

# 「六方規則配列をもつ酸化チタンマイクロ・ナノ階層構造の作製」

産業技術総合研究所 Yue LI, 佐々木 毅, 清水 禎樹, 越崎 直人

2008年秋季 第69回応用物理学会学術講演会において発表予定 (3a-Q-10)

## 簡便で汎用性のあるマイクロ・ナノ階層構造作製技術の開発に成功

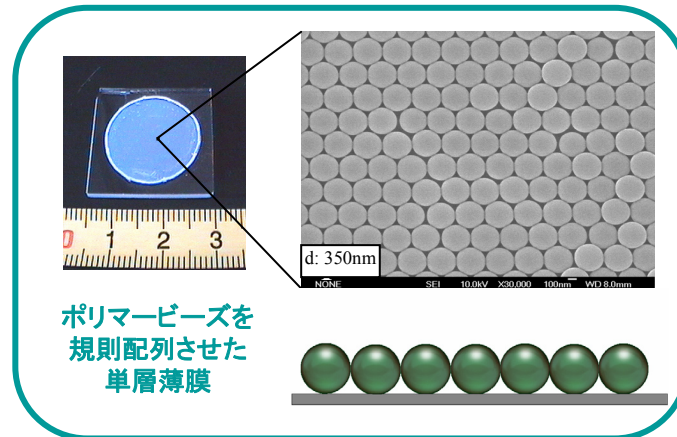
### 社会的・技術的背景

生体を模倣した材料開発は、自然の巧みさや賢さから学んで人間生活に活かしていこうとする考え方です。生体を詳しく調べると、非常に巧みなくつもの構造が分子スケールから生物個体のスケールまで階層的に組み上がってできた構造を持っていることが知られています。

生体は主に有機分子や高分子から構成されていますが、無機材料の世界で生体の持つ豊かな機能を模倣するためには、階層構造を作製する技術が一つの重要なアプローチとなります。しかしながらこのような階層構造を作る技術は、特にミクロン( $10^{-6}\text{m}$ )からナノメートル( $10^{-9}\text{m}$ )の範囲の大きさでは難しく、リソグラフィー技術などを利用した特殊な方法に限られていました。

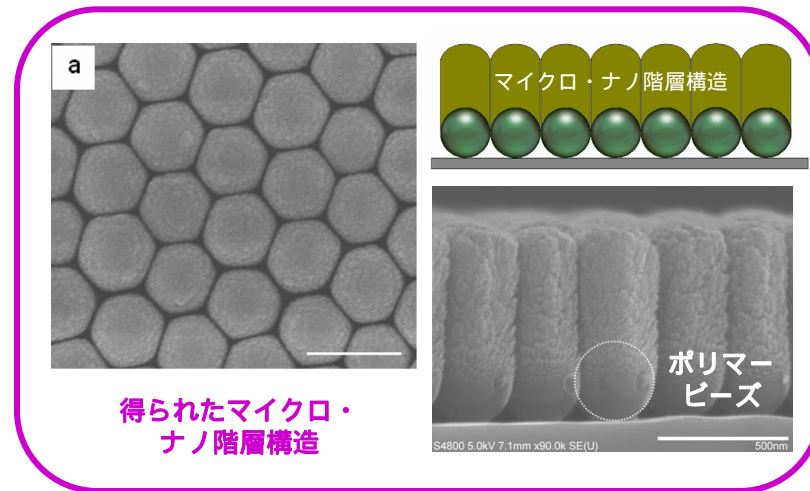
### 開発した階層構造作製技術

- ◆ 本技術は、ミクロンからナノメートルの大きさの間をつなぐ階層構造の作製を可能とする簡便で汎用性のある技術として期待されます。
- ◆ まず最初に、ミクロンからサブミクロン( $10^{-7}\text{m}$ )の大きさの揃ったポリマービーズを平坦な基板(1cm以上の大きさでも可)上に規則配列させて**ポリマービーズ単層薄膜**を作製します(右図参照)。
- ◆ 次にこれを基板にしてその上にレーザーアブレーション法などの気相蒸着法を用いて、ナノ粒子が凝集した薄膜が生成する条件下で酸化物などを蒸着します。これにより**マイクロ・ナノ階層構造**が作製されます。
- ◆ 得られたナノ粒子凝集膜は、ポリマービーズ単層薄膜の凹凸を反映したマイクロスケールの凹凸が形成されています(次ページ図参照)。膜自体はナノ粒子が凝集しているため、多くのナノスケールの空孔が膜中に取り込まれます。すなわち、**マイクロスケールの凹凸とナノスケールの空孔を兼ね備えた階層構造(マイクロ・ナノ階層構造)**を作製することができます。



### 得られたマイクロ・ナノ階層構造の特徴

- ◆ マイクロスケールの六方規則配列（最密充填）をした構造中にナノスケールの微細構造を内包した**マイクロ・ナノ階層構造**です。
- ◆ 規則配列をする個々のユニットはナノ粒子の凝集体から構成されています。
- ◆ 熱処理や化学処理によりポリマービーズのみを除去することが可能です。
- ◆ 化学処理によりポリマービーズ除去した場合、**マイクロ・ナノ階層構造**を任意の基板上にそのまま移すことも可能です。
- ◆ 作製条件によって**マイクロ・ナノ階層構造**の密度（言い換えれば空孔率）を制御することが可能です。



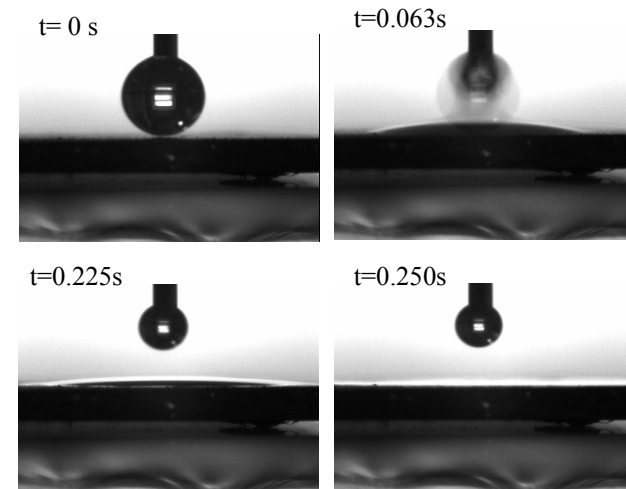
### 酸化チタン (TiO<sub>2</sub>) マイクロ・ナノ階層構造の機能特性

さまざまな機能特性をもつ酸化チタンを使って、マイクロ・ナノ階層構造を作製してみました。以下のような、興味ある性質が観測されました。

水に対する接触角が短時間でほぼ0°になる超親水性を示しました（右図参照）。また、油に対する接触角もほぼ0°で超親油性を示しました。このような超両親媒性は、ポリマービーズ無しに作製した酸化チタン薄膜では得られませんでした。

光触媒特性をステアリン酸の分解反応で調べたところ、ポリマービーズ無しに作製した酸化チタン薄膜よりも高い活性を示しました。

このように酸化チタンマイクロ・ナノ階層構造は、高いぬれ性と光触媒特性を持つことから、優れたセルフクリーニング材料としての応用が期待されます。



### 今後の研究展開

- ◆ 本作製技術は酸化チタン以外のさまざまな材料にも適用可能です。
- ◆ 本作製技術によって得られる構造は、マイクロスケールの凹凸とナノスケールの凹凸の複合構造を利用した生体親和材料や超高感度化学センサなどさまざまな応用展開が期待されます。