

NEDO 海外レポート

2014.3.20

1105

1	【新エネルギー(太陽光発電)】 サスカチュワン大学がシンプルで高効率なフレキシブル太陽電池を開発(カナダ)	2013/12/23公表	1
2	【新エネルギー(太陽光発電)】 新種の太陽電池を理解する(スイス/ドイツ)	2014/1/21公表	3
3	【バイオナノテクノロジー(医療システム)】 微細な技術で血中循環腫瘍細胞(CTC)の検出が可能に(米国)	2014/1/6公表	5
4	【新エネルギー(太陽光発電)】 ナノロッドのカーペットが数秒のうちに(化合物半導体)薄膜太陽電池の光吸収層材料に変化(ドイツ)	2014/1/22 公表	9
5	【電子・情報通信(ネットワーク/コンピューティング(ヘルスケア用センサーネットワーク))】 目に貼り付く電子機器(スイス)	2014/1/7公表	11
6	【蓄電池・エネルギーシステム(蓄電池)】 ナトリウムイオン蓄電池の新展開となるフレキシブルな二硫化モリブデン電極を発見(米国)	2014/1/29公表	14
7	【新エネルギー(燃料電池・水素)】 【環境・省資源(環境化学)】 古い化学物質に新しいトリックを習得させてクリーンな燃料と肥料を作る(米国)	2014/1/27公表	17
8	【新エネルギー(バイオマス)】 テキサス大学オースティン校のエンジニアが酵母細胞をバイオ燃料「スイート原油」へ変換(米国)	2014/1/21公表	23
9	【ロボット技術(生活支援ロボット)】 上肢切断者がバイオニックハンドでリアルタイムに感知する(スイス)	2014/2/5公表	26
10	【電子・情報通信(電子デバイス)(ネットワーク/コンピューティング)】 他 グラフェンのバリスティック輸送が新タイプの電子デバイスの実現をもたらす(米国) <関連資料>	2014/2/5公表	30
	10-(1) グラフェンリボンが室温で高い導電性を示す(仏)		33
11	【新エネルギー(太陽光発電)】 米国の太陽光発電コストが(SunShot Initiativeの)コスト目標の60%を達成(米国)	2014/2/12公表	36

※ 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。

【新エネルギー分野（太陽光発電）】

仮訳

サスカチュワン大学がシンプルで高効率な
フレキシブル太陽電池を開発(カナダ)

2013年12月23日

サスカチュワン大学の研究者である Tim Kelly 氏と彼のチームが、高効率でフレキシブルな太陽電池をシンプルなプロセスで製造する方法を開発した。

化学の助教授で、太陽光発電の Canada Research Chair である Kelly 氏が、解決の鍵は（ペロブスカイトベース）太陽電池の1つの層で使用される二酸化チタンを酸化亜鉛のナノ粒子に置き換えることだと説明した。これにより、焼結や加熱が不要となり、樹脂や他の可塑性のある材料を用いて太陽電池を作ることが可能になる。

「製造ということでは、これらの太陽電池はいとも簡単に作れます。シンプルな化学溶液で導電性の基板をコーティングするだけで、空気遮蔽や高温のプロセスはありません。要するに、ガラスやプラスチックの断片を取って、ビーカーに浸すだけなのです。」と Kelly 氏。

2013年12月22日発行の *Nature Photonics* 誌に記載されているプロセスによると、安価で容易に工業生産用に適用可能なプロセス技術が、新聞印刷と似通った方法で太陽電池の製造に使われる可能性がある。サスカチュワン大学の Industry Liaison Office は、本プロセスの暫定特許を申請している。

Kelly 氏の太陽電池は、結晶構造が半導体として機能するペロブスカイト型がベースとなっている。Kelly 氏の説明によると、当初、ペロブスカイトベースの太陽電池の変換効率は3~4%であった。2012年の年央におけるこの分野でのブレークスルーにより、同太陽電池の変換効率は10%に押し上げられ、2013年までに研究者たちは変換効率15%の太陽電池を作り出した。そして、Kelly 氏のチームは16%弱を達成している。

「変換効率が10%からほぼ16%まで急上昇しました。」ほぼ毎週新しい論文が公表される極めて競争の激しい研究分野である、と Kelly 氏は説明した。「飛躍的といつていいくらいの伸びです。実際にすぐに新しいものが出てきます。」

Kelly 氏の技術の成功の一部は、極めて広範囲の波長の光を吸収する能力に起因する。

「この材料の薄膜は真っ黒に、またはとても暗く見えますが、それは可視スペクトルの大半を吸収しているからです。」何人かの研究者たちが達成可能としている(変換効率)20%の水準に近づくよう、引き続き変換効率を向上させていきたい、と Kelly 氏は付け加えた。

Kelly 氏は、実現可能性のある民生用アプリケーションとして、太陽電池のフレキシブルな性質をいかした低価格の屋根用太陽電池や新製品を挙げた。

Kelly 氏は、いくつかの重要課題を克服するためにさらなる研究が必要であると強調した。ペロブスカイトベースの太陽電池は空気や湿度から損傷を受けやすく、Kelly 氏の太陽電池も例外ではない。このことは、太陽電池の密封シーリングや安定化させる化学薬品の開発、又はその両方が必要となることを意味する。さらに研究チームは鉛の使用に代替する光吸収材料についても検討する予定である。

翻訳：NEDO (担当 広報部 勝本 智子)

出典：本資料はカナダ・サスカチュワン大学の以下の記事を翻訳したものである。

“U of S researchers develop simple, high-efficiency flexible solar cells”

<https://words.usask.ca/news/2013/12/23/u-of-s-researchers-develop-simple-high-efficiency-flexible-solar-cells/>

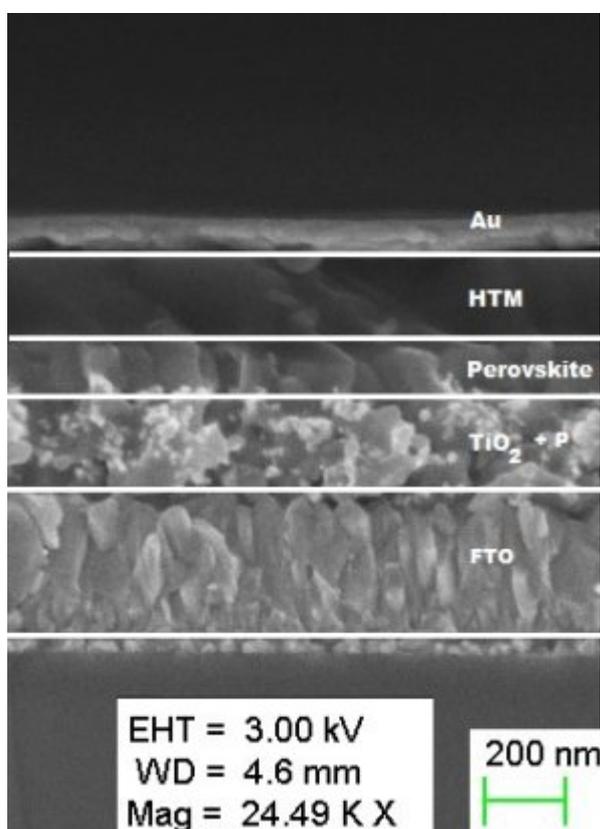
(Used with Permission of University of Saskatchewan)

【新エネルギー分野（太陽光発電）】

仮訳

新種の太陽電池を理解する

2014年1月21日



ペロブスカイト太陽電池の走査電子顕微鏡法：ガラス基板（ガラス及びFTO）上で、ペロブスカイトが含浸した高度に多孔質な二酸化チタンが蒸着される。同薄膜は有機正孔移動材料(HTM)と金電極で覆われる。
(クレジット：EPFL)

ペロブスカイトベース太陽電池はエネルギー研究における注目の話題であり、*Science* 誌は2013年のブレイクスルーのリストに当該ペロブスカイト太陽電池を掲載した。ここ僅か数年で、同太陽電池の変換効率は3%から16%超に増加したが、この太陽電池システム内部の作動メカニズムの詳細は未だ不足している。今回、ローザンヌ工科大学（EPFL）とヘルムホルツ協会 Solar Fuels 研究所が、これらの新しい光吸収半導体が同表面上で電子を移動させるメカニズムを解明した。研究者たちは、時間分解分光法を用いて、異なる構造を持つペロブスカイトベース太陽電池を調査した。現在 *Nature photonics* 誌にオンライン掲載されている研究結果は、変換効率の向上を目指す太陽電池の開発に新たな道を開くものとなる。

EPFL の Michael Gratzel 氏と
Jaques E. Moser 氏のグループは、ヘ

ルムホルツ協会 Solar Fuels 研究所の Roel van de Krol 氏のチームと連携して、時間分解分光法を使って電荷がどのようにペロブスカイトの表面を移動するかを究明した。

研究者たちは、二酸化チタン半導体又は三酸化アルミ絶縁薄膜を使って、様々な太陽

電池の構造に取り組んだ。いずれの多孔質薄膜とも、鉛ヨウ化物ペロブスカイト (CH₃NH₃PbI₃) と、光吸収後の正電荷を取り出すのを助ける有機「正孔移動材料」を含浸している。時間分解分光法には、超高速レーザー分光法とマイクロ波光伝導法が含まれている。

その結果、次の2つのダイナミクスが明らかになった。1つ目は電荷分離であり、太陽光がペロブスカイト吸収体に達した後の電荷の流れが、二酸化チタンと正孔移動材料との両接合部でピコ秒 (1兆分の1秒) 以下の時間単位で発生している。「2つ目はマイクロ波光伝導法で測定したところ、電荷再結合がアルミ酸化物薄膜に比べチタン酸化物薄膜ですっとゆっくりしていました。」と van de Krol 氏のチームの Dennis Friedrich 氏は指摘する。電荷再結合は変換したエネルギー (光エネルギー→電気エネルギー) を熱にして無駄にし、ひいては太陽電池全体の変換効率を低減する有害なプロセスである。

ハロゲン化鉛ペロブスカイトは、電子と正電荷の超高速移動を2つの (材料の) 接合部で同時に発生させ、いずれのタイプの荷電キャリアとも極めて効率よく移動させることのできる、優れた太陽電池の半導体材料である、と執筆者たちは述べている。さらに、この研究成果には、二酸化チタン薄膜及び正孔移動材料をベースにした構造の利点が明らかにされている。

追加情報：

Nature photonics 'Unraveling the mechanism of photo induced charge transfer processes in lead iodide perovskite solar cells'

[doi:10.1038/nphoton.2013.374](https://doi.org/10.1038/nphoton.2013.374)

翻訳：NEDO (担当 広報部 勝本 智子)

出典：本資料はヘルムホルツ協会の以下の記事を翻訳したものである。

“Understanding a new type of solar cell”

http://www.helmholtz-berlin.de/pubbin/news_seite?nid=13908&sprache=en&typoid=49880

【バイオナノテクノロジー分野（医療システム）】

仮訳

微細な技術で血中循環腫瘍細胞（CTC）の検出が可能に（米国）

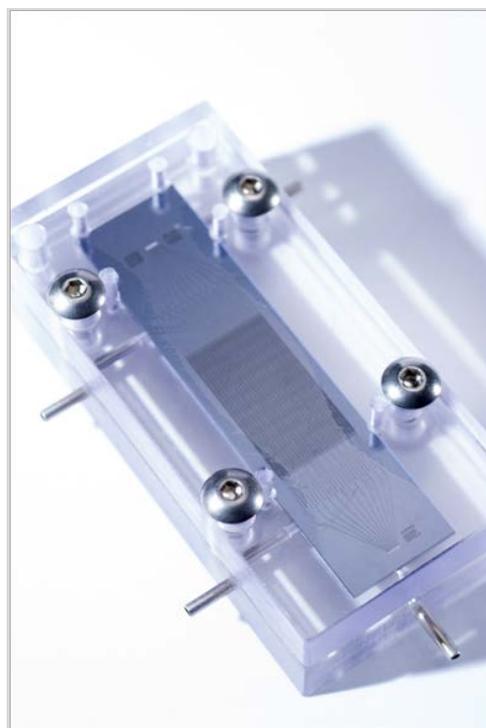
「リキッド・バイオプシー」が適切な時に適切な治療を決定づける

2014年1月6日

血中を移動している循環腫瘍細胞（CTC）を検知する能力は、早期診断、癌のサブタイプの特性解析、治療モニタリング、転移において重要な役割を果たす。長い時間に渡り患者の CTC レベルを測定することによって、臨床医は特定の癌治療が有効かどうかを素早く判断することができる。

また、CTC は腫瘍と関連がある遺伝子変異を識別するための検査にも使われる。より新しい様々な癌薬物治療法が特定の遺伝子変異に狙いを定めて作られているため、特定のタイプやステージの癌に対して非常に良く作用する。CTC は、特定の患者のために医師が最も適切な治療法を選ぶのを助ける素早い方法を提供する。

CTC の潜在的利点は豊富にある。しかし、CTC は 10 億個の血液細胞に対してたった 1 個（程度の存在割合）であり、CTC を 1 個でも見つけることは非常に難しい。



マイクロ流体の CTC-iChip システムのこの部分は、サンプル中の細胞を大きさで分類する。

出典：ハーバード・メディカル・スクール Murat Karabacak 氏

スラロームの成功：一列縦隊の配列が CTC の分類を容易にする

マサチューセッツ総合病院癌センター（Massachusetts General Hospital Cancer Center）の Mehmet Toner 博士と研究チームは、NIBIB（国立画像生物医学・生物工学研究所：保健福祉省の国立衛生研究所(NIH)を構成する研究所の 1 つ）の資金提供を受けながら、CTC に重点を置く監視装置を作る研究に取り組んでいる。

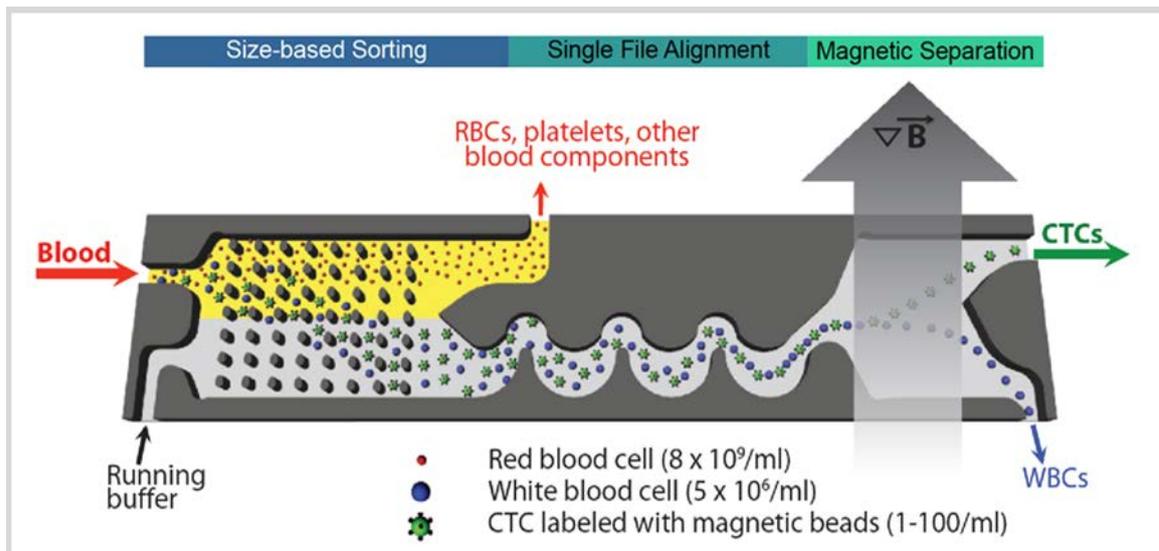
研究者が以前開発した監視装置は、全血液から CTC と他の型の細胞、つまり赤血球や白血球、血小板とを確実に分類することはできたが、さらなるテストのために、CTC を容易に取り出すことはできなかった。

改善を求めて、研究者達は、希少細胞である CTC をハイスピードで自動分類するため、いくつかの磁気の原理と微小流体技術を統合した「癌のラボ・オン・チップ」の最も新しい反復法である CTC-iChip は、ほとんどの癌の型に適用することができる。

血液サンプルを収集した後、そのサンプルを特定の抗体でコーティングした極小の電磁ビーズと混ぜ合わせた。一部の実験では、CTC を探し出して付着する抗体を用い、別の実験では白血球に結合する抗体を用いた。この磁気標識は、微小流体技術の仕分けプロセスの後段で用いられる。

本デバイスの第一段階において、(帯磁した血液細胞を含む) 全血液は、大きさによって多様な細胞に分離するマイクロポストの配列を通過させて分類される。CTC を含むより大きな細胞が監視装置の次の段階に流れ込む一方で、赤血球、血小板、その他の微小粒子は、監視装置の外へ流れ出る。

慣性集束 (inertial focusing) として知られているプロセスである一連の S 字型カーブは、残りの血液細胞を一系列縦隊にする。血液細胞はその後、微弱な磁場を通り抜け、標識付けされていない血液細胞から磁気標識付けされた血液細胞をすばやく容易に分離する。



微小流体技術を用いた CTC-iChip システムは、まず大きさで血液サンプルの中の血球を分類し、それにより CTC と白血球だけが慣性集束のチャンバに入り、それらの血球を一系列縦隊に並べる。その後、以前磁気ビーズで標識された血球を偏向させ、CTC を分離させ、研究に用いる。

出典：ハーバード・メディカル・スクール Murat Karabacak 氏

一見簡単な概念であるが、慣性集束の原理は、CTC の分離技術を飛躍的に進歩させた。磁気分離は血液細胞を分類する方法として研究されてきたが、今までの方法は血液細胞に付着させるために比較的大きな電磁ビーズ又は大量のビーズが必要であった。これにより、収集した CTC サンプルの効力や純度が制限されることが多かった。Toner 博士の CTC-iChip では、血液細胞が一度に磁場を通り抜けるため、血球ごとに小さなビーズがごく僅かに必要なだけである。

Toner 博士と研究員達は、陽性と陰性の除去方法を用いて、本監視装置をテストした。

陽性の除去法には、通常 CTC の表面に見られるタンパク質 EpCAM に結合する抗体を用いて CTC を同定する。現在市販されている CTC 分類監視装置は、陽性除去法に基づいており、また CTC-iChip もこの方を用いて磁気によって識別した CTC をうまく分離した。しかし、腫瘍細胞の全てが EpCAM を生成するわけではなく、腫瘍の初期成長期とそれらが転移し始めた後期の両方で EpCAM の生成がより少ない CTC もあると報告する研究もある。それ故、陽性除去法の臨床有効性は限られている。

対照的に、陰性除去法は、まず他の「周知されている」血液細胞を除去することにより、CTC を分類する。磁気によって CTC ではなくて白血球を標識することによって、CTC-iChip を用いてありとあらゆる標識付けされていない腫瘍細胞を分離することができた。陰性除去法は、前もって生じた腫瘍のタイプを知らなくとも、EpCAM を生成しているか否かに関係なく、CTC を検知できる。従って、陰性除去法は陽性除去法よりも多様な開発領域にわたって、多くの腫瘍を明確にできる可能性がある。

CTC スクリーニングが個々の患者に合った癌治療を可能にする

本研究者が『Science Translational Medicine』で発表した 2013 年 4 月の記事に記述されているように、CTC-iChip は CTC を全血液から分離することができた。

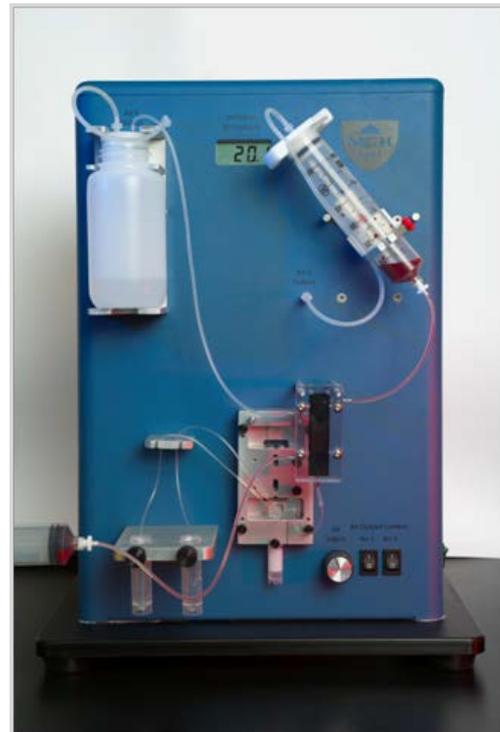
- ・以前開発された微小流体技術による監視技術よりも迅速に、より多くの血液サンプルを短時間で処理することが可能。
- ・他の磁気ベースの分類システムよりも効率的に、必要な材料の量を削減し、デバイスの感度を向上。
- ・他の分類法と比較して、EpCAM をほとんど生成しない CTC を有するサンプルにおいて、より効果的。
- ・トリプルネガティブ乳癌や悪性黒色腫といった EpCAM を発現しないことで知られているサンプルにおいて、より効果的。

さらに研究を進める中で CTC を収集することにより、CTC-iChip は、どの標的療法が望ましいかを示す個々の CTC 間の重要な遺伝子の差異を臨床医が同定する助けにもなる。

「ある意味では、リキッドバイオプシー（液体生検）をしているのだ。血液中にこれらの細胞を見つけ、その後ゲノムの構成を調べて、どんな薬物治療を患者に処方するのかを決める」と、Toner 博士は述べた。

腫瘍内が不均質であるため、針生検は失敗するかもしれない。採血と比較して、組織生検もまた比較的、侵襲的で複雑であるため、頻繁に行うべきではない。モニタリングの頻度が低下すると、疾患の進行で重要な段階を逃す可能性がある。

まだ臨床的には利用できず、また完全に現在の癌治療の代わりにもならないが、将来 CTC-iChip のような技術によって、疾患のモニタリングや処置を（個々の）患者毎により合ったものにできるようになる。Toner 博士はこう述べる。「長期的に見ると、この技術によって [医師] が患者に適切な薬を適切な時に、適切な量を処方できるようになるだろう。」



ここで発表された CTC-iChip は、NIBIB の援助を受けた Mehmet Toner 博士と研究員によって開発され、循環腫瘍細胞を血液サンプルからすばやく効率的に分類することができた。患者の CTC の研究は、将来疾患の進行の観察や、治療の決定の判断に資する可能性がある。
出典：ハーバード・メディカル・スクール Murat Karabacak 氏

翻訳：NEDO（担当 広報部 室井 紗織）

出典：本資料は、米国の国立生物医学画像・生物工学研究所（NIBIB）の以下の記事を翻訳したものである。

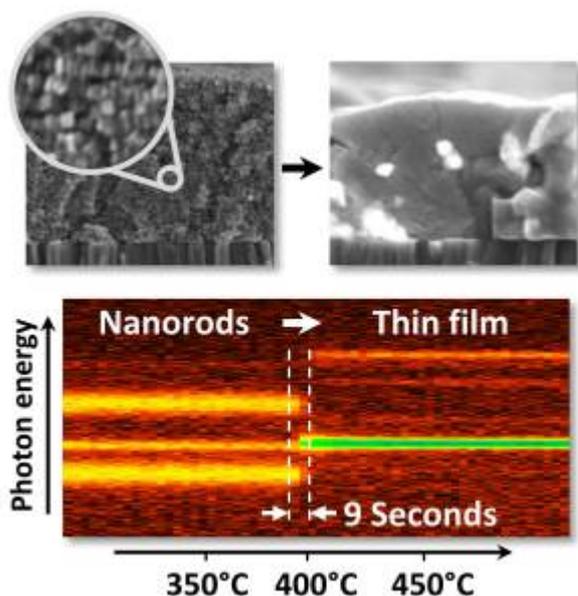
“Tiny Technology Enables Improved Detection of Circulating Tumor Cells”

<http://www.nibib.nih.gov/news-events/newsroom/tiny-technology-enables-improved-detection-circulating-tumor-cells>

【新エネルギー分野（太陽光発電）】

仮訳

ナノロッドのカーペットが数秒のうちに (化合物半導体)薄膜太陽電池の光吸収層材料に変化(ドイツ)



密集したナノロッドの層(左上)が多結晶半導体の薄膜(右上)へと遷移する様子を、X線回折によってリアルタイムに観察できた。下の写真では、回折シグナルの強度が色分けされている。シグナルを詳細に分析したところ、ナノロッドがケステライトへ変化するのに要した時間は、わずか9~18秒であることが判明した。

写真：R. Mainz/A. Singh 氏

ドイツ・ヘルムホルツ協会ベルリンセンター(HZB)とアイルランドのLimerick大学の研究者チームがケステライト(黄錫亜鉛鉱)粒子を比較的低温下で数秒のうちに成長させる、新たな固相反応を発見した。この反応では、ナノロッド形状で準安定性を持つウルツ(硫化鉄・硫化亜鉛の鉱石)化合物が、より安定性のあるケステライト化合物へと遷移するプロセスを利用する。BESSY II(HZBのシンクロトロン放射光源施設)内にあるEDDI(エネルギー分散型回折)ビームラインを使って試料を加熱している最中、つまりほんの数秒の間に、ケステライト粒子が形成されるプロセスを、科学者たちはリアルタイムに観察することができた。粒子の大きさは加熱の度合に

よって異なることが明らかになった。高速加熱によって薄膜太陽電池に利用可能な、マイクロメートルサイズの結晶粒子から成るケステライト薄膜を製造することに成功した。この研究結果は雑誌Nature Communicationsに掲載されている。

ケステライト太陽電池セルの成長における粒子形成の様子をリアルタイムで観察

ケステライト膜の製造における出発材料は「ナノロッドのカーペット」である。溶液ベースの化学プロセスを利用して、Limerick大学のAjay Singh氏とKevin Ryan氏をはじめとする化学者たちはケステライト($\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$)と全く同じ組成を持つウルツ鉱ナノロッドが規則正しく整列した膜を製造した。BESSY II内にあるEDDIビームラインを利用したリアルタイムでのX線回折によって、Roland Mainz氏やThomas Unold

氏をはじめとする HZB の物理学者たちは今や、準安定性を持つウルツ鉱相から安定したケステライト相への相転移によって、大きなケステライト粒子の薄膜がどのように急速形成されるのかを観察することができる。「ケステライト膜の形成が早いスピードで完了する様子は興味深いものです。」と Mainz 氏は言う。また、試料の加熱が速ければ速いほど、粒子は大きく成長する。Mainz 氏はこれを、加熱が遅い場合にはウルツがケステライトへの転移が開始される温度が低くなり、大きな粒子が数個できる代わりに、小さな粒子が多く形成されるためだと説明している。また、低温では欠陥のある粒子が増える。高速加熱では、欠陥の形成が少なくなる高温下で転移が起こる。

また、低速加熱と高速加熱とで時間分解された相転移の進展を比較すると、粒子の成長が相転移によって引き起こされているだけでなく、相転移も粒子の成長によってさらに加速されていることが分かる。HZB の物理学者たちは、こうした研究結果を説明するモデルを開発した。彼らはこのモデルと今回の測定データが一致することを、数値モデルの計算で実証した。

形態制御を用いた、薄膜半導体の新たな合成方法

当該研究では、費用のかかる真空技術を使わない微結晶半導体薄膜の新製造方法を目指している。Cu₂ZnSnS₄ ベースのケステライト半導体は、当時既に 20%超の変換効率を達成していた Cu(In, Ga)Se₂ カルコパイライト太陽電池の有望な代替品であったことから、過去に注目を集めたことがある。ケステライトはカルコパイライト半導体に似た物理特性を持つが、地殻に豊富に存在する元素のみで構成されている。この新手法は微細構造及びナノ構造を持つ光電子デバイスだけでなく、他の材料を含んだ半導体層の製造にとっても興味深いものになる、と Mainz 氏は言う。「ですが、ケステライトは現段階において非常に面白いトピックですから、重点的な取り組みは続きます。」

研究成果については、[Nature Communications\(doi: 10.1038/ncomms4133\)](https://doi.org/10.1038/ncomms4133)に掲載されている。

翻訳：NEDO（担当 広報部 望月 麻衣）

出典：本資料は、独ヘルムホルツ協会の以下の記事を翻訳したものである。

“From a carpet of nanorods to a thin film solar cell absorber within a few seconds”
http://www.helmholtz-berlin.de/pubbin/news_seite?nid=13909;sprache=en;typoid=3228

【電子・情報通信分野（ネットワーク/コンピューティング（ヘルスケア用センサーネットワーク））】

仮訳

目に貼り付く電子機器(スイス)

2014年1月7日

著者: [Peter Rüegg](#) Eidgenössische Technische Hochschule Zürich

スイス、チューリッヒ工科大学では、これまで以上に薄型でフレキシブルな電子部品を開発している。電子機器を損なうことなく人間の髪の毛一本に巻き付けることが可能で、まさに目に優しい超薄型の透明センサー開発の可能性が生まれた。

薄膜エレクトロニクスの動画 [Download \(MP4, 34 MB\)](#)



Ctrl+クリックで画像を拡大
超薄型電子膜は多様な表面に貼り付けることができる。(写真: Peter Rüegg / ETH Zürich)

ポスドク研究員の物理学者 Niko Münzenrieder が、光沢のある金属膜片を含んだ水にイチジクの葉を一枚沈める。それからピンセットを使って金属膜片を注意深く葉の上に移動させ、葉を水から引き上げると、金属膜が糊のように葉の上に貼り付いている。Münzenrieder 研究員は、開発を支援した超薄膜状のこの電子部品の特性を実証している。「この新たな薄膜トランジスタは、いろいろな表面に貼り付いて完璧に適応します。」と同研究員は言う。

Gerhard Tröster 教授のエレクトロニクス研究室において、科学者らはこれまでかなりの期間、トランジスタやセンサーなどのフレキシブルな電子部品の研究を実施してきた。目標はこのようなタイプの電子部品を繊維に織り込んだり皮膚に貼り付けたりすることにより、対象物を「スマート」に(賢く)、身体のような機能をモニタリングできる、邪魔にならない快適なセンサーを開発することである。

しなやか、でも機能的

研究者らは今回この目標に向けて大きく前進し、この研究結果は先般 *Nature Communications* に掲載された。この新しいタイプの薄膜技術を用いて、極めてフレキシブルで機能的な電子機器を開発した。

Münzenrieder 研究員は Giovanni Salvatore と共に、一年以内にこれらの薄膜部品を製造する方法を開発した。この薄膜は、一般的な 2 インチのウェハー上に研究者らが一枚ずつ積層したポリマーのパリレン(parylene)から構成されている。このパリレン膜は最大の厚さが 0.001mm で、人間の毛髪の 50 分の 1 の薄さである。次の製造ステップでは、標準的な手法を用いてインジウム・ガリウム・亜鉛酸化物などの半導体や金などの導電体からトランジスタやセンサーを作った。そして電子部品が貼り付いたパリレン薄膜を水の中から引き上げた。

このような手法で製造した電子部品は極めてフレキシブルで適用性が高く、トランジスタの材料によっては透明となる。研究者らはこの電子部品薄膜を毛髪上に付着させる実験において、この膜が毛髪にぴたりと巻き付いており、理論的な曲げ半径が $50\mu\text{m}$ であることを確認した。また、製造にセラミック材料が用いられているために、基板の柔軟性が欠けるトランジスタでも、強く折り曲げたにもかかわらず完璧に作動した。

スマートなコンタクトレンズで眼圧を測定する

Münzenrieder 研究員と Salvatore は、「スマートな(賢い)」コンタクトレンズについて、彼らの開発したフレキシブルな薄膜電子機器の利用の可能性を見込んでいる。研究者らは初期試験で、歪みゲージと共に薄膜トランジスタを標準的なコンタクトレンズに貼り付けた。それからこのコンタクトレンズを人工眼球に取り付けて、薄膜、特に電子部品が眼球の曲げ半径に耐えて機能を維持できるかどうか調べることができた。この試験の結果、このタイプのスマートコンタクトレンズは実際に、緑内障の発症における主要な危険因子である眼圧の測定に利用可能であることがわかった。

しかし、商業化を考える前に技術的な障壁をいくつか解決する必要がある。例えば、コンタクトレンズへの電子機器の貼り付け方では、水を含む眼球の環境に配慮する必要がある。さらに、センサーやトランジスタには、少ない量ではあるがエネルギーが必要であり、現時点では外部電源から供給している。「研究室では、この薄膜は顕微鏡の下

で電源に簡単に接続が可能です。が、実際の眼球に貼り付けるには違った解決策を見つけなければなりません。」と Münzenrieder 研究員は語る。

Tröster 教授の研究室では、着用可能な電子機器の変わったアイデアについて既に注目を集めている。例えば、スイスのスキージャンプの Simon Ammann 選手の競技中の身体の機能をモニターするために、電子部品を織り込んだ布地の開発とセンサーの利用などがある。

リファレンス :

Salvatore GA, Münzenrieder N, Kinkeldei T, Petti L, Zysset C, Strebel I, Bütte L & Tröster G. Wafer-scale design of lightweight and transparent electronics that wraps around hairs. Nature Communications, published online 7th January 2014. doi: [10.1038/ncomms3982](https://doi.org/10.1038/ncomms3982)

翻訳 : NEDO (担当 広報部 松田 典子)

出典 : 本資料はスイス・チューリッヒ工科大学(Eidgenössische Technische Hochschule Zürich)の以下の記事を翻訳したものである。

“Eye-catching electronics”

<https://www.ethz.ch/en/news-and-events/eth-news/news/2014/01/eye-catching-electronics.html>

Used with Permission of Eidgenössische Technische Hochschule Zürich

【蓄電池・エネルギーシステム分野（蓄電池）】

仮訳

ナトリウムイオン蓄電池の新展開となるフレキシブルな
二硫化モリブデン電極を発見(米国)

2014年1月29日

カンザス州立大学のエンジニアが蓄電池のアプリケーションにおいてブレイクスルーを成し遂げた。

Mechanical and nuclear engineering の助教授である Gurpreet Singh 氏と学生研究者が、二硫化モリブデンとグラフェンのナノシートを交互に重ねて作られた複合紙がナトリウム原子を効率的に蓄える活物質及びフレキシブルな集電体としての機能を有することを世界で初めて実証した。この新しく開発された複合紙は、ナトリウムイオン蓄電池の負電極として利用することが可能である。

「ほとんどのナトリウムイオン蓄電池の負電極は、ナトリウムと『合金化』反応を起こす材料を使用しています。」と Singh 氏は語った。「これらの材料は蓄電池の充放電時に 400~500%に膨張するのですが、それが機械的損傷や集電体との電気接触による損失につながってしまいます。」

「紙電極の主要構成要素である二硫化モリブデンは、インターカレーションとコンバージョンとの組合せというナトリウムイオンとの新たなタイプの化学現象を生み出します。」と Singh 氏。「紙電極は、電極の全重量に対して 230mAh/g の安定した充電容量を作り出します。さらに、紙電極の交互に重なった多孔質な構造が、蓄電池の急速充放電時にナトリウムが出入りするためのスムーズなチャンネルを提供します。また、この設計は従来の蓄電池電極で使用される高分子結合材と集電体銅箔が不要となります。」

本研究は、*ACS-NANO* 誌の最新号の論文「MoS₂/graphene composite paper for sodium-ion battery electrodes」として発表される。

この2年間、研究者たちは、特に蓄電池へのアプリケーションのために、原子層厚の

2D 材料であるグラフェン、二硫化モリブデン、二硫化タングステンのグラム単位での迅速かつコスト効果の高い新しい合成方法を開発してきた。

最新の研究において、エンジニアたちが酸処理された層状の二硫化モリブデンと化学修飾されたグラフェンが交互に重なった構造から成る大面積の複合紙を製造した。室温で稼働するナトリウムイオン蓄電池のアノードとして、このようなフレキシブルな紙電極が使用されたのは、この研究が世界で初めてである。Singh 氏は、ほとんどの実用ナトリウム硫黄蓄電池は摂氏 300 度近くで稼働する、と言った。

Singh 氏は、次の 2 つの理由で本研究が重要だと述べた。

1. 大量の単一層又は数層厚の 2D 材料の合成は、遷移金属ジカルコゲナイド (TMD) やグラフェン等の材料の実用的な可能性を正確に理解するのに重要である。
2. 従来のインターカレーションや合金化反応以外のメカニズムを通して、ナトリウムが層状材料にどのように蓄積されるかについて根本的に理解すること。また、フレキシブルサポート及び集電体としてグラフェンを使用することは、銅箔をなくし、より軽量で折り曲げ可能な蓄電池を作るためには欠かせない。リチウムに比べ、本来ナトリウムの供給は無限であり、蓄電池は大幅に安くなると考えられる。

「合成という観点からすると、特定の遷移金属ジカルコゲナイド(TMD)は強酸で剥離されます。」と Singh 氏。「この方法は、フレキシブルな蓄電池、スーパー・キャパシタ及び高分子複合材等のアプリケーションに特に重要な数層厚の二硫化モリブデンシートグラム単位での合成を可能にします。このようなアプリケーションにおいては、数原子厚の TMD 薄片で十分です。超高品質の単一層薄片は必要ありません。」

研究者たちは大学の Institute of Commercialization から支援を受けて、本技術の実用化に取り組んでいる。また、別のナノ材料でリチウムとナトリウムを貯蔵する方法を開発中である。

カンザス州立大学の研究者には他に、論文の筆頭著者で機械工学の博士課程の学生であるインド出身の Lamuel David 氏、最近博士過程を卒業した Romil Bhandavat 氏が含まれる。

翻訳：NEDO (担当 広報部 勝本 智子)

出典：本資料はカンザス州立大学の以下の記事を翻訳したものである。

“Engineer brings new twist to sodium ion battery technology with discovery of flexible molybdenum disulfide electrodes”

http://www.k-state.edu/today/announcement.php?id=12064&category=publications_and_presentations&referredBy=email

(Used with Permission of Kansas State University)

【新エネルギー分野（燃料電池・水素）】

【環境・省資源分野（環境化学）】

仮訳

古い化学物質に新しいトリックを習得させて クリーンな燃料と肥料を作る（米国）

2014年1月27日

著者: Tom Abate Stanford Engineering

米国・スタンフォード大学とデンマークの大学の研究チームが共同で、大気中に炭酸ガスを排出することなく工業規模で大量に水素を製造する方法を実証した。

これら2大陸の大学研究者らは、肥料の製造や原油からガソリンへの精製などの、近代産業で幅広く使用されている化学物質である水素分子(H_2)を製造する効率的で環境に優しい触媒を開発した。

水素は豊富に存在する元素であるが、一般的には純粋なガスの H_2 として得られることはなく、通常は酸素と結びついて水(H_2O)、または炭素と結びついて天然ガスの主成分であるメタン(CH_4)の形で存在している。現在、天然ガスから工業用の水素はエネルギーを大量消費するプロセスによって生産され、大気中への世界的な炭酸ガス放出の一因となっている。

Nature Chemistry に本日発表された記事で、Stanford Engineering とデンマーク、オーフス大学(Aarhus University)のナノテクノロジーの専門家らが、産業規模の水電気分解によって水素を取り出す方法について説明している。

水電気分解では、水に浸された金属電極に電流が通る。そしてこの電子の流れが、水素原子と酸素原子間の結合を切断する化学反応を引き起こす。この金属電極は、完全に消耗すること無く次々と化学反応を引き起こすことのできる触媒の役割を担っている。白金は最も優れた電極材料である。今日、コストを度外視すれば、白金触媒を利用して水から水素を製造しているだろう。

しかし、コストを無視することはできない。世界では年間 550 億キログラムの水素を消費している。現在、キログラム当たり約 1 ドルから 2 ドルのコストでメタンから水素を製造している。従って、例え環境に優しい製造法であってもこの製造コストに匹敵する必要があるため、白金触媒利用の水電気分解は不可能である。

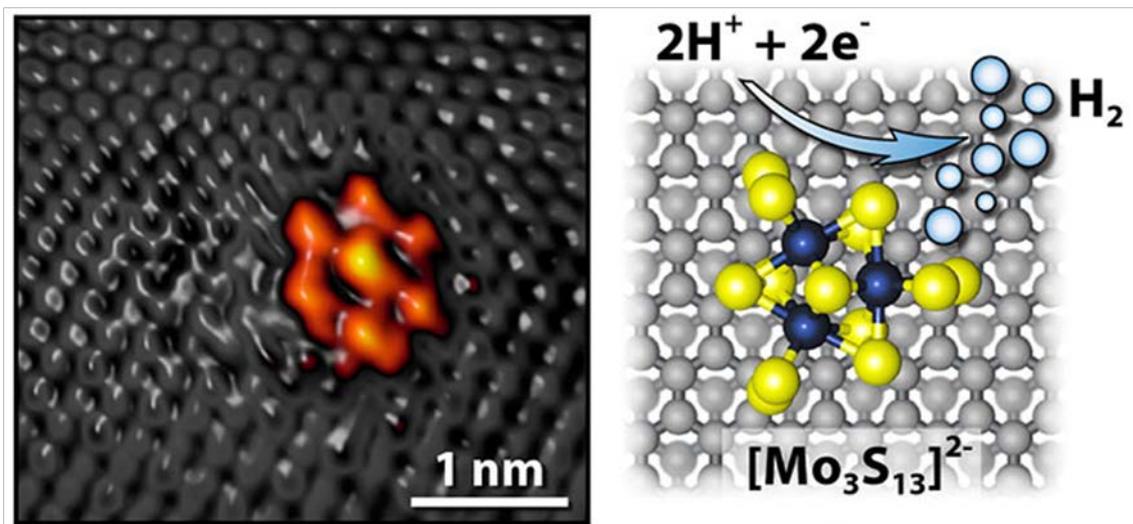
前述の Nature Chemistry の記事では、安価で一般的な材料の原子構造の再設計方法と、白金を使った場合に近い効率の水電気分解を実証したことについて説明している。これは、工業用水素の製造に革命をもたらす可能性のある発見である。

この研究プロジェクトの成果は、Jakob Kibsgaard ポスドク研究員とスタンフォード大学、[chemical engineering](#) の [Thomas Jaramillo](#) 助教授によるものである。Kibsgaard 研究員は、オーフス大学の Interdisciplinary Nanoscience Center (iNANO) の Flemming Besenbacher 教授と共に働く一方で、このプロジェクトを開始した。

モリブデン硫化物 (moly sulfide)

第二次世界大戦以来、石油技術者らは原油の精製にモリブデン硫化物(molybdenum sulfide)、略して moly sulfide、を利用してきた。

これまで、この化学物質が水電気分解による水素製造に適した触媒であるとは考えられていなかったが、科学者やエンジニアらはようやくその理由をつきとめた。最も一般的に利用されるモリブデン硫化物は、触媒利用に不適切な表面の原子配列を有するからである。



左図は、走査型トンネル顕微鏡(STM)が捕らえた、グラファイトの表面上にあるモリブデン硫化物のナノクラスターの明確な形状を示す。連続する灰色の点は炭素原子。モリブデン硫化物とグラファイトを組合せて電極を作った。右図は、2個の水素陽イオンがモリブデン硫化物のナノクラスターでの化学反応において電子を得て純粋な水素を形成する様子を示す。(Jakob Kibsgaard)

通常では、モリブデン硫化物結晶の表面の各硫黄原子が、その下にあるモリブデン原子3個と結合している。水素の原子結合特性の複雑な理由から、この構造では電気分解が起きない。

スタンフォード大学の化学エンジニアの [Jens Nørskov](#) 教授は、2004年、当時所属していたデンマーク工科大学(Technical University of Denmark)において重要な発見をしている。モリブデン硫化物の結晶のエッジ部では、硫黄原子はモリブデン原子2個にしか結合しておらず、3重結合でなく2重結合を特徴とするこれらのエッジ部では、モリブデン硫化物はより効率的に H_2 を形成していたのだ。

Kibsgaard 研究員はこの知見を携えて、エッジ部でこのように2重結合した硫黄を多く有するモリブデン硫化物の構造を作製する30年もののレシピを発見した。



Thomas Jaramillo 助教授と本研究論文の共同著者らによれば、競合的なコストで工場規模の水電気分解施設での水素製造が可能であるという。(Linda A. Cicero)

シンプルな化学を用いて、同研究員はこの特殊なモリブデン硫化物のナノクラスターを合成した。そして導電性の材料であるグラファイトのシートの上にこのナノクラスターを積層した。このようにしてグラファイトとモリブデン硫化物を組み合わせ、安価な電極を作った。これは、電気分解に最適であっても高価な白金触媒を代替する電極である。

次には、この複合材料電極が、水中の水素と酸素原子を再配列する化学反応を効率的に起こすことができるかが問題となる。

Jaramillo 準教授が言うように、「化学とは、要は電子が望む行き先であり、触媒とは、それらの電子を移動させて化学的な結合を形成したり切断したりすること」である。

酸性テスト

そこで研究者らは、この電極を文字通りの酸性テストにかけた。

まずこの複合材料電極を、わずかに酸性の、つまり水素陽イオンを含んだ水に浸した。すると、これらの陽イオンがモリブデン硫化物のクラスターに引き寄せられた。モリブデン硫化物の2重結合の形状が、グラファイト導電体から陽イオンへと電子を移動させ

る適切な原子特性をもたらしている。この電子移動が、陽イオンを、ブクブクと泡立って放出されるガスである中性の水素分子に変換する。

最も重要なことは、実験者らは、この安価なモリブデン硫化物の触媒が、極めて高価な白金ベースのシステムに近い効率で水から水素を放出させる可能性があることを発見したことである。

規模の拡大は可能なのか？

しかし、化学エンジニアリングの世界において、ビーカーの中での成功は単なる始まりに過ぎない。

この技術が年間 550 億キログラムという世界の水素需要を満たす規模へと拡大可能なのか、また、キログラム当たりいくらの最終コストでそれが可能となるのか、というより重要な問題があった。

昨年、Jaramillo 助教授と 12 人の本論文の共同著者は、英国王立化学協会(The Royal Society of Chemistry)の Energy and Environmental Science 誌掲載の記事にて工場規模での水素生産スキーム 4 件について調査結果を発表している。

調査結果では、工場規模の水電気分解施設でキログラム当たりのコストが 1.60 ドルから 10.40 ドルの範囲で水素を製造することが可能であると結論している。同助教授らによる仮定のある部分は新しい工場設計技術と材料に基づいているものの、この低い方のコストが、メタンをベースとした現在のシステムと競合できる。

「これをうまく行くようにするための多くの問題の解決と、実現するための今後の努力が必要です。」と Jaramillo 助教授は述べ、次のように続ける。「しかし、私たちの食糧やエネルギーに必要な化学物質を生産するために使用する、炭素を大量に放出する資源から、再生可能で持続可能な技術へと移行することで大きなリターンが得られます。」

メディア連絡先：

Tom Abate, Associate Director of Communications at Stanford Engineering,
650-736-2245 or tabate@stanford.edu

翻訳：NEDO（担当 広報部 松田 典子）

出典：本資料は米国・スタンフォード大学(Stanford University)の以下の記事を翻訳したものである。

“Engineers Teach Old Chemical New Tricks to Make Cleaner Fuels, Fertilizers”

<http://engineering.stanford.edu/research-profile/engineers-teach-old-chemical-new-tricks-make-cleaner-fuels-fertilizers-1>

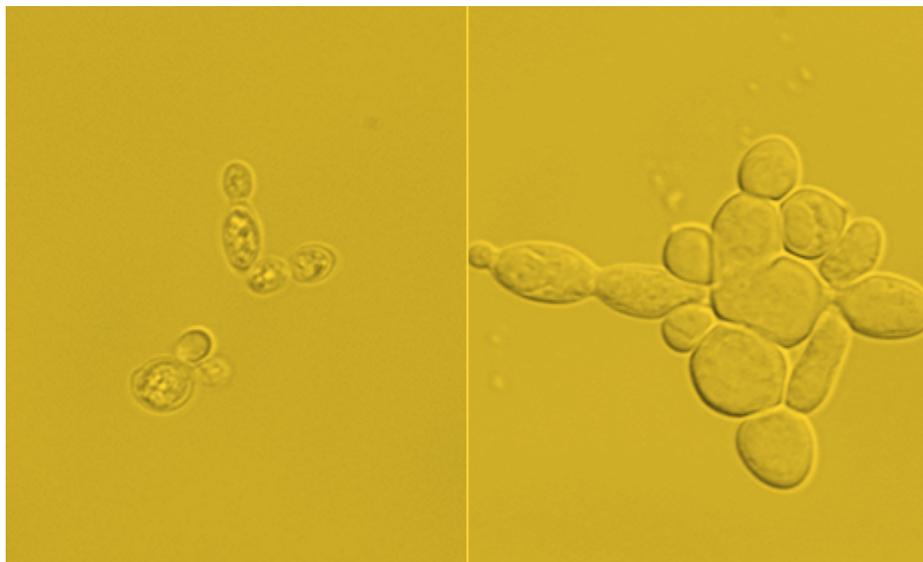
Used with Permission of the Stanford University

【新エネルギー分野（バイオマス）】

仮訳

テキサス大学オースティン校のエンジニアが
酵母細胞をバイオ燃料「スイート原油」へ変換(米国)

2014年1月21日火曜日 07:57



左図：脂質含量が 15%前後のスタート時の細胞。右図：脂質含量を約 90%に増やした遺伝子操作した細胞。

テキサス大学オースティン校(UT Austin)Cockrell School of Engineering の研究者たちが、遺伝子操作した酵母細胞と一般的な食卓砂糖から、再生可能エネルギーの新たな資源であるバイオ燃料を開発した。この酵母から生成された脂質(lipid)として知られる油脂は、石油由来製品の代替として利用することができる。

細胞をベースとするこの新しいプラットフォームは、Cockrell School の McKetta Department of Chemical Engineering の助教 [Hal Alper 氏](#) と彼の学生チームが作り上げたものである。糖を使って酵母細胞を成長させることから、Alper 氏はこのプロセスで生成されたバイオ燃料を「再生可能なスイート原油」と呼んでいる。

研究者たちが作り上げたプラットフォームは発酵(fermentation)という、糖をアルコールやガスや酸等の生成物に変換するために細胞を培養するプロセスを経て高濃度の油脂を生成する。この研究は1月20日の [Nature Communications](#) に発表されている。

UT Austin 研究チームは酵母細胞を遺伝子操作し、細胞質量の最大 90%をバイオディーゼル生成に利用できる脂質に変換させることができた。

「広い視点で見ると、この脂質の価値は多くの産業用バイオ化学プロセスで見られる濃度に近づいてきています。」と Alper 氏は言う。「こうして脂質を生成することができ、理論上は自動車の燃料として使用できます。」

脂質は多くの家庭用品の基礎原料であるため、ナイロンから栄養補強剤や燃料等まで、石油由来のさまざまな製品の製造にこのプロセスを利用することができる。生命有機体から生成されたバイオ燃料や化学物質は、再生可能エネルギー市場において期待される分野である。全体としては、2011年に827億ドルであったグローバルバイオ燃料市場は今後数年間で倍増し、2021年には1,853億ドルになると見込まれている。

「私たちはアルカン資化性酵母(*Yarrowia lipolytica*)の菌株を、糖から直接オイルを生成する製造所用に変換することができます。」と Apler 氏は言う。「この研究が、再生可能エネルギーや化学製品の資源のための新たなプラットフォームとなります。」

研究者たちが考案したバイオ燃料は、大豆油から生成されたバイオディーゼルと組成が似ている。商業用バイオディーゼルの生成に酵母細胞を用いる利点は、酵母細胞は土地資源を損なうことなく場所を選ばずに培養できる点、また他のバイオ燃料資源よりも遺伝子操作が容易である点にある。

「Alper 博士の研究グループはアルカン資化性酵母の遺伝子操作を行うことで、炭水化物発酵中に高濃度のバイオ油を生成することのできる、商業レベルに近いバイオ触媒を製造しました。」とフロリダ大学 Florida Center for Renewable Chemicals and Fuels のディレクターである Lonnie O. Ingram 氏は言う。「これは代謝工学の意義を示す素晴らしい実証です。」

これまで、高濃度のバイオ燃料や再生可能オイルの製造は実現困難であるとされてきたが、研究者たちは自分たちの生み出したプラットフォームが産業規模の製造を可能にすると信じている。

4年超にわたる大規模な技術的推進の中で、研究者たちはアルカン資化性酵母の遺伝子操作を行い、脂質の生成に影響を与える特定の遺伝子を除去及び過剰発現させた。研究チームはさらに、通常条件とは異なる、最適な培養条件を特定した。従来の方法では酵母細胞を窒素飢餓状態にすることで脂肪等を蓄える。Alper 氏の研究では、窒素飢餓

状態を用いず、脂質を増加するためのメカニズムを提供している。この研究が、UT Austin が特許申請を行った技術をもたらした。

「私たちの作った細胞は飢餓状態を必要としません。」と Alper 氏は言う。「商業的に製造する見地から、これは非常に魅力的なことです。」

チームは脂質の濃度を当初の 60 倍近くにまで高めている。

遺伝子操作した酵母細胞を用いたこのプラットフォームは、これまでで最高濃度となる 90%レベルの脂質含量を生成する。比較すると、他の酵母ベースのプラットフォームで生成される脂質含量は 50%~80%の範囲である。しかし、こうした他の基盤技術は UT Austin の技術と異なり、必ずしも糖から脂質を直接生成するわけではない。

Alper 氏のチームは、脂質製造レベルをさらに高める方法の調査や、遺伝子操作した酵母を利用した新たな製品の開発を継続している。

この研究は Office of Naval Research Young Investigator Program(米国海軍研究若手研究プログラム)、DuPont Young Professor Grant(デュポン若手教授助成金)および Welch Foundation under grant F-1753 (ウェルチ財団助成金 F-1753)からの資金提供を受けて行われた。

翻訳：NEDO (担当 広報部 望月 麻衣)

出典：本資料は、米国テキサス大学の以下の記事を翻訳したものである。

“UT Austin Engineer Converts Yeast Cells into ‘Sweet Crude’ Biofuel”

<http://engr.utexas.edu/features/7749-alper-yeast-cells-biofuel>

(Used with Permission of the Cockrell School of Engineering, the University of Texas at Austin)

【ロボット技術分野（生活支援ロボット）】

仮訳

上肢切断者がバイオニックハンドでリアルタイムに感知する（スイス）

2014年2月5日



[Youtube](#)
動画

2014.2.5 - Dennis Aabo Sørensen 氏は、上腕の神経に配線された義手を使って、「リアルタイムに」豊富な感覚情報を感知する世界初の上肢切断者である。Sørensen 氏は目隠しをした状態で直感的に対象物をつかみ、触れているものを識別することができる。

左手を失う原因となった事故から9年後、デンマーク出身の Dennis Aabo Sørensen 氏は外科手術で上腕の神経に配線された感覚強化義手(sensory-enhanced prosthetic hand)を使って、「リアルタイムに」感知する世界で最初の上肢切断者になった。スイス・ローザンヌ工科大学(École polytechnique fédérale de Lausanne: EPFL) Center for Neuroprosthetics とイタリア・聖アンナ大学院大学(Scuola Superiore Sant'Anna: SSSA)の Silvestro Micera 氏とそのチームが、Sørensen 氏が対象物に触れて再び感知できる画期的な感覚フィードバック（システム）を開発した。このバイオニック技術のプロトタイプは、Paolo Maria Rossini 氏の指導の下、イタリアのジェメッリ総合病院で、2013年2月のローマでの臨床試験中にテストされた。2014年2月5日号の *Science Translational Medicine* 誌で発表される本研究は、数校のヨーロッパの大学と病院における Lifehand 2 と呼ばれる共同研究を代表するものである。

「感覚フィードバックは驚くべきものでした。」とデンマーク出身の36歳の上肢切断者は語る。「9年以上も感じることでできなかったことを感じとれました。」目隠しと耳栓を付けた実験環境において、Sørensen 氏は握る強度や義手でつかんだ様々な対象物の形や硬さを感知することができた。「物を持った時に、それが柔らかいのか、硬いのか、また、丸いのか、四角いのかを感じることができました。」

電気信号から神経インパルスへ

Micera 氏と彼のチームは触覚に関する情報を感知するセンサー付きの人工義手の機能を強化した。まず、指の動きを制御する人工腱が引っ張る力を測定し、その測定値を電流に変換した。しかし、この電流は余りにも粗雑なため、神経系統が理解できないでいた。科学者たちは、コンピューターアルゴリズムを使って、知覚神経が理解できるように電気信号をインパルスに変換した。デジタル処理で感度を向上させた信号を、信号線を通して、外科手術で Sørensen 氏の上腕に残った神経に埋め込まれた 4 本の電極に送ることで触覚を得ることに成功した。

「これが、神経機能代替において、義肢をリアルタイムで制御するために感覚フィードバックが上肢切断者によって復元され、利用された最初のケースになります。」

「Dennis 氏の神経が 9 年以上も使っていないため、その感度が落ちているのではないかと心配していました。」と論文の主執筆者であり、EPFL 及び SSSA の研究者である Stanisa Raspopovic 氏は言う。研究者たちが Sørensen 氏の触覚を復活させることに成功したため、これらの懸念は消え失せた。



(クレジット : LifeHand 2 / Patrizia Tocci 氏)

電極と神経を結ぶ

2013 年 1 月 26 日、Sørensen 氏はローマのジェメッリ総合病院で外科手術を受けた。Paolo Maria Rossini 氏が率いる外科医と神経科医の特別チームが、いわゆるトランスニューロン性(transneuronal)の電極を Sørensen 氏の左腕の尺骨神経と正中神経に埋め込んだ。臨床試験の 19 日後、Micera 氏と彼のチームは義手を電極、及び Sørensen 氏に、丸一週間毎日接続した。

ドイツのフライブルク大学の Thomas Stieglitz 氏の研究グループが開発した超薄型かつ超精密電極が、極めて微弱な電気信号を直接神経系統へ伝送することを可能にした。手術後の癒痕組織が形成された後でさえ、引き続き電極が作動するかを確かめるために膨大な数の予備調査が行われた。また、このような電極が上肢切断者の末端神経系統に横方向に埋め込まれたのは初めてである。

最初の感覚強化義足

感覚強化義手の実用化には何年もかかり、SF 映画のバイオニック義手の実現はさらに先のことにはなるが、この臨床研究によりバイオニック義手に向けての第一歩を踏み出した。

ハンディな人工装具にとって、次のステップでは感覚フィードバック電子機器の小型化が必要とされる。また、科学者たちは、より良好な接触分解能と指の角運動の認識を向上させるために感覚技術を微調整する予定である。

臨床試験で課せられた安全規制により、1 か月後に電極は Sørensen 氏の腕から取り外されたが、神経系統にダメージを与えることなく長期間埋め込んだままで機能できると、科学者たちは自信を持っている。



(クレジット : LifeHand 2 / Patrizia Tocci 氏)

精神的な強さが臨床試験にプラスとなる

Sørensen 氏の精神的な強さが臨床試験にプラスとなった。「臨床試験のボランティアができてとても嬉しいです。自分自身だけでなく他の上肢切断者のためにもなるのですから。」現在、彼は短期間だけ再度接触感覚を経験したという問題に直面している。

Sørensen 氏は家族と休暇中、花火によって左手を失った。彼は病院に駆け込んだが、すぐに左手を切断することになった。それ以来、彼は切断基部の筋肉運動を感知して、手を開閉したり、対象物を手に取ることができる、市販の義手を身に付けている。

「バイクのブレーキのように動きます。」と普段身に付けている従来の義手について Sørensen 氏は説明する。「ブレーキを強く握ると手が閉じ、放すと手が開くのです。」神経系統にフィードバックされる感覚情報がないため、Sørensen 氏はつかもうとしているものを感じることができず、対象物を壊さないよう、終始義手を注視していなければならない。

Sørensen 氏は切断直後に医師に言われたことを詳しく語る。「この状況をどう捉えるかについて 2通りの見方があります。隅に座って自分自身を哀れに思うこともできるし、立ち上がって自分の状況を素晴らしいと思うこともできます。私はあなたが 2番目の見方を採ると信じています。」

「彼は正しかったのです。」と Sørensen 氏は言う。

翻訳：NEDO（担当 広報部 勝本 智子）

出典：本資料はスイス・ローザンヌ工科大学の以下の記事を翻訳したものである。

“Amputee Feels in Real-Time with Bionic Hand”

<http://actu.epfl.ch/news/amputee-feels-in-real-time-with-bionic-hand/>

(Used with Permission of École polytechnique fédérale de Lausanne)

(1105-10)

【電子・情報通信分野(電子デバイス)(ネットワーク/コンピューティング)】
 【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)】

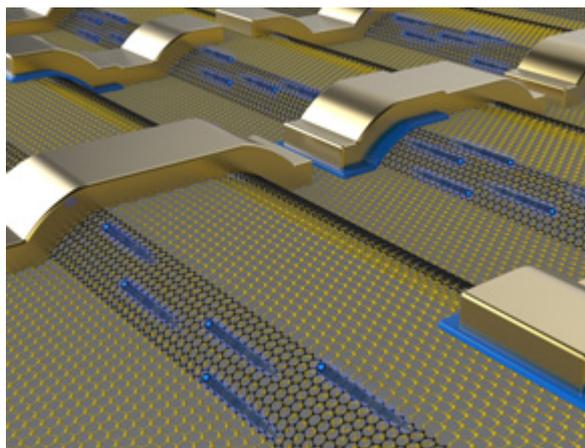
仮訳

グラフェンのバリスティック輸送が 新タイプの電子デバイスの実現をもたらす(米国)

オークリッジ国立研究所 CNMS(Center for Nanophase Materials Sciences)における
 グラフェンナノリボンの電子フロー研究

光子によく似た電子を使うことで、室温下でも電子をほとんど抵抗なく運ぶことが可能なグラフェンの能力、即ちバリスティック輸送と呼ばれる特性を利用し、新タイプの電子デバイスの基礎を構築することができる。

Nature 誌に報告された研究内容で、エピタキシャルグラフェンナノリボンの電気抵抗が量子力学の原理に従って断続的に変化することが明らかにされた。この研究成果によって、当該技術を用いて形成されたグラフェンナノリボンは光導波管によく似た機能を果たし、材料内部で電子を散乱させることなく遠くまで円滑に運べることが判明した。銅などの一般的な導電体では距離が伸びるほど抵抗が増え、電子が移動中により多くの不純物と衝突し、散乱してしまう。



炭化ケイ素(黄色)上にエッチングしたステップにエピタキシャル成長させたグラフェンナノリボン(黒色)を相互に連絡させた電子回路の概要図。電子(青色)はリボンに沿って弾道のように(ballistically)進み、リボン間は金属接触によって移動する。電子フローは静電ゲートで変調される。(提供：ジョージア工科大学 John Hankinson 氏)[高解像度画像](#)

バリスティック輸送の特性は、円筒状のカーボンナノチューブで観測されるものと似ており、グラフェンでの理論上の電導予測の 10 倍である。これは、炭化ケイ素ウェハ上にエッチングした立体構造のふちに成長させた約 40 ナノメートル幅のグラフェンナノリボンを使って計測された特性である。

「この研究によって、グラフェンの電子特性が非常に特異な(優れた)ものであり、そのコントロール方法も全く異なることが分かりました。」とジョージア工科大学 School of Physics の Walt de Heer 教授(Regent's professor)は言う。「室温下におけるグラフェンのバリスティック輸送をベースとした、新たなレベルの電子デバイスが実現するかもしれません。私たちが現在使用しているシリコン製のデバイスとは全く違ったものになるでしょう。」

この研究は米国・ジョージア工科大学、ドイツ・ライプニッツハノーファー大学、フランス・国立科学センター(CNRS: Centre National de la Recherche Scientifique)及び米国エネルギー省オークリッジ国立研究所の科学者たちの共同研究で行われた。

ジョージア工科大学のニュースリリース全文はこちら

<http://www.news.gatech.edu/2014/02/05/ballistic-transport-graphene-suggests-new-type-electronic-device>.

オークリッジ国立研究所 Center for Nanophase Materials Sciences (ナノフェーズ材料科学センター: CNMS)の利用者の一人である de Heer 氏のグループは、同施設内の四探針走査型トンネル顕微鏡において今回の顕微鏡調査の一部を実施している。

「この 10 年間、グラフェンやそれに関連する二次元材料は、新たな電子輸送特性の研究を行う科学者たちを魅了する興味深い研究対象でした。」とオークリッジ国立研究所の Nature 誌掲載論文の共著者である An-Ping Li 氏は言う。「そうした材料向けの基礎研究がまさに実用化され、日の目を見ようとしていることにワクワクします。」

CNMS 内にある走査型プローブ顕微鏡施設一式のお陰でナノ科学の最先端課題に取り組むことが可能となり、さらに de Heer 教授のような第一線にいる科学者と親密なやりとりをすることができました。同施設の利用者とのこうした強力な相互作用は、科学的成果が達成レベルを高めるうえで非常に役立ちます。」

オークリッジ国立研究所での研究はエネルギー省(DOE)基礎エネルギー科学局内の Scientific User Facilities Division の支援を受けている。ORNL の管理は、DOE 科学局(Office of Science)に代わって UT-Battelle が行っている。DOE 科学局は、物理化学の基礎研究をサポートする米国における唯一の大規模な組織で、現代の最も喫緊の課題に取り組んでいる。詳しくはウェブサイト science.energy.gov を参照のこと。

著者 : Morgan McCorkle 865-574-7308 2014 年 2 月 5 日

翻訳：NEDO（担当 広報部 望月 麻衣）

出典：本資料は、米国オークリッジ国立研究所(ORNL)の以下の記事を翻訳したものである。

“Ballistic Transport in Graphene Suggests New Type of Electronic Device”

<http://www.ornl.gov/ornl/news/features/2014/ballistic-transport-in-graphene-suggests-new-type-of-electronic-device>

【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

グラフェンリボンが室温で高い導電性を示す(仏)

プレスリリース

2014年2月5日

フランスの国立科学センター (Centre National de la Recherche Scientifique)、ロレーヌ大学 (Université de Lorraine)、ソレイユ・シンクロトロン実験施設(SOLEIL synchrotron facility¹)、米国のジョージア工科大学(Georgia Institute of technology)、オークリッジ国立研究所 (Oak Ridge National laboratory)、およびドイツ・ライプニッツ(・ハノーファー)大学(Universität von Leibniz)の国際共同研究チームが、電子が自由に移動できるグラフェンリボンの開発に成功した。研究チームは、このようなグラフェンリボンのまったく新しい合成方法を開発し、室温下で、その特異な(優れた)導電性を実証した。最先端の電子機器でのこのナノリボンの利用が大いに期待される。本研究は、Nature誌2月6日号で発表されている。

グラフェンは、原子の単一層から構成された驚異的な可能性を有する物質である。このグラフェンのシートは、人間の毛髪の約100万分の1の薄さで、鋼よりも強靱、しかも超軽量であり、ハニカム構造を持つ。グラフェンシートを積み上げるとグラファイト(鉛筆の芯である灰色の物質)ができる。さらに、グラフェンは優れた導電性を有する。室温下で、シリコンに比べて最高で200倍速く電子が移動できる。電子機器利用におけるこの計り知れない可能性が、旺盛な研究への取り組みを引き起こしてきた。

フランスと米国の物理学者らは、室温下で高い電子移動度を有する材料の開発を目的として、2000年代初頭よりグラフェンの電気特性について共同で研究を実施している。数年前には、よく知られたグラフェンの一つの形態であるカーボンナノチューブが、電流をバリスティックに(ballistically: 弾道のように)、つまり物質中の抵抗を受けずに輸送できることを実証した。しかし、カーボンナノチューブは、その製造と電子チップへの大量挿入が難しいことがわかっている。そのため、研究者らはグラフェンのもう一つの形態である、平らな(グラフェン)リボンに着目した。カーボンナノチューブとグラフ

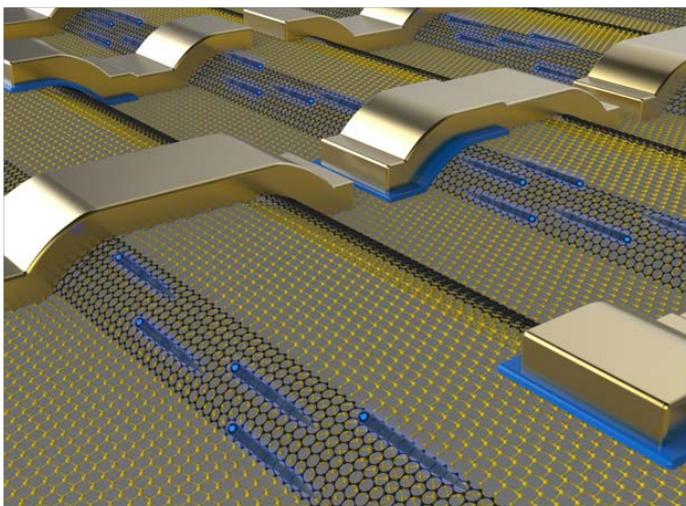
¹ 本研究におけるグラフェンリボンの特性評価はフランスの Institut Néel (CNRS)、Institut Jean Lamour (CNRS/Université de Lorraine)および SOLEIL synchrotronが実施した。

エンリボンの電子構造が似ているため、導電特性も似ているはずだと考えた。

研究者らは、市販の炭化ケイ素(silicon carbide)結晶からこの1次元のグラフェンを合成することにし、精巧なプロセスを用いて、極めて高い(結晶)構造品質を有し、たった40nmの極薄幅の炭素のシートのグラフェンリボンの開発に成功した。ここでの最大の課題は、リボンのエッジ部で極めて規則的な結晶構造を維持することであった。グラフェンリボンのエッジ部が粗雑であると、電子が良好に伝搬しないことから、このことは最も重要である。そこで、炭化ケイ素上に深さナノメートルサイズのステップをエッチングし、それらのステップの側壁に直接グラフェンリボンを作成することで、規則的な結晶構造を持つリボンを得ることができた。

結果は全ての期待を上回るものであった。研究者らは、このように作成したグラフェンリボンでは、室温下で、物質中の電子が散乱することなく自由に移動するバリスティックな電導を示すという特性を明らかにした。このグラフェンリボンは、導波管のような挙動を示したのだ。このリボンは、特にコンピュータプロセッサやメモリで使用されるシリコン半導体($1700\text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$ 以下)の1000倍となる、100万 $\text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$ を上回る電子移動度を有する。これは、室温下でこのような導電性を示す世界初のグラフェンリボンとなる。

また、均質な特性を維持しながら容易にかつ大量に作成できることが、このリボンのもう一つの優れた特徴であり、このリボンの大規模利用を可能とさせるものである。この新開発のグラフェンリボンの室温下における優れた(特異な)導電性により、最先端のナノエレクトロニクスで多様なアプリケーションが可能となるだろう。



炭化ケイ素(黄色原子)にエッチングしたステップにエピタキシャル成長させた、相互に連絡するグラフェンナノリボン(黒色原子)から構成させる電子回路の概念図。電子(青色)がバリスティックに(電子の散乱無く)リボンに沿って進み、金属接点を介して隣のリボンへと移動する。電子の流れは静電ゲートで調整される。

© John Hankinson, Georgia Institute of Technology

リファレンス :

Exceptional ballistic transport in epitaxial graphene nanoribbons. Jens Baringhaus, Ming Ruan, Frederik Edler, Antonio Tejada, Muriel Sicot, AminaTaleb - Ibrahimi, An-Pin Li, Zhigang Jiang, Edward Conrad, Claire Berger, Christoph Tegenkamp, Walt A. de Heer. Nature. 6 February 2014.

DOI: 10.1038/nature12952

連絡窓口 :

CNRS researcher | Claire Berger | T + 1 404 894 7880 |
claire.berger@grenoble.cnrs.fr

CNRS Press Officer | Priscilla Dacher | T +33 1 44 96 46 06 |
priscilla.dacher@cnrs-dir.fr

翻訳 : NEDO (担当 広報部 松田 典子)

出典 : 本資料は仏・国立科学センター(Centre National de la Recherche Scientifique (National Center for Scientific Research))の以下の記事を翻訳したものである。

“Graphene ribbons highly conductive at room temperature”

http://www2.cnrs.fr/sites/en/fichier/cp_graphene_vf_en.pdf

【新エネルギー分野（太陽光発電）】

仮訳

**米国の太陽光発電コストが（SunShot Initiative の）
コスト目標の 60%を達成**

2014年2月12日

ワシントン－米国エネルギー省(DOE)は、本日、省の10年計画である SunShot Initiative の僅か3年目にして、米国のソーラー産業が、コスト競争力のある発電所規模での太陽光発電(PV)のコスト目標の60%超を達成したと発表した。また、引き続きこのような進歩をサポートするため、エネルギー省は省の広範囲な Clean Energy Manufacturing Initiative を支援すると共に、米国のソーラー発電技術に係る同製造業を強化し、強い米国内ソーラー産業を維持するための2,500万ドルの資金提供についても発表した。

最近になって、2013年に設置済みの発電所規模での太陽光発電が2.3GWの新記録を達成したことが新しい産業報告書で示されたように、オバマ大統領は一般教書の中で、太陽光発電における世界的なリーダーとして高まりつつある米国の役割を強調した。Ernest Moniz エネルギー長官は、明日、カリフォルニア州の Ivanpah Dry Lake を訪問し、クリーンエネルギーでの米国のリーダーシップを維持すべく、世界最大の集光型太陽熱発電所の開所式に立ち会う予定である。

「僅か数年で、米国のクリーンエネルギー及び再生可能エネルギーは著しく増加しました。太陽及び風力から生産されるエネルギー量は倍増し、全ての州で米国民を雇用している強力で競争力のあるソーラーサプライチェーンがサポートされています。」と Moniz エネルギー長官は語った。「この成長を継続し、クリーンエネルギー革新での世界的リーダーとしての米国の地位を築くために、エネルギー省はさらにコストを削減し、性能を向上させ、米国中の新規雇用や新規事業を支える、新技術を促進する手助けをしています。」

発電所規模の太陽光発電が SunShot Initiative の目標の 60%を達成

エネルギー省は2011年に、2010年代の終わりまでに従来のエネルギー源に対して太

陽エネルギーがコスト競争力を獲得できるよう SunShot Initiative を立ち上げた。SunShot Initiative は、産業界、大学、地域コミュニティ及びエネルギー省の国立研究所との連携を通して、高効率かつ高性能な太陽光モジュールから許認可、設置、系統連系プロセスの合理化に至るまで、イノベーションを推進し、太陽エネルギーのコストを低減することに積極的に取り組んでいる。

現在、発電所規模での太陽光発電産業は、SunShot Initiative が目標とする 0.06 ドル/kWh の 60%超を達成している。米国での発電所規模での太陽光発電プロジェクトの平均コストは、2010年の約 0.21 ドル/kWh から 2013年末には 0.11 ドル/kWh まで低下した。エネルギー情報局によると、米国の電力平均価格は約 0.12 ドル/kWh である。[詳細は、直近 3 年の当該コストの低下の推移を示した新しいエネルギー省のグラフから参照できる。](#)

電力コストの低減は均等化発電原価(LCOE)による試算に基づいている。LCOE は発電資産の寿命期間にわたる資金コストや予測発電供給量について特定の仮定に基づいた、米国の電力平均コストの指標である。LCOE モデルは電力コストの相対的な変化を測るための基準を提供する。

オバマ大統領の一期中に、米国は風力、太陽及び地熱源からの発電が 2 倍強となり、設置済みソーラー発電容量は 2008 年の 1.2 Gw から、今や 10 倍の推定 13Gw に増加した。クリーンエネルギーでの米国のリーダーシップの地位を確固たるものにするために、大統領は再度、2020 年までに再生可能発電を倍増するという目標を定めた。

米国のソーラー製造を促進するための 2,500 万ドル

直近の 3 年間で、太陽エネルギーシステムのコストは 50%超低下し、より多くの米国の家庭や企業が手頃な価格でクリーンエネルギーを利用できるようになっている。本日、エネルギー省は米国内のソーラー製造業を強化し、高効率かつ手頃な価格でのソーラー発電技術の実用化のスピードアップを目指して、新しく 2,500 万ドルの資金提供を発表した。本資金提供はソーラー電力コストをさらに低減し、増加しつつある米国のソーラー関連の労働人口を支え、世界のクリーンエネルギー市場での米国の競争力を高める手助けをする。

この新たな SunShot 資金提供は、ソーラー製造業者が中心となり、機械設備のサプライチェーンにおいてコスト削減課題に取り組み、時間やコストを節約する広範な製造プロセスを改善するのを助けるイノベティブなプロジェクトを支援する。また、米国内のソーラー製造コストを低減する先進技術の開発や、プロジェクト建設や設置期間を短

縮する部品や新しい製造プロセスの開発及び実証等もプロジェクトの対象となる。Solar Manufacturing 2 の資金提供についての詳細及び応募要件は[ここ](#)から参照できる。

エネルギー省の [SunShot Initiative](#) は、2020 年までに太陽エネルギーが従来のエネルギー源に対して十分にコスト競争力を獲得することを目指している。

翻訳：NEDO（担当 広報部 勝本 智子）

出典：本資料は米国エネルギー省（DOE）の以下の記事を翻訳したものである。

“U.S. Utility-Scale Solar 60 Percent Towards Cost-Competition Goal”

<http://energy.gov/articles/us-utility-scale-solar-60-percent-towards-cost-competition-goal>