

中赤外連続波キャビティリングダウン分光法による

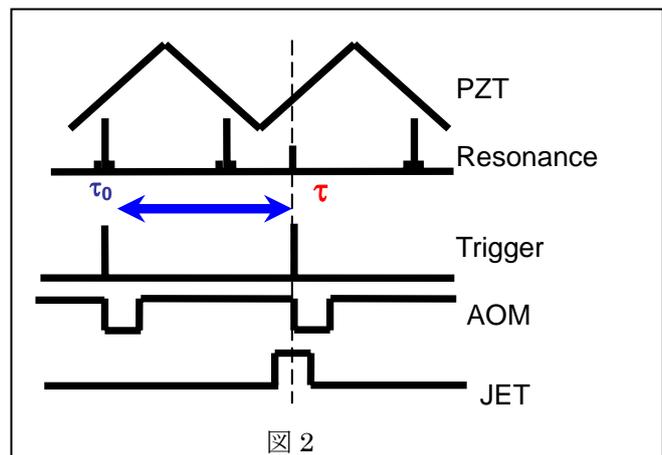
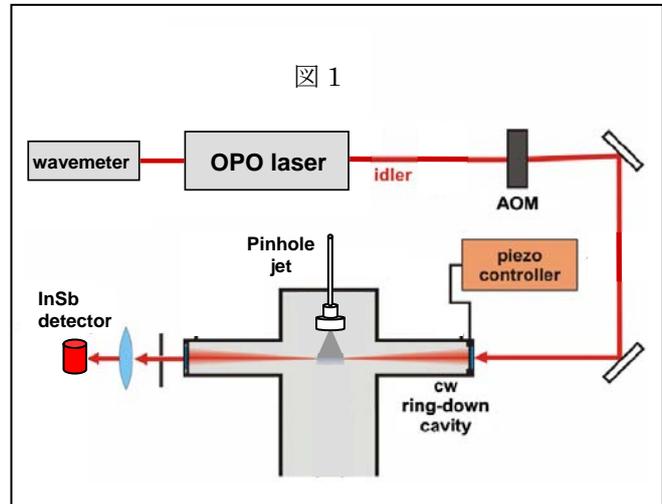
超音速ジェット中の分子の観測

(岡山大院・自然科学) ○瀧原 健一郎, 唐 健

【序】線幅の狭い連続発振レーザーを利用する連続波キャビティリングダウン分光法 (cw-CRDS) は高い分解能と感度が得られる^[1]。近年, 中赤外領域のOPOレーザーやQCレーザーの開発により, この領域でのcw-CRDSの研究は活発になっており, 超音速分子ビームと組み合わせ分子イオンなど不安定分子にも応用が始められた^[2-4]。この場合連続分子ビームが主として使われ, パルス分子ビームを用いた例は多くない。以前の報告^[5]では3 μm 赤外領域のcw-CRDSを開発し, 吸収スペクトルの観測を行った。本研究ではパルス超音速分子ビームをこれに組み合わせ, 低温状態の分子の遷移を観測した。

【分光器】図1に装置の概略を示した。概して以前の装置と同様であり, レーザー光は音響光学変調素子 (AOM) を通過し, その一次光が光学キャビティへと入射する。キャビティをなす高反射率 (99.97%) ミラーの一枚をPZTにより10Hzの周期で動かし, キャビティモードとレーザー光の周波数を共振させる。

観測分子はピンホールジェットから冷却され噴出される。排気には油拡散ポンプ(ULK-10A, 3000 l/sec), メカニカルブースターポンプ (YM-300C, 5000 l/min), 油回転ポンプ (YM-300C, 928 l/min)を用いている。パルスジェットを用いてCRDSを行う場合, 共振とジェットを開くタイミングをあわせねばならない。このタイミングはPZTにかけている電圧の周期より予測する (図2)。10 Hzで電圧をかけている場合, 100 ms後には共振が観測される。まずジェットをださない状態でリングダウンタイム τ_0 をはかり, 次の共振のタイミングでジェットを噴



出しのリングダウンタイム τ をはかることができる。これらの値から吸収係数 $\alpha = 1/c (1/\tau - 1/\tau_0)$ を求めることができる。

【実験測定】 キャビティミラーの反射率の最大値領域の 3030 cm^{-1} 付近ではリングダウン時間 τ が最も長く、 $5.5 \mu\text{s}$ である。換算したキャビティミラーの反射率は99.97%で、公称値に一致している。開発した分光器を用いてメタン分子の吸収遷移を観測した。背圧 $2.5 \sim 3.5 \text{ atm}$ で CH_4 (0.01%) / Ar混合ガスを噴出した。図3は背圧 3.3 atm ジェットの噴出時間 0.35 ms で測定した $Q(1)F2 \leftarrow F1$ のスペクトルである。

上図の青色の点が試料を噴出したとき、赤が噴出しないときのリングダウンタイム測定値である。下図では赤い点が吸収係数 α 、青い線がそれをフィットしたもの、緑色の線がHITRANのデータ (30 K) である。ノイズは $5 \times 10^{-6} \text{ cm}^{-1}$ 程度あり、以前 ($1 \times 10^{-7} \text{ cm}^{-1}$) に劣っているが、これはジェットを噴出したときの振動がミラーに伝わったためと考えられる。このような現象は他のパルスジェットを用いたCRD分光器にも見られている^[2]。現在ジェットの先端に加熱用ノズルをつける、またはパルス放電と組み合わせることで不安定分子の観測を試みている。

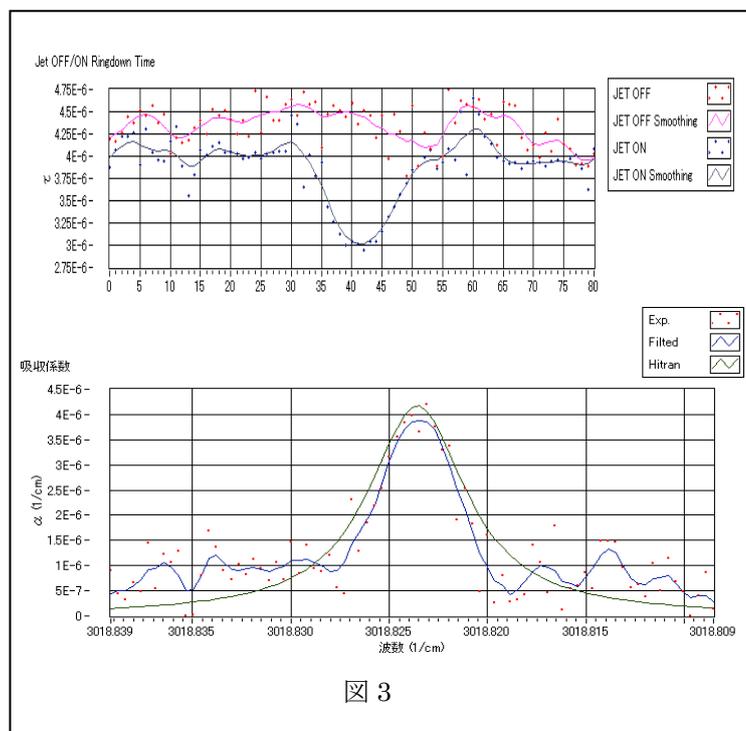


図3

【参考文献】

- [1] D. Romanini *et al.*, *Chem. Phys. Lett.* **264**, 316 (1997).
- [2] W. S. Tam *et al.*, *Rev. Sci. Instr.* **77**, 063117 (2006).
- [3] H. Verbraak *et al.*, *Chem. Phys. Lett.* **442**, 145 (2007).
- [4] B. E. Brumfield *et al.*, *Rev. Sci. Instr.* to be appeared (2010).
- [5] 瀧原, 唐, 第3回分子科学討論会 4P018 (名古屋) 2009