

| | |
|----------|-----|
| ディビジョン番号 | 13 |
| ディビジョン名 | 高分子 |

| | |
|-----|---------------|
| 大項目 | 1. 高分子の合成 |
| 中項目 | 1-8. 特殊構造ポリマー |
| 小項目 | 1-8-9. 無機高分子 |

概要（200字以内）

ポリシラン、ポリシロキサン、ポリホスファゼンなどのヘテロ元素を含んだ鎖状高分子や、プレセラミックス、セラミックスなどの多様な材料を範疇とする無機高分子は、有機材料とのハイブリッド化、ナノテクノロジー、元素科学などとの融合を通して飛躍的な発展を遂げてきており、今後多彩かつ卓越した性能や機能性をもつ新しい材料を創製できるポテンシャルをもつ高分子として大いに展開が期待されている。

新しい合成法、触媒プロセス、元素科学
↓ 分子構造制御

無機元素のみからなる高分子
 $MO_x, -(X)_n, etc.$

側鎖に有機骨格をもつ高分子
 $\left(\begin{array}{c} R \\ | \\ (M) \\ | \\ R \end{array} \right)_n, \left(\begin{array}{c} R \\ | \\ (Si-O) \\ | \\ R \end{array} \right)_n, \left(\begin{array}{c} R \\ | \\ (P=N) \\ | \\ R \end{array} \right)_n, etc.$

無機元素を一部含む高分子
 $\left(\begin{array}{c} R_n \\ | \\ (M-R) \end{array} \right)_n, \left(\begin{array}{c} \text{---} \\ | \\ (Fe) \\ | \\ \text{---} \end{array} \right)_n, etc.$

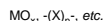
↓ 形状制御
有機材料とのハイブリッド化
革新的な機能の発現

現状と最前線

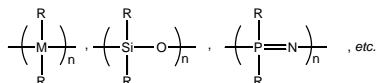
無機高分子とは、広義には無機元素（ヘテロ元素）を含む高分子材料全般をさし、全てが無機元素からなる高分子、主鎖が無機元素のみから構成され側鎖もしくは置換基として有機部位をもつ高分子、および共有結合や配位結合などによって骨格の一部に無機元素を有する高分子の全てが対象として含まれる。無機元素のみからなる高分子としては、硫黄などの元素単体のほか、金属酸化物、金属窒化物、金属炭化物などのセラミックス材料をあげることができ、構造材料や触媒をはじめ、極めて重要な位置づけにある材料である。主鎖が無機元素のみから構成される高分子としてはポリシラン、ポリゲルマン、ポリスタナン、ポリシロキサン、ポリシルセスキオキサン、ポリシラザン、ポリボラジレン、ポリホスファゼンなどの多様な構造をもつ鎖状、はしご状、およびネットワーク状の高分子が該当し、主鎖の無機元素間の結合の特徴を活かした性能や機能（導電性、発光特性、光分解性など）をもつ高付加価値な材料としての応用がなされてきている。また、無機元素を骨格の一部に含む高分子としては、ポリカルボシラン、有機ホウ素ポリマー、含リン高分子のほか、各種金属元素をメタロセン、メタラサイクル、金属アセチリド骨格や金属-配位結合などによって繰返し単位に含む高分子なども報告されてきており、この場合にも骨格に応じた機能性、触媒能、反応性などをもつ材料としての応

用が期待されている。また、有機骨格を含んだ無機高分子には加工成型性をもつセラミックスの前駆体として重要なものが含まれている。

無機元素のみからなる高分子



側鎖に有機骨格をもつ高分子



無機元素を一部含む高分子

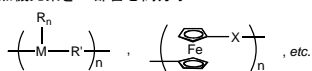


図1 無機高分子の分子構造の例

新しい合成法、触媒プロセス、元素科学

↓ 分子構造制御

新しい分子構造をもつ無機高分子の創製

↓ 形状制御
有機材料とのハイブリッド化

革新的な機能の発現

図2 無機高分子の研究の方向性

現在までに、上述のような様々なヘテロ元素をもつ多様な分子構造をもつ高分子が合成され、有機高分子では達成し得なかった機械的性質、熱的性質、電気的特性、発光特性、光分解性などの様々な性能、機能性を兼ね備えた優れた材料として多彩な分野において応用されてきている。さらに、有機材料との分子レベル、ナノレベルでのハイブリッド化による有機材料と無機材料の長所を兼ね備えた材料の創製や、ナノテクノロジーの発展に伴う、ナノ粒子、ナノシート、ポラス材料などといった無機高分子材料への形状の付与によって新しい応用分野へと展開が行われてきている。

今後、新しい重合手法の開拓、触媒プロセスなどの開発に基づき、より多彩な元素や分子構造を有する無機高分子の創製を行い、個々の元素および元素間結合の特徴を活かした卓越した機能性をもつ材料への展開を行うと共に、形状の精密な規制や種々の材料とのハイブリッド化などが関連分野の発展のためには極めて重要と考えられる。

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

新しい分子構造をもつ無機高分子の合成

多彩な有機-無機ハイブリッド材料の精密合成

無機高分子の形状の精密規制と機能発現

・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題

元素および元素間結合の特長を活かした多彩な無機高分子の構築と革新的機能発現

多様な分野への材料科学的応用

キーワード

ヘテロ元素、セラミックス、有機-無機ハイブリッド、元素科学、機能材料

(執筆者：富田 育義)