3P009

二重共鳴イオン化検出を用いた高分解能赤外分光装置の開発

(岡山大院自然) ○西口和宏，宮本祐樹，唐健，川口建太郎

Development of the high resolution IR spectrometer with double resonance ionization detection

(Okayama Univ.) ○Kazuhiro Nishiguchi, Yuki Miyamoto, Jian Tang, Kentarou Kawaguchi

【序】およそ170種の星間分子がこれまで発見されてきており、その多くはマイクロ波観測によるものである。しかし、未同定線の同定や新たな分子種の発見のためには、マイクロ波に比べるとあまりなされていない赤外線領域における探索が重要であると考えられる。赤外領域での星間分子の探索には、実験室における低温の高分解能赤外スペクトルを観測することが必要であり、我々は多原子分子の複雑な振動回転スペクトルの観測を目指して、紫外－赤外二重共鳴質量分析装置の開発を行った[1]。
本研究ではアセトアルデヒドのν_3バンドの振動回転遷移の観測に適用した。ν_3バンドは1999年にM.Herman等によって常温及びjet-cooledスペクトルが測定され、$4 \leqq K_a' \leqq 10$までの帰属が行われた[2]が、エネルギーの低い$K_a' \leqq 3$の帰属は行われていない。今回の実験ではHerman等のパラメータから予想される$4_{31} \leftarrow 3_{22}$遷移を観測することができた。

【実験】用いた装置をFig.1に示す。アセトアルデヒドとアルゴンの混合ガス（1.5 atm）をパルスバルブから真空チャンバー内に噴出した。Nd:YAGレーザー(Surelite Ex)の二倍波で励起した色素レーザー(LIOP-TEC Pulsare-Pro)の第二高調波を照射して試料をイオン化し、Wiley-McLaren型飛行時間質量分析計で質量選択的に検出した。検出器にはマイクロチャンネルプレート(浜松ホトニクス F2221-21S)を用いた。質量数43のイオンシグナルをモニターしながらcw-OPOレーザーの波数を掃引することで、イオンシグナルの減少として振動回転遷移を観測した。

【観測スペクトルと考察】Fig.2(a)に TOF マススペクトルを示す(MCP 供給電圧 1.4 kV)。m/e = 15(CH_3^+)，29(HCO^+)，43(CH_3CO^+)，44(CH_3CHO^+)が検出された。アセトアルデヒド分子は 2 光子吸収により$\tilde{D}$ state に励起された後、1 光子吸収が起こることでイオン化されていると考えられる[3]。
Fig.2(b)に観測した赤外スペクトルを示す。赤外光の掃引はシグナル光用共振器の PZT により行った。$4_{31} \leftarrow 3_{22}$遷移の計算値は 2726.208 cm^{-1}[4]であり、観測値との差は 0.006 cm^{-1}である。本装置はイオン化検出を用いているため高感度検出が期待されるが、現状ではイオンシ

グナルのふらつきによるノイズが 2%程度あった。その原因を追及して装置の S/N 比を向上させることが今後の課題であるが、高分解能で低温分子のスペクトルを観測可能にする初期の目的は達したと言える。

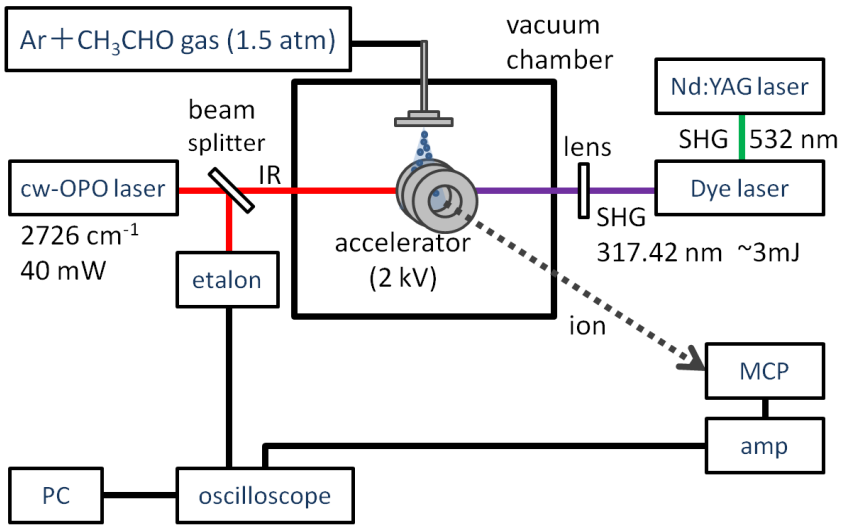

Figure.1 装置の略図

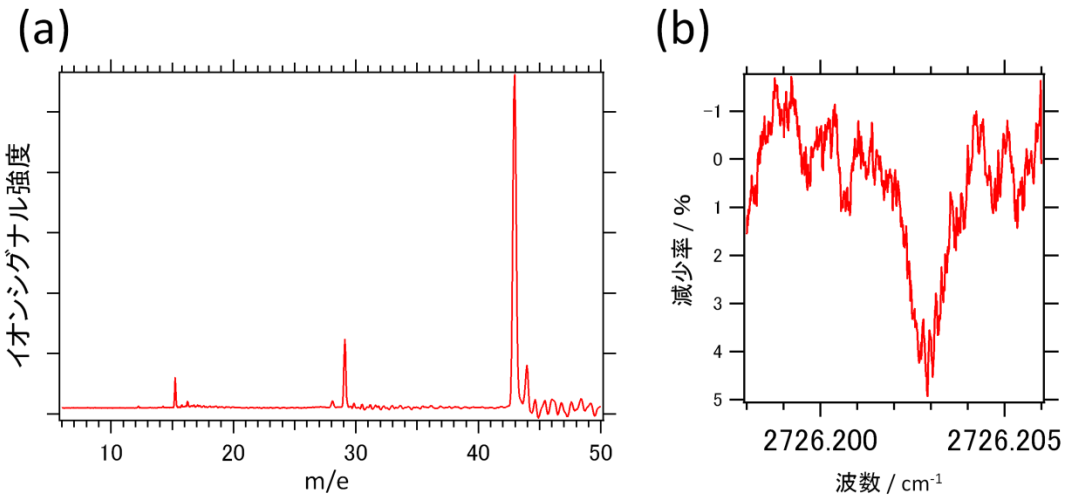

Figure.2 (a)アセトアルデヒドの TOF マススペクトル。(b)二重共鳴スペクトル。m/e = 43 シグナルの積分値をモニターした。4_{31}←3_{22} 遷移が 2726.202 cm^{-1} に観測された。線幅は 0.001 cm^{-1}。

【参考文献】

[1] 西口和宏,宮本祐樹,唐健,川口建太郎,第 7 回分子科学討論会,3P006 紫外－赤外二重共鳴法による小型アルコール類の高分解能分光

[2]M.Herman, F.Herregodts, R.Georges, M.Hepp, I.H.Bachir, M.Lecoutre, I.Kleiner, Chem.Phys. 246(1999)433-443.

[3]H.Kim,S.L.Anderson,J.Chem.Phys,114(2001)3018-3028.

[4]I.Kleiner,私信