

# 1D02 HCNH<sup>+</sup>の解離性再結合反応分岐比:サブミリ波分光による研究

(茨城大理) 天竺 堯義、平尾 強司、高野 順平

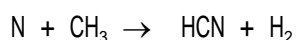
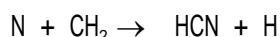
星間空間、特に暗黒分子雲中では HNC の存在量が、HCN に比べて 0.62eV ほどエネルギーが高いにもかかわらず、多いことが知られている<sup>1</sup>。HNC は HCNH<sup>+</sup>の解離性再結合反応



によって生成すると考えられている。HCN は最も存在量の多い星間分子のひとつであるが、星間分子雲中では解離性再結合反応



によって生成する以外に、温度のやや高い領域では中性反応



によっても生成する。暗黒分子雲の HNC の高い濃度は(1)の反応と(2)の反応がほぼ 1:1 の分岐比で起こるためと考えられ、最近の大規模な ab initio 理論計算でその考えを支持する結果が得られている<sup>2</sup>。しかし、(1)と(2)の反応の分岐比が実測された実験はこれまでのところない。本研究はそれを実験的に決定しようとする試みの一環である。

この実験のそもそもの始まりは、N<sub>2</sub>とCH<sub>4</sub>の混合気体の Extended Negative Glow 放電プラズマ中で HCN と HNC の信号を観測したことである。イオンの信号は Extended Negative Glow 放電中で通常のグロー放電に比べて 2 桁ほど信号強度が増加する。HCN, HNC は中性分子であるにもかかわらず Extended Negative Glow 放電中で信号強度が増加しイオンの信号のような特徴を示した。その理由は、このようにして観測された HCN、HNC が HCNH<sup>+</sup>を親分子として生成していることによると考えられる。数年前にこのような観測に基づき予備的な結果を発表した<sup>3</sup>。しかし、その実験は-60℃ までしか冷却できなかったため、親分子である HCNH<sup>+</sup>の信号を明確に測定することはできなかった。本実験では、新たに製作した液体窒素温度まで冷却できる放電セルを用い液体窒素温度での実験が可能になり、より明確な結果を得た。

測定は後進行波管を“光源”とするサブミリ波分光装置を用いて行った。3 本の後進行波管

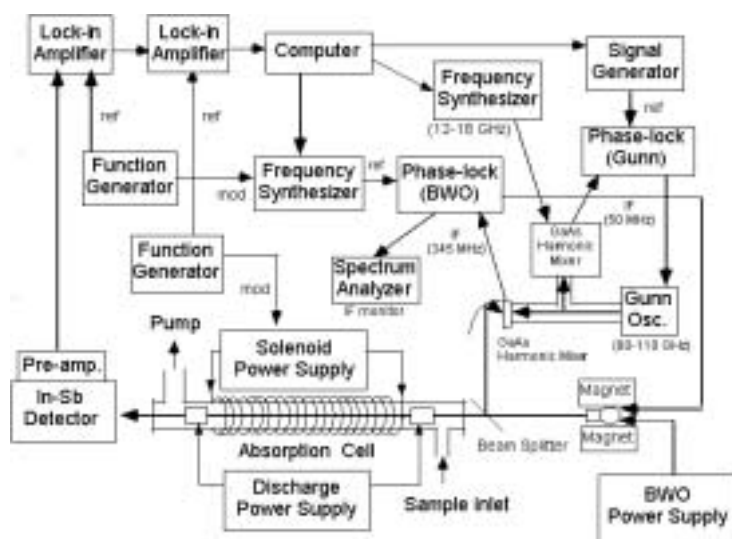


図 1 .サブミリ波分光装置

を用い 250-860GHz の領域での測定が可能である。図 1 にサブミリ波分光装置の概略を示す。BWO からのサブミリ波は周波数を安定化しないと 10MHz 程度ふらつくので周波数を安定化することが必須である。図に示したように二重位相安定化ループによって安定化する。通常の周波数変調に重ねて Extended Negative Glow 放電にかけるソレノイド磁場の on-off 変調をかけた。それに伴いロックインアンプを二台シリーズに用い、一段目で周波数

変調成分を復調し、二段目で磁場変調成分を復調することにより、磁場を印加したことによる信号強度の変化分だけを検出するようにした。

HCNH<sup>+</sup>は CH<sub>4</sub> ( 1 mTorr ) と N<sub>2</sub> ( 15mTorr ) の混合気体に Extended Negative Glow 放電中で生

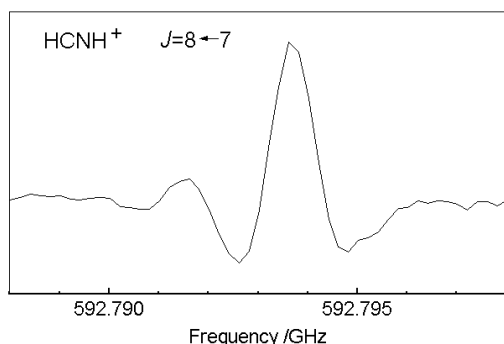


図 2 .HCNH+

成した。HCNH<sup>+</sup>の信号強度はセルの温度が -100°C 程度から強くなりはじめ液体窒素温度にいたるまでほぼ直線的に増加する。図 2 に液体窒素温度で記録した信号の一例を示す。図 3 および図 4 は同様の放電条件下で記録した (v<sub>1</sub>, v<sub>2</sub>, v<sub>3</sub>)=(1, 0, 0) 状態にある HCN および HNC の信号強度の温度依存性である。いずれの場合も室温での信号がもっとも弱く液体窒素温度でもっとも強くなる。v<sub>1</sub> 励起状態は HCN、HNC それぞれ 3310cm<sup>-1</sup>, 3650cm<sup>-1</sup> 上にあることを考えるとそれは驚くべき結果である。さらに、これらの信号強度の温度依存性は HCNH<sup>+</sup>の信号強度の温度変化と同じ傾向を示す。このような実験結果は Extended Negative Glow 放電中で観測されるイオン様に振舞う HCN, HNC は HCNH<sup>+</sup>の解離性再結合反応生成分子であることを強

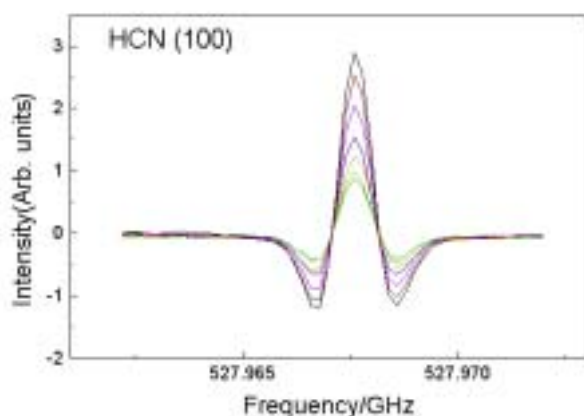


図 3 . HCN(100)線の温度依存性

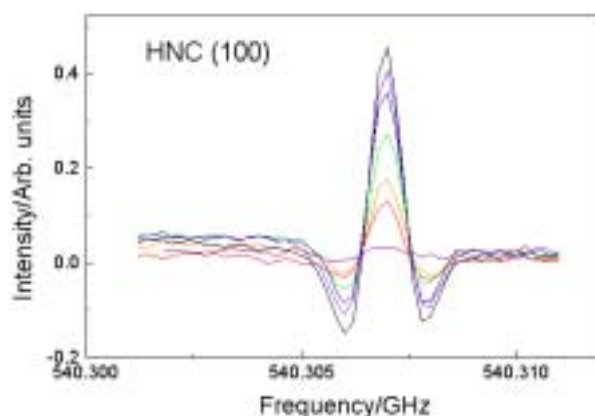


図 4 . HNC(100)線の温度依存性

く示唆している。液体窒素温度での HCN, HNC 濃度比は [HCN]/[HNC] ≈ 3 となりこれが分岐比と等しいと考えられる。問題点は 2 つある。第一は、この結果がさらに低い温度, 10K 程度, ではどうなるかであり、第二は異性化反応 (単分子異性化および衝突誘起異性化) レートがよくわかっていないことである。さらに詳細な実験、理論両面からの検討が必要である。

1. See for example, T. Hirota *et al*, *Ap.J.* **503**, 717-728(1998).
2. See for example, Y. Shiba *et al*, *J. Chem. Phys.* **108**, 698-705(1998).
3. Z. Zelinger and T. Amano, Paper D64, The 16<sup>th</sup> International Conference on High Resolution Molecular Spectroscopy, Prague, 2000.