

【基盤研究（S）】 理工系（化学）



研究課題名 自己組織化に基づく機能性高分子ナノシステムの開発

九州大学・大学院工学研究院・教授 きみづか のぶお
君塚 信夫

研究分野： 高分子化学

キーワード： 自己組織化、金属錯体、誘電性、アップコンバージョン、ナノ界面

【研究の背景・目的】

自己集積型高分子は、構成元素の多様性、高次構造や機能の設計性など、従来の共有結合高分子を超えるポテンシャルを有する。有機分子や金属錯体の自己組織化に基づいてエネルギーランドスケープが分子制御された自己集積型高分子を設計・構築する方法論を開拓することは、それらを社会的要請の高い課題解決に応用して、グリーンイノベーションにつなげるための基盤となる。研究代表者は、これまで有機分子、生命分子、金属イオンや金属錯体を構成要素とする新しい自己組織化ナノ材料の開発を進めてきた。本研究では、“分子の自己組織化”にエネルギーランドスケープ制御の概念を導入して、科学技術的要請の高い①フレキシブルなナノ誘電材料や、②近赤外(NIR)光のエネルギー変換（アップコンバージョン）材料をはじめとする、新しい自己集積型高分子を設計・開発するための方法論と基礎科学の樹立を目指す。

【研究の方法】

分子システム機能の観点から自己組織化技術をイノベーションするために、以下の研究を推進する。

(1) 自己集積型高分子錯体の新しい構造・機能：自己組織性一次元金属錯体の開発においてこれまで蓄積してきた知見を基に、ナノから巨視的レベルにいたる階層構造やドメイン構造の制御をはかる。

(2) 電場応答型高分子錯体の設計と開発：脂溶性金属錯体を、双極子を有する架橋配位子（分子シャフト）で配位連結した新しい高分子錯体を開発する。金属錯体—分子シャフト軸配位結合の回転運動を溶液系 $^1\text{H-NMR}$ や薄膜の誘電特性から評価し、エネルギーランドスケープを分子レベル制御するための分子設計指針を明らかにする。

(3) 超分子アップコンバージョンシステム：分子の自己組織化に基づき、近赤外光を効率良く捕集し、三重項—三重項消滅(TTA)機構に基づいて光エネルギー変換する新しい分子システムを開発する。光吸収素としてPd(II)ポルフィリン錯体など、また発光素子としてアントラセンなどの芳香族発色団を用い、溶液系における分子組織化により三重項エネルギー移動を促進する。これにより、エネルギーランドスケープの分子集積制御に基づく光アップコンバージョン効率の向上をはかる。

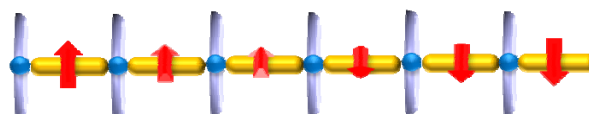


図1 金属錯体と双極性軸配位子（分子シャフト）の自己組織化により形成される自己集積型高分子

(4) ナノ界面における分子集積機能：最近、藤川（連携研究者、九州大学カーボンニュートラル・エネルギー研究所）により、シリコンなどの基板表面に、高さ・厚みの制御された金ナノフィン構造を一定間隔で構築することにより、近赤外光が界面にトラップされることが見いだされた。この光トラップ現象が、光アップコンバージョンシステムに及ぼす効果を明らかにし、トップダウンアプローチと自己組織化の融合に基づくナノ界面のエネルギーランドスケープ制御を目指す。

【期待される成果と意義】

本研究では自己組織化に基づき、電場ならびに光応答機能を有する集積型高分子錯体と、そのエネルギーランドスケープ制御手法を開発する。さらに、トップダウン手法により構築される金ナノフィン構造界面の光増強場との相乗効果を発現させる。革新的な集積型高分子システムの創製、ナノ界面科学との融合領域開拓は、基礎学術のみならず、持続的社會に必須なエネルギー制約の克服に資する成果に繋がるものと期待される。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

1. R. Kuwahara, S. Fujikawa, K. Kuroiwa, N. Kimizuka, *J. Am. Chem. Soc.*, **2012**, *134*, 1192-1199.
2. J. Liu, M-a. Morikawa, N. Kimizuka, *J. Am. Chem. Soc.*, **2011**, *133*, 17370-17374.

【研究期間と研究経費】

平成 25 年度—29 年度
192,000 千円

【ホームページ等】

<http://www.chem.kyushu-u.ac.jp/~kimizuka/>