



海外技術情報 (2020 年 6 月 19 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】			
102-1	アメリカ合衆国・ジョージア工科大学 (Georgia Tech)	<p>テントウムシより小さいオンチップ・スーパー心肺センサー (Lung-Heart Super Sensor on a Chip Tinier Than a Ladybug)</p> <ul style="list-style-type: none"> Georgia Tech が、身体の挙動や肺や心臓が発する様々な信号を検出・記録する微小なセンサーチップを開発。 身体が発する機械的な信号の活用が医療研究で長年試みられているが、多数の細胞を通過する信号の記録では一貫性に欠ける。また、ギャロップ音(心臓の鼓動後の微小な心音(III音)で心不全の診断基準の一つ)等の診断は医師の熟練度に左右され、ヒューマンエラーの影響を受けやすい。 現在、心臓に関する情報の獲得には心電図(EKGs)が利用されるが、EKGs で測定できるのは電気刺激のみ。心筋のポンピングで弁を開閉する機械的なシステムである心臓は、EKGs では検出不可能な特徴的な音や動作を発している。また、EKGs では肺機能の情報が得られない。 同センサーチップの検出帯域は、大型の振動から不可聴の高音まで幅広く、心拍、身体を通した心臓からの波長、呼吸速度や肺音を同時に記録する。 人体での試験では、従来技術では検出できない、心肺の機械的な動きによる様々な全信号を明瞭に同時に記録。ギャロップ音の記録にも成功した。 高度な電子聴診器と加速度計を組み合わせた機能を提供する加速度計コンタクトマイクロフォン(ACM)が、チップが受け取る身体内の振動を検出しながら空気伝播音等の身体外からの妨害的な雑音を遮断する。 同センサーチップの中核的なメカニズムは、僅か 270nm の空隙を挟む微細な 2 枚のシリコン電極(2mm×2mm)の静電容量型ギャップセンサー。その技術原理はシンプルだが、主にこの微小な空隙による動作の確認とその製造に 10 年を費やした。シリコン電極同士の接触を回避するようにセンサー全体を真空のキャビティに密封し、極めて低い信号雑音と広帯域の検出範囲を実現した。 HARPSS+(High Aspect Ratio Poly and Single Crystalline Silicon)プラットフォームと呼ばれる製造プロセスで、手の平サイズのシートから微細なセンサーチップを大量に作製。HARPSS+は、このような狭小な空隙を確保した初めての大量製造プロセスであり、先進的な MEMS(微小電気機械システム)の大量製造を可能にする。 試験用デバイスでは電池を電源とし、信号型回路と呼ばれる 2 番目のチップを使用してセンサーチップの信号を読み出し情報に変換。胸部固定帯に同センサーチップを 3 個以上格納し、身体からの信号を三角測量してそれらの発信源が特定できる。将来的には、脈の乱れによる心臓弁の欠陥の正確な把握や、微かな肺雑音によるがん病巣の特定等が期待できる。 本研究には、Georgia Research Alliance、米国防高等研究計画局(DARPA)、米国科学財団(NSF)および米国立衛生研究所(NIH)が資金を提供した。 <p>URL: https://news.gatech.edu/2020/04/15/lung-heart-super-sensor-chip-tinier-ladybug</p>	2020/4/15
	(関連情報)	<p>npj Digital Medicine 掲載論文(フルテキスト) Precision wearable accelerometer contact microphones for longitudinal monitoring of mechano-acoustic cardiopulmonary signals URL: https://www.nature.com/articles/s41746-020-0225-7</p>	

102-2	アメリカ合衆国・マサチューセッツ工科大学(MIT)	<p>植物のストレスをスマートフォンに知らせるナノセンサー (Nanosensor can alert a smartphone when plants are stressed)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ MIT が、傷、感染や光による損傷等のストレスに対する植物の反応を綿密に追跡する、カーボンナノチューブ(CNTs)製のオプティカルナノセンサーを開発。 ・ 植物の葉に埋め込める同ナノセンサーは、植物がストレスを受けることで放出する過酸化水素による信号でストレスの種類や植物種を区別する。このストレス信号は、葉の細胞を刺激して傷の修復や害虫の回避を助ける化合物を生じさせる。 ・ 同ナノセンサーは、特定のストレスに対する生きた植物の反応のリアルタイム観察を初めて可能にするもの。あらゆる植物での使用が可能で、様々なストレスへの反応を調査することで、農作物の収率向上に向けた新戦略の開発が期待できる。 ・ 同技術を開発する MIT の研究室では、ナノ材料を植物に統合することで発光や水不足の検出等の新たな機能を付与した「ナノバイオニック・プランツ」の可能性を過去数年にわたり探求。今回の研究では、植物の健康状態を報告するセンサーに注視した。 ・ 同研究室では、過酸化水素をはじめとする様々な分子を検出する CNT センサーを過去に開発している。約 1 年前にこれらのセンサーをシロイヌナズナで試験した結果、植物は情報伝達物質として過酸化水素を利用することがわかったが、その明確な役割は不明であった。 ・ 同研究室が数年前に開発した脂質変換外皮浸透(lipid exchange envelope penetration: LEEP)と呼ばれる手法により、同ナノセンサーを植物の葉に統合。同手法は、植物の細胞膜に浸透するナノ粒子を設計する。同ナノセンサーを植物に統合する際に偶然できた傷により、過酸化水素の信号発生を発見した。 ・ 傷の付いた部分から過酸化水素が放出されると、近隣の細胞内でのカルシウムの放出を引き起こし、これが過酸化水素の放出をさらに促進。細胞が過酸化水素を受けて伝搬することで発生する波のような効果が、人間の脳のニューロンが電氣的刺激を伝達するように植物の葉全体に行き渡る。 ・ 過酸化水素のこの大量放出により、植物の細胞はフラボノイドやカロテノイドのような二次代謝物が産生され、傷の修復や害虫の回避を助ける。食用植物で好まれる香味源であるこれらの二次代謝物は、ストレス下でのみ作られる。 ・ イチゴ、ホウレンソウ、キバナズシロ、レタス、ミズガラシ、カタバミで同ナノセンサーを試験し、経時的な過酸化水素濃度のマッピングによる波形がそれぞれの植物で異なることを確認。これらの波形は各植物の様々な情報を含んでおり、特定の植物が受けた特定のストレスを知ることができる。同ナノセンサーによる近赤外蛍光は、ラズベリーPi に接続した小型の赤外線カメラで画像化できる。 ・ 同技術のアプリケーションは、各植物の機械的な損傷、光、熱等のストレスへの対処能力によるスクリーニングや病原体への反応の研究等。特に、高密度で成長する植物で伸長が顕著に促進される避陰反応の問題を解決したいと考える。 ・ 本研究には、シンガポール国立研究財団(NRF)、シンガポール科学技術研究庁(A★STAR)および米国エネルギー省(DOE)の Computational Science Graduate Fellowship Program が資金を提供した。 <p>URL: http://news.mit.edu/2020/cnt-nanosensor-smartphone-plant-stress-0415</p>
	(関連情報)	<p>Nature Plants 掲載論文(アブストラクトのみ:全文は有料)</p> <p>Real-time detection of wound-induced H₂O₂ signalling waves in plants with optical nanosensors</p> <p>URL: https://www.nature.com/articles/s41477-020-0632-4</p>

102-3	アメリカ合衆国・ コーネル大学	<p>光で作動する大量の微細センサー (Mass-produced microscopic sensors see the light)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ コーネル大学が、集積回路、太陽電池と LEDs を搭載した、超微細なオプティカル・ワイヤレス集積回路(OWICs)の平行プロダクション・プラットフォームを開発。 ・ 同 OWICs は 100 μm のマイクロセンサーで、1 セント硬貨(19.05mm)上に三万個が納まるサイズ。8 インチ(20.32cm)のウェハーで最高百万個の大量製造が可能。コストは 1 セントを下回る。 ・ 基本的に同マイクロセンサーは、アプリの追加による特化が可能な微細なスマートフォンのようなものだが、エネルギー源と通信には光を利用する。 ・ ナノテク技術では、シリコンウェハー上での微細な回路の配置は比較的容易だが、シリコンとは異なる材料のガリウムヒ素製の LEDs の搭載は極めて困難。電子コンポーネントと共に LEDs をウェハーに転写して統合するために、15 層超のフォトリソグラフィ技術と 30 種類の材料、100 を超えるステップから成る複雑なアセンブリー手法を開発した。 ・ OWICs は、シリコン基板から取り外し後、直ちに生体細胞内やマイクロ流体システム等のアクセスが困難な環境で電圧や温度の測定に利用できる。例えばニューラルセンサーを搭載した OWICs では、身体内で非侵襲的に神経信号を検出し、符号化した信号を LED の点滅で送信できる。 ・ 概念実証として、温度センサーを搭載した OWIC を脳組織に埋め込み、データをワイヤレス送信した。 ・ 同マイクロセンサーの商業化に向け、同技術の研究者らは OWiC Technologies を設立。Center for Technology Licensing を通して本技術の特許を出願。同マイクロセンサーの最初のアプリケーションは、製品に貼り付けて識別する e-tags を予定。 ・ 超微細で低コストの OWICs は、より少ないエネルギーでより複雑な現象を追跡するマイクロセンサーの開発を促進するもの。シンプルな回路に数千個ものトランジスタの搭載が可能のため、検出できる項目、通信手段やより複合的なタスクの遂行能力の範囲が広がる。新しいデバイスやアプリケーションの開発を可能にするプラットフォームとして同技術を開発した。 ・ 本研究は、米国立科学財団(NSF)の Materials Research Science and Engineering Center program、米空軍科学研究所(AFOSR)および Kavli Institute が資金を提供し、Cornell Center for Materials Research が支援した。米国立衛生研究所(NIH)と NSF の Graduate Research Fellowship が追加的資金を提供した。 <p>URL: https://news.cornell.edu/stories/2020/04/mass-produced-microscopic-sensors-see-light</p>
	(関連情報)	<p>米国科学アカデミー紀要(PNAS)掲載論文(アブストラクトのみ:全文は有料) Microscopic sensors using optical wireless integrated circuits URL: https://www.pnas.org/content/early/2020/04/16/1919677117</p>

102-4	アメリカ合衆国・カリフォルニア工科大学 (Caltech)	<p style="text-align: right;">2020/4/22</p> <p>汗で動くe-スキンが健康状態のモニタリングとヒューマン・マシーン・インターフェースの役割を担う (Electronic Skin Fully Powered by Sweat Can Monitor Health, Serve as Human-Machine Interface)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ Caltech が、汗の成分をエネルギー源として稼働する電子スキン(e-skin)を開発。 ・ 柔軟なゴム製で心拍、体温、血糖値、代謝産物や筋肉を制御する神経信号に至るまで、様々な健康状態をモニタリングするセンサーを埋め込み、皮膚に直接貼り付けて使用できる。 ・ エネルギー供給は、ウェアラブルデバイスの主要な課題の一つ。バッテリーをはじめ、太陽電池や身体の拳動からのエネルギーハーベスティング等の手段が採用されているが、同大学ではウェアラブルの稼働に十分なエネルギーを汗から取り出すことに成功した。 ・ 人間の汗は、特に運動時の筋肉から代謝プロセスの副生物として生産される有機化合物の乳酸を高濃度で含んでいる。同 e-skin に内蔵したバイオ燃料電池がこの乳酸を吸収して空気中の酸素と結合させ、水とピルビン酸を排出。センサーや Bluetooth デバイスの稼働に十分な電力を提供し、同 e-skin からセンサーの情報をワイヤレス送信する。 ・ 同バイオ燃料電池は、白金/コバルト触媒を埋め込んだカーボンナノチューブと、乳酸の分解酵素を保持するコンポジットメッシュより構成。数日間にわたり人間の汗から最大で数 mW/cm²の安定したエネルギーを継続して出力できる。 ・ バッテリーフリーの電子スキンシステムの多くでは、近距離無線通信(NFC)が主に利用されているが、極めて短い距離間でのエネルギー送信とデータの読み取りのみが可能。Bluetooth による通信ではエネルギーをより多く消費するが、より広範囲の通信手段として実際の医療やロボットアプリケーションで役立つ、より効果的なアプローチと考える。 ・ 同 e-skin を多目的に利用するため、多種類の埋め込みセンサーの開発を予定。同 e-skin のシステムは、ウェアラブルバイオセンサーに加え、ヒューマン・マシーン・インターフェイスとしての利用も可能。同システムのプラットフォームで収集したバイタルサインや分子情報が、次世代人工義肢の設計と最適化に貢献すると考える。 ・ 本研究には、Caltech のスタートアップグラント、Rothenberg Innovation Initiative(RI2)プログラム、Garver Mead New Adventures Fund および米国立衛生研究所(NIH)が資金を提供した。 <p>URL: https://www.caltech.edu/about/news/electronic-skin-fully-powered-sweat-can-monitor-health-serve-human-machine-interface</p>
	(関連情報)	<p>Science Robotics 掲載論文(アブストラクトのみ: 全文は有料)</p> <p>Biofuel-powered soft electronic skin with multiplexed and wireless sensing for human-machine interfaces</p> <p>URL: https://robotics.sciencemag.org/content/5/41/eaaz7946</p>

102-5	アメリカ合衆国・マサチューセッツ大学アマースト校	<p>効率的な生体的学習で人間の脳を模倣するエレクトロニクス (Researchers Unveil Electronics that Mimic the Human Brain in Efficient, Biological Learning)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ マサチューセッツ大学アマースト校が、ジオバクター属微生物が生成するタンパク質ナノワイヤの理解を深める研究の過程で、これらの導電性フィラメントを使用したニューロモーフィック・メモristaデバイスの作製に成功。 ・ ニューロモーフィック・コンピューティングでは、実際の脳のシナプスのように機能・作動するメモristaと呼ばれる微細なツールを使用したデバイスが必要。活動電位と呼ばれるニューロン間の信号は約80mVを下回るが、従来のコンピューターの多くでは作動電圧が1V超であることが最大の課題。 ・ 今回、微生物のタンパク質ナノワイヤによるメモristaが、脳に匹敵する電圧レベルで作動することを確認。超低電力コンピューティングの可能性を裏付ける概念のブレイクスルーであり、生体レベルの電圧で作動するエレクトロニクスの研究の展開が期待される。 ・ ジョバクター微生物の導電性タンパク質ナノワイヤは、製造に毒性の化学物質や高エネルギープロセスを要する高価なシリコンナノワイヤを超える多くの利点を提供する。また、バイオ医療アプリケーションで重要となる、体液中での安定性も有する。 ・ 異なる電圧レベルでの同タンパク質ナノワイヤの性能を調査するため、メモristaで微細な金属の糸を通じた正負電荷パルスのオン-オフ切り替えによる電気スイッチの試験を実施。タンパク質ナノワイヤは、金属イオンの反応性と電子移動特性を変える金属還元を促進することから、金属の糸を利用した。 ・ 人間が呼吸を通じて酸素を得るのと同様に、天然の微生物のナノワイヤは呼吸により金属を化学的に還元してエネルギーを得ているため、タンパク質ナノワイヤのこのような働きは当然のこと。 ・ 電荷パルスのオン-オフが金属フィラメントで変化を起し、人間の毛髪の1/100の微細なデバイスで新たな分岐と結合が発生。実際の脳での学習と同様の効果を生み出す。ナノワイヤの導電性(可塑性)を調整することで、脳型コンピューティング用の生体的なコンポーネントの模倣が可能。同メモrista従来のコンピューターとは異なり、ソフトウェアベースでない学習能力を有する。 ・ このメカニズムの研究を継続し、メモristaにおける同タンパク質ナノワイヤの化学、生態及び電子的な働きを解明する。また、生体システムで実際のニューロンとの情報伝達を実現する可能性を提供する、心拍のモニタリングデバイス等のアプリケーションについて探求する。 <p>URL: https://www.umass.edu/newsoffice/article/researchers-unveil-electronics-mimic-human</p>
	(関連情報)	<p>Nature Communications 掲載論文(フルテキスト) Bioinspired bio-voltage memristors URL: https://www.nature.com/articles/s41467-020-15759-y</p>

102-6	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>オンチップの光周波数コムによるマイクロ波のフォトニック生成 (Photonic microwave generation using on-chip optical frequency combs)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ EPFL がソリトン・マイクロコムを開発し、レーザーベースの低ノイズマイクロ波の発振を実証。光搬送波でもあるマイクロ波は、レーダー計測、衛星通信や 5G ワイヤレスネットワークで利用できる。 ・ 今日の情報社会では、無線波やマイクロ波の信号の合成、送信や処理がワイヤレスネットワークやテレコミュニケーション等でユビキタスに行われている。特に 5G や IoT の需要による周波数帯の制限から、搬送波としての高周波数帯の利用が主流となる中、マイクロ波と光エレクトロニクスを統合したマイクロ波フォトニクスによる課題解決が期待される。 ・ マイクロ波フォトニクスを構成する主な要素は、超短光パルスを提供する光周波数コム。これらのパルスの光検出でマイクロ波の搬送波が生成される。 ・ 近年、連続発振レーザー駆動の非線形なマイクロ共振器によるチップスケールの周波数コムが飛躍的に進展している。これらの周波数コムは、マイクロ光共振器中を巡る可干渉性の超短光パルスである散逸的なカー・ソリトンによるものであるため、「ソリトン・マイクロコム」と呼ばれる。 ・ ソリトン・マイクロコムは、CMOS ナノファブリケーション技術によりチップ上に直接製造できる。電子回路と集積レーザーの統合でコムの微細化の可能性が拓き、計量学、分光法や通信における様々なアプリケーションの展開が期待できる。 ・ 今回、窒化シリコンベースのフォトニック導波管での光損失を大幅に低減し、マイクロ波 K バンド(~20GHz:5G で使用)および X バンド(~10GHz:レーダーで使用)の繰り返し率を有する可干渉性のソリトン・パルスの生成に成功。これより得られるマイクロ波信号は、商用のマイクロ波シンセサイザーが作る信号と同等またはより低い位相雑音特性を備える。 ・ 達成した光損失は、直径僅か 1 μm の導波管で光が約 1m 伝播するほどのもの。この損失レベルは光ファイバーのそれを 3 桁超上回るが、現在の非線形光集積の極めて狭小な導波管では最も低いもの。 ・ このような低光損失は、EPFL が新開発した「窒化シリコン・フォトニック・ダマシニング製造プロセス」によるもの。深紫外線ステッパーリソグラフィを利用した同プロセスは、従来のナノ製造技術では得られない低損失の実現を可能にする。 ・ 今回の実証は、光集積、非線形・オプティクス、マイクロ波フォトニクスの各分野を橋渡しするもの。ソリトン・マイクロコムとそれらによるマイクロ波信号は、次世代のレーダーや情報ネットワーク用の完全集積型低雑音マイクロ波共振器の作製における重要な要素となると考える。 ・ 米国との協力で、チップスケールの半導体レーザーを組み入れた集積型ソリトン・マイクロコムのハイブリッドモジュールを開発中。これらの超小型マイクロコムは、データセンターのトランシーバ、LiDAR システム、小型光原子時計、光コヒーレンス・トモグラフィ、マイクロ波フォトニクスや分光法等の多様なアプリケーションに影響を及ぼすもの。 <p>URL: https://actu.epfl.ch/news/photonic-microwave-generation-using-on-chip-optica/</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) Photonic microwave generation in the X- and K-band using integrated soliton microcombs URL: https://www.nature.com/articles/s41566-020-0617-x</p>

102-7	アメリカ合衆国・スタンフォード大学	<p>走行中の EV への給電を可能にする方法 (How we might recharge an electric car as it drives)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・スタンフォード大学が、道路を走行中の EV のワイヤレス給電の実現に向けた技術を実証。 ・既に利用されているスマートフォンのワイヤレス充電パッドでは、充電時にデバイスを動かさずに配置する必要がある。EV の充電の場合でも、充電ステーションで1~2時間をかけるプラグインによる現在の給電手段は利便性に欠ける。 ・同大学では3年前に、動く物体をワイヤレスで給電する技術を初めて開発したが、研究室外での効率性が課題であった。今回実証の技術は、道路を走行する EV 給電へのスケールアップの可能性を示唆するもの。 ・ワイヤレスチャージャーでは、受電側のデバイスの磁気コイルが共振する周波数で振動する磁場を作ること給電する。同技術の課題は、給電側と受電側間の距離が少しでも変わると共振周波数が変わってしまうこと。 ・3年前の技術では、チャージャーと動く物体間の距離が変わるとシステムに動作周波数を自動調整させる、増幅器とフィードバックレジスタを取り入れることでこの課題に対処したが、実用に適う効率性が得られなかった。増幅器の機能に相当な電力を消費するため、システム中の電力の10%のみの送電に止まった。 ・今回、増幅器をより効率的な「スイッチ・モード」増幅器に代えることで、同システムのワイヤレス送電効率を92%に引き上げることに成功。同増幅器は新しいものではないが、高効率の増幅機能には特定の条件を要するため、その改善や追加的な理論的研究に数年をかけ、作動できる回路構成を設計した。 ・今回開発した実験用プロトタイプでは、2~3フィート(約61~91cm)の距離で10Wをワイヤレス給電する。EVで必要となる10~100kWを給電するシステムへのスケールアップを阻む基本的な障壁は無く、時速約113kmで走行中のEVが1.2mの充電ゾーンを横切るのにかかる僅か数ミリ秒という十分な速度で走行中のEVに給電できる。EVのバッテリーの電力貯蔵速度が唯一の制限要因。 ・強力な給電システムであるが、発生する磁場は安全指針の範囲内であり、健康に対するリスクを引き起こす恐れはないと考える。 ・同ワイヤレスチャージャーの高速道路への埋め込みの実現にはさらに時間を要するが、床や屋根への導入にかかるコストは低いため、ロボットやドローンでの利用は間もなく実現可能と考える。 ・本研究は、米国国防総省(DoD)のVannevar Bush Faculty Fellowshipが支援した。 <p>URL: https://engineering.stanford.edu/magazine/article/how-we-might-recharge-electric-car-it-drives</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>Robust and efficient wireless power transfer using a switch-mode implementation of a nonlinear parity-time symmetric circuit</p> <p>URL: https://www.nature.com/articles/s41928-020-0399-7</p>

【環境・省資源分野】		
102-8	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;">2020/4/24</p> <p>より効率的で環境に優しいエチレン製造の可能性を拓く新触媒 (Catalyst opens door to more efficient, environmentally friendly ethylene production)</p> <ul style="list-style-type: none"> NC State が、エタンをエチレンに効率的に転換するレドックス触媒を開発。 同触媒は、同大学が過去に開発した同様の技術を改良したもので、消費エネルギーを 60~87%削減し、大幅にコストを低減しながら CO2 排出量を最大で 87%削減する。エチレンは特にプラスチック産業で不可欠な原料であるため、経済的・環境的な影響は多大と考える。 効率性が向上した同触媒は、遠隔地でのエネルギー抽出作業を可能にし、シェールガス生産時の副生物であるエタンの有用性を高めるもの。米国南部 48 州では、遠隔地からの輸送困難のため毎年 2 億バレルを上回る量のエタンを廃棄している。 現在のエタン-エチレン転換技術の課題は、遠隔地でのエネルギー抽出サイトに適したサイズへのスケールダウンが不可能であること。同触媒は、これを解決し、遠隔地でのコスト効果的なエタン-エチレン転換を可能にする。エタン転換後にエチレンを液体燃料に転換することで、輸送がより容易になる。 同触媒は、熔融炭酸塩で促進した(金属)複合酸化物で構成され、エタン転換と空気分離を含む転換プロセスの起こる温度は 650~700°C(現在の転換技術では 800°C超)。 初期投資としてモジュール式の化学反応装置が同触媒システムの設置時に必要だが、効率性の飛躍的な向上とエタンの活用の貢献度は高い。 本研究は、米国科学財団(NSF)、米国エネルギー省(DOE)の RAPID Institute および Kenan Institute for Engineering, Technology, and Science の支援により実施された。 <p>URL: https://news.ncsu.edu/2020/04/ethylene-product-catalyst/</p> <p>(関連情報)</p> <p>Science Advances (掲載論文アブストラクトのみ: 全文は有料) A molten carbonate shell modified perovskite redox catalyst for anaerobic oxidative dehydrogenation of ethane</p> <p>URL: https://advances.sciencemag.org/content/6/17/eaaz9339</p>
102-9	アメリカ合衆国・マサチューセッツ工科大学(MIT)	<p style="text-align: right;">2020/5/4</p> <p>より安価な肥料製造を可能にする技術 (Technique could enable cheaper fertilizer production)</p> <ul style="list-style-type: none"> MIT が、アンモニアの小規模オンサイト製造を可能にするシステムを開発。 サハラ砂漠以南等、遠隔地や農村地域での同システムによる化学肥料の地産地消のアプリケーションを想定。大規模な肥料製造施設からの輸送コストの問題のため、これらの地域では化学肥料の入手が困難となっている。 世界の化学肥料は、非反応性の窒素ガスを高温(500°C)・高圧(200atm)下で水素ガスに反応させてアンモニアを作るハーバー・ボッシュプロセスにより、大規模な工場で製造されている。一日当たり数千トンのアンモニアを製造できるが、工場の稼働にはコストがかかり、CO2 を大量に排出。大規模に生産される化学物質の中でも、アンモニアは GHGs の最大の排出源となっている。 同大学では、電力の使用により、ハーバー・ボッシュ法と同等の効果の達成を試みる。電圧を加えることで起こる反応の平衡の変化がアンモニア生成に有利に働くことが過去の研究でわかっていたが、コストと持続可能性に課題があった。 常温・常圧で同反応を試みるこれまでの研究の多くでは、リチウム触媒を使用して窒素ガス分子の強力な三重結合を切断し、その結果得られた窒化リチウムを有機溶媒からの水素原子と反応させてアンモニアを生成。しかし、有機溶媒のテトラヒドロフラン(THF)は高価で、反応で使い切るため、常に交換する必要がある。 今回、水素原子源の THF の代わりにエタノール中の水素と窒化ガスの反応を電極表面で促進する、リチウム触媒をコーティングしたメッシュ状の電極を開発。リチウムが媒介する一連の反応ステップにより、メッシュに拡散する窒素ガスをアンモニアに転換。同システムでは、水素と窒素の液体に溶けにくい性質にもかかわらず、それらの反応速度が比較的高い。さらに、水素源として水電解の利用も実証した。 同システムは研究室の机上に載るほどの小型だが、複数のモジュールを繋げれば、より多量のアンモニア製造にスケールアップできる。現在約 2%である反応のエネルギー効率向上が今後の課題(ハーバー・ボッシュ反応では 50~80%)。 同システムのアプローチは、エネルギー貯蔵の手段としての可能性も提供。風力や太陽光の発電により、貯蔵や輸送が容易な液体燃料としてアンモニアを製造する。 本研究には、米国科学財団(NSF)および MIT Energy Initiative Seed Fund が資金を提供した。本研究の基礎となった過去の研究は、MIT の Abdul Latif Jameel Water and Food Systems Lab が支援した。 <p>URL: http://news.mit.edu/2020/cheaper-fertilizer-production-0504</p>

	(関連情報)	<p>Nature Catalysis 掲載論文(アブストラクトのみ:全文は有料)</p> <p>Non-aqueous gas diffusion electrodes for rapid ammonia synthesis from nitrogen and water-splitting-derived hydrogen</p> <p>URL: https://www.nature.com/articles/s41929-020-0455-8</p>
102-10	アメリカ合衆国・カーネギーメロン大学	<p style="text-align: right;">2020/5/13</p> <p>AIがCO₂のアップリサイクルを支援 (AI helps researchers up-cycle waste carbon)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・カーネギーメロン大学とトロント大学の研究チームが、CO₂ をエチレンに転換する新しい触媒の鍵となる材料開発の能率の向上を目指し、人工知能(AI)を活用。 ・その結果得られた電解触媒は、同様な機能の触媒の中で最も効率性が高く、風力や太陽光発電の電力を使用すれば、これらの再生可能エネルギー源からの電力を効率的に貯蔵する手段を提供する。 ・クリーンな電力で CO₂ をエチレンに転換することで、炭素捕獲とクリーンエネルギー貯蔵の双方の経済性の向上が見込めると考える。プラスチックから台所用洗剤まで、多様な製品を作る前駆体のエチレンの世界市場は 600 億ドル。 ・同研究チームでは、CO₂ をエチレンや他のカーボンベース分子に転換する反応のエネルギーコストの低減を目指した世界トップレベルの触媒を数多く開発。優れた触媒は既に実用化されているものの、材料の選択肢は無数にあり、それらを全て試験するには時間がかかるため、AI の機械学習を利用して触媒の研究開発を加速。アルゴリズムがコンピュータ・モデルと理論データを用いて不適当な選択肢を排除し、有望な候補を特定する。 ・AI を利用したクリーンエネルギー材料の研究は、カーネギーメロン大学とカナダ先端研究機構(CIFAR)との協力による 2017 年のワークショップで推進されたもの。同年 12 月発行の Nature commentary article にて詳細を説明している。 ・CO₂-エチレン転換では、有望な触媒材料とそれらの特性を纏めた大規模なデータセットが存在しないため、最も見込みのある材料を発見するクリエイティブな方法を時間をかけて探った。 ・同研究チームが開発したアルゴリズムでは、機械学習モデルとアクティブラーニングを組合せ、材料自体の詳細なモデル無しで、ある触媒が生成しそうな物質を大まかに予測する。 ・これらのアルゴリズムを CO₂ 削減に適用し、240 種類を超える材料を調査したところ、極めて多様な組成や表面構造から有望な特性が予測された 4 種類の材料を発見。最高の性能を提供する触媒材料として、銅とアルミニウムの合金を特定した。 ・高温で両金属を融合後、アルミニウムをいくらか取り除くとナノスケールの多孔質構造ができる。同新触媒を電解槽で試験した結果、ファラデー効率(生成物に寄与した電流の割合)で 80%を測定。この反応では最高記録となる。同新触媒は、AI の一部利用により開発された、CO₂ をエチレンに転換する最初のものとなる。また、同研究チームが開発するアクティブラーニングによる手法の初の実証でもある。 ・化石燃料由来のエチレンのコストに競合するには、同システムのエネルギーコストをさらに低減する必要がある。今後の研究では、反応に要する全電圧と、分離にコストがかかる副生物生成の割合のさらなる低減を目指す。 <p>URL: https://www.cheme.engineering.cmu.edu/news/2020/05/ulissi-toronto.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)</p> <p>Accelerated discovery of CO₂ electrocatalysts using active machine learning</p> <p>URL: https://www.nature.com/articles/s41586-020-2242-8</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。