

VERA& 苫小牧11mによる大質量原始星G353.273+0.641の長期モニター観測

元木業人 (北大理D3, 学振特別研究員DC)、 俣徠和夫 (北大理)

要旨: 現在質量降着による大質量星形成はほぼ確実視されつつある。より定量的な進化を議論するためには質量降着に関する詳細な理解が必要である。これに対して大質量原始星ジェットの様子は降着円盤の環境を調べる有力な手がかりである。Blue Shift Dominant Maser (BSDM)はポールオン配置の大質量原始星ジェット候補天体と考えられているが、実際にジェットの付随が確認された例は未だ無い。我々は典型的なBSDMであるG353.273+0.641に対する初の長期モニターを行い、従来の解釈を裏付ける結果を得た(Motogi et al. 2011b)。今後ジェットの直接観測によってメーザー変動性とジェット駆動の関係を確立できれば、水メーザーの単一鏡観測を元にして簡便にジェットの変動性をモニターできると考えられる。さらにこうしたモニターを利用して降着円盤の磁場環境や光度等をTO観測することで、円盤降着とジェット駆動の定量的な理解が得られると期待される。

1. 質量降着による大質量星形成

- 質量降着による大質量星形成はほぼ確実(Kraus et al. 2010: 図A)

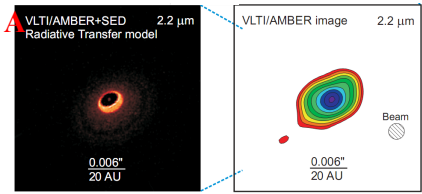


Fig A: (右)VLTIによって得られた大質量星周囲の降着円盤からの近赤外ダスト放射。中心星質量は20 Msun程度すでに大方の質量降着は終えていると考えられている。(左)SEDと輻射輸送から推定される円盤モデル。中心部にはダストの蒸発した領域が存在。

- 定量的な原始星進化は質量降着率に依存 (e.g., Hosokawa et al. 2009; 2010)
- 実効的なストームグレン半径(降着率流とダスト吸収込み)が重力半径を突破次第HCHII region 形成(e.g., Keto et al. 2007)
- 最大で20 M_{sun}まで未形成、質量降着期の寿命~10⁵ yr (e.g., Ben Davis et al. 2011)

2. 大質量原始星ジェット

- 円盤 + MHDジェット系は普遍的? (e.g., McKee & Tan 2003)

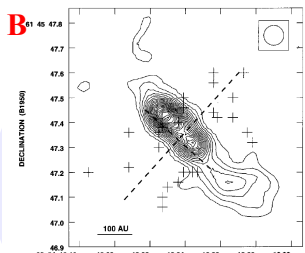


Fig B: Torrelles et al. 1996より、CepA HW2に付随する電波ジェット(1.3 cm)と22GHz H₂Oメーザー(+)の分布。メーザーは赤道流状のアウトフローをトレース。

- 少なくとも電波ジェットの性質は定性的に低質量星と変わらない (e.g., Anglada 1996)
- 空間スケール ~100 au
- 高速の固有運動 ~500 km s⁻¹
- 1 yr 程度の時変動...
- Class 0天体のような分子ジェット (e.g., Lee et al. 2009)は未検出
- 時間変動の由来は不明 → 磁場環境 or 降着率の変化?
- 速度から推定される駆動スケール (10 - 100 Rsun)のDynamical Timeよりは明らかに長い時間スケール

3. Blue Shift Dominant Maser (BSDM)

- 特異な22 GHz 水メーザーの種族

ポールオン大質量ジェットの候補天体 (e.g., Caswell et al. 2008)

☆予想されるBSDMの構造

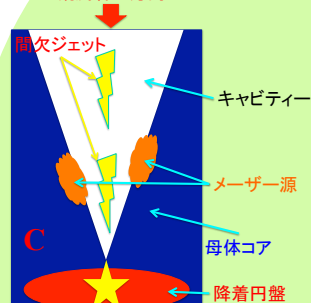


Fig C: 推定されるBSDMの構造(エッジオン視点)。メーザー源はジェットとキャビティ壁の界面で衝撃波励起される

* 全て状況証拠に基づく議論...
ポールオンジェットの付随を検証した例は無い

- 非常に広い速度幅 (~200 km s⁻¹)
 - Fluxの90%近くは高角方偏移成分 → 種光子が原始星の輻射に依存?
 - 高変動?... (長期モニターの例は無し) → ジェットの変動性に由来?
 - Class II メタノールメーザー源と相関 & OHメーザーとは反相関 (e.g., Breen et al. 2010) → 非常に若い大質量原始星の候補
- 一方推測が正しい場合は利用価値が高い
☆小口径の単一鏡でジェットの挙動をモニター可能
☆円盤の直接観測に適した空間配置
☆ジェット駆動に合わせた円盤-ジェット系のTO観測も容易

4. Motogi et al. (2011b)

○BSDMに対する初の長期モニター観測(単一鏡+VLBI)

~ 2008年度から現在も継続中

単一鏡: 北海道大学苫小牧11 m 電波望遠鏡 (10 - 30日間隔)

VLBI: 国立天文台VERA (30 - 100日間隔)

☆ターゲット天体... G353.273+0.641

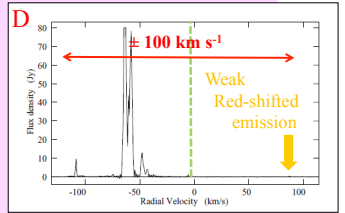
南天の典型的BSDM: 距離1.7 kpc

(Caswell et al. 2008)

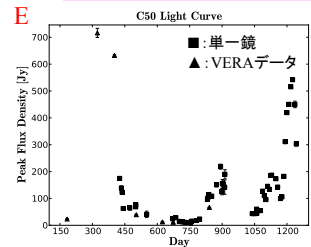
17^h26^m01^s.5883, -34^d15^m14^s.905

(J2000.0)

Fig D: ATCAによって2007年に得られた22 GHz 水メーザースペクトル(Caswell et al. 2008)。緑の破線は系統速度(~-5 km s⁻¹)。



☆3年間で3度のメーザーフレアを検出

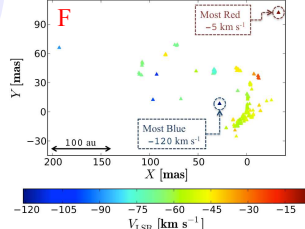


- 非常に間欠的な増光

衝撃波の伝搬間隔
>メーザークランプの寿命を示唆

Fig E: 視線速度53 ± 7 km s⁻¹成分の光度曲線。横軸は2008年1月1日からの日数。1000日目以降のデータは論文発表後の追加データ。

☆非常に狭い空間分布~200 au内に120 km s⁻¹の線幅



- 「ポールオン」配置を反映?

空間 + 時間スケール
= 500 km s⁻¹のジェットを示唆
→ CepA HW2のケースと一致 (Torrelles et al. 2011)

Fig F: VERAによって得られたメーザースポットの空間分布。座標は原点(天体座標、本文参照)からの相対座標で単位はミリ秒角。

☆メーザー源の系統的な加速を検出(フレア時のみ)

- 運動量供給率 ~ 10⁻³ Msun km s⁻¹ yr⁻¹
→ 大質量ジェットとして妥当な値 (e.g., Arce et al. 2007)

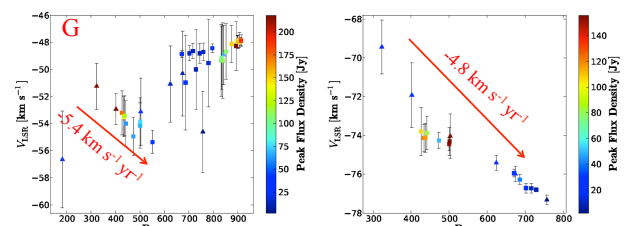


Fig G: フラックスで加重平均を取った視線速度の変化。左は-53 ± 7 km s⁻¹, 右は-73 ± 7 km s⁻¹の速度成分に対するプロット。両者は空間的に独立している。

5. 結論と今後の方針

- 長期モニターの結果はBSDMがポールオンの大質量ジェットであるという従来の仮説を支持
- 次のステップとしてジェット本体の観測を行い
メーザーの変動性とジェットの変動性を比較を行う予定
電波ジェット、電波再結合線...ATCA (Feb. 2012)
分子ジェット、特にSiO輝線...ALMA
- 苫小牧11m鏡による新規BSDM探索も実施予定
高変動性のため一回の感度よりも頻度が重要