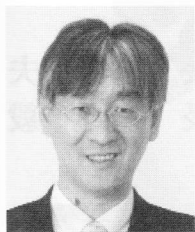


業績

## バイオベースマテリアルを用いた機能性単分子ミセルの開発

Development of Functional Unimolecular Micelle Consisting of Bio-based Materials

さとうとしふみ  
佐藤敏文

北海道大学大学院工学研究院・教授(博士(工学))

自然界には動植物のエネルギー源であるアミロペクチンやグリコーゲンなどを代表例として多くの分岐ポリマーが存在しており、その分岐構造の違いがそれらの性質や機能発現に大きくかかわっている。それゆえ、分岐構造を制御したバイオベース分岐ポリマーあるいはハイパーブランチポリマーの調製が可能となれば、新しい機能性材料として各分野での幅広い応用が期待できる。受賞者は、新規なバイオベースハイパーブランチポリマーの合成法として、糖類やテルペン類から得られる化合物のマルチブランチング開環重合法を確立し、さらに、得られたポリマーを基盤物質に用いた機能性単分子ミセルの開発へと展開した。以下に受賞者の研究業績を要約する。

## 1. バイオベースハイパーブランチポリマーの調製

これまでに受賞者は、無水糖や二無水糖の水素移動反応をともなったマルチブランチング開環重合が新規なハイパーブランチ糖鎖ポリマーの調製に有用であることを明らかにした。この調製法の特色はハイパーブランチ糖鎖ポリマーを再現性良く、かつ、大量に調達することができる点であり、これにより工業的規模でハイパーブランチ糖鎖ポリマーを機能性材料として使用できるようにした。この方法によるハイパーブランチ糖鎖ポリマーの合成は分子サイズを数nmから数百nmの範囲で容易に制御可能であるので、利用用途に応じた分子設計ができる点においても学術的および工業的に優れている。また、この重合法は無水糖以外のモノマーにも適応可能であり、たとえば、テルペン類などから誘導したエポキシ化合物の重合により、疎水性のハイパーブランチポリテルペンの合成にも成功した。

## 2. ハイパーブランチ糖鎖ポリマーを用いた単分子ミセル

親水性セグメントと疎水性セグメントを併せもつ両親媒性高分子は適当な溶媒中で会合体(ミセル)を形成し、その中に低分子を捕捉する能力を有している。一方、単分子でミセルと同様の能力を有する両親媒性高分子は、通常ミセルよりも濃度変化やpH変化などの外部刺激に影響を受けにくく、工業用途に優れているため、多くの関心を集めている。受賞者は、マルチブランチング開環重合法で調製されたバイオベースハイパーブ

ランチポリマーの構造的な特徴を利用した機能性単分子ミセルの開発に成功している。この単分子ミセルは、外部刺激によりゲスト分子を捕捉あるいは徐放する性質を有している。また、この単分子ミセルは臨界ミセル濃度をもたないため、ブロックポリマーからなるミセルと比較して利用条件が広く、とくに極低濃度領域での機能発現に適している。本研究のようなバイオベースハイパーブランチポリマーがもつナノサイズ空間と分子捕捉能や分子認識能に着眼した機能性単分子ミセルの開発例はなく、独創性・新規性が高い研究である。

## 3. 疎水性ハイパーブランチポリマーを用いた単分子ミセル

受賞者は、テルペン類などのマルチブランチング開環重合により誘導した疎水性ハイパーブランチポリマーをコアに用いることにより、外殻が親水性、内殻が疎水性の単分子ミセルの合成にも成功した。この単分子ミセルは水溶液中で疎水性化合物を捕捉可能であり、その捕捉能は類似の直鎖状高分子と比べても高いことを明らかにした。一般的な薬剤などの機能性化合物は疎水性のものが多いことから、このタイプの単分子ミセルはドラッグデリバリーシステムなどの医療、医薬関連分野での応用だけではなく、さまざまな工業的分野での応用が可能である。

## 4. 分子検出能を有する単分子ミセル

受賞者は、シクロデキストリンを有するハイパーブランチポリマーをコアに用いた親水性単分子ミセルを合成することにより、特定分子の刺激で内包物を放出する「分子検出単分子ミセル」を初めて調製することに成功した。この単分子ミセルの手法を利用することにより、たとえば、体内で有害物質などが発生した際、その物質の刺激により単分子ミセルから薬剤が除放されるシステムなどへの応用が可能である。

以上の研究成果は、天然由来モノマーからバイオベースハイパーブランチポリマーや単分子ミセルなどの機能性高分子を設計・合成する手法として、学術的に国内外で高く評価されるとともに、持続成長可能なバイオ・環境分野の産業への貢献も期待できる。これらのことから、高分子学会旭化成賞に値するものと認められた。