

(○篠原秀則¹、島田義則²、溝口竜二³、藤田雅之²、
本越伸二²、八ッ橋知幸¹、中島信昭¹)¹ 阪市大院理、² レーザー総研、³ 阪大レーザー研

【はじめに】

高強度フェムト秒レーザーによる有機分子の非共鳴多光子イオン化 (NREMPI) は近年多数の報告があり、ナノ秒レーザーによる光イオン化に比べて、高強度フェムト秒レーザーの場合、親イオンが高効率に生成することが知られている。しかし、高強度フェムト秒レーザーを用いても、親イオンが生成するものばかりではない。分子によって親イオンが生成されるものと、激しくフラグメント化するものがあることについて、分子の大きさ、分極率の違い、内殻電子の励起、結合性の違い (σ 結合の数) など、さまざまな理由が議論された結果、親イオンがさらに光吸収する場合に親イオンのフラグメンテーションが促進されることが我々のグループによって明らかとなった。^{1,2)} これは、親イオンの吸収がない励起 (イオン化) 波長であれば、親イオンのフラグメンテーションを抑制できるためと解釈される。

従来、発光強度の高い分子については、蛍光法 (LIF)、共鳴多光子イオン化法 (REMPI) による検出方法が確立されているが、例えば複数の塩素原子を持つ分子では発光強度が弱く、励起状態の寿命が短いため、従来の LIF 法・REMPI 法による検出は容易ではない。そこで、本研究では従来の方法で検出することが困難であった分子をも高効率で検出できるようにする可能性として、赤外波長可変フェムト秒レーザーによる NREMPI 過程によるイオン検出を確立する。NREMPI 過程を使うことで、ジェット中に含まれる分子種を状態選別することなくイオン化することができる。

この技術は、例えば毒性の高いダイオキシン類をはじめとする有機塩素化合物の微量検出への応用が期待されている。今回はいくつかの有機分子について NREMPI 過程により生成するイオンの親イオン、フラグメントイオンの波長依存性を 1400 nm 近傍で測定した結果を報告する予定である。

【実験】

光源には、(財)レーザー総研の T³ レーザー (Table-top-Tera Watt-Ti:sapphire Laser) システムを使用した。図1 に実験装置のレイアウトを示す。T³ レーザーからの出力光を直径 1 cm のソフトアパーチャーに通過して回折を防ぎ、さらにダイヤモンドホールスペーシャルフィルターによって直径 8 mm 程度のガウシアンビームを得た。中心波長 800 nm, パルス幅およそ 150 fs, エネルギー 3 – 3.5 mJ/Pulse, 繰り返し周波数 10 Hz の Ti:sapphire レーザーで、OPA

(TOPAS) レーザーを励起し、1200 nm – 1600 nm のフェムト秒パルスビームを得た。TOPAS からの出力光をハーモニックセパレータに通して目的波長の光だけを取り出し、テレスコープを経て真空チャンバー内でフォーカスさせた。レーザーパルスと同期させて、試料分子をパルスノズルによって真空中に分子ビームとして導入し、NREMPI 過程で光イオン化させた。生成したカチオンは、リニア型飛行時間型質量分析器 (TOF-MS) によって質量選別し検出した。シグナル強度の波長依存性、レーザー強度依存性について、同じ条件で測定した Xe 多価イオンと比較し議論する予定である。2,3-dimethyl-1,3-butadiene のイオン化について調べた結果を図2に示す。この分子は800 nm ではカチオンの電子状態と励起光が共鳴するので分子はフラグメント化する。しかし、1400 nm 励起では親イオンが検出できるようになった。

1) H. Harada et al. *Chem. Phys. Lett.* **342** (2001) 563.2) H. Harada et al. *J. Phys. Chem.* in press.

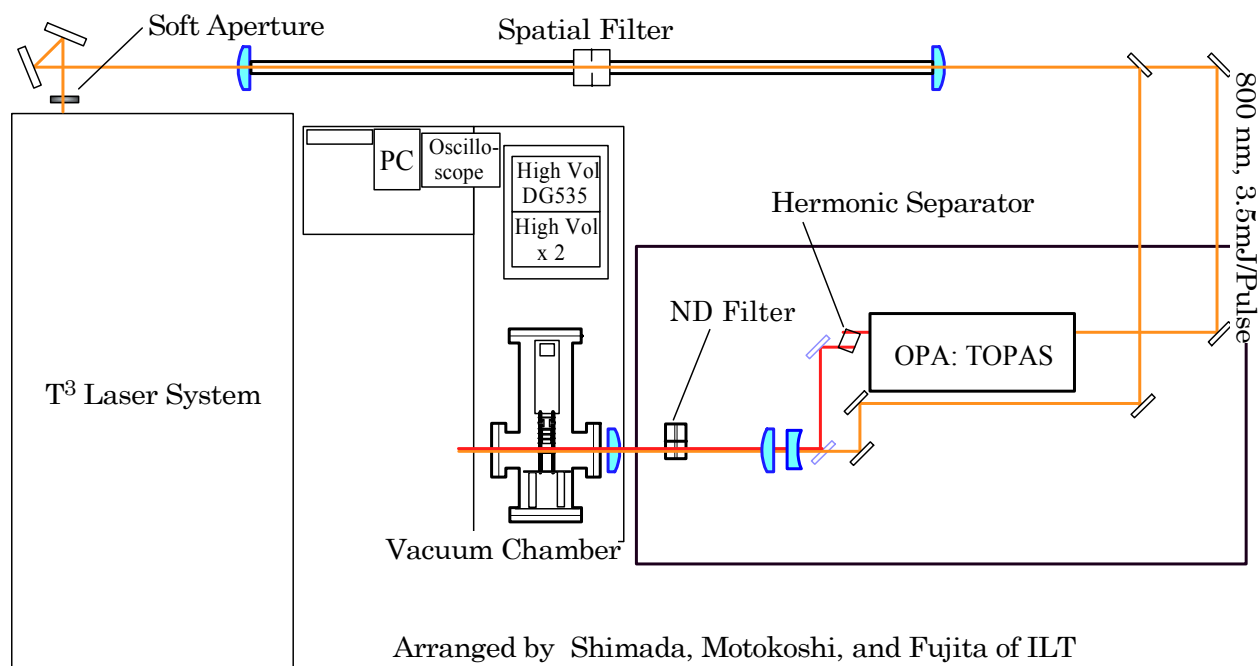


図 1. 赤外(1200 nm – 1600 nm)フェムト秒パルスの発生

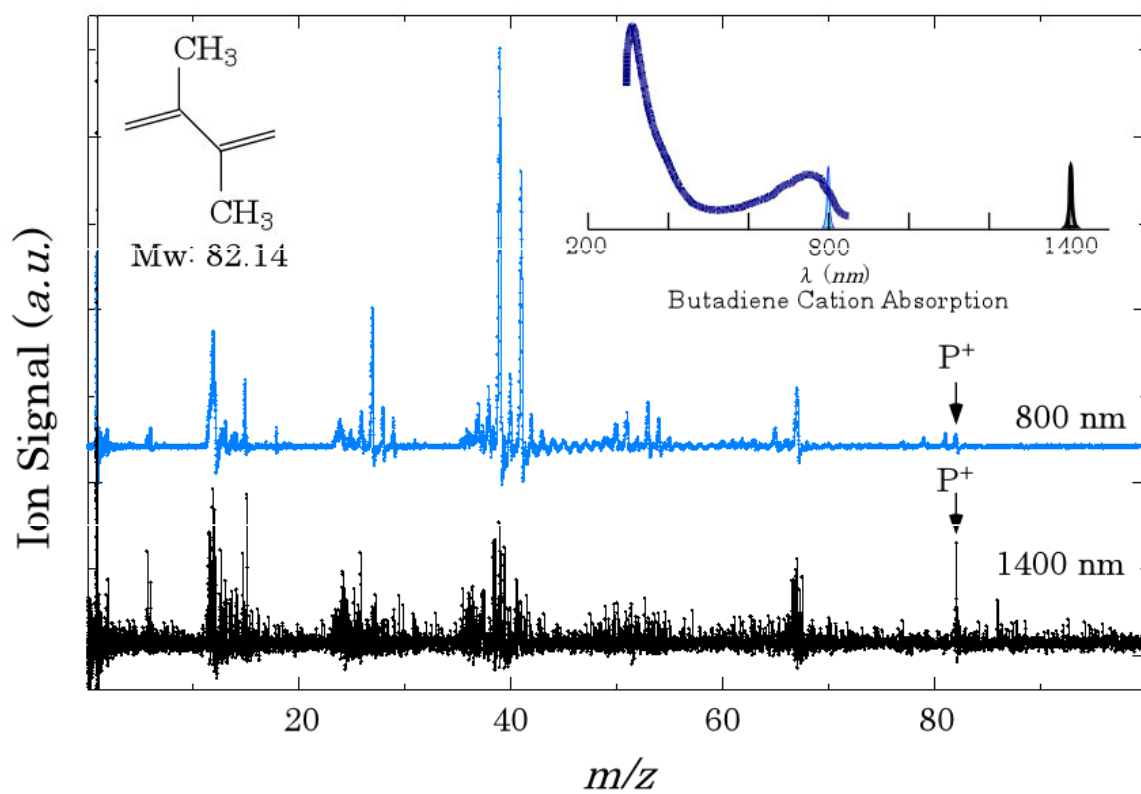


図 2. 1400 nm による 2,3-dimethyl-1,3-butadiene の NREMPI TOF-MS