



目指せ、究極のクリーンエネルギー

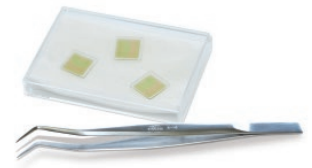
2本の電極が挿してある水槽。

そこに光を当てるだけで、一方の電極側からは酸素が、もう一方からは水素が出てくる。

その水素を溜めれば、燃料電池で利用可能な燃料になる…。

夢のような話だが、すでに実現しつつある技術だ。

そのしっけは、「光触媒」と呼ばれる電極の材料にある。



山田 智 やまだ さとし

1981年、宇都宮大学大学院工学研究科工業化学専攻を修了し、日本電装株式会社（現・(株)デンソー）、コロムビアマグネプロダクツ（株）を経て、1989年より帝京大学理工学部勤務。1995年、社会人大学院生として宇都宮大学大学院工学研究科博士後期課程物性工学専攻を修了し、博士(工学)を取得。

研究テーマ：スパッタリング法による機能性セラミックス薄膜の作製とその基礎特性評価及び応用研究
キーワード：スパッタリング、ペロブスカイト型酸化化合物、電極触媒、酸化チタン、光触媒、電気伝導性

光の力を利用する触媒

光触媒とは、光のエネルギーを吸収することで化学反応を促進させる「触媒作用」を示す物質のことだ。その作用で水分子を分解して、水素を取り出すことができる。このような性質を持つ物質が初めて見つかったのは、1972年のこと。当時東京大学にいた本多健一先生と藤嶋昭先生（当時大学院生）という2人の日本人が、酸化チタンという物質を水中に入れて光を当てると、水素と酸素が発生することを発見し、世界に向けて発表した。

酸化チタンによる光触媒作用には、2つの働きがある。ひとつは強い酸化力。これにより、水の分解が起こる。もうひとつは、超親水作用といって、新品の傘や服などが水をはじく「撥水作用」とは逆に、非常に水になじみやすい性質を示す。この2つの働きを利用して、現在では酸化チタンによる光触媒作用はさまざまな場面で用いられている。たとえば空気清浄機で、内部に紫外線を発する蛍光灯と酸化チタンフィルターを備えたもの。これは紫外線を酸化チタンフィルターに当てることで、悪臭物質やシックハウスの原因となるホルムアルデヒドを酸化分解している。また、酸化チタンを壁やガラスに塗れば、超親水作用のおかげで水が広がるために油污れが定着せず、雨が降ると洗い流してくれる。

高性能な酸化チタンをつくりたい

すでに日常の中で使われている酸化チタンだが、水の電気分解に利用するには、まだ大きなハードルがある。それは、酸化チタンが紫外線にしか反応しないということだ。紫外線は太陽光全体のエネルギーの3～5%しかなく、とても光を効率よく利用しているとはいえない。このハードルをクリアし、太陽光エネルギー

の50～60%を占める可視光線を利用できるように改良した酸化チタン電極をつくらせ、多くの研究者が努力を続けている。

山田先生の研究室では、「スパッタ法」という方法で酸化チタン電極の改良を行おうとしている。スパッタ法とは薄膜をつくるための技術で、真空にした装置の中に膜の原料（ターゲット）と基板、アルゴンガスを入れる。そして高電圧をかけ、アルゴンガスをプラズマ化させて原料にぶつけると、衝撃で原料を構成する原子が飛び出てくる。それを基板に堆積させて、厚さ数nm～数百nm（1nmは1mmの100万分の1）の膜をつくることのできる。

スパッタ法を行うとき、原料となる酸化チタンの上に、貴金属の白金や金などを少量乗せておくと、できた膜には一定の割合でそれらが混ざることになる。このように2種類以上の原料を使うスパッタ法は「同時スパッタリング」と呼ばれており、酸化チタン電極をつくるために用いている人は他にいないという。山田先生がこの方法を重視するのは、狙った割合で異なる原料を混ぜることができるところだ。酸化チタンの中に白金や金の原子があると、光への応答性が変わることはい前から知られていた。白金や金の量や置き方を変えることで、つくられる膜の組成や構造が変わるため、より多くの可視光に応答するものを探すことのできるのだ。

本物を見せる授業

山田先生の専門は、表面処理工学や材料工学という分野になる。航空宇宙工学科の中では異色に感じられる分野だが、実用を考えるとそうでもないことがわかる。山田先生が担当している2年生の航空宇宙表面処理工学の授業では、1年生のときに航空会社

に行き、組み立てられたかたち「完成品」でしか見学することができなかったジェットエンジンについて、コンプレッサーや燃焼室、タービンなどひとつひとつの部品に分解した写真を見せながら、講義を行う。このような部品はすべて、腐食や摩耗、熱に耐えられるように、表面がニッケルやクロムといった金属でコーティングされているのだ。

「授業のときは、できる限り実物を見せたいですね。でもなかなか見に行けないときは、知り合いに頼み、写真を撮らせてもらって用意します」。教科書に書いてあることを読んでいるだけでは、それが実生活でどのように応用されているのか、わからないこともある。実物を見て、それから学んだ方が理解が進むし、実感わくだろうという考えだ。

パワフルな学生よ、来たれ

研究室には、材料工学が好きな学生が集まってくるという。過去に、とんでもない学生がいた。納入されたばかりの装置なので、「ひとりで勝手に装置を使うな」と言っておいたのに、研究室に泊まり込み、自分でマニュアルを見ながらさまざまな機能を使い込んで、先生の方から「教えてくれ」というほどになっていた。その学生は4年生の卒業研究だけ行い、大学院からは別の研究室に行ってしまったが、そこでも評価が高かったという。「そういう学生に、また来てほしいですね」。

可視光だけで水を分解し、水素を生み出す夢の素材をつくりたい。そのためにはさまざまな材料を使い、つくっては性能を評価して、また少し条件を変えてつくる…という地道な研究が必要だ。そのために、ときには先生を引っ張るようなパワフルな学生の再来を望みながら、今日も研究を続けている。