

トポロジカル材料科学と革新的機能創出  
2018 年度採択研究者

2020 年度 年次報告書
------------------

青木 大輔

東京工業大学 物質理工学院  
助教

空間結合を創る高分子トポロジー変換反応を鍵とした異種トポロジーの融合

## § 1. 研究成果の概要

ソフトマテリアルに代表される架橋高分子(ゲル・エラストマー)は、学術的な研究対象だけでなく、工業的応用の観点からも注目されている。一次構造の精密制御ができる分岐ポリマーを連結することで高い均一性(材料全体でトポロジーが均一)を有する架橋高分子の開発が近年盛んに進んでいる。本年度は、1)高分子修飾剤を用いたアプローチと、2)動的な結合交換を利用したアプローチの2つの手法を用いて、均一な架橋構造を有する架橋高分子の合成手法の開発に成功した。また、3)環状高分子が機械的に連結した空間連結型の架橋高分子の合成についても一部その合成に成功した。

1) 高分子修飾剤を用いたアプローチでは、同一分子内にイソシアネート基とマレイミド基を有する p-マレイミドフェニルイソシアネートで修飾した高分子を用いて均一な化学ゲルを合成する手法の開発に成功した。本修飾法は、高分子理論に立脚した高い均一性を有するゲル・エラストマーの機能材料としての発展に大きく寄与するものと期待している。

2) 動的な結合交換を利用したアプローチでは、「末端を有する直鎖状高分子」と「末端を有さない環状高分子」の反応性の違いを利用することで、効率よく環状高分子、8の字型高分子をそれぞれ合成する手法の開発に成功した。得られた8の字型の高分子の動的な特性を利用することで、8の字型高分子と架橋高分子間の可逆的なトポロジー変換とトポロジー変換に伴う顕著な力学物性の変化を達成した。

3) 加熱によりバルク条件で重合が進行する「液体状」の動的な環状分子の合成に成功した。バルク条件で環状分子の重合を進行させることで、一部空間的に連結した高分子を得ることに成功した。

### 【代表的な原著論文情報】

- 1) “Using the Dynamic Behavior of Macrocyclic Monomers with a Bis(hindered amino)disulfide Linker for the Preparation of End-functionalized Polymers”, *Polym. Chem.*, 11, 3357-3363, 2020.
- 2) “Synthesis of Well-defined Mechanochromic Polymers Based on a Radical-Type Mechanochromophore by RAFT Polymerization: Living Radical Polymerization from a Polymerization Inhibitor”, *Polym. Chem.*, 11, 4290-4296, 2020.
- 3) “Rational Entry to Cyclic Polymers via Thermally Induced Radical Ring-Expansion Polymerization of Macrocycles with one Bis(hindered amino)disulfide Linkage”, *Macromolecules*, 53, 4670-4677, 2020
- 4) “Characterization of N-Phenylmaleimide-terminated Poly(ethylene glycol)s and Their Application to a Tetra-arm Poly(ethylene glycol) Gel”, *Soft Matter*, 16, 10869-10875, 2020