

新星シエルの構造解析

内藤博之（なよろ市立天文台）

【共同研究者】

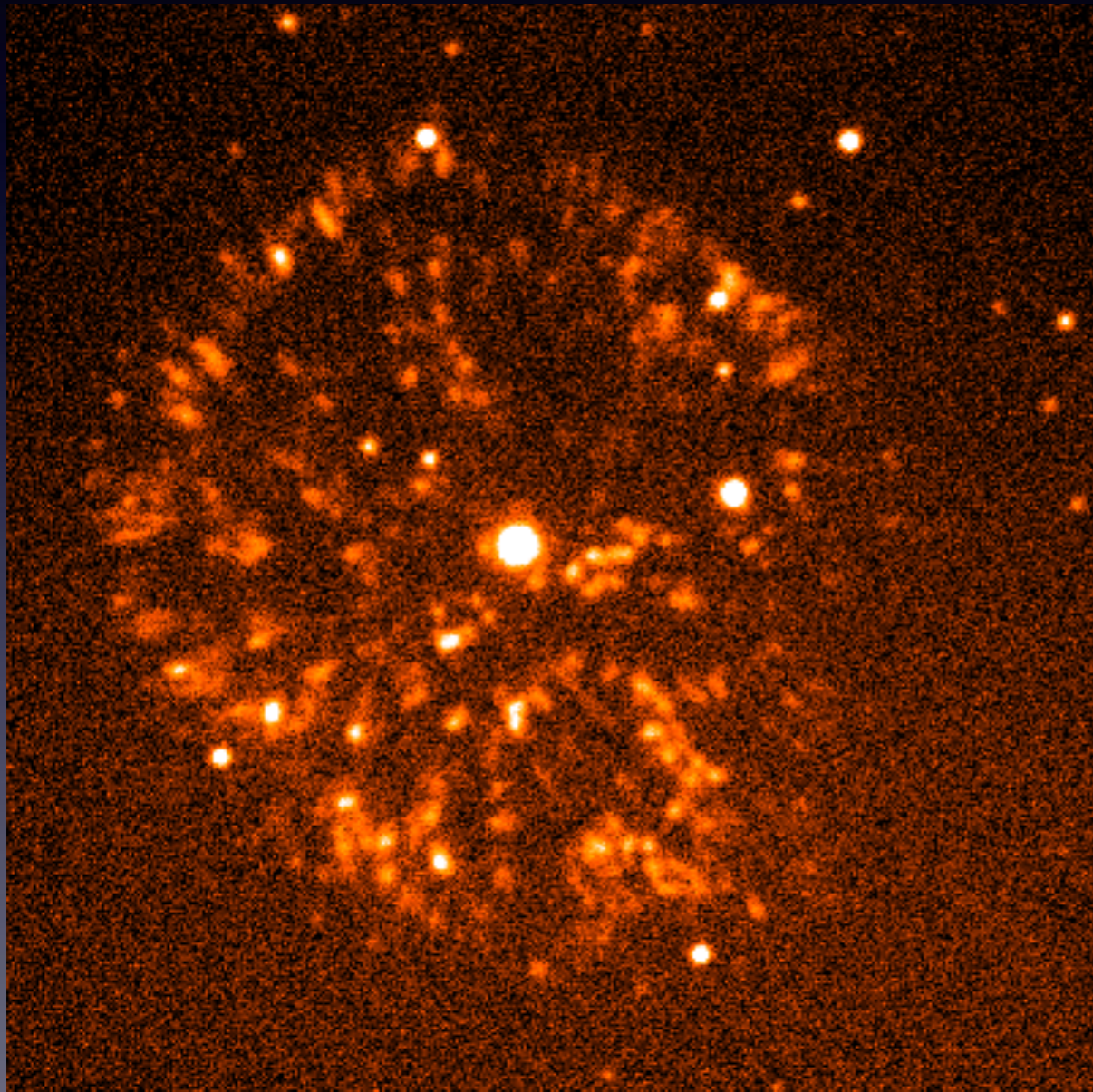
田実晃人（ハワイ観測所） 新井 彰（京都産業大学）

定金晃三（大阪教育大学） 渡辺文健（なよろ市立天文台）

Valeiro A. R. M. Ribeiro（Radboud University）

新星シェルと惑星状星雲

新星



GK Per (WIYN)

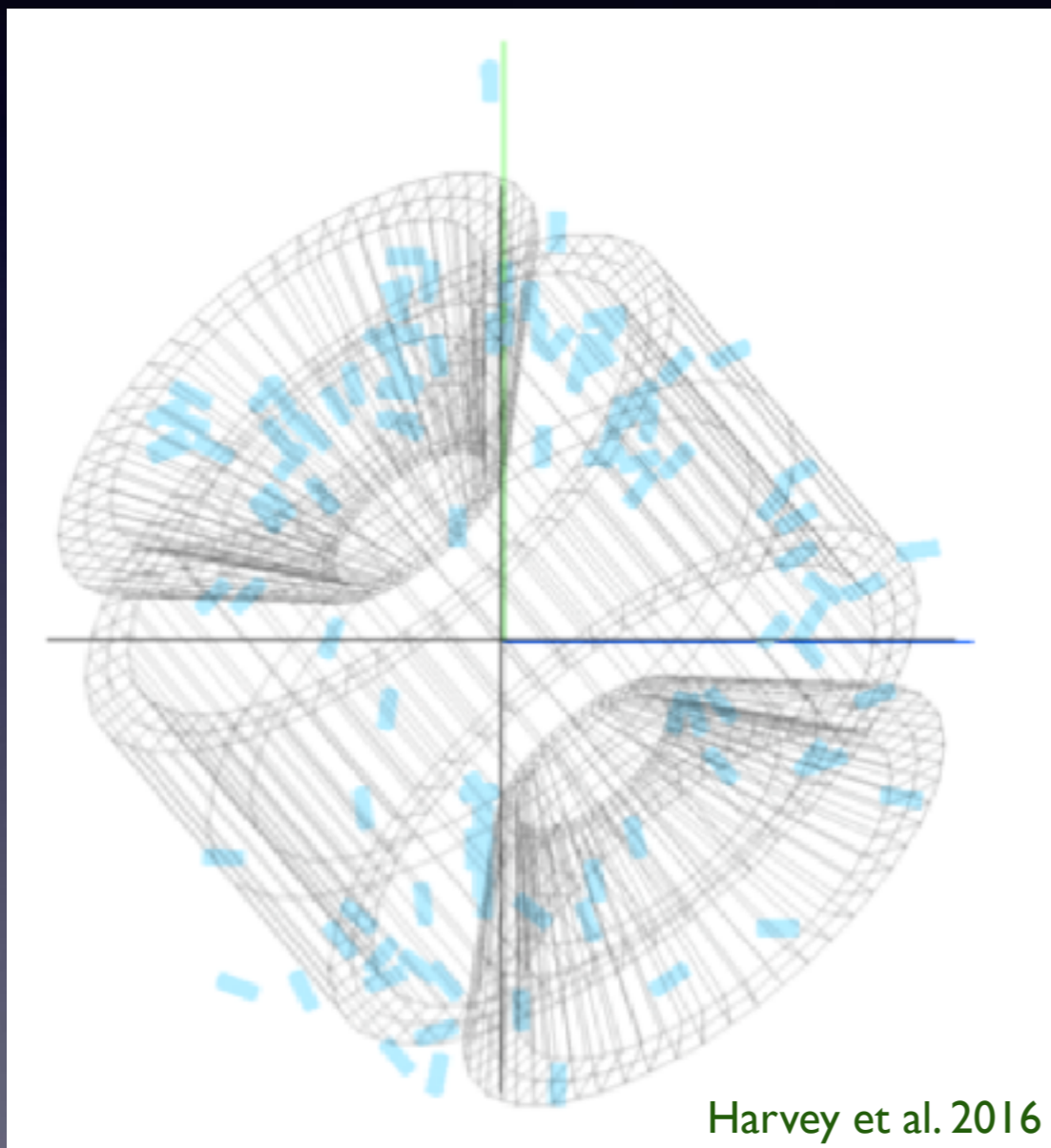
惑星状星雲



NGC 6751
(NASA, Hubble Heritage Team)

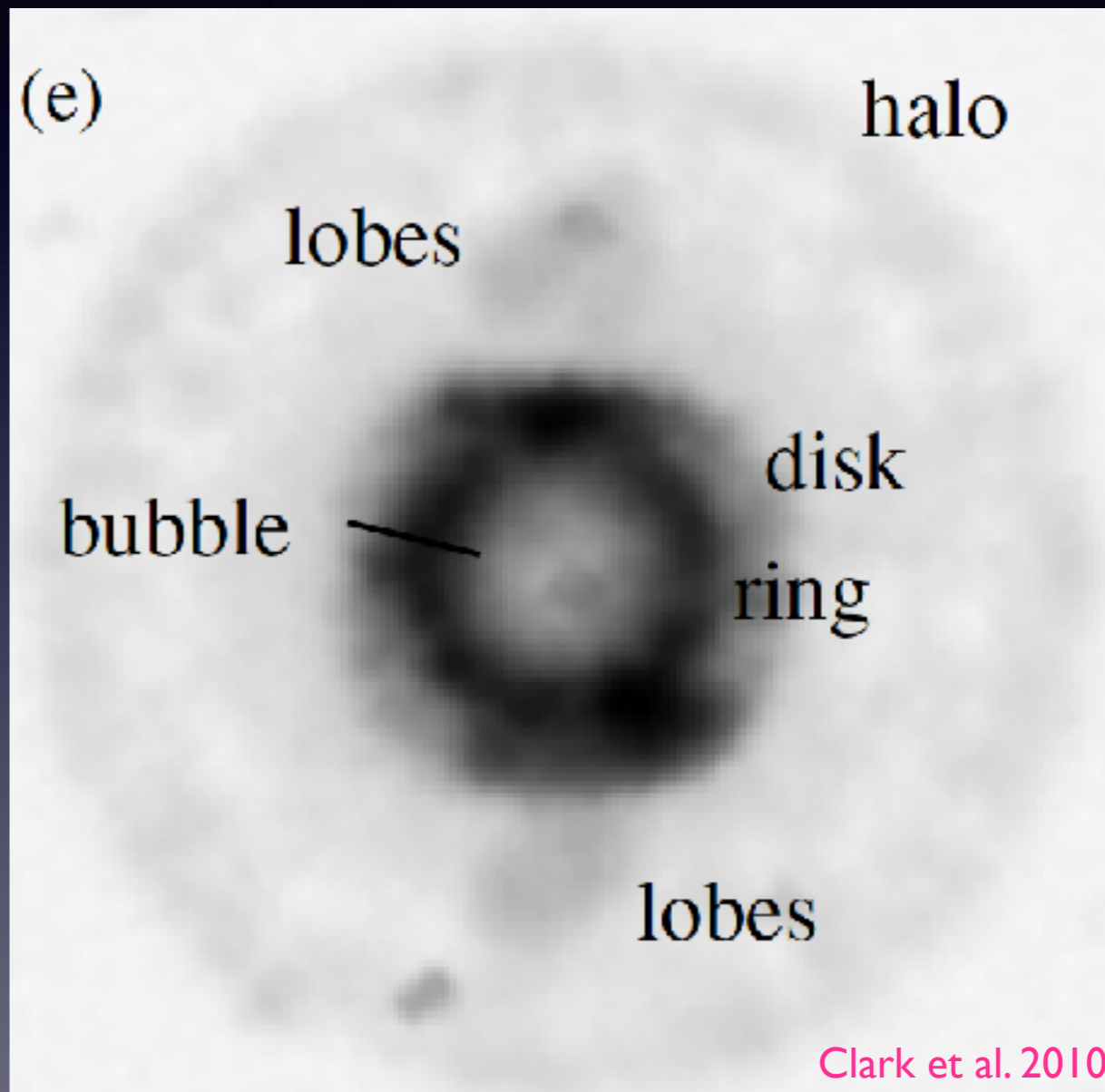
新星シェルと惑星状星雲

新星



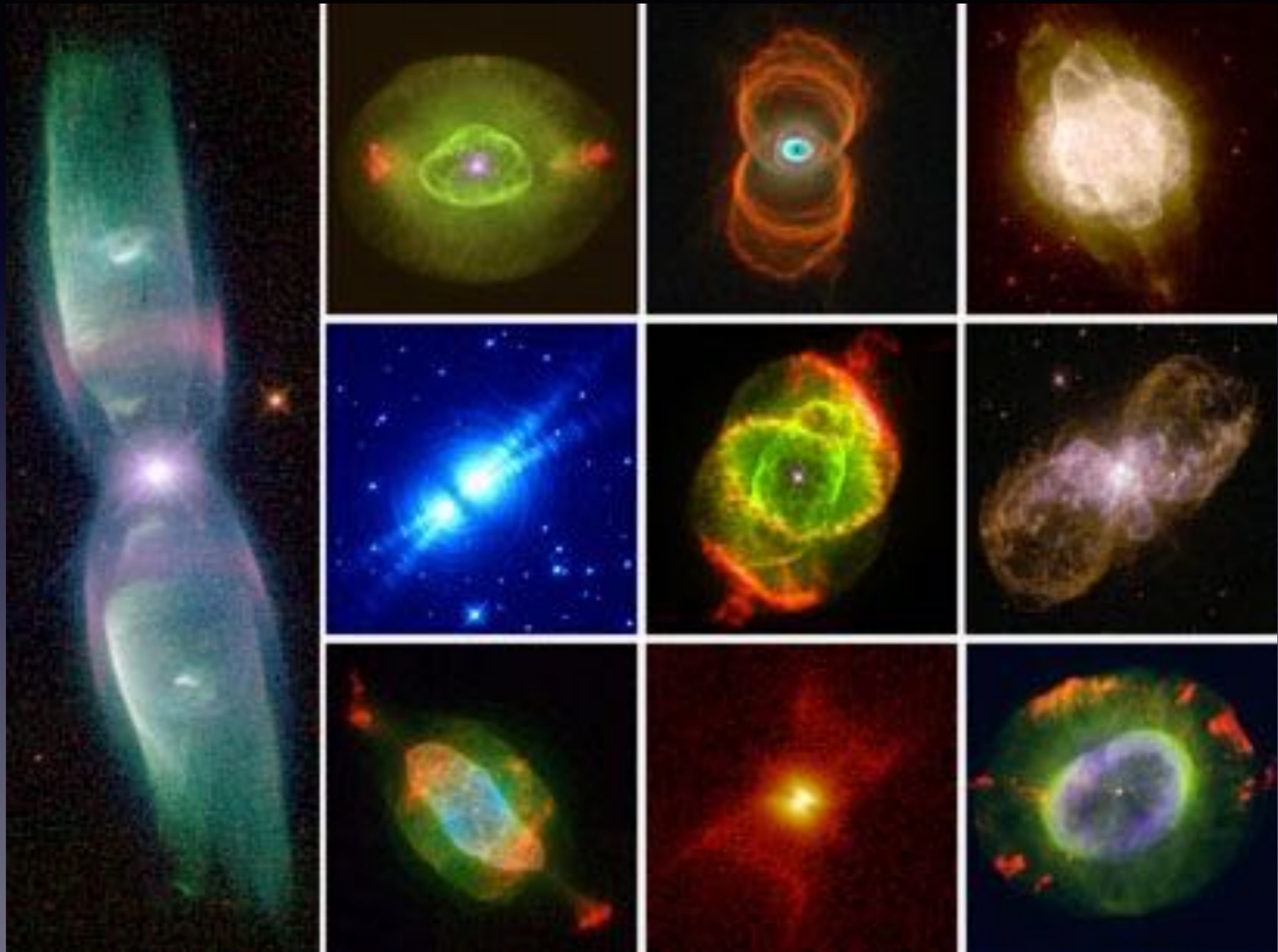
GK Per (WIYN)

惑星状星雲



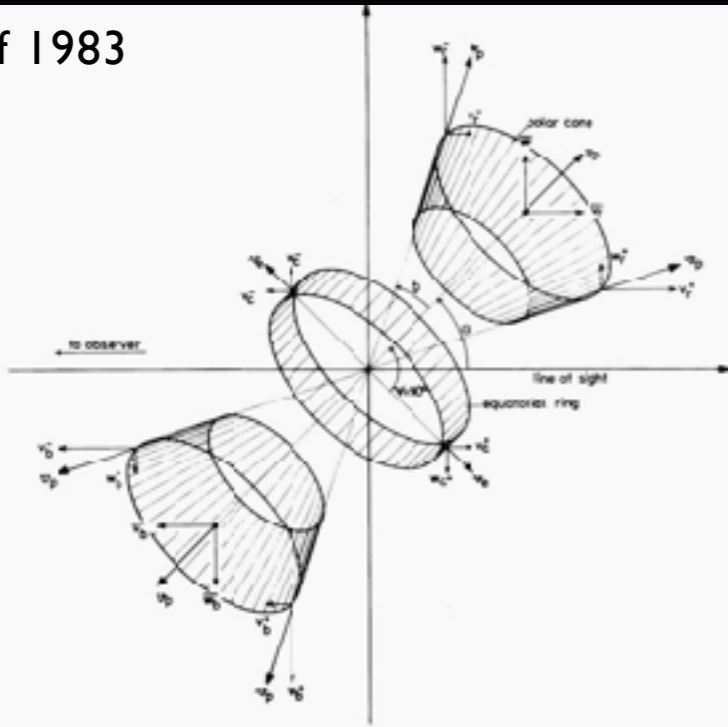
NGC 6751
(NASA, Hubble Heritage Team)

さまざまな惑星状星雲の形

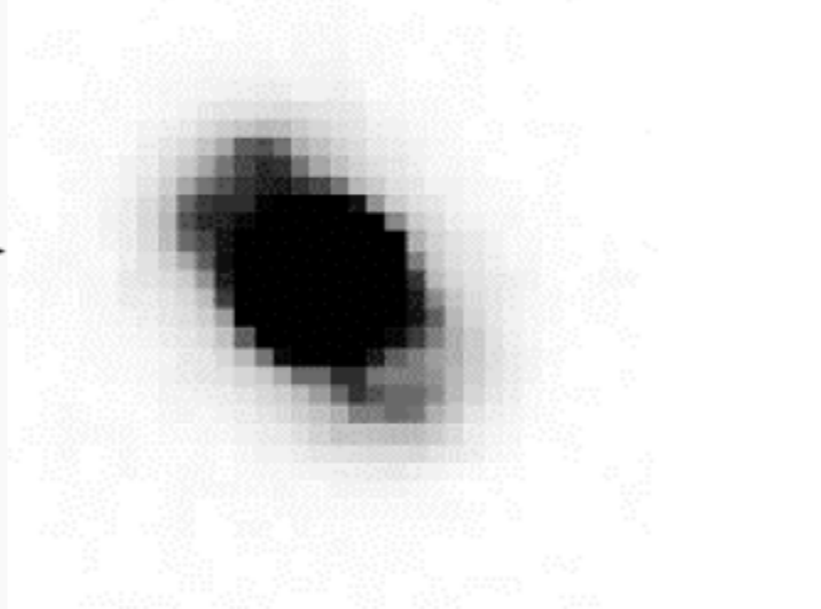


さまざまな新星シェルの形①

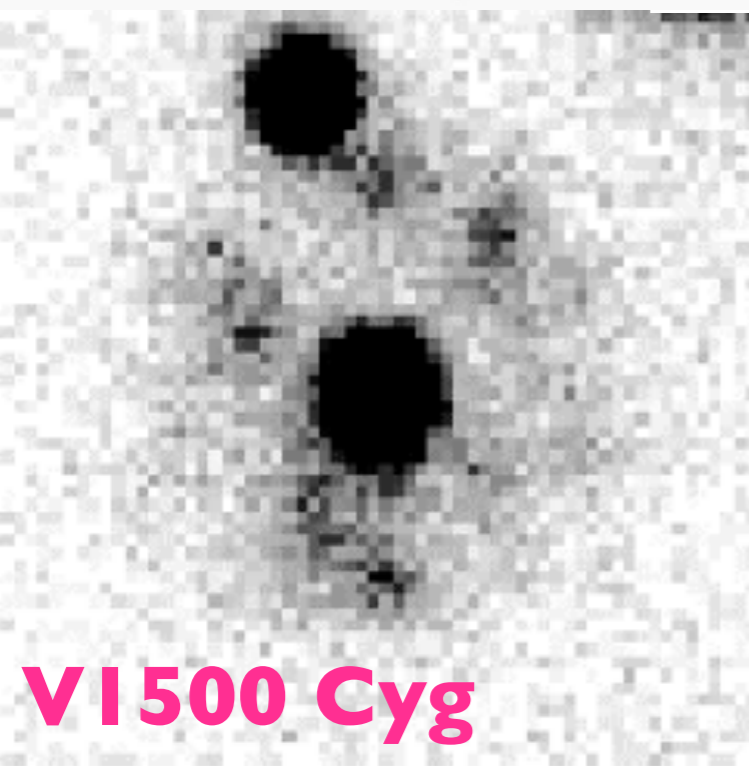
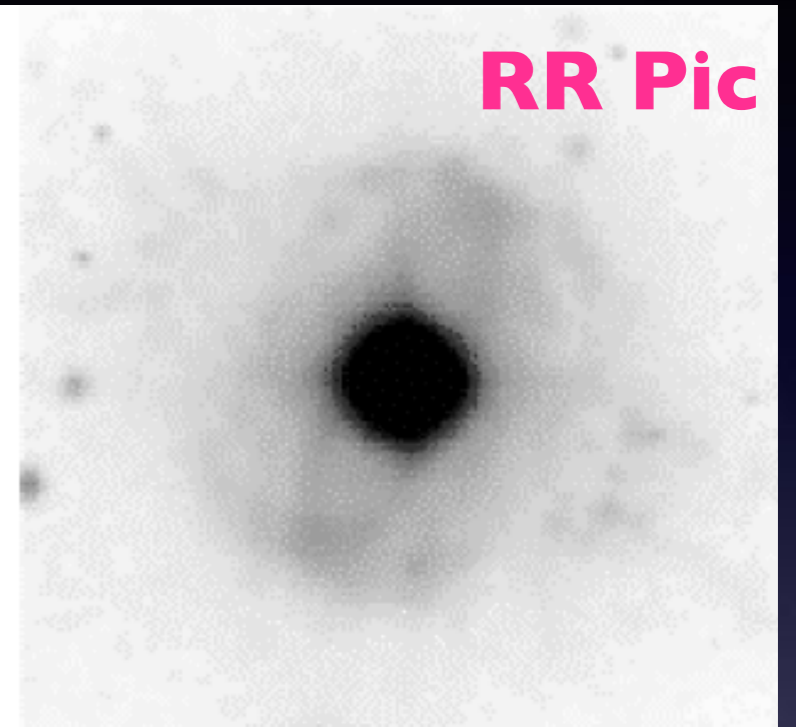
Solf 1983



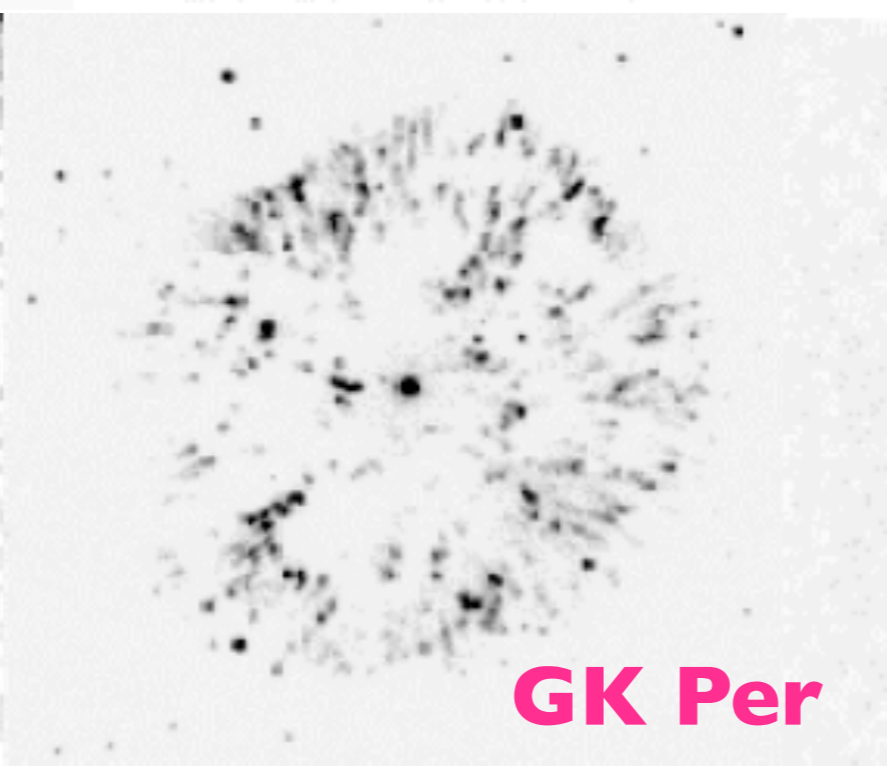
HR Del



RR Pic



V1500 Cyg

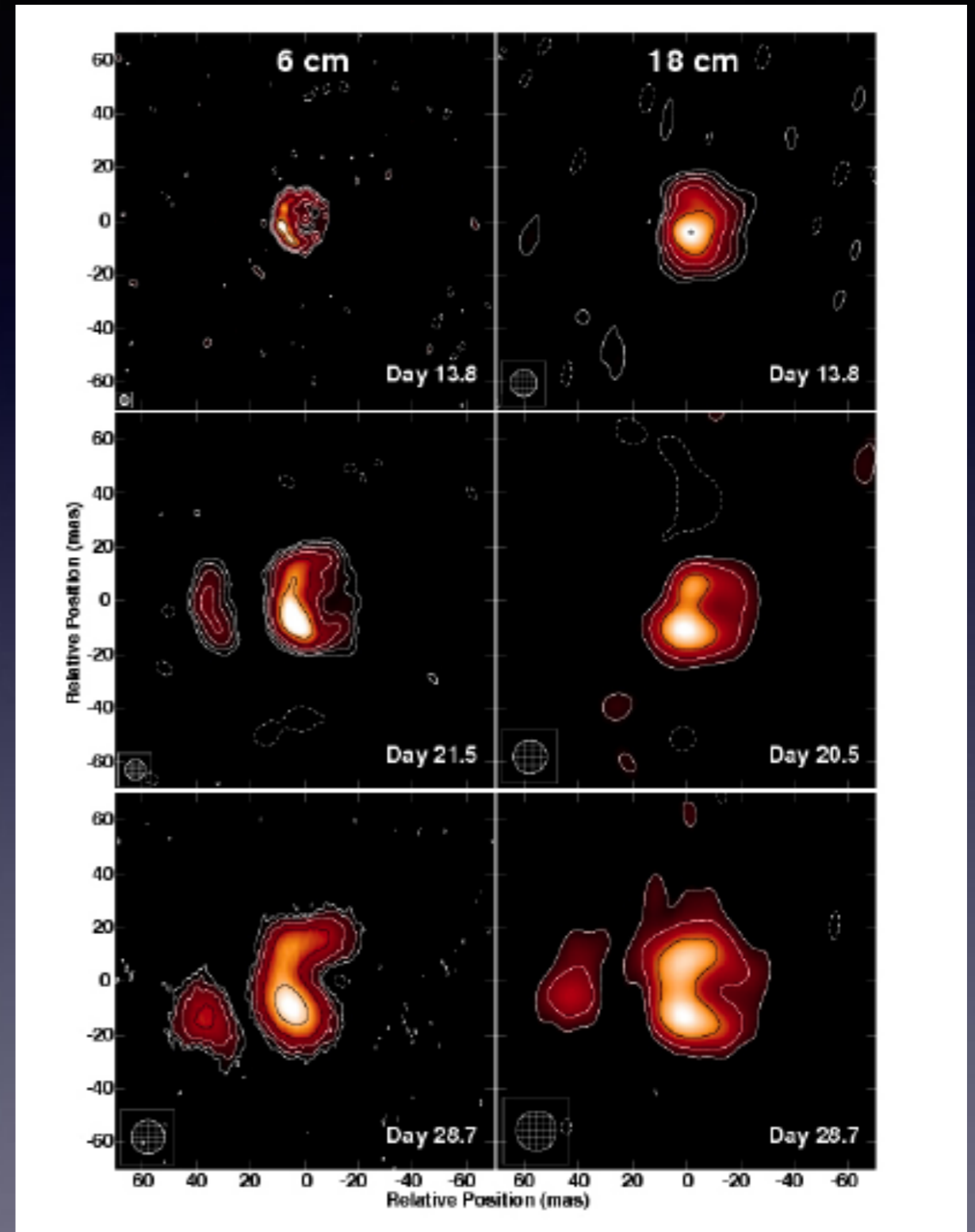
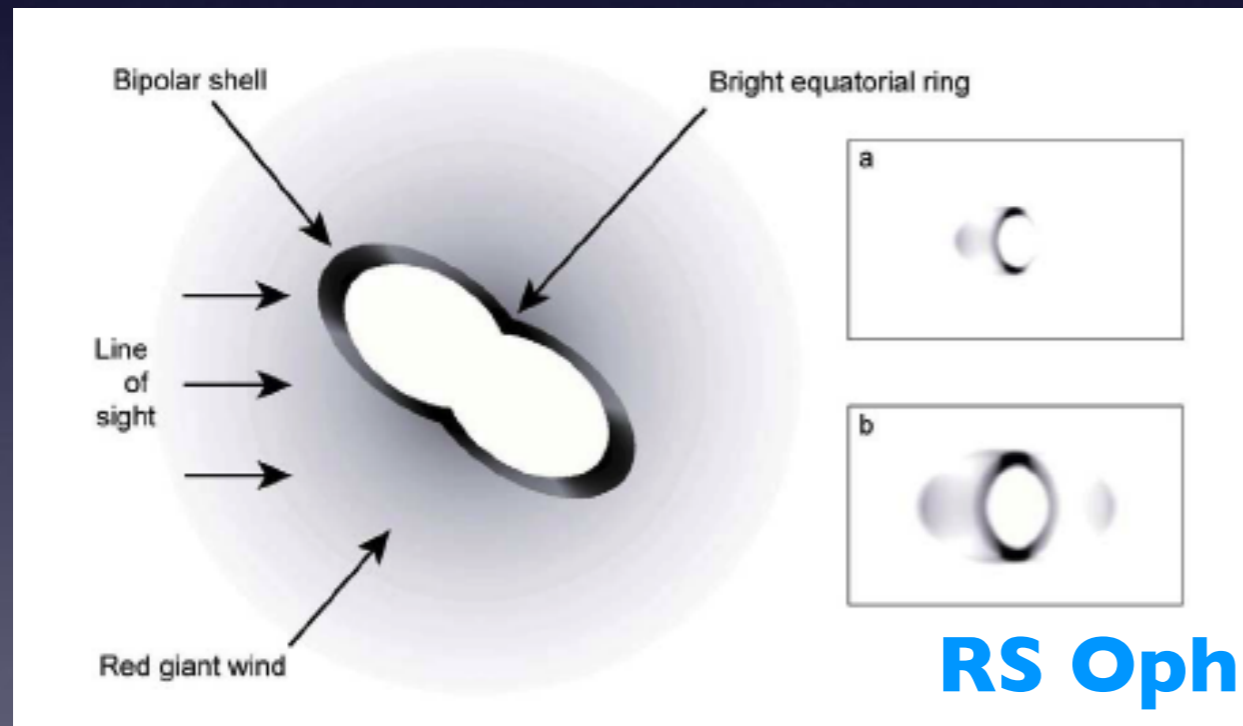


GK Per



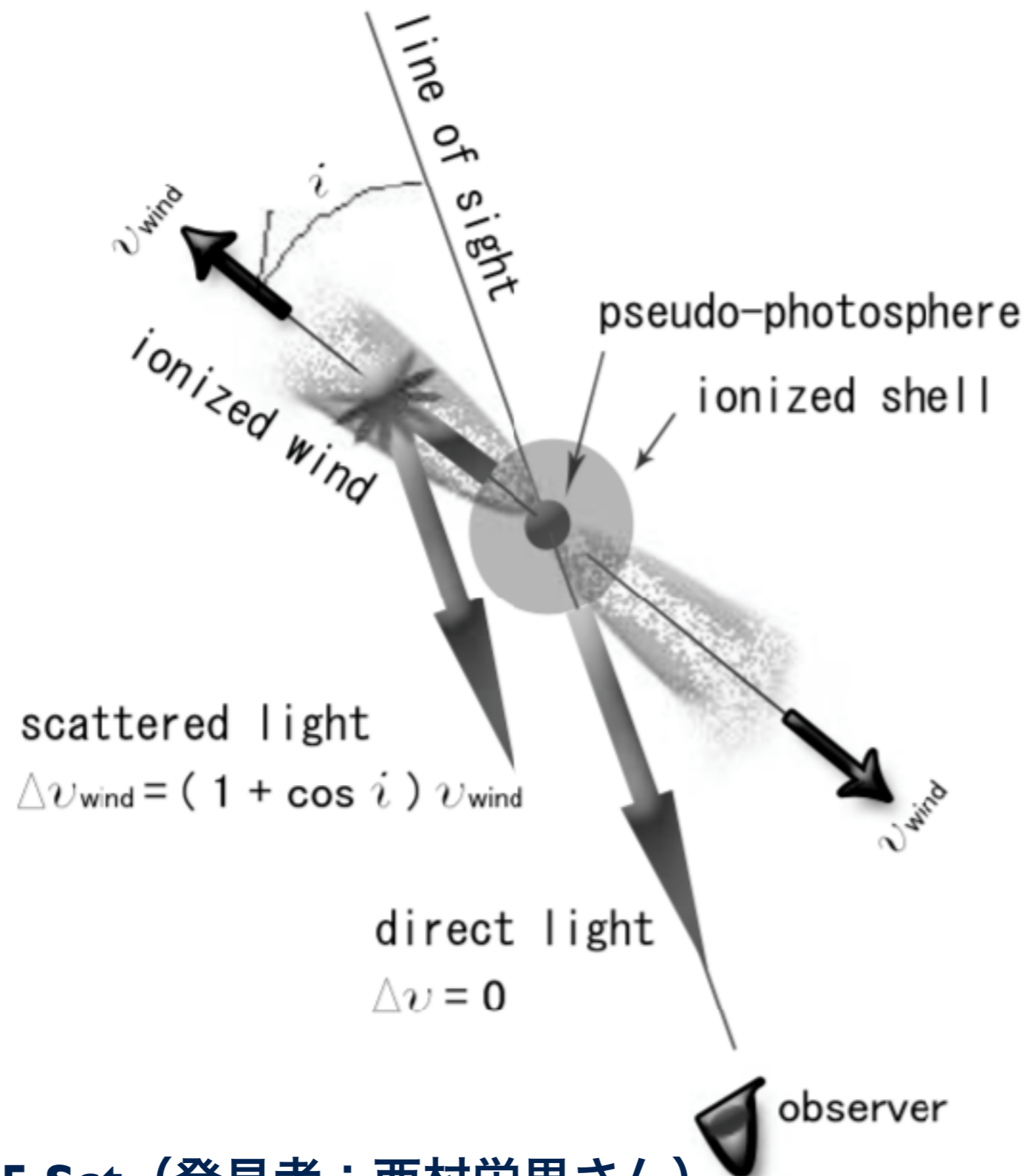
DQ Her

さまざまな新星シェルの形②



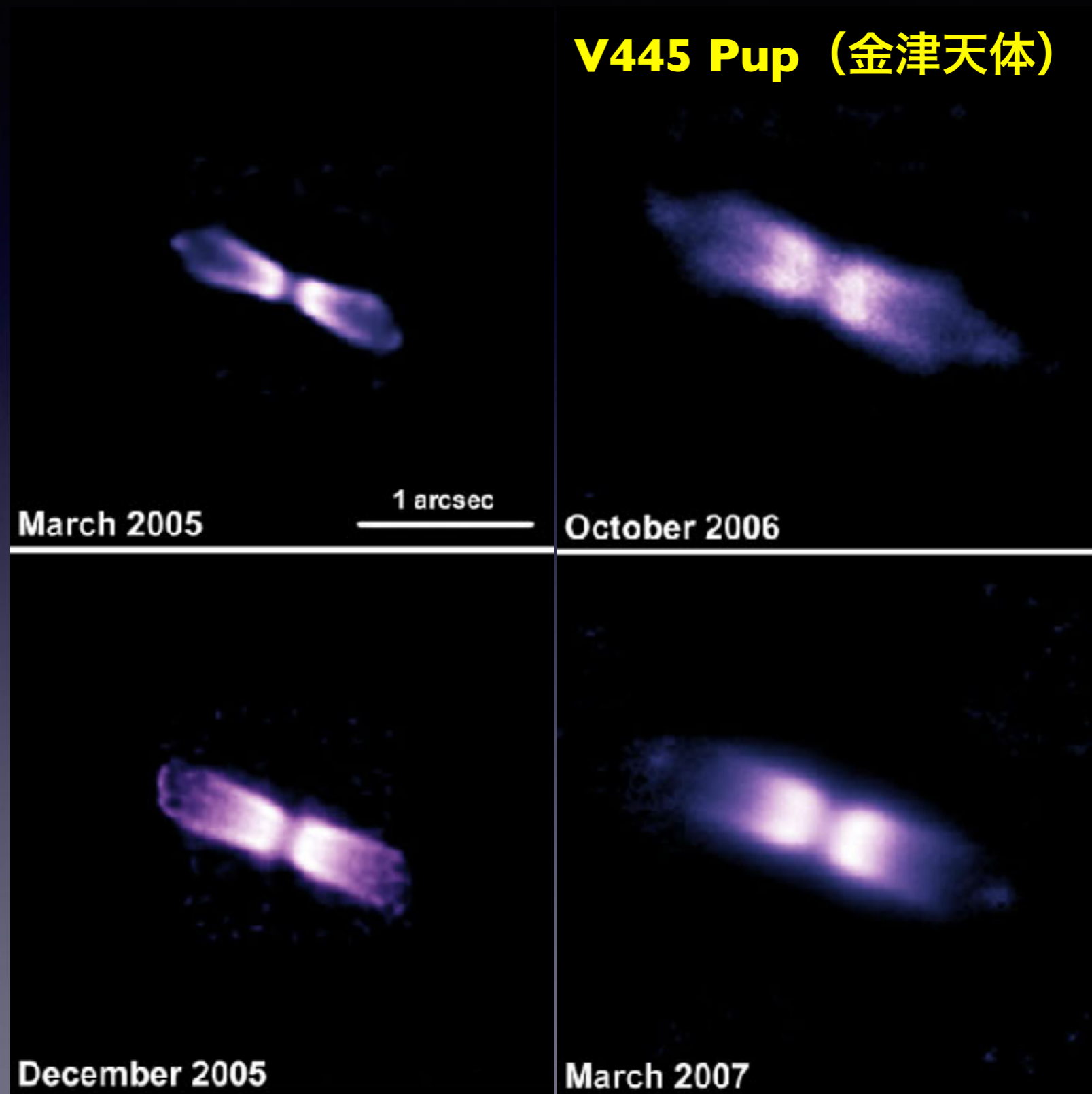
▶ 電波干渉計で非球対称成分が観測される

さまざまな新星シェルの形③



V475 Sct (発見者：西村栄男さん)

さまざまな新星シェルの形④



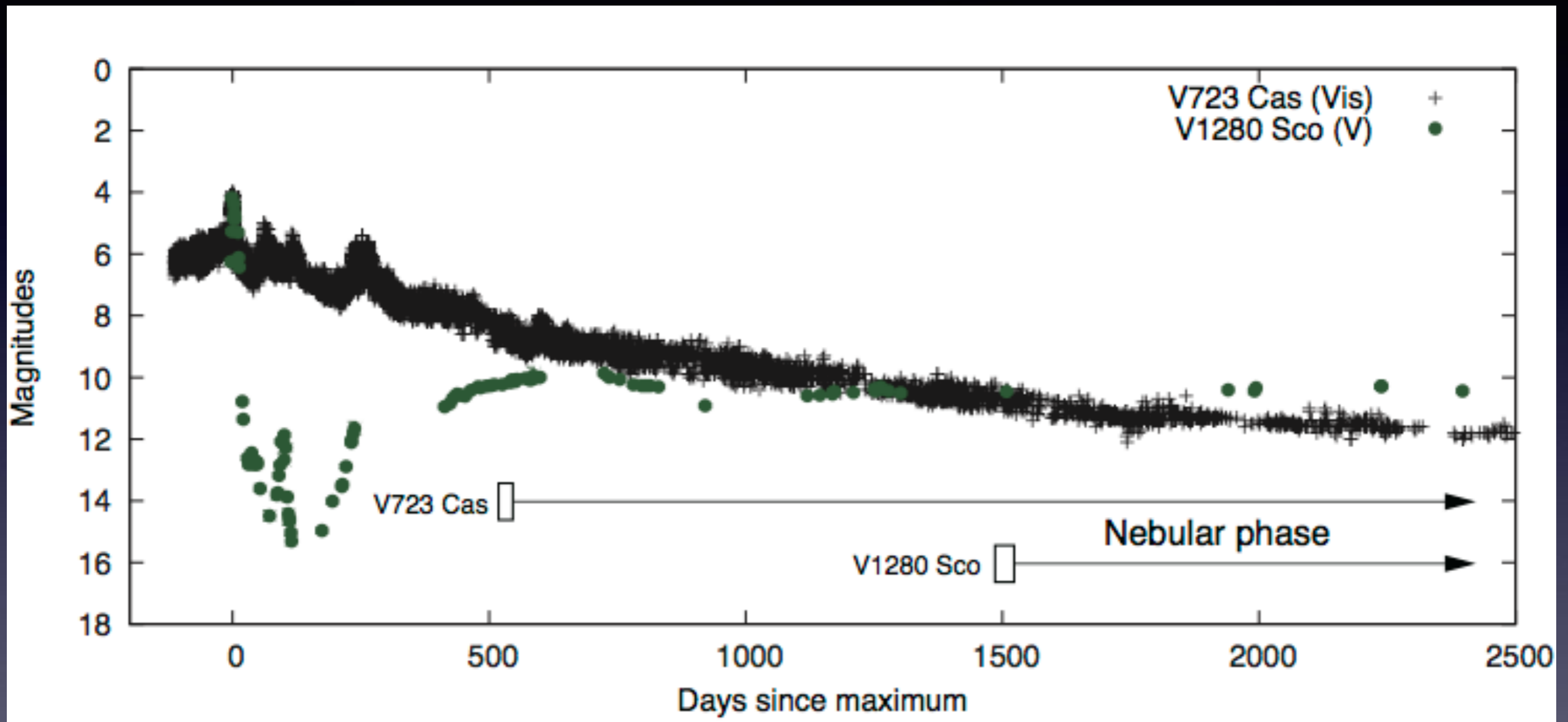
Credit: ESO/P.A. Woudt

V1280 Scoの概要



- 2007年2月4日 (UT) に9等台で発見された。
- 翌2月5日に古典新星と確認された。
- 2月16日に3.8等 (V mag : 極大) を記録した。
- V382 Vul、V1494 Aql以来8年ぶりの肉眼新星。
- VLTによってダスト形成の瞬間が観測された。
- 進化が観測史上最も遅い新星である。
- 質量 : 1-1.25 Mo (Das et al. 2008)
0.6 Mo (Hounsell et al. 2010)
< ~0.6 Mo (Naito et al. 2012)
- 距離 : 1.6 kpc (Chesneau et al. 2008, 2012)
1.1 kpc (Naito et al. 2012)
→ダストの膨張速度から推定
1.25 kpc (Das et al. 2008)
→光度・減光率 (MMRD) 関係から推定
630 pc (Hounsell et al. 2010)
→極大光度をエディントン光度として推定

V1280 Scoは極めて進化が遅い新星

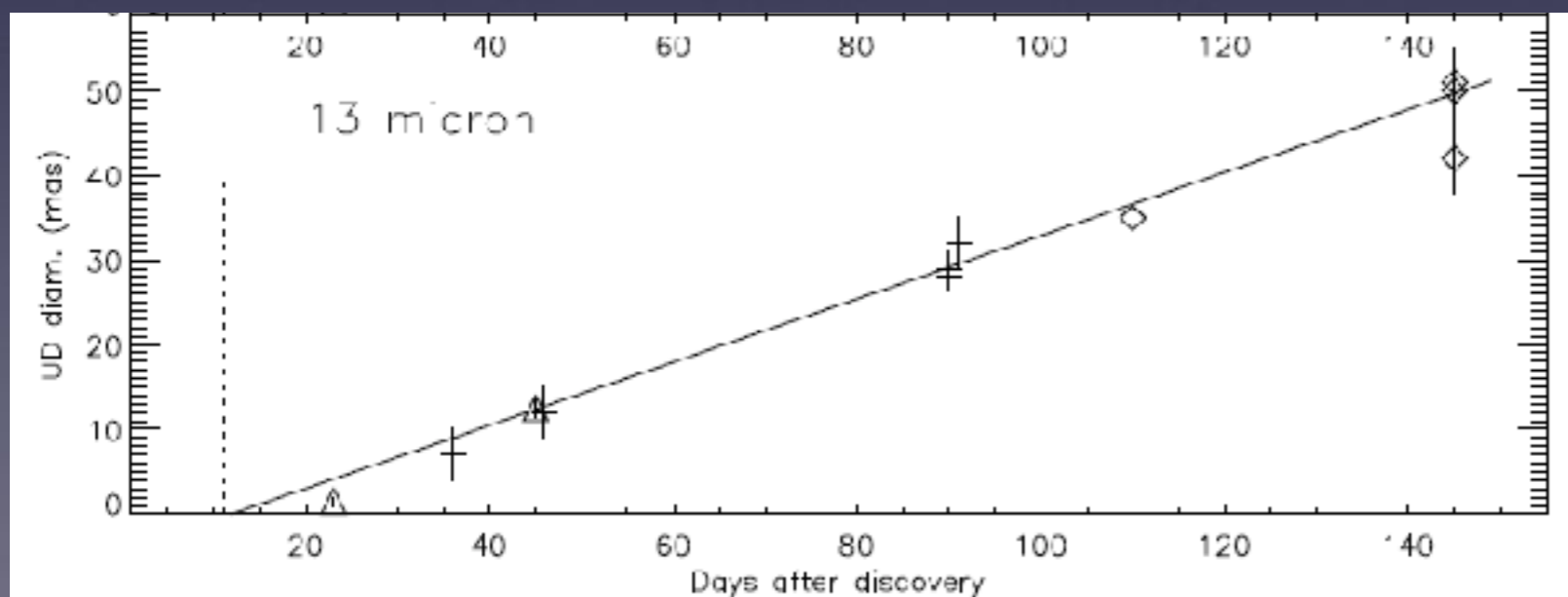


- 2011年に星雲期へ：[O III] 4959, 5007の星雲線が出現。
- 観測史上最も遅く星雲期に入った（爆発約50ヶ月後）。
- 非常に軽い白色矮星で起きた新星爆発を示唆。

VLTによる直接撮像 (高空間分解能) ①



Very Large Telescope (VLT)



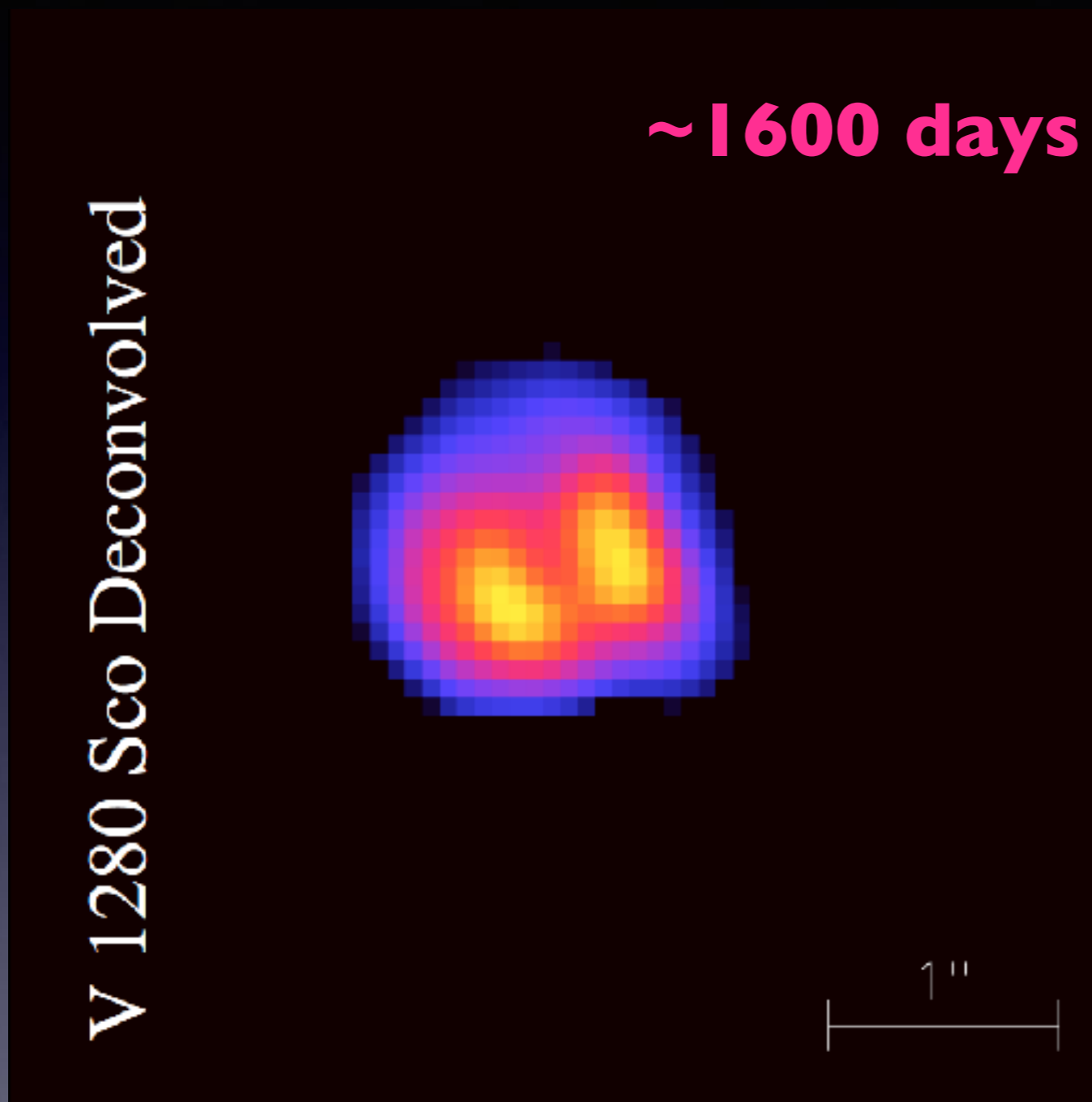
◎観測

- VLT+MIDI(N)/AMBER(K)

◎結果

- ダスト温度：1500K
- 距離：1.6 kpc
- ダスト形成の瞬間を観測
- ▶ 非球対称は見られない

VLTによる直接撮像（高空間分解能）②



- ▶ ダスト雲（初期エジェクタ）は視線方向とは垂直に出ている

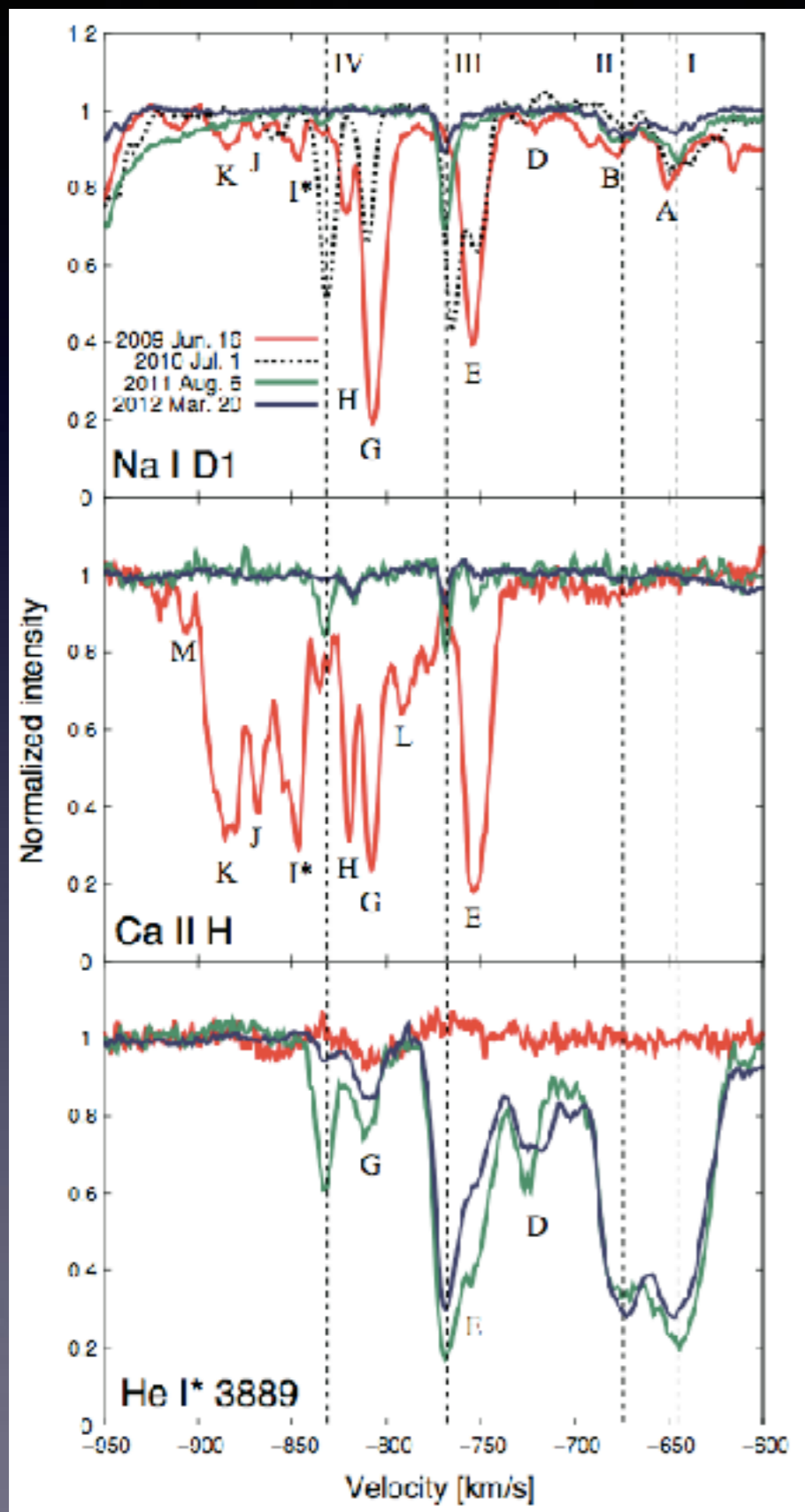


Very Large Telescope (VLT)

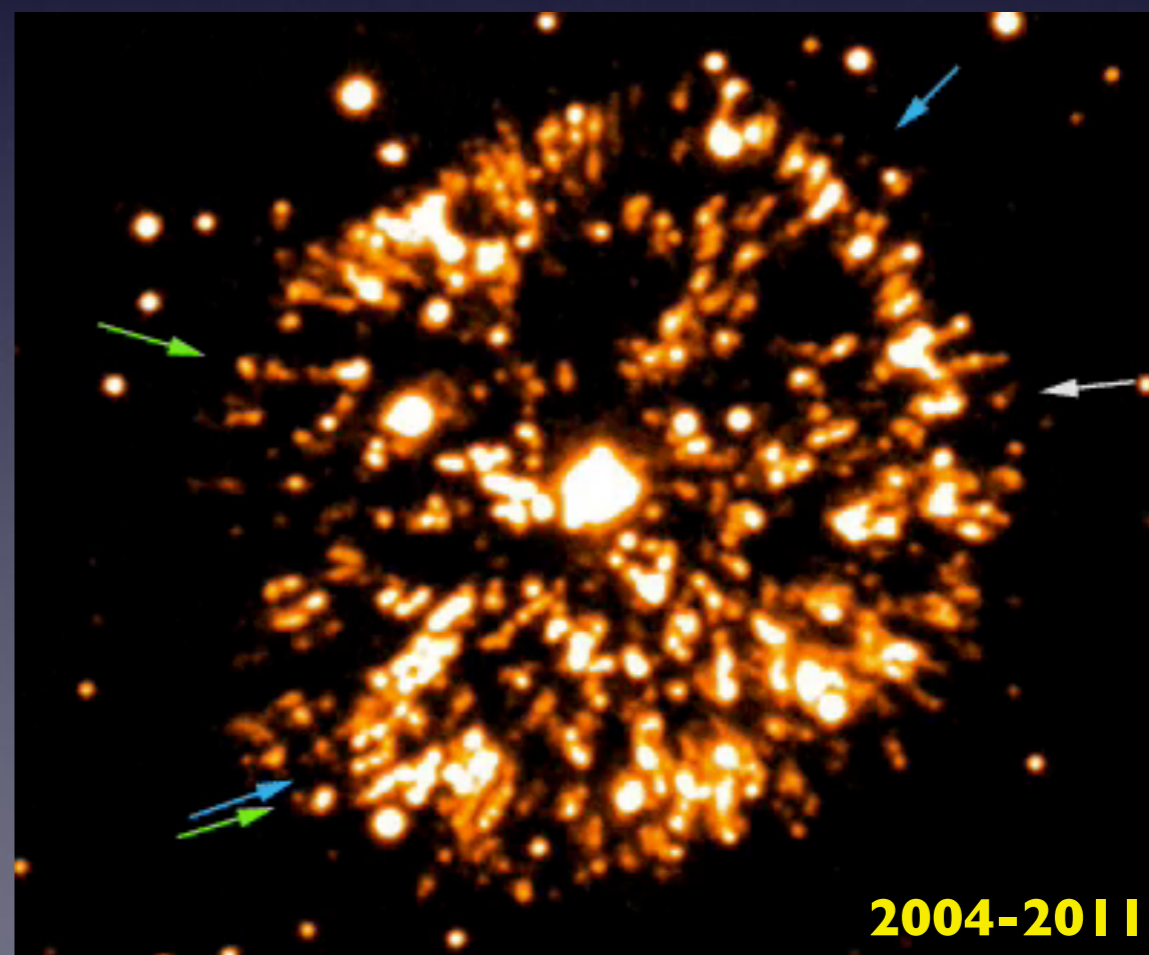
- ◎ 観測
 - VLT+NACO/VISIR/SINFONI
- ◎ 結果
 - 距離は1.6 kpcを支持（~1 kpc が下限値）
 - 2011年にbipolar成分を検出

Chesneau et al. 2012

複数の高速吸収成分を検出

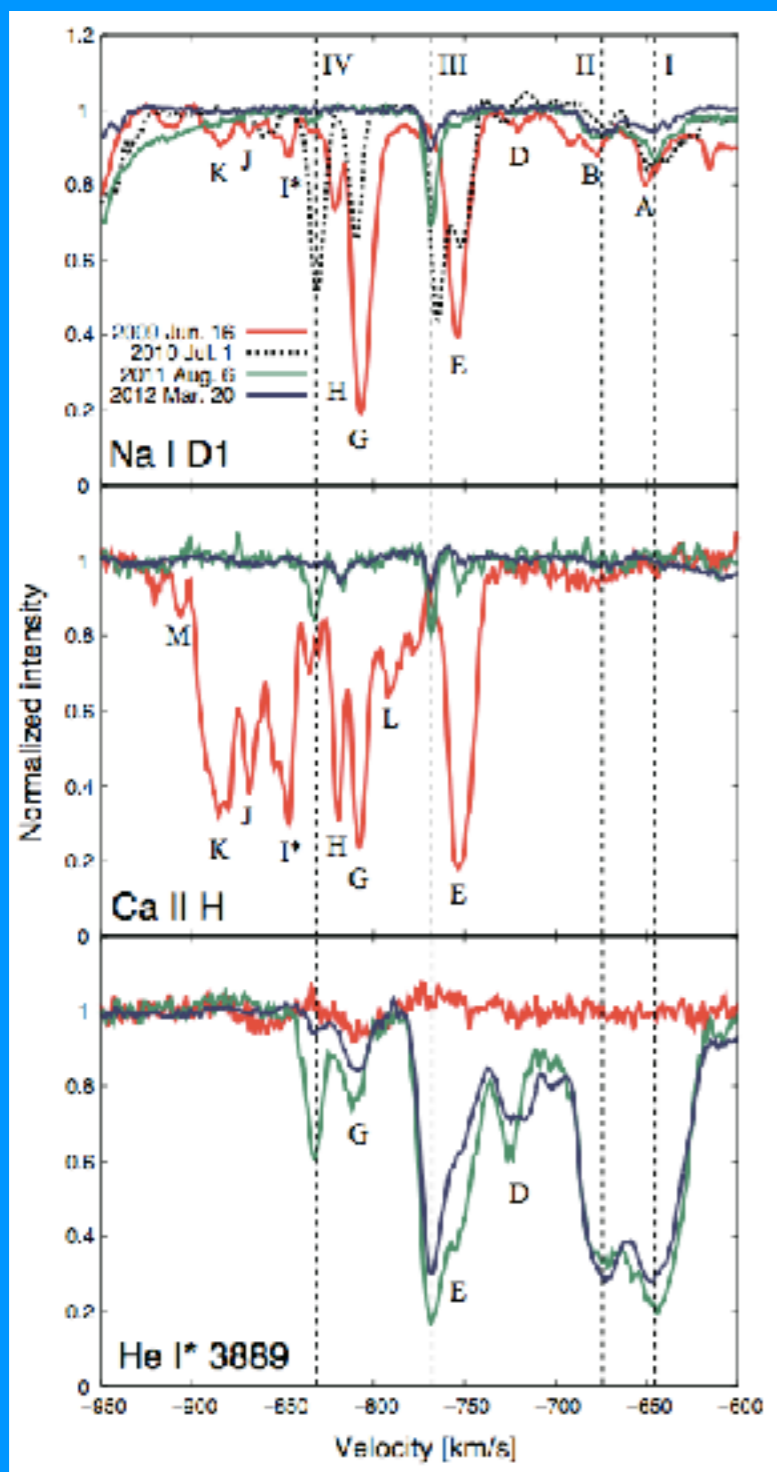


- ◎中心波長や速度幅が変化する成分が存在。
➡各成分はさらに小さな成分で形成されている。
- ◎Na DとCa HK 線は強くなっている成分がある
一方、多くの成分は弱くなり数も減少した。
- ◎metastable He I*線は2011年に出現した。
➡複雑な電離／再結合過程

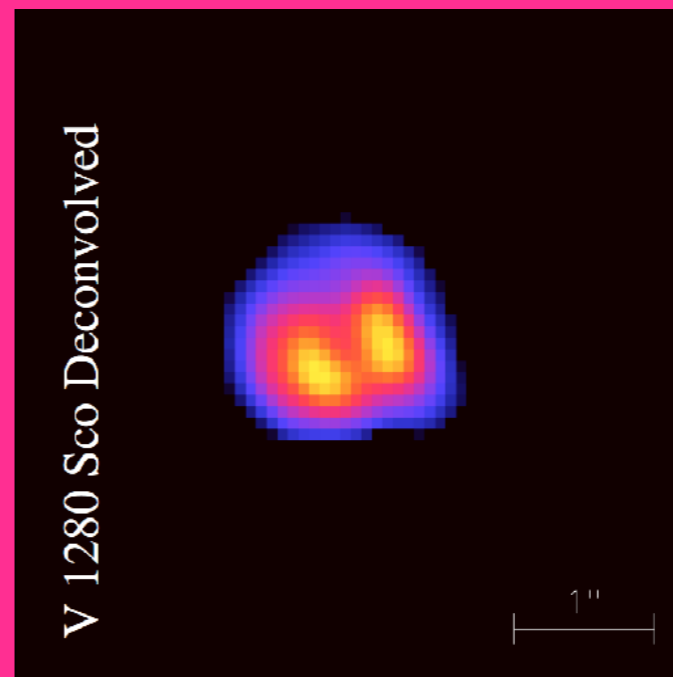


GK Per (H α + [N II]) : Corradi et al. 2012

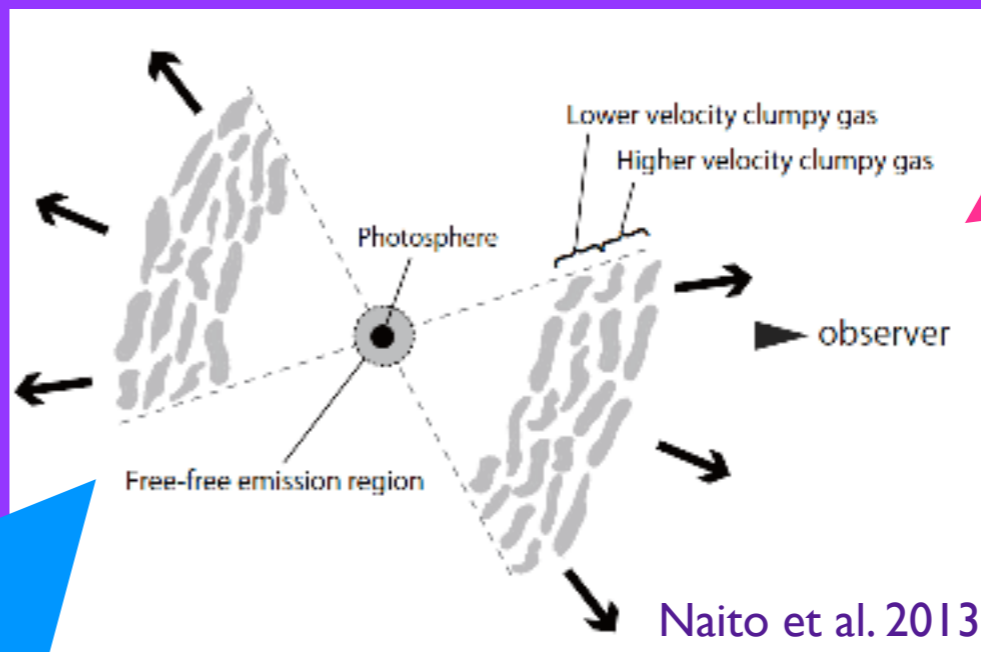
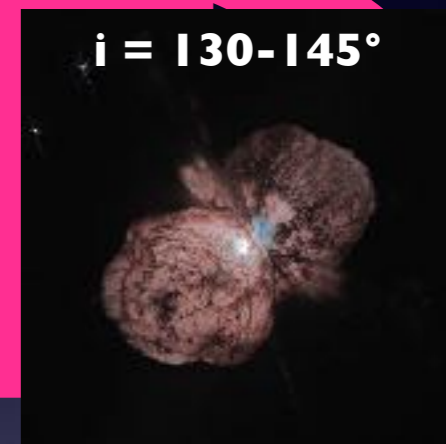
V 1280 Scoのシェル構造



複数の吸収線 (視線方向の情報)

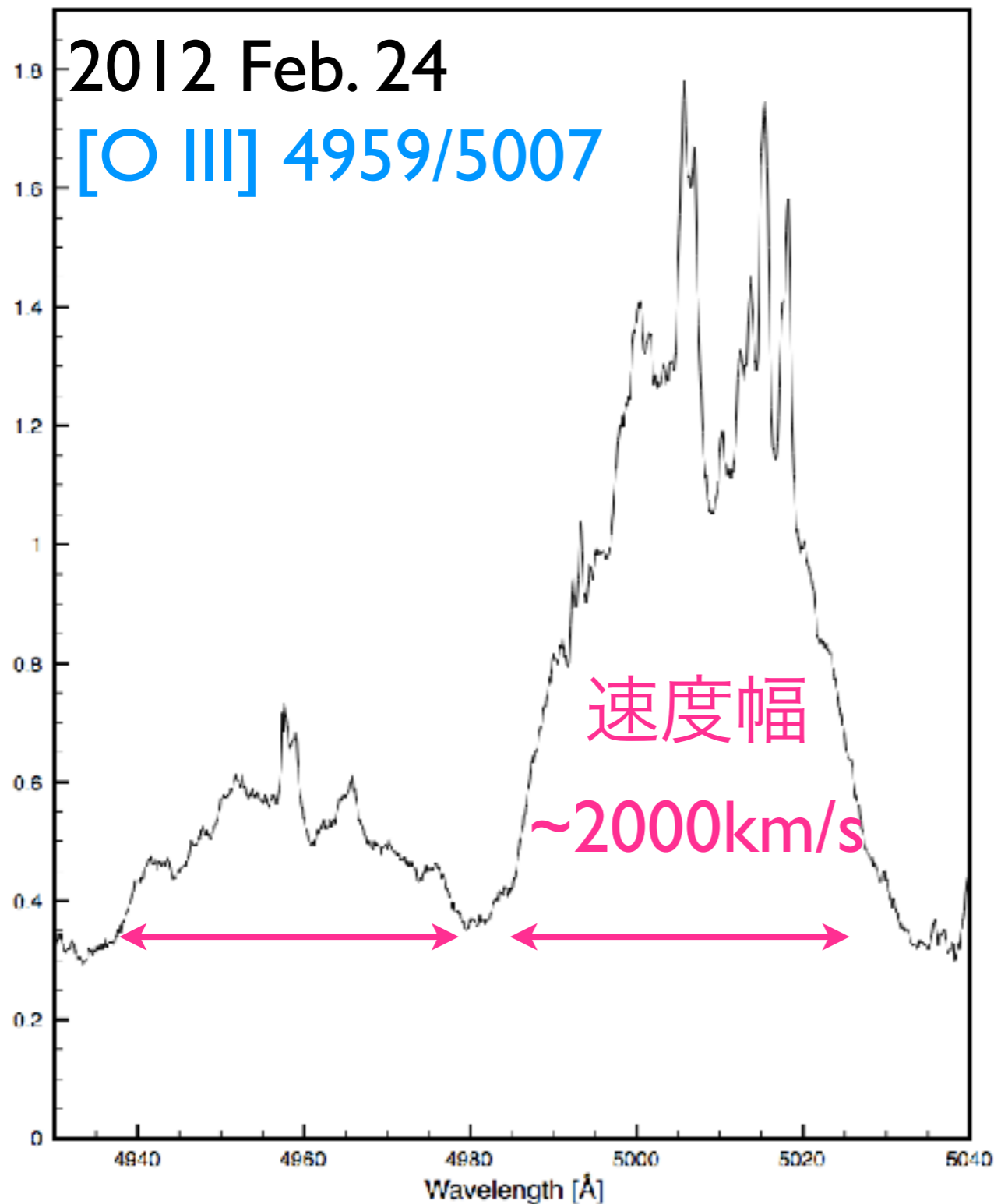


撮像画像 (投影面の情報)



V 1280 Scoのシェル構造の予想図

輝線を利用した解析 with Shape



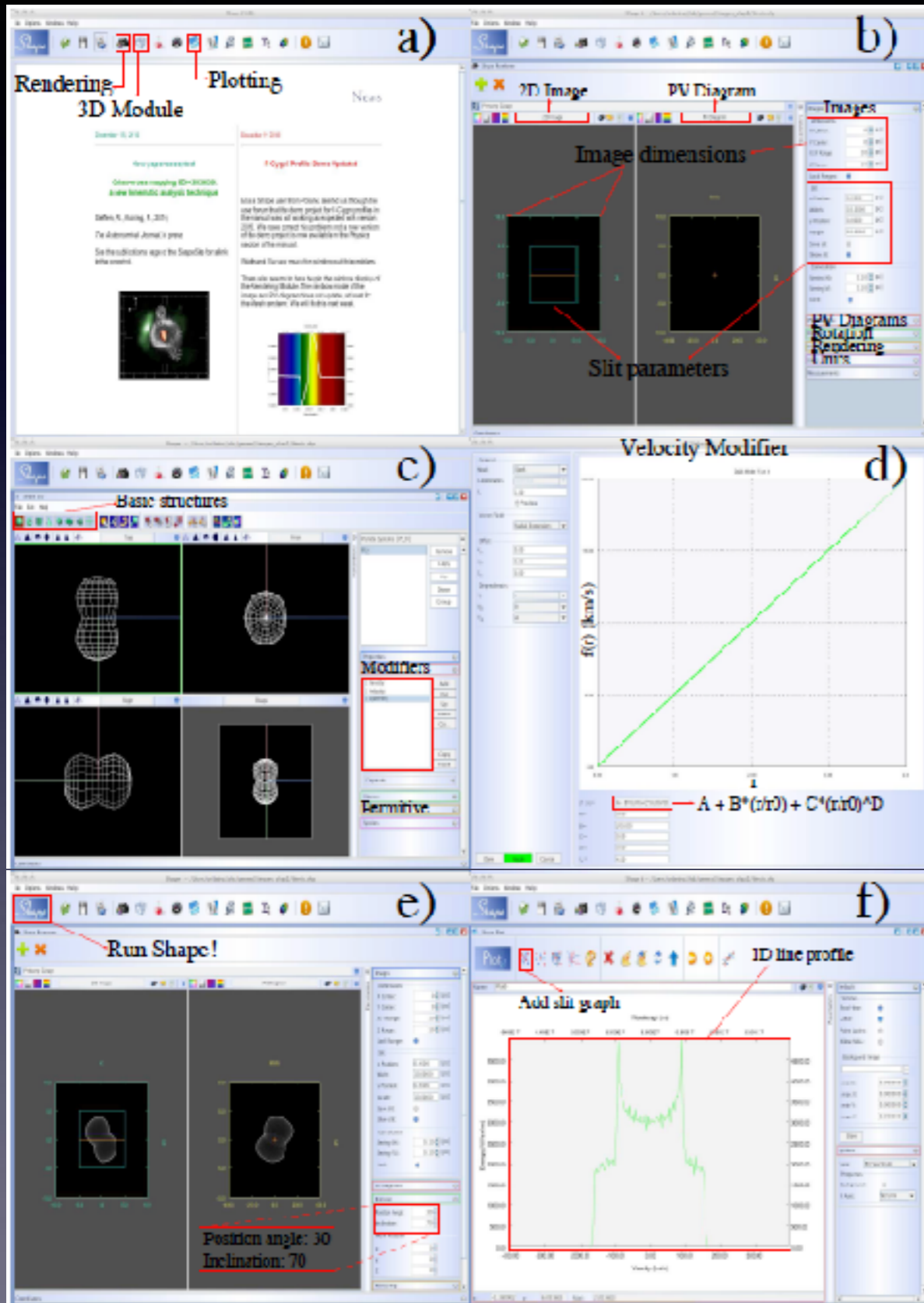
- FWZI : ~2000 km/s
 - 高速吸収成分速度の約2倍
 - 初期エジェクタ起源



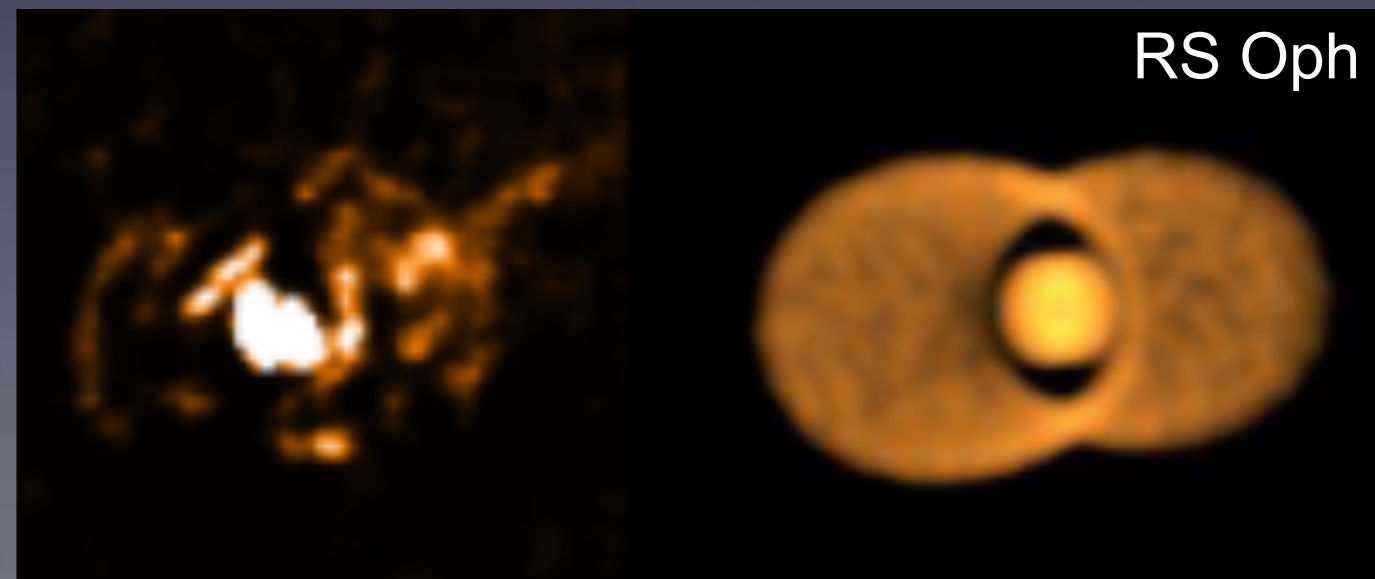
輝線によるシェル構造解析
吸収線による解析の検証

[O III] 禁制線

Shape: A 3D Modeling Tool for Astrophysics

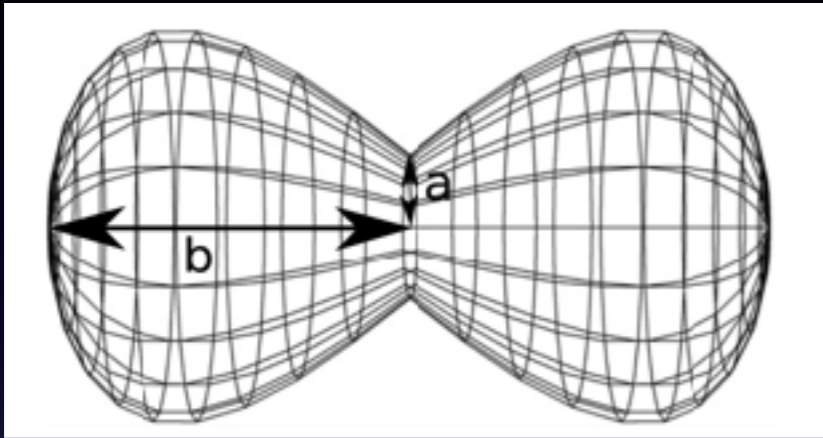


- ▶ RS Oph
 - Ribeiro et al. 2009, ApJ, 703, 1955
- ▶ V249I Cyg (Nova Cyg 2008 No. 2)
 - Ribeiro et al. 2011, MNRAS, 412, 1701
- ▶ V985 Mon (Nova Mon 2002)
 - Ribeiro et al. 2012, ApJ, 768, 49
- ▶ KT Eri (Nova Eri 2009)
 - Ribeiro et al. 2013, MNRAS, 433, 1991

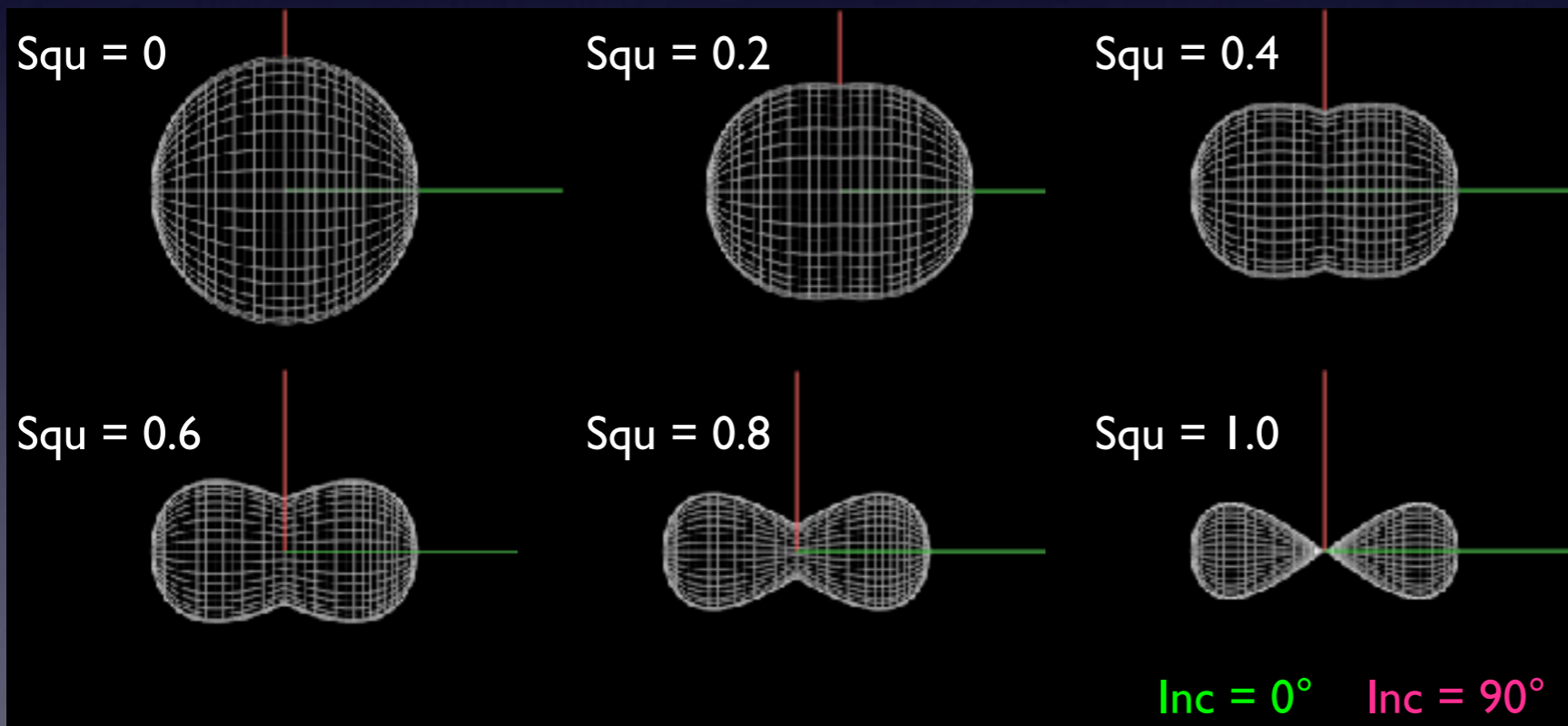


Parameters for Shape

- Squeeze (0.0-1.0; 0.1 step)



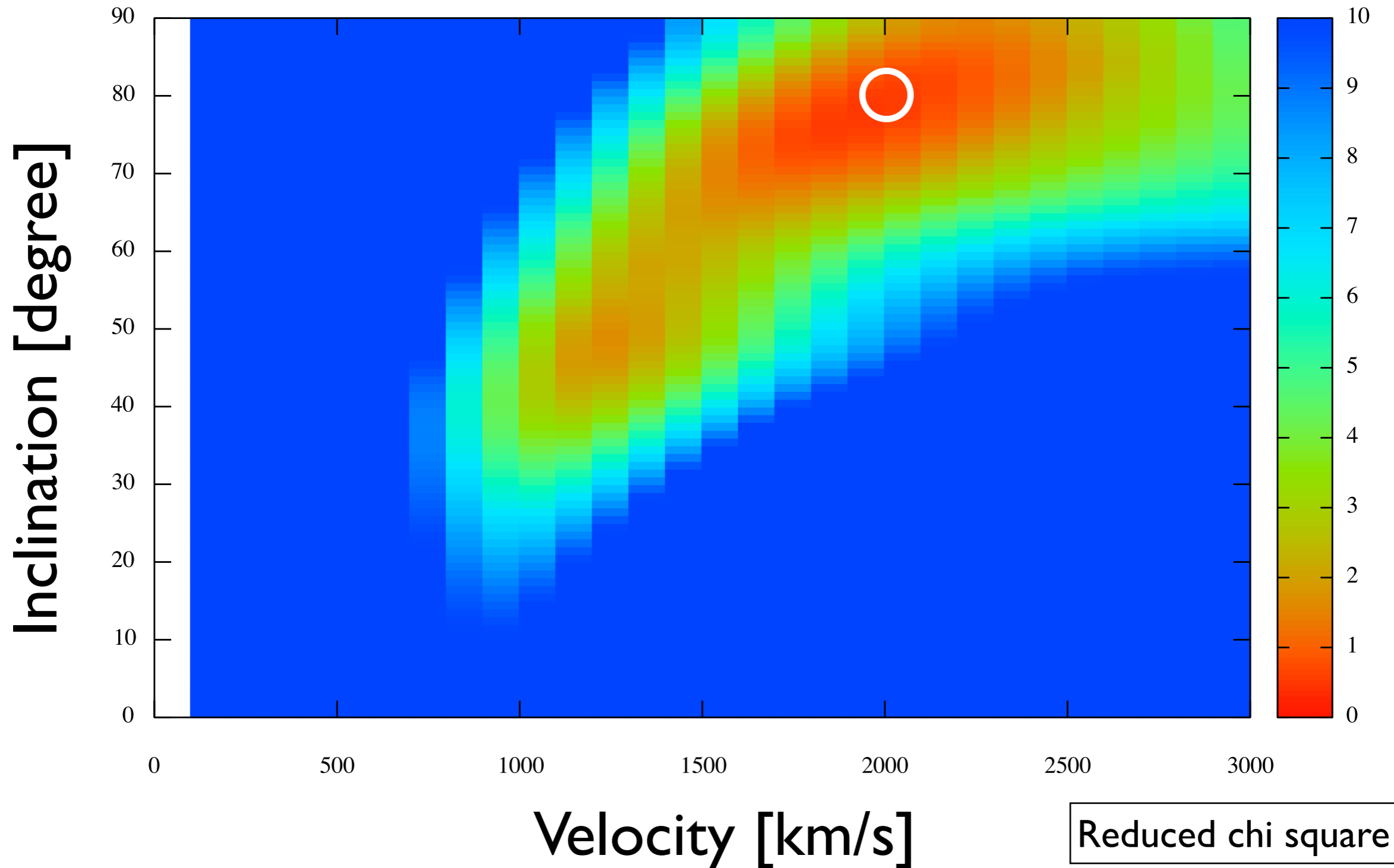
$$\text{Squeeze} = 1 - a/b$$



- Maximum velocity (100-3000 km/s; 100 km/s step): Hubble expansion
- Inclination (0°-90°; 1° step): 0° (face-on), 90° (edge-on)

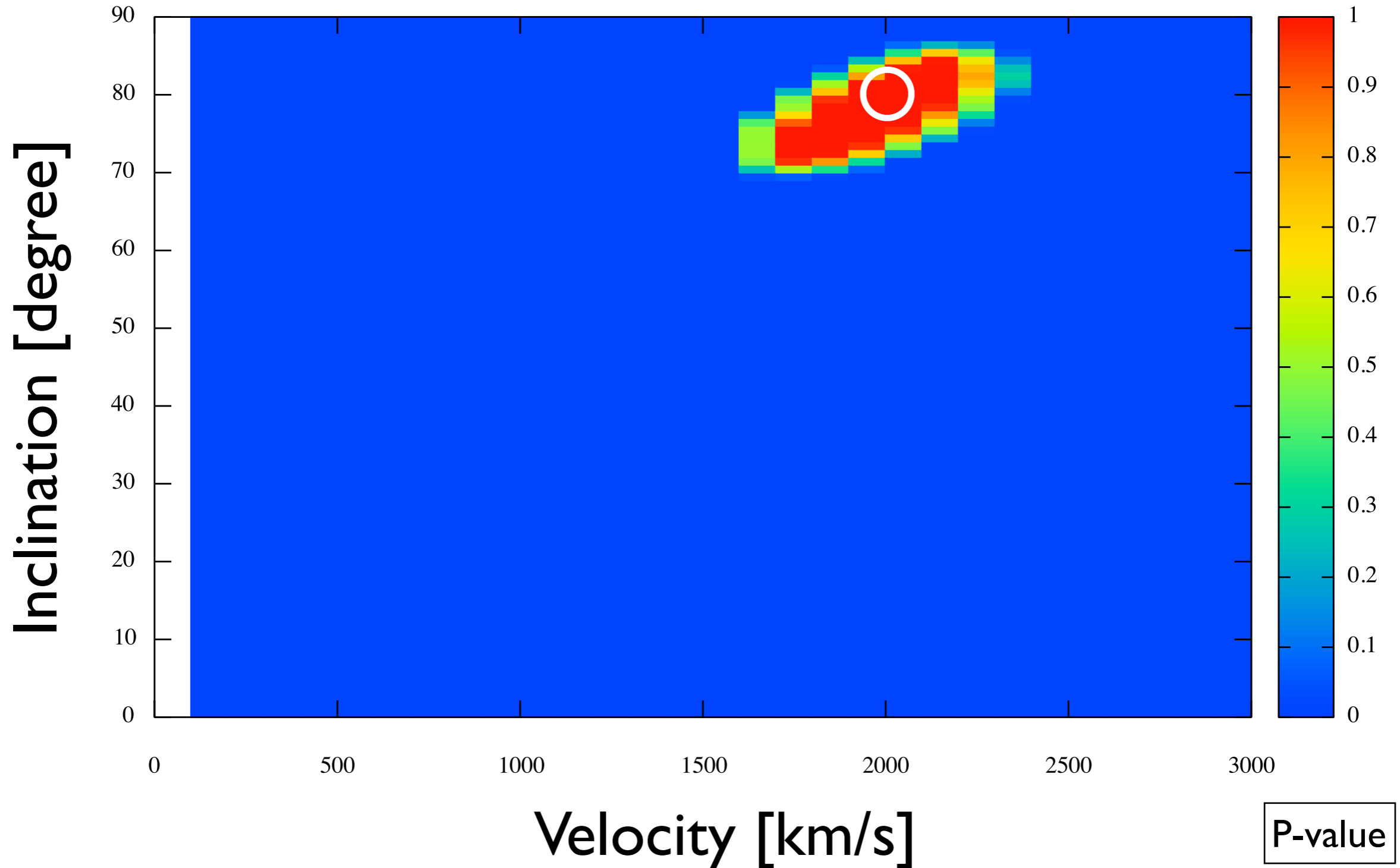
Best fit (reduced chi square)

Squ	Vel	Inc	Chi2	Chi2/dof	P-Value	OIII-ratio	V-shift
1.0	2000	80	2.2329e+02	4.5200e-01	1.0000	3.4	60

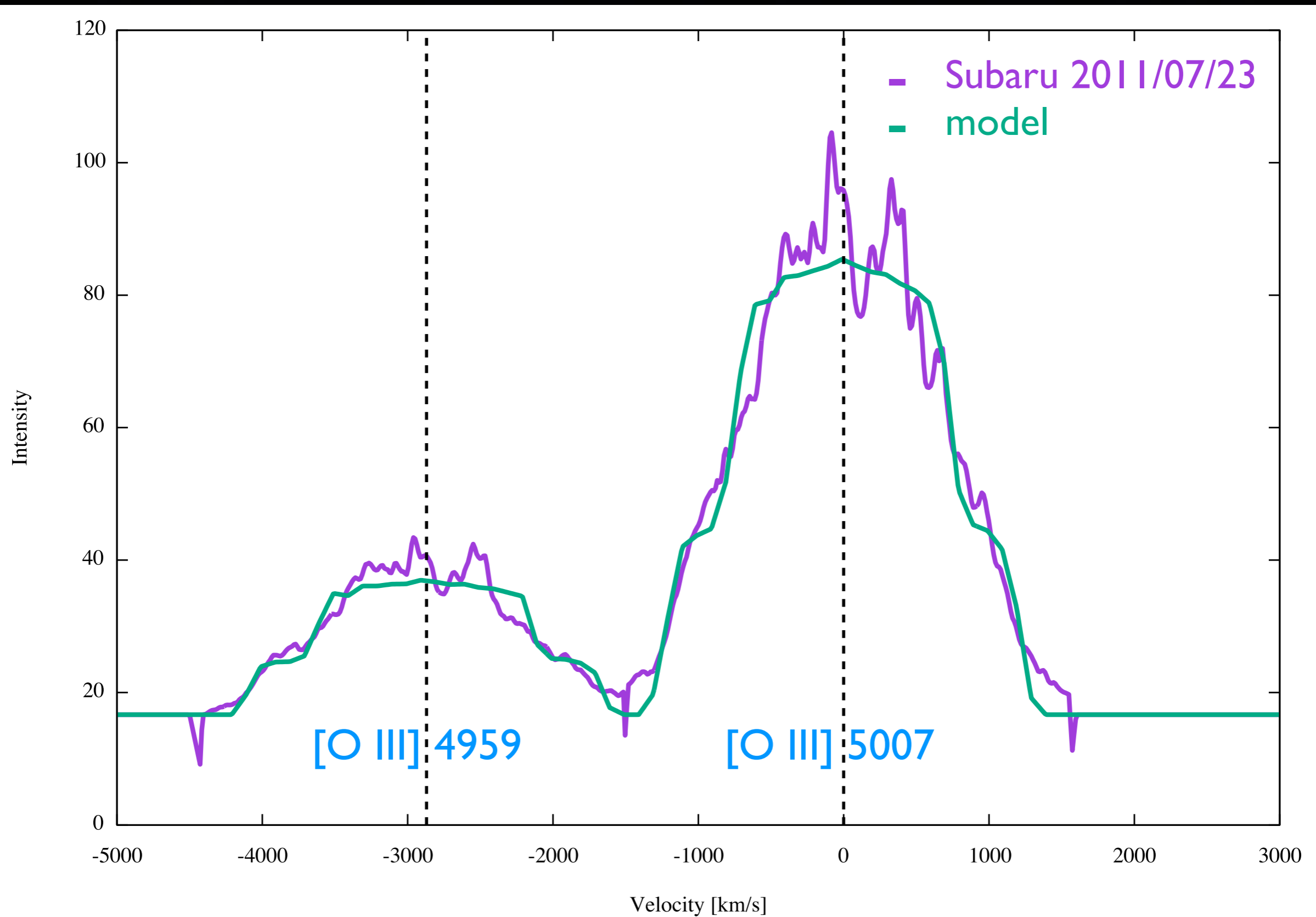


Best fit (p-value)

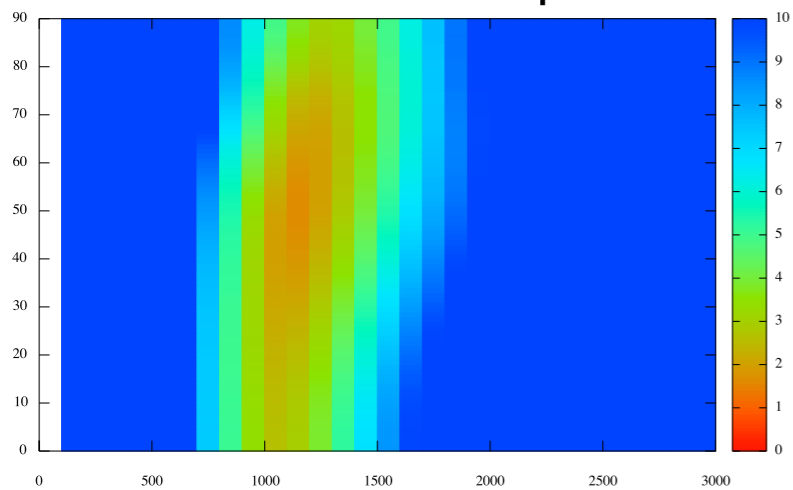
Squ	Vel	Inc	Chi2	Chi2/dof	P-Value	OIII-ratio	V-shift
1.0	2000	80	2.2329e+02	4.5200e-01	1.0000	3.4	60



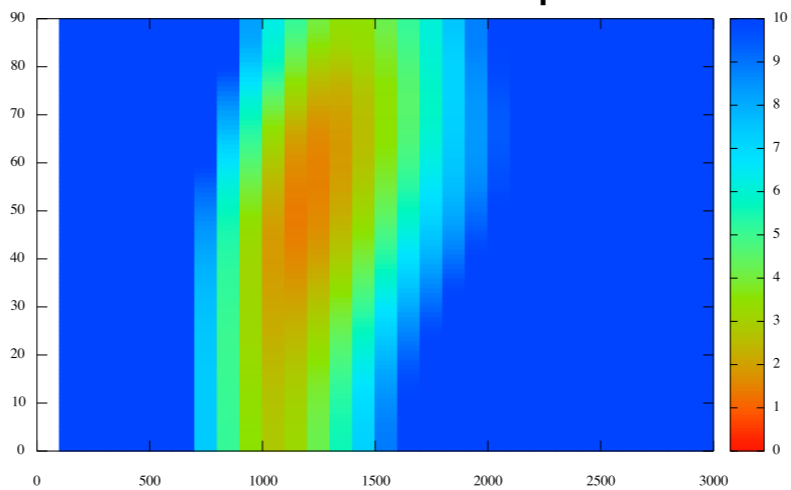
Best fit (observed & model spectra)



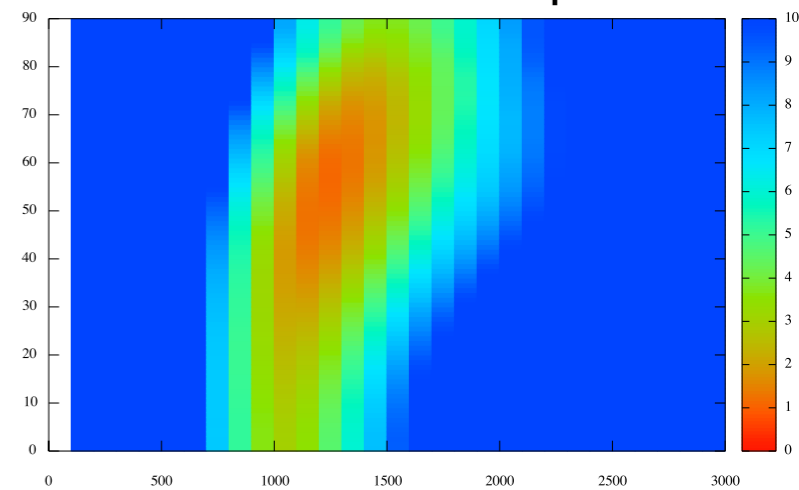
Squ = 0.2



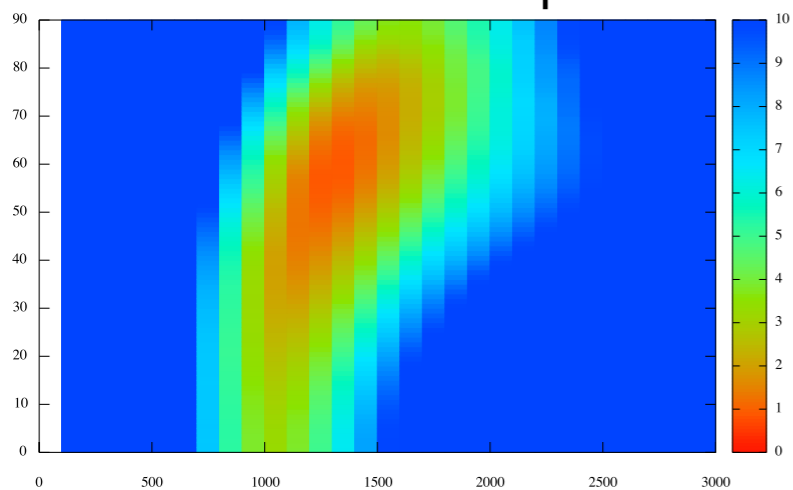
Squ = 0.3



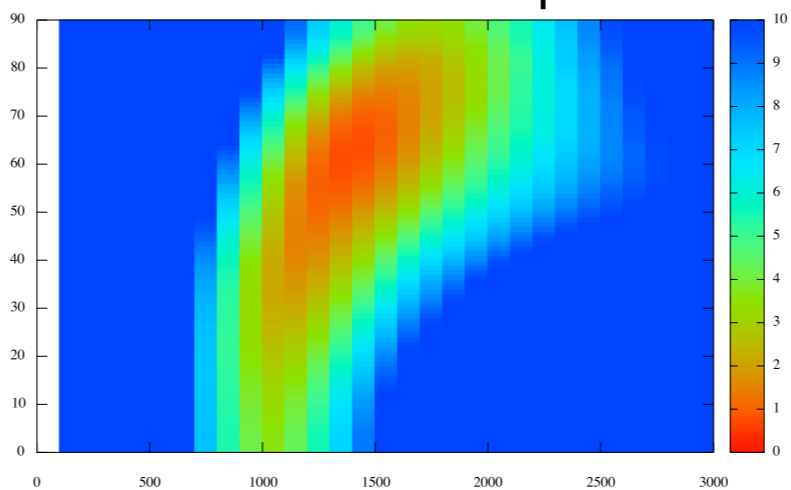
Squ = 0.4



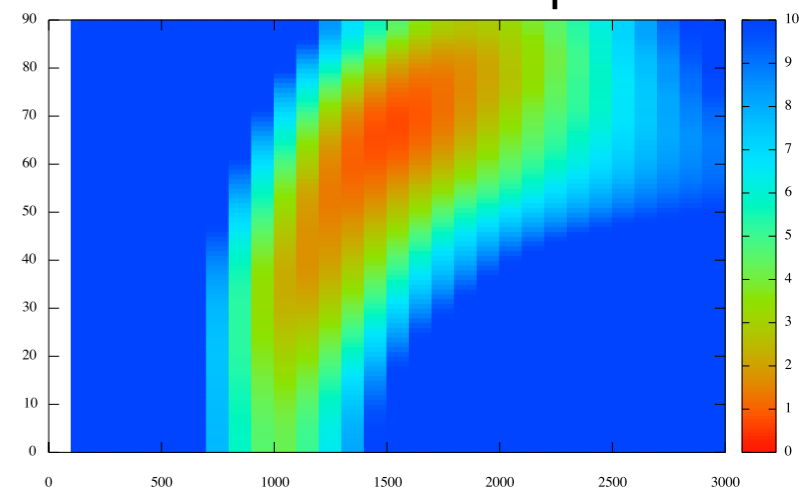
Squ = 0.5



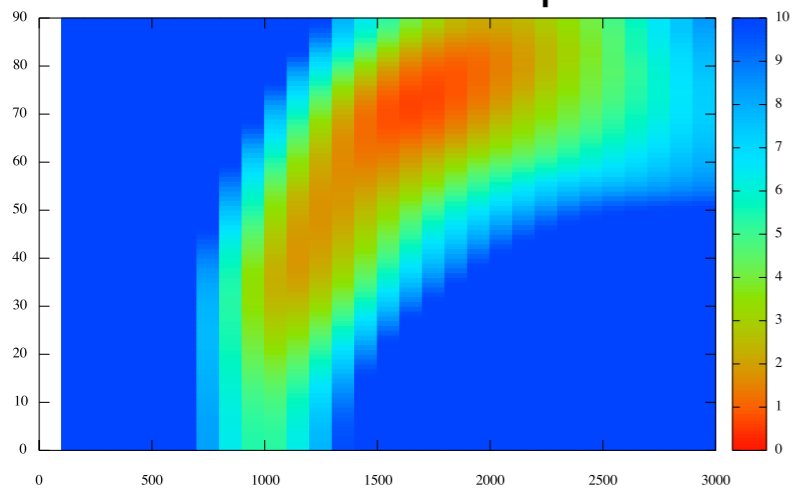
Squ = 0.6



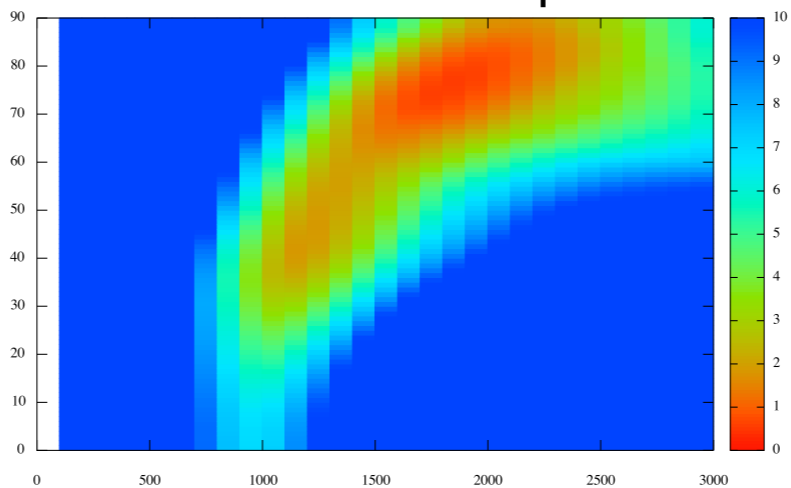
Squ = 0.7



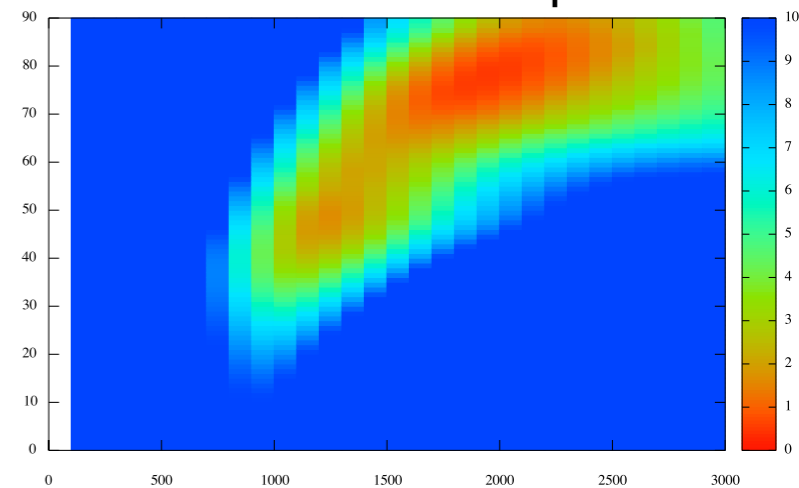
Squ = 0.8



Squ = 0.9



Squ = 1.0

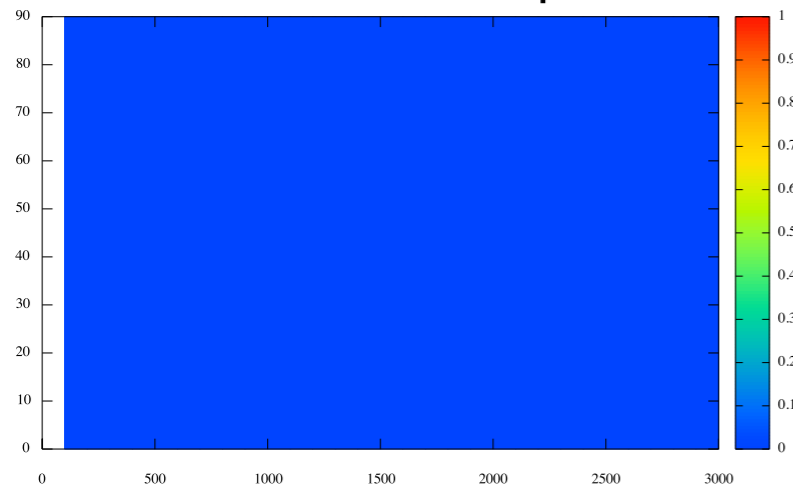


Inclination [degree]

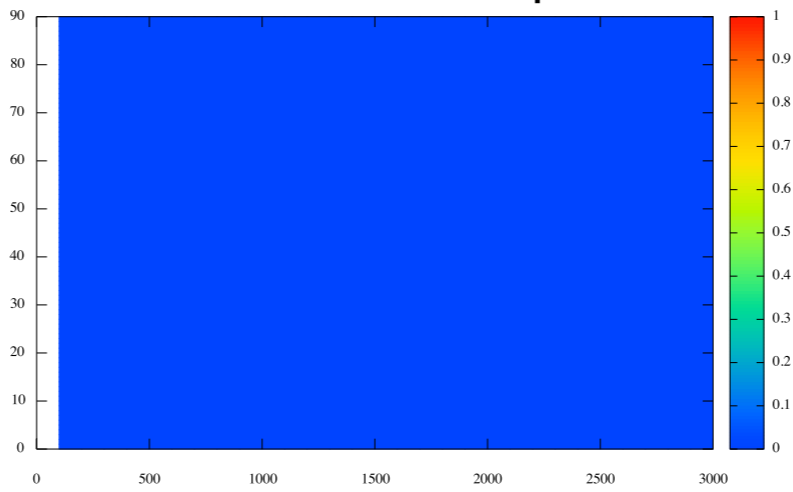
Velocity [km/s]

Reduced chi square

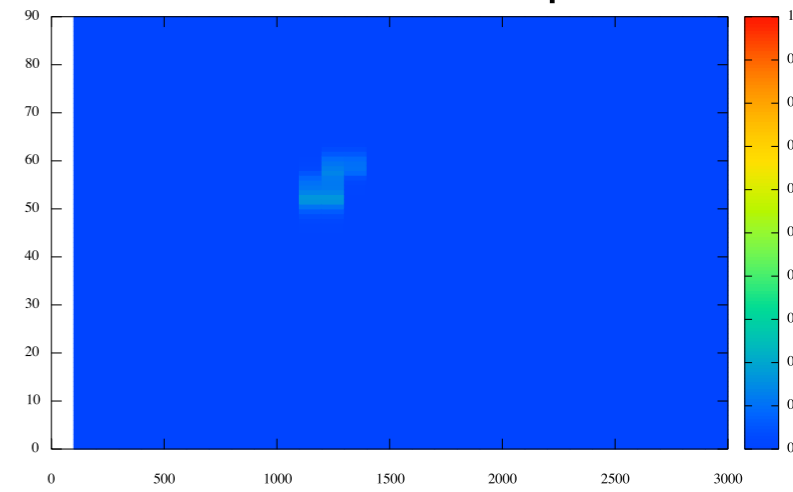
Squ = 0.2



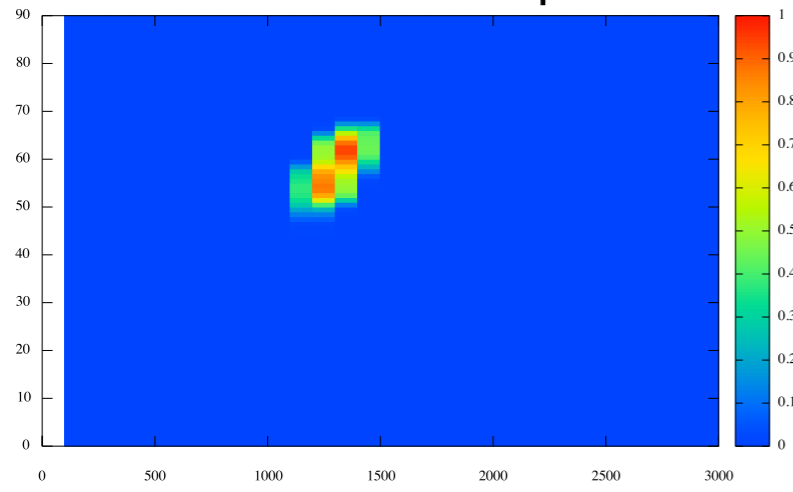
Squ = 0.3



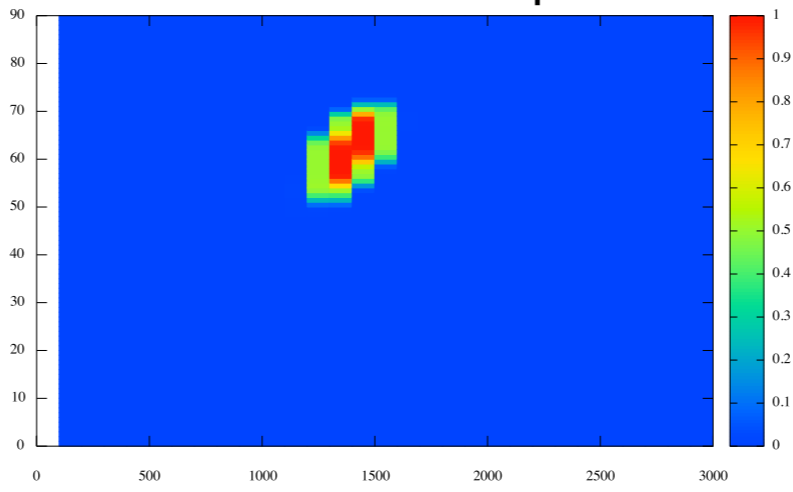
Squ = 0.4



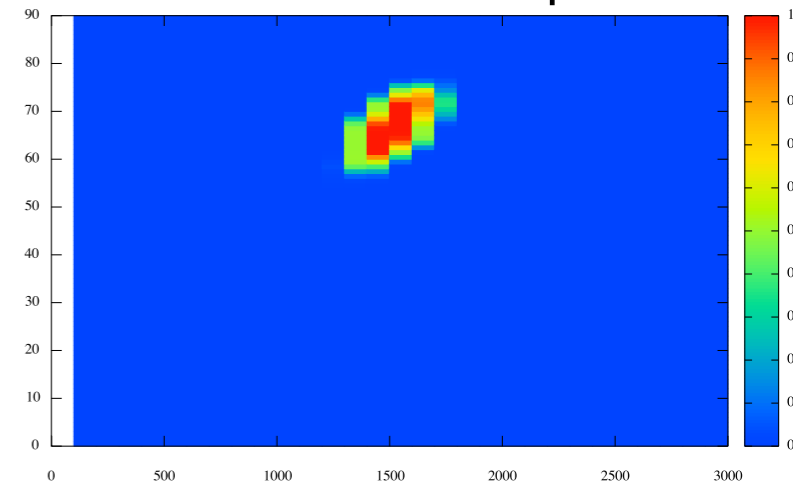
Squ = 0.5



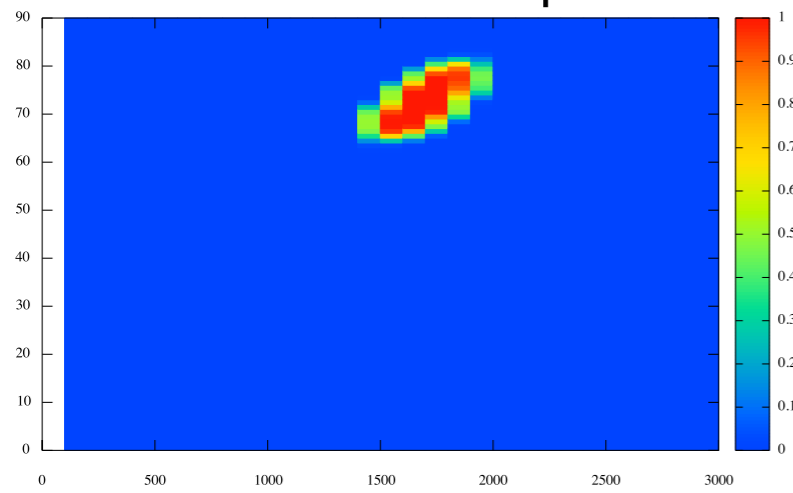
Squ = 0.6



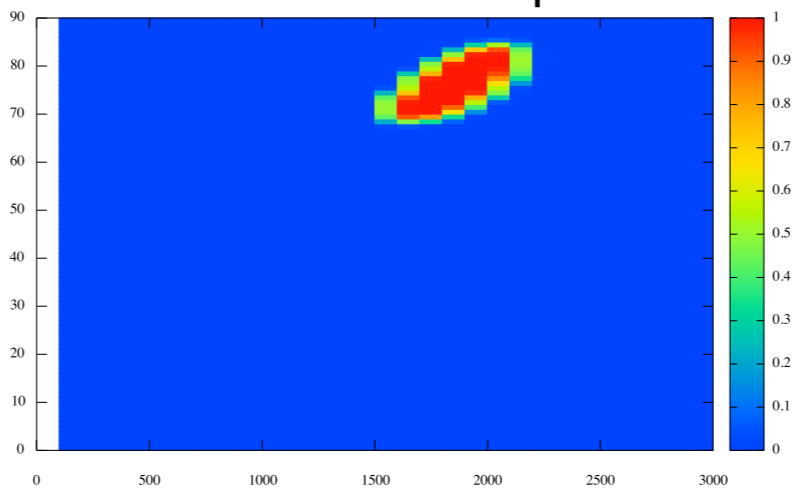
Squ = 0.7



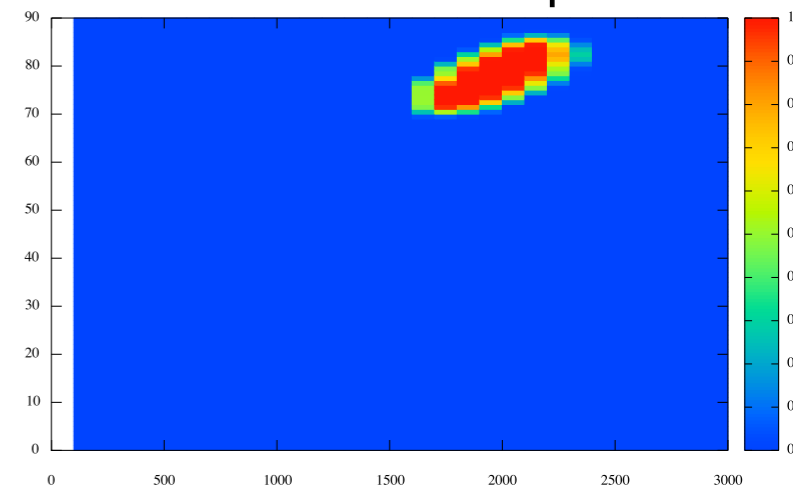
Squ = 0.8



Squ = 0.9



Squ = 1.0

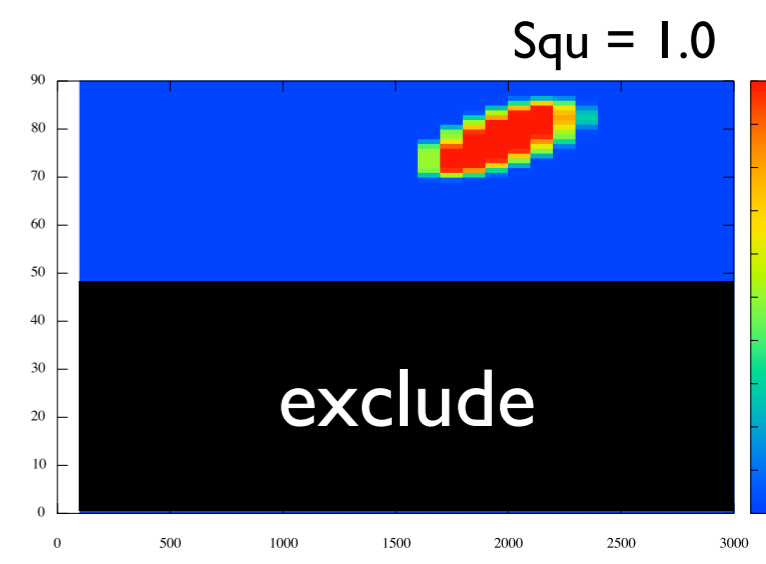
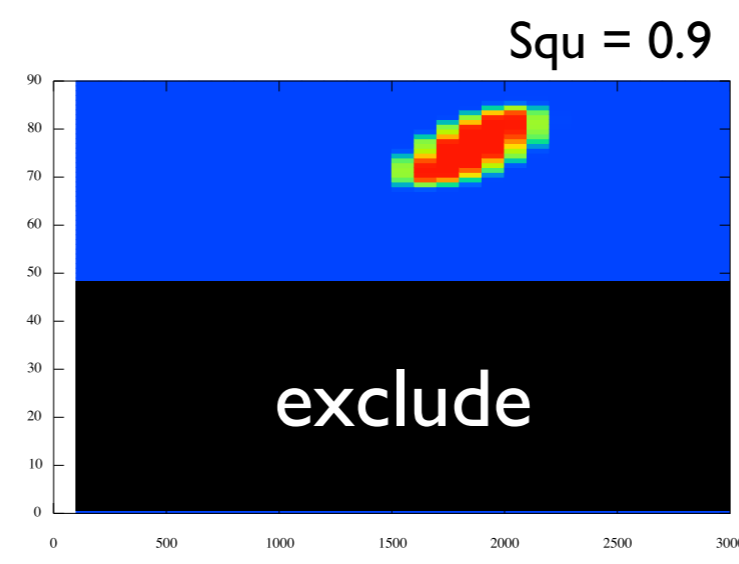
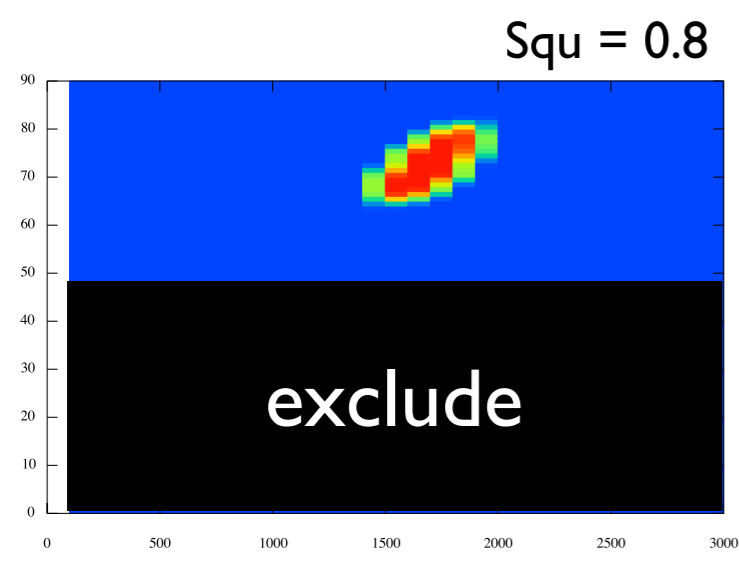
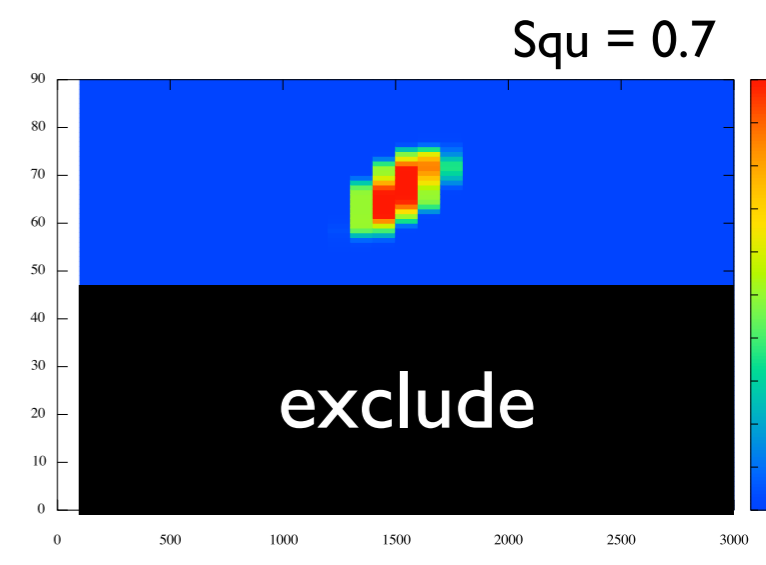
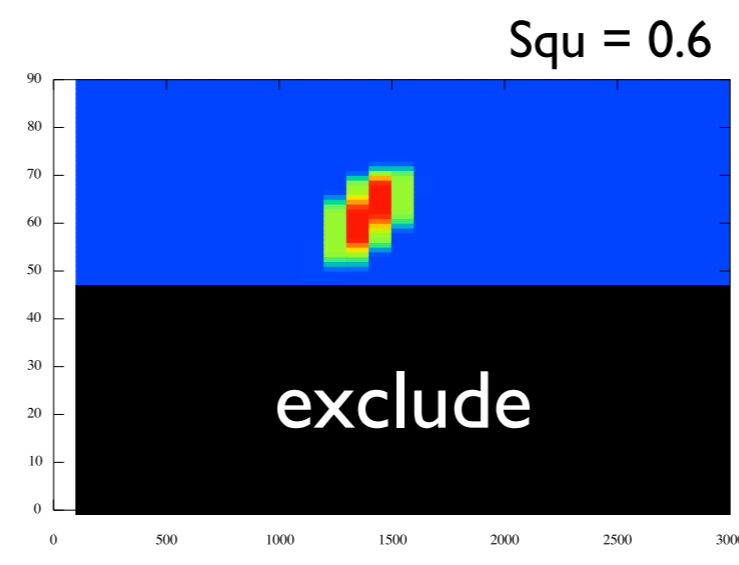
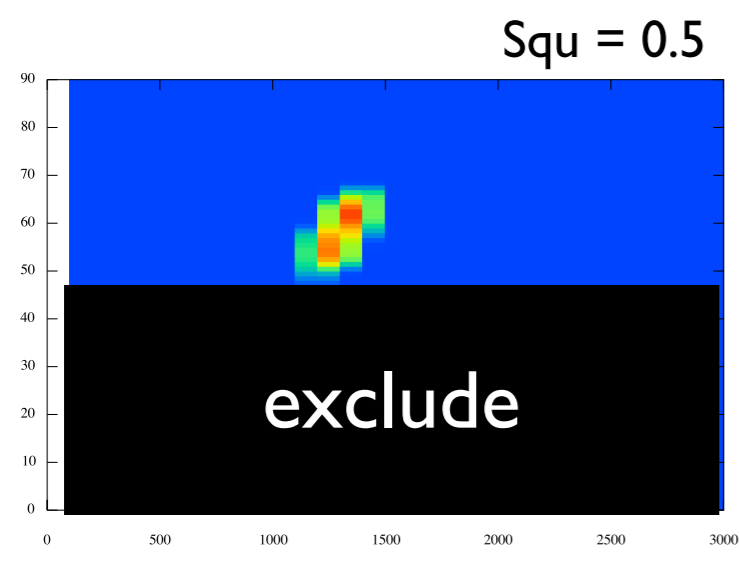
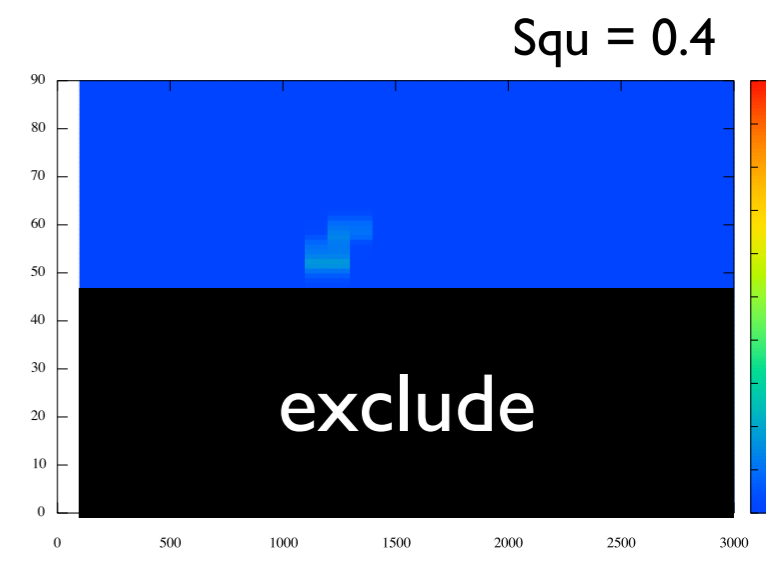
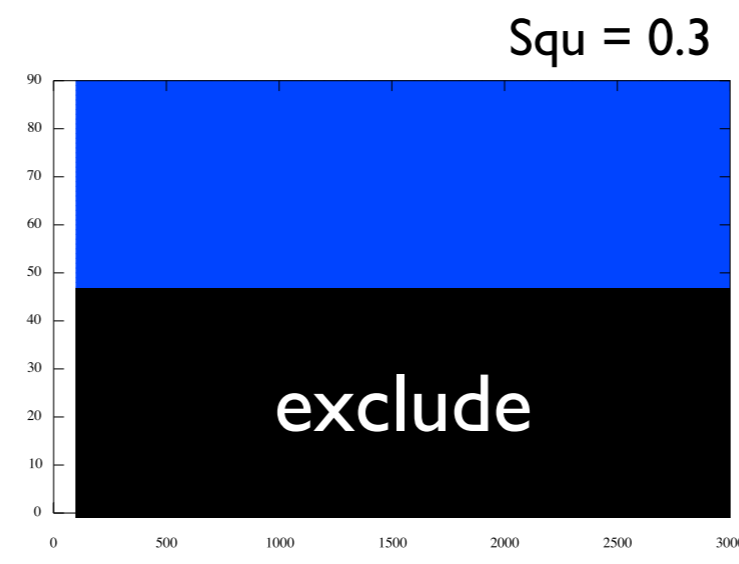
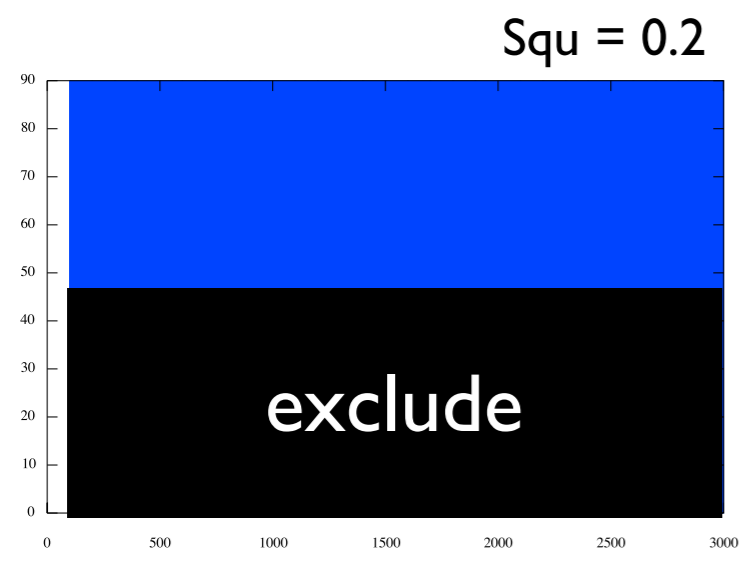


Inclination [degree]

Velocity [km/s]

P-value

Inclination [degree]

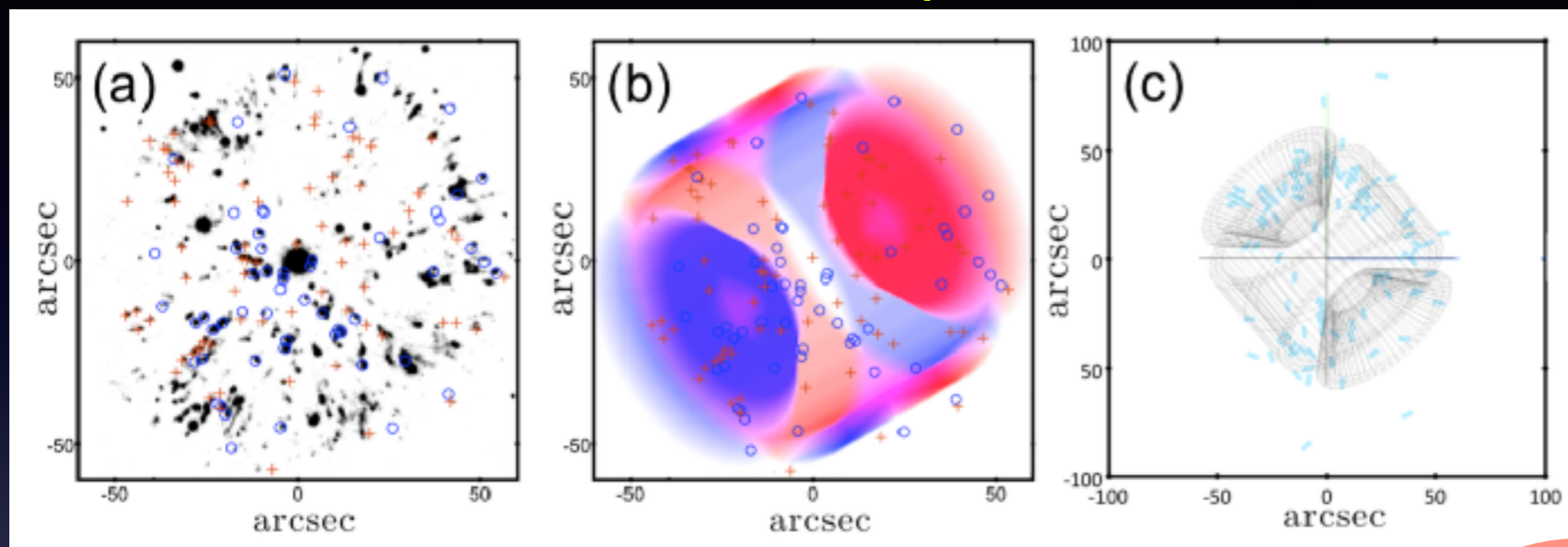


Velocity [km/s]

P-value

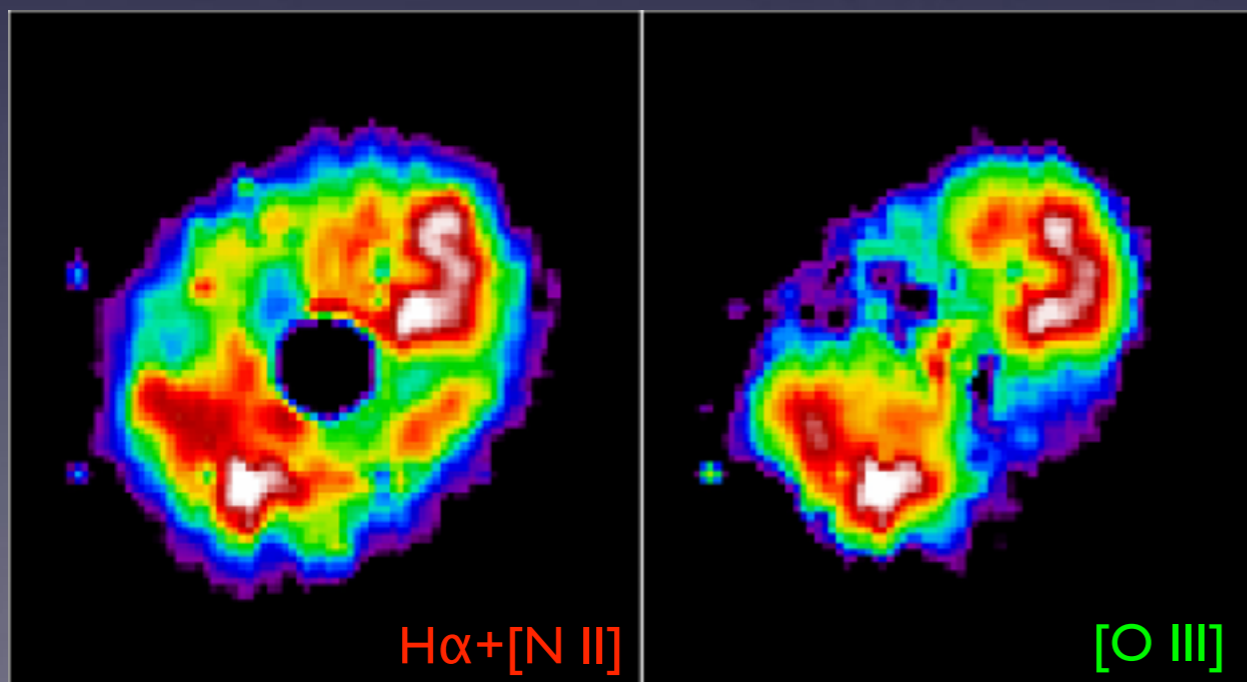
高速吸収線の起源は??

GK Per = Polar cones + barrel equatorial feature

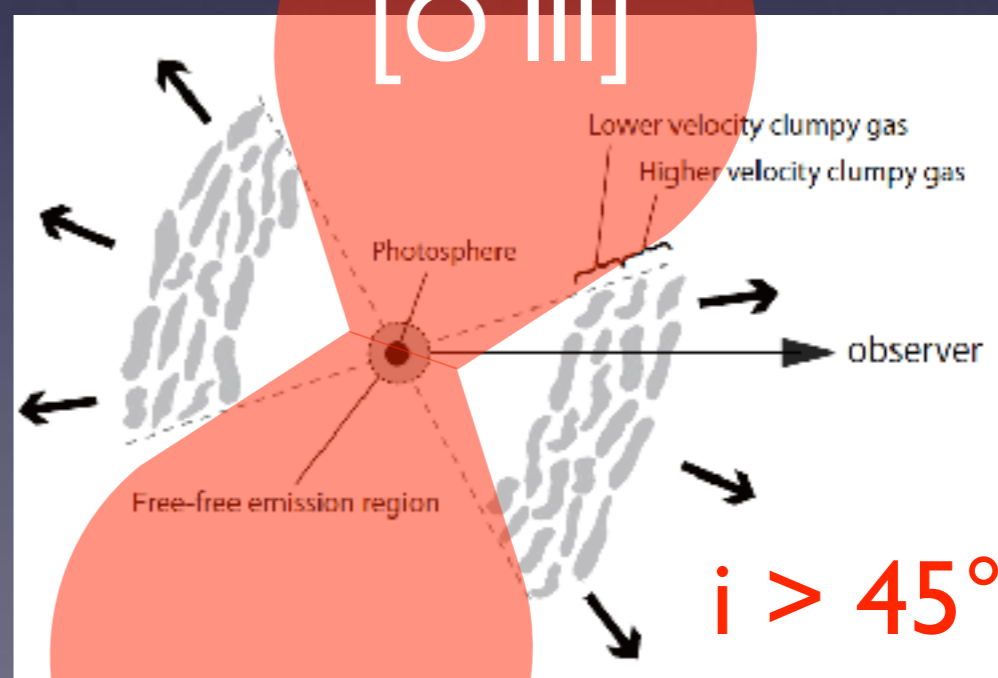


Harvey et al. 2016

HR Del

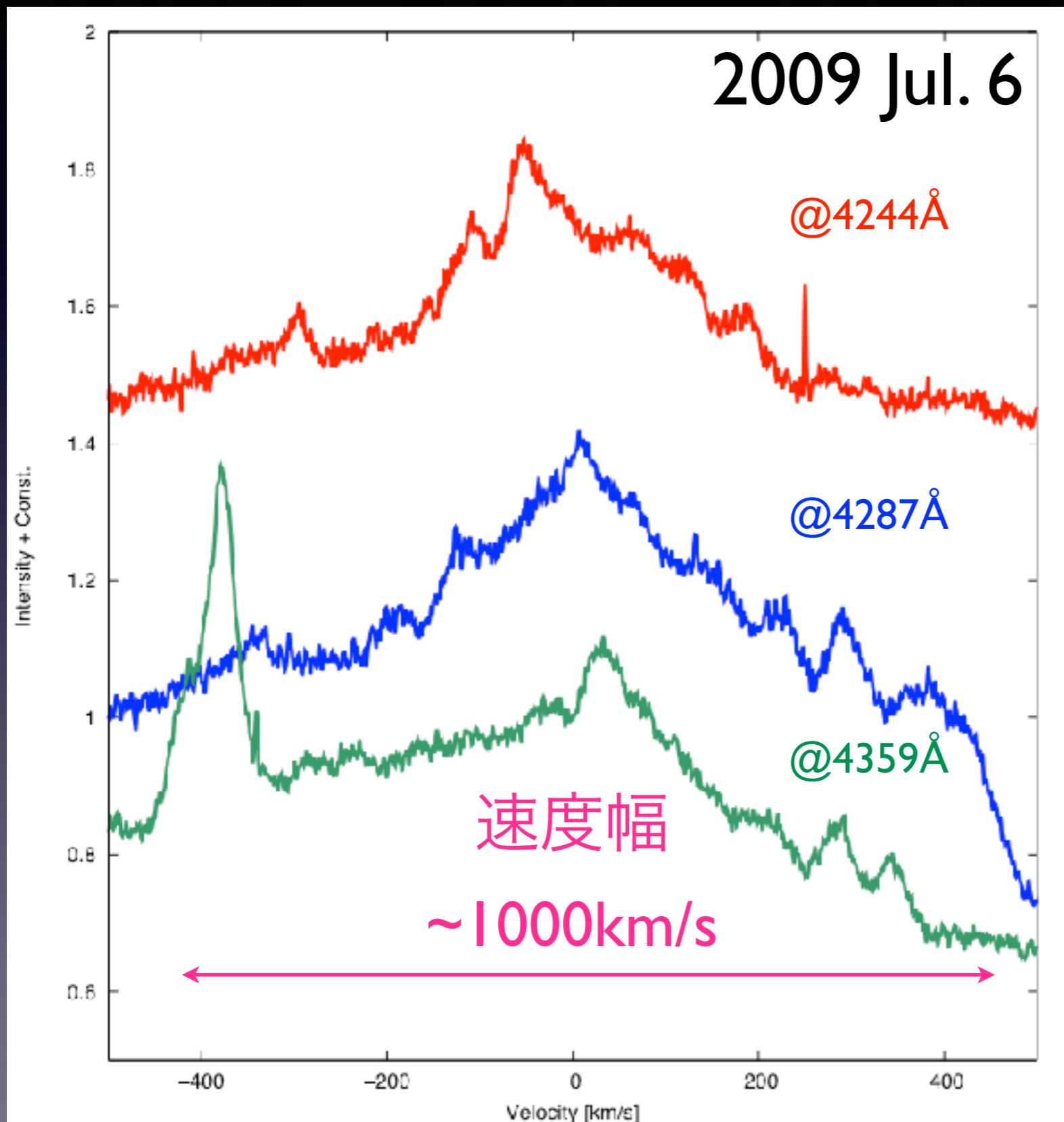


VI280 S_{CO}



吸収体は赤道面付近?

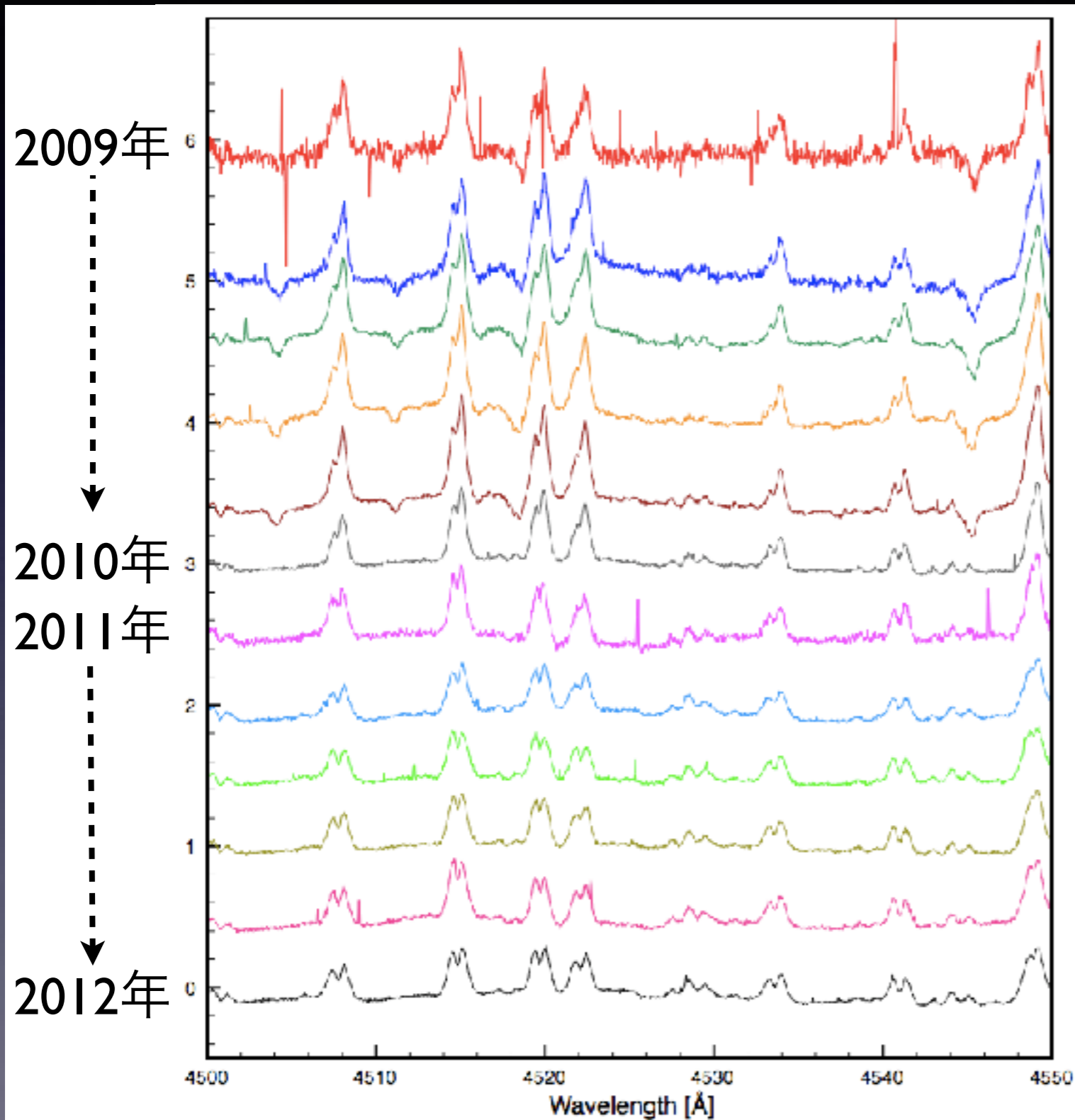
複雑な速度場：[Fe II]禁制線



- FWZI : ~1000 km/s
- 2010年には消滅

[Fe II]禁制線

複雑な速度場：Fe II線（低励起線）など



- Fe II の P Cyg ライクな吸収線 (-250km/s)

- 2010年には消滅

- Fe II などの低励起輝線のピーク幅 ($\sim 40\text{km/s}$)

- ほとんど変化なし

Fe II線（低励起線）

まとめ

- ◆V1280 Sco が極めて進化の遅い古典新星である。
- ◆3次元モデリングソフトウェア (Shape) を使ってV1280 Scoのシェル構造解析を行なった。
- ◆[O III] 4959, 5007 を用いた解析からはV1280 Sco のシェル構造 ([O III] の放射領域) がhigh-inclination ($i > 45^\circ$) であることを示唆する結果が得られた。
- ◆これは、高速吸収線成分を検出した観測事実をもとに予想していたlow-inclination とは異なる結果である。
- ◆今後、[Fe II] 禁制線やFe II の許容線などfeature の異なるラインにおいても解析を進め、V1280 Sco の包括的なシェル構造の解明に取り組む予定である。