

2025年度 JPECフォーラム

# 【11】 100kW級SOEC電解モジュールの概念設計

2025年5月13日

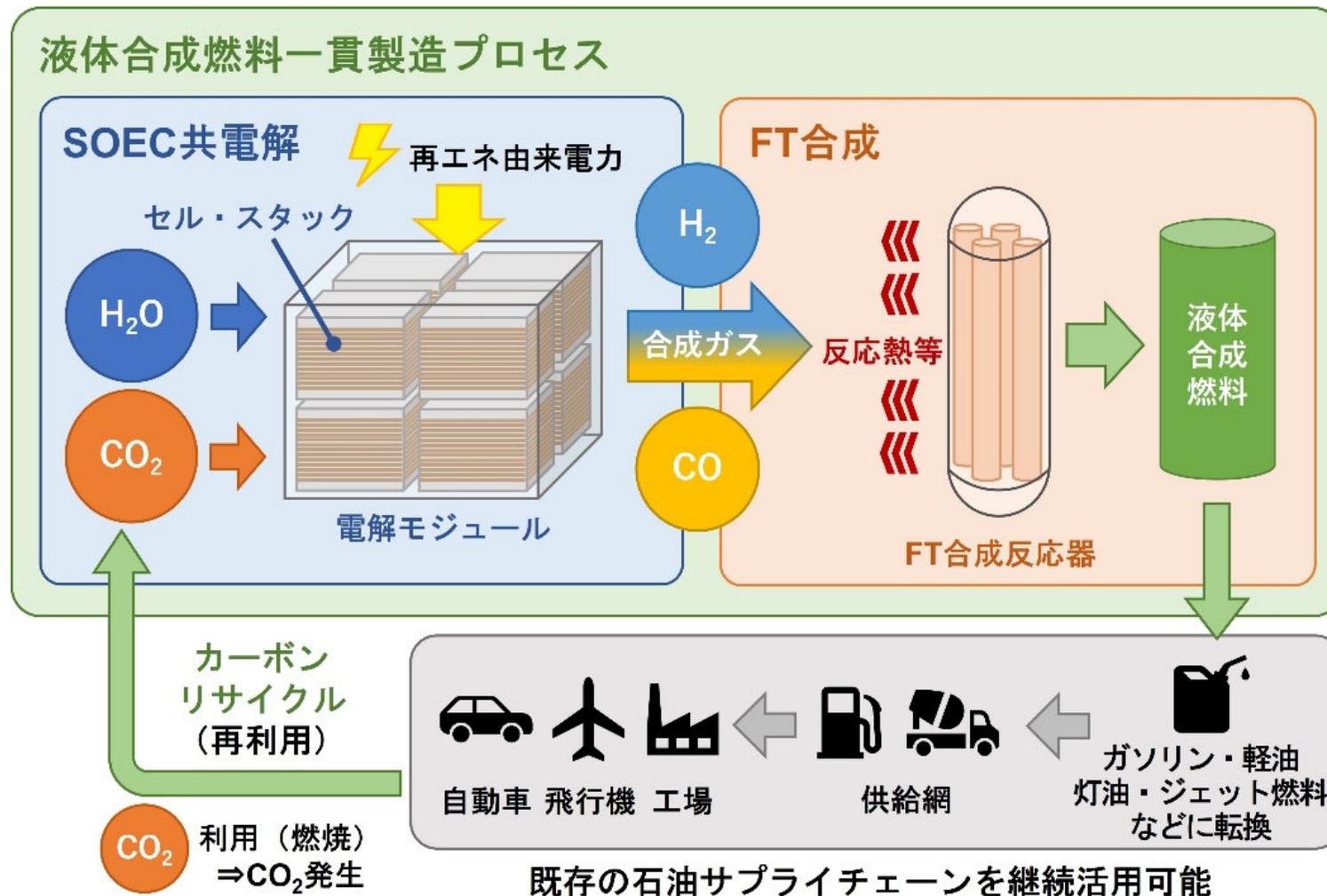
日本特殊陶業株式会社

—禁無断転載・複製 ©Niterra Co.,Ltd. JPEC 2025—



# 液体合成燃料一貫製造プロセス

当社は液体合成燃料一貫プロセス技術開発において、2023年度より「SOEC共電解実用化の研究開発」に取り組んでおり、100kW級電解モジュールの設計を担当しています。



## <スタック仕様と性能>

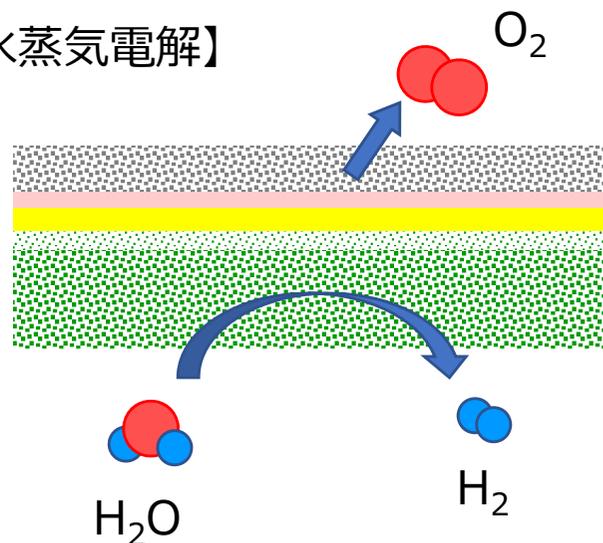
森村SOFCテクノロジー製SOFCスタックをSOEC向けに使用

仕様名		D仕様	E仕様
外観			
段数 (標準)		25段	14段
サイズ		154 × 184 × 113mm	170 × 215 × 50mm
重量		13.5kg	6kg
SOEC※	水素発生量	0.97Nm <sup>3</sup> /h	1.05Nm <sup>3</sup> /h
	電力消費量	3.1kWh/Nm <sup>3</sup>	3.1kWh/Nm <sup>3</sup>
	電解容量	3.0kW	3.3kW

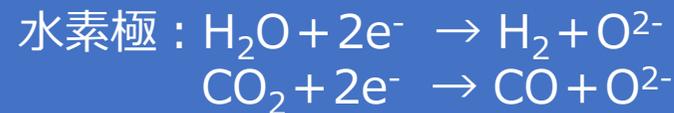
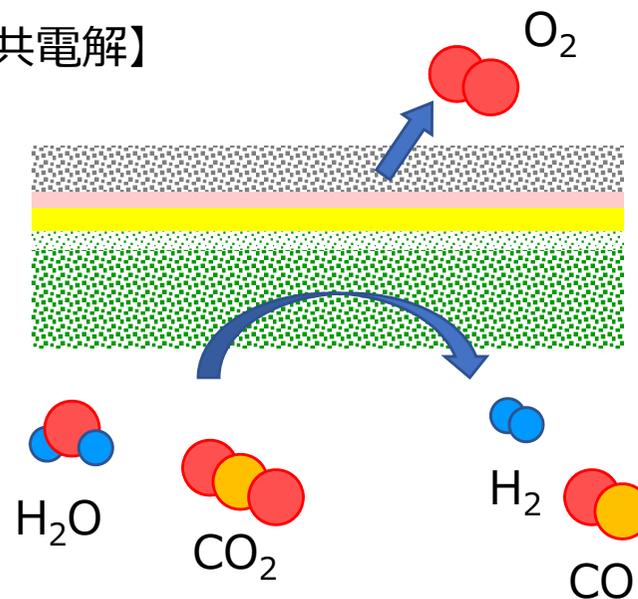
※ 電気炉中700℃、熱中立点 (1.3V) 、水蒸気:水素 = 9:1

共電解は、水蒸気と二酸化炭素を同時に電気分解することにより、水素とCOを生成する技術であり、SOECを用いて、合成ガス生成の高効率化が期待できます。当社は長年のSOFCの開発で培った技術を用いて、技術開発を行っています。

【水蒸気電解】



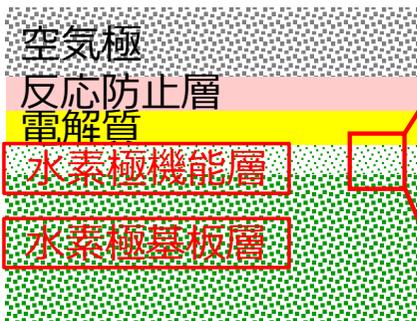
【共電解】



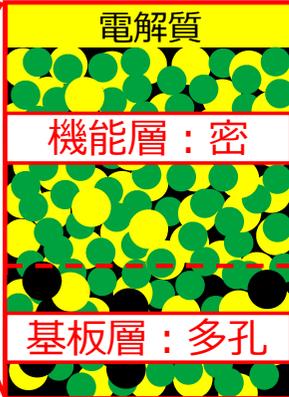
# 共電解評価結果

水素極のガス拡散性が不足しているため、水素極基板層と機能層について、ガス拡散性向上の検討を行った結果、ガス拡散性が向上するに従い、初期性能が向上しました。

【セル断面図】



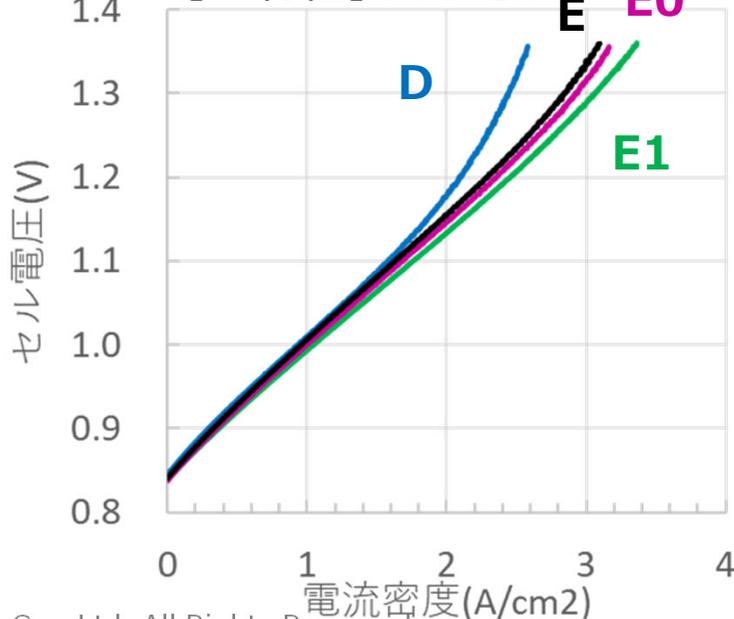
【模式図】



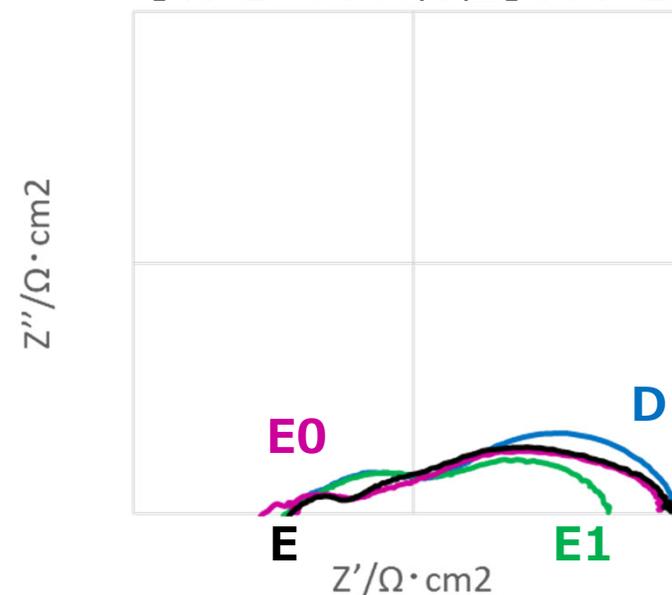
【評価条件】

	水素極 拡散性	水素極		条件
		基板層	機能層	
D	↓	標準	標準	温度：800℃ 水素極ガス：H <sub>2</sub> O:CO <sub>2</sub> :H <sub>2</sub> = 6:3:1 利用率：12.5%@1A/cm <sup>2</sup>
E		薄	標準	
E0		薄	多孔	
E1		薄	無	

【IV特性】ボタンセル



【インピーダンス特性】ボタンセル

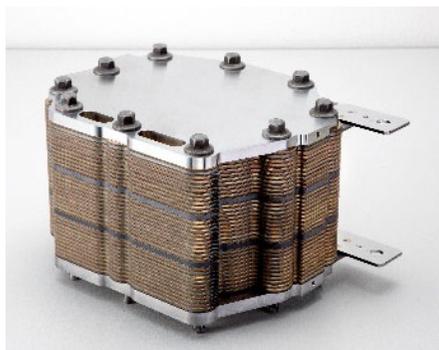


# 100kW級電解モジュールの設計

100kW級電解モジュールの設計に向け、標準条件を関係機関と取り決めました。共電解時の運転実績からスタックの容量は2kW/台であるため、100kWモジュールには48台のスタックが必要であり、100kW級モジュールは50kW級モジュール2基で構成することで検討を開始しました。

## 標準条件

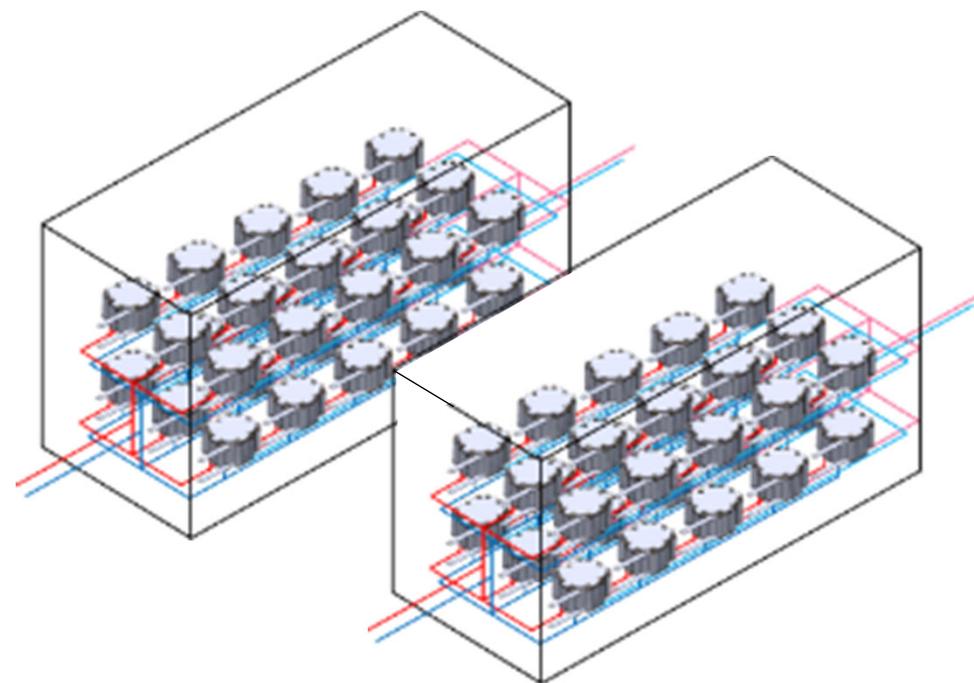
項目	共電解条件
スタック温度	800～825℃
ガス組成	H <sub>2</sub> O:56.7%/CO <sub>2</sub> :33.3%/H <sub>2</sub> :10%
燃料利用率	70～80%
電流密度	0.7A/cm <sup>2</sup>
スタック電圧	19.8V (1.1V×18段)
電解電力	2.08kW/台



D仕様スタック



E仕様スタック

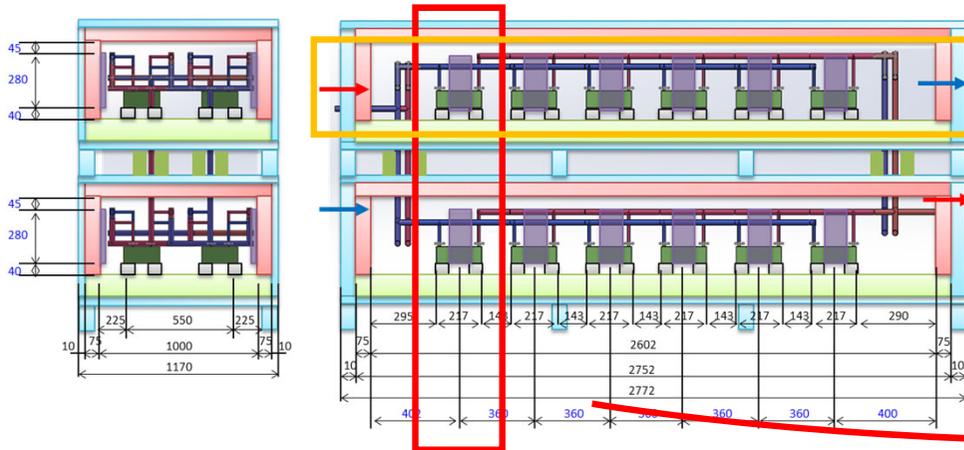


100kW級モジュール  
=スタック：48台  
⇒50kW級×2基

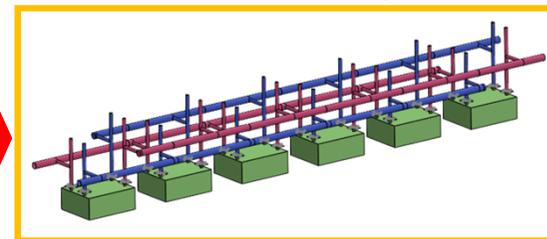
# 取り組み内容

100kW級モジュールの概念設計に対して、50kW級、及び小型のモジュール設計を行い、シミュレーションと実機（流配検証モデル、小型モジュール）にて流配や温度分布について設計妥当性を検証することで、100kW級（50kW級×2基）電解モジュールの概念設計を行いました。

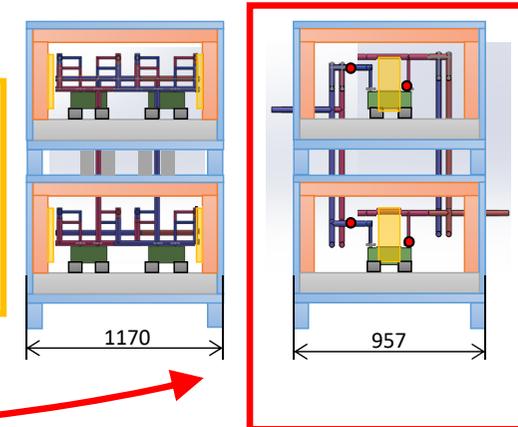
＜50kWモジュール＞



＜流配検証モデル＞



＜小型モジュール（8kW）＞



① 50kW級の基本設計

② 小型モデルの設計

③ 小型モデルの試作

⑤ 50kW級の設計・妥当性検証

④ 小型モデルの評価・検証

流配

温度  
分布

# 取り組み内容

流配検証のため、スタック6台を使用した実機モデルを試作しました。  
実測とシミュレーションによる流量差が、燃料側で約2%、空気側で約5%とほぼ同等であることを確認。  
上流～下流の流量分布が検証でき、流量バラツキの少ない設計とすることができました。

## ■ 流配検証実機モデル



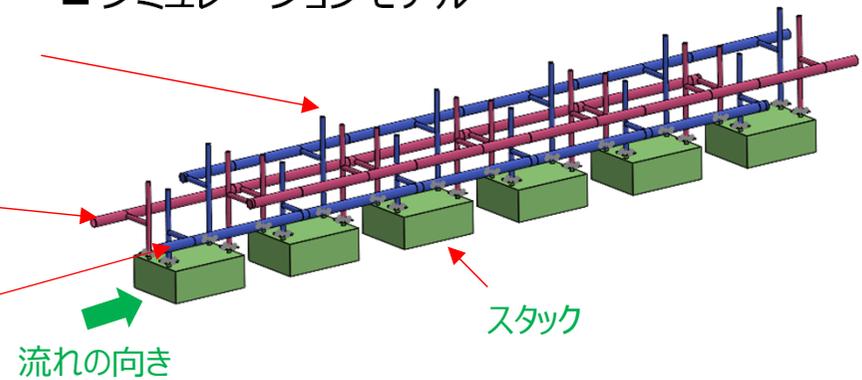
圧力測定用ポート  
(スタックの入口・出口側で  
計 24 個)

燃料極側流路

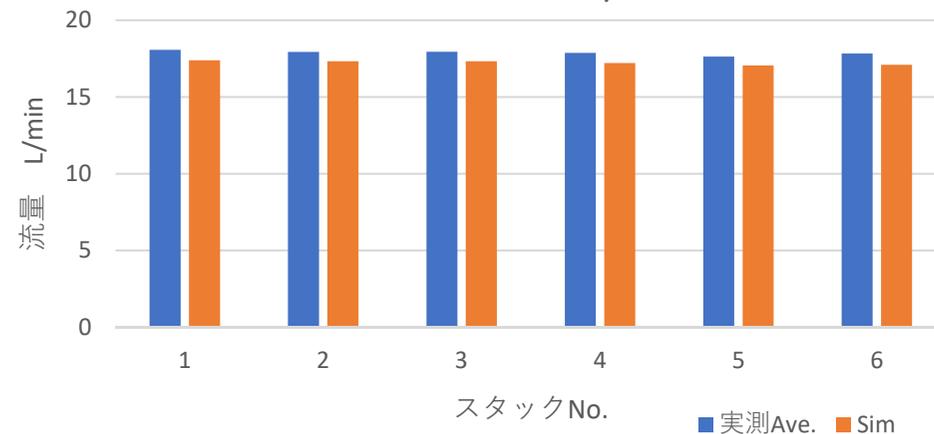
空気極側流路

流れの  
向き

## ■ シミュレーションモデル



燃料極IN流量 100L/min



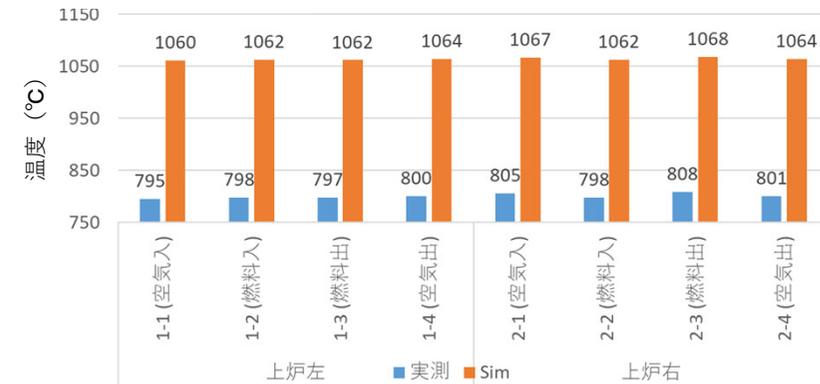
# 取り組み内容

スタック4台を用いた小型モジュールを試作し、スタックの温度分布をシミュレーションと比較した結果、大きな乖離が認められました。詳細を調査したところ、実機の断熱材に10mm程度の隙間があり、その値をシミュレーションに反映した結果、10℃程度の誤差に収まることができました。

## ＜小型モジュール評価環境＞



## ＜設計寸法＞



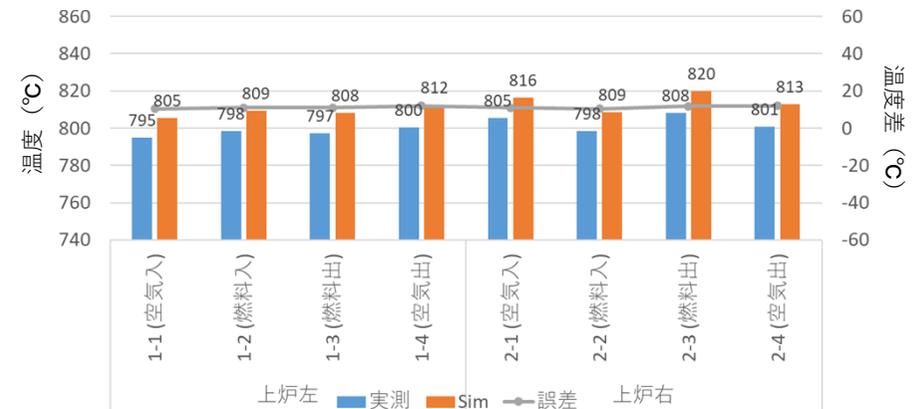
## ＜モジュール表面温度＞



## ＜モジュール内部＞

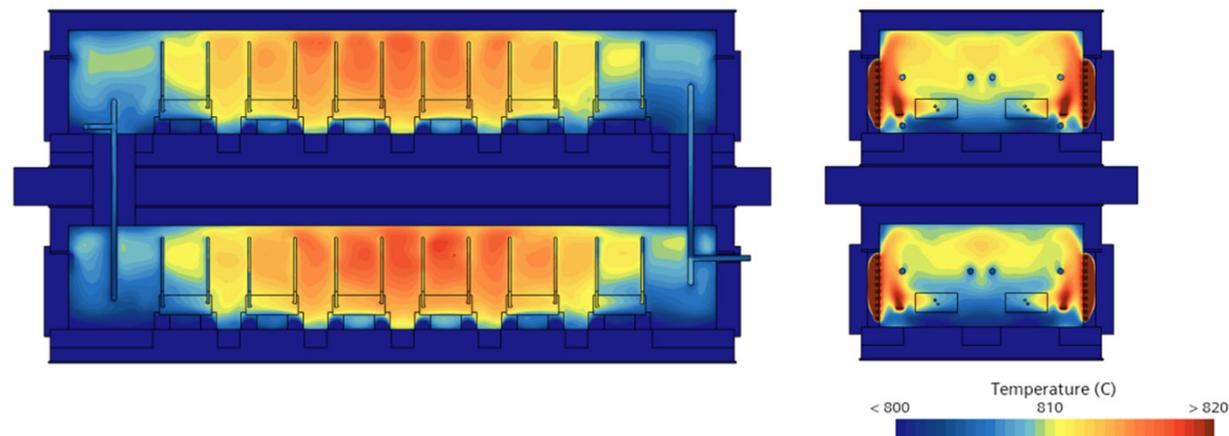
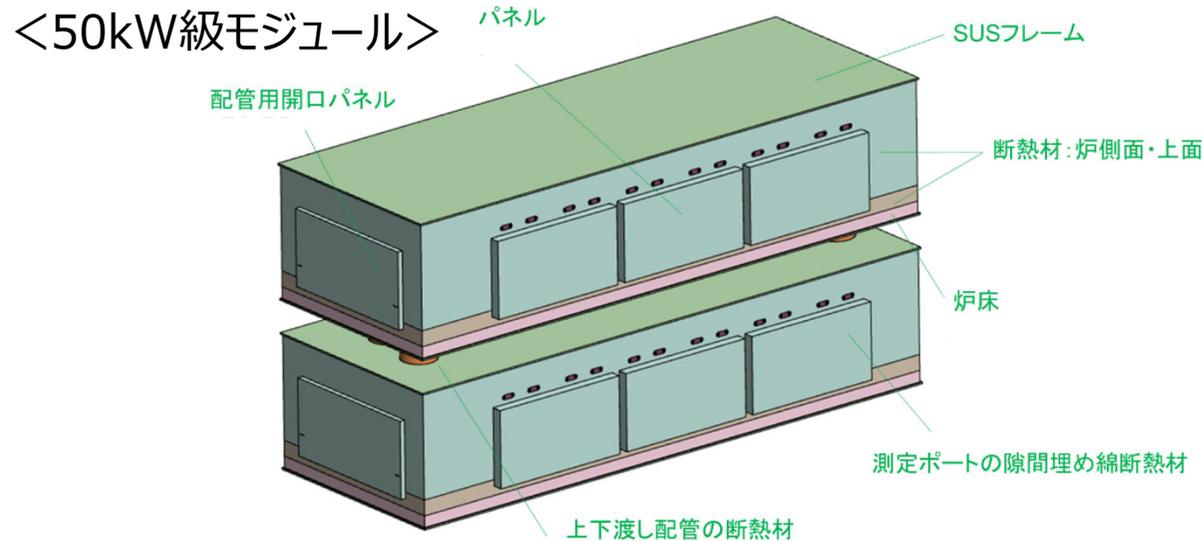


## ＜隙間考慮＞



# 取り組み内容

50kW級モジュールの概念設計を実施。モジュール内部を2階建構造とし、サイズの小型化（W:1170×D:2770×H:1180mm）を達成できました。  
また、断熱材の隙間を考慮しても、小型モジュールと同様に約10℃程度に収まることを確認しました。



- 日本特殊陶業は、森村SOFCテクノロジー製平板型SOFCを用いて、SOECとしての課題抽出と開発を行っています。
- 熱流体解析を用いたシミュレーションにより、SOECスタックを複数台（48台）使用した100kW級（50kW×2）電解モジュールの概念設計を行いました。モジュール内部を2階建構造とし、サイズを小型化（W:1170×D:2770×H:1180mm）しました。
- 同様手法にて、SOECスタックを少量（4台）使用した小型（8kW）モジュールの設計・製作・評価を行い、実機性能とシミュレーション結果を比較することで設計の確からしさを検証しました。
- 断熱材に10mm程の隙間があることで、シミュレーションへの影響が大きいことがわかりました。実際にモジュールを製作する際には、断熱材の性能のみならず、隙間を極力抑える構造が必要だとわかりました。

**本発表内容は、国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO\*）からの委託事業による成果を含みます。関係各位に感謝の意を表します。**

**\*New Energy and Industrial Technology Development Organization**