



海外技術情報(2022年10月21日号)

技術戦略研究センター
Technology Strategy Center (TSC)

《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。》
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。

情報管理番号	国・機関	分野・タイトル・概要	公開日
【ナノテクノロジー・材料分野】			
142-1	アメリカ合衆国・マサチューセッツ工科大学(MIT)	<p>自己の動きを検知する新しいプログラマブル材料 (New programmable materials can sense their own movements)</p> <ul style="list-style-type: none"> MIT が、3D プリントで作製する構造体にセンシング機能を統合する技術を開発。 アーキテクテッド・マテリアルの一つである格子構造へのセンサー統合に着目。同材料は、その形状や組成の制御で機械特性を変えられる特殊な性質をもつが、密度の低さや複雑な形状によりセンサー統合が難しい。また、外付けのセンサーでは、変形等の情報の完全なフィードバックが得られない場合がある。 新技術では、樹脂槽から徐々に構造体を積層して紫外線照射で硬化する、デジタルライトプロセッシング(DLP)による 3D プリント技術を利用。格子構造の 3D プリント作製時に空気を充填したチャンネルのネットワークを作り込み、「純流体センサー」を統合する。完成した構造体を捻ったり引き伸ばしたりした際のチャンネル内の圧力の変化を測定することで、構造体の挙動のフィードバックが得られる。 DLP3D プリンティング手法で格子構造を数パターン作製し、それらを捻る、折り曲げることで、空気を充填したチャンネルが明瞭なフィードバックを提供することを 1 種類の材料のみで実証した。 また、ソフトロボットに向けて開発された新種類の材料である HSAs(handed shearing auxetics)へのセンサー統合も実証。同材料は、捻り・引き伸ばしが同時にできるため、電動ソフトロボットアクチュエーターとして利用できるが、構造が複雑でセンサー機能の付与が難しい。 3D プリント作製した HSA ソフトロボットによる 18 時間超の複数の挙動(捻り、折り曲げ、引き伸ばし等)のセンサーデータを利用したニューラル・ネットワークの訓練において、センサーからの正確な信号の送信を確認した。 自己の姿勢や挙動を認識するソフトソフトロボットや、新しいヒューマン・マシーンインターフェイス、内部構造にセンシング機能を備えたソフトデバイス等の新しいアプリケーションが期待できる。機械学習を利用した触覚センサー開発も視野に入れる。 本研究は、米国立科学財団(NSF)、Rhodes Trust との提携による Schmidt Science Fellows プログラム、NSF Graduate Fellowship(GRFP)およびヘルツ財団が支援した。 <p>URL: https://news.mit.edu/2022/materials-sense-movements-0810</p>	2022/8/10
	関連情報	<p>Science Advances 掲載論文(フルテキスト) Fluidic innervation sensorizes structures from a single build material URL: https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.abq4385</p>	

142-2	アメリカ合衆国・マサチューセッツ工科大学(MIT)	<p style="text-align: right;">2022/8/18</p> <p>チップフリーのワイヤレス電子「皮膚」 (Engineers fabricate a chip-free, wireless electronic “skin”)</p> <ul style="list-style-type: none"> MIT、バージニア大学、ワシントン大学セントルイス校および韓国の大学・研究機関から成る研究チームが、チップや電池を不要とする次世代ワイヤレスウェアラブルセンサー技術を開発。 Bluetooth チップを介した現行のワイヤレスセンサーとは異なり、新センサーはスコッチテープのように皮膚に貼り付けられるフレキシブルな超薄膜フィルム状の電子スキン設計。絆創膏のように皮膚に貼り付けてスマートフォンのワイヤレスリーダーとペアリングすることで、心拍や発汗等の生体信号がワイヤレスでモニタリングできる。 高純度・欠陥フリーで高感度の圧電材料となる窒化ガリウム(GaN)の超薄膜を、弾性表面波(SAW)センサーとワイヤレス通信装置として利用する。過去開発の超薄膜・高品質半導体の急速成長・剥離技術を活用し、GaN 単結晶の超薄膜センサーを作製した。 GaN センサーは心拍や汗に含まれる塩分に反応して振動し、その振動で発生した電気信号をレーザーが読み取る。心拍や汗に含まれる化学物質の変化に加え、紫外線の影響も GaN 膜上の SAW のパターンを変化させる。極めて高感度の GaN 膜はこれらの変化を検出する。 電気信号の送受信機能を強化する金の導電層と組み合わせた 250nm の薄さの高純度 GaN 単結晶サンプルをボランティアの手首と首に貼り付け、近くに配置したシンプルなアンテナにデバイスの周波数をワイヤレス送信。心拍に関する SAW の変化のセンシングとワイヤレス送信を実証した。 また、ナトリウムイオンを選択的に引き寄せるイオンセンシング膜との組合せでは、汗に含まれるナトリウムレベルの変化を検出し、ワイヤレス送信した。 本研究の成果は、チップフリーのワイヤレスセンサー実現に向けた最初の一步。別種のセンシング膜との組み合わせによる、グルコースやコレステロール等の他のバイオマーカーのモニタリングも構想している。 本研究は、AMOREPACIFIC(韓国の化粧品製造業者)が支援した。 <p>URL: https://news.mit.edu/2022/sensor-electronic-chipless-0818</p>
	関連情報	<p>Science 掲載論文(アブストラクトのみ:全文は有料)</p> <p>Chip-less wireless electronic skins by remote epitaxial freestanding compound semiconductors</p> <p>URL: https://www.science.org/doi/10.1126/science.abn7325</p>
142-3	アメリカ合衆国・コロルンビア大学	<p style="text-align: right;">2022/8/22</p> <p>小型レーザーベースデバイスの実現を促進する超微細なカラーコンバーター (Microscopic Color Converters Move Small Laser-Based Devices Closer to Reality)</p> <ul style="list-style-type: none"> コロルンビア大学とミラノ工科大学が、原子薄の二硫化モリブデン(MoS2)を使用した微細なレーザーカラーコンバーターを開発。従来サイズを大きく下回るデバイスによる、超微細光回路や先進的な量子光学の可能性を開く。 レーザーを利用したデバイスは約 60 年前の発明以来、情報送信や長距離通信、インターネット、外科手術や先進的なツールの製造、スーパーのレジでのスキャンや DVD 鑑賞等、日常生活のあらゆる分野で利用されている。 MoS2 は、遷移金属ダイカルコゲニドと呼ばれる、研究が最も盛んな新興材料の一つ。同材料から剥離した原子薄の単一層は光の周波数を効率的に変換するが、薄過ぎるためデバイス構築に適さない。一方、より大きな MoS2 結晶は、色を変換しない形態において安定しやすい。 商用 2D 材料サプライヤーである HQ Graphene との協力で、3R-MoS2 と呼ばれる結晶構造を作製し、様々な薄さのサンプルによる光の周波数への変換を試験した結果、ほぼ即時的で極めて大規模な光の増強を確認。通常ではサンプルが生成する光を記録する特殊なセンサーと長時間を要する。 1 ミクロンを下回る薄さの材料層を積層して効率的に構築した新デバイスで、通信波長帯の光周波数を様々な色に変換できることを実証。現行の可変波長レーザーに使用される、数 mm から数 cm の標準的な材料による非線形光学の微細化に向けた最初の一步となる。 また、導波路モードとして機能するランダムなエッジを材料中に確認。導波路モードは、結晶中を様々な速度で移動する異なる色の光子の同調状態を保持する役割を担い、量子光学アプリケーションの主要な構成要素である量子もつれ光子の生成に利用できる。 現在、導波路による変換と量子もつれ光子の生成に最も多く使用されている材料はニオブ酸リチウムだが、同材料は硬く、有効な変換効率達成には材料の厚みを要する。3R-MoS2 では、それと同等の効率性を、100 倍縮小したサイズと共に、シリコンフォトニックプラットフォームに統合してオンチップの光回路の実現を可能にする柔軟性をも提供する。 実際のアプリケーションのボトルネックは、3R-MoS2 の大規模な製造とデバイスのハイスループットの構築。ここからは、産業界の牽引が必要と考える。

		URL: https://www.engineering.columbia.edu/news/microscopic-color-converters-move-small-laser-closer-reality
	関連情報	<p>Nature Photonics 掲載論文(アブストラクトのみ:全文は有料)</p> <p>Towards compact phase-matched and waveguided nonlinear optics in atomically layered semiconductors</p> <p>URL: https://www.nature.com/articles/s41566-022-01053-4</p>

【電子・情報通信分野】		
		2022/8/9
142-4	アメリカ合衆国・カリフォルニア大学ロサンゼルス校 (UCLA)	<p>昆虫の眼とコウモリの音波探知機をもつバイオニクススーパー3D カメラ (Bug Eyes and Bat Sonar: UCLA Bioengineers Turn to Animal Kingdom for Creation of Bionic Super 3D Cameras)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ UCLA と中国・浙江研究所のヒューマノイドセンシングリサーチセンターが、ハエの複眼とコウモリのエコーロケーション(反響位置決定)機能に着想した高性能 3D カメラシステムの「Compact Light-field framework(CLIP)」を開発。 ・ コウモリは、超音波を発して跳ね返って来る反響音(エコー)を聴くことで、暗闇でも周囲環境を認識する。昆虫の多くは数百個から数万個の個眼のユニットから成る幾何学的な形状の複眼を持ち、複数の視線から同じオブジェクトを見ることができる。 ・ 死角の走査を可能にする驚異的な深度範囲を持つ次元撮像技術の「CLIP」は、コンピューター画像処理を通じて角や物陰に隠れたオブジェクトの大きさや形状を捉えることができる。 ・ シンプルなオプティクスと小型センサーアレイが、広く深いパノラマ撮像を初めて実現。自動運転車や医療用撮像ツールへの統合で、現行の最先端技術を大幅に超えるセンシング能力を提供する。 ・ 「CLIP」では、レーザーで周囲を走査して 3D マップを作成する LiDAR を使用し、従来の 3D カメラが捉えることのできない隠れたオブジェクトを撮像する。「CLIP」を使用しない従来の LiDAR は高解像度の画像を撮像できるが、隠れたオブジェクトを見落としてしまう。 ・ 7 台の LiDAR を使用した「CLIP」では、低解像度画像を撮影し、個々のカメラが捉えた情報を処理して合成した画像を高解像度 3D 画像に再構築する。異なる距離に配置された複数のオブジェクトの複合的な 3D 画像の撮影を実証した。 ・ 本研究は、米国立衛生研究所(NIH)の国立総合医科学研究所(NIGMS)が支援した。 <p>URL: https://samueli.ucla.edu/bug-eyes-and-bat-sonar-ucla-bioengineers-turn-to-animal-kingdom-for-creation-of-bionic-super-3d-cameras/</p>
	関連情報	<p>Nature Communications 掲載論文(フルテキスト)</p> <p>Compact light field photography towards versatile three-dimensional vision</p> <p>URL: https://www.nature.com/articles/s41467-022-31087-9</p>

142-5	アメリカ合衆国・ 国立標準技 術研究所 (NIST)	<p>NIST 製「原子テレビ」のライブカラー放送 (Watch NIST's 'Atomic Television' Live and in Color)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ NIST が開発中の原子ベースの無線受信機(センサー)で、カラーライブ動画・ビデオゲームの受信およびスクリーン表示の実証に成功。 ・ 新受信機では、無線信号を含んだ電磁場への高感度を示す、高エネルギーの「リュードベルグ」状態にある原子を利用することで、今回初めて動画受信を実証。国際単位系(SI)が定める信号強度測定も可能。 ・ NIST の過去の研究では、セシウム原子によるベーシックな無線受信機に加え、受信感度を 100 倍向上させるスプリットリング共振器を実証している。 ・ 原子をベースとした通信システムは、従来の電子機器に比べてサイズの縮小化やノイズ耐性に優れることから注目される。今回の動画受信の実証は、例えば遠隔地や緊急事態における無線システム強化の可能性を開くもの。 ・ 動画の受信では、ガラスコンテナ内に充填したルビジウム原子(2 種類のカラーレーザーでリュードベルグ状態)に安定した無線信号を送信すると、同原子のエネルギーが変化して搬送波が変調される。変調された出力信号はテレビに送信され、そこでアナログ-デジタル変換器がその信号をビデオグラフィックアレイのフォーマットに変換して動画がスクリーンに表示される。 ・ ライブ動画やビデオゲームのスクリーン表示には、ビデオカメラから入力信号を送信して元の搬送波を変調し、ホーンアンテナが原子に向けてその変調信号を送信する。研究チームは、元の搬送波を基準信号とし、原子が検出した最終的なビデオ出力と比較することでシステムを評価した。 ・ 原子が標準画質フォーマットでビデオを受信するために必要となるレーザービームのサイズ、出力と検出方法を調査した結果、両レーザーで 100 ミクロンを下回るビーム径がより高速のレスポンスとカラー受信につながることを解明。ビデオゲーミングや家庭内のインターネットに最適なデータ速度となる 100MB/s を達成した。 ・ 原子ベースの動画受信システムの周波数帯域とデータ速度のさらなる向上を目指す。本研究には、米国国防高等研究計画局(DARPA)と NIST の Chip Program が資金を提供した。 <p>URL: https://www.nist.gov/news-events/news/2022/08/watch-nists-atomic-television-live-and-color</p>
	関連情報	<p>AVS Quantum Science 掲載論文(アブストラクトのみ: 全文は有料)</p> <p>TV and video game streaming with a quantum receiver: A study on a Rydberg atom-based receiver's bandwidth and reception clarity</p> <p>URL: https://avs.scitation.org/doi/10.1116/5.0098057</p>

142-6	アメリカ合衆国・ハーバード大学	<p>演算するシリコン画像センサー (Silicon image sensor that computes)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ハーバード大学が、シリコン画像センサーチップ(CMOS 画像センサー)に統合できる、インセンサープロセッサを初めて開発。 ・ CMOS 画像センサーは、スマートフォンを始め視覚情報の取り込みが必要なあらゆる商用デバイスで利用されている。半導体電子産業による様々なアプリケーションへのインセンサーコンピューティングの迅速な導入を促進する。 ・ 本研究では、入射光に対する各ピクセルの感度が電圧で調整可能な、静電的なドーピングによるシリコンフォトダイオードアレイを作製。シリコンフォトダイオードアレイは、商用の画像センシングチップにも使用されている。 ・ 電圧で調整できる複数のフォトダイオードを相互に接続する同アレイは、画像処理工程で重要なアナログの乗算・加算演算を実行し、画像捕捉後に直ちに目的の視覚情報を抽出する。画像捕捉と同時にフィルタリング処理も行い、マイクロプロセッサによる映像処理の最初のプロセスをセンサー自体が担う。 ・ 様々な画像フィルターをプログラムできるため、例えば自動運転車の画像システムで車線の目印を追跡するハイパスフィルター等、多様なアプリケーションにおいて不要な詳細やノイズを除去できる。 ・ 将来的な応用先として、マシンビジョンだけでなく、センサーとコンピューティングユニットを同じ場所に配置した脳のようなバイオ的なアプリケーションも想定。次は、フォトダイオードの密度の向上とシリコン集積回路への統合を試みる。 ・ 本研究は、Samsung Advanced Institute of Technology、米国立科学財団(NSF)およびハーバード大学の Technology Center for Integrated Quantum Materials(CIQM)が支援した。 <p>URL: https://www.seas.harvard.edu/news/2022/08/silicon-image-sensor-computes</p>
	関連情報	<p>Nature Electronics 掲載論文(アブストラクトのみ:全文は有料)</p> <p>In-sensor optoelectronic computing using electrostatically doped silicon</p> <p>URL: https://www.nature.com/articles/s41928-022-00819-6</p>

【バイオテクノロジー分野】		2022/8/2
142-7	アメリカ合衆国・マサチューセッツ大学アマースト校	<p>バクテリアで作動する真にグリーンなパーソナルエレクトロニクス革命 (The Bacteria Powering a Truly Green Revolution in Personal Electronics)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ マサチューセッツ大学アマースト校が、水蒸気のエネルギーを電気に変換する微生物バイオフィルムを開発。 ・ 完全に「グリーン」な製造プロセスで作るエネルギーを提供し、パーソナルな医療センサーから電子機器まで、ウェアラブルエレクトロニクス分野に革新をもたらす可能性が期待できる。 ・ 遺伝子組み換えした <i>Geobacter sulfurreducens</i>(ジオバクター・スルフレデュセンス)による、紙のような薄さの通気性の粘着性シートで、貼り付けた皮膚表面の水分の蒸発のエネルギーを微小なデバイスの作動に十分な電力に変換する。 ・ それぞれが自然のナノワイヤを介して連結した G・スルフレデュセンスのコロニーの薄いマットにレーザーによるエッチングで微細な回路を作り、電極の間に挟んでフレキシブルなポリマーで密封した。 ・ 発電能力を備えることで知られる同細菌は、微生物燃料電池(MFC)で使用されているが、適切な管理と継続的な給餌が必要。今回開発のバイオフィルムの細菌はすでに死滅しているため給餌が不要で、同様なサイズの MFC と同程度のエネルギーを継続的に供給する。 ・ ウェアラブルエレクトロニクスには、電池の交換や充電が必要なことに加え、サイズが大きく重量もあり快適な使用が困難等の課題がある。新バイオフィルムは透明、小型で薄くフレキシブルで、絆創膏のように皮膚に直接貼り付けることで、継続的に安定してエネルギーを供給する。 ・ 次は、より高度なスキナーウェアラブルエレクトロニクスへの給電に向けて、バイオフィルムのサイズをスケールアップする。最終的な目標の一つは、単一デバイスのみでなく、電子システム全体へのエネルギーの供給。 ・ 本研究は、学際的で深遠な 29 分野の専門性を統合し、基礎研究を人間の健康とウェルビーイングに寄与するイノベーションに転換する、マサチューセッツ大学アマースト校の Institute for Applied Life Sciences(IALS)が支援した。 <p>URL: https://www.umass.edu/news/article/bacteria-powering-truly-green-revolution-personal-electronics</p>
	関連情報	<p>Nature Communications 掲載論文(フルテキスト)</p> <p>Microbial biofilms for electricity generation from water evaporation and power to wearables</p> <p>URL: https://www.nature.com/articles/s41467-022-32105-6</p>

142-8	英国・マンチェスター大学	<p style="text-align: right;">2022/8/11</p> <p>プラスチックの課題解決を支援する酵素のエンジニアリング (Engineering enzymes to help solve the planet's plastic problem)</p> <ul style="list-style-type: none"> マンチェスター大学が、指向性進化法を通じてプラスチックの分解酵素を向上させる、新しい酵素を生成するプラットフォームを開発。 近年、プラスチック廃棄物の問題に対処する環境に優しい支援策として、酵素を利用したプラスチックのリサイクル手法が注目されている。プラスチック分解酵素は、他のリサイクル手法に比べコスト効果的で効率的とされ、既存技術ではリサイクル困難な混合廃プラからの特定の構成要素の選択的な分解に利用できる。 酵素によるプラスチックリサイクル手法の商業利用には、解決すべき課題が多い。例えば、プラスチック分解能力をもつ自然の酵素は、産業規模のプロセスの条件下では効果が薄れて不安定化する。 新酵素生成プラットフォームは、一日当たり約 1,000 種類の酵素変異体のプラスチック分解能力を評価し、大規模リサイクルに適したプラスチック分解酵素の特性を迅速に向上させる。 同プラットフォームの性能試験では、IsPETase の指向性進化法を通じ、HotPETase と呼ばれる新しい酵素を生成。IsPETase は、<i>Ideonella sakaiensis</i> が生産する最近発見された酵素で、ペットボトルに使用されるポリエチレンテレフタレート(PET)を炭素・エネルギー源として使用する。 IsPETase は半結晶状態の PET の分解能力を有するが、望ましいプロセス条件を大きく下回る 40°C 超の温度下では不安定となる。PET のガラス転移温度(~65°C)での反応が必要となるため、解重合率が低下する。 HotPETase は、PET のガラス転移温度を超える 70°Cで活性する熱安定性酵素。従来酵素よりも迅速に半結晶 PET を解重合し、複合的な包装材の PET も選択的に分解できる。 プロセスエンジニアやポリマーサイエンティストとの学際的な産学協力を通じ、新酵素の実際のアプリケーションでの利用を目指す。新プラットフォームが、様々なプラスチック材料のリサイクルに向けた、より効率的で安定した選択的な酵素の生成に役立つことを期待する。 <p>URL: https://www.manchester.ac.uk/discover/news/engineering-enzymes-to-help-solve-the-planets-plastic-problem/</p>
	関連情報	<p>Nature Catalysis 掲載論文(アブストラクトのみ:全文は有料)</p> <p>Directed evolution of an efficient and thermostable PET depolymerase</p> <p>URL: https://www.nature.com/articles/s41929-022-00821-3</p>
142-9	アメリカ合衆国・ワシントン大学 セントルイス校	<p style="text-align: right;">2022/8/18</p> <p>廃棄物から次世代炭素繊維へ (By design: from waste to next-gen carbon fiber)</p> <ul style="list-style-type: none"> ワシントン大学セントルイス校が、リグニンを利用した次世代炭素繊維を開発。 強靱・軽量の優れた材料である炭素繊維は、テニスラケットから航空機まで、あらゆる製品の構造補強材として利用されている。スポーツカー等のハイエンドな車種に使用される炭素繊維フレームは、車体の軽量化と安全性を向上させる。 同大学では、過去の研究において特殊な特性を備えた新種類のリグニンである High Molecular Weight Estrified Linkage Lignin(HiMWELL)を開発している。 HiMWELL は、リグニンの化学構造と分子の重さの不均一性が他のポリマーとの組み合わせを困難にしていること、また、リグニンはヒドロキシ基を多く含むため、炭素繊維のような強固な材料の作製には不向きであるという、グリーンな材料としてのリグニンの活用を阻む主要な要因を特定し、リグニン構造を再設計したもの。 HiMWELL とポリアクリルニトリル(PAN)を組み合わせた、炭素繊維前駆体の作製と優れた特性のリサイクル可能なプラスチック開発の可能性を実証した。 PAN と HiMWELL ベースの炭素繊維は、記録的な引っ張り強度に加え、標準的な炭素繊維よりも優れた機械特性を提示。また、リサイクル可能なポリマーブレンドの機械特性の向上と紫外線防護効果を達成した。 本研究は、米国エネルギー省(DOE) エネルギー効率・再生可能エネルギー局(EERE)とバイオエネルギー技術局(BETO)が支援した。 <p>URL: https://source.wustl.edu/2022/08/by-design-from-waste-to-next-gen-carbon-fiber/</p>
	関連情報	<p>Matter 掲載論文(アブストラクトのみ:全文は有料)</p> <p>Lignin molecular design to transform green manufacturing</p> <p>https://www.cell.com/matter/fulltext/S2590-2385(22)00410-6?returnURL=https%3A%2F%2Flinkinghub.elsevier.com%2Fretrieve%2Fpii%2FS2590238522004106%3Fshowall%3Dtrue</p>

142-10	アメリカ合衆国・ローレンスバークレー国立研究所 (LBNL)	<p>プリントとリサイクルをリピート: 生分解性プリント回路を実証 (Print, Recycle, Repeat: Scientists Demonstrate a Biodegradable Printed Circuit)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ LBNL とカリフォルニア大学バークレー校(UCB)が、完全にリサイクルできる生分解性のプリント回路を開発。ウェアラブルデバイスを始めとするフレキシブルな電気電子機器廃棄物(e-waste)の埋め立て廃棄処理を回避し、重金属廃棄物による健康や環境への悪影響を低減する。 ・ LBNL は昨年、バークホルデリア・セパリアリパーゼ(BC-lipase)のような高純度の酵素を埋め込んだ生分解性プラスチック材料を実証。同酵素が熱湯で活性化してポリマー鎖を構成要素のモノマーに分解すること、また、それにはまず同酵素がポリマー鎖の端を掴む必要のあることを発見。ポリマー鎖の端を掴むタイミングを制御し、水が特定の温度に達するまで分解を抑制する。 ・ 今回開発の生分解性プリント回路では、高価な酵素の代わりに安価でより自律的な BC-lipase の「カクテル」を使用することでコストを大幅に低減し、プリント回路の大量製造を可能にする。 ・ 回路プリント用の「導電性インク」は、接着剤の役割を担う生分解性のポリエステルバイнда、インクに導電性を付与するシルバークレークやカーボンブラック等の導電性フィラー、および市販の酵素カクテルより構成される。 ・ 同インクで生分解性プラスチックや布地等の様々な表面に 3D プリンターで回路をプリントすると、インクの乾燥後に集積デバイスが完成する。 ・ 湿度・温度管理無く研究室の引き出しに7ヶ月間保管したプリント回路に1ヶ月間継続的に電圧を加えた回路寿命と耐久性の試験では、保管前と同等の導電性を確認した。 ・ リサイクル試験では、プリント回路を温湯に浸すと 72 時間以内にポリマーバイндаからシルバークレーク粒子が完全に分離し、ポリマーが再利用可能なモノマーに分解することを発見。追加プロセスも不要で金属を容易に回収できる。最終的にはシルバークレーク粒子を約 94%を回収し、リサイクル前と同等のデバイス性能で再利用可能であることを確認した。 ・ 酵素を保護するランダムヘテロポリマー(RHP)の添加により、30 日間の回路作動後も分解が可能に。数 nm サイズのクラスターで酵素が分散するのを助け、酵素が活性化するまで休止できる場所をプラスチック内に創出する。 ・ プリント回路は、時間を経て分解する医療用バイオインプラントや環境センサー等の一時的な電子機器に使用される、使い捨てプラスチックの持続可能な代替としても期待できる。プリント作製・リサイクル可能な生分解性のマイクロチップの実証を目指す。 ・ 本研究は、米国エネルギー省(DOE) 科学局が支援した。また、米国国防高等研究計画局(DARPA)が追加的な資金を提供。本研究の技術は、UC バークレー校の Office of Technology Licensing を通じて供与可能。 <p>URL: https://newscenter.lbl.gov/2022/08/29/biodegradable-printed-circuit/</p>
	関連情報	<p>Advanced Materials 掲載論文(アブストラクトのみ: 全文は有料) Conductive Ink with Circular Life Cycle for Printed Electronics URL: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/adma.202202177</p>

【蓄電池・エネルギーシステム分野】

2022/8/2

142-11

アメリカ合衆国・レンセラー工科大学 (RPI)

リチウムイオン電池を安価で持続可能に代替する電池の提案

(Rensselaer Researchers Propose an Affordable and Sustainable Alternative to Lithium-Ion Batteries)

- ・ RPI が、カルシウムイオンと水系電解質による持続可能で安価な電池を開発。
- ・ 現在の充電式電池はリチウムイオン技術ベースのものが主流だが、リチウムの資源量は限られており、近年の価格高騰は著しい。また、長期間の利用における安全性の懸念もある。
- ・ リチウムイオン電池の持続可能で安価・安全な代替として、水系電解質とカルシウムイオンを使用した電池技術についてその課題に対処し、電池の作動を実証した。
- ・ 2 価のカルシウムイオンは、電池作動時の電極へのイオン 1 個の挿入毎に電子 2 個を放出するため、イオン量の少ない高効率な電池設計を可能にするが、リチウムイオンに比べて大きなカルシウムイオンのサイズと、高い電荷密度が拡散速度やサイクル安定性を損なわせる。
- ・ 本研究では、カルシウムイオンの通り道となる六角形と七角形のチャンネル(トンネル)が結晶構造中に遍在する、モリブデンバナジウム酸化物(MoVO)を利用してこの課題に対処した。
- ・ MoVO のこれらのチャンネルがカルシウムイオン伝導の可逆的で急速な経路の役割を担い、カルシウムイオンの急速な脱挿入が可能なることを実証。MoVO は、これまでに報告されているカルシウムイオン貯蔵の最高性能の 1 つを提供する。
- ・ 本研究は、地球上に豊富にある安全な材料を使用するため安価で持続可能な、リチウムイオン電池を代替する新しい種類の高性能カルシウムベース電池の実現につながるもの。

URL: <https://news.rpi.edu/content/2022/08/02/rensselaer-researchers-propose-affordable-and-sustainable-alternative-lithium-ion>

関連情報

米国科学アカデミー紀要(PNAS)掲載論文(アブストラクトのみ:全文は有料)

Reversible and rapid calcium intercalation into molybdenum vanadium oxides

URL: <https://www.pnas.org/doi/full/10.1073/pnas.2205762119>

142-12	アメリカ合衆国・マサチューセッツ工科大学(MIT)	<p>低コスト電池の新しいコンセプト (A new concept for low-cost batteries)</p> <ul style="list-style-type: none"> MIT、北京大学やカナダ・ウオータールー大学等から成る国際研究チームが、電極にアルミニウムと硫黄、電解質に熔融塩を使用した新電池を開発。 安全性の懸念がある可燃性の有機溶媒を電解質に使用する高価なリチウムイオン電池の代替を目指し、地球上で賦存量が最も多いアルミニウム、石油精製処理等で排出される硫黄、また、安価・安全で比較的融点の低い熔融塩を採用。 豊富で安価な材料で構成される新電池の試験では、極めて高速の充電速度で数百回の充放電サイクルの耐久を確認。セルの推定コストは同等性能のリチウムイオン電池の約 1/6 と安価となる。充電速度は 110°C(230°F)にて 25°C(77°F)時の 25 倍となり、作動温度に大きく依存することがわかった。 また、融点の低さから選択した熔融塩のクロロアルミン酸塩が、短絡を起こして電池の効率性や安全性を脅かすデンドライトの生成を阻止し、超高速充電を可能にしていることを確認。1 分以内に充電を完了し、デンドライトによる短絡によるセルの損失も起こらなかった。 さらに、充放電時には電気化学的に熱が発生して熔融塩の凍結を防止するため、電池の作動温度を維持するための外部熱源が不要に。例えば、太陽光発電の負荷平準でのアイドル状態を挟んだ充放電サイクルでは、作動温度の維持に十分な熱が発生する。 新電池は、住宅一戸や小中規模のビジネスに向けた数十 kWh の容量サイズの導入や、急速充電が必須となる EV の充電ステーションでの利用に理想的。より大きな数十～数百 mWh の規模では、液体金属電池のような技術がより効果的となる。MIT のスピンオフ企業の Ambri が、来年内に最初の液体金属電池(先般 2022 European Inventor Award を受賞)の提供を予定している。 新電池技術の特許実施許諾を提供する、新しいスピンオフ企業の Avanti を設立。まずはより大きな規模での新電池の作動を実証し、数百回の放電サイクル等の耐久試験を実施する。 本研究は、MIT Energy Initiative、MIT Deshpande Center for Technological Innovation および ENN Group(中国のエネルギー会社)が支援した。 <p>URL: https://news.mit.edu/2022/aluminum-sulfur-battery-0824</p>
	関連情報	<p>Nature 掲載論文(アブストラクトのみ:全文は有料) Fast-charging aluminium?chalcogen batteries resistant to dendritic shorting</p> <p>URL: https://www.nature.com/articles/s41586-022-04983-9</p>

【新エネルギー分野(太陽光発電)】

2022/8/30

142-
13

アメリカ合衆国・
ローレンスバーク
-国立研究所
(LBNL)

スイッチを内蔵する鉛フリーの太陽電池材料

(Scientists Grow Lead-Free Solar Material With a Built-In Switch)

- ・ LBNL とカリフォルニア大学バークレー校(UCB)が、ペロブスカイト構造の強誘電性化合物である、三臭化セシウムガリウム(CsGeBr₃ または CGB)を開発。
- ・ 化学物質のドーピングやコストのかかる余分なプロセスが不要な鉛フリーのペロブスカイト太陽電池をはじめ、次世代の光スイッチングデバイス、センサーや不揮発性メモリデバイス開発の可能性が期待できる。
- ・ 強誘電性の CGB は元から分極(正負の電荷を持つ)しているため、ドーピングが不要。また、ペロブスカイト太陽電池は室温から約 300F(約 149°C)の温度下、スピコーティングやジェットプリンティング技術を通じて低コストで容易に製造できるため、エネルギーコストの大幅な低減にもつながる。
- ・ ペロブスカイト材料を強誘電性にするには、雪の結晶のような対称性の結晶構造に非対称性を持たせる必要がある。ペロブスカイト結晶中央にゲルマニウム原子を配置すると結晶性が歪んで強誘電性が引き起こせること、また、ゲルマニウムベースのペロブスカイトは鉛フリーとなることを証明するため、スーパーコンピューターで密度汎関数理論(DFT)ベースの理論計算を実施した。
- ・ 原子構造と化学種をインプットして電子的な構造や強誘電性等の特性を予測する同理論計算の結果、全無機ペロブスカイトである CGB を特定した。
- ・ 単結晶 CGB で微細なナノワイヤ(直径 100~1,000nm)とナノプレート(約 200~600nm の厚さ・幅 10ミクロン)を作製し、X 線による調査の結果、CGB の非対称的な結晶構造と強誘電性の兆候を確認。強誘電性の証となる、ゲルマニウム原子による結晶構造の歪みを電子顕微鏡で、また、CGB の分極性を電気計測実験でそれぞれ解明した。
- ・ さらに、光伝導計測の結果、CGB の光吸収能力が太陽電池として高いエネルギー変換効率達成に理想的な可視光から紫外光(1.6~3eV)の領域であることを解明。このような光吸収能力の調整可能性は、従来の強誘電体にはほとんど見られない。
- ・ CGB による商用デバイスの実現にはさらなる研究が必要だが、基本的には塩であり、驚くほど多用途の同強誘電性ペロブスカイト材料について、実際の光起電デバイスでの真の可能性を探る試験を実施する。
- ・ 本研究は、米国エネルギー省(DOE)の科学局が支援した。

URL: <https://newscenter.lbl.gov/2022/08/30/lead-free-solar-material/>

関連情報

Science Advances 掲載論文(フルテキスト)

Ferroelectricity in a semiconducting all-inorganic halide perovskite

URL: <https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.abj5881>

おことわり

本「海外技術情報」は、NEDO としての公式見解を示すものではありません。

記載されている内容については情報の正確さについては万全を期しておりますが、内容に誤りのある可能性もあります。NEDO は利用者が本情報を用いて行う一切の行為について、何ら責任を負うものではありません。

本技術情報資料の内容の全部又は一部については、私的使用又は引用等著作権法上認められた行為として、適宜の方法により出所を明示することにより、引用・転載複製を行うことが出来ます。ただし、NEDO 以外の出典元が明記されている場合は、それぞれの著作権者が定める条件に従ってご利用下さい。