

VERAを用いた原始惑星状星雲OH231.8+4.2の 距離決定と星周ガス運動の評価

大山 まど薫、中川亜紀治、半田利弘、面高俊宏 (鹿児島大学)
VERA プロジェクト



§1. Introduction

電波で高精度な距離と運動を求める

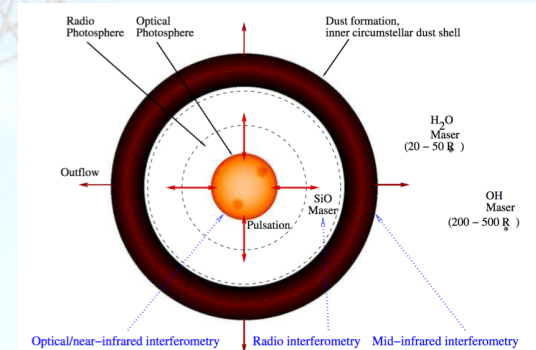
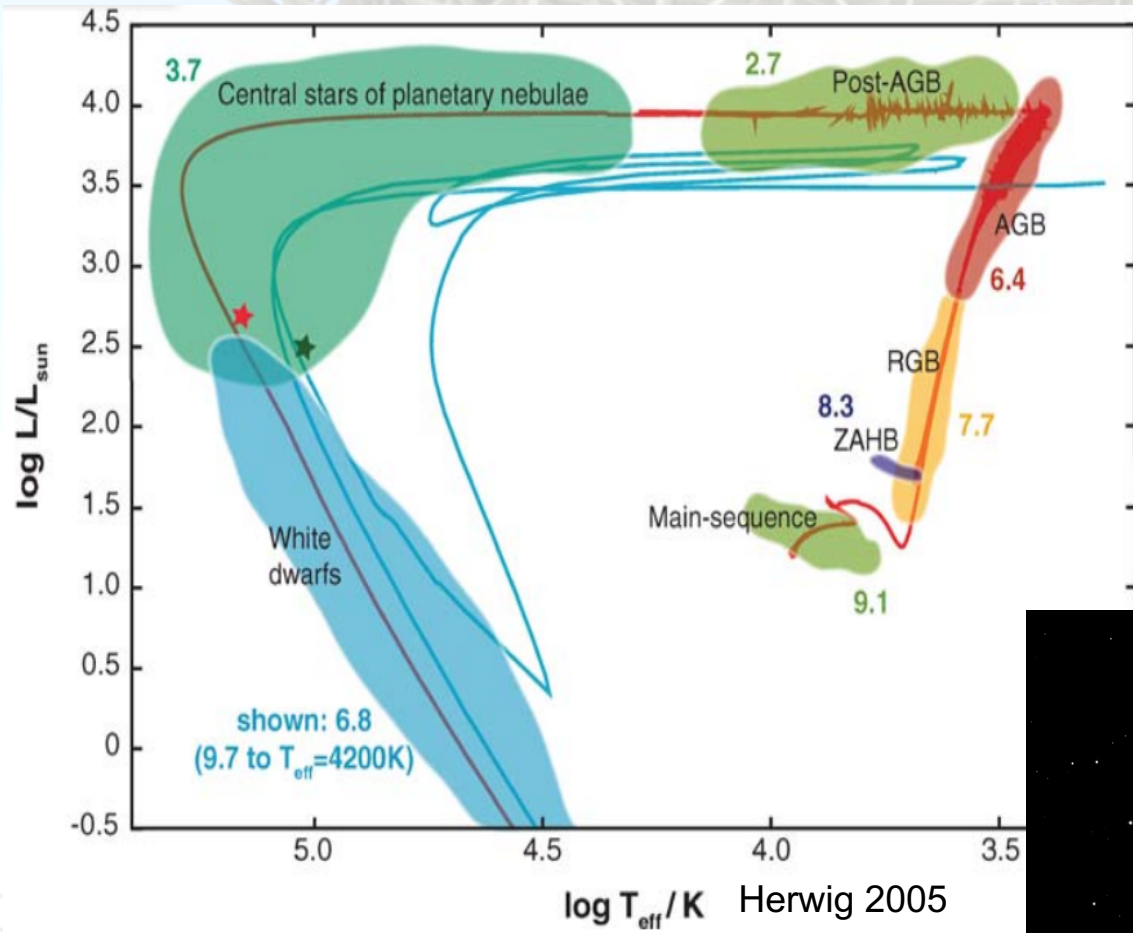


- 天の川銀河の三次元構造の解明
- 個々の天体の物理パラメータの高精度化
- ミラ型変光星 → 天の川銀河での周期光度関係の確立
- OH/IR星 → 銀河構造の新たなプローブの確立
- **その他水メーザーをもつ晩期型星**
→ 原始惑星状星雲

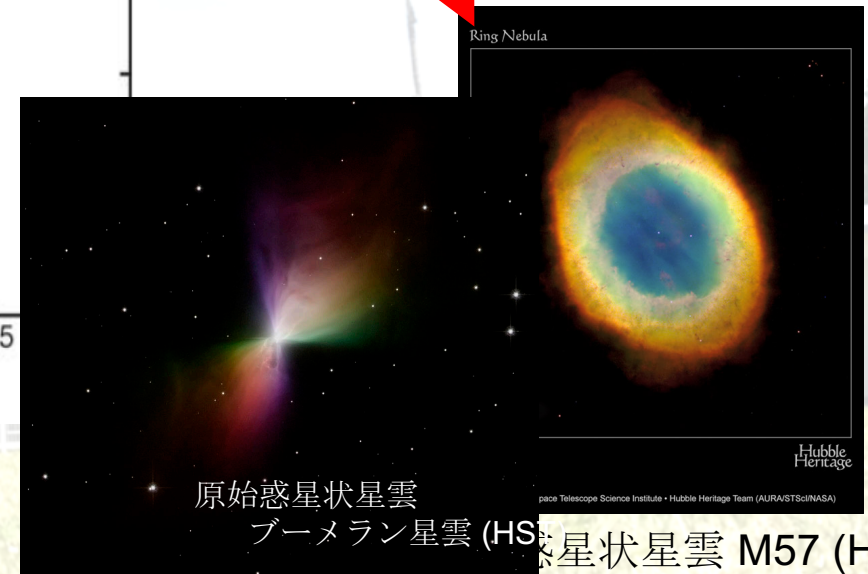
位置と固有運動を精度よく決定することで
物理パラメータの高精度化が期待出来る

原始惑星状星雲

- **AGB星の後期から惑星状星雲へ進化する途中の段階**



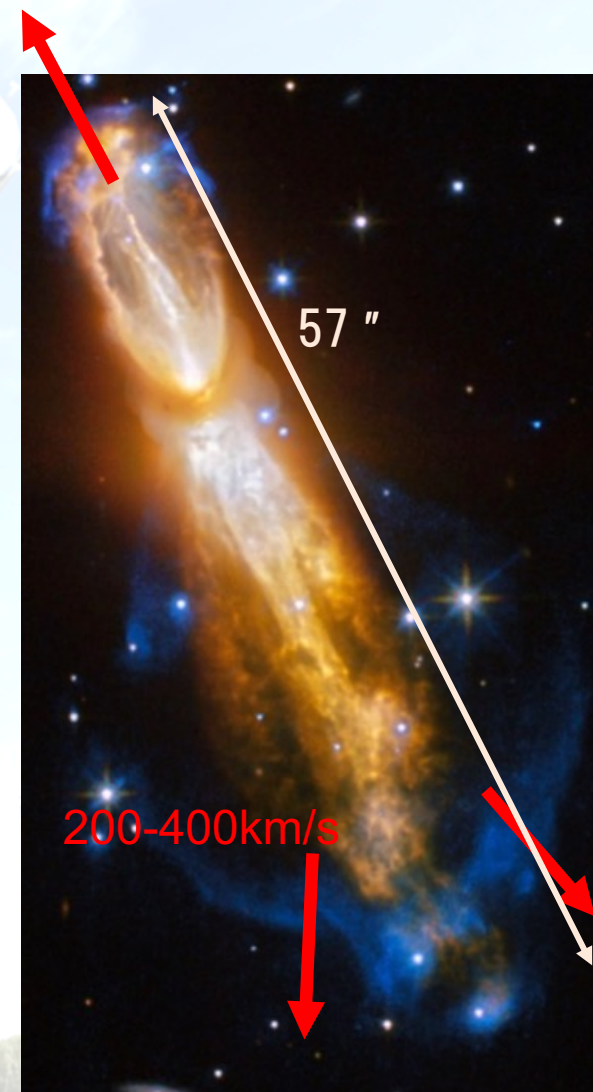
AGB星(Wittkowski 2005)



2 M_{\odot} の星の進化の過程

OH231.8+4.2

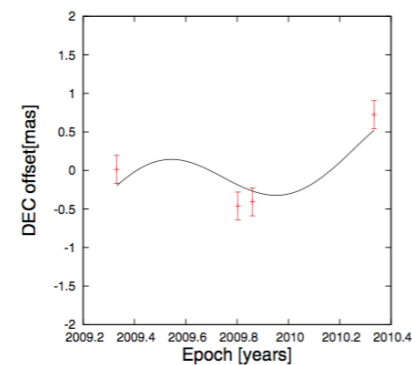
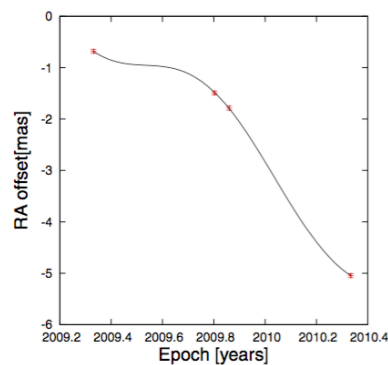
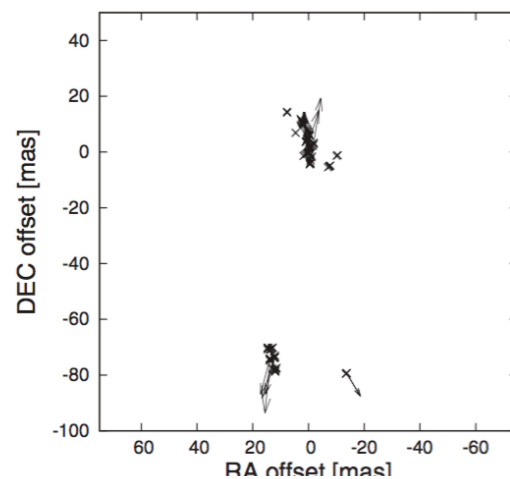
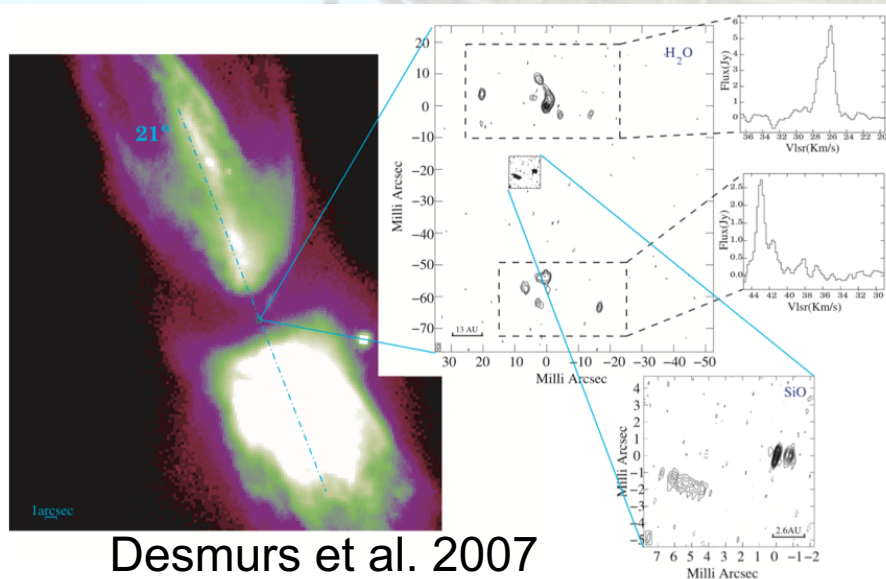
- 原始惑星状星雲
- RA Dec 07 42 16.947 -14 42 50.20
- 散開星団 M46のメンバー
- 中心星はミラのような変光を示す
AGB星 Feast et al. (1983)
→変光周期660日
- 双極ガス流の速度は $200\text{-}400\text{km s}^{-1}$
- スケールは最大 $57''$ 程度
- 初期質量は $3M_{\odot}$ 程度



HST WFPC2

OH231.8+4.2

- H₂O、SiO、OHの各メーザーが存在
- $V_{\text{LSR}}=33\text{km/s}$ (Sanchez et al. 2002)



$$\pi=0.65\pm0.01[\text{mas}]$$

$$D=1.54\pm0.02 [\text{kpc}]$$

Choi (2014)

VERAでMulti-epochVLBI観測を行った

VERA

VLBI Exploration of Radio Astrometry

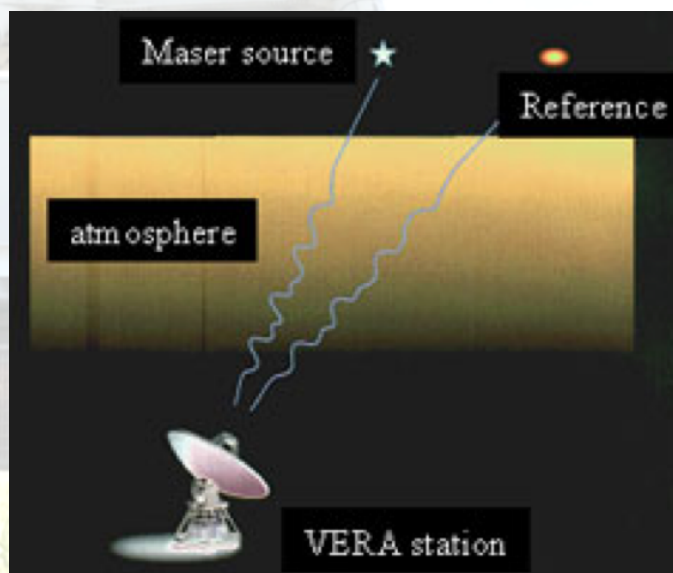
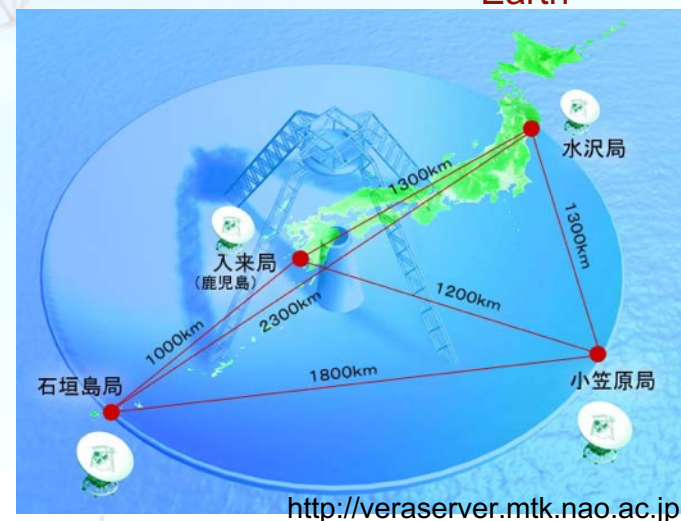
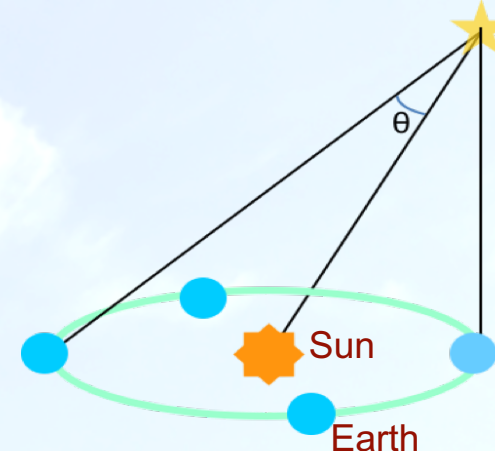
- 水沢、入来、小笠原、石垣島の4局
- 最大基線長：**2270km**
- **2ビーム機構**により、位置天文観測に長ける

観測周波数

C-band 6.7GHz

K-Band 22GHz

Q-Band 43GHz



§2. Observations

VLBI観測

- 観測周波数:**22GHz** (水メーザー)
- 観測期間 : **2012年2月-2014年12月**
- 観測回数 : **22回** (おおよそ1ヶ月おき)
- 天体 : **OH231.8+4.2&J0737-1534**

単一鏡観測

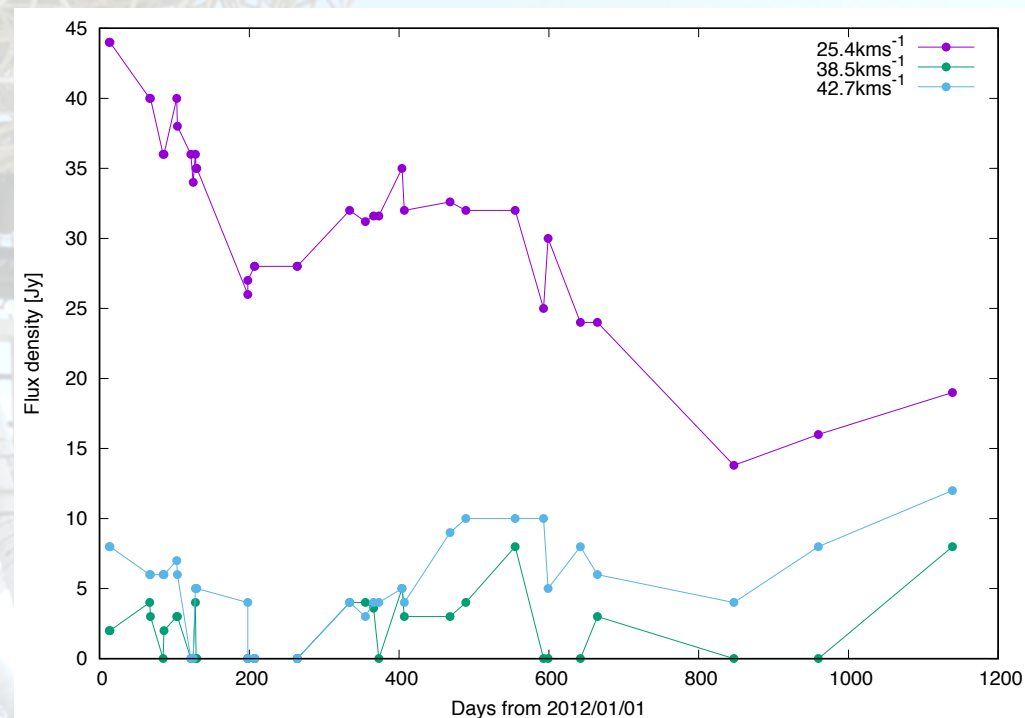
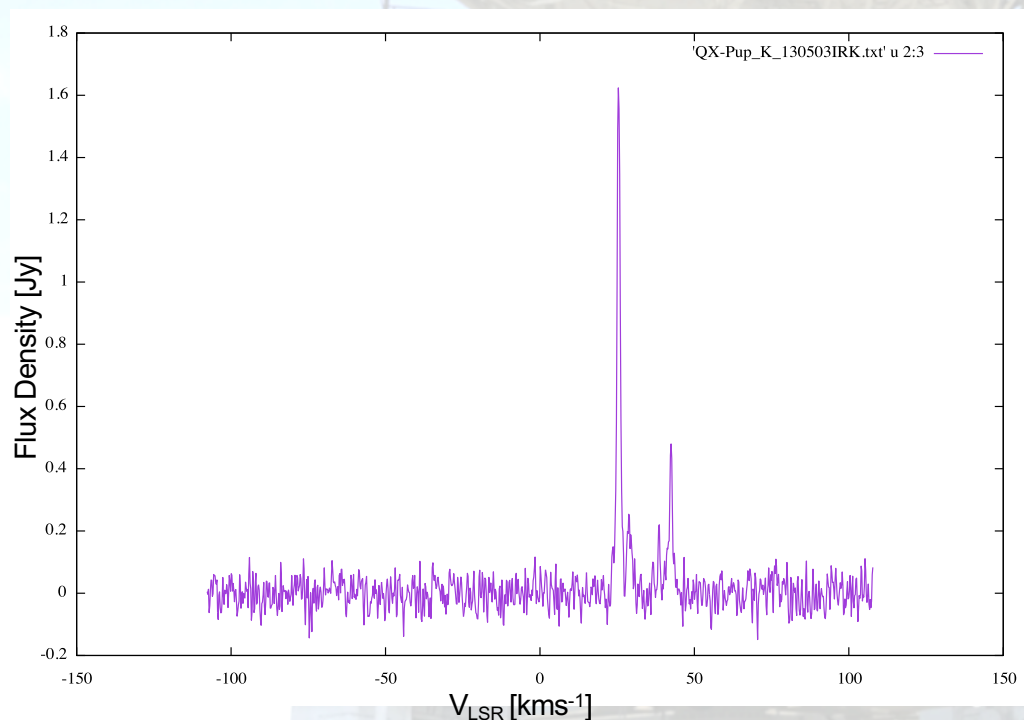
VLBI観測に並行して水メーザーの強度をモニタリング

- 望遠鏡 : **VERA**入来局
- 観測周波数:**22GHz** (水メーザー)
- 観測頻度 : おおよそ1ヶ月おき)
- 天体 : **OH231.8+4.2**

§3. Results

単一鏡観測

2013年5月3日観測のスペクトル



25.4kms⁻¹ : 15Jy-45Jyで変動

38.5kms⁻¹ : 13Jy以下の範囲で変動

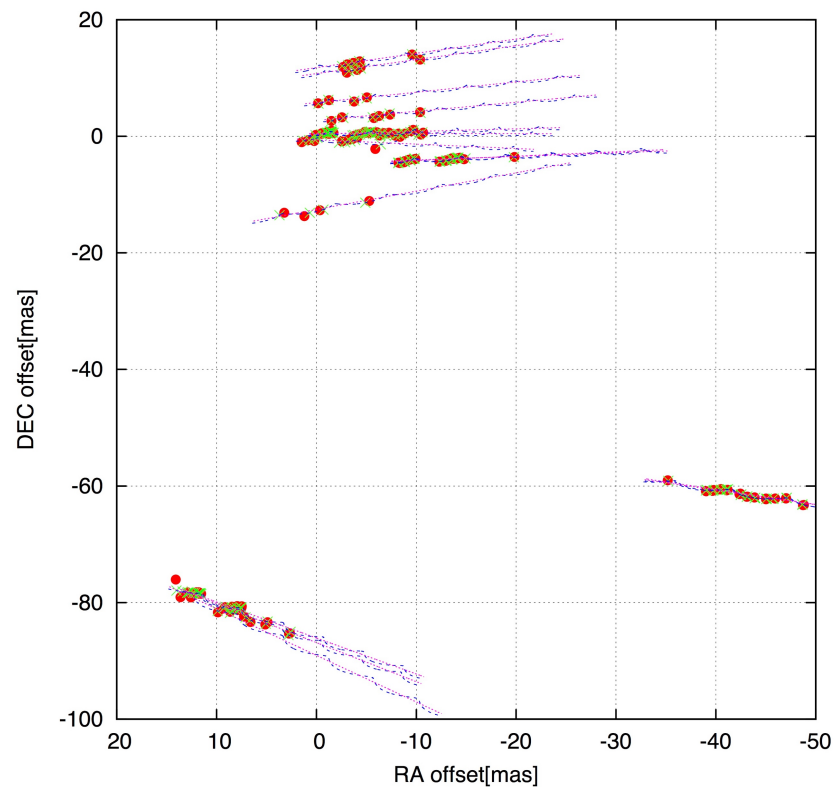
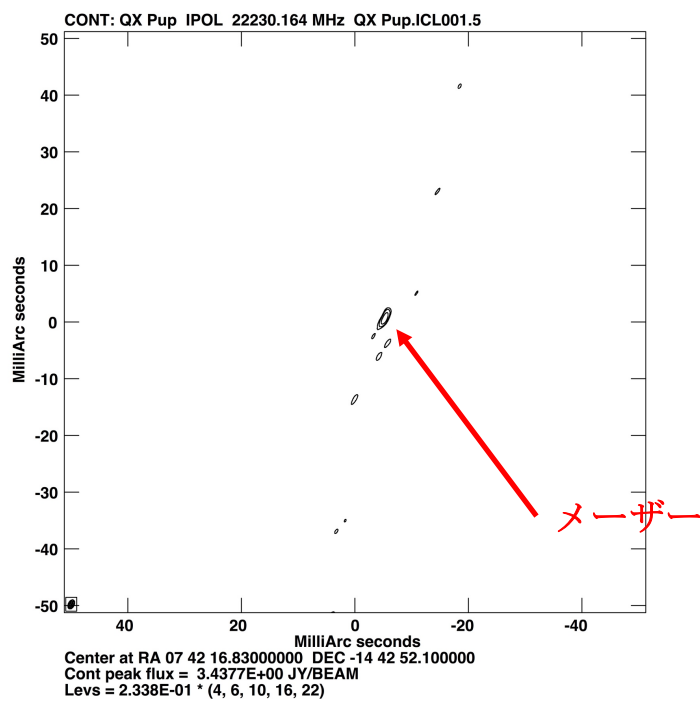
42.7kms⁻¹ : 15Jy以下の範囲で変動

Results

VLBI観測

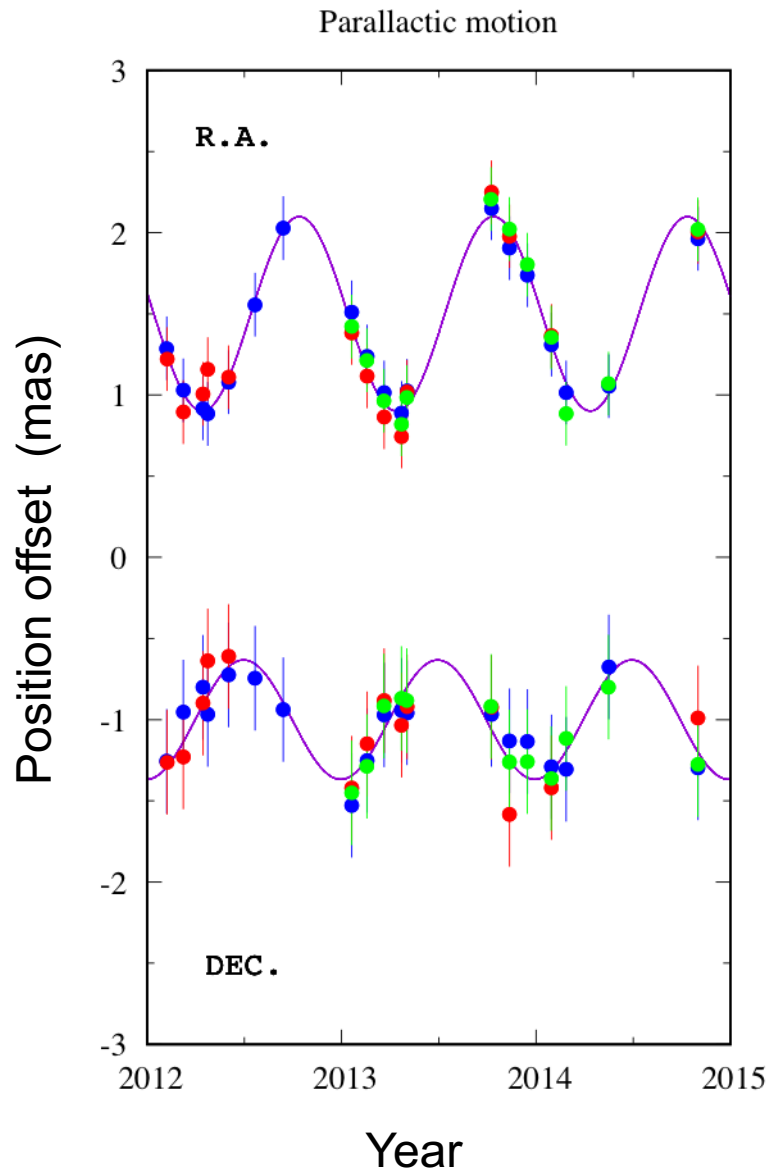
位相補償マップの一例
(2013年5月3日観測)

天球面上での動き



Parallax fitting

1年以上検出され、なおかつS/N=7以上である11スポットを使用。



- :25.39kms-1
- :38.82kms-1
- :42.32kms-1

$$\pi = 0.61 \pm 0.03 \text{ [mas]}$$

$$D = 1.65 \pm 0.08 \text{ [kpc]}$$

固有運動

$$\mu = (-4.84 \pm 0.28, -1.09 \pm 0.45) \text{ [mas/yr]}$$



$$\mu' = (-37.8 \pm 1.95, -8.49 \pm 0.23) \text{ [km/s]}$$

LSRに対する三次元速度

$$46.5 \text{ km/s}$$

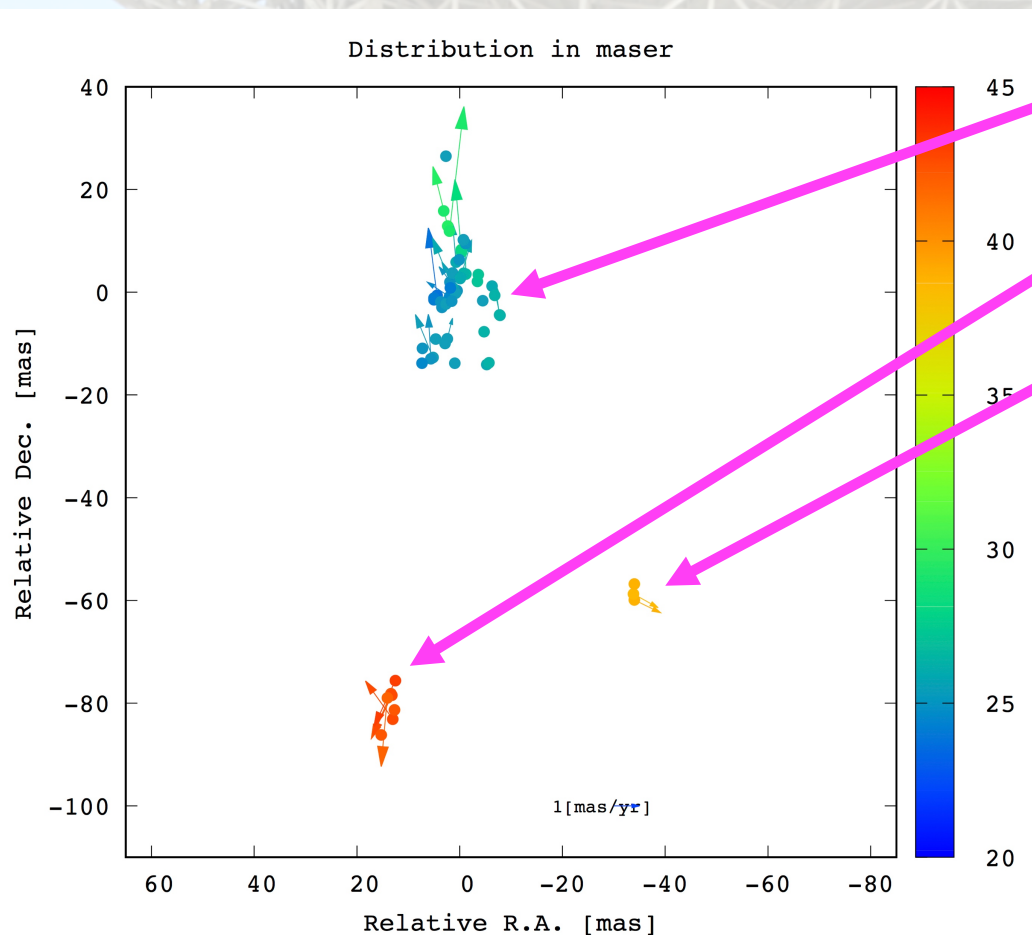
メーザー分布と固有運動

相対的な固有運動

$$\mu_N = (1.62, 16.3) \text{ [km/s]}$$

$$\mu_S = (5.44, -13.5) \text{ [km/s]}$$

$$\mu_W = (-7.06, -2.90) \text{ [km/s]}$$

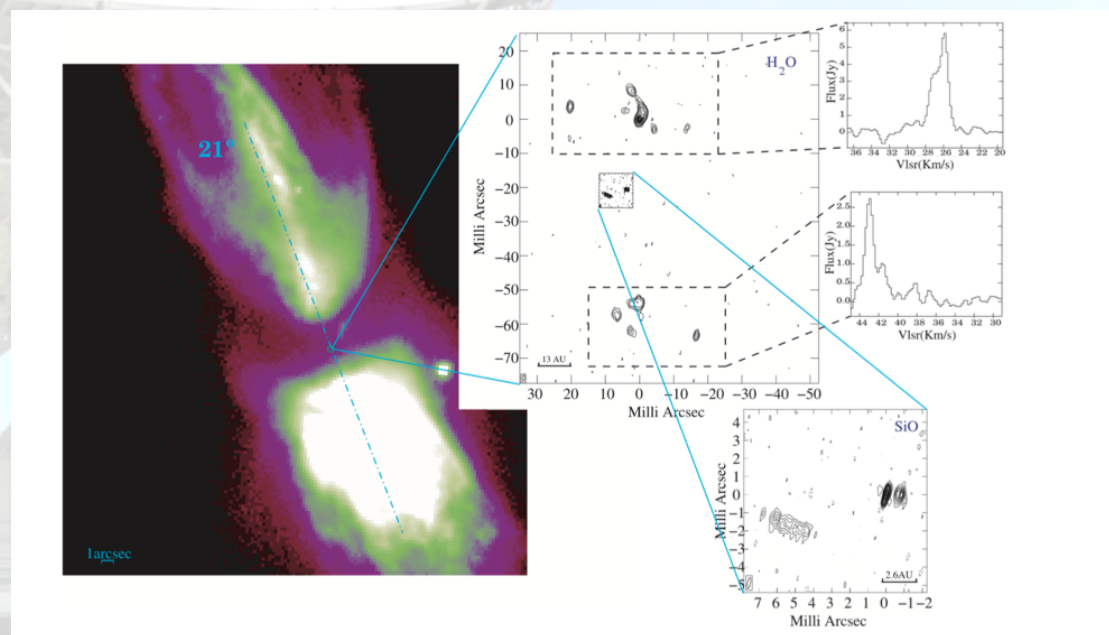
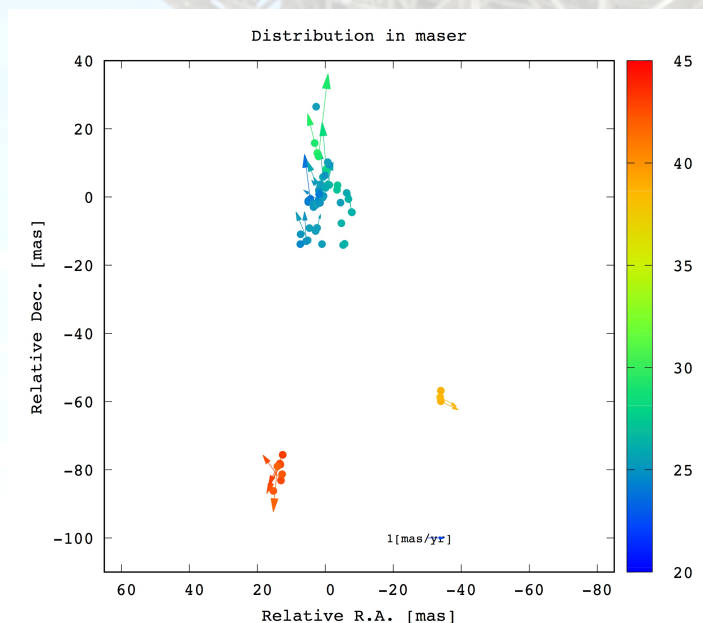


水メーザーは**200au**
以内の領域に分布

§4. Discussion

先行研究との比較

メーザー分布



Desmurs et al. 2007

- 北に**blue shift**成分、南に**red shift**成分がある
という点で**Desmurs et al. 2007**と一致

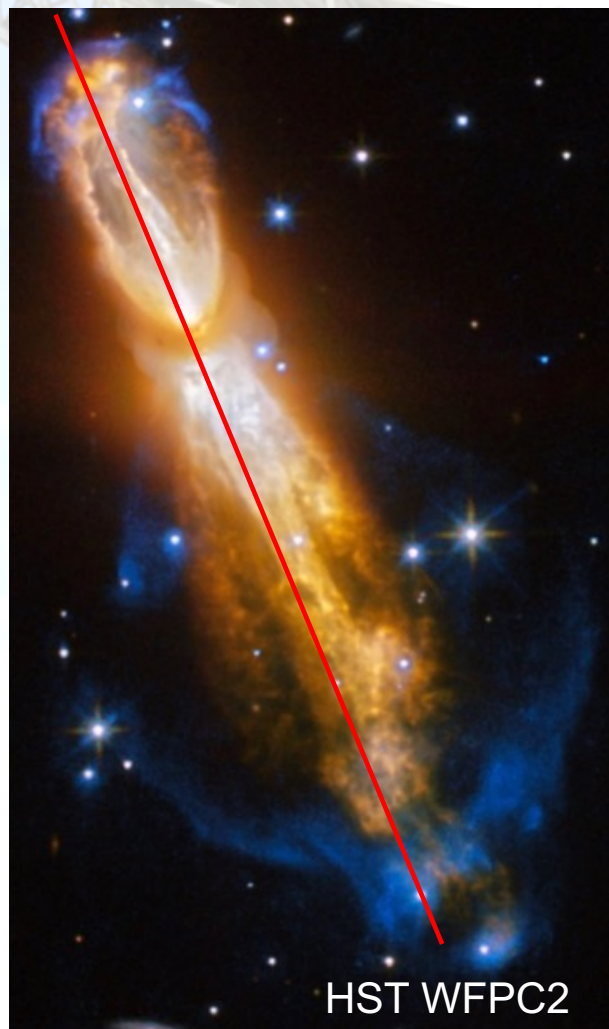
年周視差

今回の結果 : $D=1.65 \pm 0.08$ [kpc]

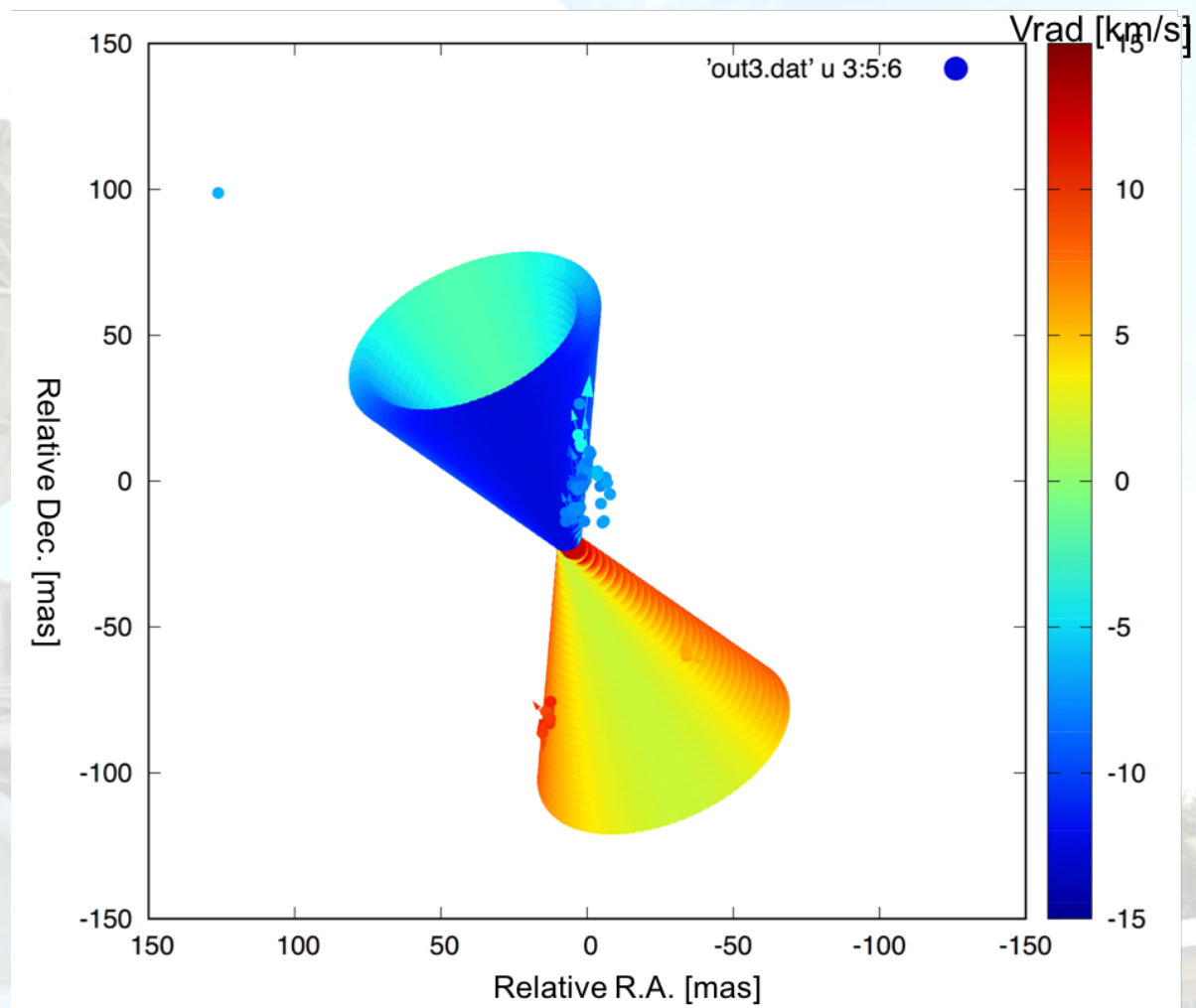
Choi (2012) : $D=1.54 \pm 0.02$ [kpc]

差は7%

メーザー分布のモデル化



**Position angle: 21°
Inclination angle: 35°
(Balick et al. 2007)**



**Position angle: 21°
Inclination angle: 35°
円錐の頂角: 40°**

Summary

- **VERA**を用いて**OH231.8+4.1**の距離を **1.65 ± 0.08 [kpc]**と求めた。
- 固有運動は **$\mu = (-4.84 \pm 0.28, -1.09 \pm 0.45)$ [mas/yr]**で、その速度は **$\mu' = (-37.8 \pm 1.95, -8.49 \pm 0.23)$ [km/s]**であることがわかった。
- メーザーは北、南、西の3カ所にそれぞれ異なった視線速度で存在し、ある点から外にふきだすような運動がみられた。
- 今回検出された水メーザーの運動は大規模で高速な双極ガス流の根元付近をトレースする水メーザーの動きを表していると考えられる。今後モデル化を進めていく。

