

革新的固体電解質セルを用いる中温水蒸気電解の国際共同研究開発

団体名：国立大学法人九州大学、ノリタケ株式会社

発表日：2026年7月23日

● 背景

2050年を目指したCO₂排出量の削減には、再生可能エネルギーに立脚した社会の構築は必要不可欠である。再生可能エネルギーは、エネルギー密度が低く、かつ変動が大きいので、その普及には平準化と時空シフトを目的に蓄エネルギーする必要がある。

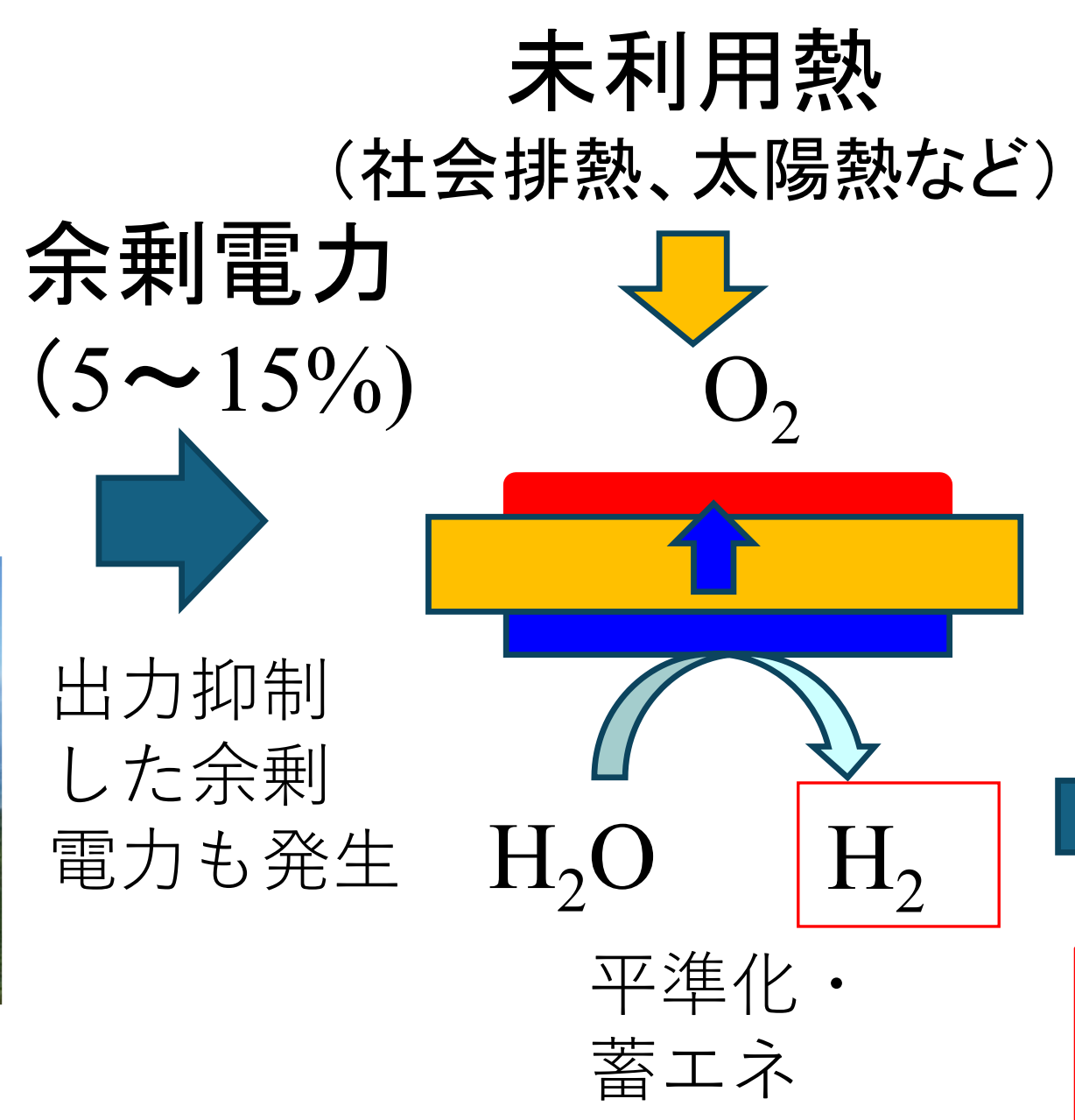
水素は電気と同様にクリーンなエネルギーキャリアとして利用の拡大が期待されており、FC車などの普及によるCO₂の削減が期待されるが、価格が課題である。



太陽電池



風力発電



水蒸気電解は熱を用いる高効率な電解技術で、少ない電力で、水素を発生

従来の水蒸気電解は作動温度が過度に高い

中温作動による実用化加速

時間と空間を超えて輸送

CO₂削減量（余剰電力使用）1300～2000万トンCO₂削減

目 的

再生可能エネルギーを効率よくグリーン水素へ変換可能な革新的な中温電解セルの国際共同開発と工業的な製膜法によるセル製造の検討とナノ構造を制御した中間電極の開発

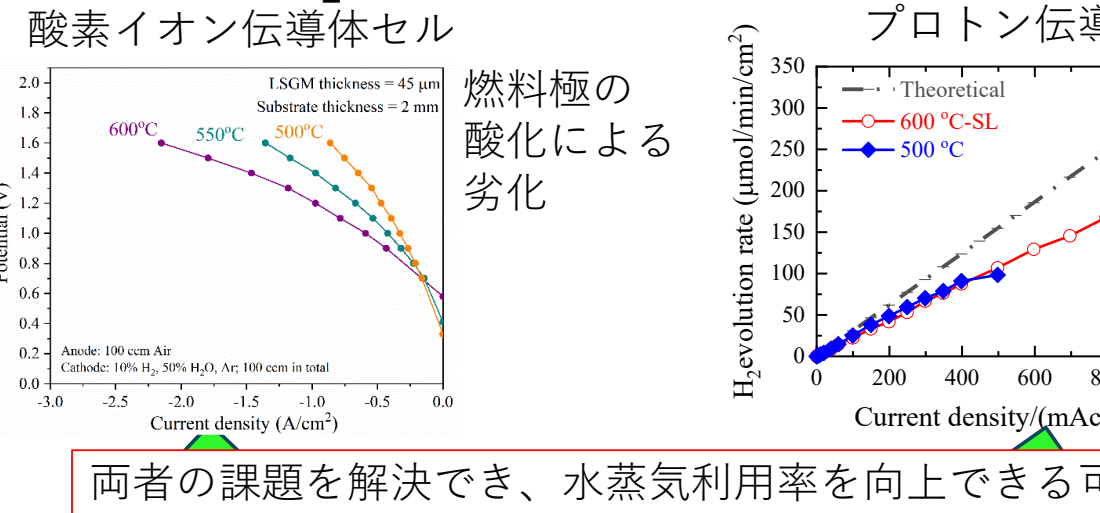
本国際共同研究では

作動温度500℃、1.5Vで1A/cm²以上の電解電流の達成、作動時間5000時間を見通せる安定性、劣化率1%/1000時間以下、小型組セルの試作、クーロン効率90%以上を示す革新的な水蒸気電解セルの開発を行う。

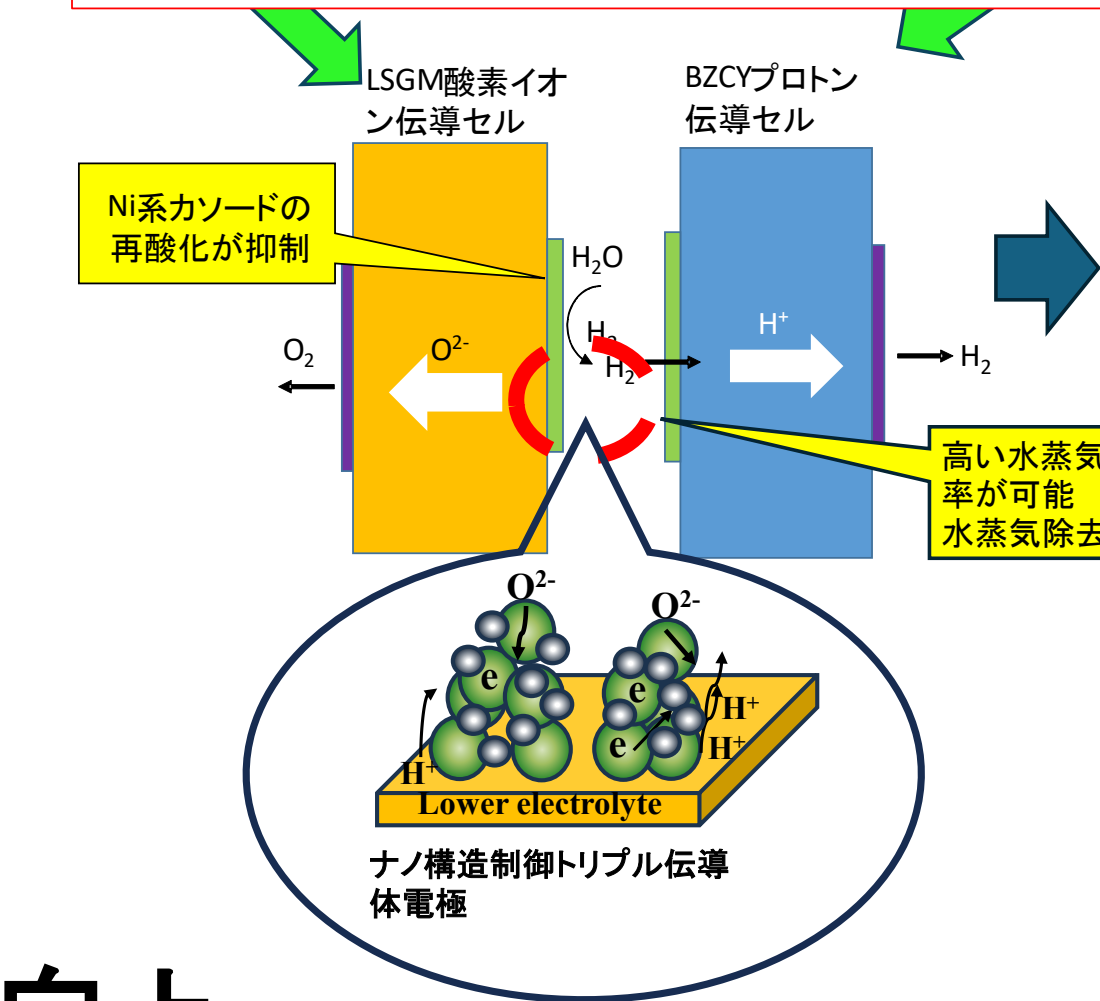
大型化を視野に入れた製膜法を用いるセル作製と新概念セルのスタック化に向けた検討を行う。

とくにダブルデッカー型構造の最適化と性能を最大限に引き出すセルの構成材料、とくに電極触媒の開発を行う。

CO₂削減に向けた本研究の意義



両者の課題を解決でき、水蒸気利用率を向上できる可能性がある。



（将来的に）

新しい蓄エネルギー

デバイスの創出と安

価な水素製造

高い水蒸気利用

率が可能

水蒸気除去が不要



ナノ構造制御トリプル伝導体電極

研究協力関係と役割分担

九州大学、I2CNER
水蒸気電解セルの試作と性能向上、スタック化
新概念セルの試作

酸素イオン伝導セル（石原達己）
円筒型および平板型セルの作製とスタック化、性能向上

酸化物プロトン伝導セル（松本広重、L. Kwati）
平板型セル作成とスタック化

新概念セル（石原+松本）
試作と評価、課題抽出

ノリタケ株式会社
インクジェット法などの工業的な製法によるセルの大型化

Juelich国立研究所（IMD-2）
改良テープキャスト法による酸化物プロトンおよび酸素イオン伝導体薄膜セルの作製

Dr. Meulenber Dr. Menzler
グループリーダー

Imperial College London
（Department of Materials）
高活性アノードの開発

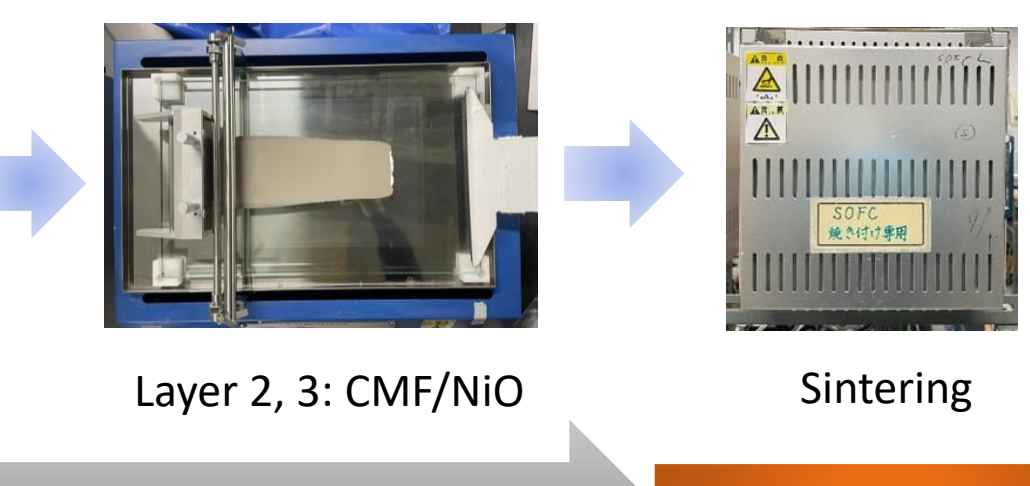
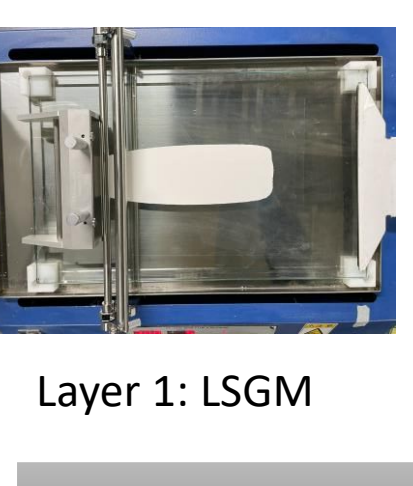
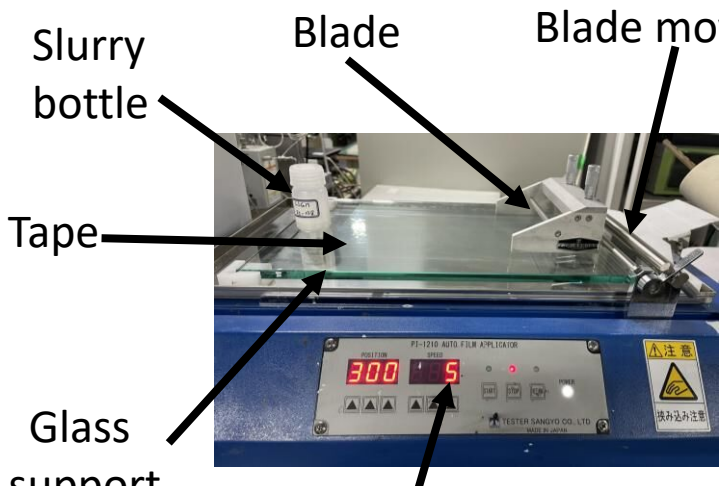
Paul Scherrer Institute
PLD成膜によるナノ薄膜の作成

Prof. Lippert

①平板型LSGMセルの作製と性能向上

テープキャスト法による平板セルの作製
ディップコート法による平板セルの作製

Tape-casting and co-sintering process

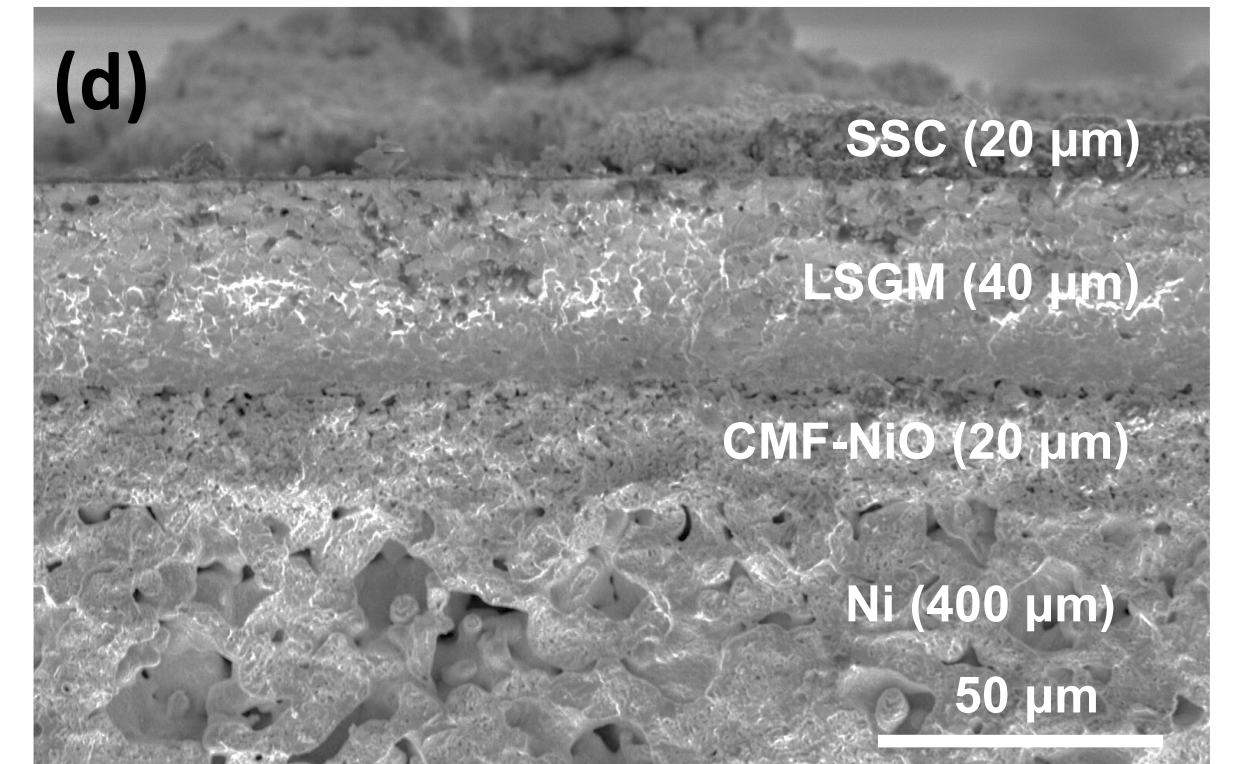


Tape-casting system

Materials characterizations and electrochemical measurements

- Crystal structure: X-ray diffraction spectroscopy (XRD)
- Nano/microstructure: Scanning electron microscopy (SEM)
- Elemental composition: X-ray Fluorescent Spectroscopy (XRF), the energy-dispersive X-ray spectroscopy (EDS)
- Current-voltage-potential (I-V-P); Electrochemical impedance (EIS)

SEM image of cell's cross section after reaction



テープキャスト法を用いて緻密なLSGM膜を作製可能

Niの拡散はほぼ無い。→

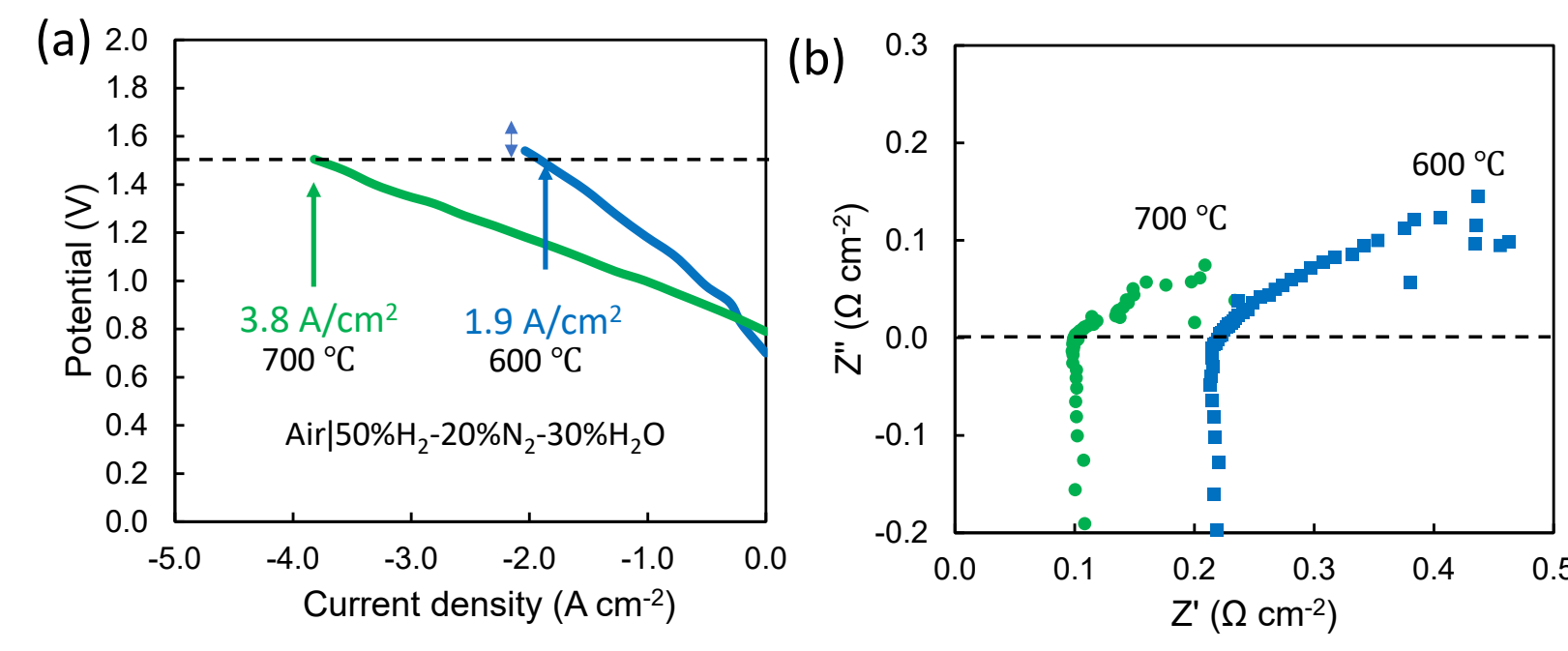
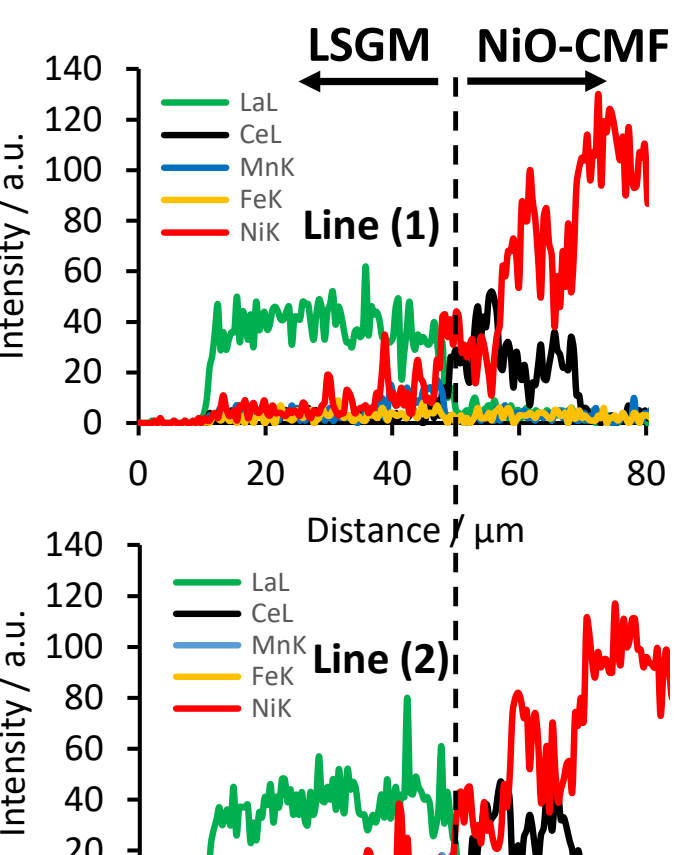
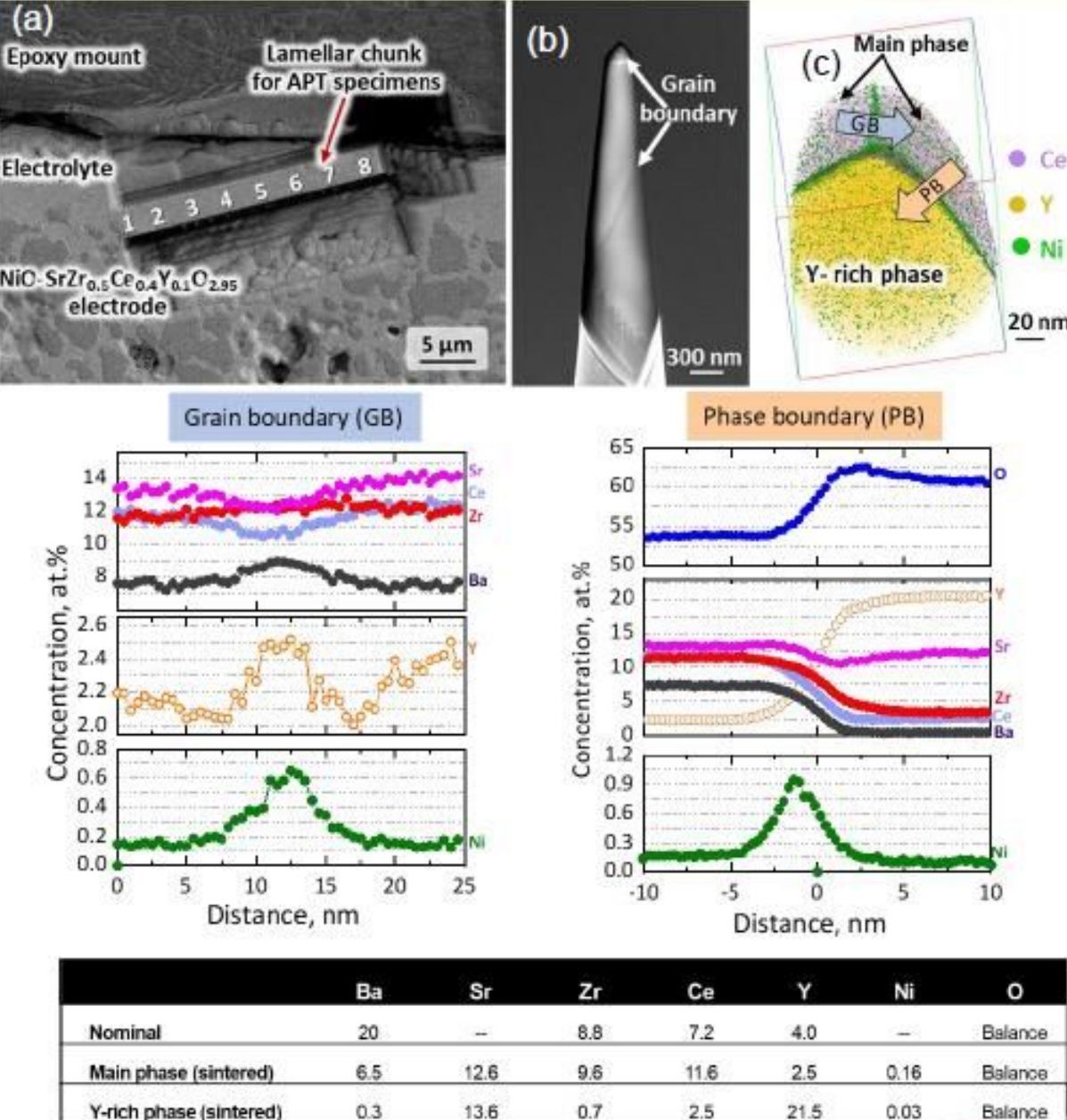


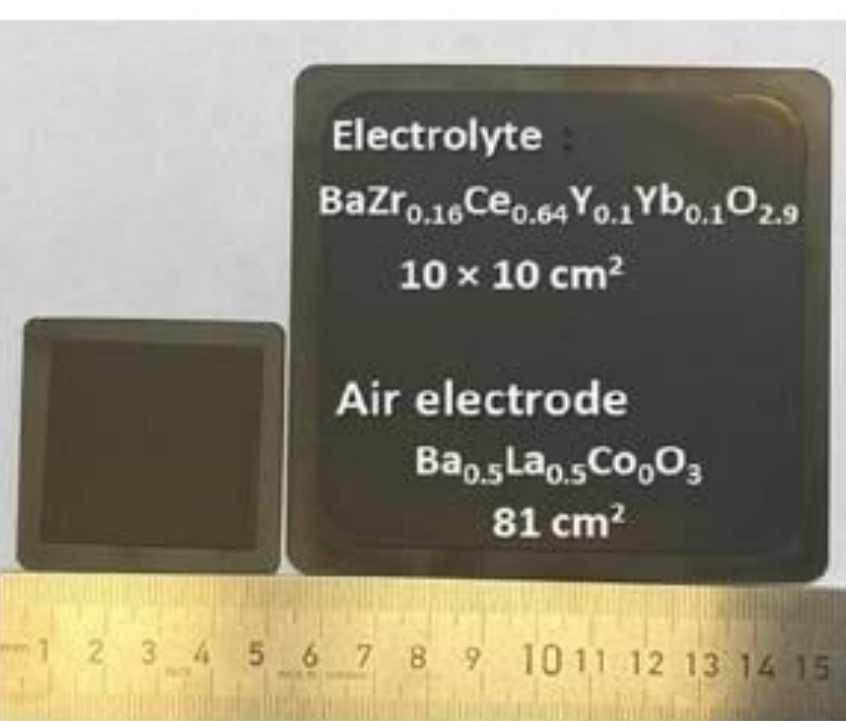
図 作成したNi支持LSGM薄膜セルの電解特性(a)と内部抵抗(b)

②平板型プロトン伝導性セルの作製と性能向上 大判化

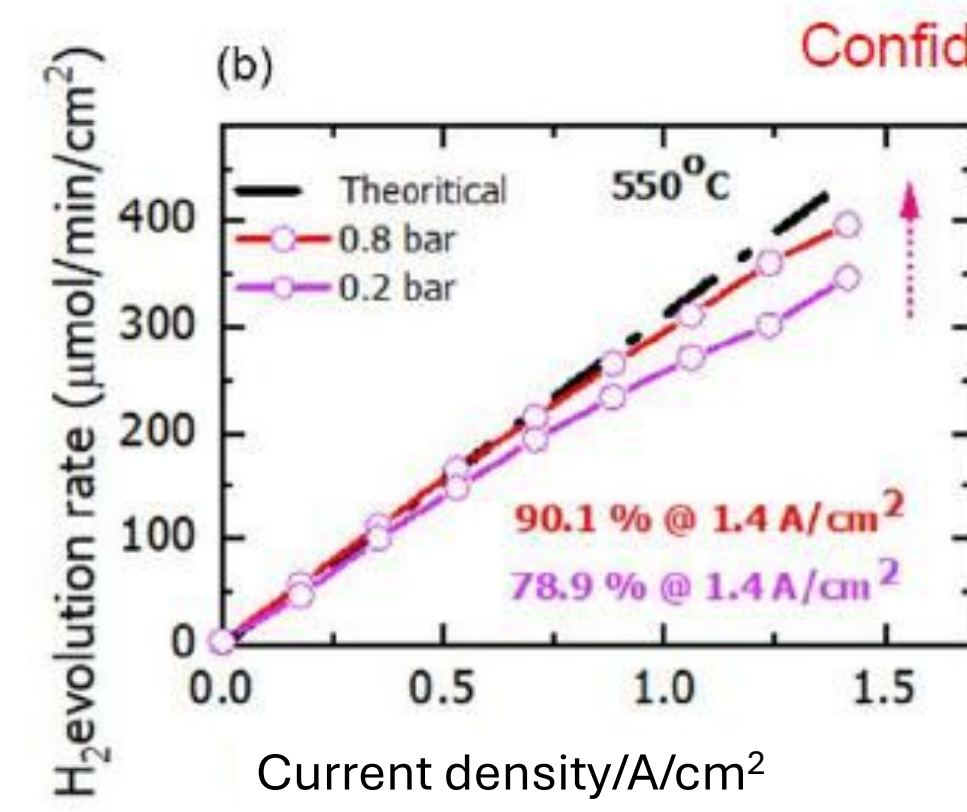
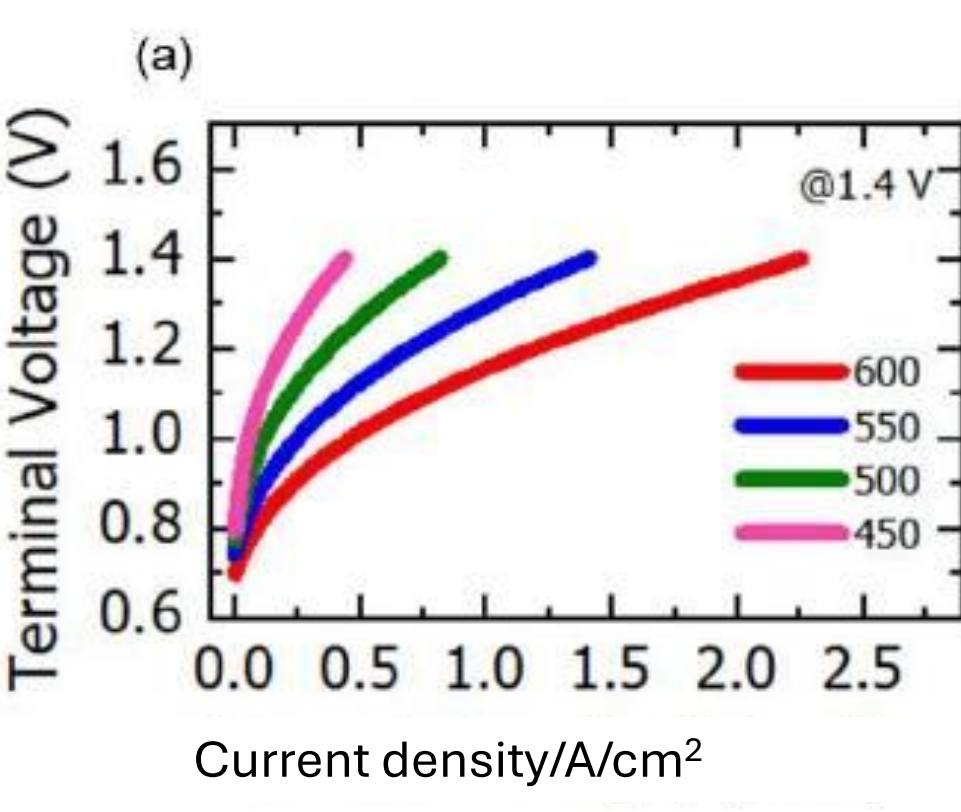
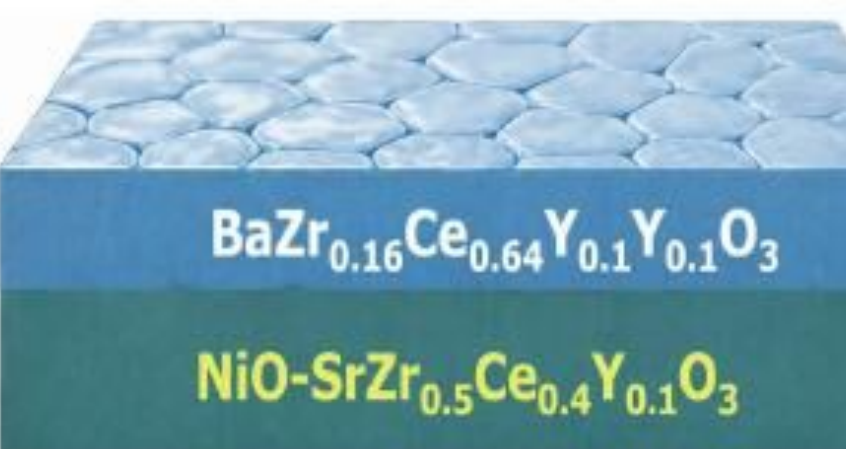
Atomic-scale characterization of interfaces (APT)



Cell configuration 1



Half-Cell sintered @ 1300/5h



NiO-SZCY541-supported cells provide:

- ✓ Lower sintering temperature (@1300 °C), Sr-Ba A-site modification
- ✓ Better electrolyte densification, Preserves electrolyte stoichiometry
- ✓ High Faradaic efficiency (90.1%) @ 1.4 V and 1.41 A/cm²
- ✓ The applied voltage is efficiently used for productive hydrogen generation

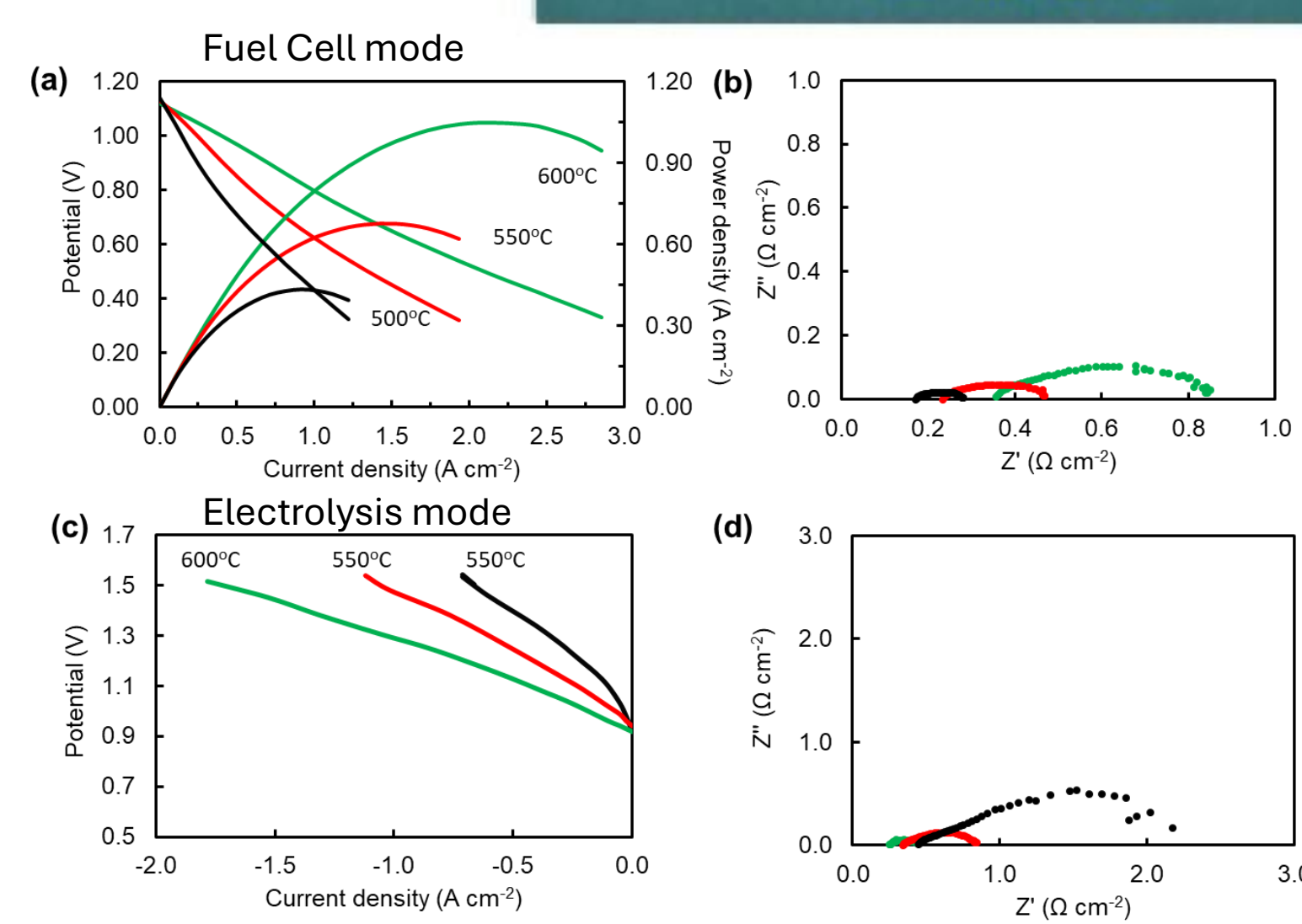
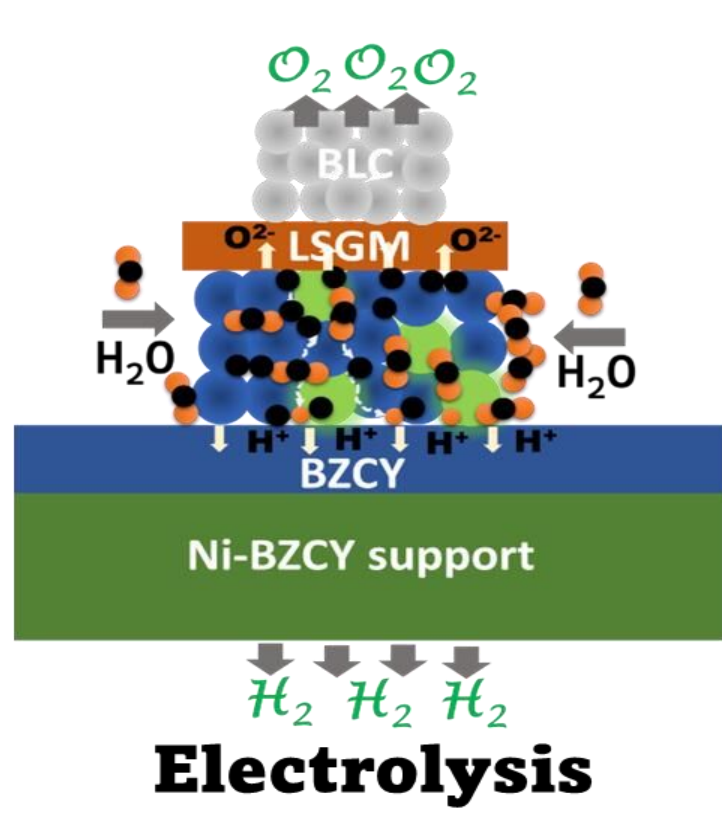
Double Decker セルの目標の達成状況

（目標）セルの設計開発;水蒸気電解平板型セル:作動温度550℃、積層したDouble Decker型または中間電極を設けた2枚のセルを組み合わせたセルの作製、シール材の開発（スタックとしてのガスリーク率<30%）、構造の最適化、クーロン効率80%以上の達成、劣化率5%/1000h以下の達成、550℃以下で1.5A/cm²以上の達成、最適な中間電極の組成の確立。

（達成状況）作動温度550℃、2種のタイプのセルを作製済み、スタック型ではほぼ理論起電力が達成、リーク率は<10%。中間室を設けた組セル型はまだ、性能を発現できていない。積層型では以下の性能の達成。クーロン効率>90%、劣化率1.3%/1000時間、1.2A/cm² (1.5V印加時)、現状で最適の中間電極 LSFM:BZCY=8:2

③Double decker型セルの作製

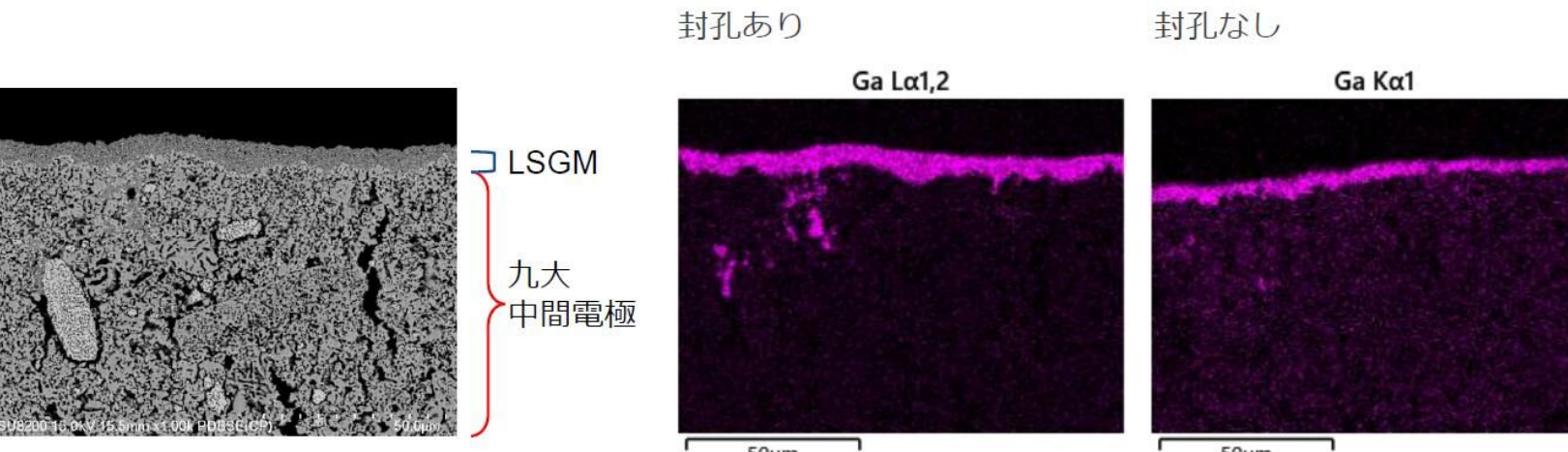
一積層型セル



インクジェット法によるダブルデッカーセルの作製 LSGM膜

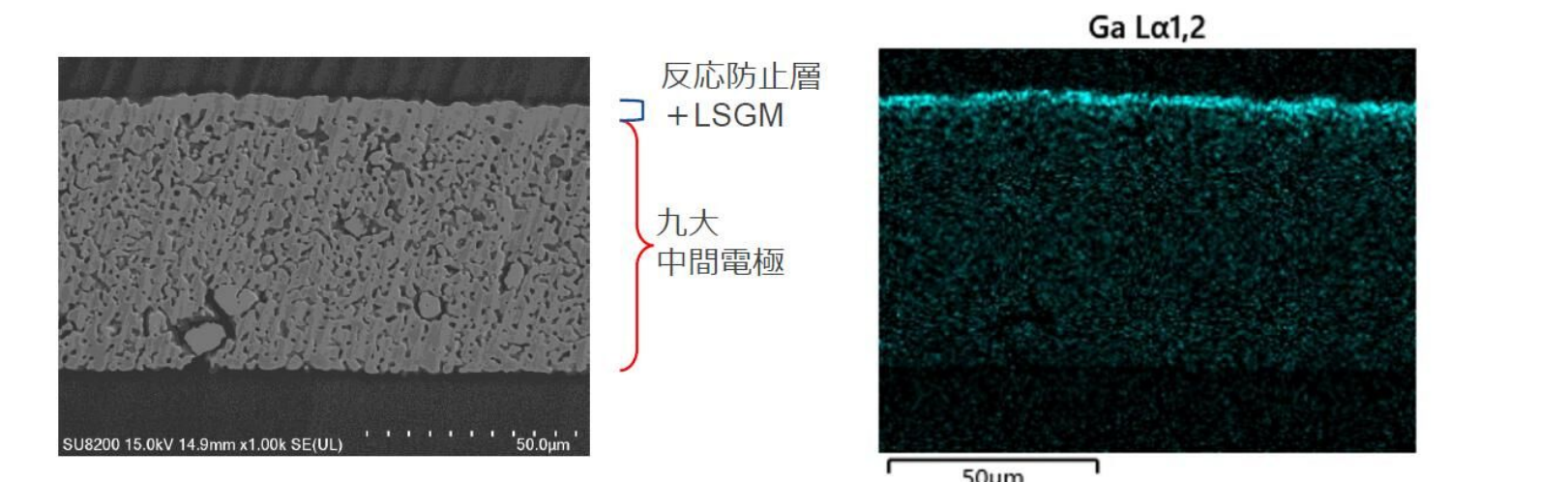
中間電極への印刷（封孔インク利用）

封孔インク導入により、印刷欠けなし、膜厚増加(基材への浸透減少)



反応防止層を用いたLSGM焼成膜形成

反応防止層厚み1μm以上で元素拡散抑制効果を確認できた



まとめ

- 1)テープキャスト法を用いてLSGMおよびBZCYの薄膜化が可能となり、優れた電解特性を500℃程度の低温で達成できた。
- 2) テープキャスト法により、緻密なBZCY膜を作製でき、5cm角のセルの作製を行えた。
- 3) 中間電極としてLSFM-BZCYを用いたDouble Decker Cellは優れた電解特性を示した。
- 4) インクジェット法で、多孔質中間電極上への製膜ができるようになり、上部セルの作製ができるようになった。