

銀河系中心 SgrB2 (M) の外周部分子雲における CH₃CN の吸収線の検出

¹東京理科大学、²日本大学、³上智大学、⁴国立天文台
 ○荒木光典¹, 高野秀路², 南賢明¹,
 小山貴裕¹, 久世信彦³, 亀谷和久⁴, 築山光一¹

Detection of Absorption Lines of CH₃CN in Envelope of the Galactic Center Molecular Cloud Sagittarius B2(M)

○Mitsunori Araki¹, Shuro Takano², Yoshiaki Minami¹, Takahiro Oyama¹, Nobuhiko Kuze³,
 Kazuhisa Kamegai⁴, Koichi Tsukiyama¹

¹ Faculty of Science Division I, Tokyo University of Science, Japan

² College of Engineering, Nihon University, Japan

³ Faculty of Science and Technology, Sophia University, Japan

⁴ National Astronomical Observatory of Japan, Japan

【Abstract】 Organic molecules have been detected mainly in dense clouds so far. As low-density clouds are a previous phase of dense clouds in an evolutionary history of interstellar clouds, detection of organic molecules in low-density clouds can reveal a history of organic molecules. Molecules in low-density clouds have been searched by absorption, as emission from molecules are regulated by less collisional excitation. In the case of CH₃CN, rotational lines from $J = K$ levels can give strong absorption, because these levels are subthermally populated. We formulated rotational distribution of CH₃CN as “Hot Axis Effect” and searched for absorption lines of the $J_K = 4_3-3_3$ transition of CH₃CN at 73.6 GHz toward the galactic center Sgr B2(M) by using Nobeyama 45 m telescope. As a result, this transition was detected in the low-density envelope of Sgr B2(M). The column density was derived to be $(1.34 \pm 0.15) \times 10^{14} \text{ cm}^{-2}$.

【序】 これまで、星間空間の有機物の探査は晩期型星の星周雲、暗黒星雲、星形成領域など主として密度の高い分子雲で行われてきた。しかし、これらの天体は分子雲の局所構造であり、希薄な分子雲が物質量においては1~2桁多いとされている[1]。さらに、分子雲進化においては、希薄な星間雲は暗黒星雲よりも古いと考えられているため、ここでの有機物の研究は有機物の進化の歴史を遡ることになる。ところが、そこに存在する分子は弱い衝突励起と放射冷却により励起温度が下がり、電波を放射できず、観測は困難である。そのために、これまで2~3原子の分子を中心に吸収を用いて研究が行われてきた。CH₃CNは軸周りの回転が放射冷却を起こさないために (Fig. 1)、原子数が比較的多いにも関わらず強い吸収が観測できる (該当する遷移を Fig. 2 に赤丸で示す)。我々はこれを Hot Axis Effect として、これまで定式化してきた[2]。今回、希薄な分子雲でこの分子を捉えるため、銀河系中心の星形成領域 Sgr B2(M) の周辺に存在する envelope と呼ばれる外周部分子雲に着目した。

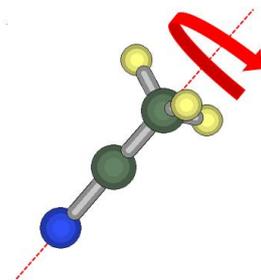


Fig. 1. Hot Axis Effect of Acetonitrile
 The $J = K$ rotational levels having the above rotation are preferentially populated.

【観測】野辺山宇宙電波観測所の 45 m 電波望遠鏡を用い、2018 年 1 月 11–12 日に CH_3CN の $J=4-3$ 回転遷移 (73.6 GHz) の観測を行った。両偏波同時受信の SIS 受信機 (T70) とデジタル型電波分光計 (SAM45) を用いた。この周波数帯でのビームサイズ (望遠鏡の空間分解能) は $20.4''$ である。

【結果・考察】 CH_3CN の吸収線と輝線が重なったスペクトルを得ることができた (Fig. 2 左上黒線)。輝線は Sgr B2(M) の密度の高いコアによるものである。吸収線はその手前の envelope によるものと推定された。吸収線だけを抽出するため、Sgr B2(M) コア内の水素分子の運動温度や CH_3CN の存在量と励起温度の情報を基に、輝線のスペクトルを予想した (Fig. 2 赤線)。観測されたスペクトルから輝線のスペクトルを差し引き、純粋な吸収線のスペクトルを得た (Fig. 2 下)。また、これまでの報告で、弱いながらも $J=5-4$ と $6-5$ の回転遷移で吸収線が観測されている [3]。我々はそれらのスペクトルにも同様の解析を施した (Fig. 2 中央と右)。得られた純粋な吸収線の中から、他の分子の輝線の妨害を受けていない吸収線 (Fig. 2 下赤矢印) を選び、その強度を解析した。その結果、 CH_3CN の存在する領域の放射温度は 2.9 ± 0.5 K、 CH_3CN の存在量は $(1.34 \pm 0.15) \times 10^{14} \text{ cm}^{-2}$ であった。また、この領域の水素分子の密度は 10^3 cm^{-3} 以下で運動温度は 95 ± 32 K であった。

今回の観測の水素分子の密度と運動温度から、 CH_3CN の吸収線が Sgr B2(M) の envelope からもたらされていることが明らかになった。また、化学組成が Sgr B2(M) のコアと envelope では類似すること、envelope と他の領域にある希薄な分子雲では異なることも明らかになった。希薄な分子雲の起源に二種類あるとするこれまでの意見 [4] と矛盾しない結果がえられた。

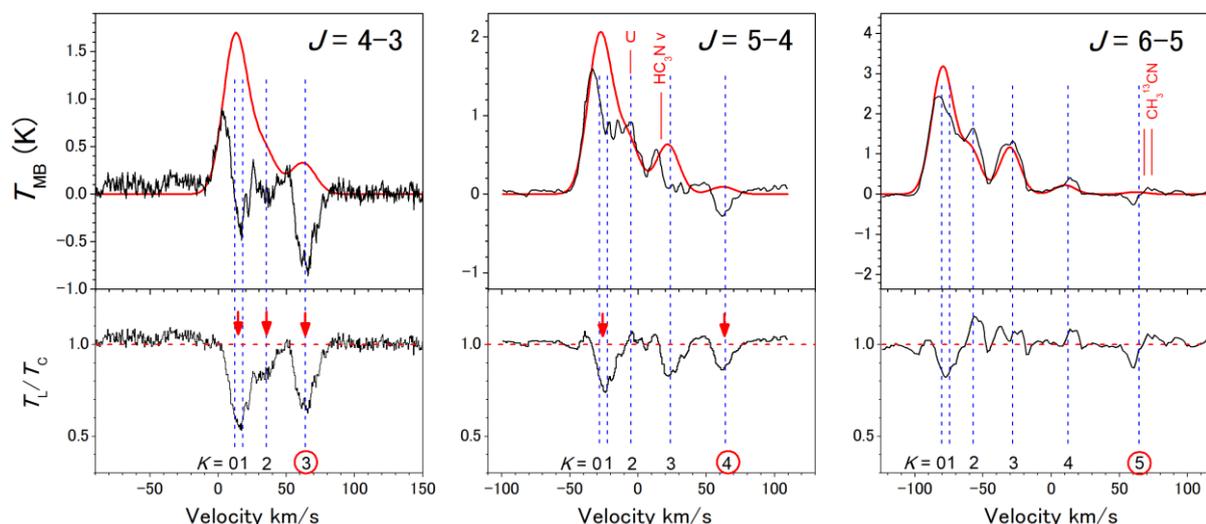


Fig. 2. Absorption lines of CH_3CN toward Sgr B2(M).

Horizontal axis in velocity shows a doppler shift based on the $J+1_{K=J} - J_{K=J}$ rotational transition, e.g., in the case of $J=4-3$, the $J_K=4_3-3_3$ rotational transition at 73.577452 GHz is the reference mark. Upper traces: T_{MB} corresponds to a spectral line intensity. Vertical red lines show emission lines of other molecules, which disturb absorption feature of CH_3CN . Lower traces: T_L/T_C is an intensity ratio between absorption lines and background continuum emission. The $J=5-4$ and $6-5$ lines are from ref. [3].

【参考文献】

- [1] Tielens, 2010, *The Physics and Chemistry of the Interstellar Medium* (Cambridge Univ. Press), p. 8. [2] Araki *et al. Astronomical Journal* **148**, 87 (2014). [3] Belloche *et al. Astronomy & Astrophysics* **559**, 47 (2013). [4] Price *et al. Mon. Not. Roy. Astron. Soc.*, 343, 1257 (2003).