

2P024

極紫外 FEL 光照射による窒素分子及び酸素分子の

多重イオン化におけるイオン-イオン同時計測

○山田綾子^{1,2}、福澤宏宣^{1,2}、Liu Xiao-Jing^{1,2}、本村幸治^{1,2}、Foucar Lutz^{1,2,3}、Kurka Moritz^{1,2,4}、Pruemper Georg^{1,2}、奥村みさき¹、上田潔^{1,2}、齋藤則生^{2,5}、岩山洋士^{2,6}、永谷清信^{2,6}、村上仁^{2,6}、杉島明典^{2,6}、八尾誠^{2,6}、Rudenko Artem^{2,4,5}、Kuehnel Kai-Uwe^{2,7}、Ullrich Joachim^{2,4,7}、Feifel Raimund^{2,8}、Czasch Achim³、Doerner Reinhard³、Belkacem Ali⁹、永園充²、東谷篤志²、矢橋牧名²、富樫格^{2,10}、石川哲也²、大橋治彦^{2,10}、木村洋昭^{2,10}

[1]東北大多元研、[2]理研、[3]Frankfurt 大、[4]MPI Heidelberg、[5]産総研計測標準、[6]京大院理、[7]Max-Planck ASG CFEL、[8]Uppsala 大、[9]LBL、[10]JASRI

【序】

極紫外 (EUV) 領域における自由電子レーザー (FEL) の最近の発展により、多光子吸収過程による原子、分子及びクラスターの多価イオン化についての実験が可能となってきた[1,2,3]。最近理研播磨研究所では、EUV-FEL 施設である SCSS 試験加速器が稼働している[4]。本研究は、この SCSS 試験加速器を用いて行った。窒素分子及び酸素分子へ集光した EUV-FEL を照射し、生成するイオン対をデッドタイムフリー同時計測荷電粒子運動量分光法[5]で測定することで、多光子吸収によって生じる窒素分子及び酸素分子の多価イオン化過程を観測した。

【実験】

実験装置はディレーライン型 2 次元検出器を備えた飛行時間型運動量分光計から構成される。衝突領域に導入した分子ビームに、ミラーにより集光した FEL 光を照射した。生成したイオンは、静電場によって検出器方向へ導かれる。イオン検出信号は、高速デジタイザーによりパルス波形のまま保存され、ソフトウェアによって検出時間と位置を求め、3 次元運動量を決定した。

【結果と考察】

図 1 に 51nm の EUV-FEL を窒素分子に照射した際に生じるイオン対のイオン-イオン同時計測マップを示す。表示した時間領域は N^+ 、 N^{2+} 及び N^{3+} の飛行時間領域である。図から、 N^+-N^+ 、 N^+-N^{2+} 、 $N^{2+}-N^{2+}$ 及び $N^{2+}-N^{3+}$ の同時計測に由来する相関直線が明らかに見てとれる。この結果は、窒素分子の電荷は 5 価まで上がることを示しており、このことは 51nm の波長の光を少なくとも 8 光子吸収していることを意味する結果である。

同様の結果は酸素分子においても見られ、イオン-イオン同時計測の信号は、親イオンが 5 価まで電荷が上がっていることを示している。

本研究は理研 SCSS 試験加速器運転グループのご協力を受けました。ここに感謝いたします。

【参考文献】

- [1] H. Fukuzawa *et al.*, *Phys. Rev. A*, **79**, 031201(R) (2009).
- [2] H. Iwayama *et al.*, *J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys.*, **42**, 134019 (2009).
- [3] H. Fukuzawa *et al.*, to be published.
- [4] T. Shintake *et al.*, *Nature Photonics*, **2**, 555 (2008).
- [5] K. Motomura *et al.*, *Nucl. Instrum. Meth. Phys. Res. Sect. A*, **606**, 770 (2009).

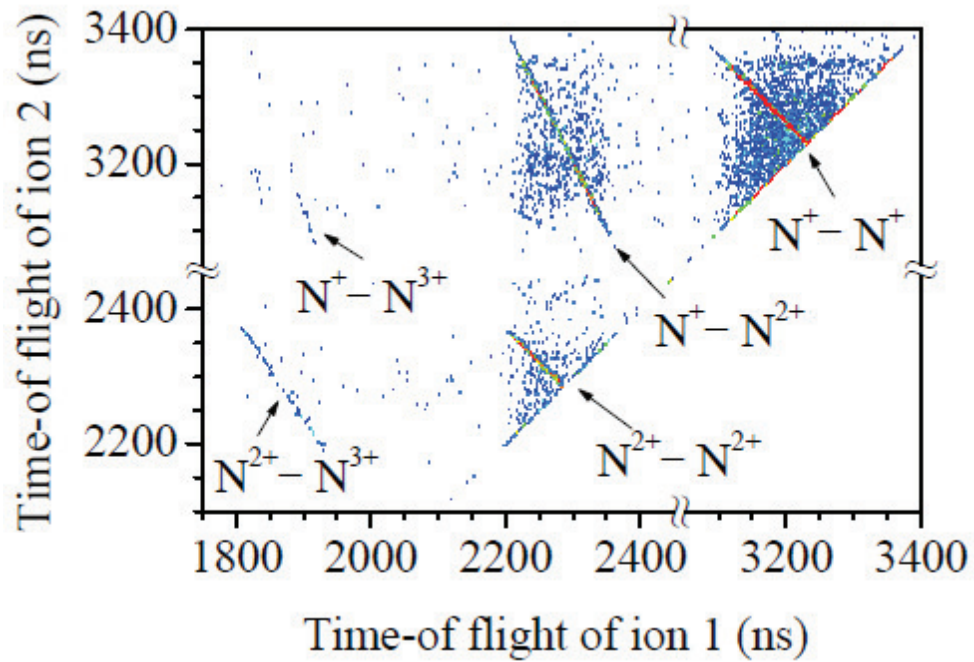


図 1. 波長 51nm の EUV-FEL 光を照射して得られた窒素分子のイオン-イオン運動量同時計測マップ