

コヒーレント結合系を用いて生成された超短径偏光パルスの 拡張ストークスパラメータによる定量的解析



Quantitative analysis of ultrashort radially-polarized pulses generated from a coherent beam combining system by use of extended Stokes parameters

北大院工¹, JST CREST² ○(DC) 鈴木 雅人¹, 山根 啓作^{1,2},
岡 和彦¹, 戸田 泰則^{1,2}, 森田 隆二^{1,2}

Hokkaido Univ.¹, JST CREST² ○(DC) Masato Suzuki¹, Keisaku Yamane^{1,2},
Kazuhiko Oka¹, Yasunori Toda^{1,2}, Ryuji Morita^{1,2}

E-mail: masato_suzuki@eng.hokudai.ac.jp

軸対称偏光ビームは偏光分布が伝播軸に対して C_∞ の対称性を持つビームである。軸対称偏光ビームのうち、偏光が径方向に振動する径偏光ビームはその対称性の高さから対物レンズなどで強く集光すると焦点付近で伝播軸方向の電場(縦電場)が生じ、物質加工、超解像顕微鏡、粒子加速などへの応用が期待されている。

このことから、これまで多くの軸対称偏光ビーム生成の研究開発がなされてきた。しかし、その研究の多くは生成したビームが所望の軸対称偏光ビームであることを示すために、直線偏光子を挿入した際に測定される強度分布と理論的に得られる強度分布とを定性的に比較しているだけで、十分な定量的評価がほとんどなされてこなかった。そこで、本研究グループでは、拡張ストークスパラメータ及びその偏光度を新たに定義[1]し、生成された軸対称偏光ビームの状態とその偏光分布の回転対称性の高さが定量的に表せることを示してきた[2]。

本発表では、軸対称偏光を有する超短光パルスにおいても拡張ストークスパラメータによる定量的解析が有効であることを示すために、超短軸対称偏光パルスの中で最も典型的なものの一つである超短径偏光パルスの全帯域における定量的解析を行う。

超短径偏光パルスは、コヒーレント結合系[3]を用いて生成した。この結合部には低分散偏光ビームスプリッタが用いられているので、超短径偏光パルスの生成に適している。コヒーレント結合系には4-f空間光変調器[4]で生成され、方位方向指数 l 、径方向指数 p がそれぞれ $l=1, p=0$ である光渦パルス(帯域~770~820 nm, パルス幅~25 fs)を入射した。生成された光パルスは、バンドパスフィルタ(半値幅10nm)でスペクトル分解された後、Fig. 1(a)のように偏光分布が測定され、さらには、拡張ストークスパラメータおよびそれに基づく偏光度が求められる。それらの中で、最も重要なパラメータである規格化した第一拡張ストークスパラメータ $\tilde{S}_1^E = S_1^E/S_0^E$ および偏光度 $\mathcal{P}^{\text{space}}$ をFig. 1(b), (c)にそれぞれ示す。Fig. 1(b), (c)から、生成された光パルスが純粋な超短径偏光パルス($\tilde{S}_1^E = 1, \mathcal{P}^{\text{space}} = 1$)に十分近い状態であることが言える。さらに、径偏光エネルギー純度は $(\tilde{S}_1^E + 1)/2$ で与えられるので、生成された光パルスは全波長領域で~98%以上の径偏光エネルギー純度があることも分かる。このように、Fig. 1(a)の偏光分布を見るだけでは知ることのできない定量的な情報を得ることに成功している。

参考文献

- [1] M. Suzuki, K. Yamane, K. Oka, Y. Toda, and R. Morita, Opt. Express **22**, 16903 (2014).
- [2] 鈴木他, 第 61 回春季学術講演会講演予稿集 17a-F6-8 (2014 春 青山学院大学).
- [3] 塩田他, 第 74 回応用物理学会秋季学術講演会講演予稿集 19p-A3-3 (2013 秋 同志社大学).
- [4] 本田他, 第 75 回応用物理学会秋季学術講演会講演予稿集 19p-C1-12 (2014 秋 北海道大学).

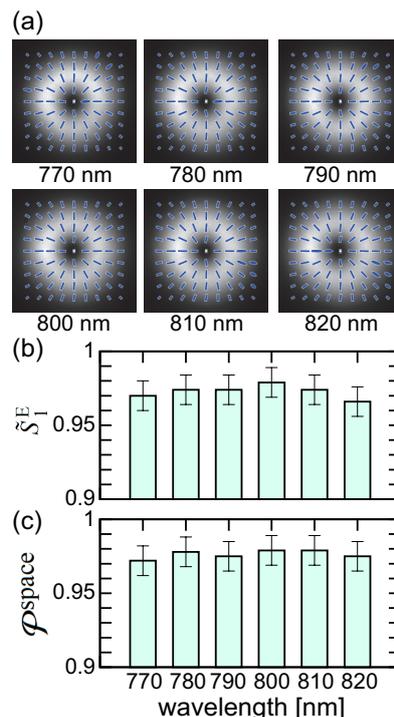


Fig. 1: (a) Polarization distributions of the generated radially-polarized pulses after passing bandpass filters. (b) \tilde{S}_1^E and (c) $\mathcal{P}^{\text{space}}$ for various wavelengths (bandwidth is 10 nm).