

拡張ストークスパラメータにおける拡張偏光度スペクトルを用いた 光波の空間回転対称性解析の検討

Rotational symmetry analysis of light wave by using spectrum of the extended degree of polarization

北大院工 ^{○(D3)} 鈴木 雅人, 山根 啓作, 岡 和彦, 戸田 泰則, 森田 隆二

Hokkaido Univ. ^{○(D3)} Masato Suzuki, Keisaku Yamane, Kazuhiko Oka,

Yasunori Toda, Ryuji Morita

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

近年、偏光渦パルス状態が物性探索 [1] などの分野で利用され始めている。本研究グループは拡張ストークスパラメータ及び拡張偏光度を新たに導入することにより、偏光渦パルス状態の完全定量的な評価を行ってきた [2]。この解析では、ある一つの方位角方向次数 l における拡張ストークスパラメータ及び拡張偏光度のみを求めている。本発表では、新たに拡張偏光度スペクトルという概念を導入することによって、被測定光が持つ空間的回転対称性を抽出することが可能であるかを検討する。

次数 l の拡張ストークスパラメータ $S_{i,l}^E$ ($i = 0 - 3$) 及び拡張偏光度 $\mathcal{P}_l$ は従来のストークスパラメータ S_i ($i = 0 - 3$) と以下の関係がある。

$$S_0^E = \iint S_0 dx dy, S_{1,l}^E = \iint (S_1 \cos 2l\phi + S_2 \sin 2l\phi) dx dy, S_{2,l}^E = \iint (-S_1 \sin 2l\phi + S_2 \cos 2l\phi) dx dy,$$

$$S_3^E = \iint S_3 dx dy, \mathcal{P}_l = \left[(S_{1,l}^E)^2 + (S_{2,l}^E)^2 + (S_3^E)^2 \right]^{1/2} / S_0^E.$$

ここで、 $\phi = \arctan(y/x)$ は方位角である。そして、 l は偏光渦の方位角方向指数に対応しており、整数もしくは半整数である。 l 次の拡張ストークスパラメータ及び拡張偏光度は偏光分布の対称性が $C_{2|l-1|}$ である光波の状態を完全定量的に表すことができる。拡張ストークスパラメータは光波の偏光状態を、拡張偏光度は光波のエネルギーのうち $C_{2|l-1|}$ の対称性を持った偏光成分の割合を示す。本発表では新たに、横軸 l 、縦軸が $\mathcal{P}_l$ で与えられる拡張偏光度スペクトルを導入する。被測定光の偏光分布 (S_0, S_1, S_2, S_3) をもとにして、様々な次数 l について $\mathcal{P}_l$ を求めることにより、その光波の持つ空間的回転対称性を調べることが可能であると考えられる。

Fig. 1(a) は、直線偏光のガウスビームが 8 分割の偏光変換素子 (Fig. 1(b)) を通過した直後における偏光状態の拡張偏光度スペクトル (計算) を示す。偏光変換素子は、軸対称偏光状態 ($l = 1$) を生成する素子であるため、軸対称偏光状態を反映した $l = 1$ に最も強いピークが存在する。さらに、 $l = 4m + 1$ ($m \neq 0$ は整数) の位置にもピークが存在する。これらのピークは、偏光変換素子が 8 分割の波長板であることを反映したものであると解釈できる。この結果は、光波の持つ空間的回転対称性を調べることを通じて、物質の空間回転対称性を議論可能であることを示している。当日は、実験結果についても発表する予定である。本研究の一部は、科研費 (No. 26286056, No. 15J00038)、JST-CREST の支援を受けている。

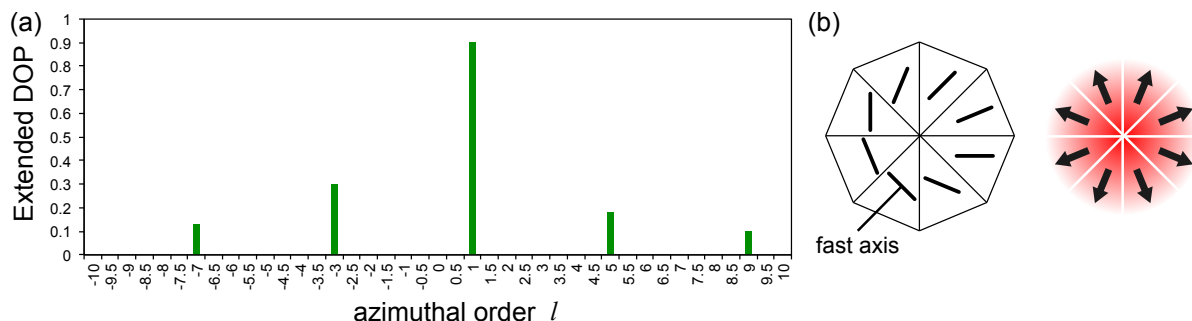


Fig. 1 (a) Calculated result for spectrum of the extended degree of polarization (Extended DOP $\mathcal{P}_l$). (b) Illustration of a eight-segmented polarization converter and the generated beam.

参考文献 [1] Y. Tokizane *et al.*, Opt. Express **18**, 2144 (2010); K. Shigematsu *et al.*, CLEO-Europe EE-P.15 (Munich, Germany, 2015). [2] M. Suzuki *et al.*, Opt. Express **22**, 16903–16915 (2014); M. Suzuki *et al.*, Opt. Rev. **22**, 179–183 (2015); M. Suzuki *et al.*, Sci Rep. **5**, 17797 (2015).