

(様式7)

学位論文審査結果の要旨

氏名	しみずまさひろ 清水雅裕
審査委員	委員長 _____ 坂口 裕樹 _____ 印 委員 _____ 伊藤 敏幸 _____ 印 委員 _____ 薄井 洋行 _____ 印 委員 _____ _____ 印
論文題目	Development of Anode Materials for Alkali-Metal-Ion Rechargeable Batteries and Fabrication of Electrode-Electrolyte Interface Enhancing Their Properties (アルカリ金属イオン二次電池負極材料の創製とそれを活かす電極-電解質界面の構築)
審査結果の要旨	<p>審査結果の要旨</p> <p>低炭素社会の実現に向けて再生可能エネルギーへの関心が高まるに従い蓄電池の重要性は日々増してきている。なかでもリチウムやナトリウムなどのアルカリ金属イオンを電荷移動担体とする蓄電池(二次電池)においては飛躍的な高性能化を推し進めることが急務となっている。本論文は、リチウムおよびナトリウム二次電池のための新規負極材料を創製し、それらの潜在能力を最大限に引き出すための機能的な電極-電解質界面を構築することを目的とした研究の成果をまとめたものである。次世代リチウム二次電池用ケイ素系負極の創製に関する主要な成果を 1)~3)に、他方、ナトリウム二次電池に関する成果を 4)に示す。</p> <p>1) 側鎖にエーテル基を導入したカチオン (1-((2-methoxyethoxy)methyl)-1-methylpiperidinium / PP1MEM) からなるイオン液体を電解液に適用することで、ケイ素負極の初期充放電容量とサイクル性能が従来の有機電解液を用いた場合と比較して顕著に向上することを見出した。</p> <p>2) 初期充放電容量の増大が達成できた理由は、カチオン側鎖のエーテル基が電解液中でリチウムイオンに配位するアニオンの脱溶媒和を促進させ、また、電解液からケイ素負極へのリチウムイオンの挿入を容易にするためであることを種々の測定を通して解明した。</p> <p>3) 充放電後のケイ素負極表面上の電極反応部位を、顕微ラマン分光装置を用いて可視化する手法を確立した。この手法を用いることで、有機電解液中では負極上の局所的な領域でのみケイ素とリチウムの合金化反応が起きるのに対し、イオン液体電解液中では負極全体に渡ってリチウム化反応が起きることを明らかにした。これにより、イオン液体電解質を用いた際のサイクル特性の向上がケイ素負極表面の被膜性状の改善に起因するとの推測を裏付けることができた。</p> <p>4) 一酸化ケイ素中のケイ素はその構造内にクラスター状に微分散した状態で存在する。この一酸化ケイ素を用いることで、塊(バルク)状単体では不可能であったケイ素とナトリウムの電気化学的合金化反応を実現させることに成功し、ナトリウム二次電池用負極活物質としてのケイ素の可能性を世界に先駆けて示すことができた。</p> <p>以上のように、本論文は次世代蓄電池の開発に関して重要な知見を与えるものであり、当該分野への学術的な貢献は顕著である。よって本審査委員会は本論文が博士(工学)の学位に十分値するものと認定する。</p>