海外技術情報(2025 年 10 月 30 日号)

イノベーション戦略センター
Technology and Innovation 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
【電子・情報通信分野】		
172-1	カナダ・ブリティッシュコロンビア大学(UBC)	2025/7/19 **量子ネットワークの「万能翻訳機」の青写真** (UBC scientists propose blueprint for ‘universal translator’ in quantum networks) ・ UBC が、シリコンベースのマイクロ波-光変換器(MOC)を開発。 ・ マイクロ波を光信号に、そしてその逆方向にも変換する新 MOC は、量子ネットワーキングの主要な課題を解決し、量子コンピューターの万能翻訳機として機能する可能性がある。量子ネットワークにより、破ることのできないオンラインセキュリティー、屋内で使用できる GPS や新しい医薬品の設計、高精度の天気予報等の実現の可能性が期待できる。 ・ 量子コンピューター同士が長距離通信を行い、実質的にノイズ無しでの信号の最大 95%の変換を可能にする。また、遠く離れた粒子間の量子接続を維持し、双方向に機能し、真の量子ネットワークを実現する。 ・ 量子コンピューターは、マイクロ波信号を用いて情報を処理するが、その情報を都市や大陸に伝送するには、光ファイバーケーブルで伝送される光信号に変換する必要がある。これらの信号は非常に壊れやすく、変換中に生じる僅かな乱れでも破壊される可能性がある。 ・ このことは、量子コンピューターに不可欠な、2 つの粒子が距離に関わらず繋がった状態を維持する現象であるエンタングルメント(量子もつれ)にとって問題となる。アインシュタインが「不気味な遠隔作用」と呼んだこの繋がりの喪失は、量子的優位性の喪失を意味する。 ・ 新 MOC は、シリコンウェハー上に作製でき、シリコンの特性の制御のために意図的に作られた微小な磁気欠陥を特徴とする。マイクロ波信号と光信号の正確な同調により、欠陥内の電子はエネルギーを吸収することなく信号を変換し、他の変換方法に見られる不安定性を回避する。 ・ さらに、僅か 100 万分の 1W という極めて低い電力で効率的に動作する。新 MOC に加え、電気を完全に伝導する超伝導部品を用いた実用的な設計についても提案している。 ・ 現時点では理論実証に留まるが、新 MOC デバイスは既存のチップ製造技術を用いて構築でき、今日の通信インフラに容易に統合が可能。量子ネットワーキングにおける主要な障壁を克服する重要な進展となる。 ・ 本研究は、Stewart Blusson Quantum Matter Institute (SBQMI)、Canada First Research Excellence Fund および Quantum Materials and Future Technologies Program が支援した。 URL: https://news.ubc.ca/2025/06/silicon-breakthrough-could-lay-foundation-for-a-global-quantum-internet/
	関連情報	Quantum Information 掲載論文(フルテキスト) Robust microwave-optical photon conversion using cavity modes strongly hybridized with a color center ensemble URL: https://www.nature.com/articles/s41534-025-01055-4

172-2	アメリカ合衆国・ノースカロライナ州立大学(NC State)	2025/7/28 **スマートフォンにフィットする新分光器** (New Spectrometer Is Small Enough to Fit on Your Phone) ・ NC State が、既存の技術に比べ大幅に小さなピクセルサイズで、紫外線から近赤外線までの波長の光を正確に測定できる分光計の実証に成功。 ・ これまでの小型光検出器開発では複雑な光学系や高電圧の使用が必要で、このような広範囲の波長に対する感度が不十分であった。本研究の成果により、携帯可能な分光装置や次世代イメージング分光計の開発が期待できる。 ・ 分光計は、光と物質との相互作用時の変化に基づき、様々な物質の化学的・物理的特性を理解する上で重要なツール。製造から生物医学診断まで幅広く使用されているが、市販の最小の分光計であってもかなりの大型となっている。 ・ 新分光計は低電圧で高速動作し、幅広い光スペクトルでの感度を有する。実証用プロトタイプは僅か数平方ミリメートルの大きさのためスマートフォンにも収まり、必要であればピクセルほどのサイズにすることも可能。 ・ この技術では、光と対象物質との相互作用時の光の波長を感知する、超小型光検出器を利用する。光検出器に様々な電圧を印加し、各電圧で捕捉される光の全波長を測定することで、シンプルな計算プログラムによる、対象物質を透過・反射する光の正確な特性の再現に十分なデータが得られる。電圧範囲は1V 未満で、このプロセス全体は 1 ミリ秒未満で実行できる。 ・ 概念実証試験にてピクセルサイズの同分光計が従来の分光計と同等の精度を有し、市販の光検出装置に匹敵する感度を持つことを確認。同技術のサイズと消費電力はスマートフォンへの搭載を可能にし、興味深いアプリケーションの可能性を広げるもの。 ・ 研究の観点ではイメージング分光法、顕微分光法や研究室で役立つ、その他のアプリケーションへのアクセス向上にも道を開くもの。市場への投入を長期的な目標とする。 ・ 本研究は、米国立科学財団(NSF)と米国海軍研究室(ONR)が支援した。 URL: https://news.ncsu.edu/2025/07/tiny-spectrometer/
	関連情報	Device 掲載論文(フルテキスト) Single-pixel spectrometer based on a bias-tunable tandem organic photodetector URL: https://www.cell.com/device/fulltext/S2666-9986(25)00179-6?_returnURL=https%3A%2F%2Flinkinghub.elsevier.com%2Fretrieve%2Fpii%2FS2666998625001796%3Fshowall%3Dtrue

【バイオテクノロジー分野】		
172-3	アメリカ合衆国・ワシントン大学セントルイス校（WashU）	2025/7/28 **バイオプラスチックを格上げする葉の構造に着想した設計** (Leaf-inspired design brings bioplastics to the big leagues) ・ WashU が、セルロースを豊富に含有する葉の細胞壁の構造に着想したバイオプラスチックである、Layered, Ecological, Advanced and multi-Functional Filim (LEAFF)を開発。 ・ プラスチックパッケージ市場は 235 億ドル規模の産業であり、石油由来のポリマーであるポリエチレンとポリプロピレンが主流を占める。これらのポリマーは、食料や水資源への悪影響を及ぼす有害なマイクロプラスチックに分解される。こうした状況を受け、従来のプラスチックの生分解性版であるバイオプラスチックの開発が進んでいるが、強度や分解条件の制限等の課題がある。 ・ LEAFF の基礎を成すセルロースナノファイバー(CNF)構造は、ポリエチレンやポリプロピレン等の石油化学プラスチックを超える引張強度を提供し、ポリ乳酸を室温で生分解可能なパッケージ材料に変換する。空気・水の低透過性、食品の安定性の維持や、表面への印刷が可能なこと等の重要な特性も備える。 ・ LEAFF の技術は、現在最も生産量の多い 2 種類のバイオプラスチックを用いた研究で創出。まず、葉に着想を得た CNF 構造のバリエーションを用いて、デンプン由来のプラスチックであるポリヒドロキシ酪酸（PHB）の強度と生分解性を向上させ、今回はポリ乳酸（PLA）向けにこの技術を進展させた。 ・ バイオミミクリー設計による LEAFF の多層構造では、中央に CNF、その両側にバイオプラスチックを配置。これにより、極めて強度が高く、多機能性を備えた材料を実現。バイオプラスチックの利用における限界や技術的障壁を克服し、より広範なバイオプラスチックの利用を可能にする。 ・ 米国は、バイオプラスチック生産用の原料となる乳酸や脂肪酸等の化学物質をトウモロコシ等の微生物発酵法を通じて世界の他の地域よりも低価格で提供できる。例えば、発酵産業で広く利用されている微生物株のシュードモナス・プチダ（*P.putida*）が、PHB を含む様々なポリヒドロキシアルカン酸（PHA）の生産に用いられている。 ・ 米国は廃棄物問題を抱えており、循環型再利用は廃棄物を有用な材料に変える上で大きな役割を果たす可能性がある。バイオプラスチックのサプライチェーンの強化により、雇用と新たな市場の創出が期待できる。 ・ 本研究は、米国立科学財団(NSF)と米国エネルギー省(DOE)　バイオエネルギー技術局(BETO)が支援した。 URL:　https://source.washu.edu/2025/07/leaf-inspired-design-brings-bioplastics-to-the-big-leagues/
	関連情報	Green Chemistry 掲載論文(フルテキスト) Integrated design of multifunctional reinforced bioplastics (MReB) to synergistically enhance strength, degradability, and functionality URL:　https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2025/gc/d4gc02440k
	関連情報	Nature Communicaitons 掲載論文(フルテキスト) Biomimetic layered, ecological, advanced, multi-functional film for sustainable packaging URL:　https://www.nature.com/articles/s41467-025-61693-2

172-4	ｱﾒﾘｶ合衆国・ﾊｰﾊﾞｰﾄﾞ大学	2025/9/3 **タンパク質のアップサイクリングが容易に** (Upcycling Proteins Just Got Easier) ・ ハーバード大学が、特定の塩化合物の存在下でのケラチン等のタンパク質の変性における重要な基礎化学を解明。タンパク質のリサイクルを新たなレベルに引き上げる可能性がある。 ・ 繊維産業や食肉加工産業は、年間数十億トンにも上る羽毛、羊毛や毛髪等の廃棄物を排出している。これらは全て、毛髪、皮膚、爪に含まれる強固な繊維状タンパク質であるケラチンを豊富に含んでいる。 ・ このような動物性廃棄物の全てを創傷被覆材、環境に優しい繊維や健康サプリメント等の有用な製品に変換できれば、持続可能な新産業と環境に多大な恩恵をもたらすが、タンパク質の構成成分への分解(変性)には大規模な施設で腐食性の化学物質を使用する必要があり、費用対効果の高い方法の実現が難く、タンパク質のアップサイクルは容易ではない。 ・ 本研究では、実験と分子動力学シミュレーションを組み合わせることで、ケラチンを分解する高濃度の臭化リチウム溶液が、全く予想外の方法でタンパク質分子と相互作用することを特定。タンパク質への直接結合ではなく、周囲の水分子の構造を変化させることで、タンパク質の自発的な変性に適した環境を作り出していることがわかった。 ・ この知見により、強力な化学薬品を使用せずに溶液からタンパク質を容易に分離する、より穏やかで持続可能なケラチン抽出プロセスの設計が可能となる。このプロセスは同様の塩混合物を利用した逆反応も可能で、臭化リチウム変性剤の回収と再利用も可能となる。 ・ 臭化リチウムイオンが、水分子を通常の水と塩イオンに捕捉された水分子へと変化させるが、タンパク質は通常の水の量の減少に伴い環境の熱力学的変化によって変性を開始する。フィブロネクチンのような単純なタンパク質でも同様の結果が得られたことから、これは普遍的なメカニズムを示唆している。 ・ さらに、このプロセスは、髪の毛や鶏の羽毛といった大量の廃棄物を低コストの再生素材に変換し、例えば従来のプラスチックの代替品として活用できる、全く新しいバイオマテリアル産業への道を開く可能性がある。 ・ 本研究は、米国立衛生研究所(NIH)、米国立科学財団(NSF)、香港特別行政区政府 Innovation and Technology Commission の Health@InnoHK program および NTT Research Inc.の Medical and Health Informatics Laboratories が支援した。 URL: https://seas.harvard.edu/news/2025/09/upcycling-proteins-just-got-easier
	関連情報	Nature Communications 掲載論文(フルテキスト) Entropy-driven denaturation enables sustainable protein regeneration through rapid gel-solid transition URL: https://www.nature.com/articles/s41467-025-61959-9

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。