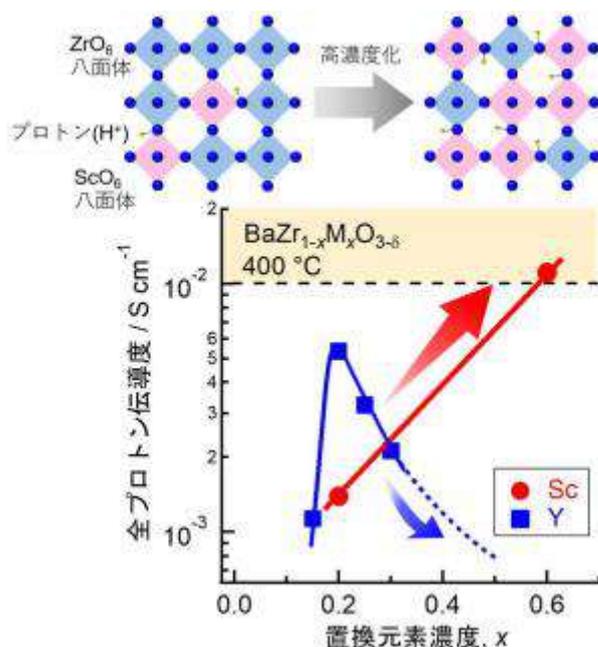


## 高いプロトン伝導性と化学的安定性を兼ね備えた電解質材料を開発 ～400度で動作する固体酸化物型燃料電池開発へ前進～

九州大学の山崎仁丈教授は、宮崎大学の奥山勇治准教授らと共同で、400°C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 S cm<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。

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°C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 S cm<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°Cにおいて200時間維持され、400°C、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。



(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。

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。

### 【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°C 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、電子やその他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

雑誌 Advanced Energy Materials

DOI 10.1002/aenm.202000213

日本語原文 <https://www.jst.go.jp/pr/announce/20200528-2/index.html>

文 JST 客観日本編集部