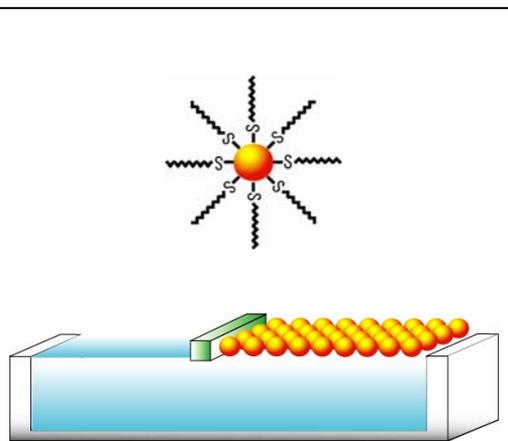


ディビジョン番号	15
ディビジョン名	コロイド・界面化学

大項目	5. 固体表面・界面
中項目	5-1. 表面構造と物性・機能
小項目	5-1-1. 二次元粒子膜

概要（200字以内）

二次元粒子膜とは大きさの揃った微粒子が固体基板あるいは液体表面に規則的に配列した構造体であり、自己組織化法などの方法によって作製される。二次元粒子膜は粒子の直径が10 nm程度のナノ粒子膜と100 nm～数 μ mのコロイド粒子膜に分けることができる。規則配列構造の多くはヘキサゴナル配列であるが、パタン化した基板を用いると別の配列を得ることもできる。



現状と最前線

まず、二次元粒子膜の代表的な作製法（表参照）について説明する。

キャスト法：二次元粒子膜の最も簡単な作製法であり、ナノ粒子あるいはコロイド粒子の分散溶液を基板上に滴下・乾燥させる方法である。例えばアルカンチオールなどで表面修飾した金ナノ粒子の分散溶液からヘキサゴナル配列した二次元膜が得られている。方法は簡便であるが、作製面積が小さい欠点がある。

Langmuir-Blodgett (LB) 法：アルカンチオールなどで粒子表面を修飾した粒子を純水上に直接展開する方法である（概要の図）。別の方法としては、ナノ粒子分散液上に両親媒性分子の単分子膜を展開し、両親媒性分子とナノ粒子の相互作用によって組織化させる方法もある。

基板浸漬法：固体基板表面の修飾分子と粒子表面との相互作用を利用する方法である。例えば、末端にアミン基（ $-NH_2$ ）を持つ固体基板を負電荷の金ナノ粒子の分散溶液に浸漬させると、粒子の2次元配列が得られる。基板と粒子の相互作用としては、静電相互作用や水素結合などが利用できる。この方法では基板と粒子の吸着力が強く、一度吸着した粒子はその位置を変えることが難しいため、一般的には規則正しく配列した二次元粒子膜の作製は困難である。しかし、最近数例ではあるが規則配列が得られた報告もある。

二次元粒子膜の作製法とその特徴

	大面積	操作性	規則配列
キャスト法	×	○	○
基板浸漬法	○	○	×(例外アリ)
LB法	△	×	○

基板浸漬法と LB 法では二次元粒子膜から三次元粒子膜への展開も行われている。また、マイクロコンタクトプリンティング法やリソグラフ法などでパタン化した基板を用いて、ヘキサゴナル配列以外の規則配列や低次元配列の検討も行われている。

将来予測：

二次元粒子膜の応用・実用化のためには、簡便で大面積が得られる基板浸漬法が最適である。今後、基板と粒子との相互作用の理解が深まり、規則配列の必要条件が明らかになると思われる。さらに、この技術（ボトムアップ法）と基板のパタン化技術（トップダウン法）との融合により、複雑な粒子配列が作製可能になることが期待される。

応用研究としては、大きさの異なる二次元コロイド粒子膜の積層による三次元フォトニック結晶材料、基板内の粒子配列を制御した二次元フォトニック結晶、粒子径の異なる半導体ナノ粒子の配列制御による光学材料の創成あるいは二次元粒子膜を鋳型に利用した超親水性・超撥水性表面の開発などの展開が期待される。

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

基板浸漬法による規則的に配列した粒子膜の作製

自己組織化法における大面積化と欠陥サイトの低減

単分散性粒子のライブラリー構築

・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題

二次元粒子膜を利用したフォトニック結晶の作製技術の確立

球形粒子以外のナノロッドなどの規則配列制御

キーワード

単分散性粒子、自己組織化法、フォトニック結晶

(執筆者：河合武司)