

East-Asian VLBI Network (EAVN) を用いた メタノールメーザーの大規模な VLBI モニターサーベイ

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², 澤田 - 佐藤 聡子³, 松本 尚子³, 齋藤 悠¹,
平野 大樹², 林 京之介², Z.-Q. 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,
R. Dodson⁶, M. Rioja⁶, S. P. Ellingsen⁷, X. Chen⁴, K.-T. Kim⁸, 小川 英夫⁹, and the JVN/EAVN collaboration

1: 茨城大学, 2: 山口大学, 3: 国立天文台, 4: 上海天文台, 5: ISAS/JAXA, 6: ICRAR, 7: UTAS, 8: KASI, 9: 大阪府立大学

◆ 目的: 大質量星の形成・進化過程の解明

- 観測: 10-1000 au スケールの回転円盤構造の検出 at radio, IR¹⁾⁻³⁾
- 理論: 大降着率 ($\geq 10^{-4} M_{\text{sun}} \text{ yr}^{-1}$) で非球対称な降着^{4),5)}

☞ 質量降着により大質量星形成

これから: 降着現象を 3次元速度構造から議論

- VLBI によるメーザーモニターで 3次元運動を計測
- 原始星の進化トラックを決める **ガス降着率の直接的な計測** も可能に!

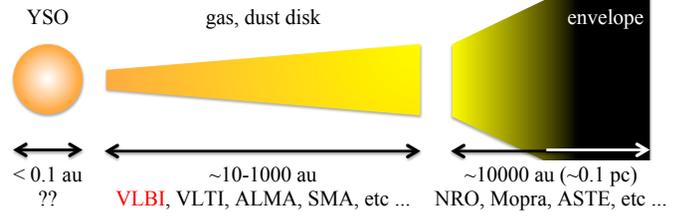


Fig. 1. 大質量星形成現場における空間スケールと観測装置との関係概念図.

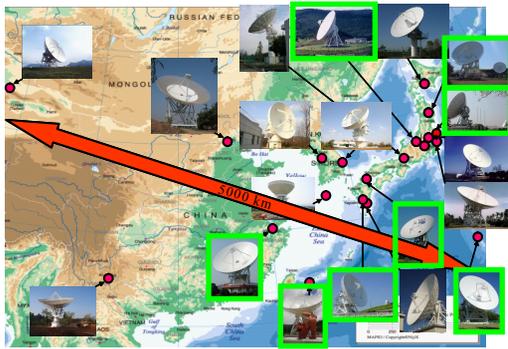


Fig. 2. EAVN (緑の枠で囲った電波望遠鏡に 6.7 GHz 受信機搭載)

◆ プローブ: 6.7 GHz メタノールメーザー

- 大質量星形成領域のみから検出
- 回転 (+ 膨張 / 降着?) 円盤付随を想起

◆ ターゲット天体:

- 過去のメタノールカタログから選出
- $-40 < \text{Dec} < 20$; $F_{\text{total}} > 65 \text{ Jy}$; VLBI なし

☞ 36 天体を選出

- Fujisawa+ (2014)⁶⁾ にて 5 種の空間形状に分類: 楕円, 円弧, 直線, ペア, コМПレックス

Tab. 1. EAVN モニターパラメータ

観測日	2010/08, 2011/10, 2012/09, 2013/09
参加局	Fig. 2 参照
偏波	左旋円
合成ビーム	$\sim 10 \times 5 \text{ mas}^2$
積分時間	$\sim 1 \text{ hr/source}$
チャンネル分解能	0.18 km/s
ノイズレベル (1σ)	$\sim 30\text{-}60 \text{ mJy/beam}$

楕円形状

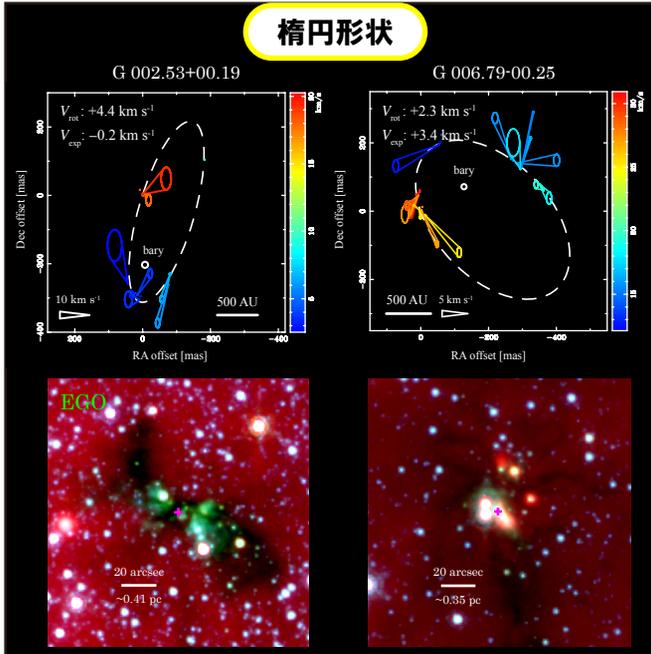


Fig. 3. 楕円形上天体のメタノールメーザー固有運動: G 002.53+00.19, 006.79+00.25. 【上】 barycenter (white open circle) からの相対固有運動. 円錐の底面方向が運動方向に相当し、底面の口径は運動の不確定性に相当. 左上の数値は、回転 (+ 膨張 / 降着) 円盤による最小二乗フィット結果. 【下】 Spitzer IRAC による GLIMPSE 3 色図 (青: $3.6 \mu\text{m}$, 緑: $4.5 \mu\text{m}$, 赤: $8.0 \mu\text{m}$, 十字: メタノールメーザーの位置). G 002.53+00.19 においては EGO が同定されている⁷⁾.

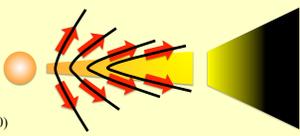
◇ 楕円形状天体における相対固有運動の特徴

- 楕円形状に沿った、回転を想起させる固有運動
- 一部天体では、**EGO** と垂直な空間位置関係を示唆
- 膨張成分を伴う回転運動も!

$$\beta_p \sim P_{\text{gas}} / P_{\text{mag}} \sim 0.1\text{-}10$$

$$(|\beta| \sim 10\text{-}100 \text{ mG}^{\text{S}}, n_{\text{H}2} = 10^8 / \text{cc}^{\text{9}})$$

☞ 磁気遠心力による円盤風起因の可能性を示唆¹⁰⁾



◇ 進捗状況

- モニター: 36 天体の 3 epoch 完了
- 解析: 14 天体で固有運動解析完了
- 論文化:
 - 空間形状分類 (Fujisawa+ 14)⁶⁾
 - 固有運動計測 (Sugiyama+ submitted)

Tab. 2. 相関処理 / データ解析の進捗

年	観測	相関	解析
2010	22	22/22	22/22
2011	36	36/36	29/36
2012	36	36/36	18/36
2013	36	36/36	1/36

直線 / ペア / コМПレックス形状

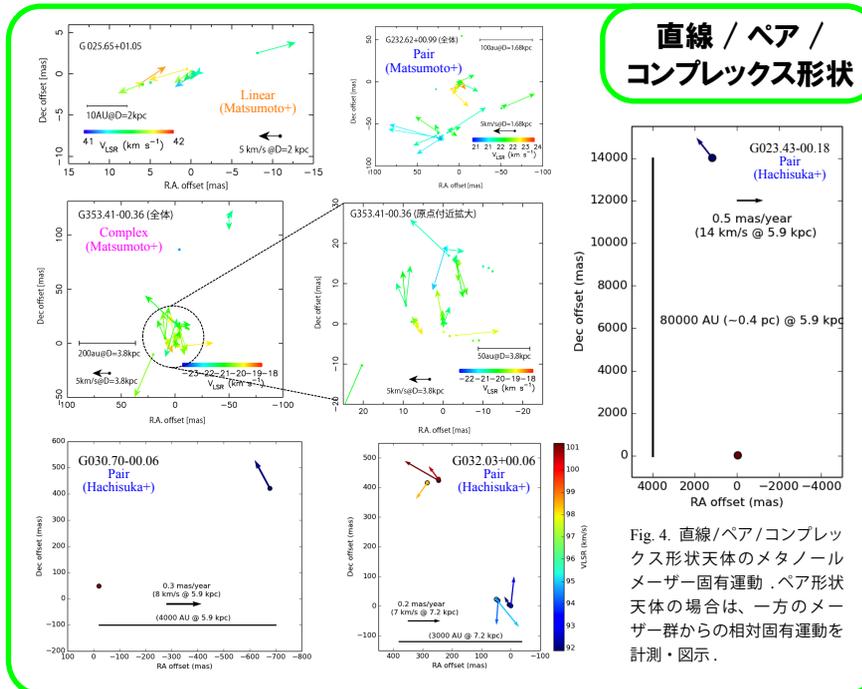


Fig. 4. 直線/ペア/コМПレックス形状天体のメタノールメーザー固有運動. ペア形状天体の場合は、一方のメーザー群からの相対固有運動を計測・図示.

Reference

- Kraus et al. 2010, Nature, 466, 339
- Sanchez-Monge et al. 2013, A&A, 552, L10
- Hirota et al. 2014, ApJ, 782, L21
- Krumholz et al. 2009, Science, 323, 754
- Hosokawa & Omukai 2009, ApJ, 691, 823
- Fujisawa et al. 2014, PASJ, 66, 31
- Chen et al. 2013, ApJS, 206, 9
- Vlemmings et al. 2011, A&A, 529, A95
- Cragg et al. 2005, MNRAS, 360, 533
- Machida et al. 2008, ApJ, 676, 1088