

2023年度 JPECフォーラム

$\text{RuO}_2\text{-MnO}_2$ 複合酸化物を用いた
高耐久OER触媒の開発

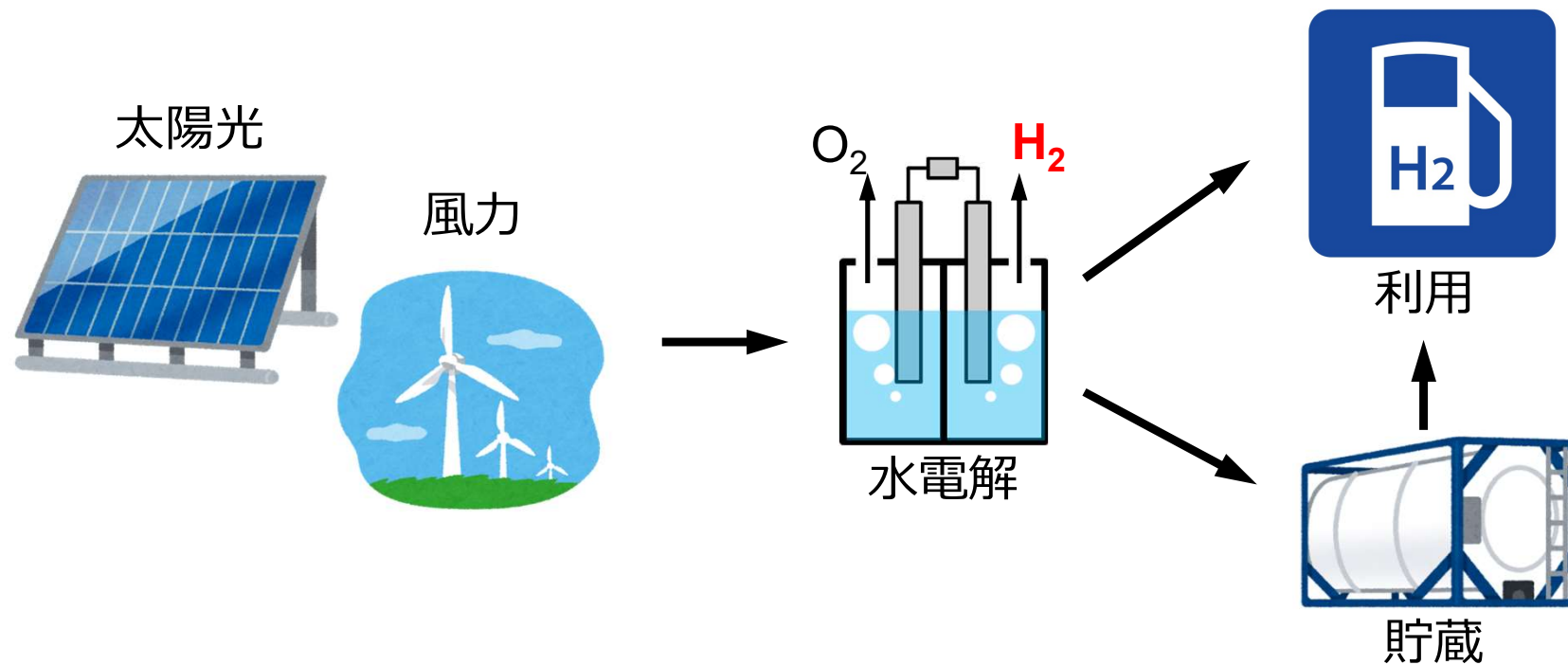
2023年5月10日

東京都立大学
別府孝介

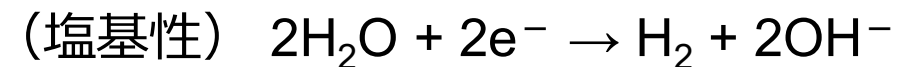
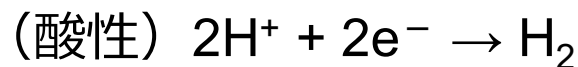
本日の内容

1. 背景
2. (Ru,Mn)O₂酸化物の合成
3. Ti繊維基材へのRuO₂の塗布条件の最適化
4. まとめ

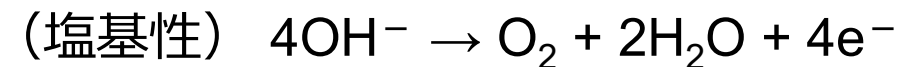
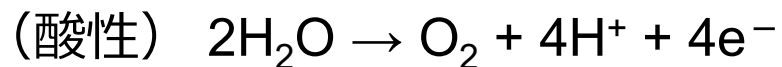
再生可能エネルギーを利用した水電解反応



水素発生反応 (HER)

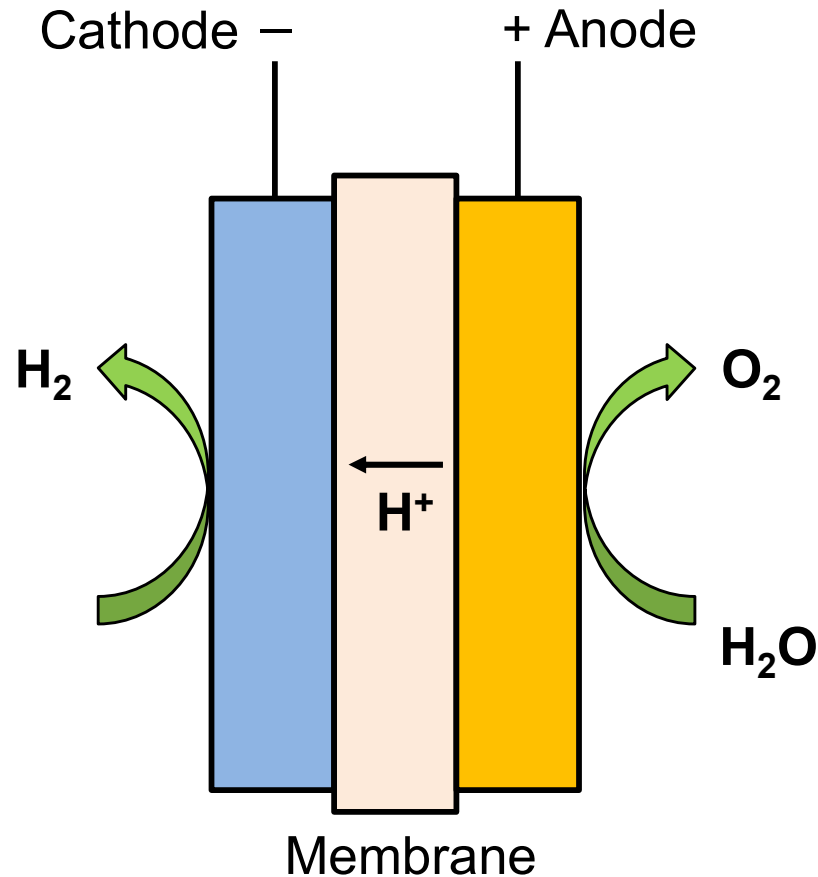


酸素発生反応 (OER)



PEMWE

PEM Water Electrolysis (PEMWE)



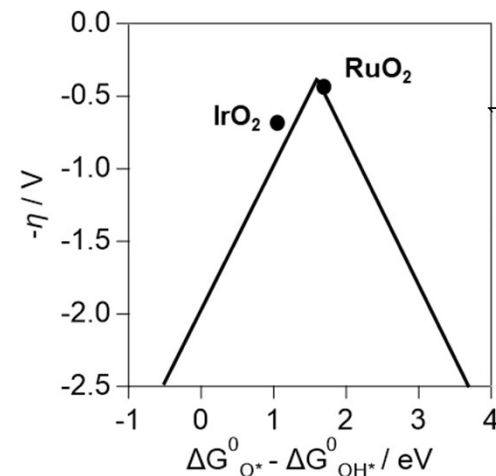
S. Shiva Kumar, V. Himabindu,
Mater. Sci. Ener. Tech., 2019, 2, 442-454.

✓高電流密度, 小型化が可能

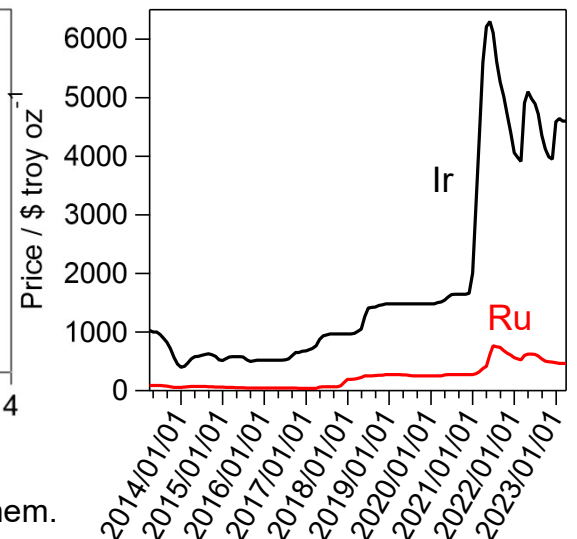
✗酸性条件, 低耐久性

耐久性の高い IrO_2 系触媒が用いられている。

RuO_2 系触媒



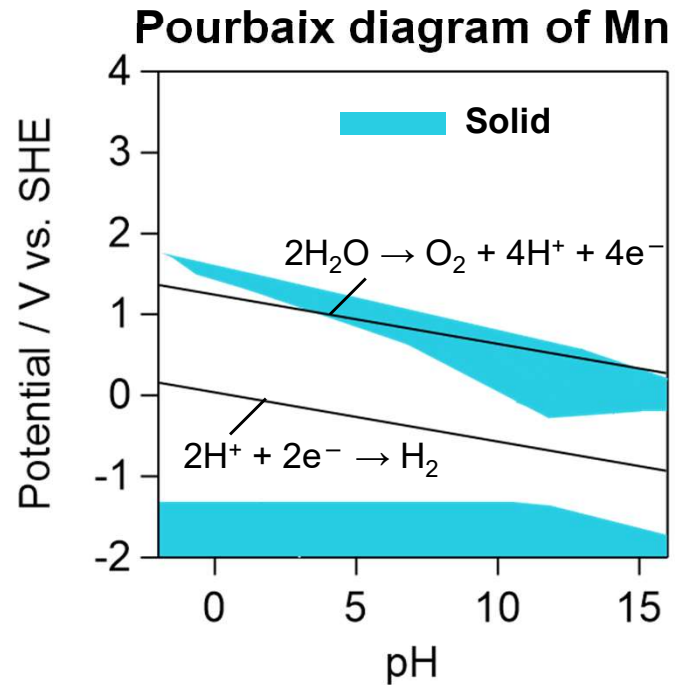
I. C. Man, et al., ChemCatChem.
2011, 3, 1159-1165.



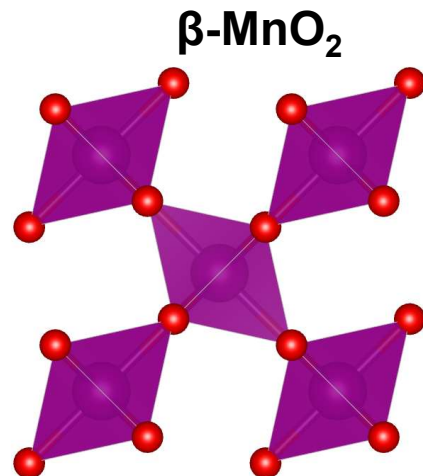
<http://www.platinum.matthey.com/prices/price-charts>

✓高活性, 低コスト ✗低耐久性

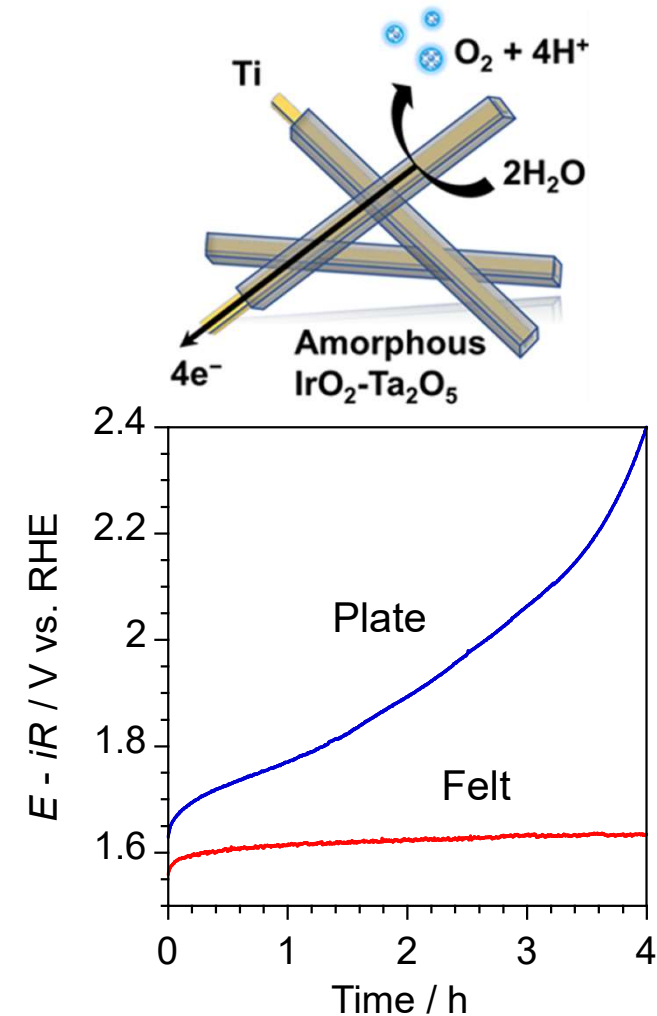
本研究の目的



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



Ti繊維を基材としたOER触媒



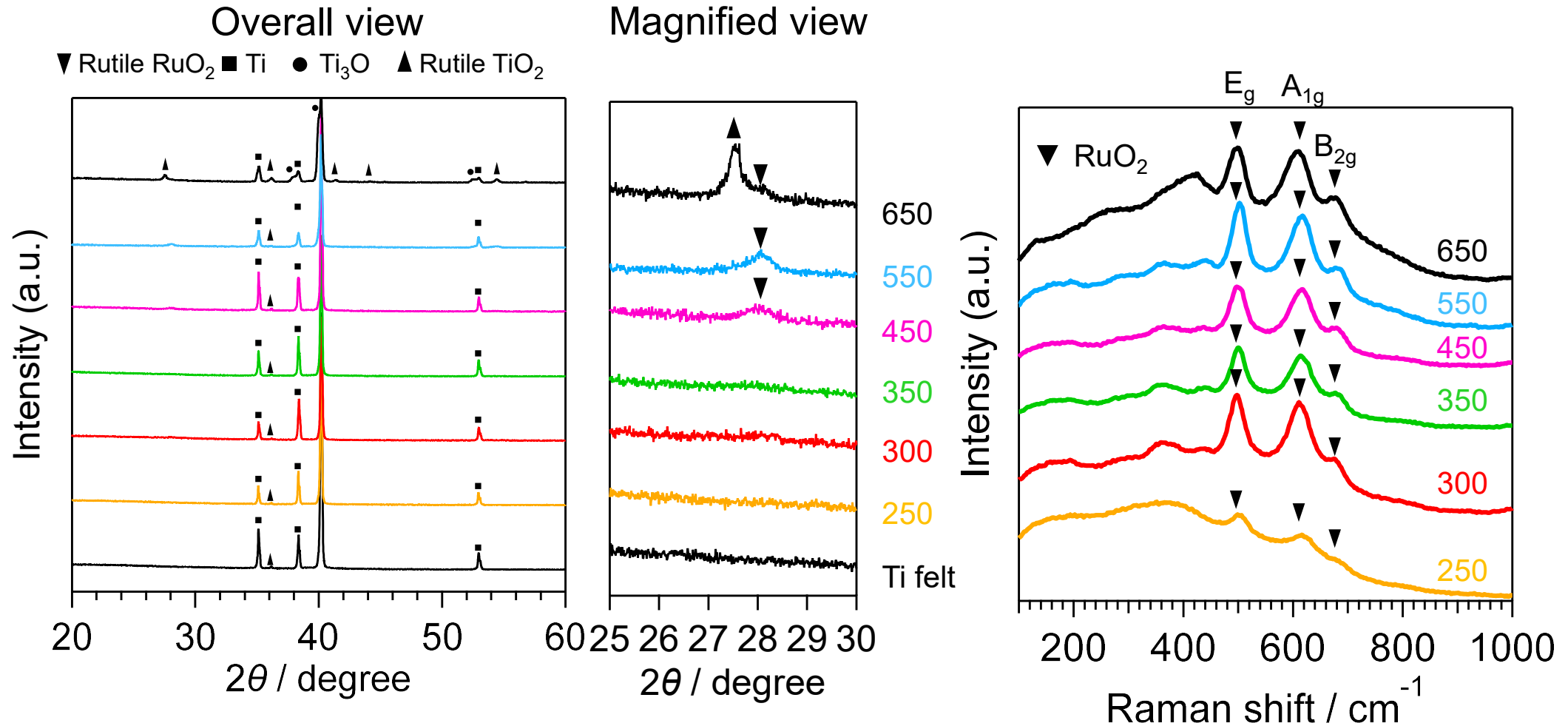
F. Amano, et al., ACS Appl. Energy Mater. 2020, 3, 4531–4538.

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

本日の内容

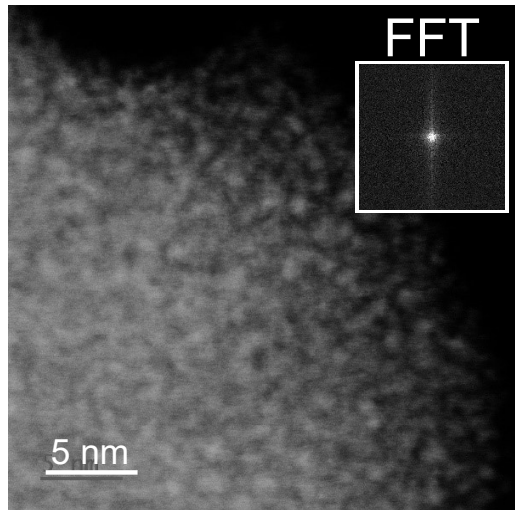
1. 背景
2. (Ru,Mn)O₂酸化物の合成
3. Ti繊維基材へのRuO₂の塗布条件の最適化
4. まとめ

RuO₂/Ti feltの結晶構造

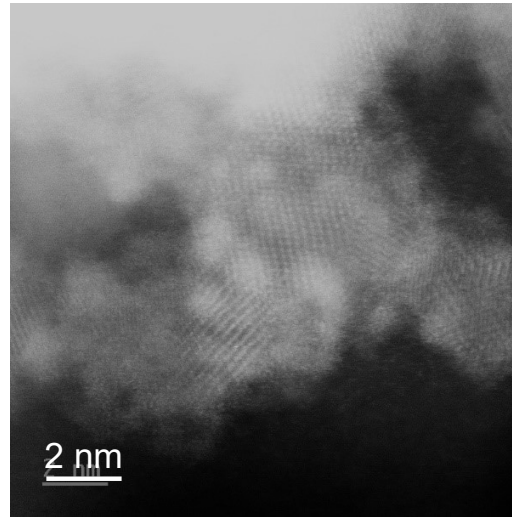


RuO₂の粒子径

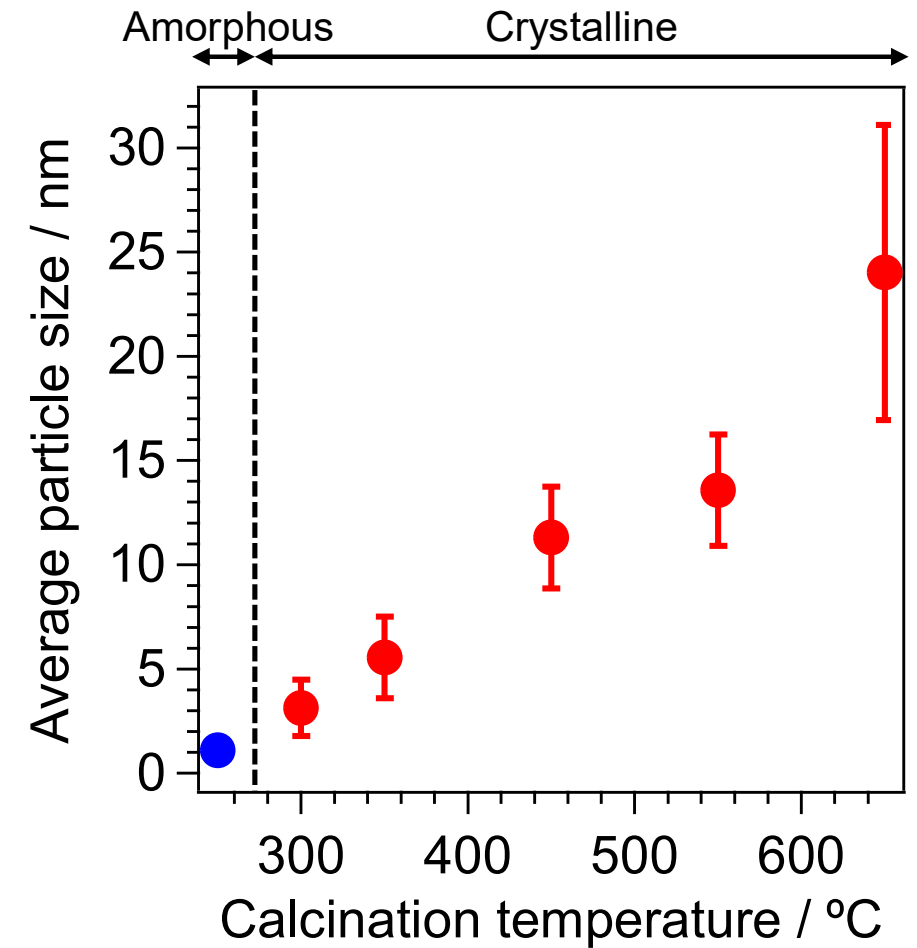
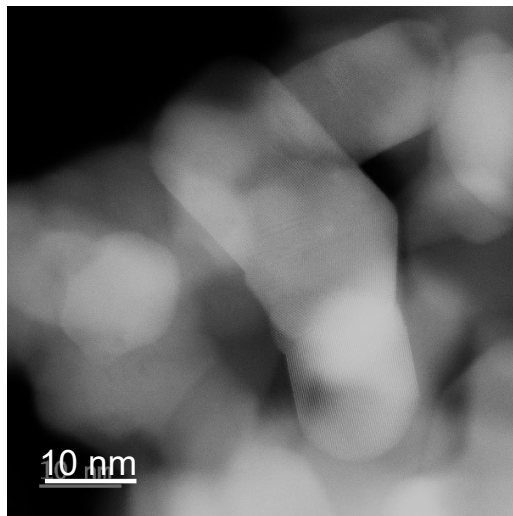
RuO₂/Ti felt(250)



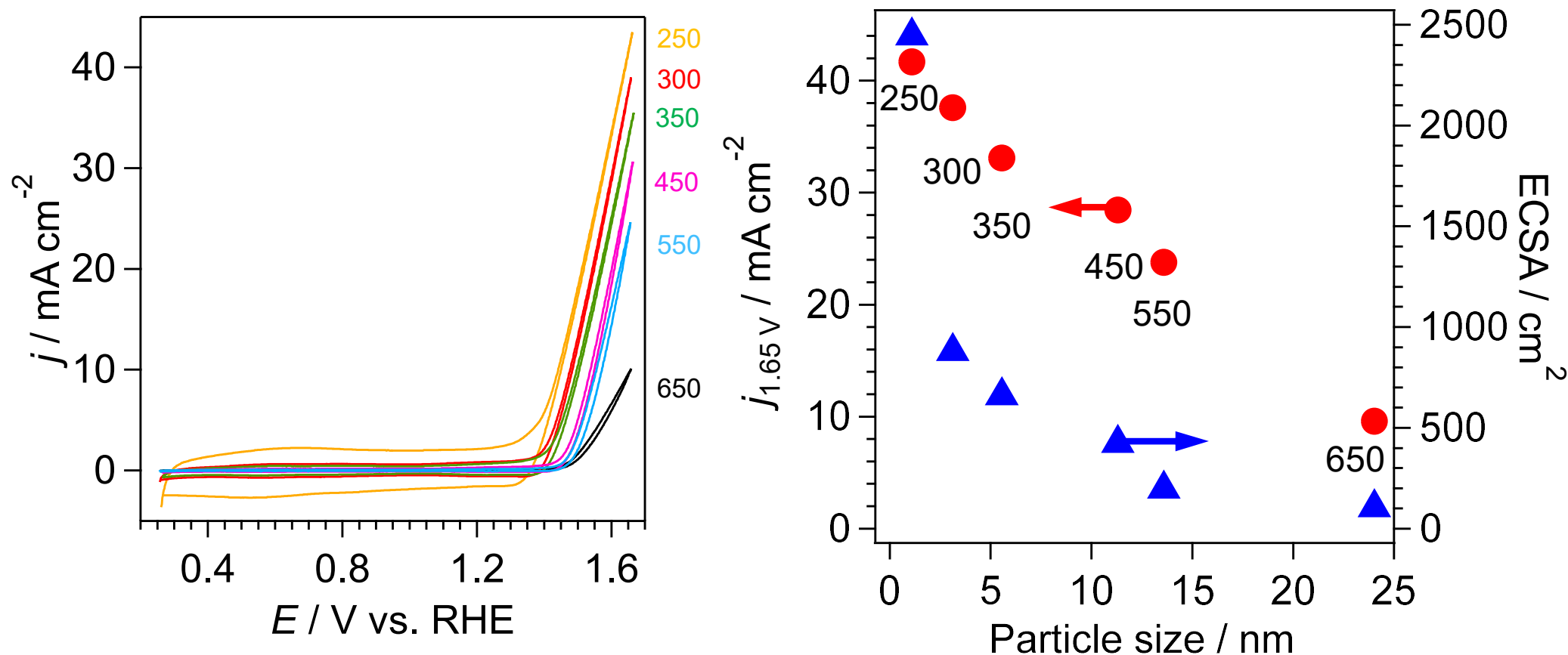
RuO₂/Ti felt(300)



RuO₂/Ti felt(550)



RuO₂のOER活性

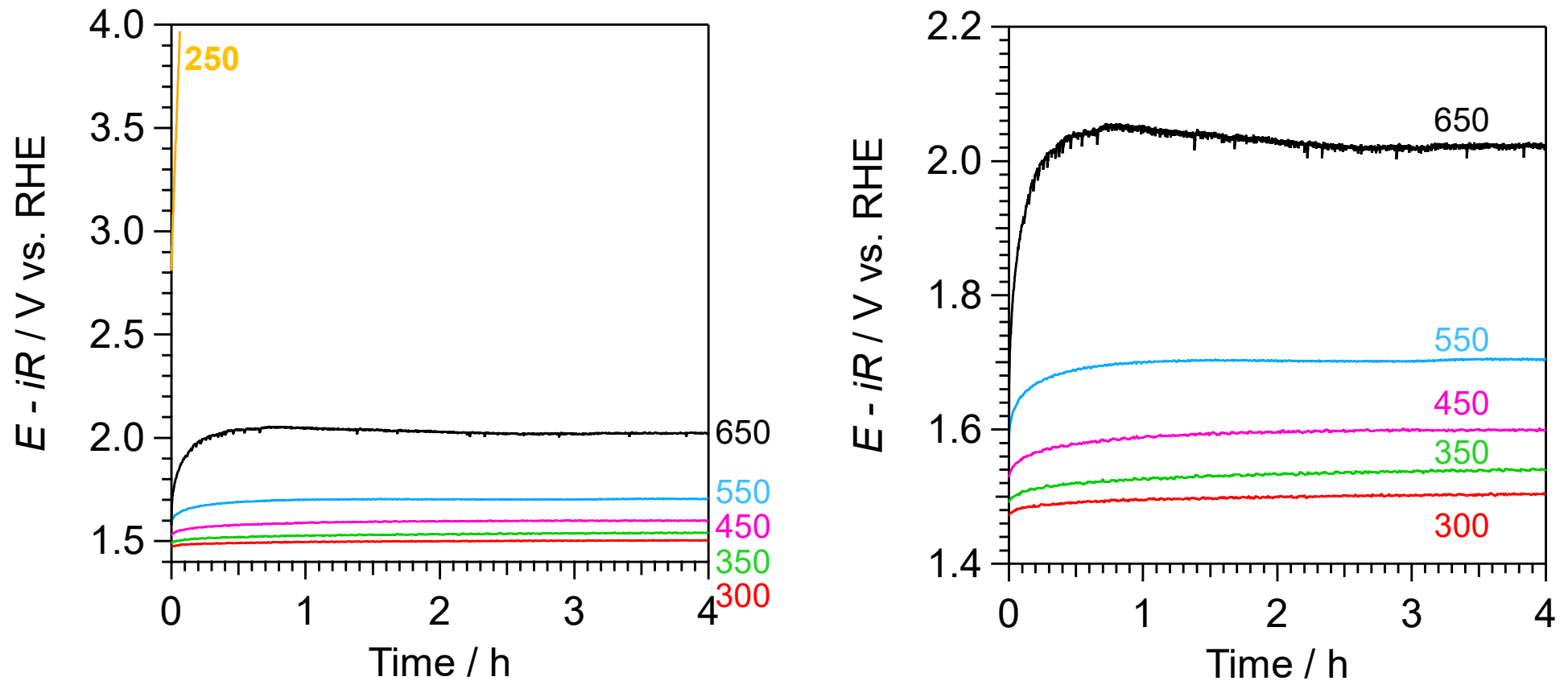


Condition (CV)

Electrolyte: 0.1 M H₂SO₄ aq (pH = 1.0), RE: Ag/AgCl, CE: Pt
WE: RuO₂/Ti felt (1 cm_{geo}²), Scan rate: 10 mV sec⁻¹

RuO₂の耐久性

Chronopotentiometry

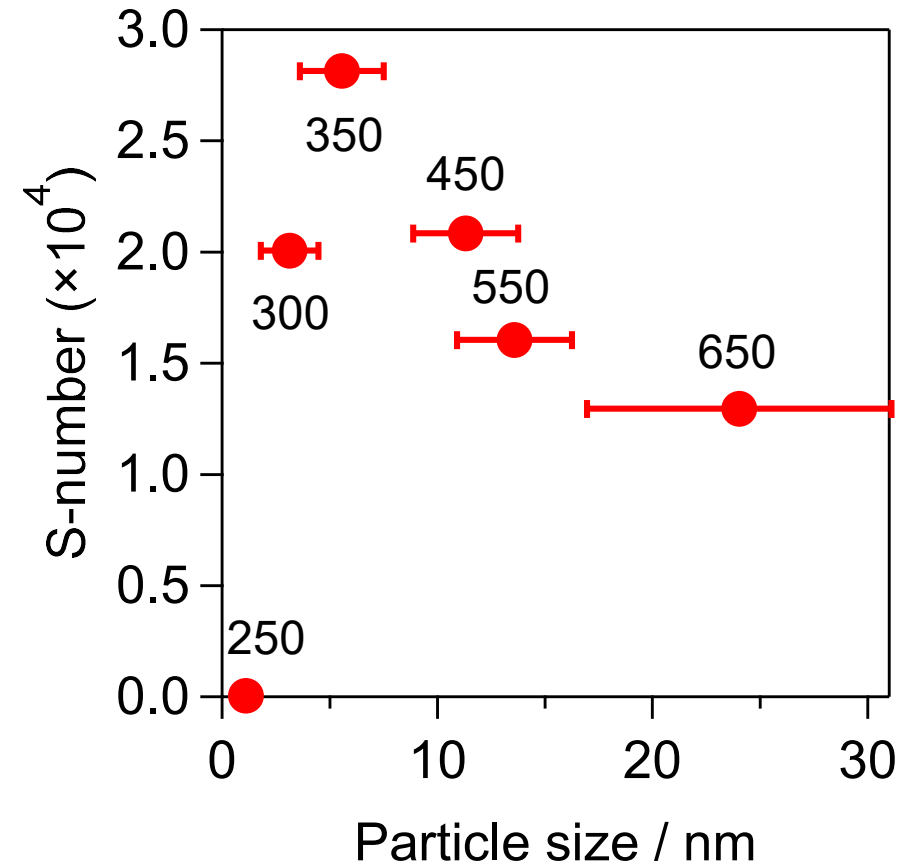
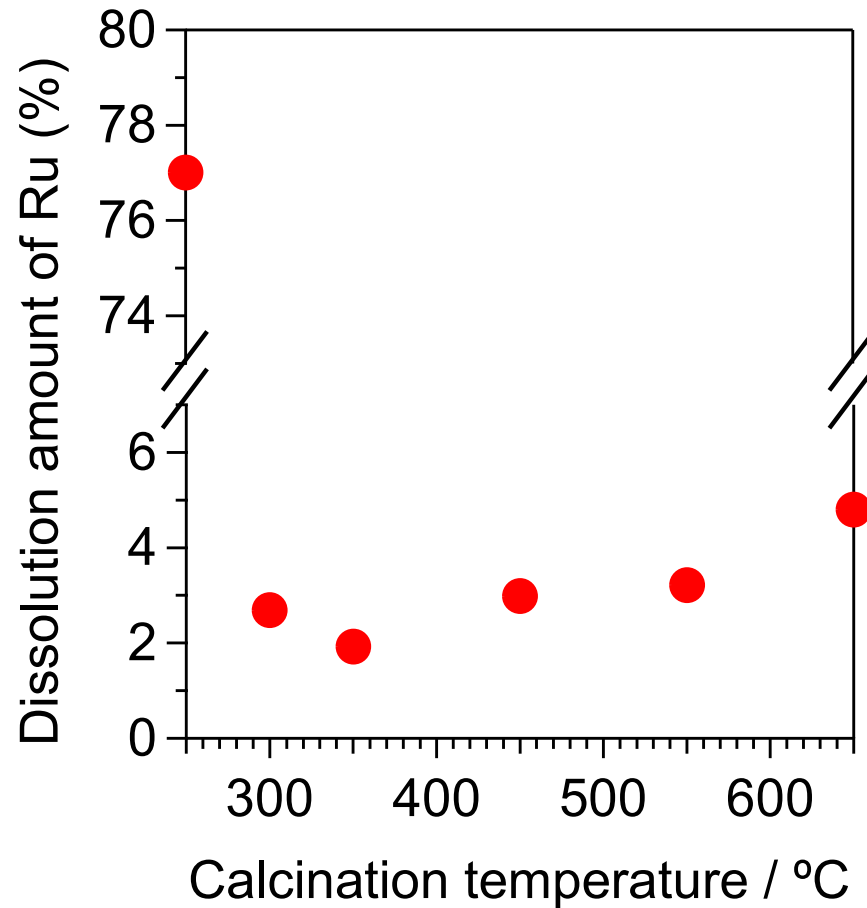


Condition (CP)

Electrolyte: 0.1 M H₂SO₄ aq (pH = 1.0), RE: Ag/AgCl, CE: Pt
WE: RuO₂/Ti felt (1 cm_{geo}²), Current density: 50 mA cm⁻²

RuO₂の耐久性

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



まとめ

- ・ルチル型構造を有する(Ru,Mn)O₂酸化物（一部固溶）の合成に成功した.
- ・結晶化したRuO₂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た.
- ・試料の結晶化度が酸性条件のOER中の耐久性の向上に寄与することが認められた.
- ・粒子径の小さい試料は高いECSAにより高活性を示すため、過電圧を低減させることができ、高い耐久性を示した.

謝辞

東京都立大学，天野史章教授に篤く御礼申し上げます.