

# Orion-KL領域のアウトフロー

金 美京 (東京大学)、廣田 朋也 (国立天文台)、小林 秀行 (国立天文台)、他 VERAメンバー

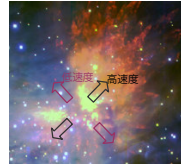
## アブストラクト:

Orion-KL領域はもっとも太陽に近い大質量星形成領域であり、活発な分子アウトフローが観測されている。その主なエネルギー源はアウトフローの中心にあるSource Iと考えられてきた。しかし、近年のVLBIによるSource I周辺のSiOメーザー源と水メーザー源の観測により、Source Iが北西-南東の高速アウトフローに平行な円盤とその円盤に垂直なアウトフローをもつ可能性が示唆された。これはSource Iがアウトフローの主なエネルギー源として考えられたこれまでの理解とはことなる結果である。また、アウトフローの中心ではSource I以外にもサブミリや電波のピークが観測されており、分子アウトフローのエネルギー源の特定にはまだ議論の余地がある。

Orion-KL領域の分子アウトフローには水メーザーが付随しており、その固有運動はアウトフローの起源を探る重要な手がかりになる。そこで、2005年から2006年に行われたVERAを用いたOrion-KL領域の水メーザー観測からメーザーの固有運動を測定した。この観測では視線速度幅  $-10 \text{ km/s} < v_{\text{lsr}} < 40 \text{ km/s}$  の、低速アウトフローに付随した成分が検出された。この講演では、その固有運動測定結果について報告し、Orion-KL領域のアウトフローの起源について議論する。

## Introduction

- ・太陽から最も近い大質量星形成領域
- ・活発な分子アウトフローと多数の電波/赤外線源
- ・全種類のメーザー(SiO, OH, H<sub>2</sub>O, CH<sub>3</sub>OH, NH<sub>3</sub>)が観測できる



すばる望遠鏡で撮られた Orion-KL領域(Kaifu et al. 2000)

- ・高速アウトフローのpowering sourceは？
  - 1) Source I: アウトフロー中心の大質量原始星
    - ① NW-SE outflow/torusモデル: 高速アウトフロー
    - ② NE-SW outflow/diskモデル: 低速アウトフロー
  - 2) Source n, SMA:
    - Source n: 低速アウトフロー (eg. Shuping et al. 2004)
    - SMA: 高速アウトフロー (eg. Beuther & Nissen. 2008)
  - 3) BNとSource I (とSource n)の相互作用
    - : BN, Source I (and n)のmultiple systemの崩壊により、高速アウトフロー発生 (eg. Gomez et al. 2008, Bally & Zinnecker 2005)

⇒アウトフローのエネルギー源について大きく3つのシナリオが提案されているが、いままでの観測でそれを切り分けるのはできなかった。そこで、その起源を調べるためにアウトフローの運動をより詳細に調べることが重要である。

## 観測

- ・VERAを用いた位相補償観測
  - : 2005/264, 2005/323, 2005/354, 2006/061, 2006/112, 2006/147 (6 epoch)
- ・天体: H<sub>2</sub>O masers (22.23508 GHz)
  - 参照電波源: J0541-0541 (離角: 1.62°)
- ・16 × 16 MHz IF channel:
  - 相関処理で各IFは512 channel (8 MHz) ⇒ 速度分解能 0.21 km/s
- ・AIPSによるデータ解析

## 研究の目的

Orion-KL領域のアウトフローの起源やそのエネルギー源の性質は大質量形成過程の研究に重要な意義をもつ。これまでアウトフローのエネルギー源について色々な可能性が提案されているが、まだ特定されていない。この研究では、分子アウトフローに付随した水メーザーの固有運動を測定し、その中心を特定することを目的としている。

## 結果

(2006/061-2006/147の3 epoch)

### 1) 空間分布

- Source Iを中心として南西-北東方向に伸びた分布: 図(1)-(5)参照
  - shell maser (2"2") ⇒ SiO thermal emission (10"10") ⇒ H<sub>2</sub>O maser (20"30")
- につながる。

### 2) 視線速度分布

- 速度範囲:  $-5 \text{ km s}^{-1} < v_{\text{lsr}} < 35 \text{ km s}^{-1}$ 
  - (cf. Genzel et al. 1981:  $-100 \text{ km s}^{-1} < v_{\text{lsr}} < 85 \text{ km s}^{-1}$ )
- SiOメーザーやH<sub>2</sub>O shellメーザーと速度範囲が一致
  - ( $-10 \text{ km s}^{-1} < v_{\text{lsr}} < 25 \text{ km s}^{-1}$ )
- しかし、視線速度の空間分布にSiOメーザーのようなパターンはみえない

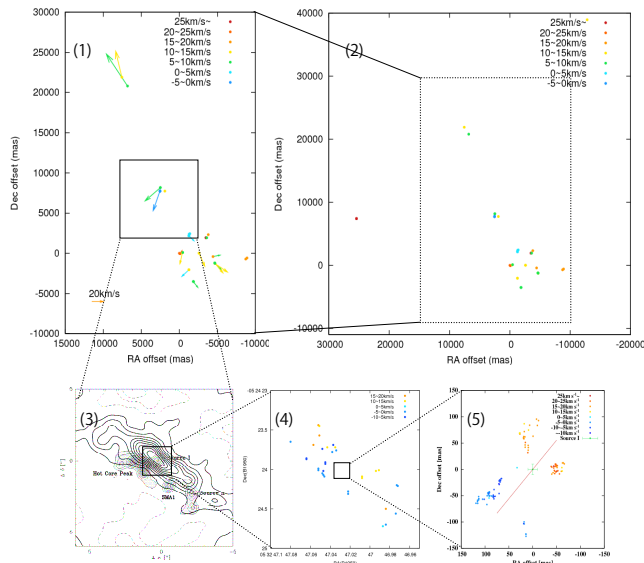
### 3) 相対 固有運動

- 速度範囲 (距離 418 pc):  $6 \text{ km s}^{-1} < v < 60 \text{ km s}^{-1}$  (平均  $\sim 12 \text{ km s}^{-1}$ )
  - (cf. Genzel et al. 1981: 平均  $\sim 18 \text{ km s}^{-1}$ )

⇒空間分布ではSource Iを中心としたアウトフローに付随したメーザーしかし、

- ・アウトフロー線上にSource nが位置
- ・南西領域のメーザースポットの動き
  - : Source I以外にも複数のメーザー励起源の可能性 (Source n, SMAなど)

⇒運動の中心を確かめるために、位相補償結果に基づいた、より多くの固有運動のサンプルが必要。



- (1) (0,0)のスポットに対しての3epoch間の相対固有運動
- (2) 2006/147でのメーザーの分布。(0,0)のスポットに対しての相対位置
- (3) SiO(8-7) thermal emission (Beuther et al. 2008)
- (4) H<sub>2</sub>O shell maser (Gaume et al. 1998)
- (5) SiO maser (Kim et al. 2008)

## 今後

- ・位相補償結果に基づいた固有運動を測定し、より厳密にアウトフローの起源を調べる。
- ・高速アウトフローに付随したメーザー成分の固有運動測定

## References

- Bally, J., Zinnecker, H. 2005, AJ, 129, 2281  
Beuther, H., Nissen, H. D. 2008, ApJ, 679, 121  
Gaume, R. A., Wilson, T. L., Vrba, F. J., Johnson, K. J., & Schmid-Burgk, J. 1998, ApJ, 493, 940  
Genzel, R., Reid, M. J., Moran, J. M., Downes, D. 1981, ApJ, 244, 884  
Gomez, L., Rodriguez, L. F., Loinard, L., & Lizano, S. ApJ, 685, 333  
Hirota, T., et al. 2007, PASJ, 59, 897  
Kaifu, N., et al. 2000, PASJ, 52, 1  
Kim, M. et al. 2008, PASJ, 60, 991