

高出力光シンセサイザーの開発 2

High energy optical waveform synthesizer -II

○ 高橋 栄治¹, 田丸 裕基², Fu Yuxi¹, Oliver D. Mücke³, Franz X. Kärtner³, 須田 亮², 緑川 克美¹
(1. 理研, 2. 東理大理工, 3. DESY-CFEL)

○ E. J. Takahashi¹, Y. Tamaru², Y. Fu¹, O. D. Mücke³, F. X. Kärtner³, A. Suda², K. Midorikawa¹
(1. RIKEN, 2. Tokyo Univ. of Sci., 3. DESY-CFEL)

E-mail: ejtak@riken.jp

多色のフェムト秒パルスの遅延ジッター，相対位相の高精度制御により可能となる光シンセサイザー [1] は，高強度単一アト秒パルスの発生 [2] をはじめとした様々な高強度場物理への応用を目指し精力的に光源開発が進められている．しかしながら，現在までに報告されている光シンセサイザーのパルスエネルギーは最大でも数 100 μJ 程度であり，この低エネルギー性が幅広い光源応用への妨げになっている．本研究では，パルスエネルギーが 50 mJ 以上，且つ 3 色の超短パルス光からなるテラワット級の光シンセサイザーの開発を行った．

本研究で開発したレーザーシステム (図. 1) は CEP 制御された 100 mJ 級のチタンサファイヤレーザー (800 nm: 28 fs) [3] と，その一部を励起光として OPA から生成したシグナル光 (1350 nm: 33 fs) 及びアイドラー光 (1950 nm) の 3 色の光パルスから構成される．800 nm と 1350 nm の 2 色パルス間の遅延ジッターの評価と制御にはアト秒の時間分解能を持つ balanced optical cross-correlator (BOC) 法を用いた．構成した BOC の時間分解能は約 24 as であり，これは光の 1 周期 (2.7 fs@800 nm) と比べて十分に小さく，正確なタイミングジッターの評価が可能となっている．一方，本研究で使用したレーザーシステムは繰り返し周波数が 10 Hz である為，その光パルスをタイミングジッター制御の信号として直接使用した場合，フィードバック帯域が数 Hz に制限されるという問題がある．そこでマッハチェンダータypesの遅延路に He-Ne レーザーを共軸に伝搬させ，その空間干渉信号を用いて遅延ジッターの動的フィードバック制御を行った．動的フィードバックの周波数は 750 Hz であり，マッハチェンダータypesの遅延路に由来する遅延ジッターを 20 as (δt_{MZ1} , δt_{MZ2}) にまで低減することに成功した．さらに BOC の信号をエラー値として 800 nm と 1350 nm の 2 色パルス間の遅延ジッター (δt_{seed}) の動的制御を行い，330 as の同期精度を達成した．

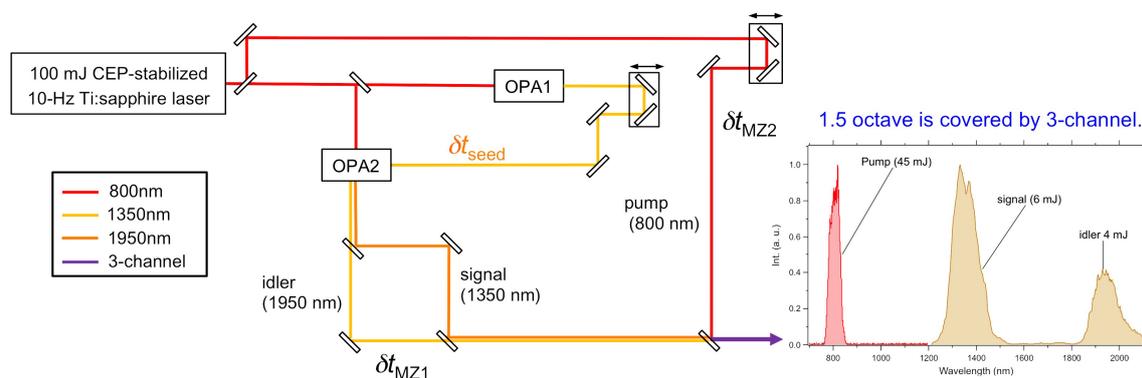


図 1: 実験装置及び出力スペクトル

[1] C. Manzoni et al., Laser Photon. Rev. 9, 129 (2015).

[2] E. J. Takahashi et al., Nat. Commun. 4 2691 (2013).

[3] E. J. Takahashi et al., Opt. Lett. 40 4935 (2015).