

高出力軟 X 線アト秒高次高調波光源の現状と展開

Current Status of high power soft x-ray attosecond higher-order harmonic light sources

理研 光量子工学研究センター, 高橋 栄治

RIKEN Center for Advanced Photonics, Eiji J. Takahashi

E-mail: ejtak@riken.jp

高次高調波はレーザー光と同様に高い時間・空間コヒーレンスを有した光源であり、可視レーザーで行われている計測・イメージング技術を極端紫外から軟 X 線域へ拡張する際の光源としての利用が期待されている。実際、高調波の発生光子エネルギーは長波長・超短パルスレーザーの高度化によりカーボンや酸素の K 吸収端にまで拡張されており、いわゆる”水の窓”と呼ばれる光子エネルギー域をカバーするまでになっている。また利用研究においてもコヒーレントイメージング技術を用いた微細構造イメージングや、フェムト秒 X 線吸収微細構造 (XAFS) 計測等が高調波光源を用いて行われており、放射光では得ることができない新しい測定結果が報告されている。一方で広域なアプリケーション開発において必要不可欠となる高次高調波光源のパルスエネルギーは未だに低く、光源利用の範囲は吸収分光等に限定されている。

我々の研究チームでは高次高調波の高エネルギー化・高光子エネルギー化を目指し、独自の高出力化や励起レーザーシステムの開発に取り組んでいる。開発目標としている高次高調波光源の光子エネルギー域は sub-keV から数 keV であり、具体的な光源アプリケーションとして高精度に時間同期されたポンプ・プローブ計測と組み合わせた超高速 XAFS, 軟 X 線磁気円二色性分光, コヒーレントイメージング法によるナノ構造イメージングを検討している。その為の高調波励起レーザーシステムとして、二重チャープ光パラメトリック増幅 (DC-OPA) を用いた TW 級超短パルス中赤外レーザー, 及び 3 色の超短パルスレーザーを用いた光シンセサイザーの開発に取り組んでおり、最近ではそれら最新のレーザー光源を用いて水の窓域 (> 280 eV) の高次高調波発生においてナノジュールのパルスエネルギー¹を達成している (図 1)。講演では最新のレーザー開発状況を紹介しますと共に、高エネルギー高調波光源の開発状況と分光・イメージング研究への展開について紹介する予定である。

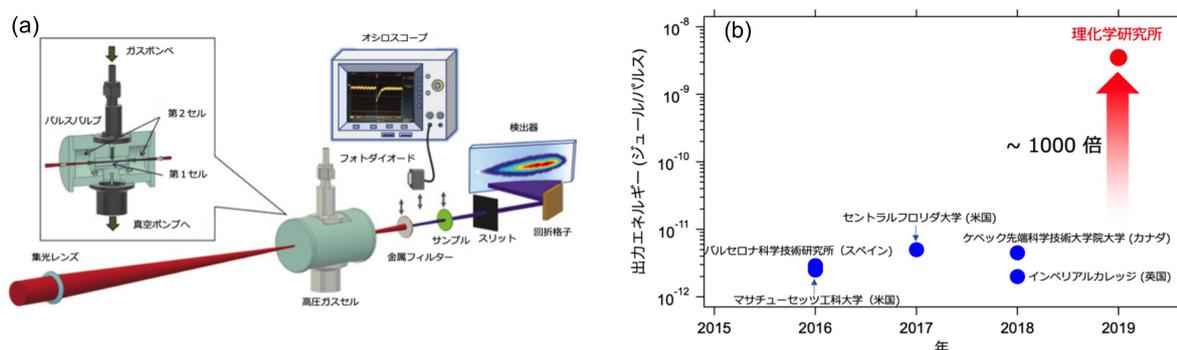


図 1: (a) ナノジュール級水の窓高次高調波光源の装置図, (b) 達成された水の窓域高次高調波出力

(1) Yuxi Fu, Kotaro Nishimura, Renzhi Shao, Akira Suda, Katsumi Midorikawa, Pengfei Lan, and Eiji J. Takahashi, Communications Physics, 10.1038/s42005-020-0355-x.