

力学機能のナノエンジニアリング
2021年度採択研究代表者

2022年度
年次報告書

玉手 亮多

物質・材料研究機構 エネルギー・環境材料研究拠点
独立研究者

超高分子量ポリマーに基づく新奇機能開拓

研究成果の概要

これまでに見出してきた自己修復性やリサイクル性などの優れた機能に加えて、超高分子量ゲルが示す新しい機能発現を見出し、特許申請を含めて検討を進めた。

また、Li 塩が有機溶媒に溶解した有機電解液において、Li 塩濃度が高い領域(Li 塩濃厚電解液)では *in situ* ラジカル重合によって超高分子量ゲルが創製できることを見出した。本結果は、これまでイオン液体系で確認されてきた超高分子量ゲルの概念を、水系・有機溶媒系や無溶媒系においても塩添加により適用できることを示した点で重要な成果と言える。

さらに超高分子量ゲルが示す自己修復性メカニズム解明のための検討を進め、超高分子量ゲルの自己修復性は粘弾性マスターカーブの活性化エネルギーで整理できることを明らかにした。活性化エネルギーは同じ組成においては分子量が異なっても変化しなかったことから、高分子-溶媒摩擦などの比較的短いタイムスケールの現象を表すと推察される。そこでモデル実験として PMMA オリゴマー/イオン液体からなる高分子溶液の磁場勾配 NMR により、イオン液体中の PMMA オリゴマーの自己拡散係数を測定した。その結果、オリゴマーの拡散速度は自己修復性が高い超高分子量ゲルにおけるイオン液体を用いた場合、自己修復性が低い超高分子量ゲルにおけるイオン液体を用いた場合と比べて約 2 倍速いことが分かった。このことから、高分子セグメント-溶媒間の摩擦が自己修復性に影響を与えていることが示唆される。

加えて自己修復性-力学強度のトレードオフを解消するために、超分子相互作用の導入による超高分子量化とのシナジーに関して検討した。超分子相互作用の導入による力学強度の向上を確認できたが、同時に自己修復性も減少するため、トレードオフの解消には至っていない。今後はナノ相分離構造・迅速に緩和する相互作用の導入などによるトレードオフを解決できる手法の探索を実施する。

【代表的な原著論文情報】

- 1) Y. Kamiyama, ***R. Tamate**, T. Hiroi, S. Samitsu, K. Fujii, *T. Ueki “Highly stretchable and self-healable polymer gels from physical entanglements of ultrahigh-molecular weight polymers” *Sci. Adv.* **2022**, 8, eadd0226. JST, NIMS よりプレスリリース. 2022 年 11 月 11 日付日経産業新聞, 11 月 15 日付コンバーテック 11 月号(雑誌)に掲載.
- 2) Y. Kamiyama, ***R. Tamate**, K. Fujii, *T. Ueki “Controlling mechanical properties of ultrahigh molecular weight ion gels by chemical structure of ionic liquids and monomers” *Soft Matter* **2022**, 18, 8582-8590. Back cover に採択.