

広帯域ベクトルビームの幾何学的位相の制御

Geometric phase manipulation of supercontinuum vector beams

埼玉医科大¹, 宇都宮大院工², 東大光量子科学研究センター³, 東北大多元研⁴

○若山俊隆¹, 篠崎夏美², 庄司美咲², 石山貴之¹, 坂上和之³, 江島丈雄⁵, 東口武史²

Saitama Med. Univ.¹, Utsunomiya Univ.², UT-PSC³, IMRAM, Tohoku Univ.⁴

○T. Wakayama¹, N. Shinozaki², M. Shoji², T. Ishiyama¹, K. Sakaue³, T. Ejima⁴, and T. Higashiguchi²

E-mail: wakayama@saitama-med.ac.jp

偏光と位相を精密に制御されたベクトルビームは、そのユニークな伝搬特性と共に集光点での縦電場や縦磁場、そして、メビウス帯などが注目されている。ベクトルビームと物質および電子の相互作用を利用した超解像顕微鏡、レーザー加工、微粒子捕捉や電子加速などさまざまな応用面も期待されている [1]。このベクトルビームの広帯域スペクトルの制御がトポロジカル空間変調器など特殊なデバイスによって近年実現されている [2]。しかしながら、ベクトルビームの広帯域スペクトル制御を特殊なデバイスを使わずに、そして、その偏光分布と幾何学的位相の詳細を広帯域スペクトルで観察した例は報告されていない。このような背景から我々は自作した広帯域レーザー光源を用いて、ベクトルビームの広帯域スペクトル制御を行った。

図 1(a) は広帯域ベクトルビームの制御光学系である。光源には波長 400 – 1000 nm の自作した広帯域レーザー光源を用いた [3,4]。図 1 は光渦発生光学系とベクトル渦発生光学系で構成されている。さらに偏光解析器によって偏光分布を観察することもできる。 $e^{i\theta}$ と $e^{-i\theta}$ を有する渦位相をそれぞれ足し合わせることで渦位相を打ち消すことができる [5]。回転 1/4 波長板法を使用し、ストークスパラメータを取得することで、波長 400 – 1000 nm の広帯域ベクトルビームの偏光分布の楕円率と主軸方位分布を評価した結果を図 1(b) と図 1(c) に示す。楕円率は、最大でも 0.3 以内であり、主軸方位はアジマス偏光を表す。理想値との相関は 90% 以上であった。光渦光学系の有無によって幾何学的位相を制御することにより、計測されたストークスパラメータから幾何学的位相を解析した [5,6]。図 1(d) と図 1(e) に示すように、均一な位相と右回りの渦位相が得られた。以上の結果から、本手法に

よる渦位相の足し算から広帯域ベクトルビームの幾何学的位相の制御ができることを広帯域スペクトルで実証した。

謝辞: 本研究の一部は科学研究費助成金 (JP18K12114, JP17K19021, JP16K14125, JP16H03902, JP15H03570), 日本学術振興会 二国間交流事業および物質・デバイス領域共同研究拠点 (20183037) の支援を受けているのでここに感謝申し上げます。

参考文献: [1] Q. Zhan, *Adv. Opt. Photon.* **1**, 1; [2] M. Rafayelyan, *et al.*, *Phys. Rev. Lett.* **120**, 213903 (2018); [3] M. Shoji, *et al.*, *J. Opt. Soc. Am. B* **36**, 48 (2019); [4] 篠崎夏美^他, 2019 年第 66 回応用物理学会春季学術講演会 (2019 年 3 月講演予定); [5] T. Wakayama, *et al.*, *Sci. Rep.* **8**, 8690 (2018); [6] T. Wakayama *et al.*, *Sci. Rep.* **5**, 9416 (2015).

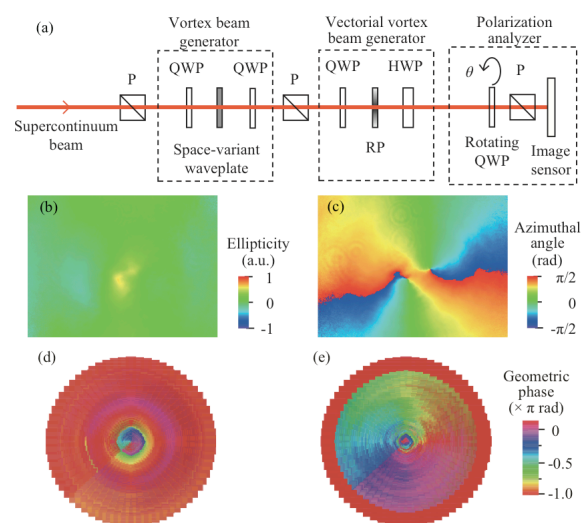


Fig. 1 (a) Optical setup for geometric phase manipulation of supercontinuum vector beams. 2D distributions of (b) ellipticity and (c) azimuthal angle on the beam. 2D distribution of geometric phase on the beam with (d) uniform and (e) vortex phases.