

博士論文審査の結果の要旨

氏名	LI XIAOJUAN
学位名	博士（工学）
学位番号	甲 第 745 号
論文題目	The fabrication and application of nanoparticle-based multifunctional composites (ナノ粒子を用いた多機能複合材料の創製と応用)
論文審査委員	主査 夏木俊明 倪 慶清 渡辺 健太郎 村松 寛之 Kim Yoong Ahm (韓国全南大学; 韓国全南大学 Alan G. MacDiarmid エネルギー研究所)

(博士論文審査の結果の要旨)

本学位論文は、ナノ粒子を用いて多機能複合材料(抗菌材料、光触媒、良導電性材料など)を創製、および作製した複合材料の構造解析、機能特性、化学安定性とその応用を明らかにしたものである。本論文は、以下に示す5章から構成されている。

第1章では、ナノ材料およびその機能特性に関する先行研究を概観し、ナノ粒子を用いた複合化による本研究の目的を述べている。

第2章では、Ag ナノ粒子/酸化グラフェンナノスクロール複合材料の合成および創製プロセスを検討し、室温でワンステップ法によって製造できる創製過程を明らかにした。オープンエンドチューブ構造によって、Ag/GO ナノスクロール複合材料が持続性のある抗菌性を有することを明らかにしている。大腸菌に対する抗菌試験について調査した結果は、99.9%という優れた結果を示した。

第3章では、Ag/GO ナノスクロール複合材料の光触媒への応用例を検討した。当該複合材料はGO やAgNPs 単体と比較して、優れた光触媒活性特性を有することが明らかにされている。これらの優れた特性は、酸化グラフェンのスクロール解放端構造であることが起因すると結論づけられている。また、創製した複合材料のリサイクル可能な光触媒活性特性を明らかにし、廃水処理として使用できる。

第4章では、GO シート(CuNPs@GO コンポジット)に挿入された銅ナノ粒子(CuNPs)が合成され、その構造解析および材料の温度による安定性実験について検討した。CuNPs@GO コンポジットのサンドイッチ構造は、高い抗酸化安定性と導電性を備えたCuNPsを有して、少なくとも21週間または90°Cの乾燥空気への露出に、酸化の兆候が見られないことを示していた。化学的に安定な構造である優れた特性が示された。

第5章では、本論文を総括し、ナノ粒子による複合材料は多様な応用が期待されることを示唆した。

以上のことから、本学位論文は、新規・多機能複合材料を提案するとともに、ナノ粒子/GO ナノスクロール複合体の調製工程を明らかにした。低分子化合物を用いて、低温かつ短時間で簡単に複合体の調製を試み、調製方法を開発した。AgNPs は高導電性と高殺菌効果を持ち、さらにGO は消臭、汚れ防止、抗菌・殺菌などの効果があるので、AgNPs/GO ナノスクロールは両方の優れた特性を生かして、それぞれ単独で到達できない新規材料となることが大きく期待できる。また、本学位論文の内容に関して、査読付原著論文が3報受理され、申請者が3篇とも第1著者であり、学位審査基準を満たしている。なお、本審査論文に対して、説明不足の箇所が指摘され、これらの指摘に対して、学位論文の最終版を提出する際に対応してもらうことになった。

以上を総合して、本学位論文は、金属ナノ粒子と酸化グラフェンスクロール構造体が新規開発され、詳細な構造解析や多機能性の解明、また応用の可能性が示されており、学術的な意義がある。また、この

研究によって、新しい材料の創出とその応用の可能を期待され、審査委員は一致して、その研究内容は工学博士の学位論文として十分に認められるものと判断した。

(公表主要論文名)

1. Xiaojuan Li, Jun Natsuki, Toshiaki Natsuki. Silver nanoparticles/graphene oxide nanoscroll composites synthesized by one step
Physica E: Low-dimensional Systems and Nanostructures. Volume 124, 114249, 2020.
2. Xiaojuan Li, Jun Natsuki, Toshiaki Natsuki. A recyclable silver nanoparticles/graphene oxide nanoscroll composite photocatalyst
Environmental Technology & Innovation (Online Published)
3. Xiaojuan Li, Jun Natsuki, Toshiaki Natsuki. “Sandwich” copper nanoparticle @ graphene oxide composites: High-Temperature stability and long-term stable conductivity
Materials Characterization. Volume 172, 110887, 2021.