

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 13120 号
------	---------------

氏 名 直井 優衣

論 文 題 目

Designing angle-independent colored materials using light scattering by aggregate particles
(微粒子集合体による光の散乱を利用した角度依存性のない色材の設計)

論文審査担当者

主査	名古屋大学	教授	関 隆広
委員	名古屋大学	教授	齋藤 永宏
委員	名古屋大学	准教授	竹岡 敬和
委員	名古屋大学	准教授	鳴瀧 彩絵

論文審査の結果の要旨

直井優衣君提出の論文「Designing angle-independent colored materials using light scattering by aggregate particles (微粒子集合体による光の散乱を利用した角度依存性のない色材の設計)」は、長距離秩序のある微粒子集合体で観測される光の散乱・干渉・共鳴などの物理現象では見る角度によって色調が異なるという色材としての欠点を克服するために、短距離秩序のみ持たせた微粒子集合体の材料を種々開発し、角度依存性のない新たな色材の作製指針を示すもので、英文にて全六章から構成されている。

第一章「General Introduction」では、光の散乱現象の物理的な基礎と、構造色や本研究の基盤となるアモルファス微粒子集合体の作成法に触れ、本論文の研究の目的と意義を述べている。

第二章「Development of angle-independent color material using colloidal amorphous array」では、コロイドアモルファス集合体の散乱スペクトルの観測において、短距離秩序構造由来の干渉性散乱の散乱ピークの短波長側に、全く角度依存性を示さない散乱ピークが存在することを発見し、これがミー散乱由来する光散乱が原因であることを解明している。集合体を構成するシリカ粒子の粒径を変化させることで、可視光領域にミー散乱由来のピーク波長を制御できるシリカ粒子からなる二次粒子の薄膜を作製し、その諸特性を述べている。

第三章「Characterization of colloidal amorphous arrays prepared by uniaxial pressure application」では、第二章で観測した微粒子集合体から生じる散乱ピークの挙動が従来の報告と一致していないことに着目し、単一の粒子からではなく、粒子が集合体化した際の効果が表れているとする考察に基づき、粒子の充填状態を容易に規定できるペレット状材料について述べている。圧縮成型機を用いて少量のカーボンブラックを含むシリカ粒子を一軸方向に圧縮することで、コロイドアモルファス集合体の短距離秩序構造に異方性が生まれ、角度依存性の低い構造色材料が得られることを見出し、ミー散乱を生じる微粒子の集合体および新たな角度依存性のない構造色材料の作製指針を示している。

第四章「Angle-independent color materials by Mie scattering and Rayleigh scattering in response to pressure」では、未架橋のポリメチルメタクリレート (PMMA) 粒子に酸化チタン粒子をコーティングしたコアシェル粒子を第三章での手法と同様に一軸方向に圧縮し、圧力に応じてミー散乱からレイリー散乱に発色現象が切り替わる角度依存性のない色材の作成を述べている。PMMA粒子の集合体に力が加わると、粒子の変形によりミー散乱は消え、微粒子間に均一にナノメートルサイズの空隙が生じ、その空隙に由来するレイリー散乱が発生することを見出し、この現象に基づいた新たな色材の提案と、色相変化による圧力センサーへの利用について述べている。

第五章「Angle-independent color materials by colloidal crystals composed of CeO₂/PVP particles」では、高い屈折率を有する酸化セリウム/ポリビニルピロリドン (PVP) コアシェル粒子を用いた角度依存性のないコロイド結晶の作製について述べている。屈折率の大きい粒子からなるコロイド結晶を作製すると、散乱する波長が入射角から受ける影響が小さくなることを利用して、新たな角度依存性のないコロイド結晶の作製を提案している。

第六章「Summary 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、微粒子集合体から生じる様々な光散乱現象を用いた新たな原理に基づく角度依存性のない種々の色材作製の指針を示し、堅牢かつ環境にやさしい色材の開発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、直井優衣君は博士(工学)の学位をうけるに十分な資格があるものと判断した。