

安全な生活空間を確保する 21世紀の強力な科学技術 —光触媒—

セラミックス研究部門 亀山 哲也

21世紀の科学技術には、地球環境と調和した、安心・安全で質の高い生活を送ることができる技術が望まれています。こうした中で地球環境問題は、今や人類に課せられた解決すべき緊急な課題であり、酸化チタンに代表される半導体を利用した光触媒反応は、環境浄化の有力な技術なのです。

光触媒技術は、世界に誇ることができる日本の発明技術で、産総研は20年前からこの技術開発に取り組み、多くの事業化に寄与して来ました。この特集では、技術移転を通して開発された様々な製品をご紹介します。

光のエネルギーによって働く光触媒

光触媒は、光のエネルギーによって働く触媒です。この光触媒は光を吸収してエネルギーの高い状態となり、そのエネルギーを反応物質に与えて化学反応を起こします。光触媒には金属錯体、半導体などが用いられますが、中でも光触媒半導体の酸化チタン (TiO_2) は、水に溶解せず、しかも安価で耐久性・耐摩耗性に優れ、資源的に豊富で入手しやすいことから、現在最も多く使われている触媒です。酸化チタンの結晶のうち、アナターゼが光触媒として最もよく使われています。

酸化チタンに光を照射したときに生じる強力な酸化力を利用すると、猛毒のダイオキシンを含め、ほぼ全ての有機化合物を、水や炭酸ガスに分解することができます。この光触媒作用を利用することにより、脱臭、抗菌防かび、排ガスの浄化、防汚、セルフクリーニング、水処理など、環境分野への幅広い応用が可能です。

産総研の開発した光触媒材料

●酸化チタンフィルム光触媒用 コーティング液

酸化チタンは通常粉末なので、取り扱いや回収の点で難しさがあります。空気浄化材料などの実用化を進めるには、酸化チタン光触媒を基材に固定化することが必要です。このため、酸化チタンフィルム光触媒コーティング液を開発しました。更に、酸化チタンフィルム自体を多孔質にし、有害物質の吸着能を高める

ことができる溶液も開発しました。

●アパタイト被覆酸化チタン光触媒

アパタイト被覆酸化チタン光触媒は、骨や歯の成分として知られているアパタイトと光触媒を合体させた材料です。細菌や有害化学物質をアパタイトが吸着し、光が当たると酸化チタンの光触媒作用により、吸着物質を分解します(図1)。また、酸化チタンは繊維や樹脂に直接接触すると、光触媒作用によりそれらを分解しますが、アパタイトが中間層として存在するため、高分子材料に直接混合、あるいはコーティングすることができます(図2)。この材料は、水や大気の浄化、防汚、漂白、洗浄に使うことが

でき、また、繊維、樹脂、プラスチック、木材、紙などの有機系基材へ応用することができます。

●可視光応答型光触媒

酸化チタン光触媒の数少ない欠点は、太陽光中に数パーセントしか含まれない紫外線でしか機能しないことです。これを解決するため、酸化チタンをベースとしてプラズマ処理技術などにより、波長300~600nmの紫外線でも、可視光線でも働く、可視光応答型光触媒を開発しました(図3、4、5)。この光触媒は、屋内はもとより屋外でもより高い性能を発揮することができます。



図1 アパタイト被覆光触媒による殺菌・環境浄化



図2 酸化チタンの表面を備えた多機能の複合材料と透水性ブロック(右下)

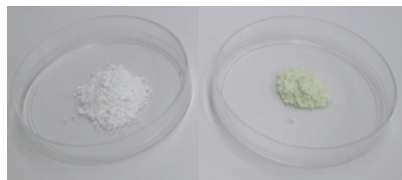


図3 原材料(左) マイクロ波プラズマ処理した酸化チタン(右)



図4 可視光応答型酸化チタン光触媒製品 粉末(左)、液体(右)

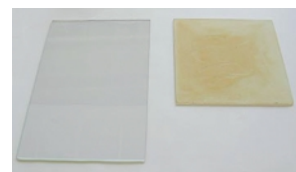


図5 酸化チタン(左)、窒素ドーピング酸化チタン可視光応答型膜光触媒(右)

屋内で

-防臭・抗菌・滅菌、空気と水の浄化など-



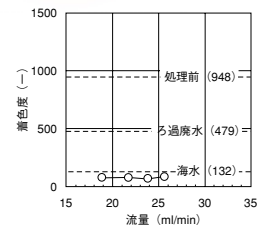
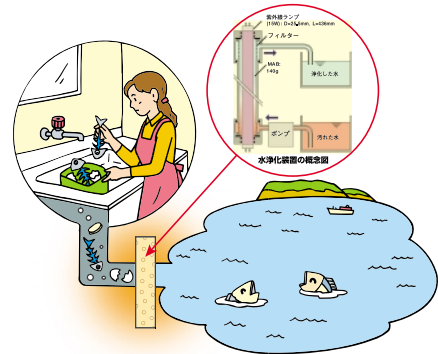
●飲料水の浄化

ガラス製品の内面に、酸化チタン透明薄膜光触媒がコーティングされています。光を照射すると強力な酸化力が生じ、水中の有害有機化合物を、水や炭酸ガスに分解し、カルキ臭などの悪臭を除去することができます。また、抗菌・防かび効果もあり、水が腐りにくく、花瓶として使用すると花を長持ちさせることができます。■



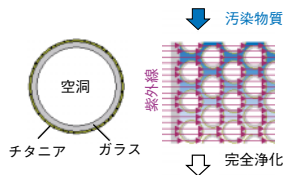
●汚れた水の浄化

酸化チタン被覆微細中空ガラス球の密度は 0.92 g/cm^3 で、水に浮くことから、効率良く汚染物質を分解することができます。ノリの加工廃水の浄化では、海水よりも清浄な状態まで浄化できました。これは、タンカー事故等で流出した重油の分解にも、利用可能です。■



●悪臭の除去

10~80 μm の細孔からなる極めて軽いセラミックス多孔体の内部まで酸化チタンをコーティングした材料で、光が内部まで届きます。この材料をセットした脱臭用光触媒モジュールを用い、紫外線を照射することにより、レストランやホテル、食品加工工場から排出される臭いを完全に分解・除去することができます。■



●酸化チタン被覆微細中空ガラス球

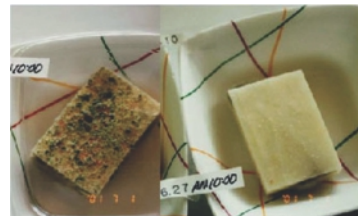
●工芸美術品の保護

光触媒コーティング液を日本の伝統工芸品(文化財)に塗布して、汚れを防止し、褪色、ほこりなどから文化財を保護します。更に、陶磁器製置物(ノベルティー)にも光触媒コーティング液を塗布する試みが行われています。■



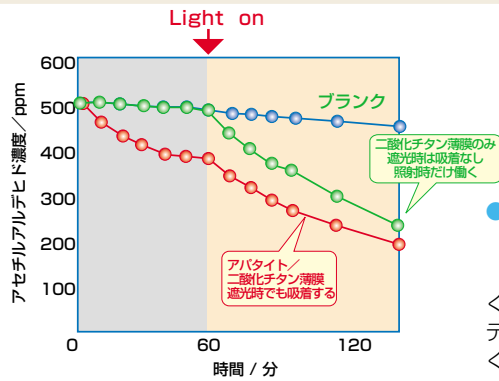
●食品の防菌・防かび

アパタイトはかびや菌との親和性が良いので、空気中に浮遊する菌やかびを引き寄せ、光触媒作用で殺菌します。食品の防菌・防かびに有効です。■



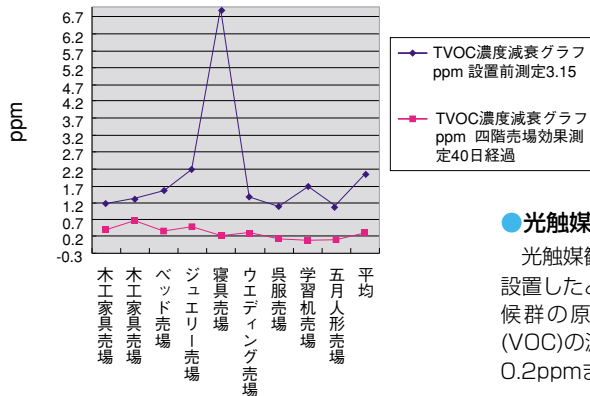
●空気の清浄

アパタイト被覆酸化チタン光触媒材料を、高分子観葉植物の表面にコーティングし、空気を浄化します。■



●アパタイト被覆酸化チタンによるアセトアルデヒドの吸着・分解

酸化チタンのみに比べ、光が当たってなくてもタバコの煙の主成分であるアセトアルデヒドを吸着し、光が当たるとそれを効率よく分解します。

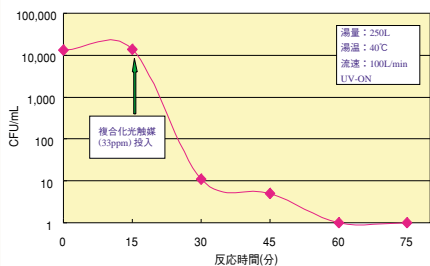


●光触媒観葉植物によるVOCの分解

光触媒観葉植物をデパートの寝具売り場に設置したところ、40日後にはシックハウス症候群の原因物質である揮発性有機化合物(VOC)の濃度を6.7ppmから基準値レベルの0.2ppmまで減少させることができました。

●細菌を防ぐ

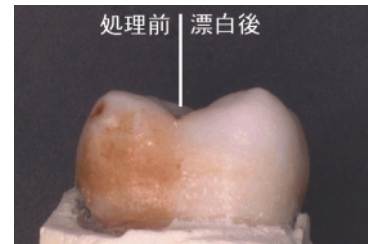
光触媒の水処理への応用では、一般には有害物質の濃度が非常に高く、内部まで光が届かないことが問題です。プールや温泉で、細菌が原因のぬめりを防止するためには、浴槽などにアパタイト被覆酸化チタンの塗料を塗布するのが有効です。また、アパタイト被覆酸化チタン粉末を混合した入浴剤を水中に入れ、紫外線を照射すると33ppm入れただけでも1時間程度で大腸菌をほとんど殺菌することができます。■



●アパタイト被覆酸化チタン光触媒の大腸菌に対する殺菌効果

●歯の漂白

可視光で反応する酸化チタンと3wt%程度の低濃度過酸化水素からなる全く新しい漂白剤です。これを歯に塗り可視光を照射すると、短時間でかつ安全に漂白することができます。■



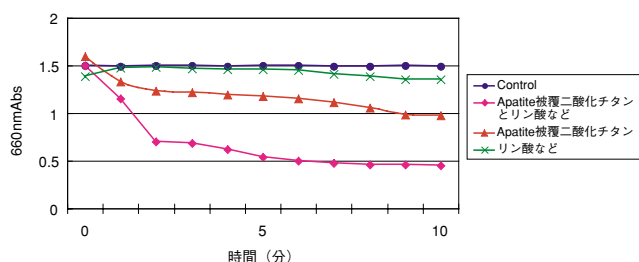
●歯の漂白効果

●入れ歯の洗浄

アパタイトを被覆した酸化チタン粉末を0.08wt%添加したリン酸、ピロリン酸からなる入れ歯洗浄剤は、メチレンブルーを数分でほとんど脱色します。これを用いると、ヤニや歯石、臭いのついた入れ歯は6時間で完全にきれいにすることができます。■



●光触媒混合入れ歯洗浄剤の効果



●メチレンブルーの脱色効果