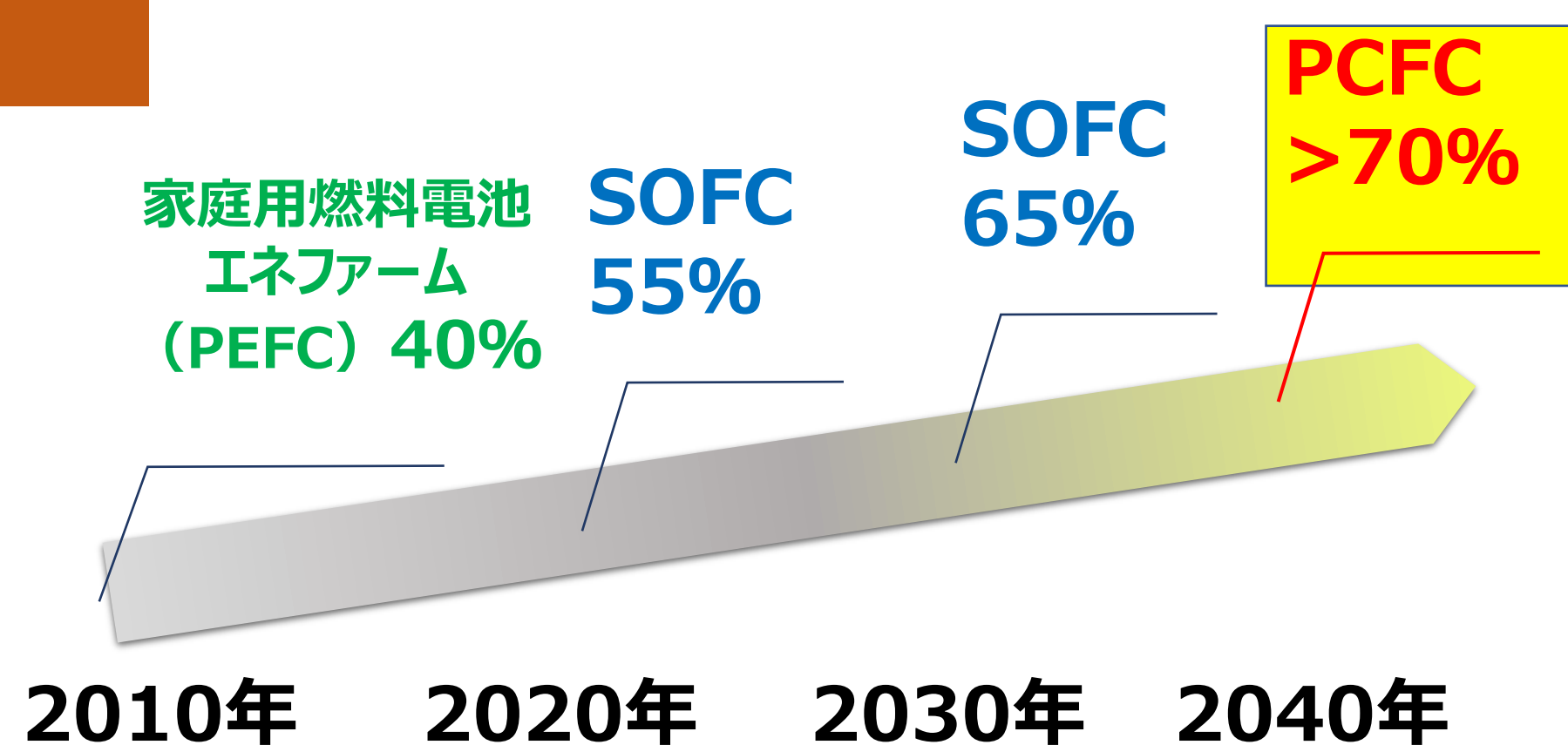


研究開発の背景と目的

次世代SOFCのニーズ
⇒発電効率の向上
水素社会の実現

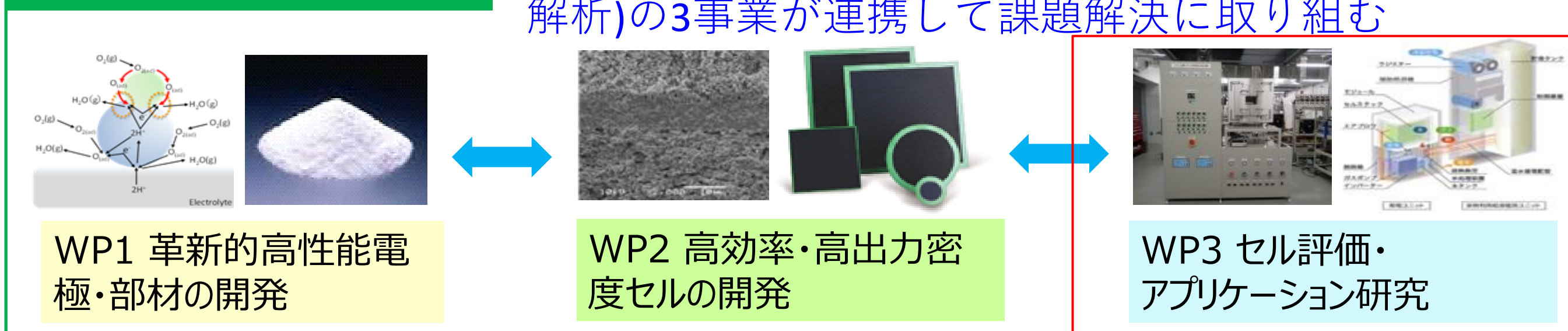


水素社会の実現と定置用燃料電池の本格的普及拡大を目指して発電効率70%を見通す画期的な「プロトン伝導セラミック燃料電池(PCFC)」を開発する

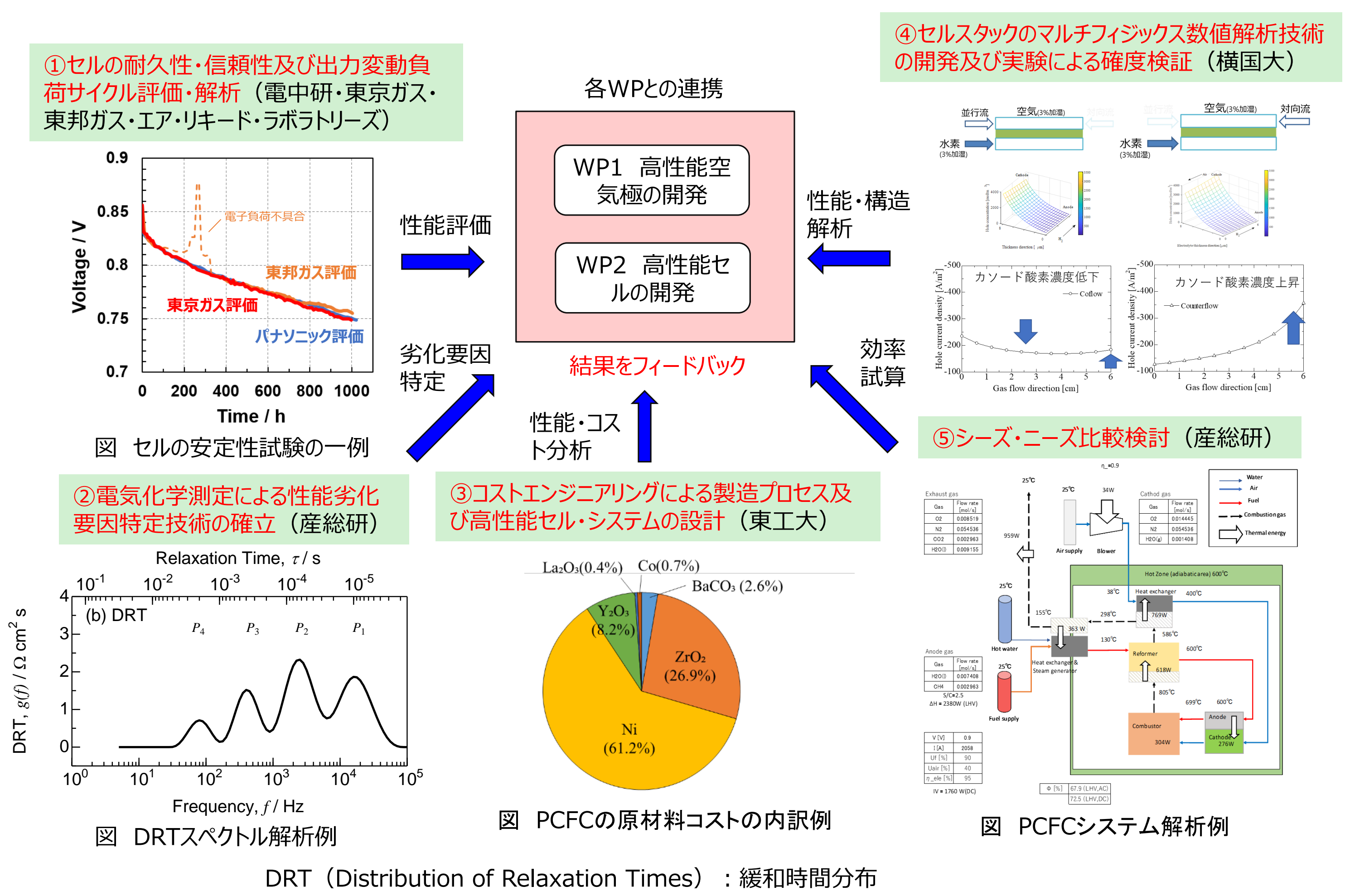
研究開発目標

- 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 >1.3 W/cm²@550°C (低温作動)
3. 耐久性向上: 電圧低下率 1%/1000 hr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



WP3 セル評価・アプリケーション研究 / 実施機関と担当テーマ



2023年度の成果と進捗

実用サイズ開発のための大型セル評価技術、性能向上を図る評価・解析技術、社会実装に向けた課題抽出を実施

- (1) 20 W(発電面積: 16 cm²)級改良セルの基礎発電特性評価
(2) DRT解析の結果
(3) 水蒸気電解特性の課題抽出
(4) 積層電解質の提案とコスト試算
(5) 実験結果を用い、計算による発電効率70%を検証→プレスリリース

横浜国大、産総研、宮崎大学



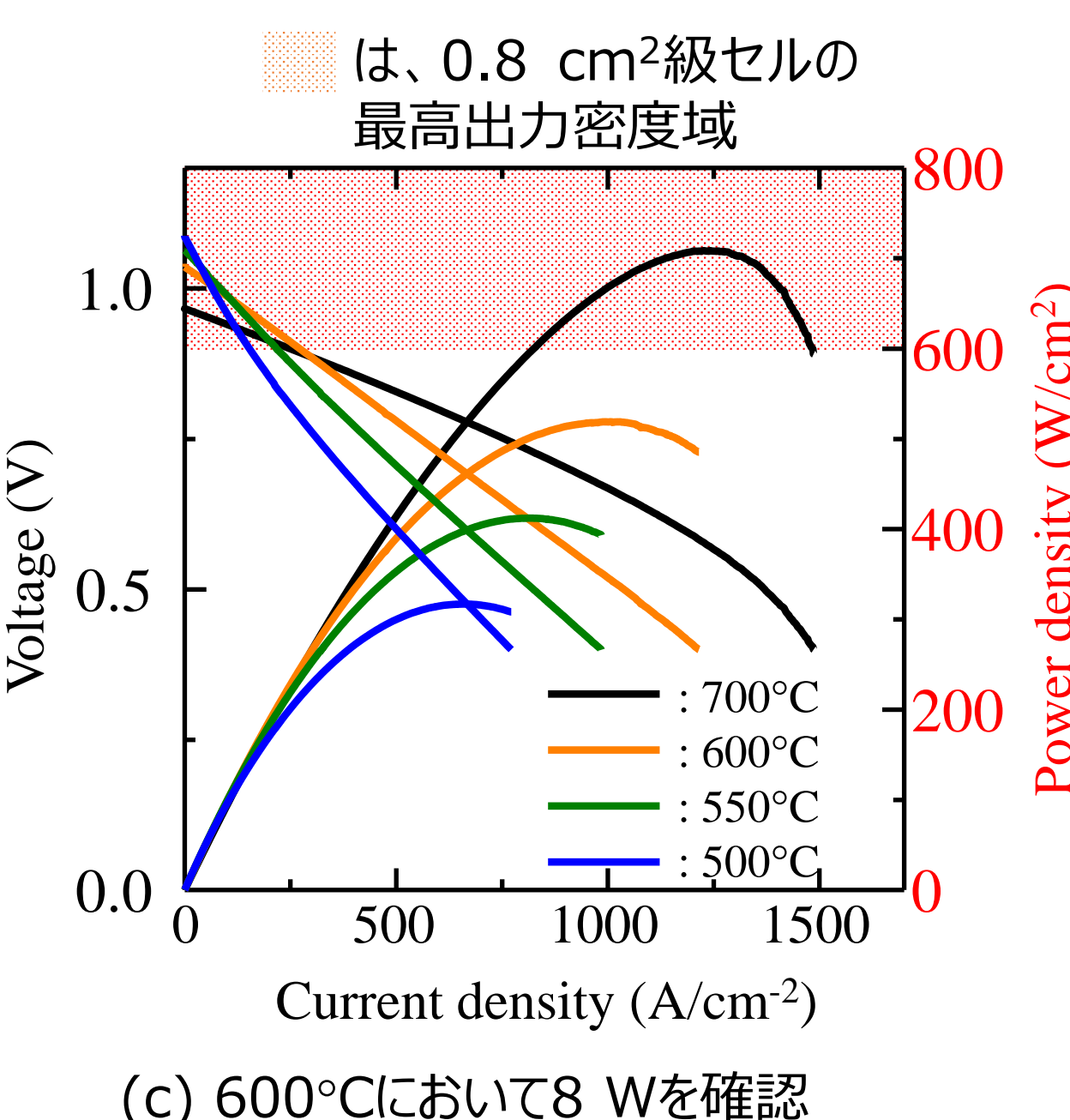
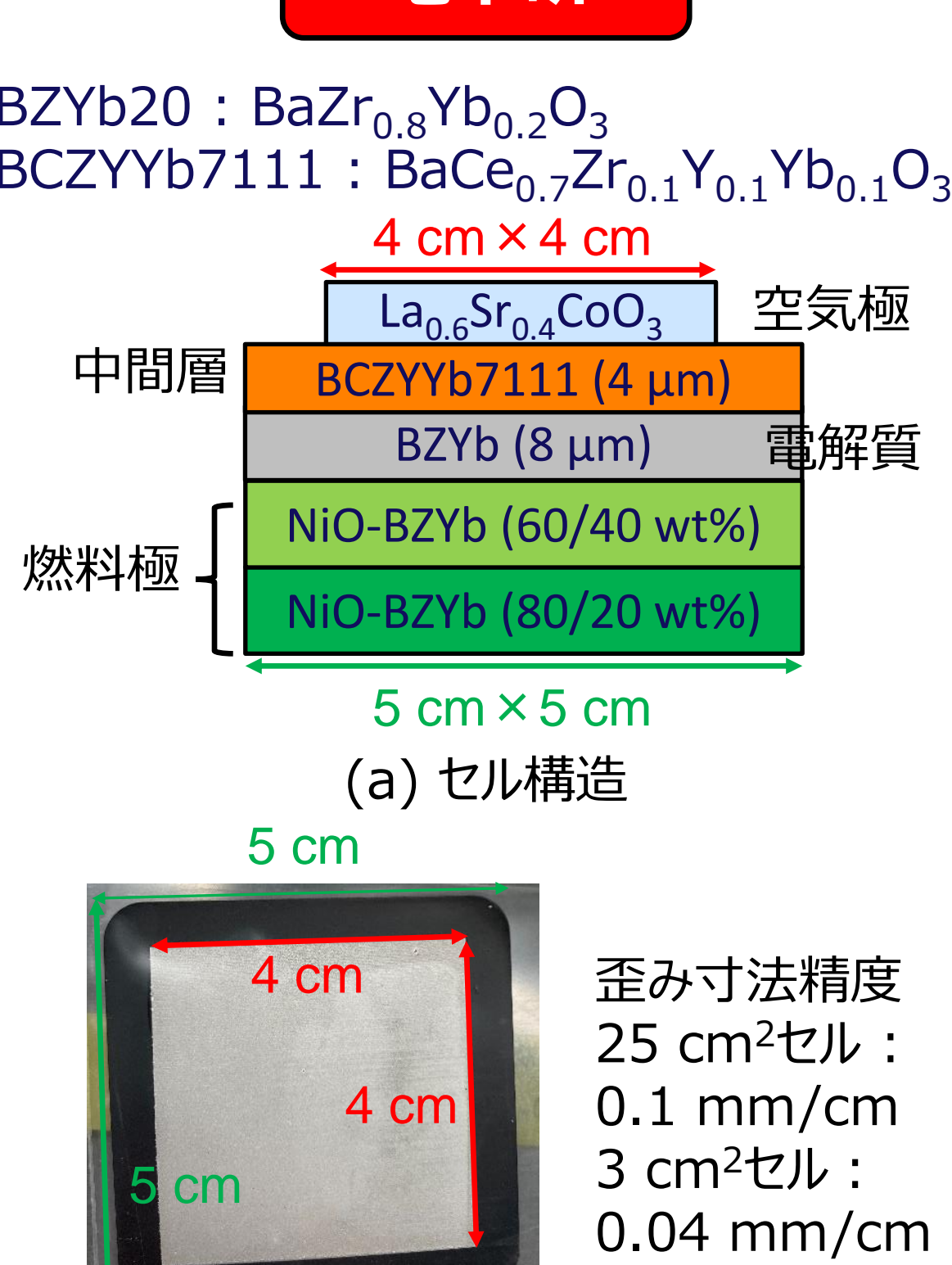
次世代プロトン伝導セラミック燃料電池の発電性能を飛躍的に向上
- 発電効率70%が実現可能で、カーボンニュートラルに貢献 -

ポイント
・電極の内部組織制御と膜厚最適化により発電性能が飛躍的に向上
・実験データを再現できる計算モデルを構築し、発電効率70%以上の実現可能性を確認
・超高効率発電技術の実現に向けた一歩

Energy Conversion and Managementの掲載後、プレスリリース(2023年10月12日)電気新聞掲載など計11誌に掲載

実験データを再現できる計算モデルを構築し、発電効率70%以上が実現できることを明らかにした

電中研



新空気極(La0.6Ba0.4CoO3+BaZr0.9Yb0.1O3等)の採用と電解質の薄膜化により、20 Wを目指す

産総研

水蒸気電解時の内部抵抗分離への適用を目指す

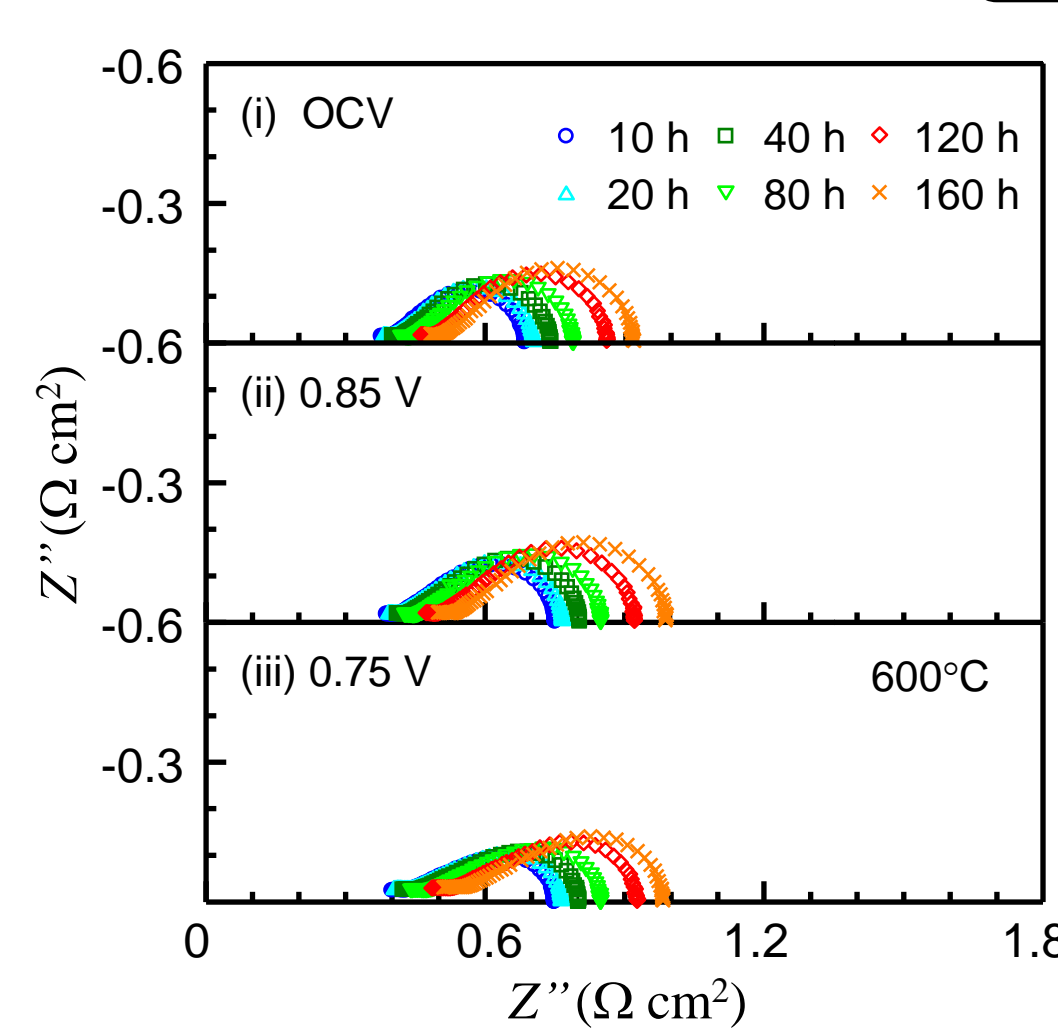


図2 DRT法によるインピーダンス解析等を用いた内部抵抗分離

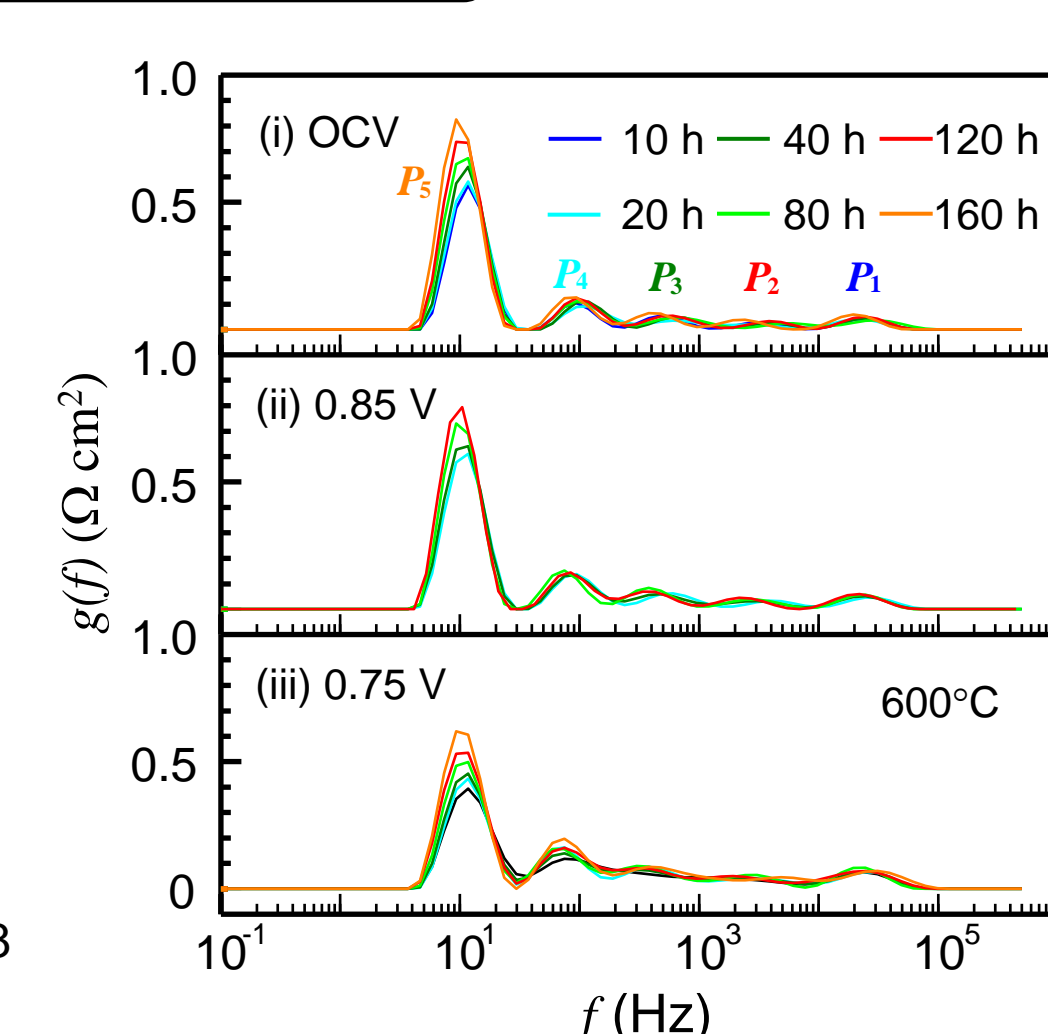
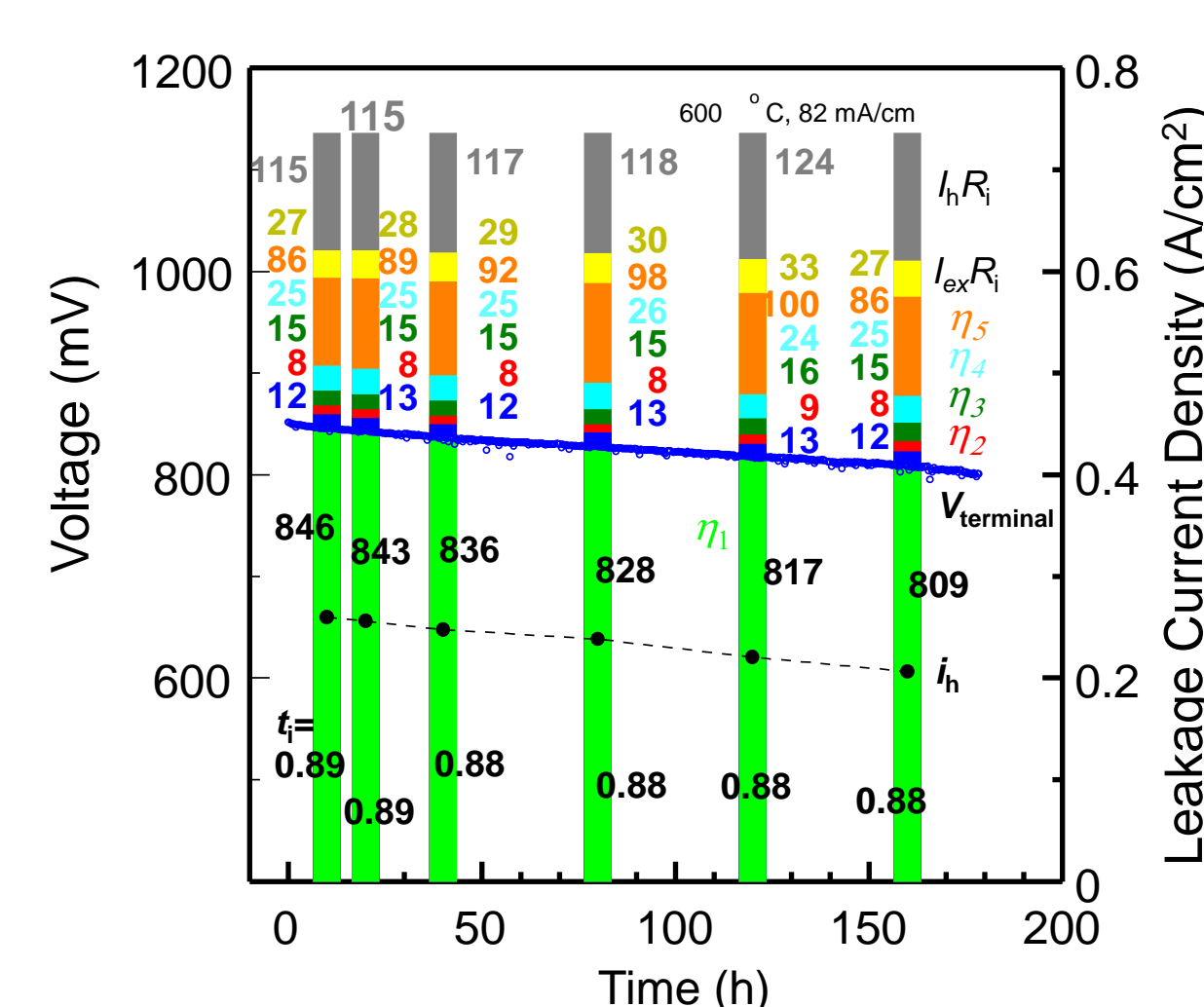


図3 DRT解析の結果から過電圧を算出



横浜国大

温度分布計算に応用し、スタック構造適性化に展開

コンセル(劣化加速試験後セル)
実験: プロット、開発数値解析モデル: 黒線

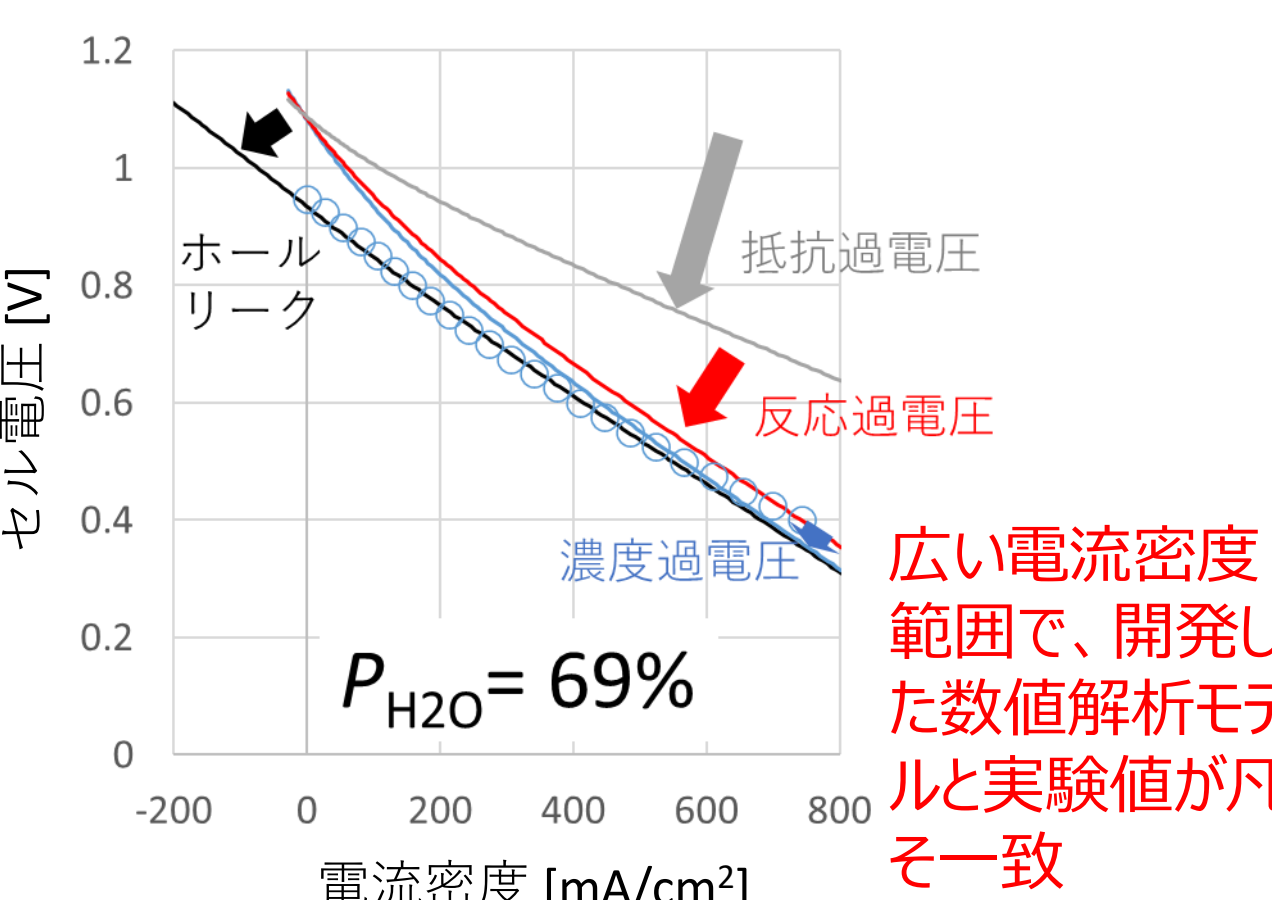


図6 計算から得られたセル電圧とホールリーク電流、各種過電圧の関係

プロトン、ホール電流に加え燃料利用率を高められた場合に重要な濃度過電圧等の各種過電圧を定量的に予測。加湿度や電位を変えたときのインピーダンスや発電電位の変化から本予測の妥当性を確認

Nernst-Planck式

Jk = -Dk (∇ck + (zkF/RT) ck ∇φe)

東工大

H+濃度の増加傾向が空気極側方向に高くなることを発見。最適な膜厚比が起電力と電解質中のH+濃度を最大に高めることができることを示唆

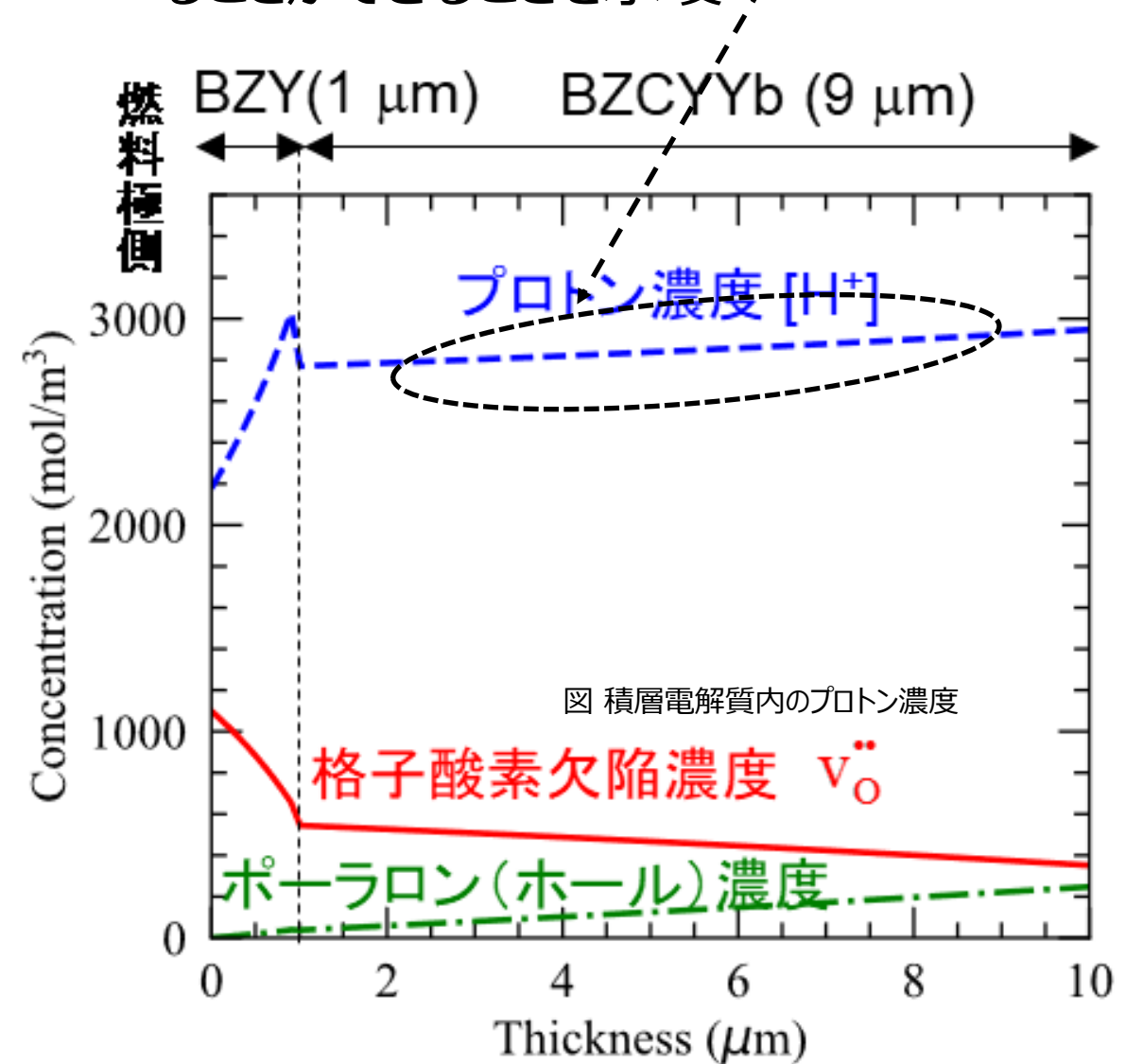


図4 積層電解質内のプロトン濃度

積層電解質セルを試作し、その効果を確認中

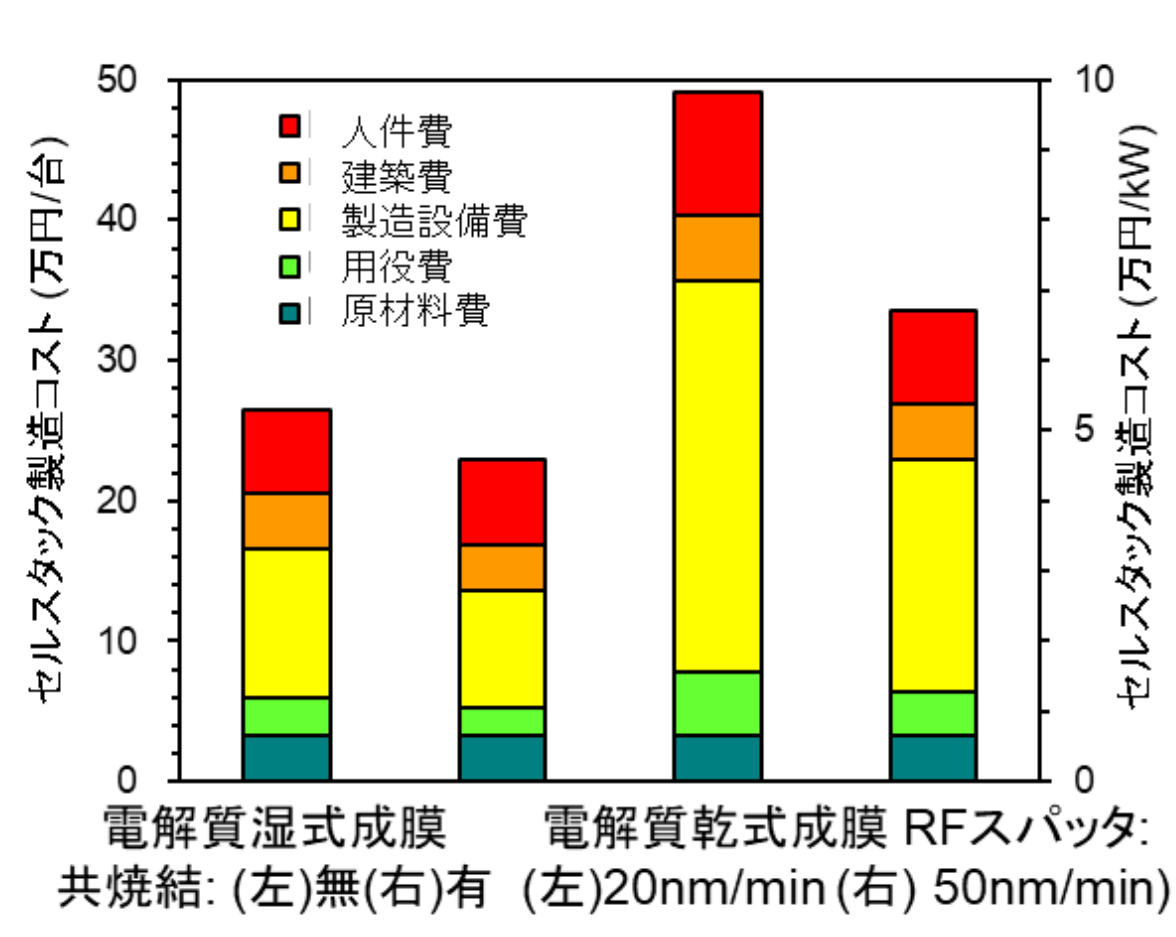


図5 各製造法のセルスタック製造コスト

共焼結、湿式・乾式等様々な製造法を相互評価し、PCFCセルスタックの製造コストインパクトを算出

運転温度の低下(SOFC:750°C→PCFC:550°C)が、システムのコストにどの程度影響するかを試算中

電中研・産総研

電解質の組成を検討し、Faraday効率80%以上を目指す

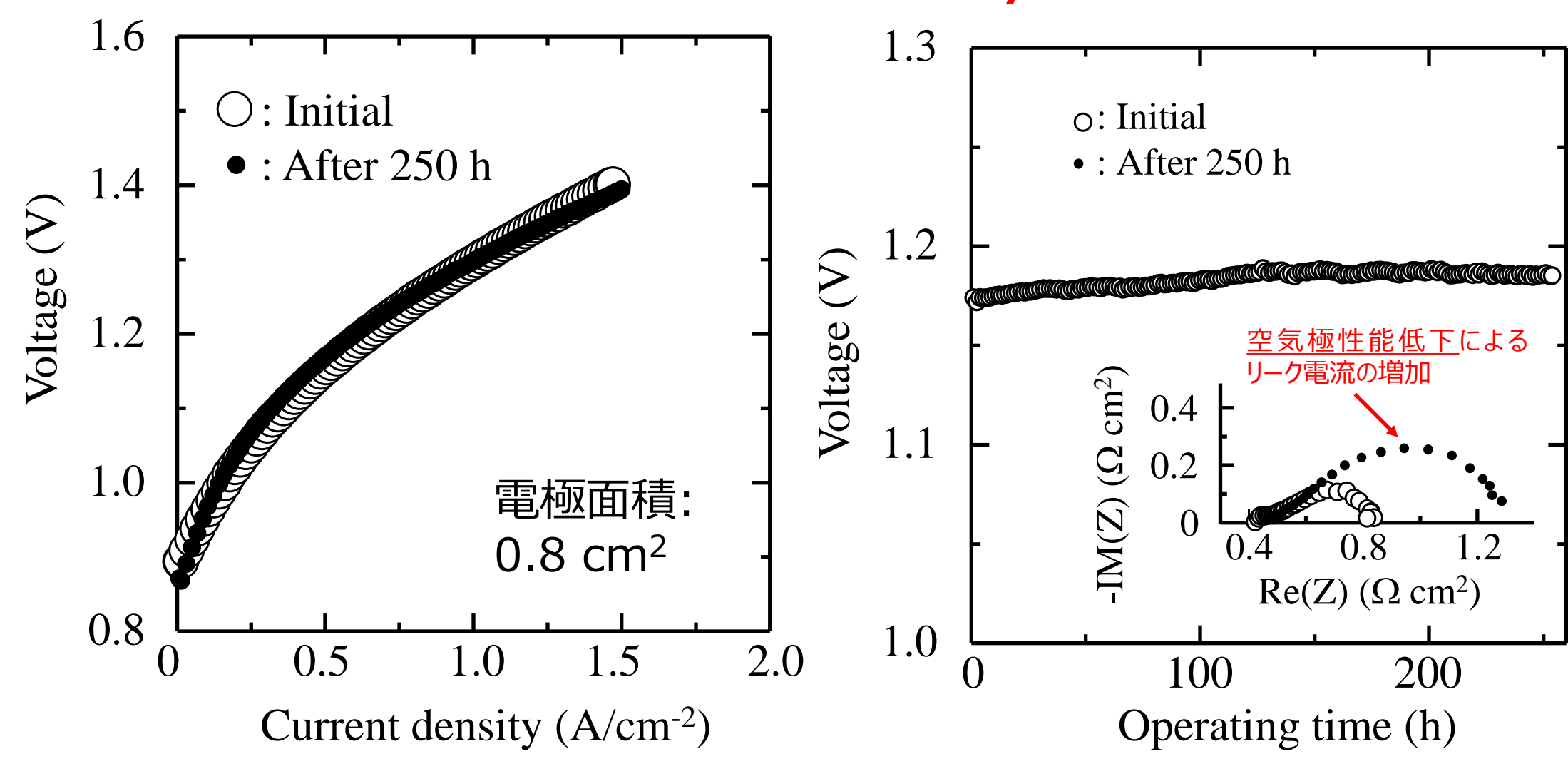


図3 プロトン伝導セラミックセルを用いた電解特性(LOI企業エア・リキード・ラボラトリーズの協力を得て実施)

図4 連続試験中の電解特性。電圧変化はほぼ見られないが、Faraday効率は46%から25%に低下

連絡先: 一般財団法人電力中央研究所

エネルギートランスフォーメーション研究本部 森 昌史

E-mail: masashi@criepi.denken.or.jp