

樹脂製フォノニック結晶による超音波エネルギー輸送・収穫： 負の屈折と音響レンズ効果

Phononic Crystal made of Plastics for Ultrasonic Energy Transmission and Harvesting:

Negative Refraction and Acoustic Lens Effect

岡山大院自然 ○田所 正昭, 高見 裕文, 羽井佐 浩気, 鶴田 健二, 藤森 和博, 深野 秀樹

Okayama Univ., °M. Tadokoro, H. Takami, H. Haisa, K. Tsuruta, K. Fujimori, H. Fukano

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

硬さや密度が異なる複数の材料を周期的に並べた人工結晶“フォノニック結晶”が注目されており, 周期系物質の一般的性質であるバンドギャップの存在を利用して特定の周波数帯の音波を遮断するフィルターや高効率の導波路など, 弾性波・音波の制御へ応用されている. さらに近年, 界面における“負の屈折”現象[1]や非一様な構造によって与えられる実効的な屈折率勾配(GRIN)[2]を利用することで, 凸型やパラボラ型の構造なしで全方向の到来波を焦点化し, 音波を輸送媒体とするエネルギー伝送・収穫デバイスの実現が期待されている. 本研究では, フォノニック結晶による負の屈折現象と音響レンズ効果を利用する超音波エネルギー輸送デバイスの開発を目指している.

我々はこれまで, 時間領域差分(FDTD)法に基づく計算機シミュレーションならびに水中超音波実験により, 水中に配置した金属棒の周期構造による1MHz 付近の超音波の“負の屈折”現象の実証と音響レンズ効果の最適化[3]を行った. この知見をもとに, より軽量・小型で製作が容易な樹脂素材による周期構造を設計した. まず, フォノンバンド計算により, 1.2MHz 付近においてバンドギャップを持ち, かつ 1.5MHz 付近において負の屈折が起こることを示唆する M 点での凸型バンド構造を持つ周期構造を見出した. また, FDTD シミュレーションにおいても金属棒の周期構造と同様な音波遮断効果(図 1)ならびに負の屈折効果(図 2)が得られることを確認した. 講演では, これらの解析の詳細と, 3D プリンタによって作成した樹脂製フォノニック結晶による実験的検証, ならびに入射波の焦点化にむけた検討も報告する.

[1] L. Feng *et al.*, *Phys. Rev. B* **72**, 033018 (2005)

[2] 菅野祐輔, 鶴田健二, 藤森和博, 深野秀樹, 野木茂次, *電気学会論文誌C* Vol. 132, 686 (2012)

[3] Y. Kasai *et al.*, *Jpn. J. App. Phys.* **50**, 067301 (2011)

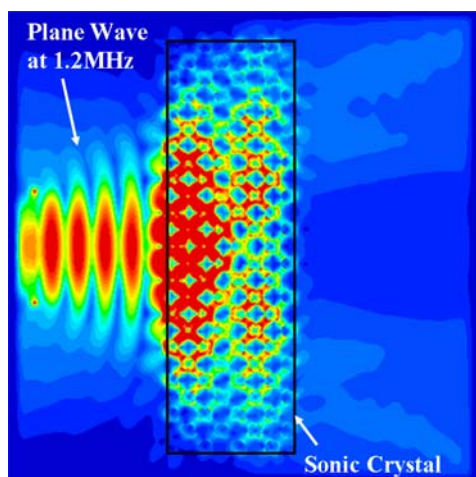


図 1: フォノニック結晶による音波遮断

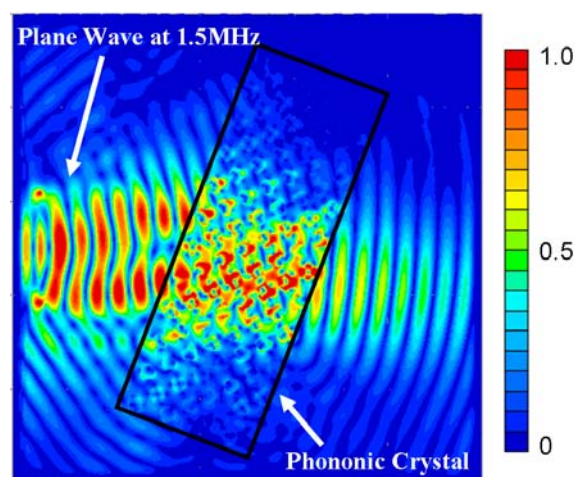


図 2: フォノニック結晶による負の屈折