

ルーズフォーカス法を用いた軟X線域高次高調波発生効率の劇的改善

Dramatic improvement of a conversion efficiency of the soft X-ray high harmonics using a loose focusing geometry

○(M2)西村 光太郎^{1,2}, Yuxi Fu¹, 須田 亮², 緑川 克美¹, 高橋 栄治¹

RIKEN¹, Tokyo Univ. Sci.², °Kotaro Nishimura^{1,2}, Yuxi Fu¹, Akira Suda², Katsumi Midorikawa¹, and Eiji J. Takahashi¹

E-mail: kotaro.nishimura@riken.jp, ejtak@riken.jp

【背景・目的】近年の高次高調波研究において、効率の良い短波長化法として励起光に長波長レーザーを用いる手法が広く採用されている。多くの先行研究[1]では高繰返し・低パルスエネルギーの赤外励起レーザーを短焦点レンズでガス媒質中へ集光し高調波発生を行っている。しかし位相整合条件を満足するためのガス媒質の圧力が数気圧以上と著しく高く、更に得られる発生効率が波長スケール則から予想されるものより約2桁低い($\sim 10^{-10}$ @ 250 eV)という問題を抱えている。本研究ではDC-OPA[2]から得られるTW級の高エネルギー赤外レーザーを励起光とし、ルーズフォーカス法と組み合わせることで、発生効率の大幅な改善を目指した。

【実験方法】DC-OPA[2]から得られる赤外パルス(10 Hz, 1.55 μm , 80 mJ, 50 fs)を、焦点距離2 mの平凸レンズを用いて長さ可変ガスセルへと集光した。高次高調波のパルスエネルギー測定には、Siフォトダイオード(IRD社、AXUV100)を用い、直接評価を行った。

【結果】Fig. 1に高次高調波スペクトルの相互作用長依存性を示す。スペクトルは100発積算の平均値である。入射エネルギーは24 mJであり、レーザー条件より集光強度は $8.3 \times 10^{14} \text{ W/cm}^2$ と見積もられる。ガス媒質には205 TorrのNeを使用した。相互作用長が20 mmのとき、230 eVにおける変換効率は 1.6×10^{-8} となり、この値は高調波のパルスエネルギーを実測評価した先行研究[1]と比べ2桁高い。Fig. 2に高次高調波強度の媒質長依存性を示す。媒質長は媒質の吸収長で規格化した。どの光子エネルギーにおいても吸収長の4倍程度で高次高調波強度が飽和しており、位相整合条件下における吸収限界条件を満たしていることがわかる。

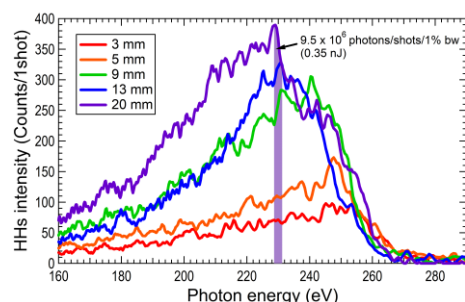


Fig. 1 High-order harmonic spectrum dependence of interaction lengths.

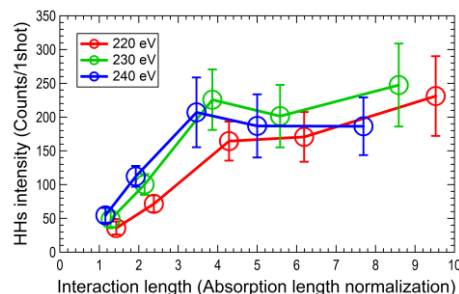


Fig. 2 High-order harmonic intensity dependence of interaction lengths at 220 eV, 230 eV, and 240 eV.

[1] G. J. Stein *et al.*, J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys. **49**, 155601 (2016).

[2] Y. Fu *et al.*, IEEE photonic Journal **9**, 1 (2017).