





# 포스코에너지 연료전지 발전설비 현장방문 결과보고서

2015. 7.

미래전략연구단





# 포스코에너지 연료전지 발전설비 현장방문 결과보고서

작성일: 2015년 7월 28일(화)

작성자: 미래전략연구단 임재영

## <현장방문 개요>

방문지: 포스코에너지 연료전지 발전설비(서울 상암동 연료전지 발전시설)

방문목적: 연료전지 구동실체 확인 및 지역발전 연계사례

방문일: 2015년 7월 24일(금)

참여인원

- 미래전략연구단: 박인성, 홍원표, 임재영, 이종윤, 유광철, 강수현 등 6인
- 기획조정실: 이지효 1인

포스코에너지 대응인력

- 정기석박사(연료전지 기획그룹장), 이장우(팀장), 김선우(과장) 등 4인

## <방문결과 보고서 차례>

1. 방문계획
2. 현장방문(현장사진)
3. 질문서(답변은 관련자료 참조)
4. 관련자료
  - 자료 #1: 회의 녹취록
  - 자료 #2: 포스코에너지 브로셔
  - 자료 #3: 연료전지사업 개요(포스코에너지)
  - 자료 #4: 국내사업추진(포스코에너지)
  - 자료 #5: 연료전지 시장과 사업전망(에너지기술평가원, 이해원 2014)
  - 자료 #6: 연료전지 RPS의 이해
  - 자료 #7: 포스코에너지 공급사슬(supply chain)
5. 시사점 및 향후계획

# 1. 현장방문 계획

## □ 목 적

- 차세대 친환경 에너지로 주목받고 있는 연료전지발전소의 현황, 규모 등 전반적인 운영 실태를 점검하고 충남지역에 적용가능 여부 파악

## □ 시간 및 장소

- 일 시 : 2015년 7월 24일(금)
- 장 소 : 서울 상암 하늘공원 내 연료발전시설 및 포스코에너지 본사  
(※ 본사방문은 생략, 추후 연료전지 스택 및 셀 공장 견학으로 대체)

## □ 주요내용

- 연료전지발전소 사업 추진경과 및 향후 추진계획
- 연료전지발전소 구성요소 및 운영 상황
- 충남지역 사업모델 논의

## □ 시간계획

일 시	세 부 일 정	비 고	
24일 (금)	09:00	▶ 연구원 출발	
	09:00-12:00	▶ 개별이동(집결지: 마포구청역)	1번출구
	12:00-13:30	▶ 점심식사(상암 주변)	예약
	13:30-14:00	▶ 상암 연료전지발전소 이동	
	14:00-15:00	▶ 상암 연료전지발전소 현장 답사	포스코측 브리핑
	15:00-16:00	▶ 회의장 이동	주변 커피숍
	16:00-17:00	▶ 포스코에너지 브리핑 및 질의응답	
	17:00	▶ 해산	

## □ 기 타

- 현장답사 참가자 1건 이상 질의내용 준비

## □ 예 산: 일금 일십칠만오천원 정(W175,000)

- 중식비: W105,000 = W15,000/인 × 7인,
- 다과비: W70,000 = W10,000/인 × 7인

(※ 방문지(상암동발전설비) 현장에 회의시설 미비관계로 커피숍 활용의 경우 전제)

## 2. 현장방문

### □ 포스코 에너지 상암동 연료전지 발전설비 견학

	
<p>(P1) 상암동 연료전지 발전설비 전경</p>	<p>(P2) 연료전지 발전설비 작동과정 설명</p>
	
<p>(P3) 연료전지 주요부(스택) 설명</p>	<p>(P4) 연료전지 주요부(배관) 설명</p>
	
<p>(P4) 설명 및 Q&amp;A</p>	<p>(P5) 향후 진행과정 및 결산</p>

- (P1)~(P4): 포스코에너지 상암동 연료전지 발전설비 현장

- (P5)~(P6): 인근 커피숍

### 3. 사전발송 질문서

○ 이하의 질의는 현장방문 전에 정리되어 사전 발송

- 관련된 답변은 4. 관련자료 항에 별도로 정리되어 있음

- 이 외 현장에서의 질의응답을 포함한 질의응답은 관련자료 중 회의록취록에 포함됨

○ 현장방문 전 발송 질의서 내용

	질문내용
이 중 윤	1. 발전용 연료전지가 경제에 미치는 기대효과는 무엇이라 생각하는가?
	2. 발전용 연료전지 시설은 안전성에 대해 우려의 목소리가 있다. 안정성은 확보되었는가?
	3. 수소를 얻는 과정에서 LNG 가스 사용으로 친환경적인 에너지가 될 수 없다는 의견이 있다. LNG 가스 이외 다른 에너지원 기술보급은 언제쯤 가능한가?
	4. 메탄가스 이용 시 경제성은 어느 정도 개선될 수 있나?
	5. 충청남도는 분노가 많이 발생하는 지역이다. 분노처리 과정에서 발생하는 메탄가스를 이용한 연료용 발전시설 사업은 가능한가?
	6. 충남지역의 메탄가스를 이용한 시범사업 성격의 사업모델을 위해 어떠한 절차가 필요하다고 보는가?
	7. 발전용 연료전지로 생산된 전력의 생산원가는 얼마이며, 화력발전의 전력 생산단가 차이와 비교해서 어느 정도인가?
	8. 발전용 연료전지 전력 판매단가가 어느 정도 되어야 경제성이 있는가?
	9. 발전용 연료전지는 송배전설비, 환경오염 저감 등 사회적 편익이 감안되어야 한다는 의견이 있다. 사회적 편익은 어느 정도라 보는가?
	10. 발전용 연료전지가 보급되는데 가장 큰 걸림돌이 무엇이라 생각하는가?
	11. 기존 에너지시스템을 대체할 경우 에너지 효율이 주요 쟁점이 될 것 같다. 발전용 연료전지 에너지 효율은 어느 정도이며, 확인할 수 있는 자료는 무엇인가?
	12. 지자체에서 설치된 발전용 연료전지 사업비는 국비 보조를 받는가?
	13. 발전용 연료사업목표 달성시 전력생산의 비용절감은 어느 정도 예측하는가?
홍 원 표	1. 상암발전소는 전체 에너지공급체계에서 어떠한 역할을 담당하는가? 피크부하 절감, 보조전력, 대체전력 등
	2. 한전 에너지공급을 쓰는 것과 비교하여 어떠한 장단점이 있는가? (경제성 포함)
	3. 연료전지발전소의 경제성 제고 측면에서 애로사항은 무엇인가?
	4. 서울시는 연료전지발전소를 보급하기 위해 어떠한 제도적 장치와 인센티브를 제공하는가?
임 재 영	1. 비 도시 및 산업화 지역의 마을 단위에서 발전용 연료전지 설치와 관련된 타당성 기준은 무엇인가?
	2. Value chain(중간원자재, 하도급사, 납품(수주)실적 등)
	3. 필요 Infra(hard) 및 제도 정비 무엇인가?
	4. 발전용 전지 외 완제품 견학 필요(특히 산업용 및 휴대용) >> 공장견학 프로그램 요청 필요

#### 4. 관련 자료

○ 이하의 자료에는 사전발송된 질의서에 대한 답변으로 포스코에너지로부터 회신된 자료집들과 현장에서의 회의록이 포함됨

구분	관련자료	비고
자료 #1	회의 녹취록	방문 당시
자료 #2	포스코에너지 브로셔	방문전 회신
자료 #3	연료전지사업 개요(포스코에너지)	방문전 회신
자료 #4	국내사업추진(포스코에너지)	방문전 회신
자료 #5	연료전지 시장과 사업전망*	방문전 회신
자료 #6	연료전지 RPS의 이해	방문 후 정리
자료 #7	포스코에너지 공급사슬(supply chain)	방문 당시

\* 이해원 (2014, 11), 에너지기술평가원 발표자료.



## 자료 #1: 회의 녹취록



## 4.1 자료 #1 회의 녹취록

시간: 2015. 7.27 15:00~16:45

장소 : 상암동 포스코에너지 연료전지 발전설비 주변 카페

참석: 본원관계자 7인 및 포스코에너지 4인

(포스코에너지)

관련된 자료들은 메일로도 보내드리기도 했습니다. 몇 가지는 답을 주셨고 자료로도 확인을 했습니다.

(임재영)

나중에 벨류 체인 관련해서 업체들 주소록 좀 주시면 안 되겠습니까? 저희 원장님이 관심이 많으셔서요

(이종윤)

현장에서는 경황이 없었는데요, 자세하게 설명을 좀 부탁드립니다. 미래전략연구단 소속연구원들이고요 오기 전에 개인적으로 궁금한 사항들을 이메일로 좀 보내드렸어요. 궁금한 사항들에 대해서 좀 여쭙보고 알아가는 시간을 갖도록 하겠습니다. 업무가 그러면 외부에서 오실 때 설명을 주로 해주시는 건가요?

(포스코에너지)

저희가 이제 서울에 기획부서하고 마케팅 쪽하고 있습니다. 저희는 이제 기획으로 되어 있으니깐, 대외 업무를 주로 담당을 하고 있고요, 설명하는 과정을 담당하기도 하고, 산업부라든지 지자체에 제도에 대한 제안을 드리기도 하고, 마케팅이 영업활동도 하다보니깐, 거기가 저희보다는 고객사에 대한 대응도 하고요.. 양쪽부서가 다 맡아서 하고 있습니다.

(이종윤)

저번에 같이 오신 박사님은?

(포스코에너지)

저희 그룹장님. 기획그룹 쪽에서 국책연구소 지자체 쪽을 담당하고 있고요 마케팅 쪽은 일반 발전사 위주로 만나고 있습니다.

(이종윤)

자유롭게 이제 궁금한 사항들에 대해서 질문을 좀 해주시죠.

(포스코에너지)

몇 가지 사항들 적어주신 것 중에서 순서대로 좀 해보도록 하겠습니다.

(박인성)

저는 잘 모르기 때문에 가벼운 걸로 질문을 드리겠습니다. 여기 상근 직원들이 얼마나 되는 것이지요? 상암동 쪽에.

(포스코에너지)

서울에는 마케팅까지 해서 9명이 있고요, 상암동에는 저희가 운영 직원이 없고, 원격운전을 하고 있습니다. 모니터링이 돼서 원격으로 운전을 하고 있고, 문제가 생기면 직원들이 나옵니다. 원격운전 사무실은 포항에 있고요, 유지보수에 대한 부분은 원격으로 하고 있습니다.

(박인성)

그러면 지금 나오신 분들은 기술적인 파트에 계신 분들은 아니신가요?

(포스코에너지)

네 맞습니다. 제가 포항에 있을 때는 유지 보수 관련한 기술 업무를 담당했습니다마는, 여기서는 말 그대로... 제조, 오퍼레이팅 메인テナンス 하시는 분들은 포항에 한 300명 정도 계시고요.

(박인성)

그러면 상암동에는 모델하우스처럼 해놓고, 저희처럼 견학을 오는 사람들을 위한 일종의 샘플인가요?

(포스코에너지)

그럴 수도 있고요, 실제로 전기를 생산을 해서 판매를 하고 있습니다. 아까 전에 RPS 체제에 대해서도 잠깐 말씀을 드려야 하는데, 사업이 어떻게 운영이 되고 있느냐면 전기를 만들어서 파는 회사들이 발전 6개사가 있거든요. 한수원부터 동서발전, 남부 발전 등등 해서요. 그런데 저희도 발전사이거든요, 민간발전사.

정부가 강제적으로 의무할당제를 부과했습니다. 2024년까지 너희가 생산하는 전기의 10%는 신재생에너지로 해라 해서, 하는데 11개 신재생에너지 중에 하나가 연료전지입니다. 자기네들이 의무를 받았으니깐 설비를 사서 운영을 해야 하는데, 그 발전사들이 저희 입장에서는 고객사입니다. 그 사람들이 설비를 구매를 하고 전기를 생산해서 REC라고 하는 인증서를 받아야 하는데, 그것이 의무할당량을 카운트하는 증서이거든요. 그것을 위해서 설치를 하고 있는 것이고요, 그리고 상암동 이곳은 저희도 일종의 발전사이기 때문에, 저희가 직접 설치를 한 것입니다. 상암동 이 곳은 부지는 서울시에서 임대해 준 것이고요, 설비는 저희가 넣고, 전기는 한전에다가 공급을 하고 발전을 한 만큼 의무할당량을 가져오고, 의무량을 말씀드린대로 설비를 사다가 전기를 생산할 수도 있고, 다른 사람이 만든 신재생에너지에 의한 전기를 사올 수도 있고요.

저희가 아직은 설비단가가 높다보니깐, 단순하게 생각하면 그런 거잖아요. 전기가 필요한데, 한전에서

전기를 쓰는 게 가장 쉬운 데 그거보다 싸냐 비싸냐 했을 때, 그거보다는 비싼 거니깐, 신재생에너지 산업을 활성화하기 위해서 정부가 제도를 만든 거거든요. 그 깎을 이제 제도의 방법으로 매워주고 있는데, 아직은 kwh당 단가를 비교를 하는데 220원 240원 정도 하거든요. 한전에서 전기를 가져다 쓰면 100원 120원 정도 되니깐 100원 정도 차이가 납니다.

우리나라가 전기료가 좀 싼 국가이다보니깐, 전기를 만드는 사람들에게 너희가 전기를 만들면서 신재생에너지를 같이해라 해서 지원해주는 입장에 있는 것이지요. 그냥 지원을 해주는 제도이다 보니깐, 사람들이 잘 안하더라고요. 그게 FIT라고 하는 건데.. 2012년부터 RPS라는 걸로 의무화를 시키게 된 거죠. 발전자회사를 포함한 민간발전사 13개사는 의무적으로 설치를 해야 됩니다. 그러다보니깐, 의무화가 되어 있는 것이지만, 의무를 하면서도 지원을 상당 부분해준 것이 REC가 된 것이죠. 전력 판매가에 지원을 같이 해서 REC를 받고, 열판매를 또 하고 있는 것이고요.

(홍원표)

한전이 있고, 포스코도 발전사라고 말씀을 하셨는데, 연료발전에 대한 비용을 보전을 해주지만, 그래도 팔 것 아니에요? 한전이 이 사업을 발주를 해서 포스코에너지에 맡겨서 거기에 상응하는 대가를 지불을 하고, 포스코에너지에서는 전력을 공급을 하고 할당량을 넘겨주는 그런 모델인지.. 아니면 자체로 발전사이니깐..

(포스코에너지)

한전은 이제 전력 거래만 하는 구조(KPX)이고, 한수원 동부발전, 중부 발전 등 발전사들이 각 발전사마다 의무할당량을 채워야 하는데, 3%의 신재생에너지를 하겠다고 결정했으면은 그 중의 10%를 연료 전지로 하겠다고 하면, 어떤 방식으로든 거래를 해서, REC는 한수원이 사고, 전력은 KPX로 팔아버리고, 열은 주변에 공급을 하고, 포스코에너지는 제품을 공급하고 유지 보고 하는 구조입니다.

발전소에서 전기를 팔면, KPX에서 돈을 받습니다. 전기를 만들어서 팔았기 때문에 돈을 받고요, 이것을 SNP라고 이야기를 하고요,

이 돈을 받으면서 일반 발전사에서는 애가 만약에 100이라고 치면은 지금은 100 중에서 100을 만약에 판다고 하면은 3정도는 애를 가지고 팔아야 한다는 의무량이 있습니다. 3을 애가 팔려고 하니깐 투자비도 들고 해서 못 파는 거니깐, 다른 놈이 판 걸 가지고 메워라 하는 것이 소위 REC라고 화폐처럼 만들어진 겁니다. 그래서 발전소는 REC를 살 수도 있고요, 작은 발전소를 다시 지어서 할 수 있는 것이죠.

포스코는 이 위치도 되고 이 위치도 됩니다. 저희가 발전소를 가지고 있기 때문에,

(홍원표)

상암은 포스코에서 팝니까, 아니면 다른데다가 팝니까.

(포스코에너지)

저희가 이행하는데 등록하고 있습니다. 직영발전소라고 하거든요, 저희가 인천에 발전소가 있다 보니깐, 신재생에너지를 해야 하는데, 직영으로 네 개 정도를 돌리고 있습니다. 그래서 저기서 발생하는 전기는 한전에다가 팔지만은 REC는 포스코에다가 등록을 하고 있습니다.

(임재영)

전력거래소 하고는 어떤 관계예요?

(포스코에너지)

KPX 한전을 거쳐서 SNP 가격으로 판매를 하고 있습니다. 한전이 배분을 다시 하는 것이고요.

(홍원표)

서울시가 부지는 무상으로 대줬나요?

(포스코에너지)

임대료를 내고 있습니다.

(임재영)

만약에 비즈니스 모델로 가려면은 발전애기만 하면 안되지 않나요? 전기에 대한 부분들이 감춰진 것이 많은데, 그래서 포항을 좀 봤으면 하는데, 설치를

(포스코에너지)

설치를 하려면 열 이야기도 나왔지만은 전기는 가까운 계통에 연결을 하고 열을 수요처가 있는 곳에 공급을 하든지 활용을 하고, 얼마만큼 되느냐가 거기에 대한 설비, 연료비에 대한 원가를 분석을 해야 하는데, 그게 사이트마다 다 다른 것이죠.

(임재영)

그러면서 제약조건이 법에 의해서 빼도 박도 못하게 되어 있다는 거죠?

(포스코에너지)

법에 의해서가 아니고, 수익성 때문에 한전에 파는 거죠. 자가용으로 쓰는 게 싸냐 한전에서 갖다 쓰는 게 싸냐를 봤을 때, 지금은 한전에서 갖고 오는 게 싸니깐요.

자가용으로 쓰기에 경제적으로 어려움이 있는 거죠.

(임재영)

열은 지금 팔 수 있는데, 해주기로 했다가 안 받아주는거죠?

(포스코에너지)

싼 가격으로 해주기로 했으니깐 이게 다른 데서 다 참고가격이 될까봐 하는 건데, 지역난방공사 입장에서는 자기네들도 열을 만드는데, 연료전지에서 하니까 할 값에 하고 싶은 거죠 저희는 안 팔면 안 팔았지.. 그 가격에는 할 수 없는 거고요.

(홍원표)

그러면은 우리가 아까봤던 발전소를 회계적으로 계산할 때 독립적으로 작성합니까, 아니면 전국에 있는 것을 다 합해서 잡나요? 여러 가지가 있잖아요. 충남에도 한진, 포스코, 발전사가 있으면 인센티브가 있을 때 흑자가 나면은 어느 정도 단위를 바탕으로 해서 말씀을 하시는 건지..

(포스코에너지)

지금 여기서 발생한 REC를 살 회사가 프로젝트를 기획한다고 하면은, SPC를 구성하든 어떻게 하든 하는데, 의무사용자가 들어올 수 밖에 없는 거죠 또, 발전사가 필요하고, 저희는 또 제조사이기도 하고요, 수요 쪽에 열 수요 쪽이 들어오면은 열을 구매해줄 사람, LNG 공급자, 도시가스 사업자가 필요하고요.

(홍원표)

포스코가 세 개가 겹쳐 있잖아요. 발전사, 설비업자, 운영사. 인데, 그러면 세 개가 한 법인으로 결산을 하는 지 모르겠지만, 흑자가 나는 분야가 어디이고.. 지금 있는 제도적 상황 하에서 흑자인지를 질문드리는 거예요..

(포스코에너지)

저희는 회계적으로 책정하는 것은 직영발전소만 하고 있고요, 나머지는 제품 공급에 대한 부분을 따로 하고 있고요. 직영발전소 네 개만 봤을 때에는 REC 확보용이기는 하지만은, 수익만을 목표로 하지는 않기 때문에, 날 때도 있고, 안 날 때도 있습니다. 직영은 테스트베드이기 때문에 날 때도 있고 안 날 때도 있습니다.

경기도 화성에 가면 경기그린에너지라고 SPC가 있습니다. 한수원, 삼천리 도시가스, 화성시, 경기도, 저희도 들어가 있고, 이렇게 포지셔닝이 컨소시엄이 되어 있는데, 실제적으로 연료전지 발전소가 만들어져 있으면은 만들어진 전력을 한전에 팔고요, 이거는 SPC입니다. 여기서 만들어진 REC는 한수원이 가지고 갑니다. 원자력을 돌리기 때문에.

저희가 지분을 한수원과 삼천리와 포스코 에너지가 지분을 투자를 했기 때문에, 각각의 발전자회사들이 REC를 가지고 가고, 열이 필요한 회사들은 그걸 가지고 가고요, 경기도나 화성시는, 인허가나 행정

절차와 관련해서 보다 원활히할 수 있도록..

(홍원표)

SPC만 놓고 보면 흑자가 나는 건가요?

(포스코에너지)

흑자가 나지요. 사실상, LNG와 SNP와 REC가 예측이 불가능하다보니깐, 3,000억원 짜리 SPC를 만들다보니깐, 산업은행이 PF를 하면서 조건을 다는 거죠. REC는 얼마에 사고, SNP 변동에 따라서 SPC 운영비는 얼마는 남기고.

(임재영)

프로젝트 파이낸싱에서 국비, 지방비 비율은 어떻게 돼요?

(포스코에너지)

금융에서 바로 된 걸로 알고 있습니다. 신재생에너지 기금에서 뭔가 땡기는 게 있기는 한데, 그걸 신청을 안한 걸로 알고 있습니다.

여기 보시면 원가 구성이 연료비가 70% 되고요, 운영유비보수비, 투자비 감가상각비, 기타인데, 수익이 SNP하고 REC입니다. 현재는 수익이 원가보다는 높아서 나오는 상황입니다. SNP REC 변동성이 커서 리스크가 있기는 한데, 현재 상황까지는 괜찮은 편입니다.

연료전지가 신재생에너지가 아니라 자가용이라 하면 인정을 안해주는 건데, REC가 되다보니깐, 거래로 될 수 있는 인증서이기 때문에, 이게 수익이 나고 있는 겁니다. 안하면은 150% 패널티를 물리거든요.

(홍원표)

신재생에너지 2.0 한다는 것은 이게 다 해당이 되는 겁니까?

(포스코에너지)

연료전지는 REC를 하나 만들지 않습니까? 그러면 가중치로 곱하기 2를 해줍니다. 해상풍력 원거리가 가중치 2를 받고요, 태양광은 설치지역에 따라 차이가 있습니다.

(홍원표)

여기서 생산하는 전기의 질문제인데, 여긴 어때요?

(포스코에너지)

전기의 질은 말 그대로 이용율인데요, 태양광 풍력은 바람만 불면 서고요, 그런데, 여기서는 팽팽 돌아가거든요, 연료만 주입되면 말 그대로 기저 발전이란 표현을 했는데요, 계통이, 한전 그리드는 항상 이

렇게 전기가 왔다 갔다 하는데, 옆에 달린 놈이 항상이렇게 외줘야 물려서 탁 돌아가는데, 들어왔다 나 갔다하면 안 되거든요. 그래서 풍력에다 ESS를 달아서 버퍼 장치를 만들어주는 개념인데, 저희는 그 버퍼 장치가 필요가 없습니다. 뒷 쪽에 있는 컨테이너 박스가 그 역할을 하는 기구입니다.

연료전지가 전기수요가 실시간으로 변하는 걸 쫓아가지 못하는데, 기저 역할을 하면서 공급을 하는 거고, 태양, 풍력은 계속 변하게 되는 거죠. 그 역할을 보완해주는 게 전력 저장장치가 그 역할을 해주는 거거든요.

(중윤),

LNG 말고 다른 연료원으로 기술개발은 어느 정도?

(포스코에너지)

사실은, 연료전지라는 놈이 수소만 있으면 돌게끔 되는 기술입니다. 기술과 상품은 조금 다른 이야기인데, 기술은 준비가 다 되어 있는데, 상품이 되려면 채산성이 맞아야 하는데, LNG가 아닌 수소가 들어오면 연료비가 확 올라가서요. 시장이 안되는데, 저희가 기술 개발을 할 수는 없는 것이고요, 부생수소 같은 것이 중요하긴 하지만, 할 수는 없습니다. 경제적으로요.

현재는 LNG에서 수소를 추출하는 것이 가장 경제적이어서 쓰고 있고요, 전체 가스량의 메탄이 60%만 되면은 쓸 수가 있어요, 부산 하수처리장에서 소화전가스를 블렌딩해서 쓰고 있고요, 하수도 가스를 70%,LNG를 30% 섞어서 쓰고 있습니다.

(임재영)

그렇게 말씀하신 이면에는, SPC에서도 가스회사가 있잖아요. 가스회사가 들어가야 한다는 말씀이신거죠, 지금으로서는?

(포스코에너지)

그렇게 안들어온 경우도 많습니다. 단지, SPC는 규모가 커지다 보니깐, 여러 업체에서 MOU를 맺어서 추진하는 것이고요, 여기서도 SPC 구성을 안했구요, 부산은 또 지자체에서 전용요금제를 만들어준 경우도 있습니다.

(임재영)

가스회사도 일정부분 신재생에너지를 써야 하는 비중이 있는 것인가요?

(포스코에너지)

가스회사는 그런 부분은 없습니다만, 꾸준히 가스를 사용하는 사용처가 있으니깐 참여를 하는 것이요.

가스를 꾸준히 써주니깐 좋은 거지요. 삼천리가 50Mega를 깔면은 하루에 500 곱하기 20이면 10톤 정도가 들어 가거든요. 그게 스무개 서른 개 깔려 버리면 고정 단골이 생기는 거죠. 그래서 가스사도 SPC에 들어오려고 하는 것이죠. 저희 프로젝트 개발을 저희도 하지만, 도시가스 회사들도 참여를 합니다. 가스수요가 계속 줄다보니깐, 제가알기로는 충남도시가스도 연락이 온 것으로 알고 있습니다.

(홍원표)

저는 이표가 아주 마음에 드는데, 만약에 포항에서 일괄생산체제가 되면, 어디가 더 비용을 낮춘 효과가 있겠지요?

(포스코에너지)

두 번 째, 세 번 째가. 투자에 대한 감가상각이니까, 기계가 싸지는 거니까, 감가상각 부분이 클 것 같아요.

그 다음에 LTSA가 이 LTSA가 어떤 개념이냐면 배터리를 5년에 한 번씩 교체해 줘야 하는 개념이거든요. 이걸 연간, 시간 단위로 쪼개 놓은 건데, 이게 싸지는 거지요.

(홍원표)

혹자를 내기 위한 숙원사업이 그러면 LNG 가격을 좀 내려달라...

(포스코에너지)

한시적으로 내려달라는 이야기도 있고요, 기술개발을 통해서 효율을 높이는 작업도 하고 있거든요. 지금은 47%지만, 60%까지 올리는

REC 같은 걸 만약에 깎는다 하면 어떻게 되는 거죠?

저희도 방어를 하고 있기도 하고요

그런 압력이 있어요?

가중치라는 게 3년에 한 번씩 바뀌거든요..

그러면 정부의 지원이 없이도 확산이 되려면, 이제 이 전기 값이 높아지든지, LNG가 무지하게 싸지든지,

(포스코에너지)

발전효율을 높이는 것이 스택에서 전기를 만들고 있지만 100% 다 쓰지를 못하고 30% 정도는 미소모로 나오는 데, 작은 스택을 더 붙여서 효율을 높이는 형식으로 해서 연료소모량을 줄이면 발전단가가

떨어지니깐요.. 말씀드렸던 제조원가 유지보수비는 향후 떨어지겠지만,

한국전력 최근 자료를 보시면은 원자력이 숨은 비용이 많다고 하는데 40원이고, 이거랑 비교해서 보시면 될 것 같습니다. 사회적인 편익비용이라고 하면은 연료전지를 구축하면서 석탄 원자력을 짓지 않아도 되는 편익, 송배전을 안해도 되니깐 그거에 대한 편익, 환경적인 편익이 있지요..

(이종윤)

지금 150이라는 것이 한전에서 파는 가격르 맞춘 거죠?

전기를 많이 쓰는 데는 누진세가 적용돼서 그거보다 쌀 거고요.. 사용되는 조건에 따라서 중간적인 수준인 것 같습니다.

(홍원표)

다른 것 없으면 다른 얘기를 조금 하고 싶은데, 지자체가 연료 전지사업을 한다고 할 때, 지자체 지원이 부산에서 소화전가스, 일정한 현금지원을 한다는..

(포스코에너지)

현금지원은 없습니다.

(홍원표)

가격이 높으니깐, 그 차액을 지불해주는..

(포스코에너지)

부산하고 대구는 그 제도가 있습니다. 가스공사에서 가져오는 대금은 지원을 못하다 보니깐, 소매비용에서 일부를 깎아주는 것이죠.

(홍원표)

다른 지자체는요? 서울도 부지를 임대, 인허가...

(포스코에너지)

무상으로 해주면 좋은데.. 저리임대로...

(홍원표)

그리고, 인허가과정을 쉽게 해준다던가..

(이종윤)

국가적인 지원은 없나요?

(포스코에너지)

그게 이제 RPS 신재생에너지는...

(임재영)

RPS는 원가에 대한 요금을 지원을 해준거고. 개발사업 자체에 대한 지원이 있는지?

(포스코에너지)

저희가 이제 그걸 계속 요청을 하고 있는 거죠. 미국 같은 경우처럼, 설치비, 연료비, 바이오가스에 대한 추가 인센티브를 더 주고.. 이게 우리는 아직..

(임재영)

충남은 이게 마을 단위에서 이루어지잖아요. 서울하고는 상황이 많이 다르니깐..

(홍원표)

지자체들이 왜 이거를 지원을 해줍니까? 지금처럼 전기값이 싸고 한데, 이걸 세금을 들여서 해주는 사회적인 명분.

(포스코에너지)

서울시의 에너지의 20%는 직접 하겠다. 에너지자립. 시민이 사용하는 에너지의 20%는 여러 가지 방법을 통해서 자립률을 높이겠다는 게 대전제더라고요. 다른 지자체에서 서울시를 모델로 삼아서 하고 있고요. 광주시도, 원전폐지 이런 식으로 적극적으로 말씀응근 하시는 경우도 있고요. 결국에는 분산전원 인데요, 화력발전식. 중부 보령. 발전있는 것처럼, 발전소들이 다 해안가 시골에 있다보니까, 전기 많이 쓰는 데 따로 있고, 만드는 데 따로 있고 전달하는 과정에서 나오는 사회적인 문제가 있으니깐, 이걸 해결을 해야 하는 거고. 기존의 것을 어떻게 못하더라도, 새로 만들어지는 문제는 없어야 한다는 거죠. 서울이 가장 많이 하고 있고, 서울 때문에 고생을 하고 있기 때문에, 부담완화가 필요한 거죠. 정부 정책의 큰 틀이 신재생에너지 활성화이고, 분산전원 목표가 있거든요. 그 부분에 가장 적합한 것이 연료 전지가 아니라. 더 작은 제품이 있으면 좋겠지만, 구역이나 건물을 묶어서 하는 데는 가자아 좋은 솔루션이 아닌가 생각하고 있습니다.

(임재영)

LNG를 탈피하는 기간은 언제라고 보세요?

(포스코에너지)

지금은 저희가 탈피할 마음이 없습니다. 지금은 경제성이 나오니까, 다른 대체연료가 LNG만큼 싸질 때까지입니다.

기술은 이미 다 되어 있는데, 경제성에 대한 문제입니다. 수소를 기술적으로 못 써서 안 하는 것은 아

니고요.

사람들은 안 사거든요. 수소를 비싸도 사겠다고 하는 사람이 충분히 있으면 좋지만, 그렇지 않으니깐.

(임재영)

제가 왜 이런 질문을 드리냐면은, 포스코 입장에서는 어느 정도 되면 진정한 수소경제로 전환될 거라고 생각을 하시는지.

(포스코에너지)

2025년 정도라고 생각을 하고 있습니다. 이 전략을 세웠던 게 지난 해 LNG가 엄청 비쌌을 때 세운 거였거든요. 그래서 곧 수소랑 가격이 비슷해지겠다 했는데, 이게 가격이 올라갔다 내려갔다 하니깐, 예측이 어려운 것이지요.

(임재영)

LNG에서는 1차 가공이 들어간 것이잖아요. 그런데, 수소는 바로 사용이 가능한 거니깐.

(포스코에너지)

가능은 하지만 약간의 설계변경이 필요합니다. 또한, 수소는 생산이 중요하지만, 더 중요한 건 저장이란 운반에 대한 문제입니다. 만드는 비용은 안 비싼데, 저장과 운반이 상당히 비싸다보니깐,

수소비용이 엄청 비쌉니다. 사실은 그 기술이 같이 가야만 어느 정도 정점에서 진짜 수소를 쓸 수 있는 기술이 만들어지는 것이고요, 그 때까지는 계속해서 대안들을 제시를 하는 것이지요. 거기에 대한 연구개발을 하고 있고 기술수준이 상당히 높습니다.

바이오 가스를 왜 안 쓰느냐 라는 의문에 대해서는, 소위 규모가 맞지 않는 것이지요. 도시가스처럼 항상 일정한 양이 필요한데, 바이오가스는 들쭉날쭉한 것이지요. 그런 부분이 해결이 된다면은 쉽게 시장이 열릴 것이고요.

(임재영)

유럽에서는 어떻게 보고있지요 연료전지에 대해서.. 거기서도 LNG를 매개로 해서 생산을 하는 건지요?

(포스코에너지)

유럽은 재생에너지 자원이 우리나라보다는 풍부하다보니깐, 재생에너지를 가지고 수소를 생산해서 다시 돌리다보니깐.

우리나라가 유럽보다 전기값이 낮다보니깐,

(임재영)

거기서의 문제가 뭐냐면은 연료전지를 쓰는 의미가 퇴색된다는 것이죠.

(포스코에너지)

맞습니다.

(임재영)

발전설비 말고, 연료전지하고 어떤 관계에서 살아남느냐 하는 것이 가장 핵심이라고 보고 있는데, 포항, 울산을 좀 보여주시고 다시 얘기하시죠.

(이종윤)

두서없이 질문을 드려서요. 질문지를 보내드렸는데, 몇 가지는 답변이 된 것 같아요.

(포스코에너지)

안전성이, 이제 발전소 지으면 오리 풀어 놓고, 폭탄이라고 하고 그러는데, 원리를 아시면 위험한 설비는 아니고요. 도시가스 들어오는 게 위험하다고 본다면은, 지금 여기도 다 위험합니다. 같은 압력으로 들어오거든요. 그걸 승압시키는 게 아니라 낮춰서 사용을 합니다. 최고 높은 압력이 250 미리 아쿠아 정도 됩니다. 입으로 부는 정도의 압력입니다. 안전성이 있고요.

기존의 발전용 연료전지다 보니까, 기존의 발전소 준공 조건을 모두 갖춥니다. 산업안전공사 검사랑, 발전기를 만들어서 발전을 하기 위해서는 전기안전공사검사도 받고 있고요..

(강수현)

나중에 저장하고 운송할 때도 안전성이 문제가 되지 않나요?

(포스코에너지)

저장이 없지요. 자동차는 탱크에 채워넣어야 하는데, 그래서 수송용하고 발전용에는 차이가 많습니다.

(이종윤)

그 기준에 부합하게 설계가 되어 있다?

(포스코에너지)

다른 발전소는 연소를 해서 높은 압력을 만들어서 전기를 만드는데, 저희는 압력을 높힐 일이 없습니다.

(이종윤)

네. 10번인데요, 발전용연료전지 보급의 가장 큰 걸림돌이 뭐라고 보시는지.

(포스코에너지)

수익의 불확실성이죠. 지나가는 말씀이지만, SNP라는 게 신재생에너지랑은 관계없이 움직이는 숫자입니다. 어느 발전원이 들게 되느냐에 따라 결정이 되는 거거든요. 원정, 석탄, LNG인데, 각각의 사용량에 따라서 가격이 결정되는데, 이 수익에 변동성이 생기는 거고, 최근에는 전력예비율이 올라가다보니까, 수익률이 떨어지고 있습니다. 저희 발전사업을 하는 입장에서는 불확실성이 있는 거고요. 모든 돈을 넣어서 프로젝트를 하는 게 아니다보니까, 원가 측면에서는 LNG가 가장 높은 비용인 거고요. 기술 개발 전기간까지의 사업성을 유지하는 게 중요할 것 같습니다.

(이종윤)

전력요금에 우리 나라가 싼 이유가 있나요?

(포스코에너지)

제가 알기로는 정치적인 이유입니다. 산업계수출경쟁력이 떨어지니, 그거에 대한 게 있는데, 국민적인 저항도 있고 하니까.. 공공요금 오르는 거 제한을 하지 않습니까?

(이종윤)

아무리 정치적이라고 해도, 민간에서도 싸게 팔아도 흑자라는 건데..

(포스코에너지)

계속 적자이다 지금 흑자를 냈고요, 거기에 대해서 큰 역할을 한 게 원전입니다. 어떻게 보면은 경제성 논리 때문에 원전이 뒷받침을 하고 있지요. 그런 경제성 논리로만 원전을 바라보다가, 나중에 더 큰 데 미지를 볼 수가 있다 반대를 하는 거지요..

(박인성)

우리나라가 원전 발전량이 타 국에 비해 많기 때문에 그런 겁니까? 다른 외국도 산업정책이 다 있을 텐데..

(포스코에너지)

원전 기술은 잘 모르겠는데, 밀집도 측면에서는 세계 최고라고 하던가요. 우리는 계통이 고립 계통이고, 섬나라이다 보니까, 발전 자회사가 있어도 다 한전이구요, 만들어 내고, 유통하는 곳도 한 곳이고요.. 한 전 이 외에서는 전기를 구매할 곳이 없다보니까, 수요 공급이 맞지 않는 상황에서 가격 결정을 할 수 있는 것은 정부 정책이고요. 저희 입장에서는 전기 값이 좀 올랐으면 합니다.

(이종윤)

화력발전소 전력요금제, 인센티브 조건들이 환경비용에 대한 것을 감안하지 않은 것이 일종의 인센티브이다. 그래서 그것을 반영을 하게 되면 더 올라가겠지요..

(포스코에너지)

맞습니다. 그런 숨은 비용들이 들어가게 되면, 더 비싸질 겁니다.

농담처럼 그런 이야기하더라도요, 전기값이 올라가는 순간 표 떨어진다고요. ESS하시는 분들도 얘기하는 것이 전기값을 올려야 한다. 이게 워낙 싸니깐, 다른 기술로 발전을 하면은 경쟁력을 갖기가 힘든 것이지요.

(이종윤)

몇 가지 질문들이 답변이 다 된 것 같고요. 추가적으로 필요한 것들은 메일로 요청을 드리겠습니다..

(박인성)

우리가 지금 본 시설을 상암동이나 충남 면 지역에 건설을 하는 것이 입지적 요건에 따라 결정이 날 요인들이 있나요?

(포스코에너지)

변전소를 중간에 건설을 해줘야 하는데, 열 배관도 그렇고요, 그런 규모의 경제 문제로 인해서 최소요 구치라는 게 기존에 있습니다. 바로 옆에 인프라 시설이 구비되어 있는 것과 그렇지 않은 것은 차이가 있지요.

(이종윤)

2.4메가 규모는 공사비가 어느 정도 들지요?

(포스코에너지)

부지비 포함해서 150억 140억에서 150억 정도 소요가 됩니다. 160 메가 깔려 있다고 말씀을 드렸는데, 보령 중부발전에 300kw짜리.

(이종윤)

여기 기술은 전부가 국내 기술인가요?

(포스코에너지)

그렇지는 않습니다. 생산만 저회기술로 하고 있고요, 원천기술은 미국회사랑 제휴를 통해서 하고 있고요. 기술이 2006년도에 사업을 처음시작을 했는데, 미국에서 사와서 물건을 파는 사업이었는데, 지금 포항에 공장이 지어졌고 70%정도가 국산화가 됐고 9월에 셀공장이 만들어지면 제조공정은 100%가 되는 거고요. 배터리 코어 기술까지 말씀을 하신다면.. 자신은 없고요. 제조 관리에 대한 것은 100%입니다.

(이종윤)

저희가 포항공장을 방문하면 어디까지 견학이 가능합니까?

(포스코에너지)

거기에 스택 공장이 있고요. 셀공장은 아직이고, 그 외에는 다 볼 수 있습니다. 상암보다 조금 더 큰 발전소가 저희 직영으로 있고, 연구소도 있으니깐요. 일련의 보실 수 있는 프로그램이 될 겁니다.

(이종윤)

경기도가 가장 큰 규모인 것 같은데요, 어떤 지자체와의 협력이 있었는지?

(포스코에너지)

지원 수준이야 거의 다 비슷합니다. 규모가 크다고 해서 서류가 많아지거나 그런 것은 아닙니다. 풍력 같은 경우는 사업이 철회되는 경우가 거의 대부분이고요. 이제 수소가 들어가니깐, 복잡해지는 것 아니냐 뭐 그 정도이지요.

(이종윤)

더 질문 거리 있으시면은..

(포스코에너지)

저희는 괜찮습니다.

(홍원표)

발전과의 연관성은 크게 없는데, 축사, 화훼단지가 있는 곳에서 발전소 폐열이나 부생물을 이용한 사례들이 있을까요?

(포스코에너지)

영농형으로의 사례는 없는 것 같고요.. 그림을 그려본 것은 있긴 한데, 실질적인 사례는 없습니다. 하수처리장 가스를 이용해 본 경험이 있으니깐,

실질적으로 CO2의 사용이 가능하긴 한데, 적당한 농도 조절만 하면, 사용할 수 있지 않을까.. 기술개발이 진행된 건 없습니다만, 물이 나오는 게 LNG와 물을 섞어 사용하는데, 들어가는 게 1이면 나오는 건 2가 나옵니다. 여러 가지 방법으로 효율성은 충분히 있는데, 문제는 경제성이지요. 스팀을 통해서 공급하는 게 과연 돈이 남겠느냐 하는 부분인데요.

미국에는 SGIP의 애인데, 바이오메탄이나 축산에서 생긴 가스를 바로 배관에서 쫓을 수가 있습니다. 여기에 대해서 인센티브도 제공을 하고요. 바이오가스 가격으로 인센티브를 더 받아서..

케이스도 있긴 합니다만, 미국, 영국이, 우리나라에서 안 되고 있는 BTG라는 게 잘 되고 있거든요..

(이종윤)

충남에서는 그런 사례들이 바로 필요한 겁니다.

(포스코에너지)

그게 아마 들어가는 연료가 양과 썩은 것. 거기에 들어간 연료 전지가 저희업체와 제휴를 하고 있는 회사입니다.

(홍원표)

거기 홈페이지에 사례가 소개가 되어 있겠네요.

(포스코에너지)

저희가 바이오 가스 쪽으로는 기술이 없어서

(홍원표)

이게 사회적으로 인증을 받으려면, 명분적으로 서울시 이 외의 지역에서도 보편적으로 사용이 가능해야지...

(포스코에너지)

저희는 충남이랑 같이 해서 첫 스타트를 끊었으면 하는 바람입니다.

(이종윤)

저희가 4시까지로 해서 마무리를 하도록 하겠습니다.

(포스코에너지)

포항에는 9월달 경에 오시면은.. 보실 수가 있습니다. 저희가 준공에 맞춰서 행사 비슷하게 또 진행을 하거든요..

(이종윤)

연구원에서 준비한 작은 선물입니다. 우리 박인성 박사님께서 직접.

(포스코에너지)

감사합니다..

## 자료 #2: 포스코에너지 브로셔



# Prepared Future

연료전지 Fuel Cell

H<sub>2</sub>

O<sub>2</sub>

posco  
포스코에너지

# About POSCO ENERGY

포스코에너지는 '더 깨끗한 에너지를 제공하여 더 밝은 세상을 만들겠다'는 신념으로 에너지사업을 펼칩니다. LNG복합발전사업으로 40여 년간 안정적으로 전력을 공급하고 있으며, 부생가스복합발전, 석탄화력발전, 연료전지, 신재생에너지, 자원순환사업을 추진하고 있습니다. 국내에서의 경험과 역량을 바탕으로 해외에서도 가치를 인정받으며 사업을 확장해가고 있습니다. 포스코에너지는 글로벌 종합에너지 기업으로서 꿈과 도전의 에너지를 통해 더 즐겁고 행복한 세상을 만들어가겠습니다.

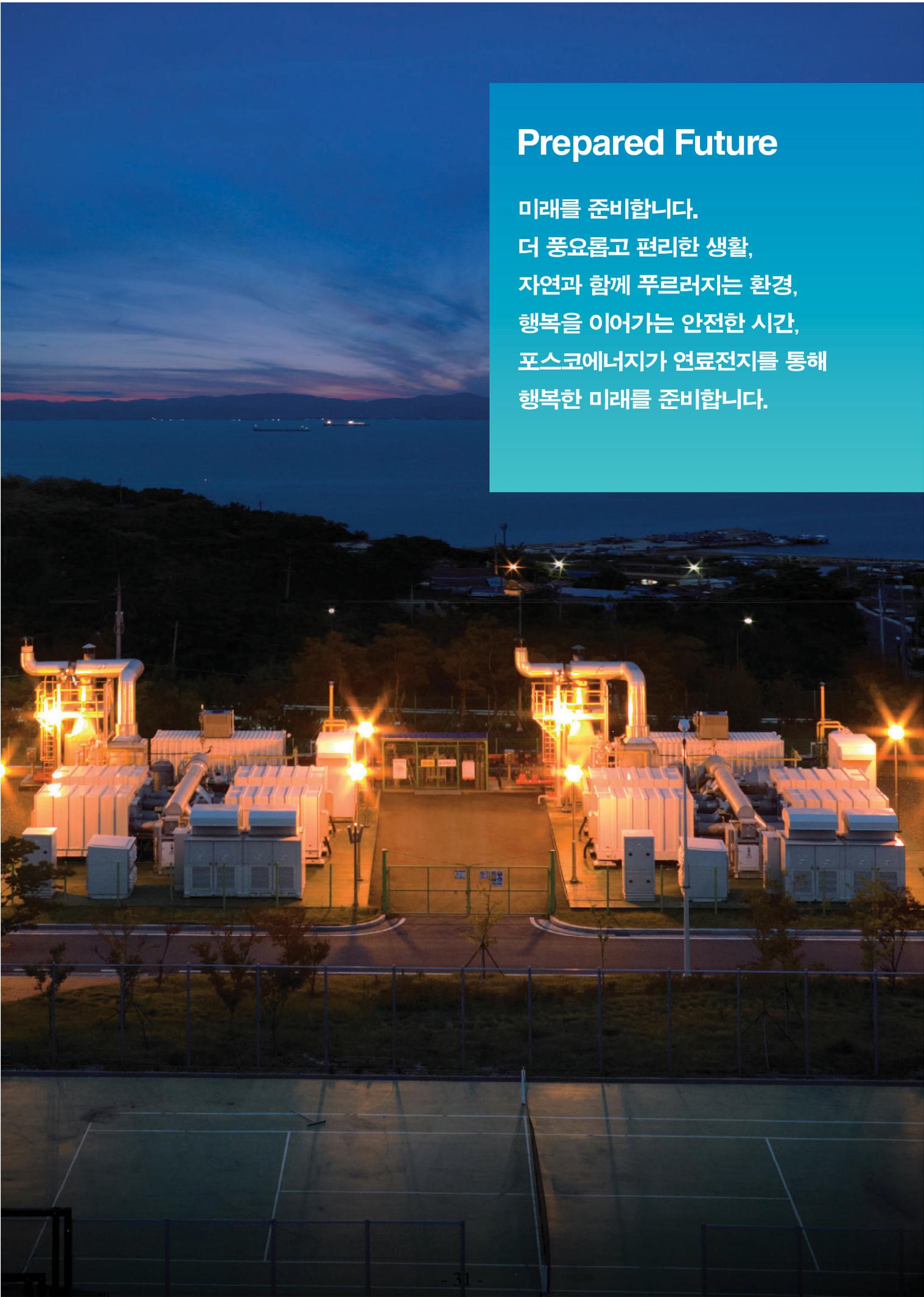
포스코는 2003년 연료전지사업을 미래성장동력으로 선정하였으며, 에너지사업의 집중화를 위해 포스코에너지로 사업을 이관하였습니다. 세계 최대 연료전지 제조공장 및 세계 최고 수준의 연료전지 기술연구소를 기반으로 기술개발, 제조, 설치시공, 유지보수 등 '연료전지 토탈 솔루션'을 제공합니다. 포스코에너지가 고객을 위한 최적의 솔루션을 제공할 것입니다.

## History

<b>2003</b>	연료전지, 포스코 차세대 성장동력 사업 선정
<b>2004</b>	250kW급 연료전지 3기 실증사업(RIST, 조선대학교, 서울 탄천물재생센터)
<b>2006</b>	국내 최초 상업용 연료전지 설치(남동발전, 250kW)
<b>2007</b>	연료전지 사업 이관(포스코로부터 사업부문 이관) 미국 FCE社 사업제휴 계약 체결(생산기술 및 국내외 시장 판권 확보) 정비 및 설치시공 기술이전
<b>2008</b>	포항 연료전지 BOP공장 준공(연산 100MW)
<b>2009</b>	통합서비스센터(KTAC) 구축 연료전지 기술연구소 설립
<b>2011</b>	포항 연료전지 Stack 제조공장 준공(연산 100MW)
<b>2012</b>	국내 최초 100kW급 건물용 연료전지 준공 셀(Cell) 기술 이전 계약 체결
<b>2013</b>	연료전지 셀(Cell) 제조공장 착공 세계 최대 경기그린에너지 연료전지 발전소 준공(58.8MW)
<b>2014</b>	세계 최초 BOG(Boil Off Gas) 활용 연료전지 준공(삼척, 300kW)
<b>2015</b>	연료전지 셀(Cell) 제조공장 준공

## Prepared Future

미래를 준비합니다.  
더 풍요롭고 편리한 생활,  
자연과 함께 푸르러지는 환경,  
행복을 이어가는 안전한 시간,  
포스코에너지가 연료전지를 통해  
행복한 미래를 준비합니다.



## 깨끗하고 안전한 미래를 위해 연료전지가 필요합니다.

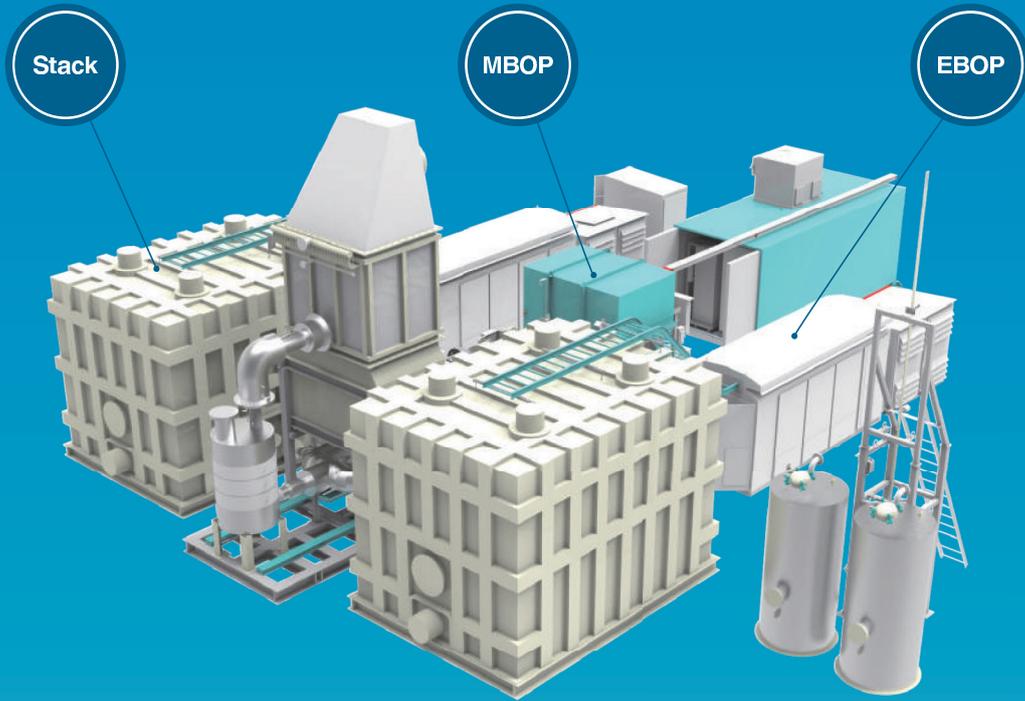
인류의 생존을 위해서는 에너지가 필요합니다. 그러나 기존 발전방식은 환경오염 및 안전성 등 다양한 문제를 안고 있습니다. 이에 환경친화적이고 안전하며, 무한한 가능성을 지닌 고효율의 에너지를 포스코에너지가 전합니다. 미래 에너지원인 연료전지로 깨끗하고 안전한 미래를 준비합니다.





# 연료전지 발전원리

연료전지는 수소와 산소의 전기화학반응을 통해 전기와 열을 생산하는 고효율, 친환경 에너지 시스템입니다. 기존 발전방식을 대체하여 푸르고 편리한 세상을 만들어갑니다.



MBOP(연료공급기)	Stack(스택)	EBOP(전력변환기)
<p>LNG / 바이오 가스</p> <p>H<sub>2</sub></p> <p>O<sub>2</sub></p>	<p>공기극</p> <p>전해질</p> <p>연료극</p> <p>직류 전기</p> <p>열</p>	<p>전력 변환기</p> <p>전력</p> <p>HRU(배열회수기)</p> <p>배열 회수기</p> <p>수증기 운수</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>수소, 산소를 공급하는 기계장치 (열교환기, 가습기, 개질기 등)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>전극, 전해질 및 분리판으로 구성된 Cell이 적층된 구조</li> <li>수소와 산소의 전기화학적 반응으로 전기 생산</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Stack에서 생산되는 직류를 교류로 변환 및 시스템 제어</li> </ul>

# 연료전지의 장점

포스코에너지 연료전지는 기존 재생에너지의 약점을 보완하며 다양한 혜택을 제공합니다. 차별화된 장점을 가진 미래에너지로서 고객에게 만족을 전합니다.

## 친환경

무공해, 저소음의 친환경 에너지입니다. NOx, SOx 등 대기오염물질이 발생하지 않고, 탄소배출도 기존 화력발전소 대비 약 50% 저감됩니다. 소음이 거의 발생하지 않아 도심지역에서 사용이 용이합니다.

## 분산발전

필요한 곳에 설치하여 직접 전기를 생산합니다. 직접 또는 근거리에서 전기를 공급해 송전손실과 송전탑 건설을 줄일 수 있습니다. 이로 인해 환경오염을 방지하고, 지역주민과의 갈등도 예방할 수 있습니다.

## 연비효율성

연비효율성이 뛰어납니다. 연료전지는 여러 단계의 에너지 변환과정을 거치는 기존 발전형태와 달리, 화학에너지가 바로 전기에너지로 변환되기 때문에, 변환과정에서 발생하는 손실이 최소화되어 에너지 효율이 높습니다.

(전기효율 47%, 종합효율 80% 이상)

## 공간효율성

설치면적 대비 발전량이 높습니다. 연료전지는 1kW 발전에 필요한 공간이 약 0.18m<sup>2</sup>로, 기존 신재생에너지 대비 공간효율성이 우수합니다. 크기가 작고 설치 조건에 제약이 없어 토지비 부담이 큰 도심지에 최적화되어 있습니다.

## 운용안정성

높은 운용안정성을 자랑합니다. 연료전지는 자연 환경에 따른 운용 제약이 없어, 하루 24시간 1년 365일 발전이 가능합니다. 90% 이상의 높은 가동률로 비상전원, 무정전전원, 보조전원 장치에 적합합니다.

## 안전성

안전성을 검증받았습니다. 수소가 축적되지 않아 폭발 위험이 없으며, 압력조절장치, 화재방지장치, 가스누출탐지기, ESD(Emergency Shut Down) 등 안전장치를 구축하고 있습니다. 안전관리 기준이 엄격한 선진국의 안전인증을 획득하였습니다.

# 300kW 연료전지 발전시스템

300kW 제품은 95m<sup>2</sup>(28평)의 면적에서 약 690여 가구가 사용할 수 있는 전기와 120여 가구가 사용할 수 있는 열에너지를 생산합니다. 또한, 나무 약 5만 그루의 식재 효과를 거두고, 160대 차량이 배출하는 대기오염물질을 저감하는 효과를 갖습니다.



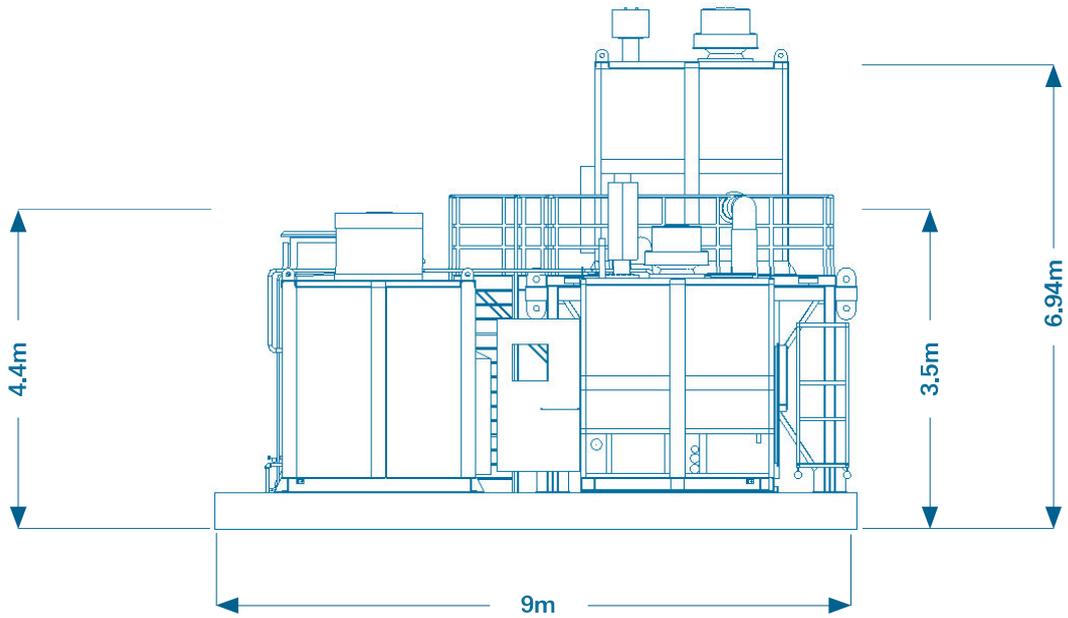
## 300kW

생산량(연간) 전기 690가구, 열 120가구 사용량  
 설치면적 95m<sup>2</sup>(29평)  
 연료 LNG, Bio Gas, SNG  
 친환경효과 약 5만 그루 식재 효과,  
 160대 차량이 배출하는 NOx저감

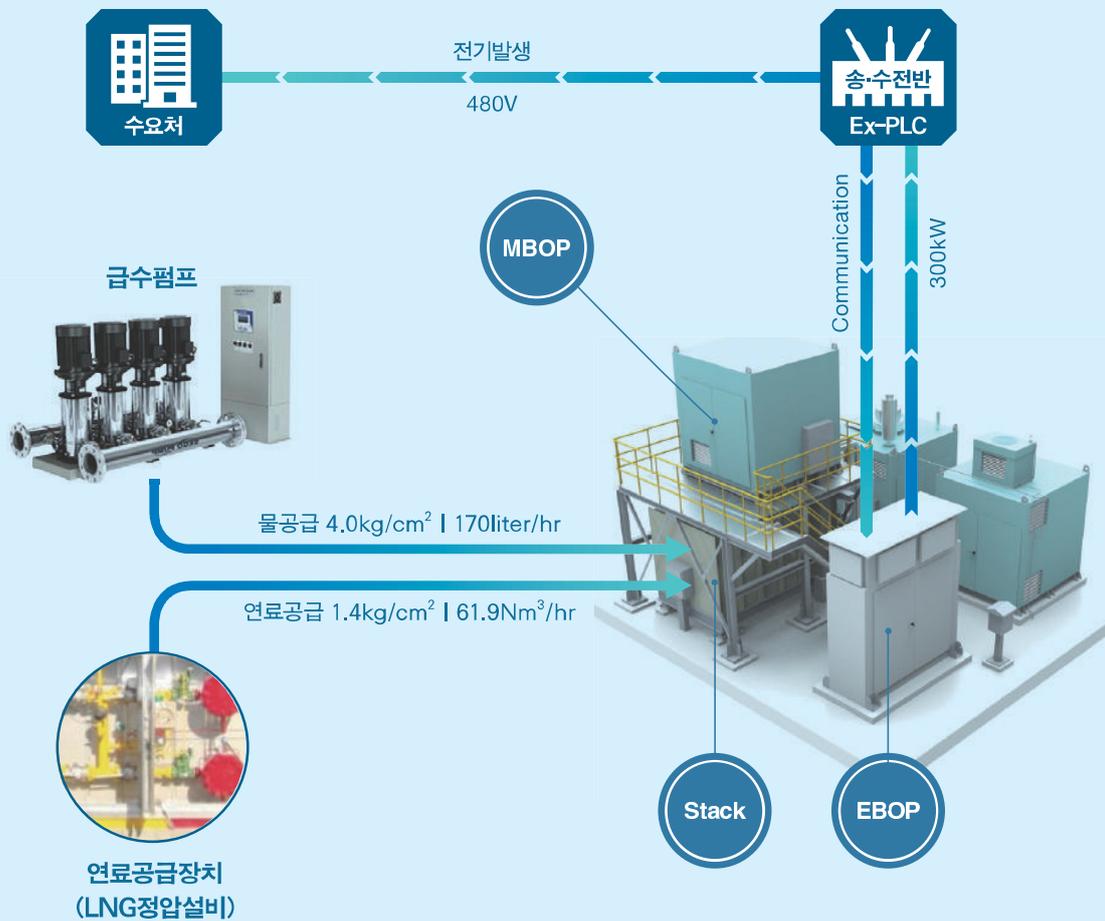
<b>출력사양</b>	
발전출력	300 kW
전압조건	480 VAC
주파수	60 Hz
<b>발전효율</b>	
LHV	47% ± 2%
<b>공해물질 배출</b>	
NOx	0.4 ppm 이하
SOx	0.01 ppm 이하
CO	10 ppm 이하
소음	72 dB(A)(3m)

<b>배출가스</b>	
조건	운수/증기 활용
온도	371°C ± 28°C
유량	2,090 kg/hr
압력	127 mmH <sub>2</sub> O
<b>용수사용량</b>	
상수도	170 liter/hr
<b>LNG 사용량</b>	
LNG	61.9 Nm <sup>3</sup> /hr
LHV	9,347 kcal/Nm <sup>3</sup>

## 제품크기

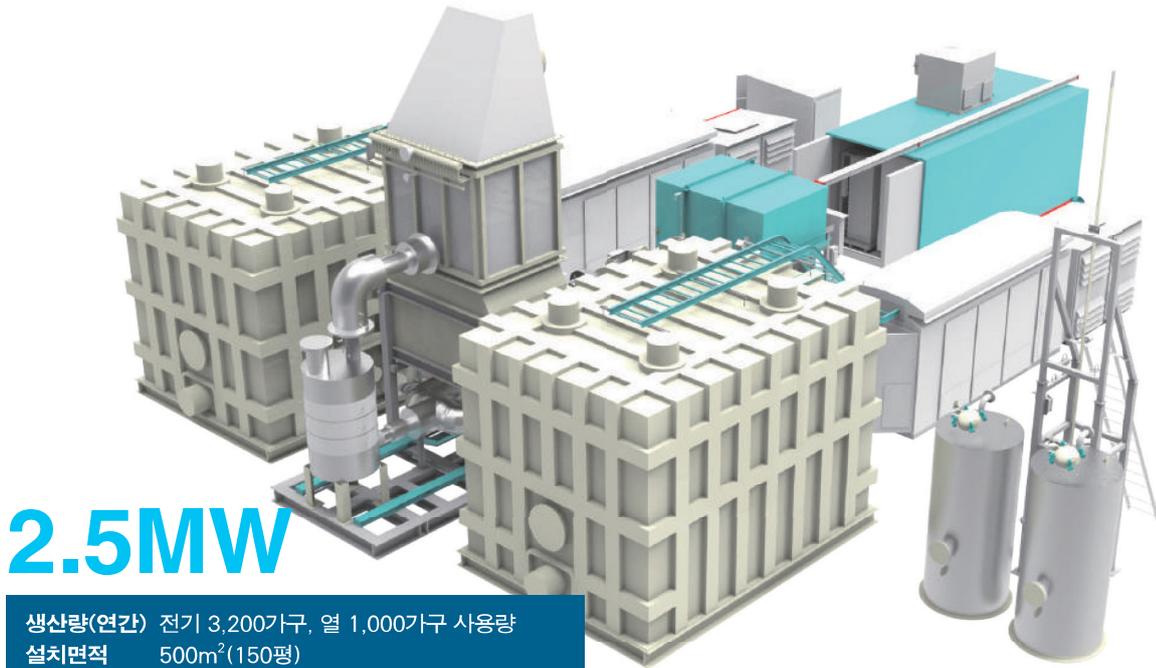


## 300kW 연료전지 구성도



## 2.5MW 연료전지 발전시스템

2.5MW 제품은 500m<sup>2</sup>(150평)의 면적에서 약 3,200여 가구가 사용할 수 있는 전기와 1,000여 가구가 사용할 수 있는 열에너지를 생산합니다. 또한 나무 약 45만 그루의 식재 효과를 거두고, 1,500대 차량이 배출하는 대기오염물질을 저감하는 효과를 갖습니다.



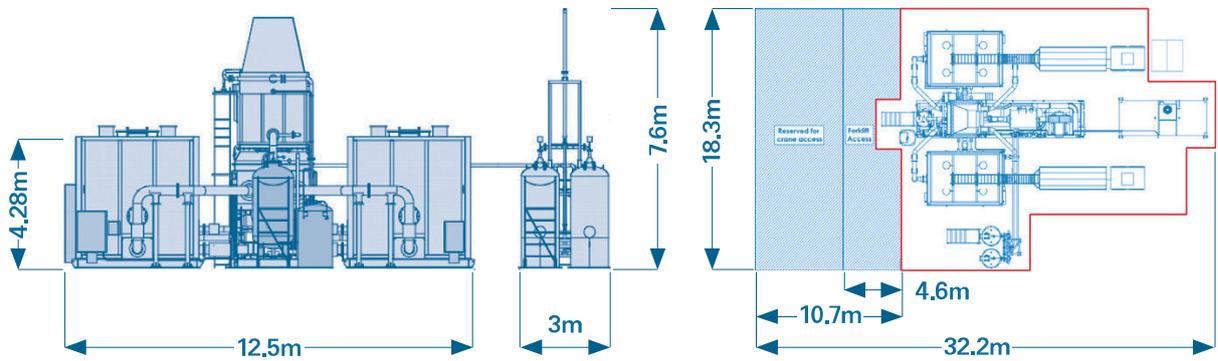
### 2.5MW

생산량(연간) 전기 3,200가구, 열 1,000가구 사용량  
 설치면적 500m<sup>2</sup>(150평)  
 연료 LNG, Bio Gas, SNG  
 친환경효과 약 45만 그루 식재 효과,  
 1,500대 차량이 배출하는 NOx 저감

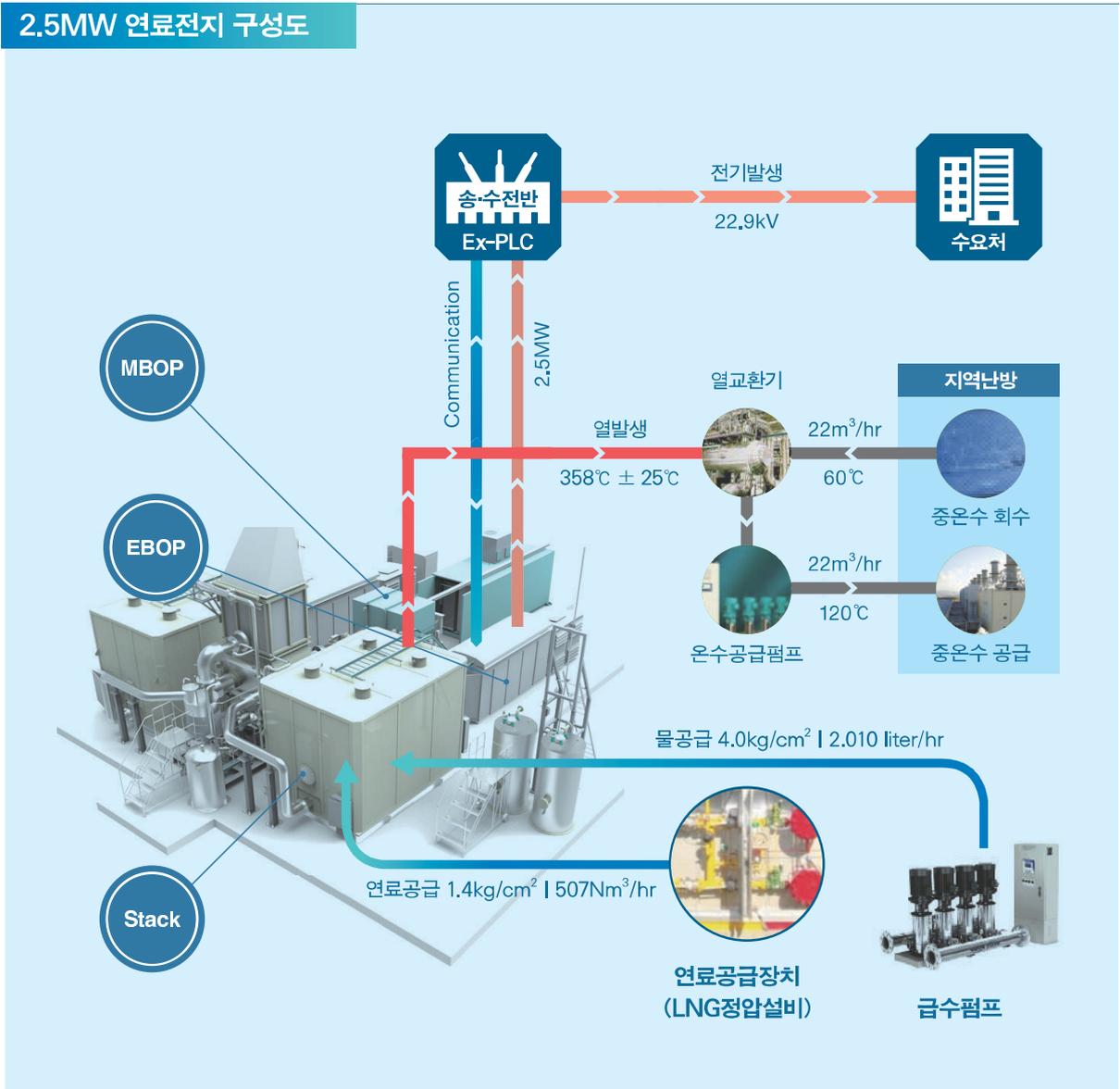
<b>출력사양</b>	
발전출력	2,500 kW
전압조건	13.8k VAC
주파수	60 Hz
<b>발전효율</b>	
LHV	47% ± 2%
<b>공해물질 배출</b>	
NOx	0.4 ppm 이하
SOx	0.01 ppm 이하
CO	10 ppm 이하
소음	72 dB(A)(3m)

<b>배출가스</b>	
조건	운수/증기 활용
온도	358℃ ± 25℃
유량	16,866 kg/hr
압력	127 mmH <sub>2</sub> O
<b>용수사용량</b>	
상수도	2,010 liter/hr
<b>LNG 사용량</b>	
LNG	507 Nm <sup>3</sup> /hr
LHV	9,347 kcal/Nm <sup>3</sup>

## 제품크기



## 2.5MW 연료전지 구성도



# 광범위한 적용범위

이미 연료전지는 산업단지, 국가 기간시설 등 다양한 분야에서 운영되고 있으며, 향후 적용범위가 확대되어 더 많은 분야에서 활용될 것입니다.

## 분산전원



집단에너지, 소형 열병합,  
구역전기사업 등

## 계통보조(Grid Support)



대형 연료전지 발전단지,  
산업단지, 국가 기간시설 등

## 부생, 바이오가스 활용 연료전지/선박용



하수처리장, 쓰레기 매립지,  
가스저장소 / LNG선, 유조선,  
컨테이너선 등

## 건물용



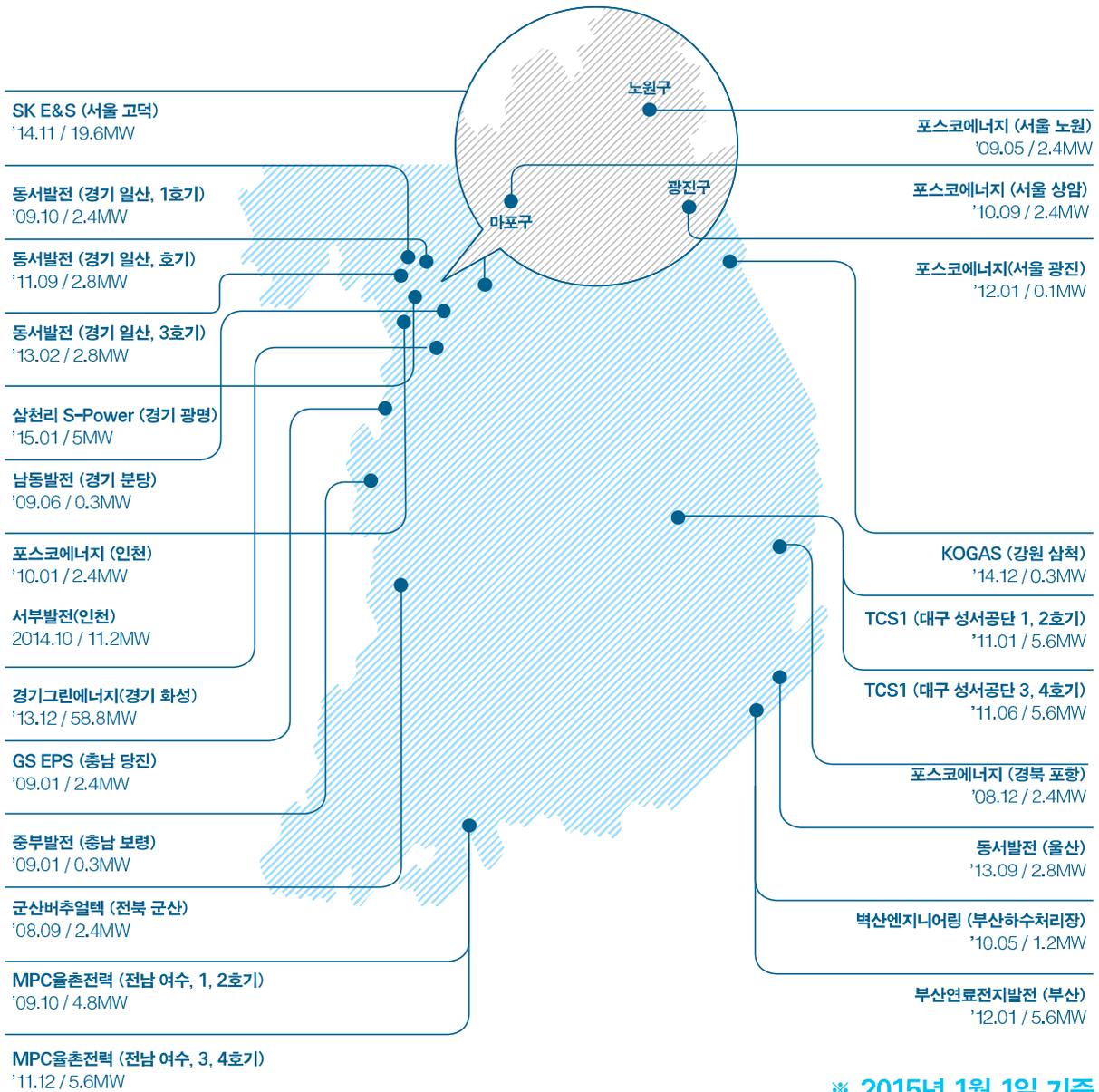
아파트, 호텔, 사무용 건물,  
주택단지, 쇼핑몰 등

# 연료전지 설치현황

다양한 지역에서 포스코에너지 연료전지를 통해 깨끗한 에너지를 안정적으로 공급하고 있습니다. 포스코에너지는 국내를 넘어 세계의 고객들에게 가치를 전하겠습니다.

## 149.2MW

20여 개소 운영 중



※ 2015년 1월 1일 기준

# 포항 연료전지 HUB

포스코에너지는 세계 최대 연료전지 제조공장을 보유하고, 연료전지 원천기술 확보와 상용기술 개발, 생산시설 구축을 위해 2007년부터 연구개발 및 투자를 진행해왔습니다. 연료전지의 설치 및 시공부터 핵심 기술인 셀(Cell)까지 단계적으로 진행하여 100% 국산화를 이루었으며, 세계 최고 수준의 연료전지 기술연구소를 보유하여 연료전지 발전시스템의 기술개발, 제조, 설치 시공, 유지보수 등 토털 솔루션을 제공하고 있습니다.



## BOP제조공장

면적 : 8,479 $m^2$  (2,565평)      준공 : 2008년 8월

BOP제조공장은 연료전지의 연료공급을 담당하는 MBOP와 친환경 전력을 변환시켜주는 EBOP를 생산하는 공장입니다. 연간 최대 100MW를 생산할 수 있습니다.

## Stack제조공장

면적 : 7,200 $m^2$  (2,180평)      준공 : 2011년 3월

Stack제조공장은 수소와 산소의 전기화학반응을 통해 전기와 열을 생산하는 연료전지의 핵심부분인 Stack Module을 제작하는 공장입니다. 연간 최대 50MW를 생산할 수 있습니다.

## Cell제조공장

면적 : 16,830 $m^2$  (5,100평)      준공 : 2015년 7월

Cell제조공장은 Stack안에 적층된 단전지인 Cell을 제작하는 공장입니다. 지하 1층, 지상 2층으로 구성된 Cell공장은 연간 80MW의 Cell을 제작할 수 있습니다.

## Conditioning 공장

면적 : 946 $m^2$  (286평)      준공 : 2011년 3월

Conditioning 공장은 제작된 Stack을 안정화하고 최적화시키는 공장시운전 공정을 담당합니다.

# LTSA

## Long Term Service Agreement

장기서비스계약(LTSA, Long Term Service Agreement)을 통해 연료전지의 약정출력과 안정적인 운영을 보장합니다. 언제나 고객의 입장에서 생각하며, 고객을 위한 최적의 서비스를 실현합니다.



### 모니터링

원격으로 24시간 모니터링 및 응급상황 시 신속대응 통신체계 구축



### 플랜트 운전상태 보증

설비의 신뢰도와 가동률 제고를 위해 플랜트의 일정수준 발전량을 보증



### 돌발정비

원격감시를 통해 이상징후 감지 시 신속히 정상상태 복구



### 예방정비

계획된 일정에 맞춰 기술적인 서비스, 부품, 소모품 등을 공급·교체 및 검사



연료전지 서비스 현장

# R&D

포스코그룹의 연구 및 투자 시너지를 기반으로 뛰어난 연구 역량을 확보하고 있습니다. 기술력 향상과 사업역량 제고에 힘쓰며 세계 속의 포스코에너지로 우뚝 서겠습니다.

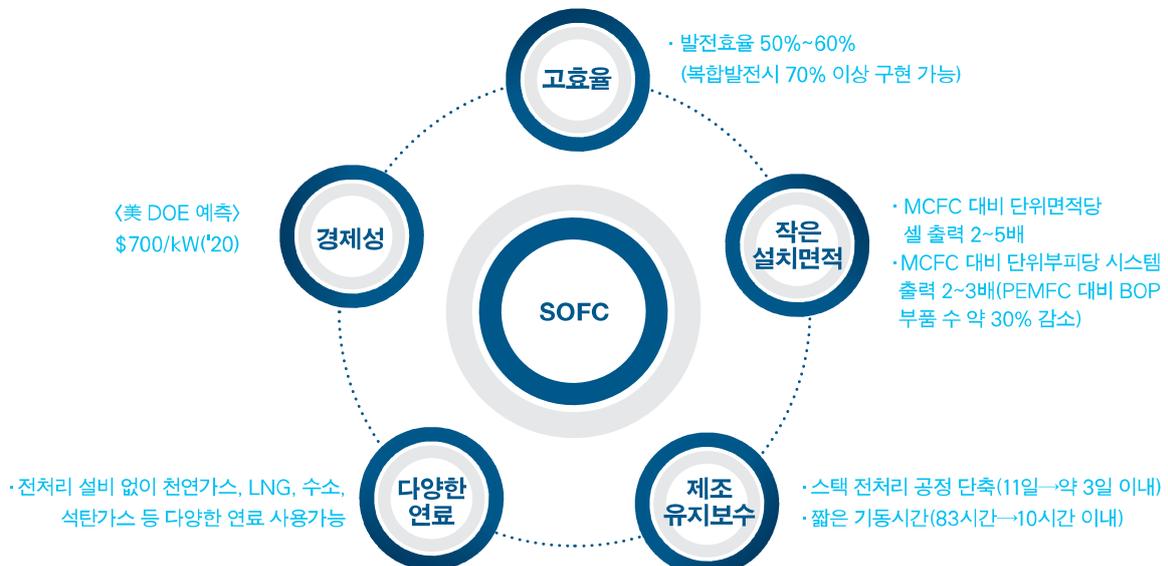
## 세계최고 수준의 기술개발

- 연료전지의 원천기술부터 상용기술 개발까지 포스코그룹의 연구 및 투자 지속
- 발전용뿐만 아니라 건물용, 선박용 등 특화된 연료전지기술 공동개발을 통한 시너지 창출



## SOFC(고체산화물연료전지)

포스코에너지는 기존 연료전지보다 효율이 높고 온실가스 배출을 저감할 수 있는 차세대 연료전지 SOFC(Solid Oxide Fuel Cell)를 상용화하기 위해 연구하고 있습니다. 차별화된 기술력을 바탕으로 우수한 제품을 만들기 위한 노력을 이어갈 것입니다.



고효율 MCFC (ORC 연계)

- 고온의 배출가스를 ORC시스템에 연계하여 발전하는 방식
- ORC(Organic Rankin Cycle)이란 끓는점이 낮은 작동유체를 활용하여 열을 회수하고, 전기를 생산하는 시스템



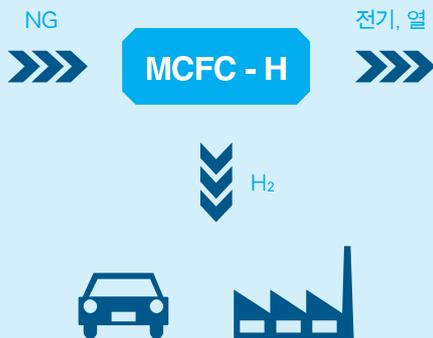
고효율 MCFC (연료전지 복합화)

- 가스터빈 또는 별도의 연료전지를 연계하여 연료효율을 향상시키고 전기효율을 극대화 하는 시스템



수소 동시 생산 시스템 (MCFC-H)

- 연료전지를 활용하여 전기, 열, 수소를 동시에 생산하는 시스템
- 생산된 수소는 수소차량 또는 산업체에 공급



MCFC-CCS(탄소 포집)

- MCFC의 CO<sub>2</sub>를 농축기능을 활용하여 제철소/발전소/산업체에서 발생하는 CO<sub>2</sub> 포집



\* 기존 CCS 대비 운영비 절감 가능

# 연료전지의 미래

연료전지는 기존 신재생에너지와의 융복합, 전기/수소차 충전장치, 농촌지역 분산전원장치, 메트로용 전력공급장치 등 무한한 활용성을 지닙니다. 미래에는 물에서 추출된 수소와 공기에서 추출된 산소만으로 발전하는 친환경 에너지원이 될 것입니다.

### 신재생에너지 융복합

· 타재생에너지 기술 융복합과 EMS(에너지 관리기술)을 통한 원별 한계 / 단점을 극복

### 친환경차 충전소

· 연료전지를 활용하여 생산한 전기를 전기차 충전용으로 사용  
· 연료전지 미반응 수소를 포집하여 수소차 충전에 사용

### 영농형 연료전지

· 농촌 지역에 연료전지 분산전원 설치를 통해 에너지 자립화  
· 농업과 첨단과학기술의 융합으로 온실가스 배출저감 및 고부가가치 농업 육성

### 메트로용 연료전지

· 차량기지의 주전원을 연료전지로 대체  
· 철도역사에 설치하여 경전철, 고속철도차량에 전력공급 및 건물(역사)에 에너지 공급

포스코에너지는 FCE社와 셀(Cell) 기술 이전 계약 후 아시아 시장에 대한 독점 판매권을 획득, 다양한 사업모델을 개발하고 있습니다. 포스코그룹의 글로벌 역량을 활용해 중국, 인도네시아, 중동 등을 목표로 해외시장 진출을 추진하고 있습니다. 포스코에너지는 더 넓은 지역, 더 다양한 분야에 연료전지를 활용하며 편리하고 깨끗한 세상을 펼쳐갈 것입니다.

# Beyond Energy, Better Life

포스코에너지는 멈추지 않습니다.  
창의적 사고로 혁신을 이어가며  
발전된 가치를 고객에게 전하겠습니다.  
우수한 제품을 통해 깨끗하고  
안전한 세상을 만들어가겠습니다.

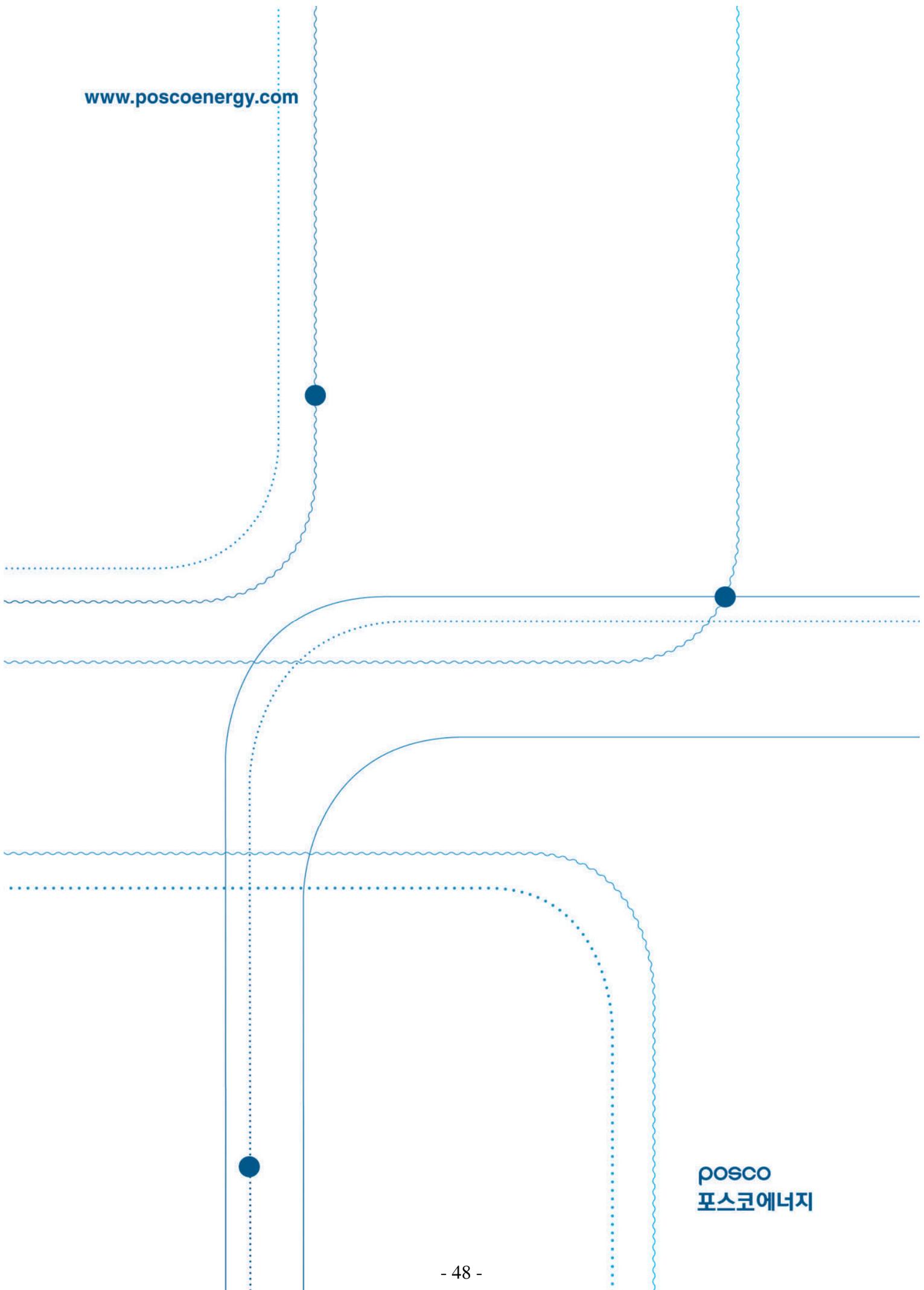
posco  
포스코에너지

---

본사                    서울특별시 강남구 테헤란로 440  
                              포스코센터 서관 16층

포항                    경상북도 포항시 북구 흥해읍 영일만  
연료전지 공장        88번길 153~154

---

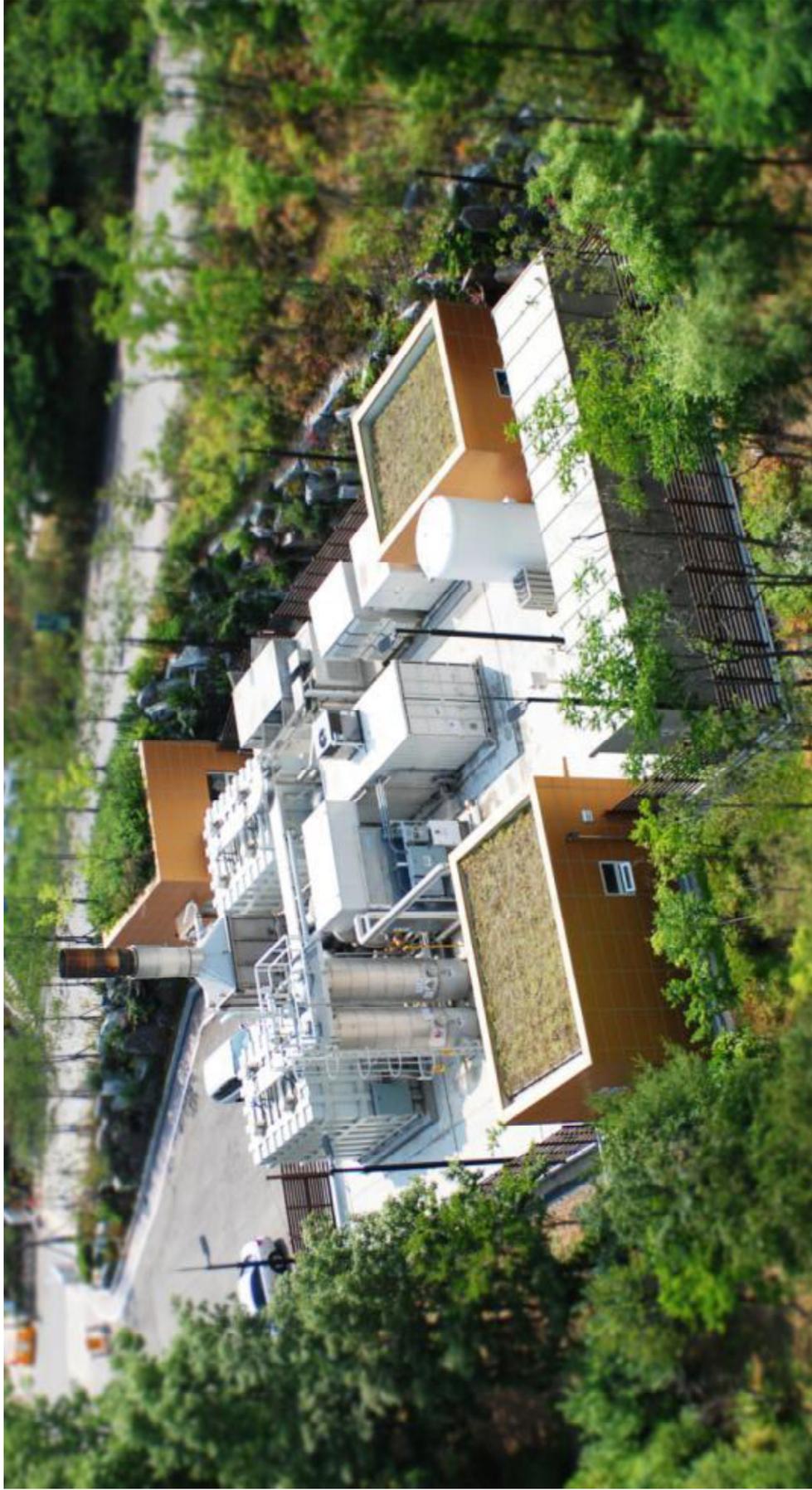


### 자료 #3: 연료전지사업 개요(포스코에너지)



# 도심형 분산발전 「노원/상암 연료전지발전소」

- 서울시 도심에 분산발전용 연료전지 최초 설치 ('10년)
- 노원 2.4MW : 주변 주택 단지에 전력 공급
- 상암 2.4MW : 하늘공원 내 설치



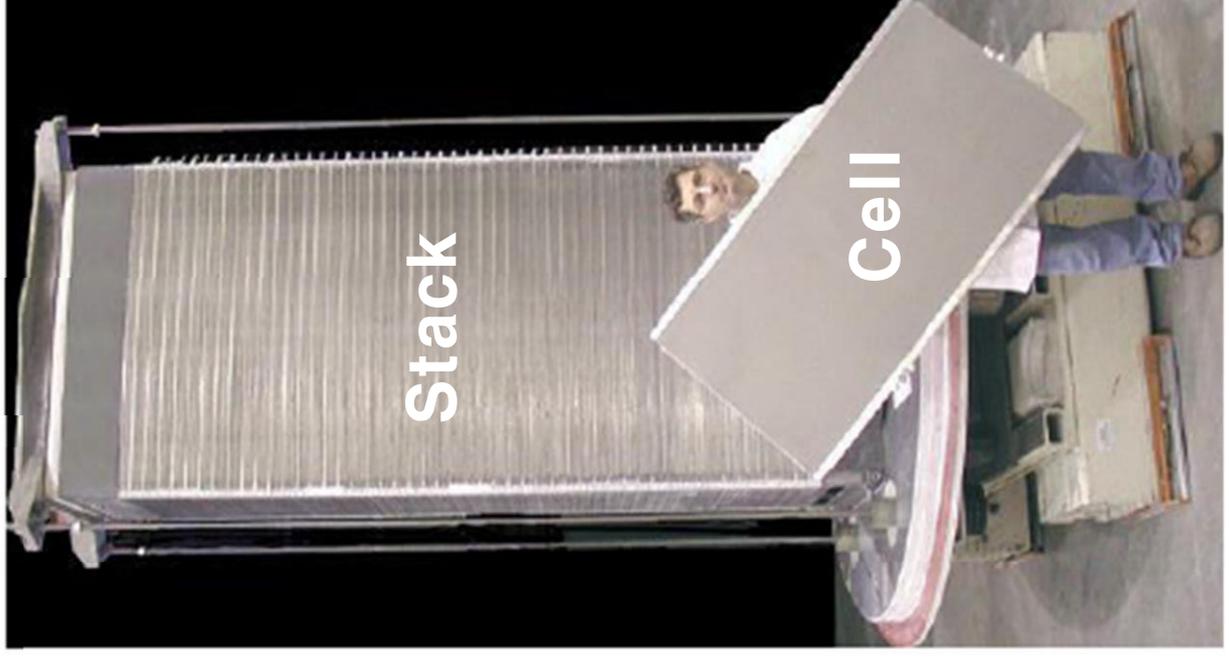
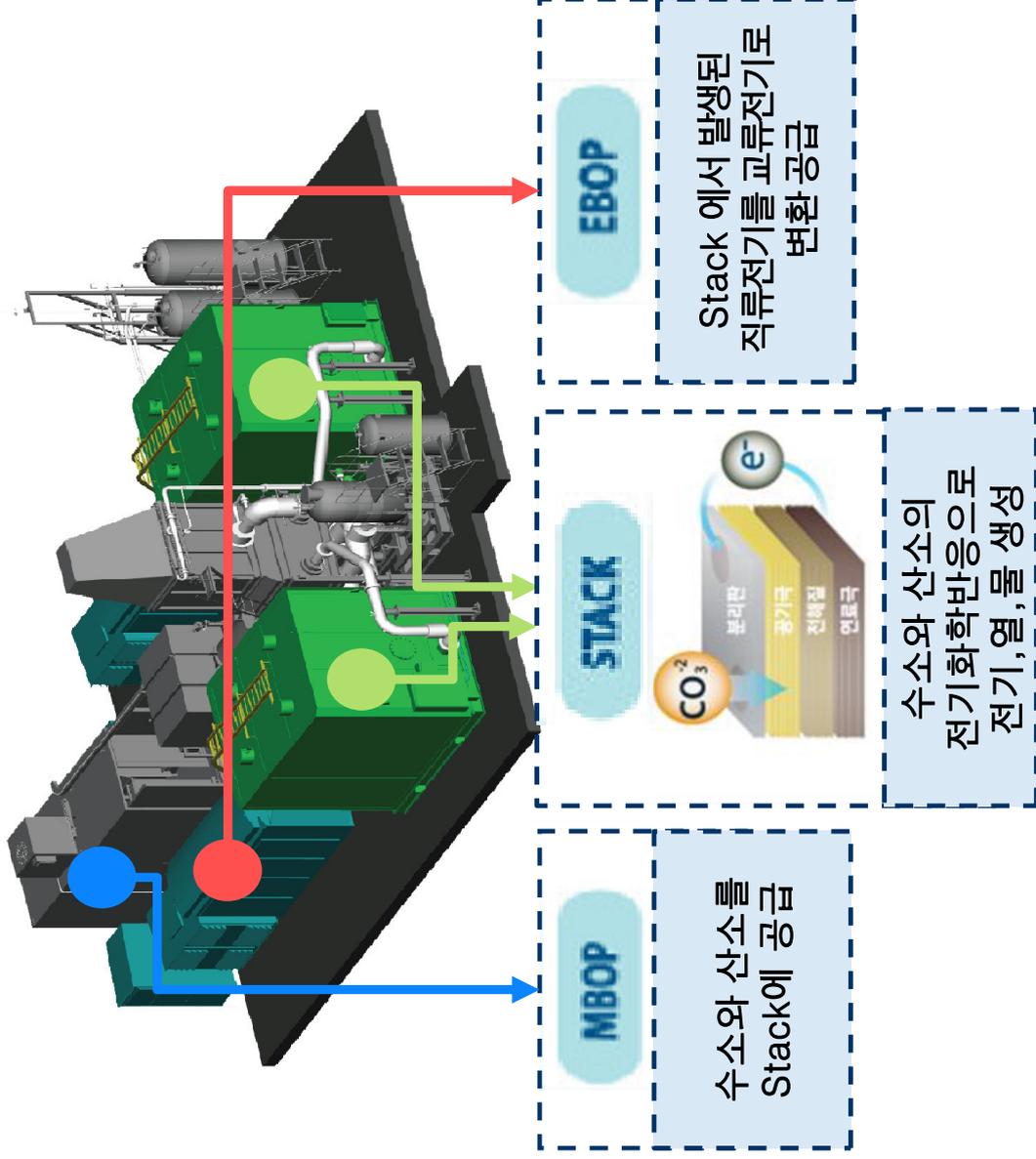
# 산단형 분산발전 「경기그린에너지」

- 신재생에너지 최초로 국가전력 안정화에 기여 ('13.11 준공)
- 화성시 (52만명, 20만가구) 소요전력의 70% 공급 (36만명, 14만가구)
- 소재지 : 경기도 화성시 발안공단 내    • 설치규모 : 연료전지 58.8MW    • 부지면적 : 5,716평



# 연료전지 구성요소

## □ 연료전지 발전시스템 주요구성



\*MBOP: Mechanical Balance of Plant

\*EBOP : Electrical Balance of Plant

# 포항 연료전지공장 전경

• 부지면적 : 210,000 m<sup>2</sup> (약 64,000평), 생산능력 : 100 MW/년

“세계 최대, 아시아 최초 연료전지 제조공장”



국가대표  
환경녹색  
표범에너지

# 연료전지 사업

포스코에너지(주)

POSCO  
ENERGY

Fuel Cell Power Generation System

# 에너지·환경 이슈와 연료전지

✓ 국내

- 에너지(전력) 부족
- 수도권의 부하집중
- 온실가스 대응

✓ 글로벌

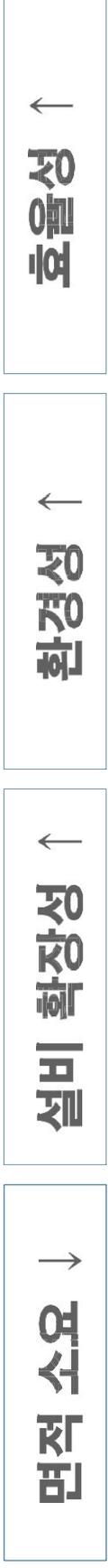
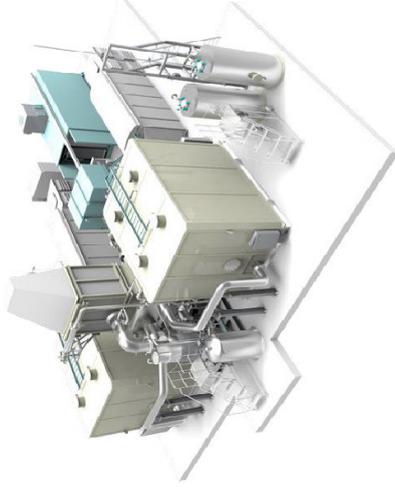
- 에너지자원의 유한성 (Resource scarcity)
- 에너지 안보 (Energy security)
- 기후변화 (Climate change)

## 수요지(도시 · 수도권)에서의 공급능력 확대 by 친환경방식

분산전원

연료전지

Why?



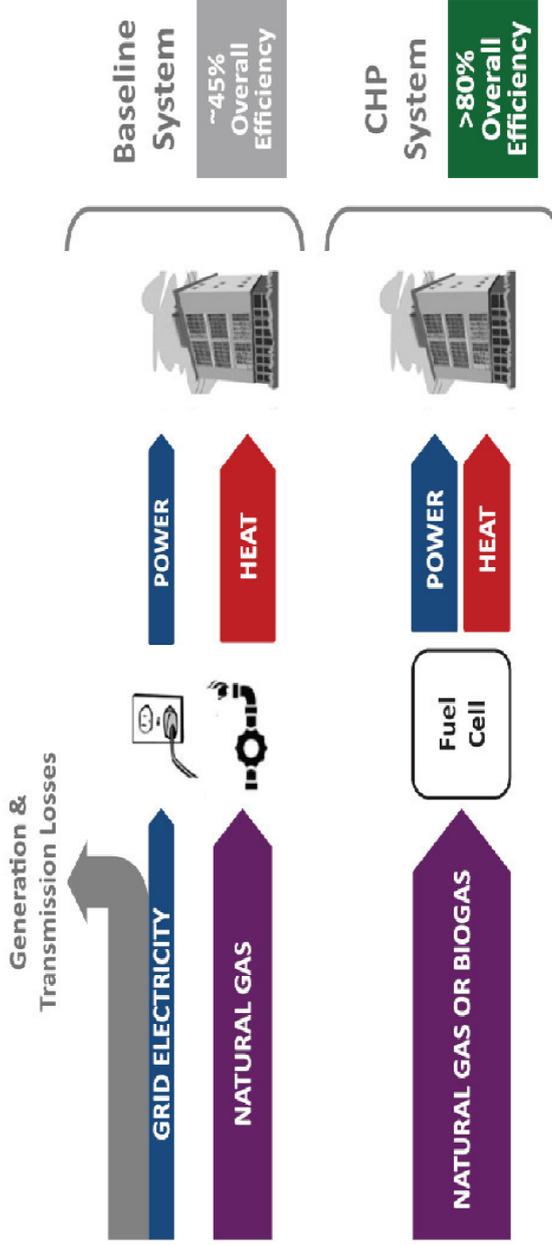
# 연료전지 개요

## □ “고효율, 친환경 미래에너지 시스템”



※ 현재 LNG, LPG, 바이오가스, 석탄가스, 석유화학부생가스 등으로부터 수소 공급

## □ 고효율 분산발전 시스템



※ 전기와 열이 필요한 곳에서 직접 생산함으로써 송전탑 · 송전선로 · 열배관 등 불필요 / Loss 미발생

# 연료전지 종류

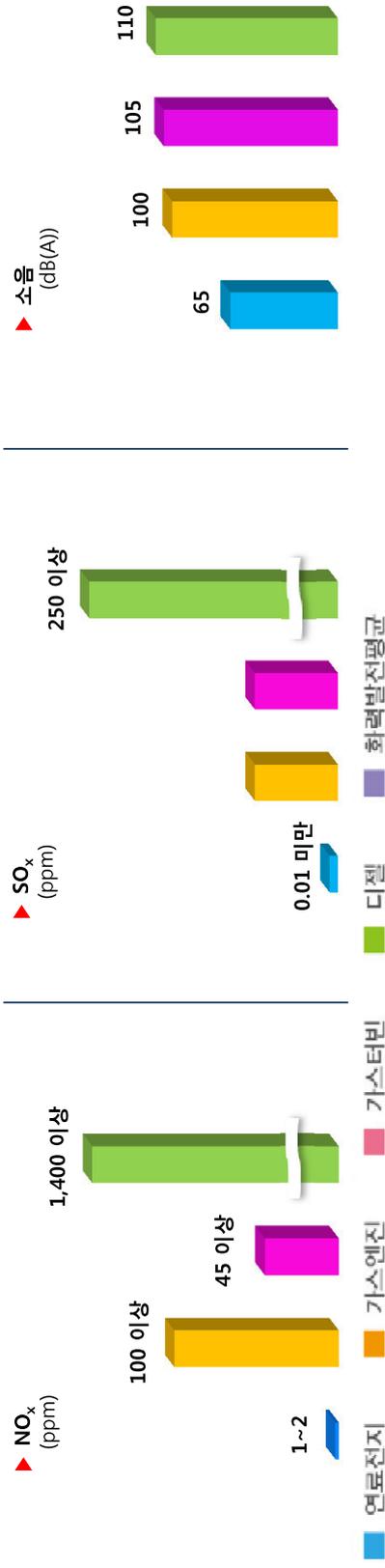
	PEMFC	PAFC	MCFC	SOFC
구 분	고분자 전해질 (Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cell)	인산형 (Phosphoric Acid Fuel Cell)	용융탄산염 (Molten Carbonate Fuel Cell)	고체산화물 (Solid Oxide Fuel Cell)
작동온도	50~100°C	150~250°C	650°C	700~900°C
전 해 질	이온교환막	인산염(H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> )	용융탄산염 (Li <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> , K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> )	고체산화물 세라믹 (ZrO <sub>2</sub> )
발전출력	kW급	수십~수백kW급	수백kW~수십MW	수kW~수백kW
발전효율	35%	40%	47~60%	55~70%
적 용 처	가정용/자동차용 /후대용	가정용 /건물용/백업용	대규모발전/건물용 /백업용/선박용	소규모 분산전원 /건물용/백업용

👁️ 포스트에너지는 MCFC 상용화 진행 중이며, SOFC 개발 중임

# 연료전지 장점

## □ 친환경에너지

○ 연료전지는 연소과정 없이 SOx, NOx 발생이 거의 없고 발전기 구동축이 없어 소음이 적음



## □ 타 신재생에너지와 비교

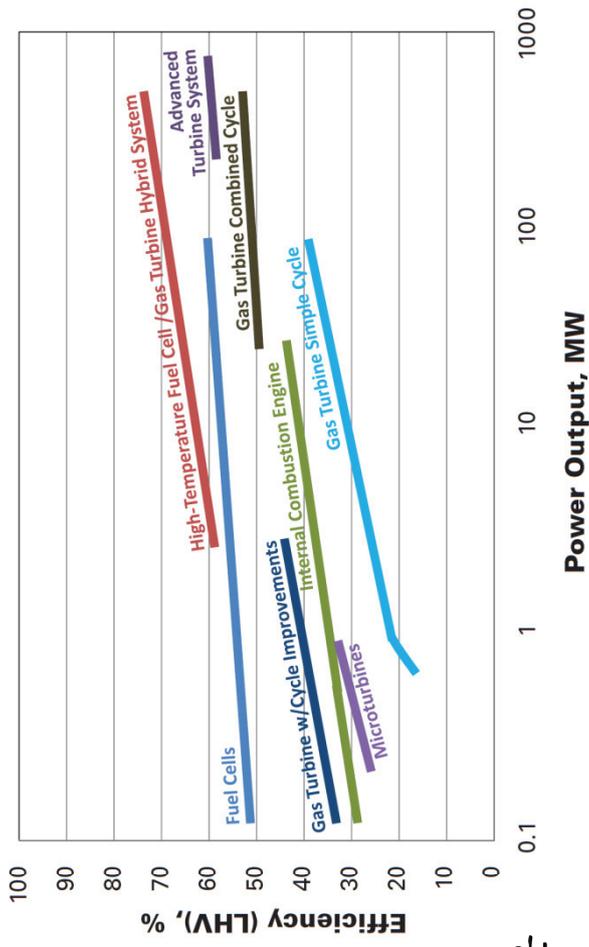
- 신재생에너지원 중 기후조건과 무관하게 가장 안정적인 설비운영과 양질의 전력 공급
  - 전기뿐 아니라 배열로 냉난방, 온수공급 가능
- 입지선정이 자유롭고 민원의 발생 우려가 없으며 최소공간에 설치가능
  - 연료전지는 서울 상계주공단지, 상암 노을공원 등 도심지에 친환경발전소로 가동중임
- 반면, 태양광과 풍력은 재생에너지로 발전하는데 반해 연료전지는 화석연료인 LNG를 사용

구분 (10MW 기준)	연료전지	태양광	풍력
이용률 (%)	90% (7,884MWh)	15% (1,314MWh)	25% (2,190MWh)
설치면적 (m <sup>2</sup> )	2,000	200,000	200,000~1,250,000

# 기존발전방식과 비교

## □ 발전효율 비교

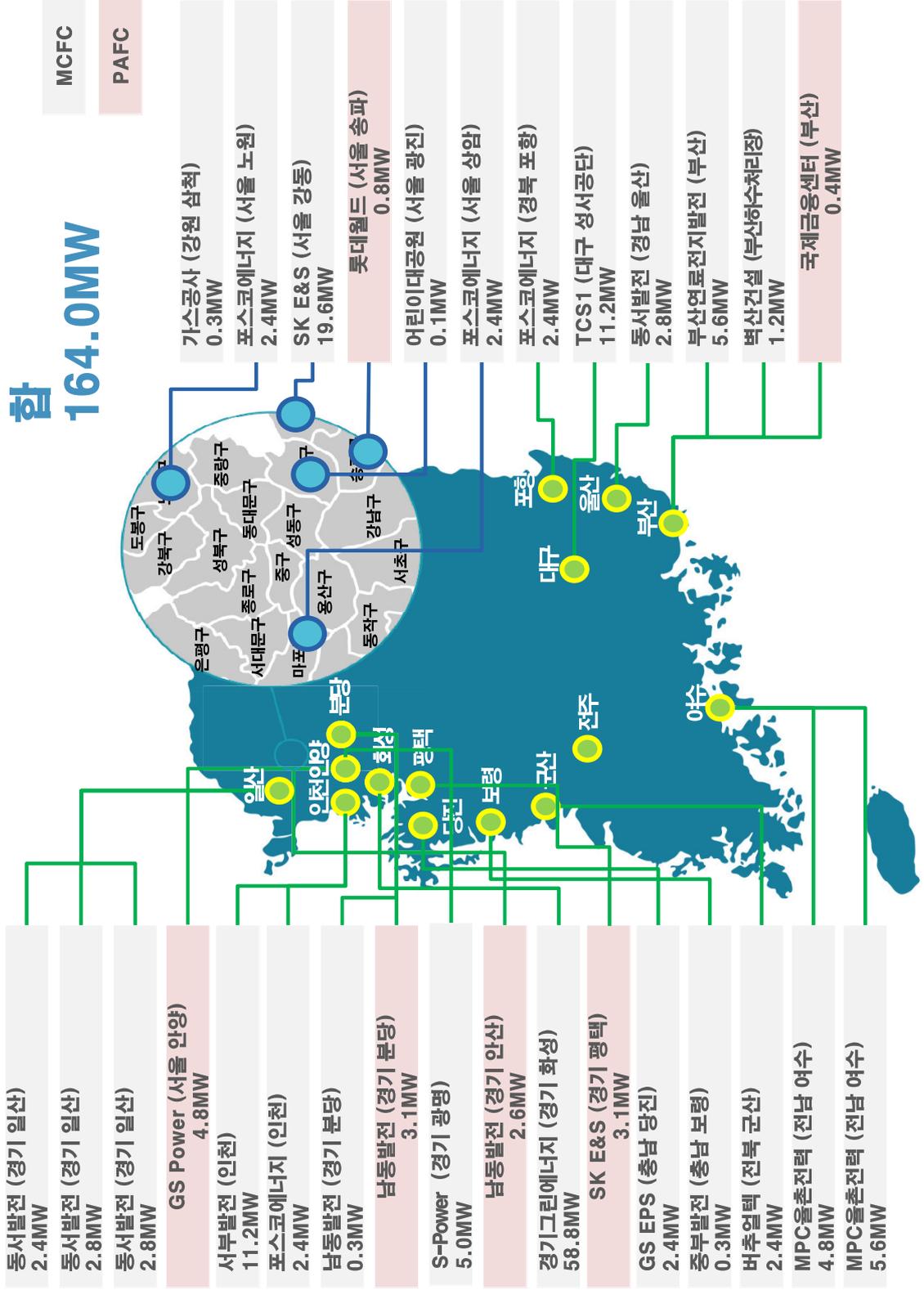
- 가스터빈은 100년 역사를 가진 성숙된 기술이며, 가스터빈의 배열을 활용한 스팀터빈 추가발전으로 복합발전은 55%의 발전효율 실현
- 연료전지는 기술개발 초기단계임에도 불구하고 기존 발전방식 대비 에너지의 다단계 변환 과정이 없어 단독 발전으로도 47%의 고효율 달성 ('16년 복합발전 시 60% 이상)
  - 차세대 SOFC발전은 단독효율 55%
    - 복합발전 시 70%의 효율 예상
- 배열회수 시 열에너지를 포함한 종합효율은 모든 발전수단이 80~85% 상당임



가스터빈	가스엔진	스팀터빈	복합발전	MCFC 연료전지	SOFC 연료전지
35%	36%	30%	55%	(단독) 47% → 60%	(단독) 55% → 70%

※ 단독발전으로 사용되는 비상발전기(36%), 선박용 엔진(35% 이하)을 연료전지로 대체 시 효율 대폭 증대

# 발전용 연료전지 설치현황



# 주요 사업자 현황

## □ 국내

- 포스코 에너지 : 연 100MW MCFC 일관생산체제 구축('08년 BOP, '11년 스택, '15 Cell 공장 준공)
  - 국내 150MW 보급, '16년 SOFC 상용화 예정
- 두산 : '14년 7월, ClearEdge 및 퓨얼셀과워워 인수, PEMFC 및 PAFC 시장 진입
  - '07년부터 MCFC 독자개발 추진, '13년 조직해체 및 사업철수 이후 사업 재진입
- LG : '12년 그룹 신성장동력 사업으로 선정 후, Rolls Royce 51% 지분 인수
  - '16년 1MW SOFC 실증 목표 (서울 마곡지구 LG 사이언스파크 내 설치)

## ○ 현대하이스코 : 1kW 개발완료/10kW급 개발중

## ○ 코오롱 (加 Hydrogenics와 JV설립), 에스에너지 (GS 퓨얼셀인수)

## □ 해외

- Bloom Energy : 전세계 SOFC 상용화 선도기업, 미국 내 100MW 판매
  - 차세대 에너지 시장의 판도를 바꿀 Bloom Box 개발, 100~200kW SOFC 제품 보유
- Soft Bank : Bloom Energy와 JV 설립, 후쿠오카 자사건물 실증 후 적용 확대
- MHI : Hitachi와 JV 설립, 250kW급 SOFC-가스터빈 복합시스템 실증 중
- GE : 최근 SOFC R&D 재개, '16년 1MW급 실증 목표

※ 최근 중국은 연료전지 원천기술 확보를 위해 사업자 접촉 등 시장진입 추진 중

# 연료전지 Potentials

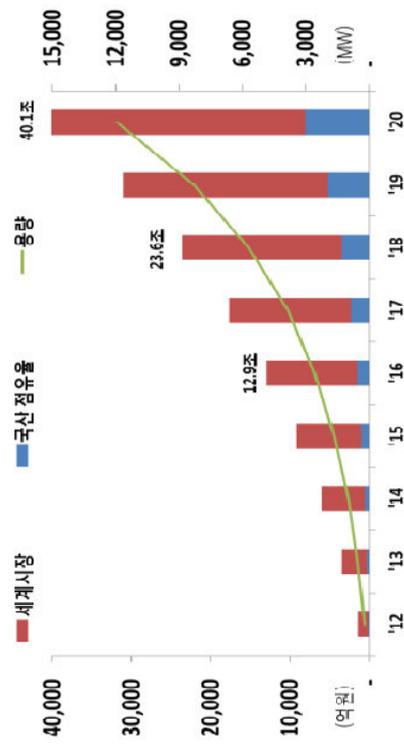
- **최적의 에너지 대안**
  - 국토가 좁고, 인구밀도가 높으며, 산업발달로 양질의 전기가 상시 필요
  - 기후조건과 관계가 없으며, 분산전원으로 원전 및 송배전 이슈 등의 에너지 안보에 대한
- **글로벌 산업으로 성장**
  - 연료전지 시장과 기술을 우리나라가 주도
  - 산유국으로 LNG 가격이 저렴하고 전기가 부족한 대규모 해외 잠재시장 확인
  - 관련 중소·중견기업과 동반성장으로 파급효과 막대

## □ 미래성장 잠재력 무한

- 건물용, 도심발전용, 선박용, 항공용 등 무한한 성장 잠재력 보유
- 현존 발전설비 중 가장 효율이 높으며, 미래 수소사회의 핵심설비

### 【 세계시장 규모 및 산업 파급효과 】

설비투자	생산유발	관련중소기업	고용유발	비고
4조원	30조원	1,100개사	60,000명	'20년 매출 8조 전체



※ 출처 : Navigant Research, '14

# 정부의 연료전지 육성경과

- 산자부, 3대 신재생에너지 분야의 집중 육성정책 수립 ('04.2)
    - 연료전지 R&D 지원 및 국내보급 확산 추진 (신재생에너지 개발·이용·보급촉진법 시행)
    - 태양광, 풍력, 연료전지 등 대상으로 발전차액 지원 ('06.8)
  - 미래기획위원회·관계부처 연료전지를 3대 국가 신성장동력으로 선정 ('09.11)
    - 차세대무선통신, 연료전지 및 WISE Ship을 향후 세계 일류상품으로 집중 육성
  - 녹색성장위원회, 연료전지용 가스요금 신설 검토 대통령 보고 ('11.10)
    - 10만톤 도달시 전용요금제등 비용절감 방안 마련 (연료전지기준 80MW로 신설조건 충족)
  - 산업부, 우호적인 지원정책 지속 발표
    - RPS 대상발전원으로 포함되어 가중치 2.0부여 ('10.12)
    - 신재생활성화방안으로 연료비연동형 REC, RHO, 전력다소비설치권고등 발표 ('13.8)
    - 2차에기본, '35년까지 분산형 전원 발전량 비중을 15%이상으로 확대 ('14.1)
-  정부는 설치용이성, 전력/열 동시생산, 친환경성 및 국내 도시가스 인프라 등을 고려하여 연료전지를 국가의 신성장동력으로 선정

# 최근 주요동향

---

- VIP주재 과학기술자문회의, 기후변화 대응을 위한 6대 핵심기술로 선정 ('14.7)
- **민관합동창조경제추진단, 국가 창조경제 프로젝트(Flagship Project) 선정 ('15.1)**
  - 목표 : 2020년 연료전지 신에너지 시장 창출 (세계시장 20% 점유율 달성)
  - 민간 : 국내 시범사업 추진 및 기술경쟁력 확보 (구역단위 자립형, 도시단위 자립형, 다목적형)
  - 정부 : 산업기반조성 지원 (연료전지 비상전원 승인, 친환경에너지타운 설치 시 우대)
- **국회 주관 (이원욱, 전하진의원) 연료전지산업 활성화 포럼 운영 ('14. 10~)**
  - 전문가 포럼 운영을 통한 마스터플랜 마련 : 국회의원 13명, 운영위원 20명
    - 국회 내 공감대 형성 및 법개정 적극적인 지원정책 강구예정
  - 국회입법조사처 공개세미나 개최 ('15. 2. 13) : 김무성 새누리당대표, 문재도 산업부2차관 등 참석
- **지자체 중심으로 연료전지 지원정책 활발**
  - 서울시, 에너지 분산형 생산도시 건설 위한 분산형 전원 확대 (연료전지 195MW 설치 계획)
  - 평택 100MW (1단계) 연료전지발전소 건립 MOU 체결 (7/22) : 당사는 50MW 공급예정
  - 광주시, 탈원전 및 지역분산형 에너지 정책 추진을 위한 연료전지 도입 검토

# 서울시 에너지 정책

## □ 원전하나 줄이기

- 에너지위기와 선제적 기후변화에 대응을 위해 에너지수요 감축·신재생 중심의 정책수립
- 원전1기 해당하는 전력을 절감하기 위해 에너지 절약정책과 신재생 확대정책 추진('12.4)

컴팩트시티 구축, **수소연료전지 보급**, 스마트조명/LED보급, **태양광발전소 건설**,  
 카세어링 활성화, 에너지절약 운동, 서울녹색에너지 재단 설치/운영



- 시민 햇빛발전소 (10,100개소, 290MW)
- 나눔발전소 (26개소, 30MW)
- 서울형 발전차액지원제 도입
- 에너지 자립마을 조성 (25개소)



- 도시기반시설 유지 (190MW)
- 건물에너지 자립기반 확보 (40MW)
- 입지관련규제 완화
- 연료전지 전용 요금제 신설 / 요금 인하

## □ 민간분야 건축 및 개발사업 신재생에너지보급 정책추진

- 환경영향평가 기준 강화 통해 신축·재건축 건물에의 신재생에너지 공급비율 확대 추진
  - 대형건축물 (신축건물 연면적 10만m<sup>2</sup> 이상, 재건축 연면적 9만m<sup>2</sup> 이상): 에너지 사용량의 10% 이상
- 녹색건축물 설계 가이드라인 제도운영
  - 공동주택 / 일반건축물: 에너지 사용량의 1% / 건물에너지 사용량의 5% 이상

## □ 건물용 신재생에너지 보정계수신설('13.7.1)

- 신재생 보급촉진·균형개발을 위해 민간·공공건축물에 적용되는 신재생에너지 보정계수 도입

# 기후변화 대응 6대 핵심기술 (국가과학기술자문회의, '14.7)

2단계 우리나라 산업에의 영향 및 기술력 고려 : 6대 핵심기술 도출

## 세계 최고수준의 기술력을 접목하여 시장선점 가능성이 큰 기술

기술	전략	핵심기술
반도체 기술	핵심 부품에 반도체 기술을 접목하여 싼 가격에 효율이 높은 제품 생산이 가능한 기술 IT 기술이 제품의 성능 및 가격을 결정하기 때문에 우리나라 IT 기술 접목시 시장 선점이 용이한 기술	태양전지
IT 기술		전력IT(EMS)

## 주력산업 고도화를 위한 핵심 기술

주력산업	전략	핵심기술
자동차 조선	친환경 연료기술 개발을 통해 친환경 수송산업으로 도약 대규모 에너지 소비 및 온실가스 배출 산업으로 화석연료 대체 에너지원 개발 및 온실가스 처리·전환 기술 개발	이차전지
철강 석유화학		연료전지
		바이오에너지
		CCS

# 창조경제 플래그쉽 PJT 선정 ('15.1)

□ 민관합동창조경제추진단 및 관계부처 합동으로 3개의 플래그쉽 PJT 발굴

□ 연료전지 프로젝트 개요

- 연료전지 산업 활성화를 통한 글로벌 연료전지 시장 선도
  - '20년 연료전지 신에너지 시장 창출, 40조원 규모 세계시장의 20% 점유율 달성
- 민간은 국내 연료전지 확산 위한 사업추진 ('20년까지 약 4,600억원) 및 기술경쟁력 확보

확산사업	사업주체	사업기한	설치규모	설치장소	투자비
구역단위 자립형	· 한수원 · 지역난방공사	~'16년	20MW	서울 상암	1,150억원
도시단위 자립형	· 한전 · 대구시	~'20년	60MW	대구 인근 (미정)	3,300억원
다목적 연료전지	· 포스코에너지 · 서울시	~'16년	2.5MW	-	200억원

- 부품 국산화 · 공정 자동화 · 대용량 시스템개발을 통한 원가절감, 연료 다변화 등 기술개발 추진
- 정부는 R&D 지원 (산업부 '15년 총 262억원) 및 산업기반 조성
  - 연구개발 : 연료전지 관련 핵심기술 국산화, 국가주도의 SOFC 연구개발 추진
  - 산업기반 : 친환경에너지타운 도입시 연료전지 분산전원 선정 우대, 비상발전용 연료전지 설치 위한 제도 개선

# 포스코 패밀리 사업소개

## □ 포스코패밀리

### 포스코 패밀리

#### 철강



#### 에너지



#### 소재



## □ 포스코에너지

			
발전	신재생에너지	해외 사업	연료전지
천연가스 발전	부생가스 발전	신재생	연료전지
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 인천 LNG 복합화력 (4,200MW)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 광양 (284MW)</li> <li>• 포항 (290MW)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 태양광, 풍력 등</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 인니 부생복합 (200MW)</li> <li>• 베트남 화력복합 (1,200MW)</li> <li>• 몽골 석탄 (450MW)</li> </ul>

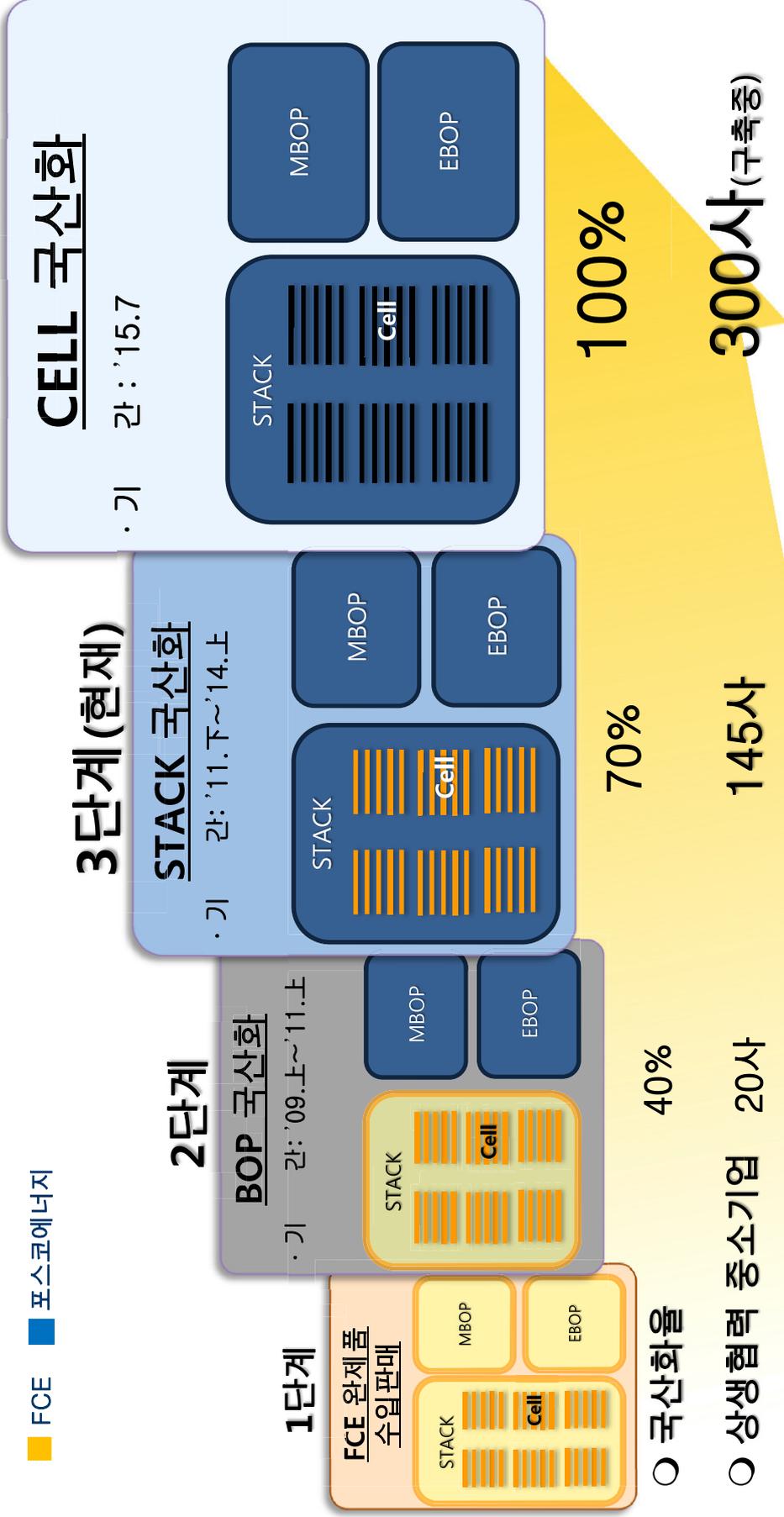
# 연료전지사업 추진경과

<b>2003년</b>	7월: POSCO 의 미래 성장동력사업으로 연료전지사업 선정/추진
<b>2007년</b>	2월: 美FCE사와 전략적 제휴 및 기술 제휴로 사업 개시(포스코에너지) 5월: SOFC 기술개발 착수(RIST, 포항공대 등)
<b>2008년</b>	9월: 연료전지 BOP제조공장 준공(연산 100MW)
<b>2009년</b>	1월: 국가 신성장동력 中 3대 집중 육성산업으로 선정 3대 육성산업: 연료전지, 차세대무선통신, WISE Ship
<b>2010년</b>	12월: 서울시 건물용 연료전지 시범사업자 선정(서북병원, 어린이대공원 설치)
<b>2011년</b>	3월: 스택제조공장 준공(연산 100MW)
<b>2012년</b>	10월: Cell제조기술 이전 및 Cell제조공장 한국내 건설 계약체결
<b>2013년</b>	11월: 경기그린에너지(60MW) 연료전지 발전소 준공
<b>2014년</b>	7월: 평택 연료전지(360MW) MOU 체결
<b>2015년</b>	7월: Cell제조공장 준공 예정(연산 100MW)

# 국산화 현황

□ 포스코에너지 : '15년 Cell공장 준공으로 국산화 완성 **4단계**

■ FCE ■ 포스코에너지



소재지	서울	경기	인천	경남권	충청권	전라권
비율 (%)	11	26	5.5	12.3	5.5	2.7

□ 두산 : 100MW급 국내 생산기지 구축 검토 중

# 온실가스저감 기술 및 배출비교

## □ IEA, ETP 2015

○ 2°C 시나리오 이산화탄소 저감 기술 별

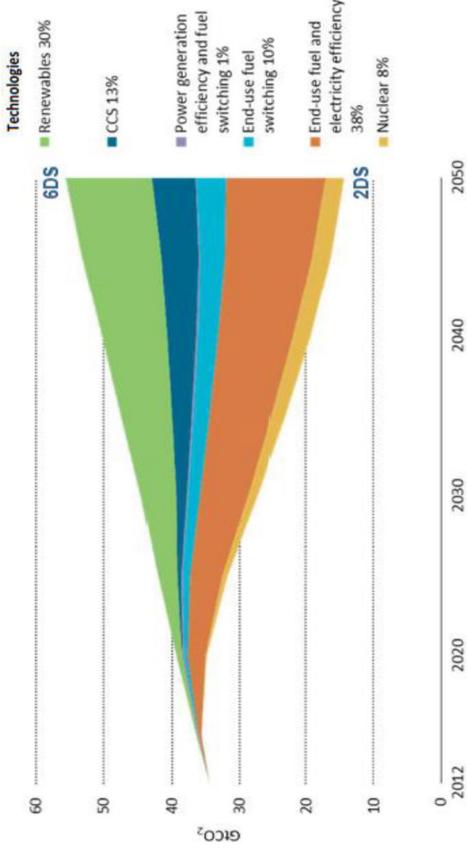
기여도 (2050기준)

- 연료 및 전기 효율성 38%

신재생 30%, CCS 13%

○ 2DS 충족을 위해서는 발전분야의 탄소 배출량을 90% 이상 감축 필요

- 풍력, PV는 탄소배출 감소량의 22% 담당



※ 정부는 2030년 온실가스 감축 목표 상향 ('15.6) : (기준) 14.7~31.3% → (조정) 37%

## □ 이산화탄소 배출 비교

○ 연료전지의 배출량은 석탄발전 대비 30%, LNG 복합발전 대비 64% 수준 ( ) : 열공급제외

구분	기존화력발전소		연료전지
	석탄	LNG(단독)	
발전원	석탄	LNG(단독)	MCFC
효율(LHV), %	38.5	35.9	80 (47)
온실가스배출량, kgCO <sub>2</sub> /kWh	0.823	0.550	0.247 (0.420)
석탄발전원 대비 배출비율, %	100	67	30 (51)

# 연료전지 마을발전소

'27년까지 신재생에너지 발전량 12%이상 공금  
[제6차 전력수급기본계획]

'35년까지 발전량 15%이상 분산전원 공금  
[제 2차 국가 에너지기본계획]

신재생에너지 보급

분산형전원 확대

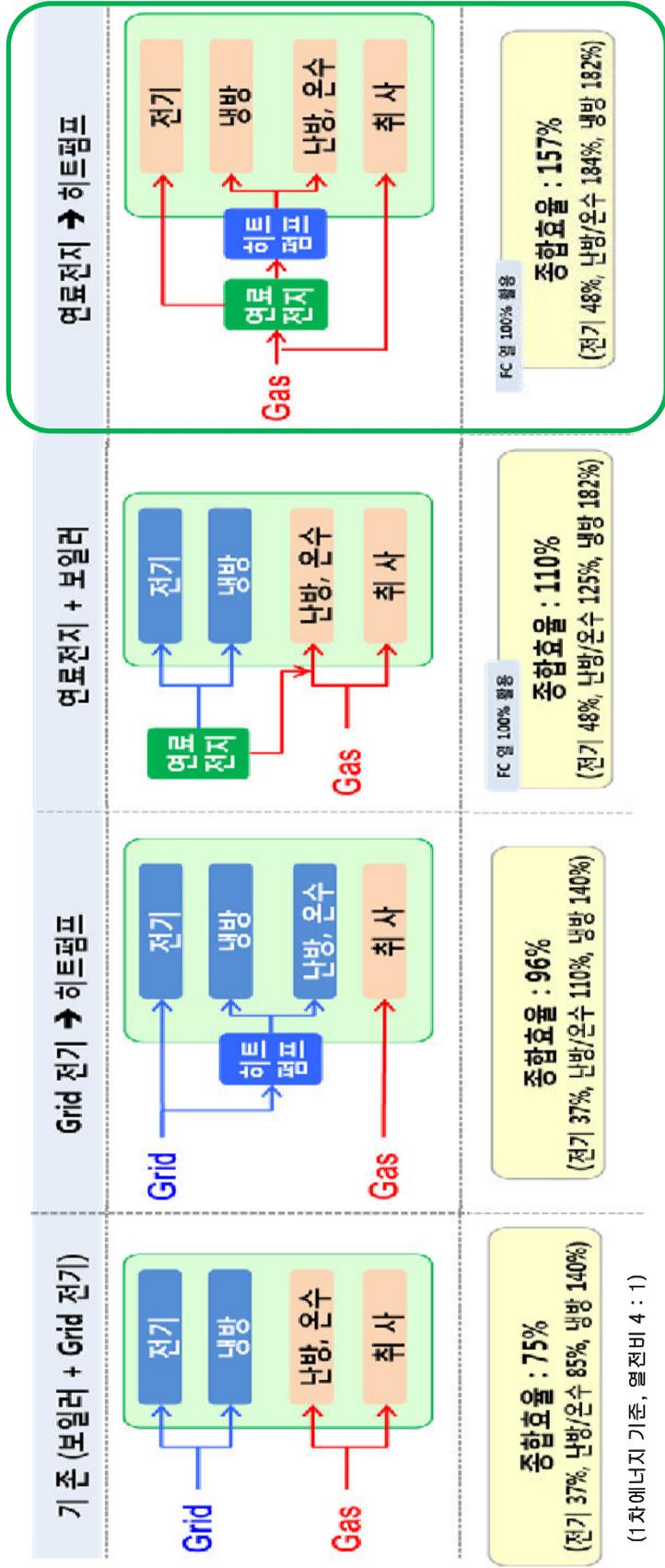
에너지자립율 향상

가스수요 창출

	개념도	에너지형태	융합기술
건물	<p>신재생 복합체스 ... 신재생 복합체스 ... 전력저장장치(ESS) ... LED 조명 ... 열 전기 ... ESS ... 태양 냉방</p>	<p>전기 + 열(온수) + 조명 + 비상전원</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· ESS, LED등</li> <li>· ICT 제어기술</li> </ul>
구역	<p>신재생 복합체스 ... 신재생 복합체스 ... 전기저장장치(ESS) ... 열 전기 ... ESS ... 태양 냉방</p>	<p>전기 + 열(냉난방) + 조명 + 전기차/수소차</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 흡수식냉동기 및 히트펌프</li> <li>· 전기차/수소차 충전</li> </ul>
산업단지	<p>신재생 복합체스 ... 신재생 복합체스(ORC) ... 미연탄 ... 수소저장장치(CCS) ... 열 전기 ... ESS ... 태양 냉방</p>	<p>전기 + 열(스팀) + 조명 + 전기차/수소차 + 바이오연료 + 복합발전</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 바이오연료 활용</li> <li>· 배열 활용</li> </ul>

# [예시] 연료전지-히트펌프 연계

## □ 개념도



기 준

전기 + 지역난방 ⇒ 종합효율 75%

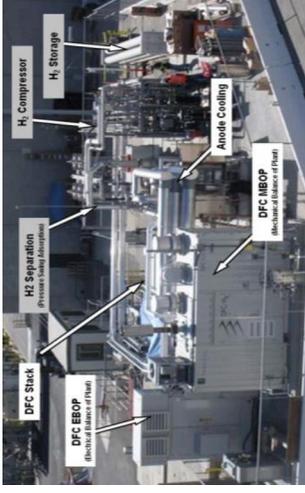
적 용 후

연료전지 + 히트펌프시스템 ⇒ 종합효율 : 157%

# [예시] 연료전지-친환경차 충전

## □ 연료전지 분산전원 및 도시기반시설과 연계하여 전기차·수소차 충전

- 대형마트, 주유소, 병원 등 연료전지 설치로 신재생에너지·분산전원 보급 및 친환경차 충전인프라 동시 구축
- 미국 Orange County Wastewater Treatment Plant (폐수처리장) 내 실증운전 중
  - 하수처리장내 바이오가스를 연료로 운전, 분리된 수소는 인근 수소충전소에 공급되어 수소연료전지차 충전 시험 중



[美, DFC-H<sub>2</sub> 실증사이트]

## □ 수소차 충전 시 MFCFC-H<sub>2</sub> 기술 활용하여 전기, 열, 수소를 동시에 생산

	DFC-H 300	DFC-H 1500	DFC-H 3000
수소 생산시 출력 (kW)	250	1,170	2,350
수소 생산 (kg/일)	135	635	1,270
(Nm <sup>3</sup> /h)	66	313	625

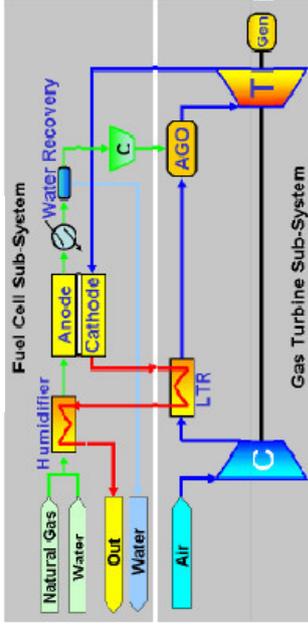
※ DFC-H 300의 경우, 시간당 250kW의 전기(약 300 가구)와 하루기준 수소차 약 30대 충전가능

# 연료전지 복합화

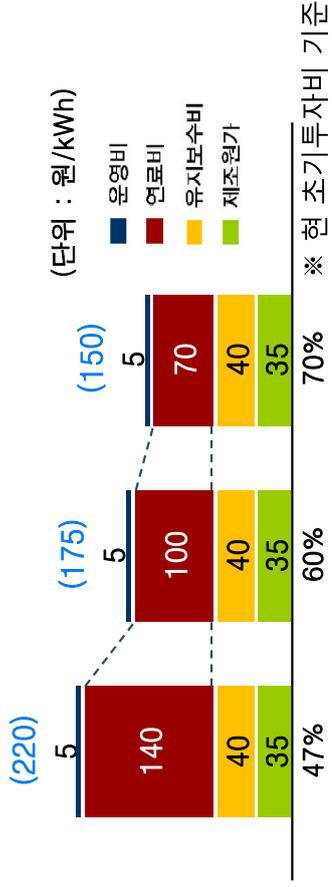
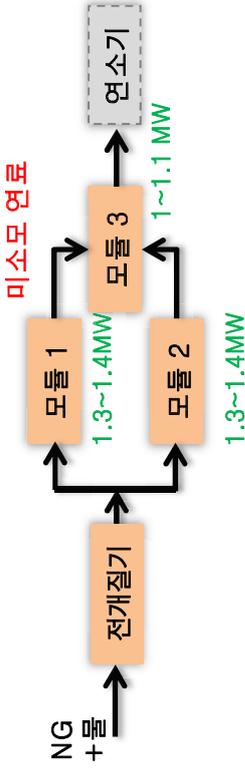
□ 연료전지 복합화로 연료이용률 극대화 (전기효율 : 47 → 60%)

- Anode Recycling : 연료를 Recycle하여 연료이용률 극대화
  - FC-FC : 연료전지 복합화를 통해 연료이용률 향상
  - FC-GT : 연료전지 배열을 이용하여 가스터빈과 복합화하는 기술
- ⇒ 17년 상용화를 목표로 연구개발 추진 중

## FC-GT



## FC-FC (3.7MW)



[효율향상에 따른 발전단가 변화]

# 선박용 연료전지

## □ 개발 필요성

- 국제해사기구(IMO)의 해상오염규제 대폭강화
  - '16년부터 NOx(질소산화물) '00년 대비 80%이상 감축
- 친환경 고효율 선박용 동력원에 대한 필요성 대두
  - 디젤엔진(30%)대비 높은 효율
  - 선진국 위주 연료전지 선박개발 추진 중(EU, 노르웨이)



☞ **선박 보조전원의 경우 연간 16GW, 추진동력원은 60GW 시장 규모(독일선급 전망)**

## □ 개발전략

- 사업환경 및 기술난이도를 고려한 단계적 제품개발 및 시장대응
- 보조전원용 개발 후, 주 추진동력 및 향후 다양한 해양플랜트 적용 사업모델로 확대

보조전원용 연료전지개발('16)

해양플랜트 ('18)

대형화/주동력원('20)

## □ 개발현황 및 계획

- 300kW급 선박 보조전원용 Cell/스택/BOP 개발 중
- Sub-MW급 스택 module 해상실증 평가 예정

# 차세대 SOFC

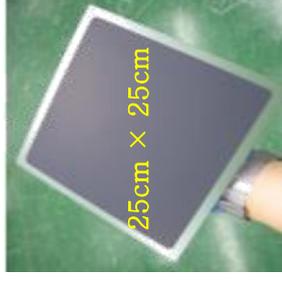
## □ 개발 필요성

- 현존 최고의 발전기술로 진물용, 선박용 등 차세대 에너지 패러다임을 획기적으로 발전시킬 수 있는 기술
- 높은 발전효율, 고출력밀도 및 저원가로 기존발전수단은 물론 MCFC 대비 탁월한 경쟁력 보유
  - 발전효율 55~60% (복합발전 시 70% 가능), 출력밀도 높고 BOP 부품수가 적음

구분	MCFC	SOFC
작동온도	650℃	700~900℃
발전효율	47~60 %	55~70 %
전해질	융융탄산염 (액체)	세라믹 (고체)
용량	수백kW~수십MW	수kW~수백kW
출력밀도 (W/cm <sup>2</sup> )	0.1~0.2	0.3~0.5 (단위부피당 출력 2~3배)
원가 (\$/kW)	4,000	800 ('20 목표)

## □ 개발현황 및 계획

- 포스코에너지/RIST 공동으로 10kW급 SOFC 시스템 개발 진행중
  - 대면적/고성능 Cell 개발 완료 (25cm × 25cm)
  - MCFC 사업 및 기술역량과 연계로 WB(World Best) SOFC 개발 진행중
- '16末, 10kW 시스템개발 완료 후 포스코센터 內 설치목표



<Cell>

<Stack>

# 해외시장 동향

- LNG가격이 저렴하고 전력가격이 높은 유망지역 위주 진출 (중동, 아시아 등)
- 전기요금은 주택용, 산업용 모두 OECD 가입국 평균의 1/2 수준 이하로 비교대상국 중 최저
- 국내 LNG 가격은 EU, 중국, 인도네시아등과 대비하여 2배 이상으로 상대적으로 높음

## □ 국가별 Pre-marketing 중점 추진으로 시장 진출기반 마련

**중국**

- 북경, 하북성등 대기오염 심각, 전력난 심화지역의 정부대상 홍보

**일본**

바이오가스 활용 연료전지 도입을 위한 시장개발용역 진행 중

- 일본시장에서 바이오가스를 활용한 MW급 선도사례 구축 위해 시장조사 및 파트너사 발굴 중
- 일본 주요 언론사, 정부기관, 현지기업체 대상 사업설명회 추진 ('14.6)

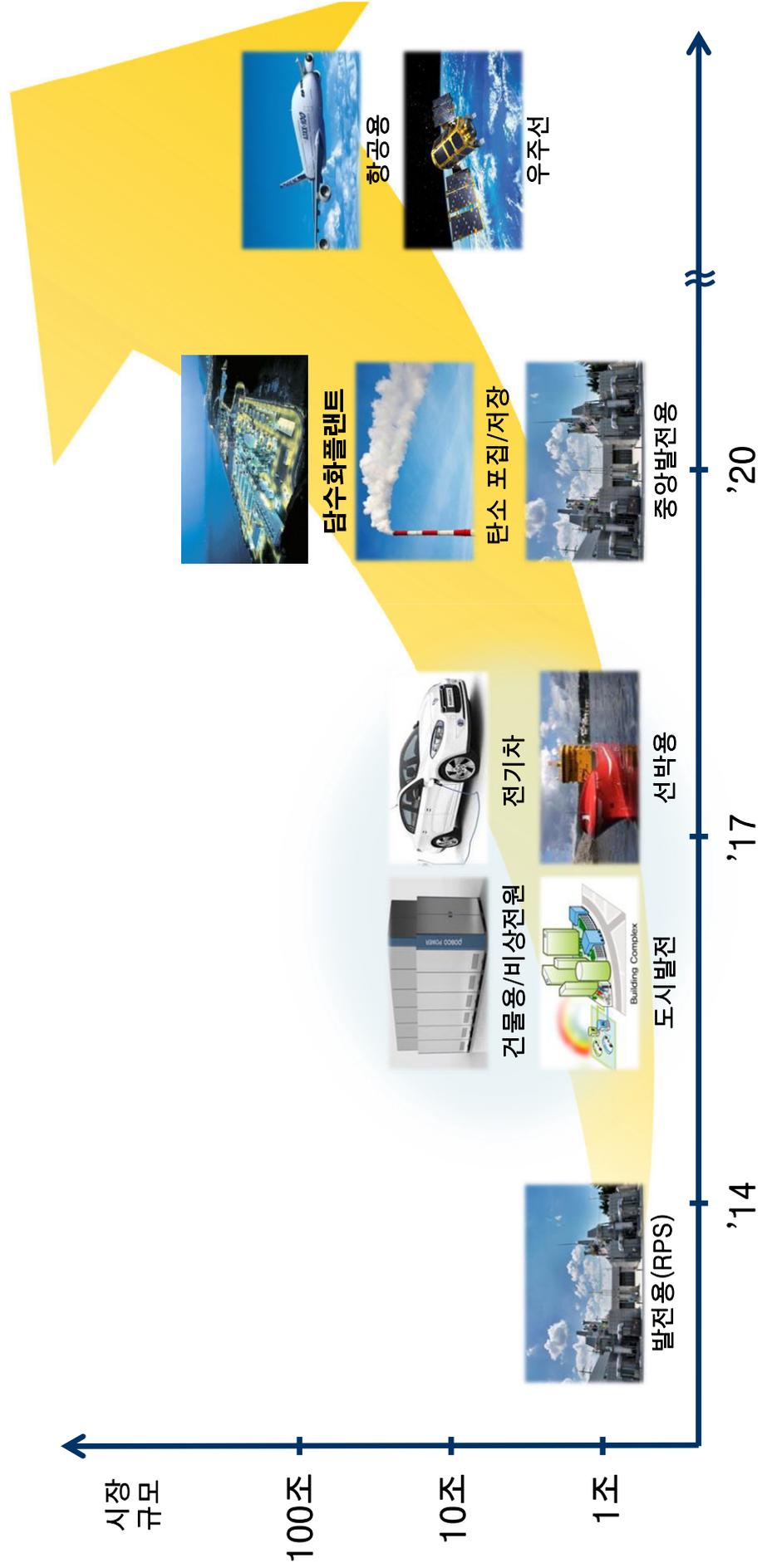
**인도네시아**

- 300kW 설치실적 기반, 우호적인 정책 수립 및 후속사업 발굴

**중동**

- U.A.E, 카타르등 LNG가격이 낮고 전력이 부족한 산유국의 막대한 잠재수요 확인

# POSCO가 연료전지를 Global Business로 육성하겠습니다.



# 정책건의

- 연료전지 분산발전 활성화
  - 신재생에너지 보급목표 대비 저조한 보급실적 : OECD 중 최하위 수준
  - 대규모 발전소 건설 시 전력계통의 여건 악화 : 지역주민 반대 등 사회적 수용성 저하
  - 정부의 분산형 전원 목표 달성을 위한 적절한 이행수단 미흡
  - ☞ 국회는 신재생에너지법 개정발의 예정으로 국가 차원의 법적 지원 근거 마련
- 연료전지용 천연가스 요금신설
  - 연료전지는 수요패턴이 우수하여 천연가스 공급관리 및 공급안정에 기여
  - 천연가스의 신규 수요 창출에 기여 : 현재 연간 20만톤, '16년 30만톤 초과 예상
  - ☞ 초기 시장육성을 위한 연료전지용 가스요금 신설 및 개별소비세 등 세제감면 제한
- 제도 및 규제개선
  - 발전소 주변지역 지원범위 변경 : 해당 지자체로 대상 한정, 범위축소 (5km → 1km)
  - RPS 설비확인 신청기준 개정 : 각 설비별 사용전검사 완료 후 REC발급 신청 허용
  - 신재생 PJT 활성화를 위한 보험상품 개발 : SMP, REC 등 시장변동성 완충

# 2.5MW 제품사양

## 출력사양

- 발전출력 : 2,500 kW
- 전압조건 : 13.8 kV(22.9kV)
- 주파수 : 60 Hz

## 발전효율

- LHV : 47 % ± 2 %

## LNG 사용량

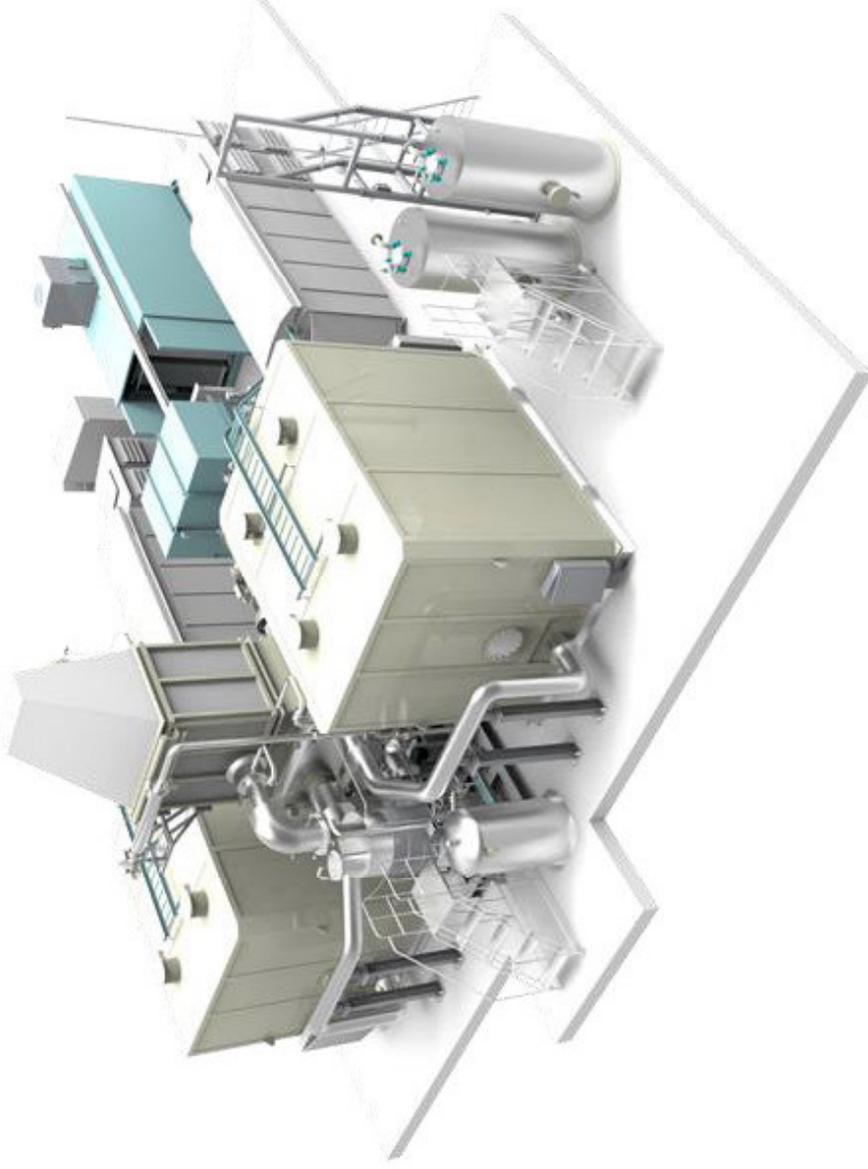
- LNG : 507 Nm<sup>3</sup>/hr
- LHV : 9,346 kcal/Nm<sup>3</sup>

## 용수 사용량

- 상수도 : 2,010 liter/hr

## 설치면적

- 21.5m X 15.8m



## 배출가스

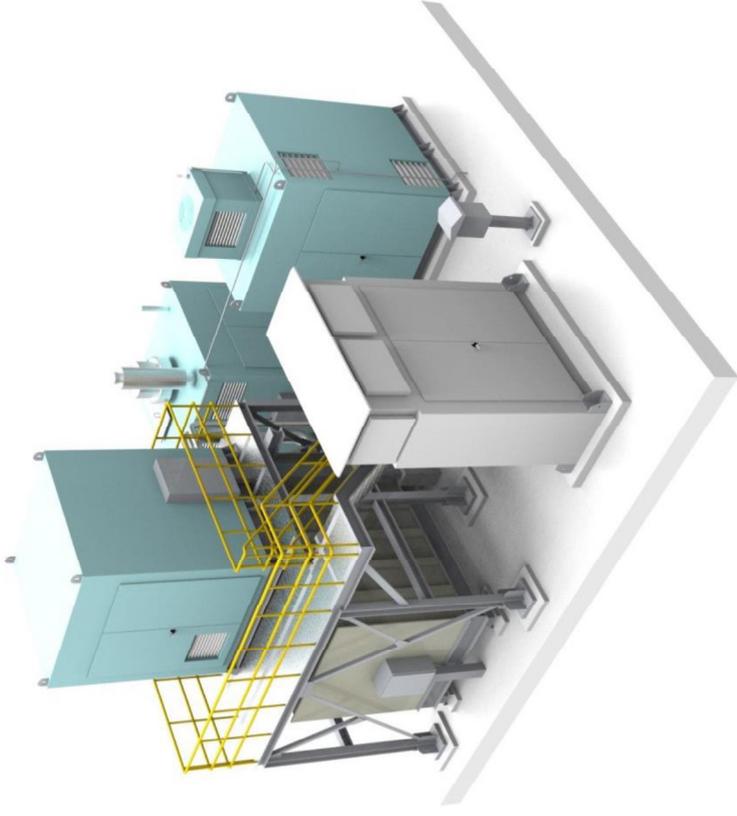
- 조건 : 온수/증기 활용
- 온도 : 358 ± 25 °C
- 유량 : 16,866 kg/hr
- 압력 : 127 mmH<sub>2</sub>O

## 공해물질 배출

- NO<sub>x</sub> : 0.4 ppm 이하
- SO<sub>x</sub> : 0.01 ppm 이하
- CO : 10 ppm 이하
- 소음 : 72 dB(A)

# 300kW 제품 사양

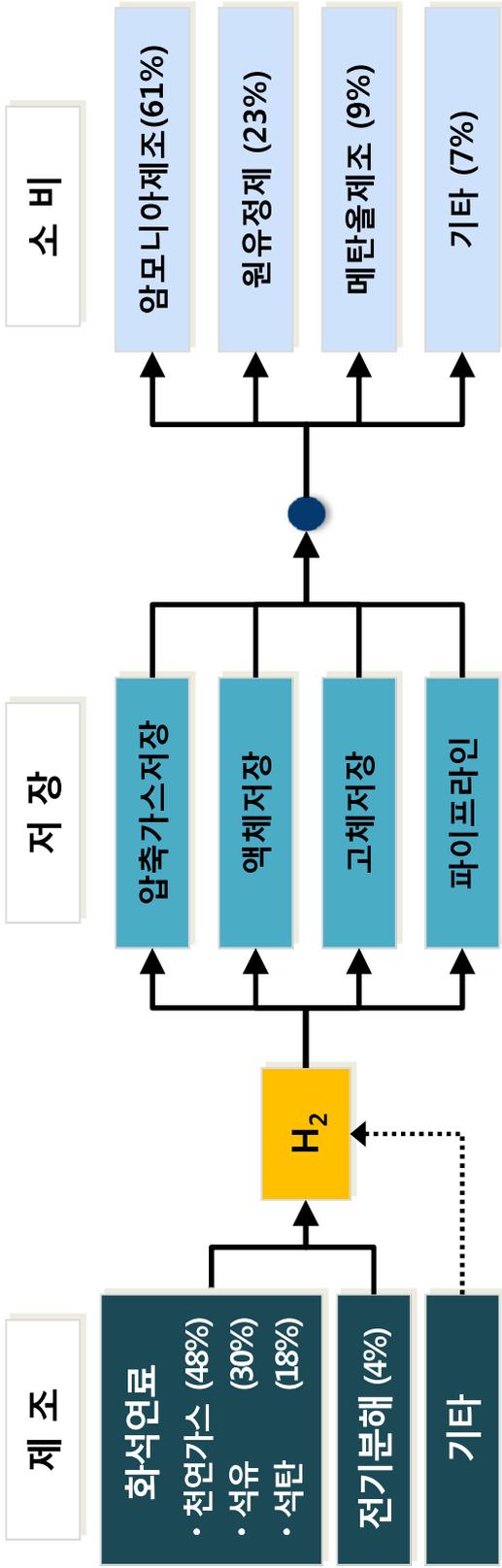
발전출력	300kW
전압조건	480VAC
주파수	60Hz
발전효율	47% ± 2%
LNG사용량	61.6N m <sup>3</sup> (LHV 9,393kcal/N m <sup>3</sup> )
용수사용량	0.38 m <sup>3</sup> /hr
열 생산량	130Mcal/hr
배가스 온도	371 ± 28 °C
배가스 압력	127mmH <sub>2</sub> O
설치면적	18m X 17m



# 수소 Source 및 생산과정

## □ 수소생산 과정

○ 주로 산업용으로 화학제품공정, 원유정제 등에 사용되며, 수요와 공급의 균형이 맞추어져 있음



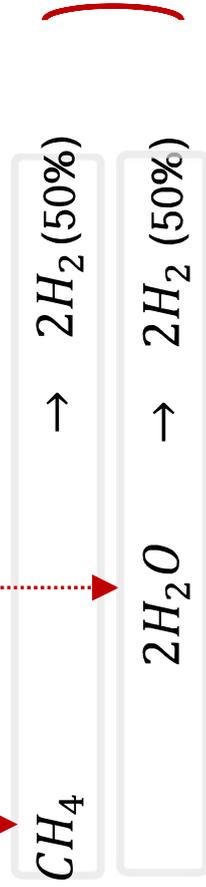
※ 일반적으로 화학연료의 가공중 부산물로 생성된 수소를 부생수소라고 함 출처: hydrogen fuel: Production Transport and Storage



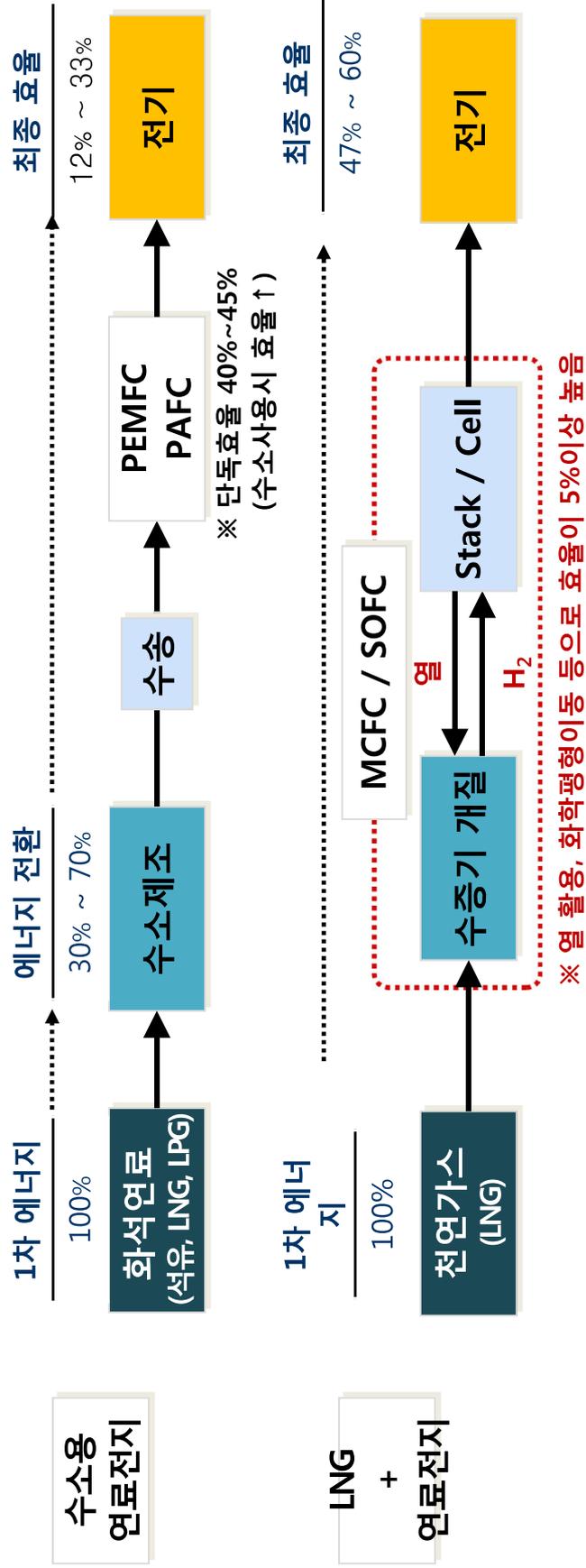
# 수소공급 방식

## □ LNG · 수증기 개질

○ 도시가스, 즉 메탄 (CH<sub>4</sub>) 과 물 (H<sub>2</sub>O) 에서 반응에 필요한 수소를 추출

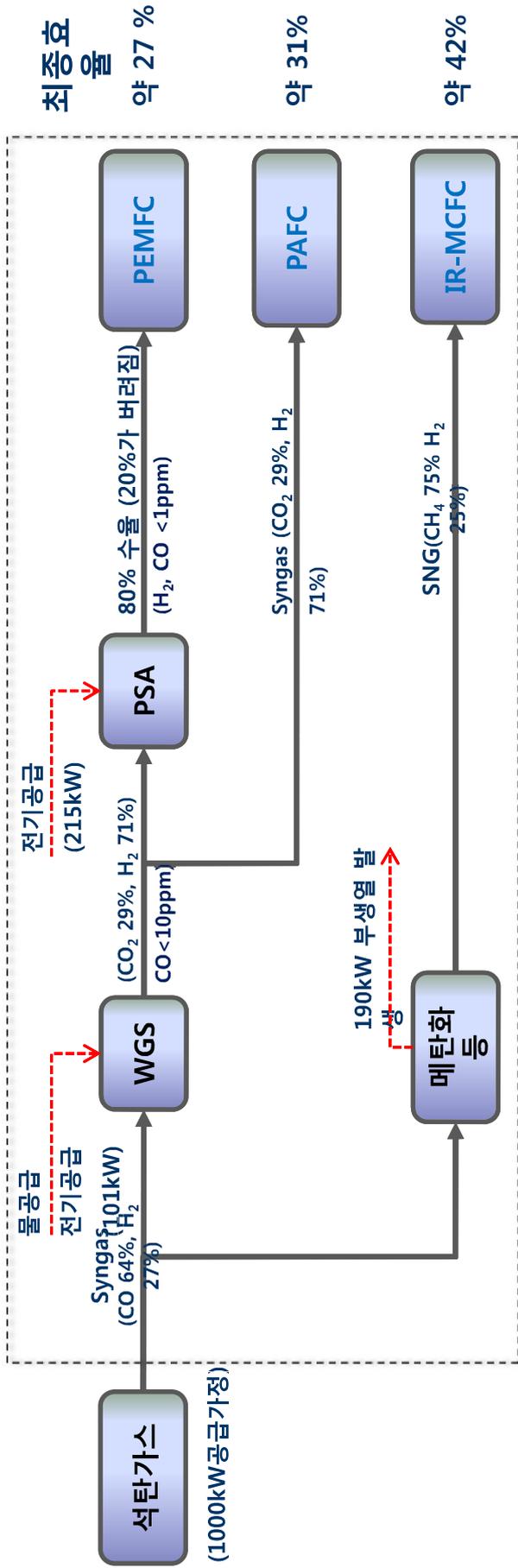


## □ 연료이용방식 비교



# 석탄화력 IGCC 활용방안

## □ 연료전지 타입별 IGCC 적용 비교



## □ 연계관련 기술적 이슈

PEMFC	PAFC	MCFC
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 촉매 피독 방지를 위한 CO요구조건 (1ppm이하) 만족을 위한 WGS공정 필요</li> <li>▪ 단독효율로도 가장 낮음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 촉매 피독방지를 위한 CO요구조건 (10ppm이하) 만족을 위한 WGS공정</li> <li>▪ 부생열이 없어 발전효율향상에 제한</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ CO가 연료로 사용되어 촉매 피독의 염려는 없으나, 現상용기술은 내부개질형이므로 메탄화공정 필요</li> <li>▪ 전처리공정 부생열 및 연료전지 배열로 IGCC 공정재활용 및 추가발전가능</li> <li>▪ Cascade형 도입시 발전효율 향상</li> <li>▪ 외부개질형 개발시 직접 수소사용가능</li> </ul>

# 대한민국 신성장동력 선정 ('09.1)



# 녹색성장위원회 대통령 보고대회 (‘11.10)

## 대책 4. 제도개선을 통한 ‘녹색사회’ 이행 촉진

### 현장 밀착형 규제·제도 개선으로 녹색사회 기반 조성

**공 통**

- 사용자가 선택할 수 있는 그린홈 100만호 사업
- 신재생에너지 발전소의 공용 배전선로 연계범위(3MW) 폐지

**태양광**

- 신재생에너지 설치시 국공유재산 임대료 기준 마련
- 수상 태양광 등 RPS 가중치 조정 검토

**풍 력**

- 계획입지로 신청시 풍력단지 진입로, 자재운반 등 일괄 허가
- 산림 지역 육상 풍황계측기 설치 허용을 위한 규제 완화  
\* 생태자연도 1등급 권역내 사업시, 풍요규제 관계부처 심의 TF 구성(총리실)

**바이오 폐기물**

- 산림부산물(임지잔재) 등 신재생에너지 구분 기준 명확화
- 바이오 매스 이용시 행정절차 간소화

**연료전지**

- 전기사업용 연료전지 설치지역 제한 완화
- 연료전지용 가스요금 신설 검토

# 美 정책 및 지원제도\_CA주 인센티브제도

## □ Self-Generation Incentive Program(SGIP)

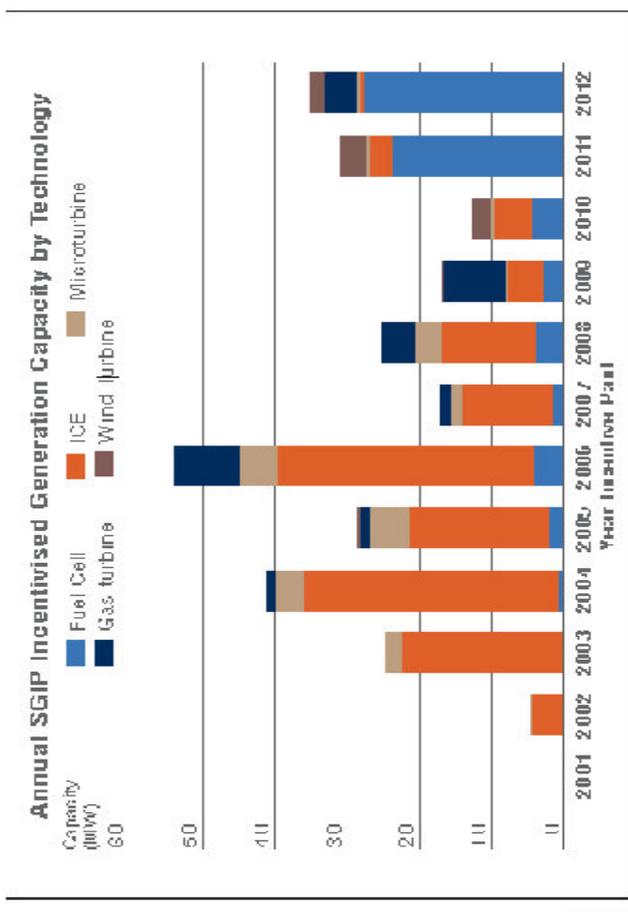
- 자가발전원에 대한 발전단위 용량당 일정규모의 인센티브를 지원하는 제도
  - '00년 대정전 후 '01년 피크부하저감을 목적으로 시행, 최근 온실가스 저감 및 효율향상목적으로 전환
  - 3MW규모내 연료전지 \$1.83/W 지원, 최대 \$5 million 또는 프로젝트 비용의 60%까지 지원

※ 인센티브 산정시 고려변수

- ① 분산발전(송배전선 비용절감, 송전손실저감)
- ③ 기준대비 전환효율 및 종합효율 향상효과
- ② 온실가스 저감효과(천연가스, 바이오가스)
- ④ 재생에너지 대비 이용률(신뢰성) 향상효과

Technology Type	Incentive (\$/W)
<b>Non-Renewable Conventional CHP</b>	
Internal Combustion Engine - CHP	\$0.46
Micro-turbine - CHP	\$0.46
Gas Turbine - CHP	\$0.46
<b>Emerging Technologies</b>	
Advanced Energy Storage	1.62
Fuel Cell - CHP or Electric Only	1.83

※ SGIP Program 실적 : Payment 90% / Capacity 76%





## 자료 #4: 국내사업추진(포스코에너지)



# 에너지·환경 이슈와 연료전지

## ✓ 한국

- 에너지(전력) 부족
- 수도권의 부하집중
- 온실가스 대응

## ✓ 글로벌

- 에너지자원의 유한성 (Resource scarcity)
- 에너지 안보 (Energy security)
- 기후변화 (Climate change)

## 수요지(도시 · 수도권)에서의 공급능력 확대 by 친환경방식

분산전원

연료전지

Why?



면적 수요 ↓

설비 확장성 ↑

환경성 ↑

효율성 ↑

# 국내 사업추진 방식

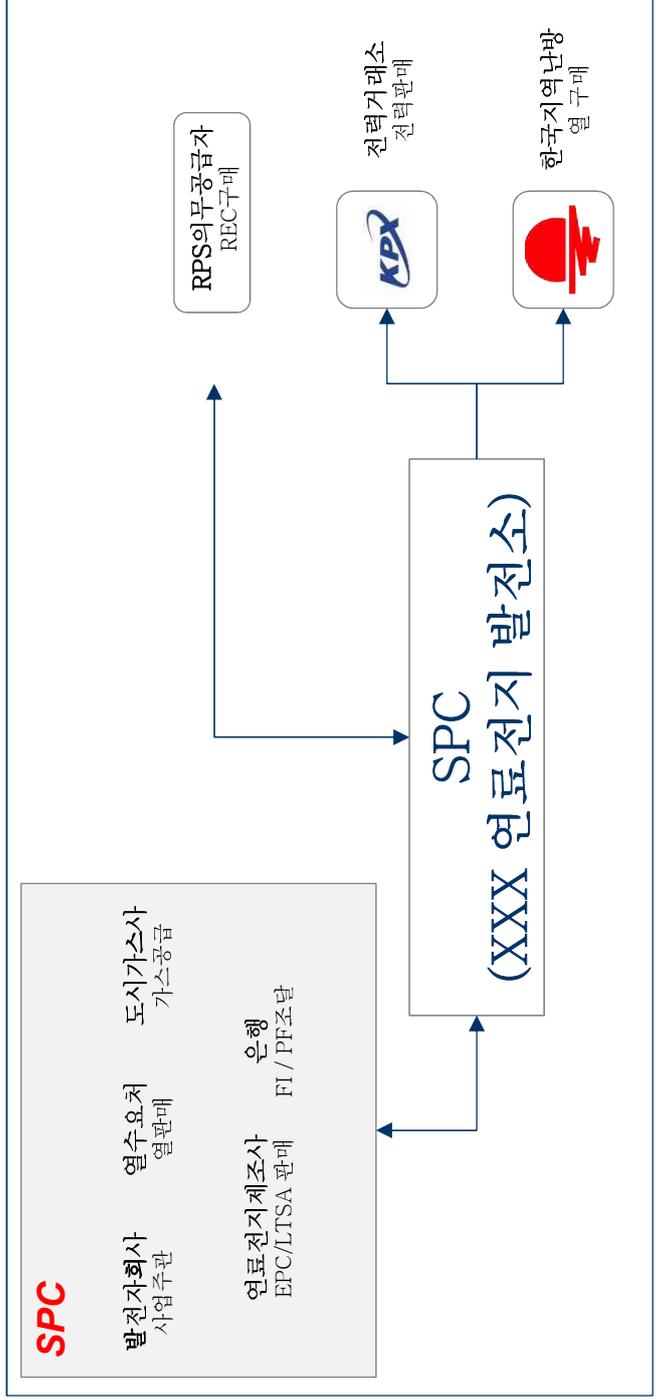
## □ RPS 제도기반으로 발전 사업성 확보

### ① RPS의무공급자의 투자

- RPS의무공급자의 의무공급량 이행(확보)을 위한 신재생에너지 투자



- 자체투자 (소형)



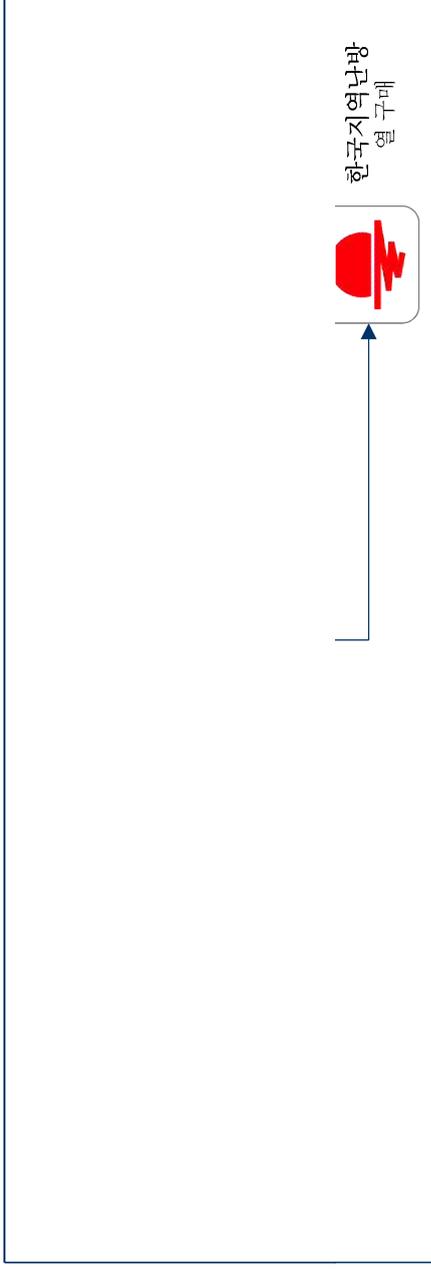
- SPC (>20MW)

# 연료전지 사업추진 방식

②

## 민간사업자 신재생에너지 투자사업

- 민간사업자가 RPS의 무공급자에게 REC 판매 (현물/계약시장) 하기 위해 투자



- 자체 투자
- SPC

# 연료전지 마을발전소

'27년까지 신재생에너지 발전량 12%이상 공급  
(제6차 전력수급기본계획)

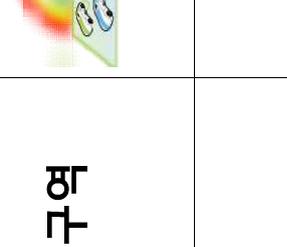
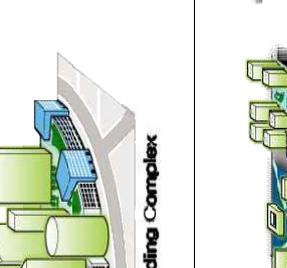
'35년까지 발전량 15%이상 분산전원 공급  
(제 2차 국가 에너지기본계획)

신재생에너지 보급

분산형전원 확대

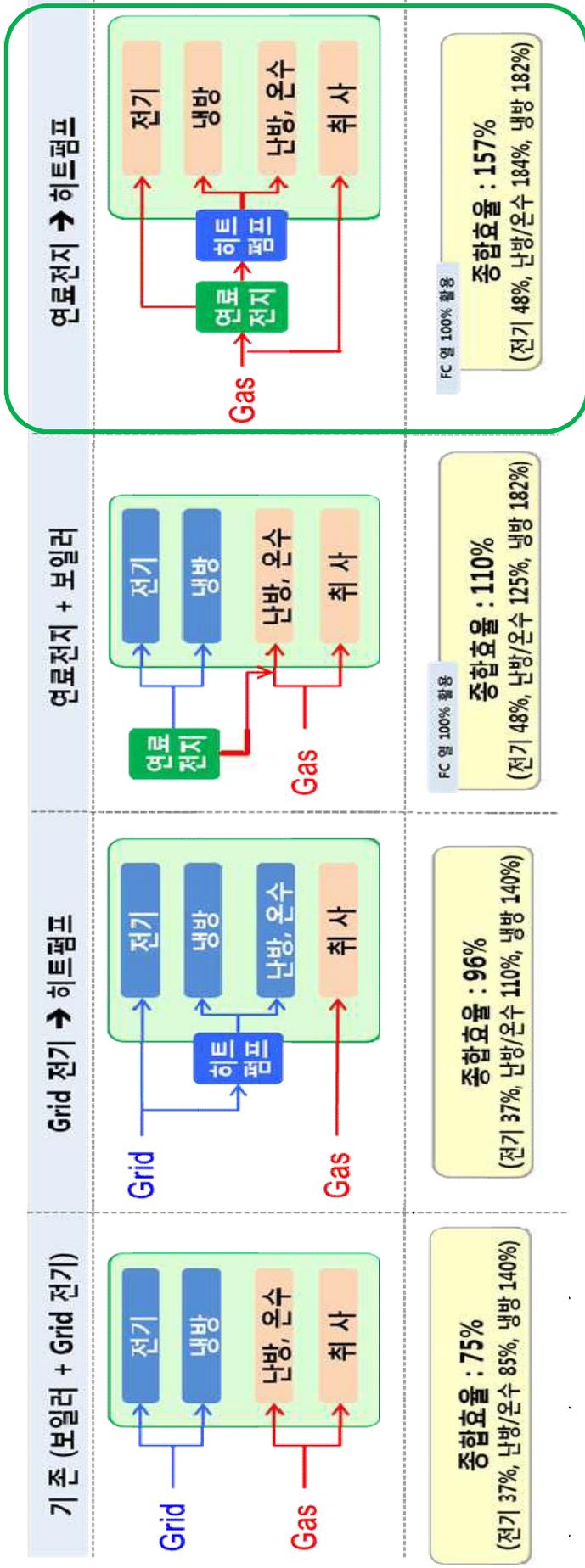
에너지자립율 향상

신규 가스수요 창출

구분	구현 방안	에너지 효율 향상	에너지 수요
산업단지	 <p>Community DG</p>	<p>전기 + 열(스팀) + 조명 + 전기차/수소차 + 바이오연료 + 복합발전</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 바이오연료 활용</li> <li>· 배열 활용</li> </ul>
구역	 <p>Building Complex</p>	<p>전기 + 열(냉난방) + 조명 + 전기차/수소차</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 흡수식냉동기 및 히트펌프</li> <li>· 전기차/수소차 충전</li> </ul>
건물	 <p>Building</p>	<p>조명 + 비상전원</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· ICT 제어기술</li> </ul>

# [예시] 연료전지-히트펌프 연계

## □ 개념도



기 존

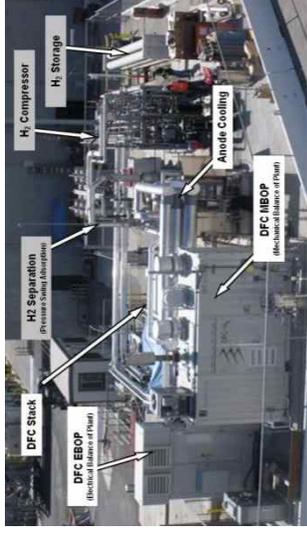
전기 + 지역난방 ⇒ 종합효율 75%

적 용 後

연료전지 + 히트펌프시스템 ⇒ 종합효율 : 157%

# [예시] 연료전지-친환경차 충전

- 연료전지 분산전원 및 도시기반시설과 연계하여 전기차 · 수소차 충전
  - 대형마트, 주유소, 병원 등 연료전지 설치로 신재생에너지 · 분산전원 보급 및 친환경차 충전인프라 동시 구축
  - 미국 Orange County Wastewater Treatment Plant (폐수처리장) 내 실증운전 중
    - 하수처리장내 바이오가스를 연료로 운전, 분리된 수소는 인근 수소충전소에 공급되어 수소연료전지차 충전 시험 중



[美, DFC-H<sub>2</sub> 실증사이트]

## □ 수소차 충전시 MCFC-H<sub>2</sub> 기술 활용하여 전기, 열, 수소를 동시에 생산

	DFC-H 300	DFC-H 1500	DFC-H 3000
수소 생산시 출력 (kW)	250	1,170	2,350
수소 생산 (kg/일) (Nm <sup>3</sup> /h)	135	635	1,270
	66	313	625

※ DFC-H 300의 경우, 시간당 250kW의 전기(약 300 가구)와 하루기준 수소차 약 30대 충전가능

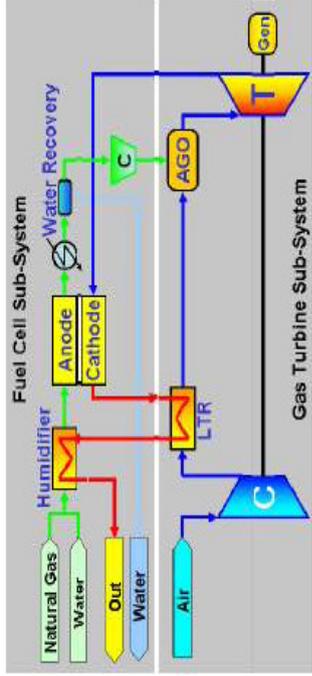
⇒ 환경부, 현대차 및 자동차부품연구원의 수도권 지역내 수소충전소 보급계획과 연계 사업개발 검토 중

# [예시] 연료전지 복합화

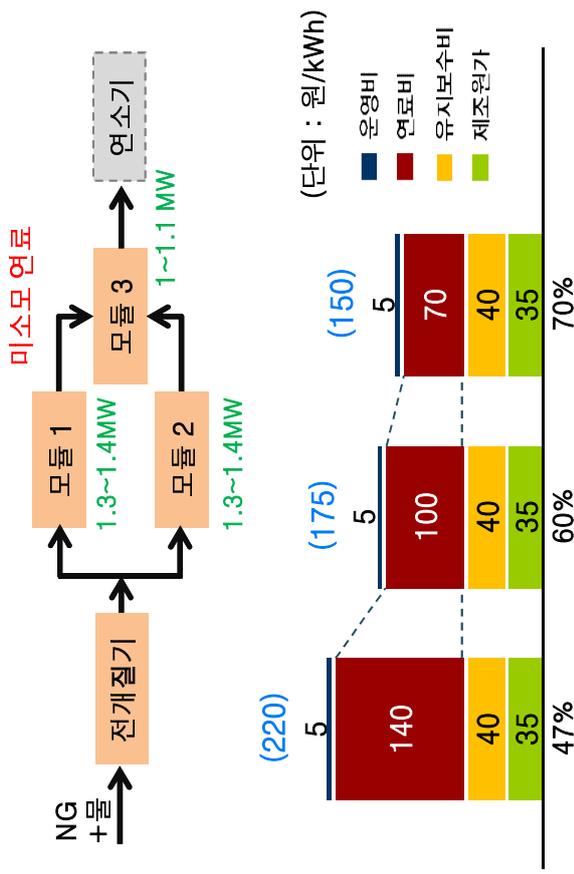
□ 연료전지 복합화로 연료이용률 극대화 (전기효율 : 47 → 60%)

- Anode Recycling : 연료를 Recycle하여 연료이용률 극대화
  - FC-FC : 연료전지 복합화를 통해 연료이용률 향상
  - FC-GT : 연료전지 배열을 이용하여 가스터빈과 복합화하는 기술
- ⇒ `17년 상용화를 목표로 연구개발 추진 중

## FC-GT



## FC-FC (3.7MW)



# 도심형 분산발전 「노원/상암 연료전지발전소」

- 서울시 도심에 분산발전용 연료전지 **최초** 설치 ('10년)
- 노원 2.4MW : 주변 주택 단지에 전력 공급
- 상암 2.4MW : 하늘공원 내 설치



# 산단형 분산발전 「경기그린에너지」

- **신재생에너지 최초로** 국가전력 안정화에 기여 ('13.11 준공)
- 화성시 (52만명, 20만가구) 소요전력의 70% 공급 (36만명, 14만가구)
- 소재지 : 경기도 화성시 발안공단내      • 설치규모 : 연료전지 58.8MW      • 부지면적 : 5,716평





자료 #5: 연료전지 시장과 사업전망  
(에너지기술평가원, 이해원 2014)



연료전지산업 활성화 포럼  
2014. 11. 26 (수)

*Green Energy World, Global R&D Innovator*

# 연료전지 정책 시장과 산업전망

Impact of NRE Policies on Outlook for  
Korean Fuel Cell Industry

2014. 11. 26

이 해 원



*Energy for Future*



산업통상자원부  
MINISTRY OF TRADE, INDUSTRY & ENERGY  
MOTIE



# 목차

1 연료전지

2 에너지 정책 동향

3 연료전지 정책 시장 현황

4 연료전지 자동차 시장?

5 신재생에너지 하이브리드 기술

6 요약



산업통상자원부  
MINISTRY OF TRADE, INDUSTRY & ENERGY  
MOTIE

Energy for Future

KETEP

한국에너지기술연구원  
Korea Institute of Energy Technology  
EVALUATION AND PLANNING

# 연료전지

# 고효율 에너지 전환 기술: 전기, 열, 온수

(Thermal E → Mechanical E)

Chemical Energy → Electrical Energy

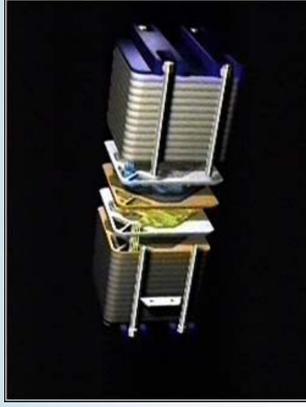


Electricity

Fuel Cell



Fuel



Air



Heat



H<sub>2</sub>O

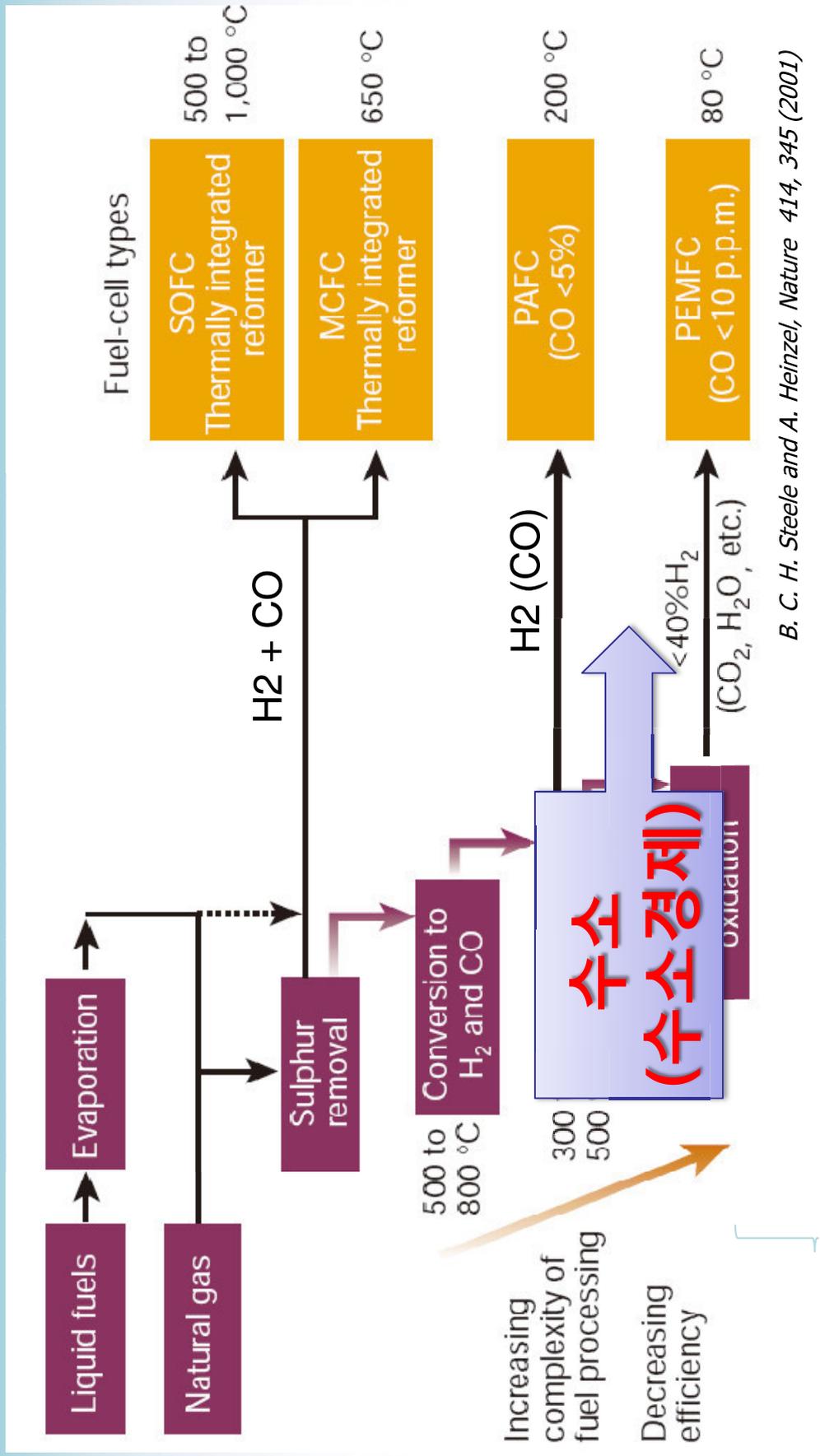
## Definition:

“Fuel Cells are electrochemical devices that convert the chemical energy of reaction directly into electrical energy.”

– Fuel Cells: A Handbook

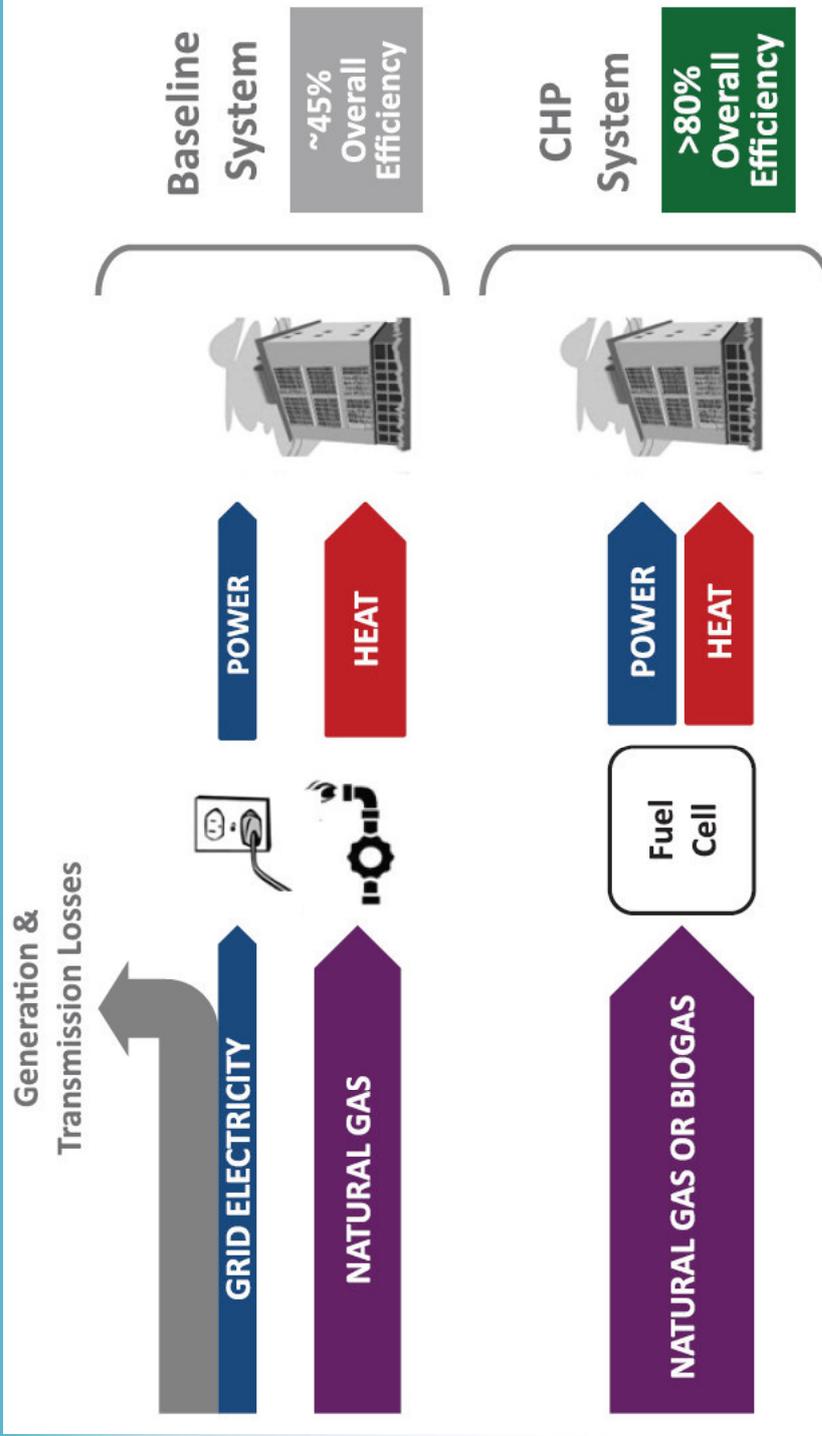
# 사용 연료와 연료 전지 유형

- 화석 연료는 물론 수소 연료로부터 초고효율 발전 가능
- 세일가스 상용화 → golden age of gas: 화석연료의 고효율 발전
- 합성수소에서 재생수소의 전환기에 병용이 가능한 발전 기술
- 화석연료의 고효율 발전 → 재생수소 기반 재생에너지로 발전 단계



# 고효율 재생에너지로서의 연료전지

Fuel cells in CHP installations can provide dramatic improvements in efficiency over conventional grid power and on-site natural gas heat.

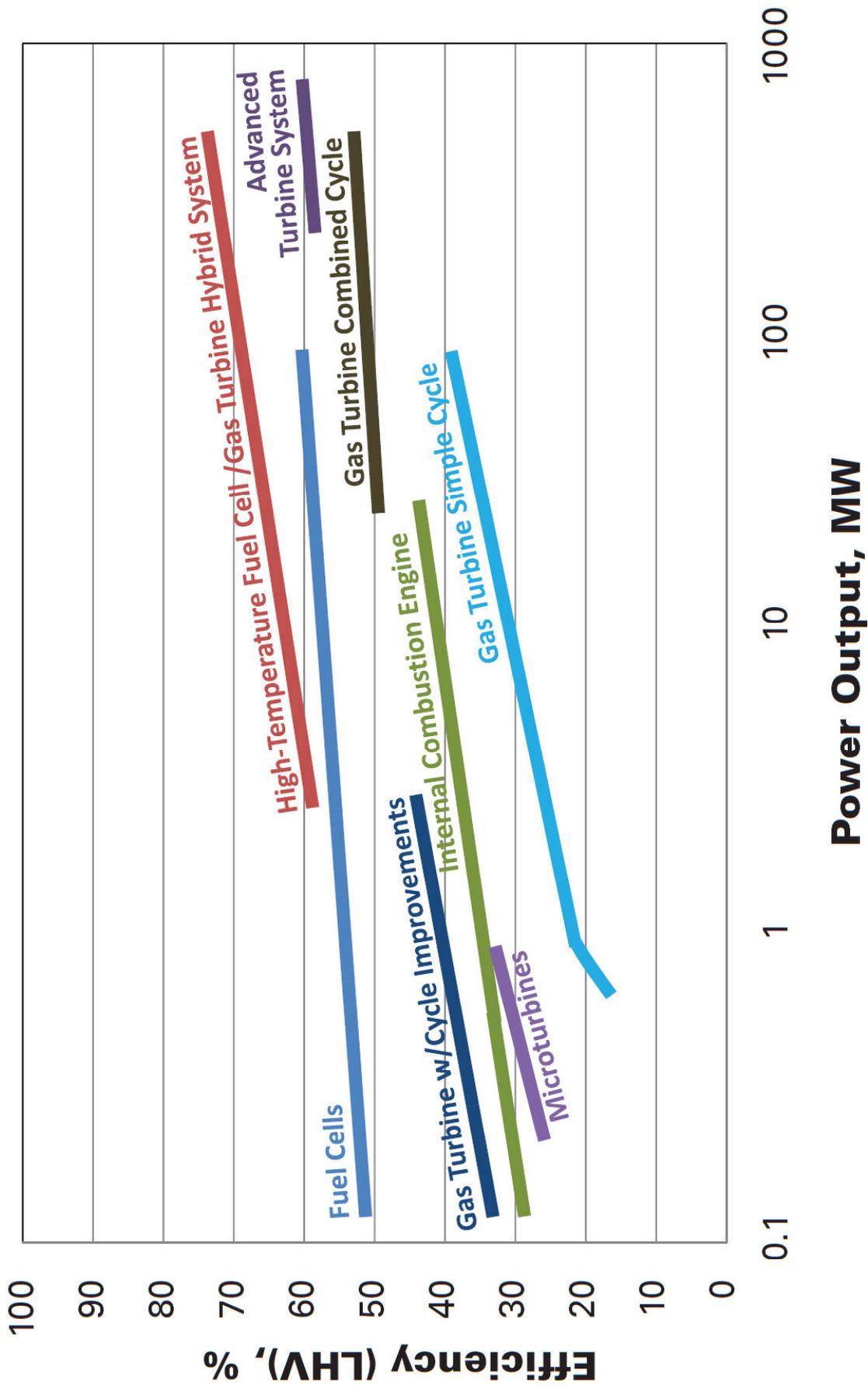


Renewable gases: 바이오 가스, 수소 → sustainability

Natural gas: 높은 에너지 전환효율, 분산전원 (송전손실, 송전선 설치 비용 없음)

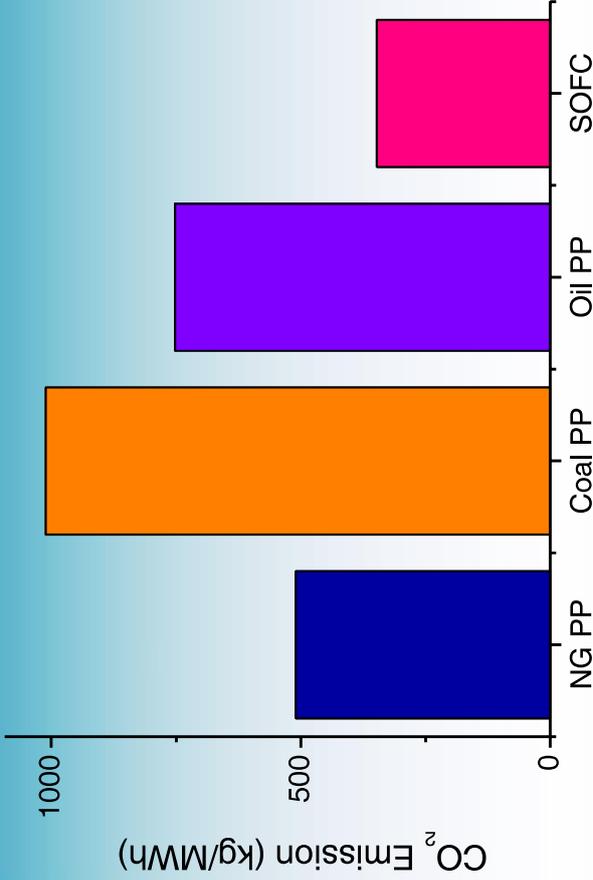
Heat / Hydrogen: Energy split (전기, 열, 연료) 대응 → 최고의 종합효율

# 발전용 연료전지의 장점: 발전효율

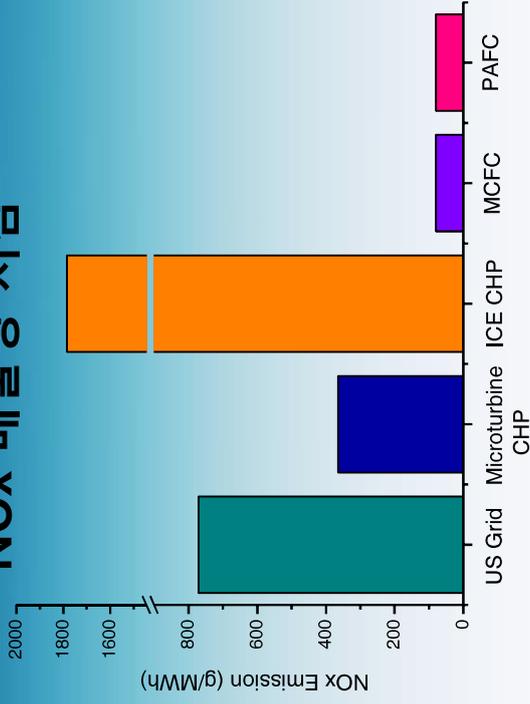


# 발전용 연료전지의 장점: 친환경 발전

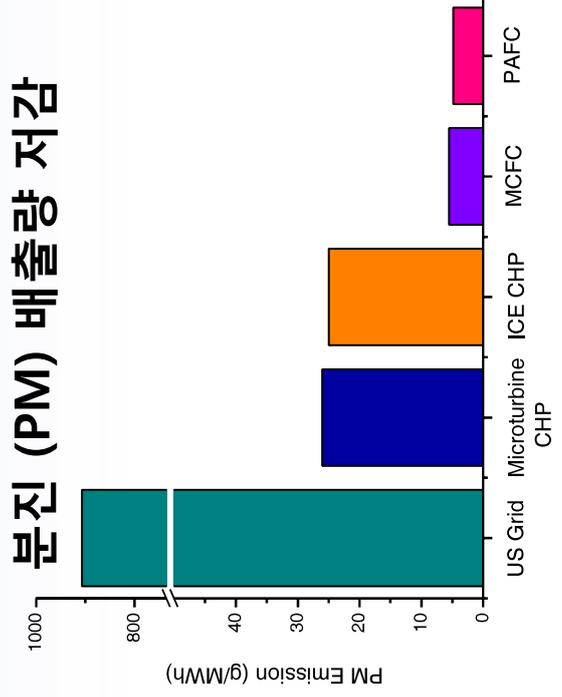
이산화탄소 배출량 저감



NOx 배출량 저감



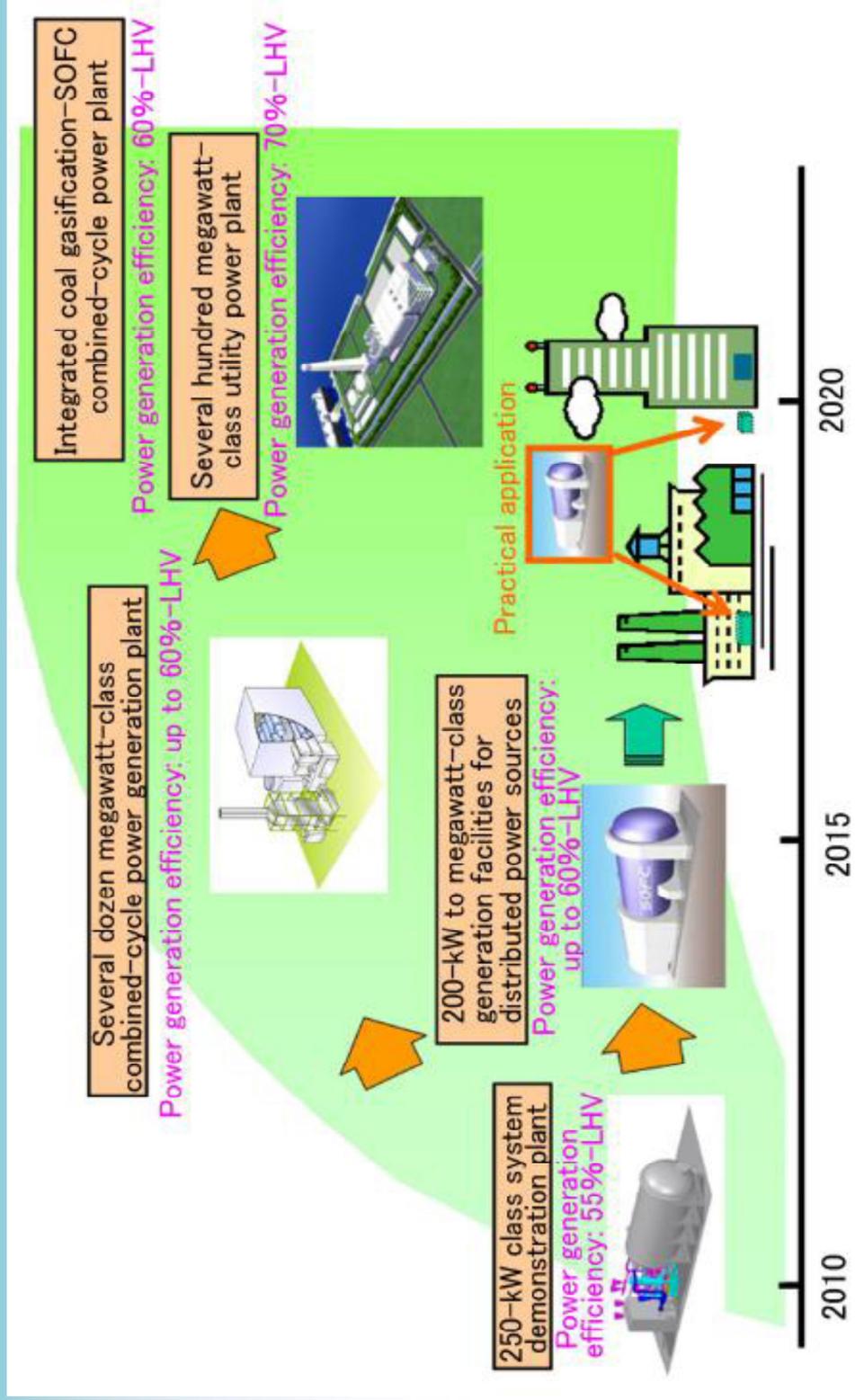
분진 (PM) 배출량 저감



- 그리드 전력 대비 CO<sub>2</sub> 30~200% 저감
  - 열병합 발전 대비 NOx 70~90% 저감
  - 열병합 발전 대비 분진 75~80% 저감
- ☞ 친환경 초고효율 발전으로 산업용 분산 전원의 최적 시스템

# 발전용 연료전지 기술 개발 (예)

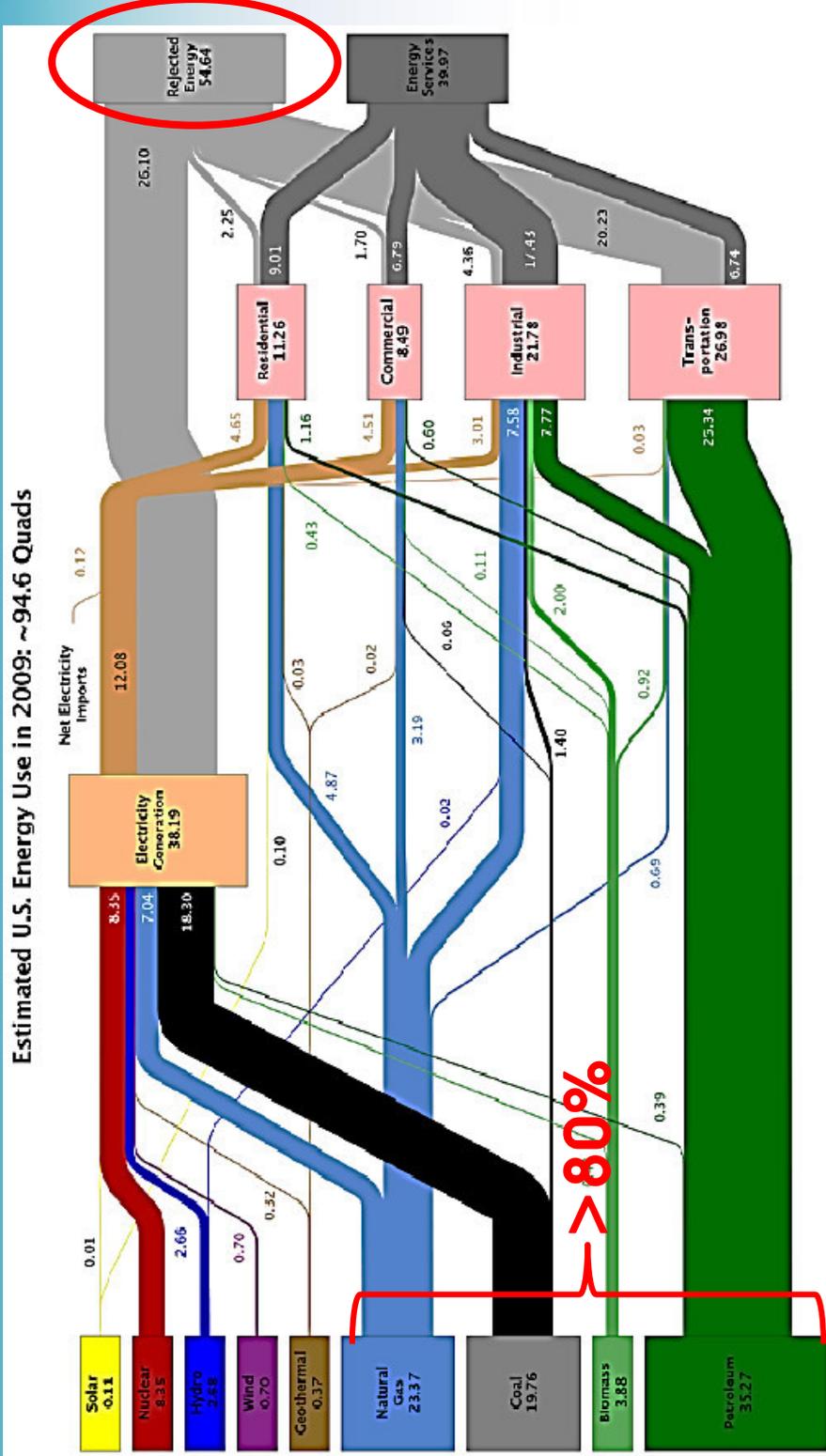
- 미쓰비시 중공업: 가스복합발전을 대체할 차세대 복합발전 시스템 개발
- LG 플uel셀 시스템즈: MHI와 거의 유사한 기술개발 중(미국 SECA)  
2014년 200 kW, 2016년 1 MW 급 실증 예정



# 에너지 정책 현황

# 미국의 에너지 생산/소비 구조 (DOE)

- 80% 이상의 1차에너지를 화석연료에 의존
- 55%에 달하는 에너지 전환 손실

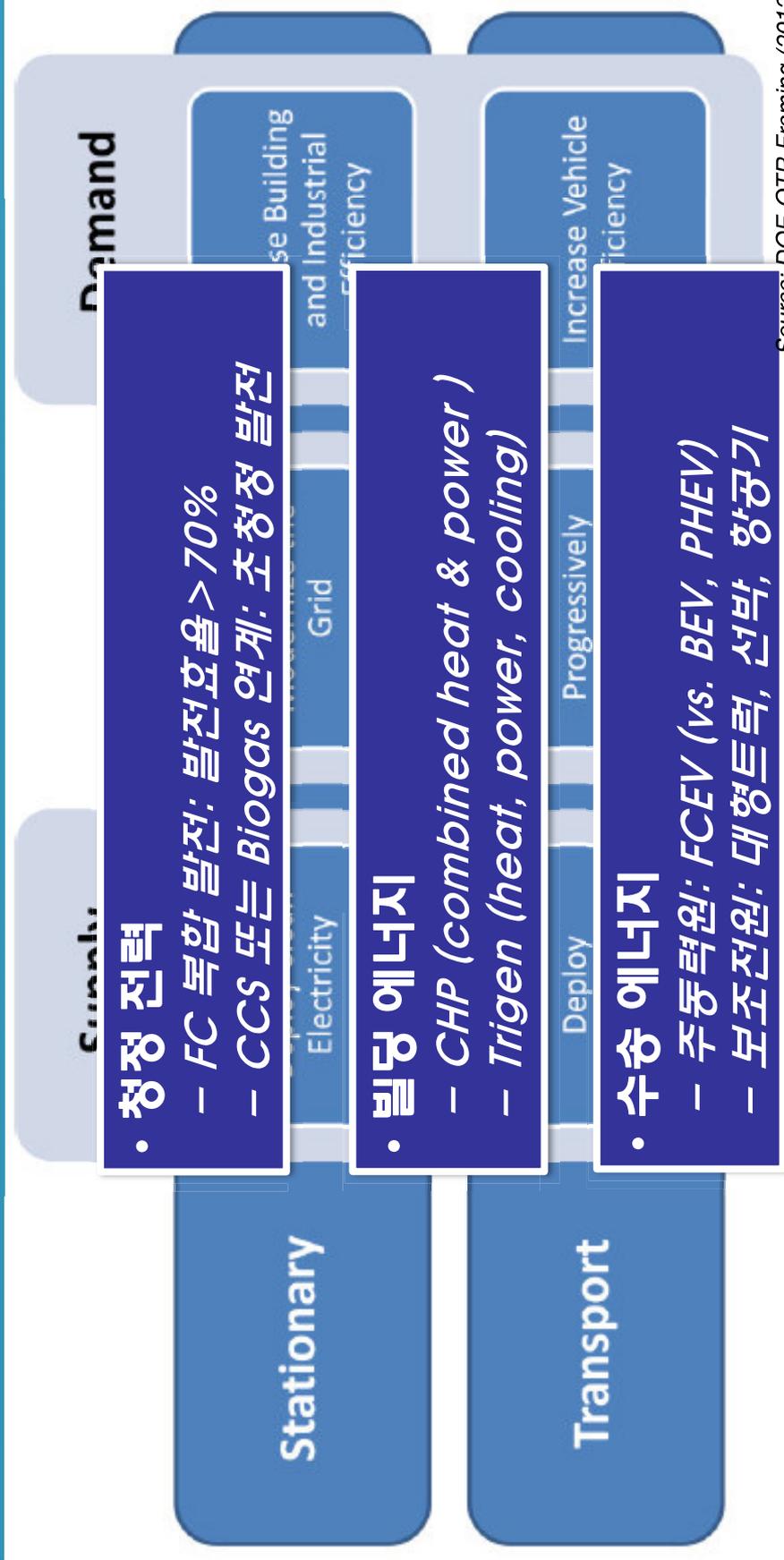


Source: DOE-QTR Framing (2012)

- 변화속도의 불일치: 공급 기술 (50년 이상) vs. 수요기술 (20년 이하)
- 규모의 불일치: 공급 규모가 수요 규모의 100만 배 이상

# DOE 에너지 6대 핵심 전략

Energy for Future



Source: DOE-QTR Framing (2012)

Figure 2. Six Strategies

**Energy Security**

**GHG Reduction**

**Job Creation**

# 6대 핵심 전략 적용성

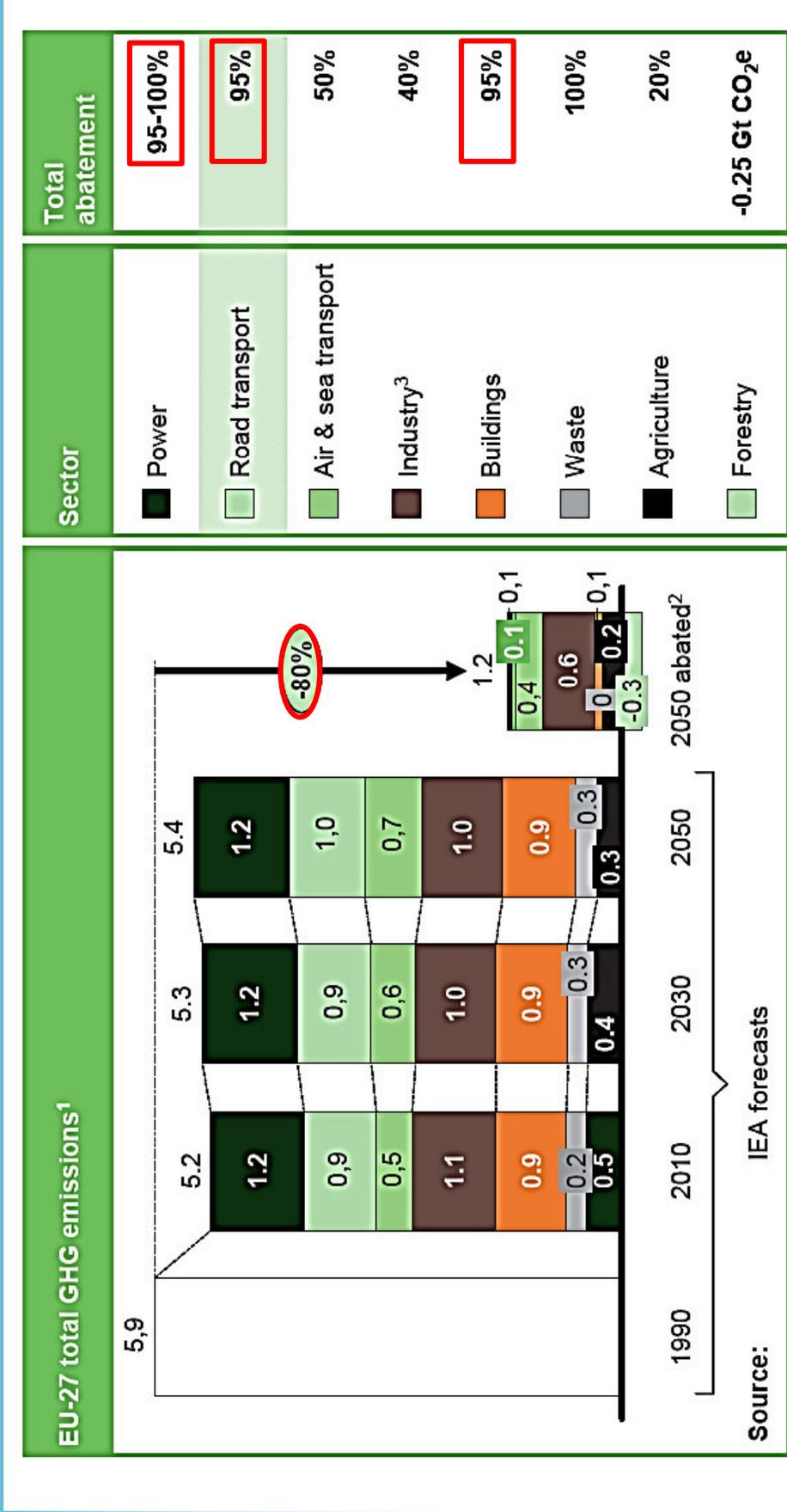
Energy for Future

	태양광	태양열	풍력	지열	이차 전지	원자력	연료 전지
<b>Stationary</b>							
Deploy Clean Energy	○	○	○	○		○	○
Modernize the Grid					○		○
Increase Building & Industrial Efficiency	○			○			○
<b>Transportation</b>							
Deploy Alternative Fuels		○				○	○
Progressively Electrify the Fleet					○		○
Increase Vehicle Efficiency					○		○

# 온실가스 저감 (유럽 ECF 로드맵: 450 ppm)

- CO2 : 5.9 Gt/year → 1.2 Gt/year
- Road transportation : 1 Gt/year → 0.1 Gt/year

Source: McKinsey (2010)



1 Large efficiency improvements are already included in the baseline based on the International Energy Agency, World Energy Outlook 2009, especially for industry

2 Abatement estimates within sector based on Global GHG Cost Curve

3 CCS applied to 50% of large industry (cement, chemistry, iron and steel, petroleum and gas, not applied to other industries)



# IEA 글로벌 전력수요 전망 (2011)

- IEA는 2035년까지 1990년 대비 글로벌 전력소비 **3배** 증가할 것으로 예측
- 2008년 현재 세계인구의 22% (15억명)는 전기의 혜택을 보지 못하고 있음
  - 자동차 전기화로 인한 현저한 전력수요 증가

## IEA 시나리오 (전력수요 대응)

- 1) 현재 정책 고수
- 2) 새로운 정책 (에너지 수요를 연 **1.2%** 증가 수준으로 억제)
- 3) **450 ppm** 이하로 이산화탄소 농도 유지

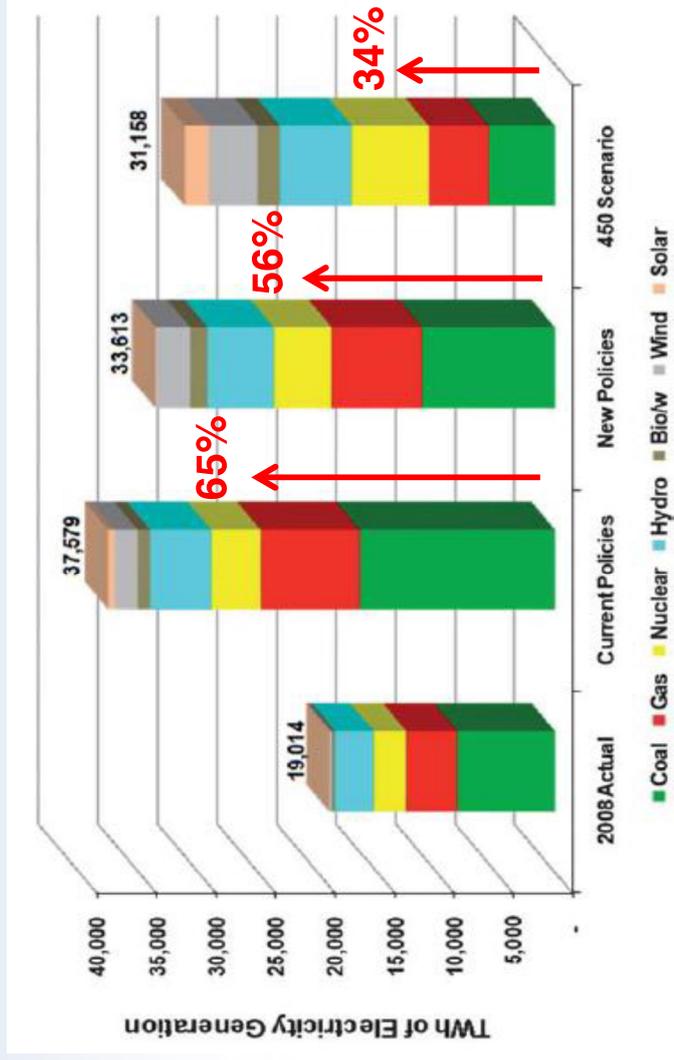
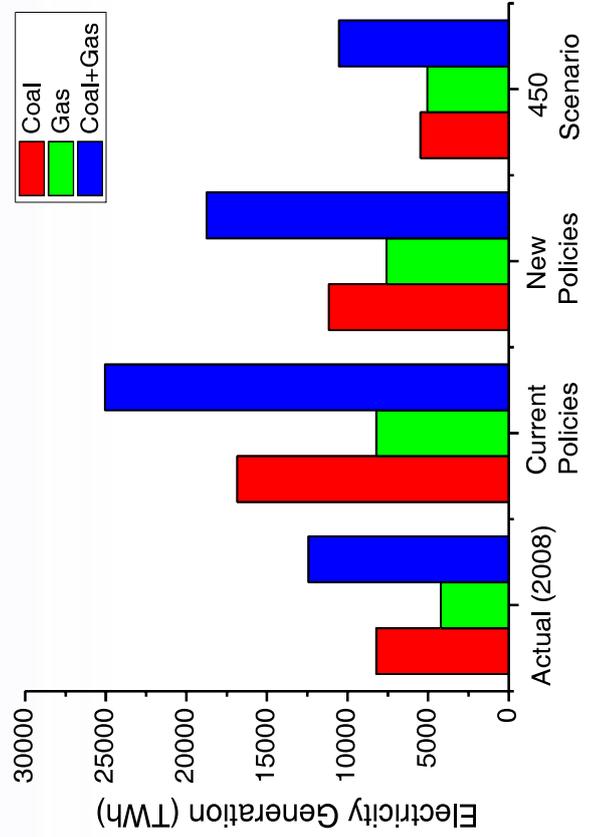
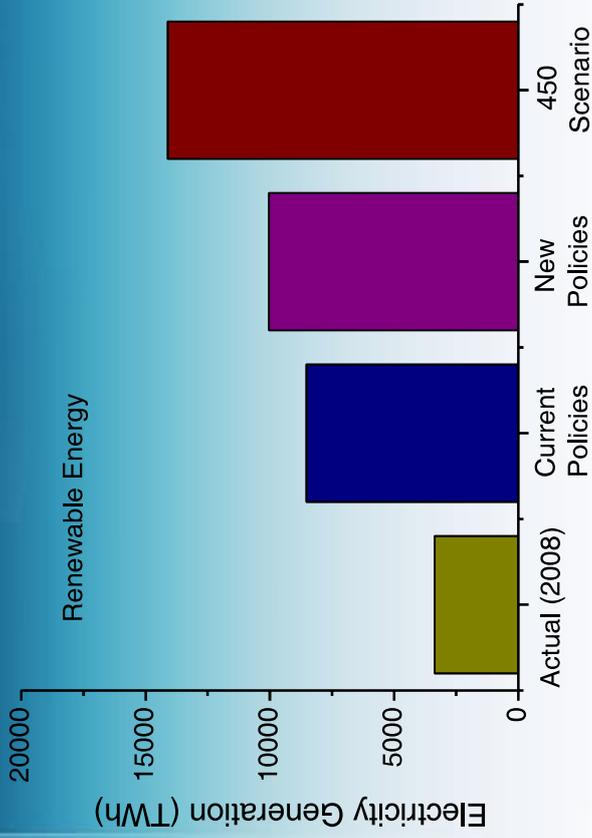


Fig. 5 - IEA Forecast Global Electricity Generation by source.<sup>34</sup>

# IEA 글로벌 전력수요 전망 분석



IEA 최근 보고서 전망  
2035년 글로벌 에너지 수요  
의 50%를 천연가스가 차지



- 전력생산을 위한 화석연료 의존성은 감소하지 않을 것으로 예상됨
- 화석연료 의존성을 가정하면 친환경적으로 가장 높은 효율의 발전기술 → 연료전지

Wachsman et al., Energy & Environmental Science (2011)

# 화석연료 보조금 (Renewables GSR 2013)

## SIDEBAR 6. CURRENT STATUS OF GLOBAL ENERGY SUBSIDIES

### IEA 통계

- 화석연료 보조금 규모: '11년 5230억불 ('10년 대비 27% 증가)

### IMF 통계

- 화석연료 관련 총 보조금 (제품 포함): 1.9조 불
  - 글로벌 GDP의 2.5%
  - 모든 정부예산총액의 8%

Subsidies and financial support for renewable energy (excluding large hydropower) in 2011 totalled USD 88 billion, up 24% over 2010.

- 재생에너지 보조금: '11년 880억불 ('10 대비 24% 증가 (화석연료 보조금의 1/6)

Well-designed subsidies for renewable energy can result in long-term economic and environmental benefits, including improved energy security and job creation.

### G20 Summit (2009)

- 에너지 낭비 저감을 위하여 화석연료 보조금 제도 종식 선언

countries they can accelerate the depletion of resources due to wasteful consumption, thereby reducing future export earnings over the long term.

In 2009, leaders of the G20 countries pledged to end fossil fuel subsidies, committing to “rationalize and phase out over the medium term inefficient fossil fuel subsidies that encourage wasteful consumption.” They acknowledged that fossil fuel

subsidies distort markets, hamper investment in clean energy sources, and undermine efforts to mitigate the climate crisis. This step led to the establishment of a broader international coalition that includes Asia-Pacific Economic Cooperation (APEC) countries as well as many additional countries in which high energy prices have made subsidies financially unsustainable.

At the G20 Finance Ministers Meeting in February 2013, leaders again committed to report on progress to rationalise and phase out fossil fuel subsidies, and to provide targeted support for the most vulnerable countries.

### G20 Finance Minister Meeting (2013)

- 화석연료 보조금 종식에 대한 진전 상황을 보고하기로 합의

both economic growth and the environment.

The practical effect on a global basis has been minimal to date due to the lack of a timeline and an organisation to monitor and aid countries wanting to implement their commitments. A small number of countries have taken steps towards energy subsidy reform, and others—including fossil fuel-exporting non-OECD countries like Iran, Indonesia, Nigeria, and the Sudan—have begun to reduce subsidies. Further, since the G20 meeting in 2009, an increasing number of civil society observers has begun to track the issue of fossil fuel subsidies.

At the same time, however, several OECD countries have begun to reduce subsidies for renewable energy sources, due largely to individual domestic political and economic circumstances, lower technology prices, and a lack of long-term policy guidance for renewables.

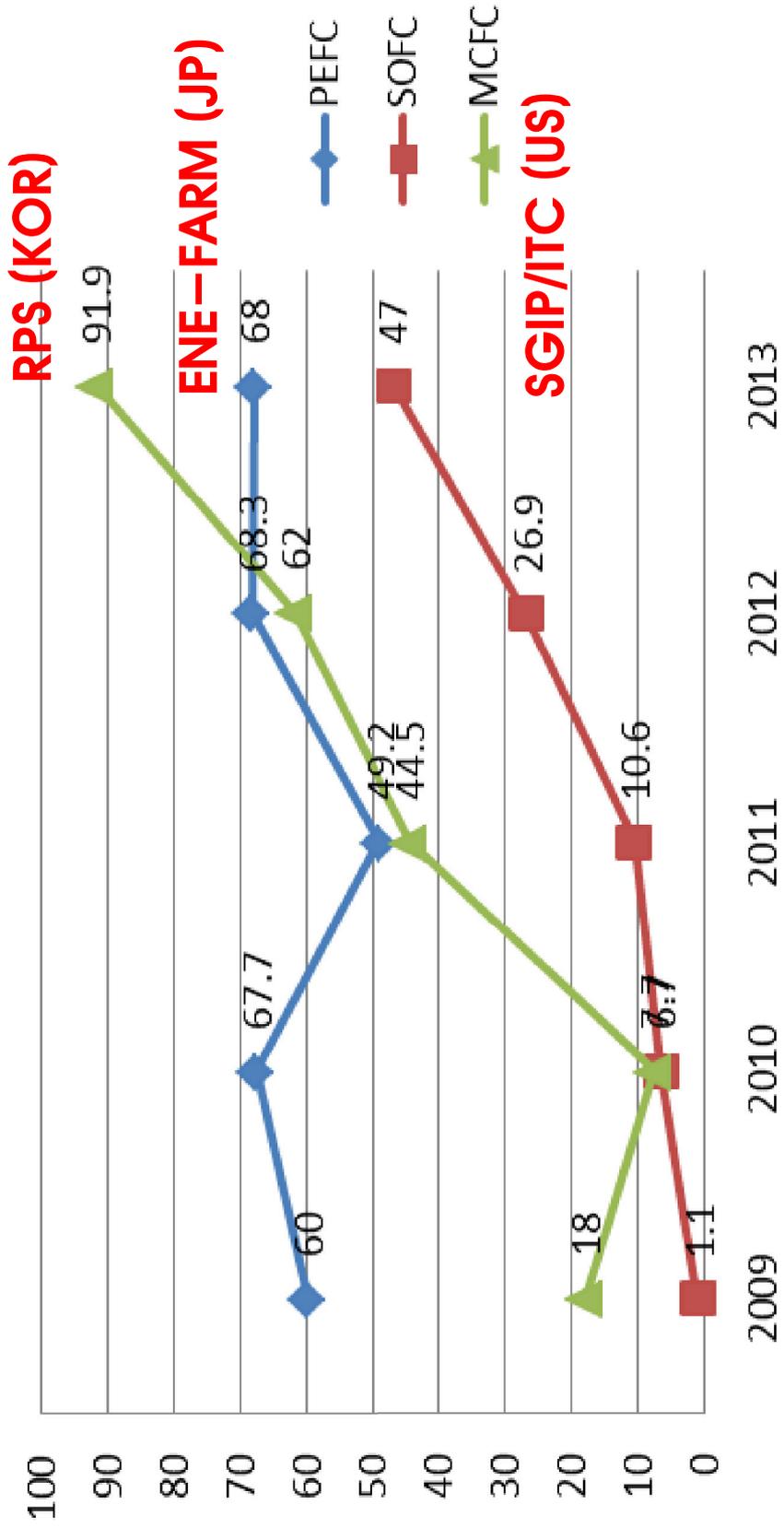
Source: See Endnote 2 for this section.

# 연료전지 정책 시장 현황

## 글로벌 연료전지 생산량: 정책 반영

- 기존 에너지 시스템과 마찬가지로 연료전지도 공공 보조금 의존 시장 형성
- 정책 우선 순위와 강도에 따라 주력 연료전지의 초기 분화

By Fuel Cell Type (Megawatt)



# 연료전지 보급 정책 (→ 시장 → 산업 → 기술개발)

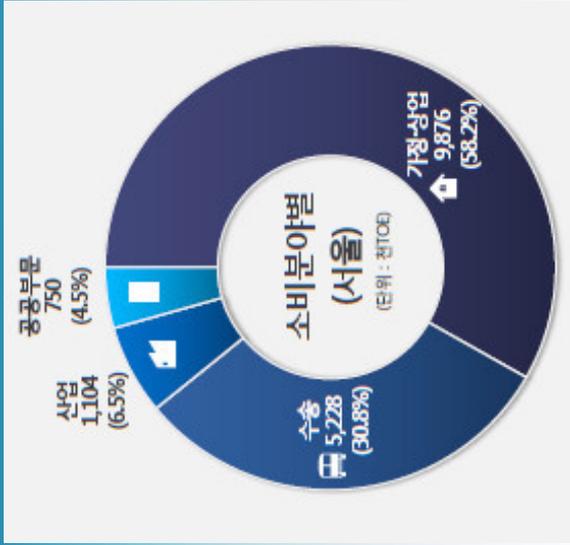
정책/제도	주요내용
신재생 에너지 발전차액 지원제도 (FIT)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 2006년 10월 연료전지를 신규 대상으로 포함(지원한계 설비 용량 50MW, 지역지원금 283원/kWh)</li> <li>· 2008년부터 15년간 매년 10월 1일을 기점으로 전년 대비 3%씩 인하여 지역지원금 지급</li> <li>· 2012년 RPS 제도로 대체</li> </ul>
신재생 에너지 의무할당제 (RPS)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 2012년부터 본격시행 으로 2020년까지 발전량의 10%를 신재생에너지로 보급 계획</li> <li>· 정부가 의무대상자(500MW이상)를 정하면, 의무 대상자는 일정 기간 내에 목표를 완수해야 함. 목표는 2012년 2%에서 2020년 10% 까지 점진적으로 확대될 예정</li> <li>· 의무대상자는 신재생에너지 분야에 직접 투자하거나 REC(Renewable Energy Certificate)를 거래하여 의무 이행 가능. 발전 유형별 가중치 부여 검토 중</li> </ul>
그린홈 100 만호 보급사업	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 2020년까지 신재생에너지 설비 설치 시 비용 일부를 지원, 그린홈 100만호 보급</li> <li>· 연료전지의 경우 현재 설치비용의 최대 75%를 정부가 지원 (다른 에너지원은 최대 50%)</li> </ul>
공공건물 신재생 에너지설치 의무화제도	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 2011년 이후 공공기관이 신축, 증축 또는 개축하는 연면적 3천㎡ 이상의 건축물에 대해 총 에너지 사용량의 10% 이상을 신재생에너지로 충당(이전에는 건축비 기준 5%, '09년부터 중/개축 건물 포함)</li> <li>· 의무비율을 2011년 10%에서 2020년 20%까지 확대, 대상 건축물을 1천㎡ 이상으로 조정 ('12년)</li> </ul>
신재생에너지 활성화방안 (2013. 8)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· <b>신재생 열에너지 공급의무화제도</b> (RHO: Renewable Heat Obligation)를 통한 열에너지산업 성장 및 열생산 전력량비 감축 그리고 신재생 에너지 보급촉진. 열에너지의 10%('16)~20%('30)</li> <li>· 신재생 주민발전소 지원확대 (REC 우대) 가중치 0.7→1.0 (30~50%)→1.2(50~100%)</li> <li>· <b>전력다소비 사업장</b> (5천 kW 이상) 계약전력 3~15% 신재생설비 설치권고 (인센티브)</li> <li>· LNG 연료비 연동형 REC 가중치 도입</li> </ul>

신재생 분산전원 인센티브

탄소 배출권 거래제

# 에너지 스펙트럼: 열에너지의 효율적 공급

## 분야별 에너지 소비 비중 (서울시)



## 에너지 스펙트럼 통계

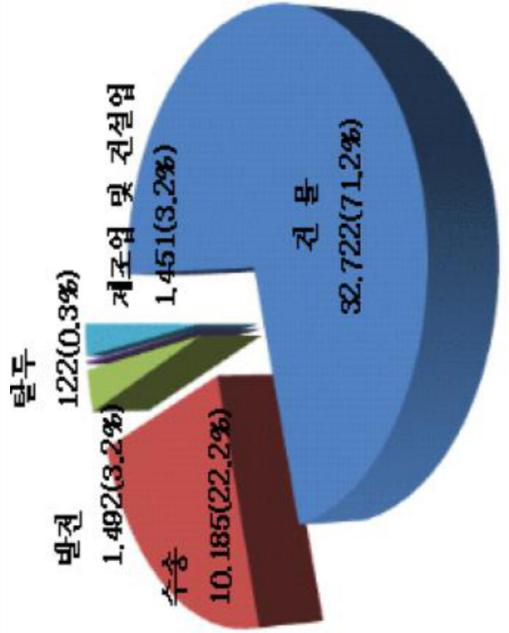
지역	전기	열	연료
Global	19	51	30
OECD	23	41	36
Europe	20	48	32
UK	23	42	35

- (미국 가정/건물 에너지 2009) 전력의 75% 사용 (천연가스의 3분의 1 사용)

- The top four usage categories:

- 난방(25%), 조명(19%), 냉방(12%), 온수(11%).
- 48%가 열 에너지 형태(냉난방+온수)
- (CHP and Trigeneration) 덴마크는 전력의 50%를 중앙집중식 CHP로 생산하지만 미국은 약 8% 수준
- 전기/열 믹스를 위한 **분산발전 CHP**와 **trigeneration** 기술의 중요성 대두

## 온실가스 배출원별 비중 (서울시)



에너지 효율 제고: 에너지 스펙트럼 반영 필수

## 신재생에너지 보급량 (3차 신재생기본계획 기간)

- RPS 의무 발전사의 재생에너지(특히 풍력) 설치 지연
- 짧은 공사기간과 적은 소요부지가 필요한 연료전지로의 대체수요 발생

(Unit: GWh)

Classification	2008	2009	2010	2011	2012	Average annual increase rate
New/Renewables	4,227	4,618	5,890	17,346	19,498	46.6%
Solar	284	566	773	917	1,103	40.4%
Bioenergy	416	456	417	525	1,027	25.3%
Wind	436	685	817	863	912	20.3%
Hydraulic power	3,070	2,822	3,685	4,490	3,862	5.9%
<b>Fuel Cells</b>	<b>20</b>	<b>89</b>	<b>197</b>	<b>295</b>	<b>389</b>	<b>110.0%</b>

# 경기그린에너지: 58.8MW MCFC

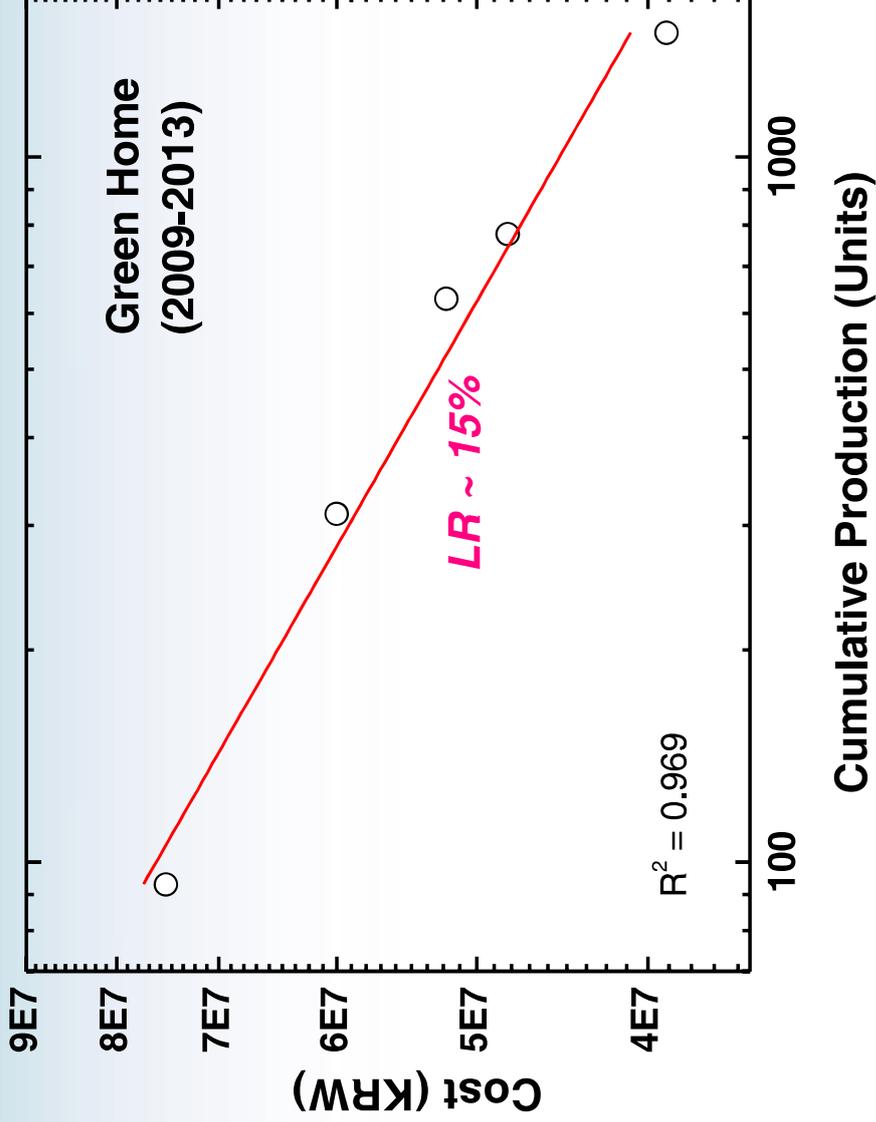
- Site: Hwaseong Balan Industrial Complex
- Capacity: 58.8MW
- Annual Electricity Generation: 464 GWh (covers 70% of households)
- Annual Heat Output: 195,000 Gcal (covers 20% of households)
- Installation Area: 20,000 m<sup>2</sup>
- Consortium: Posco Energy, Samchully, Korea Hydro & Nuclear



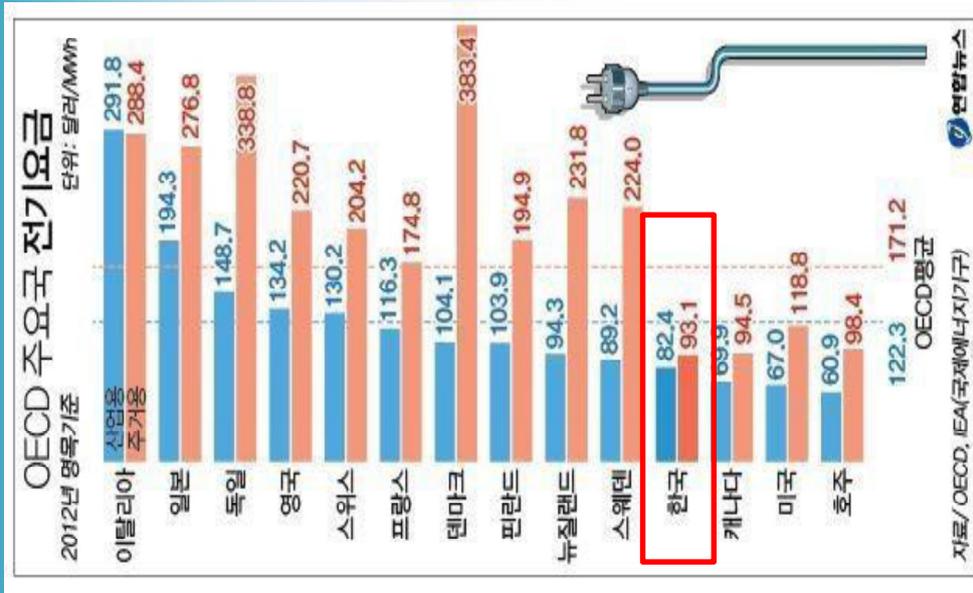
	설치장소	사업주	가동일	용량 (MW)
1	경기 분당	남동발전	'06.11	0.25
2	경북 포항	포스콘	'08.03	0.3
3	경북 포항	포스코에너지	'08.08	2.4
4	전북 전주	HS 홀딩스	'08.09	2.4
5	전북 군산	나투라파워	'08.09	2.4
6	충남 보령	중부발전	'08.09	0.3
7	서울 노원	SH공사	'09.05	2.4
8	전남 여수	MPC울촌전력	'09.10	4.8
9	충남 당진	GS EPCS	'09.10	2.4
10	경기 일산	동서발전	'09.10	2.4
11	인천 서구	포스코에너지	'09.11	2.4
12	부산하수처리 장	벽산건설	'10.05	1.2
13	서울 상암	SH공사	'10.09	2.4
14	대구 달서	TCS1 (코발트스카이)	'10.09	5.6
15	경기 일산	동서발전	'11.04	2.8
16	대구 달서, 2 차	TCS1 (코발트스카이)	'11.06	5.6
17	부산 사하	BFC (코발트스카이)	'11.10	5.6
18	전남 여수, 2 차	MPC울촌전력	'12.01	5.6
19	서울 은평	서북병원	'12.02	0.1
20	서울 광진	어린이대공원	'12.02	0.1
21	경기 일산	동서발전	'13.03	2.8
22	경남 울산	동서발전	'13.10	2.8
23	경기도 화성	경기그린에너지(한수원)	'13.12	58.8
합계				<b>115.85</b>

## 한국 그린홈 사업의 학습효과 (가격저감)

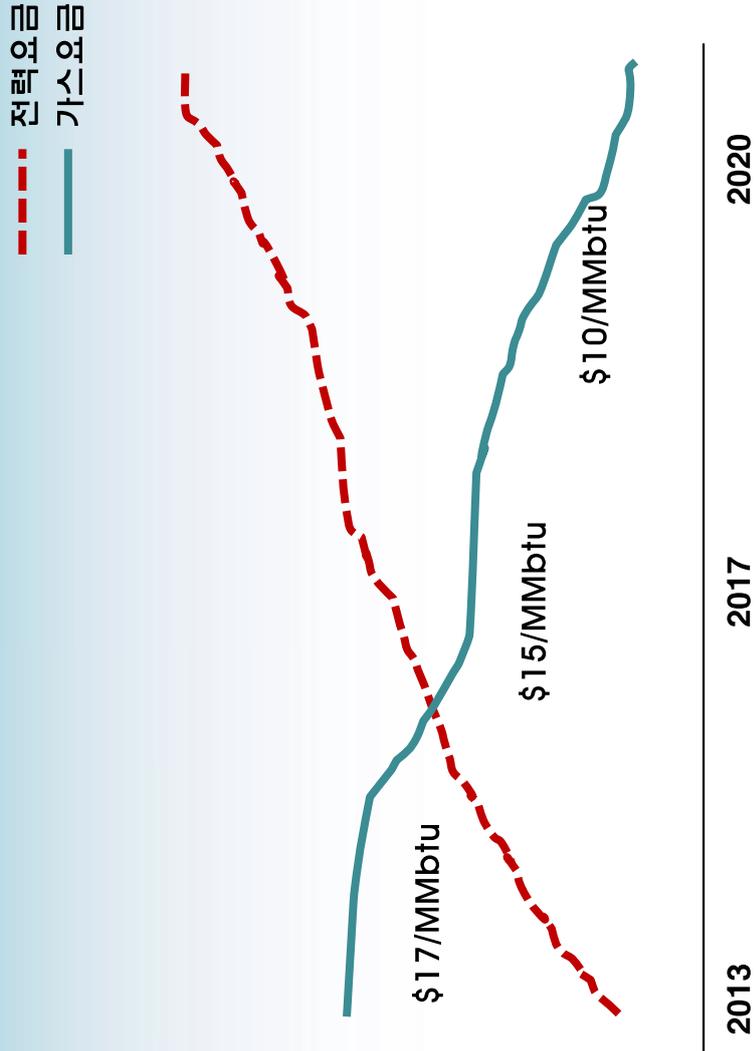
- 누적 보급 대수 (2013): ~1500 대 추정
- 2013년 기준 설치가격: 3900 만원 (~300만 엔)
- 학습율 (누적대수 2배 시 가격저감율): 15.2%
- 보급 정책의 강도는 약하지만 부분적인 서플라이 체인 구축에 기여
- 업계는 2020년까지 500만원 수준까지 가격저감이 가능하다고 판단하고 있음



# 연료전지 사업환경 개선 필요



가스요금 및 전력요금 변화추이

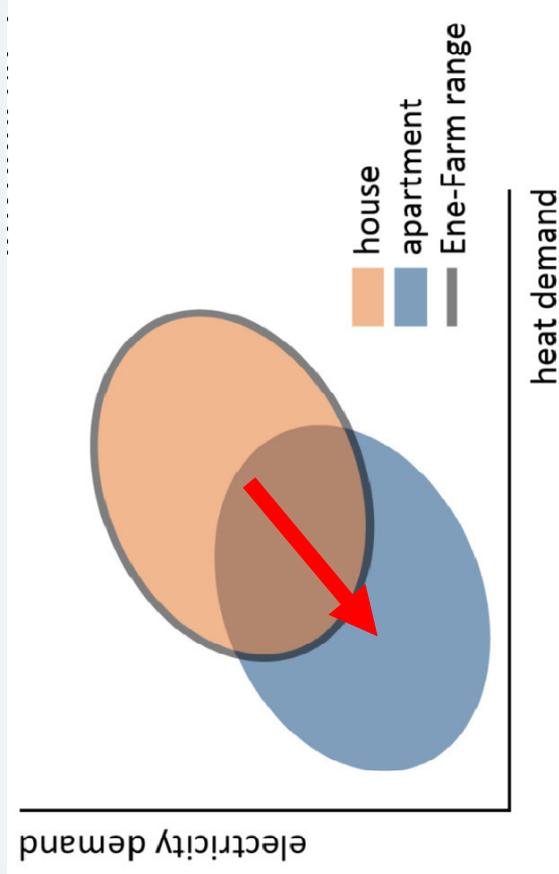
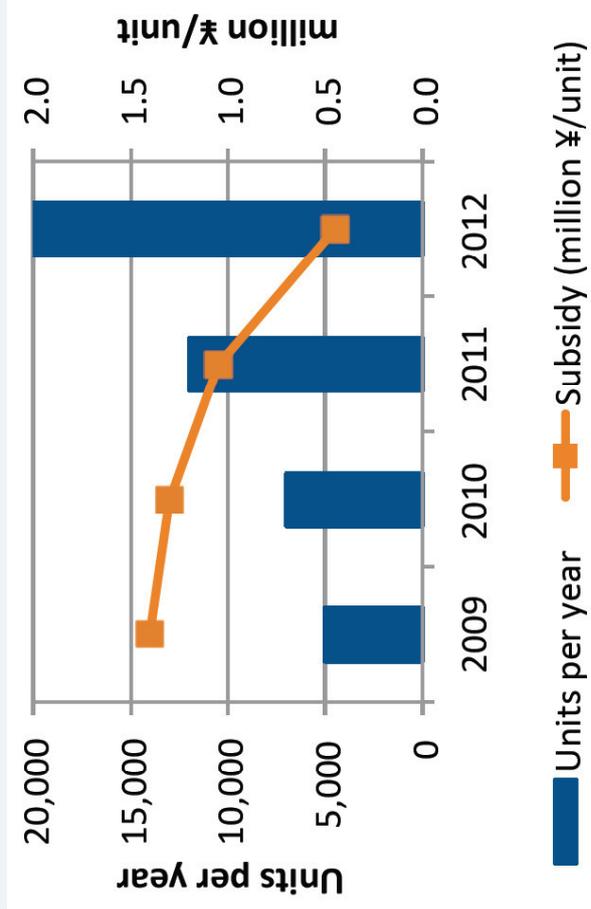


# 연료전지 정책 시장 현황

## 1. 일본 에너지패 (ENE-FARM)

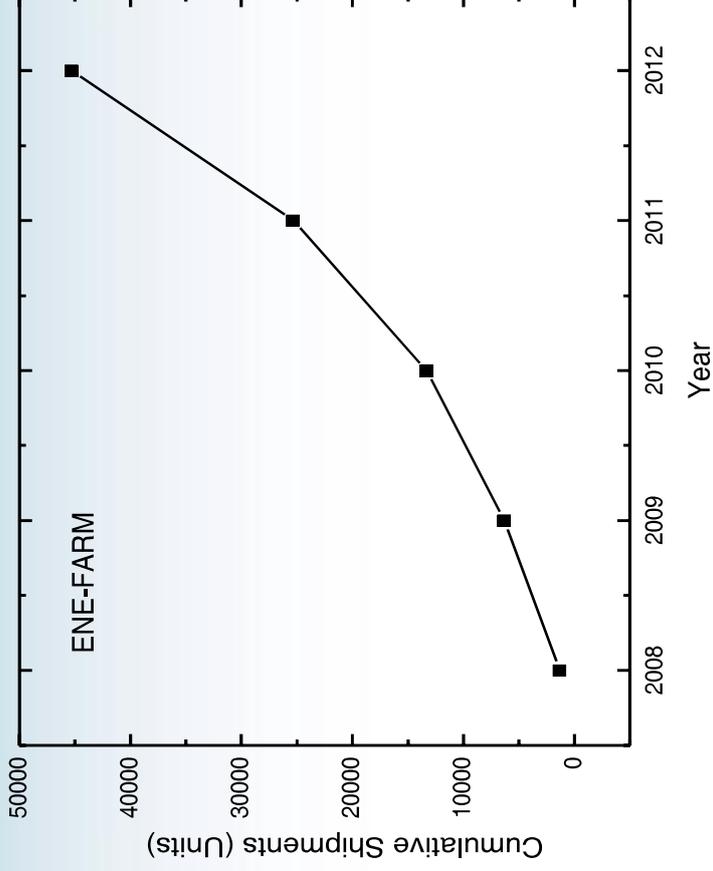
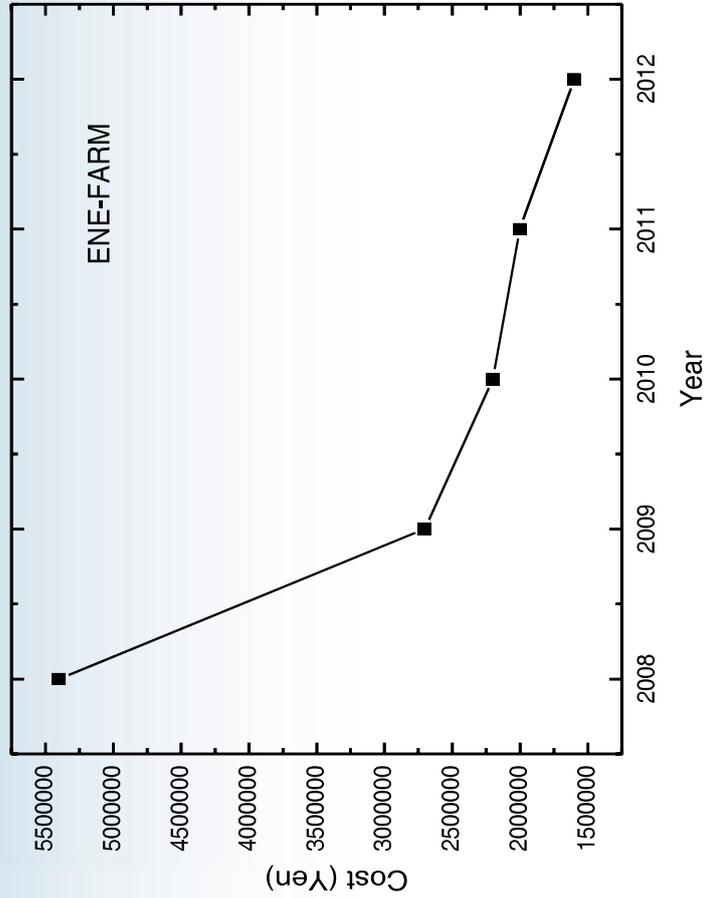
## 일본 ENE-FARM 제도 (1)

- 4년간의 시범사업을 거쳐 2009년 본격적인 에너지패 제도 시행
- 정부 보조금: \$14,987(¥1.4M) → \$4,817(¥450,000) → 2015년 보조금제도 종료
- 백금 촉매량 저감, 내구성 향상, 부품수 감소와 규모의 경제를 통해 가격저감 노력
- 에너지연료전지 모델은
  - 출력 범위: 250~750 W
  - 최초 모델 대비 부피를 17% 줄이고 연료전지와 보조 보일러를 분리 설치함으로써 공간 유연성 확대: 1인 거주 소형 아파트 설치 가능



## 일본 ENE-FARM 제도 (2)

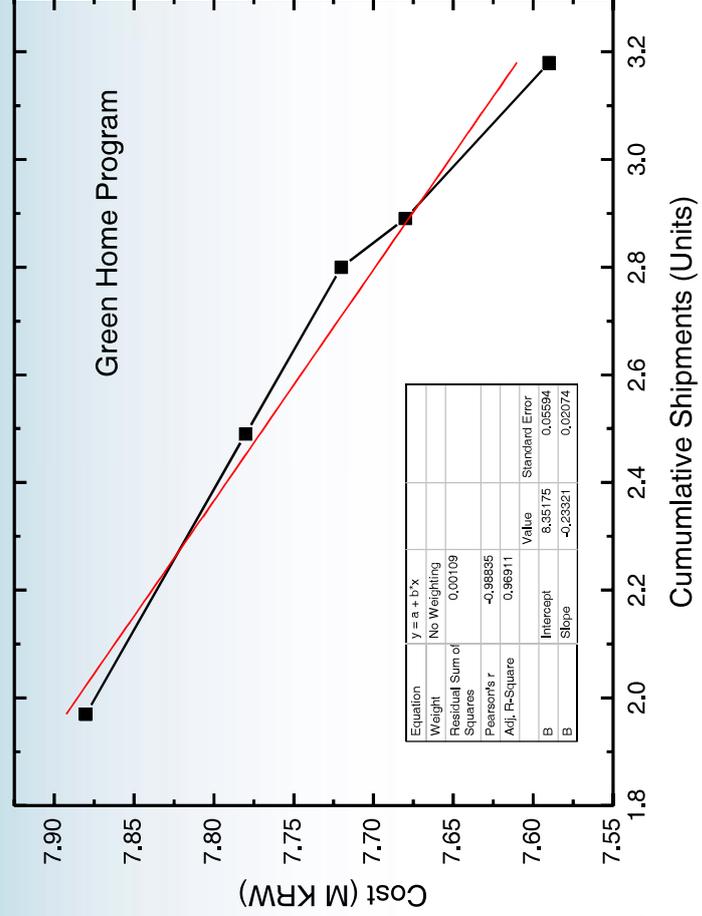
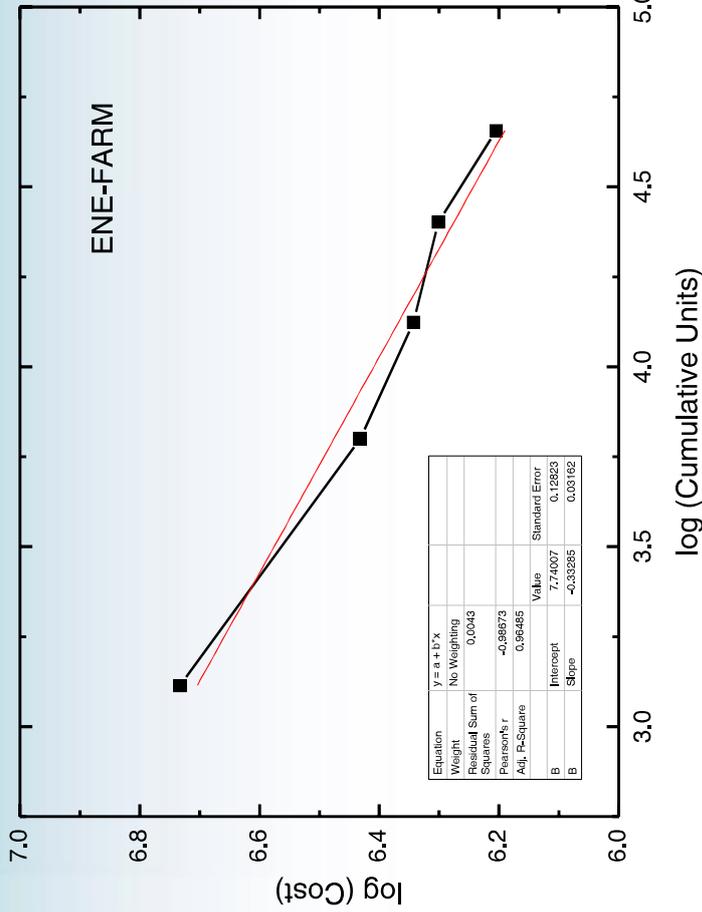
- **매년** 누적 보급대수가 **두 배**로 증가하는 추세
- **매년** 설치가격 **20%**씩 감소
- 2018년에 목표가격 60만 엔을 달성할 수 있는 규모의 설비투자를 유도하기 위한 보급 정책 설계 및 일관된 시행
- 신에너지 보급 보다는 연료전지 산업 육성 정책으로 더 큰 효과 기대



1. ORNL\_Status and Outlook for US Non-Automotive FC industry: Impact of Government Policy and Assessment of Future Opportunities (2011.5)
2. K. Nishizaki, "Development of a New Model of Residential PEM Fuel Cell CHP System," 2012 World Gas Conference
3. FuelCell Today Analyst View 13-02-27 "Latest developments in the Ene-Farm scheme" (2013)

# 학습곡선 비교: 1,500 vs. 70,000 (PEMFCs)

- 그린 홈 제도는 매년 거의 동일한 보급 대수로 학습효과가 제한적이지만 핵심 부품을 포함한 서플라이 체인 육성과 유지에 효과를 보임
- 일본 에너팜 제도는 국내 그린 홈 제도의 가격 저감에 간접적인 영향을 미치고 있음: 일부 핵심부품 수입
- 에너지팜: 2018년 ₩ 600,000; 그린 홈: 2020년 KRW 5,000,000 (가격 목표)



1. ORNL\_ Status and Outlook for US Non-Automotive FC industry: Impact of Government Policy and Assessment of Future Opportunities (2011.5)
2. K. Nishizaki, "Development of a New Model of Residential PEM Fuel Cell CHP System," 2012 World Gas Conference
3. FuelCell Today Analyst View 13-02-27 "Latest developments in the Ene-Farm scheme" (2013)

$$C_t = C_0 \left( \frac{P_t}{P_0} \right)^{-\alpha}$$

C: cost at reference and given time  
P: cumulated production at reference and given time  
 $t/r$ : learning rate  
 $\alpha$ : learning index

$$t/r = 1 - 2^{-\alpha}$$

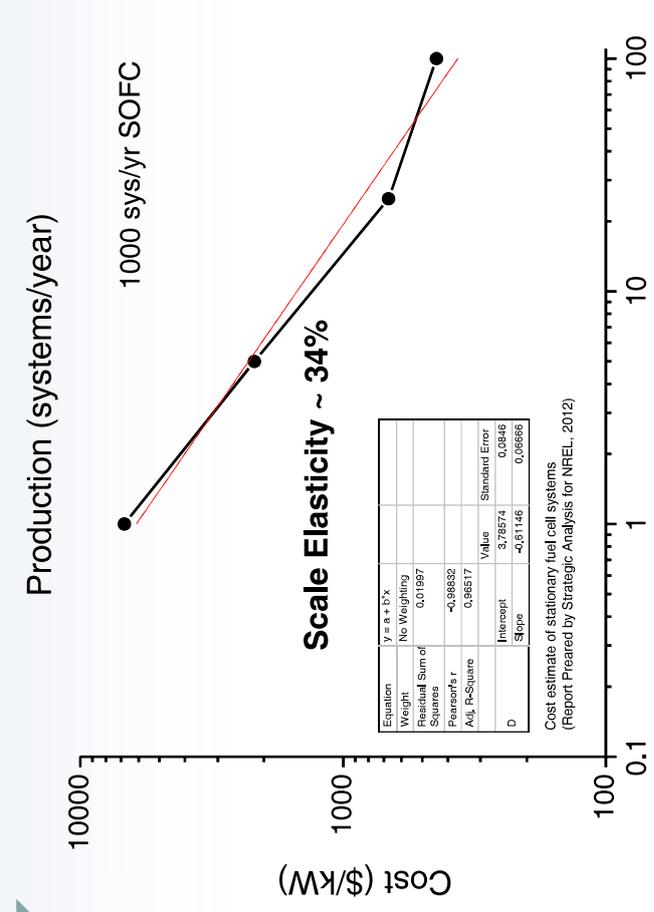
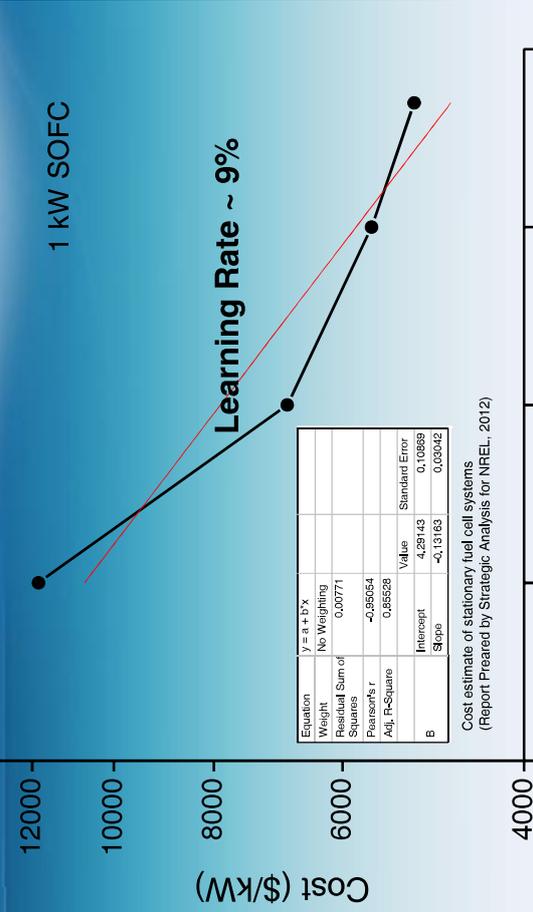
## 4차 신재생에너지 보급 목표(안)

Sources	2015		2020		2025		2035		Average Annual Increase Rate
	Generation (Capacity)	%	Generation (Capacity)	%	Generation (Capacity)	%	Generation (Capacity)	%	
PV	3,016 (2,221)	8.0 (24.6)	8,397 (6,184)	13.2 (34.6)	14,949 (11,010)	19.1 (43.4)	23,767 (17,504)	22.4 (44.6)	10.9 (10.9)
Wind	1,628 (732)	4.3 (8.1)	8,516 (3,588)	13.4 (20.1)	13,989 (5,884)	17.9 (23.2)	30,774 (12,785)	29.0 (32.6)	15.8 (15.4)
Bio	945	2.5	1,094	1.7	1,094	1.4	1,094	1.0	0.7
Hydro	4,685	12.5	4,738	7.5	4,804	6.1	4,938	4.7	0.3
Tidal	564	1.5	1,810	2.9	1,810	2.3	2,144	2.0	6.9
Waste	20,599 (2,788)	55.0 (30.9)	21,716 (2,938)	34.3 (16.4)	21,905 (2,968)	28.0 (11.7)	21,905 (2,968)	20.7 (7.6)	0.3 (0.3)
<b>Fuel Cell</b>	<b>3,923 (781)</b>	<b>10.5 (8.7)</b>	<b>10,797 (1,450)</b>	<b>17.0 (8.1)</b>	<b>13,316 (1,788)</b>	<b>17.0 (7.0)</b>	<b>15,146 (2,034)</b>	<b>14.3 (5.2)</b>	<b>7.0 (4.9)</b>
IGCC	2,102	5.6	6,307	10.0	6,307	8.1	6,307	5.9	5.6
<b>Total</b>	<b>37,462</b>		<b>63,375</b>		<b>78,175</b>		<b>106,074</b>		

※ Units of generation and capacity are GWh and MW, respectively

Source: The 4th Basic Plan for NREs (draft)

# 양산 효과와 스케일업 효과



	Sys/yr	1 kW	5 kW	100 kW	400 kW
LT PEM	100	10,106	3,182		
	1,000	7,854	2,556		
	10,000	6,618	2,185		
	50,000	6,032	1,935		
HT PEM	100	10,130	3,483		
	1,000	7,895	2,840		
	10,000	6,699	2,448		
	50,000	6,101	2,132		
SOFC	100	11,830	264	6,100	414
				599	402

**Learning rate <10%**

**Supply chain Automation**

**Economy of scale**

**Scale elasticity ~ 30%**

**BOP scale-up Modulation System efficiency**

## 연료전지 정책 시장 현황

### 2. 미국 SGIP/ITC

# 초자연적 기후변화

Hurricane Sandy was the largest Atlantic hurricane on record.

Winds spanning more than 1,100 miles



>>>\$60 billion in damages

**Fuel cells demonstrated the ability to provide reliable power in numerous examples**

# 고신뢰성 통한 시장 진입과 확대



## 통신기지 백업파워

- 슈퍼허리케인 등 자연재해로 인한 블랙아웃 상황
- 유무선통신중계기지용 백업전원의 중요성
- 대규모 데이터 센터의 비상전원 중요성

- Post-hurricane New York's **internet industry runs on diesel**
  - 비상전원용 디젤발전기는 **85 시간** 운전 가능하지만 연료펌프 고장으로 2 시간 운전 후 전원공급 중단.
- 미국 북동부지역의 UTC Power Fuel Cells 2000 시스템은 그리드 연계형 및 독립형 23기 모두 정상가동
- 바하마 지역 Ballard ElectraGen 시스템 17기 정상가동 (통신망 유지)
- **대규모 데이터 센터** 보유 기업들이 연료전지의 효율성과 신뢰성 인정
  - 애플: 천연가스 기반 연료전지 **백업 파워** 시스템
  - 이베이는 중앙 데이터센터 (유타주)용으로 6 MW 연료전지 **추진원** 시스템 설치 (Bloom Energy SOFC).

## 천문학적 단전 손실액

- 미국의 전력 그리드는 **99.97%의 신뢰성**을 가지고 있지만, **0.03%의 불확실성**이 엄청난 비용을 발생시킴
- 실제 DOE 보고서에 의하면 단전이나 전력품질 문제로 인해 발생하는 산업피해액은 **연 1000억불** 이상으로 추정
- 최근 IT 시스템, 전력 송배전망 등 주요 국가 및 산업시설에 대한 사이버 공격으로 그리드 안정성이 위협받고 있음
- 2012년 7월 정부보안 보고서: 전력산업에 대한 사이버 공격 위험성이 점증하고 있으며 국가적으로 고위험 취약분야 지정

### Top Fuel Cell Power Customers

1		17.1 MW at 28 sites
2		10.4 MW at 26 sites
3		6.5 MW at 2 sites
4		5.3 MW at 2 sites
5		5.0 MW at 7 sites
6		3.1 MW at 4 sites
7		3.0 MW at 5 sites
8		2.4 MW at 2 sites
9		2.3 MW at 5 sites
10		1.6 MW at 2 sites

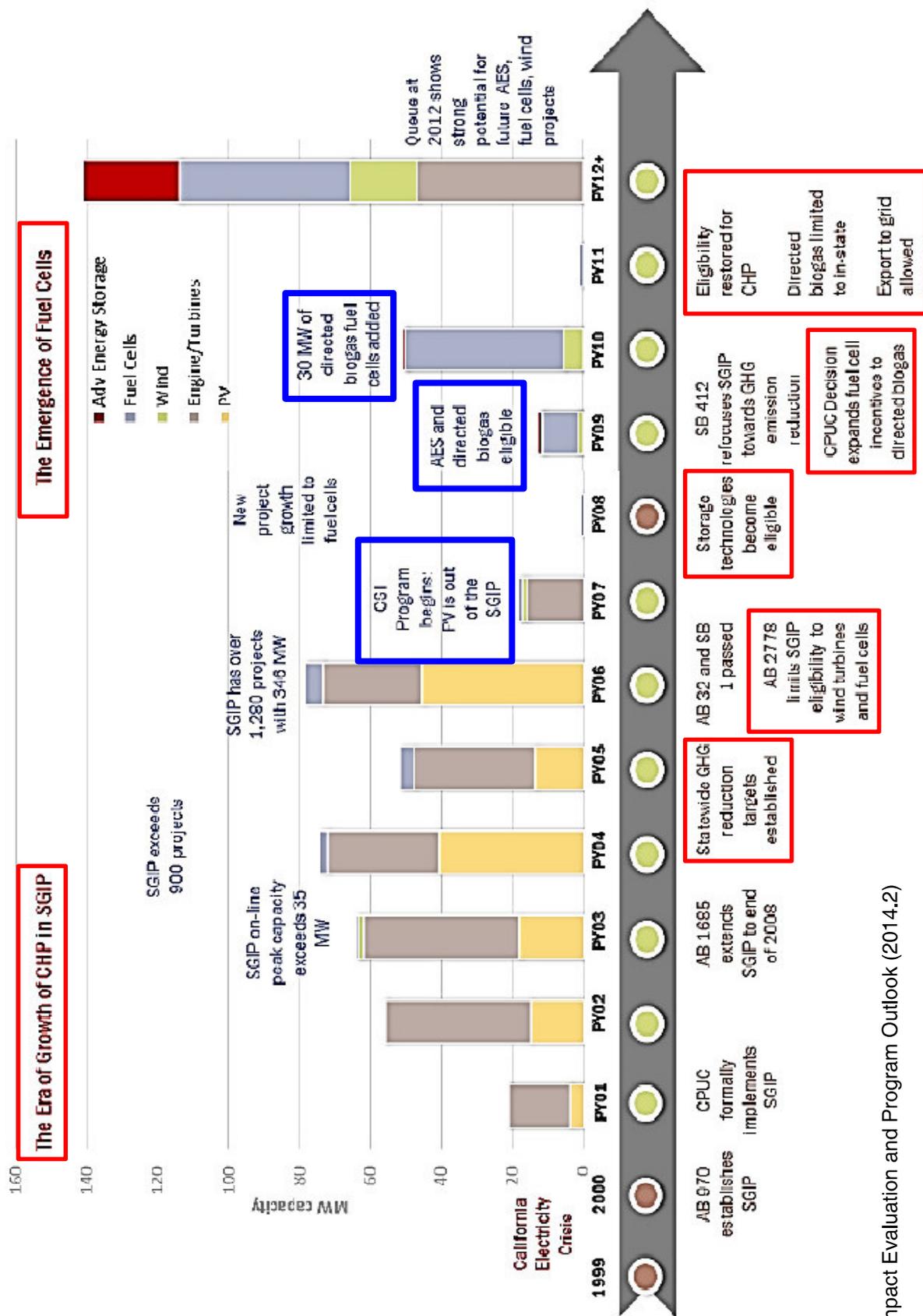
### AVERAGE COST FOR ONE HOUR OF POWER INTERRUPTION

Cellular communications	\$41,000
Telephone ticket sales	\$72,000
Airline reservation system	\$90,000
Semiconductor manufacturer	\$2,000,000
Credit card operation	\$2,580,000
Brokerage operation	\$6,480,000

Source: U.S. Department of Energy [The Smart Grid: An Introduction.]

# Key Changes in SGIP's History

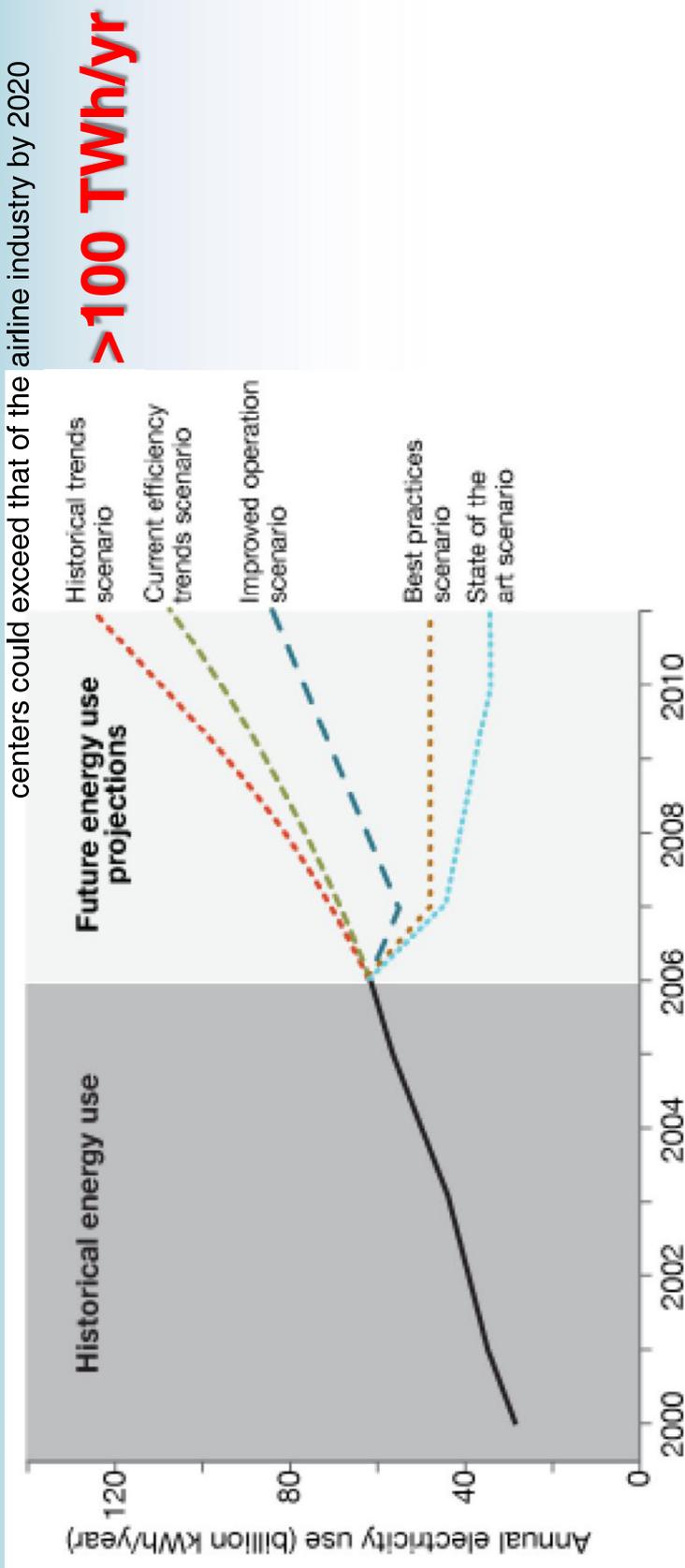
Figure 1-1: Key Events over the Lifetime of SGIP



# 데이터 센터 전원

- 전기 먹는 하마인 데이터 센터는 온실가스 발생의 심각한 원인으로 등장
- 정보통신산업의 시장경쟁력이 데이터 센터 전원의 친환경성과 신뢰성에 일부 의존할 가능성이 커지고 있음
- 보조전원 시장 → 주전원 시장으로 확대 (연료전지 보급 확대의 기록제)

With conventional technologies the **carbon footprint** of data centers could exceed that of the airline industry by 2020

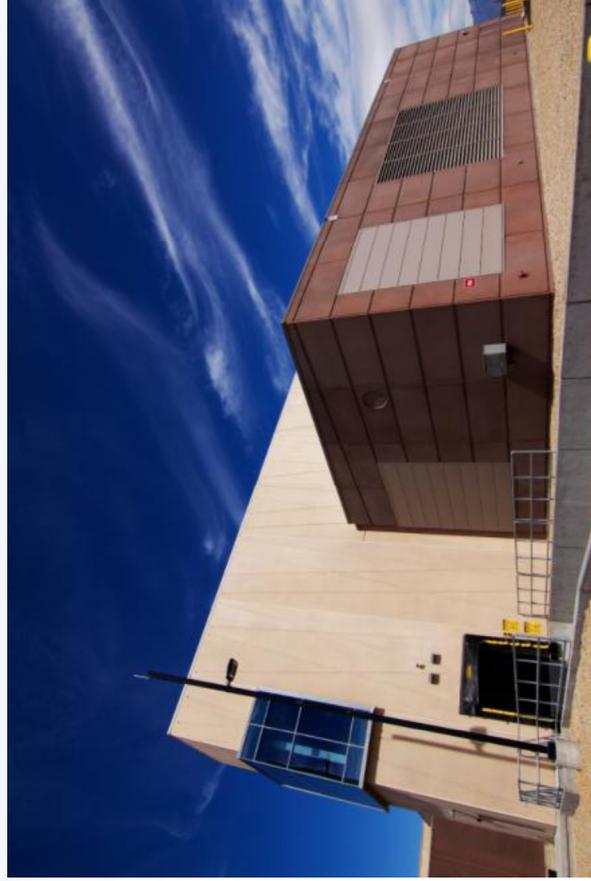


- American Power Conversion : 10-30 kW PEMFC UPS for Data Center (2007)
- Bloom Energy : MW SOFC prime power (2011~)

## 데이터 센터 주전원 적용 (세계 최초)

20130926  
뉴스 릴리스

- 이베이는 데이터센터의 주전원으로 연료전지 적용
- 이베이의 온라인은 천연가스에 의하여 가동되는 상태
- Bloom Energy사는 Bank of America Merrill Lynch와 함께 연료전지 임대 제도를 운영하기 시작함
  - 지역의 전력 그리드를 백업 전원으로 사용
  - 이베이는 이를 통해 데이터 센터의 친환경성과 신뢰성 강화 조치라고 주장
  - 궁극적으로는 데이터 센터는 잠재적인 블랙아웃에 대비하여 그리드 독립성을 강화할 필요가 있다는 것을 보여 주는 사례



# FC + PV + Grid (데이터센터)

- 노스캐롤라이나 소재 애플 플래시 데이터 센터
- (4.8 MW SOFC + 20 MW PV) + grid (40%)
- 각각 연 4200만 kWh, 총 8400만 kWh 발전
- \* Bloom Energy: 생산 설비 8배 증설

APPLE

Maiden, North Carolina, USA



Energy for Future

EBAY

South Jordan, Utah, USA



30 Bloom Energy Servers will provide 52.5 million kWh of electricity annually, meeting the entire demand for prime power at the site; this will be the first large-scale data centre to use exclusively fuel cells for prime power. It also currently holds the title of the largest non-utility fuel cell installation planned for the USA.

FUEL CELL:  
Bloom Energy Server  
FUEL: Biogas MW: 6  
ONLINE: 2Q 2013

AT&T

Various locations, California, USA



The US mobile telecoms giant has installed a total of 7.5 MW of Bloom Energy Servers across eleven Californian sites, including at data centres for UPS purposes.

FUEL CELL: Bloom Energy Server  
FUEL: Biogas MW: 7

ONLINE: 1Q 2012

NTT AMERICA

San Jose, California, USA



The US division of successful Japanese communications company NTT has installed five 100 kW Bloom Energy Servers at its American data centre facility in California.

FUEL CELL: Bloom Energy Server  
FUEL: Biogas MW: 2.5

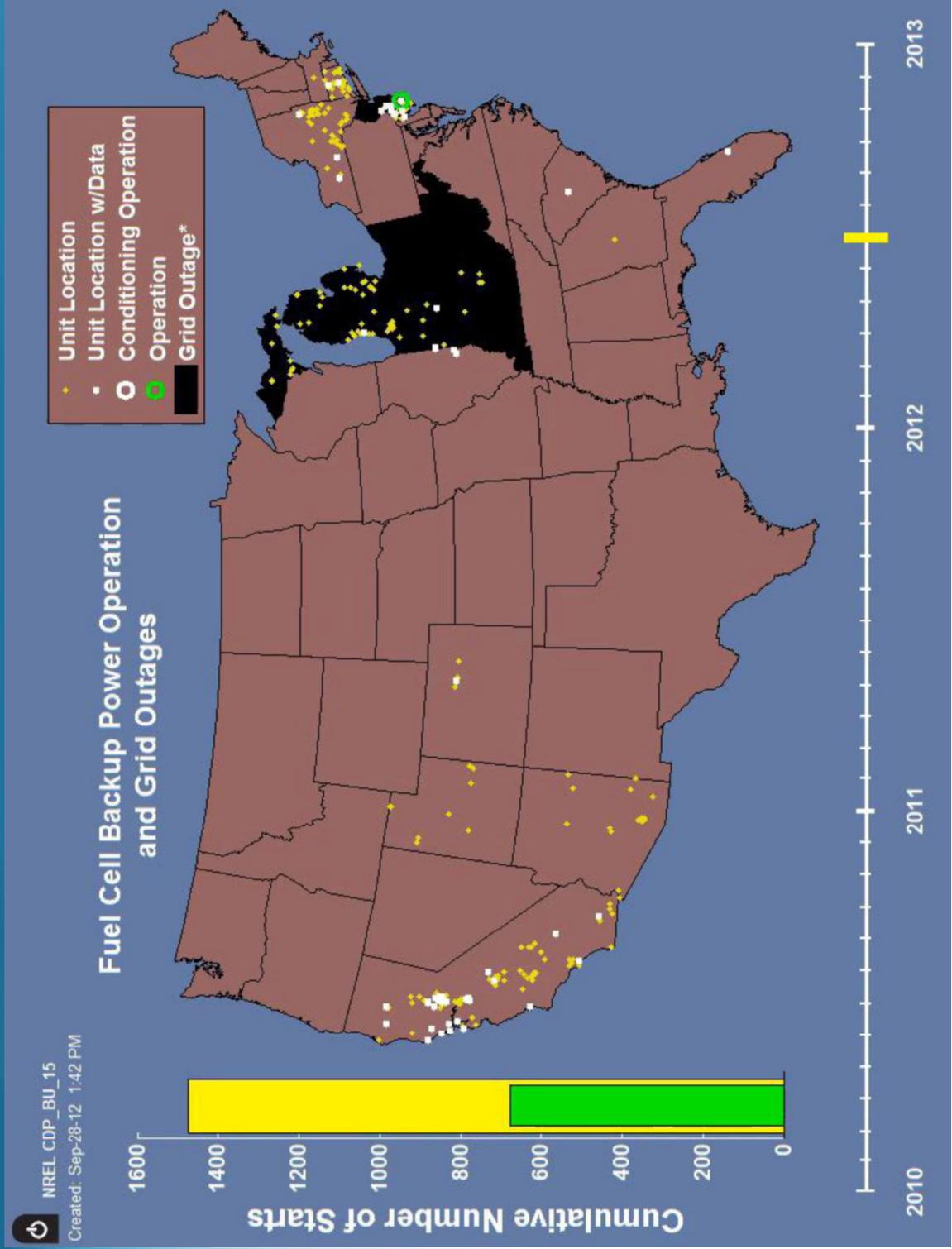
ONLINE: 2Q 2011

태양광/연료전지 면적비: 8.6  
태양광/연료전지 설치용량비: 4.2

**전기 + 열 (냉각)**

Data Center and Fuel Cells, Analyst View, 20120314

# 연료전지 백업전원



## 데이터 센터용 연료전지

- 연료전지의 일반적인 장점
  - 높은 신뢰성
  - 분산발전 시스템
  - 그리드 독립성
  - 우수한 에너지 효율 및 온실가스 저감
- SOFC의 특수한 장점
  - 전체 에너지의 40~70%를 냉각에 사용하는 데이터 센터의 특성상 양질의 **고온 배열**은 흡수/흡착 냉각기나 히트펌프와 통합하여 냉각효과 증대
  - 부산물로 발생하는 배기의 산소 농도는 15% 정도로 **화재**의 위험성이 거의 없으므로 높은 설치비를 상쇄할 수 있는 장점으로 부각
- Fuji Electric과 AFC Energy도 유럽에서 **PAFC** 시스템을 데이터센터용으로 상용화하는 노력 경주 중임

# SGIP 제도 (미국 캘리포니아주)

## ITC (investment tax credit):

- 2016까지 시행
- 전체 프로젝트 비용의 30% 또는 \$3000/kW<sup>■</sup> 적용

## SGIP (self-generation incentive program):

- 설치 비용의 약 2/3~3/4을 인센티브로 해당
- 2000년 대정전 후 2001년 피크부하저감을 목적으로 시행
- 최근에는 온실가스 저감과 종합효율에 초점을 맞춘 프로그램으로 전환
- 2016년 1월까지 연장, 연 예산 \$83M
- 요구조건: 전력 수요처에 인접한 온사이트 발전, 온사이트 배출량 < 379 kg CO<sub>2</sub>/MWh, 종합효율 > 60%

## 인센티브 고려변수

- 분산발전 (송배전선 비용절감, 송전손실 저감)
- 온실가스 저감 효과 (천연가스, 바이오 가스)
- 기존 대비 전환효율 및 종합효율 향상 효과
- 재생에너지 대비 이용율 (신뢰성) 향상 효과

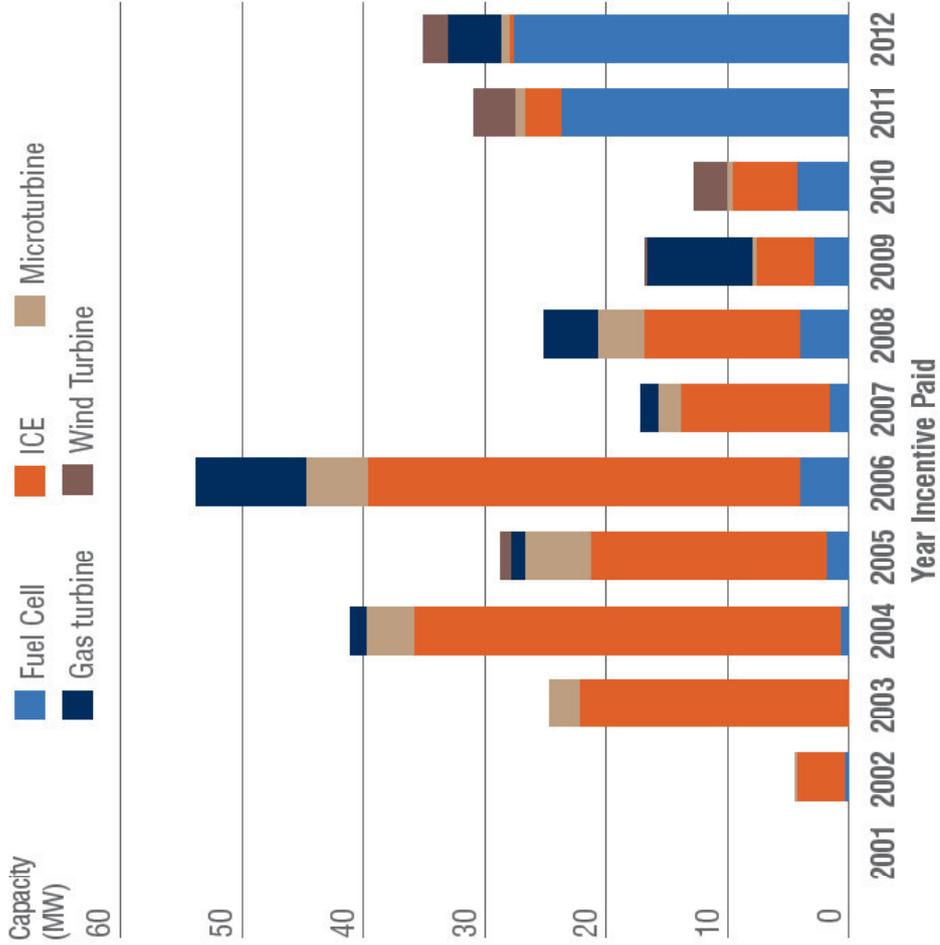
2013 Incentive Levels for Eligible Technologies<sup>1</sup>

Technology Type	Incentive (\$/W)
<b>Renewable and Waste Energy Recovery</b>	
Wind Turbine	\$1.19
Waste Heat to Power	\$1.19
Pressure Reduction Turbine	\$1.19
<b>Non-Renewable Conventional CHP</b>	
Internal Combustion Engine - CHP	\$0.48
Microturbine - CHP	\$0.48
Gas Turbine - CHP	\$0.48
<b>Emerging Technologies</b>	
Advanced Energy Storage <sup>2</sup>	\$1.80
Fuel Cell - CHP or Electric-Only	\$1.80
Biogas <sup>3</sup>	\$2.03

<sup>1</sup> The biogas incentive is an **additional** contribution that may be used in conjunction with fuel cells (or any conventional CHP technology)

# SGIP 제도 (미국 캘리포니아주)

Annual SGIP Incentivised Generation Capacity by Technology



- 분산전원 인센티브 정책
- 전력 장기구매계약 (Power Purchase Agreement)
- 금융사의 Project Financing



**Business Model**

**SGIP Program 실적**

- Payment: 90%
- Capacity: 76%

# Summary of Key Changes for Project Needs

Energy for Future

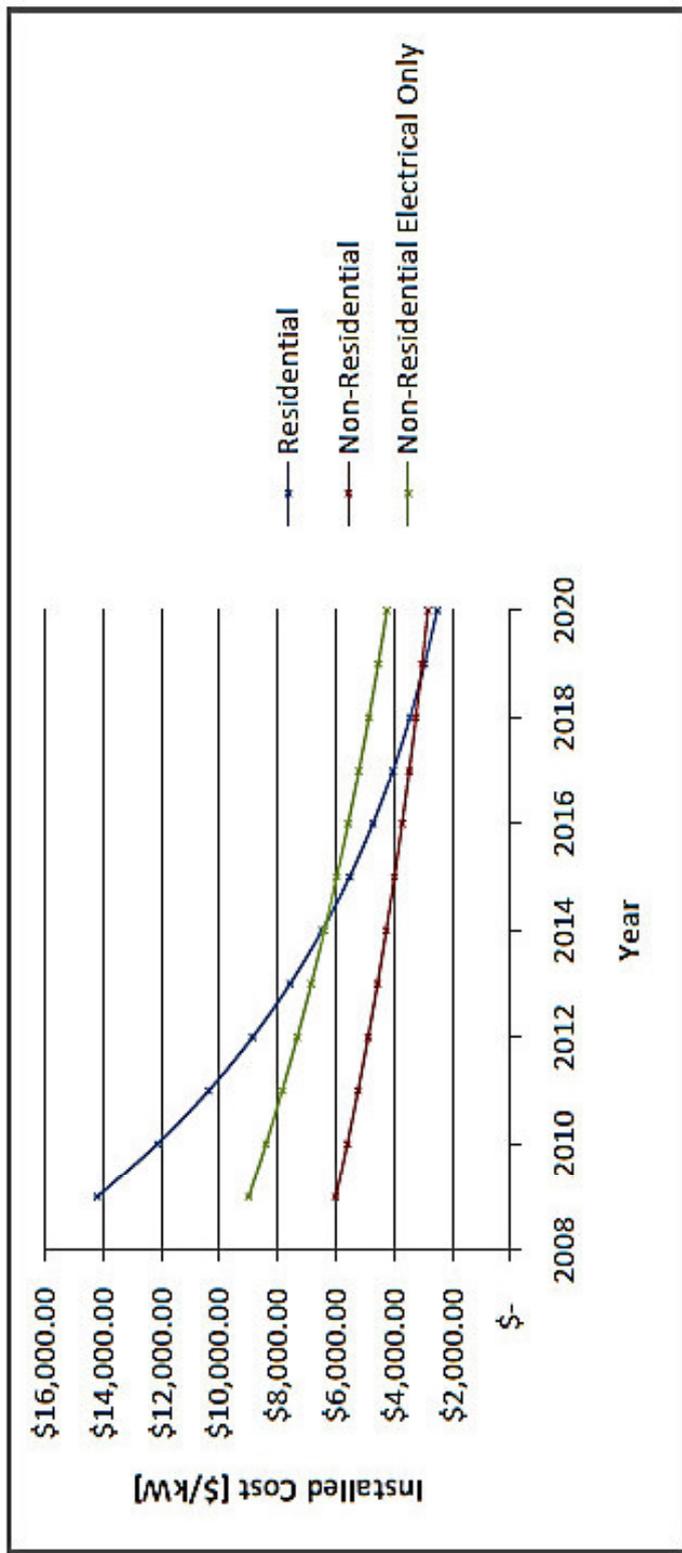
1. 2001/03/27 : - Load Control and Distributed Generation Initiatives
2. 2001/06/01 : - **Waste heat** recovery standards
3. 2005/01/01 : - **NOx emission** standard
4. 2007/01/01 : - More stringent NOx emission standard
  - NOx emission credit by CHP and min. efficiency standard
  - Solar programs moved to CSI (California Solar Initiative)
5. 2008/01/01 : - Limited eligible technologies (**FC, wind**) by NOx emission standards
6. 2008/04/24 : - Remove 1 MW cap on incentives for 2008 and 2009
7. 2008/09/28 : - Additional **20% bonus incentive** for California Supplier
8. 2008/11/21 : - Advanced Energy Storage systems coupled with SGIP technologies (\$2/watt)
9. 2009/09/09 : - **Directed Biogas** projects with nominated contract
10. 2010/02/25 : - Advanced Energy Storage coupled with fuel cells (\$2/watt): full discharge at least once per day and requirements of measuring and recording
  - Additional eligibility requirement of **on-site GHG emission rate** < 379 kg CO<sub>2</sub>/MWh
  - Revision of the incentive levels for all technologies
  - Adds a \$2/watt biogas adder
  - Directed Biogas procured from in-state suppliers
  - Eliminates maximum size restrictions and sets a 30 kW minimum for wind and renewable fueled fuel cell projects
11. 2011/09/08 : - Adopts a hybrid payment structure with 50% upfront and 50% PBI based on kWh generation of on-site load for 30 kW and larger projects
  - **Capacity factors (PBI)** : 10% for AES, 25% for wind, and 80% for other DG sources
  - Mandatory audit of **energy efficiency** and **10 year warranty** period
12. 2013/01/01 : - Incentive decline- 10% per year for emerging technologies and 5% for others

# SGIP 보급 분석: 가격 저감

**Table A-12: Results of Learning Curve Data on Fuel Cell Costs**

System Type	2010 Cost	Progress Ratio	Growth Rate	2020 Cost
Residential	\$12,137 / kW	80%	62%	\$2,525 / kW
Non-Residential	\$5,613 / kW	82%	26%	\$2,838 / kW
Non-Residential Electrical Only	\$8,406 / kW	82%	26%	\$4,251 / kW

**Figure A-14: Effect of Learning Curves on Fuel Cell Capital Costs**

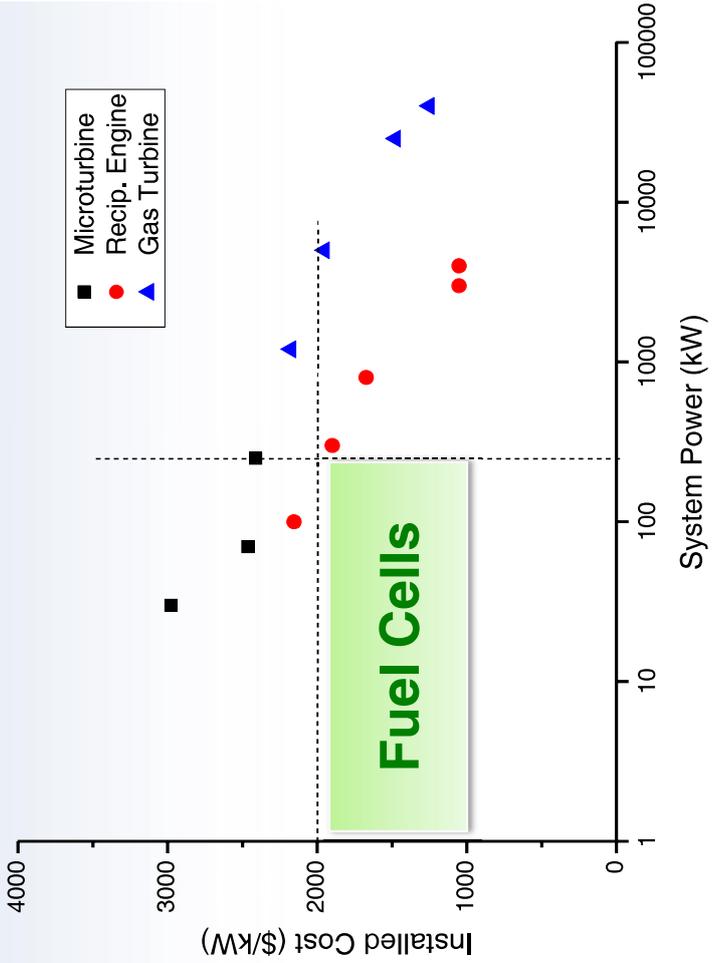
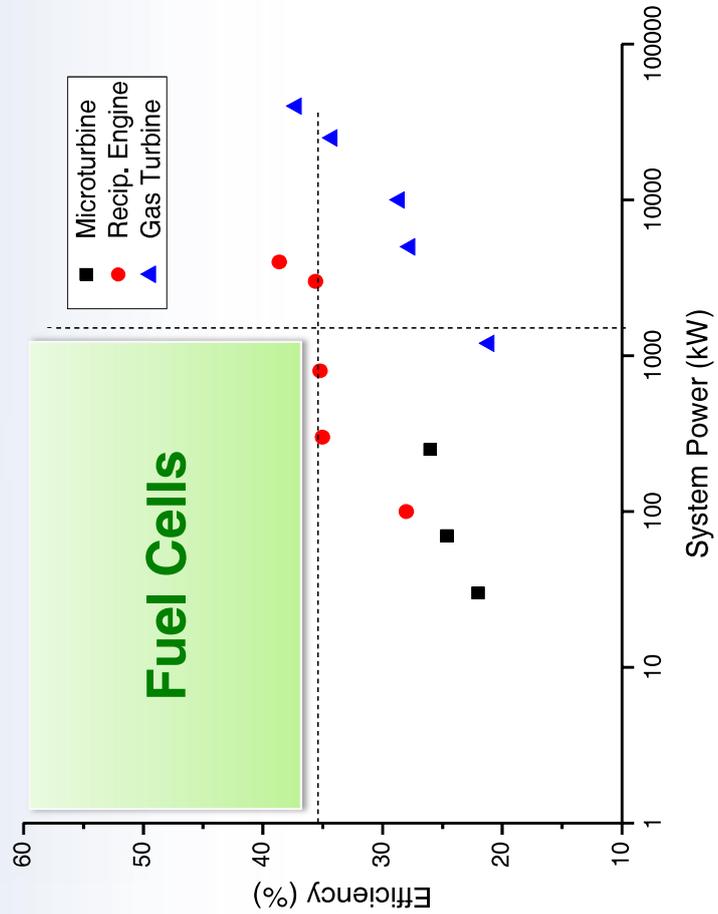


CPUC Self-Generation Incentive Program: Cost-Effectiveness of Distributed Generation Technologies, Final Report, Prepared for PG&E by Itron, Inc. Feb 9, 2011.

# 소용량/고신뢰성 분산전원

- 효율 30% 이상 + \$2,000/kW 이하의 설치비 → 기존기술 300 kW 이상
- 소용량 분산전원 시장에서 고효율과 저가격 공백시장 → 연료전지
- 또 다른 비용요소는 유지보수 기간과 비용임. 100 kW 안팎의 분산전원으로서 연료전지의 시장 잠재력은 매우 우수함 (효율, 설치비, 유지보수비의 적절한 균형 만족시)

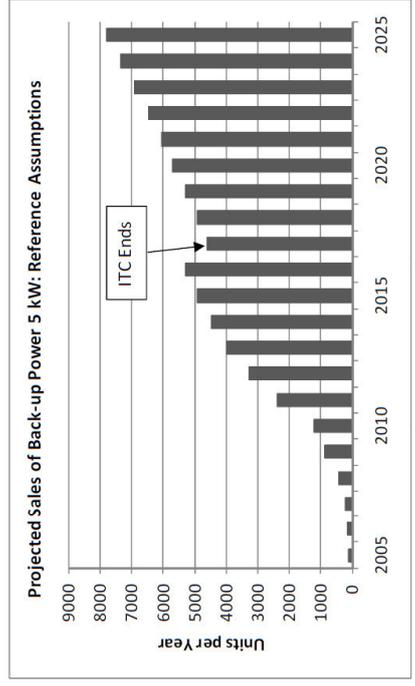
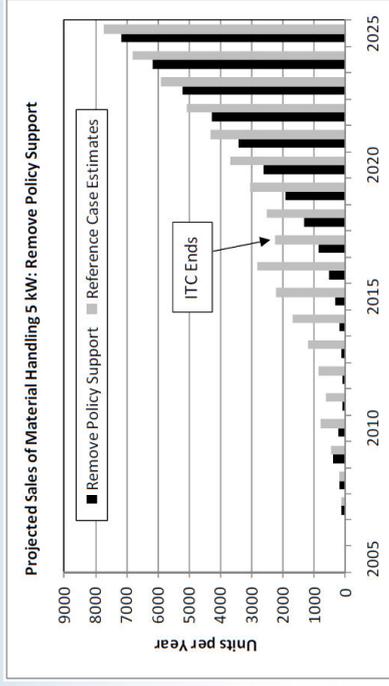
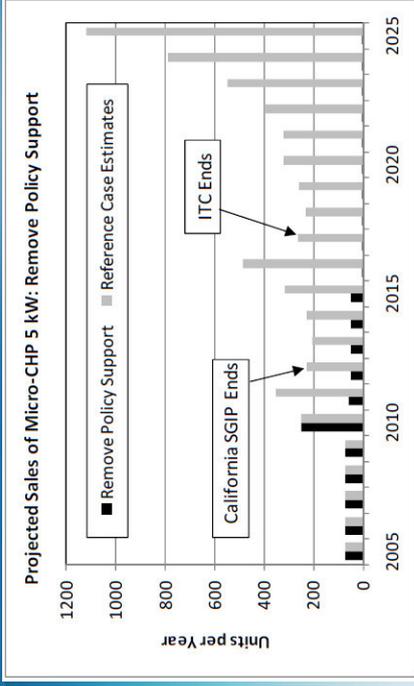
Maintenance Intervals (hrs)	
Gas Turbines	4,000-8,000
Microturbine	5,000-8,000
Recip. Engine	500-2,000 (inspection) 8,000 (overhaul)
Fuel Cells	20,000-40,000+



Source: ARPA-E FOA, Reliable Electricity Based on Electrochemical Systems (2013, November)

# 보급정책의 효율성: 산업육성

- 2011년에 정책지원을 중단한다는 가정하에 3개의 연료전지 시장에 대한 분석
- **마이크로 CHP** 시장은 정책 중단과 함께 즉시 산업의 지속성 유지 불가능
- **지게차 시장**은 약 5년간의 최저 세일즈 상태를 극복하면 시장 회복 가능하지만 과연 연료전지 산업체가 재정적으로 유지 가능한가 의문
- **백업전원 시장**은 일시적인 판매량 저하에도 불구하고 높은 시장 성장성을 바탕으로 산업 지속성 유지 가능. 이 과정에서 산업체의 수가 줄어들다면 규모의 경제에 오히려 더 빨리 접근할 수 있음
- 정책지원에 대한 의존성이 모든 시장이 동일하지 않음을 보여주는 것으로 시장의 규모와 성장 잠재력 그리고 경쟁기술에 대한 시장 경쟁력의 수준 등이 모두 고려되어야 함



The Business Case for Fuel Cells 2012

## 요약 (시장 및 산업)

에너지 / 환경 정책 목표



보급정책 설계



비즈니스 모델 수립



산업 투자



기술개발

- 산업투자를 유발할 수 있는
- 보급정책의 정밀 설계를 통해 초기 시장 육성과
- 에너지·환경 정책 목표를 달성할 수 있는
- 기술개발을 수행하여야 함

*Thank You for  
Your Kind Attention !*

감사합니다

KOREA INSTITUTE OF ENERGY TECHNOLOGY  
EVALUATION AND PLANNING

# 연료전지 자동차 (매킨지 보고서)

# 수소연료전지차 상용화?

사우경제

東亞日報

## 현대

투싼x 6월부터

현대자동차가 2025년까지 국내에 갖는 목표를 세우는데 2월 세계 최초 확산 현대차 국가 용인시 기흥구 구원에서 열린 수소수소 '하일 광주시'에 으로 옮겨 서울시, 단지에 총 40대를 밝혔다.

미국에서는 상반 중심으로 판매할 기를 내고 밀려 다스 수소연료전지차 같은 배기가스를 5만 원을 들여 한 수 있다. 충전시간 는다.

문제는 1억5000리다. 안병기 현대 "정부보조금 6000다"며 "2020년까지 수준으로 값을 내리

기 수소수

디지털타임스

# 한국, 수소연료전지 주도권 내주나

일본, 전지차·수소충전소 확충 본격화  
정부 정책의지·공급인프라 구축 시급

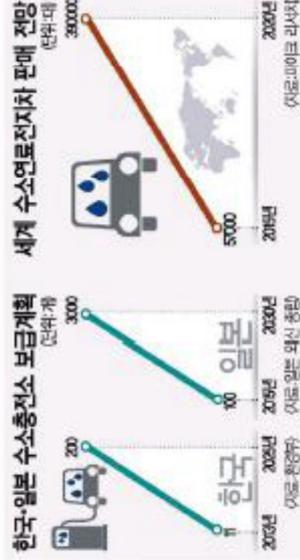
일본이 미래 클린에너지로 수소 연료전지 보급에 강한 드라이브를 걸고 있다. 가정을 보일러를 대신 하는 소형 연료전지 보급이 본격 화하고 있고, 내년부터 수소연료 전지차 보급과 함께 충전소를 대 거 설치할 계획이다.

이에 비해 세계에서 제일 먼저 수소연료전지차 생산체제를 갖추 고, 발전용·가정용 연료전지 상용 화를 일본보다 먼저 시작한 우리 나라는 최근 들어 수소연료전지 보급이 시들시들하면서 일본에 주 도권을 넘겨주는 것 아니냐는 우 려가 나온다.

18일 일본 니케이신본, 요미우 리신본 등 외신과 KOTRA 등이 따르면 일본 정부는 최근 신에너지 기본계획을 통해 '수소연료전지 차를 일상생활에서 사용할 수 있 는 환경을 실현한다'는 계획에 따 라 2015년 도로, 오사카, 후쿠오카 등 대도시권 100여곳에 수소 충전 소를 설치키로 했다. 또 2030년까 지 수소충전소를 전국 300여곳으 로 늘린다는 계획이다.

일본 정부는 수소연료전지차 보 급을 위해 수소충전소 설치비용의 50%를 보조하고 있으며, 지난해 39억엔에 이어 올해는 79억엔으로

2014년 05월 19일 (월)  
11면 상판/무박



일본은 수소연료전지차 보급 확 대에 이어 가정용 연료전지 보급 도 대기업들이 적극 시범에 뛰 어 들면서 빠르게 늘어나고 있다. 과 나스닉은 지난 4월 도쿄가스와 합 께 가정용 연료전지인 '넥센용 에 너짐' 판매를 시작했다.

일본은 또 후쿠오카현을 수소차 운의 전진기지로 만들어 각종 수 소에너지 인프라를 구축하는 등 수소경제에 대비하고 있다.

이에 비해 우리나라는 현대자동차가 지난해 세계 최초로 수소연료전지차 양산체제를 갖출 정도로 수소연료전지 기술력에서 선도적 역할을 해왔지만, 정차 정부의 예산 부족과 인프라 미비로 일반 보급은 거의 이뤄지지 않고 있다. 권 정부는 2025년까지 수소충전소를 200개 보급한다는 계획이지만, 정 부의 뚜렷한 정책의지가 없어 달 성이 불확실한 상황이다. 현재 수 소충전소는 고작 11곳에 불과하다.

또 새로운 발전원과 열 공급용

2014년 06월 10일 (화)

2014년 04월 18일 (금)  
B04면 종합

## 것



했다. 차 환경기술센터장(전무)은 이 "2018년까지 하이브리드차, 2인 하이브리드차, 수소연료전 차의 모든 라인업을 갖추겠 현대차는 내년에 'LF'뿐아나 브리드'를 내놓는다. 또 2016년 '행가'는 거리가 2000km 이상인 세대과 차세대 수소연료전지

김=강유현 기자 ykhang@donga.com

29.1 X 17.0 cm

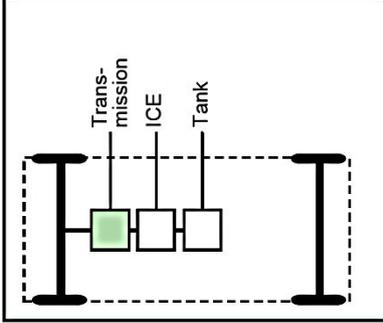
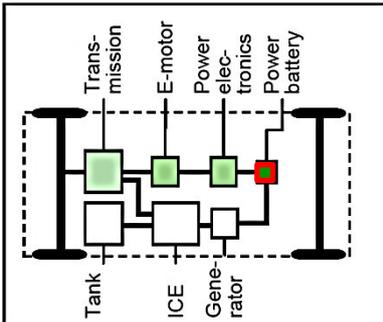
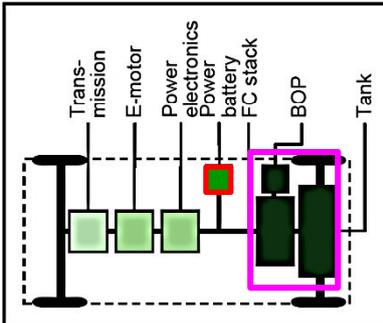
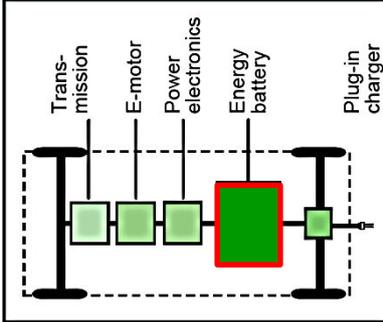
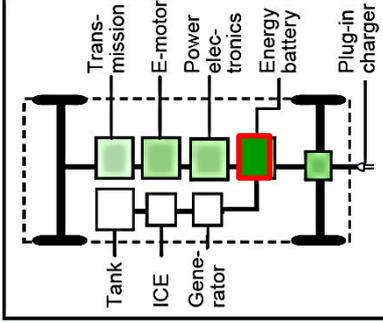
# 자동차 전기화

2050년  
전세계 승용차 : 25억대, 유럽: 2억7천만대

A California Road Map (July, 2012)  
Bringing Hydrogen Fuel cell Electric Vehicles to the Golden State



# Power Train Portfolio (~2020)

	ICE power-train	Transmission	Battery	FC power-train
<p><b>Internal combustion engine (ICE) vehicle</b> Current technology (2010)</p> 	<p><b>Conventional internal combustion engine</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>No dependency</b> on electric infrastructure</li> <li>▪ <b>High fuel consumption</b> and exhaust emissions</li> <li>▪ <b>High range:</b> typically 800-1200 km</li> </ul>			
<p><b>Internal combustion engine (ICE) vehicle</b> Advanced (2015/20)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Parallel hybrid</b> configuration of electric and ICE drive; also known as hybrid electric vehicle (HEV)</li> <li>▪ <b>ICE is primary mover</b> of the vehicle with support from small electric motor</li> <li>▪ <b>Small battery charged</b> by the ICE</li> <li>▪ Fully electric driving only at <b>low speed for smaller distances</b> (&lt;5 km)</li> <li>▪ <b>Better fuel economy</b> than conventional ICE</li> </ul>			
<p><b>Fuel cell electric vehicle (FCEV)</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Series configuration</b> of fuel cell system and electric drive</li> <li>▪ <b>Fuel cell stack</b> based on PEM technology</li> <li>▪ Hydrogen tank pressure typically 350 or 700 bar</li> <li>▪ <b>Medium range:</b> typically 400-600 km</li> </ul>			
<p><b>Battery electric vehicle (BEV)</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Purely electric drive</b></li> <li>▪ Large battery capacity, Li-ion technology</li> <li>▪ <b>Only charging of battery from the grid</b> while stationary<sup>1</sup></li> <li>▪ <b>Short range:</b> typically 150-250 km (based on battery weight of 70-180 kg<sup>2</sup>)</li> </ul>			
<p><b>Plug-in hybrid electric vehicle (PHEV)</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Series hybrid</b> configuration of electric and ICE drive<sup>3</sup></li> <li>▪ <b>Smaller battery capacity</b> than BEV, (Li-ion)</li> <li>▪ <b>Vehicle can be plugged-in to charge from the grid</b></li> <li>▪ <b>Small ICE-based generator</b> for larger range ('range extender')</li> <li>▪ <b>Short range:</b> typically 40-60 km) electric driving. (based on battery weight of 20-80 kg<sup>2</sup>)</li> </ul>			

<sup>1</sup> Exchange of battery pack is possible, but not considered in this study

<sup>2</sup> 2020 values averaged over A/B, C/D and J segments – a ~50% decrease over 2010. Although considerable cost improvements in battery technology are considered in the study, it is not expected to achieve significantly lower specific volumes or weights beyond 2020

<sup>3</sup> Other configurations are possible

SOURCE: Study analysis

# 3 Penetration Scenario (2050)

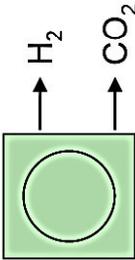
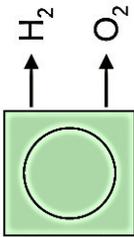
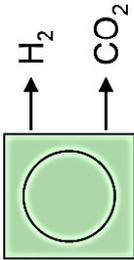
	1 Non-zero emission – Conventional	2 Zero-emission – Electric vehicle dominated	3 Zero-emission – FCEV dominated																														
<b>2010-2020</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>For all worlds, coverage grows to include 10% of Europe’s most metropolitan area and 20% of European motorways (&gt;50% of cars)</li> </ul>																																
<b>FCEV penetration 2050</b> Percent	<table border="1"> <tr><th>Vehicle Type</th><th>Percentage</th></tr> <tr><td>FCEV</td><td>5%</td></tr> <tr><td>BEV</td><td>10%</td></tr> <tr><td>PHEV</td><td>25%</td></tr> <tr><td>ICE</td><td>60%</td></tr> </table> <ul style="list-style-type: none"> <li>FCEV with moderate adoption after 2020</li> <li>FCEVs sold in C+ segments, but with limited market shares</li> </ul>	Vehicle Type	Percentage	FCEV	5%	BEV	10%	PHEV	25%	ICE	60%	<table border="1"> <tr><th>Vehicle Type</th><th>Percentage</th></tr> <tr><td>FCEV</td><td>25%</td></tr> <tr><td>BEV</td><td>35%</td></tr> <tr><td>PHEV</td><td>35%</td></tr> <tr><td>ICE</td><td>5%</td></tr> </table> <ul style="list-style-type: none"> <li>BEVs achieve a higher penetration than FCEVs</li> <li>FCEVs mainly sold in C+ segments with high share in J, M, D</li> </ul>	Vehicle Type	Percentage	FCEV	25%	BEV	35%	PHEV	35%	ICE	5%	<table border="1"> <tr><th>Vehicle Type</th><th>Percentage</th></tr> <tr><td>FCEV</td><td>50%</td></tr> <tr><td>BEV</td><td>25%</td></tr> <tr><td>PHEV</td><td>20%</td></tr> <tr><td>ICE</td><td>5%</td></tr> </table> <ul style="list-style-type: none"> <li>FC is the dominant power-train technology by 2050 so network coverage develops fast</li> <li>FCEVs sold in all segments with major shares in large segments</li> <li>All over Europe, FCEVs are sold and driven. Coverage is equal to the <b>entire EU29 area<sup>1</sup> (9 km average distance between stations)</b></li> </ul>	Vehicle Type	Percentage	FCEV	50%	BEV	25%	PHEV	20%	ICE	5%
Vehicle Type	Percentage																																
FCEV	5%																																
BEV	10%																																
PHEV	25%																																
ICE	60%																																
Vehicle Type	Percentage																																
FCEV	25%																																
BEV	35%																																
PHEV	35%																																
ICE	5%																																
Vehicle Type	Percentage																																
FCEV	50%																																
BEV	25%																																
PHEV	20%																																
ICE	5%																																
<b>Coverage end state 2050</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>FCEV coverage area increases only to <b>~1/4 of the EU29 area<sup>1</sup></b>, (75 % cars)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>FCEVs are used in all countries with some rural exceptions</li> <li>Coverage is <b>~3/4 of the EU29 area<sup>1</sup></b>, (97% cars)</li> </ul>																															
<b>Size of coverage area</b> million km <sup>2</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2020: 0.36</li> <li>2030: 0.60</li> <li>2040: 0.84</li> <li>2050: 1.08</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2020: 0.36</li> <li>2030: 1.7</li> <li>2040: 3.0</li> <li>2050: 4.3</li> </ul>																															

1 EU29 defined to include EU27 + Norway and Switzerland

# Nine H2 Pathways

- 2020 : C-SMR (40%), D-SMR (30%), D-WE (30%)
- 2050 : C-SMR<sub>CCS</sub> (30), IGCC<sub>CCS</sub> (30), C-WE (15), D-WE (15)

\* CCS expected to be commercially available after 2020

Technology	Process	Governing reaction <sup>1</sup>	Variations
<b>SMR</b> Steam Methane Reforming	Methane → Steam →	 $\text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{H}_2 + \text{CO}_2$	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ On-site SMR</li> <li>▪ Central SMR</li> <li>▪ Central SMR + CCS</li> </ul>
<b>WE</b> Water Electrolysis	Water → Electricity <sup>3</sup> →	 $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_2 + \text{O}_2$	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ On-site WE</li> <li>▪ Central WE</li> </ul>
<b>CG/(IGCC)</b> Coal Gasification /Integrated Gasification Combined Cycle	Coal <sup>2</sup> → Steam →	 $\text{C} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2$	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ CG</li> <li>▪ CG + CCS</li> <li>▪ IGCC</li> <li>▪ IGCC + CCS</li> </ul>

1 Simplified reaction

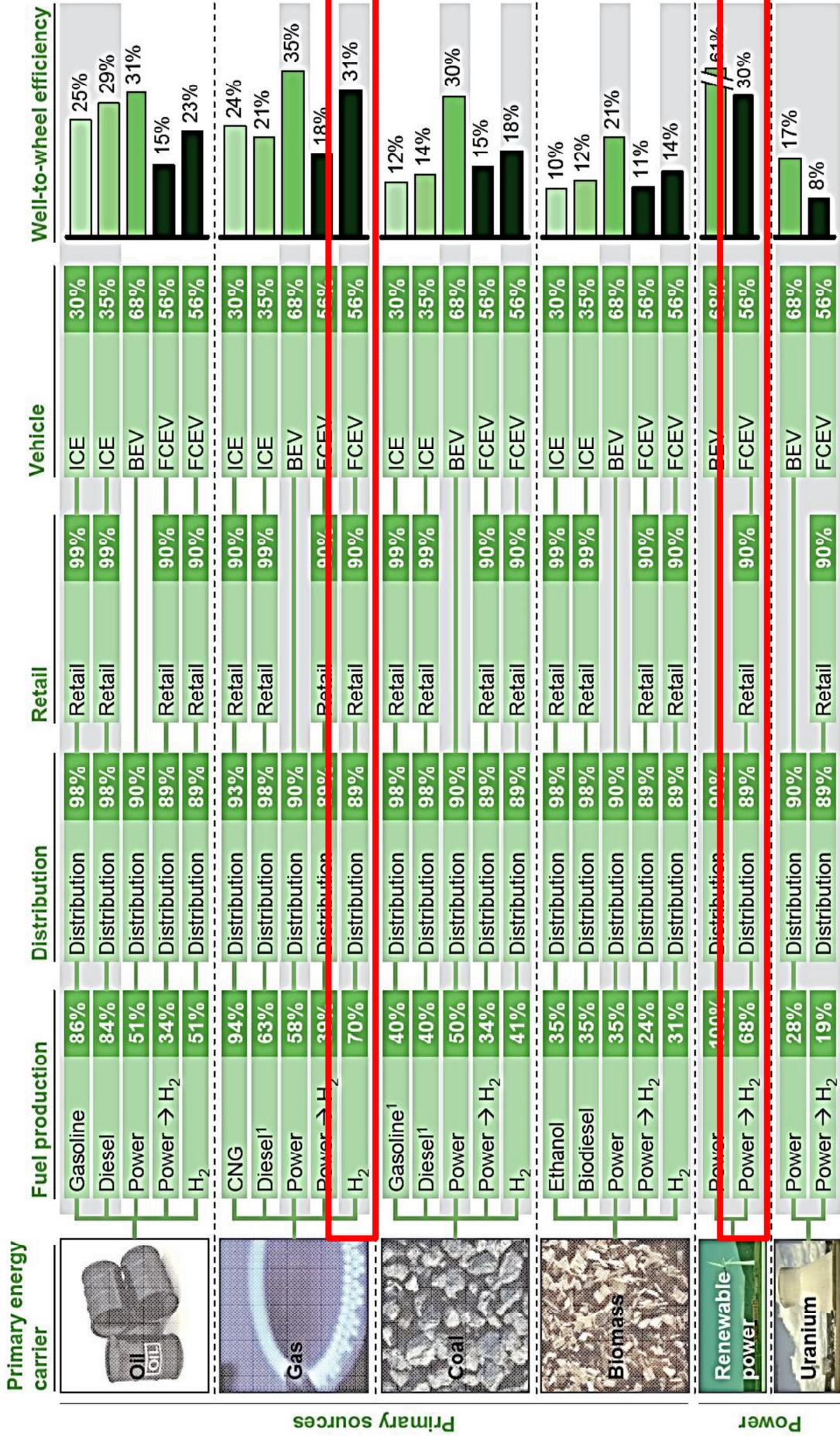
2 Includes co-firing with biomass

3 100% CO2 reduction from power by 2050: [www.roadmap2050.eu](http://www.roadmap2050.eu)

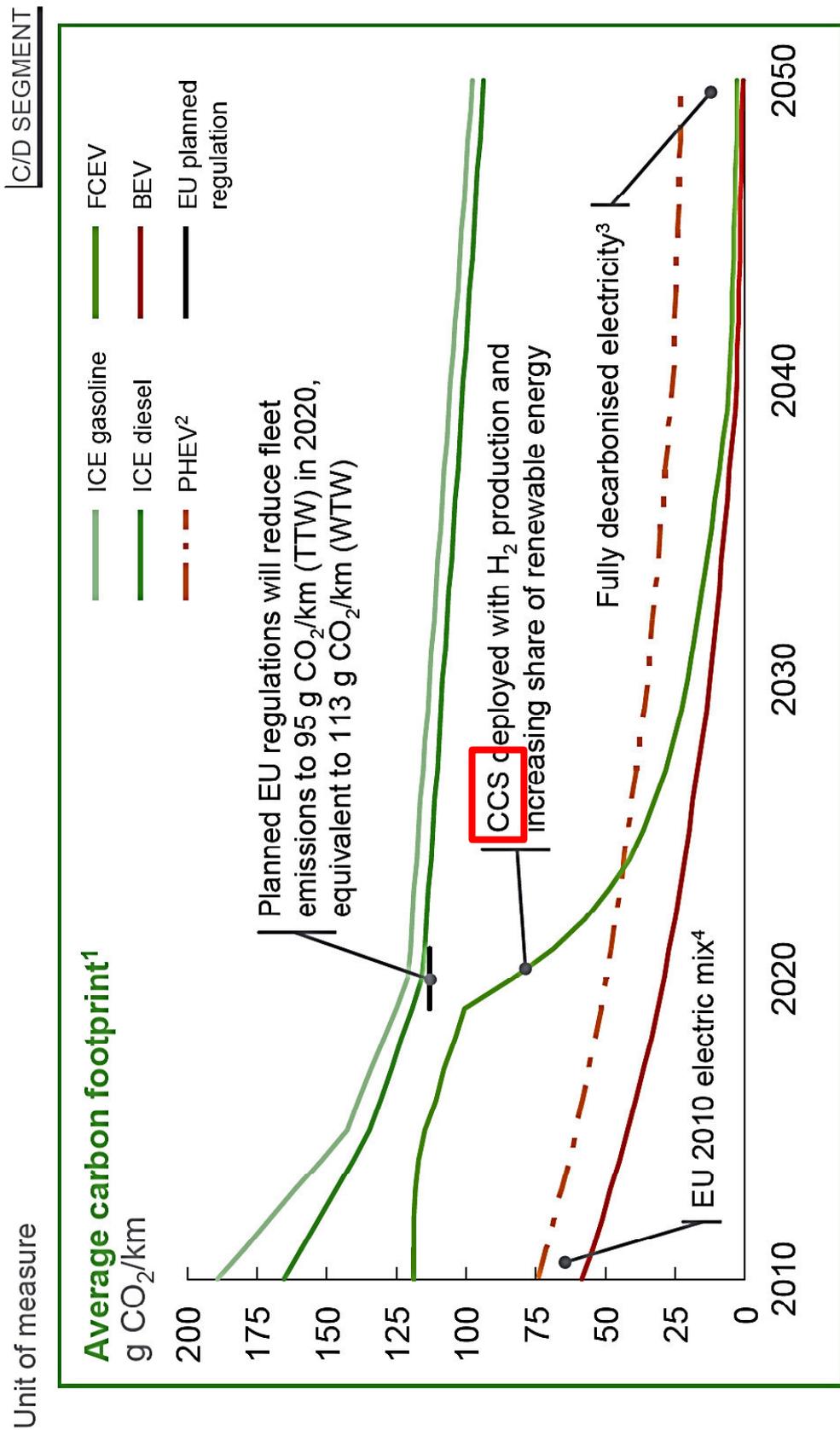
# Well-to-Wheel Efficiency

Efficiency, Percent

Common production pathways 2020



# FCEV → BEV in CO2 Abatement (w/CCS)



1 NEDC efficiency assumed

2 PHEV assumed to drive all electric for 77.5% of its total driving distance

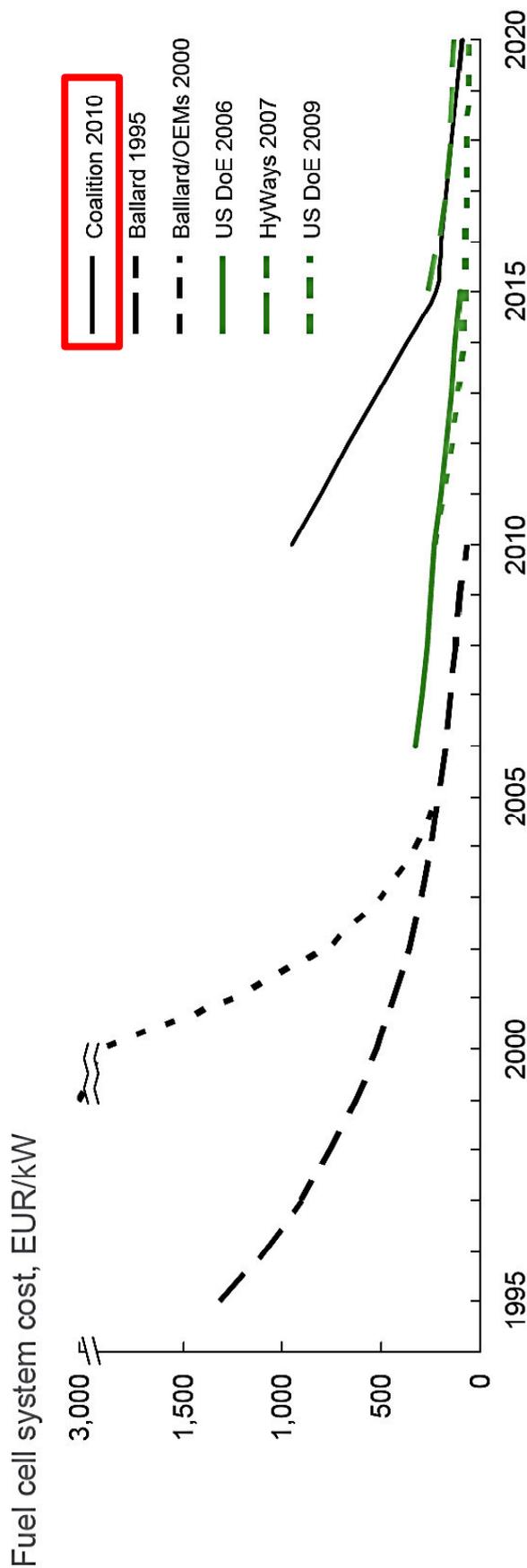
3 EU2050 electricity assumes 80% renewable, 10% nuclear and 10% fossil with CCS generation

4 EU mix in 2010 contains 22% gas, 29% coal, 27% nuclear, 4% biomass, 16% renewable and 2% oil

SOURCE: Study analysis

Source: McKinsey (2010)

# FC System Cost



- |  |  |   |
|--|--|---|
| <b>Basis of promise</b>                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>Technical advancements, mass production</li> <li>Mass production, catalyst reduction</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Higher yields, mass production, reduced BOP</li> </ul>   |
| <b>Size/timing of FC market</b>                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>USD 4 billion in 2000, 10-50 billion in 2010</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>100,000 vehicles by 2005</li> </ul>  |
| <b>Data sources</b>                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ballard Power Systems, Daimler</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ballard Power Systems, Daimler, Ford</li> </ul>  |
| <b>Share of car OEMs committing<sup>1</sup></b>        | <ul style="list-style-type: none"> <li>~40%</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>~70%</li> </ul>  |
| <b>"Showstoppers" resolved and major breakthroughs</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Sufficient fuel cell power density for automotive use</li> </ul>                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>Advances in materials technology (including platinum reduction), improved manufacturability</li> </ul> |

Study fuel cell cost estimates are more conservative than previous estimates and are in line with most recent reports

<sup>1</sup> Combined light duty passenger vehicle market share of OEMs committing to fuel cell and/or FCEV research

# 공공정책으로 보전 필요한 누적 경제적 갭 비교

## 자동차 보급 지원금 + 인프라 구축 소요 비용

수소연료전지차: 2020년 250억 유로, 2030년 1천억 유로  
전기차 (배터리): 2020년 800억 유로, 2050년 5000억 유로

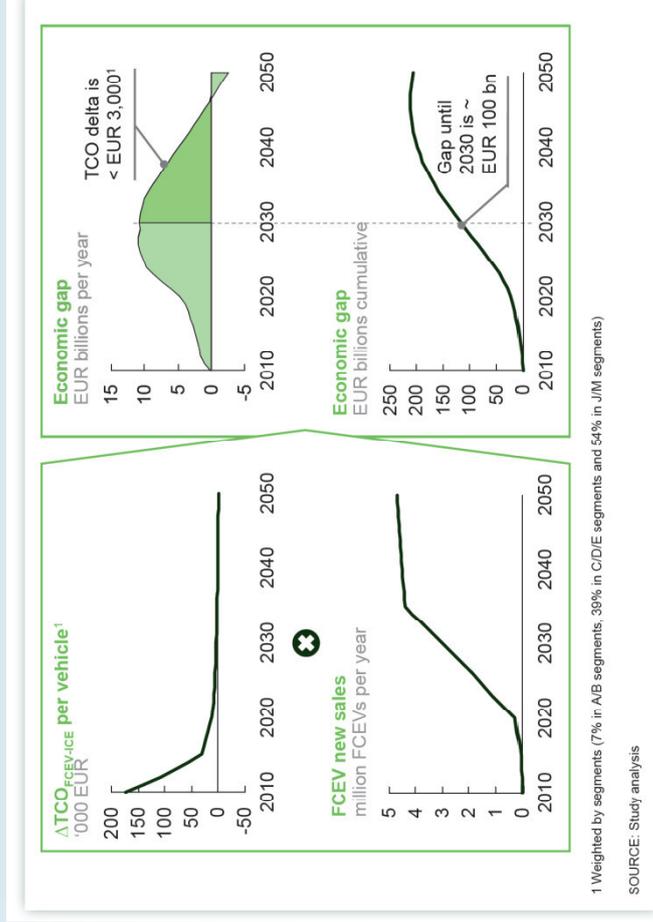


Exhibit 39: The cost of shifting from ICEs to FCEVs may amount to €4-5 billion per year for Europe (€500 per new car), with the economic gap beginning to close after 2030

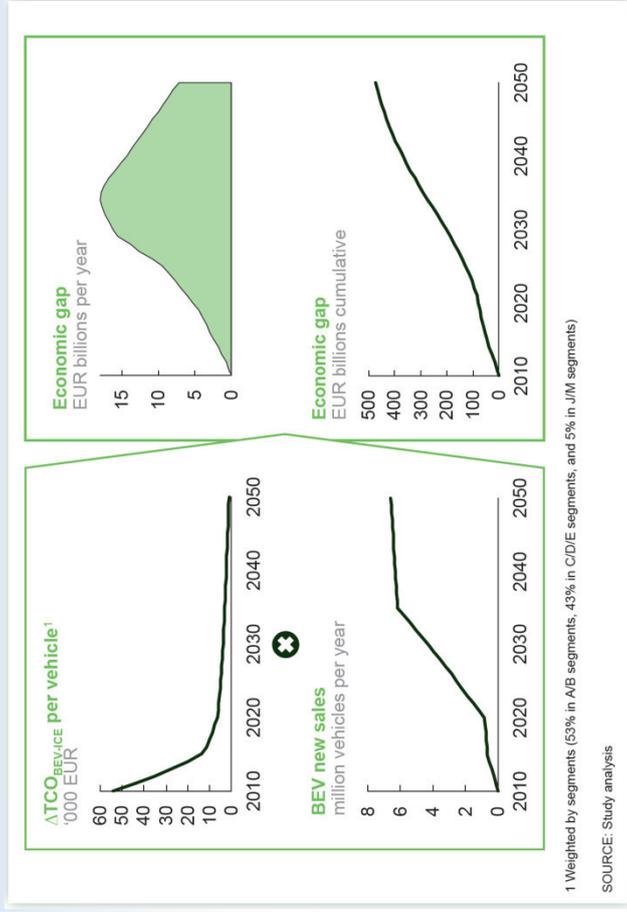
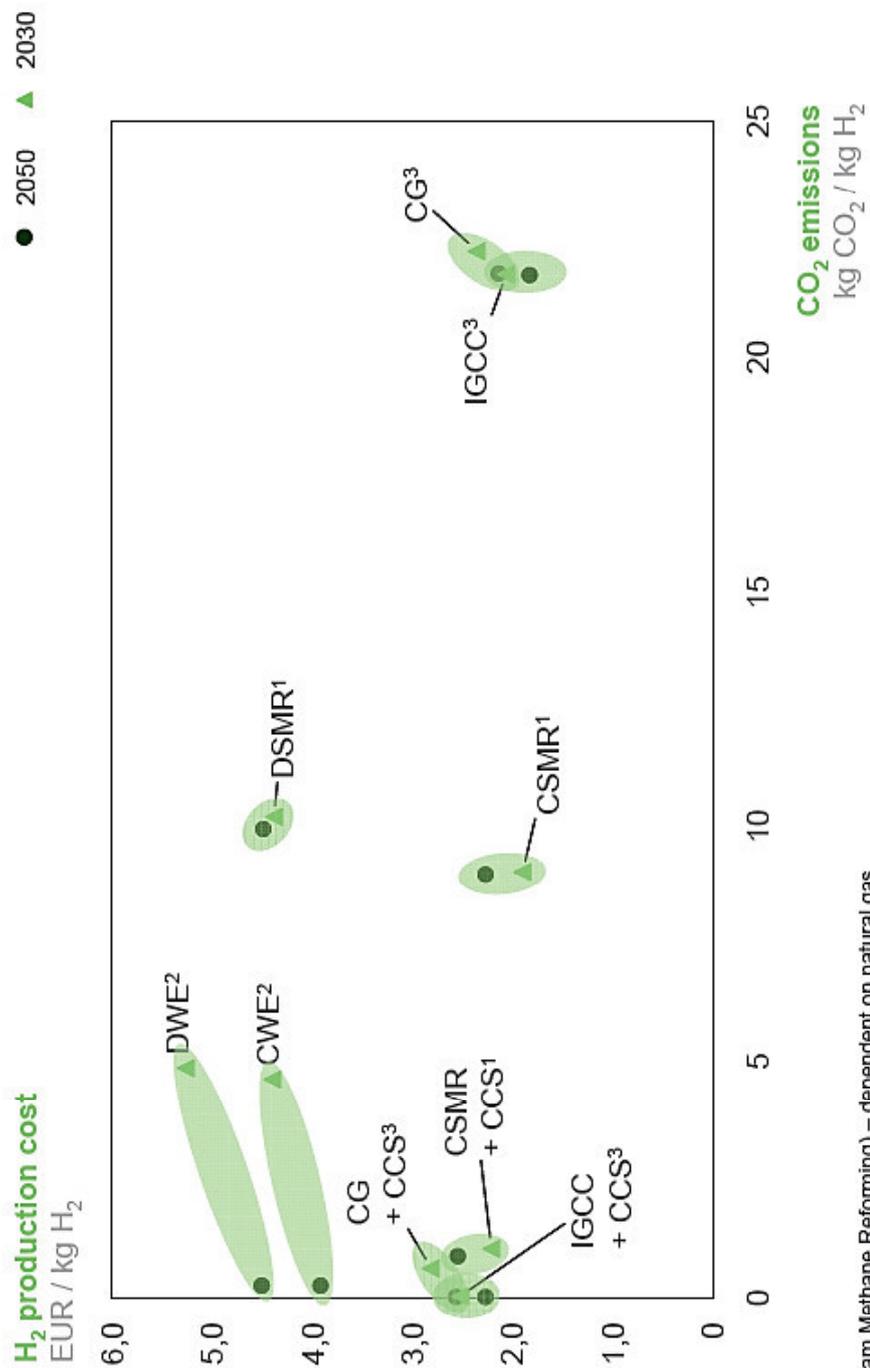


Exhibit 40: BEVs could face a cumulative economic gap of €80 billion by 2020, €500 billion by 2050



1 SMR (Steam Methane Reforming) – dependent on natural gas

2 WE (Water Electrolysis) – uses 80% RES pathway for electricity and can offer additional grid stabilisation load leveling benefits

3 CG (Coal Gasification) – relies on domestic coal and when combined with CCS is assumed to be co-fired with 10% biomass

SOURCE: Study analysis

Exhibit 17: A variety of technologies are available to produce CO<sub>2</sub>-free hydrogen (future cost levels)



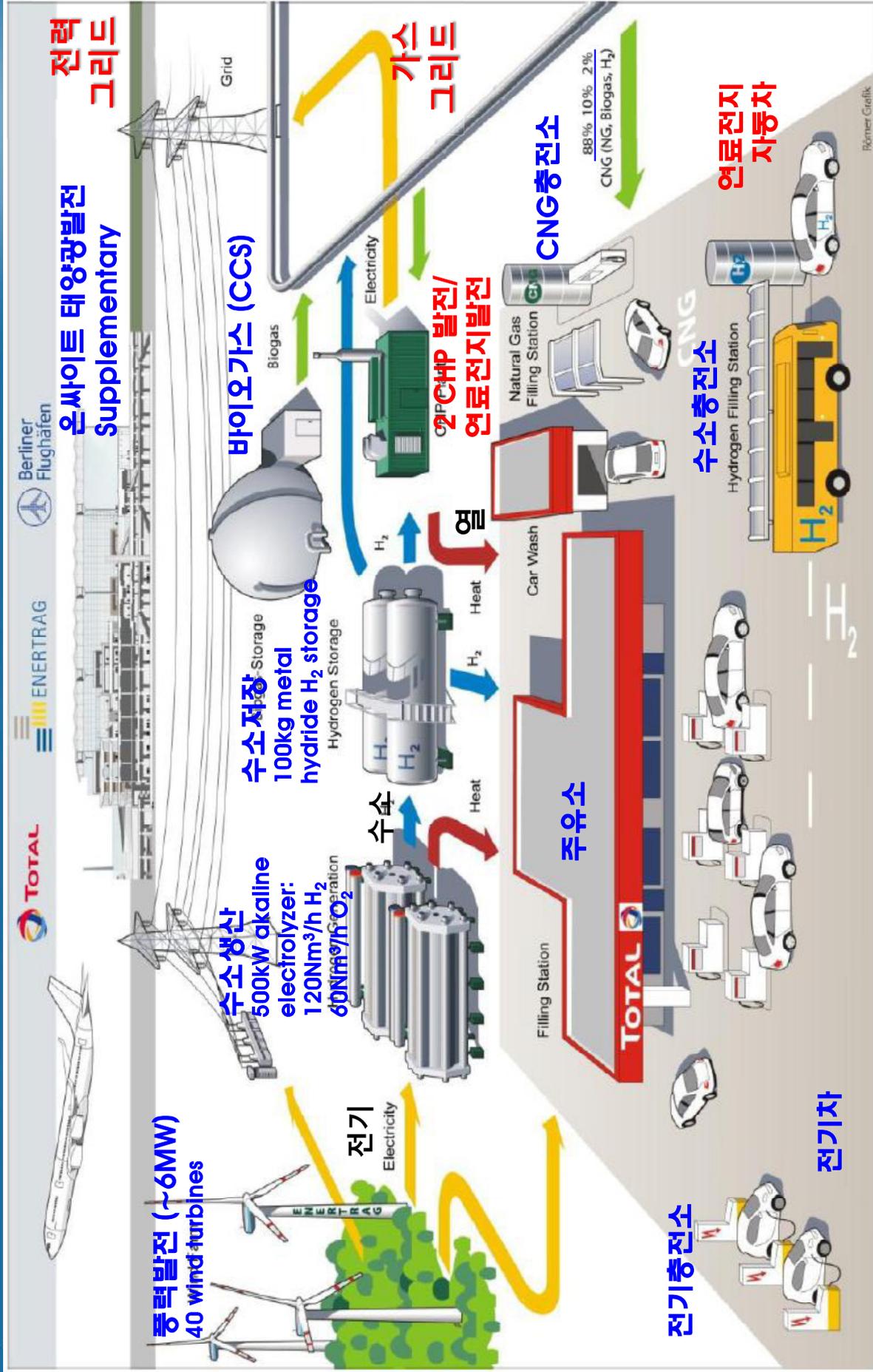
1 Gasoline and diesel production through Fischer-Tropsch process

SOURCE: CONCAWE-EUCAR JEC-WTW study; study analysis

Exhibit 43: FCEV well-to-wheel efficiency is competitive with ICE, with a flexible use of feedstocks, while BEV remains the most efficient power-train

# 신재생 에너지 하이브리드/수소 인프라

# Wind/WE/FC/CCS 하이브리드



Integrated renewables and hydrogen are a reality in Germany (Source: Römer Grafik, from TOTAL website)

## 신재생에너지 하이브리드화에서의 연료전지 기술

### 대용량 에너지 저장

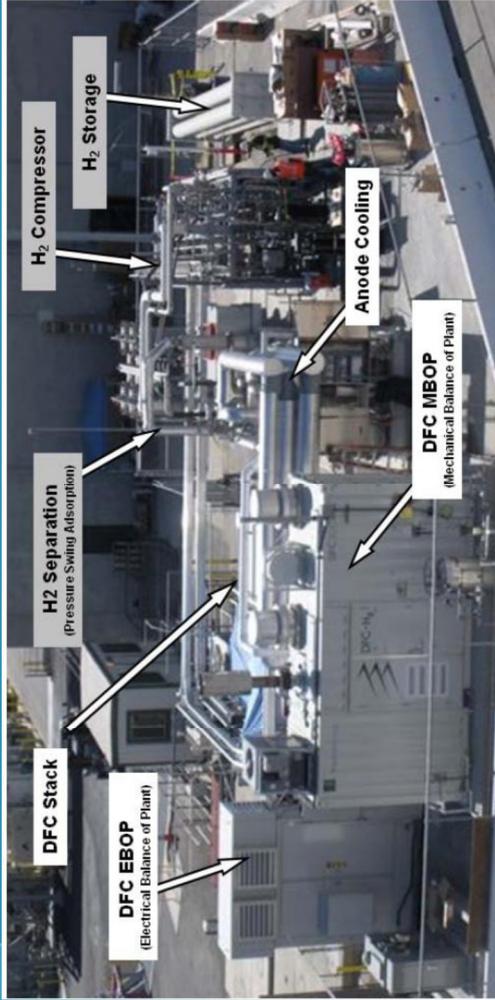
- 재생전력 → 수소생산 (수전해) → 재생수소/재생메탄 저장 (P2G)  
→ 발전 (연료전지, 복합발전)
- 재생연료 (수소 또는 메탄) 기반 연료전지 발전은 지속가능한 청정발전
- 재생에너지의 이용률 제고를 통해 재생에너지 용량 제고
- 전기저장과 달리 에너지 스프리드 대응성 강화

**에너지 저장 용량 (2050): 400-480 TWh (60% 풍력과 40% 태양광)**

### 수소 스테이션 대응

- 복합 기능 연료전지 : CHHP (combined hydrogen, heat & power)
- 가역 연료전지 : 수소생산과 전력생산을 가역적으로 수행 (충방전)
- 분산형 수전해 (풍력 또는 태양광 하이브리드)

# MCFC-H<sub>2</sub> (분산형 인프라)



DFC-H<sub>2</sub> System at Orange County Wastewater Treatment Plant

Power is used by wastewater plant and hydrogen is provided to fuel cell vehicle filling station on site

## 분산형 통합 충전

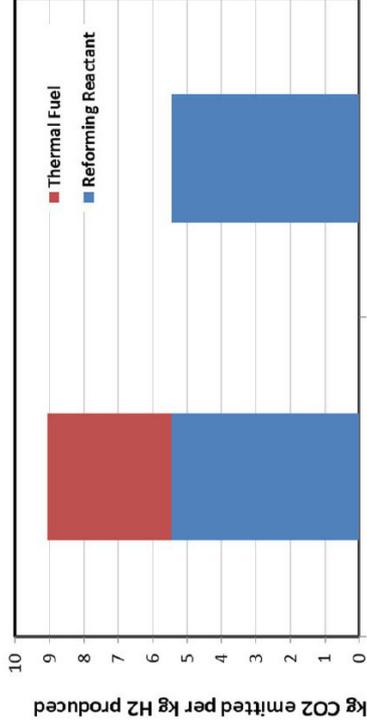


DFC Product	DFC1500	DFC3000
Standard Configuration Output, kW	1,400	2,800
DFC-H <sub>2</sub> Configuration Output, kW	1,170	2,350
Hydrogen Production, kg/day	635	1,270

**100 FCEV 210 FCEV**

**DFC Tri-generation Hydrogen Production**

Hydrogen production rates are a good fit for industrial hydrogen users and vehicle filling stations



Comparison of Carbon Footprint for Hydrogen Production

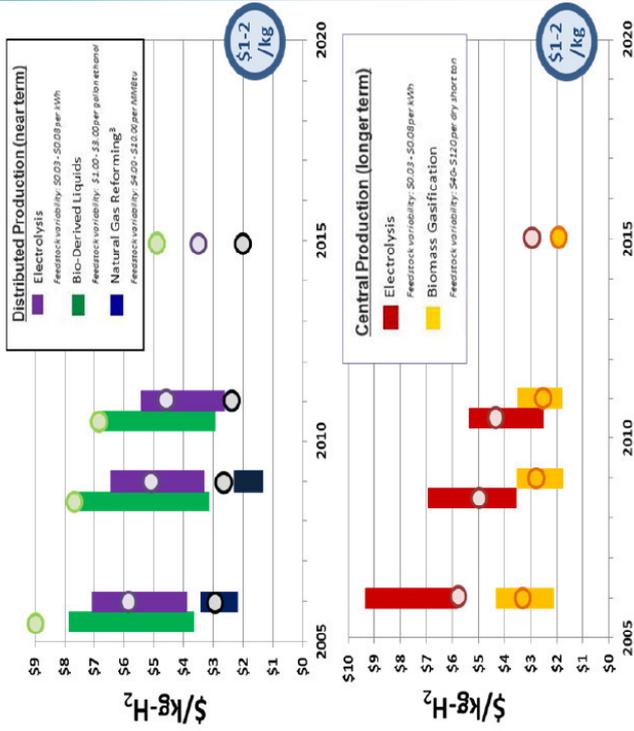
Thermal energy required for reforming process is produced by burning fuel in conventional reforming, but driven by fuel cell waste heat in DFC-H<sub>2</sub> Tri-generation systems.

Thermal energy required for reforming process is produced by burning fuel in conventional reforming, but driven by fuel cell waste heat in DFC-H<sub>2</sub> Tri-generation systems.

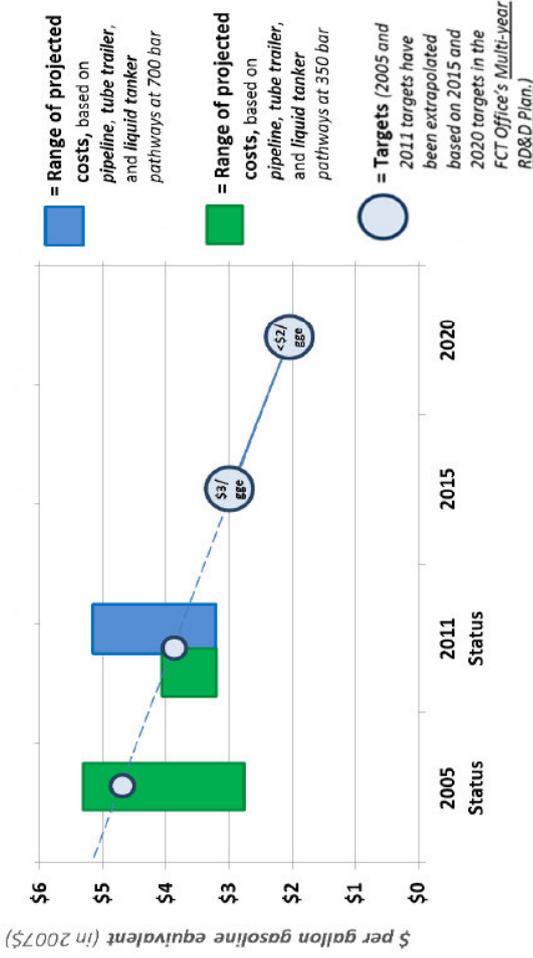
**60 BEV (급속)**  
**2350 BEV (완속)**

# 수소 인프라 기초 자료

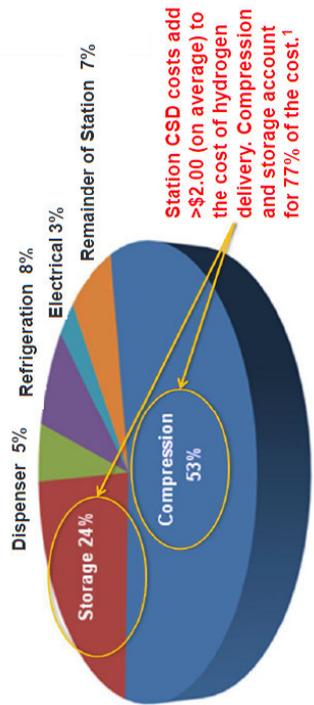
Projected High-Volume Cost of Hydrogen Production



Cost of Hydrogen Delivery from Centralized Production Facilities



## Station costs dominate delivery costs—key focus area.



Fueling Station (CSD) Costs	
	2020 Projected Cost*
Centralized Production	<math>\\$1.70</math>-<math>\\$2.20</math>/kg
Distributed Production	<math>\\$2.50</math>/kg
	2011 Projected Cost*
Centralized Production	<math>\\$1.70</math>-<math>\\$2.20</math>/kg
Distributed Production	<math>\\$2.50</math>/kg
	2020 Projected Cost*
Centralized Production	<math>\\$1.70</math>-<math>\\$2.20</math>/kg
Distributed Production	<math>\\$2.50</math>/kg

국내 수소생산량: 130만 톤/년  
 수소차 전용 가능량: 10% 가정  
 13만톤/년

2020년 수소자동차: 15,000대  
 수소 필요량:  
 15,000대x5kg/대x365일/년 =  
 2.7톤/년

수소스테이션 저가화 기술 개발



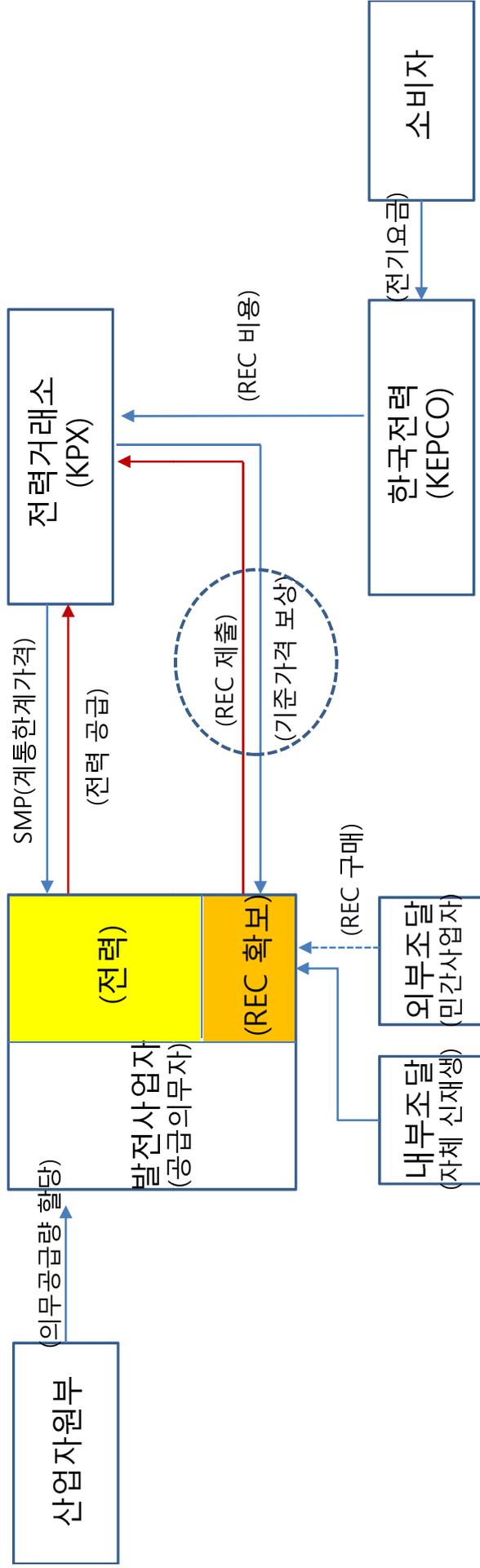
자료 #6: 연료전지 RPS의 이해(이종윤)



RPS(Renewable Portfolio Standard)제도\*

- 설비규모 500MW 이상 발전사업자에게 총 발전량의 일정비율을 신재생에너지로 공급하도록 의무화한 제도
- **REC(Renewable Energy Certificate, 공급인증서)**
- 의무공급량 미이행시 과징금 부과

\* 신재생에너지법 12조 5, 6, 7조

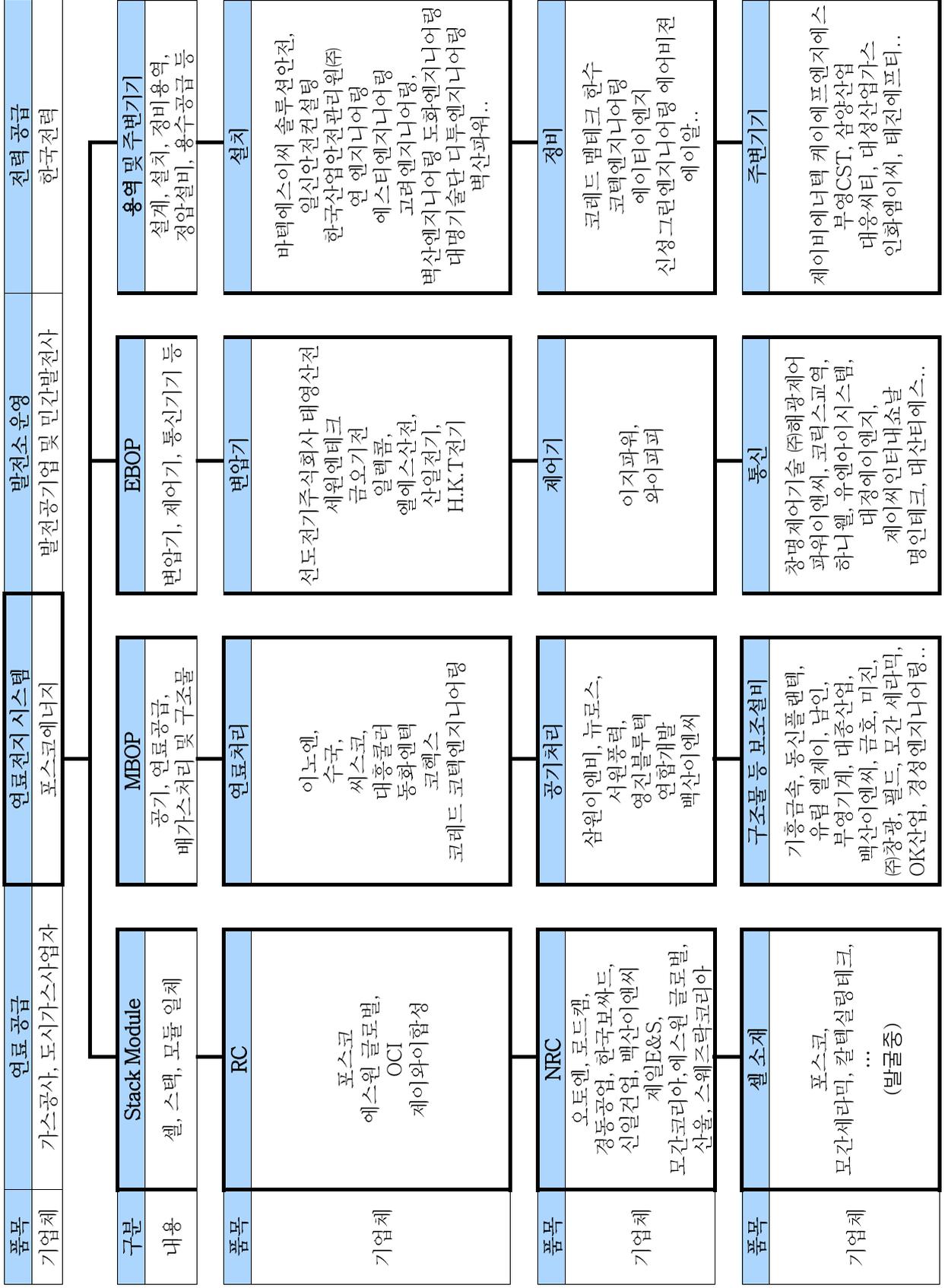




자료 #7: 포스코에너지 공급사슬(supply chain)



# Supply Chain





## 5. 시사점 및 향후계획

### □ 시사점

- 연료전지를 활용한 발전설비에 대한 이해제공
- 해당설비를 활용한 지역사회의 발전방안 모색에 대한 검토작업 필요
  - 금번 견학시설은 서울시 내에 설치운영된 설비임
  - 도시 및 산업화된 지역형과 차별화된 농어촌 지역에 대한 적용가능성 검토작업 필요
- 산업경제 측면에서 새로운 성장동력으로서 연료전지의 가능성에 대해서는 확신과 단정에는 어려움
  - 소형화된 발전설비가 산업활동에 적용되어 다양한 전후방효과를 견인하는 것을 논의하기 위해서는 발전설비(generator)로서의 연료전지보다 축전지(battery)로서의 연료전지의 가능성에 대한 검토 필요
  - 이 경우 현재 리튬이온 전지를 포함한 차세대 전지들과의 경쟁에서 연료전지의 성패여부가 확인되어야 함
- 그러나 한 가지 분명한 것은 지금까지 대규모 발전설비로부터 공급받던 전력을 포함한 에너지(public electricity)의 시대에서 지역사회 단위의 발전설비(personal electricity)의 시대로 전환되는 중이라는 것임
  - 이러한 전이과정에 대한 이해가 존재한다면 발전설비로서 연료전지의 가능성은 매우 큰 것임
- 산업활동 측면에서 연료전지를 활용한 다양한 사업화방안에 대한 검토작업 필요
  - 이를 위해 발전설비로서 연료전지뿐만 아니라 중간재 또는 상품으로서 연료전지에 대한 실체파악 필요

### □ 향후 과제

- 포스코에너지
  - 연료전지 공장 견학(포항 및 울산) : 포스코에너지 협조약속(일정조율 중)
  - 제공된 supply chain 구체화(개별 단위기업에 대한 조사
    - ↳ commodity & monetary flow 및 유무형 인프라 규명
- 국내외 포스코에너지 경쟁사 조사
  - 포스코에너지와 동일한 조건에서 관련 산업생태계 조사



