

# 가정용 연료전지 모니터링 사업 현황과 전망

김 재 동

(한국가스공사 연구개발원 신에너지환경 책임연구원)

연료전지는 연료가 가지는 화학적 에너지를 직접적으로 전기에너지로 전환하는 시스템으로, 연료전지의 기본원리는 물의 전기분해 역반응을 이용하는 것으로 수소와 산소로부터 전기와 물을 만들어 내는 것이다. 즉 외부에서 연속적으로 공급되는 공기와 연료를 연소에 의하지 않고, 전기화학반응에 의하여 연료가 가지고 있는 화학에너지를 직접 전기에너지와 열로 변환시키는 발전장치이다. 따라서 발전효율은 35% 정도로 기존의 발전장치에 비하여 높으며 발전과 동시에 난방 등에 의한 열회수까지 고려할 때, 열효율은 80%이상에 이른다. 또한 연료로서 다양한 형태의 연료(천연가스, 수소, 메탄올, 석탄가스등)를 사용할 수 있는 융통성이 있으며, 전기화학적 반응에 의하여 전력을 생산하기 때문에, 대기오염을 일으킬 수 있는 질소화합물(NOx), 유황화합물(SOx), 분진의 배출량이 극히 적고, 소음이나 진동이 거의 없는 환경친화적 기술이라 할 수 있다.

절감된다고 한다. 또한 앞서 언급한 것처럼 연료전지는 가스의 화학에너지를 직접 전기에너지로 전환하기 때문에 기존의 발전에 비하여 CO2가 약 30-40% 절감하고, 연료전지로 인한 발전은 기존의 발전에 비하여 26%의 에너지를 절감하여 지구 환경의 보존에 기여할 수 있는 신 개념의 발전 시스템이라 할 수 있다.

기존의 발전방식의 NOx나 SOx의 배출은 산성비를 유발시키고, 산성비는 조형물을 손상시킬 정도로 심각한 영향을 미쳐, 환경친화적인 발전시스템의 사용이 시급한 실정이다.

그림 2와 3은 가정에 사용시, 연료전지 시스템의 사용예와 가정용 연료전지 시스템의 구성도이다.

그림 2의 경우 가정에 공급된 천연가스를 통하여 전전기와 열을 사용하는 것을 도식화 한 그림이고 그림 3의 경우 가정용 연료전지 시스템이 구성되는 주요한 구성부품을 나타낸 것

## 1. 서론

기존 발전방식의 경우 대규모 발전에서 전기를 발생시키고, 가정에서 보유하는 보일러로 온수를 받는 방식을 사용하는데 반하여, 연료전지 시스템은 가정에서 직접 전기와 열을 생산하기 때문에 열을 사용할 수 있는 장점이 있다. 그림 1의 경우 일본의 경우로, 기존발전과 보일러를 이용하는 것에 비하여 연료전지를 사용할 경우 전기와 난방비과 약 12-13% 정도

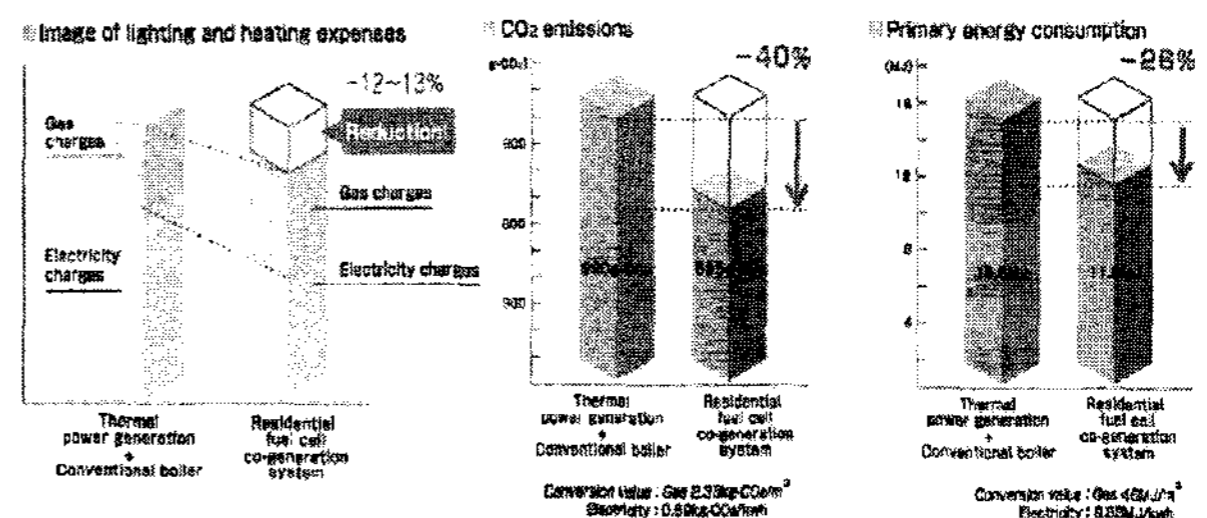


그림 1 연료전지와 기존발전방식의 비교

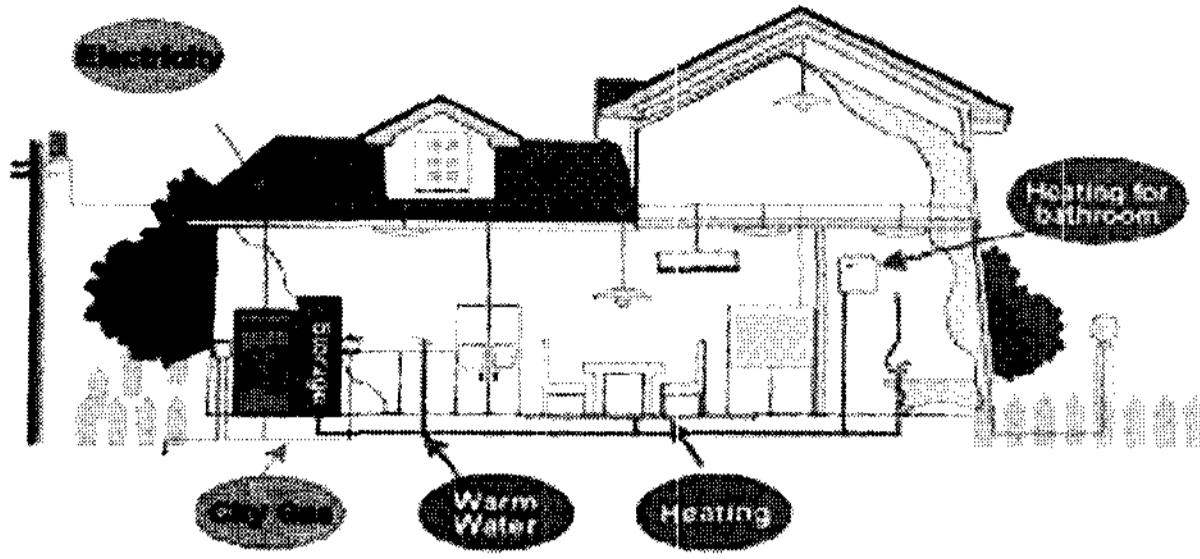


그림 2 가정용 연료전지 시스템 설치 및 사용

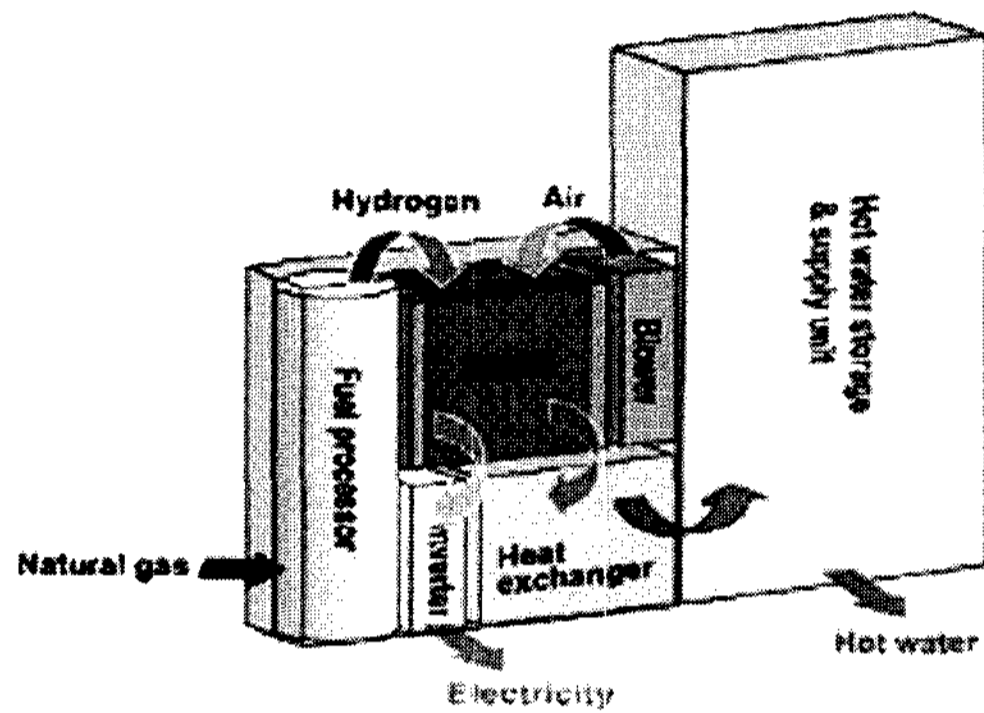


그림 3 가정용 연료전지 시스템 구성도

으로, 연료처리장치에 천연가스가 공급되어 수소를 생산하고, 생산된 수소는 스택에 공급되어 공기와 전기화학반응을 일으켜 DC 전력을 생산하고, 생산된 DC 전력은 인버터를 통하여 AC 전력으로 전환되어 전기를 사용할 수 있고, 생산된 열을 통하여 온수/난방을 사용할 수 있다.

## 2. 가정용 연료전지 모니터링 사업 개요

현재 한국가스공사에서 수행중인 “가정용 연료전지 모니터링 사업”은 국내에서 제작된 가정용 연료전지 시스템을 대규모로 실증 하는 사업으로, 다양한 지역, 환경 및 조건에서 평가하는 것이다. 본 사업은 수소경제 마스터플랜에 의거하여 산업자원부에서 추진하는 사업으로 한국가스공사가 주관기업으로 10개 도시가스사가 참여기업으로 참여하여 2006년 8월에 착수되었다.

2009년까지 국내에서 제작된 가정용 연료전지 210대가 실증 운영되며, 2007년에는 도시가스업체, 2008에는 지방자치단체, 2009년에는 일반인 대상으로 확대유도 될 예정이고, 2009년에는 가정용 연료전지 성능 및 내구성 확보는 물론, 시스템 가격 8천만원, 국산화율 80%달성하게 된다.

본 사업을 통하여 연료전지의 전기 및 열효율, 전기의 질, 환경성평가 등 실측데이터를 분석하고, 다양한 방식의 운전

을 통하여 운전방식의 정립, 기술적 문제점 해결 및 제도적 개선 방안 등이 마련된다. 또한 가격저감과 시스템의 내구성 향상, 부품 국산화율 향상 및 연료전지의 실용화를 앞당기기 위한 신규과제를 도출한다. 이를 통해 가정용 연료전지의 보급기반 조성 및 시스템 업체뿐만 아니라 관련 부품 산업의 동반 성장 기틀이 마련될 것으로 생각된다.

## 3. 가정용 연료전지 모니터링 사업 추진현황

### 3.1 연료전지 국산화율 조사 및 효율 평가

’07년은 GS Fuel Cell사와 Fuel Cell Power사의 제품 각 20기를 대상으로 한국가스공사에 구축된 평가장비를 이용하여 성능평가를 수행하였다.(그림 4, 5) 정격 운전 시 발전효율이 30%이상, 열효율 포함 70%이상 이 되어야 성능검사 기준을 만족하며 2주간의 내구성 테스트에 합격한 제품에 한하여 모니터링 대상 연료전지로 선정되었다. 시스템의 국산화율은 현장조사 및 관련서류를 통해 전수조사를 완료하였다. 2007년도의 경우 연료전지 스택과 열저장 저장 모듈이 의무 국산화 부품이었고, 2008도는 연료처리장치 및 일부 BOP가 의무국산화 부품으로, 2009년에는 주요 부품인 스택, 연료처리장치, 인버터모두가 국산으로 대체될 예정이다.(표 1 참조)

### 3.2 연료전지 설치 운영/ 모니터링

현재 한국가스공사가 14기를 운영되고, 대한도시가스(3기), 대구도시가스(3기), 부산도시가스(3기), 삼천리도시가스(3기), 충남도시가스(3기), 해양도시가스(3기), 경남에너지(2기), 경동도시가스(2기), 예스코(2기), 중부도시가스(2기)에 설치되어 운영 중에 있다. 그림 6에 가스공사에서 운영되고 있는 연료전지 시스템을 나타내었고, 운영되는 연료전지 시스템은 계통과 연계되어 운영되는 계통연계형 연료전지 시스템이다.

설치된 40기의 연료전지를 대상으로 동일한 성능평가장치를 이용하여 공정하고 객관적인 실시간 데이터 모니터링이 이루어지고 있고, 천연가스 유량, 온수유량, 온수온도 등의 측정을 통하여 전기효율, 열효율, 누적발전량등이 평가된다. 또한 향후 연료전지의 보급 시 필수적으로 요청되는 계통연계를 위한 기본 자료를 습득하기 위해 수전전력 및 발전전력(전력, 전압, 전류, 주파수, 왜형률, 파워팩터)가 측정 되고 있다.

현재 연료전지 40기에 대한 장기 성능 측정이 이루어지고 있으며 가스공사에서 운영되고 있는 A사의 연료전지 1기에 대한 장기성능 결과를 그림 7에 나타내었다. 전기효율 30% 이상 열효율 40% 이상을 유지하며 4,000kWh 이상 연속운전 되고 있고, 4,000시간 이상 운영이 되어도 효율이 30% 이상을 나타내고 있음을 확인할 수 있다.

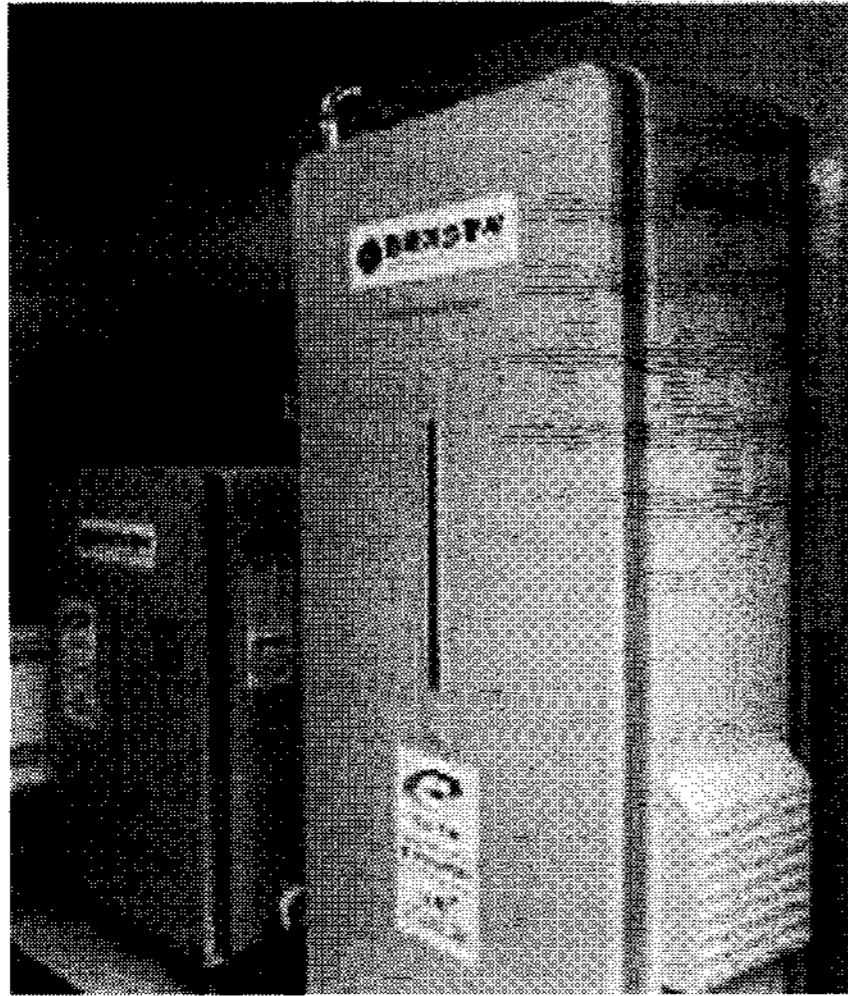


그림 4 GS 퓨얼셀 연료전지 시스템



그림 5 퓨얼셀 파워 연료전지 시스템

### 3.3 Web Center 구축 및 홍보/교육

2009년까지 본 사업을 통해 전국에 설치될 210기의 연료전지의 운전현황 및 발전양 등 운영현황이 시스템 서버를 통해 모니터링 사업 홈페이지(www.cleanfc.co.kr)에 실시간 모니터링 된다. 특히 일반 국민들이 운영현황을 볼 수 있도록 홈페이지가 구성되어 있을 뿐만 아니라 연료전지의 일반 상식 및 관련 기관이 링크되어 있어 수소에너지 및 연료전지의 대국민 홍보에 큰 역할을 할 것으로 사료된다.

국내 기술력을 홍보하고 수소경제 조기이행의 발판을 마련하고자 가정용 연료전지 2기를 총리공관에 설치·운영하는 행사를 2007년 5월에 수행하여 현재까지 운영되고 있다.

또한 본 사업을 통해 연료전지 운영자의 전문성 향상을 위하여 연료전지의 설치/운영 및 유지보수 교육이 시행되었다. 1차년도에는 과제에 참여한 10개 도시가스사를 대상으로 연료전지의 기본 이론, 부품에 대한 이론 교육 및 실습교육을 2차에 걸쳐 시행되었으며, 2단계, 3단계를 통해 본 교육은 지방자치제, 일반 시공사, 국민을 대상으로 확대할 계획이다.



그림 6 한국가스공사의 운영사진

표 1 모니터링 사업규모 및 국산화 요건

구분 \ 연도	2007년	2008년	2009년	계
모니터링 대수(기)	40	70	100	210
시스템 가격 (억원, 예상)	1.3	1.0	0.8	-
국산화 비율(%)	55	70	80	-
의무 국산화 부품	셀스택, 열저장 유닛	연료변환기, 센서/펌프	전력 변환기, 필터	

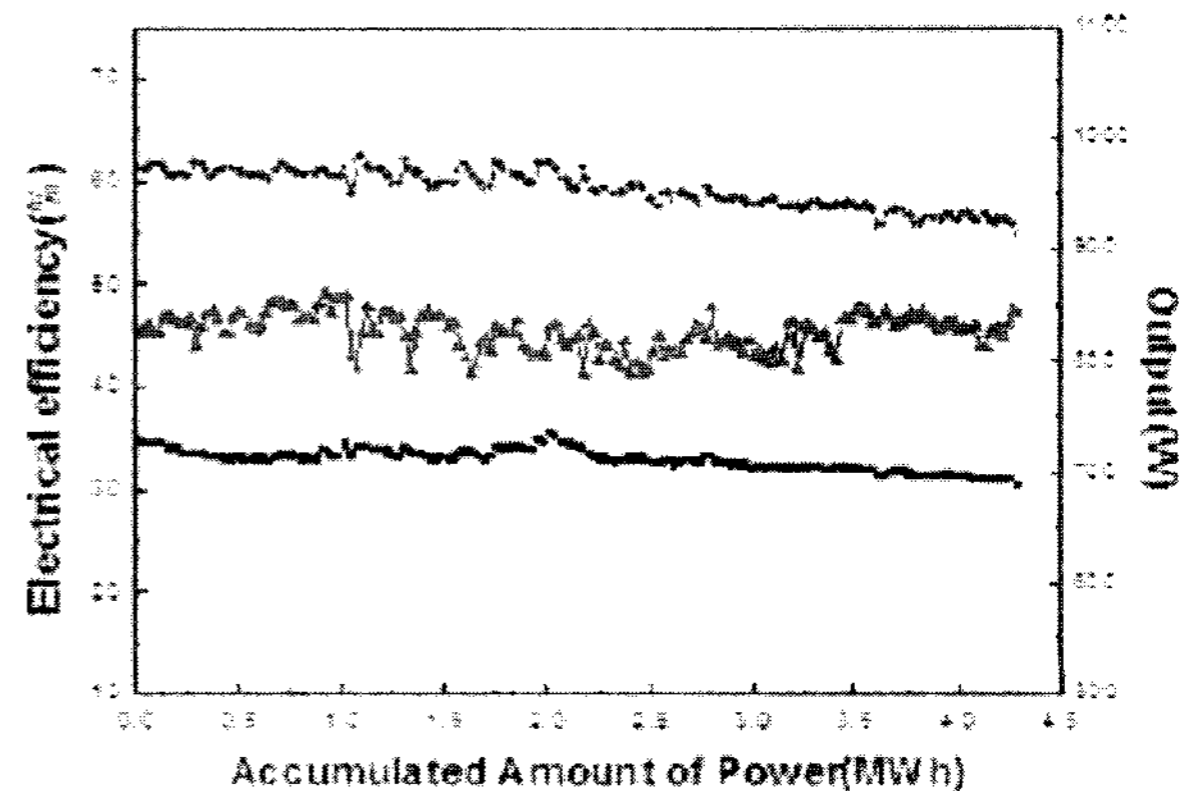


그림 7 가정용 연료전지 시스템 장기내구성



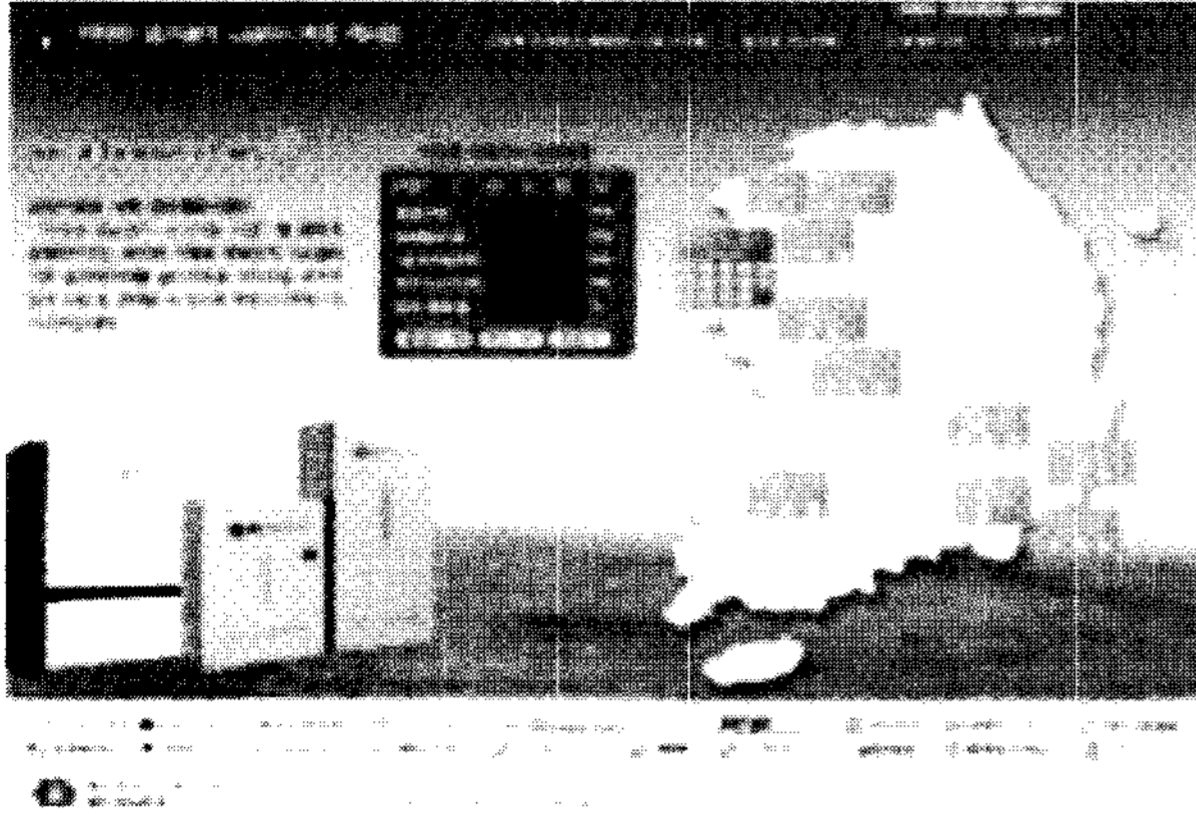


그림 8 가정용 모니터링 사업 홈페이지

시스템 항목		1차년도	2차년도
1	크기	연료전지 시스템 : 400L 이하 열저장 시스템 : 700L 이하	연료전지 시스템 : 370L 이하 열저장 시스템 : 650L 이하
2	효율	전기효율 : 30% 이상 종합효율 : 70% 이상	전기효율 : 32% 이상 종합효율 : 75% 이상
3	국산화	스택, 열저장모듈	연료처리장치, 일부 BOP
4	운전목표	3,000kWh	5,000kWh
5	운영방식	1kW 정격운전	500Wh, 750Wh, 1kWh 패턴운전
6	보조보일러	보조보일러 없음	보조보일러 있음
7	설치장소	실내설치	실외설치
8	시스템 운전 방법	컴퓨터 사용	웹포콘 사용
9	신규제작업체		9호성

그림 9 각 차년도의 가정용 연료전지 규격 비교

### 3.4 2차년도 사업 현황

2차년도(08년) 가정용 연료전지 모니터링 사업은 1차년도와 달리 지방자치단체와 함께 연료전지 시스템을 운영할 예정으로 한국가스공사(11기), 서울시(30기), 경기도(5기), 대전시(5기), 대구시(5기), 전라북도(4기), 경상남도(3기), 서해도시가스(3기), 인천도시가스(2기), 한진도시가스(2기)에서 총 70기를 운영할 예정이고 2차년도에는 GS 퓨얼셀, 퓨얼셀 파워, 신규제작업체로 (주) 효성이 참여할 예정이다.

가정용 연료전지 모니터링 사업의 1차년도 목표인 전기효율을 30%이상, 총효율 70% 이상, 목표발전량 3,000kW 이상을 1단계에서 운영된 시스템 모두 만족하여, 2차년도 사업은 강화된 조건에서 시스템을 운영할 예정이다. 그림 9는 1차년도와 2차년도의 시스템 규격을 비교한 표로, 전기효율을 30%에서 32%로, 열효율을 40%에서 43%로, 목표 발전량을 3,000kW에서 5,000kW로 상향조정 하였다.

보급 사업시 가정에 보급되는 것을 촉진시키기 위하여 시스템의 크기를 줄였으며, 1차년도에는 1kW 정격운전방식이었

으나 소비자의 요구에 부합하는 부분부하 운전 및 패턴운전 방식의 운전도 추가하였다. 또한 보조보일러를 부착하여 동절기에 부족한 열량을 보충하도록 하였고, 소비자가 실외나 실내설치를 선택할 수 있도록 실외에서도 운전이 가능하도록 시스템의 규격을 정하였다.

현재 2차년도 신규 제작된 시스템은 한국가스공사에서 2주간의 평가를 진행중으로, 평가가 합격한 제품은 지자체에 설치되어 운영될 예정이다.

## 4. 결론

본 논문에서는 한국가스공사에서 국가과제로 수행중인 "가정용 연료전지 시스템 모니터링 사업"의 현황 및 2차년도 전망에 대하여 간단하게 기술하였다. 한국가스공사는 수행중인 "가정용 연료전지 모니터링 사업" 외에 천연가스에서 수소를 생산하는 연료처리장치 개발, 천연가스에 포함된 황성분을 제거하는 탈황기 개발, 수소스테이션의 실증 연구등을 수행하고 있으며, 한국가스공사에서 개발된 탈황기를 2차년도 모니터링 사업에 부착하여 평가할 예정이다.

마지막으로 가정용 연료전지 모니터링 사업은 가정용 연료전지 시스템의 특성 및 내구성을 향상시켜 연료전지 시스템의 보급을 앞당기는 과제로, 가정용 연료전지 모니터링 사업을 통한 기대효과는 다음과 같다.

첫째, 본 사업을 통하여, 다양한 지역 및 환경에서 연료전지의 특성 및 내구성을 확인하고 이를 통하여 국내의 가정용 연료전지 시스템의 연구개발을 촉진한다.

둘째, 가정용 연료전지의 설치를 위한 전기설비기준, 가스기준, 공급수의 기준, 배수 및 배기관관련 등 전기 및 가스사업법등의 법규 기본 자료를 확보할 수 있다.

셋째, 국내 환경에 적합한 연료전지 시스템의 용량 및 운전모드를 표준화하고, 성능평가와 인증을 위한 기반 자료를 확보할 수 있다.

넷째, 연료전지 평가기관의 설립 및 인증제도 도입, 연료전지 양산 및 가격 저감을 위한 각종 BOP의 국산화 및 BOP 관련 업체의 육성을 위한 기반을 확보한다.

## < 필 자 소 개 >



### 김재동(金在東)

1968년 11월 10일생. 1992년 연세대 공과대학 요업공학과 졸업. 1999년 동 대학원 세라믹공학과 졸업(공학). 2002년~현재 한국가스공사 연구개발원 책임연구원.