

NEDOエネルギー・地球環境分野成果報告会2026

プログラムNo. 603-3-11

水素利用拡大に向けた共通基盤強化のための研究開発事業/
次世代燃料電池・水電解の要素技術開発/
高温水蒸気電解セル・スタックの変動入力対応・耐久性向上に
関する要素技術開発

発表：2026年7月23日

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

長田 憲和

委託先：(株)東芝、再委託先：(財)ファインセラミックスセンター、日本ファインセラミックス(株)

問い合わせ先 株式会社 東芝 E-mail: norikazu.osada.b75@mail.toshiba

事業概要

1. 期間

開始 : 2025年8月
終了(予定) : 2030年3月

2. 最終目標

変動入力時の劣化率1%/1000h 以下を見通せるセル材料設計指針の策定
変動入力運転によるスタック劣化評価可能な設計シミュレーション技術の開発

3. 成果・進捗概要

①高性能電極の設計指針策定

材料組織因子の定量評価と、モデル計算のための初期構造を構築

②高性能支持体の設計指針策定

高強度化に必要な支持体層の構造的特徴を把握

③スタック要素技術開発

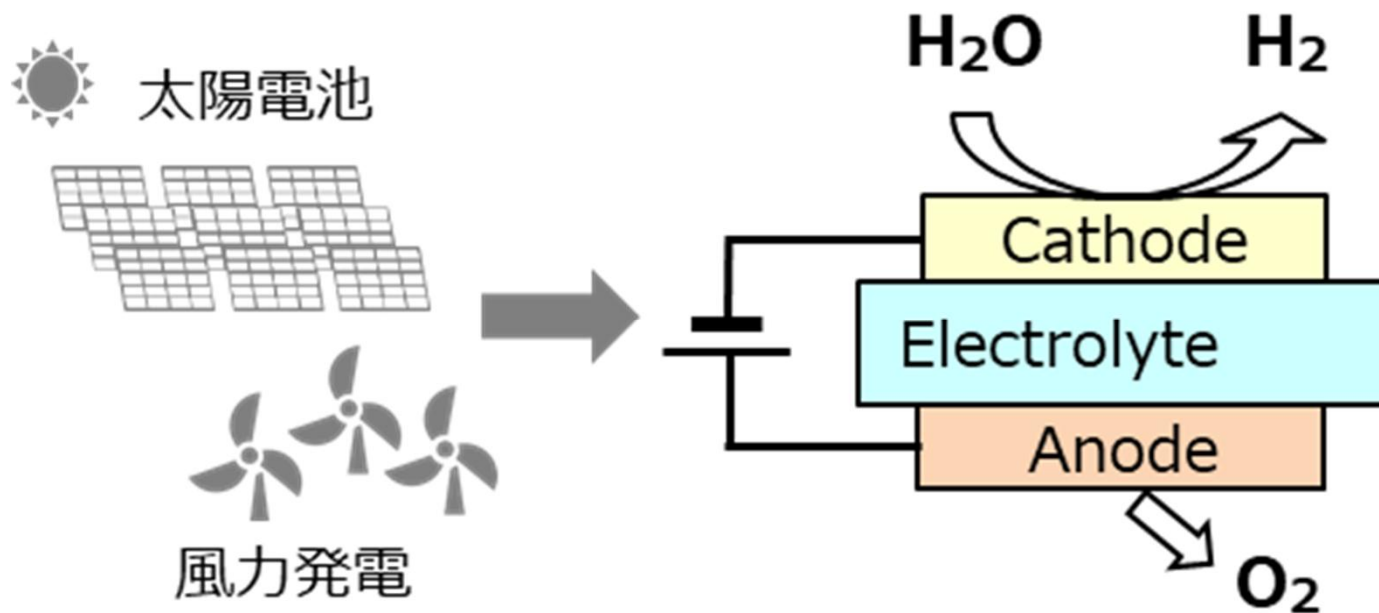
変動運転に伴う接触荷重の経年変化に影響を及ぼす因子を抽出

1. 事業の位置付け・必要性

背景

・再生可能エネルギーを用いた水電解技術では、変動入力に対する応答性が求められる。

また、変動する入力電力を蓄電池で均すことも考えられるが、大規模水素製造システムではコスト増になり、目標とする水素価格を達成することが難しいことから、スタックへの変動入力耐性を向上させる必要がある。



2. 研究開発マネジメントについて

目標と目標設定の考え方

これまで東芝では、スタック運転条件が劣化に及ぼす影響を評価してきた
(単スタックを用いた一定入力条件、～500h程度の短期試験と、数千時間の長期試験で評価を実施)

○電解電流密度による影響

水蒸気濃度に依らず、電流密度が大きいと劣化は小さい

○水素極入口水蒸気濃度による影響

水蒸気濃度が低い／供給水素濃度が高いと劣化は小さい

○水蒸気利用率による影響

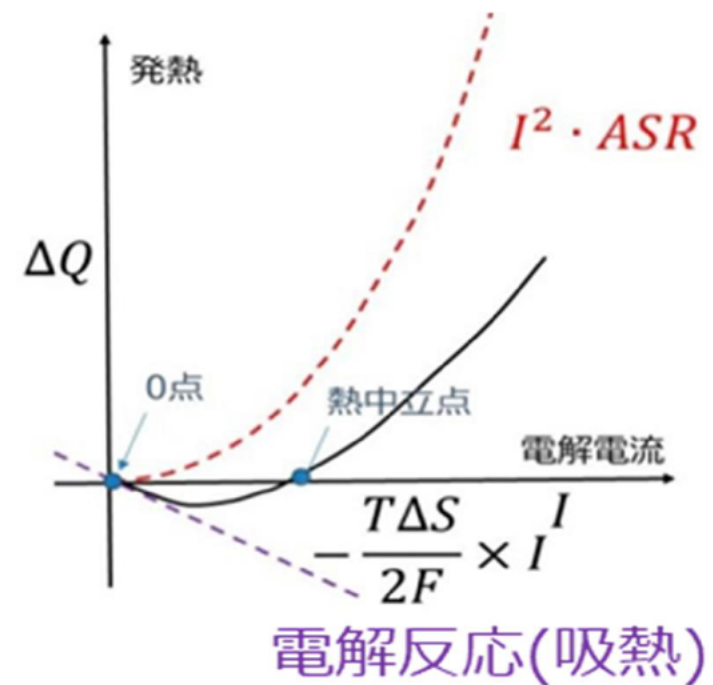
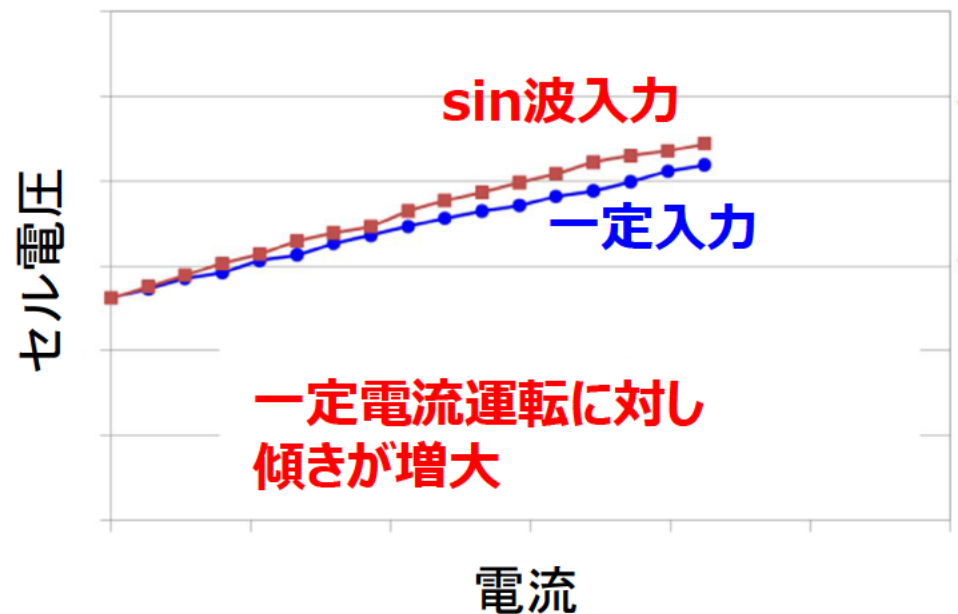
水蒸気利用率が低いほど劣化が大きい

2. 研究開発マネジメントについて

目標と目標設定の考え方

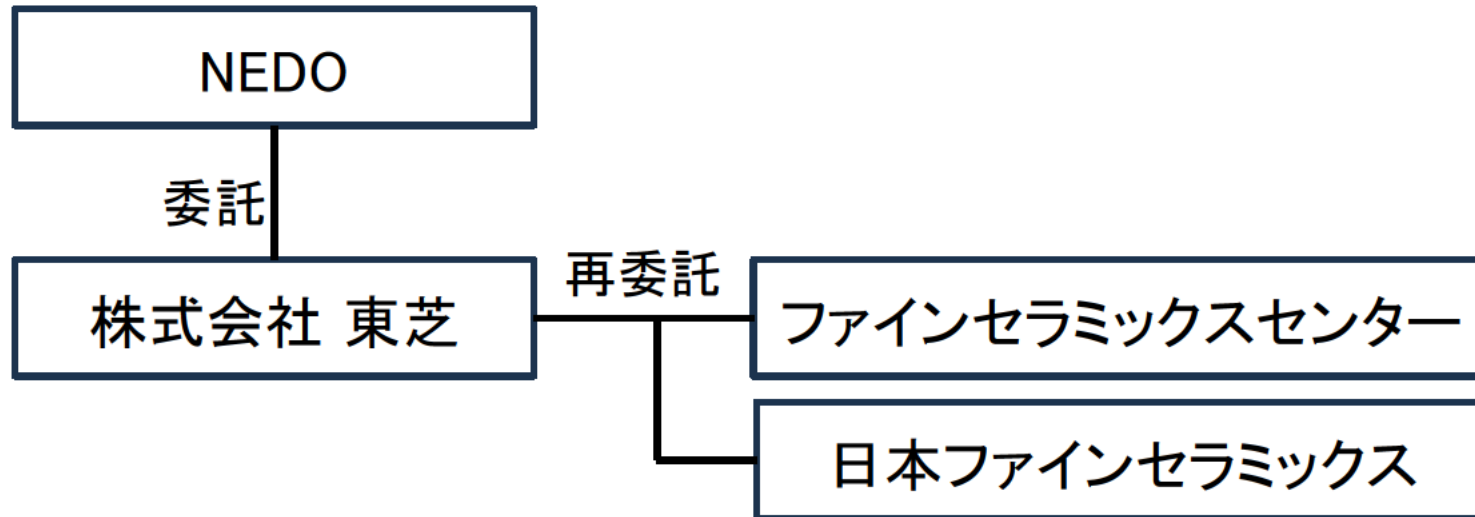
○変動入力による影響

- 一定入力に比べ、セル劣化速度が1.6～2倍になる
- ・劣化加速の主要因は、接触抵抗増大と電極触媒粒径の肥大化に起因する反応抵抗増大
- ・これらの主要因は、変動入力による熱変化と、電極雰囲気変化



2. 研究開発マネジメントについて

研究開発体制



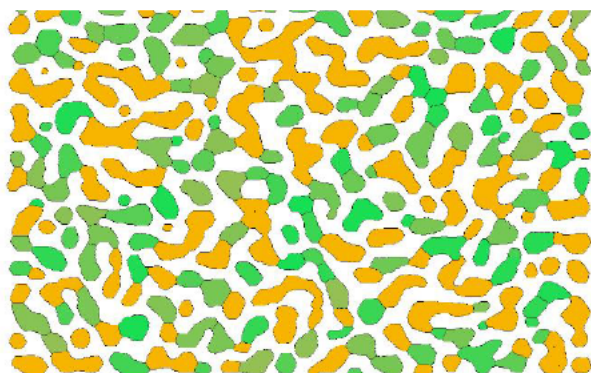
SOECシステムの実用化を目指す東芝が本開発のとりまとめになることで
システム運用を加味したセル・スタック材料要素技術開発が可能

3. 研究開発成果について

研究開発の目標及び進捗状況、目標達成に向けたアプローチ

①高性能電極の開発:まずは水素極を中心に検討

計算化学と実験的検討により材料／構造の安定化を図る



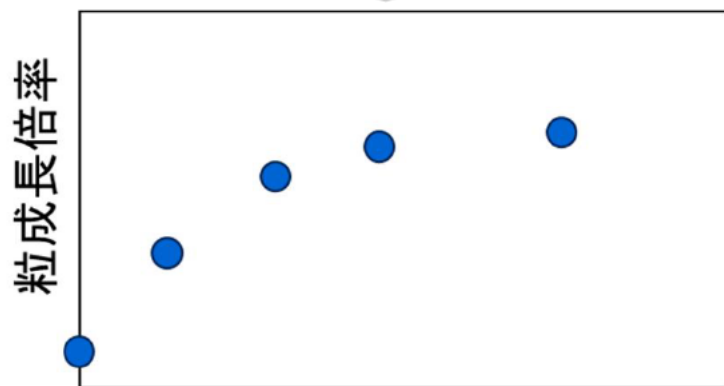
シミュレーション初期組織

パラメータ

粒成長

気相拡散

気相消滅



シミュレーションの粒成長挙動(イメージ)

実験結果を再現する計算因子を探索

各頻度因子をある値に設定する

シミュレーションを行う

実験値と比較

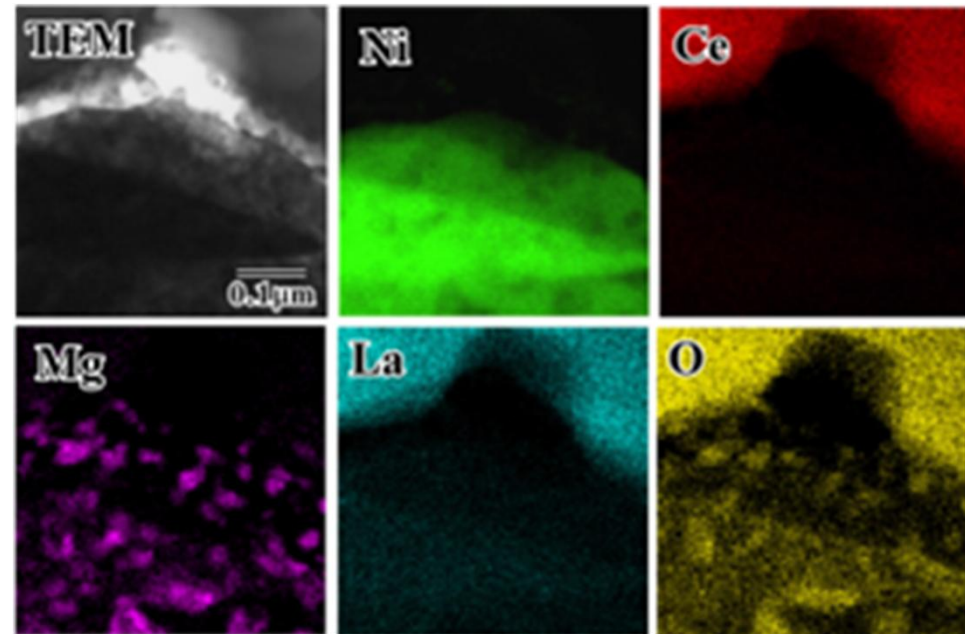
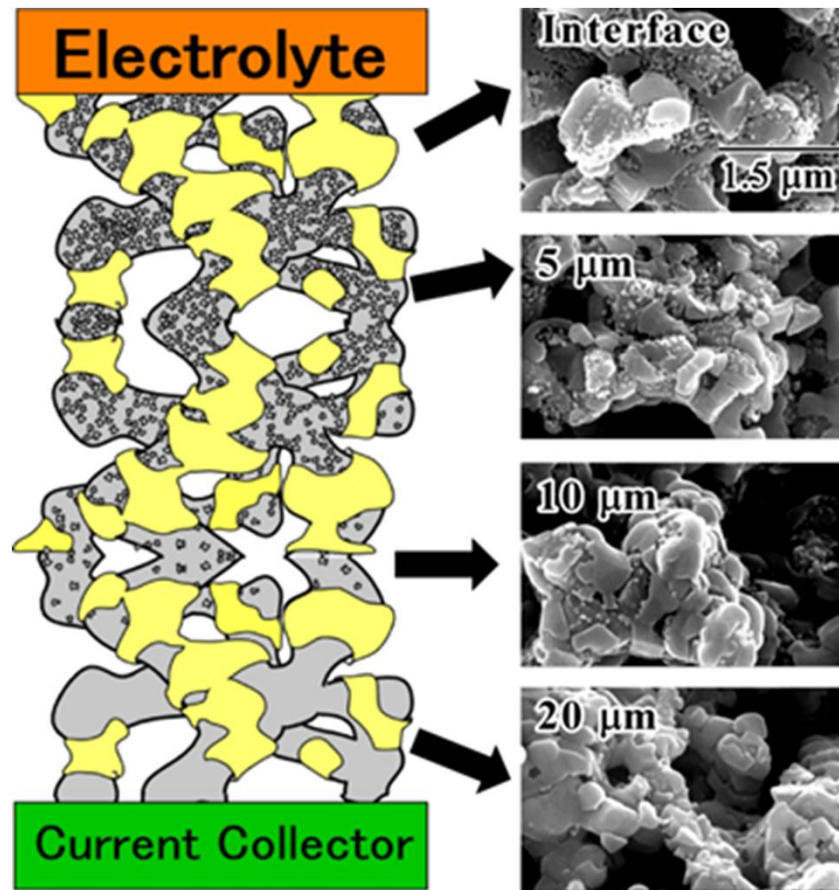
頻度因子を調節する

3. 研究開発成果について

研究開発の目標及び進捗状況、目標達成に向けたアプローチ

①高性能電極の開発:まずは水素極を中心に検討

NiO-X固溶体を用いたナノ粒子析出分散型Ni基サーメット材料を検討



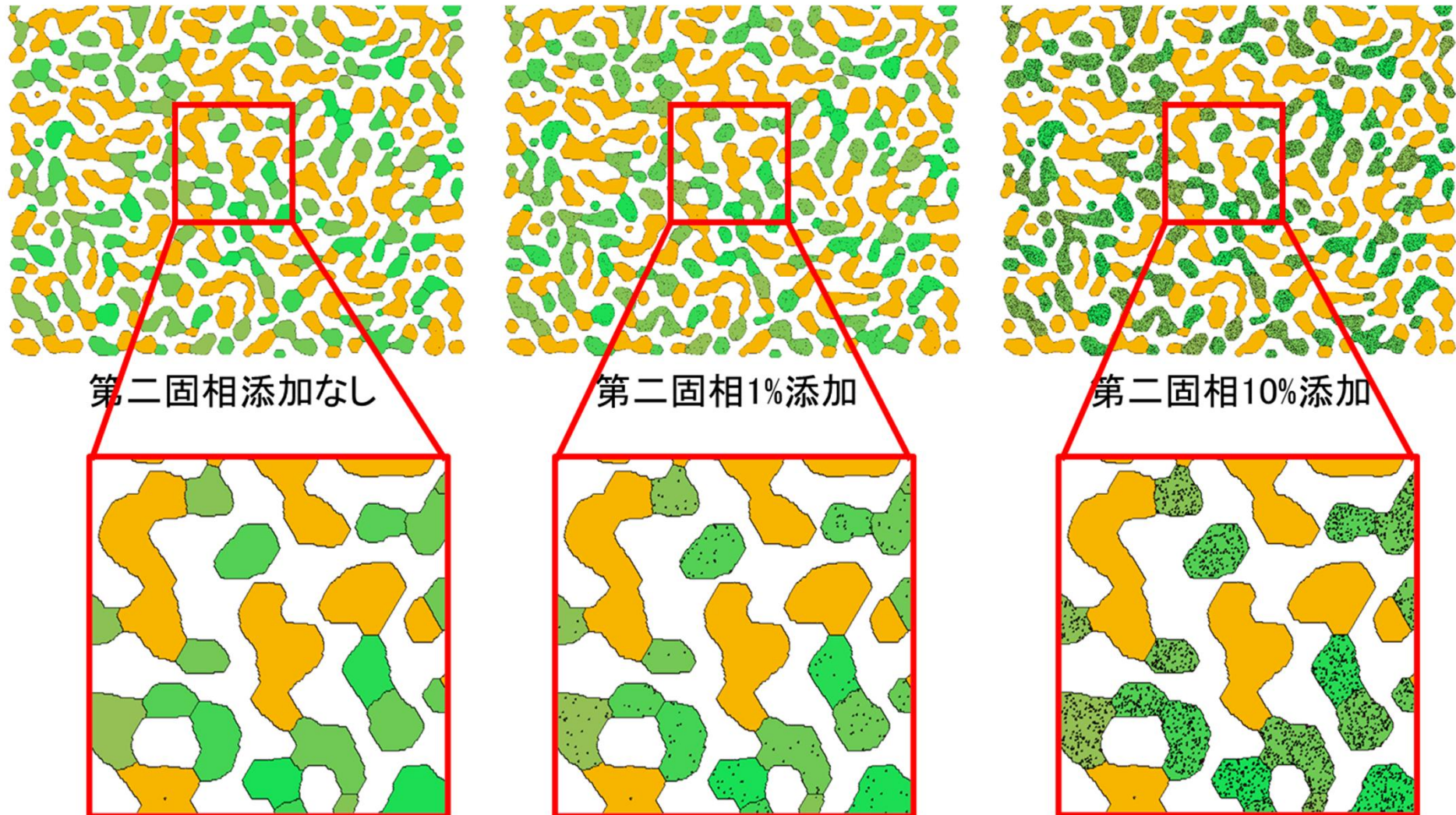
X=MgOの場合のNi基サーメット
電極微細構造

3. 研究開発成果について

研究開発の目標及び進捗状況、目標達成に向けたアプローチ

①高性能電極の開発:まずは水素極を中心に検討

水素極第二固相系(MgO想定)添加有無のシミュレーション結果

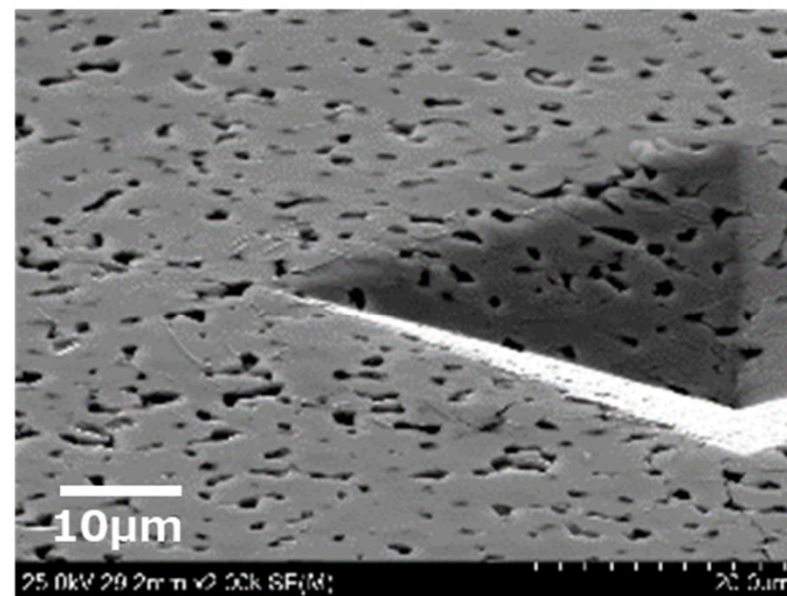
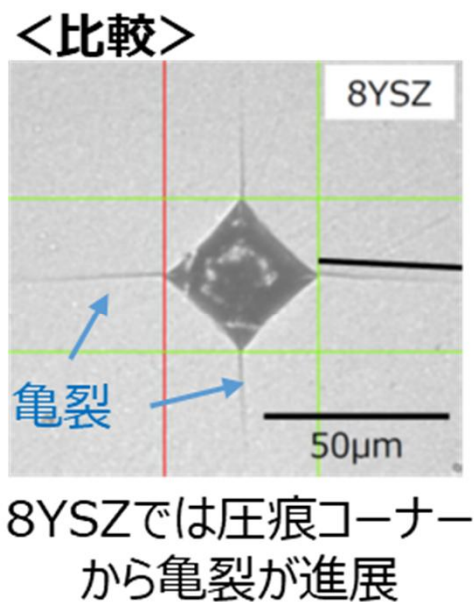
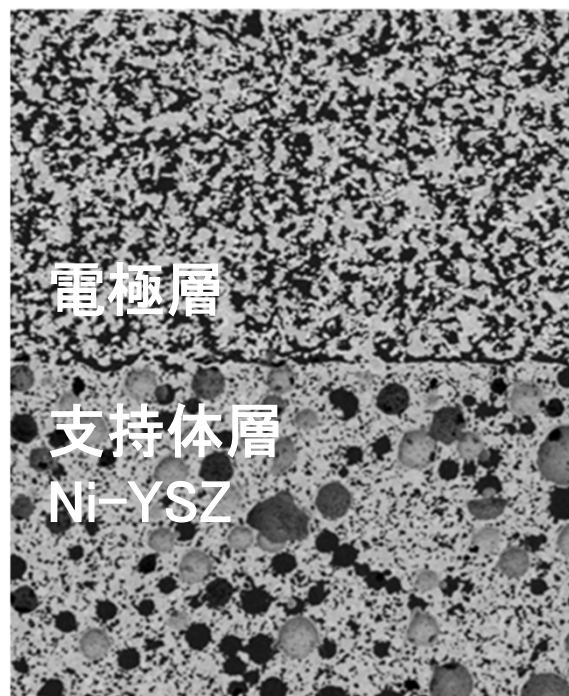


3. 研究開発成果について

研究開発の目標及び進捗状況、目標達成に向けたアプローチ

②高強度支持体の開発:セラミック支持体材を想定

変動入力に伴い電解電圧が変動した際に発生する吸発熱による熱変化で発生する局所応力を緩和可能な材料を適応し、変動入力時のセル信頼性を向上

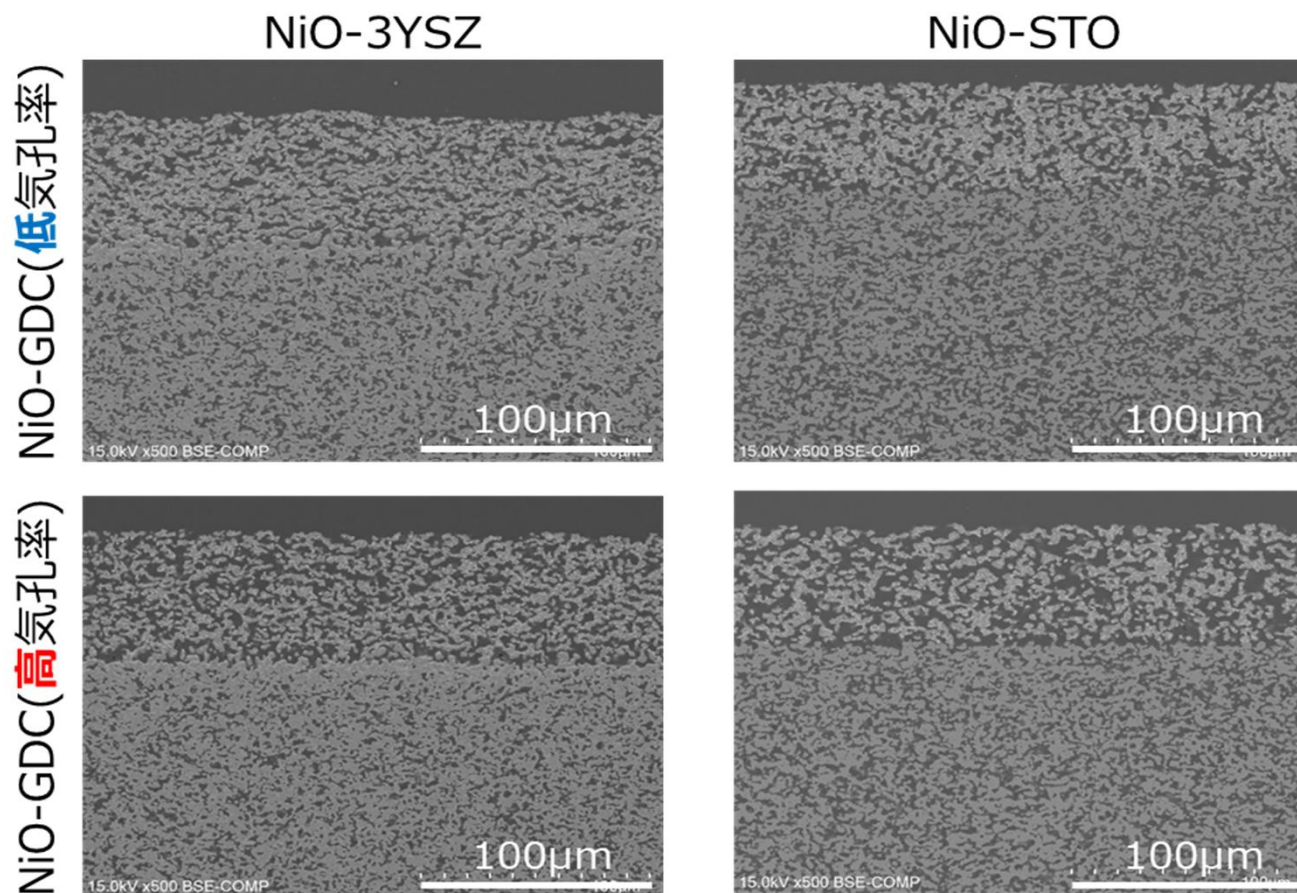


3. 研究開発成果について

研究開発の目標及び進捗状況、目標達成に向けたアプローチ

②高強度支持体の開発:セラミック支持体材を想定

水素組成/気孔率をパラメータとした支持体の機械強度を確認し、高強度を発現する支持体の構造特徴を把握

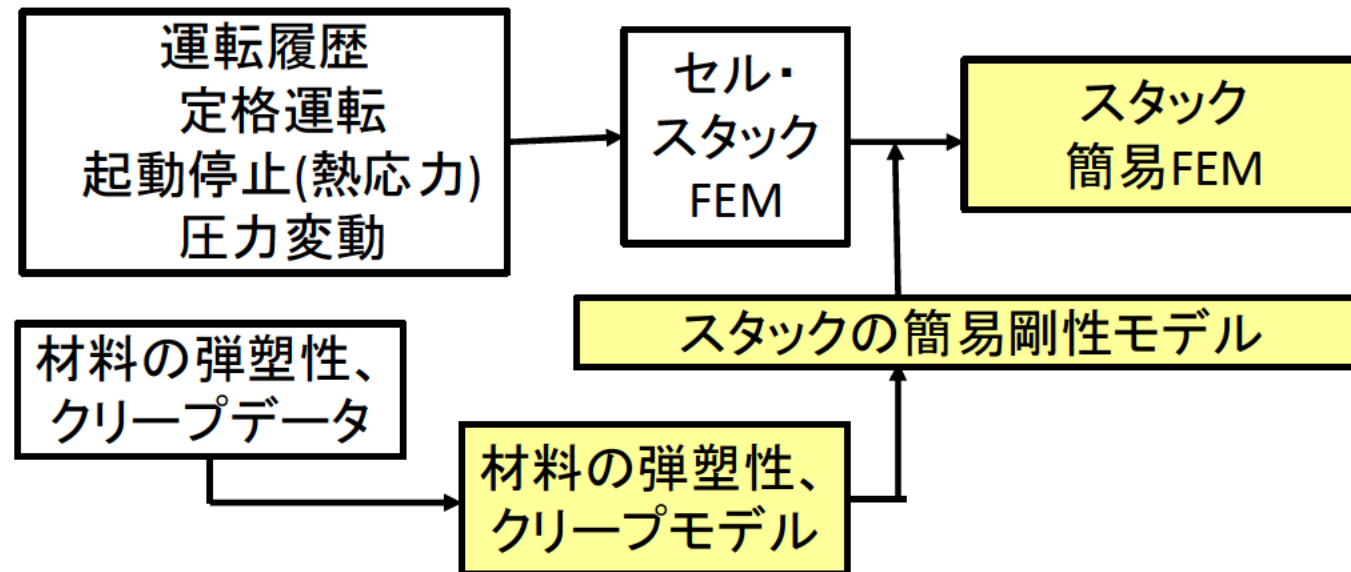


3. 研究開発成果について

研究開発の目標及び進捗状況、目標達成に向けたアプローチ

②高強度支持体の開発: 変動入力運転時のスタック劣化解析技術開発

負荷変動起因の接触抵抗および反応抵抗増大に起因接触抵抗の増大と反応抵抗の増大を評価可能なシミュレーション技術の確立を目指す



劣化後のセル電圧特性を再現可能な電気化学反応モデルの構築手法と、変動運転に伴う接触荷重の経年変化に影響を及ぼす因子を抽出

4. 今後の見通しについて

株式会社東芝では

○グリーン水素利用が拡大した将来の社会では、大規模システムによる高効率水素製造が、優先順位の高い技術になると認識している。SOECは、低温型水電解方式に比べて水素製造効率が原理的に高いため、種々の水素ソリューションの社会実装・普及に大きく寄与するコア技術になると考えている。

○本事業で得られた成果は、現在グリーンイノベーション基金SOECメタネーション技術開発で取り組んでいるSOECのスケールアップ化技術と融合させ、2030年以降の事業化を目指す。

○事業化においては、東芝グループが長年培ってきた燃料電池や発電システムに関する技術蓄積を活用し、システムの制御・設計技術、および運転マネジメント技術を併せた総合的な最適水電解ソリューション(システム／運用)を提供していく。