

2022 年度
創発的研究支援事業 年次報告書

研究担当者	小山 翔一
研究機関名	東京大学
所属部署名	大学院情報理工学系研究科
役職名	講師
研究課題名	音の空間的制御とその応用展開
研究実施期間	2022 年 4 月 1 日～2023 年 3 月 31 日

研究成果の概要

本研究は、複数のスピーカを用いて音を空間的に制御する技術に関して、基本的な技術的枠組みを構築するとともに、3次元領域の騒音制御（空間 ANC）、あるいは音の局所再生等への応用を目指すものである。本年度は、以下の3項目について研究を遂行した。

1) カーネル補間に基づく空間 ANC の高度化

我々が提案するカーネル補間に基づく空間 ANC 技術[Koyama+ 2021]について、外部放射抑圧による制御領域外部の音圧低減技術の検討[Arikawa+ 2022]、および参照マイク信号を用いた補間による誤差マイク数削減手法の検討[Arikawa+ 2023]を行った。従来技術では、対象領域の外側で騒音が増幅されてしまう可能性があったが、スピーカの外部放射エネルギーに対する制約を陽に課したアルゴリズムを構築し、これを解決した。また、誤差マイクの代わりに参照マイクを用いて音場を補間／推定することにより、誤差マイクが極めて少数の場合でも効果的な空間 ANC 手法を構築した。

2) 振幅マッチングによる音場合成法の検討

音の局所再生を実現するマルチゾーン音場合成に適用可能な、振幅マッチングと呼ばれる手法の検討を行った[Abe+ 2022]。従来の振幅・位相を制御する手法とは異なり、振幅のみを制御し、位相は任意とすることで、より複雑な音場を合成可能となる。これまでの Majorization-minimization 法を用いた事前検討の内容から発展させ、交互方向乗数法に基づく新たなアルゴリズムを構築した。

3) 物理的制約を考慮に入れた深層学習による音場推定手法の基礎検討

複数のマイクを用いた音場推定は、空間能動騒音制御等に応用可能な基礎技術であるが、従来は推定結果が Helmholtz 方程式に従うという制約を課したカーネル法によるものであった。深層学習の枠組みを用いた新たなアプローチとして、カーネルの方向性重み関数を深層学習により推定する手法[Ribeiro+ 2023]、畳み込みニューラルネットワークによる音場推定において、ヘルムホルツ方程式の制約を導入する手法[Shigemi+ 2022]の2つを検討した。