

「水の窓」全域にわたる軟X線高次高調波発生

Soft X-ray high-harmonic generation covering the entire water window

東大物性研 ○三戸 宏樹, 齋藤 成之, 石井 順久, 金井 輝人, 板谷 治郎

ISSP, Hiroki Sannohe, Nariyuki Saito, Nobuhisa Ishii, Teruto Kanai, and Jiro Itatani

E-mail: sannohe@issp.u-tokyo.ac.jp

近年、長波長赤外高強度レーザーを用いた高次高調波発生により、軟X線領域でのアト秒パルス発生が可能となった[1]。長波長光源を用いた高調波発生においては、位相整合条件を満たすために発生ガスの圧力を高める必要がある[2]。我々は、差動排気機構を備えた高圧ガスセルを開発し、炭素 K 端(284 eV)から酸素 K 端(543 eV)にわたる「水の窓」全域をほぼカバーする軟X線高次高調波発生と、チタン $L_{2,3}$ 端(460 eV)での高 S/N な吸収分光に成功したので報告する。

実験では、BIBO 結晶を用いた光パラメトリックチャープパルス増幅器[3]から得られた赤外高強度パルス(1600 nm, 10 fs, 1 kHz, 1.1 mJ)をネオン(1.3 bar)もしくはヘリウム(3.0 bar)のガスセルに集光して高調波を発生させ、軟X線分光器によりスペ

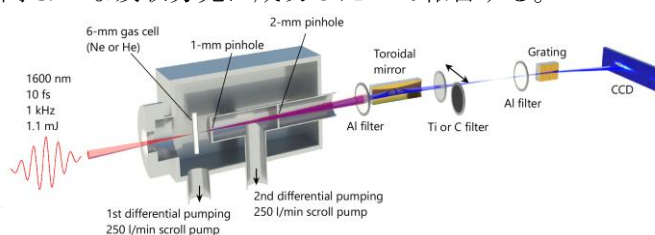


Fig. 1. Schematic of the setup.

クトルを観測した(図 1)。図 2(a)は赤外パルスの搬送波包絡線位相(carrier-envelope phase, CEP)を平均した高調波スペクトル(積算時間: 200 秒)であり、図 2(b)は CEP を掃引しながら取得したヘリウムからの高調波スペクトル(積算時間: CEP 一点につき 10 秒)である。スペクトルが CEP に明瞭に依存していることから、単一アト秒パルスの発生が示唆される。ヘリウムからの高調波を用いて測定したチタン薄膜(厚さ 150 nm, LEBOW)の $L_{2,3}$ 端における透過スペクトル(積算時間: 300 秒)を図 3 に示す。インセットは吸収端付近における測定値と、放射光で測定されたデータ[4]を基に計算した参考値との比較である。我々の測定で、スピン軌道相互作用に起因する 2 つの吸収ピーク (L_2 , L_3) が分離できていることがわかる。

参考文献:

- [1] N. Ishii *et al.*, Nat. Commun. **5**, 3331 (2014).
- [2] T. Popmintchev *et al.*, PNAS **106**, 10516 (2009).
- [3] N. Ishii *et al.*, J. Opt. **20**, 014003 (2017).
- [4] G. Akgül, Bull. Mater. Sci., **37**, 41 (2014).

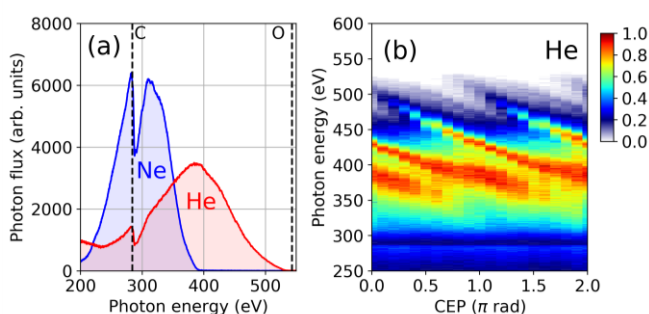


Fig. 2. (a) CEP-averaged high-harmonic spectra. (b) CEP dependence of the high-harmonic spectra from helium.

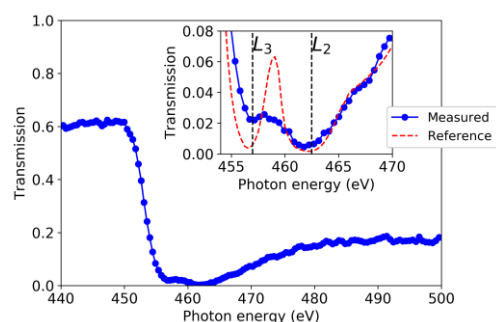


Fig. 3. Measured transmission spectrum of a titanium film. (Inset) Magnified measured (blue) and reference (red) transmission spectra.