

界面分子膜における自己組織化構造の解析と制御

Analysis and Control of Self-organized Structures in Molecular Films at Interfaces

宇都宮大院工, °飯村 兼一

Utsunomiya Univ.¹, Graduate School of Engineering, Ken-ichi Iimura

E-mail: emlak@cc.utsunomiya-u.ac.jp

はじめに: 界面における分子の自己組織化は、界面の性質や機能発現の根幹を成す現象である。自己組織化のメカニズムを理解し、現象そのものや形成される構造体、ひいては界面の機能を制御するためには、分子レベルでの界面構造の理解が必要である。本講演では、気／液界面と固／液界面における両親媒性分子の自己組織化に関する次のトピックスを主に取り上げて紹介したい。
水面上の混合 Langmuir 単分子膜におけるマイクロ相分離: 水面上のマイクロ相分離単分子膜における凝縮相ドメインの形は、本質的には、分子間凝集力の差に基づく線張力と膜分子間の双極子-双極子相互作用に由来する斥力の釣り合いによって決定される。しかし、凝縮相形成分子の凝集力が非常に強い場合には、相分離過程における分子の易動性が支配的に働き、成膜条件によっては平衡形に変形する途中で膜構造が凍結されることになる。

マイクロ相分離構造を二次元鋳型とした固／液界面での垂直成長構造体の成長: マイクロ相分離膜表面は、各相を形成している膜物質の化学的性質や表面エネルギー・官能基の違いなどを利用することによって物質の位置選択的な吸着場として用いることができる。Fig. 1 には、マイクロ相分離単分子膜から作製した鋳型表面に成長させたシリカ前駆体による垂直成長構造体 (Vertically Grown Structure : VGS) の原子間力顕微鏡イメージを示す。ここでは、長鎖脂肪酸による凝縮相ドメインとフッ化炭素鎖有機シランによる周囲相からなる相分離単分子膜をシリコンウエハ上に移行し、凝縮相ドメインを有機溶媒洗浄により除去した領域に対して、アミノプロピルトリエトキシシラン (APTES) がトルエンを溶媒とした溶液から自発的に吸着・積層することによって VGS が形成されている。X 線回折測定によると、VGS 中で APTES 分子は分子軸を基板表面に垂直に配向させて配列している。この配向構造は、加水分解した APTES 分子の両末端親水基と疎水性溶媒であるトルエンとの接触面積を最小にしようとする界面エネルギー的な作用によるものと考えられる。VGS の形成には、APTES 両末端極性基間の水素結合、シラノール基間の脱水縮合、分子間のファンデルワールス力が関わっているが、それらに加え、この APTES 分子の配向も大きく寄与しているものと推察される。

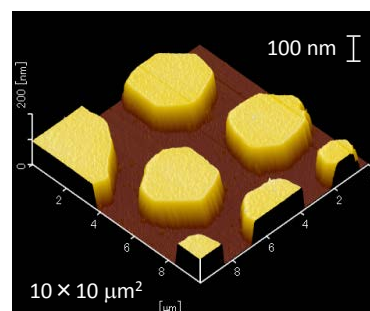


Fig. 1 VGS of APTES on a template surface prepared from a micro-phase separated Langmuir monolayer.

固／水界面における界面活性剤の吸着膜形成: 界面活性剤によって固／水界面に形成される吸着分子膜は、VGS のような安定な構造体とは異なり、空気中に取り出すと構造が変化すると考えられることから、水に埋もれたままの状態での *in situ* 評価する必要がある。長鎖のアルコールと四級アンモニウム塩からなるベシクルの分散液中に APTES 処理したシリコンウエハを浸漬すると、長鎖四級アンモニウム塩のみの吸着膜の場合に比べて、より厚く安定な吸着膜が形成されることが X 線および中性子反射率測定から示唆されている。