一般社団法人燃料電池開発情報センター
Fuel Cell Development Information Center

燃料電池　19巻1号
令和元年　7月30日発行
令和元年　7月25日印刷　ISSN 1346-6623

燃料電池

Vol.19 No.1
Summer 2019
夏号

The Journal of Fuel Cell Technology

巻頭言　地球温暖化対策の決め手となる燃料電池

特集　再生可能エネルギーと燃料電池・水素

寄稿　South Africa Fuel Cells and Hydrogen Technologies

受賞記念　70MPa 差圧式高圧水電解システムの開発
低加湿作動を志向した表面修飾ナノファイバー複合電解質膜の開発

投稿論文　火力発電所排ガスを利用した共電解形 SOEC システムの効率解析

巻頭言　Foreword

地球温暖化対策の決め手となる燃料電池

Fuel Cell, Key Technology against Global Warming

一般社団法人 燃料電池開発情報センター（FCDIC）　代表
太田　健一郎
Kenichiro Ota
Chairman, Fuel Cell Development Information Center（FCDIC）

燃料電池では、アノード、カソード、電解質という電気化学システムが基本構成である。アノードでは脱電子反応である酸化反応が起こり、カソードでは受電子反応である還元反応が進む。アノードとカソードの間に介在する電解質はイオン伝導体であり、理想的には電子は通さない。アノードで生成した電子は外部回路を通り、カソードで消費される。外部から電気エネルギーを供給して、電気化学反応を強制的に起こすものが電解プロセスであり、水電解で水素を作る産業はエジソンが電球を発明する前から工業的に実施されている。電解とは逆に自発的に起こる反応を利用して電気エネルギーを得るのが電池であり、燃料電池はその一つである。電池の始まりは1800年頃のボルタ電池になる。但し、この頃は電解質の概念がなく、ボルタの論文には電解質は布に浸ませた硫酸水溶液が現在の電子伝導体である銅線の役目を示す絵が描かれている。当時、電気は異なる金属の接触により発生すると考えられていたからである。燃料電池の始まりは1839年のスイスのションバイン、あるいはイギリスのグローブ卿と言われている。厳密にはイギリスのPhilosophical Magazineの1839年1月号にションバインの論文が、同年2月号にグローブ卿の論文があるのでほぼ同時期に実証されたと言える。ここではボルタと違い白金電極と硫酸水溶液電解質が用いられている。但し、電流計がなく、グローブ卿の論文では電極に手を触れることにより電流が流れることを確認したとある。これは硫酸水溶液形燃料電池の始まりといえる。プランテの鉛蓄電池の発明が1859年、ルクランシェのマンガン乾電池の発明が1878年なので、燃料電池の発明はそれより前のことになる。

このあとアルカリ形、溶融塩形燃料電池が生み出されてくることになる。我が国では1935年の田丸、落合の論文が最初であろう。これは溶融炭酸塩を電解質として用い、木炭と空気で電気が生ずることを実証したもので、現在の溶融炭酸塩形燃料電池が我が国最初の燃料電池研究であったことになる。その後、1970年代の石油ショックに対応すべく我が国で始まったサンシャイン計画、WE-NET計画ではリン酸形、溶融炭酸塩形、固体酸化物形を中心に開発が進められた。ここではかなりの成果が得られたものの、本格的な実用化へは進むことが出来なかった。

このように燃料電池は乾電池、蓄電池と同じような歴史があるのに宇宙用、あるいは軍事用の特殊な用途を除いて民生用には用いられてこなかった。しかし、1980年代半ばの米国ダウケミカル社によるダウ膜の発表により、燃料電池技術が民生用に飛躍的に進むことになる。このダウ膜はフッ素系の固体高分子膜で従来のデュポン社のナフィオンより数倍以上の電流密度が得られるもので、当時の燃料電池で問題になっていた出力密度を解決出来ると期待された。特に自動車用に期待が膨らみ、世界中の主な自動車メーカーが自動車用燃料電池の開発競争に走ることになる。我が国における燃料電池自動車並びに家庭用のエネファームの普及は、世界に燃料電池技術の見直しを突きつけている。燃料電池は熱機関と異なり、化学反応を直接電気エネルギーに変換するので、カルノー効率に支配されることがなく、低温でも高い効率が期待出来る。

燃料電池は電解質として自動車、エネファームに使われている固体高分子形、固体酸化物形だけでなく、アルカリ形、リン酸形がある。燃料としては水素のほか、メタノールが実用化している。今後の展望で考えると電解質にしろ燃料にしろもっと広い可能性がある。燃料電池は原理的に最も燃料を高い効率で、有害廃棄物も出さずに電気に変換出来るシステムであり、これからの地球温暖化対策の決め手となるはずである。

この燃料電池誌では2001年の創刊にあたり、当時考えられていた燃料電池の基礎を何回かに分けて解説した。来号からは、その後の大きな展開と更なる発展を見据え、原理的な立場での解説を数年程度の期間で本誌を通じて情報提供する予定である。燃料電池開発に携わっておられる方だけでなく、興味のある方々、初学者にもお役に立つことを願っている。

燃料電池　Vol.19 No.1

目　次

巻頭言　地球温暖化対策の決め手となる燃料電池

（一社）燃料電池開発情報センター（FCDIC）　代表　太田健一郎…　1

特集　再生可能エネルギーと燃料電池・水素

■ 特集にあたって

編集委員（（一社）燃料電池開発情報センター）　吉武　優…　6

■ 水素に向かう日本文明

（NPO）日本水フォーラム　代表理事　竹村公太郎…　7

■ 室蘭市における水素エネルギーの利活用について

室蘭市　経済部　産業振興課　大久保嘉人…　14

■ 京浜臨海部での低炭素水素活用実証プロジェクト

神奈川県産業労働局産業部エネルギー課　冷泉　昌浩…　21

受賞記念　■ 70MPa 差圧式高圧水電解システムの開発

㈱本田技術研究所　ライフクリエーションセンター　中沢　孝治、北見　康夫

㈱本田技術研究所　先進技術研究所　針生　栄次、岩城　亮平…　24

■ 低加湿作動を志向した表面修飾ナノファイバー複合電解質膜の開発

首都大学東京　都市環境学部　環境応用化学科　田中　学

首都大学東京　水素エネルギー社会構築推進研究センター　川上　浩良…　29

寄稿　■ South Africa Fuel Cells and Hydrogen Technologies

Program Manager, HySA Infrastructure Faculty of Engineering, North-West University

Gerhard Human, PhD. Eng. Dr. Eng…　34

■ Elcogen – Next Generation Solid Oxide Cell and Stack Technology

Elcogen Oy, Niittyvillankuja 4, 01510 Vantaa, Finland

M. Noponen, P. Torri, J. Göös, J. Puranen

Elcogen AS, Valukoja 23, 11415 Tallinn, Estonia

S. Pylypko, H. Kaar, S. M. Roostar, E. Õunpuu

NICPB, Akadeemia tee 23, 12618 Tallinn, Estonia　J.Subbi…　43

コラム　燃料電池と私 No.29

（NPO）産業クラスター研究会　副理事長　阿部　昭彦…　51

●表紙「FCV からの給電デモ」

イベント時における FCV からの給電デモンストレーション

写真提供：室蘭市

報告

● **第26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）　FCDIC 事務局…　54

● **第26回燃料電池シンポジウム　パネル討論**
50年後の燃料電池－シニアと若手に聞く50年前と50年後の燃料電池－

モデレーター：東京工業大学　難波江裕太
シニア：(一社) 燃料電池開発情報センター（FCDIC）　太田健一郎、小関　和雄、吉武　優
若手：首都大学東京　田中　学
長岡技術科学大学　白仁田沙代子
東北大学　馬渕　拓哉…　58

● **FCDIC第151回研究会報告**

㈱エア・リキード・ラボラトリーズ　種田　憲人、石井　千明…　66

● **ドローンソリューション＆技術展2019報告**

(一社)燃料電池開発情報センター（FCDIC）　和田　徹也…　70

● **第27回寺子屋式燃料電池講習会報告**

㈱テクノバ　エネルギー・水素グループ　五十嵐麻美…　72

投稿論文

■ **火力発電所排ガスを利用した共電解形SOECシステムの効率解析**

横浜国立大学　工学部　北川　裕也
横浜国立大学　大学院工学府（現 富士電機㈱）　水澤　竜也
横浜国立大学　大学院工学府　前田　厚史
横浜国立大学　大学院工学研究院　荒木　拓人
電力中央研究所　材料科学研究所　森　昌史…　74

会員紹介

● **上海博氢新能源科技有限公司**…　84

会告・情報

● **センター通信**…　85
● **燃料電池関連国際会議情報**…　86
● **論文投稿規定・執筆要領**…　88
● **編集後記**　編集委員　石原　顕光…　91

再生可能エネルギーと燃料電池・水素
Renewable Energy Based Fuel Cell & Hydrogen

特集にあたって

編集委員（一般社団法人 燃料電池開発情報センター）
吉武　　優

1973年の石油ショックの後、当時の通産省官僚だった故堺屋太一氏は「サンシャイン計画」と呼ばれる技術開発プロジェクトを立ち上げた。通産省工業技術院の超大型プロジェクトであった。対象となったのは太陽光発電、太陽熱利用、風力発電、潮汐や温度差などの海洋エネルギー利用、地熱エネルギー利用等の今で言う再生可能エネルギー開発である。私は偶々、その中の水素製造、イオン交換膜法水電解の開発に従事した。既に、米国デュポン社のNafion® 膜を用いる方法が当時の大阪工業技術研究所で進められていたが、純国産技術を育てたいということから、当時の食塩電解用に独自のフッ素系膜を開発していた会社に声が掛かり、その開発担当者ということで、大学でのんびりと電析時の共析する水素の役割の研究をしていた私も企業人となった。その時点の水素は石油代替エネルギーのイメージであったから、石油危機が一段落すると、水素エネルギーブームは萎んでいった。特に水電解は高純度の水素が簡単に得られるが、酸素発生極の過電圧が高い上に高価な電力を原料とする。通常のエネルギーとしては過剰スペックであり、大きな需要は無く、その後日本における水電解の研究は下火となっていった。

地球環境問題の中で、京都議定書では先進国の責任が問われたが、パリ協定後、今や、全世界的に、二酸化炭素を排出するエネルギーの排出は極力抑え、太陽由来の再生可能エネルギー（Renewable Energy：RE）を目指す時代となった。地域によってはREは余剰であり、捨てるよりは、水電解による水素貯蔵、そして燃料電池で電力に戻すというスキームが想定されており、水電解の研究に再び火が付いた。水素は電気と同様に二次エネルギーとしての役割を担うことになる。

今回の特集では、国土交通省官僚として活躍された日本水フォーラムの竹村氏には地勢歴史学的論考を、室蘭市の大久保氏には水素吸蔵合金を用いる水素エネルギーシステムの紹介、神奈川県の冷泉氏には京浜臨海部での低炭素水素活用実証プロジェクトの紹介をして頂いた。今後のRE・水素エネルギーを考えている方々の参考になれば幸である。

2019年夏号（Vol. 19 No 1）特集主担当：吉武　　優、石原　顕光