

(資料 1)

【エネルギー(蓄電池)】 アノード材料 ナノチューブ 二酸化チタン 非晶質仮訳

蓄電池の急速充電を新規なアノード材料技術で (米国)

次世代蓄電池の部品のブレイクスルーは、内部構造を変化させてその性能を徐々に向上させる特別な材料を使用することにより可能となるだろう。

米国エネルギー省(the Department of Energy)下のアルゴンヌ国立研究所(Argonne National Laboratory)のナノ科学者である Tijana Rajh 氏と蓄電池の専門家である Christopher Johnson 氏が率いる研究チームは、二酸化チタン(titanium dioxide)から成るナノチューブが、蓄電池がサイクル(充放電)を繰り返すにつれて相を変化させることが可能であり、その充放電容量を徐々に増大することを発見した。実験結果では、この材料を用いた新しい蓄電池は、30 秒もかからずに元の容量の 50%まで充電できることがわかった。

Rajh 氏と彼女の同僚は、従来のグラファイト・アノードを二酸化チタンから成るナノチューブのものに替えることによって、意外な現象を目の当たりにした。蓄電池が充放電のサイクルを繰り返すにつれ、蓄電池の内部構造は、その性能を著しく改良させるような方向へと自らを向かわせていたのだ。

Rajh 氏は、「二酸化チタンという新しい材料を使って研究を始めた時には、このようなことが起こるとは思いませんでした。アノードが自発的にベストな構造を採用しているのです。」と述べた。「蓄電池が(充放電)サイクルを繰り返すごとに変化を可能とする、その系の内部的な可塑性のようなものがあるのです。」

新しいアノード材料の開発を Rajh 氏と共同で実施していた同研究所のナノ科学者である Hui Xiong 氏は、二酸化チタンがグラファイトの十分な代替と成り得る可能性は低いと想定していた。「有効に使用できるとは思いませんでした材料の研究から開始したのですが、最終的にベストな結果を得ることができました。」と同氏は述べた。

Rajh 氏のチームの研究者の一人である Sanja Tepavcevic 氏は、ナトリウムイオンナノ蓄電池(sodium-ion nanobattery)の自己改良型構造を開発するために、同様な手法を採用した。

「これは大変珍しい材料挙動です。」と、同研究所のエネルギー貯蔵における主要なイニシアティブを指揮する化学者である Jeff Chamberlain 氏は言い添えた。「科学的見地から大変興味深い、ある種のナノスケールの相転移を私たちは観ているのです。これは、電気エネルギーを貯蔵するシステムに利用される材料の謎を解き明かす、これらの材料挙動に対するより深い理解なのです。」

二酸化チタンが蓄電池開発における解決策となることが難しいと想定される理由は、その非晶質性にある。非晶質の材料は内部秩序結晶構造を持たないため、高秩序の結晶性材料が持つ特異な電子特性に欠ける。しかし、Rajh 氏によれば、蓄電池の充放電サイクルの間に、非晶質性材料がこのような顕著な構造の変化を起こすことは知られていなかったという。既知の蓄電池材料のほとんどは、その逆の変化を起こす。すなわち、高結晶質から始まり、蓄電池の充放電サイクル後には粉碎され非晶質状態へと変化する。

グラファイトの代わりに二酸化チタンから成るアノードを持つことにより、リチウムイオン電池の信頼性と安全性も向上する。特定の条件下では、リチウムは溶媒からグラファイト・アノードに析出し、熱暴走として知られる危険な連鎖反応を起こす。「私たちが実施したチタン・アノードに関するあらゆる種類の実験により、このアノードが格別に安全であることがわかりました。」と、Chamberlain 氏は述べた。

同研究所によるこのような発見は、同研究所の主要なユーザ施設であるナノスケール材料研究センター(the Center for Nanoscale Materials: CNM) および先進フォトンソース(the Advanced Photon Source: APS)間の協力によって生まれたものである。最先端のナノファブリケーション技術とナノチューブの特性を評価する高強度エックス線を組み合わせることで、同研究所の研究者たちはそのような珍しい挙動を観察することができた。

ナノスケール材料研究センター(CNM) は、DOE傘下の、ナノスケールの学術的研究を実施する国立のユーザ施設である 5 つのナノスケール科学研究センター(the Nanoscale Science Research Centers: NSRCs)の 1 つである。NSRCsは、一連の相補的な施設により構成されており、これらの施設は研究者に対して、ナノスケール材料の加工、処理、特性評価、モデル化を実施するための最先端の機能を提供しており、国家ナノテクノロジーイニシアティブ(National Nanotechnology Initiative : NNI)のうちの最大規模のインフラ投資を受けている。NSRCsはそれぞれDOEのアルゴンヌ、ブルックヘブン、ローレンスバークレー、オークリッジ、サンディア、ロスアラモス国立研究所に拠点を置く。DOEのNSRCsに関する詳しい情報は[こちらから](#)。

DOEのアルゴンヌ国立研究所は、米国の科学技術における喫緊の課題に対する解決策を探求している。米国初の国立研究所として設立された同研究所は、事実上すべての科学分

野における最先端の基礎・応用科学研究を実施している。同研究所の研究者は、数百にも
のぼる企業、大学、連邦政府、州・地方官庁組織と密接に連携し、それらの組織特有の問
題の解決を支援し、科学における米国のリーダーシップを向上させ、米国のより良き未来
を創る。60ヶ国以上から職員が集まり、同研究所はDOEの科学局(Office of Science: SC)
の依頼によりUChicago Argonne, LLCが管理している。

翻訳：NEDO（担当 総務企画部 松田 典子）

出典：本資料は以下の記事を翻訳したものである。

Batteries get a quick charge with new anode technology

http://www.anl.gov/Media_Center/News/2011/news111102.html

<関連資料>

・1080号へのリンク：http://www.nedo.go.jp/library/report_1080_index.html

・本記事の理解を深めるため、以下の記事もご参照ください

(1) ナトリウムイオン蓄電池向けのアモルファス TiO₂ ナノチューブ・アノードが充放電容
量を自己増大する能力を発揮（米国）翻訳：1080号 1-(1)

Amorphous titanium dioxide nanotube anodes for sodium-ion batteries show ability
to self-improve specific capacity

(2) 関連技術資料（「Physical Chemistry Letter」誌に掲載；J. Phys. Chem. Lett., 2011, 2
(20), pp 2560-2565）アブストラクトのみ free でオンライン閲覧可能 原文リンク

Amorphous TiO₂ Nanotube Anode for Rechargeable Sodium Ion Batteries

(3) PNNL(Pacific Northwest National Laboratory) による Na 蓄電池用カソード電極
の開発を解説した資料（2011.6.7 Green Car Congress に掲載） 原文リンク

PNNL の研究チームが充電式ナトリウムイオン蓄電池用に ナトリウムマンガン酸化
物を用いた電極を開発（米国）翻訳：1080号 1-(2)

PNNL team develops sodium-manganese oxide electrodes for sodium-ion
rechargeable batteries

83-1-4 （関連詳細情報） PNNL による 4 つの将来のグリッド用蓄電池システ
ムに求められる 4 つの技術（vanadium redox flow, Na-beta, Li-ion and lead-carbon）に
関するレビュー記事の概説（Chemical Review 掲載されたレポートの概要を Green Car
Congress に掲載；2011.3.11） 原文リンク

PNNL study outlines requirements for grid storage, reviews four electrochemical
energy storage systems: vanadium redox flow, Na-beta, Li-ion and lead-carbon