

喜び・驚きを支える
基盤技術

F-11

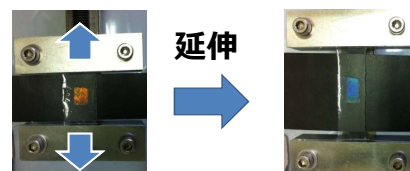
外部刺激で色や偏光が変化する高分子材料

生命・応用化学専攻 助教 信川 省吾

① 引っ張ると可逆的に色が変わる構造色エラストマー材料

概要

延伸や圧縮するとエラストマーの発色が**赤→青**に変化
色は変形量に対応

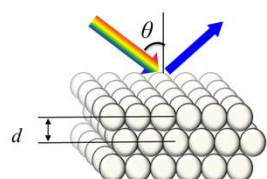


特長・仕組み・実験データ

構造色：微細な規則構造による光の干渉や回折が起き、発現する色

構造色の波長は、ブラッグの式に従う

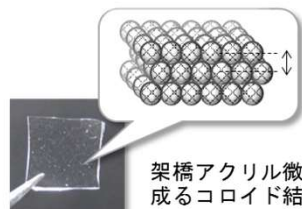
モルフォ蝶・CD・シャボン玉
に見られる色。



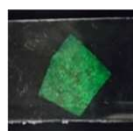
$$\text{ブラッグの式 } \lambda = 2nd \cos \theta$$

構造色の波長 λ は屈折率 n と層間隔 d によって決定される

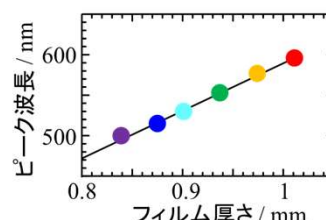
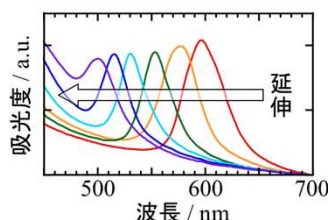
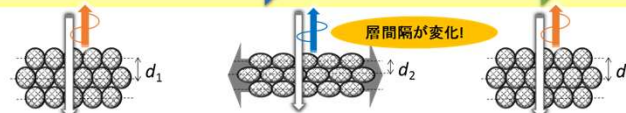
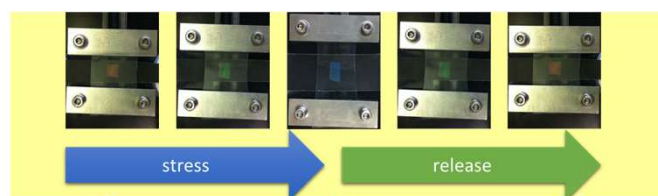
n と d を変えることで、構造色を制御できる



架橋アクリル微粒子から
成るコロイド結晶。



エラストマー中に
コロイド結晶を固定化。



コロイド結晶を固定化したエラストマーフィルムは、
延伸ひずみによる薄膜化で、構造色が変わる

変形量と色に相関!!

実用化のイメージ

✓建築・環境都市分野との組合せ

ひび割れの危険を色で判断可能

建築物の表面に構造色フィルムを
貼りつけると、建物の劣化が容易に
認識でき、都市開発に役立ちます。



今後の課題

- ・微小ひずみ（1%以下）でも発色を変化させる：応答感度の向上
- ・マトリックスポリマーの選択幅を広げる：
ポリカーボネートやPETなどの他のポリマーへの応用
- ・硬いアクリルプラスチックへの応用：
透明ガラスのひずみ発色性能付与

研究フェーズ

基礎固め 1 2 3 4 5
原理検証 開発研究 技術移転可

文献・特許の情報

1. T. Ito, C. Katsura, H. Sugimoto, E. Nakanishi, K. Inomata, Langmuir, **29**, 13951-13957 (2013)
2. K. Inomata, C. Katsura, S. Nobukawa, H. Sugimoto, E. Nakanishi, Colloid and Polymer Science, **295**, 1709-1715 (2017)

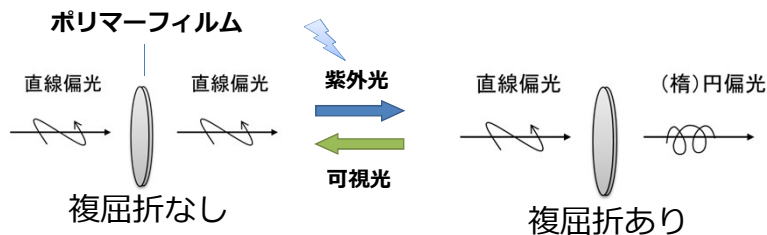
② 紫外/可視光に応答して複屈折が変化するポリマーフィルム

概 要

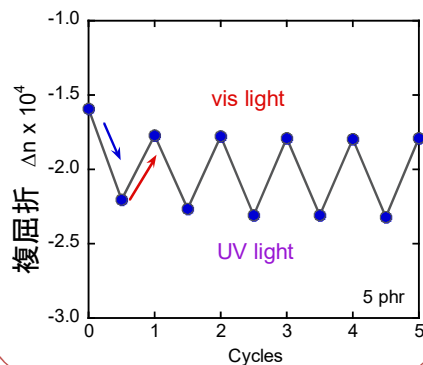
光異性化分子を添加することで

紫外/可視光によるポリマーフィルムの複屈折※が変化

※複屈折は光の偏光状態を変化させる（直線偏光 ⇔ 円偏光）



光による複屈折の可逆的制御が可能



特長・仕組み・実験データ

- 特徴**
- ・紫外/可視光による複屈折の可逆的制御
 - ・低分子(アゾベンゼン等)を添加するため、簡便
 - ・元のポリマーの性質をほとんど損なわない

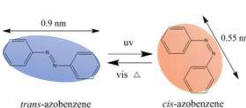
仕組み 紫外光/可視光の照射により
フィルム中のアゾベンゼンが光異性化（trans体 ⇔ cis体）
→ 複屈折が変化

複屈折はtransアゾベンゼンの分率に対応して変化

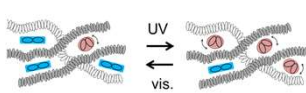
$$\Delta n = \phi_{PMMA} \Delta n_{PMMA} + \phi_{azo} X_{trans} \Delta n_{trans} + \phi_{azo} (1 - X_{trans}) \Delta n_{cis}$$

ϕ : 体積分率, X_{trans} : transアゾベンゼンの分率

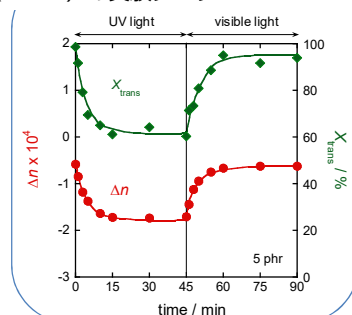
アゾベンゼンの光異性化



trans体rich ⇔ cis体rich



アゾベンゼン添加ポリメタクリル酸メチル (PMMA) の実験データ



今後の課題

- ・アゾベンゼンの使用による着色 → 無色透明な光異性化分子で代替
- ・光異性化速度：現状では1～5分程度の時間がかかる
- ・他のポリマーへの適用の可能性

文献・特許の情報

1. S. Nobukawa, Y. Aoki, Y. Fukui, A. Kiyama, H. Yoshimura, Y. Tachikawa, M. Yamaguchi, Polymer Journal, **47**, 294-301 (2015)
2. 信川省吾, 絹村大樹, 猪股克弘, プラスチック成形加工学会第28回年次大会

求める連携先とメッセージ

構造色エラストマー、光異性分子添加ポリマーフィルムは、ひずみセンサーや、光量により偏光状態を調節するフィルムなどへの応用を考えております。これ以外にも応用可能なアイデアをお持ちの方は、お気軽にお声かけいただければ大変ありがたく思います。

【お問合せ】名古屋工業大学 産学官金連携機構

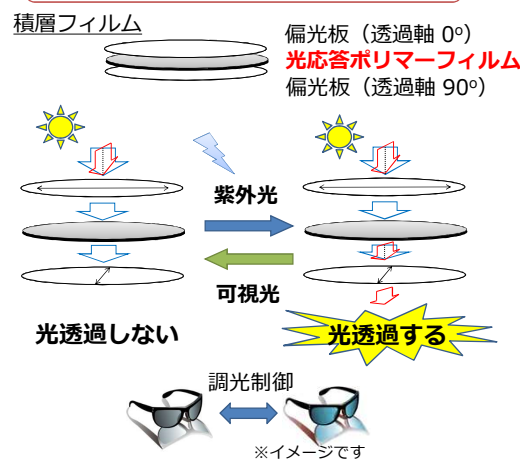
〒466-8555 名古屋市昭和区御器所町字木市29番

TEL:052-735-5627 FAX:052-735-5542

E-mail: nitfair@adm.nitech.ac.jp URL: <http://technofair.web.nitech.ac.jp/>

実用化のイメージ

光に応答して光透過量を制御するフィルム



実用用途の例

- ・偏光サングラス
- ・調光ウィンドウ
- ・変調光学素子（光制御位相差フィルム）

研究フェーズ

- 基礎固め 1 2 3 4 5 実用性評価
- 原理検証 開発研究 技術移転可