

2012.2.22

1082

# NEDO 海外レポート

1	【ナノテク・材料(材料)】重ねると滑りやすくなる：NIST 理論学者がグラフェンの摩擦量を定量化(米国)	2012/1/10 公表	1
2	【ナノテク・材料(材料)】グラフェン量子ドット：大きな変革を生む小さなナノ技術(米国)	2012/1/12 公表	3
3	【ナノテク・材料(材料)】グラフェンが磁気特性を現す(英国)	2012/1/9 公表	7
4	【ナノテク・材料(材料)】ナノスケール科学技術センター研究者がグラフェン内の不均質なエネルギー分布を測定し、モデリング化(米国)	2012/1/6 公表	9
5	【再生可能エネルギー(バイオマス)】ピサポレンへの変換の障害をクリア(米国)	2012/1/9 公表	10
6	【電子・情報(ストレージ・メモリー)】世界最小の磁気データ記憶素子(独)	2012/1/17 公表	14
7	【再生可能エネルギー(バイオマス)】燃料タンクに藻類を：微細藻類からバイオディーゼルの生産する新プロセス(独)	2012/1/11 公表	17
8	【エネルギー(蓄電池)】自己修復するバッテリー(米国)	2012/1/11 公表	19
9	【ナノテク・材料(材料)】ナノ研究がフレキシブル電子デバイスに与えるインパクト(米国)	2012/1/12 公表	22
10	【再生可能エネルギー(太陽電池)】最も小さなパーツの微調整で太陽電池の効率を飛躍的に向上(米国)	2012/1/20 公表	25
11	【電子・情報(半導体)】半導体薄膜のレーザー冷却により量子計算への扉が開く(デンマーク)	2012/1/25 公表	28
12	【政策(研究開発)】米国大統領の 2013 年度予算教書	2012/2/13 公表	
	(1) 米国の経済・エネルギー・技術イノベーション / 2013 年度科学技術研究開発予算(米国)		31
	(2) 米国エネルギー省(2013 年度予算教書)		34
	(3) 米国立科学財団(2013 年度予算教書)		42

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下さい。》

NEDO 総務企画部 E-mail : [g-nkr@ml.nedo.go.jp](mailto:g-nkr@ml.nedo.go.jp) Tel.044 - 520 - 5150 Fax.044 - 520 - 5204

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。

(資料 1)

【ナノテク・材料 (材料)】 グラフェン 摩擦量 AFM シミュレーション仮訳

## 重ねると滑りやすくなる： NIST理論学者がグラフェンの摩擦量を定量化（米国）

【2012年1月10日】照り付ける太陽により柔らかくなった舗装道路が、車を減速させるのと同様に、グラフェン—驚くべき特性を持った1原子の厚さのシート—は、物質がその表面上を滑るスピードを減速させる。しかし、シートを重ねることでグラフェンの滑りやすさが増すということを、米国の国立標準技術研究所(NIST)で材料の摩擦量を定量化するソフトウェアを開発した理論学者が唱えた。

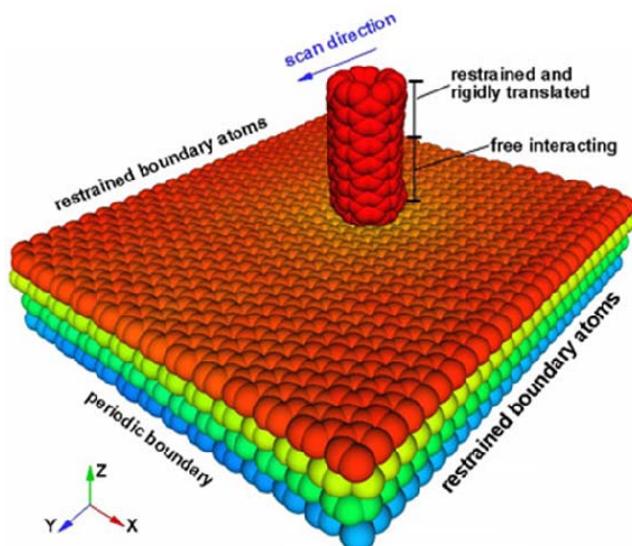
モデリング・プログラムを書き、本研究に関する新たな論文<sup>注1</sup>を共同執筆したNISTのポスドク研究員Alex Smolyanitsky氏は、次のように語る。「誰もグラフェンが三次元物質の表面のように挙動するとは思っていないだろうが、我々のシミュレーションは原子スケールでの差を初めて明らかにした。もし、グラフェンを半導体の潤滑剤として、さらにはフレキシブルな電極の一部として使用したいと考えるなら、これは重要な研究成果である。」

折り畳んだり、巻いたり、または重ねたりできるという能力があることにより、グラフェンは非常に強度が高く、しかも独特の電子的・光学的性質を有している。この材料は、太陽電池に向けた電子回路から、ナノスケールデバイスの稼働パーツの「潤滑(greasing)」まで、幅広く適用される可能性がある。

摩擦とは、2つの面の相反する方向への滑りに対して抵抗する力のことである。原子スケールでの摩擦の研究は、ここわずか数年に解決された課題である。NISTのソフトウェアでは、分子力学技術を用いて、原子間力顕微鏡(AFM)のシミュレーションを行える。このプログラムは、シミュレーションされたAFMチップが、異なった走査速度で1枚から4枚まで重ねたグラフェンシート上を横切って動くときのようになるかを測定するのに使用された（図を参照）。

---

<sup>注1</sup> A. Smolyanitsky, J.P. Killgore and V.K. Tewary. Effect of elastic deformation on frictional properties of few-layer graphene. Physical Review B. Posted online Jan. 9.



NIST のソフトウェアによるシミュレーション。グラフェンシートが 4 枚重なり、その上を原子間力顕微鏡(AFM)チップが左へ横切っていく。このソフトウェアを利用した研究によると、層が増すにつれてグラフェンの摩擦量は減少する。

本研究の発見によると、グラフェンはAFMチップの下や付近で歪む。局所的かつ一時的にたわむことで、転がり摩擦、つまり抵抗が生じる。その力により、円形物体が表面に沿って転がるのが妨げられる。Smolyanitsky氏は、この結果は、彼が博士号を取得したアリゾナ州で、太陽が舗道を熱で溶かして軟化させ、それにより車のタイヤがわずかに沈み込んで減速してしまうという現象と同じであると考えている。NISTの結果は、他の研究グループにより近年行われたグラフェンの実験の結果と一致しているが、新たな定量的なデータを提供するものである。

最も重要なことはNISTの研究により、グラフェンシートが積み重なる毎に摩擦量が低下する理由を明らかにしている。層が少なくなるにつれ、トップ層のたわみが増し、AMF接触力当たりの摩擦量が増加する。一方グラフェン層が増えるにつれ、重なったシートの上面のたわみは減り、滑りやすい状態となる。これに対して、三次元のグラファイトのような物質の摩擦は、実際に変形や転がり摩擦による影響を受けたものではなく、むしろ動いているチップにより発生した熱によるものである。

翻訳：NEDO（担当 総務企画部 室井 紗織）

出典：本資料は、米国・標準技術局(NIST)の以下の記事を翻訳したものである。  
 “Slippery When Stacked: NIST Theorists Quantify the Friction of Graphene”  
[http://www.nist.gov/mml/materials\\_reliability/graphene-011012.cfm](http://www.nist.gov/mml/materials_reliability/graphene-011012.cfm)

(資料 2)

【ナノテク・材料(材料)】 **グラフェン** **量子ドット** **ナノ領域**

仮訳

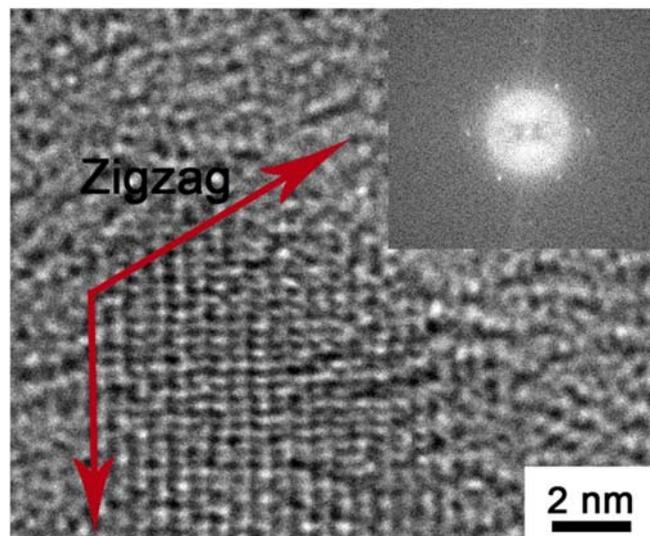
**グラフェン量子ドット：大きな変革を生む小さなナノ技術（米国）**

Rice University 率いる研究チームがカーボンファイバーから極小物質を大量生産

Rice University<sup>注1</sup>(テキサス州ヒューストン)の研究所が、一般的なカーボンファイバーを、グラフェン量子ドット<sup>注2</sup>すなわち、電子、光学、バイオメディカルの用途に有益と実証が見込まれる特性を持つ小さな物質に換える方法を発見した。

同研究所の材料科学者 Pulickel Ajayan 氏は、中国、インド、日本の共同研究者たちや Texas Medical Center<sup>注3</sup>との共同研究により、グラフェン量子ドットを生産するための従来の技術よりも遥かに簡単な、ワンステップの化学プロセスを発見した。この成果が今月、American Chemical Society のウェブジャーナル「Nano Letters<sup>注4</sup>」に発表された。

「グラフェン層の化学分解や電子ビームリソグラフィ<sup>注5</sup>を用いて特有の電子特性や発光特性を持つグラフェンベースの量子ドットを作るいくつかの試みがなされている」と Rice University の機械工学・材料科学科の Benjamin M. and Mary Greenwood Anderson 工学教授の Ajayan 氏は述べる。そして、「これらの黒鉛化された炭素のナノ領域が既に存在し、豊富で安く入手できるなら、前駆体(前駆物質)として使わない手はないか」と。



この透過型電子顕微鏡(TEM)の画像は、端部がジグザグのグラフェン量子ドットを表している。この量子ドットは、Rice University で発見された化学プロセスにより大量生産が可能である。

(クレジット: Rice University Ajayan 研究所)

1980 年代に発見された量子ド

注1 Rice University (<http://www.rice.edu/>)

注2 量子ドット：3次元全ての方向から移動方向が制限された電子の状態のこと(訳者注)

注3 Texas Medical Center (<http://www.texasmedicalcenter.org/root/en>)

注4 Nano Letters (<http://pubs.acs.org/journal/nalefd>)

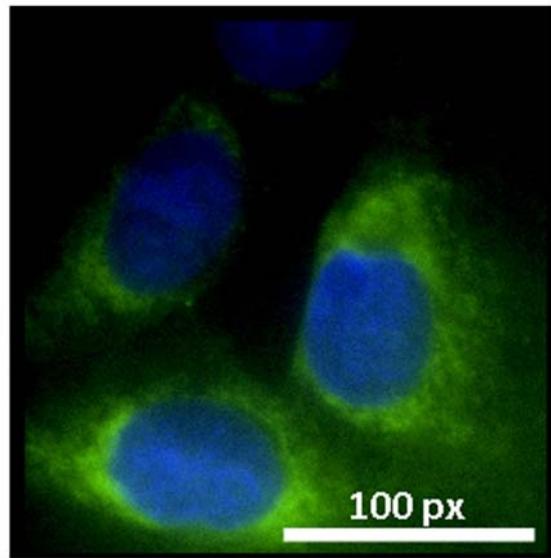
注5 電子ビームリソグラフィ：電子ビームを利用して高分解能の微細パターンを基板に形成する技術(訳者注)

ットは、サイズや形状に依存したバンドギャップを持つ半導体である。これらは、コンピュータ、LED、ソーラーセル、レーザーから医療画像装置に至る用途に有望な構造となっている。Rice University で発見された湿式化学プロセスにより大量生産された 5 ナノメートル未満のカーボンベースの量子ドットは、溶解度が高く、その量子サイズは、その製造温度を調整することでコントロールできる。

Rice University の研究者たちは、その技術を偶然見つけた際、別の実験を計画していた。「選択的にカーボンファイバーを酸化させようと試みたが、それは非常に難しいということがわかった」、そして「我々はある解決方法を見出して研究を終え、透過型電子顕微鏡で数滴を調べることにしたのだ」と、Ajayan の研究所で昨年学んだ Nanjing University からの留学生で、主執筆者の Juan Peng 氏と共同でこのプロジェクトの研究を行った Rice University の院生の Wei Gao 氏は述べている。

彼らが目にした微小片は、少量のグラフェンすなわち、より正確には、カーボンファイバーを化学処理することで抽出された、酸化ナノ領域を持つグラフェンであった。「それはまさに驚きであった」と Gao 氏は言う。「それらを我々は量子ドットと呼ぶが、それは二次元であるため、実際ここにあるものはグラフェン量子ディスクなのだ」と。また、Gao 氏によれば、ほかの技術で作る場合はコストが高くつき、グラフェン量子ドットの小さな塊を作るのに数週間かかると言う。「我々の出発物質は安い市販のカーボンファイバーであり、ワンステップで大量の量子ドットが得られる。これこそが我々の研究の最大の強みだと考えている。」

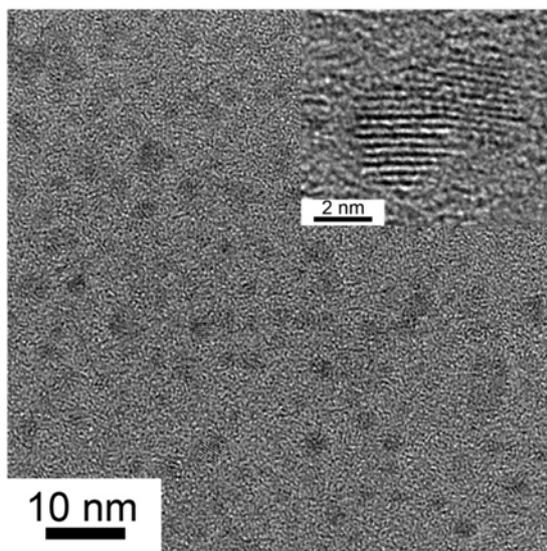
さらに実験を進めると、次のような、ちょっとした興味深い内容が明らかになった。量子ドットのサイズ並びに、それによるフォト・ルミネッセンスの特性は、80~120℃といった比較的低温で処理することでコントロールできるものと考えられる。「120℃、100℃、80℃で、それぞれ青色、緑色、黄色の光の量子ドットが得られた」と Gao 氏は述べた。彼らはまた、ジグザグと称される形状となる傾向があることも発見した。グラフェンシートの間、すなわちこの原子 1 個分の厚みを持つ形状がその電気特性を決定し、ジグザグが半導体となっている。



Rice University で作られた緑色の蛍光色を発するグラフェン量子ドットが、ヒトの乳癌細胞の、青く着色された核を取り囲んでいる。細胞は、量子ドットを含む溶液に 4 時間置かれた。量子ドットはそれぞれ、5 ナノメートルに満たない大きさで細胞膜を簡単に通過するため、バイオイメージングに活用できる潜在的価値が示されている。(クレジット: Ajayan lab/Rice University)

それらの発光特性により、グラフェン量子ドットに、画像化、タンパク質分析、細胞のトラッキング、その他の生物医学的な応用化が期待できると Gao 氏は言う。ヒューストンの MD Anderson Cancer Center と Baylor College of Medicine で行われたヒトの乳癌の 2 つの専門分野に関するテスト結果により、細胞質になる途中で簡単に発見され、細胞増殖を妨げることはないこの量子ドットが明らかになった。

「緑色の量子ドットによって、非常に素晴らしい画像が得られた」と、Ajayan 研究所の院生で、MD Anderson でも研究を行っている共同著者の Rebeca Romero Aburto は述べている。「蛍光体<sup>注6</sup>を上回るグラフェン量子ドットの優位性は、その蛍光性がより安定していて、光退色せず、その蛍光性が簡単に失われることはないことにある。グラフェン量子ドットで得られる効果(画像)の深さには限界があるため、試験管内実験や小動物の体内実験には適しているだろうが、ヒトの深部組織にはおそらく最適ではないだろう。



透過型電子顕微鏡のグリッド上に見える色の濃いスポットが、Rice University の湿式化学プロセスで作られたグラフェン量子ドットである。右上の差し込み図は、1 ドットの拡大図である。グラフェン量子ドットは、電子、光学、生物医学的への応用用途が見出されると考えられている。(クレジット: Ajayan lab/Rice University)

しかし、何ごとともこの研究所からスタートする必要があり、これらの試みはバイオイメージング(生体画像処理)の詳細な研究を行う上での興味深いアプローチとなると考えられる」と、Romero Alburto 氏は述べた。「将来的には、これらのグラフェン量子ドットは大きな効果を生む可能性を有するだろう。というのも、センサーの用途のために、その他の物質と複合して用いることができるからである。」

共同著者は次の通り。化学・バイオエンジニアリング教授の Angel Marti 氏、ポスドク共同研究員の Zheng Liu 氏と Liehui Ge 氏、上席研究員の Lawrence Alemany 氏、院生の Xiaobo Zhan 氏(以上はすべて Rice University 所属)、Rice University 卒業生である日本の信州大学の Li Song 氏、National Physical Laboratory(ニューデリー)の Bipin Kumar Gupta 氏(印米科学技術フォーラム研究奨励制度により Ajayan 研究所で研究活動を行った)、Ocean University of China の Guanhui Gao 氏、Baylor College of Medicine の研究技術者 Sajna Antony Vithayathil 氏、同じく Baylor College of Medicine の准教授 Benny Abraham Kaiparettu、信州大学工学部の林卓哉准教授、Nanjing University の化学教授

<sup>注6</sup> 外部からのエネルギーを光に変換する物質

の Jun-Jie Zhu 氏。

この研究は、Nanoholdings、グラフェンに関する Office of Naval Research MURI program、中国の NSF、中国の National Basic Research Program、インド・米国科学技術フォーラム、および Welch Foundation のサポートを受けて実施された。

研究論文の概要については、以下のサイトを参照のこと。

<http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/nl2038979>

連絡先:

Mike Williams

713-348-6728

[mikewilliams@rice.edu](mailto:mikewilliams@rice.edu)

翻訳：NEDO（担当 総務企画部 原田 玲子）

出典：本資料は、Rice University の以下”Graphene quantum dots: The next big small thing”の記事を翻訳したものである。

<http://www.media.rice.edu/media/NewsBot.asp?MODE=VIEW&ID=16612&SnID=1430514162>

Used with Permission

(資料 3)

【ナノテク・材料 (材料)】 グラフェン 磁性 点格子欠陥

仮訳

**グラフェンが磁気特性を現す (英国)**  
有機物質が冷蔵庫にくっつくマグネットみたいになる？  
Manchester 大学の科学者らが実証  
2012 年 1 月 9 日



Manchester大学の物理学者らが科学誌 *Nature Physics* への掲載記事で、世界で最も薄く、最も強度のある素材グラフェンに磁気を持たせたと発表した。

グラフェンとは鶏舎用の金網構造 (つまり六角形) に並べられた炭素原子から構成される 1 枚のシート。本来の状態であれば、鉄やニッケルといった素材から通常は連想される従来型の磁気兆候を示さない。

グラフェンが持つ注目すべき特性を実証したことで、Manchester大学の研究者らは 2010 年に [ノーベル物理学賞](#) を受賞している。

Irina Grigorieva 博士と Sir Andre Geim 教授 (ノーベル賞受賞者の 1 人) によって導かれた今回の最新の研究成果は、電子工学分野におけるグラフェンの将来性を決定づけるものになるであろう。

Manchester 大学の研究者らは、磁気を持たないグラフェンにフッ素のような磁気を持たない原子を「ちりばめる (peppered)」か、あるいは六角形構造から炭素原子をいくつか取り除くことを行った。空孔 (vacancies) と呼ばれる空いたスペースや添加した原子によって、まさに鉄の原子のような、全体が磁気を帯びた。

「まるで、マイナスとマイナスのかけ算でプラスになったようなものだ。」と Irina

Grigorieva 博士は言う。

原子全体が磁気を帯びたように振る舞うには、空孔同士が離れ、集中せずに存在しなければならないことを研究者らは発見した。グラフェンがたくさんの空孔をもつと、それぞれの空孔の距離が近すぎてお互いの磁性を相殺してしまう。空孔に関しては、密集度が高まるとグラフェンを分解してしまうと言える。

Geim 教授は言う。「実験で観測された磁性は小さいもので、磁性を最も持たせたグラフェン試作品であっても、冷蔵庫にはくっつかないだろう。」

「大切なのはグラフェンという物質に何ができて、何ができないかを明確にすることだ。非磁性材料における磁性（を示す）領域では、これまでも偽陽性(false positive)<sup>注1</sup>を示すことが多くあった。」

「今回発表したグラフェンが最も活用されそうなのはスピ電子工学分野だ。スピ電子工学デバイスは広く普及しており、特にコンピューターのハードディスク内部に使用されている。それらは磁気と電流のカップリングにより機能している。」

加えて Grigorieva 博士は次のように述べている。「グラフェンにこうして新たな機能が加えられることで、電子工学分野で応用され得る重要度が証明できる。」

翻訳：NEDO（担当 総務企画部 望月 麻衣）

出典：本資料はManchester大学ウェブサイトに掲載された以下の記事を一部翻訳したものである。

“Graphene reveals its magnetic personality”

<http://www.manchester.ac.uk/aboutus/news/display/?id=7831>

---

<sup>注1</sup> 訳者注：事実に反して検査や実験で陽性の結果がでること。

(資料 4)

【ナノテク・材料（材料）】 グラフェン仮訳**ナノスケール科学技術センター研究者が  
グラフェン内の不均質なエネルギー分布を測定し、モデリング化(米国)**

【2012年1月4日】グラフェンが将来の電子工学の革新的な要素として有望なものになるには、デバイス内でのグラフェンとその周辺材料の相互作用を理解し、制御する必要がある。米国・標準技術局(NIST)のナノスケール科学技術センター(CNST)は、グラフェン内の電子が下地基板の中の不純物に対しどのようなレスポンスを示すかの測定およびモデリングに成功した。これにより、単層と二層のグラフェンのレスポンスにおける、決定的な差の説明がつくこととなる<sup>注1</sup>。不純物によって、その電界を遮蔽、つまりダンプ(damp)する能力は、静電気の遮蔽距離により表される。不純物を遮蔽するために、遮蔽距離は不純物間の間隔よりも大幅に短くなくてはならない。基板上に置かれると、単層および二層のグラフェン内の電子は、基板の不純物に対して異なった反応を示す。これは、対称性の違いが遮蔽距離を変化させるためである。二層のグラフェンは電子の遮蔽距離が短く、それゆえ不純物を遮蔽するに当たり容易に再配列する。単層グラフェンは、その二次元のハチの巣状の原子格子の異常な対称性のため、光子のような“質量ゼロ”の粒子と同様に、電子のエネルギーにより運動量をリニアに増加させる。CNSTの理論によると、質量ゼロの電子の遮蔽距離は基板の不純物間の間隔に近く、そのため電子の再配列をより困難にする。基板の不純物は電子を散乱させ、その結果、単層と二層の両グラフェン内においてデバイスの性能を落としてしまう。不純物とのレスポンスの説明がつくことによって、本研究は様々な基板上において前記のような分散の制御や、グラフェンのデバイス性能の改善をする方法を知る手掛かりとなる。

翻訳：NEDO（担当 総務企画部 室井 紗織）

出典：本資料は、米国・標準技術局(NIST)の以下の記事を翻訳したものである。

“CNST Researchers Measure and Model Inhomogeneous Energy Landscapes in Graphene”

[http://www.nist.gov/cnst/highlight\\_stiles\\_graphene.cfm](http://www.nist.gov/cnst/highlight_stiles_graphene.cfm)

<sup>注1</sup> “Mechanism for puddle formation in grapheme”, S. Adam, S. Jung, N. N. Klimov, N. B. Zhitenev, J. A. Stroscio, and M. D. Stiles, Physical Review B 84, 235421 (2011)

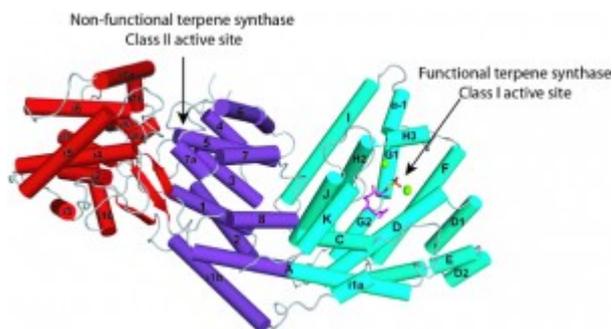
(資料 5)

【再生可能エネルギー (バイオマス)】 バイオマス ビサボレン 蛋白質三次元結晶構造仮訳

## ビサボレンへの変換の障害をクリア (米国)

2012 年 1 月 9 日

D2 ディーゼル燃料の生合成代替燃料として、香料や調味料に使用される化合物であるテルペンの一種のビサボレンが有望であるという最近の発見が、グリーンエネルギーコミュニティやトラック運送業界で大変注目されている。米国エネルギー省(DOE: Department of Energy)所管のバイオエネルギー共同研究所(JBEI: Joint Bio Energy Institute)の第2 チームの研究者達は、高度なバイオ燃料である微生物ベースによるビサボレン生産の加速の鍵を握るタンパク質の三次元結晶構造を解明した。



[クリックして拡大画像へ](#)

JBEI の研究者達は、AgBIS 酵素を解明し、それがセスキテルペンのシンターゼで初めて発見された三次元構造である 3 つのヘリックスドメインから構成されることを発見した。この発見は高度なバイオ燃料やその他への利用にとって重要なものである。

JBEIのバイオエンジニアであるPaul Adams氏とJay Keasling氏は、アメリカオオモミ<sup>注</sup>中に存在し、ビサボレンのテルペン直接前駆体であるビサボリンを合成する酵素のタンパク質結晶構造を解明した。アメリカオオモミの $\alpha$ -ビサボリンシンターゼ(AgBIS)と呼ばれるこの酵素が微生物に侵入して働きだすと、微生物が単糖をビサボリンに変換するのを妨げる障害となった。

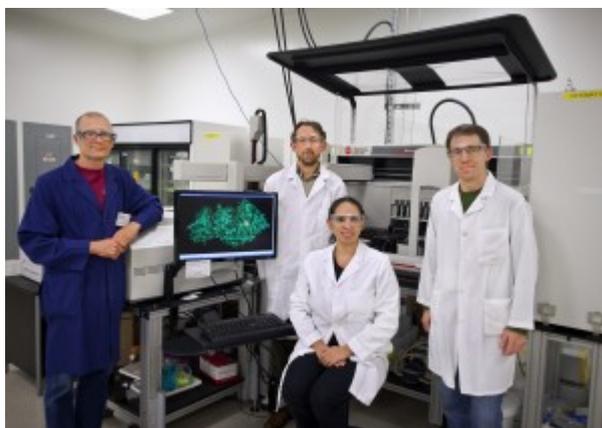
「私たちが解明した AgBIS の高分解能構造によって、微生物がより速くビサボリンを作らせるように酵素の設計変更をすることが可能になるはずです。」と、X線結晶構造解析の第一人者である Adams氏は述べ、こう続ける。「また、処理能力を遅らせるような阻害効果を獲得し、また、もしかするとビサボレンに似た他種の燃料を生産する酵素を作れるかもしれません。」

JBEIの技術部門を率いる Adams氏は、Cell Press 出版社の Structure 誌に掲載されて

<sup>注</sup> アメリカオオモミ Grand fir(*Abies grandis*): アメリカ北西部太平洋岸産の非常に樹高の高いモミで、長く曲がった枝と深緑色の葉を持つ (出典: <http://eije.weblio.jp/content/abies+grandis>)

いる本研究の論文の責任著者である。同論文は”Structure of a Three-Domain Sesquiterpene Synthase: A Prospective Target for Advanced Biofuel Production”と題される。Adams 氏と Keasling 氏の共同著者は Ryan McAndrew 氏、Pamela Peralta-Yhya 氏、Andy DeGiovanni 氏、Jose Pereira 氏、および Masood Hadi 氏である。

JBEI は、高度なバイオ燃料の商業生産技術を進展させるため DOE の科学局(Office of Science) によって設立されたバイオエネルギー研究センター(Bioenergy Research Centers) の 3 組織のうちの 1 組織である。JBEI はローレンス・バークレー国立研究所(Berkeley Lab)が率いる複数機関に渡るパートナーシップであり、カリフォルニア州 Emeryville に本部を置く。



[クリックして拡大画像へ](#)

(左から) Andy DeGiovanni 氏、Paul Adams 氏、Pamela Peralta-Yahya 氏、Ryan McAndrew 氏は、J ビサボレンバイオ燃料の微生物ベースでの生産に重要なタンパク質の 3次元構造を解明した JBEI のメンバーである。(写真提供：バークレーラボ Roy Kaltschmidt)

昨年秋、JBEI の研究者達は、ビサボレンが米国内で生産できるクリーンでグリーンな再生可能エネルギーとして、今日のディーゼルエンジン用燃料の標準である D2 ディーゼル燃料を代替する新しく高度なバイオ燃料となる可能性を発見した。合成生物技術を利用して、単糖からビサボリンを作るバクテリアとイーストの菌株を開発した。ビサボリンはそれから水素化されてビサボレンとなる。このことは大変有望視されてはいるが、ビサボレンの微生物ベースの生産が商業的に実現可能となるには、ビサボリンの生産量を向上させる必要がある。

「非効率なテルペンシターゼ酵素が、同酵素により操作された微生物が使用する代謝経路における障害となっています。」と、初期および現在の JBEI チームの一員である Peralta-Yahya 氏は述べる。「AgBIS の結晶構造が解明されたので、ビサボリンの生産量に経済競争力をもたらす触媒効率と安定性を向上させるような遺伝子操作が可能となりました。」

Peralta-Yahya 氏と彼女の同僚研究者らは、AgBIS 酵素が、炭素数が 15 個のテルペン化合物であるセスキテルペンのシターゼ中で初めて発見された三次構造である 3 つのヘリックスドメインから構成されることを発見した。この独特な構造の発見は、Structure 誌の共同筆頭著者である McAndrew 氏が説明するように、いくつかの分野で重要な意味を持つ。

「ジテルペン(炭素数が 20 個のテルペン化合物)と類似している AgBIS の構造を解明したことが、あまり良く特性の解っていない酵素の働きへの見識だけでなく、植物中の原型的な 3 次ドメインのテルペノイドシンターゼが 2 次ドメインのセスキテルペンシンターゼに成るといふ、進化遺産(データ)解明の手掛かりを私たちに与えてくれるのです。これらの酵素は多種の特殊な化学物質を作ることから、テルペノイドシンターゼの構造と働きに関する私たちの知識をより深めることにより、バイオ燃料だけでなく豊富な実用的用途をもたらすかもしれません。」

AgBIS の 3 次元結晶構造の解明は、DOE 科学局のシンクロトロン放射光の国立のユーザー施設であり、世界初の第 3 世代ライトソースであるバークレイラボの Advanced Light Source (ALS)のタンパク質結晶解析技術により可能となった。JBEI の研究チームは、この研究に Berkeley Center for Structural Biology (BCSB)が運転する 5 つのタンパク質結晶解析ビームラインのうちの 3 つ、8.2.1、8.2.2.および 5.0.3.を利用した。

「単独のタンパク質、そして異なる阻害因子および共同因子を持つタンパク質と、数種の結晶に関するデータを収集したので、複数のビームラインを使う必要がありました。」と、2004 年から 2011 年まで BCSB の所長を務めた Adams 氏は述べる。「また、AgBIS 解明のために私たちが採った手法には、超偏向ビームラインである 8.2.1 および 8.2.2 で提供される高流量可変 X 線を必要としました。」

本研究は DOE の科学局により支援された。

# # #

JBEIは、DOEの科学局(Office of Science) によって 2007 年に設立された 3 つの組織のバイオエネルギー研究センター(Bioenergy Research Centers)のうちの 1 組織である。JBEIはバークレー研究所(Berkeley Lab)の率いる科学的パートナーシップであり、これにはサンディア国立研究所(Sandia National Laboratories)、カリフォルニア大学バークレー校とデイビス校(University of California campuses of Berkeley and Davis)、カーネギー研究所(Carnegie Institution for Science)、およびローレンス・リバモア国立研究所(Lawrence Livermore National Laboratory)が含まれる。DOEのバイオエネルギー研究センターは、セルロース系バイオ燃料、または非食用植物繊維からのバイオ燃料の、費用対効果が高く国家レベルでの生産に必要な基本的な科学的ブレイクスルーを探求する多くの専門分野に渡る複数機関の研究チームをサポートしている。詳しくはウェブサイト [www.jbei.org](http://www.jbei.org) を参照のこと。

ローレンス・バークレー国立研究所では、持続可能なエネルギーの促進、人々の健康の保護、新材料の開発、そして宇宙の起源や行方の公開により、世界で最も重要とされる科学的課題に取り組んでいる。1931年の創設以来、バークレー研究所の科学的専門性は、12件のノーベル賞により評価されている。カリフォルニア大学はDOEの科学局を管理している。詳しくはウェブサイト[www.lbl.gov](http://www.lbl.gov)を参照のこと。

DOEの科学局(Office of Science)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](http://science.energy.gov)を参照のこと。

翻訳：NEDO（担当 総務企画部 松田 典子）

出典：本資料は米国ローレンス・バークレー国立研究所の以下の記事を翻訳したものである。

Clearing a Potential Road Block to Bisabolane

<http://newscenter.lbl.gov/feature-stories/2012/01/09/agbis-structure-solved/print/>

(資料 6)

【電子・情報(ストレージ・メモリー)】 磁気記憶素子 STM

仮訳

## 世界最小の磁気データ記憶素子 (独)

IBM社と独・自由電子レーザー科学センター(CFEL)が  
1ビットでたった12個の原子を使用する磁気データ記憶素子を開発  
2012年1月17日

米 IBM 社と独・自由電子レーザー科学センター(CFEL: Center for Free-Electron Laser Science)の研究者らが、世界最小の磁気データ記憶素子を開発した。この記憶素子には、情報の基本単位であるビット当たり 12 個の原子が使用されており、1 バイト全体(8 ビット)でわずか 96 個の原子の使用で済む。それに比較して最新のハードドライブでは、1 バイトで 5 億個を超える原子がいまだ必要とされている。本研究の結果は、2012 年 1 月 13 日(金) 付けの Science 誌に掲載された。CFEL はハンブルグのシンクロトロン研究センター(DESY)、マックスプランク研究所(MPG: Max-Planck-Society)およびハンブルグ大学(University of Hamburg)の共同出資法人である。

DESY のディレクターである Edgar Weckert 氏は、「CFEL とそのパートナーらは、DESY のキャンパスに、幅広い分野において世界トップレベルの研究を実施するイノベーター組織を設立しました。」と述べる。このナノメートルサイズのデータ記憶素子は、米カリフォルニア州サンホセにある IBM 社の Almaden Research Center にて、走査型トンネル顕微鏡(STM: scanning tunneling microscope)を用い、原子を一つずつ並べて作製された。研究者らは、一つの列に鉄(Fe)原子が 6 個並ぶ規則的なパターンを構築した。その列が 2 列あれば、1 ビットのデータを記憶させるのに十分である。従って 1 バイトはこの原子 6 個を持つ列の 2 列が 8 組で構成され、それはわずか 4nm×16nm の面積を使用するのみである(nm: ナノメートルはミリメートルの 100 万分の 1)。「その記憶密度は最新のハードドライブの 100 倍に相当します。」と、Science 誌掲載論文の筆頭著者である CFEL の Sebastian Loth 氏は説明する。

このナノサイズの記憶素子へのデータの書き込みと読み出しは、STM を用いて実施される。2 列で 1 組となっている鉄原子の列には、古典ビットの 0 と 1 の 2 つの値を現す 2 通りの磁性状態が存在する。STM の先端から発する電気パルスが磁界配位をある状態から他の状態へと反転させる。現時点では、このナノ磁石は-268°C(5° K)の極低温下でのみ安定することしかできないが、微弱なパルスによって配位を読み出させることができる。「私たちのこの研究は、現在のデータ記憶技術をはるかに超えるものです。」と、Loth 氏は述



[クリックして拡大画像へ](#)

反強磁性順に並ぶ鉄(Fe)原子の列の走査型トンネル顕微鏡(STM)によるイメージ。  
(Sebastian Loth 氏)

べる。研究者らは、およそ 200 個の原子を持つ列が室温で安定化することを期待しているが、この原子磁石をデータ記憶に利用するにはまだ時間がかかるという。

今回の研究では、データ記憶目的に「反強磁性」と呼ばれる磁性の特殊な形態が初めて採用された。従来のハードドライブに使用されている強磁性とは異なり、反強磁性の物質中で隣り合う原子のスピンは反対方向の位置で並び、物質はバルクレベルで磁性的に中立の状態になる。このことは、互いに磁氣的に干渉することなく、反強磁性の原子の列同士を近づけることができるということの意味している。このようにして、

たった 1 ナノメートルのスペースにビットを詰め込むことができたのだ。

「電子部品を小さくすることを考えた時に、これを単一原子の領域へと持ち込むことができるかどうか知りたと思いました。」と、Loth 氏は述べる。しかし既にある部品を小さくする代わりに、研究チームはその反対のアプローチを採った。「それで一番小さなもの、つまり単一原子から始めました。単一原子を一つずつ使用してデータ記憶デバイスを作りました。」と、IBM 社の研究員である Andreas Heinrich 氏は述べる。ここで要求される精度を持つ研究グループは世界でも限られている。

「古典物理学の領域に達するには、素子をどの程度の大きさに作る必要があるのか検証しました。」と、Loth 氏は説明する。同氏は 4 ヶ月前に IBM 社から CFEL へと異動した。12 個の原子が使用する部材の最低限界として浮上した。「この下で、限界量子効果が記憶された情報をぼやけさせているのです。」より高密度なデータ記憶にこの量子効果をなんとか利用できないか、ということが集中的な研究における目下の課題である。

この研究チームの数々の実験により、世界最小の磁気データ記憶素子が作られただけでなく、古典物理学から量子物理学への移行のための理想的なたたき台が用意された。「鉄原子列の形状とサイズを通して量子効果を制御する方法を習得しました。」と、Loth 氏は述べる。ハンブルグにある CFEL のマックスプランク研究グループである「ナノエレクトリックシステムのダイナミクス」および独シュトゥットガルトに所在するマックスプランク固体研究チームのリーダーである同氏はこう続ける。「それにより、どのように量子メカニズムが働くか調べることができるようになりました。古典磁石と量子磁石の違いは何なのか？その二つの領域の境界では磁石はどのような挙動を示すのか？これらの大変興味深い

質問への回答がまもなく得られるはずです。」

Loth 氏は、本研究に理想的な環境条件を持つ CFEL の新しい研究所で、それらの質問への答えの探求を続けることができる。「時間分解 STM の分野において世界トップレベルの科学者である Loth 氏が CFEL に加わったのです。」と、CFEL のリサーチコーディネータの Ralf Köhn 氏は述べる。「そのことが原子系および分子系のダイナミクスの研究における私たちの既存の技術を完璧なものにしてくれると思います。」

翻訳：NEDO（担当 総務企画部 松田 典子）

出典：本資料は Max-Planck-Gesellschaft に掲載された以下の記事を翻訳したものである。

The world's smallest magnetic data storage unit

Scientists from IBM and the German Center for Free-Electron Laser Science (CFEL) have built a magnetic data storage unit that uses just twelve atoms per bit.

[http://www.mpg.de/4986668/worlds\\_smallest\\_magnetic\\_data\\_storage\\_unit?filter\\_order=1](http://www.mpg.de/4986668/worlds_smallest_magnetic_data_storage_unit?filter_order=1)

(資料 7)

【再生可能エネルギー(バイオマス)】 **バイオディーゼル** **微細藻類** **Ni 触媒**  
**ゼオライト H-Beta**

仮訳

## 燃料タンクに藻類を： 微細藻類からバイオディーゼルの生産する新プロセス (独)



Lercher 教授とチームの科学者  
 写真：Battenberg/TUM

【2012.1.11】化石燃料の使用可能量には限界があり、自動車エンジンでの燃焼は大気中の CO<sub>2</sub> レベルを増加させる。代替品としてバイオマスによる燃料の生成が増加傾向にある。化学会誌『Angewandte Chemie』にて、ミュンヘン工科大学 (Technische Universität München) の Johannes A. Lercher 氏と彼のチームが、微細藻類からディーゼル燃料へのバイオ燃料 (biopetroleum) の効果的な変換を可能にする新たな触媒プロセスを発表した。

大豆や菜種 (アブラナ) などから取れる植物油は、バイオ燃料の生成において有望な出発材料である。微細藻類は、従来の油糧作物の代替品として興味深いものである。微細藻類とは水中を自由に移動する藻類の単一細胞、あるいは短鎖細胞である。これらはどんな水溜まりでも生息し、容易に培養できる。Lercher 氏は次のように説明する。「微細藻類には、油糧系農産物を超える多くの利点がある。成長のスピードは地上のバイオマスより遙かに早く、高いトリグリセリド (中性脂肪の1つ) を含有し、そして陸生の油糧種子の栽培とは異なり、燃料生産として使用するに当たり食糧生産と競合することもない。」

これまで知られていた微細藻類からオイルを精製する方法には、様々な欠点がある。精製される燃料は、酸素含有量が高くなり、低温時の流動性が不足し、あるいは硫黄を含有する触媒が製品に混入し品質を落としてしまうというものである。しかし、他の触媒は依然として効果的に十分ではない。そこで今回、ミュンヘン工科大学の科学者は、斬新な触媒の開発に向けた新プロセスを提案している。この触媒とは、ゼオライト H-Beta で作られた多孔質担体上のニッケル金属である。科学者らは穏やかな条件 (260 °C、40バールの水素圧) 下で、未処理・未精製の藻類油の変換を達成するために、この (新たな触媒による) プロセスを用いた。Lercher 氏は次のように語る。「この生成物は、自動車用のハイグレードな燃料として使用するのに適したディーゼルに分類される飽和炭化水素である。」

微細藻類より生成されたオイルは、主成分(88%)として、C18の不飽和脂肪酸を含有したモノグリセリド、ジグリセリド、そしてトリグリセリドなどの中性脂肪で構成されている。8時間の反応後、研究者は主成分としてオクタデカン(C18)を含有した78%液体アルカンを得た。主な気相の副生物として、プロパンとメタンができる。

この反応機構の解析により、これがカスケード反応であることが示されている。最初に、不飽和脂肪酸鎖であるトリグリセリドの二重結合が、水素により飽和される。その後、この飽和された脂肪酸が水素を捕捉し、グリセリン成分から分離される、その反応によりプロパンを生成する。最終段階で、脂肪酸内の酸性基が段階的に小分子となり、それに対応したアルカンになる。

翻訳：NEDO（担当 総務企画部 室井 紗織）

出典：本資料は、ミュンヘン工科大学(Technische Universitaet Muenchen)の以下の記事を翻訳したものである。

“New process for producing biodiesel from microalgae oil:Algae for your fuel tank”

[http://portal.mytum.de/pressestelle/meldungen/NewsArticle\\_20120110\\_180639/newsarticle\\_view?](http://portal.mytum.de/pressestelle/meldungen/NewsArticle_20120110_180639/newsarticle_view?)

Used with Permission of the Technische Universitaet Muenchen

【エネルギー(蓄電池)】 バッテリー 自己修復仮訳

## 自己修復するバッテリー (米国)

## 自己修復型バッテリーの考案

堅いコンクリートの歩道に携帯電話を落としたのに、それを拾い上げてみたらもう既にバッテリーがひとりでに修復していたと想像してみよう。

University of Illinois(イリノイ大学)の Urbana-Champaign(UIUC)校の研究者チームと米エネルギー省(DOE)のアルゴンヌ国立研究所は、破損時に自己修復するバッテリーの設計方法を探究している。

「この研究は、電子機器が、充電を何度も繰り返すことによる長期的なダメージや、日常生活で回避できない物理的なダメージを受ける日常利用にも耐え得る製品寿命を達成するのに役立つだろう」と、この研究チームのメンバーである University of Illinois、UIUC 校の科学者、Jeff Moore 氏は述べた。

科学者たちは、電気伝導率の消失がバッテリー寿命を徐々に縮め、やがて、そのバッテリーが寿命に至ると考えている。特定の分子的不具合に関していろいろな見解があるが、おそらく化学物質が電極に蓄積するため、または電極そのものが剥離してしまうからであると考えられる。おそらくこれは、バッテリーを充電して使用する、膨張と収縮の繰り返しによる不可避な材料内のストレス破壊である。

どのような場合でも、電気伝導率の消失が原因で、バッテリーのストレージ容量は低下するものである。この問題に、同研究チームは取り組



これらのマイクロカプセルは、液体金属で満たされており、金の導電性の層に付着している。回路が機械的ダメージを受けると、このカプセルがはじけて導電経路を修復する。各カプセルの直径は、わずか 10 ミクロンで、10 個並べるとちょうどヒトの髪の毛の直径に相当する。

画像提供： Amanda Jones and Ben Blaiszik

みたいと考えている。

その構想は、あらかじめバッテリーに内蔵された「応急修理担当」チームを配置することである。これらは小さなマイクロ球体であり、それぞれが赤血球 1 個分のサイズよりも小さく、この中に液体金属を含んでいる。それらはバッテリー部品とともに追加されているが、バッテリーの製品寿命の大部分の期間は活動しないまま眠っている。

しかし、このバッテリーがダメージを受けると、このカプセルが弾けて内包していた液体金属をバッテリーの中に放出する。この液体金属が、電気回路内のギャップ(欠損、欠落)を埋め、壊れた回路をつなげ、パワーを復旧させる。

カプセルは、物理的なダメージのほか例えば過熱現象など、さまざまな事象がきっかけとなって動作するように設計できると考えられる。これによって科学者たちは、特定の状況を修復するために、様々なカプセルの中身をあつらえることができるようになる。

マイクロカプセルは 1950 年代以降、大量生産されてきた。カーボンを含まないコピー用紙に鉛筆を押し付けると、インクで満たされたマイクロカプセルが弾け、すぐ下の紙の層にインクの跡が残る。また、擦るとよい香りのする香り付きステッカーを擦ると、香り成分で満たされたマイクロカプセルが弾ける。「マイクロカプセルの利用はよく知られている技術であるが、我々はこの技術を、商業化に向けて簡単に量産化できるようになれば良いと考えている」と Moore 氏は述べた。

同研究チームの最初のステップは、このシステムを簡単なシステムでテストすることで、配線が切れた場合もカプセルが回路を「治してくれる」かどうかを確認するため、電極を配線と接続した。

(デモ説明の動画 → <http://www.youtube.com/embed/Kc-Vjbn9M4g>)

「我々の新しい自己修復マテリアルは、1000 分の 1 秒もかからずに完璧に回路を修復できる」と Moore 氏は述べる。

研究者たちが着手する次のステップは、プロトタイプのバッテリーでカプセルをテストすることである。アルゴンヌ研究所の材料科学者とバッテリーの専門家である Khalil Amine 氏は、研究チームがリチウムイオンバッテリー用にカプセルを採用することをサポートしている。この他の共同研究者には、UIUC の科学者の Nancy Sottos 氏と Scott White 氏がいる。

この研究は、アルゴンヌ研究所が率いる 3 つの Energy Frontier Research Centers : EFRCs(エネルギーフロンティア研究センター)の 1 つである Center for Electrical Energy

Storage : CEES(電気エネルギー貯蔵センター)を通して資金提供を受けている。2009年に DOE からの特別な政府補助金によって設立された EFRC は、エネルギー技術におけるブレイクスルーをもたらす鍵と考えられる特定の科学的課題に注力する、分野横断的な 5 年プログラムである。

CEES は、バッテリーやスーパーキャパシタなどの、輸送、住居、商業向け電気化学エネルギー貯留技術のブレイクスルーを制限する問題に取り組んでいる。

この研究成果は、Advanced Materials 誌の中の論文「Autonomic Restoration of Electrical Conductivity」に発表されている。この論文を執筆した Moore の共同著者には以下の各氏がいる。Benjamin Blaiszik, Sharlotte Kramer, Martha Grady, David McIlroy, Nancy Sottos and Scott White(順不同、敬称略)。

Argonne National Laboratory(アルゴンヌ国立研究所：以下アルゴンヌ研究所という。)は、差し迫る国家の科学技術問題に対する解決策を模索している。米国発の国立研究所であるアルゴンヌ研究所は、事実上すべての科学的分野において最先端の基礎科学および応用科学の研究を行っている。同研究所の研究者たちは、何百もの企業、大学、および連邦政府、州政府、市の機関の研究者たちと緊密に連携を取り、彼らが抱える具体的な問題の解決を助け、科学分野における米国のリーダーシップを推進し、よりよい未来のために国の態勢を整えている。60 カ国を超える国々出身の職員を有するアルゴンヌ研究所は、米エネルギー省科学局に代わり、UChicago Argonne, LLC がマネージメントを行っている。

記 Louise Lerner

詳細に関する問い合わせ先

アルゴンヌ研究所 Angela Hardin (630/252-5501 or media@anl.gov)

アルゴンヌのツイッター

<http://twitter.com/argonne>

翻訳：NEDO (担当 総務企画部 原田 玲子)

出典：本資料は、Argonne National Laboratory の以下 "Battery, heal thyself" の記事を翻訳したものである。

[http://www.anl.gov/Media\\_Center/News/2012/news120111.html](http://www.anl.gov/Media_Center/News/2012/news120111.html)

(資料 9)

【ナノテク・材料 (材料)】**単層カーボンナノチューブ**

仮訳

**ナノ研究がフレキシブル電子デバイスに与えるインパクト (米国)**

発行：2012年1月12日 10:40AM 現地時間

ソース：North Dakota 州立大学

North Dakota 州立大学 (以下 NDSU) の研究チームと米国標準技術局(National Institute of Standards and Technology: NIST)は、カーボンナノチューブで出来たフィルムやコーティング材の柔軟性と耐久性がその物質の持つ電子特性と密接に関係していることを明らかにした。この研究成果が将来、太陽電池セルや携帯可能センサーといったフレキシブル電子デバイスにインパクト (波及効果) を与える可能性がある。また今回の研究には、将来の科学分野でのキャリアを後押しする機会として、有望な1人の女子高校生に世界クラスの科学者らと共に研究に参加してもらった。

Erik Hobbie 博士の率いる NDUS/NIST の研究チームは、金属性の単層カーボンナノチューブで出来た薄膜フィルムが将来の実用化に求められる電气的性能と機械的耐久性の両方において優れている理由を探求している。「金属性のナノチューブが互いに接触した時、電荷がより容易に移動するというのが1つのシンプルな考え方だ」と Hobbie 博士は言う。「ただし、これはあまり知られていない理由だが、フィルム内の非常に小規模な構造の変化を伴わずにどれほど柔軟性を持たせられるかが関係してくる。」

この研究内容は論文「Electronic Durability of Flexible Transparent Films from Type-Specific Single-Wall Carbon Nanotubes」として発表されており、ウェブサイト [ACS Nano](#) に掲載されている。

研究チームの参加者は、NDSU の卒業生 John M. Harris 氏、ポスドク研究員の Ganjigunte R. Swathi Iyer 氏、North Dakota Governor's School 参加者の Anna K. Bernhardt 氏、そして NIST の科学者 Ji Yeon Huh 氏、Steven D. Hudson 氏と Jeffrey A. Fagan 氏。

カーボンナノチューブで出来たフィルムやコーティング材を、太陽電池セルのような電子デバイス内のフレキシブルな透明電極(**transparent electrodes**)に利用することへの関心は高い。「私たちの研究が、こうしたフィルムの柔軟性や耐久性がその電子特性と密接に関係していることを実証している」と **Hobbie** 博士は言う。「これは全く新しいアイデアであるから、出来ることなら、この効果の確かな起源や因果関係に焦点をあてた新たな一連の研究や議論が生み出されることを期待する。」

そうした研究によって、太陽電池セルのコストを下げるとか、あるいは身につけやすくして折りたためる電子デバイスに使用できるような素材が生みだされる可能性がある。現在マーケットにある電子デバイスで、タッチスクリーンや太陽電池セルといった透明電極を必要とするものには一般的に、素材価格が高騰しているインジウムスズ酸化物(**indium tin oxide**)が使われている。「それはまた、非常に脆い素材であるため、身につけたり折りたたんだりといった機械的耐久性を必要とする電子デバイスには使用できないだろう」と **Hobbie** 博士は言う。

単層カーボンナノチューブは、電氣的、機械的、光学的に優れた特性を備えた透明な導電性を有するコーティングとして非常に有望視されている。「こうしたフィルムが持つ特徴の中で特に魅力的なのは、比較的少ない数のナノチューブを添加したり、取り出したりすることで物理的特性を変化させられる点である」と **Hobbie** 博士は言う。「こうした素材で出来た薄膜フィルムは、液晶ディスプレイや太陽電池デバイスに使われるインジウムスズ酸化物の代替品になるなど、フレキシブル電子デバイスへの応用に対して非常に大きな可能性を有している。」

金属性の単層カーボンナノチューブから出来た薄膜フィルムはフレキシブルな透明電導コーティングとして優れた耐久性を示しており、研究者らはそれを優れた機械性能と高い界面電導性(**interfacial conductivity**)が結びついた結果だとしている。研究チームはナノチューブの電子的タイプによって薄膜フィルムに現れるしわの電子兆候に明らかな違いを発見し、その発現のしくみを考察した。

研究結果は、金属フィルムによってより優れたフレキシブル透明電導コーティングを作れると示唆しており、それらはより高い電導性と強い耐久性を持つ。「私たちの研究成果は現在進行している透明導電フィルムとフレキシブル電子デバイスに関する多くの研究努力に関連している」と **Hobbie** 博士は言う。

本研究は全米科学財団(National Science Foundation)から CMMI-0969155 を介して、米国エネルギー省(DOE)から DE-FB36-08G088160 を介した支援の下に行われている。

(以下、前述にある学生へのキャリアを後押しする共同研究に関する記述は割愛する。)



Erik Hobbie 博士

クレジット:North Dakota 州立大学

翻訳：NEDO（担当 総務企画部 望月 麻衣）

出典:本資料は米国ウェブサイト Newswise に掲載された以下の記事を一部翻訳したものである。

“Nano Research Could Impact Flexible Electronic Devices”

<http://www.newswise.com/articles/ndsu-nano-research-could-impact-flexible-electronic-devices>

(Used with Permission)

(資料 10)

【再生可能エネルギー(太陽電池)】 量子ドット 再結合 電荷内蔵量子ドット

仮訳

## 最も小さなパーツの微調整で太陽電池の効率を飛躍的に向上 (米国)

バッファロー大学の研究者率いる企業が太陽電池の変換効率を向上させる

荷電量子ドットを採用

2012年1月20日

概要：

米国バッファロー大学(UB: University at Buffalo)、米国陸軍研究所(ARL: Army Research Laboratory)および米国空軍科学研究所(AFOSR: Air Force Office of Scientific Research)の研究者らは、太陽電池セル(PVセル)の変換効率を45%まで向上させる可能性を持つ材料ベースの技術を新たに開発した。

具体的には、太陽電池埋め込み型の荷電量子ドットが、赤外線を取り込みを可能にし、また光電子の寿命を延ばすことにより電気出力を向上させることが実証された。この技術は、多様な PV セル構造に応用が可能である。

この技術は、研究者らが設立した新会社である OPtoElectronic Nanodevices 有限責任会社(OPEN LLC)により商業化されている。

ニューヨーク州バッファロー — バッファロー大学のエンジニアの3人は、最も小さなパーツを微調整することで、ソーラーセルが電力に変換する太陽光の量が劇的に増加することを期待している。

バッファロー大学の研究者らは軍事関係の同僚と共同で、荷電した量子ドットを PV セルに埋め込むことにより赤外線の取り込みが可能となり、光電子の寿命を延ばして電気出力を増加させることが可能であることを実証した。

本研究の結果は、2011年5月の Nano Letters 誌のオンライン版に掲載された。本研究チームのメンバーは、バッファロー大学電気工学部の教職員である Vladimir Mitin 氏、Andrei Sergeev 氏、および Nizami Vagidov 氏、そして AFOSR の Kitt Reinhardt 氏、ARL の John Little 氏 および先進的ナノファブリケーションの専門家である Kimberly Sablon 氏である。



電気技師の Vladimir Mitin 氏と研究者らは、荷電した量子ドットを埋め込むことでソーラーセルの出力を著しく向上させた。  
[JPEG画像をダウンロード](#)

Mitin 氏、Sergeev 氏および Vagidov 氏は、この新開発を市場に出すために、OptoElectronic Nanodevices 有限責任会社(OPEN LLC.)を立ち上げた。

ソーラーセルに量子ドットを埋め込む技術はまったく新しいというわけではない。Mitin 氏によると、科学者らが 10 年ほど前に、ソーラーパネルが可視光線に加えて不可視の赤外線を取り込むことによって、この技術が変換効率を向上させる可能性があることを提起していた。しかし、この方向における集中的な研究の成果は限られたものであった。バッファロー大学の研究者らとその同僚研究者らは、今回、赤外線を取り込む埋め込み量子ドットの利用に成功したばかりでなく、ソーラーセル内の量子ドットに相当量の電荷を持たせるよう選択的なドーピングによってこの技術をさらに前進させた。

電荷を内蔵させることは、それにより電子を反発させて量子ドットの周りを動き回らせるため、有用である。電荷がない状態では、量子ドットは電子に再結合の軌道を作り、基本的に運動している電子を「捕獲」し、それらが電流に寄与するのを阻んでしまう。

ニューヨーク州立大学(SUNY: State University of New York)の特別教授である Mitin 氏は、この技術は太陽電池の変換効率を 45%まで向上させる可能性を持っていると説明する。バッファロー大学の Office of Science, Technology Transfer and Economic Outreach (STOR)を通して、Mitin 氏とその同僚らはこの技術を保全するために暫定特許を出願した。

「クリーンな技術は地域、州、国にとって大変な恩恵をもたらします。」と Mitin 氏は述べる。「高効率変換の太陽電池により、消費者には費用の節約が、電力供給者には他に比べて小さめの太陽光発電の敷地においてより多くのエネルギーを生産することが可能となるのです。」

Mitin 氏とその同僚らは、「Q-BICs」と名付けられたこの電荷内蔵量子ドットの開発にすでに長い時間を費やしている。この技術を前進させて市場へと導入するために、OPEN LLC 社は個人投資家や連邦政府プログラムによるファンディングを募集している。

バッファロー大学は、最高位に属する研究集約的な公立の大学で、ニューヨーク州立大学システムの主要な組織であり、その最も大規模で包括的なキャンパスである。バッファロー大学で学ぶ 28,000 人を超える生徒は、300 を上回る学部課程、大学院課程、専門職学位課程を通してその学問的な関心を追求している。1846 年の設立以来、アメリカ大学協会 (AAU: The Association of American Universities) のメンバーである。

本記事に関する連絡先

Charlotte Hsu

[chsu22@buffalo.edu](mailto:chsu22@buffalo.edu)

716-645-4655

翻訳：NEDO（担当 総務企画部 松田 典子）

出典：本資料は the University of Buffalo の以下の記事を翻訳したものである。

“In Solar Cells, Tweaking the Tiniest of Parts Yields Big Jump in Efficiency”

(<http://www.buffalo.edu/news/13138>)

(Used with Permission of the University of Buffalo)

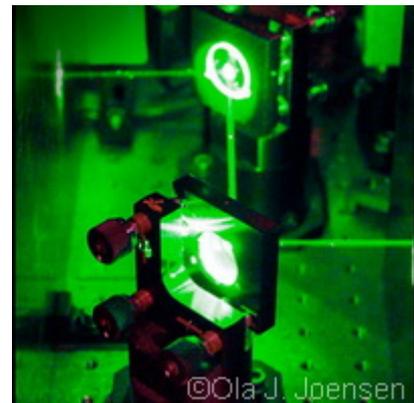
【電子・情報(半導体)】 半導体薄膜 レーザー冷却

仮訳

## 半導体薄膜のレーザー冷却により 量子コンピューティングへの扉が開く(デンマーク)

2012年1月25日

量子物理学とナノ物理学の二つの研究分野を革新的に組み合わせて、EU の資金サポートにより、デンマークの研究者らは半導体薄膜のレーザー冷却の新しい方法を開発した。半導体はソーラーセルや発光ダイオード(LED)などの電子機器において不可欠な部品であり、将来の量子コンピュータや超高感度センサーなどの開発のために、これらの半導体の冷却を可能にすることが重要である。



しかし、冷却方法とは呼ばれるものの、物理学者らが採用した技術はまさに正反対の作業、すなわち材料の加熱である。デンマークのコペンハーゲン大学ニールス・ボーア研究所(Niels Bohr Institute)の研究チームは、Nature Physics 誌にて膜ゆらぎを $-269^{\circ}\text{C}$ に冷却することが可能なレーザーの利用法の開発について説明している。

本研究は、ICT(Information and Communication Technologies)という EU の第 7 次研究・技術開発枠組計画(FP7: Seventh Framework Programme)のテーマの下で研究資金が提供される Q-ESSENCE(Quantum interfaces, sensors and communication based on entanglement)プロジェクトの一環として 470 万ユーロの支援を受けた。

本研究記事の筆頭著者である Koji Usami 氏は、こう説明する。「この研究では、レーザーを使用して固体物質を効率良く冷却する新しい方法の開発に成功しました。160 ナノメートル(nm)の厚さとこれまでになかったサイズ、1 ミリメートル×1 ミリメートル(mm)の表面積を持つ半導体の膜を製造しました。実験では、膜の機械的な動きが膜に当たる光に影響するように、膜とレーザーを相互に作用させました。その際の物理的過程を注意深く観察すると、膜の特定の振動モードが(膜を)室温から $-269^{\circ}\text{C}$ まで冷却することを発見しました。これは膜の動き、半導体の特性および光学共鳴の間に働く複雑で興味深い相互作用の結果でした。」

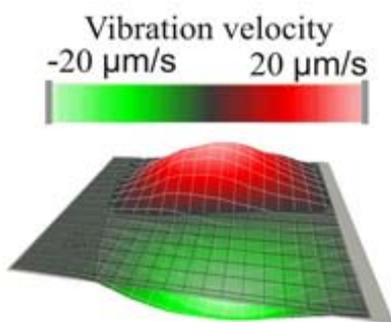
デンマークの本研究チームは、長らく原子冷却方法の完成を試みており、先に集束レー

ザーを用いてセシウム原子のガス雲を $-273^{\circ}\text{C}$ という絶対零度に近い温度に冷却することに成功している。研究者らは、二つの原子系間のエンタングルメント(量子もつれ)を作りあげたのだ。これは量子メカニクスにより、原子スピンのもつれて2つのガス雲が繋がりを作る際に起こる。研究者らは、量子光学技術を活用して原子スピンの量子ゆらぎを測定した。

「しばらくの間は、量子メカニクスの限界をどこまで引き延ばせるのか試したいと思っていました。量子メカニクスは微小材料にも応用できるのだろうか？このことは、光などの光学的放射と機械的な動作間の相互作用であるオプトメカニクスと呼ばれる分野での全く新しい可能性を意味するでしょう。」と記事のもう一人の著者である Eugene Polzik 教授は述べる。

しかし、彼らの理論の実証を見極める前に、適切な材料を使用していることを確認する必要があった。

この研究は、研究チームの一人である Peter Lodahl 氏が 2009 年にニールス・ボーア研究所で講義を行ったことから始まった。同氏は、講義の中で半導体の材料である GaAs から作られた特殊な光結晶膜を紹介した。そして Polzik 教授は聴講後、すぐさまこのナノ膜が、有利な電子的・光学的特性を持つだろうと考えた。同教授はオプトメカニクスの実験にこのような膜を使用することを提案し、一年間の様々な寸法の実験後、適切な材料の開発に成功した。



振動速度： $-20\mu\text{m/s}$   $-20\mu\text{m/s}$   
膜のゆらぎを示す。光共振周波数で膜のゆらぎを制御可能となり、研究者らは特定の振動モードを $-269^{\circ}\text{C}$ まで冷却することに成功した。

(コペンハーゲン大学、ニールス・ボーア研究所の資料より引用：[http://www.nbi.ku.dk/english/news/news11/cooling\\_semiconductor\\_by\\_laser\\_light/](http://www.nbi.ku.dk/english/news/news11/cooling_semiconductor_by_laser_light/))

研究者らは、たった 160nm の厚さで、1 平方 mm を超える表面積のナノ膜を作りあげた。

実験では、真空容器の中でナノ膜にレーザー光が照射された。レーザー光が半導体膜に当たると、光の幾分かは反射し、再び鏡に反射して、光がこの空間内で行き来して光共振器を形作った。光の幾分かは膜が吸収し、自由電子を放出した。自由電子は崩壊し、それによって膜が加熱され熱膨張を起こした。このようにして、膜と鏡の間の距離は、ゆらぎの形で絶えず変化していった。

Koji Usami 氏は更に説明を続ける。「膜と鏡の間の距離を変えていくことで、膜の動き、半導体の特性、そして光学共鳴の間で複雑かつ興味深い相互作用が起こり、そして膜ゆらぎの温度を低減するためにその系

統を制御することが可能となります。これは、この新しい発見の要であるオプトメカニクスの新しいメカニズムです。ここでのパラドクスは、膜は全体として少々暖まってはいるものの、その膜はある振動モードで冷却され、そしてレーザー光を用いて冷却を制御することができるということです。ですから、暖めることで冷却しているのです。そしてその膜ゆらぎを $-269^{\circ}\text{C}$ に冷却することに成功したのです。」

これらの発見は、量子コンピュータの冷却部品の開発へと繋がる可能性を持っている。量子コンピュータは、データ処理を行う際に重ね合わせ(superposition)やエンタングルメント(もつれ)(entanglement)といった量子力学の現象を直接利用するデバイスである。

Q-ESSENCE プロジェクトの主要な目的は、異なる量子系間の量子情報の高品質なマッピングを可能とする量子インターフェースの開発、量子情報タスクを実行するリソースとして新しい規模と距離での量子ゆらぎの生成、そして基本システムの特定のトポロジーでの多部分エンタングルメントに関する工学を開発することである。

本プロジェクトはまた、オーストラリア、オーストリア、ドイツ、イタリア、ポーランド、スロバキア、スペイン、スイス、オランダ、そしてイギリスの研究者を支援している。2013年までの実施期間中、本プロジェクトは、実現が可能で ICT のタスク実行体制を補完する量子情報技術開発の機会を提供する。

詳しくはニールス・ボーア研究所の下記ウェブサイトを参照のこと：

<http://www.nbi.ku.dk/english/>

翻訳：NEDO（担当 総務企画部 松田 典子）

出典：本資料は CORDIS の以下の記事を翻訳したものである。

“Laser cooling of semiconductor membranes opens doors for quantum computing”

[http://cordis.europa.eu/fetch?CALLER=EN\\_NEWS&ACTION=D&SESSION=&RCN=34238](http://cordis.europa.eu/fetch?CALLER=EN_NEWS&ACTION=D&SESSION=&RCN=34238)

(資料 12-(1))

【政策(研究開発)】 **イノベーション** **予算教書****仮訳**

## 米国の経済・エネルギー・技術イノベーション 2013 年度科学技術研究開発予算 (米国)

戦略的な予算増でイノベーションの後押し・学生支援・インフラ推進  
予算増分はすべて経費削減で賄われる厳しい選択に

科学、技術、教育、イノベーションが米国で現在進めている経済回復の要であり、国家の将来の繁栄に不可欠であるという、オバマ政権による継続的な認識を反映した大統領による 2013 財政年度予算教書が、米国の研究開発事業を戦略的に増加させ、科学・技術・エンジニアリング・数学(STEM)に焦点を置いて強化するよう呼び掛けた。

2013 年度の大統領予算教書は、他の分野において相殺可能な類似項目を特定することで、これらの重要な予算を作成しており、その結果、「Budget Control Act of 2011」で課せられた支出上限に従い、2 年連続して 2011 年度レベルで凍結されている、赤字を削減する裁量予算となった。

2013 年度の大統領予算教書は、以下の実現を目的とする米国における発明の原動力を構築し、それを促進するというオバマ政権の公約の正当性を示すものであり、以下のことを実現するものである。

人間知識の限界の拡大／米国の製造業に焦点を絞った持続可能な経済成長の促進／自前のクリーンエネルギーの未来の開拓／全国民に対する低コストでの医療成果の改善／地球の気候変動への挑戦／環境資源（の保護）と矛盾する要求の管理／国家安全保障および国土安全保障の強化。

「2013 年財政年度の予算教書に反映されているように、大統領が研究開発と STEM 教育に追加する優先事項は、イノベーションへの投資と今日行う教育は、支出以上のものが将来的にもたらされるという歴史上の事実により正当化されるだろう」と、オバマ大統領の科学技術アドバイザーでありホワイトハウス科学技術政策局(OSTP)長である John P.Holdren 氏は述べた。「我々は子供達や孫達に対して、この先何年か後に、新しい製品、サービス、仕事、新しい治療法、より良い生活の質の向上を全国民にもたらすブレイクスルーとなる開発や発明のシードを育てる義務がある。」

総じて、オバマ大統領の 2013 年度予算教書は、連邦政府の研究開発費に 1,408 億ドルを予算配分しており、これは 2012 年度の成立予算の 1.4%にあたる 20 億ドル増となる。(比較はすべて、現在の、インフレに対する調整がされていない名目ドルベースの 2012 年度成立予算に対するものである。) 基礎と応用の研究を構成する連邦政府の研究ポートフォリオは、総額 640 億ドルとなり、20 億ドルすなわち 3.3%の増加となる。そして、防衛以外の研究開発費は 5%増加し、649 億ドルとなるだろう。これらの増加分は、国防総省(DOD)の兵器システム開発プログラムの完成、生産段階への移行につれて、その活動費が削減されることで一部相殺される。

さらに、大統領予算教書における 2013 年度科学技術予算の内訳は以下のとおりである。

- 米国の将来的な競争力にとって極めて重要な 3 つの科学研究機関である NSF(米国科学財団)、DOE(米国エネルギー省)科学局(Office of Science)、NIST(米国標準技術局)の研究所に提供される資金(2012 年度予算総額の 4.4%増となる総額 131 億ドル)増加を維持する。
- DOE の ARPA-E(Advanced Research Projects Agency-Energy)におけるトランスフォーマティブなエネルギーの研究開発費に 3 億 5,000 万ドルを提供することでクリーンな米国のエネルギーを推進する。また、DOE のエネルギー効率・再生可能エネルギー局(EERE)に 23 億ドル(主にクリーン自動車技術開発費として)、更に、世界的に過度な化石燃料への依存が主な原因となり生じたとされる気候変動についての理解、予測、緩和、対応のため、U.S. Global Change Research Program (USGCRP : 米国地球規模変動研究プログラム)に 26 億ドルを予算配分する。
- イノベーティブな生産プロセス、最先端の産業用材料やロボットに注力する最先端のものづくり研究開発に 22 億ドルを予算配分すること、および連邦政府の産学との共同開発機会を増やすことで、米国内の雇用の増加を支援する。
- 科学、技術、エンジニアリング、数学(STEM)の教育に 30 億ドルを予算配分し、これまでにない、エビデンスに基づいた教育および学習の改善を強化することによって、次世代のイノベーターを育成する。

大統領が提出した 2013 年度予算教書における、その他の注目すべき研究開発項目は、以下のとおりである。(2012 年度成立予算と比較)

- DOE の研究開発費に 119 億ドル(8%増)、および同省の科学局(Office of Science)に 50 億ドル(2.6%増)

- National Aeronautics and Space Administration(NASA : 米国航空宇宙局) 研究開発費に 96 億ドル(2.2%増)
- NSF に 74 億ドル(4.8%増)
- U.S. Global Change Research Program(国際気候変動研究プログラム)に 26 億ドル(5.6%増)
- National Nanotechnology Initiative (国家ナノテクノロジー・イニシアティブ)に 18 億ドル(4.1%増)
- Department of Homeland Security R&D(国土安全保障省の研究開発費)に 7 億 2,900 万ドル(26.3%増)
- U.S. Geological Survey R&D(米国地質調査所の研究費)に 7 億 1,800 万ドル(6.4%増)
- NIST の内部研究所 に 7 億 800 万ドル(13.8%増)
- Environmental Protection Agency R&D(環境保護庁の研究開発費) に 5 億 8,000 万ドル(2.1%増)

全裁量予算を維持するために必要な厳しい選択を行ったことにより、2 年連続で横ばいとなっているが、NIH(国立衛生研究所)資金は 307 億ドルと変わらず、USDA(農務省)研究開発費は 1.5%下がって 23 億ドルとなっている。

追加詳細情報についてはファクトシートを、また 2013 年度予算リソースについては、以下のサイトを参照のこと。

<http://www.whitehouse.gov/ostp/rdbudgets>

翻訳 : NEDO (担当 総務企画部 原田 玲子)

出典 : 本資料は、Office of Science and Technology Policy の以下 ”Innovation for America’s Economy, America’s Energy, and American Skills: The FY 2013 Science and Technology R&D Budget”の記事を翻訳したものである。

[http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/fy2013rd\\_press\\_release.pdf](http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/fy2013rd_press_release.pdf)

## 【政策(研究開発)】

仮訳

## 米国エネルギー省 (2013 年度予算教書)

## 予算のハイライト

- ・ 裁量予算の272億ドルを配分し、2012年度の成立予算レベルを3.2%上回る増加とする。この要求には、クリーンエネルギーやイノベーションを刺激する研究開発、そして高度な製造などの優先分野への予算の増加を含んでいる。非効率で旧式な化石燃料への助成金や、優先度が低く実績の悪いプログラムを削減することにより、また既存の施設やインフラを最大限に利用することに資金を投入することによって、削減や効率化が達成される。
- ・ エネルギー省のエネルギー効率・再生可能エネルギー局(Office of Energy Efficiency and Renewable Energy)において、応用研究、開発、および実証の予算を増加する。また予算教書(Budget)では、エネルギー先端研究計画局(Advanced Research Projects Agency-Energy)への予算も維持し拡大する。このような実績の高いプログラムへの投資により、クリーンエネルギー経済における米国の世界のリーダーとしての地位を築き、新たな産業や新雇用の基盤が構築される。
- ・ 先進的な製造プロセスや先進工業材料に関する研究開発を大幅増とすることにより、米国産業の競争力を向上させる。これにより、製品の品質を向上させると同時にエネルギー消費を削減することによって、企業のコストの削減を実現させる。
- ・ 民間セクターからの投資を促進することにより、非居住用ビルの高効率化を目指すという、大統領の「ビルディング改善イニシアティブ(Better Building Initiative)」に取り組む。消費者が住居を高効率化させるための「HomeStarイニシアティブ」に対し、強制的資金援助を通して雇用を創出する。
- ・ 科学局への予算として50億ドルを投入し、基本となる研究を促進する。

- ・ 米国内に各地における、法的なクリーンアップを果たすべく「環境管理プログラム (Environmental Management program)」を位置付ける。
- ・ 「新戦略兵器削減条約(New Strategic Arms Reduction Treaty)」の下、米国やロシアに配備された兵器の計画的な削減を支援し、安全で、確実な、そして効果的な核兵器の貯蔵を維持するための投資を続行する。
- ・ 世界各地の核や放射性物質の安全確保、処分、そしてその査察に予算措置することにより、国家安全保障を強化する。
- ・ 非効率的で旧式な化石燃料への助成金を年間40億ドル削減する。

エネルギー省(Department of Energy : DOE)は、米国の国家、経済、およびエネルギー安全保障の進展に責務を有しており、その特別な任務を支援するための科学的および技術的イノベーションの促進、米国の核兵器の維持および核の脅威の削減、そして複合核兵器(nuclear weapons complex)からの環境浄化の保証を行う。これにより、雇用の創出、長期的な経済の安定、および国家安全保障には不可欠なクリーンエネルギーとイノベーションという大統領の最優先事項の一つを促進する。この使命を果たすべく、大統領の2013年度予算教書は、2012年度の成立予算レベルから3.2%増加した272億ドルの裁量予算をDOEに配分する。裁量予算の厳しい上限を考慮すると、この予算増は意義のあるものであり、国の今後の経済につながるイノベーションやクリーンエネルギーの重要性の証である。予算教書にはこのような重要分野への予算の増加が含まれている一方、オバマ政権は削減や効率化をすべき分野も確認している。それは、「ピット解体および転換 (Pit Disassembly and Conversion)プロジェクト」の代替手段の追求や、核兵器にとって必要なプルトニウムを管理する計画の再構築、「セカンド・ライン・オブ・ディフェンス(Second Line of Defense: SLD)プログラム」の管理段階への移行、そして科学施設をフルに活用するための一括集中予算である。

## クリーンエネルギー、イノベーション、および将来の雇用への投資

### 米国の競争力維持のため、クリーンエネルギーの研究、開発、および普及に予算配分

未来の産業界をリードするため、我々が現時点で、研究開発に投資することは重要である。予算教書には、エネルギー省のエネルギー効率・再生可能エネルギー局(EERE)への23億ドルの予算配分が含まれている。これらの予算は、基礎研究や技術開発、そし

て商業化を加速させるため、助成、融資支援、優遇税制を通して、クリーンエネルギーや先進的な製造技術に関する優先事項に力点を置く幅広いエネルギー戦略の一部である。EEREの中で、予算教書はエネルギー効率化の活動予算を80%近くまで増加させ、エネルギー生産性および産業やビジネスの競争力の向上を目指す。この予算増加は次世代の最先端自動車やバイオ燃料の開発を目指したもので、これにより再生可能な発電の研究、開発、実証における不可欠な支援を継続する。この支援の中に含まれているものは、これから10年後までに助成金なしで太陽エネルギーを全米にわたってコスト競争力のあるものにする「(太陽光発電技術開発のための) サンショット・イニシアティブ(SunShot Initiative)」に対する3億1000万ドル、洋上風力発電を含む風力エネルギーに9500万ドル、そして地熱エネルギーや機能強化型地熱システム(EGS)に6500万ドルなどである。また、予算教書は7億7000万ドルを原子力エネルギー局(Office of Nuclear Energy)に予算配分している。この中には、最新式小型モジュラー炉(SMR)の研究開発の資金も含まれている。その他の優先的な活動の中には、核廃棄物の貯蔵、輸送、および廃棄に関する研究開発があり、これにより「米国の原子力の将来に関する有識者委員会(Blue Ribbon Commission on America's Nuclear Future)」により提唱された提言の実施を支援する。予算教書の中では、最近数年で開拓された新しいタイプのエネルギー研究の展開を継続・拡大する予算を含む。具体的には、トランスフォーマティブ(transformative: 一定の開発リスクがある一方で、画期的な成果が期待できる)なエネルギー研究への資金提供を試みるプログラムである「ARPA-E (Advanced Research Projects Agency-Energy: エネルギー先端研究計画局)」に対する3億5000万ドルなどがある。

### 重要な天然ガス研究プロジェクトの支援

化石エネルギーの研究開発に投入される4億2100万ドルの総投資の一部として、予算教書には、複数年にわたる研究プロジェクトに対しての予算1200万ドルが含まれている。このプロジェクトは、米国の天然ガス資源の安全かつ信頼できる開発を実施するための先進的な技術と方法を目指すものである。特に、DOEは環境保護局と米国地質調査所と連携し、頁岩やその他の地層での、水圧粉砕による天然ガスや石油生産が及ぼす環境、健康、および安全に対する危険性の理解や低減に焦点を当てる予定である。

### エネルギー効率改善による製造コストを節減

大統領の「先端製造業(Advanced Manufacturing)パートナーシップ」は、製造業における質の高い雇用を創出し、米国の国際競争力を強化する、先端技術の開発と事業化のための国内活動に投資する。連邦政府各機関の連携および民間との協力により、広い

範囲からのアイデアを製造現場へスムーズに届け、先端技術をスケールアップし、中小企業メーカーの技術革新および他社との競合が可能になるようインフラや共有施設を整備する等、新たな製造技術を開発するための機会を提供する。このイニシアティブの一環として予算教書はDOEに2億9000万ドルを予算配分し、米国の企業が消費エネルギーを減らすことで製造コストを削減し、その一方で製品品質を向上させ、製品開発を加速させるような先進的な製造プロセスの研究開発や、高度な工業材料の研究開発の拡大をめざす。ここで開発された技術がこの場で製造に活かされるよう、引き続き、先進的自動車、バイオ燃料、太陽エネルギー、その他の新しいクリーンエネルギー技術に関して競争力のある新たな製造プロセスの開発についてもサポートする。また、機器(appliance)効率基準の継続導入を介して、エネルギー消費者の費用節減の支援も行う。

### 米国の競争力を保つための長期研究開発へ投資

物理学の研究資金として最大規模の民間資金源である科学局(the Office of Science)は、米国の経済競争力の基礎である最先端研究開発を継続するため、50億ドルの予算配分を受ける。この費用からは、米国のグローバル経済における競争力や安全保障維持に必要なスーパーコンピューター等、国家の重要資産分野へも投資される。科学局は、物理、材料、化学を含む重要科学分野への研究グラントおよび科学的な活動に出資を行う。さらに科学局は、生物学者や物理学者らが材料の分子構造や化学反応プロセスを理解するために利用している光源(light sources : シンクロトロン等を指すと見られる)のオペレーションも行う。

### 浪費を削り、効率を改善

#### 非効率的な化石燃料への補助を削除

我々が将来の経済成長を支えるクリーンエネルギー技術の追求を継続してきた中で、世界の最大規模の高収益な数企業によって生産される化石燃料の利用補助に、限られた資金を費やすべきではない。クリーンエネルギー源の開発を遅らせ、気候変動問題への取り組みを損なうような、非効率的化石燃料への補助金を予算教書が削除するのはこのためだ。予算教書は石油、ガス、および他の化石燃料製品に関する年間40億ドル超の租税補助金による補助予算の廃止を提案する。

#### ビルのエネルギー消費量を削減

米国にある800億平方フィートの非居住用ビルスペースは、エネルギー効率の大幅な

向上を実現する機会を提供している。2010年、商業用ビルは米国全体のおおよそ20%のエネルギーを消費した。オバマ政権は、「HomeStarイニシアティブ」の導入、または省エネ住宅の改善に投資する国民を推奨することで雇用を創出することを目的とした他の強制的な資金調達法の通過を、議会で要求し続けている。予算教書は、ビルのエネルギー効率技術をイノベーションする研究開発の向上や、性能を改善しながらエネルギー使用者や企業の費用を節減する機器効率基準の継続導入もサポートする。「連邦エネルギー管理プログラム(Federal Energy Management Program: FEMP)」を通じて、DOEは他の連邦政府機関が使用する全てのビル(3億平方フィート超)のエネルギー効率を、納税者への正味の費用負担なしで、各機関からの合計20億ドルを超える費用の投資予算と、今後2年間の実績ベースの契約によって改善するだろう。これは、投資として出資する以上の十分なエネルギーの蓄えを提供する契約によって達成される。

## 核による被害や汚染の脅威から米国民を守る

### 安全、安心、および効果的な核抑止力を維持

オバマ政権は、2010年に発表したNuclear Posture Review (NPR)のとおり、安全、安心、および効果的な核抑止力を維持する目的で、兵器アクティビティに対して2012年度成立予算レベルを3億6300万ドル(5%)上回る76億ドルを提示する。予算教書は、核兵器の寿命延長プログラム(老朽化した設備の改修や移設、W76やB61の核兵器アップグレード、基礎科学、監視、その他サポートプログラムを介した現在の核兵器保有量の維持、およびウランウム処理施設に対する資金投資の増加等)を継続することによりNPRの目標を達成する。しかし、NPRの目標の達成には、さらに支出を裁量枠内に納めるため、米国の国家核安全保障庁(National Nuclear Security Administration : NNSA)と国防総省(Department of Defense : DOD)は、いくつかの兵器寿命延長プログラムを削減してスケジュールを先延ばし、プルトニウムの機能を維持するための計画を再編している。その結果2013年度の予算教書では兵器アクティビティに対し、昨年政府がプロジェクトを組み、議会に提出した核兵器計画「Section 1251 Report」で報告した金額よりも3億7200万ドル少なく提示する。またオバマ政権は、原子力を動力源とする潜水艦や空母(aircraft carriers)運転の継続や、オハイオ(OHIO)級の弾道ミサイル潜水艦に置き換えるための原子炉の開発を含む、海軍原子炉に関するサポートを目的に、2012年度成立予算レベルより900万ドル増加した11億ドルを提示する。最後に、NNSAとDODの緊密な連携と共有コミットメントを反映し、予算教書はNNSAに対する将来の予算配分の一部が、各年度でのNNSAへの配分と共にDODの予算に引き続き含まれることを前提とする。

### **放射性廃棄物と核物質の有害な曝露から国民を守る**

予算教書は、冷戦時代の武器から生み出された放射性廃棄物といった国の遺産をタイムリーな方法で処理、保管し、安全な処分を確実にを行うための56億5000万ドルを含んでいる。「環境管理プログラム」は、その法的強制力のある規制へのコミットメントに焦点を当て、廃棄物や汚染物の処分を続けている。本プログラムが行う処分活動には、地中保管タンクからの放射性廃棄物除去、古い生産設備の除染および閉鎖、Washington、South Carolina、Idaho、Tennessee、Kentucky、Ohio、New Mexico各地への地下水監視井戸の事前設置などが含まれている。

### **核物質および核兵器の拡散の減少**

大統領の掲げる、損傷を受けやすい核物質のセキュリティ強化を4年間で完了させる案を反映し、予算教書は2012年度成立予算レベルを1億6300万ドル(7%)上回る25億ドルの予算配分を含む。本予算配分はすべて、核物質の保管および処分、核拡散の防止および抑止あるいは検出、国際的な核不拡散条約や規制コントロールや安全対策の実施といったオバマ政権の優先事項に配分される。DOEは核弾頭170発分に相当する4300キログラム超の損傷を受けやすい核物質を、2013年の終わりまでに世界各地から除去する予定である。こうした優先事項への予算配分が可能となるのは、「ピットの解体と転換プロジェクト」の再構築と「SLDプログラム」の管理フェーズへの移行による。SLDは当初の目標を超え、2012年の終わりまでにロシアの税関所の全383カ所を含む、海外およそ500カ所に放射線検出装置を設置しているだろう。SLDは機器の配備能力の向上、および国外のパートナーに対する携帯式検知機器の提供を継続していく予定である。

**Department of Energy**  
(In millions of dollars)

	Actual 2011	Estimate	
		2012	2013
<b>Spending</b>			
Discretionary Budget Authority:			
National Defense:			
National Nuclear Security Administration.....	10,504	11,000	11,536
Other Defense Activities.....	796	823	736
Energy Resources .....	3,613	3,666	4,307
Science .....	4,897	4,874	4,992
Environmental Management.....	5,665	5,711	5,650
Corporate Management.....	134	168	166
Power Marketing Administration .....	107	85	85
Offsetting receipts.....	-23	-26	-26
Subtotal, Discretionary budget authority.....	25,693	26,301	27,446
Discretionary Changes in Mandatory Programs ( <i>non-add in 2012</i> ): <sup>1</sup>			
Strategic Petroleum Reserve .....		-500	-291
Northeast Home Heating Oil Reserve .....		-100	—
Subtotal, Discretionary changes in mandatory programs.....		-600	-291
Total, Discretionary budget authority.....	25,693	26,301	27,155
Total, Discretionary outlays.....	37,970	42,308	35,563
Mandatory Outlays:			
Existing law .....	-5,231	-1,747	-1,080
Legislative proposals:			
Ultra-deep Water, Oil, and Gas Research and Development.....			30
Home Energy Retrofit Rebate Program (HomeStar).....			300
Advanced Vehicles, Community Development Challenge.....			150
Total, Mandatory outlays.....	-5,231	-1,747	-600
Total, Outlays .....	32,739	40,561	34,963
<b>Credit activity</b>			
Direct Loan Disbursements:			
Title 17 Innovative Technology Direct Loan Financing Account <sup>2</sup> .....	1,544	8,888	10,862
Advanced Technology Vehicles Manufacturing Direct Loan Financing Account .....	2,452	18,713	1,368
Total, Direct loan disbursements.....	3,996	27,601	12,230

**Department of Energy—Continued**  
(In millions of dollars)

	Actual 2011	Estimate	
		2012	2013
<b>Guaranteed Loan Disbursements by Private Lenders:</b>			
Title 17 Innovative Technology Guarantee Loans Financing Account <sup>2</sup> .....	1,670	2,116	1,177
<b>Total, Guaranteed loan disbursements by private lenders .....</b>	<b>1,670</b>	<b>2,116</b>	<b>1,177</b>

<sup>1</sup> The 2012 amounts reflect OMB's scoring of the 2012 Appropriations acts (P.L. 112-55 and 112-74) as transmitted to the Congress. These amounts are displayed as non-add entries because they have been rebased as mandatory and are not included in any 2012 discretionary levels in the 2013 Budget.

<sup>2</sup> The commitments noted here include disbursements of loan guarantee commitments by the government, not "conditional commitments" under Title XVII which are legally contingent on the satisfaction of various conditions precedent.

翻訳：NEDO（担当 総務企画部 室井 紗織／望月 麻衣）

出典：本資料は、以下に掲載されている米国エネルギー省の2013年度予算教書を翻訳したものである。

<http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/omb/budget/fy2013/assets/energy.pdf>

## 【政策(研究開発)】

仮訳

### 米国立科学財団 (2013 年度予算教書)

#### 予算のハイライト:

- ◆ 2012年度成立予算レベルよりも3億4,000万ドルが追加となる74億ドルの予算を配分する。研究の優先性に投資し、優先順位の低いプログラムの終了や減少を通して6,600万ドルの削減が実現される。
- ◆ NSFの2012年度成立予算レベルの5%の確固な増加を含み、キーとなるベーシックな研究機関への予算配分を大幅に増加するという大統領の確約を維持する。
- ◆ 再生可能エネルギー技術と複雑な環境・気候システムプロセスに関する機関横断的かつ持続可能な研究活動への2億3,000万ドルの予算配分により、クリーンエネルギー経済の発展を促進する。
- ◆ 新材料、ワイヤレス通信、サイバーインフラ整備、「スマートな」インフラ整備、ロボット技術を目標とした多分野に渡る研究開発に予算配分する4億1,400万ドルにより、最先端の製造業と先端技術における将来の雇用創造を支援する。
- ◆ 組織的なサイバーセキュリティ研究イニシアティブに予算配分する5,700万ドルにより国家の重要な情報技術インフラを保護する。
- ◆ 大学院生向けの研究奨励制度および早期キャリア教員プログラムに対する4億5,900万ドルの予算配分によって次世代科学者のリーダーを育成する。
- ◆ 研究を実施する大学において改善された大学生の指導方法を含むK-16科学・数学教育のエビデンス・ベースの刷新および教育省との共同数学教育イニシアティブを進める。
- ◆ 優先度の低い教育、福祉、研究プログラムの廃止や終了により6,600万ドルを超える予算削減をする。
- ◆ 1,900万ドルの追加的な削減となる管理経費の予算を削減する。

米国立科学財団(NSF)は、米国内の大学・カレッジにおける非生物医科学およびエンジニアリングの全分野での研究活動の支援を実施している、キーとなる連邦政府のグラント供与機関である。NSFの研究プログラムとハイテクな労働力の開発プログラムは、将来の経済成長、世界における米国の競争力、米国人労働者の高賃金雇用の創造の促進を支援している。NSFは科学とイノベーションのための大統領計画(The President's Plan for Science and Innovation)の実施において重大な役割を担っている。この重要なミッションの支援およびオバマ政権がイノベーションに設定している優先事項を明確化するために、2013年度の予算教書ではNSFに対し、2012年度成立予算レベルの5%増しとなる74億ドルの予算を配分し、NSFは最先端の製造業、クリーンエネルギー、ワイヤレス通信および科学・数学教育での分野横断的な優先的研究に重点的に取り組む。厳しい財政状況下において支出を削減する政権全体の努力に従って、運営費を削減し、また効果の見られなかった、またはNSFの中核となるミッションにそぐわない優先順位の低い教育・研究プログラムへの資金提供を廃止することにより、予算教書では節減を実現する。

## **米国の競争力向上への投資**

### **科学、技術、イノベーションの進展を支える基礎研究を支援**

NSFにおける中核的な基礎研究グラントプログラムに対し32億ドルの予算を配分する。予算教書ではまた、標準的なピアレビュー・プロセスにおいて結果が良いとは言えないイノベティブな分野横断的な提案に対するNSFの公募や資金提供の方法を変える、異なる学問分野間にまたがった研究と教育イニシアティブに6,300万ドルの予算を配分する。

### **将来の産業と雇用の基盤を構築**

NSFは、未来の科学、技術、エンジニアリング、数学(STEM)に関わる労働力の教育を通して人材を育成することを含んだ社会的な需要と基礎的な研究の結果を結びつけることに重点的に取り組む。未来のバイオ経済の異なる学問分野間にまたがる研究の奨励のために、生物学、数学、物理科学、エンジニアリングにおけるイノベティブな提案に対し、予算教書では3,000万ドルを予算配分する。全ての研究分野における発見を加速させる、2年目となるサイバー・インフラ・イニシアティブに対し、2012年度成立予算レベルから2,800万ドルの増額となる1億6,000万ドルを予算配分する。ワイヤレス通信部門の拡大する規模と高まる重要性を考慮し、予算教書ではまた、電波スペクトルへのより柔軟で効率的なアクセスを実現化するイノベティブな手法と技術を開発

するため、異なる学問分野間にまたがったプログラムに対して5,100万ドルを予算配分する。

### **米国製造業の長期的な競争力向上を支援**

他の連邦政府機関と民間部門とのパートナーシップによる革新的な新しい製造技術の開発を目標とした基礎研究に対し、2012年度成立予算レベルより3,900万ドルの増額となる1億4,900万ドルを予算配分する。この高度な製造業技術開発は、静的システム、プロセスおよびインフラを、感知、適応、反応が可能な組み込みの計算機知能を持つ順応的、波及的、そして「スマートな」システムへと転換することを目標とした、より規模の大きな2億5,700万ドルの研究イニシアティブの一部である。このより大規模な研究イニシアティブはまた、米国内におけるロボットの開発と利用を加速させるロボット・イニシアティブへのNSFの寄与に対し、2,800万ドルを予算配分する。

### **クリーンエネルギー経済の長期的な発展を支援**

太陽光発電やエネルギー効率化など将来のクリーンエネルギー技術に直接関連する研究に対し、2012年度成立予算レベルに1,400万ドルを増額した3億5,500万ドルを予算配分する。他の連邦機関と連携して実施されるこのクリーンエネルギー研究は、環境に対する責務を強化し、エネルギー消費や炭素発生を削減し、持続的な経済成長を促して、米国のエネルギー独立性を向上させる統合化された取り組みのキーとなる部分である。

### **研究室から市場へのイノベーション導入を加速**

NSFの支援する基礎的な研究により得られた知見が科学やエンジニアリングの特定の分野を進展させる一方で、いくつかの結果はまたビジネス世界においてより幅広い実用化と影響力を即時に持たせる可能性を見せている。大学の研究室での発見をイノベーションへと熟成させるために不可欠な技術、企業、ビジネスのノウハウの結集を目標とするNSFの新しい官民による”Innovative Corps”プログラムに1,900万ドルを予算配分する。

### **次世代の科学者のリーダーを育成**

大学院研究フェローシップおよび教員初期キャリア育成の2件の科学・エンジニアリングの労働力開発プログラムに対し、2012年度成立予算レベルから5,500万ドルの増額となる4億5,900万ドルを予算配分する。これらのプログラムは、キャリア形成段階にあ

る最高位の科学者やエンジニアを評価・支援する。また、学習・教育プログラムのアウトカムを強化するために、科学・エンジニアリング分野の習得を向上させ、NSFにおける科学的資産を十分に利用するSTEM教育研究を統合し、強化するNSFの新しい活動に対し4,900万ドルを予算配分する。

### **安全で信頼できるサイバースペースを促進**

安全性、信頼性、利便性および全体的な信用性を脅かす広範囲の脅威からの、インターネットを含む米国の重要な情報技術インフラの保護を目標とするNSFの基礎研究イニシアティブに対し、1億1,000万ドルを予算配分する。このイニシアティブは、オバマ政権のサイバーセキュリティ研究開発のための戦略的計画に従って、他の連邦政府機関とのパートナーシップにて実施される。

### **主要な科学研究施設の最先端な設備を建設・運営**

世界最大規模の太陽望遠鏡の建設、基礎的な重力物理学の実験、米国全土の生態系観察ネットワーク構築、前例のない海洋観測の4件の最先端研究プロジェクト設備の建築の継続に1億9,600万ドルが予算配分される。学術研究用車両、コーネル大シンクロトロン放射線源や南極ステーションなどの既存のNSFの研究施設の適用は同様に重要であるので、これらの比類のない設備一式を維持するために843百万ドルを予算配分する。

### **STEM大学院生の人数を増やしクオリティを向上**

#### **大学生に対する数学と科学指導を改善**

2年目となる大学教員トレーニング研究開発プログラムに対して2,000万ドルを予算配分する。新規プログラムでは、大学生に対する科学、エンジニアリングおよび数学の指導方法が刷新される。競合企画は、ある教育機関において関連する学部、またはほとんどの学部に対する全ての学部課程および学部における全学科のメンバーの教育実習を対象とする。このプログラムでは、改善されたSTEM大学院生教育実習の広範囲に渡る持続的な実施方法に関する研究および、特に将来のK-12STEM教員に対する主要大学における学生のアウトカム(社会に貢献できる能力)の達成を支援する。また、2012年度成立予算レベルに対する56%の増額となる6,100万ドルが、STEMプログラムでNSFのTransforming Undergraduate Education に予算配分される。この予算増額により、学部学生教育と多種多様な人々に対するSTEMの完成度の向上をはかるためのより効果的な教材、カリキュラム、教育方法の計画、試験、実施が可能となる。

### **K-16 数学教育と知識構築を向上**

(教育省の30百万ドルと組み合わせて)NSFでの共同管理による数学教育イニシアティブに対し、3,000万ドルを予算配分する。この新規プログラムは、NSFにおける数学教育研究の強みを、教育省の州・学区の結合とプログラムスケールアップの専門的知識と組合せるK-16数学の多機関によるSTEMの段階的なエビデンス・イニシアティブを作成するものである。このプログラムは、研究者に対してグラントを、そして各種プログラムに対して変革的な影響をもたらす可能性を提供し、また州、地域および組織の政策決定者に、実証されたモデルを数学教育プログラムに導入するインセンティブを提供する。このプログラムにより、知識創造インフラの構築と、広く行き渡った効果的な利用を通じ、初期の研究から教育プログラムを系統立てて取り入れるというグラント提供の新しいアプローチのモデル化へと繋がるだろう。このプログラムは、連邦政府によるSTEM教育戦略計画の一環としてより広く実施される予定のモデルの試行となる。

### **厳しい選択**

#### **運営管理費を節減し優先順位の低いプログラムを終了**

オバマ政権は、いくつかのリサーチおよび広報プログラムに関して、本来の目標を達成したもの、もはや革新的でないもの、NSFの中核的ミッションに関係の薄いものについて終了または縮小することを提起する。NSFはまた、改善したビジネスプロセスと技術の利用を通して効率性と有効性を促進する。運営管理費の効率化や優先順位の低いプログラムの終了による予算削減分の使用目標を再設定し、基礎研究、イノベーション、労働力開発や科学教育の優先度の高い分野に対してプログラムに基づく予算の増加を図る。

National Science Foundation (In millions of dollars)			
	Actual 2011	Estimate	
		2012	2013
Discretionary Budget Authority:			
Research and Related Activities .....	5,510	5,689	5,983
Education and Human Resources .....	861	829	876
Major Research Equipment and Facilities Construction .....	117	197	196
Agency Operations and Award Management .....	299	299	299
Office of the Inspector General .....	14	14	14
Office of the National Science Board .....	5	4	4
Total, Discretionary budget authority .....	6,806	7,032	7,372
Total, Discretionary outlays .....	7,050	8,045	7,368
Mandatory Outlays:			
H-1B Visa Fee Programs .....	115	152	150
Donations and Receipts .....	-19	84	10
Total, Mandatory outlays .....	96	236	160
Total, Outlays .....	7,146	8,281	7,528

翻訳：NEDO（担当 総務企画部 松田 典子）

出典：本資料はNational Science Foundationの以下の記事を翻訳したものである。

“Budget of the United States Government, Fiscal Year 2013”

<http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/omb/budget/fy2013/assets/science.pdf>