1B07

フェムト秒レーザーフィラメントによる気相 C_2H_4 からの微粒子生成

（名大院理）○松田晃孝，林貴大，菱川明栄

Microparticle formation induced by femtosecond laser filamentation in gaseous C_2H_4

(Nagoya Univ.) ○Akitaka Matsuda, Takahiro Hayashi, 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核間ポテンシャル曲面が変形され，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。こうした気相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緒に就いたばかりである[1,2]。近年我々は，強レーザー場としてレーザーフィラメントを用いた気相 C_2H_4 の 2 分子反応に取り組み，微粒子が生成されることを見出した。また，レーザーフィラメントの可視発光スペクトルの観測を行うことで，強レーザー場において生成された解離フラグメントと親分子との衝突により微粒子生成が生成されていることが示唆された[3]。本研究では，会合反応メカニズムの詳細を明らかにするために，様々なレーザー強度において生成された微粒子のラマン分光計測を行ったのでこれについて報告する。

【実験】チタンサファイアレーザー再生増幅器(50 fs，800 nm，1 kHz)からの出力を焦点距離 f = 750 mm のレンズを用いて気相 C_2H_4 (1 atm)で満たされたガスセル内に集光させることでレーザーフィラメントを発生させた。ガスセル内に導入するレーザー光の出力は反射型中性濃度フィルターを用いて段階的に変化させた。レーザー照射開始 8 時間後に生成された微粒子を回収し，波長 532 nm の連続光をラマン励起光として用いて顕微ラマン分光測定を行った。

【結果】レーザー出力 0.64 W においてガスセル内から回収された微粒子の顕微鏡写真を図 1 に示す。様々な形状を持つ粒径数マイクロメートル程度の無色透明の微粒子が生成されたことが確認できる。これらの微粒子から得られたラマンスペクトルを図２に示す。1600 cm^{-1} にピークを持つ幅の広いスペクトルは，生成物として予想されたポリエチレン(LDPE)とは大きく異なるが，アモルファスカーボンにおいて観測される幅の広いスペクトルと良い一致を示し，無色透明であることを考え合わせることで微粒子が水素化アモルファスカーボンであることが示唆された[4]。一方で，入射レーザー光の強度を 1.36 W へと増加させると無色の微粒子に加えて，レーザー集光点近傍に黄色の微粒子が生成された。黄色の微粒子から得られたラマンスペクトルは，無色の微粒子と比較しておよそ 50 cm^{-1} 程度低波数側へのピークシフトが観測された。アモルファスカーボンにおけるピークの低波数シフトは sp^2/sp^3 結合比の増大に対応することから[5]，レーザー強度の増加に伴って微粒子内の sp^2 結合含有量が増加した

ことを示している。これらのことから，弱いレーザー強度においては解離フラグメントと水素を多く含む親分子の衝突により微粒子の生成が進む一方で，強いレーザー強度においては解離反応，特に CH 結合の切断が促進され，解離フラグメント同士の衝突により微粒子の生成が進行することが示唆された。

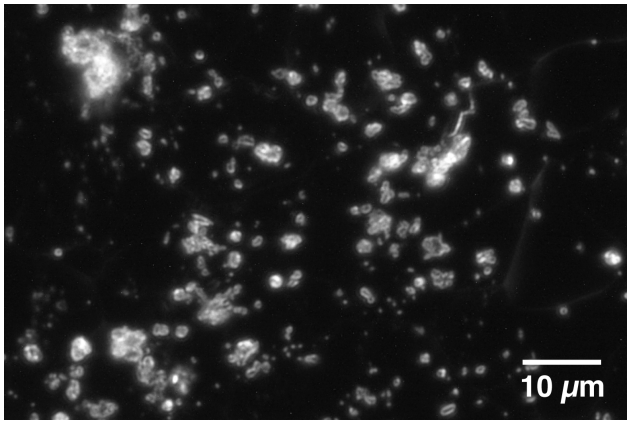

図１ レーザーフィラメントにおいて生成された微粒子の顕微鏡写真

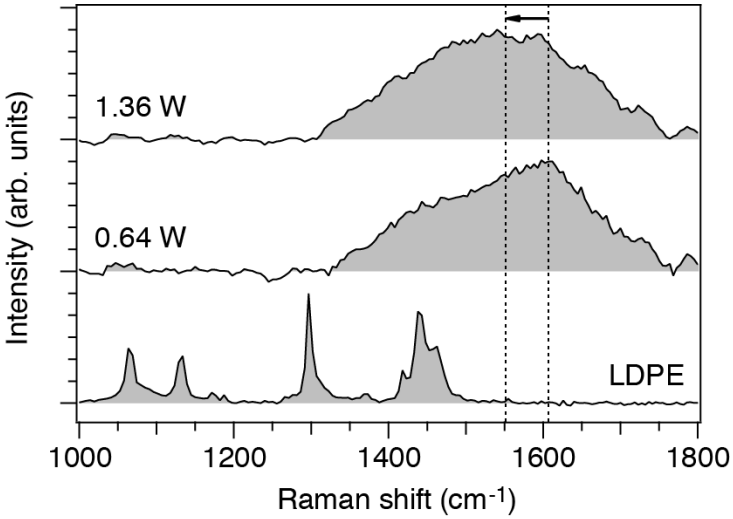

図２ レーザー強度 0.64 および 1.36 W において生成された微粒子のラマンスペクトル。

【参考文献】

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

[2] S. L. Shumlas *et al.*, Mater. Chem. Phys. 156 (2012) 47.

[3] 松田ら, 4A018, 第 8 回分子科学討論会.

[4] A. C. Ferrari *et al.*, Phys. Rev. B 64 (2001) 75414.

[5] A. C. Ferrari *et al.*, Phys. Rev. B 61 (2000) 14095.