

※本プレスリリースは、本学 HP でもご覧いただけます。

NEWS
RELEASE



高知工科大学
KOCHI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

2023 年 9 月 13 日

長さ、種類、そして“かたち”が配列定義されたポリウレタンの合成に成功 “低環境負荷”な方法で高度データストレージの実現へ

【発表のポイント】

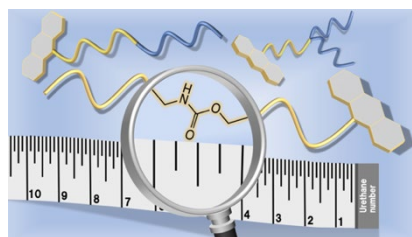
- ・副生物のない低環境負荷かつ高効率な新しい手法で、ポリウレタンの配列を定義することに成功した。
- ・汎用性ポリマーであるポリウレタンの明確な構造と性質（熱、溶解性、自己集合性）を明らかにした。
- ・ポリウレタンでは実現不可能だった繰り返し構造や“かたち”の自在設計を可能にし、情報記憶媒体技術へ応用する道筋をつけた。

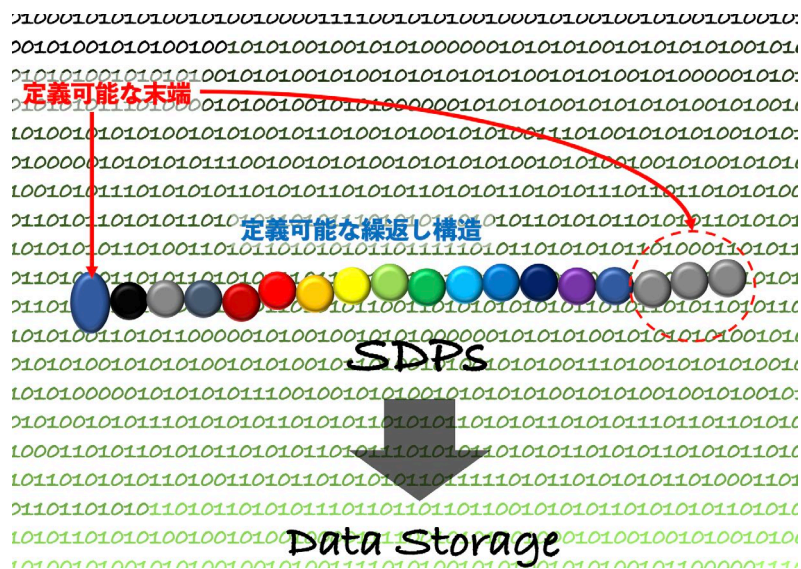
【概要説明】

ポリマーは長さが均一でなく、多くは構造が不明瞭なものです。それに対し、分子配列・構造が定義されたポリマー(SDPs: Sequence-Defined Polymers)は、暗号化と物理的な容積において高い性能を持つとされ、デジタルポリマーと呼ばれる情報記憶媒体技術

(※1) への応用が期待されています。しかし、その合成は、非常に困難かつ環境負荷が大きい方法で行われてきました。高知工科大学の林 正太郎准教授、山内 春花（大学院修士課程化学コース 研究当時／2021 年度修了）は、有機合成する際に、副生物（不要なもの）を排出しない付加反応という原子利用効率(※2)の高い方法のみを用いて、配列と構造が定義されたポリウレタン Sequence-Defined Polyurethanes (SDPUs) (※3) の合成を実現しました。

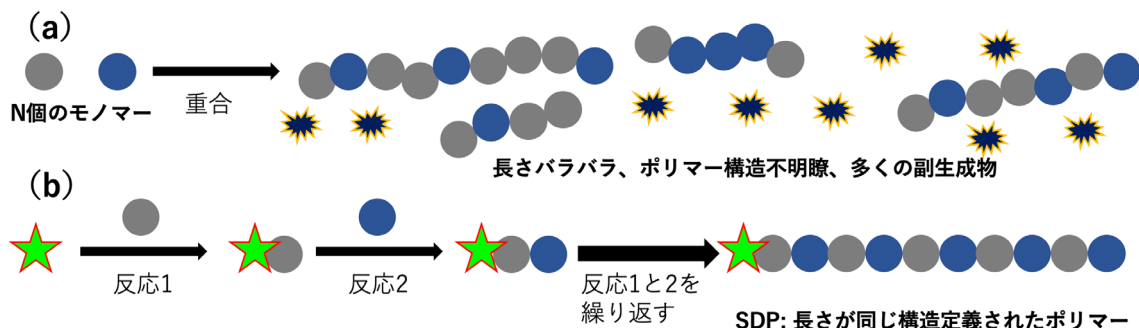
この成果は、2023 年 9 月 2 日、ACS Macro Letters（アメリカ化学会）に掲載されました。





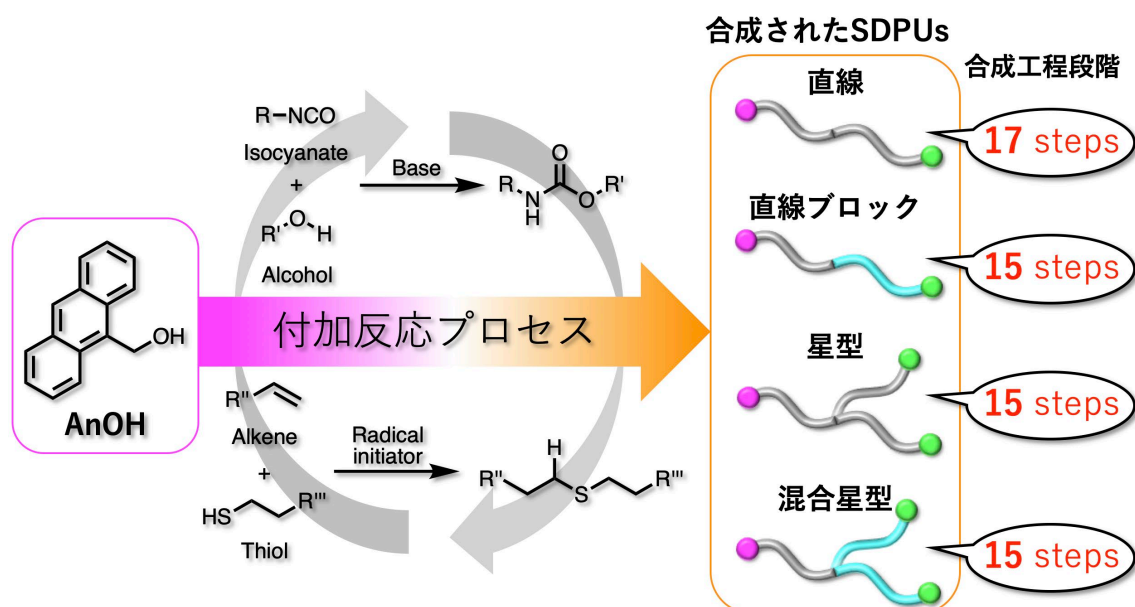
【研究の背景】

ポリマーの多くは配列・構造が定義できず、不明瞭な繰り返し構造と末端構造を持ち、その長さは不均一であり、広い分布があります(a)。加えて、多くの副生成物が発生することで環境負荷が大きいことが問題とされています(a)。一方で、DNA やタンパク質などの生体高分子(*4)は配列・構造が定義され、明瞭な繰り返し構造と比較的均一な長さを有しているため、暗号化と情報量 (bit) において高い性能を持つとされています。生体高分子のような機能を人工的に実現する方法として Sequence-Defined Polymers (SDPs)が知られています。SDPs はポリマーを構成する繰り返し構造を持ち、長さに基づく配列定義されることで、生体高分子に匹敵する情報容積を獲得できます(b)。しかし、SDPs の合成は有機反応の効率および選択性が低いことから実現困難な合成課題とされています。加えて、これまでに知られている合成方法は、原子利用効率の低い縮合反応が用いられてきました。



【研究内容と成果】

我々は数多くの有機反応から、低環境負荷とかつ高効率性が期待される反応でありながら、繰り返しによってポリマーの成長が可能な方法を探索しました。アルコールとイソシアナートの付加反応、アリルとチオール付加反応を繰り返す高原子利用効率手法によってポリウレタン（SDPUs）の合成を実現しました。この合成プロセスには副生成物がなく、全く新しいSDPsの合成方法といえます。加えて、汎用性ポリマーであるポリウレタンの明確な構造と性質（熱、溶解性、自己集合性）を明らかにすることができました。さらに、ポリウレタンでは実現不可能だった繰り返し構造やかたち（トポロジー）の自在設計も可能であり、その構造定義が実現されました。日常的には柔らかなクッションやマスク等の材料に使われているポリマーですが、その本質を明らかにし、情報記憶媒体技術などへの新しい利用・展開方法を提示したといえます。



【今後の展開】

ポリウレタン（SDPUs）の定義された配列を活かしたトポロジカルポリマー、ドラッグデリバリーシステムのための分子カプセル、生体高分子の模倣や高強度材料に向けた超分子集合体、さらに分子構造による暗号化技術への展開を施行しています。

【用語解説】

- *1 情報記憶媒体技術 記憶メディア
- *2 原子利用効率 有機合成反応において、生成物（目的物）に対する副生成物（不要なもの）の相対量。

*3 ポリウレタン 逐次法で作られる汎用ポリマーであり、不明瞭な繰り返し構造と末端構造を持ち、その多くは正確な構造が謎とされている。

*4 生体高分子 DNA やタンパク質などに代表される高分子。繰り返される構造が定義されており、長さも整っている。

【論文情報】

タイトル : Systematic Order-Made Synthesis of Sequence-Defined Polyurethanes with Length, Types, and Topologies (長さ、種類、そして“かたち”を伴った配列定義ポリウレタンの体系的オーダーメイド合成)

著者 : Haruka Yamauchi, Syunya Inayama, Mahiro Nakabayashi, Shotaro Hayashi

掲載誌 : ACS Macro Letters

公開日 : 2023 年 9 月 2 日

DOI: 10.1021/acsmacrolett.3c00469

【研究に関するお問い合わせ先】

高知工科大学 理工学群

TEL. 0887-57-2516

E-mail : hayashi.shotaro@kochi-tech.ac.jp

【広報に関するお問い合わせ先】

高知工科大学 広報課

TEL.0887-53-1080 E-mail : kouhou@ml.kochi-tech.ac.jp