

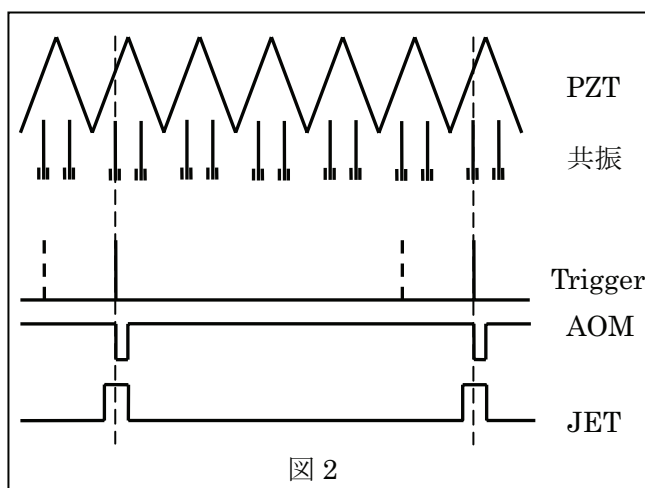
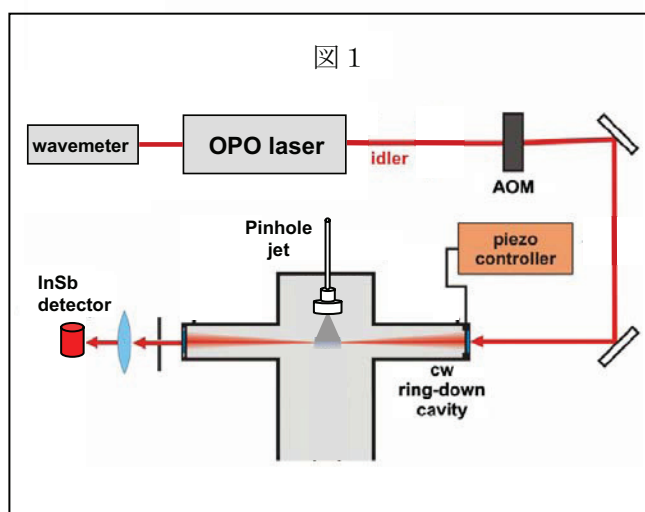
## パルス分子ビームの赤外連続波キャビティリングダウン分光法の開発

(岡山大院・自然科学) ○瀧原 健一郎, 唐 健

【序】連続発振レーザーを使うキャビティリングダウン分光法 (cw-CRDS) は高感度かつ高分解能の吸収分光法である[1]。cw-CRDSの応用は主に大気中の微量ガスの濃度を測定することを中心としていたが、近年中赤外cw-CRDSの研究は活発になって、超音速分子ビームと組み合わせて、分子イオンなど不安定分子にも応用が始められた[2, 3]。

本研究では連続発振中赤外OPOレーザーとパルス超音速分子ビームを用いて、不安定分子の振動回転遷移を高感度で観測することを目的とし、 $3\mu\text{m}$ 赤外領域のcw-CRDSを開発した。

【分光器】 図1は製作したcw-CRDS分光器の概略図である。cw-OPOレーザー (Linostar製のOS 4500) は  $3\mu\text{m}$ の領域で、最大30 mWの出力が得られる。二枚の高反射率のミラー (公称反射率99.97%、LOS GATOS Research社) で約 45 cmのキャビティを形成し、一方のミラーをPZT (CMAR-05, Noliac社) の約2  $\mu\text{m}$ の伸縮により数十Hzの周期で動かし、レーザー光の周波数と共振する瞬間を待ち伏せる。レーザーの周波数との共振時間幅から、レーザーの線幅がマイクロ秒の時間スケールで数kHz、秒の時間スケールで数十kHzであることは分かった。共振が始まるとレーザー光のエネルギーはキャビティ内に蓄えられ、設定の閾値に達したら、Trigger信号を発生し、AOM (Isomet 1210) のOFFでレーザー光を曲げ、リングダウンの観測をはじめ。パルスジェットの開く時間と共振時間を合わせるため、そしてTriggerの閾値を決めるため、常にPZTの1個周期分の共振信号を分析することによって最大の共振強度を選び、次の共振時間とTriggerの閾値を予測する。図2はその時間関係図であり、Triggerの点線は分



析で選んだ共振信号の時間を示している。

Trigger信号の後、InSb検出器と帯域 1 MHzのプリアンプ（約100倍、Infrared Associate社製）でリングダウン信号を受け、20 MS/秒のデジタイザ（NI SCOPE PCI-5102）で信号を記録し、最小二乗法で毎回ごとのリングダウン時間 $\tau$ を求める。分光器の制御と結果の解析は多機能データ集録システム（NI PCI-6251）およびLabVIEWプログラムを用いて行われた。次のTrigger信号の前に、サンプルなしのリングダウン信号も取り込み、リングダウン時間 $\tau_0$ を求める。レーザー周波数を掃引するとき、ステップごとの周波数に対して設定の回数までリングダウン信号を取り込み、それを平均し、 $1/(c\tau)-1/(c\tau_0)$ により吸収係数 $\alpha$ 計算する。

**【実験測定】** キャビティミラーの反射率の最大値領域の  $3300\text{ cm}^{-1}$ 付近ではリングダウン時間 $\tau$ が最も長く、 $2.1\text{ }\mu\text{s}$ である。換算したキャビティミラーの反射率は99.93%で、公称値の99.97%よりやや低い。分光器感度のテストとして、メタン分子の  $3149\text{ cm}^{-1}$ 付近の弱い吸収遷移を用いた。圧力  $22\text{ mTorr}$  の  $\text{CH}_4$  (10%)/Ar 混合ガス（室温）では  $3148.674\text{ cm}^{-1}$ における遷移（Hitran による遷移強度は  $6 \times 10^{-22}\text{ cm/molecule}$ ）のCRDスペクトル（一点周波数つき10回平均）を図3のように観測された。従って、この吸収線の吸収係数 $\alpha$ が  $3 \times 10^{-6}\text{ cm}^{-1}$ と得られた。パルスジェットと組み合わせたスペクトルの観測は現在進行中で、報告する予定である。

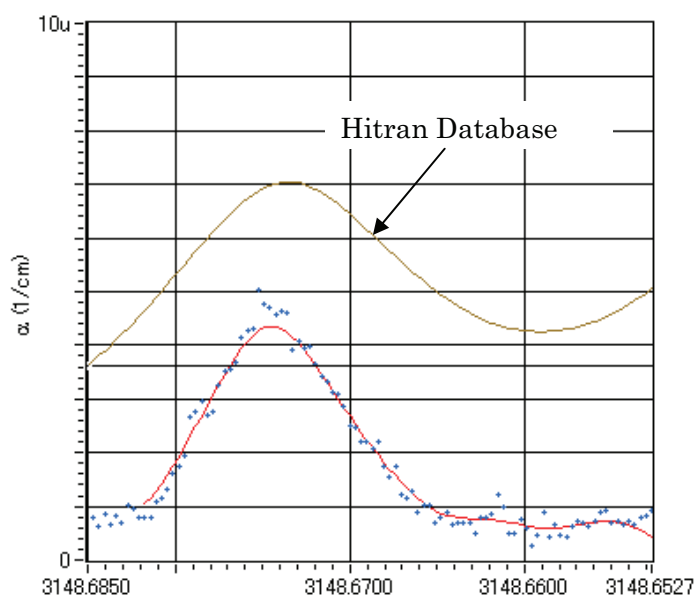


図 3

### 【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).