

蒸気や圧力を“可視化”する 革新的薄膜ポリマーセンサの開発

SATテクノロジー・ショーケース2018

■ はじめに

今回我々は、新しく開発したポリマーが蒸気、圧力に応じて色変化を示し、さらには強磁場によっても応答性を示すことを見出した。

ポリマーは生活のあらゆるところで使われており、現代社会では欠かすことのできない素材となっている。我々の研究室では、ポリマーのさらなる機能化を図る取り組みを行っている。特に、近年注目されている材料として半導体ポリマーが挙げられる。半導体ポリマーは、2000年にノーベル化学賞が与えられた分野であり、“電気が流れるポリマー”として一躍注目を浴びた。我々はその“導電性”に着目して、様々な機能性ポリマーを開発してきた。最近では導電性のみならず、“色変化”を示す材料として新しい応用を指向した開発を進めている。我々はごく最近、有機溶媒に応答し色変化を示し、ずり応力によっても色変化を示す、多機能性ポリマー薄膜の開発に成功した。この材料を用いることで、蒸気や圧力を“色変化”として可視化することが可能である。蒸気や圧力を見るために特別な装置は必要ではない。

■ 活動内容

1. ポリマーセンサのデザイン

我々は合成化学の観点から、ポリマーの分子デザインを行った。図に示すように、我々は今回AB型ブロック共重合体と呼ばれるポリマーを合成した。ブロックAには“色変化”を起こす導電性高分子、ブロックBには秩序性を付与する高分子を選択した。実際、ブロックAが外部刺激に対し色変化を示し、ブロックBが刺激に対する可逆的な応答性を付与している現象が確認された。このようなナノスケールの分子デザインが、我々の目で観察できるというのは非常に興味深いことでもある。

2. 外部刺激に対する応答評価

今回、溶媒蒸気・機械刺激・強磁場の3つに対する応答性を顕微鏡観察および分光スペクトル測定により評価した。今回開発した材料は、上記の刺激に対し、分子集合体変化または分子の立体構造変化に起因する色変化を示すことがわかった。

●溶媒蒸気に対して

有機溶媒であるクロロホルム、THF、ジクロロメタンなどの蒸気に曝露させたところ、紫色から黄色へ色変化する現象が見られた。この現象は可逆的であり、蒸気がなくなると瞬時に色は戻る。この利用例としては、有機溶剤を扱

う従事者が簡便にある空間での溶剤の蒸気を見積もることができる。さらに分子デザインを施すことで、空気中の水分に反応する湿度センサなども作成可能である。

●圧力・機械刺激に対して

ずり応力に応答し、紫色から朱色へ色変化する現象が見られた。可逆性もあり、応力をなくすと30秒ほどで元の色へ戻る。利用例としては、野球バットやラケットなどの面に薄くコートすることで、競技者が打球点を目視で確認でき、練習の質の向上につながる可能性がある。また可逆性があることから繰り返し使用可能である。

●強磁場に対して

溶媒蒸気をあてながら液晶状態で強磁場を印加させることで、秩序性の高い薄膜の作成に成功した。絹やクモの糸なども液晶性を經由した紡糸法であり、このように秩序性の高い材料は、高強度材料などへの展開が見込まれる。

3. 今後考えられる応用

今回開発したポリマーセンサは可視光領域で色変化を起こすため、目視で判別可能な簡便なチェックに利用できる可能性が高い。また現在導電性高分子の応用例は、有機太陽電池、有機トランジスタ、有機LEDなどがあるが、そこに新たな機能性を付与した、今までにない有機エレクトロニクスデバイスを作り出すことも可能であると考えている。

■ 関連情報等(特許関係、施設)

・発表論文

H. Hayashi, T. Iseki, S. Nimori, H. Goto, *Scientific Reports*, 7, 2017, Article number: 3948.

・材料・物質機構 (NIMS)

二森茂樹先生には、NIMS桜地区強磁場センターの12テスラ無冷媒超伝導マグネットを貸していただきました。

・助成金

この研究は、科研費(科研費番号: JP17J05652)の支援をいただいで行われたものです。

AB型ブロック共重合体ポリマーの模式図



図. 開発したポリマーの分子デザイン

代表発表者 林 宏紀 (はやし ひろき)
所属 筑波大学大学院数理物質科学研究科
物性・分子工学専攻 後藤研究室
問合せ先 〒305-0005 茨城県つくば市天王台1-1-1
TEL: 029-853-5474
後藤博正

■キーワード: (1)ポリマーセンサ
(2)蒸気・圧力・磁場による応答
(3)色変化による外部刺激の可視化
■共同研究者: 二森茂樹 (材料・物質機構 NIMS)