Star Formation Newsletter No. 339, 17-24

野村英子 (国立天文台)

17. **Magnetohydrostatic Equilibrium Structure and Mass of Polytropic Filamentary Cloud Threaded by Lateral Magnetic Field**
Raiga Kashiwagi, Kohji Tomisaka ★ Filamentary structures are recognized as a fundamental component of interstellar

18. **ALMA Observations of Giant Molecular Clouds in M33 III: Spatially Resolved Features of the Star-Formation Inactive Million-solar-mass Cloud**
Hiroshi Kondo, Kazuki Tokuda, Kazuyuki Muraoka, Atsushi Nishimura, Shinji Fujita, Tomoka Tosaki, et al.

19. **High-resolution CARMA Observation of Molecular Gas in the North America and Pelican Nebulae**
Shuo Kong, Héctor G. Arce, John M. Carpenter, John Bally, Volker Ossenkopf-Okada, Álvaro Sánchez-Monge et al.

20. **Evidence of Core Growth in the Dragon Infrared Dark Cloud: A Path for Massive Star Formation**
Shuo Kong, Héctor G. Arce, Yancy Shirley, Colton Glasgow ★ A sample of 1.3 mm continuum cores in the Dragon

21. **SPICY: The Spitzer/IRAC Candidate YSO Catalog for the Inner Galactic Midplane**
Michael A. Kuhn, Rafael S. de Souza, Alberto Krone-Martins, Alfred Castro-Ginard, Emille E. O. Ishida, Matthew S. Povich, Lynne A. Hillenbrand ★ We present ~120,000 Spitzer/IRAC candidate young stellar objects (YSOs)

22. **Sub-arcsecond Imaging of the Complex Organic Chemistry in Massive Star-forming Region G10.6-0.4**
Charles J. Law, Qizhou Zhang, Karin I. Öberg, Roberto Galván-Madrid, Eric Keto, Hauyu Baobab Liu, Paul T. P. Ho

23. **The old moving groups in the field of Taurus**
Jiaming Liu, Min Fang, Hao Tian, Chao Liu, Chengqun Yang, Xiangxiang Xue

24. **A survey of IRAS young stellar object candidates. Searching for large-scale Herbig-Haro objects**
Rosario López, Angels Riera, Robert Estalella, Gabriel Gómez ★ Jets and outflows are associated with young stellar

22 Sub-arcsecond Imaging of the Complex Organic Chemistry in Massive Star-forming Region G10.6-0.4

Charles J. Law, Qizhou Zhang, Karin I. Öberg, Roberto Galván-Madrid, Eric Keto, Hauyu Baobab Liu, Paul T. P. Ho

Accepted for publication in ApJ

・大質量星団形成領域G10.6-0.4をALMA 1.3 mm帯で 0.14” (700 au)の空間分解能で観測した。

・領域ごとに各分子の回転ダイアグラムを作成して、柱密度と温度を求めた。
その結果、ホットコアとその周辺の分子の分布の違いを求めた。

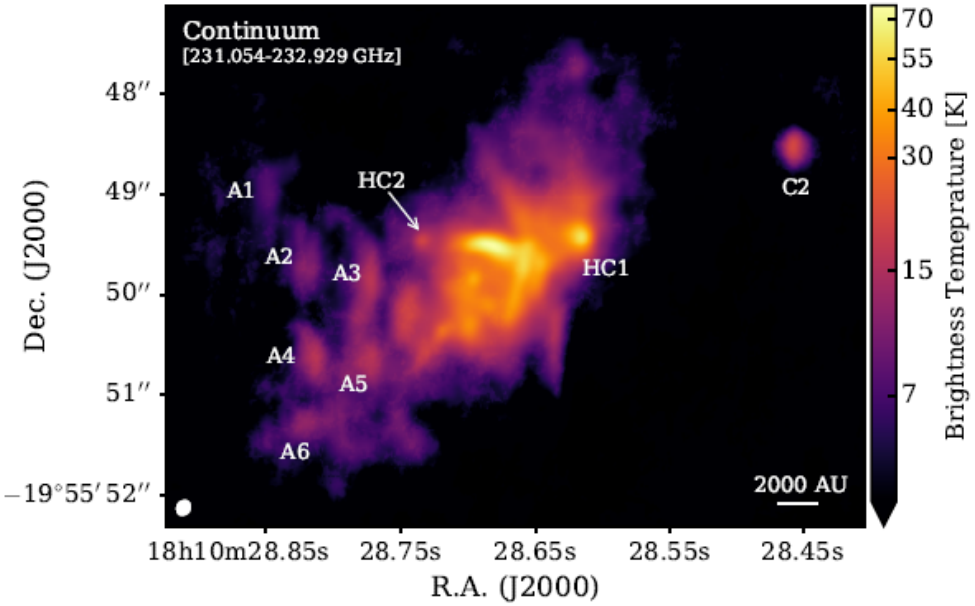
・様々な分子の柱密度比を求め、分子の生成過程に制限を与えた。

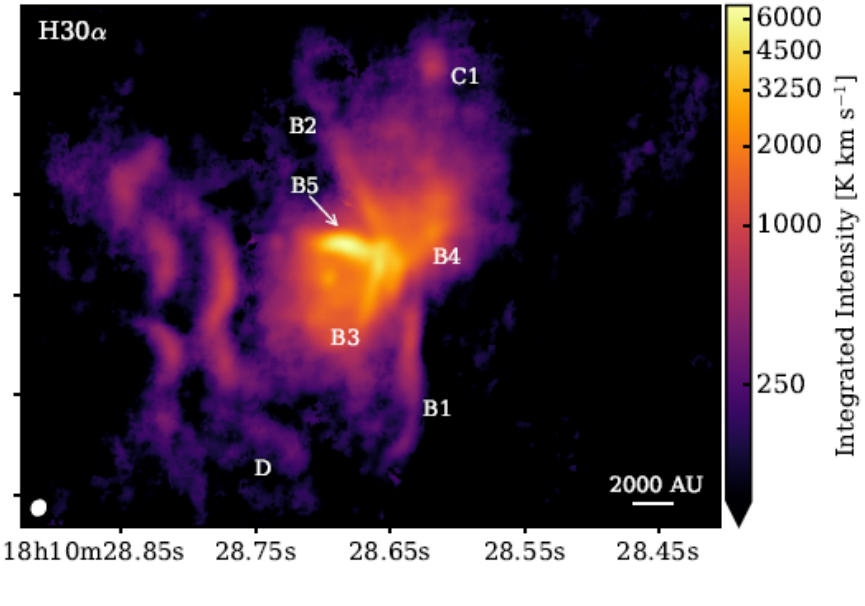
・背景：太陽系から大質量星形成領域までの距離は一般的に遠い(> 1kpc)ため、ALMA以前の観測では、大質量星形成領域は空間的に分解できなかった。

本研究では、大質量星団形成領域G10.6-0.4 の高空間分解能観測し、その物理的・化学的性質を調べた。

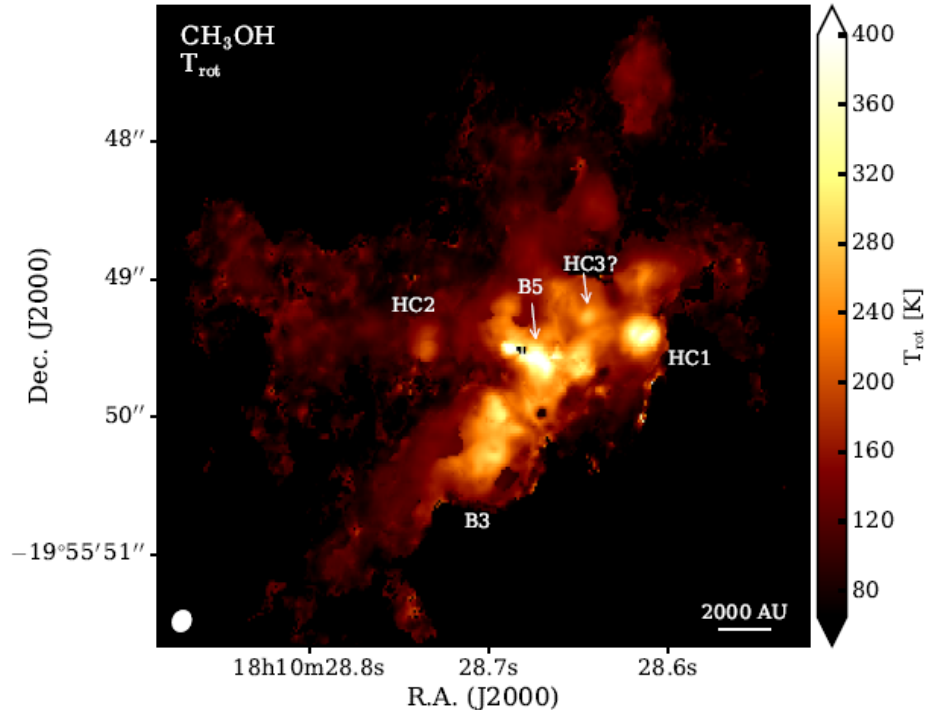
G10.6-0.4 : ~10^6 L_{sun}, OB 星団形成領域, d=4.95 kpc

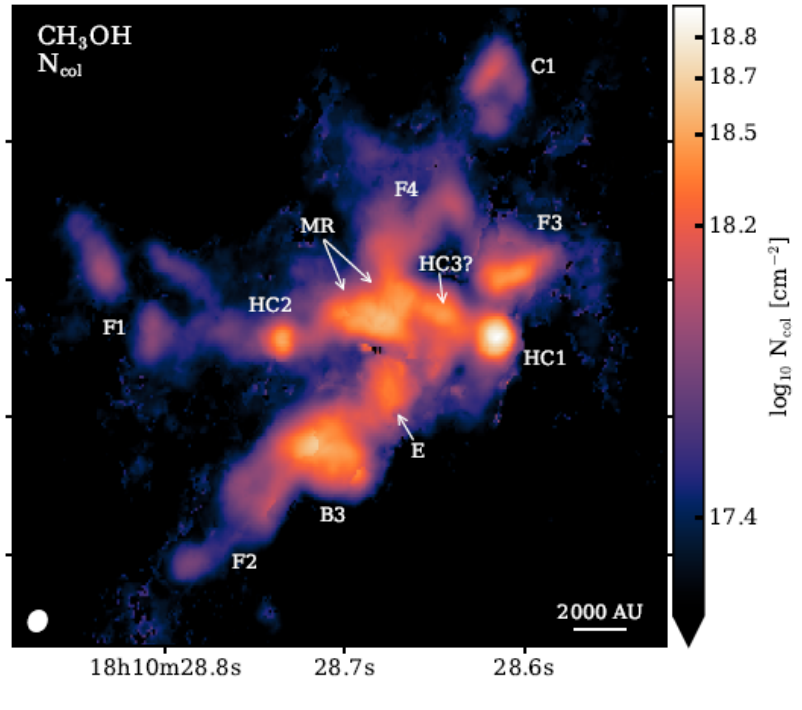
観測： ALMA Cycle 5, 基線長 15-3697m, total on source time: 2.2 hr,
速度分解能 ~1.3km/s, 連続波のrms : ~0.60-0.65 mJy/beam (~0.79-0.87K)



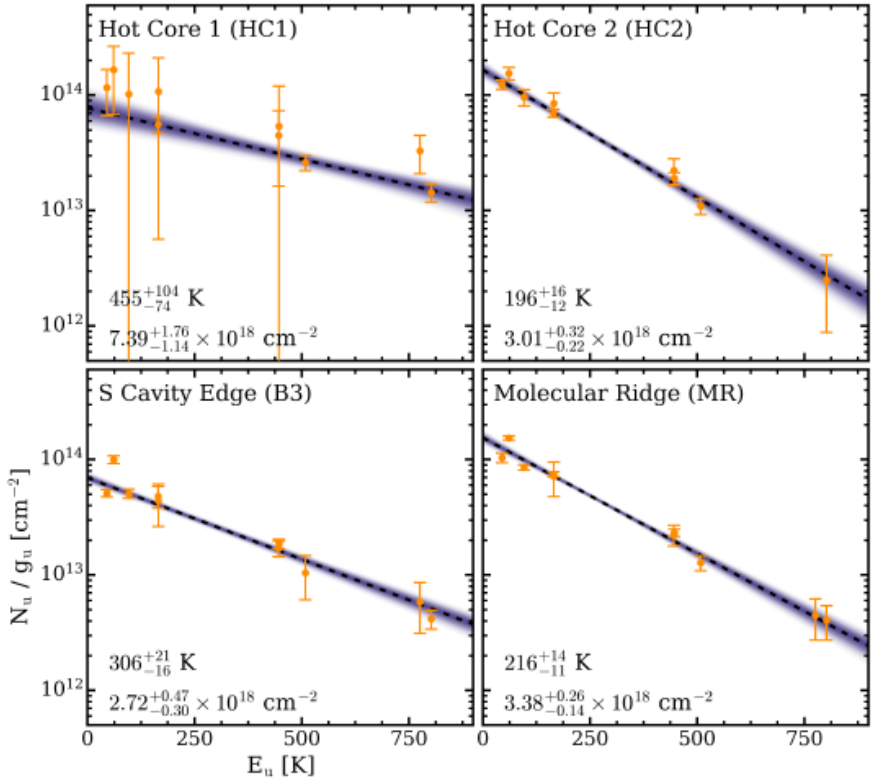


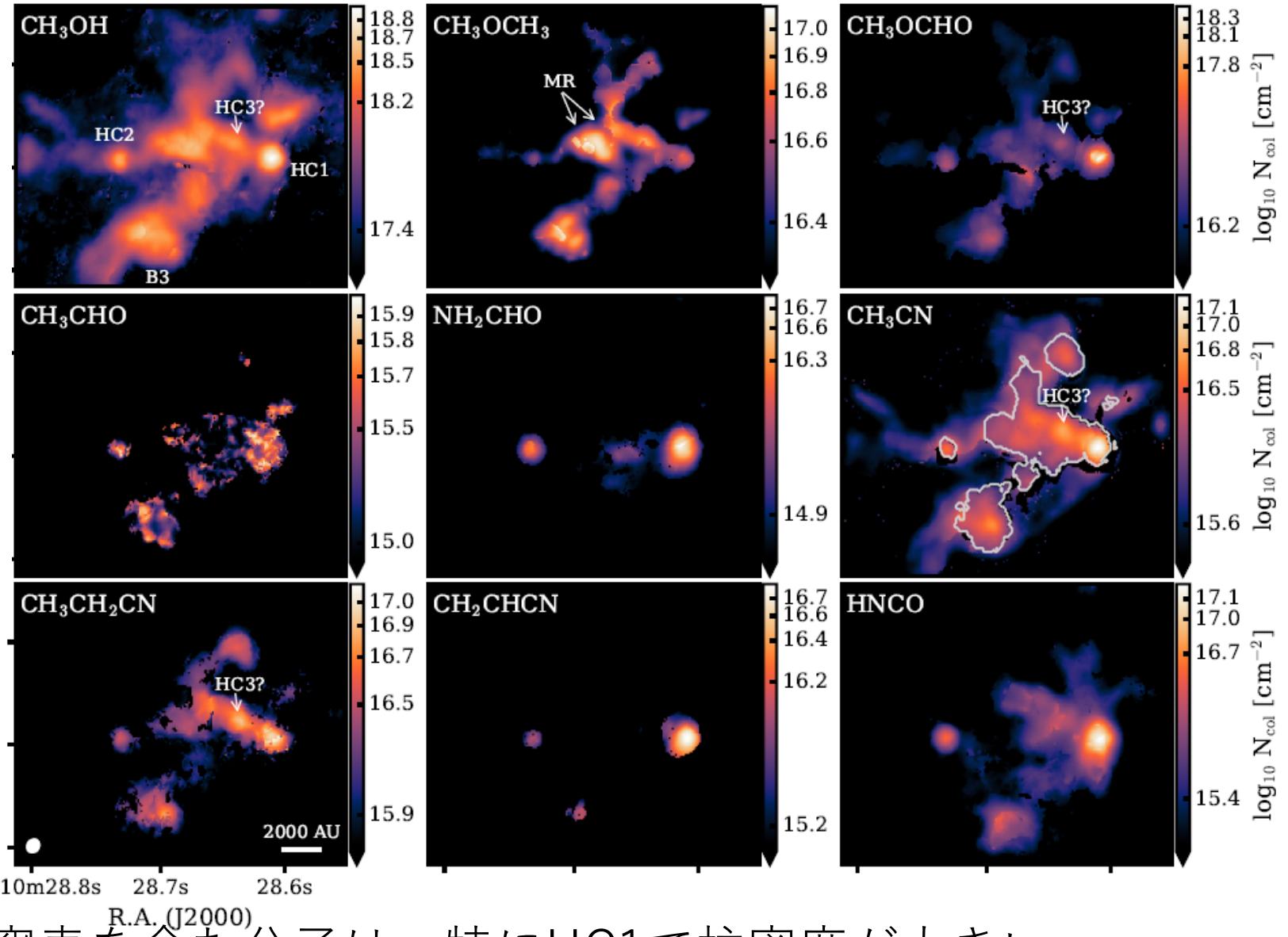
・連続波と再結合線の空間分布はほぼ一致：連続波はほぼfree-free emission。HC周囲ではダスト放射が卓越。





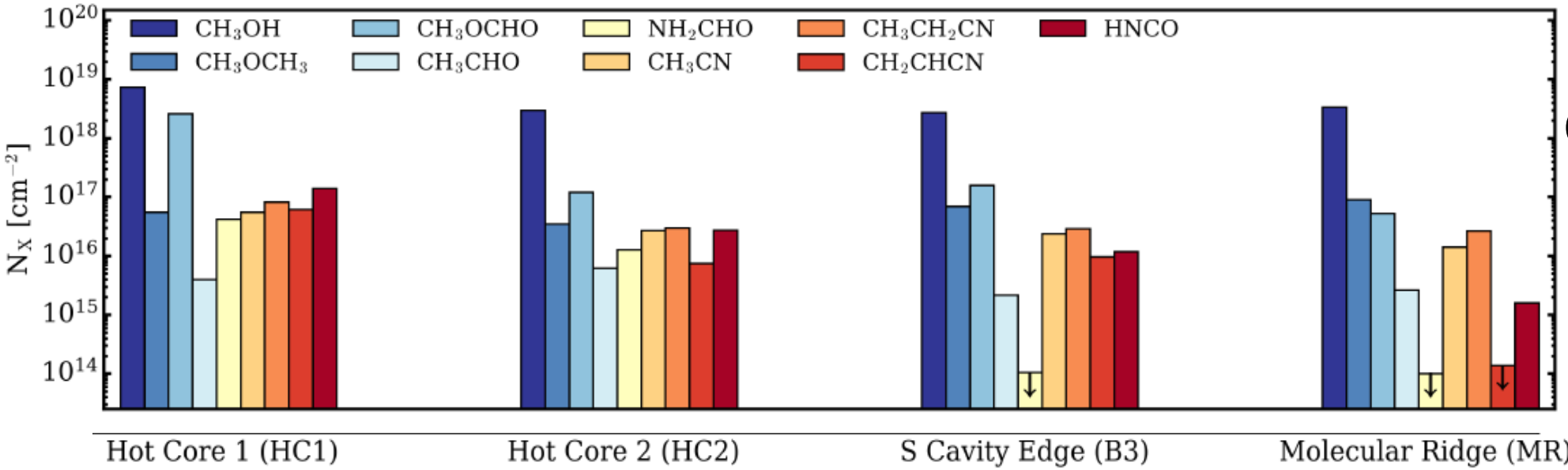
・回転ダイアグラムより分子の柱密度、温度の空間分布を求めた。
HC: 高温高密度
B3 : cavity edge(高温)
B5: 電離リッジ(高温)
MR: 分子リッジ(高密度)
電離リッジに隣接
(圧縮された?)





・各分子の回転温度
- CH3CHO: < 60K
- NH2CHO, CH2CHCN, : ~70-150K
- CH3CN, CH3OH, CH3OCH3, CH3CH2CN, HNCO: ~150-400K

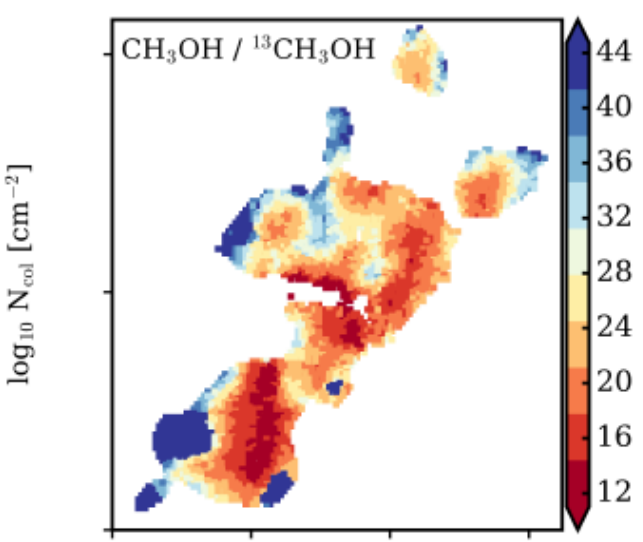
・窒素を含む分子は、特にHC1で柱密度が大きい
・CH3OCH3とCH3OCHO: モデルでは生成過程は関連しているが、空間分布が異なる（cf. E_{up}の違い?温度の仮定?）

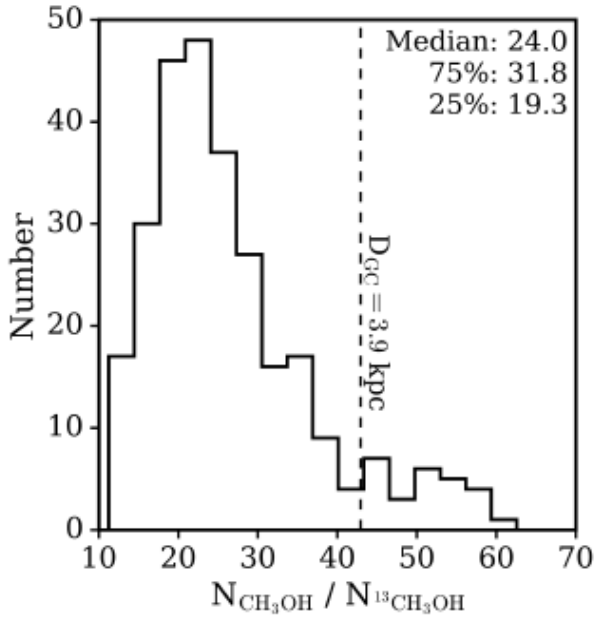


・NH2CHO, CH3OCHOはHCで豊富

・CH2CHCNはMRで存在量小

(輝線の性質?)



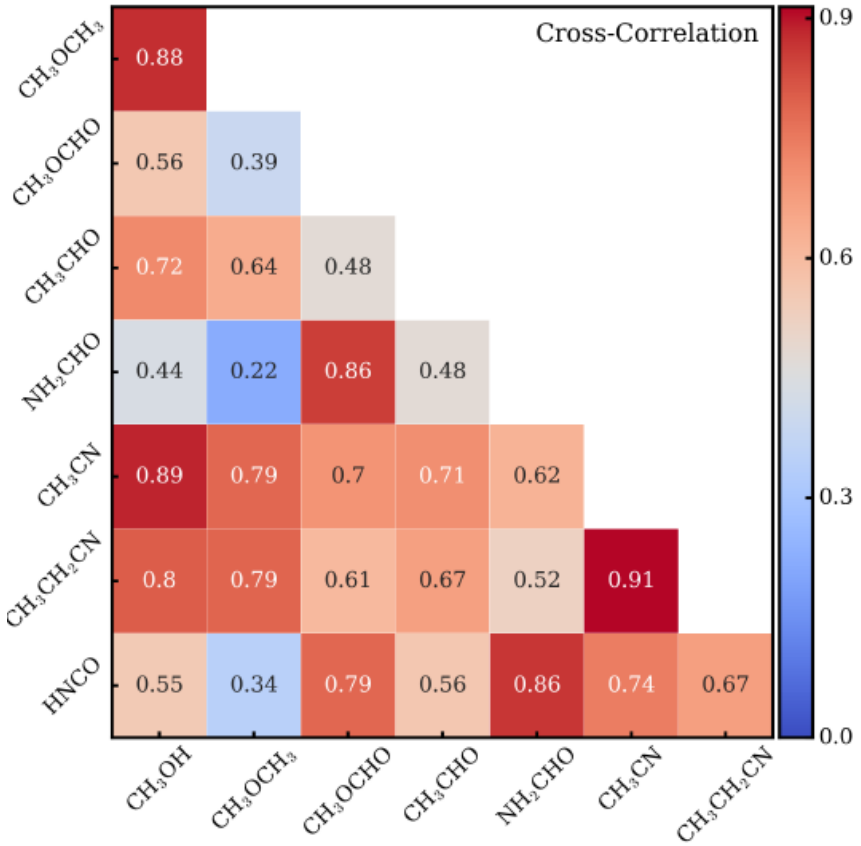


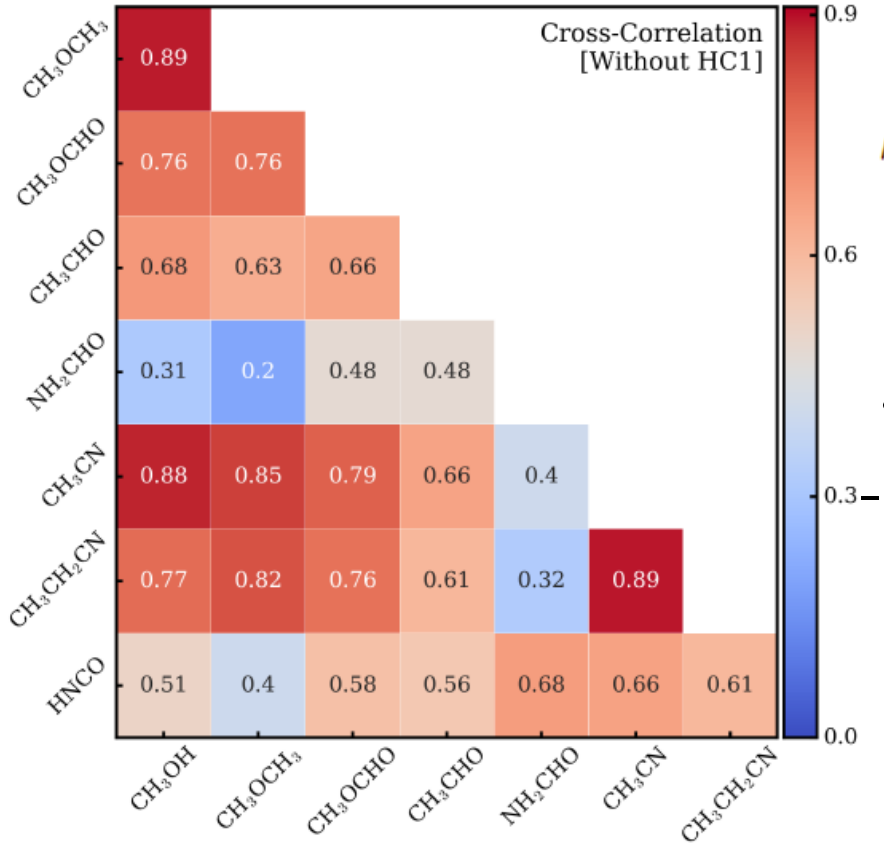
・メタノールの同位体比

$CH_3OH/13CH_3OH$~23

銀河中心から3.9kpcの平均値~43に比べると小さい

:星形成領域のコアスケールでは一般的に小さい?光学的厚さの影響?

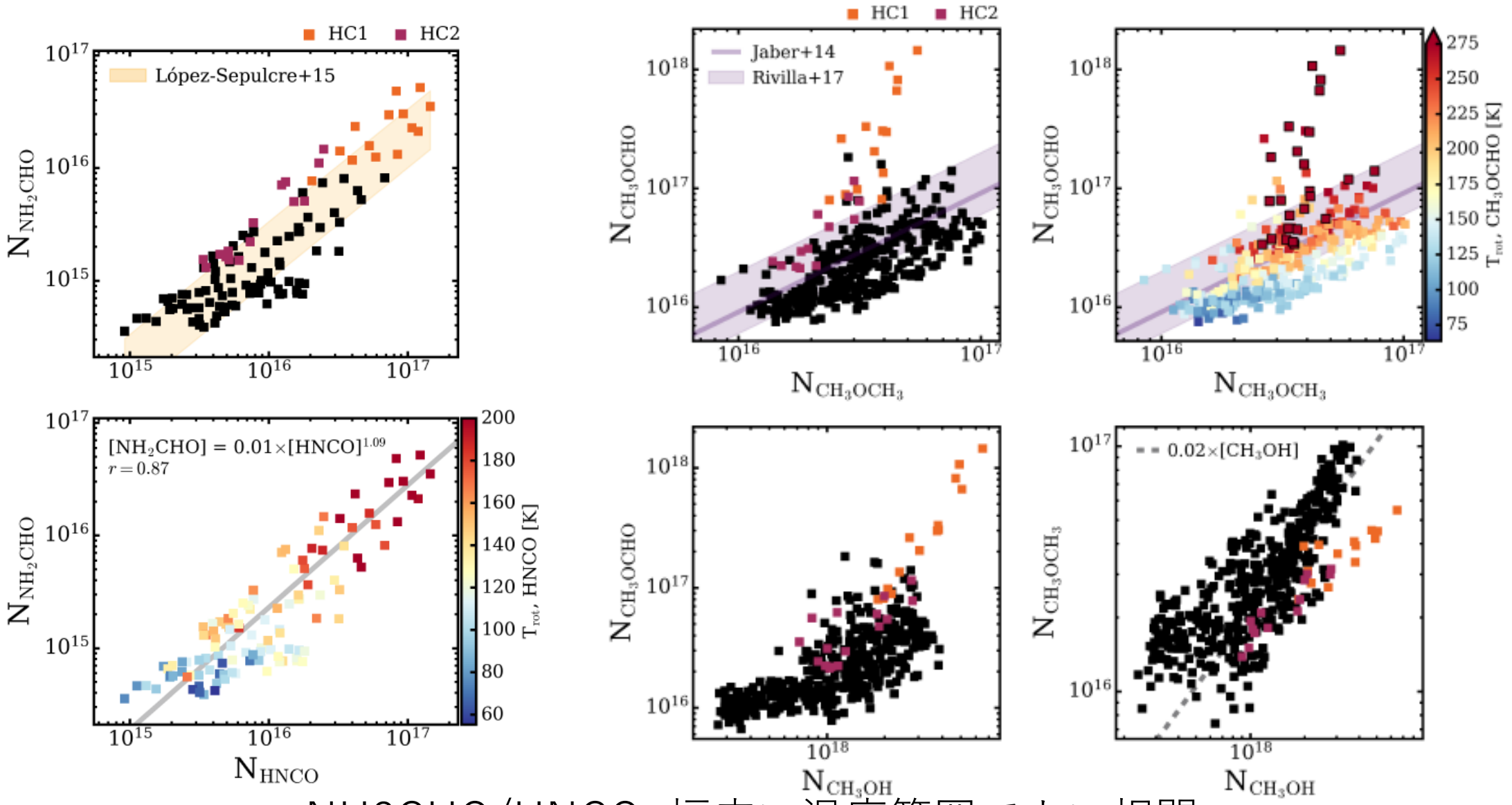




$$\rho_{12} = \frac{\sum_{i,j} I_{1,ij} I_{2,ij} w_{ij}}{\left(\sum_{i,j} I_{1,ij}^2 w_{ij} \sum_{i,j} I_{2,ij}^2 w_{ij} \right)^{1/2}}.$$

・強い相関を示すもの
- CH3OH/CH3CN:
いずれも領域全体に
分布しており、
相関が強い

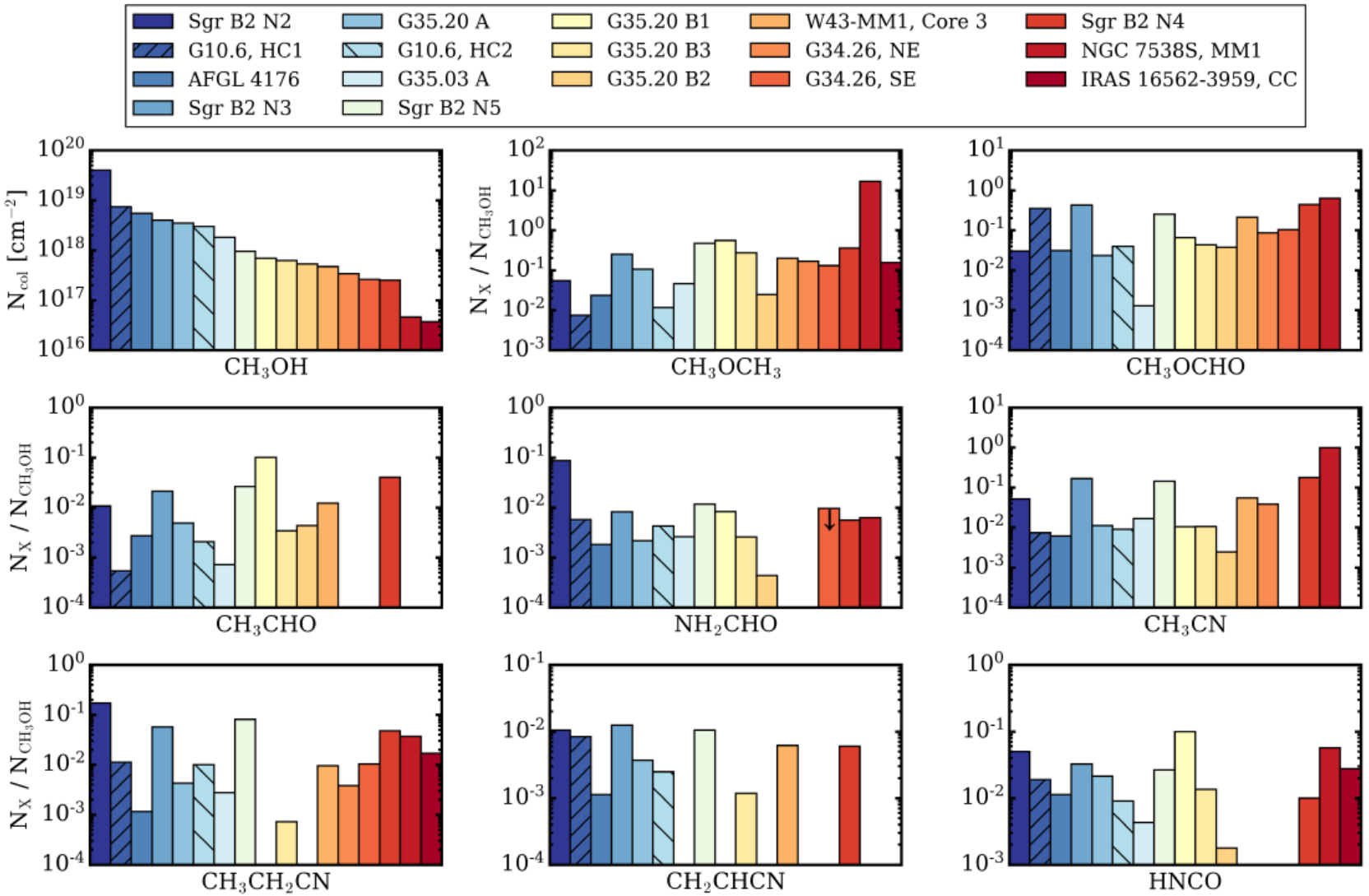
- CH3OH/CH3OCH3, NH2CHO/HNCO, CH3CN/CH3CH2CN : 化学的に近い
  # CH3CN/CH3CH2CN:
  CH3CN/NH2CHO, CH3CH2CN/NH2CHO, CH3CH2CN/HNCOよりも相関が強い
- NH2CHO/CH3OCHO: 化学的に近くはないが、いずれもHCに主に分布
- 酸素を含む分子は、HC1を除いた領域では、比較的よい相関

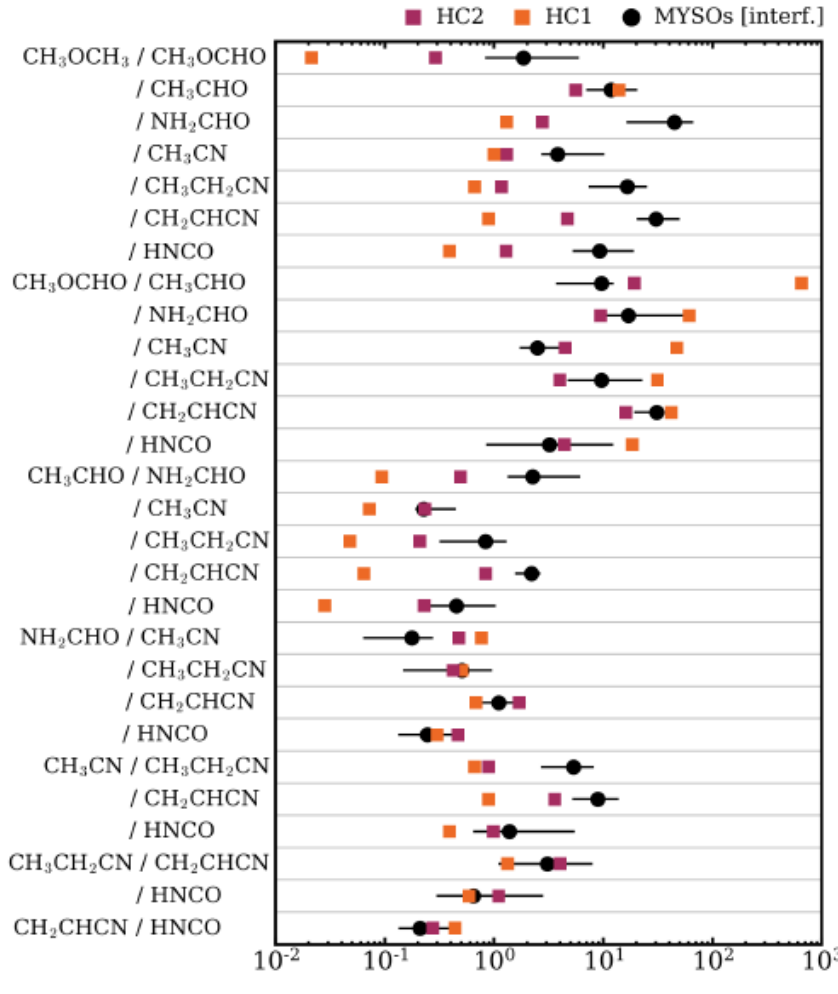


・NH2CHO/HNCO: 幅広い温度範囲でよい相関

・酸素を含む分子：HCを除く領域でよい相関

⇔高温領域の化学反応が異なる?/温度の仮定?

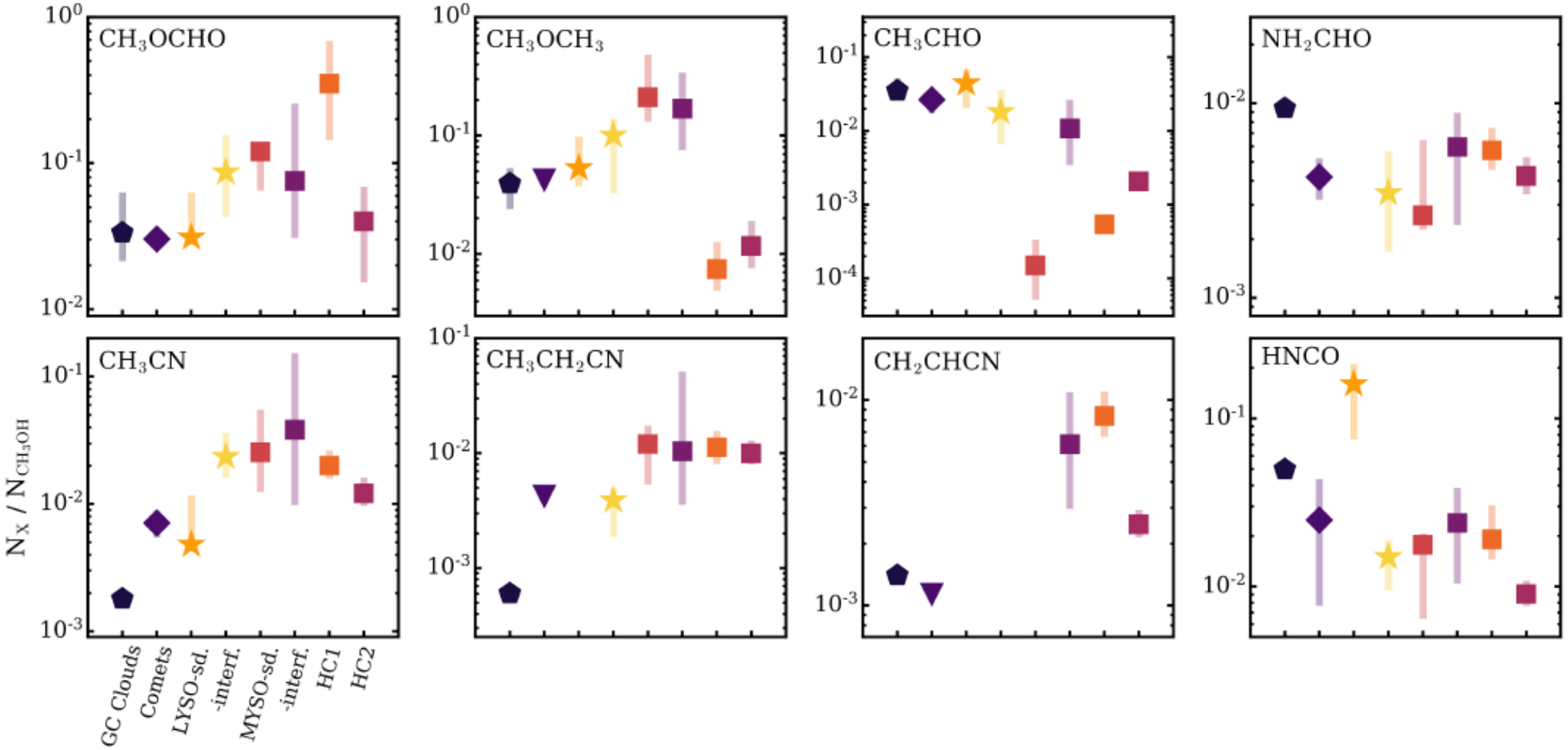




・HC1, HC2と他の大質量星形成領域との比較

- CH3CHO, CH3OCH3 & CH3OCHO: 低い & 高い(HC1) (測定した温度の不定性?)

- CH3CN/CH3CH2CN, CH3CN/CH2CHCN: 低い→年齢が若いことを示唆？



・HC1, HC2と様々な天体における分子の柱密度の比較

- 窒素を含む分子に関しては、他の天体と類似
- CH3CHO: 高空間分解能の観測では低い、という他天体の観測と一致?
- CH3OCH3: 低い, CH3OCHO: HC1で高い → これらの分子が、ダスト表面反応と気相反応の両方で生成されていることを示唆? (温度の測定値の不定性?)

18. ALMA Observations of Giant Molecular Clouds in M33 III: Spatially Resolved Features of the Star-Formation Inactive Million-solar-mass Cloud

Hiroshi Kondo, Kazuki Tokuda, Kazuyuki Muraoka, Atsushi Nishimura, Shinji Fujita, Tomoka Tosaki, et al.

Accepted for publication in ApJ

・系外銀河M33中の巨大分子雲GMC-8からの12CO, 13CO, C18O J=2-1遷移線を ALMA により 0.44” x 0.27” (~2pc x 1pc)の空間分解能で観測した。

・13COでトレースできる高密度領域の質量の割合を見積もったところ、~2%しかなく、この分子雲が~10^6Msunの質量があるにもかかわらず、星形成の兆候を示していないのは、密度が十分に高くなっていないためであることが示唆された。

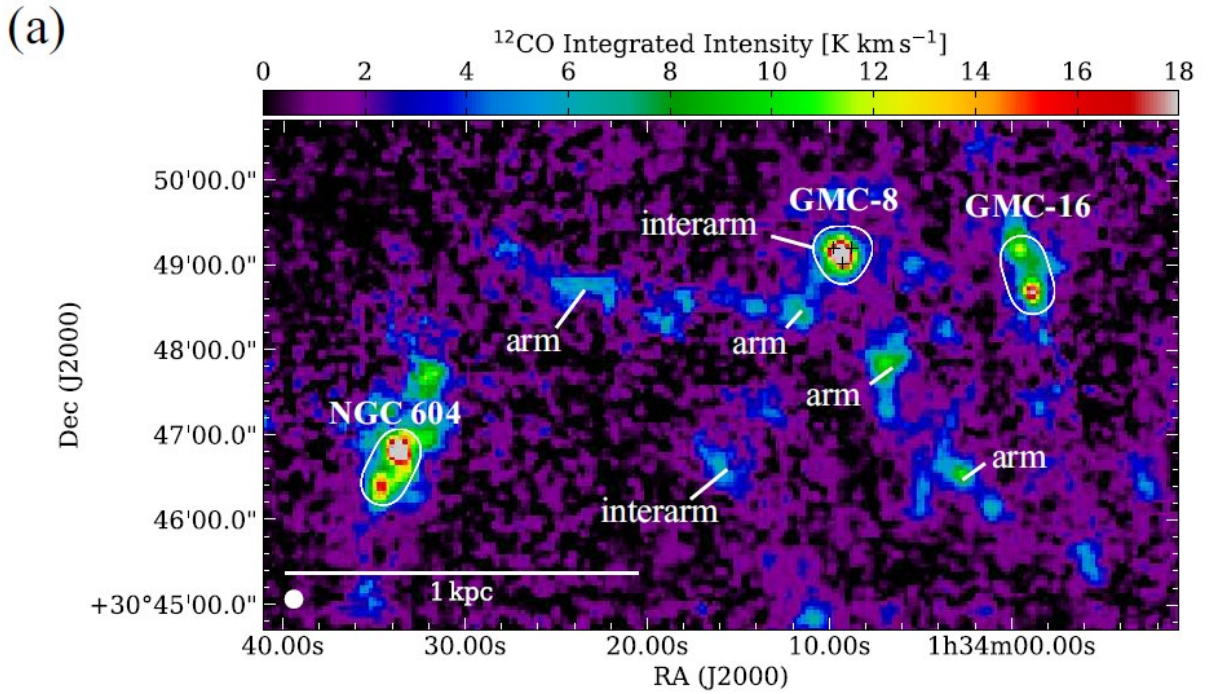
・このHIガスの分布とCOガスの分布および速度構造を比較したところ、原子ガスがこの領域に流れ込み、大質量の分子雲を形成している可能性が示唆された。

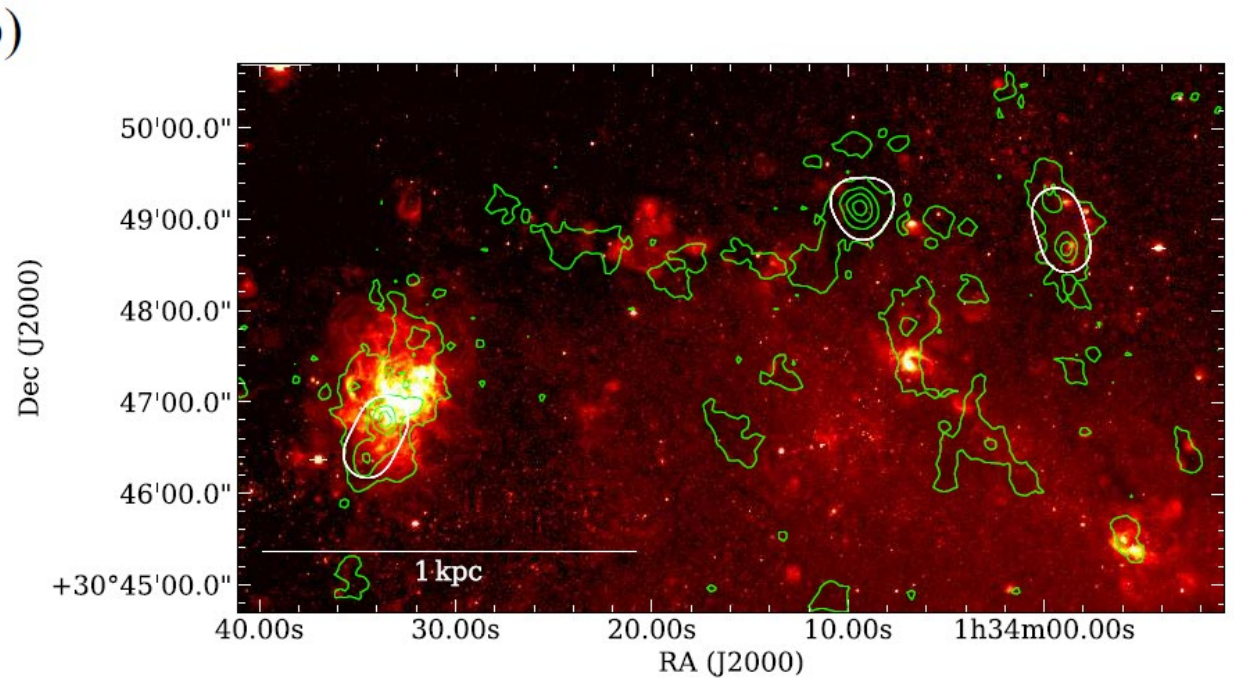
M33, GMC-8 : ~10^6 M_{sun}, d=840 kpc

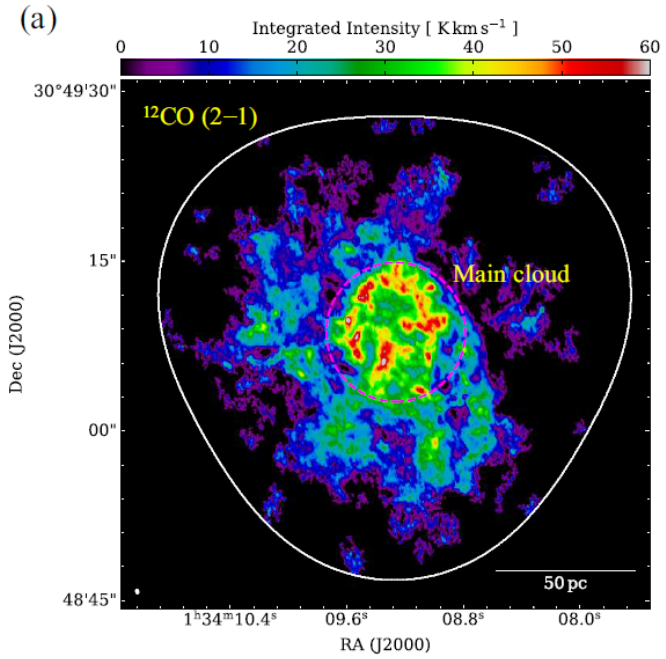
分子雲形成の数値シミュレーションでは~10^5 M_{sun} 以上の分子雲形成は困難と考えられているため、大質量分子雲の形成機構を調べるのに格好のターゲットである。

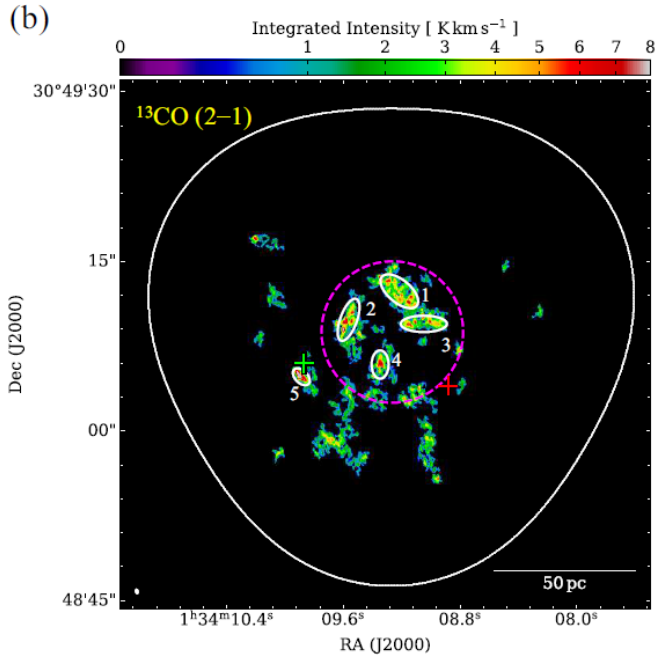
観測： ALMA Cycle 5, 速度分解能 ~0.2km/s,

輝線のnoise level: ~0.9K、連続波のnoise level : ~0.02 mJy/beam

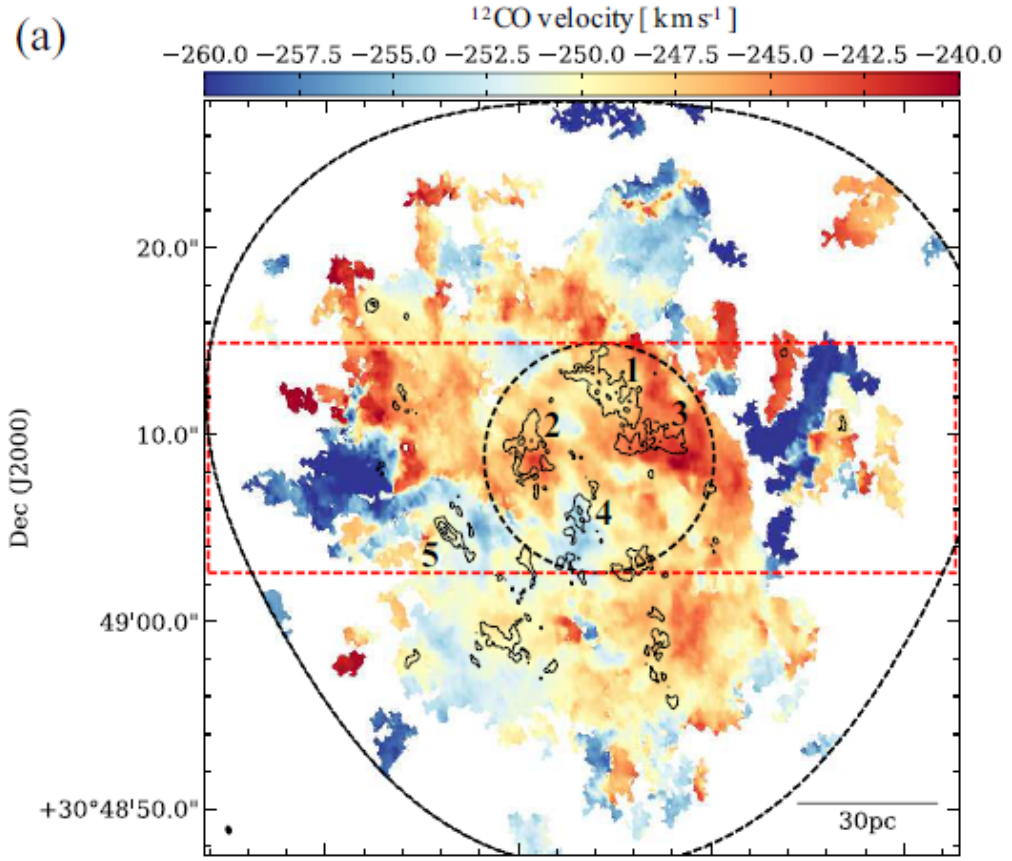


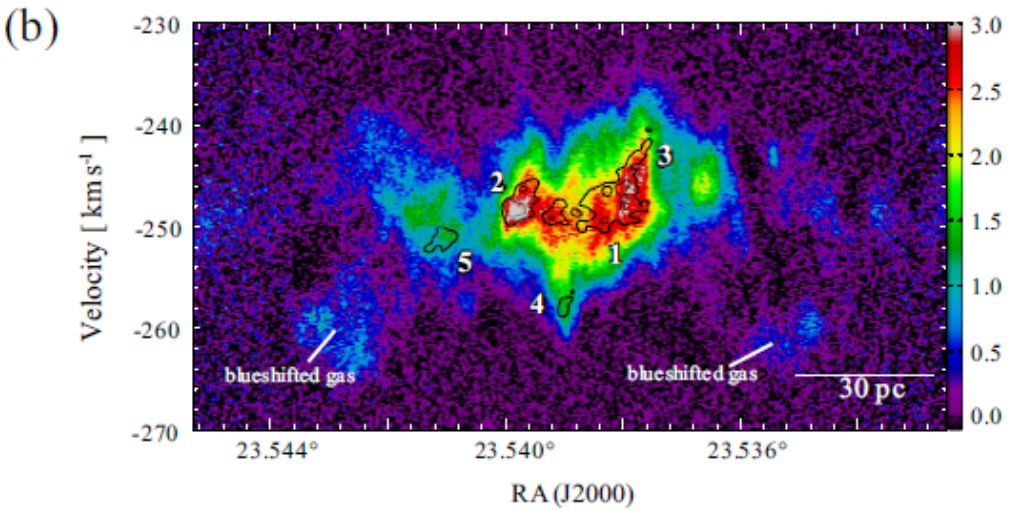


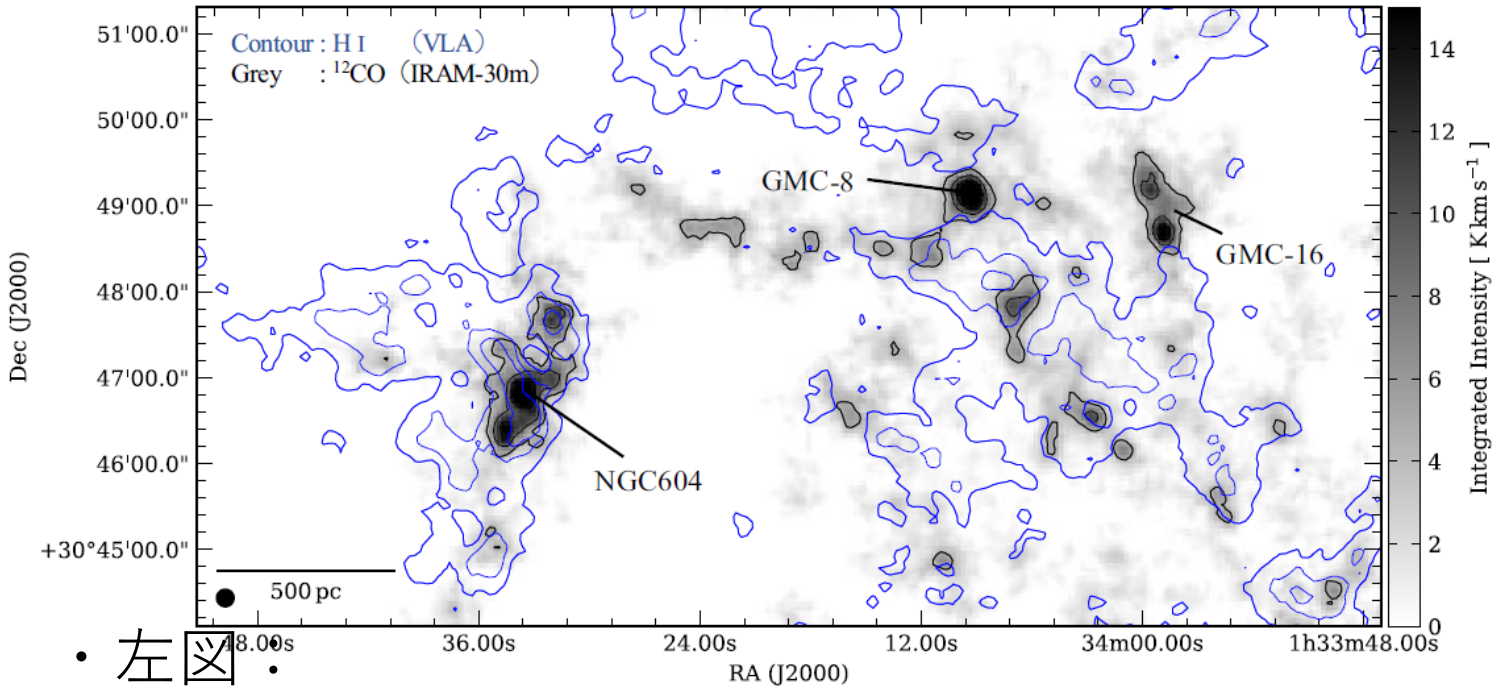




・左上：12CO mom 0 map
　右上：Hα (カラー)+12CO (等高線)
GMC-8付近には電離ガスが非常に弱い
・左下：12CO(左)と13CO(右) mom 0
COの分布にシェル上の構造がみられる
13COがトレースする高密度のH2ガスの質量は(2-10)x10^{3}Msun





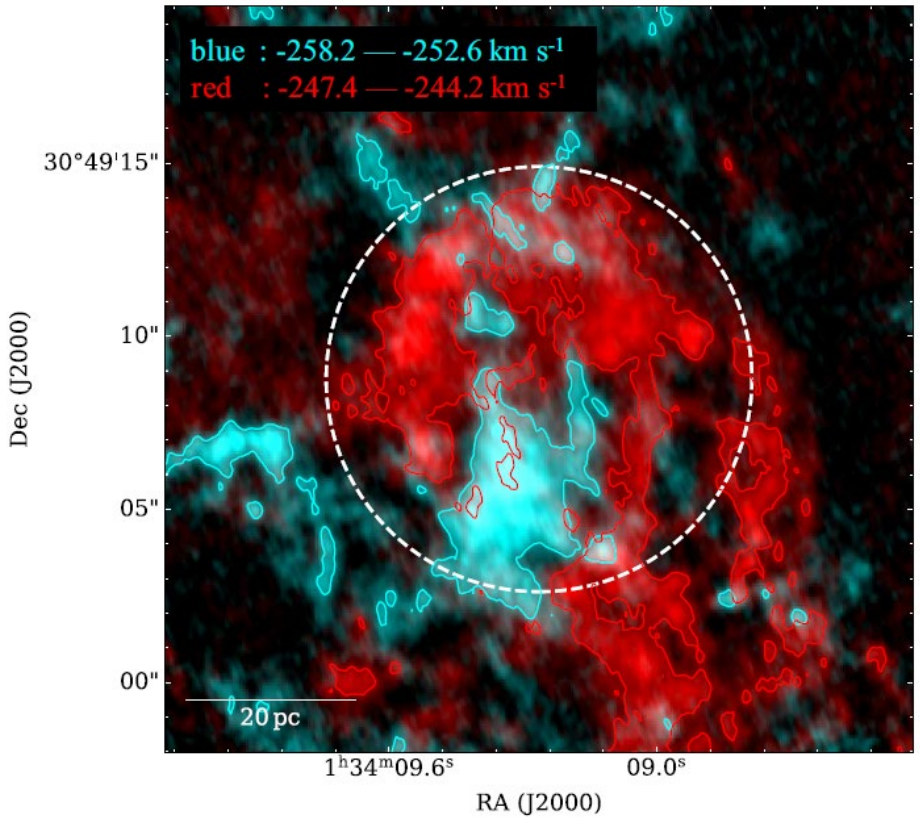


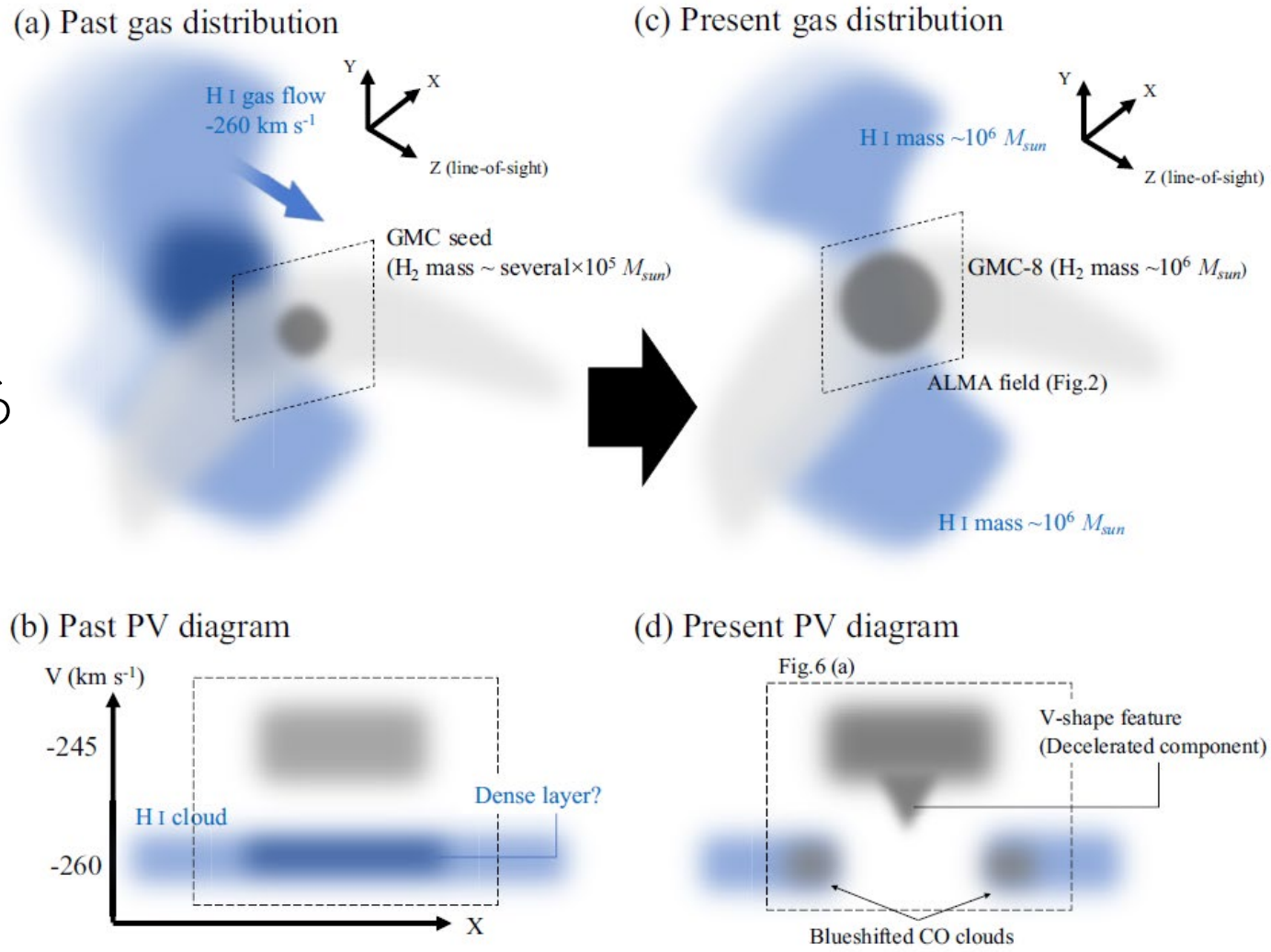
・左図：

(a) 12CO mom 1 map (カラー)
+ 13CO mom 0 map (等高線)
黒点線はMain cloudの位置

(b) (a)の赤点線内の12COのPV図
速度構造は単一の分子雲であることを示す
図の中央下部にガス雲衝突の兆候であるV字状の青方偏移成分が存在する
さらに、速度-260km/s付近にMain cloudの両脇にも青方偏移成分が存在する

・前頁右図：12CO mom 0 map (グレー)+HI map (等高線)
GMC-8にHIガスが付随している
・本頁左図：12COの青方偏移と赤方偏移成分。Main cloudに
ガスが流れ込んでいる様子を示唆する





・本頁右図：HIガスがGMC seedに流れ込み、観測されたPV図の速度構造を形成するシナリオ。HIガス流の起源としては、M31とM33の潮汐相互作用が示唆されている。