

2023 年度年次報告書  
分解・劣化・安定化の精密材料科学  
2023 年度採択研究代表者

杉安 和憲

京都大学 大学院工学研究科  
教授

階層性超分子材料の物性制御と機能開拓

主たる共同研究者:

梶谷 孝 (東京工業大学 オープンファシリティセンター 主任技術専門員)

片島 拓弥 (東京大学 大学院工学系研究科 講師)

佐光 貞樹 (物質・材料研究機構 高分子・バイオ材料研究センター 主幹研究員)

高見澤 聡 (横浜市立大学 大学院生命ナノシステム科学研究科 教授)

## 研究成果の概要

2023年10月より、5年半にわたる『階層性超分子材料』プロジェクトをスタートした。中間地点までに、低分子や中分子のみから力学特性に優れた物質を合成することを目指して研究を進める。

(1)すでに報告済みの超分子ポリマーに関して、力学特性という観点から再評価した。モノマー分子を無溶媒条件下で加熱溶解後、冷却して等温結晶化させた。興味深いことに、結晶化温度によって得られる構造体の高次の秩序が異なることを見出した(杉安グループ)。本材料の用途可能性を探ることを目的として、接着力試験を行なった。熱プロセスの最適化によって、既報の超分子ポリマーの中でも高い値である2.3 MPaという極限剪断応力の値を引き出すことに成功した。この材料は、溶媒洗浄により容易に回収・再利用することが可能であった(杉安グループ・佐光グループ)。

(2)超分子ポリマーをバルク状態で扱うためには、その側鎖の設計が重要であることをすでに見出している(杉安: *Chem. Sci.* 2023)。側鎖の構造や置換位置が異なるモノマーを新たに合成した(杉安グループ)。この超分子ポリマーが形成する有機ゲルの粘弾性を評価した(片島グループ)。ひも状ミセルに関するモデルなどの既存の考え方で解釈できるかどうかを精査中である。

(3)上記モノマー分子の誘導体を合成し(杉安グループ)、その単結晶について力学特性の評価を進めている(高見澤グループ)。

(4)天然由来の分子をベースとした『階層性超分子材料』の開発を狙って、コレステロール誘導体を多数合成した(杉安グループ)。これらの熱特性や、材料内部の高次構造の評価を進めている(梶谷グループ・佐光グループ)。誘導体のひとつが粘着性を有することを見出した(杉安グループ・佐光グループ)。

以上の通り、杉安グループの物質合成を起点とし、5つのグループが協働して『階層性超分子材料』の開発が進んでいる。

### 【代表的な原著論文情報】

1) Shimada, T. Watanabe, Y. Furuya, T. Nishida, K. Samitsu, S. Wakayama, Y. Sugiyasu, K. Spherulites of Supramolecular Polymers Formed from Undercooled Melts, and their Adhesive Properties, *Chem. Lett.*, 53, upad030 (2024)

DOI: 10.1093/chemle/upad030

Editor's Choice でハイライトされた。

2) Kobayashi, R. Naito, M. Miyata, K. Sakai, T. Chung, U.-i. Katashima, T., Predicting the Effects of Degradation on Viscoelastic Relaxation Time Using Model Transient Networks, *Polymer J.*, 56, 685-691, (2024)

DOI:10.1038/s41428-024-00902-z