



YAMAGUCHI UNIVERSITY

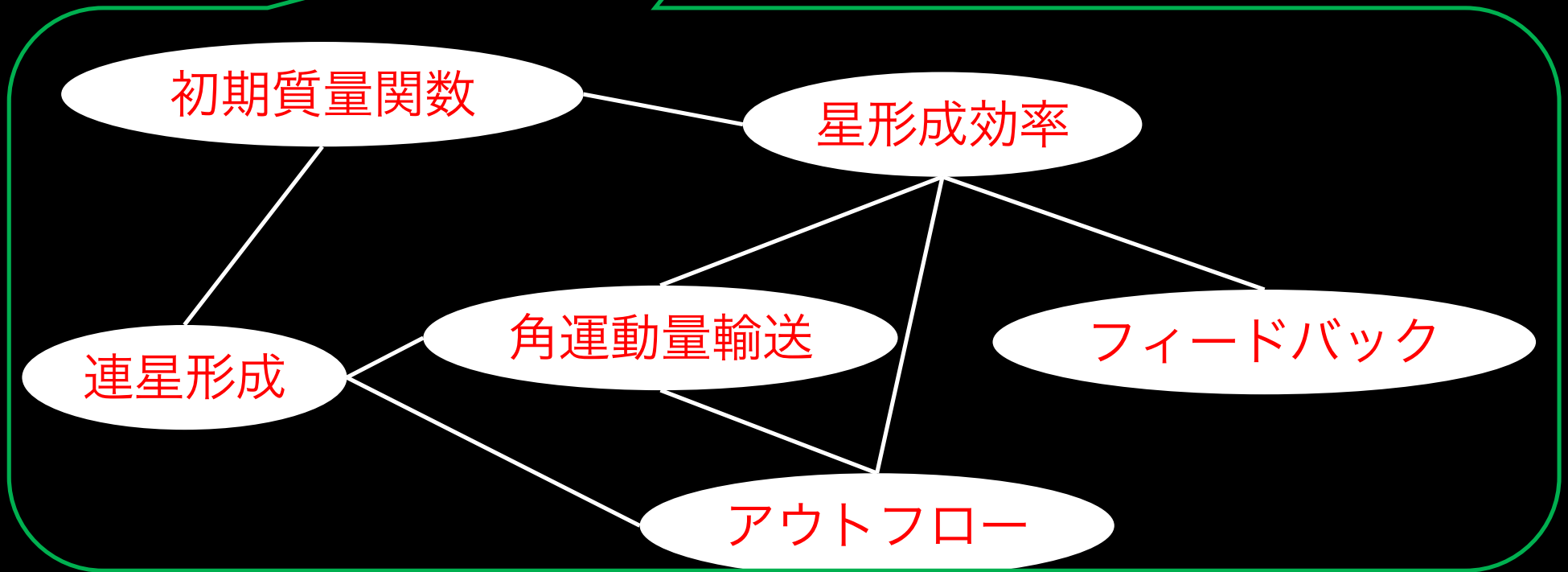
2019/11/23-24
VLBI懇談会2019
@大妻女子大

ALMAによる20mas分解能での 大質量原始星円盤撮像観測

元木業人 (山口大学)

Co-I: 廣田朋也 (NAOJ), 田中圭 (大阪大学/NAOJ), 町田正博 (九州大学),
米倉覚則 (茨城大学), 本間希樹 (NAOJ), 高桑繁久 (鹿児島大学), 松下聡樹 (ASIAA)

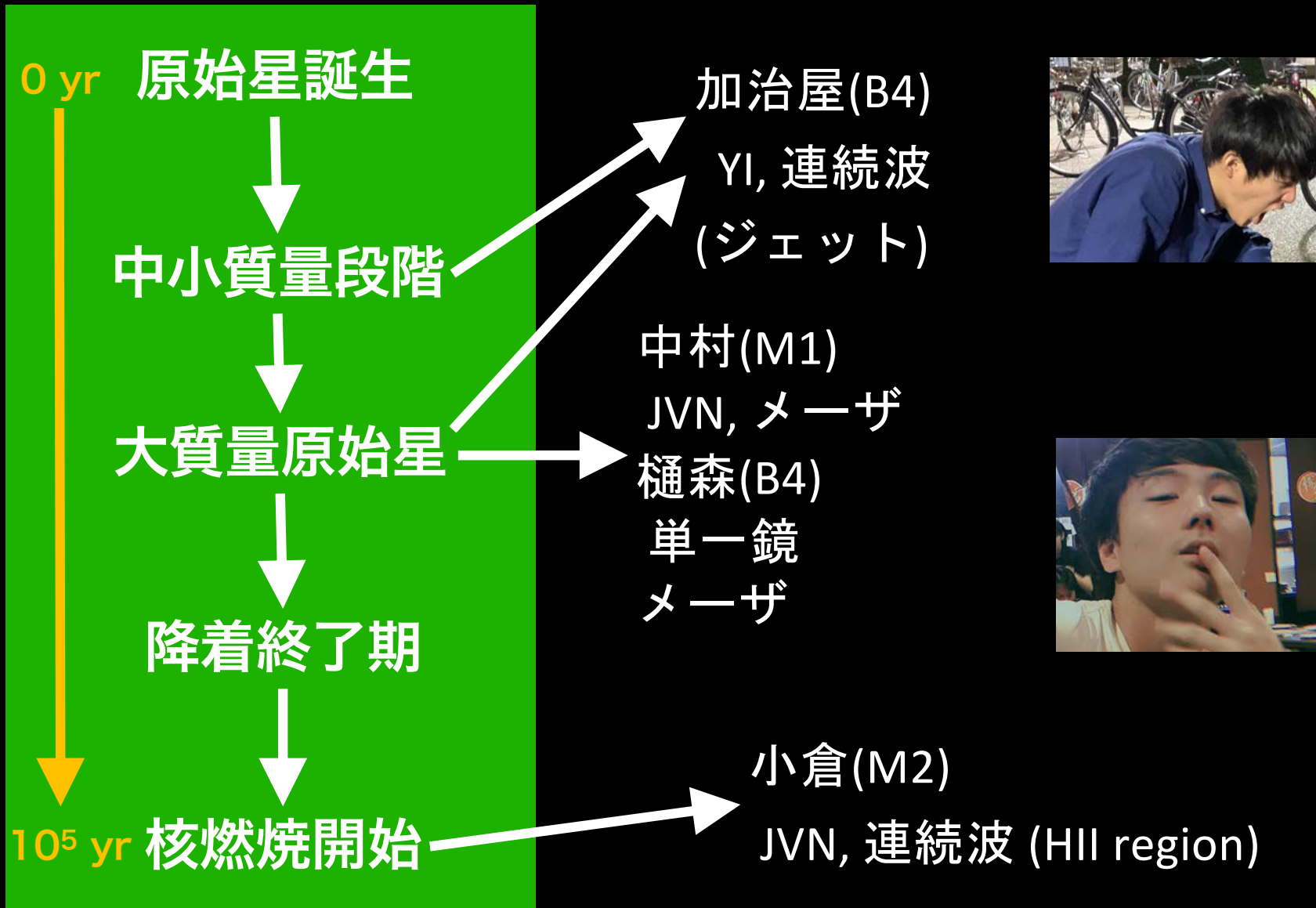
(大質量) 星形成: ガスを星にするだけの簡単()なお仕事



結局は質量分配がキモ

- ある条件でどこまで重い星が作れるか？
 - 星形成の効率
 - アウトフローの性質
 - 原始星進化による輻射フィードバック
 - 分裂しすぎると困る
(連星形成/角運動量輸送)
 - 降着円盤の性質

山口大学 星形成 (元木)グループ



世間は深刻な解像度不足

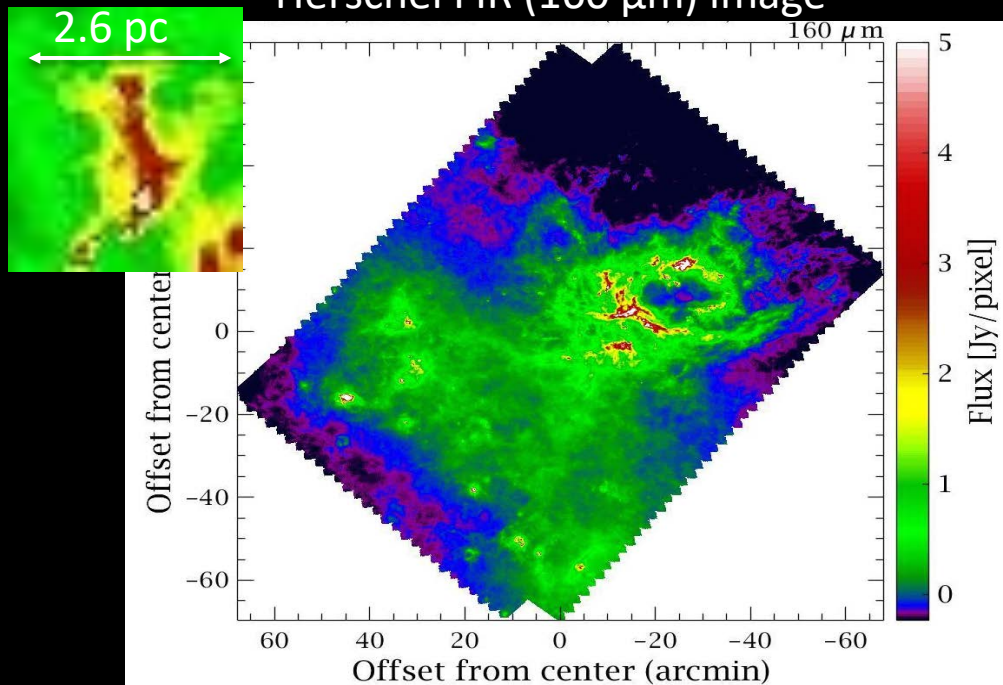
- ALMAでもまだまだ解像度不足
→ Long Baselineで多少改善しつつある
- Infallなどもはっきりと見えた例は少ない



ALMA Long Baselineによる
大質量原始星円盤撮像
(Motogi et al. 2019)

G353.273+0.641

Herschel FIR (160 μm) image



- 大質量原始星 @ NGC6357
→ $\sim 10 M_{\text{sun}}$
(Motogi et al. 2017)

- 距離は近め

Photometric distance

$$1.74 \pm 0.31 \text{ kpc}$$

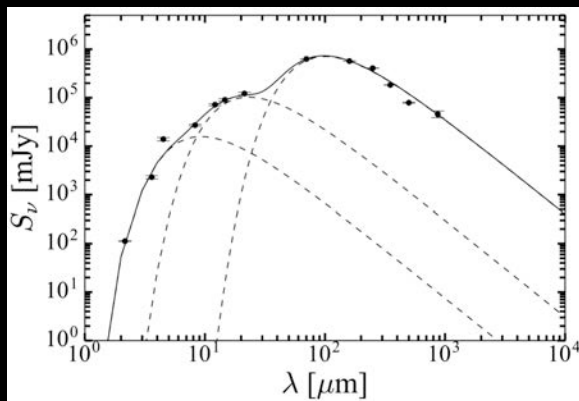
(Neckel 1978)

Parallax

$$1.70 \pm 0.19 \text{ kpc}$$

(Motogi et al. 2016)

SED



IRAC/MIPS image



IR data: 2MASS, GLIMPSE, MSX, Hi-GAL,
ATLASGAL

- ほぼフェイスオンの
円盤/ジェットを持つ

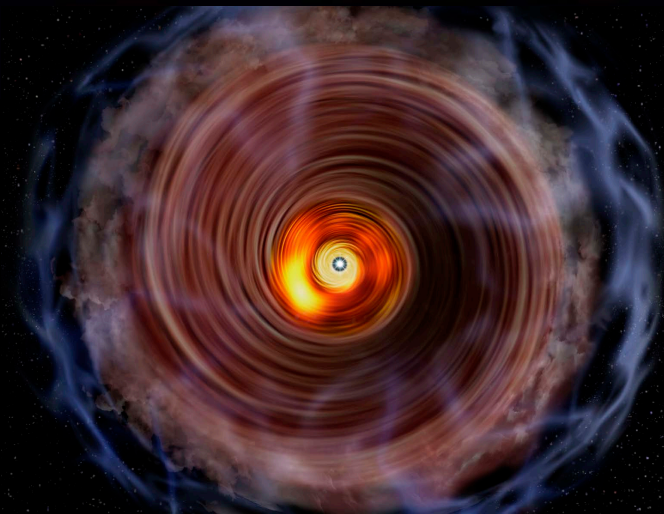
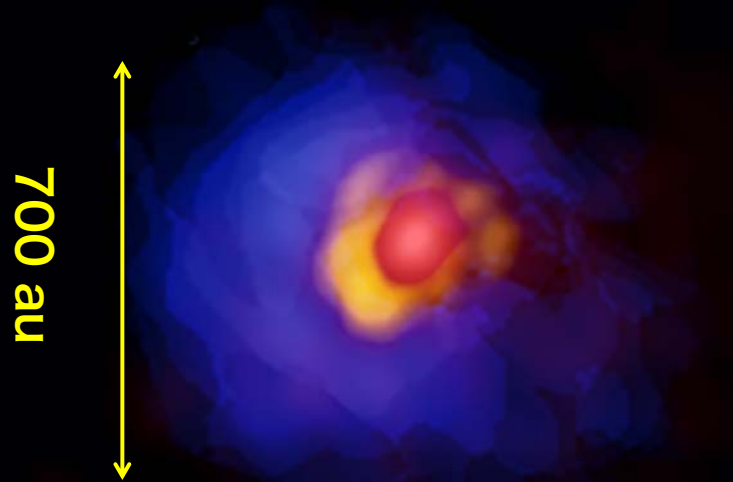
プレスリリース (2019/7/8)

- 10太陽質量の大質量原始星周りの円盤を初めて真上から分解撮像



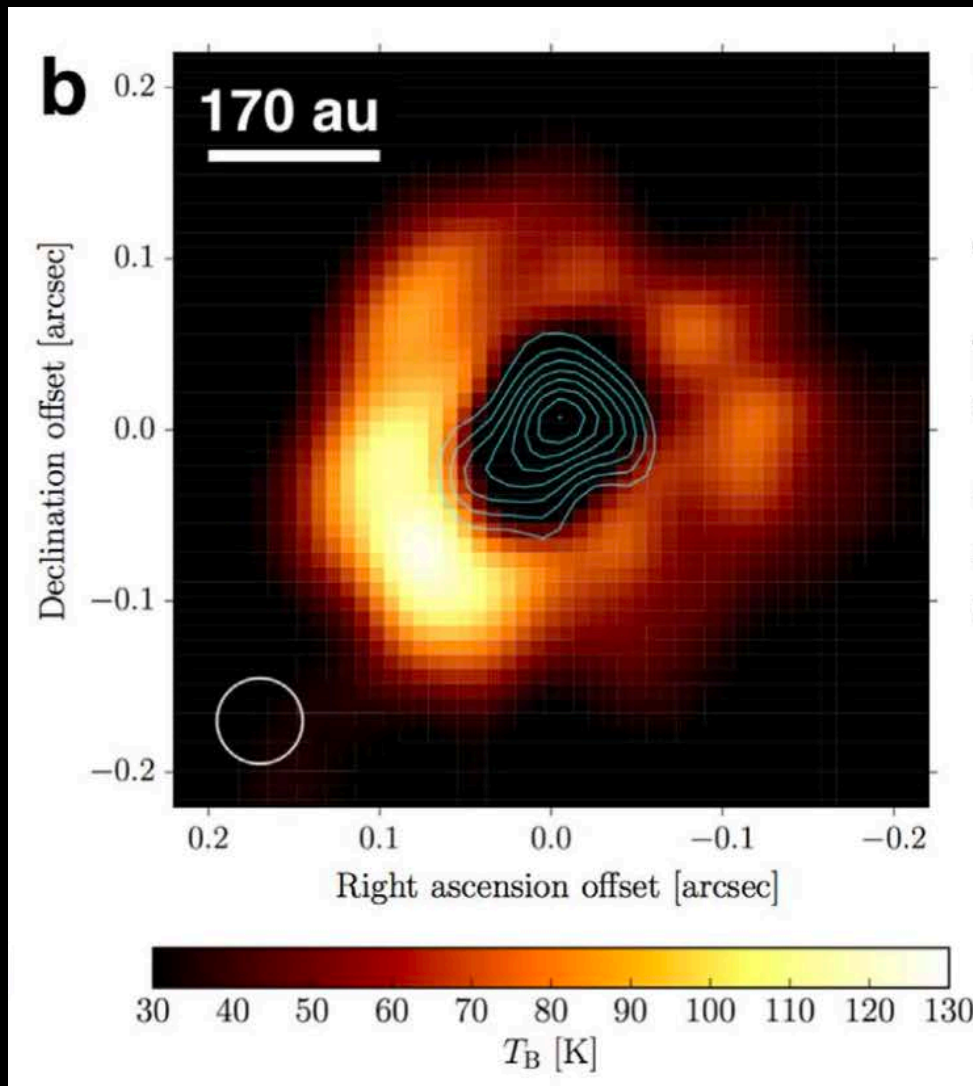
- 重要な発見について報告
 - 降着率の直接推定
(6×10^{-3} Msun/yr)
 - 重力不安定な降着円盤
 - 非常に若い星年齢
(~ 3000 yr)

降着エンベロープ + 円盤



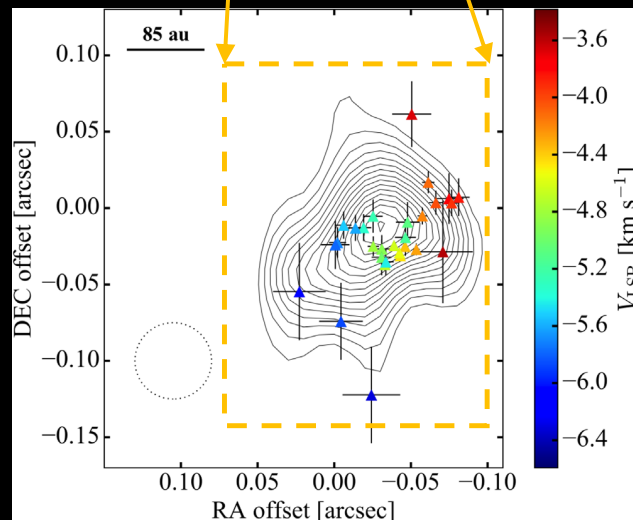
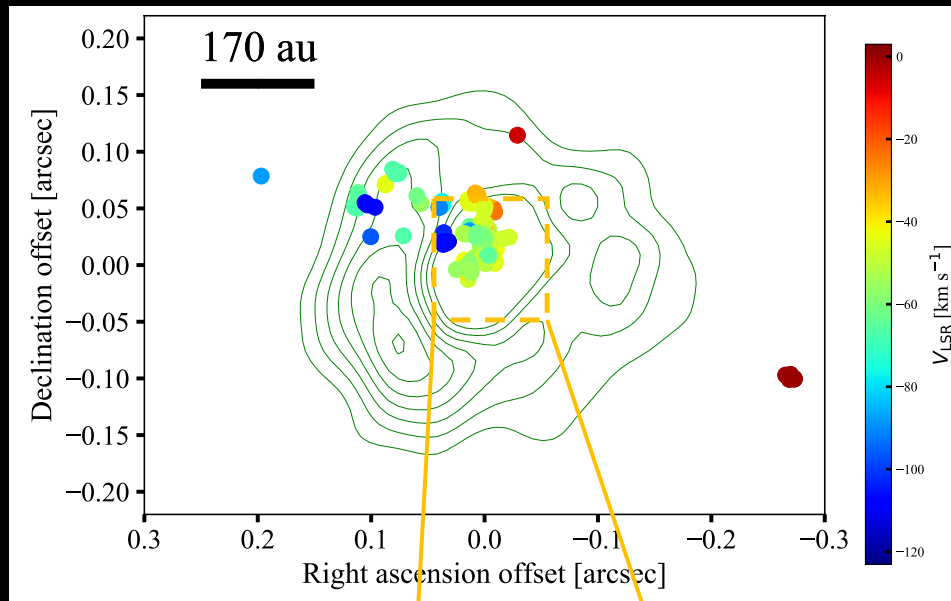
- 反時計回りに回転
- Infall envelope (~ 100 K)
- 非対称ガス円盤 (~ 250 K)
- 星近傍の高温成分 (~ 500 K)

円盤のみの画像



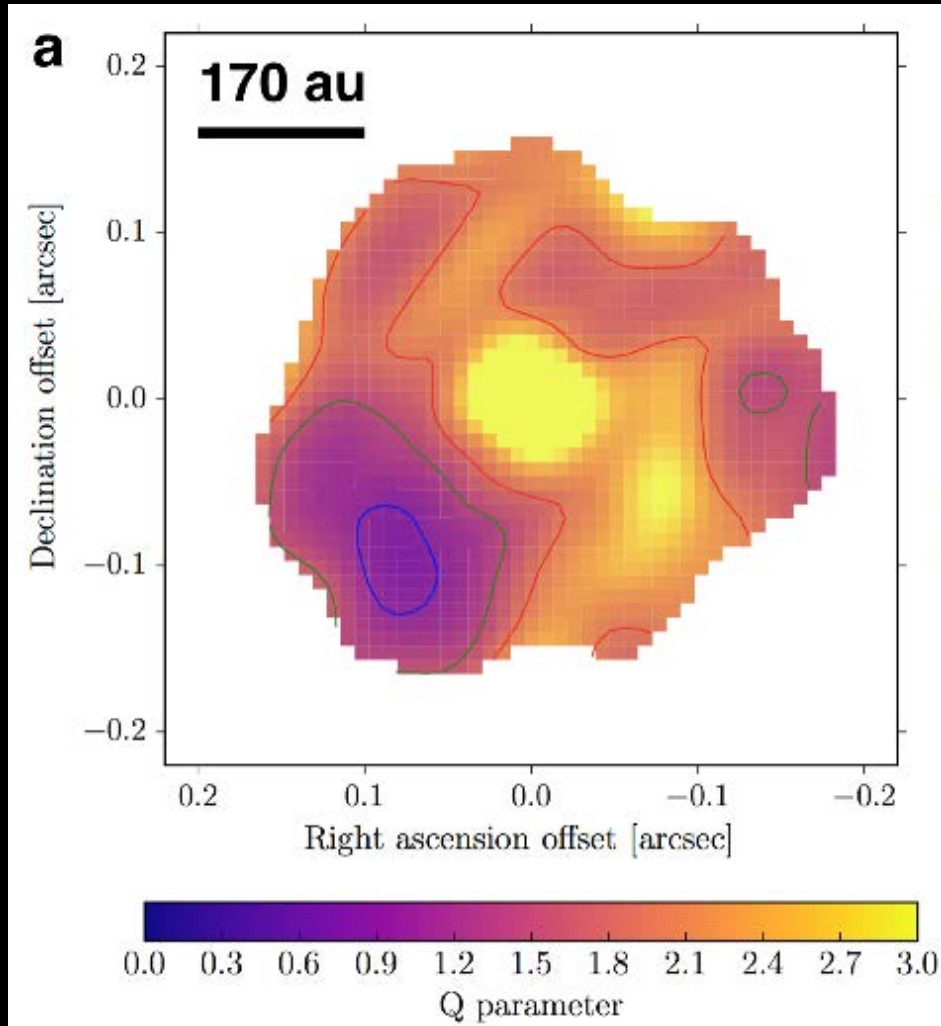
- 半径 ~ 250 au
→ Orionを除けば最小
- 円盤質量 2 - 7 M_{sun}
→ 中心星の20 - 70 %
→ 極めて自己重力的
- 明らかな非対称性

c.f., メーザとの関係



- 水メーザジェットは円盤の中心付近から東西に放出
- メタノールメーザは中心の高温ガスに付随

Toomre's Q



- Toomre's $Q \sim 1 - 2$
 - 非軸対称モードの摂動
に対して不安定
 - 大質量星周りでは初
- 非対称な構造の起源は？
 - 渦状腕？
 - 円盤分裂？
 - さらに解像度が必要

ALMA Cycle 6 による
フォローアップ観測

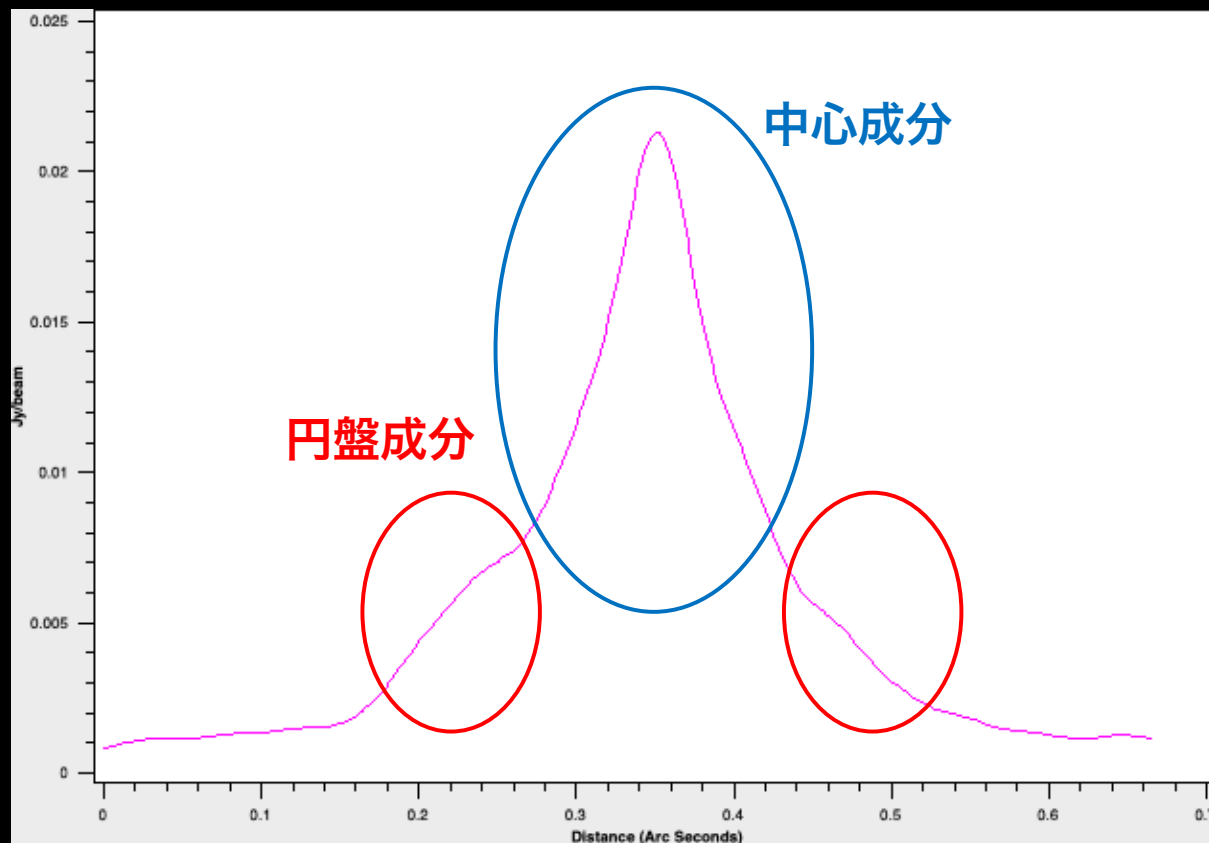
ALMA Cycle 6でのフォローアップ

- Configuration:
C43-6 (12m x 46) + C43-9 (12m x 46)
(40 m – 15 km基線)
- Frequency:
Band 6 ~ 219– 231 GHz
- Integ time:
C43-6: 2 min
C43-9: 9 min
- Spatial resolution
→ 25 x 21 mas (最終的に23 x 23 masにConvolution)
→ Cycle 4 の2倍の解像度
- Image Sensitivity:
0.2 mJy/b (~9 K) rms

削除

削除

Sub-structureがありそう...



- 中心に点源?
~ 7 mJy
~ 600 K
→ 高温ダスト?
or
Free-Free 成分?
- 空間プロファイル
→ 複数ガウシアン
でのフィッティング
が必要

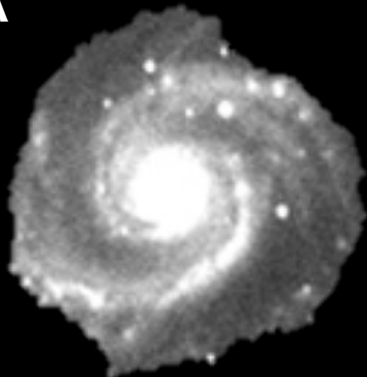
おまけ
Cycle 6 Band 7データ

ALMA Cycle 6でのフォローアップ

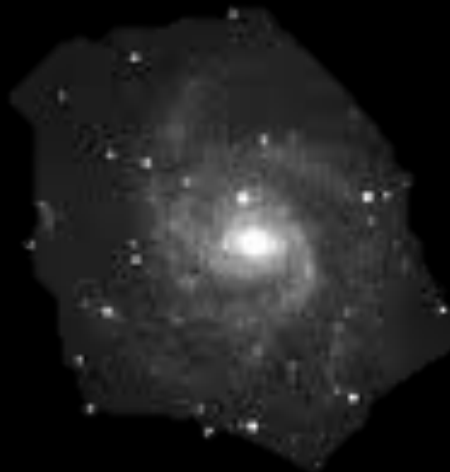
- Configuration:
C43-4 (12m x 46) + C43-7 (12m x 46)
(15 m – 3.7 km基線)
- Frequency:
Band 7 ~ 337– 352 GHz
- Integ time:
C43-4: 40 min
C43-7: 80 min
- Spatial resolution
→55 x 49 mas (Cycle 4と同程度)
- Image Sensitivity:
0.2 mJy/b (~0.8 K) rms

Q: この中でメシエカタログ天体
でないものはどれでしょう？

A



B



C



D



E



削除

まとめ

- 最終的に星質量の分布を決めるのは小スケールでの分裂度/星形成効率...特に降着円盤の性質がやはり重要
- Motogi et al. (2019)で報告された非対称円盤のフォローアップ観測をALMA Cycle 6 (20 mas beam @ band 6)で実施
- 非対称構造を完全に分解、重力不安定に起因する渦状腕である可能性が極めて高いこと示唆
- Infall envelopeの全体構造をBand 7で撮像、複数のinfall streamerが存在することが判明

終わり

