

## フォニック構造を用いたトポロジカル音響導波路と 非相反伝搬機構の設計

### Design of Topological Acoustic Waveguide and Non-reciprocal Wave Propagation using Phononic Structures

岡山大院自然<sup>1</sup> 鶴田健二<sup>1</sup>

Okayama Univ.,<sup>1</sup> Kenji Tsuruta<sup>1</sup>

E-mail: tsuruta@okayama-u.ac.jp

異種材料の周期配列からなるフォニック結晶(PnC)を適用する弾性波伝播の制御は可聴域(kHz)から極超音波(GHz)まで幅広い周波数帯で可能になりつつある。バンド分散の制御性と伝搬効率の向上は、電子や光デバイスとの複合化など次世代デバイスの実現に寄与する。本講演では、PnCのフォノンバンド設計による、トポロジカル音響導波路の設計・評価[1]と、ヘテロ PnC 構造に基づく音波・弾性波の非相反性発現機構設計に関する取組[2,3]を紹介する。

音響トポロジカル絶縁体は、バンドギャップを挟んで2つの異なるバンドトポロジを持つ音響構造体で、その界面・表面にはトポロジカルに保護された局在伝搬モードが形成され、疑2次元系では  $C_{3v}$  対称性を持つ単位胞からなる PnC 構造で、スピン型ないしはバレー型のトポロジカル転移点でエッジモードが形成される。様々な形状の単位胞構造が提案されているが、我々は集積化や動的制御などデバイス応用上の観点から、作製が容易な円形のサブユニットを3回対称形に配置する構造を提案している。3本柱の3回対称配置を上下に向き合わせる界面に基づく最も単純な2次元導波路で、損失の極めて少ない透過特性が得られることが分かってきた[1]。また配置の連続変形を用いれば、トポロジカルに保護された音波・弾性波の遅延線の実現も可能である。講演ではさらに、動的な配置変更による再構成可能な導波路や表面弾性波デバイスへの適用についても議論する。

一方、時間空間反転非対称な構造による音波・弾性波の非相反伝搬はエネルギー輸送制御やダイオード、スイッチなどの新しいデバイス応用に繋がる。我々は、異なる構造特性を持つ2種類のヘテロ PnC 構造を用いて、入出力の反転に対して一方向のみの伝搬を許すいくつかの機構を提案[2,3]し、数値実験並びにプロトタイプ実験を行っている。本講演では、特に、周期構造を埋め込んだ2種類の薄板上のラム波の伝搬モードをフォノンバンドから設計する手法とその試作・評価[3]について紹介する。

これらの研究は岡山大学大学院生（岩崎祐平，真鍋健輔，浅田翔太，奥野兼至）ならびに石川篤助教（当時）との共同研究による成果である。また、本研究の一部は科学研究費補助金(課題番号 17K19035)の支援により行われた。

参考文献：

[1] K. Okuno & K. Tsuruta, *JJAP* **59**, SKKA05(2020).

[2] A. Ishikawa & K. Tsuruta, *JJAP* **57**, 07JB01(2017).

[3] K. Tsuruta *et al.*, *Proc. IEEE-IUS2018*, 8579922 (2018); Y. Iwasaki *et al.*, *JJAP* **55**, 07KB02 (2016).