

해외 신 재생에너지 보급 및 지원 현황

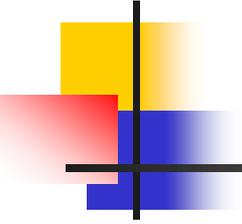
광주 전남 및 혁신도시의 지속가능하고
안정적인 에너지공급 기반구축을 위한 심포지엄

김대중 컨벤션 센터

2007년 4월 20일

부 경 진

에너지경제연구원



차 례

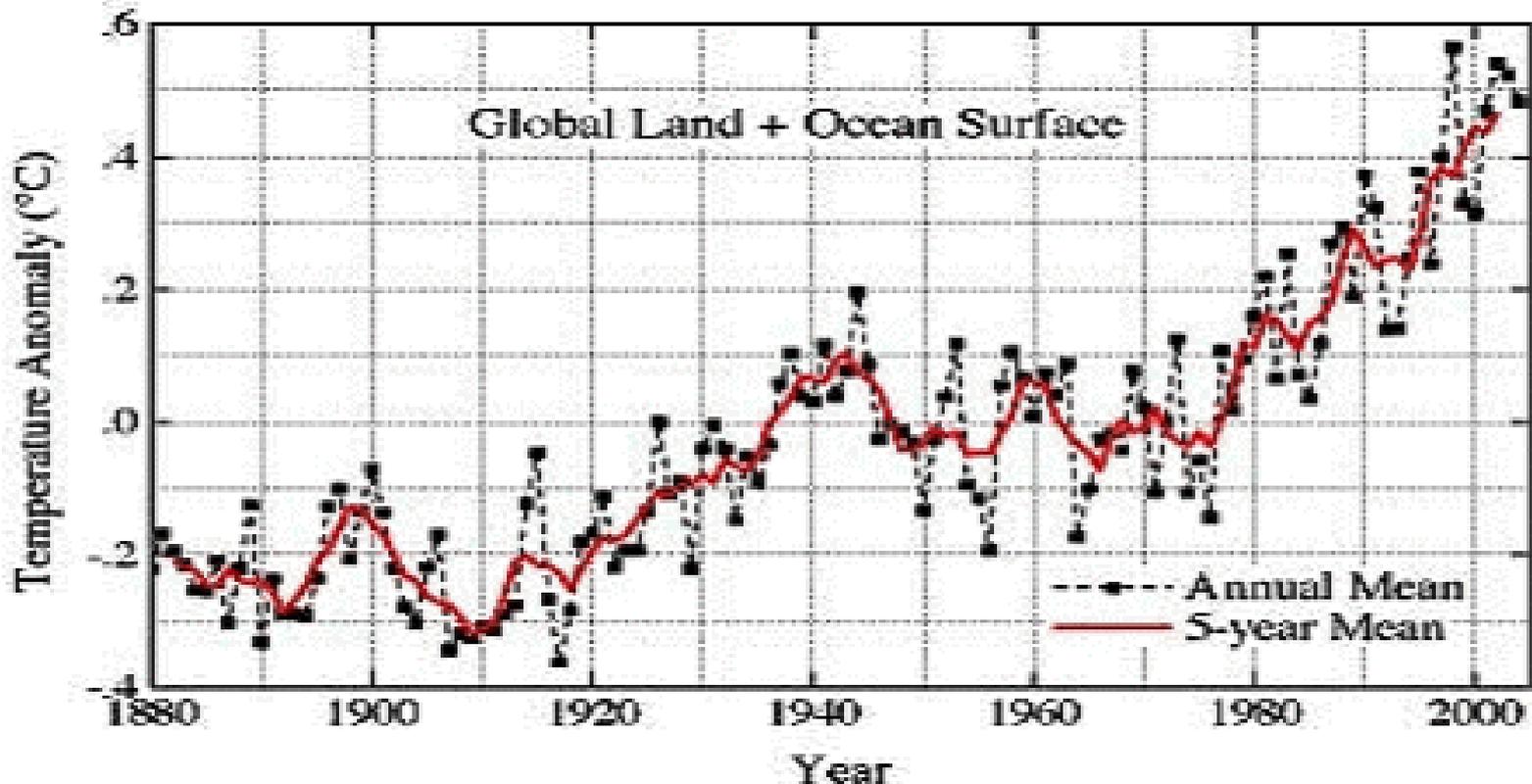
- 세계 에너지환경변화와 신·재생에너지
- 세계 신·재생에너지의 보급 동향
- 해외 신·재생에너지 시장 및 산업 동향
- 주요국의 시장확대 및 산업육성 정책
- 종합 및 결론

국제에너지환경 변화

- 에너지소비 증가와 지구온난화
 - 세계에너지소비량은 개도국의 경제성장에 따라 2002년 103억TOE에서 2030년 165억TOE로 60% 이상 증가할 전망(IEA, 2004)
 - 이러한 에너지소비급증은 기후변화 가속화를 초래하고 교토의정서 등 국제적인 환경규제는 더욱 강화
- 석유 및 천연가스의 고갈과 석유위기의 재현 가능성
 - 가채매장량: 석유 41년, 천연가스 67년, 석탄 192년 (BP)
 - 최근의 유가급등 및 장기화는 석유공급의 구조적 문제를 노정
 - 원유 생산량 정점(Oil Peak)이 언제인가(?): Hubbert, Campbell
- 석유의 가치 및 역할에 대한 재검토
 - 원료부문 → 천연가스, 석탄으로 대체
 - 연료부문 → 천연가스, 석탄으로 대체에 한계

지구표면의 장기 온도변화

- 기후변화가 현 추세대로 지속될 경우, 2100년 대기온도는 1990년보다 2°C 상승하고 해수면도 0.5m 상승
- 생태계 파괴, 농업생산 감소, 각종 질병 발생



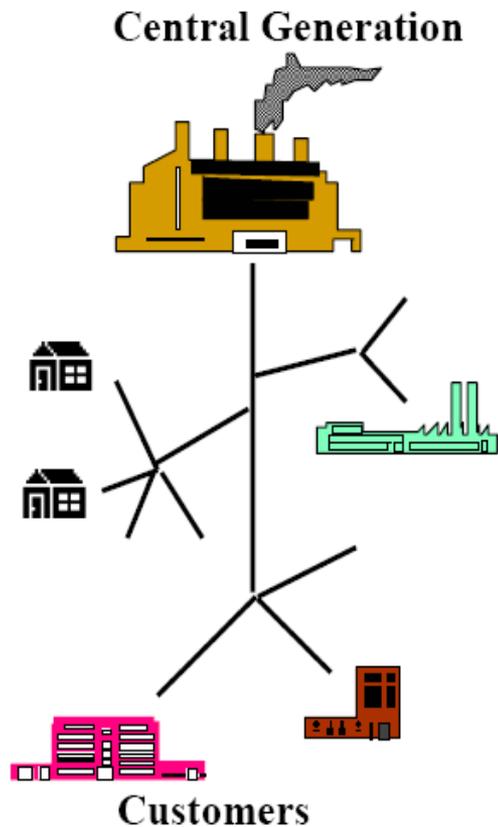


에너지패러다임의 변화

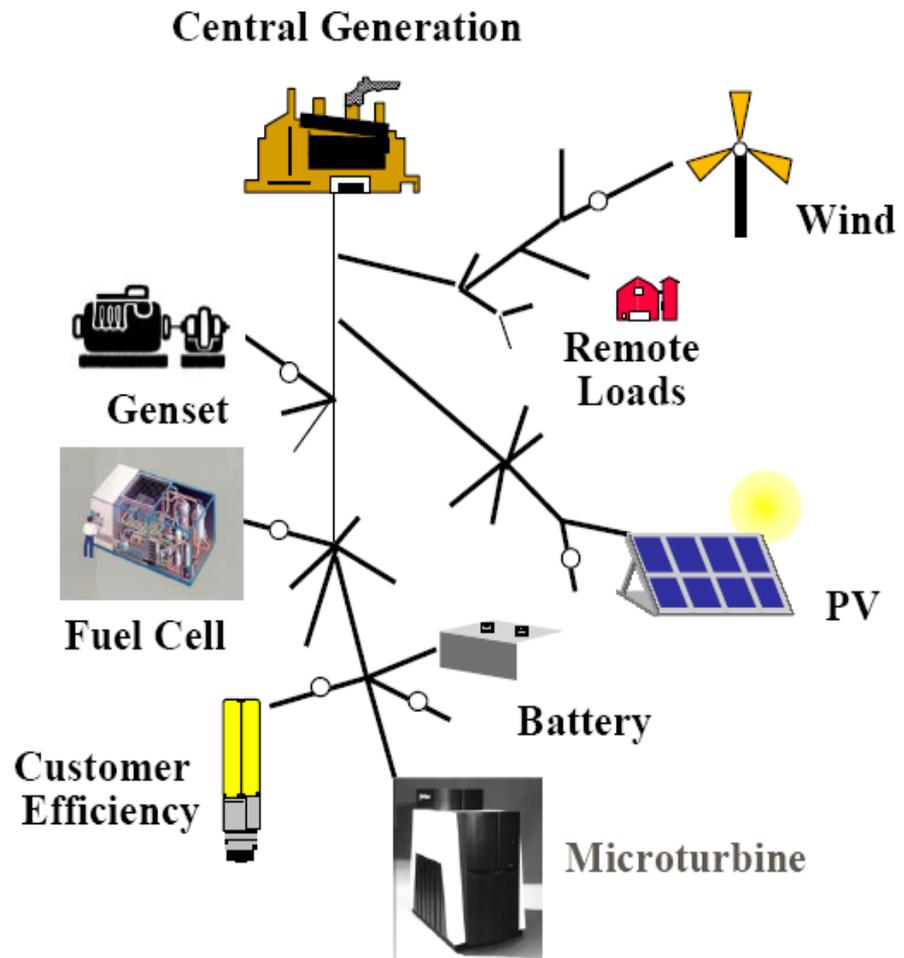
	현행 에너지 시스템	지속가능 에너지 시스템
에너지 패러다임	자원중심, 환경파괴, 에너지믹스, 에너지수입	기술중심, 환경친화, 지속가능, 에너지자립
에너지 수급	중앙집중식 에너지 시스템 - 대규모 집중 투자 - 비용↑ → 투자리스크 ↑ - 거대 메이저 독점	분산형 에너지 시스템 - 자급형(소비자=생산자) - 소규모 분산투자 - 개인별 에너지 생산 및 소비
국제 시장	에너지확보 경쟁 심화 - OPEC의 원유 무기화 - 화석연료 고갈위기 → - 에너지확보 분쟁 심화	기술확보 경쟁 심화 - 기술선진국이 에너지공급 주도 - 수소 및 신재생에너지 자원 등의 에너지기술 선진국의 위상 강화
기후 환경	기후변화 및 환경오염 악화 - 화석연료 사용으로 대기/수질 오염 악화	기후변화 예방 및 청정사회의 구현 - 신재생 등 청정에너지 사용 증대로 GHG 및 오염물질 배출 저감

Today's Central Utility

Tomorrow's Distributed Utility?



DU-DG vintage 1989 PG&E



신·재생에너지를 둘러싼 세계동향

- 21세기 지속가능한 개발/에너지시스템 구축
 - 세계에너지소비의 증가와 화석에너지원의 고갈
 - 환경보호, 에너지안보, 분산전원(DGs)
- WSSD(2002)→Int'l Conference for Renewable Energies (Bonn, 2004)→BIREC2005(북경, 2005)→CSD14/15 (2006/7)
 - 세계 총 에너지소비 중 신·재생에너지 비중 확대
 - Global target 합의에는 실패, 신·재생에너지 위상정립에는 성공
 - JREC, RETD, REEEP, REN21 등 창설 및 적극적 활동 전개
- 기후변화협약과 교토의정서, 신·재생에너지
 - COP 8-11, 델리선언(COP 8), WSSD ↔ UNFCCC
 - 교토메카니즘 → CDM 프로젝트 촉진
 - The Kyoto units (CERs, ERUs)의 국제탄소거래 활성화
 - 아태기후파트너십(APP)의 재생에너지분산전원(REDG)TF

지속가능발전세계정상회의(2002)

■ EU 주장

- 2010년까지 세계 신·재생에너지비중을 15%까지 확대
- 목표달성을 위해 Global RPS 설정 필요

■ 기타국의 입장

- 미국과 캐나다, 호주, 일본 등은 2010년 까지 2000년의 신·재생에너지 비중보다 2%포인트 증가로 목표 설정

■ 최종 채택안 (Plan of Implementation)

- 자발적 지역목표 설정(Voluntary Regional Targets)
- 긴급성을 갖고 신·재생에너지의 비중을 상당한 수준으로 증대
- 목표 달성을 주기적으로 평가토록 합의

■ 정책적 시사점

- 신·재생에너지 비중 확대 논의(미국과 EU의 대립)
- 신·재생에너지 글로벌 공급 목표 설정에는 실패
- 신·재생에너지의 위상 크게 향상

재생에너지세계총회(본, 2004)

- WSSD의 후속조치로서 “International Conference for Renewable Energies” 개최 (2004년 6월 1-4일, 독일 Bonn)
 - 동 회의를 앞두고 지역별로 사전준비회의 개최
 - 154개국의 정부대표, 국제기구, NGOs 등 약 2,500명 참석
- 주요 의제
 - 신·재생에너지 시장개발(전략목표, 공정 경쟁, 난방 및 수송부문)
 - 신·재생에너지 금융(공공/민간 파트너십, ODA 및 IFIs, 탄소금융)
 - 에너지시장전환을 위한 능력형성(인적, 제도적, R&D 능력)
 - 이해당사자의 역할(정부, 국제기구, 기업 및 소비자, 시민단체)
- 주요 성과
 - Policy Recommendations for Renewable Energies
 - International Action Plans
 - Political Declaration

북경재생에너지회의(북경, 2005)

- **Beijing Renewable Energy Conference 2005: BIREC2005)**
 - WSSD(2002)의 후속조치로 개최된 Bonn Int'l Conference for Renewable Energy (2004)의 차기회의
 - 200여개국과 UN 등 국제기구, NGO, 산업계 등 이해당사자 회의
 - 20여개국은 장관급 참석
- **핵심 의제 (Agenda)**
 - 신·재생에너지 개발현황 및 전망, 도전, 이슈분석, 평가
 - 기업 및 금융기관의 투자 참여, 확대 방안 모색
 - 신·재생 기술개발 전망, 기술이전을 통한 재생에너지 개발 지원
 - 남남협력 강화 및 개도국의 신·재생에너지 이용촉진
- **회의 성과**
 - 정치적 선언 (the Political Declaration)
 - 신·재생에너지 수요창출을 위한 공공 및 민간부분 자원조달 방안
 - 신·재생에너지에 대한 능력배양 강화

아태기후변화파트너십(APP, 2006)

- 2005년 7월 28일 아세안지역안보포럼(ARF)
 - 아태지역 6개국(미, 일, 중, 한, 인, 호)로 구성된 Asia-Pacific Partnership on Clean Development and Climate 설립 합의
- 2006년 1월 11-13일 APP 각료회의 개최 (호주 시드니)
 - 설립, 목적, 기능, 조직을 규정한 헌장(Charter) 채택
 - 공동선언문(Communique) 채택 : Work Plan 작성 및 8개 T/F 설립
 - 재생에너지분산전원, 발전송전, 청정화석연료, 철강, 시멘트, 건물 가전기기, 알미늄, 석탄채광
- 1차 APP-PIC+T/F 합동회의 개최('06.4., Berkeley)
 - 각 TF별 Work Plan, PIC에 제출할 Action Plan 작성 및 토의
 - Project Proposal 제출 및 토의, 향후 일정 토의
- 2차 재생에너지/분산전원T/F회의 개최('06.8, 시드니)
 - Action Plan 완료 및 제출(action plan에 포함될 projects 선정)
- 2차 APP-PIC+T/F 합동회의 개최('06.10., 제주도)

기타 국제기구의 움직임

- **Johannesburg Renewable Energy Coalition (JREC)**
 - WSSD 직후, EU주도로 자발적 글로벌 및 지역, 국가 목표 설정을 목적으로 결성
 - 창설 당시 66개국을 시작으로 현재 80여개국 참여
 - “Declaration on the Way Forward on Renewable Energies”
- **IEA Implementing Agreement for Renewable Tech. Deployment (RETD)**
 - 국제협력을 통한 신·재생에너지기술의 보급확대 장려
 - 선진국/개도국의 재생에너지 보급전략의 채택을 통해 성공적 투자지향
 - 창립멤버: 덴마크, 프랑스, 독일, 아일랜드, 이태리, EU
- **유럽연합(EU) : The EU Directives**
 - 전력: 10% (2002) → 22% (2010)
 - 총 에너지: 6%(2002) → 12% (2010)
- **국제신·재생에너지기구(International Renewable Energy Agency: IREA)**
 - Renewables 2004, Bonn회의 국제의회포럼(International Parliamentary Forum)에서 제안
 - IEA에 상응하는 신·재생에너지 전문 국제기구의 설립

신·재생에너지 시장확대 動因(Drivers)

- 선진국은 기후변화, 환경보호, 에너지안보에 주안점
- 개도국은 소비자선호와 지역경제활성화에 주안점
- 최근의 고유가장기화에 따라 에너지안보 차원이 강조

	기후변화	환경보호	에너지안보	소비자니즈	공급신뢰도 향상	지역경제활성화
유럽	●	●	●	◐	○	◐
일본	◐	●	●	◐	○	○
미국	◐	◐	●	◐	◐	◐
개도국	○	○	◐	●	◐	●

주요 선진국의 동향

- 기후변화협약/교토의정서: 온실가스 저감공약 이행수단
- 지속가능 발전(sustainable development)의 한 축을 담당
- 신·재생에너지의 수출산업 육성: 풍력, PVs, 연료전지

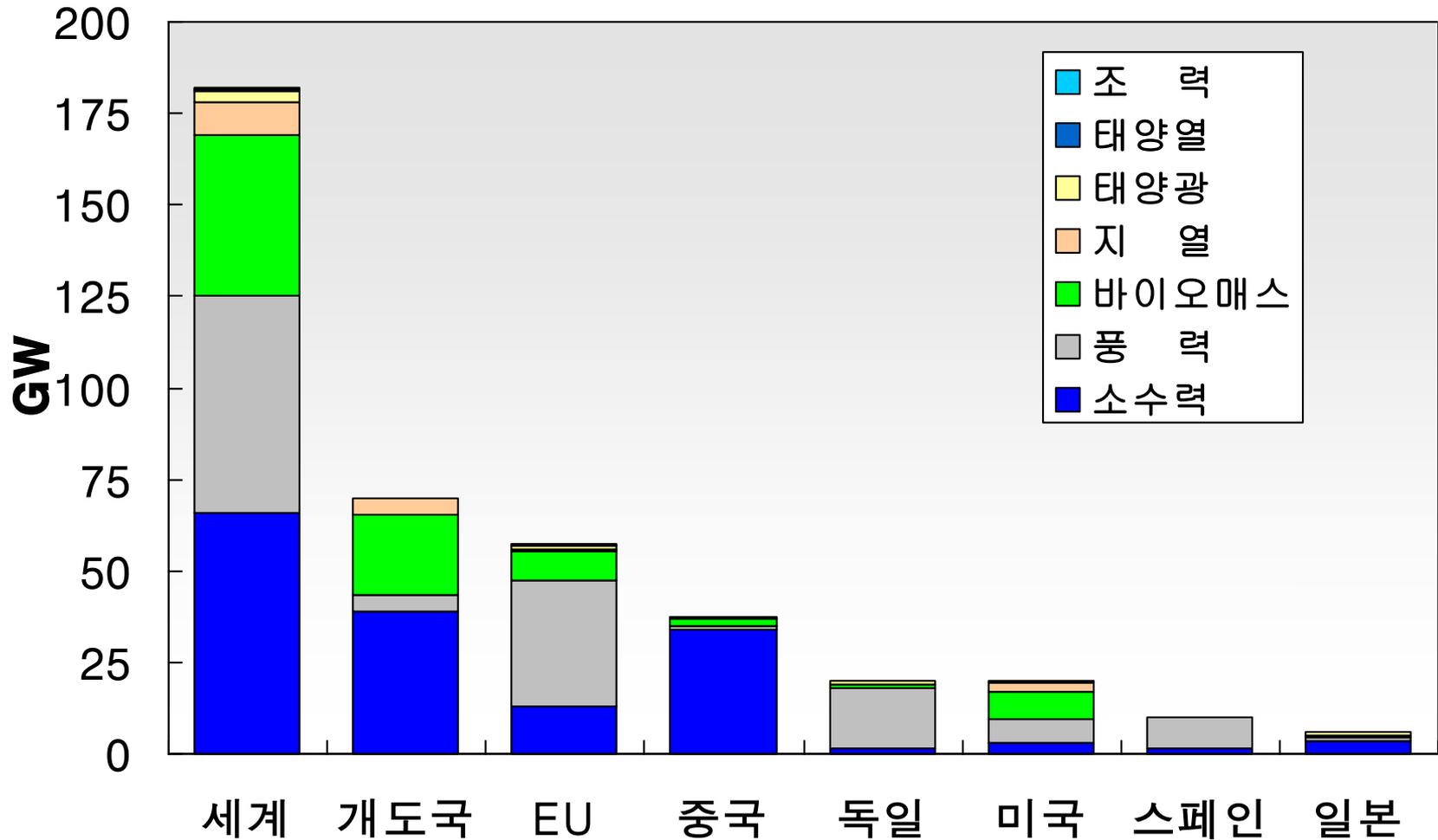
E. U.	EU Directives: 2010년 신·재생에너지 비중 12% → 15% Feed-In Tariff(독일), RO(영국), Green Certificates(화란) etc.
미 국	Million Solar Roofs Initiatives, H2 Fuel Initiatives + FreedomCAR Green Power Market, RPS (National Energy Strategy)
일 본	New Sunshine Program(1993~2020), WE-NET(H2/Fuel Cells) → New Hydrogen Program. 잉여전력구입, RPS, 녹색가격 등.

세계 신·재생에너지 이용현황(2004)

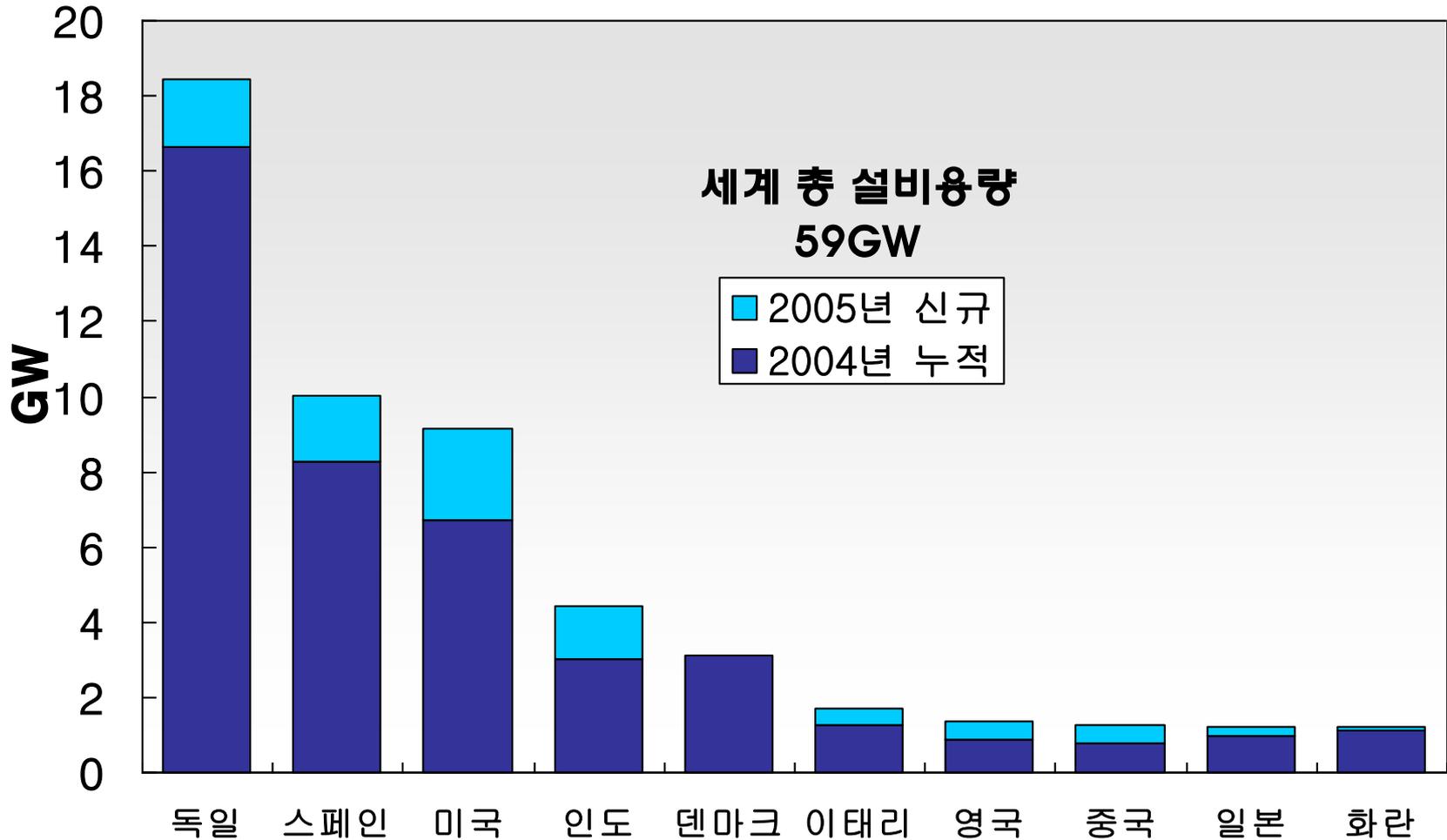
(단위: 백만TOE)

구 분	신·재생에너지	에너지생산	1차에너지기준	비중(%)
전력생산 130.0	바이오매스발전	12.9	35.8	6.9
	풍력발전	8.2	22.7	
	소수력	20.6	57.3	
	지열발전	5.2	14.3	
온수/난방 73.7	태양열온수	6.9	6.9	3.9
	지열난방	4.8	4.8	
	바이오매스난방	62.1	62.1	
바이오연료 18.6	에탄올	16.7	16.7	1.0
	바이오디젤	1.9	1.9	
기 타	전통바이오매스	1,010.0	1,010.0	53.8
	대수력	232.0	644.0	34.3
합 계			1,876.0	100.0

국별 신·재생에너지발전 설비 (2005)



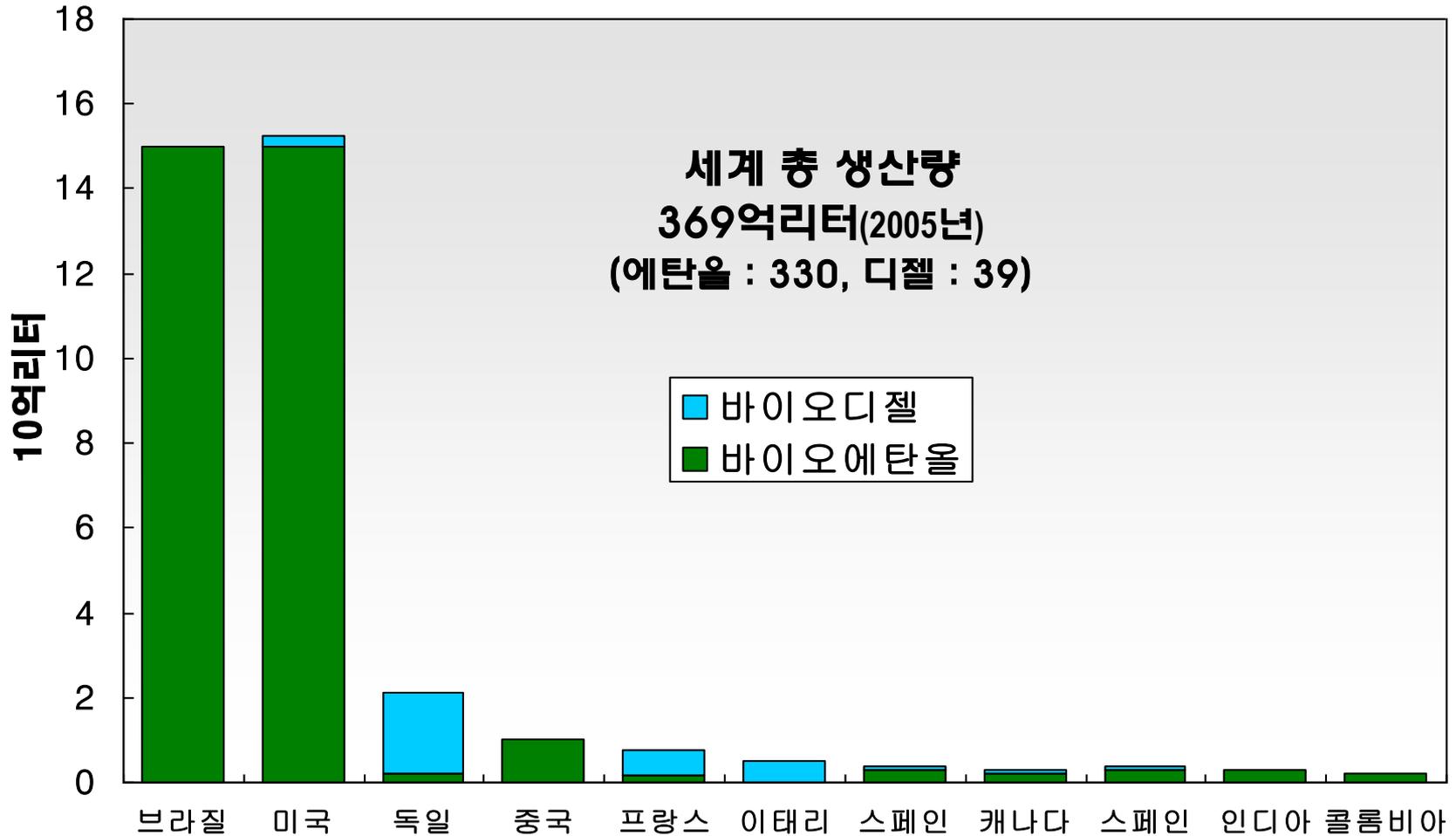
국별 풍력발전 설비 (2005)



계통연계 Rooftop PVs

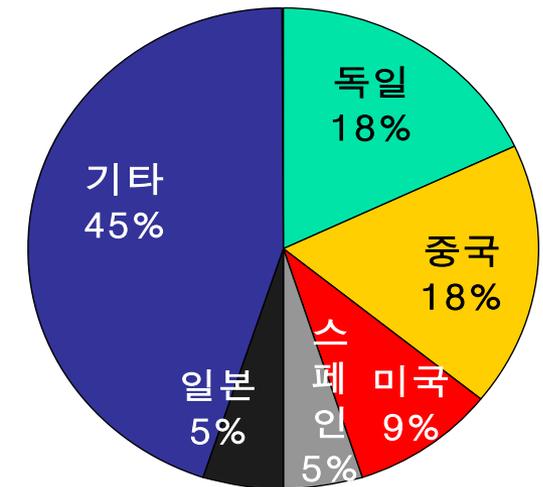
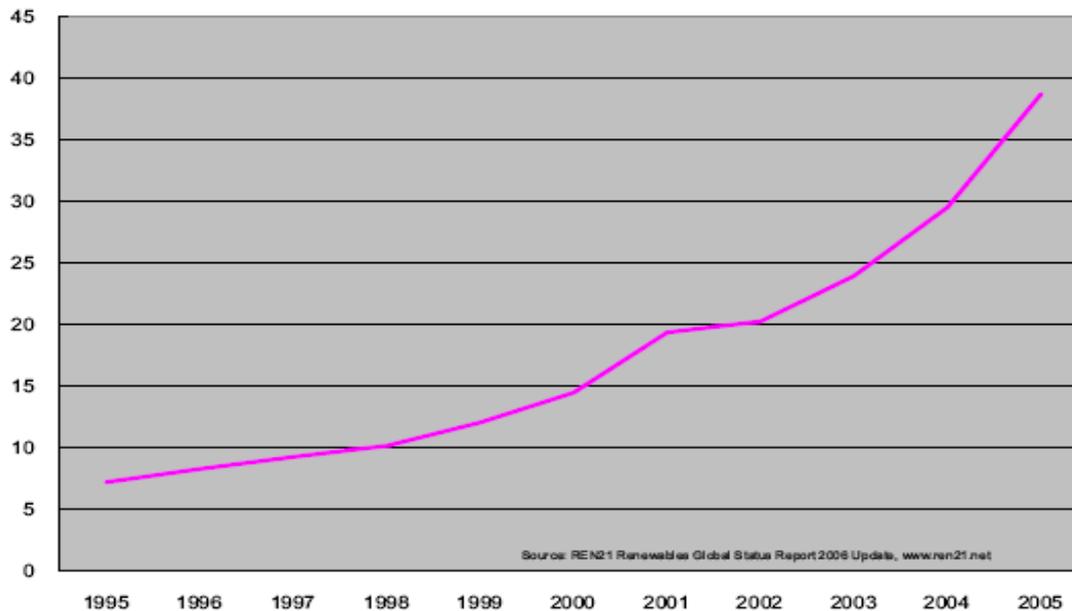
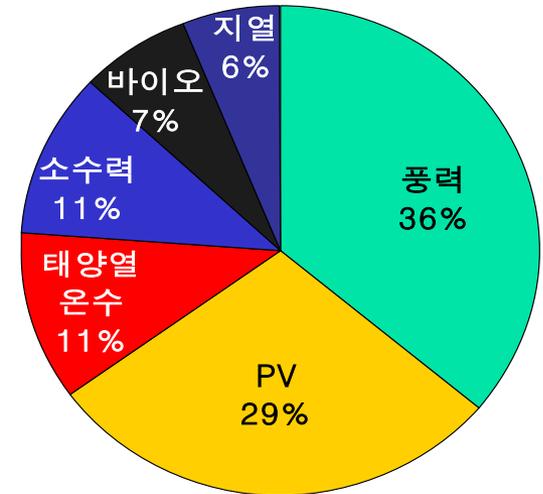
프로그램	누적 호 수	2005년 누적(MWp)	설비추가(MWp)		정책수단
			2004년	2005년	
일본 (1994-04)	250,000	1,000	260	300	“Sunshine Program” 투자비보조 50%(1994) →10%삭감(2003)
독일 (1999-03)	320,000	1,400	300	600	10만호지붕. 처리용자와 2003년까지 FIT 50유로 센트/kWh. 2004년부터 45-52센트/kWh로 차별화
캘리포니아 (1998-2011)	30,000	140	40	55	주정부프로그램: 투자 비보조 \$4.5/W→\$3.5/W. SMUD, LADWP)와 민간 전력사의 RPS 실시
기타 주	20,000	105	10	15	Million Solar Roofs Prog.
기타 EU	50,000	260	40	40	
세계	650,000	2,900	700	1,100	

국별 바이오연료 생산



신·재생에너지 투자동향

- 2005년 신·재생에너지 설비투자는 약 390억불
 - 대수력 포함시 700억불
 - 세계발전설비투자의 20-25% 수준
- OECD회원국의 향후 30년간 발전설비투자의 1/3을 신재생에너지 투자가 차지 (IEA, 2005)
 - 2030년의 투자규모 : 2,500억불(대·소수력 제외)



신·재생에너지 발전코스트

- 최근의 **고유가 장기화** 및 천연가스, 석탄가격의 동반상승으로 입지 조건이 양호한 **수력, 지열, 바이오** 등이 **경쟁력**을 확보
- **풍력**의 경우 2010년에 경쟁력 확보 예상. **태양광발전**의 경우도 입지가 양호한 지역에서는 조만간 경쟁력 확보 예상.

(단위: ¢/kWh)

에너지원	투자비(\$/kW)	발전단가(최저)	발전단가(최대)	발전단가(2010)
소수력	1,000-5,000	2-3	9-15	2
PVs	4,500-7,000	18-20	25-80	10-15
집광형PV	3,000-6,000	10-15	20-25	6-8
바이오	500-4,000	2-3	10-15	2
지 열	1,200-5,000	2-5	6-12	2-3
풍 력	850-1,700	3-5	10-12	2-4

신·재생에너지 산업 고용 창출

(단위: MW, 인)

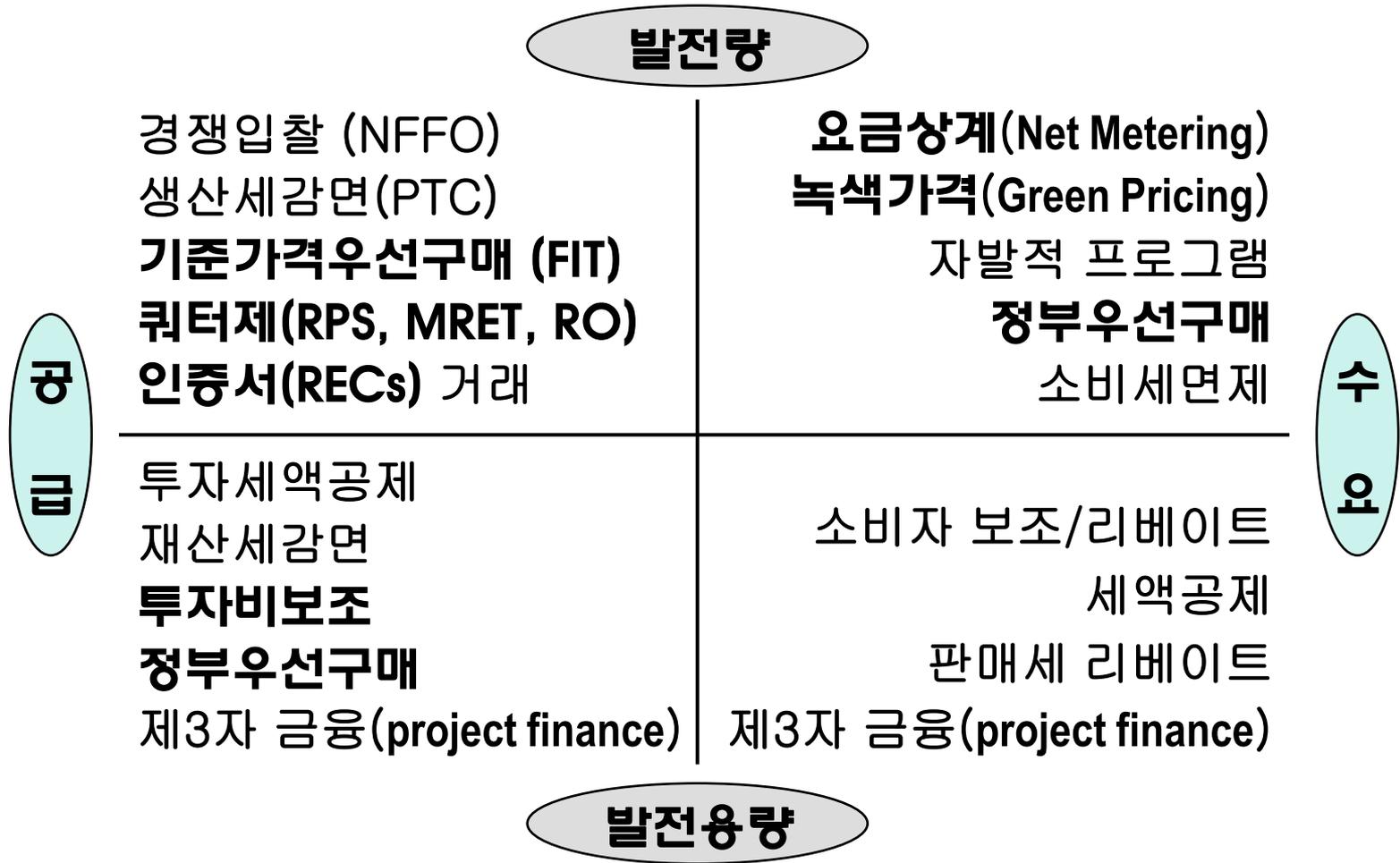
원/기술	설비용량	설비추가(04)	제조업고용	O&M고용
소수력	62,000	5,000	56,500	13,640
풍 력	48,000	8,200	31,160 - 60,680	4,800 - 9,600
바이오매스	38,000	800	1,600 - 6,800	12,160 - 79,040
지 열	9,000	200	800 - 3500	15,300
태양광	4,000	900	22,590 - 29,097	4,000 - 10,000
태양열	116백만 m ²	18백만 m ²	136,056	381,150
태양열발전	400	-	-	280
조 력	300	-	-	30
합 계			249,000 - 293,000	43,100 - 509,000
에탄올	-	320억ℓ	902,000 (직접고용)	
바이오디젤	-	220억ℓ	31,000 (직접고용)	

Bonn Int'l Action Program

- 2004년 총 130여개국이 **세계재생에너지총회(Bonn2004)**에서 제출한 **Int'l Action Program**을 분석

구 분	Bonn Action Prog	세계시장(2004)
설비용량	계획대로 추진시 163GW 설비용량 추가	기존 총 발전설비용량: 160GW (2004)
투자규모	총 3,260억불 규모	연간 세계투자규모: 300억불(대수력 제외)+250억불(대수력)
CO2저감	2015년의 CO2 저감량 120억톤 수준	신·재생에 의한 저감량: 9억톤 (대수력제외)+37억톤 (대수력)
공여자금	총 52억불로서 총 신·재생설비 투자비의 16%	대개도국 공여자금: 연 5억불 (2004)

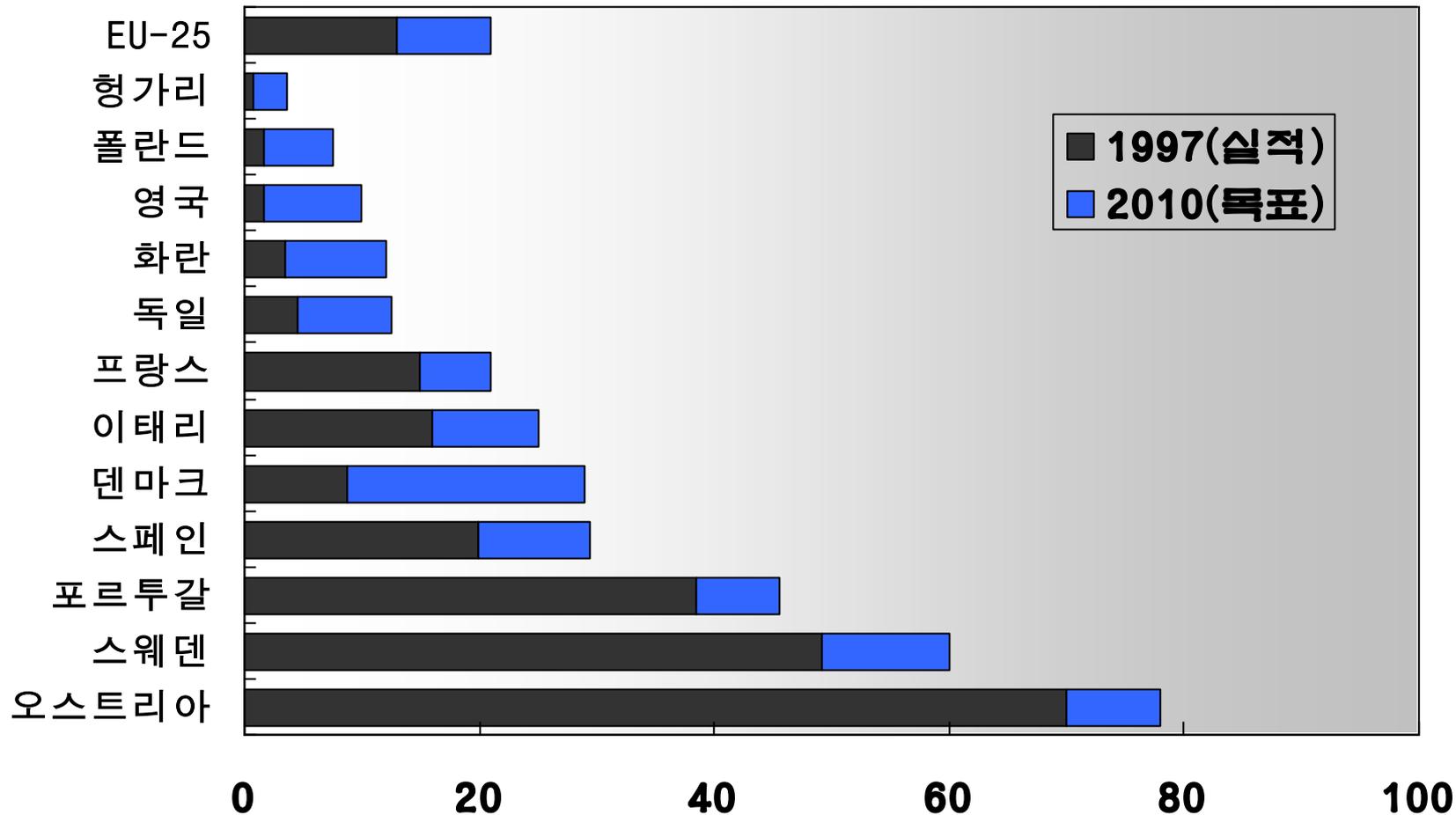
신·재생에너지 시장확대 정책



주요국의 시장확대 정책 비교

국 가	투자비 보조	기준가격	RPS/인증서	경쟁입찰	재정/금융
독 일	○	○			○
스페인	○	○			○
덴마크	H →	○			○
프랑스	○	○		○	○
화 란	○	○			○
이태리	○	H →	○		○
스웨덴	○		○		○
벨기에	○	○	○		○
영 국	○		○ ←	H(NFFO)	○
미 국	○	H(PURPA) →	○		○
호 주	○		○		○
일 본	○	○	○		○

EU의 재생에너지 공급 목표



기타국의 재생에너지 공급 목표

국 가	목 표	공급비중(2004)	
		총 에너지	발전량(설비)
호 주	2010년 9.5TWh전력공급	5.4%	7.8%
중 국	2010년 발전설비의 10%	-	-
이집트	2010년 발전량의 3%, 2020년 14%	-	-
인 도	2012년 10% 발전설비 추가(10GW)	-	-
이스라엘	2007년 발전설비 2%, 2016년 5%	-	-
일 본	2010년 발전량 1.35% (지열, 대수력 제외)	3.4%	1.8(지열포함)
말 리	2020년 총 에너지의 15%	-	-
뉴질랜드	2012년 30pj 설비추가(난방수송연료 포함)	29.7%	71.8%
태 국	2011년 총에너지 8%(농촌바이오매스제외)	-	-
미 국	20개 주에서 발전량의 8-20% (DC 포함)	4.2%	8.6%
한 국	2011년 총 에너지 5%, 발전량 7%	2.3%	

해외 기준가격제(FIT) 도입 추이

연 도	누적	도입된 국가/주/지자체
1978	1	미 국
1990	2	독 일
1991	3	스위스
1992	4	이태리
1993	6	덴마크 , 인디아
1994	8	스페인 , 그리스
1997-00	14	스리랑카, 스웨덴, 폴투갈, 노르웨이, 슬로베니아, 태국
2001	16	프랑스, 라트비아
2002	20	오스트리아, 브라질, 체코, 인도네시아, 리투아니아
2003	27	사이프러스, 에스토니아, 헝가리, 한국 , 슬로바크, 인도
2004	33	이태리, 이스라엘, 니카라과, 캐나다, 인도
2005	37	터키, 미국(DC), 아일랜드, 중국

해외 RPS 제도 도입 추이

연 도	누적	도입된 국가/주/지자체
1997	1	미국 (매사추세트)
1998	3	미국(커네티컷, 위스칸신)
1999	7	미국(메인, 뉴저지, 텍사스), 이태리
2001	12	미국(아리조나, 하와이, 네바다), 벨기에(플란더스), 호주
2002	16	미국(캘리포니아, 뉴멕시코), 벨기에(월로니아), 영국
2003	20	미국(미네소타), 일본 , 스웨덴 , 인도(마하라슈트라)
2004	34	미국(콜로라도, 메릴랜드, 뉴욕, 펜실베이니아, 로드아일랜드), 캐나다(노바스코시아, 온타리오, 프린스에드워드아일랜드), 인도(마디프라데쉬, 카르나타카, 안드라프라데쉬, 오리сса), 폴란드 , 태국
2005	38	미국(워싱턴 DC, 몬타나, 델라웨어), 인도(구자라트)

해외 RPS 도입 현황

	미 국	일 본	호 주	영 국	이태리
목표 (양,비율)	연방은 미정 주마다 상이	2010: 1-1.3% 12,200GWh	2010: 5.7% 9,500GWh	2010: 10% 25,000GWh	2008-2012 2.47GW 증설
의무대상 사업자	발전, 전력도 소매사업자	전기사업자 (일반, 특정)	전력판매업자 (소매사업자)	전력공급업자	발전사업자 전력수입업자
대상 에너지원	PV, 풍력, 지열, 수력, 해양, 바 이오, LFG, 태 양열 (텍사스)	풍력, PV, 지열, 수력, 바이오 매스 등	풍력, PV, 수력 파력, 조력, 바 이오매스, 태 양열 온수 등	풍력, PV, 수력, 바이오, 지열, 해양, 하수가스, 폐기물 등	풍력, PV, 지열, 수력, 바이오, LFG 등 (규모 제한)
위반시 제재형태	과태료(텍사 스)\$50/MWh	100만엔 이하 과태료	과태료 A\$40/MWh	과태료 £30/MWh	N.A.
시행일	1997-2003	2002.6	2000.12	2002.4	2000.1

FIT와 RPS의 비교

	기준가격제도(FIT)	쿼터제도(RPS)
도입효과	적절한 가격수준 결정이 관건 가격수준이 낮으면 목표달성 곤란 가격수준이 높으면 시장왜곡	수량(quota) 의 설정이기 때문에 목표달성이 용아 . 공급목표가 설정되면 의무대상자는 여러가지 방법을 동원
전원선택	가장 근접한 전력사나 ISO 가 우선매입, 따라서 전원선택의 자유도가 낮음	전원선택의 자유도 높음(스스로 발전하거나 타사의 발전전력 구입, 혹은 시장에서 인증서(RECs)를 구입,
비용효과	기준가격이 일정기간 보증 . 따라서 발전사업자 측에 비용절감 인센티브 결여	시장메카니즘이 효과적으로 작동시 발전업자간의 경쟁촉진 → 비용절감 인센티브
경쟁효과	근접한 발전시설에 전기사업자가 매수에 대응의무 → 지역편재성 으로 전기사업자간의 불평등한 경쟁	신재생전력구입의 추가비용은 인증서거래 를 통해 의무부담자간에 비용부담의 평준화 → 경쟁중립성 및 비용부담의 평준화
발전원별배려	원별로 기준가격이 고정. 차별화된 도입정책 이 가능	원별로 무관하게 인증서는 모두 동일한 취급. 원별/그룹별 차별화된 Multi-tiered RPS 접근 을 통해 해결 가능

종합 및 결론

- **화석연료 고갈에 대비, 에너지안보제고(해외의존도 감축), 환경보존을 위해 신·재생에너지의 역할을 강조**
 - 지속가능에너지시스템 구축 → 신·재생에너지공급비율 확대 필수
 - UNFCCC 및 교토의정서 발효에 따라 GHG감축과 더불어 신·재생에너지 사용량 증대가 예상
- **세계적으로 신·재생에너지 시장은 확대일로**
 - 연평균 성장률(00-04): 태양광 60%, 풍력 28%, 바이오디젤 25%
 - 투자비도 500억달러 상회, 에너지부문의 총 투자비의 1/3을 점유.
- **세계 각국은 신·재생에너지 기술개발과 보급, 산업육성과 시장확대를 위한 다양한 정책수단을 강구**
 - 기준가격(FIT), RPS/인증서거래, 투자비 보조/용자, 세제인센티브
- **신·재생에너지 비즈니스기회 창출**
 - 국제은행과 투자자(Morgan Stanley, Goldman&Sachs), 세계유수 에너지 기업(GE, Siemens, Shell, BP, Sanyo, Sharp 등) 참여