

星周SiOメーザー $v=2/v=3$ ($J=1-0$) 複数輝線同時観測の報告

鹿児島大学 理工学研究科 物理・宇宙専攻
親泊美哉子



SiOメーザーの励起機構

目的 脈動し、質量放出を伴う進化末期星周のSiOメーザー複数輝線を観測することによって、メーザー励起機構を推察する

放射エネルギーに起因

✓ Radiative pumping scheme

変光星からの赤外放射によって励起

✓ Line overlapping scheme

水蒸気分子から放射される

中間赤外線によって

励起 (O-rich starに特有)

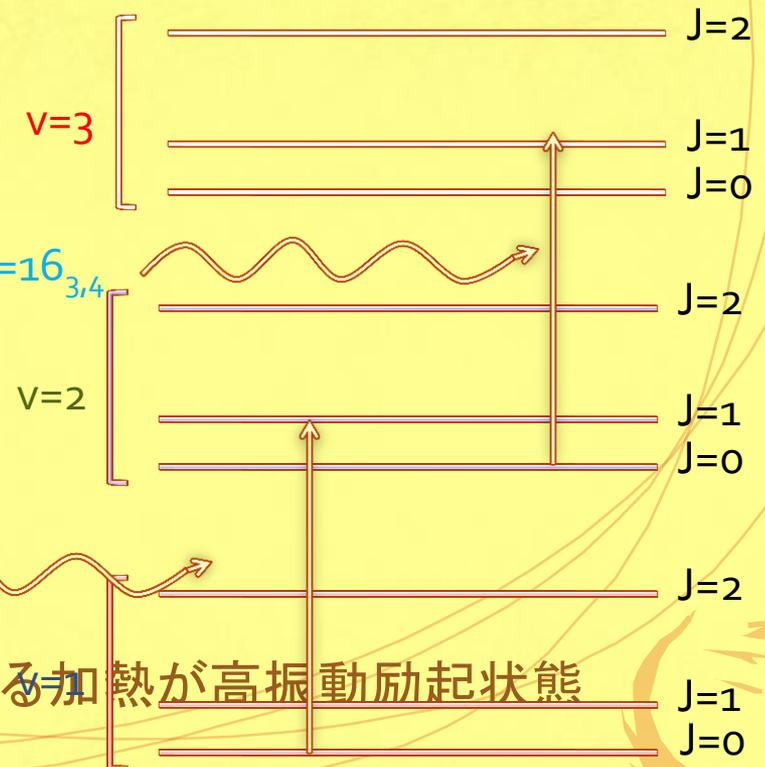
para-H₂Oエネルギー準位

運動エネルギーに起因

✓ Collisional pumping scheme

質量放出ガスが引き起こすショックによる加熱が高振動励起状態 (v=3) までの励起を可能にする

SiOエネルギー準位



8μm

v=1

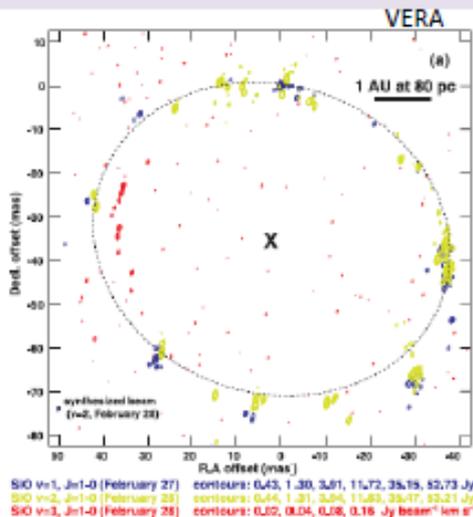
複数輝線の合成マップから分かること

変光フェーズによって支配的な励起機構が変わる！

$v=3$ のスポット領域は $v=2$ の領域と異なっている（ $v=3$ 領域は内側にある）

$v=2$ と $v=3$ のメーザースポットは星の中心からほぼ同じ距離にある

W Hyaの観測 (Imai et al. 2010)



観測日: 2009.2.27-28

Collision schemeが支配的

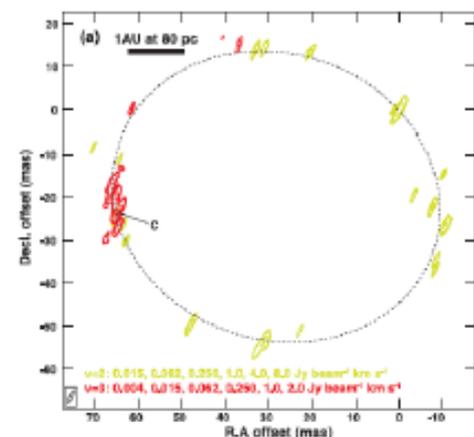
✓ $v=1$ と $v=2$ のフラックスは減衰
(ライトカーブからも期待される結果)



✓ $v=3$ のフラックスは約25倍に増加

VERA+NRO45+NICT34m

SiO $v=3, J=1-0$ Maser Emission in W Hya



観測日: 2009.4.11-12

Line overlapping schemeが
支配的

観測概要 & 結果

望遠鏡 : VERA+NRO45m

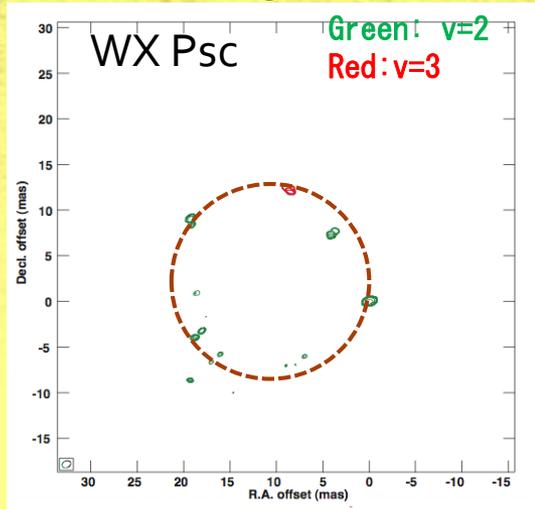
観測日	観測天体	記録装置	v=3検出	v=2/v=3合成
2012年3月24日 ~3月25日	WX Psc	DIR1K/DIR2K	○	
	U Ori	DIR1K/DIR2K		
	VY CMa	DIR1K/DIR2K		
	R Leo	DIR1K/DIR2K	○	
	W-Hya	DIR1K/DIR2K	○	
	RU Her	DIR1K/DIR2K		
	U Her	DIR1K/DIR2K		
	V1111Oph	DIR1K/DIR2K		
2012年5月20日 ~5月21日	T Cep	DIR1K/DIR2K	○	
	WX Psc	DIR1K/DIR2K	○	○(*1)
	AP Lyn	DIR1K/DIR2K		
	R Leo	DIR1K/DIR2K	○	○(*2)
	W Hya	DIR1K/DIR2K	○	○(*1)
	RS Vir	DIR1K/DIR2K		
	V4120 SGR	DIR1K/DIR2K	○	
2013年5月8日	T Cep	DIR1K/DIR2K	○	○(*2)
	W Hya	DIR1K/DIR2K/広帯域	○	○(*1)
2013年5月26日	W Hya	広帯域		
2013年6月7日	W Hya	DIR1K/DIR2K/広帯域	○	

(*1) DIR2K (VERAのみ) データをから相対位置関係を得る

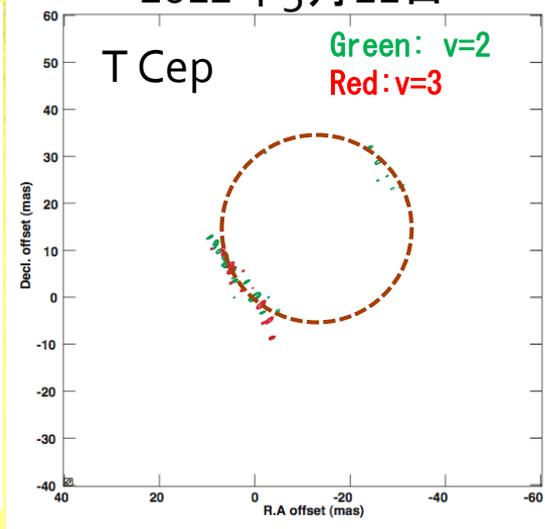
(*2) DIR1K (VERA+NRO45m) データをから相対位置関係を得る

マップ合成

2012年5月21日



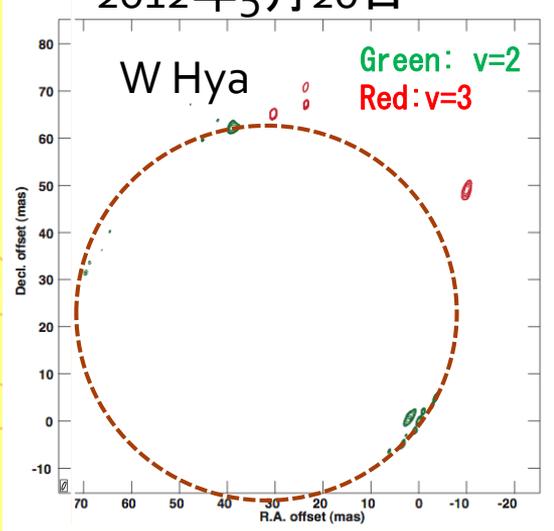
2012年5月21日



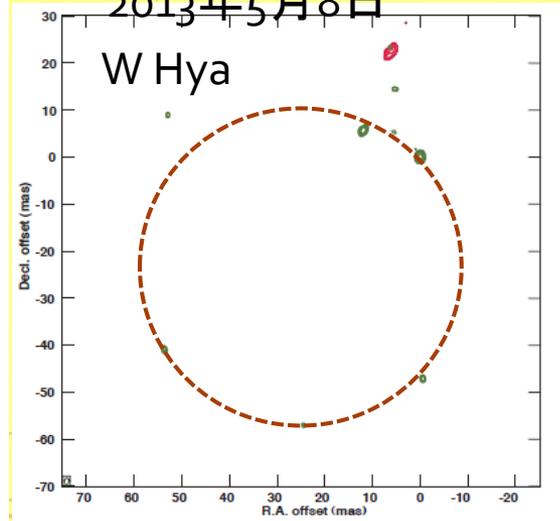
✓ T Cepの励起機構
Line overlapping

✓ WX Psc/ W Hyaは
Collisional ?
v=3がv=2より外側の領域に分布

2012年5月20日

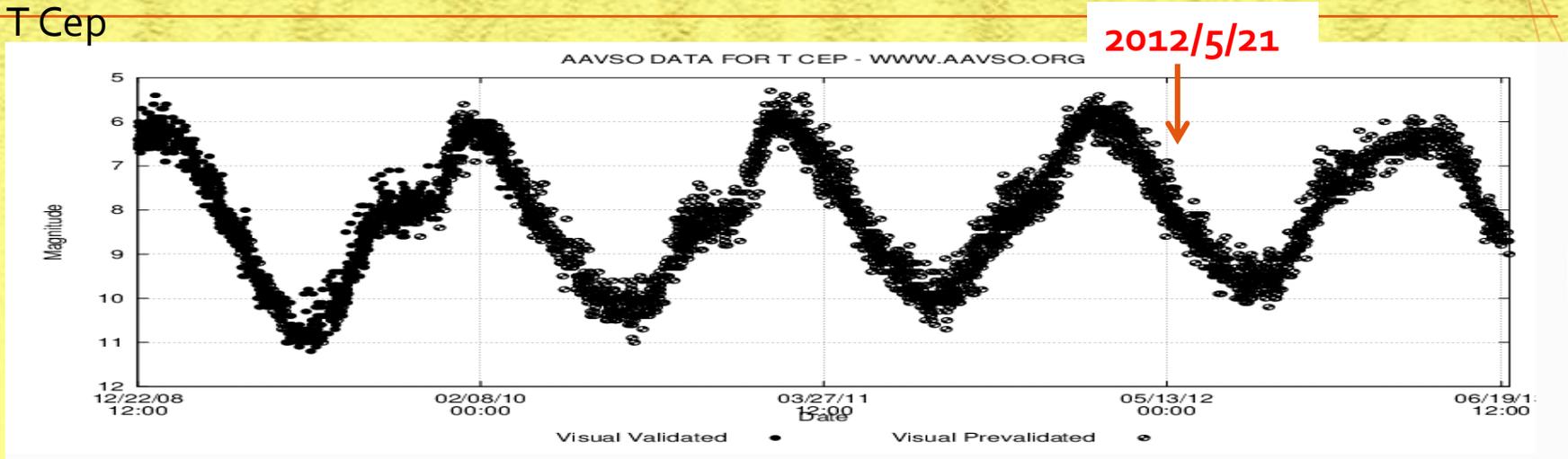


2013年5月8日



ライトカーブ

T Cep



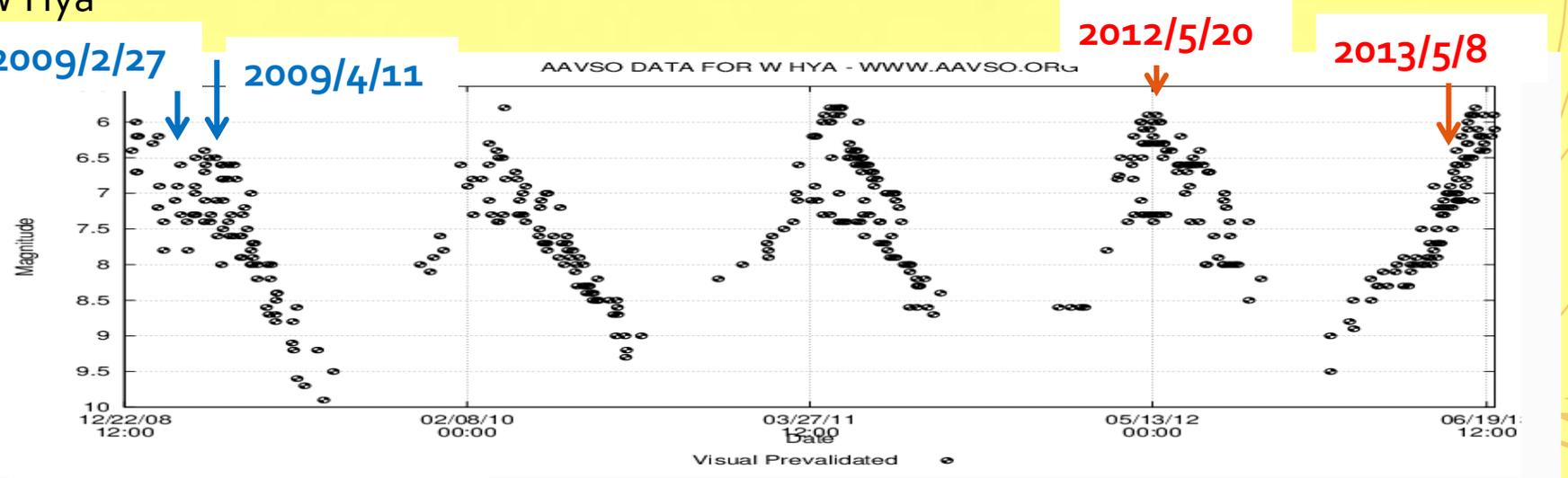
W Hya

2009/2/27

2009/4/11

2012/5/20

2013/5/8



<http://www.aavso.org/>

マップ合成の問題点

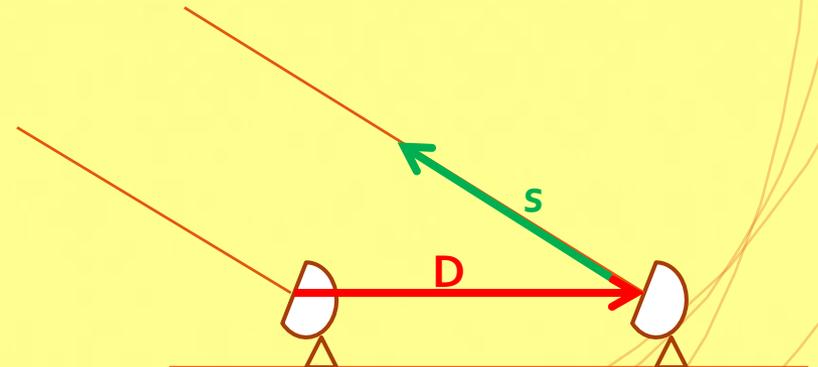
DIR2K (VERAのみ) でアストロメトリができない場合、
DIR1K (VERA+NR045m) データをから相対位置関係を得る。
 $\nu=2$ メーザーの解を $\nu=3$ の全速度チャンネルに適用する。

→NR045m局位置の不確定性を含んだままの
 $\nu=2/\nu=3$ メーザースポット相対位置になる

$$\Delta\tau_g = -[(D \cdot \Delta s) + \frac{(\sigma D \cdot s_0)}{c}]$$

無視できない

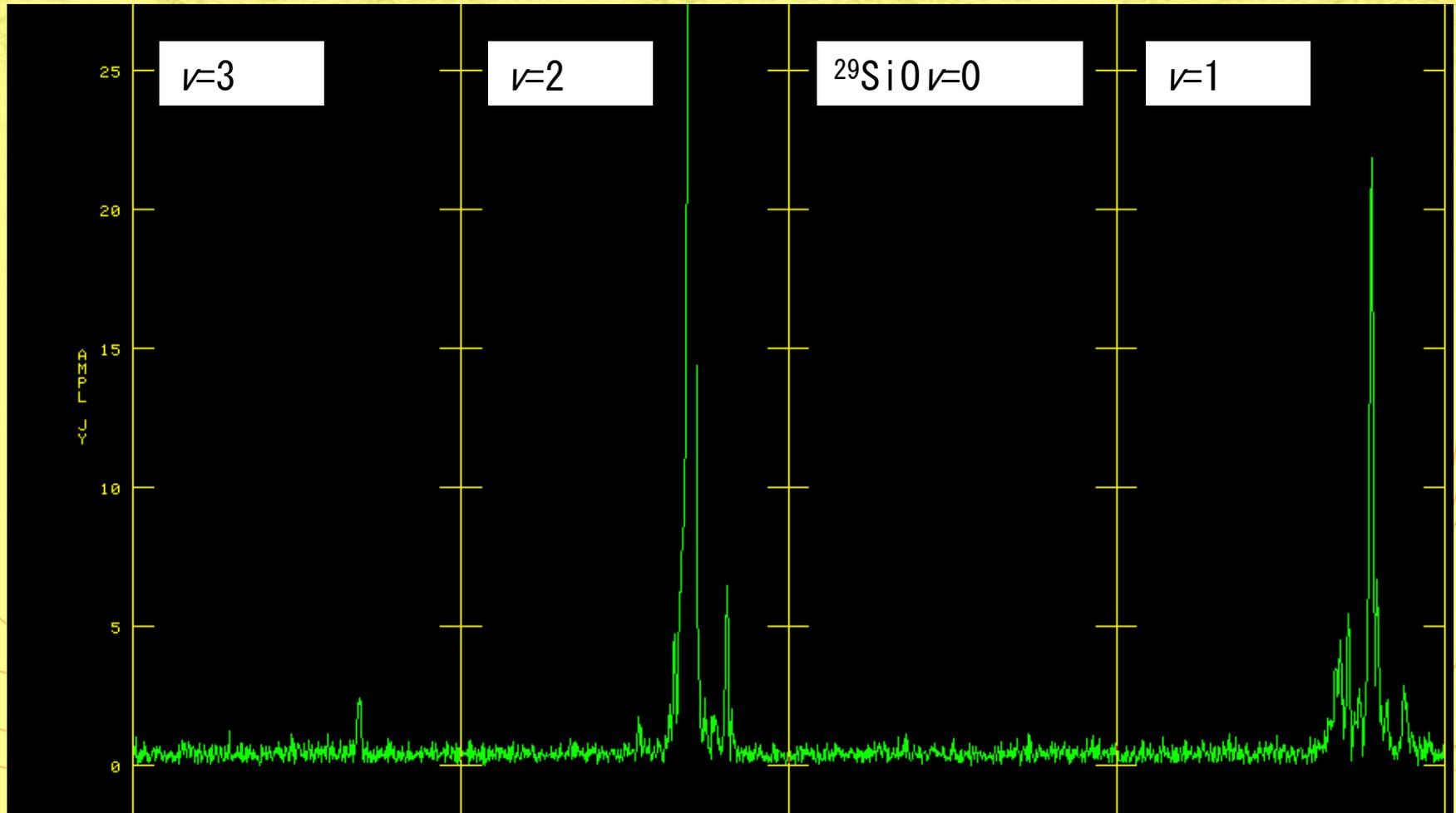
- $\Delta\tau_g$: 幾何学的遅延残差
- D : 基線ベクトル
- σD : 基線ベクトル誤差
- s_0 : 天体位置 (phase-tracking center)
- Δs : 天体方向オフセット



summary

- ✓ VERA+NR045mで12天体をサーベイした結果、5天体で $\nu=3$ スペクトルが検出された。
- ✓ WX Psc/W HyaとT Cepでは明らかに分布構造が異なる。変光フェーズにより、支配的な励起機構が変化する。
- ✓ T CepはLine overlappingによる励起。
- ✓ WX Psc/W HyaはCollisional pumpingと考えられるが、 $\nu=3$ の領域が $\nu=2$ より外側にあり、先行研究 (Imai+2010) では見られなかった新しい分布である。
- ✓ メーザースポットの相対位置関係から励起機構を推察するためには、マップ合成精度は0.5mas以下が必要。
VERA4局でのアストロメトリができない場合、NR045mの局位置誤差を含んだメーザースポット相対位置になる。
局位置誤差100cmと仮定すると、マップ合成誤差は7masになる。
→NR045mの局位置測定が必要：測地VLBI? / GPS測位?

おまけ～OCTAVE SiO₄輝線同時観測成功！～



ご清聴ありがとうございました

