



水素・燃料電池

Vol.25
No.4

Spring 2026

春号

The Journal of Hydrogen & Fuel Cell Technology

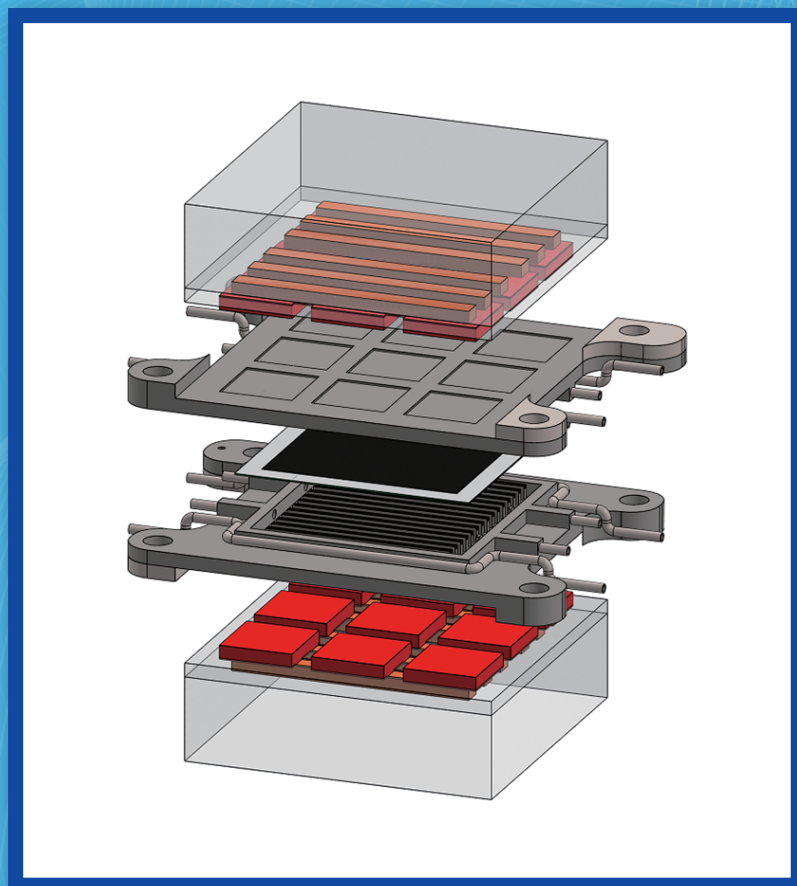
巻頭言 15年耐性SOFCに対する技術と社会

特集

SOFCセルスタックの高度評価・解析技術の研究開発

投稿論文

イオン液体[dema][TfO]におけるPtおよびPt₃Co単結晶電極上の酸素還元反応と活性化要因



15年耐性 SOFC に対する技術と社会

Technology and Society against 15-year resistant SOFC

東北大学名誉教授
元 SOFC 研究会会長
元固体イオニクス学会会長
水崎 純一郎

Junichiro Mizusaki
Prof. emeritus Tohoku University
former president of The SOFC Society of Japan
former president of The Solid State Ionics Society of Japan



皆様がお使いになっている最近のガス機器・家電製品などには、設置したまま使い放しで、あるいは使用に伴うフィルター汚れの掃除等の日常的なメンテナンスを時々やるだけで、いつから使っているのか忘れてしまっているものも少なくないのではないかと。お湯が急に出なくなった。調べたら給湯器が点火しない。業者に見て貰ったら 20 年前に設置したもので、交換部品無し・修理不能！給湯器を新型に買い換えた。家屋の一部のような感じで使っていたので、屋内大幅模様替えの大騒ぎに。———こんな経験をお持ちの方も少なくないのでは？

こういう長持ちする設置形の機器の場合、機器の経年劣化により「寿命が来た」という形で回収解体廃棄に至るよりも、使用者の転居や建物改修・リフォームなどにより、まだ使える機器が廃棄・更新されてしまうことの方が多いのではなからうか？

人口減少時代、大量生産・大量消費の時代はとっくに終わり、サステイナブルな必需品の安定供給が、社会の真のニーズになっているのではないかと。

家庭用 SOFC が、高効率・長寿命・メンテナンスフリー・故障が少ないなどの多くの特徴を看板に、エネファーム Type S として注目の中で登場したのは 2010 年代始めであった。我が国が人口減少時代に入ってもまもなくのころである。この家庭用 SOFC、ある程度の連続運転年数を確保できれば、つまり転居・大幅リフォーム・建て替え等がなく使用できるならば、初期設置投資が回収できるという、長期居住のユーザーにとってはお得な装置・システムである。当初、燃料電池に関心のある人たちの間では、一番楽そうに見えていた高分子型でも苦労しているのに、SOFC でそんなに早く実用化できるのか？と首をかしげる向きが少なくなく、それは SOFC 関係者でも、ある程度同様であった様に感じている。それが、今日でもまだ根強く残存している様な風もある。10 年保証・10 年で運転停止等の制度設計には、その様な感触を抱かせられる。

然るに、運転実績的な話を伺うと、この家庭用 SOFC Type S、瞬く間に信頼性の高い家庭用ガス器具・家電製品の仲間に入ってしまったようである。装置が劣化で動かなくなるより先に、試験運転期間が終了・事業所が終了・設置住宅の解体 など設置者・使用者側の事情で運転停止になることが多いという報告も聞いた。

本号では SOFC の寿命を 15 年とするための方策を、SOFC スタックの評価解析技術の研究成果から浮き彫りにすることが試みられようとしている。ユーザーにとっても、また製造者とユーザーを結ぶマーケティング関係者にとっても、成果が見えるようになると嬉しく、それが期待される。

家庭用 SOFC は各家庭に 1 台、そしてその寿命と価格帯を考えると、小型・軽乗用車に近いのではないかと。乗用車には大きな中古市場がある。家庭用 SOFC の中古市場もそろそろ顕在化してきて良いのではなからうか。

1986 年 4 月、私は東大工学部の助手から横浜国立大学環境科学研究センターの助教授に赴任し、原子力研究所の燃料化学室長から横浜国大の教授に異動していた田川博章教授の下で働くことになった。東大時代は、研究室上司の笹木和雄教授から「私の研究室では固体電解質形燃料電池の研究は表にしないように(国内電気化学者の間での役割分担みたいな発想からの言葉だったように思う)」とのお達しがあり、最も強く関心があった SOFC に関連する材料や反応過程の研究をしていた。横浜国大に移って始めて自分の専門分野に SOFC を加えた。その 4 月、チェルノブイリ原発事故が起こり、高効率で環境汚染の少ない電源の開発に急速に関心が向かい始めた。1986 年秋頃には様々な燃料電池の研究グループが動き始めた。

リン酸形、溶融塩形、固体酸化物形、何れも燃料電池だから一つの研究会でやれば良い、という考えは電気化学の専門家の諸兄から良くうかがった。

高温作動の SOFC では、部材間の熱膨張率の違いが顕著になる。放電電流密度の変化により電池内での酸素化学ポテンシャルの変化が起こる。それに伴って酸素極・電解質・燃料極各部材の酸素不定比量の変化が起き、それに伴って各部材に体積変化が起こる。電流に分布が出来るとそれに対応して発生するジュール熱に局所分布が起こり局所的な体積変化が起こる。さらに、それによって固相反応や劣化の進行に空間分布が起こる。スタックに導入される燃料ガスや空気の流れがスタック内の温度分布と密接であるのは言うまでもないが、ガス系の配管や電力取り出しの電力ワイヤーがスタックからの熱の出口になり、劣化の始点になったりする。

SOFC には他の燃料電池では必須な液体電解質管理のための工夫が不要な代わりに、電解質に液体が含まれていてそれが局所的応力発生を緩和させる他の燃料電池と大きく異なり、電池構成材料間の様々な応力ひずみの制御が重要課題である。

SOFC の研究開発には、熱工学・機械工学を軸に置いたような総合工学的視点が必要である。このような思いから、独立の研究会をつくって、総合的な見地に立っておられる諸兄を糾合しようと、田川博章初代会長・事務局長の下で SOFC 研究会が 1988 年に発足した。

SOFC 研究会を創ろうと話し合いが始まった 1986 年から 40 年、本号の執筆メンバー、SOFC の依って立つ学術・技術分野をそのまま具現したような構成で、とても楽しみな号である。

水素・燃料電池 Vol.25 No.4

目次

巻頭言

15年耐性SOFCに対する技術と社会

東北大学 名誉教授/元 SOFC 研究会 会長/元固体イオニクス学会 会長 水崎純一郎… 1

特集

SOFCセルスタックの高度評価・解析技術の研究開発 —カーボンニュートラルに貢献する先進燃料電池のための評価解析技術—

■ 特集にあたって

編集委員 (電力中央研究所) 森 昌史… 8

■ 序論：先進SOFCの要求性能とその評価解析法の開発、将来展望

(国研) 産業技術総合研究所 研究戦略本部
企画部次長 (エネルギー・環境領域 領域長補佐) 堀田 照久… 9

■ 実用SOFCスタックの耐久性評価と解体分析による劣化評価

(一財) 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 浅野 浩一
(国研) 産業技術総合研究所 省エネルギー技術研究部門
山地 克彦、山口 拓哉、石山 智大… 13

■ SOFCの運用性向上と導入拡大に貢献する動特性解析技術と性能評価・運転条件検討への応用

(一財) 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 主任研究員
鈴木 晃純… 20

■ 運用性拡大の評価法開発__スタック急速起動・停止の評価法の開発

イムラ・ジャパン(株)
須賀 康裕、ホン ソフン、遠藤 研介、白石 剛一、田内比登志
東北大学 渡邊 智、八代 圭司、川田 達也… 26

■ コンパクト化のためのフィージビリティスタディ

大阪ガスマーケティング(株) 佐々木雅也、森 哲哉
大阪ガスマーケティング(株)/京都大学 鈴木 稔
(株)メカニカルデザイン 佐藤 維美
慶應義塾大学 村松 眞由
東北大学 寺田賢二郎、佐藤 一永、山口 実奈、川田 達也
東北大学 / 島根大学 八代 圭司… 31

■ 先進評価技術開発：スタック複合劣化シミュレーションの開発

京都大学大学院 工学研究科 機械理工学専攻 岩井 裕… 35

■ 電気化学データの機械学習による予測

東京大学 生産技術研究所 鹿園 直毅… 40

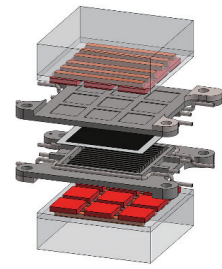
■ 電極微構造の機械学習アプローチ及び劣化機構解明

東京大学 生産技術研究所 鹿園 直毅
京都大学 大学院工学研究科 岸本 将史
東北大学 未来科学技術共同研究センター 尾澤 伸樹
東北大学 金属材料研究所 久保 百司… 43

●表紙「温度分布制御単セル過酷試験装置の模式図」

ヒータ 20 個（上下各 9 分割 + 全体加熱）の個別制御でスタック内温度環境を模擬した単セル過酷試験が可能に。

（写真提供：渡邊 智 氏、東北大学（現在 島根大学））



- **SOFCの燃料極における Ni/ 酸化物界面の濡れ性解析** _____
京都大学 大学院工学研究科 松井 敏明… 50
- **先進評価技術開発 金属部材の酸化劣化挙動** _____
九州大学 次世代燃料電池産学連携研究センター 谷口 俊輔… 55
- **機械的信頼性評価解析手法の開発** _____
東北大学 川田 達也、瀧 公平、佐藤 一永、山口 実奈、寺田賢二郎
東北大学/島根大学 渡邊 智、八代 圭司
(株)メカニカルデザイン 佐藤 維美
慶應義塾大学 村松 真由… 59
- **SOFC空気極の新たな劣化機構の解明** _____
(国研) 産業技術総合研究所 省エネルギー技術研究部門
山口 拓哉、石山 智大、山地 克彦… 66

コラム 燃料電池と私 No.53

九州大学 カーボンニュートラルエネルギー国際研究所 石原 達己… 76

報告

- **FCDIC創立40周年記念事業報告** _____
トヨタ車体(株) ゼロイチ技術開発室 主任 杉野 祐記… 81
- **第180回研究会報告ーデノラ・ペルメレック(株)藤沢事業所見学** _____
(株)エイチワン 駱 蓉… 83
- **第25回国際水素・燃料電池展 春 報告** _____
(一社) 水素・燃料電池開発情報センター (FCDIC) FCDIC 事務局… 85

投稿論文

- **イオン液体 [dema] [TfO] における Pt および Pt₃Co 単結晶電極上の酸素還元反応と活性化要因** _____
千葉大学 大学院工学研究院 共生応用化学コース
谷水光一郎、中村 将志、星 永宏… 89

会告・情報

- **センター通信** _____… 97
- **論文投稿規定・執筆要領** _____… 99
- **編集後記** _____ 編集委員 干鯛 将一… 102