

ライトライン下にヘリカルエッジ状態を有する 光トポロジカル絶縁体の検討

Optical topological insulators supporting helical edge states below light line

東大先端研¹、東大生研²、東大ナノ量子機構³、西安交通大⁴

○岩本敏¹⁻³、張成昆^{2,4}、太田泰友³、荒川 泰彦³

RCAST, Univ. of Tokyo¹, IIS, Univ. of Tokyo², NanoQuine, Univ. of Tokyo³, Xi'an Jiaotong Univ⁴

○S. Iwamoto¹⁻³, C. Zhang^{2,4}, Y. Ota³, and Y. Arakawa³

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

バレーフォトニック結晶(VPhC)や光トポロジカル絶縁体(PTI)などの界面に現れるトポロジカルエッジ状態を用いた光導波路は、曲げや構造揺らぎに強い光伝搬を可能にするため、集積フォトニクスへの応用が期待されている¹。PTIでは、VPhCと異なり、トポロジカル絶縁体のエッジ状態に相当するヘリカルエッジ状態が活用できるという特徴がある。しかし、広く検討されているバンド折返し機構に基づくPTI²⁾ではエッジ状態がライトラインより高周波数領域に存在するため、光導波路への応用には適さない。今回、トポロジカルフォノニクスにおける最近の報告³⁾を参考に、ライトラインの下にヘリカルエッジ状態を有するPTI構造を検討したので報告する。

検討した構造は、誘電体(屈折率3.4)に形成された正方格子PhC(周期 a)で、一辺が L_1 および L_2 の正方形空気孔を各2つ持つ単位胞(Fig1.(a))で構成されている。この構造に対するフォトニックバンド構造(TE偏光)をFig. 1(b)に示す。 $L_1=L_2$ の場合(黒破線)にM点に存在する4重縮退モードが、 $L_1 \neq L_2$ の場合(赤実線)には2つの2重縮退モードに分裂しバンドギャップを形成する。このとき、Fig. 1(a)の2つの構造は、同じバンド構造を持つものの、M点バンド端モードの電磁場分布パリティが反転しており、互いにバンド反転している。その結果として、2つの構造の界面に形成されるエッジ状態はライトラインの下でヘリカルエッジ状態に典型的な交差した分散関係を示すことがわかった(Fig. 1(c))。三次元計算も含めた詳細は当日報告する。

謝辞: 本研究はJST-CREST JPMJCR19T1 科研費特別推進研究 15H05700, 基盤研究 S 17H06138 などにより遂行された。

参考文献: [1] 例えば、我々からの報告として T. Yamaguchi *et al.*, Appl. Phys. Express, **12**, 62005 (2019) [2] L. -H. Wu and X. Hu, Phys. Rev. Lett. **114**, 223901 (2015). [3] X. Zhang *et al.*, Nat. Phys. **15**, 582 (2019).

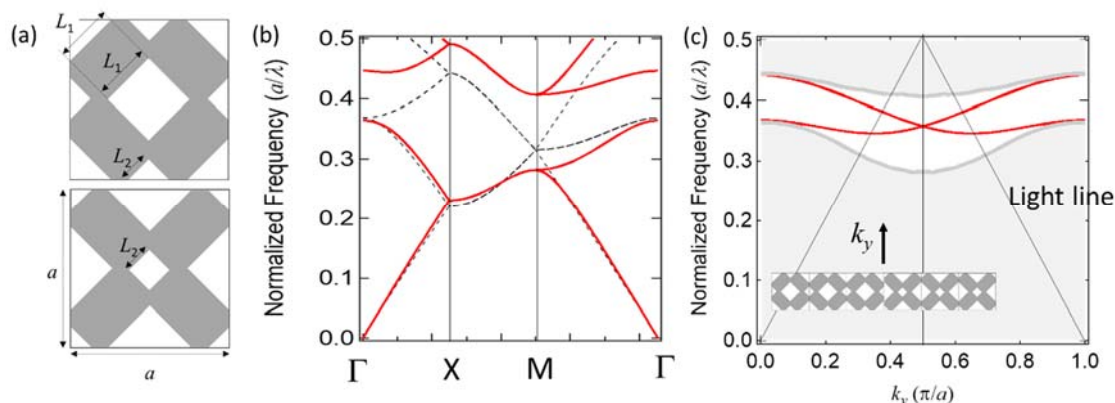


Fig. 1: (a) Unit cell structures with four square air holes. (b) Band structures for the structures with $L_1=L_2=0.325a$ (black broken curves) and with $L_1=0.45a$ and $L_2=0.2a$ (red curves) calculated by 2D plane wave expansion method. (c) Edge-mode dispersions along the interface. The inset shows the interface formed by the two structures shown in (a).