

ディビジョン番号	15
ディビジョン名	コロイド・界面化学

大項目	4. 組織化膜
中項目	4-2. 自己組織化膜
小項目	4-2-1. 自己組織化膜

<p>概要（200字以内）</p> <p>自己組織化とは、物質の固有の化学構造に基づく内部情報と、物質がおかれている環境や場が持つ外部情報が、複雑に相互作用した結果として、分子・原子レベルからマクロな領域に至る幅広い階層で自発的に構造を形成することである。自己組織化膜の研究は、物質の精緻な設計と合成、複雑系現象の物理・化学的な解明、等の基礎研究の進展のみならず、特異な階層構造とそれに基づく特徴的な機能を有する新規機能材料の創出をもたらす。</p>
<p>現状と最前線</p> <p>現在、我が国においては、自己集合（Self-assembly）と自己組織化（Self-organization）を明確に区別することなく、研究が展開されている。具体的には、</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. SAM膜（Self-assembled monolayer） シランカップリング剤やチオール化合物が、酸化物表面や金などの固体基板上に自発的に形成する単分子膜で、本来であれば自己集合単分子膜と訳されるべきであるが、我が国では自己組織化単分子膜と呼ばれる。ハーバード大学の G. Whitesides 教授が開発したマイクロコンタクトプリンティング（MCP）法における分子インク層として、微細なパターン形成や表面修飾に用いられている。MCP法は、ボトムアップとトップダウンを融合したナノテクノロジーとして、簡便な微細加工技術として広く用いられている。 2. 交互吸着膜（Layer by Layer 膜） 静電的相互作用によってポリイオンコンプレックスを形成するカチオン性高分子とアニオン性高分子を交互に積層することで、分子レベルで制御された層構造を有する高分子薄膜。ストラスブール大学の G. Decher 教授によって開発され、我が国において、ゾルゲル法と組み合わせることにより無機物の超薄膜作製にも適用されるようになり、高い強度と柔軟性に富む自己支持性分子薄膜も実現している。

3. 多孔質高分子フィルム

多孔質フィルムは、フィルターや触媒、バイオマテリアル、オプティクスやエレクトロニクスの分野で広く用いられている。細孔径制御とその配列はその機能を大きく支配する。自発的な多孔質形成は、アルミナの陽極酸化、配列した微粒子を鋳型とする手法（インバースドオパール構造）、ブロックコポリマーのマイクロ相分離を利用する方法、などがある。自己集合によって層状のナノ構造を形成する高分子を溶媒からキャストする過程で、結露現象によって溶液表面に自発的に形成・配列した微小水滴を鋳型として、階層的な構造を有する規則的な多孔質フィルムを作製することも可能となっている（図）。

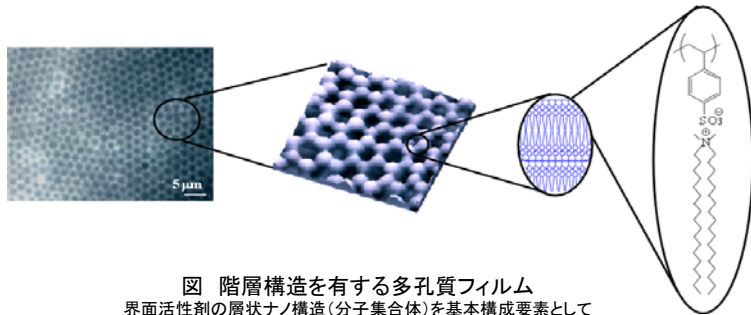


図 階層構造を有する多孔質フィルム
界面活性剤の層状ナノ構造(分子集合体)を基本構成要素として
メソスコピックスケールの細孔が規則配列した自己支持性ポリマーフィルム

自己集合と自己組織化の違いを意識することによって、生物にみられるような特徴的な階層構造に伴う特異な機能発現を可能とする新規材料やデバイスが実現されるのみならず、ボトムアップナノテクノロジーに基づく革新的な生産技術の創出を可能とする。

参考資料

我が国における自己組織化ナノマテリアルに関する研究の現状と最新成果については、下記の資料が詳しい。

「自己組織化ナノマテリアル ―フロントランナー85人が語るナノテクノロジーの新潮流―」(国武豊喜 監修、フロンティア出版、2007)

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. テイラーメイド合成化学の確立
2. 複雑系現象への物理・化学的アプローチの確立
3. 自己集合と自己組織化の相互理解

・10年後までに解決・実現が望まれる課題

1. 複雑系現象解明に向けた数理科学とのコラボレーション
2. 自己集合とプロセス技術の融合に基づくボトムアップナノテクノロジーの確立
3. 生物の階層構造と機能を模倣した新規機能材料・デバイスの実現

キーワード

自己集合、自己組織化、複雑系現象、生物模倣

(執筆者：下村政嗣)