



海外技術情報(2023年4月28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】			
147-1	アメリカ合衆国・ペンシルベニア州立大学 (PennState)	<p>「スマートなおムツ」やヘルスマニターを作る手描きの湿度センサー (New sensor enables 'smart diapers,' range of other health monitors)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ PennState、中国・河北工業大学および天津市天中依脈科技開発有限公司が、自己給電型でフレキシブルなウェアラブルヘルスマニターを実現する、シンプルで安価な湿度センサーを開発。 ・ 塩化ナトリウム(NaCl)溶液で処理した紙に予め書き込まれた電極を鉛筆でなぞり、乾燥させるだけで簡単・迅速に作製できる。湿度の変化に高感度で反応し、5.6%~90%の広範囲の相対湿度レベルで正確な測定値を提供し、交換時期を知らせる「スマートなおムツ」や、健康上の問題の早期発見を支援するヘルスマニターとしての利用が期待できる。 ・ 医療、災害警報や軍事防衛まで、幅広いアプリケーションが可能なウェアラブルセンサーの研究開発は活発に実施されている。フレキシブルな湿度センサーは呼吸モニタリング等のヘルスケア分野で不可欠だが、低コストプロセスで作製でき、シンプルで高感度、簡単に処分できるセンサー開発には課題が多い。 ・ 新センサーは、湿度変化への紙の自然な反応と、鉛筆のグラファイトと水分子および NaCl 溶液間の相互作用を活用。紙が水分子を吸収して NaCl 溶液のイオン化が起こり、電子がグラファイトへの移動を開始してセンサーが作動する。センサーは湿度変化を検出して信号をスマートフォンに送信し、データを表示・記録する。 ・ 基本的には、前処理した紙の前処理したラインに鉛筆で書き込んで作る紙製の小型回路基板。銅ワイヤや導電性の銀ペーストでコンピューターに接続し、湿度検出器として機能する。「スマートなおムツ」やマスクベースの呼吸モニタリング等のワイヤレスのアプリケーションには、鉛筆線をリチウム電池に接続し、Bluetooth を介してスマートフォンにデータを送信する。 ・ NaCl 溶液で処理したマスクに直接電極を書き込んだ呼吸センサーでは、口と鼻による呼吸に加え、3種類の呼吸(深い、正常、荒く速い)を区別する。また、おムツの水分吸収層に 4 個の湿度センサーを配置した「スマートなおムツ」は、その交換時期を知らせる。長期的には、健康状態の傾向を示す情報提供にも役立てられる。 ・ また、指を近づけるだけで働く、非接触型のスイッチとしての利用も可能。指の接近で起こる空気の湿度変化を感知する。小型エレベータの作動や LED アレイの点灯を実証した。 ・ 本研究には、米国立衛生研究所(NIH)、米国立科学財団(NSF)およびペンシルベニア州立大学が資金を提供した。 <p>URL: https://www.psu.edu/news/research/story/new-sensor-enables-smart-diapers-range-other-health-monitors</p>	2023/2/2

	関連情報	<p>Nano Letters 掲載論文(アブストラクトのみ:全文は有料)</p> <p>Pencil-on-Paper Humidity Sensor Treated with NaCl Solution for Health Monitoring and Skin Characterization</p> <p>URL: https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.nanolett.2c04384</p>
147-2	アメリカ合衆国・ジョージア工科大学 (Georgia Tech)	<p style="text-align: right;">2023/2/9</p> <p>マイクロ LED の新しい積層プロセスを開発 (Researchers Pioneer Process to Stack Micro-LEDs)</p> <ul style="list-style-type: none"> Georgia Tech、マサチューセッツ工科大学(MIT)、韓国・世宗大学等から成る研究チームが、2D 材料を利用したマイクロ LED の新しい製造プロセスを開発。 グラフェンや窒化ホウ素等の 2D 材料を使用したアクティブな層分離技術を通じ、世界最薄・最小のピクセルディスプレイ開発の可能性を実証。より鮮明で臨場感を提供する VR や AR の次世代 LED ディスプレイ開発が期待できる。 RGB(赤緑青)の LED を並べて配置する従来製造プロセスでは、ピクセル密度が制限される。本研究では、自立した超薄の RGB LED メンブレンを縦に積み重ねることで、最小ピクセルサイズ(4 μm)、最高アレイ密度(5,100ppi)と最小積層厚(約 9 μm)のフルカラーマイクロ LED の作製を実証した。 RGB LED メンブレンの積層には、Georgia Tech-Europe lab 開発の窒化ホウ素上でのファンデルワールスエピタキシー(VDWE)技術、また MIT が開発したグラフェン上でのリモートエピタキシー技術を利用。 2D 材料をベースとしたレイヤー転写(2DLT)技術のユニークな点は、エピタキシャルウェハの再利用が可能であること。高価な基板を再利用することで、より小さく薄い高解像度ディスプレイの製造コストを大幅に低減できる。 これらの高度な 2D 材料ベース技術は、ウェハースケールでの LED 製造の主要なツールである有機金属気相成長(MODVD)リアクタで開発。2DLT 技術は、産業規模への拡張で高収量が可能。 新製造技術は、新機能を創出してスマートフォンスクリーンや医療デバイス等の製品開発を促進する、フレキシブルエレクトロニクスとオプト・エレクトロニクスでのヘテロジニアスな統合の大きなポテンシャルを示すもの。 <p>URL: https://research.gatech.edu/researchers-pioneer-process-stack-micro-leds</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)</p> <p>Vertical full-colour micro-LEDs via 2D materials-based layer transfer</p> <p>URL: https://www.nature.com/articles/s41586-022-05612-1</p>

147-3	アメリカ合衆国 ・ノースウェ スタン大学	<p style="text-align: right;">2023/2/22</p> <p>治癒速度を 30%向上させる初の使い捨て電子バンソウコウ (First transient electronic bandage speeds healing by 30%)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ノースウェスタン大学が、フレキシブルでストレッチャブルな電子バンソウコウを開発。傷口への直接的な電気療法で治癒を早める、生体吸収性のスマートな再生医療システムの最初の例となる。 ・ 身体の自然な治癒力を利用した治癒プロセスをアクティブに監視し、使用後は身体に吸収されて自然に消滅する。合併症の原因となる潰瘍のコスト・治癒の効果的な解決方法の得られない糖尿病患者にとって、強力なツールとなる可能性が期待できる。 ・ 米国では約 3,000 万人が糖尿病を患い、そのうち約 15~25%が糖尿病足病性潰瘍(DFU)を発症している。糖尿病の神経障害による感覚の麻痺のため、水疱や切り傷が見過ごされやすい。高いグルコースレベルで毛細血管壁が厚くなり血流が鈍って傷の治癒が遅れ、小さな傷が危険な傷に発展する可能性がある。 ・ 傷口周辺の通常の電気信号を復元・増進すると、細胞が傷口へ移動して血管を含む皮膚組織を再生する。電気療法は従来より治療に利用されているが、病院等での監視下でワイヤや大型機器が必要。 ・ 電子バンソウコウの下面の花形のモリブデン電極が創面に、環状のもう一方の電極が傷口全体を囲む健康な皮膚組織にそれぞれ接する。バンソウコウの上面には、バンソウコウシステムとデータをリアルタイムで無線送信する近距離無線(NFC)システムに給電するエネルギー捕獲コイルが含まれる。 ・ また、傷口周辺の電気抵抗を測定して治癒の進行状況を判断するセンサーを含む。修復が進むと傷が乾燥して湿度が変化し、それにより電流が減少するため、電流が高い場合には異常が起きていることがわかる。医師は遠隔で電気刺激を送信し、治癒プロセスをモニタリングできる。 ・ 生分解性電極としてモリブデンが使用できることを実証。生分解に十分な薄さで約 6 ヶ月後には大部分が自然に消滅した。マウスによる試験では、一日に 30 分間の電気刺激のみで糖尿病性潰瘍を 30% 速く治癒できた。 ・ 次はより大型の動物での試験を予定。人間での試験も目指す。薬品や生物製剤を使用しないことで規制のハードルが下がるため、速やかな市場化が可能と考える。 ・ 本研究は、米国立衛生研究所(NIH) Diabetes and Digestive and Kidney Diseases and CARE が支援した。 <p>URL: https://news.northwestern.edu/stories/2023/02/first-transient-electronic-bandage-speeds-healing-by-30/</p>
	関連情報	<p>Science Advances 掲載論文(フルテキスト) Bioresorbable, wireless, and battery-free system for electrotherapy and impedance sensing at wound sites URL: https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.ade4687</p>
147-4	ドイツ連邦共 和国・ヘルマン ・フォン・ヘルムホ ルツ協会 (HGF)	<p style="text-align: right;">2023/2/23</p> <p>(制御された)光あれ (Let there be (controlled) light)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ヘルツホルムセンター・ドレスデン・ロッセンドルフ研究所(HZDR)、ドレスデン工科大学(TU Dresden)およびライプニッツ結晶成長研究所(IKZ)が、シリコンウェハの任意の場所にシングルフォトンエミッターをモノリシックに集積するナノファブリケーション技術を開発。 ・ 様々な光コンポーネントを搭載した光集積回路(PICs)の単一チップ上での光の生成、送信、処理や検出機能は、量子コンピューティングのような次世代技術で重要な役割を担う。 ・ 量子ビット(光量子状態)を効果的に制御できる PICs は、データベース検索、AI システムやシミュレーションのような新しいアプローチでのコンピューティングの革新が期待される、量子コンピューターに不可欠なもの。 ・ 液体金属合金のイオン源による集束イオンビーム(FIB)を使用した製造方法で、シリコンウェハ上の任意の場所にフォトンエミッターを配置し、高収率と高スペクトル品質を達成。また、CMOS 技術に適應するスケーラブルなブロードビーム注入も実証した。 ・ 冷却と加熱の複数回のサイクルによる材料試験後も光特性の維持を確認。今後の大量生産に向けた要件となり、産業スケールのフォトニック量子プロセッサ製造の可能性を拓く。同シングルフォトンエミッターは、ファウンドリでの製造や既存の通信インフラへの導入が技術的に可能。 <p>URL: https://www.hzdr.de/db/Cms?pNid=99&pOid=68184</p>
	関連情報	<p>Nature Communications 掲載論文(フルテキスト) Wafer-scale nanofabrication of telecom single-photon emitters in silicon URL: https://www.nature.com/articles/s41467-022-35051-5</p>

【バイオテクノロジー分野】		
147-5	アメリカ合衆国・テキサス大学オースチン校(UT Austin)	<p style="text-align: right;">2022/4/27</p> <p>数十億トンもの埋め立て廃棄物を処理するプラスチックを食べる酵素 (Plastic-eating Enzyme Could Eliminate Billions of Tons of Landfill Waste)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ UT Austin が、消費者包装で一般的に利用され、全世界の廃棄物の 12%を占めるポリエチレンテレフタレート(PET)を 50°Cを下回る低温度で迅速に分解できる酵素、FAST-PETase(functional, active, stable and tolerant PETase)を開発。 ・ 大規模な PET リサイクルを促進する可能性があり、主要産業による分子レベルでのプラスチック回収と再利用を通じた環境への影響の低減が期待できる。本研究の成果は、合成生物学、化学エンジニアリングおよび AI の異分野をまたいだ研究によるもの。 ・ プラスチックをモノマーへと細かく分解（解重合）し、化学的に元に戻す（再重合）、「循環型のプロセス」を実現する。僅か 24 時間で完全分解も確認。 ・ 低温度・短時間で PET の分解を目標に、自然の PET 分解酵素の PETase の変異株を 3D CNN 機械学習(ML)モデルの利用で特定し、51 種類のプラスチック容器、5 種類のポリエステル繊維と織物、PET ボトルで FAST-PETase による効果を実証。同 ML モデルを活用した、学術利用に向けたウェブプラットフォーム、「MutCompute」も開設。 ・ プラスチック廃棄物を低減する最も明白な方法はリサイクルだが、世界でリサイクルされているプラスチックは全体の 10%にも満たない。最も一般的な処理方法には埋立の他に燃焼処理があるが、高コスト、エネルギーの大量消費や有害ガスの放出の課題がある。また、解糖、熱分解またはメタノーリシスは、非常にエネルギー集約的なプロセスである。 ・ バイオロジカルな処理では、エネルギー使用量が極めて少なく済む。プラスチックのリサイクルに向けた酵素の研究は過去 15 年間で進歩しているが、これまで、産業規模でポータブル・安価となる、低温で効率的に機能する酵素の開発がなかった。 ・ 次は、産業や環境アプリケーションに向けた酵素製造のスケールアップに取り組む。同酵素技術の特許出願済み。埋立地の清浄化、廃棄物の多い産業のグリーン化や、環境修復等の様々な用途を検討する。 ・ 本研究には、UT Austin との研究契約の一環として ExxonMobil 社の研究・エンジニアリング部が資金を提供した。 <p>URL: https://news.utexas.edu/2022/04/27/plastic-eating-enzyme-could-eliminate-billions-of-tons-of-landfill-waste/</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)</p> <p>Machine learning-aided engineering of hydrolases for PET depolymerization</p> <p>URL: https://www.nature.com/articles/s41586-022-04599-z</p>

147-6	アメリカ合衆国・ノースウェスタン大学	<p style="text-align: right;">2023/2/6</p> <p>廃棄物を食べるバクテリアの複合炭素の消化方法を解明 (How waste-eating bacteria digest complex carbons)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ノースウェスタン大学、シカゴ大学、オークリッジ国立研究所(ORNL)およびデンマーク工科大学(DTU)が、一般的な環境バクテリアの <i>Comamonas testosteroni</i>(コマモナス・テストステロニ)の代謝機構の解明に成功。プラスチック廃棄物のリサイクルを支援するバクテリアを利用した、新たなバイオテクノロジープラットフォーム開発の可能性を拓く。 ・ 同バクテリアは、土壌や下水汚泥等のほぼあらゆる場所に生息し、合成洗剤を消化する能力で研究者の関心を集め、さらにはプラスチックやリグニンの複合物の分解能力が確認されている。 ・ バクテリアにプラスチック廃棄物の分解能力を付与する研究が進んでいるが、大規模なプラスチックのリサイクルには自然の分解能力を持つバクテリアの利用が適すると考える。 ・ バクテリアのエンジニアリングで多用され、糖を分解できる <i>Escherichia Coli</i> とは異なり、<i>C. testosteroni</i> は糖の使用を回避し、多くのバクテリアが不得意とするプラスチックやリグニンに含まれる複雑に結合した芳香族炭素を分解する。 ・ <i>C. testosteroni</i> による芳香族炭素の分解作用の調査には、トランスクリプトミクス(RNA 分子研究)、プロテオミクス(タンパク質研究)、メタボロミクス(代謝産物研究)およびフラクソミクス(代謝反応研究)の総合的なマルチ「オミクス」ベースの解析手法を採用した。 ・ これらの 4 種類のオミクスの関連性を検証し、同バクテリアがプラスチックやリグニン化合物を分解してエサとして使用する代謝経路を特定。各化合物の環状に結合した炭素の鎖を切断して直線構造に変換し、さらに 3~4 個の炭素の鎖に分解し、これらの炭素鎖を代謝に供給して成長のためのアミノ酸や DNA を作る。 ・ また、同バクテリアでは、産業用ポリマーに利用できる有用な副生物の生成につながる、炭素の別の代謝経路の存在も発見。現在、ポリマーのこのようなバイオ合成を引き起こす代謝作用の調査を進めている。 ・ 本研究は、米国立科学財団(NSF)と米国エネルギー省(DOE)が支援した。 <p>URL: https://news.northwestern.edu/stories/2023/02/new-external-story/</p>
	関連情報	<p>Nature Chemical Biology 掲載論文(フルテキスト)</p> <p>Complex regulation in a Comamonas platform for diverse aromatic carbon metabolism</p> <p>URL: https://www.nature.com/articles/s41589-022-01237-7</p>
147-7	アメリカ合衆国・ワシントン大学(UW)	<p style="text-align: right;">2023/2/22</p> <p>化学反応を促進するタンパク質を AI で作り出す (AI conjures proteins that speed up chemical reactions)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ UW の Institute for Protein Design が、全く新しい人工のルシフェラーゼ(発光酵素)を創製する機械学習(ML)アルゴリズムを開発。医療から工業生産まで広く利用可能な酵素のため、タンパク質の設計技術における重要な進展となる。 ・ ML ソフトウェアを利用し、ルシフェリンと反応する数千種類のタンパク質構造を生成。研究室での試験において効率的な発光酵素を特定し、「Lux Sit(ラテン語で「光あれ」の意)」と命名。 ・ 最適化された同発光酵素では性能が飛躍的に向上。ウミシイタケの天然のルシフェラーゼよりも明るく発光し、裸眼でも確認できる。この技術ブレイクスルーは、原則的にほとんどの化学反応に向けたカラム酵素の設計が可能であることを示している。 ・ 新しい酵素は、例えばバイオテクノロジー分野ではバイオ燃料生産、食品加工や医薬品製造の向上に、また、医療分野では治療・診断ツールとして役立てられる。さらに、汚染物質の分解や汚染エリアの浄化による環境の修復や、生分解性プラスチックや接着剤等の新しい材料の開発も支援する。 ・ 本研究は、ハワード・ヒューズ医学研究所(HHMI)、米国立衛生研究所(NIH)、United World Antiviral Research Network、米国立アレルギー・感染症研究所(NIAID)、Institute for Protein Design の Audacious Project、Open Philanthropy Project Improving Protein Design Fund、デンマーク Novo Nordisk Foundation、米国立科学財団(NSF)およびシュミッツ・フューチャーズプログラムが支援した。中国国家自然科学金委員会がコンピューティングリソースを一部提供。 <p>URL: https://newsroom.uw.edu/news/ai-conjures-proteins-speed-chemical-reactions</p>
	関連情報	<p>Nature 掲載論文(フルテキスト)</p> <p>De novo design of luciferases using deep learning</p> <p>URL: https://www.nature.com/articles/s41586-023-05696-3</p>

147-8	アメリカ合衆国 ・マサチュー セッツ大学 アマースト校	<p>ヘルスモニタリングに革新をもたらし得るサステナブル原料の微生物ナノワイヤによる「電子ノーズ」を開発 (UMass Amherst Researchers Invent “Electronic Nose” Built with Sustainably Sourced Microbial Nanowires That Could Revolutionize Health Monitoring)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ マサチューセッツ大学アマースト校が、<i>Geobacter sulfurreducens</i>(ジオバクター・スルフレデュセンス)が生成する導電性のタンパク質ナノワイヤを利用したバイオセンサーを開発。 ・ 同バクテリアによるナノワイヤの生成には特定の条件が必要で大量生産が困難。そのため、ピリンと呼ばれるこのナノワイヤの遺伝子を、アンモニアに高感度の DLESFL として知られるペプチドで修飾し、<i>Escherichia coli</i>(大腸菌)の DNA に挿入。<i>E.coli</i> は同ペプチドを大量に持つナノワイヤを生成し、これらのナノワイヤでセンサーを構築した。 ・ 遺伝子操作したナノワイヤでは、アンモニアへの反応性が元のナノワイヤの 100 倍向上。微生物ナノワイヤは、従来のシリコンや金属製ナノワイヤに比べてより優れたセンサー機能を提供できる。 ・ 検出対象の分子に結合するペプチドのカスタム設計も可能なため、アンモニア以外の化学物質も検出できるようになる。多岐にわたる健康状態をモニタリングする、数百種類の化学物質検出ナノワイヤを統合したセンサーの構築が可能となる。 ・ シリコンや炭素繊維製の従来のナノワイヤは有害性が極めて高く、原料の加工にはエネルギーや化学物質を大量に使用。カーボンナノチューブ(CNTs)は発がん性が懸念され、非生分解性の電気電子廃棄物(e-waste)として環境に残存する。 ・ 本研究の成果は、電子工学を全く新しい方向へと導くもの。生命の遺伝的設計を利用した、多用途で環境低負荷の安定したコスト効果的なプラットフォームを構築する。 ・ 本研究は、米国立科学財団(NSF)と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。IALS 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ことを目指している。 <p>URL: https://www.umass.edu/news/article/umass-amherst-researchers-invent-electronic-nose-built-sustainably-sourced-microbial</p>
	関連情報	<p>Biosensors and Bioelectronics 掲載論文(フルテキスト)</p> <p>Microbial nanowires with genetically modified peptide ligands to sustainably fabricate electronic sensing devices</p> <p>URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956566323000891?via%3Dihub</p>

【環境・省資源分野】		
147-9	アメリカ合衆国・ローレンスバークレー国立研究所 (LBNL)	<p style="text-align: right;">2023/2/16</p> <p>CO2 を液体燃料に変換する記録破りの銅触媒 (How a Record-Breaking Copper Catalyst Converts CO2 Into Liquid Fuels)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ LBNL、カリフォルニア大学バークレー校(UCB)およびコーネル大学が、CO2 と水を再生可能燃料や化学物質(エチレン、エタノール、プロパノール)に変換する銅ナノ粒子による働きの新たな見識を、そのリアルタイム撮像を通して獲得。人工光合成を通じた CO2 の再生可能なソーラー燃料への変換実現への一歩となる。 ・ operando 4D 電気化学的液体セル走査透過電子顕微鏡(STEM)と呼ばれる新しい撮像技術と軟 X線プローブを組合せ、液体中の銅ナノ粒子のサンプルを調査。4D STEM は様々な材料の原子・分子領域をマップアウトし、軟(低エネルギー)X線は実際の環境下で化学反応をリアルタイムで追跡する。 ・ 電気化学的液体セルは STEM と X線の両機器に適合し、人間の毛髪よりも細かい設計によりデリケートなサンプルを電子ビームによるダメージから保護しながら安定して撮像する。 ・ 4D STEM による調査では、液体セルにより CO2 電解中の 7nm~18nm の銅ナノ粒子が数秒でより大きな金属銅のナノグレインに展開することを確認。同セルでは、10nm を下回るサイズのオブジェクトの解像が可能。 ・ 同じ液体セルを使用した軟 X線共鳴散乱(RSoXS)により、銅ナノグレインによる CO2 還元のプロセスを調査し、数千個のナノ粒子間での多量の反応をリアルタイムで観察して化学反応物質と生成物を正確に同定。金属銅ナノグレインが CO2 還元の活性部位として機能することがわかった。 ・ CO2 電解では、「電気分解的スクランプリング」と呼ばれるプロセスで、銅ナノ粒子がその構造を変化させる。銅ナノ粒子の酸化表面層が劣化して開口部ができ、そこに CO2 分子が付着し、それにより電子が CO2 へと移動してエチレンを始め様々な多炭素製品を生産する化学反応が起こる。 ・ また、7nm 銅ナノ粒子のみが CO2 還元に関与したことで、粒子サイズの重要性も確認。金属銅のみが多炭素製品を効率的に生産することもわかった。さらに、7nm ナノ粒子では CO2 還元開始に要するエネルギーがバルクの銅触媒よりも約 300mV 低いことも確認。CO2 から多炭素製品を作る最高性能触媒の作動に必要な電力量は 1V。 ・ 米国エネルギー省(DOE)が資金を提供する Liquid Sunlight Alliance(LISA)にて、次世代ソーラー燃料デバイス設計に銅ナノグレイン触媒の使用を計画している。本研究は、DOE の科学局が支援した。 <p>URL: https://newscenter.lbl.gov/2023/02/16/copper-catalyst-converts-co2-into-liquid-fuels/</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)</p> <p>Operando studies reveal active Cu nanograins for CO2 electroreduction</p> <p>URL: https://www.nature.com/articles/s41586-022-05540-0</p>

【蓄電池・エネルギーシステム分野】

2023/2/1

<p>147-10</p>	<p>アメリカ合衆国・ローレンスバークレ国立研究所(LBNL)</p>	<p>洗浄して繰り返し使える：バッテリーを簡単にリサイクルする新方法 (Rinse and Repeat: An Easy New Way to Recycle Batteries is Here)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ LBNL 開発の「Quick-Release Binder」は、リチウムイオン電池に含まれる高価値な材料の容易・安価な分離、回収と新電池での再利用を可能にする電池材料。2022 年 9 月に R&D100 Awards を受賞している。 ・ リチウムイオン電池は 21 世紀の日常生活に不可欠なものだが、電池を構成するリチウム、ニッケル、コバルトやグラファイトの供給低減・価格高騰で 2050 年までには資源不足が懸念されている。国際的なサプライチェーンでの環境保全や公正な労働への配慮が不十分のため、資源の再利用と電池製造プロセスの安全性や公平性の強化が早急に必要。 ・ バインダーは、電池を構成する電極の活物質を結合させる役割を担う。「Quick-Release Binder」を使用した電池は、初めての「リサイクルを見込んだ電池設計」で、電池を開封して室温のアルカリ水に浸し、優しく振って元素を分離して取り出し、空気乾燥後再利用できる。 ・ 電池を粉碎・燃焼して金属を分離するエネルギー集約的、高コストで有害物質の管理が必要な現行のリチウムイオン電池のリサイクル方法とは対照的。 ・ 同バインダー材料は、ポリアクリル酸(PAA)とポリエチレンイミン(PEI)の市販の 2 種類のポリマーで構成され、PEI の正電荷を帯びた窒素原子と PAA の負電荷を帯びた酸素原子の結合で接合する。 ・ 水酸化ナトリウム(Na+OH-)を含んだアルカリ水に浸すと、ナトリウムイオンが結合部位に達し、これらのポリマーを分離させる。各ポリマーは溶解し、電極の構成元素を解放する。 ・ アノードとカソードに使用でき、最も一般的に使用されている市販の 2 種類のバインダーの 1/10 の価格。携帯電話の電池から電力系統用のバックアップ電源まで、あらゆるサイズの電池での利用が可能。現行の電池製造プロセスにもスムーズに導入できる。 ・ OnTo Technologies を創設した電池リサイクル開発者の Dr. Steve Sloop と共同で同バインダー材料の試験と商業化に取り組む。高低両電圧での安定性を実証し、同材料を使用したリチウムイオン電池のプロトタイプ作製と総括的な性能解析・機能性の提示を予定。 ・ 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 OnTo Technologies が支援した。 <p>URL: https://newscenter.lbl.gov/2023/02/01/an-easy-new-way-to-recycle-batteries-is-here/</p>
---------------	-------------------------------------	--

	<p>関連情報</p>	<p>R&D 100 Awards 受賞</p> <p>Quick-Release™ Binder for Recyclable Batteries</p> <p>URL: https://www.rdworldonline.com/rd-100-2022-winner/quick-release-binder-for-recyclable-batteries/</p>
--	-------------	--

147-11	アメリカ合衆国・アルゴンヌ国立研究所 (ANL)	<p style="text-align: right;">2023/2/22</p> <p>リチウムイオン電池を超える走行距離を実現するリチウム空気電池の新設計 (New design for lithium-air battery could offer much longer driving range compared with the lithium-ion battery)</p> <ul style="list-style-type: none"> ANL とイリノイ工科大学が、一回の充電で 1,000 マイル(約 1,600km)の航続距離を可能にするリチウム空気電池を開発。 従来設計の液体電解質に代わる固体電解質を使用した新電池設計で、リチウムイオン電池の最大 4 倍のエネルギー密度(1,200Wh/kg)が可能。航空機や長距離トラックへの給電も期待できる。また、固体電解質では、液体電解質のような過熱や発火の危険性が無く、安全性が確保できる。 室温下での電子 4 個による反応を初めて達成したリチウム空気電池設計で、空気中の酸素を使用して作動する。初期設計の課題であった酸素タンクも不要。 リチウム空気電池では、放電時にリチウム金属アノードのリチウムが液体電解質中を移動して酸素と結合後、カソードで過酸化リチウム(Li₂O₂)や超酸化物(LiO₂)を形成し、充電時にはそれらがリチウムと酸素に分解されることでエネルギーを貯蔵・放出する。 新電池設計の固体電解質は、比較的安価な元素のナノ粒子ベースのセラミックポリマー材料で構成され、放電時に酸化リチウム(Li₂O)生成反応を促進する。従来の Li₂O₂ や LiO₂ の化学反応に含まれる電子は酸素分子毎に 1~2 個。一方、Li₂O では 4 個の電子が含まれるため、より高いエネルギー密度が得られる。 本研究は、Joint Center for Energy Storage Research(JCESR)を通じて米国エネルギー省(DOE)の自動車技術局(VTO)と基礎エネルギー科学局(BES)が資金を提供した。 <p>URL: https://www.anl.gov/article/new-design-for-lithiumair-battery-could-offer-much-longer-driving-range-compared-with-the-lithiumion</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>A room temperature rechargeable Li₂O-based lithium-air battery enabled by a solid electrolyte</p> <p>URL: https://www.science.org/doi/10.1126/science.abq1347</p>

【新エネルギー分野(燃料電池・水素)】		
147-12	アメリカ合衆国・ローレンスバークレー国立研究所(LLNL)	<p style="text-align: right;">2023/2/7</p> <p>より小型で薄型の水素貯蔵手段 (Going small and thin for better hydrogen storage)</p> <ul style="list-style-type: none"> LLNL、サンディア国立研究所(SNL)、インド工科大学ガンディーナガル校およびローレンスバークレー国立研究所(LBNL)が、水素貯蔵アプリケーションに最適となる、メタルハイドライドのニホウ化マグネシウム(MgB₂)の極薄ナノシートを開発。 水素は燃料の中で最も高いエネルギー密度を有し、陸上輸送機関や航空機、船舶の有効なエネルギー源となるが、圧縮水素ガスは単位体積当たりのエネルギー密度で炭化水素燃料源に劣るため、高密度材料を使用した代替貯蔵手段の開発が進んでいる。 メタルハイドライド錯体は水素貯蔵材料の一種。大きな容量を備えるが、水素の貯蔵には極めて高い圧力と温度が必要。 MgB₂ のナノサイジングを通じて水素に反応する表面積を拡大し、水素化に要する深度を低減。LLNLでは過去の研究で MgB₂ のナノスケールでの解析を実施しているが、同材料で十分な薄さが得られず、クラスター化に留まっていた。 本研究では、溶液を使用せずジルコニアで機械的に剥離する方法で MgB₂ ナノ薄膜を作製。3~4nm の MgB₂ ナノ薄膜は、マグネシウム(Mg)とホウ素(B)の各層が交互に積み重なる 11~12 層で構成され、バルクの MgB₂ 材料の約 50 倍の容量の水素化が可能。 この 50 倍の向上は表面積体積比が 50 倍増大したことに相当し、粒子サイズに左右されない普遍的な挙動である、バルクとナノシートの両材料で 1 番目と 2 番目の層での水素化を提示する。 LLNL の計算の結果、水素化で MgB₂ 表面の Mg の割合が増えることで、ホウ素が露出した高反応性の MgB₂ 表面が安定することを確認。このメカニズムは、適度な圧力や温度下での水素貯蔵を可能にするもの。 本研究には、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) 水素燃料電池技術室(HFTO)の Hydrogen Storage Materials Advanced Research Consortium(HyMARC)が資金を提供した。 <p>URL: https://www.llnl.gov/news/going-small-thin-better-hydrogen-storage</p>
	関連情報	<p>Small 掲載論文(アブストラクトのみ:全文は有料) Hydrogen Storage in Partially Exfoliated Magnesium Diboride Multilayers</p> <p>URL: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/sml.202205487</p>

【新エネルギー分野(太陽光発電)】		
147-13	アメリカ合衆国・ペンシルベニア州立大学 (PennState)	2023/2/24
		<p>次世代太陽電池材料の新しい作製技術 (New method creates material that could create the next generation of solar cells)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ PennState が、これまでで最も高いコスト・時間効率で大型・高品質のペロブスカイトデバイスを容易に製造する、EM-FAST(electrical and mechanical field-assisted sintering technique)を開発。 ・ EM-FAST は放電プラズマ焼結技術としても知られ、熱と圧力で材料の微粉末を圧縮して材料を作製する。従来方法では数日から数週間かかっていたバルク材料の作製を数分間に短縮し、特性、構造と組成を制御した新しい組成のペロブスカイトの作製を可能にする。毎分 0.2 インチ(約 5mm)でのペロブスカイト材料製造を実証した。 ・ ペロブスカイトは、次世代太陽電池を含む多様な分野での利用に有用な電気特性をもつ材料。一般的には溶媒溶液で液体状態した材料を薄膜に形成する湿式化学法で作製されているが、この手法は高コストで大型デバイス作製には非効率。溶媒の毒性の懸念もある。 ・ EM-FAST では、100%の収率で原料を無駄なく使用し(溶液ベースプロセスの収率は 20~30%)、単結晶ペロブスカイトに匹敵する優れた特性が得られ、サイズの制限、コンタミや毒性材料の排出も無い。 ・ 乾燥材料を使用するため、ドーパントや成分を添加してデバイス特性をカスタマイズすることも可能で、新材料の発見にも貢献する。また、特殊な層状材料の作製が可能となるため、特定のデバイス設計による乾燥粉末からの直接プリント作製の可能性も期待できる。 ・ 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)、米国空軍科学研究所(AFOSR)および米国海軍研究室(ONR)・陸軍研究局(ARO)が支援した。 <p>URL: https://www.psu.edu/news/research/story/new-method-creates-material-could-create-next-generation-solar-cells/</p>
	関連情報	<p>Nautre Communications 掲載論文(フルテキスト)</p> <p>A universal all-solid synthesis for high throughput production of halide perovskite</p> <p>URL: https://www.nature.com/articles/s41467-022-35122-7</p>

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できます。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。