

## はじめに

地球規模で、あるいは身近な家庭生活で進む環境汚染は無視できない社会問題です。  
たとえば

- ・ 産業廃棄物や生活廃棄物による水源の水質汚濁
- ・ SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>などの大気汚染による呼吸器疾患
- ・ 新建材から発生する有機化合物による室内空気の汚染
- ・ 樹脂材料の焼却によるダイオキシンの発生

などなど、例を挙げればきりがありません。

ところがこの環境を浄化するためにエネルギーを用いればCO<sub>2</sub>の増大を招き、地球温暖化に拍車をかけるため環境対策にエネルギーを使用できないというジレンマに陥ります。

こうした状況下では、すでに環境の一部である自然のエネルギーや、家庭生活上で日常的に供されている安価なエネルギーを用いて、汚染された環境を穏やかに、自然のあるべき姿に調和させる浄化材料が求められていると私共は考えます。

その回答のひとつとして、私共は**光触媒**を提案しています。

## 光触媒とは

光触媒は太陽や蛍光灯などの光が当たると、その表面で強力な酸化力が生まれ、接触している有機化合物や細菌などの有害物質を除去することができます。

この原理を用いて、水処理や大気中のNO<sub>x</sub>の分解、室内空気の清浄化など、様々な段階での環境浄化に利用する事ができるのです。

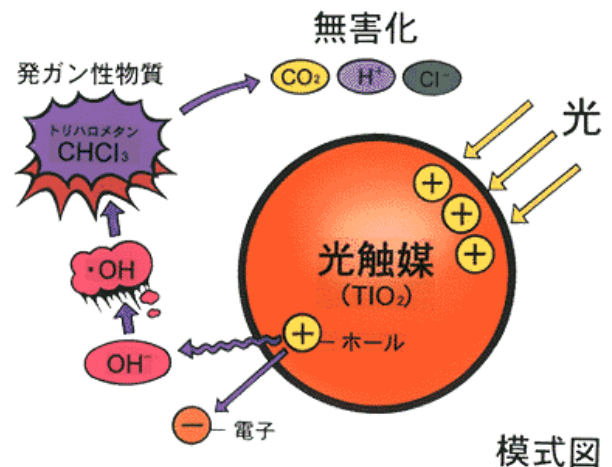
その機能は大別すると次の5つに分かれます。

1. 水質浄化
2. 防汚
3. 抗菌
4. 脱臭
5. 大気浄化(NO<sub>x</sub>分解)

こうした光触媒のもつ機能は基本的に、太陽の光がもつ機能、すなわち紫外線が果たしている役割を増幅し、或いは加速化して行っていると考えの方が判りやすいのかもしれませんが、この意味からも、二酸化チタンは「光」の働きを加速化させる「触媒」という観点で「光触媒」と称されることは不思議ではありません。

## 光触媒の「ひかり」とは

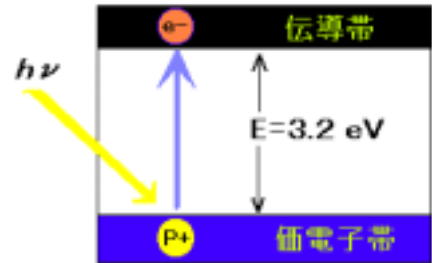
光触媒は光の力ではたらくと説明しましたが、その光とはどのような光なのでしょう。  
光には太陽、白熱電球、蛍光灯、誘蛾灯、殺菌灯などの様々な光源があります。こうした光源はそれぞれ、目的により異なる光の波長で発光しています。



模式図

二酸化チタンは半導体で、光のエネルギーをもらうことで自分自身が高エネルギーの状態となり、光が当たった表面の電子を放出します。このとき貰ったエネルギーが十分に高ければ、価電子帯というところにあった電子は一気に伝導帯というところまで飛び上がります。

このようにして電子が飛び上がるエネルギーは光から貰いますが、この光のエネルギーは光の波長のエネルギーと考えられ、電子が飛び上がらねばならないハードルの高さから、このエネルギーは紫外線の波長をもつ光であることが必要とされる訳です。



$$E = h\nu \quad E: \text{エネルギー} \quad h: \text{プランク定数} \quad \nu: \text{振動数}$$

$$\nu = c/\lambda \quad c: \text{光速} \quad \lambda: \text{波長}$$

したがって  $E = hc/\lambda$

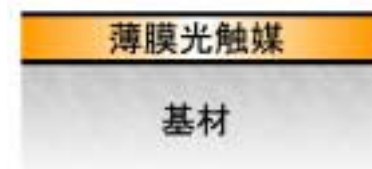
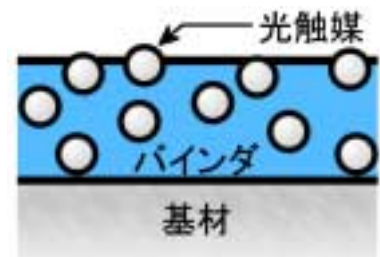
ここで E は二酸化チタン 3.2eV(=5.12 × 10<sup>-19</sup>J)であり、既知数 (c:3.0 × 10<sup>8</sup>m/s、h:6.63 × 10<sup>-34</sup>J・s)を代入して解くと、必要な波長は約 380nm となり、光触媒がはたらくのに必要な光とは、紫外線であることが判ります。

## 薄膜光触媒

二酸化チタンは化粧品、歯磨き粉、薬の増量剤、塗料など様々な分野で利用される無害な物質です。しかしこのような利用法は二酸化チタンが粉で供給されることで賄われてきました。ところが二酸化チタンを光触媒として5つの機能を利用しようとする、粉では風で飛んだり、水に流されたり、また水を浄化しても粉を分離しなくては浄化した水は使えません。そこで粉を固定する方法が考えられてきました。

バインダで粉状の二酸化チタンを固定するのは容易ですが有機バインダでは光触媒反応によりバインダそのものが壊されます。

無機バインダは光触媒反応の影響はありませんが、大量に入れても実際に効果があるのは表面に露出した粉のみです。



そこで当社は通産省工業技術院名古屋工業技術研究所とともに、粉の二酸化チタンを使用せず、全表面が二酸化チタンだけで覆われる薄膜の光触媒を成膜するという技術の開発に着手し、成功したのです。

チタンアルコキシドを出発材料とするこの手法はゾルゲル法と呼ばれ、加水分解によって得られたゾルをディップコーティングなどにより、基板にコーティングして膜を造ります。

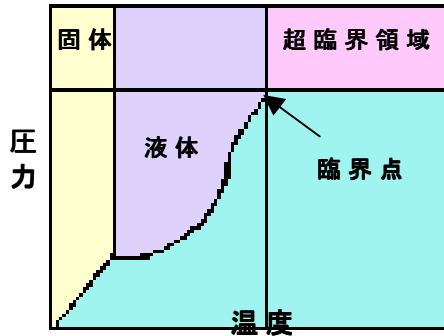
この時点では、膜は二酸化チタンの膜ではないため、基板と共に焼成することでゾルは結晶化し、二酸化チタンの薄膜となるのです。



## 超臨界技術

さて、ゾルゲル法にも弱点があります。

粒状担体や微細なすきまをもつ担体は、毛細管現象がゾルの液切れを邪魔するため、不得手です。この結果、細孔や粒同士の間隙に溜まった液は焼結時には粉体化して膜となりえません。



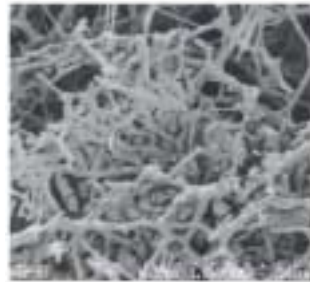
こうした弱点を克服するために超臨界ゾルゲル法が開拓されました。

流体にはある温度、圧力を超えると液相と気相の境界が無くなる温度・圧力があります。この点を臨界点といい、この臨界点を超える領域を超臨界と呼びます。

超臨界領域で流体は、液体の性質と気体の性質を併せ持つため、如何なる微細な空間であっても自由に入り出すことが可能となります。

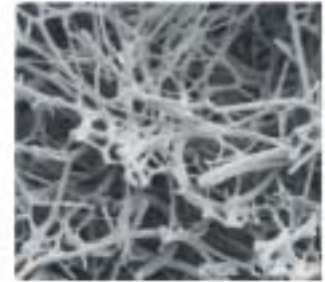
ゾルのような粘性液体であっても毛管現象が起こらず、微細な空間であっても、その中で薄膜として結晶化させることができるという特徴があります。

ノズルから大気圧に吐出されることで超臨界流体中に溶解していた二酸化チタンは一気に析出します。通常、この析出体は超微粒子の二酸化チタンですが溶解条件、吐出条件により微細な空隙をくぐり抜けて、薄膜として繊維状、微粒体へのコーティングを可能にしました。



ゾルゲル法

繊維と繊維の間の微細な隙間にチタニアが目詰り



超臨界ゾルゲル法

繊維そのものの表面が二酸化チタンの膜に覆われて、繊維と繊維の空隙には何も生成しない

## 色素増感二酸化チタン太陽電池

超臨界流体技術はこれまで主として超臨界水に代表されるように、難分解性物質の瞬時分解への適用が検討されてきましたが、エネルギーを多く使用することから、如何に新素材にこの技術を利用できるかが着目されています。

こうした環境下で、二酸化チタン薄膜および超臨界流体の何れも、国公立研究機関との共同研究により、行なって参りました当社としては、両技術の最先端部分の融合により、過去に無いハイブリッド機能性薄膜を得ることが可能となりました。その至近な具体例として色素増感二酸化チタン太陽電池の製法に適用を検討しています。

変換効率に対し、価格が安価にできるこの色素増感二酸化チタン太陽電池は新世代の太陽電池として、建築外装ガラスや住宅の窓を太陽電池とする目標に向かって、開発が進められています。

