

2024 年度年次報告書

材料の創製および循環に関する基礎学理の構築と基盤技術の開発

2024 年度採択研究代表者

寺島 崇矢

京都大学 大学院工学研究科

准教授

資源循環をプログラムした自己組織化ポリマー材料の創成

## 研究成果の概要

本研究では、汎用化合物とユニークな天然化合物を原料に用いて、可逆的な形成/分解性やリサイクル性をもつ循環型自己組織化ポリマー材料の創出を目的とする。2024 年度は、動的な自己組織化の制御を目指して、汎用化合物や天然化合物誘導体を用いて両親媒性ランダム/交互共重合体を合成し、分子構造が自己組織化に与える影響を系統的に調べた。その結果、動的に自己組織化したミセルや湿度に応答するラメラ構造材料の創出に成功した。

1. ランダム/交互共重合体ミセルの精密かつ動的な自己組織化(論文 1): 親水性ポリエチレングリコール(PEG)鎖と疎水性基を側鎖にもつランダム/交互共重合体は、水中で疎水性基の集合と主鎖の折り畳みによりコンパクトなミセルを形成する。そこで、PEG 鎖とドデシル基の配列が異なるランダム/交互共重合体を設計し、水中での自己組織化を調べた。ランダム共重合体ミセルは、交互共重合体よりもサイズが大きくなり、側鎖機能基の配列が会合挙動に影響を与えることがわかった。これらのミセルは、ミセル間でポリマー鎖を交換する挙動を示し、会合数の増加により交換速度も増加することが明らかとなった。
2. 水を含み湿度に応答するラメラ構造ポリマー材料(論文 2): 吸水性樹脂の原料として知られるアクリル酸ナトリウムとアクリル酸アルキルのランダム共重合体は、水蒸気アニールを行うと、外部環境から水を吸収して、水を含む親水性主鎖と疎水性側鎖が相分離した微細なラメラ構造を形成した。このラメラ構造ポリマーは、吸湿量と側鎖長によりドメイン間隔を 3 – 6 nm 程度の範囲で精密に制御できる特徴をもち、湿度に応答する柔軟なフィルム材料としても有効であることが明らかとなった。

### 【代表的な原著論文情報】

- 1) Kono, H., Ouchi, M., Terashima, T. Precisely controlled yet dynamically exchanged micelles via the self-assembly of amphiphilic acrylate random copolymers in water. *Polym. Chem.* **16**, 652-660 (2025).
- 2) Horiike, Y., Aoki, H., Ouchi, M., Terashima, T. Water-Intercalated and Humidity-Responsive Lamellar Materials by Self-Assembly of Sodium Acrylate Random Copolymers. *J. Am. Chem. Soc.* **147**, 6727-6738 (2025).