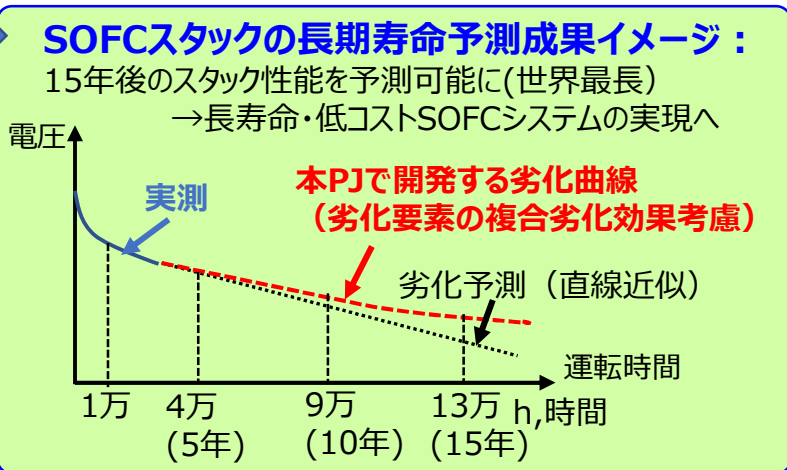
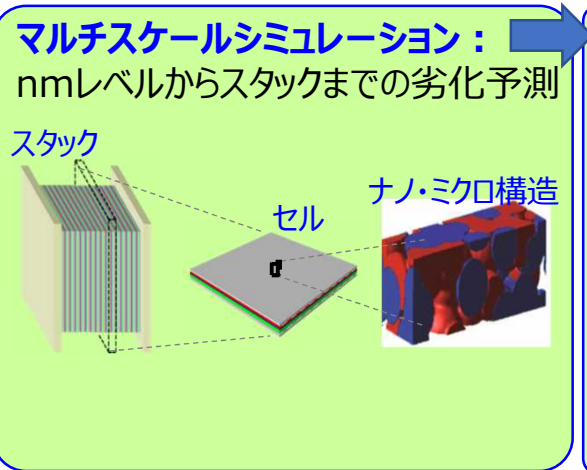


事業名：燃料電池等利用の飛躍的拡大に向けた共通課題解決型産学官連携研究開発事業/共通課題解決型基盤技術開発/ 固体酸化物形燃料電池スタックの高度評価・解析技術の研究開発

発表者名：国立研究開発法人産業技術総合研究所、一般財団法人電力中央研究所、国立大学法人東京大学、国立大学法人京都大学、国立大学法人九州大学、国立大学法人東北大学、イムラ・ジャパン株式会社
(共同実施先) 京セラ株式会社、森村SOFCテクノロジー株式会社、株式会社デンソー、大阪ガスマーケティング株式会社、東京瓦斯株式会社、東邦ガス株式会社、日産自動車株式会社

- 1. 目標：**固体酸化物形燃料電池 (SOFC) の普及・適用性拡大に必要な、高度なスタック評価・解析技術を確立する。具体的には、SOFCスタックの13 時間超の長期寿命・運用、65%を超える高効率運転、再エネ調整力応用としての負荷変動や急速起動など、スタック運用限界に近い状態を的確に評価し、長期寿命や運用性限界を予測する高度な評価・解析技術を開発・提供する。
- 2. 主な成果 (2020年度まで)：**スタックでの13万時間耐久および高効率65%運転を可能とする劣化機構解明や長期寿命評価・解析、予測法の開発を行うための基礎データの集積、予備検討をおこなった。
- ①**長寿命・高効率セルスタック評価技術開発：**1万時間以上のスタック高燃料利用率運転 (燃料利用率、 $U_f=85\%$ まで) を実施し、主要因は空気極過電圧とオーミック抵抗の増大であることを解明した。燃料極過電圧増大も観測した。
- ②**運用性拡大評価技術開発：**SOFCセルの急速起動プロトコル作成のため、温度分布を 200°C 以上つけられる実験装置の設計、開発を開始した。材料・部材はそのまま、セルやスタックの流路スケールなどを最適化することで、出力密度を上げられる、コンパクト化の設計指針について、調査とシミュレーションを開始した。
- ③**先進評価技術開発：**基盤研究機関での先端分析・解析法を高燃料利用率運転セルスタックに適用するための基礎データの収集をおこなった。電極微構造の画像を認識し、機械学習と合わせることで、2次元微構造から3次元構造、そしてその性能予測ができるツール作成を開始した。

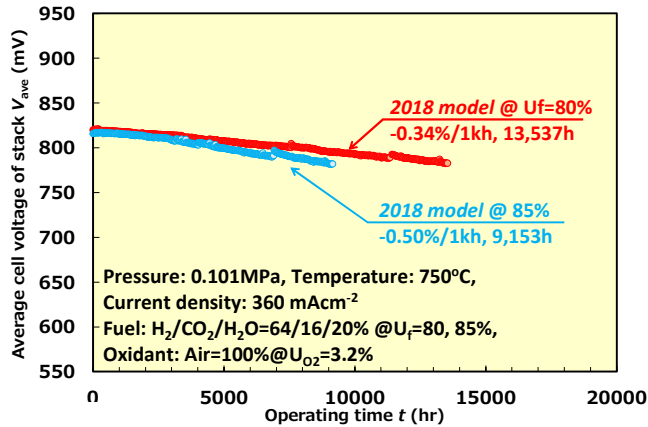


連絡先
産業技術総合研究所 堀田照久
E-mail: t.horita@aist.go.jp
TEL: 029-861-9362

①長寿命・高効率セルスタック評価技術開発

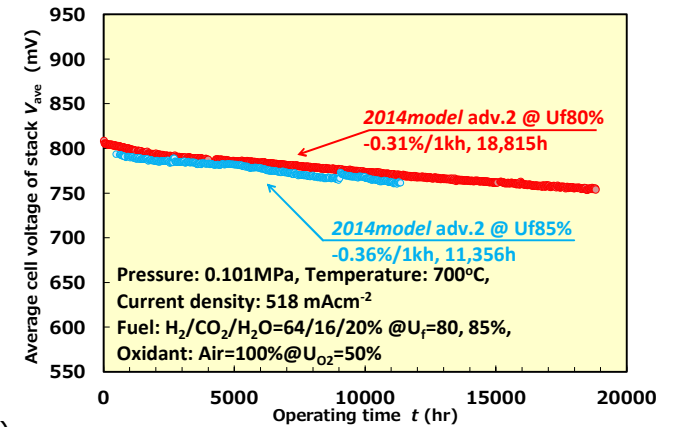
- ◆一万時間以上の高効率運転(高燃料利用率 $U_f=80\%, 85\%$)運転をスタックで行い、抵抗成分分離。
- ◆スタック劣化率は0.3-0.5%/khの範囲で、主要因は空気極過電圧とオーム損。 $U_f=85\%$ で燃料極過電圧増大
- ◆高効率運転での特有劣化、未説明のメカニズム説明と15年寿命予測への検討：性能表示式への温度項、時間項導入
- ◆今後 $U_f=85\%$ 運転後の解体分析を通じ、燃料極劣化やそのほかの影響を説明予定：材料・部材の信頼性を説明

筒状平板形セルスタック
(京セラ製)

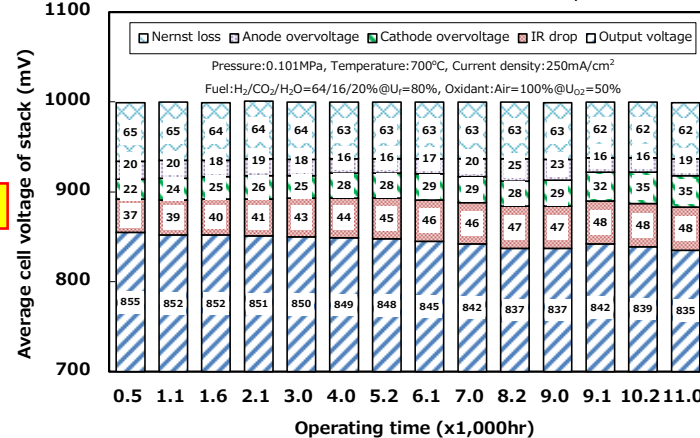


本プロジェクトの成果：
高燃料利用率下での
セルスタック長期試験結果および
各抵抗過電圧の時間変化率

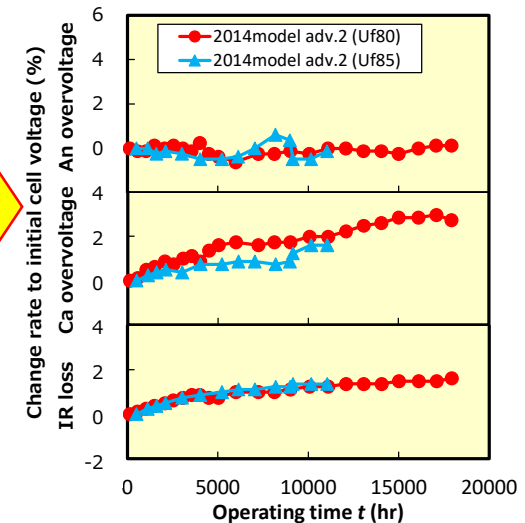
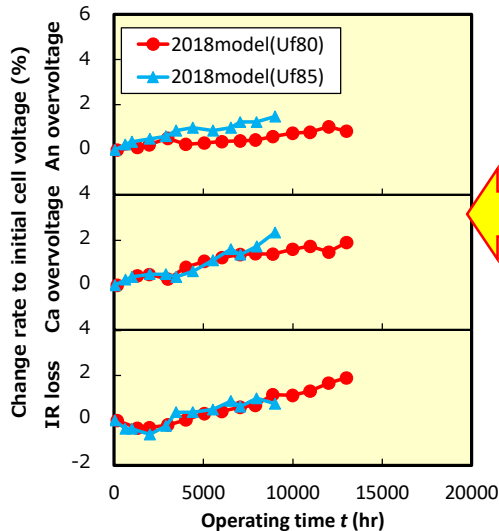
中温平板形セルスタック
(森村SOFCテクノロジー製)



性能表示式による各抵抗分離例
(森村SOFC 2014model adv.2 @ $U_f=85\%$)



【出典】NEDO中間年報(2021年3月)、
電中研作成資料(2021年3月)

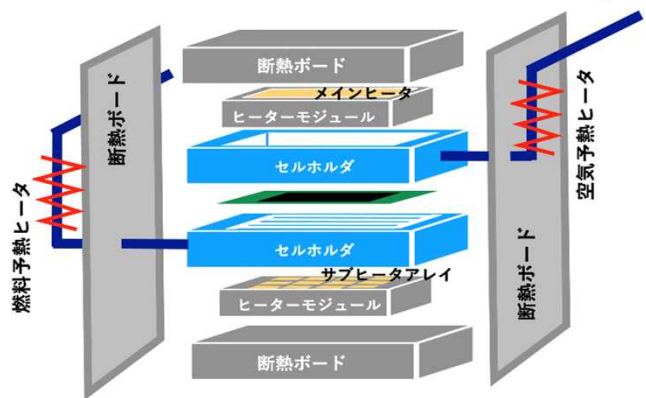
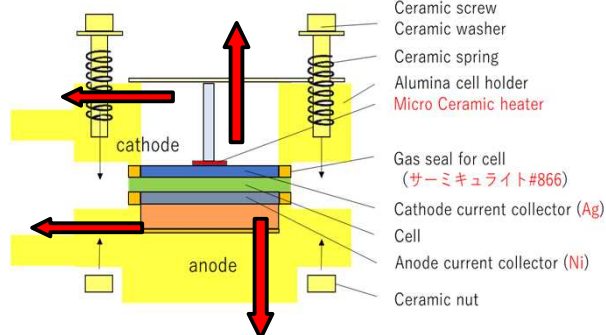
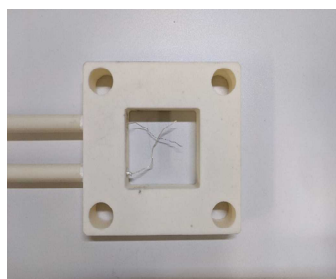


②運用性拡大評価技術開発

- ◆システムでの運転を行い、システム動特性の基礎データを取得開始。スタックの限界やシステム運転の最適化を解明する
- ◆急速起動停止の試験プロトコルを開発するべく、制御変数の検討開始。温度勾配を選択
- ◆平板形模擬セルの温度分布をつけられる評価装置を開発中
- ◆急速起動、温度分布の評価プロトコルを開発することで、先進セルスタック開発速度を上げ、高性能スタック実現
- ◆従来材料・部材を使いながらも流配や設計でコンパクト化の可能性を示唆

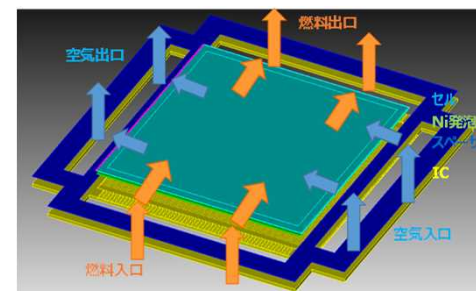
急速起動停止を想定したプロトコル作成

強制温度勾配ホルダー：ヒータ 900°C、周囲 700°C



コンパクト化への検討

燃料極支持形仮想
平板セルでコンパクト化を検討



| | | IC厚み 0.8mm | IC厚み 2.0mm | IC厚み 3.5mm |
|---------|-------------|------------|------------|------------|
| 温度分布@セル | | | | |
| | | | | |
| 温度 | 平均温度 | 735°C | 726°C | 718°C |
| | 最高温度 | 806°C | 770°C | 746°C |
| | 最低温度 | 640°C | 654°C | 662°C |
| | 温度差 (最高-最低) | 166°C | 115°C | 84°C |
| 電圧 | 0.850V | 0.854V | 0.851V | |

【出典】NEDO中間年報(2021年3月)、京大作成資料(2021年3月)

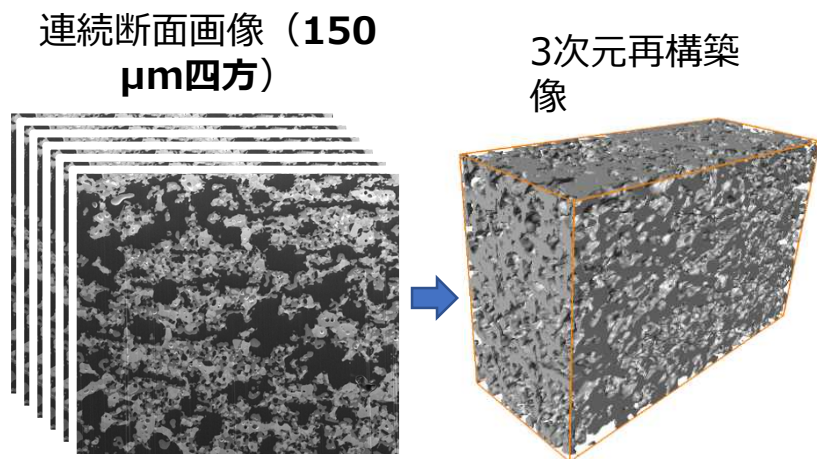
【出典】NEDO中間年報(2021年3月)、大阪ガスM作成資料(2021年3月)

③ 先進評価技術開発

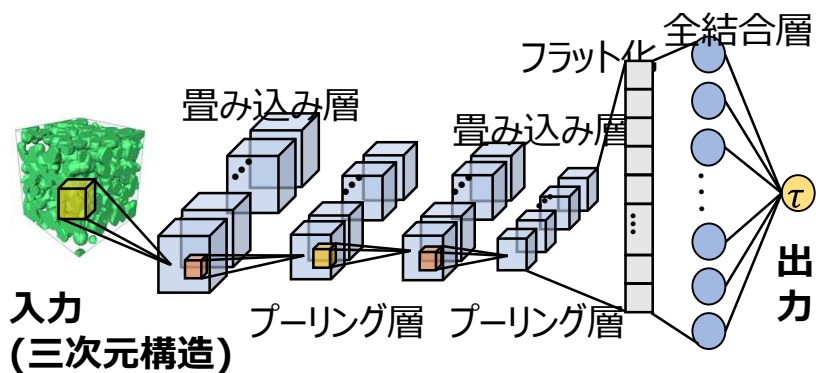
- ◆ 基盤研究機関のこれまでの先端評価技術をさらに進化して、15年耐久の信頼性、寿命予測可能に
- ◆ 新規評価・解析法の開発を通して、最先端研究を推進：機械学習による電極微構造画像認識を検討し、寿命予測
- ◆ 新規な評価・解析法が先進セルスタックの的確な劣化評価ができ、生産ラインでの導入や出荷前診断に利用可能

大面積FIB-SEM画像

従来よりも大面積、空隙分布複雑

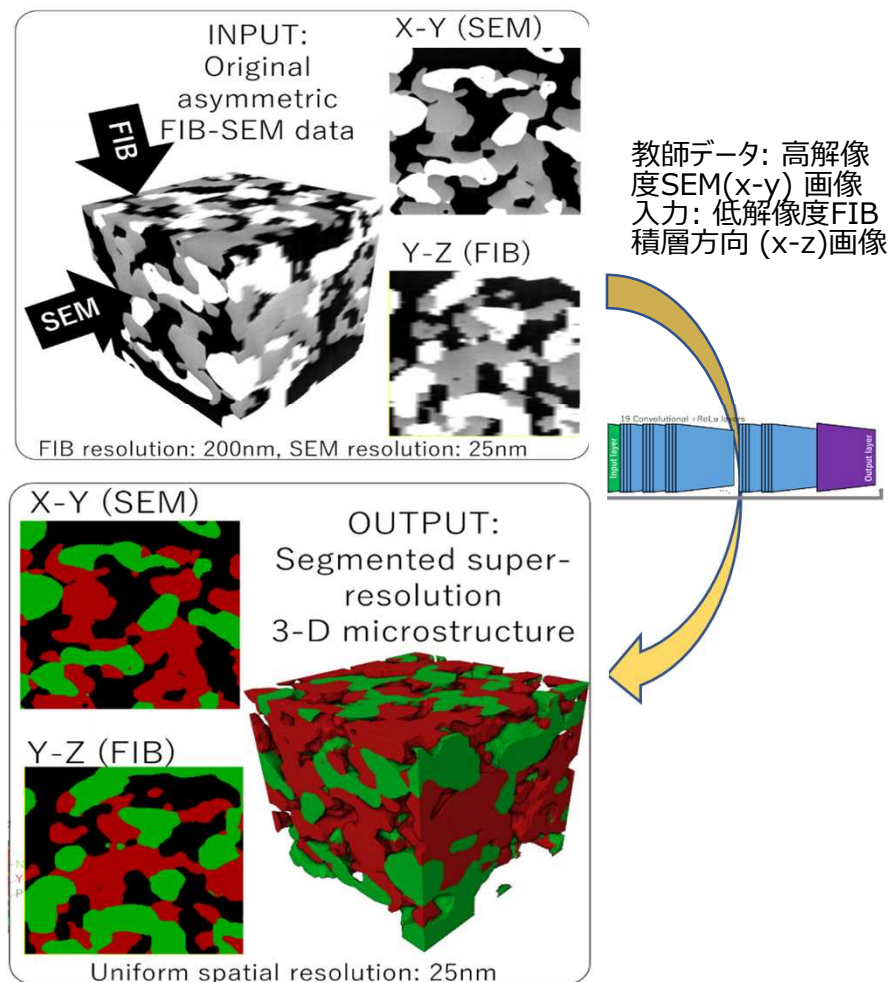


機械学習による多孔質構造定量化



【出典】NEDO中間年報(2021年3月)、京大作成資料(2021年3月)

深層学習によるFIB積層方向の超解像



【出典】NEDO中間年報(2021年3月)、東大作成資料(2021年3月)