

ナノ切削面の走査フォース顕微鏡観察 — 高分子超薄膜の表面から界面にいたる構造の全容が明らかに —

走査プローブ顕微鏡を用いた新しい高分子固体表面・界面、微小領域の評価技術の開発

((財)化学技術戦略推進機構) ○應^{おうや}矢量之、(東洋紡) 村瀬浩貴、杉原秀紀、
(九大院工) 田中敬二、赤堀敬一、(九大先導研) 高原淳、(九大) 梶山千里

[1PD30]

(Tel:092-802-2516)

財団法人化学技術戦略推進機構の應^{おうや}矢量之、九州大学大学院工学研究院の田中敬二 准教授、九州大学先導物質化学研究所の高原淳 教授らの研究グループは、高分子薄膜の新しい構造解析法として、薄膜表面から界面に至るまでの構造およびその変化をナノメートルスケール ($1\text{ nm}=10^{-9}\text{ m}$) の物性分布として評価する手法を開発した。これは図1に示したように、数百 nm 以下の厚さの高分子薄膜について、表面から内部へと非常に低い角度で斜めに切削を行い、その傾斜面を走査フォース顕微鏡^{*1} を用いて解析する手法である。近年、高機能高分子薄膜は精力的に開発されているが、その構造の複雑さから詳細な評価手法が確立されていない。本手法は、高分子薄膜材料をはじめとする材料表面や界面の解析法としての展開が期待される。

(※1 走査フォース顕微鏡：材料表面の形状・物性をナノメートルスケールで評価する装置)

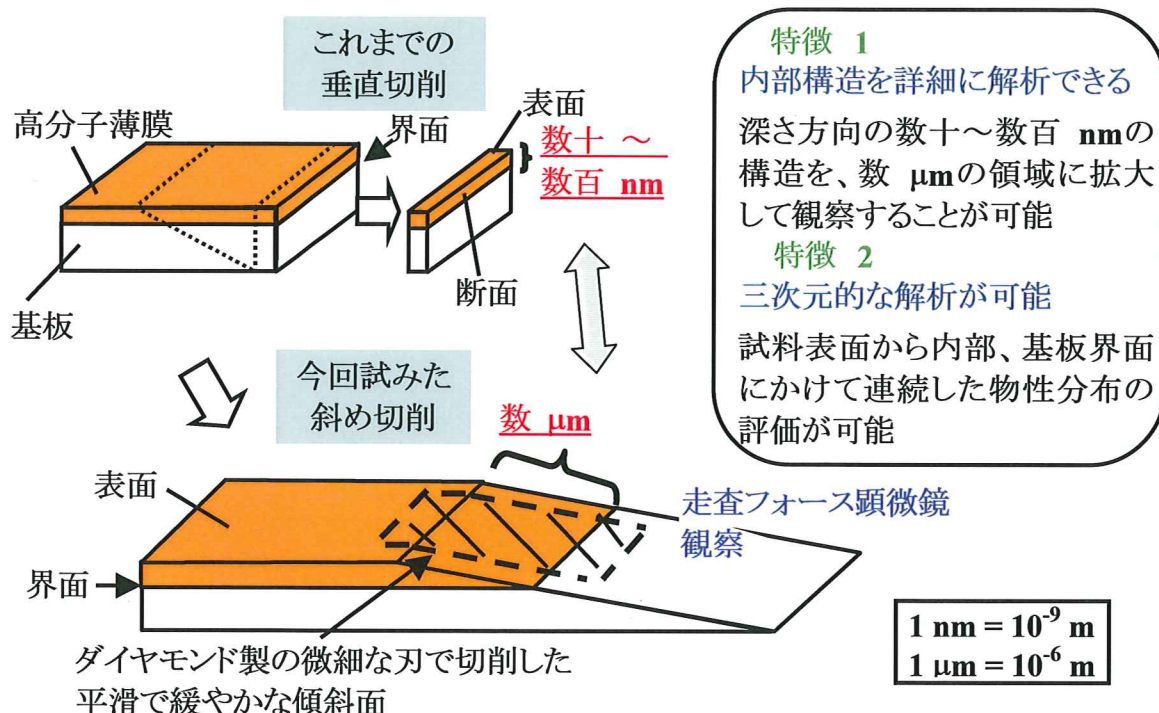
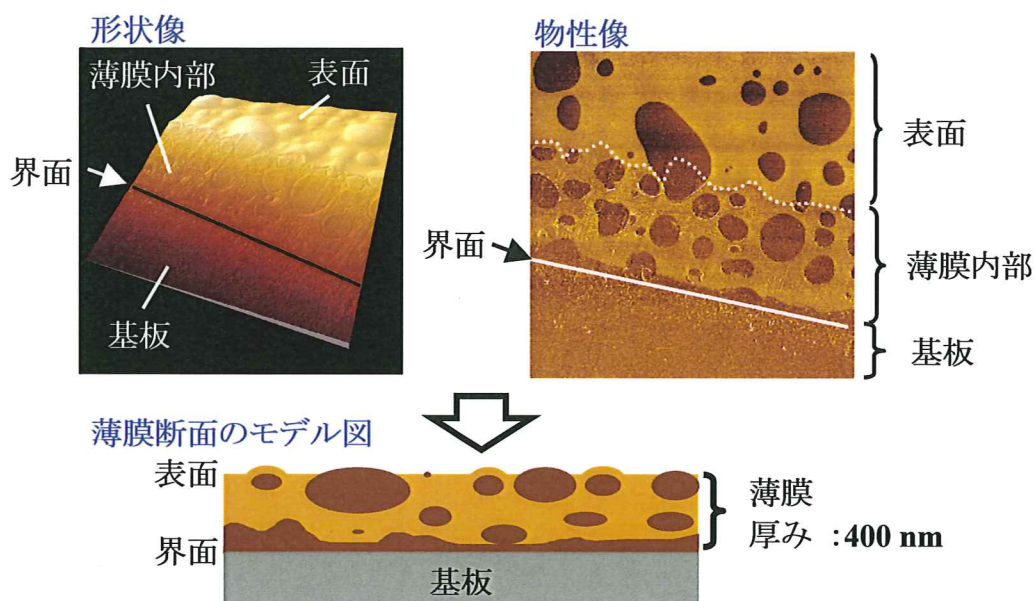


図1 高分子薄膜の三次元的構造評価手法

近年、材料の小型化、軽量化が進むに従い、高機能性を有する高分子薄膜が必要とされるようになった。このような高機能薄膜の開発には、ナノメートルスケールでの構造制御や機能発現機構の解明が必須であり、そのためには、構造の詳細な解析が必要である。しかしながら、現在のところ、ナノメートルスケールの領域を「測る、見る」技術の難しさ、および、

高分子薄膜自体の構造の複雑さから、十分な評価手法が確立されていないのが実情である。よって、この非常に微小な領域をいかに詳細に解析できるかが材料開発における重要なポイントとなっている。そこで当研究グループは、斜め切削技術と走査フォース顕微鏡技術に着目し、高分子薄膜材料を三次元的にナノメートルスケールで構造解析する手法を開発した。斜め切削は、切れ味の鋭いダイヤモンドナイフを用いて、薄膜試料を極めて低い角度で鉋^{かん}をかけるように切削し、ナノメートルレベルで平滑な傾斜面を作製する技術である。精密な速度制御により任意の角度での切削が可能である。走査フォース顕微鏡は、材料表面の形状・物性をナノメートルスケールで評価する手法である。今回開発した手法の特徴は、図1に示したように、低い角度で斜めに切削することにより、深さ方向の領域を拡大して観察できる点である。このことは、従来の解析で困難であった薄膜内部の詳細な構造評価を可能にする。表面と内部の構造を連続して解析することにより薄膜表面から基板界面までの構造およびその変化を評価することも本手法の特徴である。図2に高分子薄膜の解析結果の例を示した。

昨今、厚み100 nm以下の表面コート層や接着層を持つ高分子薄膜材料が精力的に開発されており、今後、さらなる構造の微細化、薄膜化が進んでいくことが予測される。当グループが開発した三次元構造解析手法が、これらの評価法として材料開発に幅広く利用されるようになることを期待する。



二種類の高分子からなる薄膜の構造解析結果。物性像の明るい部分と暗い部分がそれぞれの種類の高分子に対応している。高分子薄膜の表面部から基板界面にかけての2種類の高分子の分布状態が明確に観察されている。モデル図に示したように1成分が基板界面に集まっている様子も確認される。

図2 二種類の高分子からなる薄膜中での各成分の断面での分布が明らかに

適用分野

機能性薄膜、多層フィルム、フィルムコート層、接着層、ポリマーアロイ、エンジニアリングプラスチックなどの種々の高分子材料の構造解析