

研 究 主 論 文 抄 録

論文題目 Photoluminescence and Adsorption Properties of Nanosheets
(ナノシートの発光及び吸着特性)

熊本大学大学院自然科学研究科 産業創造工学専攻 物質生命化学講座
(主任指導 松本 泰道 教授)

論文提出者 船津 麻美

主論文要旨

ナノシートとは、厚さ約 1nm の縦、横方向で μm の広さを持つ量子サイズ効果を有する単結晶である。厚さ方向は、結晶のほぼ 1~3 ユニットから構成され、表面または界面での結合状態によってそのナノシート全体の物性が大きく変化する。また、ナノシートは、その表面が電荷を帯びているため、静電的相互作用を利用し、層間に別の機能分子をインターカレートさせることができる。更に、ナノシートは、表面のみからなる材料であるため、様々な物質を容易に吸着でき、吸着物質とナノシートを組み合わせた超格子構造の多機能型の新しい層状物質を簡単に作製できる等極めてユニークな特徴を持つ材料である。

本研究では、新しいナノシートの合成方法、発光特性、ナノシートへのタンパク質の特異的吸着等により、新しい分野（蛍光バイオイメージングマーカー、消化酵素固定化等）へのナノシートの応用を目的としている。

その研究成果を全 6 章にまとめた。

第 1 章では、序論として、様々なナノシートの種類及びその作製方法とナノシートの応用例について解説すると共に、本研究の背景、目的、意義等を記述した。

第 2 章では、金属酸化物ナノシート表面に希土類イオンを吸着させ、その発光挙動について記述した。金属酸化物ナノシートの表面は、マイナス電荷を帯びているため、希土類イオンのような+3 の電荷を持つ陽イオンとは静電的自己組織作用により、層間にインターカレートした層状酸化物を室温溶液中で簡単に形成する。これまでの研究より、このような再構築した層状物質の励起スペクトルとホストナノシートのバンドギャップを一致させることにより、ホスト層からゲストイオンへのエネルギー移動により強い発光を示すことが確認できている。今回は、単層ナノシートに希土類イオンを吸着させた場合の発光と周りの環境を変化させることにより発光メカニズムについて解明した。

第 3 章では、環境に優しいソフト溶液プロセスを用いた新しい酸化チタンナノシートの大量合成と発光特性について記述した。酸化チタンナノシートは、これまで多くの合成方法、種類、様々な特性が報告されている。しかし、これらの結果は、高温合成（1,000°C程度）ナノシートによるものが主流であった。そこで本研究では、よりマイルドな環境下（室

温～80℃)で、簡単かつ大量に酸化チタンナノシートを合成することに成功した。更に、このナノシートを用いた溶液中での希土類イオン (Eu^{3+}) の吸着によるエネルギー移動の発光特性も見出した。

第4章では、蛍光バイオイメージングマーカー等への応用を目標とし近赤外発光ナノシートを開発したことについて記述した。金属酸化物ナノシートは、出発材料である層状化合物を剥離することで得られ、様々なイオンをドーピングすることにより、光学的特性、触媒活性、電気的特性を持つ材料を作製することが可能となる。そのため、生体透過性や安全性が高い“生体の窓”とよばれる近赤外領域 (800-1700nm) での励起-発光を示す材料を作製することを目的とし、 Nd^{3+} をドーピングさせたナノシートを合成した。更に、今回は、このナノシートに表面修飾を実施することにより発光強度が大きく上昇することも見出した。

第5章では、幅広い比表面積をもち、機械的強度が高く、種々の官能基 (カルボキシル基, エポキシ基, カルボニル基, ヒドロキシル基)を有し、安価に調製できる担体として、酸化グラフェン(GO) ナノシートを選択し、消化酵素 (trypsin) の固定化を試みた。GO に trypsin を共有結合させ、フリーの trypsin とのプロテアーゼ活性維持能 (カゼインの分解能) を比較した。

その結果 Trypsin 固定化 GO ナノシートが、フリーの trypsin に比べ、高い活性 (80%以上) が維持できることを見出した。

第6章では、本研究で得られた成果の要約について記述した。