

2024 年度年次報告書

トランススケールな理解で切り拓く革新的マテリアル

2023 年度採択研究代表者

花山 博紀

千葉大学 大学院工学研究院

助教

金属ナノ構造の精密合成・配列制御

研究成果の概要

本年度は、昨年度に合成した水溶性ナノチューブの集合条件を精査した。その結果、2-プロパノールを良溶媒とし、水を徐々に加えることで、ナノチューブのみが形成される溶液を調製できることが判明した。この溶液について溶液小角 X 線散乱 (SAXS) を行ったところ、ナノチューブに由来する明確な散乱パターンが得られ、内径約 5 nm のチューブ構造が形成されていることが確認された。

さらに、トリフルオロメタンスルホン酸銅(II)の存在下で水を加えることにより、銅イオンを内包したナノチューブを調製した。走査透過電子顕微鏡 (STEM) 観察により、ナノチューブ内部に銅由来の強いコントラストが確認された。加えて、STEM-EDS による元素マッピングの結果、銅イオンがピリジンと 1:1 の割合でナノチューブ内に取り込まれていることが明らかとなり、ピリジンの配位が銅内包に寄与していることが強く示唆された。今後は、他の金属種の内包や鋳型合成への展開を目指し、研究を進める予定である。

一方、水系溶媒中で曲率構造を得る手法として、従来は非極性溶媒中で湾曲した超分子ポリマーを形成することが知られているバルビツール酸誘導体に着目した。従来の誘導体は水中で安定性に乏しかったため、水に安定な構造を目指して分子設計を改良し、まずは低極性溶媒中での自己集合挙動を調査した。その結果、新たに設計した分子はメロシアニン骨格を持ち、10 デバイを超える非常に強い双極子モーメントを有することから、従来の曲率を有するファイバー構造ではなく、二次元ナノシートへと集合した。

興味深いことに、集合条件を調整することで、この分子は H 会合性のナノファイバーと J 会合性のナノシートを選択的に形成できることがわかった。これほど強い双極子モーメントを持つ分子において、超分子多形現象が発現する例は極めて稀であり、本分子の集合制御についても、今後さらに詳細に研究を進めていく予定である。