

シーケンス高分子 学際融合による新高分子科学の創成

研究代表者 澤本光男(京都大学・工学研究科・教授)

研究者数・期間 2人(平成18年度~平成22年度)

シーケンス高分子 集合体から自己完結型・情報分子へ

「高分子とは何か?」という問いに「高分子量の巨大分子」と答えるのが一般的であるが、むしろ「多数の繰り返し単位が配列した巨大分子」と認識するのが本質的である。すなわち、高分子では、酵素や遺伝子のように、分子骨格に沿って多数の官能基・機能基が特定の順序(シーケンス)に配列していることが重要である。ここでは、繰り返し単位は情報単位(ビット)であり、シーケンス制御された機能基の協調で特定の構造と空間形態が一分子で発現し、ここにこそ、単一分子でも機能しうる「自己完結型分子」(シーケンス高分子)としての高分子の本質とポテンシャルが存在する。

学術創成: 従来の合成高分子では、繰り返し単位の配列は無秩序に近く、各単位間の微小な分子間力を多数蓄積した集合体として研究と開発が行われ、シーケンス制御と自己完結型高分子を主題とする研究はほとんど行われていない。シーケンス制御には、高分子合成を一新する触媒と制御機構など、高分子化学はもとより有機化学、超分子科学、生物化学などが関与し、本研究では、これらを融合してシーケンス高分子の構築原理を解明し、新たな学術領域「新高分子科学」の創成を目指す。

研究目的: 本研究は、上記の背景と認識に基づき、以下の3課題を設定する。

(A) 精密触媒開拓 高分子の生成過程の精密制御は、シーケンス制御の根幹であり、遷移金属触媒、ルイス酸触媒などの成果を基盤として、重合の精密制御を可能する「精密触媒」を開発する。

(B) 制御機構構築 精密触媒を基盤として、シーケンス制御のための機構(反応場)を構築し、高度に制御された新たな精密重合により、官能基の配列を制御した「自己完結型高分子」を合成する。

(C) 機能特性解析 シーケンス制御の重要性とシーケンス高分子特有の構造・空間形態の発現やそれらに基づく特性・機能の発現を解明し、自立機能型ポリマーの設計原理の確立を目指す。

Sequenced Precision Macromolecules: Interdisciplinary Creation of Novel Polymer Science

Principal Investigator: Mitsuo SAWAMOTO

Department of Polymer Chemistry, Kyoto University; Professor

Number of Researchers: Two (2); Term: 2006–2010

Overall Objectives: “What is macromolecule?” – While a typical answer might be “a giant molecule of a high molecular weight”, more fundamental is “a giant molecule with an array of many repeat units”: as in peptides, enzymes, and genes *in vivo*, macromolecules potentially consist of functional groups placed in a particular order (*sequence*) along a backbone. These “sequenced” units function as “bits” for information storage and cooperatively induce a particular shape, architecture, and eventually functions even in a single molecule. There lies the most fundamental nature and potential of macromolecules: autonomously functioning molecules of designed sequences, or “*precision sequenced macromolecules*”.

In sharp contrast, conventional synthetic polymers are of irregular sequences whose properties and functions originate from a simple accumulation of interaction among numerous repeat units in assemblies. Virtually no research has been focused on sequenced macromolecules and sequence regulation in polymerization. Obviously, sequence regulation requires novel catalysts and precision control of polymerization, which should be achieved not simply by polymer chemistry but by an unprecedented interdisciplinary unification of organic, organometallic, and biological chemistry, among others. This project is in fact to establish methodologies for precision sequenced macromolecules and thereby “*novel polymer science*”

Project Strategy: Given these concepts, the Project consists of three stages:

(A) **Precision Catalyst Development:** To design and develop catalysts for next-generation precision polymerizations that serve as fundamentals for sequence control.

(B) **Sequence Control Systems:** To construct systems, based on precision catalysts in phase A, to create precision sequenced macromolecules, including construction of specific “reaction space”.

(C) **Function Expression:** To analyze and recognize the architectures and the functions of sequenced macromolecules in phase B stemming from their precisely controlled repeat-unit sequences.