

## アセトニトリル同位体のテラヘルツ分光

(東邦大・理) ○元木勇太、酒井翔平、続山智也、宮下博之、尾関博之

## 【はじめに】

1000GHz=1THz 以上のテラヘルツ領域での電磁波は、それ以下の周波数領域の電磁波と比べエネルギーが高く、より高温でかつ星形成の進んだ状況を追跡することが可能である。だが、大気中の水蒸気や酸素による吸収量が多く、この周波数領域での地上電波天文観測は困難であると考えられてきた。しかし、近年観測サイトの開発が進み、南米アタカマ高原や南極大陸内陸部などの地域では気象条件さえ揃えば、1THz よりも高い周波数領域でも電波が透過してくる「大気の窓」が存在することが判明し、地上からのテラヘルツ領域の天文観測可能の機運が急速に高まってきている。

本研究で扱ったアセトニトリル ( $\text{CH}_3\text{CN}$ ) は星間分子の一つとして知られており、その生成過程には星間塵や分子イオンを含めた、様々な星間分子が関わっている。また、アンモニアやメタノール等と共にアセトニトリルの放つ電波輝線は、星間空間の温度を導出するために利用される。これらの分子は、そのエネルギー準位の構造によって励起温度の異なる複数の輝線がほぼ同じ周波数領域に現れるので、一度の観測で複数の輝線 (同一 J の K 構造) の強度を求めることが出来る。そのため、ビームサイズの違いや指向誤差の影響を最小限に抑えた各輝線間の強度比を測定することができ、熱平衡を仮定することにより分子雲の温度を高い精度で求めることができる。そして、サブミリ波からテラヘルツ帯のアセトニトリル輝線は星間雲中のより高温領域の物理状態を知る上で重要な役割を果たす。

アセトニトリルの分光測定の世界は半世紀以上にもわたる。もっとも新しい報告は1996年の Pearson と Müller によるもので、通常種および一置換同位体種 ( $^{13}\text{CH}_3\text{CN}$ 、 $\text{CH}_3^{13}\text{CN}$ 、 $\text{CH}_3^{15}\text{N}$ ) について 400–600GHz 帯での測定がなされている。<sup>1</sup> これにより各同位体種の分子定数が一部再決定され、サブミリ波帯における遷移周波数の精度は格段に向上した。JPL カタログに掲載されている遷移周波数はこれらの結果を基にしている。しかし、高次の遠心力補正項については通常種の値をそのまま用いているために、実測されていないテラヘルツ領域における遷移周波数の推定誤差は最大で数十 MHz と予想されている。本研究では、テラヘルツ帯におけるアセトニトリル同位体の遷移周波数を精密に測定することにより、テラヘルツ帯天文観測を行う上で十分な精度の静止周波数情報を提供することを目指した。

## 【実験】

実験装置については、昨年度の本討論会において紹介済みであるので詳細は省略す

る。<sup>2</sup> 同位体の測定はアセトニトリル通常種に自然に含まれる分を用い、およそ 2 Pa の圧力条件下で測定を行った。366–566GHz、および 1.1–1.5THz の周波数範囲で未測定の回転線について数十 kHz の精度で遷移周波数を決定した。測定した最大の J は 82 で、K は 13 である。

### 【結果】

現在までの結果を以下の表に示す。これまでに 3 種類の同位体についてサブミリ波帯で約 200 本、テラヘルツ帯で 137 本のライン測定を行った。本研究で得られたテラヘルツ帯での遷移周波数は、Pearson & Müller の予想地と比較して最大数 MHz 程度ずれていた。これらの結果に過去のデータを加え、8 次の遠心力補正項まで考慮した対称コマ分子のハミルトニアンを用いて分子定数を決定した。(なお、今回の解析においては <sup>13</sup>C 核による核四重極相互作用により分裂しているラインは含めていない。)

表 アセトニトリル同位体の分子定数

Constant (MHz)	<sup>13</sup> CH <sub>3</sub> CN	CH <sub>3</sub> <sup>13</sup> CN	CH <sub>3</sub> C <sup>15</sup> N
B <sub>J</sub>	8933.30868 (25)	9194.34962 (30)	8922.038598 (165)
D <sub>J</sub> × 10 <sup>3</sup>	3.62436 (16)	3.80985 (25)	3.555400 (55)
D <sub>JK</sub> × 10	1.68200 (15)	1.766570 (90)	1.689365 (98)
H <sub>J</sub> × 10 <sup>10</sup>	-3.61 (19)	-1.48 (54)	-1.821 (55)
H <sub>JK</sub> × 10 <sup>7</sup>	8.89 (12)	10.129 (52)	9.496 (51)
H <sub>KJ</sub> × 10 <sup>6</sup>	5.548 (94)	5.889 (68)	5.487 (61)
L <sub>JJK</sub> × 10 <sup>12</sup>	-2.3 (13)	-6.84 (60)	-6.68 (56)
L <sub>JK</sub> × 10 <sup>11</sup>	12.9 (68)	-7.5 (36)	-2.34 (76)
RMS (kHz)	45	32	41
測定したライン数	105 本	114 本	112 本
このうちテラヘルツ帯のライン数	25 本	34 本	78 本

<sup>1</sup> J.C.Pearson&H.S.P.Müller,ApJ 471,1067 (1996)

<sup>2</sup> 尾関他 第二回分子科学討論会 (福岡) 2P086