

PbO 分子の X(0) (v'' =0)-B(1) (v' =3-6) 遷移の 10 MHz 精度での分光

(富山大学) ○不破秋夜・樋沢奈紀紗・小林かおり・榎本勝成

Spectroscopy of the X(0) (v'' =0)-B(1) (v' =3-6) transitions of PbO with a 10-MHz-level accuracy

(Univ. Toyama) Akiyo Fuwa, Nagisa Hizawa, Kaori Kobayashi, Katsunari Enomoto

We have performed high precision spectroscopy of lead oxide (PbO) molecules. The X(0) (v''=0)-B(1) (v'=3-6) transitions located in 398-423 nm were investigated by the light-induced fluorescence method using a cold and slow PbO beam. More than 100 lines were measured by comparing with resonance lines of an ultralow expansion etalon, which allows us to determine the absolute frequencies of these lines with the uncertainty of about 10 MHz. The v'=4 levels have considerably different spectroscopic constants from other vibrational levels. This can be explained by a homogeneous perturbation due to a near-degenerate vibrational level in the a(1) state.

一酸化鉛 (PbO) 分子は、相対論的量子化学計算との比較や、電子の永久電気双極子モーメントの精密測定への応用などについて興味を持たれている。この B(1)状態についての高分解能分光は、これまでに v'=0,1,2[2]と v'=5[3]について行われている。

我々は、低温低速 PbO 分子ビームをヘリウムバッファーガス冷却法で生成し、395-425 nm の範囲で PbO 分子の X(0)状態から B(1)状態への 100 本以上の励起スペクトルを観測した。

周波数参照として既知の Yb, Rb 原子の共鳴周波数で校正した超低膨張エタロンを用い[1]、その共鳴周波数と比較することで、X(0) v''=0 状態から B(1) v'=3,4,5,6 状態への遷移(図 1)の共鳴周波数を約 10 MHz の精度で測定した。回転準位を

$$E = G + BJ(J + 1) \pm \frac{1}{2}qJ(J + 1) - D\{J(J + 1)\}^2 + \Delta E_{hfs}^{F=J\pm 1/2}$$

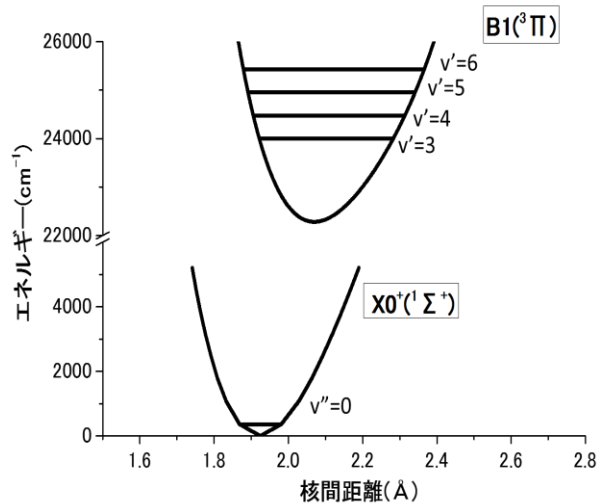


図 1 : PbO のポテンシャル曲線

(E : 分子のエネルギー G : 電子 + 振動エネルギー B : 回転定数
 q : Ω 型二重項のパラメーター D : 遠心力ひずみ定数 J : 回転量子数

$$\Delta E_{hfs}^{F=J\pm 1/2} : {}^{207}\text{PbO} \text{の超微細構造の項}$$

の式で表す。 ${}^{207}\text{Pb}$ は核スピン 1/2 があるため、超微細構造をもつ。 $\Delta\Omega = 1$ の非対角行列要素を無視すると、磁気的な超微細相互作用はまとめて

$$AT^1(\vec{J}_a) \cdot T^1(\vec{I})$$

の形で書くことができる。

図 1 : 分光定数

v	Isotope(Pb)	G (cm $^{-1}$)	B (cm $^{-1}$)	q (cm $^{-1}$)	A (cm $^{-1}$)
3	206	23639.91149(7)	0.254694(5)	-0.00010(2)	
	207	23639.66196(13)	0.25460(2)	-0.000098(16)	0.1725(3)
	208	23639.41953(5)	0.254463(3)	-0.00011(1)	
4	206	24115.7860	0.23563	-0.0004	
	207	24115.1009	0.23466	-0.0004	0.0767
	208	24114.411	0.23375	-0.0003	
5	206	24600.89263(1)	0.249609(7)	-0.00010(2)	
	207	24600.48361(12)	0.249537(7)	-0.000099(8)	0.1714(5)
	208	24600.08424(7)	0.249470(4)	-0.00009(2)	
6	206	25071.55927(3)	0.247442(2)	-0.00010(8)	
	207	25071.08182(16)	0.247369(12)	-0.000097(12)	0.1723(4)
	208	25070.61473(6)	0.247283(3)	-0.00010(1)	

以上の式を用いて、各同位体の分光定数を決定した (表 1)。B(1) $v'=5$ 状態については過去の測定例[3]の値を更新することができ、測定例のない、B(1) $v'=3,4,6$ 状態の分光定数も新たに決定することができた。決定した分光定数の中で、 $v'=4$ の場合のみ他の振動準位とはかなり異なる分光定数を持っていることが分かる。これは、B(1) $v'=4$ 状態の近傍に位置する a(1) $v'=19$ 状態による摂動のためであると考えられる。

【参考文献】 [1] K. Enomoto *et. al.*, Appl. Phys. B **122**, 126 (2016). [2] F. Martin *et. al.*, Spectrochim. Acta, Part A, **44**, 889 (1988). [3] D. Kawall *et. al.*, Phys. Rev. A **72**, 064501 (2005)