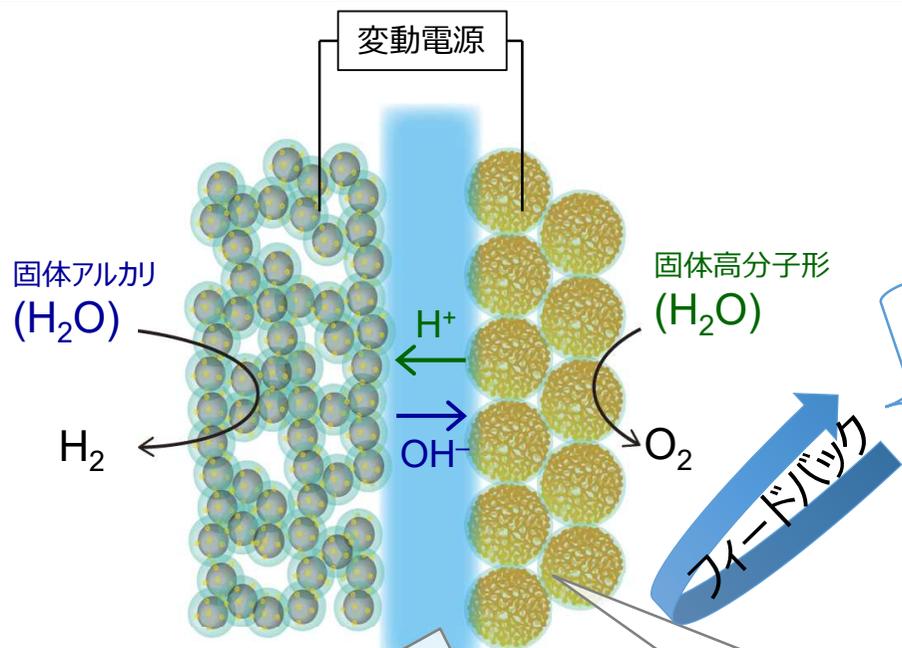


○事業概要

- 水電解技術の現状の課題を解決し、変動電源に対して高性能・高耐久な材料(電解質膜、触媒)およびセル最適化
- 変動電源へ追従する高性能単セルの設計指針確立
- 変動電源に対する劣化機構の解明によるセル高耐久化指針確立



④ 変動電源に対する耐久性評価・劣化解析

変動電源 → 模擬電流・電圧サイクル

Power / kW vs Time graph showing fluctuating power. Arrows point to waveforms: 正弦波 (Sine wave) and 矩形波 etc. (Square wave etc.).

触媒・電解質膜解析 (Catalyst/Electrolyte membrane analysis)

③ 変動電源に対する高性能水電解セル設計

MEA設計・開発 (MEA design/development)
 電気化学解析(電圧損失要因解明) (Electrochemical analysis (voltage loss factor clarification))

① 固体電解質膜 (酸型、アルカリ型)
AEM

高い耐久性 (ラジカル耐性+アルカリ耐性)
 低いIR損失 (薄膜化)
 低い水素クロスオーバー

② 触媒 (酸型、アルカリ型)

高い触媒の耐久性
 高い触媒活性
 [大きな触媒表面積
 少ない貴金属使用量]

連絡先
 東京工業大学 教授 山口猛央
 E-mail: yamag@res.titech.ac.jp
 TEL: 045-924-5254

固体高分子形水電解

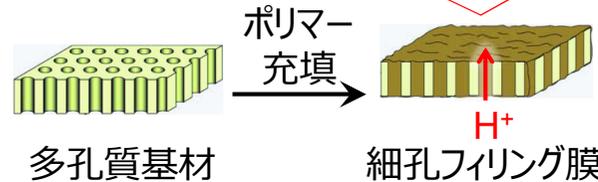
最終目標 (2022年度)

- ・ プラント引渡し価格30円/Nm³に資する電解性能、耐久特性、水素製造システムの開発に向けた、材料高度化に関する指針や、変動電源に対する耐久性評価の手法確立。
- ・ 水電解性能として、固体高分子形水電解では2 A/cm²で電圧1.63 Vの達成。

①-1 固体高分子形水電解用電解質膜の研究開発

< 課題 > ・ 水素ガス透過(クロスオーバー)

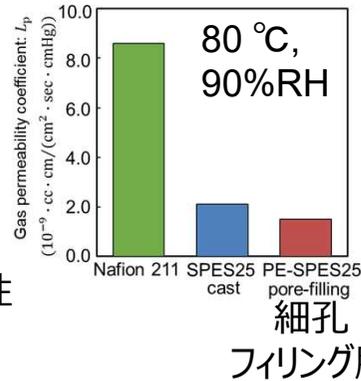
細孔ファイリング膜*



膜厚・空孔率等
自在に制御可能

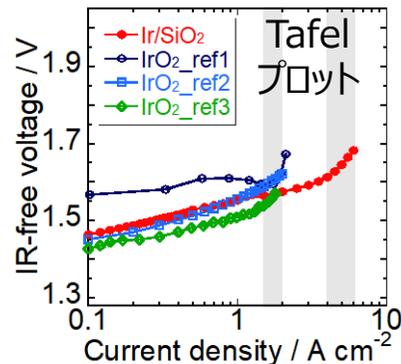
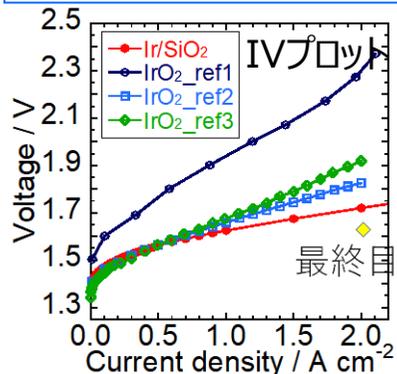
- ガス透過阻止性
- プロトン伝導性

ガス透過試験(H₂)



* T. Yamaguchi *et al.*, *Macromolecules*, 24, 5522-5527 (1991)

③-1 固体高分子形水電解セルの開発

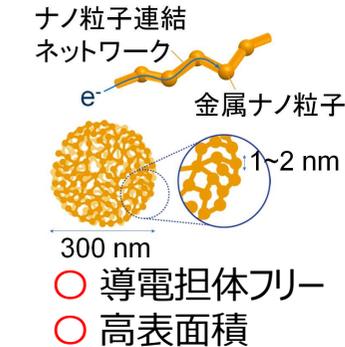


ref1: H.-J. Ban *et al.*, *J. Electrochem. Sci. Technol.*, **2019**, 10, 22–28
 ref2: H. Li *et al.*, *Int. J. Hydrogen Energy*, **2018**, 43, 8600–8610,
 ref3: H. Su *et al.*, *Int. J. Hydrogen Energy*, **2011**, 36, 15081–15088

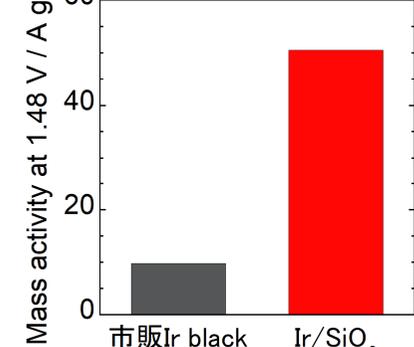
②-1 固体高分子形水電解用触媒の研究開発

< 課題 > ・ Ir触媒量(低表面積の触媒を大量に担持)
 ・ 触媒および導電担体の劣化

Ir系ナノ粒子連結触媒



酸素発生活性



Y. Sugita, T. Tamaki, H. Kuroki, T. Yamaguchi, *Nanoscale Adv.*, 2(1), 171–175 (2020)

Anode catalyst	Ir loading [mg _{Ir} cm ⁻²]	IR-free voltage at 1 A cm ⁻² [V]
Ir/SiO ₂	0.3	1.55
IrO ₂ _ref1	0.9	1.60
IrO ₂ _ref2	1.5	1.56
IrO ₂ _ref3	0.5	1.51

- ・ Ir/SiO₂は低Ir担持量にもかかわらず市販触媒に比べて高い水電解性能
- ・ Ir/SiO₂は高活性化による触媒層薄層化により、高電流密度まで安定な水電解性能

AEM型(固体アルカリ)水電解

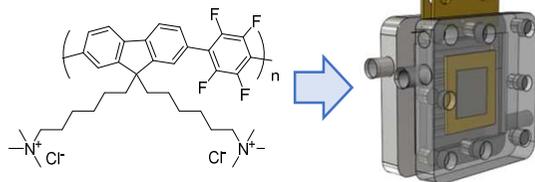
最終目標 (2022年度)

・ 水電解性能として、AEM型水電解では0.6 A/cm²で電圧1.65 Vの達成。

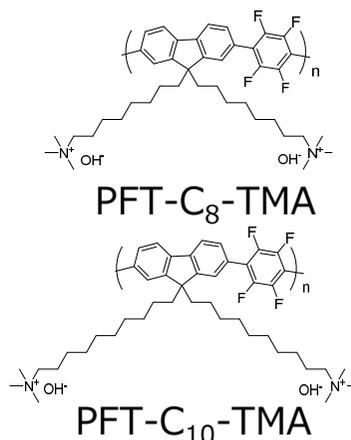
- ①-2 AEM型水電解用電解質膜の研究開発
- ③-2 高性能AEM型水電解セルの開発
- ④-2 AEM型水電解セルの耐久性評価・劣化機構解析

< 課題 >

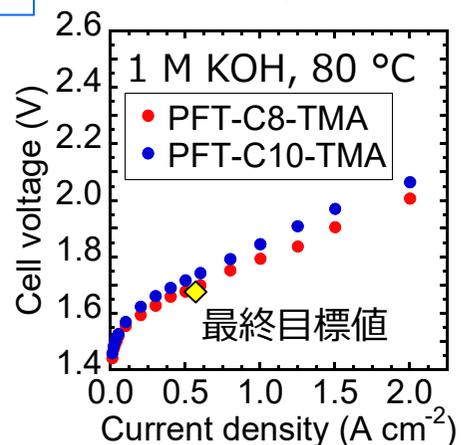
・ 純水供給での低い水電解性能、
低い耐久性



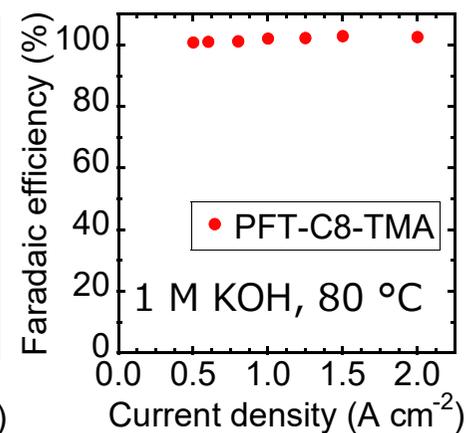
AEM型水電解セルの
膜とアイオノマーに展開



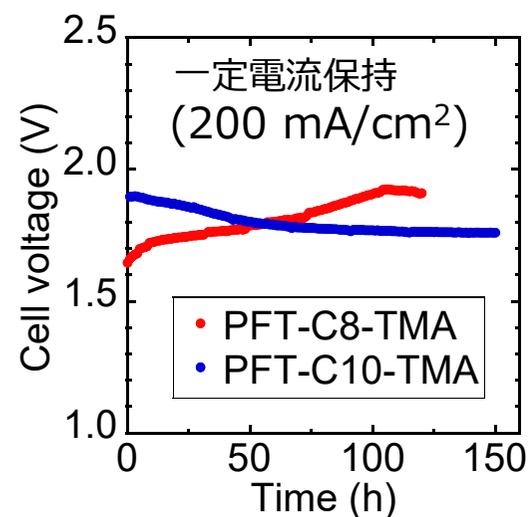
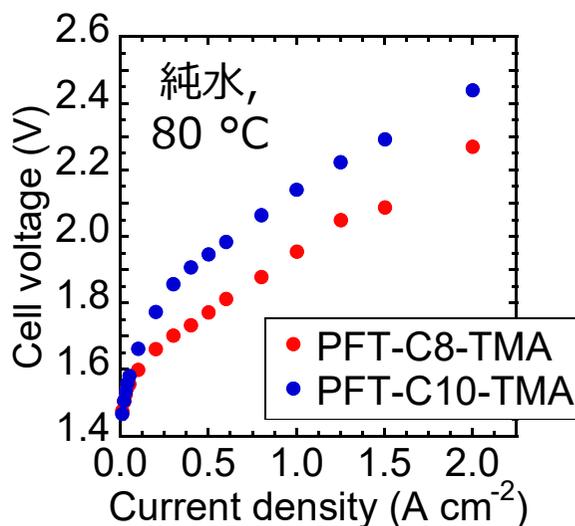
変換効率@1 A/cm²
80%以上



Faraday効率, 80 °C



純水供給で高い水電解
性能と耐久性の両立に
初めて成功



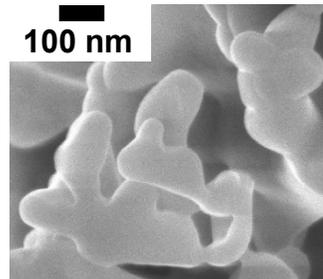
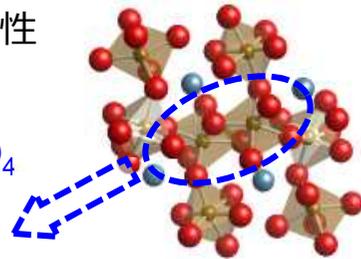
AEM型(固体アルカリ)水電解

②-2 複合酸化物触媒

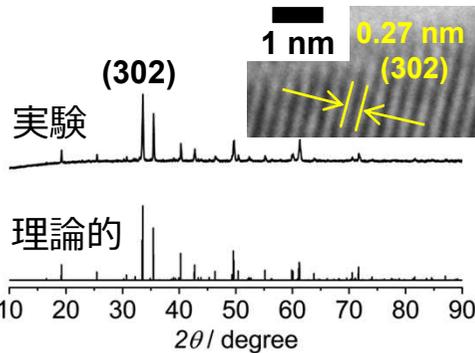
< 課題 > ・鉄の低OER活性

鉄とカルシウムの
複合酸化物 $\cdots\text{CaFe}_2\text{O}_4$

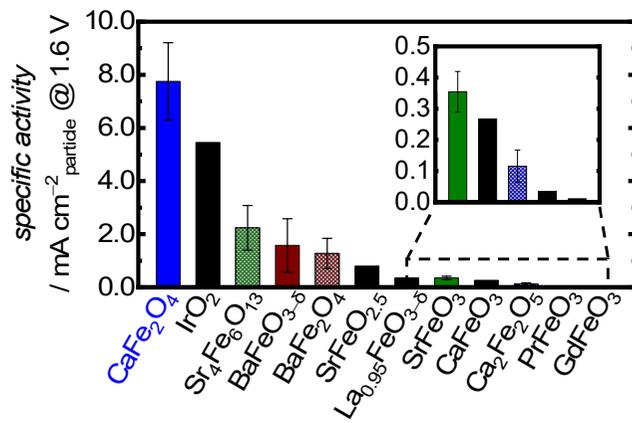
鉄原子同士が近接



・粒子径100–200 nm



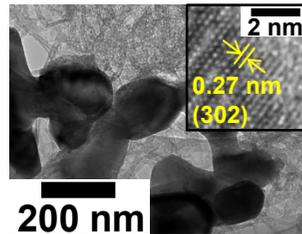
・高い結晶性を確認



・既報の鉄系触媒で最高のOER活性

Y. Sugawara, K. Kamata, A. Ishikawa, Y. Tateyama, T. Yamaguchi.
ACS Appl. Energy Mater., 4(4), 3057–3066 (2021)

OER測定後

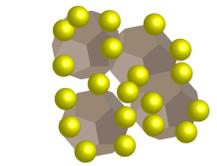


	組成 [wt%]	
	Ca	Fe
理論値	26.4	73.6
初期	26.1	73.9
OER後	29.4	70.6

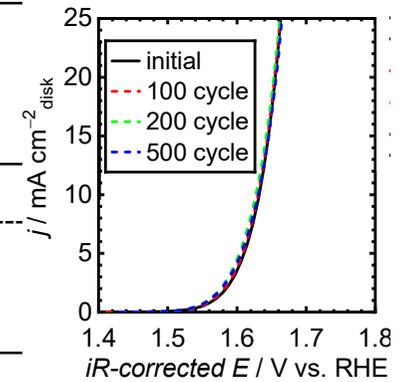
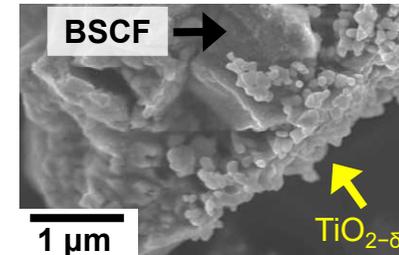
・OER測定後も構造と組成を維持

< 課題 > ・カーボン担体の腐食

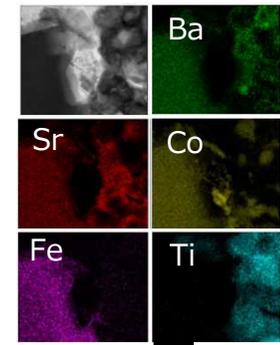
導電性酸化チタン担体



BSCF/TiO_{2-δ}

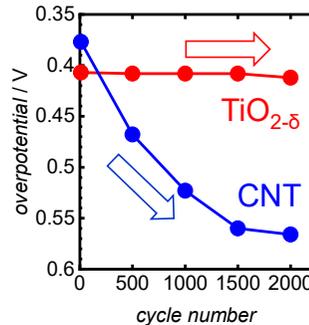


・高い耐久性を発揮

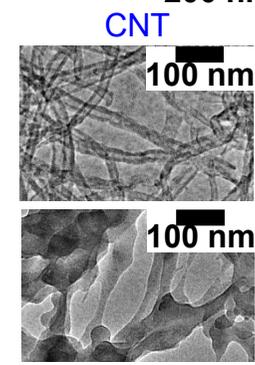
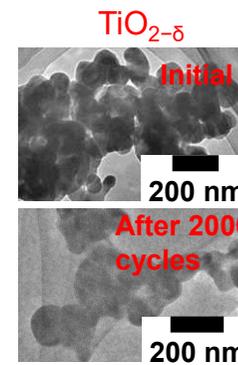


200 nm

耐久性評価



・高電位下で高い耐腐食性を示した



Y. Sugawara, T. Hihara, G.M. Anilkumar, K. Kamata, T. Yamaguchi,
Sustainable Energy Fuels, 5(5), 1374–1378 (2021)