

# 偏光サニャック干渉計を用いた光渦モード分離

システム工学群 光エレクトロニクス専攻  
 岩下・小林研究室 1160107 中嶋 慶

## 1. まえがき

光通信の大容量のための多重化の手法として、光渦と呼ばれるらせん状の波面を持つ光波を用いて、同一波長で通信多重化を実現する空間モード分割多重が研究されている。この光波は図1のように光波の伝搬方向に垂直な断面内で位相差を持ち、強度分布がドーナツ型である。特に位相差が $2\pi\ell$ となると、この光波をモード $\ell$ の光渦と呼ぶ。多数のモードの光渦に異なる情報を載せることで同一波長での光通信の容量増加が可能となる。光渦は通信以外にも超解像顕微鏡、微粒子の回転操作、レーザー加工、金属の構造を螺旋にする螺旋構造制御、ベクトルビーム集光といった応用先がある。

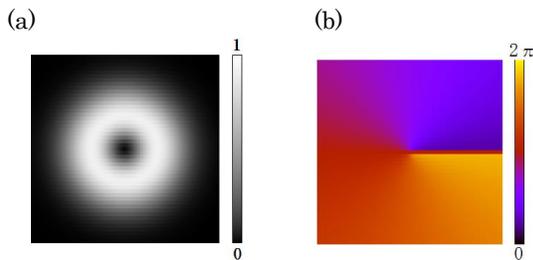


図1.  $\ell=1$ の光渦断面における、(a)強度分布、(b)位相分布  
 この空間モード多重を実現させるためには、複数のモードの光渦を合波したあと、モード毎に分離させる必要がある。本研究ではまず基本ガウシアンモード( $\ell=0$ )と光渦( $\ell=1$ )それぞれの光だけを、入射させ $\ell=0$ と $\ell=1$ における分離度を測定し、合波させたときの光波の断面の様子を観測した。

## 2. 分離原理

図2.(a)に示すように、同強度の水平偏光(H)と垂直偏光(V)を45度回転させた台形のプリズム(DP:ダブリズム)に対向するように入射すると、透過光の位相分布は相対的に180度回転する。基本ガウシアンモード( $\ell=0$ )やモード $\ell$ が偶数の光渦の場合は180度回転で、発生する位相差は0であるが、 $\ell$ が奇数の光渦の場合は位相差 $\pi$ が発生する。したがってDPの透過光であるHとVを干渉させることにより、 $\ell$ が偶数の時は45度、 $\ell$ が奇数の時は135度偏光が発生する。偏光分離での角度 $22.5^\circ$ のHWPにより $45^\circ$ の直線偏光は垂直偏光となり偏光分離のPBSで反射し、 $135^\circ$ の直線偏光は水平偏光となり偏光分離のPBSで透過する。

### 3.1. 実験内容

実験構成を図2.(b)に示す。光渦生成から出射された水平偏光に対して、 $67.5^\circ$ にした偏光板を用いて、 $45^\circ$ の直線偏光を生成した。DPの角度 $\alpha=45^\circ$ とし、今回は偏光分離でのHWPの角度( $0-90^\circ$ )を変化させながら、偏光分離のPBSの透過方向、反射方向の光強度を測定して、基

本ガウシアンモードと光渦のモード分離精度を測定し、ビーム断面の様子を観測した。

### 3.2. 実験結果

偏光分離のHWPの角度とA(透過強度)、B(反射強度)の光強度のグラフを図3に示す。AとBはそれぞれ正弦波のようなグラフの形となり、それぞれの電力値の和はほぼ一定となった。 $\ell=1$ において、偏光分離のPBSに入射した光電力は $22.5^\circ$ 付近でAが $193\mu\text{W}$ 、Bが $67\mu\text{W}$ でも大きい分岐比は4.6dBとなった。

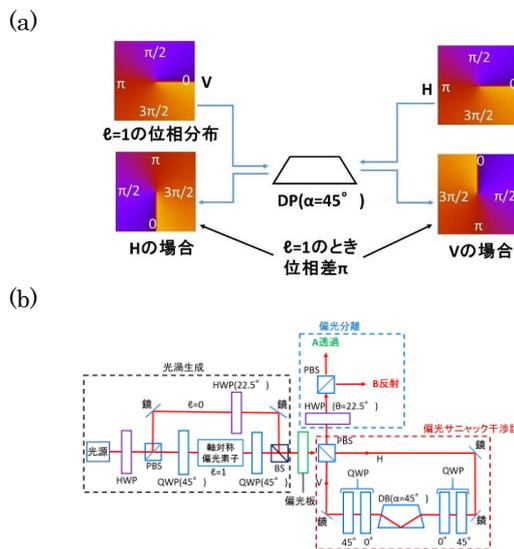


図2. (a)ダブリズムによるビーム断面の位相分布反転、(b)全体実験構成(PBS:偏光ビームスプリッタ、BS:ビームスプリッタ、HWP:1/2波長板、QWP:1/4波長板、DP:ダブリズム、)

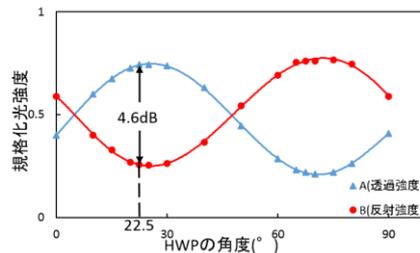


図3. 偏光分離におけるHWPの角度 $\theta$ と $\ell=1$ でのPBSの透過および反射光強度の関係

## 4. まとめ

$\ell=0$ の光波に対して3dB、 $\ell=1$ は4.6dBを得た。さらに分岐比を大きくするには、光渦の生成の精度の向上、ダブリズムと偏光サニャック干渉計内のPBSの角度調整することが考えられる。今後はダブリズムを回転させて光渦成分解析やより多くの光渦の分離を行いたいと考えている。