

令和 2 年 6 月 19 日現在

機関番号：17104

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17H02830

研究課題名(和文) マルチフィジクス強連成解析による昆虫規範型MEMS飛行体の開発

研究課題名(英文) Development of Insect Inspired MEMS Flyer Using Multiphysics Strongly Coupled Analysis

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・准教授

研究者番号：80363399

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,400,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、微小飛行体への新しいアプローチ「マルチフィジクス強連成解析による昆虫規範型MEMS飛行体」を開発した。すなわち、(a) マルチフィジクス強連成解法を開発し、(b) それを用いて、MEMS (Micro Electro-Mechanical System) の2.5次元構造がマルチフィジクス強連成に基づく昆虫羽ばたき飛行機能を持つように設計し、さらに、(c) それらの設計解をMEMSプロセス(リソグラフィとエッチングによる微細加工)で作成した。ここで、このMEMSプロセスは計算力学によって設計された新しいポリマーマイクロマシニングに基づく。以上の結果により、提案するアプローチを実証した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

【学術的意義】(a) マルチフィジクス強連成解法への系統的な階層的分解アプローチ、(b) それによる昆虫規範型MEMS飛行体アプローチ、および、(c) MEMS作製技術のポリマーマイクロマシニングを開発し、(d) 現在より1桁小さい飛行体と生物規範型MEMSの可能性を明らかにした。

【社会的意義】(1) ドローンの最高解像度が示され、その技術体系の将来展望を描くことに寄与し、(2) 昆虫の繁栄に対する飛行の寄与を考慮すると、MEMS技術体系に新しい展開をもたらす可能性があり、(3) 計算による高精度予測を前提としたマルチフィジクス強連成による機械システムの機能創成という新しい設計方法論につながる。

研究成果の概要(英文)：In this study, a novel approach for micro and nano air vehicles or "insect-inspired MEMS flyer using strongly coupled multi-physics analysis" was developed. That is, (a) the strongly coupled multi-physics analysis methods were developed, (b) the 2.5-dimensional structures of MEMS (Micro Electro-Mechanical System) were designed using these methods such that they presented the insect flapping flight functions based on the strongly coupled multi-physics, and (c) these design solutions were fabricated using the MEMS process or the micromachining based on both Lithography and Etching. Here, this MEMS process was based on the novel polymer micromachining designed using the computational mechanics. It follows from these results that the proposed approach was demonstrated.

研究分野：計算力学

キーワード：マルチフィジクス強連成 昆虫羽ばたき飛行 強連成解析 MEMS 昆虫規範 ポリマーマイクロマシニング

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

昆虫飛行はマルチフィジクス強連成を巧みに利用して、1mm スケールの微小化を達成している。ゆえに昆虫飛行を規範とすることにより、超小型飛行体の実現が期待されている。しかし、マルチフィジクス強連成の複雑さと加工技術の制限から、1mm スケールの微小化は実現されていない。

2. 研究の目的

本研究では、マルチフィジクス強連成解法を開発し、それをを用いて、MEMS (Micro Electro-Mechanical System) の 2.5 次元構造がマルチフィジクス強連成に基づく昆虫飛行機能を持つように設計し、それを実際に MEMS プロセス (リソグラフィとエッチングによる微細加工) で作成することにより、昆虫規範型 MEMS 飛行体のアプローチを開発する。

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：

- (1) 階層的分解アプローチに基づき、構造-流体-電界強連成解法を開発し、
- (2) 昆虫規範型 MEMS 飛行体の構造-流体-電界強連成解析を行い、その詳細設計を行い、
- (3) MEMS プロセスを開発し、それをを用いて、昆虫規範型 MEMS 飛行体を作成し、
- (4) 昆虫規範型 MEMS 飛行体の性能評価を行う。

4. 研究成果

主な研究成果を以下に示す：

3.1 昆虫羽ばたき飛行の解析と力学

3.1.1 Modeling the cambering of the flapping wings of an insect using rectangular shell finite elements

(a) Minato Onishi, Daisuke Ishihara

(b) Accepted for publication in Journal of Advanced Simulation in Science and Engineering

(c) Abstract: Cambering in the flapping wings of insects plays an important role in the aerodynamic performance of their flight. In a previous study, the authors proposed a wing model using shell finite elements to elucidate the mechanism of cambering. However, the analysis of a strongly coupled fluid-structure system using this model would be quite computationally expensive because of the necessity of robust mesh-moving techniques. Therefore, in this study, a new wing model using rectangular shell finite elements is proposed. In the proposed model, the veins and membranes are described as pseudo-elastic materials. The cambering of the proposed model is investigated by comparison with the previous model.

(d) Keywords: Insect flight, flapping wing, cambering, shell element, finite element method.

3.1.2 昆虫羽ばたき飛行の特徴的な翼先端軌跡における流体構造連成現象の役割

(a) 石原 大輔

(b) 昆虫と自然, 54 (8), 32-34, 2019

(c) Abstract: 昆虫は約 3 億年前に空に進出した地球上で最初の生物である。他の移動手段に対する飛行の優越性により、昆虫は世界中に生息域を拡大することに成功した。昆虫羽ばたき飛行は、進化の過程で洗練されて行き、今日、優れた性能を獲得するに至っている。羽ばたきの最中に、翼には特徴的な運動が観測される。ハエやハチといった昆虫では、羽ばたきよりも神経パルスの頻度がかなり少ないので、特徴的な翼運動の役割とともに、それがどのようにして生じるかを明らかにすることは、昆虫羽ばたき飛行の理解に重要である。そのような理解は、昆虫を規範とする新しい微小機械システムの開発に寄与するであろう。これまで著者らは、昆虫翼の柔軟性に注目し、羽ばたきの最中に生じる翼と周囲の空気との相互作用 (流体構造連成現象) の役割について、主に有限要素法による数値シミュレーションにより取り組んできた。その結果、いくつかの特徴的な翼運動が流体構造連成現象によって受動的に生じ得ることを示してきた。本稿では、それらのうち、翼先端軌跡に関する研究成果を紹介する。

(d) Keywords: 昆虫羽ばたき飛行, 翼運動, 流体構造連成現象, 数値シミュレーション.

3.1.3 Partitioned method of insect flapping flight for maneuvering analysis

(a) Onishi M., Ishihara D.

(b) CMES - Computer Modeling in Engineering and Sciences, 121 (1), 145-175, 2019

(c) Abstract: This study proposed a partitioned method to analyze maneuvering of insects during flapping flight. This method decomposed the insect flapping flight into wing and body subsystems and then coupled them via boundary conditions imposed on the wing's base using one-way coupling. In the wing subsystem,

the strong coupling of the flexible wings and surrounding fluid was accurately analyzed using the finite element method to obtain the thrust forces acting on the insect's body. The resulting thrust forces were passed from the wing subsystem to the body subsystem, and then rigid body motion was analyzed in the body subsystem. The rolling, yawing, and pitching motions were simulated using the proposed method as follows: In the rolling simulation, the difference of the stroke angle between the right and left wings caused a roll torque. In the yawing simulation, the initial feathering angle in the right wing only caused a yaw torque. In the pitching simulation, the difference between the front- and back-stroke angles in both the right and left wings caused a pitch torque. All three torques generated maneuvering motion comparable with that obtained in actual observations of insect flight. These results demonstrate that the proposed method can adequately simulate the fundamental maneuvers of insect flapping flight. In the present simulations, the maneuvering mechanisms were investigated at the governing equation level, which might be difficult using other approaches. Therefore, the proposed method will contribute to revealing the underlying insect flight mechanisms.

(d) Keywords: Insect flapping flight, maneuverability, fluid-structure interaction, partitioned method, projection method, strongly coupled method, one-way coupling, finite element method.

3.1.4 Role of fluid-structure interaction in generating the characteristic tip path of a flapping flexible wing

(a) Ishihara D.

(b) Physical Review E, 98, 032411, 2018

(c) Abstract: This study shows that characteristic modes, such as the figure-eight mode, can be created in the path of the wing tip, which is caused by the fluid-structure interaction, using a flapping model wing with two lumped flexibilities describing the elevation motion as well as the pitching motion. A direct numerical simulation based on the three-dimensional finite element method for fluid-structure interaction (FSI) analyzes the behaviors of the model wing, the surrounding air, and their interaction, where the dynamic similarity law for the FSI is used to incorporate actual insect data, and the parallel computation algorithm is used to perform the systematic parametric study. Characteristic modes, such as the figure-eight mode, are observed in the path of the wing tip from the elevation motion of the simulated wing. This motion is considered as the forced vibration caused by the interaction with the surrounding fluid excited by the flapping of the wing. Therefore, this motion can be modulated by the flexibility to change the natural frequency, which can be controlled by the muscles at the base of the wing in the actual insect. The present simulation shows that the selection between these modes in the path of the wing tip depends on the ratio between the natural frequency of the elevation motion and the flapping frequency. In the case of the figure eight, the upward elevation motion of the wing acts on the leading-edge vortex (LEV) so as to keep its momentum upon stroke reversal. Therefore, this LEV can remain in the wake of the wing after stroke reversal and enhance the next LEV. Because of this effect, the lift increases significantly as the mode of the wing tip path shifts to the figure-eight mode. This understanding will contribute to a developed field of bioinspired micro air vehicles; i.e., it will reduce the complexity of electromechanical devices that prescribe entire motions of their wings.

(d) Keywords:

3.1.5 はりとシェルによる昆虫羽ばたき翼のキャンバー生成に対する形状簡略化モデリング

(a) 石原 大輔, 横田順, 大西 南斗, 二保 知也, 堀江 知義

(b) 日本計算工学会論文集, 2018, 20180018, 2018

(c) Abstract: In this study, a shape simplification modeling of insect flapping wings is proposed in order to reveal the mechanical roles of the veins in their cambering, since it seems to be unclear how the elastic deformation of insect wings caused by the aerodynamic force results in their camber. In the proposed modeling, the veins are divided into the areas according to their functions, and the macroscopic constitutive relationship in each area is described using the corresponding beam. Furthermore, the wing membrane supported by the veins is described using a rectangular shell. The aerodynamic pressure dominant in the cambering is considered in the static deformation of the model wing. The finite element analysis taking into account the geometric nonlinearity is applied to the proposed model with the setup consistent with the actual insect. As the result, the mechanical roles of the veins in the cambering of insect flapping wings are revealed

(d) Keywords: Insect flapping wing, camber, beam, shell, finite element method.

3.2 マルチフィジクス強連成解析

3.2.1 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, Vol. 245, 112284, 2020

(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) Keywords: Equivalent single theory, finite element method, homogenization method, piezoelectric-structure interaction, thin piezoelectric bimorph with a metal shim.

3.2.2 Hierarchically Decomposed Finite Element Method for Triply Coupled Piezoelectric, Structural, and Fluid Fields of 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

(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) Keywords: Finite element method (FEM), fluid-structure interaction (FSI), hierarchical decomposition, piezoelectric-structure interaction, piezoelectricity, thin piezoelectric bimorph.

3.2.3 Performance Evaluation of Numerical Finite Element Coupled Algorithms for Structure-Electric Interaction Analysis of MEMS Piezoelectric Actuator

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

(b) *International Journal of Computational Methods*, 16 (7), 2019

(c) Abstract: This work presents multiphysics numerical analysis of piezoelectric actuators realized using the finite element method (FEM) and their performances to analyze the structure-electric interaction in three-dimensional (3D) piezoelectric continua. Here, we choose the piezoelectric bimorph actuator without the metal shim and with the metal shim as low-frequency problems and a surface acoustic wave device as a high-frequency problem. More attention is given to low-frequency problems because in our application micro air vehicle's wings are actuated by piezoelectric bimorph actuators at low frequency. We employed the Newmark's time integration and the central difference time integration to study the dynamic response of piezoelectric actuators. Monolithic coupling, noniterative partitioned coupling and partitioned iterative coupling schemes are presented. In partitioned iterative coupling schemes, the block Jacobi and the block Gauss-Seidel methods are employed. Resonance characteristics are very important in micro-electro-mechanical system (MEMS) applications. Therefore, using our proposed coupled algorithms, the resonance characteristics of bimorph actuator is analyzed. Comparison of the accuracy and computational efficiency of the proposed numerical finite element coupled algorithms have been carried out for 3D structure-electric interaction problems of a piezoelectric actuator. The numerical results obtained by the proposed algorithms are in good agreement with the theoretical solutions.

(d) Keywords: Bimorph actuator, coupled algorithm, Micro-Electro-Mechanical System (MEMS), monolithic coupling, partitioned iterative method, piezoelectric effect, structure-electric interaction.

3.2.4 A novel coupling algorithm for the electric field-structure interaction using a transformation method between solid and shell elements in a thin piezoelectric bimorph plate analysis

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

(b) Finite Elements in Analysis and Design, 159, 33 - 49, 2019

(c) Abstract: Thin piezoelectric bimorph cantilever is increasingly employed throughout the field of actuator and sensor applications in the microelectromechanical system (MEMS). Generally for finite element analysis of piezoelectric bimorph cantilever, three-dimensional (3D) solid element can accurately take into account a linear or quadratic distribution of electric potential over the thickness for various electric configurations of the actuator and sensor applications. As the MEMS structures usually are quite thin and undergo large deformations, shell elements are very well suited for the structural discretization. This paper is focused on the development of a novel coupled algorithm to analyze the electromechanical coupling in a piezoelectric bimorph actuator and sensor using the shell and solid elements to simulate the structural and electric fields, respectively. The electric force induced by the inverse piezoelectric effect is transformed from the solid elements to the shell elements as an equivalent external force and moment, and the resultant displacements are transformed from the shell elements to the solid elements to evaluate the direct piezoelectric effect. Two different approaches were developed to analyze the electric field-structure interaction. In the first approach, for each block Gauss-Seidel (BGS) iteration, multiple full Newton-Raphson (N-R) iterations are executed until the tolerance criteria are satisfied. In the second approach, the BGS and N-R loops are unified into a single loop. A piezoelectric bimorph actuator and sensor were analyzed for various electrical configurations to demonstrate the accuracy of the proposed method.

(d) Keywords: Block Gauss-Seidel (BGS) method, coupled algorithm, electric field-structure interaction, electromechanical coupling, Micro-Electro-Mechanical Systems (MEMS), piezoelectric bimorph actuator and sensor, piezoelectric effect.

3.3 FSI デザイン

3.3.1 Fluid-structure interaction design of insect-like micro flapping wing

(a) Ishihara D., Ohira N., Takagi M., Murakami S., Horie T.

(b) Proceedings of the 7th International Conference on Coupled Problems in Science and Engineering, COUPLED PROBLEMS 2017, 870 - 875, 2017

(c) Abstract: In this study, a FSI design of an insect-like micro flapping wing is proposed. Similar to actual insects, the proposed design actively uses the FSI to create the passive wing motions. Each design solution has a 2.5-D structure for the MEMS technology. The 3-D unsteady monolithic FSI equation system is solved to find the satisfactory design solutions using a projection method in a parallel computation environment. An area of satisfactory design solutions in a design parameter space or Design Window (DW) is presented. Each design solution in the present DW can generate the thrust sufficient to support the weight of the model insect. Therefore, the insect-like MEMS-based MAVs are possible.

(d) Keywords: 2.5-dimensional structure, design window, fluid-structure interaction, insect flapping flight, micro air vehicle, micro-electro-mechanical systems, projection method.

3.4 ポリマーマイクロマシニング

3.4.1 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) Accepted for publication in the proceedings of IEEE NEMS

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

(d) Keywords:

3.4.2 Microfabrication of hybrid structure composed of rigid silicon and flexible PI membranes

(a) Murakami S., Ishihara D., Araki M., Ohira N., Ito T., Horie T.

(b) Micro and Nano Letters, 12 (11), 913 - 915, 2017

(c) Abstract: The authors have designed and microfabricated millimeter-scale wing-shaped hybrid microstructures composed of rigid structures of single crystal silicon (SCS) substrates and flexible polyimide (PI) membranes. The wing-shaped microstructures mimicking insect flapping flight have been newly designed using a fluid-structure interaction analysis, and the hybrid microstructures based on the design method have been successfully microfabricated using a simple process flow with SCS substrates coated with PI membranes. Shape of the SCS parts in the hybrid microstructures have been successfully fabricated using deep reactive ion etching of the SCS substrate with small etching rate, and the wing plates of PI membranes have been prepared with the photolithography and the curing processes. The flexibility of the PI membranes of the fabricated hybrid microstructures was also confirmed using the bending test of the PI membranes.

(d) Keywords:

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計56件（うち査読付論文 31件 / うち国際共著 21件 / うちオープンアクセス 8件）

1. 著者名 大西南斗, 石原大輔	4. 巻 25
2. 論文標題 昆虫の薄い羽ばたき翼に生じる 受動的キャンバーの流体構造連成解析	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 第25回計算工学講演会論文集	6. 最初と最後の頁 D-04-01
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, プラカシャ チガハリ ラメゴウダ, 二保知也, 堀江知義	4. 巻 25
2. 論文標題 圧電バイモルフによるエネルギーハ - ヴェスティングの逆圧電 - 圧電 - 電気回路 3 連成現象に対する分離反復型解法	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 第25回計算工学講演会論文集	6. 最初と最後の頁 D-04-03
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 Prakasha CHIGAHALLI RAMEGOWDA, Daisuke ISHIHARA, Rei TAKATA, Tomoya NIHO, and Tomoyoshi HORIE	4. 巻 25
2. 論文標題 Finite element analysis of mechanical-vibration-driven flexible piezoelectric energy harvesting device	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 第25回計算工学講演会論文集	6. 最初と最後の頁 D-04-04
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 二保知也, 易新宇, 石原大輔, 堀江知義	4. 巻 25
2. 論文標題 抵抗スポット溶接の電流解析および熱伝導解析における 変形効果の重要性	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 第25回計算工学講演会論文集	6. 最初と最後の頁 D-04-05
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 Minato Onishi, Daisuke Ishihara	4. 巻 Special Issue of JSST2019
2. 論文標題 Modeling the cambering of the flapping wings of an insect using rectangular shell finite elements	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Advanced Simulation in Science and Engineering	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 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
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 該当する

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
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 該当する

1. 著者名 Ishihara D., Goto A., Onishi M., Horie T., Niho T.	4. 巻 17 (4)
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
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 -

1. 著者名 Ramegowda P.C., Ishihara D., Takata R., Niho T., Horie T.	4. 巻 -
2. 論文標題 Fluid-structure and electric interaction analysis of piezoelectric flap in a channel using a strongly coupled FEM scheme	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of the 6th European Conference on Computational Mechanics: Solids, Structures and Coupled Problems, ECCM 2018 and 7th European Conference on Computational Fluid Dynamics, ECFD 2018	6. 最初と最後の頁 382-393
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., Niho T., Horie T.	4. 巻 16 (7)
2. 論文標題 Performance Evaluation of Numerical Finite Element Coupled Algorithms for Structure-Electric Interaction Analysis of MEMS Piezoelectric Actuator	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 International Journal of Computational Methods	6. 最初と最後の頁 1850106
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1142/S0219876218501062	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 Vinay Shankar, Daisuke Ishihara, Prakasha Chigahalli Ramegowda, Rei Takata, Tomoyoshi Horie	4. 巻 -
2. 論文標題 Computational control for strongly coupled Piezoelectric-Structure-Interaction	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the 38th JSST Annual International Conference on Simulation Technology	6. 最初と最後の頁 275 - 278
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 Minato Onishi, Daisuke Ishihara	4. 巻 -
2. 論文標題 Modeling of cambering in insect 's flapping wings using finite element shell elements	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the 38th JSST Annual International Conference on Simulation Technology	6. 最初と最後の頁 271 - 274
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 Prakasha Chigahalli Ramegowda, Daisuke Ishihara, Rei Takata, Tomoya Niho, Tomoyoshi Horie	4. 巻 19-19
2. 論文標題 Finite element modeling of flexible piezoelectric energy harvester operating in air	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 第32回計算力学講演会 (CMD2019) 講演論文集	6. 最初と最後の頁 279
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1299/jsmecmd.2019.32.279	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 高田黎, 石原大輔, Prakasha Chigahalli Ramegowda, 二保知也, 堀江知義	4. 巻 19-19
2. 論文標題 構造 圧電 回路連成現象に対する有限要素解析手法の提案	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 第32回計算力学講演会 (CMD2019) 講演論文集	6. 最初と最後の頁 276
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1299/jsmecmd.2019.32.276	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 二保知也, 易新宇, 石原大輔, 堀江知義	4. 巻 19-19
2. 論文標題 抵抗スポット溶接の接触変形・電流・熱伝導3 連成解析における 変形効果の重要性	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 第32回計算力学講演会 (CMD2019) 講演論文集	6. 最初と最後の頁 227
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1299/jsmecmd.2019.32.227	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., Ishihara D., Niho T., Horie T.	4. 巻 159
2. 論文標題 A novel coupling algorithm for the electric field - structure interaction using a transformation method between solid and shell elements in a thin piezoelectric bimorph plate analysis	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Finite Elements in Analysis and Design	6. 最初と最後の頁 33 - 49
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.finel.2019.02.001	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 石原大輔	4. 巻 54 (8)
2. 論文標題 昆虫羽ばたき飛行の特徴的な翼先端軌跡における流体構造連成現象の役割	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 昆虫と自然	6. 最初と最後の頁 32 - 34
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, Tomoya Niho, Tomoyoshi Horie	4. 巻 -
2. 論文標題 Triply coupled analysis method for thin flexible piezoelectric bimorph in fluid	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of 8th International Conference on Computational Methods for Coupled Problems in Science and Engineering	6. 最初と最後の頁 In printing
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 Daisuke Ishihara, Prakasha Chigahalli Ramegowda, Rei Takata, Tomoya Niho, Tomoyoshi Horie	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 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of 8th International Conference on Computational Methods for Coupled Problems in Science and Engineering	6. 最初と最後の頁 In printing
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 大西南斗, 石原大輔, 二保知也, 堀江知義	4. 巻 -
2. 論文標題 昆虫羽ばたき翼に生じるキャンパー生成のピクセルモデリング	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 第65回理論応用力学講演会・第22回土木学会応用力学シンポジウム講演論文集	6. 最初と最後の頁 331 - 332
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 Horie T., Niho T., Hayashi N., Ishihara D.	4. 巻 63 (3)
2. 論文標題 Cycles of triply coupled mechanical contact, current, and thermal conduction phenomena during resistance spot welding	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Welding in the World	6. 最初と最後の頁 701 - 713
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s40194-018-00699-5	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 石原大輔, プラカシャ チガハリ ラメゴウダ, 高田梨, 二保 知也, 堀江知義	4. 巻 24
2. 論文標題 薄く柔軟な複合材圧電バイモルフのソリッド圧電 シェル逆圧電分離反復型解法	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 第24回計算工学講演会論文集	6. 最初と最後の頁 E-10-01
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 二保知也, 金城喜己, 石原大輔, 堀江知義	4. 巻 24
2. 論文標題 3枚重ね抵抗スポット溶接の構造・電流・熱伝導3 連成現象および接合強度におよぼす鋼板材質・板組の影響	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 第24回計算工学講演会論文集	6. 最初と最後の頁 E-12-01
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 D. Ishihara	4. 巻 21 (3)
2. 論文標題 A computational study on the fluid-structure interaction mechanism in insect flapping wings	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of The International Conference on Computational & Experimental Engineering and Sciences	6. 最初と最後の頁 66 - 66
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.32604/icces.2019.05888	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 Daisuke Ishihara, Atsushi Goto, Minato Onishi, Tomoya Niho, Horie Tomoyoshi	4. 巻 6
2. 論文標題 Pseudoelastic mesh-moving using a general scenario of the selective mesh stiffening	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Advanced Simulation in Science and Engineering	6. 最初と最後の頁 67-74
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.15748/jasse.6.67	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 121 (1)
2. 論文標題 Partitioned method of insect flapping flight for maneuvering analysis	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 CMES - Computer Modeling in Engineering and Sciences	6. 最初と最後の頁 145 - 175
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.32604/cmcs.2019.06781	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 Takata R., Ishihara D., Ramegowda P., Niho T., Horie T.	4. 巻 2019
2. 論文標題 Solid piezoelectric-shell inverse piezoelectric partitioned analysis method for thin piezoelectric bimorph with conductor layers	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Transactions of the Japan Society for Computational Engineering and Science	6. 最初と最後の頁 20190011
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 該当する

1. 著者名 Horie T., Niho T., Ishihara D.	4. 巻 35
2. 論文標題 A coupled finite element analysis approach combining in-house and general-purpose codes	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IUTAM Bookseries	6. 最初と最後の頁 117 - 129
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-030-14883-6_7	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 高田 黎, 石原大輔, Prakasha Chigahalli Ramegowda, 二保知也, 堀江知義	4. 巻 (18-8)
2. 論文標題 構造シェル要素と電界ソリッド要素を用いた複合材バイモルフの分離反復型解法	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 第31回計算力学講演会 (CMD2018) 講演論文集	6. 最初と最後の頁 236
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1299/jsmecmd.2018.31.236	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 大西南斗, 石原大輔, 堀江知義	4. 巻 (18-8)
2. 論文標題 昆虫羽ばたき飛行の操縦性に関する分離型解法の検討	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 第31回計算力学講演会 (CMD2018) 講演論文集	6. 最初と最後の頁 225
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1299/jsmecmd.2018.31.225	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 Daisuke Ishihara	4. 巻 98
2. 論文標題 Role of fluid-structure interaction in generating the characteristic tip path of a flapping flexible wing	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Physical Review E	6. 最初と最後の頁 32411
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevE.98.032411	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 浦川晃平, 石原大輔, 高木方勝, 村上直, 上尾純平, 熊谷武尊, 堀江知義	4. 巻 (18-1)
2. 論文標題 昆虫規範型微小飛行体用トランスミッションのポリマーマイクロマシニングと駆動試験	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 日本機械学会2018年度年次大会講演論文集	6. 最初と最後の頁 J0270401
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1299/jsmemecj.2018.J0270401	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, 横田順, 大西南斗, 二保知也, 堀江知義	4. 巻 -
2. 論文標題 はりとシェルによる昆虫羽ばたき翼のキャンバー生成に対する形状簡略化モデリング	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 計算工学会論文集	6. 最初と最後の頁 p. 20180018
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.11421/jsces.2018.20180018	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 Daisuke Ishihara, Atsushi Goto, Minato Onishi, Tomoya Niho, Horie Tomoyoshi	4. 巻 -
2. 論文標題 General scenario of the selective mesh stiffening in the pseudoelastic mesh-moving	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of the 37th JSST Annual International Conference on Simulation Technology	6. 最初と最後の頁 20-23
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, Horie Tomoyoshi	4. 巻 -
2. 論文標題 A partition model for the computer simulation of insect flight maneuvers	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of the 37th JSST Annual International Conference on Simulation Technology	6. 最初と最後の頁 23-27
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 Tomoya Niho, Hiroyuki Kuramae, Daisuke Ishihara, Tomoyoshi Horie	4. 巻 -
2. 論文標題 Coupled Finite Element Analysis Model of Structural and Electrical Coupled Analysis for Electrical Contact Resistance	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of the 13th World Congress in Computational Mechanics	6. 最初と最後の頁 1page
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, Tomoyo Niho, Tomoyoshi Horie	4. 巻 -
2. 論文標題 Fluid-structure and electric interaction analysis of a piezoelectric flap in a channel using a strongly coupled FEM scheme	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of 6th European Conference on Computational Mechanics	6. 最初と最後の頁 12pages
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 高木方勝, 石原大輔, 大平直人, 村上直, 堀江知義	4. 巻 No.17-33
2. 論文標題 2.5次元構造を有する昆虫規範型微小飛行体の試作	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 日本機械学会第30回バイオエンジニアリング講演会講演論文集	6. 最初と最後の頁 203 - 203
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1299/jsmebio.2018.30.1112	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 Murakami Sunao, Ishihara Daisuke, Araki Masateru, Ohira Naoto, Ito Takahiro, Horie Tomoyoshi	4. 巻 12
2. 論文標題 Microfabrication of hybrid structure composed of rigid silicon and flexible PI membranes	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Micro & Nano Letters	6. 最初と最後の頁 913 - 915
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1049/mnl.2017.0428	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 後藤篤史, 石原大輔, 堀江知義, 二保知也	4. 巻 No.17-4
2. 論文標題 要素品質に基づくALEメッシュ制御手法の開発	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 日本機械学会第30回計算力学講演会講演論文集	6. 最初と最後の頁 No.295
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1299/jsmecmd.2017.30.295	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, 堀江知義	4. 巻 No.17-4
2. 論文標題 羽ばたき柔軟翼における先端軌跡の流体構造連成による生成に関する数値的検討	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 日本機械学会第30回計算力学講演会講演論文集	6. 最初と最後の頁 No.284
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1299/jsmecmd.2017.30.284	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 二保知也, 中野陽介, 堀江知義, 石原大輔	4. 巻 No.17-4
2. 論文標題 抵抗スポット溶接におよぼす構造・電流・熱伝導3連成効果の影響度	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 日本機械学会第30回計算力学講演会講演論文集	6. 最初と最後の頁 No.275
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1299/jsmecmd.2017.30.275	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 Murakami Sunao, Ishihara Daisuke, Araki Masateru, Horie Tomoyoshi, Ohira Naoto, Ito Takahiro	4. 巻 -
2. 論文標題 Microfabrication of hybrid structure composed of rigid silicon and flexible polyimide membranes	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Proceedings of The 12th IEEE Annual International Conference on Nano/Micro Engineered and Molecular Systems (IEEE-NEMS 2017)	6. 最初と最後の頁 824 - 825
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/NEMS.2017.8017145	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, 荒木政輝, 大平直人, 村上直, 堀江知義	4. 巻 No.0S8-02-01
2. 論文標題 昆虫規範型MEMS翼に対する流体構造連成デザインアプローチ	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 第64回理論応用力学講演会論文集	6. 最初と最後の頁 No.0S8-02-01
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11345/japanntam.64.0_OS8-02-01	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 二保知也, 倉前宏行, 荒巻弘親, 中野陽介, 石原大輔, 堀江知義	4. 巻 No.0S8-02-04
2. 論文標題 抵抗スポット溶接における構造・電流・熱伝導3連成モデルおよび微視接触電気抵抗解析モデルの検討	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 第64回理論応用力学講演会論文集	6. 最初と最後の頁 No.0S8-02-01
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11345/japanntam.64.0_0S8-02-04	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, Tomoya Niho, Tomoyoshi Horie	4. 巻 No.0S8-02-02
2. 論文標題 Strongly Coupled Finite Element Analysis of Electric-Structure-Fluid Interaction in MEMS	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 第64回理論応用力学講演会論文集	6. 最初と最後の頁 No.0S8-02-02
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11345/japanntam.64.0_0S8-02-02	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 3.二保 知也, 堀江 知義, 池上 恭平, 石原 大輔, 松永 賢一, 朱 徳林	4. 巻 35 (2)
2. 論文標題 3枚重ね抵抗スポット溶接の鋼板間接触面に生じる弾塑性接触変形・電流・熱伝導3連成現象の比較・検討	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 溶接学会論文集	6. 最初と最後の頁 63-72
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2207/qjws.35.63	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 Niho Tomoya, Horie Tomoyoshi, Uefuji Junpei, Ishihara Daisuke	4. 巻 178
2. 論文標題 Stability analysis and evaluation of staggered coupled analysis methods for electromagnetic and structural coupled finite element analysis	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Computers & Structures	6. 最初と最後の頁 129 - 142
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.compstruc.2016.09.003	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 Daisuke Ishihara, Naoto Ohira, Masakatsu Takagi, Sunao Murakami, Tomoyoshi Horie	4. 巻 -
2. 論文標題 Fluid-structure interaction design of insect-like micro flapping wing	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Proceedings of VII International Conference on Computational Methods for Coupled Problems in Science and Engineering (COUPLED PROBLEMS 2017)	6. 最初と最後の頁 870-875
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 Prakasha Chigahalli Ramegowda, Daisuke Ishihara, Tomoya Niho and Tomoyoshi Horie	4. 巻 -
2. 論文標題 A finite element approach for a coupled numerical simulation of fluid-structure-electric interaction in MEMS	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Proceedings of VII International Conference on Computational Methods for Coupled Problems in Science and Engineering (COUPLED PROBLEMS 2017)	6. 最初と最後の頁 999-1007
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 Tomoya Niho, Kenji Kubota, Hirochika Aramaki, Hiroyuki Kuramae, Daisuke Ishihara and Tomoyoshi Horie	4. 巻 -
2. 論文標題 Microscale electrical contact resistance analysis for resistance spot welding	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Proceedings of VII International Conference on Computational Methods for Coupled Problems in Science and Engineering (COUPLED PROBLEMS 2017)	6. 最初と最後の頁 1152-1158
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 Daisuke Ishihara, Naoto Ohira, Masakatsu Takagi, Sunao Murakami, Tomoyoshi Horie	4. 巻 -
2. 論文標題 Design of micro flexible wing mimicking insect flapping flight using fluid-structure interaction analysis	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Proceedings of The 35th JSST Annual Conference International Conference on Simulation Technology	6. 最初と最後の頁 8 pages
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 Daisuke Ishihara, Naoto Ohira, Masakatsu Takagi, Sunao Murakami, Tomoyoshi Horie	4. 巻 -
2. 論文標題 Design of micro flexible wing mimicking insect flapping flight using fluid-structure interaction analysis	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Proceedings of the JSME-KSME Joint Symposium on Computational Mechanics & CAE 2017	6. 最初と最後の頁 111 - 112
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 高木方勝, 大平直人, 石原大輔, 村上直, 堀江知義	4. 巻 -
2. 論文標題 表面マイクロマシニングに基づく昆虫規範型マイクロ飛行体の試作	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 電磁力関連のダイナミクスシンポジウム論文集	6. 最初と最後の頁 13 - 14
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., Horie T.	4. 巻 12 (1)
2. 論文標題 Passive mechanism of pitch recoil in flapping insect wings	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Bioinspiration and Biomimetics	6. 最初と最後の頁 16008
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1748-3190/12/1/016008	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 大平直人, 石原大輔, 村上直, 堀江知義	4. 巻 No.16-76
2. 論文標題 MEMS技術に基づく微小羽ばたき翼の変位変換システムの設計と試作	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 日本機械学会第29回バイオエンジニアリング講演会論文集	6. 最初と最後の頁 2F23
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1299/jsmebio.2017.29.2F23	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 -

〔学会発表〕 計42件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 18件）

1. 発表者名 大西 南斗、石原 大輔
2. 発表標題 昆虫の薄い羽ばたき翼に生じる受動的キャンバーの流体構造強連成解析
3. 学会等名 第25回計算工学講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 石原 大輔、高田 黎、ラメゴウダ プラカシャ、二保 知也、堀江 知義
2. 発表標題 圧電バイモルフによるエネルギーハ - ヴェスティングの逆圧電 - 圧電 - 電気 回路 3 連成現象に対する分離反復型解法
3. 学会等名 第25回計算工学講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Chigahalli RAMEGOWDA Prakasha、ISHIHARA Daisuke、TAKATA Rei、NIHO Tomoya、HORIE Tomoyoshi
2. 発表標題 Finite element analysis of mechanical-vibration-driven piezoelectric energy harvesting device in a fluid using a hierarchical decomposition modeling
3. 学会等名 第25回計算工学講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 二保 知也、易 新宇、石原 大輔、堀江 知義
2. 発表標題 抵抗スポット溶接の電流解析および熱伝導解析における変形効果の重要性
3. 学会等名 第25回計算工学講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Vinay Shankar, Daisuke Ishihara, Prakasha Chigahalli Ramegowda, Rei Takata, Tomoyoshi Horie
2. 発表標題 Computational control for strongly coupled Piezoelectric-Structure-Interaction
3. 学会等名 The 38th JSST Annual International Conference on Simulation Technology (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Minato Onishi, Daisuke Ishihara
2. 発表標題 Modeling of cambering in insect's flapping wings using finite element shell elements
3. 学会等名 The 38th JSST Annual International Conference on Simulation Technology (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Prakasha Chigahalli Ramegowda, Daisuke Ishihara, Rei Takata, Tomoya Niho, Tomoyoshi Horie
2. 発表標題 Finite element modeling of flexible piezoelectric energy harvester operating in air
3. 学会等名 第32回計算力学講演会 (CMD2019)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 二保知也, 易新宇, 石原大輔, 堀江知義
2. 発表標題 抵抗スポット溶接の接触変形・電流・熱伝導3 連成解析における変形効果の重要性
3. 学会等名 第32回計算力学講演会 (CMD2019)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 高田 黎, 石原大輔, Prakasha Chigahalli Ramegowda, 二保知也, 堀江知義
2. 発表標題 構造 圧電 回路連成現象に対する有限要素解析手法の提案
3. 学会等名 第32回計算力学講演会 (CMD2019)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Prakasha Chigahalli Ramegowda, Daisuke Ishihara, Rei Takata, Tomoya Niho, Tomoyoshi Horie
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 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Daisuke Ishihara, Prakasha Chigahalli Ramegowda, Rei Takata, Tomoya Niho, Tomoyoshi Horie
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 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大西南斗, 石原大輔, 二保知也, 堀江知義
2. 発表標題 昆虫羽ばたき翼に生じるキャンパー生成のピクセルモデリング
3. 学会等名 第65回理論応用力学講演会・第22回土木学会応用力学シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 二保知也, 金城喜己, 石原大輔, 堀江知義
2. 発表標題 3枚重ね抵抗スポット溶接の構造・電流・熱伝導3 連成現象および接合強度におよぼす鋼板材質・板組の影響
3. 学会等名 第24回計算工学講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 石原大輔, プラカシャ チガハリ ラメゴウダ, 高田黎, 二保 知也, 堀江知義
2. 発表標題 薄く柔軟な複合材圧電バイモルフのソリッド圧電 シェル逆圧電分離反復型解法
3. 学会等名 第24回計算工学講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Daisuke Ishihara
2. 発表標題 A Computational Study on the Fluid-Structure Interaction Mechanism in Insect Flapping Wings
3. 学会等名 The International Conference on Computational & Experimental Engineering and Sciences (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tomoya Niho, Hiroyuki Kuramae, Daisuke Ishihara, Tomoyoshi Horie
2. 発表標題 Coupled Finite Element Analysis Model of Structural and Electrical Coupled Analysis for Electrical Contact Resistance
3. 学会等名 The 13th World Congress in Computational Mechanics (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Minato Onishi, Daisuke Ishihara, Horie Tomoyoshi
2. 発表標題 A partition model for the computer simulation of insect flight maneuvers
3. 学会等名 The 37th JSST Annual International Conference on Simulation Technology (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Daisuke Ishihara, Atsushi Goto, Minato Onishi, Tomoya Niho, Horie Tomoyoshi
2. 発表標題 General scenario of the selective mesh stiffening in the pseudoelastic mesh-moving
3. 学会等名 The 37th JSST Annual International Conference on Simulation Technology (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Prakasha Chigahalli Ramegowda, Daisuke Ishihara, Rei Takata, Tomoya Niho, Tomoyoshi Horie
2. 発表標題 Fluid-structure and electric interaction analysis of a piezoelectric flap in a channel using a strongly coupled FEM scheme
3. 学会等名 6th European Conference on Computational Mechanics (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Prakasha Chigahalli Ramegowda, Daisuke Ishihara, Rei Takata, Tomoya Niho, and Tomoyoshi Horie
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 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Daisuke Ishihara, Prakasha Chigahalli Ramegowda, Rei Takata, Tomoya Niho, and Tomoyoshi Horie
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 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Daisuke Ishihara
2. 発表標題 A computational study on the fluid-structure interaction mechanism in insect flapping wings
3. 学会等名 The International Conference on Computational & Experimental Engineering and Sciences (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大西南斗, 石原大輔, 堀江知義
2. 発表標題 昆虫羽ばたき飛行の操縦性に関する分離型解法の検討
3. 学会等名 第31回計算力学講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 高田黎, 石原大輔, Prakasha Chigahalli Ramegouda, 二保知也, 堀江知義
2. 発表標題 構造シェル要素と電界ソリッド要素を用いた複合材圧電バイモルフの分離反復型解法
3. 学会等名 第31回計算力学講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 浦川晃平, 石原大輔, 高木方勝, 村上直, 上尾純平, 熊谷武尊, 堀江知義
2. 発表標題 昆虫規範型微小飛行体用トランスミッションのポリマーマイクロマシニングと駆動試験
3. 学会等名 日本機械学会2018 年度年次大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 M. A. Y. A. Bakier, D. Ishihara, T. Horie
2. 発表標題 Parallelization of a projection method for fluid-structure interaction
3. 学会等名 第23回計算工学講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 二保知也, 堀江知義, 石原大輔
2. 発表標題 抵抗スポット溶接における弾塑性接触変形・電流・熱伝導3連成効果の影響度
3. 学会等名 第30回電磁力関連のダイナミクスシンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 石原大輔, プラカシャチガハリラメゴウダ, 高田黎, 二保知也, 堀江知義
2. 発表標題 薄く柔軟な複合材圧電バイモルフのソリッド圧電 シェル逆圧電分離反復型解法
3. 学会等名 第24回計算工学講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Sunao Murakami, Daisuke Ishihara, Masateru Araki, Tomoyoshi Horie, Naoto Ohira, Takahiro Ito
2. 発表標題 Microfabrication of hybrid structure composed of rigid silicon and flexible polyimide membranes
3. 学会等名 The 12th IEE Annual International Conference on Nano/Micro Engineered and Molecular Systems (IEEE-NEMS 2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Tomoyoshi Horie, Tomoya Niho, Daisuke Ishihara
2. 発表標題 Coupled Finite Element Analysis Framework Combining In-house and General-purpose FEM Codes
3. 学会等名 IUTAM Symposium on Co-Simulation and Solver Coupling (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Daisuke Ishihara, Naoto Ohira, Masakatsu Takagi, Sunao Murakami, Tomoyoshi Horie
2. 発表標題 Fluid-structure interaction design of insect-like micro flapping wing
3. 学会等名 VII International Conference on Computational Methods for Coupled Problems in Science and Engineering (COUPLED PROBLEMS 2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Prakasha Chigahalli Ramegowda, Daisuke Ishihara, Tomoya Niho and Tomoyoshi Horie
2. 発表標題 A Finite element approach for a coupled numerical simulation of fluid-structure-electric interaction in MEMS
3. 学会等名 VII International Conference on Computational Methods for Coupled Problems in Science and Engineering (COUPLED PROBLEMS 2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Tomoya Niho, Kenji Kubota, Hirochika Aramaki, Hiroyuki Kuramae, Daisuke Ishihara and Tomoyoshi Horie
2. 発表標題 Microscale electrical contact resistance analysis for resistance spot welding
3. 学会等名 VII International Conference on Computational Methods for Coupled Problems in Science and Engineering (COUPLED PROBLEMS 2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Daisuke Ishihara, Naoto Ohira, Masakatsu Takagi, Sunao Murakami, Tomoyoshi Horie
2. 発表標題 Design of micro flexible wing mimicking insect flapping flight using fluid-structure interaction analysis
3. 学会等名 The JSME-KSME Joint Symposium on Computational Mechanics & CAE 2017 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 二保知也, 中野陽介, 堀江知義, 石原大輔
2. 発表標題 抵抗スポット溶接におよぼす構造・電流・熱伝導3連成効果の影響度
3. 学会等名 日本機械学会第30回計算力学講演会 (CMD2017)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 後藤篤史, 石原大輔, 堀江知義, 二保知也
2. 発表標題 要素品質に基づくALEメッシュ制御手法の開発
3. 学会等名 日本機械学会第30回計算力学講演会 (CMD2017)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 石原大輔, 堀江知義
2. 発表標題 羽ばたき柔軟翼における先端軌跡の流体構造連成による生成に関する数値的検討
3. 学会等名 日本機械学会第30回計算力学講演会 (CMD2017)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 石原大輔, 荒木政輝, 大平直人, 村上直, 堀江知義
2. 発表標題 昆虫規範型MEMS翼に対する流体構造連成デザインアプローチ
3. 学会等名 第64回理論応用力学講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 二保知也, 倉前宏行, 荒巻弘親, 中野陽介, 石原大輔, 堀江知義
2. 発表標題 抵抗スポット溶接解析における構造・電流・熱伝導3連成モデルおよび微視接触電気抵抗解析モデルの検討
3. 学会等名 第64回理論応用力学講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Prakasha Chigahalli Ramegowda, Daisuke Ishihara, Tomoya Niho, Tomoyoshi Horie
2. 発表標題 Strongly coupled finite element analysis of electric-structure-fluid interaction in MEMS
3. 学会等名 第64回理論応用力学講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 高木方勝, 大平直人, 石原大輔, 村上直, 堀江知義
2. 発表標題 表面マイクロマシニングに基づく昆虫規範型マイクロ飛行体の試作
3. 学会等名 電磁力関連のダイナミクスシンポジウム
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 大平直人, 石原大輔, 村上直, 堀江知義
2. 発表標題 MEMS技術に基づく微小羽ばたき翼の変位変換システムの設計と試作
3. 学会等名 日本機械学会第29回バイオエンジニアリング講演会
4. 発表年 2017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	村上 直 (Murakami Sunao) (90443499)	九州工業大学・大学院情報工学研究院・准教授 (17104)	