

太陽光を利用した独創的クリーンエネルギー生成技術の創出
平成 21 年度採択研究代表者

H25 年度 実績報告

入江 寛

国立大学法人山梨大学 クリーンエネルギー研究センター
教授

高感度な可視光水分解光触媒の創製

§ 1. 研究実施体制

(1) 「山梨大学」グループ

- ① 研究代表者: 入江 寛 (山梨大学クリーンエネルギー研究センター、教授)
- ② 研究項目
 - ・水分解光触媒創製研究の立案
 - ・解析、考察

§ 2. 研究実施の概要

水素社会実現に向けて、恒久的に地球上に降り注ぐクリーンな太陽光を利用して水から水素を製造する技術研究を進めている。その手段の一つとして太陽光の大半を占める可視光のもとで水を完全分解 ($2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_2 + \text{O}_2$) できる材料、すなわち「光触媒」の創製を目指し、検討を行っている。

単独型完全水分解システム(1光子システム)の構築

銀 tantalum 酸化物 (AgTaO_3) は水を完全分解できる光触媒であるが、バンドギャップ (E_g) が 3.4 eV で波長 ~ 360 nm までの紫外光しか利用できないため太陽光の利用効率が非常に低い。その改善のため tantalum (Ta) サイトにニオブ (Nb) を置換することによりバンドギャップを狭窄させ、可視光での水の完全分解を目指した。その結果、 $\text{AgTa}_{0.7}\text{Nb}_{0.3}\text{O}_3$ は E_g が 2.9 eV と小さくなり ~ 430 nm までの可視光が利用できるようになった。

図 1a, b に助触媒として酸化ニッケル (NiO) を担持した $\text{AgTa}_{0.7}\text{Nb}_{0.3}\text{O}_3$ に中心波長 420 nm の LED を用いて可視光を照射したときの水分解反応およびその結果を示す。この図より可視光照射下で良好に繰り返しつつ水素 (H_2) と酸素 (O_2) が 2:1 で発生していることが確認できた。またターンオーバー数も 1 を超えていることから触媒的に水を完全分解することに成功した²⁾。

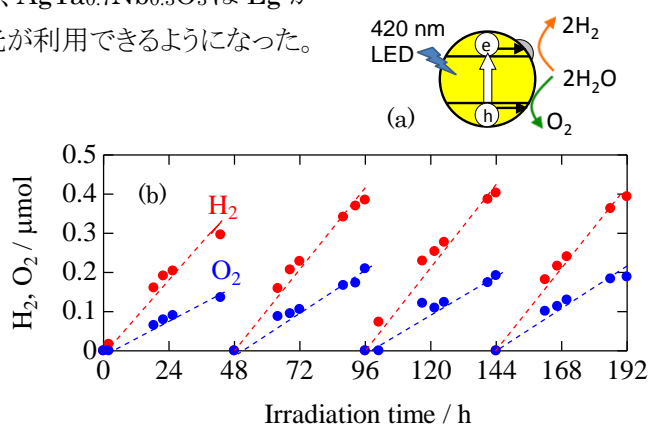


図 1. NiO/ $\text{AgTa}_{0.7}\text{Nb}_{0.3}\text{O}_3$ での水分解による H_2 , O_2 発生メカニズム(a)とその挙動(b) (420 nm-LED)

協調型完全水分解システム(2光子システム)の構築

光触媒材料として安定・安価・無毒な酸化チタン (TiO_2 , $E_g = 3.2$ eV) を用いた可視光での水の完全分解を目指した。単独型(1光子システム)では未達成であるため、ここでは Z-スキームを構築することで水の完全水分解を目指した。その結果、白金 (Pt) を担持した Ta、クロム (Cr) 共ドーパルチル型 TiO_2 を O_2 発生光触媒として、同様に Pt を担持した Ta、Cr 共ドーパアナターゼ型 TiO_2 を H_2 発生光触媒として用い、可視光照射 (LED 420 nm) 条件のもと、レドックス媒体 I^- , IO_3^- 存在下で H_2 , O_2 の発生比が 2:1 であることを確認した(図 2a, b)¹⁾。

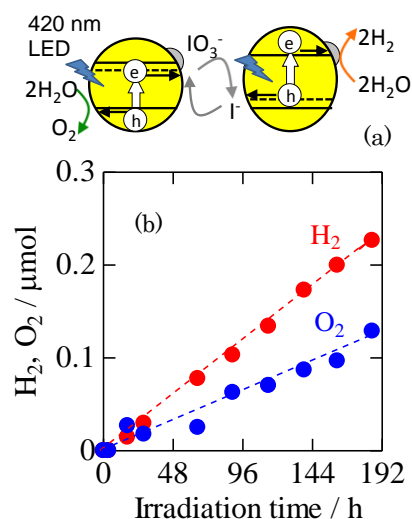


図 2. 2 種類の TiO_2 光触媒共存下での水分解による H_2 , O_2 発生メカニズム(a)とその挙動(b) (420 nm-LED)

§ 3. 成果発表等

(3-1) 原著論文発表

論文詳細情報(国際)

1. Lei Ni, Taiki Kitta, Naoya Kumagai, Bunsho Ohtani, Kazuhito Hashimoto, Hiroshi Irie, “Hydrothermal Synthesis of Visible Light-Sensitive Conduction Band-Controlled Tungsten-Doped Titanium Dioxide Photocatalysts with Copper Ion-Grafts,” *Journal of Ceramic Society of Japan*, vol. 121, No. 7, pp.563-567, 2013 (DOI:10.2109/jcersj2.121.563)

2. Lei Ni, Momoko Tanabe, Hiroshi Irie, “Visible-Light Induced Overall Water-Splitting Photocatalyst: Conduction Band-Controlled Silver Tantalate,” *Chemical Communication*, vol. 49, No. 86, pp.10094-10096, 2013 (DOI: 10.1039/C3CC45222K)

(3-2) 知財出願

CREST 研究期間累積件数(国内 1 件)