

# EAVNIによる6.7GHzメタノール・メーザーのVLBIサーベイ VIII

松本尚子 (国立天文台), 藤沢健太, 蜂須賀一也, 元木業人, 平野大輝, 林京之介, 新沼浩太郎 (山口大学), 杉山孝一郎, 米倉覚則, 齋藤悠 (茨城大学), 本間希樹, 廣田朋也 (国立天文台/総研大), 澤田-佐藤聡子 (国立天文台), 村田泰宏, 土居明広 (JAXA宇宙科学研究所), 小川英夫 (大阪府立大学) 他

## Abstract

大質量星形成に関する研究において、大質量星の形成に十分な質量が原始星へと降着する過程を知るための一つのアプローチとして、VLBI 観測による 6.7 GHz 帯メタノールメーザー源の内部固有運動計測が挙げられる。この 6.7 GHz 帯メタノールメーザー源は、無バイアスサーベイを含む様々なメーザー源探索が行われてきたが、未だ大質量星形成領域からしか検出されていない(Breen et al. 2013)。また、そのイメージング観測により大質量な若い原始星の円盤をトレースしている事が示唆されている(Bartkiewicz et al. 2009 他)。しかし、その3次元運動を捉えた例(Sugiyama et al. 2014)はまだ限られており、この 6.7 GHz 帯メタノールメーザー源が見せる様々な空間分布が円盤領域のどのような状況を示しているのかを知るにはさらに統計的な調査が必要である。大学VLBI 連携では、大規模プロジェクトとして、これらの大質量星形成領域に付随する6.7 GHz 帯メタノールメーザー源のイメージおよび内部固有運動を統計的に得るため、ミリ秒角スケールの高空間分解能なVLBI 観測装置であるJVN (Japanese VLBI Network) およびEAVN (East-Asian VLBI Network) にて2010年から毎年観測を行ってきた。本講演は、同年の杉山氏(口頭)および蜂須賀氏(ポスター)の講演に関連する報告であり、本プロジェクトの初期成果 Fujisawa et al. (2014) で示されている、edge-on ディスクを示唆する直線状の空間分布を持つ G025.65+01.05、メーザースポットの塊が 100 au 程度離れて点在しているG232.62+00.99、はっきりと形状を分類できないG025.71+00.04、G353.41-00.36 の4天体の内部固有運動計測の結果について報告する。

## Introduction

### Class I 6.7 GHz帯メタノールメーザー源

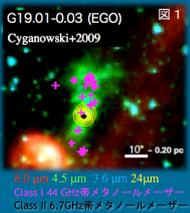


図1: 円盤とアウトフローにメタノールメーザー源が付随する場合の想像図

Class I メタノールメーザー  
(4.4GHz 7<sub>v</sub>6<sub>v</sub>A<sup>+</sup> etc.)

Class II メタノールメーザー  
(6.7GHz 5<sub>v</sub>6<sub>v</sub>A<sup>+</sup> etc.)

大質量星形成の初期の段階の、EGO天体に代表されるように、Class IIIに分類されるメタノールメーザー源は原始星の近くで検出されることが知られており、原始星への物質降着等の情報を引き出す手がかりになるのではないかと期待されているメーザー源である。そして、近年Sugiyama et al.(2014)などにより6.7GHz帯メタノールメーザー源の内部固有運動から原始星円盤からの質量降着を示唆する結果が得られてきている。

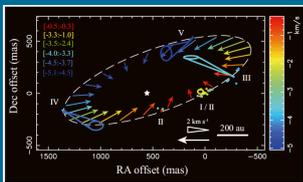


図3: Sugiyama et al. (2014) より Cep A-HW2で捉えられた回転降着を示唆する 6.7 GHzメタノールメーザー源の内部固有運動

しかし、左のように何をトレースしているのか特定できた事例はまだ数が少なく、実際には左のような円弧状のものもあれば、直線状にメーザースポットが並ぶもの、また、複雑な形を分類できないものもあり、空間構造のみからトレースする構造を特定することは難しい。したがって、3次元運動も合わせて多様な天体について調べて行く必要がある。

## 大学VLBI連携(東アジアVLBI網)による 6.7GHz帯メタノールメーザー源モニタープロジェクト

多様な空間構造サンプルとして、36天体の6.7 GHz帯メタノールメーザー源を2010年から毎年それぞれの天体を1回ずつ観測しており、1エポック目の観測結果がFujisawa et al. (2014)にて発表された。

今回報告する4天体の空間分布 (Fujisawa et al. 2014)を以下に示す。

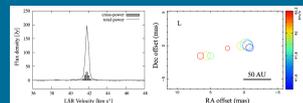


図4: G025.65+01.05 運動学的距離12.5kpc(Green & McClure-Griffiths 2011) 直線状の空間分布が見られる。

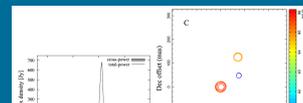


図5: G025.71+00.04 運動学的距離11.8kpcの天体(Pandian et al. 2008) UC III領域に付随し(Crowther 2009)、複雑な空間分布を持つ天体。

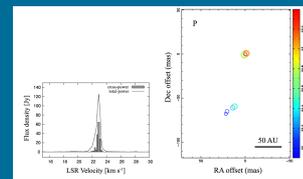


図6: G232.62+00.99 スペクトル形状は非常に安定しているが、強度変化はする天体。年周視差計測(Reid et al. 2009)によって求められた距離は1.68kpc。メーザースポットの塊が2つ見られる天体。

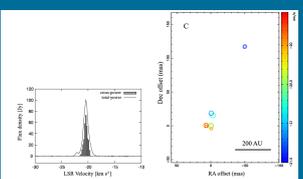


図7: G353.41-00.36 運動学的距離3.8 kpc (Caswell et al. 2011) 複雑な空間分布を持つ天体。

## Observations

東アジアVLBI網によりそれぞれの6.7GHz帯メタノールメーザー源を3回ずつ観測した。

Obs. ID	Date	Time (UT)	Source	Telescopes
U10240A	2010/08/28	07:00-16:00	G 025.65+01.05, G 025.71+00.04	M, R, O, I, H, S
U11277A	2011/10/04	04:30-13:30	G 025.65+01.05, G 025.71+00.04	M, R, O, I, Y, H
U12265A	2012/09/21	05:15-14:45	G 025.65+01.05, G 025.71+00.04	M, R, O, I, Y, H, S
U10241A	2010/08/29	07:00-27:00	G 232.62+00.99, G 353.41-00.36	M, R, O, I, H, S
U11295A	2011/10/22	14:00-24:00	G 232.62+00.99	M, R, O, I, Y, H, U
U12273C	2012/09/29	19:00-25:00	G 232.62+00.99	M, R, O, I, Y, H
U11278A	2011/10/22	14:00-21:30	G 353.41-00.36	M, R, O, I, Y, H, U
U12267A	2012/09/23	05:15-14:45	G 353.41-00.36	M, R, O, I, Y, H, S

Notes:  
M: VERA Mizusawa 20 m, R: VERA Iriki 20 m, O: VERA Ogasawara 20 m, I: VERA Ishigakijima 20 m, Y: Yamaguchi 32 m, U: Usuda 64 m, H: Hitachi 32 m, S: Shanghai 25 m

## Result & Discussion

4天体中3天体について内部固有運動が得られた。

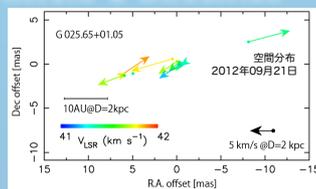


図8: G025.65+01.05の内部固有運動計測結果 直線状の構造に沿った運動が見られた。2010年のデータはイメージングが難しく、今回は2011年と2012年のデータのみから内部固有運動を求めた。また、Fujisawa et al. (2014)の結果に対して、新たに北東の成分を検出した。

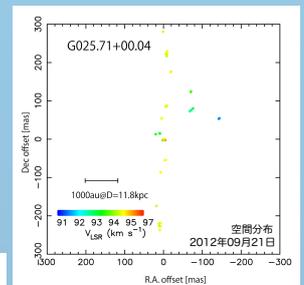


図9: G025.71+00.04の結果 エポック間で同定されたメーザースポットが1つのみであったため、内部固有運動を求むることができなかった。また、上図にはサイドロープの影響も検出していると考えられ、今後解析手法を見直し、検出スポット数を増やしたい。

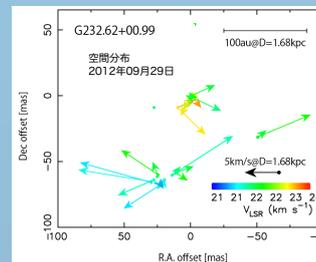


図10: G232.62+00.99の内部固有運動計測結果 南東成分のスポット群が放射状に外側へ広がる運動を示唆している。今後、原点付近の南向きの運動との関連にも着目しながら、詳細に検討していきたい。

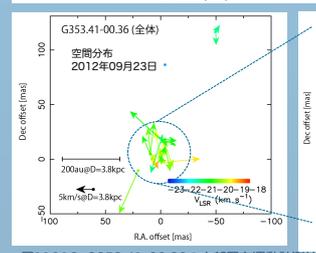


図11&12: G353.41-00.36の内部固有運動計測結果 原点付近のメーザー群の運動のみをみると回転を示唆する運動を示している。G232.62+00.99と同様、他の分子線等のデータと比較し北西にあるメーザースポット群との関連にも着目しながら、原点付近のメーザースポット群が本当に回転を示しているのかモデルを立てる等して検証する必要がある。

