

光弾性法によるトポロジカルフォノニック共振器のモード分布観測

Measurement of Mode Distribution of Topological Phononic Cavity Using Photoelasticity

○金 仁基¹, 岩本 敏^{1,2}, 荒川 泰彦^{1,2} (1. 東大生研, 2. 東大ナノ量子機構)

○Ingi Kim¹, Satoshi Iwamoto^{1,2}, Yasuhiko Arakawa^{1,2}

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

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

フォノニック結晶(Phononic Crystal, PnC)は弾性特性の異なる材料や構造の周期構造で、音波や弾性波の高度な制御を可能にする構造として注目されている。バンドギャップのトポロジカルな性質が異なる1次元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]。我々は、シリカ1次元PnCを利用し、透過スペクトルの測定から固体構造では初めてとなる弾性波に対するトポロジカル境界状態の観測に成功した[2]。今回、光弾性法を用いてトポロジカル境界状態が誘起する複屈折に起因する位相遅延の空間分布を測定することで、トポロジカル境界状態の実空間局在性を直接観測することに成功したので報告する。

Figure 1(a)に測定したサンプルおよび実験系を示す。サンプルは x 軸方向に周期性(周期 $D=16$ mm)を有する二つの1次元PnCから構成される。異なる構造パラメータを持つ各単位セルをU1とU2とし、それぞれ4周期の構造が接合した構造となっている。各単位セルからなる二つのPnCのバンドギャップは異なるトポロジカルな性質を持っているため、接合部分の境界に局在した弾性波モードが存在する。PZTでそのモード(~ 202 kHz)を励振させ、光弾性効果により生じる弾性波誘起の歪に起因する複屈折を光の偏光変化として観測した[3]。各偏光成分(x と z 方向)間に生じる遅延の空間分布を Fig. 1(b)の x 軸方向に示した黄色い破線に沿ってステージを移動させながら測定した。Figure 1(b)と(c)はそれぞれ計算された zx 平面上の遅延分布と破線に沿った測定結果を示す。遅延の相対的な大きさは計算結果と一致し、境界で最大となり境界から左右2周期内ではほとんど減衰していることがわかる。これによりトポロジカル境界状態の局在特性が確認できた。

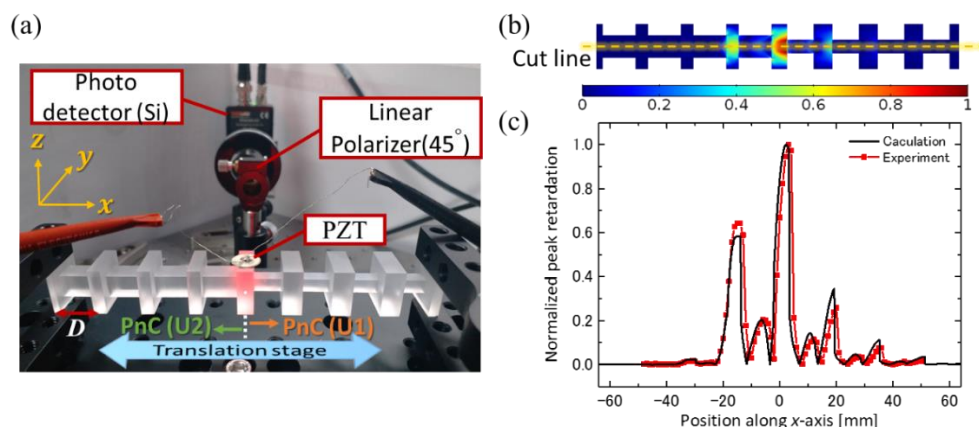


Fig. 1. (a) Experiment setup for photoelastic measurement of joined PnC structure between U1 and U2, which have topologically different bandgap. (b) Calculated normalized retardation distribution in zx -plane. (c) Line distribution of retardation along yellow broken line of (b). Black and red line show calculation and experiment result, respectively.

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] 金 仁基、岩本 敏、荒川 泰彦、第 64 回応用物理学会春季学術講演会, 15p-E205-7 (2017). [3] I. Kim, S. Iwamoto, Y. Arakawa, 21st Microoptics Conference (MOC'16), 12B-5, Berkeley, California, USA, Oct. 12 - 14, (2016)