



燃料電池

Vol.17
No.1

Summer 2017

夏号

The Journal of Fuel Cell Technology

巻頭言 燃料電池に水素社会の牽引を期待する

特集 移動体で活用される燃料電池

寄稿 固体酸化物形燃料電池 (SOFC) 関連技術の動向
—平成 28 年度特許出願技術動向調査—

投稿論文 共電解を利用した SOEC 型メタン混合ガス製造システム
及び製造ガスの都市ガスパイプラインへの供給検討



燃料電池に水素社会の牽引を期待する

Expecting Fuel Cells to Lead the Way to Hydrogen Society

一般社団法人 水素エネルギー協会 (HESS) 会長
西宮 伸幸
Nobuyuki Nishimiya
President of Hydrogen Energy Systems Society (HESS)



現代俳人の池田澄子の代表作の一つに、「まさか蛙になるとは尻尾なくなるとは」というものがある。筆者は、「まさか手足がはえるとは蛙になるとは」と記憶違いをしていたのだが、だからこそ、作句上の教訓を得ることができた。蛙を早く示さないと、この句が何を詠んでいるのか読者にはわからない。記憶違いの句では最後のほうまで蛙が出てこないから、読者を困惑させる。水素社会も、早く蛙を見せる必要があり、燃料電池はその蛙の役割を担っているのだ、と思い至った。この句の良いところは、突然出てくる蛙を通して自己肯定感が得られるところであり、わが身に起こるまさかの激変を乗り越えてしっかりと蛙になっていくオタマジャクシを思い浮かべると、こちらも元気になれる。水素社会も燃料電池も、これからどうなっていくのか、わくわくして研究開発すればよい、はじめに水素ありき、くらいで研究開発していけばよい、と思えてくる。

振り返ってみると、水素吸蔵合金がまさかニッケル水素電池になるとは、思ってもみなかった。1974年に始まったサンシャイン計画の中では、水素吸蔵合金は、内燃式自動車の燃料タンクか、ピークシェイピング（またはロードレベリング）のための水素貯蔵システムか、とにかく大規模に使われるものと位置づけられていた。いずれもブルックヘブン国立研究所でのデモンストレーションの先例が当時既にあり、ピークシェイピングでは、余剰電力で電解製造された水素6.4kgがFeTi合金に貯蔵され、12.5kWのりん酸形燃料電池で電気に戻されていた。

その後のエネファームも、欧州の多くの研究者がまさかと思う商品であるらしい。欧州の学会では、エネファームの話が出ると、なぜそれで消費者が喜ぶのか、と不思議がられる。そういう質問がフロアから出てくることもある。まさか、個々の家庭が地球温暖化対策に貢献するとは、というのが素直な感想であるらしい。

そういえば、5月末の「燃料電池シンポジウム」のパネル討論で、燃料電池自動車に関して、「ユーザー置いてけぼり論」が登場したことが記憶に新しい。司会のNHK解説委員の方が、作り手や行政の論理ではなく、ユーザー目線で見たら燃料電池自動車のどこがいいのか、と挑発的にパネラーに問いかけた。言い換えると、環境意識の高いユーザーが地球温暖化対策コストを負担すればいいのか、という話になる。

エコカー専用レーンを整備してインセンティブを与える、といったパネリストの案も面白かったが、「事故を起こさない車両」に仕上げユーザーメリットを付与する、という自動車メーカーの案が優れ

ていると感じた。モーター駆動の自動車はエンジン駆動の自動車よりも電氣的レスポンスが100倍速いという。危険を察知してそれに対応するまでの時間が1/100になる。人工知能 AI と組み合わせれば「事故を起こさない車両」が実現できそうである。

しかし、これとて、バッテリー電気自動車と燃料電池自動車との競合は残される。棲み分けと言ってしまふ前に、同一の一次エネルギー源からスタートした well to wheel の比較で、どういうシナリオだったら燃料電池自動車が優位なのかを定量的に開示していく必要があるのではないだろうか。ウツカリしていると、走行中に充電するタイプの電気自動車とそのための専用レーンのほうが先に普及してしまうかもしれない。

姿を見せた蛙の優秀さを世の中が認めるよう、今後の研究開発の更なる進展に期待したいところだが、ちょっとした懸念材料がある。文献検索エンジンの「SCOPUS」で世界全体の燃料電池に関する論文数を「fuel cell」という検索語で5月中旬に調べたところ、上位10機関・大学のうち6つを中国が占め、1～4位は中国科学院 Chinese Academy of Sciences、中国教育部 Ministry of Education China、ハルビン工業大学 Harbin Institute of Technology、清華大学 Tsinghua University となっていた。総論文数64,359件のうち、中国科学院が2,248件（占有率3.49%）、中国教育部が1,148件などとなっている。日本からは産業技術総合研究所が唯一9位に入っており、論文数は639件である。中国科学院の2,248件の年次展開を見ると、2013年に200件を超え、現在まで毎年200件台が維持されている。世界の総数に対する占有率で示すと、2013年に初めて4%を超えて4.36%となり、その後2016年まで、5.07%、4.47%、4.41%と推移している。これに対して、産業技術総合研究所の2008年以降の年次展開は、2012年まで58、47、43、41、29件と下がり続け、2013年には33件とやや持ち直したものの、その後現在に至るまで年間200件台が続いている。研究開発には属人的な部分があるため、人事異動を考慮に入れて再点検する必要があるが、良い傾向とは言えそうもない。

件数が多ければそれでいいというものではないとしても、減少傾向が続いていることを気に留める必要がある。中国科学院の2,248件のうち、大半は化学 Chemistry に分類されるもので、1,474件を占める。中にはアニオン交換膜などというキーワードが見られ、新しいもののように感じられる。また、32件は医学 Medicine に関するものだと分類されており、好奇心がくすぐられる。件数が多い分、新分野への展開も早いのだろうと想像される。

世の中に根付いてきた燃料電池が水素社会を牽引することは間違いないと思えるが、後続の備えをしっかりと行わなければ先行きが危うい。先導研究もバックアップ研究も充実してほしい。ところで、筆者は水素貯蔵材料が専門であり、燃料電池については詳しくない。単に件数で概観した懸念が杞憂であれば幸いである。

燃料電池 Vol.17 No.1

目次

巻頭言

燃料電池に水素社会の牽引を期待する

(一社)水素エネルギー協会 (HESS) 会長 西宮 伸幸… 2

特集

移動体で活用される燃料電池

■ 特集にあたって

編集委員(千葉大学 大学院工学研究院) 星 永宏… 8

■ 総論—移動体で活用される燃料電池—

(一社)燃料電池開発情報センター (FCDIC) 和田 徹也… 9

■ 航空宇宙分野での燃料電池利用の取り組みについて

宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所 宇宙機応用工学研究系、
総合研究大学院大学 物理科学科 宇宙科学専攻(兼務) 曾根 理嗣… 13

■ 再生可能エネルギーを利用した五島市における燃料電池船等への水素利活用—

戸田建設(株) エネルギーユニット 佐藤 郁… 19

■ 燃料電池鉄道車両の開発とリスクアセスメント

(公財)鉄道総合技術研究所 車両制御技術研究部 米山 崇、小川 賢一
長谷川 均、山本 貴光… 26

■ フォークリフト用燃料電池システムの現況と今後の取り組みについて

(株)豊田自動織機 技術・開発本部 開発第二部 昆沙賀 徹… 31

寄稿

■ 固体酸化物形燃料電池 (SOFC) 関連技術の動向

—平成 28 年度特許出願技術動向調査—

特許庁 審査第三部 金属電気化学 太田 一平… 35

技術情報

■ プロトン伝導性ナノファイバーを用いた電解質膜の燃料電池特性

首都大学東京 大学院都市環境科学研究科 分子応用化学域 川上 浩良… 42

■ SOFC の電力系統における高効率予備力運用の可能性

(一財)電力中央研究所 エネルギー技術研究所 吉葉 史彦、山本 融
吉川 将洋、森田 寛、麦倉 良啓… 47

■ 固体高分子形燃料電池の構造・輸送特性に関する大規模分子シミュレーション—

東北大学 流体科学研究所 量子ナノ流動システム研究分野 徳増 崇… 53

コラム

燃料電池と私 No.25

元電力中央研究所 堀内 長之… 63

●表紙「アルストムの燃料電池車両の外観」

写真提供：公益財団法人 鉄道総合技術研究所



報告

● FCDIC 第15回ミニ勉強会報告

(一社)日本ガス協会 エネルギーシステム部 佐々木 威… 65

● 燃料電池開発情報センター 第143回研究会報告

リード エグジビション ジャパン(株) 第一事業本部 横尾 涼介… 67

● ドイツNRW.INVESTセミナー報告： 次世代モビリティー日独自動車産業の挑戦

(一社)燃料電池開発情報センター (FCDIC) 和田 徹也… 70

● 人とくるまのテクノロジー展2017横浜参加報告

(一社)燃料電池開発情報センター (FCDIC) 和田 徹也… 73

● 創立30周年記念第24回燃料電池シンポジウム報告

(一社)燃料電池開発情報センター (FCDIC) 和田 徹也… 75

● 2017防災産業展 in Tokyo 参加報告

(一社)燃料電池開発情報センター (FCDIC) 和田 徹也… 80

投稿論文

■ 共電解を利用した SOEC 型メタン混合ガス製造システム及び 製造ガスの都市ガスパイプラインへの供給検討

横浜国立大学 大学院工学府 前田 厚史、渡邊憲太郎
横浜国立大学 大学院工学研究院 システムの創生部門 荒木 拓人
電力中央研究所 材料科学研究所 森 昌史… 81

研究室紹介

■ 筑波大学エネルギー変換研究室

筑波大学 システム情報系 エネルギー変換研究室 博士前期課程 三井 雅史
筑波大学 システム情報系 エネルギー変換研究室 准教授 安芸 裕久
筑波大学 システム情報系 エネルギー変換研究室 教授 石田 政義… 90

会告・情報

- センター通信 … 94
- 燃料電池関連国際会議情報 … 96
- 論文投稿規定・執筆要領 … 98
- 編集後記 編集委員 吉田 英樹… 101

移動体で活用される燃料電池 Fuel Cell Powered Vehicles

特集にあたって

編集委員 (千葉大学 大学院工学研究院)
星 永宏

水素を燃料とする燃料電池は、水しか排出せず、振動・騒音も少ない究極のクリーンエネルギーシステムである。また、燃料電池への水素の充填は数分で済み、蓄電池と比べてエネルギー再充填に要する時間的なメリットも大きい。

燃料電池で駆動する移動体としては、トヨタ自動車(株)のMIRAI、本田技研工業(株)のCLARITYといった燃料電池自動車がよく知られており、燃料電池誌では2014年春号で「いよいよ市販された燃料電池車」として特集を組んだ。本号の特集ではそれ以外の移動体用の燃料電池の開発を採り上げる。

フォークリフトは屋内で使用されることが多いため、その動力として二酸化炭素・有毒な窒素酸化物・一酸化炭素が発生する内燃機関を使えない。水しか排出しない燃料電池で駆動されるモーターが最適な動力となる。

JR 鉄道網の4割に達する非電化区間を走る鉄道車両は、ディーゼルエンジンを搭載した気動車で運行されているが、ディーゼルエンジンの大きな振動・騒音・排気ガスが環境面の課題となる。振動と騒音の少ない燃料電池にはディーゼルエンジンの代替としてのポテンシャルがある。燃料の充填が短時間で済むことも、営業運転の面で大きな利点になる。

化石燃料を大量に消費する船舶の動力に燃料電池を使用すれば、温室効果ガスの削減に大きく貢献できることになる。エネルギーと物質の循環システムを構築する必要がある宇宙航空分野でも、酸素と水素で電力を供給し、水しか排出しない燃料電池の活躍の場となる。

以上の観点から、今号の特集ではフォークリフト・鉄道車両・船舶・航空宇宙用の燃料電池に関する記事を集めた。更には、カート、二輪車、バス等の燃料電池の概論も掲載する。海外の事例、広く業界についても紹介されており、読み応えのある特集となっている。

筆者はNEDOから助成を受けて自動車用の高効率で耐久性の高い先進低白金触媒の研究を行っているが、この特集により更に研究を加速させる必要性和水素ステーションの拡大の重要性を改めて認識した。

2017年夏号 (Vol.17 No.1) 特集主担当：星 永宏、吉田 英樹