



海外技術情報(平成 30 年 2 月 23 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】			
52-1	アメリカ合衆国・ローレンスリバモア国立研究所 (LLNL)	<p>高速で作製する「ボリュメトリック」3D 印刷 (Volumetric 3D printing builds on need for speed)</p> <ul style="list-style-type: none"> LLNL はカルフォルニア大バークレー校、ロチェスター大、MIT と共同で、約 10 秒の短時間で 3D 印刷する「ボリュメトリック(Volumetric)」手法を開発。これはレーザー光を利用し、ホログラム様の 3D イメージを感光性樹脂に照射して印刷する。 従来は一層毎に積層印刷するため、複雑な部品では数時間、数日と時間がかかるのが課題であったが、同手法では一度に作製が可能。 同手法は、異なる 3 方向から対象物の範囲にレーザー光を重ね合わせることで、樹脂のバット内に 3D イメージを作成。レーザー光が交差する部分では高強度となり、約 10 秒で部品が硬化。余分な樹脂を排出すると、完全な 3D 部品が形成される。同手法は他のポリマーベースや現在市販の積層造形技術よりも、何倍も速く部品を作製可能。低コストかつ高速で作製、柔軟性や汎用性を有す。 同手法は次世代 3D 印刷を実証した。3D 印刷の多くは 1 次元または 2 次元のどちらか一方の単位操作で構成されていたが、同手法は従来にない完全な 3D 操作で複雑な部品の作製が可能。 同チームは同手法を使用し、任意の角度や格子がある複雑で湾曲した対象物に、桁や平面、支柱を印刷。従来曲面の 3D 印刷はたわむ可能性があったため支えが必要であったが、同手法では不要で曲面の作製が可能。また積層しないため、表面に隆起等の問題が生じず。 同手法は高出力光源の利用で、さらなる高速化が期待できる。ヒドロゲル等の、非常に柔らかい材料も作製可能。また唯一無重力で利用でき、宇宙拠点での生産可能性を拓く。 課題は、各レーザー光が変化せずに空間を伝播するので、部品の解像度や作製可能な形状の種類には限度あり。非常に複雑な構造では、何度もレーザー光が交差する必要があり、同手法では困難。 樹脂特性や構造の改善には、ポリマー化学やエンジニアリングの追加が必要。 <p>URL: https://www.llnl.gov/news/volumetric-3d-printing-builds-need-speed</p>	2017/12/8
	(関連情報)	<p>Science Advances 掲載論文 (フルテキスト) One-step volumetric additive manufacturing of complex polymer structures</p> <p>URL: http://advances.sciencemag.org/content/3/12/eaa05496</p>	

52-2	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;">2017/12/12</p> <p>発光する植物を開発 (Engineers create plants that glow)</p> <ul style="list-style-type: none"> MIT が、植物を発光させる技術を開発。電気の代わりに植物自体のエネルギー代謝を使用し、デスクランプとして機能する植物の開発を目指す。低光度の屋内照明や、街路樹の街灯への変換も考えられる。 同技術を開発した MIT の Strano 研究室による新しい研究分野の「プラント・ナノバイオニクス(plant nanobionics)」では、植物に多種多様なナノ粒子を埋め込むことで新しい特性を付与し、現在電子デバイスが担う機能の多くを代替する植物の開発を目標とする。 照明は世界のエネルギー消費量の約 20%を占めており、自己修復可能で独自のエネルギーを備え、屋外環境に順応している植物の利用は必然的な開発対象と考える。 発光する植物の作製には、蛍の発光酵素であるルシフェラーゼを利用。同酵素はルシフェリンに作用し、コエンザイム A がルシフェラーゼの活動を阻害する反応副生物を除去して発光プロセスを促進する。 直径 10nm のシリカナノ粒子にルシフェラーゼを、10nm を若干上回るサイズの PLGA ポリマー粒子とキトサンにルシフェリンとコエンザイム A をそれぞれ封入。それらの粒子が懸濁した溶液に植物の葉を浸してから高圧力をかけることで、各粒子が微細な気孔(stomata)を通じて葉の中に入り込む。 ルシフェリンとコエンザイム A を運ぶ粒子は葉肉の細胞外空間に、ルシフェラーゼを運ぶ粒子は葉肉を構成する細胞に入るようそれぞれ設計。PLGA 粒子が徐々に放出するルシフェリンは植物の細胞に入り込み、ルシフェラーゼとの化学反応で発光する。 同研究開始時は約 45 分間の植物発光時間が 3.5 時間まで向上。10cm ほどのオランダガラシの苗木 1 本による発光量は読書に必要な量の約 1/1000 であるが、各物質の濃度や放出速度の最適化により発光強度と時間の向上が可能と考える。 過去の発光植物の開発は遺伝子組換えによるもので、煩雑なプロセスに対して得られる発光量が微量。今回開発の技術では植物の種類を選ばず、オランダガラシに加えルッコラ、ケール及びホウレンソウでも実証。また、ルシフェラーゼ阻害物質を運ぶナノ粒子を加えることで発光を停止できるため、太陽光等の環境条件に反応して発光を停止する植物の開発の可能性も。 同技術の展開として、樹木等の大型植物の光源化を可能にする、ナノ粒子を植物の葉に直接塗布・スプレーする方法の開発も視野に。 <p>URL: http://news.mit.edu/2017/engineers-create-nanobionic-plants-that-glow-1213</p>
(関連情報)		<p>Nano Letters 掲載論文(アブストラクトのみ:全文は有料) A Nanobionic Light-Emitting Plant</p> <p>URL: http://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.nanolett.7b04369</p>
52-3	アメリカ合衆国・ジョージア工科大学	<p style="text-align: right;">2017/12/12</p> <p>ナノテクスチャーがステンレス鋼表面に殺菌する突起を作る (Nanotexturing Creates Bacteria-Killing Spikes on Stainless Steel Surfaces)</p> <ul style="list-style-type: none"> ジョージア工科大学が、電気化学エッチングプロセスによるナノテクスチャー加工により、一般的なステンレス合金(316L)の表面に殺菌作用をもたせる技術を開発。 電気化学プロセスは大規模な材料処理で商業利用されているため、同技術は原則としてスケラブル。殺菌のメカニズムの解明にはさらに研究を要するが、金属表面のナノスケールの突起が細菌細胞膜を破壊して細菌を死滅させると考える。 同殺菌メカニズムによる哺乳類細胞(細菌よりも著しく大きい)への影響は見られず、今後の研究で初期試験結果の裏付けが確認すれば、金属製の埋め込み用医療デバイスや食品加工機器の殺菌に利用できる可能性が期待。また、同ナノテクスチャーが耐腐食性を向上させることも確認。 現在、殺菌機能には経時的に効果が低減する表面フィルムを使用しているが、表面自体を加工する同技術は材料に恒久的な変化を与えるもの。大腸菌と黄色ブドウ球菌による試験では、同ナノテクスチャー表面がグラム陰性菌と陽性菌をそれぞれ死滅させたことを確認。 通常、電気化学エッチングプロセスはステンレス鋼の研磨に使用されるが、同プロセスは同金属中のクロムとモリブデンの表面偏析を増大させて耐腐食性を強化。表面から 20~25nm の高さの突起を顕微鏡で確認し、このようなナノスケール構造が細菌細胞膜との相互作用を促して殺菌効果を提供すると考える。化学的なプロセスでなく生物物理学的なプロセスに基づく効果であるため、細菌は耐性を生じないと予想。 同電気化学エッチングプロセスでは、硝酸エッチング溶液にステンレス鋼を浸してその表面に電流をかけ、電子が金属表面から電解質へと移動することで表面にテクスチャーを形成。電圧・電流密度によりその形状とサイズが変わる。 テクスチャー加工有りと無しとのステンレス合金サンプルに細菌サンプルを 48 時間培養することで殺菌効果をさらに検証した結果、加工したサンプル表面上の細菌が極めて少ないことを確認。また、加工した表面では細菌がほぼ全滅し、マウスの線維芽細胞への影響がないことを追加試験により確認。 今後は長期的な調査により哺乳類細胞に影響のないことの確認に加え、摩擦によるナノテクスチャーへの影響を調査する予定。 <p>URL: http://www.news.gatech.edu/2017/12/12/nanotexturing-creates-bacteria-killing-spikes-stainless-steel-surfaces</p>

	(関連情報)	ACS Biomaterials Science & Engineering 掲載論文(アブストラクトのみ:全文は有料) Inhibition of Bacterial Adhesion on Nanotextured Stainless Steel 316L by Electrochemical Etching URL: http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acsbmaterials.7b00544
【電子・情報通信分野】		
52-4	アメリカ合衆国・デューク大学	<p style="text-align: right;">2017/12/6</p> <p>不明な材質の壁を透視する (Seeing through walls of unknown materials)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ デューク大学が、マイクロ波の狭帯域を用いて、材質が不明な壁を透過して物体を検知する技術を開発。建築作業で導管やワイヤ等を容易に確認できる低コストデバイスへの展開が期待。 ・ 従来、このような技術には広帯域の周波数を利用するが、高コストと低解像度が課題。また、壁の材質を予め認識していることも必要で、これにより走査波が壁に与える影響をソフトウェアが予測し、対象の固体物質からの反響と歪みを分離する。 ・ 新技術では、全方向に平坦で均一な壁が生ずる電波の歪みの対称性を活用。走査に広帯域周波数エミッターよりも安価な単一周波数のみを使用することで、壁が作る干渉パターン数を低減した。同大学が開発したアルゴリズムで円対称性の有無により取得データを分割し、対称性無し of データを使用する。 ・ 狭帯域周波数の利用により、WiFi や携帯電話等に割り当てられたマイクロ波周波数との干渉を回避できるため、米国連邦通信委員会(FCC)による将来的な同技術のデバイスの認可取得が容易になる可能性も。 ・ 研究室において数種類の壁を作製し、それらの裏側に釘や接続箱等を配置して同技術のプロトタイプデバイスで実験した結果、石膏ボードの走査で得た生データでは接続箱以外の物体の認識は困難であったが、生データの分析・対称パターンの除去後では画像が飛躍的に明瞭化。各物体が容易に確認できた。 ・ 同技術をマシン・ビジョンシステムと組み合わせることも想定。同技術は市場に影響を及ぼし得る価格帯と性能を有すると考える。 <p>URL: http://pratt.duke.edu/news/wall-scan</p>
	(関連情報)	Optica 掲載論文(アブストラクトのみ:全文は有料) Sparse blind deconvolution for imaging through layered media URL: https://www.osapublishing.org/optica/abstract.cfm?uri=optica-4-12-1514
52-5	アメリカ合衆国・プリンストン大学	<p style="text-align: right;">2017/12/11</p> <p>新しいシリコン構造が量子コンピューターへのゲートを開く (New silicon structure opens the gate to quantum computers)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ プリンストン大学が、シリコンをベースとした高い忠実度の 2 量子ビット(qbit)ゲートを開発。 ・ シリコンベースのデバイスは、量子コンピューターに向けた他の技術に比べ製造が安価・簡易となる可能性あり。50 個超の量子ビットデバイス開発が他の研究で進んでいるが、これらのシステムでは超伝導等の特殊な材料やレーザーによる荷電原子の固定を必要とする。 ・ シリコンベースの量子デバイスでは、電子の量子的特性である「スピン」を使用して情報をエンコードする。高性能のスピンベース量子デバイスの開発は、スピン状態の不安定性から困難とされてきたが、同大学はスピンのコヒーレンスを量子状態で比較的長時間維持することに成功。 ・ 同 2 量子ビットゲートは、高秩序のシリコン結晶に酸化アルミニウムの微細なワイヤを積層したもの。二重量子ドットと呼ばれる井戸のような構造内で、エネルギー障壁で隔てられた 2 個の電子を閉じ込める電圧を同ワイヤが供給。 ・ このエネルギー障壁を一時的に低下させることで、2 個の電子が量子情報を共有し、エンタングルメント(もつれ)と呼ばれる特殊な量子状態を形成。0と1を同時に表す量子ビットとして使用できる。電子スピンのみならず最もクリーンな環境の一つであるシリコンで、2 個の電子スピン間のもつれを初めて実証した。 ・ 第 1 量子ビットのスピンの向きが上向きであれば第 2 量子ビットのスピンは反転するが、第 1 スピンが下向きの場合、第 2 スピンは反転しないというように、同 2 量子ビットゲートは磁界により挙動を制御した第 1 量子ビットの状態によって結果を決める。これは、制御 NOT(CNOT)ゲートとしての機能を示す。 ・ 同 2 量子ビットゲートでは、量子状態にある電子スピンの 99%超の忠実度で維持され、約 75%の確率で第 2 量子ビットのスピンを確実に反転させることを実証。 ・ シリコンベースの量子ビットで量子コンピューティングにおける基本的な構成要素である CNOT ゲートを実証した、世界的競争の中でも特出した研究結果と考える。 <p>URL: https://www.princeton.edu/news/2017/12/11/new-silicon-structure-opens-gate-quantum-computers</p>
	(関連情報)	Science 掲載論文(アブストラクトのみ:全文は有料) Resonantly driven CNOT gate for electron spins URL: http://science.sciencemag.org/content/early/2017/12/06/science.aao5965

52-6	アメリカ合衆国・ミシガン大学	<p style="text-align: right;">2017/12/13</p> <p>デンキウナギのように発電: 柔軟な発電セルが未来のインプラントを稼働 (Electricity, eel-style: Soft power cells could run tomorrow's implantables)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ミシガン大学が、電気ウナギの起電機構に着想を得たフレキシブルで透明なエネルギーデバイスを開発。埋め込み型ヘルスマニターや AR コンタクトレンズ等、様々なアプリケーションの可能性が拓く。 ・ ハイドロゲルと塩化ナトリウムから構成される同デバイスは、100V 超を発電する初の生体適合性人工電気器官となることが期待。高電圧だが低電流で発電し、ペースメーカーのような小型の医療デバイスに電源供給が可能。 ・ 同デバイス開発は初期段階であるが、蓄電池の毒性や体積、頻繁な充電の課題を解決した埋め込み型・ウェアラブルなデバイスの電源として有効なことに加え、将来的には体内において自然なプロセスで発電する生体発電システム開発も可能と考える。 ・ デンキウナギの電気器官は、カリウムイオンとナトリウムイオンのいずれかを過剰に含有して交互に並ぶ数千個ものコンパートメントから構成され、ウナギの休止状態時には選択膜でそれら 2 種のイオンを分離。起電時にはこの膜がイオンを通すことで発電。 ・ 同発電デバイスでは、水ベースのハイドロゲルに溶解したナトリウムと塩化物(結合して食卓塩)を使用。同ジェルの小滴と、水のみを含むハイドロゲルの小滴とを交互に並べてプラスチックシート上に特殊なプリンターで数千個印刷。このように交互に並ぶ小滴(セル)が前述のコンパートメントのように機能。 ・ 次にコンパートメント内を仕切る膜として、電荷選択的なハイドロゲルから成る小滴を交互に配置したシートを使用。各小滴は正電荷を帯びたナトリウムか負電荷を帯びた塩化物のいずれかを通す。コンパートメントシートとこの膜シートが押しあわせられると電荷選択的な小滴を介した食塩水と純水の小滴が直列に連結し、電荷選択的な小滴がナトリウムイオンと塩化物イオンを相反方向に移動させて発電する。 ・ デンキウナギのような即座な起電の模倣には、人工衛星の太陽光パネルの折り畳みと展開に採用されているミウラ折りを利用。レーザーでミウラ折りに処理したシート上に 4 種類の小滴を正確なパターンで交互に配置。このシートは圧力で急速に折り畳まれ、これらの小滴が正確な位置で重なる。 ・ 今後は同デバイスの効率向上を図る。 <p>URL: http://www.ns.umich.edu/new/multimedia/videos/25325-electricity-eel-style-soft-power-cells-could-run-tomorrow-s-implantables</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) An electric-eel-inspired soft power source from stacked hydrogels</p> <p>URL: https://www.nature.com/articles/nature24670</p>
52-7	オーストラリア連邦・ニューサウスウェールズ大学 (UNSW)	<p style="text-align: right;">2017/12/16</p> <p>シリコン量子コンピューターチップの完全設計を発表 (Complete design of a silicon quantum computer chip unveiled)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ UNSW が、スピン量子ビット(qbit)ベースの量子コンピューティングに向けた、シリコン CMOS チップの新設計を発表。 ・ 同設計は、量子コンピューティングに必要とされる数百万規模の量子ビット数の高密度集積を目指したもの。 ・ 従来のメモリチップでビット選択に利用されるグリッドベースのワード線とビット線の選択手順を採用し、広い 2 次元アレイで量子ビット間の作動を切り替える従来型のシリコントランジスタスイッチを統合。量子ビット上のゲート電極を選択して 0 または 1 の量子バイナリコードを記憶する量子ビットのスピンを制御し、量子ビットの間に配置された電極を選択して量子ビット間での 2 量子ビット計算を実行する。 ・ また、単一データの記憶に複数の量子ビットを使用する、スピン量子ビットのために特別設計した新型の量子誤り訂正コードを取り入れることで、壊れやすい量子ビットによるエラーを訂正。同設計は、量子コンピューティングに不可欠な多数の量子ビットの制御と読み込みを実施する従来型シリコン回路機能の全てを単一チップに集積する初の試み。 ・ シリコンスピン量子ビットを始め、イオントラップや超伝導量子ビット等の現在研究が進行中の主要な量子コンピューティング技術では、嵩張る周辺装置や高コストのインフラを伴った巨大なコンピュータシステムを不要とする、数百万規模の量子ビット数を実現するための明確な道筋の不在が課題。 ・ このような背景において、新設計はスピン量子ビットのエラー訂正コードを既存のチップ設計に適合させて、真に汎用的な量子計算を可能にするもの。同大学が 2015 年に実証したシリコン 2 量子論理ゲートでの量子論理計算を飛躍的にスケールアップさせる基本的構想と考える。 ・ 2017 年 8 月にオーストラリア初の量子コンピューティング企業、Silicon Quantum Computing Pty Ltd. を設立。2022 年までの 10 量子ビットのシリコン量子集積回路のプロトタイプ開発に向け、UNSW、Telstra、オーストラリア・コモンウェルス銀行、オーストラリア政府及びニュー・サウス・ウェールズ州政府が総額 8 千 3 百万ドル(AUD)の資金を提供する。 <p>URL: https://newsroom.unsw.edu.au/news/science-tech/complete-design-silicon-quantum-computer-chip-unveiled</p>
	(関連情報)	<p>Nature Communications 掲載論文(フルテキスト) Silicon CMOS architecture for a spin-based quantum computer</p> <p>URL: https://www.nature.com/articles/s41467-017-01905-6</p>

【ロボット・AI 技術分野】		2017/12/13
52-8	アメリカ合衆国・コーネル大学	<p>昆虫のように動いて考えるように極小ロボットをプログラム (Engineers program tiny robots to move, think like insects)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・コーネル大学が、昆虫の脳の神経活動を模倣し、ニューロモーフティック・チップで作動する「イベントベース」のセンシングと制御アルゴリズムを開発。 ・ロボットのようなセンシング機能に必要な膨大な処理能力を提供する従来型コンピューターの重量を軽減する手段として、ニューロモーフティック・チップに着目。人間の脳内におけるニューロンの発火を模倣して複雑な組み合わせで発火する電流のスパイクを処理する同チップでは、従来型のプロセッサに比べて消費電力が大幅に低減。同じ重量により多量の計算能力搭載を可能にする。 ・Harvard Microrobotics Laboratory が開発した重量 80mg の微小な昆虫型飛行ロボット(ビジョン、オプティカルフロー、モーションセンサーを備える)、“RoboBee”に同アルゴリズムを搭載し、重量の大幅な増量なく、RoboBee の自律性と複雑な環境への順応性の向上を促進。障害物への衝突を回避させ、衝突した場合でも飛行を継続させる。 ・同イベントベース・アルゴリズムでは、バーチャル・シミュレーターが RoboBee 本体と羽ばたき毎に受ける空気力学的な力をモデル化。このモデルが複雑な環境の中を飛行する RoboBee の挙動を正確に予測する。 ・このような自律性と順応性の向上に加え、RoboBee にカメラ、触感フィードバック用のアンテナ、足部のコンタクトセンサー、微細毛のようなエアフローセンサー等の新たなマイクロデバイスの装着も計画中。 ・ハーバード大学開発の全長 17mm・重量 3g を下回る四足歩行型ロボット、Harvard Ambulatory Microbot (HAMR)は毎秒.44m の速度で進むことができるが、同ロボットの速度と機敏性を補うイベントベースのアルゴリズムを開発中。 <p>URL: http://news.cornell.edu/stories/2017/12/engineers-program-tiny-robots-move-think-insects</p>
	(関連情報)	<p>ハーバード大学ヴィース研究所 Microrobotics Laboratory Autonomous Flying Microrobots (RoboBees)</p> <p>URL: https://wyss.harvard.edu/technology/autonomous-flying-microrobots-robobees/</p>
52-9	アメリカ合衆国・ブラウン大学	<p>バーチャルリアリティーでロボットをコントロールするソフトウェア (Software enables robots to be controlled in virtual reality)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ブラウン大学が、市販の VR ハードウェアを用いてインターネットを介したロボットの精巧な遠隔制御を可能にするソフトウェアを開発。 ・ロボットのアーム、グリッパー、内蔵カメラとセンサーを VR ハードウェアとオンラインで接続する同ソフトウェアでは、ユーザーがハンドコントローラーを動かしてロボットアームを遠隔で操作。一人称視点及び三人称視点による周囲環境の観察によるタスクの遂行が可能に。 ・ロボットと VR ユニット間にて最小限のタイムラグでデータを送信し、遠距離でロボットを操作。爆発物の除去、損壊した原子力発電所や国際宇宙ステーションでのロボットアーム操作といった、人間が立ち入ることのできない状況下でのロボットのより直感的で精巧な操作を利用先に想定。 ・研究用ロボットの Baxter とハンドコントローラー付 VR システムの HTC Vive を使用した実験では、同ソフトウェアがロボットのセンサーを利用してロボットとその周囲環境の点群モデルを作成してそのデータを Vive に接続した遠隔のコンピューターに送信。ユーザーはヘッドセット内で空間を仮想的に歩き回れ、ロボットのリストカメラからの高精度度ライブビデオによる詳細な画像を確認しながらタスクを遂行。操作を妨害するようなタイムラグ無くインターネットで送信できるデータ量を維持する一方で、ユーザーに臨場感のある操作体験を提供する。 ・ロードアイランド州プロビデンスのユーザーによる、41 マイル離れたマサチューセッツ州ケンブリッジのロボット操作でプラスチックコップの積み重ねに成功。別途実験における初心者 18 人のユーザーによる同様なタスクでは、従来のキーボードとモニターのインターフェースによる方法に比べて完了速度が 66%向上。また、ユーザーは仮想的なインターフェースによるタスクを楽しみ、従来方法よりも遂行が容易であることを報告。 ・今後は同ソフトウェアシステムの開発を進め、より複雑なタスク達成と操作とナビゲーションの結合を目指す。また、ロボットが自身のタスクを遂行する一方でユーザーが別のタスクを引き継ぐような混在する自律性を実験実施予定。 ・同システムはウェブ上で自由なアクセス可能。他のロボット研究者らによる同システムの試行と独自の応用を期待。 <p>URL: https://news.brown.edu/articles/2017/12/robotvr</p>
	(関連情報)	<p>International Symposium on Robotics Research 発表論文(12/11-14 チリ開催)(フルテキスト) Comparing Robot Grasping Teleoperation across Desktop and Virtual Reality with ROS Reality</p> <p>URL: http://h2r.cs.brown.edu/wp-content/plugins/papercite/pdf/whitney17a.pdf</p>
	(関連情報)	<p>GitHub ウェブサイト</p> <p>URL: https://github.com/h2r/ros_reality</p>

【環境・省資源分野】		2017/12/7
52-10	アメリカ合衆国・国立再生可能エネルギー研究所(NREL)	<p>NREL が再生可能なアクリロニトリル生成の新技术を開発 (NREL Develops Novel Method to Produce Renewable Acrylonitrile)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ NREL は、糖からバイオ生成の 3-ヒドロキシプロピオン酸(3-HP)を用いて新バイオ触媒製法を開発し、再生可能なアクリロニトリルを生成。新製法は従来の石油化学物質による生成を代替し、過去にないアクリロニトリル収率を達成。 ・ アクリロニトリルは石油由来(プロピレン)の汎用化学物質で、化学産業において最も広範に利用されているモノマーの 1 つ。現在同物質は、カーペット、衣服、布地等のアクリル繊維や、食品容器や包装材等のプラスチック製造に利用。また同物質は、自動車や航空輸送の軽量化に利用される炭素繊維複合材料を構成する主要要素であるが、エネルギー集約的で化学的に有毒なプロセスにより生産。過去に研究されたバイオ原料由来製法は、コストや収率の観点からも、従来石油製法と競合できず。 ・ 同製法は費用対効果が高く、過去の同物質の収率約 80~83%と比べて、98%の収率を達成。 ・ 同製法の利点は、従来製法の毒性副産物であるシアン化水素を排除し、単純で安価な触媒を利用するため、単純構造の反応器で生成が可能。さらに、農業廃棄物等の非食品バイオマスを原料として利用、同製法により再生可能原料由来の炭素繊維生成が期待。 ・ NREL の試算で同製法は、セルロース系バイオマスまたはデンプンベースの糖により、バイオマス由来同物質の販売価格を、従来製法とコスト競合可能な 1 ポンド当たり\$1 にすることが可能。 ・ 炭素繊維材料の利用で車両や航空機が軽量化し燃料コスト削減により、炭素繊維の需要は年率 11~18%増加すると予測。特に炭素繊維産業は、同物質の価格変動の影響を受けやすいため(炭素繊維 1 ポンド生成に、同物質を約 2 ポンド使用)。 ・ 本技術は国際特許出願済。 <p>URL: https://www.nrel.gov/news/press/2017/nrel_develops_novel_method_to_produce_renewable_acrylonitrile.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) Renewable acrylonitrile production URL: http://science.sciencemag.org/content/358/6368/1307</p>
52-11	中華人民共和国・中国科学院(CAS)	<p>バイオマス発電所廃棄物のクロレラ培養を基にしたバイオレメディエーションと連動した藻類のバイオ燃料生産 (Researchers Realize Algal Biofuel Production Coupled Bioremediation of Biomass Power Plant Wastes Based on Chlorella Cultivation)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ CAS は、バイオ燃料作製を目的とするクロレラ培養の栄養源として、バイオマス発電所でバイオマス燃焼時に発生し、環境汚染物質となり得る CO₂ および NO_x を主成分とする灰や燃焼ガスの有効利用が可能であることを実証。 ・ CAS は、燃焼ガスの効率的な DeNO_x を行いつつ、クロレラを使用した微細藻類ベースの脂質を生産し、脂質生産中の C/N 代謝バランスを維持するメカニズムの実現可能性について研究。 ・ また、バイオマス発電所で生成される栄養分豊富な灰および燃焼ガスが Chlorella sp. C2 培養のための栄養源として、生体脂質のコスト効率の良い生産へと結びつくかどうかの評価を実施。 ・ その結果、灰を培養培地に取り込み、燃焼ガスからの CO₂ によって光合成を増強することで、BG11 培地で培養させた培養物よりも 39%高い脂質生産性、および 35%高いバイオマス生産性を実現。 ・ さらに、燃焼ガス、および隔離された CO₂ 中に存在する NO_x は、約 100%の NO_x 還元(DeNO_x) 効率、および 0.46g/L・日の CO₂ 隔離率で減少。培養終了時には、13.33g/L・日の最大灰質脱栄養率を達成。残留培地に栄養分はほとんどなく、連続的な微細藻類培養、農地散水のためのリサイクル、および安全な廃棄に適した状態に。 ・ クロレラ培養に基づいた NO_x の高除去率、および CO₂ の高隔離率の実現と、脂質の高生産性が確認できたことで、CAS は、バイオマス発電所廃棄物のバイオレメディエーションと連動した、藻類バイオ燃料生産の経済的に実行可能な技術戦略を初めて提案。本研究結果は、環境に優しい産業廃棄物バイオレメディエーションへの需要を有する産業界にも興味深いもの。 <p>URL: http://english.cas.cn/newsroom/research_news/201712/t20171213_187833.shtml</p>
	(関連情報)	<p>Applied Energy 掲載論文(アブストラクトのみ:全文は有料) Algal biofuel production coupled bioremediation of biomass power plant wastes based on Chlorella sp. C2 cultivation URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306261917316434</p>

【バイオテクノロジー分野】		
52-12	英国・ケント大学	<p style="text-align: right;">2017/12/11</p> <p>バクテリアの進化が細胞設計の新時代を示す (Bacteria development marks new era in cellular design)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ケント大学とブリストル大学が共同で、細菌の内部にスキヤフォールド(足場)を形成するナノスケールのチューブを作製できることを発見。細胞毎に適合する数千個ものチューブ型のスキヤフォールドは、細菌による効率的な物質生成を促進する新時代のタンパク質工学の基礎を提供するもの。 ・ 化石燃料を使用することなく、バイオ燃料や汎用化学品の農業的・再生可能な生産の必要性が高まる中、細菌の細胞機能を強化して栄養素や化学物質等の生成効率向上の試みを実施されている。 ・ タンパク質分子の設計により、特定の成分が付着できるカップリングデバイスを含む長いチューブを大腸菌(E.coli)に形成させる技術を開発。同チューブに沿って酵素の生成ラインを配置することで、有用な化学物質を効率的かつ組織的に生成する内部工場を構築した。 ・ 分子のマジックテープを用いてチューブを形成するタンパク質と特定の酵素をまとめることで、チューブに酵素が付着できることを提示。 ・ エタノールを生成する酵素に同新技術を応用し、アルコール生成量が 200%超増量したことを確認した。 <p>URL: https://www.kent.ac.uk/news/science/16204/bacteria-development-marks-new-era-in-cellular-design</p>
	(関連情報)	<p>Nature Chemical Biology 掲載論文(アブストラクトのみ:全文は有料)</p> <p>Engineered synthetic scaffolds for organizing proteins within the bacterial cytoplasm</p> <p>URL: https://www.nature.com/articles/nchembio.2535</p>
【蓄電池・エネルギーシステム分野】		
52-13	アメリカ合衆国・アルゴンヌ国立研究所(ANL)	<p style="text-align: right;">2017/12/12</p> <p>高速で安定したバッテリーへと続く濡れた道 (The wet road to fast and stable batteries)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ANL は清華大学および MIT と共同で、数千回サイクルを経ても超高速充電と安定的動作が可能なリチウムイオン電池のアノード電池材料として「チタン酸リチウム水和物」を発見。同材料は、通常であればリチウム電池にとって好ましくない水を含む化合物であることが特徴。将来はアノード材料としてグラファイトを代替するものと期待。 ・ ANL は過去の研究で、高速充電、長サイクル寿命、グラファイトに比して動作の高安全性を実現する有望アノード材料としてチタン酸リチウムを特定。当初、同材料の合成プロセスでは、電池の動作中に水が電解液と反応して性能を低下させるのを防ぐために、水を完全に除去するための工程としてアノード材料を極めて高温(500℃以上)になるまで加熱していた。しかしこれには、結晶粒の粗大化および構造の凝集化という問題があった。 ・ 今回の研究では、加熱温度を 260℃未満にとどめることにより、材料内に水を残したまま、結晶粒の粗大化および構造の凝集化を起こさずに表面近くの水分の除去が可能であることを発見。実験室での試験では同材料のサイクルの安定性の向上を確認し、容量は 10,000 サイクルを超えたところようやく低下、充電時間は 2 分以内と超高速。 ・ 加熱による物質組成と構造の変化について、X 線回折などの高度な特性評価技術を使用して分析したところ、アノード材料内に閉じ込められた水が構造の多様化を促進し、ナノ構造を形成することにより、性能が改善されたことが判明。出発材料を加熱すると、水が除去されて新しい層状構造(LS)が形成され、次に目的とする水和ナノ構造(HN)が形成される。HN のステージを超えると、最後には完全に脱水されたナノ構造(DN)に。 <p>URL: https://www.anl.gov/articles/wet-road-fast-and-stable-batteries</p>
	(関連情報)	<p>Nature Communications 全文掲載</p> <p>Lithium titanate hydrates with superfast and stable cycling in lithium ion batteries</p> <p>URL: https://www.nature.com/articles/s41467-017-00574-9</p>
52-14	アメリカ合衆国・サンディア国立研究所(SNL)	<p style="text-align: right;">2017/12/12</p> <p>電池における渋滞を緩和する (Reducing the traffic jam in batteries)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ SNL は小型電子機器における固体リチウムイオン電池性能の向上に対して、大きな障害となる電池界面のリチウムイオンの流れを特定。3 年にわたる研究では電極と電解質が接触する界面に着目し、固体電池のナノスケールの特性を調査。市販リチウムイオン電池の多くは、液体電解質と 2 つの固体電極を含むが、固体電池では固体電解質層を有し、高い持続性とより安全な作動が可能。 ・ 同研究の目的は、固体電池を効率化し異なる材料間の界面を改善するもの。リチウム電池は、充放電時にリチウムイオンの電極への移動が不可欠だが、移動度はすべて材料によって同じではなく、材料間の界面が主な障害。 ・ 同研究所は交差点での渋滞に例え、固体電池の 2 つの重要界面である、カソード-電解質接合部および電解質-アノード接合部の渋滞(障害)の削減を試みた。電極-電解質界面プロセスの改善により、より制御されたリチウムの移動が可能となる。 ・ 同研究所は安価な維持コスト、高信頼性と安全な固体電池に着目。液体電解質は高反応性、高揮

		<p>発及び高可燃性により、市販電池故障の主要原因。同研究は大型の EV 用ではない、小容量の小型電子機器用電池に焦点。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 同研究はパルスレーザー蒸着法と X 線光電子分光法を利用し、電子化学技術と組み合わせた。電池が非常に薄くシリコン基板に集積しているため、この方法により微小の蒸着が可能になり、わずか数 nm の界面の化学的特性を調査。 ・ 今後は、同研究所が有する技術や、LED、センサー、小型アンテナ等の集積デバイスと組み合わせ、電池性能の向上を図る。 <p>URL: https://share-ng.sandia.gov/news/resources/news_releases/battery-interface/</p>
	(関連情報)	<p>Nano Letters 掲載論文 (アブストラクトのみ: 全文は有料)</p> <p>Non-Faradaic Li⁺ Migration and Chemical Coordination across Solid-State Battery Interfaces</p> <p>URL: http://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/acs.nanolett.7b03498</p>
52-15	中華人民共和国・中国科学院(CAS)	<p style="text-align: right;">2017/12/19</p> <p>青島生まれの最高性能のマグネシウム硫黄電池 (Best-ever Performance Magnesium Sulfur Battery System Born in Qingdao)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ CAS の青島バイオエネルギー・バイオプロセス技術研究所 (Qingdao Institute of BioEnergy and Bioprocess Technology: QIBEBT) が、マグネシウム硫黄(Mg/S)電池用に、有機ホウ酸マグネシウム系電解質を開発。 ・ 同電解質は、ホウ酸トリス(ヘキサフルオロイソプロピル)[B(HFP)3]、塩化マグネシウム(MgCl₂)、および Mg 粉末から、1,2-ジメトキシエタン(DME)を溶媒とする容易な in-situ 反応を介して合成。 ・ Mg/S 電池の理論エネルギー密度は、市販の LiCoO₂/グラファイト電池の 4 倍超で、Mg アノードは地球上に豊富に賦存する Mg をベースとし、高安全性、高容積、および低コスト(Li の約 30 の 1)であるにもかかわらず、好適合の電解質、および適切なカソードがないことが、さらなる開発の妨げに。 ・ 今回作製した電解質は、3.3V (Mg/Mg²⁺に対して)に達する高アノード安定性、5.58mS/cm の高イオン伝導度、Mg めっきプロセスにおける 0.11V の低過電圧、98%超のクーロン効率など、前例のない Mg めっき・剥離性能を提示。同電解質はまた、非求核性という特性上、硫黄カソードとの適合性は良好。 ・ 同電解質を組み入れた Mg/S 電池は、500mA/g に至る充電電流密度でも、顕著な容量の減少を伴うことなく100サイクル以上の耐久性を示し、高速変換プロセスが可能であることを証明。Mg/S 電池の実用化に向け、相性の良い電解質として期待される。 <p>URL: http://english.cas.cn/newsroom/research_news/201712/t20171219_188050.shtml</p>
	(関連情報)	<p>Energy and Environmental Science 掲載論文 (アブストラクトのみ: 全文は有料)</p> <p>An efficient organic magnesium borate-based electrolyte with non-nucleophilic characteristics for magnesium-sulfur battery</p> <p>URL: http://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2017/ee/c7ee02304a/unauth#divAbstract</p>
52-16	中華人民共和国・中国科学院(CAS)	<p style="text-align: right;">2017/12/25</p> <p>高安定性と長サイクル寿命の新しいリチウム硫黄電池電解質 (New Lithium-Sulfur Battery Electrolyte: More Stable Capability and Longer Cycle Life)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ CAS がリチウム硫黄(Li-S)電池用の新電解質を発見。Li-S 電池の安定性の向上とサイクル寿命の延長が可能に。 ・ 高エネルギー密度と低コストを実現すると期待されるリチウム硫黄(Li-S)電池は、国際的な研究課題となっているが、シャトル効果、ポリ硫化物の不均化、電解質とリチウムデンドライトの分解によるサイクル中の急速な容量低下が実用化の妨げに。 ・ ポリ硫化物の不均化を抑制するために、HSAB 則に基づいて、電解質中のポリ硫化物の錯体化や安定化を目的として大型のカチオンなどの新しい種類の電解質添加剤を添加。 ・ この新しい電解質によって、5,000mAh Li-S 電池(ソフトパッケージタイプ)は 300Wh/kg を超える初期比エネルギーを実現し、1/20C での 100 回の充放電後にほぼ 70%を維持。 ・ 今回の発見は、Li-S 電池のさらなる発展に貢献するものと期待。 <p>URL: http://english.cas.cn/newsroom/research_news/201712/t20171223_188183.shtml</p>
	(関連情報)	<p>Advanced Functional Materials 掲載論文 (アブストラクトのみ: 全文は有料)</p> <p>Polysulfide Stabilization: A Pivotal Strategy to Achieve High Energy Density Li-S Batteries with Long Cycle Life</p> <p>URL: http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/adfm.201704987/full</p>

52-17	ドイツ連邦共和国・ユーリヒ総合研究機構 (FZJ)	<p>太陽と風と電力取引 (Sun, Wind, and Power Trading)</p> <ul style="list-style-type: none"> 電力系統における再生可能エネルギーの出力変動が、電力の安定供給にどのような影響を与えるかにつき、FZJ およびマックス・プランク動力学・自己組織化研究所(MPIDS)等の研究チームは、欧州・日本・米国の複数の電力系統にて、様々な変動を分析。 電力系統では、電気装置の損傷を防ぐために、周波数については公称値 50 ヘルツからの偏差を最低限に抑えることが重要だが、消費者による電力消費や再生可能エネルギーの導入は、電力系統に周波数変動を発生させる。 再生可能エネルギー発電機を系統連系させ、自律的な小規模セルにまで分割したマイクログリッドは、地域コミュニティにおけるエネルギーシステムの自律稼働を可能にするもの。この小規模セルへの分割と再生可能エネルギー発電機の導入が、電力系統にどのような影響をもたらすかにつき、本研究チームは、上述の各地にて電力系統における周波数変動を分析し、数理モデルを用いて潜在的脆弱性とその原因を予測。 まず、欧州の電力系統が 15 分毎に特に強い変動を示すことが判明。これは、欧州電力市場において新規の電力供給が行われる時間間隔に相当し、欧州では、電力取引が周波数変動のバランス調整に大きく影響することを示唆。 次に、公称値 50 ヘルツ付近の統計的な系統周波数変動は、ガウス分布(期待値を中心とした対称分布)にならず、より極端なものになることが判明。研究チームは、数理モデルを用いてグリッドのサイズに応じて期待変動を計算し、再生可能エネルギーによる変動の程度を予測。 各測定地の比較により、再生可能エネルギーの大半が大きな変動を引き起こしている実情が判明。例えば、風力・太陽光発電の割合が米国より大きい英国では、周波数変動もより大きくなる。 最たる研究結果としては、再生可能エネルギーの導入による周波数変動よりも、電力取引による周波数変動の方が大きいと判明した点。 小規模電力系統がより大きな変動を示すことも判明。大規模電力系統をマイクログリッドに分割すると周波数変動が大きくなるため、今日の厳しい周波数基準が緩和された場合に限り、マイクログリッドが選択肢の一つとなり得ることが示された。 <p>URL: http://www.fz-juelich.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/UK/EN/2018/2018-01-08-sun-wind-and-power-trading.html</p>
	(関連情報)	<p>Nature Energy 掲載論文(アブストラクトのみ:全文は有料)</p> <p>Non-Gaussian power grid frequency fluctuations characterized by Lévy-stable laws and superstatistics</p> <p>URL: https://www.nature.com/articles/s41560-017-0058-z</p>

【新エネルギー分野(太陽光発電)】

52-18	中華人民共和国・中国科学院(CAS)	<p>ウェアラブルな大規模ペロブスカイト太陽光電源の新たな一歩 (Scientists Advance Wearable Large-Scale Perovskite Solar-Power Source)</p> <ul style="list-style-type: none"> CAS が、ペロブスカイト太陽電池の中で光共振器(キャビティ)と機械的バッファ層を構築するために、界面層に形成するナノ格子スキヤフォールド(nano-cellular scaffold)を開発。 同スキヤフォールドを用いて、身体の様々な動きに対応する多機能電子デバイス向けのウェアラブル太陽光電源を初めて製造。 同スキヤフォールドはリソグラフィによって作製。ナノ粒子アセンブリを用いた効率的な印刷方法で共通のポリマー輸送層を格子状に構築した。 同スキヤフォールドによって、ペロブスカイト膜の結晶品質および太陽電池デバイスの光捕集は大幅に改善。また、屈曲時はフレキシブルデバイスの機械的ストレスが効果的に放出されるため、ペロブスカイト結晶層は保護される。 今回、1 cm²のシングルチップで 12.3%、24 cm²のソーラーモジュールで 8.4%という記録的な変換効率を有するフレキシブルで大面積のペロブスカイト太陽電池を作製。 印刷可能なナノ格子スキヤフォールドは、フレキシブルでウェアラブルな電子機器の進歩を促す新しい積層デバイスの設計に貢献するものとして期待される。 <p>URL: http://english.cas.cn/newsroom/research_news/201711/t20171128_186670.shtml</p>
	(関連情報)	<p>Advanced Materials 掲載論文(アブストラクトのみ:全文は有料)</p> <p>Wearable Large-Scale Perovskite Solar-Power Source via Nanocellular Scaffold</p> <p>URL: http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/adma.201703236/full</p>

【新エネルギー分野(燃料電池・水素)】	
52-19	<p style="text-align: right;">2017/12/15</p> <p>コロンビア大学エンジニアらが海水電解のための浮体式ソーラー・フューエル・リグを開発 (Columbia Engineers Develop Floating Solar Fuels Rig for Seawater Electrolysis)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ コロンビア大学が、水中で独立型プラットフォームとして作動する、光起電による水電気分解デバイスを開発。太陽光を利用した海水からの水素生成を想定。 ・ 天然ガス等採取のための石油リグになぞらえ、「ソーラー・フューエル・リグ」ともみなされる同デバイスの主要な技術革新は、一般的な水電解に必要な高価な膜を使わずに生成した水素と酸素を分離する方法。 ・ 新デバイスでは、浮力誘起により水素と酸素のガス泡を分離・捕集。分離膜やポンプが不要のシンプルな水電解デバイス構造で、最高純度 99%の水素を生成。 ・ 現行の水電解デバイスに比して低コストで高耐久性となる可能性を有する同デバイスは、不純物や微生物を含む海水で劣化しやすい分離膜不使用のため、浮体式 PV 電解システムとして海水による水電解による大規模な水素生成に特に最適と考える。 ・ 同デバイスでは、片側のみに触媒コーティング処理したフロースルーのメッシュ電極を使用。このような非対称の電極構造では、触媒を積層した電極側面のみで水素と酸素を生成。両ガスの泡が大きくなると、浮力により電極表面から剥離して上方の捕集チェンバーに向かう。 ・ クリーンルームでメッシュ電極に白金の電極触媒を積層し、3Dプリンターでリアクターコンポーネントのほぼ全てを作製。また、「クロスオーバー」と呼ばれる電極間での水素と酸素の泡の移動現象の観測のために、高速ビデオカメラ(500 フレーム/sec)による撮影システムも構築。同現象は生成物の純度を低下させ、安全性への懸念と川下の分離ユニットの導入が不可避となりプロセスコストを上昇させる。 ・ 実際の海水を使用したより効率的な作動を目指し、同デバイスの設計改良を進める。また、より大型のシステム構築に利用できるモジュール設計の開発を予定。 <p>URL: http://engineering.columbia.edu/news/daniel-esposito-solar-fuels-seawater-electrolysis</p>
	<p>(関連情報)</p> <p>International Journal of Hydrogen Energy 掲載論文(アブストラクトのみ:全文は有料) Floating membraneless PV-electrolyzer based on buoyancy-driven product separation</p> <p>URL: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S036031991734466X</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。