

音響メタマテリアルによる超音波の指向性制御 Directivity Control of Ultrasound Using Acoustic Metamaterials

○杉本大河¹, 岸本誠也², 大貫進一郎²*Taiga Sugimoto¹, Seiya Kisimoto², Shinichiro Ohnuki²

Abstract: In recent years, therapeutic techniques using ultrasound have been attracting attention due to low impact on human bodies. However, high directivity and high intensity ultrasound is required to target deep body site. In addition, existing devices cannot always provide sufficient results, since the body has a unique composition such as bone and fat. We will propose the directivity control of ultrasound using, acoustic metamaterials and realize compact, quick, and inexpensive custom-made equipment.

近年、超音波を利用した治療技術は人体への影響が少ないことから注目されている。しかし、人体深部への治療には高強度で高指向性の超音波が必要となる。また、骨や脂肪など患者固有の体組成によっては、既存の機器では十分な治療結果を得られない場合がある。そこで、患者一人一人に向けたオーダーメイド型治療機器の実現を目的として、小型で迅速かつ安価に作成が可能な音響メタマテリアル^[1]による超音波の指向性制御を検討している。

本報告では、音響メタマテリアルによる超音波の指向性制御を評価する方法にFDTD (Finite-Difference Time-Domain) 法^[2]を用いる。この手法は、運動方程式及び連続式で与えられる支配式を時間と空間に差分化し、音場解析を行う。図1の二次元解析モデルにおいて、音響メタマテリアルを剛壁の間に設置する。波源としてx方向に進行する平面波を与え、音響メタマテリアル通過後の超音波伝搬をシミュレーションにより解析する。この際、音響メタマテリアルを透過した超音波が解析領域端に、反射しないようPML (Perfect Matched Layer)^[3]を設定した。指向性の評価は、円状に配置した観測点により行う。音響メタマテリアルとして縦型スリット構造とその比較として正方形柱を周期的に配置し、音響メタマテリアルの形状による指向性の変化を評価する。

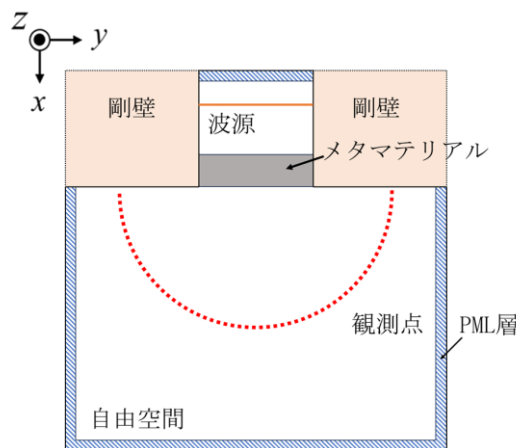


Figure1. 二次元音場解析モデル

参考文献

- [1] Nansha Gao, Xinyu Guo, Jie Deng, Baozhu Cheng : "Acoustic Metamaterial for Noise Reduction: A Review", ADVANCED MATERIALS TECHNOLOGIES, vol. 7, No. 6, pp. 2100698-1-2100698-23, 2022.
- [2] 豊田政弘 : 「FDTD 法で見る音の世界」, コロナ社, pp. 2-15, 2015.
- [3] Xiaojun yuan, David T. Borup, James W. Wiskin, Michael J. Berggren, Steven A. Johnson: "Formulation and Validation of Berenger's PML Absorbing Boundary for the FDTD Simulation of Acoustic Scattering", IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control, vol. 44, No. 6, pp. 816-822, 1997.

1 : 日本大学・学部・電気 2 : 日本大学・教員・電気