

固体酸化物形燃料電池(SOFC)単セル評価装置の開発

研究開発チーム構成：(株)東陽テクニカ、九州計測器(株)、九州大学

研究統括責任者：九州大学 教授 佐々木一成

発表者：水素利用工学講座 技術専門職員 大嶋敏宏

目次

燃料電池の原理

固体酸化物形燃料電池(SOFC)

～特徴～

～平板型SOFC～

開発背景、産業界のニーズ

SOFCの将来性

SOFC単セル評価装置の市場性

産業界のニーズ

測定の困難さ

水素研のノウハウ

東陽テクニカのノウハウ

開発課題: サンプルホルダ

～温度、シール性～

～構造的問題によるリーク～

開発課題: 評価装置本体

～評価装置の改良～

開発の目標

装置のシステムコンセプト

システム構成

サンプルホルダ

～セル部の構造～

開発成果: サンプルホルダ

～サンプルホルダ部の構造～

～ホルダ部を含む装置全体～

～一元制御ソフト(TFT)～

～電気炉温調機能～

～燃料供給機能～

～電気特性測定(電子負荷器)～

～安全機構～

開発品の特徴

～ホルダ架台全体～

カタログ

まとめ

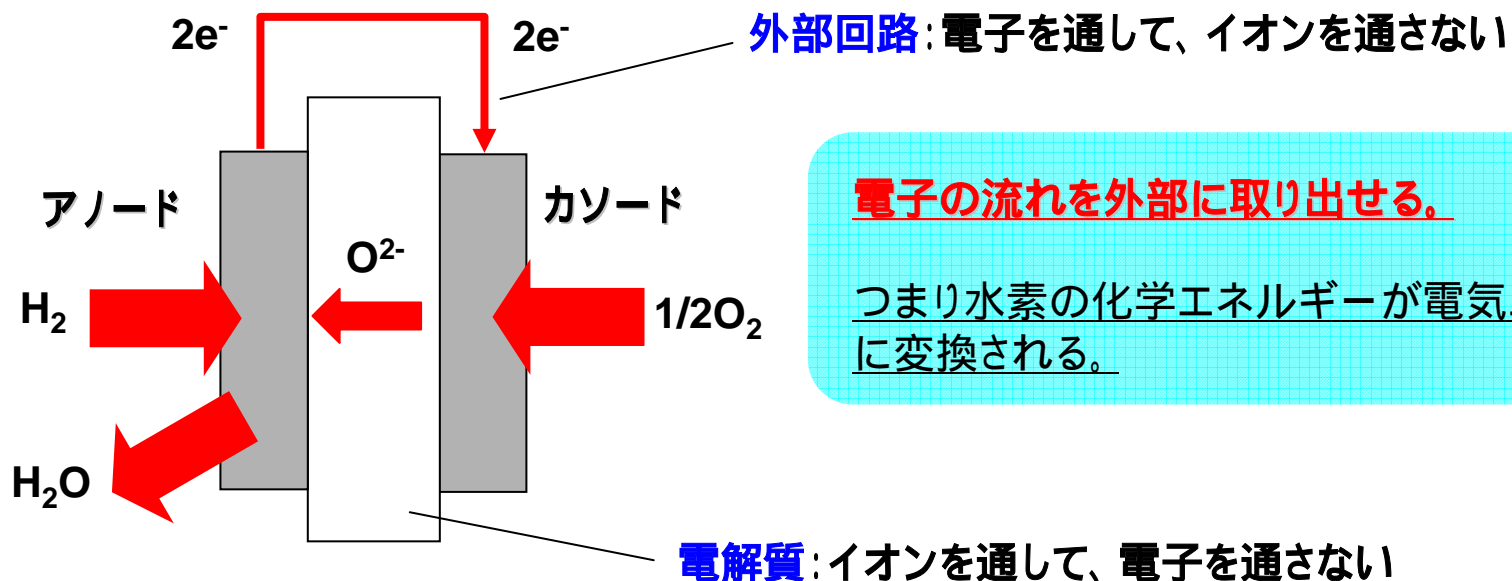
燃料電池の原理

・燃料(水素)の燃焼反応



熱エネルギーが発生するだけ。

・イオンしか通さない電解質を介して別々の場所で反応を起こすと？



電子の流れを外部に取り出せる。

つまり水素の化学エネルギーが電気エネルギーに変換される。

固体酸化物形燃料電池 (SOFC)

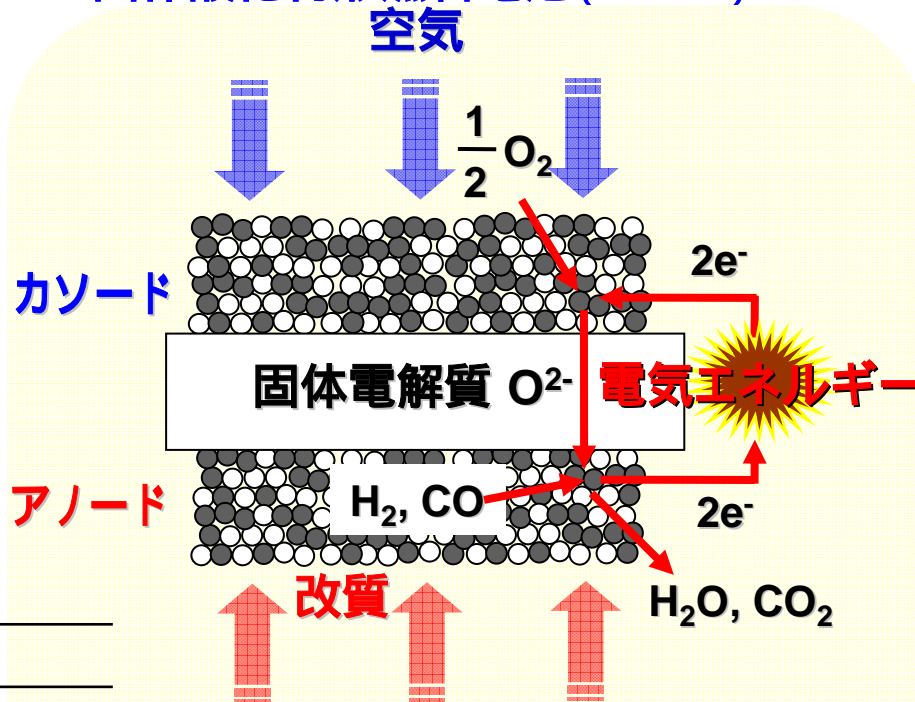
～特徴～

水素だけでなく実燃料を直接供給できる燃料電池

高温作動 800-1000 °C

固体酸化物形燃料電池 (SOFC)

空気



すべてが固体材料
(主にセラミックス)

各層の物質例

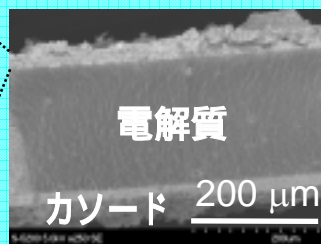
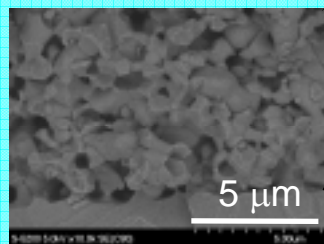
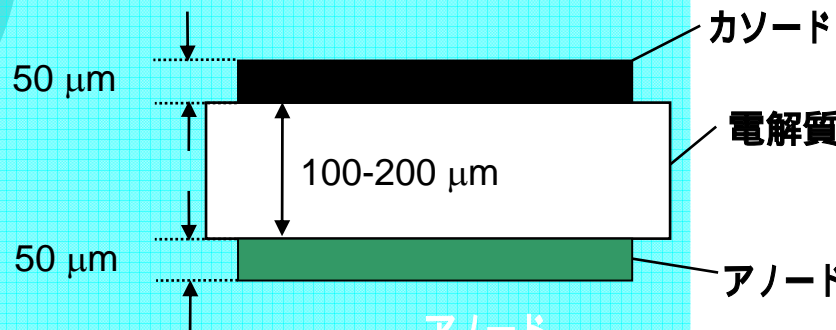
材料	物質
電解質	ScSZ (10mol% Sc ₂ O ₃)
アノード	Ni-ScSZ (40vol% Ni)
カソード	LSM-ScSZ (LSM:ScSZ=1:1)

- 多様な燃料を直接供給可能
- 高いエネルギー変換効率

固体酸化物形燃料電池 (SOFC)

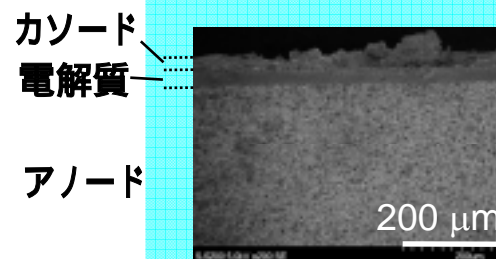
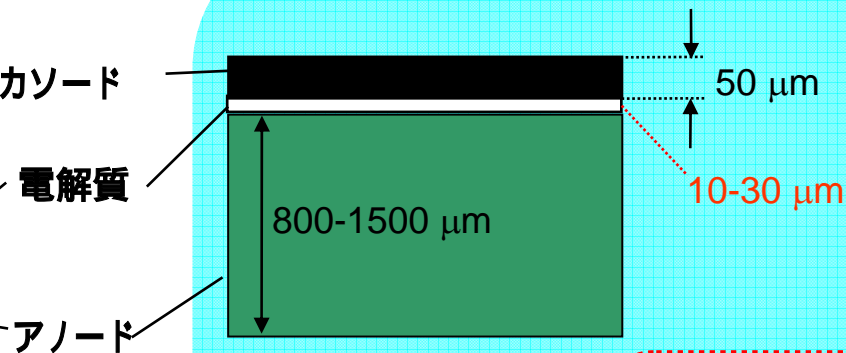
~ 平板型SOFC ~

電解質支持型



高温作動800 ~ 1000 °C

アノード支持型



SOFCの構成材料の中で最も抵抗の大きい固体電解質を、薄膜としてアノード基板上に作製しているため、SOFCの内部抵抗が下がり、電池電圧が高くなる。

中温作動700 ~ 800 °C

- ◆合金インターコネクタ使用可能
- ◆低コスト
- ◆長期安定性高

SOFCの将来性

- 多様な燃料(都市ガス、LPG、炭化水素系燃料、バイオガス等)を直接供給でき、高い発電効率
- 高価な貴金属系触媒を必要とせず、高耐久性化が可能

家庭用コジェネ、自動車用APU(補助電源)

NEDOでの固体酸化物形燃料電池実証研究が平成19年度より開始
分散型発電システム等への展開が有望

SOFC単セル評価装置の市場性

SOFCの技術的課題

- ・低温作動化 1000 600 ,高出力化
- ・都市ガス,LPG,等多種燃料使用時の耐久性
- ・燃料内部改質研究
- ・高信頼性,高耐久性に向けた長時間試験

解明が必要な技術的課題は単セル試験で行う必要がある

- ・高度な計測技術が必要

九州大学の単セル評価ノウハウ

東陽テクニカの評価装置システム技術

測定の困難さ

- ・SOFC開発の特異性 - 参入企業が少ない
従来は中規模以上の発電設備の用途が中心と考えられていた
- ・電気化学会SOFC研究会メンバー
電力会社、ガス会社、電力設備メーカーなど60社程度

その背景は、、、

- ・高温測定のためサンプル(セル)取付け、実験が難しい - 入門が困難
- ・特定の経験をつんだサプライヤのみが評価装置を販売
- ・実験に時間がかかる
- ・標準的な実験装置、サンプルがない

開発背景, 産業界のニーズ

- SOFC研究への参入は障壁が高い
- 測定ノウハウを短期間で入手し、開発を始めたい
- スクリーニング評価に適した標準的な評価装置の要求

標準化された評価装置。特にサンプルホルダの改善が必要。
安全で且つ**サンプル取付けの容易**なサンプルホルダが求められている。

- 1) オールインワンシステム
- 2) ソフトウェアによって一元制御

これらの特徴を持つSOFC評価装置が開発されれば、実験、研究を手軽に手がけることが出来る

九州大学水素利用プロセス研究室

- 固体酸化物形燃料電池の豊富な研究実績
- 単セル評価についてのノウハウ

自作サンプルホルダ



自作SOFC評価装置



九州大学の経験を生かしSOFC研究の発展に貢献したい

株式会社東陽テクニカ

- 電子計測についての豊富なノウハウ
- 計測システム設計の高い技術力
- ハードウェアおよびソフトウェアのトータルアレンジメント
- 燃料電池評価システムの高い納入実績



GFTシリーズ PE/DMFC評価装置



Auto PEMシリーズ PEFC評価装置



電気化学計測システム

開発課題

～温度、シール性～

○ 高温でのシール性

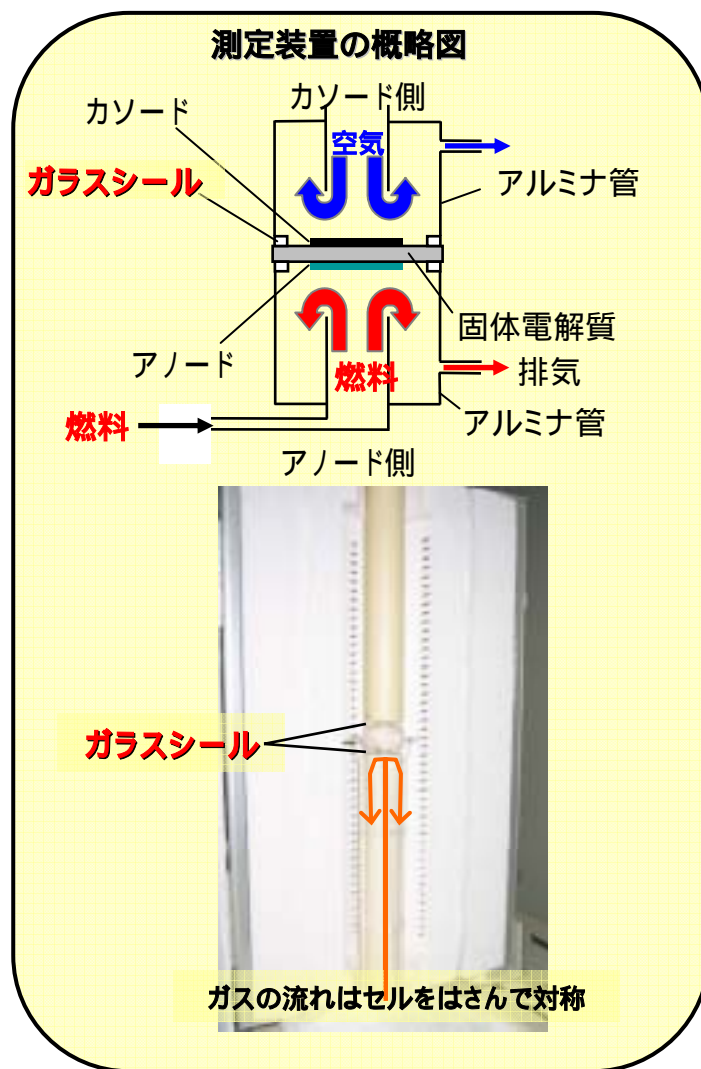
- * SOFCの作動条件 (~ 1000)
- * **ガラスリングによるシール**
- * 電極へのシール材に含まれる不純物の影響
- * 実験後の取外しが面倒

シール性

内在不純物による反応性

使い勝手の良さ

ガラスシールレス構造



開発課題

～ 構造的問題によるリーク～

○ セルの位置合せが困難

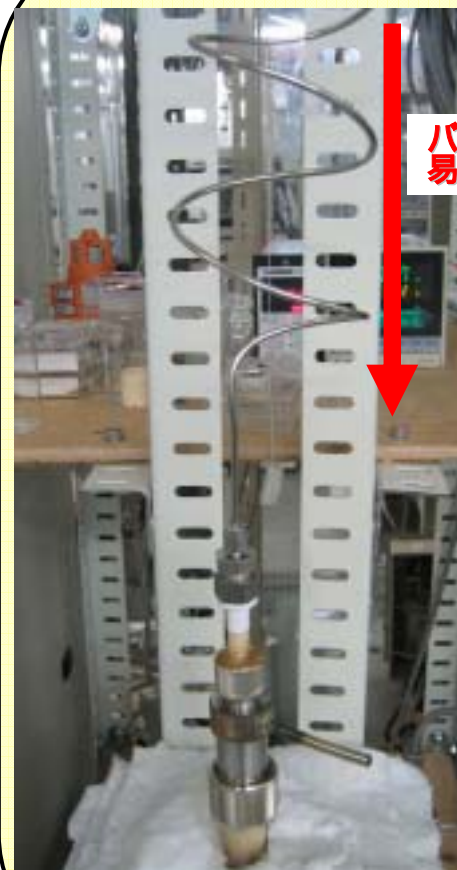
* 突合せ構造

* カソード側: バネ機構による自重落下方式

セルをセットしても
ズレない機構

サンプルの取付取
外しが容易

位置合わせが容易な新たな
サンプルホルダー構造



バネ機構なのでズレ
易い



現状: ガラスシール

現状: バネによる支持

開発課題

～ 評価装置の改良1 ～

- 電気炉部の制御が出来ない
 - * ガス供給と電気炉温調が独立



- * 電気炉、サンプルホルダー部を含めた一元管理システムの開発
- * 燃料供給・セル温度調節・特性計測の全自動化ソフトウェアを作成 (TFT)



開発課題

～ 評価装置の改良2 ～

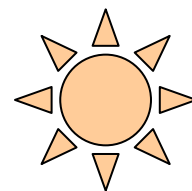
- 白金線リードでの電圧降下発生
 - SOFC評価専用の電子負荷器がない
- 補助電源が別途必要**



- * 白金リードでの電圧降下分を補う補助電源を内蔵
- * SOFC評価専用の電子負荷器 890ZV型
- * 参照電極計測に対応
- * 電流遮断IR測定機能

開発目標

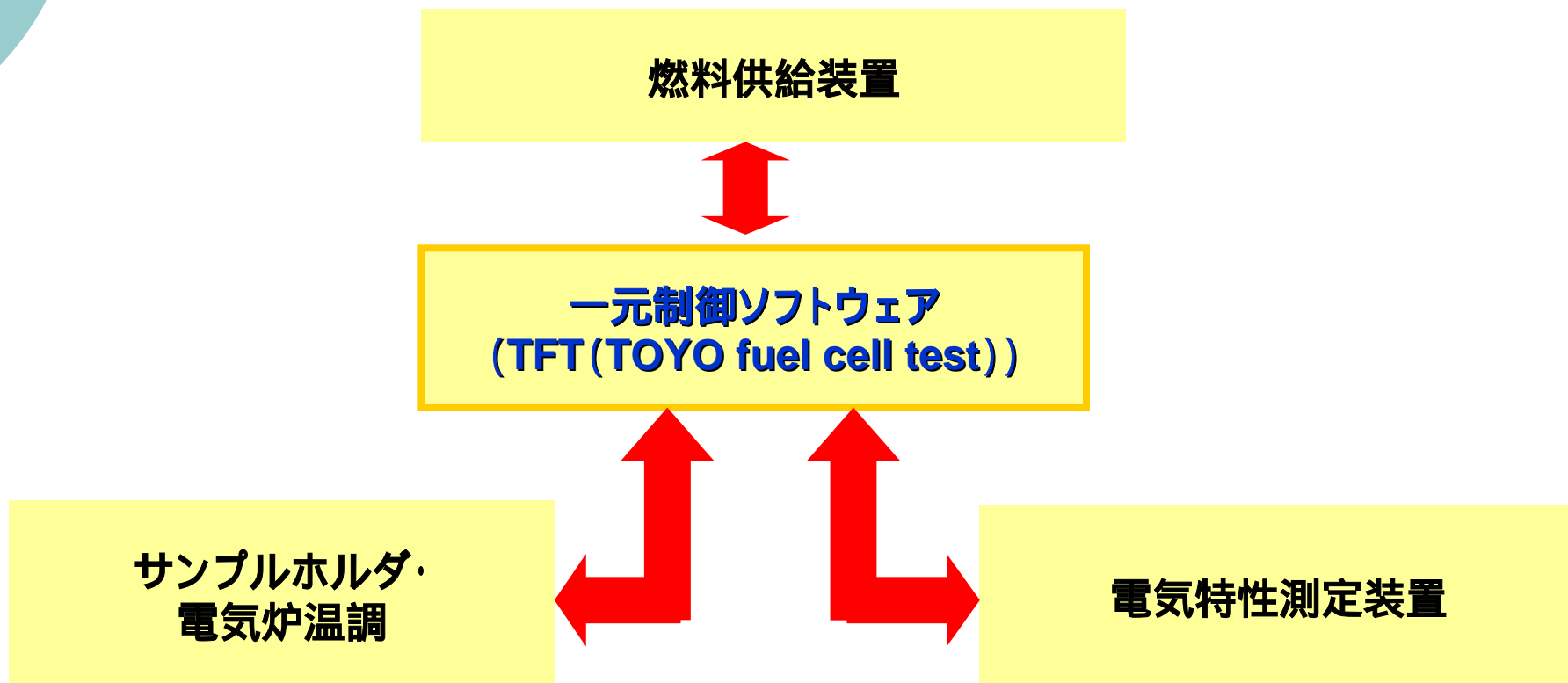
- 取付け・取外し時に困難を伴うガラスシール等を用いず、**取付け・取外し**容易なサンプルホルダの開発
- 安全性も考慮したサンプルホルダ
- 一元制御ソフトウェアを中心としたオールインワンシステム化による操作性の向上
- 燃料供給、電気特性測定が抱える問題を解決



SOFCの実用化をサポートし、裾野を拡大

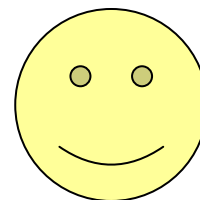
装置のシステムコンセプト

- サンプルホルダ加熱電気炉温調、燃料供給、電気特性測定をソフトウェアで一元制御



システム構成

- 1) サンプルホルダ
- 2) ホルダ加熱電気炉温調
- 3) 燃料供給
- 4) 電気特性測定



- 上記の機能1) ~ 4)を自由に組合わせ
- 搭載機能を自在に制御する実験シーケンス作成可能(ソフトウェア機能)

サンプルホルダ

- サンプル取付け・取外しを簡便化したサンプルホルダの開発
- 安全のために外側を窒素パージする構造



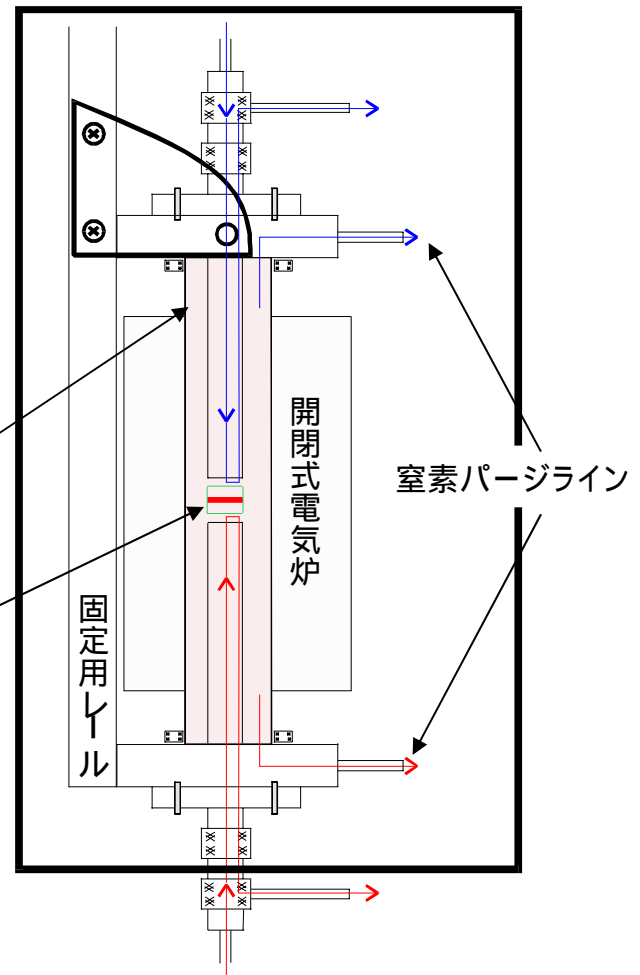
脱着の容易な単セル



従来のSOFC単セル

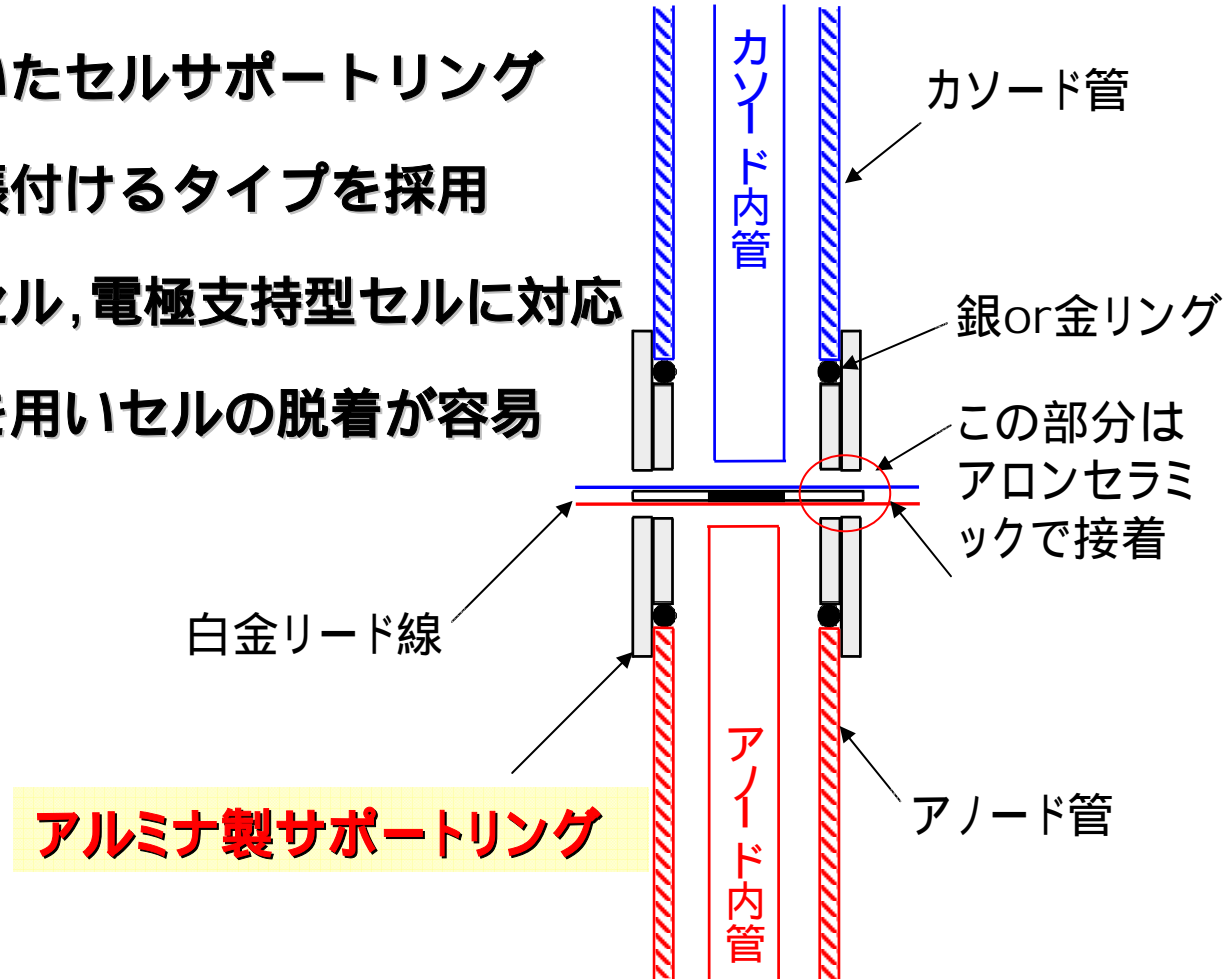


石英ガラス管 40mm



サンプルホルダ ～セル部の構造1～

- * アルミナを用いたセルサポートリング
- * 白金は電極に張付けるタイプを採用
- * 電解質支持型セル, 電極支持型セルに対応
- * 銀・金リングを用いセルの脱着が容易



サンプルホルダ ~ セル部の構造2 ~

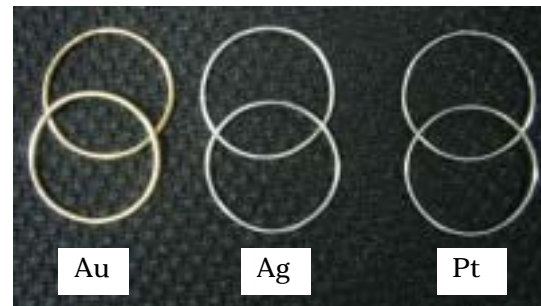
* ガスリークの無いセル部の開発



シンプルな構造でリークの無いセル部



単セルサポートリング



金・銀・白金リング

開発成果

～ホルダー部の構造～

- *セルの位置合わせが容易な上下機構
- *安全性を考え三重管部に不活性ガスをパージ



三重管部は視認性を考え石英ガラス管を採用



三重管式試験装置上部移動機構



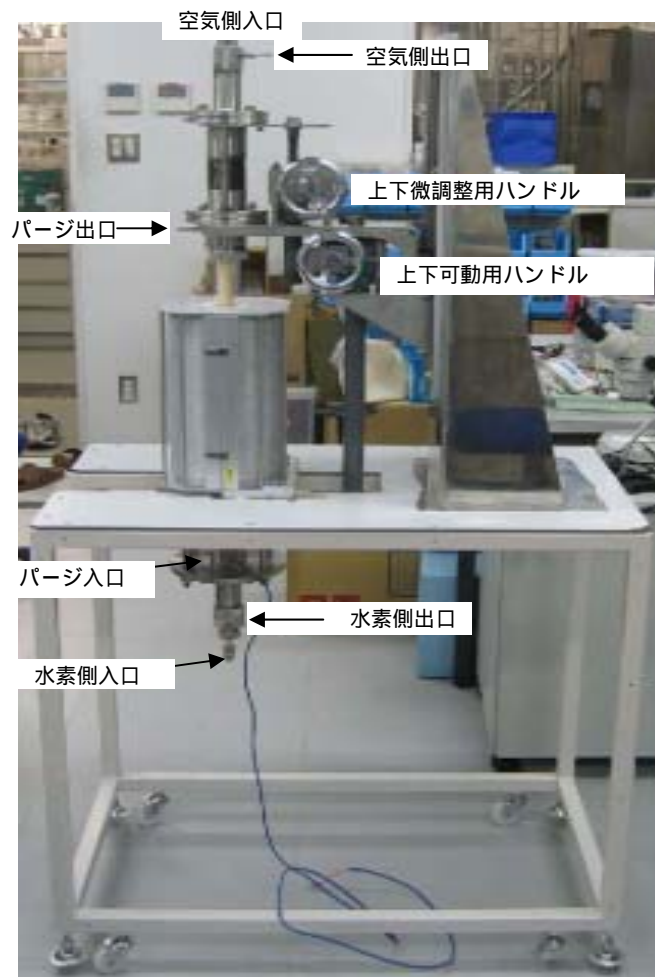
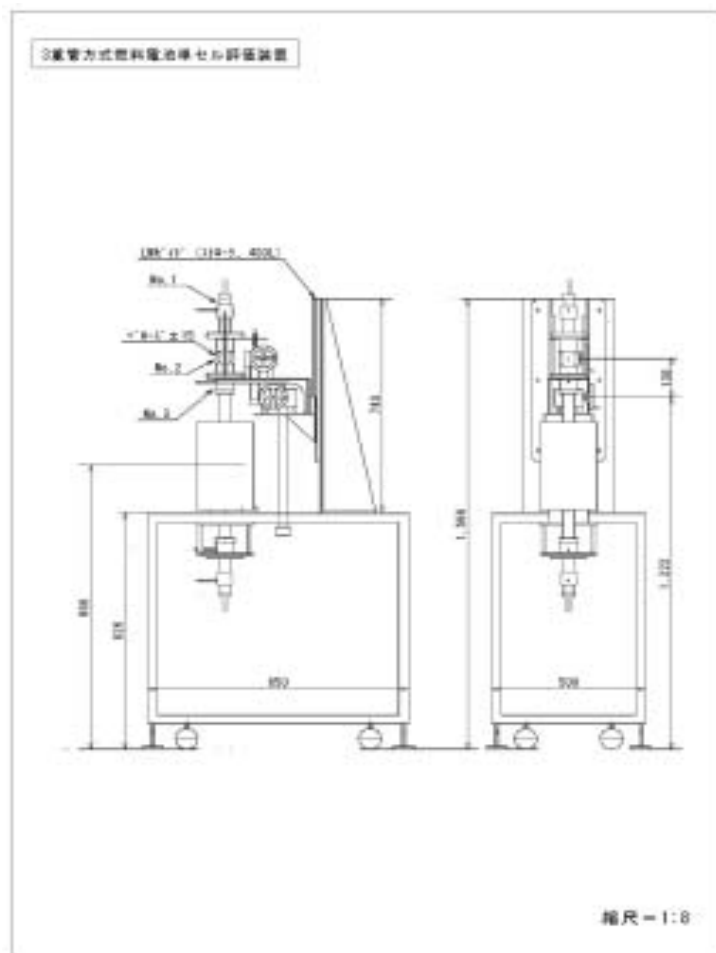
三重管式試験装置下部支持機構



三重管式試験装置電気炉部

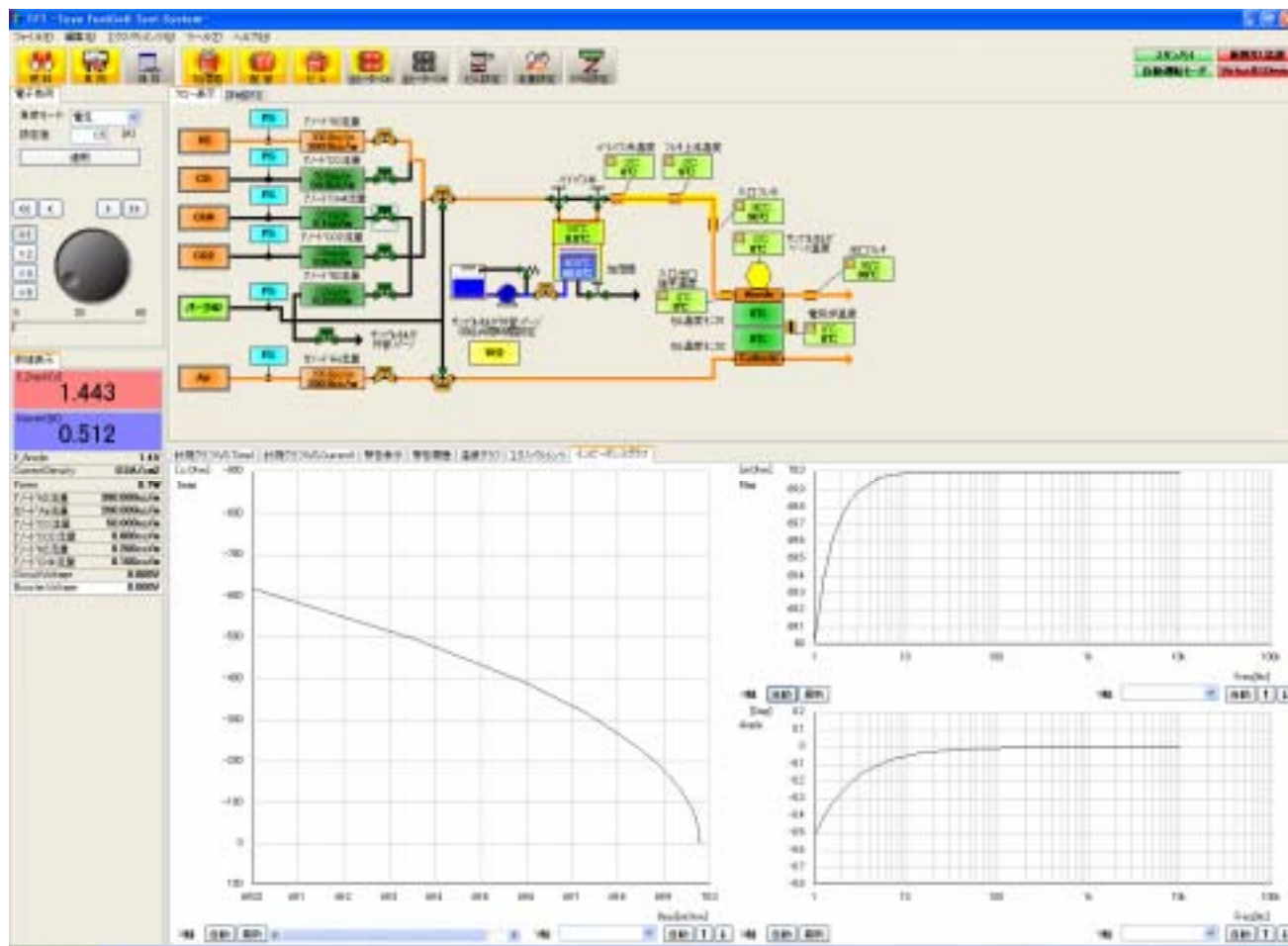
開発成果

～ホルダを含む装置全体～



開発成果

～一元制御ソフトウェア(TFT)～



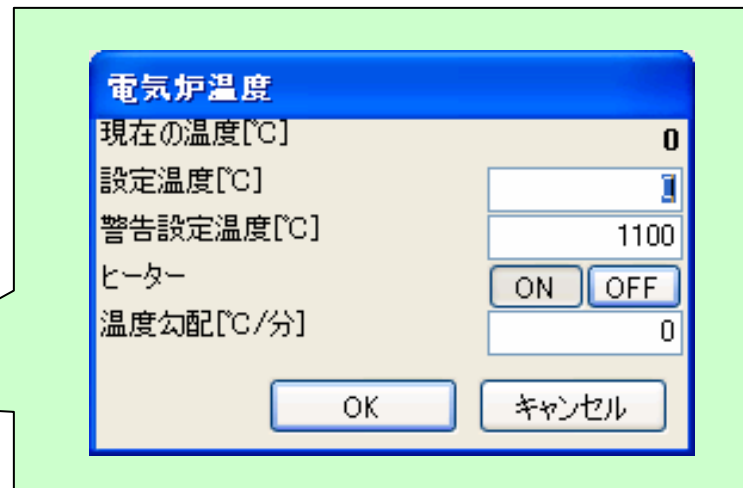
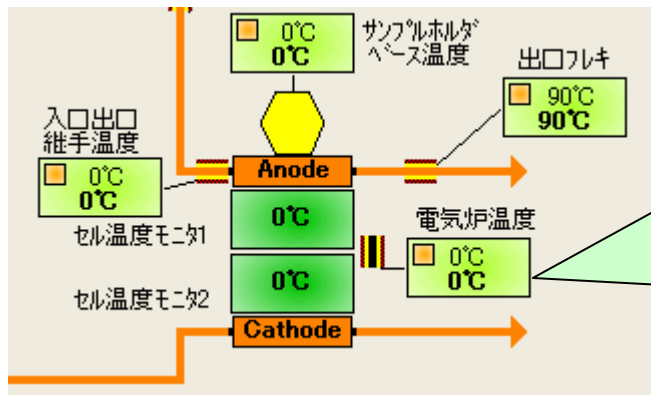
開発成果

～電気炉温調機能～

- これまでは外付け温調器によるローカル制御。フロントパネル操作による設定

改善

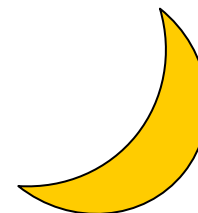
システムへ組み込み、一元制御ソフトウェアによる操作が可能



開発成果

～燃料供給機能～

- 燃料供給機能に以下のオプションを増強
 - 1) 液体燃料気化供給
 - 2) 水蒸気 / 気化ハイドロカーボンの混合供給
 - 3) 改質模擬ガス供給



開発成果

～ 電子負荷器 (電気特性測定) ～

- これまでは白金リードでの電圧降下分を補う補助電源を外付けしていた。

改善

- SOFC 評価専用の電子負荷器 890ZV型
- 白金リードでの電圧降下分を補う補助電源を内蔵
- 参照電極計測に対応
- 電流遮断IR測定機能



開発成果

～安全機構～

○ サンプルホルダ構造

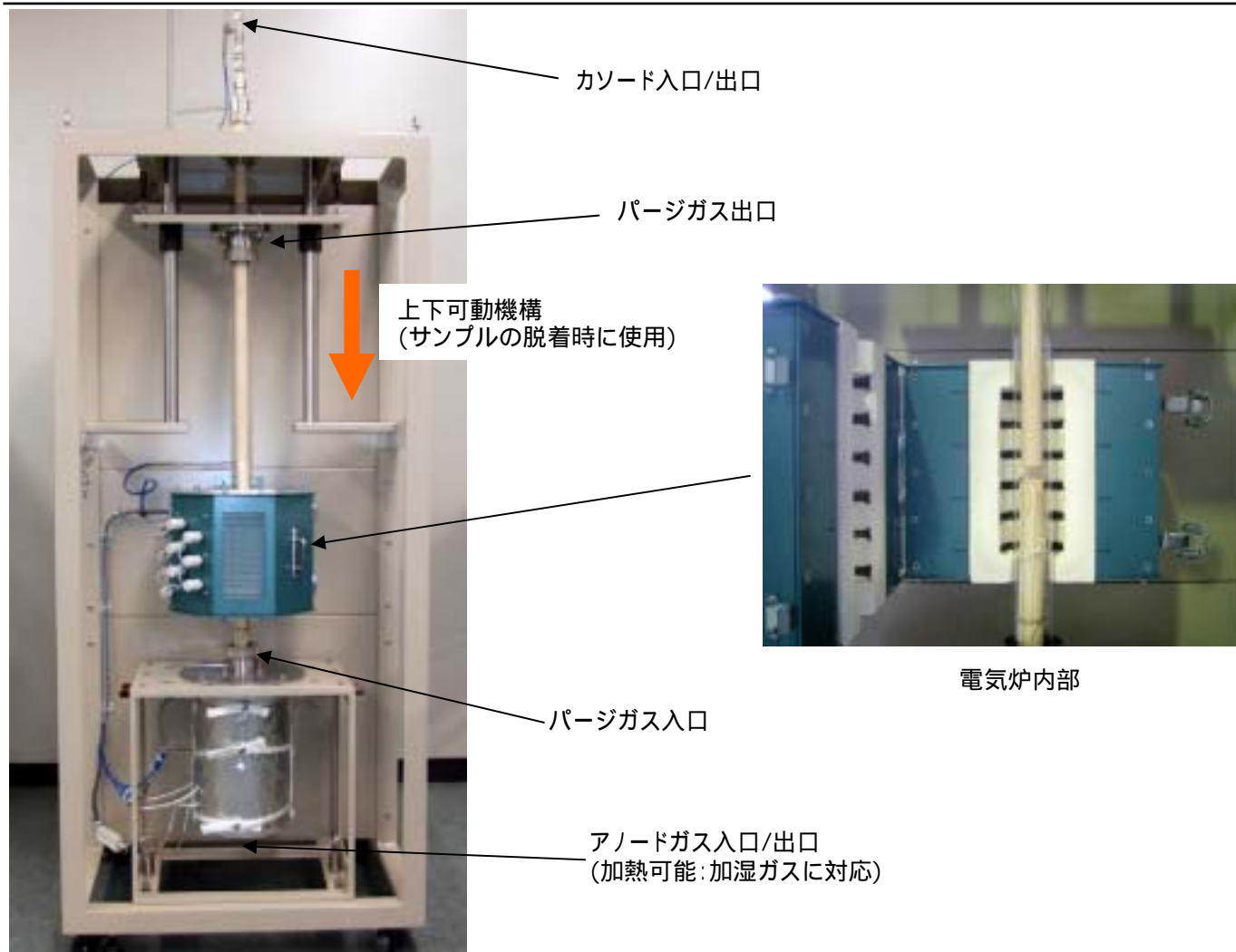
アルミナ管外側を窒素パージ

○ 非常停止インターロック

- 1) ガス漏洩
- 2) 非常停止ボタン
- 3) 各種温度上昇(セル、配管など)
- 4) 加湿器水位低下、ガス圧力低下
- 5) セル電圧低下
- 6) PC通信異常

開発品の特徴

～ホルダ架台全体～



開発品の特徴

～ホルダ架台全体～



SOFC単セル評価用サンプルホルダ



東陽テクニカ製

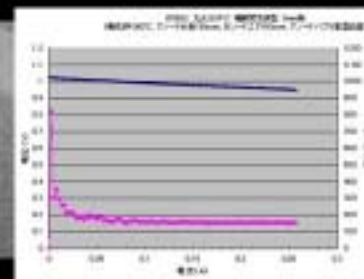
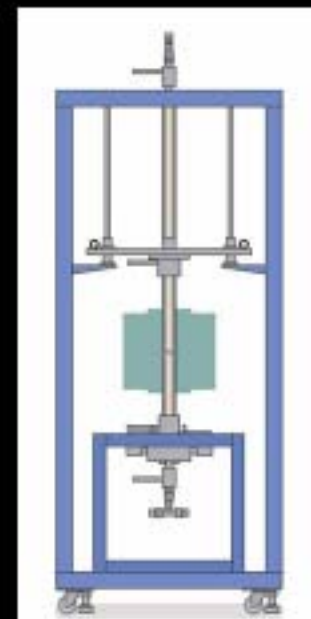
SL-1型 シールレス型サンプルホルダ

【概要】

九州大学大学院水素利用プロセス研究室と共同研究の成果を商品化したSOFC単セルサンプルホルダです。
九州大学での長年の実験経験に基づいた設計により、再現性、信頼性のあるデータの取得が可能です。
(この共同研究は、平成18年度福岡水素エネルギー戦略会議の研究開発支援事業に採択され実施されました)

【特長】

- ガラスシールなしでもSOFCサンプルの発電試験ができます。
サンプルの着脱の大幅に簡便となり、実験が容易となります。
- 独自の電極セット方式により、薄膜化するサンプル(200 μm 以下の厚み)でも、破損せず簡便に取り付け、実験ができます。
- サンプルと電極の密着性が完全な為、高い再現性、信頼性データが取得できます。
- 三重管方式サンプルホルダにより、パージガスが最外管に流れる為、安全です。
- 液体燃料の気化供給での発電試験にも対応可能です。



SOFC単セル評価装置

 東陽テクニカ

東陽テクニカ製

AutoSOFC2 型

【概要】

AutoSOFC2は、福岡水素エネルギー戦略会議の研究開発助成対象事業に選定・実施された“固体酸化物形燃料電池(SOFC)単セル評価装置の開発”の研究成果を踏まえ商品化したもので、薄膜化する測定サンプルの着脱を簡便に行うことができ、SOFC材料の開発研究を加速することができます。

【特長】

- フルコンピュータ制御で、ガス供給、サンプル加熱、電気特性測定まで、全自動化が可能です。
- 2点同時IR(電流遮断法IR抵抗測定)や3点同時EIS(Electro Chemical Spectroscopy: 電気化学スペクトロスコピー)など高機能測定が可能です。
- フルコンピュータ制御の利点を保ちつつ、ガス供給装置、サンプルホルダ、測定器にそれぞれ選択肢があり、将来のアップグレードや変更も可能です。
- 液体燃料の気化供給での発電試験にも対応可能です。
- 三重管方式サンプルホルダにより、パージガスが最外管に流れ、安全です。



まとめ

標準化されたSOFC単セル評価装置を開発

- 取付け・取外しが容易なサンプルホルダ
- 取扱いが容易、高い安全性
- 一元制御ソフトウェアを中心としたオールインワンシステム化



SOFC実用化に向けた新規参入ユーザーの拡大

SOFC研究発展への貢献

謝辞

本装置開発は、平成18～19年度福岡水素エネルギー戦略会議、研究開発支援事業の採択を受けて実施されました。関係各位に感謝致します。

各種計測、装置設計に関して研究開発チームの東陽テクニカおよび九州計測器の関係各位には多大なる協力を頂きました。感謝致します。