

## フルポアンカレ共振器モードとその光力場の解析

## Analysis on a full Poincaré cavity mode and its optical force field

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

光場の中では、その強度勾配に比例する gradient force  $F_g$  とエネルギー流束密度に比例する scattering force  $F_s$  が物質に作用する。これらに加え、不均一な偏光分布を持つ光場においては、偏光状態の回転に比例する curl force  $F_c$  が生じることが近年指摘されている [1]。実際、モード断面にポアンカレ球上の全偏光状態を有するフルポアンカレ (FP) ビームにおいて、 $F_c$  が強く発現することが知られている [2]。今回我々は、フォトニック結晶欠陥共振器において、位相差  $\pi/2$  で重ね合わせた縮退 (磁場) ダイポールモードがフルポアンカレ共振器モードと呼ぶべき状態を形成し、その内部で大きな  $F_c$  が発現することを見出したので報告する。 $F_c$  に着目することで回転運動を取り入れたチップ上光トラップの実現が期待されるとともに、微小共振器による FP ビーム生成 [3] 技術にも新たな展開をもたらすものと期待される。

図 1(a) に解析したフォトニック結晶共振器を示す。周期  $a = 285$  nm, 空孔半径  $r = 0.4a$ , 屈折率 3.4 の誘電体スラブ型三角格子フォトニック結晶に半径  $R = 7.5r$  の空孔欠陥を設けている。解析には 2 次元 FDTD 法を用いた。計算した縮退モードの強度・偏光分布を図 1(b) に示す。モード中心の周囲に全偏光状態が分布していることが図から読み取れる。本モードの電磁界分布から微小物体 (分極率  $\alpha$  で表現) に作用する光力場を計算 [1, 2] した結果、共振器の中心に向かう  $F_g$  (図 1(c)) に加え、中心周りに回転するように  $F_c$  (図 1(d)) が加わることが分かった。力場は相互作用の強さを決める  $\alpha$  の実部および虚部で各々規格化している。なお、 $F_c$  と同じく光吸収 ( $\alpha$  の虚部) を介して相互作用する  $F_s$  は、 $F_c$  よりも数桁小さいため無視出来る。3 次元計算でも同様のダイポールモードが存在することを確認しており、微小な物体を回転させながら共振器中心に捕捉可能な新規微小光トラップの実現が期待される。

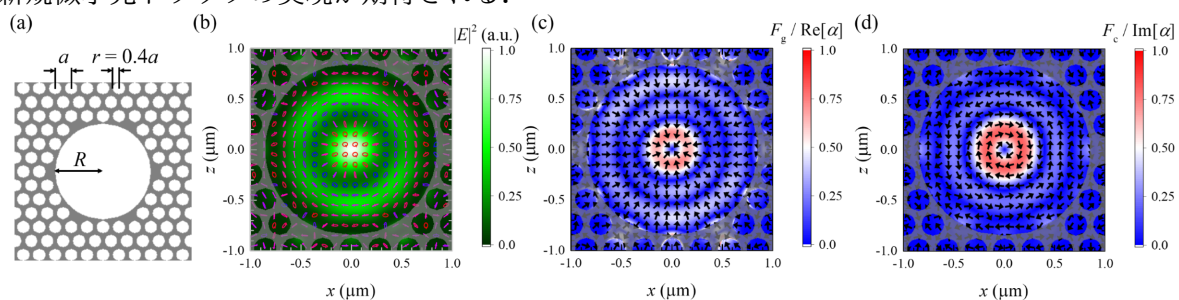


Fig. 1. (a) Schematic of the analyzed photonic crystal cavity. (b–d) Calculated spatial profiles of the (b) field intensity (together with the polarization map), (c) gradient force and (d) curl force of the cavity mode.

## 参考文献

[1] S. Albaladejo *et al.*, Phys. Rev. Lett. **102**, 113602 (2009).[2] L.-G. Wang, Opt. Express **20**, 20814 (2012).[3] W. Lin *et al.*, in *The 80th JSAP Autumn Meeting*, (The Japan Society of Applied Physics, 2018), pp. 21a-143-11.

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。