

理工系

高性能電池の開発につながる
リチウムイオンの動きを発見

東京工業大学大学院総合理工学研究科准教授 山田 淳夫

【研究の背景】

リチウムイオン電池は、最高のエネルギー密度を達成できることから、電気自動車等の大型用途に向けた研究開発が活発化していますが、材料に含まれるコバルトが、非常に高価で、助燃性も強いいため、その実用化は遅れているのが現状です。

これらの問題を解決する可能性のある材料として、ありふれた金属である鉄を利用し、助燃性も皆無なオリビン型リン酸鉄（化学式 LiFePO_4 ）があります。

非常に電子を通しにくいリン酸鉄は、つい最近まで専門家の間でも実用電極としては機能しないとされてきましたが、私たちは、その合成法を工夫することで従来の材料を上回る性能が実現可能なことを示しました。

その優れた特性は、世界的に注目され、次世代大型リチウムイオン電池を実現するための最有力技術と目されています（既に、北京オリンピックの会場を走る電動バスにも採用されました）。

ただ、依然として、元来絶縁体であるリン酸鉄が高い電極機能を発現する仕組みはわかっていませんでした。

【研究の成果】

私たちは、今回、リチウムを適量含むリン酸鉄（ $\text{Li}_{0.6}\text{FePO}_4$ ）を真空中で350度程度に熱することにより、リチウムのみが活発に動き回る状態を安定に作り出した上で、中性子線を照射しました。

その結果、物質と中性子が相互作用することで現れる信号を、最大エントロピー法と呼ばれる情報理論に基づき解析することによって、リチウムイオンが、リン酸鉄の結晶中に存在する特定の一次元トンネルの中を動き回っている様子を捉えることに成功し、この成果はNature Materials 誌に掲載されました（図1、2）。

これは、現在のリチウムイオン電池に採用されている電極中では、2次元、または3次元方向にイオンが動くと考えられているのとは対照的な現象であり、限定された方向のイオンの動きが電池としての性能

を高める上で重要な役割を果たしている可能性が示されました。

【今後の展望】

この成果によって、リチウムイオンがより動きやすいリン酸鉄結晶の設計などが可能になります。同時に、電池の電極中のイオンの動きを初めて視覚化することに成功したことにより、リン酸鉄に限らず、様々な新材料の開発に指針を与えるものです。

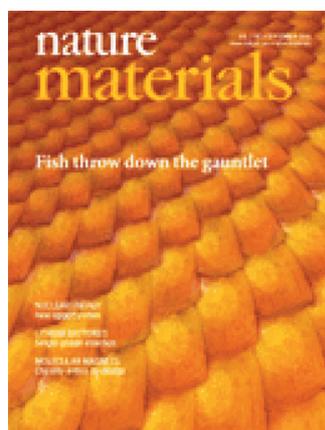


図1 成果が掲載されたNature Materials 誌7月号

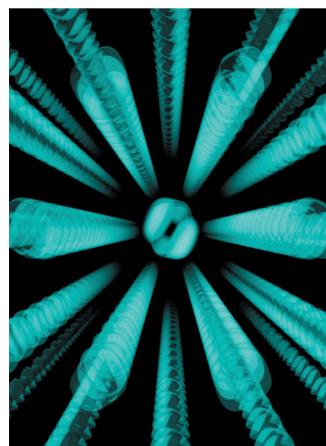


図2 視覚化されたリチウムの一次元の通り道

交付した科研費

平成19-22年度 基盤研究 (A) 「局在電子系における異常電極活性」