

(1110-2)

【蓄電池・エネルギーシステム分野(蓄電池)】

仮訳

シリコンスポンジでリチウムイオン蓄電池性能を向上 (米国)

2014年7月8日

[Frances White](#), PNNL

(509) 375-6904

蓄電池の電力貯蔵容量を増加して、ノートパソコン(ラップトップコンピュータ)や EV 車の運転時間をより長くする

ワシントン州 リッチランド – スポンジのようなシリコン材料の助けを借りて、ノートパソコンや EV 車に電力を供給するリチウムイオン蓄電池は、一回の充電で今よりも多くのエネルギーを貯えてより長く運転することが可能となる。

米・パシフィック・ノースウェスト国立研究所(Pacific Northwest National Laboratory: PNNL)の研究者らは、従来から蓄電池の電極に利用されるグラファイトに取って代わる多孔質のシリコン材料を開発した。シリコンはグラファイトの 10 倍を上回る蓄電容量を持つ。リチウムイオン蓄電池の電極に使用したこの多孔質材料の性能について説明した論文が、本日『Nature Communications』に掲載された。

「シリコンの利用はリチウムイオン蓄電池の性能を向上させる手段として考えられてきましたが、充電時に大きく膨張することから破損して使用が不可能になってしまいます。」と [PNNL](#)のJi-Guang "Jason" Zhangフェロー研究員は説明する。「今回私たちが開発した多孔質のスポンジのような材料は、破損することなく膨張する余裕をシリコンに持たせたものです。」

改善の余地

充電式リチウムイオン蓄電池は 2 本の電極を持つ。1 本はプラスに帯電したリチウムでできた電極、もう 1 本はマイナスに帯電し、通常はグラファイトから成る電極である。電子がこれらの 2 本の電極を結ぶワイヤを流れると、電気が生成される。プラスのリチウム原子、つまり科学者らが「イオン」と呼ぶものが、電極が配置されている電解質溶液である別の経路を通じて 1 つの電極からもう一方の電極へと動いて電子を制御する。

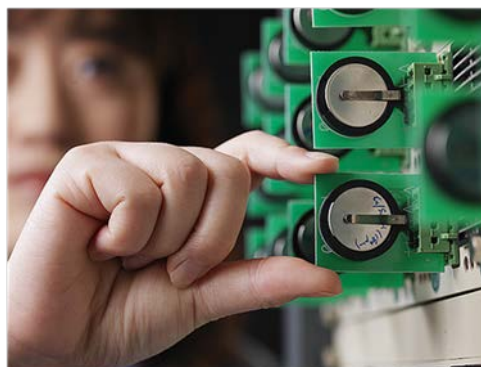
リチウムイオン蓄電池の化学特性が、そのエネルギー貯蔵能力を決定する。蓄電池の蓄電容量を増加するために、研究者らはシリコンなどの新しい材料を研究している。シリコン電極を使ったリチウムイオン蓄電池は、グラファイト電極を使ったものよりも約 30% 長く運転が可能となる。この PNNL のシリコン電極を持つリチウムイオン蓄電池を使えば、現在の平均的な EV 車は 1 回の充電で約 130 マイルを走行することができる。

残念ながらシリコンは充電時に元のサイズから約 3 倍まで膨張し、材料内部の圧力で破損してしまう。サイズを縮小すればシリコンに膨張する余裕を与えると多くの科学者が考え、微細なナノサイズの蓄電池部品の開発を試みている。しかし、商業化できる技術をまだ生み出していない。

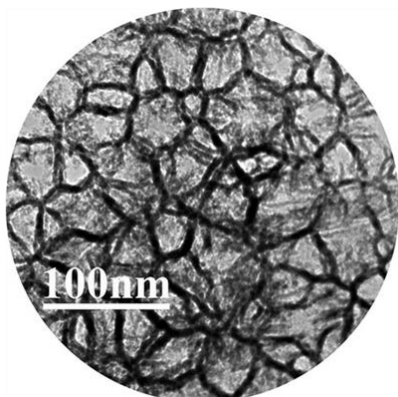
## スポンジで解決

Zhang フェローと PNNL の同僚らは、スポンジのようなシリコン電極であれば、うまくいくのではないかと考えた。シリコン電極表面で孔のエッチングも試みた研究者らもあったが、材料全体に孔を作ることができなかった。そこで、Zhang らはカリフォルニア大学サンディエゴ校の化学者である [Michael Sailor](#) に協力を求めた。Sailor は、汚染物質の検出や薬物送達用の多孔質シリコンの研究を実施している。PNNL は、Sailor の多孔質シリコン製造方法を利用して薄いシートを化学薬品に漬けて材料全体に微細な孔を開け、それから導電性の炭素の薄い層でコーティングして電極を作成した。

次に、研究者らは PNNL 内の米国エネルギー省(DOE)の(Environmental Molecular Sciences Laboratory: EMSL)の透過型電子顕微鏡利用を専門とする材料科学者である Chongmin Wang と協力した。Wang は強力な顕微鏡を使って微細な蓄電池の [近接動画](#) を撮影し、研究者らは蓄電池の運転中に起こる物理的・化学的な変化をより深く理解した。顕微鏡の用心深い目の下で、Wang はこのスポンジのような、炭素コーティングを施したシリコン電極で一連の充放電テストを実施した。



PNNL の研究者らは、蓄電池の電極に破損することなく膨張する余裕を与えることで、リチウムイオン蓄電池が一回の充電後の運転時間を引き伸ばすシリコン製の多孔質のナノ材料を開発した。



PNNL の研究者らは、蓄電池の電極に破損することなく膨張する余裕を与えることで、リチウムイオン蓄電池が一回の充電後の運転時間を引き伸ばすシリコン製の多孔質のナノ材料(顕微鏡で捉えた画像)を開発した。

### 膨張する余地

その結果、この新しい電極では、充電中に材料のほとんどが多孔質構造で作られた空間へと膨張したことがわかった。電極の外観の膨張は、シリコン電極で通常見られる膨張である 300%を大きく下回る、たった 30%であった。さらに、この電極の破損もなかった。1,000 回を超える充放電サイクル後でも、この電極は初期エネルギー貯蔵容量の 80%超を維持した。

Zhang と同僚研究者らは今後、このシリコンスポンジ電極を使った大型のプロトタイプ

蓄電池を開発する予定である。これには、この新電極の製造コストを低減するための一体化した製造プロセスの開発も含まれる。

本研究はDOEの [エネルギー効率・再生可能エネルギー局\(Office of Energy Efficiency and Renewable Energy: EERE\)](#) より資金提供を受けた。

Nature Communications 掲載論文：

Xiaolin Li, Meng Gu, Shenyang Hu, Rhiannon Kennard, Pengfei Yan, Xilin Chen, Chongmin Wang, Michael J. Sailor, Ji-Guang Zhang and Jun Liu, "Mesoporous Silicon Sponge as an Anti-Pulverization Structure for High-Performance Lithium-Ion Battery Anodes," Nature Communications, July 8, 2014, [DOI: 10.1038/ncomms5105](#)

翻訳：NEDO（担当 技術戦略研究センター 松田 典子）

出典：本資料は米国・パシフィック・ノースウェスト国立研究所 (Pacific Northwest National Laboratory (PNNL))の以下の記事を翻訳したものである。

“Silicon sponge improves lithium-ion battery performance”

<http://www.pnnl.gov/news/release.aspx?id=1059>