

# 酸無水物を用いた新材料の合成

シリカに代表される無機物と有機物とがナノレベルで複合した物質は、それぞれ単独では実現できない両者の特性を兼ね備えた機能を持った材料を創製できると期待されている。従来は、ケイ素アルコキシド (Si-OR) を加水分解させてケイ素-酸素-ケイ素結合を作ることによって、シリカと有機化合物との複合物を作るゾル-ゲル法が行われていた (図1(A))。しかしながら、この場合、反応系には水が添加されるため、水に難溶で不安定な有機化合物等を用いることは難しかった。当研究部門ではこの合成反応を、水の代わりに酸無水物を用いることでも行えることを見いだした (図1(B))。この方法では、疎水性の有機物をケイ素アルコキシドと酸無水物系の混合液に均一に溶解させることができるため、シリカと有機分子とが分子・ナノレベルで複合した材料合成が可能となる。本技術を用いて合成した新材料について以下に述べる。

電子回路のプリント基板等に利用されているエポキシ樹脂の原料は一般に水に対し難溶性であるが、酸無水物による架橋・重合反応で樹脂を合成することができる。したがって、上記の酸無水物を用いたシリカ合成と、このエポキシ樹脂の重合反応とを混合溶液を用い

て同時に行うことができる。合成原料は均一溶液を用いることができ、両者が分子・ナノレベルで融合した複合材料を得ることに成功した。代表的サンプルのFE-SEM/EDX像を図2に載せるが、50nm程度のシリカ微粒子がエポキシ樹脂内に均一に複合していることがわかる。この材料は、300℃以下ではガラス転移点 (Tg) を持たず、超小型・ハイエンド電子機器等のプリント基板材に必要とされる高い熱安定性が確認された。

一方、酸無水物によるシリカ合成溶液中には、水に難溶なコレステロールを溶解・共存させることができる。得られた固体材料から焼成によりコレステロールを除去したシリカ中には、コレステロールの分子形状に由来する細孔が形成されているものと期待される。このシリカは、ステロイドホルモン (プロゲステロン、テストステロン等) を他の類似の化合物より優先的に吸着することを見いだした。これは、コレステロールのステロイド骨格部分の構造がシリカ中にインプリントされたことによると考えられるが、無機物としてのシリカに重要な生体情報化合物であるホルモン (ステロイド) を認識できる機能を付与できたことになり、新たなセンシング材料への展開が期待できる。

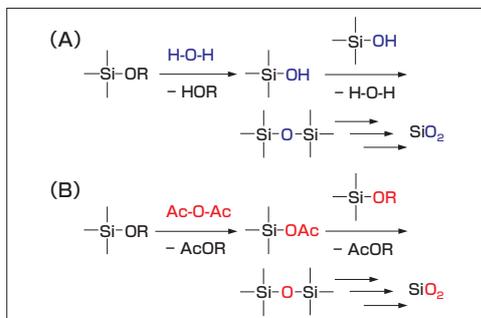


図1 ゾル-ゲル法の比較

(A) 従来法、(B) 酸無水物を用いる方法

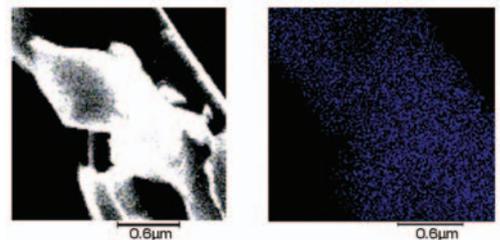


図2 エポキシ樹脂・シリカナノ複合体のFE-SEM像 (左) と同じ場所のEDX像 (右)

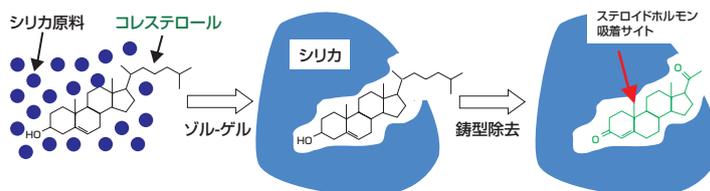


図3 ステロイドホルモンを認識するシリカ合成の概念図

## 関連情報

- M. Fujiwara, H. Wessel, H.-S. Park, H. W. Roesky : Chem. Mater., Vol. 14, 4975 (2002).
- M. Fujiwara, K. Kojima, Y. Tanaka, R. Nomura : J. Mater. Chem., Vol. 14, 1195 (2004).
- M. Fujiwara, M. Nishiyama, I. Yamamura, S. Ohtsuki, R. Nomura : Anal. Chem., Vol. 76, 2374 (2004).
- 特許第 3018183 号「ケイ素系複合酸化物の製造方法」(藤原正浩)。
- 特開 2003-063816「多孔質ケイ素系酸化物の製造方法」(藤原正浩)。
- 特願 2003-164462「シリカ・エポキシ樹脂複合体及びその製造方法」(藤原正浩)。



ふじわらまさひろ  
藤原正浩  
m-fujiwara@aist.go.jp  
セルエンジニアリング研究部門