

# 総説

J. Jpn. Soc. Colour Mater., 91 [12], 395-398 (2018)

## 一特集 微粒子と色材一

### 微粒子集積体を固定化した歪応答性構造色エラストマー

猪股克弘\*†

\*名古屋工業大学大学院工学研究科 愛知県名古屋市昭和区御器所町 (〒466-8555)

† Corresponding Author, E-mail: inomata.katsuhiko@nitech.ac.jp

(2018年8月29日受付, 2018年9月21日受理)

#### 要 旨

サイズ分布の狭い架橋高分子微粒子が規則構造を形成している、微粒子集積フィルムを調製した。このフィルムを液状モノマー中に膨潤させることで構造色を発色させ、さらにモノマーを重合することで、微粒子集積フィルムならびにその構造色を高分子マトリックス中に固定化した。ゴム状の高分子マトリックスを用いた「構造色エラストマー」では、室温において大変形が可能で、変形歪みにともない構造色も変化する、歪応答性の構造色変化を示した。歪みと構造色波長の関係から、構造色変化の機構について検討した結果について紹介する。

キーワード：構造色, エラストマー, 微粒子集積体, 刺激応答

#### 1. はじめに

可視光波長オーダーの粒径をもつ微粒子の集積体は、Braggの回折条件に従う特定の波長の光のみを反射することで、構造色を呈する。構造色は、物質そのものが発色する色とは異なり、その波長は微粒子集積体の繰返し周期長に依存するため、微粒子のサイズや粒子間距離が変化すると、観測される構造色は変化する。もし、繰返し周期長の変化を外的な要因で実現できれば、構造色を外部要因により調節・制御することが可能となる。その意味で、微粒子集積体による特定波長の選択的反射は、さまざまな刺激応答性材料やセンシング材料としての利用が期待されている<sup>1-5)</sup>。材料として利用するために、規則構造をもつ微粒子集積体をマトリックス中に固定化することが試みられている<sup>6)</sup>。不動寺らは、ポリスチレン微粒子から成る集積体を、架橋したゴム状のポリジメチルシロキサン中に固定化し、その構造色がゴム状フィルムの変形とともに変化することを報告している<sup>6)</sup>。

筆者ら<sup>7,8)</sup>は、直径100~200 nm程度の架橋高分子微粒子を、アクリルモノマーのソープフリーエマルジョン重合法により調製した。微粒子の水分散液をキャストすることで、微粒子が規則的に配列した、無色透明の微粒子集積フィルムを得た。このフィルムを有機溶媒中に浸して膨潤させると、構造色が発色することを見いだした<sup>8)</sup>。膨潤溶媒としてアクリルモノマーを用いても、同様に構造色の発色が見られたので、開始剤と架橋

剤の存在下で膨潤モノマーを重合したところ、架橋高分子マトリックス中に微粒子集積体およびその構造色を固定化することができた。マトリックスとして低ガラス転移温度の架橋高分子を用いた場合に得られるゴム状フィルムを、「構造色エラストマー」と呼ぶこととする。このエラストマーは、低応力で高ひずみを与えることができるが、このような変形により構造色が変化するところを見いだした<sup>7)</sup>。

本稿では、筆者らが報告した構造色エラストマーについて、その調製方法と歪応答性構造色変化の機構について紹介する。

#### 2. 構造色エラストマーの調製

高分子微粒子は、モノマーとしてメタクリル酸メチルとアクリル酸エチル、イオン性コモノマーとして $p$ -スチレンスルホン酸ナトリウム、架橋剤としてエチレングリコールジメタクリレート、開始剤としてチオ硫酸カリウムを、アルカリ性緩衝溶液中で激しく攪拌しながら加熱することで得た<sup>9)</sup>。ここで紹介する構造色エラストマーは、メタクリル酸メチルとアクリル酸エチルを等モルで調製した架橋ポリ(アクリル酸エチル-co-メタクリル酸メチル)(P(EA-MMA))微粒子を用いている。微粒子分散溶液をセルロース膜上でキャストすることで、無色透明なフィルムを得た。

このフィルムを、モノマーであるアクリル酸エチル(微量の架橋剤と開始剤を含む)中に浸漬すると、微粒子集積フィルムが膨潤するとともに、構造色を発現した。この状態で加熱し、浸漬モノマーを架橋しながら重合させることで、架橋ポリアクリル酸エチル(PEA)のマトリックス中に微粒子集積フィルムを固定化した構造色エラストマーフィルムを得た。微粒子集積体および構造色エラストマーが示す構造色の波長は、可視光吸収スペクトルの測定により評価した。



[氏名] いのまた かつひろ  
 [現職] 名古屋工業大学大学院工学研究科 教授  
 [趣味] 古典芸能(文楽, 歌舞伎)  
 [経歴] 1991年東京工業大学大学院理工学研究科高分子工学専攻博士後期課程修了。工学博士。同年より東京工業大学工学部助手。1997~1998年ニューヨーク州立大学ストーニブルック校に研究滞在。2001年より名古屋工業大学工学部助教授。2008年より現職。