

# 燃料電池

Vol.13  
No.2

Autumn 2013

秋号

The Journal of Fuel Cell Technology

巻頭言 分散型エネルギー供給社会の実現

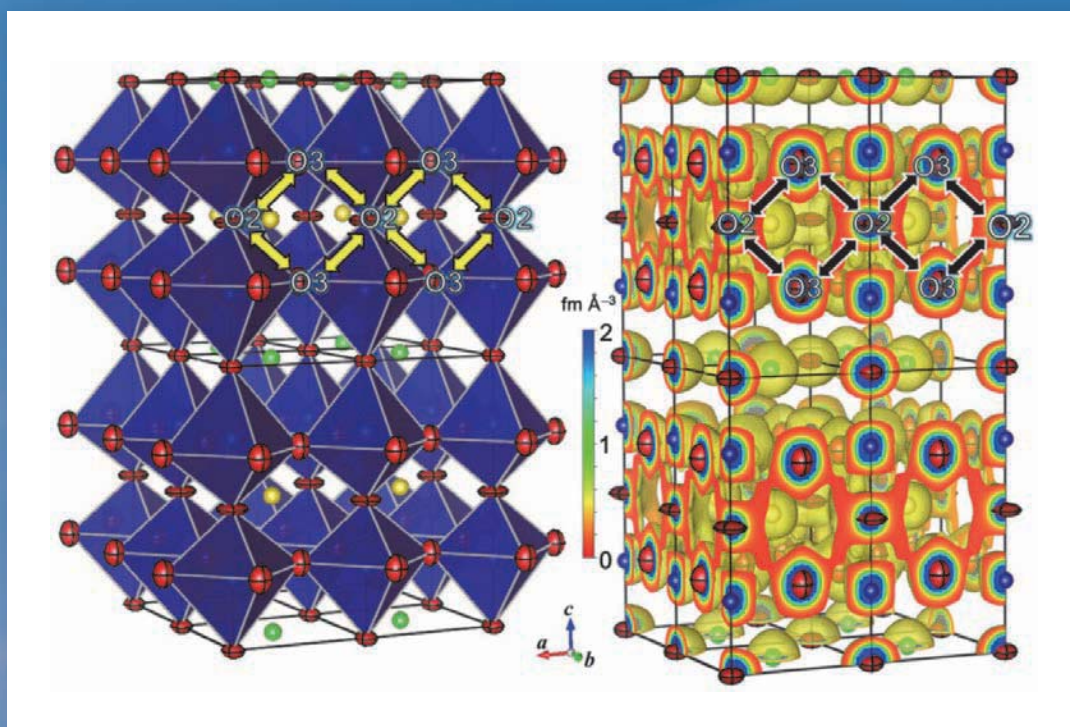
特集

燃料電池に関連する基礎研究 I

投稿論文 Pt電極を用いた酸性水溶液中におけるCO<sub>2</sub>還元挙動の電気化学測定

報告 FCDIC第1回ミニ勉強会報告

会員紹介 株式会社芝浦電子



010111101000

## 分散型エネルギー供給社会の実現

### Realization of the Distributed Energy Supply Society

JX 日鉱日石エネルギー株式会社  
常務執行役員 新エネルギーシステム事業本部副本部長  
燃料電池開発情報センター (FCDIC) 副代表  
山口 益弘

Masuhiko Yamaguchi  
Senior Vice President and Executive Director, Energy System Business Division  
JX Nippon Oil & Energy Corporation  
Vice Chairman, Fuel Cell Development Information Center (FCDIC)



2011年3月の東日本大震災と原発事故などをきっかけに、ここ数年、環境に配慮した安全なエネルギー、自然災害に強いエネルギーに対する関心は大きな高まりを見せている。原子力発電所の再稼働が不透明な状況にある中、次世代の新たなエネルギー社会像を考えていく必要があるが、従来のような大規模集中型の発電所で電気を作る発送電システムでは、今回のような自然災害による稼働停止がもたらした電力供給不足といったリスクが常に潜在化している。そのため、自然災害により社会インフラがダメージを受けてもエネルギー供給が途絶えないようにすることは重要な要素である。また、発電の際に発生する熱が利用されておらず、家庭やオフィスへ電気を送る際にも送電ロスが発生するなど、エネルギー効率も決して良いとは言えない。したがって、資源を効率よく、経済的かつ最大限に生かす「省エネ」も重要な課題である。さらに、地球温暖化対策の観点からは、クリーンでCO<sub>2</sub>を排出しない「再生可能エネルギー」の利用推進も重要な課題である。

このような課題を解決する1つの姿として、分散型エネルギー供給社会というものを考えてみようと思う。この新しい社会を実現していく上で重要な要素に、太陽光発電、燃料電池、蓄電池、EMS（エネルギーマネジメントシステム）、水素などが挙げられる。太陽光に代表される再生可能エネルギーは現在、大きな期待が寄せられているが、自然エネルギーであるがゆえに供給安定性の観点で大きな課題が残る。よって、これを補完する機能が必要であり、その代表格が燃料電池である。燃料電池は世界に先駆けて国内で商用化されており、日本は世界をリードする技術を有している。つまり、分散型エネルギー供給社会を実現していく上で、重要な役割を担っている存在であると考えられる。これまで燃料電池は、各メーカーが発電効率の向上やコストダウンの取り組みを進めているのは周知の事実である。今まであった機能について安全性や性能を維持した状態でいかにコストを削減するか、日々努力が続けられている。今後さらにコストダウンが進めば燃料電池への理解が広まり、今まで以上に普及拡大が進んでいくと思われる。

また、機能の有効活用や付加価値向上の取り組みも併せて行われている。燃料電池は、一般的には家庭の使用電力量に応じて発電量が変動する。このため家庭での電力使用量が少ない時間帯は、発電効率が低い状況になる。常に定格出力で運転できる状況が確立されれば発電効率も良く、燃料(都市ガス、LPガス等)の有効利用に繋がる。機能の有効活用という観点で、蓄電池との併用はその良い事例であり、負荷平準化により燃料電池は高負荷で運転し、一部蓄電池へ充電するという効率的な使い方ができる。また、太陽光発電とのダブル発電は、家庭内で使用する電気は燃料電池が発電した電気で賄い、昼間、太陽光で発電した電気は売電するといった経済性の向上に繋げることもできる。

付加価値向上という観点では、停電時も発電を続けて電気を供給することができる自立機能を有した燃料電池の商品化や設置スペースの小さな戸建て、集合住宅に設置可能とするための取り組みや実証研究等が行われている。

その一方で、分散型エネルギー社会の実現に向けてはエネルギーの融通など規制・制度面での取り組みも重要である。大きな地域の中において病院や自治体の重要拠点には、都市ガス配管や系統電線に加え、可搬性に優れたLPガス等でエネルギー供給を補完するなどエネルギーソースの多様化が必要である。これが、災害に強い街づくり、セーフティネットワークづくりに繋がる。しかしながら、大規模なエネルギーインフラ作りには一定の規制緩和、制度改革が必要であり、その取り組みは重要であると考えられる。

このように次世代の新たなエネルギー社会像は、燃料電池、太陽光発電、蓄電池等を組合せた自立分散型エネルギーシステムの普及やエネルギーソースの多様化を進めることでより具体化されると思われる。こういった取り組みを着実に実現していけば、地域社会に分散型エネルギーシステムが広がっていくに違いない。そして、我々はその分散型エネルギー供給社会の実現に貢献する動きを決して止めることなく継続していきたいと思う。

# 燃料電池 Vol.13 NO.2

## 目次

### 巻頭言 分散型エネルギー供給社会の実現

JX日鉱日石エネルギー株式会社  
常務執行役員 新エネルギーシステム事業本部副本部長  
燃料電池開発情報センター (FCDIC) 副代表 山口 益弘… 1

### 特集

### 燃料電池に関連する基礎研究 I

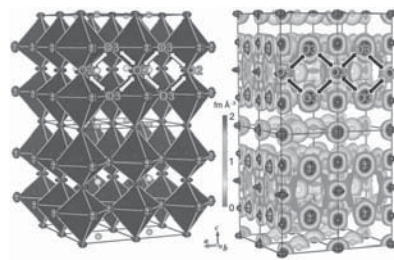
- 特集にあたって  
編集委員 (一般財団法人 電力中央研究所) 森 昌史… 6
- 層状ペロブスカイトの中温作動固体酸化燃料電池用カソード電極特性  
岡山大学大学院環境生命科学研究科、岡山大学環境管理センター 三宅 通博  
岡山大学大学院環境生命科学研究科 西本 俊介、亀島 欣一… 7
- これまでにない SOFC 電解質～アパタイト型酸化物  
兵庫県立大学大学院工学研究科 嶺重 温… 15
- Probing Active Surfaces in Solid Oxide Fuel Cells and Electrolysers by Low Energy Ion Scattering (LEIS)  
Department of Materials, Imperial College London  
International Institute for Carbon Neutral Energy Research (wpi-I 2CNER), Kyushu University  
John Kilner, Helena Tellez  
International Institute for Carbon Neutral Energy Research (wpi-I 2CNER), Kyushu University  
Tatsumi Ishihara, John Druce… 20
- ペロブスカイト型結晶構造をとる SOFC 材料の相転移  
日本大学文理学部物理生命システム科学科 橋本 拓也… 27
- SOFC 電解質および空気極材料のイオン・電子伝導率に及ぼす応力・ひずみの影響  
埼玉大学大学院理工学研究科 荒木 稚子、荒居 善雄  
IEK-2, ユーリッヒ研究所 ユーゲン マルツベンダー… 35
- ラマン散乱分光法を用いた作動状態の SOFC における応力状態の評価  
東北大学大学院工学研究科 井口 史匡… 41
- FIB-SEM 観察による SOFC 電極の劣化要因解析  
京都大学大学院工学研究科  
松井 敏明、室山 広樹、江口 浩一… 50
- SOFC 材料の結晶構造解析とイオン伝導機構  
東京工業大学大学院理工学研究科 教授 八島 正知… 58
- 第一原理計算を用いたパイロクロア酸化物中のイオン移動の理論解析  
(一財)電力中央研究所 材料科学研究所 構造材料領域  
中村 馨、森 昌史、大沼 敏治… 65
- SOFC 材料における熱平衡点欠陥形成挙動の第一原理計算  
(一財)ファインセラミックスセンター ナノ構造研究所 桑原 彰秀… 71
- 電極の材料・構造設計に向けたマルチスケール・マルチフィジックスアプローチ  
九州大学稲盛フロンティア研究センター、科学技術振興機構 CREST  
九州大学カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所 古山 通久  
九州大学稲盛フロンティア研究センター、科学技術振興機構 CREST 石元 孝佳  
科学技術振興機構 CREST、東京大学生産技術研究所  
原 祥太郎、梅野 宜崇、鹿園 直毅

## ●表紙「PrBaCo<sub>2</sub>O<sub>5+δ</sub>の結晶構造と核密度分布」

層状ペロブスカイト型コバルト酸化物 PrBaCo<sub>2</sub>O<sub>5+δ</sub>の結晶構造と核密度分布。

O2とO3を介しての酸素の拡散経路が矢印で示されている。

写真提供：東京工業大学 八島正知教授



科学技術振興機構 CREST、九州大学カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所

九州大学水素エネルギー国際研究センター 小倉 鉄平

科学技術振興機構 CREST、九州工業大学大学院情報工学研究院 河野 晴彦

科学技術振興機構 CREST、東京工業大学元素戦略研究センター 多田 朋史

九州大学稲盛フロンティア研究センター、科学技術振興機構 CREST

九州大学大学院工学研究院 松村 晶… 77

### ■ アノード排ガスリサイクル時の SOFC 性能評価技術

(独)産業技術総合研究所 エネルギー技術研究部門 田中 洋平… 83

### ■ 高温電解用セル開発とリバーシブル特性

(独)産業技術総合研究所 先進製造プロセス研究部門

山口十志明、鷺見 裕史、鈴木 俊男、藤代 芳伸… 88

## 投稿論文

### ■ Pt 電極を用いた酸性水溶液中における CO<sub>2</sub>還元挙動の電気化学測定

長岡技術科学大学大学院工学研究科 山下 慶倫、板屋 隼人、白仁田沙代子

長岡技術科学大学大学院工学研究科、JST ACT-C 梅田 実… 92

## コラム 燃料電池と私 No.10

(独)産業技術総合研究所 エネルギー技術研究部門 野崎 健… 101

## 研究室紹介

### ■ 九州大学・次世代燃料電池産学連携研究センターの紹介

九州大学・次世代燃料電池産学連携研究センター センター長・主幹教授 佐々木 一成… 103

## 会員紹介

● 株式会社芝浦電子 … 108

## 報告

### ● 第127回研究会報告—北九州水素タウン見学会

三浦工業(株) 新事業開発部 竹本 真典… 109

### ● 燃料電池開発情報センター第128回研究会報告

燃料電池開発情報センター (FCDIC) 和田 徹也… 112

### ● FCDIC 第1回ミニ勉強会報告

理研計器(株) 技術開発本部 研究部 石地 徹… 115

### ● FCDIC 第2回ミニ勉強会報告

(株) AGC 総研 元社員 鈴木 公二… 117

## 会告・情報

● 論文投稿規定・執筆要領 … 119

● 燃料電池関連国際会議情報 … 122

● 編集後記 … 編集委員 岸本 治夫、吉武 優… 126

## 燃料電池に関連する基礎研究 I Basic Researches for Fuel Cells I

### 特集にあたって

編集委員（一般財団法人 電力中央研究所）  
森 昌史

燃料電池は1965年にジェミニ宇宙船に搭載され、初めて実用化されたことがよく知られている。もう50年も前のことである。その後、オイルショックが引き金となり、日本では1976年に文部省（当時）の総合研究の中で燃料電池の基礎研究が進み、通産省（当時）の1981年のムーンライト計画の中で新発電技術として応用開発が取り組まれた経緯がある。大型化を志向していたこともあって、国が主導しPAFC、MCFC、SOFCそしてPEFCの開発研究が順次行われてきた。そして、2009年に発電時の熱を有効利用できるPEFCタイプ、2011年により高い発電効率をもつSOFCタイプのエネファームの販売が開始され、ついに国内で実用化を果たした。現在、補助金対策の効果・震災の影響もあり、累計販売数50,000台を超え、着実に普及が進んでいる。また、PEFCを搭載した燃料電池自動車の市場投入も目前となり、産官学が協力し新しい用途での実用化を目指しているところである。

このような状況の中、国の燃料電池に対する取り組みは、業務用の大型化・用途の多様化にシフトしている。加えて、研究の拠点化により燃料電池の喫緊の課題解決を効率良く行うことができる体制を構築しているところである。その一方で、燃料電池の本格普及・用途拡大のためには、更なる総合効率の向上、飛躍的な寿命の延伸およびコストダウン等の長期的課題も未だに残っている。これらの課題を解決していくには柔軟な発想や豊かな創造力が不可欠であり、国内外の大学・研究機関で多くの研究者が地道に活動を続けている。

本特集号では、SOFCの材料の原子状態を明らかにする第一原理計算から燃料電池システムのエネルギー解析まで幅広い基礎研究に焦点を当て、その活動を紹介する。今後燃料電池開発を下支えしていくであろう高い基礎力が着実に育っていることを感じていただければ嬉しい限りである。

2013年秋号（Vol. 13 No. 2） 特集主担当：森 昌史、岸本 治夫