

次世代燃料電池の開発に向けた材料・技術の最新動向

神鋼リサーチ（株）橋之口 道宏

2019年5月23日～24日の2日間にかけて、第26回燃料電池シンポジウムがタワーホール船堀で開催された。燃料電池シンポジウムはFCDIC（一般社団法人燃料電池開発情報センター）が主催するシンポジウムであり、例年5月に開催されている。会期2日間で約70件の研究発表があり、FC（燃料電池）関連の展示会も併設開催されている。2019年の講演区分は以下の通りであり（表1）、66件の講演（口頭・ポスター発表）が行われた。PEFC開発に関する発表（25件）がもっとも多い。また、大学、官公庁の発表が多く（51件）、企業の発表は15件であった。

PEFCおよびSOFC開発に関する講演では、NEDO（国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構）の統括するプロジェクト「固体高分子形燃料電池利用高度化技術開発事業」および「固体酸化物形燃料電池等実用化推進技術開発」の成果が発表されており、2025年以降の次世代燃料電池の開発へ向けた材量・技術の研究が紹介されていた。以下に内容を示す。

表1 講演の区分とその件数

区分	件数
定置型燃料電池	5
移動体用燃料電池	4
SOFC(固体酸化物形燃料電池)開発	8
PEFC(固体高分子形燃料電池)開発	25
水素エネルギー関連	8
メタノール製造	3
海外の燃料電池利用の動向	4
その他・基調講演・特別講演	9
合計	66

・ PEFCの材料・技術の動向

モビリティ用PEFCの開発目標に「2025年までに本格普及期に向けたコスト大幅削減」が掲げられている。主要な要素技術のコスト低減目標（燃料電池システム約2万円/kW→0.5万円/kW）に対して、「カソード触媒の高性能・高耐久化、低白金化」、「電解質の高温・低加湿耐性」、「セパレータ・GDL（ガス拡散層）の低コスト化」が進められている。

同志社大学は従来のカーボン担持Pt触媒よりも**活性**（2.4倍）¹・**耐久性**（6.3倍）²の高いカーボン担持Pd@Ptコアシェル触媒を開発している。触媒合成技術を石福金属工業に移転し、現在サンプルワークを行っている。千葉大学、産業技術総合研究所はカソードでのORR(酸素還元反応)を阻害する触媒表面への水吸着を抑制する疎水性有機分子を見いだししている。また、九州大学は、カーボンファイバーに担持した酸化物SnO₂@Ptコアシェル触媒を開発している。ORR活性は従来のカーボン担持Pt触媒と同程度であるが、高温運転時の耐久性が高いことから、今後の研究の進展が期待される。

AGCは高温・低加湿（120℃、30%RH）の条件で動作する電解質材料を開発している。また、首都大学東京は、フィチンで修飾したナノファイバーとNafionを複合した電解質（Phy-PBINF/Nafion）を作製し、低加湿時のイオン伝導性を向上させている。東北大学では、PEFC内部のプロトン伝導を分子シミュレーションにより再現し、電解質中の水分子の分布とプロトン拡散の因果関係を明らかにした。今後、高性能電解質開発の指針になると期待される。

¹ 全金属触媒重量に対する活性、Pt重量に対する活性は5.3倍。

² FCCJ（燃料電池実用化推進協議会）が推奨するADT（加速耐久性試験）による結果。

長岡技術科学大学は、窒素熱処理したフェライト系ステンレス鋼 PEFC 用セパレータの評価を行っている。熱窒化させることによりセパレータ表面に CrN を析出させ、カーボンセパレータと同等の耐腐食性を持たせることに成功している。九州大学は、担体と GDL を一体化させたカーボンフリーMEA の開発を行っているが、まだ基礎研究の段階である。

・ SOFC の材料・技術の動向

エネファームに代表される定置用 SOFC システムの本格普及に向けて、低コスト化と高耐久化の両立が必要である。また普及拡大に向けては、より高い発電効率³とモノジェネレーションシステムの実現に向けた技術開発が必要である。

国内のスタック開発を行う 7 企業⁴と、産業技術総合研究所、東北大学、東京大学、京都大学、九州大学が一環となって、家庭用システム等のセルスタック耐久性評価技術を高度化、セルスタックの開発サイクルを短縮・効率化より、本格普及レベルの低コスト・高耐久性の両立するための研究を進めている。短時間の耐久性テストにおいて、劣化要因を明らかにする技術を開発し、次世代器へのフィードバックが行われている。

低温動作の観点から、PCFC(プロトン導電性セラミック燃料電池)の研究が国内外で活発に進められている。PCFC は、その動作原理より SOFC よりエネルギー変換効率⁵が高くなる。既に、実用サイズのセル作製方法が確立されており、今後の進展が期待される。

今回の聴講で、次世代燃料電池の開発における材料・技術の動向について情報を得ることができた。特に、PEFC の研究では、次世代の性能要求を満足する優れた材料がいくつか紹介されていた。今後の進展を期待し、注視していきたい。

以上

³ 発電効率 65 % LHV を最終目標に掲げている。

⁴ MHPS(三菱日立パワーシステムズ)、京セラ、日本ガイシ、村田製作所、日本特殊陶業、デンソー、TOTO の 7 社である。

⁵ PCFC では空気極側で水が生成するため、燃料極側で燃料(水素)が希薄ならず燃料利用率が高くなる。