

卓越した大学院
「流動ダイナミクス知の融合教育研究世界拠点」
平成 29 年度 博士課程後期学生国際会議派遣 参加報告書

氏名／専攻・学年 Name / Department	熊田 圭悟 機械機能創成専攻 D2
学会名 Conference's name	15th International Symposium on Solid Oxide Fuel Cells (SOFC-XV)
開催地 Venue (Name of the facility, city & country)	Hollywood, Florida, USA
日程 Conference period	July 23-28, 2017
発表タイトル Presentation Title	Evaluation of Mechanical Damages in SOFCs during Start/Stop Operation by Using Acoustic Emission Technique
【発表概要 Brief summary of your presentation】 本研究では、固体酸化物燃料電池 (Solid Oxide Fuel Cell : SOFC) に発生する機械的損傷をアコースティック・エミッション (AE) 法と電気化学的測定手法を併用して評価し、作動環境下において発生する機械的損傷を検出することに成功した。 通常発電試験では、2 回の起動停止サイクルで発電性能が劣化せず、セルにも光学顕微鏡で確認できる損傷はなかった。このため、検出した AE 信号はガラスシールの固化に起因するものであると判断した。燃料遮断中に発電することで電気化学的に酸化させた試験では、開回路電圧が 0V に近づいた段階で検出される AE 信号数が急激に増えた。燃料を再供給しても、セルの発電性能は回復せず、発電性能の劣化を引き起こす機械的損傷の発生を検出することができた。 本研究の成果により、固体酸化物燃料電池に発生する機械的損傷を評価する方法として AE 法が有効であることを示すことができた。 This paper presents an acoustic emission (AE) method for detecting the mechanical damage in solid oxide fuel cells (SOFCs). Start/stop cycle tests (between RT and 800°C) were carried out using single cells. After 2 cycle start/stop cycles, no damage was induced in the cells and their electrical performances were maintained without degradation. The experimental results indicated that the AE technique employed in this study allowed us to distinguish the damages in the cells from the cracking in the glass seals. In addition to this result, the mechanical damages during redox treatments were evaluated using the AE measurement. The electrochemical evaluation performed concurrently with the redox treatments demonstrated the validity and significance of AE monitoring for detecting mechanical damages in SOFCs.	

【他の講演等から得られた知見、感想等。What you learned from other presentations, general impression you had, etc.】

・ SOFC 研究のトレンドに関して

SOFC は世界に先駆けて、日本が 2012 年に商用を開始している。研究・開発段階では、発電性能を高めることに主眼が置かれ材料開発が盛んに行われた。現在は商用を見据えて、コスト、耐久性・信頼性ならびに発電効率の改善が重要視されている。

・ 目立つ技術に関して

SOFC 商用化のターゲットとして、家庭用発電や火力代替発電など大型な装置開発がメインであるなか、焚火の中に SOFC ミニスタックを直接投入して発電する簡易充電装置（図 1）が目を引いた⁽¹⁾。料理をしながら充電するというコンセプトである。アフリカなどの送電網が充分でない地域での販売を想定しており、近いうちに発売を開始する予定である。



図 1 焚火を用いて発電する簡易充電装置

この装置は非常にシンプルな構造であり、私達でも似たようなものを作製することは可能である。このような簡易的な装置でも量産して利益を上げていくことができれば、SOFC の開発を継続することができるので非常に重要であると思われる。

耐久性・信頼性を劇的に改善する技術としてメタルサポートセル (Metal-Supported Cell : MSC) がある。SOFC セルの構造担体として金属材料を用いるコンセプトである。金属を用いることで、熱伝達率が高められ、温度ムラに強く耐熱衝撃性を向上することができる。図 1 のセルも MSC である。3 点曲げ試験により、MSC と ASC (Anode-Supported Cell) の荷重-変位曲線を比較した報告⁽²⁾では、MSC が 10 倍以上の荷重に耐えていることが示されている（図 2）。

MSC 開発で先行する企業である Ceres Power の新型スタックでは、従来型に比べて容積を低減させるとともに、発電効率を 58% (LHV) まで高めており、先行する日本企業のスタックに迫っている⁽³⁾。

以上のように、間違いなく MSC 開発が SOFC 開発トレンドの中心であると実感することができた。日本は ASC で先行したため、MSC の研究に注力していない。本会議における日本人参加者の MSC に関する報告はゼロである。日本はガラパゴスと言われて久しいが、SOFC 研究・開発においてもガラパゴスにならないように気をつけなければならないと思うに至った。

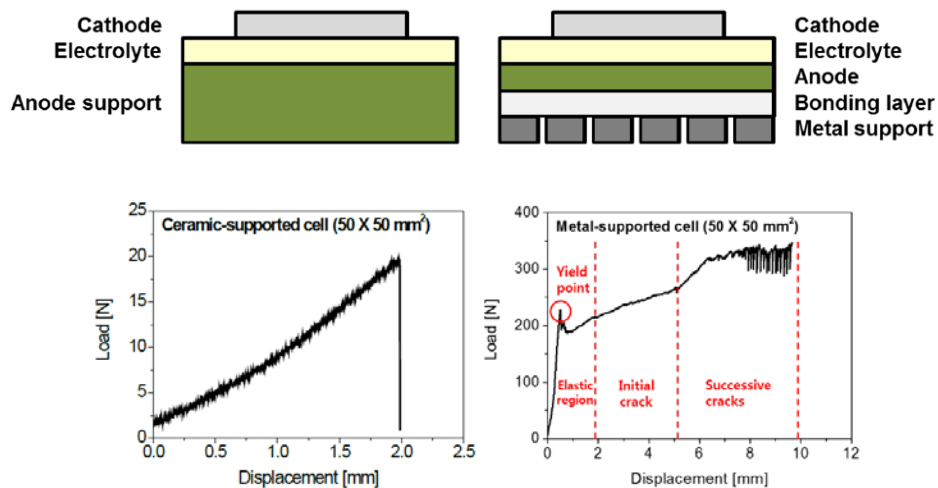


図2 ASC（左）とMSC（右）の3点曲げ試験による荷重-変位曲線の比較

SOFCの特徴の一つに、全て固体で構成されるため、様々な形状をとることができる。今回、SOFC研究の大家である N. Q. Minh から新しいスタック構造の提案（図3）がされた⁽⁴⁾。セルとセルとつなぐインターコネクトに工夫を凝らしたもので、穴が開いた2枚の金属板とディンプル状の凸凹が形成された金属板1枚から構成される。ディンプル状の凸凹が形成された金属板が H_2 と O_2 を仕切り、穴が開いた金属板がセルの集電を行う。構造がシンプルであることと、ディンプル状の凸凹が形成された金属板が衝撃吸収を担う。ASCでもこの構造を適用することができるが、MSCの方が金属板を溶接で接合できるため、コストメリットがある。

この構造は未だコンセプト段階であるが、ガスの流れや温度分布など熱流体解析を行うことで、ディンプルの形状や穴の間隔を最適化することができると考えられる。熱流体解析によるセルおよびスタック形状の最適化が必要であると強く感じるに至った。

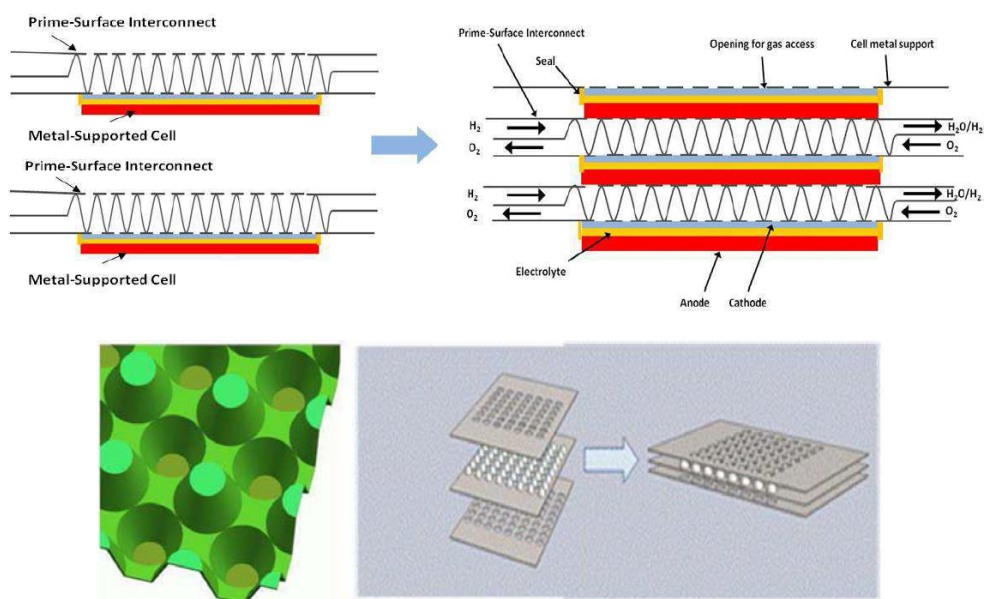


図3 新しいスタック構造の提案

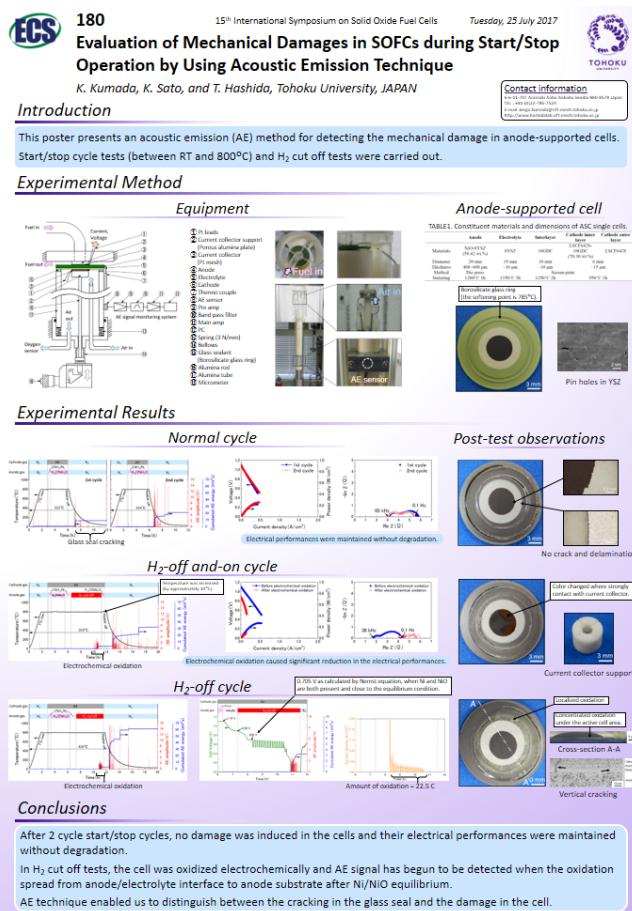
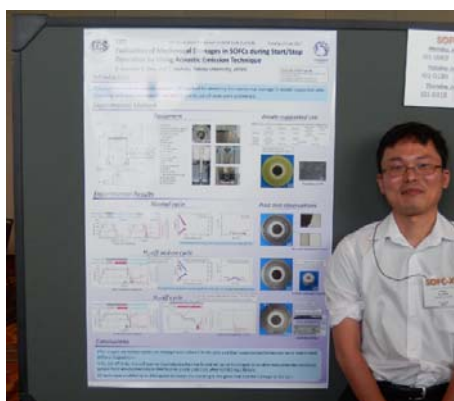
参考文献

- (1) M. C. Tucker, et al., ECS Transactions, 78 (1) 229-236 (2017)
- (2) S. Lee, et al., ECS Transactions, 78 (1) 2039-2044 (2017)
- (3) R. Leah, et al., ECS Transactions, 78 (1) 2005-2014 (2017)
- (4) N. Q. Minh, ECS Transactions, 78 (1) 1815-1820 (2017)

※今回参加した SOFC-XV では ECS Transactions に査読あり プロシーディングスとして全ての報告がすでに公表されている。

【写真 Pictures】

会場の写真 ポスターの写真、



※場内写真撮影不可であったため、ポスター掲示の際に自分のブースだけ写真を撮影しました。