

# 円錐鏡を用いた広波長域の光渦の生成

## Generation of Optical Vortex in Wide Wavelength Range using Conical Mirror

坂本 憲司<sup>1</sup> 小林 弘和<sup>1</sup> 岩下 克<sup>1</sup>  
K.Sakamoto<sup>1</sup> H.Kobayashi<sup>1</sup> K.Iwashita<sup>1</sup>  
(高知工科大学 システム工学群<sup>1</sup>)

### 1. まえがき

光渦とは螺旋状の等位相面を持ち、空間的な位相を制御されたビームである。光渦はその空間モードを基底とした自由空間モード多重通信などへの応用が期待される。光渦の従来の生成方法は、螺旋位相板やフォーク型ホログラムなどがあるがどれも入射波長に対する制限が大きい。そこで本研究ではシンプルな構造で広い波長域で動作が可能な円錐鏡を使用し、波長依存性の少ない光渦生成が可能であることを実験的に確認する。

### 2. 光渦の原理

光渦は、位相のねじれ(一重螺旋、二重螺旋...) (図1参照)に対応して多数の空間モード(モード番号  $l = \pm 1, \pm 2, \dots$ )を持つ。 $l$  次のモードの光渦の場合、光ビームの断面内における位相差が  $2\pi l$  ( $l = \pm 1, \pm 2, \dots$ )だけ変化する。[ (図1 (a)、(c)参照) ]このときの  $l$  の符号は光ビームの断面内において左回りに位相が変化するとき正、逆の場合を負とする。[図1の(b)、(d)参照]光渦は、等位相面がねじれており、強度分布はドーナツ型である。円錐鏡を使用することで広い波長域で  $l = +2$  の左回り円偏光と  $l = -2$  の右回り円偏光の光渦が生成できる。[1]

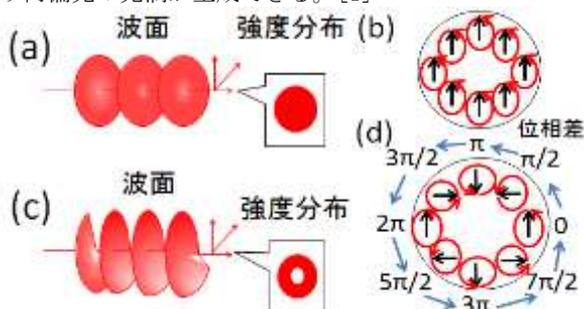


図1 平面波と光渦の強度分布と位相分布 (a)平面波の等位相面 ( $l = 0$ )と (b)位相分布 (右回り円偏光)と (c)光渦の等位相面 ( $l = +2$ )、(d)位相分布 (右回り円偏光)

### 3. 実験構成

円錐鏡を用いて光渦の生成を確認するための実験系を図2に示す。レーザーをシングルモードファイバーに通して、基本ガウシアンモード ( $l = 0$ )を生成した後に偏光板で直線偏光とする。その後、ビームスプリッタ (BS) で光を1:1の強度で二つに分け、円錐鏡の手前では1/4波長板を使い左回りまたは右回り円偏光に変換し、円錐鏡での反射後に1/4波長板で再度、元の偏光に戻す。その後、BSにおい

て、通常の鏡から返ってきた光 ( $l = 0$ )と合波して干渉縞を CCD カメラで観測する。今回の実験では 403nm、532nm、637nm の三つ波長を使い、1/4波長板を  $45^\circ$  (左回り円偏光)、 $135^\circ$  (右回り円偏光)傾けたときにそれぞれの光渦が生成できているかを観測する。

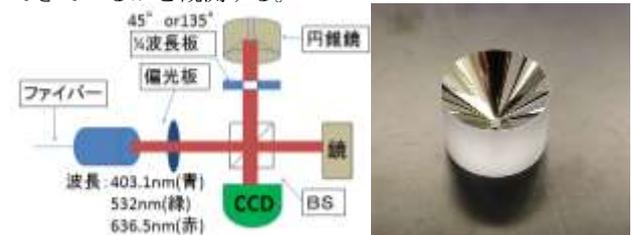


図2 実験系



図3 円錐鏡

### 4. 実験結果

実験結果を図4(a)、(b)に示す。2つの光を干渉させた結果、螺旋状の干渉縞ができていくことがわかる。図4の(a)の1/4波長板を  $45^\circ$  傾けたときには  $l = +2$  の左回り円偏光に、(b)の  $135^\circ$  傾けたときには  $l = -2$  の右回り円偏光の二重螺旋の光渦ができた。同じく 403nm、532nm でも実験した結果、どちらも光渦を観測することができた。これらより鏡から返ってきた光と円錐鏡から  $45^\circ$  または  $135^\circ$  に傾けた1/4波長板を通り、返ってきた光を干渉させることによって光渦 ( $l = \pm 2$ ) が生成出来ることが分かった。

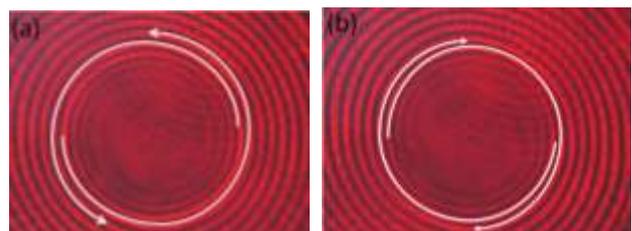


図4 637nmの光渦 (a) 1/4波長板  $45^\circ$  (左回り円偏光) (b) 1/4波長板  $135^\circ$  (右回り円偏光)

### 5. まとめ

本研究では広い波長域で光渦を生成できる円錐鏡を用いて可視域の光渦を生成することに成功した。今後は、円錐鏡に光を複数回反射させ現在の空間モードよりも位相差の大きな光渦を生成していく。また、光渦の測定方法を確立していく。

### 6. 参考文献

[1]. H. Kobayashi, *et al.*, "Helical mode conversion using conical reflector", *Opt. Express* **20**, 14064 (2012)