

赤外自由電子レーザーで駆動する高繰り返しアト秒光源

羽島 良一

量子科学技術研究開発機構

赤外のフェムト秒レーザーをガスに集光して得られる高次高調波 (HHG) では、真空紫外から X 線の波長領域でアト秒の極短光パルスの生成が可能である。このようなアト秒光源の高度化と利用の拡大は、超スマート社会 (Society5.0) 実現に向けた社会課題の解決と産業応用を担う「量子科学技術 (光・量子技術)」の主要な研究テーマのひとつとして位置づけられている[1]。

われわれは、自由電子レーザー (FEL) を HHG に用いることで、従来の固体レーザーに基づく HHG の技術を補完し、高繰り返し (10 MHz 以上) のアト秒光源の構築が可能となることを提案した[2]。このような光源は、KEK のコンパクト ERL や STF で培ってきた超伝導電子加速器の技術を活用して実現できると考えるが、未達成の技術実証項目もいくつか残されている。そこで、われわれは、京都大学、日本大学にそれぞれ既設の赤外 FEL 施設 (常伝導電子加速器) を活用した研究を開始した。ここでは、共振器型の赤外 FEL において、パルスエネルギーを高めつつ、数サイクルの極短パルスを生成するための装置パラメータの最適化、FEL パルスの絶対位相 (キャリアエンベロープ位相) 安定化の手法などの研究を進め、FEL-HHG に必要な基盤技術を完成することを目指している。

本講演では、赤外自由電子レーザーで駆動する高繰り返しアト秒光源の概要、このような光源の実現に向けた取り組みを紹介する。

本研究は、(公財) 光科学技術研究振興財団、文部科学省の光・量子飛躍フラッグシッププログラム (Q-LEAP) の研究助成を受けた成果です。

[1] 「量子科学技術 (光・量子技術) の新たな推進方策」、文部科学省科学技術・学術審議会量子科学技術委員会 (2017)

[2] R. Hajima and R. Nagai, Phys. Rev. Lett. 119, 204802 (2017)