

# ALMA/SKA/TMT 時代の 星形成研究と VLBI

元木 業人

国立天文台 水沢 VLBI 観測所

## 1: 星形成とどんな分野か

- 宇宙における物質進化を理解する基本要素
  - 「どんな条件で どの重さの星が いくつ産まれるか？」を研究する
  - 実際にはいくつかのレベルにテーマが別れる
    - 1: 初期条件 (分子雲形成、衝突合体)
    - 2: 分裂降着過程 (星団形成クランプ/コア形成)
    - 3: 原始星進化とフィードバック (星形成効率の決定)
- VLBI の寄与が直接見込まれるのは主に③

## 2: ALMA/SKA/TMT 時代の撮像観測

- 最高分解能は謀ったように 10mas  
→1 AU @近傍星形成、10 AU @大質量星形成に相当する
- エンベロープ/円盤外縁部は空間分解可能  
→力学構造、円盤分裂等や母体星団形成クランプとの関係に対する理解
- 分解能が足りているとは言い難い  
→星本体やアウトフロー駆動等の起こるスケールは分解出来ない

## 3: 10mas 分解能で見えうるものは何か？(私見)

- ALMA

ダスト + 分子ガス

→100 AU 以下での円盤面密度分布、分裂と連星形成

- SKA

星周電離ガス

→降着衝撃波が直接みえるか？

→近傍の HII 領域や自身の電波ジェット/HII 領域はむしろ邪魔

## 原始星大気の HI

→前景放射が光学的に厚いとアウト、輝線感度に難あり

### ● TMT

星周高温ダスト、散乱光

→ダスト成長の有無、惑星形成

振動励起分子(CO) or 原子

→円盤内縁 10 AU スケールでの分光スペクトル

## 4: VLBI の立ち位置は？

### ● ALMA-VLBI 間のシナジー

→ALMA で輝線観測が可能なスケールは  $0''.1$  程度が現実的

→VLBI によるメーザー観測で 1000 AU 以下のガス運動を

きちんと研究出来ればシナジーが取れる

## 5: 今何が問題か？

### ● この 10 年で感じた VLBI 星形成の問題点(毒)

1: 人がいない(ポスドク、常勤スタッフ)

→元木世代が最後(5 年間供給ほぼ 0)

2: 星形成特化の研究会に参加しない

3: 分野の最先端事情・背景・全体像に疎い

4: メーザー観測へのフォローアップをしない

### ● 結果としておこる弊害

1: 理論、数値計算分野との連携が貧弱

2: プロポーザルのレベルが向上しない

3: データは面白くても議論が貧弱な論文

→欧米に全部持っていかれる

## 6: やるべきことは何か？

①星周ガス運動研究の高精度化

### ● 運動測定精度は良くても Toy Model には限界

→円盤の重力不安定、角運量輸送、MHD 乱流等の重要トピックスは単純モデルで議論出来ない

- 個別メーザーフィーチャの固有運動の信頼性

→ネックはフィーチャの同定作業？

加減速を意図的に排除するのは妥当なのか？

- Bulk motion への変換精度の検証

→ベクトルのバラツキは誤差 or 乱流？

→いくつかの重要天体で ALMA – VLBI での徹底比較研究が行われるべき

## ②時間変動現象に対する詳細検討

- 間接的に星近傍を探れる（光度変動、ジェット駆動、etc）

→大学望遠鏡主導で研究可能

- 全ての天体で出来る訳ではなく、フォローアップ検証が困難

→最先端装置の時間を獲得できるか？

- 科学的な意義付けをきちんと詰める必要がある

変動現象から何が言えるか/何を言うのか

例: 降着率変動 → 本当に長期の星進化に影響するか？

## 7: まとめ

- ALMA/SKA/TMT の最大分解能は 10 mas

→星本体までたどり着くのは無理

- ALMA の輝線感度は星周 100 AU スケールの観測をするには実は不十分

- VLBI 観測で速度場を補完できる可能性はあるが、高精度化が必須。そのために取り組むべき課題が山のようにある。

→大雑把な議論を卒業。言いつばなし/やり逃げ禁止

最後まで研究の面倒をみましょう

- 時間変動現象はきちんとした科学検討を詰められるかが今後の発展性を決める