

NEDO 海外レポート

2014.12.25

1112

1	【新エネルギー分野(太陽光発電)】 ペロブスカイト太陽電池の電荷移動渋滞 (ドイツ)	2014/10/1 公表	1
2	【材料・ナノテクノロジー分野(革新的材料・ナノテクノロジー)】 1原子分の厚さのグラフェンで摩擦・摩耗と戦う(米国)	2014/10/13 公表	4
3	【蓄電池・エネルギーシステム分野(蓄電池)】 南洋理工大学が寿命20年の超急速充電蓄電池を開発 (シンガポール)	2014/10/13 公表	7
4	【クリーンコールテクノロジー分野】 コスト効果的でエネルギー効率的なCO2回収方法を開発 (スイス)	2014/10/13 公表	11
5	【新エネルギー分野(太陽光発電)】 太陽エネルギー発電の技術革新とコスト削減を推進するため DOE が 5,300 万ドルの資金提供を発表 (米国)	2014/10/22 公表	14
	＜関連資料＞		
5-1	次世代太陽光発電 3		17
6	【新エネルギー分野(燃料電池・水素)】 電子レンジで合成できるユニークな燃料電池触媒を開発 (スウェーデン)	2014/10/31 公表	22
7	【蓄電池・エネルギーシステム分野(蓄電池)】 新たなナトリウム導電性物質が蓄電池を改良 (米国)	2014/11/4 公表	25

※ 各記事への移動は Adobe Acrobat の「しおり」機能をご利用ください

URL : <http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/>

《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。》

海外レポート問い合わせ E-mail : q-nkr@ml.nedo.go.jp

NEDO は、独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構の略称です。

(1112-1)

【新エネルギー分野（太陽光発電）】

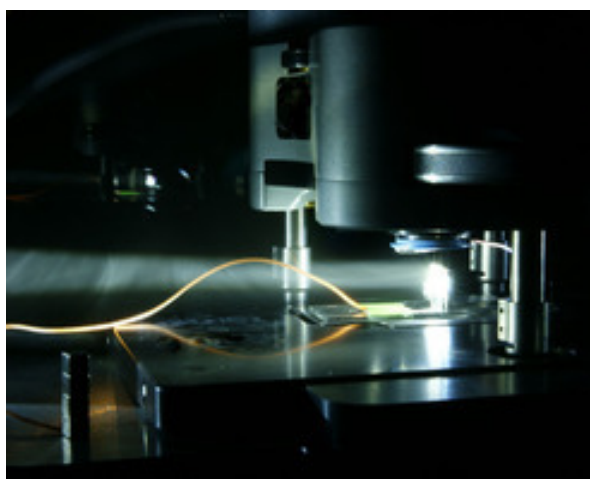
仮訳

ペロブスカイト太陽電池の電荷移動渋滞(ドイツ)

作動メカニズムの新たな知見が、斬新なペロブスカイト太陽電池を
さらに最適化する方法を示す

2014年10月1日

近い将来、従来のシリコン太陽電池は安価な競争相手を持つことになるだろう。マインツのマックスプランク協会 Polymer Research 研究所の研究者たちはスイスやスペインの科学者たちと共同で、有機-無機ペロブスカイト化合物が光吸収体として作用する革新的なタイプの太陽電池の作動原理を調べた。科学者たちは、電荷キャリアがこれらの光起電力素子の特定の層に蓄積するのを観察した。この蓄積による混雑が解消されれば、同太陽電池の既に相当高い変換効率はさらに向上するだろう。ペロブスカイトベースの太陽電池は、将来の再生可能エネルギー担体の中で重要な役割を果たす可能性がある。高コストでエネルギー集約的な製造による従来のシリコン太陽電池と異なり、同太陽電池は安価な材料で作られ、製造も簡単である。



マインツのマックスプランクの研究者たちが、フォース顕微鏡を使って、ペロブスカイト太陽電池内の電荷移動を調査した。太陽電池は左から光照射される。© MPI for Polymer Research

再生可能エネルギーはエネルギー転換の必須要素である—しかし、それらの使用は有益なものでなければならない。特にドイツのような日射量の少ない国では、これが太陽電池に当てはまらないことがよくある。ここ数年研究されているペロブスカイト太陽電池の変換効率がさらに向上すれば、すぐにこの状況は変わるだろう。マインツのマックスプランク協会 Polymer Research 研究所の Rüdiger Berger 氏が率いる研究チームの目標にこの課題が含まれる。

ペロブスカイト太陽電池は、結晶がペロブスカイト構造の有機・無機化合物から成る層で発電する。この構造のイオンは立方晶配列、すなわち矩形格子を形成する。「ペロブスカイト材料は極めて良く光を吸収します。」と Rüdiger Berger 氏は言い、太陽電池の作動について説明する。「ペロブスカイト層で吸収された光は、原子から電子を運び去り、正の電荷を帯びた電子空孔、「正孔」とも呼んでいるものを作ります。それから、電子を一方の電極に導き、正孔をもう一方の電極に導けば、電気が発生します。」



太陽電池内の交通渋滞：ペロブスカイト太陽電池内で、ペロブスカイト層(オレンジ)は電子を(下部電極に輸送し)上部電極(黄色)に導く酸化チタンの多孔質層(グレー)(と正孔導電体(赤))の間に位置する。マインツを拠点とするマックスプランクの研究者たちは正電荷を帯びた正孔がペロブスカイト層に蓄積することを立証した。© MPI for Polymer Research

正孔は電子ほど速く電極に到達しない

太陽電池内で、ペロブスカイト構造は、光照射で生じた電子を収集して下部電極に輸送する酸化チタンの多孔質層の上に位置する。ペロブスカイト構造の上には、正孔を上部電極に輸送する有機正孔導電体 Spiro-OMeTAD から成る層がある。「太陽電池の多くの異なる層は極めて重要です。これらの層は確実に 2 つの電荷キャリアを効果的に分離します。」と Rüdiger Berger 氏の研究仲間の Stefan Weber 氏は語る。「しかし、電荷キャリアはある材料から別の材料へとジャンプする度に、小さな障壁を乗り越えなければなりません。これらの障壁は、通行量の多い高速道路の車の流れが滞っている工事現場のような働きをします。この太陽電池内の電荷輸送渋滞が損失を引き起こし、変換効率の低下につながるのです。」

数回の試験シリーズで、研究者たちは、光に晒されたペロブスカイト層に正電荷の強い蓄積が起こっているのを発見した。彼らはこの正電荷の蓄積の原因を酸化チタン電子導電体が正孔導電体よりも効果的に働くからだと考える。正孔は電子ほど速く電極に到達せず、途中で蓄積する。そして、ペロブスカイト層の正電荷の過剰は、電荷移動をさ

らに減速させる逆の電界を引き起こす。

より効率的な正孔導電体が太陽電池の変換効率を向上させる

太陽電池内の電荷移動を観察するため、マイントツを拠点とする研究者たちは太陽電池を真ん中で切り開き、精巧に焦点を合わせたイオンビームを使って切断面が滑らかになるまで磨き上げた。そして、ケルビンプローブフォース顕微鏡を用いて、太陽電池の各層の電位をマッピングした。この電位マップから、電界分布と太陽電池の異なる層を通る電荷移動を導き出すことができた。



Rüdiger Berger 氏（左）と Stefan Weber 氏はペロブスカイト太陽電池の電荷移動の障害となる位置を発見した研究チームに所属する。酸素や湿気から繊細な太陽電池を保護するため、不活性ガスを満たした密閉グローブボックスで太陽電池を測定した。© MPI for Polymer Research

「私たちは初めて太陽電池内の電荷分布を個々の材料層と関連付けることができました。」と Rüdiger Berger 氏は言う。「光照射されたペロブスカイト層内での正電荷の電荷移動渋滞は、正孔導電体を通る電荷移動が太陽電池の変換効率にとって障害となっているということを教えてください。」より効率的な正孔導電体を用いることで、ペロブスカイト太陽電池の変換効率は 20% 台をはるかに越え、従来のシリコン太陽電池に真に代わるものとなるだろう。

翻訳：NEDO（担当 技術戦略研究センター 勝本 智子）

出典：本資料はマックスプランク協会の以下の記事を翻訳したものである。

“Charge transport jamming in solar cells”

http://www.mpg.de/8431287/efficiency_perovskite-solar-cell?filter_order=L&month=10&research_topic=&year=2014

(Used with Permission of Max-Planck-Gesellschaft)

(1112-2)

【材料・ナノテクノロジー分野（革新的材料・ナノテクノロジー）】

仮訳

1原子分の厚さのグラフェンで摩擦・摩耗と戦う(米国)

By Jared Sagoff

2014 年 10 月 13 日

イリノイ州アルゴンヌー科学者や技術者は、機械システムの耐久性を可能な限り高める設計をしようとするなら、摩擦を克服する方法を見いだす必要がある。摩擦を低減する様々な材料を研究者が発見してきた一方で、従来の潤滑剤には多くの場合、化学的な限界がある。米国エネルギー省(Department of Energy: DOE)のアルゴンヌ国立研究所(Argonne National Laboratory: ANL)で最近行われた分析によって、従来よりも幅広い環境で機能する耐摩耗性が非常に高い新たな物質が確認された。

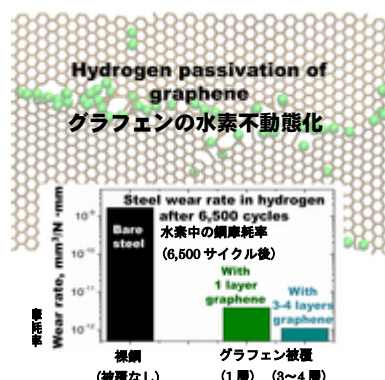


グラフェンは、その六角形構造によって優れた潤滑剤となる。

ANL の [ナノスケール材料センター\(Center for Nanoscale Materials: CNM\)](#) および同 [エネルギーシステム\(Energy Systems\)](#) 部門のナノ科学者 Anirudha Sumant 氏らは、炭素の二次元形状であるグラフェンの 1 原子分の厚さの層を鋼球と鋼板の間に置いた。そして、そのわずか 1 層のグラフェンが、6,500 回を超える「摩耗サイクル(wear cycle)」に耐えることを発見した。グラファイト(黒鉛)や二硫化モリブデン等の従来の潤滑剤と比べると、飛躍的な優位にある。

同氏は次のように話した。「比較のために言うと、従来の潤滑剤の場合、1,000 回の摩耗サイクルに耐えるには 1,000 層が必要になるでしょう。大幅な性能向上によるコストの節減という観点から、これは大きな強みです。」

グラファイトは工業用潤滑剤として 40 年以上にわたり使用されているが、欠点がないわけではないと同氏は説明する。「グラファイトは、湿潤環境でのみ真に効果を発揮するという点で限界があります。乾燥した環境では、同等の効果は得られないでしょう。」



この棒グラフは、ステンレス鋼球をグラフェンで被覆すると、摩耗率が劇的に低下することを示している。

機械システムに対してうまく機能する汎用潤滑剤を見つけることです。」と同氏は述べた。

この限界は、グラファイトがグラフェンとは異なり、三次元構造であることに起因する。湿った空気に含まれる水分子がグラファイトの炭素シートの上に織り込まれることで、滑りやすさが生まれる。空気中に十分な量の水分子がない場合、グラファイトの滑らかさは失われる。

また、同氏によれば、もう一つの一般的な潤滑剤である二硫化モリブデンには逆の問題がある。同材料は乾燥環境では機能するが、湿潤環境では効果を発揮しない。「根本的な課題は、どのような場所においても、

グラフェンの二次元構造には重要な利点がある。「この材料はステンレス鋼球の表面に直接接合し、その球面を完全な状態にするので、水素原子ですら入り込むことができないのです。」と、ANL の材料科学者 Ali Erdemir 氏は語った。同氏は本研究の協力者であり、グラフェンで被覆した鋼表面に関する試験は、同氏の研究室で行われた。

ANL ポスドク研究者の Diana Berman 氏と Sanket Deshmukh 氏も、本研究に協力した。

Sumant 氏らは [Materials Today 誌](#) に発表した前回の研究で、数層から成るグラフェンが、固体潤滑剤として湿潤環境と乾燥環境において等しく機能することを示し、欠点のない固体潤滑剤の発見という 40 年来の難題を解決した。しかし、同研究チームはさらに踏み込んで、1 層のみから成る単層グラフェンについて試験を実施したいと考えた。

純水素分子を含む環境でその試験を行っている時、同研究チームはグラフェンの寿命が劇的に改善したことに気付いた。グラフェン単原子層が最終的に摩耗し始めると、水素原子が飛び込んで、まるでキルト布を元どおりに縫い合わせるようにグラフェンの六角格子を修復する。「水素（原子）がグラフェンの構造に入り込めるのは、すでに穴が開いている場所だけです。」と、ANL のコンピューター科学者で本研究の共著者である Subramanian Sankaranarayanan 氏は言う。つまり、グラフェンは無損傷の状態で、より長い期間保たれるということである。

これまでに、1 枚のグラフェンシートの機械的強度を理解するための実験は行われていたが、今回の ANL の研究は、グラフェン単原子層の驚異的な耐摩耗性を初めて説明するものである。

本研究に基づく論文「[Extraordinary Macroscale Wear Resistance of One Atom Thick Graphene Layer](#)」は、Advanced Functional Materials 誌の 8 月 26 日号に発表された。もう一つの論文「[Graphene: a new emerging lubricant](#)」は、Materials Today 誌の 5 月号に掲載された。

本研究は、ANL のナノスケール材料センター(CNM)および[ローレンスバークレー国立研究所\(Lawrence Berkeley National Laboratory\)](#)の[国立エネルギー研究科学コンピューティングセンター\(National Energy Research Scientific Computing Center\)](#)を利用して行われた。両センターは、いずれも DOE 科学局(Office of Science)のユーザー施設である。

翻訳：NEDO（担当 技術戦略研究センター 多胡 直子）

出典：本資料は、アルゴンヌ国立研究所(Argonne National Laboratory)の以下の記事を翻訳したものである。

“Researchers fight friction and wear with one-atom-thick graphene”

<http://www.anl.gov/articles/researchers-fight-friction-and-wear-one-atom-thick-graphene>

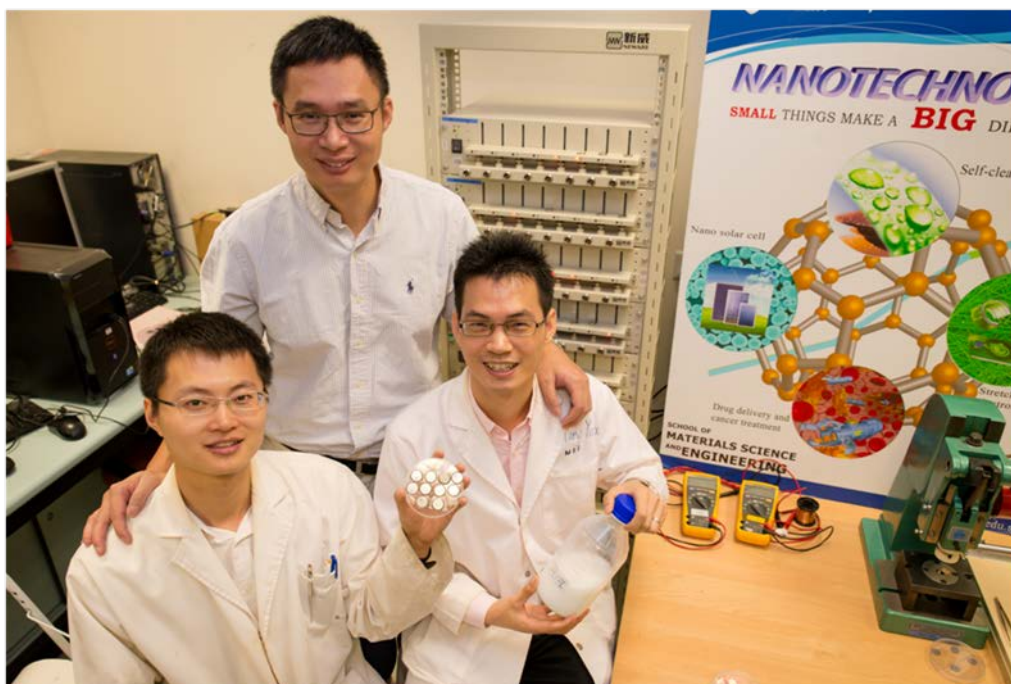
(1112-3)

【蓄電池・エネルギーシステム分野(蓄電池)】

仮訳

南洋理工大学が寿命 20 年の超急速充電蓄電池を開発 (シンガポール)

2014 年 10 月 13 日



(上から時計回りで) 南洋理工大学(NTU)の Chen Xiaodong 准教授と Tang Yuxin リサーチフェローと博士課程の Deng Jiyang
Credit: NTU Singapore

シンガポール・南洋理工大学(Nanyang Technology University: NTU)が、たった 2 分間で容量の最大 70%まで充電できる、超急速充電蓄電池を開発した。

さらに、この新世代蓄電池は、既存のリチウムイオン蓄電池に比べて 10 倍超の 20 年を超える長寿命を持つ。

今回のブレークスルーは、全ての産業、中でも長い充電時間が必要で蓄電池寿命が限られていることから消費者が興味を失っている EV 車にとって特に広範な影響を与えることになる。

NTU によるこの新技術により、EV 車の利用者は数万ドルの蓄電池コストを節約できて、たった数分間で充電を済ませることができるようになる。

携帯電話、タブレットや EV 車等で使われるリチウムイオン蓄電池は、通常約 500 回の充放電サイクルを耐える。これは、毎回のフル充電に約 2 時間をかけた 2~3 年の通常利用期間に等しい。

NTU が今回開発した新しい蓄電池では、従来のリチウムイオン蓄電池のアノード(負極)に利用されてきたグラファイトの代わりに、二酸化チタン(TiO_2)でできた新しいゲル材料を採用している。

TiO_2 は、地中に豊富にあり、安価で安全な物質である。従来から食品添加物として、また有害な紫外線を吸収する日焼け止め乳液に使われている。

NTU は、自然では球状で見い出される TiO_2 を人間の毛髪一本の 1/1000 ほどの細さのナノチューブに変換する方法を発見した。これが新しい蓄電池でより速く化学反応を起こすことで、超急速充電が可能になる。

NTU の School of Materials Science and Engineering の Chen Xiaodong 准教授が発明したこの新しい二酸化チタンのゲル作成の詳細は、材料科学に関する主要な国際的科学誌である『Advanced Materials』の最新版に掲載されている。

Chen 准教授とその研究チームは、これから大規模な蓄電池の試作品を作るための概念実証助成金を申請する予定である。NTU のスタートアップ企業を支援するために設立された NTU の 100%子会社である NTUitive の協力により、特許取得済みのこの技術は既に産業界の注目を集めている。

この技術は、ある企業に最終的な製造に関して現在ライセンス(実施特許)されている。Chen 准教授は、この新世代の急速充電蓄電池が 2 年以内に上市することを期待している。この技術はまた、電気モビリティの長年の課題に対する主要な解決策となる可能性も持ち合わせている。

「現在のガソリン車が燃料を注入するのにかかる時間に等しいたった 5 分間の充電で、EV 車の走行距離を飛躍的に伸ばすことができるようになるでしょう。」と Chen 准教授は説明する。

「もう一つ重要な点として、私たちの蓄電池は現行のリチウムイオン蓄電池よりも 10 倍長持ちするので、廃棄された蓄電池が出す有害廃棄物も大幅に削減することが可能となります。」

10,000 回の充放電サイクルを耐えるこの新しい蓄電池により、EV 車の利用者らは毎回 5,000US ドル超にもなる蓄電池交換コストを節約できるだろう。

製造が容易

世界有数のコンサルティング企業である Frost & Sullivan 社は、リチウムイオン蓄電池の世界市場が 2016 年には 234 億 US ドル相当となると予測している。

通常、リチウムイオン蓄電池には電極材とアノードを結合する添加剤が使われるが、これは電子とイオンが蓄電池内外を移動する速度に悪影響を与えている。

しかし、Chen 准教授が開発した新しい架橋の二酸化チタンナノチューブの電極材では、このような添加剤が不要となり、同サイズのスペースにより多くエネルギーを詰め込むことができる。

この新しいナノチューブゲルの製造方法は、極めて簡単である。二酸化チタンと水酸化ナトリウムを混合し、特定の温度下でかき回すだけなので、蓄電池製造業者はこの新しいゲルを現在の生産プロセスに簡単に組み込むことができるだろう。

現在のリチウムイオン蓄電池の共同開発者が次の大発明と認識

現在のリチウムイオン蓄電池で利用されているリチウムグラファイトアノードを 30 年前に発明した研究者らの一人である NTU の Rachid Yazami 教授は、Chen 准教授の今回の発明は蓄電池技術における次の大きな飛躍であると述べている。

「ソニーが 1991 年に商業化して以来、リチウムイオン蓄電池のコストは大幅に下がり、性能が向上していますが、蓄電池市場は電気モビリティとエネルギー貯蔵の新しいアプリケーションに向けて急速に拡大しています。」と Chen 准教授の研究プロジェクトには関わっていない Yazami 教授は説明する。

Yazami 教授は昨年、他 3 名の科学者らと共同開発したリチウムイオン蓄電池の革新的な研究で、全米技術アカデミー(National Academy of Engineering)から名誉あるチャールズ・スターク・ドレイパー賞(Draper Prize)を受賞している。

「しかし、まだ改善の余地はあります。主要な課題の一つがエネルギー密度です。これは大きさの決まったスペースにどのくらいの量のエネルギーが貯蔵できるかということで、急速充電能力に直接影響します。EV 車の蓄電池の理想的な充電時間は 15 分弱ですが、Chen 准教授のナノ構造のアノードがそれを実証しています。」

Yazami 教授は現在、NTU の Energy Research Institute([ERI@N](#))で EV 車用の新型蓄電池を開発している。

今回の蓄電池研究プロジェクトは、4 人の科学者チームが 3 年をかけて実施した。同プロジェクトは、Campus for Research Excellence and Technological Enterprise (CREATE) Programme of Nanomaterials for Energy and Water Management の下、シンガポール首相官邸の National Research Foundation(NRF)より資金提供を受けた。

メディア連絡窓口：

Lester Kok
Senior Assistant Manager
Corporate Communications Office
Nanyang Technological University
Tel: 6790 6804
Email: lesterkok@ntu.edu.sg

翻訳：NEDO（担当 技術戦略研究センター 松田 典子）

出典：本資料はシンガポール・南洋理工大学(Nanyang Technological University)の以下の記事を翻訳したものである。

“NTU develops ultra-fast charging batteries that last 20 years”

<http://media.ntu.edu.sg/NewsReleases/Pages/newsdetail.aspx?news=809fbb2f-95f0-4995-b5c0-10ae4c50c934>

(Used with Permission of the Nanyang Technological University)

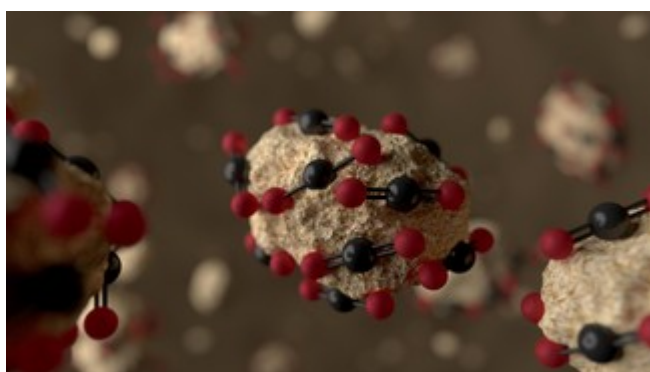
(1112-4)

【クリーンコールテクノロジー分野】

仮訳

コスト効果的でエネルギー効率的な CO2 回収方法を開発 (スイス)

2014 年 10 月 13 日



2014 年 10 月 13 日 スイス・ローザンヌ工科大学(EPFL)、米・カリフォルニア大学バークレー校(UC バークレー)、中国・北京の研究者が CO2 回収に革命をもたらす、スラリーベースのプロセスを開発。グリコール中に漂っている多孔質の粉末から成るスラリー法は、固体 CO2 吸収材料の低コストと高いエネルギー効率を維持しながら、溶液法の効率的な大規模回収の機能を有する。

(写真提供：2014 EPFL Jamani)

CO2 回収は、世界規模での CO2 排出量を削減するため、工場や発電所から放出される排ガス中の CO2 を回収・貯蔵するプロセスである。CO2 回収には現在 2 つの主要な方法がある。一つは CO2 を「吸着」する粉末状の固体材料を使用するもので、もう一つは CO2 を吸収する溶液の使用である。その潜在的な環境とエネルギーへの恩恵にかかわらず、現在の CO2 回収方式はエンジニアリングに求められる仕様、コスト効果および全体的なエネルギー効率の低さのため、非常に高くつく。EPFL、UC バークレー、北京の共同研究者は、両者の良好な特性を発揮する「スラリー」を開発すべく、CO2 を捕捉する固体と溶液を組み合わせた。溶液法は大規模化が比較的簡単である一方、固体吸着材料は低コストと高いエネルギー効率を維持できる。この革新的な手法については [*Nature Communications*](#) 誌に掲載される。

CO2 回収法のなかで最も一般的なアプローチはアミン溶剤を利用するもので、ガス中の CO2 を吸収できる。大規模のものでは、排ガスからの CO2 吸収用と、「再生」と呼ばれるプロセスであるアミン溶剤からの CO2 分離用に、システムは二つの円筒容器を使用する。アミン吸収法ではこの再生が最もエネルギーを消費する工程である。CO2 を溶剤から分離させるためには、沸騰させる必要があるほど CO2 はアミン分子と強力に結合しているからだ。

溶液法に代わるのは、「金属有機構造体」(MOF)として知られる固体材料を使用する方法である。MOFは金属原子が有機リンカーで三次元構造に結合された粒子でできた微細な粉で、その表面はCO₂分子を吸着するナノサイズの孔で覆われている。しかし材料は低コストであっても、この方法は固体を運搬することになるため、技術的な要求は非常に高い。EPFL エネルギーセンターの代表、Berend Smit はこう説明する。「皿一杯のベビーパウダーを持って歩くところを想像してください。あちこちにベビーパウダーが飛び散って、それを抑えるのは非常に困難です」。

北京と UC バークレーの研究者と共同で作業する Smit は、「スラリー」と呼ばれる固体と液体の混合物を利用した画期的な CO₂ 回収技術に関する論文の筆頭著者である。このスラリーの固体部分は ZIF-8 と呼ばれる MOF で、2-メチルイミダゾール・グリコール混合溶液に混ぜられる。

「なぜスラリーなのか?」、Smit は語る。「現在吸着に使われている材料は孔が大き過ぎて周りの液体で満たされてしまい、CO₂ 分子を捕捉できなくなるからです。そこで私たちは、グリコール分子が入り込むには小さ過ぎ、排ガスから CO₂ 分子を捕捉するには十分な大きさの孔を持つ素材、ZIF-8 に着目しました」。

ZIF-8 は CO₂ 吸着スラリーに適した素材で、優れた溶液安定性、化学安定性、熱安定性を示しており、これらは繰り返し行われる再生サイクルで重要になる。ZIF-8 の結晶はグリコール分子の直径 (4.5 Å) よりも小さな孔 (直径 3.4 Å) を持ち、グリコール分子の侵入を阻む。スラリーの設計にはエタノール、ヘキサン、トルエン、四塩化炭素といった他の液体も検討されたが、いずれの分子も ZIF-8 の孔に入り込める大きさだが CO₂ の回収効率を減少させてしまう。このため、現在のところグリセロールが理想的な液体とされている。

このスラリーのコンセプトは、Smit の元博士課程の学生 (現在は北京で教授の職に就いている) のアイデアによるもので、これは大規模 CO₂ 回収実施への鍵となりうる。「スラリーをポンプで送り込むのはベビーパウダーの山を運ぶよりもはるかに簡単です」と Smit は言う。「しかも加熱再生には溶液法と同じ技術を使えるのです」。

スラリー法はナノ多孔性材料の低コスト・高効率と溶液法の再生プロセスの手軽さを組み合わせており、CO₂ 回収実用化に向けた 2 つの大きな課題に見事に対応している。加えてこのスラリー法は抜群の容易さで CO₂ をスラリーから分離できる。つまり、再生のために沸騰させるなどの過剰なエネルギーを要せず、システム全体のエネルギー効率が向上するのだ。

今回のスラリー法は今後、同様のプロセス開発の新たなひな形となる。この概念実証の成功を受け、研究チームは現在、ZIF-8/グリコールスラリーのフィールド実証試験を計画中である。

本研究は、EPFL、中国石油大学、カリフォルニア大学バークレー校、北京化工大学の共同研究による。

著者：Nik Papageorgiou

翻訳：NEDO（担当 技術戦略研究センター 渡邊 史子）

出典：本資料はローザンヌ工科大学：EPFL の以下の記事を翻訳したものである。

“A cost-effective and energy-efficient approach to carbon capture”

<http://actu.epfl.ch/news/a-cost-effective-and-energy-efficient-approach-to/>

(Reprinted by courtesy of the École Polytechnique Fédérale de Lausanne)

(1112-5)

【新エネルギー分野（太陽光発電）】

仮訳

**太陽エネルギー発電の技術革新とコスト削減を推進するため
DOEが5,300万ドルの資金提供を発表（米国）**

2014年10月22日

ワシントン—CO₂排出量削減と、クリーンエネルギーの技術革新における米国のリーダーシップの持続を目的とする「オバマ大統領の気候変動に関する行動計画」(President Obama's Climate Action Plan)に基づき、エネルギー長官(Energy Secretary)の Ernest Moniz 氏は、太陽エネルギー発電のコスト低減を目指す 40 件の革新的な研究開発プロジェクトに対して 5,300 万ドル超の資金を提供すると本日発表した。これらのプロジェクトでは、斬新な発想をより迅速に市場に投入すべくキーとなる技術開発に取り組む。次世代太陽光発電(photovoltaic: PV)技術および先進的な製造プロセスの開発支援と、同発電設備の設置に係るハードウェアおよび非ハードウェア、つまり「ソフト」の両コストに焦点を当てることで、本資金提供は太陽エネルギー発電のコストを低減し、全ての米国民が同発電電力をさらに手頃な価格で容易に利用できるように支援する。

「米国で太陽エネルギー発電設備が増加し、同発電による電力コストが下がり続けており、国内の多くの家庭や企業にとって、太陽エネルギーはクリーンエネルギーの選択肢としてますます手が届きやすいものになっています。」と同氏は語った。「現在、米国には 15.9 ギガワットの太陽エネルギー発電設備があり、これは平均的な米国世帯 320 万戸超に電力供給を行うことができる発電容量です。本日発表されたプロジェクトは、国内の太陽エネルギー産業の持続的な成長に貢献します。そして、我々が確実に自国の広大な再生可能エネルギー源を活用し、CO₂排出量を削減し、クリーンエネルギーの技術革新において引き続き世界を主導することを可能にします。」

次世代太陽エネルギー技術の推進

DOE（エネルギー省）の長期にわたる資金提供と、産学および同省の国立研究所との長期的なパートナーシップによって、太陽電池パネルのコストはこの 3 年間で半額になった。さらなる低コスト化を実現する次世代 PV 技術開発を加速するために、同省は太陽電池デバイスの性能、変換効率および耐久性の向上を目的として、10 研究機関に 1,400 万ドル超の資金を提供する。[研究開発プロジェクト](#)（訳注：別途翻訳）は、より高効率でありなが

ら従来よりも低いコストで製造できる太陽電池の開発に向けて、新たな高性能材料から新技術の開発まで、様々な最先端のソリューションについて研究を実施する。

画期的イノベーションによる太陽エネルギー発電コストの削減

太陽エネルギー産業は、ほぼ全ての評価基準において、過去 5 年間にわたり米国で最も急成長している産業分野の一つであり、設置済みの太陽エネルギー発電の累積容量は、2008 年以来 10 倍を超える伸びを示している。この急速な展開を支えたのは、同発電システムに関するハードウェアコストおよび、許認可、系統連系、資金手当等の非ハードウェアに係る「ソフト」コストの大幅な低下であり、今後さらなるコスト低減が、同発電システムのより一層の普及を促す環境を築く。

同発電システムのハードウェアコストと非ハードウェアコストをさらに引き下げる画期的な技術やサービスの開発を行う中小企業 20 社に対し、同省は [SunShot Initiative](#) に基づくインキュベータープログラムを通じて 1,400 万ドル超の資金を提供する。これらの [プロジェクト](#) は、同発電の投資家に対するリスクを定量化するソフトウェアベースのソリューションの構築や、集光太陽熱発電(concentrating solar power: CSP)の変換効率を最大化する先端材料・部品の開発、および高価な銀を使用しない太陽電池製造法の特定等、様々なアプローチによってコスト低減を図る。

米国の太陽エネルギーメーカーに対する支援

米国内の高度な製造業を支援する現政権の取り組みの一環として、同省は太陽エネルギー発電技術のコストをさらに引き下げて国内生産力を増大させるため、同発電システムの製造に関する技術革新の促進に尽力している。同省は [Clean Energy Manufacturing Initiative](#) を支持しており、PV および CSP 技術の製造工程における低コスト化と高効率化をもたらす革新技術の開発と実用化に関わる国内の同発電システムメーカー 10 社に対して、2,400 万ドル超の資金提供を行う。この [資金提供](#) は、原材料や労働集約的な工程および設備投資等の重要なコスト要因に対する取り組みに焦点を当てる。

全体的に言えば、DOE による今回の資金提供は、太陽エネルギー発電システムの性能や変換効率の向上とコスト低減につながる最先端の製品、ソリューションおよび技術の促進を支援するものである。同省の [SunShot Initiative](#) は、2020 年までに太陽エネルギーを従来のエネルギー源に対して十分にコスト競争力があるものにすることを目的として、積極的に技術革新を推進する共同体的かつ国家的な取り組みである。

翻訳：NEDO（担当 技術戦略研究センター 多胡 直子）

出典：本資料は、米国エネルギー省(U. S. Department of Energy)の以下の記事を翻訳したものである。

“Energy Department Announces \$53 Million to Drive Innovation, Cut Cost of Solar Power”

(<http://www.energy.gov/articles/energy-department-announces-53-million-drive-innovation-cut-cost-solar-power>)

(1112-5-1)

【新エネルギー分野（太陽光発電）】

仮訳

次世代太陽光発電 3

SunShot Initiative の次世代太陽光発電(PV)プロジェクトは、SunShot Initiative のコスト目標を達成する可能性のあるトランスフォーマティブな PV 技術に取り組む。プロジェクト目標は以下のとおり：

- ・ 効率向上
- ・ コスト低減
- ・ 信頼性向上
- ・ より安全で持続可能なサプライチェーンの構築

2014 年 10 月 22 日、ソーラーPV デバイスの性能、効率、耐久性を向上することで SunShot Initiative の目標を達成、または越えるため、SunShot Initiative の一環として 10 件の研究機関に 14 百万ドル超を資金提供した。研究開発プロジェクトは、高い変換効率とより低い製造コストの太陽電池を実現するために、ペロブスカイトのような高性能材料から新技術まで、様々な最先端ソリューションについて研究を実施する。

[第 2 回目](#)の SunShot Initiative 次世代太陽光発電開発資金提供プログラムの詳細、その他の [PV competitive award プログラム](#)についてはこちらを参照のこと。

受賞者**デューク大学****ノースカロライナ州ダーラム**

- ・ **提供資金**：1,300,002 ドル
- ・ **プロジェクト概要**：本プロジェクトは、より商業化に適したデバイスを製造するため、ハロゲン化鉛ペロブスカイトの開発に役立ついくつかの分野に取り組む。1) 超低コスト化技術を実現化するため、セルレベルでデバイス効率を最適化する。2) 鉛(Pb)の置換を探索する。3) 湿度、空気及び温度に対する材料／デバイスの安定性を確立し、向上させる。

サンディア国立研究所

カリフォルニア州リバモア

・提供資金：1,354,245 ドル

・プロジェクト概要：本プロジェクトは、単接合型の色素増感太陽電池(DSSC)のパフォーマンスを最大限に向上させる革新的な光吸収材と太陽電池構造の開発するもの。サンディアは DSSC の主な制約に対応するための新たな材料構成を開発する。すなわち、ナノ多孔性の金属有機構造体(MOF)と二酸化チタン(TiO₂)構造を半導体層間膜で組み合わせ、原子層堆積法(ALD)で成膜したインターフェースを制御する。主要な課題には、光吸収効率の向上、動作中の電極でのエネルギーロス、電荷再結合が含まれる。

スタンフォード大学

カリフォルニア州、スタンフォード

・提供資金：1,484,623 ドル

・プロジェクト概要：本プロジェクトは、シリコン太陽電池の最上部に 1.6～2.3eV のバンドギャップを持つペロブスカイト半導体薄膜を成長させて堆積し、太陽電池の変換効率を高め、コストを削減する。本プロジェクトは、膜堆積状態を最適化することにより、欠陥を減らし、最良の結晶サイズ及び配向を実現させて、太陽電池を改良する。ペロブスカイト接合部の開放電圧(VOC)は、接触エネルギーレベルを最適化することで改善される。ペロブスカイト材料の信頼性がこのようなデバイスの商業化への大きなリスクとなっていることから、本プロジェクトはペロブスカイトデバイスの根本的な劣化メカニズムを究明する。また、加速試験により水及び酸素に対する暴露で品質許容限度を定量化する。

ミシガン大学理事会

ミシガン州アナーバー

・提供資金：1,350,000 ドル

・プロジェクト概要：本プロジェクトは、低分子材料システムをベースにした高信頼性・大面積・高効率有機多接合太陽電池を実証することで、有機太陽電池(OPV)の実用化を促進する。大学の研究室での研究から、商品化におけるパートナーである NanoFlex Power 社に技術移転する。同社は OPV 技術を素早く受け入れ、普及させるために製造業者と連携する。本プログラムの目標は、1) 変換効率 18%を上回る多接合有機太陽電池の実証、2) 多接合太陽電池の 20 年を超える推定耐用年数の実証、3) 独自の有機気相蒸着技術を

用いた連続ロールホイル基板への超高速有機薄膜蒸着の実証、4) パッケージ化ロール・ソー・ロール(R2R)アプリケーションの実証である。

国立再生可能エネルギー研究所（Alliance for Sustainable Energy 社による運営）

コロラド州 ゴールデン

・提供資金：1,500,000 ドル

・プロジェクト概要：III-V 族化合物半導体とシリコンの結合は、格子不整合、熱膨張の不整合、高対称性材料上での低対称性材料の成長による逆位相により、シリコン、III-V 族化合物双方の太陽電池セル性能を低下させるため、困難であることが分かっている。本プロジェクトは、シリコンと III-V 族化合物の間にナノパターンのバッファ層を挿入することでこうした障害を緩和し、格子不整合 3 接合太陽電池の部位選択的成長のための安価な方法を開発するもの。ナノインプリントバッファが実現するのは以下のとおり。

1) トップセル内とシリコンインターフェース上の欠陥密度の低下、2) シリコンインターフェースの良好な不活化特性の保持、3) 太陽電池性能向上へ向け、ナノフォトニック光制御を取り入れるためのプラットフォーム提供の可能性。

また、III-V 族材料とシリコンを高効率太陽電池に集積するため、PV 製造産業で利用できるナノパターニングと成膜技術の開発を行う。

国立再生可能エネルギー研究所（Alliance for Sustainable Energy 社による運営）

コロラド州 ゴールデン

・提供資金：1,360,000 ドル

・プロジェクト概要：本プロジェクトの 3 つの主要目標は下記の通りである：1) 高効率単結合ペロブスカイト太陽電池（トップセルとボトムセル）の開発、2) ハロゲン化物ペロブスカイトの基本材料（例：ドーピング・欠陥）とデバイス特性に関する理解、3) ハロゲン化物ペロブスカイト超高効率タンデム薄膜デバイスの実証。具体的な変換効率のターゲットは、1) 低バンドギャップ(0.9-1.4eV)ボトムセルで 20%以上、高バンドギャップ(1.7-1.9eV)トップセルで 15%以上、2) 1sun 日射強度(1kW/m²)下での 2 接合タンデムセルで 25%以上の達成。このためには補完的に 2 方法（溶液処理、同時蒸着）が用いられる。さらに、ペロブスカイトのドーピング/欠陥の物理特性を理解するため、理論モデルを開発する。ドーピングの物理特性、欠陥の化学特性、そしてデバイスモデリングから得られた情報は PV 関連団体に提供され、次世代 PV 製品を模索する太陽電池製造業者とベンチャー企業・起業家をサポートする。

国立再生可能エネルギー研究所 (Alliance for Sustainable Energy 社による運営) **コロラド州 ゴールデン**

・提供資金：1,500,000 ドル

・プロジェクト概要：本プロジェクトは、目標コストに見合う若しくは上回る、超高効率デバイスと低コスト・高スループット製造方法を活用した、インジウム・ガリウム・ヒ素・リン化合物化合物半導体とシリコン(InGaAsP/Si)のタンデム PV 技術の開発。デバイスの品質、基盤の再利用、製造の容易さに留意しつつ、ゲルマニウムの基盤上で成長させる III-V 族デバイスのリフトオフ制御を採用する。また、2 接合構造により最大の変換効率を達成するために、最適なバンドギャップを持った高効率の III-V 族太陽電池の低コスト・高スループットの製造法を開発する。さらに、本技術が変換効率 30%以上を実現可能であることを説明するための概念実証を試行する。

ネブラスカ大学リンカーン校 **ネブラスカ州リンカーン**

・提供資金：1,211,075 ドル

・プロジェクト概要：本プログラムは、トップセルに高効率ペロブスカイトセルを、ボトムセルに結晶シリコン(c-Si)セルを用いた三ハロゲン化有機鉛ペロブスカイト系積層型太陽電池を開発する。実施者は、ボトムの高効率結晶シリコン太陽電池セルに適した新しいトップセルシステムを創出する。この新しいデザインは、最低限のコスト増加で、エアマス(AM)1.5 スペクトル下でシリコン太陽電池の電力変換効率(PCE)を 30%超に引き上げる。

ヒューストン大学 **テキサス州ヒューストン**

・提供金額：1,499,994 ドル

・プロジェクト概要：本プロジェクトは、高い変換効率と低い製造コストを組み合わせ、III-V 族太陽電池コストの大幅削減に取り組む。実施者は全ロール・ツー・ロール(R2R)プロセッシングによって安価なフレキシブル金属基板上に III-V 族薄膜を蒸着する。

ワシントン大学 **ワシントン州シアトル**

・提供資金：1,500,000 ドル

・プロジェクト概要：本プロジェクトは、1sun(1kW/m²)状況下で 25%超のエネルギー変換効率が可能な高バンドギャップのハイブリッド・ペロブスカイト(HP)材料及び新しい 2 端子モノリシック積層型デバイス構造を開発する。プロジェクトの目標を達成するため、実施者は、1) 記録効率を持つ銅・インジウム・ガリウム・セレン化物化合物半導体(CIGSe)と銅・亜鉛・錫・硫黄・セレン化物の化合物半導体(CZTSSe) (1.13eV バンドギャップ) 吸収材を組み合わせ、理想的なバンドギャップ(1.74eV)を有する高オプトエレクトロニクス品質のハイブリッド・ペロブスカイト薄膜を創出する材料組成及びプロセッシング条件を、組合せ実験を用いて早急に発見する。2) 安定した効率的な電子輸送材料と正孔輸送材料、より良いバンド配列用インターフェース及び HP のトップセル用受動インターフェースを設計する。3) 積層型構造の成形加工を容易にするための代替構造や再結合層を開発する。

翻訳：NEDO（担当 技術戦略研究センター 勝本 智子／渡邊 史子）

出典：本資料は米国エネルギー省(U. S. Department of Energy) の以下の記事を翻訳したものである。

“Next Generation Photovoltaics 3”

<http://www.energy.gov/eere/sunshot/next-generation-photovoltaics-3>

(1112-6)

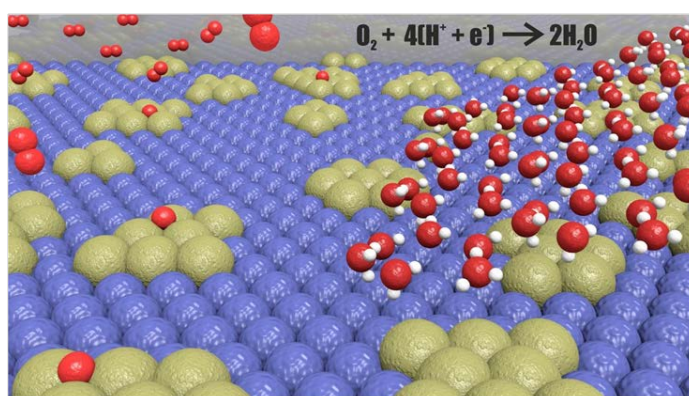
【新エネルギー分野(燃料電池・水素)】

仮訳

電子レンジで合成できるユニークな燃料電池触媒を開発
(スウェーデン)

2014 年 10 月 31 日

スウェーデンと中国の研究者らが、タングステンナノ粒子に埋め込んだパラジウムのナノアイランドから構成されるユニークなナノ合金が、水素燃料電池で最も重要な酸素還元反応の効率を向上させる新しいタイプの触媒となることを発表した。この研究結果は、科学誌『Nature Communications』に掲載されている。



今回開発された合金のユニークな形態のモデル図。パラジウム(Pd)アイランド(薄茶色の球)がタングステン(青色の球)中に埋め込まれている。赤い球は酸素を、白い球は水素を表す。

世界のエネルギー需要が急速に増加し、持続可能なエネルギー生産の必要性が高まる中、今日の化石燃料ベースのエネルギーシステムを早急に転換することが求められている。世界中の研究グループが、高効率、低コストで環境に優しい、新しく高度なエネルギー変換・貯蔵システムの開発に集中的に取り組んでいる。

燃料電池システムは、低炭素排出でのエネルギー生産が期待される代替エネルギー源である。しかし、従来の燃料電池は、電池内での化学反応を促進する効率的な触媒の開発が必要で、代替エネルギー源となるには限界がある。燃料電池では従来から白金とその合金がアノード・カソードの両電極に利用されてきたが、白金は賦存量が少なく高価なことから、研究者らは地球上に豊富にある元素をベースとした効率的な触媒を探し求めている。

「私たちの研究成果として、ユニークで新しいパラジウム(Pd)とタングステン(W)の合金について報告しています。合金中のそれらの物質の割合はたったの 1:8 で、純粋な白金触媒と同等の効率性を有しています。コスト的には白金触媒の 1/40 になります。」と(スウェーデンの)ウメオ大学物理学部の Senior lecturer である Thomas Wågberg は説明する。



スウェーデン・ウメオ大学物理学部の
Senior lecturer の Thomas Wågberg
© Foto: Mattias Pettersson, Print &
Media, Umeå universitet

この高い効率性の理由は、この合金のユニークな組織形態にある。これは均質合金でも、完全に分離した 2 相系でもなく、その中間にあるものだ。

研究者らは先端的な実験・理論研究により、この合金が、金属の Pd のアイランドが埋め込まれた Pd-W 合金から構成されることを示している。Pd のアイランドはサイズが直径約 1nm で、表面に分散する 10~20 個の原子から構成されている。Pd アイランドのこのユニークな環境が、Pd アイランドを高効率の酸素還元触媒のホットスポットに転換し、特別な効果を引き起こす。

実際の利用の際のナノ粒子を安定にするため、ナノ粒子を秩序だったメソ多孔質炭素に固定した。これにより、燃料電池での試験において溶解することなく長時間ナノ粒子の安定を維持できる。

「この材料の独特な構造は、近所のスーパーで購入できるような、家庭用電子レンジでもできる合成方法をベースに作られています。もし保護用の不活性ガスのアルゴンを使わないのであれば、私の家の台所でもこの先進的な触媒を合成できるのです！」と Thomas Wågberg は説明する。

Wågberg とその同僚研究者らは、先般、Kempe 財団より資金を得て、より先進的な電子レンジ(マイクロ波加熱炉)を購入し、触媒特性のいくつかを微調整するためにより先進的な実験を行う予定である。

人工葉

本研究は、Knut and Alice Wallenberg 財団が支援する人工葉プロジェクトにおいて実施された。ウメオ大学の物理学者、化学者、植物科学研究者らは、クリーンで再生可能なエネルギー源の研究に一丸となって取り組んでいる。

『Nature Communications』掲載の論文：

Guangzhi Hu, Florian Nitze, Eduardo Gracia-Espino, Jingyuan Ma, Hamid Reza Barzegar, Tiva Sharifi, Xueen Jia, Andrey Shchukarev, Lu Lu, Chuansheng Ma, Guang Yang, and Thomas Wågberg: Small palladium islands embedded in palladium-tungsten bimetallic nanoparticles form catalytic hot-spots for oxygen reduction. Nature Communications, 2014(5). DOI:10.1038/NCOMMS6253.

<http://www.nature.com/ncomms/2014/141013/ncomms6253/full/ncomms6253.html>

詳しくはこちらまで：

Thomas Wågberg, Senior lecturer at Department of Physics, Umeå University

Telephone: +46(0)72-715 5993

E-mail: Thomas.wagberg@physics.umu.se

翻訳：NEDO（担当 技術戦略研究センター 松田 典子）

出典：本資料はスウェーデン・ウメオ大学（Umeå University）の以下の記事を翻訳したものである。

“Unique catalysts for hydrogen fuel cells synthesized in ordinary kitchen microwave oven”

<http://www.teknat.umu.se/english/about-the-faculty/news/newsdetailpage/unique-catalysts-for-hydrogen-fuel-cells-synthesized-in-ordinary-kitchen-microwave-oven.cid241332>

(Used with Permission of the Umeå University)

(1112-7)

【蓄電池・エネルギーシステム分野(蓄電池)】

仮訳

新たなナトリウム導電性物質が蓄電池を改良(米国)

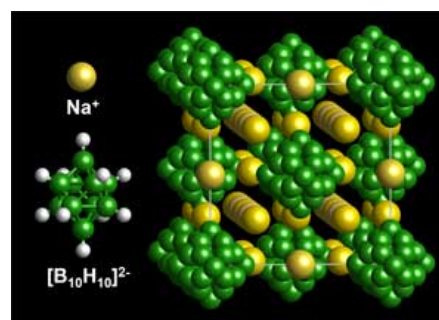
By Chad Boutin

2014 年 11 月 4 日

国立標準技術研究所(National Institute of Standards and Technology: NIST)と他の複数の機関で行われた研究に、蓄電池メーカーは衝撃を受けるかもしれない。同研究において科学者チームは、同じ分類に属する他のあらゆる物質を性能面で格段に上回る、安全かつ安価なナトリウム導電性物質を発見した^注。

同チームが発見したナトリウムベースの複合金属水素化物は、多くの蓄電池に使用されているリチウムベースの導電体よりもはるかに安価なことから、これに取って代わる可能性がある。リチウム(Li)は地表周辺では比較的希少な鉱物であるため、蓄電池製造業界にとって、リサイクル可能な蓄電池を作製する際、経済的で無尽蔵の一般的材料を用いる方が望ましい。

化学式 $\text{Na}_2\text{B}_{10}\text{H}_{10}$ で表される新たな水素化物が、この要求を満たす。その理由は、単に同物質がナトリウム(Na)、ホウ素(B)、水素(H)という入手が容易な 3 種類の元素から成ることにとどまらない。他にも実用面での理由がある。同物質は安定的な無機固体であり、従来型蓄電池に使用される可燃性液体の多くが抱える、漏れや爆発等のリスクが小さい。さらに、他の Na ベースの固体よりも電力出力を増大することが可能である。



この Na ベース水素化物は、加熱すると上図の開放構造に変化する（構造を明確に示すため、水素原子は省略）。同構造の特徴は互いにつながる広い通路で、電荷を帯びた Na イオン（黄色）はこの通路を通じて容易に移動することができる。

Credit: Udovic/NIST

[高解像度の画像を見る](#)

この最後の利点は、Na イオン電導度が加熱時に著しく向上するという特異な能力に起因する。水素化物原子は、室温では密に詰まった状態である。しかし、水の沸点に近い温度まで加熱すると原子の密に詰まった状態が変化して、Na イオンの流れを円滑にする多数の通路が形成される。蓄電池内で電気を運ぶのは荷電イオンであるから、物理学者が「相

転移(phase change)」と呼ぶこの現象によって、同物質は他の物質を上回る性能を発揮する。

「この温度域では、当物質の導電性は他の既知のNa ベース複合水素化物の20倍超です。」と、NIST 中性子研究センター(NIST Center for Neutron Research: NCNR)の Terrence Udovic 氏は話す。「しかも、これまでに測定が行われた固体 Li ベース水素化物のうち最も優れたものに対しても同等ですから、かなり期待が持てます。」

同氏は以前、水素貯蔵の候補材料として様々な金属水素化物を研究していた。今回の化合物はその用途では十分な性能を示さなかったが、同氏は同物質をイオン電導体として使えるかどうか試験を行うことを思いついた。同物質の能力を示唆したのはNCNRの研究だが、その解明には、日本の東北大学、ロシアの金属物理学研究所(Institute of Metal Physics)、および米国のメリーランド大学(University of Maryland)とサンディア国立研究所(Sandia National Laboratories)の協力者らによる国際的な取り組みが必要であった。

同氏によれば、今後の研究内容には、性能の最適化を目的とした同物質特性の化学的な微調整が含まれる。現段階では相転移温度を超える温度で蓄電池を作動させる必要があるため、同温度をできる限り室温近くまで下げることが一つの目標となる。この目標は実現可能であると、同氏は確信している。

「この物質は、おそらく今すぐにでも蓄電池に使用することができます。しかし、この物質を機能させる作動温度が低くなればなるほど、その有用性は高まります。」と同氏は話した。

注：T.J. Udovic, M. Matsuo, W.S. Tang, H. Wu, V. Stavila, A.V. Soloninin, R.V. Skoryunov, O.A. Babanova, A.V. Skripov, J.J. Rush, A. Unemoto, H. Takamura and S. Orimo. Exceptional Superionic Conductivity in Disordered Sodium Decahydro-closo-decaborate. Advanced Materials, DOI: 10.1002/adma.201403157, Oct. 13, 2014.

翻訳：NEDO（担当 技術戦略研究センター 多胡 直子）

出典：本資料は、国立標準技術研究所(National Institute of Standards and Technology)の以下の記事を翻訳したものである。

“Novel Sodium-Conducting Material Could Improve Rechargeable Batteries”

<http://www.nist.gov/ncnr/battery-110414.cfm>