

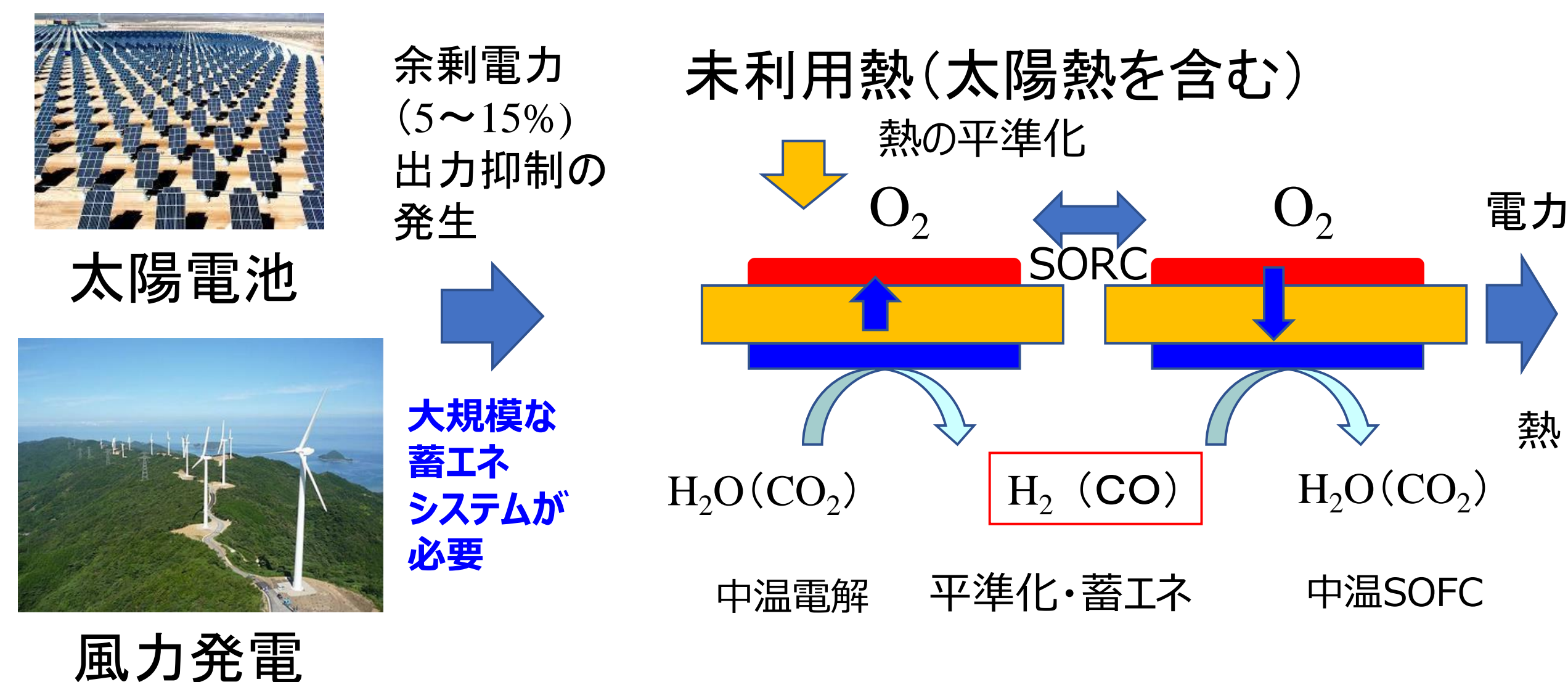
燃料電池等利用の飛躍的拡大に向けた共通課題解決型産学官連携研究開発事業/水素利用等高度化先端技術開発/可逆動作可能な固体酸化物燃料電池の可逆性と繰り返し安定性の向上

団体名：国立大学法人九州大学・特殊技研金属株式会社・国立大学法人北海道大学

発表日：2024年7月18日

本研究の概要

従来、創エネルギーデバイスと考えられている固体酸化物型燃料電池(SOFC)を可逆的に動作させ、社会的に要望の高い蓄エネルギーデバイスへと展開するための基礎データを得る。今回は、数本からなる小型組セルを試作し、SORCシステムの課題を明確にし、将来の大型システムへの基礎的な知見を得ることを目的とするとともに、作成した小型組セルを用いて蓄熱機能を導入することの意義を示す。とくに、蓄熱材が課題の長期安定性に及ぼす影響を示す。



目標

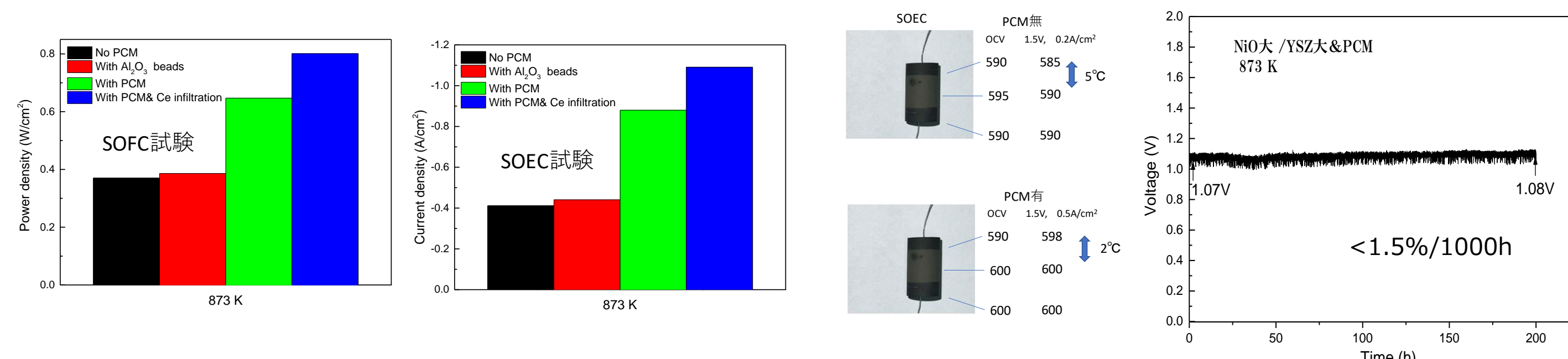
- 1) SORC単セル発電性能：燃料利用率80%で、100mA/cm²時に0.85Vの端子電圧の達成
- 2) SORC単セル水蒸気電解性能：1.3Vの電解電圧において、電流密度0.4A/cm²を達成
- 3) SORC単セル発電耐久性：繰り返し100サイクルでの発電、電解性能の劣化率1%以下
- 4) 500サイクルのサイクル寿命の達成
- 5) 小型組セルの試作
- 6) 蓄熱材の基礎データと組み込みのためのデータ取得
- 7) 蓄熱材を組み込んだ際の温度分布の明確化

研究成果

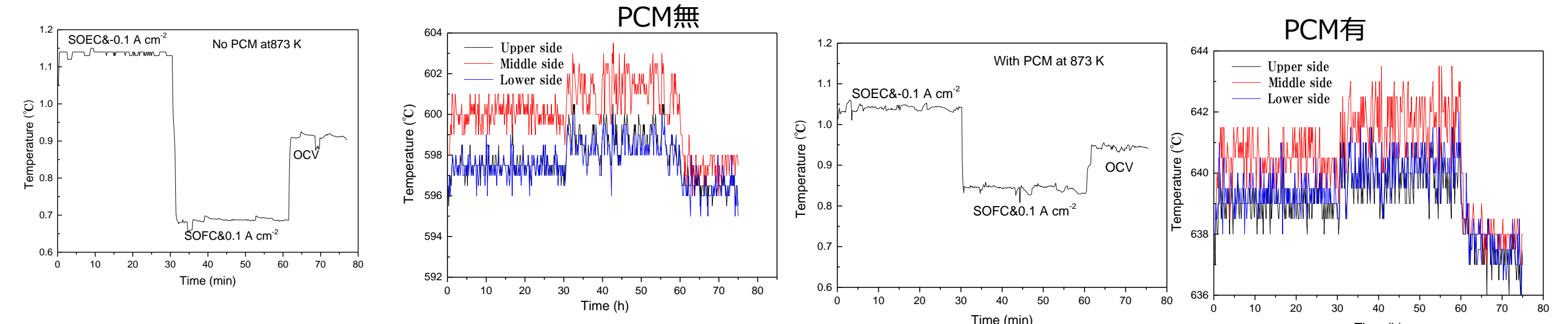
項目1 高効率発電および水素製造を両立するSORC電極・電解質の研究開発

単セルの開発成果（九州大学）1cm長さのセル

PCMを内部に設置したセルでは温度の均一性が大きく向上し、初期特性および長期安定性が大きく向上できた。

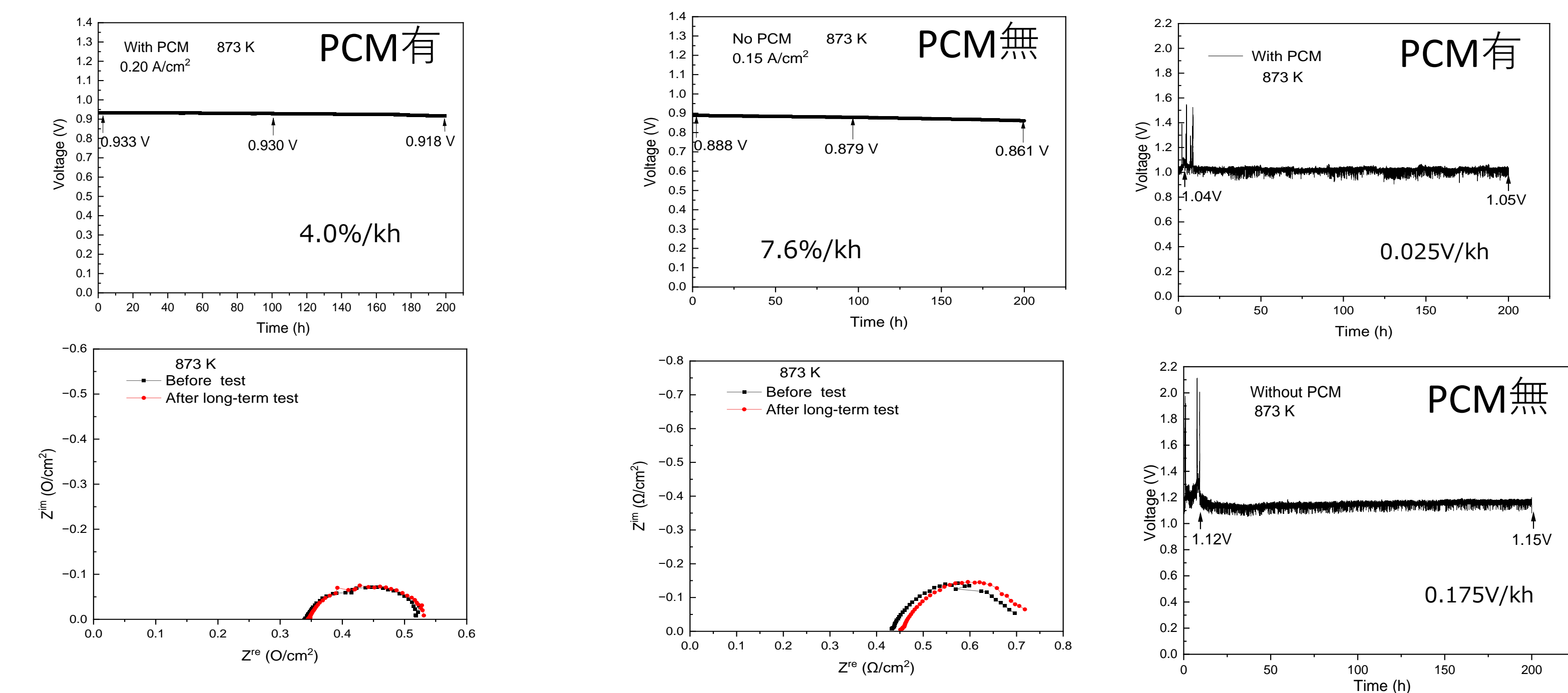


PCMを内部に充填したセルでは運転切り替え時の温度のむらが非常に小さくなった。



運転モードの変更時の温度分布が非常に少なくなり、温度均一性が向上

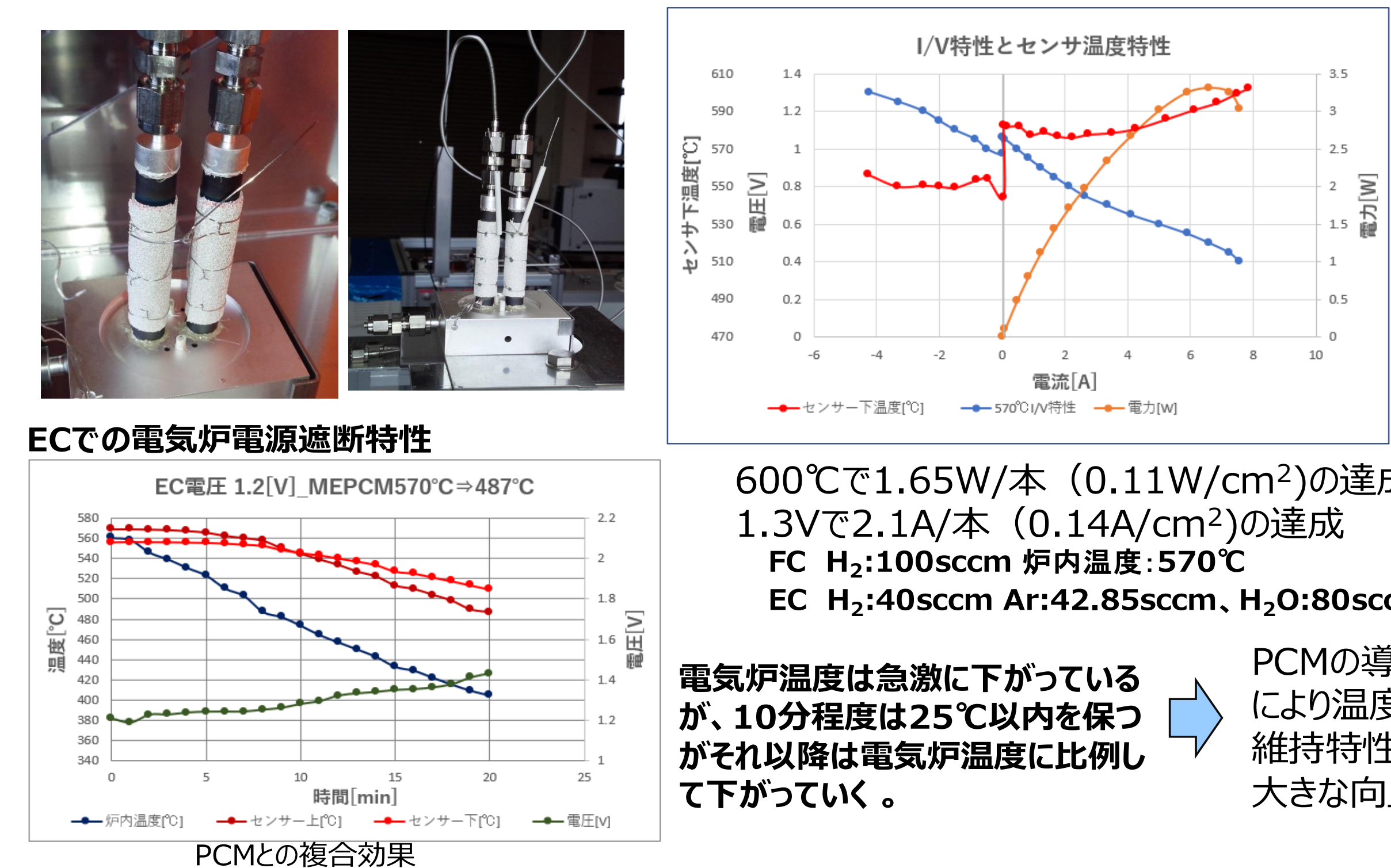
PCMの効果の続き（長期安定性への影響）



PCMによりSOFCモードでの劣化が大きく抑制された。

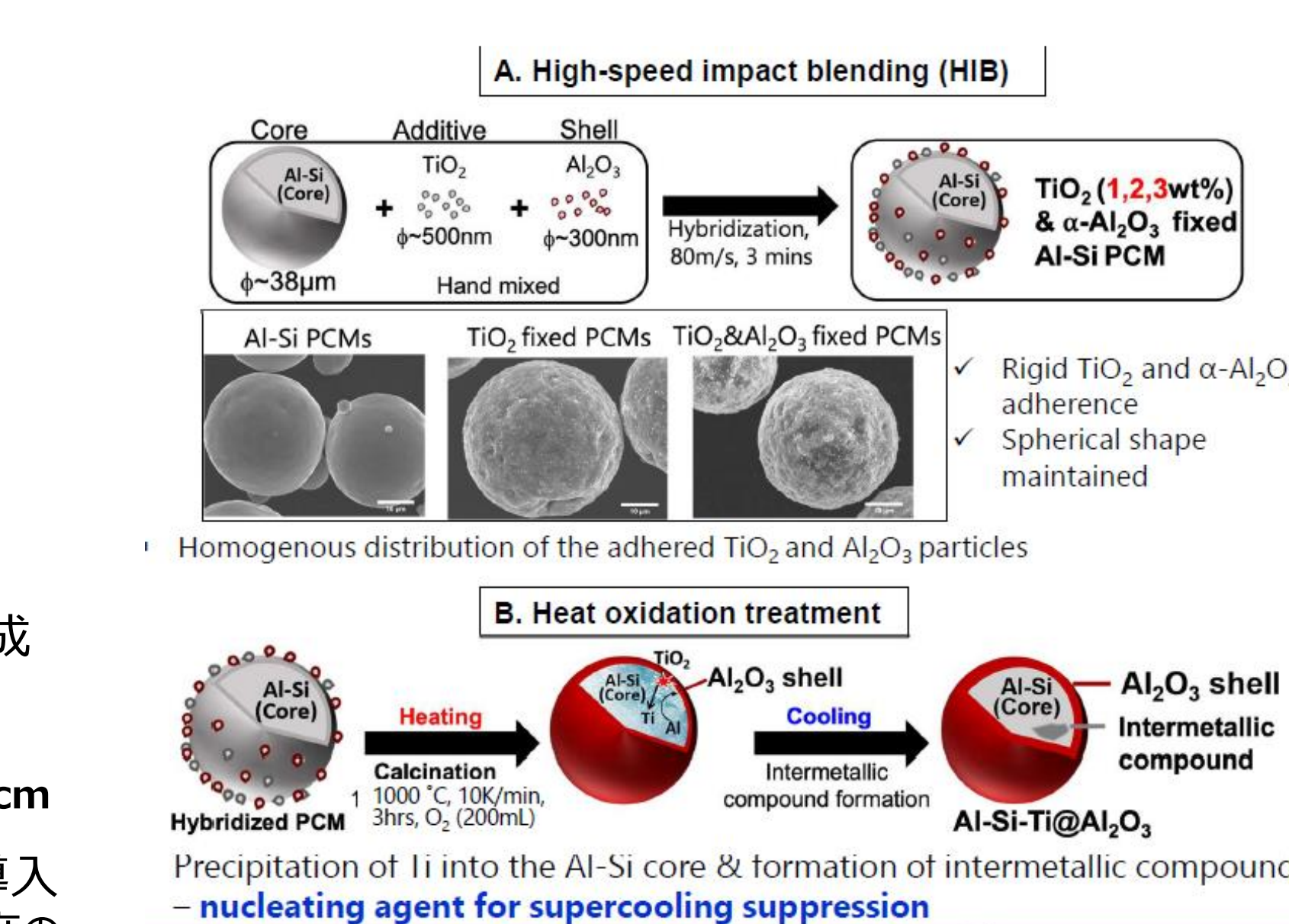
項目2 新規SORC用LaGaO₃電解質の湿式法による薄膜化と小型組セル

単セルの開発の成果（特殊技研金属）75mm長さの組セル



600°Cで1.65W/本（0.11W/cm²）の達成
1.3Vで2.1A/本（0.14A/cm²）の達成
FC H₂:100sccm 炉内温度:570°C
EC H₂:40sccm Ar:42.85sccm, H₂O:80sccm

電気炉温度は急激に下がっているが、10分程度は25°C以内を保つがそれ以降は電気炉温度に比例して下がっていく。PCMの導入により温度の維持特性の大きな向上

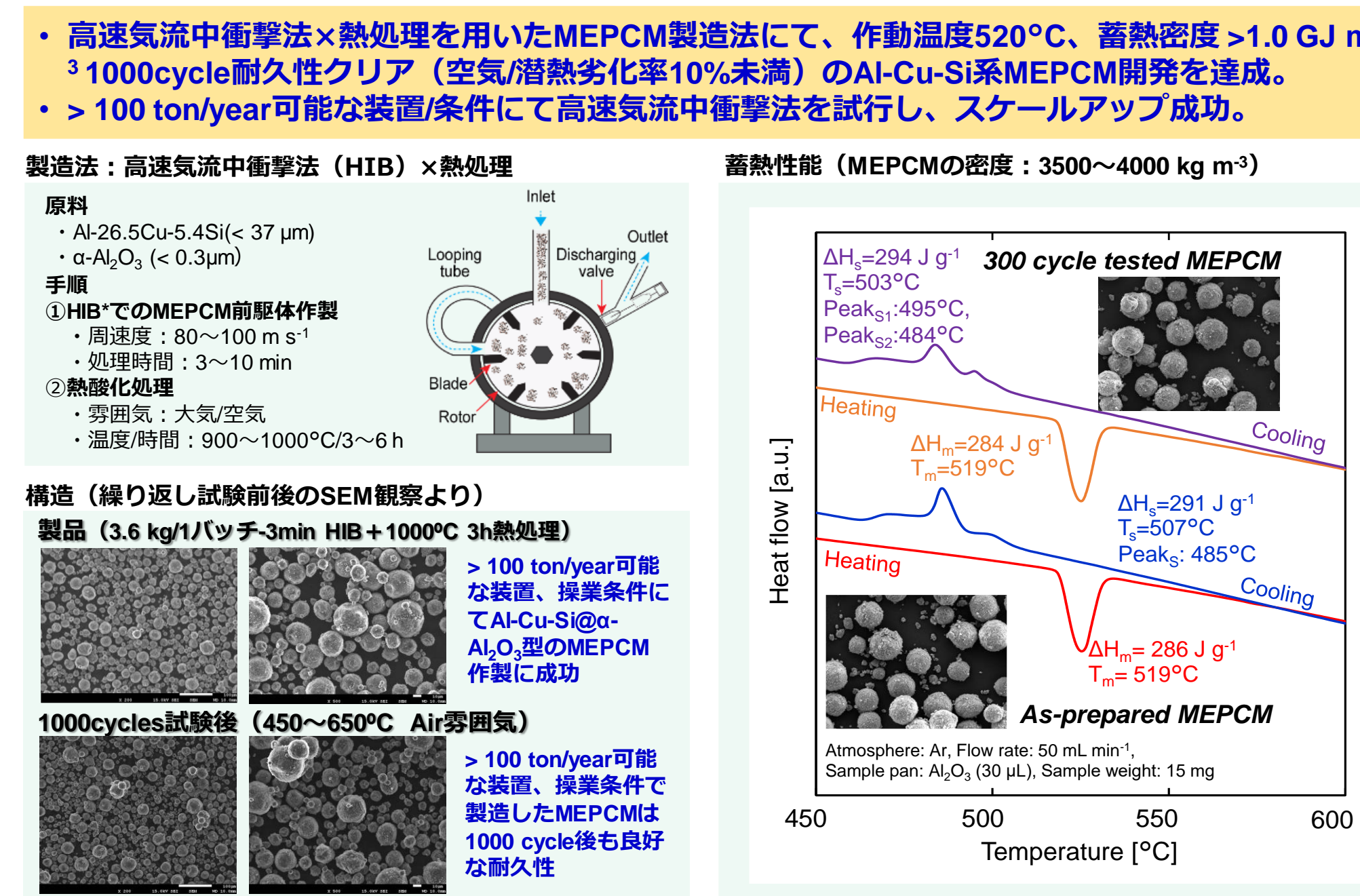


結果：Al-Si系MEPCMコア内部へのTiO₂の添加



・高速気流中衝撃法によりAl-Si系MEPCM（融点：577°C）のコア内部にTiO₂を添加することで発熱ピークは高温側にシフト。過冷却抑制効果を示した。
・今後、Al-Si-Cu系へも適用し効果を検証する。

項目3 蓄熱材の開発と評価



まとめ 目標と達成状況

研究開発テーマ（研究機関）	中間目標	成果・状況	達成見込み
小型円筒型SORCの研究開発（九州大学）	1)SORC単セル発電性能：100mA/cm ² 時に0.8Vの端子電圧の達成 2)SORC単セル水蒸気電解性能：1.3Vの電解電圧において、電流密度0.4A/cm ² を達成。 3)SORC単セル発電耐久性：繰り返し100サイクルでの発電、電解性能の劣化率3%以下	600°C1cm長さのセルにおいて基板の細孔制御で、以下を達成 1) 100mA/cm ² で0.86V（SOFCモード） 2) 1.3Vで0.38A/cm ² 3) 100サイクル後の劣化率（ほぼ0%） 4) PCM入りの単セルで、温度の分布が大きく低減できることを示した。	○
小型円筒型SORC組セルの研究開発（特殊技研金属）	1) 湿式法を用いたSORC動作が可能な75mmの長さの円筒型セルの作成と可逆性向上。 2) セルホルダーの使用 3) 蓄熱材を組み込んだ小型組セルの試作と評価	600°C75mmのセルにおいて基板の細孔径を制御して以下を達成 1) 75mm長さのセルで1.05VのOCVの達成 2) 2本の組セルでSOFC 1.654W/本 3) 2本の組セルでSOEC 1.3Vで2.1A/本 4) PCMの中にセルを埋め込むことで15minにわたり、温度を維持できることを示した。	○
蓄熱材の研究開発（北海道大学）	1) 作動温度520~580°C 2) 蓄熱密度0.6 GJ m ⁻³ (MEPCM体積基準) 3) 繰り返し蓄放熱耐久性1000cycles 4) SOFC/SOECの発電特性に与える影響の解明	1) 作動温度520°C、577°C 2) 蓄熱密度1.0 GJ m ⁻³ (MEPCM体積基準) 以上 3) 繰り返し蓄放熱1000cycles後も蓄熱劣化率10%以下 4) SOFC/SOECの発電特性に与える影響の解明→九大成果	○

連絡先：石原達己、平田昌久、能村貴宏

ishihara@cstf.kyushu-u.ac.jp, hirata@tokteck.co.jp, nms-tropy@eng.hokudai.ac.jp