4P018

フェムト秒レーザーフィラメント誘起微粒子生成過程の観測

（名大院理）○松田晃孝，松岡純司，戸澤紘機，菱川明栄

Observation of microparticle formation induced by femtosecond laser filamentation

(Grad. School. of Sci., Nagoya Univ.) ○Akitaka Matsuda, Junji Matsuoka, Hiroki Tozawa, Akiyoshi Hishikawa

【序】近年のレーザー技術の発展に伴い分子内のクーロン場に匹敵する電場強度を持つレーザー場(~10^{15} W/cm^2)の発生が可能となった。このような強レーザー場にさらされた分子は，分子配向，構造変形を伴いながら，多重イオン化を経てクーロン爆発を起こすことが知られている。こうした単分子解離反応についてはこれまで数多くの研究が行われてきた一方で，多体反応に関する研究はまだ限定的である [1-3]。本研究では強レーザーパルスを集光することによって発生させたフェムト秒レーザーフィラメントにおける C_2H_4 の気相２分子反応による微粒子生成と，会合反応機構の解明を目的とした可視分光計測について報告する。

【実験】チタンサファイアレーザー再生増幅器(40 fs，800 nm，1 kHz)からの出力を焦点距離 f = 750 mm のレンズを用いて C_2H_4 で満たされたガスセル内に集光し，非線形相互作用によりレーザーフィラメントを発生させた。アクロマティックレンズを用いてフィラメントに対して垂直方向に発せられる光を集め分光器へと導き，冷却 CCD を用いて発光スペクトルの観測を行った。

【結果】ガス圧力 1.0 atm において 8 時間のレーザー照射の後にガスセルから回収された微粒子の顕微鏡写真を図 1 に示す。数マイクロメートル程度の大きさの無色透明の微粒子が観測されたことから，強レーザー場による多体会合反応よって微粒子が生成されたことを示している。ガスセル内に導入した C_2H_4 の圧力を変化させて得られた発光スペクトルを図 2 に示す。波長 400 ~ 650 nm に観測された鋭いピークは，強レーザー場と C_2H_4 の相互作用により生成された CH および C_2 フラグメントの蛍光スペクトルに帰属された[2]。ガスセル内の圧力が増加するとともにこれらのピークの強度は著しく減少した。このことは，C_2H_4 圧力の増加に伴って C_2H_4 分子と強レーザー場との相互作用によって生成したフラグメントとの衝突頻度が増加し蛍光の消光が効率的に起こることを示唆している。一方で，650 ~ 720 nm には幅の広いピークが観測された。このピークは，C_2H_4 圧力 1.0 atm においてガスセル内でミストが生成する様子が目視で確認されたことから，生成された微粒子による入射レーザー光の光散乱によるものと考えられる。C_2H_4 の圧力が高くなるにつれて光散乱の強度も増加することから、衝突頻度の増加によって強レーザー場による微粒子生成が促進されることを示している。

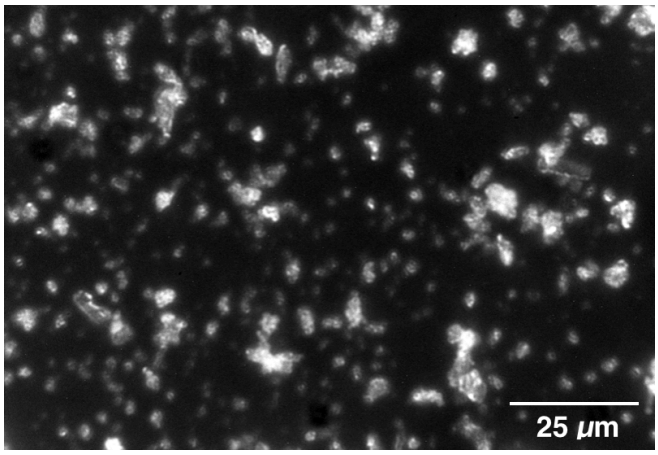

図１ 強レーザー場と気相 C_2H_4 の相互作用によって生成された微粒子の顕微鏡写真

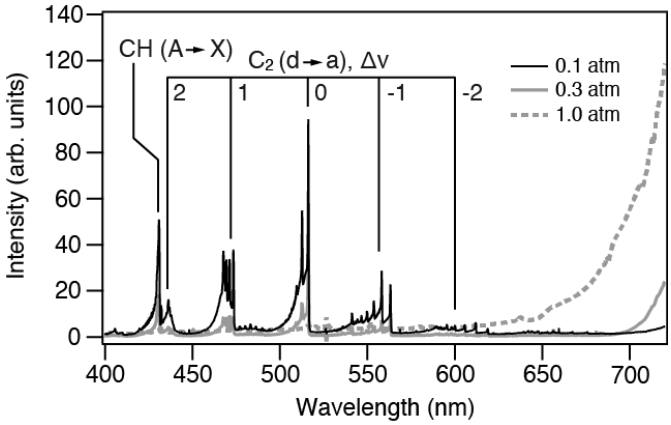

図２ レーザーフィラメントの発光スペクトルの C_2H_4 圧力依存性

【参考文献】

[1] A. du Plessis *et al.*, J. Chem. Phys. 135 (2011) 204303.

[2] T. Yatsuhachi et al., Chem. Lett. 41 (2012) 722.

[3] S. L. Kuzmin et al., Appl. Opt. 52 (2013) 8169.

[4] F. Kong *et al*., J. Chem. Phys. 125 (2006) 133320.