

## 微小光リング共振器による光スキルミオンビームの生成

### Generation of optical skyrmion beam using an optical microring resonator

東大先端研<sup>1</sup>, 慶應大<sup>2</sup>, 東大ナノ量子<sup>3</sup>, 東大生研<sup>4</sup>

○ 林 文博<sup>1</sup>, 太田 泰友<sup>2,3</sup>, 荒川 泰彦<sup>3</sup>, 岩本 敏<sup>1,3,4</sup>

RCAST, Univ. Tokyo<sup>1</sup>, Keio Univ.<sup>2</sup>, NanoQuien, Univ. Tokyo<sup>3</sup>, IIS, Univ. Tokyo<sup>4</sup>

○ W. Lin<sup>1</sup>, Y. Ota<sup>2,3</sup>, Y. Arakawa<sup>3</sup>, S. Iwamoto<sup>1,3,4</sup>

Email: [lin-w@iis.u-tokyo.ac.jp](mailto:lin-w@iis.u-tokyo.ac.jp)

光の持つ性質・自由度をトポロジーの観点から議論することで様々な新奇現象・応用が見出されており、その探索は近年益々盛り上がりを見せている。中でも、偏光の空間分布が示すものとして、トポロジカル状態の中でもとりわけ耳目を集めているスキルミオンの報告が相次いでおり[1-4], 新奇光トラップ等[5]の応用が期待されている。その中で我々は、偏光を表すストークスベクトルの空間分布がスキルミオンで表現できる光スキルミオンビームを、小型かつ安定動作が期待される集積フォトニクス技術を利用して実現する手法を提案した[6]。提案手法では、リング共振器上に2重かつ設計の異なる回折格子を設けることで、偏光・軌道角運動量が共に異なる2種類の光を生成し、その重ね合わせとして同ビームを生成する。その実現には微小な屈折率摂動から成る回折格子を高い位置精度で作製する必要がある。今回、回折格子位置を高度に制御する技術を開発することで提案構造を作製し、光スキルミオンビームの生成に成功したので報告する。

作製したデバイスは高さ220 nm、幅450 nmのシリコン導波路からなるリング共振器(半径3  $\mu\text{m}$ )を基にしている。リング上の周回方向には、2列に配列された浅い穴(半径20 nm)により構成された2重回折格子が設けられている(図1(a))。光学実験において、同デバイスの時計回り whispering-gallery モード(波長1533 nm)を励振しその遠方界放射(図1(b))を評価した。その結果、図1(b)中の破線で示した領域内に着目すると、その空間偏光分布は渦を巻きながら上下が反転するストークスベクトルで表現でき(図1(c))、典型的なスキルミオンとなっていることが分かった。実験的に得られたスキルミオン数(トポロジカル数)は0.98であり、理論値1と良い一致を見せた。同ストークスベクトル場を単位ポアンカレ球上にマップした結果、球面全体を被覆することも観測された(図1(d))。これらの結果は光スキルミオンビーム生成の成功を示すものである。本結果に加え、スキルミオン数の制御にも成功しており、当日はその結果も併せて報告する。

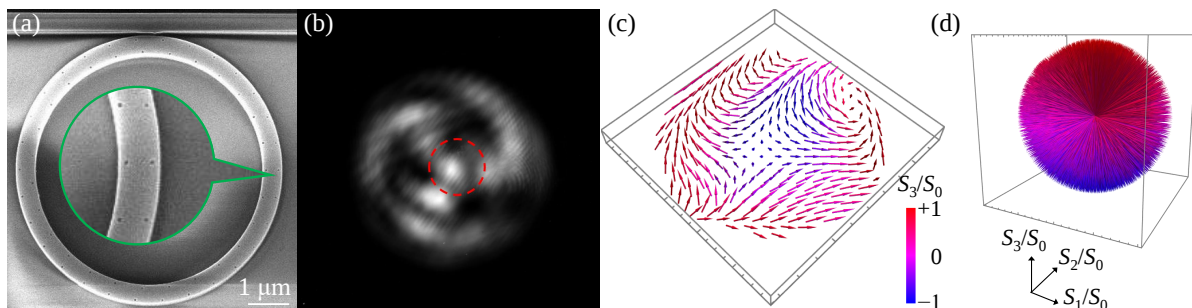


Fig. 1. (a) Scanning electron microscope image of the fabricated ring cavity. 27- and 30-element angular gratings are patterned near the inner edge and the outer edge of the ring, respectively. (b) Far-field image of radiation from the device. (c) Normalized Stokes vector distribution observed within the region indicated by the red dashed line in (b). (d) Projection of Stokes vectors in (c) onto a unit Poincaré sphere.

参考文献: [1] A. M. Beckley *et al.*, *Opt. Express* **18**, 10777 (2010). [2] S. Tsesses *et al.*, *Science* **361**, 993 (2018). [3] L. Du *et al.*, *Nat. Phys.* **15**, 650 (2019). [4] C. Guo *et al.*, *Phys. Rev. Lett.* **124**, 106103 (2020). [5] W. Zhu *et al.*, *Opt. Express* **23**, 34029 (2015). [6] W. Lin *et al.*, *Phys. Rev. Res.* **3**, 023055 (2021).

謝辞

本研究は JST CREST(JPMJCR19T1), JSPS 科研費 特別推進研究 (JP15H05700), 同基盤研究 B(JP17H02796), 同特別研究員奨励費 (JP19J13955) の助成を受けたものです。