

2023 年度年次報告書

原子・分子の自在配列と特性・機能

2022 年度採択研究代表者

山内 祥弘

物質・材料研究機構 高分子・バイオ材料研究センター  
独立研究者

ボトルブラシポリマーによる革新的相分離構造の創成

## 研究成果の概要

本研究では、「長さ」「直径」「化学的性質」を独立に制御可能な 1 次元ナノマテリアルであるボトルブラシポリマーを用いて、新しい相分離構造の創出を目指している。前年度までに、イオン性ボトルブラシポリマーが水中希薄条件下 (水: 94 wt%) においてヘキサゴナル構造を形成することを見出している。同長異径の 2 種類のイオン性ボトルブラシポリマーが系中に存在する場合、その直径の僅かな違いが相分離するか否かを左右する。ボトルブラシポリマー間の物理的接触はほとんどないため、空間を介して、自らの直径と他者の直径の違いを識別していると推察される。本年度、この仮説をさらに検証し、(i) 3 種類の同長異径のイオン性ボトルブラシポリマーの相分離および、(ii) 相分離構造の修飾について検討した。

具体的には、(i) の実験で、原子移動ラジカル重合により直径が制御されたイオン性ボトルブラシポリマーが水中で 3 つの異なるヘキサゴナル構造を形成し、小角 X 線散乱による構造解析でそれらが共存することを確認した。この結果は、異なる相分離が同時に生じ得ることを示しており、この原理が複数の相分離現象に適用可能である可能性を示した。さらに (ii) では、疎水性のコアと親水性のシェルを有するコア-シェル型ボトルブラシポリマーが、直径の違いにより相分離することを明らかにした。このコア-シェル型ボトルブラシポリマーは内部に疎水性空間を持つため、水中で疎水性分子を内包でき、相分離構造の一部を色素で修飾する新たな方法を提供する。

これらの研究成果は、疎な格子が形成する相分離構造への理解を深めるとともに、新しい材料設計への応用可能性を広げるものである。