

NEDO、人工光合成化学プロセス技術研究組合、東京大学、TOTOの共同開発 人工光合成による水素製造の実用化を加速させる 混合粉末型光触媒シートを開発

～英国科学誌「Nature Materials」のオンライン速報版で公開～

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)、人工光合成化学プロセス技術研究組合(ARPCHEM)^{※1}、東京大学、TOTO株式会社は、NEDOの「二酸化炭素原料化基幹化学品製造プロセス技術開発(人工光合成プロジェクト)」^{※2}において、太陽エネルギーを利用した光触媒による水からの水素製造(人工光合成^{※3}の一種)で、2種類の粉末状の光触媒を用いた混合粉末型光触媒シートを開発し、太陽エネルギー変換効率 1.1%を達成しました。さらに、同シートのコンセプトをもとに、大量生産が可能なスクリーン印刷による10cm角の塗布型化にも成功しました。

開発したシートは非常にシンプルな構造で、大面積化と低コスト化に適しており、安価な水素を大規模に供給できる可能性を持っています。

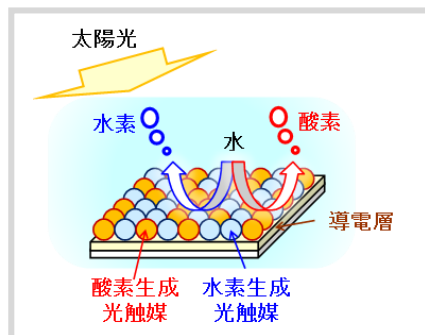
なお、今回の研究成果は、2016年3月7日(月)16時(英国時間)に英国科学誌「Nature Materials」のオンライン速報版で公開されています。

〈参考〉

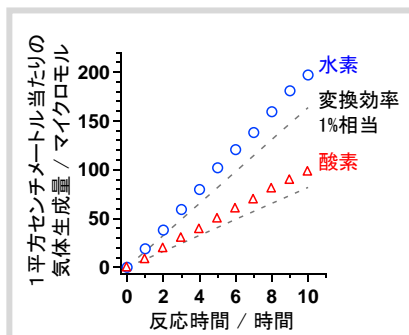
「Nature Materials」のオンライン速報版

<http://www.nature.com/nmat/journal/vaop/ncurrent/full/nmat4589.html>

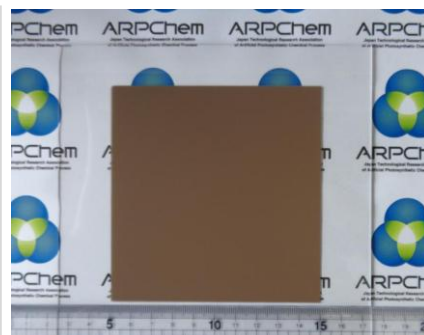
※1: 参画機関: 国際石油開発帝石(株)、住友化学(株)、TOTO(株)、(一財)ファインセラミックスセンター、富士フイルム(株)、三井化学(株)、三菱化学(株)(五十音順) ※2: 2012～2013年度は経済産業省、2014年度からはNEDOのプロジェクトとして実施中 ※3: 太陽エネルギーを用いて、水や二酸化炭素等の低エネルギー物質を、水素や有機化合物等の高エネルギー物質に変換する技術。



混合粉末型光触媒シートによる
水分解の概念図



混合粉末型光触媒シートからの
水素と酸素の発生状況



スクリーン印刷により作成された
混合粉末型光触媒シート
(10cm×10cm)

TOTO は、1994 年に光触媒を用いた「抗菌タイル」の開発に成功して以来、光触媒の分解力や親水性を活用した建材や塗料を商品化するなど、光触媒技術の実用化に取り組み続けてきました。本プロジェクトにおいては、混合粉末型光触媒シートの実用化に向けた技術開発を担当しています。

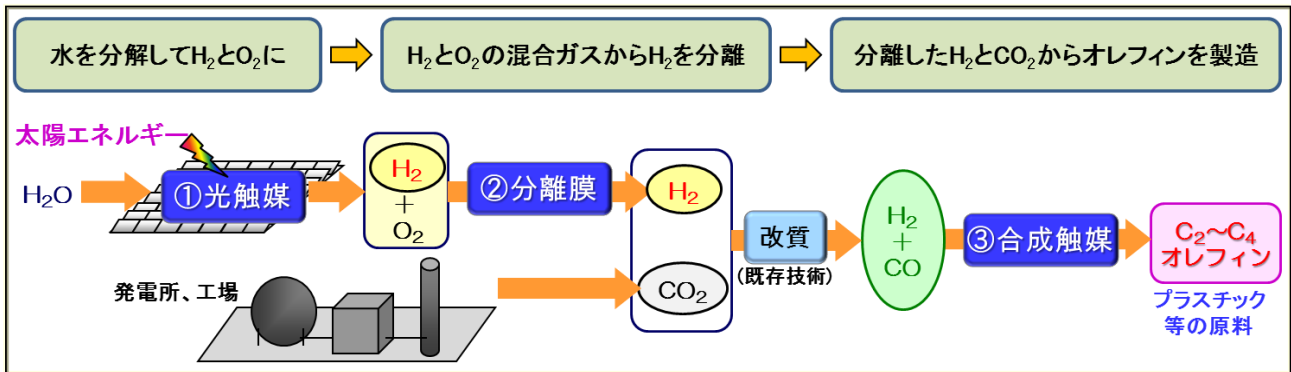
今回、「Nature Materials」に掲載された研究成果のうち、TOTO はスクリーン印刷による塗布型化の実現に貢献しています。従来の高温真空プロセスでの製造に比べ、スクリーン印刷による製造は、混合粉末型光触媒シートの大面積化と低コスト化が期待できるため、光触媒を用いた水分解による水素製造の実用化を大きく加速させる研究成果です。

TOTO は、人工光合成プロジェクトの一員として、今後も、二酸化炭素排出量の削減に貢献可能な革新的技術の進化をはかり、持続可能な社会の実現に向けて貢献してまいります。

人工光合成プロジェクトの概要

NEDO と ARPCHEM は、「二酸化炭素原料化基幹化学品製造プロセス技術開発（人工光合成プロジェクト）」において、太陽エネルギーを利用した光触媒による水からの水素製造で得られたクリーンな水素と、二酸化炭素を原料とした基幹化学品（ $C_2 \sim C_4$ オレフィン^{※4}）製造プロセスの基盤技術開発に取り組んでいます。このプロジェクトは、【図 1】に示す 3 つの研究開発テーマで構成され、二酸化炭素排出量の削減に貢献可能な革新的技術開発の一つとして、中長期的に推進すべき研究と位置付けられています。

※4: 二重結合を 1 つ含む炭化水素化合物で、炭素数 2 から 4 のもの。 C_2 はエチレン、 C_3 はプロピレンと呼ばれ、プラスチック原料等となる基幹化学品として用いられる。



【図 1】 本事業の概要

「人工光合成プロジェクト」の 3 つの研究開発テーマ

| | |
|----------|--|
| ① 光触媒開発 | 太陽エネルギーを利用した水分解で水素と酸素を製造する光触媒材料およびモジュールの開発 |
| ② 分離膜開発 | 光触媒から発生した水素と酸素の混合気体から水素を分離する分離膜およびモジュールの開発 |
| ③ 合成触媒開発 | 水から製造する水素と発電所や工場などから排出する二酸化炭素を原料として $C_2 \sim C_4$ オレフィンの有用な基幹化学品を合成する触媒およびプロセス技術の開発 |

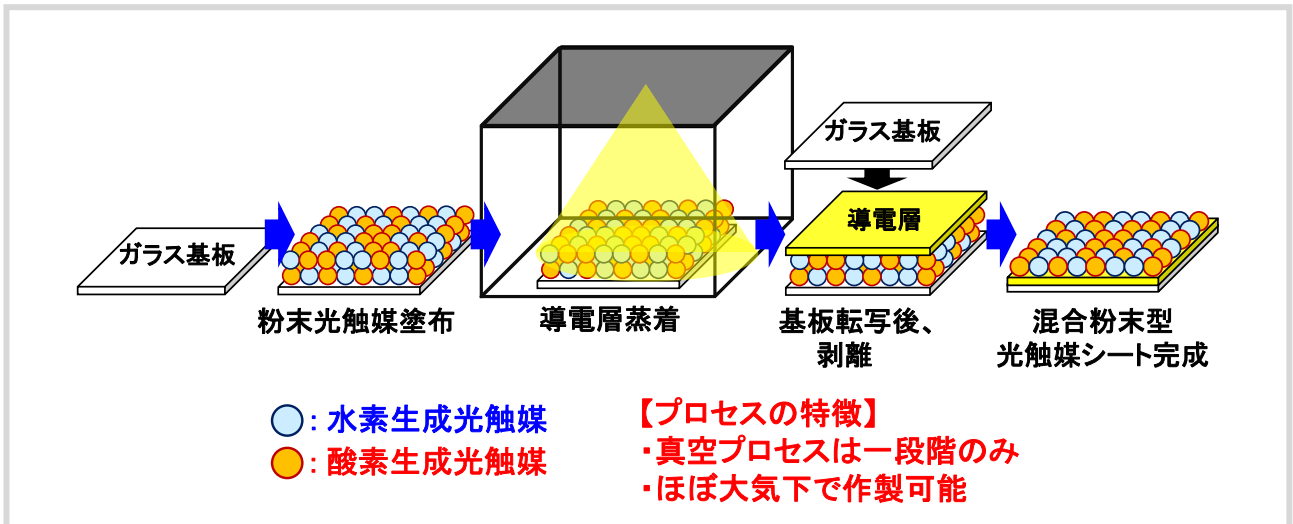
今回の成果

今回、「① 光触媒開発」において、2 種類の粉末状の光触媒と導電性材料をガラス基板に固定化した混合粉末型光触媒シートを開発しました。この混合粉末型光触媒シートは、水中に沈めて太陽光を当てるだけで、水を分解して水素と酸素を発生します。このシートは、非常にシンプルな構造で、大面積化と低コスト化に適しているため、安価な水素を大規模に供給できる可能性を持っています。

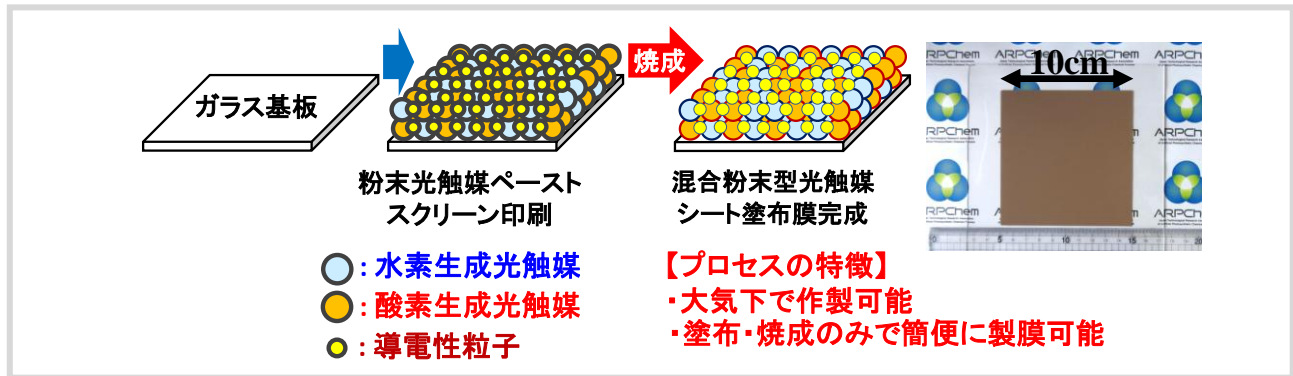
この混合粉末型光触媒シートは、可視光を吸収する水素および酸素発生用の 2 種類の光触媒の粉末を混合してガラス基板の上に塗布し、その上に導電層を蒸着して形成し、その後、導電層および光触媒層を剥離する粒子転写法プロセスにより開発しました【図 2】。これにより、光触媒と導電層の接触抵抗を比較的容易に軽減することができました。今回、この混合粉末型光触媒シートを用いて、太陽エネルギーを利用した水からの水素製造において、1.1%の太陽エネルギー変換効率を達成しました。

さらに、将来の実用化の際に必須となる大量生産への展開を図るべく、上記の混合粉末型光触媒シートのコンセプトに基づき、簡便なスクリーン印刷による塗布型化にも成功し【図 3】、水素および酸素の定常的な発生を確認しました。

TOTO は、光触媒塗料「ハイドロテクトコート」で培った塗布技術を応用し、これまでに水素製造に適したナノ粒子分散およびスクリーン印刷による固定膜化技術を開発しており、その技術をさらに進化させたことで、今回の塗布型化の成功に貢献しております。



【図2】 粒子転写法を用いた混合粉末型光触媒シートの作製方法



【図3】 スクリーン印刷による混合粉末型光触媒シートの作製方法(左)と10cm角の混合粉末型光触媒シート(右)

人工光合成による水素の製造は、現状の天然ガスやナフサといった化石資源を原料とする水素製造や、太陽電池等を用いた水の電気分解による水素製造に次ぐ、次世代の水素製造技術と位置付けられます。NEDO の人工光合成プロジェクトでは、今後、実用化に向けた水素製造デバイスおよびモジュール構造の最適化を進め、2021 年度末までに太陽エネルギー変換効率 10%の達成を目指しています。

〈参考〉

NEDO のニュースリリース

「人工光合成を実現する混合粉末型光触媒シートを開発」

http://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_100533.html