

cw-OPO レーザーによる CH₃Br 分子の Lamb dip 分光と圧力幅測定

(岡山大院・自然) ○藤山朋己, 瀧原健一郎, 川口建太郎, 唐健

Lamb dip spectroscopy of CH₃Br and pressure broadening measurements using a cw-OPO laser

(Okayama Univ.) ○Tomomi Fujiyama, Kenichiro Takihara, Kentaro Kawaguchi, Jian Tang

【序】CH₃Br は C_{3v} に属する対称コマの分子で、6 つの基準振動をもつ。cw-OPO レーザーは 3 μm 帯で 300mW 以上の高い出力を得ることができ、飽和分光が可能になった。本研究では、CH₃Br の ν₁ 及び ν₄ バンドの Lamb dip 分光に適用し、超微細構造定数を決定したので報告する。

ν₄ 遷移強度は ν₁ に比べて 1/3 程なので、レーザー光強度を強くすれば ν₄ でも Lamb dip が観測できると期待されたが、できなかった。理由として、ν₄=1 は ν₁=1 より 100cm⁻¹ 程エネルギーが高いので、振動回転準位の密度が高くなり、それらへのエネルギー移動が促進されると考えられる。そこで、圧力を変化させることにより、圧力幅係数を決定した。

【実験】Lamb dip は、(1)White 型長光路セルでの光路の重なりにより、また、(2)シュタルク変調法により観測した。その装置図を Fig 1 に示す。光源は赤外 cw-OPO レーザーを用いた。レーザー光は焦点距離 100cm の CaF₂ レンズでシュタルクセルの中心で焦点を結んだ。シュタルク効果を引き起こすための電極は 2 枚のアルミプレートの間隔 0.5cm で平行に置いた。シュタルクセルへの入射光はセルを通過後にミラーで反射され、進行方向は逆だが同じ pass を通り、その後ビームスプリッターで反射された光が検出器に行くようになっている。レーザー周波数は共振器の中の 1 つのミラーについている PZT に電圧を印加することにより掃引した。PZT は 5Hz で掃引し、オシロスコープで信号を表示し、データを取得した。シュタルク電極には 100kHz の矩形波を 0V からある電圧までかけ、信号はロックインアンプで検出した。レーザーの温度を 61.3°C にし、2974.4 ~ 2975.5cm⁻¹ 付近で波長計を見ながら変えて、Lamb dips を観測した。

圧力幅測定では、同じ赤外 cw-OPO レーザーと、長さ 1.2m の Pyrex glass tube を吸収セルとして用いた。検出器は、MCT detector(Vigo PVI-3TE-4, 20 ns time constant) で、

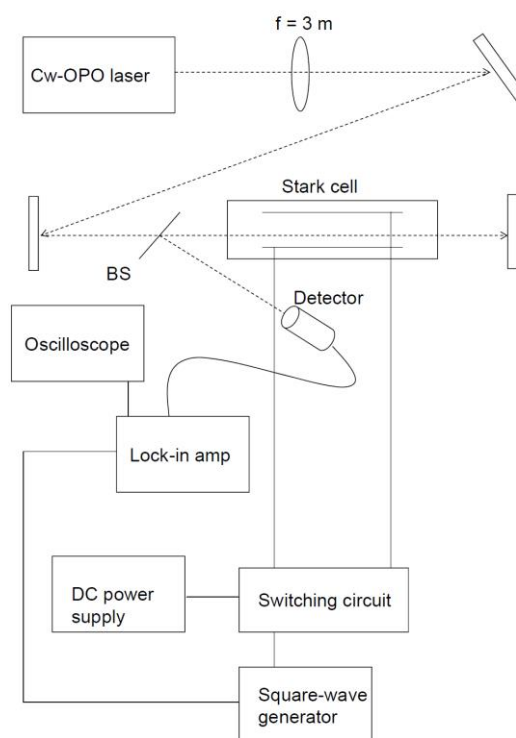


Fig 1 装置図 (シュタルク変調)

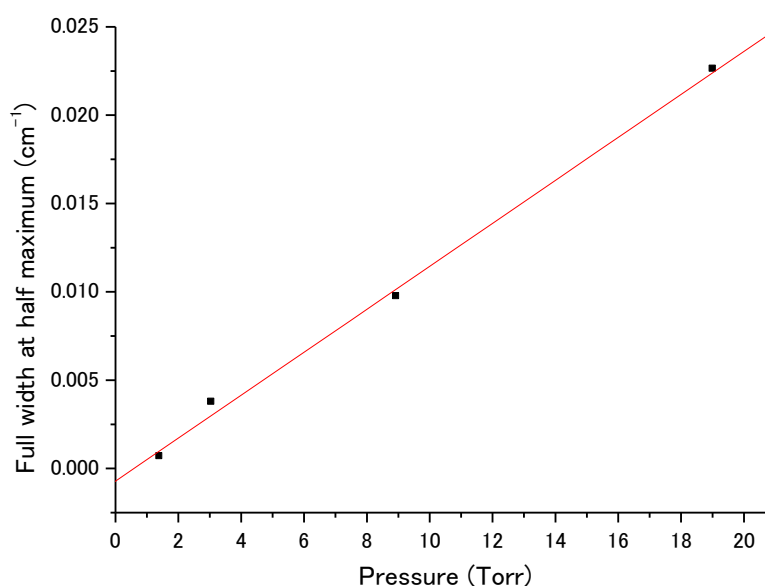
preamplifier(MIPDC-F-100) が内蔵されたものを用いた。チョッパーでロックインアンプを用いて信号を得た。測定の結果は Labview で表示し、データを取得した。レーザー温度を 95.2°C にし、3079.68~3079.90cm⁻¹ 付近を測定した。

【解析結果】 帰属した Lamb dips を Table 1 で示す。取得し帰属したデータを最小二乗法によって、超微細構造定数 eqQ を決定した。遷移波数は、論文のデータより計算した値を用いた。

Table 1 CH₃Br の ν_1 バンドの Lamb dips の分裂幅

遷移	F	CH ₃ ⁷⁹ Br		CH ₃ ⁸¹ Br	
		obs.	obs.-calc.	obs.	obs.-calc.
${}^{\circ}R_0(3)$	5.5←4.5-2.5←1.5	16.4	-0.08	—	—
${}^{\circ}R_0(4)$	6.5←5.5-4.5←3.5	10.4	0.09	—	—
${}^{\circ}R_1(3)$	5.5←4.5-2.5←1.5	8.0	0.70	6.4	0.23
	2.5←1.5-4.5←3.5	7.8	-0.01	6.5	0.52
	4.5←3.5-3.5←2.5	8.0	0.73	6.4	0.20
${}^{\circ}R_1(4)$	6.5←5.5-5.5←4.5	7.9	0.04	6.4	—
	5.5←4.5-4.5←3.5	6.7	0.46	6.0	0.61
${}^{\circ}R_3(5)$	7.5←6.5-6.5←5.5	36.0	1.11	—	—
	5.5←4.5-6.5←5.5	7.0	1.11	—	—
${}^{\circ}R_4(7)$	9.5←8.5-8.5←7.5	—	—	22.0	1.13
${}^{\circ}R_4(8)$	10.5←9.5-9.5←8.5	20.0	-0.75	18.0	1.69
	eqQ /MHz		577(1)		484(2)

次に、圧力幅で得られたデータを Voigt profile により解析をした。 ν_4 バンドの均一幅の圧力依存の結果を Fig 2 で示す。線形フィット $y=A+Bx$ から、 $A=-0.0007(8)$ cm⁻¹、 $B=0.00122(5)$ cm⁻¹ / Torr が得られ、標準偏差は 6.6×10^{-4} cm⁻¹ であった。よって、 ν_4 バンドの圧力幅係数は、37(2) MHz/Torr である。CH₃F では圧力幅係数で、21-32 MHz が報告されているので、



CH₃Br の値はそれより格段に大きくなかった。 ν_4 バンドで Lamb dip が見えない理由は、分子間衝突緩和ではなく、また遷移モーメントの違いによるものではないと言える。

【参考文献】

A. G. Cartlidge and R. J. Butcher, J Phys. B: At. Mol. Opt. Phys. 23 (1990) 2083-2090