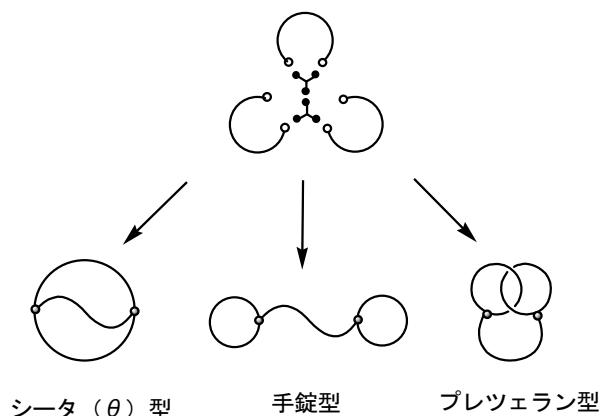


ディビジョン番号	14
ディビジョン名	ナノテク・材料化学

大項目	1. ナノ物質
中項目	1-1. 有機材料
小項目	1-1-8. 超分子

<p>概要</p> <p>ナノスケールのやわらかい紐としてイメージされる高分子を巧妙に操作すると、結び目や絡み目を構築することができる。これらトポロジー高分子は、従来の直鎖状・分岐状高分子とは全く異なる「かたち」に基づく新しい特性・機能を発現するだけでなく、究極の機能材料である分子デバイス・分子マシンを実現するための第一歩としても極めて重要である。</p>	<p>単環 (ring) 結び目(knot) 絡み目(catenane)</p>
<p>現状と最前線</p> <p>私たちの認識している通常のマクロ世界では、ユークリッド幾何学的性質に支配される特定の「かたち」が様々な機能を発現する本質的な役割を担っている。一方、やわらかい紐としてイメージされる高分子のトポロジー幾何学的「かたち」を設計・合成する技術は、直鎖状、単環状および低次分岐状構造など単純なものに限られていた。近年、イオン相互作用、水素結合、配位結合等の非共有結合性相互作用に基づく超分子・自己組織化技術の目覚ましい進展によって、ナノ分子スケールの結び目および絡み目の構築が達成されている。三つ葉型（トレフォイル）の単純な結び目、単環が二つ組み合わせられた単純な絡み目（カテナン）については、DNA鎖の二重らせん形成と酵素系による選択的鎖結合・切断プロセスの組み合わせ、ビピリジン分子単位の組み合わせによるU字型多座配位子を用いる交叉型金属配位結合、U字型の芳香族メタ型ジアミド分子による交叉型分子ユニットの水素結合、などの自己組織化プロセスが有効であることが明らかとなってきた。さらに最近、より複雑な絡み目トポロジーである Borromean Ring（三つ違い輪）、Solomon Link（ソロモンの結び目）の構築も報告された。また、単環状および複環状高分子トポロジーの高効率構築法として、適度な環歪みを持つ環状オニウム塩を末端基とする新奇テレケリクス（末端反応性高分子）を低濃度でイオン性官能基のクーロン引力によって自己組織化し、このイオン性集合体を環状オニウム塩の対アニオンによる求核的開環反応を用いて共有結合固定する2段階・逐次プロセス (Electrostatic Self-Assembly and Covalent Fixation) が開発され、単環状のみならず多環状高分子の実用的合成が達成された。今後、生命系システムの動作プロセスで見られる種々の非共有結合相互作用（イオ</p>	

ン相互作用、水素結合、配位結合等) のオルソゴナル統合に基づく高次高分子設計が期待される。特に、やわらかな紐状の高分子セグメントで組み立てられる、単環と結び目、手錠型とプレツェラン型高分子は、それぞれユニークな異性体 (トポロジー異性体) であり、高分子の「かたち」の本質を理解する重要なモデル高分子となる。また、種々の高分子の「かたち」ライブラリは、種々の分析・計測・シミュレーションに不可欠な「標準試料」としての価値も高い。



(参考文献) 図解 高分子新素材のすべて 国武豊喜監修 (2005)

将来予測と今後推進すべき課題

将来予測

- ・ 5年後までに解決・実現が望まれる課題

単純な結び目および絡み目高分子の効率的・実用的合成

プレツェラン型などの複雑なトポロジー高分子の合成プロセスの確立

結び目および絡み目トポロジーに基づく特異な性質の利用技術

結び目および絡み目高分子のシミュレーションと物性予測、分離・分析技術

- ・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題

「かたち」からはじめる「高分子トポロジー科学・工学」の体系化

キーワード

高分子トポロジー、結び目高分子、絡み目高分子、手錠型高分子、プレツェラン型高分子

(執筆者：手塚育志)