

フジコー技報第 32 号によせて

## マイケル・ファラデーに学び、 光触媒を実行

東京理科大学名誉教授  
東京応化科学技術振興財団理事長  
光機能材料研究会会長  
藤嶋 昭  
Akira Fujishima



私の大学院生の時に読んだ H. スーチン著「ファラデーの生涯」は感動的だった。ファラデーの貧しい少年時代から数々の研究成果をあげるまでの一生が書かれていて、夢中で読んだことを今も覚えているし、現在も時々この本を開いている。

ファラデーの研究成果はモーターや電磁誘導、あるいは電池系と今の私たちの生活に大きく関わっているし、彼の研究方針や態度は私にとっては常に目標にしていることである。

ファラデーは常に基本的なことを中心に着想し、実際に簡単な材料を使って実験し、その成果をきちんと記録し、なるべく早く発表する。しかもほとんど 1 人で実験した成果である。

さらに科学を一般の人、特に若い青少年に伝えるための講演や実験を数多く実施している。特に良く知られているのが「ロウソクの科学」である。ファラデーのことを最近本としてまとめてみたので、是非読んでいただけたらと願っている<sup>1)</sup>。

光触媒のこと始めであるが、50 年以上前のことになってしまう。私が東大の大学院生になり、新しい研究テーマを考えていた時のことから話したい。大学で電気分解や電池の電気化学を学んだので、この分野の新しい方向を調べてみた。有機物や生体系の関わる電気化学も始まってきたが、光が関与する電気化学がおもしろいと思うようになった。図書館にこもり、新しい研究成果がでている論文誌を調べたところ、最新の論文誌にドイツの Gerischer 先

生が半導体を水の中に入れて、光を照射した時の電気化学反応を調べておられていることが分かった。Gerischer 先生たちは n 型半導体である ZnO 単結晶を用いて、光を当てると光電流が観測されていたのである。その時の電気化学反応は ZnO の溶解反応が光照射で起こっているとの説明であった。

そこで私は東大の指導教官のお一人の菊池真一教授にお願いして、Gerischer 先生が使っていたと同じ、ZnO 単結晶をアメリカの 3M 社から入手することができた。早速 Gerischer 先生と同じ方法で実験し、酸化光電流を観測できたが、やはり反応は ZnO 自体が溶ける反応で ZnO 表面がガタガタに変化した。

同じような n 型酸化物半導体はないのかと、調べてみた。酸化チタン TiO<sub>2</sub> が候補として浮かび上がり、いろいろな人に聞いてみたところ、神戸の中住クリスタルで作っていることを知った。そこで社長の中住さんに手紙を書いてお願いしてみた。幸いにも中住さんから親指くらいの大きさの酸化チタン単結晶をいただくことができた。これをダイヤモンドカッターで薄板状に切って電極として使ってみた。光を当てると酸化亜鉛の時と同じように酸化光電流が流れ、酸化チタン表面からガスが発生した。この気体を集めてガスクロで調べたところ純粋な酸素であった。光を当てただけで、水が分解して酸素が発生した。酸化チタン表面は変化せず、しかも発生電位は理論値よりも 1V 以上もマイナス側であった。光エネルギーがうまく利用されて水の分解が容易になったわけである。

白金電極を対極にすると、ここからは水素が発生した。水の分解が光をあてるだけでできたことになる。そこで日本化学会などの学会でこの結果を発表した。しかし水の分解の電位が理論値よりもマイナス側で起こっていることを大御所の先生方に理解してもらえず、もっと勉強をしてから発表するように、とのご忠告である。しかし実験に誤りはない。しばらく考えてから、では一番権威のある論文誌 Nature に投稿してみた。するとすぐに受理され、1972年の論文になった<sup>2)</sup>。これが今でも多くの方々に引用していただいている Nature 論文である。引用件数は今では4万件ほどになっている。光触媒のスタートの論文と言われている。

今では酸化チタンを用いる光触媒は空気中のおい物質やウイルスなどを分解でき、表面を常にきれいに保つことができる方法として世界中で使われている。

このように酸化チタンを用いる光触媒は、環境浄化材料として我々の身近に幅広く応用されてきている。例えば、光触媒フィルターを搭載した空気清浄機は、たばこのにおいや空中の浮遊菌を除去できることから、東海道新幹線(N700系)や病院に設置されており、また光触媒を塗布したビルのタイルや窓ガラスは建物を常にきれいに保つことができると、日本をはじめ世界中で使われてきている。

酸化チタン光触媒には大きく分けて二つの特徴ある反応が関与していることが知られている。

ひとつは光触媒分解といって、表面にきた物質を分解する反応である。水だけが表面にあれば水を分解するが、有機物があればこの有機物の方が優先的に二酸化炭素まで分解される。

もうひとつの超親水性は、水に非常になじみやすくなる現象である。一般的に多くの材料では、表面に水を落とすと水滴が付くが、酸化チタンをコーティングした材料に光を当てると、その酸化チタン表面では水は水滴にならずに、ほぼ完全に一様な薄い膜として広がる。このため油汚れなどが表面に付

着していても水をかけるだけで、汚れの下に水がしみ込んで汚れを浮かせ、簡単に水で洗い流すことができる。また、水滴ができないことから、曇らないガラスや鏡としての応用もできる。すでに車のサイドミラーに使われ、雨の日でも水滴が付かず良好な視界を確保できる技術として好評を得ている。

酸化分解と超親水化の相乗効果は「セルフクリーニング効果」と名づけられている。晴天時の日光により汚れを分解し雨天時の雨水によって汚れを洗浄して、その名の通りメンテナンスを必要とせず常に清浄な表面が保たれるので、建物の外装材としての応用が大きく広がっている。

外装材と同様に大きく市場が伸びている浄化機器分野では、空気清浄機としての応用展開が目立つ。シックハウス症候群など、生活環境の有害物質による健康被害が問題視されるようになり、光触媒技術を応用した空気清浄機の需要が増加した。やがて、家庭はもとより、病院、ホテル、レストラン、喫煙所など、多種多様な場所に光触媒フィルターを組み込んだ空気清浄機が導入されるようになり、さらにコロナウイルスの問題がおき、光触媒の効果が注目されてきた。これらの空気清浄機は、一般的に、酸化チタンをコーティングした光触媒フィルター、紫外光源、ファンを組み込んだ構造になっている。室内の有害物質や微生物などは、ファンで取り込まれて光触媒フィルター表面に吸着し、紫外線光照射による光触媒反応で酸化分解される。

光触媒フィルターの性能が空気清浄機のための最も重要なキイテクノロジーであるが、特に貴フジコーの溶射による酸化チタン光触媒特性はすばらしい。酸化チタンを各種素材の表面に高密度で密着させることができる独自の低温高速フレーム溶射の技術が使われているからである。溶射の衝撃で基材に食い込んで酸化チタン微粒子を密着させるので、高密度の光触媒皮膜が生成し、高い光触媒特性が発揮されている。

具体的な製品としてブルーデオを私も自宅を使わ

せていただいているが、消臭・殺ウイルス効果が抜群で、しかも長期の使用でも、光触媒特性が保持されている。やはり、秀れた溶射技術が活かされていることによる。この秀れた溶射技術がタイルなどの建材にも応用されている。これら光触媒タイルを使用した老人ホームを数年前に見学させていただいた時に驚いたが、老人ホーム独特のにおいが全然ないことであった。やはり、消臭効果が抜群であることを実感した。

このすばらしい溶射技術を使つての光触媒系をさらに広い分野への展開を期待したいものである。

#### 参考文献

- 1) 藤嶋昭、落合剛、濱田健吾、ファラデーのつくれた世界（化学同人）（2024.4）
- 2) A.Fujishima, K.Honda, Nature 238,37(1972)

#### 【履歴書】

ふじしま あきら

藤嶋 昭

生年月日 昭和 17年 3月 10日

#### 【略 歴】

昭和 46年 東京大学院工学系研究博士課程修了

昭和 61年 東京大学工学部教授

平成 15年 東京大学名誉教授

平成 17年 東京大学特別荣誉教授

平成 22年～30年 東京理科大学学長

現在 東京理科大学荣誉教授・東京応化科学技術振興財団理事長・光機能材料研究会会長など。

これまで 電気化学会会長・日本化学会会長・日本学術会議会員などを歴任。

#### 【主な受賞歴】

昭和 58年 朝日賞

平成 12年 日本化学会賞

平成 15年 紫綬褒章

平成 16年 日本国際賞

平成 22年 文化功労者

平成 29年 文化勲章