

電波観測による星形成領域 Sagittarius B2(M)における CH₃NCO の検出

(東理大^a, 上智大^b, 日本大^c, 群馬大^d)

○大野有紀^a・荒木光典^a, 南賢明^a・小山貴裕^{a,b}・高野秀路^c・
久世信彦^b・住吉吉英^d・築山光一^a

Detection of CH₃NCO in Sagittarius B2(M) core by radio observations

(Tokyo University of Science^a, Sophia Univ.^b, Nihon Univ.^c, Gunma Univ.^d)

Yuki Ohno^a, Mitsunori Araki^a, Yoshiaki Minami^a, Takahiro Oyama^{a,b}, Shuro Takano^c,
Nobuhiko Kuze^b, Yoshihiro Sumiyoshi^d, and Koichi Tsukiyama^a

Chemical compositions of molecular clouds are very different from those of comets. One of the typical examples is a case of CH₃NCO. The ratio of CH₃NCO to its precursor HNCO, *i.e.*, [CH₃NCO]/[HNCO], is high in a comet (>4), although it is low (<0.3) in molecular clouds. An abundance of CH₃NCO is expected to be held and/or increased during evolutionary process of a cloud. A couple of an old core and a young core having the similar chemical compositions needs to be investigated for this evolutionary process. In this work, we aimed to detect CH₃NCO in the middle (M) core, which is relatively older than the north (N) core, in Sagittarius B2 region with the 45 m telescope of Nobeyama Radio Observatory. CH₃NCO was detected in the (M) core, and the column density and the rotational temperature were derived to be $N = (4.3 \pm 2.1) \times 10^{13} \text{ cm}^{-2}$ and $T_{\text{rot}} = (32 \pm 9) \text{ K}$, respectively. Similarly, an abundance of HNCO is estimated to be $N = (1.3 \pm 0.5) \times 10^{15} \text{ cm}^{-2}$ ($T_{\text{rot}} = 21 \pm 2$) K. Thus, the ratio of [CH₃NCO]/[HNCO] = 0.032 suggests that an abundance of CH₃NCO is held during evolutionary process of the Sagittarius B2 region.

【目的】原始地球における最初の有機物は、彗星衝突によりもたらされたと考えられている。一方で、星間空間の分子雲と彗星では化学組成が大きく異なる。そのひとつに、ペプチド結合と同様の NCO 骨格を有し前生物的分子と呼ばれる CH₃NCO (methyl isocyanate) がある。これまでに CH₃NCO は彗星 67P [1]および星形成領域 Orion KL [2]、IRAS 16293-2422 [3]、Sagittarius (Sgr) B2(N) [4]で発見されている。CH₃NCO とその前駆体 HNCO の比 [CH₃NCO]/[HNCO] は、彗星では大きな値 (>4) を、星形成領域では小さな値 (<0.3) をとる (表 1)。そのため、分子雲から彗星に至る過程で CH₃NCO 量の保持や増大が起こると予想される。本研究では、化学進化段階の異なる分子雲コアのペアを用い、これらの状況を捉えることを目指した。Sgr B2 領域に注目し、既報の(N)コア[4]より進化の進んだ(M)コアでの CH₃NCO の検出と、[CH₃NCO]/[HNCO] の導出を試みた。

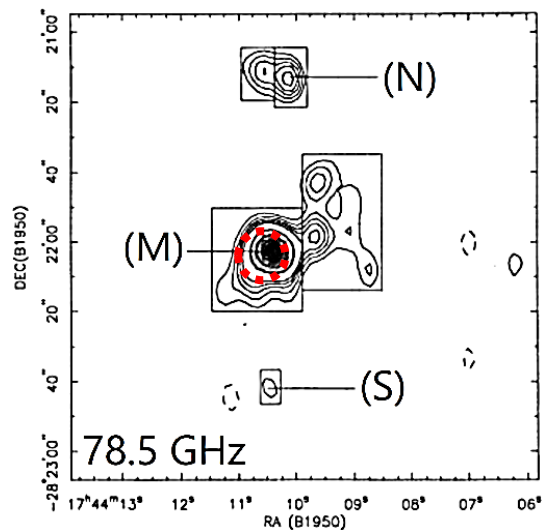


図 1. Sgr B2 の連続波 map [5]と今回の一点観測の領域 (≤18″, 点線)

図 1. Sgr B2 領域に注目し、既報の(N)コア[4]より進化の進んだ(M)コアでの CH₃NCO の検出と、[CH₃NCO]/[HNCO] の導出を試みた。

【観測】国立天文台野辺山 45 m 電波望遠鏡を用いて 2019 年 2 月 16–22 日に Sgr B2(M) に対して探査を行った。分光計として SAM45 を用いた。入力信号の帯域幅は 2 GHz、16 個の信号を処理可能である。周波数分解能を 244 kHz (1 kms^{-1}) に設定した。受信機は両偏波 (H, V) を検出可能な FOREST を使用し、回転遷移 $J = 10 \rightarrow 9, 11 \rightarrow 10, 12 \rightarrow 11, 13 \rightarrow 12$ が位置する 85–114 GHz 帯を観測した。

【結果と考察】 CH_3NCO の回転線を 19 本検出できた (図 2)。各ピークに対してガウス関数でフィッティングを行った。回転ダイアグラム (図 3) を用いると、回転温度は $(32 \pm 9) \text{ K}$ 、柱密度は $(4.3 \pm 2.1) \times 10^{13} \text{ cm}^{-2}$ となった。HNCO についても本研究室での 2016、2018 年の観測結果 (図 4) から、回転温度は $(21 \pm 2) \text{ K}$ 、柱密度は $(1.3 \pm 0.5) \times 10^{15} \text{ cm}^{-2}$ となった。よって、 $[\text{CH}_3\text{NCO}]/[\text{HNCO}] = 0.032$ と算出された。この値は (N) コアの値と同程度である。したがって、最も単純なモデルとして Sgr B2 領域では、分子雲の進化において CH_3NCO 量が保持されていると考えられる。今後、分子雲の進化過程における CH_3NCO 量の増大を捉えるためには、中小質量星形成領域も含めさらなる調査が必要である。

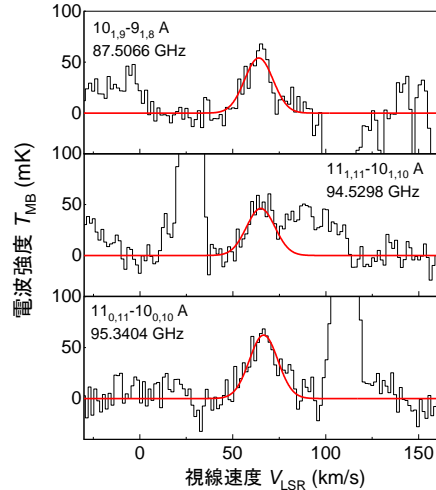


図 2. CH_3NCO のスペクトル

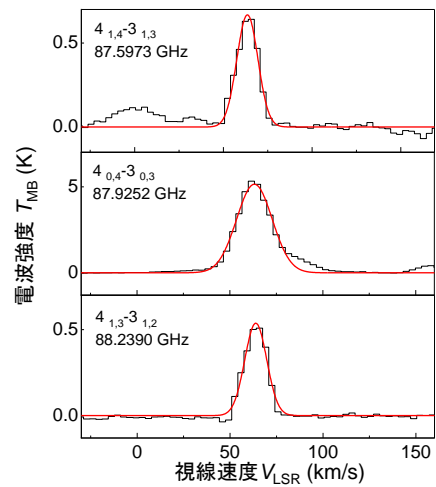


図 4. HNCO のスペクトル

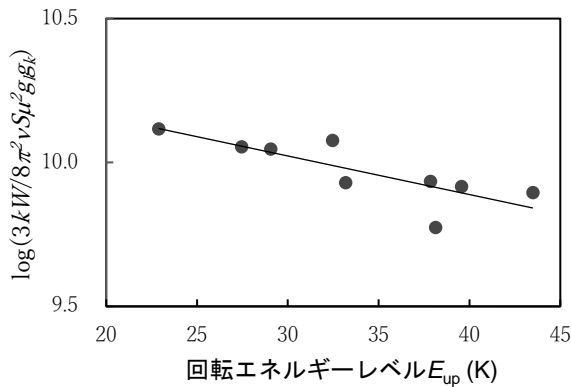


図 3. CH_3NCO の回転ダイアグラム

表 1. 各天体の $[\text{CH}_3\text{NCO}]/[\text{HNCO}]$

天体	$[\text{CH}_3\text{NCO}]/[\text{HNCO}]$	望遠鏡
Comet 67P	4.33	— [1] *
IRAS 16293-2423	0.08~0.25	ALMA [2]
Orion KL	0.07	IRAM 30m [3]
Sgr B2(N)	0.02~0.03	ARO 12 m [4]
Sgr B2(M)	0.029	NRO 45m **

* 質量分析, ** this work

- [1] Goesmann *et al.*, *Science*, **349**, 689 (2015). [2] Cernicharo *et al.*, *A&A*, **587**, L4 (2016). [3] Ligterink *et al.*, *MNRAS*, **469**, 2219 (2017). [4] Halfen *et al.*, *ApJ*, **812**, L5 (2015). [5] Kuan *et al.*, *ApJ*, **459**, 619 (1996).