

令和 4 年 6 月 23 日現在

機関番号：32689

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19H00750

研究課題名(和文)実環境で音を聞き分けるドローン聴覚の体系化

研究課題名(英文)Systematization of Drone Audition Capable of Listening to Sounds in Real World Environments

研究代表者

奥乃 博 (Okuno, Hiroshi G)

早稲田大学・次世代ロボット研究機構・その他(招聘研究員)

研究者番号：60318201

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 35,400,000円

研究成果の概要(和文)：ドローンによる空からの音響モニタリングを目指す「ドローン聴覚」では、ロータ音や風切り音といったエゴノイズへの対処がロボット聴覚と比べて格段に重要となる。本研究では、騒音特性に合わせた周波数帯域選択による音響処理の性能向上、生物規範と流体力学を基に設計した静音翼の開発、静音翼の音響特性に基づく音源位置推定の向上、カイトプレーンの滑空時の静音化を活用した音源位置推定の高性能化と遠距離化、カイトプレーンの機体の揺れに頑健な3D点群構築法、知覚行動サイクルに基づいた認知ドローン聴覚の設計法等を達成した。これらの成果を通じて、ドローン聴覚技術展開のための基礎技術の体系化が確立できた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

【学術的意義】空からの複数音源定位に対する総合的手法、プロペラの音響特性を活用したロバストな高速音源定位法、CFDと生物規範型静音プロペラの開発を通じた静音化と音響処理との結合、カイトプレーンによる滑空時の静音化を活用した音源定位技術、機体の揺れに頑健な位置姿勢推定法と3D点群構築法、を通じてドローン聴覚の要素技術を体系化し、認知ドローン聴覚への展開を試みた。

【社会的意義】ドローンの騒音問題に対して静音ドローン(Quiet Drones)が欧米で注目をされ始めており、本研究が取り組んだ静音ドローン技術は、健全なドローンの普及に寄与すると期待される。

研究成果の概要(英文)：In "drone audition," which aims at acoustic monitoring from the sky by drones, dealing with ego-noise caused by rotors and airflow is much more important than in robot hearing. In this research, the performance of acoustic processing was improved by selecting frequency bands according to noise characteristics; silent propellers designed based on bio-norms and fluid dynamics were found to be not only quieter but also effective in reducing specific frequency bands of ego-noise; the acoustic characteristics was exploited to improve sound source location; a high-precision 3D position-and-pose estimation methods with a single GNSS antenna robust against the instability of drones was developed for constructing 3D point clouds; drive-and-glide flight navigation for a kiteplane was proposed; a method to design a cognitive drone hearing system based on the perceptual behavior cycle was proposed. These wide-spectrum outcomes have established the system of drone audition.

研究分野：ロボット聴覚

キーワード：ドローン聴覚 ロボット聴覚 カイトプレーン 凧式ドローン 生物規範型静音翼 三次元点生成 複数GNSS 認知ドローン聴覚

1. 研究開始当初の背景

ドローンにマイクロフォン・アレイ (以下、マイクアレイと略す) を装着し、聴覚機能を実現する「ドローン聴覚」は、屋外実環境での音環境理解を通じて画像処理を補完することが期待される。これまでに、ImPACT タフ・ロボティクス・チャレンジの共同研究 (2013 年～2018 年) において、実環境で遠隔の音源を探索するプロトタイプを開発し、世界で初めて遠隔ドローン音源探索のデモを実施するとともに、静音翼の開発にも従事してきた。この研究開発過程で、ドローン聴覚の能力を最大限発揮させるためには、個別の機体に適切な設定があることが分かった。すなわち、個々の機体に固有の解を求める個別技術を追求めるだけでなく、その背後にある統一的な理論を明らかにすることを通じて、「ドローン聴覚」(図 1) の体系化への道筋を切り開くことが不可欠である。特に、①ドローンの音響特性に応じた音響信号処理、②音響処理のドローン上での局所処理とホスト間の通信量の削減、③音源位置推定用の点群のオンライン処理と音響処理との統合、④ドローンの静音化、が今後の課題として判明した。

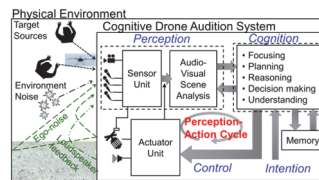


図1 ドローン聴覚の模式図

2. 研究の目的

ドローン聴覚による音環境理解が、画像情報を補完するには、ロータ音や風切り音といったエゴノイズによる強雑音下への対応と静音化、3D 点群地図からの距離情報取得といった課題を克服する必要がある (図 2)。本研究課題では、音響信号処理、3D 計測、点群処理、情報統合、流体力学、ドローン制御学の観点から「ドローン聴覚」の要素技術の確立とその統合化を進め、ドローン聴覚の学問体系化を目的とする。具体的には、次の課題に取り組む。

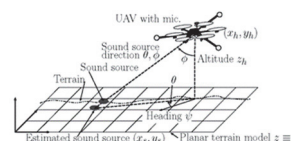


図2 音源位置推定の原理

- (1)【音響信号処理】強雑音下の種々な状況でも性能が頑健な音響処理アルゴリズムの開発では、ホストとの通信量削減のために小型 PC でも同程度の性能達成というトレードオフがある。ドローン搭載のシングルボードコンピュータ上の実時間音響信号処理の性能向上に取り組む。
- (2)【3D レーザ計測】3D レーザ計測では機体の揺れに頑健なドローンの位置姿勢推定精度の向上が不可欠であり、マルチ GNSS 受信機による位置推定における、測位数による性能向上とその処理コストの間にトレードオフがある。カイトプレーン (凧式ドローン) のような大きな機体の揺れも想定した 3D レーザ計測法を開発する。
- (3)【静音翼】鳥類に倣った静音翼 (低騒音翼) の設計では、静音翼による静音化と駆動力との間にトレードオフがある。静音翼の設計法では、ドローンの操作性を保證するとともに静音化を図り、さらに、音響特性の解明を行う。
- (4)【カイトプレーンによる静音化】カイトプレーンの音響処理は、新奇なマイクアレイの設計と駆動滑空の組合せによる音源定位、音源位置推定、音源分離の性能の向上を狙う。
- (5)【システム統合】上記要素技術を統合し、システムの総合性能を向上させるとともに、その設計原理として、知覚行動サイクルを基にした認知ドローン聴覚の構成法を開発する。

3. 研究の方法

5つのワークパッケージ (WP) で取り組むとともに、WP 間の共同研究も進めた。

- 【WP1】音響信号処理の高性能化・軽量化
- 【WP2】3次元点群生成のロバスト化
- 【WP3】生物規範による静音翼設計
- 【WP4】カイトプレーンによる静音化と音響処理
- 【WP5】システム統合

に取り組むとともに、成果ソフトウェアの公開と講習会を通じてドローン聴覚の普及に努める。

4. 研究成果

(1) 音響信号処理の高性能化・軽量化

①データアソシエーションによる単一音源追跡から複数音源追跡：空からの音源追跡は、音源の地上での位置を推定し、それを時間方向で追跡する機能である。複数音源追跡時には、例えば 2 音源が接近したときにそれらが交差するのか、離散するのかという曖昧性を解消する必要がある。このデータアソシエーションに音源情報 (8 音源の各 SVM による類似度ベクトル) を用いた GNN-c (Global Nearest Neighbor with classification measurements) による解消法を考案し、未知音源であっても複数音源追跡の曖昧性が解消できることを示した [1] (図 3)。また、飛行実験により音源位

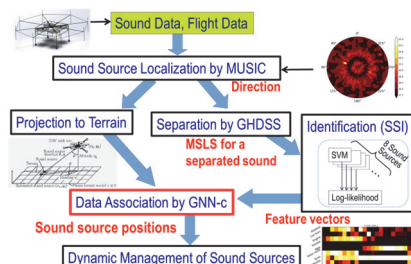


図3 空からの複数音源追跡のスキーム

位置推定誤差が 3m 程度と確認した[2].

②性能劣化を抑えた音響信号処理の軽量化： ドローン聴覚での最大の課題はエゴノイズへの頑健性である. 従来手法である雑音モデルを使用した雑音抑制は, ノイズモデル保持によるメモリ量と膨大な計算量に対応する必要があった. これに対して, 雑音の周波数特性を活用し, 基本 MUSIC 法と四則演算だけを使用する処理方法 AFRF-MUSIC 法を洗練化し, 静音翼の音響特性を活用することにより, ドローン搭載 PC 上で音響処理性能を落とさずにリアルタイム性も高い音源方向推定法を開発した. 従来, GSVD-MUSIC 法やその変種では, エゴノイズの影響を回避するために, 検出音源方向に制限を設けていたが, 本手法では, そのような制限なしに, 音源方向推定精度が GSVD-MUSIC 法より向上することをシミュレーションと実験で確認をした[3].

(2) 機体の揺れにロバストな単一 GNSS 受信機によるドローンの位置姿勢推定の高性能化

ドローンやロボットに搭載された GNSS (Global Navigation Satellite System) アンテナと LiDAR を組合せた屋外 3D 計測システム (図 4) の高性能化には, 高精度な位置姿勢推定が不可欠である. ドローンの位置姿勢推定精度の向上には, マルチパス, 混信による信号強度の低下に加えて, ドローンの機体の揺れへの対策が課題である.



図4 GNSS アンテナ6個搭載ドローン

①複数の GNSS アンテナと LiDAR を組合せた三次元計測システムの小型化・高精度化のために, 慣性センサ (IMU) と GNSS を複合した三次元計測手法を考案し, 従来と同程度の計測精度を維持しながら, アンテナ数の削減, アンテナ間距離の縮小ができた. さらに, ドローンに搭載した複数の RTK (Real-Time Kinematic)-GNSS の観測値を基に Factor Graph を利用したモデルを構築し, グラフ最適化により位置姿勢推定する方法を開発し, GNSS アンテナ配置が悪化した場合や RTK-GNSS の誤差が大きいマルチパス環境においても, 位置姿勢推定精度が向上することを確認した[4].



図5 カイトプレーンと GNSS アンテナ

②カイトプレーンに複数の GNSS (図 5), IMU, LiDAR を搭載し, 3D 点群生成システムを構築し, GNSS アンテナの幾何的配置と複数 GNSS の観測値からグラフ最適化によりカイトプレーンの 3D 位置姿勢推定の高精度化と IMU の情報統合により計測精度の向上を確認した. この検討を通じて, カイトプレーンで unavoidable 機体の大きな揺れに対してロバストな高精度位置姿勢推定が改めて重要課題であることを再確認した.

③ロボットやドローンの屋外での軌跡は理論的には GNSS TDCCP (Time Difference of Carrier Phase) により正確に求められるが, 実際にはマルチパスやキャリアの cycle slip により相対位置推定が不正確となる. マルチパスへの対応は, 複数 GNSS 衛星のドップラー速度を活用したグラフ最適化により, 水平面上での位置推定エラーを従来の 5~10m から 1.37m に削減できた[5]. また, Cycle-slip に対しては, その発生を検出し, その量を推定することにより, Factor Graph 最適化で相対的な 3D 位置の誤差を削減する GNSS Odometry を開発した. ドローンの飛行実験で, GNSS 受信機 1 台だけで 5~30cm の精度で飛行軌跡を推定することが可能となった[6] (図 6).

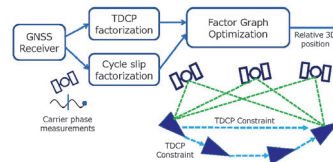


図6 GNSS odometry の概要

(3) 生物規範と CFD による静音翼の設計と音響処理との統合

生物の微細構造, 特に静音飛行をすることで知られているフクロウの翼に見られる微細構造 (前縁セレーションや後縁フリンジなど) に着目し, マルチローター型ドローン用プロペラへ微細構造を付与し騒音抑制を図った. また, レーシングカーのエアロパーツとして知られるガーニーフラップを高揚力デバイスとしてプロペラへ付与し, 生物微細構造の研究で得られた知見と組み合わせ低騒音かつ高効率なプロペラを目標として開発を行った.

①フクロウ翼を規範とした平板翼の数値流体力学モデルを構築し, 大規模 LES (Large Eddy Simulation) と, それにより得られた翼表面圧力データを用いた FW-H (Ffowes Williams-Hawkings) 方程式による音響解析を分離解法によりカップリングすることにより, 平板翼の前縁セレーションと後縁フリンジの相互作用が大幅に騒音レベルの低減をもたらすシナジー効果を発見した. さらに後縁フリンジが空気力の発生と騒音低減のトレードオフを解消するロバストなデバイスとなることが判明した[7].

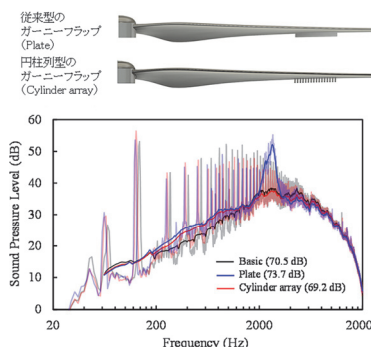


図7 ホバリング時のプロペラ騒音

②フクロウ翼を規範とした回転翼の空力音響性能の実験の結果, 従来型の板状のガーニーフラップ構造では取り付け位置, 板の長さといったパラメータの変化により板の端か

ら生じる渦を起因とした板面状の圧力変動による特定の周波数帯域での騒音レベルの増加が生じることが判明した。これらの解決を図るため、フクロウのセレーション構造の流体解析と音響解析で得た知見を基に、隙間のある円柱上の構造をプロペラの後縁に部分的に配置することで特定の周波数領域の騒音レベルの増加を回避し、人の可聴領域における騒音レベルの抑制を実現した(図7)[8]。

③円柱列型ガーニーフラップ構造プロペラを装着したドローンにマイクアレイを装備し、熊本新港で実施した屋外実験により、可聴帯域でのエゴノイズの騒音レベルの低下を確認し、さらに、その音響特徴から構成した周波数フィルターを活用した AFRF-MUSIC 法により音源探査性能の向上を確認した[3]。

④プロペラ周りの流れ場の大規模 LES (Large Eddy Simulation) 解析を行い(図8)、開発したモデルの詳細な表面圧力変動データを得た。また、この表面圧力データを用いた音響アナロジーによる遠方場の FW-H (Ffowes Williams-Hawkings) 方程式を利用する分離解法モデルの構築により、任意の位置におけるプロペラ周りの翼厚音、また圧力変動に起因する荷重音といった音圧レベルの定量的な評価を可能とした。この結果、従来の板状モデルに比べて隙間のある円柱列で構築したガーニーフラップ構造では、1)翼裏面側での増加した正圧の維持、2)適切な隙間を設けることによる構造物の端から放出される渦度の減少が確認でき、回転翼に対する騒音抑制に寄与するメカニズムを提案した[9]。

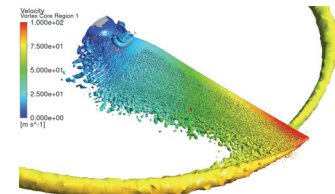


図8 プロペラ周りの LES 解析

(4) カイトプレーンの Alternative Drive-and-Glide Navigation (AltDGFNavi) による音源位置推定

カイトプレーンは、南極越冬隊の観測で 10 年以上の使用経験があるが、最近のクオッドロータードローンの興隆に影がない。本研究では、ドローン聴覚での最大の課題であるエゴノイズへの対応策としてカイトプレーンの滑空時の静音性に注目した。円形マイクアレイを装着したカイトプレーン(図9左2図)は、ロータ駆動から滑空に切り替えると、雑音レベルが一気に低下する(同図右)。この特徴を活用して、カイトプレーン用ドローン聴覚を設計した。

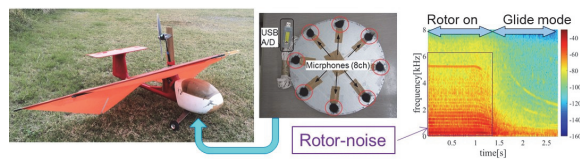


図9 カイトプレーンとマイクアレイ

①まず、簡単な飛行実験により、HARK の雑音モデルを逐次的に求める iGEVD-MUSIC 法で音源位置推定を行い、推定誤差が小さいことを確認した(図10)。この結果を基に、カイトプレーンが駆動と滑空を交互に切り替え、複数音源存在下で音源位置推定を効率的に行う飛行経路計画法(Alternating Drive-and-Glide Flight Navigation, AltDGFNavi)を提案した[10]。数値シミュレーションにより、推定された音源位置は正解データの近傍にあり、ロータの on/off を切り替える時間を短くすると音源位置推定精度が甘くなり、逆に2分程度まで長くすると、推定精度は向上するが、飛行高度が 150 秒で 10m 程度降下することが分かった。

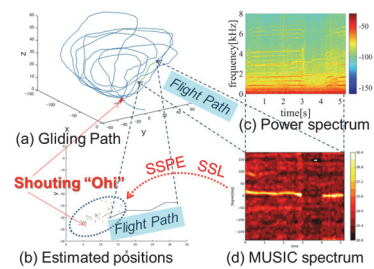


図10 駆動時滑空時の雑音レベル

②Alternative Drive-and-Glide Navigation の実現：滑空に適した3列線型マイクアレイ(図11)と Jetson Xavier NX で構成されるオンボードシステムを新たに開発し、音源位置推定には処理の軽い SEVD-MUSIC 法を使用した[11]。Way-point を使用した実際の飛行経路と高度を図12に示す。2回目の98秒~106秒間の滑空時に呼笛音(2.5KHz 付近)が3回鳴っている。

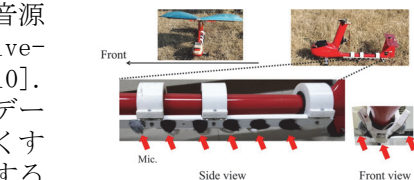


図11 3列線型マイクアレイ

図13に音源波形、パワースペクトルを示す。2回目滑空時の拡大スペクトル(右端図)から、2.5KHz 辺りに呼笛音を読み取れる。カイトプレーンと音源(呼笛)までの距離は 100m 超である。図14に、101.8秒、103.6秒、105.0秒の MUSIC スペクトルを示す。外周は水平方向を示し、上が進行方向であり、同心円は下向きの垂直方向を示し、中央が真下である。滑空とともに音源が真下から後方へ移動することが分かり、上空からの音源追跡の可能性が示唆された。

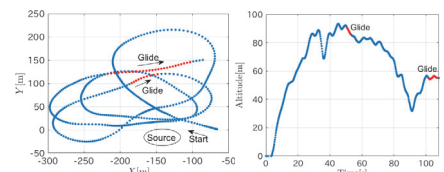


図12 AltDGFNavi の実際の飛行軌跡

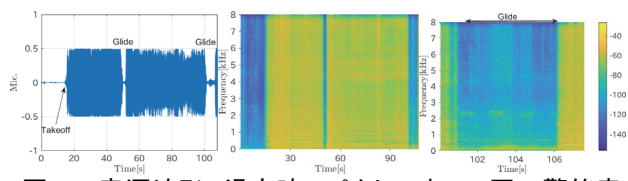


図13 音源波形、滑空時スペクトル中の3回の警笛音

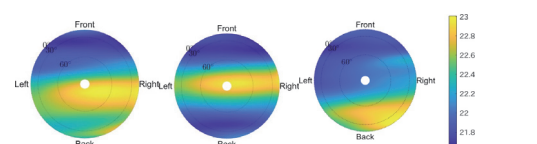


図14 滑空時の3D音源定位(101.8s, 103.6s, 105.0s)

AltDGFNavにより 100m 超の音源位置を推定でき、カイトプレーンの潜在能力を確認することができた。今後、GNSS と LiDAR による 3D 計測とを合わせ、広域での観測機能を充実していく。また、AltDGFNav では、way-point の事前設定という航空法の規定をクリアしなければならず、飛行経路の動的立案が次の課題となっている。

③距離スペクトルに基づいた対象物体の認識：ドローンの飛行音は地上で反射し、聴覚ドローンの収録音に含まれることがこれまでの予備実験などで確認されている。そこで、ドローン聴覚においてこの現象を利用して地上の形状、距離などを認識することを目的とし、送出音と反射音の間に生じる干渉に基づいた距離スペクトルを分析し、対象物体の大きさを認識する手法を考案した。数 m 離れた板の距離、向き、大きさなど形状の概形が認識できることを確認した[13]。

(5) システム統合

要素技術間のシステム統合では、最終的な使用形態を想定して進めた。

①災害救助：ドローン聴覚が災害救助用に使用されることを想定して、ImPACT で Murphy 教授・田所教授が NASA Technical Readiness Level に基づいて提案したガイドラインに従って、Basic technology and feasibility research 及び Technology development and demonstration を対象にユーザインタフェースの設計を行った[12]。さらに、索状ロボットにも応用した。

②認知ドローン聴覚：ドローン聴覚では、静音翼の音響特徴を活用した音響処理、音源推定から飛行経路の立案、などの経験から、コウモリのエコーレーションの機能のアナロジーとして、Perception-Action サイクルによる認知ドローン聴覚のモデル化を行った[14] (図 15)。Perception-Action サイクルは実際、Cognitive Radar や Cognitive Radio (携帯電話網で普及しつつあるコグニティブ無線) として実現されており、今日の携帯電話網のインフラストラクチャを構成する重要な技術となっており、ドローン聴覚によるモニタリング活動では、同様の Perception-Action サイクルによるシステム構築が今後重要な課題となっていくと考えられる。

③ロボット聴覚技術による実世界音環境理解：野鳥の同種間・異種間での鳴き交しの観測やカエルの合唱の解明についてロボット聴覚技術を適用し、観測技術の高度化に貢献した。

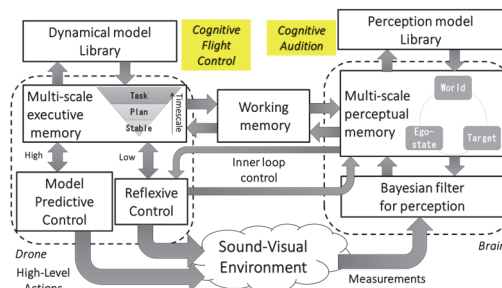


図15 認知ドローン聴覚の原理

(6) アウトリーチ活動

- ①ロボット聴覚オープンソースソフトウェアHARK講習会を実施(2019, 2020, IJCAI-2020, 2021)。
- ②Society5.0 科学博 2020 にドローン音響システムを出展。
- ③高校教科書「情報1」(日本文教出版社)に、ロボットの聴覚機能として、ロボット聴覚を装備した災害救助用ドローンが紹介。
- ④国内外での学会活動
 - 1) IEEE/RSJ IROS-2019, 2022 でロボット聴覚オーガナイズドセッションの提案と運営。
 - 2) IEEE SII-2019, 2021 でロボット聴覚オーガナイズドセッションの提案と運営。
 - 3) International Symposium on UAV/UAS Noise (Quiet Drones) (2020, 2022) で Drone Audition セッションの提案と運営。
 - 4) 日本ロボット学会学術講演会(2019~2021)でのロボット聴覚特別セッションの提案と運営。
 - 5) 人工知能学会 AI チャレンジ研究会(2019~2021)でのロボット聴覚特集の提案と運営。

<引用文献>

- ① Wakabayashi et al., “Multiple Sound Source …” IEEE RA-L, 5:2(2020) 782-789.
- ② Wakabayashi et al., “Drone audition …” Advanced Robotics, 34:11(2020) 744-755.
- ③ Hoshiba et al., “Development of surface-processed …” Proc Quiet Drones, 2020.
- ④ Suzuki, “Time-Relative RTK-GNSS: GNSS Loop …” IEEE RA-L, 5:1 (2019) 4735-4742.
- ⑤ Suzuki, “Robust Vehicle Positioning in Multipath …” Proc ICON GNSS+ 2021.
- ⑥ Suzuki, “GNSS Odometry: Precise Trajectory Estima …” IEEE RA-L, accepted, 2022.
- ⑦ Rong & Liu, “Aeroacoustic interaction …” Physics of Fluids, 34 (2022) 011907
- ⑧ Noda et al, “Multi-scale morphological effect on …” Proc Quiet Drones, 2020.
- ⑨ 曾我他, “生物規範型構造を付与したドローン用ブレー” 第32回バイオフロンティア講演会
- ⑩ Kumon et al., “Alternating Drive-and-Glide …” Proc IEEE/RSJ IROS-2021, 2114-2120. IROS Best Paper Award on Safety, Security, and Rescue Robotics 受賞。
- ⑪ Kumon & Okuno, “Autonomous Kiteplane System for Drone ” Proc Quiet Drones, 2022.
- ⑫ Wakabayashi et al., “Design and Implementation of …” Proc IEEE SII-2020, 814-189.
- ⑬ Kumon et al., “Object Surface …” Front. Robot. AI, 9 (2022) Art. 872964.
- ⑭ Kumon et al., “A Proposal of Cognitive Drone Audition …” Proc Quiet Drones, 2020.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計53件（うち査読付論文 39件 / うち国際共著 5件 / うちオープンアクセス 21件）

1. 著者名 Makoto Kumon, Rikuto Fukunaga, Tomoya Manabe, Kei Nakatsuma	4. 巻 9
2. 論文標題 Object Surface Recognition Based on Standing Waves in Acoustic Signals	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Frontiers in Robotics and AI	6. 最初と最後の頁 Article 872964
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/frobt.2022.872964	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 Shiho Matsubayashi, Kazuhiro Nakadai, Reiji Suzuki, Ura Tatsuya Ura, Makoto Hasebe, Hiroshi G. Okuno	4. 巻 9
2. 論文標題 Auditory Survey of Endangered Eurasian Bittern Using Microphone Arrays and Robot Audition	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Frontiers in Robotics and AI	6. 最初と最後の頁 Article 854572
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/frobt.2022.854572	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 Yu Yamauchi, Yuichi Ambe, Hikaru Nagano, Masashi Konyo, Yoshiaki Bando, Eisuke Ito, Solvi Arnold, Kimitoshi Yamazaki, Katsutoshi Itoyama, Takayuki Okatani, Hiroshi G. Okuno, Satoshi Tadokoro	4. 巻 9
2. 論文標題 Development of a continuum robot enhanced with distributed sensors for search and rescue	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 ROBOMECH Journal	6. 最初と最後の頁 Article 8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s40648-022-00223-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 -

1. 著者名 Taro Suzuki	4. 巻 7
2. 論文標題 GNSS Odometry: Precise Trajectory Estimation Based on Carrier Phase Cycle Slip Estimation	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 IEEE Robotics and Automation Letters	6. 最初と最後の頁 Accepted
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/LRA.2022.3182795	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 Makoto Kumon, Hiroshi G. Okuno, Shuichi Tajima	4. 巻 -
2. 論文標題 Alternating Drive-and-Glide Flight Navigation of a Kiteplane for Sound Source Position Estimation	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of 2021 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS-2021)	6. 最初と最後の頁 2091 ~ 2097
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/IROS51168.2021.9636136	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 Makoto Kumon, Hiroshi G. Okuno	4. 巻 -
2. 論文標題 Autonomous Kiteplane System for Drone Audition	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proceedings of Second International e-Symposium on UAV/UAS Noise (Quiet Drones 2022)	6. 最初と最後の頁 Accepted
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 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 Jiaxin Rong, Hao Liu	4. 巻 34
2. 論文標題 Aeroacoustic interaction between owl-inspired trailing-edge fringes and leading-edge serrations	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Physics of Fluids	6. 最初と最後の頁 011907 ~ 011907
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0078974	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 Kotaro Haneda, Kenei Matsudaira, Ryusuke Noda, Toshiyuki Nakata, Satoshi Suzuki, Hao Liu	4. 巻 22
2. 論文標題 Compact Sphere-Shaped Airflow Vector Sensor Based on MEMS Differential Pressure Sensors	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Sensors	6. 最初と最後の頁 1087 ~ 1087
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/s22031087	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 Jianwei Sun, Koichi Yonezawa, Hao Liu	4. 巻 -
2. 論文標題 Experimental Investigation of Aeroacoustic Interaction between Propeller and Duc	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proceedings of the 28th AIAA/CEAS Aeroacoustics Conference	6. 最初と最後の頁 Accepted
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 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 Jiaxin Rong, Hao Liu	4. 巻 34
2. 論文標題 Interactive effects of owl-inspired leading-edge serrations and trailing-edge fringes on aerodynamic performance and sound reduction	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 SEB 2021 Annual Conference	6. 最初と最後の頁 online
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 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 Jianwei Sun, Koichi Yonezawa, Eiji Shima, E. Shima, Hao Liu	4. 巻 -
2. 論文標題 Experimental Investigations on Aerodynamic and Psychoacoustic Characteristics of Loop-Type Propeller	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of 12th Asia-Pacific International Symposium on Aerospace Technology (APISAT 2021)	6. 最初と最後の頁 P00116
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 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 鈴木 太郎	4. 巻 60
2. 論文標題 UAVとLidarによる三次元計測技術	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 計測と制御	6. 最初と最後の頁 711 ~ 715
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11499/sicejl.60.711	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 Taro Suzuki, Shunichi Shiozawa, Atsushi Yamaba, Yoshiharu Amano	4. 巻 15
2. 論文標題 Forest Data Collection by UAV Lidar-Based 3D Mapping: Segmentation of Individual Tree Information from 3D Point Clouds	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 International Journal of Automation Technology	6. 最初と最後の頁 313 ~ 323
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.20965/ijat.2021.p0313	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 Suzuki Taro	4. 巻 -
2. 論文標題 Robust Vehicle Positioning in Multipath Environments Based on Graph Optimization	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of the 34th International Technical Meeting of the Satellite Division of The Institute of Navigation (ION GNSS+ 2021)	6. 最初と最後の頁 4223 ~ 4233
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.33012/2021.18091	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 宗 源, 品田 直樹, 鈴木 太郎, 天野 嘉春	4. 巻 2021
2. 論文標題 小型UAVによる3次元地図を用いた配管異常の検出	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 ロボティクス・メカトロニクス講演会講演概要集	6. 最初と最後の頁 2P1 ~ A18
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1299/jsmermd.2021.2P1-A18	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 公文誠, 福永陸人, 中妻啓	4. 巻 58
2. 論文標題 距離スペクトルを用いた平板形状の認識について	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 人工知能学会第二種研究会資料AIチャレンジ研究会	6. 最初と最後の頁 53 ~ 59
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11517/jsaisigtwo.2021.Challenge-058_10	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 炭谷 晋司, 鈴木 麗聖, 有田 隆也, 和多 和宏, 松林 志保, 中臺 一博, 奥乃 博	4. 巻 2021
2. 論文標題 複数マイクアレイを用いたキンカチョウの時空間的発声パターンに基づく個体間相互作用の調査	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 人工知能学会第二種研究会資料AIチャレンジ研究会	6. 最初と最後の頁 12 ~ 20
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11517/jsaisigtwo.2021.Challenge-058_03	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 Mizuho Wakabayashi, Hiroshi G. Okuno, Makoto Kumon	4. 巻 5
2. 論文標題 Multiple Sound Source Position Estimation by Drone Audition Based on Data Association Between Sound Source Localization and Identification	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 IEEE Robotics and Automation Letters	6. 最初と最後の頁 782 ~ 789
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/LRA.2020.2965417	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 Taro Suzuki	4. 巻 5
2. 論文標題 Time-Relative RTK-GNSS: GNSS Loop Closure in Pose Graph Optimization	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 IEEE Robotics and Automation Letters	6. 最初と最後の頁 4735 ~ 4742
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/LRA.2020.3003861	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 Mizuho Wakabayashi, Hiroshi G. Okuno, Makoto Kumon	4. 巻 34
2. 論文標題 Drone audition listening from the sky estimates multiple sound source positions by integrating sound source localization and data association	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Advanced Robotics	6. 最初と最後の頁 744 ~ 755
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/01691864.2020.1757506	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 Toshinori Kagawa, Fumie Ono, Lin Shan, Ryu Miura, Kazuhiro Nakadai, Kotaro Hoshiba, Makoto Kumon, Hiroshi G. Okuno, Shin Kato, and Fumihide Kojima	4. 巻 34
2. 論文標題 Multi-hop wireless command and telemetry communication system for remote operation of robots with extending operation area beyond line-of-sight using 920MHz/169MHz	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Advanced Robotics	6. 最初と最後の頁 756 ~ 766
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/01691864.2020.1760934	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 Shinji Sumitani, Reiji Suzuki, Shiho Matsubayashi, Takaya Arita, Kazuhiro Nakadai, Hiroshi G. Okuno	4. 巻 7
2. 論文標題 Fine scale observations of spatio spectro temporal dynamics of bird vocalizations using robot audition techniques	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Remote Sensing in Ecology and Conservation	6. 最初と最後の頁 18 ~ 35
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/rse2.152	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 Kazuhiro Nakadai, Hiroshi G. Okuno	4. 巻 2
2. 論文標題 Robot Audition and Computational Auditory Scene Analysis	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Advanced Intelligent Systems	6. 最初と最後の頁 9p
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/aisy.202000050	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 Hiromitsu Awano, Masahiro Shirasaka, Takeshi Mizumoto, Hiroshi G. Okuno, Ikkyu Aihara	4. 巻 207
2. 論文標題 Visualization of a chorus structure in multiple frog species by a sound discrimination device	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Comparative Physiology A	6. 最初と最後の頁 87 ~ 98
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00359-021-01463-9	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 Shinji Sumitani, Reiji Suzuki, Takaya Arita, Kazuhiro Nakadai, Hiroshi G. Okuno	4. 巻 2
2. 論文標題 Non-Invasive Monitoring of the Spatio-Temporal Dynamics of Vocalizations among Songbirds in a Semi Free-Flight Environment Using Robot Audition Techniques	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Birds	6. 最初と最後の頁 158 ~ 172
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/birds2020012	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 松林 志保, 斎藤 史之, 鈴木 麗璽, 中臺 一博, 奥乃 博	4. 巻 25
2. 論文標題 音で追跡するフクロウの巣立ち	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 景観生態学	6. 最初と最後の頁 87 ~ 89
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5738/jale.25.87	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 Makoto Kumon, Hiroshi G. Okuno, Kotaro Hosiba, Kazuhiro Nakadai, Ryusuke Noda	4. 巻 -
2. 論文標題 A Proposal of Cognitive Drone Audition Based on Cognitive Dynamic Systems	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of Quiet Drones International e-Symposium on UAV/UAS Noise	6. 最初と最後の頁 15p
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 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 Kotaro Hoshiba, Ryusuke Noda, Toshiyuki Nakata, Hao Liu, Kazuhiro Nakadai, Makoto Kumon, Hiroshi G. Okuno	4. 巻 -
2. 論文標題 Development of surface-processed low-noise propeller for search and rescue tasks with drone audition	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of Quiet Drones International e-Symposium on UAV/UAS Noise	6. 最初と最後の頁 13p
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 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 Ryusuke Noda, Toshiyuki Nakata, Kei Senda, Hao Liu	4. 巻 -
2. 論文標題 Multi-scale morphological effect on noise level and frequency characteristics of drone propellers	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of Quiet Drones International e-Symposium on UAV/UAS Noise	6. 最初と最後の頁 8p
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 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 Rao Chen, Liu Hao	4. 巻 60
2. 論文標題 Effects of Reynolds Number and Distribution on Passive Flow Control in Owl-Inspired Leading-Edge Serrations	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Integrative and Comparative Biology	6. 最初と最後の頁 1135 ~ 1146
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/icb/icaa119	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 Reiji Suzuki, Hao Zhao, Shinji Sumitani, Shiho Matsubayashi, Takaya Arita, Kazuhiro Nakadai, Hiroshi G. Okuno	4. 巻 -
2. 論文標題 Visualizing Directional Soundscapes of Bird Vocalizations Using Robot Audition Techniques	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of 2021 IEEE/SICE International Conference on System Integration (SII-2021)	6. 最初と最後の頁 488~492
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/IEECONF49454.2021.9382639	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 Shiho Matsubayashi, Fumiyuki Saito, Reiji Suzuki, Kazuhiro Nakadai, Hiroshi G. Okuno	4. 巻 -
2. 論文標題 Observing Nocturnal Birds Using Localization Techniques	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of 2021 IEEE/SICE International Conference on System Integration (SII-2021)	6. 最初と最後の頁 493~498
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/IEECONF49454.2021.9382665	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 Ryusuke Noda, Toshiyuki Nakata, Kei Senda, Hao Liu	4. 巻 -
2. 論文標題 Development of Microstructured Low Noise Propeller for Aerial Acoustic Surveillance	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of 2021 IEEE/SICE International Conference on System Integration (SII-2021)	6. 最初と最後の頁 6p
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/IEECONF49454.2021.9382753	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 Takuto Takahashi, Hiroshi G. Okuno, Shigeki Sugano, Stelian Coros, Bernhard Thomaszewski	4. 巻 -
2. 論文標題 Computational Design of Balanced Open Link Planar Mechanisms with Counterweights from User Sketches	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of 2020 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS-2020)	6. 最初と最後の頁 6466-6471
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/IROS45743.2020.9341027	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 Takuto Takahashi, Hiroshi G. Okuno, Shigeki Sugano, Stelian Coros, Bernhard Thomaszewski	4. 巻 4
2. 論文標題 Computational Design of Statically Balanced Planar Spring Mechanisms	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEEE Robotics and Automation Letters	6. 最初と最後の頁 4438-4444
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/LRA.2019.2929984	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 Shinji Sumitani, Reiji Suzuki, Shiho Matsubayashi, Takaya Arita, Kazuhiro Nakadai, Hiroshi G. Okuno	4. 巻 -
2. 論文標題 AN INTEGRATED FRAMEWORK FOR FIELD RECORDING, LOCALIZATION, CLASSIFICATION AND ANNOTATION OF BIRDSONGS USING ROBOT AUDITION TECHNIQUES - HARKBIRD 2.0.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of 2019 International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP 2019)	6. 最初と最後の頁 8246-8250
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ICASSP.2019.8683743	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 Shinji Sumitani, Takemi Morimatsu, Reiji Suzuki, Shiho Matsubayashi, Takaya Arita, Kazuhiro Nakadai, Hiroshi G. Okuno	4. 巻 -
2. 論文標題 Robot Audition Approach to Field Observation of Bird Songs	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of 2019 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS-2019)	6. 最初と最後の頁 3389
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 Taro Suzuki, D. Inoue, and Yoshiharu Amano	4. 巻 -
2. 論文標題 Robust UAV Position and Attitude Estimation using Multiple GNSS Receivers for Laser-based 3D Mapping	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of 2019 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS-2019)	6. 最初と最後の頁 4402-4408
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/IROS40897.2019.8967894	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 Kenshiro Yamada, Makoto Kumon, Tomonari Furukawa	4. 巻 -
2. 論文標題 Belief-Driven Control Policy of a Drone with Microphones for Multiple Sound Source Search	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of 2019 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS-2019)	6. 最初と最後の頁 5326-5332
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/IROS40897.2019.8968119	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 Takumi Hakamata, Kotaro Hoshiba, Takenobu Tsuchiya, Nobuyuki Endoh	4. 巻 -
2. 論文標題 Study of Stabilization of Audible Spot including Multiple Frequencies with Two Parametric Speakers	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the 14th TOIN International Symposium on Biomedical Engineering (BME)	6. 最初と最後の頁 150-151
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 Takumi Hakamata, Hiroyoshi Yamashita, Keisuke Watanabe, Kotaro Hoshiba, Takenobu Tsuchiya, Nobuyuki Endoh	4. 巻 -
2. 論文標題 Control of sound pressure in audible spot using parametric speakers	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the 23rd International Congress on Acoustics (ICA)	6. 最初と最後の頁 2690-2695
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 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 Shinji Sumitani, Reiji Suzuki, Takemi Morimatsu, Shiho Matsubayashi, Takaya Arita, Kazuhiro Nakadai, Hiroshi G. Okuno	4. 巻 -
2. 論文標題 Soundscape Analysis of Bird Songs in Forests Using Microphone Arrays	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of 2020 IEEE/SICE International Conference on System Integration (SII-2020)	6. 最初と最後の頁 634-639
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/SII46433.2020.90262679	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 Yuto Kokusho, Makoto Kumon	4. 巻 -
2. 論文標題 Sound Source Tracking by Incorporating Target Motion Estimated by Visual Trackers	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 roceedings of 2020 IEEE/SICE International Conference on System Integration (SII-2020)	6. 最初と最後の頁 652-657
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/SII46433.2020.9025921	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 Mizuho Wakabayashi, Hiroshi G. Okuno, Makoto Kumon	4. 巻 -
2. 論文標題 Design and Implementation of Real-Time Visualization of Sound Source Positions by Drone Audition,	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 roceedings of 2020 IEEE/SICE International Conference on System Integration (SII-2020)	6. 最初と最後の頁 814-819
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/SII46433.2020.9025940	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 伊福和己, 公文誠	4. 巻 57
2. 論文標題 住居内環境でのLiDAR・マイクアレイ統合による移動音源の追跡	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 人工知能学会AIチャレンジ研究会資料	6. 最初と最後の頁 66~72
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Shinji Sumitani, Reiji Suzuki, Kazuhiro Wada, Takaya Arita, Kazuhiro Nakadai, Hiroshi G. Okuno	4. 巻 -
2. 論文標題 A robot audition approach toward understanding social interactions among songbirds in a semi-free flight environment	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of the 25th International Symposium on Artificial Life and Robots (AROB2020)	6. 最初と最後の頁 986-981
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 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 坂東 宜昭, 安部 祐一, 糸山 克寿, 奥乃 博, 藤原 始史	4. 巻 37
2. 論文標題 能動スコープカメラの極限ロボット聴覚	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本ロボット学会誌	6. 最初と最後の頁 808-813
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7210/jrsj.37.808	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 鈴木 太郎	4. 巻 37
2. 論文標題 UAVにおけるGNSS応用: 複数のGNSSとLiDARの複合による3Dマッピング	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本ロボット学会誌	6. 最初と最後の頁 603-606
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7210/jrsj.37.603	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 松林 志保, 斉藤 史之, 鈴木 麗壘, 中臺 一博, 奥乃 博	4. 巻 24
2. 論文標題 鳴き声で追う夜行性鳥類: ロボット聴覚の応用実例	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 景観生態学	6. 最初と最後の頁 104-105
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5738/jale.24.104	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 坂東 宜昭, 安部 祐一, 糸山 克寿, 昆陽 雅司, 田所 諭, 中臺 一博, 奥乃 博	4. 巻 2019
2. 論文標題 柔軟索状レスキューロボットのための空気噴射音下での単チャンネル音声強調	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 ロボティクス・メカトロニクス講演会講演概要集	6. 最初と最後の頁 2A2-D07
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1299/jsmermd.2019.2A2-D07	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 清水 南良, 草間 一輝, 鈴木 太郎, 天野 嘉春	4. 巻 2019
2. 論文標題 GNSS衛星選択とドップラー速度複合による一周波RTK-GNSS測位の精度向上	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 ロボティクス・メカトロニクス講演会講演概要集	6. 最初と最後の頁 1P2-D08
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1299/jsmermd.2019.2A1-D02	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 光永 法明, 植村 渉, 鈴木 麗壘, 干場 功太郎, 中臺 一博	4. 巻 34
2. 論文標題 AI チャレンジ研究会 (Challenge)	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 人工知能	6. 最初と最後の頁 635-638
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11517/jjsai.34.5_635	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 袴田拓実, 干場功太郎, 土屋健伸, 遠藤信行	4. 巻 55
2. 論文標題 パラメトリックスピーカを用いたオーディオスポット形成における広帯域信号の安定化の検討	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 人工知能学会第55回AIチャレンジ研究会資料	6. 最初と最後の頁 48 ~ 53
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計34件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 12件)

1. 発表者名 公文誠, 福永陸人, 中妻啓
2. 発表標題 距離スペクトルを用いた平板形状の認識について
3. 学会等名 人工知能学会 第58回人工知能学会AIチャレンジ研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 炭谷 晋司, 鈴木 麗麗, 有田 隆也, 和多 和宏, 松林 志保, 中臺 一博, 奥乃 博
2. 発表標題 複数マイクアレイを用いたキンカチョウの時空間的発声パターンに基づく個体間相互作用の調査 フクロウ規範翼のセレーション形状と付与位置が空力性能に及ぼす影響 2. 発表標題 (6 /
3. 学会等名 人工知能学会 第58回人工知能学会AIチャレンジ研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 石橋稜斗, 池田旭彰, 中田敏是, 劉浩
2. 発表標題 フクロウ規範翼のセレーション形状と付与位置が空力性能に及ぼす影響
3. 学会等名 日本機械学会 第32回バイオフィロンティア講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 曾我拓也, 野田龍介, 中田敏是, 劉浩
2. 発表標題 生物規範型構造を付与したドローン用ブレードの空力音響性能
3. 学会等名 日本機械学会 第32回バイオフィロンティア講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 宗 源, 品田 直樹, 鈴木 太郎, 天野 嘉春
2. 発表標題 小型UAVによる3次元地図を用いた配 管異常の検出
3. 学会等名 ロボティクス・メカトロニクス講演会講演概要集
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 鈴木麗璽, 林晃一郎, 大坂英樹, 松林志保, 有田隆也, 中臺一博, 奥乃博
2. 発表標題 ロボット聴覚技術に基づく鳥類音声の方位 角・仰角に関する音源定位と音風景の観測
3. 学会等名 日本鳥学会2021年度大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松林 志保, 斎藤 史之, 鈴木 麗璽, 中臺 一博, 奥乃 博
2. 発表標題 音声に音づくヒクイナの自動観測の課題と可能性
3. 学会等名 日本鳥学会2021年度大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 鈴木 麗璽, 炭谷 晋司, 松林 志保, 有田 隆也, 中臺 一博, 奥乃 博
2. 発表標題 音源定位技術を用いた野外鳥類の音声相互作用の分析手法の検討
3. 学会等名 第69回日本生態学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Makoto Kumon, Hiroshi G. Okuno, Shunichi Tajima
2. 発表標題 Alternating Drive-and-Glide Flight Navigation of a Kiteplane for Sound Source Position Estimation
3. 学会等名 2021 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS- 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Jianwei Sun, Koichi Yonezawa, Hao Liu
2. 発表標題 Experimental Investigation of Aeroacoustic Interaction between Propeller and Duc
3. 学会等名 28th AIAA/CEAS Aeroacoustics Conference (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Jiaxin Rong, Hao Liu
2. 発表標題 Interactive effects of owl-inspired leading-edge serrations and trailing-edge fringes on aerodynamic performance and sound reduction
3. 学会等名 SEB 2021 Annual Conference (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Jianwei Sun, Koichi Yonezawa, Eiji Shima, E. Shima, Hao Liu
2. 発表標題 Experimental Investigations on Aerodynamic and Psychoacoustic Characteristics of Loop-Type Propeller
3. 学会等名 12th Asia-Pacific International Symposium on Aerospace Technology (APISAT 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Suzuki Taro
2. 発表標題 Robust Vehicle Positioning in Multipath Environments Based on Graph Optimization
3. 学会等名 34th International Technical Meeting of the Satellite Division of The Institute of Navigation (ION GNSS+ 2021)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Mizuho Wakabayashi, Hiroshi G. Okuno, Makoto Kumon
2. 発表標題 Multiple Sound Source Position Estimation by Drone Audition Based on Data Association between Sound Source Localization and Identification
3. 学会等名 2020 IEEE International Conference on Robots and Automation (ICRA 2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Taro Suzuki
2. 発表標題 Time-Relative RTK-GNSS: GNSS Loop Closure in Pose Graph Optimization
3. 学会等名 2020 IEEE International Conference on Robots and Automation (ICRA 2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名	Makoto Kumon, Hiroshi G. Okuno, Kotaro Hosiba, Kazuhiro Nakadai, Ryusuke Noda
2. 発表標題	A Proposal of Cognitive Drone Audition Based on Cognitive Dynamic Systems
3. 学会等名	Quiet Drones International e-Symposium on UAV/UAS Noise (Quiet Drones 2020) (国際学会)
4. 発表年	2020年

1. 発表者名	Kotaro Hoshiba, Ryusuke Noda, Toshiyuki Nakata, Hao Liu, Kazuhiro Nakadai, Makoto Kumon, Hiroshi G. Okuno
2. 発表標題	Development of surface-processed low-noise propeller for search and rescue tasks with drone audition
3. 学会等名	Quiet Drones International e-Symposium on UAV/UAS Noise (Quiet Drones 2020) (国際学会)
4. 発表年	2020年

1. 発表者名	Ryusuke Noda, Toshiyuki Nakata, Kei Senda, Hao Liu
2. 発表標題	Multi-scale morphological effect on noise level and frequency characteristics of drone propellers
3. 学会等名	Quiet Drones International e-Symposium on UAV/UAS Noise (Quiet Drones 2020) (国際学会)
4. 発表年	2020年

1. 発表者名	Koichi Yonezawa, Eiji Shima, Toshiyuki Nakata, Hao Liu
2. 発表標題	Experimental Investigation of Noise Characteristics of Rotors
3. 学会等名	Quiet Drones International e-Symposium on UAV/UAS Noise (Quiet Drones 2020) (国際学会)
4. 発表年	2020年

1. 発表者名 Takuto Takahashi, Hiroshi G. Okuno, Shigeki Sugano, Stelian Coros, Bernhard Thomaszewski
2. 発表標題 Computational Design of Balanced Open Link Planar Mechanisms with Counterweights from User Sketches
3. 学会等名 2020 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS-2019) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Takuto Takahashi, Jonas Zehnder, Hiroshi G. Okuno, Shigeki Sugano, Stelian Coros, Bernhard Thomaszewski
2. 発表標題 Computational Design of Balanced Open Link Planar Mechanisms with Counterweights from User Sketches
3. 学会等名 2019 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS-2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 干場功太郎, 野田龍介, 中田敏是, 劉浩, 泉田啓, 中臺一博, 公文誠, 奥乃博
2. 発表標題 ドローン搭載マイクロホンアレイを用いた音源探査の高精度化に向けた静音プロペラの開発
3. 学会等名 第38回日本ロボット学会学術講演会, RSJ20201D3-03
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 原将太, 中田敏是, 劉浩
2. 発表標題 昆虫飛行を規範としたデュアルコプターの創製
3. 学会等名 日本機械学会第31回バイオフィロントニア講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 戎佳欣, 劉浩
2. 発表標題 フクロウ翼を規範とした後縁フリンジが騒音低減と空力性能に及ぼす影響
3. 学会等名 日本機械学会第31回バイオフロンティア講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 井上大地, 鈴木太郎, 天野嘉春
2. 発表標題 複数の GNSS ドップラー速度を複合した小型 UAV の姿勢推定
3. 学会等名 日本機械学会関東支部総会講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 伊福和己, 公文誠
2. 発表標題 住居内環境でのLiDAR・マイクアレイ統合による移動音源の追跡
3. 学会等名 第57回人工知能学会AIチャレンジ研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松林 志保, 斉藤 史之, 鈴木 麗壘, 中臺 一博, 奥乃 博
2. 発表標題 「見えない」鳥を音で追う：定位技術を活用した鳥類観測
3. 学会等名 2019年度日本景観生態学会第29回京都大会講演要旨集
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 野田 龍介, 中田 敏是, 池田 旭彰, 石橋 健太, 劉 浩
2. 発表標題 ルチコプター型ドローンにおける低騒音型プロペラの開発
3. 学会等名 第37回日本ロボット学会学術講演会 (RSJ2019) (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 干場功太郎, 下村竹蔵, 土屋健伸
2. 発表標題 MUSIC法に基づく空中音響センシング手法の室内環境における実験的評価
3. 学会等名 第37回日本ロボット学会学術講演会 (RSJ2019)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 袴田拓実, 干場功太郎, 土屋健伸, 遠藤信行
2. 発表標題 二つのパラメトリックスピーカを用いた局所的可聴領域形成における複数周波数同時制御の検討
3. 学会等名 第37回日本ロボット学会学術講演会 (RSJ2019)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takumi Hakamata, Kotaro Hoshiba, Takenobu Tsuchiya, Nobuyuki Endoh
2. 発表標題 Forming and controlling audible spot including wide frequency band with two parametric speakers
3. 学会等名 The 40th Symposium on Ultrasonic Electronics (USE)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 袴田拓実, 干場功太郎, 土屋健伸, 遠藤信行
2. 発表標題 二つのパラメトリックスピーカを用いた複数の周波数を含む局所的可聴領域形成における音圧制御の検討
3. 学会等名 電子情報通信学会ソサイエティ大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 袴田拓実, 干場功太郎, 土屋健伸, 遠藤信行
2. 発表標題 二つのパラメトリックスピーカを用いたオーディオスポット形成における頭部による影響
3. 学会等名 電子情報通信学会 超音波研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 袴田拓実, 干場功太郎, 土屋健伸, 遠藤信行
2. 発表標題 パラメトリックスピーカを用いたオーディオスポット形成における広帯域信号の安定化の検討
3. 学会等名 第56回人工知能学会AIチャレンジ研究会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>ロボット聴覚オープンソースソフトウェアHARK https://www.hark.jp/ ドローン聴覚（熊本大学 公文研究室） https://as.mech.kumamoto-u.ac.jp/ja/research/ ドローン聴覚（東京工業大学 干場研究室） https://sites.google.com/site/kotaruhoshiba/ 生物規範による静音翼（千葉大学 劉研究室） http://www.em.eng.chiba-u.jp/~liu/index.php?Projects ロボット聴覚オープンソフトウェア https://www.hark.jp/ ドローン聴覚 https://as.mech.kumamoto-u.ac.jp/ja/research 生物規範による静音翼 http://www.em.eng.chiba-u.jp/~liu/index.php?Projects</p> <p>ロボット聴覚オープンソースソフトウェアHARK講習会実施, 2019年11月21日, 2020年11月21日, 2020年11月21日, 2021年1月8日, 2021年11月27日. 第39回日本ロボット学会学術講演会オーガナイズドセッション「ロボット聴覚 およびその展開」, 2020年10月9日, 2021年9月8日. Society 5.0科学博出展 2021年7月15~28日. 受賞: Takuto Takahashi et al. IROS2020 Best Student Award. 干場功太郎. 第16回競基弘技術業績賞, 国際レスキューシステム研究機構, 2021年1月. IROS-2021 Best Paper Award on Safety, Security, and Rescue Robotics受賞</p>
--

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	公文 誠 (Kumon Makoto) (70332864)	熊本大学・大学院先端科学研究部(工)・教授 (17401)	
研究分担者	干場 功太郎 (Hoshiba Kotaro) (50782182)	東京工業大学・工学院・助教 (12608)	
研究分担者	鈴木 太郎 (Suzuki Taro) (80710368)	千葉工業大学・未来ロボット技術研究センター・上席研究員 (32503)	
研究分担者	劉 浩 (Liu Hao) (40303698)	千葉大学・大学院工学研究院・教授 (12501)	

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5件

国際研究集会 Special Session on "Robot Audition and its System Integration", 2021 IEEE/SICE International Symposium on System Integration (SI12021)	開催年 2021年～2021年
国際研究集会 Robot Audition Special Session, Quiet Drones International e-Symposium on UAV/UAS Noise	開催年 2020年～2020年
国際研究集会 Tutorial on "Robot Audition Open Source Software HARK," 2020 International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI 2020)	開催年 2020年～2021年
国際研究集会 IROS 2019 Organized Session on Field-Oriented Robot Audition	開催年 2019年～2019年
国際研究集会 SI12020 Special Session on Robot Audition and its System Integration	開催年 2020年～2020年

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
---------	---------

米国	Virginia Institute of Technology	University of Virginia		
----	-------------------------------------	------------------------	--	--