

持続可能な材料設計に向けた確実な結合とやさしい分解
2021 年度採択研究代表者

2022 年度
年次報告書

福島 和樹

東京大学 大学院工学系研究科
准教授

高物性・オンデマンド分解型脂肪族縮合系ポリマーの創製

研究成果の概要

人類の暮らしを豊かにしてきたプラスチックは、海洋プラスチック問題と脱炭素社会シフトへの機運から重大な転換期に置かれている。この解決策として、サステイナブル材料の開発に期待が寄せられている。脂肪族ポリエステル・ポリカーボネートには生分解性プラスチックとして知られるものがある。しかしこれらをサステイナブル材料に展開するためには「分解と材料寿命のトレードオフ」(分解に伴う経時的な物性低下)の問題の解消が必須である。

本研究課題では、研究代表者の高分子合成と分解の技術をもとに、使用時には安定で高い熱・力学物性(高物性)を発揮しながらも任意の時期にやさしい条件で迅速に分解される次世代分解型高分子材料の創製を目指す。

2022年度は、2021年度に引き続き、2,2-bis(methylol)propionic acid (bis-MPA)から誘導される側鎖に官能基を導入した脂肪族ポリカーボネート (MPA-PC) の熱特性とナノ構造について調べた。側鎖が柔軟な構造の場合、MPA-PC のガラス転移温度(T_g)はしばしば 0 °C 以下となり、室温では粘性液体となる。これに対して、低重合度の MPA-PC を芳香族エステル三環構造でつないだマルチブロックポリマーでは、ゴムのような伸縮性が確認された。原子間力顕微鏡により、芳香族三環構造のナノ相分離が観察され、これが物理架橋点としてエラストマー特性に寄与していることが示唆された。また、MPA-PC を含む脂肪族ポリカーボネートは自然環境中の分解よりもケミカルリサイクルの方が有用とする見方がある。そこで、無側鎖の脂肪族ポリカーボネートであるポリトリメチレンカーボネート (PTMC) をモデルとして有機触媒を用いた分解反応を検討した。その結果、強力な有機塩基が PTMC の加水分解と加メタノール分解に有効であることを明らかにした。

【代表的な原著論文情報】

- 1) Y. Watanabe, R. Kato, K. Fukushima*, and T. Kato*, “Degradable and Nanosegregated Elastomers with Multiblock Sequences of Biobased Aromatic Mesogens and Biofunctional Aliphatic Oligocarbonates”, *Macromolecules* **55**, 10285–10293 (2022). DOI: <https://doi.org/10.1021/acs.macromol.2c01747> [Supplementary Cover]
- 2) K. Fukushima*, Y. Watanabe, T. Ueda, S. Nakai, and T. Kato, “Organocatalytic Depolymerization of Poly(trimethylene carbonate)”, *J. Polym. Sci.* **60**, 3489–3500 (2022). DOI: <https://doi.org/10.1002/pol.20220551>