

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 乙 第 7335 号
------	--------------

氏 名 熊野 尚美

論 文 題 目

Designing Particle-Based Functional Materials
(微粒子複合体による機能材料の創成)

論文審査担当者

主査	名古屋大学	工学研究科	教授	関 隆広
委員	名古屋大学	工学研究科	教授	薩摩 篤
委員	名古屋大学	工学研究科	教授	鳴瀧 彩絵
委員	名古屋大学	工学研究科	准教授	竹岡 敬和
委員	名古屋大学	工学研究科	講師	野呂 篤史

論文審査の結果の要旨

熊野尚美君提出の論文「Designing Particle-Based Functional Materials (微粒子複合体による機能材料の創成)」は、次世代自動車の開発において重要となる、微粒子と高分子から構成される微粒子複合体の構造制御を行うことで種々の機能創成を行い、新規かつ高性能な自動車材料として応用できる材料の可能性を示したもので、英文にて全9章から構成されている。

第1章「General Introduction」では、自動車に用いられる微粒子複合体について概説し、本研究で取り上げた自動車塗膜と車載用燃料電池についてその先行研究と課題を示し、本研究の目的と意義を述べている。

第2, 3, 4章では、顔料を用いずに発色する新たな色材の創製について述べている。

第2章「Tunable Angle-Independent Color from a Phase-Separated Porous Gel」では、微粒子集合体ゲルを調製し、これを様々な屈折率の溶媒に膨潤させることで、角度依存性のない鮮やかな色を示す色材になることを見出している。また、温度変化で屈折率を制御することで、ゲルの色調が変化する現象を発見するとともに、その発色メカニズムを証明するに至っている。

第3章「Multicolor Polymer-Dispersed Liquid Crystals」では、微粒子集合体ゲルにネマチック液晶を含浸させて、温度によるネマチック液晶の液晶相-等方相転位による屈折率変化を利用することにより、相転移温度を境に白色-着色を制御可能なサーモクロミック材料の創製に成功している。また、混合液晶を用いることで、白色-着色を制御した時に見られる色彩や転移温度を任意に制御できるという新たな発色制御方法の提案がなされている。

第4章「Preparation of Interference Pigment Using Black Graphite Nanosheet」では、溶媒・酸化剤・分散剤を適切に選び、グラファイト粒子を湿式分散することで、板状で分散性に優れた黒色のグラファイトナノシート(GNS)を調製している。これを干渉顔料の基材とすることで、従来の干渉顔料よりも干渉色が強調された高彩度な顔料を提案している。

第5, 6章では、深い引っ掻き傷ができて速やかに修復される機能(自己修復性)をもつ耐傷塗料の創製について述べている。

第5章「Degradation of Scratch Resistance of Clear Coatings by Outdoor Weathering」では、アクリルポリオールを架橋した塗膜を屋外曝露試験し、赤外分光分析とスクラッチ試験を行って、自動車使用環境下での塗膜の耐傷性の変化を調べた結果、屋外曝露1ヶ月で塗膜表面の強度が低下し、自己修復性を示さなくなることを見出している。このことから、耐傷塗料の開発には、耐候性の高い樹脂を使用する必要性を提示している。

第6章「Recovery of Scratch Deformation Formed on Crosslinked Polyorganosiloxane Films」では、シロキサン結合でできた主鎖をイソシアネートで架橋した塗膜は、大変形しても短時間で傷が元に戻る特異な弾性挙動を示すことを見出している。ここで開発された塗膜は、弾性率が同じである従来型耐傷塗膜と比べ、瞬時にスクラッチ傷が回復する弾性回復率が1.3倍高く、経時での回復も2倍速いことが示されている。

第7, 8章では、燃料電池の電極触媒層(触媒層)の生産において課題となる、触媒インクのレオロジー制御と触媒層の成膜制御について述べている。

第7章「Influence of Ionomer Adsorption on Agglomerate Structures in High-Solid Catalyst Inks」では、触媒インク中の白金担持カーボン(Pt/C)粒子の凝集構造は、触媒インク中のアイオノマーの吸着状態によって変化し、レオロジー特性、分散安定性に影響することを明らかにしている。本章で提案の方法により、触媒インクのPt/C粒子の凝集構造を希釈せずに評価できるようになり、触媒インクの塗布工程における粘度制御のための重要な指針を提示している。

第8章「Controlling Cracking Formation in Fuel Cell Catalyst Layers」では、触媒層の欠陥となるクラックの発生挙動は、触媒インク中のアイオノマーのPt/C粒子への吸着状態とそれに起因する液構造に支配されることを見出している。本章で提案の方法により、触媒層のクラック発生挙動を定量的に理解し、クラックを制御するための重要な指針を提示している。

第9章「Conclusions and Outlook」では、本論文を総括し、今後の展望を述べている。

以上を要するに、本論文では、微粒子の分散状態とその複合体の構造の制御方法を提出し、微粒子複合体による新たな色材・塗膜・電極調製方法の提案がなされている。本論文で提案された微粒子複合体はいずれも次世代自動車の高付加価値化・高性能化に貢献するものであり、学術上、工学上寄与するところが大きい。よって、本論文提出者、熊野尚美君は博士(工学)の学位を受けるに十分な資格があるものと判断した。