

どんな研究

音は水面の波紋のように空気中を波として伝わりますが、音が伝搬する様子を直接観察することはできません。本研究では、**光技術を用いて音の波を高精細に可視化**することで、音がどのように発生しどのように伝わるのかといった、**音の性質を詳しく解析する技術**を実現します。

どこが凄い

一般的なマイクロホンによる音の観測では、マイクロホンが置かれた位置の音の波形を測ります。一方、本研究では**光学技術と高速カメラを用いることで、音の波を動画像として捉えます**。さらに**深層学習による音場画像雑音除去技術**を提案し、高精度な音の可視化を実現しました。

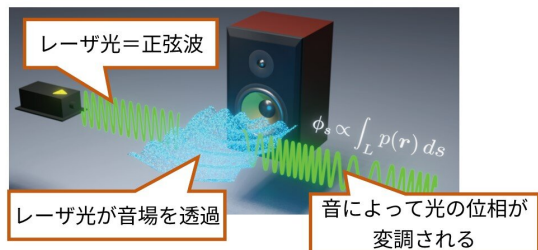
めざす未来

音はわたしたちの生活に身近な存在ですが、理想的な「音」とは何か、どう評価すればよいのかなど、未解決な研究課題が多数残されています。われわれは**光を用いた新しい音の観測技術の研究を通して、音に関する科学研究やモノづくりに貢献し、快適な音環境の創出をめざします**。

光学的音響計測による音の可視化

光学的音響計測とは

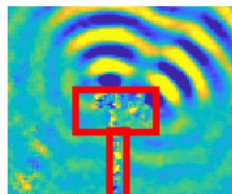
- ・ レーザー光を用いて音圧を測定します
- ・ カメラを用いることで音を超高解像度で可視化します
- ・ 音の波が直接見えるため、音響現象説明等に有用です



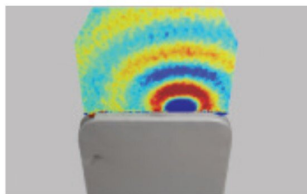
	耐雑音性	空間解像度	チャンネル数
マイクロホンアレイ	◎	△ マイク設置 間隔で決まる	△ マイクの本数 ($10^0 \sim 10^2$)
光学的音響計測	△	◎ 1mm以下を 達成可能	◎ カメラピクセル数 ($10^4 \sim 10^7$)

音の伝わり方の可視化例

ハイスピードカメラを用いて音波を高速撮影しました。各画素位置の音の大きさを色に対応付けて表示することでスピーカーから放射される音の波面を可視化します。



40kHz超音波の可視化例



スマートフォンから再生される音波

深層学習による音場画像雑音除去

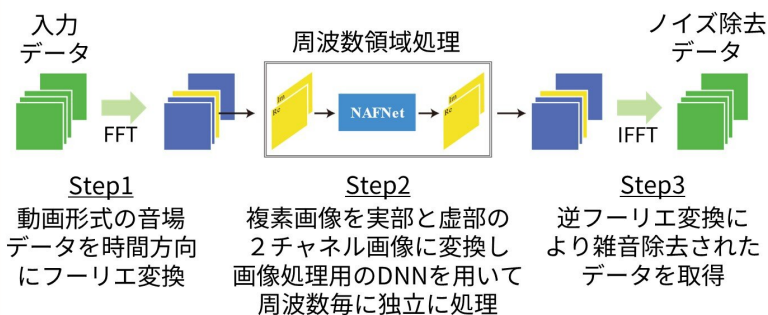
光学的音響計測の課題

マイクロホンに比べて雑音の影響を受けやすい

提案手法：Deep sound-field denoiser

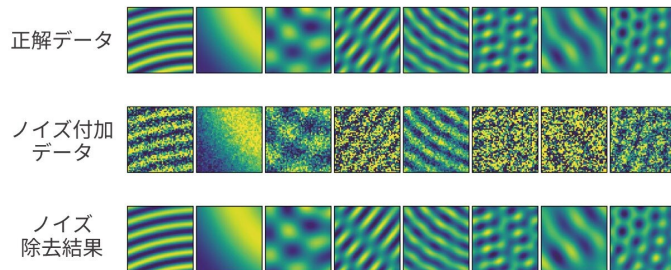
- ・ 深層学習を用いた音場画像の雑音除去技術を提案しました
- ・ 専用の音場画像データセットにより高精度化を実現しました

音画像の処理プロセス



検証結果

様々な音源数やノイズ条件を考慮したシミュレーションにより生成した音場データセットで学習することで、雑音の大きい画像からも効果的な雑音除去が可能であることを実証しました。



関連文献

- [1] S. A. Verburg, K. Ishikawa, E. Fernandez-Grande, Y. Oikawa, “A century of Acousto-optics: from early discoveries to modern sensing of sound with light,” *Acoustics Today*, Vol. 19, pp. 54–62, 2023.
- [2] 石川憲治, “光を用いた音の可視化と精密計測,” *電子情報通信学会誌*, Vol. 106, No. 9, pp. 849–854, 2023.
- [3] K. Ishikawa, D. Takeuchi, N. Harada, T. Moriya, “Deep sound-field denoiser: optically-measured sound-field denoising using deep neural network,” *Optics Express*, Vol. 31, No. 20, pp. 33405–33420, 2023.

連絡先

石川憲治 (Kenji Ishikawa) メディア情報研究部 事象モデリング研究グループ