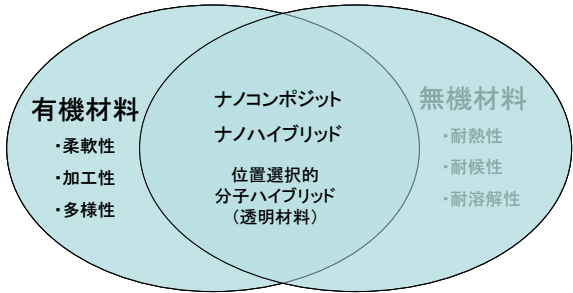


ディビジョン番号	14
ディビジョン名	ナノテク・材料化学

大項目	1. ナノ物質
中項目	1-3. ハイブリッド材料
小項目	1-3-4. 有機-無機ハイブリッド材料

<p>概要（200字以内）</p> <p>ハイブリッドとは、異種材料を混ぜ合わせたもの、と定義されるが、従来からあるコンポジットのような単なる混合物とは異なり、有機材料と無機材料の組み合わせの混じり具合が、ナノないしは分子オーダーのドメインサイズを有する。ナノハイブリッド材料は、例えばプラスチックのようにフレキシブルでありながら、無機材料の利点である機械的強度や耐熱性に優れる、といった構成要素単独では見られない興味深い物性が期待できる。</p>	
 <p style="text-align: center;">有機-無機ナノハイブリッド材料概念図</p>	
<p>現状と最前線</p> <p>ハイブリッド材料は高分子材料がマトリックスとなっていることからポリマーハイブリッドとも呼ばれる。最近、ナノテクノロジーに関連する分析機器の進歩により、組成のキャラクタリゼーションが可能になるとともに、興味ある特異な物性や現象がナノサイズ領域で続々と見いだされており、ガスバリア性や耐摩耗性に優れた機械的強度特性を備えた薄膜材料や有機-無機ハイブリッド型コーティング材料などが開発され、実用的な材料として市場に出始めてきた。このような有機-無機ナノハイブリッド材料が注目されるようになってきた背景として、ナノメータサイズでも精密な分子設計に基づく構造制御が最近可能になってきており、合成方法や調製原理が明らかになってきたことが挙げられる。</p> <p>これらの有機-無機ナノハイブリッド材料合成は、基本的にゾルーゲル法に基づいているが、共有結合のみならず、水素結合、<math>\pi-\pi</math>電子相互作用、イオン間相互作用、電荷移動相互作用など分子間の比較的弱い相互作用を巧みに用いて、分子レベルのハイブリッド化を実現していることが特徴である。これらの材料設計指針により、異種材料間の界面での接着性の向上や機能性界面の形成、傾斜材料への応用など、材料科学的に興味深い展開が期待される。</p> <p>有機-無機ナノハイブリッド材料の調製は比較的容易であり、またフレキシブル素材として、成形可能な点も実用材料として期待される点である。なかでも、ポリマーマトリックス中にポリマー分子鎖よりも十分小さいシリカ粒子を高分散させた、分子ハイブリッド材料であるポリマー-シリカハイブリッド材料は、位置選択的な分子ハイブリッド材料の設計が可能で、ポリマーの特定の部位に</p>	

ポリアルコキシシロキサンを導入し、シラン変性ポリマーとした後、ポリアルコキシシロキサン部位をゾルゲル硬化反応によってシリカを形成するので、安定したシリカ高分散ハイブリッド材料が得られる。

ポリマーのバルク物性を効率的に改質することができる一方で、他の部位への影響を最小限に抑えることができることから、両者の長所を兼ね備えたハイブリッド材料を形成することができる。例えば、エポキシ樹脂系ハイブリッドでは、シリカの導入によって、熱分解温度を上昇させ、熱膨張率を低下させることができ耐熱性に優れたプラスチックができる。また、ゴム材料であるウレタン系ハイブリッドでも耐熱性に優れた柔軟性を持つウレタン系ハイブリッドが開発されている。また、プリント基板材としてのイミド系ハイブリッドも汎用的実用化も期待されている。

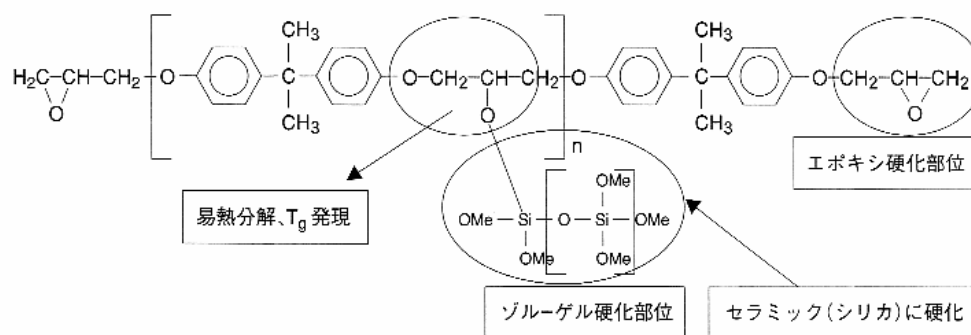


図 1. シラン変性エポキシ樹脂の化学構造 (合田、参考文献 1. P26)

ポリマーをマトリックスとするナノハイブリッド材料のほかにも、有機-無機複合微粒子シルセスキオキサン系有機-無機ナノハイブリッド材料も注目されており、コーティング剤以外にも機能性薄膜材料として様々な用途が見込まれる有力な新規材料である。

(参考文献)

1. 「有機・無機ナノ複合材料の新局面」 エヌ・ティー・エス (2004)
2. 「ナノハイブリッド材料の最新技術」 シーエムシー出版 (2005)

#### 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
  1. 有機-無機ハイブリッド材料合成の一般的指針の確立および拡大
  2. 有機ポリマー材料ないし無機ポリマー材料を代替できる汎用性の確立
- ・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題
  1. 電子材料や医療材料としての有機-無機ハイブリッド材料の開発
  2. 有機-無機ハイブリッド材料の高付加価値機能性複合材料としての応用展開の拡大

#### キーワード

ナノコンポジット、ゾルゲル法、複合材料、有機-無機、微粒子

(執筆: 森山広思)