



海外技術情報(平成 30 年 7 月 13 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】			
59-1	アメリカ合衆国・ミネソタ大学	<p>エレクトロニクスや電池を皮膚に直接 3D プリント (Researchers 3D print electronics and cells directly on skin)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ミネソタ大学が、カスタマイズした低コストの 3D プリンターで人間の手の甲にエレクトロニクスを印刷する技術を初めて開発。また、マウスの皮膚の傷に生体細胞インクをプリントすることにも成功。 ・ 同技術のアプリケーションとして、兵士が携帯プリンターを用いて直接身体にプリントした暫定的なセンサーによる化学物質等の検出や、太陽電池のプリントにより電子機器への電源の供給等が考えられる。さらに、移植片を直接プリントして傷や皮膚疾患を治療する新医療の実現が期待できる。 ・ 価格が\$400 以下のポータブルで軽量の 3D プリンターを使用する同技術の革新性の一つは、プリント中に身体の微小な動きに順応できること。皮膚に配置した暫定マーカーを、プリンターがコンピュータビジョンを使用して追跡し、手の動きと輪郭にリアルタイムで順応。プリントするエレクトロニクスの回路形状を維持する。 ・ 同技術ではまた、室温下で硬化し導電する銀片から成る特殊なインクを使用。他の 3D プリンティングインクでは 100°Cもの高温による硬化を要し、皮膚へのプリントには不適切。新インクでプリントしたエレクトロニクスデバイスは、ピンセットで剥がすか水で洗い流すことで除去できる。 <p>URL: https://twin-cities.umn.edu/news-events/researchers-3d-print-electronics-and-cells-directly-skin</p>	2018/4/25
	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) 3D Printed Functional and Biological Materials on Moving Freeform Surfaces URL: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/adma.201707495</p>	

59-2	アメリカ合衆国・カーネギーメロン大学	<p style="text-align: right;">2018/4/25</p> <p>ハイテクなひねりを加えたスパイダーシルク (A high-tech spin on spider silk)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・カーネギーメロン大学が、100nm を下回るサイズの単一のス纖維で強靱、軽量、熱伝導性、絶縁性で生体適合性のポリマーナノファイバーを開発。 ・同ポリマーナノファイバーは、航空宇宙・土木建築分野、医療デバイスやロボティクスでのアプリケーションに適した特性を提供する。 ・従来、プラスチックやナイロン等の多機能性材料作製のプラットフォームとして使用されるポリマーは比較的容易に低コストで加工できるが、バルクのポリマーは分子の鎖がランダムに絡まる非結晶質で、明確な形態を持たない。 ・このことが強度や熱伝導性の低減やボイド(空孔)や分子のもつれの増大につながるが、ポリマー鎖はナノスケールにて高度に配向し、強度や熱伝導性を低減させる欠陥の除去が可能になる。 ・同大学によると、同ポリマーナノファイバーのヤング率と強度はバルクのポリマーの 59 倍。熱伝導率は 100W/mK(鋼鉄では 54W/mK、鉄では 73W/mK)。同ポリマーナノファイバーは、電子システムで極めて効果的に熱を除去する低コストな手段を提供することに加え、生体適合性のヒートスプレッダーとしての利用が期待できる。 ・同ナノファイバーの大量生産に向けた革新的な製造技術開発を実施予定。同ナノファイバーは、ポリマーを柔軟で断熱性から超強靱で伝熱性の材料へと転換させる革新的な技術と考える。 <p>URL: https://engineering.cmu.edu/news-events/news/2018/04/27-spider-silk-shen.html</p>
	関連情報	<p>Nature Communications 掲載論文(フルテキスト) Crystalline polymer nanofibers with ultra-high strength and thermal conductivity URL: https://www.nature.com/articles/s41467-018-03978-3</p>
59-3	アメリカ合衆国・国立標準技術研究所(NIST)	<p style="text-align: right;">2018/5/4</p> <p>侵襲性外来有害生物は産業や医学にとってより良い材料となり得るのか? (Can This Invasive Exotic Pest Make Better Materials for Industry and Medicine?)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・NIST は、木材パルプと侵襲性外来有害生物(invasive exotic pest)の乾燥片という、2 種類の余剰材料からの派生品を組み合わせ、強度、靱性、柔軟性、持続可能性、無毒性、UV 反射性を有する複合材料を作製。 ・木材と有害生物という一見あり得ない組み合わせの鍵となるのは、ナノサイズの螺旋階段状に分子がねじれた形で積層する「Bouligand(ブーリガン)構造」。同構造では、衝突や墜落といった衝撃力が螺旋階段状のねじれや回転によって偏向する。亀裂に対するレジリエンスを有し、無傷のまま機能を保全することが可能である。 ・元々、木材には天然の Bouligand 構造は存在しないが、紙や商業用木材の加工後の余剰材料である木材パルプを酸で洗浄し、リグニンとアモルファス(非晶質)セルロースを除去し、乳白色の溶液にしたものを極限まで乾燥させると、同構造を有する新しい材料になることが数年前に判明。 ・同溶液の主要組成成分は、セルロースナノクリスタルやナノセルロースとして知られるセルロースの微小結晶棒。パルプ由来の Bouligand 膜自体は、硬いが脆く、重量耐性はないが、NIST は、木材由来のナノセルロースの短い結晶棒に長い結晶棒を有する他の天然素材を組み合わせれば、堅固でフレキシブルな新しい材料を作製できると仮定。また添加剤を用いることによって、同材料から、水と酸素の拡散を遅らせる作用のある膜を作製することが可能になると考えた。 ・NIST は、同複合材料の候補として、ホヤ(tunicate)に着目した。ホヤは、有害生物にも食用にもなり得る水生生物であるが、内部構造が非常に長く結晶性の高いナノセルロースで構成されていることから、最高水準の物理的特性があると考えた。 ・NIST は、乾燥させたホヤと木材との複合材料の試験により、靱性が最大となる混合比を特定。木材パルプの複合材料に少量のホヤを加えると、靱性が若干増加し、すぐには破損せず、柔軟性が増す。ホヤの混合比が10%だと、材料の強度は倍増。混合比がホヤ30%、木材パルプ70%だと靱性は15~20倍に増加。しかしながら、ホヤの混合比をそれ以上増やしても強度は向上せず、逆に堅牢さは低下した。 ・ホヤを混合することによって、ナノ結晶がひねられ、木材パルプの構造形成を促進させることや、よりタイトで緻密なパターンが形成され、UV 反射性を有する複合材料になることも判明。同材料を、光を反射し、耐久性を高めるためのコーティング剤として使用することも可能。 ・同材料は近い将来、食品の包装、バイオメディカル用機器、建築用材、軽量の自動車や航空宇宙用車両の製造等の幅広い用途における使用が期待される。 <p>URL: https://www.nist.gov/news-events/news/2018/05/can-invasive-exotic-pest-make-better-materials-industry-and-medicine</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) Binary Cellulose Nanocrystal Blends for Bioinspired Damage Tolerant Photonic Films URL: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/adfm.201800032</p>

59-4	アメリカ合衆国・テキサス大学ダラス校(UT Dallas)	<p style="text-align: right;">2018/5/7</p> <p>超強靱な炭素シートを低温度で作製 (Scientists make strong, super-tough carbon sheets at low temperature)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ UT Dallas と北京航空航天大学が率いる研究チームが、低温度で製造できる高強度で高靱性のグラフェンシートを開発。 ・ 同グラフェンシートは、航空機・自動車車体から風力発電ブレードやスポーツ用品等で現在商業利用されている炭素繊維複合材の機械特性を上回り、その代替が期待できる。 ・ 炭素繊維複合材の高価格の一因は、炭素繊維が 2,500°C(約 4,500°F)の高温で製造されること。今回開発のグラフェンシートは、安価なグラファイトを 45°C(約 113°F)を下回る温度で作製できる。同グラフェンシートの面内方向での強度は、積層した炭素繊維複合材のそれに匹敵し、力学的エネルギーをより多く吸収できる。 ・ 研究チームは、ある種の貝殻に強度と靱性を与える自然の真珠層の構造に着想。大面積のグラフェンシートを機械的に積層する代わりにミクロンサイズのグラファイトプラテレットを酸化させることで水中での分散を促し、分散したグラファイトをフィルタリングして方向の揃った酸化グラフェンシートを形成した。 ・ この時点では強度や靱性を持たない(エネルギーを吸収できない)ため、架橋剤を添加することで対処。この添加により、重なって隣接するグラファイトプラテレットが結合し、続いて酸化グラフェンが酸化してグラフェンへと変換。架橋剤は共有結合とファンデルワールス結合の形成に個別に作用する。 ・ 架橋剤を使用したシートでは、そうでないシートに比して強度が 4.5 倍、靱性が 7.9 倍で、炭素繊維複合材と異なりポリマー母材が不要。炭素繊維複合材シートは同グラフェンシートと同等の面内方向の強度を有するが、吸収できるエネルギーは同グラフェンシートの 1/3。 ・ 低温度で作製できる同グラフェンシートは、低コストで高強度、靱性、耐疲労性を有する上、高導電性を備え、電磁波の遮断が可能。これらの特性を持つ架橋グラフェンシートは将来のアプリケーションに極めて有用と考える。 <p>URL: https://www.utdallas.edu/news/2018/5/8-32946_Scientists-Make-Strong-Super-tough-Carbon-Sheets-a-story-wide.html</p>
	関連情報	<p>米国科学アカデミー紀要(PNAS)掲載論文(フルテキスト) Sequentially bridged graphene sheets with high strength, toughness, and electrical conductivity URL: http://www.pnas.org/content/early/2018/05/03/1719111115</p>
59-5	アメリカ合衆国・アルゴンヌ国立研究所(ANL)	<p style="text-align: right;">2018/5/10</p> <p>ナノダイヤモンドは永遠に (Nanodiamonds are forever)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ANL は、ナノダイヤモンドと 2D 二硫化モリブデン層とを結合し、破壊して、自己生成能力があり、摩擦を極めて低くする乾式潤滑剤を開発。同潤滑剤には何百もの工業用途があり、乾いた状態で 2 つの金属が擦れ合う場所であれば、事実上どこへでも使用が可能。 ・ 現在市販され、最も一般的に使用されている固体潤滑剤は黒鉛ペーストの形をとっており、ドアノブや自転車チェーンなどに塗布される。 ・ ANL は 2015 年、ナノダイヤモンドと組み合わせたグラフェンを使用して、初めて工学的規模で超潤滑性(摩擦がゼロに近い)を実証し、固体潤滑技術のブレークスルーを達成。 ・ また、つい最近の研究では、グラフェンを二硫化モリブデンに置き換えてみたところ、グラフェン - ナノダイヤモンド潤滑剤で観察されたプロセスに類似したものになるであろうとの予想に反して、材料の中にナノダイヤモンドではなく、タマネギのような外観の炭素の球(複数)が観察された。 ・ これは、二硫化モリブデンがモリブデンと硫黄とに分解され、硫黄の拡散がナノダイヤモンドのひずみを増やし、続いてそれらを壊し、タマネギ形状の炭素に変換した。ANL は、硫黄がナノダイヤモンドにダメージを与えるものと考えていたが、実際には反応を促進する役割を担っていた。 ・ タマネギ形状の炭素は、球状黒鉛質シェルの複数の層によって構成。二硫化モリブデンとナノダイヤモンドを一緒に散布するプロセスによって、いかなる化学物質も添加することなく、タマネギ形状の炭素が自然に生成。 ・ 同乾式潤滑材における摩擦は、フッ素ポリマーを含むいくつかのノンスティックコーティング使用時の摩擦の 10 分の 1 に低減され、部品や装置における発熱、破損が減少。高接触圧に対する耐久性、および独自のナノ構造に起因する超潤滑性を有し、液状残渣や油汚れの心配もない。 ・ ANL は、スライディング中に潤滑剤を自己生成させる方法を開発。二硫化モリブデンはグラフェンより若干高価ではあるが、本プロセスではスライディングの距離が数 km でも、必要とされる量は僅か。コストは問題にはならない。 ・ 乾式潤滑剤は既に複数の産業分野において、主として薄膜コーティングとして使用されているが、重大な故障を起こしやすいことが課題。しかしながら、ANL の乾式潤滑剤は従来の薄膜コーティングとは大きく異なり、自己生成的で、スライディング中に継続的に自らを再調整するので、長持ちする。 ・ 同潤滑剤の潜在的な用途として、風力タービン、ベアリング・メカニカルポンプシーリングの他に、磁気ディスクドライブなどが挙げられる。ANL は同乾式潤滑材についての特許を出願中で、間もなくライセンスの供与が可能に。既に同技術に対する業界の関心はかなり高い。 <p>URL: https://www.anl.gov/articles/nanodiamonds-are-forever</p>
	関連情報	<p>Nature Communications 掲載論文(フルテキスト) Operando tribochemical formation of onion-like-carbon leads to macroscale superlubricity URL: https://www.nature.com/articles/s41467-018-03549-6</p>

【電子・情報通信分野】

59-6	英国・マンチェスター大学	<p style="text-align: right;">2018/4/18</p> <p>フレキシブルなテレビや高性能ウェアラブルスマート技術の実現に一步前進 (Flexible TVs and high performance wearable smart tech one step closer)</p> <ul style="list-style-type: none"> マンチェスター大学と中国・シャンドン(山東)大学が共同で、アモルファス酸化物半導(IGZO: インジウム、ガリウム、亜鉛、酸素)を使用したナノスケールの超高速薄膜トランジスタ(TFT)を開発。 ベンチマークとなる 1GHz の速度で作動し、より高速、高輝度でフレキシブルな次世代エレクトロニクスが期待できる。 TFT はスマートフォンや HD(高精細度)テレビの液晶ディスプレイ(LCD)で一般的に使用されるトランジスタだが、現行の TFT ではほとんどがシリコンベースで不透明であり柔軟性に欠け高価。これに比して安価な今回開発の酸化物半導体系 TFT は、LCD の画像品質を向上させながら柔軟性を提供する。 今回開発の TFT は、特にウェアラブルエレクトロニクスに必要な柔軟性と透明性を備え、中～高性能のフレキシブル電子回路実現の可能性を拓く。酸化物半導体技術は根本的な限界に近づきつつあるシリコン技術に比して開発が急速に進展しており、近年では酸化物半導体 TFT の速度向上が試みられている。一部の電子製品ですでにシリコン TFT を代替しているが、今回の開発は酸化物半導体 TFT の商業化の実現をさらに近づけるもの。 酸化物ベース半導体を使用したエレクトロニクスの商業化には、材料、リソグラフィー、デバイス設計、試験方法や大面積製造を含む広範囲にわたる研究開発が必要。数十年をかけて現在の地位を獲得したシリコン技術よりも顕著に迅速な進展がみられている。 GHz の IGZO トランジスタのような高性能デバイス開発では、材料の最適化を始めデバイス設計、製造や試験等の課題への対処が必要だが、同大学は 2015 年に酸化物半導体を使ったフレキシブルダイオードで 6.3GHz を達成(現在でも世界記録)しており、同大学の酸化物半導体技術開発に確信を持つ。 <p>URL: http://www.manchester.ac.uk/discover/news/flexible-tvs-and-high-performance-wearable-smart-tech-one-step-closer/</p>
59-7	(関連情報)	<p style="text-align: right;">2018/4/19</p> <p>フォトリソグラフィを従来のチップ設計に統合 (Integrating optical components into existing chip designs)</p> <ul style="list-style-type: none"> MIT、カリフォルニア大学バークレー校(UCB)およびボストン大学が共同で、既存の製造プロセスにより単一チップ上にフォトニクスとエレクトロニクスを個別に統合する技術を開発。 同研究グループは 2015 年に既存の製造プロセスを利用して単一チップ上にエレクトロニクスとフォトニクスの両コンポーネントを搭載しているが、フォトリソグラフィコンポーネントと同一のシリコン層でのエレクトロニクスコンポーネント作製を必要とし、十分な厚さのシリコン層を使用する旧来のチップ技術によるもの。 同開発で最も期待されることは、エレクトロニクスとは個別のフォトニクスの最適化。様々なシリコンエレクトロニクス技術にフォトニクスを追加できれば、製造プロセスの変更なくオンチップオプティクスの性能を向上させて、マイクロプロセッサや GPU へのフォトリソグラフィインプット・アウトプット獲得が可能となる。 電気通信から光通信への移行は、チップの速度を大幅に向上させながらエネルギー消費量を低減させる可能性があり、半導体チップ製造業者には望ましい動向。米国半導体工業会(SIA)は、トランジスタ数が現在の速度で増加した場合、コンピューターのエネルギー消費量が 2040 年までに世界のエネルギー総出力量を超えると予測している。 現在市場にある光通信デバイスはエネルギーを大量に消費し、熱を大量に発生するため、マイクロプロセッサ等のチップへの統合が不可能。商用のモジュレーターは、新チップに組み込んだモジュレーターに比して 10 倍から 100 倍のエネルギーを消費し、10~20 倍のチップスペースを要するが、新チップではリング共振器ベースのスペース効率の高いモジュレーター設計を採用。 新チップは、数百万個のトランジスタに加え、モジュレーター、導波路、共振器、光検出器を含む、光通信に必要な全コンポーネントを有する。 2015 年のマイクロプロセッサ作製には、チップに積層したガラス層に大型の単結晶シリコンを接合するウェハーボンディングプロセスを採用。新チップでは、多結晶シリコンを使用してガラス層に多様な薄さのシリコンを直接積層。 単結晶シリコンはフォトニクスとエレクトロニクスの両方に有用だが、多結晶シリコンでは、サイズが大きければ導電性に優れるが光を散乱して光学効率を低減し、小さければ光の散乱が低減するが導電性が低下するというトレードオフあり。そのため、シリコンの種類、プロセス温度や時間を変えた多結晶シリコン積層の一連の手法を試験し、このような電気特性と光特性間のトレードオフを両立させる材料の特定に成功した。 <p>URL: http://news.mit.edu/2018/integrating-optical-components-existing-chip-designs-0419</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) Integrating photonics with silicon nanoelectronics for the next generation of systems on a chip URL: https://www.nature.com/articles/s41586-018-0028-z</p>	
	(関連情報)	<p>Nature (News and Views) 掲載記事 Electronics and photonics united URL: https://www.nature.com/articles/d41586-018-04443-3</p>	
59-8	英国・セント・アンドルーズ大学	<p>2018/5/1 スーパーマンのレーザービジョンの実現に一步前進 (Superman's laser vision a step closer to reality)</p> <ul style="list-style-type: none"> セント・アンドルーズ大学が、有機半導体を使用した超薄膜レーザーを開発。安全保障やバイオフォトニクス、フォトメディシンにおける新しいアプリケーションでの利用が期待できる。 同薄膜レーザーでは、コンタクトレンズや紙幣での使用を可能するため、比重量と薄さを始めとした機械的柔軟性の基本的な限界に対処。基板から取り外した薄膜の樹脂で、柔軟で変形しやすい環境で利用できる世界最小・最軽量のレーザーを実現。 同薄膜レーザーは人間の眼球での安全な作動要件に適合した低いしきい値を有し、今回、牛の眼球からのレーザー放出を実証。また、物体に貼りつけた際の同薄膜レーザーの柔軟性と機械的な堅牢性に加え、光特性が数か月間変化しないことも確認。 同薄膜レーザーを紙幣やコンタクトレンズに装着することで、フレキシブルでウェアラブルなセキュリティータグとしての利用が見込める。また、異なる材料の使用とレーザーの回折格子構造を調整することで、0と1のデジタルバーコードとしての明確なライン放出の設計も可能。 <p>URL: https://www.st-andrews.ac.uk/news/archive/2018/title,2091026.en.php</p>	
	(関連情報)	<p>Nature Communications 掲載論文(フルテキスト) Flexible and ultra-lightweight polymer membrane lasers URL: https://www.nature.com/articles/s41467-018-03874-w</p>	
59-9	シンガポール国立大学 (NUS)	<p>2018/5/3 NUS エンジニアらが自己起動して電池が切れると動作するスマートマイクロチップを開発 (NUS engineers invent smart microchip that can self-start and operate when battery runs out)</p> <ul style="list-style-type: none"> NUS が、電池が切れた後も動作を継続する革新的なスマートマイクロチップ、『BATLESS』を開発。IoT デバイス用の電池サイズを大幅に縮小できることを実証し、より小型で安価な IoT デバイスの実現が期待できる。 IoT デバイス普及の主要な課題の一つは、限られたエネルギー源による長期間のデバイスの動作で、これには極めて高度なエネルギー効率が必要。センサー等の IoT デバイスは通常、遠隔で定期的な点検が困難な場所で大量に使用される。現行の IoT デバイスの電池は大型で、電力供給先のチップの3倍のコストがかかる。デバイス電池サイズはセンサーノードの寿命で決まり、これが電池交換頻度に直接影響。メンテナンスコストや環境への負荷が懸念される。 『BATLESS』は、超小型のオンチップ太陽電池で自己起動して微弱な光(50 ルクスの屋内照明光度:nW 規模の電力)の下でも電池に頼らず動作を継続する新しいパワーマネジメント技術により設計。IoT センサーノードへのエネルギー供給に必要な電池サイズとその製造コストを1/10に低減する。 電池が切れた場合でも IoT デバイスの運転を継続させる「battery indifference」(電池に依らない)システムは、ミニマム・エネルギーとミニマム・パワーの2種類のモードを切り替えることで機能。電池にエネルギーがあれば、チップはエネルギーモードでの運転で電池寿命を最大限化し、電池が切れるとパワーモードに切り替わって約0.5nW(スマートフォンでの通話で消費する電力の1/10億)の微量なエネルギーで運転。このような電力は約0.5mm²の超小型オンチップ太陽電池や、振動・熱等による環境のエネルギーで供給できる。チップのこのようなモード変換機能により、cmからmm規模への電池サイズの大幅な縮小が可能になっている。 『BATLESS』マイクロチップは、センシング、プロセス、キャプチャーとタイムスタンピングを継続して実行し、電池のエネルギー供給が開始するとクラウドへとワイヤレスでデータを送信。電池切れ時のミニマム・パワーモードでも、同マイクロチップは低速度の通信で十分な IoT データ(温度、湿度や圧力等)であれば十分に対応できる。特に、スマートビルディング、環境モニタリング、エネルギー管理や生活空間の居住者のニーズへの適応等のアプリケーションに適する。 同マイクロチップのミニマム・パワーモードでの消費エネルギーは、ミニマム・エネルギー固定運転に設計された最高水準の既存のマイクロコントローラーの1/1000~1/100000。また、同チップの16ビットマイクロコントローラーは、ミニマム・パワー固定運転に設計された他のコントローラーの10万倍の速度で動作。 今後はセンサーからワイヤレス通信までの全シグナルチェーンを網羅する、完全に電池に頼らないシステムの構築に取り組む。電池サイズをmm規模に縮小するソリューションを実証し、最終的には電池の完全な排除を目指す。 <p>URL: http://news.nus.edu.sg/press-releases/BATLESS-smart-microchip</p>	

	(関連情報)	<p>2018 IEEE International Solid – State Circuits Conference (ISSCC) (2018)発表論文(アブストラクトのみ:全文は有料)</p> <p>A 595pW 14pJ/Cycle microcontroller with dual-mode standard cells and self-startup for battery-indifferent distributed sensing</p> <p>URL: https://ieeexplore.ieee.org/document/8310175/</p>
59-10	中華人民共和国・中国科学院(CAS)	<p style="text-align: right;">2018/5/18</p> <p>中国人科学者が高性能カーボンナノチューブ透明導電膜を作製 (Chinese Scientists Produce High-performance Carbon Nanotube Transparent Conductive Films)</p> <ul style="list-style-type: none"> 透明導電膜 (transparent conductive film=TCF) は、タッチスクリーン、スマートウィンドウ、液晶ディスプレイ、有機発光ダイオード (OLED)、および有機太陽電池の重要なコンポーネントである。インジウムスズ酸化物 (ITO) は最も広く使用されている透明導電性材料であるが、インジウムの埋蔵量に限りがあることや、ITO の砕けやすさという特性により、フレキシブルエレクトロニクスでの持続可能な活用の妨げとなっている。 優れた柔軟性、望ましい光学特性、および良好な導電性によって、単層カーボンナノチューブ (SWCNT) ネットワークは、フレキシブルな TCF を作製するための候補材料ではあるが、SWCNT TCFs の光電子性能は、チューブ間接合抵抗、およびバンドリング効果が阻害要因となって、ITO TCFs の性能には遠く及ばない。 CAS は最近の研究で、注入浮遊触媒化学気相成長法 (injection floating catalyst chemical vapor deposition method) によって、TCFs のための炭素溶接接合を伴う単離 SWCNT で構成された SWCNT 薄膜を合成。SWCNT の核生成および成長濃度を調整することにより、85% の SWCNT が単離された。さらに、炭素源の含有量を制御することにより、チューブとチューブとの接合部に「炭素溶接」構造が形成された。 炭素溶接接合が、金属と半導体 SWCNT との間のショットキー接触をオーミック接触に近いもの (near-ohmic) に変換することにより、チューブ間接合抵抗を大幅に低下させた。 元々の SWCNT 膜は独特の構造により、550-nm の光に対して 90% の透過率で $41 \Omega \square^{-1}$ の記録的に低いシート抵抗を示したが、HNO₃ 処理後のシート抵抗は、フレキシブル基板上的 ITO の抵抗よりも良好な $25 \Omega \square^{-1}$ にまで減少した。 同 SWCNT 膜をアノードとして用いた OLED は、CNT アノードベースの OLED において、これまで報告された最高値よりの 7.5 倍の 75cdA^{-1} の高電流効率、優れた柔軟性、および安定性を示した。 良好な柔軟性を有するこれらの高性能 SWCNT TCFs は、透明電極などの様々なフレキシブル電子・光電子デバイスでの用途に大きな可能性を有する。 <p>URL: http://english.cas.cn/newsroom/research_news/201805/t20180516_192531.shtml</p>
	(関連情報)	<p>Science Advances 掲載論文(フルテキスト)</p> <p>Ultrahigh-performance transparent conductive films of carbon-welded isolated single-wall carbon nanotubes</p> <p>URL: http://advances.sciencemag.org/content/4/5/eaap9264.full</p>

【蓄電池・エネルギーシステム分野】

59-11	アメリカ合衆国・スタンフォード大学	<p style="text-align: right;">2018/4/30</p> <p>スタンフォード大研究者らが太陽・風力エネルギーを貯蔵する水ベースの蓄電池を開発 (Stanford researchers have developed a water-based battery to store solar and wind energy)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・スタンフォード大学が、水をベースとしたマンガン-水素蓄電池を開発。太陽光や風力といった間欠的な発電のエネルギーを貯蔵する、電力グリッド規模の蓄電池の実現を目指す。 ・同蓄電池のプロトタイプは、高さが3インチ(約8cm)、発電量が20mWhとキーホルダー用のLEDフラッシュライト程度のエネルギーではあるが、10,000回の充放電サイクル数を有する産業規模システムへのスケールアップにより、長寿命なグリッド規模蓄電池の作製が可能と考える。 ・同蓄電池では、水と硫酸マンガン間での可逆的な電子交換反応を利用。硫酸マンガンは、乾電池や肥料等に使用される安価で賦存量が豊富な工業塩。 ・同蓄電池プロトタイプに電源を取付け、同蓄電池への太陽光等のエネルギーの貯蔵をシミュレートした結果、水に溶解した硫酸マンガンと電子が反応して電極に付着した二酸化マンガン粒子を残し、余剰な電子を後にエネルギーとして利用できる水素ガスで貯蔵。 ・空の状態の同プロトタイプ蓄電池の再充電では、電極に付着した二酸化マンガン粒子と水が結合することで硫酸マンガンが修復した後、余剰となった電子が水素ガスとなるプロセスを繰り返すことが可能。同蓄電池に見込める寿命から、100Wの電球を12時間点灯する電力の貯蔵コストは僅かであると予測。 ・間欠的な再生可能エネルギー源からのエネルギー貯蔵と電力ピーク需要への対処等に向けて米エネルギー省(DOE)が推奨するグリッド規模の蓄電池では、少なくとも1時間に20kWを充放電し、最低で5,000回の充電が可能で電池寿命を10年超とする。実用に向けたこのような蓄電池システム価格は2,000ドルを下回る(\$100/kWh)必要あり。 ・低コストの材料を用いた比較的単純な構造で新規の化学的作用を利用する同マンガン-水素蓄電池は、低コストのグリッド規模蓄電池としての利用の可能性を有すると考える。同蓄電池のプロトタイプでは高価な白金電極触媒使用のため大規模な展開は不可能であるが、DOEが目標とする\$100/kWhを下回る可能性を提供できる触媒を特定済み。 ・同プロトタイプ蓄電池では、DOE要件の2倍となる10,000回の充電を報告しているが、電池性能とコストの適正な評価には実際の電力グリッド貯蔵条件下での試験が必要。同技術について特許出願中。商業化に向けて企業設立予定。 <p>URL: https://news.stanford.edu/2018/04/30/new-water-based-battery-offers-large-scale-energy-storage/</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) A manganese-hydrogen battery with potential for grid-scale energy storage URL: https://www.nature.com/articles/s41560-018-0147-7</p>

【新エネルギー分野(太陽光発電)】

59-12	アメリカ合衆国・ミシガン大学	<p style="text-align: right;">2018/4/23</p> <p>商業化の基準となる有機太陽電池のエネルギー変換効率新記録を達成 (Organic solar cells reach record efficiency, benchmark for commercialization)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ミシガン大学が、エネルギー変換効率15%を達成するタンデム型有機太陽電池を実証。 ・このようなエネルギー変換効率での稼働で寿命を20年とした場合、有機太陽電池による発電コストは7セント/kWhを下回ると予想。米国エネルギー情報局によれば、2017年の米国における発電コストは10.5セント/kWh。 ・今回、新設計と製造プロセスにより、過去数年間では約11~12%に留まっていたエネルギー変換効率を向上させた。 ・同有機太陽電池は、第一セル層が350nm以上の可視光波長を吸収し、第二セル層が950nmまでの近赤外波長を吸収する2層のセルを組合せた多接合設計。各層は個別では10~11%の効率だが、2層のセルを積層することで光吸収量が増加し、反射防止コーティング処理で同効率を達成。 ・2層のセルの積層は、上部セル層のプロセスで使用する液体が、既に積層したセル層を溶解する恐れがあり、通常困難とされる。今回、2層のセルの層間を接合するインターコネクト層を開発し、積層済みのセル層の損傷を回避しながら光と電荷を透過する。 ・このような新設計、材料および製造プロセスで95%超の製造歩留りを実証。短絡なくほぼ全てのデバイスの製造に成功。このことは、産業レベルへの製造のスケールアップに重要。 ・光吸収能力をさらに改善して電流を増加させ、エネルギー損失を抑えて電圧を向上させることで、近い将来には18%の効率達成を見込む。 <p>URL: http://www.ns.umich.edu/new/releases/25589-organic-solar-cells-reach-record-efficiency-benchmark-for-commercialization</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) High fabrication yield organic tandem photovoltaics combining vacuum- and solution-processed subcells with 15% efficiency URL: https://www.nature.com/articles/s41560-018-0134-z</p>

【新エネルギー分野(燃料電池・水素)】		2018/5/3
59-13	アメリカ合衆国・ミシガン大学	<p>人工光合成でクリーンな水素燃料を獲得 (Harvesting clean hydrogen fuel through artificial photosynthesis)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ミシガン大学が、太陽光による水分解で水素を生成する、光化学ダイオードによる人工光合成デバイスを開発。3%超の太陽光-水素変換効率を達成。 ・ 同デバイスは、太陽電池やエレクトロニクスで広く利用される材料の窒化ガリウム(LED 等で使用)とシリコンから構成。太陽光と海水のみで機能し、クリーンな水素燃料の大規模生成の可能性を拓く。 ・ 淡水や海水を使用した太陽光による水分解では、これまでに 1%を若干上回る安定した太陽光-水素変換効率が報告されているが、他のアプローチでは高効率獲得のために、強酸性溶液の添加や、高コストで効率性や安定性に欠ける二酸化チタン等の材料を使用している。 ・ 同大学は、電界を発生させる、窒化ガリウム(GaN)のナノサイズの柱状構造を有するウェハを作製。電界が光(光子)から電子と正孔への分離を促し、水分子を水素と酸素に効率的に分解する。 ・ GaN ウェハ背面のシリコンは現在は機能に関与していないが、今後は光の捕集と GaN への電荷キャリアの輸送促進での利用を目指す。 ・ 3%の変換効率は決して高くはないが、同研究を 40 年間継続するという観点からは今回の結果は飛躍的なブレイクスルーと考える。 ・ 5%の効率が商業化の目安となるが、同大学は 20~30%の効率達成を目標とする。CO2 をメタノールや合成ガス等の炭化水素に転換する研究も同時に実施中。 <p>URL: https://news.umich.edu/harvesting-clean-hydrogen-fuel-through-artificial-photosynthesis/</p>
	(関連情報)	<p>Nature Communications 掲載論文(フルテキスト)</p> <p>A photochemical diode artificial photosynthesis system for unassisted high efficiency overall pure water splitting</p> <p>URL: https://www.nature.com/articles/s41467-018-04067-1</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。