

令和元年6月19日現在

機関番号：12601

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2017～2018

課題番号：17K18920

研究課題名（和文）パラメトリックスピーカを用いた境界条件の現場計測に基づく完全音場モデリング

研究課題名（英文）Sound field modelling on the basis of in-situ measurement of boundary conditions using a parametric loudspeaker

研究代表者

坂本 慎一（Sakamoto, Shinichi）

東京大学・生産技術研究所・教授

研究者番号：80282599

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 4,700,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、狭指向性の音波を発するパラメトリックアレイスピーカを音源として用いることにより音波を限定されたエリアに集中させ、対象とするエリア以外からの回折音や反射音の影響を排除することにより高精度な音響特性計測を実現することを目的とする。その際に障害となる、強力超音波に起因する擬音の影響を低減する手法としてフォノンニック結晶による物理的音響フィルタの応用、及び位相反転信号の利用の2つの方法について検討を行い、その効果を検証した。本研究で提案した手法を用いて多孔質吸音材料の斜め入射吸音率の測定を行い、測定精度及び適用範囲を検証した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、新しい音響デバイスであるパラメトリックアレイスピーカの特性を利用して、材料の音響特性を精度よく計測する手法を提案した。空間の音響性能は、騒音のうるささや空間の情報伝達性能に大きく影響する。そのため、空間の音響性能を適切に保つために、空間を形作る材料の音響特性を適切に把握することが極めて重要となる。本研究で開発した計測法は、そのような材料の音響特性を、実験室であっても、実際の現場であっても正確に計測することができる。

研究成果の概要（英文）：In this research, accurate measurement method of sound absorption characteristics of materials by using a parametric array speaker, which can radiate test signal on target material with a limited area, was experimentally investigated. In the measurement using a parametric array speaker, negative effect of pseudo sound should be treated. Therefore, two methods, the one is application of phononic crystals as a physical acoustic filter and the other is the phase-cancellation method, were experimentally examined and their effects were confirmed. Using the method proposed in this research, normal and oblique-incidence surface acoustic impedance of porous materials was measured, and the measurement accuracy and scope of application were verified.

研究分野：環境音響工学

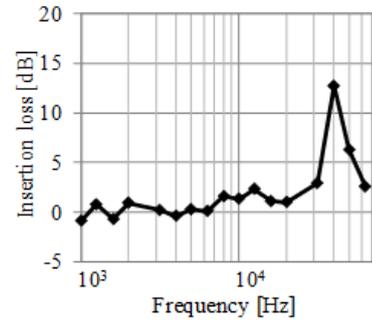
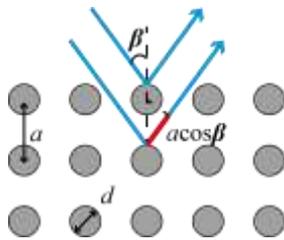
キーワード：パラメトリックアレイスピーカ 音響インピーダンス計測 音場モデリング 現場測定



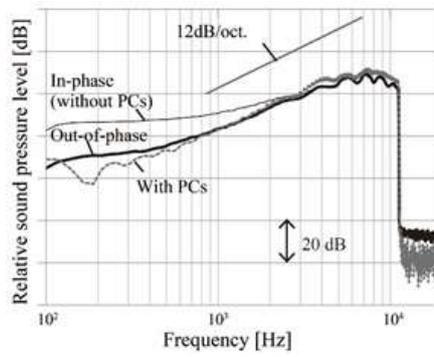
$\beta$

$$f_c = \frac{nc}{2a \cos \beta} \quad (1)$$

8Z 8bMSW 2GM PCs(W320×H320×D38 mm<sup>3</sup>)BKS  
 Gb PCs bW 3GM 40 kHz [(U 13 dB b)

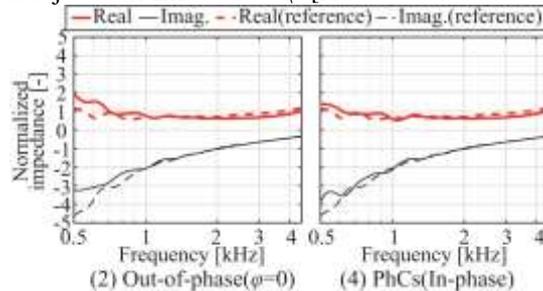


W 1 □ W 2 8 □ □ □ PCs(a=4 mm, d=2 mm) □ 3 B PCs □  
 ) □

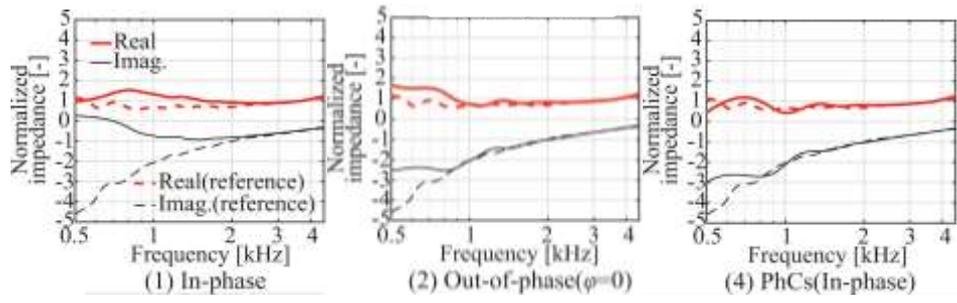


□ 4 B

64 \* 180 2MnK8b 5) [14  
 180 68IOZUMG[8b3HVb28b#UMm2fLKS  
 cG (m K2M8b /08K\* )639Q WZ  
 p3HVb28b108bs8jb3M0aS  
 G€ 2M28b3MM6 06MS855b) PCs 8e PCs cw8bl  
 1/4 a 8KKS \* 80 mm bl(8S 09W 4 GM 8E 8IE  
 8b6Q b@ # = \$c 12 dB/Oct.b4A † GM 1E  
 • 8bP8W pb In phase> 1 kHz Vb88 1 To  
 Wbljbs8jD 10 PCs (8Sce Wpb With PCs>  
 g)639Q pb Out of phase> 1 kHz Vbba B [ 4A@ 12  
 dB/Oct.WZ \* 8bbs8j 3M8E N [A•



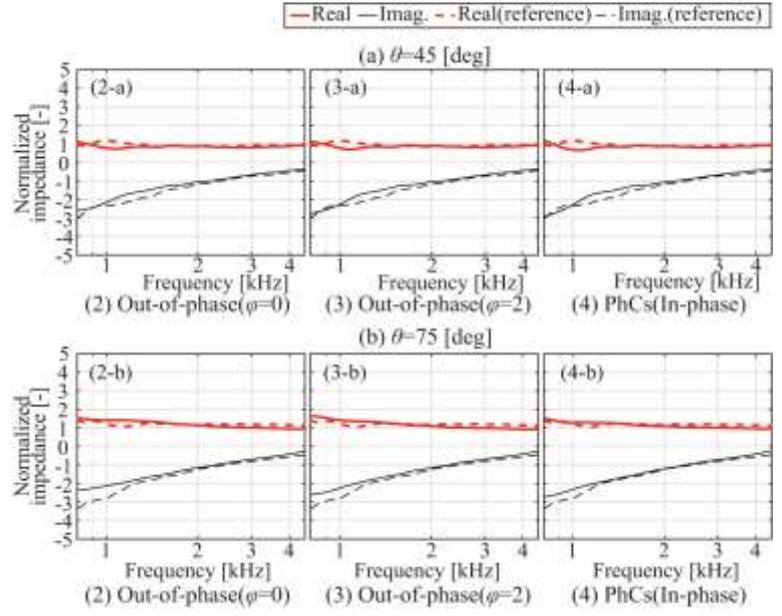
W 5 180™1800 mm<sup>2</sup> bbb8b8j0€



W 6 900<sup>TM</sup>900 mm<sup>2</sup> b 15 mm 96 kg/m<sup>3</sup> I

(2) Reference  
 96 kg/m<sup>3</sup> I 15 mm > PK (KZKS)  
 700 Hz > b 0.700 Hz > Reference CMK (KZKS)  
 Out of phase > b 0.700 Hz > Reference CMK (KZKS)  
 900<sup>TM</sup>900 mm<sup>2</sup> b 15 mm 96 kg/m<sup>3</sup> I  
 Out of phase > PCs Ste 5 μM  
 800 Hz > b 0.800 Hz > Reference \ 800  
 900<sup>TM</sup>900 mm<sup>2</sup> b 15 mm 96 kg/m<sup>3</sup> I

(3) Reference  
 96 kg/m<sup>3</sup> I 15 mm > PK (KZKS)  
 75 Hz > b 0.75 Hz > Reference CMK (KZKS)  
 Out of phase > PCs Ste 5 μM  
 1,800<sup>TM</sup>1,800 mm<sup>2</sup> b 15 mm 96 kg/m<sup>3</sup> I  
 Reference b 1,800 Hz > Reference CMK (KZKS)  
 900<sup>TM</sup>900 mm<sup>2</sup> b 15 mm 96 kg/m<sup>3</sup> I



W 7 15 mm 96 kg/m<sup>3</sup> I  
 900<sup>TM</sup>900 mm<sup>2</sup> >

[1] Kamakura et al., Proceedings of Acoustics 2008, Paris, 4367-4372, 2008

Akiko Sugahara, Hyojin Lee, Shinichi Sakamoto, Shigeto Takeoka, Measurements of acoustic impedance of porous materials using a parametric loudspeaker with phononic crystals and phase-cancellation method, Applied Acoustics, Peer-reviewed (Original paper), Vol. 152, 54-62, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2019.03.019>

6 6

- (1) S, U, M, B, P, pp.105-106, 2018.10.
- (2) in-situ, 2018, pp.235-238, 2018.9.
- (3) U, M, J, B, P, 2018, pp.625-626, 2018.9.
- (4) Akiko Sugahara, Hyojin Lee, Shinichi Sakamoto, Shigeto Takeoka, A Study on In-Situ Method of Measuring Acoustic Properties of Materials by using a Parametric Loudspeaker - Reduction of Pseudo Sound due to High Pressure Ultrasound, Proceedings of Inter-noise 2018, pp.1-12, 2018.8
- (5) N-2018-13, 1-8\* 2018.2.
- (6) M, B, K, S(8b8j) 2017, 1061-1062\* 2017.9.
- (7) M, J, B, S(8b8j) 2017, pp.337-338, 2017.9.
- (8) Akiko Sugahara, Hyojin Lee, Sakamoto Shinichi, Shigeto Takeoka, A study on the measurements of the absorption coefficient by using a parametric loudspeaker, Proceedings of Inter-Noise 2017, Hong-Kong, pp.2401-2409, 2017.8.

4> 6)E

- (1) E. E. M P 8 Sakamoto Shinichi d 3/4 U 4 S 8 P E 8 M E. SF 80282599
- (2) E. E. B P 8 Takeoka, Shigeto d 7# E 4 S 8 P E 8 M E. SF 30514468
- (3) E. S. E. No E P 8 Sugahara, Akiko