

## 2. 기존 중앙난방APT 전환 문제점 및 해결방안

### 가. 영업방법 개선 및 요금제도 현실화 필요

- 1) 아파트 사업주관자(동대표, 관리소장)와 업체의 유착으로 인한 주민불신 가중
- 2) ESCO사업자의 난립으로 인한 비방성 영업으로 동반몰락
- 3) ESCO사업자의 무리한 에너지 절감계획으로 목표금액 미달성에 따른 신뢰도 저하
- 4) 전기 대비 도시가스 요금 상승으로 인한 경제성 악화

### 나. 아파트 사업주관자, ESCO사업자, 정부의 공동 노력 필요

- 1) 아파트 사업주관자의 소형열병합 설비에 대한 이해도 증진 선행 영업
- 2) ESCO사업자는 공사이익에만 초점을 맞추지 말고 운영 및 기기설비에 대한 기술전수를 먼저 고려하여야 하고, 책임있는 A/S가 보장
- 3) 정부와 관련기관은 정책자금 회수 뿐만 아니라 운영상의 문제점들을 파악 및 해결

## VI. 결 론

□ 2004년 정부가 소형열병합 발전시스템 보급목표를 정량적으로 발표한 이후 국가에너지기본계획 또는 전력수급기본계획 등의 정책자료를 발표하면 서도 분산형 전원 즉, 소형열병합 발전 보급에 대한 구체적인 목표를 정량적으로 언급하거나 수정한 사례가 없음

이는 정부가 보급목표 달성에 대한 불확실성에 의한 것으로 사료되나, 목표를 변경한 것은 아니므로 정부도 일정수준의 목표 달성률을 만족시키기 위해 2013년까지 보급확대에 노력할 것이 확실함 따라서, 보급확대를 위한 꾸준한 정책제안과 영업 활동을 수행한다면 소형열병합 발전의 전망이 결코 어두운 것은 아님

□ 우리나라의 분산형 전원 보급확대 정책은 일본의 전철을 밟고 있으나, 그 질적인 면에서 모자란 부분이 많음

그러나, 정책의 기본은 동일한 것임으로 일본의 보급확대 추이를 따라 갈 것이고, 조만간 소용량(1kW)의 보급도 이루어 질것임으로 충분한 검토와 기술축적이 필요한 시기임

# 상압 150kW급 SOFC시스템 개발과 SOFC Application 개발에 관하여

\* 본 자료는 일본 열병합발전센터 자료에서 발췌·번역한 것임

## 1. 머리말

고체산화물형 연료전지 (Solid Oxide Fuel Cell)는 수 종류의 연료전지 중 제일 고온에서 작동하고 높은 효율로 발전하는 연료전지이다. 고온의 배가스는 이용 가치가 높은 고품위의 열로서 다양한 용도에 활용 가능하고 고온배열을 산업의 생산 공정에 활용하면 높은 에너지절약효과도 기대된다.

연료의 측면에서 보면 SOFC의 연료가 되는 H<sub>2</sub>,

CO는 천연가스를 시작으로 석탄 LPG 등의 화석연료는 물론 Bio Mass 연료나 하수 오니 등의 비화석연료로부터도 취출이 가능하여 연료 다양화에 기여하는 기술이기도 하다.

SOFC는 다른 연료전기와 비교하여 전지를 구성하는 재료가 전부 고체로서 내구성이 우수하고 촉매로 귀금속을 사용하지 않는 등 실용화를 도모하는 외에 저비용화에 대한 제약이 적은것이라 생각된다.

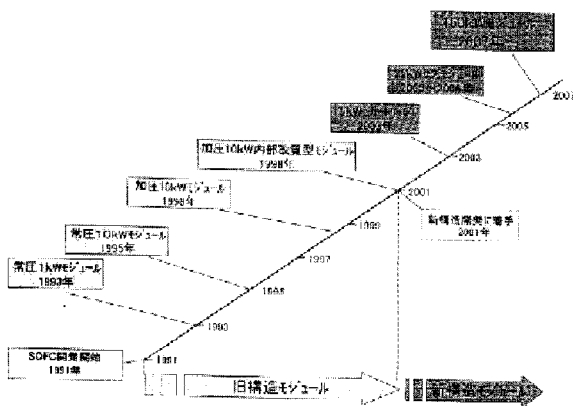
JPOWER에서는 이와같은 특징이 있고 熱電併給, 중소 사업용 전원으로부터 대형 전기사업용 시스템까지 폭넓은 적용이 기대되는 SOFC의 연구개발에 힘쓰고 있다. 1991년에 보일러 수준으로부터 착수한 연구개발은 약 16년의 세월이 경과한 2007년 1월에는 세계 최대급 출력인 상압 150kW급 SOFC Co-generation system의 Pilot 시험을 실시할 단계에 이르렀다.

본고에서는 상압 150kW급 SOFC의 특징을 활용한 열과 전기를 사용하는 산업용 Application 개발에 관하여 기술한다.

## 2. JPOWER의 SOFC 개발의 역사

JPOWER는 1991년부터 三菱重工業(주)과 공동으로 圓筒橫縞型 SOFC Cell tube를 사용하는 Module 개발에 착수하였다(그림-1). 당사 若松종합사무소에 설치한 상압 10kW급 Module로 1996년 5,000시간의 연속운전을 달성한 후 가압 10kW급의 개발에 착수, 1998년 12월에 목표인 연속발전 운전 7,000시간을 달성하였다. 1999년도부터 보다 높은 고효율화를 목표로한 가압 내부개질형 10kW급 Module의 개발에 착수하여 2001년 8월에 압축 천연가스(CNG)를 연료로 사용하여 755시간의 운전도 달성하였다.

2001년도부터는 내구성 향상, 비용절감을 향하여 Cell을 장착한 Module구조의 전면적인 수정에 착수, 5kW급으로 1,400시간, 25kW급으로는 Heat Cycle을 포함하여 500시간을 초과하는 운전을 할 수 있을 정도로 시스템의 개발이 진전되었다. 따라서 2006년도 상압 150kW급 Co-generation System을 개발하여 금후 실용화 대형화로 가기위한 Pilot 실험을 실시하고 있다.



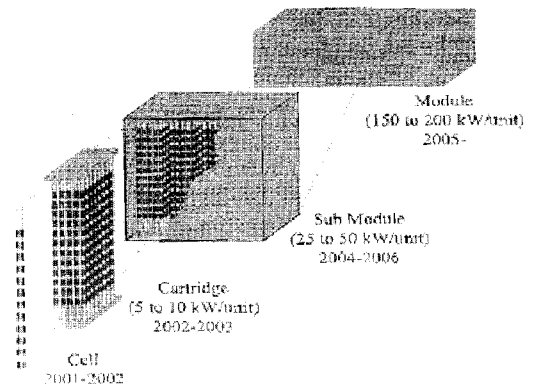
[그림-1] JPOWER에 있어서 SOFC 개발의 역사

## 3. Module 구조

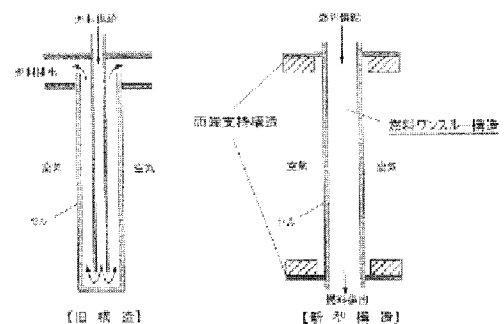
JPOWER의 SOFC는 비교적 대용량의 산업용, 발전용으로의 이용을 想定하여 Generator (발전부)에는 Cartridge 라는 개념을 도입하였다. [그림-2]는 Module의 구성을 개발의 흐름에 따라 나타낸 것이다.

Pilot Plant인 상압 150kW급 Module의 Cartridge는 104분의 Cell Tube로 구성되어 장비의 최소단위로 하도록 하였다. 이 Cartridge 4개를 組合하고 발전에 필요한 기기를 附加한 것을 Sub-Module, Sub-Module을 다시 6개 조합한 것을 Module이라 칭하고 있다.

2001년도에 개조한 Module 구조인 연료공급방식을 이제까지의 Return Flow 구조로 부터 Simple한 One thru 구조로 변경, 현재에 이르고 있다(그림-3). 이 구조는 수송시나 지진 발생시 등의 진동에 강한 兩端支持로 되어있어 장래의 대용량화에 있어서도 높은 신뢰성과 저비용화의 兩立을 가능하게 하였다.



[그림-2] SOFC Module 구조



[그림-3] 연료공급방법

## 4. 상압 150kW급 Co-generation System <SOFT>

현재 JPOWER는 기술개발센터 芽ヶ崎研究所 구내에 세계 최대급 출력인 상압 150kW급의 SOFC와 배 열회수설비를 조합한 Co-generation System을 설

치하여 Pilot 시험을 실시하고 있다. 본 시스템에는 “SOFIT” 라는 명칭이 붙어 있으나 이것은 SOFC를 시장의 뉴스에 FIT시키려는 의미의 造語이고 SOFC의 보급을 향한 우리의 소원이 포함되어 있는것이다.

SOFIT의 Module 개요를 [표-1]에 표시하였다.

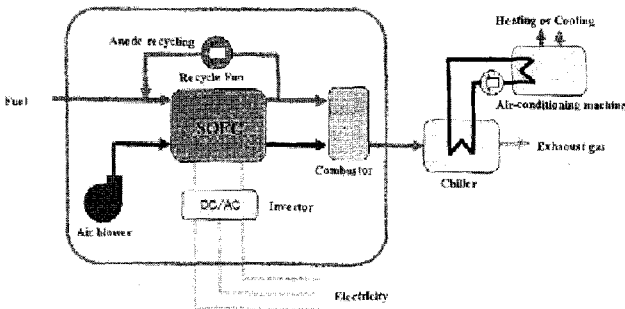
[표-1] SOFIT Module 개요

Cell Tube	Shape	O.D. φ 28mm x L 1500mm
	Power Output	Approximately 60W
Cartridge	Number of Cell-Tubes	104
	Power Output	Approximately 6kW
Sub-Module	Number of Cartridge	4
	Power Output	Approximately 24kW
Module	Number of Sub-Module	6
	Power Output	Approximately 144kW
Fuel		Methane base town gas(L3A)
Operation Temperature		900°C
Operation Pressure		Atmospheric

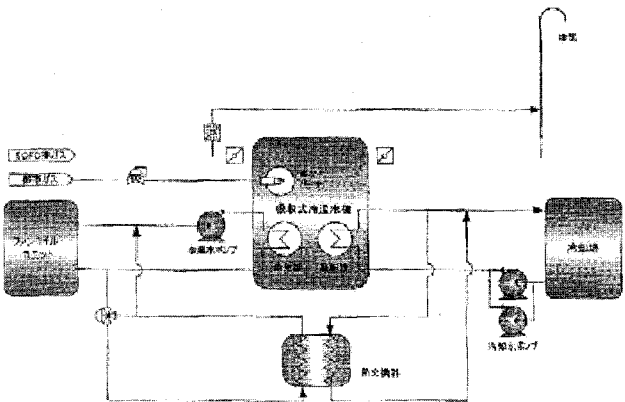
SOFIT는 시스템화기술 및 장기 신뢰성의 검증, 그리고 운전 및 운용방법의 확립을 도모하는것을 목적으로하고 시스템으로서 10,000시간 이상의 운전을 목표로하고있다.

SOFIT System은 [그림-4]에 표시한 바와 같이 SOFC의 Bottom에 배열회수설비를 설치한 Co-generation System이다.

배열회수설비는 흡수식 냉온수기, Fancoil Unit, 냉각탑, 냉온수펌프, 냉각수펌프, 그리고 흡수식 냉온수기



[그림-4] SOFIT System

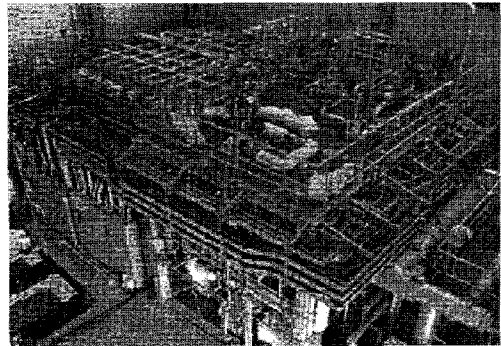


[그림-5] 배열 회수설비

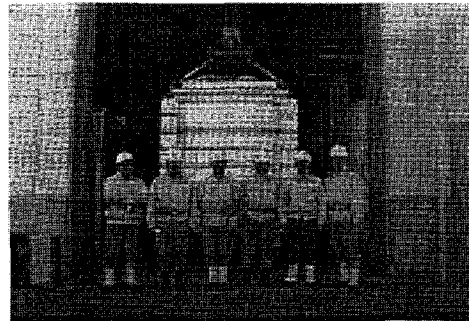
의 부하를 조정하기 위하여 설치된 열교환기로 구성되어 있고 공조용으로 이용하고있다([그림-5]). 이 흡수식 냉온수기는 SOFC System으로부터 나오는 고온 배가스로부터 직접 열을 회수하는 이외에 냉온수기 내부에 있는 버너를 사용하므로써 SOFC 배가스의 유무에 관계없이 운전이 가능하게 되어있다.

SOFC로 발전된 전력은 연구소 내에 계통연계되어 이용되고있다.(단, 역조류는 발생되지 않음). SOFC의 발전효율은 설계 Base로 45%(DC발전단, LHV)이다.

2007년 1월부터 개시한 시험운전에서는 6개가 있는 Sub-module의 특성과악 등을 순차로 실시하고 복수 Sub-module에 의한 발전시험 등에 의하여 각종 운용특성 등을 검증하고 이제까지 약 1,000시간의 안정적인 연속발전을 확인하였다. 금후 부하 변화시험이나 기동정지, 인터록 등의 각종 시험과 시스템으로서의 검증을 실시 할 예정이다. SOFIT의 개관 및 Sub-module의 사진을 [그림-6, 7]에 표시하였다.



[그림-6] 상압150kW급 SOFC 열병합발전시스템 概觀



[그림-7] 상압150kW급 SOFC System Sub-module

## 5. SOFC Application 개발

JPOWER에서는 고효율발전, 고품위의 배열을 획득하는 SOFC의 개발추진과 병행하여 SOFC의 특징을 활성화한 각종 산업용 Application 개발을 진행하고 있다. SOFC는 고온에서 가동되므로 기동 정지 등 Flexibility가 낮아 일단 가동하면 대단히 안정된 운전이 가능하다.

Application 개발에 당면하여 이와같은 SOFC의 특징을 활성화시키는것을 Concept로 하고있다.

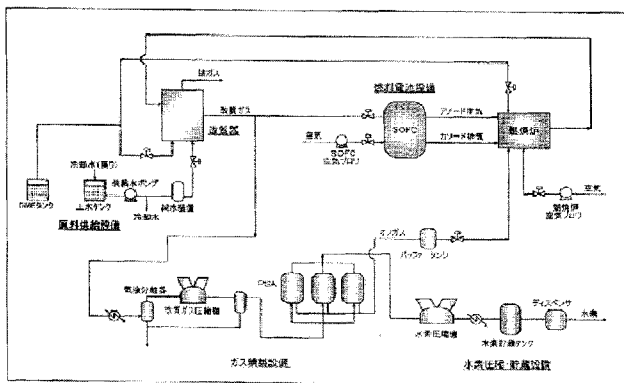
당사는 열과 전기를 사용하는 공업프로세스에 SOFC의 적용이 에너지절감에 유효하다는것을 입증하며 장래의 실용화에의 길을 찾고 있다.

아래에 당사가 진행하고 있는 Application 개발의 일단을 소개한다.

### 5.1 수소제조공정의 적용

On side형 수소 Station을 상상하여 수소제조·공급시스템 내에서 사용하는 열과 전기를 SOFC로부터 공급하는 공정개발을 추진하는 본 프로젝트 「자립형 DME 개질수소 공급시스템 개발」은 경제산업성의 지원을 근간으로 DME 연료이용 기기개발 보조사업으로 住友淨化(주)와 공동으로 실시 (2003~2005년도)하고 수소Carrier로 DME (dimethylether)를 사용, DME의 개질에 필요한 열과 공정 내에서 이용하는 전기를 SOFC로부터 공급하므로써 전체의 Plant 효율을 향상시키는 법을 간파하였다.

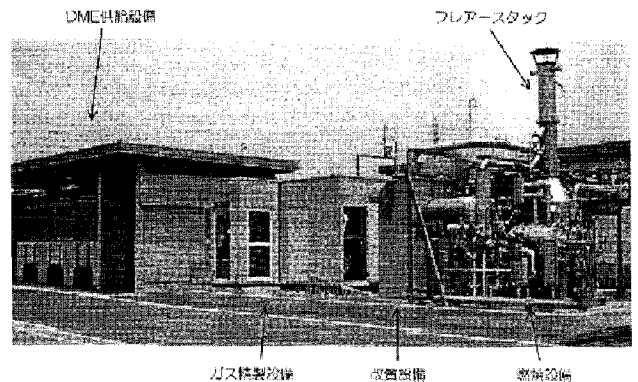
본 시스템에서는 DME 개질에 의하여 얻어지는 개질가스 (H<sub>2</sub>, CO)는 PSA (압력변동 흡착법에 의한 가스 압축장치)에 보내져 농도 99.99%의 수소가스로 되고 아울러 그 일부는 SOFC의 연료로 공급되어 본 시스템 내에 필요한 전력의 발전에 이바지 한다. 또한 SOFC의 배가스나 PSA의 Off-gas는 소각로에서 연소되어 개질에 필요한 열로 개질기에 공급된다. 이와같이 Plant 내에서 필요한 전력·열 등의 에너지는 대부분 내부 공급이 가능하므로 한번 기동하면 단독운전이 가능하고 지진 등의 재해시에도 계속하여 수소를 공급하는 시스템이 될것을 기대하고 있다. 프로젝트명의 「자립형」이라는것은 외부로부터의 전기·열공급이 불필요한 시스템이라는것을 표시하는 것이다(그림-8).



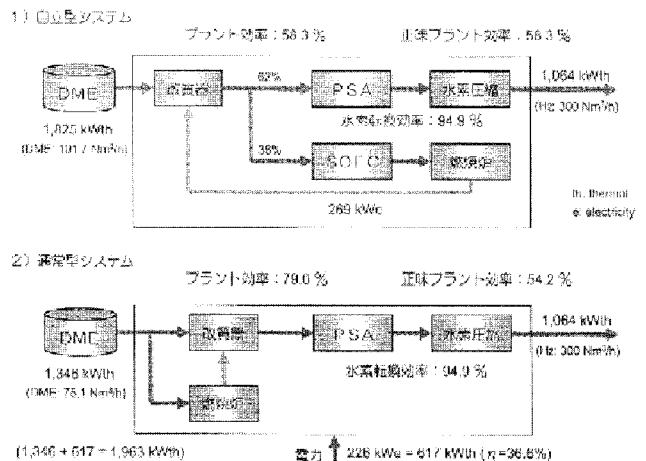
【그림-8】 자립형 DME개질 수소공급시스템 Flow도

또한 사용하는 DME의 개질반응은 350℃~400℃ 정도의 비교적 저온역에서 반응이 진행되므로 구성재료도 값싼 재료가 사용되고 DME는 천연가스에 비하여 Handling이 용이하고 수송, 저장면에서도 수소 Carrier로서 대단히 매력적인 물질이라는 점 등 많은 Merit를 가지고있는 시스템이다.

본 개발에서는 모의 가스공급설비로부터 공급되는 간소화한 Field 시험장치(그림-9)에서 실증 Data를 채취, SOFC를 도입할 경우의 효율 등은 시뮬레이션을 사용하여 확인 하였다. 이 결과 SOFC를 도입할 경우의 효율은 SOFC 도입하지않은 통상시스템에 비하여 Plant 효율이 약 8%정도 향상된것을 인지하였다(그림-10).



【그림-9】 Field 시험설비



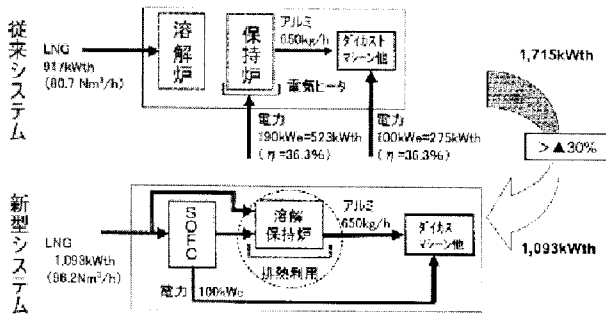
【그림-10】 시스템 효율비교 (시뮬레이션)

### 5.2 금속용해공정의 적용

금속용해·주조공정에서 알루미늄용해 공정은 대량의 연료를 소비하고 있어 그의 에너지절약화는 CO<sub>2</sub> 삭감으로 향하는 주요한 조치이고 과제다.

당사는 알루미늄 Dycast Maker인 (주)Altech와

공동으로 에너지절약을 목표로 하는 「금속용해·주조공정과 SOFC의 Hybrid 화」에 관한 연구를 NEDO의 위탁사업 에너지사용합리화 기술전략적 개발(2006~2007년도)에 의하여 추진하고 있다.

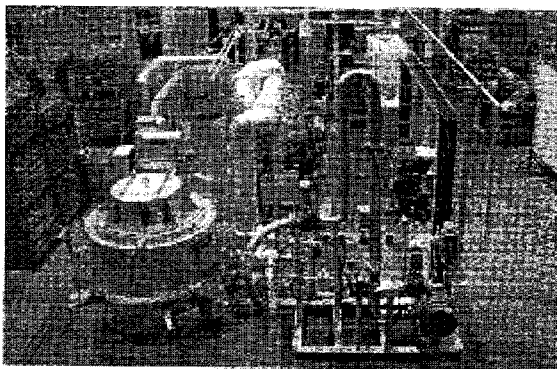


[그림-11] SOFC 도입에 의한 에너지절약효과 시산결과

LNG를 사용하여 금속을 용해하고 전기히터로 용탕을 유지, 용해된 금속을 Dyecast Machine에 공급하는 종래의 시스템에서는 ①알루미늄을 용해하는 LNG, ②보유로 전기히터용 전력 ③Dyecast Machine용 전력 등의 에너지를 시스템 전체에 공급하고 있으나 이에 대하여 SOFC를 조합한 신형시스템은 ①LNG 만의 공급을 위하여 SOFC를 구동하여 전기와 열을 발생, SOFC로부터의 고온 배가스는 알루미늄의 용해 유지에 이용하고 (LNG에 의한 온도조절), SOFC로부터 발생된 전력은 Dyecast Machine 등의 동력에 이용하는 시스템이 된다.

[그림-11]에 표시한 바와 같이 이 신형시스템은 종래 시스템에 비하여 30% 이상의 에너지절약 효과를 얻을 것이라는 예상이 타당 검토에 의하여 판명되었다.

본 개발의 포인트는 알루미늄 용해공정에 있어서 여하히 효율이 좋게 SOFC의 배열을 이용할 것인가이다. 이미 그를 위한 용해보유로(신형용해보지료)의 개발을 끝내고 현재 수소제조공정 개발과 함께 SOFC 배가스를 모방하는 가스공급장치와 신형 용해보지료를 연계한

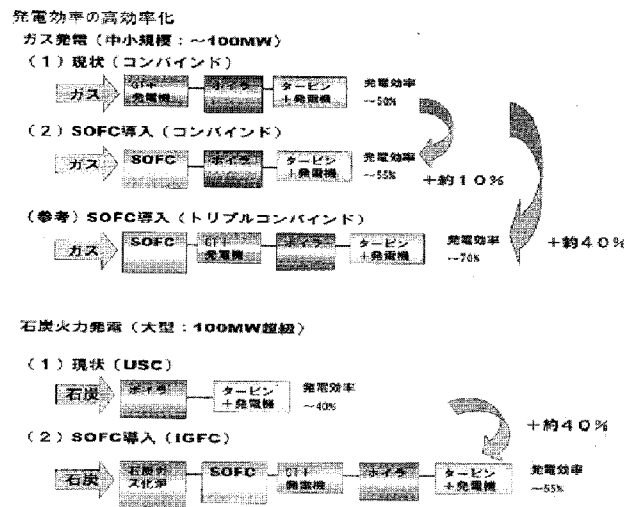


[그림-12] Field 시험장치

현장시험장치([그림-12])에 의하여 實機 Data의 취득 및 해석을 실시, 신형시스템 成立性的 검증과 에너지절약효과의 試算을 실시하고 있다.

## 6. 將來를 向안 對處

이제까지 기술해온 비교적 중소규모의 SOFC에 관하여 산업에의 Application을 진척시킬 방법으로 당사는 전기사업용 발전시스템의 적용을 개발, 검토를 실시하고 있다. [그림-13]은 종래 방식에 의한 발전공정에 있어서 SOFC를 도입할 경우에 기대되는 효율향상을 試算한 것이나 중형규모의 가스연료를 이용한 종래의 Combined 방식에 비하여 SOFC를 도입한 Combined에서는 약 10%, Triple Combined 방식에서는 약 40%의 효율 향상(상대치)이 예상되므로 SOFC 도입에 의하여 큰 효율향상을 기대하여도 될 것이다.



[그림-13] SOFC 도입에 의한 발전시스템의 고효율화

이와같이 발전시스템에 대해서도 그의 도입효과는 대단히 높다.

전기사업용 중에서도 대형 전기사업용 발전용 기술에 관해서는 특히 SOFC와 석탄가스화기술과 조합된 IGFC(석탄가스화 연료 전지 복합발전시스템)의 실현을 향하여 銳意注力하고 있다.

IGFC는 석탄을 가스화함에 따라 연료전지, 가스터빈, 증기터빈이라는 3종의 발전형태를 조합하여 Triple 복합발전을 하는 것으로서 실현되면 약 60%의 발전효율이 가능하여지고 CO<sub>2</sub> 배출량도 현재 석탄화력 발전소에 비하여 2/3 정도까지 저감 가능한 窮極의 석탄이용기술이라 할 수 있다.

한편 석탄을 가스화 함으로서 얻는 연료가스에는 電池반응에 필요한 성분가스 이외에 SOFC 성능에 영향

을 미치는 물질도 포함되어있어 이와같은 연료가스를 SOFC의 연료로 사용하기 위한 정제기술을 시작으로 가스터빈기술이나 제어기술을 종합한 종합적인 시스템화 기술개발에 총력을 기울일 필요가 있다.

IGFC는 장래 1차에너지의 안전보장 상의 관점에서, 또한 CO<sub>2</sub> 삭감에 대한 요청으로서도 그의 개발·실현에 대한 기대가 높다. 역시 IGFC의 시스템화 개발은

물론 SOFC에 따라서도 대형화나 신뢰성 향상, 저 비용화 등의 확립에는 금후 오랜 시간이 요구되므로 다가오는 IGFC의 시대에 대비하여 JPOWER에서는 SOFC 기술의 성숙화를 위하여 여기서 소개한 Application 개발은 시작으로 실용화를 위한 수많은 조치를 취하고 장래의 SOFC의 보급을 향하여, 또한 지구환경보전을 위하여 공헌해 나아갈것이라고 생각하고 있다.

## 회원사 동성

(The State of Major Affairs in Membership Companies)

### 1. 회원가입을 축하합니다.

(주)아이티에스가 2009년 6월 16일 특별회원으로 가입하였음.

상호(업체명)	(주)아이티에스
설립일자	2002. 4. 1
주소	충남 서산시 대산읍 독곶리 410-5
종업원수	140명
대표자	김 정 역
담당자	이 명 설 과장
TEL	(041) 660-6523
FAX	(041) 660-6519
특기사항	장치산업(석유화학, 정유공장, 발전소 등) 고정기계, 배관, 회전기계, 전기, 계장 시공 및 O/H

### 2. 금호석유화학(주), 여수 제2열병합발전소 준공

금호석유화학(주)는 지난 5월 21일 여수제2열병합발전소 준공식을 거행하였다. 이번에 준공한 발전소는 국내최초로 페타이어를 원료로, 타이어 시편을 제조하여 석탄과 혼소하는 순환유동층 보일러를 채용한 TDF(Tire Derived Fuel) 연소방식을 적용하였으며, 250T/h 보일러 2기 및 119MW 증기터빈 1기를 설치하였다.

### 3. SK에너지(주), 매연저감장치 미국 환경인증 획득

SK에너지(주)는 까다롭기로 소문난 미국시장에서 매

연저감장치의 환경인증을 획득하였다. SK에너지(주)의 이번 환경인증은 아시아의 에너지기업으로는 처음으로 취득한 것으로 자동차에 발생하는 매연의 미세물질을 90% 이상 제거하는 장치로서 순수 국내기술로 개발되었으며, 2012년까지 미국시장에서만 연간 1만대 이상의 수출이 가능할 것으로 예상하고 앞으로 독일에서도 제품인증을 추진해 해외시장 공략에 더욱 박차를 가할 계획이다.

### 4. 한국중부발전(주), 필리핀 수력발전사업 진출

한국중부발전(주)는 지난 6월 2일 필리핀 신재생에너지 개발회사인 PNOC-RC와 ‘필리핀 벵겟 수력발전사업 공동 추진을 위한 합의각서’를 체결하였다. 한국중부발전(주)는 인도네시아와 말레이시아의 바이오매스발전소 건설·운영 사업에 이어 필리핀 수력발전사업에 진출함으로써 동남아지역에서의 신재생에너지사업 기반을 더욱 확고히 하게 되었으며 탄소배출권도 확보하는 성과를 거두었다.

### 5. (주)삼천리, 평택 국제화계획지구 집단에너지사업자 선정

(주)삼천리는 지난 6월 3일 국내 에너지업계 초미의 관심사인 평택 국제화계획지구 집단에너지사업자로 선정되었다. (주)삼천리는 서부발전, 삼부토건과 컨소시엄을 구성해 올해 3월에 사업허가를 신청하였으며, 사업형태는 신규발전소를 건설치 않고 기존에 운영중인 서