

OAM モード分解精度向上のための低損失ビーム整形素子の開発

Development of low-loss beam shaper for accuracy improvement in orbital-angular-momentum decomposition for mode-multiplexed optical vortices

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, 2. 弘前大)

Yuho Watanabe¹, ○Keisaku Yamane¹, Kazuhiko Oka², Yasunori Toda¹, Ryuji Morita¹

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

E-mail: k-yamane@eng.hokudai.ac.jp

光渦は螺旋状の波面を持つ光波として知られ、近年その螺旋性を決定づける指数であるトポロジカルチャージ m の自由度を利用したモード分割多重通信への応用が期待されている。その際、鍵となるデバイスは m の異なる状態 (=OAM モード) 毎に光波を分離する OAM モード分解素子であり、中でも低損失かつ可逆な変換が可能という点で幾何学的変換を利用した手法が注目を集めている¹⁾。一方で本手法には、方位角方向に本来存在した周期的境界条件が幾何学的変換の過程で喪失することに起因して、モード分離の精度が低下するという問題点が存在する。我々は前回こうしたモード分離精度の悪化を改善する手法として光波複製を利用する手法を提案し、その有効性を実証したことを報告した²⁾。ただし、モード分離された各々の光波が原理的にはほぼ sinc 関数で決定される振動的な振る舞いを示すことは、光波複製を用いても避けることはできない。従ってこうした振動的なサイドローブに起因するモード間の重なりをほぼ除去するためには多数の光波複製を行わなければならない。結果として複製と共に増大化するビームサイズに対応するために光学素子を大面積化させる必要が生じたり、変換の過程での損失が増大するなどの問題が生じうる。我々はこうした問題を解決するために、低損失にサイドローブを軽減するための手法を考案したので報告する。

概念図を図 1(a) に示す。モード分離後の光波が sinc 関数的なサイドローブを有するのは集光前のビーム形状が矩形的であることに起因する。こうしたサイドローブを軽減するためには、矩形的な強度のある種のフィルターを用いて整形手法が広く用いられるが一般には強度の大きな損失は避けられず、さらに光波変換の可逆性は失われる。しかしながら、図 1(a) に示すように空間依存性を持たせた光波複製を行うことができれば、原理的には無損失かつ可逆な変換でありながら図 1(b) のようにモード分離後の光波におけるサイドローブの著しい軽減が期待できる。我々は本原理に基づく素子開発を進めており、講演ではそれらの詳細について報告する。

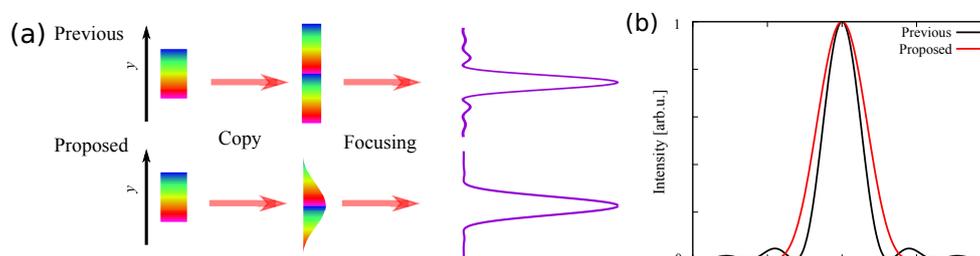


Fig.1 (a) Concept of side lobe reduction by our new method and (b) Results of numerical simulations corresponding to duplication w/wo amplitude modulation.

References:

- 1) G. C. G. Berkhout et al., Phys. Rev. Lett. **105**, 153601 (2010).
- 2) 渡辺他、第 79 回応用物理学会秋季学術講演会 20a-211A-7 (2018).