

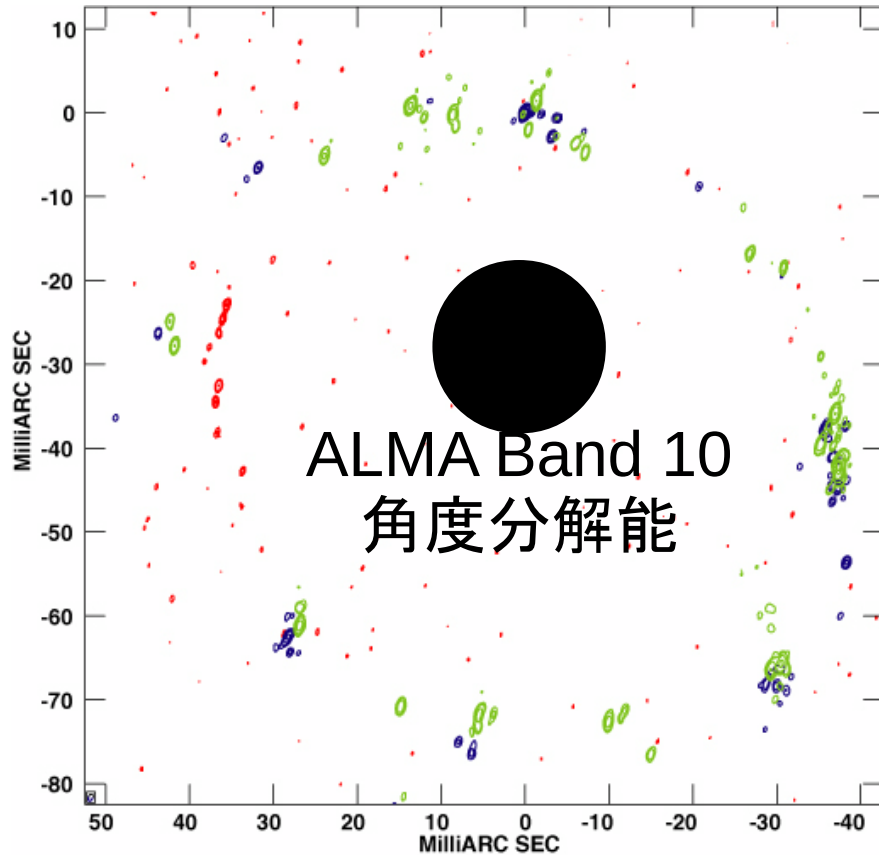
JVN mapping of SiO $v = 3$
 $J = 1-0$ emission in W Hydrae
&
VERA共同利用観測における
技術的課題

今井 裕

鹿児島大学大学院理工学研究科
物理・宇宙専攻

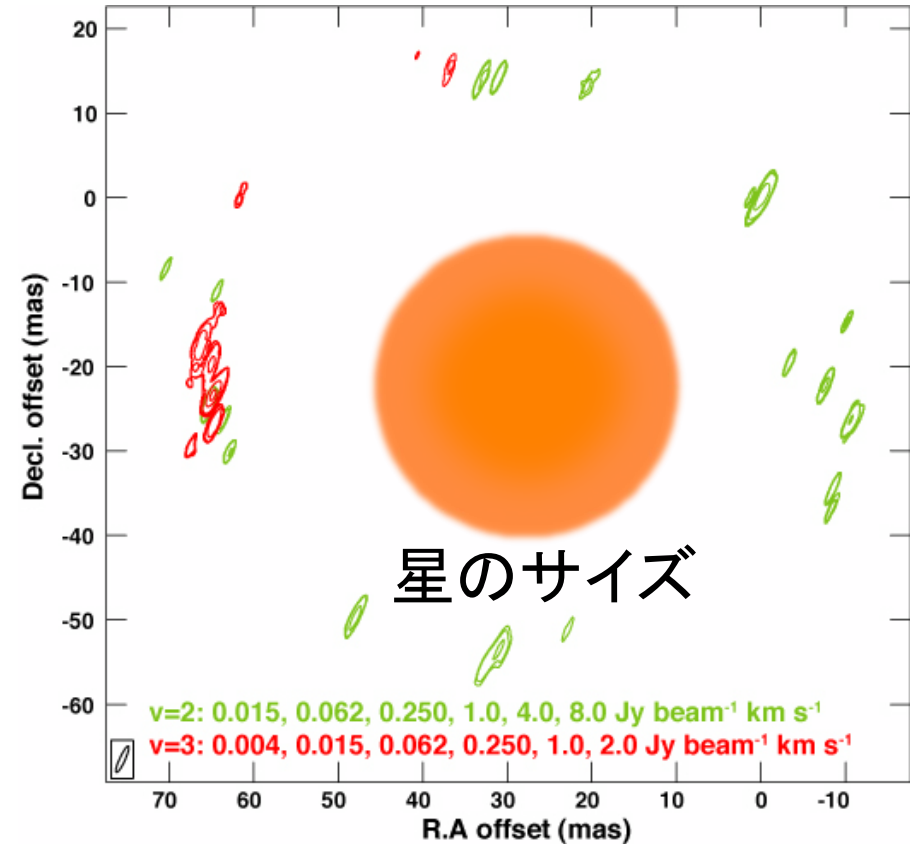
世界初の SiO $v=3$ J=1-0 メーザーのVLBIマップ

February 27-28



SiO $v=1$, J=1-0: 0.43, 1.30, 3.91, 11.72, 35.15, 52.73 Jy beam⁻¹ km s⁻¹
SiO $v=2$, J=1-0: 0.44, 1.31, 3.94, 11.83, 35.47, 53.21 Jy beam⁻¹ km s⁻¹
SiO $v=3$, J=1-0: 0.02, 0.04, 0.08, 0.16 Jy beam⁻¹ km s⁻¹

April 11-12



$v=2$: 0.015, 0.062, 0.250, 1.0, 4.0, 8.0 Jy beam⁻¹ km s⁻¹
 $v=3$: 0.004, 0.015, 0.062, 0.250, 1.0, 2.0 Jy beam⁻¹ km s⁻¹

H. Imai, J. Nakashima, S. Deguchi, A. Yamauchi, A. Nakagawa,
& T. Nagayama 2009, PASJ, will be submitted in this year

星周ガス縁における 温度分布

Cooke & Elitzur (1985)

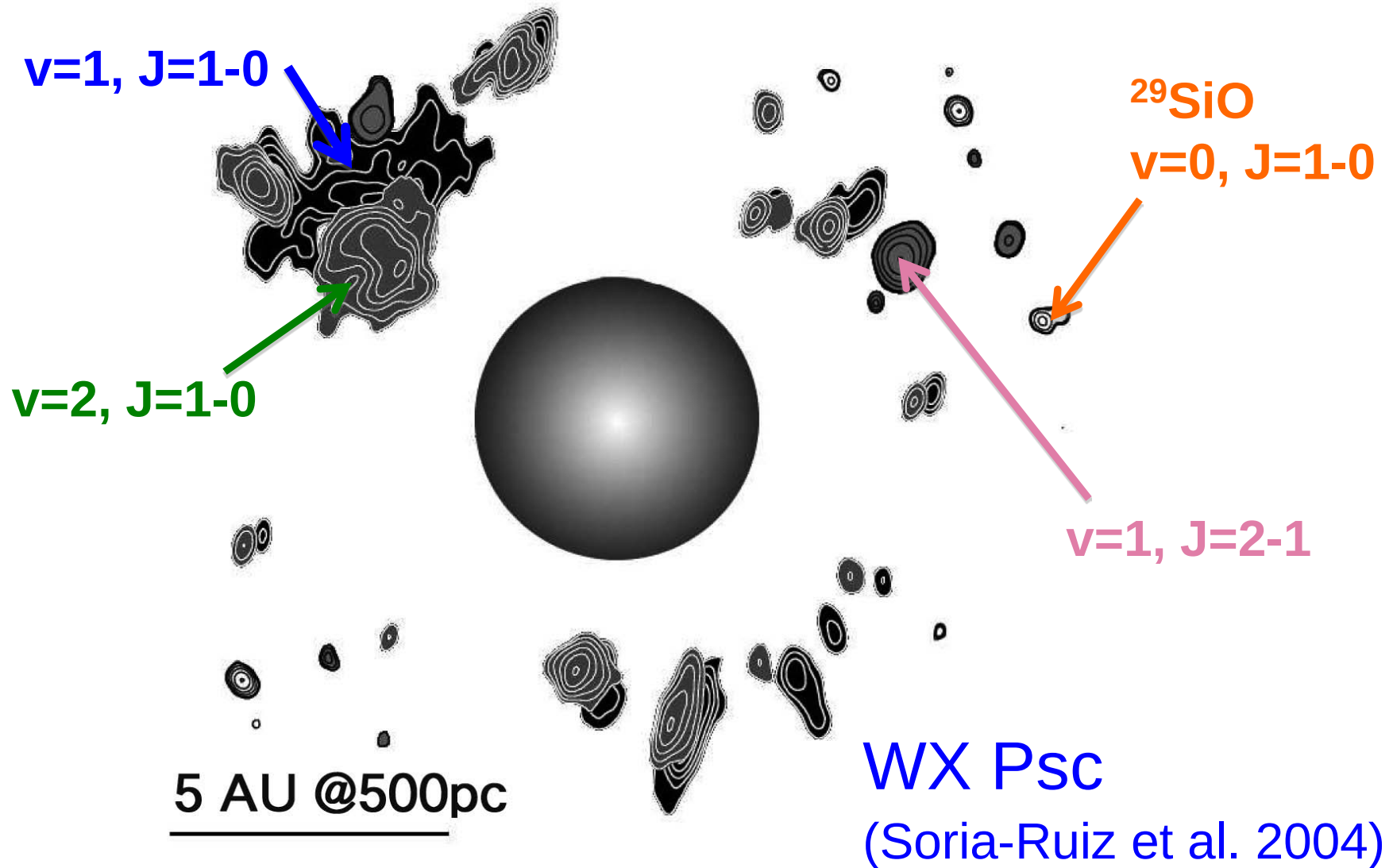
$$T_{\text{envelope}} = T_* \left(\frac{R}{R_*} \right)^{-2/5}$$

$$T_* \approx 3000 \text{ K}, \quad R_* \approx 1-10 \text{ AU}$$

SiO v=1 masers around TX Cam
(Diamond & Kemball 2003)

- SiO メーザーは $R=2-3 R_*$ の範囲に分布
 $\Rightarrow T_{\text{env}}=1,900-2,300 \text{ K}$
- Corresponding energy levels of SiO v=3 masers: 5,800 K!

異種SiOメーザーの空間的 一致($v=1&2$) と 不一致($J=2-1/J=1-0$)



Line overlapping between SiO and H₂O

- H₂O 赤外線放射

SiO $v=1$ $J=0$ から

$v=2$ $J=1$ への汲み上げ

- $v=2$ $J=1-0$

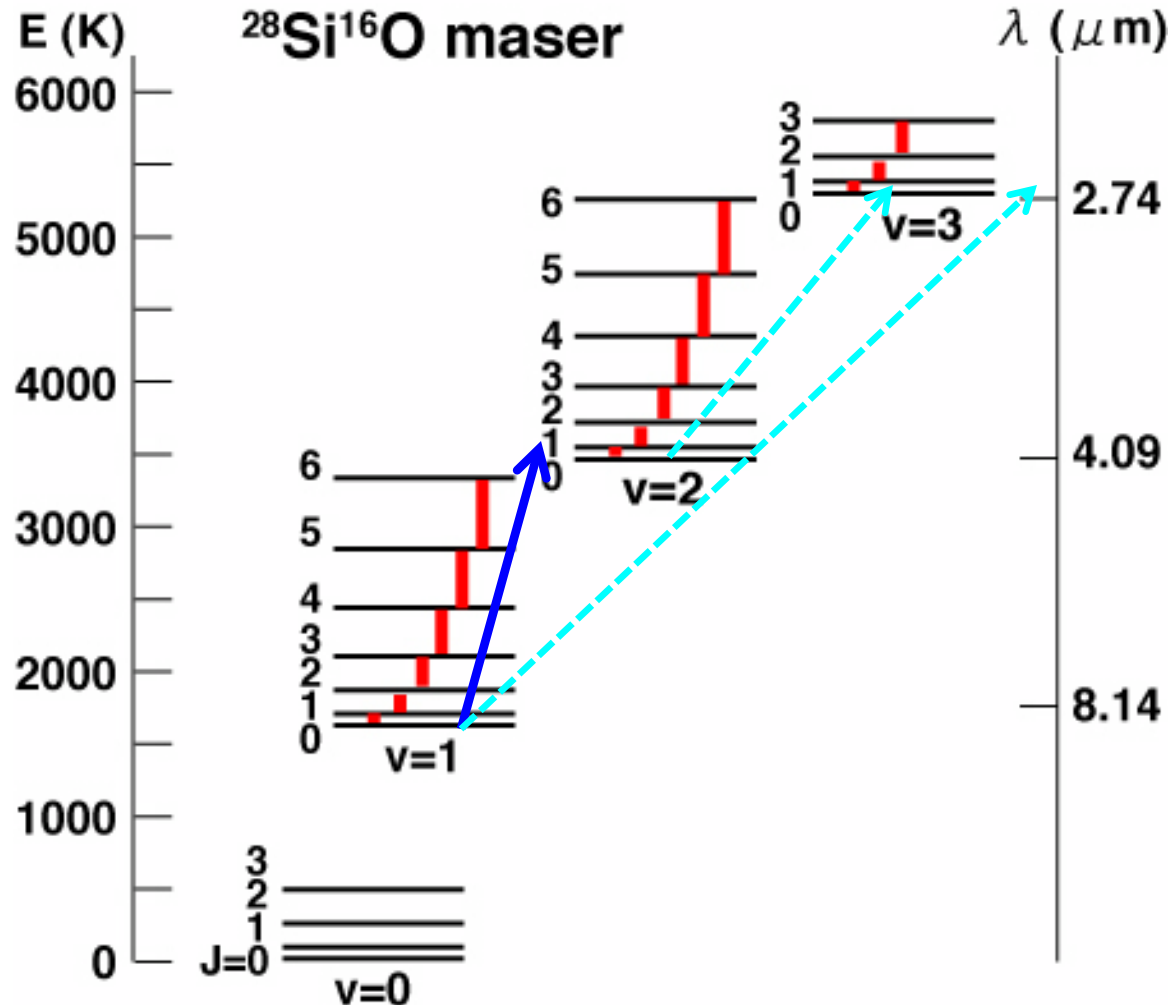
メーザー励起

- $v=2$ $J=2-1$

メーザー

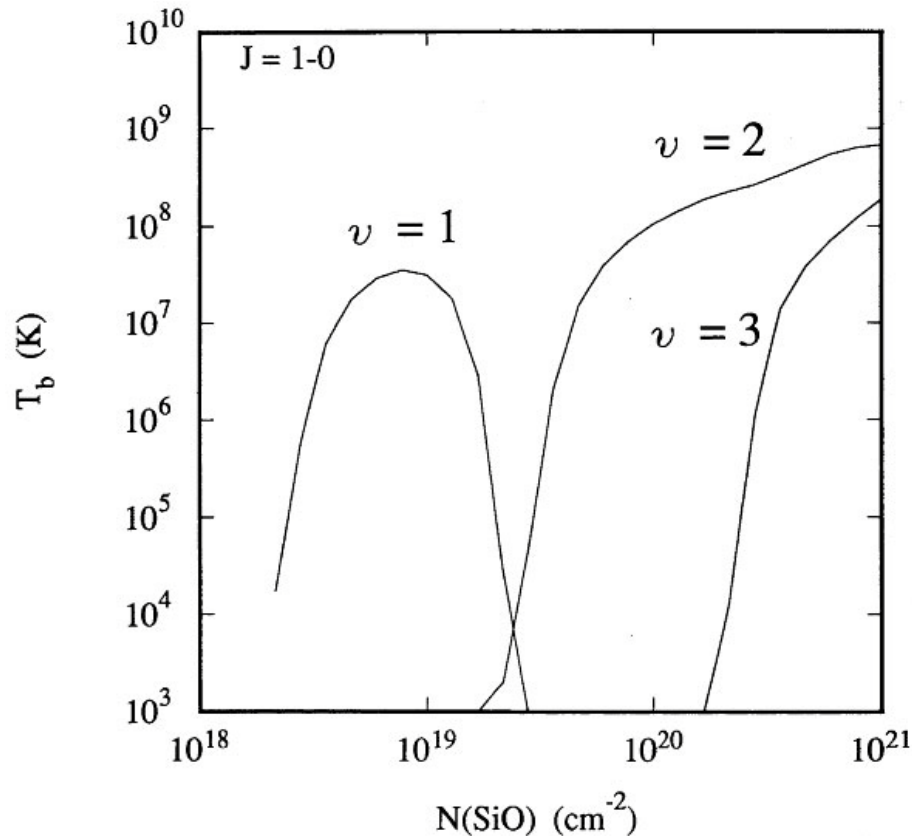
減衰

- 他のSiOメーザーも同様に説明可能？

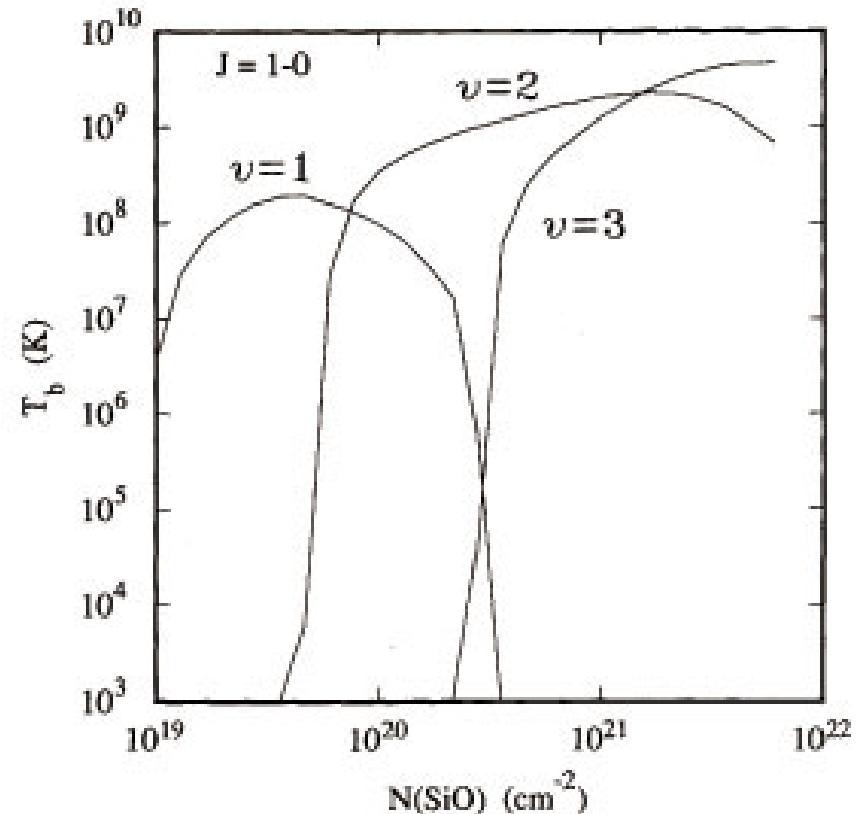


Collisional pumping scheme

- Modeling $v=1, 2, 3$ SiO lines (Locket & Elitzur 1992)
 - $v=1, v=2$ メーザー分布の広がりほぼ一致
 - 衝突励起でも $v=3$ と $v=1/v=2$ 輝線の分布の広がり異なるはず



Radiative pumping model



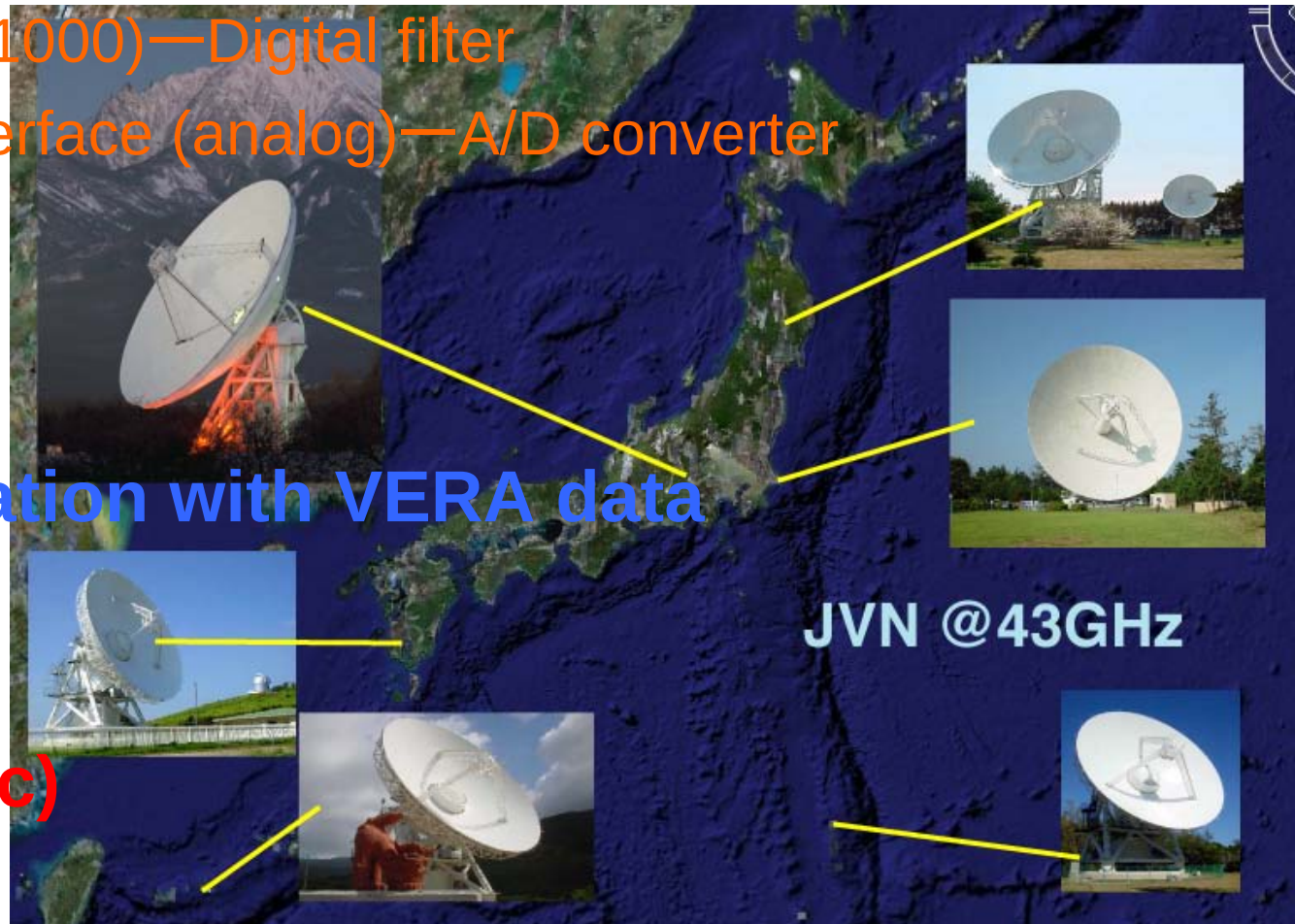
collisional pumping model

JVN observations in 2009

- February 27-28: VERA 4 stations
- April 11-12: NRO 45m+NICT 34m+VERA 4 stations
- Different installed frontend-backend systems
 - Digital(ADS1000)—Digital filter
 - Sampler interface (analog)—A/D converter

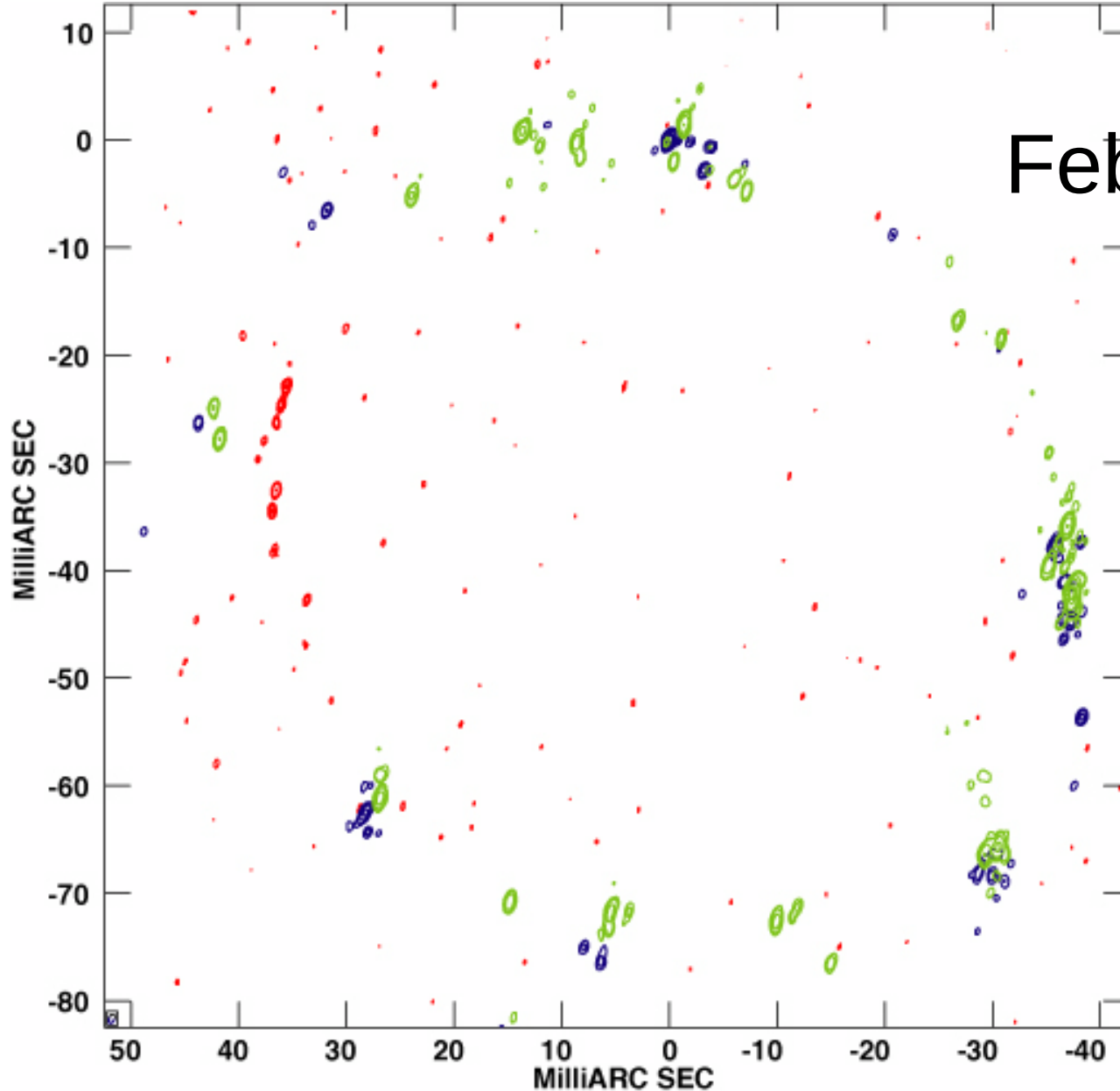
- Map registration with VERA data

- W Hya (80 pc)



On 2009
February 27-28

With 4
VERA
telescopes



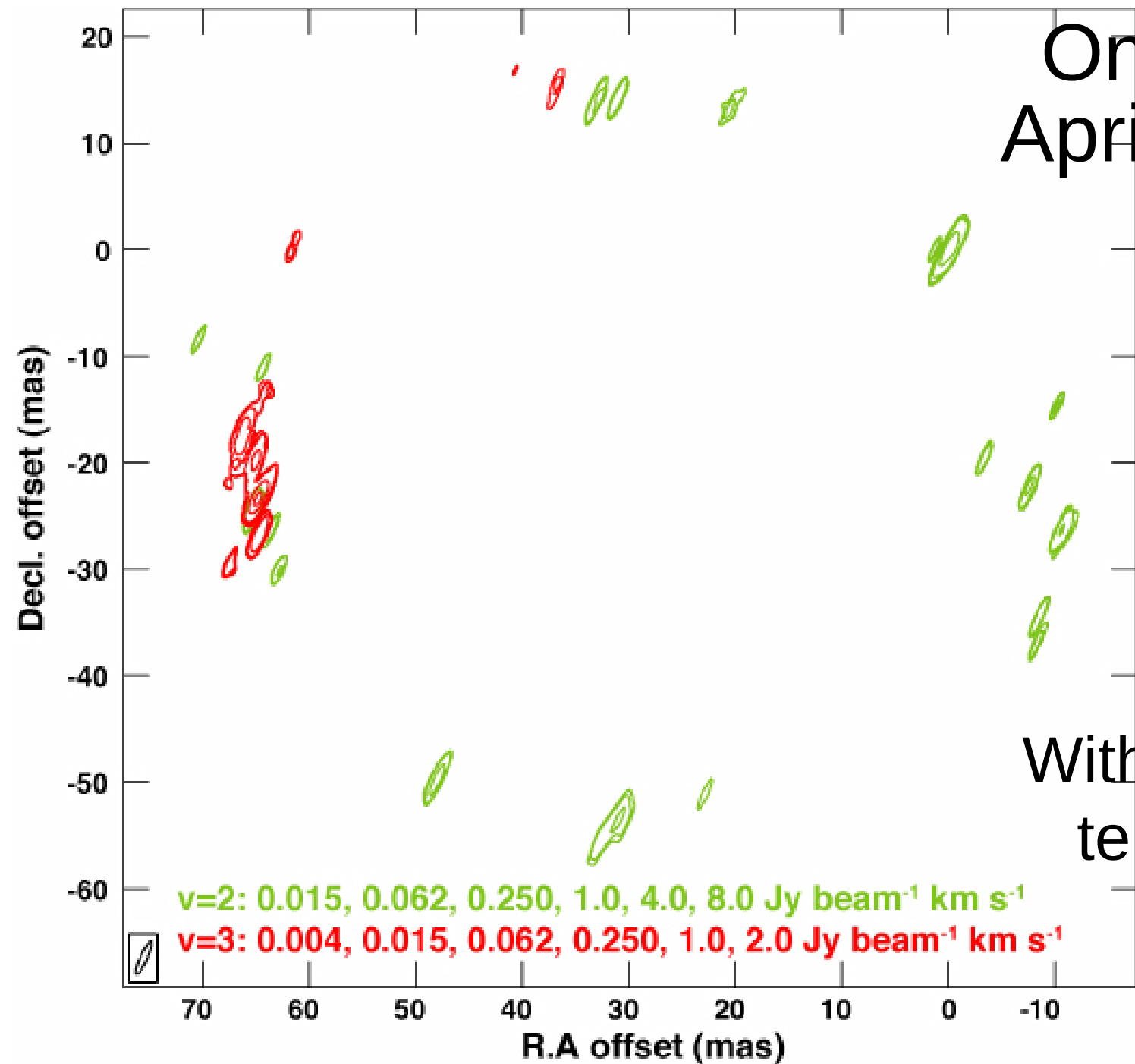
SiO v=1, J=1-0: 0.43, 1.30, 3.91, 11.72, 35.15, 52.73 Jy beam⁻¹ km s⁻¹

SiO v=2, J=1-0: 0.44, 1.31, 3.94, 11.83, 35.47, 53.21 Jy beam⁻¹ km s⁻¹

SiO v=3, J=1-0: 0.02, 0.04, 0.08, 0.16 Jy beam⁻¹ km s⁻¹

On 2009
April 11-12

With 6 JVN
telescopes



Map registration error

$$\sigma_{\theta} \approx \frac{\Delta\nu}{\nu} \left(\Delta\theta + \frac{c}{D} \sigma_{\tau_g} \right) \leq 2 \text{ mas} \quad (\text{within 1.4 and 1.7 mas})$$

$\Delta\nu = 6 \times 10^8$ Hz: maximum of line separation

$\nu = 4.3 \times 10^{10}$ Hz: radio frequency

$D \sim 10^6$ m: typical baseline length

$\Delta\theta < 100$ mas: position offset of the maser position reference
w.r.t. the phase-tracking center

$\sigma_{\text{Tg}} < 10^{-9}$ s: instrumental delay residual

Discussion

- Radiative pumping (line overlapping)
 - Well explain the co-existence of $v=1$ and $v=2$ regions (e.g. Soria-Ruiz et al. 2005)
 - How to explain the displacement between $v=1, 2$ and $v=3$ regions? (2009 Feb. map)
 - **Collisional pumping** (Locket & Elitzur 1992)
 - Well explain the relative locations of $v=1, 2$, & 3 regions
 - Dominant pumping scheme changing?
 - Time dependent?
(Compare maps on 2009 February and April)
 - Universal among maser sources?
- ⇒ **Future works (statistics, monitoring)** with KVN?

VERA共同利用観測における 技術的課題

- In-beam astrometry **or** dual-beam astrometry
(high quality imaging **or** high accuracy astrometry)
- **narrow bandwidth** for spectroscopy
- data analysis dedicated for **only** VERA

In-beam astrometry **or** dual-beam astrometry
(high quality imaging **or** high accuracy astrometry)

- 現状では同時には達成できない(“and”ではない)
 - VERA 4局: DIR 2000 $\Rightarrow$ **1024 Mbps**
 - VERA+NRO45m+NICT34m: DIR 1000 $\Rightarrow$ **128 Mbps**
 - **DIR1000 & 2000 混合相関ができない!**
- 全局に同じバックエンドシステムの導入を!
- せめて混合相関ができるようにして欲しい
 - ソフトウェア相関器では無理?
 - KJJVCに期待して良い?

narrow bandwidth for spectroscopy

- 広帯域記録が生かされていない
 - 連続波観測: BW= 256 MHz— 2GHz
 - スペクトル観測: 8—128 MHz
 - 任意の周波数範囲を切り出せる範囲: <512 MHz
- 出力分光点数が少なすぎる (1024ch)
- こんな観測ができると世界が変わる
 - SiO メーザー／熱的輝線の同時観測
SiO v=3 J=1 (42.5 GHz) — SiO v=0 (43.4 GHz)
 - NGC 4258 水メーザーの全速度範囲の同時観測
 $\Delta V=2,300$ km/s $\Rightarrow \Delta v < 256$ MHz with 4096 sp#
- KJJVCに期待して良い？
- 新IF系、新digital filter の開発と整備も必要

data analysis dedicated for **only** VERA

- VEDA: 現状はVERA astrometry のためのソフト
 - FITS変換 (FITSGEN)ができればJVNでも使える？
 - 広視野メーザー源マッピングは？
- ParselTongue (Python): AIPS POPSの限界を突破
 - メモリ不足という理由では途中で止まらない
 - AIPSデータ(UV, IM)以外のデータとのやりとりも可能
 - **VERAデータ解析に実戦投入可能(基本的データ較正部)**
 - **EAVN, VSOP-2用解析ツール？**
- JVNに足りないもの
 - 正確な局座標、GPSデータ(天頂大気遅延補正量推定用)
- VERA/JVNに足りないもの
 - bad visibility flagging (in schedule, in AIPS)

今後のVERA共同利用観測はどうなる？

- 誰が(天文台？大学？ユーザー？)何のために
(具体的研究課題)予算獲得のために動く？
 - (新生) 水沢VLBI観測所はVERA4局だけに投資？ 野辺山45m鏡は？
 - 各大学が同じ装置の導入のために、同じテーマで科研費申請ができる？
- 何のための共同利用観測？
 - ユーザーはちょっとずつ増えているけれども.....
 - 研究成果には期待している(と思う)がデータ解析までやる？
 - データ解析とプロポーザル作成／採択が簡単になれば
研究者／学生がより多く参加する？
 - 新アイデア(研究分野・観測手法[ハード&ソフト]・研究手法)の開拓
共同利用観測時間 $\propto$ 新アイデア発掘能力？
 - 次世代プロジェクトのため

VERA astrometry, VSOP-2, sub-mm VLBI、SKAがあるから

これ以上増やさなくて

も良い？

- VERA/VLBA/EVNの棲み分けと協力関係は今後どうなる？