

# 「光触媒」グループ

グループリーダー 藤嶋 昭

上級研究員 村上 武利

## 【基本構想】

光触媒は日本発のオリジナル技術としてここ数年来応用製品開発が急速に進められ、光触媒の市場規模は年々大幅に増加しつつある。また、研究活動も大学をはじめ多くの企業で活発に光触媒の研究に取り組んでいる。現在、光触媒としては機能・価格・供給量・安全性などの面から酸化チタンがもっとも適していることから酸化チタンをベースに研究や応用開発が進められている。酸化チタン光触媒は酸化分解力と超親水性の二つの機能を有しており、防汚・消臭・抗菌・セルフクリーニングなどの分野に活用されている。その市場規模の増加および光触媒の認知度が高まりつつあり、光触媒は世界的にも注目されており今後更に大幅な市場規模拡大と更なる光触媒機能の向上が期待される。

また、一方では市場規模の増大に伴い、光触媒機能として疑わしい製品が市場に出回っていること、また現行の光触媒は紫外線だけにしか反応せず市場のニーズに対応できていないことなどの問題点もあり、その対応策として光触媒製品の標準化が急ピッチで進められており、また可視光応答型光触媒の研究開発が精力的に進められている。

本グループではこの光触媒の機能向上のための研究活動を進めると共に、光触媒性能評価設備や光触媒技術情報などを外部研究機関・企業等に提供している光触媒オープンラボの運営、および光触媒の原理・技術を広く理解してもらい光触媒の普及・発展を目指した光触媒ミュージアムを開設し、光触媒の健全な市場育成のための情報発信拠点として活動を行っている。

## 1. 平成16年度の研究目的

平成16年度の光触媒グループの活動は光触媒技術の市場ニーズに沿った研究開発活動、また従来から継続している光触媒オープンラボの管理体制の充実化、および光触媒ミュージアムの立上げを重点項目として推進した。

### 1-1. 研究活動

光触媒研究活動は光機能界面を利用した太陽エネルギーの高効率変換を目的として、以下に示すテーマについて研究開発を行った。

#### (1) 高効率太陽電池用カバーガラスとしての低反射率セルフクリーニングガラスの研究開発

野外における太陽電池の長時間使用時に電池表面ガラスの汚れ付着による光線透過率低下を防ぐことを目的とし、光触媒を活用してセルフクリーニング性を持ち、かつ低反射率の高いカバーガラスについての研究開発を開始した。

#### (2) 光触媒による水処理への応用研究

光触媒技術の応用として重要でありながら、実用化への研究開発が遅れている水処理法について研究を行った。光触媒を担持したセラミックフィルターを用いた水処理システムを製作し、その光触媒特性を検討した。

#### (3) Nb-ドーピングTiO<sub>2</sub>の光化学的挙動の研究

太陽エネルギー変換効率を向上させるためには可視光応答型光電極の研究開発が必要不可欠となっている。

その一環として、Nb-ドーピング型TiO<sub>2</sub>の研究に着目し、電極としての光電気化学的挙動を解明し、光エネルギー変換効率向上の可能性を探る研究を始めた。

#### (4) 光触媒のゴムへの応用研究

ゴムは長期間使用では劣化のためその耐久性に問題がある。光触媒をゴムにコーティングすることにより、紫外線による劣化防止とセルフクリーニング性を併せ持ったゴムの応用研究を始めた。

### 1-2. 光触媒オープンラボ

光触媒の機能評価は消臭試験、接触角測定、防汚性評価、NO<sub>x</sub>分解試験、空気清浄機性能評価試験などあるが、ほとんどの項目で特殊な設備を必要としており、また評価方法も特有の方法をとっている。光触媒オープンラボではこれらを評価できる設備を有しており、また評価方法も現在検討されているJIS化の内容に基づいた方法を採用している。

引し、また光触媒機能の適正業に提供することを目的としている。

また、当光触媒オープンラボは会員制を採っており、有償で提供しているが設備管理、品質管理等まだ十分とは言えない状況であり、改善を要している。今年度はそれら管理体制の充実化を図り、会員への満足度を向上させる。

### 1-3. 光触媒ミュージアム

光触媒の健全な発展のためにはその原理を正しく理解し光触媒機能が的確に発揮できる商品開発が必要である。そのためには、光触媒について企業のみならず光触媒のユーザーである一般の方々にも光触媒の原理・機能を的確に理解してもらうことが重要であり、そういう趣旨の基に「光触媒ミュージアム」を開設する。

## 2. 平成16年度の研究成果

以下に平成16年度の研究および活動成果の概容を示し、研究成果についての詳細は後述する。

### 2-1. 研究活動の成果

#### (1) 高効率太陽電池用カバーガラスとしての低反射率セルフクリーニングガラスの研究開発

光触媒のセルフクリーニング性を活用しガラスの汚れを防止することは既知の技術であるが、光触媒である酸化チタンは屈折率が大きく光を反射してしまうため、ガラスの光線透過率を低くしてしまう欠点があった。これを解決するために  $\text{SiO}_2$  粒子とナノサイズの  $\text{TiO}_2$  微粒子をコーティングし、図1に示すような構造体を考案した。そのような構造体を作製するプロセスとして、ガラス板上にまずプラス電荷をもつポリマーを塗布し、その上に  $\text{SiO}_2$  をコーティングした。更にポリマーを塗布し、その上にナノサイズの  $\text{TiO}_2$  をコーティングした。次に500で加熱処理することによりポリマーを除去し、 $\text{SiO}_2$  の上に  $\text{TiO}_2$  が付着している図1のような構造をもつコーティング膜が得られた。コーティング膜は最大光線透過率99%以上と併せてセルフクリーニング機能が得られた。

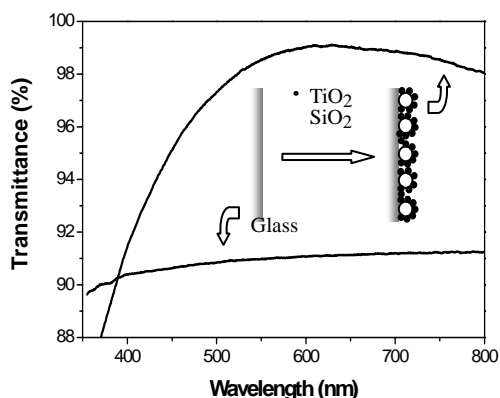


図1. セルフクリーニング低反射率ガラス

#### (2) 光触媒による水の応用研究

光触媒を担持したセラミックフィルターを用いた水処理システム(図2)を製作し、環境汚染物質の代替としてチオニンを用いたモデル系に対して実際の光触媒特性を検討した。この水処理システムは光触媒を担持したセラミックフィルターを8段に組み、チオニンを含んだ擬似汚染水を上から流し、そのセラミックフィルターに紫外線ランプを照射し、フィルターに取り込んだ汚染物質を光触媒により分解する。チオニン溶液は4 mg/L濃度のものを使用し、濃度測定にはUV-可視分光光度計を用いて吸光度を測定することにより評価した。その結果、当光触媒付きセラミックフィルターを用いた水処理システムにより、チオニン成分を分解し、水を浄化できることが解った。

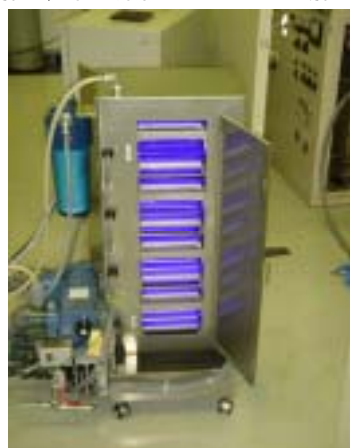


図2 光触媒による水処理システム

#### (3) Nb-ドーピング $\text{TiO}_2$ の光電気化学的挙動の研究

可視光応答型光触媒は多くの研究機関や企業等で研究開発されている。その方法として  $\text{TiO}_2$  をベースにN-ドーピング、S-ドーピング、色素増感型など様々な可視光応答型光触媒が開発されており、一部では製品化も進められている。当研究では可視光応答型電極として Nb-ドーピング  $\text{TiO}_2$  に着目して、その電極としての光電気化学的挙動を解明し、エネルギー変換効率向上の可能性を究明する。

$\text{TiO}_2$  に Nb を 1% ~ 10% ドーピングした電極を作製し、対極として白金電極を用いて Xe ランプによる照射下で光電気化学的性能を評価した。

その結果、Nb-ドーピング添加率が高くなるにともなう酸化光電流が低下する傾向があることが解った。これは光照射により光触媒が励起され、伝導帯に電子密度が高くなることにより、正孔との再結合が促進されたためと推察される。また、光電流は Nb-ドーピング量が増加するとプラスポテンシャルの方へシフトし、光電流量子効率も低下する傾向がある。一方、Nb-ドーピング量が増加すると伝導帯の電子密度が高くなるため、目的とは異なり短波長側へシフトしていくことが解った。

今後、更に研究を進めていく。

#### (4) 光触媒のゴムへの応用研究

こ使用されている天然ゴムを用いて、光触媒をコーティングすることによりその表面改質を試みた。

ゴム表面に直接光触媒 ( $\text{TiO}_2$ ) をコーティングするとゴム自体が酸化分解されるためゴム表面にまず保護層として  $\text{SiO}_2$  膜を施す必要がある。 $\text{SiO}_2$  膜はテトラエトキシシラン (TEOS) をゴム表面に付着させオゾン中で UV 照射することにより TEOS を酸化させ  $\text{SiO}_2$  膜とした。

その上に液相堆積法 (LPD法) により  $\text{TiO}_2$  膜を生成させ、得られた  $\text{TiO}_2$  コーティングゴムをキセノンウェザオメーターで促進耐候試験を行い、その劣化の状態を引っ張り試験により評価した。

また、光触媒としてのセルフクリーニング性についてはメチレンブルーの分解実験により評価した。

その結果、 $\text{TiO}_2$  コーティングゴムの光触媒としての機能 (メチレンブルー分解) は有していることが解った。

しかし、目的とするゴムの劣化防止については光触媒処理なし (ブランク) と比較して若干の有意差は認められるが、実用面からは十分とは言えず、更に改善すべく研究を進めていく。

## 2-2. 光触媒オープンラボ

光触媒オープンラボの会員数は平成 16 年度末現在で 38 機関 (企業 + 大学等) あり、また光触媒オープンラボ利用件数は年度累計で 62 件の実績であった。

オープンラボの所有している光触媒評価設備は臭気分解試験機、接触角測定装置、防汚試験機、UV - 可視分光光度計、 $\text{NO}_x$  分解試験機、キセノンウェザオメーター、鉛筆引っかき試験機、摩耗試験機、空気清浄機性能試験機、電子顕微鏡がある。このうち空気清浄機性能試験機は平成 16 年度に新規導入した設備である。

また、光触媒オープンラボの活動の一環として光触媒技術情報誌を編集し、2ヶ月ごとに会員向けに提供している。この情報誌は最新の光触媒技術に関する情報を網羅しており、光触媒に関する学会予稿集、文献情報、特許情報、解説記事、新聞記事、パンフレットなどを紹介している。光触媒を扱っている技術者にとっては非常に貴重な情報源であると確信している。

現在光触媒機能の評価方法については日本セラミックス協会が事務局となり、光触媒標準化委員会 (委員長; 藤嶋昭) で JIS 化が推進されている。平成 17 年度までに 8 種類の機能評価方法について規格・標準化を行う計画となっている。この JIS 化に伴って当光触媒オープンラボも規格に沿った方法に見直す必要があり、またオープンラボがもっと利用・活用しやすいように顧客満足の視点から充実を図ると共に、更に将来的に光触媒認定機関を目指していくためにも、設備管理、品質管理等の管理体制を強化していく必要がある。その第一歩として 16 年度は研究棟 2 階の一室に光触媒オープンラボの評価設備を集約・整備した。

次年度からは設備管理・品質管理を強化し、更に信頼性を

向上するよう図っていく。

## 2-3. 光触媒ミュージアム

### (1) 光触媒ミュージアム立上げ

光触媒ミュージアムは平成 16 年 7 月 21 日に開催された KAST 主催の「光触媒技術展」と同時オープンする予定で実質的に平成 16 年 4 月から設営準備に入った。

設営準備に当っては KSP、KSP コミュニティ、旧 KTF との定期的な連携会議および KAST 内での理事長とのオープンラボ定例会議等により密な連携をとりながら進めた。

設営場所は西棟 1 階奥の一角である。特に労を要したことはレイアウトであった。展示製品の具体的な内容が掴めないまま、どう分類してどう配置するか、また R&D 通路側窓をどう活用するかなどが焦点であった。また光触媒の原理をデモ機などを用いて解りやすい展示にすること、理事長の「青少年の理科離れ防止」の思い入れによる青少年向けの図書コーナーを設けること、光触媒製品の実使用を再現する実用展示により光触媒技術を一般の方々にもできるだけ理解しやすいような展示内容にすることに重点を置いて検討した。

全員の協力により光触媒ミュージアムは計画通りの 7 月 21 日にオープンすることができた。オープニングセレモニーには川崎市長らを迎え、盛大に行われた。(図 3)



図 3 光触媒ミュージアム・オープニング  
セレモニー (平成 16 年 7 月 21 日)

オープン以来の入場者数は平成 17 年 3 月末までの累計で 7,082 名であった。7 月から 9 月までのオープン当初の 3ヶ月間は非常に盛況であったが、10 月以降は月平均約 500 名でコンスタントな水準で推移している。

また、夏休みなどには小中学生が夏休みの自由課題などに光触媒展示パネルなどを写し取ったり、技術員へ質問をしたりして勉強している姿が多く見られた。

平成 17 年度は展示企業に対して有料化を行いミュージアム運営経費に当てる。これに伴い、ミュージアム運営の充実化を図っていく。充実化の重点項目として企画展示を年数回行い、また光触媒製品の新品を紹介するなど市場動向に沿って展示内容を更新していき、光触媒の最新情報発信拠点として光触媒分野の発展に貢献していく。