

「太陽光を利用した独自の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

H23 年度  
実績報告

入江 寛

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. 研究実施内容

(文中に番号がある場合は(3-1)に対応する)

### 協調型水分解システム(2光子システム)の構築

(1) 目的

2光子システムとして Z-スキームによる水の完全分解が報告されている。例えば、Pt/SrTiO<sub>3</sub>(Cr,Ta 共ドーブ)と Pt/WO<sub>3</sub>が IO<sub>3</sub>/Iレドックス媒体を介することで完全水分解を達成している。ここでは、この Z-スキームに注目し、一つの母構造においてバンド構造制御を行い可視光応答化させ、伝導帯を制御した材料を酸素発生光触媒として、価電子帯を制御した材料を水素発生光触媒として用い Z-スキームを構築することで水の完全水分解を目指す。これが達成できれば TiO<sub>2</sub> を材料として使用でき、元素戦略上有望であると思われる。ここでは、この戦略で可視光による水の完全分解が可能か、バンドギャップエネルギーが同じで、かつそのバンド構造が TiO<sub>2</sub> と類似しており、かつ A サイト、B サイト置換が容易であることから SrTiO<sub>3</sub> を選択し検討を行った。なお、前年度はこの戦略により紫外光を含む光照射により水の完全分解を達成した<sup>2)</sup>。

## (2) 実験と結果

$\text{Sr}(\text{Ti,Rh})\text{O}_3$  と  $(\text{Sr,Na})(\text{Ti,V})\text{O}_3$  を固相法にて作製し、光析出法を用いてそれぞれ Ru を担持した。詳細は示さないが、 $\text{Sr}(\text{Ti,Rh})\text{O}_3$  では Rh 4d 軌道が価電子帯を形成する O 2p 軌道と一部混成し、 $(\text{Sr,Na})(\text{Ti,V})\text{O}_3$  では V 3d 軌道による孤立準位が伝導帯下方に形成したと結論付けた。

作製した光触媒の水分解活性を  $\text{IO}_3^-/\text{I}^-$  レドックス媒体存在のもとで評価した。300W の Xe ランプに Y-44 光学フィルターを用いて波長 420 nm 以上の可視光を照射し、発生した水素および酸素はガスクロマトグラフィーにより定量した。その結果を図 1 に示す。水素と酸素が 2:1 の割合で発生しすることが確認できた。また、この繰り返し特性も良好であることを確認した。

また同様の方法で  $\text{TiO}_2$  母構造の系でも可視光で水素と酸素が発生することを確認できた。

## (3) 結論と今後の課題

同一母構造において、適切にそのバンド構造を制御することにより可視光によって水が完全分解できることが確認できた。今後は  $\text{SrTiO}_3$  母構造系、 $\text{TiO}_2$  母構造系共に活性向上の検討を進めていく。

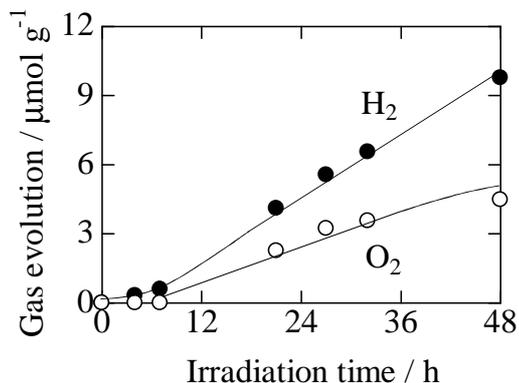


図 1. 可視光 (> 420 nm) 照射  $\text{IO}_3^-/\text{I}^-$  レドックス存在下での Ru/ $\text{Sr}(\text{Ti,Rh})\text{O}_3$  と Ru/ $(\text{Sr,Na})(\text{Ti,V})\text{O}_3$  での Z スキーム構築による  $\text{H}_2$ ,  $\text{O}_2$  の発生

### §3. 成果発表等

#### (3-1) 原著論文発表

1. Yuichiro Takimoto, Taiki Kitta and Hiroshi Irie, “Visible-Light Sensitive Hydrogen Evolution Photocatalyst  $ZnRh_2O_4$ ”, International Journal of Hydrogen Energy, vol. 37, pp.134-138, 2012 (DOI:10.1016/j.ijhydene.2011.09.098)

2. Shoichi Hara and Hiroshi Irie, “Band Structure Controls of  $SrTiO_3$  towards Two-Step Overall Water Splitting”, Journal of Applied Catalysis B: Environmental, vol. 115-116, pp.330-335, 2012 (DOI:10.1016/j.apcatb.2011.12.042)