

状態選別した分子の 完全にフィールドフリーな状況下での配向制御 Completely field-free orientation of state-selected molecules

東大院理、^{○(D2)}文堀會、^(M2)武井大祐、峰本紳一郎、酒井広文

^{○(D2)}Jehoi Mun, ^(M2)Daisuke Takei, Shinichirou Minemoto, and Hirofumi Sakai

Graduate School of Science, The University of Tokyo

E-mail: mun@light.phys.s.u-tokyo.ac.jp

レーザー電場を用いて気体分子の向きを揃える技術の開発とその応用は最近 15 年余にわたり活発な研究が展開され、分子科学の一大分野に成長した。分子の頭と尻尾を区別せずに向きを揃える「配列」については、その制御手法がほぼ確立し、高次高調波発生を始めとする様々な応用研究に利用されている[1]。一方、分子の頭と尻尾を区別して向きを揃える「配向」制御技術は、近年も急速な進歩が続いている。

私達は先に、静電場とレーザー電場を併用する手法にプラズマシャッター技術を適用し、レーザー電場の遮断直後や気体分子の回転周期後にレーザー電場のない条件下で配向制御する手法を提案し[2]、その原理実証に成功した[3]。その後、高い配向度を実現するために、分子偏向器や六極集束器を開発し、初期回転量子状態を選別した試料の利用を可能にした。最近私達は、分子偏向器で回転量子状態を選別したヨードベンゼン (3,4-ジブロモチオフェン) 分子を試料とし、静電場と直線 (楕円) 偏光したレーザー電場を併用する手法にプラズマシャッター技術を適用することにより、レーザー電場の遮断後にレーザー電場のない条件下での 1 次元的 (3 次元的) 配向制御に初めて成功し、高い配向度が 5 ps 程度維持できることを確認した。

上記の手法でも弱い静電場は存在している。私達は先に、静電場を使用せず非共鳴 2 波長レーザー電場のみを用いる全光学的な手法で分子配向を実現する手法を提案し[4]、原理実証に成功した[5]。今回、分子偏向器で回転量子状態を選別した非対称コマ分子を試料とし、この全光学的な配向制御手法にプラズマシャッター技術を適用することにより、レーザー電場の遮断後に完全にフィールドフリーな条件下での配向制御を目指した実験を進めている[6]。Fig.1 に光学系のセットアップを示す。プラズマシャッターは Nd:YAG レーザーの基本波のみに適用し、第 2 高調波はパルス整形後に発生させることにより、より高いパルスエネルギーを配向用のポンプ光に利用できると期待される。

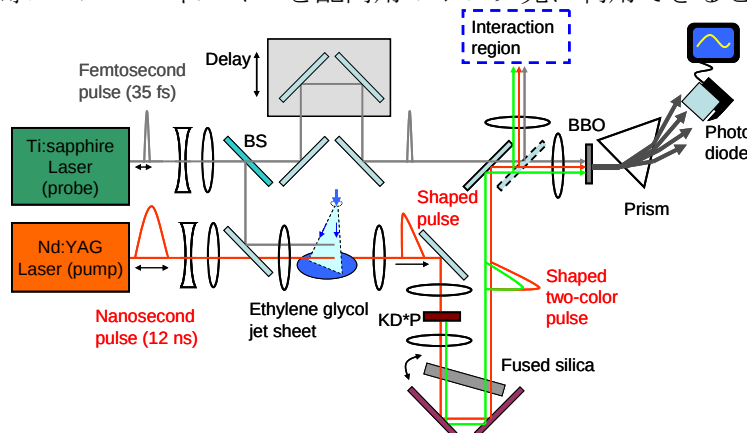


Fig. 1. Optical setup to achieve completely field-free molecular orientation.

- [1] See, e.g., Yuichi Fujimura and Hirofumi Sakai, *Electronic and Nuclear Dynamics in Molecular Systems* (World Scientific, Singapore, 2011), Chapter 4, where representative applications are compiled.
- [2] Y. Sugawara, A. Goban, S. Minemoto, and H. Sakai, *Phys. Rev. A* **77**, 031403(R) (2008).
- [3] A. Goban, S. Minemoto, and H. Sakai, *Phys. Rev. Lett.* **101**, 013001 (2008).
- [4] T. Kanai and H. Sakai, *J. Chem. Phys.* **115**, 5492 (2001).
- [5] K. Oda, M. Hita, S. Minemoto, and H. Sakai, *Phys. Rev. Lett.* **104**, 213901 (2010).
- [6] M. Muramatsu, M. Hita, S. Minemoto, and H. Sakai, *Phys. Rev. A* **79**, 011403(R) (2009).