



海外技術情報(2019年11月29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】			
90-1	アメリカ合衆国・ノースウェスタン大学	<p>生きた細胞で機能する生体適合性の微細ナノレーザー (Tiny, biocompatible nanolaser could function inside living tissues)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ノースウェスタン大学とコロンビア大学が、生きた細胞を損傷せずに機能する微細ナノレーザーを開発。 ・ ほぼガラスでできた同ナノレーザーは、人間の毛髪の約 1/1000 である 50~150nm の薄さで、生体適合性を有する。長い光の波長で励起して短い光の波長を放出し、疾病のバイオマーカー検出や癲癇等の脳深部の神経疾患の治療での利用が期待できる。 ・ バイオイメージングには、可視光線に比して細胞深部に届く長い光波長が必要とされるが、短い光波長の使用が適切な領域もある。今回、長い波長が届く深部へと可視レーザー光を効果的に届ける、光学的にクリーンなシステムを開発した。 ・ 同ナノレーザーはまた、超高速・低電力エレクトロニクスに向けた量子回路やマイクロプロセッサのような極狭小な空間での作動も可能。 ・ 微細ナノレーザーは効率性においてマイクロレーザーに劣り、励起には UV 光等の短い波長を必要とするが、微細ナノレーザーの使用が望まれる特殊な環境は、非効率的な作動に起因する余剰な熱や UV 光による損傷を受けやすい。 ・ 今回、フォトン・アップコンバージョンを利用したナノレーザープラットフォームの実現により、この課題を解決。アップコンバージョンでは、低エネルギーの複数個の光子を吸収して 1 個の高エネルギー光子に変換する。 ・ 生体に優しい低エネルギーの赤外光子を可視光レーザービームに変換し、低パワーで機能する、光の波長よりも垂直方向に顕著に微細なレーザーを実現。透過性だが肉眼では不可視の光で励起し、可視光子を放出する。 ・ 本研究は、米国立科学財団(NSF)、米国防総省(DOD)と米エネルギー省(DOE)の Vannevar Bush Faculty Fellowship が支援した。 <p>URL: https://news.northwestern.edu/stories/2019/09/tiny-biocompatible-nanolaser-could-function-inside-living-tissues/</p>	2019/9/23
	(関連情報)	<p>Nature Materials 掲載論文(アブストラクトのみ:全文は有料) Ultralow-threshold, continuous-wave upconverting lasing from subwavelength plasmons URL: https://www.nature.com/articles/s41563-019-0482-5</p>	

90-2	アメリカ合衆国・ヒューストン大学(UH)	<p style="text-align: right;">2019/9/25</p> <p>曲面のエレクトロニクスを作製する新方法 (Researchers Report a New Way to Produce Curvy Electronics)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ UH は、コロラド大学ボルダー校と共同で、レンズや太陽電池など立体的な曲面形状の電子デバイスを作製する、CAS プリンティング(Conformal Additive Stamp Printing)と呼ばれる新しい技法を開発。ウェアラブル、オプトエレクトロニクス、テレコミュニケーション、バイオ医療アプリケーションに必要な三次元曲面の電子デバイスを、効率的に製造する手法として期待される。 ・ マイクロ加工などを含む従来技術は、本来二次元のフラットな電子デバイス向けに設計されているので、様々な制限や課題があり、三次元曲面の電子デバイスにはうまく機能しないが、スマートコンタクトレンズ、曲面の撮像素子、電子アンテナや半球型太陽電池など、三次元曲面形状の電子デバイスに対応できる電子デバイスのニーズは高い。これらのデバイスは数 mm から数 cm と小さいので、数 μm 単位での精密性が必要。 ・ 新技術の CAS プリンティングでは、まず、ゴム状で伸縮性のあるバルーンを膨らませ、粘着性の物質でコーティング。それをスタンピングの媒体として使用し、予め作製した電子デバイスに押しあてて電子デバイスをピックアップし、様々な種類の曲面に転写。 ・ 本研究論文では、この手法を使用して、シリコンペレット、光検知器アレイ、小型アンテナ、半球形太陽電池やスマートコンタクトレンズなど、様々な曲線形状のデバイスを作製する手法を紹介。 ・ 今回の CAS プリンターは手動式だが、自動式も設計済みで、生産のスケールアップが可能。 ・ 本研究は、米国立科学財団(NSF)の支援を受けた。 <p>URL: http://www.uh.edu/news-events/stories/2019/september-2019/09252019-yu-curvy-electronics.php</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>Three-dimensional curvy electronics created using conformal additive stamp printing</p> <p>URL: https://www.nature.com/articles/s41928-019-0304-4</p>
90-3	フランス共和国・国立科学研究センター(CNRS)	<p style="text-align: right;">2019/9/25</p> <p>ポータブルエレクトロニクス: 汗で作動する柔軟で伸縮性のバイオ燃料電池 (Portable electronics: a stretchable and flexible biofuel cell that runs on sweat)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ CNRS と米サンディエゴ大学が共同で、汗の成分を電気エネルギーに転換するフレキシブルでストレッチャブルなウェアラブル電子デバイス(「バイオ燃料電池」)を開発。 ・ 特に医療や運動のモニタリングでの利用が見込まれるウェアラブル電子デバイスでは、身体に容易に統合できる安定した効率的なエネルギー供給源が必要。人間の有機的な体液に含まれる「バイオ燃料」の活用が期待されている。 ・ 同デバイスは、ストレッチャブルなコネクタで連結されたカーボンナノチューブ(CNT)、架橋ポリマーと酵素を、シルクプリンティングで直接印刷して作製。 ・ 皮膚に沿って変形し、酵素還元と汗に含まれる乳酸の酸化により発電。腕に装着すると電圧ブースターが継続的に LED に電力を供給。比較的シンプルで、初期コストは汗が含有する成分を変換する酵素の生成であるため、シンプル・安価に製造できる。 ・ より大型のデバイスに電力を供給するために電圧を増幅する方法を探る。 <p>URL: http://www.cnrs.fr/en/portable-electronics-stretchable-and-flexible-biofuel-cell-runs-sweat</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>Stretchable and Flexible Buckypaper-Based Lactate Biofuel Cell for Wearable Electronics</p> <p>URL: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/adfm.201905785</p>

温度変化で人間の顔面の形状を作るフラットな構造体

(This flat structure morphs into shape of a human face when temperature changes)

- ・ MITの研究チームらは、周囲の温度変化に反応して、フラットな層から所定の形状に変形する3Dプリントによるメッシュ状の構造体を設計。これまでに開発された他の可変形状の材料よりも、複雑な形状に変形。
- ・ 研究者らは試作品として、特定の温度差で人間の顔の形に変形するフラットなメッシュ状の構造体を作製。また、導電性の液体金属を内蔵したメッシュも設計し、ドーム状に湾曲してアクティブアンテナを形成し、変形に応じて共振周波数が変化。
- ・ 研究チームの新しい設計手法は、プリントする材料の特性を備えたフラットなメッシュ状の構造体の特定のパターンを、構造体が目標の形状に変形するよう決定させるために使用可能。
- ・ 形状を複雑に変化させることができる構造体は、人工組織のステントや骨格に、または望遠鏡の変形可能なレンズなどにも使用できる。
- ・ 研究チームではさらに、くらげロボットなど、水中で形状を変えて泳ぐようなものに組み込む計画。人工的な筋肉のような作動装置として使用し、温度差に応じて次々と変形できれば、ソフトロボティクスの新しい設計が可能。
- ・ 本研究は、2年前に、薄いフラットなシートを人間の顔のような複雑な形状に変形する、理論的な設計を考案したことがきっかけとなった。二重層の材料シート領域が、目標の形状に変形する際の膨張と収縮に関する計算式を考案し、理論的な材料でシミュレーションするコードを開発。その後実験し、フラットな連続シートが、複雑な人間の顔に変形することを視覚化。
- ・ しかし、研究チームは、その技法が大部分の物質的な材料に適用しないことを発見。シミュレーションに使用した連続シートは理論上の材料であり、膨張や収縮の量に関する物理的な制約は含まれていない。実在するほとんどの物質は、表面が同時に2つの垂直な方向に曲がる、二重曲率と呼ばれる効果により、成長能力が非常に限られている。
- ・ そこで研究者らは、可変形状シートに二重曲率を付与するために、構造体の基盤を表面が連続したシートからメッシュシートに切り替えた。
- ・ これにより、温度誘起された格子骨の折り曲げは、メッシュノードの膨張と収縮を拡大させ、また、格子の隙間を格子骨が異なる比率でシート上に成長するように設計すると、表面上の大きな変化が容易になることが期待された。
- ・ 研究者らはさらに、各格子骨が所定の角度に曲がるように設計。各格子骨には、4つのより細い格子骨を設計し、2つの格子骨を並べてそれぞれ重なり合うようにした。4つの細い格子骨は全て、注意深く選別した同一素材のバリエーションで、温度差で所定の異なる反応を示す。
- ・ 4つの細い格子骨が集まってひとつの大きな格子骨を形成するようにプリント過程で結合させると、格子骨全体が、より細い格子骨間の温度応答の差で曲線を形成。温度反応が高い格子骨はより長く伸びるが、応答性の低い格子骨と結合しているため、伸長には抵抗が働き、格子骨全体は伸びずに湾曲する。
- ・ 研究チームは、このような4つの格子骨を使用して人間の顔の形に湾曲する格子骨を作製するために、まずその幾何学理論が同研究アプローチに近い数学者、ガウスの顔の3D画像を作製。この画像から、フラットな表面に顔の形の凹凸をつけるために必要な格子間の距離マップを作製。その後、各距離間を、特定のパターンの格子骨や、各格子骨内のより細い格子骨の比率を含んだ格子骨に転換するアルゴリズムを考案。
- ・ 研究チームは、温度の上昇で自然に膨張するゴム材料のPDMSで格子骨をプリント。ガラス繊維の溶液を注入して材料の温度反応を調整し、物理的に硬化させ、温度変化に対する耐久性をもたせた。
- ・ 材料に格子状のパターンをプリントした後、炉で250°Cに加熱し、取り出して塩水に漬け、室温まで冷却すると、人間の顔の形に変形。
- ・ 研究チームはまた、液体金属インクが埋め込まれたリブで作製した格子状の円盤を印刷。様々な種類のアンテナで、格子骨がドーム状に変形する度に共振周波数が変化する。
- ・ 現在本技術を、温度応答性のテントや自力で進むフィンや翼など、より頑丈なアプリケーション用の硬い材料で設計する手法を開発中。
- ・ 本研究は、米国科学財団(NSF)およびDraper Laboratoryより一部支援を受けた。

URL: <http://news.mit.edu/2019/mesh-structure-shape-temperature-changes-0930>

アメリカ合衆国・マサチューセッツ工科大学(MIT)

90-4

(関連情報)

米国アカデミー紀要(PNAS)掲載論文(アブストラクトのみ:全文は有料)

Shape-shifting structured lattices via multimaterial 4D printing

URL: <https://www.pnas.org/page/media/news>

90-5	アメリカ合衆国・カリフォルニア大学リバーサイド校 (UCR)	<p>指先で製品認証 (Product authentication at your fingertips)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ UCR が、湿度に反応して色を変化させる、銀ナノ粒子(AgNPs)を利用したプラズモニック・フィルムを開発。 ・ ナノ粒子の呈色の変化はこれまで液体のみで成功しており、このことが実際のアプリケーションを制限していた。 ・ 従来困難とされてきた固体フィルムでのプラズモニックな呈色の高速・可逆的な調整の実現により、色変換アプリケーションの可能性が期待できる。 ・ 金や銀のプラズモニック金属ナノ粒子は、光を効率的に吸収して特定の波長で散乱させる特殊な光学的特性を有し、各粒子間の距離を変えるとそれらの呈色が変わる。今回のフィルム開発では、この特性を活用した。 ・ ガラス基板をホウ酸ナトリウムでコーティングし、AgNPs をスプレーしてフィルムを形成。AgNPs の各粒子表面には、各粒子間を隔てるキャッピング・リガンドがあり、これによるバッファーがナノ粒子の凝集を防止している。 ・ ホウ酸ナトリウムは、湿度によりホウ酸に変化し水酸化イオンを放出。これらのイオンがリガンドの化学基の脱プロトン化を促し、AgNPs のプロトンを奪って負電荷を与える。負電荷に帯電したナノ粒子が斥力により互いに反発して粒子間距離が変わるため、異なる色を反射。ピンク色のナノ粒子が黄色に変わる。 ・ 湿度を取り除くと、ホウ酸がホウ酸ナトリウムに戻って水酸化イオンを捕獲し、リガンドの化学基のプロトン化が開始。これにより、リガンドの表面電荷の還元が起こり、AgNPs 間の反発力が弱まってナノ粒子が凝集。粒子間の距離が狭まることで、AgNP フィルムの色が黄色からピンク色に変わるという、完全な可逆性を示す。 ・ このようなメカニズムにより、AgNP フィルムのプラズモニックな呈色変化が起こる。80%の相対湿度の場合、AgNP フィルムはピンク色から赤色、オレンジ色、最後に黄色に変化したことを確認。同フィルムのプラズモニックな呈色変化は、1,000 サイクル超の可逆性とリピータビリティを示した。 ・ 100%にも及ぶ人間の指周辺の相対湿度では、指先の接近の度合いに反応して AgNP フィルムの色が変わることを発見。様々な高解像度パターンをリソグラフィーにより AgNP フィルムに効果的に暗号化し、呼吸や指周りの湿度によって復元する、高速・タッチレスな情報暗号化や製品認証での利用が可能。 ・ また、セキュア通信やリアルタイム熱量測定、健康モニタリング等のアプリケーションも考えられる。 ・ 本研究は、米国立科学財団(NSF)のグラントで実施した。 <p>URL: https://news.ucr.edu/articles/2019/10/01/product-authentication-your-fingertips</p>
	(関連情報)	<p>Angewandte Chemie International Edition 掲載論文(アブストラクトのみ: 全文は有料) Dynamic Color-Switching of Plasmonic Nanoparticle Films</p> <p>URL: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/anie.201910116</p>

90-6	アメリカ合衆国・デューク大学	<p>電子タトゥーとパーソナルなバイオセンサーを実現するプリントド・エレクトロニクス (Printed Electronics Open Way for Electrified Tattoos and Personalized Biosensors)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ デューク大学が、紙や人間の皮膚などの繊細な表面上でも十分に機能するプリントド・エレクトロニクスを作製する、完全な一体造形(print-in-place)3D プリンティング技術を開発。密着性の高い、埋め込み型の電子タトゥーや、個々の患者特製のバイオセンサーを埋め込んだ包帯などに使用できる。 ・ このような完全なプリントド・エレクトロニクスについては、長年研究されてはきたものの、作製するためには、サンプルを何度も取り出して焼結、洗浄や、蒸着したりする工程が必要で、実現はされていなかった。新技術は、そのような従来の課題を克服するもの。 ・ いわゆる電子タトゥーの概念は、2000 年代後半に、当時イリノイ大学在籍で、現在はノースウェスタン大学の Louis Simpson and Kimberly Querrey 材料科学工学教授の John A. Rogers 氏により開発された。皮膚に直接、永久的に入れ墨を入れる本物のタトゥーに比べ、電子タトゥーは、フレキシブルな電子機器を含んだ、細くてフレキシブルなゴムのパッチ。 ・ この薄いフィルムは皮膚に一時的なタトゥーのように張り付き、初期段階のフレキシブル・エレクトロニクスでは、心臓や脳の活動のモニタリングや筋肉を刺激したりするために作製されていた。現在では、商業化・大量生産化に向かっているが、例えば、カスタム・エレクトロニクス添加により表面に直接修正が必要な場合があるなど、うまく機能していない部分も見つかっている。 ・ 3D プリンティング技術を真に有用なものにするには、オブジェクト全体をワンステップでプリント作製する必要がある。 ・ 本研究では、どんな構造体でも低温でエアロゾルプリンターを使用してプリントできる、銀ナノワイヤを含んだ新しいインクを開発。追加加工無く導電性を維持する薄いフィルムを作製。プリント後、インクは2分以内で乾燥し、50%の曲げひずみを千回以上繰り返した後も、高い電気性能を保持。 ・ 本論文に添付された実証ビデオでは、小指の下部に沿って、電子的に活性な 2 本のリード線をプリントしている。リード線は、小指先端に向かって小型 LED ライトに接続。リード線に電圧をかけると、LED ライトは点灯し、小指を曲げ伸ばしても消灯しない。 ・ 本研究の二番目の論文では、導電性のインクを他の 2 つのプリント可能な構造体と組み合わせてトランジスタを作製。最初にカーボンナノチューブの半導体片をプリントし、乾燥したら、プラスチックや紙製の基板をプリンターから外さずに、数 cm の 2 つの銀ナノワイヤリード線をプリントする。 ・ 非導電性誘電体層には、2D 材料の六方晶窒化ホウ素で半導体片の上にプリント。その後、銀ナノワイヤリード線のゲート電極をプリントする。 ・ 従来の技術では、例えば不要な材料を化学物質で洗い流したり、各層が混在しないように硬化させたり、電気的フィールドを遮る有機材料の痕跡を除去するために焼結したりと、追加加工が必要であった。 ・ 新技術では、このような追加加工は不要。材料が混在しないように各層を完全に乾燥させる必要もなく、処理する温度は従来よりも低温で可能。 ・ 本技術は、ウェアラブルエレクトロニクスの大規模な大量製造技術を置き換えるものではないが、ラピッドプロトタイピング技法やワンサイズですべてがまかなえないアプリケーションなどに使用できる可能性がある。 ・ 本研究は、米国防総省(DOD)の Congressionally Directed Medical Research Program (W81XWH-17-2-0045)、米国立衛生研究所(NIH)(1R21HL141028)および、米国立科学財団(NSF)(ECCS-1542015)より支援を受けた。 <p>URL: https://pratt.duke.edu/about/news/print-in-place-electronics</p>
	(関連情報)	<p>Nanoscale 掲載論文(アブストラクトのみ:全文は有料) Silver nanowire inks for direct-write electronic tattoo applications URL: http://dx.doi.org/10.1039/c9nr03378e</p>
	(関連情報)	<p>ACS Nano 掲載論文(アブストラクトのみ:全文は有料) Flexible, Print-in-Place 1D-2D Thin-Film Transistors Using Aerosol Jet Printing URL: https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acsnano.9b04337#</p>

90-7

アメリカ合衆国・
マサチューセッツ工
科大学(MIT)

オンチップの量子センシング (Quantum sensing on a chip)

- ・ MIT が、標準的な相補型金属酸化膜半導体(CMOS)技術を利用して、ダイヤモンド窒素・空孔中心(NV センター)ベースの量子センサーをシリコンチップ上に初めて作製。量子コンピューティング、センシングや通信に向けた低コストでスケーラブルなハードウェア開発の可能性を拓く。
- ・ 既存の NV ベース量子センサーは、キッチンテーブル程の大型で、高額な別個の構成部品の必要性が実用性とスケーラビリティを制限している。
- ・ ダイヤモンド結晶格子構造中の隣接する 2 箇所の炭素(C)がそれぞれ窒素(N)と空孔(V)に置き換わることで発生する NV センターは、結晶構造中の電子を伴った欠陥。この電子は周囲の電氣的、磁氣的、光学的特性の僅かな変動に対して容易に反応する。
- ・ NV センターは、原子のような機能に加え、色付の光子を吸収・放出する光ルミネセンス特性を有する。光やマイクロ波の照射によりセンサーの状態が変化し、それに伴って電子のスピンも変化。その電子の状態に応じて異なる量の赤色光を放出する。このような光は磁界や電界の量子情報を含んでおり、バイオセンシング、神経画像撮像や物体検出等多様なセンシングアプリケーションに利用できる。
- ・ 光検出磁気共鳴法(optically detected magnetic resonance: ODMR)では、磁界との相互作用で放出される光子を測定し、磁界に関するより詳細で定量的な情報が得られるが、作動にはかさ張る構成部品が多量に必要。
- ・ 今回、マイクロ波発振器、光学フィルターや光検出器を含むかさ張る全構成部品を、従来の CMOS 技術でミリメートルスケールに一つにまとめる方法を開発。新量子センサーは、室温下で磁界の方向と規模を検出できる。
- ・ 同量子センサーを磁気測定(magnetometry)で実証。センサーを取り巻く環境の情報を含有する、周囲の磁界による周波数の原子スケールでの変化を測定した。さらに高度化を進めれば、脳の電気インパルスのマッピングから非視線方向(NLOS)の物体検出まで、多様なアプリケーションの可能性が期待できる。
- ・ チップ上に極めて複雑な 3D 構造を構築できる CMOS 技術により、安価で微細な構成部品を配置・積層した新しいチップ・アーキテクチャを作製(一般的なチップスケールの LED でもある)。微量のダイヤモンドと緑色光源のみでチップ上に完全なシステムを構築した。
- ・ NV センターをチップのセンシング領域に配置し、その近くに配置したナノワイヤが電流に反応してマイクロ波を発生させる。光とマイクロ波の双方が NV センターに異なる量の赤色光を放出させ、その量の差は読み取り用のターゲット信号となる。
- ・ NV センターの下には、ノイズを除去して光子を測定する光検出器を、それらの間には、緑色のレーザー光を吸収して赤色光を光検出器に送る、フィルター機能の金属グレーティングを配置。これらによりオンチップの ODMR デバイスが完成。
- ・ マイクロ波を作るナノワイヤとNV センター間の最適な距離が電子の操作に十分な磁界を発生させ、微小チップ 1 個で大型マシンの役割を担う。また、マイクロ波の導線とその発生電子回路構成の高密度な統合と協調設計も効果をもたらし、実際の物体検出に十分な磁界の発生が確認できた。
- ・ 今年度初頭の半導体集積回路技術に関する国際会議(ISSCC)での発表論文で、感度を百倍向上させる設計の第二世代量子センサーについて説明。次いで千倍向上のロードマップについて言及。チップのスケールアップで、NV センターを高密度化(これが感度を決定)する。実現すれば、神経画像撮像や車輪・航空機の GPS での利用が期待できる。
- ・ 次の段階では、量子センサーの感度とバンド幅の更なる向上と、化学分析、核磁気共鳴分光や物質特性解析等、幅広いアプリケーションへの統合を目指す。

URL: <http://news.mit.edu/2019/quantum-sensing-chip-0925>

(関連情報)

Nature Electronics 掲載論文(アブストラクトのみ:全文は有料)

A CMOS-integrated quantum sensor based on nitrogen-vacancy centres

URL: <https://www.nature.com/articles/s41928-019-0275-5>

【バイオテクノロジー分野】		
90-8	フィンランド・アールト大学	<p style="text-align: right;">2019/9/16</p> <p>プラスチックに匹敵する木材繊維とスパイダーシルクを組合せた材料 (A combination of wood fibres and spider silk could rival plastic)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・アールト大学は、VTT の研究者らと共同で、自然界よりヒントを得て、樹木のセルロース繊維とクモの糸に含まれるシルクタンパク質を融合した新しいバイオベース材料を開発。 ・強靱で弾力性を備えた同材料は、将来的には、プラスチックに代わるバイオベースの合成物となり得るものであり、医療用アプリケーション、外科手術用ファイバー、織物や包装産業への活用が期待できる。 ・自然界は、本研究で使用した、堅固で入手が容易なセルロースや、強靱でフレキシブルなシルク等の新材料の宝庫。これらの材料の有利な点は、プラスチックとは異なり、生分解性であるため、マイクロプラスチックのように環境に悪影響を与えることがないこと。 ・本研究では、樺の木のパルプをセルロースナノフィブリルに分解し、硬いスキャフォールドで整列させ、そのセルロースネットワークに柔軟で散逸エネルギーをもつスパイダーシルク粘性マトリクスを浸透させた。 ・シルクは天然のタンパク質で、蚕やクモの糸から採取できる。新材料用のスパイダーシルクは、クモの巣から直接採取したものではなく、バクテリアと合成 DNA を使用して作製。DNA の構造が判明しているため、複製し、天然のクモの巣の糸と化学的に類似したシルクタンパク質分子の作製に使用できる。 ・本研究は、タンパク質工学に新しく幅広い可能性を示す。将来的には、構成要素を僅かに変更した類似した複合材料を作製し、他のアプリケーションで利用できる様々な特性を持たせることが可能になると考える。 ・現在は、インプラントや緩衝剤用の新しい複合材料を開発中。 ・本研究は、アールト大学の Centre of Excellence in Molecular Engineering of Biosynthetic Hybrid Materials (HYBER) における活動の一部。 <p>URL: https://www.aalto.fi/en/news/a-combination-of-wood-fibres-and-spider-silk-could-rival-plastic</p>
	(関連情報)	<p>Science Advances 掲載論文(フルテキスト)</p> <p>Biomimetic composites with enhanced toughening using silk-inspired triblock proteins and aligned nanocellulose reinforcements</p> <p>URL: https://advances.sciencemag.org/content/5/9/eaaw2541</p>

【環境・省資源分野】		2019/10/1
90-9	アメリカ合衆国・ノースカロライナ州立大学(NC State)	<p>水を加えるだけ:ポリマーによる混合ガスからのCO2除去機能を強化するシンプルステップ (Just Add Water: Simple Step Boosts Polymer's Ability to Filter CO2 From Mixed Gases)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ NC State を中心とした国際研究チームは、混合ガスから選択的にCO2を除去するポリマーの機能を飛躍的に高める手法を開発。 ・ 通常、材料のガス透過性が向上すると、材料の選択性は低下する。例えばCO2の場合、透過性が高まると、同時に他のガスも材料を透過してしまうため、混合ガスからのCO2除去機能は低下する。ポリマーをガス分離メンブレンとして機能させるには、この相殺作用を考慮しなければならない。 ・ 新技術では、材料を水に浸すだけで、ポリマーのCO2透過性が飛躍的に向上すると同時に、CO2の選択性もわずかに向上。 ・ CO2をろ過して取り除くポリマーメンブレンは、例えば天然ガスからCO2を除去し、産業施設からの放出を制限するために隔離するなど、様々なアプリケーションでの使用が期待されている。 ・ 本研究で使用したポリマーは、広範囲にわたる現代技術において望ましい特性を備えた、比較的強靱で再利用可能な熱可塑性エラストマー。 ・ 本研究ではまず、同ポリマー材料の形態(ポリマー分子を構成する分子配列)が、そのCO2選択性メンブレンとしての機能に、どのように影響しているかを調査。 ・ ガスのポリマー透過性は、通常バラー(Barrer)で測定する。本研究論文によると、乾燥時には、ポリマーのCO2透過性は、30バラー以下。過去の研究では、原料が水蒸気を含むと、CO2透過性は高まり、相対湿度85%超で100-190バラーまで上昇した。 ・ これらの結果により、湿度90%超で500バラーの透過性が達成可能なことを実証。同時に、CO2の窒素(N2)に対する選択性は60程度まで上昇。CO2回収に使用される、最高品質の市販のポリマーメンブレンのCO2透過率は約200バラーで、CO2/N2選択性は50程度。競合的なメンブレンを得るためにはこれら両方の指標を同時に考慮することが重要。 ・ 本研究は、産業ガスの分離や炭素回収技術に使用できるポリマーのポテンシャルを実証するもので、製造効率の向上や、地球気候変動軽減の取組に有効。また、ポリマーメンブレンの形態を変換する未知のより効率的な経路を提供し、気体輸送特性を大幅に向上させる。 ・ 本研究は、欧州委員会(EC)によるHorizon 2020 research and innovation programのNanoMEMC2 projectとノースカロライナ州立大学 Nonwovens Institute より支援を得た。また、米エネルギー省(DOE)のOffice of Science User Facilityでアルゴンヌ国立研究所(ANL)が運営する、DOEのユーザー施設のAdvanced Photon Source を利用した。 <p>URL: https://news.ncsu.edu/2019/10/water-boosts-co2-filter/</p>
	(関連情報)	<p>NPG Asia Materials 掲載論文(フルテキスト)</p> <p>Highly CO2-permeable membranes derived from a midblock-sulfonated multiblock polymer after submersion in water</p> <p>URL: https://www.nature.com/articles/s41427-019-0155-5</p>

【蓄電池・エネルギーシステム分野】		2019/9/24
90-10	<p>スイス連邦工科大学チューリッヒ校(ETH) (チューリッヒ工科大学)</p>	<p>ヒネリを効かせたバッテリー (A battery with a twist)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ETHが、フレキシブルなエレクトロニクスやテキスタイルで使用できる、薄膜リチウムイオン蓄電池のプロトタイプを開発。引き伸ばしたりひねったりしても電力を供給する。 ・ フレキシブルな同薄膜蓄電池では、充放電時にリチウムイオンの移動が起こる電解質がポイント。商用蓄電池設計と同様のレイヤー構造を有するが、電池全体の折り曲げや引き伸ばしを可能にするフレキシブルな構成部品を使用したのは初めて。 ・ アノードとカソードの2本の集電体は、導電性の炭素を含んだ折り曲げられるポリマー複合材より構成。同複合材は外部ケーシングとしても機能する。同複合材の内部表面にはマイクロサイズの銀片の薄膜を貼り付けた。 ・ 同銀片薄膜は屋根の瓦のように重なり合い、電池を引き伸ばしても元の状態を維持する。そのため、銀片薄膜間の接触が切断されても、引き伸ばしを耐久する集電体の導電性が保持され、炭素を含む複合材中を(若干弱まるが)電流が流れる。 ・ マスキングにより銀片層の特定領域にアノードとカソードの粉末をスプレーコーティング処理。カソードはマンガン酸リチウム、アノードは酸化バナジウムから構成される。 ・ 集電体2本を積み重ねてその間にバリア層を挟み、そのギャップに今回新たに開発した電解質ゲルを充填。同電解質は、可燃性で毒性のある商用のそれに比べて環境により優しく、高濃度のリチウム塩の水を含有。この成分が充放電時にカソードとアノード間のリチウムの移動を促進し、水の電気化学的分解を回避する。 ・ 巻き込めるディスプレイやスマートウォッチ、タブレット等の出現に伴い、フレキシブルで安全な蓄電池の需要が高まっている。同薄膜蓄電池の商業化には最適化に向けたさらなる研究、特に保持できる電極材料の増量が必要。 <p>URL: https://ethz.ch/en/news-and-events/eth-news/news/2019/09/battery-with-a-twist.html</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) Fully Integrated Design of a Stretchable Solid-State Lithium-Ion Full Battery URL: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/adma.201904648</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。