

2 μm 帯における CEP 安定, 高繰り返し, 高出力 OPA の開発

Development of a CEP-stable OPA around 2 μm with high repetition rate and high average power

東大物性研¹ ○栗原 貴之¹, 楊 添淇¹, 水野 智也¹, 金井 輝人¹, 板谷 治郎¹

Institute for Solid State Physics, The University of Tokyo¹

E-mail: takayuki.kurihara@issp.u-tokyo.ac.jp

波長 800 nm 近傍の Ti:Sapphire レーザー光源を用いた高次高調波発生(High harmonics generation, HHG)では、光子エネルギー200 eV 程度以下の極端紫外領域が主な対象となっている。HHG のカットオフエネルギーは駆動レーザー波長の 2 乗に比例するため、より高いエネルギーに到達するためにはレーザー波長の長波長化が重要である。その一方で、HHG の発生効率は駆動波長の約 5.5 乗に反比例することが知られており、カットオフエネルギーとはトレードオフの関係にある。このことから、水の窓を超えた軟X線領域の超高速分光測定のためにはレーザー光源の平均強度の大幅な向上が必須と考えられる。Yb 系固体レーザーは量子効率の高さから高繰り返し・高平均出力が可能という点で従来の Ti:Sapphire レーザー光源を凌駕し、将来の HHG フロントエンドとして最適と考えられる。そこで今回我々は、ワンボックス型の高繰り返し Yb:KGW レーザーシステム(中心波長 1030nm, パルス幅約 300 fs, パルスエネルギー0.4 mJ, 繰り返し 100 kHz) を用いて中赤外数サイクル OPA (Optical parametric amplifier)を開発した。まずパルスの一部を YAG 結晶(厚さ 4mm)に集光して可視~近赤外の白色光を発生した。これをチャープミラーで圧縮したのち BiB₃O₆(BiBO)結晶($\theta = 10.4^\circ$, 1mm 厚)において 700 nm 帯と基本波 1030 nm の差周波を取ることで、波長約 1.6~2.5 μm 帯域の CEP 安定な中赤外光を生成できた。これをさらに BiBO 結晶($\theta = 10.4^\circ$, 厚 3 mm, 2 mm)を用いた 2 段 OPA で増幅したところ、波長 1.8~2.5 μm , パルスエネルギー最大約 30 μJ の出力を得ることに成功した (FIG. 1a)。出力光を分散媒質及びチャープミラーで圧縮したのち、SHG-FROG 法でパルス幅を評価したところ、約 22 fs まで圧縮できていることを確認した (FIG. 1b)。このパルス幅は搬送波の約 4 サイクルに相当する。

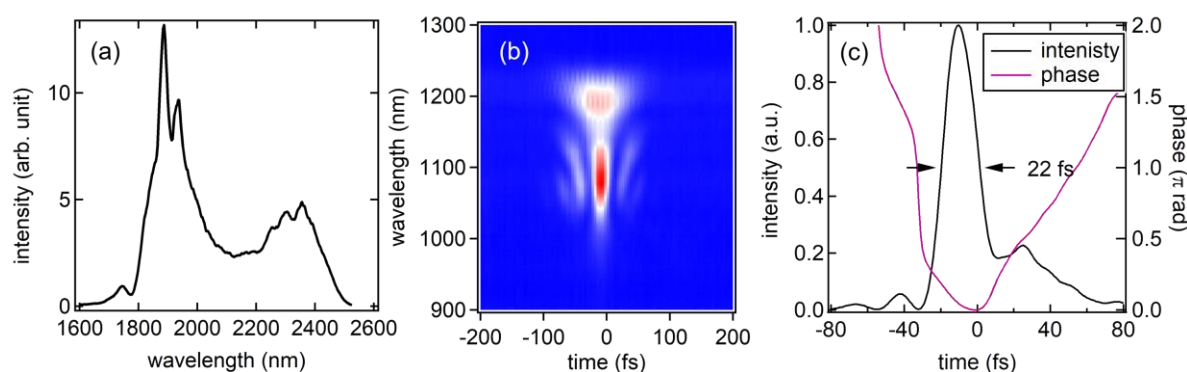


Fig. 1. (a) OPA の出力スペクトル, (b)和周波 FROG の測定結果, (c)再構築されたパルスの時間波形。