

NEDO 海外レポート

2020.3.12.

1127

1	【ナノテクノロジー・材料分野】 屋内用の太陽電池（スウェーデン）	2019/9/16 公表	1
2	【ナノテクノロジー・材料分野】 生きた細胞で機能する生体適合性の微細ナノレーザー（米国）	2019/9/23 公表	4
3	【新エネルギー分野（バイオマス）】 ゴミを宝に：都市ゴミをバイオ燃料の前駆体に転換（米国）	2019/10/10 公表	7
4	【ロボット・AI技術分野】 カメレオンの舌に着想を得た一瞬で昆虫を捕獲する高速動作ロボット（米国）	2019/10/29 公表	9
5	【ロボット・AI技術分野】 柔軟な人工筋肉で動く RoboBee（米国）	2019/11/5 公表	12
6	【ナノテクノロジー・材料分野】 ウェアラブルな汗センサーが痛風の原因となる成分を検出（米国）	2019/11/25 公表	15
7	【ロボット・AI技術分野】 慢性疾患の治療に向けた人工ニューロンを世界に先駆けて開発（英国）	2019/12/3 公表	18
8	【ロボット・AI技術分野】 叩き落とされても壊れないソフトロボット・インセクト（スイス）	2019/12/18 公表	21

※ 各記事への移動は Adobe Acrobat の「しおり」機能をご利用ください

URL : https://www.nedo.go.jp/library/kankobutsu_report_index.html

《本誌の一層の充実のため、ご意見、ご要望など下記宛お寄せください。》
海外レポート問い合わせ E-mail : q-nkr@ml.nedo.go.jp
NEDO は、国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構の略称です。

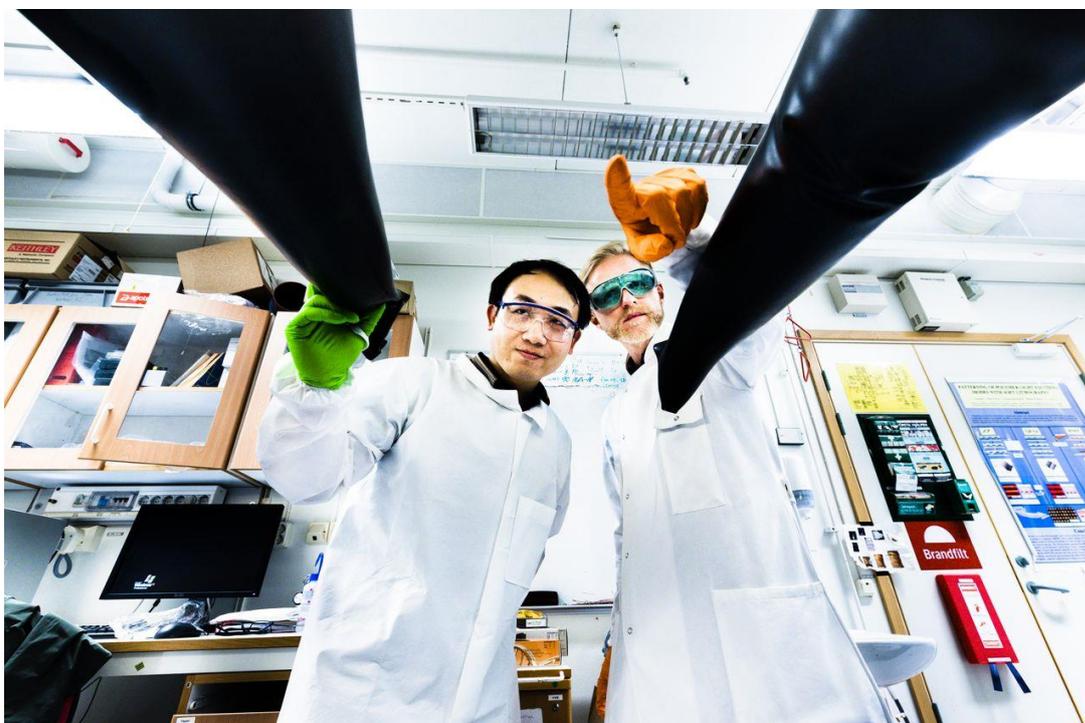
【ナノテクノロジー・材料分野】

仮訳

屋内用の太陽電池（スウェーデン）

2019年9月16日

スウェーデンと中国の科学者たちが、屋内の環境光を電力に変換する有機太陽電池を開発した。発電力は低いが、IoT がオンラインでつなぐ何百万もの製品へ電力を供給するには十分だと見込まれる。



博士課程大学院生、Wuming Wang 氏と、太陽電池研究ラボの主任研究エンジニアの Jonas Bergqvist 氏。

写真提供：Thor Balkhed

IoT の普及に伴い、公共の場所や家庭で、オンライン上に何百万もの製品の配置する必要性が見込まれる。その多くは、湿度、粒子濃度、温度やその他様々なパラメータを検出・測定する膨大な数のセンサーである。これらのセンサーで使用する高額な電池の頻繁な交換を回避するため、小型で安価な再生可能エネルギー源利用の需要が急速に高まっている。

そこで、有機太陽電池の出番だ。有機太陽電池は、フレキシブル、安価で、プリンターによる大面積製造に適する。さらには、その光吸収層がドナー材料とアクセプター材料の混合で構成されるため、様々な太陽光スペクトル、つまり様々な光の波長に合わせた太陽電

池の最適化の調整の自由度がかなり高い。

材料の新しいコンビネーション

Jianhui Hou 氏率いる北京の研究者たちと、Feng Gao 氏率いるリンショーピング大学の研究者たちは共同で、組成を厳選し、有機太陽電池の光活性層として利用できるドナー材料とアクセプター材料の新しい組み合わせを開発した。この組み合わせは、居間や図書館、スーパーマーケット等で私たちを取り囲む照明の波長を吸収する。

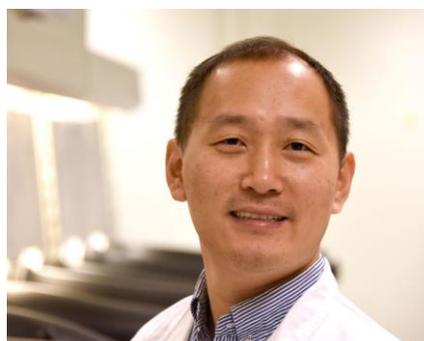


写真提供: Thor Balkhed

研究者たちは、2 種類の有機太陽電池を作製し、

「Nature Energy」誌に発表。一方は 1cm^2 で、もう一方は 4cm^2 。小型の方の太陽電池を、1000 ルクス of 環境光で照らしたところ、最大で 26.1% の光エネルギーが電力に変換されたことを確認した。有機太陽電池は、200~1000 ルクス of 環境光下で、1000 時間以上にわたり 1V 超の高電圧を発電した。大きな方の太陽電池では、23% のエネルギー変換効率を維持した。

「本研究は、IoT への電力供給に、日常生活において有機太陽電池の幅広い使用が極めて有望であることを示しています。」と、リンショーピング大学バイオ分子・有機エレクトロニクス部門のシニアレクチャラー、Feng Gao 氏は言う。



Feng Gao 氏

写真提供: Göran Billeson

設計規定

「私たちは、環境光でのアプリケーションに向けて、有機太陽電池の効率性は今後数年でさらに改善されると確信しています。本研究で使用した材料には、まだ最適化の余地が多くあるからです。」と、中国科学院化学研究所教授の Jianhui Hou 氏も強調する。

この研究成果は、有機太陽電池分野の研究をさらに前進させた。一例をあげると、2018 年夏には、この研究の科学者たちは、他大学の多くの同僚らと共に、効率的な有機太陽電池の作製に関する規定を発行した（下記リンク参照）。これには、大学 7 校から研究者 25 人が執筆し、「Nature Materials」誌に掲載された。この研究は、Feng Gao 氏が主導した。

これらの規定は、効率的な屋内用太陽電池の開発において役立てられた。

スピノフ企業

Olle Inganäs 氏（現在は、名誉教授）率いるリンショーピング大学のバイオ分子・有機エレクトロニクス研究グループは、長年に渡り有機太陽電池分野の世界的リーダーである。数年前、Olle Inganäs 氏は、「Nature Materials」誌及び「Nature Energy」誌掲載論文の共著者である同僚の Jonas Bergqvist と共に、屋内用太陽電池の商業化を進める会社を設立、現在は共同で経営している。

本研究論文：

Wide-gap non-fullerene acceptor enabling high-performance organic photovoltaic cells for indoor applications, Yong Cui, Yuming Wang, Jonas Bergqvist, Huifeng Yao, Ye Xu, Bowei Gao, Chenyi Yang, Shaoqing Zhang, Olle Inganäs, Feng Gao and Jianhui Hou, Nature Energy 2019. DOI 10.1038/s41560-019-0448-5

記事翻訳担当：George Farrant

連絡先：



Feng Gao

Senior Lecturer

- Department of Physics, Chemistry and Biology (IFM)
- Biomolecular and Organic Electronics (BIORG)
- feng.gao@liu.se +46 13 28 68 82

翻訳：NEDO（担当 技術戦略研究センター）

出典：本資料は、リンショーピング大学の以下の記事を翻訳したものである。

“Welcome indoors, solar cells”

(<https://liu.se/en/news-item/solcellerna-flyttar-inomhus>)

(Reprinted with permission of Linköping University)

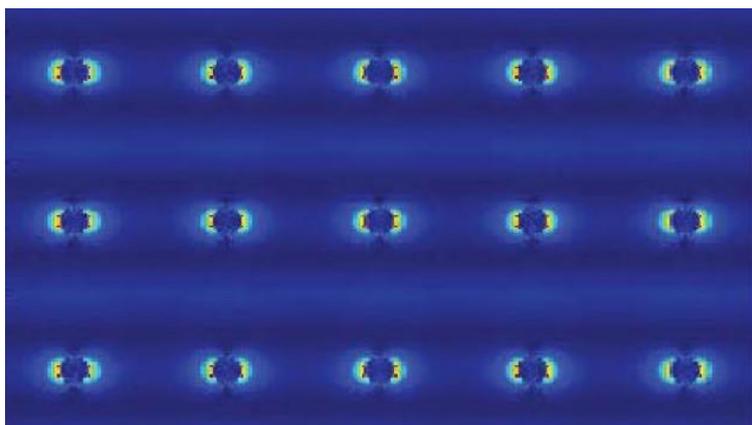
【ナノテクノロジー・材料分野】

仮訳

生きた細胞で機能する生体適合性の微細ナノレーザー（米国）

神経疾患の治療や疫病のバイオマーカー検出のポテンシャルをもつナノレーザー

2019年9月23日



ノースウェスタン大学とコロンビア大学の研究者たちは、生きた細胞の中で、細胞を損傷せずに機能する微細なナノレーザーを開発した。

このナノレーザーはわずか 50~150 nm で、これは、人間の毛髪一本の約 1000 分の 1 である。このサイズのレーザーは、生きた細胞内に収まって機能することができ、疫病のバイオマーカーの検出や、さらには癲癇等の脳深部の神経疾患の治療に使用できる可能性がある。

ノースウェスタン大学とコロンビア大学の研究者たちが開発したこのナノレーザーでは、特に、生きた細胞のイメージングが期待できる。本質的に生体適合性のあるガラスで出来ているのに加え、このナノレーザーはより長い光の波長で励起して、より短い光の波長を放出する。

「バイオイメージングには、長い光の波長が必要です。それは、長い光の波長は、可視光線に比べてより細胞深部まで届くことができるからです。」と、共同研究者であるノースウェスタン大学教授の Teri Odom 氏は言う。「しかし、同じ深部でも、より短い光の波長が適切な領域もあります。私たちは、より長い光の波長が届く深部へと可視レーザー光を効果的に届ける、光学的にクリーンなシステムを設計しました。」



Teri Odom 氏

同ナノレーザーはまた、超高速・低電力エレクトロニクス用の量子回路やマイクロプロセッサのような、極狭小な空間で作動することができる。

本研究の論文は、本日（9月23日）発行の「Nature Materials」誌に掲載された。Odom 氏は、コロンビア大学工学部の P.James Schuck 氏と共同で研究を率いた。

多くのアプリケーションにおいて微細なレーザーの必要性が高まる中で、研究者たちは常に同じ障壁に直面する。それは、ナノレーザーはマイクロレーザーより、はるかに効率が劣る傾向にあるということだ。さらに、これらのナノレーザーはエネルギーを得るために、通常 UV 光など短い波長を必要とする。

「微細ナノレーザーの使用が望まれる特殊な環境は、UV 光や非効率的な作動に起因する余剰な熱の損傷を受けやすいので、短波長の光の使用はよくありません。」と機械工学准教授の Schuck 氏は言う。

Odom 氏、Schuck 氏、およびそのチームは、フォトン・アップコンバージョンを利用してナノレーザープラットフォームを実現させ、これらの課題を解決した。アップコンバージョンでは、複数の低エネルギーの光子が、1 個の高エネルギー光子に変換される。本研究では、「生体に優しい」低エネルギーの赤外光子を、可視光レーザービームにアップコンバートし、低エネルギーで機能する、光の波長よりも垂直方向に顕著に微細なレーザーを実現させた。

「私たちが開発したナノレーザーは透過性ですが、肉眼では不可視の光で励起すると、可視光子を放出することができます。」と、ノースウェスタン大学 Weinberg College of Arts and Sciences の Charles E. and Emma H. Morrison Professor of Chemistry である

Odom 氏は言う。「このような連続波や低パワー利用は、特にバイオイメージング分野において、多くの新しいアプリケーション開発の可能性を拓くでしょう。」

「素晴らしいことに、私たちが開発した微細なナノレーザーは、既存のどのようなレーザーより、桁違いに微量なエネルギーで作動できるのです。」

本研究、「Ultralow-threshold, continuous-wave upconverting lasing from subwavelength plasmons」は、米国立科学財団 (NSF) (DMR-1608258)、米国防総省の Vannevar Bush Faculty Fellowship (N00014-17-1-3023)、米エネルギー省(DOE) (DE-AC02-05CH11231)より支援を受けた。本研究論文の共同筆頭著者は、Berkeley Lab's Molecular Foundry の Angel Fernandez-Bravo 氏と、ノースウェスタン大学の Danqing Wang 氏である。

Odom 氏は、ノースウェスタン大学の International Institute for Nanotechnology, Chemistry of Life Processes Institute と Robert H. Lurie Comprehensive Cancer Center of Northwestern University のメンバーである。

翻訳：NEDO（担当 技術戦略研究センター）

出典：本資料は、ノースウェスタン大学の以下の記事を翻訳したものである。

“Tiny, biocompatible nanolaser could function inside living tissues”

(<https://news.northwestern.edu/stories/2019/09/tiny-biocompatible-nanolaser-could-function-inside-living-tissues/>)

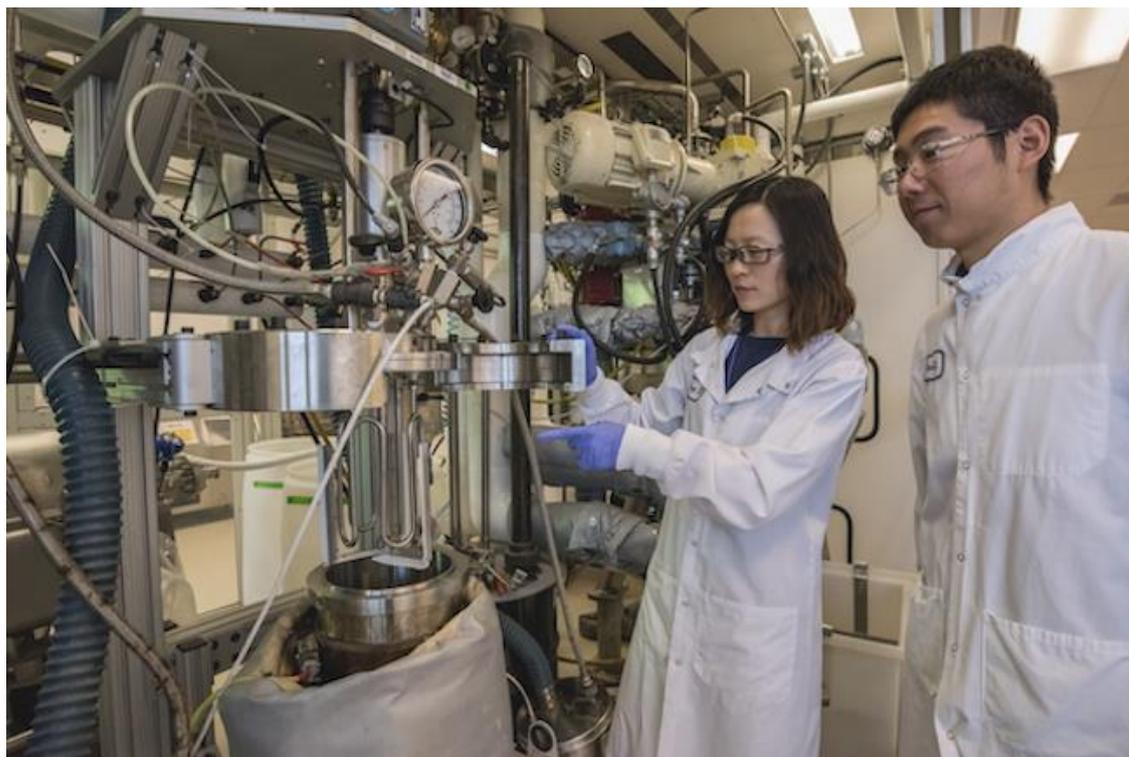
(Reprinted with permission of Northwestern University)

【新エネルギー分野（バイオマス）】

仮訳

ゴミを宝に：都市ゴミをバイオ燃料の前駆体に転換（米国）

2019年10月10日



LBNL Advanced Biofuels and Bioproducts Process Development Unit の科学者で、廃棄物をバイオ燃料前駆体に変換する新技術研究論文の共著者、Ning Sun 氏(左)と、Jipeng Yan 氏(右)。

(クレジット: Marilyn Chung/Berkeley Lab)

エネルギー安全保障のニーズが高まるにつれ、科学者たちは、貴重なバイオ燃料やバイオ製品の製造に利用できる非可食のバイオマスソースの研究を進めている。それらの中には、世界中で日常的に膨大な量が発生するゴミ、一般廃棄物(municipal solid waste: MSW)がある。

ChemSusChem 誌に掲載された新しい技術では、ローレンスバークレー国立研究所(LBNL)の研究者たちが、MSW(非資源紙ゴミや刈り取り後の芝生等)と、バイオマス(トウモロコシ茎葉やスイッチグラス等)を組み合わせ、6種類の混合物を作製。それを、イオン液体プロセスを使用して、ディーゼル燃料の前駆体として利用できる化合物、メチルケトンに変換した。

持続可能性が高まっているバイオマス前処理の効果的な手法である、イオン液体プロセスを MSW からメチルケトンへの変換に利用する報告は、今回が初めてである。本研究は、Joint BioEnergy Institute と Advanced Biofuels and Bioproducts Process Development Unit (両者共、米国エネルギー省が設立し、LBNL を拠点とする) の共同研究であり、研究者たちは、これらの混合物の内、1 種類について 30 倍のスケールアップに成功し、現在は同プロセスのさらなるスケールアップを目指している。

「液体イオンをベースとした変換技術は、バイオマス・アップグレーディングの効率的で環境に優しいプロセスです。」と、LBNL 研究者で本研究論文連絡先著者である Ning Sun 氏は言う。「これは、多様な原料を利用して様々な化学物質を生成するバイオリファイナリ設備の建設に、門戸を開くものです。」

メディア関係者連絡先:

Laurel Kellner, LKellner@lbl.gov, +1-510-590-8034

翻訳：NEDO (担当 技術戦略研究センター)

出典：本資料は、ローレンスバークレー国立研究所(LBNL)の以下の記事を翻訳したものである。

“Trash to Treasure : Scientists Convert Municipal Waste to Biofuel Precursors”

(<https://newscenter.lbl.gov/2019/10/10/trash-to-treasure-scientists-convert-municipal-waste-to-biofuel-precursors/>)

【ロボット・AI 技術分野】

仮訳

カメレオンの舌に着想を得た一瞬で昆虫を捕獲する 高速動作ロボット (米国)

2019 年 10 月 29 日

米国インディアナ州ウェストラファイエットー カメレオン、サラマンダーや、ヒキガエルの仲間は、蓄積した弾性エネルギーを使用して、体長の 1.5 倍先の距離にいる昆虫たちを、その粘着性のある舌で 1/10 秒で捕獲する。

パデュー大学の School of Industrial Engineering、及び同大学 College of Engineering 内の Weldon School of Biomedical Engineering のアシスタント・プロフェッサーである Ramses Martinez 氏と、同大学の FlexiLab の研究者たちは、蓄積した弾性エネルギーを利用して、生物の筋肉に着想を得た高エネルギー・高速モーションを再現する、新しいタイプのソフトロボットとアクチュエーターを開発した。これらのロボットは、ゴムバンドのように伸縮するポリマー製で、圧力で膨張する空気圧チャネルを備えている。

本技術のビデオは、こちらから：https://youtu.be/trDz4Ukz_VQ



この表紙のイメージ画は、パデュー大学アシスタント・プロフェッサーの Ramses V. Martinez 氏とその学生らが作製。カメレオンの舌の動きが、研究チームに、一瞬で昆虫を捕獲するソフトロボット作製のアイデアを与えた。(画像提供) [画像ダウンロード](#)

これらのロボットの弾性エネルギーは、自然の原理に従って、製造過程で一方向または多方向に全体を伸ばすことで体内に蓄積される。カメレオンの舌の動きのように、プレストレスト（あらかじめ圧力を加えて強化した）で空気圧制御のソフトロボットは、自身の体長の 5 倍の長さまで拡張でき、生きて飛んでいる甲虫を捕獲し、僅か 120 ミリ秒で取り込むことができる。

「もし、高速で大振幅運動能力を備えたカメレオンのようなロボットを作製できれば、より正確に、かつ迅速に多様な自動化タスクを実行できるだろうと、私たちは確信していました。」と、Martinez 氏は言う。「従来のロボットは、大体が硬くて重い構成要素で作製されているため、慣性力が挙動を遅くさせます。私たちは、この課題を解決したいと考えたのです。」

本技術は、10月25日発行の「Advanced Functional Materials」誌に掲載された。昆虫をとらえるこのロボットのビデオは、こちらから：<https://bit.ly/2MFGqsi>

キツツキ科のミュビゲラをはじめ鳥の多くは、圧力がかかった後脚の腱に蓄積した弾性エネルギーを利用して、ゼロパワーで樹に止まって、眠っている間も落下しない。このような鳥の後脚の生体構造を参考に、体重の100倍の重さをゼロパワーで把持し、116度の角度まで逆さまに保持できるようなロボティックグリッパーを製造した。

これらのグリッパーソフトアームの物体への順応性が、接触面積を最大化して把持を強化し、高速捕獲とゼロパワー保持を実現する。鳥から着想を得たこれらのソフトロボティックグリッパーが、毎秒10mmで動くボールを僅か65ミリ秒でキャッチするビデオはこちらから：<http://bit.ly/35UpN3K> これらのグリッパーが116度の角度で逆さまに把持するビデオはこちらから：<http://bit.ly/2MY2ayK>

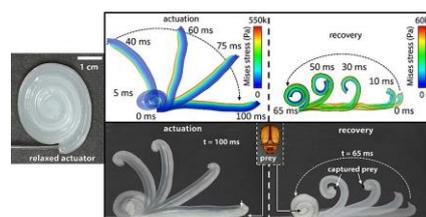
ある種の植物も、高速な動作を実現する「トラップメカニズム」で弾性エネルギーを利用する。「ハエトリグサ」は、二枚の湾曲した葉に蓄積した弾性エネルギーを利用して、内表面で動く獲物を迅速に閉じ込める。

パデュー大学の研究チームは、ハエトリグサのトラップメカニズムの仕組みと、トカゲによる昆虫捕獲法の研究により、短時間の加圧刺激により僅か50ミリ秒で物体を閉じ込めるソフトロボット、「ハエトリグサ」を作製した。このソフトロボットが、物体を素早く閉じ込める様子を高速カメラで撮影したビデオ画像は、こちらから：

<http://bit.ly/2Bsuhkc>

これらのような新しいタイプの、プレストレストなソフトロボットは、従来のソフトロボットのシステムに比べて大きな利点がいくつかある、と Martinez 氏は言う。まず、様々な物体の高速な把持、保持、操作に優れている。弾性層に事前に蓄積された弾性エネルギーを利用して、外部のエネルギーを消費することなく、体重の100倍までの重さの物体を保持できる。

ロボットのソフトスキンは、微細な突起状のアンチスリップに容易にパターン処理できるので、その牽引力は大幅に向上し、長時間に渡る逆さまの把持や、生きた獲物の捕獲が可能となる。



この画像は、カメレオンの舌から着想を得て、生きて飛んでいる甲虫を素早く捕獲するソフトロボットを作製した、パデュー大学の研究者らの研究内容を示している。(画像提供) [画像ダウンロード](#)

「ここに示した設計と作製の戦略が、従来型のロボットではアクセス不可能な速度と挙動を実現するために弾性エネルギーを利用できる、次世代のソフトロボット開発につながると、私たちは期待しています。」と、Martinez 氏は言う。

Martinez 氏と彼の研究チームは、Purdue Research Foundation Office of Technology Commercialization を通じて、ロボットに関連する同氏の技術と他の設計イノベーションについて、特許を取得した。パデュー大学のイノベーションのライセンスに関する詳細問い合わせは、Office of Technology Commercialization otcip@prf.org まで。トラックコードは、2019-MART-68473.

記事の著者 : Nicole Pitti, njpitti@prf.org

Purdue Research Foundation の連絡先 : Chris Adam, 765-588-3341, cladam@prf.org

記事内容情報提供 : Ramses V. Martinez, rmartinez@purdue.edu

ジャーナリストの皆さまへ : 本記事に関する YouTube ビデオは、こちらから : https://youtu.be/trDz4Ukz_VQ

Google ドライブフォルダー内のその他のマルチメディアは、こちらから : <http://bit.ly/soft-robots-media>

資料作成者は、Erin Easterling (Digital producer for the Purdue College of Engineering) +1-765-496-3388, easterling@purdue.edu

翻訳 : NEDO (担当 技術戦略研究センター)

出典 : 本資料は、パデュー大学の以下の記事を翻訳したものである。

“Chameleon’s tongue strike inspires fast-acting robots that catch live insects in the blink of an eye”

(<https://www.purdue.edu/newsroom/releases/2019/Q4/chameleons-tongue-strike-inspires-fast-acting-robots-that-catch-live-insects-in-the-blink-of-an-eye.html>)

(Reprinted with permission of Purdue University)

【ロボット・AI 技術分野】

仮訳

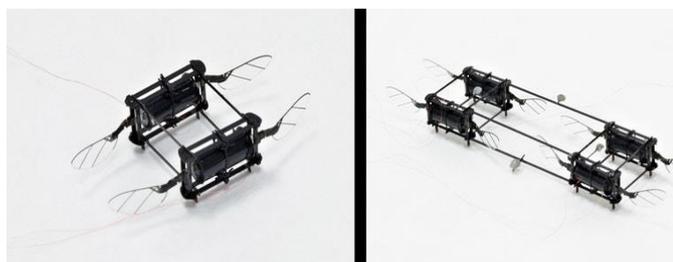
柔軟な人工筋肉で動く RoboBee (米国)

2019年11月5日

ソフト・アクチュエーター起動のマイクロ・ロボットの初飛行

(マサチューセッツ州・ケンブリッジ) — RoboBee が壁に向かって突進したり、ガラス箱に衝突したりする光景に、Harvard John A. Paulson School of Engineering and Applied Sciences (SEAS)の Harvard Microrobotics Laboratory の研究者たちはパニックを起こしていたかもしれないが、もはやそのような状況はなくなった。

SEAS と同大学のヴィース研究所 Biologically Inspired Engineering は、壁に衝突したり、床に落ちたり、他の RoboBee に衝突したりしても壊れない、柔軟な人工筋肉で駆動する頑丈な RoboBee を開発。ソフト・アクチュエーター起動で管制飛行するマイクロ・ロボットは、初めてである。



ヴィース研究所と SEAS のロボティクス研究チームは、ソフト・アクチュエーターで駆動する RoboBee の様々なモデルを複数作製。写真はそれぞれ、4 枚羽のアクチュエーター2 個(左)と、8 枚羽でアクチュエーター4 個の RoboBee モデル(右)。管制ホバリング飛行が可能な初めてのソフト・アクチュエーター起動のマイクロ・ロボット。

クレジット: Harvard Microrobotics Lab/Harvard SEAS

「マイクロロボティクスの分野では、その頑丈な性質により、ソフト・アクチュエーターを使用したモバイルロボットの開発が大きく進められています。」と、同大学院卒業生で SEAS のポストドクトラル・フェロー、本研究論文の筆頭著者である Yufeng Chen 博士は言う。「しかし、アクチュエーターの電力密度が十分ではなく、制御もかなり困難なため、多くの専門家の間では、飛行ロボットへの応用は疑問視されてきました。私たちが開発したアクチュエーターには、ホバリング(空中停止) 飛行のための十分な電力密度や可制御性があります。」

本研究は、「Nature」誌に掲載された。

この電力密度の課題解決のため、研究者たちは、SEAS の Extended Tarr Family Professor

of Materials である David Clarke 博士の実験室で開発した、電力駆動のソフト・アクチュエーターをベースにした。これらのソフト・アクチュエーターは、電場がかかると変形する優れた絶縁性を備えた柔らかな材料の誘電エラストマーを使用して作製されている。

研究者たちは電極の導電性を改善し、過去に同様なロボットで使用した硬いアクチュエーターと同等の 500Hz で、アクチュエーターの作動を可能にした。

ソフト・アクチュエーターのその他の課題として、ロボットシステムがバックリングして不安定になりやすいことがあげられる。この課題を解決するために、研究者たちは縦方向に拘束する細線で軽量のエアフレームを構築し、アクチュエーターのバックリングを防いだ。

このソフト・アクチュエーターは、組み立てが容易で、小型ロボットで使用できる。研究者たちは、様々な飛行能力を実証するために、ソフト・アクチュエーター駆動の RoboBee の異なるモデルを複数作製した。2 枚羽のモデルは離陸できたが、追加制御はなかった。4 枚羽のアクチュエーター 2 個のモデルでは、障害物のある環境で飛行でき、一度のフライトで複数の衝突を克服した。

「小型で軽量のロボットの利点の一つは、外部衝撃に強いことです。」と、SEAS 卒業生で本研究論文の共同著者である Elizabeth Farrell Helbling 博士は言う。「このソフト・アクチュエーターには、従来のアクチュエーション技術に比べて衝撃の吸収に優れているため、追加的な利点を提供します。これは、例えば捜索救難作業で瓦礫の中を飛行するようなアプリケーションで役に立ちます。」

本技術の YouTube ビデオはこちらから。

8 枚羽・アクチュエーター 4 個のモデルでは、ソフト・アクチュエーター駆動の飛行マイクロ・ロボットでは初となる、ホバリング飛行を実証した。

研究者たちは今後、従来の飛行ロボット開発に比べて大幅な遅れをとっている、同ソフトロボットシステムの効率性の向上を目指す。

「筋肉のような特性を持つ電力駆動のソフト・アクチュエーターは、ロボティクス分野における、大きな開発課題です。」と、ヴィース研究所の主要ファカルティメンバーで、SEAS の Charles River Professor of Engineering and Applied Sciences、本研究論文上席著者である、Robert Wood 博士は言う。「高機能な人工筋肉を製造することができれば、作製できるロボットの可能性は無限です。」

ハーバード大学の Office of Technology Development が本プロジェクトに関連する知的所有権を保護しており、商業化の機会を探求中。

本研究論文のその他の共著者は、Huichan Zhao 氏、Jie Mao 氏、Pakpong Chirarattananon 氏、Nak-seung 氏と Patrick Hyun 氏。本研究は、米国立科学財団（NSF）より一部支援を受けた。

翻訳：NEDO（担当 技術戦略研究センター）

出典：本資料は、ハーバード大学ウィース研究所の以下の記事を翻訳したものである。

“RoboBee powered by soft muscles”

(<https://wyss.harvard.edu/news/robobee-powered-by-soft-muscles/>)

(Reprinted with permission of Wyss Institute, Harvard University)

【ナノテクノロジー・材料分野】

仮訳

ウェアラブルな汗センサーが痛風の原因となる成分を検出 (米国)

2019年11月25日

医者に行くのが嫌な理由はたくさんある。医療費の支払い、待合室での待機、古い雑誌、口を覆わずに咳をする病人たちなど。しかし、多くの人にとって、最も嫌なことは、注射針を刺されることだ。血液検査は、身体の状態を評価するためには信頼できる方法だが、その不快感は避けられない。でも、カリフォルニア工科大学(Caltech)の科学者たちによれば、そうではなくなるかもしれない。

医学工学アシスタント・プロフェッサーの Wei Gao 氏が率いる研究チームは、「Nature Biotechnology」誌に掲載された新しい論文で、血液中の代謝物質や栄養レベルを、人の汗を分析してモニタリングできる、量産可能なウェアラブルセンサーについて説明している。これまでに開発されている汗センサーは、電解質、グルコースや乳酸のような、高濃度で汗に含有される成分の検出を目的としている。Gao 氏が開発した汗センサーは、従来のデバイスより製造が容易であることに加えて、高感度であり、かなり低濃度の汗の成分を検出できる、と研究者たちは言う。

このような汗センサーの開発により、医師は、血流中の栄養レベルや代謝物質の異常値を引き起こす心疾患、糖尿病、腎疾患患者の状態を継続的にモニタリングすることが可能になる。医師が患者の健康状態をより正確に把握できるので、患者は侵襲的で痛みを伴う皮下注射も回避することができる。

「このようなウェアラブルな汗センサーには、健康状態の変化を分子レベルで迅速に、継続的に、かつ非侵襲的に把握するポテンシャルがあります。」と Gao 氏は言う。「これらは、患者個人に特化したモニタリング、早期診断や適時の医療介入を可能にします。」

Gao 氏の研究は、幅が $2.5\mu\text{m}$ を下回るチャンネル (溝) を通る微量の液体を制御するマイクロ流体をベースとしたデバイスの開発に焦点を当てている。マイクロ流体は、汗の蒸発や皮膚の汚れによるセンシング精度への影響を最低限に抑制するので、この種のアプリケーションには理想的である。分泌後直ちに汗がマイクロチャンネルを流れると、デバイスはより高精度で汗を測定し、一時的な濃度の変化を捉えることができる。

Gao 氏らによると、従来のマイクロ流体ベースのウェアラブルセンサーの多くは、複雑で高コストな製造工程を要するリソグラフィー-蒸着プロセスで製造されていた。同氏のチームはその代わりに、シート状の炭素であるグラフェンでバイオセンサーを作製することを選択した。グラフェンベースのセンサーと微細なマイクロ流体チャネルは、家庭でのホビーでも一般的に利用されているデバイスの CO₂ レーザーでプラスチックシートを加工して作製した。

研究チームは、センサーが、呼吸数、心拍数および尿酸値とチロシン値を検出するよう選択した。チロシン値は、代謝異常、肝障害、摂食障害や神経精神疾患の指標となりうる。尿酸値は、尿酸値の上昇が、世界的に増加傾向にあり関節の痛みを伴う、痛風と関連する。痛風は、体内の尿酸値が高くなると、特に足の関節で結晶化し、炎症を起こす。



Wei Gao 氏（右）は、ボランティアが装着した、フレキシブルな汗センサーからのデータをモニタリングしている。

クレジット:Caltech

研究者たちは、センサーの性能を調べるため、健常者と患者を対象に一連の試験を実施した。被験者の体力が影響する、汗に含まれるチロシン値の検出には、訓練を受けているアスリートと平均的な体力の個人の 2 グループで試験した。予測どおり、センサーはアスリートの汗でより低レベルのチロシン値を検出した。尿酸値の検出試験では、健常者のグループを対象に、断食中と、代謝されると尿酸になる食品成分であるプリン体を豊富に含む食事をした後とで、汗をモニタリングした。センサーは、尿酸値が食後に上昇したことを示した。Gao 氏の研究チームはまた、痛風患者に対しても同様の試験を行った。センサー

が示した痛風患者の尿酸値は、健常者に比してはるかに高かった。

研究者たちは、センサーの精度を確認するため、痛風患者と健常者から血液サンプルも採取した。センサーが検出した尿酸値は、血液に含まれる成分と強く相関した。

Gao 氏によると、同センサーが高感度であることと、製造が容易であることから、将来的には患者が自宅でセンサーを使用して、痛風、糖尿病、心疾患などの状態をモニタリングできるようになるという。健康状態に関する正確でリアルタイムな情報を得られることで、患者は自身の治療薬のレベルや必要に応じた食事療法を、自分で調整することも可能になる。

「血中の栄養素や代謝物質の異常値が多く健康状態に関連することを考慮すると、このようなウェアラブルセンサーから収集した情報は、研究と医療の両方にとって非常に貴重です。」と、Gao 氏は言う。

本研究論文、「[A laser-engraved wearable sensor for sensitive detection of uric acid and tyrosine in sweat](#)」は、「Nature Biotechnology」誌 11 月 25 日号に掲載された。共著者は Caltech の Yiran Yang 氏 (MS'18)、Yu Song 氏、Xiangjie Bo 氏、Jihong Min 氏 (MS'19)、Minqiang Wang 氏、Jiaobing Tu 氏と Adam Kogan 氏、北京大学の Haixia Zhang 氏、サンタクララ大学の On Shun Pak 氏、プリンストン大学の Lailai Zhu 氏、UCLA の Tzung K. Hsiai 氏と Zhaoping Li 氏。Hsiai 氏は Caltech の客員研究員(visiting associate)でもある。

本研究は、Rothenberg Innovation Initiative プログラム、Carver Mead New Adventures Fund および米国心臓協会(AHA)が、資金を提供した。

翻訳：NEDO（担当 技術戦略研究センター）

出典：本資料は、カリフォルニア工科大学（Caltech）の以下の記事を翻訳したものである。

“Wearable Sweat Sensor Detects Gout-Causing Compounds”

(<https://www.caltech.edu/about/news/wearable-sweat-sensor-detects-gout-causing-compounds>)

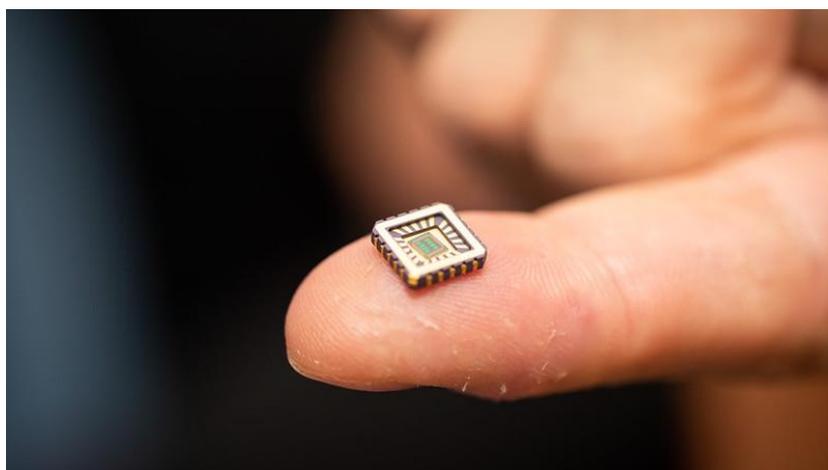
(Reprinted with permission of California Institute of Technology)

【ロボット・AI 技術分野】

仮訳

慢性疾患の治療に向けた人工ニューロンを世界に先駆けて開発（英国）
生体ニューロンの電気的特性を半導体チップ上に再現することに初めて成功

2019年12月3日



保護ケースに入っている微細なチップの1つ

まるで本物のように機能するシリコンチップ上の人工ニューロンが開発された。これは、心不全、アルツハイマー病、その他の神経変性疾患などの慢性疾患の治療用の医療デバイスに、非常に大きな機会を与える、これまでに類を見ない功績だ。

この人工ニューロンは、生体ニューロンのように挙動するだけでなく、マイクロプロセッサの10億分の1の電力しか必要としないため、医療用インプラントやその他のバイオエレクトロニックデバイスでの利用に適している。

ブリストル大学、チューリッヒ大学、オークランド大学の研究者たちを始めとする、バース大学が率いる研究チームは、「[Nature Communications](#)」に掲載された研究論文の中で、この人工ニューロンを紹介している。

神経システムからの電気信号に反応する、生体のニューロンのような人工ニューロンの開発は、ニューロンの機能不良、脊髄損傷による神経突起の切断、あるいは死滅などの症状を治療する可能性を提供することから、医療分野では長年主要な目標とされてきた。人工

ニューロンは、身体機能を回復させるため、それらの正常な機能を再現し、生体フィードバックへ適切に応答することにより、損傷した神経回路を修復できる。

例えば心不全では、脳の基底部のニューロンは、神経系のフィードバックに適切に応答せず、ついでには心臓に正しい信号を送らないので、心臓は本来のように拍動しない。

しかしながら、人工ニューロンの開発は、その複雑なバイオロジーと予測困難な神経反応により、非常に大きな課題であった。

研究者たちは、ニューロンが他の神経からの電氣的な刺激にどのように反応するかをモデル化し、方程式を導出することに成功した。これは、反応が非線形的であるため、つまり、信号が2倍強くなっても、必ずしも2倍の反応を誘発するわけではなく、3倍かもしれないし、その他かもしれないため、極めて複雑である。

次に、研究者たちは、バイオロジカルなイオンチャネルを正確にモデル化したシリコンチップを設計し、シリコン製のニューロンが様々な刺激に反応する本物の生体ニューロンを精密に模倣していることを実証した。

研究者たちは、広範囲に渡る刺激下で、ラットの海馬と呼吸性の両ニューロンの全てのダイナミクスを、正確に復元した。

本プロジェクトは、バース大学物理学部教授の Alain Nogaret 氏が率いた。「今までニューロンとはブラックボックスのようなものでしたが、私たちは、ブラックボックスを開けて、その中を覗くことができました。我々の研究は、本物のニューロンの電氣的特性を正確に再現するためのロバストな方法を提供するので、パラダイム変化をもたらします。」

「しかも、この人工ニューロンは、140nW の電力しか使用しないので、何倍も大きな意味を持ちます。これは、他の合成ニューロンの製造を試みた時にも使われたマイクロプロセッサの、10億分の1の消費電力です。このため、この人工ニューロンは、慢性疾患の治療用のバイオエレクトロニックインプラントでの利用に適しています。」

「例えば、私たちは、—これは健康な心臓では自然に起こっていることですが—一定の速度で拍動させるために心臓を刺激するだけでなく、これらの人工ニューロンにより心臓への命令にリアルタイムに応答するスマートペースメーカーを開発しています。また、アルツハイマー病やより一般的な神経変性疾患などの治療にも利用できる可能性があります。」

「私たちのアプローチは、複数のブレイクスルーを組み合わせています。あらゆるニュー

ロンの挙動を制御する、適格なパラメーターを、極めて正確に予想することができます。また、物理モデルのハードウェアを作製し、実際の生体のニューロンの挙動を、正確に模倣する能力を実証しました。そして第三のブレイクスルーは、哺乳類の複雑なニューロンの異なるタイプや機能に適用できるといった、同モデルの多様性です。」

本研究の共著者であるチューリッヒ大学およびチューリッヒ工科大学の **Giacomo Indiveri** 教授は、「本研究は、重要なアナログ回路パラメーターを特定するというユニークなアプローチのおかげで、ニューロモフィックチップの設計に新たな可能性を拓くものです。」と付け加えた。

もう一人の共著者であるオークランド大学及びブリストル大学の生理学教授の **Julian Paton** 氏は、「小型化して移植が可能なバイオエレクトロニクスにおける呼吸性ニューロンの反応を複製することは、非常に興味深く、様々な疾患や障害への個別化した医療アプローチに向けて、よりスマートな医療デバイスの開発に、非常に大きな機会を拓きます。」と述べた。

本研究は、EU の **Horizon 2020 Future Emerging Technologies** プログラムのグラントおよび、英国工学・物理科学研究会議 (ESPRC)による **doctoral studentship** の資金により実施された。

Alain Nogaret 教授が本研究の意義を語る、YouTube ビデオは[こちらから](#)

翻訳：NEDO（担当 技術戦略研究センター）

出典：本資料は、バース大学の以下の記事を翻訳したものである。

“World first as artificial neurons developed to cure chronic diseases”

(<https://www.bath.ac.uk/announcements/world-first-as-artificial-neurons-developed-to-cure-chronic-diseases/>)

(Reprinted with permission of the University of Bath)

【ロボット・AI 技術分野】

仮訳

叩き落とされても壊れないソフトロボット・インセクト（スイス）

2019年12月18日



EPFL の研究者たちは、柔らかい人工筋肉を使ってさまざまな地形を毎秒 3cm の速さで移動する超軽量なロボティックインセクトを開発した。折り曲げたり、つぶしたりしても動き続ける。

本研究の YouTube ビデオは、[こちらから](#)

さまざまなタスクを実行するロボティックインセクト群が、我々の周囲で駆動している情景を思い浮かべてみてほしい。SF の世界のように聞こえるかもしれないが、実際には思っているよりも現実的だ。

スイス連邦工科大学ローザンヌ校（EPFL）工学部は、人工筋肉で毎秒 3cm の速度で推進する、ソフトロボティックインセクトを開発した。

研究チームは、このソフトロボット「DEAnsect」の 2 モデルを開発した。最初のモデルは、超極細ワイヤを使用したテザー付きのもので、極めて強靱だ。折り曲げたり、ハエ叩きで叩いたり、靴で踏まれたりしても、その挙動能力は影響を受けない。二番目のモデルは、テザー無しのもので、完全にワイヤレスで自律しており、重さは 1 グラム未満、バッ

テリーや電子部品を背面に搭載する。このインテリジェントなインセクトは、頭脳部としてマイクロコントローラーを、眼部としてフォトダイオードを使用しており、白黒パターンを識別できるため、地表に描かれたどのようなラインでも追従できる。

DEAnsect は、EPFL の Soft Transducers Laboratory (LMTS) の研究チームが、Integrated Actuators Laboratory (LAI) とフランスのセルジー・ポントワーズ大学の同僚らと共に開発した。本研究は、「Science Robotics」誌に掲載された。

振動推進

DEAnsect には、誘電エラストマー・アクチュエータ (DEAs) という、振動でロボットを前進させる、髪の毛のような細さの人工筋肉が搭載されている。このロボティックインセクトの軽量性と敏捷さは、これら DEAs によるものだ。また、起伏のあるものを含め、様々な地形上を移動できる。



人工筋肉は、2本のソフト電極に挟まれたエラストマー膜から成る。電圧が加わるとこれらの電極が引き寄せあってエラストマー膜を圧縮し、電圧を切ると元の形状に戻る。このロボティックインセクトは、3本の脚それぞれに、そのような人工筋肉を装着している。動作は、毎秒400回を超える電圧の、非常に迅速なオンオフ切り替えにより生じている。



研究チームは、ナノファブリケーション技術を用いてエラストマー膜の厚さを薄くし、わずか数分子厚の極微小な高導電性ソフト電極を製造することで、人工筋肉の比較的低電圧での作動を実現した。このような優れた設計により、電源のサイズは大幅に縮小された。

「一般的に、DEAs は数キロボルトで駆動するので、大型の電力供給ユニットが必要です。」と、LMTS ディレクターの Herbert Shea 氏は言う。「私たちの設計では、ロボットは重さ 0.2 グラムしかなく、必要なものは全て背面に搭載しています。」「この技術は、スマートなロボティックインセクト群、遠隔調査や修繕、さらには実際のコロニーにロボットを送り込んだ詳しい調査の実施等、ロボティクスにおいて DEAs を幅広く活用する可能性を広げるものです。」

「現在は、テザー無しで完全にソフトなモデルをスタンフォード大学と共同で開発中です。」と、Shea 氏は言う。「長期的な目標は、新しいセンサーとエミッターをロボティックインセクトに搭載し、直接相互通信できるようにすることです。」

プレスキット : <https://go.epfl.ch/insectrobot>

連絡先

Herbert Shea
Soft Transducers Laboratory (LMTS)
EPFL
English/French

NEDO 海外レポート NO.1127, 2020.3.12.

Tel.: +41 21 693 66 63 / +41 79 349 7166

Email: herbert.shea@epfl.ch

Xiaobin Ji

Soft Transducers Laboratory (LMTS)

EPFL

French/Mandarin

Tél. : +41 21 695 4463

Email : xiaobin.ji@epfl.ch

翻訳 : NEDO (担当 技術戦略研究センター)

出典 : 本資料は、スイス連邦工科大学ローザンヌ校 (EPFL) の以下の記事を翻訳したものである。

“A soft robotic insect that survives being flattened by a fly swatter”

(<https://actu.epfl.ch/news/a-soft-robotic-insect-that-survives-being-flattene/>)

(Reprinted with permission of EPFL)