



# 燃料電池

Vol.15  
No.2

Autumn 2015

秋号

The Journal of Fuel Cell Technology

- 巻頭言 国家プロジェクト・燃料電池の開発を傍らで見えてきて
- 特集** 再生可能エネルギーの活用促進に向けた取り組み
- 寄稿 日本の水素・燃料電池政策：日本経済成長への契機
- 投稿論文 Ti-Nb 酸化物系触媒の PEFC 用脱白金カソードへの適用
- 会員紹介 日揮ユニバーサル株式会社



# 国家プロジェクト・燃料電池の開発を傍らで見てきて My Impressions of National Fuel Cell Projects and Wishes for the Future

豊橋技術科学大学 名誉教授・客員教授  
恩田 和夫

Kazuo Onda  
Prof. Emeritus, Visiting Prof.  
Toyohashi University of Technology



私が最初に燃料電池の開発に携わったのは、1988年に電総研（現・産総研）にいた頃、組織替えてSOFCを担当したときです。当時私達はドルニエが高温水蒸気電解用に開発していた円筒横縞型セルを溶射法で燃料電池として作成し、発電特性を検証していました。その頃発足したばかりのNEDOと共に技術の普及にも務めました。FCDICのお手伝いもこの頃始めました。その後私は1995年に国立大学法人豊橋技術科学大学・電気電子工学系に移り、学生諸君とSOFCやPEFCの研究を続け、NEDOや企業の方々と仕事を共にする機会に恵まれました。この度FCDICの監事を引き受けることになり、皆様のご厚情に報いるべくお手伝いする所存です。以下に燃料電池の国家プロジェクトを傍らで垣間見て来た印象を少し述べさせていただきます。永年続いた大きなプロジェクトのほんの一部しか知りませんので、誤解や勝手な解釈が入ることをお許し下さい。

私が燃料電池に関わった頃はPAFCの開発が中心で、重電メーカーや電力会社がこぞって参画し、大型の高効率発電装置を目指していました。それまで（今も）化石燃料の持つ燃焼熱は大型の熱機関と発電機を通して、使い勝手の良い電力へ変換し供給されてきました。これらカルノー効率に律速される熱機関から脱し、燃料の酸化反応でギブズエネルギー変化が過電圧で多少減ろうが、より高い変換効率で電力に変換できると、当時、燃料電池は期待されていました。後に開発されたMCFCはその廃熱が燃料改質やガスタービンによる動力回収にも使え、PAFCより高い発電効率が期待されました。しかし、多大な開発努力にも拘わらず、PAFCやMCFCは現在市販されているものの、熱機関程普及しませんでした。特にガスタービンは動作温度を上げ、ガスタービン・汽力複合発電として発電効率を着実に上げ、数十万kWの単機容量で起動停止にも優れるLNGコンバインドサイクルは現在大切な電源構成の一つとなっています。産業革命をもたらしたジェームズ・ワットらによる熱機関は、現在に至るまで長い間社会の要請に答え、その技術は発達してきました。燃料電池はまだまだ開発の歴史が浅いのでしょうか。今後の進展が期待されます。

PAFCやMCFCの後、発電容量を下げてPEFCやSOFCが家庭用コージェネとして開発され、エネファームとして市場投入に成功しました。熱機関は容量を大きくすると出力は体積に比例し、損失は面積に比例しますので、変換効率が上がると言われています。燃料電池の出力はセル面積に比例しますので、このスケールメリットはありませんが、小型でも高い発電効率が得られます。また燃料電池発電に伴う廃熱をコージェネ用熱源としても利用でき、高い総合エネルギー利用効率を実現しています。家庭

---

---

---

用 SOFC コージェネでは燃料改質に廃熱が使えることもあり、45%（LHV 基準）を超える高い発電効率が実現しました。エネファームの経済性や性能を更に向上させ、世界も含め更に普及することが望まれます。SOFC はガスタービン複合発電時の業務用電源としても開発が続けられています。

日本は化石燃料などのエネルギー源を殆ど海外から輸入しています。エネルギー価格は世界の需給関係で決まりますので、日本ではエネルギー源の多様化は引き続き大切です。東日本大震災で原子力発電の運転がままならない日本は、やっと世界の同意が得られそうな COP 21 に対応して CO<sub>2</sub> 排出を減らしたエネルギー源の選択が求められています。再生可能エネルギーがもっと利用できれば有難いのですが、経済的にも量的にも頼もしい電源となるにはまだ時間がかかりそうです。市販され始めた FCV は高圧水素を燃料とし、起動時間の短い PEFC を動力源とし、現行ガソリン車並みの運転性能や走行距離を達成することに成功しました。ゆくゆくは再生可能エネルギーによる水素を活用し、地球温暖化を防止できる輸送手段として期待されます。

最近の NEDO の研究開発を見ていると、経産省が燃料電池の基礎研究をここまでやるかと言う感をしばしば抱きます。解析計測技術は日々進歩しますので、やはり現象を決めている過程は正しく捉え、適切に対策を打った燃料電池を開発し、熱機関と勝負するのは当然かと思えます。

# 燃料電池 Vol.15 No.2

## 目次

### 巻頭言

#### 国家プロジェクト・燃料電池の開発を傍らで見てきて

豊橋技術科学大学 名誉教授・客員教授 恩田 和夫… 2

### 特集

#### 再生可能エネルギーの活用促進に向けた取り組み

##### ■ 特集にあたって

編集委員 ((一財) 電力中央研究所) 森 昌史… 8

##### ■ 再生可能エネルギー由来の水素を活用する東芝の取り組み

(株)東芝 次世代エネルギー事業開発プロジェクトチーム 中島 良、渡邊 久夫  
東芝燃料電池システム(株) 技術部 小川 雅弘… 9

##### ■ 横浜市におけるエネルギーアクションプラン策定と水素の取り組み

横浜市 温暖化対策統括本部 調整課 企画担当課長 澤木 勉  
横浜市 温暖化対策統括本部 調整課 担当係長 大屋 正信… 15

##### ■ 再生可能エネルギー大量導入のための水素エネルギーシステム

(国研)産業技術総合研究所 再生可能エネルギー研究センター エネルギーネットワークチーム  
遠藤 成輝、前田 哲彦… 19

##### ■ 地熱エネルギーの開発と利用

九州大学 工学研究院 地球資源システム工学部門 糸井 龍一… 25

##### ■ バイオガスの電気化学的改質プロセスを利用した水素製造と二酸化炭素の削減

鹿児島大学 大学院理工学研究科 平田 好洋、鮫島宗一郎、下之藪太郎… 29

##### ■ 再生可能エネルギー活用を目指した Power to Gas の取り組み動向

みずほ情報総研(株) サイエンスソリューション部 仮屋 夏樹、山本 晃平、米田 雅一… 34

##### ■ 再生可能エネルギーの大量導入を見据えた SOFC 瞬時負荷応答性の評価

(一財)電力中央研究所 エネルギー技術研究所 森田 寛、吉葉 史彦  
(一財)電力中央研究所 材料科学研究所 安本 憲司… 40

##### ■ デジタルグリッド™ による再生可能エネルギー中心社会の構築と電圧制御セルグリッドの実現プロセス

東京大学 大学院技術経営戦略学専攻 特任教授 阿部 力也… 45

### 寄稿

#### ■ 日本の水素・燃料電池政策：日本経済成長への契機

Kyushu University doctoral candidate at the Department of Urban and Environmental Engineering, School of Engineering, and US author and researcher on global energy issues Noriko Behling  
Tohoku University, former Program Manager at the US Department of Energy, Chairman of the Fuel Cell Seminar & Exposition, and Program Manager of AECOM Mark C. Williams  
Kyushu University, Professor of Technology and Policy, author of several books, and editor of Environmental Economic and Policy Studies Shunsuke Managi… 51

### 技術情報

#### ■ 微生物燃料電池を用いた廃水からのリン除去および回収

岐阜大学 大学院工学研究科 本山亜友里  
岐阜大学 流域圏科学研究センター 廣岡佳弥子、市橋 修… 61

## ●表紙「川崎マリエンに設置された H<sub>2</sub>One™」

水素地産地消モデルのひとつのBCPモデルとして開発され2015年4月に川崎市臨海部の公園に設置された「H<sub>2</sub>One™」

写真提供：株式会社東芝



## コラム 燃料電池と私 No.18

山梨大学 燃料電池ナノ材料研究センター 客員教授 丹下 昭二… 66

## 報告

### ● 燃料電池開発情報センター第136回研究会報告

大多喜ガス(株) 技術部 島村 誠… 69

### ● FCDIC第11回ミニ勉強会報告

(株)村田製作所 技術・事業開発本部 植田 喜樹… 71

### ● 第7回国際燃料電池ワークショップ参加報告

(一社)燃料電池開発情報センター (FCDIC) FCDIC事務局… 73

### ● 第116回触媒討論会参加報告

(一社)燃料電池開発情報センター (FCDIC) FCDIC事務局… 76

## 投稿論文

### ■ Ti-Nb 酸化物系触媒のPEFC用脱白金カソードへの適用

横浜国立大学 グリーン水素研究センター 田村 柚子、河野 雄次  
松澤 幸一、太田健一郎  
横浜国立大学 グリーン水素研究センター/先端科学高等研究院 光島 重徳  
横浜国立大学 先端科学高等研究院 石原 顕光  
弘前大学 大学院理工学研究科 千坂 光陽… 79

## 研究室紹介

### ■ 国立大学法人横浜国立大学「グリーン水素研究センター」の紹介

横浜国立大学 工学研究院グリーン水素研究センター/先端科学高等研究院 (IAS) 教授 光島 重徳  
横浜国立大学 先端科学高等研究院 (IAS) /工学研究院グリーン水素研究センター IAS教授 石原 顕光… 87

## 会員紹介

● 日揮ユニバーサル株式会社 … 91

## 会告・情報

- FCDIC 企画委員会 情報交換会開催のご案内… 92
- センター通信 … 93
- 燃料電池関連国際会議情報… 94
- 論文投稿規定・執筆要領… 97
- 編集後記 編集委員 田中 和久… 100

## 再生可能エネルギーの活用促進に向けた取り組み Actions for Promotion of Renewable Energies Utilization

### 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

法律で「使用者の利益の保護」が謳われ、電気事業者には電力供給義務、ガス事業者にはガス供給義務が生じ、日本全国いたるところに電気・ガスが供給されてきました。現在、余程の事情がない限り、エネルギーで不自由を感じておられる方はいないと思います。その一方で、世界的なエネルギー使用量増加に伴う化石燃料枯渇の資源問題、CO<sub>2</sub>排出量増加が引き起こす地球温暖化の環境問題などが毎日のように報じられ、近い将来、現在の生活が維持できなくなるのでは、と不安に駆られている方も多いのではないのでしょうか。

このような状況下で、「再生可能エネルギー」が注目を集めています。ご存知のように、再生可能エネルギーとは、太陽光発電、風力発電、バイオガスなどをエネルギー源として、持続的に利用可能と認められるエネルギーのことです。日本では2000年頃から再生可能エネルギーの導入量は増加し、例えば、太陽光発電では1240万kW、風力発電では270.7万kWとなっています（2013年度累積導入量）。今後、これらの発電装置は益々増加すると考えられますので、日本のエネルギー問題が一気に解決に向かうと良いのですが、そう簡単ではありません。雨や曇りで太陽光発電が使えない場合や、無風時で風力発電が使えない場合を考えると、代替りの予備電源やバッテリーが不可欠となります。また、太陽光発電や風力発電は時々刻々と変化するため、それに合わせて瞬時に負荷対応をする調整電源が必要となるなど問題が山積しており、これらの問題を誰かが解決していかなければなりません。

本特集では、再生可能エネルギーを効率良くかつ最大限活用していくため、再生可能エネルギーを一旦水素に変換・貯蔵する技術、高い負荷追従性が期待できる燃料電池を調整電源として利用する技術、またバイオガスを利用した地域性の高い水素製造とCO<sub>2</sub>削減方法や地熱エネルギーの開発・利用など、多方面からの取り組みの一部を紹介します。これらの技術が順調に開発されれば、2050年には全発電量の65%が再生可能エネルギーで賄われるという国際エネルギー機関の予測も現実味を帯びてきます。今回、初めて「再生可能エネルギー」というキーワードを取り上げましたが、その技術の確立に関しては長期に亘る取り組みが不可欠であり、今後とも随時ご紹介できればと考えております。

2015年秋号（Vol.15 No.2） 特集主担当：森 昌史、田中 和久