



海外技術情報(2021年6月25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】			
125-1	アイルランド共和国・リムリック大学 (UL)	<p>水道管の損傷をリアルタイム検出する環境に優しいデバイス (Eco-friendly device developed at University of Limerick detects real-time pipe damage)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ UL とユニバーシティ・カレッジ・ダブリンが、水道管の損傷をリアルタイムに検出して水漏れを防止する、グリシンを使用した低コストで環境に優しいセンサーを開発。 ・ 同大学が 2017 年より開発を続けているアミノ酸結晶ベースの同センサーでは、最小 2mm の漏れ穴の検出が可能。コンピューター・シミュレーションの結果、歪みや振動等の力に反応して発電する圧電効果を確認した。 ・ パイプラインの漏れ検知は、持続可能な水源へのアクセスにおいて不可欠。漏れの早期検出には振動ベースの技術の有効性が立証されているが、現在の商用技術では電池や高コストの圧電材料を使用している。また、商用の加速度計は硬く柔軟性に欠ける構造のため、カーブしたパイプへの装着には不適當。 ・ グリシンのようなバイオ分子は、毒性のある重金属や煩雑な処理が必要な現行の商用圧電デバイスを代替する、低コスト、無毒性で再生可能な圧電デバイスを提供する。フレキシブルで安価に製造できる新センサーは、構造体のヘルスマonitoringで使用されるセラミクスやポリマー製のものより性能が優れている。 <p>URL: https://www.ul.ie/news-centre/news/eco-friendly-device-developed-university-limerick-detects-real-time-pipe-damage</p>	2021/5/12
	(関連情報)	<p>Cell Reports Physical Science 掲載論文(フルテキスト) Flexible amino acid-based energy harvesting for structural health monitoring of water pipes URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666386421001296?via%3Dihub</p>	

125-2	アメリカ合衆国・ロード・アイランド大学 (URI)	<p>爆発物、ウイルスや違法薬物を分子レベルで検出するセンサー (Sensors developed at URI can identify explosive materials, particles from a potentially deadly virus and illegal drugs at the part-per-quadrillion level)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ URI が、爆発物、ウイルスや違法薬物を分子レベルで検出する薄膜サーモダイナミックセンサーを開発し、その有効性を実証。 ・ 同センサープラットフォームでは、探知犬が嗅ぎ分けられる物質を全て検出可能なため、「デジタル・ドッグ・ノーズ」とも呼ばれる。2019 年には工具箱サイズであったが、現在はタバコの箱サイズまで小型化。触媒を調製することで、バイオマーカーや化学物質等の特定の分子の検出が可能となるため、様々なアプリケーションでの利用が考えられる。 ・ 例えば、同センサーのウェアラブルデバイスでは過酸化水素を ppb(parts-per-billion)レベルで検出し、開いた傷口の感染状態の判断に利用できる。また、即席爆発装置(IED)や、密輸入された違法薬物等の検出にも利用できる。 ・ 熱質量を低減することで、センサー作動に必要なエネルギー量をグラムオーダーからミリグラムオーダーに低減。1 枚の紙より薄いリチウム電池を製造するコロラド州の ITN Energy Systems 社との協力で採用した最適なバッテリーにより、同センサーの小型化とパワーアップを実現した。 ・ 今年 3 月には、米海軍調査研究所(NRL)が同大学にモバイルテストユニットを持ち込み、同センサーによる爆発物の検出試験等を実施。爆発物の分子を選択的に検出してセンサーシステムへの供給に成功した。試験には、ppq(parts-per-quadrillion)レベルでの反応性の調査も含まれた。 ・ 小型化・軽量化された同センサープラットフォームでは、ドローンへの搭載が可能となり、新しく多様なアプリケーションの創出が期待できる。現在は数種類の化学物質の検出が可能なセンサーアレイの開発を進めている。 ・ 同センサーは、20 年前に米国国防高等研究計画局(DARPA)の資金により研究開発を開始。その後 1 年間は米国陸軍が、それ以降は米国国土安全保障省(DHS)が研究資金を提供している。 <p>URL: https://today.uri.edu/news/sensors-developed-at-uri-can-identify-explosive-materials-particles-from-a-potentially-deadly-virus-and-illegal-drugs-at-the-part-per-quadrillion-level/</p>
	(関連情報)	<p>Scientific Reports 掲載論文(フルテキスト) Sensors for the detection of ammonia as a potential biomarker for health screening</p> <p>URL: https://www.nature.com/articles/s41598-021-86686-1</p>

【電子・情報通信分野】		
125-3	アメリカ合衆国・ブリガムヤング大学 (BYU)	<p style="text-align: right;">2021/5/4</p> <p>BYU のホログラム専門家が作る空中で動く実画像 (BYU hologram experts can now create real-life images that move in the air)</p> <ul style="list-style-type: none"> BYU が、シンプルなアニメーションを空中に結像する技術を開発。 同大学では、スクリーンレスで空間にイメージを描画するオプティカル・トラップ・ディスプレイ(OTD)技術を 2018 年に開発している。同技術では、レーザービームで捉えた単一の粒子を移動させ、レーザーを照射した経路を「光の 3D プリンター」のように空間に残存させる。 本研究では、時間変動的透視映像バックドロップの採用により OTD 技術の制限要因を克服し、仮想イメージのシミュレーションを可能にした。 同技術によるイメージは、スクリーン上にコンピューターで生成したものとは異なり、実際の空間に出現する。今回の技術進展は、空間に浮かぶホログラフィックな仮想オブジェクトとのインタラクションを可能にする没入型体験の実現につながるもの。 棒状のフィギュアに空中を歩行させることで、技術原理を実証。立体ディスプレイの中央に置いた人間の指の上をフィギュアが歩行し、踏み越える様子を撮影。仮想イメージと人間のインタラクションの可能性を提示した。また、遠近視差による視覚効果や様々なイメージサイズの表示も可能となる。 本研究は、米国立科学財団(NSF)の CAREER グラントにより実施した。 <p>URL: https://news.byu.edu/byu-hologram-experts-can-now-create-real-life-images-that-move-in-the-air</p>
	(関連情報)	<p>Scientific Reports 掲載論文(フルテキスト)</p> <p>Simulating virtual images in optical trap displays</p> <p>URL: https://www.nature.com/articles/s41598-021-86495-6</p>
125-4	アメリカ合衆国・ペンシルベニア州立大学 (PennState)	<p style="text-align: right;">2021/5/10</p> <p>グラフェンが鍵となるハードウェア・セキュリティの新技術 (Graphene key for novel hardware security)</p> <ul style="list-style-type: none"> PennState が、グラフェンベースの物理複製困難関数(PUF)デバイスを初めて開発。低電力、スケラブルで再構成可能なハードウェアセキュリティデバイスとして、人工知能(AI)による攻撃に対する極めて高い抵抗力を有する。 デジタルで蓄積・共有される個人データ量の増加を受け、サイバー攻撃からのデータ保護技術の研究開発が進んでいる。シリコンによる現行技術では、コンピューターコンポーネント間の微細な差違を利用してセキュアキーを作成するが、AI の機械学習によるキー予測とデータへのアクセスが回避できない。 グラフェンの物理・電気特性を備えた新 PUF デバイスは、エネルギー高効率、スケラブルで、シリコン PUF では脅威となる AI による攻撃を防御する。 約 2,000 個の同一構造のグラフェントランジスタの製造プロセスで起こる、ランダム性による各トランジスタの電導性の差違を PUF として利用する。電子デバイスでは不利となる点だが、PUF にとって望ましい特性となる。 6,400 万個のグラフェン PUF デバイスのシミュレーションを作成し、機械学習による同 PUF の安全性の試験を実施。AI を同シミュレーションデータで訓練し、暗号化されたデータの予測とシステムの脆弱性の特定の可能性を調査した。 その結果、AI がモデルを展開できず、暗号化プロセスの学習が無効であることを確認。機械学習による攻撃へのこのような抵抗力は、流出したデータを使用したデバイスのリバースエンジニアリングを不可能にし、PUF の安全性をさらに向上させる。キーが予測されても、ハードウェアの追加やコンポーネントの交換無く、再構成プロセスにより新しいキーを作成できる。 システムの安全性が損なわれても、新たなセキュリティ機能として耐タンパー性を追加してシステムの再構成・再利用を可能にするスキームを提供し、多様な温度範囲で作動できる能力を備えたグラフェンベースの PUF デバイスは、様々なアプリケーションが期待できる。さらに研究を進め、フレキシブルなプリンタブル電子機器や家庭用機器等での利用の可能性を探る。 <p>URL: https://news.psu.edu/story/658046/2021/05/10/research/graphene-key-novel-hardware-security</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>Graphene-based physically unclonable functions that are reconfigurable and resilient to machine learning attacks</p> <p>URL: https://www.nature.com/articles/s41928-021-00569-x</p>

125-5	アメリカ合衆国 ・コロンビア 大学	<p style="text-align: right;">2021/5/12</p> <p>超音波で身体プロセスを測定する皮下注射できる微細なワイヤレスチップ (Tiny, Wireless, Injectable Chips Use Ultrasound to Monitor Body Processes)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ コロンビア大学が、エネルギー供給とワイヤレス通信に超音波を利用する、皮下注射可能な世界最小の単一チップによるシステムを開発。 ・ 顕微鏡でのみ確認できるイエダニほどの0.1mm³を下回るサイズの、チップ単体で完全に機能する電子システムの「チップ・アズ・システム」という新しい概念で、多様なセンシング機能を持つワイヤレスな小型埋め込み式医療デバイス開発に革新をもたらすもの。 ・ 標準的な集積回路に圧電材料を直接追加して音のエネルギーを電気エネルギーに変換する同チップは、「モア・ザン・ムーア」技術の一例。新ツールや新技術の創出に伴い、超音波の臨床的な重要性が高まっている。 ・ このような微細なサイズのデバイスでは、電磁波の波長の大きな従来の RF 通信リンクが使用できないため、波長のより小さな超音波を使用する。同チップ上部に取り付けた「アンテナ」を介し、超音波によるエネルギー供給とワイヤレス通信を行う。 ・ 同チップは、TSMC(台湾セミコンダクター・マニュファクチャリング・カンパニー)が作製し、Columbia Nano Initiative クリーンルームおよびニューヨーク市立大学シティカレッジ 先端科学研究センター(ASRC)のナノファブリケーション施設で加工。 ・ 最終的な目標は、皮下注射針で人体に注入し、超音波を利用して体内と通信するチップの開発。特許出願済みの現行デバイスでは身体温度の測定が可能だが、さらに多くの可能性について研究を進めている。 ・ 本研究は、W.M. Keck Foundation のグラントが一部、また米国防高等研究計画局(DARPA)が支援した。 <p>URL: https://www.engineering.columbia.edu/press-releases/shepard-injectable-chips-monitor-body-processes</p>
	(関連情報)	<p>Science Advances 掲載論文(フルテキスト)</p> <p>Application of a sub-0.1-mm³ implantable mote for in vivo real-time wireless temperature sensing</p> <p>URL: https://advances.sciencemag.org/content/7/19/eabf6312</p>

【ロボット・AI 技術分野】		2021/5/10
125-6	シンガポール国立大学 (NUS)	<p>ロボットと環境のスマートな交流を実現する AiFoam を開発 (NUS researchers create AiFoam for robots to interact intelligently with their surroundings)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ NUS が、人間のものと同様な触覚を機械に付与するスマートな材料の「AiFoam(artificially innervated foam)」を開発。 ・ 人工知能(AI)の進展によりロボットや機械のスマート化が促進されているが、微妙で複雑な周囲環境を人間のように感知する能力に欠ける。 ・ 2年間をかけて開発した同材料は、スポンジのような柔らかな感触で人間の触覚を模倣。近接するオブジェクトを接触無しで感知し、損傷した場合には自己修復する。これらの両機能を世界で初めて同時に備えたスマートな同新材料は、より賢くインタラクティブなロボットの実現を可能にする。 ・ 人間の触覚は、不慣れた環境でのオブジェクトの操作や効果的な立ち回りにおいて不可欠なもの。このような触覚を持つロボットでは、安全・予測可能で滑らかな機械的挙動が可能となる。 ・ 例えば、クリーニングロボットやロボットウェイター等が離れた場所に居る人間を感知し、その情報から意図を推定できれば、より迅速に反応して特に混み合った場所での人間への衝突を回避できる。 ・ オブジェクトに接触して圧力を感知する高度な電子スキンが開発されているが、近接するオブジェクトの動きの方向を検出できない。本研究では、このような技術的課題に対処した。 ・ AiFoam は、フルオロポリマーとして知られるテフロンのような物質と表面張力を低減させる界面活性剤を混合した、230%の長さまで引き延ばせる高伸縮性のポリマー。これに金属粒子を注入し、オブジェクトの感知機能を付与した。 ・ 同材料の柔軟性は、空気と材料の割合を変えることで制御できる。シリコン等の電子スキンで一般的に利用される材料や、誤検知が起こりやすい光や反射を利用した近接センサーに比べ、人間の存在をより効率的に検出。数 cm 先の人間の指も感知できる。 ・ 同材料の表面下に埋め込んだ円筒形の電極が人間の皮膚の神経終末を模倣し、加わった力の量だけでなく方向も検出するため、より迅速で適切なロボットの反応が可能になる。損傷した場合は、4 日間の 70°Cでの加熱で約 70%を回復し、約 2 倍(180%)の長さ引き延ばせる。 ・ 現在、ロボット製造業者との提携と、人間と機械のシームレスなインタラクションの実現に向けたロボティクスや、人工義肢等の同材料の活用分野の拡張について調査している。 <p>URL: https://news.nus.edu.sg/nus-researchers-create-aifoam-for-robots-to-interact-intelligently-with-their-surroundings/</p>
	(関連情報)	<p>Nature Communications 掲載論文(フルテキスト) Artificially innervated self-healing foams as synthetic piezo-impedance sensor skins</p> <p>URL: https://www.nature.com/articles/s41467-020-19531-0</p>

【環境・省資源分野】		2021/5/17
125-7	アメリカ合衆国・ワシントン州立大学 (WSU)	<p>廃棄プラスチックを一時間でジェット燃料に変換する新技術 (New technology converts waste plastics to jet fuel in an hour)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ WSU、ワシントン大学(UW)およびパシフィック・ノースウェスト国立研究所(PNNL) が、廃棄プラスチックのポリエチレン(PE)をジェット燃料の成分や炭化水素製品に効率的に変換する、コスト効果的な触媒プロセス技術を開発。 ・ ポリエチレンは、レジ袋やシャンプーの容器から耐食性パイプや家具等の様々な製品に広く利用されているプラスチック。 ・ プラスチックを溶解して再成形する最も一般的な機械的なりサイクル技術では、他製品で利用するプラスチックの経済的な価値と品質の低下が、一方、高品質の製品が作れる化学的なりサイクル技術では、高温や長時間プロセスによる高コストと煩雑さがそれぞれの課題。米国で毎年リサイクルされているプラスチックは約9のみ%。 ・ ルテニウムと炭素による触媒と一般的な溶液を使用する同触媒プロセスでは、220°Cの温度下で一時間以内にプラスチックの90%を変換。温度、時間や触媒の利用量を調整することで、目的とする製品を選択的に獲得できる。 ・ Washington Research Foundation の支援により、商業化に向けた同触媒プロセスのスケールアップに取り組んでいる。同プロセスは、他種類のプラスチックにも効果的に適用できると考える。 ・ 本研究には、Washington State Research Foundation および米国立科学財団(NSF)が資金を提供した。 <p>URL: https://news.wsu.edu/2021/05/17/new-technology-converts-waste-plastics-jet-fuel-hour/</p>
	(関連情報)	<p>Chem Catalysis 掲載論文(フルテキスト) Deconstruction of high-density polyethylene into liquid hydrocarbon fuels and lubricants by hydrogenolysis over Ru catalyst</p> <p>URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2667109321000233?via%3Dihub</p>

【蓄電池・エネルギーシステム分野】		
125-8	アメリカ合衆国 ・テキサス A&M 大学	<p style="text-align: right;">2021/5/5</p> <p>オンデマンドで分解するリサイクル可能な金属フリーのポリペプチド電池 (Researchers develop new metal-free, recyclable polypeptide battery that degrades on demand)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・テキサス A&M 大学が、ポリペプチド有機ラジカル構造を利用した、金属フリーの新しい電池技術プラットフォームを開発。 ・リチウムイオン電池は、多くの産業部門で消費者家電の大きな進展につながる技術革新をもたらし、世界中の電池駆動デバイスで利用されているが、危険な環境下の児童労働で採掘され、倫理的・環境的な問題となっているコバルトを多量に使用する。 ・また、現在リサイクルされるリチウムイオン電池が極めて少ないことも、コバルトや他の戦略資源の需要をさらに押し上げている。将来の電気自動車経済で求められるようなリサイクル率の達成が課題となっている。 ・酸化還元活性なアミノ酸高分子より構成されるポリペプチド有機ラジカル電池は、貴金属等の戦略物資への依存を最小限に抑え、無毒、生分解性でウェアラブルやインプラント電子デバイスでの利用の可能性を開く。さらに、酸性の環境下でオンデマンドで分解してアミノ酸を生成し、容易にリサイクルできる。今後は機械学習を通じ、新電池プラットフォームの材料と構造の最適化を図る。 ・本研究には、米国立科学財団(NSF)、Welch Foundation および米国エネルギー省(DOE)科学局が資金を提供した。 <p>URL: https://engineering.tamu.edu/news/2021/05/CHEN-researchers-develop-new-metal-free-recyclable-polypeptide-battery-that-degrades-on-demand.html</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) Polypeptide organic radical batteries URL: https://www.nature.com/articles/s41586-021-03399-1</p>
125-9	アメリカ合衆国 ・ハーバード大学	<p style="text-align: right;">2021/5/12</p> <p>長寿命で安定した全固体リチウム電池 (A long-lasting, stable solid-state lithium battery)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ハーバード大学が、新しいマルチレイヤー設計と市販のエネルギー高密度カソード材料を組み合わせた、安定した全固体リチウム金属電池を開発。 ・現在のリチウムイオン電池は重く、高価で充電に時間がかかり、電気自動車(EV)市場の拡大に必要な長寿命・急速充電能力が不十分。電池化学の最高峰とされる全固体リチウム金属電池は、高容量・高エネルギー密度で急速充電が可能だが、安定性に欠ける。 ・新全固体リチウム金属電池では、高電流密度で最低 1 万回の充放電サイクルを実証。同電池技術は、EV をガソリン車ほどの寿命に 10~15 年延長し、高電流密度により 10~20 分で充電を完了する電池交換不要の EV の実現を導くもの。 ・リチウム金属電池の主要な課題は、リチウム金属製のアノード表面に形成され、セパレーターを貫通して電池の短絡や発火を起こすデンドライト(樹状の突起)。本研究では、両電極の間に安定性の異なる数種類の材料を挟んだマルチレイヤー構造を設計し、デンドライトの形成を抑制することでこの課題に対処した。 ・同マルチレイヤー構造は、アノード、グラファイトコーティング、第一電解質(LPSCI:リチウムに対して安定・デンドライトに弱い)、第二電解質(LGPS:安定性にやや欠けデンドライトに強い)、第一電解質、カソードの順番で構成される。 ・アノードで形成されたデンドライトは、グラファイトと第一電解質を貫通して第二電解質で停止する。また、デンドライトが開けた穴を自己修復する。 ・同マルチレイヤー電池設計は、市販のリチウムイオン電池との競合と大量製造の可能性を提示。商業化へのスケールアップには対処すべき課題が残るが、解決可能と考える。 ・本研究は、同大学の Dean's Competitive Fund for Promising Scholarship および Harvard Data Science Initiative Competitive Research Fund が支援した。今後の研究活動は、Harvard Physical Sciences and Engineering Accelerator Award および Harvard Climate Change Solutions Fund が支援する。 <p>URL: https://www.seas.harvard.edu/news/2021/05/long-lasting-stable-solid-state-lithium-battery</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) A dynamic stability design strategy for lithium metal solid state batteries URL: https://www.nature.com/articles/s41586-021-03486-3</p>

125-10	スウェーデン王国・チャルマース工科大学	<p style="text-align: right;">2021/5/17</p> <p>セメントベース蓄電池の世界初のコンセプト (World first concept for rechargeable cement-based batteries)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ チャルマース工科大学が、セメントベース蓄電池の世界初となるコンセプトを開発。 ・ セメントをベースとした混合物に少量の短い炭素繊維を加えて導電性と曲げ強さを付与し、炭素繊維メッシュへの金属コーティング処理(アノードには鉄、カソードにはニッケル)で電極を作製して電池性能を向上させた。 ・ 7Wh/m²(0.8Wh/l)の平均エネルギー密度で初期のコンクリート蓄電池の10倍超を達成。市販の蓄電池には及ばないが、ビル建築時の大容量電池の作製による対処が可能と考える。 ・ LEDの電源、遠隔地域での4Gコネクションや、コンクリートインフラの腐食に対するカソード防食法等のアプリケーションを想定。また、太陽光パネルと組み合わせれば、高速道路や橋梁のモニタリングシステムに電力を供給し、コンクリート電池作動のセンサーが亀裂や腐食を検出する。 ・ 構造物やビルを蓄電池として利用するこのようなコンセプトは、電力の大容量貯蔵によるエネルギー危機への対処手法を提供し、革新をもたらす可能性がある。 ・ 主要な技術的課題は、通常50年~100年の寿命のコンクリートインフラにおける電池の更新や、電池寿命後の交換・リサイクル。同コンセプトはまだ初期段階であり、商業化を目指すには長寿命化やリサイクル技術開発等の課題の解決が必要だが、将来の建築材料に再生可能エネルギー源等の機能を付加する重要な役割を担うものと考ええる。 ・ 本研究には、スウェーデンエネルギー庁が資金を提供した。 <p>URL: https://www.chalmers.se/en/departments/ace/news/Pages/World-first-concept-for-rechargeable-cement-based-batteries.aspx</p>
	(関連情報)	<p>Buildings 掲載論文(フルテキスト) Rechargeable Concrete Battery URL: https://www.mdpi.com/2075-5309/11/3/103</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。