

レーザー誘起衝撃波によるメタノール中でのC-C、C-O およびO-O 結合生成

C-C, C-O and O-O Bond Formation in Methanol by Laser Driven Shock Wave

東北大多元研 石川 和香子, [○]佐藤 俊一

Tohoku Univ., Wakako Ishikawa and [○]Shunichi Sato

E-mail: sato@tohoku.ac.jp

フェムト秒レーザーパルスを強く集光して形成された強い光の場においては、光イオン化や光解離などで生成したラジカル、イオン、原子や分子との間で新たな化学反応が生じ、出発材料と異なるポリイン[1]やギ酸[2]などの分子が形成されることが知られている。

われわれは、フェムト秒レーザーパルスを集光した液体アルカンを GC-MS (Gas Chromatography Mass Spectrometer) にて分析し、脱水素縮合反応によって多種のアルカン分子が生成することを見出してきた。クロマトグラムを詳細に検討した結果、アルカン同士の C-C 結合の生成はレーザー誘起衝撃波に起因し、その高い圧力によって分子間距離が縮まり、異なるアルカン分子間での C-C 結合が生じたことが強く示唆された[3]。今回は、炭素と水素に加え酸素を含むメタノールへの高強度レーザー光照射を行い、C-C 結合だけでなく、C-O 結合と O-O 結合も生じることを見出した。また、これらの新しい結合によって新たに生成される分子は、メタノールの炭素と酸素との結合の組合せで予測される分子と同じであることがわかった。

図 1 にフェムト秒レーザーパルスを集光して照射したメタノールのクロマトグラムを示す。各ピークの質量スペクトルを解析した結果、C-C 結合（脱水素）によって 1,2-ethanediol (ethylene glycol)、C-C 結合（脱水）によって ethanol、C-O 結合（脱水素）によって methoxymethanol、C-O 結合（脱水）によって dimethyl ether、O-O 結合（脱水素）によって dimethyl peroxide が生成されていることが確認された。各ピーク強度は一定ではなく、各結合の生成効率には差のあることがわかる。メタノール分子の O-H 結合解離エネルギーは C-H 結合解離エネルギーよりも大きいので、結合解離エネルギーだけでは説明することはできないことを意味している。最も強度の大きい methoxymethanol に関する研究例は極めて少ないものの、近年星間物質として見つかった。

本研究結果より、液体試料中への高強度レーザー光照射によって、C-C 結合だけでなく、C-O および O-O 結合が、レーザー衝撃波に起因して機械的に生じ、新しい分子が生成されたと考えられる。

参考文献

- [1] A. A. Zaidi, A. Hu, D. E. Henneke and W. W. Duley, Chem. Phys. Lett. **723**, 151 (2019).
- [2] T. Nishi, S. Sato, A. Ohshima, T. Nakamura, S. Sato, and T. Morikawa, Jpn. J. Appl. Phys. **59**, 057001 (2020).
- [3] W. Ishikawa and S. Sato, ChemPhysChem, **21**, 2104 (2020).

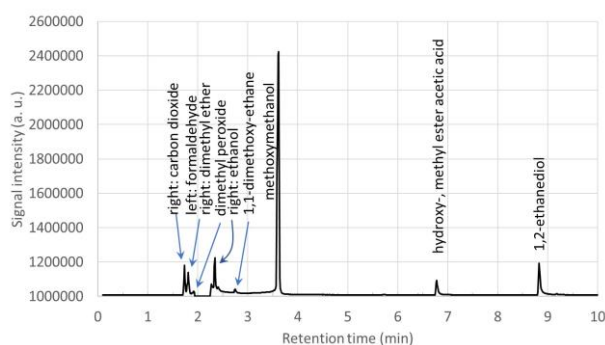


Fig. 1 高強度レーザー光を照射したメタノールのガスクロマトグラム。主なピークに対して同定された分子名を記してある。