

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 1190 号
------	--------------

氏 名 杉岡 大輔

論文題目

Studies on the Preparation of Metal and Metal Oxide
Nanoparticles by Using Hydroxyl-functionalized Ionic Liquids and
Their Physicochemical Properties
(水酸基を持つイオン液体を利用する金属及び金属酸化物ナノ粒子の合成と特性制御に関する研究)

論文審査担当者

主査	名古屋大学	教授	鳥本 司
委員	名古屋大学	教授	生田 博志
委員	名古屋大学	教授	入山 恭寿
委員	名古屋大学	准教授	鈴木 秀士

論文審査の結果の要旨

杉岡大輔君提出の論文「Studies on the Preparation of Metal and Metal Oxide Nanoparticles by Using Hydroxyl-functionalized Ionic Liquids and Their Physicochemical Properties (水酸基を持つイオン液体を利用する金属及び金属酸化物ナノ粒子の合成と特性制御に関する研究)」は、カチオン構造内に水酸基を持つイオン液体を用いて金属および金属酸化物からなるナノ粒子を合成して、その物理化学特性に及ぼすナノ粒子の組成と構造の影響を明らかにしている。各章の概要は以下の通りである。

第1章は緒言であり、本研究の目的と論文全体の構成を述べている。

第2章では、カチオン構造内のアルキル鎖末端に水酸基を持つイオン液体1-(2-hydroxyethyl)-3-methylimidazolium tetrafluoroborate (HyEMI-BF₄)を用い、イオン液体に対して減圧下で金属スパッタリングを行うこと(イオン液体/金属スパッタリング法)によるAuナノ粒子単粒子膜の作製について述べている。Arガス圧20PaでAuをスパッタ蒸着したところ、イオン液体表面は均一な青紫色に呈色することを見出している。TEM観察から、液体表面には粒径5.1 nmのAuナノ粒子が密に集めた単粒子膜が形成されたことを報告している。カチオンのアルキル鎖末端に水酸基を持たないイオン液体では、液体表面にこのようなAuナノ粒子単層膜は全く形成されないことから、スパッタリングにより生成したAu原子あるいは小さなクラスターがイオン液体表面に存在する水酸基によりトラップされ、イオン液体表面でAu結晶核生成がおこり、Auナノ粒子単層膜が形成することを明らかにしている。

第3章では、第2章で作製したAuナノ粒子単層膜に対し、さらにPtをスパッタ蒸着することによるAu-Pt複合ナノ粒子膜の作製と、そのナノ構造に依存して変化する電極触媒活性について述べている。イオン液体表面に作製したAuナノ粒子単粒子膜に、引き続きPtをスパッタ蒸着すると、液体表面に生成したナノ粒子膜は青紫色から褐色に変色し、Au-Pt複合ナノ粒子が生成することを見出している。粒子膜のTEM観察および組成分析から、Pt蒸着時間が長くなるにつれてAu-Ptナノ粒子の粒径とPt組成割合は増加し、Auナノ粒子表面がAuPt合金シェルで被覆されることを報告している。得られたAu-Pt複合ナノ粒子膜のメタノール酸化に対する電極触媒活性を評価し、粒子表面のPt被覆率に対して火山型の依存性となり、Pt被覆率49%の粒子において純Pt粒子の約120倍もの大きな活性を示すことを明らかにしている。

第4章では、空气中で比較的高温で加熱しても分解しないというイオン液体の耐熱性を利用して、熔融金属を直接空気酸化することによる金属酸化物ナノ粒子の新規合成法について述べている。カチオンに水酸基を持つイオン液体に、In金属あるいはInSn合金を添加し、攪拌しながら空気下で250°Cに加熱することで、これらの金属が空気酸化され対応する金属酸化物ナノ粒子が得られている。とくに、用いるInSn合金中のSn含有量を増加させると、生成する酸化インジウムスズ(ITO)ナノ粒子中のSnドーブ量を増大させることに成功している。さらに、生成したITOナノ粒子は、2500 nm付近の近赤外波長領域に局在表面プラズモン共鳴(LSPR)に由来する消光ピークを示し、そのピーク波長はITOナノ粒子中のSnドーブ量が増加するにつれて短波長シフトすることを見出している。

第5章では、本研究の結論を与えている。

以上のように本論文では、水酸基を持つイオン液体を用いて合成した金属および金属酸化物ナノ粒子の物理化学特性を明らかにしている。これらの新規ナノ粒子合成法とそれにより得られた結果は、ナノ粒子の電極触媒および光機能材料への応用を実現するために重要であり、工学の発展に寄与するところが大きいと判断できる。よって、本論文の提出者である杉岡大輔君は、博士(工学)の学位を受けるに十分な資格があると判断した。