

## 研究成果報告書

(国立情報学研究所の民間助成研究成果概要データベース・登録原稿)

研究テーマ (和文) AB		白い微粒子と黒い微粒子から得られるカラフルな顔料の調製			
研究テーマ (欧文) AZ		Preparation of Colorful Pigments by White and Black Particles			
研究氏 代表名 者	カタカナ CC	姓)タケオカ	名)ユキカズ	研究期間 B	2013 ~ 2015 年
	漢字 CB	竹岡	敬和	報告年度 YR	2015 年
	ローマ字 CZ	Takeoka	Yukikazu	研究機関名	名古屋大学
研究代表者 CD 所属機関・職名		名古屋大学 大学院工学研究科物質制御工学専攻・准教授			
概要 EA (600 字~800 字程度にまとめて下さい。)					
<p>本研究者は、光の波長ほどの微細構造の存在により色を示す構造発色性材料の研究に取り組んでいたところ、人や環境への負荷の低い材料から調製した白い微粒子と黒い微粒子を混ぜることで非常に鮮やかな角度依存性のない構造色を観測されることを発見した。本研究では、マンドリルやトンボ類の表皮で観測される構造発色が本研究者が見いだした構造発色性材料に類似すると考え、この構造発色性材料の発色メカニズムの解明に取り組んだ。</p> <p>単分散な微粒子が短距離秩序を持って配列すると、その秩序の特徴的距離や系の平均の屈折率に応じて、特定の波長領域の光の散乱が干渉により強くなる。特定の波長領域の光が干渉性散乱を生じれば、彩度の高い構造色を示すようになるはずである。実際に調製した系においても、ある特定の波長に顕著なピークが観測されることは、散乱スペクトルから確認した。しかし、配列の乱れの存在により、可視光の全波長領域に渡って生じる非干渉性の散乱も生じることが原因で、調製したコロイドアモルファス集合体は白く見えてしまっていると考えた。黒色粒子の添加では、そのような非干渉性の散乱を軽減させ、干渉性の散乱が強調されるようになる結果、彩度の高い構造色を示すようになるという仮説をたて、その発色性メカニズムを明らかにすることに取り組んだ。具体的な手段として、直線偏光をサンプルに照射し、散乱された光を、直線偏光子を取り付けた感知器で捕らえる際、照射した直線偏光の方向に対して感知器に取り付けた直線偏光子を回転させることで、光の散乱回数の尺度を測定することを行った。両偏光子の方向が同じ場合に観測される散乱スペクトルの成分は、主に単一散乱によるもので、両偏光子の方向が直交する場合に捕らえられる散乱スペクトルの成分は、多重散乱によるものとなる。その結果、両偏光子が平行な場合には、干渉性散乱のピークが観測されたが、直交させた場合には、可視光領域全体に渡って、一様な散乱が観測された。つまり、構造色の原因は、単一散乱した光の干渉によるものであり、主にコロイドアモルファス集合体の表面での光散乱が原因である。一方、膜厚が厚いと、光の多重散乱の影響が大きくなる結果、非干渉性の散乱の影響によって、コロイドアモルファス集合体は白く見えるようになることが分かった。つまり、仮説のように、黒色微粒子の添加は、その多重散乱の影響を軽減していると分かった。</p>					
キーワード FA	角度依存性	構造色	白い粒子	黒い粒子	

(以下は記入しないで下さい。)

助成財団コード TA					研究課題番号 AA								
研究機関番号 AC					シート番号								

発表文献（この研究を発表した雑誌・図書について記入して下さい。）									
雑誌	論文標題 <sup>GB</sup>	“青い色を示す鳥の羽を模倣した角度依存性のない構造発色材料” 「バイオミメティクスと自己組織化（Ⅱ）」							
	著者名 <sup>GA</sup>	竹岡敬和	雑誌名 <sup>GC</sup>	日本ゴム協会誌					
	ページ <sup>GF</sup>	226~230	発行年 <sup>GE</sup>	2	0	1	4	巻号 <sup>GD</sup>	87
雑誌	論文標題 <sup>GB</sup>	“コロイド粒子集合体を利用した刺激応答性構造発色性材料の開発” 「光散乱制御のためのニューテクノロジー」							
	著者名 <sup>GA</sup>	竹岡敬和	雑誌名 <sup>GC</sup>	光学					
	ページ <sup>GF</sup>	516~523	発行年 <sup>GE</sup>	2	0	1	4	巻号 <sup>GD</sup>	43
雑誌	論文標題 <sup>GB</sup>	“白い粒子と黒い粒子からカラフルな色をつくる”							
	著者名 <sup>GA</sup>	竹岡敬和	雑誌名 <sup>GC</sup>	塗装工学					
	ページ <sup>GF</sup>	76~83	発行年 <sup>GE</sup>	2	0	1	4	巻号 <sup>GD</sup>	50
図書	著者名 <sup>HA</sup>	Y. Takeoka							
	書名 <sup>HC</sup>	“Photonic Materials for Sensing, Biosensing, and Display devices” in “Responsive Photonic Nanostructures: Smart Nanoscale Optical Materials”							
	出版者 <sup>HB</sup>	Springer	発行年 <sup>HD</sup>					総ページ <sup>HE</sup>	印刷中
図書	著者名 <sup>HA</sup>								
	書名 <sup>HC</sup>								
	出版者 <sup>HB</sup>		発行年 <sup>HD</sup>					総ページ <sup>HE</sup>	

欧文概要<sup>EZ</sup>

The polarisation-dependent reflectance spectra of the membranes were measured to investigate the light reflection processes occurring inside the amorphous array in more detail. White light was passed through a linear polariser before being illuminated onto the membrane. The incident angle relative to the normal to the planar surface of the membrane was 0°. The polarisation of the incident light was parallel to the scattering plane containing the incident beam and the detector. The detector was placed at a fixed angle of 10° to the surface normal. Another linear polariser was placed in front of the detector, and the polarisation direction was changed to be parallel (p-polarisation) or perpendicular (s-polarisation) to the scattering plane. The polarisation spectra were obtained for membranes composed of 280-nm silica particles with and without CB addition. In the spectrum of the co-polarised light (p-polarisation) scattered from the membranes, a spectral peak was observed at approximately 510 nm, regardless of whether CB was added, while the s-polarised spectra showed a nearly flat spectral shape across the entire range of investigated wavelengths. The fact that the reflectance peak was only observed in the co-polarisation spectra implies that the peak was produced by optical interference of single scatterings from individual particles because single scattering processes do not depolarise light. On the other hand, the depolarised (cross-polarisation) spectrum included high-order scattering. Thus, multiple and incoherent light scattering by the colloidal amorphous array contributed significantly to the background-like component observed in the cross-polarisation spectrum, which was greatly reduced by the incorporation of CB.