



海外技術情報(2023年6月30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】 | | | |
| 149-1 | アメリカ合衆国 ・国立標準 技術研究所 (NIST) | COVID-19 を高精度で検出する JILA の周波数コムプレサライザー (JILA's Frequency Comb Breathalyzer Detects COVID-19 with Excellent Accuracy) <ul style="list-style-type: none">・ NIST とコロラド大学ボルダー校による共同研究所の JILA (Joint Institute for Laboratory Astrophysics:宇宙物理学複合研究所)が、呼気中の SARS-CoV-2 を高精度で検出する、周波数コムと機械学習(ML)技術を組み合わせたプレサライザー(呼気分析器)技術を開発。全く新しい「コム・ブレソミクス(呼気オミクス)」の確立が期待できる。・ 人間の呼気には千種類以上の微量分子が含まれ、そのほとんどが特定の健康状態と関連する。周波数コム技術は他の呼気分析技術や診断試験に比べ、より非侵襲的な健康診断のより速くより正確な実施を可能にするもの。・ ガスクロマトグラフィーと質量分析法を組み合わせた現行の呼気分析技術では検出に数十分の時間がかかり、呼気成分に影響を及ぼす化学プロセスを使用するため正確な呼気プロファイルの特定が困難。JILA は、2008 年に近赤外領域の光吸収を測定する周波数コムプレサライザーを初めて実証。2021 年には中赤外領域へ拡大し検出感度を千倍向上させている。・ 新技術では、それぞれが異なる光の色(周波数)を示す 14,836 本の「櫛の歯」として測定される、呼気 of 全サンプルの複合的な大量のデータを機械学習(ML)が処理・解析して疾病診断の予測モデルを生成。健康状態により増減する分子濃度情報を ML が分析してパターンを特定し、診断予測の信頼できる基準を創出する。・ 2021 年 5 月～2022 年 1 月の間に 170 名の学生から収集した呼気サンプルを利用し、ML アルゴリズムの利用による極めて高精度での COVID 検出を実証。SARS-CoV-2 感染の検出分子として水(H₂O)、半重水(HDO)、アンモニア(NH₃)、メタノール(CH₃OH)および二酸化窒素(NO₂)を特定した。・ PCR 試験結果と比較するデータグラフで新技術の精度を測定した結果、COVID-19 感染予測で 0.849 の AUC 値を達成。医療診断データで 0.8 を超える AUC 値は「優れた」精度とされている。・ 光スペクトル領域の拡大、より高度な AI 技術によるパターン解析や SARS-CoV-2 ウィルス自体を含む追加的な分子の測定・分析を通じ、検出精度をさらに向上させる。喫煙者や乳糖不耐症等の呼気サンプルの違いも特定可能なため、様々な疾病診断への応用の可能性も期待できる。・ 医療コミュニティが商業化について関心を寄せているが、まず食品医薬品局(FDA)の認証が必要となる。本研究は、米国空軍科学研究所(AFOSR)、米国立科学財団(NSF)および NIST が支援している。 <p>URL: https://www.nist.gov/news-events/news/2023/04/jilas-frequency-comb-breathalyzer-detects-covid-19-excellent-accuracy</p> | 2023/4/6 |

| | | |
|-------|---------------------|---|
| | 関連情報 | <p>Journal of Breath Research 掲載論文(フルテキスト) Breath analysis by ultra-sensitive broadband laser spectroscopy detects SARS-CoV-2 infection URL: https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1752-7163/acc6e4</p> |
| 149-2 | スウェーデン王国・リンショーピング大学 | <p style="text-align: right;">2023/4/28</p> <p>世界初の木製トランジスタ (The world's first wood transistor)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ リンショーピング大学とスウェーデン王立工科大学(KTH)が、世界初の木製トランジスタを開発。木材ベースのエレクトロニクスや e-プラント(電子植物)の開発の可能性が期待できる。 ・ 特定のアプリケーションに向けた開発ではないが、この基礎研究を通じて木製トランジスタの可能性を実証。これが今後さらなる研究開発を触発し、将来のアプリケーションにつながることを望む。 ・ およそ 100 年前に発明されたトランジスタは、電話、電球や自転車に並び重要な発明とも考えられ、近代の電子デバイスに欠かせない部品としてナノスケールでの製造が進んでいる。トランジスタは、電気の流れの制御やパワースイッチとしての機能も担う。 ・ 木製トランジスタの動作は遅く、サイズも大型だが、確実に機能することが開発進展の多大な可能性を示す。以前のものではイオン輸送の制御に限られ、イオンの喪失でトランジスタ機能が停止していた。新しい木製トランジスタでは、継続的に作動し、劣化なく電流の制御が可能。 ・ 木製トランジスタには、全体が均一的な構造で木目のない木材が必要なためバルサ材を採用。そこからリグニンを除去し、それによってできる溝(チャンネル)と長いセルロース繊維のみを残す。 ・ このチャンネルを導電性ポリマーの PEDOT:PSS で満たすことで、木製導電性材料を作製。この材料を使用して、電流の制御と特定の出力レベルで継続的に機能できる木製トランジスタを構築した。スイッチのオン・オフが可能だが、オフに約 1 秒、オンには約 5 秒がかかる。 ・ リンショーピング大学の専門研究分野である e-プラントでの使用を検討。利点の一つであるチャンネルの大きさにより、一般的な有機トランジスタよりも高電流を許容できる可能性があり、将来のアプリケーションに有用となる。 ・ 本研究には、クヌート・アンド・アリス・ヴァレンベリ財団と KTH ヴァレンベリ木材科学センター(WWSC)が資金を提供した。 <p>URL: https://liu.se/en/news-item/varldens-forsta-tratransistor</p> |
| | 関連情報 | <p>米国科学アカデミー紀要(PNAS)掲載論文(フルテキスト) Electrical current modulation in wood electrochemical transistor URL: https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.2218380120</p> |
| 149-3 | カナダ・ウオータールー大学 | <p style="text-align: right;">2023/5/3</p> <p>IoT に給電するグッドバイブレーション (Engineers tap into good vibrations to power the Internet of Things)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ウオータールー大学とトロント大学が、身の回りで発生する機械的な振動を電気に変換し、ペースメーカーから宇宙船まであらゆる機器のセンサーに給電する、低コストで安定した新材料を開発。 ・ 圧電効果を通じ、機械的振動等の圧力が加わることで発電する。圧電効果は 1880 年の発見以来、水晶やロッシェル塩等の限られた種類の圧電材料が水中音波探知機、超音波撮像やマイクロ波デバイス等に利用されている。しかし、商用デバイスに利用されている従来の圧電材料では、発電容量が制限されることと、環境や健康に悪影響を及ぼす鉛の利用が問題となっている。 ・ 新材料は、結晶場での自発的な形状劣化に関わる化学概念のヤーン・テラー効果を利用した、edabco 塩化銅(N-エチル-1,4-ジアザピシクロ[2.2.2]オクトニウム)と呼ばれる金属ハロゲン化物の複合物で、極めて高い圧電効果を有する。 ・ 新材料で作製したナノジェネレータでは、鉛や非再生可能エネルギーを使用することなく、人間の挙動から走行中の自動車まであらゆる種類の動的環境下で記録的な高エネルギー密度を達成した。 ・ 同ナノジェネレータは、2.5cm 四方のサイズと名刺ほどの薄さであらゆる環境下で便利に使用でき、IoT に使用される数十億個ものセンサーを始め、様々な電子デバイスのセンサーへの給電に使用できる可能性がある。 ・ 新材料の記録的な高性能は、この技術分野における新しい道筋を拓くもの。航空機の振動を利用した知覚モニタリングシステムへの給電や、心拍による発電を通じたバッテリーフリーのペースメーカーへの給電等の可能性も期待できる。 <p>URL: https://uwaterloo.ca/news/media/engineers-tap-good-vibrations-power-internet-things</p> |
| | 関連情報 | <p>Nature Communications 掲載論文(フルテキスト) Large piezoelectric response in a Jahn-Teller distorted molecular metal halide URL: https://www.nature.com/articles/s41467-023-37471-3</p> |

【電子・情報通信分野】

2023/4/6

| | | |
|--------------|---------------------------------|---|
| <p>149-4</p> | <p>アメリカ合衆国 ・コーネル大 学</p> | <p>サイレントスピーチを認識する AI 搭載メガネ (AI-equipped eyeglasses can read silent speech)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ コーネル大学の Smart Computer Interfaces for Future Interactions (SciFi)ラボが、市販のメガネによる音響センシングと AI を利用して最大で 31 種類の無声音コマンドの連続認識が可能なサイレントスピーチ認識(SSR)インターフェイス、「EchoSpeech」を開発。 ・ 同ラボが別途開発した、顔の動きを追跡する音響センシングデバイスのイヤホン「EarIO」がベース。SSR 技術の多くでは予め決められたコマンドの選択に限定され、ユーザーによるカメラとの対面や装着が必要なため実用性に欠ける。 ・ 低電力消費、プライバシーを考慮したウェアラブルインターフェイスで、わずか数分間のユーザートレーニングデータによりコマンドを認識し、スマートフォンで作動する。さらなる進展により、サイレントスピーチ技術は音声合成用の優れたインプットとなり、発声回復に役立てることも可能となる。 ・ 現行のバージョンでは、賑やかなレストランや静かな図書館等の発話が困難・不適当な場所でのスマートフォンを介したコミュニケーションに利用できる。また、タッチペンとのペアリングも可能で CAD 等の設計ソフトでも使用でき、キーボードやマウスが不要に。 ・ 鉛筆に付いた消しゴムよりも小さなマイクとスピーカーを搭載した「EchoSpeech」メガネは、ウェアラブルな AI 駆動のソナーシステムとして顔面を通過する音波を送受信し、口の動きを検出。SciFi ラボ開発の深層学習アルゴリズムがこれらの反響のプロファイルを約 95%の精度でリアルタイム分析する。 ・ SciFi ラボでは、機械学習と小型ビデオカメラを使用して身体、手、顔の動きを追跡するウェアラブルデバイスも開発している。カメラを音響センシングで代替することで、電池寿命、セキュリティー・プライバシーを向上させ、より小型でコンパクトなハードウェアを実現した。 ・ 音響データは画像・動画データよりも大幅に小さいためより、狭い帯域幅で処理でき、Bluetooth を介してスマートフォンへリアルタイム送信できる。スマートフォンでローカルにデータを処理するため、プライバシーに関する機微情報を保守できる。音響センシングの電池寿命は 10 時間(カメラの場合は 30 分)。 ・ コーネル大学の Ignite: Cornell Research Lab to Market gap ファンディングを通じ商業化を進める。今後は顔、目と上半身の挙動を追跡するスマートメガネアプリケーションを開発する予定。本研究は米国立科学財団(NSF)が一部支援した。 <p>URL: https://news.cornell.edu/stories/2023/04/ai-equipped-eyeglasses-can-read-silent-speech</p> |
|--------------|---------------------------------|---|

| | | |
|--|-------------|---|
| | <p>関連情報</p> | <p>Association for Computing Machinery Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI) 発表論文(フルテキスト) EchoSpeech: Continuous Silent Speech Recognition on Minimally-obtrusive Eyewear Powered by Acoustic Sensing URL: https://ruidongzhang.com/files/papers/EchoSpeech_authors_version.pdf</p> |
|--|-------------|---|

| 【ロボット・AI 技術分野】 | | |
|----------------|--------------------------------------|---|
| 149-5 | アメリカ合衆国 ・マサチューセツ 工科大学 (MIT) | <p style="text-align: right;">2023/4/3</p> <p>掴むだけでオブジェクトを特定できるロボットハンド (Robotic hand can identify objects with just one grasp)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ MIT が、一回の把持でオブジェクトを正確に特定する、高分解能タッチセンシングを備えたロボットハンドを開発。 ・ ロボットハンドの多くは高性能センサーを指先に装着するため、オブジェクトへの完全な接触に把持を繰り返す必要がある。また、指全体に低分解能センサーを相殺する設計では詳細を得ることが難しく、大抵は把持を繰り返すことになる。 ・ 新ロボットハンドの指は、3D プリント作製した硬い内骨格を柔軟なシリコン製の外部層で包んだ構造。モールドイングを通じて内骨格をシリコンで包むため、ファスナーや接着剤が不要。 ・ 内骨格の各関節のヒンジに微小な湾曲を加え、シリコンの曲げを分散することでひずみを減少させてシリコンの剥がれの問題に対処すると共に指の耐久性を向上させた。湾曲したモールド設計により、各指は静止時に人間の指のような若干湾曲した自然な状態となる。 ・ 透明なシリコン製の「皮膚」の下の各指の内骨格の先端と中間部分に高解像度の GelSight タッチセンサーを搭載。同センサーは、カメラと 3 色 LEDs で構成され、指がオブジェクトを把持すると LEDs が内側から柔軟な皮膚を照らし、カメラが 6 枚の画像を捉える。 ・ これらの画像はカメラ画像の生データで訓練された機械学習アルゴリズムに送られ、オブジェクトを特定するためのインプットとして利用される。ロボットハンドは、一回の把握で約 85%の精度でオブジェクトを特定する。 ・ 頑丈な内骨格はドリル等の重いオブジェクトも持ち上げられ、柔軟な外部層が空のプラスチックボトルを潰さずにしっかりと把持する。人間の手の機能に着想した確実に柔軟な握力のため、高齢者を支援するホームケアロボットとして有用。入浴の支援や重いオブジェクトを棚から取り出すこと等ができる。 ・ 指に複数のセンサーを搭載しているが、センシング機能を備えた掌部を追加すれば触覚センシングをさらに向上できる可能性がある。今後は使用に伴うシリコンの傷みの低減や、親指部にアクチュエーション機能を追加して遂行可能なタスクの範囲の拡大を目指す。 ・ 本研究は、Toyota Research Institute、米国海軍研究室(ONR)および SINTEF BIFROSTproject が支援した。 <p>URL: https://news.mit.edu/2023/robotic-hand-can-identify-objects-just-one-grasp-0403</p> |
| | 関連情報 | <p>IEEE Conference on Soft Robotics (RoboSoft) 2023 発表論文(フルテキスト) GelSight EndoFlex: A Soft Endoskeleton Hand with Continuous High-Resolution Tactile Sensing</p> <p>URL: https://arxiv.org/pdf/2303.17935.pdf</p> |

| | | |
|-------|--|---|
| 149-6 | 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>過酷な環境下で検出、分析、作動可能な折り紙に着想したロボット (Origami-Inspired Robots Can Sense, Analyze and Act in Challenging Environments)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ULCA が率いる学祭的な研究チームが、コンピューターチップを使用せずに複雑で多様なタスクを実行できる、完全に折りたたみ可能なロボット、「Origamechs (Origami MechanoBots)」を開発。 ・ ロボティクス分野では、折り紙に着想した薄くフレキシブルなシートによる製造が容易で軽量・コンパクトな自律型マシンが開発されているが、センシングや環境への適応等のロボットの高度な機能を担うコンピューターチップが重量を増加させ、折りたたみを困難にする。そのため、半導体コンポーネントは、ロボットの最終的な形態で搭載する必要がある。 ・ 本研究では、フレキシブルな導電性材料をプリカットした薄いポリマーフィルムシートに埋め込み、センサーとアクチュエーターと共に集積できるトランジスタを作製。シンプルなコンピューター論理機能をプログラムして半導体の機能を模倣させた同シートを切り取り、折りたたみ、組み立てると、環境に正確に反応してセンシング、分析や作動する自律型ロボットができる。 ・ 同ロボットの演算能力は、シートの折り曲げによる多重化スイッチングと、プログラムされた AND、OR および NOT のようなブール理論演算子の組合せによるもの。スイッチングは、システムに入力される圧力や熱をベースとする電気信号を選択的に出力するメカニズムを可能にする。 ・ 2本のアンテナのどちらかが障害物を感知すると方向転換する虫型歩行ロボット、あごの部分で「獲物」を感知して閉じ込めるハエトリソウ型ロボット、また予め設定した幾何学的パターンの数種類の経路を移動できるプログラム可能な2輪ロボットの3種類のロボットを作製し、新システムを実証した。 ・ 実証では電源にワイヤ接続したが、薄膜リチウム電池によるエネルギー貯蔵システムの埋め込みが長期的な目標。このようなチップフリー設計は、強力な放射線や磁界等の、従来の半導体ベースの電子機器の機能が停止する過酷な環境下で作業可能なロボットの開発につながるもの。 ・ フレキシブルなカット・アンド・フォールド技術で作られたロボットは、平坦なパッケージングで輸送できるため、省スペースが重視される宇宙探査ミッション等で重要となる。また、画期的な教育用ツールや玩具・ゲームへの展開も可能。UCLA Technology Development Group を通じて新技術の特許を出願中。 ・ 本研究は米国立科学財団(NSF)が支援した。 <p>URL: https://samueli.ucla.edu/origami-inspired-robots-can-sense-analyze-and-act-in-challenging-environments/</p> |
| | 関連情報 | <p>Nature Communications 掲載論文(フルテキスト) Origami-based integration of robots that sense, decide, and respond URL: https://www.nature.com/articles/s41467-023-37158-9</p> |

| | | |
|-------|---------------|--|
| 149-7 | フィンランド・アールト大学 | <p>動いている物体を認識して進路を予測するニューロモーフィック・ビジュアルセンサー (A neuromorphic visual sensor can recognise moving objects and predict their path)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ アールト大学が、センシング、メモリとプロセッシングを1個のデバイスに統合し、オブジェクトの動きを検出して軌道を予測する、新しいニューロモーフィック・ビジョン技術を開発。 ・ 生体を模倣するスマートセンサーとして、動画の1フレーム中で動くオブジェクトを認識し、その後のオブジェクトの動きを正確に予測。ダイナミック・ビジョン・センシング、自動検査、産業プロセス制御、ロボティックガイダンスや自動運転技術等の広範囲にわたる分野において有用なビジュアルツールとなる。 ・ 光に反応して電流を発生させる電子デバイスのフォトメモリスタ・アレイが新技術の中核。消光しても電流は即時に停止せず徐々に減衰するため、フォトメモリスタは光への暴露の有無を効果的に「記憶」する。そのため、フォトメモリスタ・アレイによるセンサーは、カメラのような即時的な場面情報だけでなく、直前のダイナミックメモリも記憶する。 ・ 各画像の情報が隠れた情報として後続の画像に埋め込まれ、最後のフレームがそれ以前の全フレームの情報を保持する。簡易な人工ニューラルネットワークで最後のフレームを解析するだけで動画の最初の方の動きを検出可能にする、コンパクトで効率的なセンシングユニットとなる。 ・ 一回につき一文字を表示する動画により新技術を実証。すべてが「E」の文字で終わる単語を使用したため、全動画の最終フレームは他のフレームと同じように見える。従来のビジョンセンサーでは画面上の「E」が「APPLE」か「GRAPE」のものかどうか判断できないところ、新技術では最終フレームの隠れた情報を使って先行の文字を推測し、どの単語であったかをほぼ100%の精度で予測できた。 ・ また、3種類の速度で動く人の動画を見せる試験では、センサーは1フレームの解析によってその動きを認識し、後続のフレームを正確に予測した。このようなオブジェクトの動きの正確な検出とその後の軌道の予測は、自動運転技術や高度道路交通システムにおいて極めて重要となる。 ・ コンパクトなインセンサーメモリとコンピューティングソリューションによる挙動認識と予測は、自律型ロボットやヒューマン・マシン・インタラクションに新しい機会を提供する。新技術のインフレーム情報は、余剰なデータフローを回避してエネルギー効率に優れたリアルタイムでの意思決定を可能にするもの。 <p>URL: https://www.aalto.fi/en/news/a-neuromorphic-visual-sensor-can-recognise-moving-objects-and-predict-their-path</p> |
| | 関連情報 | <p>Nature Communications 掲載論文(フルテキスト) Dynamic machine vision with retinomorphomorph photomemristor-reservoir computing URL: https://www.nature.com/articles/s41467-023-37886-y</p> |

| | | |
|-------|-------------------------|---|
| 149-8 | アメリカ合衆国 ・コロンビア 大学 | <p>暗闇でも作動できる高度に熟練したロボットハンド (Highly Dexterous Robot Hand Can Operate in the Dark – Just Like Us)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ コロンビア大学が、高度な触覚と運動学習アルゴリズムを組み合わせ、高レベルの器用さを実現するロボットハンドを実証。 ・ 不均一な形状のオブジェクトをしっかりと把持しながら大きく回転させるという操作タスクを、ビジュアルフィードバックの類を使用せずにタッチセンシングのみで達成。このタスクは、オブジェクトを確実に把持しながら継続的に指を再配置させる必要があるため、ロボットハンドによる実行は極めて困難である。 ・ 外部カメラを使用しないため、照明やオクルージョン等の問題もない。可視情報に依存せずにオブジェクトを操作できるため、例えば暗闇の中のような、ビジョンベースのアルゴリズムを混乱させる困難な環境下でも作動できる。 ・ ロボットハンドの能力を示す概念実証だが、タッチセンシングのみによる高レベルの器用さの達成は、実社会でのロボティック操作の全く新しいアプリケーションの可能性を拓くもの。また、視覚フィードバックと組み合わせることで器用さがさらに向上し、人間の手の再現へと近づく可能性も期待できる。 ・ 直近のアプリケーションには 近年の経済に影響を及ぼしている供給網の問題の緩和に役立つようなロジスティクスや資材のハンドリングや、工場における高度な製造・組み立て作業等が含まれる。 ・ 過去の研究では、オプティクスを利用した高感度のタッチセンサーを備えたロボットフィンガーを開発。曲面の多い複雑な形状の表面も完全に網羅し、1mm 未満の高精度での触覚情報の獲得を実現している。コンパクトなサイズや少ないワイヤリングのため、ロボットハンドへ容易に統合できる。 ・ 本研究では、前述のタッチセンサーをそれぞれに装着した5本のフィンガーと15個の個別駆動ジョイントを備えたロボットハンドを作製し、複雑な操作タスク遂行能力の試験を実施。ロボットハンドの運動能力の効果的な探求に向けて開発したアルゴリズムで強化した、深層強化学習を利用した。 ・ 同運動学習アルゴリズムへのインプットは、研究チームの所有する触覚と固有受容感覚データのみで、視覚データは含まれていない。訓練には物理シミュレーションと高度並列プロセッサ使用し、数時間のリアルタイムで約1年分の訓練を完了。この操作スキルをロボットハンドに転送し、目的のスキルレベルを達成した。真の熟練度が証明できる場としての、家庭用アシスタントロボット開発が目標。 ・ 本研究は、米国海軍研究室(ONR)と米国立科学財団(NSF)が支援した。 <p>URL: https://www.engineering.columbia.edu/news/highly-dexterous-robot-hand-can-operate-in-the-dark</p> |
| | 関連情報 | <p>2023 Robotics: Science and Systems Conference 発表論文プリプリント(フルテキスト) Sampling-based Exploration for Reinforcement Learning of Dexterous Manipulation URL: https://arxiv.org/pdf/2303.03486.pdf</p> |

| 【バイオテクノロジー分野】 | | |
|---------------|------------------------------|--|
| 149-9 | アメリカ合衆国 ・コロラド大学ボルダー 一校 | <p style="text-align: right;">2023/4/11</p> <p>「夢の」生分解プラスチック PHA を再設計 (Chemists redesign biological PHAs, ‘dream’ biodegradable plastics)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・コロラド大学ボルダー一校が、ポリヒドロキシアルカン酸(PHA)の再設計を通じ、そのリサイカビリティを改善。 ・PHA は再生可能原料から微生物発酵や人工合成され、海洋や土壌等の環境で生分解するポリマーで、「夢の」プラスチックと呼ばれている。しかし、従来のプラスチックのような強度に欠けるため、持続可能で環境に優しいプラスチックとしての利用が進んでいない。熔融プロセスによるサイクルも不可能で、PHA の製造は高コストとなっている。 ・本研究では、これらの課題に対処する PHA の合成プラットフォームを開発。真に持続可能なプラスチックとして、循環型 PHA 経済への道筋を開く。 ・従来の PHA は熱安定性が低く、最終製品への熔融プロセスが困難となっている。そのため、熱劣化に関与する反応性の水素原子をより強靱なメチル基で置き換え、熱安定性を大幅に向上させた。 ・新設計の PHA では、サンプル容器等に使用される高密度ポリエチレン(HDPE)や、合成繊維等に使用されるイソタクチックポリプロピレンの最も一般的な 2 種類のプラスチックを超える機械強度も達成。 ・また、簡易な触媒と熱による化学リサイクルを通じた構成要素のモノマーへのリサイクルも可能となり、回収されたクリーンなモノマーは、リサイクル前の品質の PHA の再生産に原理上再利用可能。 ・本研究は、米国エネルギー省(DOE)の BOTTLE コンソーシアムが支援した。 <p>URL: https://natsci.source.colostate.edu/chemists-redesign-biological-phas-dream-biodegradable-plastics/</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) Chemically circular, mechanically tough, and melt-processable polyhydroxyalkanoates URL: https://www.science.org/doi/10.1126/science.adg4520</p> |
| 149-10 | カナダ・トロント大学 | <p style="text-align: right;">2023/5/4</p> <p>生成 AI で新種のタンパク質を設計 (U of T Researchers Use Generative AI to Design Novel Proteins)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・トロント大学が、DALL-E や Midjourney 等の画像作成プラットフォームと同様の技術である拡散モデルを利用して、自然界にはないタンパク質を作成する AI システム、「ProteinSGM」を開発。 ・新 AI システムは、画像表現から学習して生物物理学的にリアルな新しいタンパク質を超高速で生成する。全く新しい治療用タンパク質の設計や検査を効率的かつ柔軟なものにし、医薬品開発の迅速化に期待されている生成生物学の分野の進展に貢献する。 ・タンパク質はアミノ酸の鎖から作られ、その鎖が三次元の形状に折り畳まれることでその機能が決定する。これらの形状は数十億年をかけて進化し、多様で複雑だがその数には限りがある。タンパク質の折り畳み反応の解明が進み、自然界では生成されない折り畳みパターンの設計が進んでいる。 ・ただし、新しい折り畳みの構造と機能の両方の正確な予測は主要な課題。本研究では、タンパク質構造の生物物理学的表現と画像生成スペースからの拡散手法を組み合わせることで、これらの課題に対処した。 ・構造を正確にエンコードした既存のタンパク質の画像表現の大規模なセットを利用。これらの画像を生成拡散モデルにフィードすると、各画像に徐々にノイズが加えられ、最終的に全体がノイズとなる。 ・生成拡散モデルは、画像にノイズが加わって行くプロセスを追跡し、そのプロセスをリバースすることで、ランダムなピクセルを全く新しいタンパク質の明確な画像に変換する方法を学習する。 ・新たに生成したタンパク質を検証する試験には、DeepMind 社の AlphaFold2 ソフトウェアの改良版である OmegaFold を使用。両プラットフォームは AI を使用してアミノ酸配列をベースにタンパク質の構造を予測する。 ・OmegaFold では、ほぼ全ての新規配列が任意の新しいタンパク質構造に折り畳まれることを確認。それらのいくつかを実際に試験管で生成することで、適切に折り畳まれたタンパク質の構造であることを確認した。 ・抗体やタンパク質側鎖立体配座を含む他のタンパク質に向け、新 AI システムをさらに向上させる。多くの研究がタンパク質構造を保持する骨組みの一次化学構造に注目している。タンパク質の機能を左右する側鎖立体配座の設計では複雑さが激増するが、適切なエンジニアリングにより可能と考える。 ・本研究には、カナダ国立健康研究所(CIHR)が資金を提供した。 <p>URL: https://temertymedicine.utoronto.ca/news/u-t-researchers-use-generative-ai-design-novel-proteins</p> |

| | | |
|--------|-------------------------------|--|
| | 関連情報 | <p>Nature Computational Science 掲載論文(アブストラクトのみ:全文は有料)</p> <p>Score-based generative modeling for de novo protein design</p> <p>URL: https://www.nature.com/articles/s43588-023-00440-3</p> |
| 149-11 | 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;">2023/5/8</p> <p>微生物はグリーンバイオマニュファクチャリングに多大に貢献できる (Tiny Microbes Could Brew Big Benefits for Green Biomanufacturing)</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、自然にはない新たな炭素物質をバクテリアに生産させる技術を開発。 ・ 化石燃料に依存する化学物質生産プロセスを代替し、持続可能な生化学物質への安定した経路を提供する可能性が期待できる。 ・ 自然の酵素反応と「カルベン転移反応」と呼ばれる新たな反応を組み合わせた技術で、糖を与えたバクテリアの細胞内で天然の酵素からカルベンに至るまで様々な化学物質を合成する。 ・ カルベンは、多種類の反応に利用可能な反応性の極めて高い炭素ベースの化学物質。長年にわたり燃料や化学物質の製造をはじめ創薬や薬剤合成でカルベン反応の利用が望まれているが、現在は試験管による小バッチでの利用に限られ、反応促進には高価な化学物質が必要。 ・ 本研究では、遺伝子操作した <i>Streptomyces</i> 属のバクテリアが生産する天然の物質により高価な化学反応体を代替し、有害な化学物質不使用でカルベン化学反応を実現。糖を使用した細胞代謝を通じて化学物質を生産するバクテリアによるバイオプロセスは、現行の化学物質合成よりも環境に優しい。 ・ 遺伝子操作したバクテリアの代謝作用において、糖がカルベン前駆体とアルケン基質へと変換されることを実験にて確認。また、P450 酵素も発現し、これらの化学物質からシクロプロパンを生産した。シクロプロパンは、新たな生物活性化合物と高度なバイオ燃料の持続可能な生産に利用できる可能性のある高エネルギー分子。 ・ 温暖化ガス排出量の 50%近くが化学物質、鉄鋼やセメント生産由来であるため、化学物質合成でのバクテリアの利用は炭素排出低減においても重要な役割を担う。気候変動に関する政府間パネル(IPCC)によると、平均気温上昇を産業革命以前と比較して 1.5°Cに抑えるには、2030 年までに温室効果ガスの排出量を半減させる必要がある。 ・ 本研究は、米国エネルギー省(DOE) 科学局および生物・環境研究局(BER)が支援した。米国立科学財団(NSF)が追加的な支援を提供した。 <p>URL: https://newscenter.lbl.gov/2023/05/08/tiny-microbes-could-brew-big-benefits-for-green-biomanufacturing/</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>Complete integration of carbene-transfer chemistry into biosynthesis</p> <p>URL: https://www.nature.com/articles/s41586-023-06027-2</p> |

【環境・省資源分野】

2023/4/6

149-12

アメリカ合衆国
・ウイコン
シン大学マ
ディソン校
(UW-
Madison)

原子スケールでの触媒の新知見が膨大なエネルギー貯蔵技術の鍵に

(New atomic-scale understanding of catalysis could unlock massive energy savings)

- ・ UW-Madison とカリフォルニア大学バークレー校(UCB)が、原子スケールでの触媒反応のモデルを開発。より効率的な触媒開発や、触媒反応を大幅に省エネ化した産業プロセス実現への道筋を拓く。
- ・ 触媒は石油製品の精製や製薬、プラスチック、肥料やグリーン燃料等の製造に不可欠なもの。触媒反応の精密な制御が長年試みられているが、産業規模の触媒反応に必要な高温・高圧力下で直接これらの反応を観察することは不可能であり、ナノや原子スケールでの現象は解明されていない。
- ・ 水素を生成する水蒸気メタン改質、肥料製造のアンモニア合成およびメタノール合成の3種類の触媒反応は、世界の全エネルギーの10%近くを消費。これらの反応温度を2~3°C低減できれば、エネルギーの膨大な節約につながり、環境への負荷の低減にも貢献できる。
- ・ 現行の硬い表面の触媒モデルでは、遷移金属原子はリアクタントが付着して反応に関与するための2D表面を提供するとされている。適当な圧力・熱や電流でリアクタントの化学結合が切断され、新しい化学製品へと再結合する。これらの遷移金属原子の結合は強力で、単にリアクタントの「着地点」を提供し、それらが触媒する反応において金属同士の結合は切断されないと考えられている。
- ・ 新モデルでは、遷移金属原子同士の結合の切断に加え、単一金属原子(吸着原子)が飛び出して触媒表面を移動するのに十分なエネルギーが触媒プロセスに提供され、それらの吸着原子はクラスターを形成して触媒上で化学反応を(硬い表面よりもさらに)促進させる部位として機能することを提示。
- ・ 一連の特殊な計算により8種類の遷移金属触媒と18種類のリアクタント間の産業で重要な相互反応を調査し、金属クラスターを形成し易いエネルギーレベル・温度、また、反応速度に著しく影響する各クラスターの原子数を特定した。
- ・ 原子分解能走査トンネル顕微鏡を用いて触媒に有用な安定した結晶状態のニッケル(111)でのCO吸着を調査し、触媒構造における欠陥も単一金属原子の飛び出しと反応部位の形成に影響することを提示するモデルを確認した。
- ・ 本研究は、米国エネルギー省(DOE) 基礎エネルギー科学局(BES)ケミカルサイエンス部 Catalysis Science Program および Structure and Dynamics of Materials Interfaces program を通じた DOE BES の材料科学・工学部が支援し、UCB の Miller Institute が資金を提供した。

URL: <https://news.wisc.edu/new-atomic-scale-understanding-of-catalysis-could-unlock-massive-energy-savings/>

関連情報

Science 掲載論文(アブストラクトのみ:全文は有料)

Formation of active sites on transition metals through reaction-driven migration of surface atoms

URL: <https://www.science.org/doi/10.1126/science.add0089>

| | | |
|--------|--------------------|--|
| 149-13 | アメリカ合衆国・ノースウェスタン大学 | <p>CO2 を持続可能な副生物に変換する新触媒 (New catalyst transforms carbon dioxide into sustainable byproduct)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ノースウェスタン大学が、CO2 から得た CO を酢酸に変換する、新しい触媒を使用した 2 段階の電解還元技術を開発。 ・ 2050 年までに温室効果ガスの排出量を実質ゼロにするため、CO2 を回収して輸送し、永続的に保管または価値のある最終用途へ転換することは、超党派インフラ法で決定された米国の優先事項。 ・ 炭素回収は技術的な観点では実現可能であるが、経済的観点ではまだ難しい。回収した炭素を電気化学技術を通じて市場の確立している製品に変換することで、その経済性を向上させる新経路と共に、工業用化学物質のより持続可能な供給源を提供する。 ・ 酢酸は家庭用酢の主要な成分だがこの用途の割合は小さく、人間が摂取するためバイオ発酵を通じて製造される必要がある。一方、酢酸市場の約 90%がペンキや接着剤等の原料用であり、この規模での酢酸製造には化石燃料由来のメタノールが使用される。メタノールから生成される酢酸の 1kg 毎に CO2 が 1.6 kg 放出されることを LCA データベースで確認している。 ・ 新技術は 2 段階プロセスで構成。まず捕捉した CO2 ガスを電解槽に通し、そこで水と電子と反応させて CO を生成する。次に CO ガスを第二の電解槽に通し、そこで触媒を介して 2 つ以上の炭素原子を含む様々な分子に変換する。 ・ ただし、2 段階目に使用される触媒は複数の同時反応を促進し、分離・精製が困難な多種類の炭素 2 個の生成物が混在することになる。これに対処するため、選択性を向上させる条件の設定を試みた。 ・ 原子・ナノスケールでの材料解析により、これまでよりもさらに低い割合(約 1%) の銅を触媒に使用すると、酢酸の生成に有利となること、また、圧力を 10 気圧に上げることで記録的な 91%のファラデー効率が達成できることを確認した。 ・ これは、電解槽の 100 個の電子のうち 91 個が目的の製品(酢酸)に変換されるということ。これまでに報告されたスケーラブルな電流密度でのマルチ炭素製品の中では最高効率(エチレン生成触媒では最大で 70~80%)。また、経時的なファラデー効率の低下もなく、新触媒は 820 時間の運転後も 85%を維持した。 ・ 新技術には従来の分野的常識に反する要素も含まれるが、うまく機能することを実証。いずれは化学工業の全要素の脱炭素化が必要となるため、有用な製品を作る手段は多いほど有利となると考える。 <p>URL: https://news.northwestern.edu/stories/2023/05/catalyst-transforms-carbon-dioxide/</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) Constrained C2 adsorbate orientation enables CO-to-acetate electroreduction URL: https://www.nature.com/articles/s41586-023-05918-8</p> |

| 【新エネルギー分野(太陽光発電)】 | | |
|-------------------|-------------------------------|--|
| 149-14 | アメリカ合衆国・国立再生可能エネルギー研究所 (NREL) | <p style="text-align: right;">2023/4/6</p> <p>2050 年に向けた PV の成長には今後 10 年が重要 (Next Decade Decisive for PV Growth on the Path to 2050)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ NREL を始めとする世界の PV 専門家(世界 15 カ国の 41 機関)が、電源供給のための PV 製造と展開の継続的な成長へのコミットメントを強く求める報告書を発表。別のエネルギー供給手段への合意や技術的な奇跡の土壌場での出現を待ちながら PV 成長予測を低く抑えることは「もはや選択肢ではない」と主張。 ・ 昨年の第 3 回テラワット・ワークショップで得られたこのような合意は、電化と温室効果ガス削減を推進するための大規模な PV 展開の必要性に関する世界の多数グループの予測によるもの。PV 技術の受け入れが進み、脱炭素化の目標達成には 2050 年までに約 75TW 超の世界的展開が必要と専門家らが提言。 ・ NREL、ドイツ・フラウンホーファー研究機構・太陽エネルギーシステム研究所(ISE)および産業技術総合研究所(AIST)の代表者らが率いた昨年の第三回テラワット・ワークショップには、研究機関、学界、産業界より PV、グリッド統合、分析、エネルギー貯蔵の世界のリーダーが参加した。 ・ 2016 年の第一回目の会合では、2030 年までに最低でも 3TW の目標を設定。続く 2018 年には 2030 年までに 10TW、そして 2050 年までにはその 3 倍が達成目標に。当時予測された「今後 5 年間で 1TW」は昨年達成されている。 ・ 日射は地球のエネルギー需要を満たすのに十二分のエネルギーを容易に供給できるが、実際に利用されているのはごく一部。PV による世界の電力供給量は、2010 年の極僅かな量から 2022 年には 4～5%へと大幅に増加している。 ・ 75TW の目標達成は、シリコン製 PV パネルメーカーによるマルチ TW 規模での持続可能性維持のための銀の使用量低減、PV 産業による年間約 25%の成長継続、産業界では材料の持続可能性強化を通じた環境フットプリントの削減に向けた継続的な革新が重要である等、PV メーカーと科学コミュニティーの両者への要求が甚大になると予測する。 ・ また、PV 技術にはエコデザインと循環性を反映した再設計が必要としながらも、今後 20 年間の需要と比較したこれまでの低い導入量を考慮すると、現時点では材料需要に応じるためのリサイクルは経済的に実行可能な解決策ではないとしている。 ・ 75TW の目標は、困難な課題であると同時に今後探求可能な道筋でもある。近年の歴史と現在の進展がその達成の可能性を示唆している。 <p>URL: https://www.nrel.gov/news/press/2023/news-release-next-decade-decisive-for-pv-growth-on-the-path-to-2050.html</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) Photovoltaics at multi-terawatt scale: Waiting is not an option URL: https://www.science.org/doi/10.1126/science.adf6957</p> |

| | | |
|--------|--|--|
| 149-15 | アメリカ合衆国 ・国立再生 可能エネルギー 研究所 (NREL) | <p>脱炭素化の目標達成に向けた PV 大規模展開を示す分析結果の報告 (Analysis Points to Massive Photovoltaic Deployment To Meet Decarbonization Target)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ NREL とコロラド鉱山大学が、世界の電力システムの完全な脱炭素化に十分な太陽光発電量の供給には、今後 20 年間に於いて「前例のない生産能力の増強」が必要であり、その目標の達成が可能であるとする分析結果をまとめた報告書を発表。2050 年から 2060 年までの 10 年間で必要となる PV 設置容量は 63.4TW で、これは現在の世界の PV 設置容量の 60 倍に相当する。 ・ 本報告書は、十分な PV モジュールの製造能力の構築に必要な資金調達規模と時間的なダイナミクスの把握を目的としている。脱炭素化の目標達成後の PV モジュールの需要低下に伴う、製造業者による工場新設意欲の低下を想定。15 年間でされる工場の耐用年数を通じて完全な生産量を維持できると予測される場合に限り、PV 工場の新設が可能となるとしている。 ・ また、PV モジュールの寿命の大幅な延長により、その交換までの時間がかかることで製造業への打撃のさらなる悪化が予測される。モジュール寿命は 2020 年では平均で 30 年とされるが、2040 年までに 50 年への延長が試みられる。 ・ 脱炭素の目標達成には、今後 10～15 年以内に年間 2.9～3.7TW に達するよう製造業の生産能力拡大の必要があり、それには 6,000 億～6,600 億ドルの費用がかかる、これらの目標は、既存技術の利用とシリコンやテルル化カドミウムを使用する成熟した技術によるさらなるコスト削減を通じて達成可能。 ・ 成熟した技術を代替する高効率の破壊的な太陽光技術は、このような移行のコストのさらなる低減に貢献できる。ペロブスカイトやタンデム太陽光発電のような、既存の太陽光技術と破壊的な技術を高効率なパッケージに組み合わせた技術は年間約 1TW での展開が予想され、ワット毎ベースでシリコン PV よりも製造コストが低くなる可能性があるが、まずは市場での実証が必要となる。 ・ これらのような破壊的な技術が実現できれば、製造業者によるコスト削減は数千億ドルにも及び、より持続可能な太陽光製造産業につながる。破壊的な技術には、設置総量が 63.4TW 未満であっても 1 兆～2 兆ドルの製造市場機会があり、後は風力や原子力等の再生可能エネルギー源等により生み出される。 ・ 本研究には、NREL の Laboratory Directed Research and Development プログラムが資金を提供した。 <p>URL: https://www.nrel.gov/news/program/2023/analysis-points-to-massive-photovoltaic-deployment-to-meet-decarbonization-target.html</p> |
| | 関連情報 | <p>Solar RRL 掲載論文(フルテキスト)</p> <p>Photovoltaic Deployment Scenarios toward Global Decarbonization: Role of Disruptive Technologies</p> <p>URL: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/solr.202300102</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。