

EAVN を用いた 6.7 GHz メタノールメーザー 固有運動サーベイ

杉山孝一郎¹, 藤沢健太², 蜂須賀一也², 米倉覚則¹, 元木業人³, 澤田・佐藤聡子³, 松本尚子³, 林京之介², Zhiqiang Shen⁴, 本間希樹³, 廣田朋也³, 村田泰宏⁵, 土居明広⁵, 新沼浩太郎², 齋藤悠¹, 百瀬宗武¹, 小川英夫⁶, and 大学間連携 / 東アジア VLBI group

本研究について

1: 茨城大学, 2: 山口大学, 3: 国立天文台, 4: 上海天文台, 5: 宇宙研, 6: 大阪府立大学

◆ 東アジア VLBI 観測網 (EAVN) を用いた大規模 VLBI モニタープロジェクト¹⁾

- 対象: 6.7 GHz メタノールメーザー, 大質量 (原始) 星周囲で放射^{2),3)}
- 目的: 1) メタノールメーザー自身の大質量 (原始) 星周囲における**発生場所の特定, および分類分け**
2) **3次元速度構造の解明**を通じた、大質量原始星周囲、特にガス・ダスト円盤⁴⁾⁻⁶⁾上からの質量降着現象や、円盤風に起因した回転膨張などのガスのダイナミクスの系統的な解明
・特に、“**質量降着率**”を3次元速度から精度良く導出することは、原始星の進化トラックを決定する上でも重要⁷⁾
- 手法: 多数 36 天体のメタノールメーザー天体を対象とした、3-4 回の VLBI 観測・モニターの実施

◆ 今回は、目的 1) の、特に分類分けに主眼を置いて、固有運動の検出結果を報告

- 関連講演: 林京之介 et al. 12/24 am 11:17~ 固有運動 for G 028.83-00.25 (円弧形状天体)

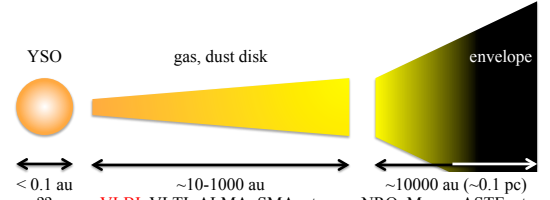


図1. 大質量星形成場所 (1 kpc を過程) における空間スケールと観測装置。VLBI の観測対象スケールを $\sim 10\text{-}1000 \text{ au}$ としているのは、空間分解能は数 au (数ミリ秒角 @ 1 kpc) に到達するが、観測対象であるメーザーの放射場所が $100\text{-}1000 \text{ au}$ であることに起因。

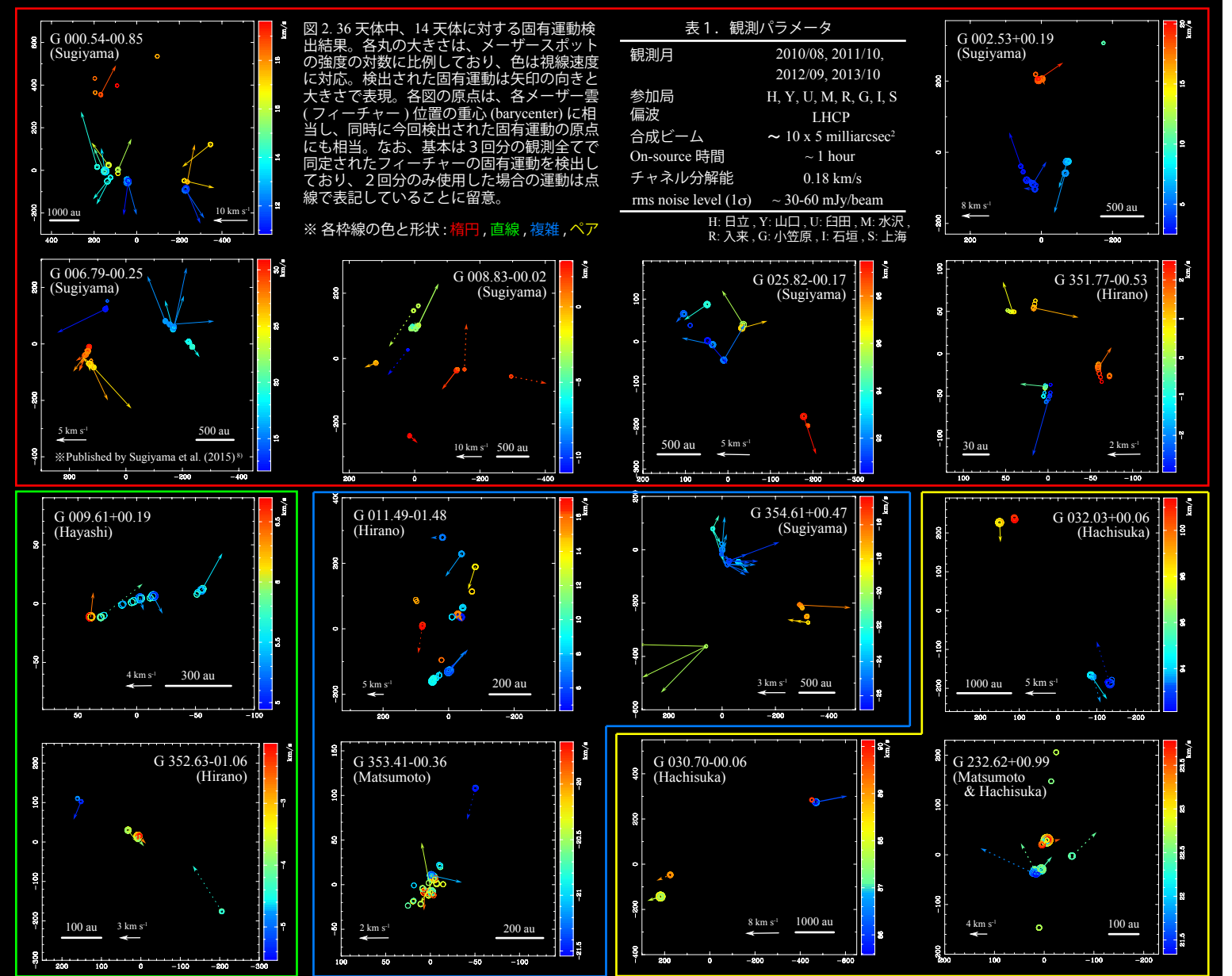


図2. 36 天体中、14 天体に対する固有運動検出結果。各丸の大きさは、メーザースポットの強度の対数に比例しており、色は視線速度に対応。検出された固有運動は矢印の向きと大きさで表現。各図の原点は、各メーザー雲 (フィーチャー) 位置の重心 (barycenter) に相当し、同時に今回検出された固有運動の原点にも相当。なお、基本は 3 回分の観測全てで同定されたフィーチャーの固有運動を検出しており、2 回分のみ使用した場合の運動は点線で表記していることに留意。

※ 各枠線の色と形状: 楕円, 直線, 複雑, ペア

表1. 観測パラメータ

観測月	2010/08, 2011/10, 2012/09, 2013/10
参加局	H, Y, U, M, R, G, I, S
偏波	LHCP
合成ビーム	$\sim 10 \times 5 \text{ milliarcsec}^2$
On-source 時間	$\sim 1 \text{ hour}$
チャンネル分解能	0.18 km/s
rms noise level (1σ)	$\sim 30\text{-}60 \text{ mJy/beam}$

H: 日立, Y: 山口, U: 白田, M: 水沢, R: 入来, G: 小笠原, I: 石垣, S: 上海

空間形状と速度分布

◆ 接線速度の頻度分布を空間形状ごとに作成

※ 楕円 6 天体に対して、直線, ペアは 2, 3 天体であったため、統計的な比較は未実施。複雑も 3 天体のみであったが、検出されたメーザーフィーチャー数が多かったため、比較実施

☞ 楕円天体 > 複雑天体

- 平均速度: 3.3 km s^{-1}
- 標準偏差: 1.6 km s^{-1}

(Kolmogorov-Smirnov 検定により有意と判定: $D = 0.42$, 有意水準 1% で同一分布を棄却)

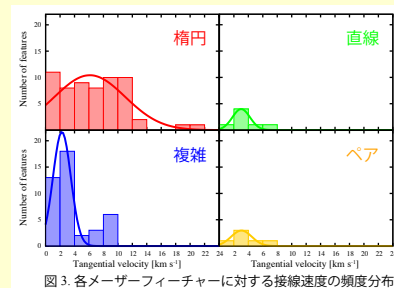


図3. 各メーザーフィーチャーに対する接線速度の頻度分布

楕円天体の接線速度の平均値、および標準偏差が大きい要因は?

◆ 赤外線 SED からの (原始) 星周囲の物理パラメータとの比較

- 使用した赤外線アーカイブ: 2MASS, Spitzer, WISE, MSX, AKARI, MIPS, IRAS, Planck (※ IRAS, Planck は上限値として使用)

☞ 質量降着率と年齢とに正/負の相関あり!?

つまり、楕円天体は『年齢が若く、(少なくともエンベロープからの) 質量降着が激しい進化段階において観測される形状であり、大質量星形成における質量降着期を観測する上で重要な候補天体』となり得る!?

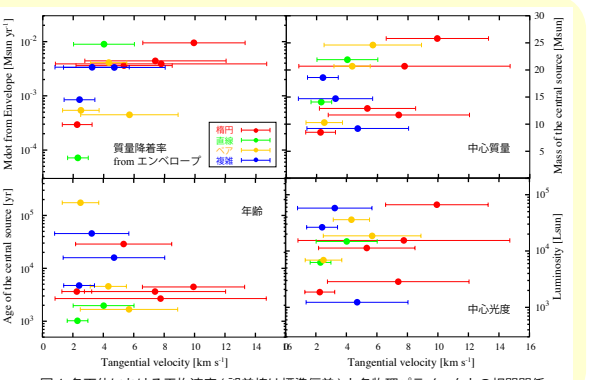


図4. 各天体における平均速度 (誤差棒は標準偏差) と各物理パラメータとの相関関係