

高強度フェムト秒レーザーによる O₂ 分子のポストイオン化分子配列

(東大院総文¹・東大先進機構²) ○久保 歩未¹・深堀 信一^{1,2}・長谷川 宗良^{1,2}
Post Ionization Alignment of O₂ Induced by an Intense Femtosecond Laser Field (¹Graduate School of Arts and Sciences, The Univ. of Tokyo, ²Komaba Institute for Science, The Univ. of Tokyo) ○Ayumi Kubo,¹ Shinichi Fukahori,^{1,2} Hirokazu Hasegawa,^{1,2}

The dissociation following the ionization of molecules induced by an intense laser field depends on the relative orientation between the laser polarization direction and molecular axis. For example, the fragment ion created by the dissociation of O₂⁺, O₂⁺ → O⁺ + O, is released along the laser polarization direction¹⁾. This dissociation process is induced by the ionization from not only HOMO-1 but also HOMO-2²⁾. In this study, we investigated the ionization and dissociation processes by using the aligned/anti-aligned O₂ molecule as a sample gas.

In our experiment, the supersonic molecular beam of O₂ was irradiated with a pump pulse to generate rotational wave packets. Then, the yield of O⁺ ions created by a probe pulse was measured as a function of the pump-probe delay. The dependence of the observed O⁺ yield on the delay shows periodic beat signals clearly. We found that the beat signal for lower kinetic energy release (KER) (0.86 eV) is out-of-phase by π compared with that for higher KER (1.04 eV). The dissociation pathways with the lower and higher KER were assigned as the dissociative ionization in which an electron is ejected from HOMO-2 and HOMO-1, respectively. In addition, we revealed that a molecular axis of O₂⁺ generated by the electron ejection from HOMO-1 is aligned parallel to the polarization direction in the probe pulse by the post ionization alignment³⁾. *Keywords* : Intense Laser Field; Rotational Wave Packet; Dissociation Process; Post Ionization Alignment

高強度光による分子のイオン化とそれに続く解離は、分子軸の向きと偏光との相対的な配向に依存する。例えば、高強度光を O₂ 分子に照射し生成した O₂⁺が、O₂⁺ → O⁺ + O と解離する時、偏光方向に O⁺が放出される¹⁾。この解離過程では、HOMO-1 および HOMO-2 からイオン化して解離が進行する²⁾。本研究では、特定の分子軸分布を持つ分子集団と高強度光を相互作用させることによって、高強度光による O₂ のイオン化・解離過程の偏光依存性を明らかにすることを目的とした。

実験は、高強度フェムト秒レーザー光によるポンプ・プローブ法を用いた。超音速分子線とした O₂ へポンプ光を照射することで回転波束を生成し、分子軸分布が時間変化する回転状態を生成した。遅延時間の後、プローブ光を照射しイオン化させ飛行時間型質量分析器によって検出した。生成した O⁺イオンの収量を 2 つの光の遅延時間の関数として測定したところ、ビート信号が観測された。O₂⁺が解離する際の運動エネルギー放出が低い時 (0.86 eV) と高い時 (1.04 eV) では、このビート信号が逆位相となることを見出し、それぞれ HOMO-2 と HOMO-1 からのイオン化に由来する 2 つの解離経路として帰属した。さらに、HOMO-1 からのイオン化では、生成した O₂⁺ の回転励起、すなわちポストイオン化分子配列³⁾が誘起されることを明らかにした。

1) A. Hishikawa *et al*, *J. Chem. Phys.* **114**, 9856(2001). 2) H. Liu *et al*, *Phys. Rev. A* **88**, 061401(R) (2013). 3) X.M. Tong *et al*, *J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys.* **38**, 333-341(2005).