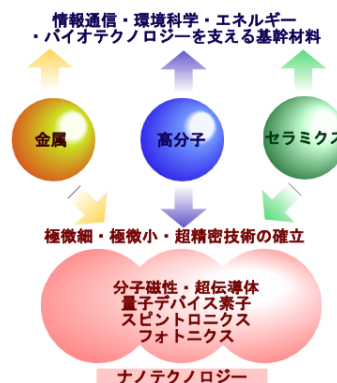


ディビジョン番号	14
ディビジョン名	ナノテク・材料化学

大項目	1. ナノ物質
中項目	1-1. 有機材料
小項目	1-1-14. 高分子

概要（200字以内）

高分子は金属、セラミクスと並び、情報通信・環境・バイオテクノロジー・エネルギーなど多岐に渡る分野を担う基幹材料である。中でも、ナノテクを指向した高分子の材料開発では、高分子の階層性を精密に制御することで、新奇物性の発見や高機能化が進められている。今後、高分子の次元構造階層性をナノオーダーで自在制御する設計創成技術が進展すれば、高分子による量子効果デバイス、分子磁性体、導電体、そして究極の夢である超伝導体の実現が期待できる。



現状（研究最前線・課題）

高分子は金属、セラミクスと並ぶ三大基幹材料の一つであり、これまで様々な分野において基礎から応用まで幅広く研究開発が展開されてきた。昨今の情報通信、環境科学、バイオテクノロジーの発展は、高分子の新奇物性・物理現象の発見、理論の体系化、および革新的な合成・加工技術の進展に支えられているとあって過言でない。最近では、有機薄膜太陽電池や固体高分子形燃料電池など次世代のエネルギー材料の開発においても、高分子が非常に重要な役割を果たし、また期待されている。

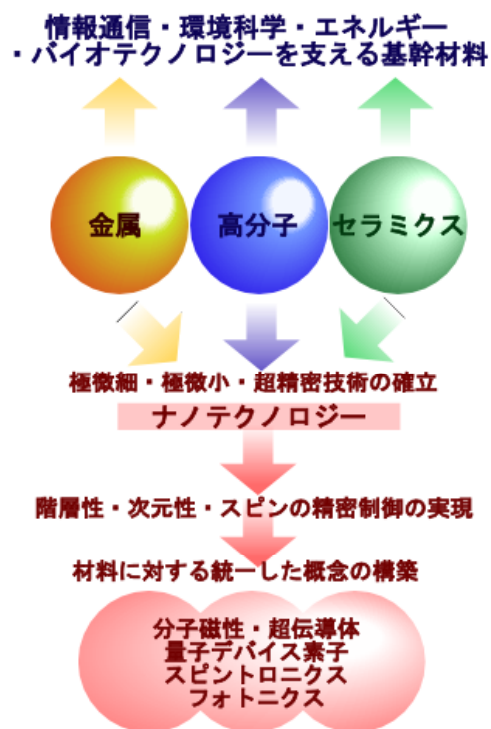
材料化学における高分子の用途は多岐に渡っており、求められる機能や物性は多種多様である。最近では単に高機能化・低コスト化を目指すだけでなく、地球環境やエネルギー問題に配慮した機能材料の研究開発が重要な課題となっている。例えば、アトムエコノミー（原子効率）を配慮にいたした合成法・反応経路の開発、バイオマスを利用した生分解性高分子の実用化、非有機溶媒中での合成（水系、イオン液体、超臨界流体）などがその一例である。

一方、ナノテクノロジーを指向した高分子材料の開発では、高分子が本来持っている階層構造性や次元性の精密制御によって、これまでになく新奇物性や新機能発現に関する研究が精力的に進められている。例えば、立体規則性、分子量・分子量分布、末端基などの1次構造は、遷移金属触媒によるオレフィンメタセシス重合などの新規合成法の開発によって、ポリオレフィンの精密構造制御と新機能発現が可能になってきた。

また、固体基板上に固定化したモノマーからのリビングラジカル重合によって分子量・分子量分布が精密に制御された高分子薄膜（ポリマーブラシ）は、バルク重合で得られた高分子とは非常に異なる表面物性が報告されている。

また、ミクロ相分離やスピノーダル分解など高分子の非平衡・非線形現象や高分子液晶に関する研究の進展により、高分子の自己集積能を利用した3次構造制御も可能になりつつある。しかし、現状では、高分子の立体構造や分子量・分子量分布、末端基の制御は十分に達成されておらず、また、高分子を任意の場所に、任意の配向・形態で高度集積化することが必要など解決すべき多くの課題が残されている。

今後、ナノテクノロジーを志向した高分子の材料開発がこれまで以上に加速されると予想される。その際、従前の高分子・金属・セラミクスという枠組みを脱却し、極微細・極微小・超精密な材料設計・合成・加工と、ナノオーダーでしか発現しない量子現象に関する理論や新概念による材料開発が求められる。そのためには、高分子の界面・表面近傍での階層構造や、次元性、スピンなどを自在に制御する基盤技術と、そこで発現する新物性の解析・評価手法の確立が求められる。このような技術が達成できれば、これまで金属、金属酸化物、無機化合物などで検討されてきた量子ワイヤ、量子ドット、量子リングなどの量子デバイスや、分子磁性体・超伝導体、有機スピントロニクス・ホトニクスなどが高分子材料を基盤として実現できる可能性がある。



将来予測と方向性

・ 5年後までに解決・実現が望まれる課題

分子量・分子量分布・末端基の精密制御、精密配向制御

・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題

精密ナノ加工、量子物性の発現、有機スピントロニクス・ホトニクス・分子磁性体、有機超伝導体

キーワード

階層性、次元性、量子デバイス、エネルギー材料、ナノテクノロジー

(執筆者：内藤昌信 藤木道也)