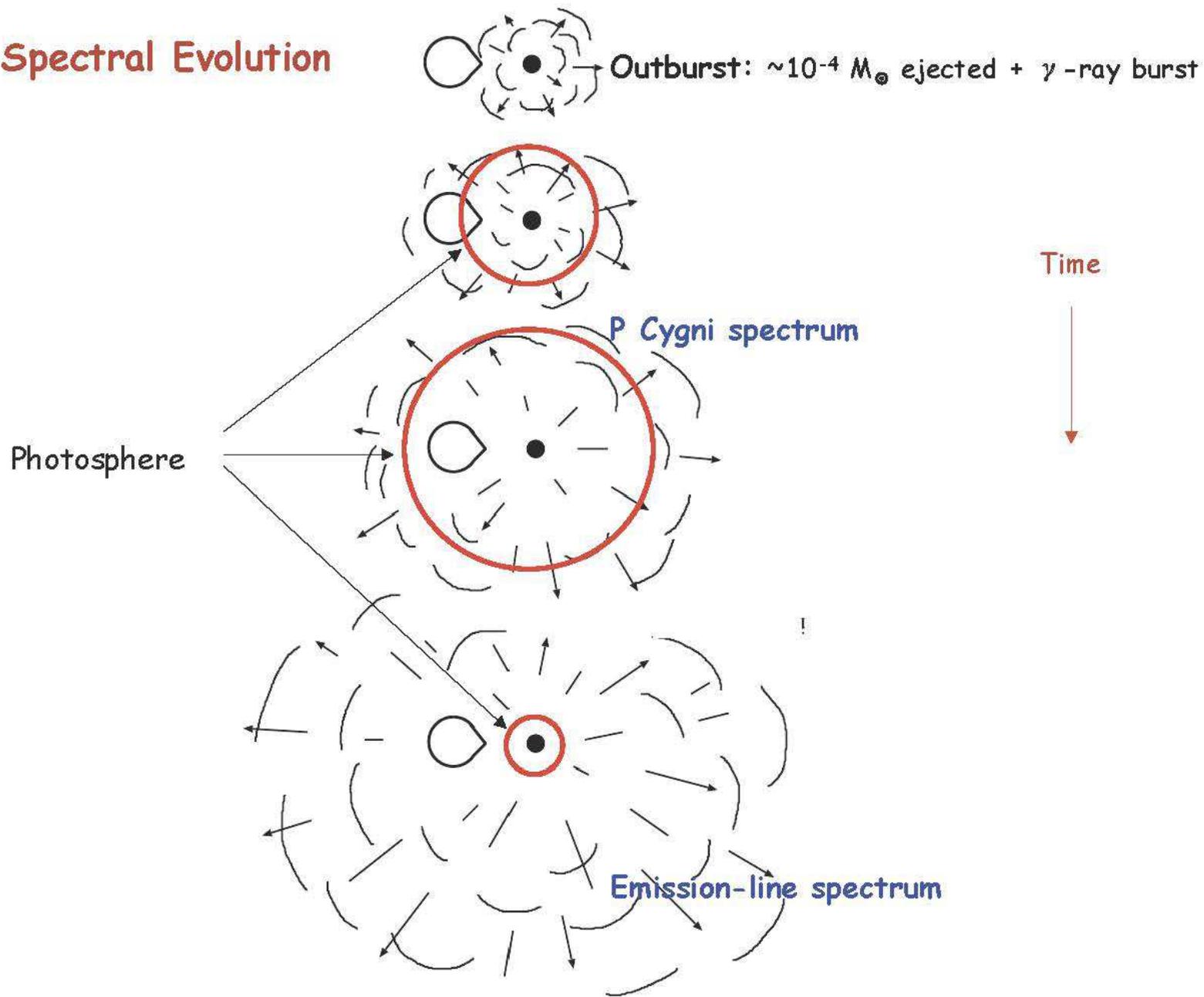
2014 Sep. 12  
Kaz Sekiguchi

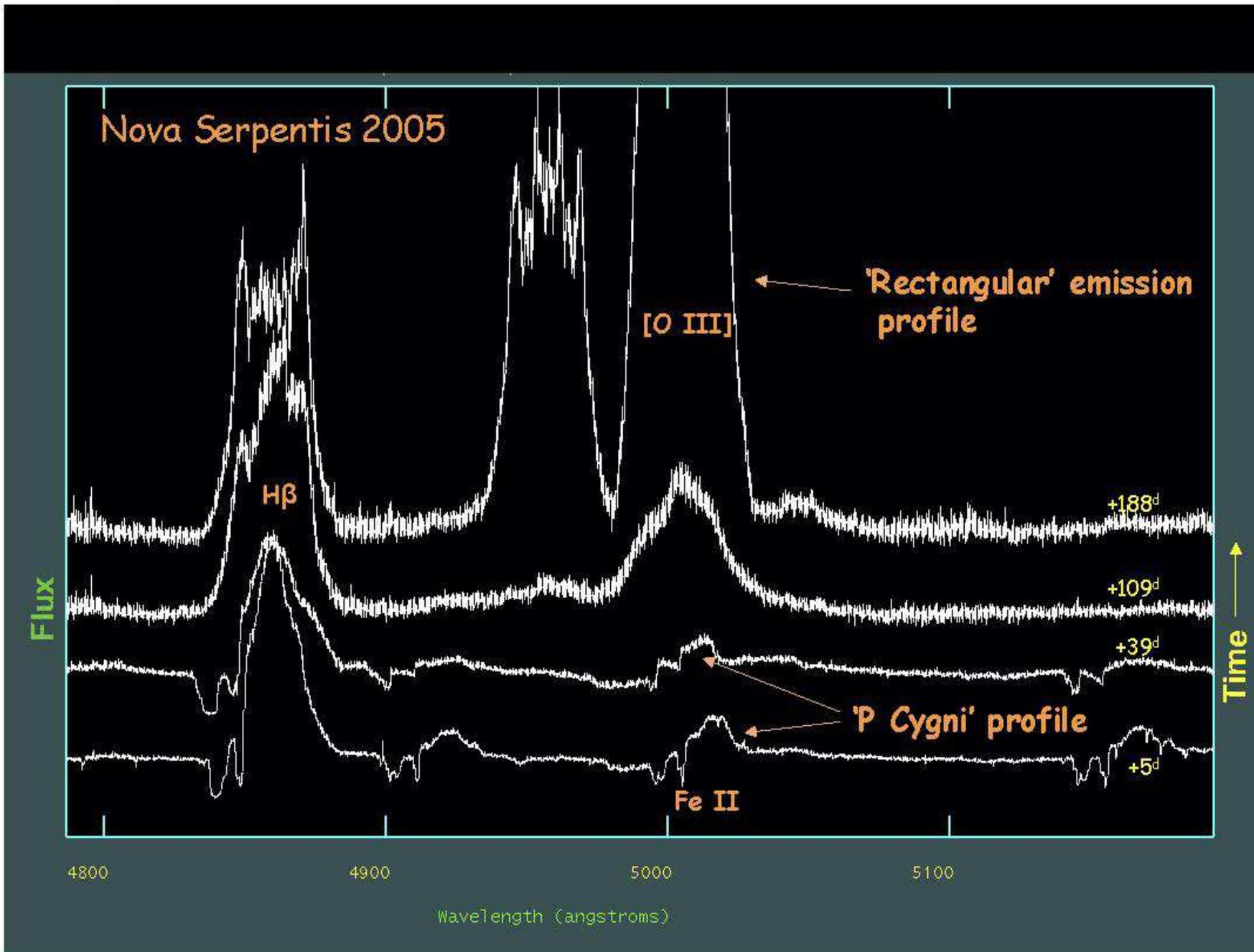
# Preoutburst ejecta?





# Nova Spectral Evolution





# Nova Spectrum: Na I D Region

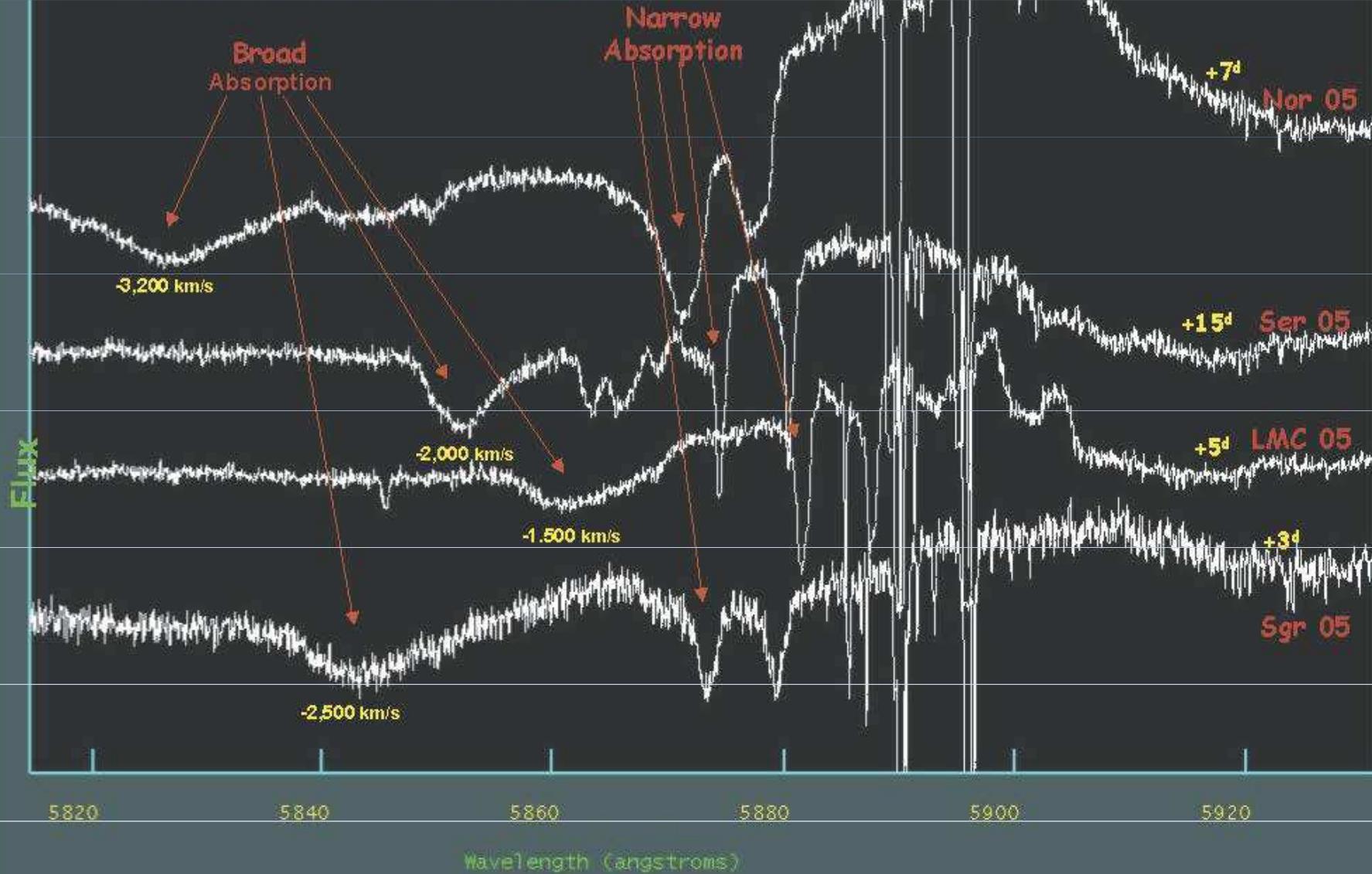
Nova Serpentis 2005

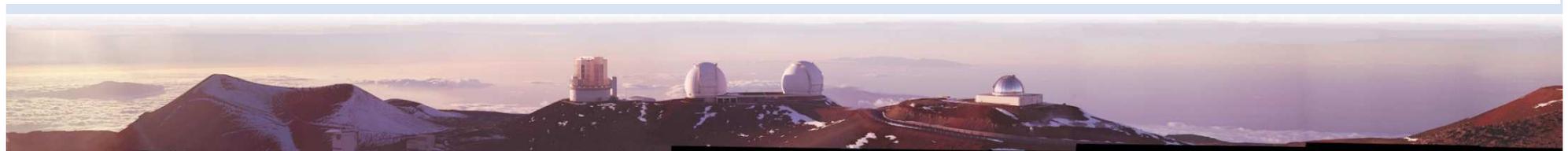
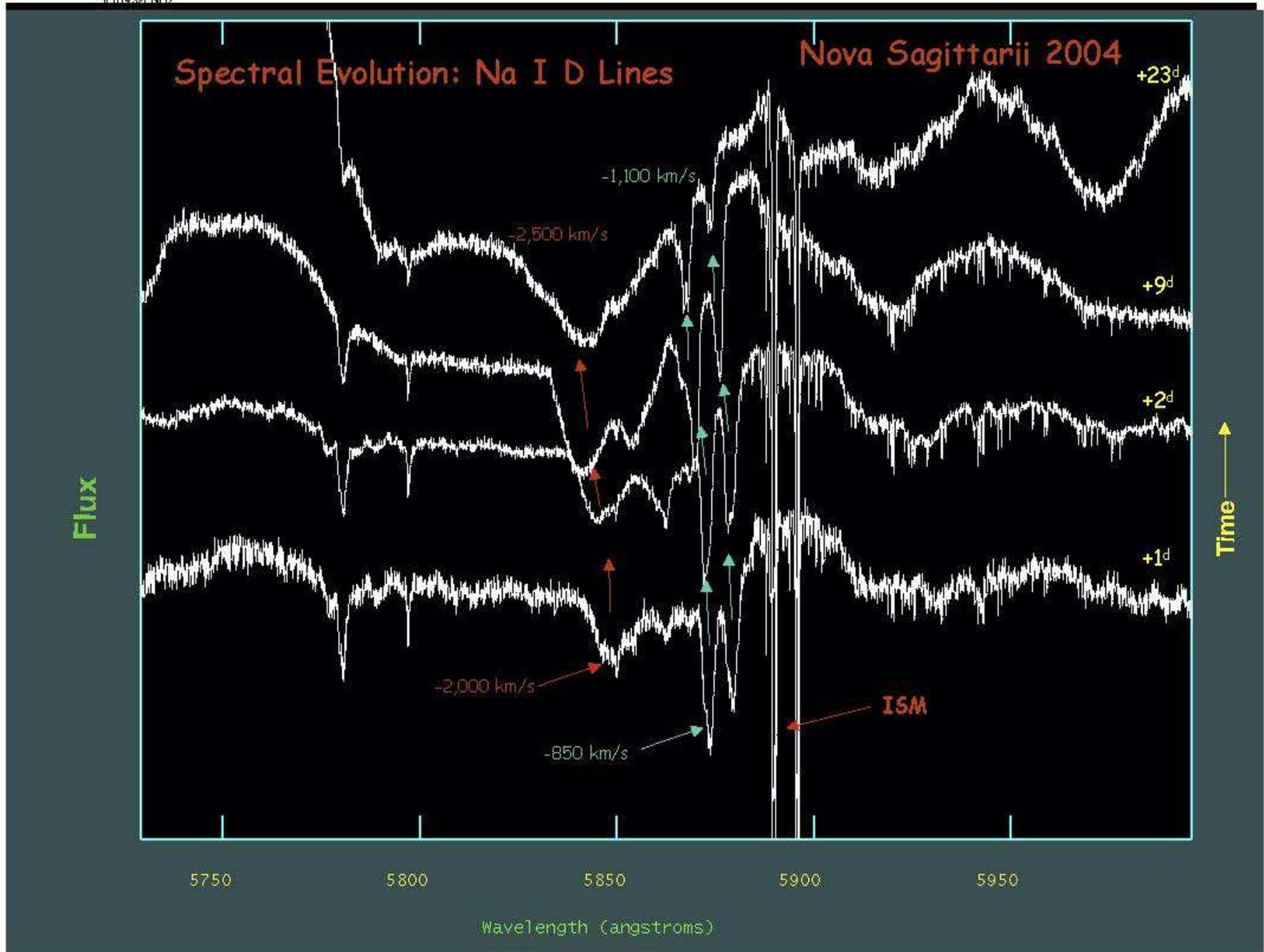


Wavelength (angstroms)



# Four 2005 Novae: Na I D region

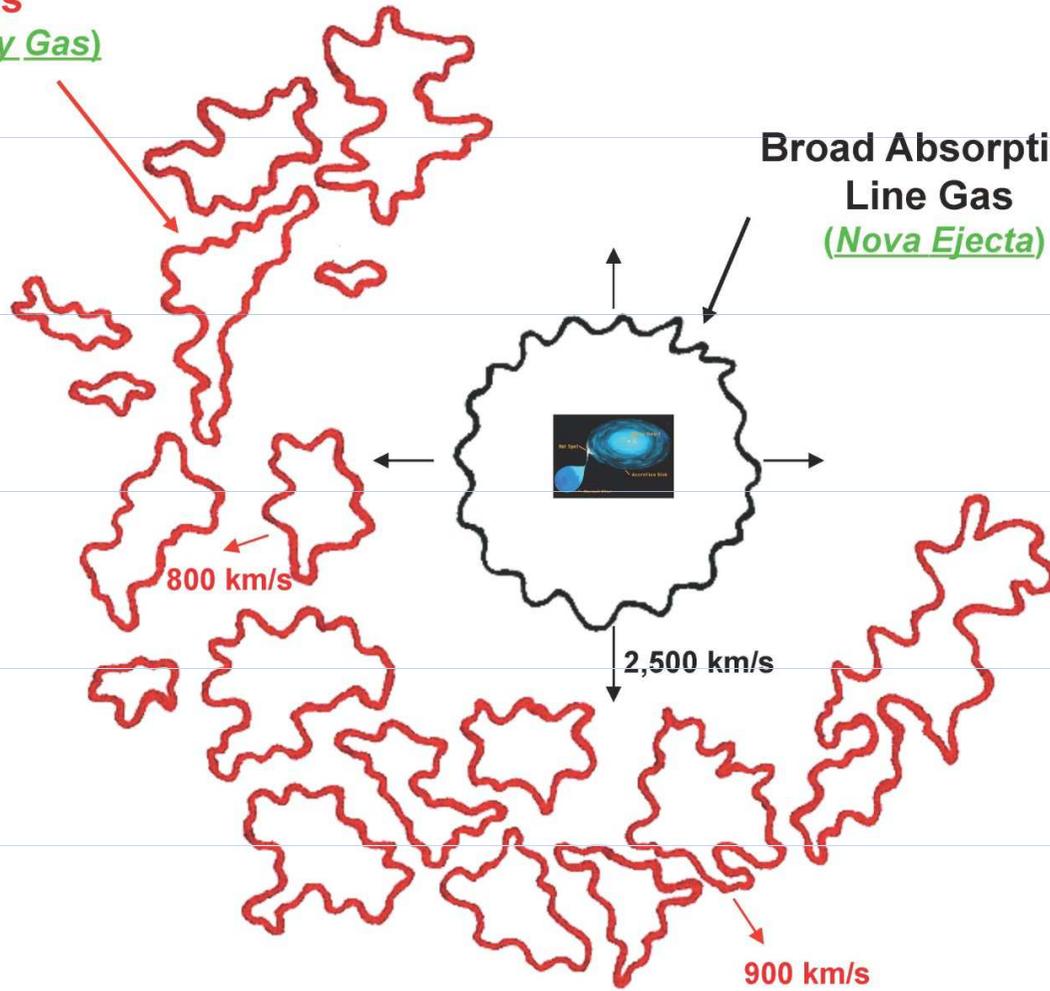


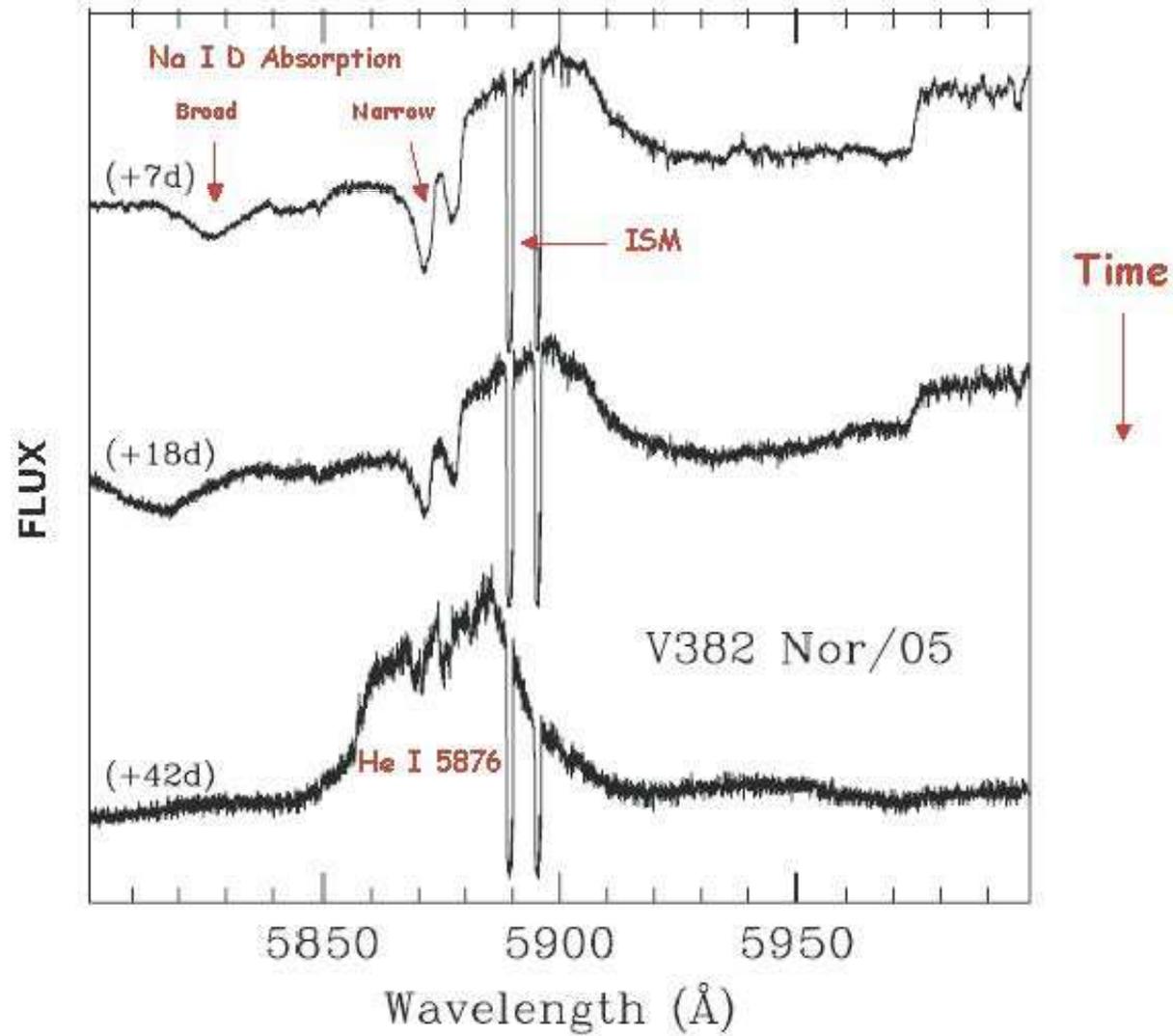


# Geometry of Nova Ejecta

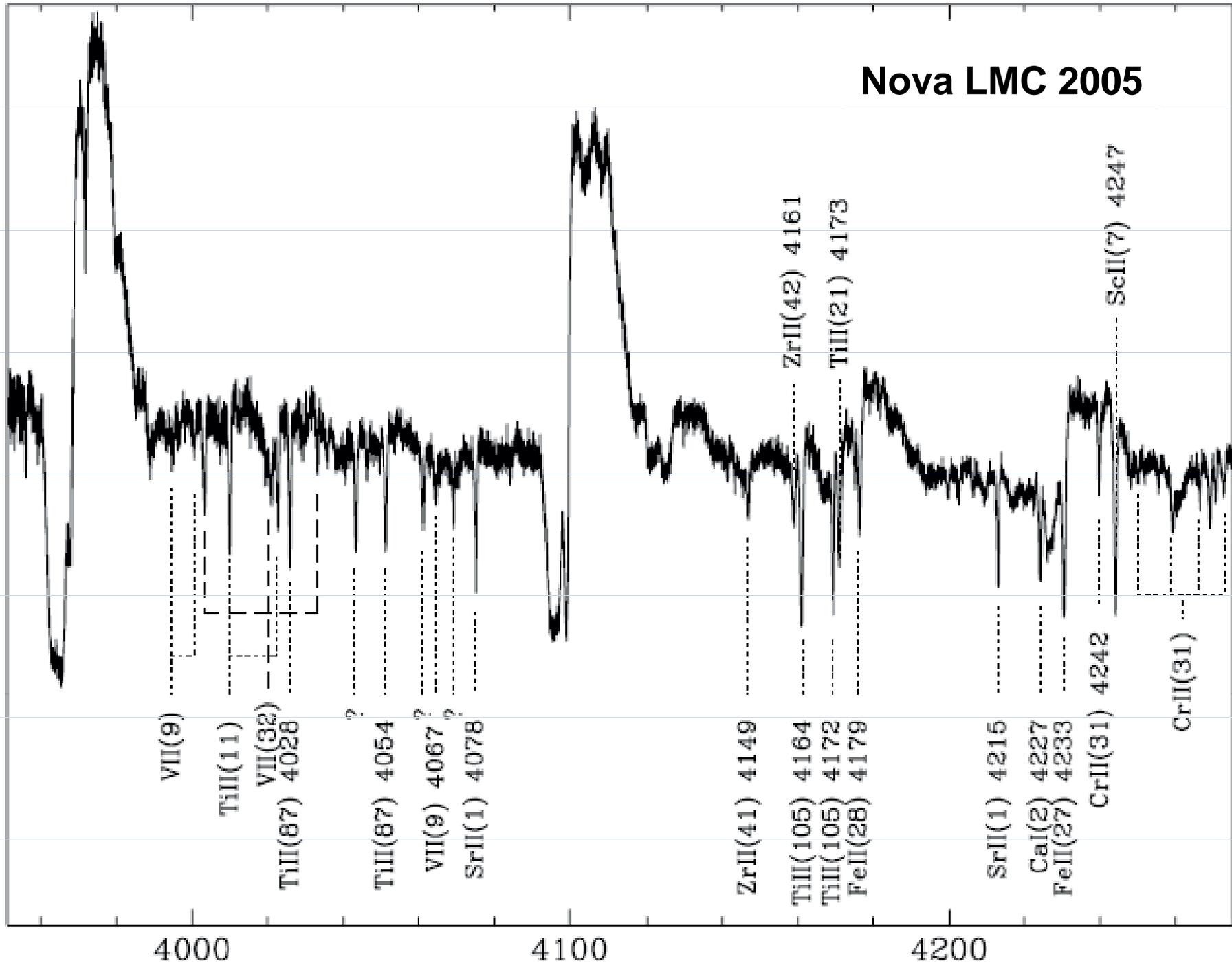
**Narrow Absorption  
Line Gas**  
*(Circumbinary Gas)*

**Broad Absorption  
Line Gas**  
*(Nova Ejecta)*

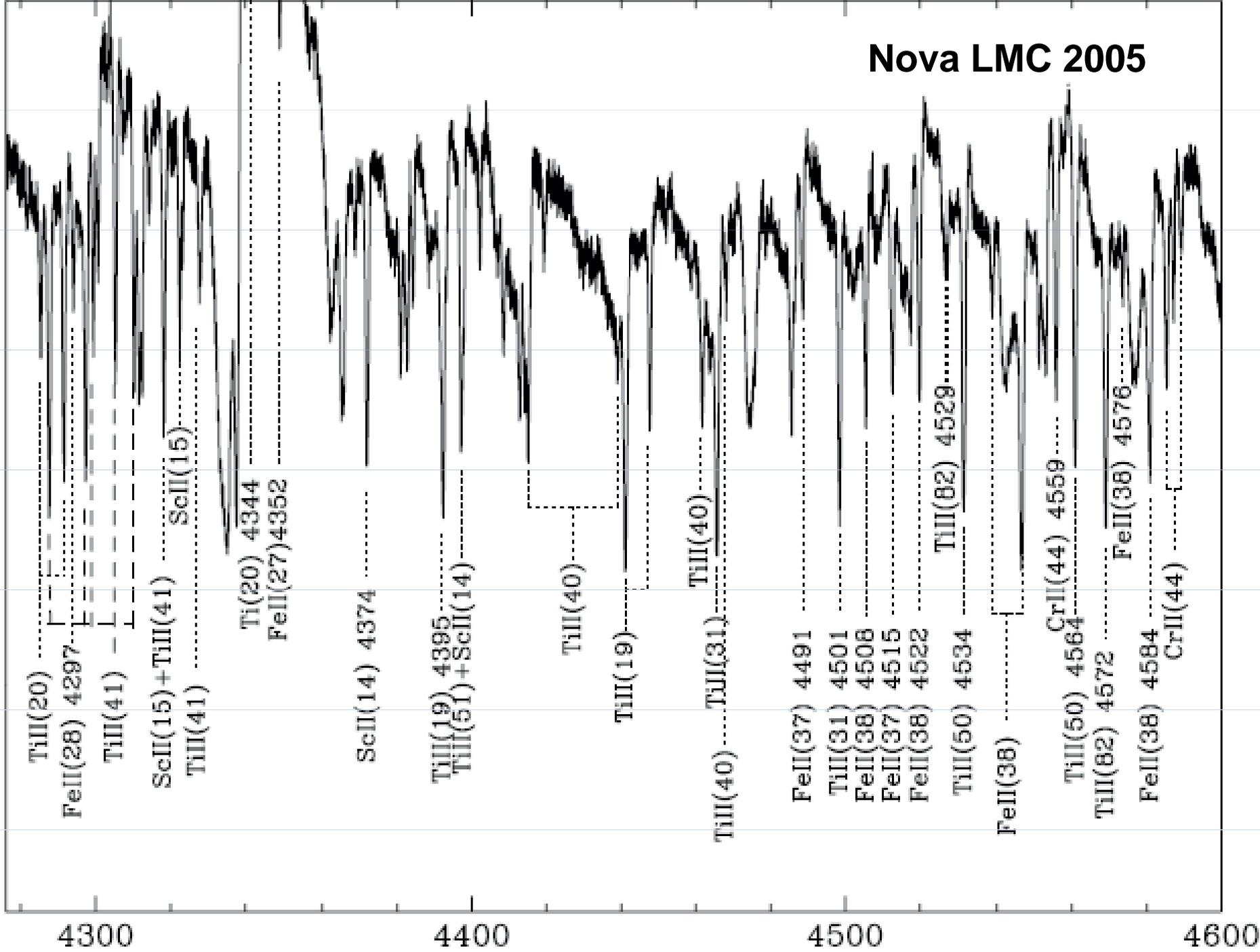




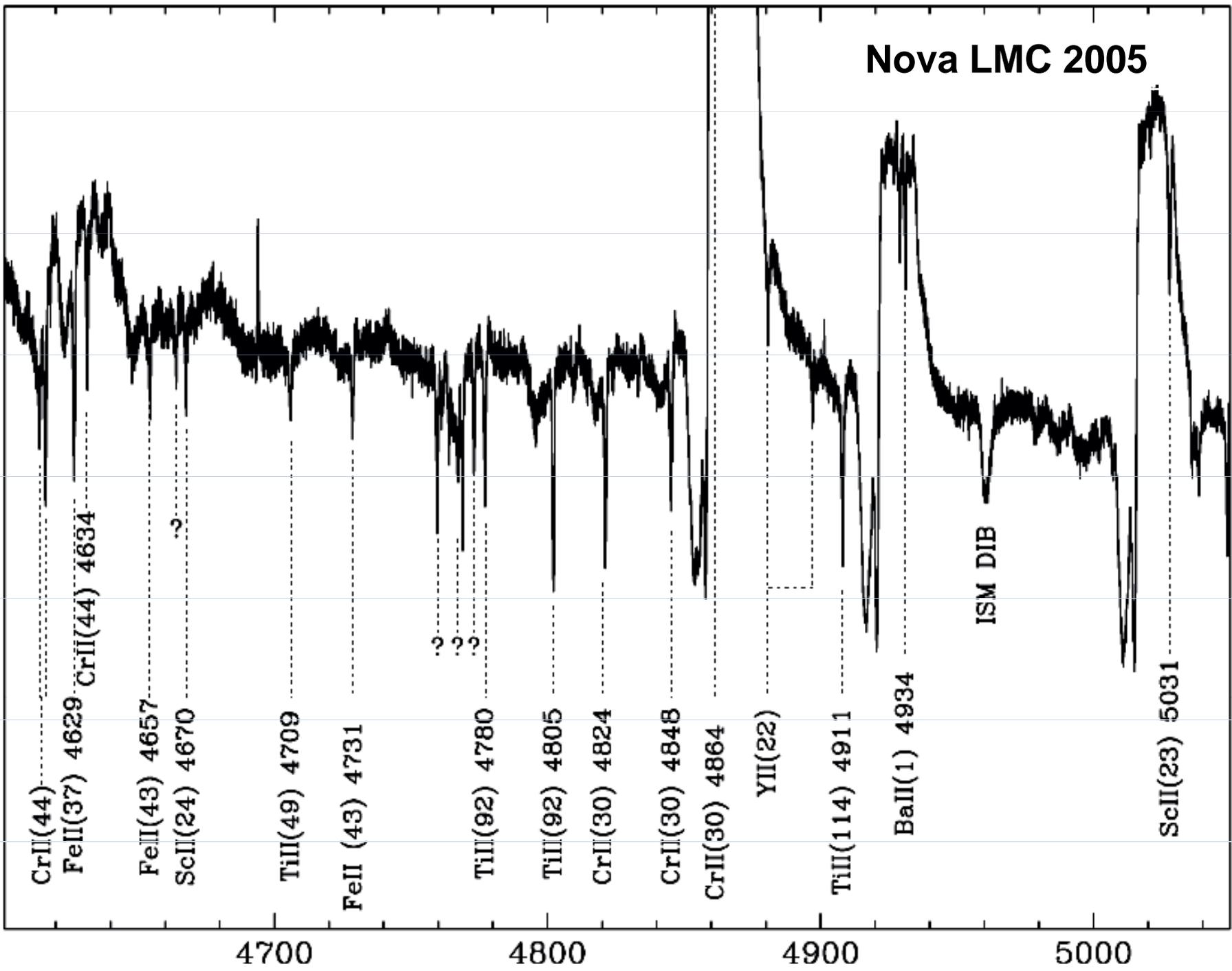
# Nova LMC 2005



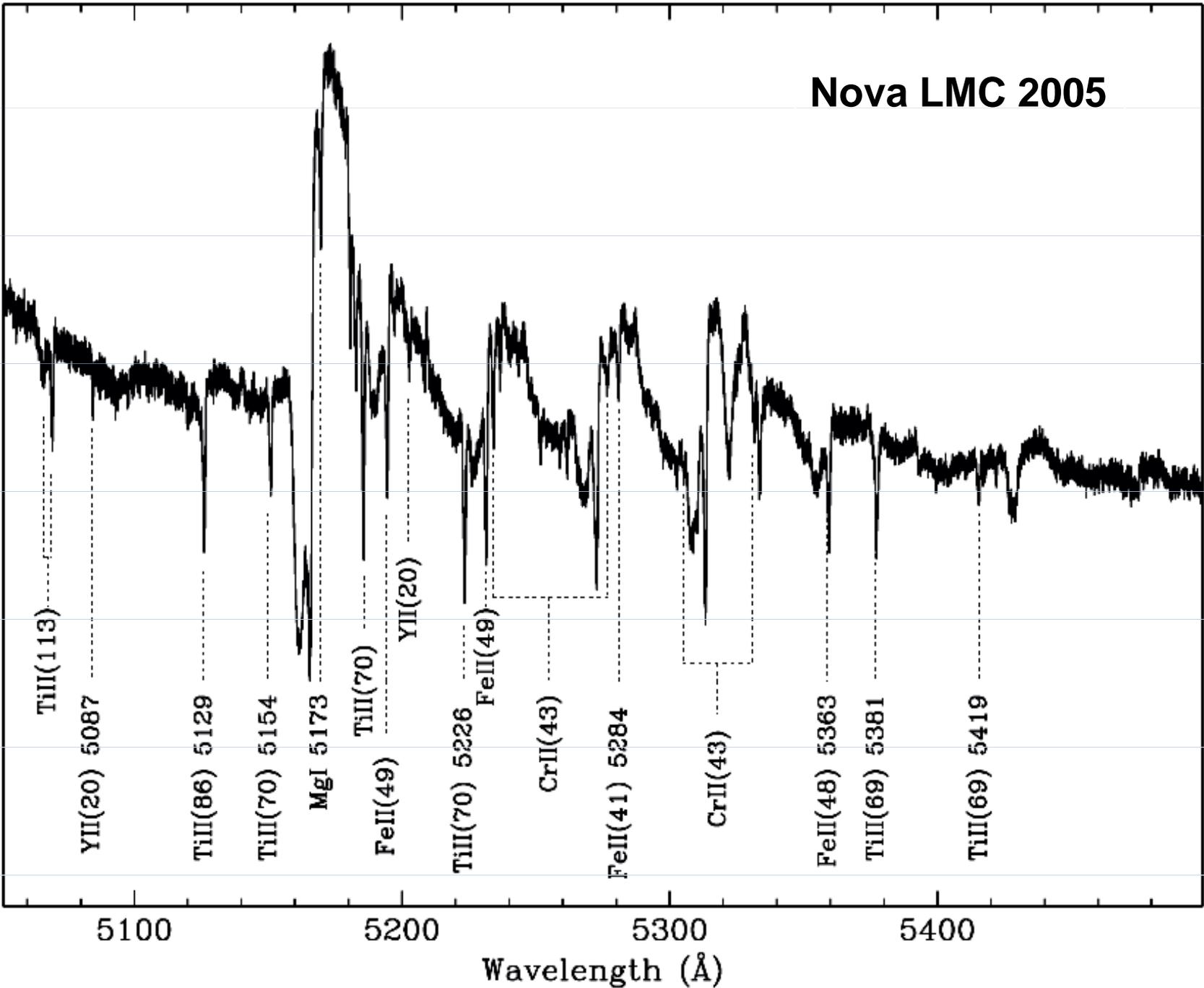
# Nova LMC 2005



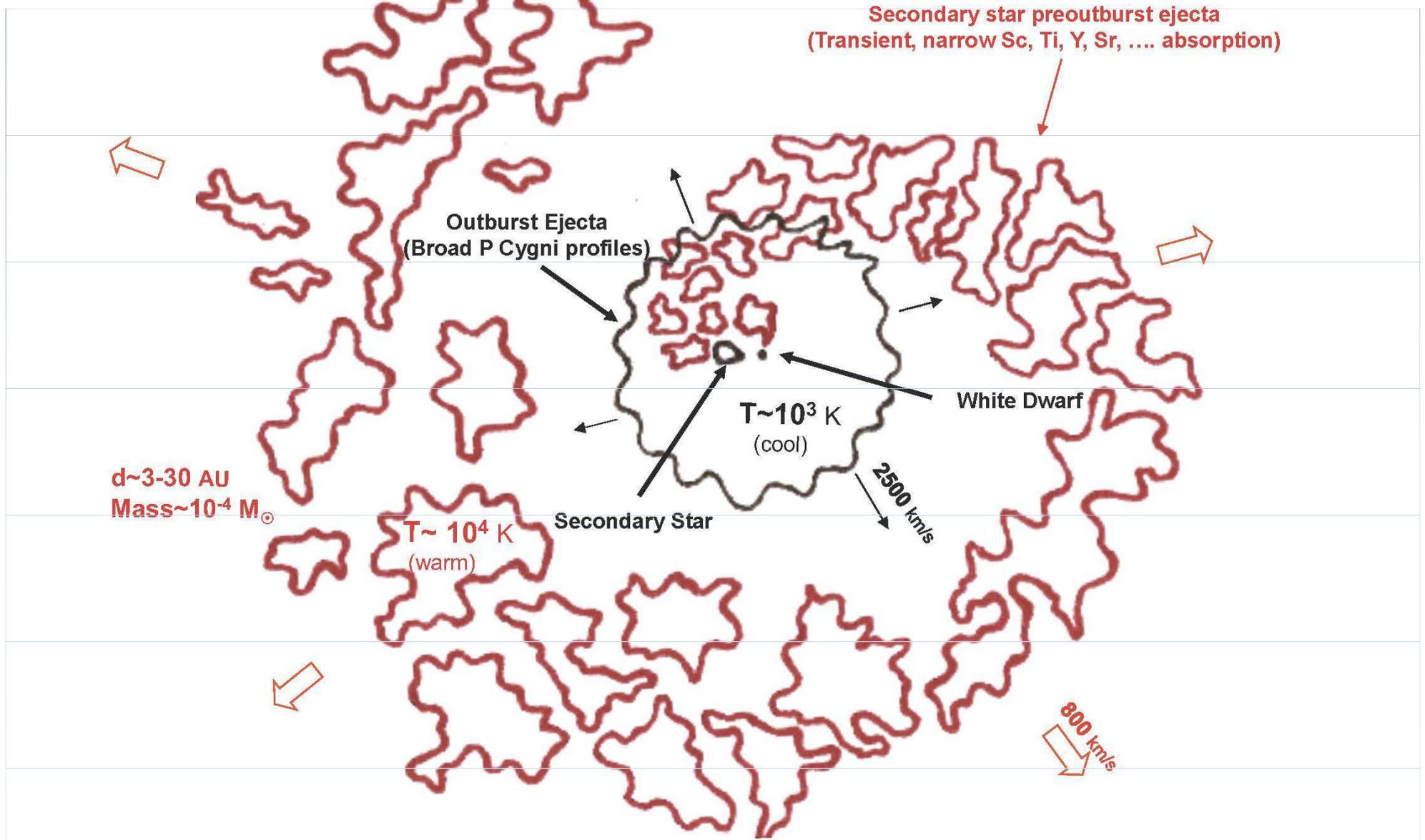
# Nova LMC 2005

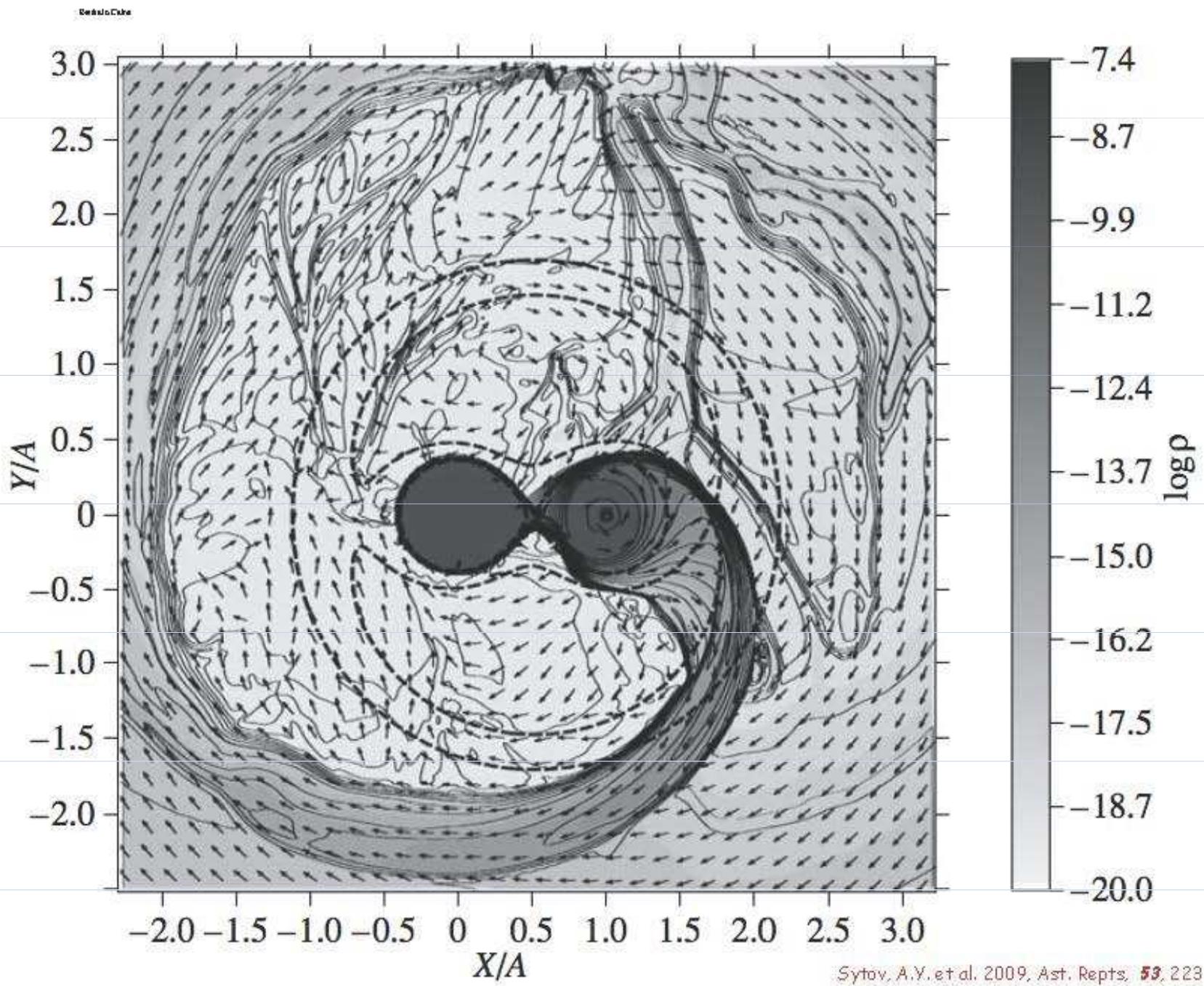


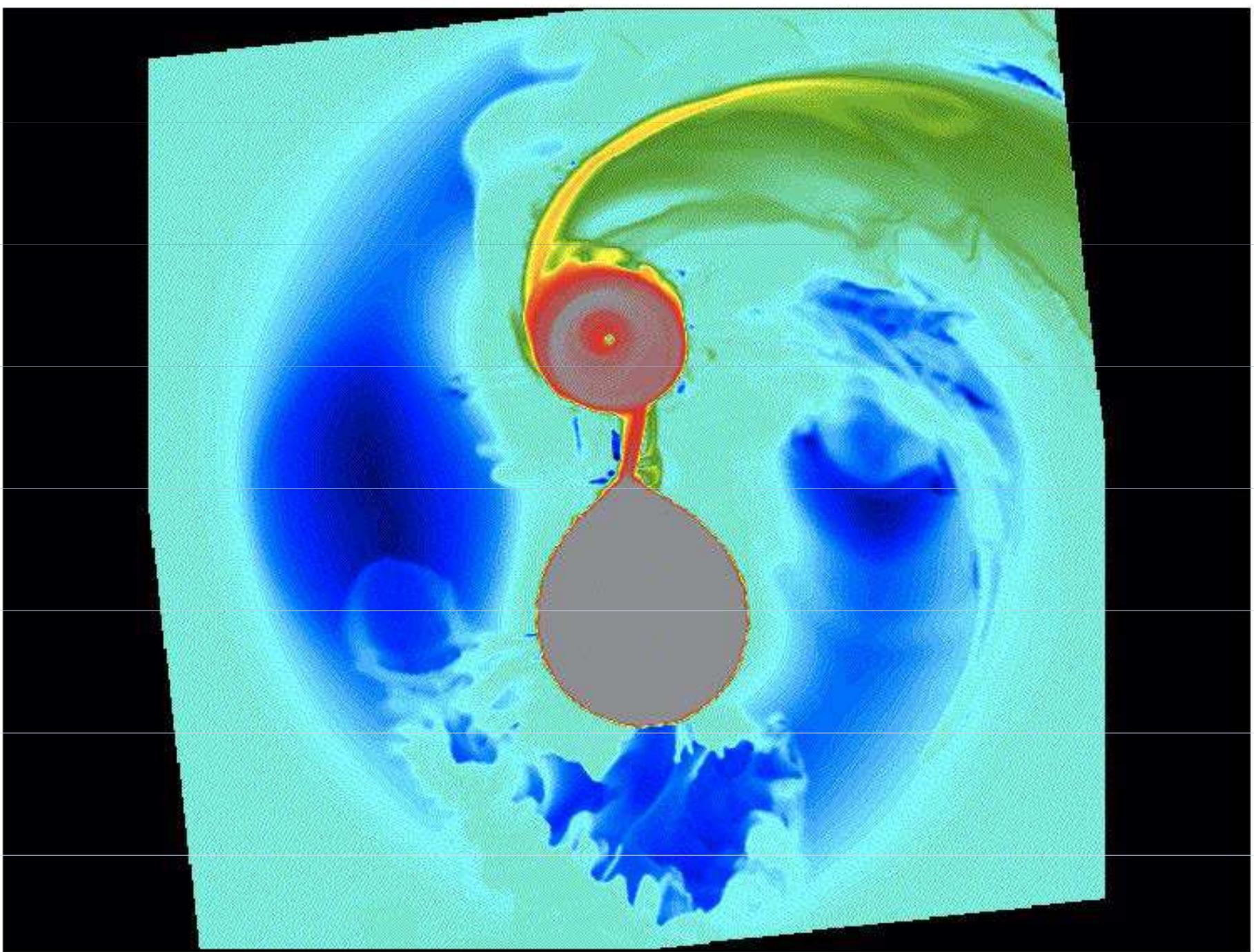
# Nova LMC 2005



# Novae at Outburst







# Evolution of Nova Ejecta

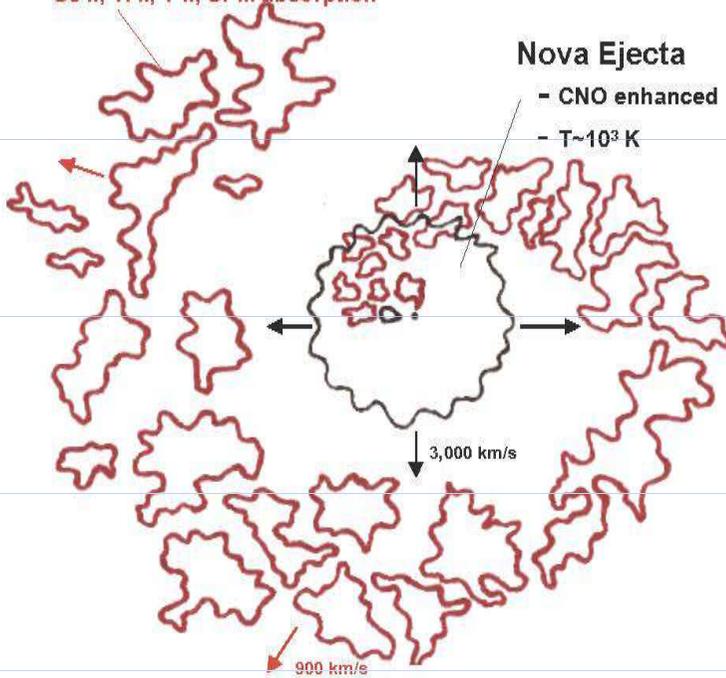
## I. Early Phase (0-1 month)

### Circumbinary Shell

- Solar abundances?
- $T \sim 10^4$  K
- Sc II, Ti II, Y II, Sr II. absorption

### Nova Ejecta

- CNO enhanced
- $T \sim 10^3$  K



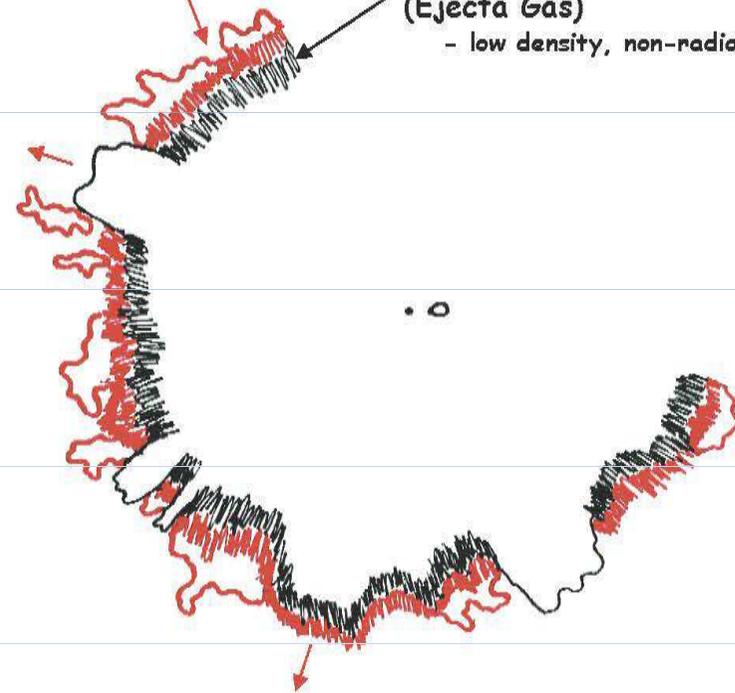
## II. Emission-Line Phase (>2 months)

### Forward Shock (Circumbinary Gas)

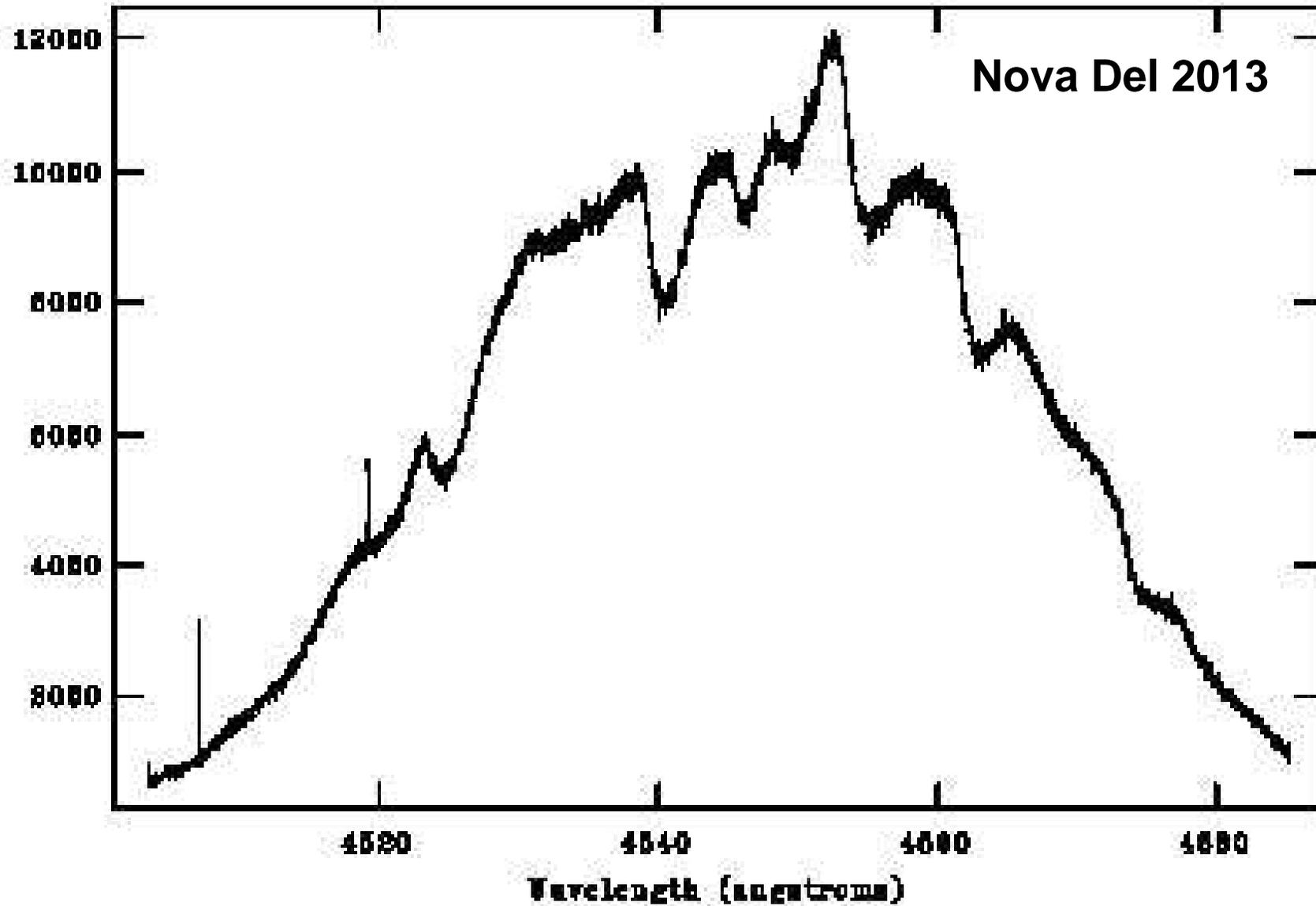
- moderate density, radiating
- $T \sim 10^6 \rightarrow 10^4$  K

### Reverse Shock (Ejecta Gas)

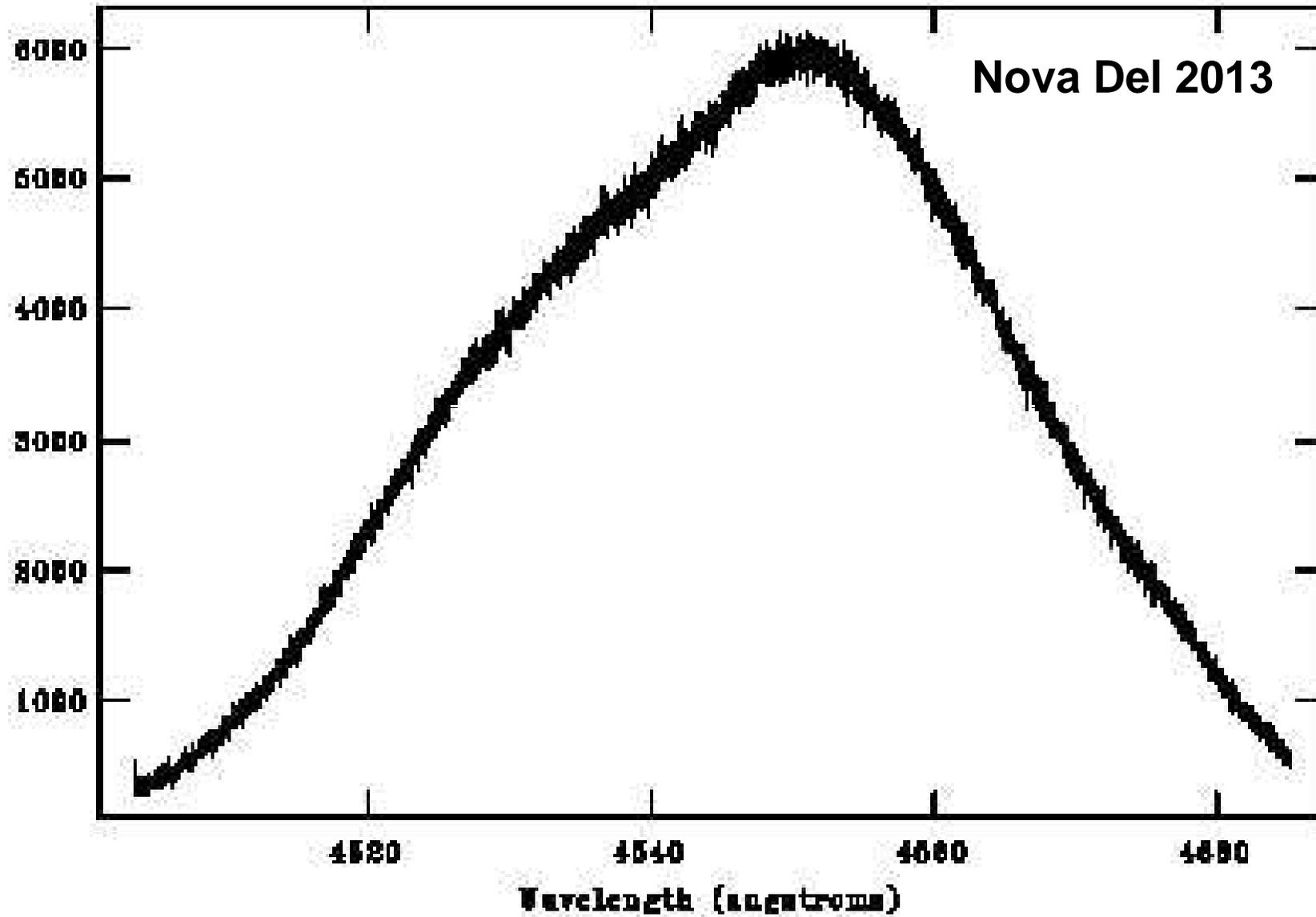
- low density, non-radiating



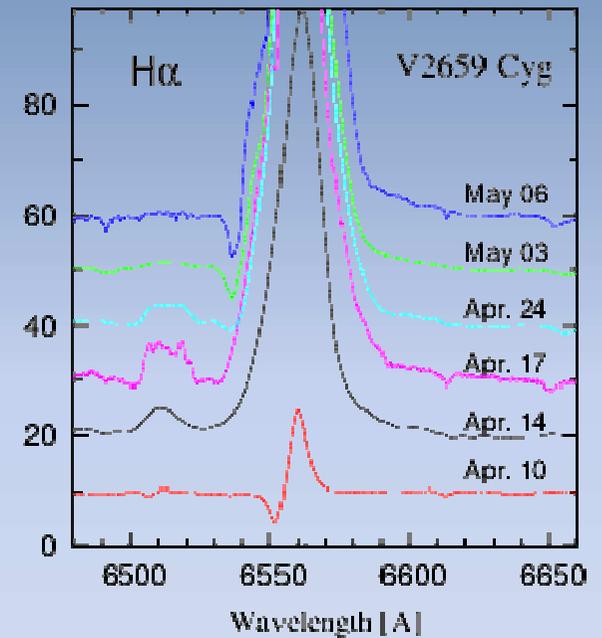
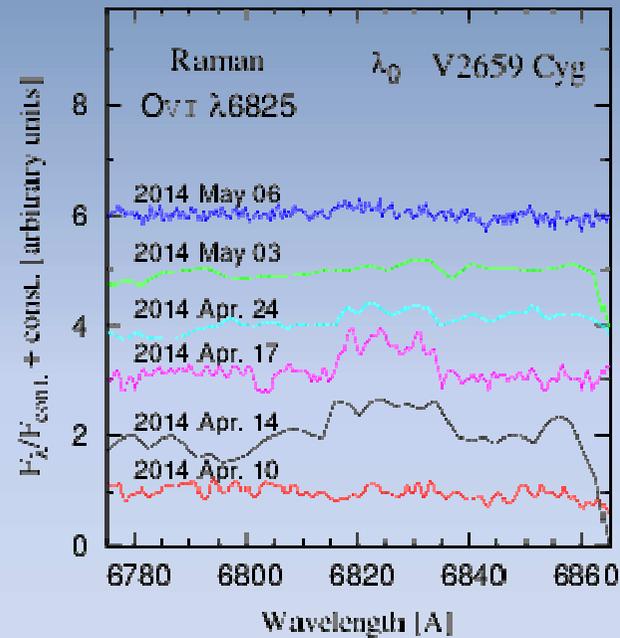
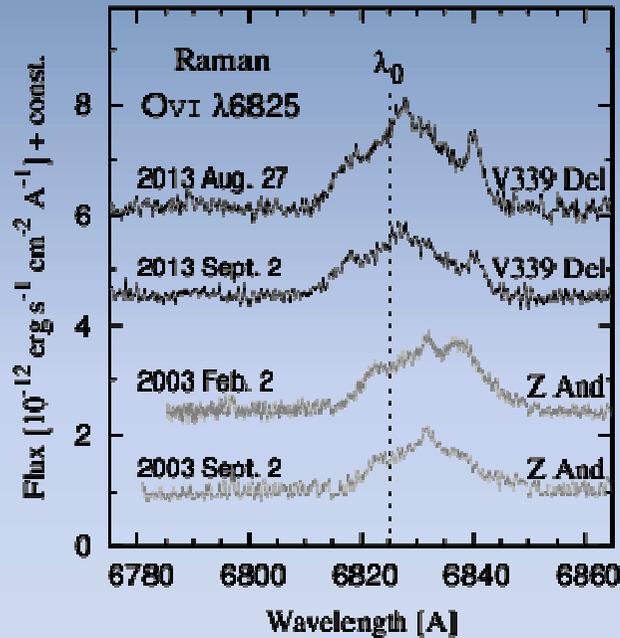
NOAO/IRAF V8.16 kambo@okmngps Tue 08:36:51 20-Aug-2013  
[\*018017\_0.sc[\*,.11]]: PKVJ200228078+2045041 150. sp:11 beam:123



NOAO/IRAF V8.18 kambe@stsci.edu Tue 09:53:45 20-Aug-2013  
[w018100\_g.ec[\*,.11]]: PNV\_J20083073+2040041 160. sp:11 beam:124



# Raman 6825A Line



Left panel shows the Raman 6825 Å line in the spectrum of classical nova V339 Del and the symbiotic star Z And (adapted from Skopal et al., in preparation). Right panels depict evolution of the Raman 6825 Å line and H $\alpha$  in the spectrum of classical nova V2659 Cyg (Nova Cyg 2014).

Skopal et al. 2014

2014 Sep. 12  
Kaz Sekiguchi



# Summary

新星爆発を起こす星は、白色矮星と主系列星の連星で、特に双方の距離が小さい近接連星である。

- 高分散分光によると、新星爆発の時には2種類の吸収線が見える。新星爆発で放出されるガスの外側に連星系を覆うガスがある ( $3 < d < 10$  AU)。これらのガスは新星爆発以前から存在する。
- Sc, Ti, Cr V, Fe, Sr, Zr, Y, Ba イオン  $T \sim 10^4$  Kが観測される。(Fe-peak abundances enhanced. Large column densities.)
- 外側のガス ( $\sim 3-30$  AU)の起源は伴星から降着円盤外周を通じて流れ出したもの。質量 ( $\sim 10^{-4} M_{\odot}$ )。間断的な質量移動 (新星爆発をトリガー?)
- 新星放出ガスの量は、外周ガスに比べると少量。白色矮星は、降着物質の多くは表面に残る (質量が増加する、SN Ia?)。



岡山観測所:

・188cm+HIDES-Fによる高分散分光

1)青領域:355 nm -- 590 nm

2)黄領域:440 nm -- 747 nm

3)赤領域:512 nm -- 888 nm

観測日	バンド	観測者
2013/8/15	可視	神戸
2013/8/16	可視	神戸
2013/8/19	可視	神戸

・50cm, g'Rclc可視測光

観測日	バンド	観測者
2013/8/15	g'Rclc	黒田
2013/8/16	g'Rclc	黒田
2013/8/17	g'Rclc	黒田
2013/8/18	g'Rclc	黒田
2013/8/19	g'Rclc	黒田
2013/8/20	g'Rclc	黒田
2013/8/21	g'Rclc	黒田
2013/8/25	g'Rclc	黒田
2013/8/26	g'Rclc	黒田
2013/8/27	g'Rclc	黒田
2013/8/28	g'Rclc	黒田
2013/8/29	g'Rclc	黒田
2013/9/10	g'Rclc	黒田
2013/9/11	g'Rclc	黒田
2013/10/6	g'Rclc	黒田



## 岡山: ISLE (低分散分光)

観測日	バンド	観測者
2013/08/21	J	柳澤、小野里、板
2013/08/22	J, HK	柳澤、小野里、板
2013/08/25	J, HK	福井
2013/08/28	J, HK	柳澤、小野里
2013/09/19	J, HK	福井
2013/09/20	J, HK	柳澤、浮田
2013/09/26	J, HK	柳澤
2013/10/21	J, HK	福井、黒田
2013/10/26	J, HK	柳澤、黒田
2013/11/15	J, HK	柳澤
2013/12/02	J, HK	福井



# ぐんま天文台 1.5m (GAOES):

観測日	バンド	観測者
2013/8/18	482-660nm + 720-897nm	橋本
2013/8/19	482-660nm + 720-897nm	橋本
2013/8/24	482-660nm + 720-897nm	橋本
2013/8/25	482-660nm + 720-897nm	橋本
2013/8/27	720-897nm	橋本
2013/9/5	720-897nm	橋本
2013/9/16	482-660nm + 720-897nm	橋本
2013/9/17	482-660nm	橋本
2013/10/12	482-660nm + 720-897nm	橋本
2013/10/14	720-897nm	橋本
2013/10/27	720-897nm *	橋本
2013/10/28	720-897nm	橋本
2013/11/1	482-660nm	橋本
2013/11/4	720-897nm	橋本
2013/11/5	482-660nm	橋本
2013/11/8	482-660nm	橋本
2013/11/16	482-660nm	橋本
2013/11/19	482-660nm	橋本

# 西はりま天文台

観測日	バンド	観測者
2013/8/15	JHK	新井、高木、本田、森鼻、高橋
2013/8/16	JHK	新井、高木、本田、森鼻、高橋
2013/8/17	JHK	新井、高木、本田、森鼻、高橋
2013/8/18	JHK	新井、高木、本田、森鼻、高橋
2013/8/19	JHK	新井、高木、本田、森鼻、高橋
2013/8/21	JHK	新井、高木、本田、森鼻、高橋
2013/8/22	JHK	新井、高木、本田、森鼻、高橋
2013/8/25	JHK	新井、高木、本田、森鼻、高橋
2013/8/26	JHK	新井、高木、本田、森鼻、高橋
2013/8/27	JHK	新井、高木、本田、森鼻、高橋
2013/8/28	JHK	新井、高木、本田、森鼻、高橋
2013/8/29	JHK	新井、高木、本田、森鼻、高橋
2013/8/30	JHK	新井、高木、本田、森鼻、高橋
2013/8/31	JHK	新井、高木、本田、森鼻、高橋
2013/9/4	JHK	新井、高木、本田、森鼻、高橋
2013/9/4	JHK	新井、高木、本田、森鼻、高橋
2013/9/5	JHK	新井、高木、本田、森鼻、高橋
2013/9/8	JHK	新井、高木、本田、森鼻、高橋
2013/9/9	JHK	新井、高木、本田、森鼻、高橋
2013/9/10	JHK	新井、高木、本田、森鼻、高橋
2013/9/13	JHK	新井、高木、本田、森鼻、高橋
2013/9/16	JHK	新井、高木、本田、森鼻、高橋
2013/9/18	JHK	新井、高木、本田、森鼻、高橋
2013/9/19	JHK	新井、高木、本田、森鼻、高橋
2013/9/20	JHK	新井、高木、本田、森鼻、高橋
2013/9/21	JHK	新井、高木、本田、森鼻、高橋
2013/9/22	JHK	新井、高木、本田、森鼻、高橋
2013/9/24	JHK	新井、高木、本田、森鼻、高橋
2013/9/27	JHK	新井、高木、本田、森鼻、高橋
2013/9/28	JHK	新井、高木、本田、森鼻、高橋
2013/10/1	JHK	新井、高木、本田、森鼻、高橋
2013/10/2	JHK	新井、高木、本田、森鼻、高橋
2013/10/3	JHK	新井、高木、本田、森鼻、高橋
2013/10/4	JHK	新井、高木、本田、森鼻、高橋
2013/10/7	JHK	新井、高木、本田、森鼻、高橋
2013/10/10	JHK	新井、高木、本田、森鼻、高橋

## 北大1.6mピリカ望遠鏡・MSI

観測日	バンド	観測者
2013/8/15	BVRclc	中尾
2013/8/19	VRclc	中尾、今井

## 東大(木曾):小望遠鏡(口径9cm) BVRclcの連続測光

観測日	バンド	観測者
2013/8/15	BVRclc	前原
2013/8/16	BVRclc	前原
2013/8/17	BVRclc	前原
2013/8/18	BVRclc	前原
2013/8/19	BVRclc	前原
2013/8/22	BVRclc	前原



広大かなた1.5m 鏡 + 高速分光装置

観測日	バンド	観測者
2013/8/17	H $\alpha$ ~H $\gamma$	森谷、伊藤、秋田谷、河口、森、川端
2013/8/18	H $\alpha$ ~H $\gamma$	伊藤、秋田谷、上野、胡田
2013/8/19	H $\alpha$ ~H $\gamma$	伊藤、森谷
2013/8/20	H $\alpha$ ~H $\gamma$	高木、浦野、河口
2013/8/21	H $\alpha$ ~H $\gamma$	伊藤、浦野、河口
2013/8/27	H $\alpha$ ~H $\gamma$	浦野、河口

鹿児島大: 1m望遠鏡、HAWAIIアレイ

観測日	バンド	観測者
2013/8/15	J,H,K	新福
2013/8/26	J,H,K	坂田
2013/8/27	J.H.K	尾下
2013/9/4	J.H.K	林田
2013/9/7	J.H.K	井上
2013/9/10	J.H.K	尾下

京大

観測日	バンド	観測者
2013/8/21	U	大島 解析者: 笹田

埼玉大学: 55cm望遠鏡

観測日	バンド	観測者
2013/8/19	$z'$	源川、潮田、大朝

・名大(Sutherland): (永山)







