

励起ヘリウム原子の内殻電離におけるアト秒電子相関と ノックアップ現象 (II)

Attosecond Cascades in One-Electron Photoionization (II)

東大院工¹, インペリアルカレッジ², マックス・ボルン研³ ○石川 顕一¹, Suren Sukiasyan²,
Misha Ivanov^{2,3}

Univ. of Tokyo¹, Imperial College², Max Born Institute³ ○Kenichi L. Ishikawa¹, Suren
Sukiasyan², Misha Ivanov^{2,3}

E-mail: ishiken@atto.u-tokyo.ac.jp

光やX線による原子のイオン化や量子状態間の遷移は、これまで一瞬のできごととしてとらえられてきたが、高次高調波アト秒レーザーの出現で、電子が出てくるまでの過程を追跡できるようになってきた [1,2]。本研究では、アト秒極端紫外 (XUV) 光パルスによる励起ヘリウム原子の1光子電離における、イオン状態の時間変化とそこにおける電子相関の役割を、1次元および3次元の時間依存シュレーディンガー方程式 (TDSE) シミュレーション [3,4] によって研究した。励起ヘリウム原子を考えるのは、より多くの電子を含む原子における内殻電離を模擬するためである。

光子エネルギー 72.9 eV の5サイクルパルス (z 偏光) による $1s2p_z^1P$ 励起状態の1光子電離でできるヘリウムイオンの、各準位のポピュレーションの時間変化を図 1(a) に示す (3次元 TDSE 計算の結果)。イオン化のほとんどは、 $1s$ 電子による光子吸収で始まる。いくつかの時間スケールがあることが分かる。特に、200 アト秒以降では準位間のポピュレーション移動が起こる。「内側から出ていく電子」が「残る電子」に衝突するノックアップ現象のためである [5]。実際、 $1s2p_x^1P$ 励起状態の場合には、内殻電子が出ていく方向 (z 方向) と外側の電子の分布方向 (x 方向) が異なるため、ポピュレーション移動が少ない [図 1 (b)]。

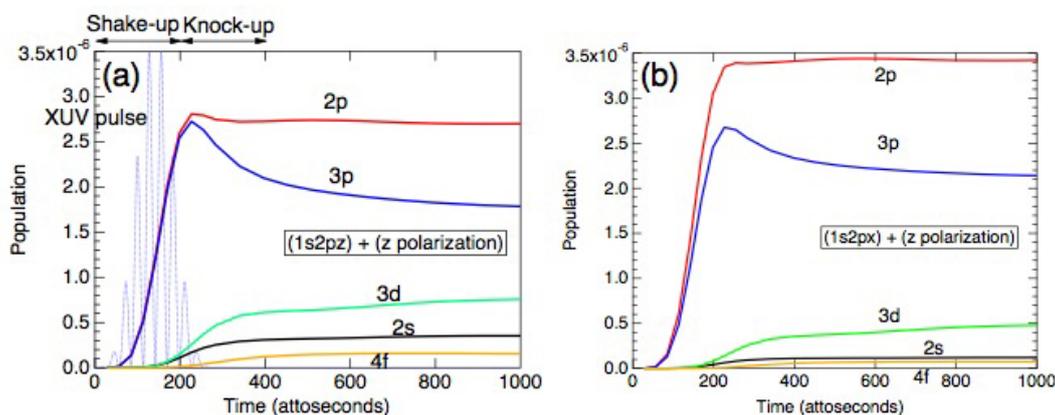


図 1: 光子エネルギー 72.9 eV の5サイクルパルスによる (a) $1s2p_z^1P$ および (b) $1s2p_x^1P$ 励起状態の1光子電離でできるヘリウムイオンの、各準位のポピュレーションの時間変化

[1] M. Schultze *et al.*, *Science* **328**, 1658 (2010).

[2] K. T. Kim, D. H. Ko, J. Park, N. N. Choi, C. M. Kim, K. L. Ishikawa, J. Lee, and C. H. Nam, *Phys. Rev. Lett.* **108**, 093001 (2012).

[3] K. L. Ishikawa and K. Midorikawa, *Phys. Rev. A* **72**, 013407 (2005).

[4] K. L. Ishikawa and K. Ueda, *Phys. Rev. Lett.* **108**, 033003 (2012)

[5] S. Sukiasyan, K. L. Ishikawa, and M. Ivanov, *Phys. Rev. A* **86**, 033423 (2012).