

# 新技術説明会

New Technology Presentation Meetings!

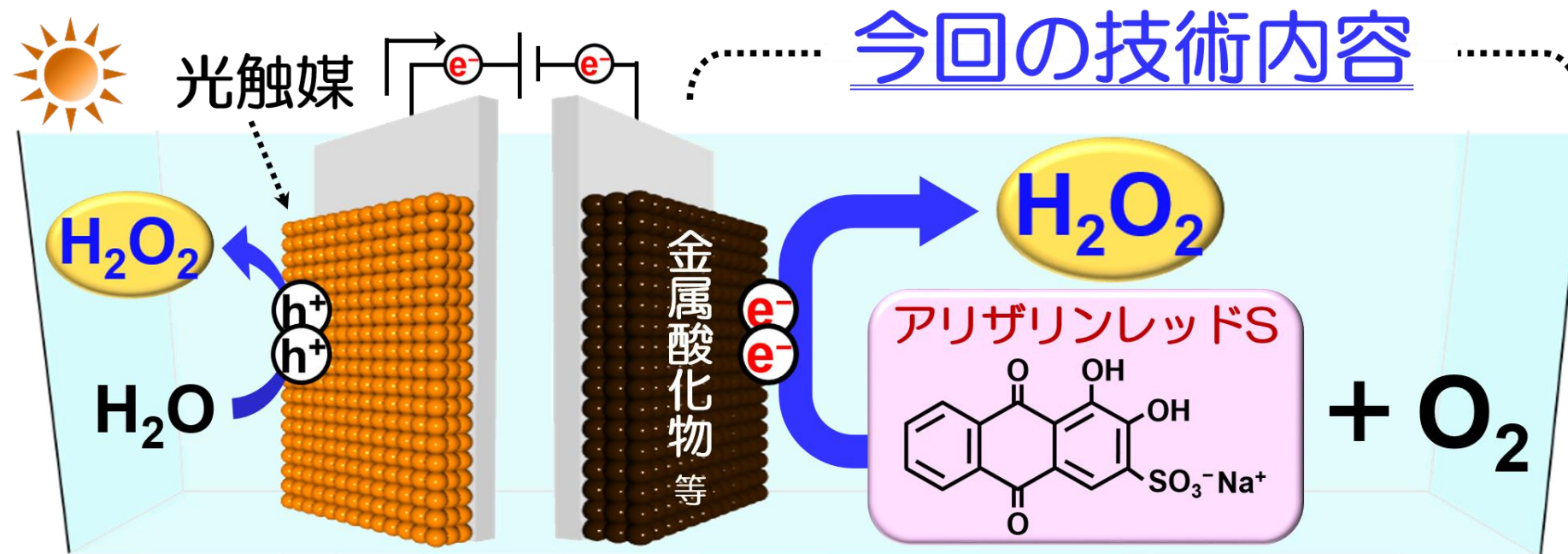
## アリザリンレッドSを用いる 電気化学的な過酸化水素製造法

関西大学 環境都市工学部 エネルギー環境・化学工学科  
准教授 福康二郎

2025年9月18日

# 本研究のポイント

## (光)電気化学反応 + アントラキノン法



- ✓ 酸素 や 水 を原料とする 過酸化水素 ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) の高選択的な製造
- ✓ アリザリンレッドS (ARS) を介した電気化学反応プロセス
- ✓ 光触媒技術との融合で、駆動エネルギー源の大幅削減も期待

# 過酸化水素 ( $\text{H}_2\text{O}_2$ )

消毒剤・殺菌剤  
有機排水の浄化

燃料電池による  
エネルギー利用への展望

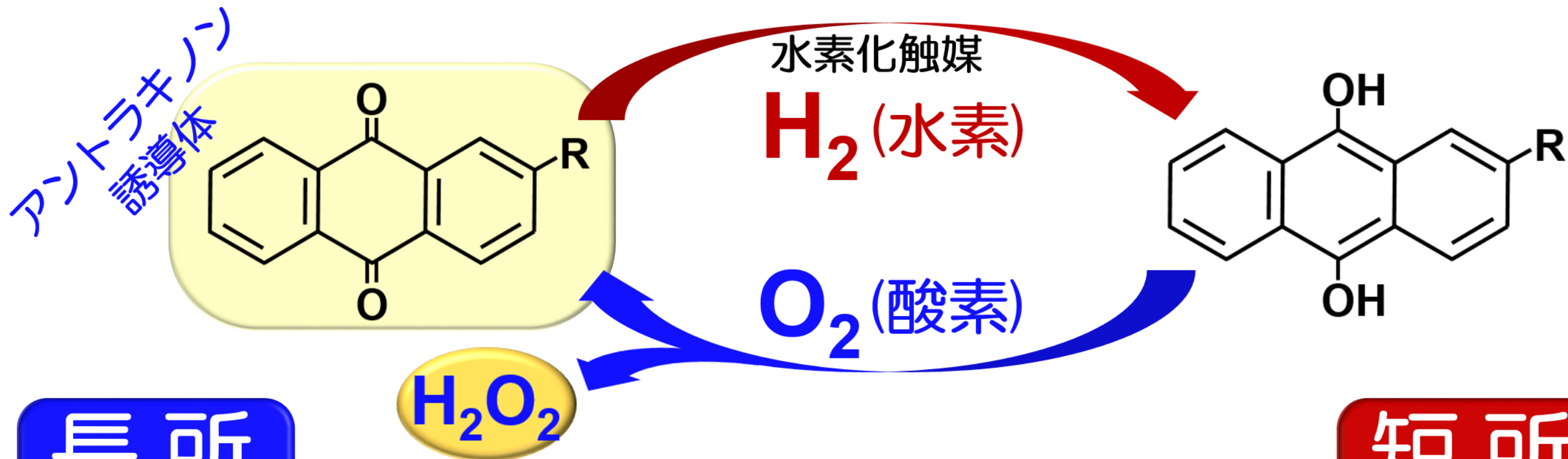
- ✓ 低環境負荷な酸化・還元剤
- ✓ 常温・常圧で液体
- ✓ 使用後の生成物は 水 または 酸素



漂白剤・洗浄剤

有機合成反応の  
酸化剤

# 従来の製造法 ～ アントラキノン法 ～



## 長所

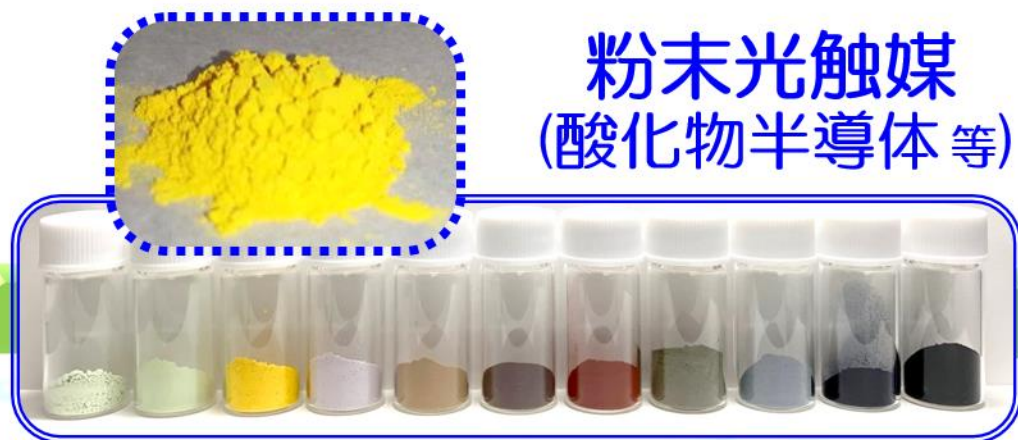
- ◎ 「触媒」プロセス
- ◎ 高効率合成が可能  
⇒ 連続式製造(大量生産)

## 短所

- ✖ 多段階プロセス
- ✖ 有機溶媒 や 水素  
が多量に必要



水  
 $\text{H}_2\text{O}$   
酸素  
 $\text{O}_2$

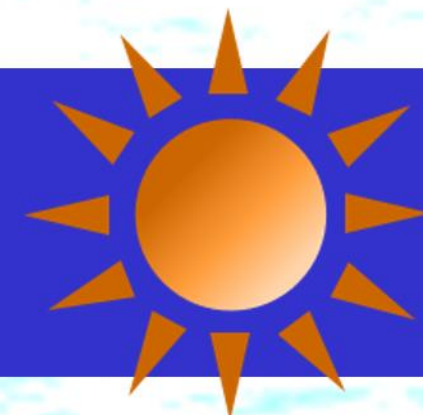


過酸化水素

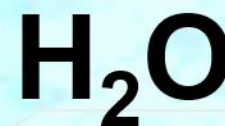


新技術説明会  
New Technology Presentation Meetings!

# 代表研究者のこれまでの試み ～ 水と酸素からの過酸化水素製造 ～



光触媒電極  
(光アノード)



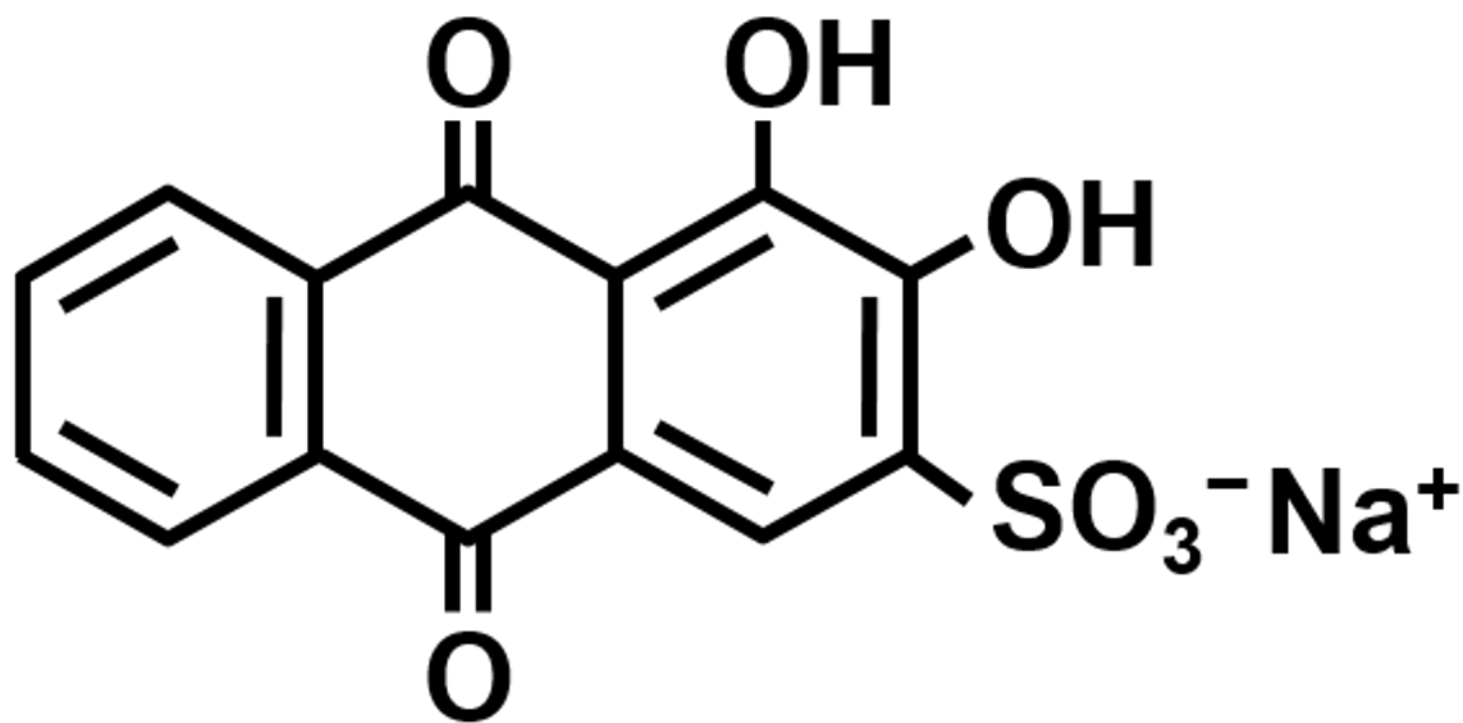
光触媒電極  
(光カソード)





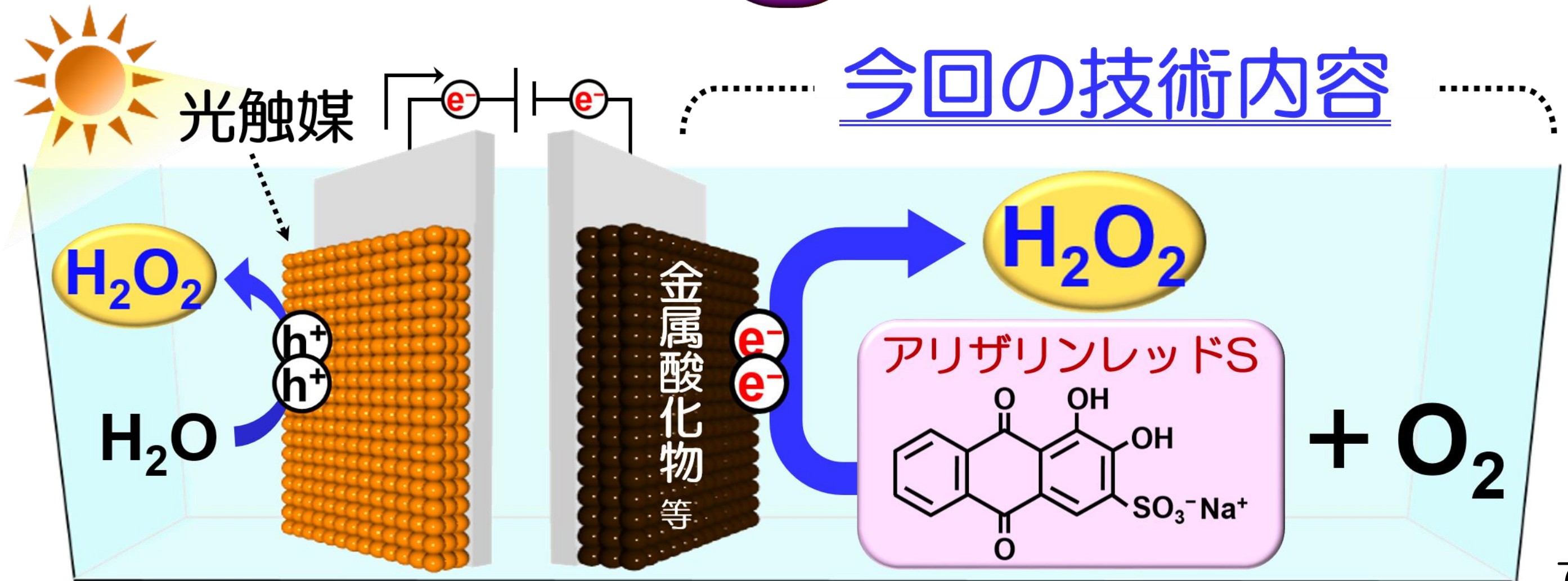
# アリザリンレッドS (ARS)

- ✓ 水溶性『アントラキノン誘導体』
- ✓ 指示薬やカルシウム染色に応用
- ✓ 金属酸化物との吸着能を保有



# 本研究の概要

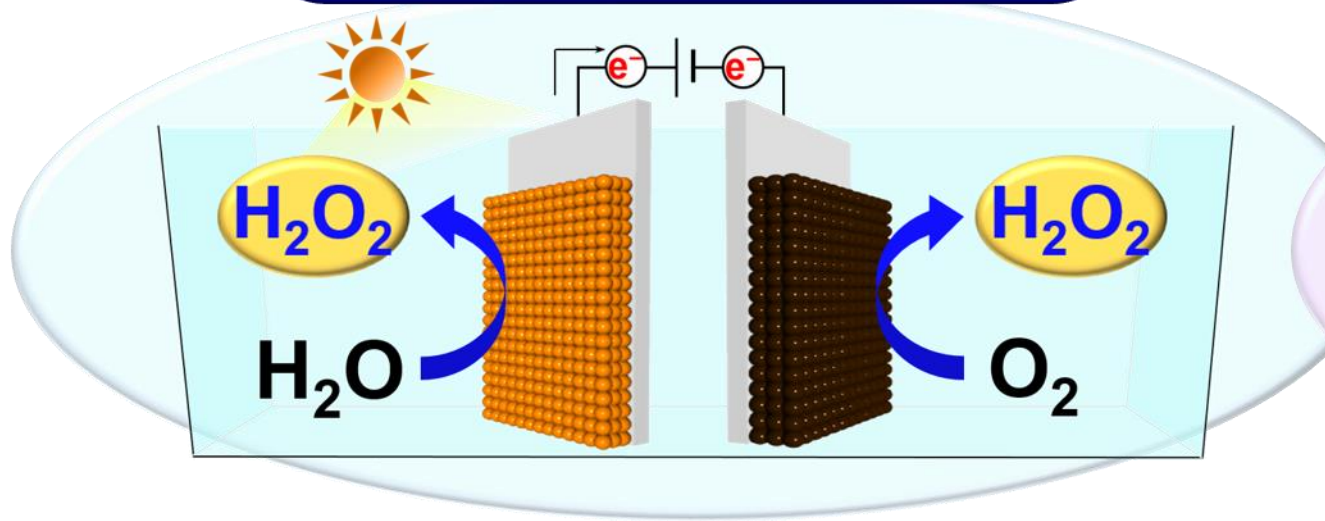
## (光)電気化学反応 + アントラキノン法



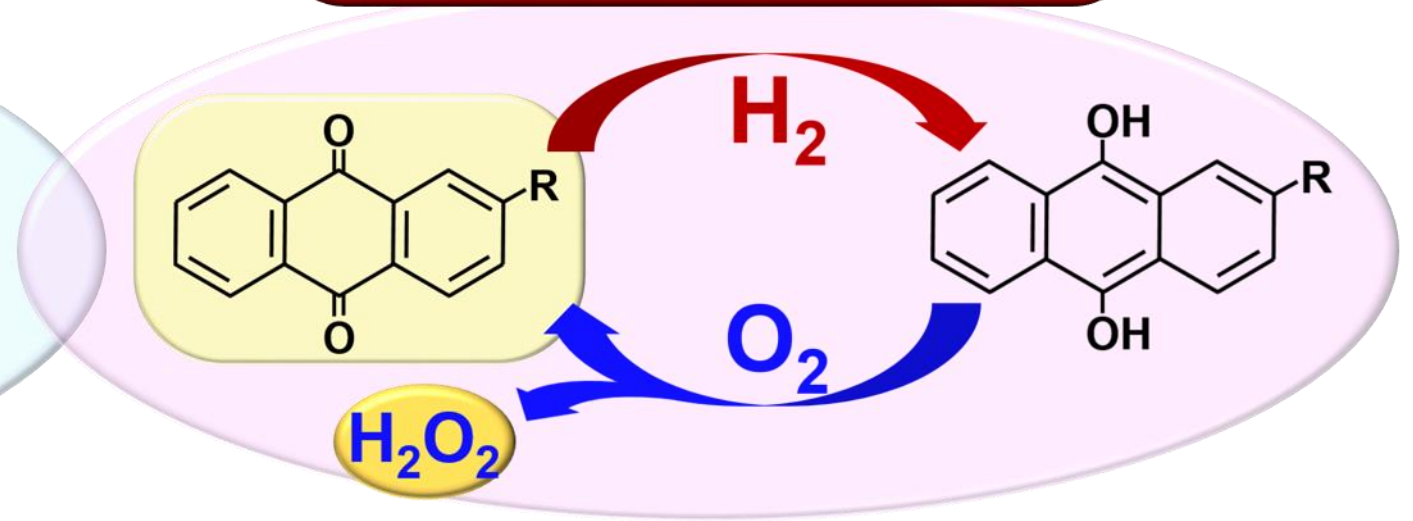


# 本研究の特徴・従来技術との比較

## (光)電気化学反応



## アントラキノン法

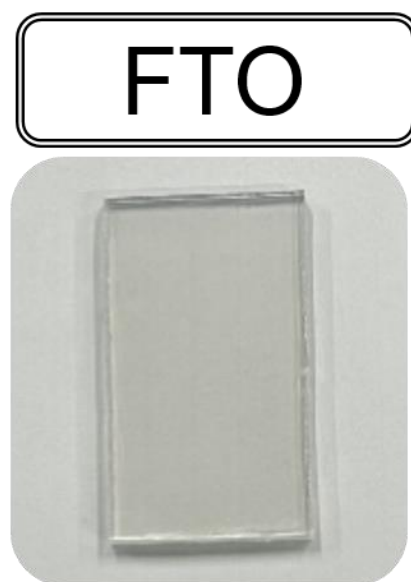
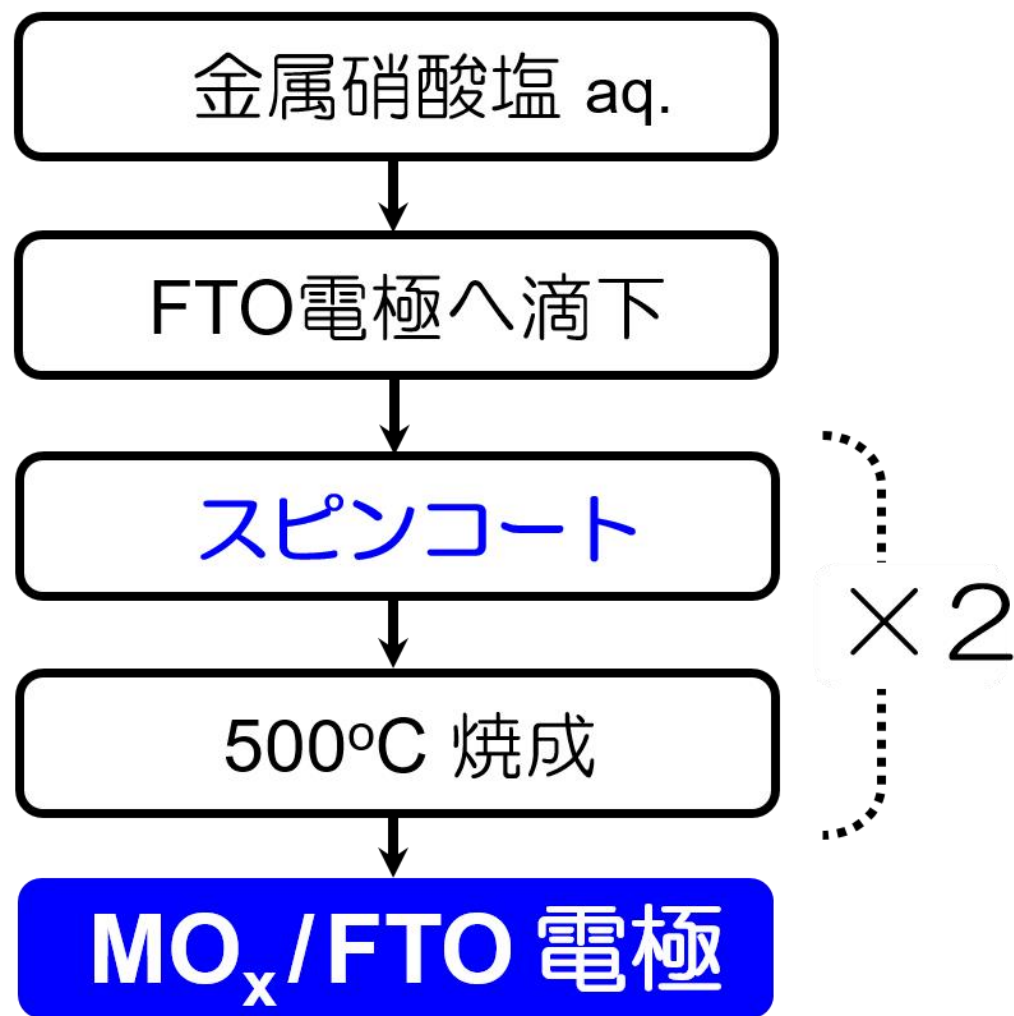


	(光)電気化学反応	アントラキノン法	(光)電気化学反応 ＋ アントラキノン法
効率	△	◎	◎
溶媒	水 (電解液)	有機溶媒	水 (電解液)
還元	電気化学	水素	電気化学



# 実験方法（一例） ～ 電極作成 ～

フッ素ドーパ酸化スズ(FTO)電極 (透明導電性基板) への  
金属酸化物( $\text{MO}_x$ ) の導入 ～ スピンコート法 ～



《サンプル例》



# 実験方法（一例） ～ 電極反応 ～

## 《 反応条件(カソード反応に着目した3極式) 》

カソード：FTO電極 or  $\text{MO}_x/\text{FTO}$ 電極

アノード：Ptコイル(対極)

参照極：Ag/AgCl電極



電解液：0.1 M  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  aq. (pH 9.1)

**+ ARS (8.0  $\mu\text{M}$ )**

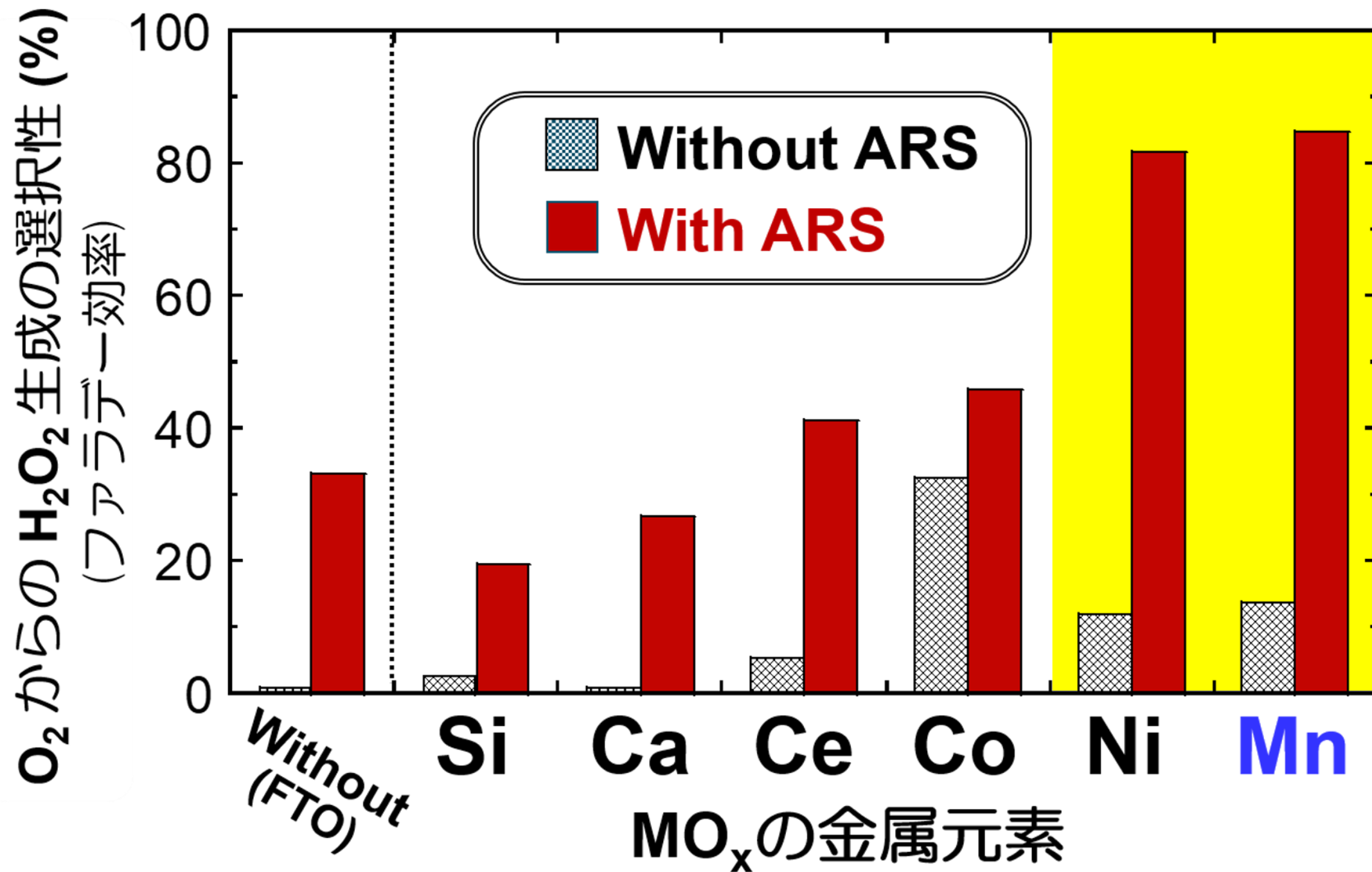
雰囲気： $\text{O}_2$  (500 mL  $\text{min}^{-1}$ )

印加電圧：-0.750 V vs. Ag/AgCl (-0.014 V vs. RHE)

反応温度：< 5°C (氷浴下)

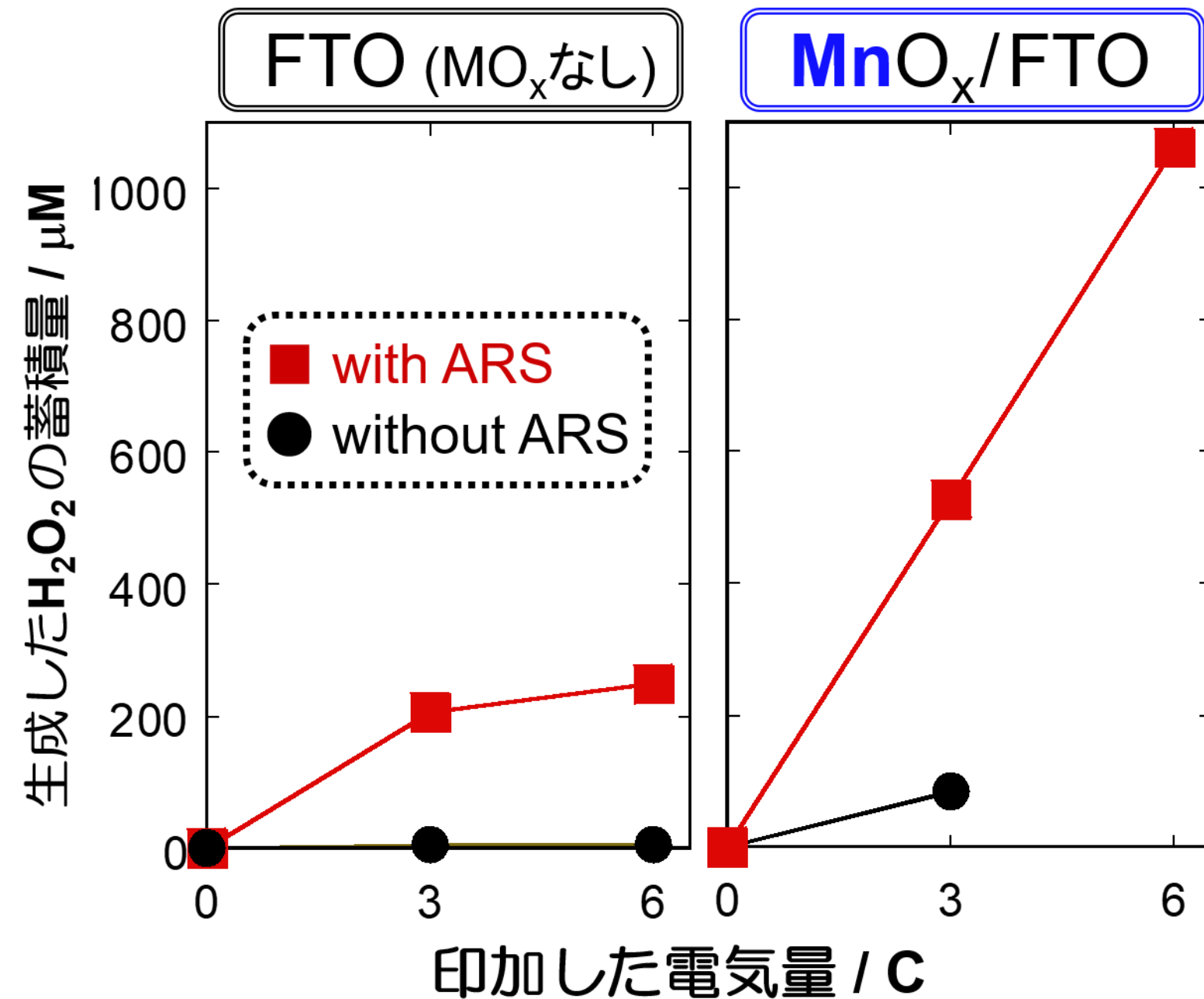
電気量：3.0 C [ ※ Ca, Ce or  $\text{NiO}_x/\text{FTO}$ 電極 without ARS : 4.0, 2.0 or 0.5 C ]

# 反応結果（一例） ～カソード反応～





# 反応結果（一例） ～カソード反応～



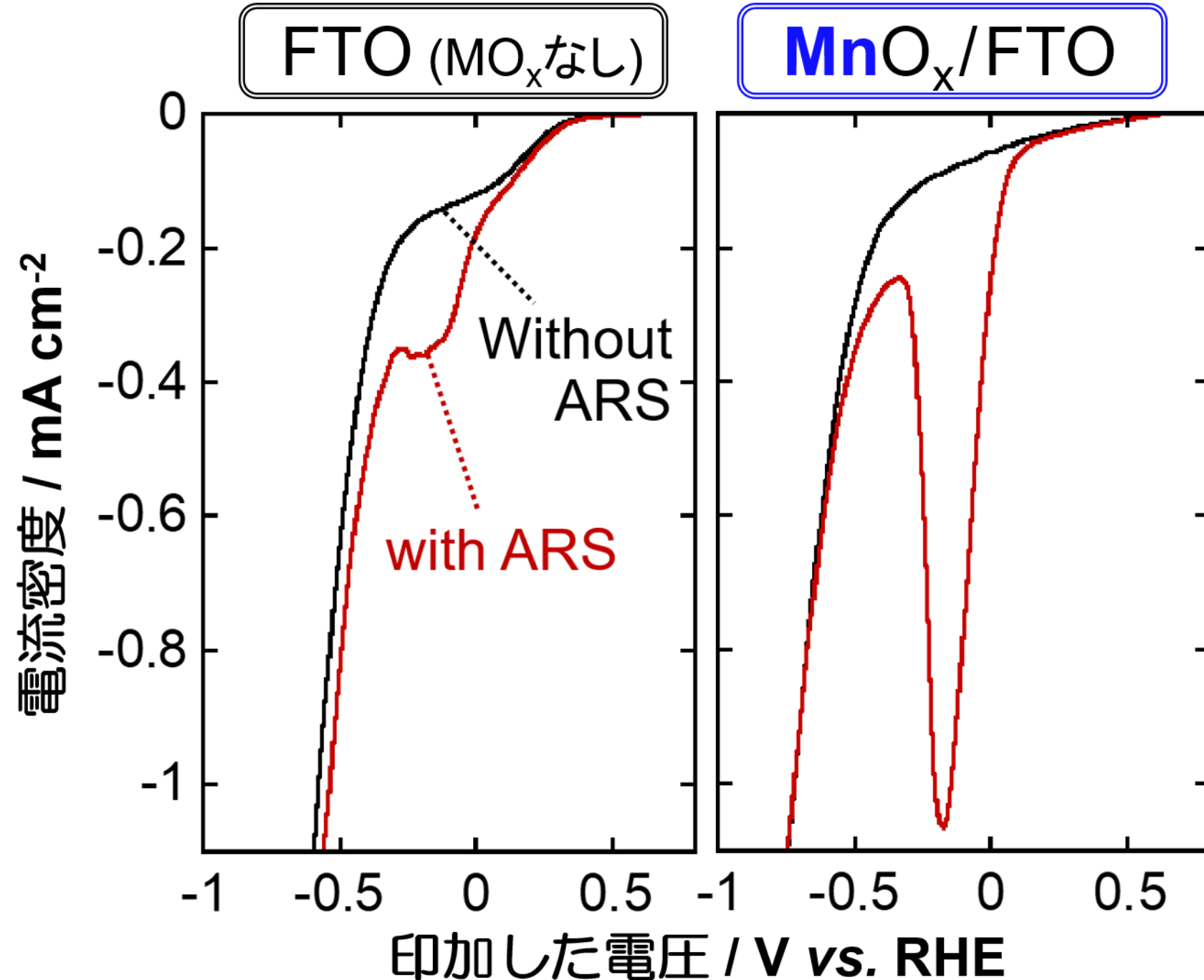
適切な MO<sub>x</sub> と ARS  
の組み合わせ

〔 ● H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>生成の選択性  
● H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>蓄積量 〕

飛躍的向上

⇒ 過酸化水素分解の抑制

# カソード電極の特性評価 (一例)



- ARS存在下で  
ピーク電流が発現
- MnO<sub>x</sub>存在下では  
ピーク電流が増加

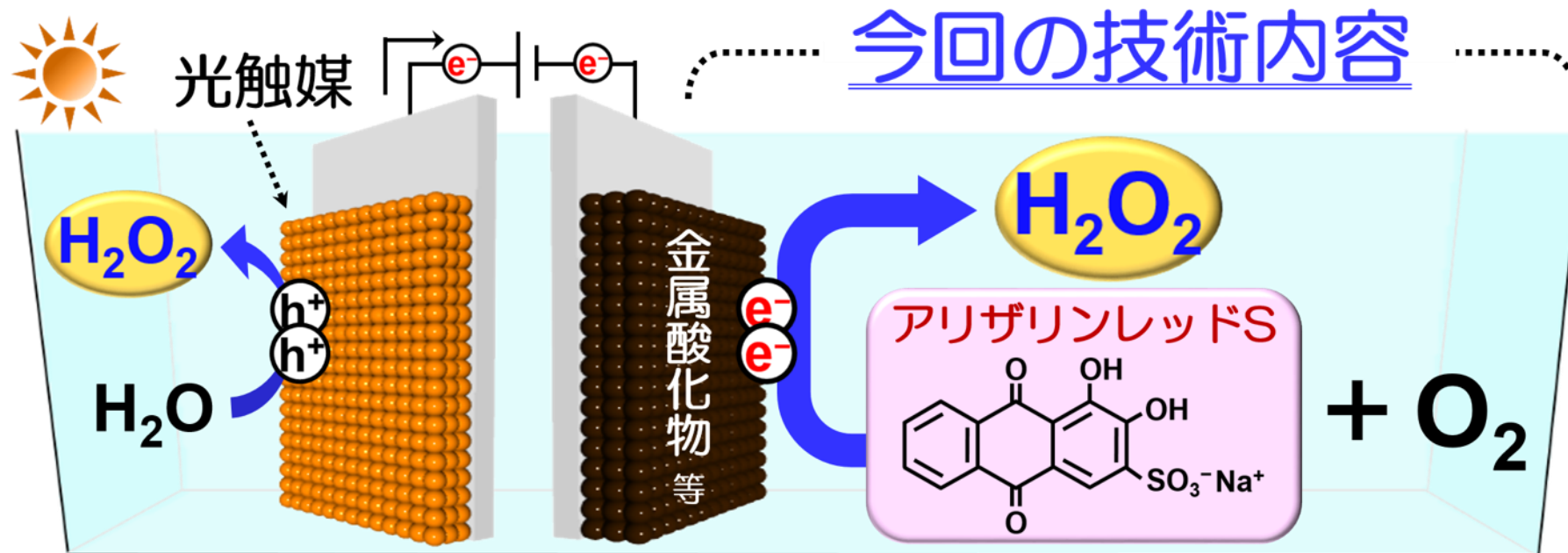


ARSを介する  
MnO<sub>x</sub>/FTO上での  
O<sub>2</sub>からの H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>生成

# まとめ (アピールポイント)

- ◎ 有機溶媒 や  $\text{H}_2$  フリーの高選択的な $\text{H}_2\text{O}_2$ 合成・蓄積
- ◎ 供給原料は  $\text{O}_2$  と  $\text{H}_2\text{O}$  ( $\text{H}_2\text{O}$ からの $\text{H}_2\text{O}_2$ 合成とも複合可能)
- ◎ 様々な電極の種類・形態に応用可能 (基板・メッシュ)

## (光)電気化学反応 + アントラキノン法





# 想定される用途

## “過酸化水素”の利用用途全般

- ✓ 消毒剤・殺菌剤・漂白剤・洗浄剤
- ✓ 産業用水・排水中の有機化合物の酸化分解処理
- ✓ 燃料電池によるエネルギー利用

### 《利用方法》

バッチ式蓄積、オンサイト合成、流通式連続合成 … etc

# 実用化に向けた課題

従来の電解合成手法への適用に向けて…

- ✓ メカニズムの詳細解明
- ✓ 過酸化水素の濃縮（高濃度利用の場合）
- ✓ アリザリンレッドS・電解質の分離
- ✓ 電解電圧の削減  
⇒ 光アノード技術との融合で克服可能

# 社会実装への道筋 ～カソード～

〔現在〕基礎要素技術  
の提案

〔7年後以降〕

- ✓ 小規模パイロット  
スケール設備の設計
- ✓ 設備寿命の確認
- ✓ 電圧削減プロセス

〔3～7年後〕

- ✓ 基礎技術の確立  
(メカニズム解明 含)
- ✓ スケールアップ課題  
の洗い出し
- ✓ サイクル寿命調査
- ✓ 経済性シミュレーション



# 企業への期待

## 過酸化水素製造・利用に携わる企業との連携

- ✓ 経済性やコストシミュレーション
- ✓ スケールアップや連続的合成に向けた  
課題点の洗い出し

# 本技術に関する知的財産権

〔名称〕 過酸化水素の製造装置及び製造方法

〔番号〕 特願2025-076847

〔出願人〕 学校法人 関西大学

〔発明者〕 福 康二郎、木野下 輝

# 謝 辞

本研究は、次の助成を受けて実施されました。

● JSPS科研費（基盤研究(C)）

〔 課題番号 〕 22K05293

● 環境省・(独) 環境再生保全機構の環境研究総合推進費

〔体系的番号〕 JPMEEERF20233R03

〔 課題番号 〕 3RF-2303

## 関西大学

社会連携部 産学官連携センター



〔 TEL 〕 06-6368-1245

〔 E-mail 〕 sangakukan-mm@ml.kandai.jp