



燃料電池

Vol.23

No.2

Autumn 2023

秋号

The Journal of Fuel Cell Technology

巻頭言 燃料電池から水素社会へ

特集 若手研究者が考える燃料電池の未来

寄稿 PowerCell Group Fuel Cell and Applications



燃料電池から水素社会へ

Developing From Fuel Cells to a Hydrogen Society

東京ガス(株) 執行役員
グリーントランスフォーメーションカンパニー
水素・カーボンマネジメント技術戦略部長
矢加部久孝

Hisataka Yakabe

Executive officer, Director of Hydrogen & Carbonmanagement Department,
Green Transformation Company, TOKYO GAS Co., Ltd.



日本の水素関連技術開発、水素社会への取り組みの歴史は古く、1974年からのサンシャイン計画、1978年からのムーンライト計画、そして、1993年からのニューサンシャイン計画と、世界をリードするような大型プロジェクトが何度も遂行されてきた。ニューサンシャイン計画の中の目玉がWE-NETプログラムであり、再エネ→水電解→水素→輸送→利用、を実証する壮大な内容であったが、2002年に終了している。

何度となく繰り返された、生まれては消える水素のムーブメントであるが、今回ばかりは世界の潮流となっており、本物の予感がある。今回の世界的な水素の潮流のきっかけは、2015年のCOP21（パリ会議）及びパリ協定である。歴史上はじめて、すべての国が参加する公平な合意がなされたものであり、世界共通の長期目標として、地球温暖化を産業革命以降の2℃以内（望むらくは1.5℃以内）に抑えるという目標が設定された。パリ協定をきっかけに世界の多くの国がカーボンニュートラルに舵を切ったわけであるが、その実現のためには水素は重要な役割を果たすであろうことは言を俟たない。

日本の水素に対するアクションは他国に先んじており、2017年には世界で初めて水素基本戦略が策定された。そして今年6月には新たな水素基本戦略も発表され、2040年に向けた目標も公表された¹⁾。WE-NET以降も、NEDOを通じての水素社会の早期実現に向けた取り組みは粛々と続いており、固体高分子形・固体酸化物形燃料電池の技術開発、水素利用技術開発、水素利用等先導研究開発等が推進されてきた。遑って、これまで日本は世界の燃料電池の研究開発、実用化、普及拡大をずっとリードしてきた。家庭用燃料電池エネファームは世界に先駆けて2009年に実用化され、また、2014年には、トヨタ自動車が世界で初めてFCV「MIRAI」を発売した。燃料電池は、化石燃料を最大限に利用する究極のシステムとして期待され、日本が技術開発を牽引してきたのである。

ところが、最近になり、雲行きが怪しくなってきた。一気に脱炭素化のうねりが起き、欧州では2023年に「グリーンディール産業計画」が発表され、脱炭素化で遅れていた米国でも2022年「インフレ抑制法」が成立し、一気に巻き返しを図っている。また、これまで優位を保っていた燃料電池についても、化石燃料をエネルギー源としていることで、その価値が低下してきている。これまで、多大なる年月と労力を費やし、産官学挙げて開発してきた燃料電池であるが、その燃料源である化石燃料自体からの脱却が叫ばれている。まだ、本格的な普及に至らぬ中、これまでの開発が最終的に徒労に終わり、商品がスタンディッド化するリスクが生じている。水素は化石燃料から作るものではなく、再生可能

エネルギーから作るもの、と言う概念と電化傾向が増してきた。

しかし、技術は無駄にはならない。技術は形を変えて甦る。これまで、日本が世界の先陣を切って培ってきた燃料電池関連技術は、水電解関連の技術開発に活かされる。水電解は基本的に燃料電池反応の逆反応であり、部材を細かく見ると電極やセパレータ材料などの違いはあるが、燃料電池の知識と技術が水電解にも活用できる。PEM 形燃料電池は PEM 形の水電解として、また、SOFC は SOEC として、グリーン水素を支える技術として転用される。

また、水素社会実現に欠かせないのが水素キャリア (Hydrogen derivative) であるが、水素キャリアの合成技術にも電気化学的な手法が有効であり、効率的な合成方法として新たな研究開発もスタートしている²⁾。そしてもう一つ、水素キャリアの一つである e-methane は都市ガスとの親和性が高く、これまでの都市ガスインフラ、ガス機器をそのまま活用して脱炭素化が実現できる利点がある³⁾。低炭素社会に向けて燃料電池が高効率機器のエースとして導入され、水素社会においては e-methane の活用により脱炭素機器として生まれ変わる。

水素社会はエネルギー多様社会であり、様々なエネルギーソースを組み合わせ、レジリエンスの高い高効率な社会システムを作り上げることが肝要であり、そこにまた、日本の技術が活躍することを期待している。

参考文献

- 1) 経済産業省ホームページ：https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/shoene_shinene/suiso_seisaku/pdf/20230606_2.pdf.
- 2) NEDO ホームページ：CO₂等を用いた燃料製造技術開発、<https://green-innovation.nedo.go.jp/project/development-fuel-manufacturing-technology-co2/>
- 3) Nature Journal：<https://www.nature.com/articles/d42473-022-00166-2>

燃料電池 Vol.23 No.2

目次

巻頭言

燃料電池から水素社会へ

東京ガス(株) 執行役員 グリーントランスフォーメーションカンパニー
水素・カーボンマネジメント技術戦略部長 矢加部久孝… 1

特集

若手研究者が考える燃料電池の未来

- 特集にあたって
鹿児島大学大学院 理工学研究科 田巻 孝敬… 8
- 光学薄膜から SOFC へ：未来の水素化社会に向けた材料研究
東北大学 大学院工学研究科 知能デバイス材料学専攻 石井 暁大… 9
- 固体高分子形燃料電池炭素電極の高耐久化に向けて：
炭素エッジサイトの精密分析とその化学修飾
群馬大学大学院理工学府 元素科学国際教育研究センター 石井 孝文… 13
- 電気化学デバイスの未来と夢
群馬大学 大学院理工学府 化学システム工学プログラム 石飛 宏和… 19
- 燃料電池技術の用途展開を目指して
(国研) 産業技術総合研究所 エネルギー環境領域 省エネルギー研究部門
エネルギー変換技術グループ 石山 智大… 23
- 酸化グラフェンを用いた室温で駆動する水素分離膜の開発
熊本大学 大学院先端科学研究部 猪股 雄介、木田 徹也… 27
- 原子精度にて制御された白金ナノクラスターを用いた高活性な
酸素還元反応触媒の創製
東京理科大学 理学部第一部 応用化学科 川脇 徳久、根岸 雄一… 31
- プロセスシステム工学的観点から燃料電池の研究開発に挑む
東京農工大学 工学研究院 化学物理工学専攻 金 尚弘
京都大学 工学研究科 化学工学専攻/トヨタ自動車(株) 水素ファクトリー 水素基盤開発部 長谷川茂樹… 36
- 自己最適化する水電解電極
横浜国立大学大学院 工学研究院機能の創生部門 黒田 義之… 41
- 燃料電池カソード用触媒としての炭素材料の高活性化と湾曲網面選択的
構築手法の開拓
群馬大学大学院 理工学府 小林里江子… 45
- 燃料電池の高耐久化に向けた触媒開発
石福金属興業(株) ナノ材事業部 開発グループ 桜田 雄、青木 直也… 49
- 水素製造用電極触媒－鉄系複合酸化物の結晶構造に基づく触媒設計論の提案
東京工業大学 科学技術創成研究院 化学生命科学研究科 菅原 勇貴… 53
- スラリー・多孔体・輸送現象論から考える燃料電池研究のこれから
大阪大学大学院 工学研究科 機械工学専攻 鈴木 崇弘… 57
- 固体高分子形燃料電池のカソード触媒に向けた極薄 Pt ナノシート触媒の開発
琉球大学 理学部海洋自然科学科化学系 滝本 大裕… 62
- 電気二重層を活性化させる水素発生 / 酸化反応触媒
千葉大学 工学部 共生応用化学科 田中駿乃介… 67
- 将来展望：燃料電池電極触媒の効率的な探索
信州大学 繊維学部 都倉 勇貴… 72
- 燃料電池研究の将来とキャリア形成について
(国研) 物質・材料研究機構 マテリアル基盤センター 富中 悟史… 75
- 金属電極を用いた PEFC カソード用金属 / カーボンコアシェル触媒の
ダイレクト合成技術の開発
名古屋大学 未来社会創造機構マテリアルイノベーション研究所 パク ジェヒョク… 80
- 直接型グリセリン燃料電池用アノード触媒の開発
大阪公立大学大学院工学研究科 D3 濱田 拓哉… 84

●表紙「メガワット級燃料電池の工業的利用」

燃料電池船への適用事例

(写真提供：PowerCell Group)



- **プロトン伝導性セラミックス燃料電池 (PCFC) の界面を考慮した電解質設計指針：格子ひずみ抑制による高速プロトン伝導特性の維持** _____
九州大学 カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所 エネルギーシステムデザイン研究センター 兵頭 潤次
九州大学 エネルギー研究教育機構 山崎 仁丈… 87
- **燃料電池の導入によるバイオマス廃棄物の資源化と循環型社会の構築～地方創生を目指して～** _____
島根大学 材料エネルギー学部 藤崎 貴也… 93
- **固体高分子形燃料電池の IV シミュレーション** _____
日清紡ホールディングス(株) 新規事業開発本部 開発室 真家 卓也… 98
- **次世代型燃料電池用の電解質膜の開発を通じて想い描く燃料電池開発の未来** _____
日本学術振興会特別研究員 PD 豊橋技術科学大学 松田研究室 前川啓一郎… 103
- **奈良高専におけるエネルギー分野で活躍する未来人材の育成と燃料電池触媒研究** _____
奈良工業高等専門学校 物質化学工学科 松本 充央、岡田 拓也、山田 裕久… 108
- **燃料電池の枠を超えた異分野融合による新たな視点の発見と創造** _____
東北大学 学際科学フロンティア研究所・流体科学研究所 (クロスアポイントメント) 馬淵 拓哉… 111
- **燃料電池の多様性とこれから** _____
東京大学大学院 新領域創成科学研究科 環境システム学専攻 博士後期課程/
東京工業大学 環境・社会理工学院 融合理工学系 特別研究学生/
日本学術振興会特別研究員 (DC2) 山手 駿… 115
- **燃料電池における炭素材料の構造解析と構造可視化** _____
千葉大学大学院 理学研究院 渡邊 拓実… 118
- **Status and Prospect of Solid Oxide Fuel Cells in Indonesia** _____
Graduate School Environmental Studies, Tohoku University / Research Center for Advanced
Material, National Research and Innovation Agency (BRIN) Riyan Achmad Budiman… 121

寄稿

- **PowerCell Group Fuel Cell and Applications** _____
PowerCell Group, PowerCell Sweden AB Andreas Bodén, Karl Samuelsson… 125

コラム

- **燃料電池と私 No.45** _____
三重大学 名誉教授 山本 治… 130

報告

- **第 168 回研究会報告ーパナソニック燃料電池工場見学** _____
(一財) 日本自動車研究所 環境研究部 清水 貴弘… 133
- **第 169 回研究会報告** _____
フォルシア・ジャパン(株) クリーンモビリティ ゼロエミッション プロダクトライン マネージャー 浜田香留樹… 136

研究室紹介

- **エネルギー・環境問題の解決に資する革新的電気化学デバイスの開発ー大阪大学 産業科学研究所 山田研究室ー** _____
大阪大学 産業科学研究所 近藤 靖幸、片山 祐、山田 裕貴… 139

会告・情報

- **センター通信** _____… 145
- **論文投稿規定・執筆要領** _____… 148
- **編集後記** _____ 編集委員 吉田 英樹… 151