

Press Release



本研究成果は論文掲載先である「Science Robotics」から、以下の通り報道解禁設定があります。
TV・ラジオ・WEB …8月25日(木)午前3時(日本時間)
新聞 …8月25日(木)朝刊(日本時間)

2022年8月24日

分野: 工学系

キーワード: マイクロロボット、自己組織化、生体分子モーター、人工筋肉、バイオアクチュエータ、その場組み立て法、3D プリンティング、化学エネルギー

マイクロロボットを“流れ”作業で迅速に作製

— 生体分子モーターによる人工筋肉で自在にプリント・動的再構成可能に —

【記者発表: 8月26日(金) 11時~オンライン】

【研究成果のポイント】

- ◆ マイクロ流路^{※1}の中で、光に応答する材料を流しながら、マイクロロボット^{※2}のボディと駆動源となるアクチュエータ^{※3}を連続的に生産・組み立てを行う「マイクロロボットその場組み立て法」を開発
- ◆ 様々な機能をもつマイクロロボットの迅速な作製に成功
- ◆ より高機能なマイクロロボットの実現と、マイクロロボットの量産化に期待

❖ 概要

大阪大学・大学院工学研究科の森島圭祐教授、王穎哲特任研究員(常勤)は、北陸先端科学技術大学院大学・先端科学技術研究科の平塚祐一准教授、岐阜大学・工学部の新田高洋教授との共同研究で、マイクロ流路内で、マイクロロボットの部品をプリント成形し、その場で組み立てることに成功しました。マイクロロボットの機械構造は光応答性ハイドロゲル^{※4} でつくられ、アクチュエータは同じチームが開発した生体分子モーターからなる人工筋肉を利用しました。このアクチュエータと機械部品をマイクロ流路内で組み立てることにより、マイクロロボット製造の柔軟性と効率が向上しました。この方法で、様々な機能のマイクロロボットが実現されました。また、この成果により、これまで困難であった、特に柔軟な構造を持つマイクロソフトロボットの実現や、マイクロロボットの量産化が期待されます。

本研究成果は、2022年8月24日午後2時(米国時間)に発行される科学雑誌「Science Robotics」の表紙を飾ります。

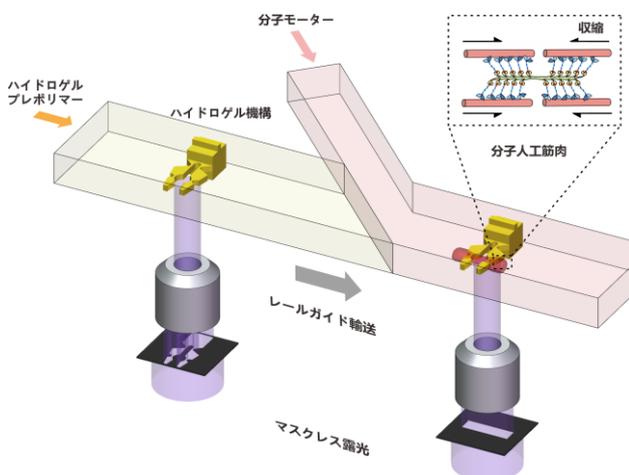


図1 マイクロロボットその場組み立て法

❖ 研究の背景

マイクロロボット、特に柔軟な構造を持つロボットは、生物医学などの分野で非常に幅広い応用の可能性があるものの、小さなロボットにアクチュエータなど様々な機械部品を組み込むことは困難で、高機能のマイクロロボット開発の障害となっています。従来の方法では、通常、機械構造やアクチュエータなど、マイクロロボットの様々な部品を異なる場所で製造し、一つ一つ組み上げていくピック アンド プレースアセンブリによってマイクロロボットがつけられていました。この方法は時間と労力がかかり、また多くの制限があることが課題となっています。

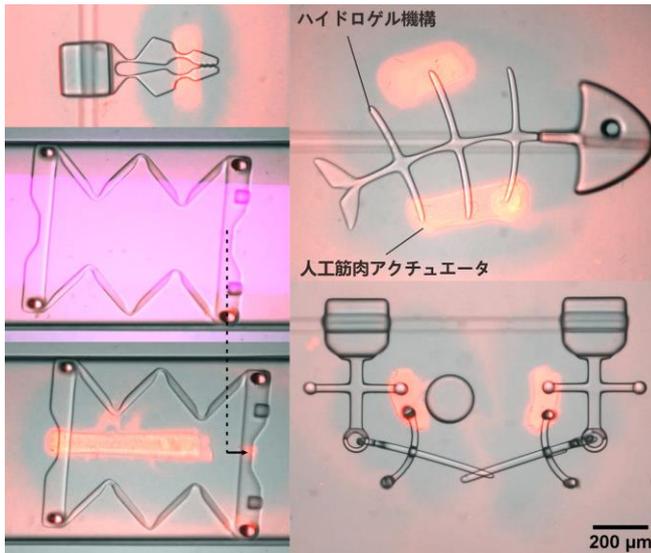


図2 その場組み立て法によって製造したマイクロロボットが生体分子モーターからなる人工筋肉によって駆動する様子

❖ 研究の内容

本研究では、自然界の生体内システムの自己組織化プロセスに着想を得て、2021年に発表したプリント可能な生体分子モーターからなる人工筋肉⁽¹⁾⁽²⁾に基づき、ロボット部品をその場で加工・組み立てしてマイクロロボットを製造する方法を開発しました。マイクロ流路内で、マスクレスリソグラフィー^{※5}により、ハイドロゲル材料の機械的構造をプリントし、次に生体分子モーターからなる人工筋肉がハイドロゲル機構の狙った位置に直接プリントすることで、機構を駆動して目的の仕事を実施します(図1)。このその場組み立てにより、マイクロロボットを迅速に次々と生産することができます。

また、マイクロロボットに新しい人工筋肉を再プリントすることにより、アクチュエータを迅速に動的再構成し、複雑な仕事を行うマイクロロボットを実現しました(図2)。

さらに、生体分子モーターを使用する本研究とは異なる、生きた筋肉細胞を用いるアプローチとして細胞ハイブリッドロボット^{※6}が注目されています。細胞ハイブリッドロボットは、柔軟性が高く、環境負荷が低いという利点があるものの、筋肉細胞の培養に数日かかってしまうという問題があります。本研究では、設計の柔軟性を向上させながら、製造プロセスを大幅に簡素化することに成功しました。今後のオンチッププリンティング技術の向上や人工筋肉の性能向上により、現在の細胞ハイブリッドロボットのボトルネックを打破し、実用化に向けた一歩を踏み出すことが期待される手法であると考えています。

(1)<https://www.nature.com/articles/s41563-021-00969-6>

(2)<https://www.jaist.ac.jp/whatsnew/press/2021/04/20-1.html>

❖ 本研究成果が社会に与える影響(本研究成果の意義)

今回の研究により、自然界の生体分子モーターによって運動が創発する自己組織化現象をオンチップ微小空間上で工学的に制御し、自在にデザインできる加工プロセスをボトムアップ的な発想でより簡便に実現できました。これにより、これまで超微小部品をトップダウン的に組み立てることが大きなボトルネックであったために遅れていた、マイクロロボットの組み立てやマイクロソフト機構のオンデマンド生産が可能になりました。今後、様々な機能を付与したマイクロロボットがオンチップ上で連続的にオンデマンド生産することが可能になり、化学エネルギーだけで駆動する超小型マイクロロボットが健康医療応用など様々な分野に展開、波及していくことが期待できます。

❖ 特記事項

タイトル: “In situ integrated microrobots driven by artificial muscles built from biomolecular motors”

著者名: Yingzhe Wang, Takahiro Nitta, Yuichi Hiratsuka, and Keisuke Morishima

DOI: <https://www.science.org/doi/10.1126/scirobotics.aba8212>

Press Release

なお、本研究は、日本学術振興会(JSPS)科研費 基盤研究(S)(課題番号 22H04951)、基盤研究(A)(課題番号 22H00196)、基盤研究(B)(課題番号 19H02106)、学術変革領域研究(A)(課題番号 21H05880)、挑戦的萌芽研究(課題番号 21K18700)、新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)「次世代人工知能・ロボット中核技術開発」(JPNP15009)の支援を受けて行われました。

❖ 用語説明

※1 マイクロ流路

ガラスや高分子材料で作製した数ミリメートルから数マイクロメートルの流路で、効率的に化学反応などを起こすことができる。微小なバイオセンサーや化学分析装置に利用されている。

※2 マイクロロボット

数ミリメートル以下のサイズのロボットで、医療などへの応用が期待されている。

※3 アクチュエータ

モーターやエンジンなどのように電気や化学エネルギーなどを利用して、動きや力を発生する装置。

※4 光応答性ハイドロゲル

紫外線などの光を照射することでゼリー状に固まる物質。

※5 リソグラフィー

光照射による微細加工技術で、半導体デバイスなどの製造に利用されている。

※6 細胞ハイブリッドロボット

培養細胞と機械部品を融合させて作製したロボット。

❖ SDGs目標



❖ 参考 URL

森島圭祐教授 研究者総覧 URL <https://rd.iai.osaka-u.ac.jp/ja/90351526dc15ef59.html>

生命機械融合ウェットロボティクス領域 URL <http://www-live.mech.eng.osaka-u.ac.jp/>

Press Release

- ❖ 本件に関する問い合わせ先
(研究に関すること)

大阪大学 大学院工学研究科 教授 森島 圭祐 (もりしま けいすけ)
TEL:06-6879-7343
E-mail: morishima@mech.eng.osaka-u.ac.jp

北陸先端科学技術大学院大学 先端科学技術研究科 准教授 平塚 祐一 (ひらつか ゆういち)
TEL:0761-51-1660 FAX: 0761-51-1149
E-mail: yhira@jaist.ac.jp

岐阜大学 工学部 教授 新田 高洋 (にった たかひろ)
TEL:058-293-2551 FAX:058-293-2415
E-mail: nittat@gifu-u.ac.jp

(報道に関すること)
大阪大学 工学研究科 総務課 評価・広報係
TEL:06-6879-7231 FAX:06-6879-7210
E-mail: kou-soumu-hyoukakouhou@office.osaka-u.ac.jp

北陸先端科学技術大学院大学 広報室
TEL:0761-51-1031 FAX:0761-51-1025
E-mail: kouhou@ml.jaist.ac.jp

岐阜大学総務部総務課広報グループ
TEL:058-293-3377 FAX:058-293-2021
E-mail: kohositu@gifu-u.ac.jp

- ❖ 記者発表のお知らせ

本件に関して、8月26日(金)11時からオンラインにて記者発表を行います。**是非とも取材方よろしくお
願い申し上げます。**

参加をご希望いただいた方には WEB 会議招待メールをお送りしますので、8月25日(木)13時まで
下記登録フォームにて申請をお願いいたします。

<https://forms.office.com/r/zmHXT5TyvK>

発表者 :大学院工学研究科 森島圭祐教授
スケジュール: 11時 00 分～11時 20 分 研究内容報告(スライドを用いてご説明します。)
11時 20 分～12時 00 分 質疑応答