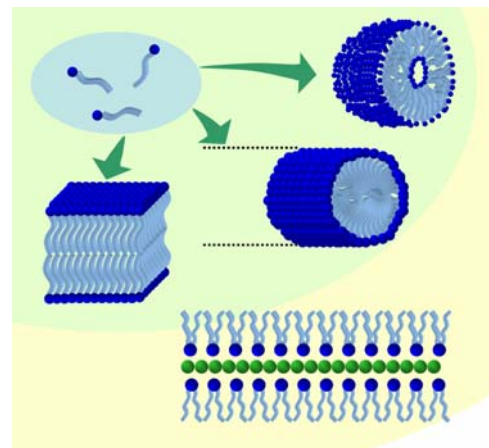


ディビジョン番号	15
ディビジョン名	コロイド・界面化学

大項目	4. 組織化膜
中項目	4-3. 二分子膜
小項目	4-3-1. 合成二分子膜

概要（200字以内）

合成二分子膜が発見されて以来、様々な構成要素を取り込んだ合成二分子膜形成化合物が合成された。多様な分子構造を有する合成二分子膜は、単一成分で、ひも、球、ディスク、ファイバー、らせん構造などの多彩な会合構造を、分子構造や膜の物理化学的状态に依存して与える。これらの合成二分子膜は、多彩な機能化を果たしており、特に、鑄型としての無機化合物合成、パッケージ材料としての有機無機複合構造制御などに展開されている。



現状と最前線

1977年に、単純ジアルキルアンモニウム塩が超音波照射することにより水に分散し、二分子膜を形成することが報告された。これは、生体脂質に直接関係していない化合物から安定な二分子膜が得られた最初の例である。それ以来、多様な分子構造を有する数多くの両親媒性化合物が合成され、二分子膜形成能並びにその物理化学的物性と膜分子構造との関連が明らかにされてきた（合成二分子膜）。これら一連の研究により、二分子膜の形成が生体脂質に限らない、一般的な現象であることが確立された。<sup>1)</sup>

現在までに合成された多くの二分子膜形成化合物の分子構造は、いくつかのモジュール構造に分けて一般化されている。特に、生体脂質類似の両親媒性化合物は、疎水部(テール部)、コネクター、スペーサー、親水部(ヘッド部)の構造要素からなる。(図1)

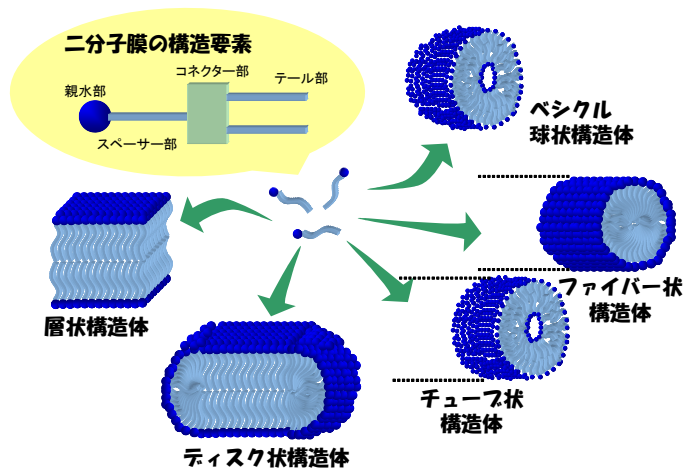


図1 二分子膜形成化合物の構造とその自己組織化

多様な分子構造を有する合成二分子膜は、単一成分で、ひも、球、ディスク、ファイバーなどの多彩な会合構造を、分子構造や膜の物理化学的状态に依存して与える。いくつかの不斉構造を有する両親媒性化合物から、光学顕微鏡で観察される大きさのらせん超構造体が形成されることが知られている。

これらの合成二分子膜は、多種多様の機能化を果たしている。例えば、二分子膜におけるチャンネル形成と物質透過、二分子膜への光官能性発色団導入を利用した光機能システムの構築、タンパク質と二分子膜の複合化などがあげられ、生体系にはない機能の発現が検討されている。

さらに、合成二分子膜を構造鋳型として利用する手法が検討され、無機化合物の構造制御が非常に穏和な条件で達成されている。なぜなら、二分子膜の界面によって無機化合物の生成反応が精密制御できるからである。この手法は、金属酸化物や金属半

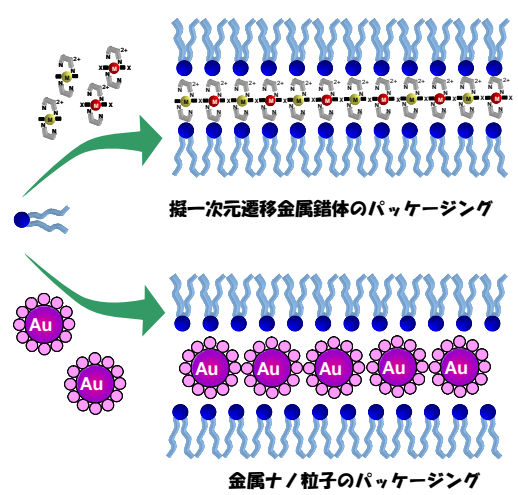


図2 脂質のパッケージングによる構成分子の組織化

導体などの構造制御に応用されている。これらの知見は、合成二分子膜を無機化合物のパッケージ材料として利用することに応用された。一つは、擬一次元遷移金属錯体のパッケージング、そしてもう一つは、金属ナノ粒子のパッケージングによる一次元構造体の構築である。金属錯体や金属ナノ粒子は本来脂溶性ではないが、合成二分子膜との複合化により、脂溶化することが可能となり、無機化合物に構造秩序を与えることが可能となっている。(図2)<sup>2)</sup>

合成二分子膜の研究は、両親媒性化合物の設計、生体模倣機能の開拓から、有機無機複合材料の精密合成、脂溶性一次元構造体の構築まで、多彩に展開された。これらの知見は、分子組織化学のみならず、異種の分野にも展開されており、その波及効果は絶大である。

- 1) 君塚信夫, 国武豊喜, コロイド科学II-会合コロイドと薄膜-, 日本化学会編, 8章, (1995)
- 2) 君塚信夫, 現代化学, 4, 24-30 (2003)

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  
能動的(決まった大きさのものを決まった秩序・配向で)自己組織化現象の構築, 自己組織化能のない分子と両親媒性化合物との複合化によるあらゆる分子の構造秩序制御
- ・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題  
生体系にあるような複数の自己組織化現象が絡む構造形成, 反応制御, 輸送制御の開拓, 多分子系が織りなす自己集積系システムにおけるダイナミズムの完全解明

キーワード

自己組織化, 分子組織化学, 合成二分子膜, ベシクル, ナノファイバー, 有機無機ハイブリッド, ナノワイヤ, チューブ, 界面

(執筆者: 黒岩敬太)