

DC-OPA によって生成される高エネルギー中赤外線フェムト秒パルス

°Yuxi Fu^{1,*}, Kataro Nishimura^{1,2}, Bing Xue¹, Akira Suda², Katsumi Midorikawa¹, and Eiji J. Takahashi^{1,†}

Attosecond Science Research Team, RAP, RIKEN, 2-1 Hirosawa, Wako, Saitama 351-0198, Japan.

²Tokyo University of Science, 2641 Yamazaki, Noda-shi, Chiba-ken 278-8510, Japan

Author e-mail address: *yxfu@riken.jp, †ejtak@riken.jp.

高エネルギー赤外 (IR) fs パルスの開発は現在、強場レーザー科学にとって重要になっています[1-3]。標準的な光パラメトリック増幅 (OPA) 方式のエネルギースケリングのボトルネックを打破するために、我々はデュアルチャープ光パラメトリック増幅 (DC-OPA) 法を提案し[4]、実証しました[5-7]。文献で初めて、我々は DC-OPA によって 1-2 μm 領域で 100mJ クラスのエネルギーとマルチ TW ピークパワーを持つ fs パルスを得ました[8]。さらに、DC-OPA は高エネルギー中赤外 (MIR) [9]と遠赤外 (FIR) [7]fs パルスを生成することができます。本研究では、3.3 μm の MIR 波長領域で 31mJ のパルスを実験的に得ました。

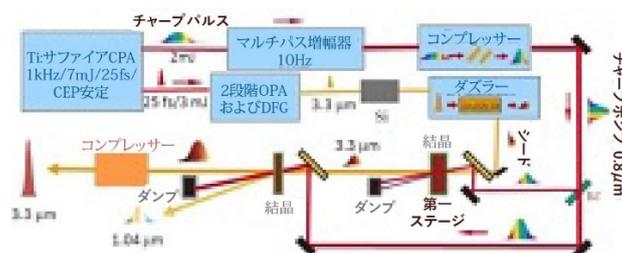


図 1: MIRDC-OPA の実験セット

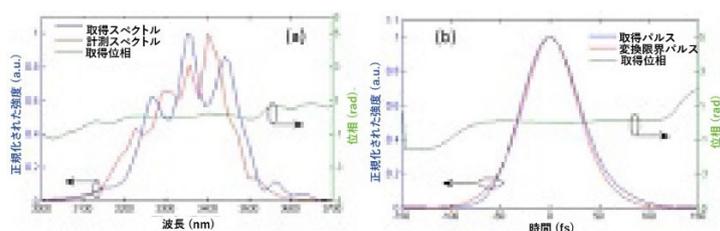


図 2:(a)測定されたスペクトル(赤の実線)、および FROG によって取得されたスペクトル(青の実線)と位相(緑の実線)。(b)取得されたパルス(青の実線)と位相(緑の実線)。変換制限パルスは赤の実線で示されています。

実験セットアップを図 1 に示します。DC-OPA のポンプは Ti:サファイアレーザー(640mJ/10Hz/810nm)で、持続時間は $\sim 5.2\text{ps}$ に延長されています。DC-OPA のシード(3.3 μm)は、2 ステージ OPA(TOPAS、Prime)の後の信号パルスとアイドラーパルス間の差周波発生(DFG)によって提供されました。そのパルスは、シリコンバルクと AOPDF(dazzler、Fastlite)によって $\sim 4.1\text{ps}$ に延長されました。2 ステージ DC-OPA システムでは、タイプ IMgO:LiNbO₃ 結晶が使用されました。両方のステージは、非共線構成で構築されました。2 番目のステージの後、シードパルス(3.3 μm)は約 31mJ に増幅されました。1.04 μm のパルスのエネルギー(ポンプとシード間の DFG)は約 85mJ でした。第 2 段階後の総変換効率は約 21%に達しました。次に、3.3 μm の高エネルギー-MIR パルスが CaF₂ バルクコンプレッサによって圧縮されま

した。図 2(a)は、取得されたスペクトルと位相(FROG 法)および分光計(Mozza、Fastlite)によって測定されたスペクトルを示しています。時間的なパルスと位相は、図 2(b)に示すように再構成されました。パルス持続時間は 70fs(6.4 サイクル)で、TL 持続時間の 66fs に近い値でした。

加えて、DC-OPA を使用して 3.3 μ m 付近で 31mJ のパルスを生成しました。これは、DC-OPA が優れたエネルギースケール能力と波長可変性を備えた IRfs パルスを得るための優れた技術であることを証明しています。MIR パルスは、6.4 光サイクルで構成される 70fs に圧縮されました。次の研究では、パルス持続時間を 2 サイクルに短縮し[9]、パルスエネルギーをさらに増加させることで、ピークパワーを TW クラスに増加させます。

References

- [1] E. J. Takahashi *et al.*, Phys. Rev. Lett. 101, 253901(2008). [2] E. J. Takahashi *et al.*, Nat. Commun 4:2691 (2013). [3] T. Gaumnitz *et al.*, Opt. Express 25, 27506-27518 (2017). [4] Q. Zhang *et al.*, Opt. Express 19, 7190 (2011). [5] Y. Fu *et al.*, Opt. Lett. 40, 5082 (2015). [6] Y. Fu *et al.*, J. Opt. 17, 124001 (2015). [7] Y. Fu *et al.*, IEEE Photon. J. 9 1503108 (2017). [8] Y. Fu *et al.*, CLEO 2017, (Optical Society of America, 2017), paper SM3I.3. [9] Y. Yin *et al.*, Opt. Express 24 24989 (2016).