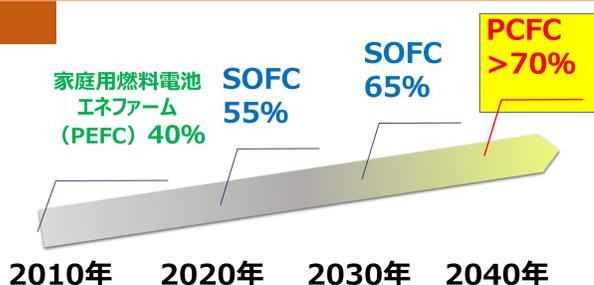


研究開発の背景と目的

次世代SOFCのニーズ
⇒発電効率の向上
水素社会の実現



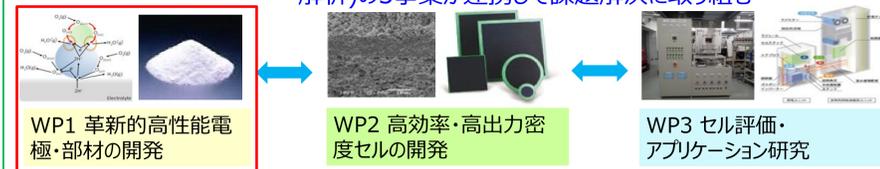
水素社会の実現と定置用燃料電池の本格的普及拡大を目指して発電効率70%を見通す画期的な「プロトン伝導セラミック燃料電池 (PCFC)」を開発する

研究開発目標

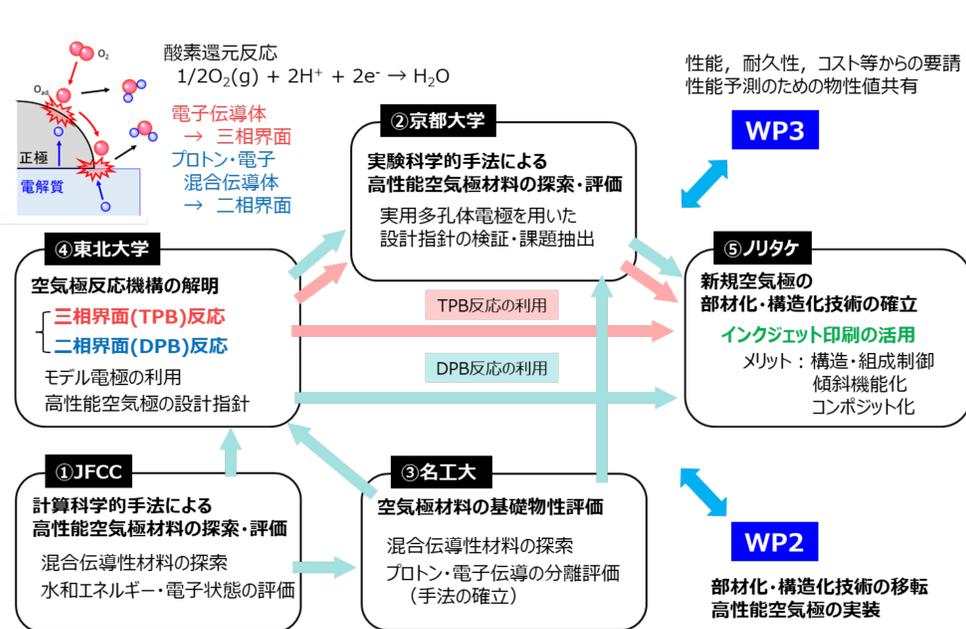
1. 発電効率の向上：発電効率65%以上を実証、70%を見通す
2. 出力密度の向上：セルの出力密度 >1.3W/cm²@550℃ (低温作動)
3. 耐久性向上：電圧低下率 1%/1000hr以下
4. システム検討：単セルの性能を検証し、システムの机上検討を行う

研究開発実施体制

・WP1 (電極材料開発)、WP2(セル開発)、WP3 (評価解析)の3事業が連携して課題解決に取り組む



WP1 革新的高性能電極・部材の開発 / 実施機関と担当テーマ



2023年度の成果と進捗

(1) 空気極高性能化のための材料・構造の設計指針の提示

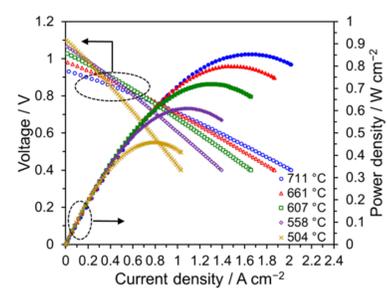
- ・新規材料の開発に成功
- ・性能向上/材料両立性/耐久性に及ぼすコンポジット化・表面修飾・中間層挿入効果の検証

(2) 反応機構の解明

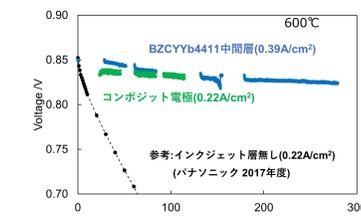
- ・コンポジット化による反応場の伸長
- ・高性能・高耐久性電極の設計に活用

(3) インクジェット印刷の利用

- ・電極構造化・多孔化・コンポジット化
- ・中間層形成への適用
- ・耐久性向上効果を確認



開発された空気極として実装したPCFCセルの発電特性

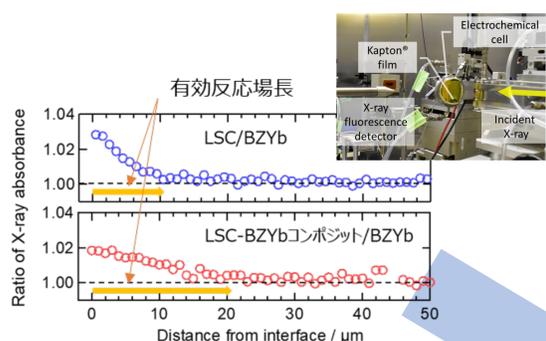


インクジェットで空気極/電解質中間層を形成したPCFCセルの耐久評価

WP2への技術移転を実施

反応機構評価

反応サイトの特定，反応活性の定量評価
電極/電解質中間層挿入の効果の検証

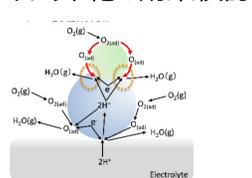


オペラントXAS測定によるPCFC空気極の反応場長評価

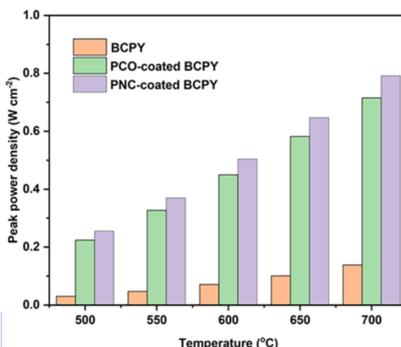
コンポジット化の効果ならびに性能向上の機構を解明
電極有効反応場の定量評価 → 最適電極構造設計

実験科学的手法による材料探索

実電極を用いた材料スクリーニング
表面修飾・中間層挿入・コンポジット化の効果検証



実電極の性能評価を継続実施
コンポジット化，中間層挿入，表面修飾の効果を検証

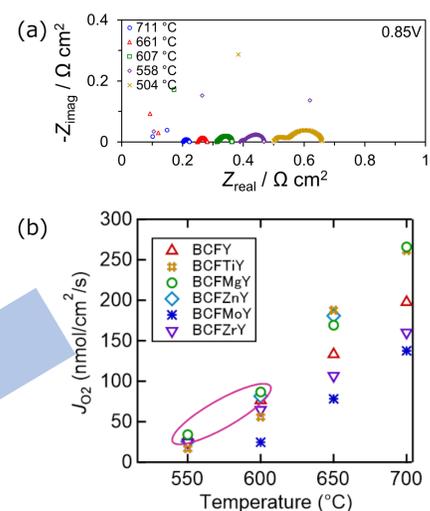


表面修飾空気極を搭載したアノード支持型セルの最大出力密度

中間目標値を超える
0.16 Ωcm²@500℃
を達成

基礎物性評価

新規材料探索・基礎物性評価

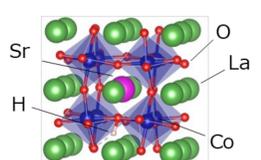
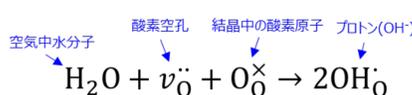


開発されたBaCo_{0.4}Fe_{0.4}A_{0.1}Y_{0.1}O_{3-δ} (BCFAY)の(a)分極抵抗，(b)酸素透過速度の評価

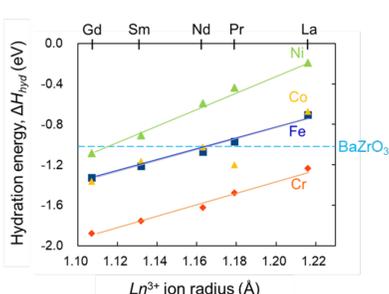
各種新規空気極候補材料の開発に成功

計算科学的手法による材料探索

第一原理計算によるLnMO₃における水和エネルギー等の評価

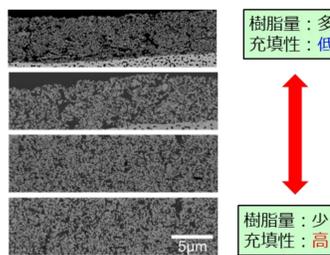


含3d遷移金属ペロブスカイト酸化物への水和反応の系統的評価に成功

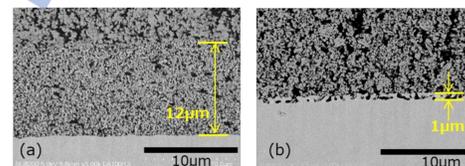


部材化・構造化

インクジェット印刷による電極構造化・コンポジット化，中間層形成



電極微構造の精密制御



空気極/電解質界面層の形成：
(a) コンポジット電極層，(b) 中間層

インクジェット印刷による電極形成の実効性検証
→ コインセルでの発電特性・耐久評価を実施