

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 年度採択研究者

2021 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

§ 1. 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、その対応が求められている。これは、国連の持続可能な開発目標 (SDGs) の「14. 海の豊かさを守ろう」および「12. つくる責任 つかう責任」とも深く関わるため、次世代サステナブル材料の開発は国際的な喫緊の課題である。このため、生分解性プラスチックとして知られる材料による従来材料の置き換えへの期待が高まっているが、「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)の解消は重要な課題の 1 つである。

本研究課題では、研究代表者が蓄積してきた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。

今年度は、代表的な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)の側鎖に数種の官能基を導入した官能基化 PTMC を合成し、その熱特性とナノ構造について調べた。これまで研究代表者が使用してきた、2,2-bis(methylol)propionic acid (bis-MPA)から誘導される 6 員環状カーボネートの合成と有機触媒による開環重合、その後の高分子反応の組み合わせによって、重合度が約 90 で、側鎖に疎水性や剛直性を示す構造が導入された官能基化 PTMC を合成した。これらのうち、現在のところ、最大で約 95 ° C のガラス転移温度(T_g)を示すポリマーが得られている。これは無側鎖の PTMC の T_g (-20 ° C)から 115 ° C 以上の上昇となり、ナノ構造の解析結果からポリマー側鎖の分子間力や配向の寄与が大きいことが示唆された。また、固体材料としての用途展開を見据えた場合、高分子量化は必須であるが、合成モノマーの開環重合だけではその達成が難しいことが多い。このため、逐次重合系を利用した鎖延長の検討を行った。その結果、重量平均分子量(M_w)で約 15 万の官能基化 PTMC を合成することに成功した。次年度はこれらのポリマーの力学物性の評価についても進めていく。