

研究ノート

構造色の発現方法に関する検討

村井美保^{*1}、山本周治^{*1}、加藤良典^{*2}

Study on Method of Expressing Structural Color

Miho MURAI^{*1}, Shuji YAMAMOTO^{*1} and Yoshinori KATO^{*2}Owari Textile Research Center^{*1*2}

紫外線により色褪せしない新たな着色方法の開発を目的に、微粒子を用いた構造色の発色方法について検討した。その結果、粒径の揃ったシリカスラリーを用いてガラス上に構造色を発色させることができた。作製した粒子膜には角度依存性があり、粒子径により発色する色が異なり、背景色を変えることで鮮明に発色することも確認できた。

1. はじめに

繊維製品への着色方法は、従来、染料や顔料などの色素を用いた染色加工が行われている。しかし、染料や顔料は紫外線などの影響で色素が壊れ、退色するという欠点を持っている。それに対し、自然界には色素を持っていないくても、モルフォ蝶やタマムシの翅、オパールのように、その構造により発色する現象がある。このような自身の構造が光の波長程度の微細な構造かつ周期的な構造であり、光の屈折や干渉、散乱などが起こることにより発色する現象を構造色という。構造色は光の当たる方向や見る角度により違った色に見えたり、光沢感が増したりする。また、色素のように紫外線により色褪せることがなく、その構造が壊れない限り発色し続ける。このため、繊維製品にも構造色を付与することが可能となれば、日光等による染色堅ろう度も問題なく、付加価値の高い製品開発が期待できる。

本研究では、紫外線により色褪せしない新たな着色方法の開発を目的に、微粒子を用いた構造色の発色方法について検討した。

2. 実験方法

2.1 試料

粒子膜の調製には、粒子径 190、300、450nm のシリカ粒子を含む分散液スノーテックス®MP-2040(日産化学(株)製)、シーホスター®KE-W30(日本触媒(株)製)、スノーテックス®MP-4540M(日産化学(株)製)、を用いた。

また、微粒子膜の固定にはアクリル系樹脂ライトエポック T-25(北広ケミカル(株)製)、シリコーン系樹脂 TF-3500(北広ケミカル(株)製)を使用した。

2.2 前処理

ガラスに微粒子膜を形成するための前処理として、真空紫外光(VUV)を照射した。使用した装置は、キセノンエキシマランプ(Model: MEBF-380BQ、波長 172nm、光強度 50mW/cm² 以上(メーカー公称値)、(株)エム・ディ・エキシマ製)を搭載した VUV 照射装置((株)エヌ工房製)を用いた。試料を可動式のステージに載せ、点灯したランプ下部を往復させることによって試料に VUV を照射した。試料とランプ下部との距離は約 5mm(装置構成上ほぼ最も接近した距離)、試料搬送速度は約 1mm/sec(装置構成上ほぼ最も遅い速度)、往復回数を 2 回とした。

2.3 微粒子膜の作製

粒子径 190、300、450nm のシリカ粒子がそれぞれ分散した水溶液を前処理を施したスライドガラスに塗布し、乾燥した。

また、微粒子膜の固定方法を検討する際には、微粒子の含有量が約 20%、各種樹脂濃度 2%になるように分散液を調整した。調整した液をガラスに塗布後、予備乾燥 100℃、熱処理 110℃×1 分で処理した。

2.4 反射率測定

積分球を搭載した分光光度計(V-670、日本分光(株)製)を用いて作製した微粒子膜の反射率を測定した。

2.5 電子顕微鏡観察

走査型電子顕微鏡(JSM-6010LA、日本電子(株)製)を用いて、加速電圧 10kV、倍率×10,000 で試料表面を観察した。

3. 実験結果及び考察

3.1 構造発色のための処理条件の検討

前処理を施したスライドガラスにシリカ分散液を塗布

*1 尾張繊維技術センター 素材開発室 *2 尾張繊維技術センター 素材開発室(現機能加工室)

し、自然乾燥させた結果を**図 1**に示す。図の左側が背景色を白、右側が黒とした場合の写真である。図からわかるように、粒子径が 190nm 及び 300nm の分散液については構造色の発現が確認できた。また、背景色が白の場合よりも黒の方が、色が鮮明に発色して見えることもわかった。粒子径 450nm については、構造色の発色は確認できなかった。

また、ガラスに分散液を塗布するだけでは微粒子膜を固定することはできないため、バインダーを用いた固定方法について検討した。その結果、ガラスに調整した分散液を塗布し、熱処理することにより微粒子膜を固定することができた。

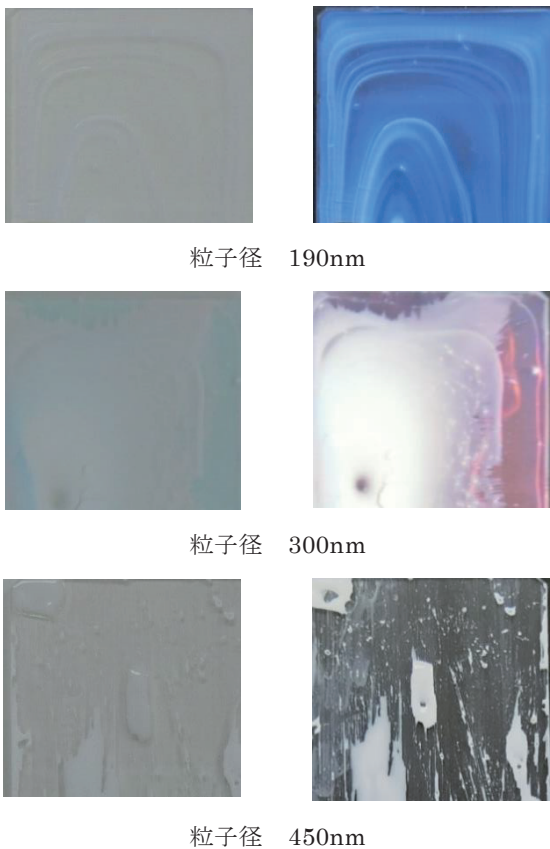


図 1 ガラス上に作製したシリカ微粒子膜

3.2 反射率の測定

作製した微粒子膜の反射率曲線を**図 2**に示す。平均粒子径 190nm では 417nm に、300nm では 590nm にピークがあり、目視で観察された色相と対応した波長領域にピークが確認できた。平均粒子径 450nm については 538nm に小さなピークがあるようにもみられるが、先の写真にもあったように発色は観察されなかった。微粒子配列による構造色の発色は、粒子径が可視光の半分程度のサブミクロンサイズであれば、可視光の干渉が起こ

り、発色が起こるとされていることから、構造性発色を望むためには粒子径が少し大きすぎるのではないかと考えられる。

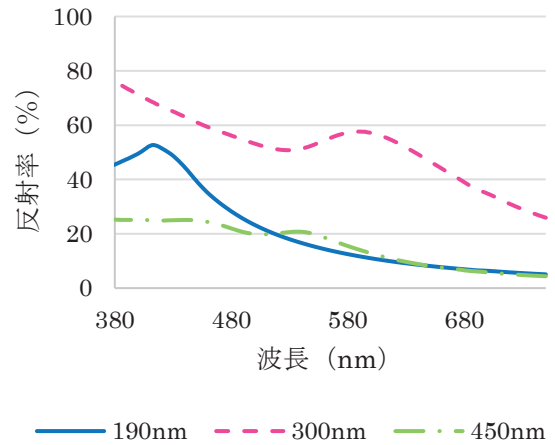


図 2 シリカ微粒子膜の反射率曲線

3.3 電子顕微鏡観察

作製した微粒子膜の電子顕微鏡写真を**図 3**に示す。構造色が発現するためには、微粒子が規則配列した微細構造を形成することが重要となるが、今回作製した微粒子膜は、規則配列は形成されていなかった。

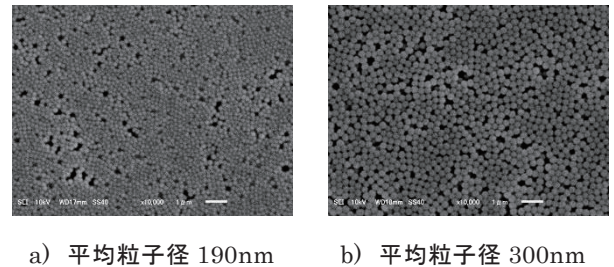


図 3 作製したシリカ微粒子膜の電子顕微鏡写真

4. 結び

本研究の結果は、以下のとおりである。

- (1) ガラスを基材としてシリカ微粒子膜を作製した結果、構造色の発色が確認できた。
- (2) 分光測定により、目視と合致した反射率曲線が得られた。
- (3) シリカ粒子膜の構造は、最密な規則配列を成すには至っていなかったため、加工条件の再検討が必要であることが分かった。

また、微粒子膜の均一性については課題が残る結果となったが、今後検討を重ね、繊維製品への応用を図っていききたい。