

運動量イメージング法による内殻励起 CHF₃ 分子の解離ダイナミクスの研究

(広大院理) 木村友紀、吉田啓晃、平谷篤也

内殻励起分子から生成したイオンの運動量は、解離ダイナミクスについて様々な情報を与える。本研究では運動量イメージング法(図 1)を用いた。これはイオン種の選別を行う飛行時間(TOF)型質量分析器とイオンの衝突位置を検出する位置敏感型 2 次元検出器を組み合わせることで解離イオンの初期運動量 \vec{P} を算出する手法である。イオンの X,Y 軸方向の運動量 P_x, P_y は Delay-line 型の 2 次元検出器に当たった位置と時間により算出可能となる。また Z 軸(TOF 軸)方向の運動量 P_z は TOF スペクトルから算出する。今回は直線偏光した放射光を用いて C_{3v} の対称性を持つ CHF₃ 分子の C1s 内殻励起領域で実験を行った。

実験は広島大学放射光科学研究センターに設置されているシンクロトロン放射光源 HiSOR の軟 X 線光化学ビームライン BL6 で行った。Wiley-McLaren 型 TOF 質量分析器の第 1,第 2 加速領域にそれぞれ 100V/cm,250V/cm の電場を印加して測定を行った。

図 2 に全イオン収量スペクトル、図 3 に C1s⁻¹内殻イオン化状態($h\nu=303.78\text{eV}$)での TOF スペクトルを示す。

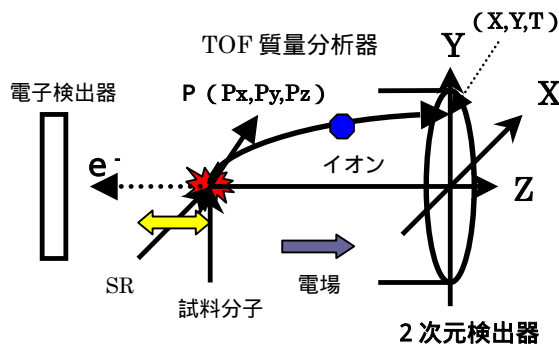


図 1 運動量イメージング法のご概念図

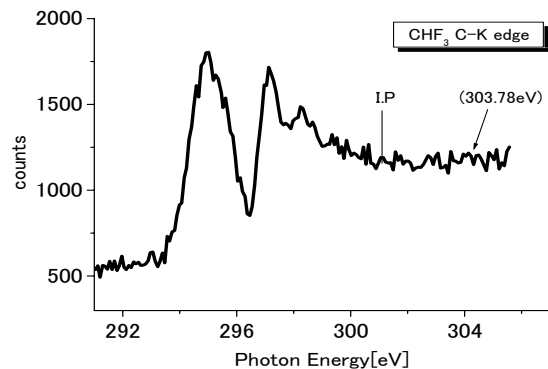


図 2 全イオン収量スペクトル

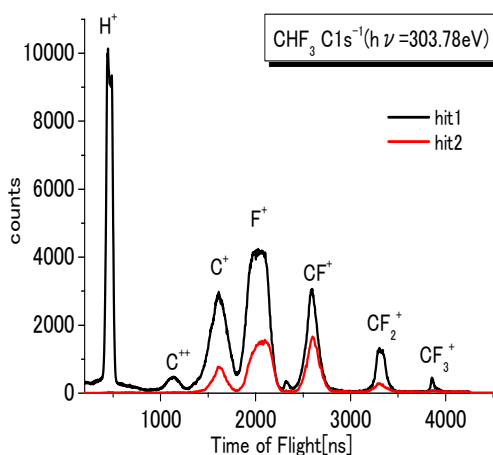


図 3 TOF スペクトル

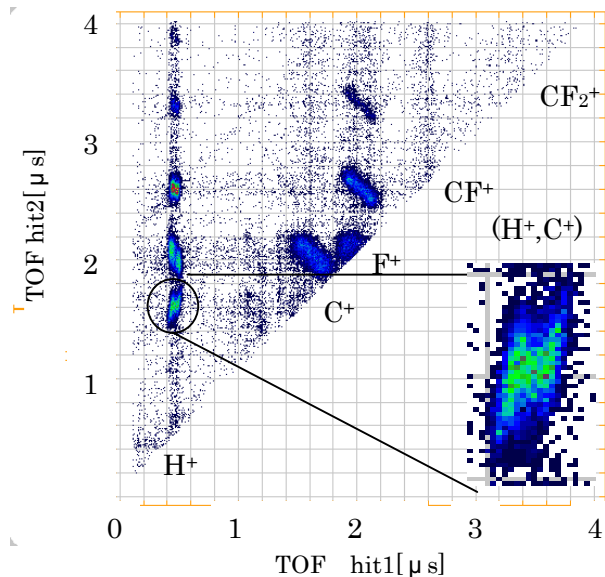
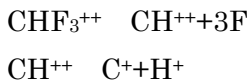


図 4 PEPICO スペクトル

イオン化時に生成する電子と正イオンを電場によってそれぞれの検出器側に引き込んだときの電子検出からイオン検出までの時間をイオンの飛行時間とし、2 つ以上のイオンが生成したときの最初および2 番目に検出されるイオンの TOF スペクトルをそれぞれ hit1, hit2 として示している。

内殻イオン化状態は一般にオージェ崩壊により電子を放出して 2 価イオン状態になる。生成した 2 価イオン(CHF_3^{++})は多くの場合 2 つの正イオンに解離するため、それらのイオン同士の相関を調べた。図 4 に Photo-electron Photo-ion Photo-ion coincidence (PEPIPICO)スペクトルを示す。PEPIPICO スペクトルとは横軸、縦軸をそれぞれ hit1, hit2 で検出されるイオンの TOF で示し、両者の相関するイベント数を 2 次元プロットしたものである。プロットの密集しているところ(島構造)の傾きから解離過程についての情報が得られる。今回はその構造の中で (H^+, C^+)イオン対に着目した。この構造の傾きが ' 正 ' であることから、(H^+, C^+)の生成過程は



の 2 段階解離であると考えられる(下図参照)。

、 の解離過程での運動エネルギー放出をそれぞれ KER1, KER2 とする。図 5 の下図と左図にそれぞれ(H^+, C^+)イオン対生成した際の H^+, C^+ の運動エネルギー分布を示す。また、両者の相関図である 2 次元プロットを中央に示す。この結果から($\text{KE}(\text{H}^+)=5\text{eV}$, $\text{KE}(\text{C}^+)=2\text{eV}$)の強度が一番強いことがわかった。これらの値と、 、 各解離時の運動量保存則及びエネルギー保存則を考慮して $\text{KER1}=4.8\text{eV}$, $\text{KER2}=3.1\text{eV}$ と見積もられた。よって(H^+, C^+)を生成する CHF_3^{++} の 2 段階解離は図 6 で示されるようなポテンシャル面上で起こることが明らかになった。

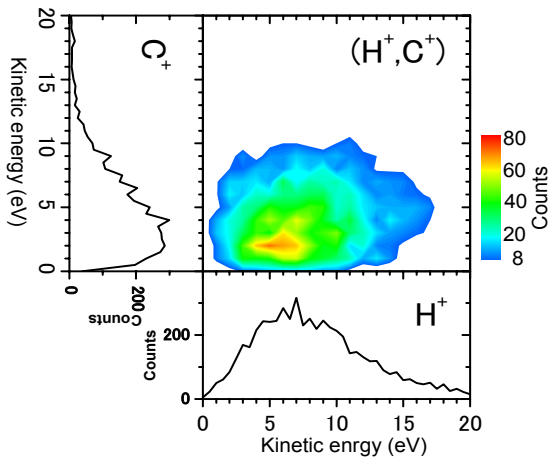
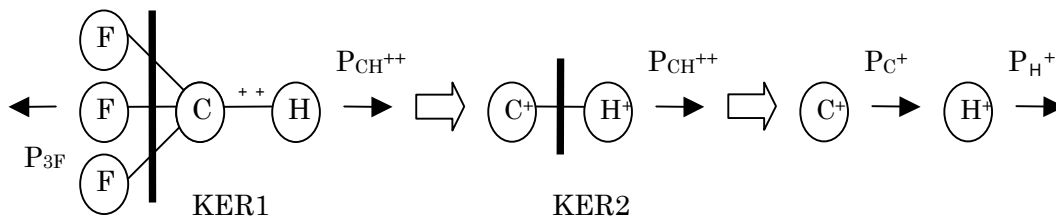


図 5 (H^+, C^+)を生成する H^+, C^+ の運動エネルギー分布

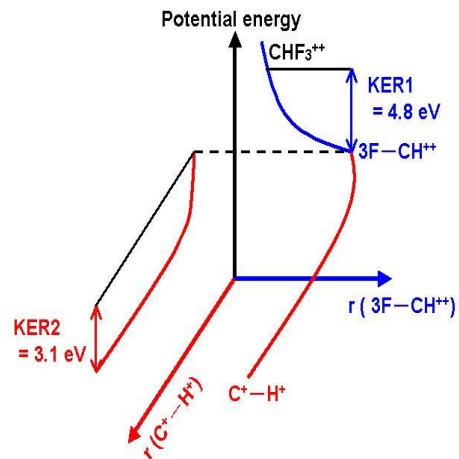


図 6 (H^+, C^+)を生成する CHF_3^{++} の解離過程