

(1091-4-1)

【燃料電池・水素(蓄電池)】 結晶ナノ粒子 | ヘキサシアノ鉄酸銅 | 長充放電サイクル

仮訳

蓄電池用ナノ粒子電極で、大規模電力貯蔵したエネルギー源の グリッド接続が可能に(米国)

スタンフォード大学の研究者たちが銅化合物のナノ粒子を使い、安価な高出力蓄電池の電極を開発した。

Louis Bergeron

大規模な風力発電や太陽光発電を利用可能にするうえでの最大の障害は、太陽が常に照っているわけでもなく、風も常に吹いているわけではないという条件の中にある。効率性、耐久性を持ち、高出力で、再充電可能な蓄電池さえあれば、風のある日や晴れた日に生産された余剰電力を、それが必要な時まで大規模に貯蔵しておける。こうした途方もない夢を目指すには、蓄電池を安価に製造する方法も同時にイメージする必要がある。



研究者たちは、微小な天候変化で風力・太陽光発電システムの出力が急激に落ち込むという問題についての有望な解決策を提供する。写真：[Charles Cook/Flickr](#) (Creative Commons)

現在、スタンフォードの研究者たちは夢の蓄電池のパーツとして、銅化合物の結晶ナノ粒子を採用した新たな電極を開発している。

この電極は実験室テストで充放電サイクル 40,000 回に耐え、その後も当初の 80%超の電荷容量を維持した。比較として、平均的なリチウムイオン蓄電池が実用性を大きく損なうまでの充放電サイクルはおよそ 400 回である。

「1 日の充放電サイクルを数回とした場合、この電極は電力グリッド内で優に 30 年の耐用年数があることとなります。」と、材料科学工学(materials science and engineering)の院生であり、今週の *Nature Communications* に掲載される当該研究内容を述べた論文の代表著者である Colin Wessells 氏は言う。

「これはブレークスルーとなる性能で、蓄電池は何万回もの充放電サイクルを続け、劣化することがないのです。」と、材料科学工学の准教授であり、Wessells 氏のアドバイザー兼論文の共著者である Yi Cui 氏は言う。

この電極の耐久性は、電極の製造に使用される結晶ヘキサシアノ鉄酸銅の原子構造からもたらされている。結晶はオープンフレーム構造であり、自身の動きによって蓄電池を一斉に充電あるいは放電させる電荷を帯びた粒子、つまりイオンが、電極にダメージを与えることなく容易に行き来できるようになっている。大抵の蓄電池は、電極の結晶構造に蓄積されたダメージが原因で劣化してしまう。

イオンが自由に移動できるから、電極の充放電サイクルが非常に速くなる。蓄電池の出力は電極の放電速度に比例するため、このことは重要である。

結晶が持つこのオープン構造による恩恵を最大化するため、研究者たちは適切なサイズのイオンを使う必要があった。大きすぎるとは、イオンが詰まったり、電極の行き来によって結晶構造がダメージを受けたりする可能性がある。小さすぎるとは、容易に通過するどころか、原子間の空いたスペースの片側にイオンが留まってしまうだろう。適切なイオンサイズは水酸化カリウムのものであると判明し、ナトリウムやリチウムといった他の水酸化イオンに比べ、適合性がかなり高かった。

「完璧に適合します。本当にぴったりです。」と Cui 氏は言う。「カリウムが拡張、縮小するだけで、非常に高出力な蓄電池が実現します。」

電極のスピードが以前よりも増しているのは、Wessell 氏が合成した電極材料の粒子が通常のナノ粒子ほどに小さく、直径わずか 100 原子分だからである。

こうした適度な大きさが意味するのは、イオンが離れた電極まで移動し、粒子内の活性部位と反応し、電極の最大容量まで充電する必要も、あるいは放電中に戻る必要もないということである。

Cui 氏のグループが行う別の研究も含め、最近の蓄電池に関する多くの研究は、高いエネルギー密度を持つ、つまり蓄電池の大きさに対して多くの充電量を保持することのできる、リチウムイオン蓄電池に焦点が当てられている。こうした研究により、リチウムイオン蓄電池はノートパソコンといったポータブル電子機器に最適なものとなった。

しかし実際のところ、エネルギー密度は電力グリッドにおける貯蔵に関しては重大な問題ではない。ポータブルである必要がなければ、家ぐらい大きな蓄電池でも構わない。より関心事とされているのはコストなのである。

リチウムイオン蓄電池の構成物のいくつかは高価であり、電力グリッドとして使用するスケールのリチウムイオン蓄電池の製造が将来安価になると確証をもてる者はいない。

「電力グリッド用に低価格の蓄電池および電極を製造するには、『新たな化学』を開発する必要があると決断しました。」と Wessells 氏は言う。

研究者たちは、Wessells 氏の表現によれば「有機電解質のコストと比較して、基本的に無料」とされる、リチウムイオン蓄電池に使用されている水性電解質の使用を決めた。彼らは蓄電池の電気材料を鉄、銅、炭素、窒素といったような、既に利用可能な前

新たな電極の持つ唯一の重要な制限は、その化学的性質が高電圧電極の場合のみ利用可能であるということだ。しかし、どの蓄電池にも電気を生み出す電圧差を発生させるための、高圧カソードと低圧アノードの 2 つの電極が必要である。研究者たちは実際に蓄電池を作る前に、アノード用に使用する別の材料を見つけ出す必要がある。

しかし、彼らは既にアノード向けに様々な材料の調査を行い、見込みのある候補をいくつか見つけていると Cui 氏は言う。

蓄電池全体の構成が未だ完成していないにもかかわらず、この新たな電極の性能が既存する他の蓄電池電極よりもあまりに優れているため、このプロジェクトを行った材料科学工学の名誉教授である Robert Huggins 氏は、ソーラーファームの上を雲が通過するといった、シンプルでありふれた出来事に起因する「風力や太陽光発電システムの出力の急激な落ち込みが多発するという非常に重大な問題に対し、この電極は見込みのある電気化学的な解決をもたらす」と言う。

Cui 氏と Wessells 氏は、開発された他の電極材料は実験室テストでは非常に素晴らしい見込みを示したものの、商業的に製造するのは難しいだろうと述べている。他の電極に問題があったわけではない。

Wessells 氏は実験室でグラムサイズごとの電極材料を素早く合成することができる。このプロセスは容易に商業レベルの製造設備にスケールアップできると言う。

「フラスコに化学物質を入れると、この電極材料が出来上がる。どのスケールでだって同じ事ができる。」と彼は言う。

「実際に蓄電池を製造する際に必要なスケールアップに、技術的な課題は何もない。」

Huggins 氏は *Nature Communications* 掲載論文の共著者である。当該研究への資金提供は米国エネルギー省、および *King Abdullah* 大学 *Science and Technology* によるものである。

2011 年 11 月 22 日火曜

翻訳：NEDO（担当 総務企画部 望月 麻衣）

出典：本資料は、米国スタンフォード大学の以下の記事を一部翻訳したものである。
“Nanoparticle electrode for batteries could make large-scale power storage on the energy grid feasible”

<http://engineering.stanford.edu/news/nanoparticle-electrode-batteries-could-make-large-scale-power-storage-energy-grid-feasible-say>

(Used with Permission of Stanford University)