

4P005

偏極 He (2^1P) 原子の強レーザー場イオン化ダイナミクス

(名大院・理¹, 理研 XFEL², 新潟大院・理³)

伏谷 瑞穂^{1,2}, 松田 晃孝¹, 遠藤 友随¹, 樋田 裕斗¹, 永園 充²,

富樫 格², 彦坂 泰正^{2,3}, 菱川 明栄^{1,2}

Ionization dynamics of polarized He (2^1P) atoms in intense laser fields

(Nagoya Univ.¹, RIKEN XFEL², Niigata Univ.³)

Mizuho Fushitani^{1,2}, Akitaka Matsuda¹, Tomoyuki Endo¹, Yuto Toida¹, Mitsuru Nagasono²,
Tadashi Togashi², Yasumasa Hikosaka^{2,3}, and Akiyoshi Hishikawa^{1,2}

【序】 強レーザー場にさらされた原子は多光子吸収イオン化やトンネルイオン化を起こす。多くの場合、標的原子は空間的に等方的に分布しているため、シンクロトロン放射光やレーザーなどの直線偏光を利用した偏極励起原子[1-4]からの光イオン化に比べてイオン化過程に関する情報が制限される[5]。本研究では EUV 域自由電子レーザー (FEL) 光により生成した偏極 He 原子(2^1P)の近赤外 (NIR) 強レーザー場 (800 nm, ~ 1 TW/cm²) における多光子吸収イオン化過程を光電子分光計測により調べ、偏極励起原子の強レーザー場ダイナミクスの解明を目指した。

【実験】 偏極 He 原子の生成には、理化学研究所播磨研究所 SCSS 試験加速器から得られる EUV-FEL 光を用いた。FEL 光の波長を He の $2^1P \leftarrow 1^1S$ 遷移 (58.4 nm) に合わせた後、この FEL 光を楕円ミラーおよび円筒ミラーからなる前置集光系を用いてサンプルガスに集光した。水平方向に直線偏光した FEL 光により生成した偏極 He 原子 (2^1P) に対し、加速器マスタートリガー (238 MHz) と同期したチタンサファイアレーザーからの出力 (800 nm) をイオン化光源として照射した。FEL 光に対する NIR レーザー光の相対偏光角度は半波長板を用いて変化させた。EUV-FEL 光と NIR レーザー光との時間遅延は CANDOX デレイユニットにより電氣的に制御した。相互作用領域で発生した光電子は長さ 1.5 m の飛行管をもつ磁気ボトル型光電子分析器を用いて計測した。光電子のエネルギー校正は FEL 光 (24.4 eV) の 3 次高調波 (73.2 eV) によって放出される Xe 4d オージェ電子スペクトルおよび酸素原子の自動イオン化スペクトルを用いて行った。

【結果と考察】 時間遅延 30 ps における FEL 光 (58.4 nm, 水平偏光) および NIR レーザー光 (800 nm, ~ 1 TW/cm², 垂直偏光) の照射により観測された He の光電子スペクトルを図 1 に示す。1.0 eV に観測された光電子ピークはエネルギー保存則より He 2^1P 状態から NIR レーザーの 3 光子吸収イオン化により生成した光電子によるものと帰属される。この超閾イオン化による光電子ピークが 2.5, 4.0 および 5.5 eV に観測された。それぞれの光電子ピークには微細構造が明瞭に観測された。NIR の偏光方向を 90 度回転させて光電子スペクトルを計測したところ、0.9 および 1.1 eV に観測された 2 本の微細構造ピークの強度比には大きな変化が見られた (挿入図)。さらに、各々の光電子ピークの強度比は NIR レーザーの光強度

に対しても顕著な変化を示した。このことは偏極 He 原子のイオン化が FEL 光と NIR レーザー光の相対偏光角度に依存した複数のリードベリ状態への共鳴を経由して進行していることを示している。

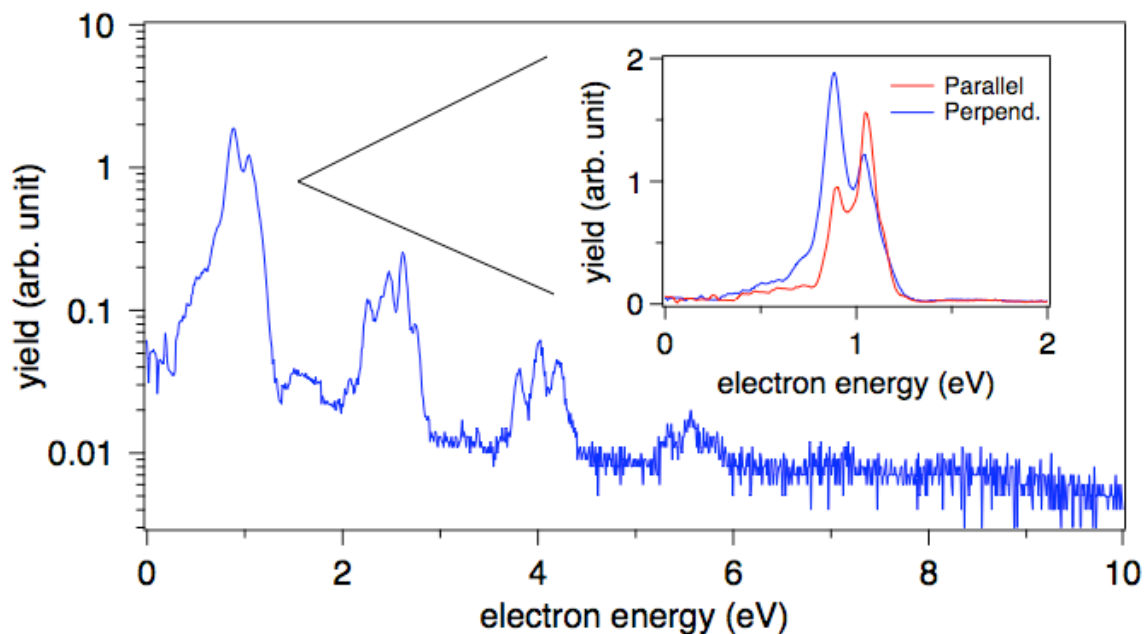


図 1 時間遅延 30 ps における FEL 光 (58.4 nm) および NIR レーザー光 (800 nm) 照射によって観測された He の光電子スペクトル。FEL 光および NIR レーザー光の相対偏光方向：平行 (赤) および垂直 (青)

【参考文献】

- [1] Mizutani, *et al.*, J. Synchrotron Rad. **4**, 6 (1997).
- [2] K. Mitsuke, Y. Hikosaka and K. Iwasaki, J. Phys. B **33**, 391 (2000).
- [3] O’Keeffe, *et al.*, Phys. Rev. A **82**, 052522 (2010).
- [4] Sukhorukov, *et al.*, J. Phys. B **45**, 092001 (2012).
- [5] 例えば, H. Klar and H. Kleinpoppen, J. Phys. B **15**, 933 (1982).