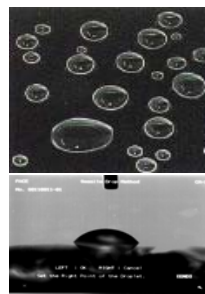


| | |
|----------|-----|
| ディビジョン番号 | 2 |
| ディビジョン名 | 光化学 |

| | |
|-----|-------------|
| 大項目 | 2. 光化学の応用展開 |
| 中項目 | 2-1. 光触媒 |
| 小項目 | 2-1-3. 光親水性 |

概要（200字以内）

酸化チタン表面は、紫外光照射によって非常に水との濡れ性がよくなる光誘起超親水性を示す。この特性により、酸化チタンは防曇・セルフクリーニング材料として商品化されている。しかしながら、この超親水性が発現するためには、比較的強い紫外光が必要である。そのため太陽光を光源とする屋外では防曇・セルフクリーニング効果が十分に機能するが、蛍光灯を光源とする屋内では機能しない。従って、屋内での $1 \cdot \text{W}/\text{cm}^2$ 程度の微弱な紫外光のもと超親水化する酸化チタンが望まれ、実現すれば屋内用途への展開が可能となる。



紫外光照射前



紫外光照射後

図 酸化チタン表面における光誘起超親水性発現

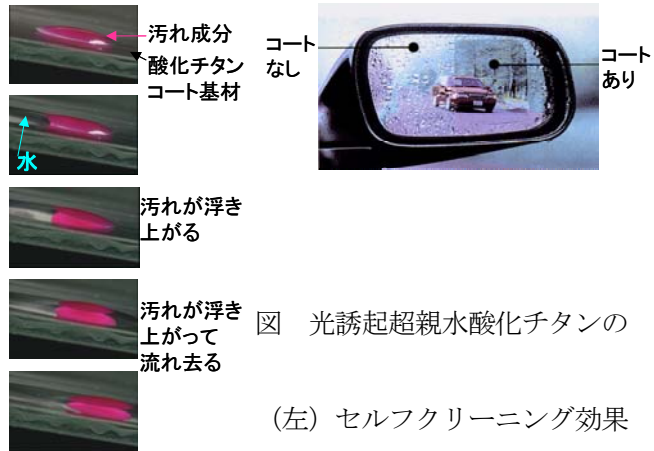
現状と最前線

清浄な条件下で十分に暗所に放置しておいた酸化チタン表面の水接触角は通常 $20 \sim 40$ 度の値を示す。このような酸化チタン表面に紫外光を照射すると接触角は徐々に低下し、最終的には 0 度の超親水性を示す。これを光誘起超親水化現象と呼ぶ。この現象が見出されたことにより、雨水や放水によるセルフクリーニング、防曇（図に示す）、冷却などの新たな機能を材料に与え、酸化チタンコーティング材料の応用範囲を大きく広げることになった。その結果、酸化チタンは、防曇・セルフクリーニング材料として既に商品化されている。

しかしながら、光誘起超親水化発現には数百 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 程度の紫外光強度が必要である。太陽光を光源として利用できる屋外では、曇天・雨天の日でも得ることができるため、屋外用途では光誘起超親水化現象を利用した光触媒製品はすでに市販されている。一方、屋内光源である蛍光灯は紫外光強度 $1 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ 程度であり、このような微弱紫外光照射下では光誘起超親水化には至らないため、商品化には至っていない。屋内用途でも水周りにおいて、防曇ミラーやセルフクリーニングタイルといった光誘起超親水性を利用した製品が求められている。そこで、光誘起超親水化現象の屋内用途への展開を目指して、微弱な紫外光のもとで超親水化する高感度酸化チタンの研究が精力的に行われている。このような高感度酸化チタンが実現できれば、酸化チタンを屋内用途へと展開でき、応用範囲がさらに広がっていくと期待される。

微弱な紫外光のもとで超親水化する高感度酸化チタンの研究は、様々なアプローチによって

行なわれている。例えば酸化タンゲステンとの複合化である。光誘起超親水性は光誘起された正孔が酸化チタン表面上に到達することによって起こるため、生成した正孔を効率的に酸化チタン表面に拡散することができれば（電荷分離効率の向上）、親水性は向上するはずである。そこで、電荷分離効率向上の見込まれる光触媒の複合化に着目し、酸化チタンと酸化タンゲステンと複合化す



ることにより、光誘起によって生じた正孔が効率よく酸化チタンに移動し（電子は酸化タンゲステン側へ移動）、蛍光灯照射のもと（紫外光強度 $1 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ ）で超親水化する材料の開発に成功している。しかしながら、酸化タンゲステンの密着性に課題が残されており、今後の技術開発が望まれている。また、酸化チタン表面にナノスケールの構造を導入することによって親水化が進行しやすい結晶面を露出する方法や、酸化チタン製膜中に残留引っ張り応力を導入する方法が検討されている。

光誘起超親水化現象に関するもうひとつの研究課題は、その発現機構である。通常の光触媒酸化分解反応により酸化チタン表面に吸着している有機物が分解除去されて、清浄表面が露出するために親水性が現れるという機構と、紫外光照射により酸化チタン表面が比較的長い寿命をもつ準安定状態（酸化チタン表面の不安定水酸基量が増加することによる表面エネルギーの高い状態）に変化するために親水性が現れるという機構が提唱されている。光誘起超親水化発現機構を明らかにするためには、表面光化学的なアプローチが必要不可欠である。そのような研究によって超親水性の発現機構が明らかになること、また表面光化学分野が発展することが期待される。

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

$1 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ 程度の微弱な紫外光のもとで超親水化する高感度酸化チタンの創出
表面光化学的なアプローチによる光誘起超親水化発現機構の解明

- ・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題

酸化チタン防曇・セルフクリーニング材料の室内用途への展開

超親水性を利用する冷却機能（都市温暖化防止、省エネルギー技術）の展開

キーワード

酸化チタン、光誘起超親水性、セルフクリーニング、防曇、高感度化

（執筆者： 入江 寛）