

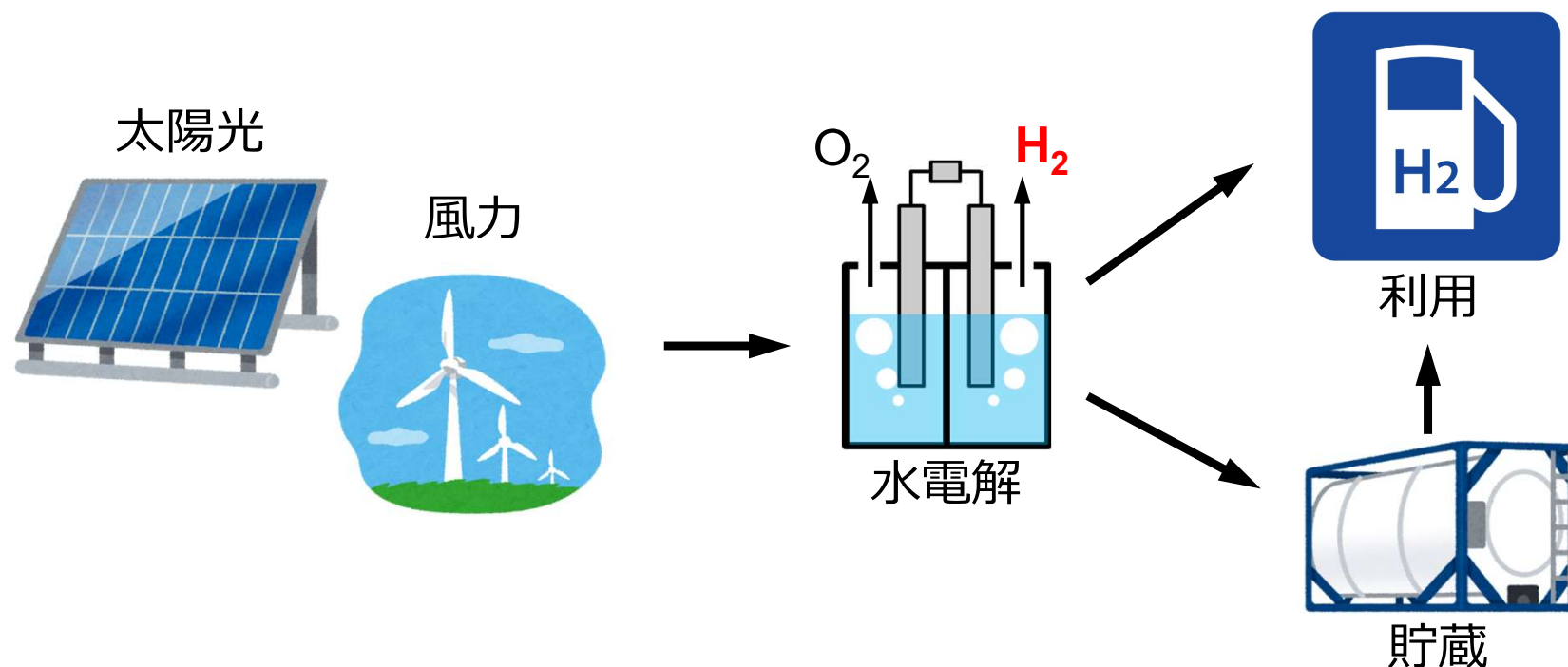
2024年度 JPECフォーラム

RuO<sub>2</sub>-MnO<sub>2</sub>複合酸化物を用いた  
高耐久OER触媒の開発

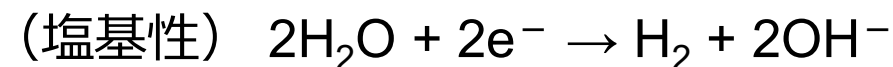
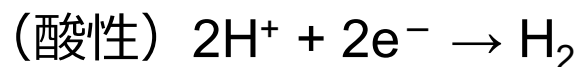
2024年5月14日

東京都立大学  
別府孝介

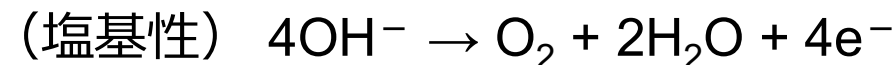
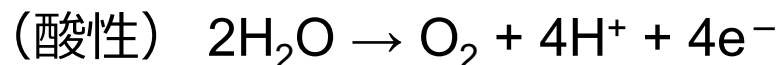
# 再生可能エネルギーを利用した水電解反応



## 水素発生反応 (HER)

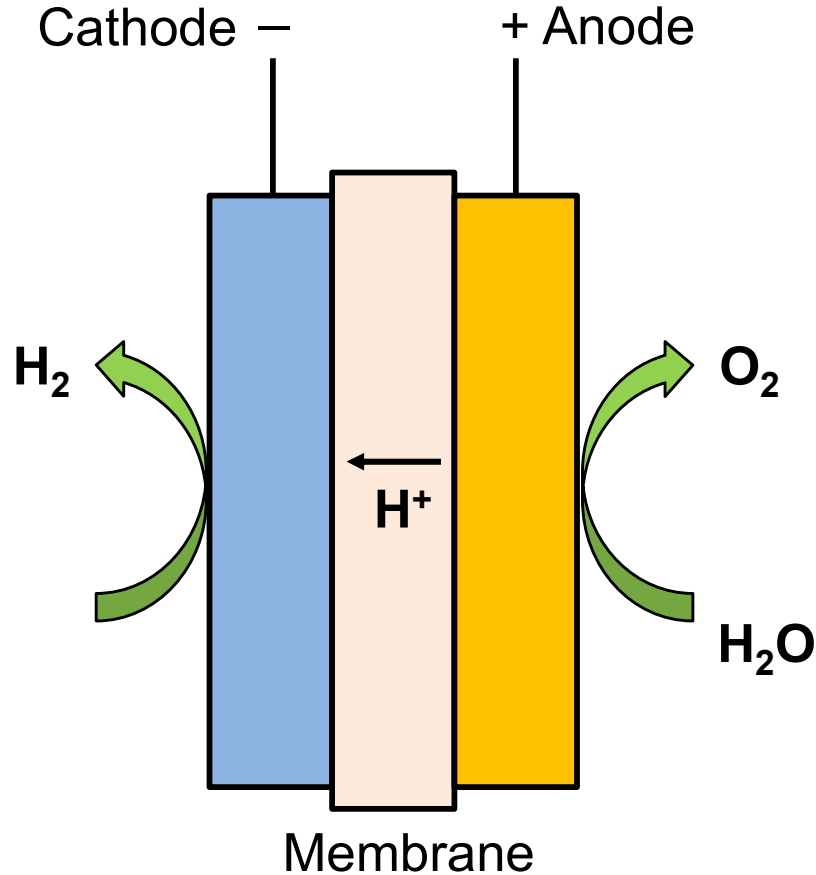


## 酸素発生反応 (OER)



# PEMWE

## PEM Water Electrolysis (PEMWE)



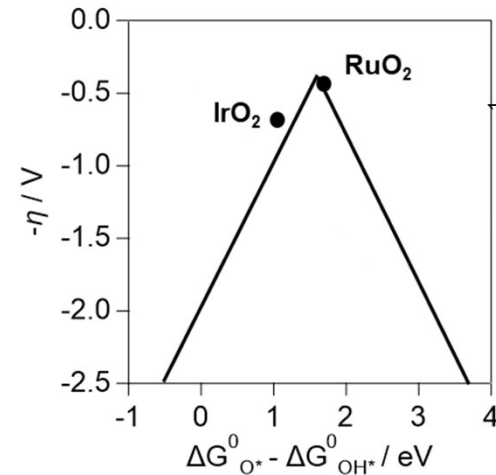
S. Shiva Kumar, V. Himabindu,  
Mater. Sci. Ener. Tech., 2019, 2, 442-454.

✓高電流密度, 小型化が可能

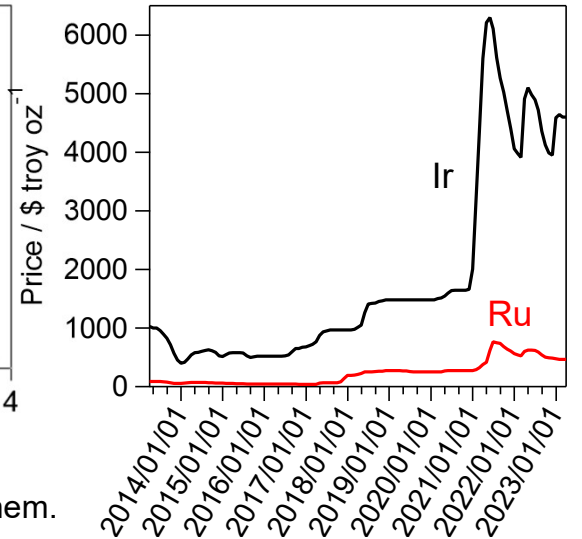
✗酸性条件, 低耐久性

耐久性の高いIrO<sub>2</sub>系触媒が用いられている。

## RuO<sub>2</sub>系触媒



I. C. Man, et al., ChemCatChem.  
2011, 3, 1159-1165.

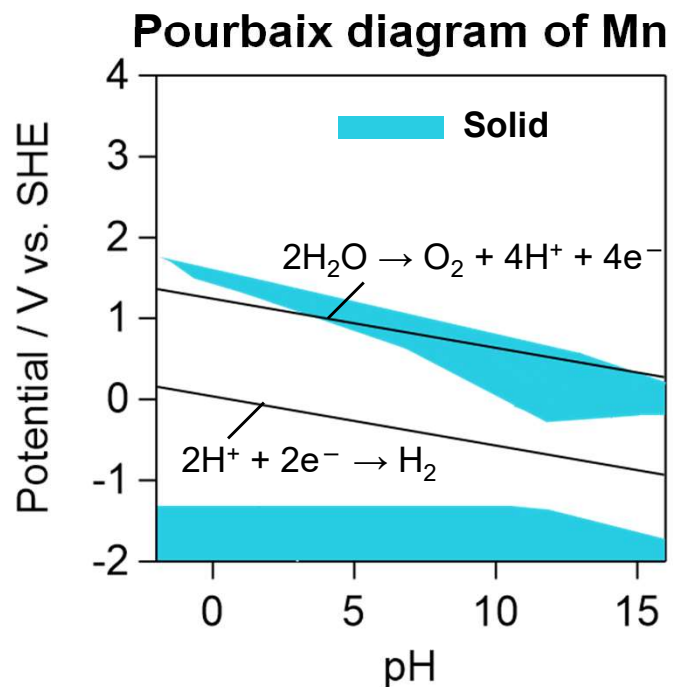


<http://www.platinum.matthey.com/prices/price-charts>

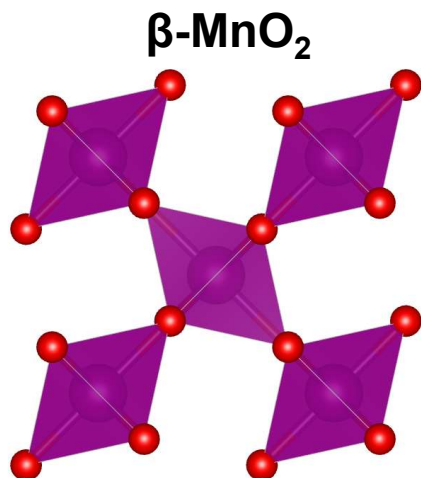
✓高活性, 低コスト

✗低耐久性

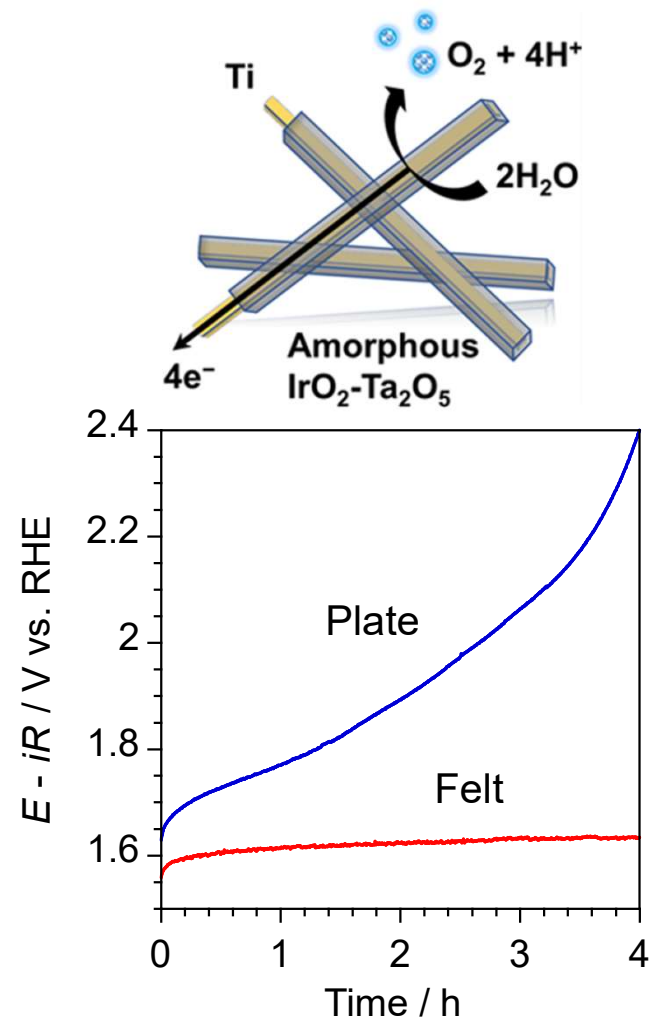
# 本研究の概要



S. Kong, et al., TOSOH Res. Tech. Rev. 2021, 65, 25–30.



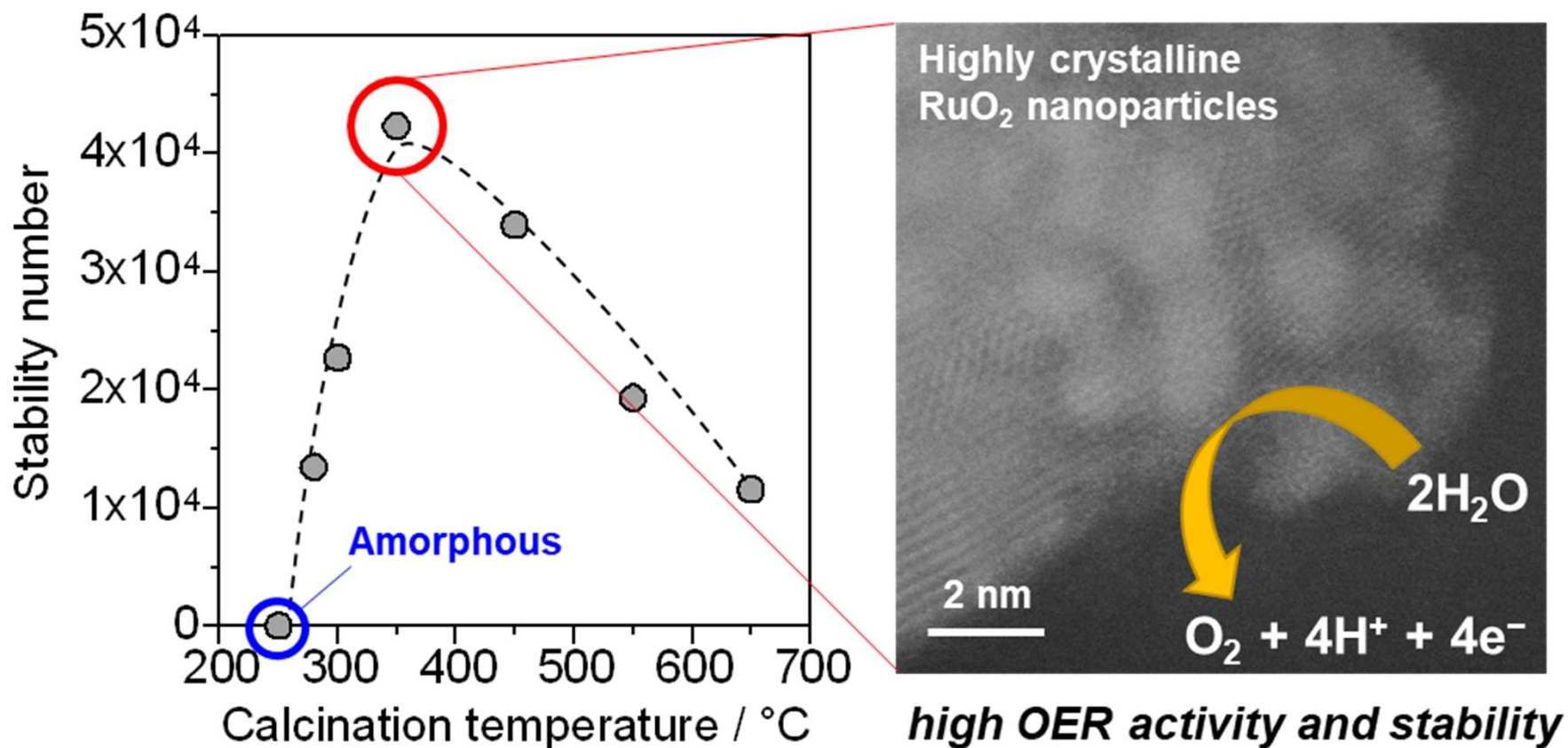
## Ti繊維を基材としたOER触媒



F. Amano, et al., ACS Appl. Energy Mater. 2020, 3, 4531–4538.

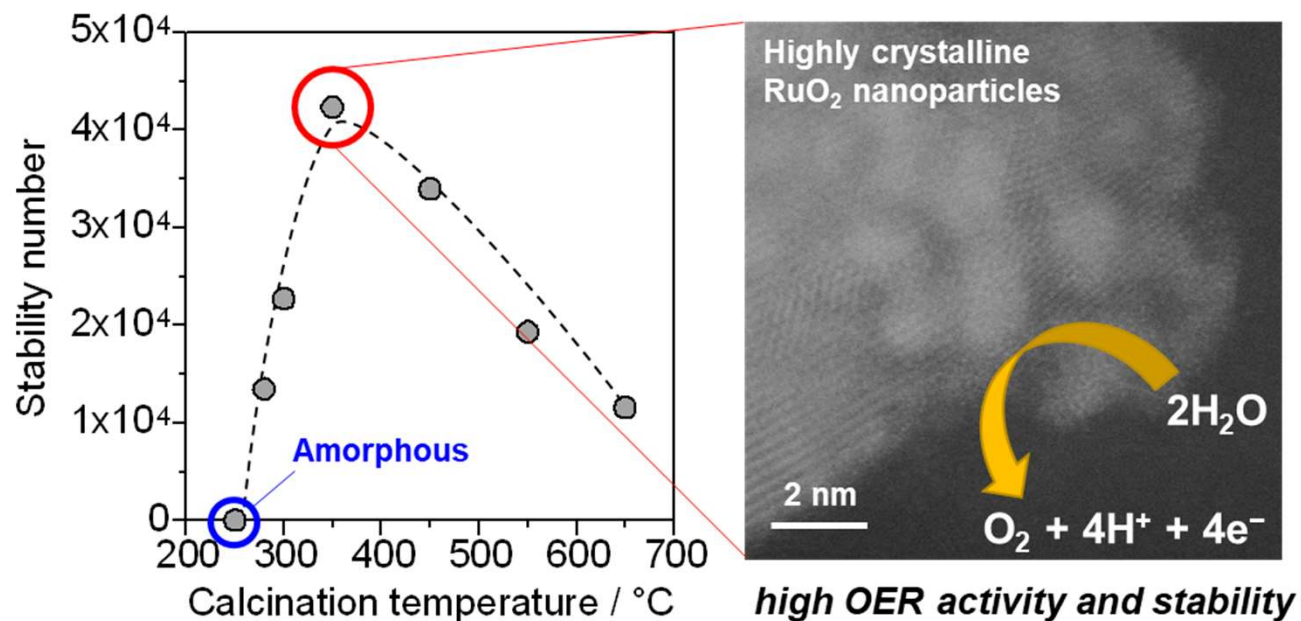
F. Amano, et al., J. Phys. Chem. C 2022, 126, 1817–1827.

# 前年度までの成果



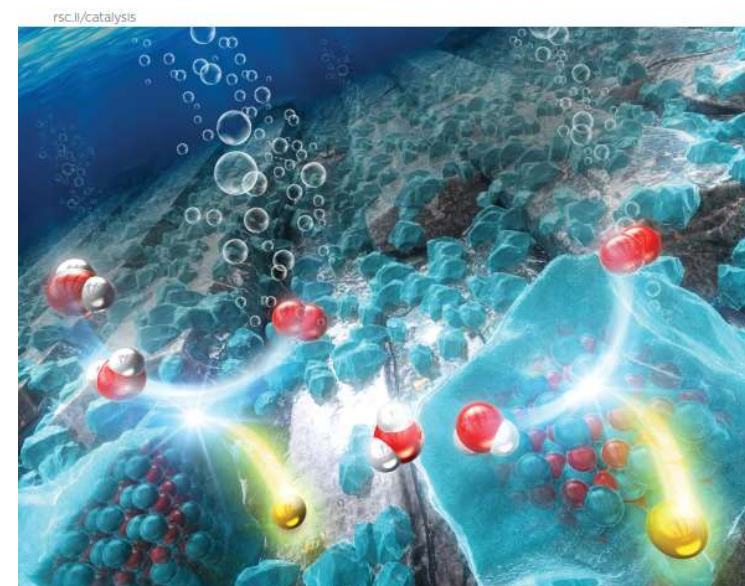
高結晶化度を有するRuO<sub>2</sub>ナノ粒子は高いOER活性と耐久性を両立させることができる。

# 前年度までの成果



Catalysis  
Science &  
Technology

Volume 13  
Number 23  
7 December 2023  
Pages 6573–6852



ROYAL SOCIETY  
OF CHEMISTRY

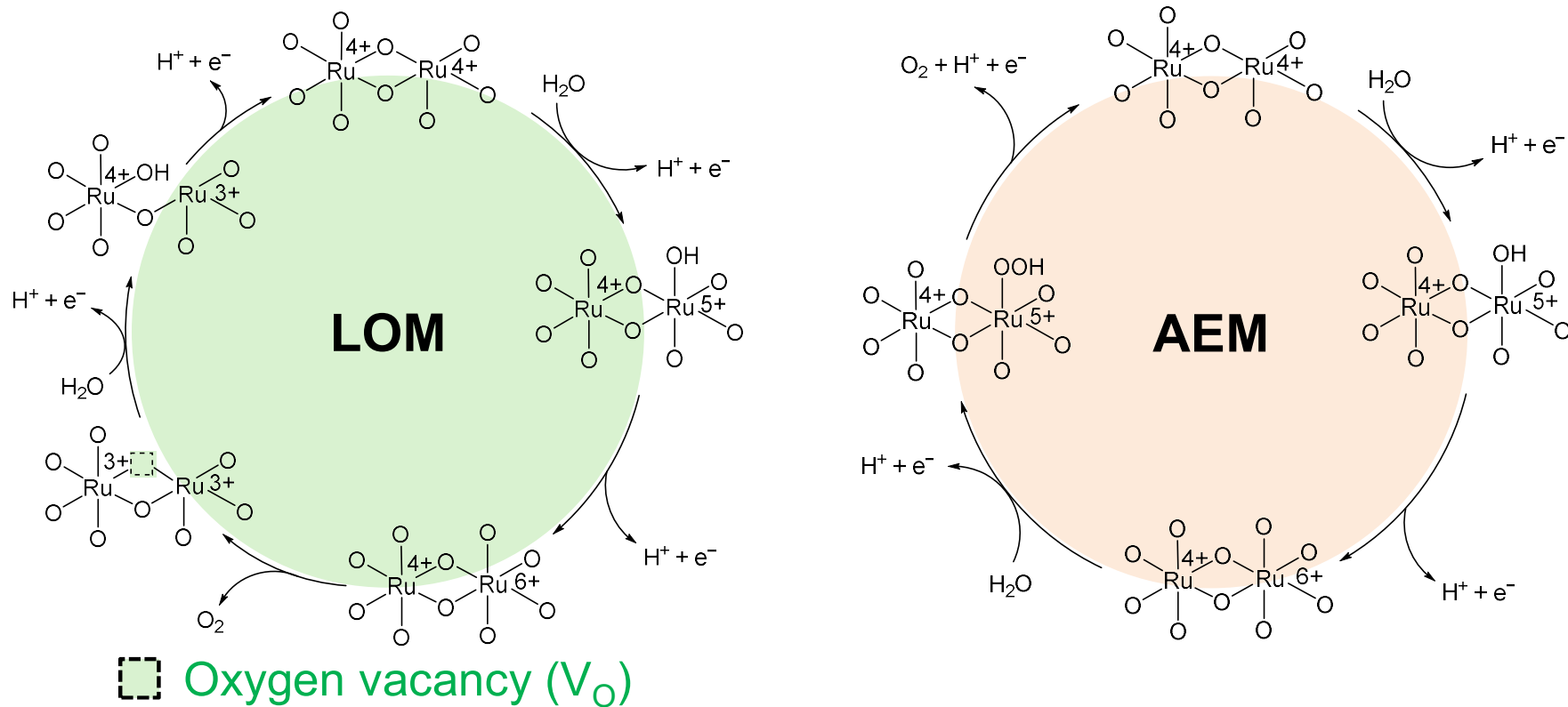
PAPER  
Furuki, Amano et al.  
Amorphous versus nanocrystalline RuO<sub>2</sub> electrocatalysts:  
activity and stability for oxygen evolution reaction in  
sulfuric acid

**K. Beppu, K. Obigane, and F. Amano,  
"Amorphous Versus Nanocrystalline RuO<sub>2</sub> Electrocatalysts:  
Activity and Stability for Oxygen Evolution Reaction in Sulfuric Acid"  
Catalysis Science & Technology 2023, 13, 6653–6661.**



# 今年度の検討内容

- RuO<sub>2</sub>の耐久性が低い要因：高酸化条件による酸化溶出

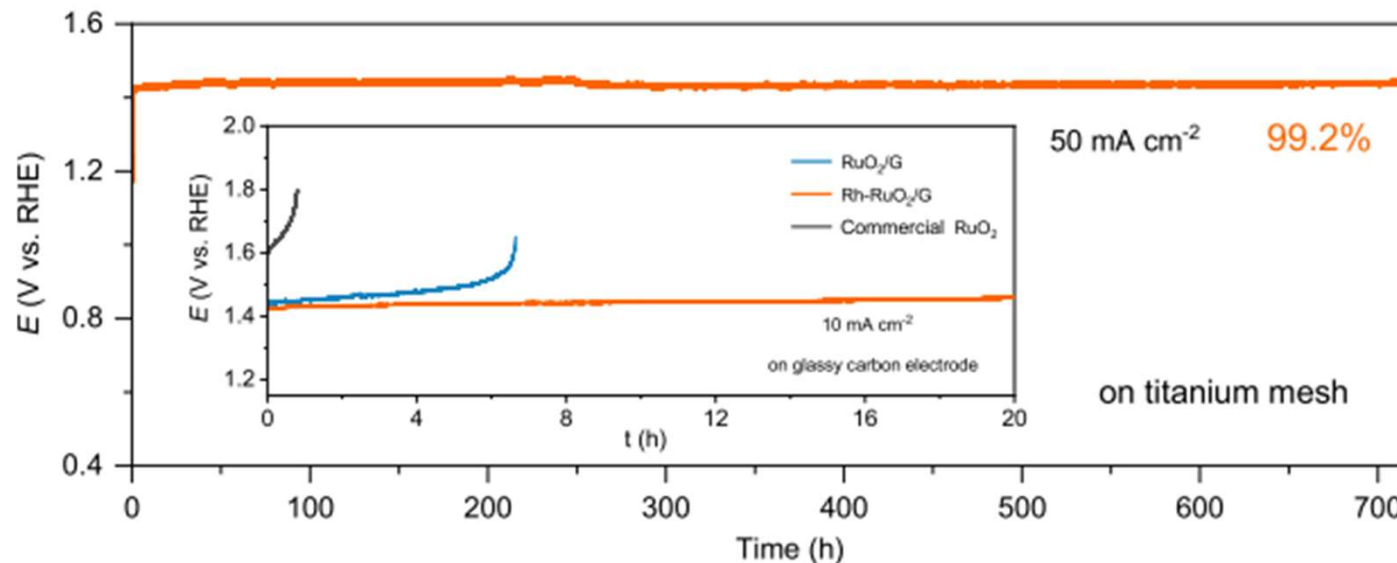


Lattice oxygen-mediated mechanism (**LOM**)

Adsorbates evolution mechanism (**AEM**)

# 今年度の検討内容

- RuO<sub>2</sub>の耐久性が低い要因：高酸化条件による酸化溶出



RuO<sub>2</sub>にRhをドーピングすることで耐久性が著しく向上。

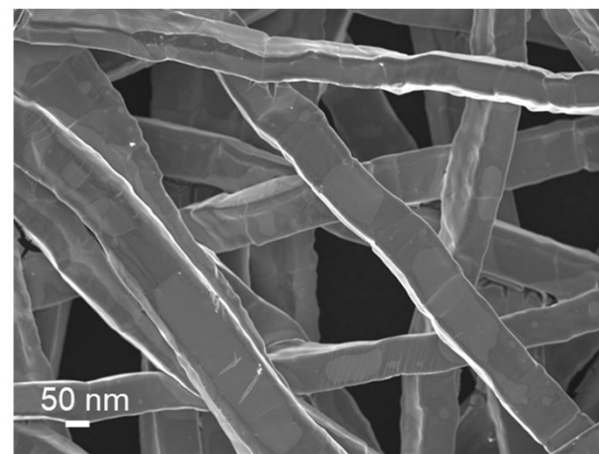
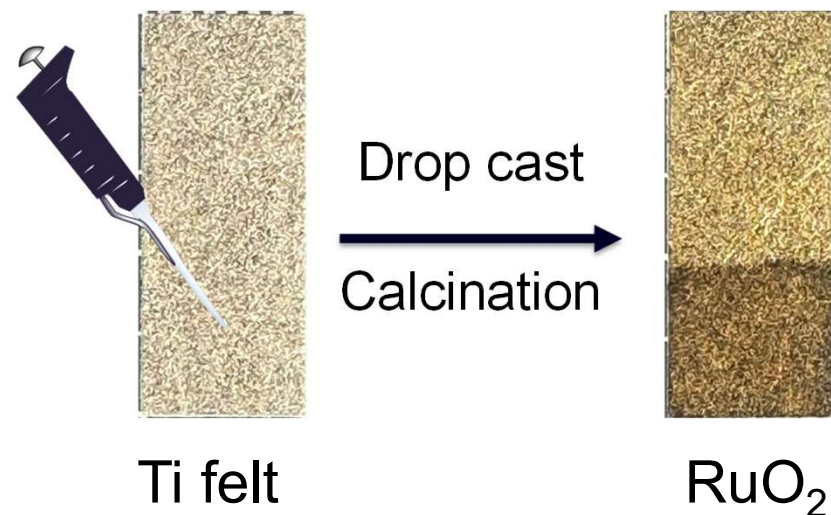
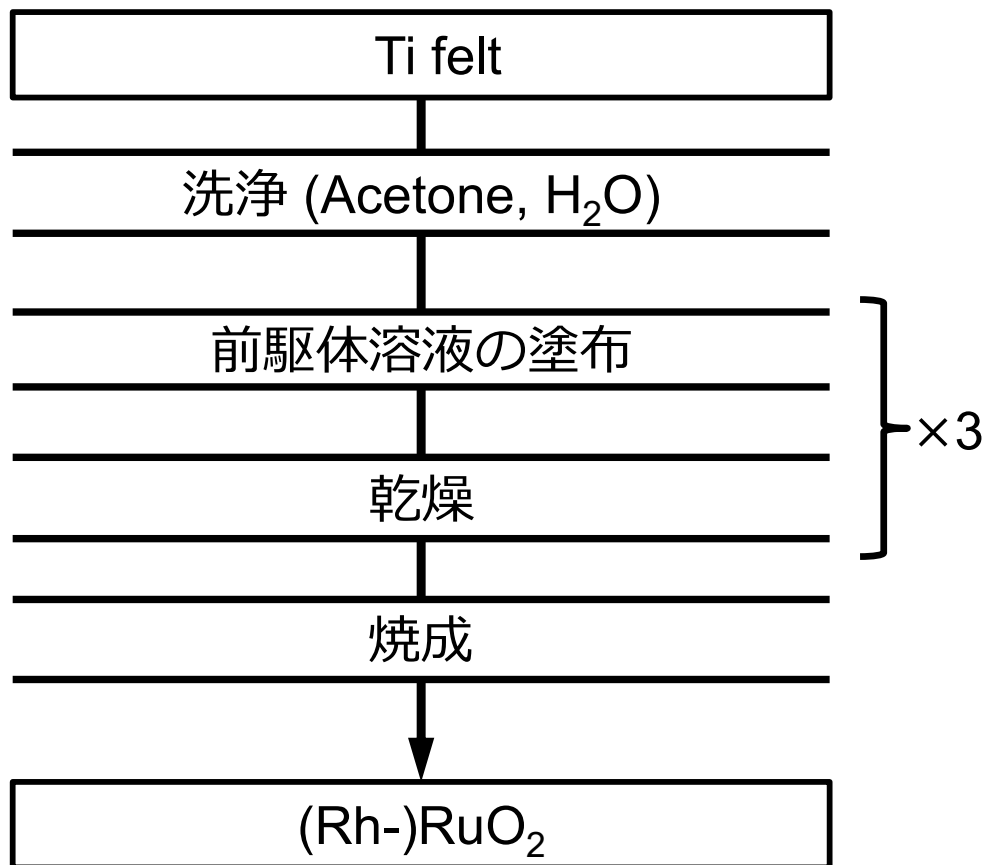
Wang, Y, et.al. *Nat. Commun.*, 2023, **14**, 1412

RuO<sub>2</sub>触媒の劣化機構について検討した。

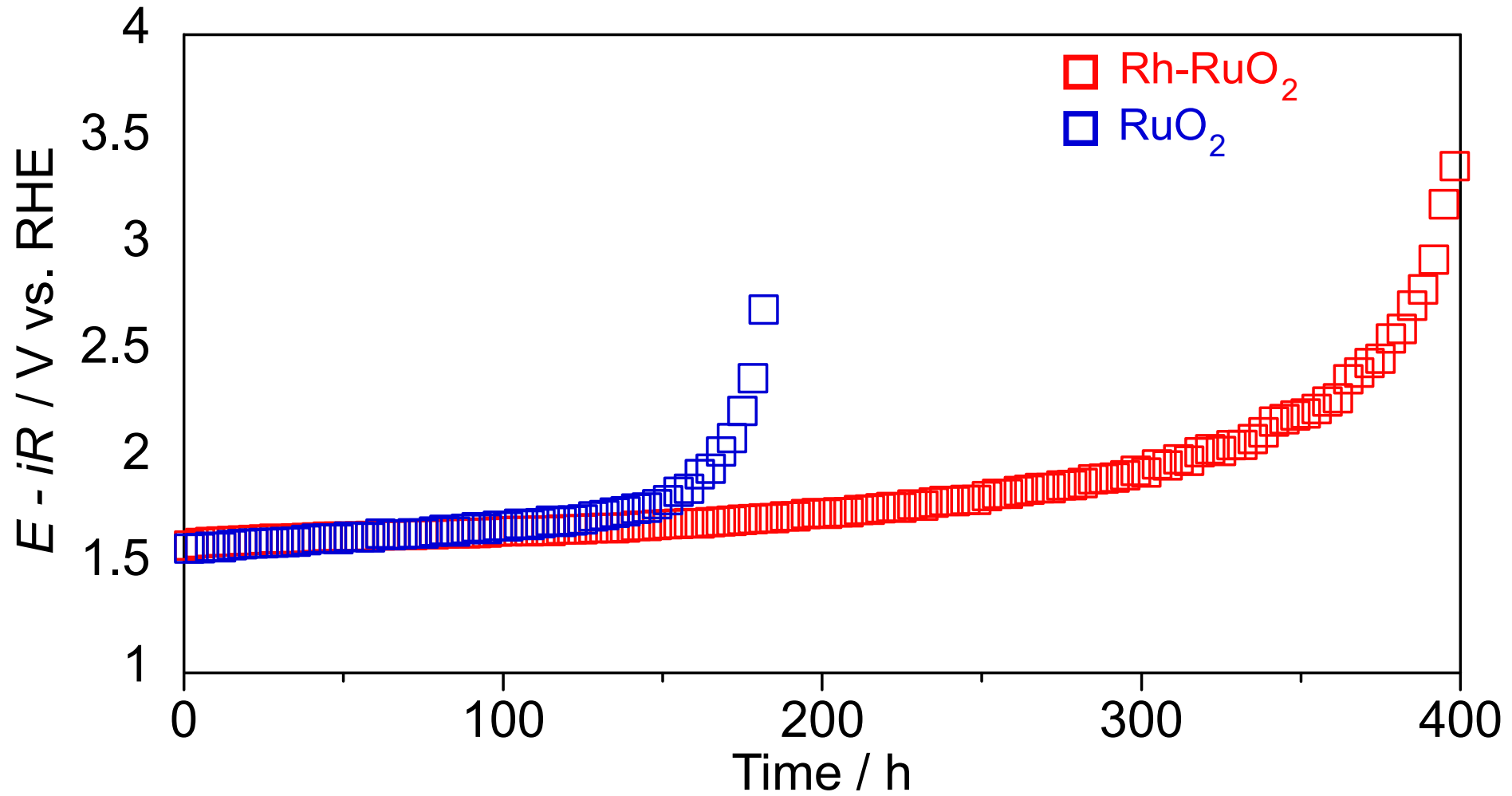


# 触媒調製

## ドロップキャスト法による RuO<sub>2</sub>触媒の調製

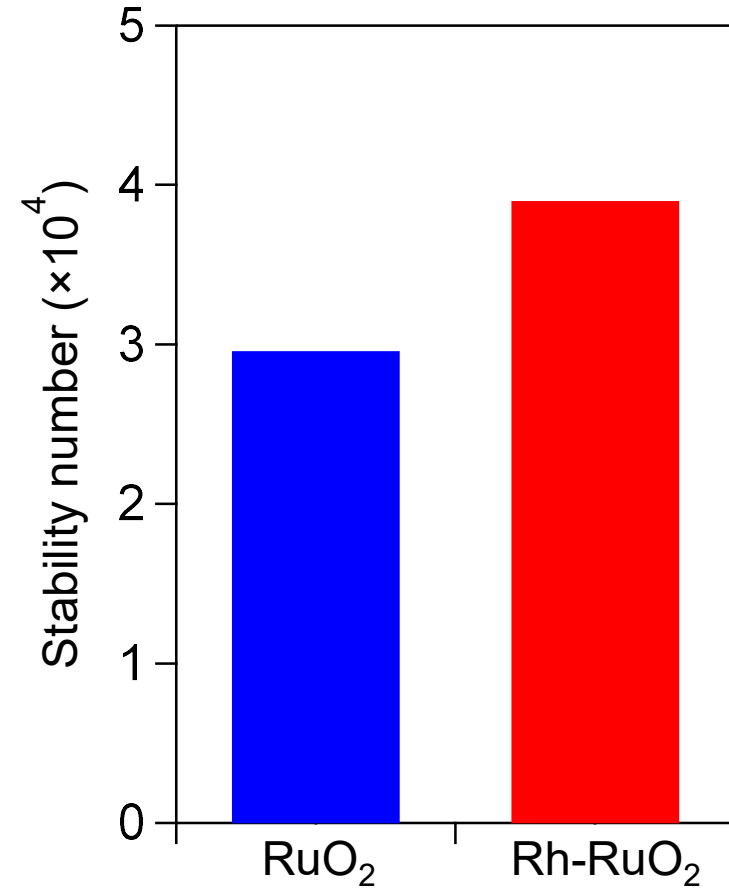
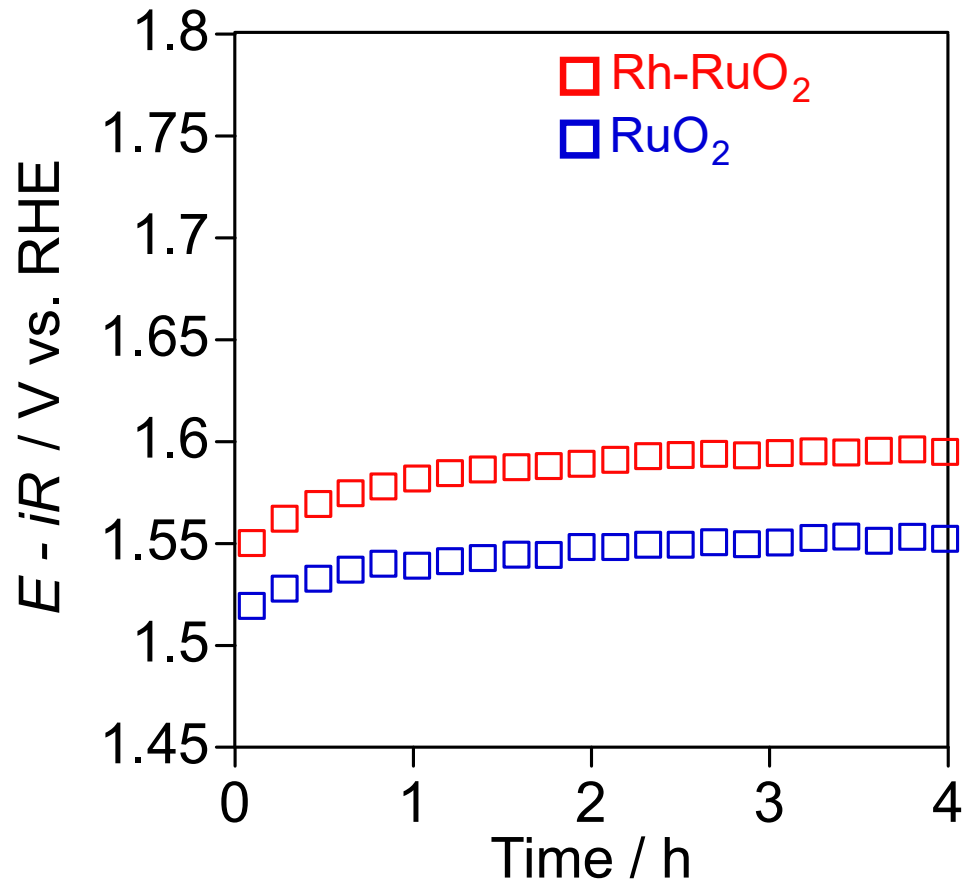


# 長時間耐久性

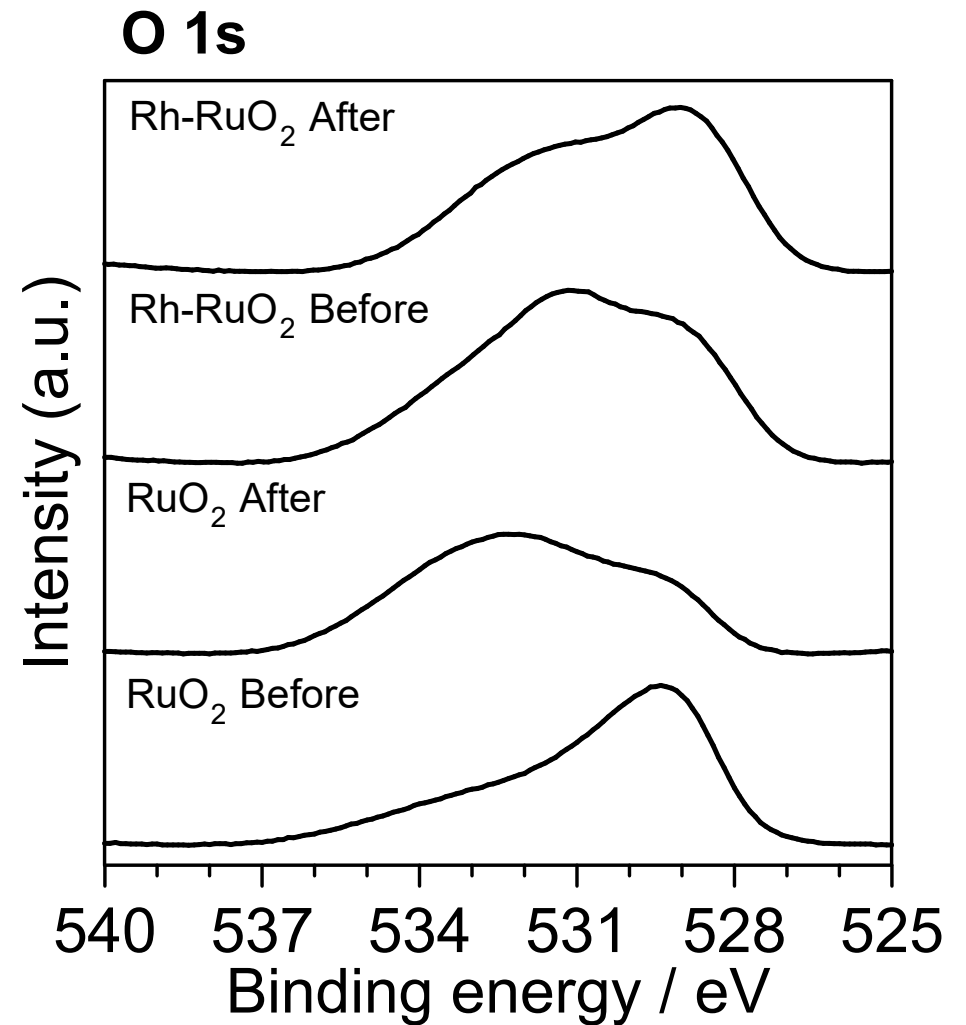
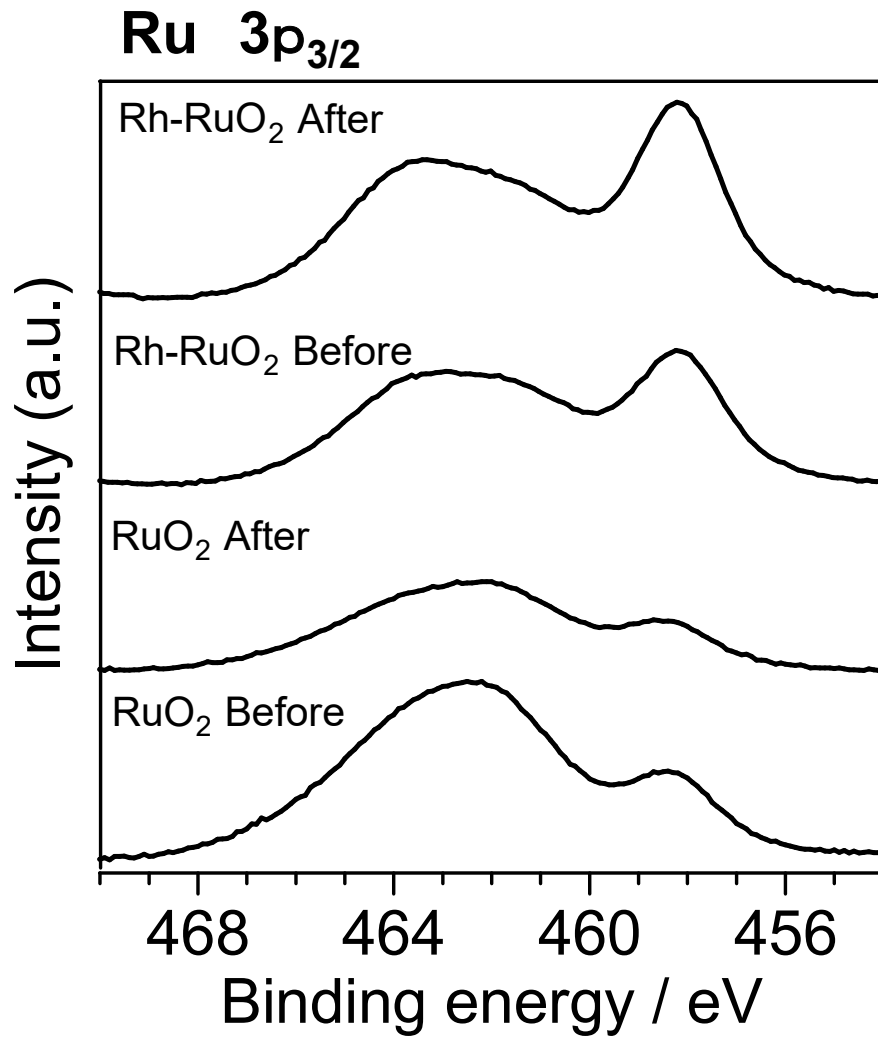


# RuO<sub>2</sub>触媒の耐久性

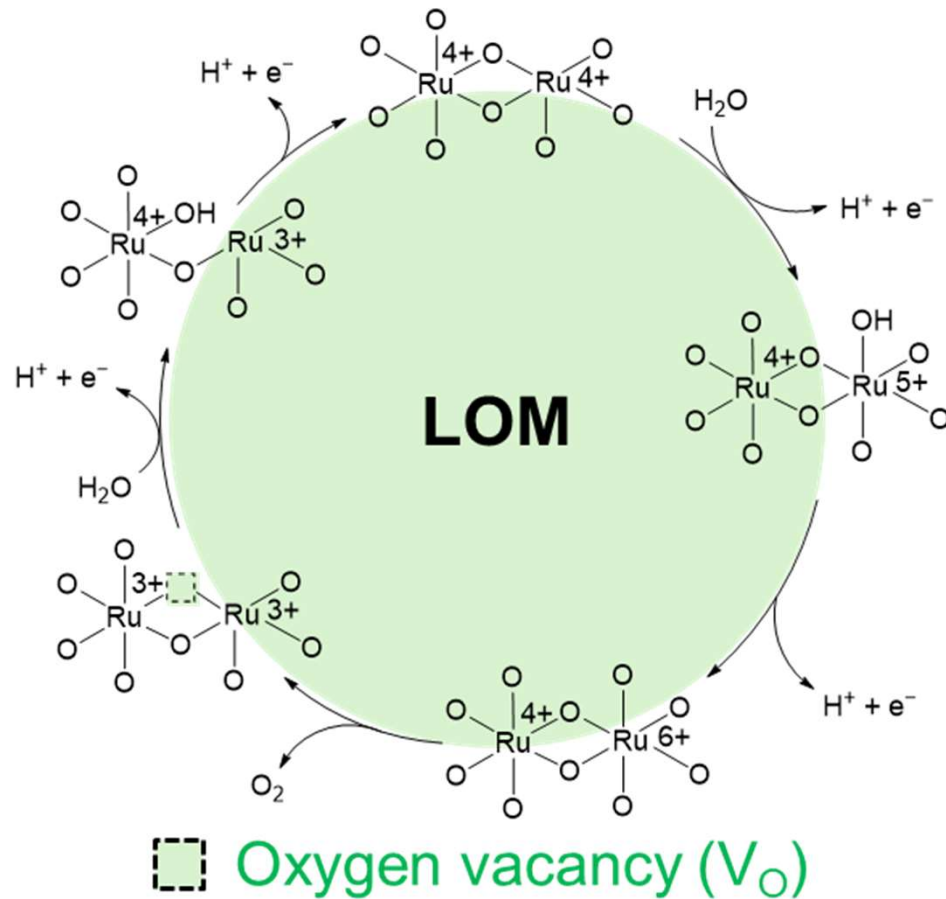
$$\text{Stability number} = \frac{\text{Amount of evolved O}_2 \text{ molecule}}{\text{Amount of dissolved Ru atom}}$$



# 反応前後のXPS



# まとめ



Lattice oxygen-mediated mechanism (**LOM**)

- 耐久性を著しく向上させた触媒の作製に成功した。

- 従来型触媒と高耐久触媒のキャラクタリゼーションにより、劣化機構の差異を確認した。