

충남 에너지 정책 세미나

2016. 10. 13 ~ 10. 14

일 시 : 2016년 10월 13일(목) 13:00 ~ 10월 14일(금) 12:30

장 소 : 충남연구원 4층 대강당 / 1층 회의실

공동 주최 : 충남연구원, 충청남도(에너지산업과), 충남 기후에너지전략특별위원회

주 관 : 충남연구원

충남 에너지 정책 세미나

1. 개최 목적

- 미래 에너지믹스에서 핵심적인 역할을 담당하게 될 재생에너지원의 기술적 잠재량을 예측하기 위해 국내외 재생에너지 산업 및 시장 현황과 전망 논의하고, 지속가능한 에너지 체제로의 전환에 필요한 비용과 전환이 가져다 줄 산업, 경제적 파급 효과를 예측하고, 에너지비전 수립의 타당성 논리 확보
- 에너지 전환과 에너지 분권을 지향하는 에너지 비전 수립에는 전환 실행에 필요한 제도 구축 및 거버넌스 구축이 필요하다는 점에서 에너지 전환을 위한 제도 개선 방안, 거버넌스의 필요성, 거버넌스 주요 행위자들의 역할 및 바람직한 거버넌스 모델에 관한 논의
- 충남 에너지 정책의 근간이 될 수 있는 충남 에너지비전 수립이 갖는 의미와 미래 비전 계획에 담겨야 하는 내용에 대한 논의

2. 세미나 개요

- 주 제 : 충남 에너지비전 수립을 위한 에너지정책 세미나
- 일 시 : 2016년 10월 13일(목) 13:30 ~ 10월 14일(금) 12:30
- 장 소 : 충남연구원 4층 대강당 / 1층 회의실
- 주최/주관 : 충남연구원, 충청남도 기후에너지전략특별위원회, 충청남도 에너지산업과
- 참석자 : 총 50명 내외(충남연구원, 충청남도 기후에너지전략특별위원회, 충청남도 관련 공무원, 전문가, 시민단체 등)
- 세션
 - 제1세션 : 충남 재생에너지와 에너지 전환
 - 제2세션 : 지역 에너지전환을 위한 거버넌스 구축
 - 제3세션 : 충남 에너지 비전 수립 절차와 방향

3. 진행 순서

■ 첫째 날 (10월 13일)

구분	시간	주요 내용	비고
등록	13:00~13:20		
개회	13:20~13:30	개회 및 참석자 소개	사회자
	13:30~13:40	인사말	강현수 충남연구원장 현영석 교수(한남대)
제1 세션 : 충남 재생에너지와 에너지 전환 (13:40~16:00)			
발표	13:40~14:10	일본의 지역형 신재생에너지 비즈니스 모델과 우리나라의 보급과제	이수철 교수(메이쥬대)
지정토론 및 종합토론	14:10~15:40	좌장 : 현영석 교수 (한남대)	
		수소에너지의 에너지전환 효과	이택홍 교수(호서대)
		풍력자원의 기술적용 가능성과 개선방안	김동혁 연구원(충남연)
		바이오매스 기술과 시장 실태 및 개선방안	이형우 교수(전남대)
		CCUS 시범플랜트 성과	김재식 차장(중부발전)
		지자체 재생에너지 정책의 의미와 범위	이성호 교수(전북대)
		재생에너지의 소득 분산효과와 지속가능성	김은경 대표(지우)
		사회적경제와 지역에너지 전환	박춘섭 센터장(충남연)
		농업·농촌과 지역에너지 전환	박경철 박사(충남연)
휴식	15:40~16:00		
제2 세션 : 지역 에너지전환을 위한 거버넌스 구축 (16:00~18:30)			
발표	16:00~16:30	에너지 비전 수립을 위한 거버넌스의 내용과 절차: 시민참여 지역에너지계획을 중심으로	이정필 연구부소장 (에너지기후정책연구소)
지정토론 및 종합토론	16:30~18:00	좌장 : 허재영 교수 (대전대)	
		시·군 지자체의 역할과 과제	김기선 과장(당진시청)
		발전 공기업의 역할과 과제	강동환 팀장(서부발전)
		사회적경제와 지역에너지 전환	박기남 국장(아산시 지속협)
		충남 에너지비전의 공론화 내용과 과정	이평주 처장(충남 지속협)
		환경운동과 지역 에너지전환	유종준 국장(당진환경연합)
폐회	18:00~18:30	토론 종합 및 폐회	

■ 둘째 날 (10월 14일)

구분	시간	주요 내용	비고
개회	10:00~10:10	개회 및 참석자 소개	사회자
제3 세션 : 충남 에너지 비전 수립 절차와 방향 (10:10~12:30)			
발표 1	10:10~10:30	충남 에너지 비전 수립 방안	김은경 대표(지우)
발표 2	10:30~10:50	지역에너지 전환을 위한 에너지 제도 개선	석광훈 교수(이화여대)
종합토론	10:50~12:30	좌장 : 박재목 교수 (충남대) 토론자: 충남 기후에너지특위 위원 전원	
폐회	12:30	폐회	사회자

제1 세션

충남 재생에너지와 에너지 전환

[발표]

일본의 지역형 신재생에너지 비즈니스 모델과
우리나라의 보급과제

이수철 교수(메이쵸대학교)

2016년10월13일
충남연구원

일본의 지역형 신재생에너지 비즈니스 모델과 우리나라의 보급과제

이수철

(메이조대학교 경제학부 교수)

slee@meijo-u.ac.jp

CONTENTS

1

신재생에너지의 사회적 가치

2

일본의 신재생에너지 보급 상황

3

일본의 FIT제도 시행의 성과

4

일본의 지역형 신재생에너지비즈니스 사례

5

우리나라의 지역형 신재생에너지 비즈니스확대
를 위한 과제

6

Appendix



신재생에너지의 사회적 가치

★ **지속가능한 저탄소사회**는 지구환경은 물론 생명의 안전과 경제 및 사회의 지속가능을 위해서 피할 수 없는 선택이며 이는 **현행 에너지시스템의 대규모적인 전환** 즉 **탈원자력**과 **탈 화석연료** 그리고 **재생가능 에너지의 대량보급**을 통해서 실현이 가능

★ 올해 11월4일 발효 예정인 파리협정은 전 지구차원에서 저탄소사회가 피할 수 없는 선택임을 확인
⇒예를들어 독일은 2030년부터 재생가능에너지 50% 이상, 가솔린 및 경유자동차 등록 금지를 추진중

★ 특히 재생가능에너지는 지역 고유의 환경자원을 활용한 에너지이므로 환경가치뿐(이산화탄소 배출 삭감 등)만 아니라 재생가능에너지 보급을 통한 **지역고용창출** 및 **지역 경제활성화(지역가치)**에 중점을 두고 보급을 추진할 필요가 있음

★ 신재생에너지의 사회적 가치

- **지구가치**: 기후변화 억제 (이산화탄소배출 억제)
⇒ 배출권, REC(Renewable Energy Credit)
CDM, J-크레딧, 그린전력증서 등으로 시장가치화
- **국가가치**: 에너지안전보장, 에너지이용의 지속가능성,
그린 테크놀로지, 신비즈니스 창출
⇒ 시장가치??
- **지역가치**: 지역고유의 환경자원의 유효이용, 지역경제 활성화
와 고용창출, 지역과소화의 방지, 지역의 가능성 창조
⇒ 시장가치?? * 서울시의 지역FIT 100원/kWh
- **세계평화가치**: 자원분쟁, 전쟁의 회피
⇒ 시장가치??

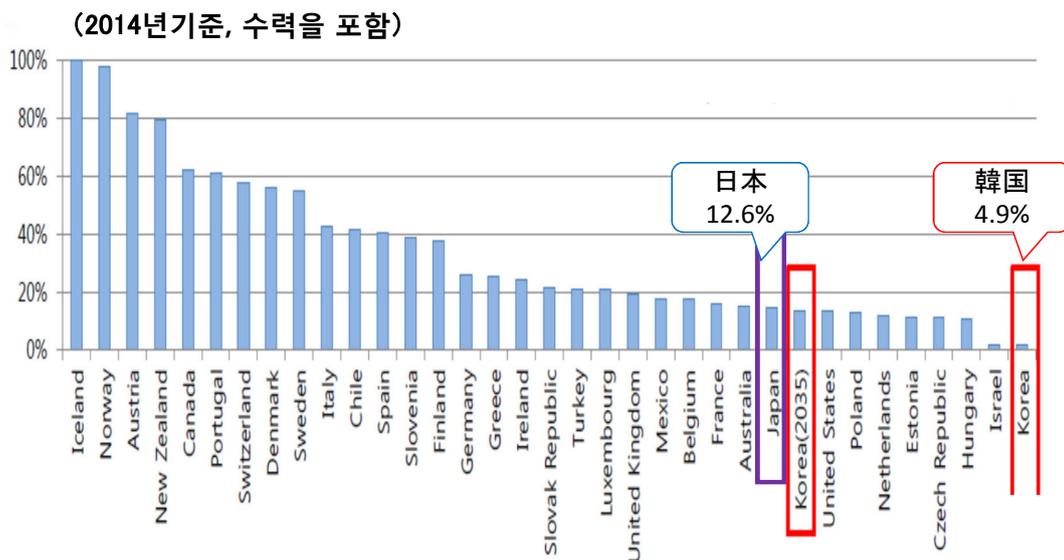


일본의 재생가능에너지 보급상황

★ 한국의 재생가능에너지 보급은 현재나 향후 계획에 있어서나 **세계적 수준에서 매우 뒤떨어진 상황임**

★ EU는 재생가능에너지지령(2007)과 기후변화 및 에너지정책강령(2015)을 통해 획기적인 재생가능에너지보급을 추진하고 있으며 최근에는 **일본, 미국**과 함께 **중국**에서도 보급확대에 박차를 가하고 있음

도표1 OECD국가의 총발전량에 차지하는 재생가능 에너지 비중



出所: IEA(2015) OECD Energy Balances

도표2 한일의 총발전량에 차지하는 재생가능에너지 비중추이 (수력을 제외)

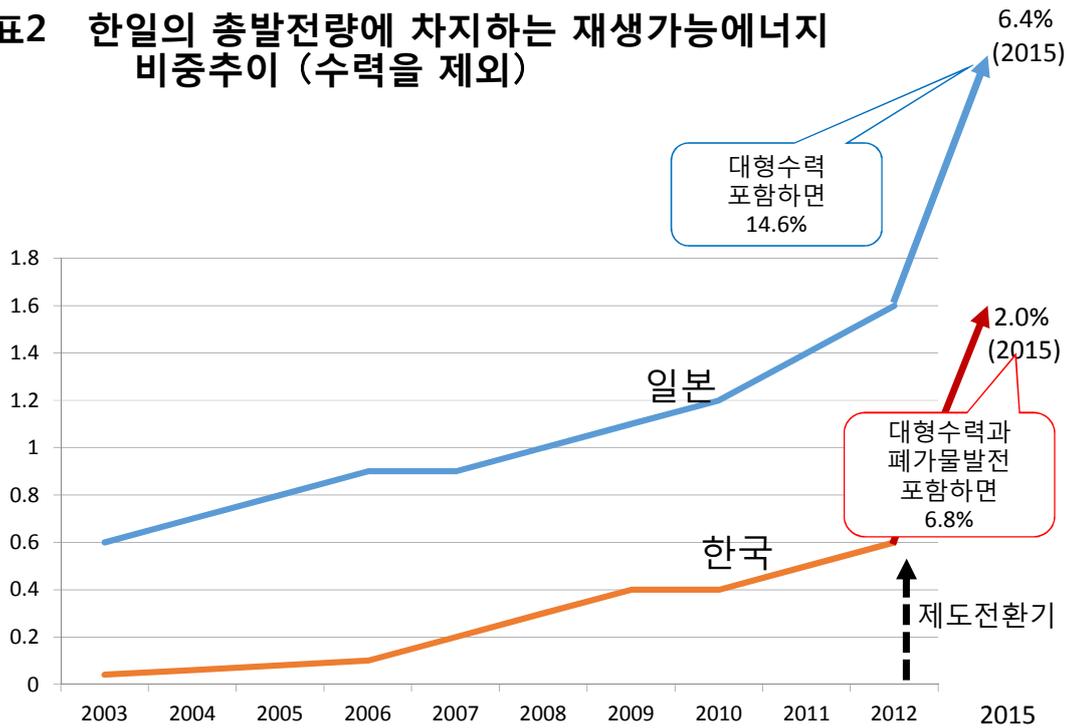


도표 3 일본의 2030년 1차에너지 공급 계획

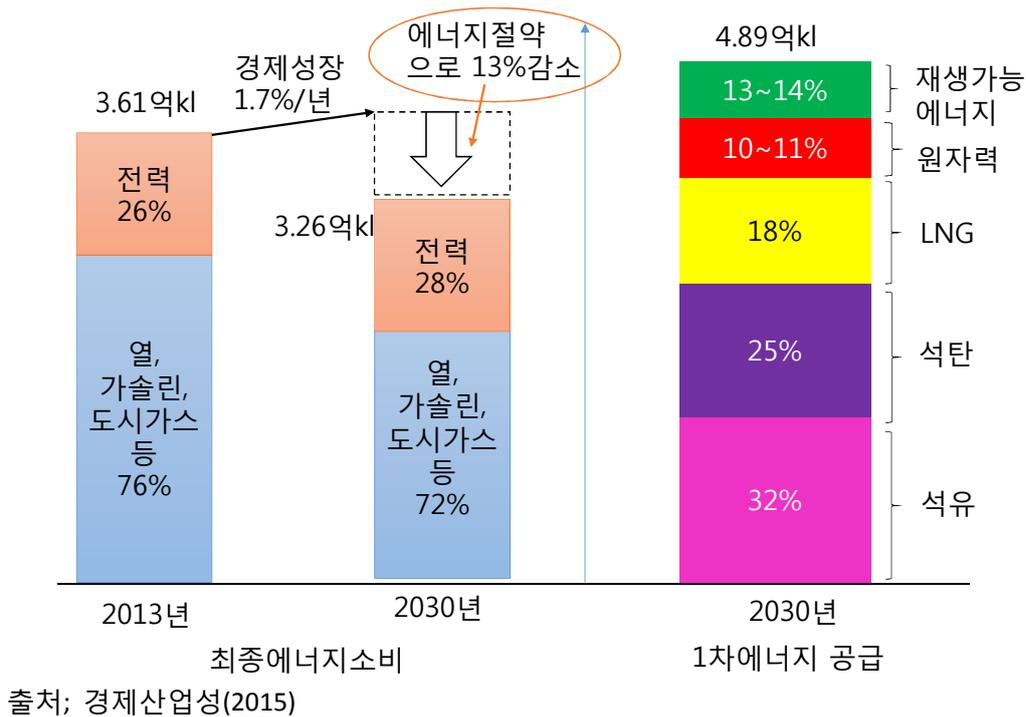


도표 4 2030년의 일본의 전원구성 계획

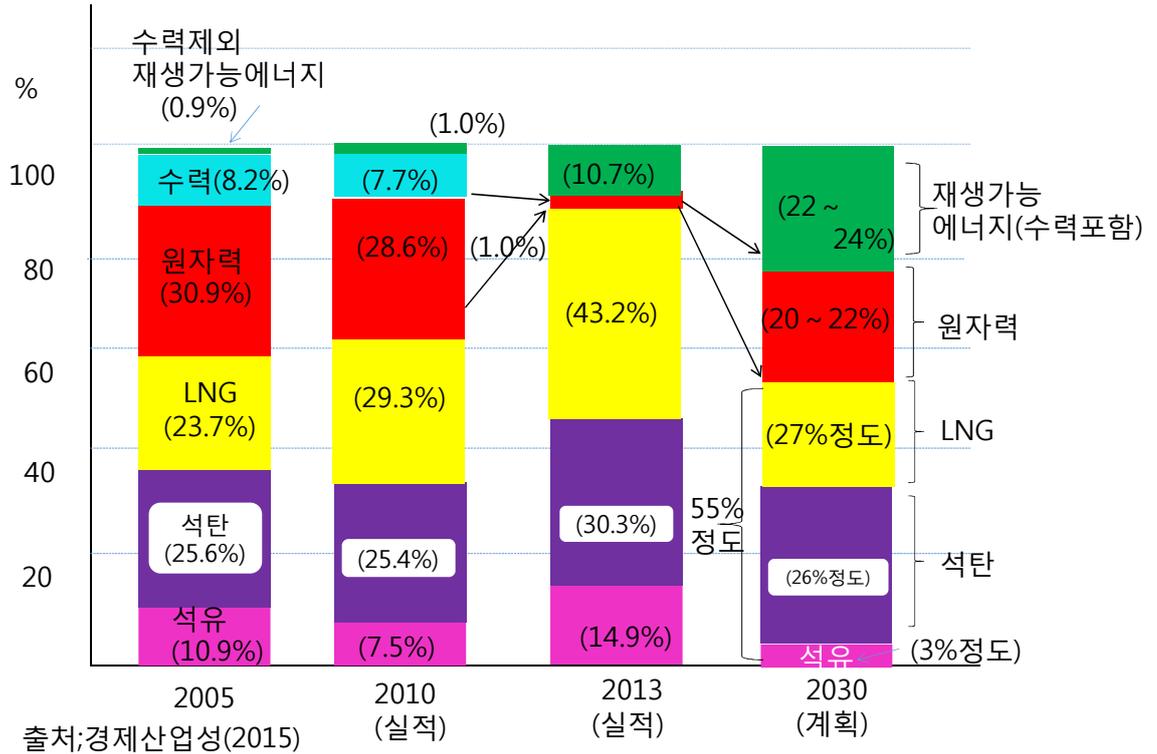


도표 5 일본의 2030년 전원구성계획 중 신재생에너지 전원 비중

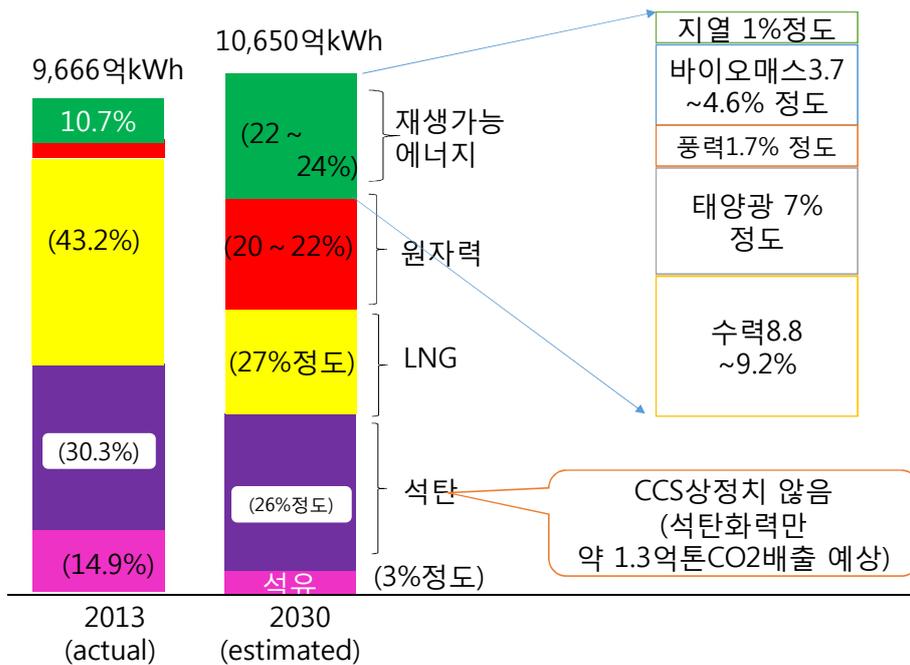


도표 6 우리나라의 2030년 1차에너지 공급 계획

- 상대적으로 열악한 신재생 보급여건에도 불구하고 에너지 안보·온실가스 감축 효과 등을 고려, '35년 보급목표를 11%로 설정

【 1차 에너지 기준 신재생에너지 보급 목표 (%) 】

연 도	2020년	2025년	2035년
비 중	5.2%	7.5%	11%

- 원별로는 폐기물·바이오의 비중이 감소하는 반면, 동 감소분을 태양광과 풍력이 대체할 것으로 전망

* '35년 원별비중: 폐기물(29.2%)→풍력(18.2%)→바이오(17.9%)→태양광(14.1%)

【 1차 에너지 기준 원별 보급 목표 (%) 】

에너지원	태양광	태양열	풍 력	지 열	폐기물	바이오	수 력	해 양
2020년	11.1	1.4	11.3	2.5	47.3	17.6	6.3	2.4
2025년	13.3	3.9	12.5	4.6	40.2	19.6	4.3	1.6
2035년	14.1	7.9	18.2	8.5	29.2	17.9	2.9	1.3

자료; 산업자원부, 국가에너지기본계획

도표 7 우리나라의 RPS목표

- Mandatory for power producers with installed capacity over 500MW (18 firms in 2016)

RPS Target (%)

year	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
target, 2012	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0		
target, 2015	2.0	2.5	3.0	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0

PV Target

(No extra PV target from 2016)

		2012	2013	2014	2015	2016
Target (GWh)	2012	276	591	907	1,235	1,577
	2013	276	723	1,156	1,577	1,577
	2014	276	723	1,353	1,971	
Corresponding New capacity (MW)	2012	220	230	240	250	260
	2013	220	330	330	320	
	2014	220	330	450	450	

자료: 산업자원부(2014) 제4차 신재생에너지 계획

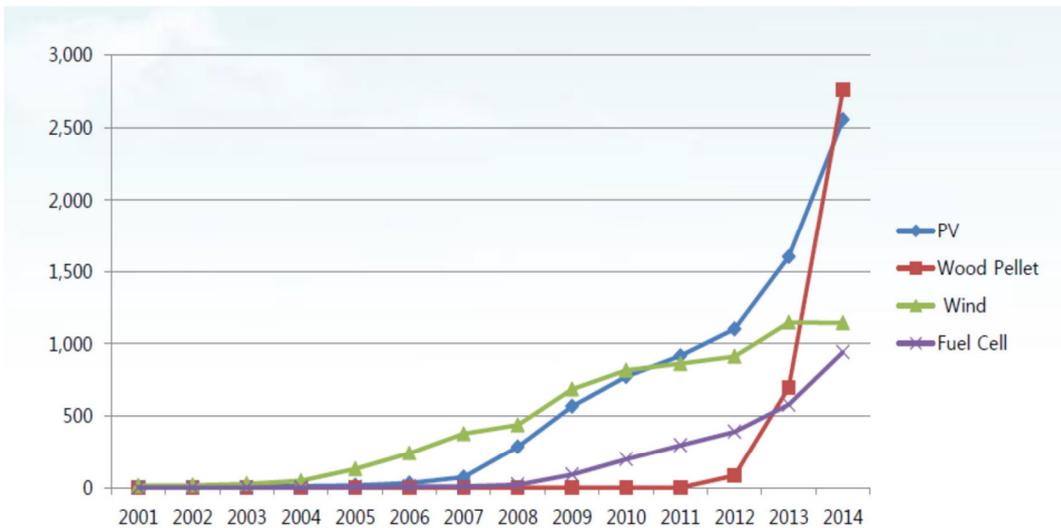
도표 8 재생가능에너지원별 목표

Category	2015		2020		2025		2035		Annual increase
	Installed Capacity	Share(%)							
PV	2,221	24.6	6,184	34.6	11,010	43.4	17,504	44.6	10.9
Wind	732	8.1	3,588	20.1	5,884	23.2	12,785	32.6	15.4
Bio	173	1.9	193	1.1	193	0.8	193	0.5	0.5
Hydro	1,759	19.5	1,779	10.0	1,804	7.1	1,854	4.7	0.3
Ocean	260	2.9	835	4.7	835	3.3	1,025	2.6	7.1
Waste	2,788	30.9	2,938	16.4	2,968	11.7	2,968	7.6	0.3
Fuel cell	781	8.7	1,450	8.1	1,788	7.0	2,034	5.2	4.9
Coal IGCC	300	3.3	900	5.0	900	3.5	900	2.3	5.6
Total	9,013		17,867		25,381		39,261		

- The 4th New and Renewable Energy Plan (2014)

도표 9 한국의 재생가능에너지 발전용량 추이

(單位: MW)



자료; 산업자원부

<참고 도표>

주요 선진국의 재생가능에너지 공급비중

EU : 2030년까지 45%
독일 : 2025년까지 40~45%
스페인 : 2020년까지 40%
포르투갈 : 2020년까지 60%
영국 : 2020년까지 30%
프랑스 : 2030년까지 40%
캘리포니아주 : 2030년까지 50%



일본의 FIT제도의
시행과 성과

일본의 신재생에너지 발전에 대한 주요 지원제도

① 신에너지에 대한 보조금

- “신에너지이용촉진법”(1997)
 - 신에너지이용 설비 보조금 지급

② RPS법(2003~2012)

- 일정규모 이상의 발전사에게 일정 비율의 신에너지 이용을 의무화

③ 재생가능에너지 고정가격매입제도(Feed in Tariff) (2012~)

- 2009년에 태양광발전에 대해 잉여전력 구입제도 실시
- 2012년 7월부터 태양광, 풍력, 중소수력, 지열, 바이오매스 등의 발전에 대해 일정가격으로 장기간 매입을 의무화

도표10
고정가격매입제도의 개요

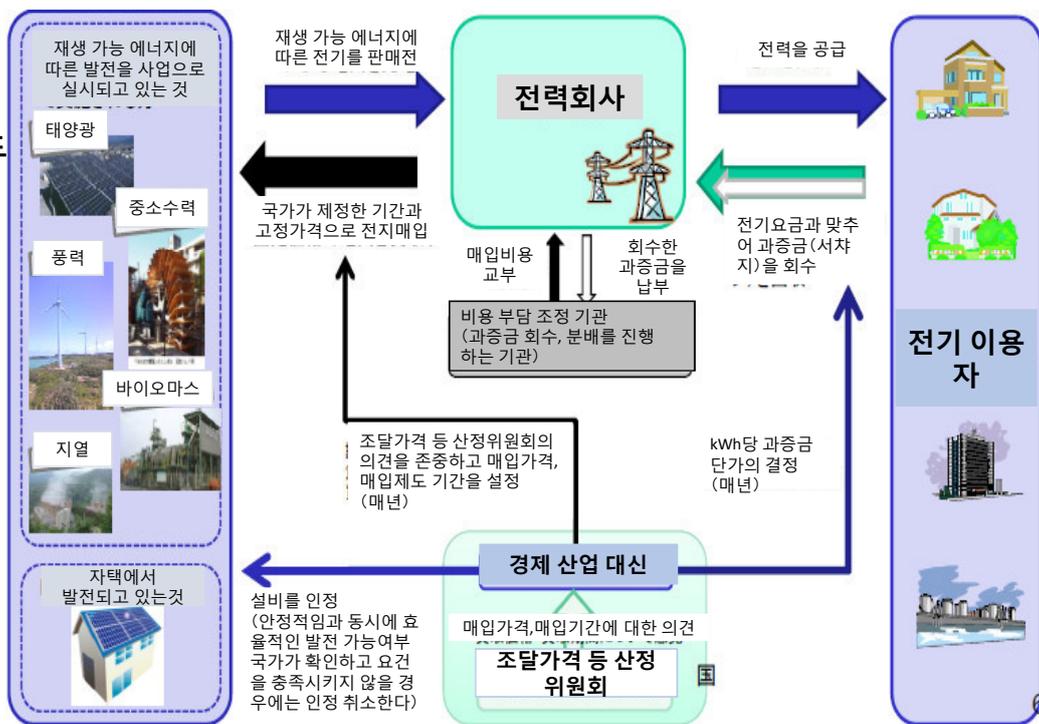
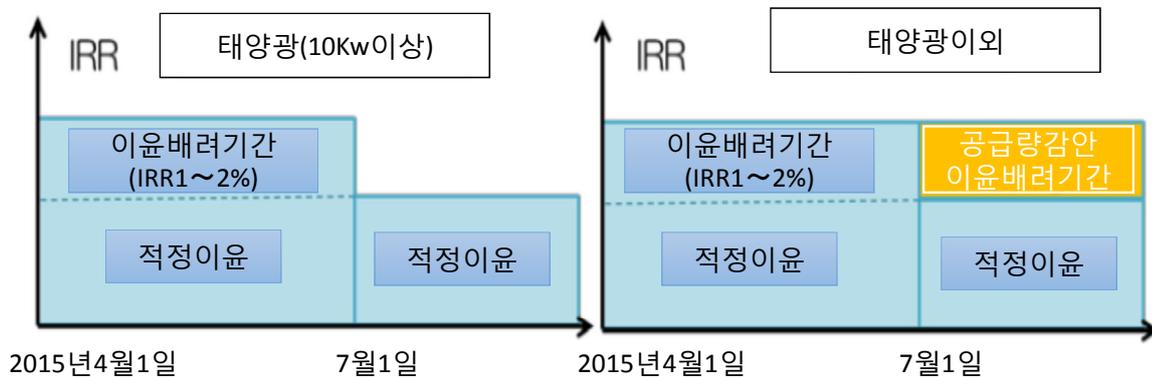


도표11 일본의 전원별 고정가격매입가격 추이

발전원 (매입기간 20년)	매입가격(엔/kWh)				비고
	2012	2013	2014	2016	
태양광 (10kW미만)	42	38	37	30	10kW미만은 10년간 고정매입
태양광 (10kW 이상)	40	36	32	24	
풍력 (20kW미만)	55	55	55	55	
풍력 (20kW 이상)	22	22	22	22	해상풍력은 2014년부터 36엔
소수력 (200kW 미만)	34	34	34	34	
소수력 (200-1,000kW)	29	29	29	29	
소수력 (1,000-30,000kW)	24	24	24	24	
지열(15,000kW미만)	40	40	40	40	
(15,000kW이상)	26	26	26	26	
바이오가스(메탄발효가스)	39	39	39	39	
바이오매스 (간벌재 등)	32-40	32-40	32-40	32-40	
바이오매스 (일반목재, 농업잔재) (건설폐기물)	24 13	24 13	24 13	24 13	
일반폐기물발전	17	17	17	17	

출처: 경제산업성(2015)

도표 12 태양광과 태양광이외의 FIT 가격의 산정 고려사항



(※)なお、10kW未満の太陽光発電については、平成25年度調達価格等に関する意見において、「大宗が住宅用であり、IRRを保証するという考え方はなじまない」等の考え方が、余剰電力買取制度から踏襲されており、調達価格の算定に当たって、IRRとして一般的なソーラーローンの金利である3.2%を採用してきているため、利潤配慮期間終了後も、同水準のIRRを維持することとなる。

출처; 경제산업성 조달가격산정위원회(2015)

도표13-1 태양발전의 규모별 설치용량
(MW:2012년7월~2016년2월)

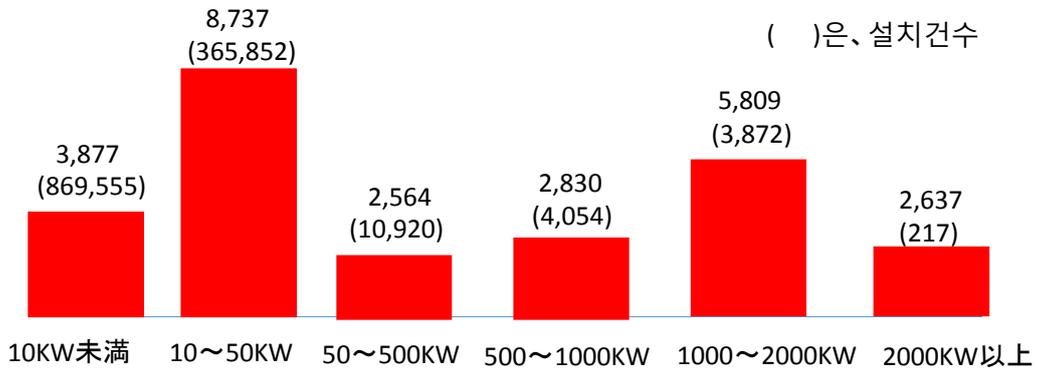


도표13-2 풍력발전의 규모별 설치 용량
(MW:2012년7월~2016년2월)

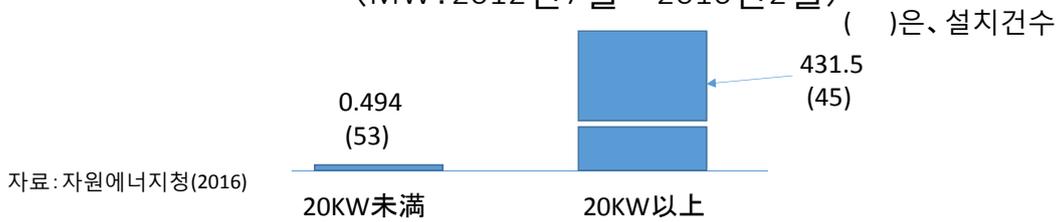


도표 14 신재생에너지 유형별 발전설비 도입추이

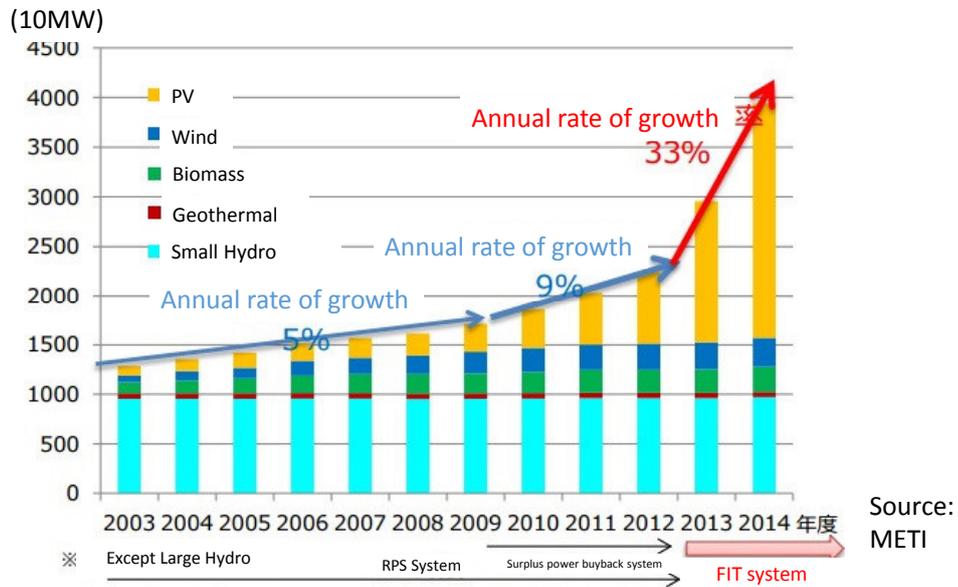


도표 15 일본의 발전코스트 예상

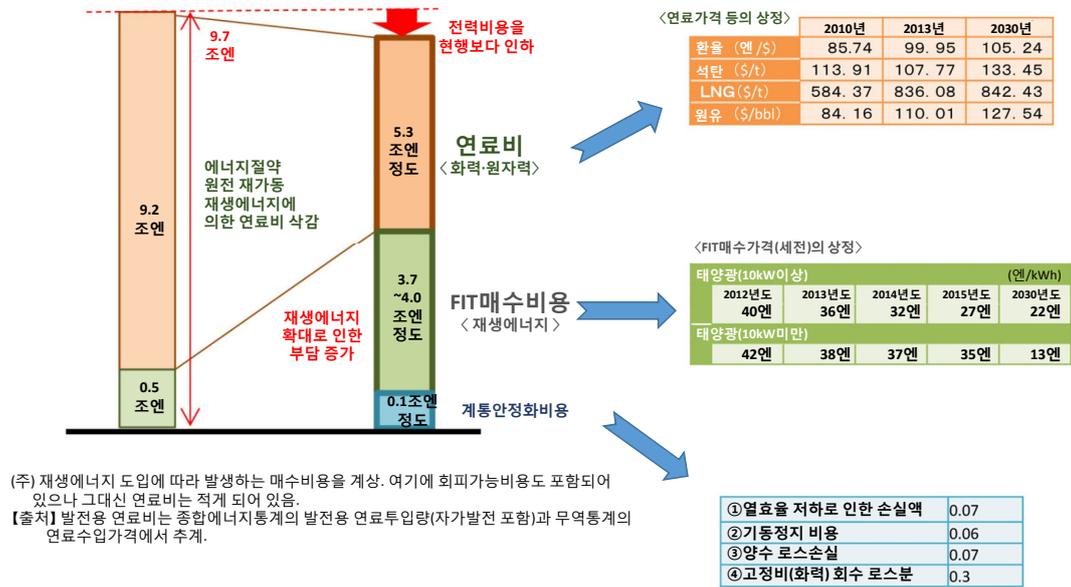
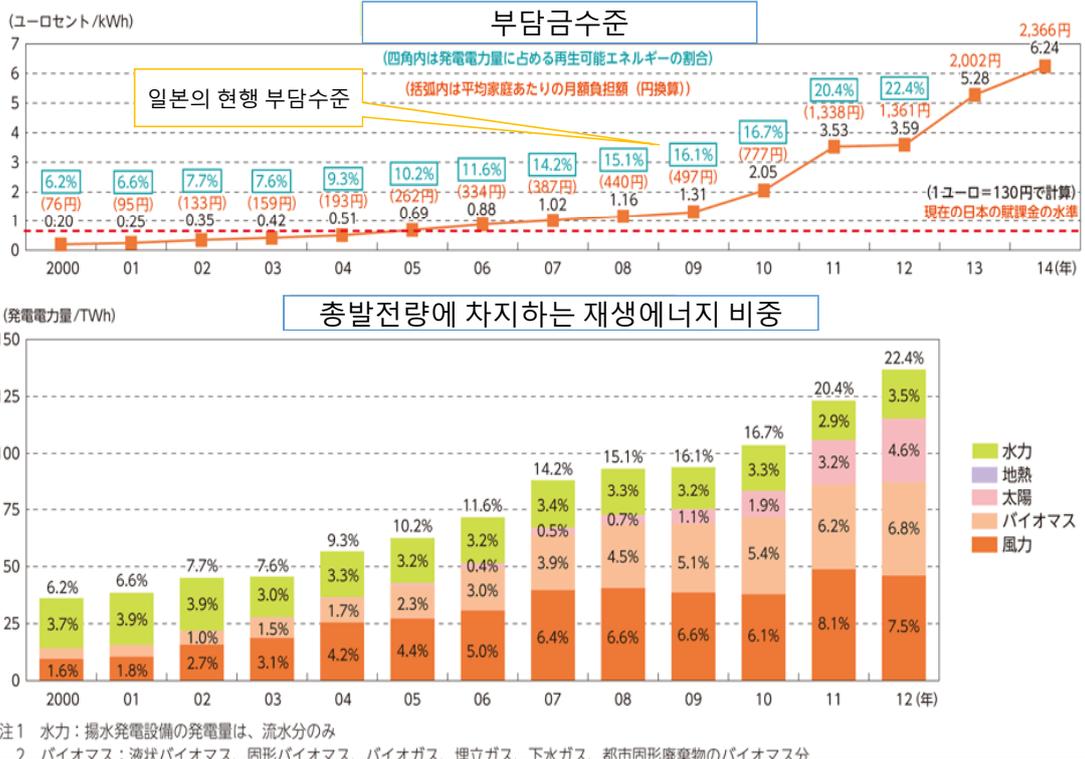


도표16 독일의 FIT매입제도의 부담수준과 재생가능에너지 비율추이



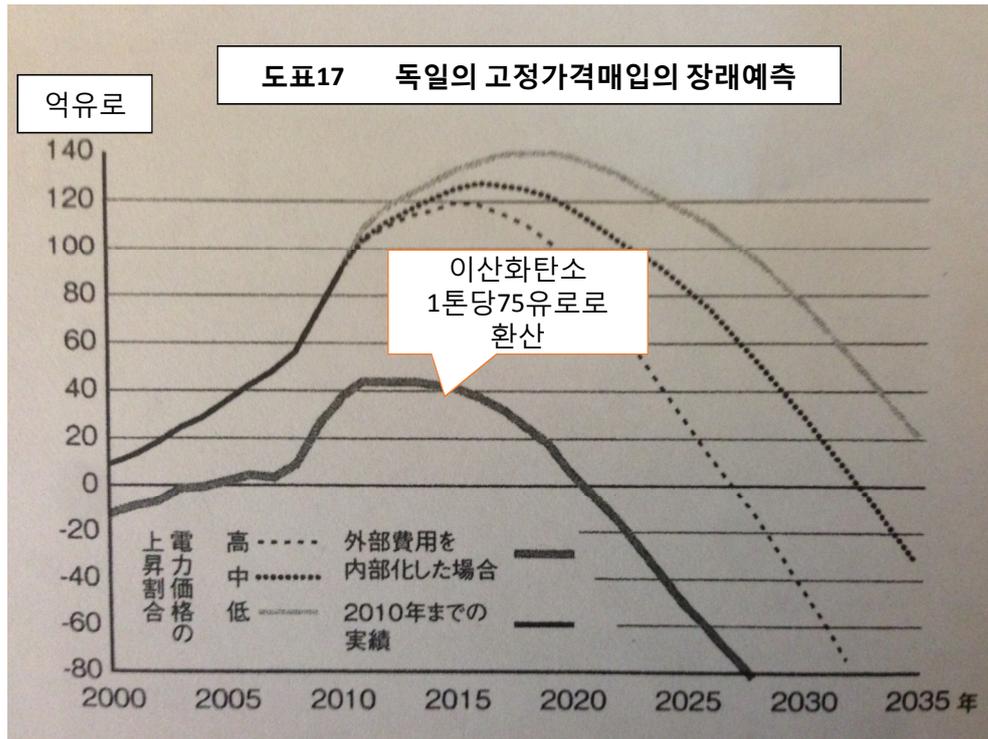
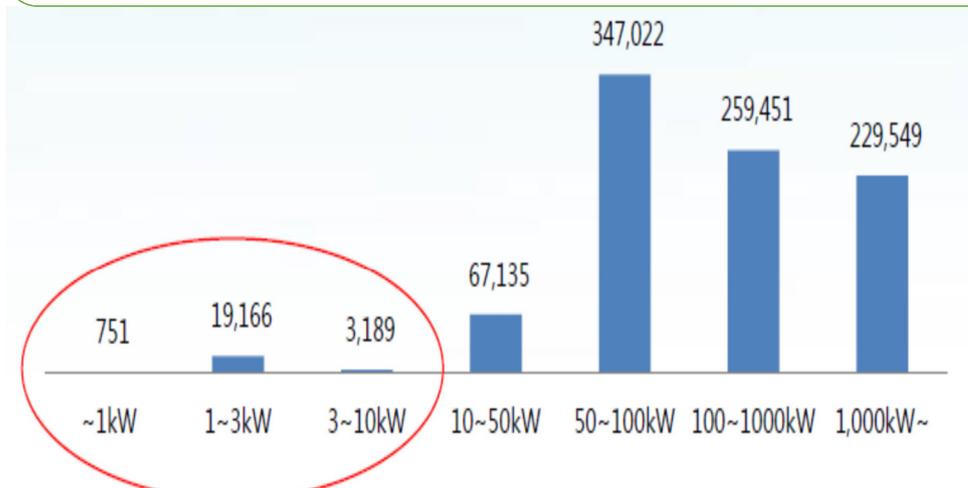


도표 18 우리나라 태양광발전의 규모별 설치 현황(kw:2014년)

지역밀착형 소규모 신재생에너지발전에 대한 지원강화 필요
 ⇒지역경제활성화, 농민소득향상에 기여
 ⇒서울시는 2013년부터 50kW이하의 태양광발전에 대해 1kWh당 100원의 별도 보조(5년시한)



자료: 산업자원부(2015)

일본의 고정가격매입제도(FIT)의 성과

- **2012년 제도실시후 태양광을 중심으로 급속보급**
 - 2011년1.4%, 2014년 3.5%, 2015년 4%(수력제외)
 - 태양광발전시설비의 저하
 - 그리드패리티 진전(일부 지역 달성)
- **여름의 피크커트 가능**
 - 2015년여름에 태양광과 풍력으로 인한 5.7% 피크커트가능
- **CO₂ 삭감과 화석연료비용 절감**
 - 20만 CO₂-t 삭감과 5천억엔의 화석연료 수입 절감
- **지역경제활성화와 고용창출**



일본의 지역형 신재생에너지비즈니스 모델 사례

도표19 재생가능에너지 비즈니스 전개 사업주체별 특징

유형	사업주체		사업특징	자금조달방법			
				용자	출자	자기 자본	기타
대규모 자본형	국내	전기사업자, 상사	전기사업자 뿐만 아니라 상사, 건설컨설팅회사 등도 사업전개. 자치단체와 협정을 체결하는 경우 있음	○	○	○	
		상기외 대기업		CF			
	해외	IPP사업자		○	○	○	
지역자본형	지역의 중견기업		중소규모의 발전사업을 전개. 지역활성화를 목적으로하는 케이스. 온사이트형발전비즈니스	○	○	○	
	벤처기업 등						
자치단체주도형	자치단체		시민공채, 시민펀드, 기부 등을 통해 시민		○	○	○
NGO(시민)주도형			참가형 발전설비 설치. 태양광, 풍력이 주	○	○	○	○

출처 환경성(2014) 지역에 있어서 재생가능에너지사업평가를 참고로 작성

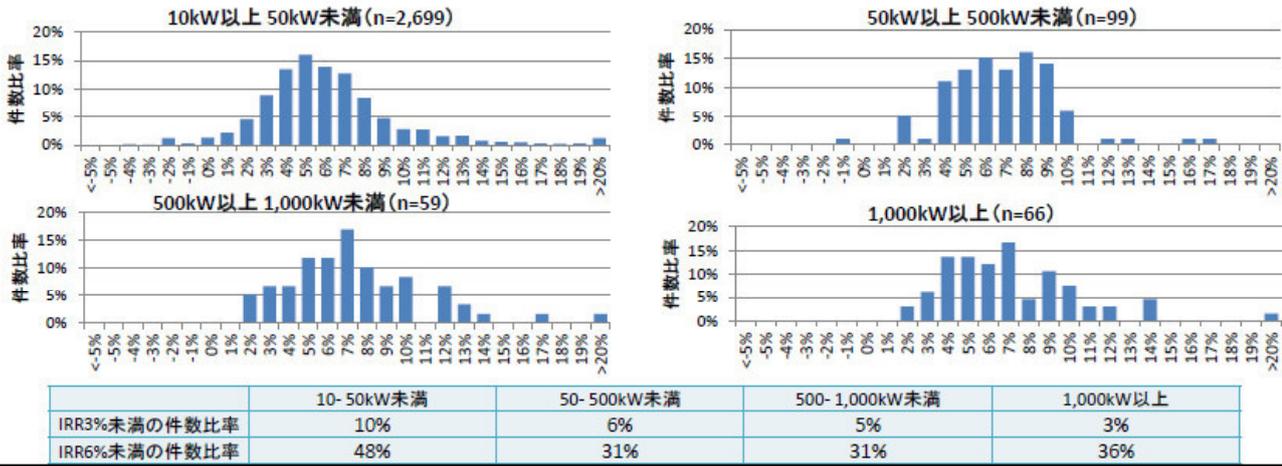
도표20 태양광 비즈니스 유형별 사업규모

유형	사업주체	설치장소	설비용량	사업규모
대규모 자본형	전기사업자	대규모 공유지 (폐기물매립지 등)	~100MW정도	수백억엔
	상사,상기외 대기업	자사소유지 (대형 공장내 토지 등)	~10MW정도	수십억엔
			~5MW정도	
지역자본형	지역의 중견기업	자사소유지 (중소규모토지)	1~2MW정도	~10억엔
자치단체주도형	자치단체	중소규모공유지	수백kW정도	~5억엔
		개인소유지 (나대지 등)		수천만엔
NGO(시민) 주도형	NGO/기타	공유시설지붕	수십kW정도	수백만엔
		개인시설지붕		

주: 붉은 점선부분은 사업평가에 상당한 비용이 요구되는 프로젝트파이낸싱 등의 수법이 성립되기 어려운 10억엔 미만의 사업에 해당됨
출처 환경성(2014) 지역에 있어서 재생가능에너지사업평가(태양광사업)

도표21 태양광발전 프로젝트의 IRR율의 분포

<운전개시설비의 IRR수준>
2014년10~12월 운전개시설비, 적용조달가격 32엔/kWh(세후)로 계산



출처: 경제산업성 자원에너지청 자료 (平成27年1月15日), http://www.meti.go.jp/committee/shotatsu_kakaku/pdf/016_01_00.pdf

도표22 2014년 태양광발전의 FIT가격 매입조건

		10kW 미만 태양광	10kW 이상 태양광
조달가격		37엔/kW	32엔/kW
자본비	시스템비용	38.5만엔/kW	27.5만엔/kW
	토지조성비	-	0.4만엔/kW
	계통접속비용	-	1.35만엔/kW
운전유지비		0.36만엔/kW/년	0.8만엔/kW/년
설비이용율		12%	13%
IRR(세전)		3.2%	6%
고정가격매입기간		10년	20년

주; 10kW미만의 경우 2015년4월부터는 33엔/kWh로 인하(시스템가격은 36.4만엔/kW을 인하)
10kW이상의 경우 2015년 4월부터 29엔/kWh으로 그리고 7월부터 27엔/kWh로 인하(운전유지
비용 0.6만엔/kWh/년, 설비이용율 14%로 인상)

출처; 경제산업성 조달가격산정위원회(2015)

도표23 풍력발전의 FIT가격 매입산정

	육상풍력 (20kW 미만)	육상풍력 (20kW 이상)	해상풍력
매입가격(세후)	57.8엔	23.1엔	36엔
자본비용	125만엔/kW	30만엔/kW	56.5만엔/kW
운전유지비	-	6천엔/kW/년	2.25만엔/kW/년
설비이용율	-	30%	30%
IRR(세전)	1.8%	8%	10%
매입기간	20년	20년	20년

출처: 경제산업성 조달가격산정위원회(2013,2014, 2015)

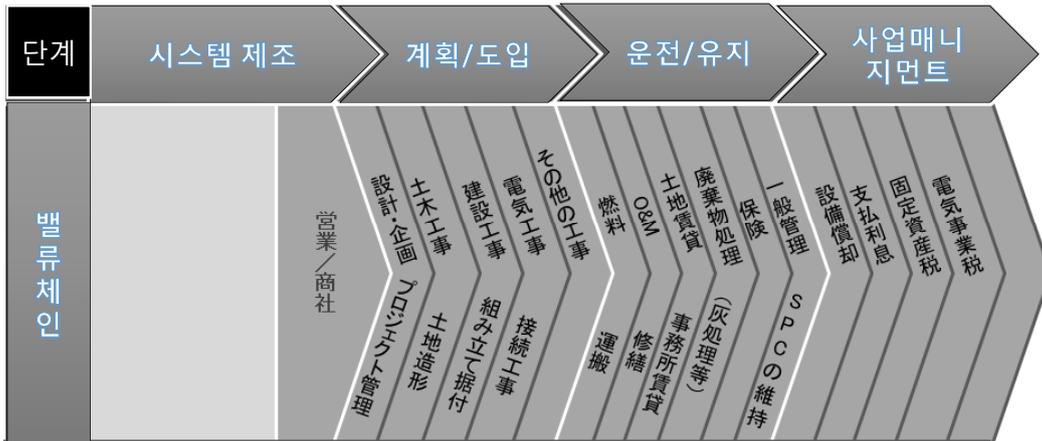
재생가능에너지 비즈니스모델 사례 소개

1. 지역경제 부가가치모델

(입명관대학교와 교토대학 공동연구)

① 11개의 신재생전원의 산업연관(밸류체인) 설계

- 대표프로젝트의 Cash Flow (20년간)
- 각단계의 비용구조와 매상고 (Vkw로 표준화)
- 영업이외의 제조단계는 불포함

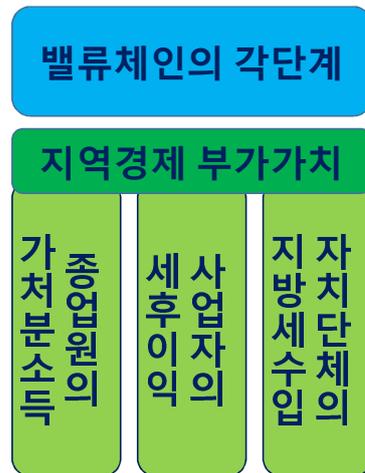


② 밸류체인의 각 단계에 창출되는 세전 소득과 경상이익의 산출



③ 지역부가가치의 산출

- 일본의 세금관련을 모델화
- 밸류체인의 각단계에서 산출되는
 - 종업원의 가치분 소득
 - 사업자의 세후 이익
 - 자치단체의 지방세수입



지역경제 부가가치모델의 검증(1)

대상 신재생에너지

- 태양광: <10kW주택용, 30kW비주택 옥상설치, 150kW비주택 옥상설치, 1MW비주택옥상설치, 2MW 비주택옥상
- 풍력: 2MW육상, 20기@2MW육상
- 소수력: 85kW, 200kW, 400kW
- 목질 바이오매스: 5MW 미이용목재

도표24 각 신재생에너지 투자액과 투자단계에서 지역부가가치(1kW 당 엔 /2014년)

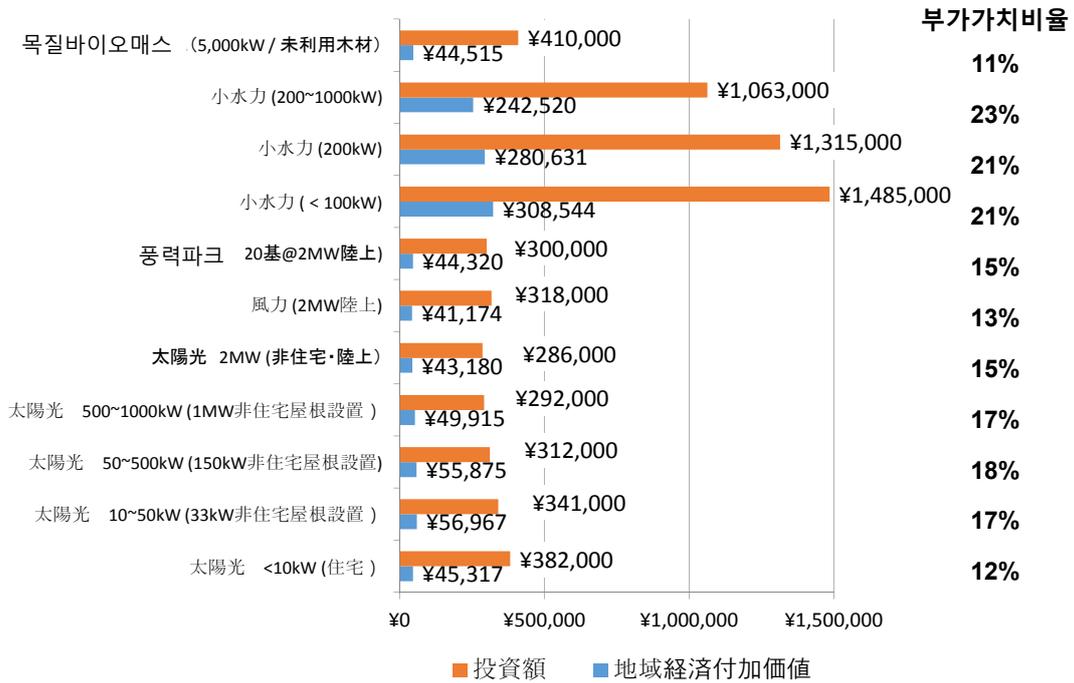
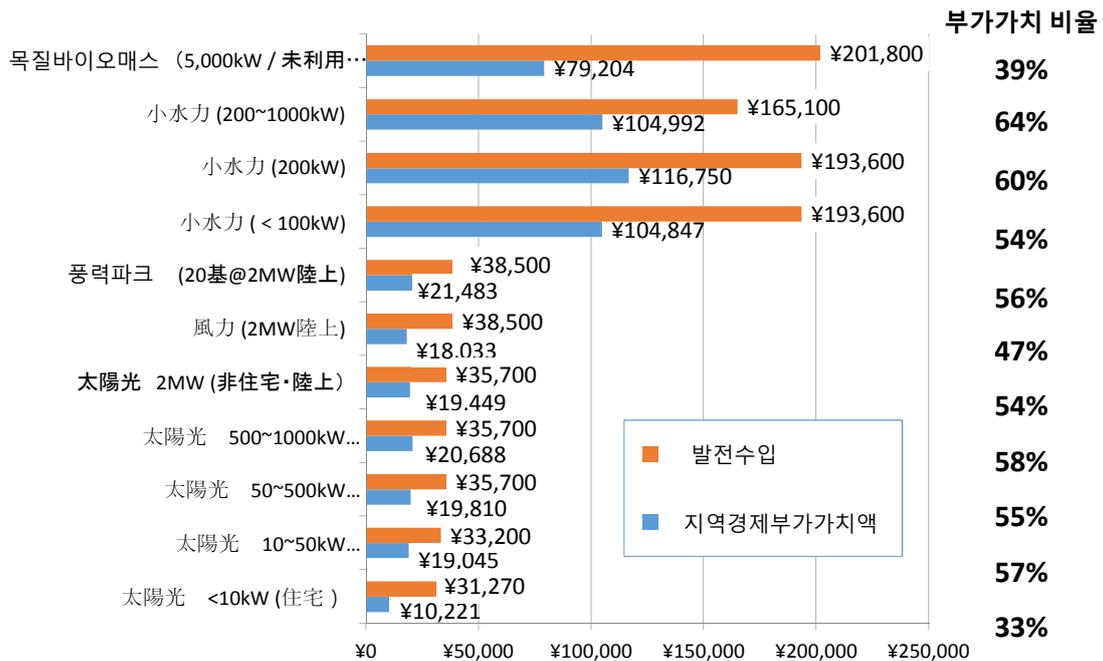


도표25 각 신재생에너지의 사업운영단계에서 지역부가가치(1kW 당 엔 /2014년)



지역경제 부가가치모델의 검증(2)



~「에너지창출」과「에너지절약」으로
순환형사회만들기~

おひさま 進歩エネルギー株式会社



岡谷酸素太陽光発電所
SUWACO Labo



Sep-16



13



2000년~2015년의 도입실적에 의한 2030년까지의 경제 효과 평가 - 시산의 전제조건

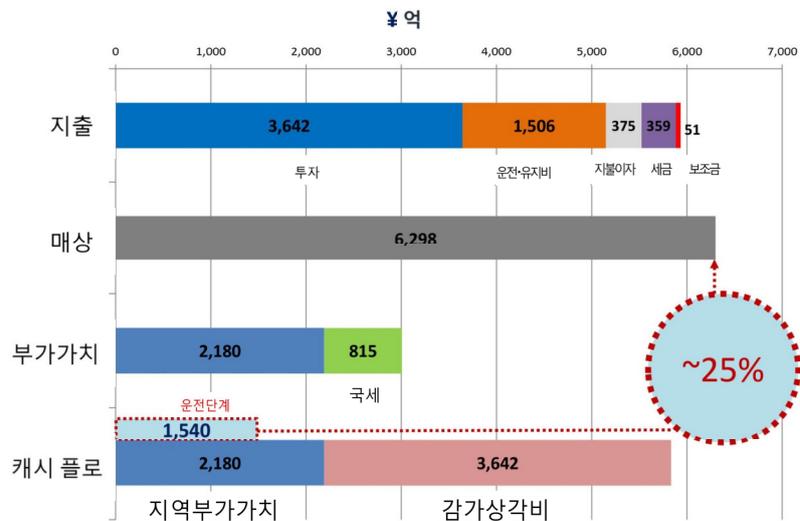
- 분석 대상인 재생가능 에너지의 종류

태양광 (10kW 미만)	바이오 매스 (150kW - 미이용 100%·열 공급)
태양광 (10-50kW)	바이오 매스 (500kW - 미이용 100%·열 공급)
태양광 (50-500kW)	바이오 매스 (50kW - 미이용 100%·열 이용)
태양광 (500-1000kW)	바이오 매스 (1.5MW - 미이용 100%)
태양광 (1000kW 이상)	바이오 매스 가스화 (135kWel, 270kWh - 미이용 100%·열전 공급)
소수력(小水力) (100kW 미만)	바이오 매스 (2MW - 건설 자재)
소수력(小水力) (100-200kW)	바이오 매스 (5MW - 일반 폐기물)
소수력(小水力) (200-1000kW)	바이오 매스 (100kW 미만)

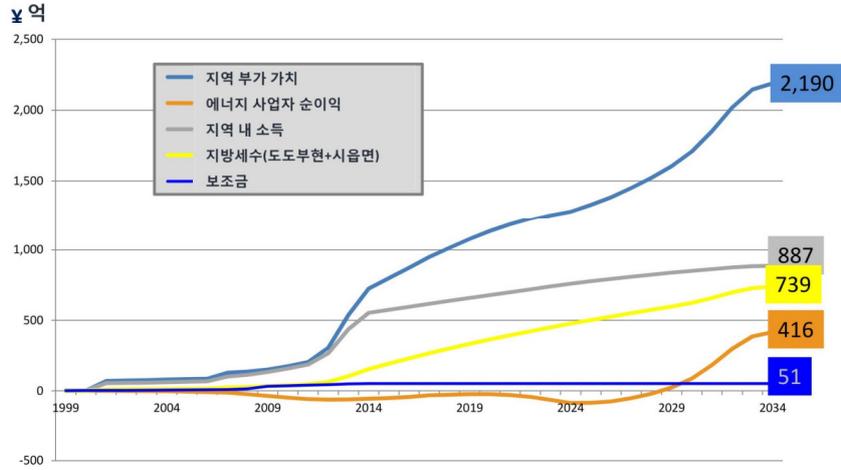
- 재생가능 에너지의 도입 용량 추정 → 1GW

	MW	%
태양광 (합계)	953	93%
소수력(小水力) (합계)	46	4%
목질 바이오 매스 (합계)	31	3%
총 합계	1,030	100%

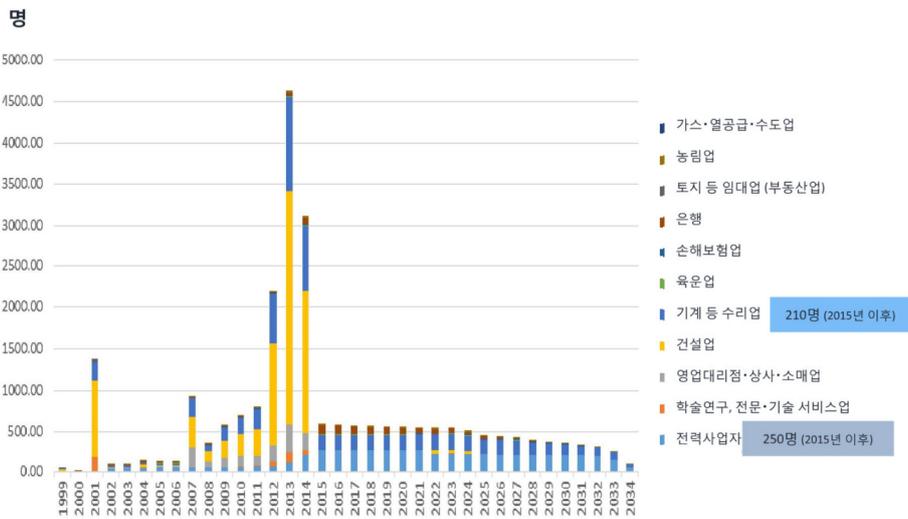
지역 경제 부가가치의 개요 (2000~2034년도, 누적)



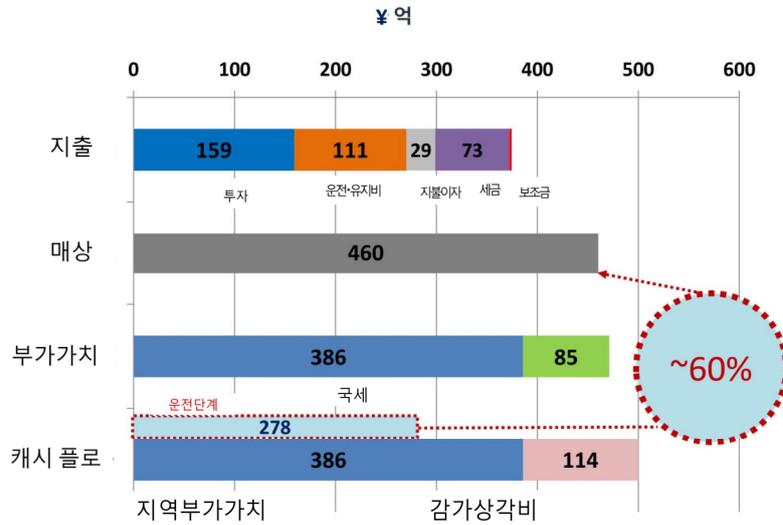
지역 경제 부가가치의 개요 (2000~2034년도, 경년 누적)



지역 내 고용 / 산업별 (2000~2034년도)



지역경제 부가가치의 개요 (2000~2034년도, 누적)
- 소수력



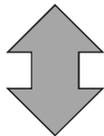
지역경제 부가가치의 개요 (2000~2034년도, 누적)
- 장작·펠릿 스토브



- 2000~2015년의 투자
 - 1GW의 설치 용량, 90% 이상은 태양광 발전
 - ~¥3,600억의 투자
 - 지역 내 비율 : 89%(태양광), 31%(소수력)
- 2034년까지의 경제 효과 (추정)
 - ~¥6,300억의 수입
 - ~¥2,180억의 지역경제 부가가치 창출 / ¥890억(종업원), ¥740억(지방세수)
 - ~¥5,700억의 지역 내 캐시 플로
 - 투자 단계에서 최대 5,700명의 고용 창출
 - 운전 단계에서 460명의 안정적인 고용 창출 / 발전 사업자(250명), 유지 보수(210명)
- 발전 사업에 의한 지역경제 부가가치의 상대적으로 낮은 공헌(~¥416억)
 - 2029년까지 발전 사업은 감가상각의 부하에 따라 누적 적자
 - 2000~2010년에 설치한 소규모 태양광 발전 사업 (10kW 미만, 10~50kW)
- 소수력 발전소나 열 공급 소형 목질 바이오 매스(장작·펠릿 스토브)의 상대적으로 높은 지역경제 효과 → 투자효율이 높은 프로젝트

2. 나가노현의 1MW 태양광발전소의 사례비교분석

- 나가노현의 산업연관표(2005年)를 활용한
 - 직접효과
 - 제1차 파급효과
 - 제2차 파급효과



- 지역경제부가가치 모델을 활용한
 - 1MW 태양광 발전소의 표준모델 데이터
 - 나가노현의 1MW태양광 발전소 사례의 실적데이터

도표26 나가노현의 1MW 태양광발전소

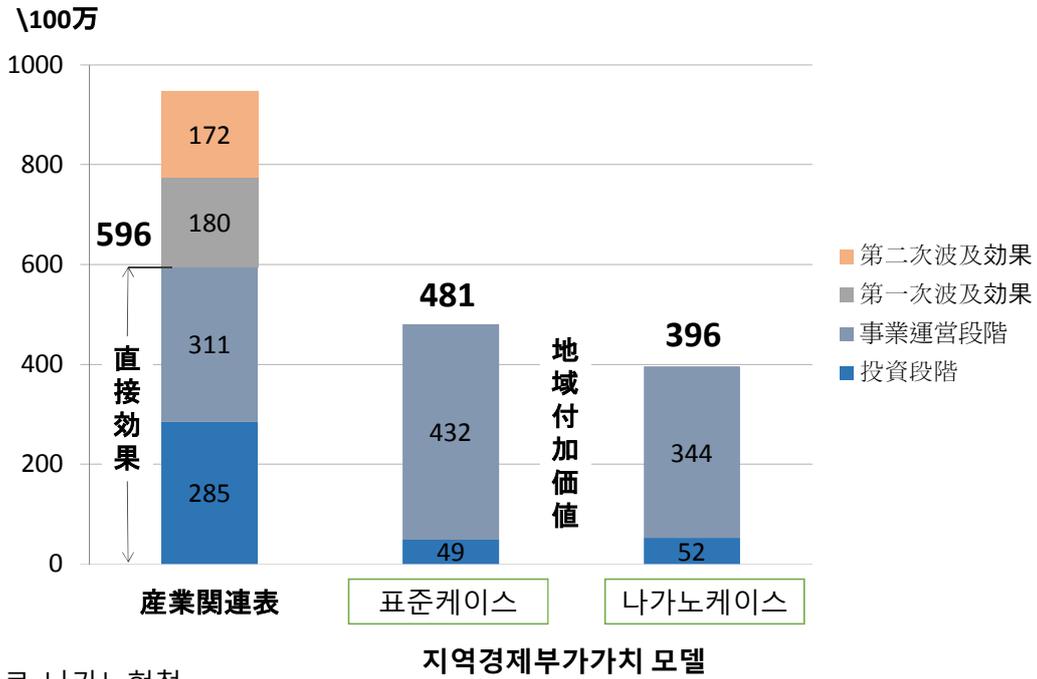


도표27 나가노현 사례 케이스와 표준모델의 비교분석
— 투자단계 —

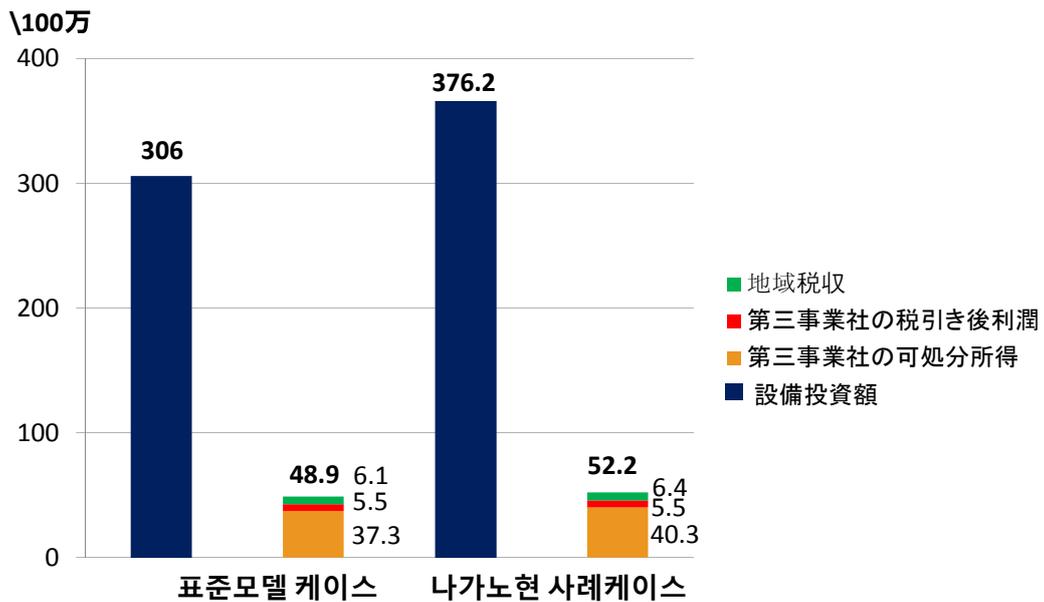
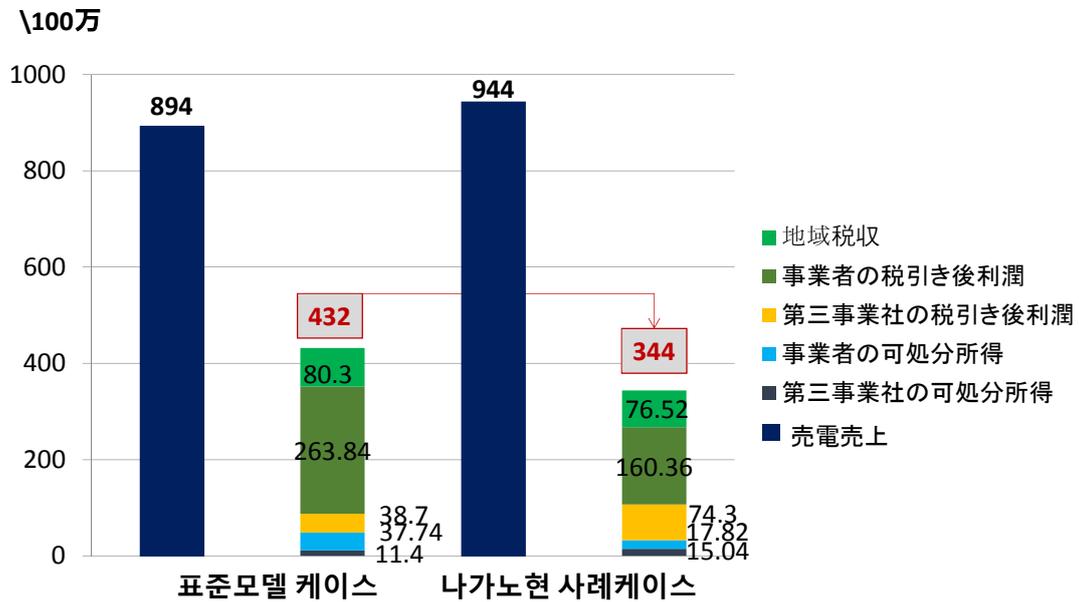


도표28 나가노현 사례 케이스와 표준모델의 비교분석
 - 사업운영단계(20년 누계) -



자료 나가노현청

3. 오히사마진보에너지(주) 사례 분석을 위한 기본데이터

- 오히사마진보(株)의 연차보고서 (2004~2013년도)
- 운영펀드(1호~7호)의 데이터 (2005~2013년도)
 - 각 펀드의 연차사업보고서와 연차결산서
 - 각 펀드의 비즈니스계획 (캐쉬플로 계획)



도표29 오히사마진보(주)의 사업

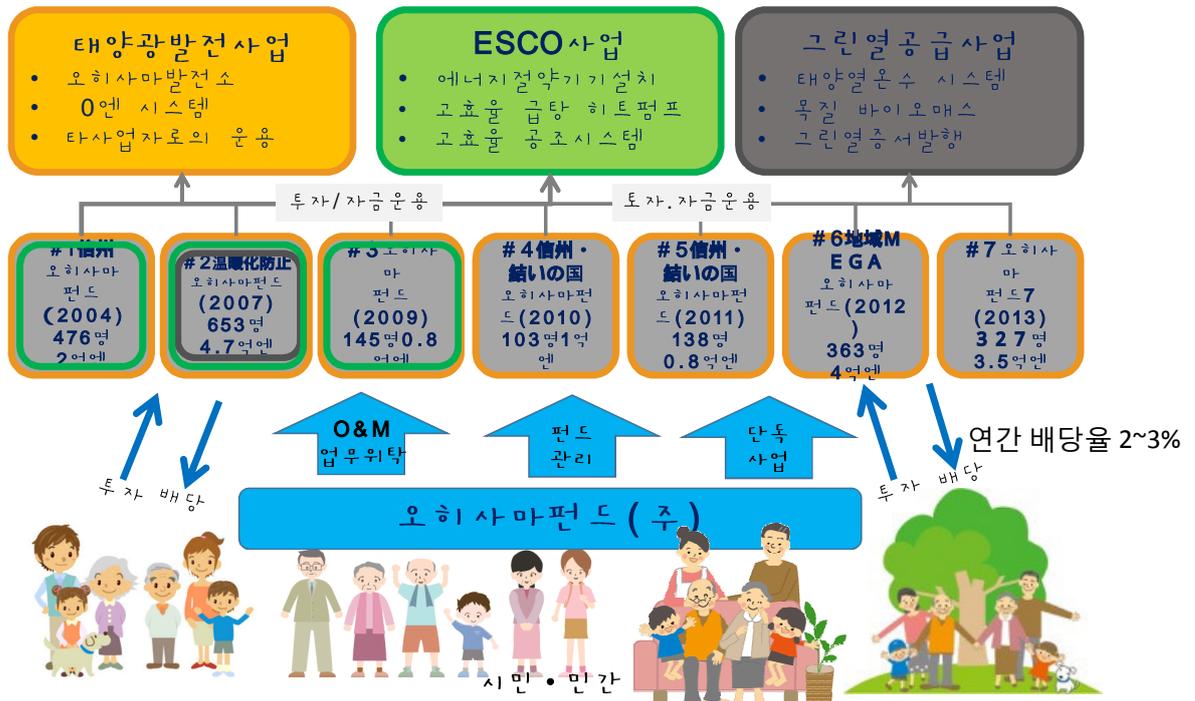


도표30 오히사마진보(주)의 사업에의한 지역경제 부가가치의 누계 (2004 2013년도)

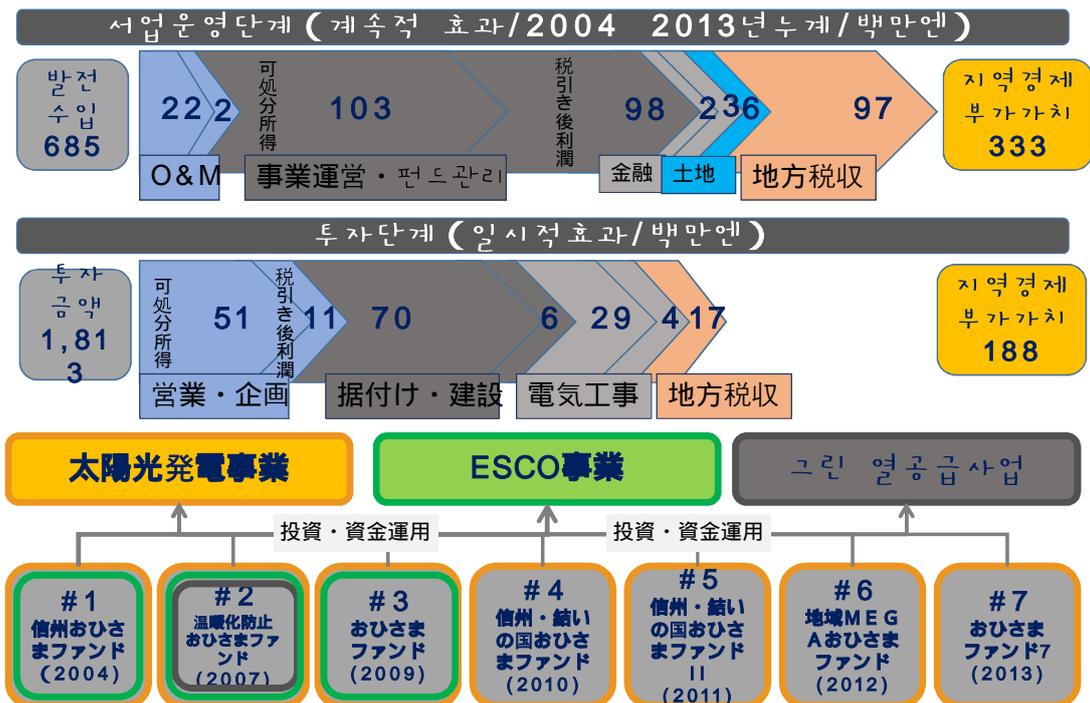


도표 31 오히사마진보(주)의 사업에의한 지역경제 부가가치의 누계의 예측 (2030년까지)

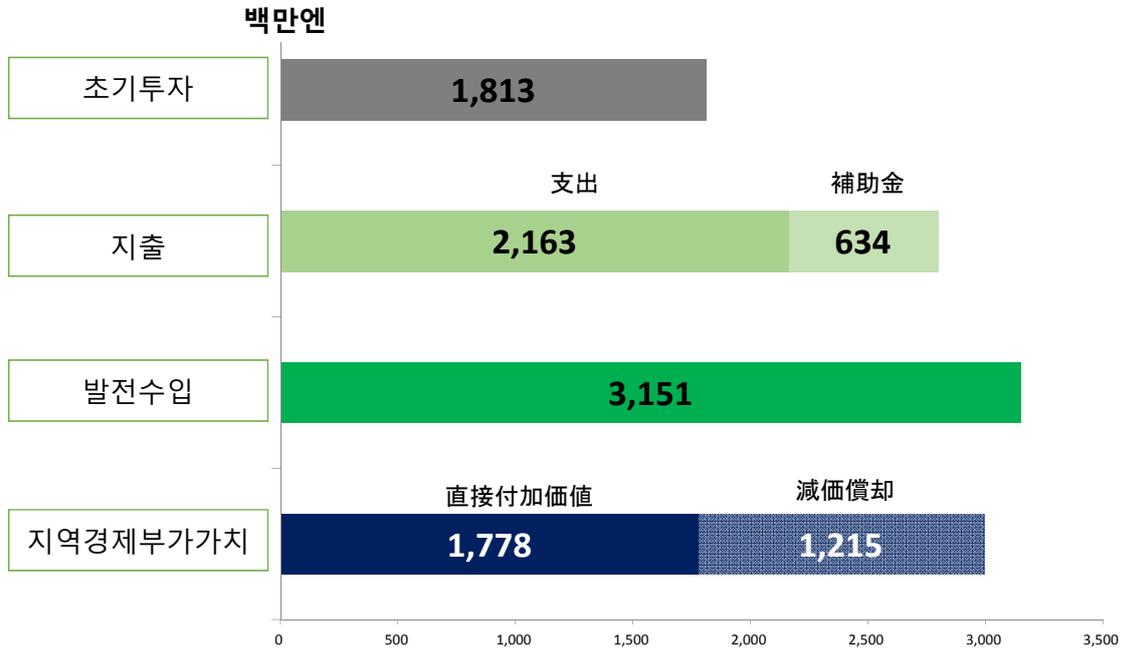


도표 32 오히사마진보(주)의 사업에의한 지역경제 부가가치의 누계의 예측 (2030년까지)

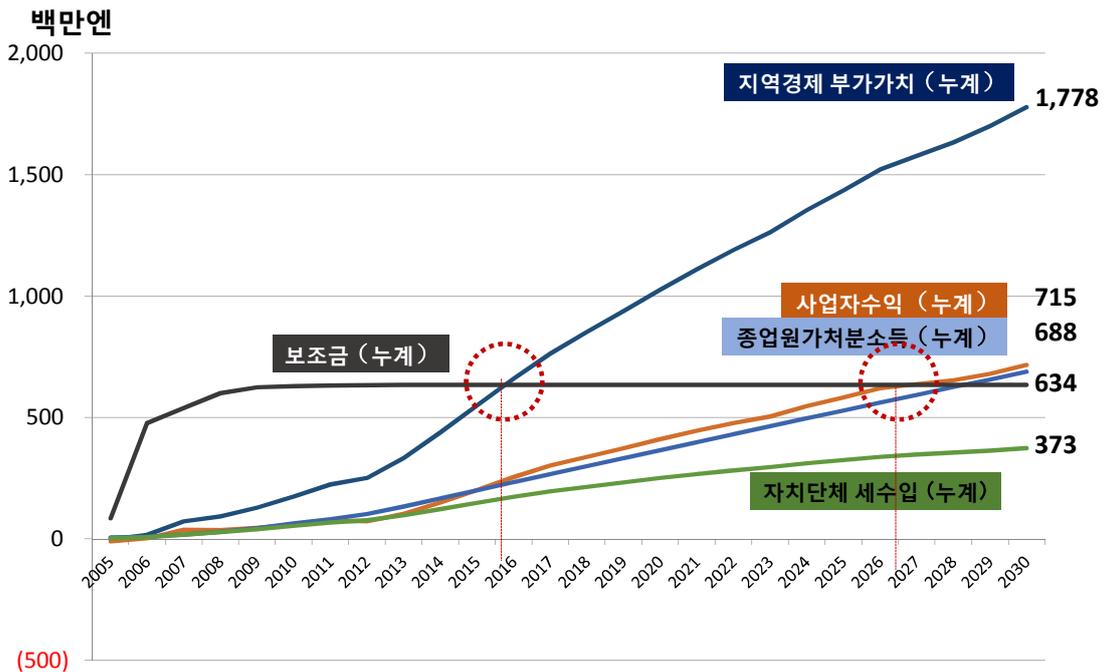


도표33 지역경제부가가치 모델의 검증

	〇〇ファンド	標準モデル	コメント
売電売上	100%	100%	kWh当たりの売電金額が同等レベル
直接人件費	2%	3%	
O&M費用	7%	5%	
修繕費	2%	1%	
土地賃借料	6%	4%	
保険料	2%	2%	
販管費	6%	1%	ファンド・マネジメントやマーケティング費用
電気代	0%	0%	
SPCの維持コスト	1%	0%	
その他コスト	2%	0%	
電気事業/地方法人特別税	0%	1%	
固定資産税	4%	5%	
融資支払利息	2%	5%	
減価償却費	28%	40%	初期投資のシステム単価の違い
支出合計	62%	65%	
当期純利益	38%	35%	

4. 홋카이도 아시베츠시의 폐목재 바이오매스 프로젝트

伐採事業地
私有林・国有林等



収集



残材
(林内・土場)

燃料化工場



自然乾燥



破砕(チップ化)

목질 바이오매스 연료



温泉施設



農業用ハウス



- 燃費節約効果 : 年間 約 860 万 円
 - CO2 節約効果
- J-クレジット 登録 年間 2,500t/CO2



導入効果

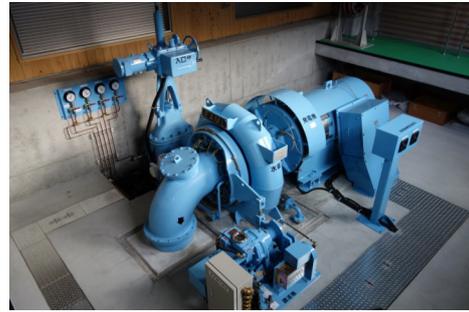
平成26年度実績

月	納入量(t)	区分	種類	消費量	金額(円)
4	212.39	A重油換算	A重油	34,220 l	2,684,334
5	174.28		木質チップ	775,222 l	59,962,921
6	146.38		↓		
7	125.45		A重油換算値		
8	130.94		計	809,442 l	62,647,255 ①
9	127.30	実際の使用量	A重油	34,320 l	2,684,334
10	185.10		木質チップ	2,468.65 t	46,393,717
11	197.93		計		49,078,051 ②
12	297.32	電気料増加額			4,938,856 ③
1	315.89	効果額(A重油ボイラーとの差額) ①-(②+③)			8,630,348
2	277.12				
3	278.55				
計	2,468.65				

木質チップの発熱量=12.2MJ/kg 重油の発熱量=39.1MJ/Lを用いて、チップを重油に換算して効果額を算出した。

오카야마현의 니시아와쿠라사례

- 인구 1500명의 부락
- 부락의 95% 가 삼림 (그중 84%가 인공림)
- 에너지자치를위한 활동강화
 - Replacing the small hydropower plant(290kW).
 - Heat supply by utilizing wood. Firewood boiler
 - Citizens' Co-owned Renewable Energy Power Plants



290kW Hydropower



Raw material of firewood boiler

바이오매스에너지의 지역경제 순환



지역 에너지자치의 혜택

자금의 지역 경제 순환

- 연료비의 해외 유출에서 지역 순환
- 에너지자원공급, 에너지생산에서 에너지설비 유지보수, 지역 금융기관이용 등

일자리 창출

- 신재생에너지 및 에너지 효율관련 프로젝트는 다양한 형태의 지역 고용을 창출
- 세계적으로는 매년 650만명의 신재생에너지관련 고용창출

인력과 기업의 유치

- 지역 이미지 향상
- 비교적 좋은 근무환경의 일자리 창출
- 실제로 재생에너지가 활발한 지역의 인구증가 사례(예를들어 시모가와, 니시아와쿠라 등)

일본의 자치단체는 커뮤니티 주도 신재생에너지 보급확대를 위해 관련 조례를 제정

- 특히 2011년 동일본 대지진이후 이러한 경향이 뚜렷

- 현재 20개 이상의 자체단체가 조례 제정

Ex) 코난시, 신시로, 스모토, 이이다, 다카라즈카, 오다와라, 교토 등
특히 코난시는 2012년에 자치단체로서는 최초로 제정

이이다시는 2013년에 조례를 통해 최초로 지역환경권을 제창

지역의 시민, 지역기업에서 지역 에너지자원 활용의 우선권을 부여
시와 시민 그리고 지역기업의 공동출자 및 소유 방식의 프로젝트가
활발히 진행하게된 계기마련

지역과 시민소유의 재생가능에너지사업

- 지역의 시민과 자치단체가 일정의 지분을 보유
- 지역의 시민과 자치단체가 의사결정 프로세스에 참여
- 이윤은 시민과 지역에 타당한 방법으로 환류
- 지역의 비전을 공유



후쿠시마지역의
시민 태양광발전(50kW)

69

시민참여 재생가능에너지 발전회사의 개요

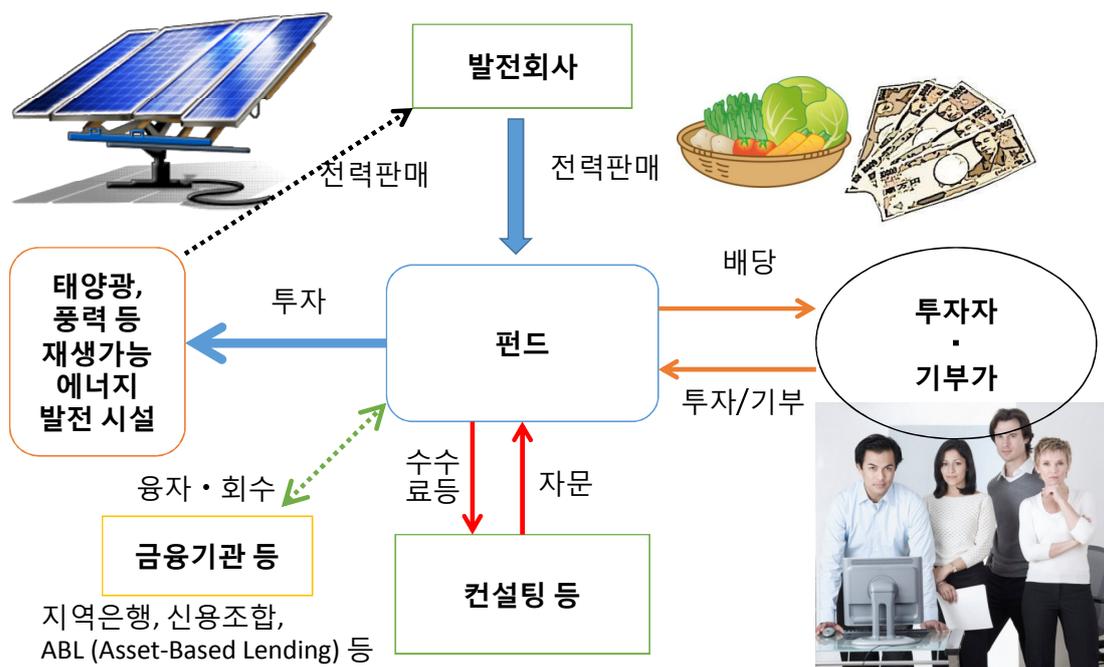
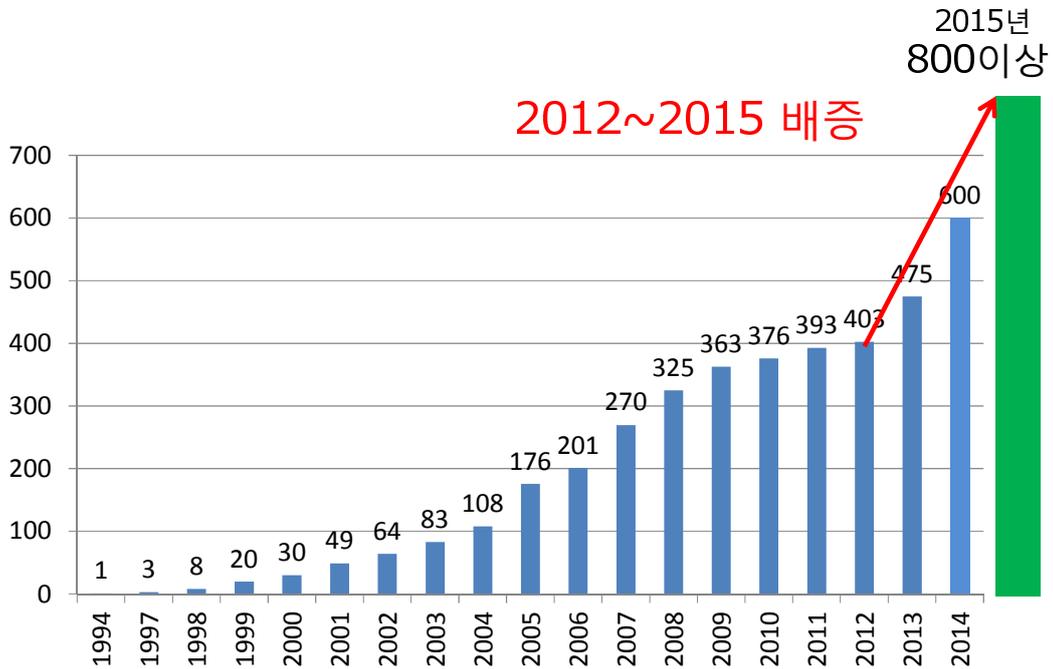


도표34 일본의 시민참여 발전회사 수 추이



71

이즈미오츠 시오미 공동 태양광발전

- 오사카현의 첫번째 시민 공동소유 발전회사
- 이즈미오츠로부터 부지 렌탈
- 1920 만엔 모집
- 100,000Y엔/주식, 연이자율 1.2%
- 2015년 5월부터 50kW 발전



Community Happy Solar (토쿠시마 지역)

太陽光発電所を建設する寄付金を募集します

佐那河内みつばち ソーラー発電所



高齢化・過疎化が続く『ふるさと』を応援したい。
みつばちソーラーへの寄付は皆様の想いに応えます。
皆様方の寄付金は、このソーラー発電所
立ち上げの貴重な資金となります

あなたの ご寄付	1.20 kW ソーラー 発電所を 建設	あなたにお礼の 産物をお届け します (発電が限 定あり)	寄付金額 1口1万円 募集期間 8月1日から 9月30日まで
		地域に貢献 して 産物を受け 取ります (発電 実績あり)	

・寄附者は預りの現金を預り入れし、利息収入の中から返済をしています。
・返済に充当できなかった場合に農産物のお礼を贈ります。
・別途、利息から佐那河内の農産物と環境保全のために支援します。
・寄附に農産物を受け取ることも佐那河内の農業を支えます。

※ご寄付いただいた方の氏名は、発電所に掲示します。(希望者のみ)

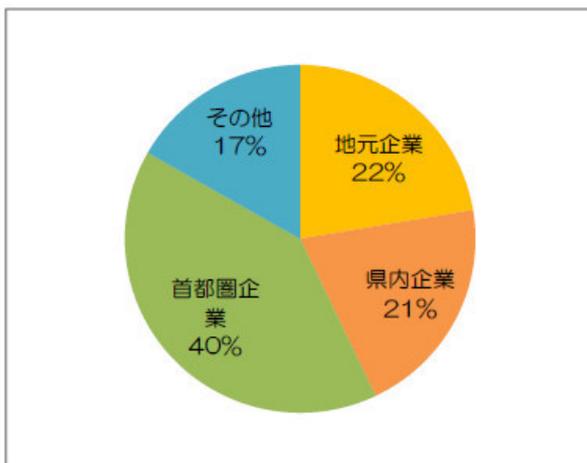


- 펀딩; 은행론과 기부
- 기부자에게는 곡물 등 배송
- 전력판매 수입의 사용처는 지역에서 결정

73

도표 35 지역 출신별 태양광 발전설치 주체

【図 3】太陽光発電の設置主体 (面積ベース)



지역내 기업비율 **22%**

- 지역기업
- 동일 현내 기업
- 수도권 기업
- 기타

出典 : 農水省「今後の農山漁村における再生可能エネルギー導入のあり方に関する検討会報告書」



지역형 신재생에너지 비즈니스 확대를 위한 향후과제

5-1 일본의 케이스

★ 재생가능에너지전력의 보급이 확대될 수록 일반국민의 전기요금부담은 높아진다는 논의확대

★ 태양광을 중심으로한 FIT의 축소재편 움직임

★ 재생가능에너지의 사회적가치(공공성)에대한 적절한 평가가 필요

⇒ Low Carbon, Low Pollutants, Energy Security, Development of Local Resources, Activation of Local Economy

★ 지금까지 원자력발전이나 화력발전 등 종래의 에너지원에 대한 막대한 공적 지원을 해왔음

<후쿠시마사고 직전 일본의 에너지예산지원액(2011년도)>

⇒ 원자력, 화석에너지 지원액 1조8323억엔

재생가능에너지 지원액 1,693억엔

도표36 환경성의 일반 예산 및 재생가능에너지 예산추이

(단위 백만엔)

	2000	2011	2012	2013	2014	2015
환경성의 일반회계예산	207,183	200,926	190,981	206,579	249,618	251,073
(재생가능에너지관련계)	0	0	0	0	0	0
에너지대책특별회계 에너지수급고도화대책비 중 환경성분	38,716	37,920	49,440	76,976	111,632	112,482
(재생가능에너지관련계)	4,693	5,121	21,555	35,342	49,393	75,000 (잠정치)

출처; 환경성예산관련 통계자료(2015)

★ 재생가능에너지 지원제도의 폴리시믹스

⇒대규모 재생가능에너지 발전사업에는 RPS제도 유지로 경쟁촉진
지역밀착형 재생가능에너지 사업에는 RPS(재생에너지 환경가치)
+고정가격매입제도(지역부가가치)를 통해 보호육성

★ 계통연계인프라 강화 및 지역밀착형 재생가능 에너지
사업에대한 계통연계비용의 일부 공공부담 및 전력
회사의 출력억제 제한

★ 솔라쉐어링 등 지역에 입각한 재생가능에너지발전사업의 보급
확대⇒「영농위원회」의 역할 등

★ 지역의 에너지자치 강화에 필요한 자원마련 확충
⇒기존의 에너지세의 용도 개편, 지방환경세의 도입추진

도표 37 일본 태양광발전의 도입 포텐셜

(단위:MW)

설치 가능 장소	경작지	경작포기 지	후수, 댐, 수면	하천부지, 제방 등	주차장	쓰레기 배립지	비닐하우스
포텐셜	381,471	34,284	38,797	34,416	23,712	9,370	7,354

자료:미즈호情報総研(2013)

5-2. 한국의 케이스

- ★ 한국의 RPS제도 아래에서는, 지역형 소규모 재생가능 에너지 비즈니스의 육성이 어려운 과제를 안고 있음
 - ⇒ 소규모사업자는 대규모사업자와의 어려운 경쟁
 - ⇒ 재생가능에너지의 지역가치가 상실
 - ⇒ 지역의 에너지자립을위한 지역자본형, 자치단체, 시민주도형의 경우 RPS와 FIT병행으로 비즈니스기회 보장
 - ⇒ 대규모자본형, 지역자본형, 시민주도형을 분리하여 각각의 사정에 따른 비즈니스 모델개발 및 제도설계

- ⇒ 한국 정부는 2015년부터 100kW이하 발전 사업자에게 대한 특별지원 조치를 실시
- ⇒ 태양광발전에 대한 특별공급 의무량의 30%이상을 100KW이하의 발전 사업자에게서 구입을 의무화.
- ⇒ 서울시는, 2013년부터 50kW이하 태양광발전 사업자에게는 1kWh당, 50원의 고정가격매입 (5년시한) ⇒ 100원/1kWh

재생가능에너지 비즈니스 활성화 과제

★ 야심적인 재생에너지 목표 및 FIT와 RPS의 폴리시믹스

⇒ 정부가 **재생에너지보급에 관한 야심적인 목표**를 가지고
대규모 재생가능에너지사업자는 RPS로 경쟁촉진,
지역의 소규모사업자는 FIT로 보호육성, REC시장활성화

★ 계통연계인프라의 강화

우선 접속, 회사간 연계 선의 활용, 국민전체의 부담에 의한 연계 선의 강화등

★ 솔라쉐어링 등 지역을 근거로한 재생가능에너지의 보급 및 입지규제완화

지역사회가 자주적으로 **에너지자립형 시민사회를 형성**할 수 있도록 **주행세, 지방환경세** 등 일부 **환경, 에너지 관련 과세권의 자치단체로 이양**

일본은 가솔린세의 약 10%를 지방세로 전입하여 자치단체가 일반재원으로 자유로이 활용가능하나 우리나라는 주행세가 있으나 유류가격 보조수단의 활용, 자동차의 지방도로주행 및 지역환경배출을 감안하면 **주행세의 지방의 신재생에너지 창출 자원 마련**으로 활용할 필요있음

도표38-1 일본의 가솔린세의 세율 및 세수

	세수 (2016년 예산기준)	세율
휘발유세(국세)	2조3,860억엔	48.6円/ℓ
지방휘발유세(지방세)	2,553억엔	5.2円/ℓ
계	2조6,413억엔	53.8円/ℓ

자료: 財務省 (2016)

도표38-2 한국의 유류세율 및 세수

	세수 (2014년기준)	세율(가솔린기준)
교통·에너지·환경세	13조7,388억엔	529.0원/ℓ
주행세	3조5,557억엔	137.5원/ℓ
교육세	2조 608억엔	79.4원/ℓ
計	19조3,553억엔	745.9원/ℓ

자료: 韓國国税庁 (2015)

<참고자료>

한일 공동태양광발전사업사례(1)

1. 규모 : 10MW(2014년 완성, 가동중)
2. 장소 : 시마네현 하마다시
3. 사업주 : 일본 현지기업
4. 총사업비 : 약35억엔
5. 투자처 : K생명, H생명, S은행(이상 한국)
6. 건설공사 : L사(turn key 방식)
7. 금융컨설팅: M사
8. 건설자문 : M에너지

<참고자료>

한일 공동태양광발전사업사례(2)

1. 규모 : 17.55MW(추진중)
2. 장소 : 이시카와현
3. 사업주 : 일본의 현지기업
4. 총사업비 : 약55억엔
5. 투자처 : SMTB, MUFG, TOKYO STAR (이상일본),
K생명, H생명, s은행(이상 한국)등
6. 건설공사 : L사, LS사, K사 중 1사
7. 금융컨설팅: 겐카이 캐피탈(일본), M사(한국)
8. 건설자문 : M에너지

Thank you for your kind attention!



제1 세션

충남 재생에너지와 에너지 전환

[토론]

수소에너지의 에너지전환 효과
풍력자원의 기술적용 가능성과 개선방안
바이오매스 기술과 시장 실태 및 개선방안
CCUS 시범플랜트 성과
지자체 재생에너지 정책의 의미와 범위
재생에너지의 소득 분산효과와 지속가능성
사회적경제와 지역에너지 전환
농업·농촌과 지역에너지 전환

이택홍 교수(호서대)
김동혁 연구원(충남연)
이형우 교수(전남대)
김재식 차장(중부발전)
이성호 교수(전북대)
김은경 대표(지우)
박춘섭 센터장(충남연)
박경철 박사(충남연)

Energy Conversion from H2 Point of View

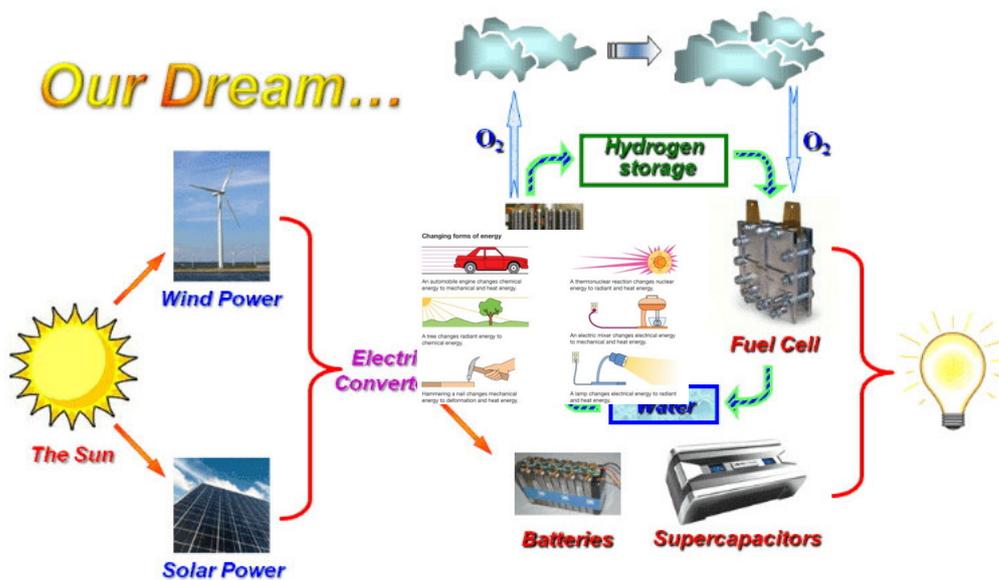
호서대학교

2016. 10. 13

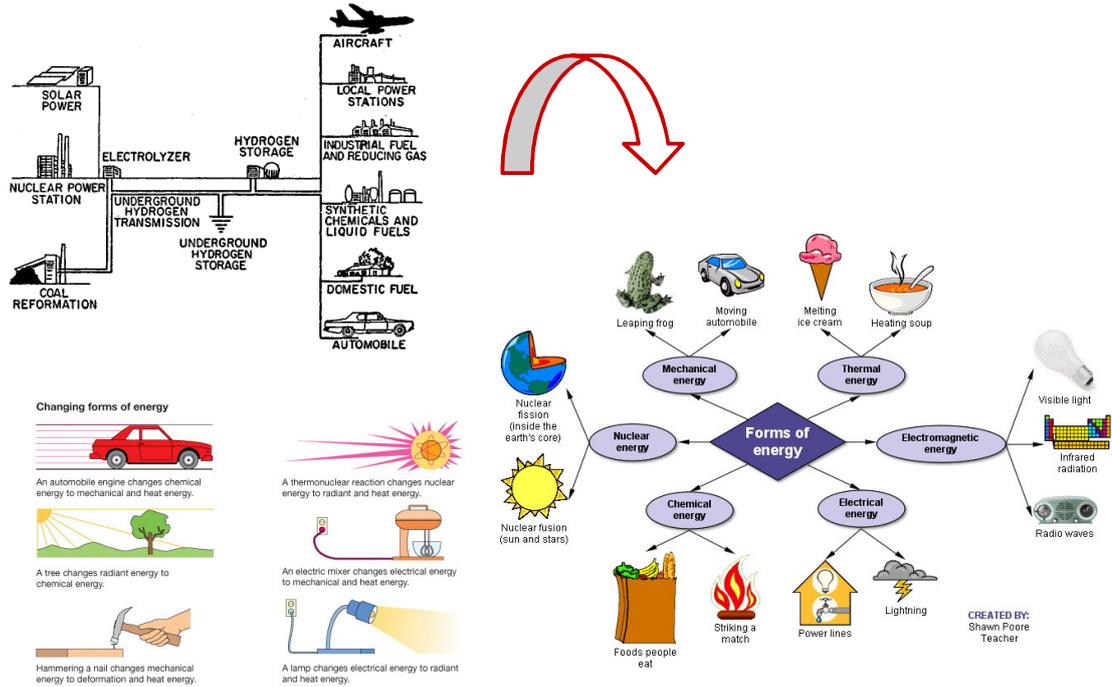
발표자: Lee, TaeckHong

1

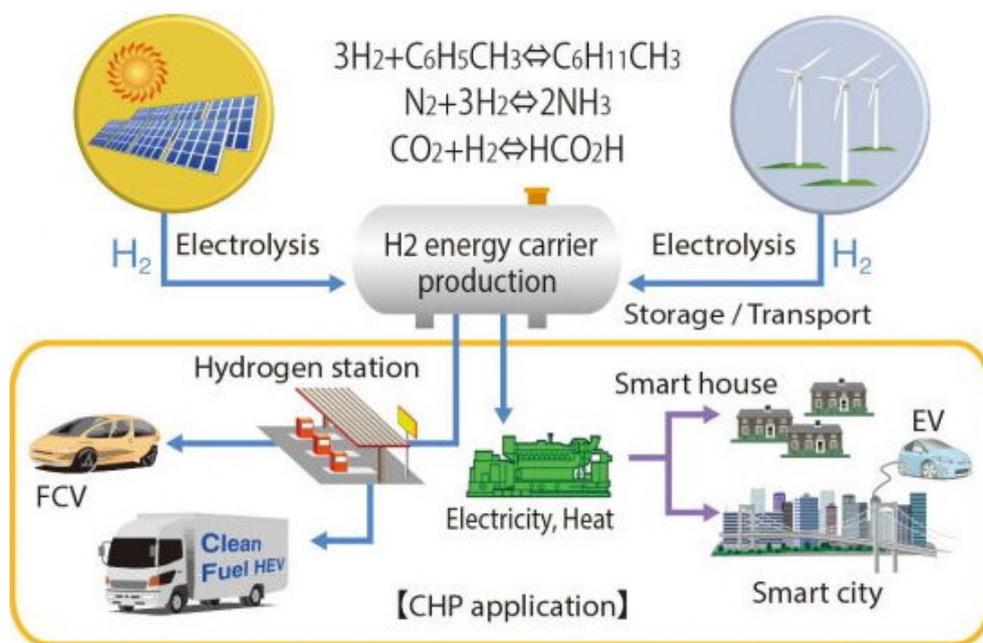
Our Hope



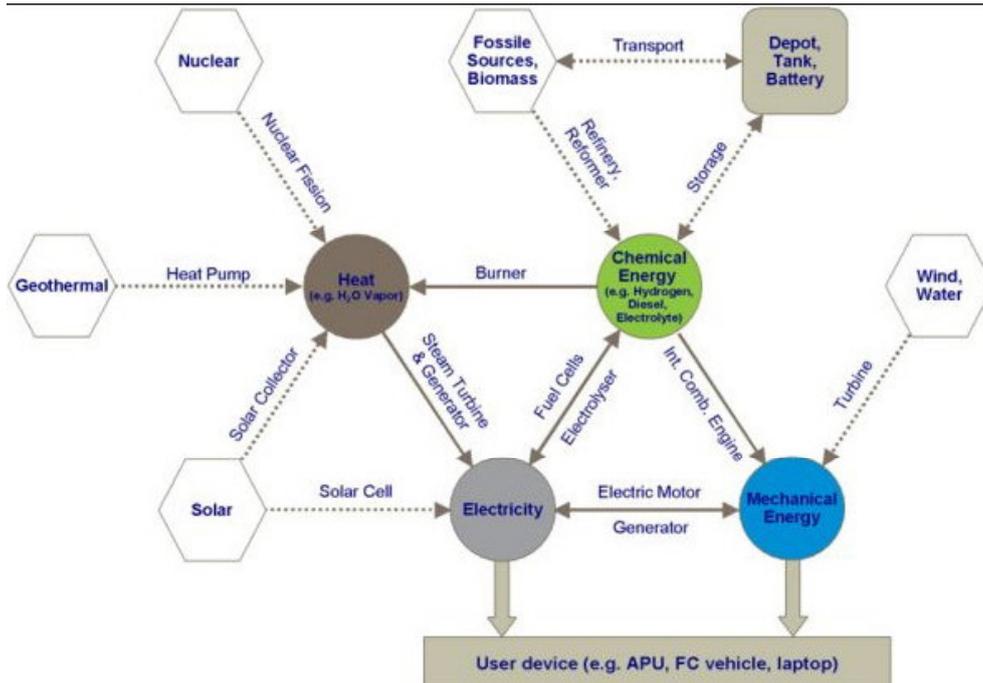
Energy Conversion



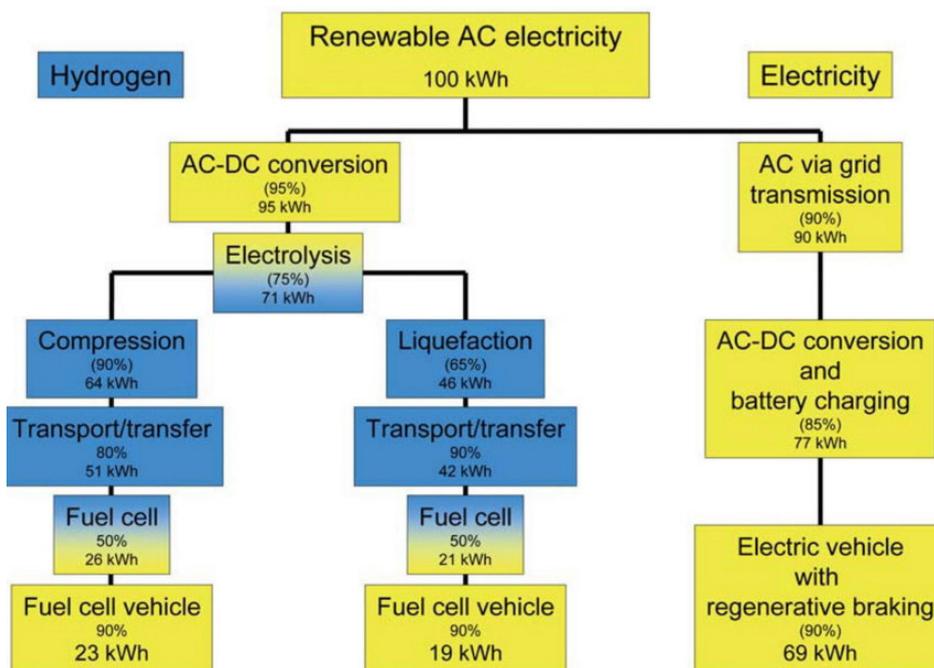
H2 As Energy



H2 As Energy with other sources



Problem



Vision of H₂ Production

Hydrogen can be produced using a number of different processes. Thermochemical processes use heat and chemical reactions to release hydrogen from organic materials such as fossil fuels and biomass. Water (H₂O) can be split into hydrogen (H₂) and oxygen (O₂) using electrolysis or solar energy. Microorganisms such as bacteria and algae can produce hydrogen through biological processes.

THERMOCHEMICAL PROCESSES

Some thermal processes use the energy in various resources, such as natural gas, coal, or biomass, to release hydrogen from their molecular structure. In other processes, heat, in combination with closed-chemical cycles, produces hydrogen from feedstocks such as water. Learn more about the following thermochemical processes:

- [Natural gas reforming](#) (also called steam methane reforming or SMR)
- [Coal gasification](#)
- [Biomass gasification](#)
- [Biomass-derived liquid reforming](#)
- [Solar thermochemical hydrogen \(STCH\)](#)

ELECTROLYTIC PROCESSES

Electrolyzers use electricity to split water into hydrogen and oxygen. This technology is well developed and available commercially, and systems that can efficiently use intermittent renewable power are being developed. Learn more about [electrolysis](#).

DIRECT SOLAR WATER SPLITTING PROCESSES

Direct solar water splitting, or photolytic, processes use light energy to split water into hydrogen and oxygen. These processes are currently in the very early stages of research but offer long-term potential for sustainable hydrogen production with low environmental impact. Learn more about the following solar water splitting processes:

- [Photoelectrochemical \(PEC\)](#)
- [Photobiological](#)

BIOLOGICAL PROCESSES

Microbes such as bacteria and microalgae can produce hydrogen through biological reactions, using sunlight or organic matter. These technology pathways are at an early stage of research, but in the long term have the potential for sustainable, low-carbon hydrogen production. Learn more about the following biological processes:

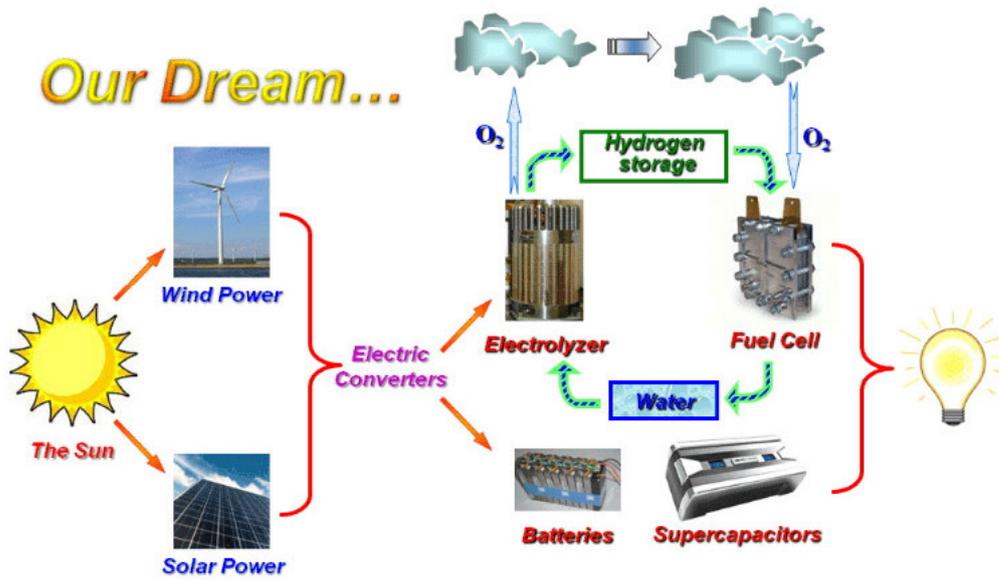
- [Microbial biomass conversion](#)
- [Photobiological](#)

Things to consider

Fuel cell type	Fuel	Overall reaction	Operating temperature (°C)	Theoretical efficiency (%)		Actual system efficiency (%)	
				Electric	CHP	Electric	CHP
PEMFC	H ₂	H _{2(g)} + 1/2 O _{2(g)} = H ₂ O(l)	60–80	83	80–90	45–50	80–90
PEMFC	NG	CH _{4(g)} + 2O _{2(g)} = CO _{2(g)} + 2H ₂ O(l)	60–80	–	80–90	35–40	80–90
DMFC	CH ₃ OH	CH ₃ OH(l) + 1 1/2 O _{2(g)} = CO _{2(g)} + 2H ₂ O(l)	20–60	97	n/a	20–25	n/a
AFC	H ₂	H _{2(g)} + 1/2 O _{2(g)} = H ₂ O(l)	70	83	n/a	45–60	n/a
PAFC	NG	CH _{4(g)} + 2O _{2(g)} = CO _{2(g)} + 2H ₂ O(g)	200	–	90	40	90
SOFC	NG	CH _{4(g)} + 2O _{2(g)} = CO _{2(g)} + 2H ₂ O(g)	600–1000	92	90	45–60	90
MCFC	NG	CH _{4(g)} + 2O _{2(g)} = CO _{2(g)} + 2H ₂ O(g)	650	92	90	45–55	90
DCFC	Carbon	C _(s) + O _{2(g)} = CO _{2(g)}	500–1000	100	90	70–80	90

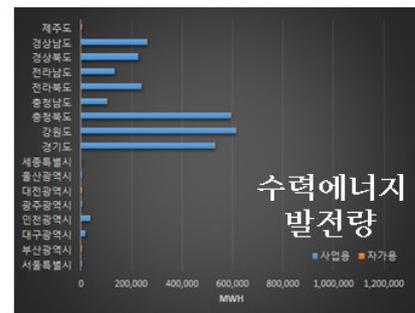
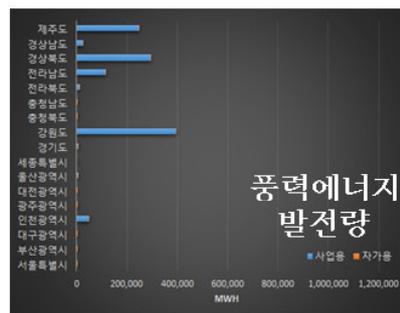
PEMFC, Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cell; DMFC, Direct Methanol Fuel Cell; AFC, Alkaline Fuel Cell; PAFC, Phosphoric Acid Fuel Cell; SOFC, Solid Oxide Fuel Cell; MCFC, Molten Carbonate Fuel Cell; DCFC, Direct Carbon Fuel Cell.

Our Hope



에너지원별 가용량

단위: MWh



❖ 제3차 환경친화적자동차 개발 및 보급 기본계획 (2016 ~ 2020)

- 2015년 12월 변정부 차원에서 발표된 계획으로, 전기차, 플러그인하이브리드차, 하이브리드차, 연료전지차와 같은 친환경자동차의 개발 및 보급과 관련된 종합계획으로 세부적인 기술개발 및 보급목표를 설정하고 있음.

<추진전략>

경쟁력 있는 친환경차 개발

- ① 전기차 성능 2.5배 향상
- ② 수소차 가격 40% 저감
- ③ 저가형 하이브리드차 모델 다양화

저비용·고효율 인프라 구축 확대

- ① 전기차 충전시설 확대 및 충전형태 다양화
- ② 중점 보급도시 중심 수소충전소 구축

친환경차 활용 사회기반 조성

- ① 보조금 및 세제지원을 통한 구매부담 경감
- ② 적정 과금체계 확립으로 운영 안정성 확보
- ③ 친환경차 이용 혜택 강화
- ④ 보급 확대를 위한 법·제도 개선

<세부 추진과제>



<국내 친환경차 보급 전망>

❖ 환경기초시설 중에서 바이오가스로 활용되는 곳은, 공주의 가축분뇨 바이오가스 시설, 청양 바이오가스 플랜트 단 2곳으로 조사되었음.

■ 매립시설 현황

지자체 : 18개소 총 용량 8,475,494 m³, 면적 804,781 m²
 민간 : 6개소 총 용량 53,542 m³, 면적 7,506,549 m²



■ 지자체 소각시설 현황

지자체 : 12개소, 총 규모 47,488kg/h, 시설용량 1,127.2 톤/일
 민간 : 1개소 총 규모 14,583kg/h



□ 음식물쓰레기 처리시설 현황

지자체 : 9개소 시설용량 256 톤/일
 민간 : 8개소 시설용량 926 톤/일



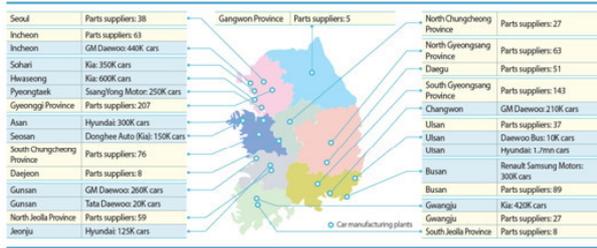
□ 지자체 하수슬러지 현황

시설용량 284 톤/일



2014년 기준
 통계자료

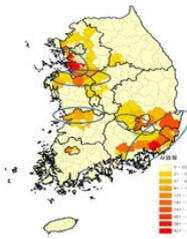
□ 충남의 자동차 부품 산업



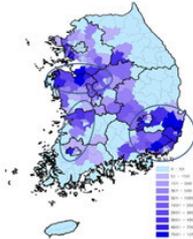
- ❖ 충남지역은 완성차 공장 기준으로 울산, 경기에 이어 전국 3위의 생산능력을 보유하고 있으며, 현대모비스, 대한공조, 현대파워텍 등 78개의 1차 협력업체가 천안, 아산, 당진 지역을 중심으로 집중 분포하고 있음.
- ❖ 전체적인 사업체나 종사자 규모도 전국 3위 수준으로, 국내 자동차부품 산업의 중심.

자료: 대한무역투자진흥공사(2015)

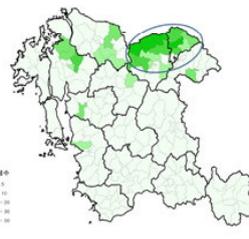
사업체 기준



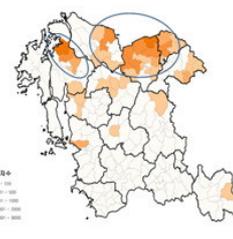
종사자 기준



사업체 기준



종사자 기준



자료: 통계청, 광업·제조업 조사(2013)

결론

❖ 제안 1. 태양광 발전량 증대 가능

- 충남의 태양광 가용 잠재량이 전국 대비 3위, 발전량 5위이며, 충남 내 공주시 일사량, 일조량이 가장 높음

❖ 제안 2. 바이오가스 생산 및 발전 확대 가능

- 충남 하수슬러지, 가축분뇨, 음식물, 폐수 등의 바이오가스 발전 및 생산 시설 미비
- 환경부 자료 '2014 유기성 폐자원 에너지 활용 시설 현황'을 보면 충남 내 2개소 운영 중
 - 공주시 가축분뇨 공공처리시설
 - 청양 여양공장 바이오가스 플랜트
- 설문 조사를 통하여 아산시 소재 바이오가스 발전시설 추가 운영 확인(바이오에너지펀)

❖ 제안 3. 수소융합충전소 건립 인프라 조건 양호

- 대산석유화학단지 내 부생수소 공급 인프라(현대오일뱅크, S-OIL, 삼성토탈 등)
- 충남 지역 LPG 충전소 171개소, CNG 충전소 3개소
- 인접 경기 평택에 한국가스공사 평택인수기지

❖ 제안 4. Power to Gas 시스템 도입

- 화력발전소 및 당진 현대제철 P2G 시스템을 도입하여, 발생 이산화탄소 처리 및 수소생산
- CO₂ 및 CH₄ (바이오 가스 내)를 이용한 CO 및 수소 생산



E-mail me for Q : taecklee@hoseo.edu

풍력자원의 기술적용 가능성과 개선방안

김동혁 초빙책임연구원(충남연구원 기후변화대응연구센터)

1. 풍력발전의 도입 배경

<도입배경>

- 기후변화 대응 및 화력발전을 대체할 유일한 수단
- 풍력발전은 기술성숙도와 가격경쟁력 및 효율성이 높아 신재생 분야 중 3대 중점 에너지 지원임
- 중위도 경압성 지대에 위치한 한반도는 기상학적으로 풍력자원이 우수함

<진입장벽>

- 풍력자원은 기상 의존적으로 바람의 변동성, 예측 불확실성을 내포하고 있음
- 풍력발전의 간헐성으로 인해 기존의 전력계통에 부하를 초래함
- 육상과 연안에서의 대기하층의 바람은 매우 국지적으로 발달함
- 충남의 풍력자원 잠재량의 부족으로 인한 발전사업자의 부정적 시각이 존재하여 재생 에너지 전환 장기비전에서는 찾아볼 수 없음

※풍력자원 잠재량의 합정

- 현존 (풍력)자원지도의 기술적 제한요인(단기성, 불확실성, 해상도 등) 존재함
- 기후변화에 따른 장기예측평가 자료 부재
- 실측을 통한 예비타당성 조사가 반드시 수반되어야함

<가능성>

- 국가 에너지기본계획과 전력수급계획 수립시에 (이론적)잠재량에 의존함
- 풍력기술개발 추세 및 융복합 측면의 고려는 미비함
- 풍력자원 예측기술과 풍력설비 기술수준은 나날이 발전하고 있음
예) 한국에너지기술연구원 초고해상도 자원지도 개발에 따른 기대효과
- 실측자료 확보와 환경영향을 고려한 입지선정은 별도 연구 필요함

2. 개선방안

<고도화>

- 풍력자원지도의 고도화를 통한 잠재량의 재평가
: 위성관측자료 활용, 시·공간 해상도 업그레이드, 기후변화 영향 반영
- 태양광(열) 및 풍력에너지는 기상 의존성이 매우 큼
예) 태양에너지 자원에 미치는 에어로졸 효과/ 해상도 업그레이드에 따른 국지풍 모사
- 기상예보기술을 활용한 에너지 예보 개발 및 적용
: 단지 맞춤형 에너지 예보를 통한 스마트그리드 현실화

<융복합 클러스터>

- 원별 장점을 극대화 할 수 있는 융복합 클러스터 구축을 통한 재생에너지 보급 확대
예) 융합: 풍력-담수화, 풍력-ESS / 복합: 풍력+태양광+조력

<입지선정을 통한 지역 맞춤형 프로젝트 개발>

- 육상: 분산형 중소규모 개발을 통한 에너지 자립도 향상
- 도시: 소형 풍력·태양광 발전을 통한 공공재 시설 우선 도입
- 해상: 대형 유틸리티급 개발 프로젝트를 통한 산업전기 생산

3. 중장기 로드맵 구축

<충남의 에너지전환의 중장기 로드맵 수립>

- 생산재생에너지 개발의 핵심은 기술수준과 정책의 방향
- 중점 에너지원을 선정하고 부존자원 및 행정적 보급목표를 명확히 할 수 있는 중장기 적인 로드맵의 수립이 필요함

<환경 측면을 고려한 인식의 제고>

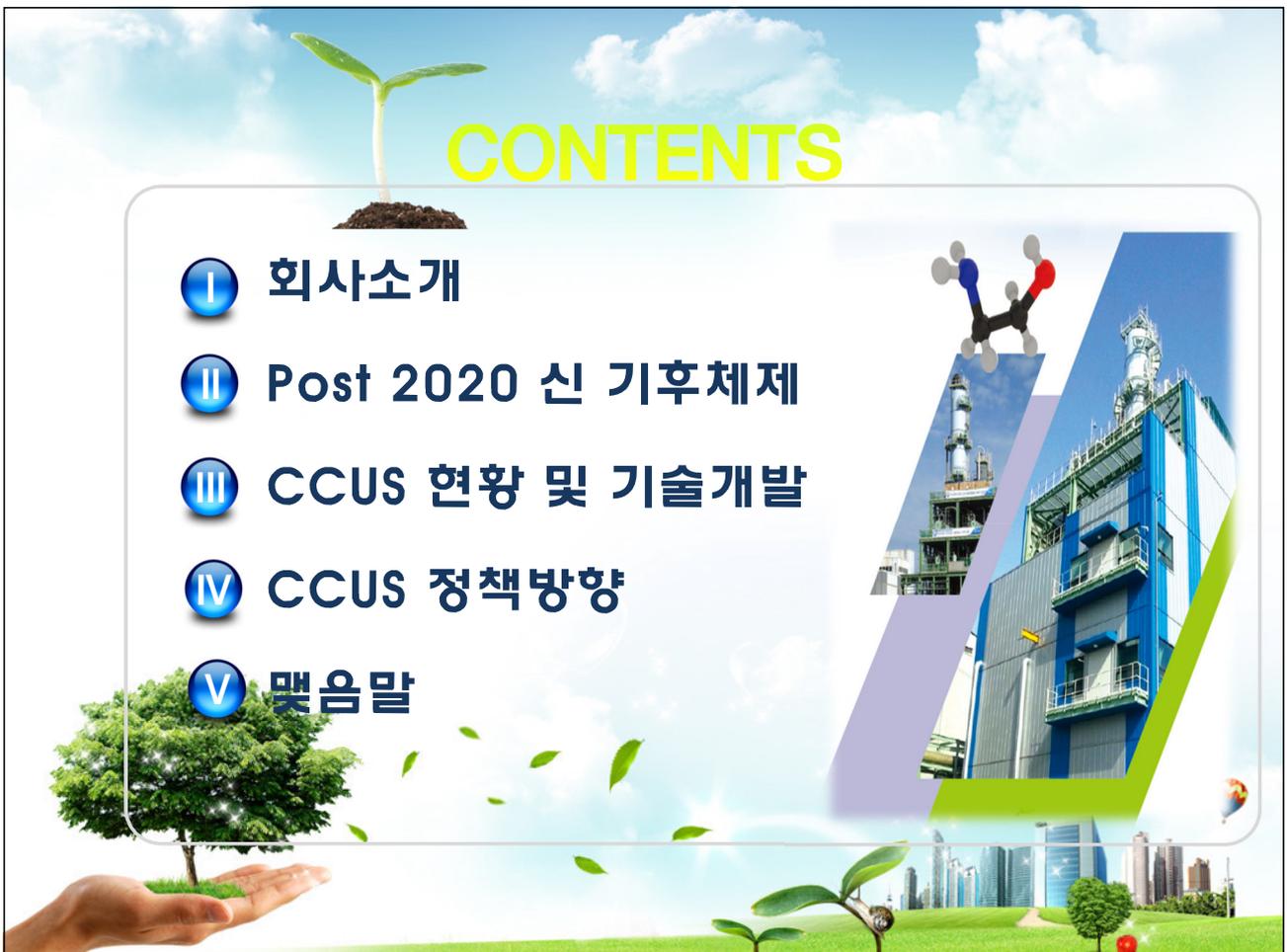
- 도내 대기오염물질 유발 대형 사업자의 신재생에너지 개발 프로젝트 참여 의무화(법제화)
- 육·해상 재생에너지 개발 매뉴얼 및 가이드라인 개발
- 환경성 평가를 통한 입지 타당성 조사 개발 우선순위/지역배분 결정
- 신재생에너지 전환의 당위성 교육을 통한 긍정적 비전 공유 및 주민의 적극적 참여 유도



CCUS 기술개발 및 정책방향

GLOBAL
TOP CLASS
ENERGY
COMPANY

한국중부발전 | 주

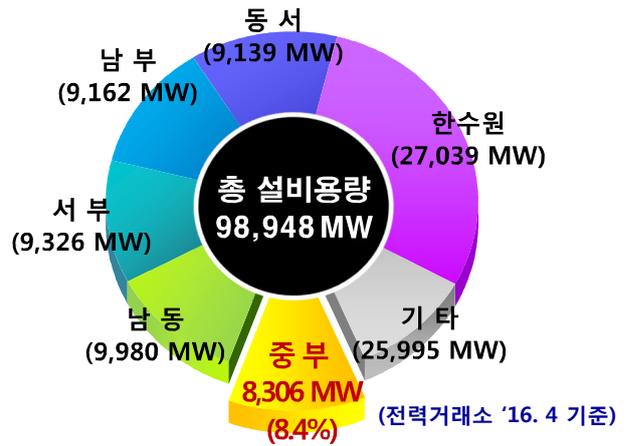


CONTENTS

- Ⅰ 회사소개
- Ⅱ Post 2020 신 기후체제
- Ⅲ CCUS 현황 및 기술개발
- Ⅳ CCUS 정책방향
- Ⅴ 맺음말

1. 회사소개

국내발전사업



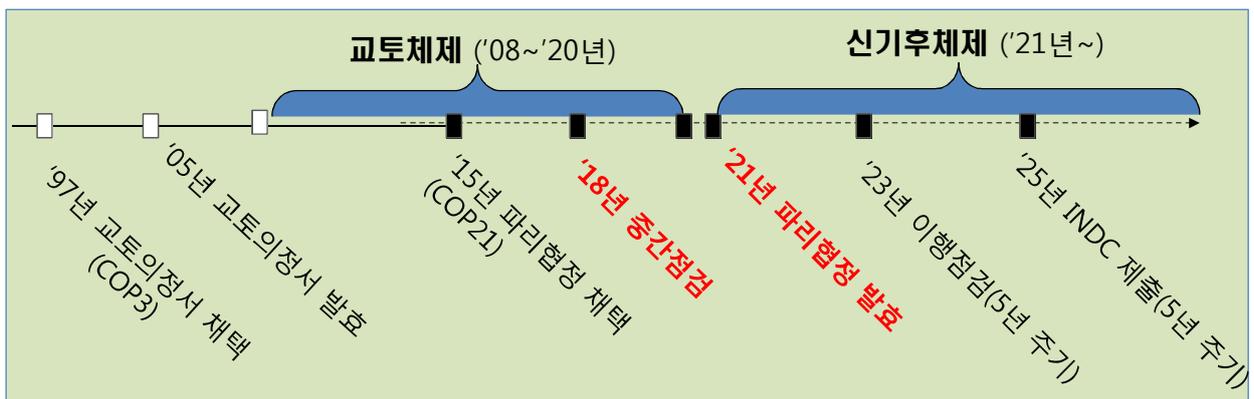
신재생 및 해외발전사업



신사업 현황		용량(MW)	
국내 신재생	현대그린파워	부생가스	800
	강원풍력	풍력	98
	상공에너지	RDF	10
해외 사업	인니 짜레본	석탄화력	660
	인니 왈푸	수력	45
	인니 탄중자티	석탄화력	1,320
	인니스망까	수력	55
	태국 나바나콘	복합화력	110

2. Post 2020 신 기후체제

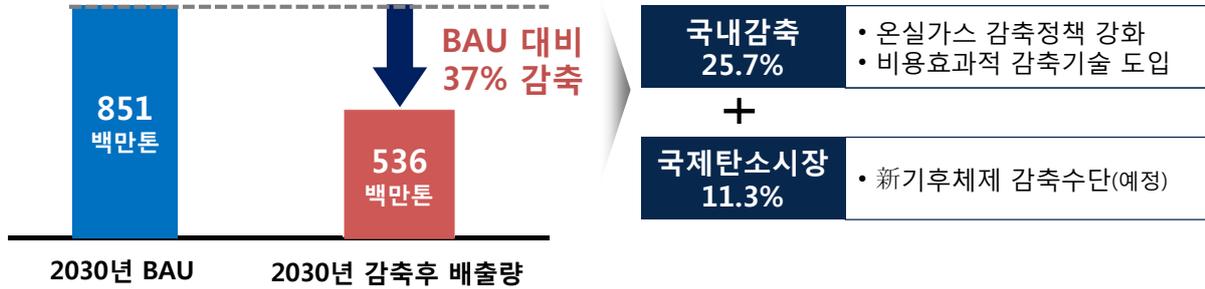
기후변화협약 추진경과



구분	교토체제 (Pre 2020)	신기후체제 (Post 2020)
감축의무	역사적 책임에 따른 감축의무 (하향식)	각국이 자발적 결정 (상향식)
포함요소	감축	감축, 적응, 재정, 기술개발 등
적용국가	선진국	모든 국가가 참여

2. Post 2020 신 기후체제

○ 신 기후체제 국가감축목표



구 분	2030년 국가 온실가스 감축목표
배출전망	· 851 백만톤
감축목표	· 315 백만톤 (배출전망대비 37% 감축)
	- 국내 감축: 219 백만톤 (25.7%, 국내에서 시행된 감축활동만 인정)
	- 해외 감축: 96 백만톤 (11.3%, 해외에서 시행된 감축활동 또는 해외배출권 구입)
UN 제출	· 536백만톤 배출 (기존 2020년 배출목표 543 백만톤 보다 약간 낮은 수준)

2. Post 2020 신 기후체제

○ 온실가스 감축 목표 및 주요 수단

- 국가 온실가스 감축목표 : 37%
 - ▶ [국내감축 : 25.7%] 원전 및 신재생 확대, CCS 상용화, 에너지 효율개선, 필요시 석탄의 LNG化 등
 - ▶ [국외감축 : 11.3%] 국제탄소시장을 통한 배출권 구입
- 국내 발전부문 감축 수단 분류

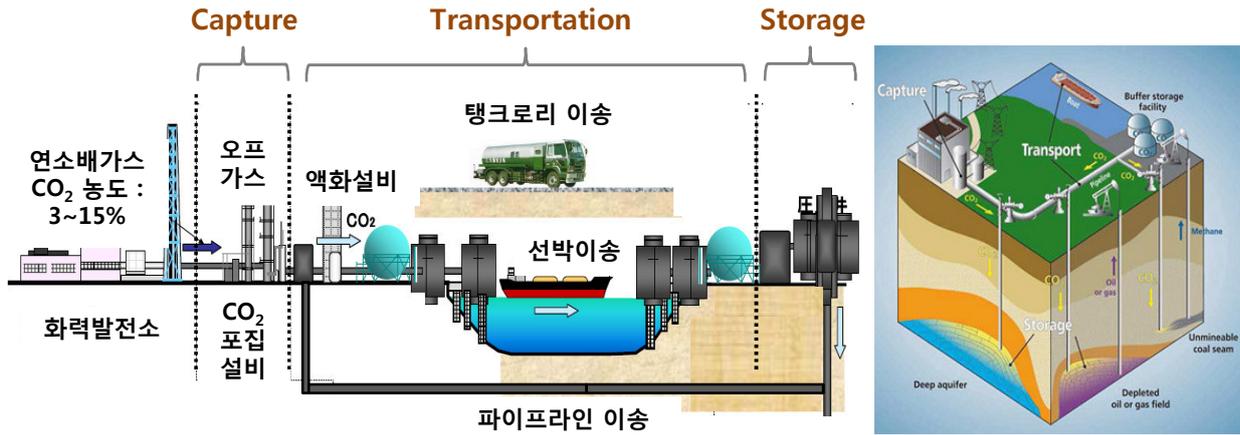
분야	감축방안	적용대상
전원 MIX	원전 추가, 신재생 확대, 석탄의 LNG화	원전, 신재생, 복합
효율개선	고효율 발전소 도입	석탄, 복합
기술도입	CCUS	석탄

3. CCUS 현황 및 기술개발

CCUS 개요

- CO₂를 대량발생원으로부터 포집한 후, 압축-수송 과정을 거쳐 육상 또는 해양지중에 안전하게 저장(CCS)하거나 유용물질로 전환(CCU)하는 일련의 과정을 포함하는 기술

* CCUS(Carbon Capture Utilization & Storage : 이산화탄소 포집, 활용 및 저장



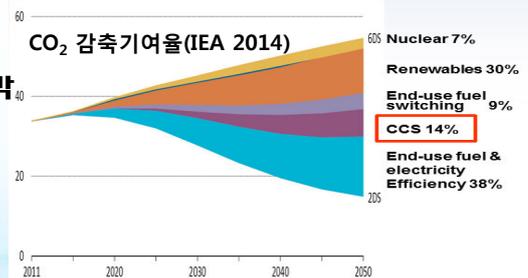
Source : RITE , 2008

3. CCUS 현황 및 기술개발

CCUS 필요성

CCS

- 신기후체제로 온실가스 감축이 세계적인 이슈로 부각
- 국가 감축목표로 2030년 BAU 대비 37% 감축 제시
- IEA는 2050년에 CCS가 감축 수단의 14% 전망



CCUS

- 온실가스 감축 핵심기술 조기 확보로 탄소배출권 시장 선점
 - CCU : CO₂ 의 탄소자원화로 신규 산업 창출
 - CCS : 통합적(포집, 수송, 저장) 실증으로 시장선도

* 저비용 고효율 CO₂ 포집, 저장 기술 확보 : \$30/톤(2025년) → \$20/톤(2030년)

3. CCUS 현황 및 기술개발

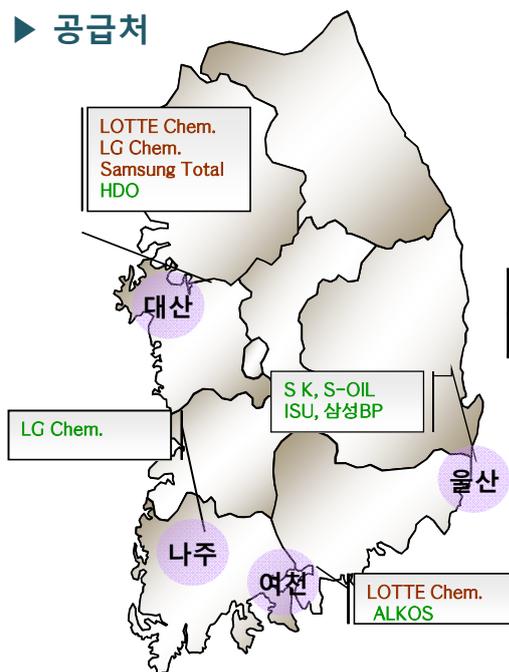
○ 국내 CCUS 개발 현황

분야	기술	과제명	수행기관
포 집 (Capture)	연소후 건식	10MW 급 연소후 CO ₂ 포집플랜트 운영을 위한 CO ₂ 포집기술 상용패키지 개발	전력연구원, 남부발전 등
	연소후 습식	10MW 급 연소후 습식아민 CO ₂ 포집기술 상용패키지 개발	전력연구원, 중부발전 등
저 장 (Storage)	해상지중	포항분지 해상 소규모 주입실증 프로젝트	공주대, 지질연구원 등
전 환 (Utilization)	미세조류	미세조류를 이용한 이산화탄소 고부가가치 상품전환 공정 실증	한남, 에기연 등
	초산	이산화탄소 전환 초산 제조 실증시스템 개발	화학연, 성균관대 등
	개미산	포집된 CO ₂ 를 활용한 고부가 화학제품 기존 생산공정 혁신기술 개발	테크윈, 화학연 등
	탄산칼슘	발전 배출가스 직접반응을 통한 CO ₂ 포집 및 대량활용 저장기술 개발	대우건설, 남동발전 등

3. CCUS 현황 및 기술개발

○ 국내 CO₂ 재이용 현황

▶ 공급처



<2012년 기준>

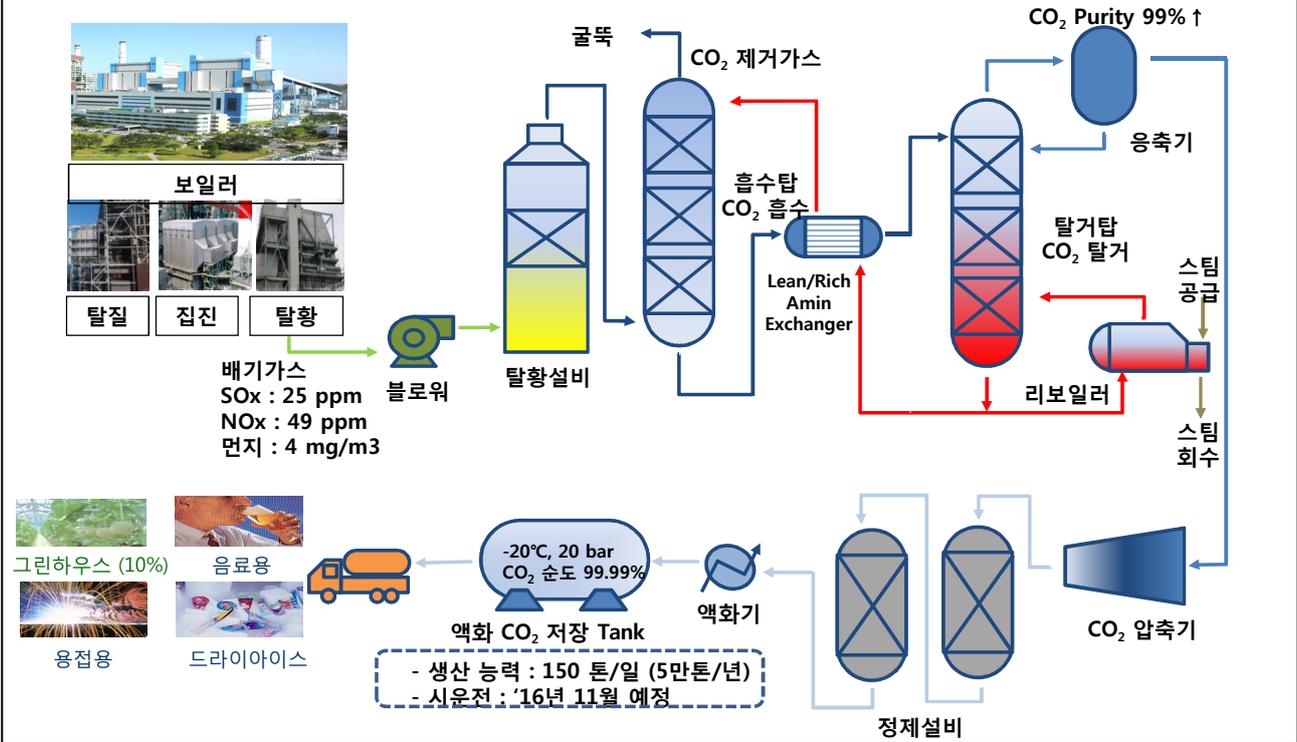
판매량	60만톤
매출액	1,000억원

▶ 수요처

- 그린하우스(10%)
- 용접용(70%)
- 음료, 정수용(10%)
- 드라이아이스(10%)

3. CCUS 현황 및 기술개발

보령화력 CO₂ 재이용 모델



4. CCUS 정책방향

청정에너지기술 발전전략

기후변화대응과 신산업 창출을 위한 **청정에너지기술 발전전략**('16.6.27, 국가과학기술심의회)

▶ 6대분야 기술영역 선정 : 1.신재생, 2.효율향상, 3.수요관리, 4.원자력, 5.화력송배전, **6.CCUS**

CCUS 추진방향

CO₂ 포집기술 확보 및 중규모 포집실증

- 10MW급 CO₂ 포집플랜트 장기 운전(1~3천시간)
- 포집비용 저감 차세대 원천기술 개발 및 소규모(0.5MW) 실증
- 중규모 저장연계 포집실증

CO₂ 저장 핵심기술 확보 및 실증

- 포집과 연계한 중소규모 저장 기술 개발 및 실증
- CO₂ 수송-저장 기술개발
- 안전하고 효율적인 CO₂ 수송, 저장기술 개발을 통한
- CCS 엔지니어링 및 혁신기술

차세대 CO₂ 전환기술 확보

- 탄소자원화 기술개발, 상용화로 온실가스 감축 및 신산업 창출
- 차세대 CO₂ 전환 화학원료, 연료 생산
- CO₂ 광물화, 그린시멘트, 폐광산 채움재 등 생산

기후변화대응기술 확보 로드맵(CTR)

기후변화대응기술 확보 로드맵('16.6.27, 국가과학기술심의회)

▶ 주요내용 : 1. 탄소저감, 2. 탄소자원화(부생가스 전환, CO₂ 변환, CO₂ 광물화), 3.기후변화적응

탄소자원화 기술 확보 추진방향

부생가스(CO, CH₂) 전환

- 발생원 : 제철소, 석유화학공단
- 부생가스를 촉매·생물을 이용한 전환으로 연료 및 화학 제품 생산
 - 2030년 기준 1,500만톤/년 감축
 - 실증단지 : 광양, 여수

CO₂ 전환분야

- 발생원 : 발전소, 제철소, 석유화학
- CO₂를 촉매·광·전기·생물을 이용한 전환을 통해 고부가가치 화학제품 생산
 - 산학연 참여 유도로 조기 실증
 - 실증단지 : 광양, 여수

CO₂ 광물화

- 저농도(약 13%이하) CO₂와 산업 및 발전부산물, 폐지 등을 활용
- 그린시멘트, 폐광산 채움제, 친환경 고급용지 등 생산
 - 2030년 기준 1,000만톤/년 감축
 - 실증단지 : 강원, 충청

5. 맺음말

CO₂ 활용 전략

▶ 이산화탄소를 변환 없이 직접 사용하는 전략

- 신규 수요처 발굴 : 식품가공, 음료제조, 농업용, 소화제분사제, 작동유체, 세탁소, 반도체 세척 등

▶ 이산화탄소를 타 제품으로 변환하여 사용하는 전략

- 기술개발 : CO₂를 생물학적, 화학적 방법으로 변환하여 다른 제품의 형태로 사용적 개발 필요
- (단기저장) 메탄올, 폴리머 등 제조, (장기저장)건축재료를 위한 광물탄산화

검토사항

▶ CCU의 온실가스 감축효과

- 재이용 또는 타 제품 변화과정에서 에너지가 소요되므로 온실가스 감축 모니터링 및 방법론 필요
- CO₂ 활용은 온실가스 감축과 더불어 고부가가치 창출이라는 새로운 관점 필요

○ CCS 해외 개발 동향



< 캐나다(EOR)
Saskpower(Boundary Dam)
160MW급 실증플랜트 운영(2014) (2기 추가예정)

미국 >
Southern Company(Plant Barry)
25MW급 실증플랜트 운영(2011)

< 노르웨이
TCM(Mongstad)
15MW급 테스트센터 운영(2012)

영국 >
SSE사(Ferrybridge)
5MW급 Pilot Plant 운영(2011)

< 네덜란드(EOR)
E.ON(Massvlakte)
250MW급 실증플랜트설치(2015~2016)

미국(EOR) >
Petra Nova Holdings(Parish)
250MW급 실증플랜트건설(2016)

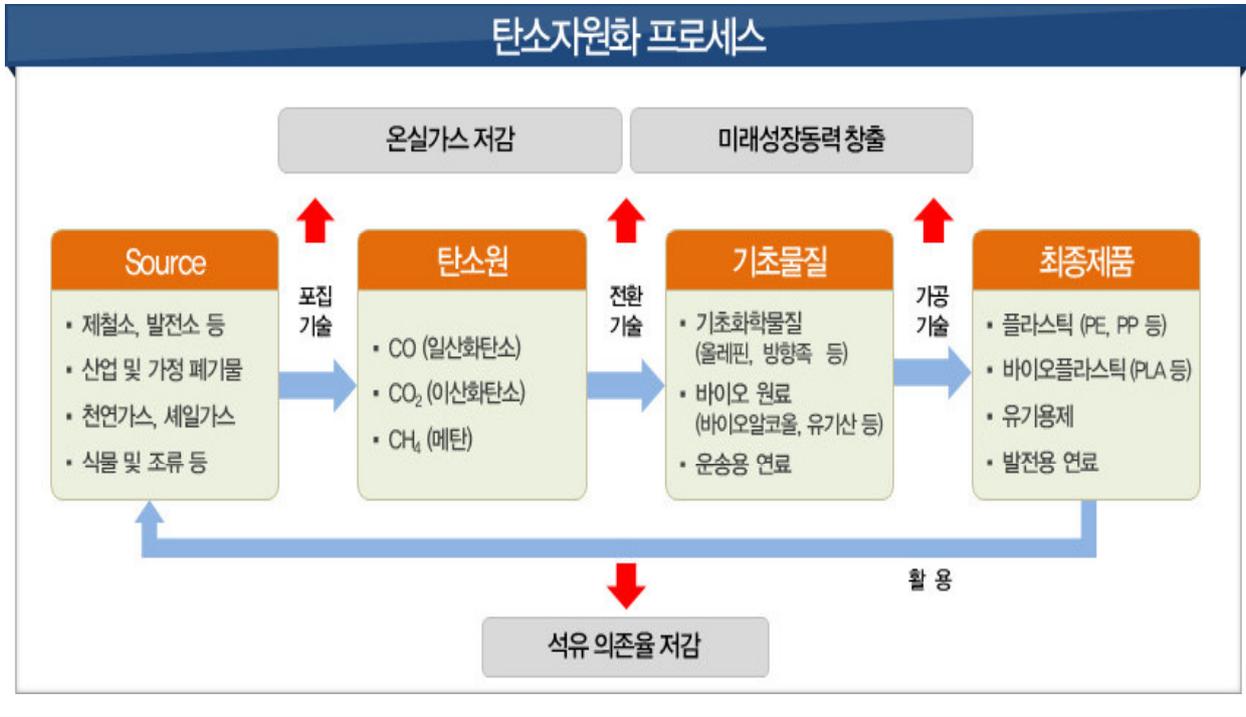


✓ 기술신뢰성 기 확보, 세계 최고 경제성을 확보하기 위한 국가/기업 간 경쟁 치열 (흡수제 및 공정 개선)

○ CCU 해외 개발 동향

국가	주관기관	연구 내용
독일	Bayer	포집 CO2로 폴리우레탄(단열재) 제조 파일럿 플랜트 건설
	Cyano Biofuels	CO2와 햇빛을 공급하여 직접 바이오메탄올 생성 미세조류 개발중
미국	Berkley National Lab	물, CO2, 햇빛으로 부터 가솔린 대체 연료 제조 기술 개발중
	Albermarle Novomwe	CO2와 에폭시드의 공중합 반응으로 폴리프로필렌카보네이트 생산 성공
영국	Navacem	CO2 활용한 시멘트 제조기술 개발중
	뉴캐슬 대학	CO2와 옥시렌 반응시켜 에틸렌카보네이트 전환 촉매 개발 성공
네덜란드	DSM	CO2 기반 폴리카보네이트를 활용한 친환경 코팅소재 개발중
호주	CCS Institute	포집 CO2 활용 시멘트와 골재 제조 예정
일본	미쯔이 케미컬	석유화학 배출 CO2 포집 후 메탄올 생산 기술 개발
	아사히 케미컬	CO2 활용 폴리우레탄 원료인 이소시아네이트 합성
중국	창춘연구소	이산화탄소 중합체 합성 촉매 개발후 중합체 생산라인 구축
	상하이 연구소	CO2로부터 메탄올 에틸렌글리콜 합성 신 프로세스 개발

탄소 자원화 프로세스



CO2 수요(현재 및 미래)

<전세계 CO2 수요 예상량(개발완료)>

현재기술	판매수요(백만톤/년)
오일회수증진	30<demand<300
요소비용 수율증대	5<demand<30
정유, 가스산업	1<demand<5
음료, 와인	~9
식품, 의약	~9.5
원예, 제지	<2
수처리	1<demand<5
불활성가스	<1
제철, 용매, 전자	<4
작동유체	<1
용접, 냉매, 소방	<3
합계	45<demand<360

<전세계 CO2 수요 예상량(개발예정)>

미래기술	판매수요(백만톤/년)
석탄메탄생산 향상	30<demand<300
지열, 발전 열유체	6<demand<31
폴리머가공	5<demand<30
화학합성	1<demand<5
미세조류 배양	>300
탄산칼슘등	>300
중소다 등	1<demand<5
콘크리트 양생	30<demand<300
보오크사이트 처리	5<demand<30
재생메탄올	>300
포르믹산 및기타	>600
합계	77<demand<2,202

(자료출처 : GCCSI)



지자체 재생에너지 정책의 의미와 범위

이성호 교수(전북대학교)

지자체 재생에너지 정책이라고 하면 재생에너지의 정의를 이해할 필요가 있다. 일반적으로 에너지정책이라고 할 때와 재생에너지 정책이라고 할 때는 그 의미가 다르다. 에너지라고 하면 석탄, 석유, 가스 등의 화석에너지와 원자력에너지와 재생에너지까지를 포괄하고, 나아가 에너지 절약과 효율정책까지를 포함한다.

지자체에서 에너지정책을 수립하고 집행할 때에는 에너지 정책 전반을 다루고 있다. 그러나 여타 정책과 마찬가지로 우리나라에서는 지자체의 에너지정책에 대한 권한과 책임이 그다지 크지 않다. 대부분 국가에서 정한 정책을 집행하는 역할을 하고 있으며, 에너지 관련 법에서 정한 인허가 관련 일이거나 에너지 관련 해당 지자체 주민들의 의견과 민원을 정부에 전달하는 창구 역할에 머물러 있다고 해도 과언이 아니다.

하지만 최근 우리나라에서도 서울시, 제주도, 경기도, 충남도 단체장들이 에너지와 관련한 지자체의 목소리를 내기 시작하였으며, 지자체의 역할을 강화하고 있다. 서울시는 '원전 하나 줄이기' 사업으로 알려져 있으며, 제주도는 '카본프리 아일랜드 제주 2030'으로 알려져 있다. 경기도와 충남도는 에너지정책과 관련하여 두드러진 명칭이나 슬로건을 아직 마련하지 못하고 있는 것으로 보인다. 서울시는 FIT제도와 공공 시설 및 주택 및 아파트 태양광 보급 등 서울형 태양발전 보급을 추진하는데 많은 노력을 기울이고 있다. 에너지 절약을 위해서도 주민 참여형의 여러 프로그램을 함께 진행하고 있다.

제주도의 카본프리 아일랜드는 2030년까지 제주도가 사용하는 에너지 100%를 재생에너지로 공급함으로써 이산화탄소 발생을 제로화하겠다는 정책이다. 이를 위해 제주도 내 풍력과 태양광발전을 확대하여 사용 전력을 100% 자급할 뿐 아니라 추가로 육지까지 보내겠다고 한다. 또한 전기차 도입을 확대하여 2030년까지 제주도내 차량은 100% 전기차가 되도록 하겠다는 것이다. 다만 주택과 건물 등에서 사용하는 열 에너지 및 어선 등에서 소비하는 에너지에 대한 대책으로 뚜렷하게 제시된 것은 없어 보인다.

경기도는 지난 해 '경기도 에너지 비전 2030'을 세우고 각 분야별 계획을 세웠으나 대부분 에너지 관련 국가 계획을 총 망라한 것으로 아직 경기도가 역점으로하는 두드러진 특징을 찾기가 어렵다. 도청에 에너지과와 에너지센타를 만들으로써 에너지 행정 주체를 세웠다는 의미를 들수 있겠다. 또한 에너지위원회를 통해 전문가와 시민이 에너지 행정에 참여할 수 있는 테이블이 마련되었다는 의미를 갖는다. 아직도 경기도는 공공시설에 태양광 설치시 임대료 규정이 마련되지 않아 공공청사와 학교에 태양광 설치가 제대로 안되고 있다. 에너지 신산업과 태양광발전, 풍력 발전 등 어디에서도 가시적 성과를 내고 있다고 보기는 어렵다.

충남도는 충남 '지역에너지 종합계획'이라는 에너지 비전과 플랜을 준비 중인 것으로 알고 있다. 도지사가 에너지에 대한 관심이 높다는 것과 최근에 에너지과가 만들어졌으며, 활발하게 비전과 플랜을 세우고 있다고 듣고 있다. 최근에 미세 먼지가 이슈가 되면서 도지사가 석탄발전과 관련한 입장을 정리하여 발표한 것으로 알고 있으며, 당진군수의 신규 석탄발전 취소 단식 사실 등이 알려져 있다.

지난 해 4개 광역단체장이 만나 기후변화대응을 위해 에너지 효율 향상과 재생에너지 확대를 약속한 바 있다. 그리고 각 지자체의 경험을 공유하고 협력을 확대하기로 하였다. 여기서 지자체의 에너지정책의 목표는 환경 개선과 지역 경제 활성화라고 정리할 수 있다. 정부의 에너지정책에 적극 협력하고 에너지신산업 확산도 언급되었다.

지자체 에너지정책을 수립하거나 평가함에 있어서 원칙과 기준이 무엇일까? 유엔이 기후협약을 맺은 근거는 지속가능성이다. 우리 역시 지속가능성을 에너지뿐만 아니라 모든 정책의 기본이자 원칙으로 정할 필요가 있다. 에너지정책에서의 지속가능성은 에너지 절약 및 효율 향상과 재생에너지로의 에너지 전환 정책이다. 우리나라 <신에너지 및 재생에너지 개발 이용 보급 촉진법> 제2조에 1. "신에너지"란 기존의 화석연료를 변환시켜 이용하거나 수소·산소 등의 화학 반응을 통하여 전기 또는 열을 이용하는 에너지로서 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 것을 말한다. 가. 수소에너지 나. 연료전지 다. 석탄을 액화·가스화한 에너지 및 중질잔사유(重質殘渣油)를 가스화한 에너지로서 대통령령으로 정하는 기준 및 범위에 해당하는 에너지, 라. 그 밖에 석유·석탄·원자력 또는 천연가스가 아닌 에너지로서 대통령령으로 정하는 에너지

2. "재생에너지"란 햇빛·물·지열(地熱)·강수(降水)·생물유기체 등을 포함하는 재생 가능한 에너지를 변환시켜 이용하는 에너지로서 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 것을 말한다. 가. 태양에너지, 나. 풍력, 다. 수력, 라. 해양에너지, 마. 지열에너지, 바. 생물자원을 변환시켜 이용하는 바이오에너지로서 대통령령으로 정하는 기준 및 범위에 해당하는 에너지, 사. 폐기물에너지로서 대통령령으로 정하는 기준 및 범위에 해당하는 에너지, 아. 그 밖에 석유·석탄·원자력 또는 천연가스가 아닌 에너지로서 대통령령으로 정하는 에너지라고 정의되어 있다. 우리나라 법률에서는 신에너지와 재생에너지를 구분하지 않고 같은 법에서 개발 이용 보급을 촉진하고 있다. 그러나 재생에너지와 신에너지는 그 근원이 다른 에너지원이다. 수소는 에너지 캐리어(전달자)이지 그 자체가 에너지가 아님에도 우리 법에서는 수소에너지라고 정의하고 있다. 또한 연료전지는 수소와 공기 중의 산소를 반응시켜 전기와 열을 얻는 도구 또는 기기인데도 에너지로 정의하고 있다. 석탄을 액화, 가스화한 에너지나 중질잔사유를 가스화한 에너지로서 대통령령으로 정한 에너지는 말 그대로 화석연료를 사용하는 기술을 의미하는데 이는 석유 파동을 계기로 석유 대체연료 개발을 위한 대체에너지개발보급촉진법에

서 규정한 내용이 아직까지 이어져 오고 있기 때문이다. 재생에너지의 정의 또한 폐기물에
 에너지로서 대통령령으로 정하는 에너지를 포함시킴으로써 화석연료 기원의 에너지를 재생에
 너지에 포함시키는 잘못을 가지고 있다. 이미 일본은 2008년 신에너지와 재생에너지를 구분
 하여 각각 별도의 법에서 이들을 개발 이용 보급시키고 있다. 예를 들어 일본의 FIT는 태양
 광, 풍력, 바이오, 지열, 소수력 5종에 대해서만 실시하고 있다. 우리나라처럼 석유 정제과
 정에서 발생하는 부생가스를 신재생에너지라고 하며 지원할 필요는 없다. 이미 지원이 없어도
 부생가스는 열량이 높은 에너지원이기 때문에 산업체에서 잘 활용되고 있기 때문이다.
 또한 석탄 온배수를 재생에너지에 포함하여 지원하는 나라는 없다. 우리나라는 2014년 수열
 에너지라고 정의하여 화력발전 온배수를 활용하는 것을 지원하고 있다. 굳이 국가 지원이
 필요하다면 재생에너지라고 지정하기 보다는 에너지효율 사업으로 지원하면 될 일이다. 국
 가가 해야 할 일이면 해야 하지만 개념을 왜곡하여 지원하는 것은 특혜 시비를 불러올 수
 있다. 또한 재생에너지 보급 확대라는 왜곡된 결과를 기대한다면 이는 국민을 속이는 일이다.
 지자체에서도 에너지 계획을 수립하고 집행할 때 지속가능성과 재생에너지에 대한 개념
 을 분명히 이해 할 필요가 있다. 오염물질과 온실가스 배출을 줄이기 위해서는 석탄, 석유,
 가스를 줄여야 한다. 원자력 또한 위험성과 장기간의 폐기물 처리 비용을 생각할 때 줄여
 나가야 한다. 나아가 화석연료를 사용하는 기술인 신에너지나 왜곡된 재생에너지에 대해서
 는 차별적 인식이 필요하다. 태양, 바람 등 진정한 의미의 재생에너지의 개발 이용 보급에
 힘써야 할 것이다.

태양광발전 현황과 발전 방향

2015년 세계 태양광발전 신규 도입량은 기관마다 차이가 나지만 50~58GW이다. 올해는
 65~70GW가 신규로 설치될 것으로 보인다. 중국, 미국, 일본, EU, 인도 등이 주도하고 있
 다. 여기에 중동, 동남아 중남미, 아프리카까지 태양광 보급이 확산되고 있다. 곧 한 해에
 100GW이상 설치될 것으로 예상하는 전문가들이 많다. 우리나라 2015년 신규 도입설비량은
 1GW였다. 1GW는 원자력발전 1기에 해당하는 규모이다. 이런 빠른 보급 확산의 배경에는
 각국의 정책적 노력과 태양광발전의 빠른 기술개발 속도가 자리 잡고 있다. 태양광발전의
 가격하락속도가 눈부시다. 2006년 우리나라 장기 태양광 기술개발 로드맵에 따르면 모듈 가
 격 목표가 2020년 1\$/W, 2030년은 0.5\$/W였다. 그러나 2016년 현재 0.4\$/W이다. 이미
 소비자 시장인 가정용 시장에서는 ‘그리드 패리티’(Grid Parity, 태양광발전이 화석연료발전
 에 비해 경제성을 확보하는 시점)에 도달한 나라가 많다. 또한 도매시장이라고 할 유틸리티
 시장에서 태양광발전이 다른 발전원보다 더 저렴한 가격에 계약하는 사례는 무수히 많다.

보통은 50~80\$/Mwh에 계약되고 있지만 그 이하 가격으로도 체결되고 있다. 최근 가장 낮은 가격은 지난 달 두바이에서 체결된 24\$/Mwh, 0.24\$/Kwh 이었다. 최근에 우리나라 포스코 권오준 회장은 사내 임직원들에게 보낸 편지에서 세계 에너지전환이 빠르게 진전되고 있음을 지적하고, 이러한 국제적인 흐름에 뒤처지지 않도록 임직원들의 분발을 촉구한바 있다. IEA(International Energy Agency, 세계에너지기구)에 따르면 태양광발전은 2020년에 광범위한 지역에서 그리드 패러티에 도달한다고 한다. EU는 2010년을 계기로 재생에너지 발전 투자가 화석발전투자를 앞질렀다. 2015년 중국의 신규발전설비투자의 60%는 태양광, 풍력에 투자되고 있다. 미국은 더 많은 85%가 재생에너지에 투자되고 있다. 2015년 화석연료에 대한 투자가 2000억 달러가 줄었는데 이는 전체 에너지 투자의 8%에 해당한다. 이미 세계는 석탄발전에 대한 지원을 줄이고 있다. 미국, 중국, 유럽이 앞장서고 있다. 여러 기관의 보고서는 2020년이면 석탄발전이 감소세로 돌아설 것으로 예측하고 있다. 기존의 엑슨 모빌, 쉘, BP, 토탈 등 주요 석유 기업들과 구글 애플 등도 재생에너지에 대한 투자를 강화하고 있다. 지난 해 프랑스 파리에서의 신기후체제의 출범은 에너지전환을 촉진하는 계기가 되고 있다. 이 배경에는 태양광발전과 풍력기술의 발달로 인한 가격하락이 근본원인이며 기후변화에 대한 각국의 정책이 에너지전환을 촉진시키고 있다.

우리나라도 정부에서 에너지신산업이라는 이름으로 정책을 펼치고 있다. 그러나 태양광, 풍력발전 확대와 에너지 소비절약 및 효율증대를 통한 에너지 전환이라는 관점은 찾기 쉽지 않다. 이미 세계는 전기자동차로 상징되는 전력 저장 기술의 발달로 대규모 전기 저장 시대를 열어가고 있다. 태양광, 풍력발전의 간헐성을 에너지 저장장치로 해결해 나갈 수 있으며, 실제 사례들이 확산되고 있다. 우리나라의 에너지 독립성이 그 예이다.

최근에 정부가 태양광발전 1MW이하의 무제한 계통연계 허용과 상계 거래 허용이라는 진전된 정책을 발표하였다. 그러나 1MW이상의 대규모 발전에 대한 규제는 여전히, 특히 규모 3MW이상 태양광발전은 REC 0.7을 주고 있다. 아직 정부는 석탄발전과 원자력발전을 태양광발전과 풍력발전으로 대체한다는 개념은 없어 보인다. 우리나라 석탄발전의 절반을 차지하는 충남도가 석탄발전을 태양광발전과 풍력발전으로 대체 가능하도록 적극 나서주기를 희망한다.

토론문: 사회적경제와 지역에너지 전환 - 사회적경제X지역에너지 -

박춘섭 센터장(충남연구원 사회적경제연구센터)

무언가 개발한다는 것은, 다른 한쪽의 파괴를 만들어 내는 행위라 생각한다. 파괴는 파괴 그대로가 아닌 재생력(resilience)를 통해 다시 회복한다. 이것이 오랫동안 우리 인류가 살아왔고 지켜낸 ‘순환발전방식’이 아니었나 싶다. 그러나 증기기관의 발명(정확하게는 1776년 제임스와트의 상업용 증기기관 개발)에서 가능케 된 대규모 에너지 공급방식은 우리의 개발 행위의 패러다임을 바꾸었고, 오늘까지 이르게 되었다(루이스 면퍼드, 2013).

우리나라는 대규모 에너지 공급방식을 효율적인 방식, 사회합의된 방식으로 믿어왔고, 그렇게 정책을 집행해왔다. 2차 에너지기본계획에서도 나타난 것처럼 원전의 발전비중(2035년 29%)이 높은 것을 봐도 알 수 있다. 이러한 공급방식은 필연적으로 환경피해(아니 공해라는 표현이 맞을 듯 하다)를 만들어 왔고, 일반시민들은 에너지 다소비 생활방식을 고수하게 만든다. 이에 더해 피해를 보는 소수와 이익을 얻는 다수, 수익권(受益圈)과 수고권(受苦圈)의 분리, 수도권과 지방의 분리. 이러한 분리를 통한 개발이 우리 사회의 효율적이고 사회합의된 방식처럼 기능해 왔다. 그러나 이제 그러한 대규모 에너지 공급방식과 분리정책은 더 이상 기능할 수 없는 것처럼 보인다

제러미 리프킨(2014)의 에너지·통신체계의 대전환을 언급하지 않더라도, 에너지공급방식의 전환(에너지전환)은 우리 시대, 그리고 우리 세대의 주요한 화두이며, 곧 다가올 미래라 생각한다. 그러나 이러한 에너지전환이 이루어지기 위해서는 지역에너지체계의 구축이 선결되어야 할 것이다. 지역에너지체계란 단순히 신재생에너지시설을 지역에 설치하는 것으로만 들어지는 것은 아니다.

지역에너지란, ①에너지문제에 대한 인식을 가진 지역공동체의 참여를 바탕으로 ②에너지 절감과 효율개선, 재생가능에너지의 생산을 통한 에너지자립을 하여 ③환경·경제·사회적으로 지속가능사회를 지향하는 것(이유진, 2014)으로, 즉 지역주민 참여, 에너지자립 목표설정, 지속가능성이 담보되지 않으면 지역에너지를 만들어 내지 못할 것이다.

지역에너지의 성공사례로 불리우는 윤데마을, 무례크마을, 쿠즈마키마을 등에서 공통적으로 나타나는 것은 ‘협동조합(또는 제3섹터)’이라는 조직이다. 협동조합은 사회적경제기업(조직)의 대표적인 조직형태라고 할 수 있다. 윤데마을의 경우 주민70%가 조합원으로, 주민투자금(중앙정부 및 은행 매칭)을 모아 지역에너지시설을 만들었고 전기와 가스를 생산한다. 무례크의 경우, 주민 570명이 협동조합인 바이오디젤회사(SEEG)를 시작으로 지역난방회사, 바이오가스회사를 설립하여 결국 100% 에너지자립마을에 성공한다.

이러한 예로 보건대 사회적경제는 지역에너지 성공을 위한 전제조건과 같다고 말하고 싶다. 특히 지역주민 참여·지속가능성을 담보할 수 있는 가장 적절한 조직형태는 사회적경제조직(기업)이라 할 수 있다. 물론 사회적경제조직(기업)에도 단점이 있고, 주식회사와 같은 영리기업이 더 나은 기능을 할 수 있을 수 있다. 그러나 신재생에너지의 공공재성을 생각해 보

면 사회적경제조직과 지역에너지는 하나의 세트로 생각해야 할 것이다.

예를 들어 윤데마을과 무례크마을이 활용한 마을숲(목질계 바이오매스)을 생각해보자. 마을숲은 마을의 공공재이다. 그러나 마을숲은 비배제성과 경합성이 높기 때문에, 각자가 마을의 숲의 목질계 바이오매스(즉 나무)를 이용할 경우 숲은 바로 파괴될 것이다. 숲 활용에 대한 지역주민 또는 시민의 합의가 없다면 불가능하기 때문이다. 이런 경우 사회적경제조직의 필요성은 매우 높을 것이다.

제2 세션

지역 에너지전환을 위한 거버넌스 구축

[발표]

에너지 비전 수립을 위한 거버넌스의 내용과
절차: 시민참여 지역에너지계획을 중심으로
이정필 연구부소장(에너지기후정책연구소)

에너지 비전 수립을 위한 거버넌스의 내용과 절차 - 시민참여 지역에너지계획을 중심으로 -

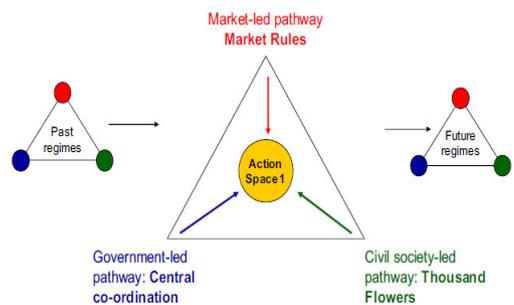
이정필

(에너지기후정책연구소 연구부소장)

1-1. 지역 에너지전환의 거버넌스

- 에너지전환의 역사적 함의
 - ✓ 다양한 에너지원의 공존/보완 그리고 경합/배제
 - ✓ 기술적, 정치적, 사회적, 문화적, 경제적 영역들의 상호작용

- 에너지전환의 거버넌스
 - ✓ 정부-지방정부-시장-시민사회간의 다층적(수직/수평) 배열
 - ✓ 지역간, 지역내의 거버넌스에도 주목
 - ✓ 법, 제도, 권한, 계획, 정책, 예산을 둘러싼 협력과 경쟁 관계
 - ✓ 에너지 전환과 기후변화 대응은 국가주도형과 지역선도형과 시장혁신형이 결합된 하이브리형이 이상적
그러나 현실에서는 발견하기 어려움

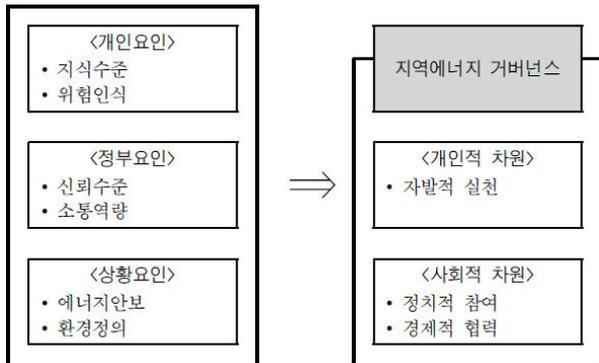


* 자료: Foxon(2013)

1-2. 지역 에너지전환의 거버넌스

● 지역에너지 거버넌스 모형

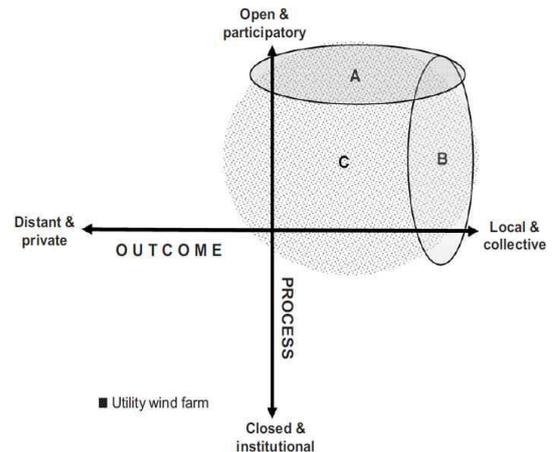
- ✓ 자발적 실천, 정치적 참여, 경제적 협력으로 구성
- ✓ 개인요인, 정부요인, 상황요인이 거버넌스에 영향을 미침



* 자료: 서혁준, 김서용(2014)

● 지역/공동체에너지의 두 차원

- ✓ 과정
개방적 참여적 - 폐쇄적 제도적
- ✓ 결과
내생적 집합적 - 외생적 사적



* 자료: Walketr & Devine-Wright(2008)

3

2-1. 지역에너지계획의 의미

● 광역 지자체

• 5년 주기의 법정계획

• 과거 지역에너지계획 약평

- ✓ 국가에너지기본계획/전력수급기본계획에 종속적 형태
- ✓ 지역의 실정이 고려되지 않고 지역의 미래 비전과 무관하게 수립
- ✓ 전문가 집단과 행정 중심의 계획수립 관행

• 최근 지역에너지계획 흐름

- ✓ 국가계획보다 진취적인 내용과 형식 반영(국가와 지자체간의 긴장?)
- ✓ 서울, 경기, 충남, 제주의 '지역 에너지 전환' 실험(2015년~)
- ✓ 서울, 경기, 대구 등 시민참여 방식 도입(원탁회의, 포커스그룹, 타운미팅 등)
- ✓ 해당 기초 지자체와의 연계성 확보는 미지수



4

2-2. 지역에너지계획의 의미

- 기초 지자체

- 자발적 지역에너지계획 수립

- 과거 지역에너지계획 약평

- ✓ 일부 지자체 기후변화대응계획에 에너지 분야 포함
- ✓ 지역에너지계획 경우, 전문가 집단과 행정 중심의 계획수립 관행 지속



- 최근 지역에너지계획 흐름

- ✓ 에너지 전환과 자립 목표와 방향 설정
- ✓ 국가, 광역, 마을을 연계하는 기초 지자체의 역할 부상
- ✓ 성북구, 순천시, 안산시, 전주시 등 시민참여형 모델 발전(타운미팅, 원탁회의, 시나리오워크숍)
- ✓ '탈핵-에너지전환 도시'(2012년~), '국가에너지계획 전환을 위한 지방정부협의회'(2016년~)

5

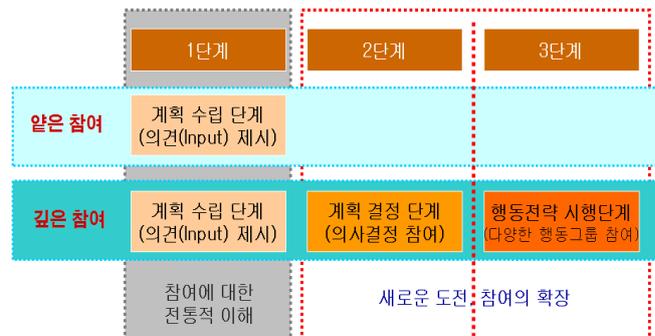
3-1. 시민참여에 대한 전제와 질문

- 에너지계획(에너지 시나리오)에 시민참여의 필요성

- ✓ 에너지 문제와 시스템(공급/수요/운영)에 대한 민주적 토론과 소통
- ✓ 에너지 전환에 필요한 능동적인 시민 인정 및 잠재력 확인(에너지 시민성)과 에너지 거버넌스 형성 계기 마련
- ✓ 시민참여를 통한 계획수립에 대한 행정의 부담감 존재, 동시에 정당성 획득

- 지역에너지계획 과정과 시민참여

- ✓ 계획수립 과정 ~ 계획집행 과정
- ✓ 얕은 참여 ~ 깊은 참여
- ✓ 전문가 ~ 위원회 ~ 보통 시민들
- ✓ 계획의 목표와 범위에 따라 참여 수준과 형식과 방법이 나뉨
- ✓ 핵심 질문은, 시민패널들의 권한/역할은 어디까지?



6

3-2. 시민참여에 대한 전제와 질문

- **지역에너지계획, 어디까지 왔나**
 - ✓ 내용과 형식에서 과거 에너지계획 수립 관행 탈피
 - ✓ 에너지 비전과 목표 설정, 수요전망, 부문별/행위자별 정책과 사업 구상, 모니터링 및 전환관리 등에서 혁신적 방법론 적용
 - ✓ 계획수립과 집행과 평가 전 과정에서 시민참여 지향성 증대, 그러나 여전히 학자, 전문가, 활동가, 명망가 중심의 또 다른 전문가주의의 한계 지적

- **현재 상황 진단**
 - 계획수립 과정에서 시민참여 없거나 열은 참여 다수
 - ✓ 위원회 및 지역사회단체의 자문회의 중심
 - ✓ 시민참여의 경우, 일회성, 단순 의견개진, 계획 확정 후 정당화 기제

 - 계획집행 과정에서 참여 혹은 동원
 - ✓ 에너지절약 사업, 재생에너지 보조사업 참여
 - ✓ 계획과 정책 평가 및 모니터링 소홀

7

3-3. 시민참여에 대한 전제와 질문

- **시민참여의 유형과 특징**
 - ✓ 숙의적 참여는 참여자들이 학습과 토론, 성찰을 통해 자신들의 판단, 선호, 관점을 변화시켜 나가는 동태적 과정(* 자료: 김명진, 2005)

선택취합적참여제도	숙의적참여제도
사람들이 '이미 가지고 있는' 의견이나 선호 취합	의견이나 선호의 변화가능성 전제
추가적인 정보제공이나 토론을 고려하지 않음	추가적인 정보제공이나 사람들간의 상호작용 고려
최종정책 결정단계에서 주로 활용	정책결정을 위한 논의 '과정'에서 주로 활용
단기간	중장기간(일정기간의 숙의 과정 설정)
의견조사, 공청회, 자문위원회, 국민투표	합의회의, 시민배심원, 시나리오워크숍, 포커스 그룹, 공론조사

- **주목할만한 시민참여 사례**

성북구 온실가스 감축목표 설정(2013)	<ul style="list-style-type: none"> • 타운홀 미팅 운영 및 관련 정책 우선순위 설정 • 녹색연합 등 시민참여 모델 주관하여 시행
대구시 지역에너지계획 수립 <대구 에너지 독립>(2015)	<ul style="list-style-type: none"> • 포커스그룹 토론, 타운홀 미팅 결합 • 대구지속가능발전협의회 등 시민참여 모델 주관하여 시행
전주시 에너지안전(자립)도시계획 수립 <에너지자립 문화도시 전주>(2016)	<ul style="list-style-type: none"> • 포커스그룹, 시민참여 에너지 백캐스팅 시나리오 워크숍(3회) • 에너지기후정책연구소, 이클레이 한국사무소, 전주지속가능발전협의회 가 시민참여 모델 주관하여 시행

8

4-1. 시민참여 사례 소개

Case1 : 2004년 전력정책 미래 시민합의회의

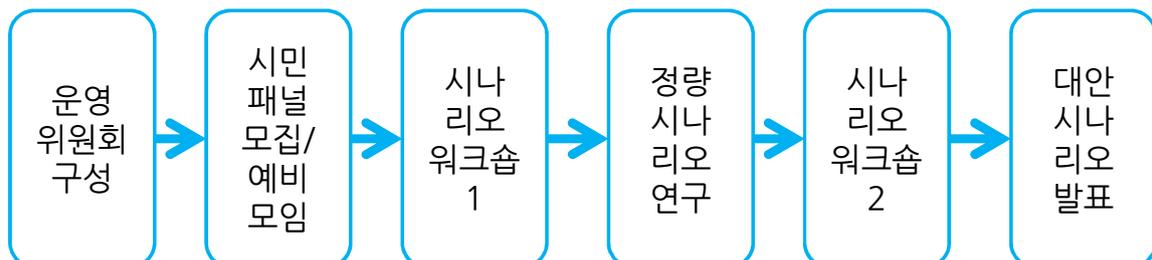
- ✓ 일정: 준비 워크숍(6/4), 1,2차 예비모임(7/24일, 9/4), 본행사(10/8~11일, 3박4일)
- ✓ 주최: 참여연대 시민과학센터
- ✓ 후원: 한국과학문화재단(재정), 한겨레신문사, 프레시안, 국민대학교 사회과학연구소
- ✓ 주제: 원자력 중심의 전력정책, 어떻게 할 것인가.
- ✓ 운영위원회 구성
- ✓ 시민패널: 시민패널 18명 선정(20대에서 70대까지의 연령층, 퇴직교사, 주부, 학생, 회사원, 농업기술자 등 다양한 직업 일반시민)
- ✓ 결과물: 9쪽 분량의 시민패널 보고서(주요 결과: 원자력 발전 지속여부 무기명 투표)



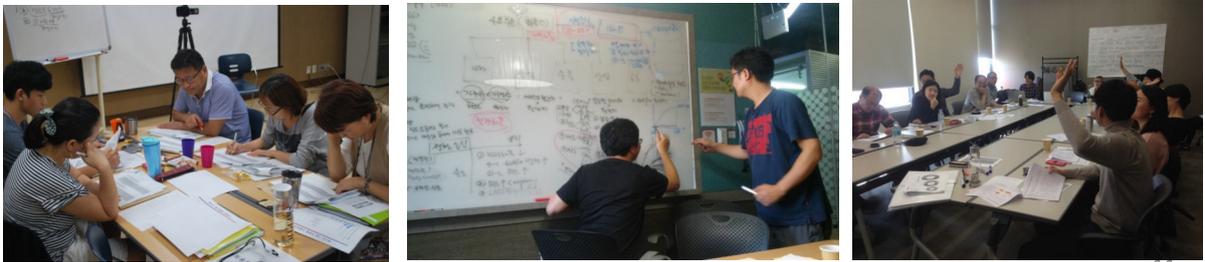
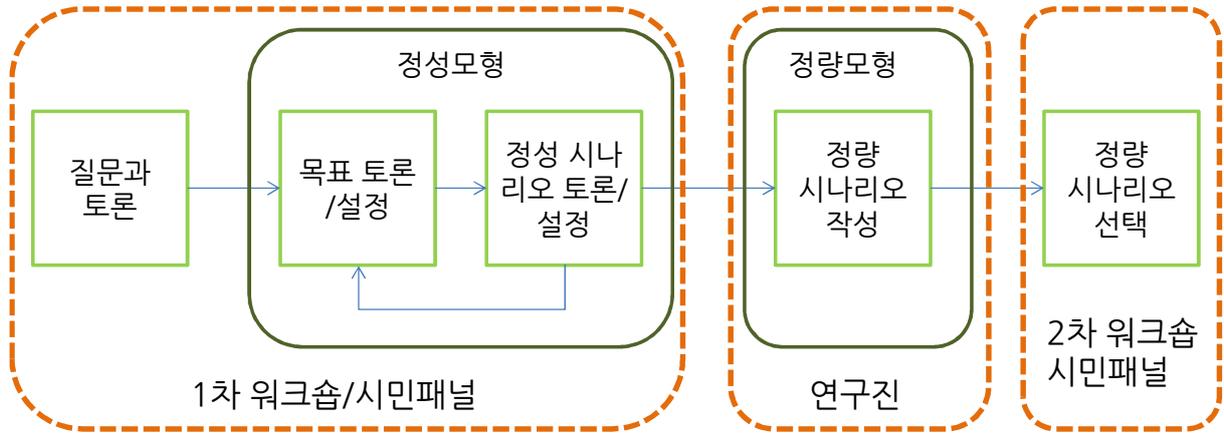
4-2. 시민참여 사례 소개

Case2 : 시민참여형 대안에너지 시나리오 개발

- ✓ 시기: 2015년 5~11월(7개월)
- ✓ 주최: 에너지기후정책연구소
- ✓ 후원: 아름다운재단, 가톨릭대과학기술민주주의연구센터, 프레시안, 시민과학센터, 한국과학기술학회, 한국환경사회학회, 서울시 에너지드림센터.
- ✓ 주제: 국가에너지기본계획의 대안적 시나리오 개발
- ✓ 주요 참여자: 시민패널(15인 내외) + 운영위원회(5인) + 에너지기후정책연구소 연구원(4인)
- ✓ 전 과정 자료들, 한국국가기록연구원 <인간과기억아카이브> 게재



4-3. 시민참여 사례 소개



4-4. 시민참여 사례 소개

Case3 : 대구 시민참여형 지역에너지계획 수립

- ✓ 에너지기본법 및 대구솔라시티조례 등에 따라, 매 5년마다 지역에너지계획 수립의무
- ✓ 이전까지는 연구기관에 의뢰하여 전문가 중심으로 지역에너지계획 수립
- ✓ 2015년 계획수립은 시민참여 방식 진행
- ✓ 대구시의 의뢰로 대구지속가능발전협의회가 주관하고, 지역 대학교수 및 활동가가 결합하여 진행(* 자료: 오용석, 2015)

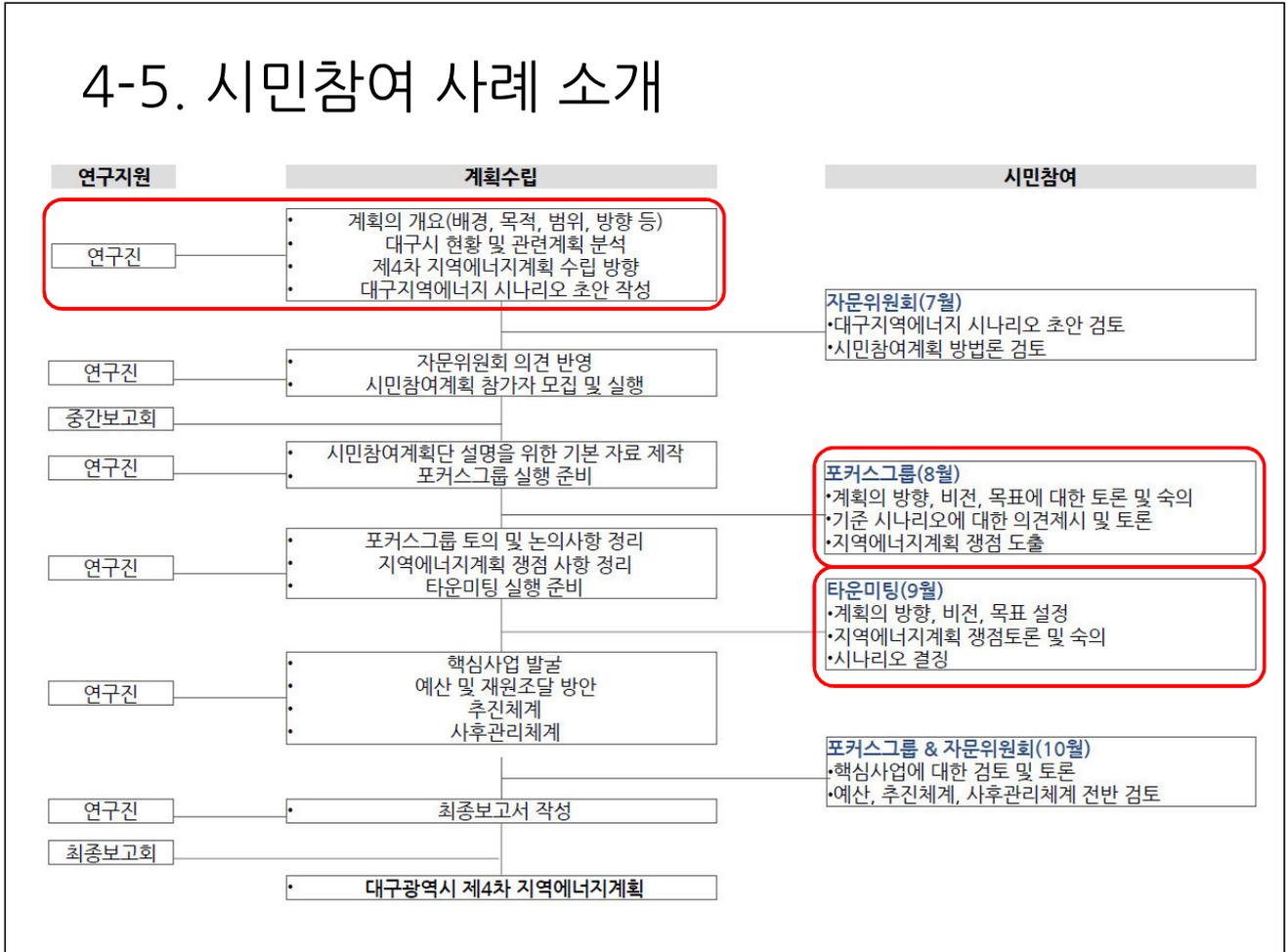
포커스 그룹 인터뷰(4회)



타운미팅



4-5. 시민참여 사례 소개



4-6. 시민참여 사례 소개

Case4 : 전주 시민참여형 지역에너지계획 수립

- ✓ 2015년, 전주시와 이클레이 한국사무소, '에너지안전도시' 업무협약 체결
- ✓ 2015년, 이클레이 한국사무소와 에너지기후정책연구소 업무협약 체결
- ✓ 2015년~2016년, 에너지기후정책연구소 연구주관, 이클레이 한국사무소와 전주지속가능발전협의회 연구참여로 관련 연구용역 수행
- ✓ 에너지전환/자립과 시민참여형 계획 수립을 위해 <백캐스팅 방법론+시민합의+시나리오 워크숍>을 적용하여 계획수립 과정에 <시민패널 토론, 합의, 결정+연구진 정보 제공, 예시 작업 보고서 작성+시장과 행정 최종 보고서 수용> 방식 운영

구분	일정	주요 내용
사전 간담회	2015. 8. 24. 전주시청	<ul style="list-style-type: none"> 다올마당-환경과-연구수행기관 참석 에너지안전도시 의미 공유 지역 현황 파악 및 과업 내용 논의
착수 보고회	2015. 11. 3. 전주시청	<ul style="list-style-type: none"> 다올마당-환경과-연구수행기관 참석 연구 주요 내용과 방법 발표 연구 방향과 접근 방식 검토
포커스 그룹 미팅	2015. 11. 17. 전북환경운동연합	<ul style="list-style-type: none"> 전주 에너지 환경 거버넌스-활동가-연구수행기관 참석 시민패널 참석 시나리오 워크숍 준비 및 연구 방향 검토
중간 보고회	2016. 2. 2. 전주시청	<ul style="list-style-type: none"> 다올마당-환경과-연구수행기관 참석(시민패널 일부 참관) 시민참여 시나리오 워크숍(1~2차) 결과 보고 연구용역 중간보고 및 의견 수렴
다올마당 회의	2016. 3. 8. 전주시청	<ul style="list-style-type: none"> 다올마당-환경과-연구수행기관 참석 시민참여 시나리오 워크숍(3차) 결과 보고 연구용역 최종보고 및 보완 의견 수렴
최종 보고회	2016. 3. 21. 전주시청	<ul style="list-style-type: none"> 전주시 시장-환경과-연구수행기관 참석 연구용역 최종보고

4-7. 시민참여 사례 소개

에너지자립문화도시 전주, 에너지디자인 3040
 2025년 에너지자립 30% 전력자립 40%
 2010년 대비 에너지 분야 온실가스감축 25%

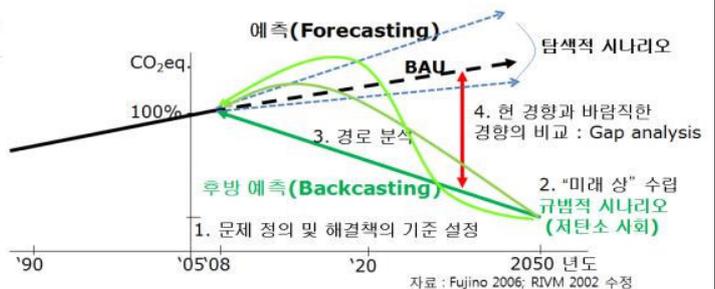
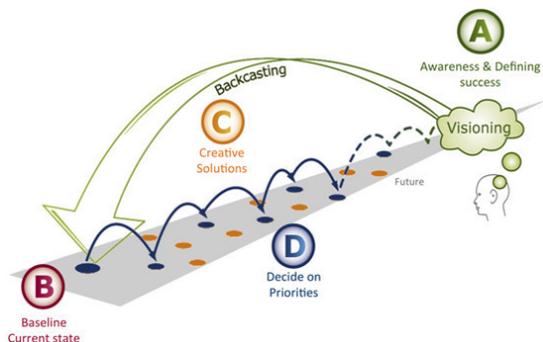


15

5-1. 시민참여 에너지 시나리오 워크숍

● 에너지 백캐스팅

- ✓ 백캐스팅(Backcasting)은 한 세대를 내다본 장기적인 미래 사회 비전과 목표를 설정한 상태에서 이를 가능하게 하는 정책이나 기술을 거꾸로 구성해 나가는 것. 규범적이면서 문제해결적인 특징을 갖고 있음.
- ✓ 포캐스팅(forecasting)의 BAU 방식과 구별됨. 수요전망의 경우 참고자료로 BAU 전망을 활용함.



* ABCD method of backcasting for sustainability (The Natural Step, 2011)

16

5-2. 시민참여 에너지 시나리오 워크숍

● 시나리오 워크숍 (이하 내용은 전주시 사례를 중심으로)



숙의적 참여제도 검토

- 시민들의 의견/선호의 변화가능성 전제, 시민들 간 상호작용 고려
- 정책결정을 위한 논의 '과정'에서 주로 활용
- 합의회의, 시민배심원, 시나리오 워크숍, 포커스 그룹, 공론조사 등



시나리오 워크숍 설계 및 적용

- 시민패널 30명 참여 예상, 50명 모집 설계
- 총3회 워크숍 진행(오리엔테이션, 정보제공, 시나리오 결정 등)
- 시나리오 워크숍을 반영해 복수의 시나리오 개발



전문가 / 활동가 간담회 활용

- 전주시 환경과/ 다올마당과 협의 채널 구축
- 전주시역 전문가/활동가 간담회(포커스 그룹 미팅)
- 생태도시 연구팀과의 내용 공유

5-3. 시민참여 에너지 시나리오 워크숍

● 에너지 시나리오 워크숍 일정

구분	일정	주요 내용
포커스 그룹 미팅	2015. 11. 17. 전북환경운동연합	<ul style="list-style-type: none"> • 전주 에너지 환경 거버넌스. 활동가-연구수행기관 참석 • 시민패널 참석 시나리오 워크숍 준비 및 연구 방향 검토
시나리오 워크숍 설계 및 시민패널 선정	2015. 12. ~2016. 1.	<ul style="list-style-type: none"> • 시민참여형 에너지 시나리오 <우리 손으로 만드는 2025년 전주 지역에너지계획> 설계 • 시나리오 워크숍 홍보(온라인-오프라인) 및 참여 시민패널 모집 및 선정 • 사전 자료 발송 및 시나리오 워크숍 안내 • 모듬별(7개) 구성 및 퍼실리테이터 배치
1차 시나리오 워크숍	2016. 1. 16. 13:00~17:00 전주중부비전센터	<ul style="list-style-type: none"> • 에너지 시민패널 위촉식 및 시장님 축하 • 오리엔테이션① 우리가 여기에 모인 이유는? • 오리엔테이션② 우리 손으로 만드는 지역에너지계획이란? • 예비특강① 에너지란 무엇인가 • 예비특강② 에너지 시민참여, 무엇이고 왜 중요한가?
2차 시나리오 워크숍	2016. 1. 23. 13:00~18:50 전주중부비전센터	<ul style="list-style-type: none"> • 1차 워크숍 회상과 2차 워크숍 안내 • 전주 돌아보기 • 에너지의 눈으로 '전주씨' 파악하기 • 에너지 전환 자립을 위한 방법이 궁금하다 • 전주 에너지 비전을 상상하다(* 2050 에너지 비전과 2025 에너지 정성 목표 합의)
3차 시나리오 워크숍	2016. 2. 20. 13:00~17:00 전주중부비전센터	<ul style="list-style-type: none"> • 2차 워크숍 회상과 3차 워크숍 안내 • 전주 2025 에너지 시나리오 예시와 주요 정책과제 설명과 토론 • 2025 에너지 시나리오 토론 및 합의(* 2025년 지역에너지계획 수립을 위한 복수의 에너지 시나리오 결정) • 에너지시민의 선택 퍼포먼스 및 국장님 축하

5-4. 시민참여 에너지 시나리오 워크숍

● 시나리오 워크숍 준비

- 2015. 12. 시민패널 모집 및 선정(50명 목표), 56명 중 52명 1차 선정
- 연령, 성별, 직업 등 고려 하여 가급적 평범하고 다양한 시민들로 선정
- 시민의 상식에 기반, 상호 토론을 통해 바람직한 시나리오 합의 추구
- 2016. 1. 확인 절차 거쳐 최종 <에너지시민디자이너> 48명 확정



	인원		인원
10대	5	학생	13
20대	9	공무원	4
30대	7	근로자	6
40대	9	전문직	5
50대	14	자영업	3
60대	7	교사	4
70대	1	주부	15
		퇴직	2
계	52	계	52

19

5-5. 시민참여 에너지 시나리오 워크숍

● 1차 시나리오 워크숍

- 2016. 1. 16(토) 13:00~17:00 전주 중부비전센터
- 시민패널 43명 참석
- 축사 및 위촉장 수여
- 오리엔테이션: 우리가 여기에 모인 이유는 / 우리 손으로 만드는 지역에너지계획이란
- 예비 특강 : 에너지란 무엇인가 / 에너지 시민참여, 무엇이고 왜 중요한가



20

5-6. 시민참여 에너지 시나리오 워크숍

● 2차 시나리오 워크숍

- 2016. 1. 23(토) 13:00~18:50(50분 초과) 전주 중부비전센터
- 시민패널 30명 참석/ 발표, 조별 토론 및 제안, 전체 토론 및 합의(80%)
- 전주 돌아보기
- 에너지의 눈으로 '전주씨' 파악하기
- 에너지 전환 자립을 위한 방법이 궁금하다
- 전주 에너지 비전을 상상하다



21

5-7. 시민참여 에너지 시나리오 워크숍

● 에너지 시나리오 작성 가이드라인

에너지 수요	<ul style="list-style-type: none"> • 미래 에너지 수요를 어떻게, 얼마나 전망할 것인가 • 현추세유지(BAU)와 얼마나 다른가 • 에너지 절약/효율로 얼마나 저감할 것인가 • 각 부문/행위자들이 담당할 몫은 얼마인가
에너지 공급	<ul style="list-style-type: none"> • 지역내에서 에너지를 얼마나 생산할 것인가 • 어떤 에너지를, 어느 장소에, 누가 도입할 것인가 • 에너지 유지/관리/보수는 누가 하는가 • 인근 지역(완주)과는 어떻게 상생할 것인가
<ul style="list-style-type: none"> • 에너지 부문 : 가정, 상업, 공공, 수송, 산업 • 행위자 : 시민, 학생, 주부, 노동자, 경영자, 자영업자, 공직자, 각종 단체 등 • 정책 분야 : 에너지 절약, 효율, 생산, 교육, 거버넌스 등 • 사업 유형 : 하드웨어, 소프트웨어 • 동원 자원 : (내외부) 재정, 기술, 조직/거버넌스, 사람, 상징/브랜드, 경험 등 	

22

5-8. 시민참여 에너지 시나리오 워크숍

● 2차 시나리오 워크숍 _ 에너지 비전과 목표 합의

- 2050 에너지 비전 : 미래세대를 위한 에너지 자립 문화도시 99.9
- 2025 에너지 정성 목표 : 내가 만든 에너지, 따뜻한 전주

- ✓ 맛과 멋의 전주, 에너지 전환 도시
- ✓ 에너지자립으로 시민이 행복한 전주
- ✓ 안전에너지 수출 도시 전주
- ✓ 에너지로 지켜내는 선비도시 전주
- ✓ 내가 만든 에너지 따뜻한 전주
- ✓ 에너지전환으로 모두가 흥겨운(노는) 도시
- ✓ 에너지자립으로 여유로운 문화도시
- ✓ 자연에너지가 책임지는 도시
- ✓ 미래세대를 위한 에너지 자립 99.9%



모듬토론

모듬발표

전체토론

합의

23

5-9. 시민참여 에너지 시나리오 워크숍

● 3차 시나리오 워크숍

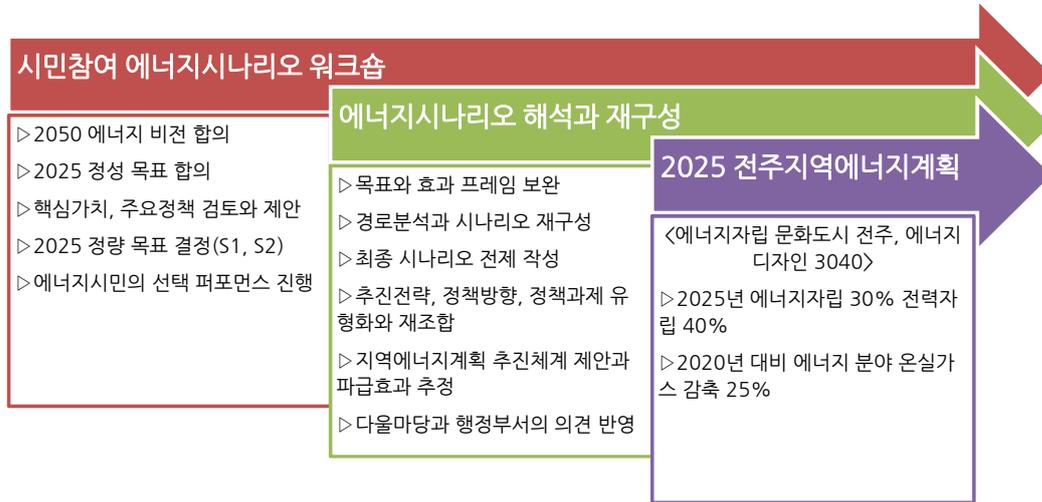
- 2016. 2. 20(토) 13:00~17:00 전주 중부비전센터
- 시민패널 25명 참석(별도 참관 패널 3명)/ 발표, 조별 토론 및 제안, 전체 토론 및 합의
- 2025 에너지시나리오 예시 설명
- 1라운드: 모듬 토론
- 2라운드: 전체 토론과 합의
- 에너지시민의 선택 퍼포먼스



24

5-10. 시민참여 에너지 시나리오 워크숍

● 에너지 시나리오 종합 과정



25

6-1. 에너지 시나리오 워크숍의 의미와 과제

- 1) 실질적인 시민참여를 보장하기 위해 에너지 시나리오 워크숍을 실행하고 시민합의 정신을 구현함
- 2) 지역시민단체와 행정부서 등의 검토의견을 종합하여 우리나라 최초로 시민이 직접 에너지 계획을 디자인한 첫 사례로 기록됨
- 3) 지역 에너지 전환에 대한 관심이 고조되고 있는 상황에서 상향식, 쌍방향의 지역에너지계획 수립의 경험을 제공함(시민+전문가+사회단체+행정+국제조직 협력)
- 4) 에너지 전환 경로를 모색하고 에너지 시나리오를 작성하는 소통적 계획수립 과정에서 시민들의 직접적, 실질적인 참여가 보장된 까닭에 에너지 시민(energy citizen) 문화가 조성되기 시작함
- 5) '에너지전환시민포럼'이 운영되면서 지역에너지계획의 단계적 과제와 사업(에너지기금 조성, 에너지센터 설립, 전략사업 등)을 검토 추진하고 있고(에너지기후정책연구소 자문 및 정보 제공), 시민패널로 참여했던 '에너지 시민 디자이너'와 소통을 지속하고 있음
- 6) 지역에너지계획 수립과정에서 발견된 에너지 시민성과 에너지 거버넌스가 성장할 수 있도록 전환관리(transition management)가 요구됨

26

6-2. 지자체/지역사회 에너지 전환의 과제

- 1) 에너지 전환에 소극적인 중앙정부에 역제안(ex. 충남, 서울, 부산 등)
- 2) 광역 지자체-연구원의 시너지(연구조사, 실태, 통계, 기술) 극대화(ex. 서울, 충남, 경기 등)
- 3) 광역 지자체-기초 지자체-마을 단위의 통합적 에너지 계획 수립 및 관련 정책 추진(ex. 서울, 경기 등)
- 4) 중앙정부를 비롯한 외부 자원 적극적 활용, 지자체 조례, 계획, 정책, 예산, 조직, 인력 등 내부 자원 재구성
- 5) 타 지자체와 연대 및 모범 사례 벤치마킹(FIT, 기금 조성, 시민펀드, 햇빛지도, 에너지자립마을 조성, 재생에너지협동조합, 녹색산업/녹색일자리/사회적경제 연계 등)
- 6) 시민참여형 재생에너지 모델 성장과 확산을 위한 거버넌스 구성 및 운영(ex. 서울, 전주 등), 시민사회의 네트워크(교육, 양성, 설치 등) 지원 강화
- 7) 재생에너지 갈등 예방과 에너지 시민성 제고를 위한 가이드라인 및 방법론 수립 및 적용(ex. ESTEEM, Living Lab)

27

6-3. 지역 에너지전환 거버넌스 과제

- 1) 협치/거버넌스가 유행하는 상황에서 지역 에너지전환 거버넌스의 과제 검토
- 2) 지역 실정에 맞는 에너지전환 거버넌스 시도(광역, 기초, 마을 단위) 및 연계방안 고려
- 3) 에너지전환의 간극 해결이 바람직한 에너지 거버넌스의 필수 조건

지표	주요 내용
행정적 간극	다양한 행정 수준에서의 수평적, 수직적 조종
정책적 간극	정책통합 원칙 하에서 다양한 영역의 정책 분야들의 계획 수립과 사업 집행
정보의 간극	이해관계자들의 정보의 양과 질의 차지와 비대칭성, 그리고 데이터의 부족
역량의 간극	불충분한 인프라 상황과 행위자들의 역량 부족
재정적 간극	다양한 사업을 시행하는 데 불가결한 자원의 확보, 합리적 배분과 조정
목표의 간극	중앙정부와 지방정부 간의 정치적 입장 차이, 상이한 비전과 목표
책임성의 간극	이해관계자들 사이에 공적 결정과정의 개입력과 영향력의 불균형
시장의 간극	공공정책의 목표와 민간영역의 활동의 불일치

* 자료: 이정팔(2015)

28

감사합니다

제2 세션

지역 에너지전환을 위한 거버넌스 구축

[토론]

시·군 지자체의 역할과 과제
발전 공기업의 역할과 과제
사회적경제와 지역에너지 전환
충남 에너지비전의 공론화 내용과 과정
환경운동과 지역 에너지전환

김기선 과장(당진시청)
강동환 팀장(서부발전)
박기남 국장(아산시 지속협)
이평주 처장(충남 지속협)
유종준 국장(당진환경연합)

시·군 지자체의 역할과 과제

김기선 과장(당진시청)

제3 세션

충남 에너지 비전 수립 절차와 방향

[발표 1]

충남 에너지 비전 수립 방안

김은경 대표(지우)

2016. 10. 14.

충남 에너지 비전 수립 방안

기후에너지 전환분과
김 은경

에너지 비전의 정의와 역할

- 기후변화, 인구, 산업구조 변화, 지역의 환경 여건 등에 대응하는 기후·에너지 정책의 미래 구상
- 에너지 거버넌스의 방향성을 제시하고, 구성원들의 참여를 이끌어 내는 사회적 합의
- 정책 수행의 기준이자 목표 달성 정도를 측정하는 척도

에너지 비전 수립 절차

I. 기본원칙의
수립·공유

II. 명확한
목표 합의

III. 실행방안
합의

IV. 모니터링 체계

I. 기본원칙의 수립·공유

1. 포괄적 접근

- 기후변화 대응 : 국제적 요구와 동향
- 에너지 산업 : 일자리 창출, 지역경제 활성화
- 환경 오염 : 환경위해성을 감안한 적극적 관리
- 사회적 측면 : 형평성 제고, 양극화 해소

⇒ 전 분야의 요구를 모두 반영하는 통합적 계획의 수립

2. 지속가능한 사회를 위한 에너지 전환

- 에너지 정책 목표의 전환 : 지속가능한 에너지, 에너지 자립
- 에너지원의 전환 : 재생에너지
- 에너지 생산 소비 구조의 전환 : 소규모 분산 생산, 프로슈머
- 에너지 정책 주체 : 시민들의 참여를 통한 정책 수립

⇒ 에너지 전환은 지속가능한 사회를 향한 통합적 접근

3. 에너지 거버넌스

- 에너지 비전 수립의 각 단계에서 거버넌스 작동
 - 비전 수립의 원칙 합의
 - 지속가능한 에너지 정책 방향 공유
 - 에너지 정책 목표 수립
 - 에너지 정책의 실천과 모니터링 방법 합의

⇒ 시민은 에너지 정책의 공동 생산자인 동시에 실천 주체

4. 에너지 전환의 경제적 기회

- 일자리 창출의 가장 확실한 방안
- 새로운 질서를 가진 시장의 형성
- 양극화 완화를 통한 보다 형평한 사회

⇒ 에너지 정책은 현재의 시장과 산업의 한계를 극복하고
새로운 시장과 일자리를 창출하는 적극적 수단

1. 에너지 정책 목표

- 이산화탄소 배출 목표
- 에너지 소비 감축 목표
- 재생에너지 생산 목표
- 대기오염관리 목표
- 에너지 자립 목표
- 시민참여 목표

II. 에너지 목표 수립

2. 에너지 생산 소비 방법별 목표

- 전력, 열, 교통, 건물 등의 에너지 절감 목표
- 재생에너지 분야별 목표
 - 태양광, 태양열, 풍력, 바이오, 지열
- 재생에너지 생산 규모별 목표

II. 에너지 목표 수립

3. 에너지 소비 주체별 목표

- 산업
- 공공
- 가정
- 상업
- 발전

Ⅱ. 에너지 목표 수립

4. 기간별 목표

• 2025

• 2030

• 2035

• 2050

⇒ 로드맵, 시나리오

Ⅲ. 에너지 정책 실천 방안

1. 충청남도의 기후 에너지 담당 조직 개편

- 통합적 담당 조직의 설치
 - 기후변화대응, 에너지 정책, 환경오염을 통합적으로 접근할 수 있도록 조직 재설계
- 에너지 산업 정책 범위 확대
 - 에너지 자립을 최종 목표로 모든 재생에너지 분야를 정책 대상으로 확대
- 에너지 공사 설립
 - 충청남도 에너지 정책의 집행 및 지원 기능

Ⅲ. 에너지 정책 실천 방안

2. 충남도청의 역할 강화

- 지방정부의 지원 방안 강화
 - 에너지 생산, 매입, 판매
 - 에너지 효율성 제고 지원 기능 강화
 - 재생에너지 생산 지원, 계통연계, 판매 지원
- 에너지 비전의 실천 참여 확대 방안
 - 시군의 에너지 비전 수립 및 실천 지원
 - 다양한 중간지원조직의 에너지 과의 연계
 - 시민 네트워크를 통한 시민 참여 지원

Ⅲ. 에너지 정책 실천 방안

3. 에너지 제도 개선

- 기후 에너지 관련 제도 강화
 - 충남의 환경 오염 기준 강화
 - 기후 에너지 통합 정책 기반
 - 재생에너지 지원제도 마련
 - 지역자원시설세 확대
- 에너지 분권의 강화
 - 중앙의 권한과 예산의 확보

4. 시민 실천 네트워크 구성 및 활동 지원

- 시민실천을 확대하기 위한 네트워크 구성
 - 충남의 다양한 시민활동 조직과 중간지원조직을 연계해 에너지 전환의 실천 네트워크 구성
- 네트워크의 구성과 활동 지원
 - 충남도청 기후 에너지 정책의 실천 파트너십

5. 예산 확보 방안

- 기후 에너지 비전의 실천을 지원할 예산 확보
 - 지역자원시설세 확대
 - 지역 발전사들의 사회적 책임 차원의 협력 유도
 - 지역발전사들의 RPS 활용
 - 중앙의 전력기반기금, 에너지세, 환경부담금 이양 요구
 - 창조경제 등 경제 분야의 지원 자금 활용

IV. 모니터링 체계

1. 충남 에너지 시민회의 구성

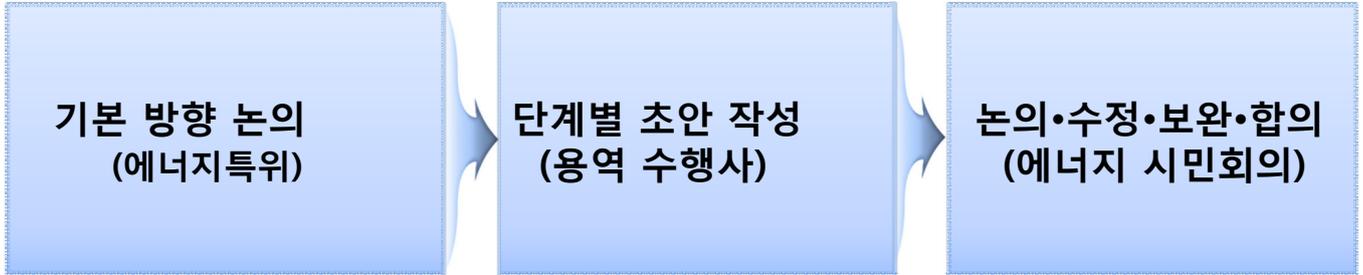
- 모니터링 체계 구축
 - 연도별 목표 이행 모니터링
 - 제도 및 실천의 유기적 연계 모니터링
 - 보완해야 할 상황의 도출
- 충남시민 에너지 회의
 - 에너지 관련 당사자들이 주기적으로 모니터링 결과를 공유하고 환류하는 회의 기구

IV. 모니터링 체계

1. 에너지 비전 실천 결과 모니터링

- 모니터링 체계 구축
 - 연도별 목표 이행 모니터링
 - 제도 및 실천의 유기적 연계성 모니터링
 - 보완 과제의 도출
- 충남시민 에너지 회의
 - 에너지 관련 당사자들이 주기적으로 모니터링 결과를 공유하고 환류하는 회의 기구
 - 각 실천 조직들이 개선방안과 과제 도출하고 실천 방안 보완

비전 수립 단계별 진행 절차



충남 에너지 시민회의(충남의 에너지 거버너스 기구)

- 도청 및 기초 지자체 담당자, 시민사회, 마을만들기, 사회적 경제, 삼농 등의 중간조직 등으로 구성

감사합니다~!

제3 세션

충남 에너지 비전 수립 절차와 방향

[발표 2]

지역에너지 전환을 위한 에너지 제도 개선

석광훈 교수(이화여자대학교)



지역에너지전환을 위한 제도개선

석광훈 이화여대 소비자학과 겸임교수 (에너지시민연대 정책위원)
2016.10.14.

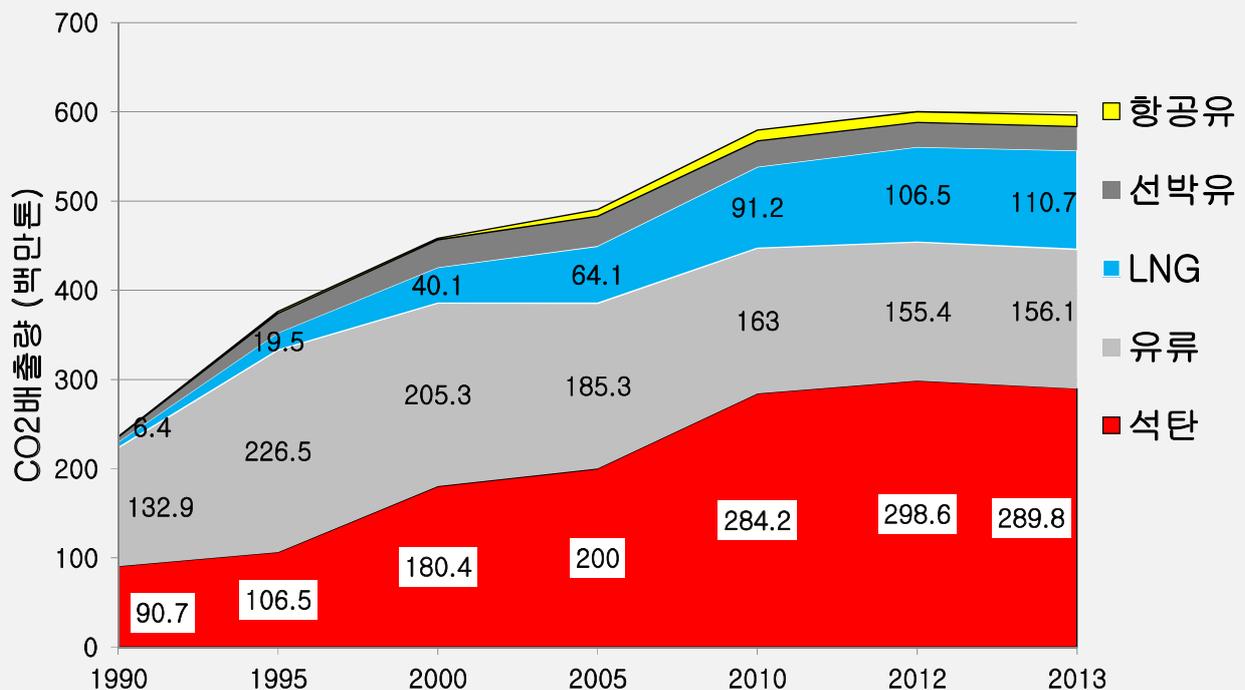
목차

1. 석탄의 사회적 비용 (CO₂, 2차PM_{2.5}, 수은)
2. 국제 사회의 석탄화력 규제 및 정책동향
3. 석탄화력의 외부비용과 에너지세제에 대한 검토
4. 일본사례와 교훈
5. 지역대안과 전략 검토

1. 석탄의 사회적 비용

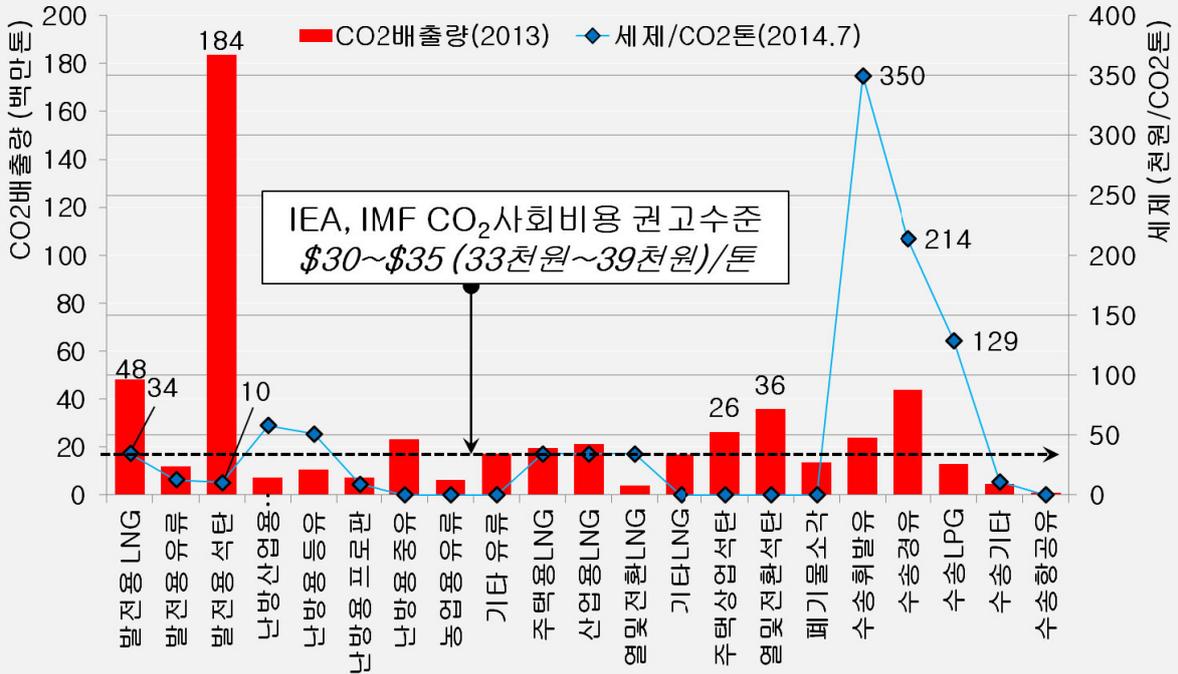
CO2 및 미세먼지(PM2.5) 검토

1-1. 국내 CO2배출량의 주범인 석탄



출처: IEA, CO2 Emission from Fuel Combustion, 2015

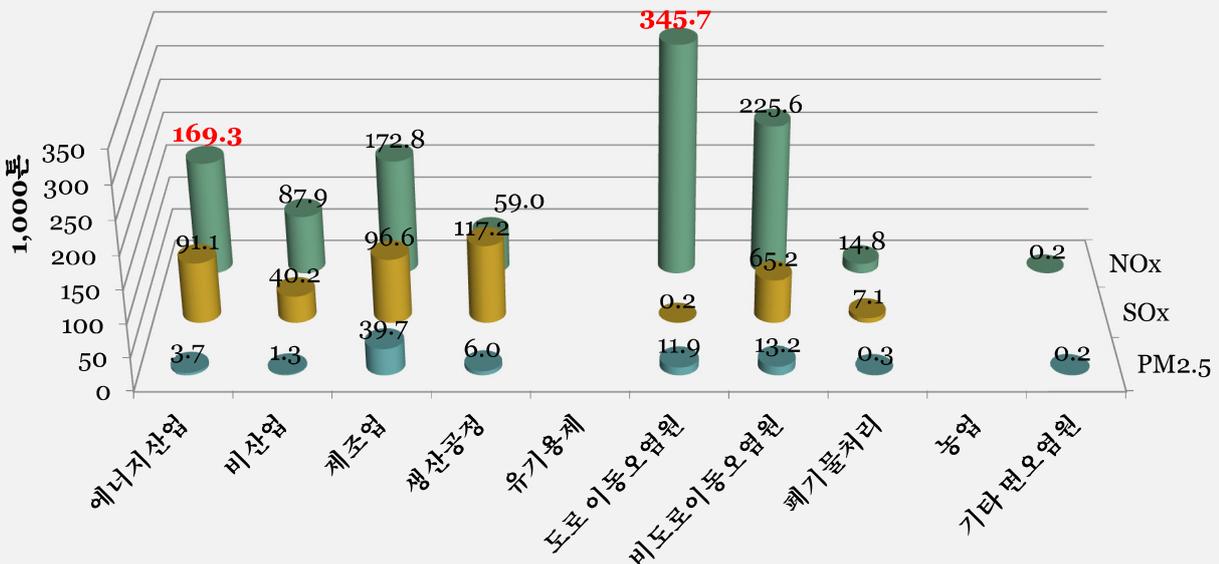
국내 용도별·연료별 CO2배출량 및 CO2톤당 과세수준 (관세제외, 부담금포함)



5

1-2. 국내 2차 미세먼지(PM2.5) 주요원인

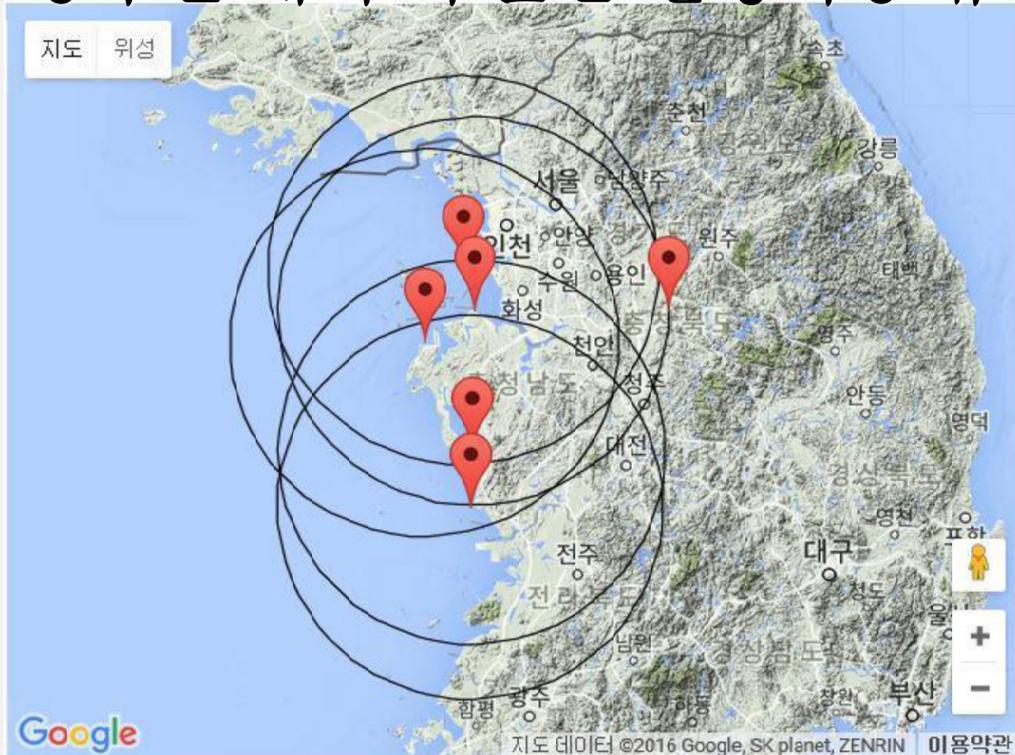
전구체인 NOx배출량은 수송(도로)부문이 발전부문의 약 2배지만, 최종적으로 인체에 전달되는 2차미세먼지 위해도 감안시 석탄이 심각



참조: 국립환경과학원 2015 (2012년 배출실적)

6

국내 석탄화력은 인구밀집지역 인근 입지, 수송부문 대비 더 높은 환경비용 유발



7

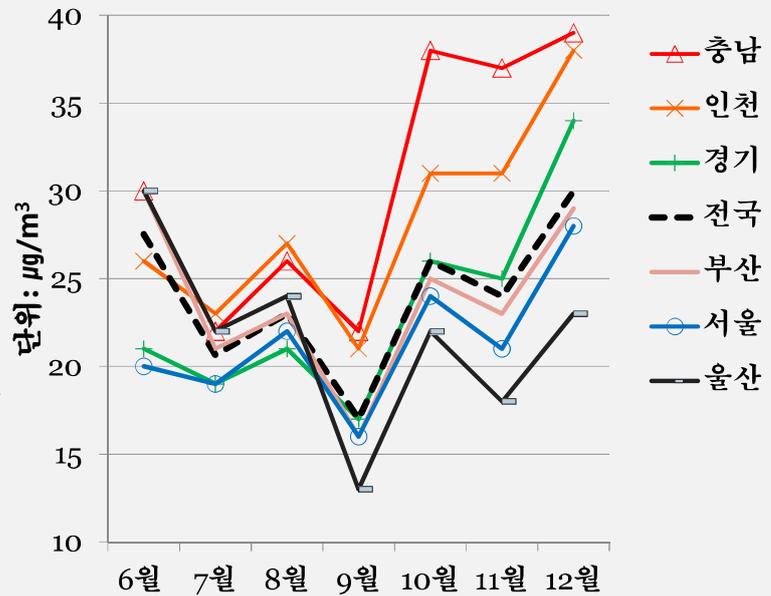
에너지관련 PM2.5 비용연구 최근문헌

- Levy et al 2009, Uncertainty and Variability in Health-Related Damages from Coal-Fired Power Plants in the United States, *Risk Analysis*
- US National Research Council (US NRC) 2009, Hidden Costs of Energy: Unpriced Consequences of Energy Production and Use
- Humbert et al (US, Germany, France & Switzerland) 2011, Intake Fraction for Particulate Matter: Recommendations for Life Cycle Impact Assessment
- International Monetary Fund (IMF) 2014, Getting Energy Prices Right: From Principle to Practice

8

해외문헌들은 2차PM2.5 전구물질(NOx, SOx)의 비용관련 수송부문보다 발전부문을 높게 평가

- 수송부문의 영향은 도심지역에 국한, 발전부문은 광범위한 지역, 인구집단에 영향 (Levy et al, 2002)
- 실제 국내 시·도별 PM2.5 농도에서 충남이 서울, 부산 등 대도시보다 전 계절 일관되게 높게 측정(그림 참조)



출처: 대기환경월보 2015(시도별 평균공개내용)

9

IMF(2014) 보고서의 주요특징

- CO2 손실비용: 지구적으로 동일한 비용적용
 - \$35/CO₂톤 (US IAWG, 2013)
- 지역대기오염으로 인한 사회적 손실비용 평가
 - 고해상도 위성정보(grid cell size < 1km²)로 각국별 세부 발전소입지, 인구분포 특정
 - 지역 인구집단의 대기오염물질 흡입량 평가
 - 대기오염물질 노출로 인한 조기사망위험 평가
 - 4대 중증질환 관련 각국 인구집단의 연령, 질병통계 적용
 - 각 국가별 오염원별, 대기오염물질별 톤당 비용 평가
 - 단 국가별 기상 및 지형조건, 암모니아농도는 Zhou(2006)의 중국여건과 동일하게 전제

10

오염원별 배출량당 사회적 비용(\$/톤): 국내 NOx비용, 발전부문이 수송부문의 6배

배출원	석탄발전			가스발전	수송, 난방		
	SOx (2차PM2.5)	NOx (1차)	PM2.5 (1차)	NOx (2차PM2.5)	SOx (2차PM2.5)	NOx (2차PM2.5)	PM2.5 (1차)
일본	36,786	24,230	44,381	24,772	31,548	6,405	812,178
한국	35,228	25,439	46,054	25,375	20,862	4,253	545,623
독일	53,192	35,624	65,936	36,603	20,082	4,115	535,454

Source: IMF 2014, "Getting Energy Prices Right"

※ 발전원별 비용차이는 해당 국가의 발전소별 입지 및 주변인구분포차이에 따른 결과
 ※ 가스발전의 SOx 및 1차 PM2.5배출량은 극히 낮으므로 생략

11

국내 발전원별 배출량 및 사회적 비용

구분	석탄발전 배출량(톤)			석탄 합계	가스복합
	SOx	NOx	PM2.5		NOx
2011	63,267 톤 25,096 억원	99,094 톤 28,385 억원	2,669 톤 1,384 억원	54,865 억원	34,942 톤 9,984 억원
2012	63,208 톤 25,073 억원	99,002 톤 28,358 억원	2,666 톤 1,383 억원	54,814 억원	37,683 톤 10,767 억원
2013	63,775 톤 25,298 억원	99,890 톤 28,613 억원	2,690 톤 1,395 억원	55,305 억원	43,123 톤 12,321 억원
2014	64,615 톤 25,630 억원	101,205 톤 28,989 억원	2,725 톤 1,413 억원	56,033 억원	40,292 톤 11,512 억원

참조: IMF 2014, "Getting the energy prices right"
 전력거래소 2015, 제7차전력수급기본계획 발전설비실무회의 자료

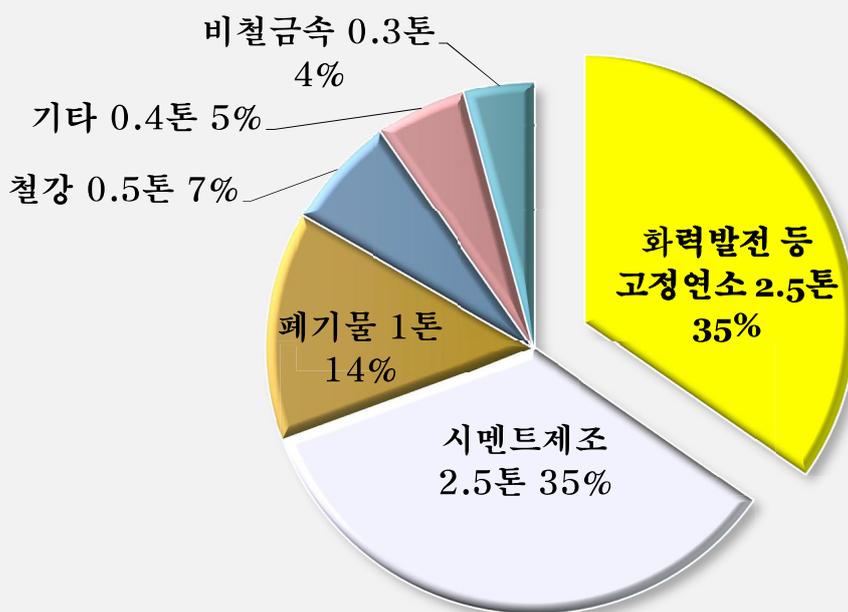
12

1-4. 석탄화력의 추가적 문제: 수은

- 환경부 집계 한국의 수은배출량은 2007년기준 12.81톤으로 세계 9위 수은배출국 (NIER 2010)
- <국민혈중 중금속농도조사>에서 국민 수은인체노출수준 2008년기준 $3.8\mu\text{g}/\text{l}$ 로 미국, 독일 등에 비해 4~6배 수준
- 환경부에서는 종합대책을 추진중이나 실제 배출규제로 이어지기에는 요원
 - 미국의 PM2.5규제도입 1997년, 국내도입 2015년

13

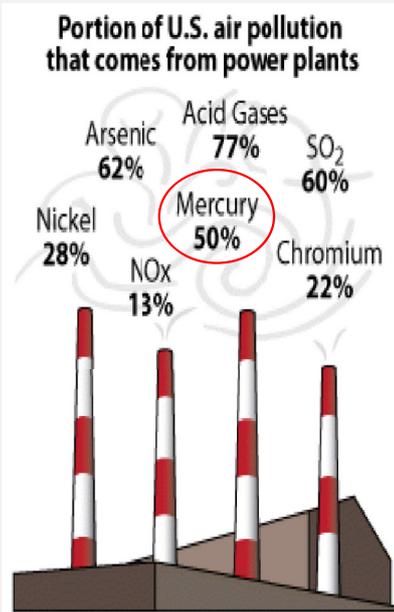
국내 오염원별 연간 수은배출량 추정



출처: 유엔환경계획(UNEP), 2013

14

미국 EPA 발전설비 수은배출규제 (2011)



•미국 환경청(EPA)은 청정대기법의 개정(2011)을 통해 발전소(석탄 및 중유)에 대한 수은배출규제 (Mercury & Air Toxics Standards, MATS) 도입(2015.4. 발효)

- 발전부문 수은 배출량, 미국 국가수은배출량의 50%
- 임신기간 수은에 노출된 신생아의 인지기능장애 유발,
- 성인 조기사망, 천식, 심장, 면역계, 생식기질환 유발 등
- 수은의 사회적 비용은 연간 \$310억~\$850억 (EPA)
- 석탄화력 수은배출 저감시설로 미국 전력산업계에 연간 약11조원 (\$96억) 정도의 비용이 유발되나,
- 수은배출감축의 사회적 편익 등을 감안, 도입 결정

15

2.국제 석탄 규제 및 정책동향

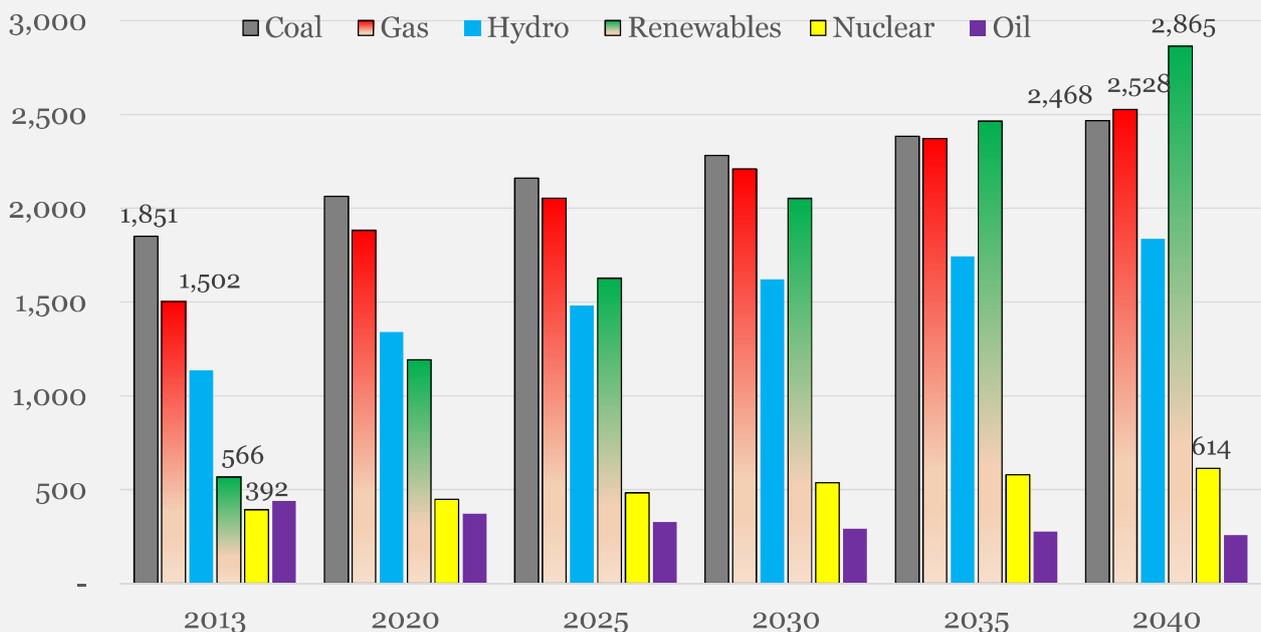
선진국들의 석탄 규제 및 정책 동향

- 미국, 발전부문(석탄) 수은배출규제제도 입법 (2011)
- 미국, 석탄화력설비 수출차관지원 중단선언(2013)
- 세계은행, 원전 및 석탄화력 차관지원 중단 (2013)
 - 덴마크, 핀란드, 아이슬란드, 노르웨이, 스웨덴, 프랑스, 독일, 네덜란드, 영국 석탄화력 수출금융 중단
- 영국, 2025년까지 모든 석탄화력 폐쇄결정(2015.11)
- 독일, Allianz SE, Commerzbank AG 등 민간 투자은행 주도 조기 탈석탄정책 요구(2016.8.)

17

세계 발전설비전망 (단위: GW)

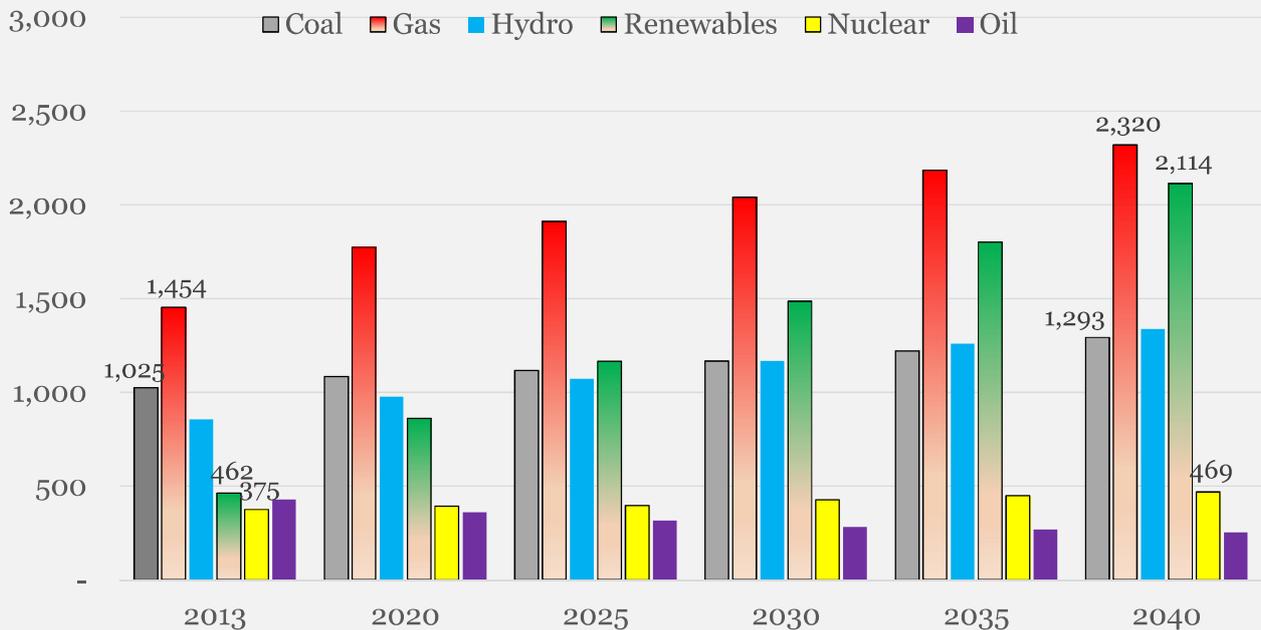
-세계발전설비시장, 가스복합과 신재생이 주도



Source: Author's elaboration from IEA World Energy Outlook 2015 (New Policies Scenario)

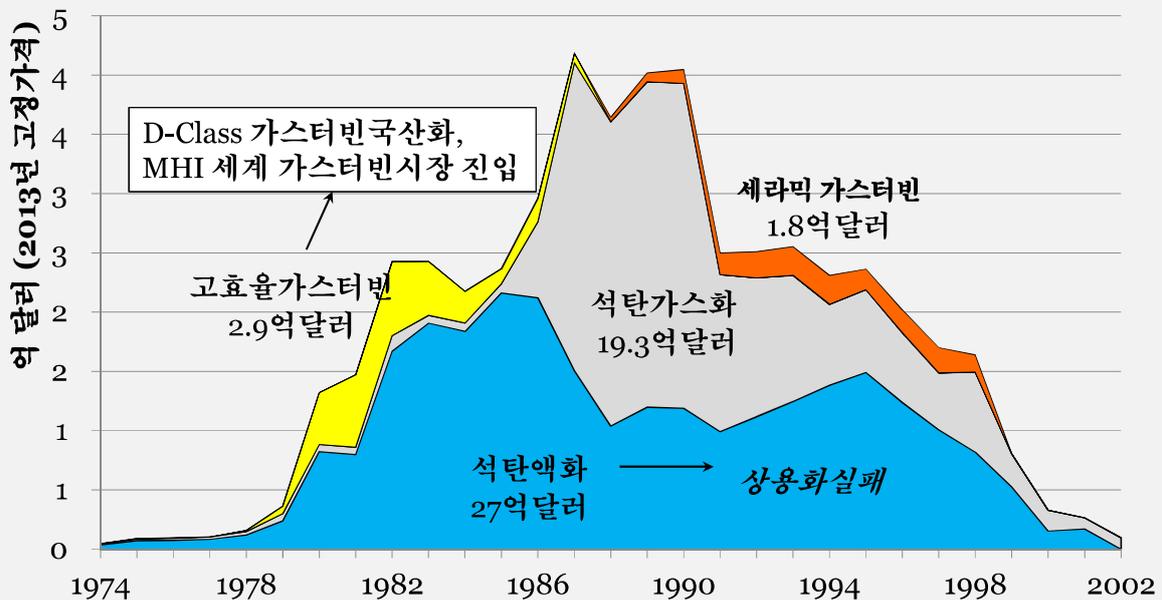
18

중국시장제외 세계발전설비전망(단위: GW) -가스복합발전 지배력 확연



Source: Author's elaboration from IEA World Energy Outlook 2015 (New Policies Scenario)

일본, 발전부문 RD&D사업의 교훈, 국내외 추세와 무관한 기술투자 대부분 실패, 국내외추세에 적합한 기술은 저예산으로도 성공



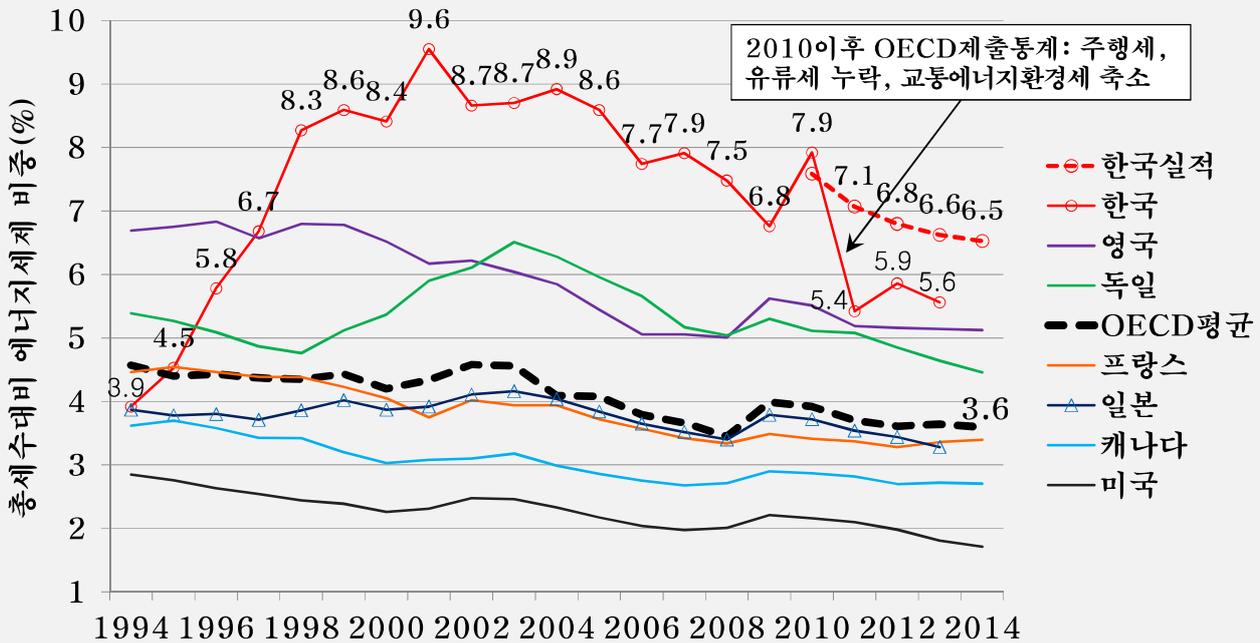
Source: Author's elaboration from Kimura et al 2008

3. 석탄화력의 외부비용과 에너지세제에 대한 검토

국내 에너지관련 세제 수준의 검토

- 국내 에너지세제의 총세수 대비 비중은 OECD평균의 2배를 넘는 최고수준
 - 이는 대부분 수송부문의 교통에너지환경세(부가세포함)와 난방용 유류에 대한 개별소비세에서 기인
- 현재 에너지세제 수준은 소득역진성이 강하기 때문에 에너지세수를 총량 수준에서 세수중립을 유지할 필요
- 따라서 발전부문의 환경관련 세제강화시 수송부문에서 그에 준하는 세제경감이 필요

OECD 주요국 총세수(국세+지방세+사회보장기금)중 에너지세 비중: OECD평균 3.6%, 한국 6.5%



참조: OECD.Stat Air, Climate & Energy Taxes, 국세청통계연보(2000~2014), 조세연구원 2015

국내 에너지세제 세수 추이 (단위: 억원)

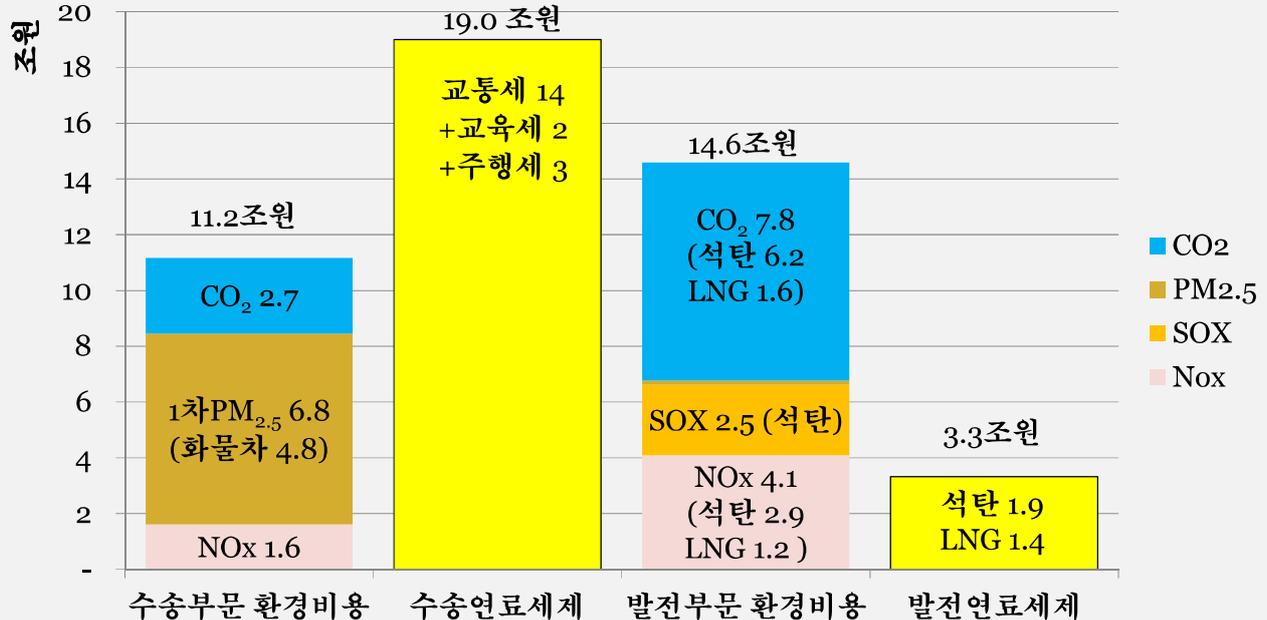
구분	2010	2011	2012	2013	2014
교통에너지환경세	129,620	130,651	135,520	133,110	143,679
유류개별소비세	38,991	39,788	38,503	39,990	33,805
관련 교육세	22,217	23,159	22,748	22,288	23,660
소계	190,828	193,598	196,771	195,388	201,144
국세	1,777,184	1,923,812	2,030,149	2,019,065	2,055,198
에너지세 비중	10.7%	10.1%	9.7%	9.7%	9.8%
주행세 포함	12.6%	11.8%	11.4%	11.4%	11.6%

출처: 강성훈, 이동규, 유종민 (조세연구원 2015): p 36

수송·발전부문 CO2 및 대기오염 환경비용 (2013)

수송부문: 환경비용 대비 약 7조8천억원 초과징수

발전부문: 환경비용 대비 약 11조2천억원 추가 과세필요



※ 수송부문: 휘발유·경유·LPG, 발전부문: 석탄·LNG 적용

※※ 석탄 과세는 2014.7. 부터 시행, 편의상 2013년 배출실적에 과세된 것으로 계산

※※※ 환경비용은 IMF(2014), "Getting Energy Prices Right"의 오염원별 비용평가 결과를 적용

25

국내 에너지가격세제 왜곡현황

- 연료간 모순된 시장제도로 인한 왜곡
 - 유류(가격자유화) vs 전력, 가스(정부통제)
 - 유류는 국제유가에 연동되나 전력, 가스는 공기업체제하 요금통제로 발전부문의 기술, 연료선택 왜곡
- 연료간 비대칭적 시장제도는 다시 연료간 세제왜곡으로 연결, 이중 왜곡
 - 자유화된 유류가격에 중과세(1996~) vs. 국영 전력산업의 발전연료(원전·석탄)는 면세
 - 수송을 제외한 모든 부문에서 비효율적인 전전화(全電化) 진행, 사회적 외부비용이 큰 석탄·원전 의존도 심화

26

부문간·연료간 극단적 불균형과세

- 국내 유류세(휘발유, 경유, 등유, LNG 등)는 유럽과 유사한 수준으로 일본 보다 무거운 과세
 - 그 결과 총세수중 에너지세의 비중은 OECD평균 2배수준
 - 이는 국내 유류세의 강한 소득역진성을 의미
- 반면 CO₂, 2차 PM_{2.5}의 주요 발생원인 발전부문(석탄)에 대해 면세수준 처우
- 부문간 연료간 과학적이며 형평한 조세개편 필요
 - 발전부문 석탄에 대한 과세를 강화하되, 세수중립차원에서 유류세 전반에 대한 경감필요
 - 육상수송부문 PM_{2.5} 및 NO_x 배출량의 70%를 차지하는 화물차량, 건설장비 등에 대한 세제지원 단계적 폐지

27

국내 에너지세제 및 부담금 (2015, 단위:원)

구분	관세	개별 소비세	교통에너지 환경세	부가세		부가 가치세	부담금	
		기본	기본	교육세	지방 주행세		수입판매 부과금	안전관리 부담금
휘발유(ℓ)	3%	-	475	79.35	137.54	10%	16	
경유(ℓ)		-	340	56.25	97.5			
실내등유(ℓ)		90	-	9.45	-			-
중유(ℓ)		17	-	2.6	-		-	
프로판(kg)		20	-	-	-		-	
부탄(kg)		252	-	41.25	-		62.3	4.5
LNG(kg)		60	-	-	-		24.2	3.9/m ³
무연탄(kg)	면세	-	-	-	-	-		
유연탄(kg)		24	-	-	-	10%	-	
우라늄		-	-	-	-	-	-	

※유연탄은 면세대상이었으나, 제2차에너지기본계획에 따라 2014.7.부터 발전용에 한해 개별소비세 도입

※지면제약상 부생유 세제, 관세 할당률, 개소세 및 교통세의 탄력세율, 품질검사수수료 등 생략

28

4. 일본의 경험과 교훈

요카이치시와 기타 지자체 사례

4-1. 요카이치화력 및 호흡기질환

- 미에현 요카이치시(1965기준 인구22만)에서 1950년대말 요카이치 중유발전 가동 이후 호흡기질환 (만성폐쇄성폐질환, 천식)의 급격한 증가
- 중유발전의 연 10만톤을 넘는 Sox 배출로 대기질 악화 (대기중 SO₂농도 1ppm 육박)
- “요카이치아스마” 판결로도 알려진 천식질환주민 9명의 소송은 1972년 원고승소 판결
- 1972년부터 제도개선 및 각종 시책도입, 1970년대 후반 대기질회복(0.01ppm)

주요제도변화와 핵심내용

- 요카이치 소송 승소(1972)이후
- 1972년 “대기오염 및 수질오염 규제법” 제정
 - 지방자치단체의 별도 대기오염규제권한 부여
 - 광역 Sox배출총량제 도입
- 1973년 “공해건강피해 등에 관한 보상법” 제정
 - 잠재적 피해자들의 손해배상소송, 일상생활, 의료 등을 위한 포괄적 지원시스템
 - 피해자에게 질병과 오염간 인과관계 증명책임이 없으며, 개연적 입증으로도 관련 배출사업자에게 손실배상을 의무화

31

요카이치소송이후 경과

- 요카이치시는 1965년 세계최초로 대기오염 공공규제체계를 도입, 다음해 일본정부는 재무성, 미에현, 관련산업체들에게 대책지시
- 1969년 “오염관련 건강피해특별조치법”입법
- 1973년 “오염관련 건강피해보상법” 발효

32

“오염관련 건강피해 보상법”의 경과

- 동 법은 전국을 대상으로 ① 유병률이 높다고 판정된 지역에서, ② 3년이상 거주 주민에 한해, ③ 천식, 폐쇄성폐질환, 관련 합병증질환 보상 적용
- 1965-1988년 기간 요카이치시 거주민중 보상법 적용피해자 1,354명, '88년이후 신규질환 소멸
- 그러나 1975-2000년기간 동 질환자들의 사망률은 미에현평균의 20배를 넘는다는 연구결과 보고
 - (Guo et al. 2008, “Mortality and life expectancy of Yokkaichi Asthma patients, Japan: Late effects of air pollution in 1960-70s”, *Environmental Health*)

33

4-2. 타지자체의 사례(요코하마)

- 법적으로 지자체에 규제권한이 부여되기 이전, 지자체가 오염시설 신청자에게 환경기준에 대한 사전동의없이 시설허가 불가입장 명료화
- 요코하마시의 도쿄전력 석탄화력(1964)사례
- 시장이 조직한 독자적 전문가그룹을 통해 자체 환경영향평가진행, 국가 환경기준을 넘어선 엄격한 기준설정, 대기오염방지협정 체결

34

4-2. 타지자체의 사례(도쿄메트로): 지자체 규제의 3-Tiers

- 권고 (행정지도): NO_x배출 산업체들(주로 발전)에 국가규제의 절반수준으로 통제 권고
 - 수년간의 NO_x 배출지도 시행착오를 통해 시설 운영비, 기술진척정도에 대한 지자체 학습, 불확실성해소
- 지자체 조례
 - 위와같은 세부조율 과정을 거쳤거나, 권고가 받아들여지지 않을 시 초기부터 조례로 강제
- 개별부지에 대한 세부협약
 - 지난 1960년대부터 중앙정부의 규제가 느슨하거나 규제자체가 존재하지 않은 경우 지자체가 직접시행
 - 지자체간 정기적인 정보교환을 통해 효과 극대화

35

도쿄메트로의 도쿄환경위원회

- 도쿄메트로는 도쿄환경위원회를 통해 전문가, 시청공무원, 통산성, 환경청간 정기적 협의
 - 동 환경회의는 도쿄의 환경질목표를 달성을 위한 일반적 자문만 아니라
 - No_x배출기준 등 기술적 어려움이 있을 때 전문위원회를 통해 해결방안 모색

36

4-2. 타지자체의 사례(치바현)

- 치바현-도쿄전력간 협약으로 후츠 가스화력의 경우 국가 기준보다 훨씬 낮은 NO_x배출실적
 - 1985~88년 국가기준 60ppm, 협약은 10ppm
 - 실제배출 실적은 8~9ppm 수준
 - (석탄화력의 No_x배출규제사례는 아래 참조)
- 이러한 실적은 단기적 압력보다 장기간 협상과 단계적 기술개선과정을 통해 실현

37

한, 일 석탄화력 NO_x배출규제 비교

(단위: ppm)

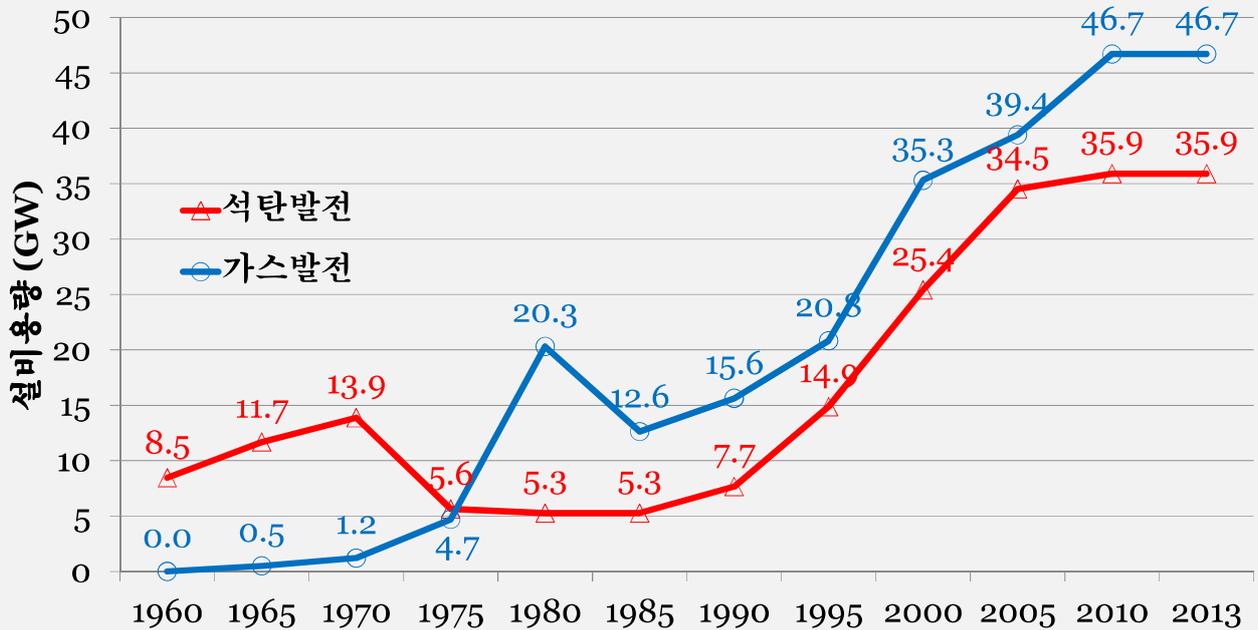
	일본(1975년)			한국추세			
	중앙정부	지방정부	실적	1996~98	1999-04	2005-09	2015
가동중	400	159	170	350	350	350	70 (140*)
신규	400	170	160	-	-	80 (150*)	50

※1996년 이전 준공시설

출처: US EPA 1983, 환경부 대기오염물질 배출허용기준(2014)

38

지자체의 독자적 배출규제 이후 일본의 연료전환추세



참조: International Energy Agency, *Electricity Information 1992~2015*

39

일본의 신속한 연료전환 지원제도

- 도쿄전력은 일본산업은행(JDB) 정책금융을 통해 세계최초로 LNG화력발전 도입(1969~)
- 일본은 전력회사들의 오염저감시설 투자에 저리융자, 환경설비들에 대한 세금 감면, 친환경기술 R&D에 대한 보조금 지급 병행
- 이 밖에 일본 전력회사들은 1970년대부터 비교적 고가의 저유황탄 (주로 호주산)사용

일본의 1970년대 연료전환, '80년대 가스터빈기술 혁신과 세계진출 원동력

	1975	1985	1990~	2009
미국, 유럽	천연가스의 발전용 사용금지 조치 (매장량 불확실성 고려)	금지조치 해제 (매장량 불확실성 해소)	가스복합발전 르네상스, 고효율화 지속	세일가스 등장, 신규 원전·석탄 2/3대체
일본	전력사업자주도 LNG 개발·수입, 가스복합 주력 전원(공급의 25~30%)			
	미국의 발전용 가스 규제로 WH사 가스터빈 기술·설비 일본으로 이전		미쯔비시, 세계 4대 가스터빈 제조업체 진입	
한국	도시가스보급용 가스공사설립(1983), 도시가스 비용저감을 위해 한전이 의무구매제도를 통해 비용분담 (교차보조)		한전 자회사: 높은 비용부담으로 가스발전회피, 피크전용으로 가동, 조기노후화, 수선비용상승 악순환, 가스터빈국산화 요원	

41

5. 지역대안과 전략의 검토

일본의 경험과 국내 현황간 차이

- 국내외적으로 석탄화력 기술적 한계에 도달
 - 석탄 탈황, 탈질설비 기술 수확체감 상황
- 실제 개선을 하더라도 충남지역의 기가동중인 막대한 설비용량으로 개선효과 미미
- 1960~80년대 일본 석탄 탈황기술(MHI)의 진척상황을 기대하기 어려운 상황
- 석탄 신기술(USC, IGCC, CCS)역시 실적 매우 저조, 2030~40년의 해외기술전망도 부정적

43

국내 전력시장의 연료전환 여건

- 연료전환(fuel-switching)기간 최소화전략필요
 - 현실적 대안연료는 LNG, 중장기적으로 신재생
- 지난 5년간 원전과 석탄화력의 대량 준공으로 가스복합화력의 이용률 및 건설수요 급감
 - 가스공사는 막대한 물량을 고가에 장계약한 반면, 국내 도시가스 및 발전 가스수요 저조
- 오히려 위기를 기회로 전환할 수 있는 상황
 - 다만 가스공사가 계약한 고가의 물량은 현재 발전시장에서 석탄과 경쟁하기 어려운 가격

44

한전 발전회사들의 CCU에 대한 의견

- 현재 충남소재 한전 발전회사들이 탄소포집저장 (CCS) 및 재활용 (CCU) 개발사업을 진행중
- 그러나 CCS는 북미 유전보유국에서 35개의 실증사업이 진행 또는 건설중이나 상용화 요원
 - 포집된 탄소를 저장하려면 대규모 폐유전보유 필요, 활용방안도 Enhanced Oil Recovery 등 역시 유전보유 필요
 - 현재 포집비용만 \$30~50/CO₂-톤, 총비용은 더욱 상승
- 무엇보다도 CCS, CCU는 NO_x, SO_x, 미세먼지 감소효과가 미미하거나 거의 무관한 주제임

45

정책대안: 연료 및 기술전환

- 발전회사의 CCS와 탄소 재이용(CSU)은 상용화 요원
 - 경제성대비 탄소저감효과 역시 극히 미미
 - 미세먼지(PM_{2.5}), 수은오염 저감효과 無
- 세계시장에서 석탄·원전 공급과잉, 수요포화
 - 석탄화력의 반복건설을 통한 해외수출의 전망 매우 낮음
 - 세계시장을 주도하는 가스복합 및 신재생의 국산화와 기술혁신 가속화 필요
 - 두산: 가스복합 국산화중, 한화: 세계태양광 공급 3위(2015)
- 현안인 CO₂, PM_{2.5} 및 수은문제의 개선을 위해서 석탄에서 가스로 연료전환 불가피
 - 석탄에 환경비용을 반영, 세제개선을 통해 연료전환 유도

46

전략 1: 석탄화력 세제강화(중앙정부)

- CO₂, 2차PM_{2.5}(SO₂, NO_x) 배출량 및 위해도를 감안할 때 발전부문의 과세강화필요
 - 최근 유연탄 개별소비세(24원/kg)가 도입되었으나 환경비용 대비 미미
 - 석탄화력 CO₂배출로 연 6조원, 2차PM_{2.5}로 연 5.6조원 유발
 - 유연탄 kg당 약 70~80원의 추가 과세필요
 - 추가세수의 일부는 주변지역 주민건강피해 대비 목적세화 검토
- 기타 서해안 중유(B-C유)선박이나 경유사용 건설중장비, 화물차량에 대한 규제병행 필요
 - 국내 No_x 도로이동오염원중 2/3가 화물차량에서 발생하나 유류보조금 등 사실상 면세, 비도로이동오염원중 No_x및 1차PM_{2.5}의 건설장비
 - 중유를 사용하는 선박역시 막대한 Sox, No_x 배출원이지만 전혀 규제를 받지 않아 서해안 지역 대기오염에 기여도가 클것으로 예상

47

전략 2: 주민건강피해기금조성(지자체)

- 현재 충남도에서 석탄화력사업자에게 <지역자원 시설세>를 부과하지만 최종용도 불투명
- 요카이치 사례에서 보듯이 대기질 개선후에도 관련 피해는 30년 넘게 지속될 수 있음.
 - 요카이치의 호흡기질환 외에도, 미세먼지는 심장질환, 뇌졸중 등 중증질환과 조기사망을 유발하므로 더 심각
- 따라서 충남 및 타지역 석탄화력 주변 미세먼지의 잠재적 건강피해자들의 대비한 공동기금조성 필요
 - 요카이치사례를 참조해 1차적으로 지자체차원의 관련 중증질환자에 대한 조사와 치료지원을 시작
 - 2차로 중앙정부차원의 피해보상제도화 추진

48

전략3: 발전사업자와 에너지전환협력

- 최근 충남도청의 질소산화물 배출규제정책 발표는 늦었지만 에너지전환에 중요한 계기
 - 주민건강우려에 지자체의 최초행동으로서 중요한 신호
 - 특히 동계기간 미세먼지경보 발생시 지자체장의 발전소가동중단 및 감발 등에 대한 요구도 검토필요
- 사업자들의 배출량 감축이 불가할 경우 어떻게 대처할 것인가에 대한 논의필요
- 석탄에서 가스복합, 태양광 등의 연료전환이나 에너지효율개선 사업에 대한 공동논의 필요

49

참고:미 캘리포니아 탈핵-대체전원합의사례

- 2013년 미 캘리포니아주 에디슨(SCE)사는 산오노프레 원전의 만성적 냉각수누설로 인한 환경단체와 주 규제기구의 압력에 폐쇄결정
 - 원전2기(2.2GW) 대체방안으로 가스발전(1.8GW)과 에너지저장설비(0.26GW)를 계획
- 2016년 6월 PG&E사는 활성단층과 안전성논란을 빚어온 캘리포니아주 디아블로캐년 원전 폐쇄발표
 - 환경단체 등과 공동작성한 Joint Proposal을 통해 2025년까지 가동중인 2기원전을 폐쇄, 2018~'24년 기간 연2TWh의 에너지효율개선 및 연 2TWh의 비탄소 대체전원 확보계획 발표

50

