

分子雲コアを掘り進むマイクロ bow shock の発見

古屋 玲^{1, 2}、北村 良実³、Alwyn H. Wootten⁴

川辺 良平²、Mark J. Claussen⁴、斎藤 正雄⁵、Kevin B. Marvel⁶

概要

Class 0 天体; S106FIR に付随する H₂O maser の VLBA 観測を行い、分子雲コアを掘り進むマイクロ bow shock の構造と運動を世界で初めて捉えることに成功した。

● **本研究の背景と目的** : S106FIR は、Class 0 天体に分類される中質量原始星 ($L_{bol} = 30-1000L_{\odot}$)^[1] で、中心に H₂O maser 放射を持つ ($D=600$ pc)。我々は分子雲コアの中心で 50AU の広がり分布している H₂O maser の固有運動と加速を VLA 観測等で見いだした。大規模な分子流が検出されなかったこと^{[2],[3]} から、この maser は吹き出し始めた compact jet-like flow で励起されていると結論した^[4]。そこで、H₂O maser 源の構造と運動を詳細に求めるために VLBA 観測を行った。

● **結果と議論** : 観測は 1997 年 11 月から 1998 年 2 月まで、1ヶ毎に 4 回行った。合成ビームは $0.8 \text{ mas} \times 0.4 \text{ mas}$ (mas はミリ秒角; $0.5 \text{ AU} \times 0.2 \text{ AU}$ に相当)、相対位置決定精度 ≤ 50 マイクロ秒角 (0.03 AU) である。maser 源は、4 epoch とも $50 \text{ AU} \times 10 \text{ AU}$ (P.A. = 72°) の広がり分布で 2 つの cluster に分かれて分布していた。西側の cluster は systemic velocity より 8 km s^{-1} redshift し、東側の cluster ($7 \sim 10 \text{ km s}^{-1}$ blueshift) では、両 cluster を結ぶ線上で maser 源が U 字型に分布する (U 字は内側に開いた向きで、弧状部の半径 = 2.1 AU 、全体の長さ $\approx 5 \text{ AU}$)。blue cluster の相対固有運動を求めたところ、U 字構造の弧状部分が $\approx 1 \text{ mas month}^{-1}$ ($\approx 40 \text{ km s}^{-1}$) で原始星 (位置は仮定) から離れる方向に加速しながら運動し、開き角が $\approx 10^\circ$ 以内と非常にコリメートしていることもわかった。この maser 源は超コンパクト原始星ジェットが分子雲コアを掘り進むときに生じたマイクロ bow shock により励起されていると考えられる。発見された bow shock の空間スケールは、HH 天体の $1/10000$ と非常にコンパクトで力学的年齢は ≈ 10 年と非常に若いことから大規模な outflow を形成する極く初期の段階を初めて捉えたことになる^[4]。今回の我々の発見は、HH 天体や outflow の形成、加速機構の解明や理論モデルに強い制限を与えることはまちがいない。

● **今後の発展** : 現在、野辺山 45m 鏡と野辺山ミリ波干渉計を用いた CO $J=1-0$ 輝線で非常に deep な分子流探索、ダスト円盤のイメージング観測を実行中である。また、本年 5 月に CSO 10.4m 鏡を用いて CO $J=6-5$ 輝線 (691.4 GHz) により「ジェットによる分子流形成を知る」という観点での観測を準備している。

● **図の説明** : 左上は、マサチューセッツ大学の $2\mu\text{m}$ 全天サーベイで取られた、S106 星形成領域の近赤外線 3 色合成イメージ^[6]。四角部分を拡大したのが、野辺山ミリ波干渉計による H¹³CO⁺ $J=1-0$ 輝線による S106 FIR の高密度コアの全積分強度図 (左中)。このコアの中心の十字が H₂O maser 源の位置で、中央下が VLBA による H₂O maser cluster の分布。このパネルは、1997 年 11 月の観測結果で、東側のクラスターは分子雲の速度 ($V_{LSR} = -1.0 \text{ km s}^{-1}$ に対してレッドシフト、西側のクラスターはブルーシフトしている。この西側のクラスターをさらに詳細にイメージングしたのが右上のパネル。カラーは観測日を表す。

¹ 総合研究大学院大学

² 国立天文台野辺山宇宙電波観測所

³ 宇宙科学研究所

⁴ NRAO

⁵ Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics

⁶ OVRO, Caltech

参考文献

- [1] Richer, J. S., Padman, R., Ward-Thompson, D., Hills, R. E., & Harris, A. I. The molecular environment of S106 IR *Mon. Not. R. Astron. Soc.*, **262**, 839-854 (1993).
- [2] Hayashi, S. S., Hasegawa, T., Tanaka, M., Hayashi, M., Aspin, C., Mclean, I. S., Brand, W. J. L., & Gatley, I., Infrared images of ionized and molecular hydrogen emission in S106, *Astrophys. J.*, **354**, 242-246 (1990).
- [3] Furuya, R., Kitamura, Y., & Kawabe, R., unpublished data (1999).
- [4] Furuya, R., Kitamura, Y., Saito, M., Kawabe, R., & Wootten, H. A., VLA Observations of H₂O Masers in Class 0 Protostar S106 FIR: Evidence for a 10 AU-Scale Accelerating Jet-like Flow *Astrophys. J.* submitted (1998).
- [5] Furuya, R., Kitamura, Y., Wootten, H. A., Kawabe, R., Claussen, M. J., Saito, M., & Marvel, K. B., in preparation (1999).
- [6] <http://pegasus.phast.umass.edu/2mass/north/images/s106jhk2.jpg>
- [7] マイクロジェットのプレスリリース資料は <http://www.nro.nao.ac.jp/~v96aips7/BF034JET/index-j.html>