

令和 2 年 7 月 8 日現在

機関番号：14701

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K06264

研究課題名(和文) マルチマテリアルを用いた高分子アクチュエータの開発

研究課題名(英文) Development of a polymer actuator using multi-materials

研究代表者

菊地 邦友 (KIKUCHI, Kunitomo)

和歌山大学・システム工学部・助教

研究者番号：20588058

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：素材の柔らかさを活かし、新しい機能を実現するソフトロボティクスは、従来技術の限界を超える可能性があり、学問的、社会的に期待されている。特に、主要な要素技術とされる機能性高分子からなるソフトアクチュエータは、次世代アクチュエータとして世界的に研究開発が行われている。本研究課題では、異なる材料を組み合わせ、性能を向上させるマルチマテリアル技術を活用するため、微細加工技術、印刷技術、3Dプリンティング技術を応用した機能性高分子ソフトアクチュエータ作製のための要素技術の確立に取り組んだ。この結果、形状記憶ポリマーを一体化したイオン導電性高分子アクチュエータの実現可能性が示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究課題で実施したマルチマテリアル技術を活用する機能性高分子ソフトアクチュエータ作製のための要素技術の確立は、これまでに実現できなかった形状へ成形したり、新たな機能を付与する界面科学や材料工学という分野と、機械工学や電気電子工学、ロボット工学等との異分野融合型研究分野である。このことは、従来技術の限界を超える可能性があるが、学問的、社会的に未踏の面も多く残されているソフトロボティクス分野において、異分野融合型研究として、これまで知られていない知見を得ることができる可能性を有しており、学術的意義がある。また、技術的にも新しい産業分野への貢献可能性を有しており、社会的意義があるものと認められる。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this research is to develop a polymer actuator using multi-materials. A prototype of an ionic polymer-metal composite (IPMC) actuator incorporated with a shape memory polymer (SMP) and a kind of polymer heater was proposed to maintain its deformation after actuation. Fused deposition modeling (FDM) 3D printing technology was applied to form ionic conductive structures as a base material for IPMC. As an application of the proposed printing process, a novel fabrication process of IPMC without cutting was proposed by using a 3D printer with dual extruders. The results of this study have possibilities to contribute to improvements of characteristics of polymer actuators in Soft Robotics.

研究分野：ソフトロボティクス

キーワード：ソフトロボティクス マルチマテリアル ソフトアクチュエータ 3Dプリンティング 機能性材料

様式 C-19、F-19-1、Z-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

ソフトロボティクスは、革新的で重要な分野として、そのコンポーネントやシステムは、従来のロボティクスの限界を超える特徴と可能性を示すことが期待されている。一方、これまでにロボティクス分野で活用されているモータやセンサ、MEMS(Micro Electro Mechanical Systems: 微小電気機械システム)デバイス、自動車、各種製造機器、情報機器等の小型・高性能・多機能化に貢献し、我が国の産業競争力強化に貢献している。このため、これら技術を飛躍的に発展させ、国家・社会的課題である 未来社会における「環境・エネルギー」、「医療・福祉」、「安全・安心」分野で新しいライフスタイルを創出する革新的なデバイスを創製することが急務とされている。これらの創製は、電子・機械製造技術と従来それらと異分野であった技術とを融合させた異分野融合型デバイスを創製することであり、これまでの製造技術の概念・常識を打ち破った技術を創出するための作製プロセス技術の確立が必要である。

ソフトロボティクスのための機能性高分子を用いたソフトアクチュエータ・センサの研究と応用開発は、学際的な研究であり、ロボティクス、エレクトロニクス、制御、モデリング、材料、エンジニアリング等の多くの分野を統合する必要がある。しかしながら、化学系研究者による素材開発が現在も中心であり、精密機械などの工学系研究者の立場からの素材開発や関連研究が進んでいない。例えば、近年、ロボットの移動機構、液体ポンプなどへの応用が試みられてはいる。しかしながら、非伸縮性のメッシュで包まれたゴムチューブ内部に圧縮空気を注入することで膨張させて収縮力を発生させる McKibben 型空気圧ゴム人工筋が用いられることが多い。加えて、ソフトアクチュエータ・センサの柔らかさや形状維持が困難であること、自由な形状を実現する加工法が確立されていないことから、実用的な応用例の報告は少ない。

これら課題を解決する方法の一つに、異なる材料を融合させたマルチマテリアルを活用した実用的な機能性高分子アクチュエータ作製が考えられている。このため、マルチマテリアルを用いる作製プロセス検討、要素技術の確立が必要とされており、学問的にも社会的にも意義のあることであった。

2. 研究の目的

本研究では、これまでの機能性高分子アクチュエータの課題を解決するため、異なる材料を融合させたマルチマテリアルを活用した実用的な機能性高分子アクチュエータ作製のための要素技術の確立を目的とした。特に、ソフトアクチュエータとしての研究開発が盛んに行われているイオン導電性金属接合体(Ionic Polymer-Metal Composite: IPMC)を対象とし、その課題である以下の項目の改善を目指した。

3. 研究の方法

本研究では、上記の目的を達成するために、マルチマテリアルを用いた IPMC アクチュエータ作製のための要素技術の確立を目指し、以下の方法により研究を行った。研究過程は「要素技術の開発」→「試作、評価・課題抽出」→「要素技術の改良」を繰り返すこととなる。

- (1) IPMC アクチュエータのボトムアップ式作製・加工方法を検討する。
IPMC の基材となるイオン導電性高分子は、市販の平板膜が利用されるが、使用可能な膜厚も限定されている。また、その加工も機械的に加工されることが多く、微小サイズでの加工は難しい。このことから、研究が創製を目指す IPMC を用いたソフトロボティクスシステムの作製には、複雑な形状のイオン導電性高分子成形物の作製プロセスを確立する必要があるためである。このことから、イオン導電性高分子のうち、熱成形可能な顆粒を利用して、イオン導電性高分子成形品の作製可能性を検討する。特に、熱溶融積層方式 3D プリンタを用いたボトムアップ作製方法の可能性を検討する。
- (2) IPMC アクチュエータと機能性高分子材料との一体化によるマルチマテリアル作製方法を検討する。本研究で検討するボトムアップ方式により試作した IPMC は、任意形状に成形できることになる。このことは、3D プリンタを活用した複数材料を混合させたマルチマテリアルの作製に寄与すると考えられる。
- (3) マルチマテリアル技術を活用することにより、機能を向上させた IPMC の試作例として、イオン導電性高分子成形品と温度により剛性制御可能な形状記憶ポリマーの活用可能性を検討する。これにより、従来課題とされてきた IPMC の揺れ戻り減少を改善でき、IPMC の応用範囲を拡大することができると考えられる。

4. 研究成果

- (1) IPMC アクチュエータのボトムアップ式作製・加工方法として、デュエルノズルをもった 3D プリンタを用いることを検討した。このことにより、マルチマテリアル IPMC の作製可能性についても検討可能となる。

まず、IPMC の基材となるイオン導電性高分子構造体を印刷するため、イオン導電性高分子である Nafion®熱成型可能ビーズを 3D プリンタで利用可能となるようにフィラメントに加工した。フィラメント作製には、フィラメント作製装置、およびフィラメント巻き取り装置を用いた。この際、フィラメント作製装置のノズルから押し出されたイオン導電性高分子は高温であり、剛性が低く、作製条件の設定が困難であることがわかった。また、フィラメント成形の際、ビーズ

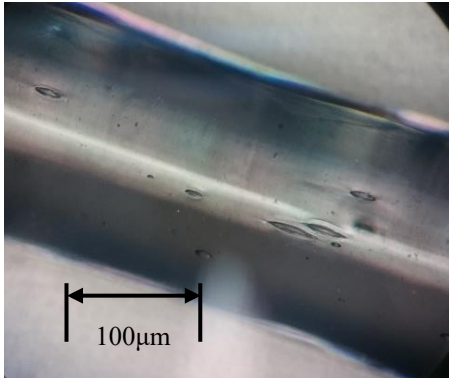


図1 作製した Nafion フィラメント(拡大)



図2 作製した Nafion フィラメント(全体)

を加熱溶融し、加工させる。したがって、ビーズが水分を含んでいると、押し出されたフィラメント内部に水分の蒸発による気泡が発生する等、加工精度が低下することが分かった。そのため、プログラム定温乾燥機を用いて、ビーズを事前に乾燥させることにより、フィラメントの作製品質が向上することが示された。条件を調整して、フィラメントを作製した結果、ノズル径、温度に関わらず、図1のようにフィラメント内部に気泡は見られなかった。また、作製したフィラメント径について、本研究で用いた作製装置において、ノズル径 2.2mm、加熱温度 205°C の場合に、平均直径が 1.72mm であった。3D プリンタ用フィラメントとしての標準径は 1.75mm であることから、フィラメントとしての利用可能性を確認した。図2に本研究で作製したフィラメントを示す。このフィラメントを用いて、以降の研究をおこなった。

一方で、加工温度が高すぎると、作製したフィラメントに著しく細い部分が生じ、フィラメントの直径のばらつきが大きくなった。これは、必要以上に柔らかくなり、フィラメントが自重によって引っ張られて細くなるのが原因だと考えられる。

(2) 作製したイオン導電性高分子フィラメントを用いて、熱溶融積層方式(Fused deposition modeling: FDM)の3Dプリンタにより、イオン導電性高分子構造体の印刷を試み、IPMCの試作、評価を行った。印刷するイオン導電性高分子構造体は、膜状とし、サイズは 15mm×5.0mm×0.50mm とした。また、印刷状況として、ノズル温度 290°C、ステージ温度 110°C、積層ピッチ(1層の高さ)0.1mm とし、印刷速度を1層目 10mm/s、2層目以降は 30mm/s とした。

印刷結果を図3に示す。印刷により得られた膜のサイズは、15mm×5.2mm×0.46mm となった。また、印刷中に膜の反りなどは確認されず、断面に気泡や隙間は見られなかった。このことより、ABS や PLA などの3Dプリンタで一般的に用いられる樹脂と同様、印刷可能性が示された。なお、印刷した膜の表面には、市販されているイオン導電性高分子膜と比べ、溝状の構造が確認された。これは、3Dプリント時の印刷方向によりできた構造であると考えられ、アクチュエータとして利用する場合には、性能への影響が考えられる。

印刷したイオン導電性高分子は、加水分解処理を行うことで、市販膜と同様にイオン導電性を得る。このため、加水分解処理後に、IPMCの標準的な作製方法である吸着還元法による無電解めっきを用いて電極を接合し、IPMCを作製した。なお、めっき回数は5回とした。

1回目の吸着工程実施後の膜、還元工程1回実施後のIPMC、およびめっき工程5回実施後のIPMCを、図4にそれぞれ示す。この結果、吸着工程において、印刷した膜への金錯体の吸着を確認できた。また、還元により、金電極の接合を確認した。このことから、本研究の目的であるIPMCアクチュエータのボトムアップ式作製・加工方法が実現可能であることを確認した。

また、作製したIPMCの変位量を評価した。図5に、提案手法で作製したIPMCとNafion®117(膜厚0.18mm)を5回めっきしたIPMCのDC2V印加時の変位量評価結果を示す。この結果より、提

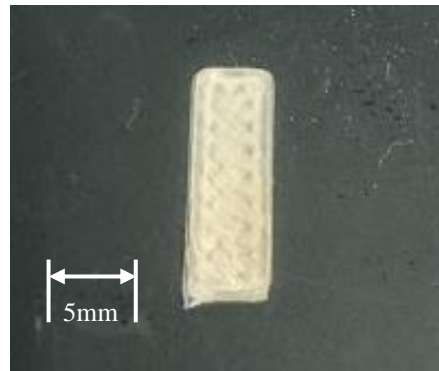


図3 FDM方式3Dプリンタによる印刷結果

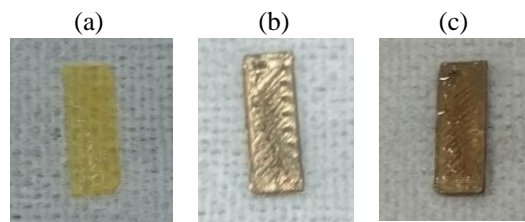


図4 IPMCの作製結果

(a) 吸着工程1回目実施後、(b)還元工程1回目実施後、(c)めっき5回実施後

案手法により作製した IPMC は、従来の IPMC に比べ、最大変位量が小さくなった。この差の原因として、IPMC の膜厚が考えられる。Nafion®117 の膜厚は 0.18mm、印刷膜の膜厚は 0.52mm である。また、IPMC の特徴である揺れ戻りが確認され、電圧増加と共に駆動量が増加した。このことから、提案手法により作製した IPMC は、従来の IPMC と同様の駆動特性を有することが確認できた。このことから、提案手法の有用性を確認した。

加えて、印刷したイオン導電性高分子膜は、他の 3D プリンタによる造形物と同様、表面状態が上面と下面で異なることが確認された。すなわち、ステージと直に接する面は表面が滑らかであり、逆に上面は表面が粗くなる。これは、アクチュエータの駆動特性に影響を与えたと考えられる。今後も性能向上に向けた対策をするため、提案手法の改善を進める予定である。

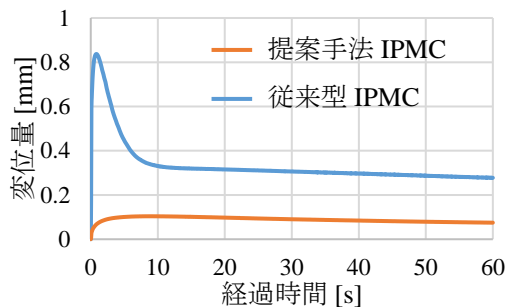


図 5 提案手法により作製した IPMC の変位量測定結果(DC 2V)

(3) IPMC の課題の一つに、駆動時に時間の経過とともに変位量が減少する揺れ戻りがある。この課題を可決するために、マルチマテリアル技術を用いた IPMC の作製を提案し、試作した。具体的には、温度により剛性が大きく変化する形状記憶ポリマー(Shape memory polymer: SMP)と IPMC を接合させた。SMP は低温時は剛性が高く、高温時には柔らかくなる。この特性を利用し、IPMC 時には、SMP をやわらかい状態に維持し、変形を固定する場合には、SMP の形状維持性を利用した。また、これまでの提案手法を活用するため、3D プリンタを用いて、Nafion®117 を 5 回めっきして作製した IPMC 上に SMP を印刷した。作製した SMP 一体型 IPMC を図 6 に示す。この結果、IPMC 上に SMP を印刷することによる一体化が可能であることが分かった。

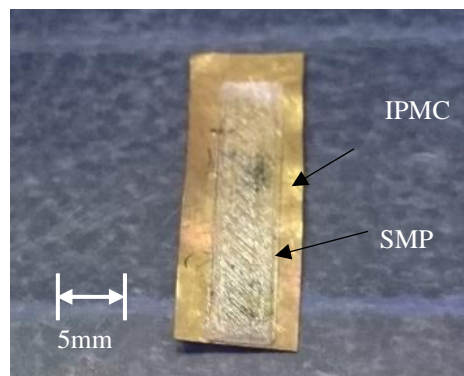


図 6 SMP 一体型マルチマテリアル IPMC 試作例

また、作製した SMP 一体型 IPMC の駆動特性を評価した。印加電圧 3.0V、印加時間 10 秒とし、温度による SMP の影響を評価するため、測定環境を水(25°C)、温水(65°C)の 2 通りとした。また、SMP を一体化していない IPMC 単体(サイズ: 10mm×30mm)の水中での変位量も測定した。測定結果を図 7 に示す。SMP 一体型 IPMC の変位量は、SMP の剛性が大きく変化するガラス転移温度前後で大きく異なった。

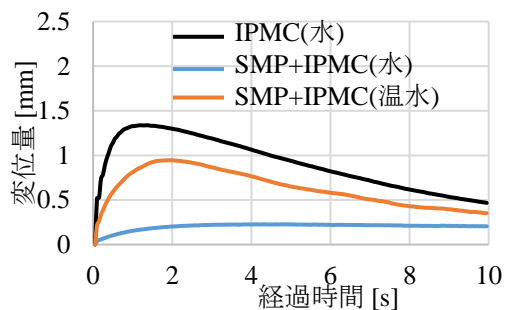


図 7 SMP 一体型マルチマテリアル IPMC の変位量測定

また、図 8 に示すように印刷技術を応用し、高分子ヒータにより、SMP の加熱を可能とするマルチマテリアル IPMC の構造を提案し、試作した。

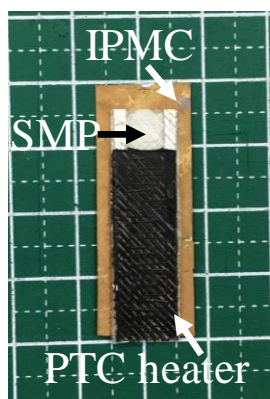
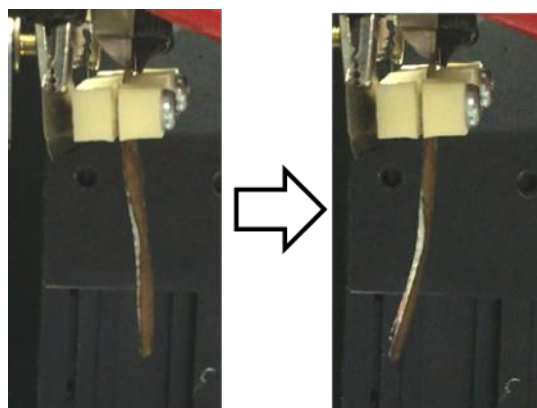


図 8 高分子ヒータ一体型マルチマテリアル IPMC



初期状態 形状維持
図 9 高分子ヒータ一体型マルチマテリアル IPMC の形状維持



図 10 マルチマテリアル技術による絶縁工程を不要とする IPMC 作製工程

この結果、図 9 に示す通り、SMP の剛性を変化させることで、本研究の目的であるマルチマテリアル IPMC により、IPMC の揺れ戻りを解決し、形状維持が可能であることが示された。

(4) マルチマテリアル技術を応用した IPMC の作製方法として、図 10 に示す絶縁作業が不要なイオン導電性高分子金属接合体の作製方法を提案した。あらかじめ、IPMC として、電極接合が必要のない部分に、マスク材料を密着させたモデルを作製する。その後、マスク材料とイオン導電性高分子構造体を同時に 3D プリンタにより印刷し、マルチマテリアルを造形する。次に、従来手法と同様、印刷したマルチマテリアルを加水分解し、無電解めっきを行うことで電極を接合する。最後に、マスクを除去することで、駆動可能な IPMC を作製する。以上のような工程である。この手法を用いることにより、機械加工による絶縁作業が不要となるため、自由形状の IPMC などの作製が可能と考えられる。

マスク材料の検討を行った結果、ナイロンが利用できることが分かった。このことから、提案手法により IPMC の作製を試み、駆動可能かどうか評価した。U 字型ナイロンマスクを用いることにより、イオン導電性高分子膜の剥離を抑えることが可能となり、無電解めっきによる IPMC の作製が可能であった。なお、めっき回数は 1 回である。その後、マスク除去を行った。

作製した IPMC を図 11 に示す。IPMC 表面に電極が接合されたことを確認した。加えて、部分的に黒色の領域が確認された。

また、印加電圧を DC2.0V、電圧印加時間 60s とし、作製した IPMC の水中での変位量を評価した。評価結果を図 12 に示す。この結果、提案手法により作製した IPMC の駆動を確認した。このことから、絶縁作業が不要な IPMC の実現可能性を示した。今後、自由形状の IPMC が作製される際、従来 IPMC の課題を解決することが期待される。

以上のように、本研究の目的である異なる材料を融合させたマルチマテリアルを活用した実用的な機能性高分子アクチュエータ作製のための要素技術の確立として、提案手法の有用性、可能性を確認することができた。

一方で、作製条件、使用材料の選定や駆動性能の向上等、提案手法には改善すべき点も確認された。例えば、作製工程を進める際に、液体を用いるウェットプロセスであることから、イオン導電性高分子構造体が大きく変形した。このため、マスク材料からの剥離や設計通りの構造の維持が困難であった。この点について、材料が膨潤することによる線膨張率が異なるためであると考えられる。このため、今後の研究において、さらに適切な材料の選定をするなど、提案工程の改善を進める。

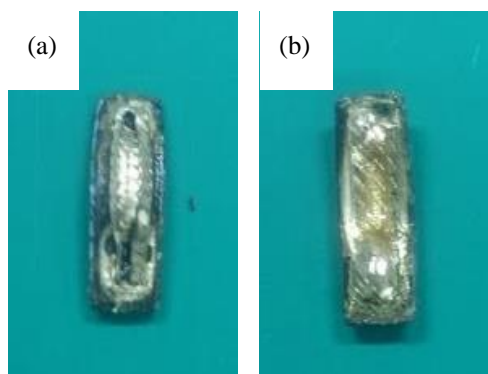


図 11 マルチマテリアル技術による絶縁工程を不要とする IPMC 作製結果

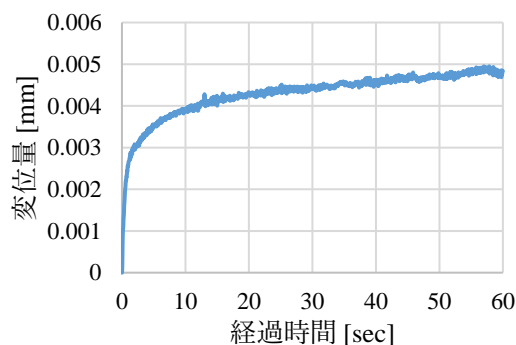


図 12 試作した IPMC の変位量測定結果

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計17件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 6件）

1. 発表者名 菊地邦友
2. 発表標題 微細加工技術を用いたイオン導電性高分子アクチュエータ作製プロセスの開発
3. 学会等名 日本MRS研究会「ソフトアクチュエータ産業化研究会」シンポジウム『ソフトアクチュエータ、ソフトセンサとプロセス技術』（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ryuichi Fukui, Kunitomo Kikuchi
2. 発表標題 Improvement of Driving Characteristics of Ionic Polymer-Metal Composite Applying Voltages Controlled by Using a Single Board Computer
3. 学会等名 The SICE Annual Conference 2018 (SICE 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hirotto Ikoma, Kunitomo Kikuchi, Ryuichi Fukui, Hidenori Okuzaki
2. 発表標題 Effects of Fabrication Conditions on Driving Characteristics of a Novel Coiled Thermoplastic Polymer Actuator Driven by a Conductive Polymer Heater
3. 学会等名 The SICE Annual Conference 2018 (SICE 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Ryuto Kakitsuka, Kunitomo Kikuchi, Satoshi Tanaka
2. 発表標題 A Finite Element Analysis on Driving Characteristics of a Thermoplastic Polymer Actuator
3. 学会等名 The SICE Annual Conference 2018 (SICE 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Taisuke Norioka, Syusaku Uchida, Ryuto Kakitsuka, Kunitomo Kikuchi
2. 発表標題 Development of a fabrication process incorporated with fused deposition molding 3D printing technique for Ionic polymer-metal composite
3. 学会等名 Japan-China Joint Workshop on Recent Advances on Active Soft Materials 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Satoshi Tanaka, Ryuto Kakitsuka, Kunitomo Kikuchi
2. 発表標題 Development of a stiffness-controllable ionic polymer-metal composite incorporated with a shape memory polymer
3. 学会等名 Japan-China Joint Workshop on Recent Advances on Active Soft Materials 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Ryuto Kakitsuka, Kunitomo Kikuchi, Hidenori Okuzaki
2. 発表標題 Development of a thermoplastic polymer actuator with PEDOT:PSS as a conductive polymer heater
3. 学会等名 Japan-China Joint Workshop on Recent Advances on Active Soft Materials 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 生駒 啓人, 菊地 邦友, 奥崎秀典
2. 発表標題 導電性高分子ヒータにより駆動するコイル型熱可塑性高分子アクチュエータの駆動特性評価
3. 学会等名 第28回日本MRS年次大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 内田 周作, 菊地 邦友
2. 発表標題 熱溶解積層法を用いたイオン導電性高分子アクチュエータの作製時におけるマスク材料の影響
3. 学会等名 第19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 (SI2018)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 福井 龍一, 則岡 泰典, 内田 周作, 菊地 邦友
2. 発表標題 マルチマテリアル技術を用いた絶縁処理が不要なイオン導電性高分子アクチュエータの提案
3. 学会等名 第36回日本ロボット学会学術講演会 (RSJ2018)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 碓塚 龍望, 菊地 邦友, 田中 聡志, 福井 龍一
2. 発表標題 形状記憶ポリマーを用いた変形形状維持が可能なイオン導電性高分子アクチュエータの開発
3. 学会等名 第36回日本ロボット学会学術講演会 (RSJ2018)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 福井 龍一, 菊地 邦友
2. 発表標題 PWM駆動させたイオン導電性高分子金属接合体の動作特性評価
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 内田 周作, 菊地 邦友
2. 発表標題 電極パターンを変化させたイオン導電性高分子セルフセンシングアクチュエータの動作特性評価
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 福井龍一, 菊地邦友, 岡田明浩, 生駒啓人, 碓塚龍望, 奥崎秀典
2. 発表標題 導電性高分子電極を用いた誘電エラストマーアクチュエータの開発
3. 学会等名 ロボティクス・メカトロニクス講演会2018 in Kitakyushu (ROBOMECH2018 in Kitakyushu)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 内田 周作, 菊地 邦友
2. 発表標題 表面がパターンニングされたイオン導電性高分子センサの出力特性評価
3. 学会等名 日本機械学会 関西学生会2017年度学生員卒業研究発表講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 福井 龍一, 碓塚 龍望, 田中 聡志, 則岡 泰典, 松波 恭平, 菊地 邦友
2. 発表標題 シングルボードコンピュータを用いた印加電圧制御によるイオン導電性高分子金属接合体の揺れ戻り軽減
3. 学会等名 日本機械学会 関西学生会2017年度学生員卒業研究発表講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 福井 龍一, 菊地 邦友
2. 発表標題 印加電圧波形の制御により揺れ戻り軽減させたイオン導電性高分子金属接合体の動作特性評価
3. 学会等名 第18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 (SI2017)
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計3件

1. 著者名 菊地 邦友, 高島 義徳, 真田 和昭, 眞弓 皓一, 鮑 力民 他	4. 発行年 2020年
2. 出版社 技術情報協会	5. 総ページ数 446
3. 書名 自己修復材料、自己組織化、形状記憶材料の開発と応用事例 (第6章 形状記憶を利用したマテリアルの開発とその特性 第6節 形状記憶ポリマーを用いたイオン導電性高分子アクチュエータの開発)	

1. 著者名 Kunitomo Kikuchi, Shigeki Tsuchitani, (Eds. Kinji Asaka, Hidenori Okuzaki)	4. 発行年 2019年
2. 出版社 Springer Singapore	5. 総ページ数 740
3. 書名 Soft Actuators - Materials, Modeling, Applications and Future Perspectives - (Chapter 7 Ionic Conductive Polymers)	

1. 著者名 立間 徹, 堺 英樹, 小野田 雅重, 岩村 振一郎, 青木 幸一, 西原 洋知, 菊地 邦友 他 (60名)	4. 発行年 2018年
2. 出版社 技術情報協会	5. 総ページ数 522
3. 書名 電気化学・インピーダンス測定 の データ解析手法と事例集 ~ 測定 の テクニック を 事例 ごと に わかり やす く 解説 ! ~	

〔産業財産権〕

〔その他〕

<和歌山大学 研究者総覧: 菊地 邦友>
http://wakarid.center.wakayama-u.ac.jp/ProfileRefMain_2102.html

<和歌山大学システム工学部生体医工学研究室ホームページ>
<https://web.wakayama-u.ac.jp/sys/major/ee/bme/>

<researchmap>
https://researchmap.jp/kunitomo_kikuchi

<その他>

(1) 菊地邦友、「マルチマテリアル技術を用いたソフトアクチュエータ」、第18回 若手研究者研究成果発表会、一般社団法人和歌山情報サービス産業協会、公益財団法人 わかやま産業振興財団(2019)

(2) 菊地邦友、「ソフトアクチュエータ・センサの高機能化と応用デバイスに関する研究」、MOBIO産学連携オフィス連続企画 テーマ別大学・高専合同研究シリーズ発表会『プラスチック・樹脂(材料・加工)編』(2019)

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