

ナフタレン分子の ${}^1A_{B1u} \leftarrow {}^1X_{Ag}$ 遷移の超高分解能分光と その Zeeman 分裂の振動バンド依存性

(神戸大分子フォト・京大院理*)

○ 古井栄治, 土肥敦之, 馬場正昭*, 加藤肇

【序】 近年の技術の発達によって、単一波長で連続発振可能なレーザーが開発されている。これにより、以前では観測が困難であった、超高分解能での分子の励起状態におけるダイナミクスを観測する事が可能になった。レーザーの線幅が十分に狭ければ、スペクトルの回転遷移についてまで分離されたスペクトルが得られ、励起分子における各種の状態間相互作用について詳細な知見を得る事が出来る。我々は、アルカリ金属やベンゼン等の基本的な分子について既に研究を行なってきた。その中でもナフタレンにおいて、磁気モーメント大きさが振電バンドにより異なるとの報告から、これの検証を本研究の目的とした。実験は、レーザーと分子線によるサブドップラー分光法を用いて行なった。対象にしたバンドは、 $A {}^1B_{1u} \leftarrow X {}^1A_g$ 遷移における $32^1_0(b_{2u})$ 及び $9^1_0(a_g)$ 振電バンド(それぞれ 32918 cm^{-1} - 32520 cm^{-1})であり、当該バンドに対して磁場下での観測を行い、Zeeman 分裂の分裂幅から磁気モーメントの振動準位依存性について検証を試みた。

【実験】 実験系は主に励起光・分子線・絶対波長決定システムの3部分に大別される。励起光は、固体レーザー(SpectraPhysics 社 MilleninaXs)励起の波長可変・単一モード色素レーザー(Coherent 社 699-29)の出力光を周波数逡倍器(SpectraPhysic 社 Wavetrain)に入射し、第2次高調波発生により得た。分子線は、加熱して気化させたナフタレンを直径 $100 \mu\text{m}$ のノズルから射出し、スキマー・スリットにより並進方向を揃える事で生成した。キャリアガスには Ar を用いた。分子線とレーザー光を直交させ、線幅約 16 MHz のスペクトルを得た。尚レーザー光は後述する磁場に対して垂直偏光で入射した。絶対波長の決定は、色素レーザーからの基本波を分岐させてヨウ素セルに入射し、これのドップラー限界、及びドップラーフリースペクトルを目的の実験と同時に測定し、ヨウ素ドップラーフリーアトラス¹⁾にて校正する事により行なった。又、同一の実験を電磁石により 1.12 T の磁場下で行い、各バンドにおける Zeeman 分裂を観測し、その分裂幅を算出して振動準位依存性を検証した。

【結果・考察】

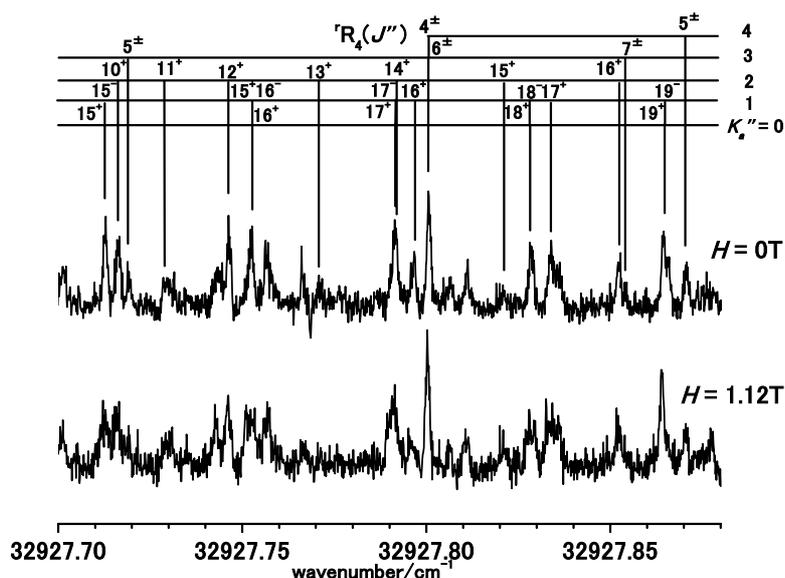


図 1. $32^1_0(b_{2g})$ バンドの蛍光励起スペクトル

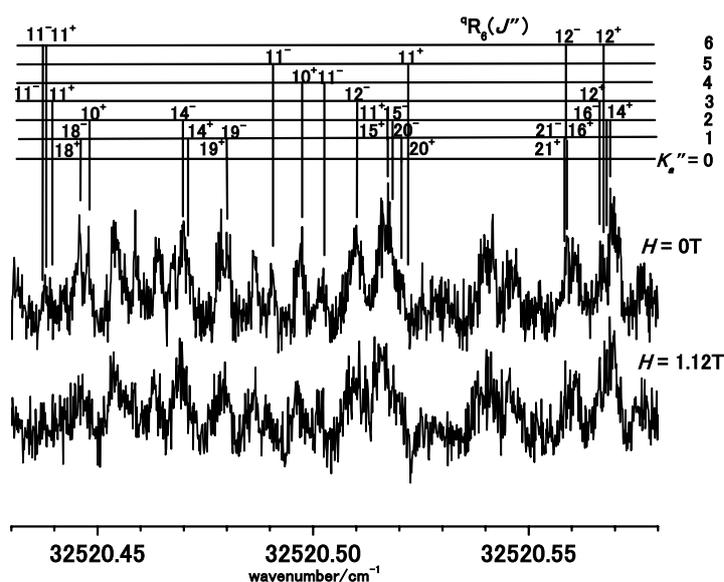


図 2. $9^1_0(a_g)$ バンドの蛍光励起スペクトル

図 1 に $32^1_0(b_{2g})$ 、図 2 に $9^1_0(a_g)$ バンドのスペクトルの一部を示す。Zeeman 分裂の分裂幅は、基底状態 $J''=19$ 、 $K_a''=0$ からの遷移において、 $32^1_0(b_{2u})$ バンドでは約 110MHz、 $9^1_0(a_g)$ バンドでは 48MHz と見積もられた (J は分子の回転量子数を、 K_a はその主軸方向の成分を表す。)。以前に解析した $33^1_0(b_{2g})$ バンド (32454cm^{-1}) における分裂幅は約 50MHz であり、これを考え合わせると、Zeeman 分裂の分裂幅は振動準位のエネルギー準位に依存性を示している事が予想された。

また Zeeman 分裂の分裂幅は、 K'' を一定としたとき J'' の増加に伴って広がり、 J'' を一定としたとき K'' の増加に伴い減少した。これより、磁気モーメントは分子平面に対し垂直方向を向いていると考えられる²⁾。

- 1) H.Kato, *et al.*, "Doppler-Free High Resolution Spectral Atlas of Iodine Molecule 15000-19000 cm^{-1} " JSPS (2000)
- 2) M. Okubo, M.Misono, J. Wang, M.Baba, H.Kato, *J. Chem. Phys.* **116** 9293 (2002)