



TOYOHASHI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



令和4年度新技術説明会  
2022/6/9

# 低コスト・高効率太陽電池・水由来水素製造用 インタースタック積層型酸化物光電変換材料

豊橋技術科学大学 大学院工学研究科 機械工学専攻  
教授 伊崎 昌伸  
[m-izaki@me.tut.ac.jp](mailto:m-izaki@me.tut.ac.jp)



## 家庭用太陽電池—太陽光はエネルギーです

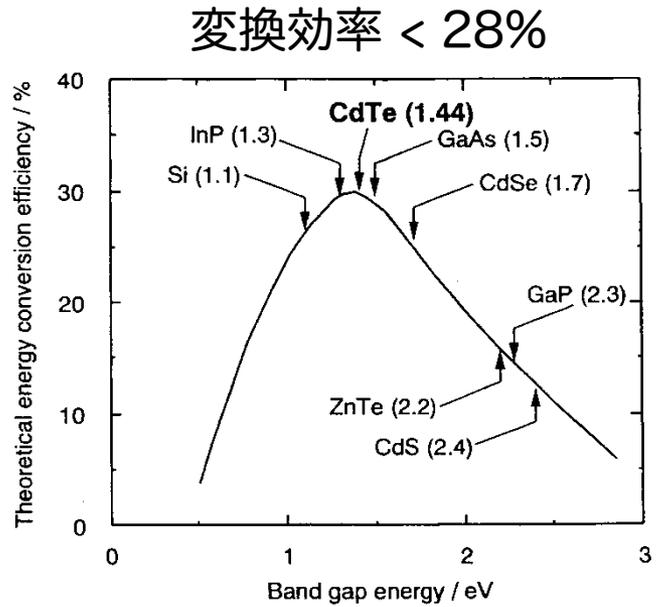
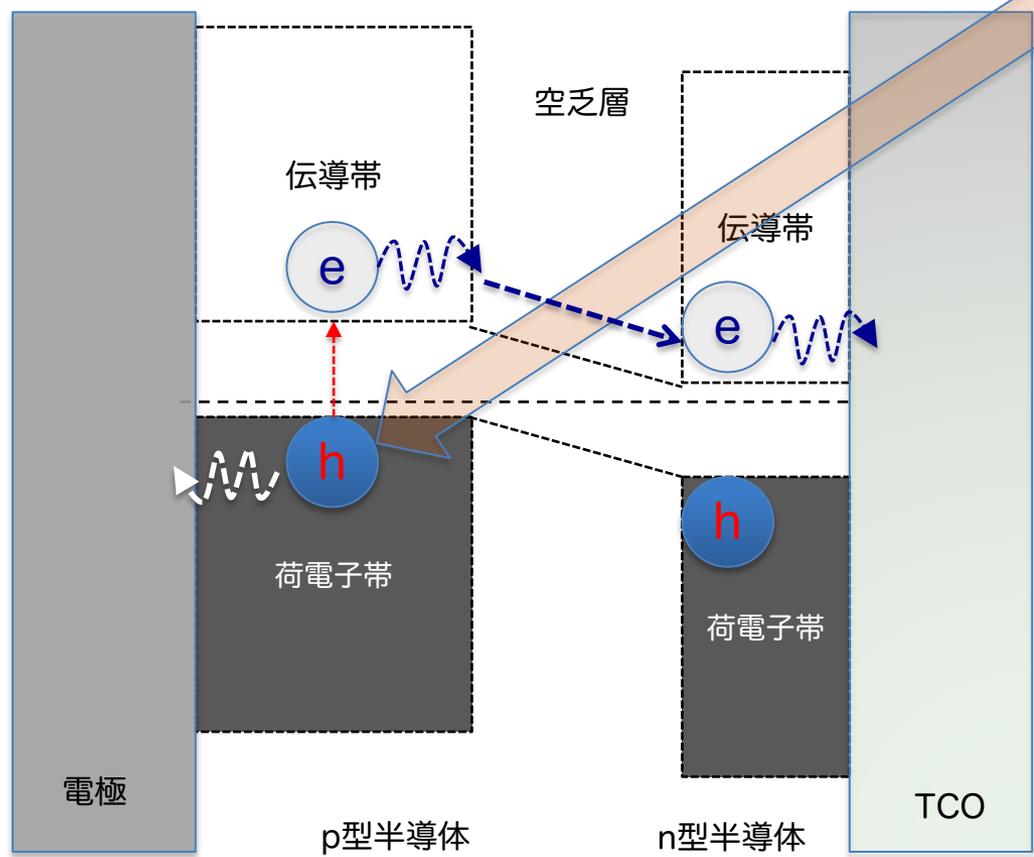
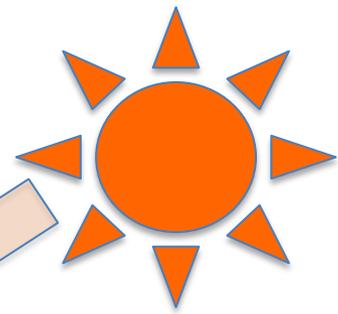


Amount of Solar energy  
:  $6 \times 10^{24}$  J/year

$$E_{ph} = h \cdot \nu, c = \nu \cdot \lambda,$$
$$E_{ph} = \frac{1240}{\lambda[nm]} [eV]$$

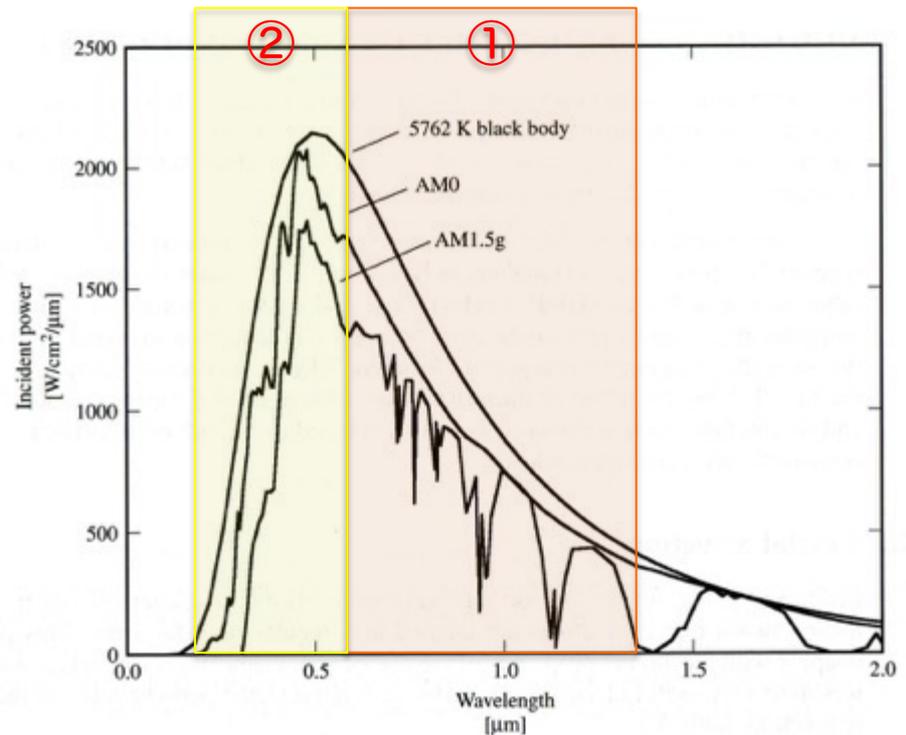
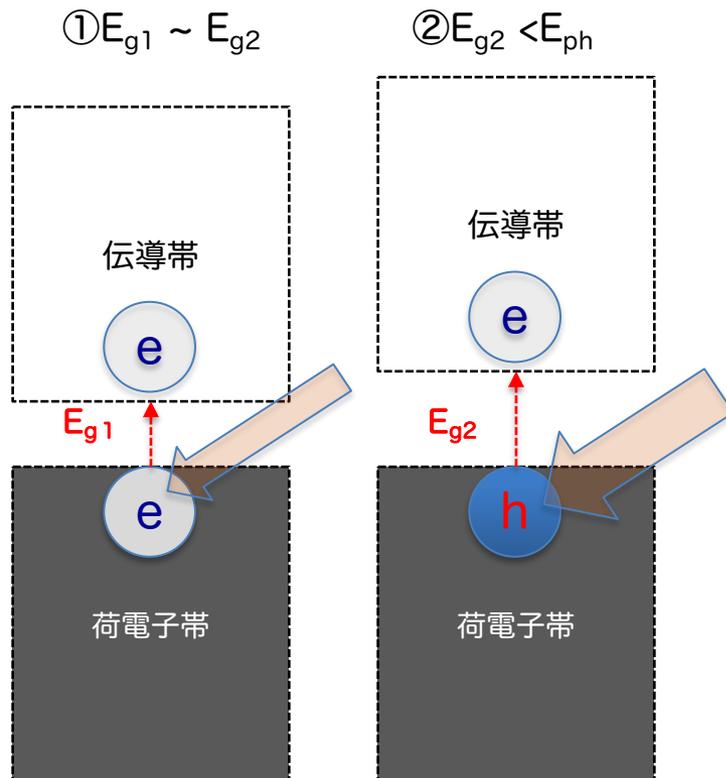


## pn接合型太陽電池の動作原理と理論変換効率 —単接合太陽電池の限界—



高効率太陽電池：変換効率 > 30%

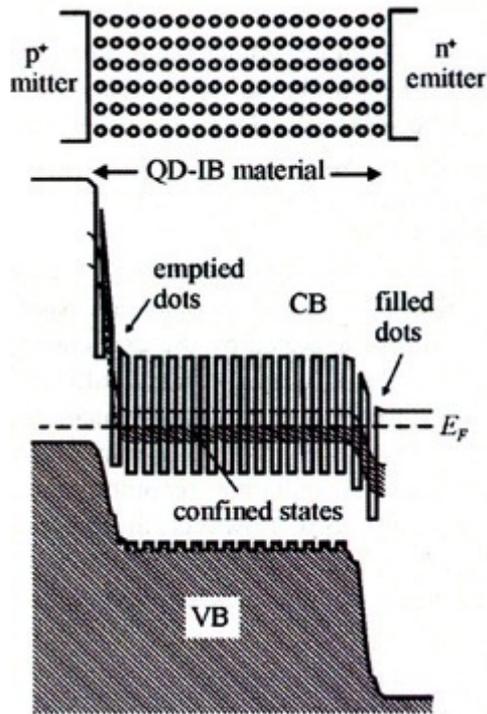
要件：バンドギャップエネルギーの異なる複数のp型半導体層の内包





## 超高効率太陽電池

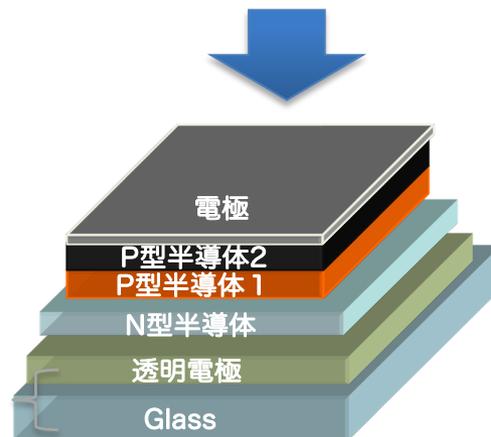
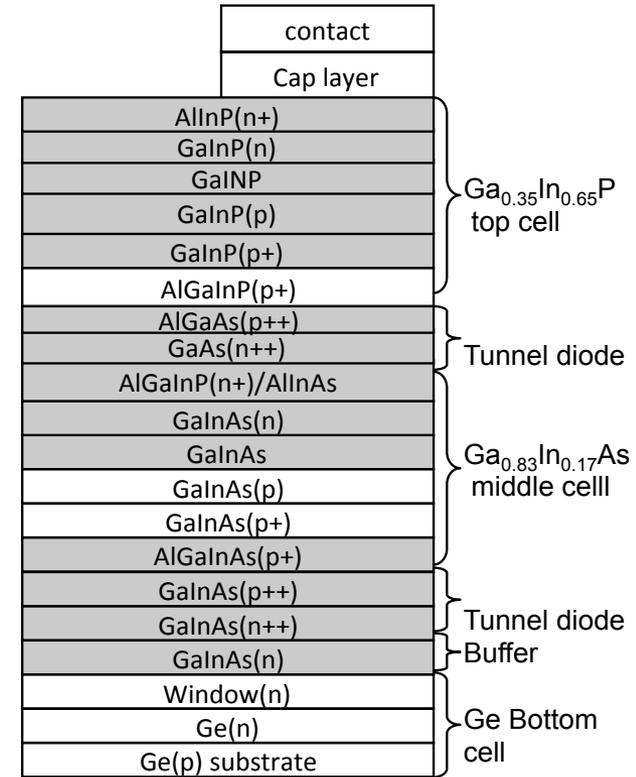
### 量子ドット太陽電池



### 課題

- ①構造が複雑
- ②単結晶級材料必要
- ③レアメタル必要
- ④製造が困難
- ⑤発電コストが高い
- ⑥地球上での応用困難

### 多接合太陽電池



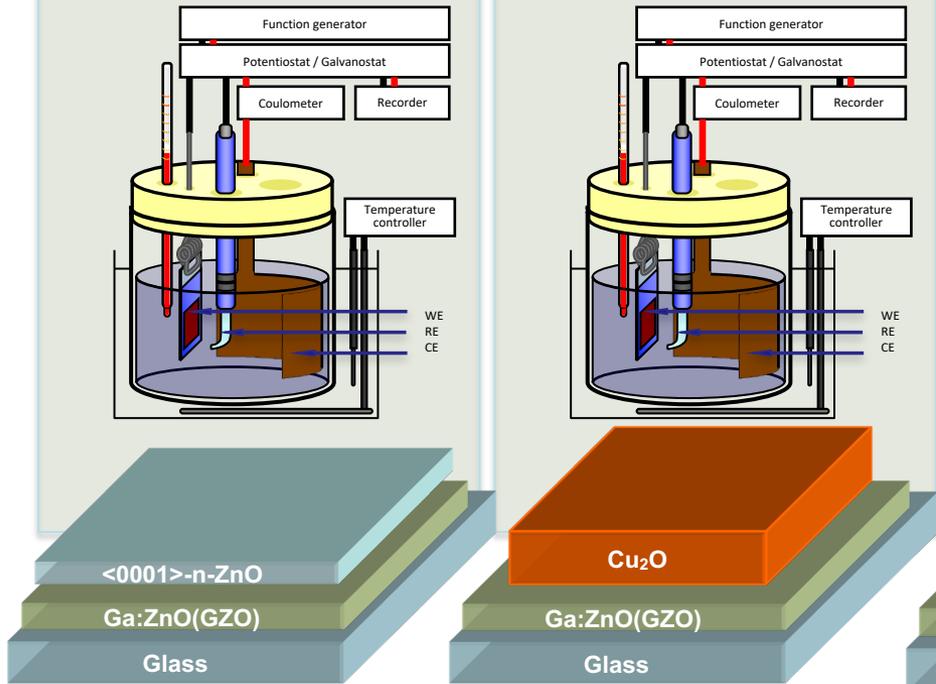
### インタースタック構造体

電圧積算型

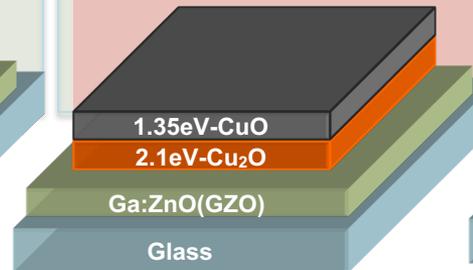
(特徴) 簡単構造・レアメタル不要(酸化物)・多結晶OK・製造簡単  
 ・電流積算型で高効率対応・発電コスト目標達成可能性



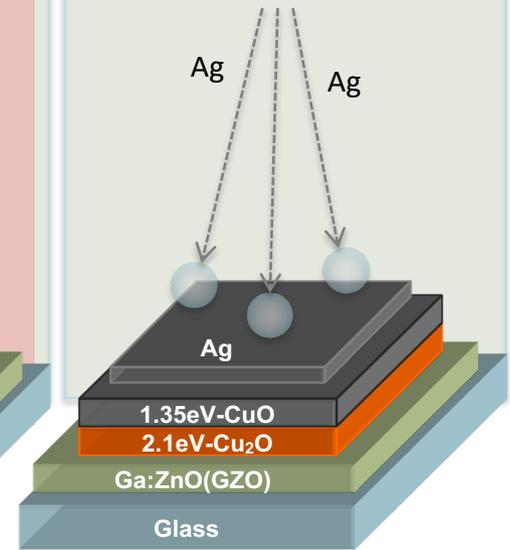
### 水溶液電気化学製膜法



### 制御雰囲気下での加熱



### 真空蒸着法



<0001>-n-ZnO/GZO



Cu<sub>2</sub>O/<0001>-n-ZnO/GZO



CuO/Cu<sub>2</sub>O/<0001>-n-ZnO/GZO



Ag/CuO/Cu<sub>2</sub>O/<0001>-n-ZnO/GZO

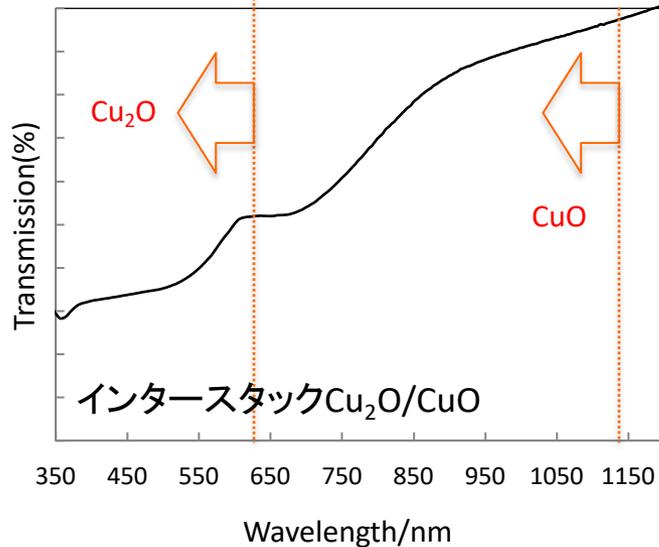
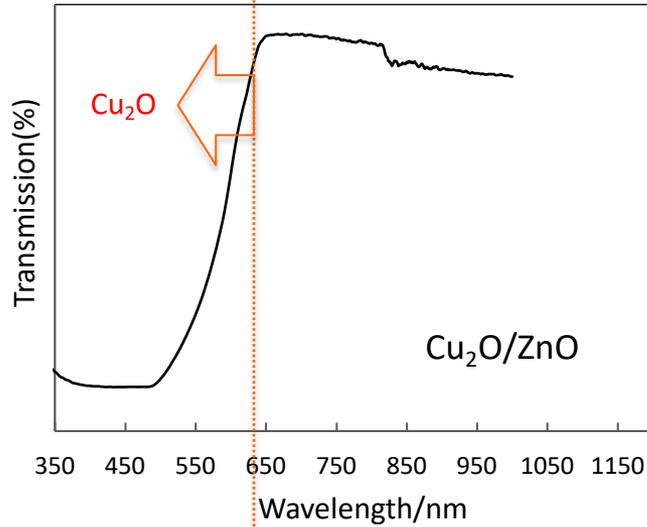
M. Izaki, et al.,  
*Appl. Phys. Lett.*,  
 68(1996),2439.  
 (WoS:441)  
 他  
 特許第3148882, 3273294,  
 3256776  
 他

M. Izaki, et al.,  
*J. Phys. D*,40(2007), 3326.  
 (Top 1%, WoS:144)  
*J. Electrochem. Soc.*, 152 (2005), C179.  
*ACS Appl. Mater. Interface*, 6(2014),  
 13461  
 他  
 特許第4803548

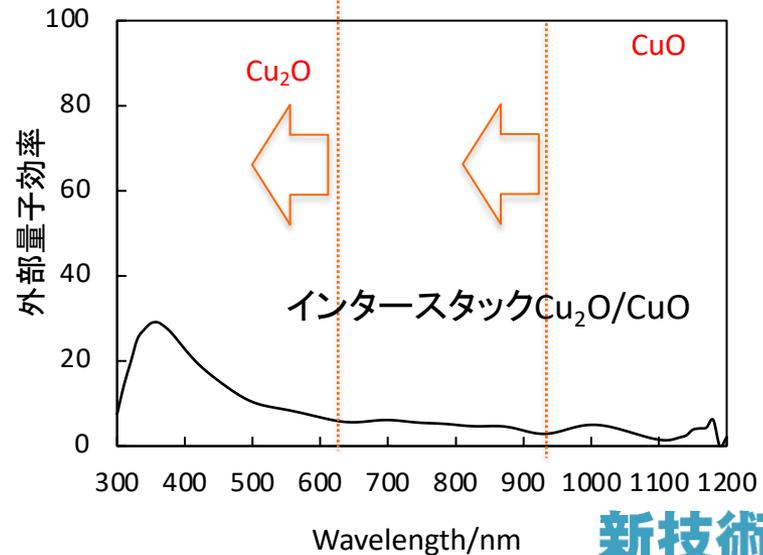
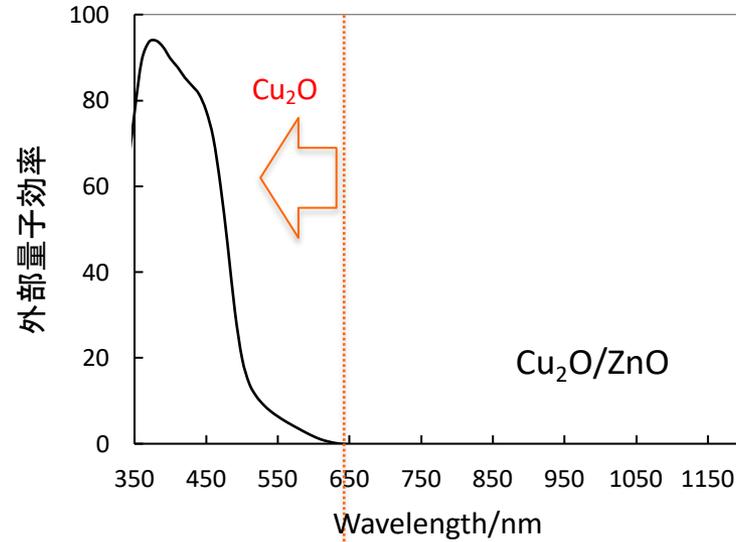
M. Izaki, et al., *ACS Appl. Energy Mater.*, 2(2019), 4833.  
 伊崎、他、特開2017-54917.



## 光の吸収の比較

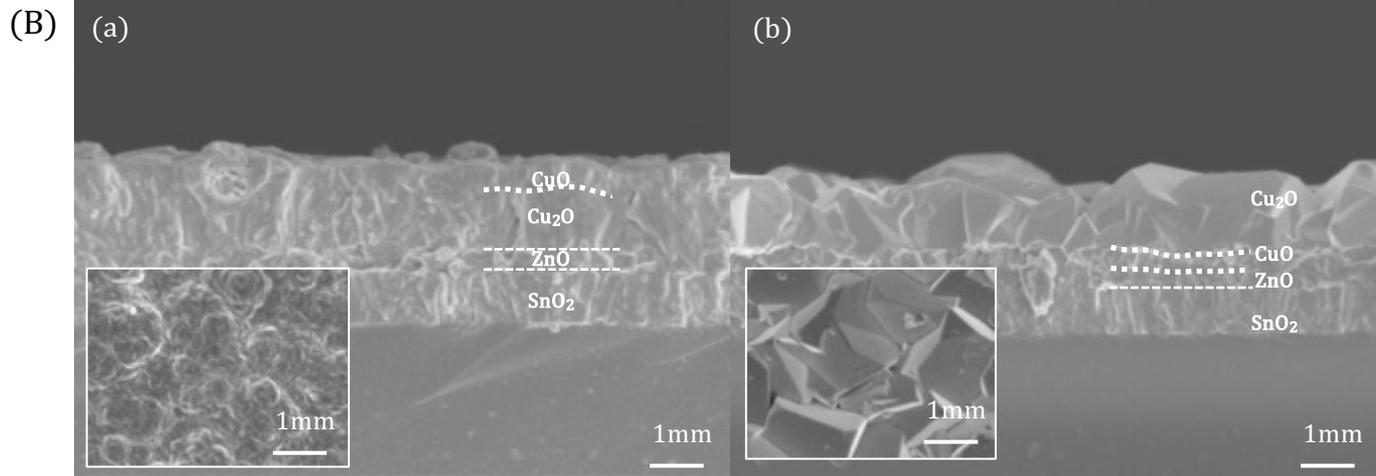
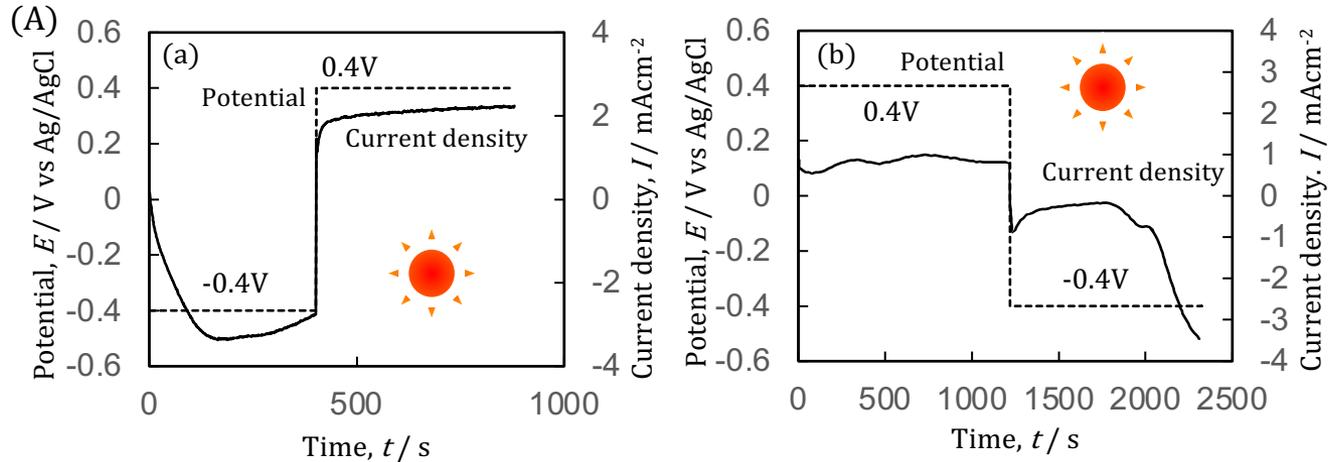


## 太陽電池電力発生量の比較



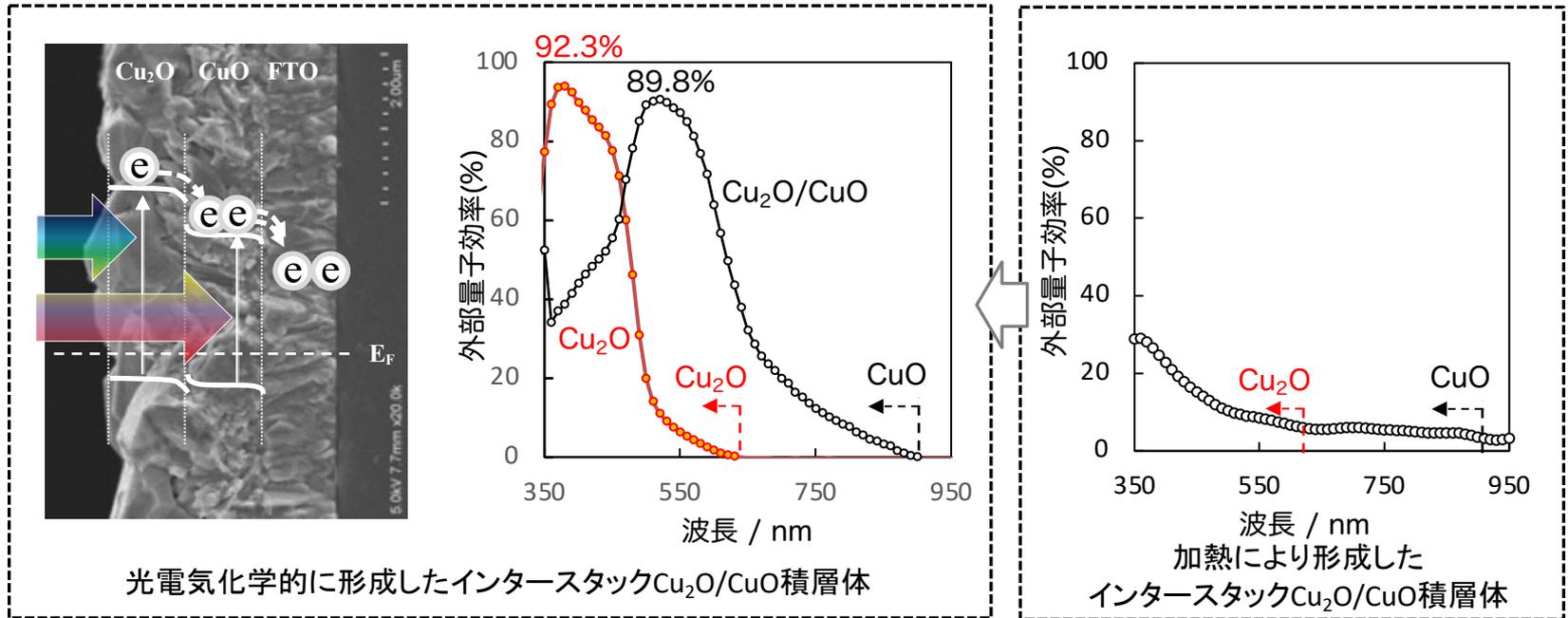


インタースタックCuO/Cu<sub>2</sub>O, Cu<sub>2</sub>O/CuO光電変換層の光電気化学的形成 (加熱不要)



Chronoamperometry curves (A) and FE-SEM images (B) for CuO/Cu<sub>2</sub>O (a) and Cu<sub>2</sub>O/CuO bi-layers (b) prepared by cathodic/anodic polarization switching under light irradiation.

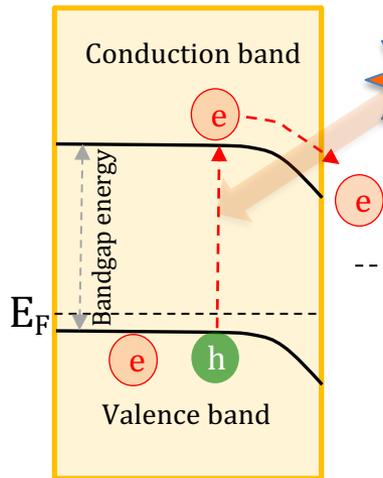
Cu<sub>2</sub>O単層からインタースタックCu<sub>2</sub>O/CuO積層体化による光電変換波長領域の拡張



M. Izaki, et al., ACS OMEGA, 5(2020), 683, ACS OMEGA, 6(2021), 27587.  
伊崎、他、特開2021-64739

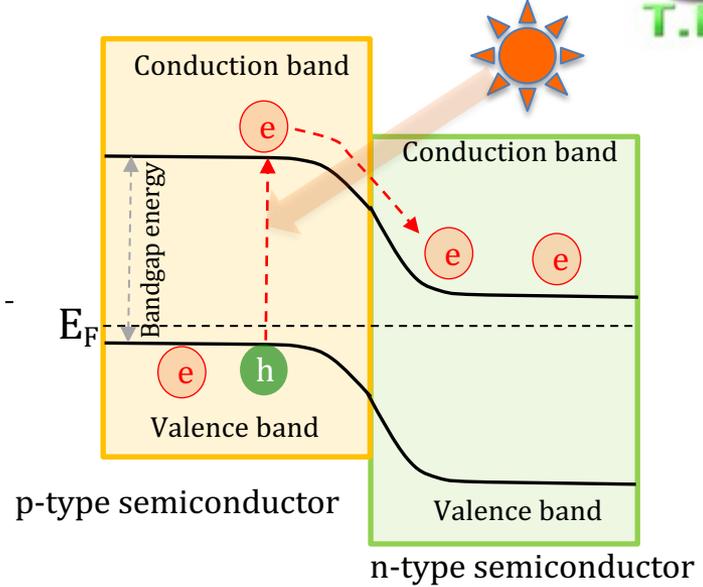


太陽電池の光電変換層は、光カソードへ



p-type semiconductor with the bandgap energy ( $E_g$ )

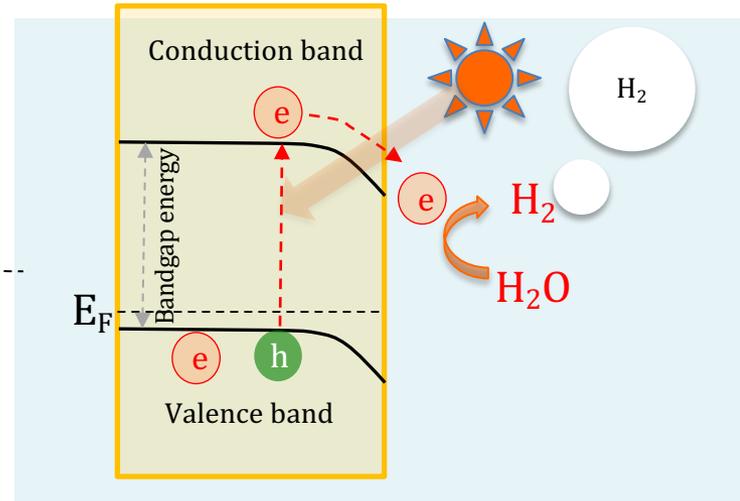
Solar cell to generate electricity from sunlight



p-type semiconductor

n-type semiconductor

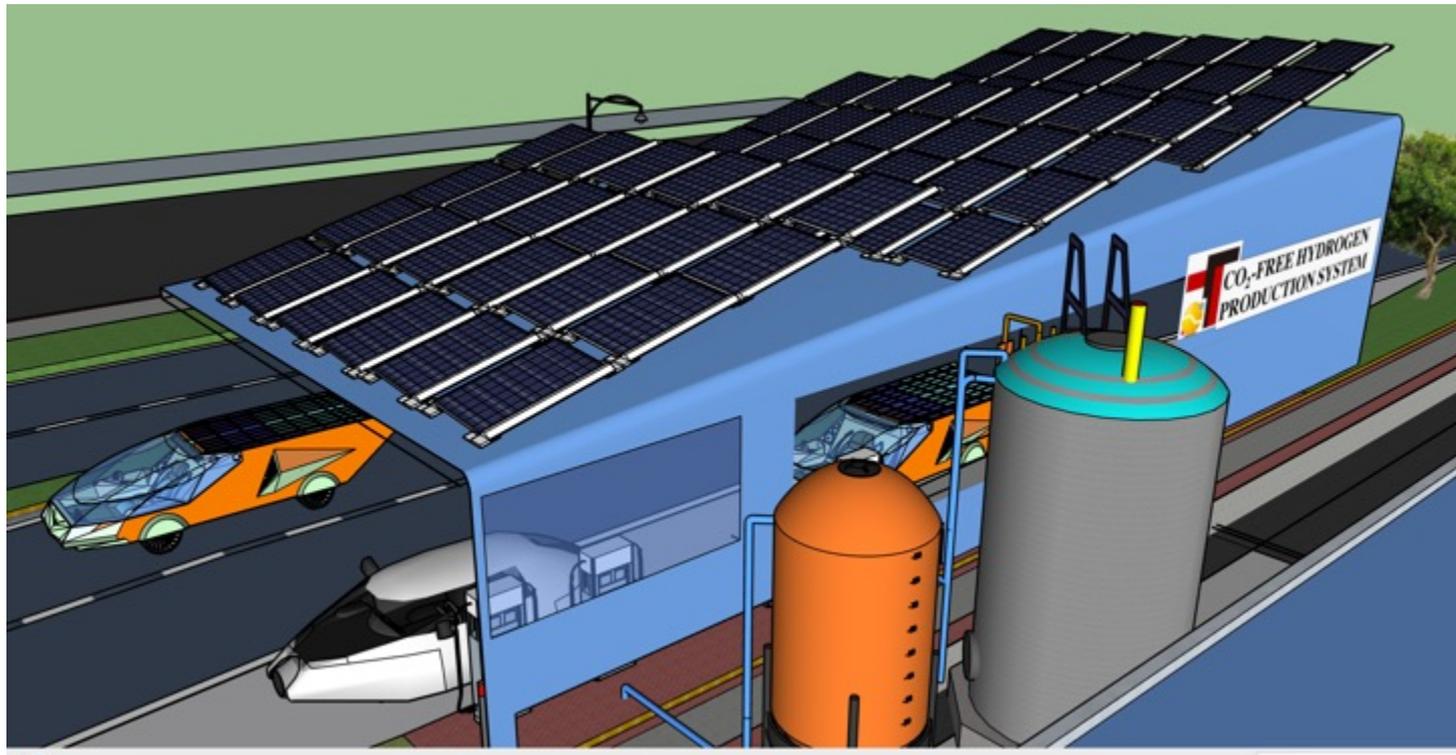
Photocathode to generate hydrogen gas from water by photoelectrochemical reaction





## 企業への期待

高効率光電極・高効率太陽電池などの光利用技術のブレークスルー  
CO<sub>2</sub>フリーオンサイト・オフサイト水素製造基地の実現・推進





## 本技術に関する知的財産権

発明の名称：光電変換層及び光電変換層の製造方法

出願番号：特開2017-54917

出願人：国立大学法人 豊橋技術科学大学

発明者：伊崎昌伸・深澤和馬

発明の名称：光活性層及びその製造方法

出願番号：特開2021-64739

出願人：国立大学法人 豊橋技術科学大学

発明者：伊崎昌伸・クーペイルーン・湖山貴之・横山遼河・山本槇一



## 産学連携の経歴（外部資金）

### ・JST

1. 戦略的創造研究推進事業(CREST)「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」領域、有機太陽電池のバンドギャップサイエンス、2009～2014年度
2. さくらサイエンスプログラム「材料科学に根ざした太陽光エネルギー変換最前線についての研究・教育交流」、2020～2021年度

### ・新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)

1. 革新的次世代太陽光発電システム技術研究開発「酸化物系薄膜太陽電池の研究開発」2004-2006年度、代表研究者
2. 新エネルギー技術研究開発 革新的次世代太陽光発電技術研究開発 高度秩序構造を有する薄膜多接合太陽電池の研究開発（酸化物ワイドギャップ）、2008-2013年度、研究開発責任者
3. 太陽エネルギー技術研究開発 太陽光発電システム次世代高性能技術の開発 フレキシブルCIGS太陽電池モジュールの高効率化研究（新規バッファ層の開発）2010-2014年度、研究代表者  
他、有機太陽電池関係2件、CIGS太陽電池関係2件、計 7件

### ・日本学術振興会(JSPS)

1. 科学研究費補助金、5件（代表者）
2. 日仏交流促進事業(SAKURA),2011-2012年,Electrochemical construction of high quality and nano-structured oxide photovoltaic devices,研究代表者,フランスEcole Nationale Superiure de Chimie de Paris(ENSCP)と共同

・経済産業省 戦略的基板技術高度化支援事業「電気めっき製造技術による高解像度複合シンチレータの開発」2018～2020年度



TOYOHASHI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



## お問い合わせ先

豊橋技術科学大学

研究推進アドミニストレーションセンター

TEL : 0 5 3 2 - 4 4 - 6 9 7 5

FAX : 0 5 3 2 - 4 4 - 6 9 8 0

email : [tut-sangaku@rac.tut.ac.jp](mailto:tut-sangaku@rac.tut.ac.jp)

担当 : 白川 正知