

Cep Aにおける 6.7 GHzメタノールメーザの 内部固有運動計測

山口大学大学院
博士後期課程 2年

杉山 孝一郎

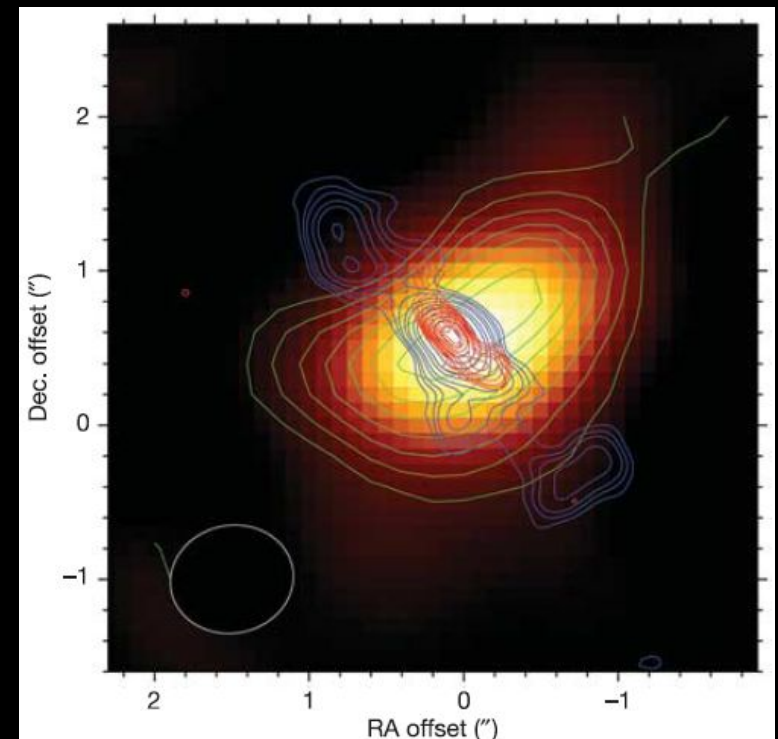
目次

1. 大質量星形成領域研究への寄与
2. 観測天体：Cepheus A
3. 観測
4. 結果：内部固有運動
5. まとめ・展望

大質量星の形成過程

- 大質量星の形成過程は？
 1. 周囲のガス円盤からの質量降着説
 2. 複数の小質量星同士の合体説
- 質量降着説が有力
 - 大降着率 $10^{-3} M_{\odot} \text{ yr}^{-1}$ あれば可能
 - 分子輝線観測による間接的結果

内部固有運動計測による回転や
インフォールの直接的計測が必要



Patel et al. (2005)

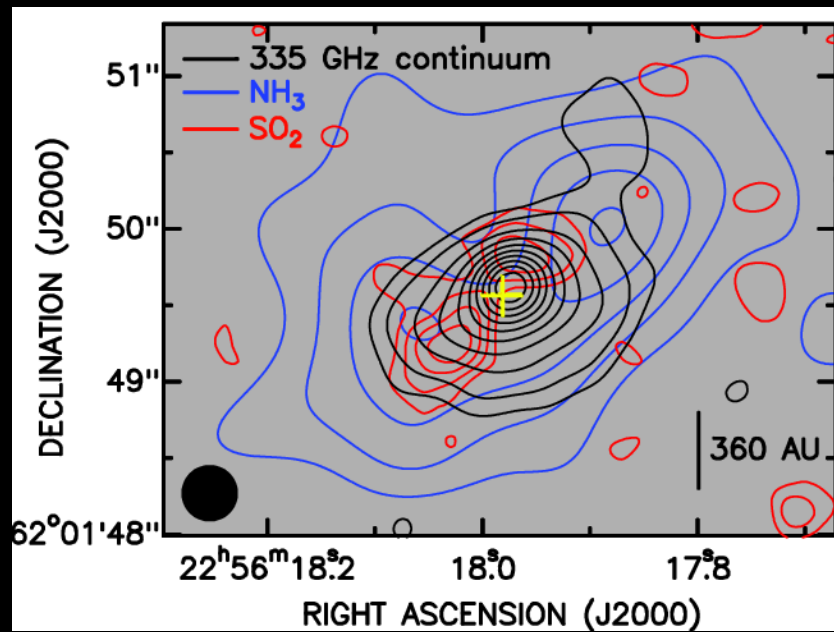
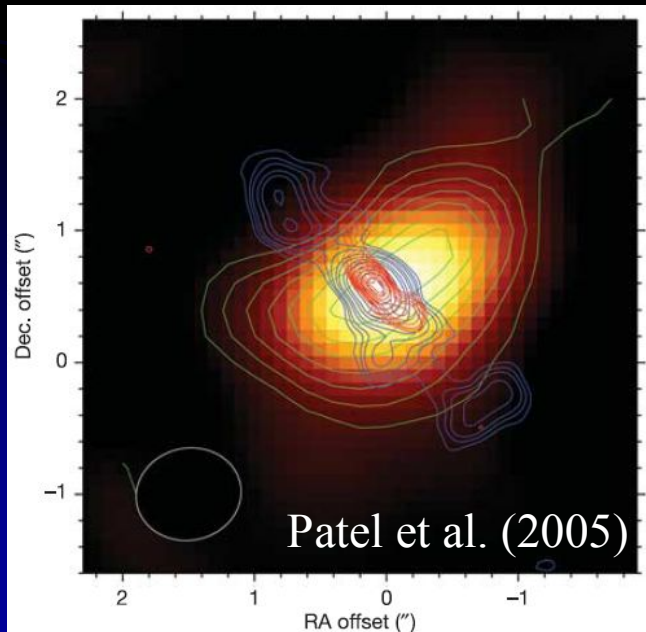
6.7 GHzメタノールメーザの有利性

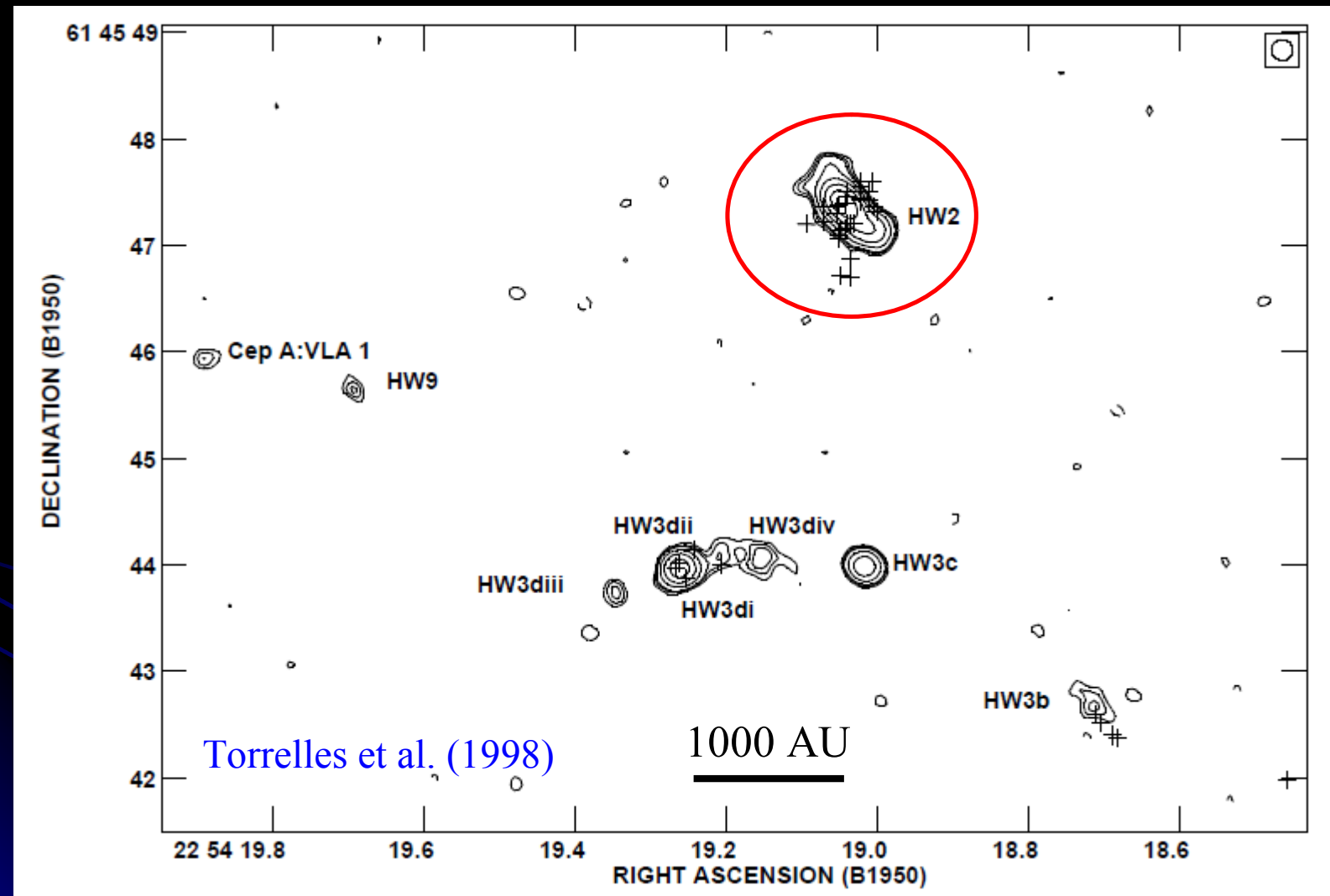
- 大質量星形成領域のみに付随
- 寿命が長い：4年以上
- 星形成の若い時期に放射： $\sim 10^4$ yr
- edge-on 回転円盤に付随の可能性
 - $\sim 40\%$ の天体は直線空間構造 & 直線速度勾配
 - 膨張 or インフォールを伴う回転円盤の存在も
(Bartkiewicz et al. 2009, etc...)

6.7 GHzメタノールメーザの内部固有運動を
計測することが効果的

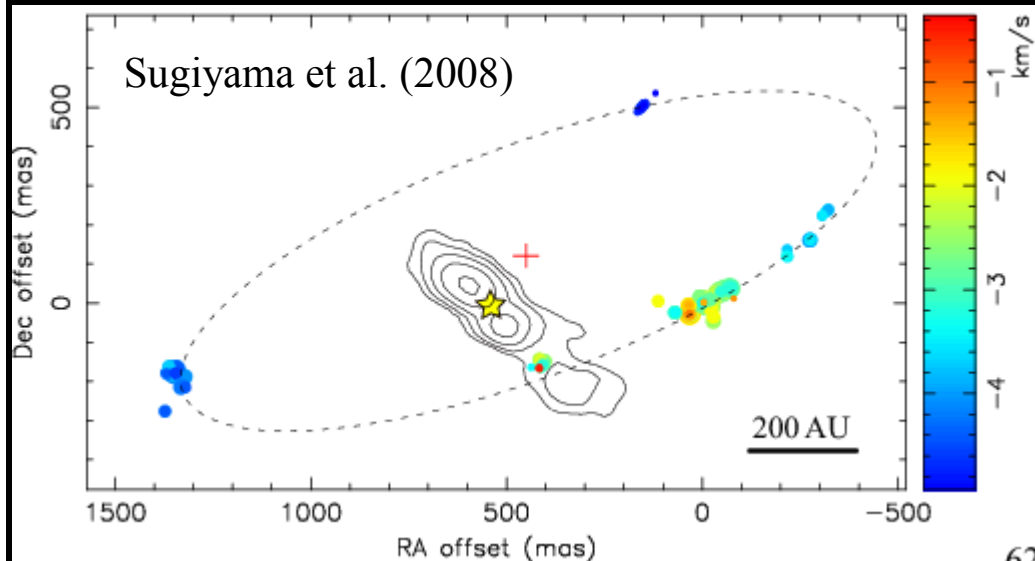
Cepheus A (Cep A) – I : 回転円盤の存在

- 距離 : 0.70 ± 0.04 kpc (Moscadelli et al. 2009)
- メタノールメーザはHW2から検出
- 回転円盤の存在を示唆
 - CH_3CN , NH_3 , SO_2 の空間分布 & 視線速度勾配



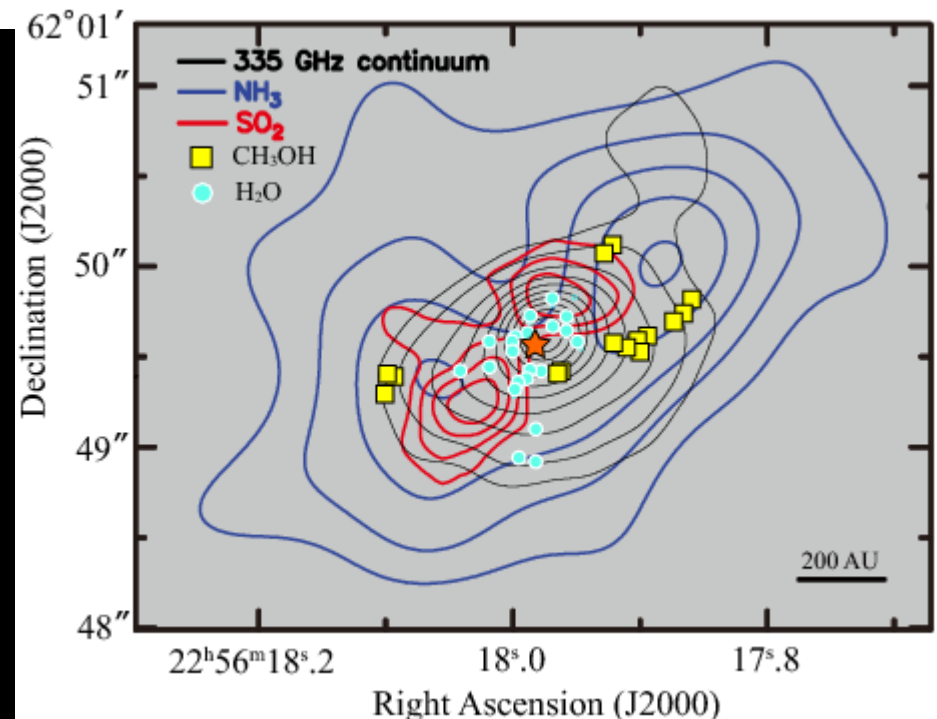


Cep A – II : メタノールメーザ



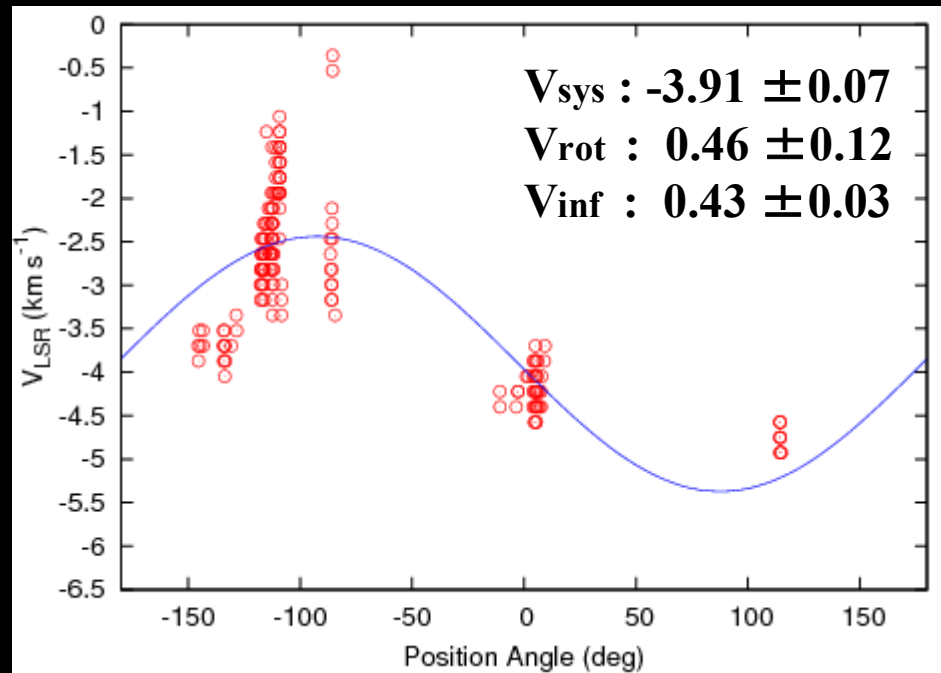
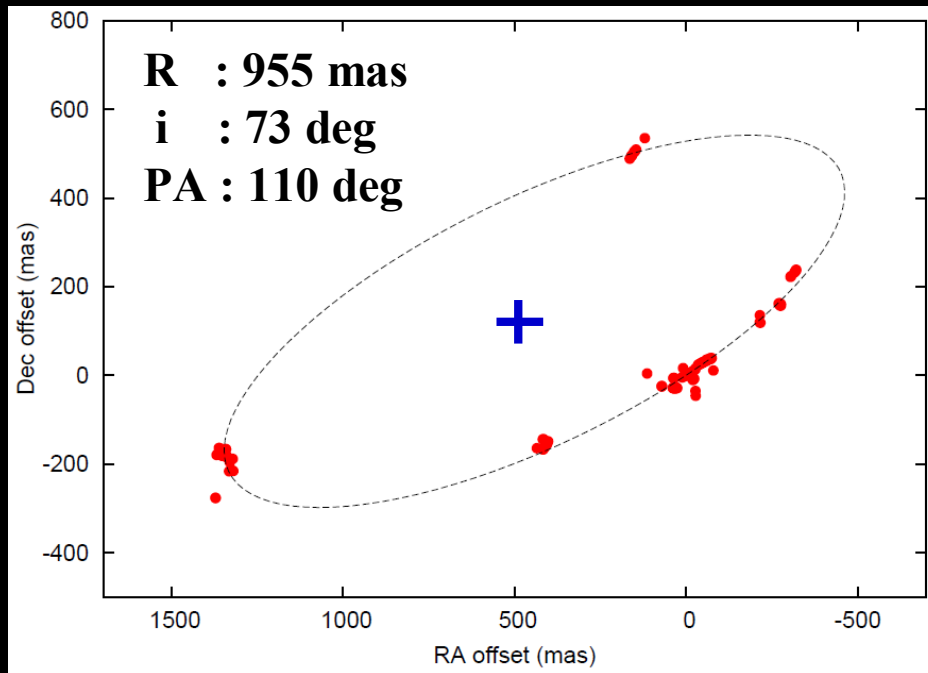
- 電波ジェットに垂直
 - PA差 : ~ 70 deg
- 中心に星の存在
 - 楕円のほぼ中心

- CH_3CN , NH_3 回転円盤に一致
 - サイズ、速度範囲共に
- 水メーザ, SO_2 回転円盤とも一致
 - サイズは半分
 - 水メーザは高速回転



回転円盤に付随の可能性

Cep A -- III : 回転 & インフォールモデル



$$V_{\text{LSR}} = v_{\text{sys}} + v_{\text{rot}} \cdot \frac{x'}{R} \cdot \sin i + v_{\text{exp}} \cdot \frac{y'}{R} \cdot \tan i$$

$$\begin{cases} x' = (x - x_0) \cos \theta + (y - y_0) \sin \theta \\ y' = -(x - x_0) \sin \theta + (y - y_0) \cos \theta \end{cases}$$

➤ 円盤の回転 + 膨張モデル (Uscanga et al. 2008, Torstensson et al. soon.)

➡ 回転 + インフォール !!

➤ 速度が小さい, 中心質量も大質量星に満たない...

内部固有運動の計測による
回転 & インフォールの検証

観測テーブル with JVN at 6.7 GHz

- 速度分解能 : 0.176 km s^{-1}
- 合成ビーム (平均) : $\sim 9 \times 4 \text{ mas}^2$



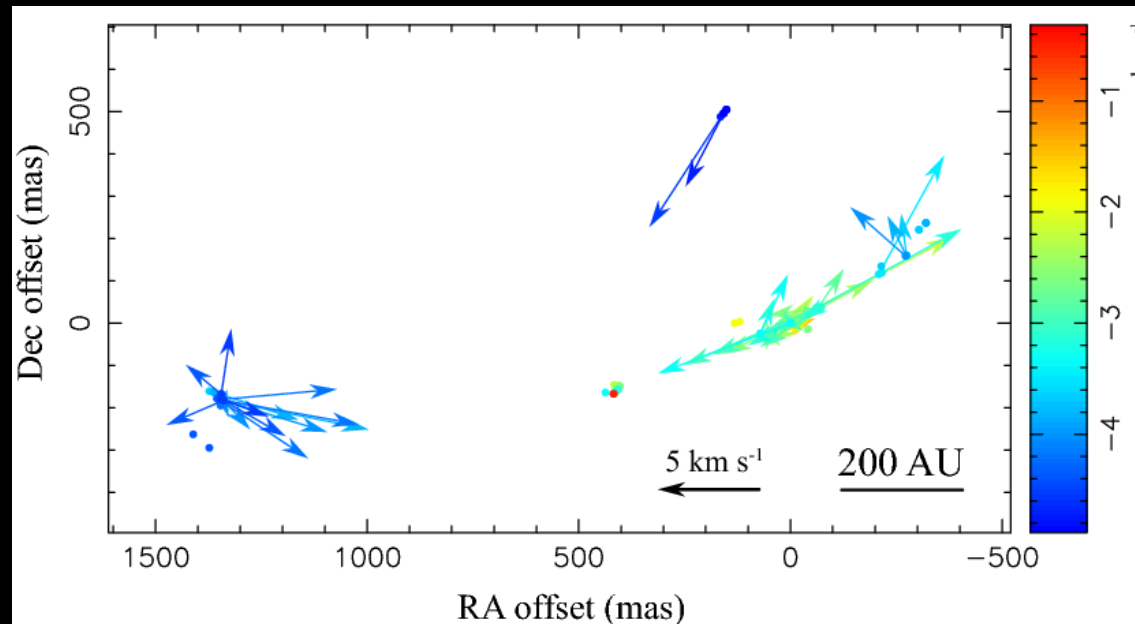
	Cep A		
観測日	2006, 9, 9	2007, 7, 28	2008, 10, 25
参加局	山, 臼, 水, 石	山, 水, 石, 入, 笠	山, 水, 石, 入, 笠
積分時間	2.8 hrs	2.1 hrs	1.6 hrs
イメージ感度 *	80	100	110

* : 単位は mJy beam^{-1}

観測結果

～内部固有運動～

結果：内部固有運動



➤ 選出条件

1. 速度分解能内で一致
2. 3σ 以上の動き
3. 視線速度範囲($\sim 5 \text{ km s}^{-1}$)の2倍以上の動きを示したものは除外

➤ 42個のスポットを同定

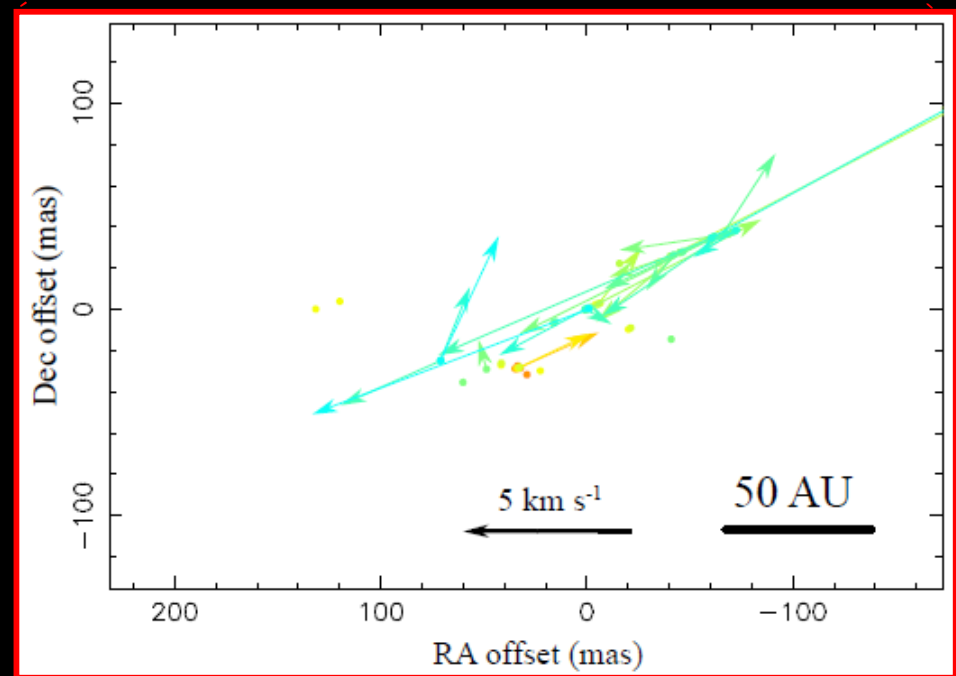
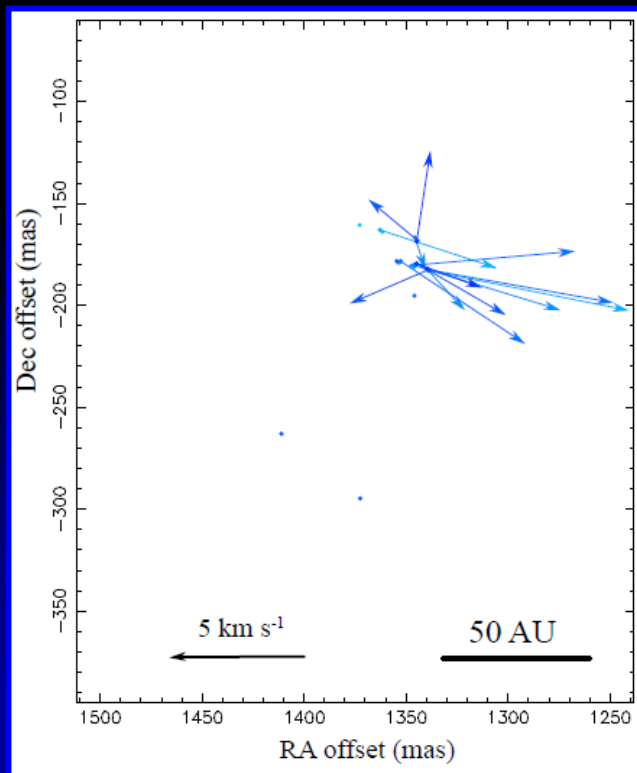
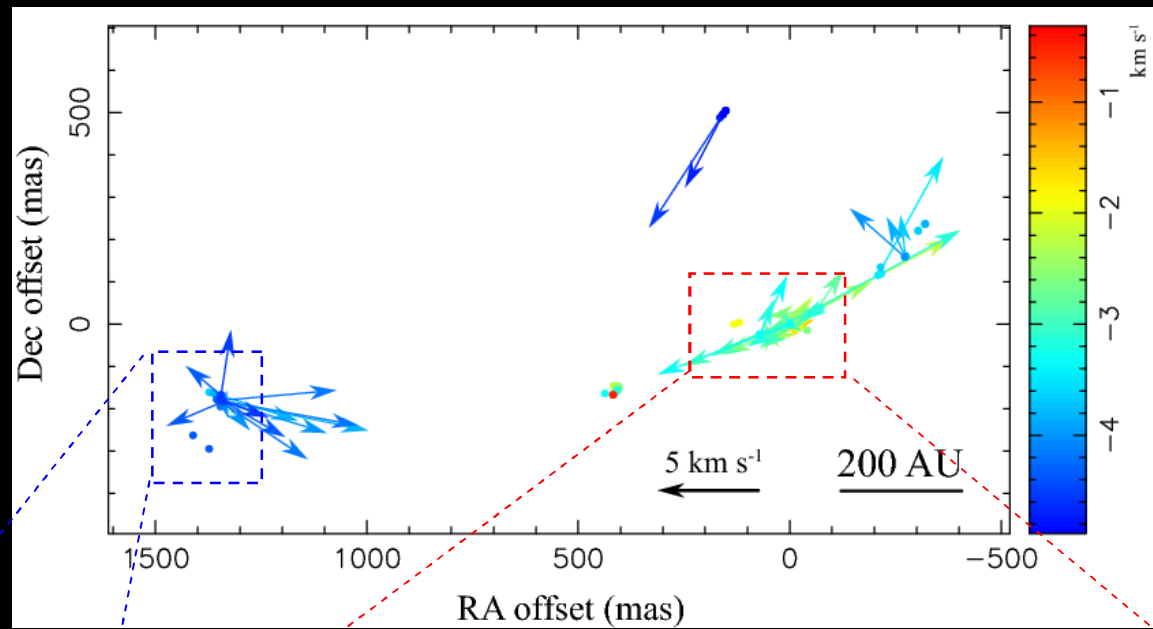
- 2エポック間のみで検出のものも含む

- 回転らしき運動

$$V_x : -7.8 \sim 7.0 \text{ km s}^{-1}$$

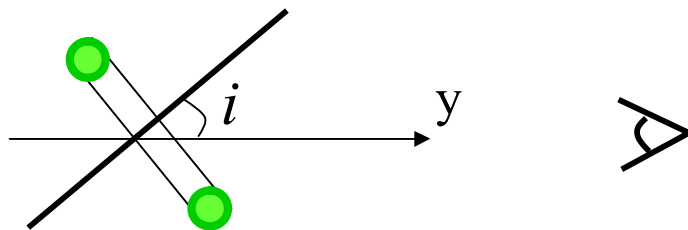
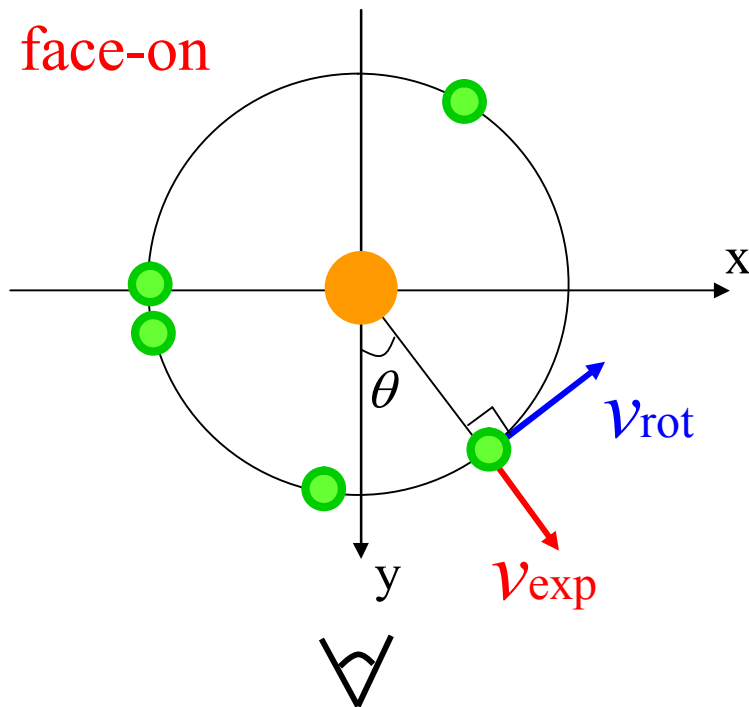
$$V_y : -6.0 \sim 6.3 \text{ km s}^{-1}$$

拡大図



モデルフィット

face-on



➤ 仮定

- 同心円上に分布
- 平面上で運動
- x, y 方向の内部固有運動のみ考慮

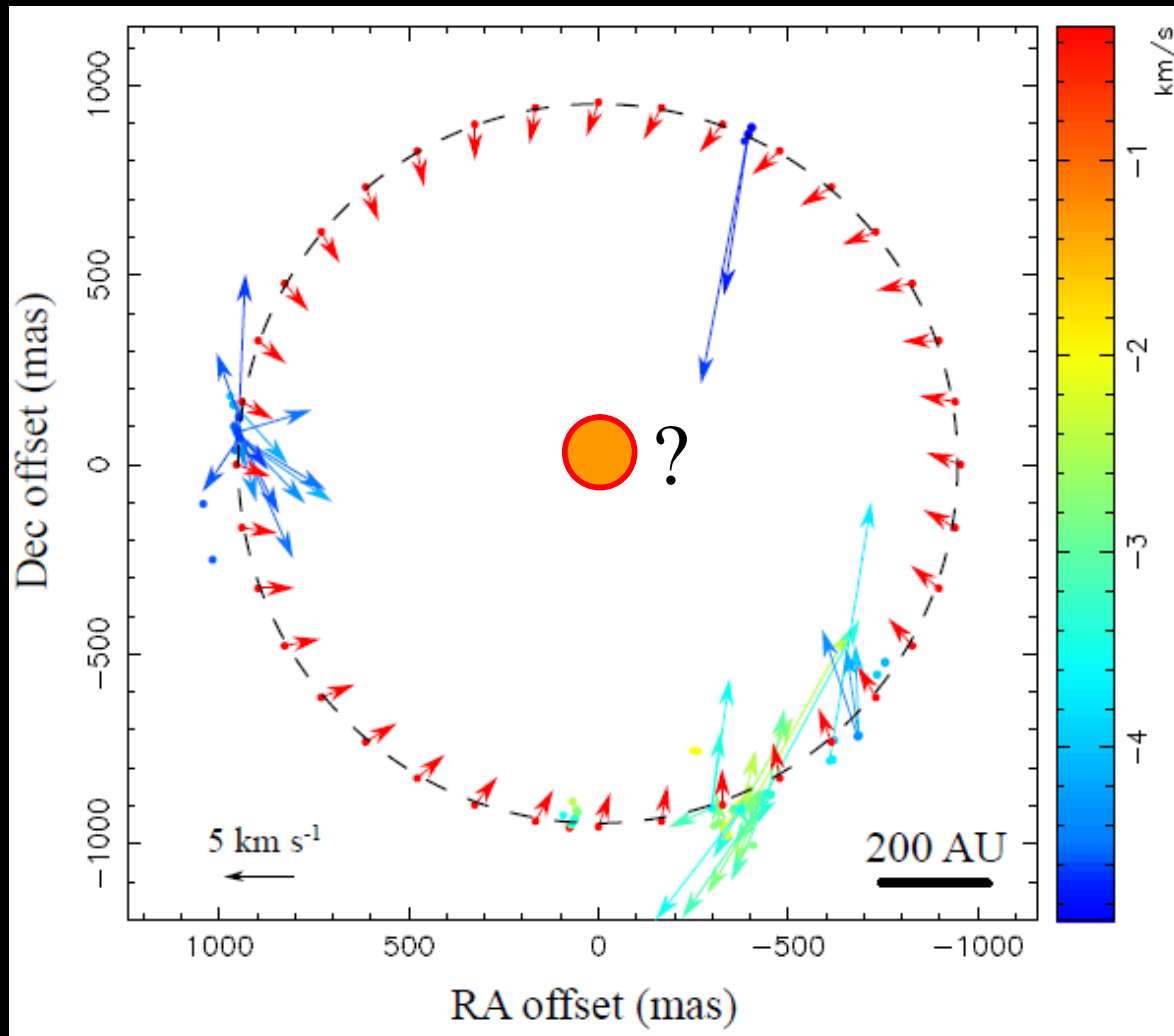
$$V_x = v_{\text{exp}} \sin \theta + v_{\text{rot}} \cos \theta$$

$$V_y = (v_{\text{exp}} \cos \theta - v_{\text{rot}} \sin \theta) \sin i$$

➡

$$\begin{cases} v_{\text{exp}} = -1.6 \text{ km s}^{-1} \\ \text{(負の膨張, 即ちインフオール)} \\ v_{\text{rot}} = 0.5 \text{ km s}^{-1} \end{cases}$$

face-on から見た固有運動



➤ face-onでプロット

➤ P.A. 110 deg

➤ incli. 73 deg

で補正

$$\left\{ \begin{array}{l} v_{\text{inf}} = 1.6 \text{ km s}^{-1} \\ v_{\text{rot}} = 0.5 \text{ km s}^{-1} \end{array} \right.$$

➡ 中心質量
< 1 $M_{\odot}$

今後検討の必要あり

まとめ・展望

まとめ

- Cep Aの6.7 GHzメタノールメーザ
 - インフォールを伴う回転円盤に付随している可能性
- 内部固有運動の検出に成功
 - 回転らしき運動
 - 回転 & 膨張円盤モデルフィッティング

⇒ 回転 & インフォール

展望

- 視線速度, 系統速度を加えたフィッティング
- 中心質量の検討
- 輻射圧との関係によるインフォールの可能性の検証