

事業名: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/高効率・高耐久・可逆作動SOFCの研究開発

発表者名:国立大学法人山梨大学(共同実施 株式会社ノリタケカンパニーリミテド)

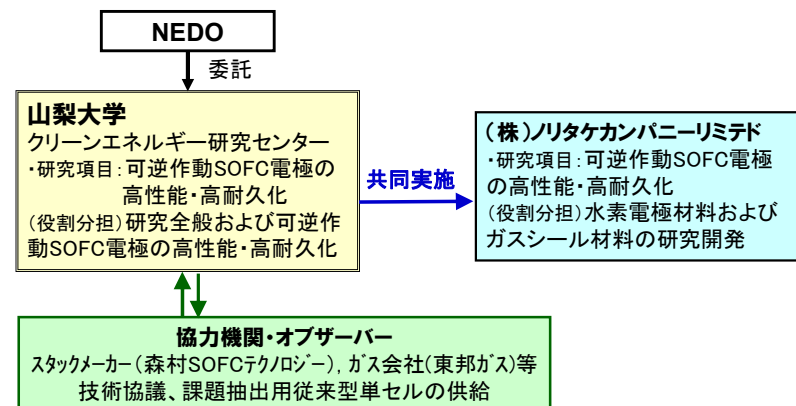
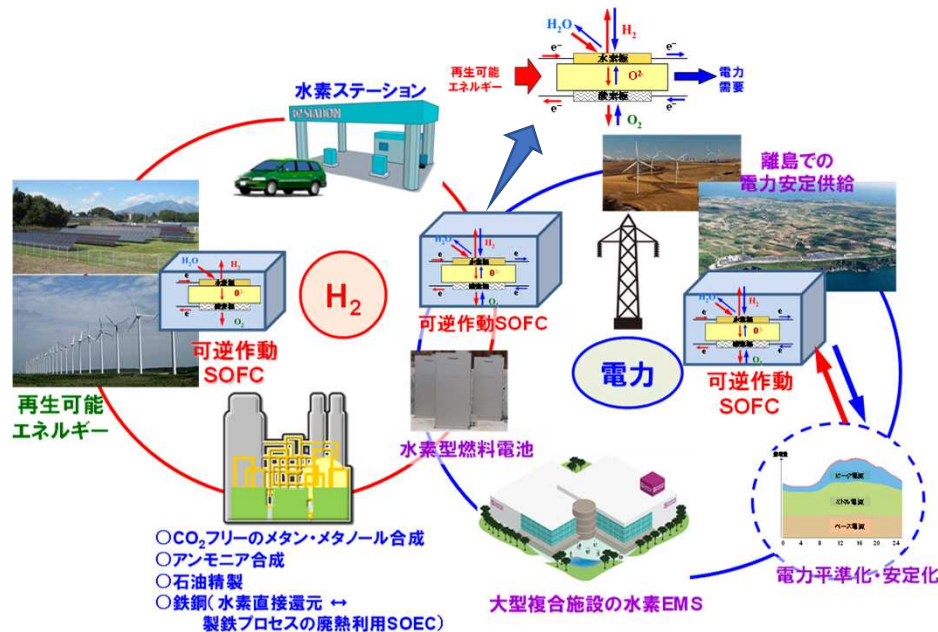
【研究開発の概要】

可逆作動SOFCは1つのセルで高効率な発電と、余剰電力を利用した水蒸気電解（SOEC）が可能であり、再生可能電力の平準化や高効率な電解能力を活かしたPower to Gasへの需要も見込まれている。これによりSOFCの稼働率が向上し、コストダウンに貢献できる。国内外でスタック等の試験も進められているが、電解作動時のみに発現するNiロス等による劣化現象が解明されていない。

本研究開発では、基礎に立ち返った耐久性向上と高効率化のコンセプトを確立し、企業と連携して可逆作動SOFCの高効率・高耐久・低コスト化に取り組む。本研究成果はSOFCシステムの市場拡大による低コスト化に貢献する。

【2020年度の顕著な成果】

- 山梨大学セルのNi-Co高分散セリア系水素極が可逆交互運転により1200時間以上に亘って高い耐久性を示す機構を解析し、微細構造が安定化されてNiロスが顕著に抑制されることを見出した。
- ノリタケが開発した新規水素極材料を用いて、新型水素極を試作できた。
- ガスシール用ガラス材料を選定し、850℃で2000時間以上の耐熱性を確認できた。



連絡先
山梨大学クリーンエネルギー研究センター
E-mail: h-uchida@yamanashi.ac.jp
TEL: 055-220-8619

○中間目標（2022年6月）

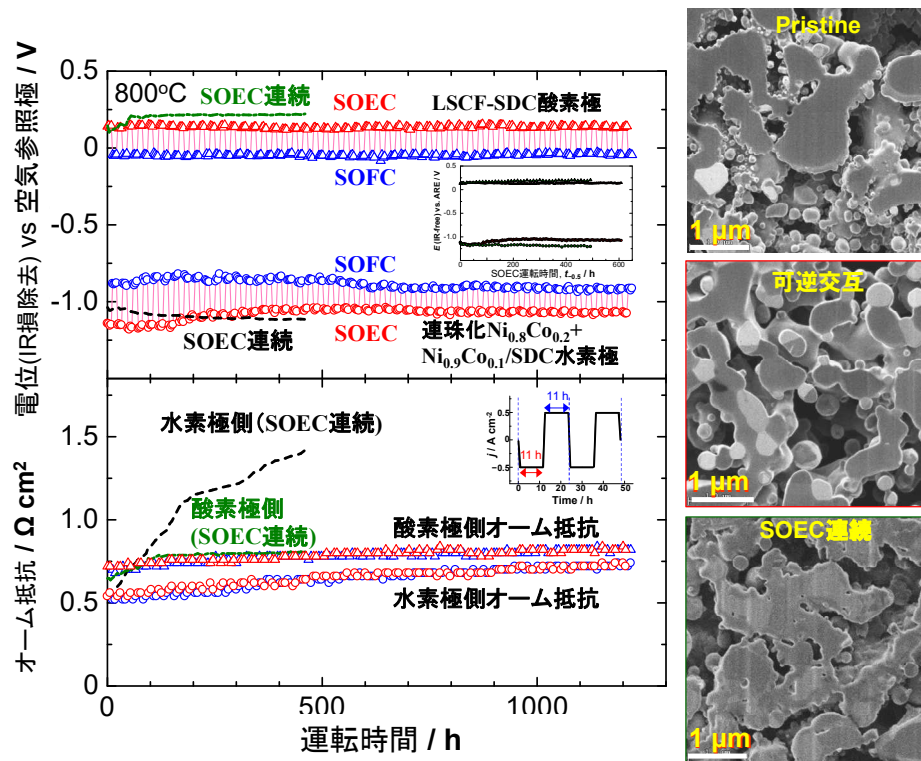
- ・協力企業から提供される従来型SOFC単セルの可逆運転での課題を抽出し、課題解決の指針を提示する。
- ・山梨大学開発セルでの水素極安定化現象を定量的に解析し、水素極材料開発指針を明確にする。
- ・可逆作動SOFCの運転環境で水素リーク量が1%以内のガスシール材料を開発し、国内外に技術アピールする。

○最終目標（2024年度）

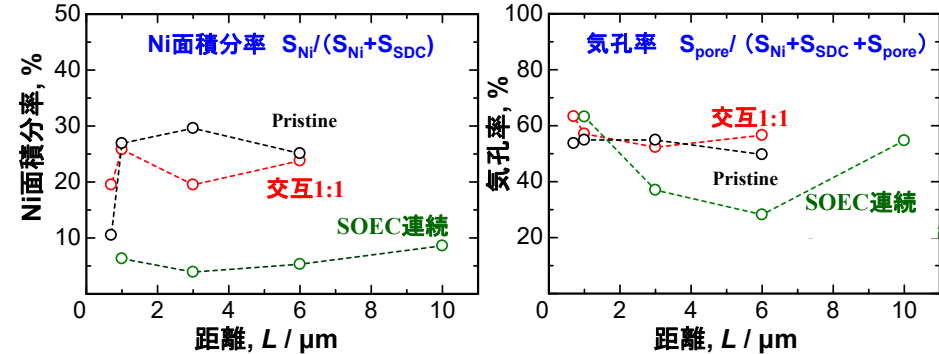
- ・アドバンス型セルの各種運転モードでの劣化機構を解明し、高耐久化運転指針を確立する。
- ・ガスシール材料および高性能水素電極材料の開発を行い、可逆作動SOFCで実用的に使用可能な材料を創出する。
- ・電極材料およびガスシール材料について可逆SOFCモードで評価し、初期1000時間の劣化率1%以下の見通しを得る。

○成果（2020年度）

SOFC/SOEC可逆交互運転による劣化抑制

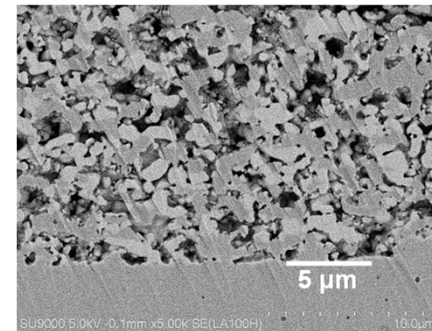


水素極のNi面積分率と気孔率の定量解析



可逆交互運転によりNiの残留率が顕著に向上。

新型水素極の試作



リタケが開発した新規水素極材料を用いて、触媒層を試作できた。

濃い灰色：Ni
 明るい灰色：SDC
 黒：気孔

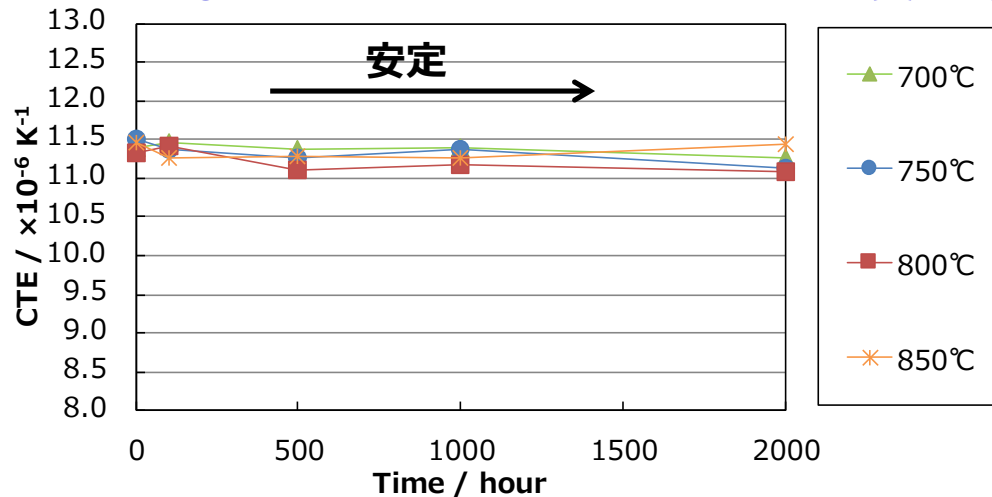
ガスシール材料の研究開発

担当： 共同実施（株）リタケカンパニーリミテド

- 目的： SOFC/SOEC両方の高効率化に必要な不可欠なガスシール材料を開発する。
- 中間目標（2022年6月）：
可逆作動SOFCの運転環境(700～800℃, 広範囲の水蒸気分圧)での水素リーク量 0.1%以内。
- 最終目標（2024年度末）：
ガスシール材料を可逆SOFCモードで評価し、初期1000時間の劣化率1%以内の見通しを得る。
- 成果（2020年度）：
[ガラスシール材料の開発](#)

実施事項① リーク要因となるシール材料の物性の変化を評価

実施事項② ガラスシール材のシート化



候補ガラスシート

開発したガラス材料の高温熱曝露時の熱膨張係数の変化

SOFCの運転環境条件、加えてより負荷の強い高温条件で材料特性が安定しており、劣化しないことを確認した。

候補ガラス組成をシート形状にすることが可能であると分かった。

○課題、今後の予定：

- ・可逆作動SOFCの運転環境曝露時の耐久性評価、課題抽出。
- ・最適ガラス形態の決定。

【研究開発の最終目標】

- ・アドバンス型セルの各種運転モードでの劣化機構を解明し、高耐久化運転指針を確立する。
- ・ガスシール材料および高性能水素電極材料の開発を行い、可逆作動SOFCで実用的に使用可能な材料を創出する。
- ・電極材料およびガスシール材料について可逆SOFCモードで評価し、初期1000時間の劣化率1%以下の見通しを得る。

【事業化のイメージ】

- ・本研究開発では、1つのセルで高効率な発電と、余剰電力を利用した水蒸気電解（SOEC）が可能な高効率・高耐久な可逆作動SOFCの研究開発を行う。この固体酸化物形セルは再生可能電力の平準化や高効率な電解能力を活かしたPower to Gasへの需要も見込まれている。これによりSOFCの稼働率が向上し、市場拡大によるコスト低減に貢献できる。
- ・本研究開発では、基礎に立ち返った耐久性向上と高効率化のコンセプトを確立し、材料開発を担当する企業と連携して可逆作動SOFCの高効率・高耐久・低コスト化に取り組む。従来材料よりも高性能・高耐久化しても材料合成・供給等に制約が生じないように留意する。
- ・本プロジェクトで研究開発する可逆作動SOFCの電極材料とガスシール材は、最先端の材料技術を有するリタケカンパニーリミテド（共同実施）で製造・供給される。その販売予定先としては、可逆作動SOFCの実用化を計画しているスタックメーカー、そのスタックをシステム化するシステムメーカーおよびそのシステムを利用してPower to Gasによる水素製造・貯蔵ならびに再生可能電力の平準化に応用するガス会社などが想定される。なお、システムメーカーは、大型商用施設でのエネルギーマネジメントや地域の電力安定化用システムなどを多くの事業者と協力して展開することが想定される。
- ・高効率で高耐久な可逆作動SOFCの開発は、産業界（材料メーカー、スタックメーカー、ガス会社、システムメーカー等）との議論を経て提案したものであり、ニーズに合致している。最近、再生可能電力を含む電力グリッドと、水素の輸送・工業分野への利用を結びつけたセクターカップリングが、欧米の産官学プロジェクト等で加速されてきた。水素と電力の相互高効率変換が可能な可逆作動SOFCは、これらのキーテクノロジーである。本研究成果はSOFCシステムの稼働率向上と世界的な市場拡大による低コスト化に貢献できる。

【事業化想定時期と事業化想定機関】

プロジェクト終了後、次のような事業化計画を想定している。2025年度から、材料メーカーで水素極とガスシール材の量産プロセスを検討し、量産の目処を立てる。スタックメーカーにて量産試験品を用いて性能実証を進める。2028年度から材料メーカーは水素極および封止材の量産品のフィールド展開を開始し、スタックメーカーは実機サイズセルの性能と耐久性実証を進めつつ、システムメーカーと共に製品開発を進める。山梨大学は、材料メーカー、スタックメーカー、システムメーカー、ガス会社等との技術協議などを通じて、事業化を支援する。