

棒状液晶性高分子によるフラーレンの 自発的ナノワイヤー化および磁場配向

SATテクノロジー・ショーケース2017

■ はじめに

ナノ物質の一つであるフラーレンは、自己組織化する際に多様の構造を形成することができる。これらはフラーレンナノワイヤーと呼ばれ太陽電池、バッテリー、燃料電池、触媒など広い分野に渡って応用が期待されている。一般的な一次元集合体の形成方法として2つあげられる。一つはフラーレンの良溶媒と貧溶媒の溶解度を利用して界面で結晶を析出させる液-液界面析出法(LLIP法)があげられる。もう一つはドロップキャスト法によりフィルムを作成することでフラーレンナノワイヤーが容易に得られる。LLIP法は温度、溶媒の種類によって結晶構造を制御できるが、生長するのに数日間要する。また磁場を印加しながら、結晶成長を行うことで結晶の大きさや、配向に影響を及ぼすことが報告されている。本研究ではドロップキャスト法を用いたフラーレンの自己組織化を棒状液晶性高分子共存下で行うことで、高分子がフラーレンの結晶成長に与える影響を調べた。ドロップキャスト法は溶媒が乾くのを待つだけのため、数十分で作製できるが結晶成長の制御は確立されていない。そこで棒状液晶性高分子が磁場配向する性質を利用することで、分子間相互作用によりフィルム内のフラーレンナノワイヤーを磁場配向させることを試みた。

■ 活動内容

1. 実験操作

トルエン1 mLにフラーレン(C₆₀) 1.0 mgと棒状液晶性高分子であるPoly(octyl 4-isocyanobenzoate)(PPI)(Fig. 1)を2.0 mg入れた。フラーレンを完全に溶解させるため、上記のトルエン溶液に超音波処理を30分間行った。その後、溶液をガラス板に数滴垂らしたのち、ゆっくりとトルエン溶媒を蒸発することでポリマーフィルムを作製した(C₆₀/PPI film)。同様にトルエン1 mLにフラーレン1.0 mgのみを入れて、上記の手順によるフィルムを作製しそれをコントロールとした(C₆₀ film)。これらのフィルムを偏光顕微鏡(POM)、走査型電子顕微鏡(SEM)により、PPIの液晶相およびフラーレンの構造を観察した。

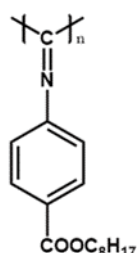


Fig. 1 Chemical structure of PPI.

2. 実験結果

C₆₀/PPI filmのPOM画像からPPIのシュリーレン模様によるネマチック相の液晶構造が固体状態においても確認できた(Fig. 2 (a))。また画像からポリマーフィルム上にフラーレンがワイヤー状に形成していることが分かる。ワイヤーの方向はフィルムの端では中央方向に配向しているものが多く、フィルム中心ではランダムに並んでいる。これはトルエン溶媒が乾いていく方向に依存すると考えられる。一方、C₆₀ filmでのフラーレンの結晶はC₆₀/PPI filmの結晶より短くロッド状に形成している(Fig. 2 (b))。このことからトルエン溶媒が蒸発し、フラーレンが析出および自己組織化する際に、棒状液晶性高分子が存在することでよりフラーレンの結晶成長が促進されていると考えられる。今後、作製したC₆₀/PPI filmをトルエン蒸気でさらしながら12 Teslaの磁場を印加することで、フラーレンナノワイヤーを配向させる。

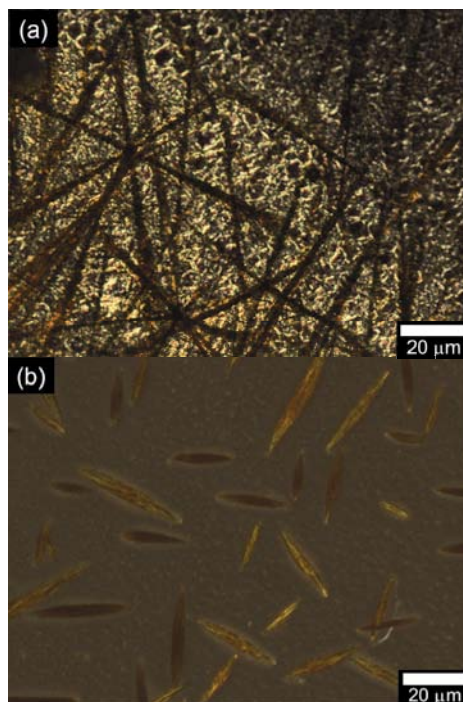


Fig. 2. POM images of (a) C₆₀/PPI film and (b) C₆₀ film drop-casted from the toluene solutions.

代表発表者 菊池 亮介 (きくち りょうすけ)
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 〒305-8577 茨城県つくば市天王台 1-1-1
TEL: 029-853-5278 FAX: 029-853-4490
E-mail: gotoh@ims.tsukuba.ac.jp

■キーワード: (1) フラーレン
(2) 液晶性高分子
(3) 磁場配向