

光触媒技術を上手に使おう

最近よく耳にする『光触媒』。その利用技術は、大気浄化、防臭・防曇など多岐にわたっています。本稿では光触媒技術の原理と利用法、最近の開発動向をご紹介します。

光触媒技術の原理

光触媒は、太陽や蛍光灯の光に照らされることによって初めて触媒機能を発揮する物質です。光触媒の基本的な原理は、二酸化チタン電極に紫外光を照射すると水の分解反応が起こること（いわゆるホンダ・フジシマ効果）を発見した研究によって、1970年ごろに明らかになりました。その原理は、二酸化チタンに光を照射すると二酸化チタン粒子中に電子と正孔が生成する、というものです。図1のような水の分解反応において、白金電極では、導線を通じて二酸化チタン電極から導かれた電子によって（電流が流れて）水が還元され、水素が発生します。一方、二酸化チタン電極では、正孔によって水が酸化され、酸素が発生します。

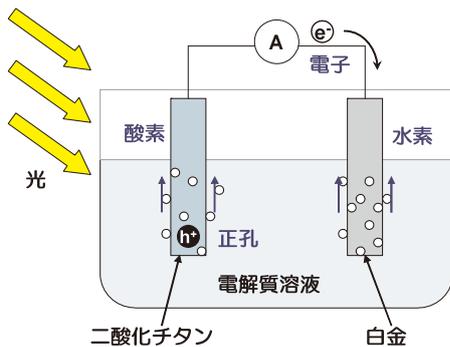


図1 水の光分解反応

二酸化チタンに光照射すると、水が酸素と水素に分解されます。この現象をホンダ・フジシマ効果といいます

光触媒技術の利用

二酸化チタンに光を照射して生成した電子や正孔は、空気中の酸素や水分と反応することにより、活性酸素(O₂⁻)やヒドロキシラジカル*(OH[·])を生成させます。(*注:この反応で生成する物質については諸説あり、OH[·]は生成しないという説や、

原子状酸素(O)が生成するという説もあります。) O₂⁻ やOH[·]は非常に酸化力が強いので、有機物質を酸化分解することができます(図2)。また、正孔も強い酸化力があり、直接有機物質を分解できます。分解対象物を有害有機物質や汚濁物質、菌などに適用し、大気や水質の浄化、抗菌タイルなどの用途に光触媒技術が利用されています。

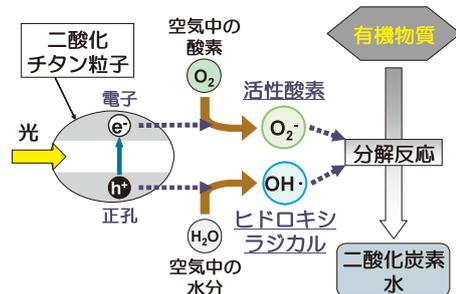


図2 有機物質の酸化分解反応

光照射によって二酸化チタン中に生成した電子と正孔は、空気中の酸素や水分と反応し、酸化力の高い活性酸素やヒドロキシラジカルを生成します。これによって、有機物質を分解することができます

また、二酸化チタンに光を照射すると、その表面がとても水に“なじみやすい”性質(超親水性)になります。この性質を利用して、ガラスの曇りを防いだり、壁に汚れをつきにくくしたりすることができます。

通常のガラスの表面に細かい水滴が付着すると、光を散乱し曇って見えます。そこで、二酸化チタンを表面に薄く塗ると、水滴が水膜となって光の散乱が起こらず、曇りを防ぐことができます。また、光があたった時に、水膜が汚れの下にもぐり込み、汚れを浮かせて流れ落とし、防汚の効果を得られます。

さらに最近では、超親水性の性質を利用して、“打ち水効果”による冷房システムが開発されています。建物の外壁や窓に光触媒を塗布し、上から全面に少しずつ水を流します。太陽の光によって、光触媒の超親水性が発揮され、水が膜状に広がり、建物全体が水膜で覆われます。この水が蒸発する気化熱で建物から熱を奪い、少量の水で冷房効果を得る優れた技術です。

二酸化チタンに代わる新しい光触媒材料

これまでに示した原理や開発された技術は、ほとんどが二酸化チタンを対象に発展してきました。紫外線を吸収した二酸化チタンは非常に強力な光触媒として働きますが、吸収できる光は紫外線に限られています。そのため、太陽光エネルギーの約3%しか利用されていません。そこで、効率よく光触媒機能を得るために、図3のように可視光を吸収できる光触媒材料の開発が盛んにおこなわれています。これらの多くは、二酸化チタンに他の金属を添加した材料や、二酸化チタン中の酸素を窒素や硫黄、フッ素などに置き換えた材料ですが、まったく別の金属の酸化物・窒化物・硫化物などの材料も現在開発されており、今後の発展が期待されています。

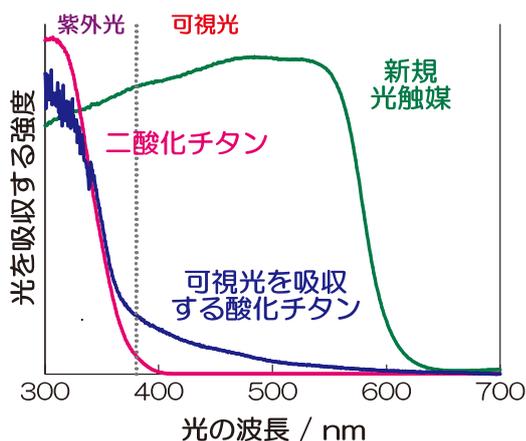


図3 光触媒材料の光吸収スペクトル

二酸化チタンが吸収する光は紫外線ですが、可視光を吸収できる光触媒が開発されています

都産技研の取組み

当センターでも、光触媒に関する研究開発をおこなっております。代表的なものを一つご紹介します。平成18年度に実施された基盤研究「可視光応答型光触媒を用いた揮発性有機化合物の分解デバイスの開発」では、可視光応答型光触媒をマイクロ化学チップの流路に塗布した揮発性有機化合物(VOC)を分解するデバイス(図4)を試作し、その分解性能を評価しています。マイクロ化学チップは100マイクロメートルの幅と深さの流路で構成されており、反応空間を微小にすることで、光触媒とVOCの接触確率を高め、分解反応効率を向上させる試みです。この試作したデバイスを用いると、単位

面積当たりのVOC分解能力は、平板に光触媒を塗布した場合と比較すると、約100倍効率が向上しました。



図4 試作したマイクロ化学チップデバイス

マイクロ化学技研(株)製のチップ。流路(幅100マイクロメートルx2本)の内側に可視光応答型光触媒を塗布してあります

また、当センターが中核機関となって進めている(独)科学技術振興機構(JST)の「地域結集型研究開発プログラム」(テーマ名:『都市の安全・安心を支える環境浄化技術開発』)では、環境浄化材料として、光触媒を使うことが計画されており、光触媒技術を利用して、工場から大気に排出されるVOCの処理装置を開発することがメインテーマとなっています。なお、地域結集型研究開発プログラムに関しては、下記ホームページをご参照ください。

<http://create.iri-tokyo.jp/index.html>

参考文献

- 1) 佐藤しんり『光触媒とはなにか』講談社.
- 2) (独)新エネルギー・産業技術総合開発機構 HP: よくわかる!技術解説 <http://app2.infoc.nedo.go.jp/kaisetsu/index.html>
- 3) 渡邊禎之 東京都立産業技術研究センター研究報告第2号(2007) pp.106~107.

研究開発部第二部 材料グループ <西が丘本部>

渡邊禎之 TEL 03-3909-2151 内線 325

E-mail: watanabe.sadayuki@iri-tokyo.jp

地域結集型研究開発プログラムに関するご質問は下記の問い合わせ先まで

地域結集事業推進部 企画チーム<西が丘本部>

TEL 03-3909-2493