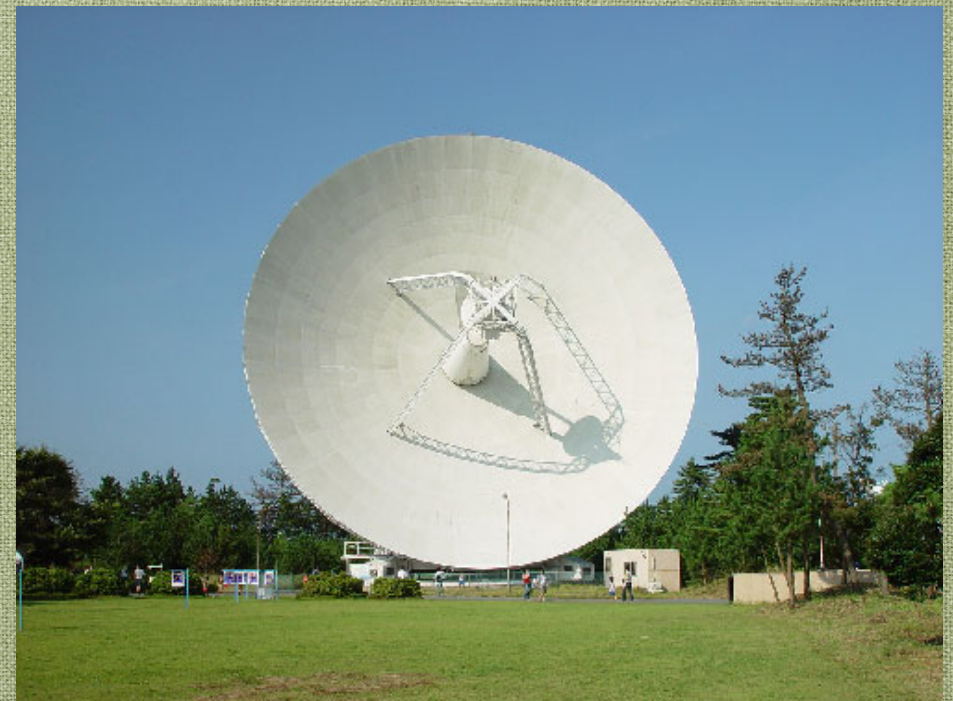


# 鹿島34m鏡と 星周メーザー源 研究25年間



今井 裕

鹿児島大学

大学院理工学研究科附属天の川銀河研究センター／

総合教育機構共通教育センター



2019年度VLBI懇談会シンポジウム

@大妻女子大学 2019年11月24日

# Latest publication including Kashima data

OXFORD  
ACADEMIC

**PASJ** Publications of the  
Astronomical Society of Japan

Issues

Advance articles

Subject ▼


Submit ▼

Purchase

About ▼

## Advance articles

ある種の星周水メーザー源で  
年周視差を計測できない理由を論述

Overall variation of the H<sub>2</sub>O masers around W Hydrae in  
28 years 

Hiroshi Imai, Akiharu Nakagawa, Hiroshi Takaba

*Publ Astron Soc Jpn Nihon Tenmon Gakkai*, psz105, <https://doi.org/10.1093/pasj/psz105>

**Published:** 16 October 2019

**Section:** Paper

Abstract ▼

View article

# 星周メーザー源研究の特色と鹿島34m電波望遠鏡

## ❖ 星周メーザー源

❖ **SiO**, **H<sub>2</sub>O**, OH (, HCN)

❖ AGB/post-AGB星が

形成する星周縁に付随

## ❖ 高感度・短基線が重要

50—200 km

❖ KNIFE (1990年代初頭)

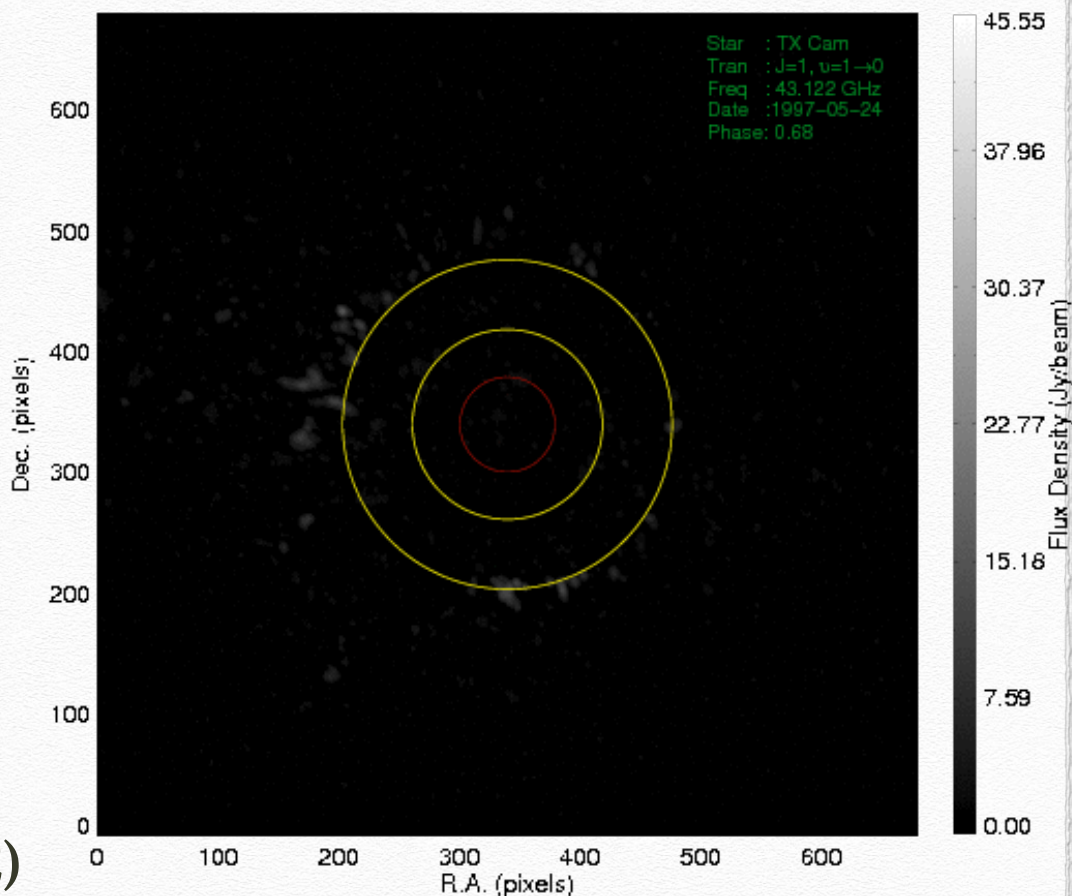
❖ J-Net (1990年代後半)

❖ VERA+KNIFE (2000年代)

❖ 茨城アレイ (2010年代)

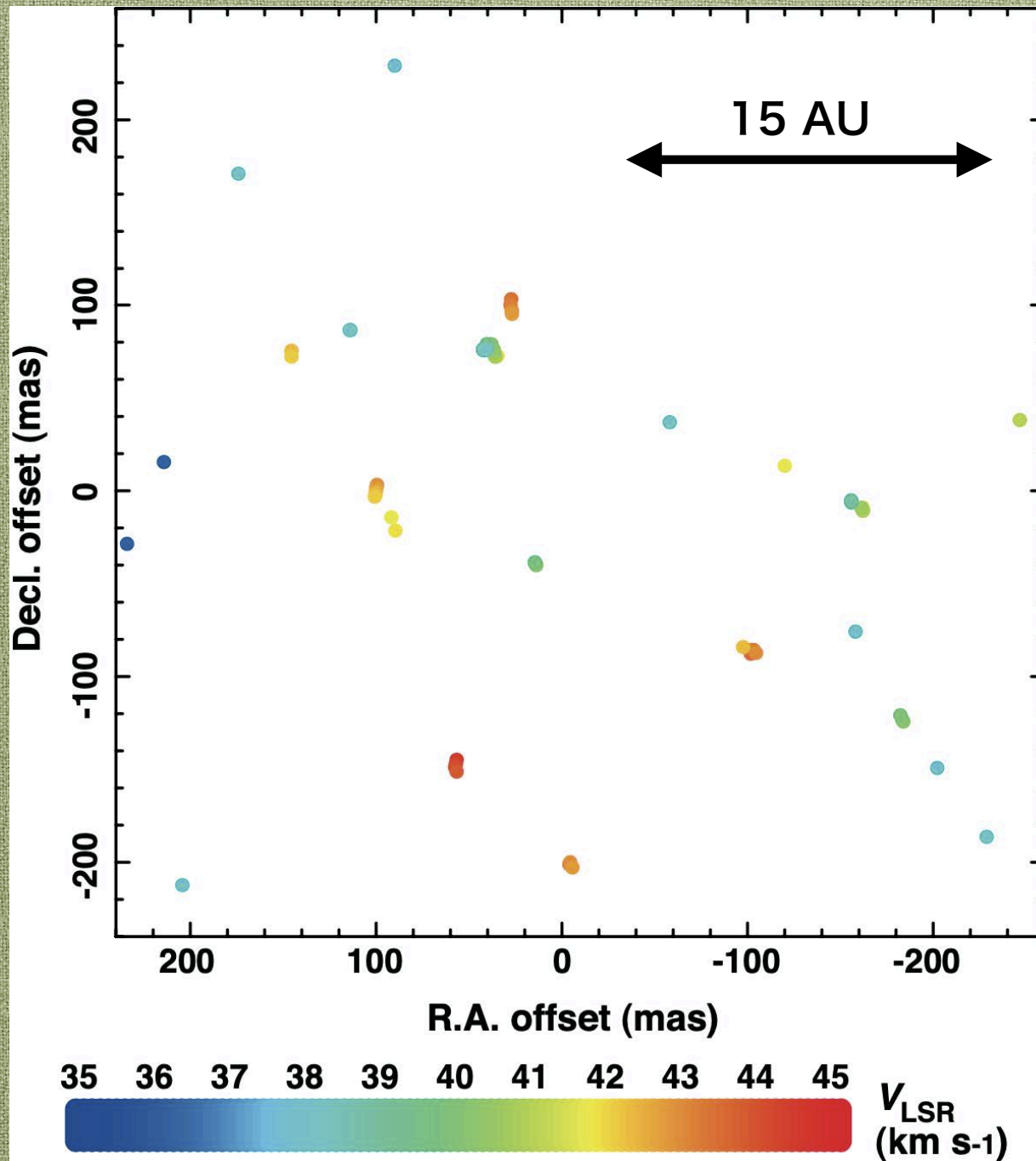
❖ 鹿島34m+

筑波32m+高萩32m



SiO  $v=1$   $J=1 \rightarrow 0$  maser movie  
taken with VLBA+**VLA(Y1)**  
(Gonidakis et al. 2014)

# KNIFE (Kashima-Nobeyama Inter FErrometer)



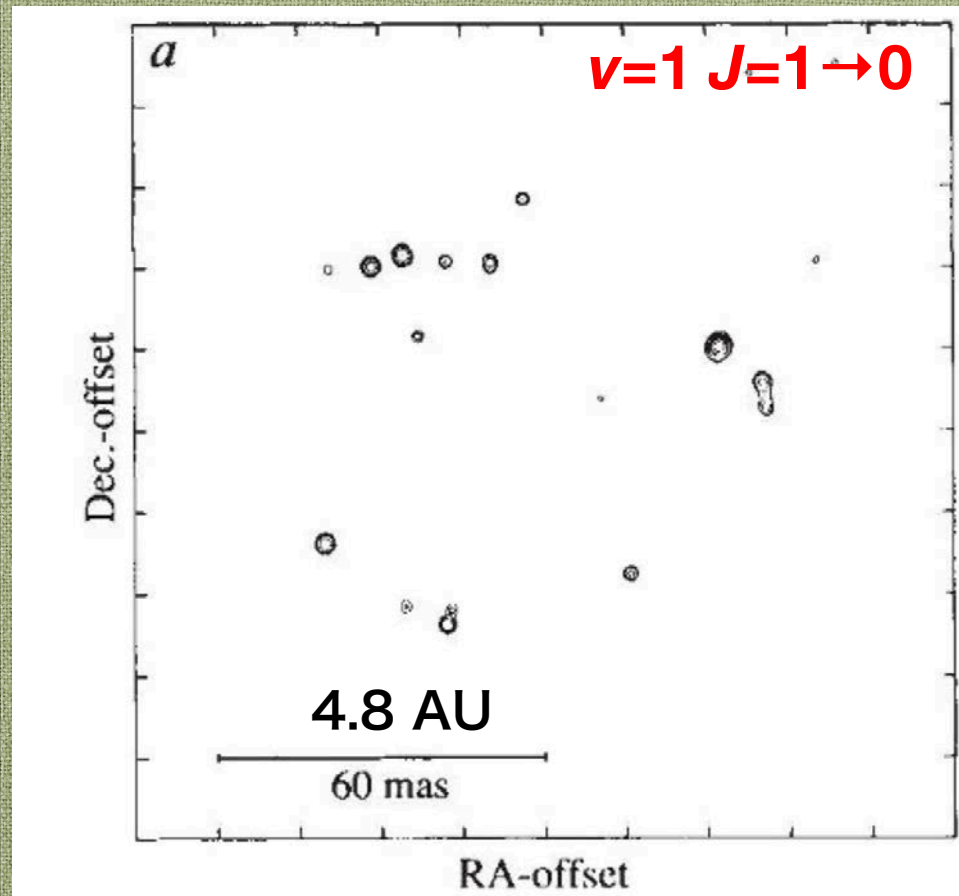
非等方的  
質量放出

H<sub>2</sub>O masers  
around W Hya  
in 1992

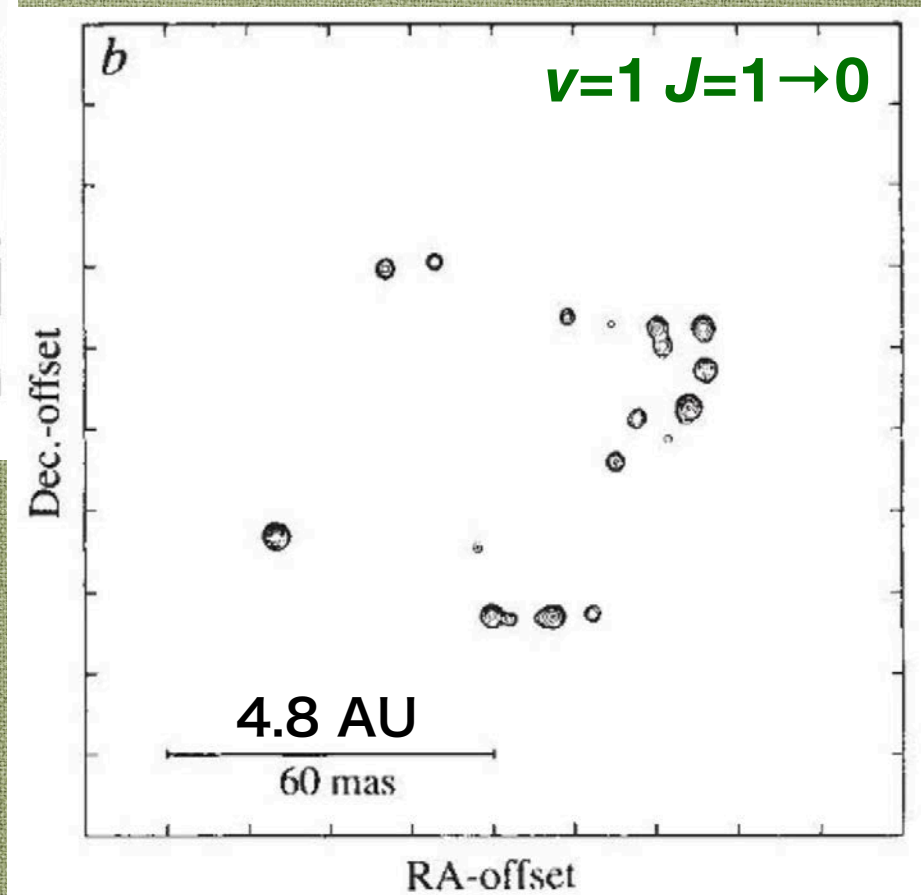
(Imai, Nakagawa  
& Takaba 2019, PASJ)

c.f. NGC 4258  
H<sub>2</sub>O masers  
(Nakai, Miyoshi,  
& Inoue 1993)

# KNIFE (Kashima-Nobeyama Inter FErrometer)



異なる振動励起状態  
(温度換算で1700 Kの差)  
のメーザー輝線に  
見られる分布の一致



SiO masers in W Hya  
in 1991

Miyoshi et al.

(1994, Nature, 371, 29)

# J-Net: Japanese VLBI Network in 1990s

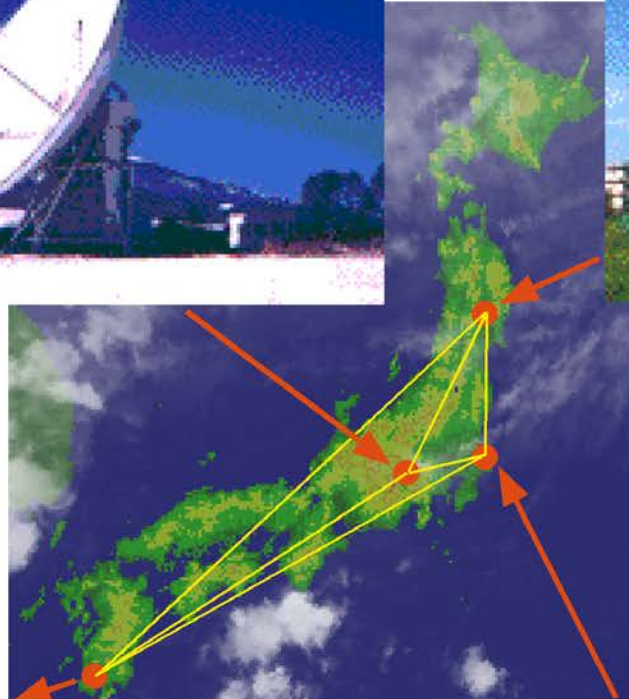


野辺山45m鏡



水沢10m鏡

同一メーザー源に  
対するモニター観測  
(3~5回) が主流に



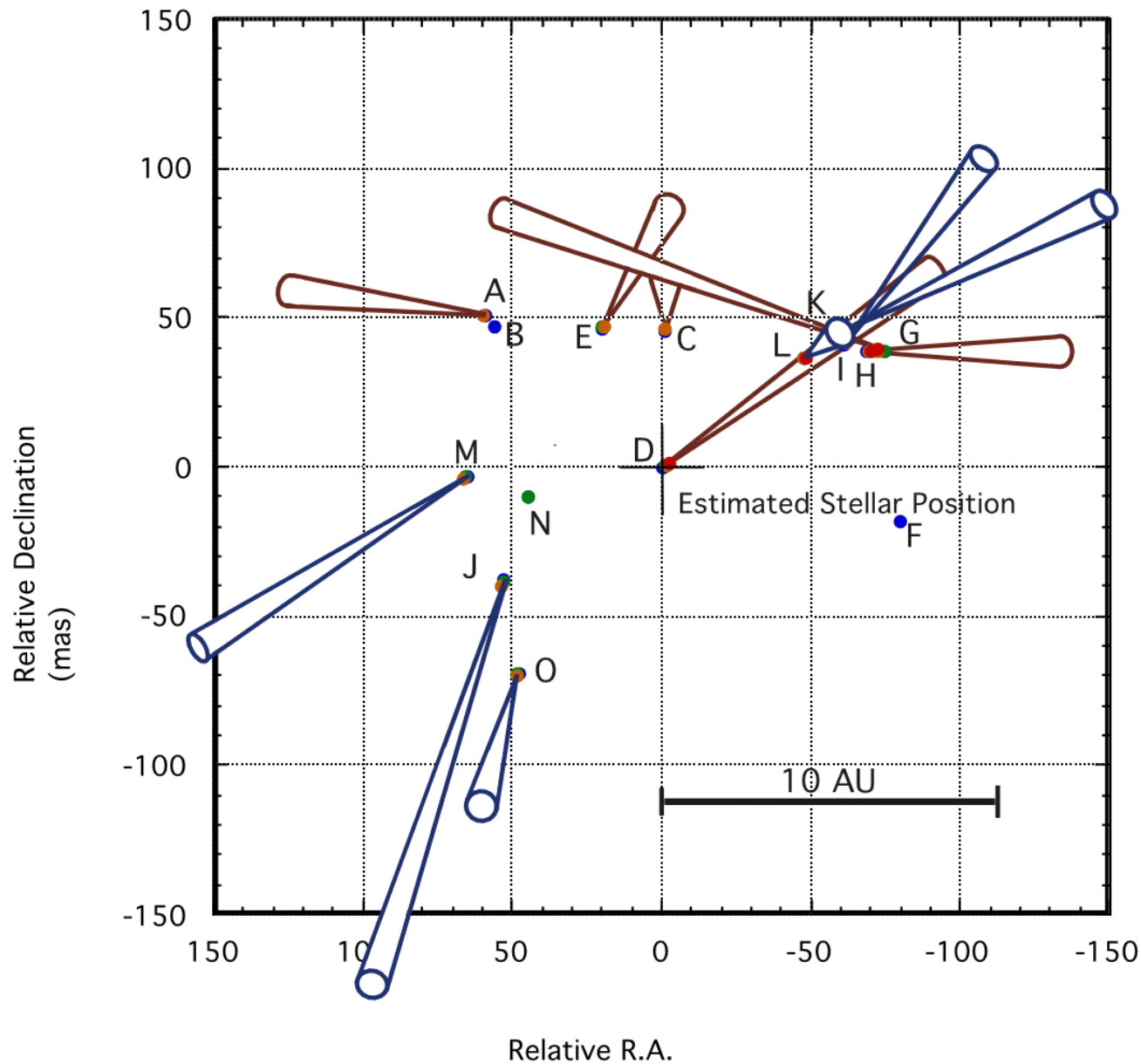
鹿児島6m鏡

鹿島34m鏡



# メーザースポット群の相対固有運動の検出

H<sub>2</sub>O masers around R Crateris (Ishitsuka et al. 2001)



星周縁の三次元  
速度構造の解明



乱流にまみれた  
球対称的膨張

Displacement Vector

6.0 mas yr<sup>-1</sup>



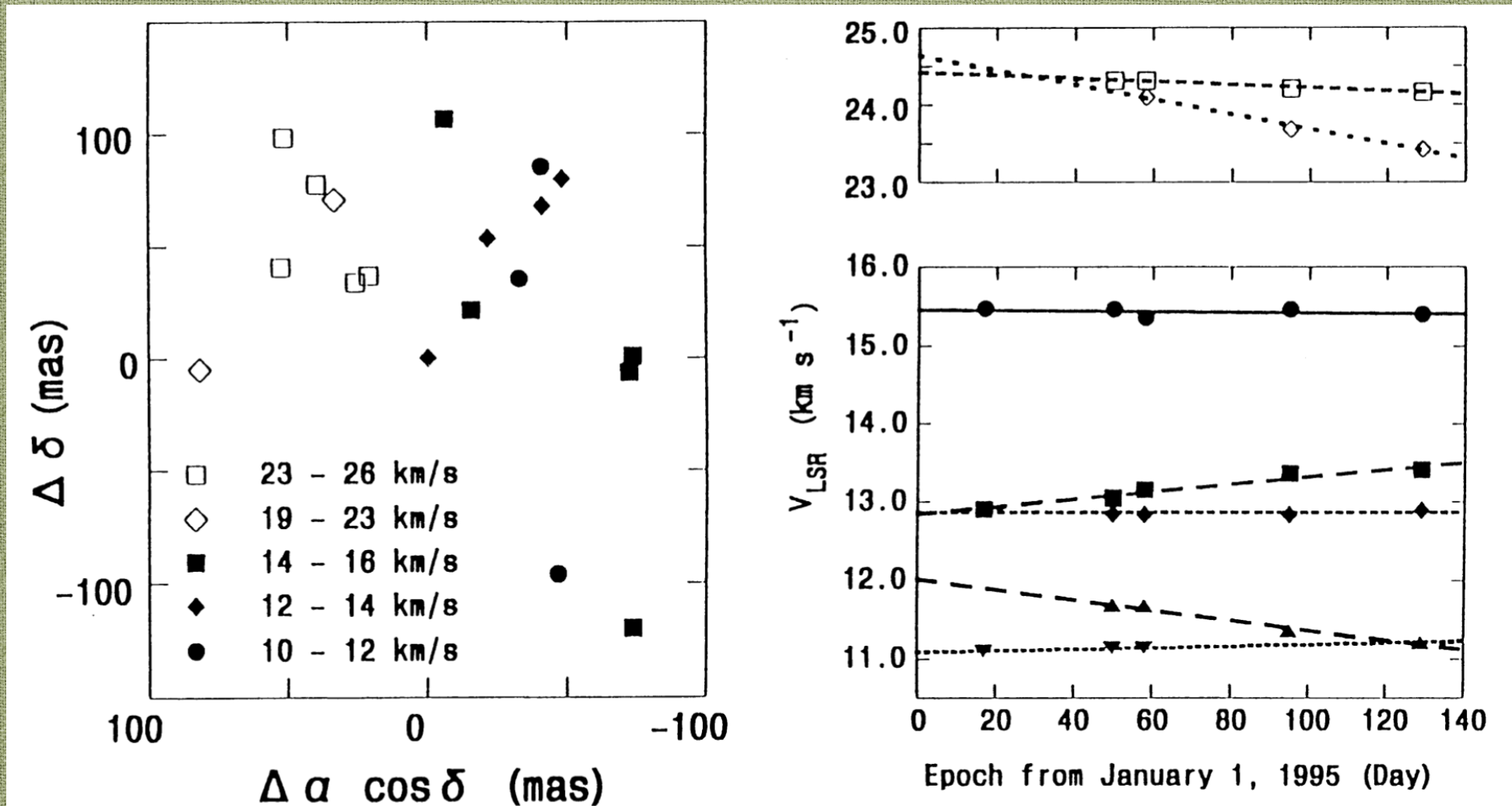
~10 km/s

# 個々のメーザースポットの視線速度ドリフト（加速）の検出

H<sub>2</sub>O masers around RT Virginis (Imai et al. 1997)

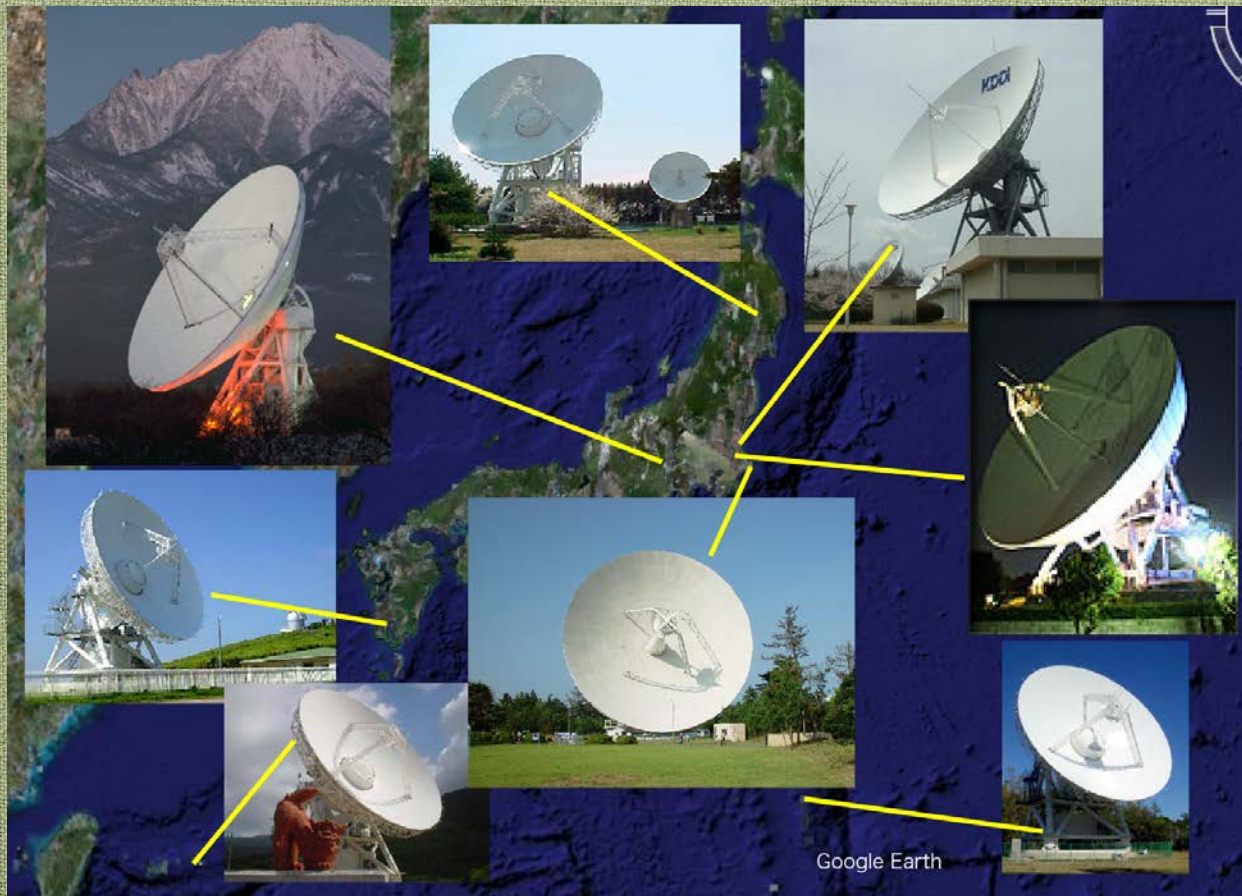
脈動変光衝撃波の通過によるもの？ 単なる乱流運動の一部？

2020年代の主要テーマの一つ





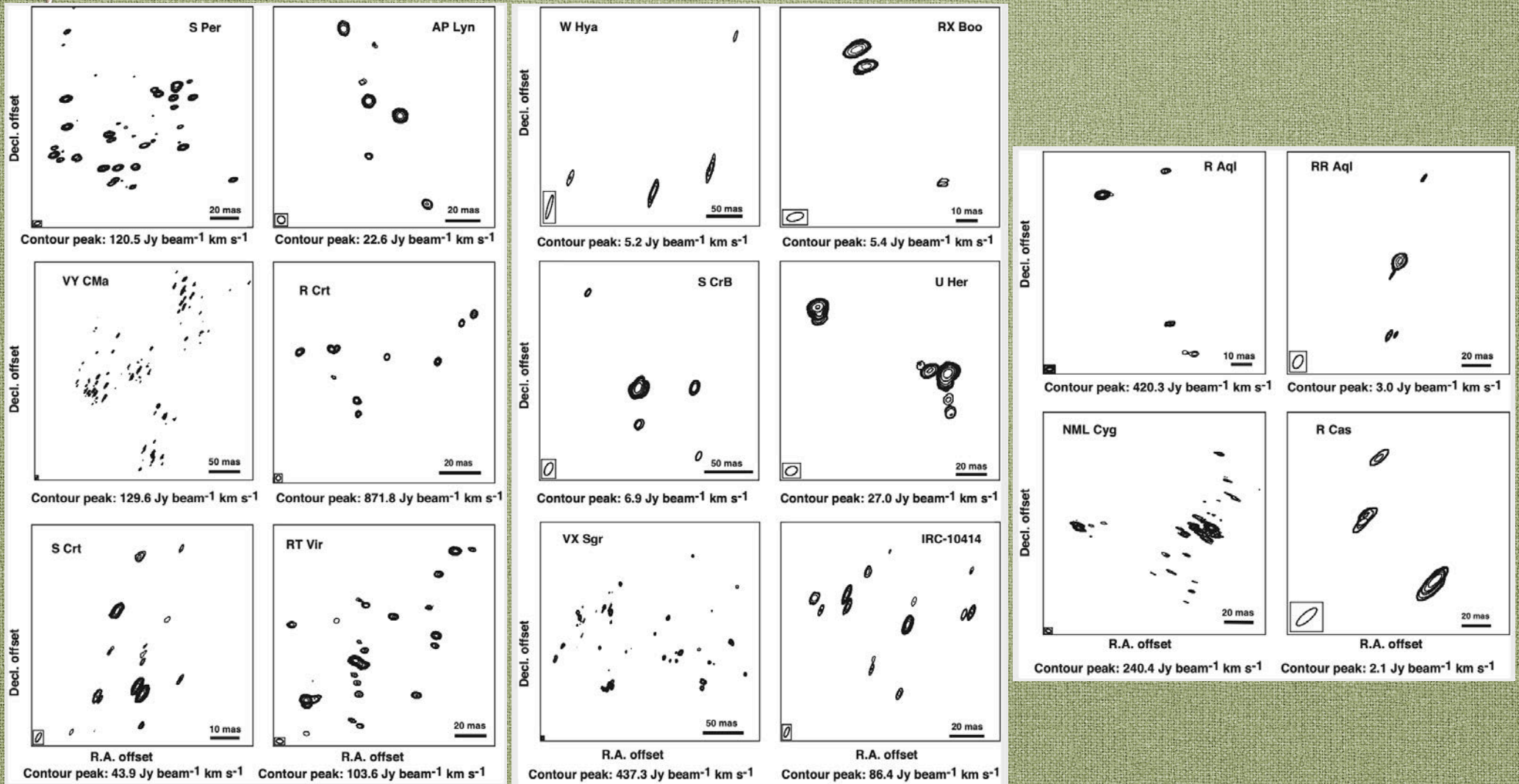
# JVN full configuration mapping of 16 circumstellar H<sub>2</sub>O masers



水メーザー源観測  
において  
「茨城アレイ」  
が実現した唯一の  
観測キャンペーン

- ❖ Epoch: 2016 May 29—31 (~50 hours)
- ❖ Targets: 20 stars, 16 stars mapped
- ❖ Telescopes: VERA+NRO+NICT+GSI+Takahagi

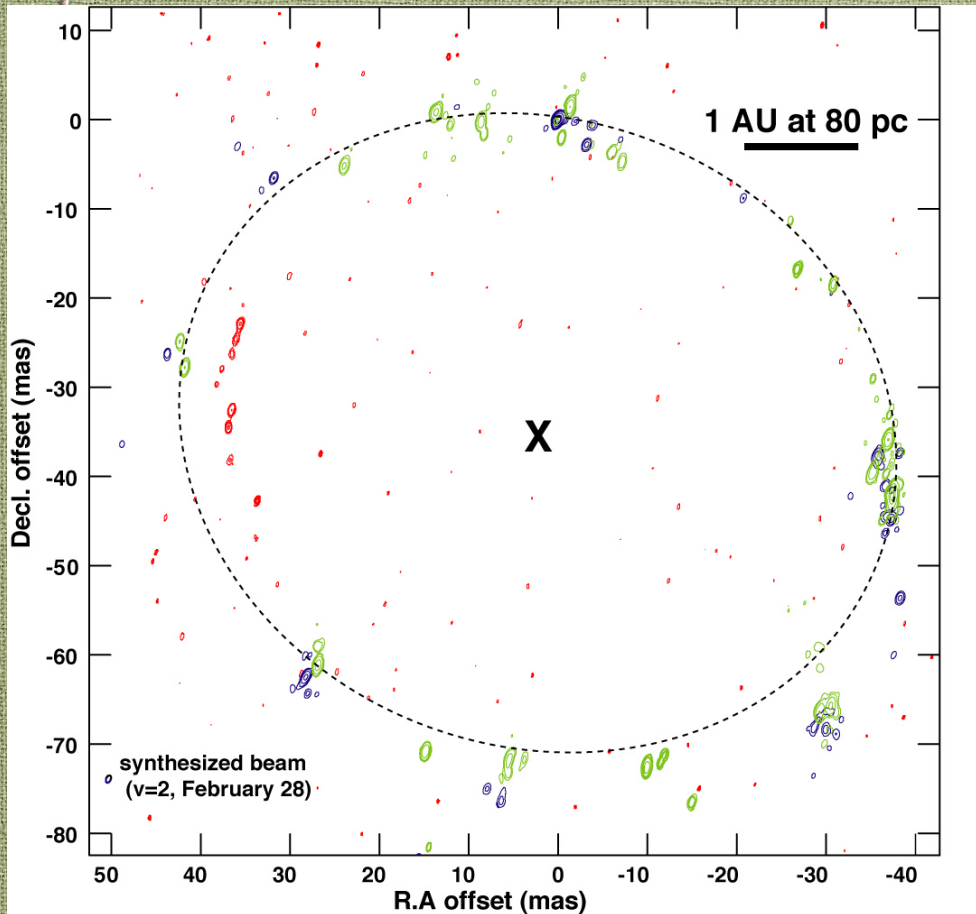
# Significantly biased H<sub>2</sub>O maser distributions



淡い構造に感度が高くてはタイミング（脈動変光の位相）によっては  
メーザースポットを多く検出できないこともある/  
スポット分布がいつも大きな偏りがある  
個々のメーザースポットの形状から脈動変光衝撃波伝搬の有無を診断  
(今後の予定)

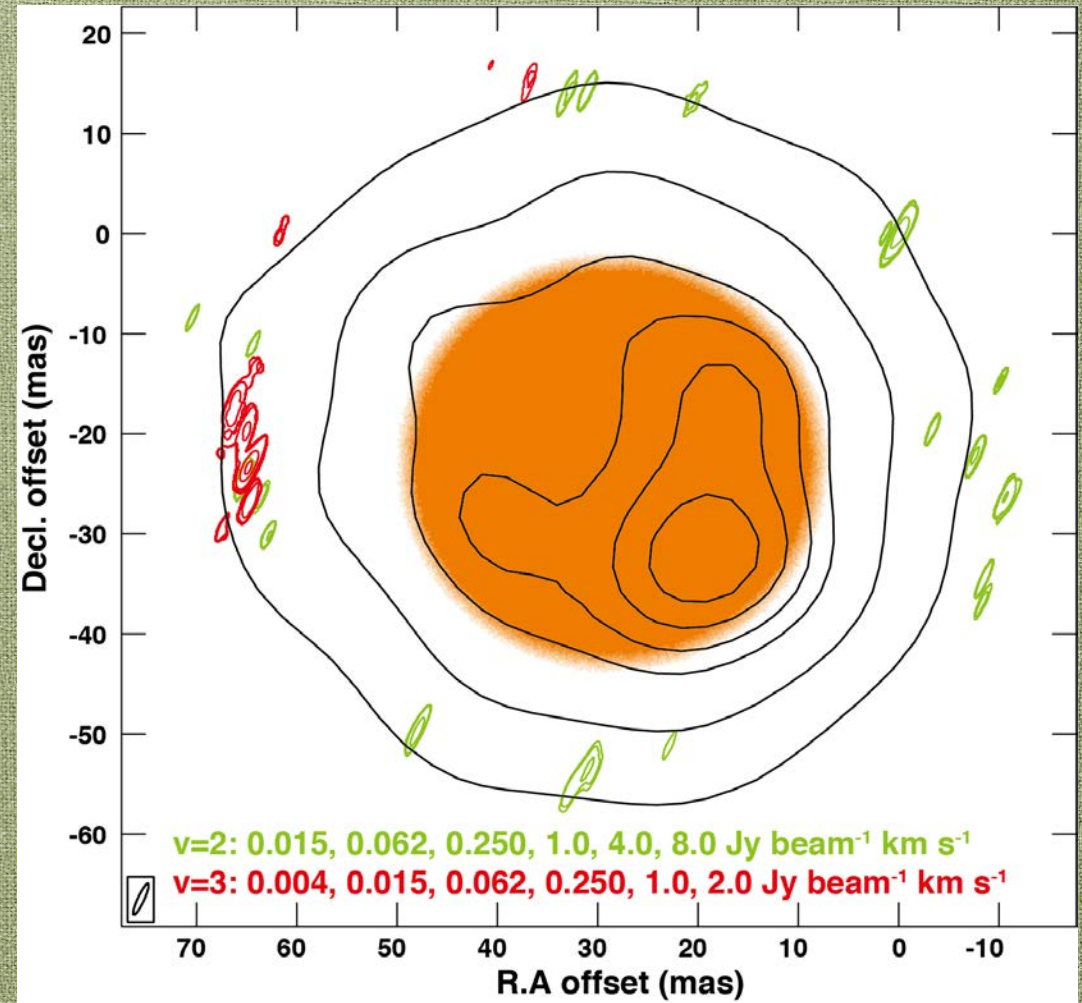
# VLBI mapping of SiO $\nu=3$ $J=1 \rightarrow 0$ masers

VERA単独 (2009年2月)



SiO  $\nu=1$ ,  $J=1-0$  (February 27) 0.43, 1.30, 3.91, 11.72, 35.15, 52.73 Jy beam<sup>-1</sup> km s<sup>-1</sup>  
 SiO  $\nu=2$ ,  $J=1-0$  (February 28) 0.44, 1.31, 3.94, 11.83, 35.47, 53.21 Jy beam<sup>-1</sup> km s<sup>-1</sup>  
 SiO  $\nu=3$ ,  $J=1-0$  (February 28) 0.02, 0.04, 0.08, 0.16 Jy beam<sup>-1</sup> km s<sup>-1</sup>

VERA+NRO+NICT (2009年5月)



$\nu=2$ : 0.015, 0.062, 0.250, 1.0, 4.0, 8.0 Jy beam<sup>-1</sup> km s<sup>-1</sup>  
 $\nu=3$ : 0.004, 0.015, 0.062, 0.250, 1.0, 2.0 Jy beam<sup>-1</sup> km s<sup>-1</sup>

Imai et al. (2010)

Contours: 337 GHz continuum (Vlemmings et al. 2017)

世界初のVLBI撮像

$\nu=1$  &  $\nu=2$  メーザーとは大きく異なる $\nu=3$  メーザーの挙動

43GHz帯で鹿島局を復活させてモニターしたかったのだが.....

# Paper publications on circumstellar masers with data including Kashima

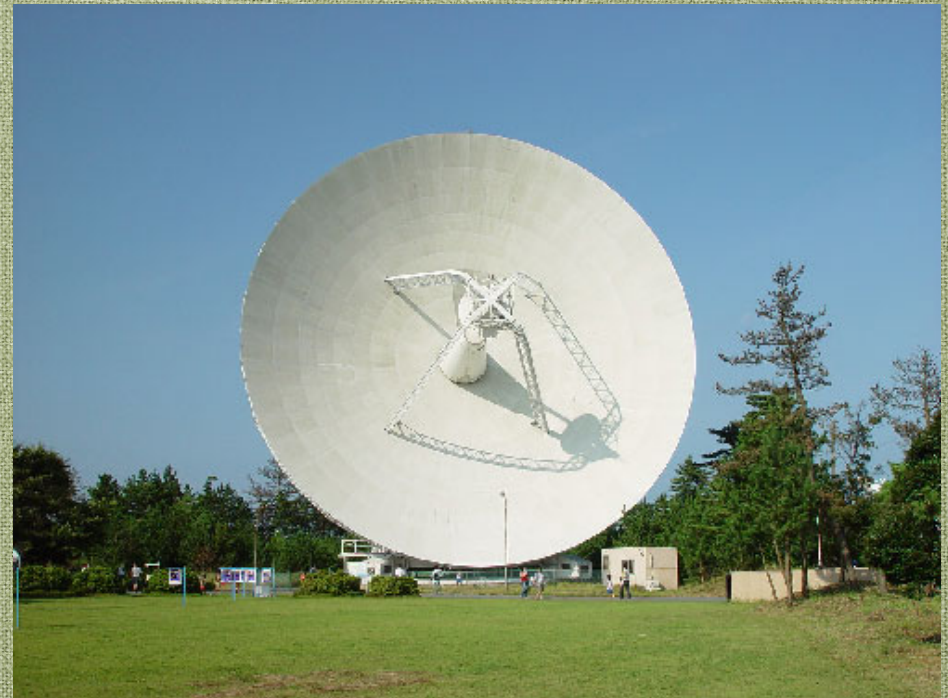
- ❖ Imai, Nakagawa & Takaba, 2019, PASJ, 109, advance issue
- ❖ Imai, et al., 2010, PASJ, 62, 431
- ❖ Nagayama, et al., 2008, PASJ, 60, 1069
- ❖ Ueda, et al. 2008, PASJ, 60, 1051
- ❖ Imai, et al., 2008, PASJ, 60, 55
- ❖ Sudou, et al., 2002, PASJ, 54, 757
- ❖ Ishitsuka et al., 2001, PASJ, 53, 1231
- ❖ Takaba, et al., 2001, PASJ, 53, 517
- ❖ Imai, et al., 2001, PASJ, 53, 259
- ❖ Imai, et al. 1997, A&A, 319, L1
- ❖ Takaba, Ukita, Miyaji, 1994, PASJ, 46, 629
- ❖ Miyoshi et al., 1994, Nature, 371, 395
- ❖ Miyoshi et al., 1992, PASJ, 44, L259

13 refereed papers  
during 1992–2019

2016年観測結果の  
査読論文化へ

メーザー多輝線連続VLBI撮像  
EAVN (ESTEMA)へ継承

# Acknowledgements



- Very thanks to
  - CRL/NICT Kashima Space Research Center
  - Mizusawa VLBI Observatory
  - Nobeyama Radio Observatory
  - AGARC, Kagoshima University
- KAKENHI grant-in-aid
  - 16H02167 (P.I. Hiroshi Imai)