光渦の軌道角運動量分解精度向上のための光波複製光学系の開発

Development of light-wave-duplication system for improvement of OAM decomposition

○渡辺 悠歩 [1], 山根 啓作 [1], 岡 和彦 [2], 戸田 泰則 [1], 森田 隆二 [1], (1. 北大院工、 2. 弘前大)

○Yuho Watanabe[1] , Keisaku Yamane[1] , Kazuhiko Oka[2] , Yasunori Toda[1] , Ryuji Morita[1] ,

(1.Hokkaido Univ., 2.Hirosaki Univ.)

E-mail: yuho-0424-w@eis.hokudai.ac.jp

光渦は螺旋状の波面を持つ光波であり、その螺旋性は方位角方向のモード指数であるトポロジカルチャージmで特徴付けられる。mは理論上$-\infty$から$+\infty$までの任意の整数値を取りうることから波長や偏光だけでなく、mの自由度を利用した高速情報通信のさらなる大容量化が期待されている。その際必要となるのが、光波をモード指数毎に展開する軌道角運動量(OAM)分解である。OAM 分解法として理想的にはエネルギーの損失がなく、可逆な変換が可能といった特徴をもつ幾何学的変換による手法 [1]が近年注目を集めているが、その際に利用される位相変調関数は比較的複雑であり、理論通りの性能を持つ素子の開発は困難であるという問題があった。

前回我々は、半波長板の速軸方位角が場所に依存するパターンリターダを用いることにより、幾何学的変換による OAM 分解をほぼ理論通り高精度に達成したことを報告した [2]。しかし、光渦が方位角方向の位相に関して有する周期的境界条件は幾何学的変換により失われ、m毎の空間的な分離は原理上完全には達成できない。現実には各モードの主ピーク同士を完全に分離するためには、モード指数mの差を 2 以上にせざるを得ず、mの利用効率が低下する。そこで我々はさらに偏光を利用した光波の複製を併用することで、この問題を軽減することに成功したので報告する。

本手法の概念を図 1 に示す。上述の通り、周期的境界条件が失われたのが問題の本質であった。従って、図 1 のように光波を複製し、並べることができれば疑似的な周期が生成されるので OAM 分解精度悪化の低減が期待できる。図 2 に幾何学的変換のみによる OAM 分解と 1 段の光波複製を併用した場合の OAM 分解の計測結果を示す。強度ピークの幅は複製を用いない場合に比べおよそ半分になっており、より高精度な分解が行われていることが確認できる。現在複製を重ねることに加えて別途位相変調を併用してさらなる性能向上に取り組んでおり、講演で詳細を述べる。

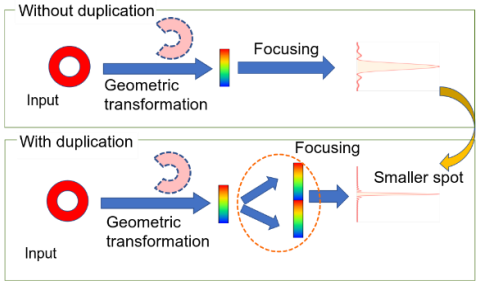

Fig. 1: Concept of light wave duplication

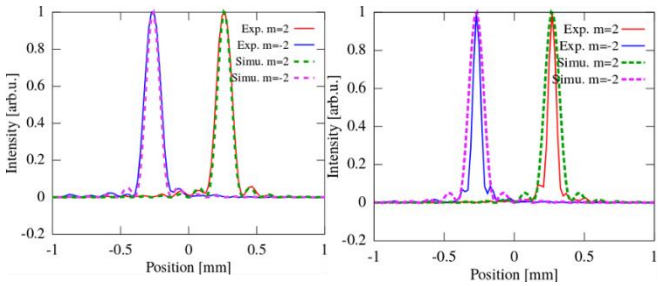

Fig. 2: Results of OAM decomposition (left) without duplication and (right) with duplication.

References:

1)G.C.G. Berkhout et al., Phys. Rev. Lett. **105**, 153601 (2010).

2)山根他、第 65 回応用物理学会春季学術講演会 19p-B301-22(2018).