

レーザー誘起衝撃波によりメタノール中で生成した分子の赤外吸収分光

Infrared absorption spectroscopy of molecules generated 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光パルスを液体中に集光すると、分子の光イオン化や光解離などによってラジカルやイオンが生成し、それら同士や他の原子や分子との間で新たな反応を生じて、ポリイン[1]やギ酸[2]などの出発材料と異なる分子が生成されることが知られている。われわれは、より高強度の光を液体アルカンに照射すると、レーザー誘起衝撃波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 結合が機械的に生じ、新たな構造異性体等が生成されることを報告した[3]。さらに、メタノールへの照射においては C-C 結合だけでなく、C-O 結合と O-O 結合も生じることや、二酸化炭素飽和溶液ではギ酸や酢酸などの分子も生成することも報告した[4]。今回は、レーザー照射した試料を濃縮し、その赤外吸収スペクトルから、主な生成物のひとつである Methoxymethanol の同定を試みた。

焦点距離 8 mm (NA = 0.5) のレンズでパルスレーザー光 (波長 800 nm、パルス幅 100 fs、繰返し周波数 1 kHz、パルスエネルギー~5.5 mJ) を 2mL のメタノールの入った石英セル中で集光し、45 時間照射した。この実験条件での全照射光エネルギーは、これまでと比較して 225 倍大きい。さらに、得られた試料を蒸留し、比較的沸点の高い分子の濃度が高い試料を得た。その試料の FT-IR の透過スペクトルを図 1 の最上部に示す。GC-MS の結果は、試料がメタノールとエチレングリコールを多く含んでいることを示しており、図 1 にはそれらの透過スペクトルも示した。これらふたつの分子の GC-MS における濃度校正から、試料中のおおよその濃度を推定した。これらの濃度を FT-IR の結果に適用することによって得られた、メタノールとエチレングリコール以外の生成物の透過スペクトルを図 1 の最下部に示す。この透過スペクトルは、気体の Methoxymethanol に対して得られた吸収スペクトル (850~1650 cm⁻¹) [5]とほぼ同じ波数での吸収が確認された。このことから、濃縮した試料

には、体積比でおよそ 20% の Methoxymethanol が含まれていると推定された。

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). [4] 石川、佐藤、2021 年応用物理学会 秋季学術講演会講演予稿集、21p-P06-4, (2021). [5] R. A. Johnson and A.E. Stanley, Appl. Spectrosc, **45**, 218 (1991).

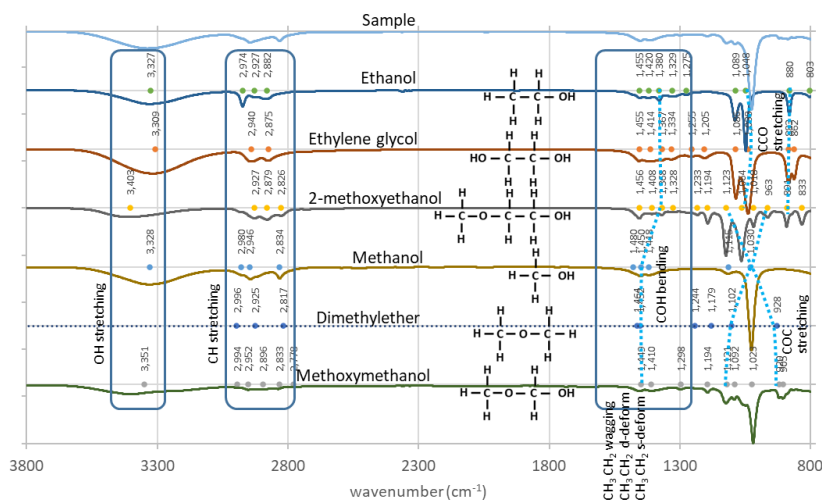


図 1 高強度レーザー光を照射したメタノールの FT-IR 透過スペクトル (最上部)。GC-MS で確認されたエチレングリコールに加え、構造が似ている分子の透過スペクトルも示した。最下部は推定された Methoxymethanol の透過スペクトル。