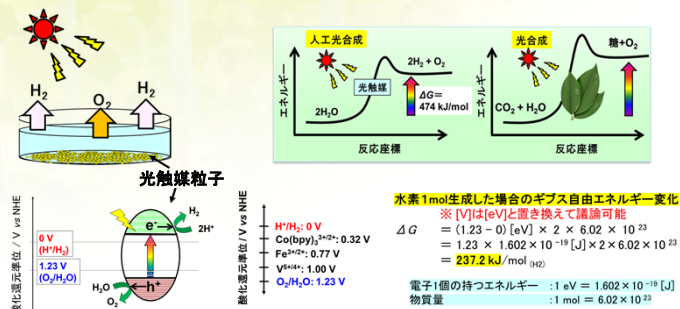


# 光触媒作用を利用した電力貯蔵を伴う 水分解反応系の構築

三石雄悟、佐山和弘  
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

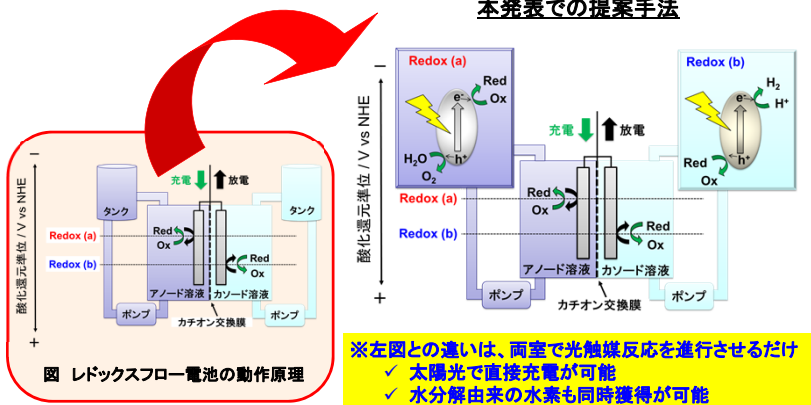
## 研究背景

### 光触媒作用を利用した太陽光エネルギー変換反応



- ✓ シンプルな手法で太陽光から化学エネルギーを獲得可能
- ✓ 化学エネルギーは水溶液中に安定貯蔵も可能

### 本発表での提案手法



- ※左図との違いは、両室で光触媒反応を進行させるだけ
- ✓ 太陽光で直接充電が可能
- ✓ 水分解由来の水素も同時獲得が可能

## 研究の目的

- ・光触媒による充電反応①: 水素生成を伴うV<sup>4+</sup>酸化反応 (1.0 V vs NHE)
- ・光触媒による充電反応②: 酸素生成を伴うCo(bpy)<sub>3</sub><sup>3+</sup>還元反応 (0.3 V vs NHE)
- ・(Co(bpy)<sub>3</sub><sup>2+</sup> - V<sup>5+</sup>)レドックスフロー電池の放電特性

## 実験

### 光触媒の調製方法

✓ 充電反応①(水素生成用)  
**Ru/SrTiO<sub>3</sub>:Rh** 光触媒

Y. Sasaki et al., J. Am. Chem. Soc., 2013, 135, 5441.

Sr<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>: 16.05 mmol  
TiO<sub>2</sub>: 14.85 mmol  
Rh<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: 0.075 mmol

固相法 (1173 K 1 h, 1273 K 10 h)

SrTiO<sub>3</sub>: Rh

✓ Ru助触媒の担持方法

SrTiO<sub>3</sub>: Rh, 0.2 g

10vol% MeOH水溶液, 300 mL  
50 mM RuCl<sub>3</sub>水溶液, 0.27 mL

光電着法(可視光照射 3 h)

吸引濾過、洗浄、減圧乾燥

Ru(0.7wt%)/SrTiO<sub>3</sub>: Rh

✓ 充電反応②(酸素生成用)  
**BiVO<sub>4</sub>** 光触媒

Y. Miseki et al., Chem. Commun., 2018, 54, 2670.

Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: 5 mmol  
V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: 5 mmol

0.7 M HNO<sub>3</sub> 水溶液, 48 mL

液固相法 (600 rpm at 353 K for 24 h)

吸引濾過、洗浄、減圧乾燥

BiVO<sub>4</sub>

### 光触媒反応の評価方法

充電反応①(水素生成を伴うV<sup>4+</sup>酸化反応)

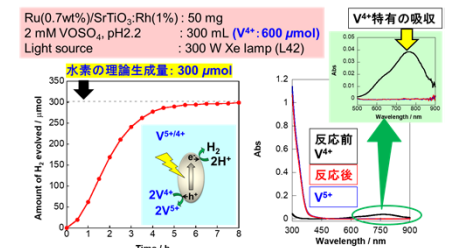
触媒: Ru(0.7wt%)/SrTiO<sub>3</sub>:Rh 50 mg  
反応溶液: 2 mM VO<sub>2</sub><sup>+</sup>, 300 mL (pH2.2)  
光源: 300 W キセノンランプ(L42)  
反応管: Pyrex製側方照射型反応管  
定性・定量: ガスクロマトグラフィ

充電反応②(酸素生成を伴うCo(bpy)<sub>3</sub><sup>3+</sup>還元反応)

触媒: BiVO<sub>4</sub> 400 mg  
反応溶液: 0.5 mM Co(bpy)<sub>3</sub>(III) 300 mL  
光源: 300 W キセノンランプ(L42)  
反応管: Pyrex製側方照射型反応管  
定性・定量: ガスクロマトグラフィ

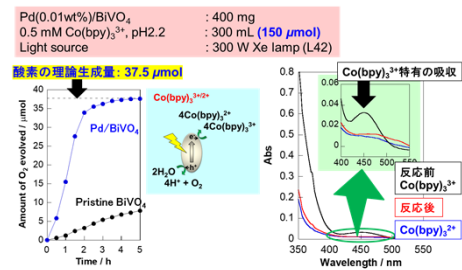
## 結果

### 充電反応①の評価



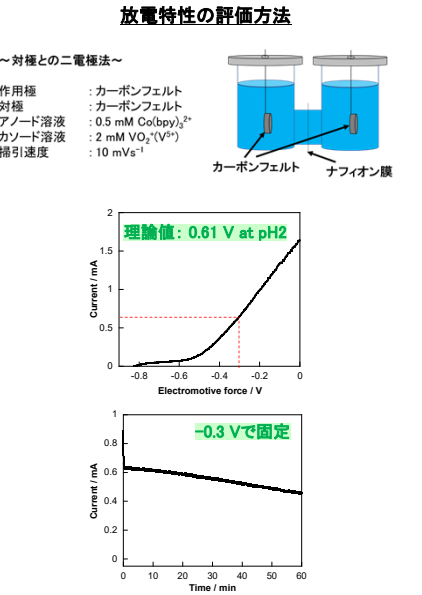
充電反応①が100%完了するまで速やかに水素が生成

### 充電反応②の評価



充電反応②が100%完了するまで速やかに酸素が生成

### レドックスフロー電池の放電特性評価



光触媒反応で獲得した化学エネルギーを電力エネルギーへ変換可能であることを実証

## 結論

- ・光触媒による充電反応①(水素生成を伴うV<sup>4+</sup>酸化反応)
  - ✓ Ru/SrTiO<sub>3</sub>:Rhを用いることで、V<sup>4+</sup>が100%酸化されるまで速やかに水素が生成。
- ・光触媒による充電反応②(酸素生成を伴うCo(bpy)<sub>3</sub><sup>3+</sup>還元反応)
  - ✓ BiVO<sub>4</sub>を用いた場合、反応はわずかにしか進行しなかった。
  - ✓ Pd(0.01wt%)を助触媒として導入したBiVO<sub>4</sub>が高い性能を示し、Co(bpy)<sub>3</sub><sup>3+</sup>が100%還元されるまで速やかに酸素が生成。
- ・(Co(bpy)<sub>3</sub><sup>2+</sup> - V<sup>5+</sup>)レドックスフロー電池の放電特性
  - ✓ レドックスのポテンシャル差に相当する電圧を有する電力が比較的効率よく取り出せた。

## 謝辞

本研究の一部は、独立行政法人 日本学術振興会 科研費 若手研究B (JP17K14528)、および新学術領域研究 (JP17H06439)の助成を受けたものである。