

HD183143 における Diffuse Interstellar Bands 候補 H₂CCC の電波観測による検証

(東京理科大^a、国立天文台野辺山^b、総研大^c、上智大^d)

○荒木光典^a、高野秀路^{b,c}、阿部恭子^a、山辺裕倫^a、築山光一^a、久世信彦^d

Radio Search for H₂CCC toward HD183143 as a Candidate of
Diffuse Interstellar Band Carrier

(Tokyo Univ. of Science,^a Nobeyama Radio Observatory,^b

The Graduate Univ. for Advanced Studies,^c Sophia Univ.^d)

OM. Araki,^a S. Takano,^{b,c} K. Abe,^a H. Yamabe,^a K. Tsukiyama,^a N. Kuze^d

We searched for the rotational transition of H₂CCC (*linear*-C₃H₂) at a frequency of 103 GHz toward HD 183143 using the 45 m telescope at the Nobeyama Radio Observatory. The purpose was to check the authenticity of a recently proposed identification of H₂CCC as a diffuse interstellar band carrier. Although rms noise levels of 32 mK in the antenna temperature were achieved, the detection of H₂CCC was unsuccessful, producing a 3 σ upper limit corresponding to a column density of 2.0×10^{13} cm⁻². The upper limit indicates that the contribution of H₂CCC to the diffuse interstellar band at 5450 Å is less than 1/25; thus, it is unlikely that the laboratory bands of the $B^1B_1-X^1A_1$ transition of H₂CCC and the diffuse interstellar bands at 5450 Å (and also 4881 Å) toward HD 183143 are related.

【序】ぼやけた星間線(Diffuse Interstellar Bands: DIBs)とは、恒星と地球の間にある Diffuse Cloud 中の分子による吸収線のことである。その最初の報告は 1922 年であり、観測は 1911 ~1919 年頃と言われる[1]。DIBs が分布する波長領域は可視から近赤外にわたり、その数は現在では 400 本を超える。その起源は、直線炭素鎖分子あるいは多環芳香族化合物であると考えられているが、現在も同定されていない。

昨年、Maier らは、Cavity Ring Down 分光法で直線炭素鎖分子 H₂CCC (propadienylidene) の可視光吸収スペクトルを測定した。その中で最も強い $B^1B_1-X^1A_1$ 遷移の 2^1_0 と 2^2_0 の吸収線について、波長と線幅を精密に測った。そして、それらが 4881 Å と 5450 Å の DIBs と一致していることを見出した。このことから、Maier らは、これらの DIBs は H₂CCC に同定されると主張している[2]。これが正しければ、初の同定となる。Maier らは、矢座にある HD183143 と呼ばれる 7 等星の方向の Diffuse Cloud では、その柱密度を 5×10^{14} cm⁻² と報告している。しかし、これまでに同じ方向で観測された CH, CH⁺, CN の柱密度はそれぞれ 4.5×10^{13} 、 4.6×10^{13} 、 1.7×10^{12} cm⁻² であり[3]、Maier らの柱密度は H₂CCC としては異常に多い。このことは、岡らも指摘している[4]。

一方、Krelowski らは、Diffuse Cloud を 49 個の恒星の方向において観測し、4881 Å と 5450 Å の DIBs の相対強度を測った[5]。Maier らの実験室のデータから、その強度比は、 $I(5450 \text{ Å}) : I(4881 \text{ Å}) \sim 3 : 2$ であり、どの天体でも一定でなければならない。ところが、Krelowski らの観測では、天体によりばらつきがあった。このことから Krelowski らは、Maier らの主張を否定している。

しかし、ピーク強度の弱い天体では、4881 Å と 5450 Å の DIBs において、大まかに 3 : 2 程度の強度比である。ピーク強度の強い天体で、これら DIBs は他の分子の吸収線と重なっている可能性がある。Krelowski らの観測だけでは、Maier らの同定を否定できない。

H₂CCC は双極子モーメント(4.162 D)を持ち、暗黒星雲では電波観測によりかなり以前から知られている。もし、Maier らが報告した柱密度が正しければ、H₂CCC は電波でも HD183143 方向の Diffuse Cloud で観測されるはずである。そこで、電波望遠鏡により、H₂CCC の回転遷移を探索し、同定の真偽を検証した。

【観測】 国立天文台野辺山宇宙電波観測所の 45m ミリ波望遠鏡を用い、2012 年 1 月 15 日に、HD183143 での H₂CCC の探索を行った。電波分光計には音響光学型の AOS-H (分解能 37 kHz)を用いた。受信機には S100 を用い、回転遷移 $J_{Ka,Kc} = 5_{1,5}-4_{1,4}$ (102.99238 GHz)を観測した。Maier らが報告した柱密度によると、HD183143 方向の Diffuse Cloud で、励起温度が 10~60 K ならば、この H₂CCC の回転遷移はライン強度(アンテナ温度 T_A^*)2 K で観測されるはずである。1 時間 24 分の積算により、雑音温度(ノイズレベル)にして 32 mK まで探索を行った。

【結果】 探索の結果、H₂CCC のラインは観測されなかった(図 1)。これまでの CH, CH⁺, CN などの観測により、地球と HD183143 の間には、7.7 km s⁻¹ と 23.6 km s⁻¹ の視線速度を持つ二つの Diffuse Cloud が知られている[2]。H₂CCC は、その構成元素から、これまで観測されている分子の中では、CH と類似した分布をとることが予想される。CH は 7.7 km s⁻¹ と 23.6 km s⁻¹ の速度成分において、2 : 3 の柱密度比をもつ。そこで、H₂CCC の柱密度の上限値の決定には、この柱密度比を仮定した。また、H₂CCC のオルソ-パラ比を 3.0 と仮定した。そして、柱密度の上限値を Diffuse

Cloud の励起温度が 60 K の場合には 2.0×10^{13} cm⁻² (10 K の場合には 1.1×10^{13} cm⁻²)と求めた。このことから、Maier らが観測した HD183143 の 5450 Å の DIB における H₂CCC の寄与は、最大でも 1/25 である。すなわち、HD183143 において、DIBs を H₂CCC で説明することはできない。

また、この HD183143 における柱密度の上限値は、ピーク強度の弱い天体において DIBs 強度から求められる柱密度よりかなり小さい。これは、他の天体においても DIBs を H₂CCC で説明することはできない可能性を示す。

[1] Heger 1922, Lick Observatory bulletin, 337, 141. [2] Maier *et al.* 2011, *ApJ*, **726**, 41. [3] McCall *et al.* 2002, *ApJ*, **567**, 391. [4] Oka & McCall 2011, *Science*, **331**, 293. [5] Krelowski *et al.* 2011, *ApJ*, **735**, 124.

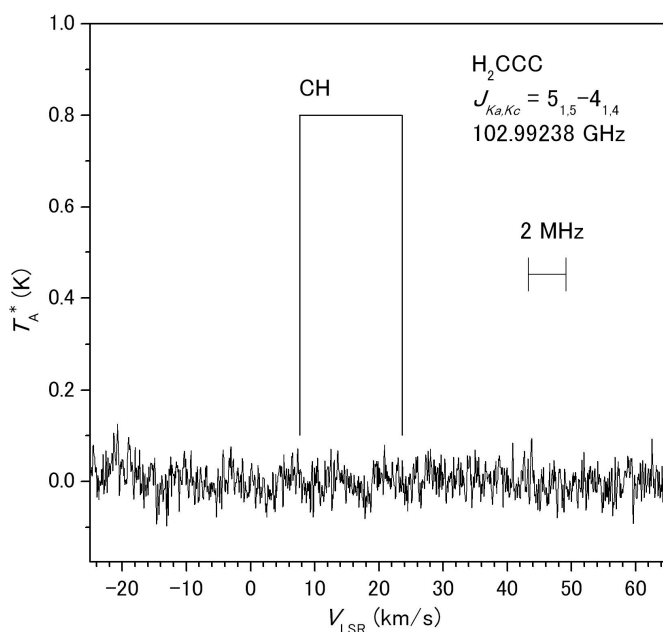


図 1、HD183143 方向で探索された H₂CCC の未検出スペクトル H₂CCC の回転遷移 $J_{Ka,Kc} = 5_{1,5}-4_{1,4}$ の静止周波数は 102.99238 GHz である。横軸は静止周波数を基準にドップラーシフトを速度で示している。観測は 2 MHz 周波数スイッチングで行われた。実線はこれまで CH が観測された速度であり、H₂CCC のラインの出現予想位置である。