

令和 6 年 6 月 15 日現在

機関番号：32689

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20H02103

研究課題名（和文）光学的音響計測による音源近接空間のセンシングと音源の記述

研究課題名（英文）Sensing the sound field near the sound source and describing the sound source using acousto-optic acoustic measurements

研究代表者

及川 靖広（OIKAWA, Yasuhiro）

早稲田大学・理工学術院・教授

研究者番号：70333135

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,800,000円

研究成果の概要（和文）：本研究課題では、偏光高速度カメラを組み込んだ干渉計を用いた光学的音響計測手法を適用し音源に近接した空間の音場の計測法を確立し、それを基に音源を音響現象として記述することにより音源と音場を統一的に扱う手法を確立することを目指した。具体的には、まず、偏光高速度干渉計の高度化による計測対象の拡張に取り組み、より高度な手法による光学的な歪の補正、既存技術による測定との比較と計測機器として重要となる校正方法を確立した。次に、実験によって様々な音源に対して有効であることを明らかにした。最後に、音響現象としての音源のモデル化、実験と数値計算による評価、実用化及び汎用化と総括を実施した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究課題では、偏光高速度干渉計を用いた光学的音響計測手法を我々が日常生活で気になりやすい周波数帯域、音圧レベルの音を高時間空間分解能で計測可能なシステムに高度化した。実際に我々の身の回りにある問題の解決につなげた。また、音源に近接した音場は音源の情報を多く含んでいるという点に着目し、それを高分解能で計測した結果に基づき音源を音響現象として記述することを可能とした。音源近接音場を理解することは学術的にも産業的にも非常に重要な課題となっており、そのような空間での音の挙動が解明されれば、より複雑な音響問題の把握と解決に役立つことが期待できる。特に自動車業界等の多くの産業界での応用が期待される。

研究成果の概要（英文）：In this study, we applied an optical acoustic measurement method using an interferometer with a built-in polarized high-speed camera to establish a method for measuring the sound field in a space close to a sound source, and based on this method, we aimed to establish a method for treating sound sources and sound fields in a unified manner by describing sound sources as acoustic phenomena. First, We extended the measurement target by upgrading the polarization high-speed interferometer, corrected optical distortion by more advanced methods, compared the results with measurements using existing technology, and established a calibration method that is important for measurement equipment. Next, experiments have shown that the system is effective for a variety of sound sources. Finally, the modeling of sound sources as acoustic phenomena, their evaluation by experiments and numerical calculations, their practical application and generalization, and their summary were carried out.

研究分野：音響学、音響工学

キーワード：光学的音響計測 偏光高速度干渉計 音場 音源 最適化信号処理

1. 研究開始当初の背景

音源と放射音を理解するために、振動現象と波動現象の関係について盛んに研究されてきた。理想的な点音源や線音源、面音源であれば理論的にもはっきりしたものとなるが、実際に我々の身の回りには音源は複雑で、それを完全に理解することは未だ達成されていない。

数値計算を用いて音源と音場の解析をすることも多く研究されているが、実測に基づく研究も現象の把握と解明に非常に重要である。音源から放射される音の計測としては、周波数特性、指向性、放射エネルギー分布、インテンシティ分布等を計測する様々な測定法が研究され、実際の事象に対して活用されてきたが、いずれもマクロな計測で大きさを求めることにとどまっております、位相情報は失われてきた。

音源について振動現象や流体现象としてのモデル化が行われてきたが、音響現象としてのモデル化は行われてこなかった。しかし、音源近傍の音場には音源の情報が多く含まれており、それを時間的にも空間的にも高分解能に計測できれば、音響現象として音源を記述することが可能となる。

音源の問題と音場の問題を別個の問題として考えることが多い。音響的な問題を考える場合、いかに振動しているかよりもどのような音が放射されているかを知る方が重要であり、本来音場を作り出している音源とそれによって生成される音場は統一的に扱い、理解されるべきものである。

これらの原因として幾つか挙げられるが、最も大きな原因は音源から放射される音を厳密に計測できなかったことがある。これまでの計測法では主にマイクロホンアレイを用いるため空間分解能が低く、音源から放射される音波を完全に計測することができなかった。音源から放射されている音そのもの(位相情報を含む音波そのもの)のマイクロな測定ができれば、音源から放射される音波に基づき音響現象としての音源を記述することが可能となる。通常、音はマイクロホンを用いて収録される。しかし、マイクロホンによる厳密な測定が困難であったり、そもそもマイクロホンでは測定することのできない音場が多く存在する。特に音源近傍の音場を計測する場合は、このようなことが問題になることが多い。

マイクロホンを使わない音検出として、光を用いた音響計測が研究されている。世界的には1970年代後半から、日本では1980年代から超音波を対象に研究されてきた。そのような状況の中で、研究代表者らは2005年にLDV(レーザドプラ振動計)を用いて可聴音伝搬の光学的測定に世界で初めて成功、2006年にCT(Computed Tomography)技術の導入により音場全体の空間的な振る舞いと任意の位置の音圧を捉える手法を確立してきた。さらに、2016年に偏光高速カメラと干渉計を用いた並列位相シフト干渉法(PPSI)により音場を高速映像として記録し、そこから音波伝搬の情報を得る手法を独自に確立した。しかし、現状では測定対象が限定されているという課題があり、可視化計測システム高度化が求められている。

2. 研究の目的

そこで、本研究課題では従来のマイクロホンを用いた音響計測ではなく、これまで我々が提案してきた偏光高速カメラを組み込んだ干渉計を用いた光学的音響計測手法を適用し音源に近接した空間の音場の計測法を確立し、その振る舞いをマイクロに計測可能にする。それを基に音源を音響現象として記述することにより音源と音場を統一的に扱う手法を確立する。我々が日常生活で気になりやすい周波数帯域、音圧レベルの音を長時間空間分解能で計測可能にし、実際に我々の身の回りにはある問題の解決につなげる。

偏光高速カメラを組み込んだ干渉計を構築し、動画を撮影することにより音場をリアルタイムに定量的可視化計測を行うことは、他に類を見ない試みである。音源に近接した音場は音源の情報を多く含んでいるという点に着目し、それを高分解能で計測した結果に基づき音源を音響現象として記述する点は、非常に独創的である。

音源近接音場を理解することは学術的にも産業的にも非常に重要な課題となっており、そのような空間での音の挙動が解明されれば、より複雑な音響問題の把握と解決に役立つことが期待できる。特に自動車業界等の多くの産業界での応用が期待される。

本研究課題は、再現困難な現象や非正常音に対しても非接触に高速かつ高密度に音場を計測記録することができる最先端の計測と物理信号処理をそれぞれ高度化したうえで融合することにより、音響現象として音源を記述し音源から音場までを統一的に扱うことを可能にするものである。

3. 研究の方法

本研究では、主に以下の4つのテーマに取り組む。

(1) 偏光高速干渉計の高度化による計測対象の拡張

これまで構築してきた偏光高速カメラを用いた音場可視化計測システムでは、1.55Mfpsで512×512画素を用いて直径100mmの円内の領域を計測可能であり、約90dB以上の音圧の計測(0.001rad程度の位相差を検出)が可能となっている。人間の聴覚特性は2kHz~4kHzの

周波数帯域（波長では約 17cm～8.5cm）が最も敏感である。また、一般的なオフィスでの平均音圧レベルは約 70dB と言われている。そこで、2kHz の波長（約 17cm）、70dB の音圧の音を可視化計測可能とすることを目標に据え、ハードウェアとソフトウェアの両面からその高度化に取りかかり計測対象の拡張を実現する。

- (2) 物理最適化信号処理やスパース最適化信号処理を用いた音源の記述、音源と音場を統一的に扱う手法の確立
数理手法により音源を音響現象として記述する。音源と音場を統一的に扱う手法を検討する。
- (3) 実験によって様々な音源に対して有効の評価
実験や数値計算により手法の妥当性、有効性を評価する。様々な音源に対して有効であることを明らかにする。
- (4) 実用化及び汎用化と総括
(1)から(3)の研究内容をまとめ、実用化及び汎用化を実現する。最後に本研究を総括する。本研究に関する知見をまとめ、残されている課題を示す。

4. 研究成果

(1)2020 年度は、偏光高速度干渉計の高度化による計測対象の拡張に取り組んだ。2kHz の波長（約 17cm）、70dB の音圧の音を可視化計測可能とすることを目標に据え、ハードウェアとソフトウェアの両面からその高度化に取りかかり計測対象の拡張を実現した。具体的には、以下の課題について取り組んだ。

光学系の拡大と位相歪の調査、その影響の補正

撮影領域が直径 200mm の円内となるように光学系を開発し、可視化領域を拡大したシステムに拡張した。その際、干渉計測において主な誤差要因となりうるレンズやミラーなどの光学部品の精度（位相歪）が干渉計測の精度に与える影響をシミュレーション、実験によって明らかにした。その結果に基づきそれらを補正する信号処理手法を提案、実装した。

振動による影響の除去

高速度カメラのファン停止などのハードウェアの対処を施し振動に起因する成分を極力減少させ、さらにソフトウェア（信号処理）でのノイズ除去対処を検討した。記録された位相情報から時間変動する音に関する成分のみを抽出し、振動によるノイズを低減した。測定対象が音であることに鑑み、音の物理モデルである波動方程式に基づいて測定結果を物理現象と矛盾することのないものにするアルゴリズムを導出し、数値実験や実測実験を行い、提案アルゴリズムの有効性を明らかにした。その結果、20dB のノイズ低減を達成し、約 70dB の音圧の音を可視化計測可能なシステムを確立した。

(2)2021 年度は、昨年度の成果をさらに発展させ、より高度な手法による光学的な歪の補正、既存技術による測定との比較と計測機器として重要となる校正方法の確立等を目指し、以下のことを実施した。

位相共役光を利用した位相歪みの除去手法の検討

位相共役光発生における応答時間を利用することにより、音による光の位相変化に影響を与えることなく時間的に変化しない光学部品が影響を与える位相歪のみを除去する方法を検討した。

校正用音場の提案

球面波や平面波を用いた校正用音場を提案し、その生成、それを用いた校正方法を提案した。また、3D プリンタを用いて作成した校正用プレートを作成し、それを用いた校正方法との比較、検証をした。校正プログラムの開発、それを用いた光学歪みの計測と補正、その評価を行った。

物理モデルを用いた音情報の抽出の高度化

昨年度、音の物理モデルである波動方程式やヘルムホルツ方程式を考慮することにより測定結果から物理現象と矛盾することのないものを抽出することが可能であることを確認したが、最適化や時間空間フィルタを利用した音による光の位相変化のみを抽出するアルゴリズムを高度化した。様々な実測結果に対して提案アルゴリズムの有効性を明らかにした。従来手法であるマイクロホンを用いた計測との比較を行い、音場を定量的に計測可能であることを確認した。

(3)2022 年度は、音源の記述、音源と音場を統一的に扱う手法の確立をめざし、実験によって様々な音源に対して有効であることを明らかにするため、以下のことを実施した。

発音体の記述

キルヒホッフの積分公式を利用することにより、構築したシステムで計測した音圧分布から音源を囲む空間、閉曲面上の音圧と粒子速度を求め、それを利用して音響現象として音源を記述する手法を検討した。また、小型モデルを用いた模型実験を行い、模型内音場全体を計測する手法、評価する手法を検討し、その有効性を確認した。

空力音の記述

気流内部に設置した角柱やエッジなどから発生する空力音に対して、流れと音の同時可視化計測とそれぞれの成分への分離手法を検討した。音の成分は波動方程式を満たすことや伝搬速度が一定であることに着目し、空間スペクトル領域でのフィルタリング処理や最適化処理などによる分離手法を確立した。

スパース最適化信号処理を用いた仮想音源推定

音源の記述である音響現象を生じさせる仮想点音源の集合をスパース最適化信号処理により求める手法を検討した。測定結果，数値計算結果を比較し，提案手法の妥当性，有効性を明らかにした。

(4)2023年度は，昨年度に引き続き，音響現象としての音源のモデル化，実験と数値計算による評価，実用化及び汎用化と総括を実施した。

音響現象としての音源のモデル化

昨年度実施した発音体の記述，空力音の記述，スパース最適化信号処理を用いた仮想音源推定に加え，小型空間内に設置された音源が空間内の音場に与える影響，空間形状が空間内の音場に与える影響などについて検討を加えた。円形空間を対象とし検討を行い，拡散体の評価に有効であることを示した。

実験と数値計算による評価

薄膜トランスデューサ，バイオリン・カスタネット・トライアングル・鐘などの楽器から発生する音，高速移動する音源から発生する音などについて計測・評価を行い，様々な音源に対して提案手法が有効であることを明らかにした。また，球面調和関数展開を利用した解析とそれに基づく音場復元手法を確立し，音源の評価が可能であることを示した。

実用化及び汎用化と総括

本研究で構築したハードウェア・ソフトウェアを計測システムとして統合した。自動車分野，鉄道分野，建築分野等での課題に適用し，研究開発の現場で有効なツールとなることを確認した。実用化及び汎用化が実現された。最後に，本研究課題の内容をまとめ，残された課題を明らかにした。機械学習的手法の導入によるシステムの高度化等，本研究の継続的实施を見据えた計画の立案を行なった。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計18件（うち査読付論文 14件 / うち国際共著 3件 / うちオープンアクセス 11件）

1. 著者名 Samuel A. Verburg, Kenji Ishikawa, Efren Fernandez-Grande, and Yasuhiro Oikawa	4. 巻 19
2. 論文標題 A Century of Acousto-Optics: From Early Discoveries to Modern Sensing of Sound with Light	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Acoustics Today	6. 最初と最後の頁 54 ~ 62
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1121/AT.2023.19.3.54	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 井上 敦登、池田 雄介、及川 靖広	4. 巻 79
2. 論文標題 拡張現実・複合現実技術の現在と音場計測可視化への活用	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 日本音響学会誌	6. 最初と最後の頁 510 ~ 516
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.20697/jasj.79.10_510	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Sato Takahiro, Iwane Yasuyuki, Kobayashi Masahito, Oikawa Yasuhiro, Inoue Atsuto, Teraoka Wataru	4. 巻 44
2. 論文標題 Study of methods for visualizing sound pressure level distribution using mixed reality and augmented reality technologies: Visualization experiments for construction sites and building spaces	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Acoustical Science and Technology	6. 最初と最後の頁 411 ~ 414
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1250/ast.44.411	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Akutsu Mariko, Uda Toki, Oikawa Yasuhiro	4. 巻 154
2. 論文標題 Experimental and quantitative evaluation of frequency modulation caused by Doppler effect around high-speed moving sound source	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 The Journal of the Acoustical Society of America	6. 最初と最後の頁 3403 ~ 3413
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1121/10.0022537	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Hashimoto Ryota, Yatabe Kohei, Oikawa Yasuhiro	4. 巻 45
2. 論文標題 Drumhead tuning based on vibration mode visualization using Fourier transform profilometry	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Acoustical Science and Technology	6. 最初と最後の頁 106 ~ 109
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1250/ast.e23.40	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Hermawanto Denny, Ishikawa Kenji, Yatabe Kohei, Oikawa Yasuhiro	4. 巻 153
2. 論文標題 Determination of microphone acoustic center from sound field projection measured by optical interferometry	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 The Journal of the Acoustical Society of America	6. 最初と最後の頁 1138 ~ 1146
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1121/10.0017246	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Akutsu Mariko, Uda Toki, Yatabe Kohei, Oikawa Yasuhiro	4. 巻 43
2. 論文標題 Visualization of sound wave from high-speed moving source	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Acoustical Science and Technology	6. 最初と最後の頁 339 ~ 341
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1250/ast.43.339	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Ishikawa Kenji, Yatabe Kohei, Oikawa Yasuhiro, Shiraki Yoshifumi, Moriya Takehiro	4. 巻 47
2. 論文標題 Speckle holographic imaging of a sound field using Fresnel lenses	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Optics Letters	6. 最初と最後の頁 5688 ~ 5688
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1364/OL.469972	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Yoshida Souta、Tanigawa Risako、Yatabe Kohei、Oikawa Yasuhiro	4. 巻 43
2. 論文標題 Underwater sound visualization and temperature measurement using high-speed interferometer	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Acoustical Science and Technology	6. 最初と最後の頁 177 ~ 187
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1250/ast.43.177	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 石川 憲治、矢田部 浩平、及川 靖広	4. 巻 77
2. 論文標題 光を用いた楽器近傍音場の計測	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本音響学会誌	6. 最初と最後の頁 601 ~ 608
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.20697/jasj.77.9_601	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kusano Tsubasa、Yatabe Kohei、Oikawa Yasuhiro	4. 巻 10
2. 論文標題 Window Functions With Minimum-Sidelobe Derivatives for Computing Instantaneous Frequency	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 IEEE Access	6. 最初と最後の頁 32075 ~ 32092
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ACCESS.2022.3161543	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 及川靖広	4. 巻 Vol.32, No.2
2. 論文標題 偏光高速度干渉計を用いた音場・音響計測	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 光アライアンス	6. 最初と最後の頁 pp.54-58
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 矢田部浩平, 及川靖広, 石川憲治	4. 巻 vol.76, no.8
2. 論文標題 やさしい解説 光を用いた空中可聴音の計測技術	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本音響学会誌	6. 最初と最後の頁 pp.450-457
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.20697/jasj.76.8_450	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 及川靖広	4. 巻 Vol.58, No.6
2. 論文標題 光を用いた音場・音響計測	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 光技術コンタクト	6. 最初と最後の頁 pp.5-12
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kenji Ishikawa, Kohei Yatabe, Yasuhiro Oikawa	4. 巻 vol.32
2. 論文標題 Physical-model-based reconstruction of axisymmetric three-dimensional sound field from optical interferometric measurement	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Measurement Science and Technology	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1361-6501/abce73	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Denny Hermawanto, Kenji Ishikawa, Kohei Yatabe, Yasuhiro Oikawa	4. 巻 Vol.170
2. 論文標題 Determination of frequency response of MEMS microphone from sound field measurements using optical phase-shifting interferometry method	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Applied Acoustics	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.apacoust.2020.107523	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Kenji Ishikawa, Kohei Yatabe, Yasuhiro Oikawa	4. 巻 vol.148, no.5
2. 論文標題 Seeing the sound of castanets: Acoustic resonances between shells captured by high-speed optical visualization with 1-mm resolution	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 J. Acoust. Soc. Am.	6. 最初と最後の頁 pp.3171-3180
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1121/10.0002446	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Risako Tanigawa, Kohei Yatabe, Yasuhiro Oikawa	4. 巻 61
2. 論文標題 Experimental visualization of aerodynamic sound sources using parallel phase-shifting interferometry	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Experiments in Fluids	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00348-020-03038-x	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計26件 (うち招待講演 3件 / うち国際学会 16件)

1. 発表者名 Tomoro Tanaka, Kohei Yatabe, Yasuhiro Oikawa
2. 発表標題 UPGLADE: Unplugged Plug-and-Play Audio Declipper Based on Consensus Equilibrium of DNN and Sparse Optimization
3. 学会等名 Proc. IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Natsuki Akaishi, Kohei Yatabe, Yasuhiro Oikawa
2. 発表標題 Improving phase-vocoder-based time stretching by time-directional spectrogram squeezing
3. 学会等名 Proc. IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Ayame Uchida, Izumi Tsunokuni, Yusuke Ikeda, Yasuhiro Oikawa
2. 発表標題 Mixed Reality Visualization of Room Impulse Response Map using Room Geometry and Physical Model of Sound Propagation
3. 学会等名 SIGGRAPH '23 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Masahiko Goto, Yasuhiro Oikawa, Atsuto Inoue, Wataru Teraoka, Takahiro Sato, Yasuyuki Iwane, Masahito Kobayashi
2. 発表標題 Utilizing LiDAR Data for 3D Sound Source Localization
3. 学会等名 SIGGRAPH '23 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Atsuto Inoue, Wataru Teraoka, Yasuhiro Oikawa, Takahiro Satou, Yasuyuki Iwane, Masahito Kobayashi
2. 発表標題 Sound field visualization system by MVDR beamforming with augmented reality and point clouds
3. 学会等名 InterNoise (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Mariko Akutsu, Toki Uda and Yasuhiro Oikawa
2. 発表標題 Experimental evaluation of characteristics for high-speed moving sound source
3. 学会等名 InterNoise (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Mayuko Imanishi, Haruka Nozawa, Nanase Suzuki, Yasuhiro Oikawa
2. 発表標題 Analysis of the sound field in circular spaces using small scale models and parallel phase-shift interferometry
3. 学会等名 Acoustics2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Ryota Hashimoto, Yasuhiro Oikawa
2. 発表標題 Estimation of tension distribution on drumheads by visualization of high-order modes using Fourier transform profilometry
3. 学会等名 Acoustics2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Haruka Nozawa, Mayuko Imanishi, Yasuhiro Oikawa, Keji Ishikawa
2. 発表標題 Physical-model-based reconstruction of three-dimensional sound field from multi-directional measurement by parallel phase-shift interferometry
3. 学会等名 Acoustics2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Mariko AKUTSU, Toki UDA, Kohei YATABE, Yasuhiro OIKAWA
2. 発表標題 Visualization of sound waves around high-speed moving source using parallel phase-shifting interferometry
3. 学会等名 ICA (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Denny HERMAWANTO, Kenji ISHIKAWA, Kohei YATABE, Yasuhiro OIKAWA
2. 発表標題 Visualization of microphone's acoustic center using phase-shifting interferometry
3. 学会等名 ICA (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Haruka NOZAWA, Tsubasa KUSANO, Yasuhiro OIKAWA
2. 発表標題 Recording whistle sound using parallel phase-shifting interferometry and applying beamforming for the sound enhancement
3. 学会等名 ICA (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Mariko Akutsu, Toki Uda, Yasuhiro Oikawa, Kohei Yatabe
2. 発表標題 Experimental observation of the sound field around a moving source using parallel phase-shifting interferometry
3. 学会等名 InterNoise (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Risako Tanigawa, Kohei Yatabe, Yasuhiro Oikawa
2. 発表標題 High-speed optical imaging and spatio-temporal analysis of sound sources of edge tone phenomena
3. 学会等名 InterNoise (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 阿久津真理子, 宇田東樹, 矢田部浩平, 及川靖広
2. 発表標題 高速移動音源から発生する音波の可視化
3. 学会等名 日本音響学会騒音・振動研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 野澤遙, 草野翼, 及川靖広
2. 発表標題 偏光高速度干渉計を用いた口笛演奏音収録への最小分散無歪応答法の適用
3. 学会等名 日本音響学会秋季研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 及川靖広
2. 発表標題 複合現実技術を用いた音場の計測と可視化
3. 学会等名 日本音響学会春季研究発表会 (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Kusano Tsubasa, Yatabe Kohei, Oikawa Yasuhiro
2. 発表標題 Sparse Time-Frequency Representation Via Atomic Norm Minimization
3. 学会等名 ICASSP (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 及川靖広
2. 発表標題 音場の可視化技術の可能性
3. 学会等名 日本音響学会アコースティックイメージング研究会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 石川憲治, 矢田部浩平, 及川靖広, 白木善史, 守谷健弘
2. 発表標題 フレネルレンズを用いたスペックル干渉計による音場可視化計測
3. 学会等名 日本音響学会春季研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 及川靖広
2. 発表標題 偏光高速イメージングによる音波発生の可視化
3. 学会等名 レーザー学会学術講演会第42回年次大会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 阿久津真理子, 宇田東樹, 小方幸恵, 矢田部浩平, 及川靖広
2. 発表標題 偏光高速度干渉計による音伝搬の可視化
3. 学会等名 日本騒音制御工学会秋季研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 野澤 遙, 及川靖広
2. 発表標題 偏光高速度干渉計を用いた口笛演奏音の収録
3. 学会等名 日本音響学会秋季研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Nachanant Chitanont, Pannarong Thongtangchai, Dabasvee Tachatanachai, Praewa Chatsuksiridech, Fumihiko Imaeda, Risako Tanigawa, Kohei Yatabe, Yasuhiro Oikawa
2. 発表標題 Noise reduction by spatio-temporal filtering on parallel phase-shifting interferometry
3. 学会等名 Proc. 2020 6th International Conference on Engineering, Applied Sciences and Technology (ICEAST) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 田部井駿祐, 矢田部浩平, 及川靖広, 石川憲治
2. 発表標題 位相共役光を用いた低周波振動に頑健な干渉計の構築と音計測への適用
3. 学会等名 日本音響学会秋季研究発表会講演論文集
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 吉田颯汰, 及川靖広, 谷川理佐子
2. 発表標題 偏光高速度干渉計を用いた水中の音波の可視化
3. 学会等名 日本音響学会秋季研究発表会講演論文集
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	池田 雄介 (IKEDA Yusuke) (80466333)	東京電機大学・未来科学部・教授 (32657)	
研究分担者	矢田部 浩平 (YATABE Kohei) (20801278)	東京農工大学・工学(系)研究科(研究院)・准教授 (12605)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関			
インドネシア	BRIN			
デンマーク	Technical University of Denmark			
タイ	KMITL			