

令和 6 年 6 月 25 日現在

機関番号：54502

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2021～2023

課題番号：21H03524

研究課題名(和文)ユニバーサルグリップによるインハンドマニピュレーション

研究課題名(英文)In-hand manipulation with universal jamming gripper

研究代表者

清水 俊彦 (SHIMIZU, Toshihiko)

神戸市立工業高等専門学校・その他部局等・准教授

研究者番号：30725825

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 14,000,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、超多品種のピックアンドブレースを実現するため、ユニバーサルグリップによるインハンドマニピュレーションを研究し、プリミティブな形状から道具のような対象物を取り扱う。本研究は、粉体と膜袋のみを用いたシンプルな構成で、微小粉体の計測・制御により対象物の位置・姿勢を計測・操作する。

まず計測について、混合粉体による圧力分布測定を実施した。また、Sinogramを用いた高解像度化に取り組み、触覚機能を獲得できることを示した。また微小粉体の低透気性に着目した二層型グリップを開発し、圧力分布の制御による柔剛分布制御を実現し、インハンドマニピュレーションが可能であることを示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

ピックアンドブレースはロボットの基本的作業であり、すなわち人間の基本的作業でもある。従前のグリップでは複数の素材を組み合わせることで物体の姿勢を計測・制御することを実現してきたが、本研究では、粉体と膜袋のみを用いたシンプルな構成で、これを実現した、という点に学術的独自性がある。

また少子高齢化により働き手の減少する本邦において、労働力の確保という観点から、多品種の把持搬送を自動化することは喫緊の課題といえる。本グリップはシンプルな構成であるため、導入コストについても複数の素材を用いる場合と比較して有利となる。加えて、インハンドマニピュレーションを実現する本研究は産業に寄与する研究となる。

研究成果の概要(英文)： In this study, in-hand manipulation with a universal gripper is investigated to realize super-multiple objects handling, ranging from primitive shapes to tool-like objects. This research is based on a simple configuration using only powder and an elastomeric membrane to measure and control the position and orientation of the object by measuring and controlling the micro-powder's distribution.

First, we measured the pressure distribution using a mixed powders. We also demonstrated that the system can achieve tactile sensation by using Sinogram to acquire high resolutional pressure distribution. We also developed a two-layered gripper that focuses on the low permeability of micro-powders and realized flexible and rigid distribution control by controlling the pressure distribution, and showed that in-hand manipulation is possible by the simple configuration with powder and membrane.

研究分野：ロボティクス

キーワード：In-hand Manipulation Jamming robot hand Granular material soft robotics

## 様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

ピックアンドプレースは対象物を把持し、所定の位置・姿勢に置くロボットの基本作業であり、導入コストの観点からシンプルな構造で多品種の対象物を把持できるグリッパが重点的に開発されている。しかし、所定の位置・姿勢に置くためには、対象物に応じたグリッパが必要となり、複数のグリッパの導入が必要となっていた。一方、人は道具を手中で巧みに操り、多様な対象物の位置・姿勢を制御している。すなわち、シンプルな構造で手にした道具を手中で操作できるグリッパがあれば、前述の問題を解決できると考えられる。そこで、ユニバーサルグリッパによるインハンドマニピュレーションを実現する。対象物の位置・姿勢を、外力による粉体のひずみの計測により推定し、微小粉体の低透気性に基づく圧力分布と充填量の制御により操作する。プリミティブな形状の対象物から、箸やハサミといった道具の計測・操作をモデル化することで、**超多品種商品のピックアンドプレースを実現する。**

### 2. 研究の目的

本研究では、超多品種のピックアンドプレースを実現するため、ユニバーサルグリッパによるインハンドマニピュレーションを研究し、プリミティブな形状から道具のような対象物を取り扱う。近年、マニピュレーションの研究分野、特に多品種の物体を把持するソフトハンドの研究開発が、学術分野にとどまらず、実用分野においても広く行われている。流体を用いるグリッパや劣駆動ハンドは多様な対象物を簡単に把持できる反面、対象物の位置・姿勢を計測・操作するためには、複数の素材で構築されたセンサやアクチュエータを統合する必要があった。本研究は、**粉体と膜袋のみを用いたシンプルな構成で、微小粉体の計測・制御により対象物の位置・姿勢を計測・操作する、**という点に学術的独自性がある。

またピックアンドプレースはロボットの基本的作業であり、すなわち人間の基本的作業でもある。個人農家や中小企業の生産現場における仕分け、物流現場における箱詰め、中食産業におけるお弁当作りなど、少子高齢化により働き手の減少する本邦において、労働力の確保という観点から、多品種の把持搬送を自動化することは喫緊の課題といえる。なお産業応用を考えた際、本グリッパはシンプルな構成であるため、維持管理も容易で、導入コストについても複数の素材を用いる場合と比較して有利となる。加えて道具のインハンドマニピュレーションを実現する本研究はまさに**産業を促進する創造的な一手**となりえる。

### 3. 研究の方法

本研究では、微小粉体の制御と計測を検討し、粉体の圧力分布、体積抵抗率が接触圧に及ぼす影響をモデル化し、道具を含めた把持対象物の操作を実現する。計測については、入力電圧を加え、観測点での応答のシステム同定を行い、その結果、得られた体積抵抗率から粉体に加わる圧力分布を参照値に基づいて推定する。この際、マルチプレクサによって多点計測を行い、粉体を網羅的に計測する。また制御については、微小粉体の低透気性に着目し、まず圧力分布の生成、またこれを用いた柔剛分布の変形によるインハンドマニピュレーションを実現する。

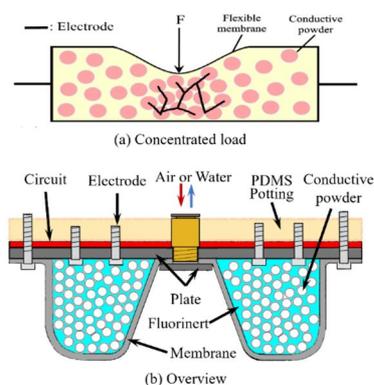


Fig. 1 Principle of measurement and Cross-section view

#### 3.1 粉体センシング

センシング原理及び製作した UVG の構造を図 1 に示す。(a) センシング原理は、荷重によって導電粉体同士の相互接触面積が大きくなり、電気抵抗が小さくなることを利用する。電気抵抗の変化を分圧回路により電圧として測定し、圧力に変換を行った。(b) UVG は PDMS 膜に導電粉体 (アズワン製 黒鉛粉末 3-8530-01) を詰め、電極 (M2.5 のねじ) を取り付けアクリル樹脂プレートで蓋をしている。ねじ頭が膜内に露出してお

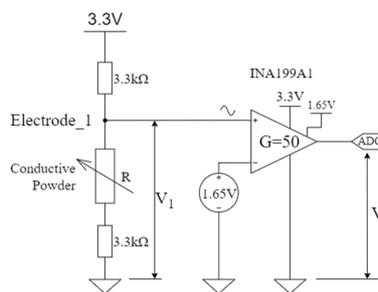


Fig. 2 Measurement circuit

り、導電粉体と測定回路間の接続役を担う。水中では 水圧を受けるため膜内を絶縁性液体 (3M フロリナート FC-3283) で満たし、粉体密度を一定に保つ。さらに、膜内と外界の圧力平衡を保つために、シリンダによる圧力補償機構を設置した。上部のセンシング回路は、防水化のため PDMS ポッティングを行った。

また、上部の回路によって電極はソース (HIGH 側) またはシンク (LOW 側) どちらかを任意に決定することができる。そのため、電極の組み合わせを変えることで様々な電極間の電圧変化を測定可能としている。図 2 に測定回路図を示す。センシング回路は基準抵抗による分圧とオペアンプによる増幅で構成されている。

図 3 は製作した UVG を上面から見た図である。本測定では、図 3 に示すようにある直線方向を基準とした対になる電極間の電圧を測定する。測定後は基準の角度を一つずらして再度対になる電極間の電圧を測定する。この手順を 0 度から 135 度まで 45 度刻みで繰り返す。今回は電極の数が 8 個のため、対は 4 つとなり、4 つの角度から電圧の測定を行った。測定条件を表 1 に示す。センサ感度に寄与する分圧の基準抵抗値を 3.3 [k] とした。押付には、耐火レンガ (フカケン製 SK32) を使用し、浮力も考慮した。図 4 に実験機を示す。

実験結果を Sinogram で表現する。Sinogram とは、ある角度、ある位置での値を 2 次元の映像化したものである。図 5 に 2 種類の異なる圧力を加えた場合の Sinogram を示す。(a) は圧力を下側に、(b) は圧力を左上に加えた場合である。縦軸が測定時の角度、横軸が電極の位置を示し、白くなるほど圧力が強いことを示している。しかし、Sinogram では人間が直感的に圧力分布を理解することは難しいため、逆 Radon 変換による画像再構成を行った。

測定によって生成された Sinogram を逆 Radon 変換により画像再構成を行った。画像再構成を行うことで、位置と角度の関係から圧力分布に変換する。

図 6 に画像再構成により生成された圧力分布を示す。(a) は図 5 (a) から変換された画像である。(b) は図 5 (b) から変換された画像である。2 つの条件において、圧力が高いと示す部分が実際に加えた圧力の位置と一致していることが分かる。圧力を加えていない領域では、圧力を検知していないことから、水圧による圧力の誤検知及びジャミング転移現象は発生していないと分かった。

本研究では、水中で多様な対象物の把持を行うための触覚センシングが可能なグリッパとして、導電粉体を用いた触覚機能を有する万能真空吸着グリッパを提案した。実験の結果、水中でグリッパ表面の圧力分布を取得できることが分かった。また、膜内に絶縁性液体を封入することで、水圧による影響を受けずにセンシング可能であることが確認された。

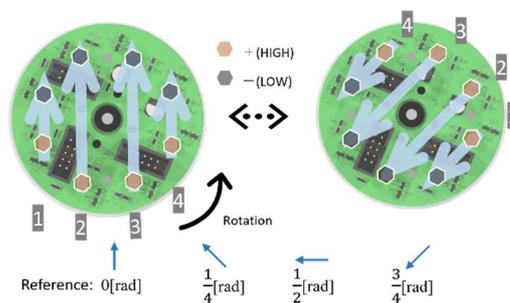


Fig. 3 Methods of Measurement

Table 1 Measuring conditions

Conditions	numerics	Unit
Measuring range	0 ~ 120	[ $\Omega$ ]
Water temperature	20	[ $^{\circ}\text{C}$ ]
Depth	0.2	[m]
Pressing force	45	[N]

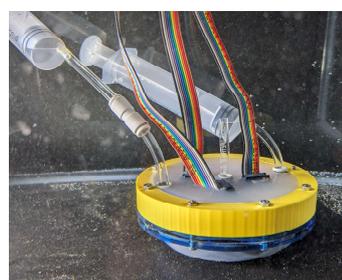


Fig. 4 Measure pressure distribution in water

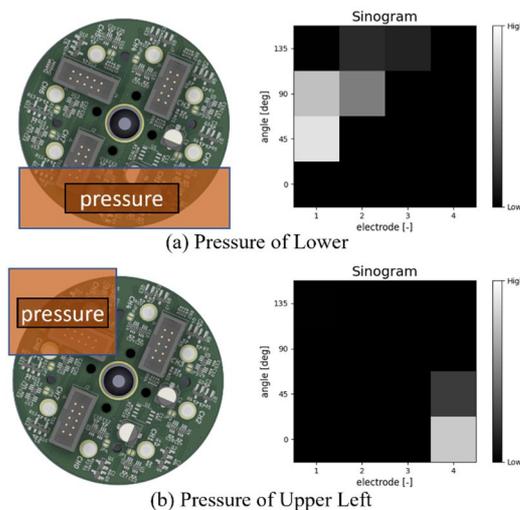


Fig. 5 Pressure position and Sinogram

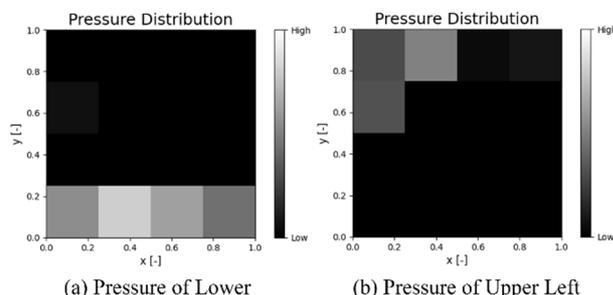


Fig. 6 Pressure distribution obtained by image reconstruction

が確認された。

### 3.2 微小粉体の圧力分布特性調査

図 1 に実験装置を示す。エジェクタ (SMC 製 ZH13D) により真空を発生させ、電空レギュレータ (SMC 製 ITV2090) により圧力制御、さらには、各チューブに接続された電磁弁 (SMC 製 VDW14KA) により 4 方向から任意の組み合わせで弾性膜容器に流体を流入出可能である。また、空気圧を計測するため圧力センサ (SMC 製 ZSE40) を 9 つ配置している。センサ値は一定間隔で出力されシリアル通信で取得する。時間分解能は 1ms である。

図 2 に粉体を充填するための弾性膜容器の構造を示す。弾性膜 (キーンズ製 AR-G1L) は Agilista3200 で造形し、弾性膜には 4 つのチューブが接続されている。プレートには 2 次元の圧力分布を調査するため、各間隔 40mm の矩形形状に 9 つの継ぎ手が配置され、チューブを經由して圧力センサに接続されている。そして、フィルタ (TRUSCO 製 TBAT-252) は継ぎ手とチューブ先端に取り付けられている。

粉体試料として表 1 及び図 3 に示すように粒度 30, 80, 320 (以降、大, 中, 小) の球状粉体 (不二製作所製ガラスビーズ) を使用した。空間率を一定にするために、各粉体試料が同じ体積になるよう計量容器に十分にタッピング充填した後、弾性膜容器に充填をした。実験装置におけるサンプリングタイムは 30 ms, データ数は 100 個とし電磁弁開放から 3 秒間計測した。さらに、各粉体試料が充填された状態で 10 回測定しその平均を取り評価を行った。レギュレータは -80 kPa に設定し、負圧を供給した上で、減圧・加圧の組み合わせを図 4 に示すように、以下の 2 つの条件に設定し実験を行った。

1. 1 つのチューブのみから減圧を行い、残りは閉じる。
2. 2 つのチューブから減圧、同時に残りは大気開放する。

図 5 に各条件における実験結果を示す。縦軸は粒子径の大きさ、横軸は電磁弁開放からの計測時間、カラーバーは負圧の大きさを示す。条件 1 では、粒子径の大きさによる圧力分布は確認されず、領域全体で均一な変化を示した。そして、領域全体の圧力増加速度は粒子径が小さくなるほど減少した。計測開始 1 秒間の圧力増加速度は粒子径大: 69.3 kPa/s, 中: 67.7 kPa/s, 小: 24.0 kPa/s であった。条件 2 では、粒子径が小さくなるほど圧力分布が顕著になり、最大圧力差は粒子径大: 0.8 kPa, 中: 3.4 kPa, 小: 8.4 kPa であった。さらに、粒子径小では圧力分布の非定常な変化も確認された。

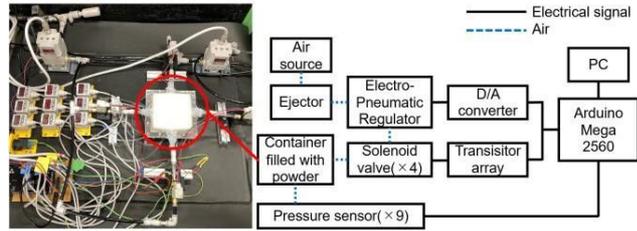


Fig. 1 Experimental system

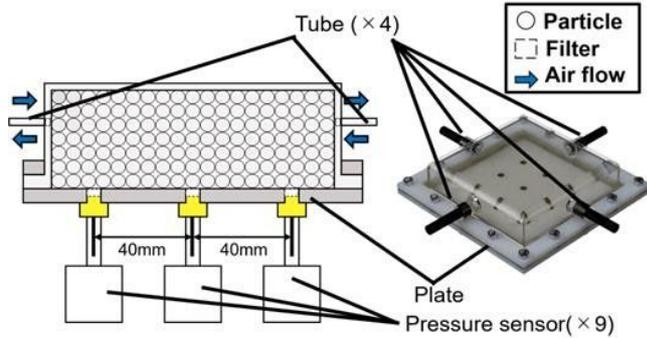


Fig. 2 Elastic membrane container

Table 1 Particle Sizes

	Granularity	Median particle diameter[ $\mu\text{m}$ ]
Large	30	710~500
Medium	80	250~180
Small	320	53~38

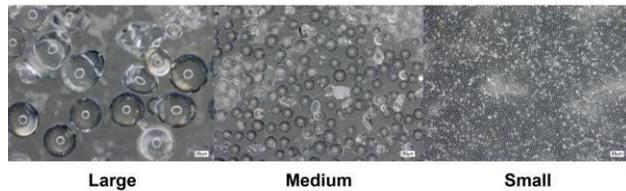


Fig. 3 Materials

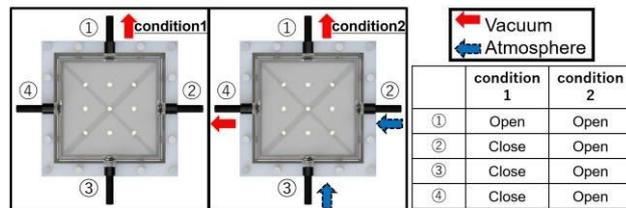


Fig. 4 Experimental conditions

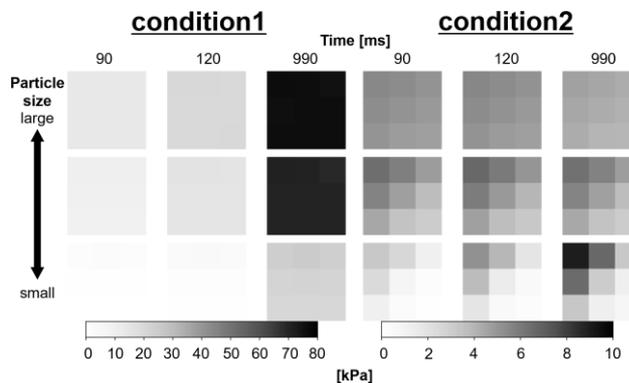


Fig. 5 Experimental results

### 3.3 微小粉体の柔剛分布によるインハンドマニピュレーション

図 1 に 2 層構造 UG を示す。AGILISTA-3200 (KEYENCE 製) で、エラストマ膜は低硬度シリコーン剤 AR-G1L, 透明樹脂は AR-M2 をそれぞれ用いて製作した。UG は内側と外側で空間が 2 層に分断されている。内側の空間は圧力をかけた際にグリッパが容易に変形できるように中空となっている。外側の空間は微小粉体が充填され、外側の空間はさらに 4 つの空間に分断されており、それぞれの空間に負圧用, 正圧用の空気接続口が 1 ポートずつ設けられている。

二層構造を持つ UG は、微小粉体が充填されている空間が 4 つに分断されており、それぞれの空間で局所的に圧力を制御することができる。また、内側の空間に正圧を加えることで把持対象物を下方向に押し出すことも可能となっている。そのため、後述する圧力分布制御が行いやすくなっている。

図 2 に圧力分布制御によるインハンドマニピュレーションの工程を示す。まず、図 2 (a) のように空気接続口の各ポートに負圧を加える。グリッパ内に負圧を加えると粉体が押し固められ、大気圧により物体を挟む方向の接触圧が粉体を介して伝播し、摩擦力によって物体を把持することができる。次に、図 2 (b) のように外側の 4 つに分断された空間のうちの 1 つに正圧を加える。UG に微小粉体が充填されている場合、空気の流れが悪くなり圧力の伝播が遅れる。結果として圧力分布が生じ、物体にかかる左右の接触圧の操作が可能となる。正圧を加え続けると圧力が局所的に高まり、図 2 (c) のようにグリッパの膜の一部を膨張させることができる。その結果、物体の把持点が変わり、その把持点を支点に物体が回転運動および並進運動を始める。その後、再び全ポートに負圧を加えることで外側の各空間の圧力が均一となれば、図 2 (d) のように物体の位置・姿勢を制御することができる。

把持対象物を図 3 の上側に示す。大きさ (把持幅) と UG の半径に対する割合と負圧, 正圧の条件を複数調査した。実験 1 では球型 UG を使用するので、把持対象物としてペットボトルのキャップとさくらんぼ (食品サンプル), ビニールテープ (モノタロウ製) と苺, ピーマン, ジャガイモ (食品サンプル) を使用した。

図 3 下にいちごの結果を示す。ペットボトルのキャップやさくらんぼのように、サイズが小さい把持対象物でも安定して把持ができ、インハンドマニピュレーションが実現できたと考えられる。一方、ピーマンとジャガイモはサイズが大きい把持対象物であるため、把持する際にグリッパが均等に物体を包み込めなかったため上手く圧力伝播ができず、位置・姿勢の変化量が小さくなったと考えられる。

### 4. 研究の成果

本研究では、上述した通り、粉体と膜袋というシンプルな構造でありながら、以下の点を実現した。

- ・導電粉体を用いた粉体センシングによる触覚の実現
- ・微小粉体の低透気性に着目した柔剛分布制御の実現
- ・2 層構造 UG によるインハンドマニピュレーション

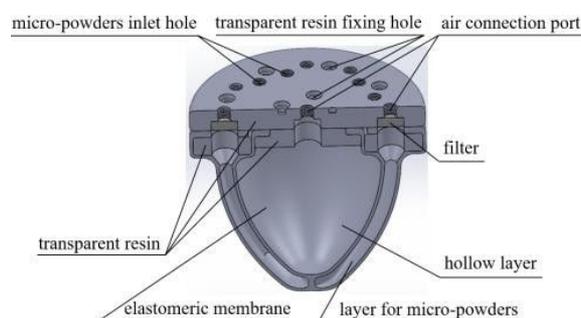


Fig. 1 Overview of the two-layer distribution structure

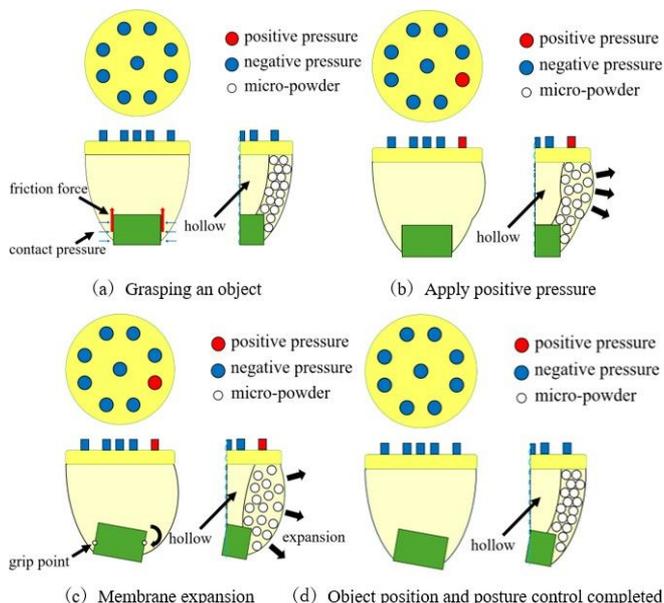


Fig. 2 In-hand manipulation with pressure distribution

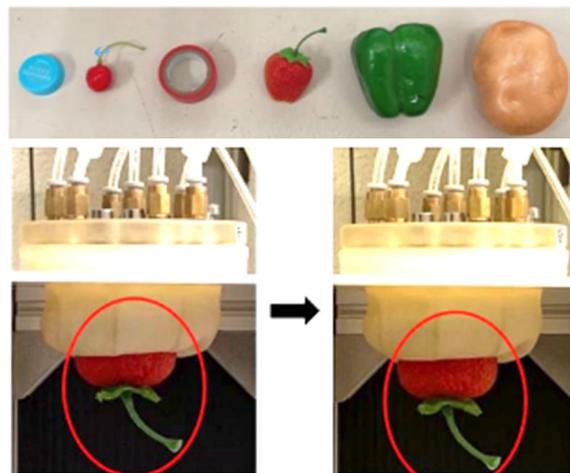


Fig. 3 Results of Experiment (strawberry)

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 5件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 清水 俊彦、濱田 翼、澁谷 拓海、多賀 康太、大西 凌平、小澤 正宜、尾山 匡浩、酒井 昌彦、AMAR Julien Samuel	4. 巻 61
2. 論文標題 万能真空吸着ハンドに基づく屋内物流ロボット	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 計測と制御	6. 最初と最後の頁 430 ~ 434
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11499/sicejl.61.430	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 Hara Shunya, Shimizu Toshihiko, Ozawa Masayoshi, Sakai Masahiko, Oyama Tadahiro, Samuel Amar Julien	4. 巻 35
2. 論文標題 Navit(oo)n: Open Source Mobile Robot Project for Nakanoshima Robot Challenge	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Robotics and Mechatronics	6. 最初と最後の頁 1540 ~ 1549
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.20965/jrm.2023.p1540	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 清水 俊彦	4. 巻 68
2. 論文標題 万能真空吸着グリッパによるドローン革命	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 トライボロジスト	6. 最初と最後の頁 840 ~ 847
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.18914/tribologist.68.12_840	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 Harada Ryotaro, Oyama Tadahiro, Fujimoto Kenji, Shimizu Toshihiko, Ozawa Masayoshi, Amar Julien Samuel, Sakai Masahiko	4. 巻 27
2. 論文標題 Trash Detection Algorithm Suitable for Mobile Robots Using Improved YOLO	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics	6. 最初と最後の頁 622 ~ 631
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.20965/jaciii.2023.p0622	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 Ryotaro HARADA, Tadahiro OYAMA, Kenji FUJIMOTO, Toshihiko SHIMIZU, Masayoshi OZAWA, Amar JULIEN Samuel, Masahiko SAKAI	4. 巻 3
2. 論文標題 Development of an ai-based illegal dumping trash detection system	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Artificial Intelligence and Data Science	6. 最初と最後の頁 1-9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11532/jsceiii.3.3_1	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29件(うち招待講演 0件/うち国際学会 0件)

1. 発表者名 多賀康太, 山村亮太郎, 清水俊彦, 小澤正宜, 酒井昌彦, 尾山匡浩, Amar Julien Samuel, 池本周平
2. 発表標題 混合粉体を用いたジャミング転移センサの特性評価
3. 学会等名 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 澁谷拓海, 清水俊彦, 小澤正宜, 酒井昌彦, 尾山匡浩, Amar Julien Samuel, 池本周平
2. 発表標題 真空成形法に基づくヤモリを模倣した吸着機構
3. 学会等名 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 濱田翼, 清水俊彦, 小澤正宜, 酒井昌彦, 尾山匡浩, Amar Julien Samuel, 池本周平
2. 発表標題 万能真空吸着グリッパに基づく 四脚歩行型壁登りロボットによる壁面SLAM
3. 学会等名 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 原俊哉, 清水俊彦, 小澤正宜, 酒井昌彦, 尾山匡浩, Amar Julien Samuel, 池本周平
2. 発表標題 不整地計測輪を搭載した自律移動ロボット
3. 学会等名 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 岡本章宏, 清水俊彦, 小澤正宜, 酒井昌彦, 尾山匡浩, 池本周平, アマルジュリアンサミュエル
2. 発表標題 変形自在なジャミング転移センサ
3. 学会等名 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 佐土優祐, 清水俊彦, 小澤正宜, 酒井昌彦, 尾山匡浩, Amar Julien Samuel, 池本周平
2. 発表標題 ジャミンググリッパの性能評価指標
3. 学会等名 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 八田千博, 清水俊彦, 小澤正宜, 酒井昌彦, 尾山匡浩, Amar Julien Samuel, 池本周平
2. 発表標題 凹凸面吸着ドローンのピボット移動に基づく位置制御
3. 学会等名 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名	Amar Samuel Julien, Shimizu Toshihiko, Ozawa Masayoshi, Hara Shunya, Hamada Tsubasa, Kagawa Shou, Taga Kota, Ohnishi Ryohei
2. 発表標題	Robotic Design for Automated Garbage Collection: first prototype
3. 学会等名	日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会2022
4. 発表年	2022年

1. 発表者名	大西凌平, 清水俊彦, 小澤正宜, 酒井昌彦, 尾山匡浩, AMAR Julien Samuel, 池本周平
2. 発表標題	ジャミング転移センサに基づく万能ジャミングインタフェース - 導電粉体の圧電特性評価 -
3. 学会等名	日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会2022
4. 発表年	2022年

1. 発表者名	藤本郁人, Amar Julien, 原田耀郎, 原悠鷹, 茂木秀斗, 清水俊彦, 小澤正宜, 酒井昌彦, 尾山匡浩
2. 発表標題	6軸マニピュレータにおける手先位置姿勢の制御方法についての精度および処理速度比較
3. 学会等名	ロボティクス・メカトロニクス講演会2023in名古屋
4. 発表年	2023年

1. 発表者名	岡本 章宏、宮本 蓮汰、清水 俊彦、小澤 正宜、酒井 昌彦尾山 匡浩、アマル ジュリアン サミュエル、藤本 敏彰、池本 周平
2. 発表標題	微小粉体の低透気性に基づく冗長マニピュレータ ジャミング転移に基づく圧力分布特性とその応用
3. 学会等名	ロボティクス・メカトロニクス講演会2023in名古屋
4. 発表年	2023年

1. 発表者名 多賀康太, 清水俊彦, 小澤正宜, 酒井昌彦, 尾山匡浩, Amar Julien Samuel, 池本周平
2. 発表標題 混合粉体を用いたジャミング転移センサの特性評価
3. 学会等名 ロボティクス・メカトロニクス講演会2023in名古屋
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 藤浦 大輔, 小澤 正宜, 清水 俊彦, 尾山 匡浩, 酒井 昌彦, Amar Julien Samuel, 岩切 敬晃, 糸井 雄祐
2. 発表標題 海底耕うんロボットによるアマモ場の環境改善 副題: クローラの取り付けによる海底での安定走行の実現
3. 学会等名 ロボティクス・メカトロニクス講演会2023in名古屋
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 清水 俊彦, 小澤 正宜, 酒井 昌彦, 尾山 匡浩, AMAR Julien Samuel, 池本周平
2. 発表標題 ユニバーサルグリッパによるインハンドマニピュレーション
3. 学会等名 ロボティクス・メカトロニクス講演会2023in名古屋
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 瀧田 翼, 清水 俊彦, 小澤 正宜, 酒井 昌彦, 尾山 匡浩, AMAR Julien Samuel, 池本 周平
2. 発表標題 万能真空吸着グリッパに基づく四脚歩行型壁登りロボット
3. 学会等名 ロボティクス・メカトロニクス講演会2023in名古屋
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 澁谷 拓海, 清水 俊彦, 藤本 敏彰, 小澤 正宜, 酒井 昌彦, AMAR Julien Samuel, 尾山 匡浩, 池本 周平
2. 発表標題 摩擦増大機構を有する真空吸盤
3. 学会等名 ロボティクス・メカトロニクス講演会2023in名古屋
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 橋田翔、 小澤正宜、清水俊彦、酒井昌彦、尾山匡浩
2. 発表標題 UVGを利用した水中溶接ユニット
3. 学会等名 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 小澤正宜、大西凌平、 清水俊彦、酒井昌彦、尾山匡浩
2. 発表標題 高専教育向け水中ロボット「CHVIS」の開発
3. 学会等名 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 漁拓実、清水俊彦、池本周平、小澤正宜、酒井昌彦、尾山匡浩
2. 発表標題 万能真空吸着グリッパを用いた蛇腹直動型壁のぼりロボット
3. 学会等名 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 原俊哉、清水俊彦、小澤正宜、酒井昌彦、尾山匡浩、池本周平
2. 発表標題 ジナル機構搭載 2D LiDARを用いた屋外傾斜面対応の自律移動ロボット Navit(oo)n
3. 学会等名 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 佐土優祐、清水俊彦、小澤正宜、酒井昌彦、尾山匡浩、池本周平
2. 発表標題 ジャミンググリッパにおける押付条件及び膜の摩擦係数が把持力に及ぼす影響
3. 学会等名 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山村亮太郎、清水俊彦、小澤正宜、酒井昌彦、尾山匡浩、池本周平
2. 発表標題 ジャミング転移センサに基づくソフトロボットハンド~混合粉体を用いた電磁誘導式ジャミング転移センサの提案と開発~
3. 学会等名 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 小澤正宜、高橋温生、清水俊彦、酒井昌彦、尾山匡浩
2. 発表標題 サイクロン式集塵機構を用いた微小マイクロプラスチック回収のための基礎的検討
3. 学会等名 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 清水俊彦、中井悠輔
2. 発表標題 二層構造に基づくジャミング把持力と凹凸面吸着力を両立した万能真空吸着グリッパ
3. 学会等名 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 多賀康太、山村亮太郎、清水俊彦、小澤正宜、酒井昌彦、尾山匡浩、池本周平
2. 発表標題 4端子法に基づく触覚機能を有するジャミンググリッパ
3. 学会等名 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 澁谷拓海、清水俊彦、小澤正宜、酒井昌彦、尾山匡浩、池本周平
2. 発表標題 真空成形法に基づくジャミング把持の特性解析
3. 学会等名 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 瀧田翼、清水俊彦、小澤正宜、酒井昌彦、尾山匡浩、池本周平、更谷 雄三
2. 発表標題 バンケル型ロータリエンジン駆動コンプレッサを搭載した独立型空圧駆動四足ロボット
3. 学会等名 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 乾樹生、尾山匡浩、清水俊彦、小澤正宜、酒井昌彦
2. 発表標題 画像からの視覚障害者誘導用ブロックの推定
3. 学会等名 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 神本義彦、尾山匡浩、藤本健司、清水俊彦、小澤正宜、酒井昌彦
2. 発表標題 敵対的生成ネットワークを用いた近赤外線画像のカラー化
3. 学会等名 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会2021
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

神戸高専ロボティクス <a href="https://sites.google.com/g.kobe-kosen.ac.jp/kobe-kosen-robotics/home">https://sites.google.com/g.kobe-kosen.ac.jp/kobe-kosen-robotics/home</a>
---

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	池本 周平  (Ikemoto Shuhei)  (00588353)	九州工業大学・大学院生命体工学研究科・准教授    (17104)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------