

JVN/EAVN を用いた 6.7GHz メタノールメーザーの VLBI モニタープロジェクト ～G8.683-0.368 における内部固有運動の計測～

齋藤貴文、米倉覚則、百瀬宗武、齋藤悠 (茨城大学)、杉山孝一郎、元木業人、藤沢健太 (山口大学)、蜂須賀一也 (上海天文台)

概要

我々は、大質量原始星に付随するガスの運動を解明するため、東アジア VLBI 観測網 (EAVN) を用いたモニターサーベイ (2010 年) 及び、日本 VLBI 観測網 (JVN) を用いたモニター観測 (2011 年) で得られたデータを利用し、6.7 GHz メタノールメーザーの固有運動の導出を行った。2011 年のデータからは、2010 年に比べより多くのメーザースポットが検出された。また、この 2 つのデータを用いて簡易的に固有運動を導出した。これらの結果は、大質量原始星の若い時期に出現するメタノールメーザーが、原始星を形成する際のガス運動を明らかにするのに有効であることを示している。

1 研究背景

大質量星 ($\geq 8 M_{\odot}$) の形成過程の理解は、観測領域が遠方であることや、大質量原始星の周囲を高密度の星間物質が覆っているため観測が困難であることから、現在でも理解が不十分である。しかし、近年の分子輝線および赤外線での観測により、大質量星は中小質量星と同様に形成途上で周囲にガス・ダストの回転円盤を有する事が分かってきており (Patel, N. A., et al. 2005, Beltran, M. T., et al. 2006, Kraus, S., et al. 2010)、その形成過程は円盤からの質量降着説が有力とされている。大質量原始星周囲のガス・ダストの回転およびインフォール運動を捉える事ができれば、この説をさらに強く支持する事が可能となる。

そのためのプローブとして用いたのが、6.7GHz メタノールメーザーである。このメーザーは、大質量星形成領域でのみ検出され (Minier, V., et al. 2003, Xu, Y., et al. 2008)、実際 6.7 GHz 帯で放射されるメタノールメーザーでは、いくつかの大質量原始星周囲で、ガスの回転と解釈できる固有運動の検出が報告されている (e.g., Sanna et al. 2010)。

我々は、このような円盤上の回転・降着運動の直接検出を目指し、2010 年から東アジア VLBI 観測網 (EAVN) を用いた 6.7 GHz メタノールメーザーの VLBI サーベイモニター観測を行った。今回は、G8.683-0.368 に対する 2 エポックの観測の解析結果について報告する。

2 観測天体

観測した天体 G8.683-0.368 は、IRAS 18032-2137 と呼ばれる赤外線源に付随しており、地球からは 4.5kpc の距離 (H110 α 線の視線速度と銀河回転モデルを用いて計算した運動学的距離) にある Ultra-Compact HII 領域 (以下, UCHII 領域) に付随している。

3 観測

G8.683-0.368 のメタノールメーザーの観測は 2010 年、2011 年、2012 年の 3 回行われた。観測アレイは、East Asia VLBI Network (EAVN: 東アジア VLBI 観測網) の内の上海 25m、山口 32 m、日立 32 m、VERA-水沢 20 m、VERA-石垣 20 m、VERA-入来 20 m、VERA-小笠原 20m の 7 局を用いた。観測は、積分時間は 15 分 \times (3-4) 回、観測方式は VSOP ターミナルの DIR1000 系記録 (128 Mbps, 2 ビットサンプリング) を用いており、CH1 として記録した 16 MHz からメタノールメーザー輝線が含まれる 4 MHz を切り出し、1024 点分光で相関処理を行った。

4 結果

2010年、2011年の2エポック分のデータを解析し、その空間分布を得た。得られた空間分布を図1で示す。この空間分布図は、各エポックでの一番強度の強いピークの成分を原点にしておき、その位置に対する相対位置として描いている。2エポックの空間分布から、2010年から2011年にかけてメタノールメーザースポットが増加したのが見て取れる。また東西方向に速度勾配を示す特徴は2エポックとも一致した。

5 考察

5.1 メタノールメーザースポットの増加

各エポックで得られた空間分布から、視線速度の速度勾配に関しては2エポックとも同じ傾向が見られた。メタノールメーザースポットの位置に大きな変化は見られない事から、共通するメタノールメーザースポットを検出し続けていることが予想される。またエポック2ではエポック1よりも多くのメタノールメーザースポットを検出した。これは、エポック2では300km程度の短基線が生成された事により広がったスポットの感度が向上したことが考えられる。

5.2 ATCA との比較

メタノールメーザースポットの検出が正しいものか(サイドローブに添って発生した成分が誤って含まれていないかなど)を検証するため、ATCAの高感度観測によって得られたマップ(Sugiyama et al. 2013)と比較した。ATCAの観測により得られたメタノールメーザースポットの空間分布は、2011年のマップと同様、2010年のマップよりも多くのメーザースポットを示した。またその位置関係は、2011年のマップと非常に近く、メタノールメーザースポットもほとんどの位置で一致した。これにより、エポック1で検出された場所以外でもメタノールメーザースポットは存在していると考えられる。

6 まとめ・展望

G8.683-0.368の6.7GHzメタノールメーザーに対して、JVN/EAVN観測で2010年、2011年、2012年で3回のVLBI観測を行った。その結果、2010年と2011年で東西方向への視線速度の速度勾配を示すメタノールメーザースポットを検出した。また2011年では2010年よりも多くのスポットを検出しており、これは2011年では観測局が上海局から山口局に替わった事により短基線が生成され広がったスポットに感度が上がったためである。

今後は2012年の解析を行い、3エポックの観測結果からメタノールメーザースポットの内部固有運動を検出し、ガス運動の解明を目指す。

References

- 1) Patel, N. A., et al. 2005, *Nature*, 437, 109
- 2) Beltran, M. T., et al. 2006, *Nature*, 443, 427
- 3) Minier, V., et al. 2003, *A&A*, 403, 1095
- 4) Xu, Y., et al. 2008, *A&A*, 485, 729
- 5) S. N. Longmore, T. Pillai, E. Keto, Q. Zhang & K. Qiu arXiv:1011.1442v1
- 6) Sugiyama et al. 2013 in prep

表 1: 観測諸元

観測年	2010	2011	2012
観測局	H, S, M, I, O, R	H, Y, M, I, O, R	H, Y, S, M, I, O, R
空間分解能	3.7~10mas	4~30mas	4~30mas
観測帯域	6664-6680 MHz		
速度分解能	0.18 km s ⁻¹	0.176 km s ⁻¹	0.176 km s ⁻¹

H: 日立 32 m; Y: 山口 32 m; S: 上海 25 m; M: VERA-水沢 20 m; I: VERA-石垣 20 m; R: VERA-入来 20 m; O: VERA-小笠原 20 m

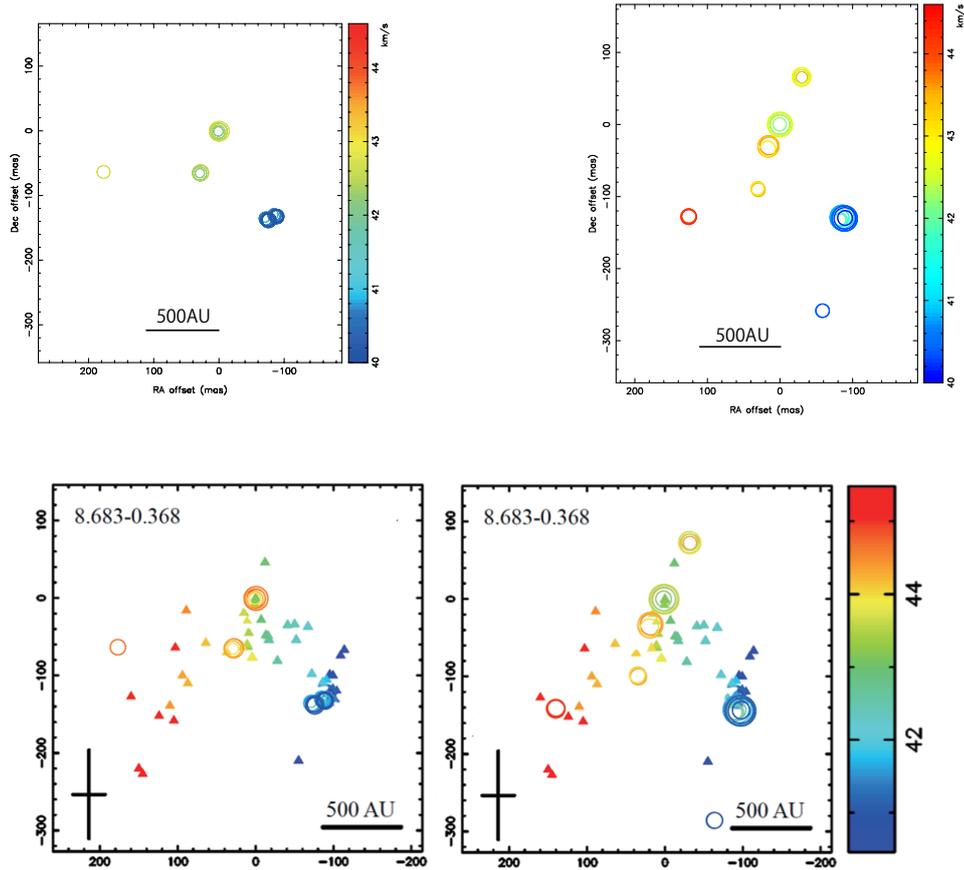


図 1: (左上) 2010 年の観測によって得られた空間分布。(右上) 2011 年の観測によって得られた空間分布。(左下) 2010 年の EAVN/JVN の観測結果と ATCA の観測結果 (Sugiyama et al. 2013) を重ねた図。: Δ : ATCA の観測によって得られたメタノールメーザースポット。 \circ : JVN/EAVN の観測によって得られたメタノールメーザースポット。色は視線速度のスケールバーと対応しており、円の大きさは強度と対応している。(右下) 左下と同様。ただし EAVN/JVN は 2011 年の観測結果である。