

ディビジョン番号	18
ディビジョン名	環境・安全化学・グリーンケミストリー・サステイナブルテクノロジー

大項目	3. 資源・エネルギー
中項目	3-1. 電池
小項目	3-1-4. 溶融炭酸塩型燃料電池

概要（200字以内）

溶融炭酸塩形燃料電池 (MCFC) は、燃料の選択肢が広く高温の廃熱利用によるハイブリッド発電による高効率化が可能であるなど、高温形燃料電池特有の優れた魅力を有する。開発は世界的に行われ、250～300kW クラスのシステムが世界で約 50 台稼働中である。燃料には天然ガスのほか、下水汚泥やビール工場排水からの発酵メタンなども適用されている。今後より大型化が進み、最終的には数十 MW 以上のガスタービンと組み合わせた高効率ハイブリッドシステムが開発されると予想される。



米国 FCE 社製 250kW 級 MCFC 外観

現状と最前線

我が国では、1980 年代初めから国家プロジェクトで MCFC が開発され、1999 年に 1MW 級プラントが実証された。その成果は、都市ガスを念頭においた分散電源用 300kW 級燃料電池システム (IHI 製) として発展し、2005 年に愛知万博会場において会期中に 2 機が実証運転された。その発電効率は最大 51% (LHV、発電端) を達成し、これらの設備は、2006 年に中部臨空都市 (常滑市) に移設され、引き続き運転が継続されている。これらのスタックには、内部抵抗が小さく長寿命化 (Ni による内部短絡を抑制) が期待できる新しい電解質組成 (Li/Na 系) が適用されている。わが国ではこの他に、中国電力と中部電力は、経産省資源エネルギー庁の補助事業の一部として、MCFC を用いた火力発電所からの CO₂ 回収技術開発を 2004 年度から実施しており、中国電力三隅火力発電所の排ガスを 10kW 級 MCFC (IHI 製) に供給して、排ガス中の CO₂ を濃縮する試験を実施している。

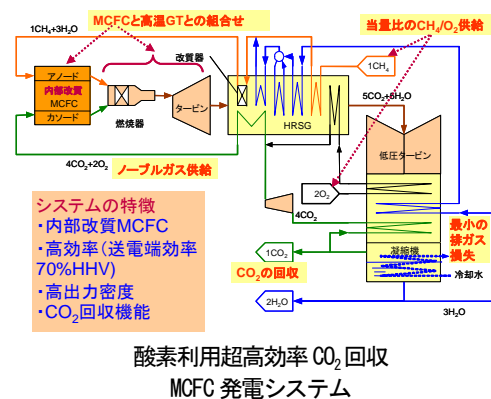
海外では、米国 FCE 社とドイツ MTU 社がクロスライセンスによって 250kW 級常圧システム (DFC300 型) を開発し、発電効率約 47% (LHV、送電端) を達成している。本ユニットはすでに全世界に 50 台以上の出荷実績を持ち、運転時間 2 万 5 千時間を越えたユニットもある。適用されているスタックは従来型の電解質 (Li/K 系) が適用されており、現状では低電流密度で高効率を達成している。わが国には 2006 年 3 月時点で 10 サイト 14 台が設置されている。本ユニットは電気と熱を供給可能で、下水処理場 (汚泥消化ガス利用)、製造業 (天然ガス・都市ガス、

炭坑メタンガス利用)、ホテル・病院・大学・電力品質向上など、様々な分野に適用されている。FCE 社では 300kW 級システムの他に、1MW 級、2MW 級の製品ラインナップをそろえており、1MW 級については 2 台の出荷実績がある。また、同社では 60kW 級の Capstone 社製マイクロガスタービンと組み合わせたハイブリッドシステム (DFC/T) の開発も進めており、 α 機で初期運転 800 時間、発電効率 56% (LHV) を達成した。今後 β 機を 2007 年に完成させる計画である。

また、韓国においては、KEPRI (韓国電力公社研究院) が中心となり、KIST (韓国科学技術研究院) での基礎研究をもとに、加圧外部改質型プラントの開発を進めており、2005 年には 100kW 級システムの運転を実施し、その成果を踏まえ 2008 年までに 250kW 級システムを開発予定である。また同国では、POSCO (旧浦項総合製鉄) 社が中心となり導入普及計画が進んでおり、米国 FCE 社 DFC300 が 4 台導入された。これらのうち南東電力では、2012 年までに 2MW 級プラントも導入する計画である。また、POSCO 社は、今後 FCE 社から技術移転を受け、300 億ウォンを投じて燃料電池工場を建設する計画である。

IGFC 向けの石炭ガスの適用に関しては、我が国での検討が進んでおり、10kW 級スタックを用いて適用可能性の検証がなされ、特性の安定性が確認されている。また、石炭ガスに含まれる各種不純物が MCFC スタック部材に与えるダメージも詳細に調べられている。ppm オーダーの濃度の不純物がセル電圧に与える影響や劣化メカニズムが解明され、不純物許容濃度も明らかになっている。これらの結果は、バイオマスや廃棄物のガス化ガスの適用に際しても有用である。

電力中央研究所では、わが国でのこれまでの開発成果を踏まえ、今後の低コスト化・実用化の方策を明らかにしている。また、同時に将来的な新規高性能発電システムとして、酸素利用超高効率 CO₂ 回収システムを提案している。本システムの構成を図に示した。本システムを適用すれば 80% に迫る非常に高い発電効率 (LHV 送電端) を得ることができる。



将来予測と方向性

- ・ 5 年後までに解決・実現が望まれる課題

短期的な課題は、システムの低コスト化ならびにスタック本体の長寿命化である。当面、MW 級までのシステムで 20~30 万円/kW の価格と 3~4 年程度のスタック寿命が求められる。

- ・ 10 年後までに解決・実現が望まれる課題

長期的には、バイオマス、廃棄物、石炭などのガス化ガスを利用するシステムの開発と大容量化が求められる。天然ガスによる超高効率ハイブリッドシステムも望まれる。

キーワード

燃料電池・熔融炭酸塩・コージェネレーション・ハイブリッド発電・高効率発電

(執筆: 渡辺 隆夫)