



海外技術情報(平成30年2月9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。

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】			
51-1	アメリカ合衆国・マサチューセッツ工科大学(MIT)	<p>より優れた品質のシルクを作る (How to build better silk)</p> <ul style="list-style-type: none"> MIT が、カイコ(silkworm)が生成する絹糸を化学的に分解してから再構築することで、天然のものに比して強度が2倍の再生シルクファイバー(RSF:regenerated silk fiber)を開発。これを用いてメッシュや格子状等の複雑な形状も作製できる。 クモが生成する絹糸は単位重量当たりの強度が最も高いが、養蚕のようにクモを繁殖させて十分な製糸量を確保することは困難。合成絹糸開発が試みられているが、天然絹糸に匹敵する強度のものとは作られていない。 同大学は、カイコの繭の分子構造を壊さずに、マイクロフィブリル(微小繊維)から構成される中間形体に分解。この微細な糸の集合体が絹糸に強度を与える階層構造を保持。微細な開口部からこの糸を直接押出す方法を用いてRSFを作製。 絹糸やその生地は高価だが、その主な要因はカイコと繭の生産(未処理の繭は約\$5/kgと安価)コストよりも、繭から糸を解して紡ぐ労働集約的な製造プロセス。 絹は生体に適合する物質であるため、RSFは医療用縫合糸や皮膚等生体材料の成長のスクヤフォールディング(足場材料)として理想的な材料となる。また、絹の溶液が使用できるようにカスタマイズした3Dプリンティングシステムにより、メッシュ、チューブ、より厚い絹糸、コイル、シート状等、天然の絹糸では作製不可能な形状作製が可能に。 同新製造プロセスでは従来の製造技術が使用できるため、商業量産へのスケールアップはさほど困難ではないと考える。RSFの硬度や強度は、押し出し紡糸プロセスの速度を変えるだけで調節できる。 RSFはまた、多様なレベルの湿気に対して高感度であり、カーボンナノチューブ層等、他の材料の薄膜を追加することで導電性にもできるため、指による加圧や環境の変化に反応するセンサーデバイスでの利用も可能に。 早期に実現可能なRSF利用法の一例として、介護施設において患者の身体圧力をモニタリングし、特定の身体部分で長時間留まると自動的に介護者に知らせることで床ずれ防止を支援するベッドシートが考えられる。 <p>URL: http://news.mit.edu/2017/how-build-better-silk-1109</p>	2017/11/9
	(関連情報)	<p>Nature Communications 掲載論文(フルテキスト) Polymorphic regenerated silk fibers assembled through bioinspired spinning URL: https://www.nature.com/articles/s41467-017-00613-5</p>	

<p>51-2</p> <p>アメリカ合衆国・ 国立再生可能エネルギー研究 所(NREL)</p>	<p style="text-align: right;">2017/11/27</p> <p>NREL は窓が太陽電池に切り替わるソーラーウィンドウを開発 (NREL Develops Switchable Solar Window)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ NRELは、太陽光を11.3%の高効率で電気に変換できる、サーモクロミック(熱変色性)ウィンドウを開発。 ・ 同技術はペロブスカイトと単層カーボンナノチューブを用いて、熱に反応し透明から暗色に変化。ウィンドウが暗色になると、発電。色の変化は、デバイスに可逆的に吸収される分子(メチルアンモニウム)によって引き起こされる。太陽光エネルギーがデバイスを熱すると、分子は放出されてデバイスは暗色になる。太陽が照っていない場合には、デバイスは再び冷却され分子は再びウィンドウデバイスに吸収され透明となる。 ・ 同デバイスでは、太陽スペクトル可視部分の光の平均68%が、デバイスの透明状態で透過。試験ではデバイスが暗色になるには約3分間かかり、暗色状態で透過する光は3%のみ。 ・ 既存ソーラーウィンドウ技術は静的で、建物の居住者の視界や快適性に必要な可視光線をあまり失わないよう、ごく僅かな日光を利用するよう設計されている。同技術では太陽光が降り注いでいる場合には太陽電池として機能し、太陽光がない場合には窓となる。 ・ サーモクロミック技術で、現実的にエネルギーを電気に変換するものは無かったが、メチルアンモニウムヨウ化鉛からの可逆的光熱錯体解離(Reversible Photothermal Complex Dissociation)により可能に。 ・ 1cm²の実証デバイスの1sun下の試験では、透過と暗色を繰り返す20サイクルで、切り替え層の再構築により性能が劣化。サイクル性能に課題があるため、現在サイクル安定性向上について研究継続中。 ・ 昨年、2か月間のEnergy-I-Corpsプログラムにて同技術の実用化の道筋を探求。同技術の実用化は産業メンターと協同で、SwitchGlazeと呼ばれる商品名で市場参入する実現可能な戦略を検討中。 ・ 同技術は車輻や建築物等に導入可能で、発電した電気は、スマートフォンや車載電子機器等への充電が期待される。 <p>URL: https://www.nrel.gov/news/press/2017/nrel-develops-switchable-solar-window.html</p>
<p>(関連情報)</p>	<p>Nature Communications 掲載論文(フルテキスト)</p> <p>Switchable photovoltaic windows enabled by reversible photothermal complex dissociation from methylammonium lead iodide</p> <p>URL: http://www.nature.com/articles/s41467-017-01842-4</p>
<p>51-3</p> <p>アメリカ合衆国・ ミネソタ大学</p>	<p style="text-align: right;">2017/11/30</p> <p>バイオ分子をはさみ取るグラフェンのナノ「ピンセット」 (Researchers develop graphene nano 'tweezers' that can grab individual biomolecules)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ミネソタ大学が、水に浮かぶ生体分子を高効率ではさみ取れる電子の微細な「ピンセット」としてグラフェンを使用する方法を開発。 ・ ナノスケール物体のはさみ取りや捕獲の物理現象は誘電泳動として知られ、従来は2対の金属電極を使用。ただし、ナノ分子を掴んで制御するには鋭利さに欠ける。 ・ 電子ピンセットは基本的に小型の避雷針のようなもので、鋭利な先端部に電束を大量に集める必要がある。原子1個分の薄さのグラフェンの先端は最も鋭利で、他の技術に比して極めて効果的に分子を掴むことができる。 ・ このようなグラフェンピンセットは、半導体ナノ結晶、ナノダイヤモンド粒子やDNA分子等をはさみ取る、多様なアプリケーションでの使用が可能。通常は高電圧を要するが、同ピンセットでは約1VでDNA分子を捕獲。 ・ 同ピンセットは、グラフェンと金属電極に挟まれた絶縁材料の二酸化ハフニウムから構成。二酸化ハフニウムは、高度なマイクロチップで一般的に使用される材料。グラフェンは半導体産業の標準的なプロセスツールに適合するため、将来的な商業化が容易と考える。 ・ 最適化したデバイスの理論限界の確認には今後の研究継続が必要。また、初回の実証には研究室の高度なツールを使用したのが、最終的には携帯電話で作動する単一のマイクロチップへの機器全体の小型化を目指す。 ・ また、グラフェンの高感度性により、バイオセンサーとしての利用も可能。さらに、グラフェン以外の2D材料を使用することで、特異な光学・電気特性を備えた原子並みに鋭利なピンセットの設計も考えられる。 <p>URL: https://cse.umn.edu/news-release/researchers-develop-graphene-nano-tweezers-can-grab-individual-biomolecules/</p>
<p>(関連情報)</p>	<p>Nature Communications 掲載論文(フルテキスト)</p> <p>Graphene-edge dielectrophoretic tweezers for trapping of biomolecules</p> <p>URL: https://www.nature.com/articles/s41467-017-01635-9</p>

51-4	ドイツ連邦共和国・ Fraunhofer 協会 (FhG)	<p style="text-align: right;">2017/12/1</p> <p>球体で最適な計測を (Measuring optimally with spheres)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ Fraunhofer・エレクトロ・ナノシステム研究所(ENAS)は、ドレスデン工科大学および産業パートナーと共同で、バイオリアクターにおける培養プロセスを、効果的に監視し合理化する球体のプローブを開発。微生物や細胞の良好な培養には適切な温度が決め手となるが、これまで温度については、予め決まった孔にロッドプローブを挿入して選択的に計測。今回開発された豆粒大の球体モバイルセンサー Sens-o-Spheres は、様々な場所で同時に温度を測ることが可能。 ・ ロッドプローブがケーブルで結ばれているのに対し、本球体は、充電電池を備えているので導入し易く、培地に浮かぶので攪拌時も異常を引き起こさない。km規模の管式リアクターや最新式リアクターから、振とうフラスコといった一般的な培養器にまで、使用が可能。 ・ 記録データは基地局に無線でライブ送信される。各球体は ID 付きなので、測定値がどの球体のものか特定可能。球体が多ければ多いほど測定値は正確になるが、必要個数を定める経験則はない。 ・ 使用後、同球体はオートクレーブで簡単に滅菌可能。同球体のエレクトロニクスは堅牢で、ポリプロピレンのカプセルで安全に密封されているので、湿度や温度(120°C前後~それ以上)による損傷もない。 ・ 同球体は、温度だけでなく、酸素含有量や pH 値も近々検出可能になる見込み。基地局を総合体系につなげれば、測定値を基に、培養プロセスの自動制御も可能に。球体の場所を特定できるので、測定値が記録された場所も明確。 ・ 同球体は、研究室での微生物培養やプロセス開発に最適な上、薬剤製造や、医療分野での環境測定やスクリーニングにも利用可能。 <p>URL: https://www.fraunhofer.de/en/press/research-news/2017/december/measuring-optimally-with-spheres.html</p>
	(関連情報)	<p>ドレスデン工科大学ウェブサイト(Sens-o-Spheres プロジェクト紹介ページ)</p> <p>URL: https://tu-dresden.de/ing/maschinenwesen/int/forschung/bioverfahrenstechnik/bt_projekte/sensospheres?set_language=en</p>
【電子・情報通信分野】		
51-5	シンガポール国立大学 (NUS)	<p style="text-align: right;">2017/11/15</p> <p>NUS 研究者らがリアルタイムのヘルスケアモニタリングや病気の診断用の超極細のスマートなマイクロファイバーセンサーを開発 (NUS researchers develop smart, ultra-thin microfibre sensor for real-time healthcare monitoring and diagnosis)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ NUS が、フレキシブルでストレッチャブルな高感度のマイクロファイバーセンサーを開発。人間の毛髪の直径ほどの微細サイズながらも高感度で、リアルタイムの健康管理モニタリングと診断を可能にする。 ・ ウェアラブル技術への関心が高まる中、液体金属を使用したマイクロ流体デバイスが圧力・歪みセンサーとして採用されているが、現行のデバイスは皮膚になじみにくく快適な着用が難しい。 ・ コスト効果的で容易に大量生産できる新開発のスマートなマイクロファイバーセンサーは、液体金属アレイ(センサー素子)が柔らかなシリコンマイクロチューブに内包されたもの。皮膚への触感がほとんどなく曲面に順応し、卓越した導電性と機械的な変形能を備え、心拍数、血圧、血管硬度を特定するパルス波形情報をリアルタイムで計測。 ・ 導電性の糸のように機能する同センサーを手袋状に織り上げれば、医師が着用することで患者の心拍数や血圧等のバイタルサインのリアルタイムでの把握が可能に。多数の大型機器が不要となることに加え、迅速なフィードバックの獲得、医療従事者の利便性向上と時間の節約、快適な受診環境を実現。 ・ また、アテローム性動脈硬化症の原因となる血管のプラークの検出には、医療施設での専門家による MRI 等の大型の高価な機器を使用する現在の方法に代わり、同センサーは血管の詰まりや破裂を起こす前の蓄積したプラークの検出に使用できる。 ・ さらに、同センサーを静脈性潰瘍の治療用の圧迫包帯に織り上げて使用すれば、リアルタイムでの圧力モニタリングを実施して効果的で迅速な治癒を図れる。将来的にはアプリ使用による圧力の記録・追跡や、治療状況を遠隔でモニタリングする医師との情報共有も考えられる。同大学は現在、Singapore General Hospital と共同で圧迫包帯モニタリングでの同センサー利用を試験中。 ・ 同センサーは特許出願済み。今後はセンサー設計改善とサイズ縮小により使い易さを向上させる一方で、同センサーのアプリケーションの新分野開拓と商業化を目指して共同事業者を探求する。 <p>URL: http://news.nus.edu.sg/press-releases/smart-ultra-thin-microfibre-sensor</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)</p> <p>Soft tubular microfluidics for 2D and 3D applications</p> <p>URL: http://www.pnas.org/content/114/40/10590</p>
	(関連情報)	<p>Advanced Materials Technologies 掲載論文(アブストラクトのみ:全文は有料)</p> <p>Ultrathin and Wearable Microtubular Epidermal Sensor for Real-Time Physiological Pulse Monitoring</p> <p>URL: http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/admt.201700016/abstract</p>

<p>51-6</p> <p>アメリカ合衆国・プリンストン大学</p>		<p style="text-align: right;">2017/11/17</p> <p>携帯電話スクリーン利用を超える有機エレクトロニクス実現のブレイクスルー (Breakthrough could launch organic electronics beyond cell phone screens)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ プリンストン大学が、有機半導体の導電性を向上させる、ルテニウムを含んだ化合物の有機金属二量体ドーパントを新たに開発。 ・ 還元剤として有機半導体に電子を添加することで導電性を向上させる新ドーパントは、強力な他の還元剤と異なり、空気に触れても安定し、溶液・固体において電子供与体として効果的な働きをする。 ・ 「ハイパー還元剤」と称される同ドーパントはまた、ドーピングが困難であった有機半導体にも有効で、導電性を約 100 万倍向上可能なことを発見。 ・ ルテニウム化合物のような二量体(2 個の同一分子(モノマー)が化学結合した 1 個の分子)は、添加後も有機半導体に反応せずに均衡状態を保持。導電性を向上させるには、この二量体を 2 個のモノマーに分離する必要がある。 ・ 同大学はドーパした有機半導体に紫外光を照射してエネルギーを加えることで反応を起こし、二量体をモノマーに分離。ルテニウムモノマーは熱力学的に予測されるように二量体には戻らず、半導体内で分離状態を保持して導電性が向上。ドーパした半導体内ではモノマーが動力学的に捕らえられており、このような分散状態が二量体の再構成を困難にしていることがその原因であると確認。 ・ このようにドーパした有機半導体を 1 年以上観測した結果、導電性はほとんど変化せず、また同有機半導体で作製した LED では、デバイスの発光によりドーピングが継続的に再活性されることを発見した。 <p>URL: https://engineering.princeton.edu/news/2017/11/17/breakthrough-could-launch-organic-electronics-beyond-cell-phone-screens</p>
	<p>(関連情報)</p>	<p>Nature Materials 掲載論文(アブストラクトのみ:全文は有料) Beating the thermodynamic limit with photo-activation of n-doping in organic semiconductors URL: https://www.nature.com/articles/nmat5027</p>
<p>51-7</p> <p>ドイツ連邦共和国・ Fraunhofer 協会(FhG)</p>		<p style="text-align: right;">2017/12/1</p> <p>軽量でコンパクトな VR メガネが大面積マイクロディスプレイにより実現 (Lightweight, compact VR glasses made possible by large-area microdisplays)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ EU の LOMID プロジェクトの一環として、Fraunhofer・有機エレクトロニクス・電子ビーム・プラズマ技術研究所(FEP)は、産業パートナーと共同で、革新的な OLED マイクロディスプレイを開発。FEP は、シリコンチップ上の集積回路の設計、OLED プロトタイプの作製、プロジェクト全体の調整を担当。 ・ これまでの VR メガネが重くてかさばるのは、主にディスプレイ部分に起因。市販の VR メガネは、スマートフォン用に設計された安価なディスプレイを使用するので、光学的に単純であり、解像度が限られ、ピクセル密度も不十分。変調 LCD および LCOS 方式のマイクロディスプレイが使用されることもあるが、自己照明をしないので、外部光が必要。 ・ OLED マイクロディスプレイは、シリコンチップに集積され自己照明をする有機発光ダイオードを基としており、エネルギー効率が良く、コントラスト比が 10000:1 より大きいもの。バックライトが不要なので、より単純な方法、より少ない光学部品にて、製造可能。OLED のスイッチング速度は数マイクロ秒で、数ミリ秒かかる LCD より速く、知覚イメージを向上させる特殊な変調プロセスを使用可能にするほどの高フレームレートを所持。 ・ 本プロジェクトで開発されたマイクロディスプレイの特殊な点は、その解像度。拡張フル HD を実現し、1920x1200 ピクセル(WUXGA)の解像度を有する。対角線画面サイズは約 1 インチで、フレームレートは約 120 ヘルツ(毎秒 120 画像を表示)。 ・ 同マイクロディスプレイは、ピクセルを制御するシリコンチップと OLED から成り、OLED は数層の有機層で構成され、有機層はシリコンウエハー上にモノリシックに集積。同マイクロディスプレイの解像度とフレームレートは、集積回路の力とチップで決まる。同マイクロディスプレイでは、特に使用する集積回路が革新的で、解像度とフレームレートを向上させるだけでなく、同時に消費電力を最小に抑えることにも成功。 ・ 同マイクロディスプレイの最初のプロトタイプは、電子部品およびシステムのための欧州フォーラム(EFECS)2017 にて発表され、次のプロトタイプは、2018 年中頃までの完成を予定。本研究に参加する産業パートナーは、同マイクロディスプレイの近日商品化を示唆。同マイクロディスプレイは、VR メガネ以外に、AR メガネ、カメラのファインダーでの使用が期待され、その基礎技術である CMOS 集積発光体や光検知器は、光計測、光学的同定等に適するものと期待。 <p>URL: https://www.fraunhofer.de/en/press/research-news/2017/december/lightweight-compact-VR-glasses-made-possible-by-large-area-microdisplays.html</p>
	<p>(関連情報)</p>	<p>LOMID プロジェクトウェブサイト URL: http://www.lomid.eu/</p>

【ロボット・AI 技術分野】		
51-8	カナダ・ウォータールー大学	<p style="text-align: right;">2017/11/14</p> <p>AIを個人専用で携帯可能にする新技術 (New technology makes artificial intelligence more private and portable)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ウォータールー大学が、インターネットやクラウドコンピューティングから独立して作動する、スタンドアローン型深層学習 AI ソフトウェアを新たに開発。モバイル用コンピュータチップに格納できるほど小型で、スマートフォンや産業ロボットで使用できる。 ・ 同 AI ソフトウェアの使用により、データ処理と送信のコストの低減、プライバシー保護の向上、コストや他要因により既存技術が実用的でない分野での利用可能性が広がる。 ・ 人間の脳の働きを模倣する深層学習 AI の作動には、通常、膨大な計算能力、メモリやエネルギーを必要とするが、今回、自然選択による進化の推進力を手本に、AI をバーチャルな環境に置くことでその効率性を飛躍的に向上させ、それらのリソースを絶って行く方法を採用。 ・ 同 AI ソフトウェアは、計算能力やメモリが奪われても自身を適応・変化させて継続して作動。このニューラルネットワークは複数世代にわたって進化し、このような環境で生き残るために自身を小型化する。 ・ 研究チームは、特定の物体認識タスクに使用する同深層学習 AI ソフトウェアのサイズを 1/200 に小型化することに成功。チップに搭載してスマートフォンに埋め込めば、コンパクトな AI として音声起動型バーチャルアシスタント等のインテリジェント機能を可能にし、データ使用量を大幅に低減してインターネットサービス無しで作動。 ・ 同 AI ソフトウェアは他に、低コストドローン、スマートグリッド、監視カメラや製造工場等、クラウドへの機密・専有データのストリーミングの課題対処が必要なアプリケーションでの利用が考えられる。同 AI ソフトウェアの商業化のため、スピニングアウト企業の DarwinAI 社を設立。 <p>URL: https://uwaterloo.ca/news/news/new-technology-makes-artificial-intelligence-more-private</p>
	(関連情報)	<p>DarwinAI ウェブサイト URL: https://darwinai.weebly.com/technology.html</p>
51-9	アメリカ合衆国・ハーバート大学 ヴィース研究所	<p style="text-align: right;">2017/11/27</p> <p>ソフトロボットにスーパーパワーを与える人工筋肉 (Artificial muscles give soft robots superpowers)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ハーバート大学ヴィース研究所と MIT コンピュータ科学・人工知能研究所(CSAIL)が、折り紙に着想を得た人工筋肉(アクチュエーター)を開発。空気圧や水圧を利用することで、ソフトロボットに自重の 1,000 倍の重量の物体を持ち上げる力を与える。 ・ ソフトロボットを構成する柔軟な材料は、ロボットの柔軟性と器用さを向上させるが、強度や弾性が低減。実際の筋肉のような特性を提供する同アクチュエーターは、多種のロボットによる多様なタスク実行を可能にする。 ・ 同アクチュエーターは、金属コイルや特定のパターンに折り曲げたプラスチック等の様々な材料でできた内部「スケルトン(外骨格)」が空気又は液体に覆われ、皮膚の役割を担うプラスチックや布製の袋に封入されたもの。 ・ 袋内部を真空状態にすると外骨格へと袋がしぼむことで、筋肉のような挙動を促す圧力を生み出す。電源や制御システムを不要とし、外骨格の形状(折曲がり方)と組成のみでアクチュエーターの挙動が決まる。 ・ このような仕組みにより、アクチュエーターの小型化と単純化を達成。大型で重量のある機器利用に適さないモバイル及び身体搭載システムでの利用が可能に。インテリジェンスとしてロボットの身体に導入した同アクチュエーターの折り曲げパターンは、目標達成に必要なアルゴリズムの簡易化の可能性をロボットに提供。 ・ 多種多様な材料を用い、様々な外骨格形状で元のサイズの 10%に収縮できるアクチュエーターを作製し、脆く壊れやすい花を地面から拾い上げてコイル状に巻く実験に成功。 ・ 様々な挙動が可能に加えて、卓越した弾性を備えた同アクチュエーターは哺乳類骨格筋の(単位面積あたり)約 6 倍の力を発生させ、2.6g の超軽量でも 3kg の物体を持ち上げることができる。また、1 本のアクチュエーターは僅か 10 分で 1 ドル以下の材料を使って安価に作製でき、試験も容易。 ・ 真空を利用したアクチュエーターでは、破裂等の危険性が低く、作動中に膨張しないため、安全性も確保。また、全体的な性能を保持しながら高度にスケーラブルであるため、外科用小型器具やウェアラブルなロボット外骨格等、多様なアプリケーションでの利用が可能。 <p>URL: https://wyss.harvard.edu/artificial-muscles-give-soft-robots-superpowers/</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) Fluid-driven origami-inspired artificial muscles URL: http://www.pnas.org/content/early/2017/11/21/1713450114</p>

【環境・省資源分野】		
51-10	シンガポール国立大学 (NUS)	<p style="text-align: right;">2017/11/24</p> <p>NUS 科学者らがよりグリーンにエチレンを生成する人工光合成デバイスを開発 (NUS scientists develop artificial photosynthesis device for greener ethylene production)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ NUS が、太陽光、水、CO₂ を用いて室温下でエチレンを生成する人工光合成デバイスのプロトタイプを作製。スケールアップすることで、現在のエチレン生成方法に代わる環境に優しく持続可能な技術の提供が期待。 ・ エチレンは、プラスチックやゴム等の製造に大量生産される化学工業原料であるポリエチレンの構成要素。世界のエチレン生成量は、2015 年のみで 1.7 億トンを超え、世界的な需要が 2020 年までに 2.2 億トンを超えると予測される。 ・ 現在、エチレンは、750～950℃の温度下、化石燃料のスチームクラッキングプロセスで製造されているが、エネルギーの大量消費、原料使用量の制限や CO₂ 排出量等が懸念されている。 ・ 同大学は、電気を使用して水と CO₂ からエチレンを生成する銅触媒を 2015 年に開発。今回、太陽エネルギーのみで水と CO₂ からエチレンに変換する人工光合成システムに同触媒を導入した。同システムのプロトタイプデバイスでは、太陽エネルギーが生成する電子量ベースで 30%のファラデー効率を達成。全体の効率(ソーラー to エチレン)は、植物による光合成のエネルギー効率に匹敵するレベル。 ・ また、同デバイスに蓄電池を導入し、日中に余剰の太陽エネルギーを貯蔵して夜間に使用することでエチレンを安定的・継続的に生成。変動する太陽光によるデバイス作動中断を回避。 ・ 今後は同デバイスによるエチレン生成のスケールアップを目指しながら、同様なシステムによるエタノールやプロパノール等の液体燃料生成を研究予定。 <p>URL: http://news.nus.edu.sg/press-releases/green-ethylene-production</p>
	(関連情報)	<p>ACS Sustainable Chemistry & Engineering 掲載論文(アブストラクトのみ:全文は有料) Continuous Production of Ethylene from Carbon Dioxide and Water Using Intermittent Sunlight URL: http://pubs.acs.org/doi/10.1021/acssuschemeng.7b02110</p>
51-11	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;">2017/11/28</p> <p>CO₂ を燃料に変換 (Turning emissions into fuel)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ MIT が、CO₂ から酸素を 100%の選択性でろ過して CO を獲得する、ペロブスカイト構造の膜ベースのシステムを開発。同膜はランタン、カルシウム、酸化鉄の化合物で構成。 ・ 同システムのプロセスで得られた CO はそのまま燃料として、また水素や水と組み合わせてメタノールや合成ガス等の炭化水素液体燃料や化学物質生成に利用可能。 ・ 酸素と水素生成を始めとする多様なアプリケーションでの研究室での利用のために、イオン-電子混合導電体(MIEC)についても検討中。 ・ 同プロセスでは、最高 999℃の温度下で CO₂ から酸素を分離。分離には酸素が膜の反対側に完全に到達することが重要だが、従来、そのためにはエネルギーを大量に消費する真空状態の維持が必要だった。 ・ 同プロセスでは、真空の代わりに水素やメタン等の燃料の流れを利用。これらの物質は容易に酸化するため、圧力差を使用することなく酸素原子を引き寄せて膜を通す。同膜はまた、酸素が膜を逆流して CO₂ を形成するのを防止。アプリケーションの種類によっては、真空と燃料の利用を組合せることで同プロセスに要するエネルギー量を低減し、有用な物質生成が可能。 ・ 同プロセスでは、太陽エネルギーや廃熱(例えば工場)等からの熱をエネルギーとして利用。高エネルギー密度を提供できる化学的方法でエネルギーを貯蔵し、必要に応じて使用できる。 ・ 現在、膜を構成する物質や膜表面形状の変更等により、膜を通す酸素の流量増加を試行中。また、同膜の稼働中のリアクターへの導入・燃料生成システムとの組み合わせも調査中。同プロセスのスケールアップと、発電所全体のコストと有効性における他の CO₂ 回収・変換技術との比較検討も実施中。 ・ 同プロセスは 2%から 99%の広範囲の CO₂ 濃度で有効で、濃度が高いほどプロセス効率が向上するため、高濃度 CO₂ を排出する石炭火力発電所や、酸素燃焼発電所等の CO₂ 回収に向けた設計に最適。 <p>URL: http://news.mit.edu/2017/turning-emissions-into-fuel-1128</p>
	(関連情報)	<p>ChemSusChem 掲載論文(アブストラクトのみ:全文は有料) H₂-assisted CO₂ thermochemical reduction on La_{0.9}Ca_{0.1}FeO_{3-δ} membranes: a kinetics study URL: http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/cssc.201701372/full</p>

51-12	アメリカ合衆国・ローレンスバークレ-国立研究所 (LBNL)	<p style="text-align: right;">2017/11/29</p> <p>新しい触媒が人工光合成に大きな前進をもたらす (New Catalyst Gives Artificial Photosynthesis a Big Boost)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ トロント大学は植物やその他の光合成を行う有機体を模倣し、太陽光を用いて CO₂ と水を、燃料として使用可能な分子へと変換する人工光合成のための触媒を開発。LBNL は、カナダ・トロント大学の人工光合成の触媒に関する研究に協力し、新しい触媒の作用原理を明らかにするための X 線実験を実施した。このシステムは、水(H₂O)をプロトンと酸素ガスに分解する化学反応と、CO₂ を一酸化炭素(CO)に変換する化学反応とを連動させるもの。CO は既存の工業プロセスにより、炭化水素燃料に変換される。 ・ トロント大学が 2016 年に開発した同様のシステムでは、CO₂ を CO に変換するための触媒は中性 pH 環境下では作用するが、H₂O をプロトンと酸素ガスに分解するための触媒は高 pH 環境を必要としたため、2 つの化学反応の間での荷電粒子の移動によりエネルギーが失われ、全体の効率性は期待したほど向上しなかった。 ・ 今回の問題を解決するために、H₂O をプロトンと酸素ガスに分解する化学反応で中性 pH 下でも作用する新しい触媒を開発。同触媒は過電圧が低いため、反応を活性化するために要する電気エネルギーは少なく済む。さらに CO₂ を CO に転換する化学反応の時と同様、中性 pH 下で作用するため、電池全体のポテンシャルは下がり、反応の活性化に必要な外部からのエネルギー量は低減される。 ・ 同システムの電気エネルギーから化学エネルギーへの変換効率は、同タイプの従来システムを上回る過去最高の 64%を記録。同チームの前回の記録である 54%を上回った。 ・ 同触媒は、ニッケル、鉄、コバルト及びリンで作製。いずれの材料も低コストで安全性が高く、比較的安価な装置で室温下での合成が可能。合計 100 時間の試験でも安定性を維持。 ・ 本研究では、X 線吸収分光法によって、触媒中にニッケルの荷電形態 (Ni⁴⁺) の存在を確認した他、同実験結果の解析で、理論的モデリング作業を実施。 ・ トロント大学は今後、同触媒を使用した人工光合成システムのパイロット規模での構築を目指す。目標は、天然ガス火力発電所からの燃焼ガスから CO₂ を回収し、同触媒システムを用いて効率的に液体燃料に変換することであるが、フローレート、電解液の濃度、電気ポテンシャルなどの適切な条件設定が必要。 <p>URL: http://newscenter.lbl.gov/2017/11/29/new-catalyst-gives-artificial-photosynthesis-big-boost/</p>
	(関連情報)	<p>Nature Chemistry 掲載論文(アブストラクトのみ:全文は有料)</p> <p>Theory-driven design of high-valence metal sites for water oxidation confirmed using in situ soft X-ray absorption</p> <p>URL: https://www.nature.com/articles/nchem.2886</p>
51-13	アメリカ合衆国・アルゴン国立研究所(ANL)	<p style="text-align: right;">2017/12/7</p> <p>濃い空気から燃料を作る (Making fuel out of thick air)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ANL、タフツ大学、オークリッジ国立研究所は協同で、ロジウム系触媒を用いてメタンをメタノールに変換する新しい方法を開発し、様々な条件下でその有効性についての試験を実施。比較的簡単な手順で作製した触媒を用いて、穏和な条件下で酸素(O₂)と一酸化炭素(CO)を使用してメタンをメタノールと酢酸へと変換することに成功。 ・ これまで、天然ガス中に存在するメタンをメタノールなどの有用な燃料に直接変換するためには高温環境が必要で、高コストだった。また、多段階プロセスを経なくてはならないため、小規模用途では効率性および経済性に欠けていた。 ・ メタンをメタノールに変換する効率的な方法の研究は何十年も前から続けられており、近年、米国で生産される天然ガスにメタンが豊富に含まれていることから、益々関心が高まっている。 ・ メタノールは化学物質の生成のカギとなる原料であり、そのうちのいくつかはプラスチック、合板、塗料などの製品の製造に使用。また、車輛の燃料や、改質して燃料電池用のハイグレードな水素としての使用が可能。 ・ 今回開発された触媒は商業的な適用には時期尚早であるが、さらなる研究と試験により、新しいメタン変換触媒の設計を導くメカニズムと反応の経路が明らかになることに期待。 <p>URL: https://www.anl.gov/articles/making-fuel-out-thick-air</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>Mild oxidation of methane to methanol or acetic acid on supported isolated rhodium catalysts</p> <p>URL: https://www.nature.com/articles/nature24640</p>

【バイオテクノロジー分野】

<p>51-14</p> <p>ドイツ連邦共和国・カールスルーエ工科大学(KIT)</p>	<p>(関連情報)</p>	<p style="text-align: right;">2017/11/10</p> <p>安全な薬物試験用のマイクロチップ上の臓器 (Organs on Microchips for Safe Drug Testing)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ KIT は、正確な血管モデル付きの生体機能チップシステム(organ-on-a-chip system)を開発。本チップ「vasQchip」の研究者が、2017 LUSH PRIZE(動物実験代替法開発を推進する賞)の若手研究者部門で受賞。 ・ 従来、医療関係の臨床研究では、2D 細胞培養あるいは動物実験にて検証等を行ってきたが、2D 細胞培養の成果物については、実際に細胞が育つのは3D 構造の人間の体内である点で信頼性を欠き、動物実験については、高価で時間がかかり、人間と遺伝子背景が異なる上、倫理的問題が存在。 ・ 本研究では、健康者と患者の細胞を基に、3D プリント法を用いてチップに小型臓器を付着させた生体機能チップシステムを開発。KIT の Institute of Toxicology and Genetics (ITG)が、丸い多孔質チャネルを用いて、生理学的に正確な血管システムモデル付きの同システムを開発し、KIT から分離独立した vasQlab が更に研究を進めて、vasQchip を開発。 ・ vasQchip においては、被検物質が人工血管経路で小型臓器に送り込まれると、臓器の反応が自動的に診断されるようになっており、臨床試験の前段階として、被検物質の影響や親和性に係る研究を、動物実験や人体実験なしに実施することが可能に。小型化されているので、小規模な場所での試験の平行実施や自動化も可能。 ・ 現在、本研究チームは、かん流皮膚・肝臓・腸の粒子モデルや腫瘍モデルの開発、チップに乗せるさまざまな小型臓器の組み合わせにつき研究を推進中。 <p>URL: http://www.kit.edu/kit/english/pi_2017_161_organs-on-microchips-for-safe-drug-testing.php</p> <p>vasQlab ウェブサイト URL: http://www.vasqlab.com/</p>
<p>51-15</p> <p>アメリカ合衆国・マサチューセッツ工科大学(MIT)</p>	<p>(関連情報)</p>	<p style="text-align: right;">2017/12/5</p> <p>「生きたタトゥー」を 3D プリント (Engineers 3-D print a “living tattoo”)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ MIT が、遺伝的にプログラムした生細胞を含有する新種のインクを使用した 3D プリンティング技術を開発。 ・ 多様な刺激に反応して発光するようにプログラムされた生細胞をハイドロゲルと栄養分に混合したインクで 3D プリントすることで、インタラクティブな構造物やデバイスを製造。ウェアラブルセンサー等の「アクティブ」な材料として、環境中の化学・汚染物質や、pH・温度の変化を感知するようにプログラムした生細胞でパターンを形成できる。 ・ 樹木の形状の「生きたタトゥー」を 3D プリントで透明・薄膜のパッチに作製して同技術を実証。樹木の各分枝は様々な化学物質や分子化合物に反応を示す細胞から構成され、該当する化学物質等にさらされた皮膚に同パッチを貼りつけると、対応する領域が反応して発光する。 ・ さらに、3D プリントした構造内での多様な条件下における細胞間の相互作用を予測するモデルを開発。反応性の生体材料の設計ガイドとして利用できる。 ・ 熱反応ポリマーを使った形状変化構造や、光反応による伸縮ポリマーによる光活性構造作製等、近年、3D プリント用インクのベースとして様々な反応性材料が研究されているが、同大学では多様な刺激に反応するよう遺伝的にプログラムできる生細胞にも同様な可能性を認識。哺乳類の細胞を使用した同様な試みが他にあるが、それらは印刷プロセスを耐久する強度を持たない。 ・ 同大学は、3D プリンターノズルからの射出の力等の比較的厳しい条件を耐える堅牢な細胞壁をもつ細菌性細胞を採用。また、プルロニック酸を含むハイドロゲルが生細胞に最も適した材料であることを確認。ハイドロゲルは、生きた細菌を維持する水環境を提供すると同時に 3D プリントで理想的な粘調性を発揮。 ・ 独自に構築した 3D プリンターを用いて、30 μm の高分解能(プリントした各ラインに含まれる細胞は数個のみ)で、数センチメートルの比較的大型の構造もプリント可能。 ・ 3D 構造中での細菌間の信号発信・受信のコミュニケーションによる発光を確認し、将来的なアプリケーションとして、マイクロチップのトランジスタのように信号を往来させて通信する「生きたコンピューター」のプリント作製も想定。 ・ 短期的には、化学物質等を検出するフレキシブルなシール状センサーや、経時的に放出して治療を促す薬品含有カプセル等での利用を見込む。 <p>URL: http://news.mit.edu/2017/engineers-3-d-print-living-tattoo-1205</p> <p>Advanced Materials 掲載論文(アブストラクトのみ:全文は有料) 3D Printing of Living Responsive Materials and Devices URL: http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/adma.201704821/abstract</p>

【蓄電池・エネルギーシステム分野】		2017/11/23
51-16	スイス連邦材料試験研究所(EMPA)	<p>高性能でより安全な次世代の全固体蓄電池 (New generation of solid state batteries High-performance batteries with improved safety)</p> <ul style="list-style-type: none"> EMPA とジュネーブ大学(UNIGE)が共同で、全固体ナトリウムイオン蓄電池のプロトタイプを開発。安価なナトリウムを使用してより多量のエネルギーを貯蔵しながら高度な安全性と安定性が期待。 現在主流であるリチウムイオン蓄電池では、高価なリチウムや可燃性の液体電解質を使用。同蓄電池のアノード(負極)でリチウム金属が使用できればエネルギー貯蔵容量が増加するが、リチウム金属がデンドライト状に析出して短絡を起こし、発火の原因となるため、グラファイトを使用。 同ナトリウムイオン蓄電池は、金属ナトリウムアノード、亜クロム酸ナトリウム(NaCrO₂)混合物カソード、そしてクロソボラン電解質の3層から構成。ホウ素ベースの物質であるクロソボランがナトリウムイオンの循環を容易にし、無機電解質であることから充電時の発火の危険性も排除。 これら3層の密接構造作製には、亜クロム酸ナトリウム粉末を加える前に電解質を部分的に溶剤に溶解し、溶剤の蒸発後直ちにカソード粉末複合材料、電解質、アノードを積層し、各層を圧縮して蓄電池を形成。 同蓄電池の試験では、これまでに研究されている固体電解質の多くが損壊してしまう3Vを耐久。250回の充放電サイクル後、85%の電池容量を維持。ただし、商業化には1,200サイクル耐久が必要。今後は室温下での試験にてデンドライト形成の有無を確認しながら電圧の向上を目指す。 <p>URL: https://www.empa.ch/web/s604/solid-state-battery</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) A stable 3 V all-solid-state sodium-ion battery based on a closo-borate electrolyte</p> <p>URL: http://pubs.rsc.org/en/Content/ArticleLanding/2017/EE/C7EE02420G#!divAbstract</p>
【新エネルギー分野(風力発電)】		2017/12/7
51-17	ドイツ連邦共和国航空宇宙研究所(DLR)	<p>革新的 DLR ローターブレード第一号が荷重試験へ (First innovative DLR rotor blade headed for load testing)</p> <ul style="list-style-type: none"> DLR は、SmartBlades2 プロジェクトの一環として、革新的なローターブレード第一号を完成。同ローターブレードは長さ20mで、曲げねじりカップリング(bending torsion coupling)を用いて様々な風況に対応。2018年初頭まで、フラウンホーファー・風力エネルギー・エネルギーシステム研究所(IWES)において荷重試験を多数回行う予定。なお、この曲げねじりカップリングは、SmartBlades2 プロジェクトが、その開発・発展を目標とする技術のうちの1つ。 ローターブレードが80m超の大型風力タービンにおいては、地表面とウィンドタービンの頂点との間の風の分布が不均一なので、ブレードが風荷重の強い変動を受けてしまい、ブレードの素材に高ストレスがかかる。また、強風の際にはウィンドタービンの稼働を制限する必要があり、風流エネルギーを利用しきれていない。 曲げねじりカップリングによるローターブレードは、風況に合わせて自ら形状を適応させるので、風が速い時にはブレードはねじれ、風との接触面が少なくなり、装置への荷重が減少。 同ローターブレードの素材(ガラス繊維強化プラスチック、木・プラスチック発泡体)は、風荷重下で、ブレードが後方に曲がるだけでなく、ねじれるようにも配置されているので、ブレードはより柔軟で軽量になり、それほど大型にならない。 2017年12月からIWESにて実施される荷重試験では、極限荷重・正常動作条件下で、同ローターブレードの荷重負担能力を検査し、そのプロパティと変形挙動を究明予定。特に、曲げとねじれの相互補完状況が注目されており、ブレードに内蔵した測定センサーでデータを記録。十分な荷重負担能力が確認できれば、2018年中に同寸のブレード3枚による完全なローターを作製し、米国NRELにて風力タービン屋外試験を行う予定。 <p>URL: http://www.dlr.de/dlr/presse/en/desktopdefault.aspx/tabid-10172/213_read-25338/%20-%20/gallery/29286#/gallery/29286</p>
	(関連情報)	<p>SmartBlades2 プロジェクトウェブサイト</p> <p>URL: http://www.smartblades.info/English.html</p>

【新エネルギー分野(燃料電池・水素)】

<p>51-18</p>	<p>アメリカ合衆国・カリフォルニア大学サンタバーバラ校 (UCSB)</p>	<p style="text-align: right;">2017/11/21</p> <p>ギャップを橋渡しする研究 (Bridging the Gap)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ UCSB が、CO₂ を排出することなく、安価で豊富に存在するメタン(CH₄)から水素(H₂)を生成する方法として様々な金属を組合せた熔融合金による高い触媒活性の可能性を追求し、メタンを水素と固体炭素に変換するシングルステップ技術を開発。 ・ これは、現在基本的ニーズを満たしている化石燃料(CO₂ を排出)と、クリーンだが採算性に欠ける代替技術間のギャップを埋める試み。 ・ 商用水素の生成プロセスとして一般的な水蒸気改質(steam methane reforming: SMR)は、エネルギー集約的で CO₂ を排出。GHG である CO₂ 排出が世界的に懸念される中、今後 SMR プロセスには炭素税や炭素貯留による追加的コストが課され、特に燃料電池車用水素を生産する小規模な事業においてプロセスコストが大幅に上昇する可能性あり。 ・ 新技術では、触媒活性した熔融金属で満たした反応炉の底部に注入したメタンガスの気泡の柱が炉内を上昇し、メタン分子が気泡の壁に当たることで反応を起こして炭素と水素を生成する。気泡は熔融金属表面に達するまでに水素ガスに分解されて反応炉上部で放出され、液体金属の表面に浮かぶ固体炭素はすくい取れる。同技術は従来の SMR プロセスに比して簡便でより安価となる可能性を有する。 ・ 従来の固体物質表面上での反応とは異なり、熔融合金表面は炭素の蓄積により不活性化せず再利用が可能。活性した液体金属とその水素への可溶性がメタンガス気泡に含まれる以上の水素と炭素の取込みを可能にし、同プロセスによる高圧力メタンからの高圧力水素生成を効率的なものにする。 ・ 同技術の研究には、ロイヤル・ダッチ・シェル社が関心を寄せ、支援を提供。 <p>URL: https://engineering.ucsb.edu/news/bridging-gap</p>
<p>(関連情報)</p>		<p>Science 掲載論文(アブストラクトのみ:全文は有料) Catalytic molten metals for the direct conversion of methane to hydrogen and separable carbon URL: http://science.sciencemag.org/content/358/6365/917</p>
<p>51-19</p>	<p>アメリカ合衆国・サンディア国立研究所(SNL)</p>	<p style="text-align: right;">2017/12/5</p> <p>自然に成長する優れた水素触媒 (Superior hydrogen catalyst just grows that way)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ SNL とカリフォルニア大マーセッド校は、水素燃料電池のコスト削減を目指し、安価な二硫化モリブデンを利用して植物の葉に類似した不均一な表面を持つ触媒を作製。このような追加的な表面積が、白金とほぼ同等の効率性で水素を生成する。 ・ 同触媒は噴霧印刷プロセスで作製し、共同特許を出願。増大した表面積の波状の「葉(leaf)」が、他の二硫化モリブデン構造より 3 倍広い触媒接触点を形成。また、焼結の発生やセルの作動を損なわずに、白金に比べてより高温度に対応が可能。 ・ 同触媒の製造には、目的とする形状の製造を通常では妨害しがちな自然の力を活用。また、噴霧印刷による本プロセスでは、継続的な積層が可能で、産業用にスケールアップが可能。 ・ 二硫化モリブデンを水と混合し、同印刷プロセスでマイクロサイズの液滴を約 2 フィート高さの閉じた空間に噴出。落下した液滴はまずナノスケールのサブユニットに分離。落下につれて乾燥し、体積が縮小して植物の葉に類似した不均一の 3D 表面を形成。基板上や相互に落下する「葉」は、それらの接着に十分な湿性を維持。このように、個々のナノ構造を維持し、その構造内や構造間に、水素原子が化学結合から分離するための特別な通路を実現する微小トンネルを形成する。 ・ 自然に着想を得た 3D 形状を作製する発想は、植物が葉面での物質拡散及び透過の制御メカニズムとして利用するクチクラ層の発達プロセスの研究から得た。 ・ 同触媒は現時点では、低圧電力で水素を生成するが、将来的には太陽エネルギー利用への可能性も。1 cm²の炭素基板上に偶発的に形成された数百 nm の薄さの構造にもかかわらず、同触媒は堅牢性を備え、6 ヶ月間継続して水素を生成する長期の触媒寿命も確認。 <p>URL: https://share-ng.sandia.gov/news/resources/news_releases/superior-catalyst/</p>
<p>(関連情報)</p>		<p>Advanced Materials 掲載論文 (アブストラクトのみ:全文は有料) Structurally Deformed MoS₂ for Electrochemically Stable, Thermally Resistant, and Highly Efficient Hydrogen Evolution Reaction URL: http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/adma.201703863/full</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。