

氏 名 橋本 英樹

授与した学位 博士

専攻分野の名称 工学

学位授与番号 博甲第3901号

学位授与の日付 平成21年 3月25日

学位授与の要件 自然科学研究科 機能分子化学専攻

(学位規則第5条第1項該当)

学位論文の題目 鉄酸化細菌由来の酸化鉄に関する研究

論文審査委員 教授 高田 潤 教授 酒井 貴志 教授 岸本 昭

学位論文内容の要旨

自然界には鉄酸化細菌と呼ばれる微生物の生命活動の副産物として形成される非常に興味深い形状の酸化鉄が存在する。鉄酸化細菌は古くから知られており、生物学、地質学の分野において研究がなされてきたが、鉄酸化細菌が作る酸化鉄に関する研究はこれまでにほとんどなされていない。本研究では、鉄酸化細菌が作る酸化鉄を新規機能性材料と位置づけ“バイオ酸化鉄”と命名した。特に、*L. ochracea* と呼ばれる鉄酸化細菌が作るチューブ形状のバイオ酸化鉄に注目し、材料科学的視点から、その詳細なキャラクターゼーションを行い、バイオ酸化鉄の用途展開を模索した。

その結果、バイオ酸化鉄は従来の人工合成酸化鉄とは異なり、非常に興味深い形状・微細構造・化学組成・アモルファス構造・磁気特性を有する多孔質酸化鉄マイクロチューブであることを見出した。また、バイオ酸化鉄が優れた電気化学特性を有することを世界で初めて発見し、鉄バクテリアが作る酸化鉄の機能性材料への応用の可能性を示した。

論文審査結果の要旨

本研究は、従来全く注目されなかったバクテリア由来酸化鉄を新規機能材料として位置づけ、その1つである鉄酸化細菌 *Leptothrix ochracea* が常温で作る特異な形態を有する酸化鉄を対象として選び、これを“バイオ酸化鉄”と命名した上で、様々なキャラクターゼーションを行ってその特徴を初めて明らかにした。また、非晶質バイオ酸化鉄の加熱による α - Fe_2O_3 への相変化プロセスを解明した。さらに、“バイオ酸化鉄”のLiイオン二次電池材料としての優れた特性を世界に先駆けて見出した。

主な結果を要約すると次の通りである。

- (1) *Leptothrix ochracea* が作る“バイオ酸化鉄”の特異な形態、結晶構造、化学組成、微細構造、化学状態などを詳細に検討し、このバクテリア由来の酸化鉄が人工合成不可能な極めて特徴的な特性を有することを明らかにした。
- (2) “バイオ酸化鉄”について、SPring-8でのX線回折測定結果などに基づいて、逆モンテカルロシミュレーション法を用い構造を解明し、 FeO_6 八面体と SiO_4 四面体が不連続に配列した隙間の多い非晶質構造であることを示した。
- (3) “バイオ酸化鉄”の大気中加熱による構造変化を詳細に検討し、 800°C 加熱によって α - Fe_2O_3 へ相変化することを初めて明らかにした。
- (4) さらに、バクテリア由来“バイオ酸化鉄”が、Liイオン二次電池の正極材として極めて有効であることを初めて明らかにした。特に、従来材の LiCoO_2 に比較して、バイオ酸化鉄は初期放電容量が格段に高いことを見出した。

同君の成果は、英文誌へ2編の論文(Proceedings(査読あり)を含む)として掲載されている。これらのいずれも同君が第1著者である。

以上の研究成果から総合的に判断すると、本論文は学位(博士)論文として十分に値すると判断する。