

17a-F7-10

軟 X 線高調波発生における高強度赤外光の電場波形とガス圧依存性

Waveform and gas pressure dependence in soft x-ray harmonic generation by intense infrared optical pulses

物性研¹, 理科大² ○金島 圭佑¹, 石井 順久¹, 金井 輝人¹, 渡部 俊太郎², 板谷 治郎¹ISSP¹, Tokyo University of Science², ○Keisuke Kaneshima¹, Nobuhisa Ishii¹, Teruto Kanai¹, Shutaro Watanabe², Jiro Itatani¹

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

当研究室は、水の窓スペクトル領域を含む軟 X 線に至る位相整合の取れた高調波発生のために、赤外超短パルス発生光源を開発してきた[1]。現在までに、数サイクル赤外光パルスの搬送波包絡線位相 (carrier-envelope phase: CEP) に依存する軟 X 線高調波発生に成功した[2]。これにより、現在主流のチタンサファイアレーザーを用いたアト秒パルスの極短紫外域を超える、軟 X 線において、単一アト秒パルスのためのコンティニューム発生が可能であることを実験的に示した。今回の講演では水の窓コンティニュームにおける、高調波発生に用いたネオンの詳細な圧力依存性についての実験を報告する。

繰り返し周期 1 kHz の光パラメトリックチャープパルス増幅器からの赤外光出力を、焦点距離 375 mm の凹面鏡で、ネオンに集光して高次高調波発生実験を行った。高調波を軟 x 線分光器 (Hettrick scientific, SXR) で分光し、インジウムフィルターで基本波をカットした後に、CCD によって検出した。60 秒の積算時間により水の窓領域の高調波スペクトルが S/N 良く測定可能であった。背圧 0.5–1.6 気圧において 0.1 気圧ごとに、各背圧での CEP 依存高調波スペクトルを、CEP を 0.1π rad 刻みに変化させながら測定した。図 1(a), (b) にそれぞれ背圧 1.2 気圧と 1.5 気圧時に得られた CEP 依存高調波スペクトルを示す。図 1(a) の CEP 依存高調波スペクトルから、サブ 2 サイクルの赤外電場によって、1 または 2 回のハーフサイクルからの高調波が主な寄与を示していることが理解できる[3]。この時 CEP 変化に対して高調波スペクトルのハーフサイクルカットオフが単調に変化する。しかし、高背圧において、図 1(b) から CEP 変化に対して高調波は全スペクトル領域にわたって同時に強度変調を示し、CEP によるゲーティングがかかるように変化した。高調波発生のガス圧依存性は赤外ドライバー使用時に顕著であり、高効率な発生に必要なガス圧が Ti:sapphire レーザー時に比べて高いからである。赤外光を用いた高調波発生において、高い圧力下での中性原子による非線形効果、並びに、プラズマの効果を半サイクルごとにマッピングすることが可能であり、高圧ガスと高強度レーザーの非線形相互作用の時間分解観測が可能となる。

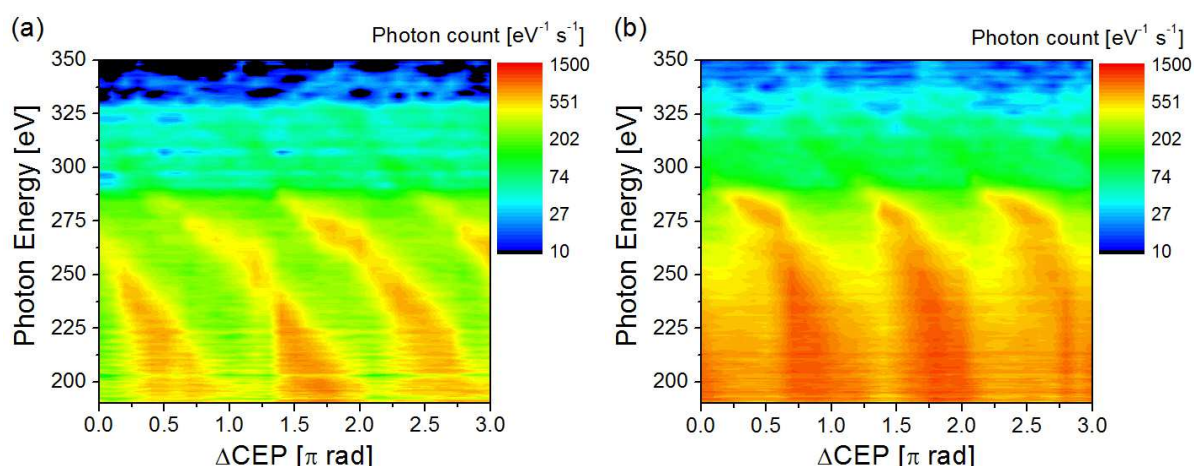


図 1: 背圧 1.2 気圧 (a) と背圧 1.5 気圧 (b) における CEP 依存高次高調波スペクトル

参考文献:

- [1] N. Ishii, *et al.*, Opt. Lett. **37**, 4182 (2012).
- [2] N. Ishii, *et al.*, CLEO Europe, CG-6.3, 16 May 2013.
- [3] C. A. Haworth, *et al.*, Nature Physics **3**, 52 (2007).