神林 直哉 准教授

お問合せ先
corc@kit.ac.jp
産学公連携推進センター

主鎖設計に基づく三次元構造制御と機能化
含窒素ヘテロ芳香環を主鎖に持つ高分子の精密合成

■キーワード
リビング重合　らせん高分子　自己組織化単分子膜　末端官能基化　πスタック

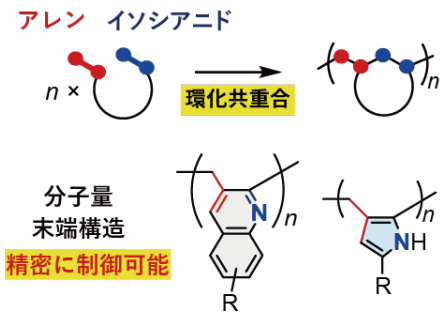
■研究の概要

高分子の物性や機能は、その主鎖構造に大きく影響するため、新しい高分子材料の開発を目的として、多種多様な高分子合成法が研究されています。我々は、リビング環化共重合反応を開発し、主鎖に芳香環を持つ新しい高分子骨格の合成に成功しました。本手法により、分子量や両末端の構造を精密に制御できるだけでなく、骨格に多様な設計を取り入れることが可能です。さらに、側鎖の工夫により、主鎖の環構造がらせん状に積層したπスタック型高分子を構築できることを明らかにしました。これらの技術基盤を基に、高分子の機能化や新規材料の開発を目指して研究を進めています。

■研究・技術のプロセス／研究事例

1. リビング環化共重合反応を用いた新奇高分子骨格の構築

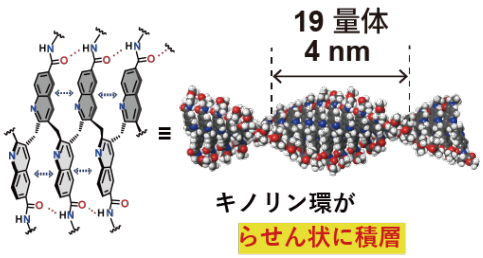
イソシアノ基とアレニル基という異なる官能基を分子内に持つモノマーを設計し、有機金属錯体を触媒として重合させることで、新しい高分子骨格を合成できます。この高分子は主鎖にキノリンやピロールといった含窒素ヘテロ芳香環を含みます。さらに、この反応はリビング重合の特性を持ち、分子量や分布を制御できるだけでなく、高分子の両末端に任意の置換基を導入することも可能です。



環化共重合反応

2. πスタック型らせん高分子の構築

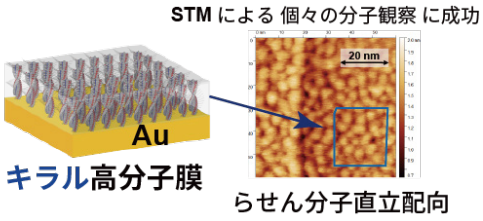
この重合反応で得られる高分子は、主鎖にキノリン環を持つことが特徴です。さらに、側鎖の設計を工夫することで、キノリン環同士がらせん状に積み重なるπスタック型の二次構造を形成することが明らかになりました。この特徴的な構造を通じて、光や電子に関する新たな物性が観測されています。今後、このπ電子の積層による特異な物性を活かした、新しい機能性材料の開発が期待されます。



πスタック型らせん高分子

3. πスタック型らせん高分子を基盤とした単分子膜

リビング重合反応を活用することで、らせん高分子の末端に反応性の高い硫黄原子を導入することができます。この特性を利用し、硫黄と金の強い相互作用を活かして、金基板上にらせん分子が一方向に整列した単分子膜を構築することに成功しました。さらに、この単分子膜は光学活性を持つらせん分子で構成されており、キラリティ誘起による新しい物性の解明に向けた研究を進めています。



らせん高分子によるキラルな単分子膜

■セールスポイント

独自の合成技術により、分子レベルでの精密設計が可能です。らせん構造・πスタック効果を活用した高性能機能性材料の開発・ナノスケールの光学活性ならせん分子の配向制御による、キラル材料への応用展開が期待できます。