

有機・無機ナノコンポジット材料開発

「ナノテクノロジー」とは、「ナノサイズ」における「テクノロジー」すなわち 1nm（ナノメートル）＝ 10^{-9}m （1ミリの100万分の1）の大きさレベルでの科学技術体系を意味し、近年急速に注目されている。この 1nm という大きさは、原子や分子の大きさと同レベルであり、ナノテクノロジーとはこれら 1つ1つを独立単位として扱い、各設計に基づいて組み合わせあるいは組み替えていくことにより、新奇なシステムを創製・構築していく。このナノテクノロジーにより、遺伝子治療への応用や、半導体関連部品などの開発が期待され、それらの開発が盛んに進められている。

ナノテクノロジーを用いた新技術開発の 1つとして、従来にはない材料の創製が挙げられる。原子・分子レベルで材料を設計、合成することにより、既存の枠にとらわれない材料の合成が可能となる。ナノコンポジット複合材料を開発する 1つのアプローチとして、無機物原料に金属アルコキシドを使用する方法が挙げられる。金属アルコキシドは中心金属にアルコキシシル基が結合した構造を持ち、中心金属は水などの電氣的陰性を有する基をもつ分子などにより攻撃され置換反応が起こりやすい。今般、広く知られているゾル・ゲル法は、水による置換反応とそれに引き続いて起こる重縮合反応を利用したものである。ここで水の代わりに電氣陰性基を有する有機物を金属アルコキシドと反応させれば、有機物－金属酸化物すなわち有機・無機複合体が合成できることになる。

当研究所では、この置換・重縮合反応に着目し、ポリビニルアルコール(PVA)のような電氣的陰性基を持つ高分子とテトラエトキシシラン(TEOS)等のようなアルコキシドとを直接反応させ、無機・有機複合体を合成した。この有機・無機複合体はPVAの特徴である透明性を維持しつつ、大幅に耐熱性が向上していることを確認した。図1は得られた有機・無機複合体の熱重量減少の結果であるが、アルコキシドを用いて無機成分を導入することで、出発原料のPVAに比べて重量減少の始まる温度が約 150℃も向上している。また、図

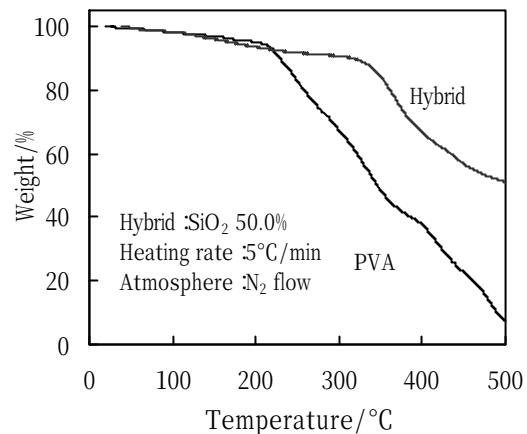


図1. PVA-SiO₂ 複合体の熱重量減少

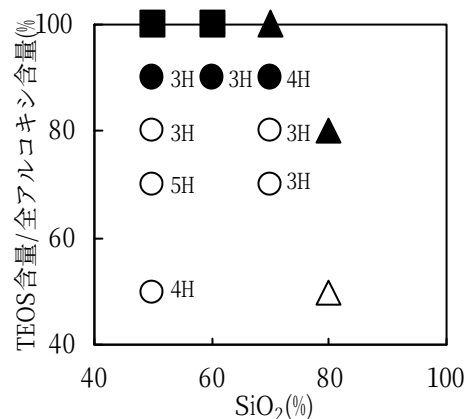


図2. PVA-SiO₂ 複合体膜の鉛筆硬度
○: 均一膜形成、□: 膜亀裂、剥離、
△: 膜形成せず、黒印: 数秒でゲル化
白印: 数時間でゲル化

2は複合体の組成と鉛筆硬度の関係を示した図であるが、使用するアルコキシドとPVAの組成をコントロールすることで、有機・無機複合体は一般的な有機高分子に比べて高い表面硬度(5H)を示すことを確認した。

今後は、アルコキシド重合反応の制御などによる無機部分のクラスター化や複合化する高分子の種類およびアルコキシドの置換基の選択などにより、高機能発現、例えば高強度と衝撃吸収性のように無機物と有機物の両者の特性を兼ね備える、これまでにはなかった高性能材料の開発を目指す。

(基盤技術部 行木 啓記)