

大質量原始星周囲の階層的降着構造 ～pc から AU まで～

元木 業人

国立天文台 水沢 VLBI 観測所

共同研究者: Andrew, J. Walsh (Curtin Univ / ICRAR), 新沼浩太郎,
蜂須賀一也, 藤沢健太 (山口大学), 本間希樹, 廣田朋也 (NAOJ),
徂徠和夫 (北大), 杉山孝一郎, 米倉覚則 (茨大)

要旨:

- 大質量原始星候補天体周囲の階層的構造を網羅的に観測した
- 6.7 GHz メタノールメーザーの観測から星周 100 – 10 AU スケールで非軸対称な降着流の存在が示唆された
- $\text{NH}_3/\text{N}_2\text{H}^+$ の観測から 1 - 0.1 pc スケールの星団形成フィラメントから星周エンベロープへガス流入の兆候が見られた
- 単一鏡/結合型干渉計スケールから VLBI スケールまで空間スケール 3 桁に渡って降着が連続的に繋がっている可能性がある

ターゲット: G353.273+0.641

比較的近傍 (1.7 kpc) に位置する大質量原始星候補天体 ($\sim 20 M_{\text{sun}}$)。ほぼ Face-on の降着系をもっていることが示唆されている (Motogi + 2016 in press)。南天の天体 (Dec $\sim -34^\circ$) であり、ALMA の良いターゲットとなりうる。ハーシェルによる遠赤外線観測および Mopra による分子ガス観測から南北方向に伸びた星団形成フィラメント ($\sim 1000 M_{\text{sun}}$) の南端付近に天体が位置していることがわかっている。

観測: 共同利用をベースにスケールに合わせて観測装置、配列を変えて行った。

- 星団形成クランプ (1 – 0.1 pc) ... J-VLA
- 降着エンベロープ (0.1 pc - 1000 AU) ... J-VLA, ATCA, SMA
- 星周降着系 (100 – 10 AU) ... J-VLA, ATCA, VLBA, VERA

結果 1: 結合型電波干渉計による高分解能観測 (100 – 10 AU)

7mm 連続波 (J-VLA) 観測から、 H_2O メーザーで検出された双極ジェットの根元に半径 100 AU 程度の非常にコンパクトな構造が観測された (図 1)。スペクトル指数から

7mm 連続波の起源は HII 領域などでは無く、降着系内部の高温のダストであることが示唆されている。また 6.7 GHz メタノールメーザーの観測から同降着系の速度場を解析した結果、放物線軌道に沿った非軸対称な降着流が存在する可能性が示唆された。モデルフィットの結果から降着流は 10 AU 付近で face-on の降着円盤面に接続してると考えられる。

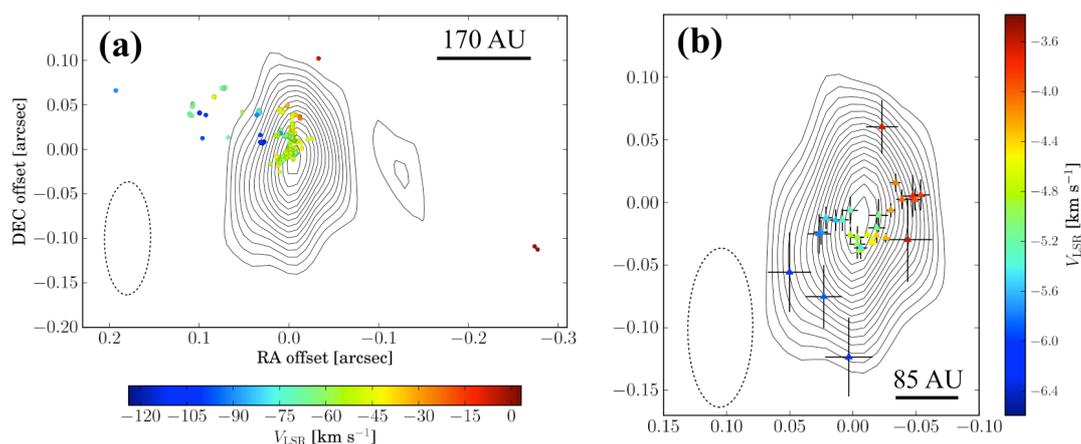


図 1(a): 7-mm ダスト (J-VLA) + H₂O メーザージェット (VERA)

図 1(b): 6.7 GHz メタノールメーザー (ATCA, VLBA)

結果 2: VLA/ATCA による母体クランプ観測 (1 pc – 10000 AU)

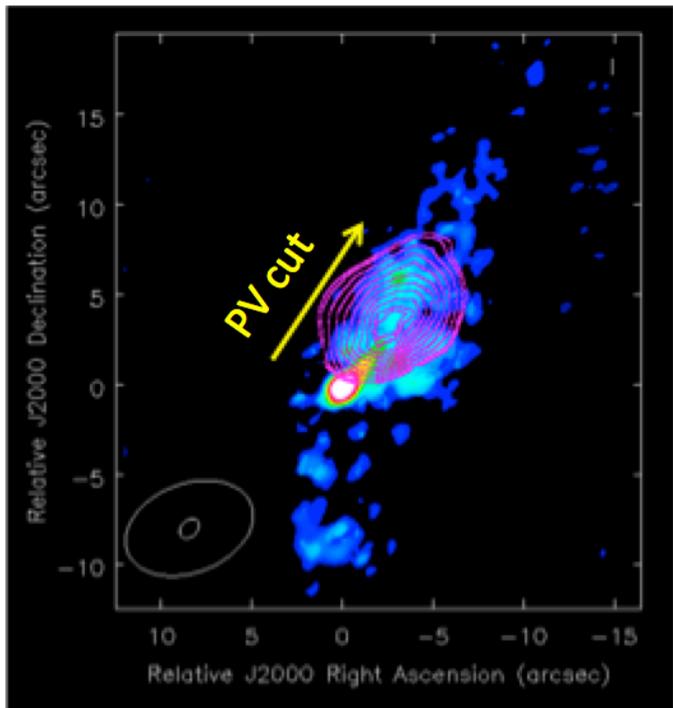
NH₃ および N₂H⁺ 輝線のマルチライン観測から、フィラメントに沿って星周エンベロープに流れ込む赤方偏移したブリッジ状の降着流が発見された(図 2)。同降着流は母天体の北西 3000 AU 程度の地点まで加速されたのち、減速に転じてエンベロープへと流れ込んでいる。加速と減速の切り替わり地点で NH₂⁺ が depletion する傾向がみられることから、温度上昇または衝撃波たっていることが示唆される。

結果 3: ホットエンベロープ (1000 AU)

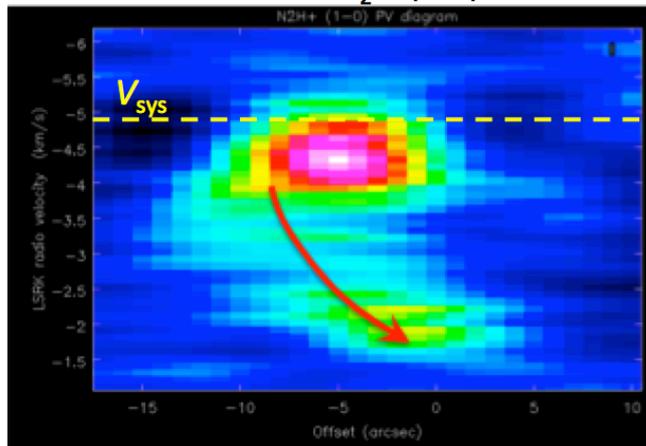
NH₃ (4,4) 輝線の観測から 100 K 程度の高温エンベロープが検出された。エンベロープの速度場は北西側で赤方偏移しており、降着流がそのまま接続している可能性が示唆される。また東側では青方偏移の傾向がみられているが、これについてはエンベロープ自身の速度場と東側へ吹き出すジェットによる影響が切り分けられておらず、さらに高分解能な観測が必要である。

まとめ: 以上の結果から 0.1 pc スケールの星団形成クランプから星近傍 10AU 付近まで続く降着流の存在が示唆された。このように階層を跨いで降着が続く様子を捉えたのは初めてのことであり、大質量星を含む星団形成のメカニズムの解明に繋がると期待される。

積分強度図 (NH₃: カラー, N₂H⁺: コンター)



ブリッジに沿ったN₂H⁺(1-0)のPV図



同NH3 (1, 1)のPV図

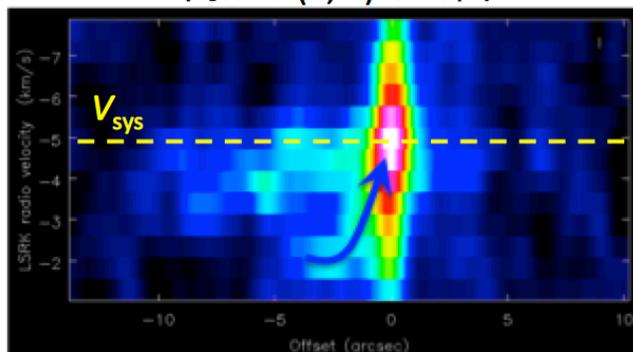


図 2: NH₃ および N₂H⁺の積分強度図(左)と位置速度図(右)。

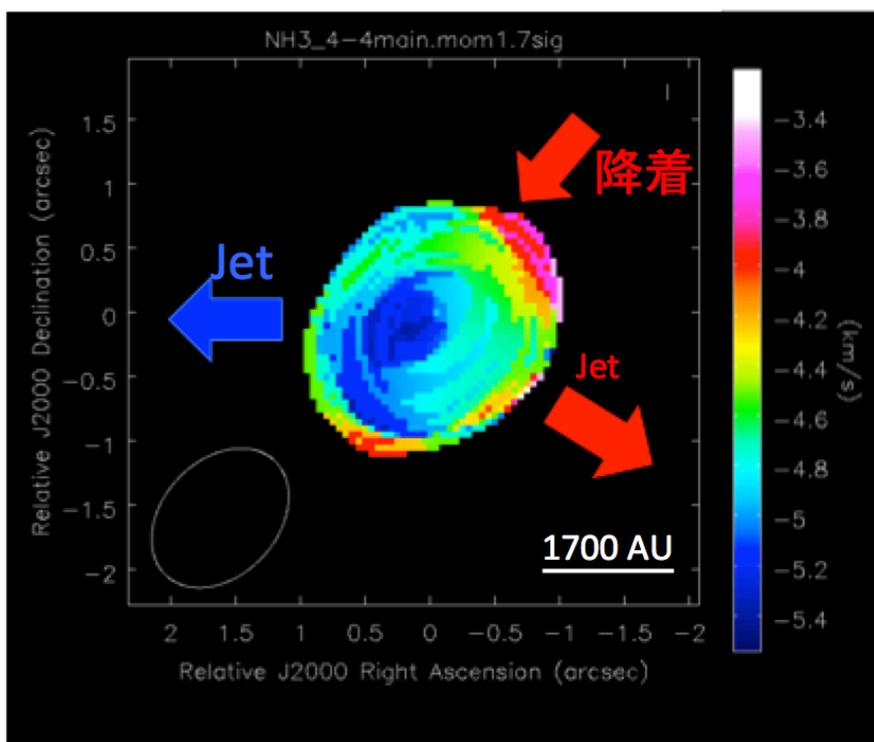


図 3: NH₃ (4,4)の1次モーメントマップ