

定置用燃料電池の多用途展開が示す普及への道筋

三井物産戦略研究所
技術第一室
松本綾子

燃料電池は外部からの水素がなければ普及しないのか？

水素社会の幕開けといわれた 2015 年、世界に先駆けてトヨタから発売された量産型燃料電池自動車 (FCV) “MIRAI” が耳目を集め「水素と酸素で発電する燃料電池」は広く認知されるようになった。しかし同時に「燃料電池は水素で動くのだから、パイプライン等による外部からの水素の直接供給がない場所では普及しないのではないか？」と思われてしまうことも多い。

燃料電池は純水素を調達できる場所ではしか使用できないというのは誤解である。例えば、定置用燃料電池を利用した家庭用電熱供給システム、エネファーム¹は改質器を燃料電池に付設しているため都市ガスや LPG 燃料を使用できる。改質とは天然ガス等の化石燃料と水蒸気を高温で触媒反応させて水素を製造するプロセスで、水素と同時に CO₂ も生成するが、火力発電と比較した場合、全体での CO₂ 排出は抑えられる。

重量等の制約がある車載用と異なり、定置用燃料電池はシステム構成の自由度が高く、「水素供給インフラがない場所でも普及する」高効率な分散型電源・電熱供給システムとして使用することが可能だ。最近では燃料電池の優位性を発揮できる環境や条件で経済性も含めて採用されるケースが少しずつ増えており、発電以外の機能も研究されている。本稿では、定置用燃料電池のそのような用途開発の現況を考察し、将来の普及可能性を展望したい。

グローバル市場に羽ばたく通信基地局電源

最初に注目したい用途は携帯電話などの通信基地局電源である。現在国内では基地局の多くが緊急時のバックアップ電源として鉛バッテリーを採用しているが、バッテリーは電力供給時間に比例して大容量化する。よって日単位のバックアップには推奨されず、軽量で高効率な発電機である低温型燃料電池が代替電源として有望視されている。

低温型の固体高分子形燃料電池 (PEFC) (図表 1) は高出力密度でコンパクト、メンテナンス負荷も小さいという利点を持つ。起動が速いこともバックアップ用途に好まれる。燃料には取り扱いが容易なことから液体メタノールを使う²。

また、途上国では無電化地域や電力不安定地域における基地局においてもディーゼル発電機の代替として燃料電池が導入され始めている。

インドでは基地局の 70% 以上が 1 日 8 時間以上停電するといわれ、頻繁にディーゼル発電機が稼働する。環境負荷を懸念する同国通信省は通信各社に対して基地局電源にクリーンエネルギーを一定割合導入することを義務付けており、燃料電池導入のモチベーション

として働いている。英国の燃料電池メーカー Intelligent Energy 社はインドの大手ネットワークサービスプロバイダー GTL 社と基地局のエネルギー管理契約を締結し、既設ディーゼル電源を燃料電池に置き換えていく計画が進行中である。

インド以外にも中国、南アフリカ等では既に基地局における燃料電池システムの実証が始まっている。世界中で急速に成長する基地局市場だが、2020 年までには約 40 万基以上がグリーンエネルギーを導入するのではないかと見方もあり、燃料電池が伸びると予測される分野の一つである。

米国でチャンスとニーズを捉えた自家発電システム

米国では、安価な天然ガスと安定した電力供給需要を背景に定置用燃料電池の初期市場が立ち上がっており、高効率な高温型の固体酸化物形 (SOFC)、熔融炭酸塩形 (MCFC) (図表 1) を採用した数百 kW ~ 数十 MW 規模の発電プラントが数多く建設されている。

シェールガス増産により米国の天然ガスは低価格で推移しており、MCFC の米メーカー FuelCell Energy 社は、連邦政府および州からの助成³を加味した場合の MCFC 発電コストを 9-10 セント / kWh (補助金なしでは 14-15 セント / kWh) と試算 (米国エネルギー省、The Business Case for Fuel Cells 2014)、国内業務用電力価格 (10-11 セント / kWh) に対して競争力を持つレベルといえる。

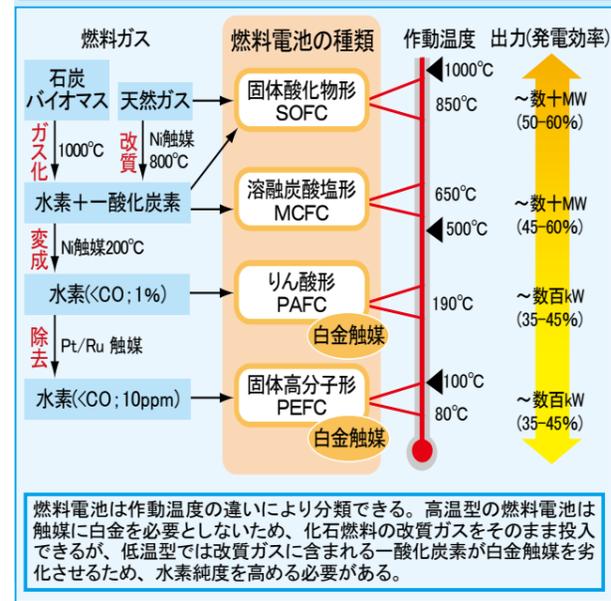
2000 年代以降ハリケーンが多発し、天然ガスパイプラインの堅牢性が認識されたことも影響する。ミッションクリティカルな重要施設、およびデータセンターにおいて系統電力に代替する自家発電機として天然ガス燃料の定置用燃料電池が導入されるようになった。

SOFC、MCFC は高温で作動することから起動・停止に時間がかかるため、緊急時のみのバックアップ用途では十分に強みが発揮できない。しかし、通常時の電力も全て自家発電によって供給することで、系統電力からの受電設備と非常時の UPS⁴ 機器、ディーゼル発電機などが不要になり設備投資を削減することができる。天然ガス供給の安定性と経済的なメリットが見込まれたことで、国家安全保障局 (NSA) や Bank of America、Apple、AT&T、Verizon、Microsoft、Google 等の政府機関や大手企業が助成制度を利用し定置用燃料電池の自家発電システムを実証、自社環境で優位性を確認した多くの企業は自費で追加導入を決定している。

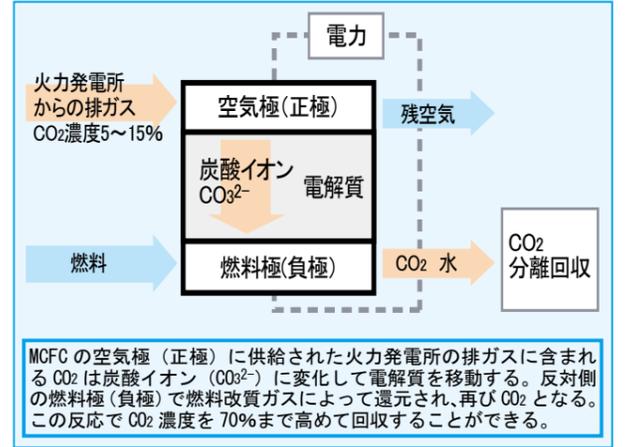
CO₂ 分離回収技術への応用

さらに特筆すべき定置用燃料電池の開発動向としては、発電以外の燃料電池活用法が挙げられる。まず MCFC を利用した CO₂ 分離回収を取り上げたい。

図表 1. 燃料電池の作動温度と利用可能な燃料



図表 2. MCFC を用いた火力発電所からの CO₂ 分離回収のコンセプト



ギーステーションを提案している。同社は 250kW-SOFC とマイクロガスタービンを組み合わせた複合発電システムを 2017 年に市場投入する予定であり、マルチステーションはこの SOFC を応用したシステムとして製品化される見込みだ。

米国では、FuelCell Energy 社がバイオガス燃料を投入して水素と電力、熱を同時に取り出すトリジェネレーションシステムを実証している。バイオガスを利用していることから同システムにより製造された水素燃料は CO₂ フリーと見なされ、カリフォルニア州の自動車燃料規制においてはクレジット対象としても認められている。同社はさらに水素製造に特化した装置も手掛けている。MCFC 装置に電力負荷をかけると、通常発電時とは逆に炭酸イオンが移動することから水素製造量が増加する。この手法では既存の水電解に⁶よる水素製造と比較して消費電力を 30 ~ 40% 減らせる可能性があり、今後の開発動向を注視したい技術である。

定置用燃料電池の普及に向けて

定置用燃料電池が基地局電源や自家発電として市場を形成しつつあるのは、燃料市場や社会ニーズといった外部環境を認識し、燃料電池が競争力を持つ場所や運用条件を的確に見極めた結果といえる。さらに CO₂ の分離回収やクリーン水素の調達といった新たな社会ニーズに応えるアプリケーションも新規市場開拓の呼び水となるだろう。エネルギー市場を俯瞰する視点を持ちながら燃料電池の適材適所を見いだすために創意工夫する、双方向からのアプローチを兼ね備えた取り組みは定置用燃料電池普及に向けた道筋となるだろう。

水素も製造できる燃料電池

水素供給の観点からも興味深い用途が燃料電池を利用した水素製造である。高温型の SOFC、MCFC では、外部の改質器を持たずに燃料電池内部で排熱を使って燃料を改質しながら発電することが可能だ。燃料電池内部で生成された水素の一部は発電反応で消費されるが、装置全体では水素が余剰となるため、この余剰水素を取り出して FCV 燃料等で活用するコンセプトが検討されている。

三菱日立パワーシステムズ社は、燃料である都市ガス、都市ガスを改質した水素、燃料電池発電による電気・熱をそれぞれ需要に合わせて取り出すマルチエネルギー

1 エネファーム：都市ガスまたは LPG を改質して得られた水素により発電する。改質器と燃料電池が一体となった家庭用発電ユニット。排熱で温水を製造することで熱効率 95% が得られる。
2 メタノール燃料：燃料電池でメタノール燃料を用いる場合、現在の主流となっているのはメタノールを改質して水素を作り PEFC で発電するシステムだが、改質せずにメタノールから直接水素イオンを取り出すタイプ PEFC も開発されている。直接メタノール投入型は効率や耐久性の面でメタノール改質型に劣るものの初期投資が安くなるメリットがある。
3 政府助成制度：米国連邦政府は 2009 年から 2016 年末までの期間、燃料電池導入費用の 30% (上限 3,000 ドル / kWh) を助成する (Federal Investment Tax Credit)。カリフォルニア、コネチカット等の一部の州ではさらに独自の補助金を設けている。
4 UPS (Uninterruptible Power Supply)：無停電電源装置。二次電池など蓄電機能を有する装置を内蔵し、外部からの電力供給が途絶えても一定時間外部に電力を供給することができる。
5 化学吸収法：アミン等のアルカリ性溶液と CO₂ を化学反応させて選択的に吸収し CO₂ を分離回収する手法。
6 水電解：水に電気を流すと水素と酸素が生成する反応。再生可能エネルギー電力を用いることで、水から CO₂ フリーのクリーン水素を製造することができる。