

수소 연료전지 역할 및 발전 방안

2012년 07월 25일

지식경제 연료전지 PD 이원용



순서

▶ 수소와 연료전지

▶ 기술 현황

▶ 기술 개요

▶ 발전 방안

건물용



수송용



발전용



I. 수소와 연료전지

에너지 패러다임 변화

- ❑ 화석 에너지 자원의 고갈 위기
- ❑ 온난화에 따른 지구 환경 위기
- ❑ 연료전지산업의 중요성 부각 – 높은 경제적 파급효과
- ❑ 탄소에 기반한 에너지기반이 수소중심으로 전환된 미래 경제사회
 - 중단기적 : 고효율 저탄소 경제사회 → 장기적 : 고효율 무탄소 수소 경제사회

수소연료전지 산업의 장점

수소연료전지 산업화

에너지 자립도 제고

정부의 저탄소
녹색성장 전략

환경 개선

공급안정성,
소규모발전가능

고효율
저공해

경제 성장

다양한 분야에
높은 활용도
높은 경제적 파급효과

세계기술 주도권
확보 가능성

I. 수소와 연료전지

수소 경제 사회

모든 경제 활동에서 수소가 에너지 매개체(Energy Carrier)로 이용되는 것

연료전지: 수소경제 사회의 원동기 역할

수소의 에너지를 전기로 직접 바꿔주는 발전기



I.수소와 연료전지

연료전지 역할

특징	기저 부하, 에너지 저장은 물론 분산 전원에 적합한 부하 추종 능력
분산발전/ 원동기	◆ 고효율 분산형 열병합 발전 시스템 - 다양한 연료사용과 다양한 적용 분야로 환경 및 에너지 문제 해결 - 연료다변화: 수소제조가 가능한, 바이오가스, 석탄가스, 신재생에너지원 등 - 적용다변화: 건물, 분산발전(MW 규모), 백업전원, ◆ 수송용 연료전지 - 연료전지 자동차, 버스, 선박, 잠수함, 비행체, 우주선, 지게차 등등
에너지 저장	◆ 수소를 매체(Energy Carrier)로 하는 에너지 저장 및 발전 - 재생연료전지(Regenerative Fuel Cell): 수소제조와 발전을 통한 에너지 저장 역할 - 신재생에너지 전원 안정화 신뢰성 향상 ◆ Power Quality, Remote/UPS/Distributed Utility, Transmission & Distribution, Spinning Reserve/ Load management, Load leveling 적용 가능

I.수소와 연료전지

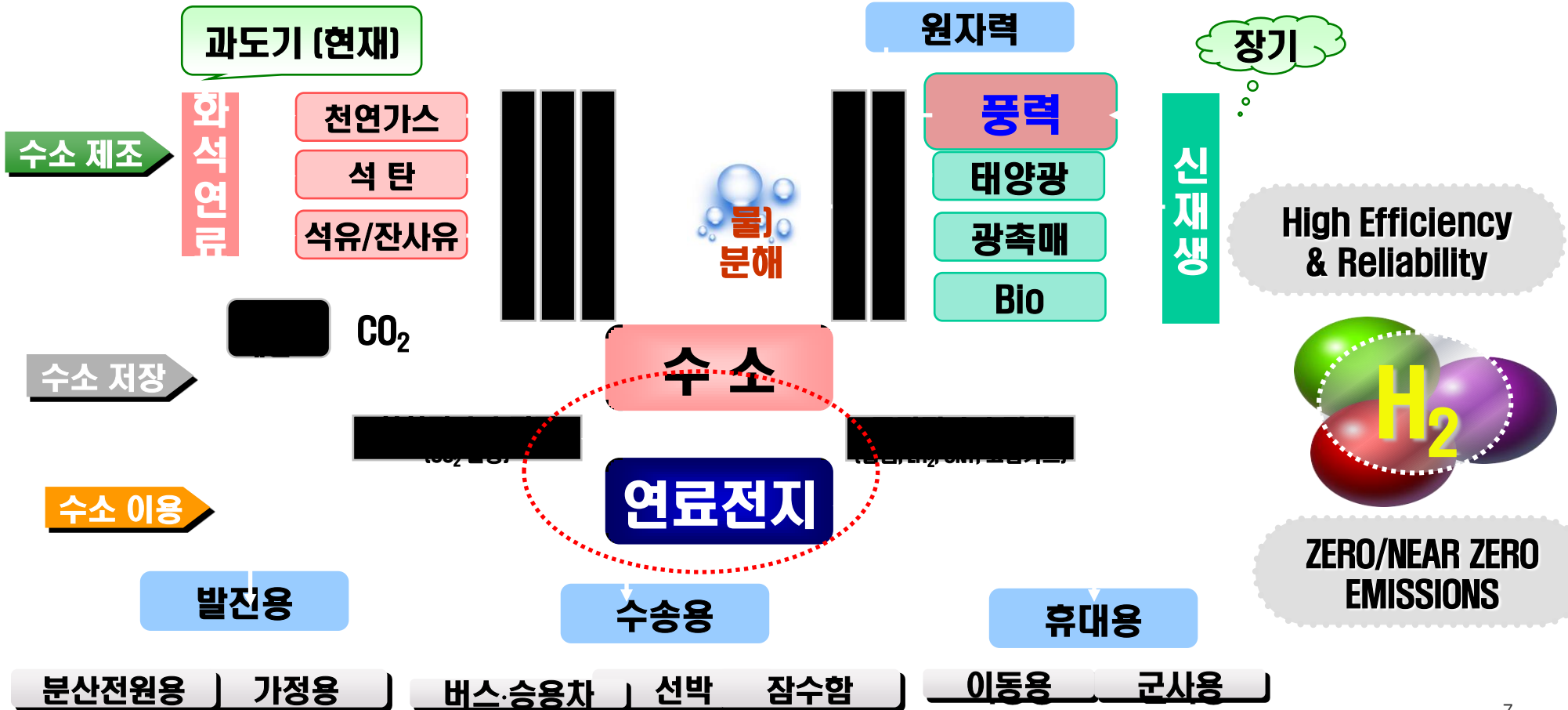
계통 연계와 연료전지 부합성

항목	계통 이슈	연료전지
신뢰성	필요한 장소/시간에 전원 공급	청정 열병합 발전 시스템으로 모듈식으로 100% 현지 설치 가능
전원 품질	최신 정밀 장비	능동적으로 제어가 가능한 전원으로 부하 추종 가능
보안성/ 안전성	공격이나 자연재해에 대해/ 소비자와 작업자 안전	현지 분산 발전=현지 제어; 소형, 연결과 전송라인 최소화
가격 :	예측 가능한 합리적 가격	계약을 통한 예측 가능한 가격 ; 용량변경, 열이용, 백업전원 교체 등
효율	전송, 배전, 발전 고려	◆50%정도의 전기 효율(종합열효율 80%), 부분 부하에서 고효율
유연성	간헐적, 자가 발전	계통연계, 독립형 또는 병렬형, 원격 또는 현장 제어 가능
환경친화적	소음과 공해 저감	저소음, 저/무공해

I. 수소와 연료전지

분산발전기로서의 역할

에너지 저장 및 발전 시스템으로서의 역할



I.수소와 연료전지

연료전지 산업 특성 및 현황

산업 특성	◆ 시스템 제조기업을 정점으로 다수의 부품과 소재 생산기업들이 참여하는 융·복합형 산업으로, 자동차산업과 유사하게 향후 수출 증대와 고용창출 효과가 크게 기대됨 * 기술 집적도가 매우 높아 초기 투자비와 기술개발에 많은 노력과 자금이 필요하며, 소수의 국가간 세계적인 산업화 주도권 확보 경쟁 치열 ◆ 연료전지산업은 미래시장 선점 잠재력이 큰 신성장 동력산업 * 세계시장 2020년 22조원, 2025년 66조원 규모 추정
산업 현황	◆ 건물/주택용과 수송용연료전지는 상용화에 근접하고 있으며, 시범보급사업 으로 최근 비약적인 성장 추세를 보이고 있음 ◆ 발전용 연료전지는 FCE社로부터 기술이전을 받은 대기업이 발전차액과 RPS 제도를 활용하여 세계 최대 규모로 국내 보급 중 ◆ 건물용, 수송용의 일부 부품은 국산화가 이루어져 있으나, 스택의 핵심 부품·소재는 대부분 수입에 의존하고 있는 실정

II. 기술 현황

연료전지 시스템의 세계시장은 2010년까지 누적 75,000대 이상의 연료전지가 보급되었으며, 2010년 발전용 (주택·건물용 포함), 휴대용 및 수송용 연료전지시스템 등 약 30,000대가 보급되었음(2011, 후지경제)

구분	국외 주요 현황
건물용 연료전지	- 일본은 가정용 연료전지 21,000대 보급과 더불어 상용화를 위한 가격저감과 수명향상 연구에 집중 . 로드맵을 통해 성능 수명, 가격 저감 원천기술개발과 함께 실용화 기술개발, 상용화를 위한 보급사업, 표준화 사업을 진행 중임, 30년까지 누적 250만대 보급 목표 설정 - EU는 가정용 연료전지 2012년 양산과 2015년 20만대/년 판매를 목표로 FCH JU를 통해 RD&D 수행중 . 2008~2013년까지 기술개발에 450M 유로 투자, 연료공급설비, 분산발전과 열병합, 조기 시장 개발 지원 등에 지원
발전용 MCFC	- FCE사 기술 주도: 300KW, 1.4MW, 2.8MW급 제품(유럽 CFC solution, 아시아 포스코에너지 기술제휴) . 2015년 이후 \$2,000/kW(약 \$3,500/kW, 2010년) MCFC 발전 시스템 목표
건물/발전용 SOFC	- 차세대 건물/발전용으로 개발중, 미국·일본을 중심으로 원천기술/시스템 연구 확대 . 미국 SECA 프로그램: 2012년 시스템 가격 \$400/kW 목표 . 일본 신에너지재단(NEDO) 가정용 SOFC 시스템(10kW 이하, 2010년까지 누적 100여대) 실증연구 수행

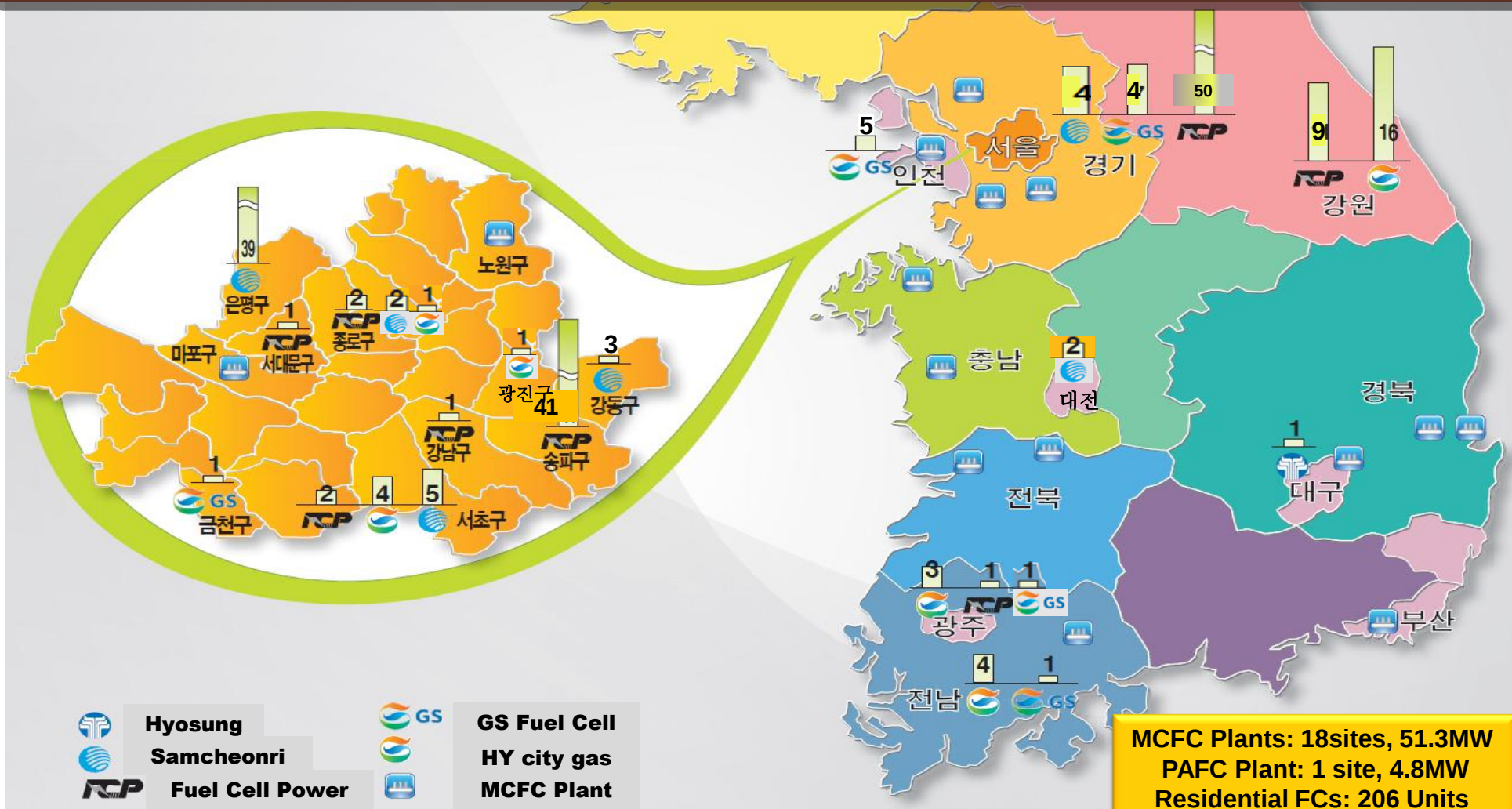
II. 기술 현황

구분	국내 주요 현황
주택/건물용 연료전지	건물용 연료전지는 상용화 단계이며 가격저감과 내구성 향상을 위한 연구 개발 집중 - 퓨엘셀파워 등에서 시스템을 제작하고 있으며 부품개발사업과 시범보급 사업을 통해 Supply Chain 구축중 (시스템 기술 세계 5위 수준) . 가격 저감을 위한 부품공용화와 핵심 부품 소재 양산 기술과 내구성 향상 기술 개발 -가정용 연료전지 모니터링 사업' 으로 총 210기 설치되었으며, 2010년부터 그린홈 보급사업 등을 통해 매년 200기 정도 시범 보급되고 있음
수송용 연료전지	- 대규모 실증사업과 더불어 저가 시스템 개발 및 부품 소재 개발 사업 진행 . 현대자동차는 다임러, 혼다, 토요타에 이어 4위로 FCV 기술을 인정받고 있음. - 수소연료전지자동차 1단계 모니터링사업('06~' 10) . 승용30대, 버스4대 제작, 운행 / 충전소 5기 설치 - 2단계 실증사업으로 서울과 울산을 중심으로 FCV 100대 운행중('09~ '12) - 조기 상용화 및 보급을 목표로 '12년부터 FCV 1,000대/년 생산하여 '15년에는 10,000대/년 생산 계획
발전용 MCFC	-두산중공업은 2007년부터 300kW급, 2008년부터 MW급 MCFC 시스템 개발 중 - 포스코에너지에서 선박용 연료전지와 백업전원용 연료전지 개발 중 - 포스코파워에서 미국 FCE社와 기술제휴로 발전설비 준공 및 시스템 제작 공급(발전용 세계 4위 수준) . BOP 및 스택제조공장 건립, 포항 영일만항 배후산업단지 - 2012년 RPS 시행(현 FIT로 16site, 약 50MW 설치, 2011년 말)



II. 기술 현황

건물/발전 용 연료전지 설치 현황(2011.6월 기준)



II. 기술 현황

신재생에너지 연계 현황

아이슬란드
ECTOS Project

노르웨이 Grimstad
에너지공원

하와이 파워파크

밴쿠버 수소 하이웨이
토론토 H₂ village

DTE 파워파크

노르웨이 Utsira섬
풍력-수소 시범단지

베이징 파워파크

일본 수소 실증사업

Arizona 파워파크

독일 뮌헨 공항
수소 실증 프로젝트



전세계적으로 10여 개국 20여 개의 관련 사업이 진행 중

III. 기술 개요

어디에 쓰이는 것일까요? 다양한 용도

연료 다양화

메탄
(천연가스
바이오가스)

프로판

메탄올

석유
(가솔린, 납사, 디젤등)

메탄
(천연가스
바이오가스)

재생에너지원
(바이오매스, 풍력
태양광)

원자력

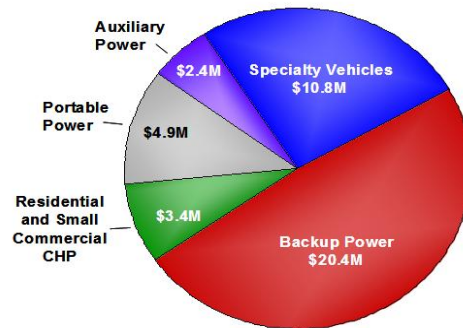
석유
(가솔린, 납사, 디젤)

석탄
(탄소 포집 포함)

수소

연료전지

고분자전해질연료전지
용융탄산염연료전지
고체산화물연료전지
인산형연료전지
알카리형연료전지
직접메탄올연료전지



적용 다양화

건물/발전용



수송용

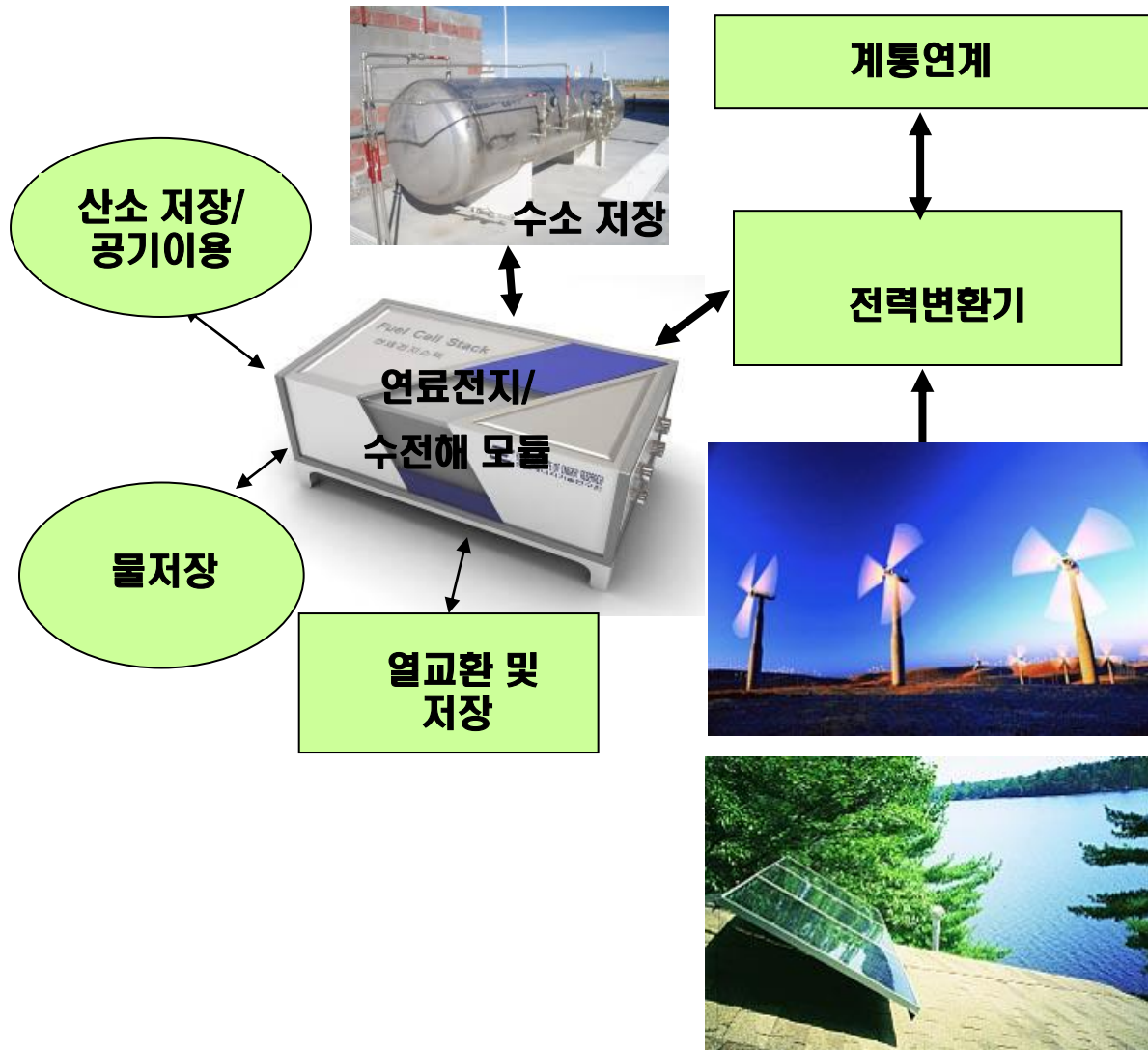


고부가가치, 틈새시장



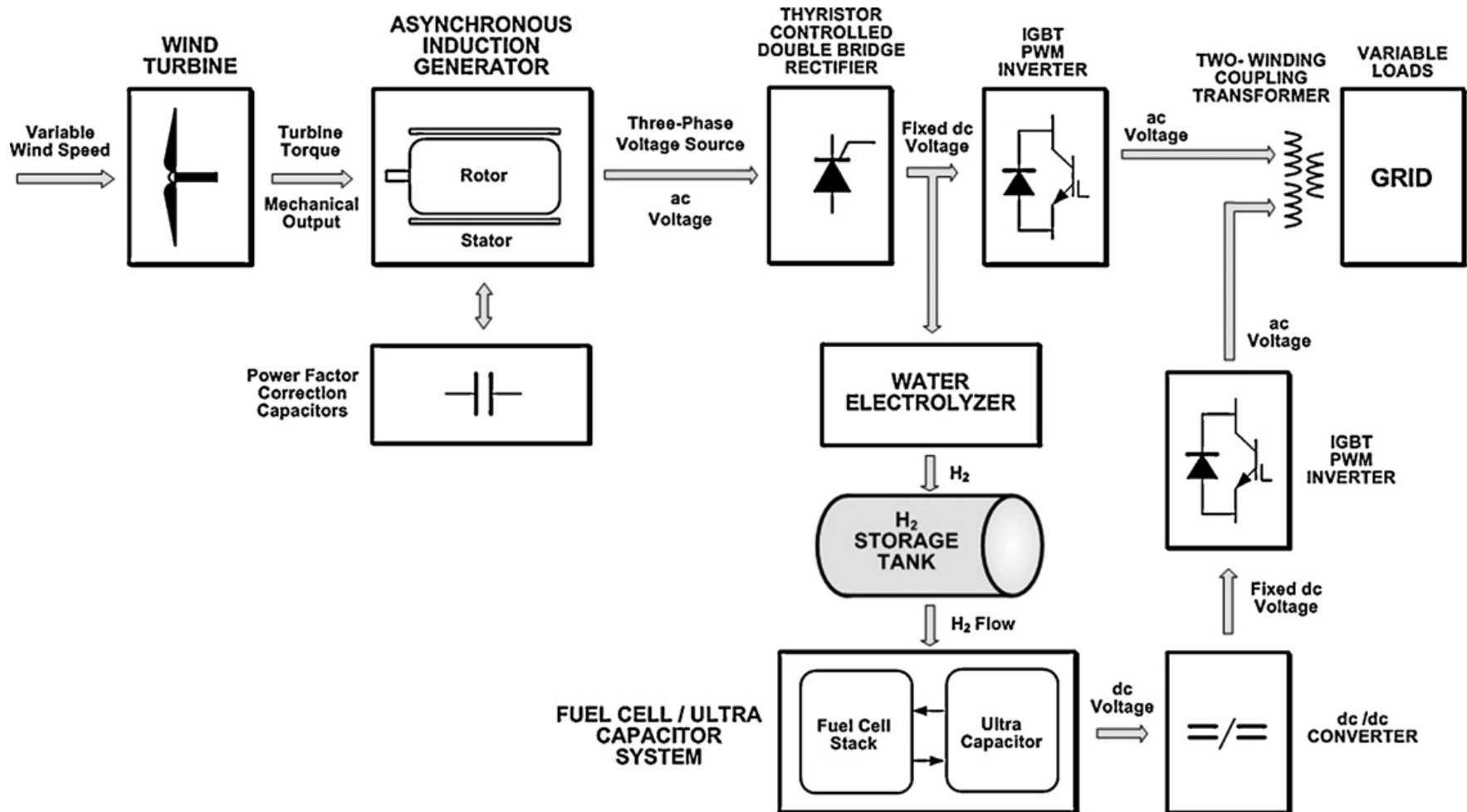
III. 기술 개요

신재생에너지원과 어떻게 연계 될 것인가?



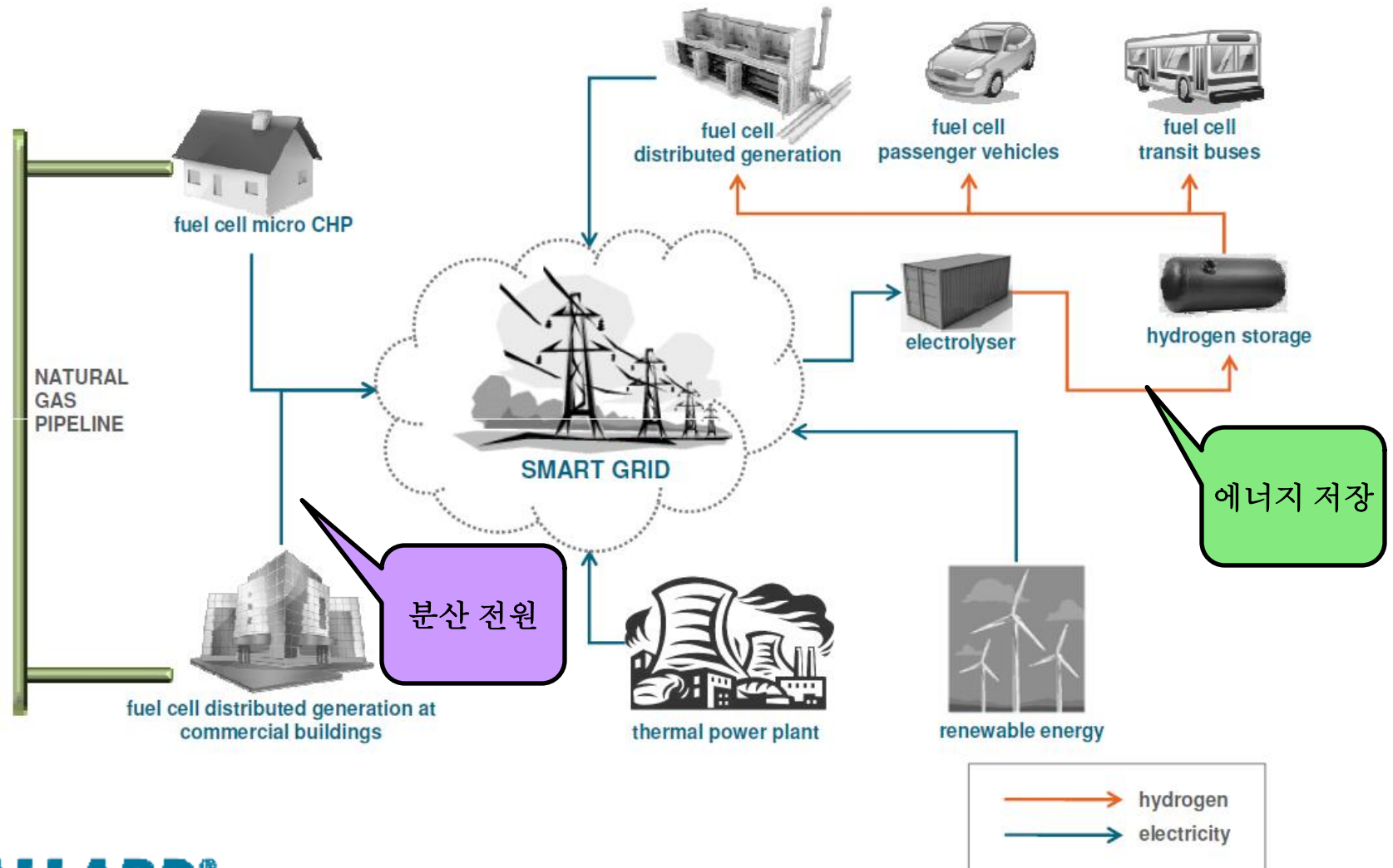
III. 기술 개요

신재생에너지원과 어떻게 연계 될 것인가?



III. 기술 개요

스마트 그리드에서 연료전지 역할?



III.기술 개요

전원으로서의 역할 ?

	탄소 중립성	기술수준				
			간헐성	첨두부하	부하추종	기저부하
연료전지	√	Emerging/ Commercial		√	√	√
태양광	√	Commercial/ Evolving	√			
태양열	√	Emerging	√		√	
바이오매스	√	Mature			√	√
풍력	√	Mature	√			
지열	√	Commercial/ Evolving				√
가스(Peaking)		Mature		√		
IGCC		Emerging				√
원자력	√	Mature/ Emerging				√
석탄		Mature				√
가스병합발전		Mature			√	√

III.기술 개요

에너지 저장설비로서의 역할?

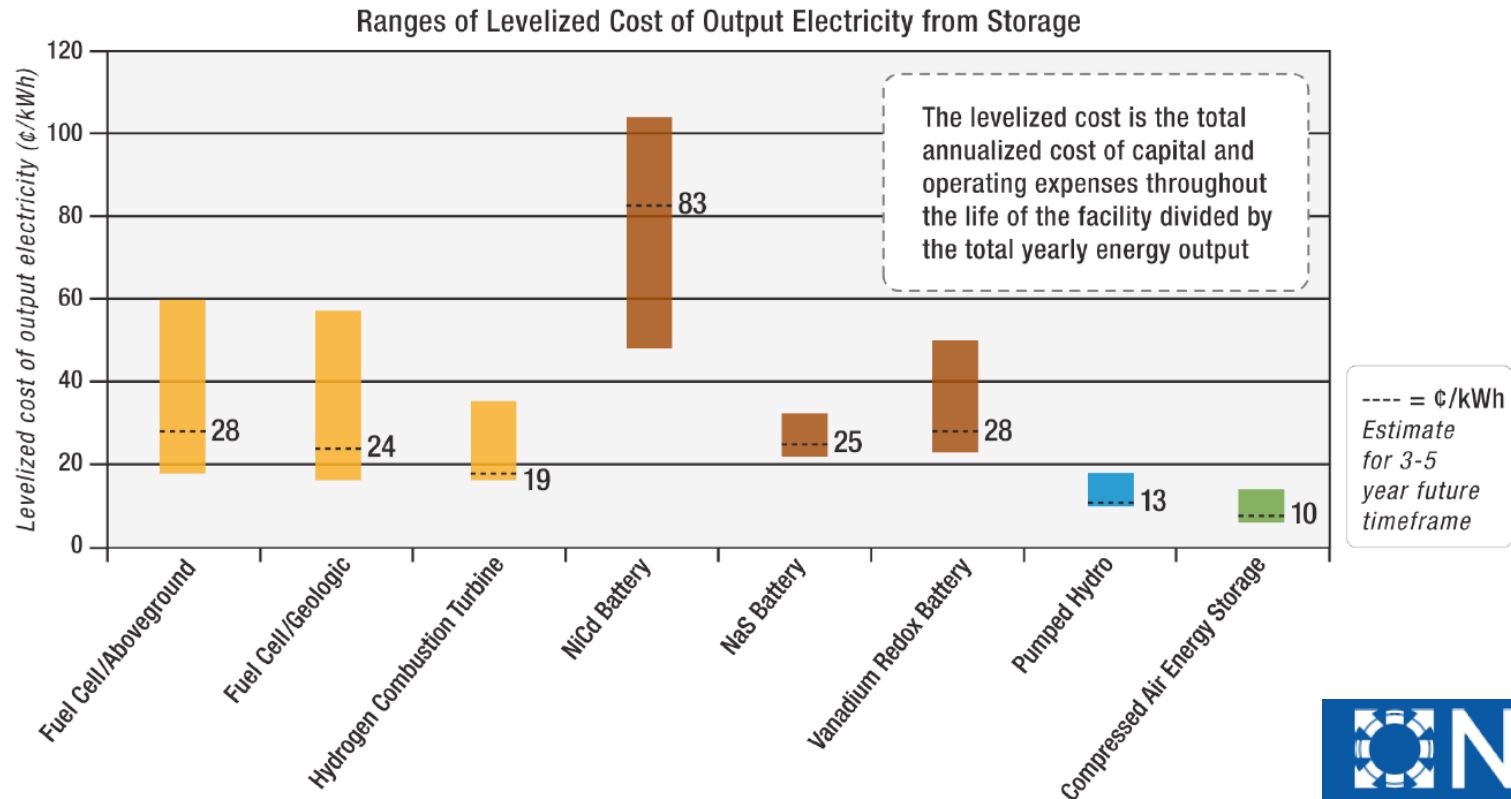
Technology	Power Quality	Remote/UPS/ Distributed Utility	Transmission & Distribution	Spinning Reserve/Load management	Load Levelling
Hydrogen-Fueled Electric Generator with Storage	√	√	√	√	√
Batteries	√	√	√	√	√
Compressed Air Energy Storage(CAES)		√	√	√	√
Pumped Hydro			√	√	√
Flywheels	√	√			
Superconducting Magnetic Energy Storage(SMES)	√	√	√	√	√
Super Capacitor	√				

III. 기술 개요

에너지 저장설비로서의 역할?

정격 저장 용량: 300MWh(50MW, 6 hours)

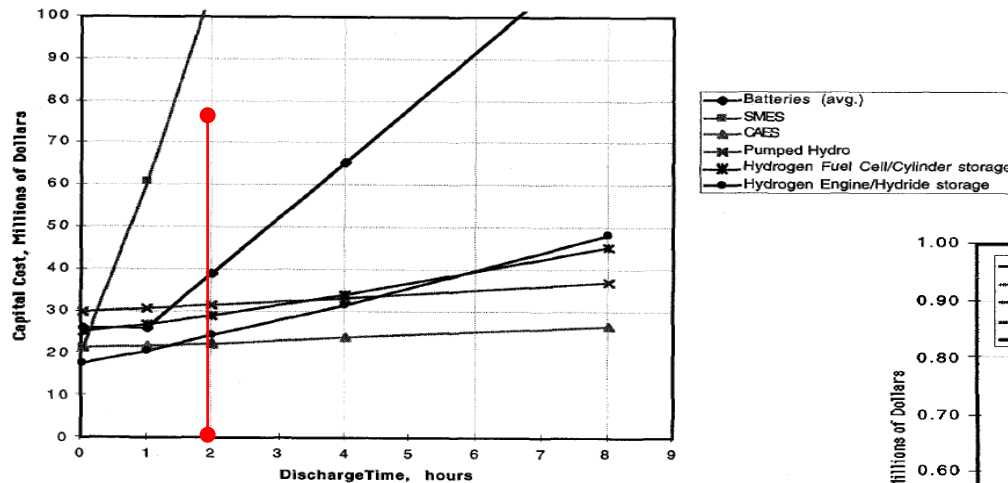
- 오후 1시부터 7시까지 전기 발생
- 나머지 시간 충전(평일 18시간 주말 24시간)



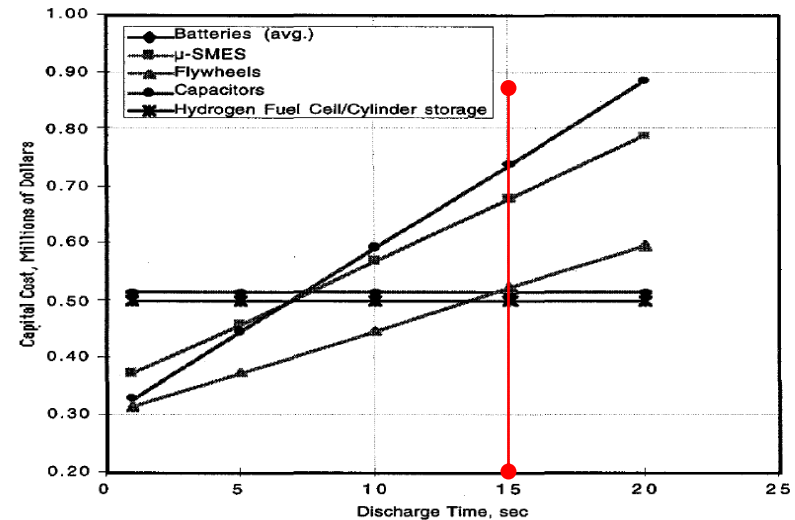
III. 기술 개요

에너지 저장설비로서의 역할?

- 1) power quality: short discharge at 1 MW power level,
- 2) distributed generation scheduled dispatch of up to 1 hr/day at 1 MW power level,
- 3) load management: hours of discharge at 50 MW.



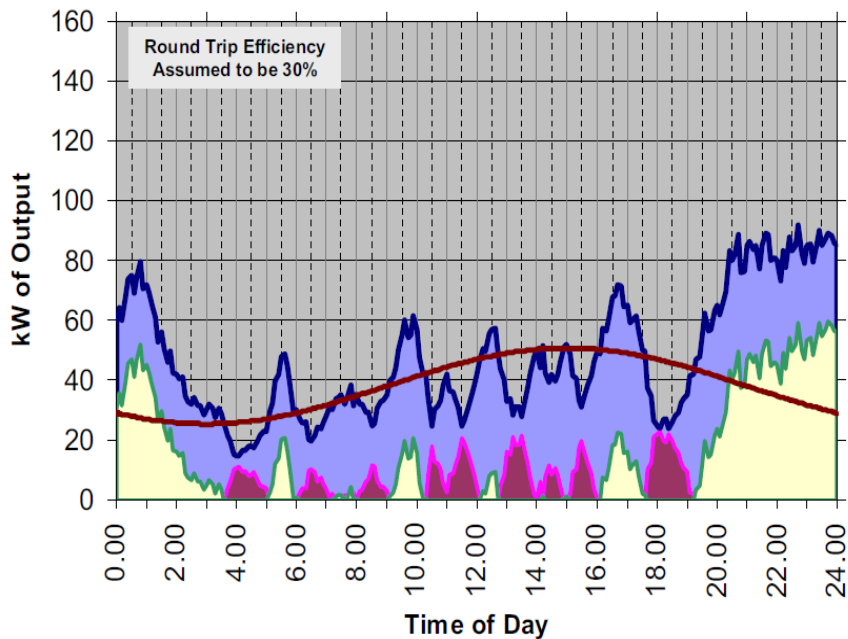
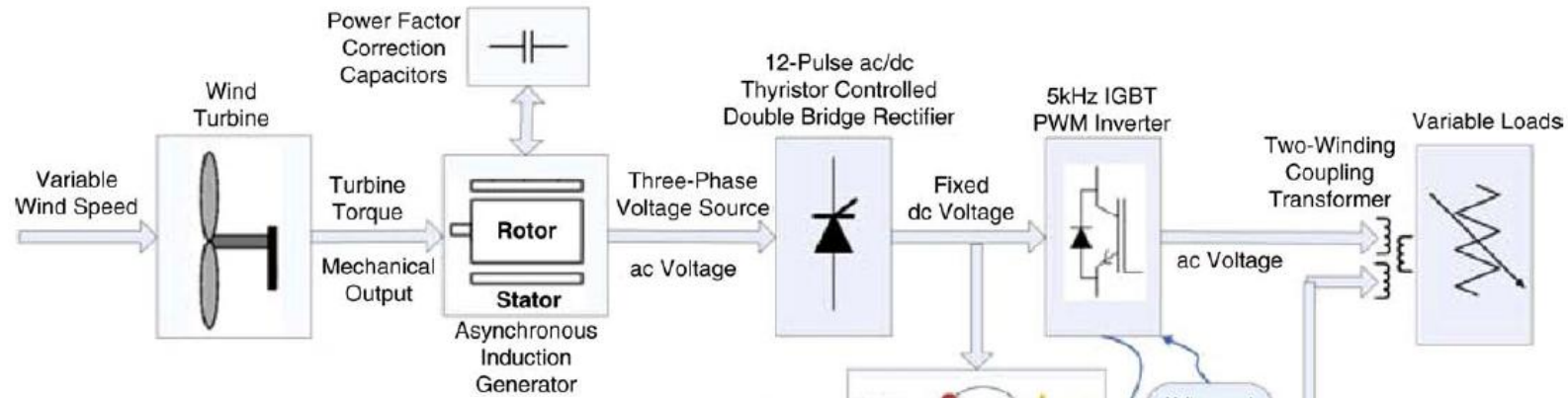
Load Management Technologies
(50 MW)



Power Quality Systems (1 MW)

III. 기술 개요

어떻게 연계 될 것인가? 풍력+연료전지



■ Wind Power
 ■ Peaker Power from Stored H_2^*
 ■ Power to Electrolyzer
 — Net Power to Grid **

* Stored Hydrogen is 100% from Electrolyzer

** Net Grid Power = Wind Power plus Peaker Power less Power to Electrolyzer

Average Wind Output 38 kw

III. 기술 개요

어떻게 연계 될 것인가? 풍력+연료전지

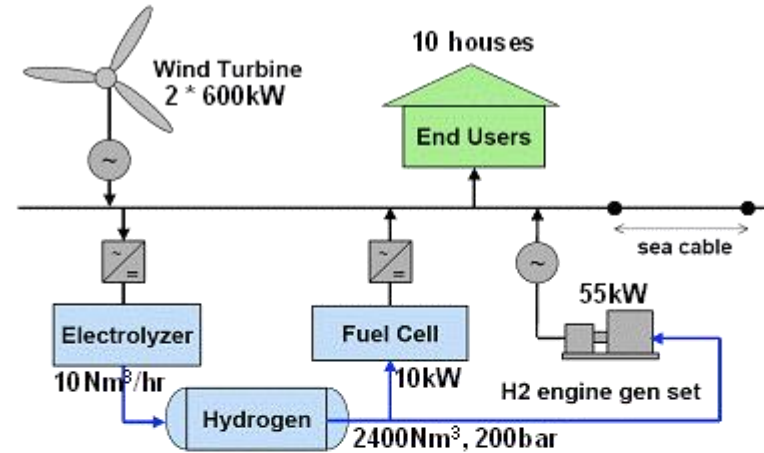
노르웨이 풍력-수소 실증 단지 (Utsira)

사업 목표

- 풍력-수소 에너지 시스템의 설치와 운영
- 기술 평가를 통한 가격 절감과 상업화 가속
- 대중 홍보 및 교육으로 사회적 수용성 향상

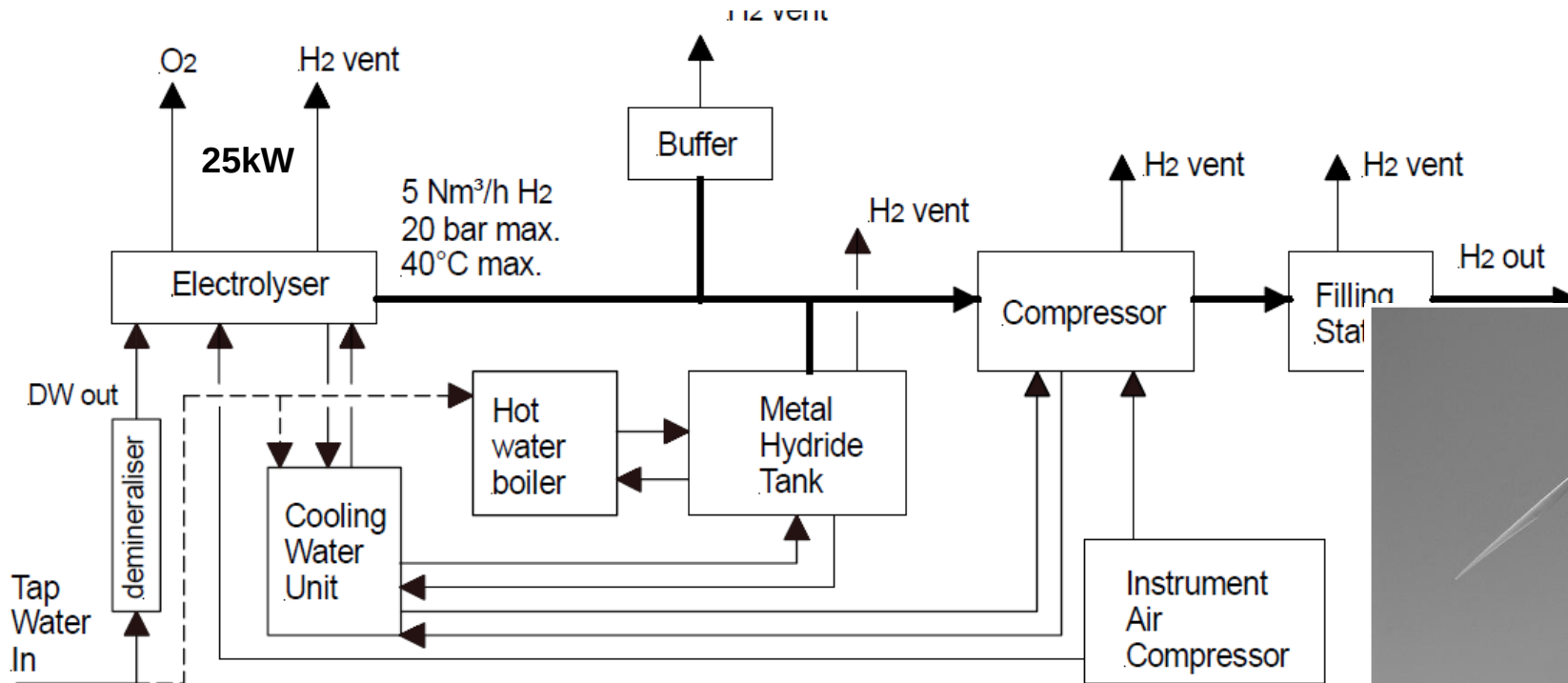
개발내용

- 노르웨이는 인구 밀도가 2.8%로 매우 낮음
- 분산 발전 시스템 필요
- 연안과 섬에서 우수한 풍력 에너지원 확보
- 풍력 발전과 수소를 이용한 에너지 저장 및 이용 시스템 선정
- Utsira 섬에서의 실제 가구 대상 실증
(220가구 중 10가구 대상, 계통과 연결)
- 실증 결과를 바탕으로 유럽 시장을 겨냥한 분산 발전 시스템의 경제성 평가 시작



III. 기술 개요

어떻게 연계 될 것인가? 풍력+연료전지



Wind Park of CRES in Athens

500kW gearless, synchronous ,
multiple Enercon E40 wind turbine



IV. 발전 방안

국내 연료전지 Supply Chain 현황

Supply Chain			3차품목	2차품목			1차품목
			소택요소 [소재/부품]	스택	EBOP	MBOP	시스템
고분자 전해질	국산화율[%]		50	65	95	92	90
	국내기술수준[%]		75	80	90	93	90
	주요 기업	해외	고어, JM, 3M,니신보, SGL,Toray	발라드파워, 도시바, 파나소닉	SMA, 산넥스	이와키, 마이크로 펌프, KNF	파나소닉, 도시바,
		국내	삼성SDI, 한국타이어, 협진, 오텍, 동진세미켵	GS칼텍스, 퓨어셀 파워, 현대자동차	플라스포, 지필로스, 다쓰테크, 효성	디에치엠, 경동에버런, 세종공업,	GS칼텍스, 퓨어셀파워, , 현대자동차

용융탄산염	국산화율[%]		25	40	100	75	65
	국내기술수준[%]		70	75	100	90	85
	주요 기업	해외	FCE, CFC, Ansaldo, IHI	FCE, Ansaldo, MTU	FCE, Ansaldo, MTU	FCE, Ansaldo, MTU	FCE
		국내	포스코에너지, 두산중공업, 대정화금, 단단,진영정기	포스코에너지, 두산중공업	포스코에너지, , 두산중공업, 효성	포스코에너지, 두산중공업	포스코에너지, 두산중공업

IV. 발전 방안

국내 R&D 사업 분석

구분	주요 이슈 내용
핵심 부품/소재 등 supply Chain 미흡	◆ 시스템 분야를 제외하면 부품소재 산업 구조 형성 미흡 - 건물용 수송용의 부품은 국산화가 이루어지고 있으나 스택의 핵심부품 소재는 대부분 수입에 의존하고 있는 실정 - 지금까지 연료전지는 최근 5년간 전체예산의 약 60%를 시스템 개발에 지원
기술개발에서 보급까지 전주기 지원 체계 확립	◆ 연료전지 분야별 Technology Readiness Level 에 따른 기획 및 관리 체계 미흡 ◆ 개발 → 상용화 → 실증 → 시범보급 연계 및 feed-back 체계 미흡 - 실증 및 모니터링 사업을 통해 산업화에 장애가 되는 수명 및 가격 등 문제 도출 - 시범운전 결과를 Feedback 하여 연구개발을 통한 상용화 기술 개발 체계 미흡 - 성능평가, 인증, 수소 연료전지 실증단지 등과 연계한 R&D 지원 체계 미흡
상용화를 위한 원천 및 기반 기술	◆ 상용화를 위한 핵심 기술인 내구성 향상 관련 부품 열화기구, 촉매저감연구 등 장기적 원천·핵심 기술 개발 미흡 - 원천 기술에 중장기적 지원체계 확립 필요 ◆ 연료전지 보급확대를 위한 수소충전설비와 표준과 안전성관련 기술 개발 미흡
개발 모델 다각화	◆ 초기 니치마켓을 위한 시스템의 실증사업과 플랜트 연계 등 고부가가치 대형 상용화과제에 대한 지원 미비 ◆ 바이오가스 이용 등 연료 다변화를 위한 수소 제조 분야 지원 미흡
R&D 사업의 효율화	◆ 신재생에너지, 부품기술개발, 광역선도권 사업과의 정합성을 유지를 위한 체계 미흡 - 동일한 프로그램에 의한 R&D 및 보급 사업 추진 체계 미흡 ◆ 범부처 사업, 민군 사업등을 통한 결과 공유 및 조기 시장 창출 노력 미흡

IV. 발전 방안

2020년 까지 세계 1위를 위한 R & D 전략

시 장	· 상용기술 확립: 고성능 저가 고내구 소재/부품 · 보급확대: RPS, 그린홈 보급 실행 등 보급확대 정책에 따른 저가 시스템 개발 · 경쟁력 확보: 경쟁제품 대비 시장 경쟁력 확보 및 새로운 고부가 틈새시장 시스템		
전략방향	핵심소재/부품 국산화 기술 개발 및 가격 경쟁력 확보	건물용/수송용 시스템으로 시장창출	다목적/ 다연료 연료전지
주요기술	전극, 전해질, 분리판, 밀봉재, Inverter, blower 등 국산화	저가 고신뢰성 시스템 양산기술에 의한 가격 저감	융복합 연계 기술, 연료 변환 및 대형 수소인프라 기술
시장진입	· 내수시장 강화와 함께 수출 주도형 산업으로 육성 · 플랜트 사업과 연계한 차별화된 고부가 제품 개발 · 저가. 고효율. 고내구 연료전지 개발을 통한 신규시장 선점		
쟁점사항	· 가격저감과 내구성 확보를 위한 기술경쟁 심화 · 부품소재 등 supply chain 구축/수소 인프라		

IV. 발전 방안

기술주도

핵심기술/부품소재

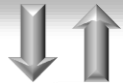
상용화

경제성/내구성

산업기반 확립

대규모 시범보급/
그린홈, RPS, 연계

기술
개발/
실증



상용화/
산업확립



시범 보급

녹색 성장동력산업으로 핵심 기술 집중 지원 : 기술 주도, 시장 선점

- Supply chain 완성을 위한 핵심 원천 기술과 BOP 등 부품 국산화 개발
- 고부가가치 시스템 독자 개발 및 최적 융복합 시스템에 의한 시장 선점
- 특허 및 기술 표준 선점

경제성 내구성 확보 : 수명 및 가격 문제 극복

- 연료전지 부품 국산화 및 공용화 개발을 통한 가격 저감
- 전해질 및 촉매의 내구성 향상 기술 및 촉매 저감과 저가 촉매 개발
- 소재/부품 양산기술 개발을 통한 가격 저감 기술 확보

기술 개발 및 보급의 연계성 강화 : 상용화 기술 및 산업기반 확립

- 실증 평가 등을 통한 기술 신뢰성 확보 및 기술 표준화
- 모니터링 및 대규모 시범 보급 사업을 통한 초기 시장 창출
 - * 그린홈 연계 부품 및 시스템 상용화
- 니치 마켓, 고부가 가치 기술 개발 : 연료전지 지게차, UPS
- 신재생에너지 실증 복합 단지 구축

국산제품 보급·시장 확대와 수출 산업화 촉진

- 국산화율 100% 달성 ◦ 기술수준 95% 이상 달성 ◦ 세계시장 20%이상 점유

감사합니다

