

ドップラーフリー偏光分光法によるフェノールおよびフェノール-d₆の高分解能レーザー分光

(神戸大分子フォト・京大院理*) 豊谷仁男、笠原俊二、馬場正昭*、加藤肇

【序】単一モード紫外レーザーを用いた多原子分子の回転準位まで分離した高分解能電子スペクトルの研究の多くはレーザー光・分子線交差法で行われている。この分光法では回転温度が数 K まで冷やされるため、回転線の本数が少なくなり解析・帰属が比較的容易になるという利点と high J , high K の回転線の情報が失われてしまうという欠点がある。そこで本研究では、常温中での多原子分子の高分解能電子スペクトルを測定することが可能なドップラーフリー偏光分光法により、これまでにレーザー光・分子線交差法でしか研究されていないフェノール (C_6H_5OH) 分子およびフェノール-d₆ (C_6D_5OD) 分子について $S_1 \leftarrow S_0$ 遷移の 0-0 バンドの高分解能電子スペクトルの測定を行い、それぞれの分子について high J , high K の回転線の帰属をすることができたので報告する。ドップラーフリー偏光分光法には、1) 常温でのドップラーフリー吸収スペクトルを高感度に観測することができる、2) pump 光の偏光を選ぶことにより、 P 、 R -枝(円偏光のとき)と Q -枝(直線偏光のとき)とを区別して観測することができる、などの特徴があり、複雑な準位構造をもつ多原子分子の励起状態を観測するのに非常に有用な方法である。

【実験】測定は石英基板を両端に取り付けた長さ 1 m のセルを使用し、この中に約 10 mTorr のフェノール/フェノール-d₆ 分子を封入して常温で行った。測定試料にはフェノール(Nakarai teque：特級)およびフェノール-d₆(Isotech：99 % D)をそのまま用いた。励起光源には Nd: YAG レーザー励起の単一モード波長可変色素レーザー(Coherent CR899-29、色素: Rhodamine 110、出力 500 mW、線幅 1 MHz)の出力光を、第二高調波発生外部共振器(SpectraPhysics WavetrainSC)に導入し単一モード紫外レーザー光(出力 40 mW)を得た。この紫外レーザー光をビームスプリッターで pump 光と probe 光(強度比 3:1)に分割する。probe 光は直線偏光に、pump 光は円偏光にし、それぞれを左右両方向から光路が重なるように測定セルに入射させドップラーフリー偏光分光法を行った。また、スペクトル線の絶対周波数を決定するためにレーザー光の一部を用いて、ヨウ素分子のドップラーフリー吸収スペクトルおよびマーカータロンの透過光強度をフェノール/フェノール-d₆ 分子のスペクトルと同時に測定した。図 1 にドップラーフリー偏光分光法の実験配置図を示した。

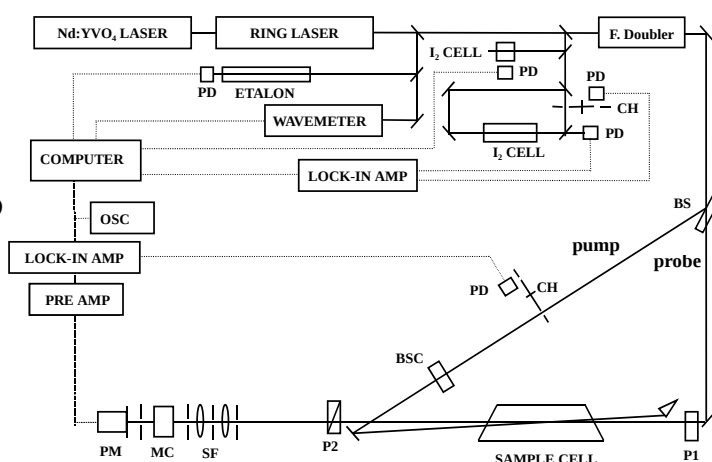


図 1. 実験配置図 (F. Doubler: Frequency doubler, P1,P2: Polarizer, BS: Beam splitter, BSC: Babinet-Soleil compensator, SF: Spatial filter, CF: Color filter, MC: Monochromator, CH: Chopper, PM: Photomultiplier)

【フェノール】フェノール分子の $S_1 \leftarrow S_0$ 遷移の 0-0 バンドをドップラーフリー偏光分光法により $36296.0 \sim 36355.0 \text{ cm}^{-1}$ の領域で回転準位まで分離して観測することができた。観測された回転線は b -型遷移の P 、 R -枝(pump 光を円偏光にして観測)であった。また、回転線の線幅は約 80 MHz であり、これは報告されている寿命幅とほぼ一致していた。得られたスペクトルの解析から、 $J=15 \sim 100$ 、 $K_a=0 \sim 10$ にわたって回転線の帰属をすることができた。また帰属した回転線の遷移周波数を最小二乗解析することによってフェノール分子の分光学的定数を決定することができた。図 2 に観測されたフェノール分子のスペクトルの一部を示す。

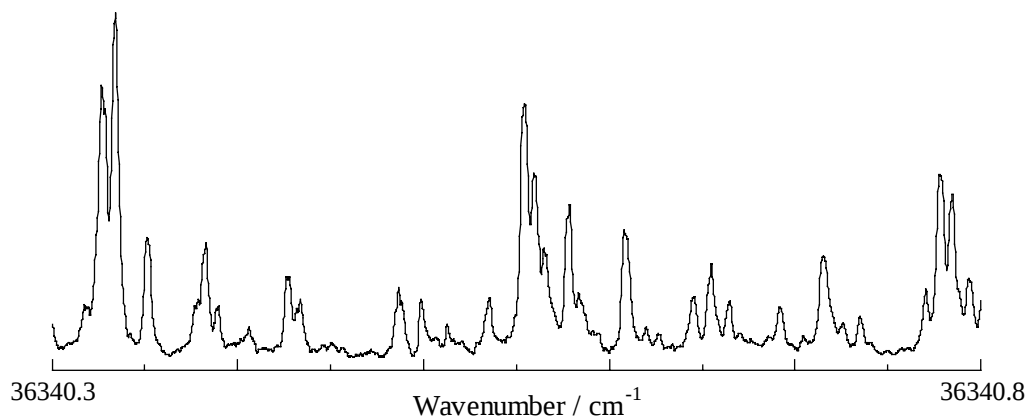


図 2. ドップラーフリー偏光分光法によって観測されたフェノール分子のスペクトルの一部 (0.5 cm^{-1} の領域を表示)

【フェノール- d_6 】フェノール- d_6 分子の $S_1 \leftarrow S_0$ 遷移の 0-0 バンドをドップラーフリー偏光分光法により $36466.0 \sim 36526.0 \text{ cm}^{-1}$ の領域で回転準位まで分離して観測することができた。観測された回転線はフェノール分子同様 b -型遷移の P 、 R -枝(pump 光を円偏光にして観測)であった。また、観測された回転線の線幅は約 20 MHz であり、これも報告されている寿命幅とほぼ一致していた。得られたスペクトルの解析から、現在のところ P -枝の $J=20 \sim 95$ 、 $K_a=0 \sim 5$ までの回転線の帰属をすることができた。今後、 P -枝よりも複雑な R -枝の回転線の帰属を容易にするためにドップラーフリー光・光二重共鳴法による測定を行う予定である。図 3 に観測されたフェノール- d_6 分子のスペクトルの一部を示す。

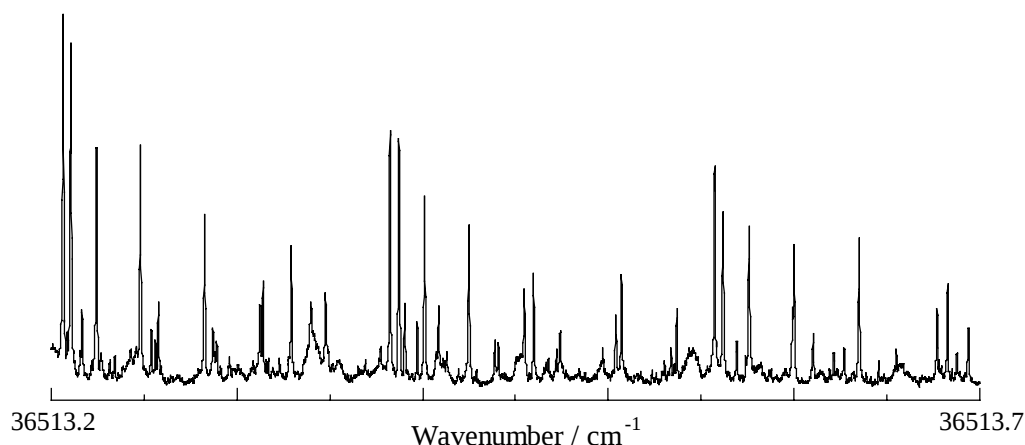


図 3. ドップラーフリー偏光分光法によって観測されたフェノール- d_6 分子のスペクトルの一部 (0.5 cm^{-1} の領域を表示)