

2P006

アミノアセトニトリル振動励起状態のミリ波サブミリ波スペクトル

(東邦大・理¹, 富山大院・理²) 藤田智帆¹, ○尾関博之¹, 小林かおり²

Millimeter- and submillimeter-wave spectrum of

Aminoacetonitrile in its vibrationally excited states

(Toho Univ.¹, Univ. Toyama²) Chiho Fujita¹, ○Hiroyuki Ozeki¹, and
Kaori Kobayashi²

【序】星間空間における気相アミノ酸の探索は、宇宙と生命の関係を解く一つの鍵になるとして 35 年以上も前から試みられているが^[1]、いまだに確実な検出例は報告されていない。その一方で、地球に飛来する隕石からは最も単純な分子構造を持つアミノ酸であるグリシン ($\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$) をはじめとする何種類かのアミノ酸が検出されている。^[2] 地球上にもたらされるアミノ酸の由来を知るためには、気相と固相を含めた星間空間内での生成反応ネットワークを明らかにする必要がある。

アミノアセトニトリル ($\text{NH}_2\text{CH}_2\text{CN}$) は加水分解によりグリシンを生成する直接的な前駆体である。2008 年に Belloche らはミリ波帯の観測で SgrB2 方向に初めてこの分子を検出した。^[3] アミノアセトニトリルは 100K 程度の温度条件ではサブミリ波帯で最大の輝線強度を与えることから、我々は ALMA をはじめとした高周波数領域での観測に備えて、アミノアセトニトリルの純回転スペクトルを、ほぼ未測定であった b 型遷移を含め、テラヘルツ領域まで拡張して測定を行った。^[4] この一連の研究においては、アミノアセトニトリルの通常種に帰属できたスペクトル線以外に、多数の未同定線を確認することができた。これらはその強度から、振動励起状態にあるアミノアセトニトリル由来のスペクトルであることが示唆された。そこで本研究では、マイクロ波分光によってこれらの同定を試みた。

【実験】 東邦大学に設置されている光源周波数変調型吸収分光計^[4]を用いて、115 GHz から 450 GHz の周波数範囲で純回転スペクトルを測定した。アミノアセトニトリルは市販 (Sigma Aldrich) のものを希釈せずに、圧力 8×10^{-3} hPa の条件で吸収セルに導入した。

【結果】 図 1 に 158000-160000 MHz の周波数範囲で測定したアミノアセトニトリルの純回転スペクトルの結果を示す。強度の弱いものまで含めると 100 本以上のスペクトル線が検出されているが、振動基底状態由来のラインは、 $N=18-17$ の $K_a=0$ および 1 の a 型遷移と帰属できる 2 本 (図中 "0" と記している) を含め 20% 程度である。この 2 本のスペクトル線の高周波数側にほぼ同じパターンでサテライトバンドが観測されたことから、これを手掛かりとして量子数の帰属作業を進めたところ、これまでに 5 組の振動励起状態を同定し、それぞれについて回転定数および 4 次までの遠心力歪定数を決定することができた (図中 "1" から "5" と記している)。

アミノアセトニトリルの低エネルギー振動モードは、気相の赤外分光により 500cm^{-1} 以下に 3 種類あることが報告されている。それらは量子化学計算の結果などを手掛かりとして、最もエネルギーの低いものから順に **CCN bending** (235cm^{-1})、**NH₂ torsion** (247cm^{-1}) そして **NH₂-CH₂ torsion** (370cm^{-1}) と帰属されている。^[5] 今回観測されたスペクトルの強度を基にすると、図中、“1”、“3”、“5” と帰属した振動励起状態が、それぞれ **CCN bending**、**NH₂ torsion**、**NH₂-CH₂ torsion** に対応するものと考えられる。また得られた分子定数および相対強度の関係から、“2”と帰属したものが、“1”すなわち **CCN bending** の倍音、“4”と帰属したものが、“1”と“3” (**NH₂ torsion**) の結合音であると推定できる。

これまでに帰属した振動励起状態は 100GHz 帯での測定では $50\text{-}100\text{kHz}$ 程度でスペクトル線周波数が説明できているが、サブミリ波帯においては、局所的な摂動が散見されるようになり大量に存在する未帰属線の存在とも相まって、帰属作業は極めて困難になってくる。振動回転相互作用を取り込んだ解析が今後必要になってくるものと思われる。

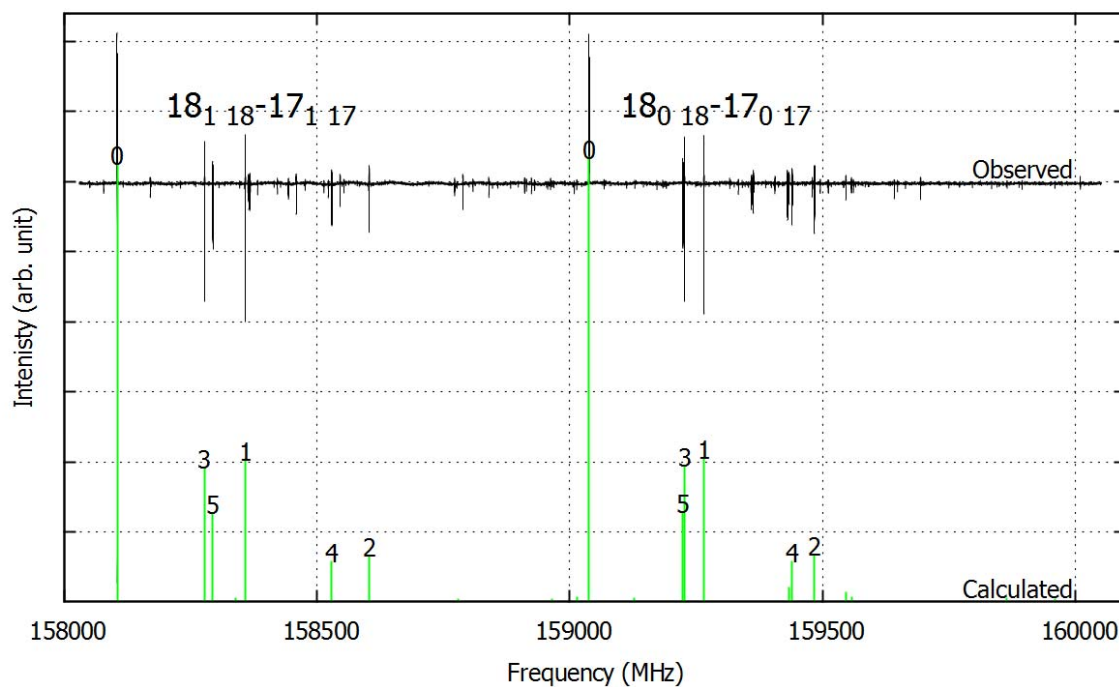


図 1 158-160GHz 帯におけるアミノアセトニトリル基底状態および振動励起状態の回転スペクトル

References

- [1] R. D. Brown et al., *MNRAS* **186**,5 (1979).
- [2] K. Kvenvolden et al., *Nature* **228**, 923 (1970).
- [3] A. Belloche et al., *A&A* **482**, 179 (2008).
- [4] Y. Motoki et al., *ApJS* **209**, 23 (2013).
- [5] M. P. Bernstein et al. *Adv. Space Res.* **33**, 40 (2004). B. Bak et al., *Can. J. Phys.* **53**, 2183 (1975).