

## リング光共振器を用いた高次ポアンカレビーム生成手法の提案

Proposal of a scheme for generating higher-order Poincaré beams  
with an optical ring-cavity東大生研<sup>1</sup>, 東大ナノ量子機構<sup>2</sup>, ○林 文博<sup>1</sup>, 太田 泰友<sup>2</sup>, 荒川 泰彦<sup>2</sup>, 岩本 敏<sup>1,2</sup>IIS<sup>1</sup>, NanoQuine<sup>2</sup>, Univ. of Tokyo○Wenbo Lin<sup>1</sup>, Yasutomo Ota<sup>2</sup>, Yasuhiko Arakawa<sup>2</sup>, Satoshi Iwamoto<sup>1,2</sup>

Email: lin-w@iis.u-tokyo.ac.jp

スピン ( $s$ ) と軌道 ( $l$ ) 双方の角運動量を持つ光の状態を視覚化・議論する手法として, 従来のポアンカレ球を拡張した高次ポアンカレ (HOP) 球 [1] が提案されている. HOP 球上の点は  $|s, l\rangle = |\pm 1, \mp l_0\rangle$  の二つの角運動量状態の重ね合わせ状態を表しており, そのような角運動量状態を持つ光を HOP ビームと呼ぶ. HOP ビームはバルク光学系による生成手法が提案されおり [2], モード多重化通信等の応用が期待される [3]. 一方, オンチップ光素子を用いて HOP ビームを生成できればより広範な応用の可能性が拓かれると考えられる. 前回我々は, 微小リング共振器上のカイラル点 (C-point [4]) の並び (図 1(a)) に沿って周期の異なる 2 種類の回折格子を設けると, その遠方界が異なる  $l$  を持つ  $s = \pm 1$  の光の重ね合わせ (フルポアンカレビーム) となることを示した [5]. その知見を基に, 今回我々は, ある  $\mp l_0$  に対して  $s = \pm 1$  の放射光に強度差と位相差を付けて重ね合わせることで狙った HOP ビームを生成する手法を提案する.

半径  $1 \mu\text{m}$  の誘電体リング共振器における次数 12 の whispering galley モード (共振波長  $1.01 \mu\text{m}$ ) を対象に, 数値計算により解析を行った. モード次数と回折格子周期数を揃えた場合, 放射光の全角運動量は 0 となる. 従って, この場合において,  $s = \pm 1$  の放射光はそれぞれ +1 次の HOP 球の北極と南極に相当する (図 1(b)).  $s = \pm 1$  の光をそれぞれ散乱する回折格子の深さとそれらの相対位置の調整により, HOP の北極/南極状態の寄与 (HOP の緯度) とその位相差 (HOP の経度) をそれぞれ制御して HOP 球上の任意の状態を作成できると考えられる. 後者の例として,  $s = \pm 1$  の放射光の位相が同相または逆相となる条件で電磁界計算により遠方界を求めたところ, それぞれ HOP 球の赤道上の点である  $S_2^{+1} = \pm 1$  の偏光状態が生成された (図 1(c)). 回折格子周期数の調整による  $l$  の制御を加えることで, より高次の HOP 状態や次数の異なる HOP 状態の重ね合わせ状態 (混成高次ポアンカレ (HyOP) 状態 [6]) の生成も期待される.

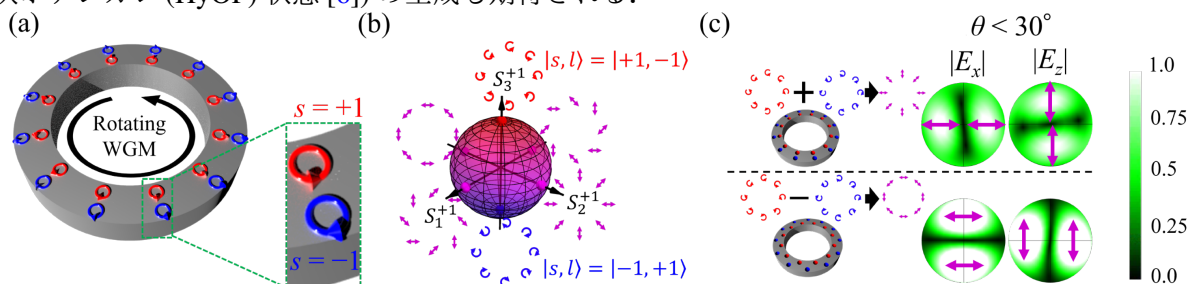


Fig. 1. (a) Some of C-points on a ring cavity. (b) +1 order Poincaré sphere. (c) Calculated far-field profiles exhibiting (top) the  $S_2^{+1} = +1$  and (bottom) the  $S_2^{+1} = -1$  HOP states. The insets show the locations of the gratings.

## 参考文献

- [1] G. Milione *et al.*, Phys. Rev. Lett. **107**, 053601 (2011).
- [2] D. Naidoo *et al.*, Nat. Photonics **10**, 327 (2016).
- [3] G. Milione *et al.*, Opt. Lett. **40**, 1980 (2015).
- [4] R. Coles *et al.*, Nat. Commun. **7**, 11183 (2016).
- [5] W. Lin *et al.*, in *The 80th JSAP Autumn Meeting*, (The Japan Society of Applied Physics, 2018), pp. 21a-143-11.
- [6] X. Yi *et al.*, Phys. Rev. A **91**, 023801 (2015).

謝辞: 本研究は科研費特別推進研究 (15H05700), 同新学術領域研究 (15H05868), 同基盤研究 B(17H02796) により遂行された.