

未来社会創造事業 探索加速型
「地球規模課題である低炭素社会の実現」領域
年次報告書(探索研究期間)

令和3年度採択研究開発代表者

[研究開発代表者名:福島 和樹]

[東京大学 大学院工学系研究科・准教授]

[研究開発課題名:天然分子リコンストラクトによる分解性ポリマーの高機能化]

実施期間 : 令和4年4月1日～令和5年3月31日

§1. 研究開発実施体制

(1)「ポリマー合成・解析」グループ(東京大学)

① 研究開発代表者: 福島 和樹 (東京大学大学院工学系研究科、准教授)

② 研究項目

- ・能動的な主鎖の分解機構を有するポリマーの合成と評価
- ・バイオマス由来物質の組み合わせから得られる鍵中間体を共通構造とする易分解性ポリマーの合成と評価

§2. 研究開発成果の概要

本研究開発の目的は、現代の材料開発に求められている低炭素・脱炭素化戦略への転換と海洋プラスチック問題の解決の両方に対するキーマテリアルとなり得る分解性ポリマー材料をより実用的に発展させることにある。このため、天然分子の構成要素を組み換え、混合し、易分解性結合を用いて再構築する「天然分子リコンストラクト」の概念を導入し、既存のプラスチック材料を代替し得る「人と環境にやさしい」次世代機能材料の創出を目指す。これにより、化石資源消費および二酸化炭素排出の低減に貢献し、プラスチックが支える現代の豊かな社会システムを維持しつつ、地球との共生が可能になる社会の実現を目標とする。

令和 4 年度は、前年度から引き続いて、天然由来分子であるグリセロールを基本骨格に含む脂肪族ポリカーボネート(APC)や脂肪族ポリエステル(APE)の開発に取り組んだ。天然物質より誘導可能な種々の分子との組み合わせにより、新たに 3 種の異なる側鎖構造を有する APC の合成に成功し、側鎖の構造に基づいて熱的・力学的性質が変化することを確認した。また、APE については、環状モノマーとポリマーの間の平衡が比較的低い温度域に存在することが明らかとなり、目的とする能動的な主鎖の分解を引き起こすシステムとしてさらなる展開が期待される。APE は非水溶性のポリマーであるが、水中に 1 週間静置しておく約 30%が分解する速い分解を示すポリマーであることを確認した。¹⁾ グリセロールとバイオマス由来物質からなる鍵中間体を主骨格に含む脂肪族縮合系ポリマーの合成にも成功した。また、そのモノマー合成手法探索の一環で、カルボン酸-アンモニウム塩を置換基成分として含む環状モノマーが最終的な機能性モノマーの前駆体として有用であることを見出した。²⁾

【代表的な原著論文情報】

1. *K. Fukushima, Y. Ota, and *T. Kato, “Polydioxanone Derivative Bearing Methoxy Groups toward Bio-Functional Degradable Polymers Exhibiting Hydration-Driven Biocompatibility”, *Macromol. Chem. Phys.*, **2022**, *223*, 2200192. DOI: 10.1002/macp.202200192.
2. Y. Watanabe, S. Takaoka, Y. Haga, K. Kishi, S. Hakozaiki, A. Narumi, T. Kato, M. Tanaka, and *K. Fukushima, “Organic Carboxylate Salt-Enabled Alternative Synthetic Routes for Bio-Functional Cyclic Carbonates and Aliphatic Polycarbonates”, *Polym. Chem.*, **2022**, *13*, 5193–5199. DOI: 10.1039/d2py00705c