

全誘電体三次元カイラルフォトニック結晶における マイクロ波領域トポロジカルエッジ状態の観測

Demonstration of Topological Edge States in a Microwave Regime in All-Dielectric Three-Dimensional Chiral Photonic Crystals

◎(B)玉置 爽真¹、高橋 駿¹、山下 兼一¹、山口 拓也¹、上田 哲也¹、
初貝 安弘²、荒川 泰彦³、岩本 敏^{3,4}

(1. 京工織大、2. 筑波大院数理、3. 東大ナノ量子機構、4. 東大生研)

◎Souma Tamaki¹, Shun Takahashi¹, Kenichi Yamashita¹, Takuya Yamaguchi¹, Tetsuya Ueda¹,
Yasuhiro Hatsugai², Yasuhiko Arakawa³, Satoshi Iwamoto^{3,4}

(1. Kyoto Inst. of Tech., 2. Grad. Sch. Pure Appl. Sci., Univ. of Tsukuba,
3. NanoQuine, Univ. of Tokyo, 4. IIS, Univ. of Tokyo)

E-mail: shuntaka@kit.ac.jp

トポロジカルエッジ状態は、バンドトポロジーの異なる物質の界面において、無散逸で構造揺らぎに強い伝導チャネルとなるため、電子や電磁波に対する効率的な伝送応用が期待されている。特に電磁波の三次元的な導波に関しては、波長程度の周期をもつ三次元構造の複雑性のため、マイクロ波領域での実証が多い[1, 2]が、いずれの報告も構造内部に金属を含むため伝送損失が大きいと考えられる。本研究では、誘電体のみで構成された三次元カイラルフォトニック結晶 (PhC) [3]を作製し、その空気界面におけるトポロジカルエッジ状態を、世界で初めてマイクロ波領域で実証した。

試料はマイクロ波に対して比誘電率 10 の誘電体基板 (厚さ 3.2 mm) を切削加工して、17.4 mm 周期のストライプ構造 (Fig. (a)) を 60°面内回転させながら 30 層積層した構造である (Fig. (b))。この左巻きのカイラル PhC に対して、大気中で 5.24 GHz のマイクロ波を構造左端の中央の高さから点光源的に入射し、構造の上表面で強度を検出したところ、Fig. (c)のように構造左端を導波するエッジ状態を観測した。一方で、構造右端より入射した場合は、明瞭なエッジ状態が観測されなかった。さらに、右巻きのカイラル PhC に対しても測定を行ったところ、エッジ状態は構造右端にのみ観測された。これらは、数値計算によるトポロジカルエッジ状態の特性[3]と一致した。

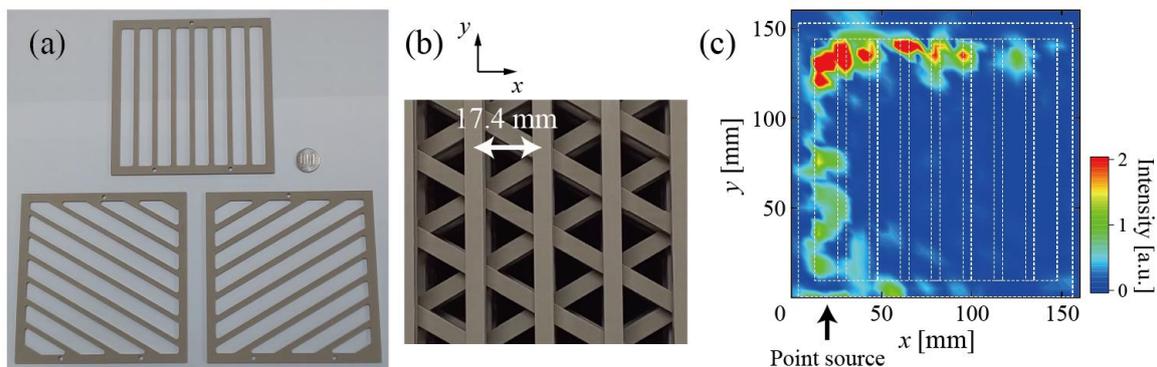


Fig. Photos of each patterned plate with a 100-yen coin (a) and the stacked 3D chiral PhC having a left-handed chirality (b). (c) Measured microwave intensity at the surface of the PhC. The dotted lines represent the pattern of the top plate.

謝辞: 本研究は JSPS 科研費特別推進研究 15H05700, 新学術領域研究 15H05868 および 26247064, 16K13845, 16H06085, 17H06138, 18K18857 により遂行された。

参考文献: [1] W.-J. Chen, *et al.*, Nat. Commun. **7**, 13038 (2016), [2] B. Yang, *et al.*, Nat. Commun. **8**, 97 (2017), [3] S. Takahashi, *et al.*, JPSJ **87**, 123401 (2018), 高橋駿, 他, 応用物理学会学術講演会, 春季第 64 回 15p-E205-4