

# 燃料電池内の酸素イオンの動きを可視化

## 燃料電池の反応機構解明などへの新たなツールを開発



堀田 照久

ほりた てるひさ  
t.horita@aist.go.jp

エネルギー技術研究部門  
燃料電池材料グループ  
研究グループ長  
(つくばセンター)

1992年に工業技術院 化学技術研究所に入所以来、固体酸化物形燃料電池 (SOFC) の研究開発を行っています。二次イオン質量分析計 (SIMS) などを適用して SOFC 材料の物理化学的な性質を解明しており、最近は信頼性・耐久性向上のテーマに取り組んでいます。企業・大学との連携を強めて、SOFC の高性能化・長寿命化を達成し、さらに SOFC システムの実用化に寄与することを目指しています。

### 関連情報：

● 共同研究者  
下之園 太郎 (産総研)

● 協力企業  
京セラ株式会社

● 参考文献

T.Horita et al.:  
*Electrochemical Solid State Letters*, 13, B135-B138 (2010).

● プレス発表

2010年8月30日「燃料電池セル内の酸素イオン分布の可視化に成功」

● 報道

2010年9月6日 日刊工業新聞朝刊

2010年10月15日 分散エネルギー新聞

### 高温燃料電池高性能化と反応機構解明への問題点

近年、高効率発電システムである燃料電池が注目されています。方式の一つである固体酸化物形燃料電池 (SOFC) は、600℃以上の高温で作動し、電気への変換効率が最も高く (40%以上)、次期定置用燃料電池として期待され、実証研究が行われています。SOFCは、主に固体のセラミックスで構成されており、酸素分子 ( $O_2$ ) がイオン化して酸素イオン ( $O^{2-}$ ) になり、固体電解質中を拡散した後に水素と反応して電気を発生させます。

SOFCを高性能化するためには、酸素のイオン化と酸素イオンの拡散に伴う反応抵抗を低減する必要があります。そのために、酸素イオン化反応の活発な部分の分布や酸素イオンの拡散による濃度分布を直接的に可視化することが有効です。しかし、高温、固体中の酸素・酸素イオンの動きを可視化することは困難であり、その実現が望まれていました。

### 二次イオン質量分析計による可視化

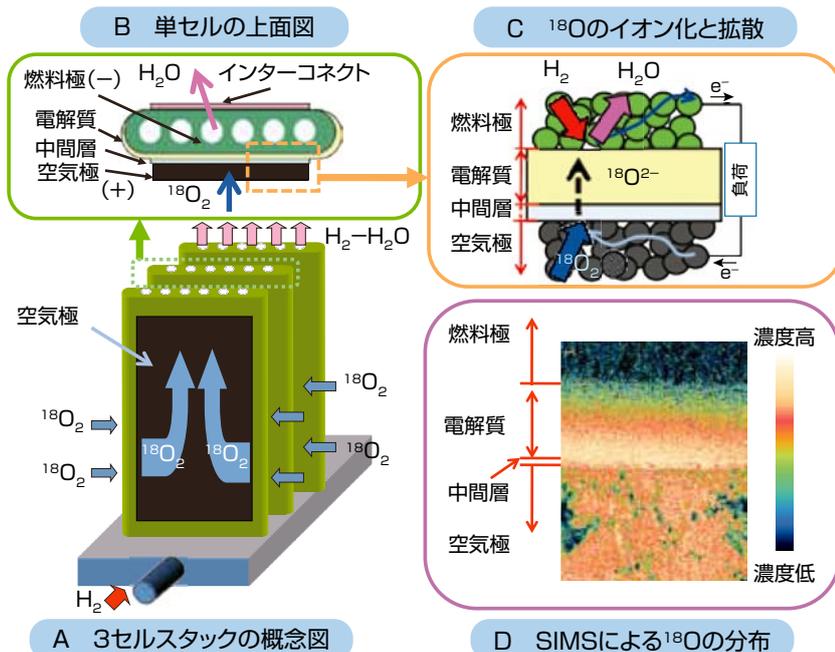
産総研は、SOFC材料の現象理解や高性能化のため、二次イオン質量分析計 (SIMS) などの

分析装置を用い、同位体酸素をラベル元素として酸素の拡散現象を明らかにしてきました。また、SIMS技術を不純物濃度測定に応用して、劣化機構解明や長期寿命予測技術を開発しています。今回、これまで培ってきたSIMS技術を応用することによって、実用筒状平板形セルスタックにおける酸素のイオン化や酸素イオンの動きの可視化に成功しました。

この技術は、電極や電解質における酸素のイオン化反応活性の高い部分を特定することができるとともに、酸素イオンの流れ (拡散) による濃度分布を可視化できるため、高性能な電極/電解質界面の設計指針や劣化機構解明に貢献するものと期待されます。

### 今後の展開

今後は、さまざまな条件で運転したセルスタックの酸素イオン濃度分布を測定し、酸素のイオン化に伴う抵抗の発生起源の機構を解明し、高性能な電極/電解質界面の設計指針を示す予定です。また、長期間運転したセルを測定して、劣化部分の特定や劣化メカニズムの解明につながる情報の提供を考えています。



実用機セルスタックにおける安定同位体酸素 ( $^{18}O_2$ ) の流れと水素の流れ (A)、単セルの上から見た概念図 (B)、 $^{18}O_2$  およびイオンの流れ (C)、および二次イオン質量分析計 (SIMS) による  $^{18}O$  の濃度分布図 (D)