

2次元フォトリック結晶中に形成された トポロジカルコーナー状態の解析

Analysis on topological corner states formed in two-dimensional photonic crystals

東大ナノ量子機構¹, 東大生研², 〇太田泰友¹, 岩本敏^{1,2}, 荒川泰彦¹

NanoQuine¹, IIS² Univ. of Tokyo, 〇Y. Ota¹, S. Iwamoto^{1,2}, Y. Arakawa¹

E-mail: ota@iis.u-tokyo.ac.jp

はじめに 物性物理学に端緒をなすバンドトポロジーの概念は、フォトリック結晶(PhC)のエンジニアリングに新たな視点を持ち込み、バレーPhC 光導波路やトポロジカルレーザなどの興味深い応用技術を生み出しつつある[1-3]。一方近年、トポロジカル物理においては高次トポロジカル絶縁体が発見された[4,5]。同物理系では、3次元構造の境界において1次元および0次元の、2次元構造においては0次元のエッジ状態が存在する。今回我々は、互いにバンド反転した2次元 PhC における直角状境界を調べ、そこに0次元コーナー状態が存在することを見出したので報告する。同状態は、トポロジカル PhC において光ナノ共振器として動作することが期待される。

電磁界計算 図1(a)に検討した2次元 PhC のユニットセルを示す。GaAs スラブで構成される単位胞中(格子定数 a)にそれぞれ2つの正方形空孔含む(幅 $d_1, d_2 = 0.6a$, $0.2a$)。これらセルは同一 PhC において、縦横半周期ずらしつつセル中心を定義したものである。従って、2つの PhC は共通のバンド構造を有しつつも異なるバンドトポロジー[6]を示し、バンド反転が起きている。それぞれのセルからなる2つの PhC を用いて直線状界面を構成すると、バルクエッジ対応で予言される単一導波モードの存在が確認できた。次に、図1(b)に示すような直角状の境界を構成し2次元有限差分時間領域法により調べたところ、角に局在する定在波モードの存在が分かった。このトポロジカルコーナー状態は、PhC の2次元完全バンドギャップ内部に存在している。同モードの閉じ込め特性など、詳細は当日報告する。

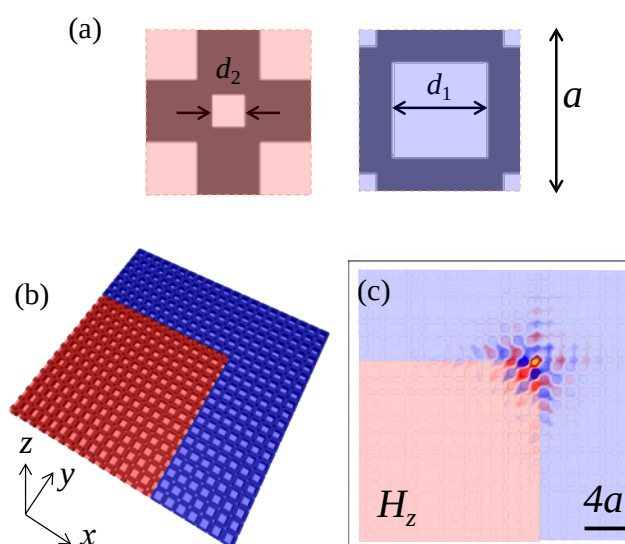


Fig. 1. (a) Two unit cells employed in this study. (b) Schematic of the corner interface formed by the topologically-distinct two PhCs. (c) Simulated magnetic field profile of the localized state at the corner.

元有限差分時間領域法により調べたところ、角に局在する定在波モードの存在が分かった。このトポロジカルコーナー状態は、PhC の2次元完全バンドギャップ内部に存在している。同モードの閉じ込め特性など、詳細は当日報告する。

参考文献 [1]最近のレビュー論文として T. Ozawa et al., arXiv:1802.04173 (2018). [2]我々の報告として Y. Ota, et al., CLEO STh3A.4 (2018)および[3]山口他 前回応物 20p-C301-2 (2018). [4]M. Serra-Garcia, et al., Nature 555, 342 (2018). [5]C. W. Peterson, et al., Nature 555, 346 (2018). [6]F. Liu et al., Phys. Rev. B. 97 035442 (2018).

謝辞 有益なご議論を頂いた初貝安弘教授、若林克法教授、Liu Feng 博士に感謝する。本研究は科研費特別推進研究(15H05700),同補助金(17H06138),新学術領域研究(15H05868)により遂行された。