

光触媒が応用技術をリードする

藤嶋 昭

財団法人 神奈川科学技術アカデミー理事長

光分子科学の応用として、最も身近なのが光触媒だ。その発見と開発の歴史には、第2、第3の応用例を生み出すヒントがたくさん隠れている。

酸化チタンと出会ったのは大学院の時です。当時は、光を感じる半導体の研究が世界的にさかんでした。酸化亜鉛を水に入れて光をあてると酸素ガスが発生するという報告に刺激され、先輩が別の研究に使っていた酸化チタンの結晶を譲り受けて同様の実験をしてみました。すると、やはり酸素が出た。ただし、酸化亜鉛の場合はそれ自身が分解されて酸素ができたのに、酸化チタンは分解しなかった。水の分解で酸素が発生していたのです。一方、酸化チタンとつないでおいた白金電極のほうでは、水素が発生しました。

1972年にこの結果を*Nature*誌に発表す

ると、たいへんな注目を浴びました。私自身は、植物の光合成と同じように太陽の光で酸素をつくれたことに感動したのですが、世間は、クリーンなエネルギーである水素ガスをつくれることに期待を寄せた。その期待に応えるべく、水から大量の水素をつくる研究に取り組みました。しかし、太陽のエネルギーは密度が低く、かなり広い面積の酸化チタンを使っても、水素はたいしてつけれないことがわかりました。

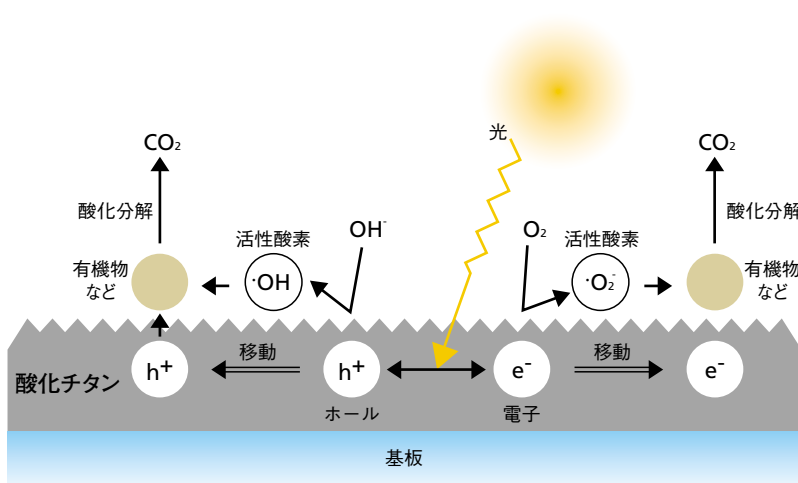
簡単には進まなかった実用化

転機が訪れたのは1989年でした。分子研にいた橋本和仁君（現・東京大学教授）を

講師に迎え、別の使い道はないかと模索しました。酸化チタンには、水を分解するほどの強い分解力がある。少量のものを分解することが有効な場面で使おうと、環境浄化への応用を思いつきました。

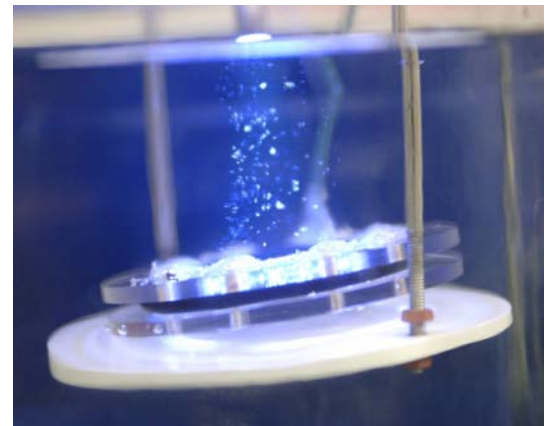
最初に取り組んだのは、細菌の除去でした。東陶機器の渡部俊也さん（現・東京大学教授）が共同研究のために来て、トイレの表面に酸化チタンをコーティングしてくれました。このタイルを手術室の床と壁に貼ったところ、空中浮遊細菌が蛍光灯の光で見事に除去されました。トイレの機器の表面に使えば、消臭や防汚の効果があることもわかりました。

そこで、私は北九州市まで東陶機器の



光触媒の働き

酸化チタンは半導体で、紫外線があたると電子とホールができる。この電子が水に溶けている酸素分子 (O_2) に渡され、また、ホールが水酸化イオン (OH^-) に渡されて活性酸素ができる。活性酸素やホールが汚れやにおいなどのもとである有機物を分解する。



最初に酸素の発生を確認した実験装置。光触媒ミュージアムに展示されている。紫外線をあてると、酸化チタンから酸素の細かい泡が立ち上る。撮影：由利修一

藤嶋 昭 (ふじしま・あきら)
大学院生の時、本多健一助教授とともに、酸化チタンへの照射で水の電気分解が起こることを発見。この現象は「ホンダーフジシマ効果」と呼ばれ、世界的に有名になった。光触媒としての応用を切り開いてからは、企業との共同研究、留学生の受け入れなどを活発に行い、大きな研究プロジェクトを次々に組織してこの分野を引っ張っている。東京大学教授を退官した2003年、現職に。子供たちの理科離れを防ぐ一助にしたいと、神奈川科学技術アカデミー内に「光触媒ミュージアム」を設けた。
撮影：由利修一



江副茂社長に会いに行きました。新しい技術を実用化するときは、トップに話をもっていくほうがいい。下のほうの人はサラリーマンですから、「製品化して失敗したら困る」となって、そこで話が止まってしまうがちです。江副社長はご母堂を院内感染で亡くされたらしく、この技術に感動し、企業化を精力的に進めてくれました。

その後、タバコのおいをとる空気清浄機にも、高速道路のトンネル照明のカバーガラスにも使われるようになりました。トントン拍子に見えるかもしれませんが、おもに粉末での応用が試みられていた酸化チタンを、「コーティング」という形で固定して使ったところに大きなブレイクスルーがあったと思っています。また、どれも実用化にはネックがありました。

例えば、カバーガラスの場合、酸化チタンをコーティングしても最初は効果が出ませんでした。熱処理をして密着させるため、ガラスの中のナトリウムイオンが拡散ってきて酸化チタンにとけ込み、分解力のない物質に変化してしまったのです。ナトリウムイオンの移動を防ぐためにガラスの表面を透明なシリカでカバ

ーしてから酸化チタンをコーティングし、ようやく実用化にこぎつけることができました。

広がり続ける応用範囲

10年前、東陶機器で鏡の表面へのコーティングを研究していたとき、酸化チタンのもう一つの性質が明らかになりました。汚れが除去されてきれいになっただけでなく、水が水滴にならずに広がったのです。その理由を詳しく調べたところ、酸化チタンが光を受けたときにいちばん表面にある酸素原子がとれ、水が吸着しやすくなったことがわかりました。

この「超親水性」の発見により、酸化チタン光触媒の応用範囲はさらに広がりました。建物の外装材料に使うと、雨が水滴にならずに流れるため汚れがとれやすくなり、常にきれいに保てるのです。ガラスはすでに、ルーブル美術館のピラミッドや中部国際空港の窓に使われています。外壁や屋根にうっすらと水を流すこともできるので、その「打ち水効果」で室温上昇を防ごうという研究も愛知万博内で行われました。

私は、科学技術は誰もが天寿をまっとうできるような社会の実現に貢献すべき

だと考えています。酸化チタンはその理想にかなり近いものですが、もっと貢献できるように、医学部の研究者と共同で医療面への応用も進めています。カテーテルの表面にコーティングして清潔さを保つとか、分解力をがん治療のために使おうという研究をしています。

酸化チタンの弱みは、光のうちでも紫外線でしか分解力を発揮しないことです。可視光でも働くようにするため、酸素原子の一部を窒素などほかの原子に置き換える研究も行われています。そうなれば、白熱電球の光でも働くので、さらに応用が広がります。

科学上のすばらしい発見は、発見者が一人で成し遂げたように思われがちですが、背景には必ず、時代の風や研究仲間の熱気があったはずで。私自身も、世界的な研究の流れの中で、酸化チタンの結晶に出会えたことで大きな発見ができました。現在、私が率いる研究グループは熱気に満ちているし、ほかにも、たくさん熱いグループがある。その中から、思わぬ発想が生まれ、斬新な応用や新たな物質が次々に見つかるものと期待しています。

(取材・構成 青山聖子)