

NEDO 海外レポート

2020.7.31.

1128

1	【バイオテクノロジー分野】 食べられる「セキュリティタグ」が偽薬品を識別（米国）	2020/1/16 公表	1
2	【ナノテクノロジー・材料分野】 「無から」発電する新しいグリーンテクノロジー（米国）	2020/2/17 公表	4
3	【電子・情報通信分野】 黒リンのトンネル電界効果トランジスタが超低電力スイッチングを可能に（韓国）	2020/2/21 公表	7
4	【電子・情報通信分野】 シリコンのコンピューティング能力を脳研究と義肢に役立てるスタンフォード大学開発の BMI デバイス(米国)	2020/3/20 公表	11
5	【新エネルギー分野(太陽光発電)】 タンデム型太陽電池の世界記録が NREL チャートに登場（ドイツ）	2020/4/14 公表	15
6	【ナノテクノロジー・材料分野】 効率的な生体的学習で人間の脳を模倣するエレクトロニクス（米国）	2020/4/20 公表	18
7	【ナノテクノロジー・材料分野】 ウイルスを寄せ付けない丸洗いでできる耐久性テキスタイルコーティング（米国）	2020/5/13 公表	21
8	【電子・情報通信分野】 電池寿命の向上、高帯域と高速性を実現する5Gの新しいスイッチ（米国）	2020/5/26 公表	24

※ 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。

【バイオテクノロジー分野】

仮訳

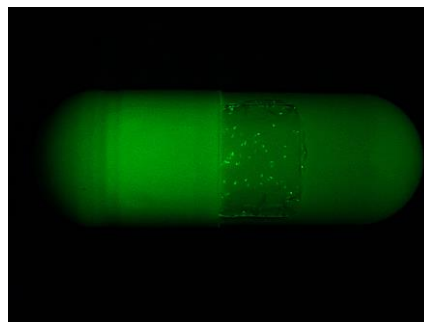
食べられる「セキュリティータグ」が偽薬品を識別（米国）

2020年1月16日

本技術の YouTube ビデオは [こちらから](#)

米国インディアナ州ウェストラファイエットー 米国麻薬取締局 (DEA) の報告によると、処方薬の偽造品防止は、明確なマーキング、色、形状、パッケージングによる識別のみでは不十分であると言う。

パデュー大学の研究者たちは、可食性の「セキュリティータグ」を医薬品に埋め込んで、偽造者を困惑させることを目指している。このタグ付きの医薬品を偽造するには、裸眼では完全に認識できない、複雑なパターンのパズルを解読する必要がある。



本技術は、「Nature Communications」誌に掲載されている。YouTube ビデオ画像は、[こちらから](https://youtu.be/0bN1qODhRPU) : <https://youtu.be/0bN1qODhRPU>

研究者たちは、薬品カプセルの表面を覆うシルクフィルム「セキュリティータグ」を複製。この写真では可視性を高めるため、グリーンフィルターで撮影。

(画像提供: Purdue University/Jung Woo Leem)

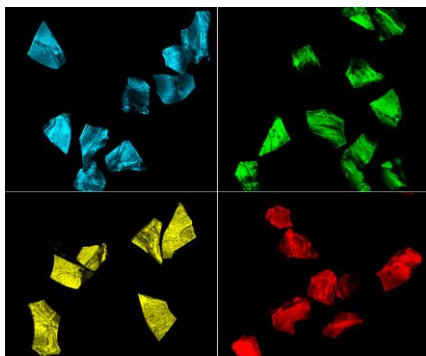
[画像ダウンロード](#)

偽造医薬品は産業としては好調で、世界の医薬品取引のうち少なくとも 10%を占めており、毎年何千人もの命が犠牲になっている。

米国では、ガン、糖尿病から ED 治療に至るまで偽造医薬品が流通している。オピオイドの偽薬品に至っては、46州において死亡の原因となっている。

医薬品にセキュリティータグを付けることで、偽造の回避だけでなく、薬局で消費者に販売する前に、合法性をより確実に証明することにも寄与できる。

「各タグは個々に異なり、より高いレベルのセキュリティーを提供します。」と、パデュー大学の Weldon School of Biomedical Engineering 准教授である、Young Kim 氏は言う。



これらの蛍光シルク微粒子は、医薬品偽造者が複製するのが極めて困難なパターンに配列する。これらのパターンは指紋のように機能し、薬局や消費者は、医薬品の合法性を証明できる。

(画像提供: Purdue University/Jung Woo Leem)

[画像ダウンロード](#)

同タグは、元来は情報とハードウェアのセキュリティーのために開発された、「物理困難関数(physical unclonable functions: PUF)」の認証技術を利用し、個々のカプセル剤や錠剤のデジタル指紋として機能する。

PUF には、刺激を受けると毎回異なるレスポンスを示す機能があり、それにより予測不可能な状態となり、複製は極めて困難である。製造業者であっても、同一の PUF タグを複製することはできない。

今回、Kim 氏の研究グループが初めて、シルクタンパク質と蛍光タンパク質を遺伝子的に融合して作製した、透明で薄いフィルムである可食性 PUF を作製した。タグは容易に消化でき、全てタンパク質でできているため、丸薬や錠剤の一部として摂取できる。

同タグに様々な LED 光源を照射すると、蛍光シルクマイクロ粒子が励起され、照射のたびに異なるランダムなパターンが現れる。これらのマイクロ粒子は、青、緑、黄または赤の蛍光色を放出する。

次に、現れたパターン画像からデジタルビットを抽出し、薬局や患者が医薬品の真正性の確認に使用するセキュリティーキーを作製する。

研究者たちは現在、このプロセスを、薬局と消費者の両者が使用できるスマートフォンのアプリに転換中だ。

「私たちのコンセプトは、LED 光をタグに照射して写真を撮影するのにスマートフォンを使う、ということです。するとアプリが医薬品の真正性を判断するのです。」と、パデュー大学で医用生体工学を研究しているポストドクトラル・アソシエートの Jung Woo Leem 氏は言う。

Leem 氏によると、タグには単に医薬品が何であるかの証明のみならず、用量や使用期限等の情報も盛り込める可能性も期待できる、ということだ。

Leem 氏は、同タグが、タンパク質の劣化無く少なくとも 2 ヶ月間は効力を維持できるこ

とを発見した。研究チームは今後、タグに薬品の有効期間と同等期間の寿命をもたせることや、薬品の主要な成分と効能には影響がないことを確認する予定だ。

同タグ技術は、Purdue Research Foundation Office of Technology Commercialization を通じて、2種類の特許を出願済みである。Young Kim 氏が設立した新企業の CryptoMED LLC は、スマートフォンでの技術開発を継続する予定であり、スケールアップのためのパートナーを募集中だ。本研究は、米空軍研究所(AFOSR)が支援した(FA2386-17-1-4072)。

記事の著者 : Kayla Wiles, +1-765-494-2432, wiles5@purdue.edu

記事内容情報提供 :

Young Kim, +1-765-496-2445, youngkim@purdue.edu,

Jung Woo Leem, leem0@purdue.edu

ジャーナリストの皆さまへ :

本論文は <https://www.nature.com/articles/s41467-019-14066-5> で公開されている。本記事に関する YouTube ビデオは、こちらから : <https://youtu.be/0bN1qODhRPU>

Google Drive 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/silk-tag-media>

資料作成者は、Erin Easterling, digital producer for the Purdue College of Engineering.

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。

“Edible ‘security tag’ to protect drugs from counterfeit”

(<https://www.purdue.edu/newsroom/releases/2020/Q1/edible-security-tag-to-protect-drugs-from-counterfeit.html>)

(Reprinted with permission of Purdue University)

【ナノテクノロジー・材料分野】

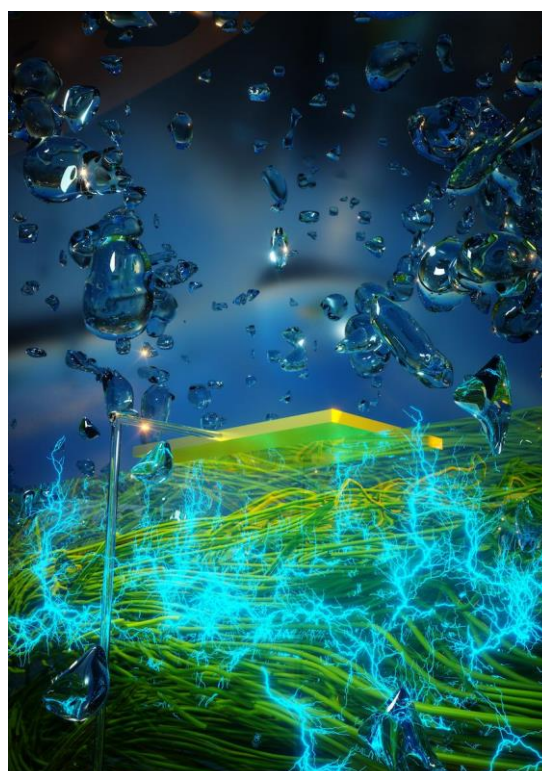
仮訳

「無から」発電する新しいグリーンテクノロジー（米国）
再生可能なデバイスが、気候変動の緩和や医療機器の電力供給に役立つ可能性

2020年2月17日

マサチューセッツ州アマーストーマサチューセッツ大学アマースト校の科学者たちが、天然のタンパク質を利用して、空気中の水蒸気から電気を発生するデバイスを開発。この新技術は、再生可能エネルギー、気候変動、そして医療の未来に大きな影響を与える可能性がある、研究者たちは言う。

「Nature」誌に本日掲載された研究では、同大学電気技師の Jun Yao 氏と微生物学者の Derek Lovley 氏が、ジオバクター族微生物が生成する導電性タンパク質ナノワイヤを利用して、空気圧発電機「Air-gen」と呼ばれるデバイスを開発した。Air-gen は、電極をタンパク質ナノワイヤに接続し、空気中に自然に存在する水蒸気で発電する。



空気中の水蒸気で発電するタンパク質ナノワイヤの薄膜のグラフィックイメージ。

「私たちは文字通り、薄い空気から電気を作っています。」と、Yao 氏は言う。

「Air-gen は24時間年中無休でクリーンなエネルギーを生成します。」と、持続可能な生物学ベースの電子材料を、30年以上に渡り進化させてきた Lovley 氏は言う。「これは、今までで最も素晴らしく、刺激的なタンパク質ナノワイヤのアプリケーションです。」



Yao 氏の研究室で開発された新技術は、環境を汚染せず、再生可能で低コストだ。サハラ砂漠のような極端に湿度の低い地域でも発電できる。Lovley 氏によると、他の再生可能エネルギーとは異なり、Air-gen は太陽光や風力を必要とせず、「屋内でも使用可能」なため、大きな利点があるという。

現行の Air-gen デバイスは、小型の電子デバイスに電力を供給できる。

写真提供:UMASS Amherst/Yao and Lovley labs.

Air-gen デバイスに必要な物は、厚さ $10\mu\text{m}$ 未満のタンパク質ナノワイヤの薄膜のみだ、と研究者たちは説明する。薄膜の底部には電極が配置され、上部のナノワイヤ薄膜の一部のみを、より小さな電極でカバーする。同薄膜は空気中から水蒸気を吸収。タンパク質ナノワイヤの導電性と界面化学の組み合わせに、薄膜内のナノワイヤの間の微細孔が加わることで、2つの電極間で発電する条件が揃う。

Air-gen デバイスによる発電は、現在の状態でも小型の電子機器への電力供給が可能であり、近いうちに商業化へのスケールアップが期待できると、研究者たちは言う。次の段階では、ヘルスマニター、フィットネスモニターやスマートウォッチ等の電子ウェアラブルに電力を供給する小さな Air-gen 「パッチ」を開発し、従来のバッテリーを代替える計画だ。また、携帯電話の定期的な充電を不要にするアプリケーションにむけた Air-gen の開発も目指している。

「最終的な目標は、大規模なシステムの開発です。例えば、この技術を壁用のペンキに統合して家庭に給電したり、スタンドアロン型空気発電機を開発して、系統外で電力を供給したりすることを想定しています。ナノワイヤの製造が産業スケールに達すれば、持続可能なエネルギー生産に多大に貢献する大型システムを開発できると大いに期待しています。」と、Yao 氏は言う。

Lovley 氏の研究室では最近、ジオバクター属微生物の実用的な生体的能力のさらなる向上

を目指し、タンパク質ナノワイヤをより迅速、安価で大量に生成する新しい微生物菌株を開発した。「私たちは、大腸菌(E.coli)を、タンパク質ナノワイヤの生成工場に転換しました。」と、Lovley氏は言う。「この新しいスケーラブルなプロセスにより、タンパク質ナノワイヤの供給は、これらのアプリケーションを開発する上で、もはや障害にはなりません。」

Air-genの発見には、異例の学際的な協力関係が反映されたものだ、と研究者たちは言う。Lovley氏は、30年以上前に、ポトマック川の泥の中でジオバクター属微生物を発見した。その後、同氏の研究室では、ジオバクター属微生物の導電性タンパク質ナノワイヤの生成能力を発見。また、Yao氏は、マサチューセッツ大学アマースト校に着任する前は、ハーバード大学でシリコンナノワイヤを用いた電子デバイスの開発に携わっていた。この二人が協力して、ジオバクター属微生物から採取したタンパク質ナノワイヤを利用した、有用な電子デバイスの作製に取り組んだ。

Yao研究室の博士課程研究生であるXiaomeng Liu氏は、センサーデバイスの開発中に予想もしない事象に気が付いた。「ナノワイヤを特定の方法で電極に接触させると、デバイスが発電することに気が付いたのです。空気中の水蒸気にさらすことが不可欠であること、そして、タンパク質ナノワイヤは水を吸着し、デバイス全体に電圧勾配を生成することもわかりました。」と、Liu氏は回想する。

Yao氏の研究室では、Air-genに加え、タンパク質ナノワイヤを利用して複数のアプリケーションを開発した。「これはまだ、タンパク質ベースの電子デバイスによる、新しい時代の始まりにすぎません。」と、Yao氏は言う。

この研究は、マサチューセッツ大学アマースト校のOffice of Technology Commercialization and Venturesを通じたシードファンドと、同大学のCollege of Natural Sciencesの研究開発資金が一部支援した。

翻訳：NEDO（担当 技術戦略研究センター）

出典：本資料は、マサチューセッツ大学アマースト校の以下の記事を翻訳したものである。

“New Green Technology from UMass Amherst Generates Electricity ‘Out of Thin Air’”
(<https://www.umass.edu/newsoffice/article/new-green-technology-umass-amherst>)
(Reprinted with permission of the University of Massachusetts Amherst)

【電子・情報通信分野】

仮訳

黒リンのトンネル電界効果トランジスタが 超低電力スイッチングを可能に（韓国）

2020年2月21日

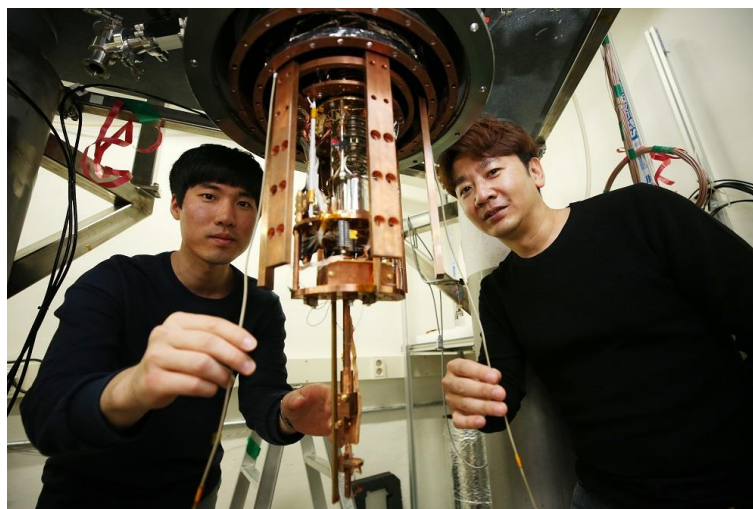


写真: Ph.D.候補生 Seungho Kim 氏(左)と、Sungjae Cho 教授(右)

研究者たちが、超低電力スイッチの代替えとして利用可能な、黒リンのトランジスタを実現。韓国科学技術院 (KAIST) 物理学科教授の Sungjae Cho 氏の研究チームは、従来の相補型金属酸化膜半導体(CMOS)トランジスタに比べ、スイッチング電力消費量が 10 倍、スタンバイ電力消費量が 1 万倍少ない、黒リン層の厚さを調整したトンネル電界効果トランジスタ(TFET)を開発した。

研究チームは、従来の CMOS トランジスタに代わる、高速で低電力のトランジスタを開発した、と発表した。特に、TFET の動作速度と性能を低下させていた課題を解決し、ムーアの法則の限界を延長する道を開拓した。

「Nature Nanotechnology」誌に先月掲載された研究によると、Cho 教授の研究チームは、接合界面の問題なく、黒リン層の厚さを位置的に変化させる、天然のヘテロ接合 TFET を報告した。研究チームは、4~5 dec 以上の電流という過去最少のサブスレッショルドスイング平均値と、過去最大のオン電流を達成した。これにより、TFET は、従来の CMOS トランジスタに匹敵する動作速度を、より少ない消費電力で実現できることになった。

「私たちは、高速、低電力なスイッチングに必要な基準を満たす、初めてのトランジスタの開発に成功しました。今回開発した TFET トランジスタは、性能劣化という大きな課題を解決し、CMOS トランジスタを代替できます。」と、Cho 氏は言う。

トランジスタの微細化を継続することは、現在のインフォメーション・テクノロジー(IT)進展の鍵である。しかし、増大する電力消費量によってムーアの法則の限界が近づく中、代替となる新たなトランジスタ設計の開発は、喫緊の課題となっている。

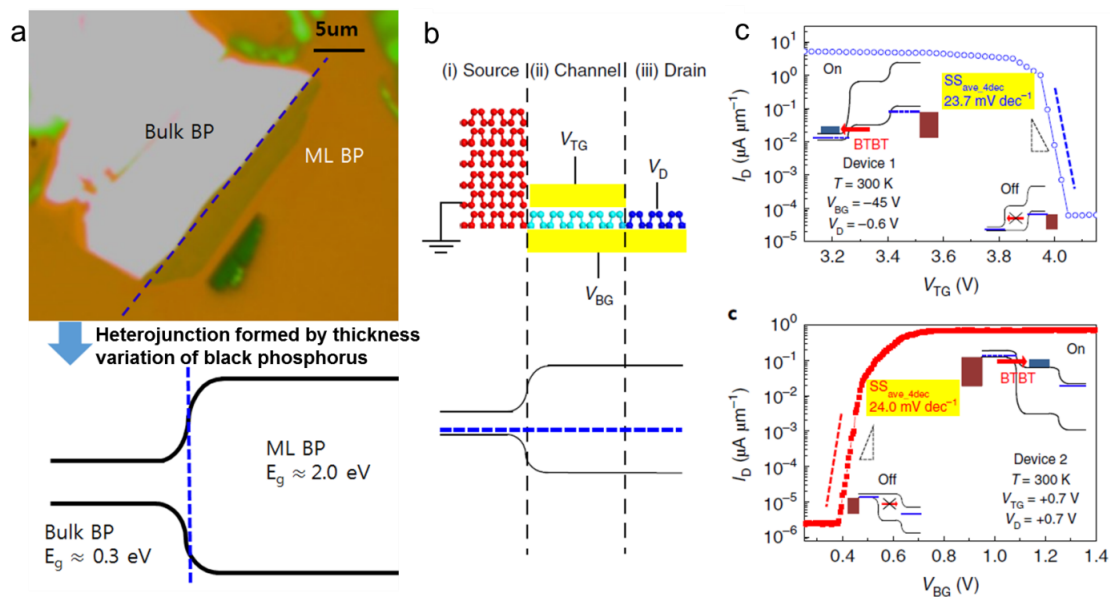
トランジスタの微細化を進めながら、スイッチングとスタンバイ消費電力の両方を低減するには、電流量を一桁増加させるのに必要なサブスレッショルド領域での電圧値として定義されている、サブスレッショルドスイング値の熱電子の限界を克服しなければならない。CMOS 回路のスイッチングとスタンバイ電力の両方を低減するためには、トランジスタのサブスレッショルドスイング値の低減が必須である。

しかし、CMOS トランジスタには、サブスレッショルドスイング値の下限が 60 mV/dec であるという、キャリア注入に起因する根本的な課題がある。International Roadmap for Devices and Systems (IRDS)は、トランジスタの微細化に関する課題に対処するためには、近い将来、CMOS を超える新材料を用いた新しいデバイス設計が必要になる、と既に予測している。特に TFET トランジスタは、サブスレッショルドスイング値を、熱電子の下限である 60 mV/dec を下回る値まで実質的に低減できるため、CMOS トランジスタの主要な代替として提案されてきた。TFET トランジスタは量子トンネル効果により動作するので、CMOS トランジスタのキャリア注入のように、サブスレッショルドスイング値を制限しない。

特に、ヘテロ接合 TFET は、低いサブスレッショルドスイング値と高いオン電流の両方の実現にはかなり有望である。トランジスタの高速駆動には、デバイスをオン状態にするのに、低電流ではより長時間を要するため、高いオン電流が不可欠だ。理論的期待に反し、従来のヘテロ接合 TFET は、ヘテロ接合界面の課題のため、CMOS トランジスタより 100~10 万倍低いオン電流（動作速度が 100~10 万倍遅い）を示した。CMOS トランジスタの低電力 TFET への代替は、この低い動作速度が妨げている。

「私たちは、低電力アプリケーションのための CMOS トランジスタ代替に不可欠な、高速かつ超低電力動作の TFET 最適化を、初めて実証しました。」と、Cho 氏は言う。また、ムーアの法則の限界を延長できたことは、社会生活のほぼすべての面に影響を及ぼすだろう、と語った。

本研究 (<https://www.nature.com/articles/s41565-019-0623-7>) は、韓国国立研究財団(NRF)の支援を受けた。



図について：

- A. 黒リン 2D 材料の厚み変化により形成されたヘテロ接合の光学像とバンド図。
- B. トンネル電界効果トランジスタと厚さに依存するバンドギャップの模式図。
- C. 急峻なサブスレッショルドスイング値と高いオン電流を示す伝達特性曲線。

本研究論文：

Kim et al. (2020) Thickness-controlled black phosphorus tunnel field-effect transistor for low-power switches. Nature Nanotechnology. Available online at <https://doi.org/10.1038/s41565-019-0623-7>

研究者プロフィール：

Professor Sungjae Cho
sungjae.cho@kaist.ac.kr
 Department of Physics
<http://qtak.kaist.ac.kr/>
 KAIST

Seungho Kim, PhD Candidate
krksh21@kaist.ac.kr
 Department of Physics
<http://qtak.kaist.ac.kr/>
 KAIST

翻訳：NEDO（担当 技術戦略研究センター）

出典：本資料は、KAIST（旧・韓国科学技術院）の以下の記事を翻訳したものである。

“Black Phosphorous Tunnel Field-Effect Transistor as an Alternative Ultra-low Power Switch”

https://news.kaist.ac.kr/newsen/html/news/?mode=V&mng_no=5490&skey=category&sval=research&list_s_date=&list_e_date=&GotoPage=1

(Reprinted with permission of KAIST)

【電子・情報通信分野】

仮訳

シリコンのコンピューティング能力を脳研究と義肢に役立てる スタンフォード大学開発のBMIデバイス（米国）

2020年3月20日

新デバイスでは、脳内の数百のニューロンをリアルタイムで観察可能に。同システムは、カメラのシリコンチップを改良したものがベースで、ニューロンの電気活動を、写真ではなく動画で撮影。

記事執筆：Taylor Kubota, Stanford University News Service

スタンフォード大学の研究者たちが、脳をシリコンベースの技術に直接接続する新しいデバイスを開発した。ブレイン・マシン・インターフェイス(BMI)デバイスはすでに存在し、義肢、疾病治療や脳研究などに利用されているが、この最新デバイスは、既存デバイスよりも非侵襲的にデータをより多く記録できる。

「2D のシリコンエレクトロニクスを、3D 構造の脳に適用させた例は、今までありませんでした。」と、スタンフォード大学で材料科学・工学専攻の大学院生、Abdulmalik Obaid 氏は言う。「私たちは、従来のチップ製造の既存の知見を手放し、シリコンエレクトロニクスを 3D 構造に適用するための新しいプロセスを設計しなくてはなりませんでした。それはまた、簡単にスケールアップできる方法である必要がありました。」



開発したマイクロワイヤアレイを持つ、Abdulmalik Obaid 氏（左）と Nick Melosh 氏（右）。脳内の何百ものニューロンの動きを、このマイクロワイヤの束でリアルタイムに観察できる。

（画像クレジット：Andrew Brodhead）

3月20日発刊の「Science Advances」誌に発表された論文によると、同デバイスにはマイクロワイヤの束が含まれており、各ワイヤは最も細い人間の毛髪の半分以下の薄さだとい

う。これらの細いワイヤを脳に優しく挿入し、外部のシリコンチップに直接接続すると、各ワイヤを通過する脳の電気信号を、まるでニューロンの電気活動の動画を撮るように記録できる。現在のバージョンには数百本のマイクロワイヤが含まれているが、将来的には、数千本含められる可能性がある。

「電気活動は脳の活動を最も高解像度で観察する方法の一つです。」と、スタンフォード大学の材料科学工学教授で、論文の共同上席著者である、[Nick Melosh](#)氏は言う。「このマイクロワイヤアレイを使えば、個々のニューロンのレベルで起きていることを観察できます。」

研究者たちは、ラットの網膜細胞と、生きているマウスの脳で、新 BMI デバイスを試験した。その結果、両ケースでマイクロワイヤアレイの数百本のチャンネルを通じた有意な信号が獲得できた。現在実施中の研究では、デバイスの脳内に設置可能な時間と、これらの信号が明らかにできることについて、さらに確認する。研究チームが特に関心を持っているのは、学習に関する信号の意味だ。研究者たちは、人工装具、特に発話補助のアプリケーション開発にも取り組んでいる。

待つ価値がある

研究目的を達成するためには、耐久性のみならず、最小限の損傷で脳との密接な接続を確立できる BMI を作製する必要がある、と研究者たちは認識していた。研究者たちはシリコンベースのデバイスへの接続に焦点を当て、これらの技術の進歩を活用しようと試みた。



マイクロワイヤアレイの近距離画像。上部にシリコンチップ、下部にワイヤを取り付けて、脳内に優しく挿入。同デバイスは、ニューロンの活動を動画で撮影可能にする。

(画像クレジット: Andrew Brodhead)

「シリコンチップは極めて強靱で、驚異的なスケールアップ能力を持っています。」と、Melosh氏は言う。「新技術のアレイは、このシリコンチップと、とても簡単に結合します。チップをアレイの束の露出した端にプレスして、信号を獲得するだけでよいのです。」

研究者らが取り組んだ主な課題の一つは、アレイの構造を解明することだった。アレイは主要なコンポーネントが数百本の微細なワイヤであるにもかかわらず、強度と耐久性を保持しなければならなかった。解決策は、生体に安全なポリマーで各ワイヤを包み、金属の環で纏めることだった。これにより、各ワイヤの間隔が開けられ、適正な配置が確保される。金属環

の下でポリマーを取り除き、各ワイヤを脳に個別に対応させる。

既存の BMI デバイスは、100 チャンネルの信号を提供する約 100 本のワイヤに制限されており、各ワイヤは手間をかけて手作業でアレイに配置しなければならない。研究者たちは、何年もかけて設計と製作技術を改良し、数千チャンネルのアレイの作製を実現した。本研究の一部は、Wu Tsai Neurosciences Institute の Big Ideas grant により、支援された。

「新デバイスの設計は、既存の高密度な記録デバイスとは完全に異なり、アレイの形状、サイズ、密度を、製造時に簡単に変更できます。つまり、あらゆる 3D 配置でも、様々な脳の領域や深度の信号を、同時に記録できます。」と、論文の共同執筆者で、脳神経外科学および神経学の准教授である Jun Ding 氏は言う。「この技術が広く普及すれば、正常時や異常時の脳機能の理解に大きく貢献するでしょう。」

この野心的でありながらエレガントなアイデアを何年も探求した結果、生体組織で試験可能なデバイスを開発できたのは、同プロセスの最終段階になってからだった。

「私たちは、マイクロワイヤを何 km も使ってスケールアップしたアレイを作製し、それをシリコンチップに直接接続しなければなりませんでした。」と、論文の共同主著者で、Stanford Bio-X Bruce and Elizabeth Dunlevie Fellow の、Obaid 氏は言う。「この設計に何年も取り組んだ後、初めて網膜上で試験したところ、すぐにうまくいきました。とても安心しました。」

研究者たちは現在、マウスの網膜を使った初期の試験に続き、アレイの耐久性とスケールアップしたデバイスの性能の確認に向け、長期的な動物研究を実施している。また、デバイスが報告できるデータの種類についても調査している。これまでのところでは、脳内で起きている学習と失敗を観察できる可能性が示されている。研究者たちは、将来的には、このアレイを使って人工装具や発話や視力の回復を補助するデバイスを作製するなど、人間のための医療技術の向上に役立てられる、と期待している。

スタンフォード大学の他の共著者には、Melosh 研究室の元博士課程学生である Mina-Elraheb Hanna 氏（共同代表）、Ding 研究室の元ポスドク研究員で、現在は台湾・中央研究院分子生物研究所に所属する Yu-Wei Wu 氏（共同代表）、Chichilnisky 研究室の大学院生の Nora Brackbill 氏、John R. Adler Professor of Neurosurgery で、眼科学教授の E.J. Chichilnisky 氏がいる。他の共著者には、英国フランス・クリック研究所（共

同代表)、ユニヴァーシティ・カレッジ・ロンドン(共同代表)、Paradromics Inc. (共同代表)、チューリッヒ工科大学の研究者らがいる。

Chichilnisky 氏は、Stanford Bio-X および Wu Tsai Neurosciences Institute のメンバーである。Ding 氏は Stanford Bio-X、Maternal & Child Health Research Institute (MCHRI)、および Wu Tsai Neurosciences Institute のメンバーである。Melosh 氏は、Stanford Bio-X と Wu Tsai Neurosciences Institute のメンバーで、Precourt Institute for Energy のアフィリエイト、Stanford ChEM-H のファカルティ・フェローである。

本研究は、米国立衛生研究所(NIH)、国防高等研究計画局(DARPA)、Wu Tsai Neurosciences Institute、英国フランシス・クリック研究所、ウェルカム・トラスト、ヒューマン・フロンティア・サイエンスプログラムおよび英国医学研究審議会(MRC)が支援した。

翻訳：NEDO (担当 技術戦略研究センター)

出典：本資料は、スタンフォード大学の以下の記事を翻訳したものである。

“Stanford device brings silicon computing power to brain research and prosthetics”

(<https://news.stanford.edu/2020/03/20/bringing-silicon-computing-power-brain/>)

(Reprinted with permission of Stanford University.)

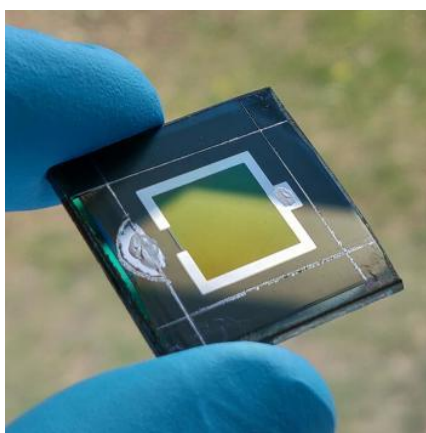
【新エネルギー分野（太陽光発電）】

仮訳

タンデム型太陽電池の世界記録がNRELチャートに登場

(ドイツ)

2020年4月14日



ペロブスカイト-CIGS タンデム太陽電池が、一般的なラボサイズ、1 cm²で実現。© HZB



同ペロブスカイト-CIGS タンデム型太陽電池は、NREL チャートに登録済み。(赤い四角形のドット表示)エネルギー変換効率 24.16%の世界記録は、現在 HZB が保持。© NREL

太陽電池の世界記録で有名な米国立再生可能エネルギー研究所 (NREL)チャートが特別なカテゴリーを立ち上げ、HZB(物質・エネルギーヘルムホルツセンター)が新しく開発したタンデム型太陽電池を紹介。この世界記録の太陽電池は、半導体ペロブスカイトとCIGSを組み合わせたモノリシックな「2端子」タンデム型太陽電池。同太陽電池に利用した薄膜技術が、宇宙空間での長寿命の保持と、フレキシブルなフィルム上への作製も可能にした。エネルギー変換効率は、24.16%を達成。

タンデム型太陽電池は、太陽光スペクトルの異なる領域の光を電気エネルギーに変換する2種類の半導体を組み合わせたものだ。ハロゲン化金属ペロブスカイトは主に可視光領域を、CIGS半導体は赤外領域をそれぞれ変換する。CIGSセルは、銅、インジウム、ガリウム、セレンで構成され、総厚わずか3-4μmの薄膜で堆積でき、ペロブスカイト層は0.5μmとさらに薄い。このように、CIGSとペロブスカイトの新タンデム型太陽電池は、5μmをはるかに下回る薄さのため、フレキシブルなソーラーモジュールの製造が可能になる。

宇宙空間でのアプリケーションに最適

「これらの組合せは極めて軽量で、放射線にも安定するので、宇宙空間での衛星技術アプリケーションに適しています。」と、HZBのSteve Albrecht教授は言う。大規模な共同研

究による本研究結果は、有名な「JOULE」誌に発表されたばかりだ。

極めて薄型で効率的

「今回は、下部セル(CIGS)と上部セル(ペロブスカイト)を直接接合したので、タンデムセルは、端子と呼ばれる2個の電気接点のみを有します。」と、下部セルのCIGSを開発した研究チーム、HZB PVcomBのChristian Kaufmann氏は言う。「特に、ルビジウムを採用することにより、CIGSの吸収体を大幅に改善しました。」と、同氏は言う。

接合の改善

Albrecht氏とその研究チームは、HZBのHySPRINT研究室で、粗いCIGS層上にペロブスカイト層を直接堆積した。「私たちは、以前開発した手法を利用しました。」と、Albrecht氏の研究グループの元ポスドクで、現在はスロベニアのリュブリャナ大学の科学者のMarko Jošt氏は言う。CIGS層にいわゆるSAM (self-assembled monomolecular)分子を取り入れ、単分子層を自己組織化して、ペロブスカイトとCIGS間の接合を向上させた。

公式認定エネルギー変換効率:24.16%

新ペロブスカイト-CIGSタンデム型太陽電池は、エネルギー変換効率24.16%を達成した。この値は、フラウンホーファー太陽エネルギーシステム研究所 (Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems: ISE)のCallLabが、公式に認定した。

NRELチャート

このようなCIGSとペロブスカイトで構成した「2端子」タンデム型太陽電池は、既存のカテゴリーとは区別されるため、米国立再生可能エネルギー研究所(NREL)は、かの有名なNRELチャートに、新しいカテゴリーを立ち上げた。このチャートには、1976年以降のほぼ全ての種類の太陽電池のエネルギー変換効率の推移が示されている。ペロブスカイト化合物がチャートに登録されるようになったのは2013年以降で、同材料の変換効率は、他の材料より急激に向上している。

Steve Albrecht 教授は、BMBFの資金提供を受けるHZBの若手研究グループを率いており、ベルリン工科大学のジュニアプロフェッサーである。Christian Kaufmann氏は、HZB PVcomBの研究グループを率いている。HZBでは最近、無機半導体とペロブスカイトを組み合わせたタンデム型太陽電池の世界記録を、数件報告した。現在、Albrecht

NEDO 海外レポート NO.1128, 2020.7.31.

氏の研究チームは、NREL チャートにも登録されている、シリコンとペロブスカイトを用いた変換効率 29.1%のタンデム型太陽電池の世界最高記録も保持している。

記事執筆 : Dr. Antonia Rötger, Press Officer

翻訳 : NEDO (担当 技術戦略研究センター)

出典 : 本資料は、ヘルマン・フォン・ヘルムホルツ協会(HGF)の以下の記事を翻訳したものである。

“Tandem solar cell world record: New branch in the NREL chart”

([https://www.helmholtz-](https://www.helmholtz-berlin.de/pubbin/news_seite?nid=21263;sprache=en;seitenid=1)

[berlin.de/pubbin/news_seite?nid=21263;sprache=en;seitenid=1](https://www.helmholtz-berlin.de/pubbin/news_seite?nid=21263;sprache=en;seitenid=1))

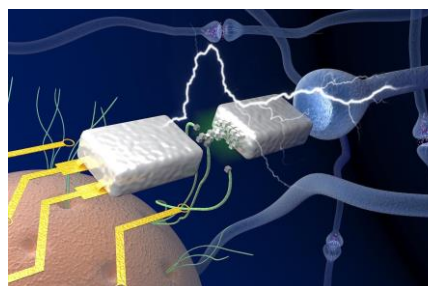
【ナノテクノロジー・材料分野】

仮訳

効率的な生体的学習で人間の脳を模倣するエレクトロニクス (米国)

2020年4月20日

アメリカ合衆国マサチューセッツ州アマースト
ほんの10年前まで、ニューロモーフィック・コン
ピューティングの新たなフロンティアの開拓を試
みた科学者たちは、メモリスタと呼ばれる微細な
ツールを使用した、実際の脳のシナプスのように
機能・作動するデバイスを、待ち望んでいた。



ジオバクター属微生物(橙色)由来のタン
パク質ナノワイヤ(緑)は、脳のニューロン
成分(青色接合)を模倣して、生体の電圧
で作動するメモリスタデバイス(銀)を促進
する。

写真提供: UMass Amherst/Yao lab

しかし、この度、マサチューセッツ大学アマースト
校の研究チームが、タンパク質ナノワイヤの理解を
深める研究の過程で、生体の導電性フィラメントを
使用した「メモリー・トランジスタ」デバイス、ニ
ューロモーフィック・メモリスタの作製方法を発見
した。脳と同様、非常に低電力で効率的に作動し、
ニューロン間で信号を伝達する。詳細は、「[Nature Communications](#)」誌に掲載されてい
る。

ニューロモーフィック・コンピューティングの最大の課題の一つで、実現不可能だと考え
られていたのは、従来の多くのコンピューターが1V超で作動するのに対し、脳の活動電
位と呼ばれるニューロン間の信号は、約80mVを何倍も下回ることにあり、と論文筆頭著
者で電気・コンピューター工学博士号取得予定のTianda Fu氏は言う。初期の実験から10
年が経過した今日では、メモリスタ電圧は従来のコンピューターと同様の範囲内だが、そ
れを下回ることはあり得ないと思われていた。

Fu氏は、微生物学者で共著者のDerek Lovley氏が同校で開発した、ジオバクター属微生
物由来のタンパク質ナノワイヤを利用して、メモリスタが脳に匹敵する電圧レベルで作動
する実験を行ったと報告した。これらの試験は、電気・コンピューター工学の研究者で共
著者のJun Yao氏の実験室で実施した。

「脳に匹敵する電圧レベルでデバイスが作動するのは、これが初めてです。脳内の生体的なカウンターパートと同等レベルに電力効率の良いデバイスを作製できると期待した人はおそらくいなかったでしょうが、今では超低電力コンピューティングの可能性を裏付ける実際の証拠があります。これは概念のブレイクスルーであり、生体レベルの電圧で作動するエレクトロニクスの研究の展開が期待されます。」 と、Yao氏は言う。

ジオバクター属微生物の導電性タンパク質ナノワイヤは、製造に毒性の化学物質や高エネルギープロセスを要する高価なシリコンナノワイヤを超える多くの利点を提供する、と Lovley氏は言う。また、タンパク質ナノワイヤは、バイオ医療アプリケーションで重要となる、水や体液中での安定性も有する。本研究では、バクテリアからナノワイヤを切り離し、導電性タンパク質のみが使用されるようにした、と同氏は言う。

Fu氏とYao氏は、精製したナノワイヤの性能を試し、異なる電圧レベルでどのようなことが可能なのか等を調査したという。両氏は、メモリスタ内の微細な金属の糸を通じた正負電荷パルスのオン・オフ切り替えによる電気スイッチの試験を実施した。

タンパク質ナノワイヤは、金属イオンの反応性と電子移動特性を変える金属還元を促進することから、試験には金属の糸を利用した。Lovley氏によると、人間が呼吸を通じて酸素を得ると同様に、天然の微生物ナノワイヤは呼吸により金属を化学的に還元して、エネルギーを得るので、タンパク質ナノワイヤのこのような働きは驚くものではないとのことだ。

電荷パルスのオン・オフが、金属フィラメントで変化を起こし、人間の毛髪の直径の1/100の微細なデバイスで、新たな分岐と結合が発生する、とYao氏は言う。これは、実際の脳での学習と同様の効果、つまり新しい結合を生み出す。「ナノワイヤ・メモリスタ・シナプスの導電性や可塑性を調整することで、脳型コンピューティング用の生体的なコンポーネントの模倣が可能で、従来のコンピューターと比較すると、このデバイスはソフトウェアベースではない学習能力を有しています。」 と、同氏は言う。

「最初の試験では、ナノワイヤの性能は満足いくものではなかったものの、研究を続けるには十分でした。」 と、Fu氏は言う。Fu氏は2年間かけて改善を重ね、同氏とYao氏はある運命的日、コンピューター画面に表示された電圧測定値を見て釘付けになった。

「この素晴らしい性能を目撃した日のことは覚えています。電流・電圧掃引の測定中、コンピューター画面で観察していました。数値は下降し続け、私たちは互いに、やった、うまくいったぞ、と言いました。とても驚き、本当に励みになりました。」

Fu氏、Yao氏、Lovley氏をはじめとする研究者らは、この発見をさらに発展させ、メカニズムの研究や、メモリストにおけるタンパク質ナノワイヤの「化学、生態、電子的な働きを徹底的に解明する」と、Fu氏は言う。また、心拍のモニタリングデバイスなどのアプリケーションも考えられるという。「このデバイスが生体システムで実際のニューロンとの情報伝達を実現する可能性が期待できます。」と、Yao氏は言う。

翻訳：NEDO（担当 技術戦略研究センター）

出典：本資料は、マサチューセッツ大学アマースト校の以下の記事を翻訳したものである。

“Researchers Unveil Electronics that Mimic the Human Brain in Efficient, Biological Learning”

<https://www.umass.edu/newsoffice/article/researchers-unveil-electronics-mimic-human>

(Reprinted with permission of the University of Massachusetts Amherst.)

【ナノテクノロジー・材料分野】

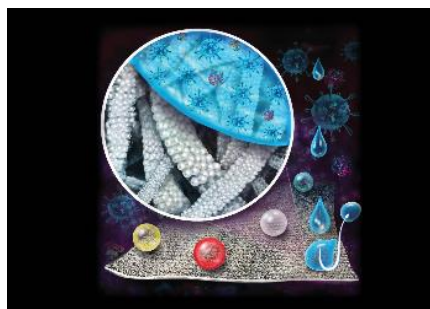
仮訳

ウイルスを寄せ付けない丸洗いでできる耐久性テキスタイルコーティング

(米国)

2020年5月13日

「ACS Applied Materials and Interfaces」誌に掲載された新しい研究が、安全で再利用可能なPPEの実現につながる可能性。



処理したテキスタイルの流体に対する反発力を示した図。

アメリカ合衆国オハイオ州ピッツバーグ (2020年5月13日)ー医療従事者の感染防護には、マスク、ガウン、その他の個人用保護具 (PPE)は不可欠だ。しかし、PPEに使用されるテキスタイルや材料は、ウイルスや細菌を付着・吸収し、運ぶことができるので、着用者が封じ込めようとしている病気を意図せず広めてしまう。

医療従事者の間でコロナウイルス感染症が広まり、PPEの供給不足に直面し、PPEを安全に再利用しながら、より強力な防護具を供給する方法の開発が極めて重要になった。

ピッツバーグ大学Swanson School of EngineeringのLAMP Labの研究が、この課題を解決できるかもしれない。同研究室では、血液や唾液等の液体をはじくだけでなく、ウイルスが表面に付着するのを防ぐこともできる繊維コーティングを開発した。本研究は、「ACS Applied Materials and Interfaces」誌に最近掲載された。

「最近では血液をはじく表面材料が注目されていて、私たちも機械的な耐久性を向上させる材料開発を試みていました。」と、同大学の産業工学博士課程の大学院生で、本論文の筆頭著者のAnthony Galante氏は言う。「私たちは、このような種類の表面材料で達成できることの可能性を広げたいと思っています。特に、現在のパンデミック禍では、ウイルスに対する試験が重要であると考えていました。」

このコーティング材料の特徴は、超音波による強力洗浄や摩擦に耐える性能だ。現在使用

されている同様のコーティング材料では、テキスタイル表面の洗浄や摩擦により、はじく機能が低下・消失する。

「表面処理は他にもありますが、使い捨てのテキスタイルに限られているので、耐久性は極めて重要です。防護服やマスクは廃棄する前に一度しか使えないからです。」と、LAMP研究室を率いるPaul Leu氏は言う。「PPEの供給不足を考えると、適切な洗浄、消毒ができ再利用可能な、医療用テキスタイルのコーティング材料が必要です。」

Galante氏は、新しいコーティング材料を試験し、数十回超音波で洗浄し、数千回研磨パッド（鍋やフライパンを磨くのに使う物と類似していないわけではない）で回転させ、鋭利なカミソリの刃でもこすった。各試験の後も、コーティング効果は維持されていた。

研究者たちは、Charles T. Campbell Microbiology Laboratoryのリサーチ・ディレクター Eric Romanowski氏と、同大学眼科学部の基礎研究ディレクターであるRobert Shanks氏と協力し、アデノウイルスで新コーティング材料の試験を実施した。

「このテキスタイルは血液、タンパク質や細菌をはじくことがすでに示されているので、論理的な次のステップとしては、ウイルスをはじくかどうかを見極めることでした。私たちは、急性呼吸器疾患や結膜炎（はやり目）を起こすヒトアデノウイルス4型と7型を選択しました。」と、Romanowski氏は言う。「ウイルスと本質的には同じ、核酸を内部にもつタンパク質をはじくように、このテキスタイルがアデノウイルスもはじくことを期待しました。結果、アデノウイルスは、タンパク質と同じようにはじかれました。」

同コーティング材料は医療分野に幅広く適用できる可能性があり、特にアデノウイルスのような簡単に広がるウイルスをはじく機能が、病院のガウンから待合室の椅子に至るまであらゆるものに効果を発揮するだろう。

「アデノウイルスは、病院の待合室や汚染された表面などから予期せずに検出されるかもしれません。学校や家庭で急速に広まってしまう、生活の質に大きな悪影響を及ぼしてしまいます。子供は学校に行けなくなり、親は仕事に行けなくなってしまうのです。」と、Shanks氏は言う。「例えば、待合室の家具にこのコーティングを施せば、この課題の軽減に大きく貢献できます。」

研究者たちは、次の段階として、COVID-19を引き起こすベータコロナウイルス属に対するコーティング効果の試験を予定している。

「もしコーティング処理した布がベータコロナウイルス、特にSARS-CoV-2をはじけば、

PPE、スクラブ、あるいは衣服でさえもタンパク質から作製でき、血液、細菌、ウイルスフリーなファブリックは、医療従事者や一般市民に非常に大きな影響を与えるでしょう。」と、Romanowski氏は言う。

現在のコーティング方法は、溶液を注射器で注入して材料を浸し、加熱により安定性を向上させるドロップキャスト法で処理を実施している。しかし研究者たちは、スプレーや浸漬法を用いることにより、ガウンのような大面積の素材にも適用でき、将来的には大規模生産が可能になると考えている。

本研究論文「Superhemophobic and Antivirofouling Coating for Mechanically Durable and Wash-Stable Medical Textiles」(DOI: [10.1021/acsami.9b23058](https://doi.org/10.1021/acsami.9b23058)) は、Anthony Galante氏、Sajad Haghanifar氏、Eric Romanowski氏、Robert Shanks氏とPaul Leu氏の共著である。

記事執筆 : Maggie Pavlick, 5/13/2020

執筆者連絡先: [Maggie Pavlick](mailto:Maggie.Pavlick@pitt.edu)

翻訳 : NEDO (担当 技術戦略研究センター)

出典 : 本資料は、ピッツバーグ大学の以下の記事を翻訳したものである。

“Pitt Researchers Create Durable, Washable Textile Coating That Can Repel Viruses”

(<https://www.engineering.pitt.edu/News/2020/Virus-Repelling-Textile-Coating/>)

(Reprinted with permission of the University of Pittsburgh.)

【電子・情報通信分野】

仮訳

電池寿命の向上、高帯域と高速性を実現する5Gの新しいスイッチ（米国）

2020年5月26日



アメリカ合衆国テキサス州オースチン—5G革命が始まり、次世代のワイヤレス通信速度にアクセス可能な携帯電話の初代モデルがすでに発売されている。テキサス大学オースチン校(UT Austin)とフランスのリアル大学の研究者たちは、デバイスの電池寿命を延ばしつつ、ハイデフィニション(HD)ストリームメディアの処理速度を向上させる、より効率的な5G周波数の最高帯域へのアクセスを可能にする新しいコンポーネントを開発した。

スマートフォンには、さまざまな機能を実行するスイッチが搭載されている。主要なタスクの1つに、ネットワークと4G、Wi-Fi、LTE、Bluetooth等間の周波数スペクトルの切り替えがある。このタスクを実行する現行の無線周波数(RF)スイッチは常時稼働しており、プロセス処理のための貴重なエネルギーと電池寿命を消耗している。

「私たちが開発したスイッチは、現行のものに比べて50倍超のエネルギー効率を有します。」と、本研究を率いたCockrell School of Engineeringの電気・コンピューター工学教授、Deji Akinwande氏は言う。「新技術では、HDTV（高画質・高音質テレビジョン）ストリームを100GHzの周波数で送信でき、これはブロードバンド・スイッチ技術では前例がありません。」

Akinwande氏と同氏の研究チームは、この研究結果を「Nature Electronics」誌に発表した。

「従来のスイッチは、大量の電力を消費することが明らかになりました。」と、同氏は言う。「また、消費した電力は無駄な電力なのです。」

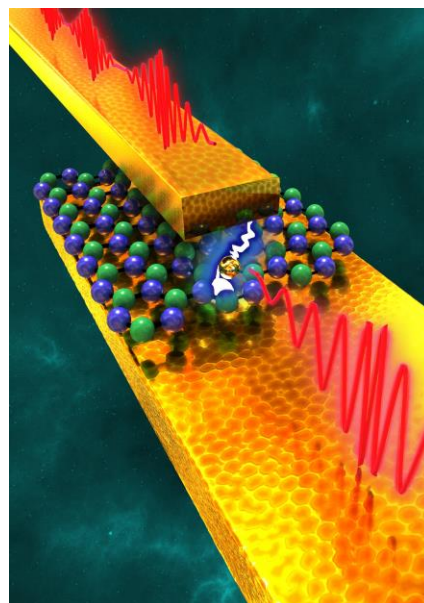
新スイッチは、デバイスのネットワーク切り替え支援時以外はオフ状態で、電池寿命を節約し、他のプロセスにあてることができる。また、5Gレベルの速度のベースラインをはるかに上回るデータ送信能力も提供する。

米国防高等研究計画局(DARPA)は、「near-zero-power」のRFスイッチ開発を長年推進してきた。これまでの研究では、低速度だが長距離間のデータ送信が可能な、5Gスペクトルの低周波数地帯では成功している。しかし、新スイッチは、低周波数帯のギガヘルツ(GHz)から高周波数帯のテラヘルツ(THz)まで、全スペクトルを通して機能する初のスイッチであり、将来的には6G開発の鍵となる可能性がある。

UTチームが開発したスイッチは、ナノ材料の六方晶窒化ホウ素 (hBN)を利用している。これはグラフェンと同じ周期の新しいナノ材料であり、いわゆる「驚異的な材料」と呼ばれているものだ。同スイッチの構造は、Akinwande氏によると人間の毛髪の約100万倍の薄さの、ホウ素と窒素原子のハニカムパターンの単一層を、一対の金の電極で挟んだものだ。

これらのスイッチの利用範囲はスマートフォンだけにとどまらない。衛星システム、スマートラジオ、リコンフィギャラブル(再構成可能)通信、IoT、防衛技術などにはすべて、新技術が利用可能だ。

「RFスイッチは、軍事通信、コネクティビティ、レーダーシステムに広く普及しています。」と、このプロジェクトに資金提供した米国陸軍戦闘能力開発コマンド(ACCDC)陸軍研究所(ARL)の一部門である陸軍研究局(ARO)の材料科学プログラム部長、Pani Varanasi博士は言う。「これらの新スイッチは、既存のコンポーネントに比べ大きく性能が向上し、モバイル通信や高度なりコンフィギャラブルシステム用電池の寿命延長を可能にします。」



UT Austin 研究チームのスイッチの図。
hBN層を間に挟んだ2つの金の電極を示す。

本研究は、過去に実施したhBNによる最薄型メモリデバイス開発プロジェクトから派生したものだ。Akinwande氏によると、スポンサーは研究者たちに、同材料の他の用途を探求するよう促し、それがRFスイッチの開発につながった、という。

UTの研究チームには、電気・コンピューター工学教授のJack Lee氏、大学院生のMyungsoo Kim氏、Ruijing Ge氏、Xiaohan Wu氏が含まれる。同氏らは、Emiliano Pallecchi氏とHenri Happy氏が率いるリール大学のInstitute of Electronics, Microelectronics and Nanotechnologyの研究者たちと共に研究した。

本研究は、米国海軍研究局(ONR)、米国陸軍研究所(ARL)内陸軍研究局(ARO)、および米国立科学財団(NSF)によるEngineering Research Centerが資金を提供した。RFスイッチの作製は、Texas Nanofabrication Facility にて一部実施され、Grolltex Inc.がhBNのサンプルを提供した。

翻訳：NEDO（担当 技術戦略研究センター）

出典：本資料は、テキサス大学オースチン校の以下の記事を翻訳したものである。

“New 5G Switches Mean Battery Life Improvements, Higher Bandwidth and Speeds”
(<https://news.utexas.edu/2020/05/26/new-5g-switches-mean-battery-life-improvements-higher-bandwidth-and-speeds/>)

(Reprinted with permission of the University of Texas at Austin.)