

## 電気化学スーパーキャパシタ用電極材料の設計

著者	鈴木 真也
雑誌名	東京大学21世紀COEプログラム 化学を基盤とするヒューマンマテリアル創成 リサーチアシスタント
巻	平成15年度報告書
発行年	2004
URL	<a href="http://hdl.handle.net/2261/3833">http://hdl.handle.net/2261/3833</a>

平成 16 年 3 月 17 日

氏名 鈴木 真也



## 21世紀COEプログラム

拠点：大学院工学系研究科  
応用化学専攻、化学システム工学専攻、  
化学生命工学専攻、マテリアル工学専攻

“化学を基盤とするヒューマンマテリアル創成”

平成15年度リサーチ・アシスタント報告書

ふりがな 氏名	すずき しんや 鈴木 真也	生 年 月 日
所属機関名	大学院 工学系研究科 応用化学 専攻	
所在地	〒153-8505 東京都目黒区駒場 4-6-1 東京大学生産技術研究所 第四部 宮山研究室 TEL 03 (5452) 6464	
申請時点での 学 年	博士課程1年	
研究題目	電気化学スーパーキャパシタ用電極材料の設計	
指導教官の所属・氏名	生産技術研究所 宮山 勝 教授	

## I 研究の成果 (1000字程度)

(図表も含めて分かりやすく記入のこと)

リチウムイオン二次電池はエネルギー密度(重量あたりに蓄えうる電荷量)が大きく、エネルギー効率(放電可能な電力/充電に必要な電力)が高い二次電源デバイスとして知られている。リチウムイオン二次電池の出力密度(重量あたりに取り出しうる電流量)を大きくすることで、様々な応用が期待できる二次電源デバイスとなりうることから研究を進めている。

リチウムインターカレーションによる酸化還元容量は、大電流での充放電時に以下の3つの要因によって制限される。

1. ゲストイオンであるリチウムイオンの拡散距離
2. インターカレーションホストの電子伝導率
3. 電解液との界面の面積及び界面の構造

本研究では層状酸化物の層剥離で得られるナノシートの電極活物質としての応用を目指した。層剥離によって比表面積は飛躍的に増加するはずである、電解液との界面積を大きくすることで、電解液とインターカレーションホスト間での電荷移動反応速度が大きくなることが期待できる。材料としては四チタン酸( $\text{H}_2\text{Ti}_4\text{O}_9$ )を選択した。四チタン酸ナノシートは四チタン酸テトラブチルアンモニウム層間化合物を純水中に分散させ層を剥離させることでコロイドとして得られる。このチタン酸ゾル中でのチタン酸ナノシートの様子を観察するために、ガラス基板上にスピンキャスト法で製膜をしてAFMによって観察を行った。Fig.1にAFM像を示す。AFMによって厚さ数nmのシートが観察され、その平均的な厚さは5nmであった。層剥離によって得られた試料の比表面積はおよそ $100\text{m}^2/\text{g}$ であった。これは出発物質の比表面積 $16\text{m}^2/\text{g}$ のおよそ6倍である。

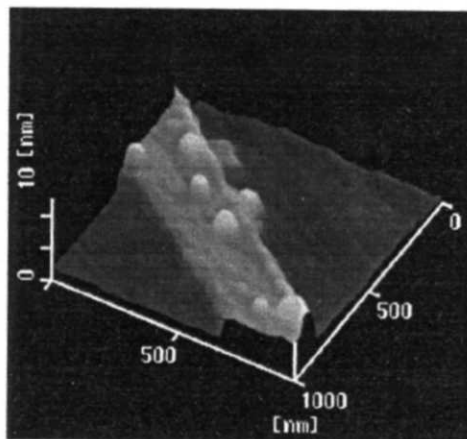


Figure 1. AFM image of tetratitanate nanosheet.

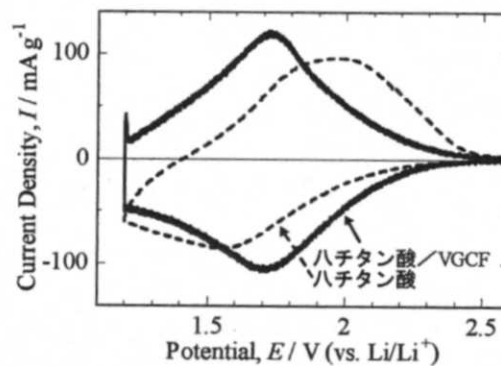


Figure 2. Cyclic voltammogram for  $\text{H}_2\text{Ti}_8\text{O}_{17}/\text{VGCF}$  composite.

この四チタン酸ナノシートに電子伝導率付与を目的として気相法炭素繊維(VGCF)を複合化させ、その熱処理で得られる八チタン酸/VGCF複合体の電気化学試験を行った。Fig.2にサイクリックボルタモグラムを示す。出発物質の熱処理で得られる八チタン酸と比較して、酸化電流と還元電流のピーク電位差が大幅に小さくなった。これは比表面積が大きくなったことで電荷移動反応に起因する界面での動的な抵抗が劇的に小さくなったからであると考えられる。種々の電流密度で試験した容量と電流密度との関係を Fig.3 に示す。電流密度の増加量に対して容量の減少度合いは非常に小さかった。これは界面での動的な抵抗の減少に伴って全抵抗が減少したからであろうと考えられる。以上より活物質の微細構造制御をすることで大電流での充放電が可能になることが明らかになった。この結果をより詳細に解析することで材料設計の指針を得ることが今後の目標となる。

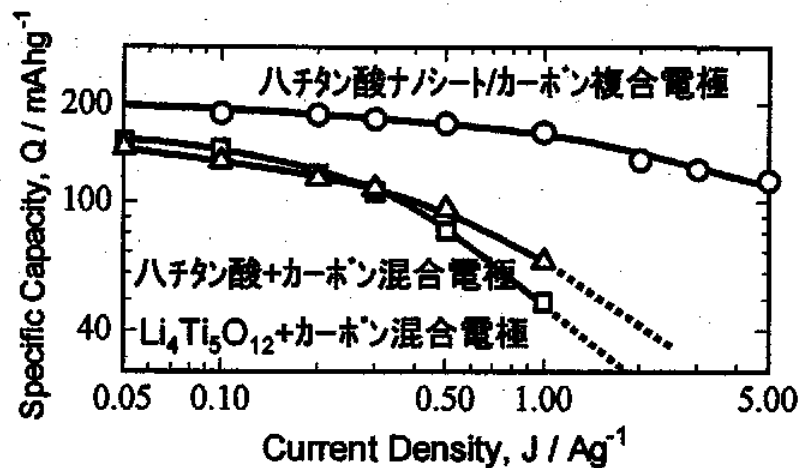


Figure 3. The specific capacity of  $H_2Ti_5O_{17}/VGCF$  composite as a function of discharge current density.

氏名 鈴木 真也

II (1) 学術雑誌等に発表した論文A (掲載を決定されたものを含む.)

共著の場合、申請者の役割を記載すること。

(著者、題名、掲載誌名、年月、巻号、頁を記入)

Shinya Suzuki, Mitsuhiro Hibino and Masaru Miyayama, "High rate lithium intercalation properties of  $V_2O_5$ /carbon/ceramic-filler composites", *Journal of Power Sources*, 124, pp. 513 – 518, (2003).

申請者の役割：実験、考察、論文の執筆を担当

氏名 鈴木 真也

II (2) 学会において申請者が口頭発表もしくはポスター発表した論文

(共同研究者(全員の氏名)、題名、発表した学会名、場所、年月を記載)

1. Shinya Suzuki, Masaru Miyayama, "Lithium Intercalation Properties of Titanate Nanosheet / Carbon Composite", The 5<sup>th</sup> International Meeting of Pacific Rim Ceramic Societies, 名古屋, 2003年10月
2. 鈴木真也、宮山 勝、"八チタン酸ナノシート/カーボン複合化電極の作製と高負荷リチウムインターカレーション特性"、第44回電池討論会、堺、2003年11月
3. 鈴木真也、宮山 勝、"八チタン酸ナノシートのリチウムインターカレーション特性"、第29回固体イオニクス討論会、松島、2003年11月