

プログラム名： 超薄膜化・強靱化「しなやかなタフポリマー」の実現

PM名： 伊藤 耕三

プロジェクト名： 分子結合制御の新手法開発プロジェクト

委 託 研 究 開 発

実 施 状 況 報 告 書 (成 果)

平 成 27 年 度

研究開発課題名：

低次元ナノ構造体の3次元ネットワークに基づく

新規エラストマー複合体の開発

研究開発機関名：

国立研究開発法人理化学研究所

研究開発責任者

相田 卓三

予定であった。しかしながらここで、変換前のポリチオ尿素（数平均分子量 9,500）が、極めて高強度（ヤング率 6 GPa）であるにも関わらず、優れた自己修復能を持つことを見出した。材料を切断後、断面を 1 分間接触させると、断面は接合され、大きな曲げ変形においても破断しなくなる。また、適切な修復条件においては、切断前と同等の引張強度を回復した。すなわち、自己修復材料の未解決問題である「高強度性と高速自己修復性の両立」に関し、解決の糸口になりうる成果を得た。

課題 2 については、昨年度までに確立した「磁場配向した酸化チタンナノシートを内包したヒドロゲル」を形成する際、有機成分として、温度応答性ポリマーであるポリ(N-イソプロピルアクリルアミド)を用いた。加熱・冷却に応答し、このポリマーは大量の水を脱水和・水和するため、ゲル内部の誘電率が大きく変化する。これに伴い、ナノシート間の静電反発力も劇的に増減するため、このヒドロゲルは、外界との水の授受を伴うことなく、高速かつ異方的な大変形を繰り返す。すなわち、前例のない動作機構に基づき、既往例を凌駕する性能のヒドロゲルアクチュエータが開発された。

2-3 新たな課題など

課題 1 については、当初提案していた課題よりも、本プログラムの趣旨に合う材料が偶然に見つかった。今後、(1) チオ尿素の水素結合挙動に焦点を絞りメカニズムの詳細を解明するとともに、(2) 分子設計指針の一般化、(3) 犠牲結合としての利用、(4) 湿度耐性など実用化に向けた物性向上を検討する必要がある。

3. アウトリーチ活動報告

課題 1 の成果である、高強度性と高速自己修復性を両立したポリマー材料（論文投稿準備中）について、伊藤 PM・加藤補佐ならびに関係者のご助力の元、2016 年 9 月 18 日の総合科学技術・イノベーション本会議にて、自己修復の実演デモが行われた。

課題 2 の成果である、マイクロ波とイオン液体を用いた高速・高効率なグラファイト剥離によるグラフェンの合成に関する論文（*Nature Chemistry*, 7, 730 (2015)）について、東京大学（大学記者会へ配布）によるプレスリリースを行った。その結果、化学工業日報において、この研究成果が報道された。

課題 2 のもう一つの成果である、イオン性ナノシートを磁場配向した状態でヒドロゲル中に内包した材料のアクチュエータ機能に関する論文（*Nature Materials*, 14, 1002 (2015)）について、理化学研究所（文部科学記者クラブ、科学記者会へ配布）と物質・材料機構（筑波研究学園記者会へ配布）と東京大学（大学記者会へ配布）の共同発表によるプレスリリースを行った。その結果、テレビ報道 1 件・新聞報道 2 件を含む 4 つの二次メディアにおいて、この研究成果が報道された。