

3P086

## フェムト秒強レーザー場によるアモルファスカーボン微粒子の生成： レーザー場強度依存性

(名大院・理<sup>1</sup>, 名大・RCMS<sup>2</sup>) ○林貴大<sup>1</sup>, 松田晃孝<sup>1</sup>, 菱川明栄<sup>1,2</sup>

Laser intensity dependence of amorphous carbon particle formation induced by femtosecond intense laser fields

(Dept. Chem., Nagoya Univ.<sup>1</sup>, RCMS, Nagoya Univ.<sup>2</sup>)

○Takahiro Hayashi<sup>1</sup>, Akitaka Matsuda<sup>1</sup>, Akiyoshi Hishikawa<sup>1,2</sup>

**【序】**近年のレーザー技術の発展により、分子内のクーロン電場に匹敵する高強度のレーザー光を発生させることが可能となった。このような強レーザー場に分子をさらすと、ポテンシャル曲面が歪められ、構造変形を起こすことができる。このとき、レーザー場の波形を分子の動きに合わせて適切に変化させることで、反応の制御が可能になると期待されている。こうした研究は、これまで気相単分子解離反応を中心に進められてきた一方で[1]、多体反応についてはまだ始まったばかりである[2,3]。近年我々はフェムト秒強レーザー場における気相エチレンの多体反応に取り組み、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の衝突により微粒子が生成されることを見出した(図1)[4]。また、レーザー場強度を変化させることで、微粒子の色が無色から黄色に変化することが確認され、レーザー場強度に依存して構造が大きく変化することが示唆された[5]。本研究では、X線光電子分光(XPS)計測および元素分析を行い、微粒子の構造のレーザー場強度に対する依存性を調べたのでこれを報告する。

**【実験】**チタンサファイアレーザー再生増幅器(45 fs, 800 nm, 1 kHz, 1.1 mJ/pulse)からの出力を気相エチレン(1 atm)で満たされたガスセル内に集光することで強レーザー場を発生させ、集光に用いるレンズの焦点距離  $f$  を変えることによりレーザー場強度を変化させた。レーザー照射による反応時間を8時間とし、XPS計測に用いる試料はガスセル内にシリコンウエハを挿入することで作成した。また、ガスセル内に残留する生成物を回収し、元素分析を行った。

**【結果と考察】**XPS計測により得られた微粒子の光電子スペクトルを図1に示す。長焦点レンズ( $f=1500$  mm)を用いた場合に生成された微粒子からの光電子スペクトル(図1(a))においては、 $sp^3$ 炭素に由来するピーク(285.4 eV)と、サンプルの空気曝露によって生じたサンプル表面のC-O結合に由来する炭素のピーク(286.2 eV)のみが観測された。一方で、短焦点レンズ( $f=750$  mm)を用いた場合に生成された微粒子の光電子スペクトル(図1(b))においては、新たに $sp^2$ 炭素に由来するピークが284.6 eVに観測され、 $sp^3$ 炭素からのピークの相対強度は著しく小さくなった。これらのことから、低いレーザー場強度においては微粒子中の炭素間結合は $sp^3$ 結合が支配的であるのに対し、レーザー場強度の増加に伴い、微粒子中の $sp^2$ 結合比率が増加したことが示された。また、元素分析において、低強度および高強度のレーザー場において生成された微粒子の水素分率はそれぞれ約56 at%、約52 at%であることが見出され、レーザー場強度の増加に伴い、生成される微粒子の水素分率が減少することが示唆された。以上の結果から、低いレーザー場強度におい

では、解離フラグメントと親分子の衝突により  $sp^3$  結合が支配的な無色の微粒子が生成される一方で、高いレーザー場強度においては、C-H 結合の切断などの解離反応が促進されることで、解離フラグメント同士の衝突が進行し、 $sp^2$  結合が支配的な黄色の微粒子が生成されることが示唆された。

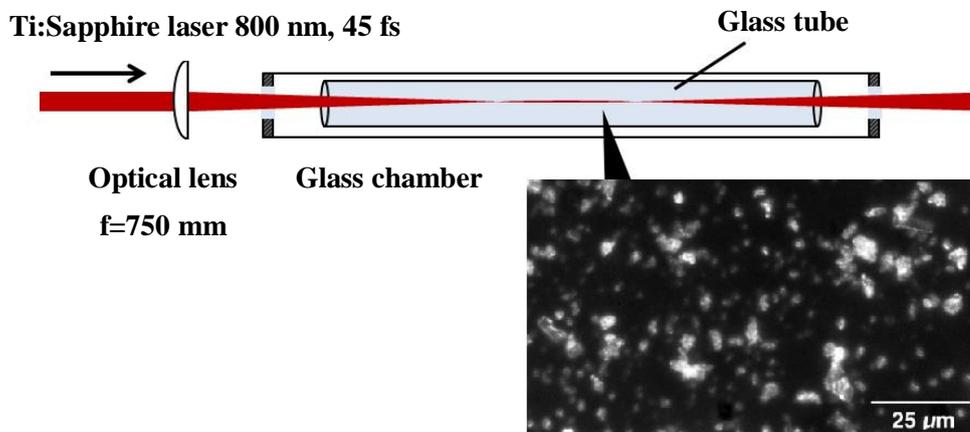


図 1 フェムト秒強レーザー場による気相エチレンからの微粒子の生成

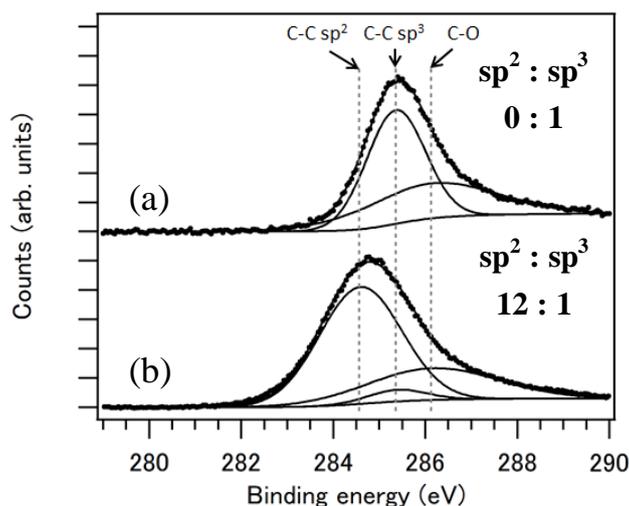


図 2 生成されたアモルファスカーボン微粒子からの光電子スペクトル  
(a) 低いレーザー場強度, (b) 高いレーザー場強度

#### 【参考文献】

- [1] R. J. Levis et al., Science 292 (2001) 792.
- [2] A. du Plessis et al., J. Chem. Phys. 135 (2011) 204303.
- [3] S. L. Shumlas et al., Mater. Chem. Phys. 156 (2012) 47.
- [4] 松田ら, 4P018, 第 8 回分子科学討論会.
- [5] 松田ら, 1B07, 第 9 回分子科学討論会.