

家庭用燃料電池の調査報告

財建築コスト管理システム研究所
新技術調査検討会

1 はじめに

2005年の京都議定書による温室効果ガスの削減期限が2012年までとなっており、残すところあと3年余りとなってきています。

削減対策は、各産業界を中心に進展していますが、新規技術を利用した省エネルギー・新エネルギー対策の1つとして、水素と酸素の化学反応を応用した燃料電池が開発され、過去20年間にわたり基礎研究、技術開発、運用試験等が行われてきました。

その中で定置用として開発された家庭用の燃料電池システムは、過去4年間にわたり全国3,300台以上の大規模実証事業を済ませ、平成21年度より世界に先駆けて待望の商用化が決定しました。

今回は家庭用燃料電池システムについての調査報告を行いたいと思います。

2 燃料電池とは

燃料電池とは水素と酸素が化学反応を起こして電気が発生する原理を応用した電池のことです。一般的にはFC (=Fuel Cell) と略されて呼ばれています。小学校の理科の授業で「水の電気分解」というのを経験されたと思いますが、その逆の反応を利用したものです。水素と酸素の供給が続く限り、絶え間なく電気が発生する仕組みとなっています。

また、化学反応を起こしている間に水と熱を発生しますが、地球温暖化の原因となるCO₂や有毒ガスをほとんど出さない、クリーンなエネルギー源です。

家庭用燃料電池システムとしては、平成17年4月、首相公邸に初めて設置されました。

3 燃料電池の種類について

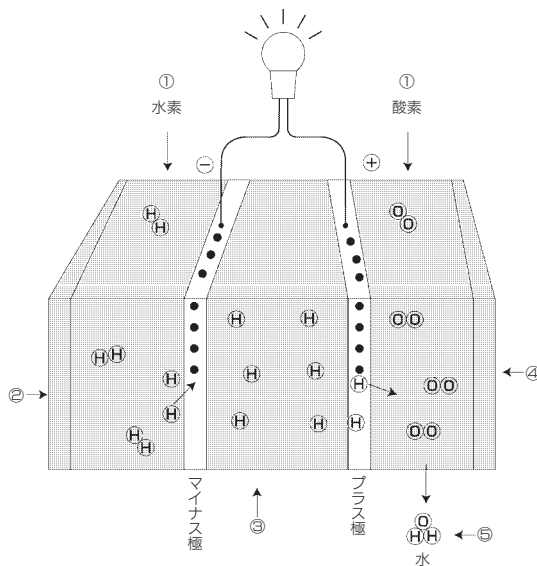
現在、開発されている主な燃料電池の種類は表1のとおりです。このうち家庭用燃料電池として利用されているものは、現段階においては「固体高分子形燃料電池 (PEFC)」が使われています。

表1 燃料電池の主な種類

No.	種類	特徴
1	固体高分子形 [PEFC]	現在、燃料電池の主流となっている方式で家庭用電源や自動車などに使われています。常温から100°C以下の低温で作動します。小型化がしやすく、起動時間が短いのが特徴です。
2	リン酸形 [PAFC]	病院やホテルなどの発電機としてすでに使われています。約200°Cの比較的低温で作動します。起動時間が短いのが特徴です。
3	熔融炭酸塩形 [MCFC]	ビルや工場などで使われています。約650°Cの高温で作動するため、起動時間が長いですが、排熱を利用した発電の開発も進められています。
4	固体酸化物形 [SOFC]	大規模な発電プラントなど、大型施設の分散発電に使われています。約1,000°Cという高温で作動するため、起動時間が長いですが、たくさんの電気を作ることができます。

4 燃料電池の原理（固体高分子形 PEFC）

燃料電池は、水素と空気中の酸素が化学反応を起こし、電解質をイオンが通過することによって電気を作ります。その電解質の違いにより、燃料電池の種類は分けられます。電解質とは電子を通さず、イオンのみを通す物質のことです。液体や固体のさまざまなものがあります。固体高分子形燃料電池



- ①水素と酸素がそれぞれの部屋に入っていきます。
- ②水素の部屋では水素がマイナス極に触れて電子を奪われ、イオン化します。
- ③電子を奪われた水素はイオンになって電解質を通り、酸素の部屋へ向かいます。
- ④酸素の部屋に入った酸素は、プラス極で電子を受け取り、水素イオンと結合します。
- ⑤結合した水素と酸素は水となって排出されます。

図1 燃料電池の原理

(PEFC) では、固体高分子膜という非常に薄い物質を利用しています。図1は固体高分子形燃料電池(PEFC) の例です。

i 燃料電池セルの仕組み

燃料電池はセルと呼ばれるものを1つの構成単位としています。セルはマイナス極とプラス極で電解質をはさみ、さらにその外側をセパレータがはさんだ構造となっています(図2)。

ii スタックの仕組み

複数のセルを重ねたものをスタックといいます。1つのセルから発生する電気は弱いため、複数のセルを重ねることで沢山の電気を発生することができます(図3)。

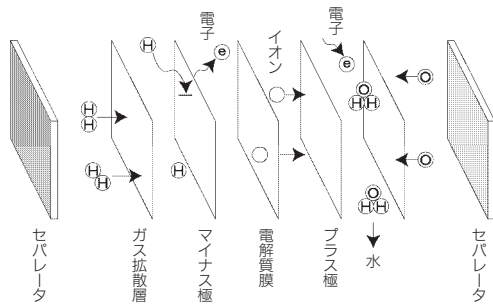


図2 セルの仕組み

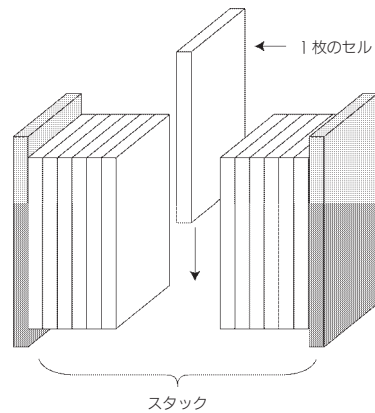


図3 スタックの仕組み

5 家庭用燃料電池の構造

家庭用燃料電池は、都市ガス・LPガス・灯油から水素を製造する装置を内蔵し、発電する方式です。

燃料電池が発電するときに出る熱も利用して、お湯を沸かすことができるので、エネルギーを沢山利用できます。この発電と熱の総合利用を「コージェネレーション」といいます。家庭用の燃料電池のシステム構成は図4のようになっています。

①燃料電池発電ユニット

- i 燃料処理装置：燃料（都市ガス・LPガス・灯油等）から水素を取り出す。
- ii 燃料電池スタック：水素と酸素を化学反応させ、直流電気を発生。
- iii インバータ：スタックで発電した直流電気を交流に変換。
- iv 熱回収装置：スタックや燃料処理装置から熱を回収し、お湯を作る。

②給湯ユニット

- i 貯湯槽：燃料電池で作ったお湯を貯め、必要時に給湯する。
- ii バックアップ熱源機：貯湯槽内のお湯が足りなくなった場合を使う。

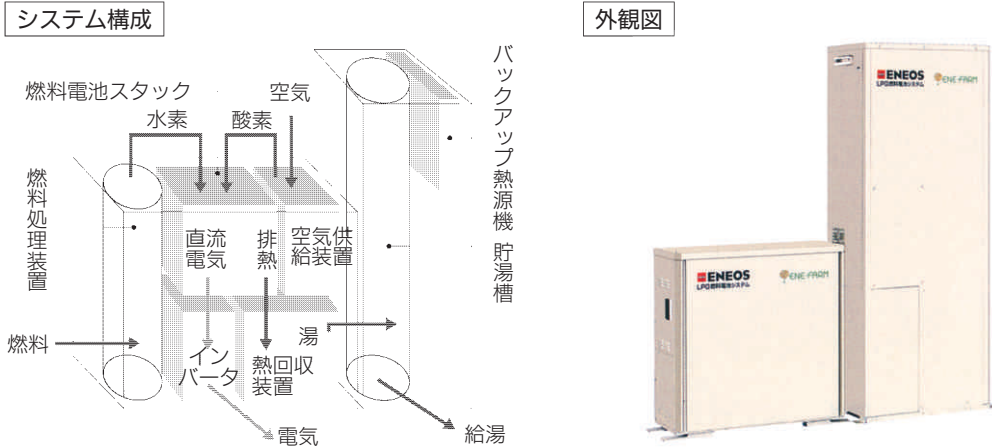


図4 家庭用燃料電池のシステム構成と外観図

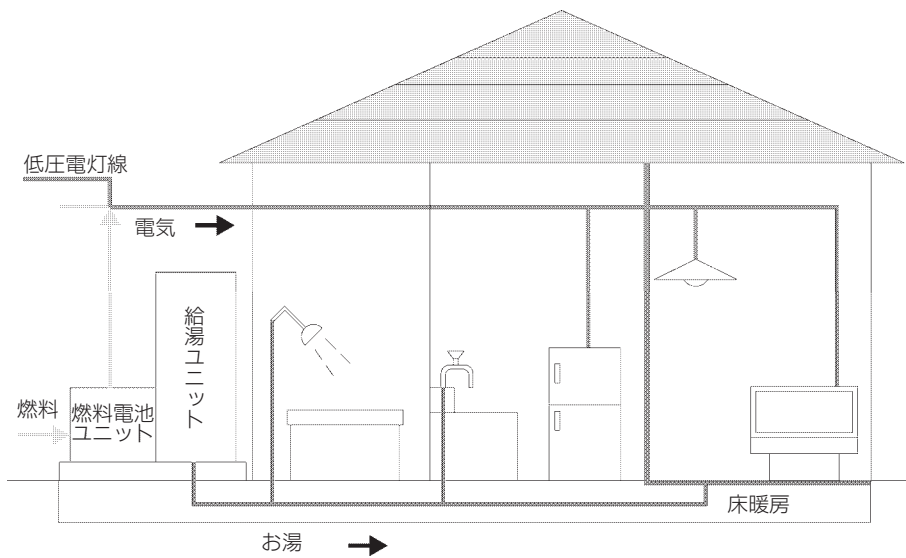


図5 家庭用燃料電池システムの使用例

6 従来のシステムとの比較について

燃料電池による発電システムは発電の際に熱も発生します。その熱を利用してお湯を作り、貯湯槽に貯めておくことにより必要時に給湯・暖房等に利用できます。エネルギーをより効率良く利用することができるわけです。従来のシステムとの比較を表2にまとめてみました。

表2 従来システムとの比較

No.	比較項目	燃料電池システム	従来システム	備考
1	一次エネルギー消費量 (%換算)	67% (都市ガス)	100% (火力発電+都市ガス)	約33%削減
2	総合効率 (1 Kwh 発電時)	80%	37%	
3	CO ₂ 排出量 (同)	555 g	1,016 g	約45%削減*
4	他ガス排出量	窒素酸化物 (NO _x) や硫化物 (SO _x) をほとんど排出しない	NO _x , SO _x の排出あり	
5	光熱費	燃料電池システムを導入した場合、従来システムに比べて、標準家庭で電気及びガス料金の合計額が年間約5~6万円程度割安になります。(東京地区試算)		

* CO₂削減量は標準家庭で年間、約1.5トンになります。これは、約3,300㎡のブナ森林が1年間に吸収する量に相当します。

7 市場拡大と今後の課題

前述のとおり、大規模な実証実験を済ませ、平成21年度よりメーカー各社から本格的な機器の販売が開始されます。経済産業省ではこのシステムの統一名称を「エネファーム」と名づけ、家庭用燃料電池の普及を促進しています。その一環として、同省では初期導入段階の市場を創出するため、約4,000件分を対象としての購入費用の一部を補助する導入支援事業を計画しています(平成21年5月頃に申請受付開始予定)。

現時点でのシステム価格は出力1Kwの平均タイプで一台当り、約350万円となっていますが、市場形成を確実にするため更なる低コスト・高信頼化に向けた各種の研究開発が進められています。

技術的課題については現在、実用化技術開発を積極的に展開していますが、家庭用燃料電池の市場形成を確実にするため、PEFCの高効率化・高信頼性化・低コスト化に向けた燃料電池スタック、膜・電極接合体やセパレータ等の部材、周辺機器等の基礎的な部材生産技術等の実用化技術開発を推進しています。

今後予想される定置用燃料電池システムのコスト・性能の推移は表3となっています。

表3 コスト・性能の推移

	2009年	2012年	2018年	2025年
システム価格(万円) 1Kw/h	350	70	50	40
耐久性(時間)	40,000	←		90,000
発電効率(%)	32	←		36

〈参考文献〉

- ・経済産業省 資源エネルギー庁「民生用燃料電池導入支援事業の概要」
- ・独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構「FCH」
- ・財団法人 新エネルギー財団「わが家のハッピープロジェクト」
- ・同 「平成20年度 定置用燃料電池 大規模実証事業報告会」資料
- ・財団法人 日本自動車研究所 FV・EVセンター「水素で走る燃料電池自動車」
- ・東京ガス㈱「エネファーム」資料
- ・東芝燃料電池㈱「家庭用 燃料電池システム」資料
- ・アストモスエネルギー㈱「エネファーム」資料