



半導体デバイス開発と光触媒開発

三菱ケミカル（株） 須崎友文

半導体ヘテロ構造の開発により、ノーベル物理学賞を 2000 年に受賞したハーバート・クレマー先生は、“The interface is the device” というフレーズで受賞講演をはじめました。これは、pn 接合やショットキー接合をはじめとして、半導体ヘテロ構造の機能の鍵は界面にあるということを端的に述べた言葉です。

水分解光触媒においては、光を吸収することで電子・正孔対が生成し、両者は分離して水溶液中に放出され、水が還元および酸化されます。光を利用した電子・正孔対の生成は、光エレクトロニクス素子の設計の範疇に入り、「触媒」という名を持ちながら、太陽電池や発光ダイオードなどの半導体デバイスと陸続きの技術であると言えます。

光触媒コミュニティの皆様に対し少し自己紹介させていただきますと、私は東大物理の藤森淳先生のご指導のもと、重い電子系の一種である、近藤絶縁体と呼ばれる希土類化合物の光電子分光で学位を取得し、その後理研の川合真紀先生（現 自然科学研究機構）のもとで金属表面の人工電子状態を研究し、さらに東大新領域の Harold Y. Hwang 先生（現 スタンフォード大）のもとで酸化物界面の物理の研究に従事し、その後東工大応セラ研（現 フロンティア材料研究所）で、ありふれた元素を基軸とする材料開発に細野秀雄先生と取り組んだ後、2016 年に三菱ケミカル（株）に入社し、水分解光触媒開発に関わるようになりました。

三菱ケミカル入社前、本格的に触媒開発に関わることはありませんでしたが、理研の川合真紀先生の研究室では、制御された固体表面での触媒反応に取り組むグループとよく議論させて頂き、また前職である東工大在籍中は、宮内雅浩先生と環境浄化触

媒である $\text{TiO}_2/\text{CuO}_x$ 系の電子状態を研究させて頂きました。

このように、電子デバイス応用を念頭においた、固体の表面・界面の電子状態設計に従事してきた身としては、“The interface is the photocatalysis” と感じており、とりわけ、窒化ガリウム、およびチタン酸ストロンチウムが、水分解光触媒において重要な役割を果たしていることを感慨深くウォッチしています。以下、この二つの材料について書かせて頂きます。

単独の触媒材料での可視光水分解能は、窒化ガリウムと酸化亜鉛の混晶においてはじめて見出されました (Maeda et al., J. Am. Chem. Soc. 2005)。結晶性が良好で、移動度が高いといった、電子材料としてすぐれた特性は、そのまま光触媒材料として優秀、ということは想像はつきますが、それにしても機能性半導体の王様のような材料である窒化ガリウムから、このような決定的な光触媒能が見出されたということに、全く感心してしまいます。また、混晶の相手である酸化亜鉛は、まだ電子材料としては実用に至っていませんが、機能性酸化物を代表する材料であり、こちらにも注目に値します。

一方、チタン酸ストロンチウムは実用材料ではありませんが、非常に高い移動度に起因して、ヘテロ接合界面において発現する量子伝導現象が、2000 年以降、集中的な研究の対象となっています。水分解光触媒としては、チタン酸ストロンチウムは二酸化チタンの一変種として長い研究の歴史がありますが、2020 年、光触媒水分解における 100%の量子効率実現というというマイルストーン的成果がこの材料で実現した (Takata et al., Nature 2020) ということには、これまた感心させられます。

半導体分野に再度注目が集まる昨今、水分解光触媒分野は、半導体分野とともに一気に進展しうる状況にあると思います。このような潮流の中、微力ながらよりよい光触媒開発のために貢献したいと考えています。