## イオン化閾値付近の高次高調波の位相差の測定 Measurement of the phase differences of near-threshold high-order harmonics 東大院理 <sup>OD)</sup>加藤康作,峰本紳一郎,酒見悠介,酒井広文 Grad. Sch. of Sci., The Univ. of Tokyo <sup>OD)</sup>Kosaku Kato, Shinichirou Minemoto, Yusuke Sakemi, and Hirofumi Sakai E-mail: katou@light.phys.s.u-tokyo.ac.jp

原子や分子に強いレーザー光を照射して発生する高次高調波は、アト秒パルス発生[1]や分子軌 道のイメージング[2]に応用できることから盛んに研究が行われている。近年行われた実験[3]で、 高次高調波を発生させる基本波の楕円率に対する各次数の強度の依存性がイオン化閾値近傍では 高い次数と異なる振舞いをすることが観測された。私たちはイオン化閾値近傍の高次高調波への 理解をより深めるため、高調波の隣り合う次数間の位相差の観測を行った。

**RABITT**法 [4]によって隣り合う次数間の位相差を測定する装置 [5]を用いて測定を行った。この装置では、高次高調波とその基本波を時間差 Δt をつけて Ar などの希ガスに集光して発生する 光電子のエネルギースペクトルを観測する (Fig. 1)。(2n-1)次高調波と (2n+1)次高調波による信 号の間に、高次高調波と基本波の光子が 1 個ずつ関与する二光子イオン化で発生する光電子の信 号が現れ、その強度は cos ( $2\omega_0\Delta t - \Delta \phi_{HH}^{(2n)} + \Delta \phi_{atom}$ )のように変動する。ここで、 $\omega_0$  は基本波の角 振動数、 $\Delta \phi_{HH}^{(2n)}$ は (2n-1)次高調波と (2n+1)次高調波の位相差、 $\Delta \phi_{atom}$ は微小な補正項である。 高次高調波と基本波の時間差 Δt を変えて二光子イオン化の信号を測定し、その強度の Δt に対す る変化を調べることで位相差  $\Delta \phi_{HH}^{(2n)}$ を得ることができる。

Ar, N<sub>2</sub>, および Kr から発生する高次高調波について測定した位相差を図 2 に示す. 今回観測した 全ての次数において、Kr の位相差は Ar および N<sub>2</sub> のものより大きい値をとっていた。Kr のイオン 化ポテンシャル (14.0 eV) は Ar(15.8 eV) と N<sub>2</sub> (15.6 eV) に比べて有意に小さいことから、この結 果は高次高調波の発生過程で電子が獲得する位相がイオン化ポテンシャルに依存する [6] ことを反 映していると考えられる。一方、Ar と N<sub>2</sub> はイオン化ポテンシャルにほとんど違いがないので位 相差も近い値をとることが予想されるが、実験結果ではイオン化閾値に近い 11 次と 13 次の間の 位相差に有意な違いが現れている。講演ではこれらの違いの原因を理論モデルを用いて議論する。 また、Kr とイオン化ポテンシャルが近い CO<sub>2</sub> の結果も合わせて議論する予定である。

本研究は、科学研究費補助金 特別推進研究 (課題番号 21000003)、特別研究員奨励費 (課題番号 12J10272) に加え、文部科学省「光・量子科学研究拠点形成に向けた基盤技術開発 最先端の光の 創成を目指したネットワーク研究拠点プログラム」、及び、「最先端研究基盤事業 コヒーレント 光科学研究基盤の整備」からの支援も受けて行われた。ここに記して謝意を表する。

- [1] F. Krausz and M. Ivanov, Rev. Mod. Phys. 81, 163 (2009).
- [2] M. Lein, J. Phys. B 40, R135 (2007).
- [3] H. Soifer et al., Phys. Rev. Lett. 105, 143904 (2010).
- [4] P. M. Paul et al., Science 292, 1689 (2001).
- [5] 加藤康作,峰本紳一郎,酒見悠介,酒井広文,"高次高調波の位相測定装置の開発,"第74回応用 物理学会秋季学術講演会,講演番号19p-A3-17 (2013).
- [6] T. Kanai, E. J. Takahashi, Y. Nabekawa, and K. Midorikawa, Phys. Rev. Lett. 98, 153904 (2007).



Fig. 1: Schematic illustration of the RABITT method [4].  $I_P$  stands for the ionization potential of the Ar atom.

Fig. 2: Phase differences between adjacent high-order harmonics generated in Ar,  $N_2$  and Kr.