解　　説

J. Jpn. Soc. Colour Mater., **87**〔8〕, 272–278（2014）

# かご型シルセスキオキサン（POSS）を基盤とした元素ブロック高分子

中　建介*,†

*京都工芸繊維大学大学院工芸科学研究科物質工学部門　京都府京都市左京区松ヶ崎御所海道町（〒606-8585）
† Corresponding Author, E-mail: kenaka@kit.ac.jp

（2014年5月13日受付，2014年7月14日受理）

**要　　旨**

“無機元素ブロック”と“有機無機ハイブリッド高分子”を融合させた設計により構造が明確な“元素ブロック高分子”と呼ぶべき材料が提案されている。これのみで形成される材料は，単一成分有機無機ハイブリッドとみなされ，有機無機ハイブリッド材料化の際に問題となる異種成分の界面制御に関する問題が解決されると同時に，汎用溶媒に可溶で，熱可塑性を有する成形加工性に優れた高分子材料の創製が期待される。本稿ではかご型シルセスキオキサン（POSS）を基盤とした元素ブロック高分子の例として機能性POSS核デンドリマーと，POSS化合物のみで透明材料化を目指したダンベルおよびスター型POSS誘導体について紹介する。

キーワード：多面体型オリゴシルセスキオキサン，デンドリマー，固体電解質，透明フィルム，元素ブロック高分子

## 1. はじめに

有機成分と無機成分をナノレベルまたは分子レベルで融合させた“有機－無機ハイブリッド材料”は有機物および無機物としての特性を併せもっているのみならず，それぞれの素材とはまったく異なった材料特性を生じさせ，既存材料特性に見られるトレードオフのない新素材や高機能性材料を開発するためのアプローチとして産業界において非常にニーズの高いものとなっている。これは，有機成分や無機成分をナノメートルレベルの大きさまで細かくするとそれぞれの集合体としての物性が著しく変化するとともに，体積当たりの有機と無機の界面の割合が無視できなくなり，界面が集合した性質を示すことになるためである。しかし，さらなる物性・機能向上を目指した分子・ナノ構造の設計自由度や機能安定性など，有機高分子と無機材料のトレードオフとなる各々の優れた性能や機能を同時により高度なレベルで両立する材料創製には限界があり，従来の有機－無機ハイブリッドの概念を超えるブレークスルーが求められるようになっている。

一方，ポリシロキサンなどに代表される主鎖が炭素以外の元素のみで構成され，側鎖に有機成分が結合した“無機高分子”は，有機側鎖の構造を変えることで耐熱性，耐油性，または難燃性に優れた材料として重要である。このような無機高分子は有機成分と無機物の特性を併せもった高分子であると捉えることができ，有機高分子や無機物の欠点を克服する材料として，これまでさまざまなタイプのものが合成されている。また，有機高分子の分野では，新たな物性や機能を発現する材料への期待からヘテロ元素を有機高分子主鎖に導入した，いわゆる“ヘテロ元素含有高分子”がケイ素を中心として発展し，近年になってホウ素やリン含有高分子へと研究領域が大きく広がり始め，従来の“無機高分子”を包括した定義として“有機無機ハイブリッド高分子”と呼ばれるようになっている。これは有機成分と無機成分を元素レベルで融合させた有機無機ハイブリッド材料と見なすことができ，無機高分子の新展開として従来の有機－無機ハイブリッド材料の考えを超える概念とした材料創製として期待されるようになってきた。

近年，かご型シルセスキオキサンや無機ナノ粒子などの低次元無機ナノ構造体に注目が集まり，これらを用いた有機無機ハイブリッド材料が盛んに研究されている。これら“無機元素ブロック”に共有結合や配位結合を介して有機成分を導入した構造が明確な“分子”のみの単一成分で材料化が達成できれば，有機無機ハイブリッド材料化の際に問題となる異種成分の界面制御に関する問題が解決されると同時に，汎用溶媒に可溶で，熱可塑性を有する成形加工性に優れた有機無機ハイブリッド材料が提供できる。これらは単一成分有機無機ハイブリッドと称することが提案されている[1,2]。これらが構成する単位は，無機元素ブロックを含む構造制御された有機無機ハイブリッド高分子と見るべきものであり，従来の有機－無機ハイブリッドの概念を超える材料創製の手法の候補になりうるポテンシャルを秘めている。

シルセスキオキサンとはトリアルコキシシランまたはトリクロロシランの加水分解および縮合により得られる化合物の総称であり，その構造からランダム型，ラダー型およびかご型に大別される。この中で，かご型シルセスキオキサンは多面体シルセスキオキサン（POSS）とも呼ばれ，ナノ構造が制御された単

〔氏名〕なか　けんすけ
〔現職〕京都工芸繊維大学大学院工芸科学研究科 教授
〔趣味〕京都散策と冷たいビール
〔経歴〕1990年3月京都大学大学院工学研究科合成化学専攻博士後期課程終了（博士（工学））。同年4月鹿児島大学工学部応用化学科助手。1996年3月京都大学大学院工学研究科高分子化学専攻助手。2000年7月同大学助教授。2007年11月京都工芸繊維大学大学院工芸科学研究科教授。

© 2014 Journal of the Japan Society of Colour Material