

# 一次元フォニック結晶におけるトポロジカル境界状態の 単一モード性に関する検討

## Analysis of single-mode characteristics of topological interface states in one-dimensional phononic crystals

○金 仁基<sup>1</sup>, 岩本 敏<sup>1,2</sup>, 荒川 泰彦<sup>1,2</sup> (1. 東大生研, 2. 東大ナノ量子機構)

○Ingi Kim<sup>1</sup>, Satoshi Iwamoto<sup>1,2</sup>, Yasuhiko Arakawa<sup>1,2</sup>

(1. IIS, Univ. of Tokyo., 2. NanoQuine, Univ. of Tokyo.)

E-mail: kim-ingi@iis.u-tokyo.ac.jp

[はじめに]バンドギャップのトポロジカルな性質が異なる 1次元フォニック結晶(Phononic Crystal, PnC)境界に現れる音波の局在状態は、共振器として機能するため様々な応用展開が期待できる[1]。今回は、シリカ一次元 PnC を用いて、固体構造で初めて弾性波に対するトポロジカル境界状態の観測に成功している[2]。今回、同構造におけるトポロジカル境界状態の単一モード性について解析し、バンドギャップ幅に依存しない単一モードトポロジカル境界状態の存在を確認するとともに、複数のバンドギャップにおいて単一トポロジカル境界状態が同時に実現可能であることを見出したので報告する。

[結果] 解析した構造のモデルを Fig. 1(a)に示す。モデルは、 $x$  軸方向に周期性(周期  $D=16$  mm)を有し、異なる構造パラメータを持つ単位セルU1 とU2からなる二つの 1次元 PnC (各 10 周期) から構成されている。二つの PnC がトポロジカルな性質の異なる共通バンドギャップを有するとき、バルク-エッジ対応より接合部分に局在したトポロジカル境界状態が一つ表れる。Fig. 1(b)は、単位セルの構造パラメータの調整により共通バンドギャップ幅を変化させた場合の、境界モードの周波数を示したものである。バンドギャップが完全に閉じない限りそのトポロジカルな性質は維持されるため、境界状態(赤点)は常にギャップの中で単一モードとして存在することがわかる。また、Fig. 1(a)の構造をスーパーセルとして計算したフォニックバンド構造を Fig. 1(c)に示す。トポロジカルな性質が異なる共通バンドギャップ領域(緑色)の各々において、接合境界に局在したトポロジカル境界状態(赤線)が一つのみ存在することがわかる。これらの結果は、トポロジカルな性質の異なる共通バンドギャップには、その周波数や幅に関わらず、単一局在モードを実現出来ることを示すものである。通常の欠陥型共振器における局在状態との比較については、当日報告する。

謝辞: 本研究は科研費・挑戦的萌芽研究(26630147)、特別推進研究(15H05700)、基盤 S(17H06138)、科研費(17J09077)および公益信託小野音響学研究所助成基金により遂行された。[参考文献] [1] M. Xiao *et al.*, Nat. Phys. **11**, 240 (2015) [2] I. Kim, S. Iwamoto and Y. Arakawa, Appl. Phys. Express **11**, 017201 (2018).

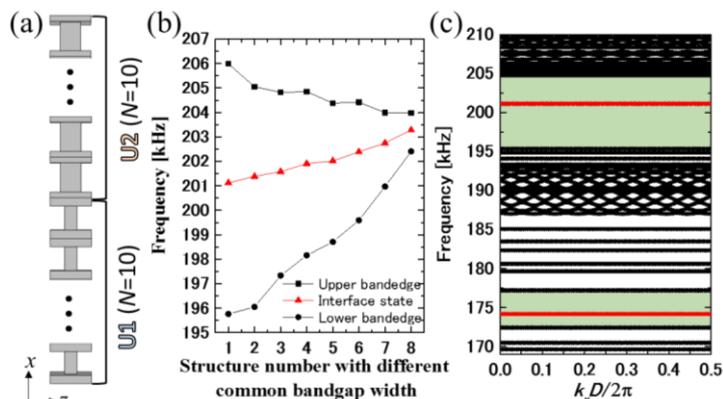


Fig. 1. (a) Schematic of topological 1D PnC. (b) Common bandgap width dependence of different connected structures with distinct topological properties near 200 kHz. (c) Calculated phononic band structures. The green regions and red curves indicate common phononic bandgaps of each component PnC and topological interface modes, respectively.