様　式　Ｃ－１９、Ｆ－１９－１、Ｚ－１９　（共通）

科学研究費助成事業　　研究成果報告書

令和　５ 年　６ 月 １２ 日現在

機関番号：１２６０８
研究種目：新学術領域研究（研究領域提案型）
研究期間：2018～2022
課題番号：１８Ｈ０５４７３

研究課題名（和文）ストカスティックマシンの創成を通じたソフトロボティクスの攻究

研究課題名（英文）A quest for Soft robotics through creation of stochastic machines

研究代表者
前田　真吾（Maeda, Shingo）

東京工業大学・工学院・教授

研究者番号：４０４２４８０８

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費）　　79,040,000円

研究成果の概要（和文）：環境と調和し柔軟に情報を処理する、しなやかな知能の実現するために、ソフトマテリアル、ゲル、化学反応ネットワーク、機械学習をキーワードとして研究を推進した。機械システムが高性能化するとともに、機械システムの複雑化が進行し続けている。デバイスの微細化によって，集積回路の性能向上が見込まれているが、いつか微細化の限界に達する可能性がある。このような機械の複雑化の壁を乗り越えるために，非従来型の機械システムを構築する必要がある。本研究では、化学反応によって自律駆動するようなゲルや液滴の制御、アンテザードなソフトEHDポンプ、DEAやSMAを活用した自律駆動ソフトマシンに関する研究を推進した。

研究成果の学術的意義や社会的意義
我々はマテリアルサイエンスや化学の観点からロボットや機械にアプローチすることで、複雑化するメカトロニクスの壁を乗り越える試みた。本研究では例えば、化学反応の連鎖（化学反応ネットワーク）をプログラムだとみなせば自律的に駆動する仕組みを設計できることを示した。このような化学反応ネットワークをゲルや液滴と組み合わせることで自走、振動から体内時計といった機能まで創発させることに成功した。金属とシリコンでできたかたい機械やロボットから、やわらかいシステムとマテリアルサイエンスを新たに結びつけるような学術分野を切り開くことができたと考えている。

研究成果の概要（英文）：In order to realize flexible intelligence that harmonizes with the environment and processes information in an adaptive manner, we have promoted research on soft materials, active gels, chemical reaction networks, and machine learning as keywords. Machines become more sophisticated, they continue to become more complex. Miniaturization of devices is expected to improve the performance of integrated circuits and the limits of miniaturization might one day be reached. To overcome this barrier of increasing complexity in machines, it is necessary to construct unconventional machines. Herein, we promoted various researches on active gels and droplet, untethered soft EHD pumps, autonomously driven soft machines using DEAs and SMAs.

研究分野：ソフトロボティクス

キーワード：ソフトマテリアル　ゲル　化学反応ネットワーク　機械学習

※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

環境と調和し柔軟に情報を処理する、しなやかな知能の実現には何が必要か。それは多様な環境に順応し、その変化を検出して情報処理を行い、逆に環境へと働きかけ返すような、双方向的で適応的な情報処理機構の実現であると言える。生物であれば当たり前に行っているこのような機構の実現には、従来型の硬いセンサ、コンピュータ、アクチュエータは不適である。それらの機能が一体となり、様々な環境に適応できる、広い意味での柔軟性を持った機構の開発が必要となる。

２．研究の目的

柔らかい素材で作られたセンシング、演算、アウトプットの機構を開発する。最終的にそれらの機能を一体化し、自律的に環境に適応しながら機能する、生物的な情報処理機構を実現する。

３．研究の方法

センサとアクチュエータ両方の役割を持ち、軽量性･柔軟性を兼ね備えたデバイスの有望な候補として知られるものに、ElectroHydroDynamics（EHD）で駆動する EHD ポンプがある（図 1）。EHD ポンプはソフトロボットのシステムへ組み込むことを考えたときには様々な利点がある一方、性能の最適化についての研究は未だ十分ではない。当研究期間では、EHD ポンプの基礎数理の解明を通じ、センサかつアクチュエータとして使えるデュアルトランスデューサーとしての性能評価や、実用的な設計指針の策定を目指す。

図 1 EHD ポンプ[1].

従来の情報処理機構（集積回路）は金属という硬い素材を利用し、電気的変化を基礎メカニズムとして採用していた。本研究では、金属を使わない柔らかい機構における新しい情報処理機構の基礎メカニズムとして、振動的な化学反応を採用する。従来の研究でも振動的化学反応を利用した情報処理機構のアイデアはあったが、最小の情報単位である 1bit の表現や情報処理操作のための相互作用の導入に大きな制限のあることが課題であった。本研究では振動的化学反応の代表例として知られる Belousov-Zhabotinhsky(BZ)反応をゲルの中で起こす（BZ ゲル）ことでそれらの制限を解決し、化学反応で閉じた情報処理を実現する（図 2）。

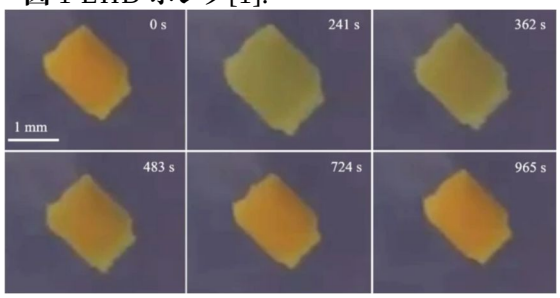

図 2 BZ ゲル[5].

柔らかなボディの特徴は、力学的な刺激（外力）に対して大きな変形を起こすことであるが、そのような大変形を演算のための規格化された信号に変換するにはバッファが必要となる。バッファの要件としてはそれ自体が柔らかく破断しにくいこと、そして大きな変位を吸収すると同時に圧縮軸以外の方向には変形しにくいことが求められる。本研究ではこれらの要件を満たす材料として弾性スポンジを採用する（図 3）。弾性スポンジは基板材料の物性と多孔質構造の組み合わせで多様な力学特性を実現できることが知られている。その多孔質構造の操作を用いた力学特性の制御モデルを確立する。

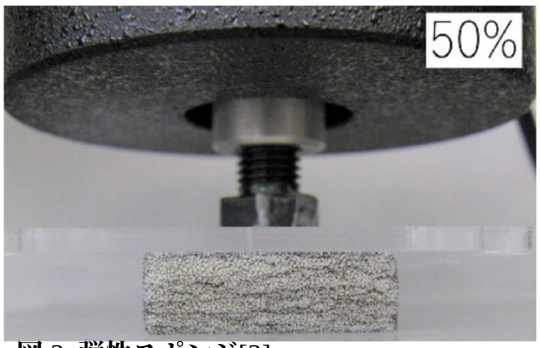

図 3 弾性スポンジ[3].

我々はソフトアクチュエータの研究開発の中で、微細ワイヤに加工した Ti-Ni-Cu 系 SMA ワイヤにパルス電流を流すことによって、長さ方向にその周波数と同期した伸縮を起こす現象を発見したことが発端となった。太さが毛髪の半分程度の直径 50μm、長さ 5mm 程度の Ti-Ni-Cu 系 SMA ワイヤは、T2 = 72℃まで加熱されると最大 5%程度長さ方向に収縮し、T1 = 68℃まで下がると元の長さに戻る特性を持つ。本 SMA ワイヤは、長さ 1 mm あたり 0.6Ω 程度の抵抗値を有し、電流を流すとその内部抵抗により発熱し、電流を止めると即座に放熱する。直径 50μm と非常に細く、体積あたりの表面積が大きいため、微弱電流の ON/OFF によって発熱と放熱に伴う温度変化を起こし、伸縮運動を制御することが可能である。

SMA ワイヤ片に与える応力と試料温度を制御した際の変位量の精密計測システムを構築し、

高速度カメラによって計測を行った。更に、Ti-Ni-Cu 系 SMA ワイヤについて振動の物理モデルを作成し、有限要素法により変位量の解析をおこなった。SMA に流すパルス電流の印加電圧値、周波数および Duty 比などを、上述の実験と同様の条件に設定し、SMA ワイヤの発熱量と伝熱演算により、振動の変位が得られた。実験による変位計側の結果をもとに、SMA の高速動作メカニズムの考察をおこなった。更に、SMA ワイヤのソフトセンサ・アクチュエータへの応用展開を進めた。まずは人間が指で素材をなぞった際に知覚する触覚感覚を、同様のなぞり動作によって計測できる触覚センサを開発した。これにより、異なる素材について計測データに特徴が得られることを確認し、深層学習により 10 種類の素材を高精度に弁別可能となることを示した。また、5×5 の SMA 素子を高密度に配置した触覚ディスプレイを構築した。次に SMA ワイヤを柔軟なアクチュエータとして応用した魚ロボットおよびイモムシロボットを開発した。SMA アクチュエータに流す微小電流を制御することにより、様々な遊泳動作と尺取り動作が可能であることを示した。

油滴の自走制御については、まず界面活性剤の水溶液中に滴下した油滴の形状、溶液の物理条件と自走パターンに関する考察をおこなった。ブーメラン型にくり抜いた外骨格を用いて、無水オレイン酸を主成分とする油滴の形状固定に用いた。また、油滴中に紫外光により発光する微粒子を混入させせることで、マランゴニ対流の可視化をおこなった。ブーメラン形状の前後の曲率、界面活性剤溶液の温度および湿度を様々に変化させ、内部対流と油滴の自走パターンを観測し、これらの物理条件の関係性について考察した。その結果、形状の曲率により内部対流速度と自走速度が変化することが分かり、 最大速度を得る曲率を得た。また曲率を不均等に変えることで内部対流の大きさが変わり、自走方向も変化することが分かった。一方、溶液の温度と湿度によっても自走形態が変化し、例えば湿度 20%と 80%における油滴の移動スピード比は 1.65:1 となり、対流速度比は 1.61:1 であることも分かった。これらの知見を基に、外骨格の形状と溶液温度を動的に変化させることで、油滴の自走制御へと発展させた。

４．研究成果

EHD ポンプについて、その出力のパワー密度はポンプの構造に大きく依存する。特に電極の配置に注目し、よく使われるくし型電極の構造最適化について数理解析を行った[1]。また、EHD で流れる微弱な電流を利用して EHD ポンプが流量センサとして使えることを実証し、基礎数理の明確化やセンシング範囲・感度の評価を行った[2]。実験において新概念のソフトポンプを EPFL の Prof. H.Shea の研究グループと提案し Nature 誌[3]に掲載され、国内外のメディアに多数掲載された。国際共同研究において弾性スポンジについては、その構造の不均一性の力学特性への影響を理論的に解析した。特に圧縮特性について、応力ひずみ関係が安定するための条件を導出した[4]。BZ ゲルについて、アクチュエータとして利用する際の課題として変位の小ささがあったが、ゲルにねじりひずみを加えることで回転運動として大きな変位を取り出せることを理論的に導き、実験で検証した[5]。また、化学反応を利用した機構と柔らかなボディがカップルして機能が共創されるシステムの例として、BZ ゲルのポリマーを適切に選択することで疑似的な体内時計を作ることができることを示した[6]。

SMA ワイヤの高速変態現象について、与える応力および温度を制御した際の変位量を精密に計測し、データの考察を行った。同時に Ti-Ni-Cu 系 SMA ワイヤについて振動の物理モデルを作成し、有限要素法により変位量の解析をおこなった。実験と物理シミュレーションをもとに比較と考察をおこない、SMA ワイヤの変態現象の解明につなげるとともに、1kHz 程度までの高速微小振動を精密に制御する手法を確立した。これらの成果をもとに、5×5 個の SMA 素子を高密度に配置した触覚ディスプレイを構築し、様々な素材に触れた際の触覚感覚を提示できることを示した。また、SMA ワイヤ片により、微小振動を起こして触覚感覚を提示しながら、人の皮膚に触れた際に作用する応力も同時に計測できることを示した。これにより、触覚感覚を提示しながら、物体の触覚感覚を計測する触覚コミュニケーションシステムを試作した。また、微小応力を計測できることから、深層学習と組み合わせて、10 種類程度の素材のテクスチャを弁別可能な触覚センサを構築した。更にソフトロボットへの応用として、SMA ワイヤを柔軟なアクチュエータとして応用した魚ロボットおよびイモムシロボットを開発した[7]。魚ロボットにおいては、SMA アクチュエータに流す微小電流とその周波数を制御することにより、実際の魚のように柔軟にヒレを動かして様々な遊泳動作や方向転換が可能であることを示した。イモムシロボットは、自己修復素材を柔軟な身体に用いることにより、尺取り動作によって移動し、また切断されても自己修復機能により任意の個体同士が自己癒着を起こして新たな身体を獲得できることを示した。

油滴の自走制御については、各種曲率や面積を持つブーメラン形状にくり抜いた外骨格を用いて、界面活性剤の水溶液中に無水オレイン酸を主成分とする油滴を滴下した際の自走の考察を行い、その結果を自走方向および自走速度の制御につなげた[8]。本研究において提案した外骨格は、溶液中の自走油滴の形状固定に作用することを示した。ブーメランの左右形状を非対称にすることで、油滴内部に発生するマランゴニ対流が変化し、自走速度ならびに方向が変化することを示した。様々な左右非対称形状を持つ外骨格を用意し、実験による内部対流の観察と自走結果について、内部対流の物理シミュレーションを元に考察を行った。その結果、右側が太いブーメラン形状の外骨格の場合には、油滴は右向きの回転運動をし、左側が太い場合には、左向きの回転運動を行うことが解った。また、左右形状の差は、

自走の角速度に反映することを示した。外骨格の形状をアクティブに変化させることにより、油滴の自走方向および速度を制御できることを示し、溶液中での物体搬送アクチュエータを実現した。

【参考文献】

[1] Y. Seki, Y. Kuwajima, H. Shigemune, Y. Yamada, S. Maeda, “Optimization of the Electrode Arrangement and Reliable Fabrication of Flexible EHD Pumps”, Journal of Robotics and Mechatronics, 32, 939-946 (2020).
[2] Y. Kuwajima, Y. Seki, Y. Yamada, S. Awaki, S. Kamiyauchi, A. Wiranata, Y. Okuno, H. Shigemune, S. Maeda, “Electro-Chemical Dual-Transducer for Fluidic Self-Sensing Actuation”, ACS Applied Materials & Interfaces, 14, 2, 3496-3503 (2022).
[3] V. Cacucciolo, J. Shintake, Y. Kuwajima, S. Maeda, D. Floreano, H. Shea, “Stretchable pumps for soft machines”, Nature 572, 516-519, 2019.
[4] Y. Yamada and S. Maeda, “Simple model for compression of cellular materials exhibiting serial buckling of the microstructure”, Journal of Physical Society of Japan, 90, 114003 (2021).
[5] Y. Yamada, Y. Otsuka, Z. Mao, S. Maeda, “Periodical propagation of torsion in polymer gels”, Scientific Reports., 12, 16679 (2022).
[6] Y. Yamada, H. Ito, S. Maeda, “Artificial temperature-compensated biological clock using temperature-sensitive Belousov-Zhabotinsky gels”, Scientific Reports, 12, 22436 (2022).
[7] Kewei Ning, Pitoyo Hartono, Hideyuki Sawada, “Using inverse learning for controlling bionic robotic fish with SMA actuators,” MRS Advances, Springer, 2022.
[8] M. Yamada, H. Shigemune, S. Maeda, H. Sawada, “Directional and Velocity Control of Active Droplet Using Rigid Frame”, RSC Advances, 9, 40523–40530, 2019.

５．主な発表論文等

〔雑誌論文〕　計56件（うち査読付論文　52件／うち国際共著　11件／うちオープンアクセス　44件）

１．著者名 Witchuda Thongking、Wiranata Ardi、Maeda Shingo、Premachandra Chinthaka	４．巻 11
２．論文標題 Reservoir Computing Model for Human Hand Locomotion Signal Classification	５．発行年 2023年
３．雑誌名 IEEE Access	６．最初と最後の頁 19591～19601
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1109/ACCESS.2023.3247631	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 Yamada Yuhei、Ito Hiroshi、Maeda Shingo	４．巻 12
２．論文標題 Artificial temperature-compensated biological clock using temperature-sensitive Belousov?Zhabotinsky gels	５．発行年 2022年
３．雑誌名 Scientific Reports	６．最初と最後の頁 22436
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1038/s41598-022-27014-z	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 Yamada Yuhei、Otsuka Yuji、Mao Zebing、Maeda Shingo	４．巻 12
２．論文標題 Periodical propagation of torsion in polymer gels	５．発行年 2022年
３．雑誌名 Scientific Reports	６．最初と最後の頁 16679
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1038/s41598-022-21198-0	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 Naritomi Daichi、Hosoya Naoki、Ando Genki、Maeda Shingo、Shigemune Hiroki	４．巻 223
２．論文標題 Creation of origami-inspired honeycomb structure using self-folding paper	５．発行年 2022年
３．雑誌名 Materials & Design	６．最初と最後の頁 111146～111146
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.matdes.2022.111146	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 Abe Keita、Seki Yumeta、Kuwajima Yu、Minaminosono Ayato、Maeda Shingo、Shigemune Hiroki、Active Functional Devices Laboratory, Shibaura Institute of Technology 3-7-5 Toyosu, Koto-ku, Tokyo 135-8548, Japan、Smart Materials Laboratory, Shibaura Institute of Technology 3-7-5 Toyosu, Koto-ku, Tokyo 135-8548, Japan	4．巻 34
2．論文標題 Low-Voltage Activation Based on Electrohydrodynamics in Positioning Systems for Untethered Robots	5．発行年 2022年
3．雑誌名 Journal of Robotics and Mechatronics	6．最初と最後の頁 351～360
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.20965/jrm.2022.p0351	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 Maeda Shingo、Shigemune Hiroki、Sawada Hideyuki	4．巻 34
2．論文標題 Self-Actuating and Nonelectronic Machines	5．発行年 2022年
3．雑誌名 Journal of Robotics and Mechatronics	6．最初と最後の頁 249～252
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.20965/jrm.2022.p0249	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 Noguchi Mika、Yamada Masato、Sawada Hideyuki	4．巻 12
2．論文標題 Analysis of different self-propulsion types of oil droplets based on electrostatic interaction effects	5．発行年 2022年
3．雑誌名 RSC Advances	6．最初と最後の頁 18354～18362
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1039/D2RA02076A	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 Shen Junjie、Chen Yiwen、Sawada Hideyuki	4．巻 22
2．論文標題 A Wearable Assistive Device for Blind Pedestrians Using Real-Time Object Detection and Tactile Presentation	5．発行年 2022年
3．雑誌名 Sensors	6．最初と最後の頁 4537～4537
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3390/s22124537	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 Ning Kewei、Hartono Pitoyo、Sawada Hideyuki	4．巻 7
2．論文標題 Using inverse learning for controlling bionic robotic fish with SMA actuators	5．発行年 2022年
3．雑誌名 MRS Advances	6．最初と最後の頁 649～655
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1557/s43580-022-00328-w	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 Setyawan Gembong Edhi、Hartono Pitoyo、Sawada Hideyuki	4．巻 13
2．論文標題 Cooperative Multi-Robot Hierarchical Reinforcement Learning	5．発行年 2022年
3．雑誌名 International Journal of Advanced Computer Science and Applications	6．最初と最後の頁 35～44
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.14569/IJACSA.2022.0130904	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 Ning Kewei、Sawada Hideyuki	4．巻 11
2．論文標題 A wireless bionic soft robotic fish using shape-memory alloy actuators	5．発行年 2022年
3．雑誌名 IAES International Journal of Robotics and Automation (IJRA)	6．最初と最後の頁 278～278
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.11591/ijra.v11i4.pp278-287	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 Oya Ryusei、Sawada Hideyuki	4．巻 16
2．論文標題 An SMA Transducer for Sensing Tactile Sensation Focusing on Stroking Motion	5．発行年 2023年
3．雑誌名 Materials	6．最初と最後の頁 1016～1016
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3390/ma16031016	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 岩名 紘基、重宗 宏毅、澤田 秀之	4．巻 J106-C
2．論文標題 形状記憶合金ワイヤの微小振動特性に関する考察	5．発行年 2023年
3．雑誌名 電子情報通信学会論文誌 C	6．最初と最後の頁 79～85
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.14923/transelej.2022JCP5005	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 五十嵐 治雄、澤田 秀之	4．巻 64
2．論文標題 触覚フィードバックをともなう4次元空間可視化システムの構築	5．発行年 2023年
3．雑誌名 情報処理学会論文誌	6．最初と最後の頁 626～633
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.20729/00224280	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 Kuwajima Yu、Seki Yumeta、Yamada Yuhei、Awaki Satoshi、Kamiyauchi Shota、Wiranata Ardi、Okuno Yuto、Shigemune Hiroki、Maeda Shingo	4．巻 14
2．論文標題 Electrochemical Dual Transducer for Fluidic Self-Sensing Actuation	5．発行年 2022年
3．雑誌名 ACS Applied Materials & Interfaces	6．最初と最後の頁 3496～3503
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1021/acsami.1c21076	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 Wiranata Ardi、Kanno Makoto、Chiya Naoki、Okabe Hozuma、Horii Tatsuhiro、Fujie Toshinori、Hosoya Naoki、Maeda Shingo	4．巻 15
2．論文標題 High-Frequency, low-voltage oscillations of dielectric elastomer actuators	5．発行年 2021年
3．雑誌名 Applied Physics Express	6．最初と最後の頁 011002～011002
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.35848/1882-0786/ac3d41	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 Murakami Taichi、Kuwajima Yu、Wiranata Ardi、Minaminosono Ayato、Shigemune Hiroki、Mao Zebing、Maeda Shingo	4．巻 12
2．論文標題 A DIY Fabrication Approach for Ultra-Thin Focus-Tunable Liquid Lens Using Electrohydrodynamic Pump	5．発行年 2021年
3．雑誌名 Micromachines	6．最初と最後の頁 1452～1452
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3390/mi12121452	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 Wiranata Ardi、Ohsugi Yunosuke、Minaminosono Ayato、Mao Zebing、Kurata Haruyuki、Hosoya Naoki、Maeda Shingo	4．巻 8
2．論文標題 A DIY Fabrication Approach of Stretchable Sensors Using Carbon Nano Tube Powder for Wearable Device	5．発行年 2021年
3．雑誌名 Frontiers in Robotics and AI	6．最初と最後の頁 773056～773056
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3389/frobt.2021.773056	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 Kamiyauchi Shota、Yokoyama Yuki、Kuwajima Yu、Seki Yumeta、Awaki Satoshi、Maeda Shingo、Shigemune Hiroki	4．巻 4
2．論文標題 Fabrication of Soft and Wearable Electrostatic Generator Based on Streaming Electrification	5．発行年 2021年
3．雑誌名 Advanced Intelligent Systems	6．最初と最後の頁 2100131～2100131
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1002/aisy.202100131	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 Mao Zebing、Iizuka Takeshi、Maeda Shingo	4．巻 332
2．論文標題 Bidirectional electrohydrodynamic pump with high symmetrical performance and its application to a tube actuator	5．発行年 2021年
3．雑誌名 Sensors and Actuators A: Physical	6．最初と最後の頁 113168～113168
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.sna.2021.113168	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 Yamada Yuhei、Maeda Shingo	4．巻 90
2．論文標題 Simple Model for Compression of Cellular Materials Exhibiting Serial Buckling of the Microstructure	5．発行年 2021年
3．雑誌名 Journal of the Physical Society of Japan	6．最初と最後の頁 114003～114003
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.7566/JPSJ.90.114003	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 Hiruta Toshiki、Sasaki Kaishi、Hosoya Naoki、Maeda Shingo、Kajiwara Itsuro	4．巻 182
2．論文標題 Firmness evaluation of postharvest pear fruit during storage based on a vibration experiment technique using a dielectric elastomer actuator	5．発行年 2021年
3．雑誌名 Postharvest Biology and Technology	6．最初と最後の頁 111697～111697
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.postharvbio.2021.111697	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 Thongking Witchuda、Wiranata Ardi、Minaminosono Ayato、Mao Zebing、Maeda Shingo	4．巻 33
2．論文標題 Soft Robotic Gripper Based on Multi-Layers of Dielectric Elastomer Actuators	5．発行年 2021年
3．雑誌名 Journal of Robotics and Mechatronics	6．最初と最後の頁 968～974
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.20965/jrm.2021.p0968	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 Hiruta Toshiki、Hosoya Naoki、Maeda Shingo、Kajiwara Itsuro	4．巻 330
2．論文標題 Experimental evaluation of frequency response and firmness of apples based on an excitation technique using a dielectric elastomer actuator	5．発行年 2021年
3．雑誌名 Sensors and Actuators A: Physical	6．最初と最後の頁 112830～112830
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.sna.2021.112830	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 Shigemune Hiroki、Pradidarcheep Kittamet、Kuwajima Yu、Seki Yumeta、Maeda Shingo、Cacucciolo Vito	4．巻 3
2．論文標題 Wireless Electrohydrodynamic Actuators for Propulsion and Positioning of Miniaturized Floating Robots	5．発行年 2021年
3．雑誌名 Advanced Intelligent Systems	6．最初と最後の頁 2100004～2100004
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1002/aisy.202100004	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 Minaminosono Ayato、Shigemune Hiroki、Murakami Taichi、Maeda Shingo	4．巻 30
2．論文標題 Untethered rotational system with a stacked dielectric elastomer actuator	5．発行年 2021年
3．雑誌名 Smart Materials and Structures	6．最初と最後の頁 065007～065007
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1088/1361-665X/abf991	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 中野 航基、澤田 秀之	4．巻 62
2．論文標題 シャボン膜の表面張力波を利用した音の可視化と音高認識	5．発行年 2021年
3．雑誌名 情報処理学会論文誌	6．最初と最後の頁 1737～1747
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.20729/00213204	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 Chen Xiaojie、Ning Kewei、Shigemune Hiroki、Sawada Hideyuki	4．巻 8
2．論文標題 An untethered soft robotic fish using SMA wires and its performance analysis	5．発行年 2021年
3．雑誌名 International Journal of Mechatronics and Automation	6．最初と最後の頁 229～240
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1504/IJMA.2021.120384	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 Moriya Naoki、Shigemune Hiroki、Sawada Hideyuki	4．巻 9
2．論文標題 A robotic wheel locally transforming its diameters and the reinforcement learning for robust locomotion	5．発行年 2022年
3．雑誌名 International Journal of Mechatronics and Automation	6．最初と最後の頁 22～31
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1504/IJMA.2022.120487	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 Gembong Edhi Setyawan、Hideyuki Sawada、Pitoyo Hartono	4．巻 18
2．論文標題 Combinations of Micro-macro States and Subgoals Discovery in Hierarchical Reinforcement Learning for Path Finding	5．発行年 2022年
3．雑誌名 International Journal of Innovative Computing, Information and Control	6．最初と最後の頁 447～462
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.24507/ijicic.18.02.447	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 Aishan Yusufu、Yalikun Yaxiaer、Shen Yigang、Yuan Yapeng、Amaya Satoshi、Okutaki Takashi、Osaki Atsuhito、Maeda Shingo、Tanaka Yo	4．巻 337
2．論文標題 A chemical micropump actuated by self-oscillating polymer gel	5．発行年 2021年
3．雑誌名 Sensors and Actuators B: Chemical	6．最初と最後の頁 129769～129769
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.snb.2021.129769	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 Wiranata Ardi、Ishii Yasuyuki、Hosoya Naoki、Maeda Shingo	4．巻 *
2．論文標題 Simple and Reliable Fabrication Method for Polydimethylsiloxane Dielectric Elastomer Actuators Using Carbon Nanotube Powder Electrodes	5．発行年 2021年
3．雑誌名 Advanced Engineering Materials	6．最初と最後の頁 2001181～2001181
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1002/adem.202001181	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 Seki Yumeta、Kuwajima Yu、Shigemune Hiroki、Yamada Yuhei、Maeda Shingo	4．巻 32
2．論文標題 Optimization of the Electrode Arrangement and Reliable Fabrication of Flexible EHD Pumps	5．発行年 2020年
3．雑誌名 Journal of Robotics and Mechatronics	6．最初と最後の頁 939～946
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.20965/jrm.2020.p0939	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 Hiruta Toshiki、Hosoya Naoki、Maeda Shingo、Kajiwara Itsuro	4．巻 191
2．論文標題 Experimental validation of vibration control in membrane structures using dielectric elastomer actuators in a vacuum environment	5．発行年 2021年
3．雑誌名 International Journal of Mechanical Sciences	6．最初と最後の頁 106049～106049
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.ijmecsci.2020.106049	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 Mao Zebing、Shimamoto Goki、Maeda Shingo	4．巻 608
2．論文標題 Conical frustum gel driven by the Marangoni effect for a motor without a stator	5．発行年 2021年
3．雑誌名 Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects	6．最初と最後の頁 125561～125561
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.colsurfa.2020.125561	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 Yoshimura Kyosuke、Otsuka Yuji、Mao Zebing、Cacucciolo Vito、Okutaki Takashi、Yamagishi Hideto、Hashimura Shinji、Hosoya Naoki、Sato Tasuku、Yamanishi Yoko、Maeda Shingo	4．巻 10
2．論文標題 Autonomous oil flow generated by self-oscillating polymer gels	5．発行年 2020年
3．雑誌名 Scientific Reports	6．最初と最後の頁 12834
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1038/s41598-020-69804-3	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 Mao Zebing、Kuroki Masaya、Otsuka Yuji、Maeda Shingo	4．巻 39
2．論文標題 Contraction waves in self-oscillating polymer gels	5．発行年 2020年
3．雑誌名 Extreme Mechanics Letters	6．最初と最後の頁 100830～100830
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.eml.2020.100830	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 Mao Zebing、Kuroki Masaya、Otsuka Yuji、Maeda Shingo	4．巻 39
2．論文標題 Contraction waves in self-oscillating polymer gels	5．発行年 2020年
3．雑誌名 Extreme Mechanics Letters	6．最初と最後の頁 100830～100830
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.eml.2020.100830	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 Yamada Masato、Shigemune Hiroki、Maeda Shingo、Sawada Hideyuki	4．巻 50
2．論文標題 Temperature and Humidity Dependence of Marangoni Convection and Its Effect on the Self-propulsion of an Oil Droplet	5．発行年 2021年
3．雑誌名 Chemistry Letters	6．最初と最後の頁 493～496
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1246/cl.200842	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 Nakai Yuki、Miwa Takanobu、Shigemune Hiroki、Sawada Hideyuki	4．巻 *
2．論文標題 Four‐dimensional collision detection and behaviour based on the physics‐based calculation	5．発行年 2021年
3．雑誌名 Expert Systems	6．最初と最後の頁 12668
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1111/exsy.12668	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 Shigemune Hiroki、Maeda Shingo、Iwase Eiji、Hashimoto Shuji、Sugano Shigeki、Sawada Hideyuki	4．巻 3
2．論文標題 Programming Stepwise Motility into a Sheet of Paper Using Inkjet Printing	5．発行年 2020年
3．雑誌名 Advanced Intelligent Systems	6．最初と最後の頁 2000153～2000153
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1002/aisy.202000153	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 Geier Andreas、Tucker Rawleigh、Somlor Sophon、Sawada Hideyuki、Sugano Shigeki	4．巻 5
2．論文標題 End-to-End Tactile Feedback Loop: From Soft Sensor Skin Over Deep GRU-Autoencoders to Tactile Stimulation	5．発行年 2020年
3．雑誌名 IEEE Robotics and Automation Letters	6．最初と最後の頁 6467～6474
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1109/LRA.2020.3012951	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 Hashimoto Naoki、Shigemune Hiroki、Minaminosono Ayato、Maeda Shingo、Sawada Hideyuki	4．巻 6
2．論文標題 Self-Assembled 3D Actuator Using the Resilience of an Elastomeric Material	5．発行年 2020年
3．雑誌名 Frontiers in Robotics and AI	6．最初と最後の頁 1～12
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3389/frobt.2019.00152	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 Yamada Masato、Shigemune Hiroki、Maeda Shingo、Sawada Hideyuki	4．巻 9
2．論文標題 Directional and velocity control of active droplets using a rigid-frame	5．発行年 2019年
3．雑誌名 RSC Advances	6．最初と最後の頁 40523～40530
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1039/C9RA07789H	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 Cacucciolo Vito、Shintake Jun、Kuwajima Yu、Maeda Shingo、Floreano Dario、Shea Herbert	4．巻 572
2．論文標題 Stretchable pumps for soft machines	5．発行年 2019年
3．雑誌名 Nature	6．最初と最後の頁 516～519
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1038/s41586-019-1479-6	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 Kajiwara Itsuro、Kitabatake Shigeki、Hosoya Naoki、Maeda Shingo	4．巻 157-158
2．論文標題 Design of dielectric elastomer actuators for vibration control at high frequencies	5．発行年 2019年
3．雑誌名 International Journal of Mechanical Sciences	6．最初と最後の頁 849～857
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.ijmecsci.2019.05.019	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 重宗宏毅，前田真吾，澤田秀之，三輪貴信	4．巻 64
2．論文標題 しなやかさを生む確率情報処理とソフトロボットへの展開	5．発行年 2019年
3．雑誌名 システム制御情報学会	6．最初と最後の頁 512～517
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 南之園彩斗，重宗宏毅，細矢直基，前田真吾	4．巻 58
2．論文標題 柔らかく変形可能なモータ	5．発行年 2019年
3．雑誌名 計測と制御	6．最初と最後の頁 798～801
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 宮戸田顕音，重宗宏毅，三輪貴信，澤田秀之	4．巻 J102-C
2．論文標題 微小振動する形状記憶合金ワイヤを用いた触覚センサ	5．発行年 2019年
3．雑誌名 電子情報通信学会論文誌 C	6．最初と最後の頁 241～248
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 －

1．著者名 前田真吾，澤田秀之，重宗宏毅，三輪貴信	4．巻 122
2．論文標題 運動リズムを創るマテリアルと知能の設計	5．発行年 2019年
3．雑誌名 日本機械学会誌	6．最初と最後の頁 16～17
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 Minaminosono Ayato、Shigemune Hiroki、Okuno Yuto、Katsumata Tsubasa、Hosoya Naoki、Maeda Shingo	4．巻 6
2．論文標題 A Deformable Motor Driven by Dielectric Elastomer Actuators and Flexible Mechanisms	5．発行年 2019年
3．雑誌名 Frontiers in Robotics and AI	6．最初と最後の頁 1～12
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3389/frobt.2019.00001	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 Hosoya Naoki、Masuda Hiroaki、Maeda Shingo	4．巻 148
2．論文標題 Balloon dielectric elastomer actuator speaker	5．発行年 2019年
3．雑誌名 Applied Acoustics	6．最初と最後の頁 238～245
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.apacoust.2018.12.032	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 Morita Yoshiyuki、Matsuo Tsukasa、Maeda Shingo、Oishi Masamichi、Oshima Marie	4．巻 57
2．論文標題 Three-dimensional displacement measurement of self-oscillating gel using digital holographic microscopy	5．発行年 2018年
3．雑誌名 Applied Optics	6．最初と最後の頁 10541～10541
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1364/AO.57.010541	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 Okuno Yuto、Shigemune Hiroki、Kuwajima Yu、Maeda Shingo	4．巻 4
2．論文標題 Stretchable Suction Cup with Electroadhesion	5．発行年 2018年
3．雑誌名 Advanced Materials Technologies	6．最初と最後の頁 1800304～1800304
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1002/admt.201800304	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 Shigemune Hiroki、Sugano Shigeki、Nishitani Jun、Yamauchi Masayuki、Hosoya Naoki、Hashimoto Shuji、Maeda Shingo	4．巻 7
2．論文標題 Dielectric Elastomer Actuators with Carbon Nanotube Electrodes Painted with a Soft Brush	5．発行年 2018年
3．雑誌名 Actuators	6．最初と最後の頁 51～51
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3390/act7030051	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 Danjo Junichi、Danjo Sonoko、Sawada Hideyuki、Uchida Keiji、Nakamura Yu	4．巻 6
2．論文標題 Quantitative Tactile Examination Using Shape Memory Alloy Actuators for the Early Detection of Diabetic Neuropathy	5．発行年 2018年
3．雑誌名 Intech Actuators	6．最初と最後の頁 109～127
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.5772/intechopen.75084	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104件（うち招待講演　30件／うち国際学会　34件）

１．発表者名 前田真吾
２．発表標題 スマート材料とソフトロボット
３．学会等名 第３回 サステナブル知能材料産業応用化研究会（招待講演）
４．発表年 2023年

１．発表者名 前田真吾
２．発表標題 化学ロボットの創成
３．学会等名 第３回アクティブマターセミナー（招待講演）
４．発表年 2022年

１．発表者名 Shingo Maeda
２．発表標題 Soft active robots with embodied energy and control
３．学会等名 Robosoft2022 workshop（招待講演）（国際学会）
４．発表年 2022年

１．発表者名 前田真吾
２．発表標題 ソフトマテリアルを活用したソフトロボット
３．学会等名 21-6 ポリマーフロンティア21（招待講演）
４．発表年 2022年

１．発表者名 前田真吾
２．発表標題 化学反応で駆動する機械
３．学会等名 科研費新学術領域合同シンポジウム－ソフトロボット学と発動分子科学の融合－（招待講演）
４．発表年 2022年

１．発表者名 Y. Kuwajima, Y. Yamada, N. Hosoya, S. Maeda
２．発表標題 Active suction cup with detecting softness
３．学会等名 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS2022)（国際学会）
４．発表年 2022年

１．発表者名 W. Thongking, A. Wiranata, S. Maeda, C Premachandra
２．発表標題 Implementation of Reservoir Computing Algorithm in Stretchable Sensor for Wearable Devic
３．学会等名 2022 International Symposium on Micro-NanoMehatronics and Human Science (MHS)（国際学会）
４．発表年 2022年

１．発表者名 Ayato Minaminosono, Ryoma Toyoda, Naoki Hosoya, Shingo Maeda
２．発表標題 Fabrication of a stretchable electroadhesive pad
３．学会等名 2022 International Symposium on Micro-NanoMehatronics and Human Science (MHS)（国際学会）
４．発表年 2022年

１．発表者名 神澤俊輔、坂上信太郎、毛澤兵、細矢直基、前田真吾
２．発表標題 複雑な形状の熱重合Belousov Zhabotinsky ゲル
３．学会等名 ロボティクス・メカトロニクス2022 (ROBOMEC2022)
４．発表年 2022年

１．発表者名 大貫亮悟、南之園彩斗、大杉裕之介、ワイラナタ・アルディ、桑島悠、細矢直基、前田真吾
２．発表標題 非安定マルチバイブレータ回路の静電アクチュエータへの活用
３．学会等名 ロボティクス・メカトロニクス2022 (ROBOMEC2022)
４．発表年 2022年

１．発表者名 粟木理志、南之園彩斗、毛澤兵、細矢直基、前田真吾
２．発表標題 磁性流体を用いたDEA の開発
３．学会等名 ロボティクス・メカトロニクス2022 (ROBOMEC2022)
４．発表年 2022年

１．発表者名 岡部秀真、ワイラナタ・アルディ、村上泰智、毛澤兵、細矢直基、前田真吾
２．発表標題 液体電極を用いた修復駆動DEA の提案
３．学会等名 ロボティクス・メカトロニクス2022 (ROBOMEC2022)
４．発表年 2022年

１．発表者名 大杉裕之介、南之園彩斗、アルデイ・ワイラナタ、大貫亮悟、山口雄也、細矢直基、前田真吾
２．発表標題 高電圧環境下で使用可能なストレッチセンサの開発
３．学会等名 ロボティクス・メカトロニクス2022 (ROBOMEC2022)
４．発表年 2022年

１．発表者名 Shingo Maeda
２．発表標題 Soft Robotics
３．学会等名 IEEE RAS Sri Lanka Section Chapter（招待講演）（国際学会）
４．発表年 2021年

１．発表者名 Shingo Maeda
２．発表標題 Autonomous chemical machines
３．学会等名 International Conference on Active Materials and Soft Mechatronics(AMSM) 2021（招待講演）（国際学会）
４．発表年 2021年

１．発表者名 Shingo Maeda
２．発表標題 Soft and wet robotics
３．学会等名 JSTオンライン大学訪問イベント（招待講演）
４．発表年 2021年

１．発表者名 前田真吾
２．発表標題 自律性を有するソフトマテリアルとやわらかい機械
３．学会等名 日本機械学会イブニングセミナー（招待講演）
４．発表年 2021年

１．発表者名 Shingo Maeda
２．発表標題 Chemical and soft machines
３．学会等名 2021 Japan-America Frontiers of Engineering Symposium (JAFOE)（招待講演）（国際学会）
４．発表年 2021年

１．発表者名 Hideyuki Sawada
２．発表標題 Socio-Economic Changes with AI and Robots
３．学会等名 7th KKU International Engineering Conference（招待講演）（国際学会）
４．発表年 2021年

１．発表者名 Hideyuki Sawada
２．発表標題 Displaying Tactile Sensation using SMA Actuators and Sensors
３．学会等名 28th International Display Workshops（招待講演）（国際学会）
４．発表年 2021年

１．発表者名 Hideyuki Sawada
２．発表標題 A shape-memory alloy wire that generates micro-vibration while sensing force
３．学会等名 2021 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies（招待講演）（国際学会）
４．発表年 2021年

１．発表者名 Taichi Murakami、Ayato Minaminosono、 Ardi Wiranata、Hozuma Okabe、Hiroki Shigemune、Shingo Maeda
２．発表標題 Characteristic evaluation of Dielectric elastomer actuator based on the stretchable electrode density”
３．学会等名 2021 IEEE 4th International Conference on Soft Robotics, RoboSoft 2021（国際学会）
４．発表年 2021年

１．発表者名 Haruo Igarashi、Hideyuki Sawada
２．発表標題 Touching 4D Objects with 3D Tactile Feedback
３．学会等名 International Conference on Human System Interaction (HSI2021)（国際学会）
４．発表年 2021年

１．発表者名 Masato Yamada、Hiroki Shigemune、Shingo Maeda、Hideyuki Sawada
２．発表標題 Investigation of the behavior of Marangoni-driven oleic droplet in different humidity
３．学会等名 2021 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies（国際学会）
４．発表年 2021年

１．発表者名 熊坂叡士、澤田秀之
２．発表標題 外骨格で形状固定した自走油滴の3次元内部対流シミュレーション
３．学会等名 ROBOMECH2021
４．発表年 2021年

１．発表者名 野口実香、山田賢杜、澤田秀之
２．発表標題 静電相互作用を利用した複数自走油滴の挙動制御
３．学会等名 ROBOMECH2021
４．発表年 2021年

１．発表者名 斧田拓海、澤田秀之
２．発表標題 揮発性液体を用いた水滴内のマランゴニ対流の生成と制御
３．学会等名 ROBOMECH2021
４．発表年 2021年

１．発表者名 Kewei Ning、澤田秀之
２．発表標題 A Wireless Soft Robotic Fish for the Natural Swimming Behavior
３．学会等名 日本電子材料技術協会 第58回秋期講演大会
４．発表年 2021年

１．発表者名 五十嵐治雄、澤田秀之
２．発表標題 振動モータアレイを用いた触覚グローブによる多様な幾何形状の提示
３．学会等名 情報処理学会 第84回全国大会
４．発表年 2021年

１．発表者名 岩名紘基、重宗宏毅、澤田秀之
２．発表標題 形状記憶合金ワイヤの振動特性の計測
３．学会等名 2022年電子情報通信学会総合大会
４．発表年 2021年

１．発表者名 五十嵐治雄、澤田秀之
２．発表標題 触覚フィードバックを伴う4次元空間可視化システム
３．学会等名 情報処理学会第83回全国大会
４．発表年 2021年

１．発表者名 大矢隆晟、澤田秀之
２．発表標題 SMAワイヤを用いたなぞり動作による触覚センシングに関する考察
３．学会等名 日本電子材料技術協会 第58回秋期講演大会
４．発表年 2021年

１．発表者名 大矢隆晟、澤田秀之
２．発表標題 なぞり速度がSMA触覚センサに与える影響の考察
３．学会等名 情報処理学会 第84回全国大会
４．発表年 2021年

１．発表者名 豊田涼真、南之園彩斗、村上泰智、前田真吾
２．発表標題 単層ジャミンググリッパにおける補助機構
３．学会等名 ROBOMEC2021
４．発表年 2021年

１．発表者名 村上泰智、南之園彩斗、大杉裕之介、重宗宏毅、前田真吾
２．発表標題 誘電エラストマアクチュエータの昇圧回路への実装提案
３．学会等名 ROBOMEC2021
４．発表年 2021年

１．発表者名 南之園彩斗、村上泰智、ワイラナタ・アルデイ、大杉裕之介、重宗宏毅、前田真吾
２．発表標題 液体金属のソフトアクチュエータへの適用と性能評価
３．学会等名 ROBOMEC2021
４．発表年 2021年

１．発表者名 大杉裕之介、南之園彩斗、ワイラナタ・アルデイ、毛澤兵、村上泰智、前田真吾
２．発表標題 DEAモータの制御を行うストレッチセンサの開発
３．学会等名 ROBOMEC2021
４．発表年 2021年

１．発表者名 粟木理志、関夢太、桑島悠、上谷内翔太、重宗宏毅、毛澤兵、前田真吾
２．発表標題 流体素子と流体RC回路の製作と評価
３．学会等名 ROBOMEC2021
４．発表年 2021年

１．発表者名 大﨑同仁、毛澤兵、前田真吾
２．発表標題 カルシウムイオン濃度の調整によるハイドロゲルの強度制御
３．学会等名 ROBOMEC2021
４．発表年 2021年

１．発表者名 Akane Musha, Manabu Daihara, Hiroki Shigemune, Hideyuki Sawada
２．発表標題 Morphological Computation of Skin Focusing on Fingerprint Structure
３．学会等名 29th International Conference on Artificial Neural Networks (ICANN2020), Artificial Neural Networks and Machine Learning - ICANN2020（国際学会）
４．発表年 2020年

１．発表者名 Naoki Moriya, Hiroki Shigemune and Hideyuki Sawada
２．発表標題 A Robotic Wheel Locally Transforming the Diameter for the Locomotion on Rough Terrain
３．学会等名 IEEE International Conference on Mechatronics and Automation (IEEE ICMA2020)（国際学会）
４．発表年 2020年

１．発表者名 Xiaojie Chen, Hiroki Shigemune and Hideyuki Sawada
２．発表標題 An Untethered Bionic Robotic Fish Using SMA Actuators
３．学会等名 IEEE International Conference on Mechatronics and Automation (IEEE ICMA2020)（国際学会）
４．発表年 2020年

１．発表者名 Vo Nhu Thanh and Hideyuki Sawada
２．発表標題 Speech Analysis of the Talking Robot with Human-like Artificial Vocal Tract
３．学会等名 IEEE International Conference on Mechatronics and Automation (IEEE ICMA2020)（国際学会）
４．発表年 2020年

１．発表者名 Nuttasorn Aiemsetthee and Hideyuki Sawada
２．発表標題 Presenting Braille Information on Two Fingers Using Vibratory Patterns from an Array of Shape-memory Alloys
３．学会等名 IEEE International Conference on Human System Interaction（国際学会）
４．発表年 2020年

１．発表者名 前田真吾
２．発表標題 ソフトマテリアルを用いた機械
３．学会等名 第21回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会（招待講演）
４．発表年 2020年

１．発表者名 前田真吾
２．発表標題 自律駆動するやわらかい機械
３．学会等名 科研費新学術領域合同シンポジウムーソフトロボット学と発動分子科学の境界ー（招待講演）
４．発表年 2020年

１．発表者名 S. Maeda
２．発表標題 Bridging the gap between soft robots and materials: Discovering new material functionalities vs creating architected compliance
３．学会等名 The 2nd IEEE RAS Soft Robotics debate（招待講演）（国際学会）
４．発表年 2020年

１．発表者名 V. Cacucciolo and S. Maeda
２．発表標題 A stretchable pump for the next generation of soft robots
３．学会等名 IEEE ICRA WorkShop（招待講演）（国際学会）
４．発表年 2020年

１．発表者名 Hideyuki Sawada
２．発表標題 New physical properties of a shape-memory alloy and their applications to sensors and actuators
３．学会等名 FILKOM Tech Talk webinar（招待講演）（国際学会）
４．発表年 2020年

１．発表者名 澤田秀之
２．発表標題 ソフトロボット学が切り拓く新しい世界 ～機能的マテリアルとソフトロボットへの展開～
３．学会等名 TECHNO-FRONTIER 2021，日本能率協会（招待講演）
４．発表年 2020年～2021年

１．発表者名 佐々木海詩，比留田稔樹，梶原逸朗，細矢 直基，前田 真吾
２．発表標題 誘電エラストマーアクチュエータを用いた曲面を有する機械構造物の実験
３．学会等名 自動制御連合講演会
４．発表年 2020年

１．発表者名 石原 宏基，比留田 稔樹，細矢 直基，前田 真吾，梶原 逸朗
２．発表標題 マルチ誘電エラストマーアクチュエータ を用いた膜構造の振動制御
３．学会等名 Dynamics & Design conference2020 (D&D 2020)
４．発表年 2020年

１．発表者名 比留 田 稔樹，細矢 直基，前田 真吾，梶原 逸朗
２．発表標題 誘電エラストマーアクチュエータ加振に 基づくりんごの振動計測と硬さ評価
３．学会等名 Dynamics & Design conference2020 (D&D 2020)
４．発表年 2020年

１．発表者名 坂本 岳大，細矢 直基，前田 真 吾)，山下 友子
２．発表標題 誘電エラストマーアクチュエータを用い たスピーカー(音響放射特性の制御)
３．学会等名 Dynamics & Design conference2020 (D&D 2020)
４．発表年 2020年

１．発表者名 山田 雄平，前田 真吾
２．発表標題 ソフトアクチュエータのデザインに向け た化学振動ゲルの数理解析
３．学会等名 Dynamics & Design conference 2020
４．発表年 2020年

１．発表者名 佐藤匡，前田真吾，山西陽子
２．発表標題 電気流体現象を用いたデバイス設計論確立へ向けての研究
３．学会等名 ロボティクス・メカトロニクス2020 (ROBOMEC2020)
４．発表年 2020年

１．発表者名 浅井庸太，前田真吾
２．発表標題 多連平面電極のEHDポンプ
３．学会等名 ロボティクス・メカトロニクス2020（ROBOMEC2020）
４．発表年 2020年

１．発表者名 南之園彩斗，村上泰智，重宗宏毅，前田真吾
２．発表標題 アンテザードな誘電エラストマアクチュエータ制御の研究
３．学会等名 ロボティクス・メカトロニクス2020（ROBOMEC2020）
４．発表年 2020年

１．発表者名 大崎同仁，前田真吾
２．発表標題 BZゲルから得られる仕事に関する研究
３．学会等名 ロボティクス・メカトロニクス2020（ROBOMEC2020）
４．発表年 2020年

１．発表者名 村上泰智，南之園彩斗，　重宗宏毅，前田真吾
２．発表標題 誘電エラストマアクチュエータの応答性の評価とその改善
３．学会等名 ロボティクス・メカトロニクス2020（ROBOMEC2020）
４．発表年 2020年

１．発表者名 斧田拓海，重宗宏毅，澤田秀之
２．発表標題 ワインの涙の液滴内部流の可視化によるマランゴニ対流に関する一考察
３．学会等名 ロボティクス・メカトロニクス2020（ROBOMEC2020）
４．発表年 2020年

１．発表者名 熊坂叡士，山田賢杜，重宗宏毅，澤田秀之
２．発表標題 粒子法シミュレーションによるフレーム付き自走油滴の内部対流の考察
３．学会等名 ロボティクス・メカトロニクス2020（ROBOMEC2020）
４．発表年 2020年

１．発表者名 岩名紘基，澤田秀之
２．発表標題 形状記憶合金ワイヤの振動現象の解析とアクチュエータ応用について
３．学会等名 日本電子材料技術協会 第57回 秋期講演大会
４．発表年 2020年

１．発表者名 大矢隆晟，澤田秀之
２．発表標題 SMA センサを用いた深層学習による触覚パターンの分類
３．学会等名 情報処理学会第83回全国大会
４．発表年 2020年

１．発表者名 碓井宏和，澤田秀之
２．発表標題 カラーセンシングと SMA アクチュエータを用いた 色－触覚変換デバイス
３．学会等名 情報処理学会第83回全国大会
４．発表年 2020年

１．発表者名 五十嵐治推，澤田秀之
２．発表標題 触覚フィードバックを伴う4次元空間可視化システム
３．学会等名 情報処理学会第83回全国大会
４．発表年 2020年

１．発表者名 前田　真吾
２．発表標題 ストカスティックマシンの創成を通じたソフトロボットの攻究
３．学会等名 新学術領域公開シンポジウム（招待講演）
４．発表年 2019年

１．発表者名 前田　真吾
２．発表標題 化学反応がつくるソフトロボットのモーションコントロール
３．学会等名 日本機械学会年次大会（招待講演）
４．発表年 2019年

１．発表者名 前田　真吾
２．発表標題 新学術領域：しなやかな知能
３．学会等名 日本ロボット学会オープンフォーラム（招待講演）
４．発表年 2019年

１．発表者名 前田　真吾
２．発表標題 化学反応で駆動するやわらかい機械
３．学会等名 D&Dコンファレンス（招待講演）
４．発表年 2019年

１．発表者名 Shingo Maeda
２．発表標題 Functional materials for Soft machines and robots
３．学会等名 Science@Sea（招待講演）（国際学会）
４．発表年 2019年

１．発表者名 Shingo Maeda
２．発表標題 Soft Mechanism and Actuation
３．学会等名 Progress In Electromagnetics Research Symposium（招待講演）（国際学会）
４．発表年 2019年

１．発表者名 南之園　彩斗，飯田　隆広，前田　真吾
２．発表標題 誘電エラストマを用いた柔軟な静電センサ
３．学会等名 ROBOMEC2019
４．発表年 2019年

１．発表者名 黒木　雅也，前田　真吾
２．発表標題 ゲルの応力緩和現象に関する調査
３．学会等名 ROBOMEC2019
４．発表年 2019年

１．発表者名 小森　仁人，大塚　裕司，前田　真吾
２．発表標題 銀線を用いたゲルの制御 BZゲルの制御
３．学会等名 ROBOMEC2019
４．発表年 2019年

１．発表者名 山岸　秀人，前田　真吾，大塚　裕司
２．発表標題 BZゲル駆動型マイクロポンプの研究
３．学会等名 ROBOMEC2019
４．発表年 2019年

１．発表者名 奥瀧　貴嗣，前田　真吾
２．発表標題 自律駆動ゲルの応力ひずみ特性
３．学会等名 ROBOMEC2019
４．発表年 2019年

１．発表者名 山田　賢杜，重宗　宏樹，前田　真吾，澤田　秀之
２．発表標題 形状に着目した自走油滴の方向制御
３．学会等名 ROBOMEC2019
４．発表年 2019年

１．発表者名 橋下　尚輝，重宗　宏樹，南之園　彩人，前田　真吾，澤田　秀之
２．発表標題 誘電エラストマを用いた自動組立アクチュエータ
３．学会等名 ROBOMEC2019
４．発表年 2019年

１．発表者名 Ayato Minaminosono, Shingo Maeda
２．発表標題 Unit type Dielectric Elastomer Motor,
３．学会等名 International Symposium on Micro-Nano Mechatronics and Human Science（国際学会）
４．発表年 2019年

１．発表者名 重宗宏毅，澤田秀之
２．発表標題 機能的マテリアルとソフトロボットの知能化への展開
３．学会等名 応用物理学会 秋季学術講演会シンポジウム（招待講演）
４．発表年 2019年

１．発表者名 中野航基，澤田秀之
２．発表標題 シャボン膜の表面張力波を利用した音の可視化表現
３．学会等名 情報処理学会 第126回音楽情報科学研究会(SIGMUS)
４．発表年 2019年

１．発表者名 小林剛史，重宗宏毅，澤田秀之
２．発表標題 磁場の視覚・触覚化による磁場体験システム
３．学会等名 第24回情報処理学会インタラクション2020講演論文集
４．発表年 2020年

１．発表者名 光武弘輝，澤田秀之
２．発表標題 形状記憶合金ワイヤを用いた音響センシングシステムの構築と周波数特性評価
３．学会等名 第82回情報処理学会全国大会
４．発表年 2020年

１．発表者名 宮戸田顕音，澤田秀之
２．発表標題 触覚の提示・センシングを同時に行うSMAトランスデューサ
３．学会等名 2020年電子情報通信学会総合大会 通信講演論文集
４．発表年 2020年

１．発表者名 守屋直樹，重宗宏毅，澤田秀之
２．発表標題 局所的な径可変機構を持つ車輪変形ロボットの開発
３．学会等名 ROBOMEC2019
４．発表年 2019年

１．発表者名 Shingo Maeda
２．発表標題 Robots based on chemical system
３．学会等名 IEEE International Symposium on Micro-NanoMechatronics and Human Science 2018（招待講演）（国際学会）
４．発表年 2018年

１．発表者名 Shingo Maeda
２．発表標題 Self-sustained Motility of BZ Gels
３．学会等名 The 1st Workshop on Active Matter for Soft Robotics（招待講演）（国際学会）
４．発表年 2019年

１．発表者名 Hideyuki sawada
２．発表標題 A Shape-memory Alloy Wire and Its Physical Properties as Soft Actuators and Sensors
３．学会等名 The 1st Workshop on Active Matter for Soft Robotics（招待講演）（国際学会）
４．発表年 2019年

１．発表者名 Hiroki Shigemune
２．発表標題 Paper Mechatronics: Activating Papers by Printing Components
３．学会等名 The 1st Workshop on Active Matter for Soft Robotics（招待講演）（国際学会）
４．発表年 2019年

１．発表者名 Hiroki Shigemune, Shingo Maeda, Akihiro Imai, Shuji Hashimoto, Shigeki Sugano, Hideyuki Sawada
２．発表標題 Printed Self-oscillatory Mechanism Inspired by an Electric Bell
３．学会等名 IEEE International Symposium on Micro-NanoMechatronics and Human Science 2018（国際学会）
４．発表年 2018年

１．発表者名 T. Sato, S. Maeda, Y. Yamanishi
２．発表標題 Study of Low Energy Micro EHD Pump by Designed Electric Field
３．学会等名 IEEE International Symposium on Micro-NanoMechatronics and Human Science 2018（国際学会）
４．発表年 2018年

１．発表者名 Y. Okuno, H. Shigemune, Y. Kuwajima, S. Maeda
２．発表標題 Suction cup with active soft pad
３．学会等名 Int. Conf. on IEEE/RSJ Robotics and System(IROS) 2018（国際学会）
４．発表年 2018年

１．発表者名 V. Cacucciolo, J. Shintake, S. Maeda, D. Floreano, S. Herbert
２．発表標題 Self-contained fluidic muscles
３．学会等名 Int. Conf. on IEEE/RSJ Robotics and System(IROS) 2018（国際学会）
４．発表年 2018年

１．発表者名 Chunhao Song, Hiroki Shigemune, Hideyuki Sawada
２．発表標題 Information Display Around Eyes Using the Vibration of SMA Wires and its Evaluation of Perceived Sensation
３．学会等名 2018 11th International Conference on Human System Interaction (HSI)（国際学会）
４．発表年 2018年

１．発表者名 Thanh Vo Nhu and Hideyuki Sawada
２．発表標題 Intoning Speech Performance of the Talking Robot for Vietnamese Language Case
３．学会等名 International Symposium on Micro-NanoMechatronics and Human Science（国際学会）
４．発表年 2018年

１．発表者名 重宗宏毅，橋本周司，澤田秀之
２．発表標題 プリンタ印刷により自動立体構造形成した紙の加重強度評価
３．学会等名 知能メカトロニクスワークショップ
４．発表年 2018年

１．発表者名 Nuttasorn Aiemsetthee, Hiroki Shigemune, Hideyuki Sawada
２．発表標題 Trial for Presenting Braille Words by Vibratory Patterns from Shape-memory Alloy Wires
３．学会等名 情報処理学会アクセシビリティ研究会 第9回研究会
４．発表年 2019年

１．発表者名 小林剛史，重宗宏毅，澤田秀之
２．発表標題 ワイヤレス給電を用いた触覚提示システムの提案
３．学会等名 情報処理学会第81回全国大会
４．発表年 2019年

１．発表者名 平野夢得，重宗宏毅，臺原学，澤田秀之
２．発表標題 人体と物体との接触帯電により空間に生じる電位分布を利用した腕動作検出
３．学会等名 情報処理学会第81回全国大会
４．発表年 2019年

１．発表者名 光武弘輝，重宗宏毅，澤田秀之
２．発表標題 形状記憶合金ワイヤを用いた音響センシングデバイスの開発
３．学会等名 情報処理学会第81回全国大会
４．発表年 2019年

１．発表者名 武者茜，重宗宏毅，臺原学，澤田秀之
２．発表標題 触覚認知における皮膚の形態計算のためのモデル化
３．学会等名 情報処理学会第81回全国大会
４．発表年 2019年

１．発表者名 臺原学，重宗宏毅，澤田秀之
２．発表標題 有限要素法による形状記憶合金ワイヤの微小振動の解析
３．学会等名 電気情報通信学会全国大会
４．発表年 2019年

１．発表者名 平原隼人，梶原逸郎，細矢直基，前田真吾
２．発表標題 DEAによる構造物の振動制御に関する研究
３．学会等名 日本機械学会　Dynamics and Design conference
４．発表年 2018年

〔図書〕　計2件

1．著者名 奥野悠人，重宗宏毅，桑島悠，前田真吾	4．発行年 2019年
2．出版社 シー・エム・シー	5．総ページ数 7
3．書名 月刊ファインケミカル	

1．著者名 鈴森康一，新山龍馬，前田真吾	4．発行年 2018年
2．出版社 メカニカルテック社	5．総ページ数 3
3．書名 月刊ソフトマター	

〔産業財産権〕

〔その他〕

東京工業大学　前田研究室
http://maedalab.sakura.ne.jp/wp/
早稲田大学　澤田研究室
http://www.sawada.phys.waseda.ac.jp/

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	澤田　秀之 (Sawada Hideyuki) (00308206)	早稲田大学・理工学術院・教授 (32689)	

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1件

国際研究集会	開催年
The 1st Workshop for Soft Artifacts	2018年～2018年

８．本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関