

二酸化チタン表面の光励起キャリア寿命 —光触媒活性を向上させるためのヒント—

Photoexcited Carrier Lifetime on TiO₂ Surfaces

—Some Hints to Improve Photocatalytic Activity—

○小澤 健一 (東工大院理工)

○Kenichi Ozawa (Tokyo Institute of Technology)

E-mail: ozawa.k.ab@m.titech.ac.jp

二酸化チタン (TiO₂) が、光触媒作用により様々な有機化合物を分解できることが 1970 年代後半に見出され、80 年代から今に至るまでに多くの TiO₂ 利用製品が市場に出回るようになったにもかかわらず、光触媒の物理機構については未解明な点が多く残されている。その最たるものは、「光触媒活性を決める最重要因子は何か？」である。光触媒が光触媒たらしめる特徴が光励起キャリアであり、これが一連の化学反応を開始させるため、励起キャリアのダイナミクスがカギを握っていることは確かである。実際に、TiO₂ 光触媒の活性発現機構を励起キャリアの観点から説明する多くの試みがなされており、また種々の分光学的手法によりキャリア寿命を測定する研究も両手では収まらない。しかし、得られた結果に対して十分な考察ができていないのが現状である。例えば、観測された励起キャリア寿命がフェムト秒からマイクロ秒までの多岐に渡るのはなぜか、光触媒結晶サイズや結晶を取り巻く化学環境が励起キャリア寿命にどのような影響を及ぼすのか、そもそも結晶のどこにあるキャリアを観測しているのか、ということに対して明確に答えられていない。

本研究では、レーザー光照射で誘起される表面光起電力のナノ秒オーダーの時間変化を、シンクロトロン放射光を用いた光電子分光測定により追跡することで (Fig. 1), TiO₂ 結晶の光励起キャリアの挙動を検証した。この実験法を採用することで、表面に到達した励起キャリアの挙動をバルクの励起キャリアと切り離して検証し、表面励起キャリアの挙動に及ぼす表面ポテンシャル障壁 (バンドベンディング) の影響を正確に見積もることが可能となった。我々の実験では、ルチル型とアナターゼ型 TiO₂ の表面励起キャリア寿命を決定し、キャリア寿命と光触媒活性の間に正の相関があることを見出した。また、キャリア寿命は表面ポテンシャル障壁の高さに依存してピコ秒からマイクロ秒まで変わり得ることも明らかにした。これらの結果は、キャリア寿命を長くするような結晶表面改質を施すことで光触媒活性の向上を図れることを示唆している。講演では、表面改質のポイントについて詳細に議論したい。

は、表面改質のポイントについて詳細に議論したい。

本研究は、SPring-8 BL07 LSU において、上智大 (坂間研)、東大物性研 (松田研) と共同で行った。

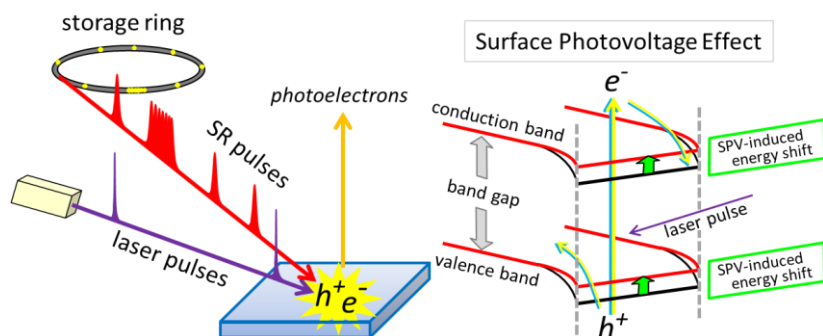


Fig. 1 レーザーポンプ放射光プローブによる時間分解光電子分光実験と表面光起電力効果の模式図。