en③ エネルギー変換の革新的高効率化と脱炭素化への展開 （定置用燃料電池）

担当： 松崎、立川、大友、佐々木
参画機関：九州大学、東京大学、東京ガス（株）

研究分類 ①：社会実装テーマ(革新的高効率・低炭素・脱炭素システム)

目標スペック（性能、品質、耐久性（信頼性）、コスト等 貢献するSDGsを記載 ）

・Spec1：発電効率55%超、70%超 with 10年耐久 （現状値 52% with 10年耐久）
・Spec2： 0. 3kg-CO_2／kWh以下の低CO_2排出係数 （現状値 約0. 5kg-CO_2／kWh）

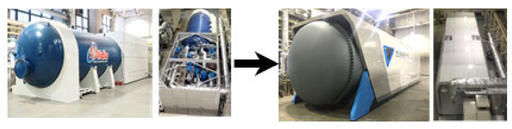
SDG’sへの貢献：SDG’s No.7.1（安価、信頼できるｴﾈﾙｷﾞｰ），No.7.3（ｴﾈ効率），No.13.2（CO_2削減策）

ベンチマーク

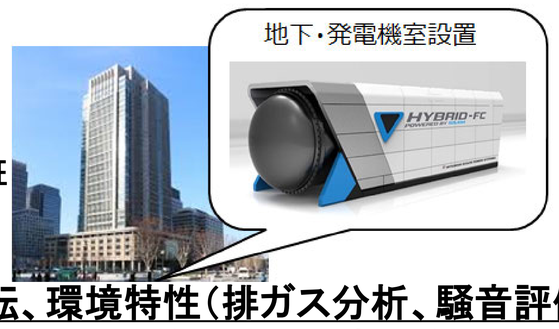
・従来技術では10年耐久は実現できているものの、70%～80%の革新的発電効率での社会実装は例がない。

（1）高効率業務用SOFCの実証運転と市場導入の開始

実装性評価→課題抽出→改善 → SOFC-MGT複合発電 社会実装
MP社 が実証結果に基づき性能改善
MP社 が三菱地所・丸の内ビルディングに市場導入，2019年3月より運転中



安全性検証→データ活用→規制緩和



社会実装性について多面的・複合的に評価・検証
→ 実現性×実用性×普及基盤
×経済性×社会的便益

九大サイトにおける屋外での耐久運転、環境特性（排ガス分析、騒音評価）、耐環境試験（台風、雷雨、寒波、停電、地震、等の実証運転の結果と改良を通じて市場導入を実現。

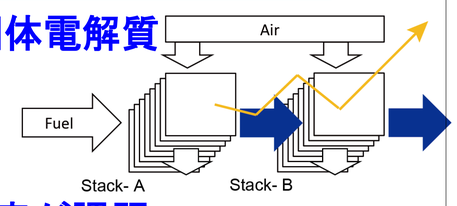
（2） さらなる社会実装性向上への課題

■長期耐久性
　10年耐久の見通し → 25000時間の安定運転実績と評価解析
■効率
　現状の55%から60%超へ →革新的高効率化
■コスト
　コストエンジニアリングによる可能性検討と有望構造の提案
■水素・脱炭素化への展開

（3） 課題解決のための革新的高効率化技術

革新的高効率発電のキーとなるプロトン伝導固体電解質

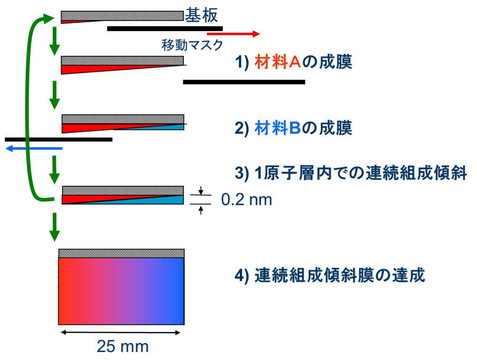
・プロトン導電性電解質では
　→燃料下流側でも燃料が希薄化しにくい
　→下流スタックの性能が大幅に向上
　→化学安定性と性能を両立する材料の探索が課題



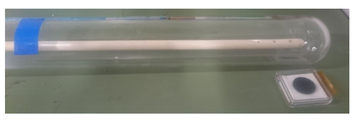
多段酸化システム

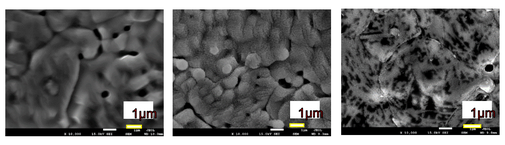
化学安定性

原子層オーダーでの薄膜積層技術を用いた高速スクリーニングを可能にした



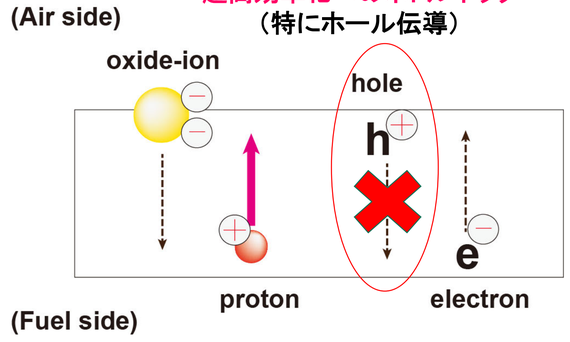
化学安定性阻害ガスの暴露試験による材料選定

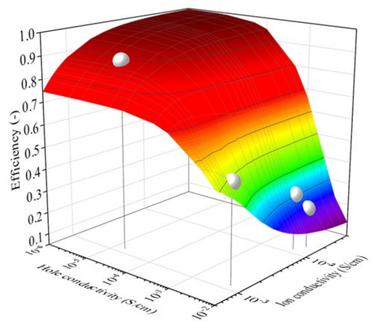


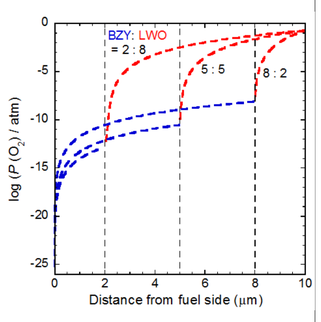


性能

プロトン以外の電荷担体の存在が超高効率化へのボトルネック（特にホール伝導）





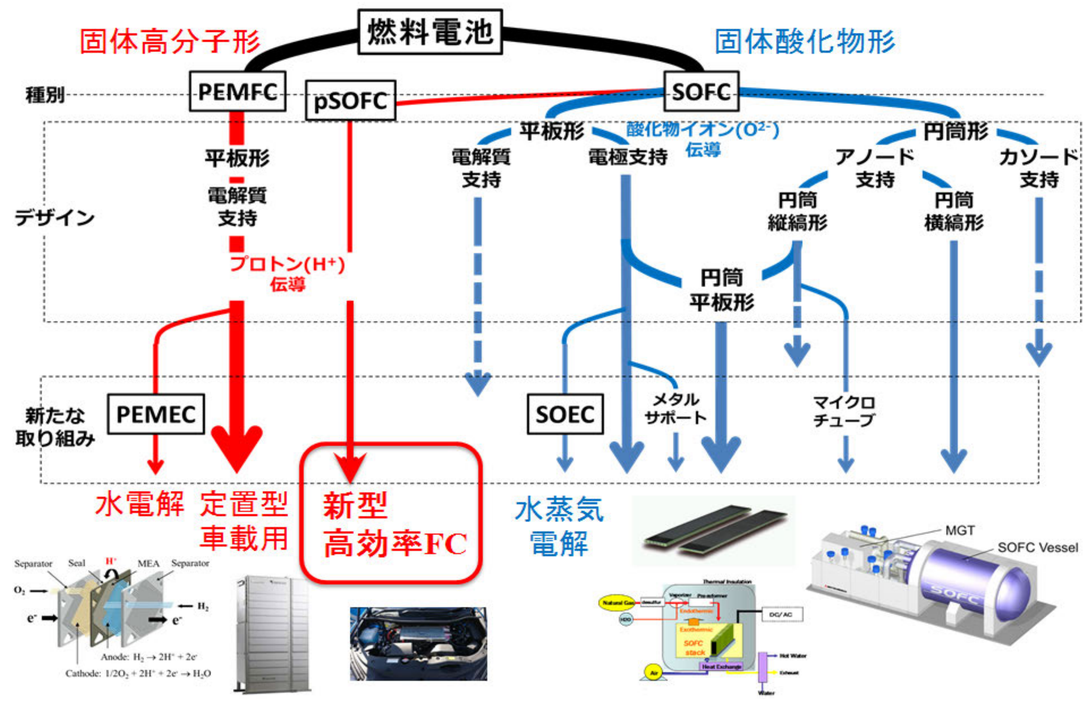


開発されたLWO （大友先生（東京工業大学）開発材料）はホールブロック層として優れており、現存する材料ではもっとも発電効率の高いセルを構築可能

【今後の課題、達成への道筋】

・選定材料を用いた高耐久・高性能デバイス開発
・脱炭素化に向けた展開
　→ 炭素固定化 / 再エネ電力蓄エネ / CO_2ﾏﾈｼﾞﾒﾝﾄ

（4） 課題解決のためのFCコストエンジニアリング（EN①）

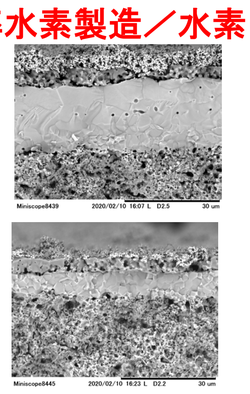


（5） 課題解決のための水素・脱炭素化への展開

(a)水蒸気電解・共電解

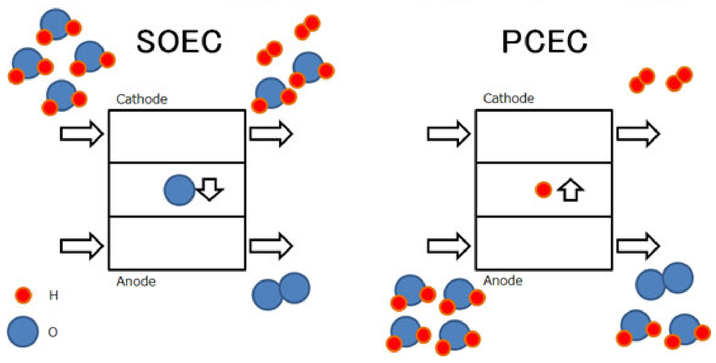
高効率水素製造／水素・CO2からメタン化

特長：PCECの適用で純H_2製造が従来より容易に実現



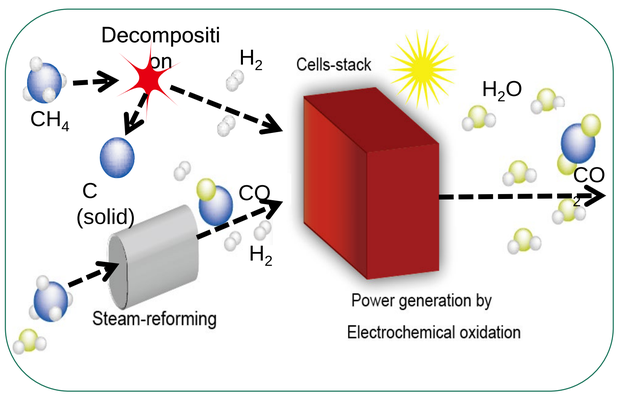
電解質薄膜化技術

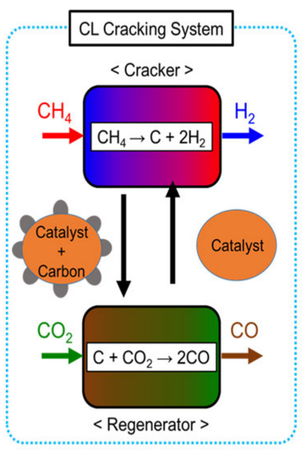
プロトン伝導性電解質を用いた電解(PCEC)の反応機構



(b)メタン分解SOFC

炭素固定＋水素併産





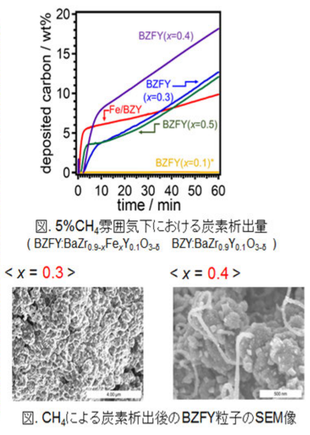


図. 5%CH_4雰囲気下における炭素析出量
（BZFY:$BaZr_{0.9-x}Fe_xY_{0.1}O_{3-\delta}$ BZY:$BaZr_{0.9}Y_{0.1}O_{3-\delta}$ ）

図. CH_4による炭素析出後のBZFY粒子のSEM像

(c)高性能蓄エネシステム

	Battery (LiBs)	本技術を利用した蓄エネシステムの可能性
Efficiency	85% < ◎	△< 50% →○70% < @Round-Trip
Short-term storage	◎	○
Long-term/Large scale	△	○
Overseas transport	X	○

【新たに創出される価値】

・分散発電システム市場の飛躍的拡大（CO_2削減効果大）
・従来にない革新的高発電効率・脱炭素化システムの実現