

2023 年度  
創発的研究支援事業 年次報告書

研究担当者	柳澤実穂
研究機関名	東京大学
所属部署名	大学院総合文化研究科
役職名	准教授
研究課題名	ナノ-マクロ空間相転移の学理によるシン材料科学
研究実施期間	2023 年 4 月 1 日～2024 年 3 月 31 日

### 研究成果の概要

分子よりも大きく、目には見えないくらい小さな細胞サイズ空間での高分子挙動は、表面を含む複数の弱い相互作用により決定するため、ナノ系ともマクロ系とも異なる相転移現象が観察される。我々は、こうした変化をもたらす効果を「細胞サイズ空間効果」と名付け、多様な現象を報告してきた。本研究では、平均場理論で記述可能なマクロ系での高分子挙動が、どのような空間特性により変化し、制御されるのかを定式化することを目的としている。2023 年度の成果を以下に述べる。

#### 1) 細胞サイズ液滴内での相分離

マクロ系では均一相を示す線状高分子混合溶液を、細胞サイズ空間へ閉じ込めると相分離し、また空間サイズ依存的な熱平衡組成が現れることを 2022 年度に報告した。2023 年度は空間表面と高分子の相互作用が鎖長依存的であることを実験とシミュレーションの両面から示すことで、この現象を解明した (Kanakubo, et al., 2023, ACS Mater. Au)。本共同研究者である A. Nikoubashman 氏は、柳澤を受け入れとする 2024 年度 JSPS 外国人招へい研究者に採用されており、本原理の適応範囲拡大を目指したい。

#### 2) 擬 2 次元閉じ込めや複数の相転移間競合

同支社大の庄野氏らと共同で、ガラスキャピラリーを用いた 2 次元閉じ込めによるガラス表面と高分子との弱い相互作用に依存したパターン形成を見出した (Shono, et al., 2023 Small)。ゲル化と相分離による複雑なパターン形成については、アガロースゲル (Tokita, et al., 2023 Soft Matter)、DNA ゲル (Morita, et al., Adv. Mater. Scie., 2024)、ゼラチンゲル・デキストラン水溶液 (ACS Macro Lett., 2024) 等を用いた実験を報告した。

2024 年度は、これら複数の相転移が競合する系に対して、構造や物性の評価とその分子量多分散性の相関を解析することで、マクロとミクロの接続を目指す。