



燃料電池

Vol.16
No.4

Spring 2017

春号

The Journal of Fuel Cell Technology

巻頭言 22世紀の水素社会に期待する

特集 水電解が水素社会を支える

寄稿 大阪府における水素・燃料電池分野の取り組み
未来の社会を彩る再生可能エネルギー技術の挑戦

研究室紹介 産業技術総合研究所省エネルギー研究部門燃料電池材料グループ



22 世紀の水素社会に期待する

Transition Towards Hydrogen Society by the Next Century

九州大学 副学長
佐々木 一成

Kazunari Sasaki
Senior Vice President, Kyushu University



22 世紀はどのような社会になっているのであろうか。産業革命を実現した発明である熱機関の効率を考えるために生まれた熱力学は、自然界で自発的に起こる変化がエントロピーつまり乱雑さが増大し、分散化の方向に進むことを教えてくれる。タバコを吸うと、その煙の粒子は時間とともに部屋中に拡散する。一部の選ばれた人だけが持っていた知識や情報は、紙や書籍、教育を介して拡散し、インターネット上で広く共有されるようになった。高価なコンピュータはパソコンを経て、誰もが持つスマホになった。権力も、専制君主制や封建制から多くの国で民主制に移行し、その過程で個人の多様な権利が確立されてきた。このように分散化があらゆるところで進み、他方、数は増えていく。エネルギーシステムも多様なニーズに対応するために分散化するのであれば、高効率発電が可能な分散電源の雄である燃料電池は、大いに期待できるはずである。あらゆる人々がより快適な生活を追求するならば、人類が使うエネルギーは自ずと増大し続ける。地球上での持続可能性を考えると、やはり炭素循環から水素循環への移行を可能にする水素エネルギーに期待せざるを得ない。

しかし、世の中には、熱力学では説明できないことも多い。炭素の一形態であるダイヤモンドは、グラファイトより熱力学的には不安定である。ダイヤモンドがグラファイトに変化する速度は無視できるほど遅いので、ダイヤモンドは何年経っても（幸い）ダイヤモンドのままである。しかし、加熱するとススに変わり、それが空気中ならば燃えて CO_2 になるはずである。つまり、熱力学的な方向性は変えられないが、速度論的な制約に対しては、優れた触媒を使ったり、外的刺激を工夫したりすれば、その変化のスピードを速くすることは十分可能である。

「水素社会」への移行は、方向性としては正しいはずである。課題はそれをいかに速く（早く）実現できるかにあり、産官学を含めたあらゆる関係者の英知を結集することが重要である。革新的な技術創出や、低コスト化・量産技術確立、学術体系の構築、技術開発を牽引する人材の育成、販売価格低減に沿った補助金制度、本格普及を加速させる政策はもちろん、 CO_2 削減メリットの貨幣化（炭素税や排出権取引等）や法制度の更なる充実（規制見直し、国際規格の調和、水素エネルギー推進法）等も効果的かもしれない*。本学も、昨年 10 月に総長を機構長とする「エネルギー研究教育機構」を創設し、今世紀後半そして 22 世紀の始まりのエネルギーの姿について、大学を挙げて考え始めている。今世紀後半の日本は、これまでの快適な生活を皆が続けながら、地球環境への負荷を最小化し、エネルギー輸入代金（国富の流失）を大幅に減らし、最先端のエネルギー技術を基盤とした製品やメリットを世界に輸出して、稼ぎ続ける国であってほしい。22 世紀には、そのような「水素社会」が当たり前になっていることを期待したい。

燃料電池の実用化・商用化で、我が国の産業界が世界を先導していることは素晴らしい。燃料電池は、水素から電気への高効率なエネルギー変換を可能にする。ただ、電気と違って貯めやすい水素の特長を最大限に生かし、再生可能エネルギーを含めた電力を水素に変換して貯めるためには、電気から水素への高効率変換を可能にする水電解の技術も水素社会に欠かせない。これまで、水電解で水素を大量に作るニーズはあまりなかったが、再生可能エネルギーの本格導入に向けて不可欠な技術であり、技術的にも伸びしろは大きい。我が国は、産官学が一体となった取り組みで、エネファームや燃料電池自動車の実用化につなげた貴重な経験を有している。燃料電池と並んで水素社会を支える両輪のもう一つとなる水電解への取り組みも、産官学で加速されることが強く望まれる。

* K. Sasaki ほか（編著）、*Hydrogen Energy Engineering : A Japanese Perspective*, Springer (2016)

燃料電池 Vol.16 No.4

目次

巻頭言 22世紀の水素社会に期待する

九州大学 副学長 佐々木一成… 1

FCDIC 創立 30 周年記念

- 創立 30 周年記念講演会及び祝賀会報告
(一社) 燃料電池開発情報センター (FCDIC) … 6
- 特別功績賞授賞式の挨拶
(一社) 燃料電池開発情報センター (FCDIC) 初代表 三井 恒夫… 9

特集 水電解が水素社会を支える

- 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… 10
- 水電解概論
横浜国立大学 大学院工学研究院 グリーン水素研究センター 松澤 幸一… 11
- 量産型スマート水素ステーションの開発
(株)本田技術研究所 R&D センター X 吉田 哲也… 17
- 高効率固体高分子型水素製造システムによる Power to Gas 技術開発
東レ(株) 先端材料研究所 足立 眞哉、出原 大輔… 21
- アルカリ水電解による再生可能エネルギーからの
水素製造システムの開発
旭化成(株) クリーンエネルギープロジェクト エネルギーシステム開発部 臼井 健敏… 26
- 創立 30 周年記念 第 24 回燃料電池シンポジウム開催のお知らせ … 32
- 第 24 回燃料電池シンポジウムプログラム … 33
- スポンサーシップ Fuel Cell Seminar、MicrotracBEL Corp.、
(株)島津製作所、(株)KRI … 36

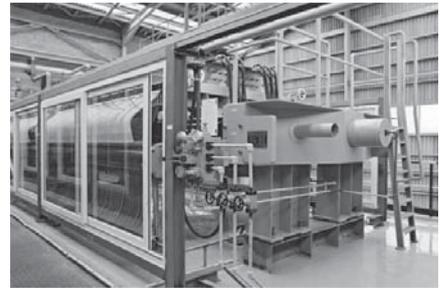
寄稿

- 大阪府における水素・燃料電池分野の取り組み
大阪府 商工労働部 成長産業振興室 新エネルギー産業課 小谷 充慶… 40
- 水素のライフサイクル温室効果ガス排出量評価及び
CO₂フリー水素の定義に関する考察
みずほ情報総研(株) 環境エネルギー第2部 大山 祥平
トヨタ自動車(株) 先進技術カンパニー 先進技術統括部 小島 康一… 44
- 未来の社会を彩る再生可能エネルギー技術の挑戦
東京大学 大学院総合文化研究科 広域科学専攻広域システム科学系 瀬川 浩司… 50
- Fuel Cell and Hydrogen Development Status Overview
– Europe and the USA
4th Energy Wave, Edinburgh, Scotland Dr. Kerry-Ann Adamson… 54

●表紙「イオン交換膜法食塩電解システム」

自社技術でイオン交換膜と食塩電解システムの両方を世界で唯一提供している

写真提供：旭化成株式会社



寄稿

■ 核変換による高レベル放射性廃棄物の大幅な低減・資源化とエネルギー問題への応用

科学技術振興機構 革新的研究開発推進プログラム (ImPACT) 藤田 玲子… 58

技術情報

■ RITE・無機膜研究センターにおける水素分離膜の開発

(公財)地球環境産業技術研究機構 無機膜研究センター
副センター長, 主席研究員 西田 亮一

(公財)地球環境産業技術研究機構 無機膜研究センター
センター長, 主席研究員 中尾 真一… 63

■ IoT社会を実現するエネルギーハーベスティング技術の最新動向

(株)NTT データ経営研究所 社会・環境戦略コンサルティングユニット 竹内 敬治… 71

コラム

燃料電池と私 No.24

元三洋電機(株) 中央研究所、元大阪科学技術センター調査役研究員 井出 正裕… 77

報告

● 第5回FC国際交流会報告

(国研)新エネルギー・産業技術総合開発機構 門脇 正天… 80

● 第13回国際水素・燃料電池展報告

(一社)燃料電池開発情報センター (FCDIC) 和田 徹也… 84

● 水素・燃料電池関連製品等開発促進セミナー報告

(一社)燃料電池開発情報センター (FCDIC) 松田 道世… 86

● 駐日英国大使館セミナー報告

(一社)燃料電池開発情報センター (FCDIC) 和田 徹也… 87

研究室紹介

■ (国研)産業技術総合研究所 省エネルギー研究部門 燃料電池材料グループ

産総研 省エネルギー研究部門 燃料電池材料グループ グループ長 山地 克彦

産総研 省エネルギー研究部門 燃料電池材料グループ 主任研究員

岸本 治夫、Katherine Develos-Bagarinao

産総研 省エネルギー研究部門 燃料電池材料グループ 研究員 石山 智大

産総研 省エネルギー研究部門 総括研究主幹 堀田 照久… 89

会告・情報

● センター通信 … 95

● 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 棟方 裕一… 101

水電解が水素社会を支える

Water Electrolysis Promotes the Hydrogen Society

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

資源エネルギー庁は2014年の6月に水素・燃料電池戦略ロードマップを公表し、同年7月にはNEDOが水素エネルギー白書をまとめた。その中で水素は将来のエネルギー体系の柱の一つに加えられた。電力に占める再生可能エネルギーのシェアが伸びている。CO₂フリーの水素を得る方法として、再生可能エネルギー由来の余剰電力を用いて水電解により水素に変換する方法が最も重要な技術と考えられている。その実用化には水電解の高効率化・低コスト化が重要な課題であるが、求められる水素の価格は、用途や競合技術によって大きく異なるうえ、余剰電力の特定も重要であり、多方面からの検討が必要である。

さて、水電解の国家プロジェクトは今回が最初では無く、1974年に当時の通産省工業技術院が発足させたサンシャイン計画でも再生可能エネルギーの一環として、水素製造に関して高圧高温水電解、イオン交換膜水電解や固体電解質水電解などの開発が行われた。イオン交換膜タイプは元々は宇宙船用燃料電池向けに開発されたパーフルオロスルホン酸（PFSA：Perfluorosulfonic Acid）膜が水電解に応用され、SPE（Solid Polymer Electrolyte）水電解と呼ばれていた。その技術の発展を狙ったもので、過電圧の大きな酸素極の開発が一つのポイントであった。一般のアルカリ水電解が0.2 A/cm²であるのに対して、イオン交換膜法では1 A/cm²を越える電流密度での電解が可能であった。電極触媒を直接膜に接合する技術は実用化され、小型電解槽が販売されている。私事で恐縮であるが、小職は工技院から直受けのプロジェクトとして、カルボン酸タイプのパーフルオロ膜を用いるアルカリ型固体高分子水電解の開発に1981年から携わる機会を得た。膜抵抗はPFSAに比べると若干大きくなるものの、電流効率が高くなるのが特徴であったが、当時、高純度水素の市場性が見込めないとスケールアッププロジェクトへの展開は残念ながら辞退した。その後、サンシャイン計画は世界の政治経済事情に翻弄されながら、ニューサンシャイン計画に引き継がれたが、日本では水電解開発は話題にならなくなっていた。

今回の特集では、時を経て、技術革新の進みつつあるステージにおける、水電解概論、アルカリ水電解、固体高分子を用いるタイプ、固体電解質を用いるタイプなどについて現状と将来展望をご寄稿頂いた。海外の動向も気になるところであり、別の機会をお待ち頂ければ幸いである。

なお、燃料電池の呼称については、JISで「形」を用いることが記されているが水電解では特に規定が見当たらないので原稿の標記のままとしたこととお断りしておく。

2017年春号（Vol.16 No.4） 特集主担当：吉武 優、棟方 裕一