



海外技術情報(2022年11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】			
143-1	アメリカ合衆国・ワシントン州立大学(WSU)	<p>火星岩石と金属の複合材料が火星での 3D プリンティングの可能性を提示 (Martian rock-metal composite shows potential of 3D printing on Mars)</p> <ul style="list-style-type: none"> WSU が、人工の火星岩粉とチタン合金を組み合わせた、強靱で高性能な複合材料を使った 3D プリント技術を開発。将来的にツールやロケット部品のオンサイト作製の可能性が期待できる。 例えば、地球周回軌道に向けた NASA のスペースシャトルへの 1kg のペイロード積載には約 5 万 4 千ドルもの高いコストがかかり、荷物の増量や忘れ物を取りに戻ることができない。宇宙や惑星でのオンサイトでの部品作製や修理が可能になれば、コストや重量を節約できる。 WSU では、月の人工表層土を使用した部品の 3D プリント作製を 2011 年に NASA に向けて初めて実証。それ以降、各宇宙機関が同技術を採用している。国際宇宙ステーション(ISS)では、独自の 3D プリンターによるオンサイトでの部品作製や実験を実施している。 チタン合金は、その強度と耐熱特性により宇宙探査で一般的に使用されている材料。高出力レーザーで人工岩粉とチタン合金を 2,000°C(3,632°F)超に加熱して混ぜ合わせ、溶解した複合材料で多様なサイズ・形状を積層造形する。 材料冷却後に部品の強度と耐久性を試験した結果、人工岩粉の混合率が 100%の部品は脆く割れやすいことを確認したが、錆や放射線による損傷から機器を保護するコーティングの役割として有用となる。一方、混合率が 5%の部品には亀裂や気泡が見られず、チタン合金のみの部品よりも優れた特性を提示。重量物を耐久する軽量の部品の作製が可能となる。 今後の研究では、別種類の金属を使ったより優れた複合材や 3D プリント技術の開発を見込む。 本研究は、米国立科学財団(NSF)が支援した。 <p>URL: https://news.wsu.edu/press-release/2022/09/06/martian-rock-metal-composite-shows-potential-of-3d-printing-on-mars/</p>	2022/9/6
	関連情報	<p>International Journal of Applied Ceramic Technology 掲載論文(フルテキスト) Martian regolith-Ti6Al4V composites via additive manufacturing URL: https://ceramics.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/ijac.14136</p>	

143-2	アメリカ合衆国・ミシガン大学	<p style="text-align: right;">2022/9/22</p> <p>熱電変換を助ける耐熱性ナノフォトニック材料 (Heat-resistant nanophotonic material could help turn heat into electricity)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ミシガン大学とバージニア大学が、高温度を耐熱する新しいナノフォトニック材料を開発。 ・ ペロブスカイトと酸化マグネシウム(MgO)を組み合わせたヘテロ構造材料で 2,000°F(約 1,100°C)の高温下でも安定性を維持し、従来のアプローチを 2 倍近く上回る。赤外光エネルギーを反射して短い波長を透過させる相殺的干渉と呼ばれる現象により、PV、赤外線画像、遮熱コーティング、センシングや赤外線探知デバイスからの隠蔽等のアプリケーションに有用となる。 ・ 白色光の波長以外を反射して発色する蝶の羽の微細構造のように、新ナノフォトニック材料構造は赤外光以外の波長を吸収する。このような発色構造の高温下での維持が課題となっていた。 ・ 発泡体やセラミクスを使用して赤外光の放出を制限する現行の熱エミッタの材料は高温下でも安定するが、透過波長の調整能力に欠ける。 ・ ナノフォトニクスでは波長の調整がより容易だが、高温下では融解・酸化するため安定性を維持した例が見られない。また、ナノフォトニック材料の多くは、真空下でのみ安定性を維持できる。 ・ 新材料ではこれらの課題に対処し、大気下で安定するフォトニック結晶の耐熱性の記録を更新。また、多様なアプリケーションに適したエネルギーの調整も可能になる。既存の熱光起電力セル(TPVs)に使用した場合、効率性が 10%向上し、最適化することでさらに大幅な向上も可能と予測する。 ・ 高温下でも光の反射が制御できる、完全に分離した屈折率のミスマッチ層を維持する材料として、MgO とペロブスカイトを組み合わせた結晶構造に注目し、スーパーコンピューターによるシミュレーションで確認。 ・ パルスレーザー成膜(PLD)法で滑らかな界面のヘテロ構造を作製。従来のナノフォトニック材料に代わり、酸化物を利用して耐熱性を向上させた。酸化物はより精確な積層が可能で高温下でも劣化しにくい。 ・ コンピューターモデリングを通じ、候補となりそうな材料の数百種類の組合せを特定。商業利用はかなり先となるが、本研究の発見は 様々なアプリケーションに向けた多様な新材料の開発を助ける、ナノフォトニック材料の新たな研究の活路を開くもの。 ・ 本研究は、米国防高等研究計画局(DARPA)が支援した。 <p>URL: https://news.umich.edu/heat-resistant-nanophotonic-material-could-help-turn-heat-into-electricity/</p>
	関連情報	<p>Nature Nanotechnology 掲載論文(アブストラクトのみ: 全文は有料) Nanophotonic control of thermal emission under extreme temperatures in air URL: https://www.nature.com/articles/s41565-022-01205-1</p>
143-3	アメリカ合衆国・国立標準技術研究所(NIST)	<p style="text-align: right;">2022/9/22</p> <p>最強のステンレス鋼の一つを 3D プリントする方法を発見 (Researchers Uncover How to 3D-Print One of the Strongest Stainless Steels)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ NIST、ウィスコンシン大学マディソン校およびアルゴンヌ国立研究所(ANL)が、17-4 PH ステンレス鋼による部品の 3D プリント作製において、従来方法で作製したものに匹敵する優れた特性を維持する組成を特定。 ・ 17-4 PH ステンレス鋼は、旅客機、貨物船、原子力発電所等の重要技術で使用される高強度・耐食性の合金。17-4 PH 部品の 3D プリント作製では、同材料の優れた特性を作るマルテンサイトと呼ばれる結晶構造の構築が重要となる。 ・ 高エネルギーのレーザー等で微細な粉末粒子を熔融した液体を冷却・固体化する金属の 3D プリントでは、高温加熱から冷却までの速度が毎秒 100 万°Cを超えるため、材料の結晶構造を構成する原子の動きが速く、材料の詳細な状態の把握が難しい。 ・ 本研究では、17-4 PH の 3D プリント時の X 線回折(XRD)により、急激な温度変化で材料内部に起こる現象と、材料の結晶構造をマルテンサイト構造に移行させる方法を解明した。 ・ 3D プリント中の結晶構造の変移を把握し、粉末金属の組成等の制御可能な要因がプロセスのスループットに影響することを確認。17-4 PH の主要な構成要素は鉄であるが、最大で 12 種類の物質を含むことが可能。鉄、ニッケル、銅、ニオブおよびクロムによる組成の有効性を発見した。 ・ また、同組成が毎秒 1,000°C~1,000 万°Cの幅広い冷却速度において、完全なマルテンサイトの 17-4 PH ステンレス鋼を安定して構成することを確認。さらに、ある組成では、強度を向上させるナノ粒子の形成を確認。従来製造方法では材料の冷却後の再加熱を要する。 ・ マルテンサイト構造と強度を向上させるナノ粒子を有する 3D プリントシートの機械試験の結果、従来の製造方法によるステンレス鋼に匹敵する強度を確認。XRD を使ったアプローチは、他の種類の合金を 3D プリントに最適化するだけでなく、プリント部品の品質を予測するコンピューターモデルの構築や試験にも有用となる。 <p>URL: https://www.nist.gov/news-events/news/2022/09/researchers-uncover-how-3d-print-one-strongest-stainless-steels</p>

	関連情報	<p>Additive Manufacturing 掲載論文(アブストラクトのみ:全文は有料)</p> <p>Phase transformation dynamics guided alloy development for additive manufacturing</p> <p>URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214860422004602?via%3Dihub</p>
--	------	--

【電子・情報通信分野】		
143-4	アメリカ合衆国・ノースカロライナ州立大学(NC State)	<p style="text-align: right;">2022/9/6</p> <p>窒化ガリウムを使ったより効率的な新しいデバイスを実証 (Researchers Demonstrate New, More Energy-Efficient Devices Using Gallium Nitride)</p> <ul style="list-style-type: none"> NC State が、選択的にドーピングした窒化ガリウム(GaN)によるパワーエレクトロニクス技術を開発。 交流電流から直流電流への変換や、電子モーターのように電気を動作に変換する電力変換システムでは、電子回路の能動素子であるスイッチングで電力損失が起こる。パワースイッチ等の電子デバイスの効率化による電力損失量の大幅な低減は、持続可能なスマートグリッド等のエネルギーインフラを支えるために特に重要となる。 新技術は電力損失を低減するだけでなく、従来のシリコン(Si)やシリコンカーバイド(SiC)半導体デバイスに比べ、電力変換システムの小型化を可能にするもの。自動車、船舶、航空機やスマートグリッド内に分散する技術等の、重量やサイズが制限される技術への電力変換システムの導入を促進する。 同大学では、2021 年に GaN 半導体中の特定の箇所にマグネシウム(Mg)イオンを注入するドーピング技術を開発している。 本研究では、新 GaN 半導体でジャンクションバリアーショットキー(JBS)ダイオードを作製。従来の半導体による JBS ダイオードに比べ、エネルギー効率に優れ、実用的な JBS ダイオードを実証した。 GaN 基板に作製した JBS ダイオードは、記録的な高ブレークダウン電圧(915V)と低いオン抵抗を提示した。 JBS ダイオードのような整流器は、あらゆる電力変換システムでスイッチとして利用されるが、その多くが Si や SiC 半導体製。また、ドーピング未処理の GaN 半導体の電気特性は JBS ダイオードに適さない。 現在、産業パートナーと共に選択的にドーピングした GaN 半導体製造のスケールアップに着手しているが、同材料を役立てられるパワーデバイスの広汎な製造と採用に向け、パートナーを探している。 本研究は、米国エネルギー高等研究計画局(ARPA-E)がその PNDIODES プログラムの一環として支援した。米国立科学財団(NSF)、米国海軍研究室(ONR Global)の Naval International Cooperative Opportunities in Science and Technology プログラムおよびポーランド国家研究開発センター(NCBR)の TECHMATSTRATEG-III グラントが追加的な支援を提供した。 <p>URL: https://news.ncsu.edu/2022/09/new-gallium-nitride-devices/</p>
	関連情報	<p>Applied Physics Express 掲載論文(アブストラクトのみ:全文は有料)</p> <p>Vertical GaN junction barrier Schottky diodes with near-ideal performance using Mg implantation activated by ultra-high-pressure annealing</p> <p>URL: https://iopscience.iop.org/article/10.35848/1882-0786/ac8f81</p>

143-5	アメリカ合衆国・ハーバート大学	<p>従来効率の 100 倍の新しいオンチップ光周波数コム (New on-chip frequency comb is 100x more efficient)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ハーバード大学が、最先端の光周波数コムの 100 倍の効率性と 2 倍の周波数帯域をもつ、オンチップレーザー光周波数コムを開発。 ・ 櫛の歯のように等間隔に並んだ複数の周波数(光の色)を同時に放出するレーザーである光周波数コムは、環境モニタリング、オプティカルコンピューティング、天文学や計量学等の幅広いアプリケーションが期待される技術だが、効率性が課題となっている。 ・ 効率性の問題に対処する方法はいくつかあるが、高効率性と幅広い周波数帯域の両立が難しい。現行のオンチップレーザー光コムの設計では両特性を達成することが不可能なため、商業化が進んでいない。 ・ 同大学では、マイクロ波で制御可能な安定したオンチップ周波数コムを 2019 年に初めて実証。ニオブ酸リチウムのプラットフォーム上に構築した電気光学的周波数コムで、全通信帯域を網羅するが効率性に制限があった。 ・ また、2021 年には、光の流れを制御する結合共振器を開発し、ほぼ 100%の効率で光の色を変えるオンチップ周波数シフターを実証している。 ・ 本研究では、これらのアプローチを応用し、共振器ベースの電気光学的周波数コムの効率性と周波数帯域のトレードオフを解決。効率性の飛躍的な向上と周波数帯域の改善に成功した。 ・ 新光周波数コムは、実用的な光周波数コム発生器への道筋と新しいアプリケーションの可能性を開き、光物性の新分野の研究プラットフォームを提供する。非線形光学やセンシング等のアプリケーションに不可欠となる、オンチップフェムト秒パルス発生源としての役割も担う。 ・ このようなレベルへの性能向上により、電気光学的周波数コム発生プロセスと従来のカー周波数コムのアプローチを統合した全く新しい領域でのオペレーションが期待できる。 ・ 本研究は、米国空軍科学研究所(AFOSR)、米国国防高等研究計画局(DARPA)の LUMOS(Lasers for Universal Microscale Optical Systems) Grant、NASA、米国空軍研究所(AFRL)、米国立科学財団(NSF)および米国エネルギー省(DOE)が支援した。 <p>URL: https://www.seas.harvard.edu/news/2022/09/new-chip-frequency-comb-100x-more-efficient</p>
	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>High-efficiency and broadband on-chip electro-optic frequency comb generators</p> <p>URL: https://www.nature.com/articles/s41566-022-01059-y</p>

143-6	アメリカ合衆国・ コーネル大学	<p style="text-align: right;">2022/9/8</p> <p>改造電子レンジで次世代半導体を仕上げる (Modified microwave oven cooks up next-gen semiconductors)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ コーネル大学が、改造した家庭用電子レンジによる次世代半導体の作製を実証。半導体産業の直面する主要な課題に対処する技術を開発した。 ・ トランジスタ等のマイクロチップ部品を構成する材料の作製には、電流を得るために原料の混合と加熱(アニーリング)が必要。例えば、シリコンにリンをドーブして加熱し、リン原子を適切な場所に配置して電気伝導を活性化させる。 ・ マイクロチップの微細化に伴い、溶解平衡を超える量のリンをシリコンにドーブする必要があるが、従来技術の高ドーブ材料の加熱による機能的な半導体の製造は限界に近づいている。 ・ 台湾積体回路製造(TSMC: Taiwan Semiconductor Manufacturing Company)では、余剰なドーパントの活性化にはマイクロ波の利用が可能である理論化している。しかし、家庭用電子レンジでの食品の暖めが時折不均一になるように、従来のマイクロ波アニーラーでは「定常波」が放出され、ドーパントの均一な活性化を妨げている。 ・ 本研究では、TSMC との協力により、定常波の起こる場所を選択的に制御できるよう電子レンジを改造。余剰な加熱やシリコン結晶の損傷無く、ドーパントの適切な活性化が可能となる。 ・ 2025 年頃に市場に出る半導体材料や電子機器製造での新技術の利用を想定。マイクロ波アニーラーのプロトタイプについて特許 2 件を出願済み。少数のメーカーが現在 3nm の半導体材料を製造しているが、新マイクロ波アニーラーは、TSMC や Samsung 等のトップメーカーによる 2nm へのスケールダウンの可能性を提供する。 ・ 新技術はまた、マイクロチップへの高密度搭載のために過去 20 年間続いている直立型トランジスタの構造を変える可能性もある。トランジスタをナノシートとして平行に積層し、密度と制御性を向上させる新トランジスタ設計が試みられている。 ・ 本研究は、国家科学及技術委員会(MOST)(台湾)が支援した。継続中の研究は、コーネル大学の Center for Technology Licensing による Cornell Research Lab to Market グラントの Ignite が支援している。 <p>URL: https://news.cornell.edu/stories/2022/09/modified-microwave-oven-cooks-next-gen-semiconductors</p>
	関連情報	<p>Applied Physics Letters 掲載論文(アブストラクトのみ: 全文は有料) Efficient and stable activation by microwave annealing of nanosheet silicon doped with phosphorus above its solubility limit</p> <p>URL: https://aip.scitation.org/doi/10.1063/5.0099083</p>
143-7	オランダ・デルフト工科大学 (TU Delft)	<p style="text-align: right;">2022/9/28</p> <p>シリコンで 6 量子ビット量子プロセッサを制御 (Full control of a six-qubit quantum processor in silicon)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ TU Delft とオランダ応用科学研究機構(TNO)の協働でスケーラブルな量子コンピューターのプロトタイプ開発を進める QuTech が、シリコンチップ上の 6 量子ビット(qubits)リニア量子ドットアレイを開発。 ・ これまでに品質を損なわずにシリコンを使用して作製できているのは、最高で 3qubits のアレイ。本研究では、シリコンの qubits 数の制限に対処し、初期化、読出し、単一量子ビットゲート・2 量子ビットのそれぞれで高い忠実度を達成した。 ・ チップの新設計、自動化した較正と量子ビットの初期化・読み出しの新方法により、低い誤り率での量子ビットの操作を可能にした。シリコンによるフォールト・トレラント(誤り耐性のある)量子コンピューター開発への重要な進展となる。 ・ 電子のスピンは高感度のため、電磁環境の微小な変化がスピン方向に影響して誤り率が上昇する。qubits の新しい配置方法により、ロジックゲートの作製と 2~3 個の電子のもつれ状態のオンデマンド生成を実証した。 ・ 90nm 間隔に並ぶ 6 個の量子ドットのリニアアレイに電子を配置して qubits を作製。微調整したマイクロ波、磁場と電位を用い、各電子のスピン制御・測定と相互作用を実証した。 ・ 量子コンピューティングの現在の課題は、優れた品質の qubits 設計と qubits の大規模なシステム構築を可能にするアーキテクチャの開発。本研究は前者の課題の解決に貢献するもの。 ・ 超電導 qubits では 50qubits を超える量子アレイが開発されているが、世界に展開されるシリコン半導体の既存インフラにより、研究開発から産業へのシリコン量子デバイスのスムーズな移行が期待されている。 <p>URL: https://qutech.nl/2022/09/28/full-control-of-a-six-qubit-quantum-processor-in-silicon/</p>
	関連情報	<p>Nature 掲載論文(フルテキスト) Universal control of a six-qubit quantum processor in silicon</p> <p>URL: https://www.nature.com/articles/s41586-022-05117-x</p>

【バイオテクノロジー分野】

2022/9/13

<p>143-8</p>	<p>アメリカ合衆国・ウースター工科大学(WPI)</p>	<p>WPI がサステナブルなコンクリート代替材料開発のファンディングを受領 (WPI Researchers Receive New Funding for Sustainable Concrete Substitute)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ WPI は、ネガティブエミッションで低コストの「生きた」材料である、酵素建築材料(Enzymatic Construction Material: ECM)の改善と新機能の開発において、米国立科学財団(NSF)より 692,396 ドルの研究資金を受領。 ・ 気候変動の主要因の一つであるコンクリートの課題に対処し、従来コンクリートの修復や将来のコンクリート代替への道筋を提供し、ECM の実用化を促進する。 ・ WPI の Office of Technology Commercialization を通じて設立したスタートアップの Enzymatic, Inc. が、開発した ECM の商業化に取り組む。 ・ 新たな研究資金により、メガネレンズ、携帯電話のスクリーンや自動車のウインドシールド等の多種類のガラス材料の亀裂の修復を含む、ECM の新しい利用方法の開発に挑む。 ・ また、ウースター市とアフリカの貧困家庭の女子児童に向けた、ジェンダーギャップの問題が根強く残るエンジニアリングと建築分野での教育プログラムの展開を目指す。 ・ 世界のセメント生産量は、1995～2020 年の間に 13.9 億トンから 40.1 億トンに跳ね上がり、地球上で水の次に大量に消費される物質となっている。今回の研究資金は、コンクリート生産による気候変動緩和の支援に加え、ECM とその製造プロセスの改良と最適化、また多様な材料への ECM の利用拡大に充てられる。 ・ ECM は、あらゆる生体細胞に見られる、炭酸脱水酵素(carbonic anhydrase:)として知られる酵素の働きによるプロセスを通じて作製される。同酵素は、CO₂ と反応して空気中から除去する特殊な機能を有する。 ・ 炭酸脱水酵素と CO₂ との反応により、ECM の主要構成物質となる炭酸カルシウム結晶が形成され、添加した砂スラリーやポリマーに結合して固体材料となる。ECM は、経時的に発生する亀裂や欠陥の自己修復と強度維持を 6 回まで繰り返すことが可能。 ・ ECM の試験や実験では、圧縮材としてビル建設に利用できる、モルタルに匹敵する卓越した圧縮強度を確認。レンガのような高温での焼成も不要で、硬化に 28 日間を要するコンクリートとは異なり迅速に製造できる。また、酵素含有量が微量のためコストを低く抑えられる。 <p>URL: https://www.wpi.edu/news/wpi-researchers-receive-new-funding-sustainable-concrete-substitute</p>
	<p>関連情報</p>	<p>Cell Reports Physical Science 掲載論文(フルテキスト) Curing and self-healing of enzymatic construction materials using nanoparticles</p> <p>URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666386422003332?via%3Dihub</p>

143-9	スイス連邦工科大学ローザンヌ校(EPFL) (ローザンヌ工科大学)	<p>ナノチューブが生きた太陽電池への道を照らす (Nanotubes illuminate the way to living photovoltaics)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ EPFL が、単層カーボンナノチューブ(SWCNTs)をバクテリアに自発的に取り込ませることに初めて成功。原核生物を活用した新しいバイオテクノロジーアプリケーションの可能性を開く。 ・ エンドサイトーシス(飲食作用)のようなメカニズムを通じた、哺乳動物細胞によるナノチューブの取り込みの例はあるが、このメカニズムを持たないバクテリアは強靱な外膜をもつため、ナノ粒子を取り込ませることが困難であった。 ・ 生きた細胞のような生体と人工ナノ材料を融合させた「ナノバイオニック」技術の開発において、EPFL では驚異的な機械・光学特性を備えた SWCNTs のアプリケーションの研究開発を実施している。 ・ SWCNTs の特性は、ナノバイオニック技術分野の新しく多様なアプリケーションに理想的なもの。例えば、哺乳動物細胞に配置した SWCNTs による近赤外イメージングを使った細胞の代謝のモニタリングや、細胞内への治療用薬品の輸送、また、植物の細胞ではゲノム編集で利用されている。生きたマウスの身体深部の組織の画像化も実証されている。 ・ 本研究では、正電荷を帯びたタンパク質で「装飾」した SWCNTs を、負電荷を帯びたバクテリアの外膜に引きつけることで、バクテリアによる自発的な SWCNTs の取り込みに成功。光合成を通じてエネルギーを得るシアノバクテリア門の単細胞バクテリアのシネコシステス属と多細胞バクテリアのネンジュモ属の、細胞壁が薄く、グラム陽性菌には無い外膜を持つグラム陰性菌を使用した。 ・ SWCNTs の近赤外蛍光による、シアノバクテリア画像化のカスタムシステムを初めて構築。SWCNTs の極めてクリアで安定した近赤外波長の信号は、バクテリアが放出する光に影響されず、粒子やタンパク質による従来の手法では困難であった細胞内部の明確な画像化を可能にする。 ・ この画像化システムにより、バクテリアの細胞の成長と分裂をリアルタイムで追跡し、分裂した娘細胞に SWCNTs がその特性と共に継承されたこと(これを「遺伝性ナノバイオニクス」と呼称)を確認。 ・ また、光の照射でバクテリアの発電能力が大幅に向上するため、光合成微生物を使用した「生きた光起電」デバイスの可能性を探求する。大規模化のコストと環境の影響への対処が主要課題。 ・ 本研究には、スイス国立科学財団(SNSF)が資金を提供した。 <p>URL: https://actu.epfl.ch/news/nanotubes-illuminate-the-way-to-living-photovoltaic/</p>
	関連情報	<p>Nature Nanotechnology 掲載論文(アブストラクトのみ: 全文は有料)</p> <p>Carbon nanotube uptake in cyanobacteria for near-infrared imaging and enhanced bioelectricity generation in living photovoltaics</p> <p>URL: https://www.nature.com/articles/s41565-022-01198-x</p>

143-10	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;">2022/9/22</p> <p>リグニンの触媒プロセスで 100%持続可能なジェット燃料を作る (Catalytic Process With Lignin Could Enable 100% Sustainable Aviation Fuel)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ NREL、マサチューセッツ工科大学(MIT)およびワシントン州立大学(WSU)が、リグニンを 100%持続可能な航空燃料(SAF)に変換するプロセスを開発。 ・ 植物の細胞壁の強靱な部分を構成するリグニンは、バイオ燃料の製造に使用される他の部分とは異なり、化学分解による有用な製品への変換が難しい。頑強で難分解性のため、通常では熱や電力を得るための燃焼や低価値の用途に利用されている。 ・ 新プロセスでは、炭化モリブデンを使用した 2 段階触媒プロセスでリグニンから酸素を除去し、ドロップイン混合基材として利用できる炭化水素に高選択で変換する。以前の研究では酸素含有率の高い(27%~34%)リグニンオイルを作製しているが、航空燃料としての利用には 0.5%を下回る必要がある。 ・ 酸素含有率を低減させる他のプロセスでは触媒に高価な貴金属を要し、収量も低い。本研究では、豊富な炭化モリブデンを利用した連続的なプロセスで約 1%の酸素含有率を達成した。 ・ 航空産業は CO2 排出量の大幅な削減目標を掲げているため、本研究では航空燃料での持続可能な資源利用の必要性を指摘。2019 年の世界の航空燃料消費量は 1,060 億ガロンで、その量は 2050 年までに倍以上になると予想される。カーボンニュートラルの達成には、従来燃料の混合率を大幅に制限した SAF の大規模な展開が不可欠となる。 ・ 航空燃料は、芳香族やシクロアルカンを含む多様な炭化水素分子の混合物。現行の商用技術では 100% SAF となる構成要素を製造しておらず、従来の炭化水素燃料と SAF 混合基材を組み合わせている。 ・ リグニンは、自然界における再生可能な芳香族の最大の供給源として、完全にバイオベースの航空燃料達成への鍵となる可能性を持つ。 ・ 本研究には、米国エネルギー省(DOE) バイオエネルギー技術局(BETO)および Center for Bioenergy Innovation(CBI)が資金を提供した。 <p>URL: https://www.nrel.gov/news/press/2022/catalytic-process-with-lignin-could-enable-100-sustainable-aviation-fuel.html</p>
	関連情報	<p>Joule 掲載論文(フルテキスト)</p> <p>Continuous hydrodeoxygenation of lignin to jet-range aromatic hydrocarbons</p> <p>URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2542435122004068</p>
143-11	アメリカ合衆国・タフツ大学	<p style="text-align: right;">2022/9/23</p> <p>シルクプロテインの化学的な改良でノンスティック表面を作る (Scientists Use Modified Silk Proteins to Create New Nonstick Surfaces)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ タフツ大学が、シルクタンパク質(フィブロイン)をパーフルオロカーボンで化学的に修飾した、超撥水性ノンスティックのシルク材料作製技術を開発。 ・ 化学修飾したフィブロインは、プラスチックのような形態に成型したり、フィルムとして表面に塗布できる。一般的な調理器具のノンスティック特性を大幅に上回り、様々な消費者向け製品や医療製品への用途拡大が期待できる。 ・ 蚕が紡ぐ天然の繊維のシルクは、耐久性のある高級織物や外科用縫合糸の製造に数千年にわたり使用されている。 ・ ごく最近ではシルク繊維を構成要素のフィブロインに分解する手法が開発され、ゲル、フィルムやスポンジ等に再構成し、整形外科用インプラントネジからテキスタイルインクまで様々な製品の製造に利用されている。シルクの特長は、多様な形態・形状をとれることに加え、フィブロインの化学修飾でその特性を容易に変更できることにある。 ・ 他のノンスティック加工プロセスとは異なる、温和な条件下で安全な化学合成プロセスによりパーフルオロカーボンでフィブロインの表面を覆い、親水性のフィブロインの表面に撥水性を付与した。 ・ フィブロインを覆う同物質の分子鎖の数と長さを変えることで撥水の度合を調整し、シルクの表面がノンスティックに達するレベルを特定。パーフルオロカーボンは、他の化学物質との反応や身体のタンパク質・化学物質との相互作用のない極めて安定した化学物質で、分子同士の結合を促す他種力による引力にも抵抗する。 ・ 最高レベルの撥水性のノンスティックシルクの表面に水を落とすと丸まった粒となり、Teflon を超える撥水性を提示。食品、血液や細胞等の水を多く含む物質も同様にはじく。今回は試験を実施していないが、パーフルオロ化した材料は、油分もはじくことが知られている。 ・ 市販のノンスティックコーティングから身体に吸収される化学物質が懸念されるが、ノンスティックシルクは比較的安全な選択肢として、ワイパーを使用しなくとも雨粒が転げ落ちる自動車のフロントガラスや、錆を防止する金属コーティング、洗濯が簡単な衣類等の用途が考えられる。 <p>URL: https://now.tufts.edu/2022/09/23/scientists-use-modified-silk-proteins-create-new-nonstick-surfaces</p>

	関連情報	<p>ChemBioChem 掲載論文(アブストラクトのみ:全文は有料)</p> <p>Towards Non-stick Silk: Tuning the Hydrophobicity of Silk Fibroin Protein</p> <p>URL: https://chemistry-europe.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/cbic.202200429</p>
143-12	アメリカ合衆国・テキサス A&M 大学 AgriLife	<p style="text-align: right;">2022/9/28</p> <p>CO2 からバイオプラスチックを製造する新システム (Texas A&M AgriLife designs system to create bioplastics)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ テキサス A&M 大学のアグリライフ研究所が、CO2 とバクテリアを利用してバイオプラスチックを作製する統合的なシステムを開発。 ・ 約 2 年間の研究で開発した新システム設計では、第 1 ユニットでの電気触媒反応で CO2 をエタノールと炭素原子 2 個の分子に変換し、第 2 ユニットでバクテリアがエタノールと炭素分子を消費してバイオプラスチックを生成する。 ・ CO2 とバクテリアを利用したバイオプラスチックを含む化学物質の生成は他にも例があるが、新システム設計は CO2 からバイオプラスチック作製の高効率でスムーズなプロセスフローを提供する。 ・ CO2 を利用するため温暖化ガス排出の低減にも貢献し、持続可能性の課題の対処して、将来の CO2 削減設計を変革する可能性が期待できる。新システムの主要な強みは、光合成を超える反応速度の速さと高いエネルギー効率。また、バクテリアの成長条件も緩やかなため、産業スケールの条件にも適応可能。 ・ 燃料や汎用化学品等の生産に向けて新システムの機能を拡大中。本研究の成果は、現在の製造部門を変革する「脱炭素バイオマニュファクチャリング」の設計を実証するもの。 ・ 現在、バイオプラスチックは化石燃料ベースのプラスチックよりも価格が高いが、新システムによる経済的な規模での生産が可能となれば、産業界は従来のプラスチック製品を環境負荷のより少ないものに置き換えることができる。さらに、ガス・電気設備等のエネルギー部門の CO2 排出削減にも貢献する。 ・ Texas A&M System が新システムの特許を出願済み。本研究は、John '90 and Sally '92 Hood Fund for Sustainability and Renewable Products、テキサス A&M アグリライフおよびテキサス A&M 大学が支援した。 <p>URL: https://agrifiletoday.tamu.edu/2022/09/28/texas-am-agrilife-develops-system-to-create-bioplastics/</p>
	関連情報	<p>Chem 掲載論文(フルテキスト)</p> <p>Chem-Bio interface design for rapid conversion of CO2 to bioplastics in an integrated system</p> <p>https://www.cell.com/chem/fulltext/S2451-9294(22)00478-</p> <p>URL: 8?_returnURL=https%3A%2F%2Flinkinghub.elsevier.com%2Fretrieve%2Fpii%2FS2451929422004788%3Fshowall%3Dtrue</p>

143-
13

アメリカ合衆国・
イリノイ大学
シカゴ校(UIC)

捕獲した炭素でエチレンを生産する技術の躍進的発見

(A breakthrough discovery in carbon capture conversion for ethylene production)

- ・ UIC が、産業部門が排出する CO₂ ガスを高純度のエチレン(C₂H₄)に変換する、CO₂ 還元反応(CO₂RR)システムを開発。
- ・ 特定汚染源からの CO₂ 総排出量を削減し、他の炭素捕獲や炭素変換技術のネットゼロカーボン目標を上回る、ネットネガティブを実現する。
- ・ 最大 6 トンの CO₂ ガスを 1 トンの高純度エチレンに変換し、捕獲した CO₂ ガスをほぼ 100%回収。再生可能エネルギーの電力を使用することで、カーボンネガティブなプロセスとなる。
- ・ PV を使った CO₂RR システムでは、現行の標準の 2%を大きく上回る、太陽光エネルギーから炭化水素製品への(solar-to-carbon)変換効率 10%を、また、太陽光エネルギーからエチレンへの(solar-to-ethylene)変換効率約 4%(光合成による変換効率とほぼ同等)をそれぞれ達成した。
- ・ CO₂ 排出源内でエチレンを生産するリアクタを使用した従来技術では、エチレンに変換される CO₂ は僅か 10%に留まる。また、化石燃料を使用したエネルギー集約的なプロセスにより、エチレンを CO₂ から分離する必要がある。
- ・ 今回開発の CO₂RR システムでは、CO₂ と水系溶剤を中央の分離膜で隔てて充填したセルに電流を通し、触媒の働きで水分子の水素原子が CO₂ のセルに移動して炭素原子と結合し、エチレンを形成する。
- ・ 世界の化学物質製造において、アンモニア、セメントに続きエチレンは 3 番目に多く CO₂ を排出している。エチレンは、パッケージングや農業、自動車産業用のプラスチック製品に加え、不凍液や医療用滅菌剤、ビニール製の外壁材用の化学薬品の製造に使用されている。
- ・ 通常、エチレンは大量の熱を使用する水蒸気分解プロセスで製造されているが、このプロセスではエチレン製造量 1 トン当たり約 1.5 トンの CO₂ を排出し、世界平均では、年間約 1.6 億トンのエチレン製造で 2.6 億トン超の CO₂ を排出している。

URL: <https://today.uic.edu/a-breakthrough-discovery-in-carbon-capture-conversion-for-ethylene-production/>

関連情報

Cell Reports Physical Science 掲載論文(フルテキスト)

CO₂-free high-purity ethylene from electroreduction of CO₂ with 4% solar-to-ethylene and 10% solar-to-carbon efficiencies

URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666386422003472?via%3Dihub>

143-14	アメリカ合衆国・ローレンスバークレー国立研究所 (LBNL)	<p>プラスチックを炭素毎にリサイクル (Recycling Plastic One Carbon at a Time)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ LBNL とカリフォルニア大学バークレー校が、ビニール袋や食品のパッケージ等のポリエチレン (PE) 製品を、プラスチック製品や汎用化学品の出発原料となる高価値のプロピレンやプロペンガスに化学的にリサイクルする新技術を開発。 ・ ポリエチレンプラスチックのリサイクルは新しいものではないが、リサイクル可能なプラスチックは、環境汚染や埋め立て処理に伴う CO2 排出量削減に貢献する。 ・ ポリエチレンは世界で 2,000 億ポンド超が生産され、建築材料から食品保存材料まで日常生活に不可欠な広範囲のアプリケーションで極めて有用な材料。これらのプラスチック廃棄物は炭素源となるが、リサイクルが非常に難しい。 ・ ポリエチレンを構成する強固な分子鎖を高温で切断する熱分解方法に代わり、ポリエチレンを化学的に分解してモノマーを回収し、新たにポリエチレンポリマーを作る化学リサイクル方法の発見が試みられている。 ・ 熱分解法の問題は、ポリエチレンを特定のアプリケーション(潤滑油や燃料の前駆体)に適する長さの分子鎖に選択的に分離することが困難なこと。 ・ 新技術の実験では、圧力容器の溶液に溶解した高密度ポリエチレン(HDPE)のモノマーユニットからエチレンガスと触媒反応で水素を除去後、脱水素化したポリマーとエチレン間の追加的な触媒による一連の反応によりプロピレンを生成した。 ・ モノマーユニットの 1.9%からの水素の除去に関わらず、HDPE ポリマー鎖の炭素原子の 87%がエチレンに反応し、僅か 18 時間以内にプロピレンに変換されたことを確認した。 ・ 新技術の産業スケールでの展開は先となるが、新しいプラスチック製品や工業用潤滑油、ジェット燃料等の炭素フィードストックへのポリエチレンプラスチックのリサイクルにおいて重要な意味合いをもつ。 ・ 今後はリサイクル可能な触媒を用いることで、新技術の商業的な可能性の向上を目指す。また、新技術を基盤とした、化学リサイクル可能な新しいタイプのプラスチックの開発も試みる予定。 ・ 本研究は、米国エネルギー省(DOE) 科学局が支援した。 <p>URL: https://newscenter.lbl.gov/2022/09/30/recycling-plastic-one-carbon-at-a-time/</p>
	アメリカ合衆国・カリフォルニア大学バークレー校(UCB)	<p>ポリプロピレン袋などのプラスチックをポリマーの構成要素に分解するプロセス (Process converts polyethylene bags, plastics to polymer building blocks)</p> <p>URL: https://news.berkeley.edu/2022/09/29/process-converts-polyethylene-bags-plastics-to-polymer-building-blocks/</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>Catalytic deconstruction of waste polyethylene with ethylene to form propylene</p> <p>URL: https://www.science.org/doi/10.1126/science.add1088</p>

【新エネルギー(燃料電池・水素分野)】		
143-15	アメリカ合衆国・ヒューストン大学(UH)	<p style="text-align: right;">2022/9/8</p> <p>海水から水素をより安価に生成する新しい触媒 (New Catalyst Offers a More Affordable Way to Produce Hydrogen from Seawater)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ UH、香港中文大学および華中師範大学が、淡水と海水を電気化学分解してより安価に水素を生成できる触媒を開発。 ・ 鉄をドーパしたニッケル・モリブデン・窒素の複合物をニッケルフォームで担持した二元機能触媒で、まず水素発生反応(HER)で水素を効率的に生成し、次にサイクル電圧による電気化学的な再構築プロセスを経て形成される酸化鉄・モリブデン・酸化ニッケルの複合物が、HER と同等の強力な酸素発生反応(OER)を起こす。 ・ 材料の多くが HER か OER のいずれかに適しているが、化学反応による水素の生成には両方の反応が必要となる。新触媒では、一種類の複合物で淡水と海水での HER と OER の両反応を実行できるため、水の電気分解プロセスをより安価にするだけでなく、触媒構造設計の簡素化にも貢献する。 ・ 擬似的な工業条件下、アルカリ性の海水での新触媒の作動では、僅か 1.56V の電圧で 1,000mA/cm²の電流密度を達成し、80 時間の試験において安定性を維持。比較的低い電圧で高い電流密度が得られるため、水素の生産コストが低減する。 ・ 海水に含まれる塩分やミネラルは腐食の原因となるため、触媒の多くは淡水での作動に適している。新触媒は海水でも優れた性能を示し、高純度の酸素を生成。他の触媒に見られる、腐食性の塩素ガス等の副生物の発生を回避する。 ・ 干ばつや世界人口の急激な増加で淡水の供給量が制限される一方で、海水は豊富にある。塩分を含む水で作動する触媒は、通常エネルギーを大量に消費するため、海水使用時の新触媒のエネルギー消費量が淡水使用時とほぼ同等なことは有利な点。 <p>URL: https://www.uh.edu/news-events/stories/2022-news-articles/september-2022/09082022-hydrogen-seawater.php</p>
	関連情報	<p>Energy & Environmental Science 掲載論文(アブストラクトのみ:全文は有料)</p> <p>Boosting efficient alkaline fresh water and seawater electrolysis via electrochemical reconstruction</p> <p>URL: https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2022/ee/d2ee01094a</p>

【新エネルギー分野(太陽光発電)】		
143-16	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;">2022/9/1</p> <p>ペロブスカイト太陽電池の安定性と効率性を大幅に向上させる NREL のブレイクスルー (NREL-Led Breakthrough Pushes Perovskite Cell to Greater Stability, Efficiency)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ NREL は、トレド大学、コロラド大学ボルダー校およびカリフォルニア大学サンディエゴ校と共同で、高いエネルギー変換効率と安定性を提供する逆構造型ペロブスカイト太陽電池を開発。 ・ 1 sun 下 24%のエネルギー変換効率を達成し、最高記録を更新。55°Cで 2,400 時間の作動後も元来の変換効率の 87%を維持した。 ・ 結晶構造を表すペロブスカイトは、太陽光を捉えて効率的に電気に変換する手法として過去 10 年にわたり関心を集めているが、太陽電池としての安定性の向上が主要な課題となっている。 ・ 本研究では、最高効率を記録する順構造設計のペロブスカイト太陽電池に代わり、ガラス基板への各層の積層方法が異なる逆構造設計のペロブスカイト太陽電池を開発。逆構造型ペロブスカイト設計は、高い安定性とタンデム型太陽電池への統合で知られている。 ・ ペロブスカイト層の表面に 3-(アミノメチル)ピリジン(3-APy)を添加すると、同層に含まれるホルムアミジニウムとの反応を通じてペロブスカイト層の表面に電界が形成される。これにより、エネルギー変換効率と安定性が飛躍的に向上。 ・ 3-APy の添加により、23%を下回る逆構造型セルの変換効率を 25%超に向上可能。反応性表面の形成は、逆構造型セルの性能を最先端レベルの効率性と作動安定性へと飛躍的に向上させる、効果的なアプローチである。 ・ 本研究には、米国エネルギー省(DOE) 基礎エネルギー科学局(BES)のエネルギーフロンティア研究センター(EFRC)である Center for Hybrid Organic-Inorganic Semiconductors for Energy(CHOISE)および太陽エネルギー技術局(SETO)が資金を提供した。 <p>URL: https://www.nrel.gov/news/press/2022/nrel-led-breakthrough-pushes-perovskite-cell-to-greater-stability-efficiency.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) Surface reaction for efficient and stable inverted perovskite solar cells URL: https://www.nature.com/articles/s41586-022-05268-x</p>
143-17	アメリカ合衆国・ライス大学	<p style="text-align: right;">2022/9/19</p> <p>溶液研究でペロブスカイト太陽電池の耐久性の課題を解決 (Solvent study solves solar cell durability puzzle)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ライス大学、パデュー大学や仏・レンヌ大学等から成る研究チームが、スズ系ペロブスカイト太陽電池の 2D パッシベーション層の作製においてその組成と薄さの制御を可能にする溶液設計を特定し、3D/2D ペロブスカイト太陽電池で 24.5%のエネルギー変換効率を達成。 ・ (ガラス基板を含まない)約 1 ミクロンの薄さのペロブスカイト太陽電池で、100%の太陽光に匹敵する光の 2,000 時間超の照射後もエネルギー変換効率を維持した。 ・ ペロブスカイトは格子状の結晶構造の効率的な光のハーベスターとして知られているが、光、湿度や熱に弱い。青色と可視光の光子を吸収する 2D ペロブスカイトは安定しているがエネルギー変換効率に優れず、近赤外光を吸収する 3D ペロブスカイトはより効率的だが安定性が低いため、2D と 3D ペロブスカイトを組み合わせることで両方の優れた特性が活用できる。 ・ ただし、同一の材料を使用するバイレイヤーを溶液プロセスで作製することが難しい。3D 層の上に 2D 層を配置すると溶液が下の層を破壊するが、新溶液設計はこの課題に対処する。 ・ 鍵は溶液の誘電率とドナー数の特性間のバランス。誘電率は材料の電気的性質を表す定数で、イオン性化合物の溶液での溶解のし易さを決定し、ドナー数は溶液分子の電子供与性の示度。これらの相関性を突き止めることで、3D 層を壊さずに 2D 層のスピンコート作製を可能にする溶液を 4 種類ほど特定できる。 ・ 新溶液設計は、両面で光を受ける太陽電池やバックコンタクト型太陽電池にも適し、太陽電池だけでなく、LED 等のオプトエレクトロニックデバイスの電荷やエネルギーの流れの制御も可能にする。太陽電池を 1 分間に 30m 作製できるロール・ツー・ロール製造技術にも利用が可能。 ・ 本研究の成果は、活性層を 1 層以上含むヘテロ構造のペロブスカイトデバイスを初めて可能にするもの。ペロブスカイトを使用した複合的な半導体構造開発が期待できる。新しいアプリケーションや物理現象の研究が次の課題となる。 ・ 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)プログラム、フランス大学学士院(IUF)、Horizon 2020 リサーチ・イノベーションプログラム、米国海軍研究室(ONR)、アルゴンヌ国立研究所(ANR)、米国立化学財団(NSF)および DOE が支援した。 <p>URL: https://news.rice.edu/news/2022/solvent-study-solves-solar-cell-durability-puzzle#</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) Deterministic fabrication of 3D/2D perovskite bilayer stacks for durable and efficient solar cells URL: https://www.science.org/doi/10.1126/science.abq7652</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。