

## 2023年10月度 建築音響研究会 開催報告

10月度研究会はオンラインで開催いたしました。テーマ「音響材料・メタマテリアル」において6件の研究発表が行われました。研究発表では、「A simply designable microslit-embedded acoustics metasurface absorber」, 「複数回折り畳まれたネックを有する共鳴器の音響メタサーフェスへの応用」, 「透明音響メタマテリアル吸音材 iwase mi を用いた会議室の残響低減量の実測とその推定手法」, 「CNF（セルロースナノファイバー）を積層したフェルトの吸音性能に関する研究」, 「Locally resonant 型音響メタマテリアルの遮音材料への適用」, 「波動ブラックホールを有する構造物の制振特性と防音特性」の6題について幅広い議論が行われました。41名の皆様にご参加いただき、大変活発な質疑討論が行われ有意義な研究会となりました。

今後とも引き続き、積極的な話題提供と研究会への多数のご参加をお願い申し上げます。

### ■開催概要

日 時 : 2023年10月12日(木) 13:00~17:50

場 所 : オンライン

議 題 : 音響材料・メタマテリアル

発表件数 : 研究発表6件

参加者 : 41名

■発表題目および内容概要（テーマ：音響材料・メタマテリアル）

※以下の概要は建築音響研究会資料の「内容概要」から転載したものです。

1. A simply designable microslit-embedded acoustics metasurface absorber

Takeshi Okuzono (Kobe University)

**Abstract** This paper proposes acoustic metasurface (AMS) sound absorbers, designated as MeAMS absorbers, to provide a bandpass filter-shaped near-perfect absorption with sub-wavelength thickness. It is coupled microslit resonators with gradually decreasing sizes in respective component resonators, using the weak resonance coupling effect among the component resonators. The prediction theory of the present AMS absorbers is also proposed, including two design methods to determine the dimensions of component resonators. The theory for single microslit AMS absorbers is verified with FEM simulation using thermoviscous boundary layer impedance boundaries and further validated using impedance tube measurements. The theoretical predictability and sound absorption tunability of MeAMS absorbers are demonstrated using four 3D-printed samples.

2. 複数回折り畳まれたネックを有する共鳴器の音響メタサーフェスへの応用

中西 伸介（広島工業大学）

【概要】音響メタサーフェス（AMS）は、共鳴器の周期的に配列した平面で実現でき、共鳴周波数が異なる共鳴器を組み合わせて任意の吸音特性を有する吸音構造が期待される。ヘルムホルツ共鳴器は、開口の面積やネックの長さ、空洞の容積を調整して共鳴周波数を設計できる。本報では、ネックを折り畳むことで最大 96 mm の長さのネックを 12 mm×12 mm×6.4 mm のモジュールに組み込んで試作した AMS の吸音特性を測定し、理論解の計算結果と共に考察する。さらに、広帯域吸音について各種寸法を変えて組み合わせた AMS の測定と理論解による考察の結果、125 Hz から 500 Hz の周波数範囲で平坦な吸音特性を得られることが示唆された。

3. 透明音響メタマテリアル吸音材 iwaseMI を用いた会議室の残響低減量の実測とその推定手法

平良 優大, 五味 蔵酒, 五島 隆允, 長谷 芳樹, 辻 未津高, 三浦 和希  
(ピクシーダストテクノロジーズ)

【概要】音響メタマテリアル吸音材 iwaseMI は、広帯域の吸音を実現するために複数の異なる共鳴周波数を持つファブリペロー共鳴器で構成される。我々は音声の主帯域である 500~1000 Hz に吸収帯域を最適化した透明な音響メタマテリアル吸音材をいくつかの会議室に設置し、設置前後の残響時間を計測した。結果、音響メタマテリアル吸音材の設置により、設計帯域のうちの 500 Hz 帯における残響時間が 1.11 s から 0.66 s へ大幅に減少するなど、残響が低減できることが確認できた。加えて、測定結果は Sabine の式と音響メタマテリアルの残響室法吸音率から導かれる残響低減量の推定値との良い一致を示しており、音響メタマテリアルの設置によって、会議室の意匠表現を損なわずに室内環境が改善できることが確認できた。

4. CNF (セルロースナノファイバー) を積層したフェルトの吸音性能に関する研究

黒沢 良夫, 道下 皓伎 (帝京大)

【概要】近年、自動車などに用いる吸音材は、軽量化やより吸音性能を向上するため、1つの材料ではなくいくつかの材料を積層したタイプも増えてきている。今回、セルロースナノファイバー(CNF)を一般的に自動車に用いられているフェルトに積層し、吸音性能を向上させることを考えた。厚さ(密度)の異なる3種類のフェルトについて、CNFを積層し吸音性能や流れ抵抗を計測した。CNFの量と吸音率の変化や流れ抵抗の変化について分析した結果を報告する。

## 5. Locally resonant 型音響メタマテリアルの遮音材料への適用

黒沢 良夫, 道下 皓伎 (帝京大)

【概要】メタマテリアルは、微小な構造体（メタアトム）を対象とする波動の波長よりも短い周期で配列した人工材料であり、特定の周波数域において、自然界で見られない負の物性を実現できる。本報告では、音波を対象とし、メタアトムとしてばねとマスからなる構造体(スタブ)を用いた Locally resonant 型音響メタマテリアル(LRAMM)の遮音特性について報告する。作製した LRAMM は、スタブの固有振動数近傍で振動振幅は著しく低減し、音響透過損失は質量則に対して大きく向上した。これは、有効質量の著しい増加と負の有効質量を示したことに由来する。

## 6. 波動ブラックホールを有する構造物の制振特性と防音特性

山口 誉夫, 神尾 ちひろ (群馬大学)

【概要】自動車、鉄道、航空機、ロケットなど輸送機械では、内燃機関、EV いずれにも、CO<sub>2</sub>削減のために燃費向上、軽量が求められる。軽量にすると振動騒音が問題になる。軽量で低振動低騒音を得るために、波動ブラックホール (Acoustic Black Hole, ABH) が提案されている。この構造について、Kryrov らにより特定の関数で板厚が減少する板端部を有する板では先端に向かって伝搬する振動が反射されないことと、その先端に少量の粘弾性材を積層することで、効果が大きくなることが明らかにされている。この波動ブラックホールを含む構造の制振・防音解析事例を説明する。

☆ 建築音響研究会の資料（バックナンバー）に関する問合せ先:

建築音響研究委員会 HP ( <https://asj-aacom.acoustics.jp> ) にてバックナンバーのページをご確認いただき、研究会幹事団までお問合せ下さい。