

令和 5 年 6 月 13 日現在

機関番号：17104

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2020～2022

課題番号：20H04199

研究課題名（和文）マルチフィジクス・マルチシステム強連成解析による1mmの昆虫規範型MEMS飛行体

研究課題名（英文）1mm insect-inspired MEMS flyer using multiphysics-multisystem strong coupling

研究代表者

石原 大輔 (Ishihara, Daisuke)

九州工業大学・大学院情報工学研究院・教授

研究者番号：80363399

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,600,000円

研究成果の概要（和文）：昆虫飛行は、マルチフィジクス・マルチシステム強連成を巧みに利用して、1mmオーダーの微小化を達成している。ゆえに昆虫を規範とすることで、ドローンのような飛行体を微小化することが期待されている。しかし、現象の複雑さと加工技術の限界から、1mmオーダーの昆虫規範型飛行体は実現されていない。そこで本研究では、マルチフィジクス・マルチシステム強連成解法を開発し、それを用いて、MEMSの2.5次元構造が昆虫飛行メカニズムを有するように設計し、それを実際にMEMSプロセスで作成することで、1mmオーダーの昆虫規範型MEMS飛行体が可能であることを明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

【学術的意義】階層的分解による系統的なマルチフィジクス・マルチシステム強連成解法とポリマー微細加工による昆虫規範型飛行体の方法論を開発し、現在より1桁小さいMEMS飛行体の可能性を明らかにした。

【社会的意義】（1）ドローン微小化の極限を示すことで、その技術体系の展望を描くことができ、（2）昆虫の繁栄に対する飛行の寄与とのアナロジーにより、MEMS技術体系に新展開をもたらすことができ、（3）計算による高精度予測を前提とした連成現象によるMEMSの機能創成という設計方法論を創成できた。これらを最新の情報科学と融合させ、社会に大きな変革をもたらす計算バイオミメティクスと生物規範型MEMSを創成する。

研究成果の概要（英文）：Insects are minimum flyers in the animal kingdom, of which representative dimensions are on the order of 1mm. Hence, it is expected that artificial flyers like drones can be minimized by mimicking insects. However, because of complexity of phenomena and limitation of fabrication, the insect-mimetic flyer on the order of 1mm has not been realized. In this study, (1) the strongly coupled multiphysics and multisystem analysis method was developed, (2) the 2.5-dimensional structure of MEMS was designed such that it can present flapping functions using the insect flight mechanism, and (3) the design solutions were fabricated using the MEMS micromachining process. It follows from these results that the possibility of the insect-mimetic flyer on the order of 1mm was demonstrated.

研究分野：計算力学

キーワード：マルチフィジクス、マルチシステム、連成解析、昆虫規範、MEMS、FWNAV、計算バイオミメティクス、ポリマーマイクロマシニング

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

昆虫飛行は、マルチフィジクス・マルチシステム強連成を巧みに利用して、1mm オーダーの微小化を達成している。ゆえに昆虫を規範とすることで、ドローンのような飛行体を微小化することが期待されている。しかし、現象の複雑さと加工技術の限界から、1mm オーダーの昆虫規範型飛行体は実現されていない。

2. 研究の目的

本研究では、I. マルチフィジクス・マルチシステム強連成解法を開発し、II. それを用いて、MEMS の 2.5 次元構造が昆虫飛行メカニズムを有するように設計し、III. それを実際に MEMS プロセスで作成することで、1mm オーダーの昆虫規範型 MEMS 飛行体を実現する。

3. 研究の方法

本研究の方法は、基本的に以下のアプローチに基づく：

- I. 階層的分解によるマルチフィジクス・マルチシステム強連成解法の開発
- II. 本強連成解法による昆虫規範型 MEMS 飛行体の設計
- III. 1mm オーダーの昆虫規範型 MEMS 飛行体の作成と評価

4. 研究成果

主な研究成果を以下に示す：

4.1 階層的分解によるマルチフィジクス・マルチシステム強連成解法の開発

4.1.1 Hierarchically decomposed finite element method for a triply coupled piezoelectric, structure, and fluid fields of a thin piezoelectric bimorph in fluid

(a) Ramegowda P.C., Ishihara D., Takata R., Niho T., Horie T.

(b) Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering 365 2020 年 06 月

(c) Abstract: This paper proposes a numerical method for analyzing a thin piezoelectric bimorph in fluid. A hierarchically decomposed finite element method (FEM) is proposed for modeling the triply coupled piezoelectric-structure-fluid interaction. The electromechanical coupling (piezoelectric-structure interaction) behavior in a thin piezoelectric bimorph is described by the classical constitutive equation, the incompressible fluid flows by the Navier-Stokes equation and the structure by the Cauchy equation of motion. The piezoelectric-structure-fluid interaction system is decomposed into subsystems of fluid-structure interaction (FSI) and piezoelectric field, then the piezoelectric field and the FSI are coupled using the block Gauss-Seidel method, the fluid-structure interaction is split into the fluid-structure velocity field and the pressure field using an algebraic splitting and the fluid-structure velocity field is partitioned into fluid velocity field and structure velocity field. Using the proposed method, the resonance characteristics of a piezoelectric bimorph cantilever made of PVDF and PZT-5H material in fluid are investigated for actuation and sensor configurations.

(d) DOI: 10.1016/j.cma.2020.113006

4.1.2 Finite element analysis of a thin piezoelectric bimorph with a metal shim using solid direct-piezoelectric and shell inverse-piezoelectric coupling with pseudo direct-piezoelectric evaluation

(a) Ramegowda P.C., Ishihara D., Takata R., Niho T., Horie T.

(b) Composite Structures 245 2020 年 08 月

(c) Abstract: A thin triple-layer piezoelectric bender, also known as a piezoelectric bimorph with a metal shim, consists of an elastic layer (metal shim) sandwiched between two piezoelectric layers. It is one of the most commonly used piezoelectric composite structures in both sensing and actuation applications. Therefore, this study deals with the coupled piezoelectric-structure interaction analysis of a thin piezoelectric bimorph with a metal shim. In this work, the best features of the solid and shell elements were combined to analyze the piezoelectric and structural fields, respectively, in a thin piezoelectric bimorph with a metal shim. This approach addresses the shortcomings of using a single finite element mesh for both the piezoelectric and structural fields. A transformation method using the block Gauss-Seidel algorithm is employed to exchange the variables between solid direct-piezoelectric and shell inverse-piezoelectric analyses. The metal layer can be analyzed as an elastic body with electrical boundary conditions. A pseudo direct-piezoelectric evaluation method for the metal shim in the piezoelectric analysis is proposed. This method allows us to reuse the existing piezoelectric analysis program, where the metal shim is analyzed as the pseudo direct-piezoelectric material in a single analysis procedure. The homogenization method for the evaluation of bending rigidity and mass is used for modeling the single shell structure in the inverse-piezoelectric analysis of a thin piezoelectric bimorph with a metal layer. Numerical results are given for various electrical configurations of actuators and sensors to validate the present method. Comparison with an exact solution illustrates the accuracy, efficiency, and capability of the developed solid direct and shell inverse-piezoelectric analysis coupled with a pseudo direct-piezoelectric evaluation method to capture the sensor and actuator response of a thin piezoelectric bimorph with a metal shim.

(d) DOI: 10.1016/j.compstruct.2020.112284

4.1.3 Hierarchical modeling and finite element analysis of piezoelectric energy harvester from structure-piezoelectric-circuit interaction

(a) Ramegowda P.C., Ishihara D., Takata R., Horie T.

(b) World Congress in Computational Mechanics and ECCOMAS Congress 1200 2021 年 01 月

(c) Abstract: The piezoelectric energy harvesting devices for the conversion of mechanical vibration into electric energy via a flexible piezoelectric energy harvesting (FPED) structure have gained greater attention. Here, the large deformation of the FPED structure causes a strong interaction with the electric field (direct-piezoelectric effect) and structural field (inverse-piezoelectric effect), and vice-versa. Also an electrical circuit is attached to the electrodes covering the piezoelectric layers. This becomes a three-way coupling of the structure, the electromechanical effect of the piezoelectric material, and the electrical circuit. A mathematical and numerical model of the complex physical system of the involved multiphysics coupling characteristics in order to predict the operational properties and to increase the performance is very important. The presentation will discuss a partitioned coupling algorithm based hierarchical decomposition using finite element method for piezoelectric energy harvesting from structure-piezoelectric-circuit interaction. Results obtained with the finite element analysis are compared with the experimental results of PEHDs with base excitation reported in the literature.

(d) DOI : 10.23967/wccm-eccomas.2020.163

4.1.4 Performance evaluation of the pixel wing model for the insect wing's camber

(a) Onishi Minato, Ishihara Daisuke

(b) 日本シミュレーション学会英文誌 (一般社団法人 日本シミュレーション学会) 8 (2) 163 - 172 2021 年 01 月

(c) Abstract: In insect flapping wings, the camber deformation is caused by the aerodynamic forces. Since the camber will improve the aerodynamic performance of Flapping Wing Nano Air Vehicles (FWNAVs), it is important to elucidate the passive mechanism of the cambering. The pixel wing model consisting of a structured mesh using shell elements that can simulate the camber deformation caused by the fluid-structure interaction has been proposed for the purpose of computational efficiency. In this study, the performance of the pixel wing model is evaluated as the pixel model resolution is changed. The minimum pixel model resolution is determined such that it can keep enough magnitude of camber compared to actual insects. Furthermore, it is found that the cambering of the pixel wing model can be effectively changed using the wing's chord-wise flexural stiffness given by the root vein pixels and the thickness of the wing membrane pixels.

(d) DOI : 10.15748/jasse.8.163

4.1.5 Strongly coupled partitioned iterative method for the structure-piezoelectric-circuit interaction using hierarchical decomposition

(a) Ishihara D., Takata R., Ramegowda P.C., Takayama N.

(b) Computers and Structures 253 2021 年 09 月

(c) Abstract: The key to the design of advanced micro electro-mechanical devices is an accurate evaluation of the circuit-integrated piezoelectric oscillator that accounts for its complicated configuration. Here, the direct numerical modeling of this oscillator leads to a general formulation as a structure-piezoelectric-circuit interaction. Hence, this study developed a strongly coupled partitioned iterative method for the structure-piezoelectric-circuit interaction. The proposed method was constructed using hierarchical decomposition, the partitioned iterative method for two coupled fields, and loop union. That is, the whole system of the coupled multiphysics is hierarchically decomposed into coupled two-field subsystems, partitioned iterative algorithms for two coupled fields are applied to these subsystems, and the coupling algorithms for these subsystems are reduced to a single coupling algorithm. In the proposed method, three distinct direct piezoelectric, inverse piezoelectric, and circuit solvers are strongly coupled with each other. The inverse piezoelectric solver uses shell finite elements to analyze the response of the thin oscillator efficiently, while the direct piezoelectric solver uses solid finite elements to accurately describe the three-dimensional distribution of the electric potential in the piezoelectric continuum. The proposed method can accurately analyze coupling phenomena in the RC circuit, piezoelectric shunt damping, and piezoelectric energy harvesting.

(d) DOI : 10.1016/j.compstruc.2021.106572

4.1.6 Computational control for strongly coupled structure, electric, and fluid systems

(a) Shankar V., Ramegowda P.C., Ishihara D.

(b) International Journal for Computational Methods in Engineering Science and Mechanics - (2) 91 - 106 2022 年 01 月

(c) Abstract: Piezoelectric-structure interaction (PSI) and fluid-structure interaction (FSI) are multi-physics coupled systems. These interactions affect the vibration characteristics of coupled systems and thus such complex coupled systems must be controlled. This paper proposes computational control based on the finite element method for strongly coupled multi-physics analysis of the PSI of a thin flexible piezoelectric bimorph actuator. The vibration characteristics and the effect of direct velocity and displacement feedback (DVDFB) control in coupled systems are investigated. The displacement and velocity feedback gains are used together as well as separately. DVDFB control is extended to the FSI of stiff and soft structures to study vibration characteristics using active control and compare the stability of the two types of structure. The results of PSI show a reduction in actuator displacement amplitude and a shift in the resonance frequency due to DVDFB control. For FSI, the results for a stiff material show a reduction in displacement. The velocity feedback gain has no effect for a stiff material and leads to instability due to a large control force. The results for a soft material show a reduction in displacement and amplitude and more stability compared to the case for the stiff material.

(d) DOI : 10.1080/15502287.2022.2066032

4.2 本強連成解法による昆虫規範型 MEMS 飛行体の設計

4.2.1 A Design Window Search Using Nonlinear Dynamic Simulation for Polymer Micro-machined Transmission in Insect-inspired Flapping wing Nano Air Vehicles

(a) Rashmikant, Ishihara D.

(b) 2021 6th International Conference on Robotics and Automation Engineering, ICRAE 2021 162 - 167 2021 年 01 月

(c) Abstract: The novelty of this study is the proposition of a design window (DW) search using the nonlinear dynamic simulation, and the finding of the DWs of the polymer micro transmission that satisfies the nonlinear and unsteady design requirements conflicting

with each other simultaneously. Here, the DW is defined as an existing area of satisfactory solutions in a design parameter space, which is defined as the flapping frequency equivalent to small flies and the mass of the micro wing supported by the transmission design. Since this micro transmission is the key component of the flapping wing nano air vehicle (FWNAVs) which has a 2.5-D structure and is fabricated using polymer micromachining so proposed DWs will contribute to further miniaturizing FWNAVs.

(d) DOI : 10.1109/ICRAE53653.2021.9657802

4.2.2 Improved Design of Polymer Micromachined Transmission for Flapping Wing Nano Air Vehicle

(a) Rashmikant , Ishihara D., Suetsugu R., Murakami S., Ramegowda P.C.

(b) Proceedings of the 16th Annual IEEE International Conference on Nano/Micro Engineered and Molecular Systems, NEMS 2021 1320 - 1325 2021 年 04 月

(c) Abstract: This paper presents an improved design of polymer micromachined transmission for flapping-wing Nano Air Vehicles (FWNAVs) in comparison with our last design. Design Improvement includes (1) reduction of the crack and fracture during microfabrication, and (2) performance improvement of the transmission. The novelty of our polymer micromachined transmission includes (1) the transmission mechanism based on the geometrical nonlinear bending deformation, and (2) the complete 2.5-dimensional structure that can be fabricated using standard microfabrication techniques including the etching, the photolithography, the deposition, and the curing process. The complete 2.5-dimensional structure requires no post-assembly and leads to further miniaturization without so much difficulty. Each wing of FWNAVs will be driven by the proposed transmission and actuator separately. The present transmission can produce around 40° stroke angle, which is about 50% higher than that of our previous work without considering the mass effect.

(d) DOI : 10.1109/NEMS51815.2021.9451440

4.2.3 Computational Approach for the Fluid-Structure Interaction Design of Insect-Inspired Micro Flapping Wings

(a) Ishihara D.

(b) Fluids

(c) Abstract: A flight device for insect-inspired flapping wing nano air vehicles (FWNAVs), which consists of the micro wings, the actuator, and the transmission, can use the fluid-structure interaction (FSI) to create the characteristic motions of the flapping wings. This design will be essential for further miniaturization of FWNAVs, since it will reduce the mechanical and electrical complexities of the flight device. Computational approaches will be necessary for this biomimetic concept because of the complexity of the FSI. Hence, in this study, a computational approach for the FSI design of insect-inspired micro flapping wings is proposed. This approach consists of a direct numerical modeling of the strongly coupled FSI, the dynamic similarity framework, and the design window (DW) search. The present numerical examples demonstrated that the dynamic similarity framework works well to make different two FSI systems with the strong coupling dynamically similar to each other, and this framework works as the guideline for the systematic investigation of the effect of characteristic parameters on the FSI system. Finally, an insect-inspired micro flapping wing with the 2.5-dimensional structure was designed using the proposed approach such that it can create the lift sufficient to support the weight of small insects. The existing area of satisfactory design solutions or the DW increases the fabricability of this wing using micromachining techniques based on the photolithography in the micro-electro-mechanical systems (MEMS) technology. Hence, the proposed approach will contribute to the further miniaturization of FWNAVs.

(d) DOI : 10.3390/fluids7010026

4.2.4 2.5-dimensional insect-mimetic wing model for flapping wing nano air vehicles and design window search for manufacturable solutions using polymer micromachining

(a) Shankar V., Matsuo R., Onishi M., Ishihara D.

(b) 17th IEEE International Conference on Nano/Micro Engineered and Molecular Systems, NEMS 2022 306 - 311 2022 年 01 月

(c) Abstract: Insect flapping wings undergo large deformations such as feathering and cambering for creating large thrust forces. Hence, insect-mimetic wings for flapping wing nano air vehicles (FWNAVs) will replicate these characteristic deformations. For the purpose of realizing this type of wings, in this study, a 2.5-dimensional (2.5-D) insect-mimetic wing model for FWNAVs is proposed. The proposed wing model consists of the leading-edge, the central vein, the root vein, and the membrane, all of which are described by shell elements. The feathering and cambering of the proposed wing model can be caused by the aerodynamic pressure. Furthermore, the proposed wing can be fabricated using polymer micromachining because of the complete 2.5-D structure. In order to demonstrate these capabilities, we perform the design window (DW) search. The DW is defined as the existing area of satisfactory design solutions in the design parameter space, where each solution can produce a sufficient camber. The DWs for the leading-edge, the central and root veins are searched continuously using the geometrically nonlinear finite element analysis under quasi-steady aerodynamic modeling. The thickness is chosen as the design parameter, while the other parameters are set following actual insects and polymer materials. Finally, we determine the final solutions from the DWs for a specific polymer micromachining technique. In our future work, the proposed solutions will be manufactured for the future miniaturization of FWNAVs.

(d) DOI : 10.1109/NEMS54180.2022.9791094

4.2.5 Iterative design window search for polymer micromachined flapping-wing nano air vehicles using nonlinear dynamic analysis

(a) Rashmikant, Daisuke Ishihara

(b) International Journal of Mechanics and Materials in Design (Springer Science and Business Media B.V.) 2023 年 01 月

(c) Abstract: In this study, an iterative design window (DW) search using nonlinear dynamic simulation was proposed for polymer micromachined flapping-wing nano air vehicles (FWNAVs) that can satisfy both nonlinear and unsteady design requirements, which are contradictory to each other. The DW is defined as an existing area of satisfactory solutions in the design parameter space. The present FWNAVs have a complete 2.5-dimensional structure such that they can be fabricated using polymer micromachining. The

micro-wing of our FWNAs has been designed using morphological and kinematic parameters of an actual dipteran insect. Finally, using our method, we found the DW that allowed miniaturization of the design down to 10 mm while satisfying all the design requirements. Our findings demonstrate the possibility of further miniaturizing FWNAs down to the size of small flying insects.

(d) DOI: 10.1007/s10999-022-09635-4

4.2.6 Importance of Three-Dimensional Piezoelectric Coupling Modeling in Quantitative Analysis of Piezoelectric Actuators

(a) Daisuke Ishihara, Prakasha Chigahalli Ramegowda, Shoichi Aikawa, Naoki Iwamaru

(b) CMES - Computer Modeling in Engineering and Sciences (Tech Science Press) 136 (2) 1187 - 1206 2023 年 02 月

(c) Abstract: This paper demonstrates the importance of three-dimensional (3-D) piezoelectric coupling in the electromechanical behavior of piezoelectric devices using three-dimensional finite element analyses based on weak and strong coupling models for a thin cantilevered piezoelectric bimorph actuator. It is found that there is a significant difference between the strong and weak coupling solutions given by coupling direct and inverse piezoelectric effects (i.e., piezoelectric coupling effect). In addition, there is significant longitudinal bending caused by the constraint of the inverse piezoelectric effect in the width direction at the fixed end (i.e., 3-D effect). Hence, modeling of these effects or 3-D piezoelectric coupling modeling is an electromechanical basis for the piezoelectric devices, which contributes to the accurate prediction of their behavior.

(d) DOI : 10.32604/cmcs.2023.024614

4.3 1mm オーダーの昆虫規範型 MEMS 飛行体の作成と評価

4.3.1 Polymer Micromachined Transmission for Insect-Inspired Flapping Wing Nano Air Vehicles

(a) Ishihara D., Murakami S., Ohira N., Ueo J., Takagi M., Urakawa K., Horie T.

(b) 15th IEEE International Conference on Nano/Micro Engineered and Molecular System, NEMS 2020 176 - 179 2020 年 09 月

(c) Abstract: This paper presents a polymer micromachined transmission from small translational displacement to large rotational displacement, which has the potential for further miniaturizing a variety of micro robot applications such as insect-inspired flapping wing nano air vehicles (FWNAs). Innovative claims include (1) the transmission mechanism using a geometrically nonlinear bending, (2) the microfabrication process consisting of only the standard steps such as the deposition, the photolithography, the curing, and the release without any post-assembling, and (3) the stroke angle of about 40° without any dynamic effect.

(d) DOI: 10.1109/NEMS50311.2020.9265594

4.3.2 One-wing polymer micromachined transmission for insect-inspired flapping wing nano air vehicles

(a) Rashmikant , Ishihara D., Suetsugu R., Ramegowda P.C.

(b) Engineering Research Express 3 (4) 2021 年 12 月

(c) Abstract: This paper presents a feasibility step in the development of an insect-inspired flapping wing nano air vehicle using advanced engineering technologies such as microelectromechanical systems (MEMS) technologies. To develop an insect-inspired flapping wing nano air vehicle, a one-wing polymer micromachined transmission is proposed in this paper. The novelty of this study includes (1) the use of the geometrically nonlinear bending deformation of a set of two parallel elastic hinges as the basis for the transmission mechanism, which produces a large rotational displacement from a small translational displacement, and (2) a complete 2.5-dimensional structure that can be fabricated using standard microfabrication techniques, including etching, photolithography, deposition, and curing, without any post-assembly. This design is also an improved version of our previous design, a two-wing polymer micromachined transmission. The transmission proposed here has a great advantage over other types of transmission mechanisms, including its low energy loss because no post-assembly is required (reduced friction loss); its low total weight; its capacity to be further miniaturized without difficulty; and its performance, i.e., ability to produce the necessary stroke angle of approximately 30° without resonance assistance.

(d) DOI : 10.1088/2631-8695/ac2bf0

4.3.3 FIRST PROTOTYPE OF POLYMER MICROMACHINED FLAPPING WING NANO AIR VEHICLE

(a) Rashmikant, Ryotaro Suetsugu, Minato Onishi, and Daisuke Ishihara

(b) Proceedings of 2023 IEEE 36th International Conference on Micro Electro Mechanical Systems (MEMS) 2023-January 534 - 537 2023 年 03 月

(c) Abstract: The novelty of this study includes the development of an insect-inspired flapping wing nano air vehicle (FWNA) using polymer micromachining or MEMS flyer and its computational flight performance using a fluid-structure interaction (FSI) analysis. The present FWNA consists of a micro transmission with a support frame, a micro wing, and a piezoelectric bimorph actuator. This FWNA can be easily fabricated using polymer micromachining and its flight performance can be accurately predicted using the FSI analysis. Hence, this study will lead toward the development of tethered and flyable FWNAs with the size of the smallest flying natural insects.

(d) DOI : 10.1109/MEMS49605.2023.10052580

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計52件（うち査読付論文 27件 / うち国際共著 16件 / うちオープンアクセス 8件）

1. 著者名 Rashmikant, Suetsugu Ryotaro, Onishi Minato, Ishihara Daisuke	4. 巻 -
2. 論文標題 First Prototype of Polymer Micromachined Flapping Wing Nano Air Vehicle	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Proceedings of 2023 IEEE 36th International Conference on Micro Electro Mechanical Systems (MEMS)	6. 最初と最後の頁 534 - 537
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/MEMS49605.2023.10052580	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 Ishihara Daisuke, Chigahalli Ramegowda Prakasha, Aikawa Shoichi, Iwamaru Naoki	4. 巻 136
2. 論文標題 Importance of Three-Dimensional Piezoelectric Coupling Modeling in Quantitative Analysis of Piezoelectric Actuators	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Computer Modeling in Engineering & Sciences	6. 最初と最後の頁 1187 ~ 1206
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.32604/cmcs.2023.024614	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 Rashmikant, Ishihara Daisuke	4. 巻 19
2. 論文標題 Iterative design window search for polymer micromachined flapping-wing nano air vehicles using nonlinear dynamic analysis	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 International Journal of Mechanics and Materials in Design	6. 最初と最後の頁 407 ~ 429
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10999-022-09635-4	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 木村 元宣, 末次 亮太郎, 上尾 純平, 石原 大輔	4. 巻 -
2. 論文標題 ポリマー微細加工による多層中空構造を用いた昆虫規範型飛行体用トランスミッション	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 第13回マイクロ・ナノ工学シンポジウム予稿集	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) 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 石破 和弥, 末次 亮太郎, 木村 元宣, 大西 南斗, 石原 大輔	4. 巻 -
2. 論文標題 ポリマー微細加工された昆虫規範型羽ばたき装置による微小翼の共振駆動	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 第13回マイクロ・ナノ工学シンポジウム予稿集	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) 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 岩丸 直樹, 相川 昇彦, 大西 南斗, 石原 大輔	4. 巻 -
2. 論文標題 マイクロ圧電駆動システムの圧電-逆圧電-構造連成現象に対する分離反復型解法	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 計算力学講演会講演論文集 (一般社団法人 日本機械学会)	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) 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 三笠 征弘, 野崎 駿之介, 石原 大輔	4. 巻 -
2. 論文標題 流体中で振動する圧電バイモルフにおける流体-構造-圧電-回路連成現象の分離 反復型解法	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 計算力学講演会講演論文集 (一般社団法人 日本機械学会)	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) 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 大西 南斗, 石原 大輔	4. 巻 -
2. 論文標題 昆虫飛行操縦性における流体-翼-胴体連成のフィードバック制御付き分離型解法	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 計算力学講演会講演論文集 (一般社団法人 日本機械学会)	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) 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 Prakasha Chigahalli Ramegowda, Daisuke Ishihara, Rei Takata, Naoto Takayama, Tomoya Niho, Tomoyoshi Horie	4. 巻 -
2. 論文標題 Finite element analysis of multilayered flexible piezoelectric energy harvesting devices using strongly coupled structure-piezoelectric-circuit interaction	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proceedings of the 41th JSST Annual International Conference on Simulation 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) 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 Vinay Shankar, Minato Onishi, Daisuke Ishihara	4. 巻 -
2. 論文標題 Fluid-structure interaction design of the polymer micromachined insect-inspired flapping wings	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proceedings of the 41th JSST Annual International Conference on Simulation 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) 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 Rashmi Kant, Daisuke Ishihara, Minato Onishi	4. 巻 -
2. 論文標題 Flight performance evaluation of polymer micromachined flapping-wing nano air vehicle using fluid-structure interaction analysis	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proceedings of the 41th JSST Annual International Conference on Simulation 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) 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 Kazuya Ishiba, Minato Onishi, Daisuke Ishihara	4. 巻 -
2. 論文標題 Determination of Resonant Mechanism of Polymer Micromachined Insect Inspired Flapping Device Using Finite Element Modal Analysis	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proceedings of the 41th JSST Annual International Conference on Simulation 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) 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 Shunosuke Nozaki, Daisuke Ishihara, Tomoya Niho	4. 巻 -
2. 論文標題 Partitioned-Monolithic Hybrid Strongly Coupled Method for Structure-Piezoelectric-Circuit Interaction in Piezoelectric Energy Harvesting	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proceedings of the 41th JSST Annual International Conference on Simulation 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) 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 Minato Onishi, Daisuke Ishihara	4. 巻 -
2. 論文標題 Effect of wing's mass distribution on the aerodynamic performance in insect flapping wings	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proceedings of the 41th JSST Annual International Conference on Simulation 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) 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 山田知典, 澤田有弘, 石原大輔	4. 巻 27 (3)
2. 論文標題 連成解析・連携解析	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 計算工学 (日本計算工学会)	6. 最初と最後の頁 4014 - 4015
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 野崎隼之介, 石原大輔, 二保 知也	4. 巻 -
2. 論文標題 圧電エネルギーハーベスティングにおける構造 - 圧電 - 回路連成現象の分離型-一体型ハイブリッド強連成解法の提案	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 計算工学講演会論文集	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) 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 Shankar Vinay, Matsuo Ryunosuke, Onishi Minato, Ishihara Daisuke	4. 巻 -
2. 論文標題 2.5-dimensional insect-mimetic wing model for flapping wing nano air vehicles and design window search for manufacturable solutions using polymer micromachining	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 17th IEEE International Conference on Nano/Micro Engineered and Molecular Systems, NEMS 2022	6. 最初と最後の頁 306 - 311
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/NEMS54180.2022.9791094	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 Vinay Shankar, Prakasha Chigahalli Ramegowda, Daisuke Ishihara	4. 巻 -
2. 論文標題 Computational control for strongly coupled structure, electric, and fluid systems	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 International Journal for Computational Methods in Engineering Science and Mechanics	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) 10.1080/15502287.2022.2066032	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 Rashmikant, Ishihara D.	4. 巻 -
2. 論文標題 A Design Window Search Using Nonlinear Dynamic Simulation for Polymer Micro-machined Transmission in Insect-inspired Flapping wing Nano Air Vehicles	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 2021 6th International Conference on Robotics and Automation Engineering, ICRAE 2021	6. 最初と最後の頁 162 - 167
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ICRAE53653.2021.9657802	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 Ishihara D.	4. 巻 7 (1)
2. 論文標題 Computational Approach for the Fluid-Structure Interaction Design of Insect-Inspired Micro Flapping Wings	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 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) 10.3390/fluids7010026	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 Rashmikant , Ishihara D., Suetsugu R., Ramegowda P.C.	4. 巻 3 (4)
2. 論文標題 One-wing polymer micromachined transmission for insect-inspired flapping wing nano air vehicles	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Engineering Research Express	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) 10.1088/2631-8695/ac2bf0	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 Prakasha Chigahalli Ramegowda, Daisuke Ishihara	4. 巻 -
2. 論文標題 Comparative study on linear and quadratic solid direct-piezoelectric solvers with shell inverse-piezoelectric solver to analyze a thin piezoelectric bimorph device	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of the 40th JSST Annual International Conference on Simulation Technology	6. 最初と最後の頁 406 - 409
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 該当する

1. 著者名 Vinay Shankar, Daisuke Ishihara	4. 巻 -
2. 論文標題 Comparative study of strongly coupled fluid and structure systems with computational control	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of the 40th JSST Annual International Conference on Simulation Technology	6. 最初と最後の頁 370 - 373
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 Minato Onishi, Daisuke Ishihara	4. 巻 -
2. 論文標題 Passive motions and aerodynamic performance of insect 's flapping wings simulated using the pixel wing model and the strong coupling method	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of the 40th JSST Annual International Conference on Simulation Technology	6. 最初と最後の頁 374 - 377
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 Naoto Takayama, Daisuke Ishihara, Prakasha Chigahalli Ramegowda, Shunsuke Nozaki	4. 巻 -
2. 論文標題 Comparative study on partitioned iterative algorithms for coupled multiple phenomena in piezoelectric energy harvesters	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of the 40th JSST Annual International Conference on Simulation Technology	6. 最初と最後の頁 378 - 379
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 該当する

1. 著者名 Shoichi Aikawa, Daisuke Ishihara, Naoki Iwamaru, Prakasha Chigahalli Ramegowda	4. 巻 -
2. 論文標題 Importance of 3-D piezoelectric coupled analysis in evaluation of thin piezoelectric bimorph deformation	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of the 40th JSST Annual International Conference on Simulation Technology	6. 最初と最後の頁 404 - 405
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 該当する

1. 著者名 Ishihara D., Takata R., Ramegowda P.C., Takayama N.	4. 巻 253
2. 論文標題 Strongly coupled partitioned iterative method for the structure-piezoelectric-circuit interaction using hierarchical decomposition	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Computers and Structures	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.compstruc.2021.106572	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 二保 知也, 金城 喜己, 石原 大輔	4. 巻 26
2. 論文標題 抵抗スポット溶接における引張せん断強度の接触変形・電流・熱伝導3 連成解析	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 計算工学講演会論文集	6. 最初と最後の頁 A-11-06
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 大西南斗, 石原大輔	4. 巻 26
2. 論文標題 昆虫羽ばたき翼に生じる受動的キャンパーのピクセル翼モデルによる流体構造連成解析	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 計算工学講演会論文集	6. 最初と最後の頁 A-10-02
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 相川 昇彦, 石原 大輔, 岩丸 直樹, プラカシャ チガハリ ラメゴウダ	4. 巻 26
2. 論文標題 圧電バイモルフ変形評価における3次元圧電-逆圧電連成解析の重要性	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 計算工学講演会論文集	6. 最初と最後の頁 A-11-02
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 該当する

1. 著者名 高山 直人, 石原 大輔, プラカシャ チガハリ ラメゴウダ, 野崎 隼之介	4. 巻 26
2. 論文標題 圧電エネルギーハーベスティングの複合・階層的な構造-圧電-電気回路連成現象に対する分離反復型解法の比較検討	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 計算工学講演会論文集	6. 最初と最後の頁 A-11-03
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 該当する

1. 著者名 Rashmikant, Ishihara D., Suetsugu R., Murakami S., Ramegowda P.C.	4. 巻 -
2. 論文標題 Improved Design of Polymer Micromachined Transmission for Flapping Wing Nano Air Vehicle	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of the 16th Annual IEEE International Conference on Nano/Micro Engineered and Molecular Systems, NEMS 2021	6. 最初と最後の頁 1320 - 1325
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/NEMS51815.2021.9451440	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 Rashmikan, Ishihara Daisuke	4. 巻 -
2. 論文標題 A Design Window Search Using Nonlinear Dynamic Simulation for Polymer Micro-machined Transmission in Insect-inspired Flapping wing Nano Air Vehicles	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 2021 6th International Conference on Robotics and Automation Engineering, ICRAE 2021	6. 最初と最後の頁 162 - 167
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ICRAE53653.2021.9657802	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 大西 南斗, 石原 大輔	4. 巻 2021.34 (0)
2. 論文標題 昆虫羽ばたき翼の空力性能に対する受動的キャンバーの影響	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 計算力学講演会講演論文集 (一般社団法人 日本機械学会)	6. 最初と最後の頁 176
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1299/jsmecmd.2021.34.176	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 NIHO Tomoya, NAKAMURA Shunta, ISHIHARA Daisuke, HORIE Tomoyoshi, KAMIHARA Nobuyuki, SHITANI Tohru	4. 巻 2021.34
2. 論文標題 Electromagnetic and Thermal Conduction Coupled Analysis for Induction Heating of Carbon Fiber Reinforced Plastic	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Proceedings of The Computational Mechanics Conference	6. 最初と最後の頁 130 ~ 130
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1299/jsmecmd.2021.34.130	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 相川 昇彦, 石原 大輔, 熊谷 武尊, 岩丸 直樹, プラカシャ ラメゴウダ, 大西 南斗	4. 巻 2021.34 (0)
2. 論文標題 電気機械システムの圧電-逆圧電-構造連成現象に対する分離反復型解法に関する研究	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 計算力学講演会講演論文集 (一般社団法人 日本機械学会)	6. 最初と最後の頁 249
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1299/jsmecmd.2021.34.249	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 該当する

1. 著者名 高山 直人, 石原 大輔, Prakasha Chigahalli Ramegowda, 大西 南斗	4. 巻 2021.34 (0)
2. 論文標題 圧電エネルギーハーベスティングにおける構造 - 圧電 - 電気回路相互作用に対する連成アルゴリズムの比較検討	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 計算力学講演会講演論文集 (一般社団法人 日本機械学会)	6. 最初と最後の頁 210
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1299/jsmecmd.2021.34.210	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 該当する

1. 著者名 Ramegowda P.C., Ishihara D.	4. 巻 -
2. 論文標題 HIERARCHICALLY DECOMPOSED FINITE ELEMENT METHOD FOR THE COUPLED FOUR FIELDS OF THE FLUID-STRUCTURE-PIEZOELECTRIC-CIRCUIT INTERACTION	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 9th International Conference on Computational Methods for Coupled Problems in Science and Engineering, COUPLED PROBLEMS 2021	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) 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 Onishi M., Ishihara D.	4. 巻 -
2. 論文標題 COMPUTATIONAL FLUID-STRUCTURE INTERACTION FRAMEWORK FOR SIMULATING CHARACTERISTIC DEFORMATIONS IN INSECT FLAPPING WINGS	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 9th International Conference on Computational Methods for Coupled Problems in Science and Engineering, COUPLED PROBLEMS 2021	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) 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 NAKAMURA Shunta, HORIE Tomoyoshi, NIHO Tomoya, ISHIHARA Daisuke	4. 巻 29
2. 論文標題 Induction Heating Analysis of Carbon Fiber Reinforced Plastics and Dry Cloth	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of the Japan Society of Applied Electromagnetics and Mechanics	6. 最初と最後の頁 576 ~ 582
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14243/jsaem.29.576	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 Onishi Minato, Ishihara Daisuke	4. 巻 8
2. 論文標題 Performance evaluation of the pixel wing model for the insect wing's camber	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Advanced Simulation in Science and Engineering	6. 最初と最後の頁 163 ~ 172
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.15748/jasse.8.163	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 Ramegowda P.C., Ishihara D., Takata R., Niho T., Horie T.	4. 巻 -
2. 論文標題 Triply coupled analysis method for thin flexible piezoelectric bimorph in fluid	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 8th International Conference on Computational Methods for Coupled Problems in Science and Engineering, COUPLED PROBLEMS 2019	6. 最初と最後の頁 470 - 480
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 該当する

1. 著者名 Ishihara D., Ramegowda P.C., Takata R., Niho T., Horie T.	4. 巻 -
2. 論文標題 Coupled solid piezoelectric and shell inverse-piezoelectric analysis using partitioned method for thin piezoelectric bimorph with metal layers	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 8th International Conference on Computational Methods for Coupled Problems in Science and Engineering, COUPLED PROBLEMS 2019	6. 最初と最後の頁 451 - 457
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 該当する

1. 著者名 Ramegowda P., Ishihara D., Takata R., Horie T.	4. 巻 -
2. 論文標題 Hierarchical Modeling and Finite Element Analysis of Piezoelectric Energy Harvester From Structure-Piezoelectric-Circuit Interaction	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 World Congress in Computational Mechanics and ECCOMAS Congress	6. 最初と最後の頁 1200
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.23967/wccm-eccomas.2020.163	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 大西 南斗, 大戸 悠司, 石破 和弥, 石原 大輔	4. 巻 A-TS 01-27
2. 論文標題 昆虫羽ばたき翼に生じる特徴的弾性変形の流体構造連成解析	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本機械学会計算力学部門 CMD2020計カスクウェア研究 報告集	6. 最初と最後の頁 Report No. 2-13
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 石原 大輔, 高田 黎, ブラカシャ チガハリ ラメゴウダ, 高山 直人	4. 巻 A-TS 01-27
2. 論文標題 圧電エネルギーハーベスティングにおける 構造 圧電 回路連成現象の分離反復型解析	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本機械学会計算力学部門 CMD2020計カスクウェア研究 報告集	6. 最初と最後の頁 Report No. 2-12
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 該当する

1. 著者名 Ishihara D., Murakami S., Ohira N., Ueo J., Takagi M., Urakawa K., Horie T.	4. 巻 -
2. 論文標題 Polymer Micromachined Transmission for Insect - Inspired Flapping Wing Nano Air Vehicles*	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of 15th IEEE International Conference on Nano/Micro Engineered and Molecular System, NEMS 2020	6. 最初と最後の頁 176 - 179
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/NEMS50311.2020.9265594	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 Ramegowda P.C., Ishihara D., Takata R., Niho T., Horie T.	4. 巻 245
2. 論文標題 Finite element analysis of a thin piezoelectric bimorph with a metal shim using solid direct-piezoelectric and shell inverse-piezoelectric coupling with pseudo direct-piezoelectric evaluation	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Composite Structures	6. 最初と最後の頁 112284 - 112284
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.compstruct.2020.112284	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 Ramegowda P.C., Ishihara D., Takata R., Niho T., Horie T.	4. 巻 365
2. 論文標題 Hierarchically decomposed finite element method for a triply coupled piezoelectric, structure, and fluid fields of a thin piezoelectric bimorph in fluid	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering	6. 最初と最後の頁 113006 - 113006
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.cma.2020.113006	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 石原 大輔, 熊谷 武尊, 相川 昇彦, プラカシャ チガハリ ラメゴウダ, 二保 知也, 堀江 知義	4. 巻 -
2. 論文標題 電気結合係数の大きな圧電材料によるパイモルフ型アクチュエータに対する解析方法の比較検討	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 第32回「電磁力関連のダイナミクス」シンポジウム講演論文集	6. 最初と最後の頁 75 - 76
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 中村俊太, 堀江知義, 二保知也, 石原大輔	4. 巻 -
2. 論文標題 炭素繊維複合材およびドライクロスの誘導加熱解析	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 第32回「電磁力関連のダイナミクス」シンポジウム講演論文集	6. 最初と最後の頁 65 - 70
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 Ishihara D., Goto A., Onishi M., Horie T., Niho T.	4. 巻 17
2. 論文標題 Element-Quality-Based Stiffening for the Pseudoelastic Mesh-Moving Technique	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 International Journal of Computational Methods	6. 最初と最後の頁 1850146 ~ 1850146
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1142/S0219876218501463	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38件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 22件）

1. 発表者名 Rashmikan, Ryotaro Suetsugu, Minato Onishi, and Daisuke Ishihara
2. 発表標題 FIRST PROTOTYPE OF POLYMER MICROMACHINED FLAPPING WING NANO AIR VEHICLE
3. 学会等名 2023 IEEE 36th International Conference on Micro Electro Mechanical Systems (MEMS) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 木村 元宣, 末次 亮太郎, 上尾 純平, 石原 大輔
2. 発表標題 ポリマー微細加工による多層中空構造を用いた昆虫規範型飛行体用トランスミッション
3. 学会等名 第13回マイクロ・ナノ工学シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 石破 和弥, 末次 亮太郎, 木村 元宣, 大西 南斗, 石原 大輔
2. 発表標題 ポリマー微細加工された昆虫規範型羽ばたき装置による微小翼の共振駆動
3. 学会等名 第13回マイクロ・ナノ工学シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 岩丸 直樹, 相川 昇壺, 大西 南斗, 石原 大輔
2. 発表標題 マイクロ圧電駆動システムの圧電-逆圧電-構造連成現象に対する分離反復型解法
3. 学会等名 計算力学講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 三笥 征弘, 野崎 駿之介, 石原 大輔
2. 発表標題 流体中で振動する圧電パイモルフにおける流体-構造-圧電-回路連成現象の分離 反復型解法
3. 学会等名 計算力学講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 大西 南斗, 石原 大輔
2. 発表標題 昆虫飛行操縦性における流体-翼-胴体連成のフィードバック制御付き分離型解法
3. 学会等名 計算力学講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Prakasha Chigahalli Ramegowda, Daisuke Ishihara, Rei Takata, Naoto Takayama, Tomoya Niho, Tomoyoshi Horie
2. 発表標題 Finite element analysis of multilayered flexible piezoelectric energy harvesting devices using strongly coupled structure-piezoelectric-circuit interaction
3. 学会等名 The 41th JSST Annual International Conference on Simulation Technology (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Vinay Shankar, Minato Onishi, Daisuke Ishihara
2. 発表標題 Fluid-structure interaction design of the polymer micromachined insect-inspired flapping wings
3. 学会等名 The 41th JSST Annual International Conference on Simulation Technology (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Rashmi Kant, Daisuke Ishihara, Minato Onishi
2. 発表標題 Flight performance evaluation of polymer micromachined flapping-wing nano air vehicle using fluid-structure interaction analysis
3. 学会等名 The 41th JSST Annual International Conference on Simulation Technology (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kazuya Ishiba, Minato Onishi, Daisuke Ishihara
2. 発表標題 Determination of Resonant Mechanism of Polymer Micromachined Insect Inspired Flapping Device Using Finite Element Modal Analysis
3. 学会等名 The 41th JSST Annual International Conference on Simulation Technology (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Shunnosuke Nozaki, Daisuke Ishihara, Tomoya Niho
2. 発表標題 Partitioned-Monolithic Hybrid Strongly Coupled Method for Structure-Piezoelectric-Circuit Interaction in Piezoelectric Energy Harvesting
3. 学会等名 The 41th JSST Annual International Conference on Simulation Technology (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Minato Onishi, Daisuke Ishihara
2. 発表標題 Effect of wing's mass distribution on the aerodynamic performance in insect flapping wings
3. 学会等名 The 41th JSST Annual International Conference on Simulation Technology (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 野崎隼之介, 石原大輔, 二保 知也
2. 発表標題 圧電エネルギーハーベス ティングにおける構造 - 圧電 - 回路連成現象の分離型-一体型ハイブリッド強連成解法の提案
3. 学会等名 計算工学講演会 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Shankar V., Matsuo R., Onishi M., Ishihara D.
2. 発表標題 2.5-dimensional insect-mimetic wing model for flapping wing nano air vehicles and design window search for manufacturable solutions using polymer micromachining
3. 学会等名 17th IEEE International Conference on Nano/Micro Engineered and Molecular Systems, NEMS 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Prakasha Chigahalli Ramegowda, Daisuke Ishihara
2. 発表標題 Comparative study on linear and quadratic solid direct-piezoelectric solvers with shell inverse-piezoelectric solver to analyze a thin piezoelectric bimorph device
3. 学会等名 The 40th JSST Annual International Conference on Simulation Technology (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Vinay Shankar, Daisuke Ishihara
2. 発表標題 Comparative study of strongly coupled fluid and structure systems with computational control I
3. 学会等名 The 40th JSST Annual International Conference on Simulation Technology (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Minato Onishi, Daisuke Ishihara
2. 発表標題 Passive motions and aerodynamic performance of insect's flapping wings simulated using the pixel wing model and the strong coupling method
3. 学会等名 The 40th JSST Annual International Conference on Simulation Technology (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Naoto Takayama, Daisuke Ishihara, Prakasha Chigahalli Ramegowda, Shunsuke Nozaki
2. 発表標題 Comparative study on partitioned iterative algorithms for coupled multiple phenomena in piezoelectric energy harvesters
3. 学会等名 The 40th JSST Annual International Conference on Simulation Technology (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Shoichi Aikawa, Daisuke Ishihara, Naoki Iwamaru, Prakasha Chigahalli Ramegowda
2. 発表標題 Importance of 3-D piezoelectric coupled analysis in evaluation of thin piezoelectric bimorph deformation
3. 学会等名 The 40th JSST Annual International Conference on Simulation Technology (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 二保 知也, 金城 喜己, 石原 大輔
2. 発表標題 抵抗スポット溶接における引張せん断強度の接触変形・電流・熱伝導3 連成解析
3. 学会等名 計算工学講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大西南斗, 石原大輔
2. 発表標題 昆虫羽ばたき翼に生じる受動的キャンバーのピクセル翼モデルによる流体構造連成解析
3. 学会等名 計算工学講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 相川 昇彦, 石原 大輔, 岩丸 直樹, プラカシャ チガハリ ラメゴウダ
2. 発表標題 圧電バイモルフ変形評価における3次元圧電-逆圧電連成解析の重要性
3. 学会等名 計算工学講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 高山 直人, 石原 大輔, プラカシャ チガハリ ラメゴウダ, 野崎 隼之介
2. 発表標題 圧電エネルギーハーベスティングの複合・階層的な構造-圧電-電気回路連成現象に対する分離反復型解法の比較検討
3. 学会等名 計算工学講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Rashmikant, Ishihara D., Suetsugu R., Murakami S., Ramegowda P.C.
2. 発表標題 Improved Design of Polymer Micromachined Transmission for Flapping Wing Nano Air Vehicle
3. 学会等名 The 16th Annual IEEE International Conference on Nano/Micro Engineered and Molecular Systems, NEMS 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Rashmikanant, Ishihara D.
2. 発表標題 A Design Window Search Using Nonlinear Dynamic Simulation for Polymer Micro-machined Transmission in Insect-inspired Flapping wing Nano Air Vehicles
3. 学会等名 2021 6th International Conference on Robotics and Automation Engineering, ICRAE 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大西 南斗, 石原 大輔
2. 発表標題 昆虫羽ばたき翼の空力性能に対する受動的キャンバーの影響
3. 学会等名 計算力学講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 二保 知也, 中村 俊太, 石原 大輔, 堀江 知義, 神原 信幸, 志谷 徹
2. 発表標題 誘導加熱による炭素繊維複合材成形のための電磁場・熱伝導連成解析
3. 学会等名 計算力学講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 相川 昇彦, 石原 大輔, 熊谷 武尊, 岩丸 直樹, プラカシャ ラメゴウダ, 大西 南斗
2. 発表標題 電気機械システムの圧電-逆圧電-構造連成現象に対する分離反復型解法に関する研究
3. 学会等名 計算力学講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 高山 直人, 石原 大輔, Prakasha Chigahalli Ramegowda, 大西 南斗
2. 発表標題 圧電エネルギーハーベスティングにおける構造 - 圧電 - 電気回路相互作用に対する連成アルゴリズムの比較検討
3. 学会等名 計算力学講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Ramegowda P.C., Ishihara D.
2. 発表標題 HIERARCHICALLY DECOMPOSED FINITE ELEMENT METHOD FOR THE COUPLED FOUR FIELDS OF THE FLUID-STRUCTURE-PIEZOELECTRIC-CIRCUIT INTERACTION
3. 学会等名 9th International Conference on Computational Methods for Coupled Problems in Science and Engineering, COUPLED PROBLEMS 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Onishi M., Ishihara D.
2. 発表標題 COMPUTATIONAL FLUID-STRUCTURE INTERACTION FRAMEWORK FOR SIMULATING CHARACTERISTIC DEFORMATIONS IN INSECT FLAPPING WINGS
3. 学会等名 9th International Conference on Computational Methods for Coupled Problems in Science and Engineering, COUPLED PROBLEMS 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Ramegowda P.C., Ishihara D., Takata R., Niho T., Horie T.
2. 発表標題 Triply coupled analysis method for thin flexible piezoelectric bimorph in fluid
3. 学会等名 8th International Conference on Computational Methods for Coupled Problems in Science and Engineering, COUPLED PROBLEMS 2019 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Ishihara D., Ramegowda P.C., Takata R., Niho T., Horie T.
2. 発表標題 Coupled solid piezoelectric and shell inverse-piezoelectric analysis using partitioned method for thin piezoelectric bimorph with metal layers
3. 学会等名 8th International Conference on Computational Methods for Coupled Problems in Science and Engineering, COUPLED PROBLEMS 2019 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Ramegowda P.C., Ishihara D., Takata R., Horie T.
2. 発表標題 Hierarchical modeling and finite element analysis of piezoelectric energy harvester from structure-piezoelectric-circuit interaction
3. 学会等名 World Congress in Computational Mechanics and ECCOMAS Congress (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Ishihara D., Murakami S., Ohira N., Ueo J., Takagi M., Urakawa K., Horie T.
2. 発表標題 Polymer Micromachined Transmission for Insect - Inspired Flapping Wing Nano Air Vehicles*
3. 学会等名 Proceedings of 15th IEEE International Conference on Nano/Micro Engineered and Molecular System, NEMS 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 石原 大輔, 熊谷 武尊, 相川 昇彦, プラカシャ チガハリ ラメゴウダ, 二保 知也, 堀江 知義
2. 発表標題 電気結合係数の大きな圧電材料によるバイモルフ型アクチュエータに対する解析方法の比較検討
3. 学会等名 第32回「電磁力関連のダイナミクス」シンポジウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中村俊太, 堀江知義, 二保知也, 石原大輔
2. 発表標題 炭素繊維複合材およびドライクロスの誘導加熱解析
3. 学会等名 第32回「電磁力関連のダイナミクス」シンポジウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中村俊太, 堀江知義, 二保知也, 石原大輔
2. 発表標題 炭素繊維複合材およびドライクロスの誘導加熱解析
3. 学会等名 第32回「電磁力関連のダイナミクス」シンポジウム
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
---------------------------	-----------------------	----

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