

円筒座標系を基礎とする拡張ストークスパラメータによる 軸対称偏光状態の解析 II

Analysis of Axially-Symmetric Polarized States by Using Extended Stokes Parameters based on Cylindrical Coordinates II

北大院工¹, JST CREST² ○(M2) 横瀬 尚也¹, 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 ○(M2) Naoya Yokose¹, Masato Suzuki¹, Keisaku Yamane^{1,2},
Kazuhiko Oka¹, Yasunori Toda^{1,2}, Ryuji Morita^{1,2}

E-mail: kyoono-ayase@eng.hokudai.ac.jp

ビーム断面内で偏光が空間的に一様である一般的なビームに対し、軸対称偏光ビームは偏光方向が軸対称に分布している。代表的なものとしては径偏光ビームや方位角偏光ビームがあり、特に径偏光ビームを対物レンズで強く集光すると回折限界以下の領域に強い縦電場を形成することが知られており [1]、微細レーザー加工や超解像顕微鏡、また粒子加速などの応用が期待されている。

このような軸対称偏光ビームの評価に関して、これまでは直線偏光板を透過させたときの強度分布を理想的な軸対称偏光の強度分布と比較するという定性的な評価のみがなされていた。本研究グループでは、前回、円筒座標系を基礎とする拡張ストークスパラメータを新たに提案し、一例として径偏光ビームの空間的偏光特性を定量的に評価した [2]。今回は、(1) 12 枚の様な半波長板が組み合わせられた軸対称偏光コンバータ (PC1)、および (2) ナノ構造により空間的に偏光方向を連続的に変化させた軸対称偏光コンバータ (PC2) を用いて径偏光ビームを発生させ、拡張ストークスパラメータを用いてそれらの空間的偏光特性を定量的に評価・比較したので報告する。

PC1 と PC2 の 2 つを用いてそれぞれ実験的に発生させた径偏光の強度分布を Fig. 1 に、またこの結果から観測された拡張ストークスパラメータの S_1^E と偏光度 (DOP) を Table 1 に示す。ここで S_1^E は径偏光成分と方位角偏光成分との強度の差に比例しており、また DOP は空間的な偏光の純度に対応する [2]。

Table 1 にあるように理想的な径偏光であればこれらの値はともに 1 となるが、今回発生させた径偏光では S_1^E 、DOP とともに理想的な値よりも小さくなっていることが分かる。これは、わずかながらも偏光変換の際に方位角偏光成分が発生しているためであると考えられる。

高強度超広帯域軸対称偏光モードの発生を見据え、当日は、偏光コンバータの設計波長からずれた波長の光を透過させ偏光変換を行った場合などの空間的偏光特性の定量的測定結果とともに、偏光コンバータによる軸対称偏光変換そのものの定量的議論を行う予定である。

参考文献

- [1] K. Youngworth and T. Brown, Opt. Express 7, 77 (2000).
[2] 鈴木 他, 第 61 回応用物理学会春季学術講演会 17a-F6-8 (2014).

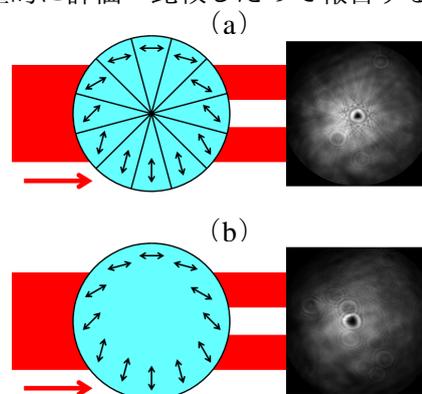


Fig. 1: The radially-polarized beams generated by (a) a 12-segmented radial-polarization converter (PC1) and (b) a nano-structured radial-polarization converter (PC2).

Table 1: Evaluation of axially-symmetric polarized states by using extended Stokes parameters based on cylindrical coordinates (S_1^E) and spatial degree of polarization (DOP).

	Ideally, radially-polarized beam	PC1	PC2
S_1^E	1.00	0.95	0.96
DOP	1.00	0.95	0.98