

機能分子の大面積かつ三次元的秩序配列の形成と光一力学エネルギー変換材料の開発

東京工業大学 資源化学研究所 教授

福島孝典



研究の背景

軽くてしなやか、加工成型性にも優れた分子・高分子を基盤とする材料、いわゆるソフトマテリアルは、無機材料とは異なる性質を有しており、その機能開拓に向けた研究が世界中で活発に展開されています。ソフトマテリアルの機能発現には、分子を大面積で規則正しく集積化することが極めて重要です。しかし、分子集積体をセンチメートルのサイズで作製することは非常に難しく、これまで多くの挑戦がされてきましたが有効な手段はありませんでした。

研究の成果

本研究では、光機能性分子であるアゾベンゼンを組み込んだブラシ状の高分子「ポリマーブラシ」を、大面積で三次元的に配列させてフィルム化する手法を開発しました。この配列構造は、延伸したテフロンシートにポリマーブラシを挟み、熱と圧力を加えるという、アイロン操作に似た簡単な手順で実現できます。放射光X線を用いて、このポリマーブラシフィルムの内部構造を調べたところ、ポリマーブラシ一本一本が、規則性のある三次元集積構造を形成し、フィルム表面に対して垂直に配列しているという、驚くべき分子配向構造を形成していることが明らかとなりました(図1)。さらに、この特異な分子配向構造によって、ポリマーブラシに組み込んだアゾベンゼン分子を光照射で構造変化させると、この分子レベルの微細な動きが一方方向に集約し、結果としてフィルムが湾曲するという巨視的変形を引き起こすことを見出しました(図2)。すなわち、この新しいソフトマテリアルにより光エネルギーを運動エネルギーの変換に成功しました。

今後の展望

ポリマーブラシを機能分子の巨視的集積化のための「足場」として利用する本手法は、アゾベンゼンに限らず様々な系に広く適用できます。例えば、電荷輸送能のある分子を導入したポリマーブラシを用いてフィルムを作製すれば、フィルムの表から裏まで電

荷を輸送することが可能になるため、高効率な有機薄膜太陽電池の開発に非常に有効です。本研究で開発した技術は、有機材料科学の分野全体に大きな波及効果をもたらすものと期待されます。

関連する科研費

平成21-23年度 基盤研究(B) 「電子供与体/受容体ナノ相分離構造のデザインによる高効率有機薄膜太陽電池の創製」

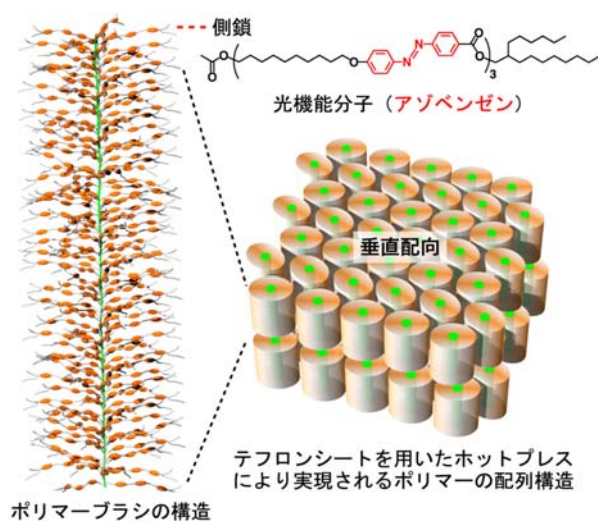


図1 機能団を組み込んだポリマーブラシの分子構造と三次元配向構造の模式図

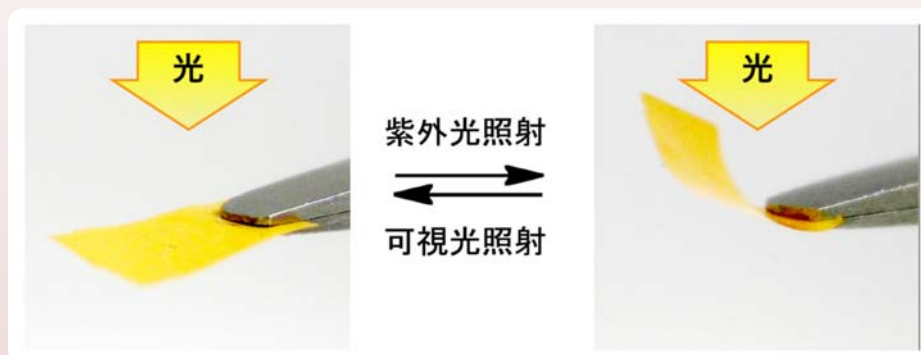


図2 光照射によるポリマーブラシフィルムの屈曲運動