



## ■キーワード

階層的表面構造フィルム材料 陽極酸化ポーラスアルミナ ナノインプリント  
表面開始グラフト修飾 リビングラジカル重合

## ■研究の概要

生物には階層的な表面構造により多様な機能を発現している例が多数あります。本研究では、トップダウン型のナノテクノロジーであるナノインプリント法とボトムアップ型の精密グラフト重合法を融合することで、階層的表面構造を有するフィルム材料を作製します。特徴の1つ目はナノインプリント法において貫通型陽極酸化ポーラスアルミナ(AAO)を用いる点です。この鋳型の細孔構造を転写することで、垂直固定化された多数のピラー構造からなるフィルムを作製できます。さらに2つ目の特徴は、作製したピラーフィルムに表面開始精密グラフト重合を施すことで、個々のピラー表面がポリマー鎖で修飾された階層的構造へと変換可能な点です。ピラーの直径や長さや面内配列、そしてグラフト修飾するポリマーの鎖長や化学構造(=側鎖の機能基)を幅広く選択可能なため、構造設計次第で超撥水・撥油性、超親水性、接着性などを付与できると期待されます。さらに、グラフトポリマー鎖の構造設計により親水⇄疎水の反転など外部刺激応答性を付与することもできます。また、特異な階層的表面構造モルホロジーに基づく細胞培養材料としての可能性も有しています。

## ■研究・技術のプロセス/研究事例

本研究では、貫通型AAOを鋳型とするナノインプリント法がコア技術の一つとなります。用いるAAOには、細孔径が約100nmで面内配列がランダムかつ高密度な市販品と、特別に作製した細孔径がより均質で2次元規則配列構造からなる高品位AAOの2種があり、めざす機能や特性に応じて使い分けられます。AAOを鋳型とすることで多数のピラーが垂直固定化されたフィルムを作製できますが、高品位AAOを鋳型とし、圧力と温度をプログラム可能なナノインプリント装置を用いることで、ピラーのサイズ(直径・長さ)と面内配列が制御されたピラーフィルムが作製可能です。さらに、本研究の特徴は、表面開始精密グラフト重合をもう一つのコア技術として階層的表面構造の付与に用いる点にあります。ここではリビングラジカル重合として、可逆的付加開裂連鎖移動(RAFT)重合ならびに原子移動ラジカル重合(ATRP)を用いるため、グラフト修飾可能なモノマーの種類は多岐にわたり、結果として、ピラー表面にグラフト修飾したポリマー鎖の特性や機能を幅広くデザインすることが可能です。上記の2つのコア技術を融合することで、多様な構造因子が同時に可変となるため、作製したピラーフィルムの階層的表面構造は、物理的にも化学的にもその構造や性質を自在に変えうるポテンシャルを有しています。

図2には、ポリクロロメチルスチレンを基材に、市販AAOを鋳型としてピラーフィルムを作製し、さらにグラフト修飾して階層的構造を付与したグラフト化ピラーフィルムの作製工程を示します。表面特性の1つである濡れ性がフィルムの階層的表面構造設計によって変化することを確認しています。また、温度応答性のポリマー鎖をピラー表面にグラフトさせて作製したグラフト化ピラーフィルムの表面特性が、環境温度に応答して可逆的に親水性⇄疎水性と繰り返し反転可能であることも明らかにしています。

本研究で作製する階層的表面構造からなるフィルム材料は、構造因子が多岐にわたるため、構造設計次第で超撥水・撥油性、超親水性、接着性、低摩擦性など表面特性を幅広く制御できる可能性があります。また、特異な表面モルホロジーからは、細胞培養材料としての可能性も秘めています。

## ■セールスポイント

本研究で作製する階層的表面構造からなるフィルム材料は独自性の高い表面構造を有するとともに、複数の物理的・化学的構造因子を同時に可変であるため、表面の特性や機能を幅広くデザインできる可能性があります。

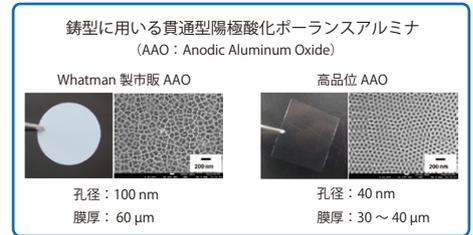
撥水・親水、接着、低摩擦から細胞培養まで  
表面特性を自在に変えうる階層的表面構造フィルム材料

Fig.1 ナノインプリントの鋳型となる貫通型陽極酸化ポーラスアルミナ(AAO)

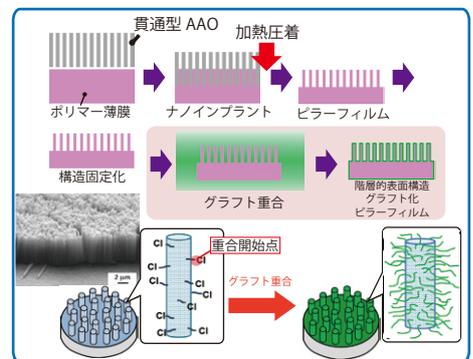


Fig.2 ナノインプリントと精密グラフト重合による階層的表面構造フィルムの作製

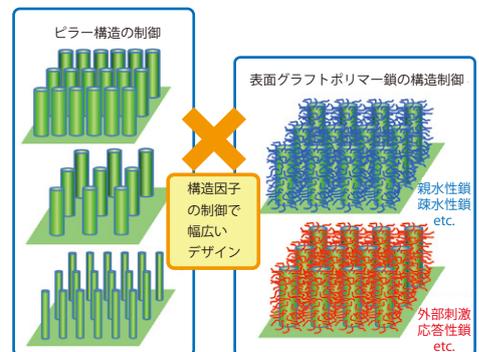


Fig.3 構造因子の制御による階層的表面構造フィルムの幅広いデザイン