



両親媒性分子を用いた機能性材料の創製

千葉工業大学工学部応用化学科 橋本・柴田研究室
生体機能材料化学研究室
准教授 柴田 裕史
e-mail : hirobumi.shibata@it-chiba.ac.jp

Abstract

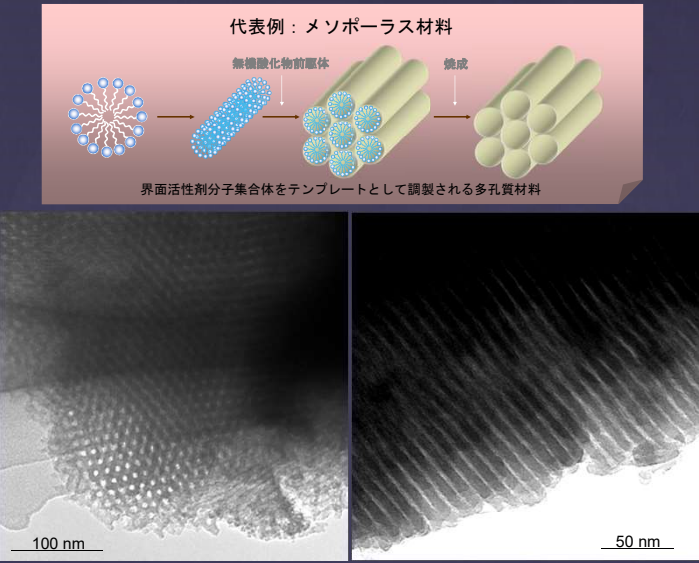
両親媒性分子に代表される両親媒性分子は、溶液中において濃度、温度を変数とすることで様々な分子集合体を形成するだけでなく、界面において特異的な吸着挙動を示すことが知られている。本研究では、液/液、液/気、気/固および液/固界面に着目し、各界面において両親媒性分子を用いることで、膜、吸着剤、センサーおよび生体材料への応用を指向し、以下の3項目について検討を行ったので報告する。
(I) **ナノ構造を有する無機酸化粒子の創製** 冒頭でも述べたが、両親媒性分子を用いた様々な分子集合体を形成する。ここでは、その分子集合体を鋳型として用いることで、蜂の巣状に細孔が配列したメソポーラス材料の調製について主に検討を行っている。特に、チタニアやジルコニアの微結晶で壁膜が構成される結晶性メソポーラスチタニアおよびジルコニアの調製を行い、その光触媒特性および固体触媒特性について検討を行っている。また、カプセル状およびナノシート状のリン酸カルシウム粒子の調製にも最近成功し、ドラッグデリバリーシステム (DDS) のキャリアーなどの生体材料としての応用を目指し、その物性についても検討を行っている。
(II) **種々のモルフォロジーを有する無機微粒子の創製** 我々は、溶液プロセスにより無機微粒子を調製する際に、両親媒性分子が生成した結晶の液/固界面に吸着することで、結晶成長の促進・抑制、特異的な成長などの様々な現象が起こることを見出し、そこで、両親媒性分子を用いることで様々な形状を有する無機微粒子の調製についても検討を行っている。最近では、アニオン界面活性剤存在下において酸化亜鉛粒子を合成することで、1項で述べたようなナノ構造を有する六角板状粒子や、ナノ構造を有する不定形板状粒子が観察された。また、酸化亜鉛粒子を合成することで、1項で述べたようなナノ構造を有する六角板状粒子や、ナノ構造を有する不定形板状粒子が観察された。
(III) **無機微粒子の自己集積化** 両親媒性分子には基板などの表面を改質するために用いられるシランカップリング剤も含まれる。シランカップリング剤の種類は多岐に渡り、末端の官能基に由来した特性を固体に付与することが可能である。この特性に着目し、基板上に異なるシランカップリング剤を用いてパターンを形成し、そのパターンを反映したシリカ粒子の自己集積化について検討を行った。その結果、シランカップリング剤で表面を修飾した基板をシリカ粒子分散溶液に浸漬させるだけで、そのパターン通りにシリカ粒子を集積化させることに成功した。

研究内容のアピールポイント

(I)~(III)の研究は全て「両親媒性分子を用いた自己組織化」をキーワードとしており、省エネルギー、省プロセスおよび省資源での材料の開発が可能である。また、界面は全ての物質に必ず存在するので、その制御は新規な材料開発を可能にする。今回は無機酸化材料について主として報告したが、生体分子の固定化や生体分子間の相互作用を解明するための分析手法の開発についても遺伝子工学の研究室と共同して研究を進めている。今後も「界面制御」を中心技術とした様々な材料や技術の開発について検討を行っていきたくと考えている。また、研究分野を広げるためにも、分野によらず、様々な産官学の研究施設と積極的に共同研究を行っていきたく。

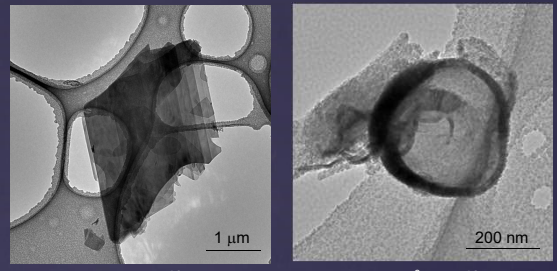
(I) ナノ構造を有する無機酸化粒子の創製

両親媒性分子が形成する分子集合体をテンプレートとして利用



蜂の巣状に細孔が配列したナノ構造体の合成が可能

テンプレートとして使用する分子集合体の構造を変化させると

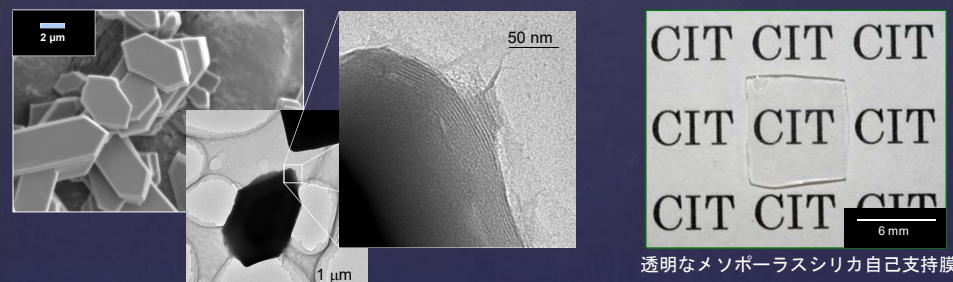


シート状 カプセル状
他にチューブ状などのナノ構造体の合成が可能

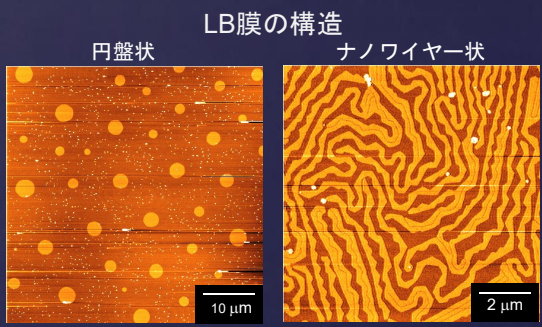
- 結晶性メソポーラスチタニア
H. Shibata et al., *J. Am. Chem. Soc.*, 127, 16396 (2005) (結晶性メソポーラスチタニアの直接合成)
H. Shibata et al., *Chem. Mater.*, 18, 2256 (2006) (結晶性メソポーラスチタニアの形成機構)
- 可視光応答性メソポーラスチタニア
H. Shibata et al., *Chem. Lett.*, 34, 1696 (2005) (可視光応答性メソポーラスチタニアの合成)
H. Shibata et al., *J. Jpn. Soc. Colour Mater.*, 81, 235 (2008) (可視光応答性結晶性メソポーラスチタニアの合成)
- 結晶性メソポーラスジルコニア
H. Shibata et al., *J. Mater. Sci.*, 44, 2541 (2009) (結晶性メソポーラスジルコニアの合成とその細孔構造制御)
- メソポーラスシリカ
H. Shibata et al., *Colloids Surf. A*, 358, 1 (2010) (焼成処理が細孔内部の界面活性剤に与える影響)
H. Shibata et al., *Silicon*, 3, 139 (2011) (溶媒揮発法による大口径メソポーラスシリカの合成とその細孔制御)
- 細孔内部に機能性分子を内包したメソ構造化材料
H. Shibata et al., *J. Photochem. Photobiol. A*, 217, 136 (2011) (細孔内部に色素を導入した可視光応答性メソ構造化チタニア)

(II) 種々のモルフォロジーを有する無機微粒子の創製

両親媒性分子による結晶成長の促進・抑制作用を利用



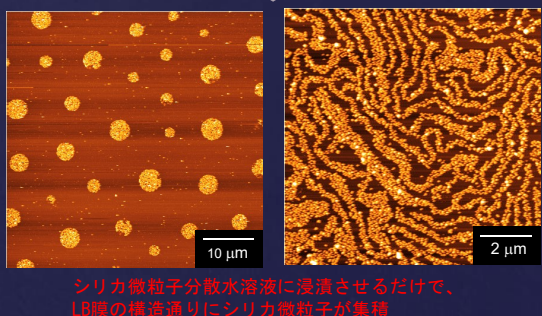
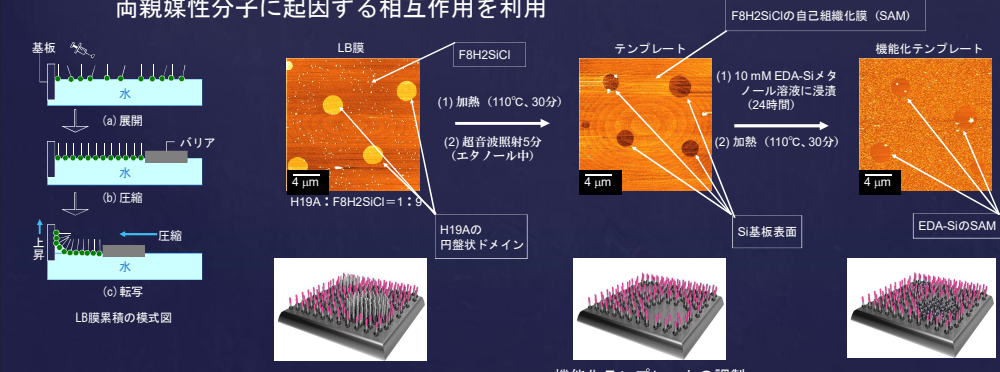
アニオン界面活性剤存在下で合成を行ったラメラ構造を有する六角板状メソ構造化酸化亜鉛粒子



シリカ微粒子分散水溶液に浸漬

(III) 無機微粒子の自己集積化

無機粒子や基板を両親媒性分子で修飾することで、両親媒性分子に起因する相互作用を利用



シリカ微粒子分散水溶液に浸漬させるだけで、LB膜の構造通りにシリカ微粒子が集積

ゾルゲル法を適用することで様々な無機酸化物薄膜のパターニングも可能

- H. Shibata et al., *Colloids Surf. A*, 346, 58 (2009)
- H. Shibata et al., *Trans. Mater. Res. Soc. Jpn.*, 35, 339 (2010)
- M. Sato et al., *Chem. Lett.*, 36, 1356 (2007)
- M. Sato et al., *Trans. Mater. Res. Soc. Jpn.*, 33, 111 (2008)