

BGPSダストコアを対象とした 6.7GHzメタノールメーザー探査に 基づく大質量星形成過程の研究

茨城大学 M2
大橋 拓人

共同研究者:

茨城大学：杉山孝一郎、米倉覚則、百瀬宗武

国立天文台：砂田和良、坂井伸行

目次

1. イントロ

- メーザーの出現時期
- 星形成における N_2H^+ と HCO^+ の関係
- 観測天体の選出

2. 観測・結果

- 観測諸元
- 結果
- 考察
- まとめ

1.イントロ

大質量星形成領域における各メーザーの出現時期

モチベーション

メーザーの出現時期を
進化の指標に！

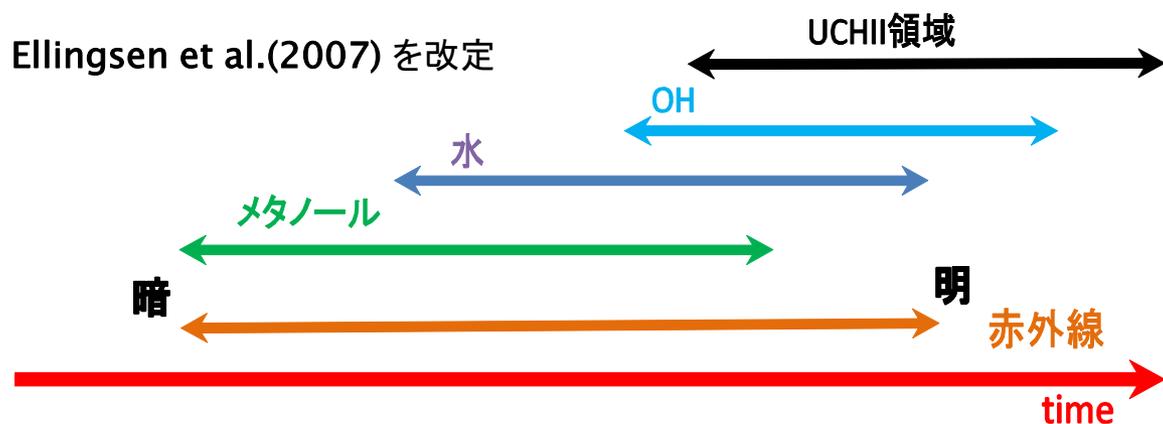
先行研究では・・・
・様々な解釈
・根拠が曖昧

本研究では・・・

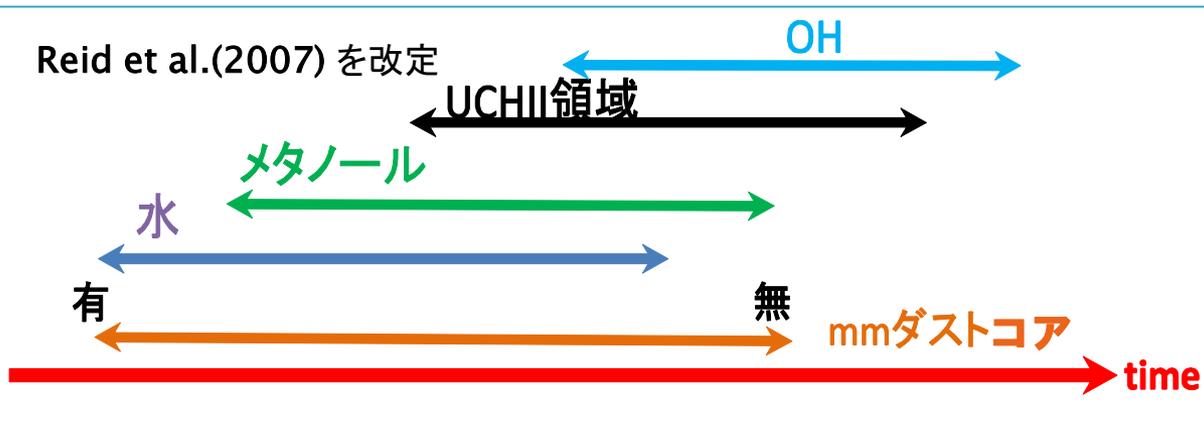
星の時間変化の過程
がわかる天体をター
ゲットにメーザーの
観測を！

→ $\text{N}_2\text{H}^+/\text{HCO}^+$ の
関係に注目

Ellingsen et al.(2007) を改定



Reid et al.(2007) を改定



星形成における N_2H^+ と HCO^+ の関係



標準的なCOの存在量 ($[\text{CO}/\text{H}_2] \sim 10^{-4}$) では $\dots \textcircled{1}$ の反応

COが凍り付きダスト表面に付着 ($\sim 10\text{K}$) $\dots \textcircled{2}$ の反応

COが溶け出してガスに戻ると $\dots \textcircled{3}$ の反応が始まり HCO^+ が卓越

(Jørgensen et al. 2004)

→ 星が進化する過程で温度が上がると

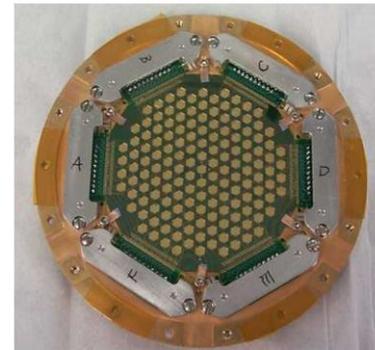
$\text{N}_2\text{H}^+/\text{HCO}^+$ が減少! ($\textcircled{2} \rightarrow \textcircled{3}$)

しかし、これはあくまで小質量星での理論 \dots

観測天体の選出 (BGPSダストコア)

星形成の初期の段階を観測したい → ダストコア!!

- Bolocam Galactic Plane Survey
(Rosolowsky et al. 2010)
 - 1.1mmダスト連続波の銀河面サーベイ
 - ハワイのカルテクサブミリ波天文台 CSO
 - $-10^\circ \leq l \leq 194^\circ$, $|b| \leq 0.5^\circ$
 - 8358 天体がカタログ化



Bolocam Web Pageより
(<http://www.cso.caltech.edu/bolocam/>)

観測天体の選出 (BGPSダストコア)

- ▶ 先行研究 (Shirley et al. 2013)
BGPSダストコアを対象に HCO^+ (3-2),
 N_2H^+ (3-2) の観測
 - ターゲット : 6194 天体 ($7.5^\circ \leq l \leq 194^\circ$)

カテゴリー	検出天体数
N_2H^+ のみ検出	36
$I(\text{N}_2\text{H}^+) / I(\text{HCO}^+) > 1$	136
$I(\text{N}_2\text{H}^+) / I(\text{HCO}^+) \leq 1$	1669
HCO^+ のみ検出	1312



このカテゴリーに注目して
水、メタノールレーザーの
観測を実施！ (本研究)

2.観測・結果

観測諸元

- ▶ 望遠鏡：日立 32m
- ▶ ターゲット：6.7GHzメタノールメーザー
 - 22GHz 水メーザーはVERAで観測を実施中
- ▶ 観測期間：2014/11/3 - 2015/5/27 (計8日)
- ▶ 天体数：296
 - 各カテゴリから強度順、強度比順に296天体を選出

カテゴリー	選出天体数
N_2H^+ のみ検出	36 (/36)
$I(\text{N}_2\text{H}^+) / I(\text{HCO}^+) > 1$	55 (/136)
$I(\text{N}_2\text{H}^+) / I(\text{HCO}^+) \leq 1$	151 (/1669)
HCO^+ のみ検出	54 (/1312)

日立局パラメーター

ビームサイズ	4.6 arcmin
周波数	6664 - 6672 MHz
チャンネル数	8192
速度分解能	0.044 km/s
積分時間	各点 300 sec
rmsノイズレベル(1 σ)	~0.3 Jy

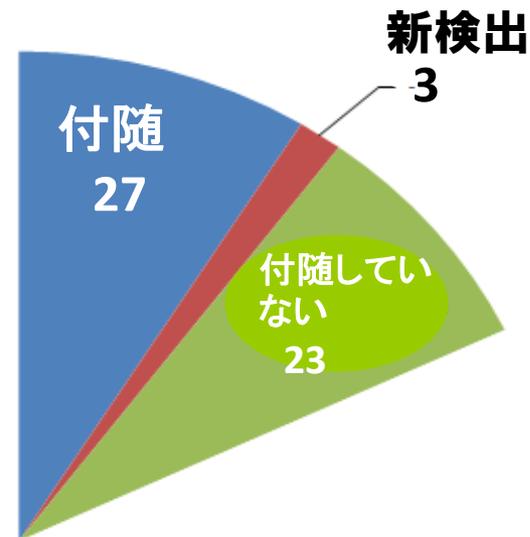
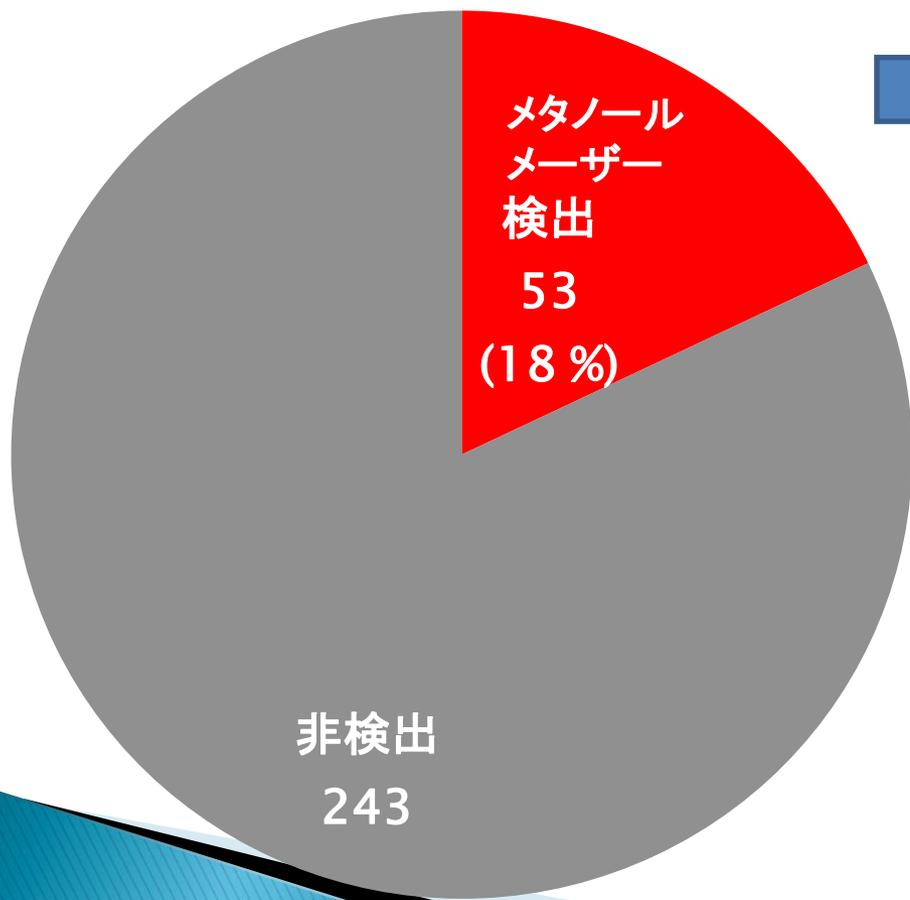


日立32m電波望遠鏡
 VERAのホームページより
 (http://veraserver.mtk.nao.ac.jp/network/ant_ibaraki.html) 10

観測結果

スペクトルのピークが 5σ 以上→検出

ダストコア296 天体

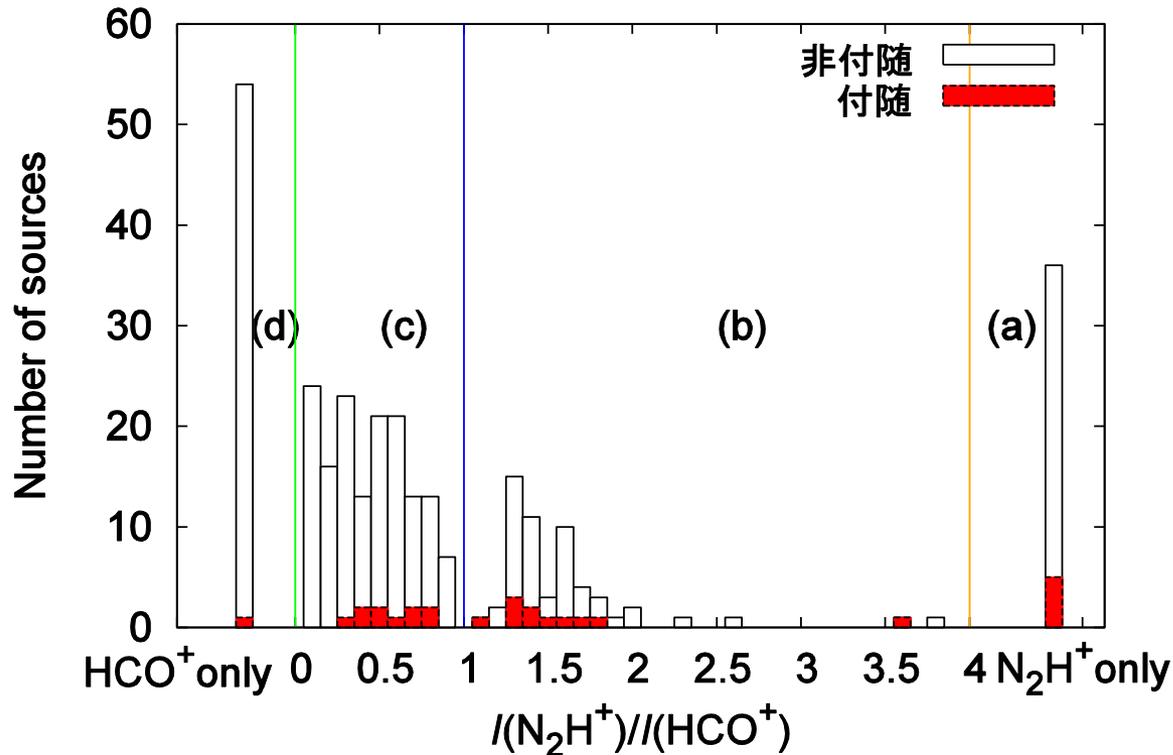


- 既知のメーザー源 (Methanol Multibeam survey) とBGPS天体の位置を比較

- 離角 < 0.5 arcmin
→付随

考察

カテゴリー	天体数	付随数	付随率
(a) N_2H^+ のみ検出	36	5	14%
(b) $I(\text{N}_2\text{H}^+) / I(\text{HCO}^+) > 1$	55	11	20%
(c) $I(\text{N}_2\text{H}^+) / I(\text{HCO}^+) \leq 1$	151	10	7%
(d) HCO^+ のみ検出	54	1	2%



6.7GHzメタノールメーザーは
強度比 $I(\text{N}_2\text{H}^+) / I(\text{HCO}^+)$ が
高いBGPS天体に付随してる??

→ 星形成のかなり初期の段階に
出現??

課題・今後の展望



最初からCOがガスで存在

→ 最初にHCO⁺が存在

HCO⁺が卓越している状態 = 後期
とは決めきれない・・・

→ 別の年齢トレーサーも必要！

- N₂H⁺が卓越 = cold
- メタノールがある = hot



- ▶ ダスト全体はcoldだが局所的にはhot？

→ 低温トレーサーが必要！



赤外暗黒星雲を含む複数の赤外線波長のマッピングデータと比較！

現在、MIPSGAL 24ミクロンとの比較を実施中

まとめ

- ▶ 日立32mアンテナを用いた6.7-GHzメタノールメーザーサーベイを行った
 - 目的: 各種メーザーの出現時期の指標の確立
 - ターゲット: BGPS ダストコア - 296 天体
 - 結果:
 - 検出率: 18% (53/296 天体)
 - 新検出: 3天体
 - 考察
 - クラスIIメタノールメーザーは強度比 $I(\text{N}_2\text{H}^+) / I(\text{HCO}^+)$ が高い = 若いBGPS天体に付随している??
 - 課題
 - 中赤外線源 (MIPSGAL) とのデータの比較を行い進化段階の調査