

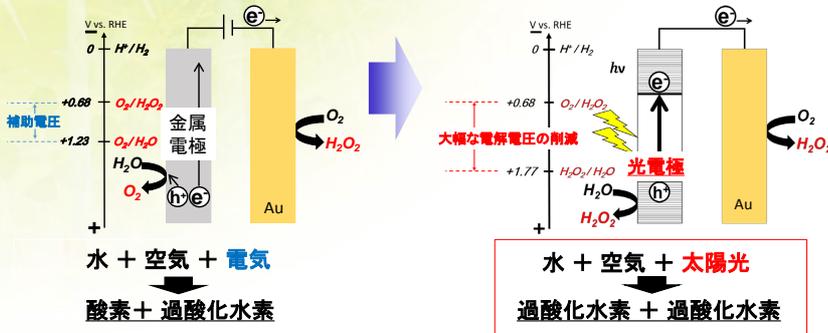
# 非貴金属カソード電極と光アノード電極による 印加電圧なしでの過酸化水素生成

高杉壮一<sup>1</sup>・宮瀬雄太<sup>1,2</sup>・井口翔之<sup>1</sup>・三石雄悟<sup>1</sup>・郡司天博<sup>1,2</sup>・佐々木弘太郎<sup>3</sup>・藤田恵津子<sup>3</sup>・佐山和弘<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>産業技術総合研究所 太陽光発電研究センター 機能性材料チーム <sup>2</sup>東京理科大学 <sup>3</sup>ブルックヘブン国立研究所

## 背景

### 電極を用いた両極からの過酸化水素製造



## 実験

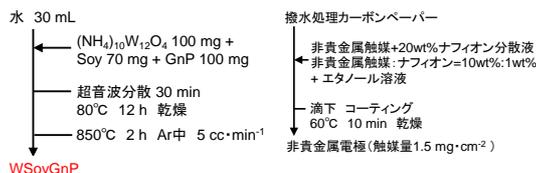
### 安価な非貴金属触媒の探索

W炭化物-W窒化物、バイオマス(Soy)、  
グラフェンナノプレート (GnP) の混合物触媒

**WSoyGnP<sup>(3)</sup>**

(米国エネルギー省が選定する「R&D-100選」受賞)

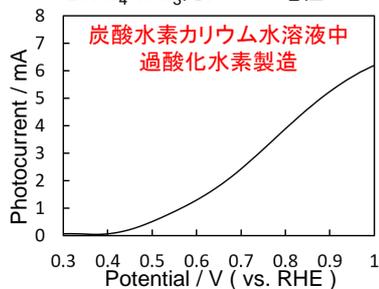
### WSoyGnP合成法・カソード電極作製法



WSoyGnP

### 安価な両極より印加電圧なしでの過酸化水素生成 達成するための課題

BiVO<sub>4</sub>/WO<sub>3</sub>光アノード電極<sup>(1),(2)</sup>



### 目的

カソード電極 +0.4 V vs. RHE より  
オンセット電圧が貴  
かつ

炭酸水素カリウム水溶液中で酸素還元による過酸化水素生成が可能な

貴金属に匹敵する安価な非貴金属触媒開発

(1) Kojiro Fuku, Kazuhiro Sayama, *Chem. Commun.*, 2016, 52, 5406.  
(2) Kojiro Fuku, Kazuhiro Sayama et al., *Chem. Asian J.* 2017, 12, 1111.

### 光化学測定条件

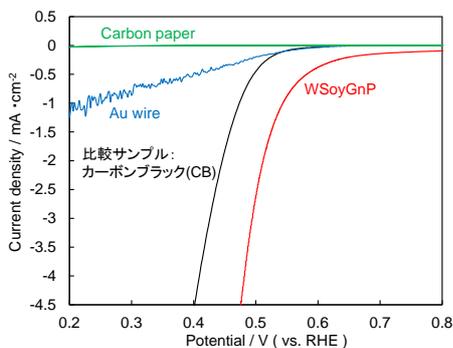
光源:ソーラーシミュレーター(AM1.5G 1Sun)  
反応セル:2室セル イオン交換膜:旭化成製アンピレックス  
カソード電極評価 - 3極 (参照電極 Ag/AgCl)  
ノンバイアスでの組み合わせ実験 - 2極

アノード条件:2 M 炭酸水素カリウム水溶液 35 mL、  
CO<sub>2</sub>フロー 50 cc/min、光照射、面積 12 cm<sup>2</sup>  
カソード条件:2 M 炭酸水素カリウム水溶液 35 mL、  
O<sub>2</sub>フロー 50 cc/min、触媒面積 12 cm<sup>2</sup>

(3) Fanke Meng, Etsuko Fujita et al., *J. Mater. Chem. A*, 2015, 3, 18572.

## 結果

### WSoyGnPカソード電極の過酸化水素生成評価



印加電圧: +0.5 V (vs. RHE)

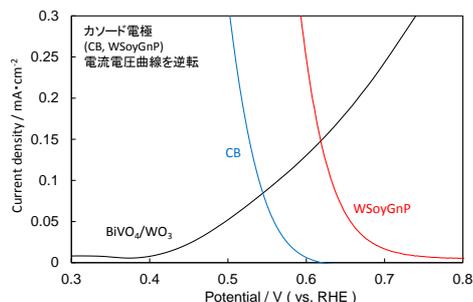
	CB	WSoyGnP
電流密度 (mA·cm <sup>-2</sup> )	-0.4	-2.6
ファラデー効率 (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )/%	88	51
生成速度 (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )/μmol·min <sup>-1</sup>	0.1	0.5

WSoyGnPはCBIに比べて、ファラデー効率は低いが、電流密度が大きいため、過酸化水素の生成量・生成速度共に向上した。

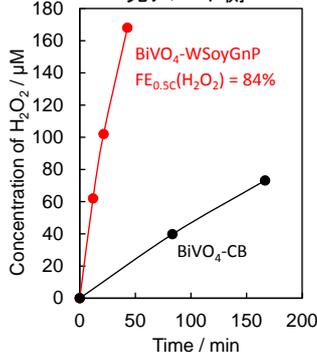
### BiVO<sub>4</sub>/WO<sub>3</sub>光アノード電極との組み合わせによる 光照射のみでの両極からの過酸化水素生成



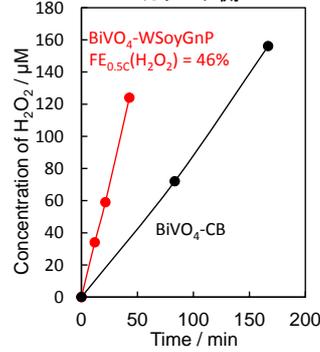
印加電圧なし組み合わせ実験



### 光アノード側



### カソード側



## 結論

- 非貴金属触媒のWSoyGnPが優れた酸素還元による過酸化水素生成活性を有していることを見出した。
- BiVO<sub>4</sub>/WO<sub>3</sub>光アノード電極との組み合わせ実験において、ノンバイアス下での両極からの過酸化水素生成を実証した。

## 謝辞

本研究の一部は、経済産業省革新的なエネルギー技術の国際共同研究開発事業「太陽光による有用化学品製造」による支援を受けたものである。BNLでの研究はUS DOEによる支援で行われた (DE-SC0012704)。