

課題番号: GR077
助成額: 166 百万円

グリーン・イノベーション

理工系

平成 23 年 2 月 10 日
～平成 26 年 3 月 31 日

動的共有結合化学的アプローチによる完全自己修復性 高分子材料の創製

大塚 英幸 東京工業大学大学院理工学研究科 教授
Hideyuki Otsuka



専門分野
高分子化学

キーワード

自己修復／高分子反応／高分子材料／高分子合
成／架橋高分子

WEB ページ

[http://www.op.titech.ac.jp/polymer/lab/otsuka/
index.html](http://www.op.titech.ac.jp/polymer/lab/otsuka/index.html)

研究背景

材料に入った亀裂や傷を復元できる特性は「自己修復性」と呼ばれる。身の回りにあるプラスチックに代表される様々な高分子材料に自己修復性を付与できれば、長寿化によって地球温暖化の緩和やエネルギー消費の低減化に大きく貢献できる。特に、修復の際に熱や光などの刺激が不要な自己修復性高分子材料が求められていた。

研究目的

本研究では、組み換え可能な結合を利用する「動的共有結合化学」を基盤として、高い修復性を有し、かつ酸素や水分の影響を受けない、刺激不要の「完全自己修復性」をもつ画期的な高分子材料の創製を目指す。さらに、その動作原理を分子レベルで化学的に解明し、完全自己修復性材料の設計指針を提案することを目標とする。

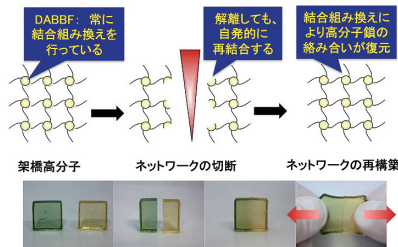
実績

代表論文: Angew. Chem. Int. Ed., 51, 1138–1142, (2012)
特許出願: 特願 2012-203406 「メカノクロミック材料」
(2012 年 9 月)
受賞: 高分子学会 Wiley 賞、公益財団法人高分子学会
(2012 年 9 月)、他 1 件
新聞: 日経産業新聞「自ら傷口なおす新素材 九大開発」
(2011 年 5 月 24 日)、朝日新聞「ゼリー状の高分子材料
刺激なくとも亀裂自己修復 九大が開発」(2011 年 6 月 3
日夕刊)、他 3 件
一般雑誌: 月間「化学」「伸びると変色する不思議な高
分子材料を開発!」(2012 年 12 月号)
特記事項: 代表論文は、英国王立化学会の "Chemistry
World" 誌や、"Nature Chemistry" 誌でハイライトされた。

研究成果

完全自己修復性高分子材料の開発

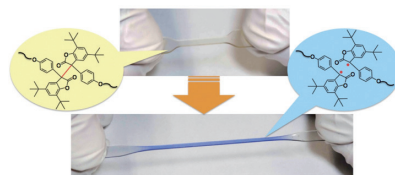
外部刺激なしで自発的に組み換え可能な動的共有結合ユニットとして機能するジアリールビベンゾフラン (DABBF) 骨格を有する架橋高分子を合成し、その自己修復性を実証した。溶媒で膨潤したゲル状態および無溶媒のバルク状態で、いずれも完全自己修復性を確認できた。これらの系では、特殊なラジカルプロセスを利用しており、酸素や水分 (湿度) の影響をほとんど受けない、全く新しい世界初



の完全自己修復性高分子材料の創製とコンセプトを確立できた。さらに、完全自己修復のメカニズム解析を進め、その動作原理を分子論的に解明した。

メカノクロミック高分子材料の開発

当初目的の他に得られた特筆すべき成果として、DABBF 骨格の中心炭素-炭素共有結合が、力学的な刺激により解離することを見出した。さらに、DABBF 骨格を有する様々な高分子に関して、力学的な刺激を受けるとラジカル由来の着色が観測され、「メカノクロミック高分子材料」として機能することを見出した。



2020年の 応用展開

得られた研究成果を基盤として、動作原理に基づいた適切な分子設計を行うことで、今後は様々な高分子材料に自己修復性を付与することが可能になる。また、有機高分子のみ

ならず無機材料とのハイブリッド系による自己修復性ハイブリッド材料の実現や危険な色の変化として知らせる次世代高分子材料などへの展開が期待される。