



PRESS RELEASE (2020/05/28)

## 高いプロトン伝導性と化学的安定性を兼ね備えた電解質材料を開発 ～400度で動作する固体酸化物型燃料電池開発へ前進～

九州大学稲盛フロンティア研究センター、九州大学大学院工学府材料物性工学専攻および九州大学エネルギー研究教育機構の山崎仁丈教授は、九州大学稲盛フロンティア研究センターの兵頭潤次特任助教、九州大学大学院工学府材料物性工学専攻の北林康喜氏(修士課程2年)、星野健太氏(博士課程3年)および宮崎大学工学教育研究部の奥山勇治准教授らと共同で、400℃の中温度で動作する固体酸化物型燃料電池(SOFC)注1)に用いられるプロトン(H<sup>+</sup>)伝導性電解質注2) BaZr<sub>0.4</sub>Sc<sub>0.6</sub>O<sub>3-δ</sub>を開発しました。

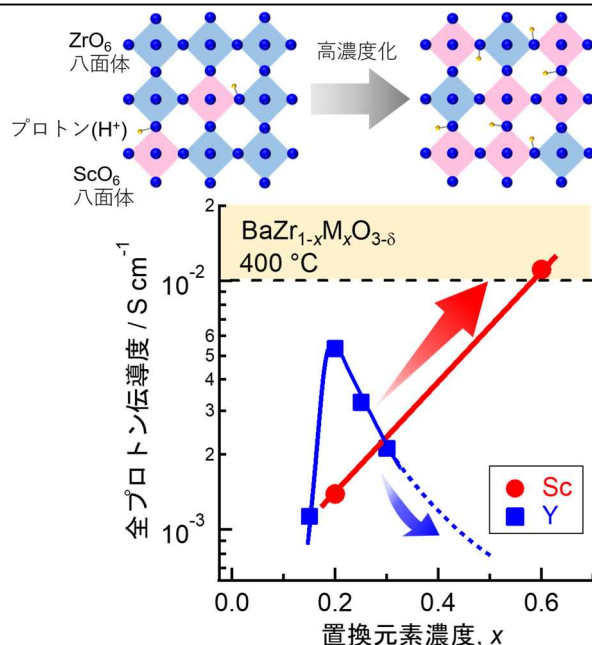
SOFCに用いる電解質材料は、結晶粒内と粒界注3)を含んだ全プロトン伝導度が0.01 Scm<sup>-1</sup>を超え、かつ燃料電池動作環境に含まれる水素、酸素、二酸化炭素、水蒸気に対して安定でなければなりません。このような材料はこれまで見出されていませんでした。

本研究グループは、ジルコン酸バリウム(BaZrO<sub>3</sub>)にスカンジウムを60%という極めて高い濃度で添加することで、燃料電池動作の目標温度である400℃において結晶粒内と粒界を含んだ全プロトン伝導度が0.01 Scm<sup>-1</sup>を超えることを初めて見出しました(図)。さらに、その高いプロトン伝導性は400℃において200時間維持され、400℃、98%という高濃度の二酸化炭素雰囲気下においても240時間以上安定であることが実証されました。

本電解質を用いた固体酸化物型燃料電池では、中温動作により高価な白金や耐熱材料が不必要となるため、燃料電池の大幅コストダウンが期待されます。

本研究は、JST戦略的創造研究推進事業CREST(JPMJCR18J3)、科学研究費補助金(JP15H02287、JP16H06124、JP18H01694)の支援を受けました。

本研究成果は、2020年5月28日(木)(日本時間)にWiley-VCH社が発行する科学誌「Advanced Energy Materials」のオンライン版で公開されます。



(図) 従来、最適な置換元素とされていたイットリウム(Y)においては、0.2程度の濃度で最大値をとることが知られており、Yの高濃度化はプロトン伝導度向上に向けた材料設計には不適でした。スカンジウム(Sc)を置換したジルコン酸バリウムにおいては、Yとは対照的に、高濃度化により著しく全プロトン伝導度が向上することが分かりました。

**研究者からひとこと：**今回行った耐二酸化炭素特性試験は、400℃の大気に67年間、暴露したことと同等の試験結果です。開発した材料が固体酸化物型燃料電池の実働条件において、非常に安定であることを示しています。

【お問い合わせ】九州大学 稲盛フロンティア研究センター/大学院工学府材料物性工学専攻/エネルギー研究教育機構(Q-PIT)  
教授 山崎 仁丈  
Mail:yamazaki[at]ifrc.kyushu-u.ac.jp

## 【用語解説】

### 注1) 固体酸化物型燃料電池 (SOFC)

固体酸化物を電解質として用いた燃料電池。SOFCは固体酸化物型燃料電池の英語名 (Solid Oxide Fuel Cells) の頭文字を取った略称。様々な燃料電池の種類の中で、最も高いエネルギー変換効率を有することが知られています。700-1000℃という高い動作温度を下げることで、材料コストおよび運転コストの削減が求められています。燃料電池は水素と酸素を利用した次世代の発電システムであり、水の電気分解と逆の原理によって高効率の発電を行います。

### 注2) プロトン伝導性電解質

燃料電池において、プロトン(H<sup>+</sup>)だけを選択的に通し、電子やそのほかのイオンを通さない緻密な固体。

### 注3) 結晶粒内と粒界

原子が規則的に配列した固体を結晶といい、2 つ以上の異なる方位を向いた結晶の界面を結晶粒界という。プロトン伝導性電解質は様々な方位を向いた結晶粒の集合体で構成され、結晶粒内と結晶粒界の両方を伝搬します。粒界を跨いだプロトン伝導は著しく阻害されることが知られています。

## 【論文情報】

タイトル : Fast and stable proton conduction in heavily scandium-doped polycrystalline barium zirconate at intermediate temperatures

著者名 : Junji Hyodo, Koki Kitabayashi, Kenta Hoshino, Yuji Okuyama, Yoshihiro Yamazaki

掲載誌 : Advanced Energy Materials

DOI : 10.1002/aenm.202000213

## 【お問い合わせ先】

### <研究に関すること>

山崎 仁丈 (ヤマザキ ヨシヒロ)

九州大学稲盛フロンティア研究センター、  
九州大学大学院工学府材料物性工学専攻、  
九州大学エネルギー研究教育機構(Q-PIT) / 教授  
〒819-0395 福岡県福岡市西区元岡 744 稲盛財団記念館 406 号室  
Mail : yamazaki[at]ifrc.kyushu-u.ac.jp



山崎教授

奥山 勇治 (オクヤマ ユウジ)

宮崎大学工学教育研究部  
環境ロボティクス学科 / 准教授  
〒889-2192 宮崎市学園木花台西 1-1 工学部 A 棟 310  
電話/FAX: 0985-58-7855  
Mail : okuyama[at]cc.miyazaki-u.ac.jp

< J S T の事業に関する事 >

嶋林 ゆう子 (シマバヤシ ユウコ)

科学技術振興機構 戦略研究推進部 グリーンイノベーション・グループ

〒102-0076 東京都千代田区五番町7 K's 五番町

電話 : 03-3512-3531 FAX : 03-3222-2066

Mail : crest[at]jst.go.jp

< 報道に関する事 >

九州大学 広報室

Mail : koho[at]jimu.kyushu-u.ac.jp

宮崎大学企画総務部総務広報課広報係

電話 : 0985-58-7114 FAX : 0985-58-2886

科学技術振興機構 広報課

電話 : 03-5214-8404 FAX : 03-5214-8432

Mail : jstkoho[at]jst.go.jp