

그린에너지 수출산업화 전략연구

그린에너지산업 육성전략 연구
-기술 혁신과 사업화를 중심으로

에너지경제연구원
이승문 부연구위원

차 례

- I. 서론
- II. 그린에너지 시장 및 기술 동향
- III. 국외 그린에너지 기술 사업화 지원제도 현황
- IV. 국내 그린에너지 기술 사업화 지원제도 현황 및 문제점 분석
- V. 정책제언 및 전산실험
- VI. 결론

I. 서론

1. 연구의 필요성 및 목적

- 그린에너지 기술 혁신과 사업화 활성화
→ 수출 향상과 고용창출
- 기술혁신의 패러다임 변화
- 기술 혁신과 사업화의 과정: 비선형과정이며 상호작용이 발생하는 복잡하고 동적이 과정
- 기술 혁신과 사업화를 위한 새로운 관점이 필요성 제기 → 기업생태계적 관점
- 생태계적 관점: 기존 미시적 제도를 보완

I. 서론

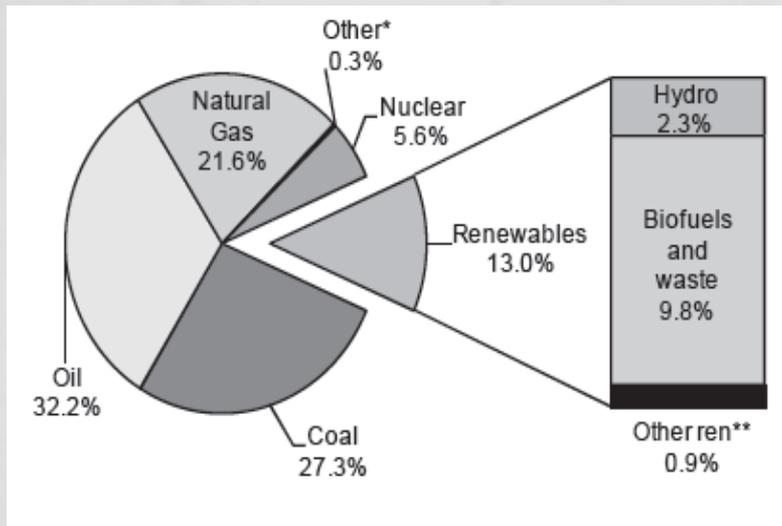
2. 선행연구고찰

- 권영관(2011), '산업기술생태계 관점에서 본 기술 이전 사업화의 새로운 패러다임'
- 김창욱(2012), '기업생태계와 플랫폼 전략'
- 최기련(2009), '녹색 에너지 기술혁신전략과 에너지 부문 인적자원개발'
- 박종복(2011), '민간부문의 기술 사업화 활성화 방안'
- 김계화(2011), '독일 녹색산업 발전요인과 한국의 정책과정: 풍력과 태양광을 중심으로'
- 강성철(2010), '기업의 기술 사업화 성공률 제고를 위한 효율화 방안에 관한 연구'

II. 그린에너지 시장 및 기술 동향

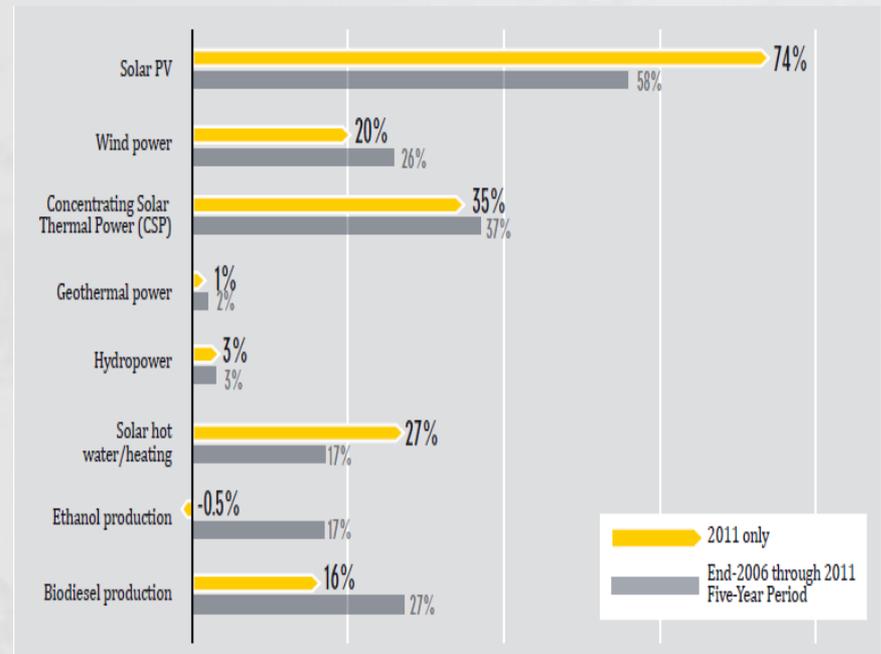
1. 세계 그린에너지 시장 동향

[2010년 전세계 일차에너지공급 연료별 비중]



주: 기타 신재생에너지에는 지열, 풍력, 태양광(태양열), 조력이 포함됨.
 자료: Renewables Information (IEA, 2012)

[2006~2011년 신재생에너지 원별 발전용량
연평균 성장률]



자료: Renewable 2012 Global Status Report (REN21, 2012)

II. 그린에너지 시장 및 기술 동향

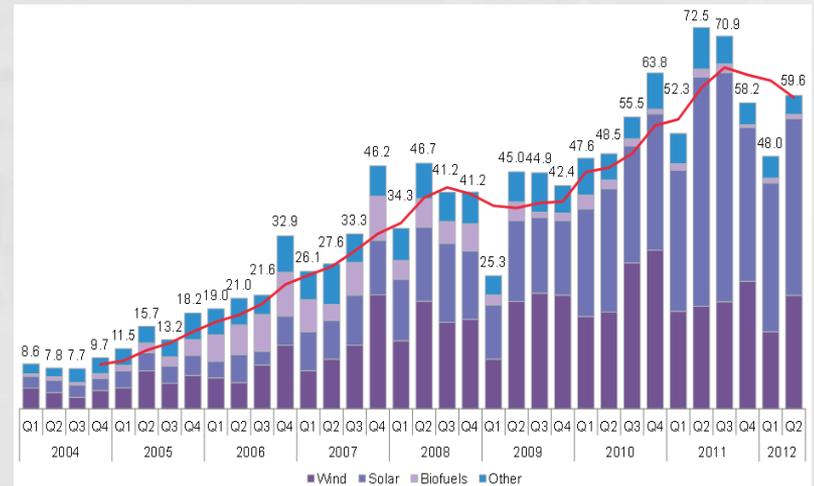
2. 그린에너지 투자 동향

[신재생에너지산업 신규 투자규모]



자료: New Energy Finance

[원별 신재생에너지 투자 규모]



자료: New Energy Finance

II. 그린에너지 시장 및 기술 동향

3. 국내 그린에너지 수출 동향

[연도별/원별 신재생에너지 수출 및 비중]

구분		단위	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
태양광	수출	백만불	6	14	54	142	827	1723	3744	4159
	비중	%	10	10	14	23	44	64	83	83
풍력	수출	백만불	58	134	344	475	1016	936	788	813
	비중	%	90	90	86	76	54	35	17	16
바이오	수출	백만불	-	-	0.2	8	27	15	1	10
	비중	%	-	-	-	1.3	1.4	0.6	-	0.2
태양열	수출	백만불	-	-	-	-	-	1	2	7
	비중	%	-	-	-	-	-	-	-	0.1
지열	수출	백만불	-	-	-	-	-	-	-	1
	비중	%	-	-	-	-	-	-	-	-
연료전지	수출	백만불	-	-	-	-	-	-	-	-
	비중	%	-	-	-	-	-	-	-	-
합계	수출	백만불	64	148	398	625	1870	2676	4535	4990
성장률		%	-	132	168	57	199	43	69	10

자료: 신재생에너지 산업현황(에너지관리공단 신재생에너지센터),
2011년 추정치는 수출입자료

II. 그린에너지 시장 및 기술 동향

4. 국외 그린에너지 기술현황

▶ 태양광

- 결정질 실리콘과 실리콘 박막 등 실리콘 기반의 태양전지 기술개발이 활발
- 3세대 유기 태양전지 관련 기술분야 역시 활발하게 연구가 진행 중

▶ 풍력

- 유럽: 2020년까지 신재생에너지 보급목표를 전체 에너지 대비 20%, 전력 대비 35%를 목표로 진행
- 독일은 덴마크: 초대형(~10MW) 풍력발전기를 개발하려고 노력
- 미국: Wind Energy 프로그램에 따라 기술개발이 진행

II. 그린에너지 시장 및 기술 동향

5. 국내 그린에너지 기술 현황

[박막 태양전지 국내기술현황]

	분류	현황 및 주요기관
실리콘 박막	R&D	· a-Si, nc-Si, a-Si/nc-Si 단일 접합 및 적층형 박막 태양전지 연구개발 진행 중: 소면적 효율 ~ 10% 달성(세계수준 80%) KIER, KAIST, KETI, KITECH, 서울대, 경희대, 성균관대
	상용화 (기업현황)	· 한국철강(주): a-Si: H pin 모듈 20MW/yr, 2007년 7월 상용화 시작, 국내 주성 turn-key line, 레이저 등 일부외산 장비 사용(모듈 효율 ~ 7%, 5세대 유리 기관) · 알티솔라: a-Si: H pin 모듈 50MW/yr, 2008년 상용화 예정, 일본 ULVAC turn-key line 도입(효율 ~ 7%, 5세대 유리) · 삼성전자, 효성, LG 디스플레이, LG 전자: 사업화 검토 중, turn-key line 또는 자체 개발 기술 및 장비활용 전략.
CIS계 박막	R&D	· KIER, KAIST: 동시진공증발법 및 스퍼터링 공정을 이용한 유리 기관 CIGS 태양전지 기술개발 - 동시진공증발법: 18.3% (0.5cm ²) - 스퍼터링+ 셀렌화공정: 9.7% (0.5cm ²) - 미니모듈(동시증발법): 10.3% (16cm ²), grid-type · 중앙대, 영남대, 목포대, 고려대, 신라대: MOCVD CIGS 박막증착, CuZnSnSe, CuInS 태양전지, ZnO 투명전도막 기술개발 중
	상용화 (기업현황)	· LG 마이크로(주): 에너지기술연구원과의 기술이전을 통하여 동시 진공 증발법을 이용한 CIGS 태양전지 및 모듈 기술개발 진행 중 · SK 에너지(주), LG 화학(주), 삼성전자(주) 등: 다양한 CIGS 광흡수층 증착 방법을 이용한 기술개발 및 사업화 검토 중
염료감응	R&D	· KIST, ETRI, KIER, 고려대, 한양대, 서울대, 부산대, 인하대, 가톨릭대 등 많은 연구기관 및 학교에서 염료감응 태양전지 기술개발 진행 중: 국내수준(소면적 ~ 11%, 서브모듈 ~ 6%)
	상용화 (기업현황)	· 동진메이켄, 세아이엔티, 씨에스테크놀로지, 나노래, 삼성종합기술원, 이진 창조 등 염료감응 태양전지 연구개발 진행 중
소재 및 장치		· 주성엔지니어링(주): 실리콘 박막 태양전지용 turn-key line 공급 중, 현재 a-Si: H 모듈 6% 효율(5세대 유리 기관) · 디스플레이 장치업체: 기반기술을 바탕으로 박막 태양전지 관련 장치 및 공정개발에 주력 · 알파플러스(주): CIGS 광흡수층 제조용 effusion cell 및 대면적 증착장비 개발 중 · 한국유리, KCC, 삼성코닝정밀유리: 박막 태양전지용 TCO-glass 사업화 검토 중 · 소디프신소재(주): 실리콘 박막 태양전지용 SiH ₄ 가스 상용화 진행 중

II. 그린에너지 시장 및 기술 동향

○ 5. 국내 그린에너지 기술 현황

[국내 풍력발전시스템 기술 개발 현황]

분류	개발 현황
육상 풍력발전	<ul style="list-style-type: none">◦ 750kW급 gearless type 풍력발전 시스템 개발 완료/상용화(유니슨)◦ 750kW급 geared type 풍력발전 시스템 개발 완료/실증 중(효성)◦ 1.5MW급 육상용 풍력발전 시스템 개발 및 실증 완료(한진)◦ 2MW급 geared type 풍력발전 시스템 개발 완료/운전 중(효성)◦ 2MW급 PMSG type 풍력발전 시스템 개발 완료(유니슨)
해상 풍력발전	<ul style="list-style-type: none">◦ 해상 풍력 실증 단지 조성 연구(에기연)◦ 해상용 3MW급 풍력발전기 개발 진행 중(두산중공업)
풍력발전 시스템 부품 국산화 개발	<ul style="list-style-type: none">◦ 600kW급, 750kW급 발전기 및 증속기(효성)◦ 2MW급 기어드 타입 발전기용 증속기(효성)◦ 750kW급 PMSG형 발전기(유니슨)◦ 2MW급 DFIG 발전기(효성)◦ 2MW급 PMSG형 발전기(보국전기)◦ 750kW급, 2MW급 블레이드 개발 및 3MW급 개발 중(KM)◦ 750kW급, 2MW급 PMSG용 전력변환기 개발(플라스포)◦ 750kW급, 2MW급 DFIG용 전력변환기(효성)

자료: 한국에너지기술연구원(2009)

III. 국외 그린에너지 기술 사업화 지원제도 현황

1. 에너지 기술의 특징과 정부의 역할

➤ 에너지 기술의 특징

- 자본 비용이 높으며 자산회수가 느림
- 기존 자산의 경쟁우위
- 기술적 차별화 여지가 적음
- 기존 기술들이 ‘안정성’ 프리미엄
- 에너지 부문은 엄격한 규제

➤ 정부개입 근거

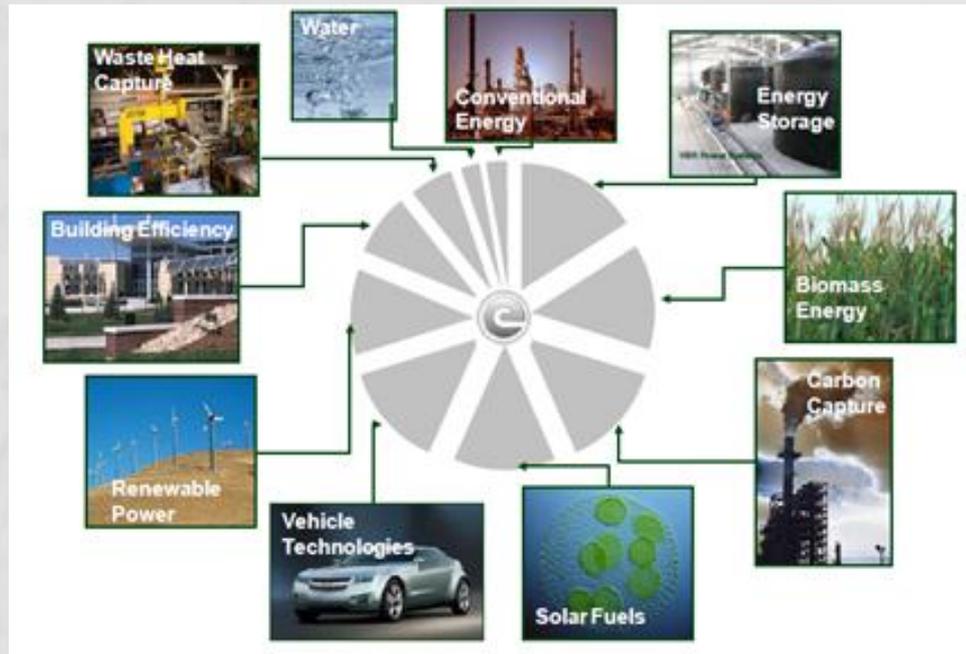
- 근본적으로 국가 이익에 이바지하는 혁신에 대한 지원
- 지식 확산과 무임승차자(free-rider) 문제

III. 국외 그린에너지 기술 사업화 지원제도 현황

2. 국외 그린에너지 기술 사업화 지원제도

➤ 미국

[ARPA-E 자금지원 프로젝트 분야]



자료: ARPA-E's Fiscal Yea 2012 congressional Justification

III. 국외 그린에너지 기술 사업화 지원제도 현황

▶ 영국

[저탄소 기술평가 다이어그램]



III. 국외 그린에너지 기술 사업화 지원제도 현황

▶ 독일

[BMBF의 프로젝트 자금지원]

	실행	계획	예정		
	2010년	2011년	2012년	2013년	2014년
에너지 효율	12,094	15,300	15,800	16,300	12,300
신재생 에너지	16,291	18,700	18,200	17,700	18,623
원자력 안전 및 폐기 연구	9,055	10,000	10,000	10,000	10,000
핵융합연구	8,341	11,000	14,000	14,000	11,000
Energy and Climate 펀드	-	15,000	11,500	47,900	61,000
합계	45,781	70,000	69,500	105,900	112,923

자료: 제6차 Energy Research Programme of the Federal Government

III. 국외 그린에너지 기술 사업화 지원제도 현황

스웨덴

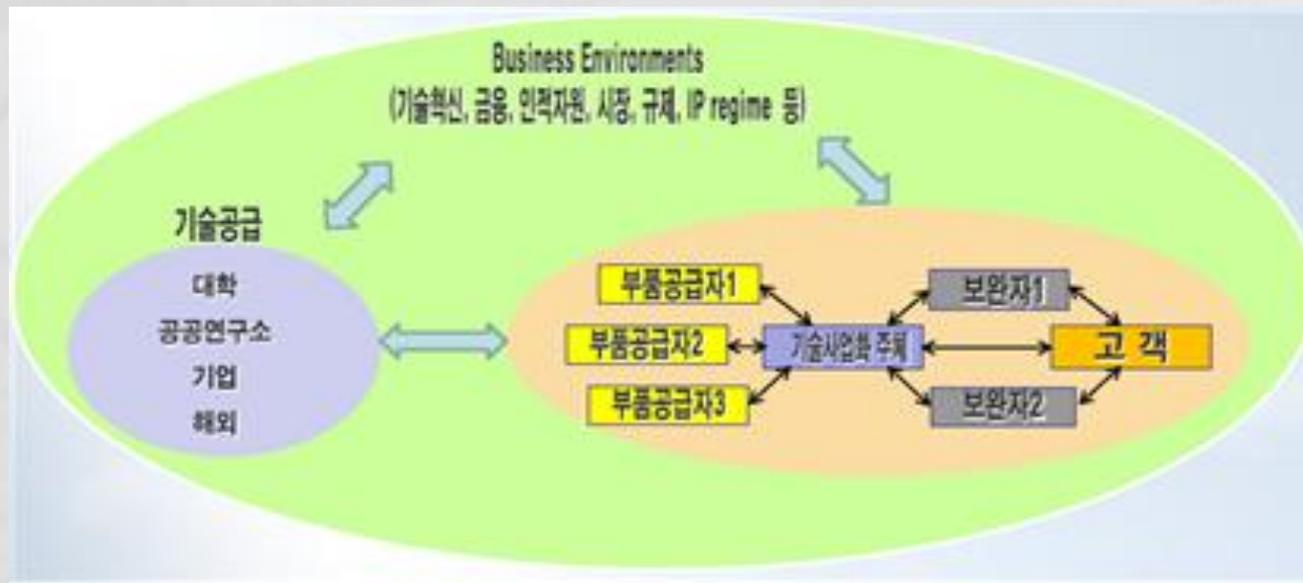
[BMBF의 프로젝트 자금지원]

	실행	계획	예정		
	2010년	2011년	2012년	2013년	2014년
에너지 효율	12,094	15,300	15,800	16,300	12,300
신재생 에너지	16,291	18,700	18,200	17,700	18,623
원자력 안전 및 폐기 연구	9,055	10,000	10,000	10,000	10,000
핵융합연구	8,341	11,000	14,000	14,000	11,000
Energy and Climate 펀드	-	15,000	11,500	47,900	61,000
합계	45,781	70,000	69,500	105,900	112,923

자료: 제6차 Energy Research Programme of the Federal Government

IV. 국내 그린에너지 기술 사업화 지원제도 현황 및 문제점 분석

1. 그린에너지 기업생태계



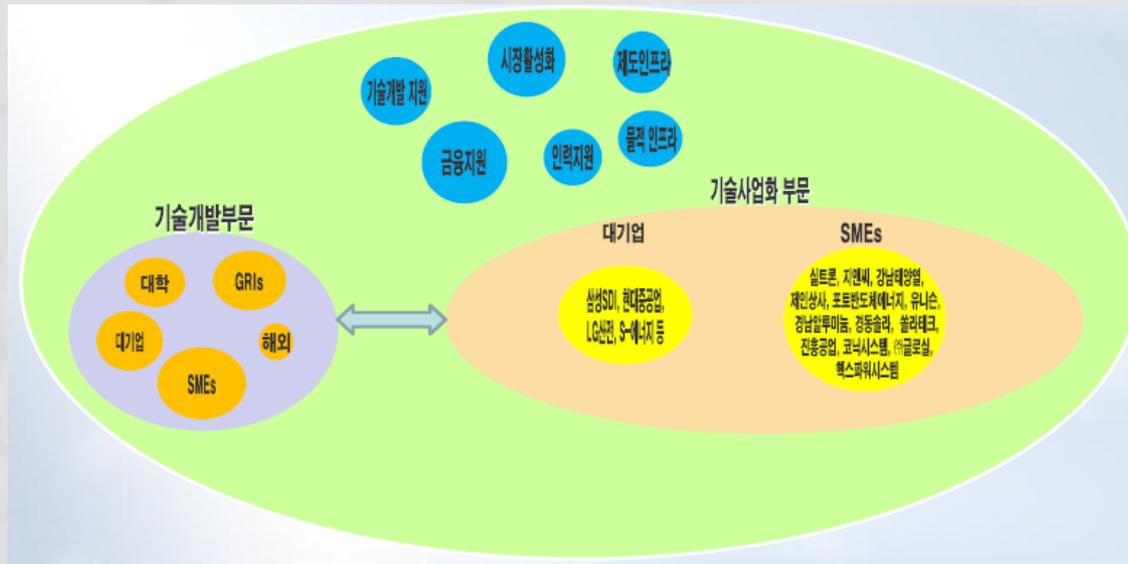
자료: 권영관(2011)

IV. 국내 그린에너지 기술 사업화 지원제도 현황 및 문제점 분석

2. 기업생태계 기반한 국내 그린에너지 기술 사업화 지원제도 분석

➤ 태양광 기업생태계

[태양광 부문 기술 사업화 생태계]



태양광 관련 지원제도 현황

지원유형	구분	주체	주요사업명	
기술개발	국가연구개발사업	지식경제부	신재생에너지기술개발 신재생에너지 Test-bed 구축 (태양광: 충청권, 대경권, 호남권의 3 지역)	
		교육과학기술부	기후변화대응 국가연구개발 사업 (기후변화대응 36개 중점기술 중 결정질 실리콘 태양전지, 실리콘 박막 태양전지, 유기소재 태양전지 포함)	
	조세지원	기획재정부, 국세청	신성장동력산업 및 원천기술 R&D 세액공제 R&D 관련 출연금 과세특례연장 R&D 설비투자 세액공제연장	
금융지원	녹색기술 사업화	중소기업청	중소기업 정책자금 융자(개발기술 사업화 자금)	
		지식경제부	신성장동력 투자펀드 지원	
	녹색기업 보증지원	기술보증기금, 신용보증기금	기술가치연계보증	
		기술보증기금	맞춤형 창업성장 프로그램	
		신용보증기금	저탄소 녹색성장기업에 대한 보증지원 혁신형 중소기업 보증지원	
	녹색인증	범부처	녹색기술, 사업, 기업 인증	
조세지원	기획재정부, 국세청	녹색금융상품 비과세 조치 연장		
인력지원	전문인력양성	지식경제부	에너지 인력양성 사업	
시장 활성화	녹색정부구매	조달청	공공조달 최소녹색기준제품 구매제도	
	녹색기술시장	지식경제부	국가녹색기술대상	
	보급확대	지경부 (에너지관리공단)	신재생에너지 공급의무화제도(RPS) 그린홈 100만 호 보급사업 일반보급보조사업 지방보급사업 설치의무화제도 신재생에너지 금융지원제도 신재생에너지 설비보급 기반구축사업 신재생에너지 설비인증제도	
			지경부	햇살가득홈 프로젝트
			중소기업청	녹색경영확산 지원사업
	조세지원	기획재정부, 국세청	에너지절약시설 투자세액 공제	
수출 산업화	수출지원	한국무역보험공사	녹색산업종합보험	
		지식경제부	신재생에너지산업 해외진출 지원사업 신재생에너지 국제협력 활성화	
규제 및 제도	특허제도	특허청	녹색기술 특허획득 초고속 심사제도	

IV. 국내 그린에너지 기술 사업화 지원제도 현황 및 문제점 분석

➤ 문제점

- 선진국과의 기술격차, 대규모 초기투자 등의 위험부담
- 기술경쟁력 및 규모의 경제 달성을 어렵음
- 협소한 내수시장 규모
- 소재, 부품, 장비에 대한 수입의존도 높을 뿐만 아니라 원천기술에 대한 기반이 취약
- 상대적으로 인력지원 측면이 약함
- 표준화 및 인증 강화가 필요
- 인프라 구축 투자 확대

IV. 국내 그린에너지 기술 사업화 지원제도 현황 및 문제점 분석

▶ 풍력 기업생태계

[풍력 부문 기술 사업화 생태계]



풍력산업 관련 정부지원 정책 현황

지원유형	구분	주체	주요사업명
기술개발 (R&D)	국가연구 개발사업	지식경제부	신재생에너지 기술개발 신재생에너지 Test-bed 구축 (풍력: 호남권, 동남권의 2지역)
		교육과학기술부	기후변화대응 국가연구개발사업 (기후변화 대응 36개 중점기술 중 해상풍력발전포함)
	조세지원	기획재정부, 국세청	신성장동력산업 및 원천기술 R&D 세액공제 R&D 관련 출연금 과세특례연장 R&D 설비투자 세액공제연장
	금융지원	중소기업청	중소기업 정책자금 융자(개발기술 사업화 자금)
금융지원	녹색기술 사업화	지식경제부	신성장동력 투자펀드 지원
		기술보증기금, 신용보증기금	기술가치연계보증
	녹색기업 보증지원	기술보증기금	맞춤형 창업성장 프로그램
		신용보증기금	저탄소 녹색성장기업에 대한 보증지원 혁신형 중소기업 보증지원
	녹색인증	법무처	녹색기술, 사업, 기업 인증
	조세지원	기획재정부, 국세청	녹색금융상품 비과세 조치 연장
인력지원	전문인력 양성	지식경제부	에너지 인력양성 사업
시장 활성화	녹색정부 구매	조달청	공공조달 최소녹색기준제품 구매제도
	녹색기술 시장	지식경제부	국가녹색기술대상
	보급확대	지경부 (에너지관리공단)	신재생에너지 공급의무화제도(RPS) 그린홈 100만호 보급사업 일반보급보조사업 지방보급사업 설치의무화제도 융자지원 신재생에너지 금융지원제도 신재생에너지 설비인증제도
		지경부	서남해 해상풍력단지 구축사업 새만금 대형풍력 시범단지 사업
		중소기업청	녹색경영확산 지원사업
	조세지원	기획재정부, 국세청	에너지절약시설 투자세액 공제
수출 산업화	수출지원	한국무역보험공사	녹색산업종합보험
		지식경제부	신재생에너지산업 해외진출 지원사업 풍력 성능 검사기관 고도화

IV. 국내 그린에너지 기술 사업화 지원제도 현황 및 문제점 분석

➤ 문제점

- 풍력 생태계에서 대기업은 정부의 지원 없이도 독자적으로 기술 개발이 가능하지만, 수주와 매출 실적이 부진한 상황
- 중소기업의 경우, 독자적으로 사업을 추진하기에는 시장 상황이 좋지 않기 때문에 정부의 지원이 필요한 상황
- 몇몇 풍력단지 개발이 지연
- 기술 현황은 대학과 연구기관의 원천기술 개발 확보가 미흡하며, 핵심 기초기술의 기반이 취약
- 국내 시스템 업체와 부품 업체 간 공급체인(supply chain) 형성이 원활히 되지 않음
- 신규 부품개발업체도 공급체인에 참가하기 어려운 상황
- 체계적인 기술개발 및 보급 지원정책 수립이 미진
- 관련 연구인력이 부족하고 설계평가, 인증, 시스템 해석, 성능 및 평가에 관한 전문인력을 확보하기 어려운 실정
- 인증, 성능시험평가, 설계평가, 시스템 해석에 관한 인프라 구축이 취약하다. 해상풍력단지 설계기술 역시 미흡하며, 국내개발제품 test-bed 단지도 부족한 상황

V. 정책제언 및 전산실험

1. 정책제언

- 신뢰를 바탕으로 성립된 협력과 경쟁의 네트워크
- 분권화된 결정구조에서 자기 스스로 다른 다양한 구성원들과 협력과 경쟁을 할 수 있도록 하는 기업생태계의 활성화
- 기업생태계적 관점의 정책방안은 기존의 미시적이고 직접적 지원을 할 수 있는 자원과 제도들이 더 효율적으로 작동할 수 있도록 윤택유 또는 보완재 역할을 할 것으로 기대

V. 정책제언 및 전산실험

➤ 공급자 측면

1) 개방형 혁신의 추구

- 중소기업: 도입형(inbound) 개방혁신
- 대기업: 판매형(outbound) 개방혁신
- 기술적 우수성과 사업성을 판단할 수 있는 기술 DB 구축

2) 동반성장: 플랫폼 전략

- 태양광: 기술요소형 기업생태계
- 풍력: 부품조달형 기업생태계

3) 지식의 선순환: 퇴직인력 활용

- 신생기업에 은퇴한 엔지니어들의 경험이 결합
- 창업지원, 육성 프로그램에서 컨설팅 역할

V. 정책제언 및 전산실험

➤ 수요자 측면

- 1) 소비자 행동의 변화
 - 전기가격의 현실화
 - 소비자 의식의 변화

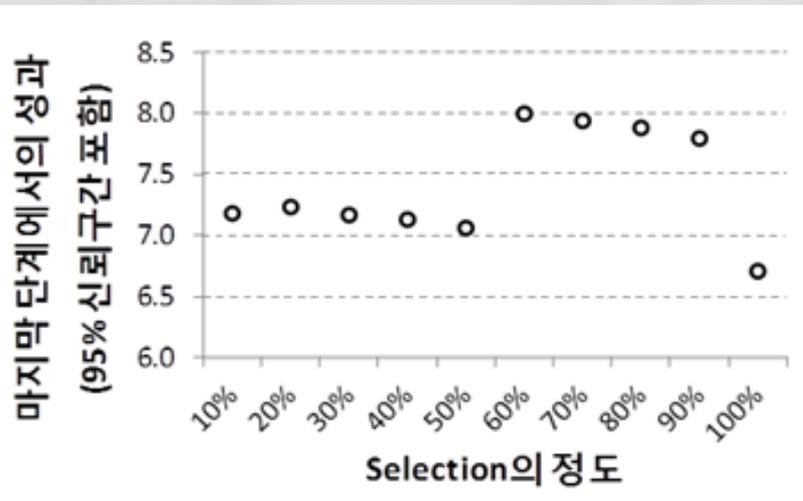
➤ 환경적 측면

- 1) 에너지기술혁신 네트워크 구축
 - 기업의 개방형 혁신을 확산
 - 혁신은 많은 참여자와 지식의 피드백을 포함하는 집합적 활동
- 2) 벤처자금과 정부지원
 - 자금지원보다는 자금수요에 대한 상황 고려
 - 장기적 벤처시장의 효율성 촉진

V. 정책제언 및 전산실험

2. 전산실험

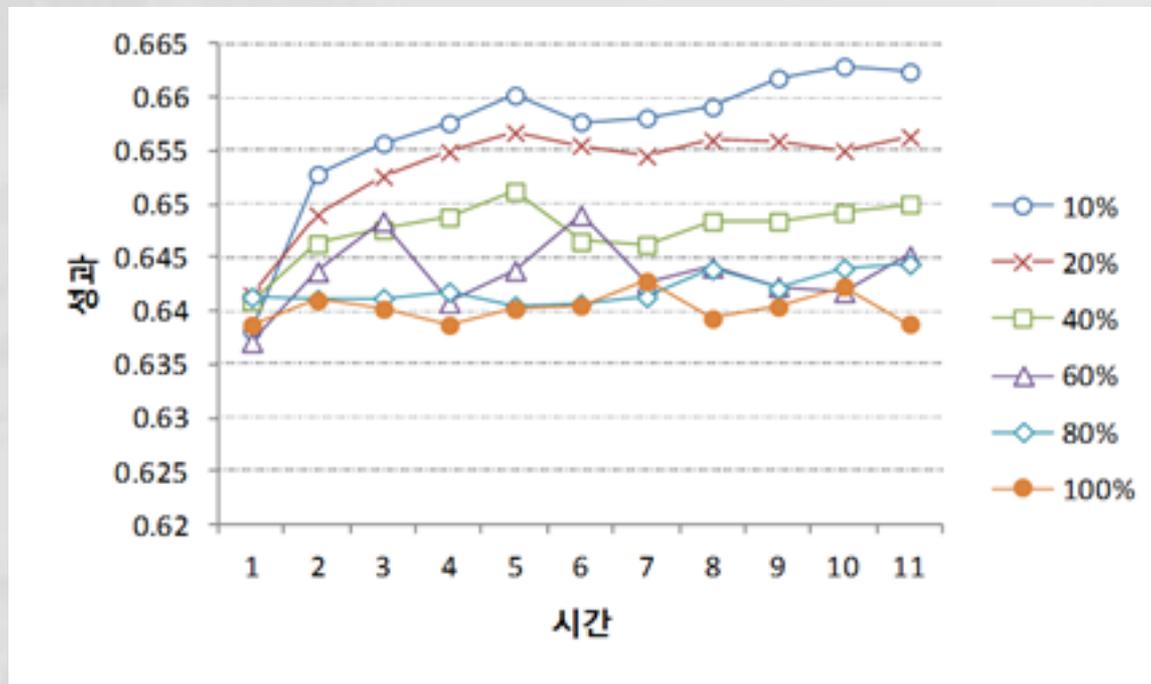
[성과측정 부정확성이 있을 시 기술혁신 성과]



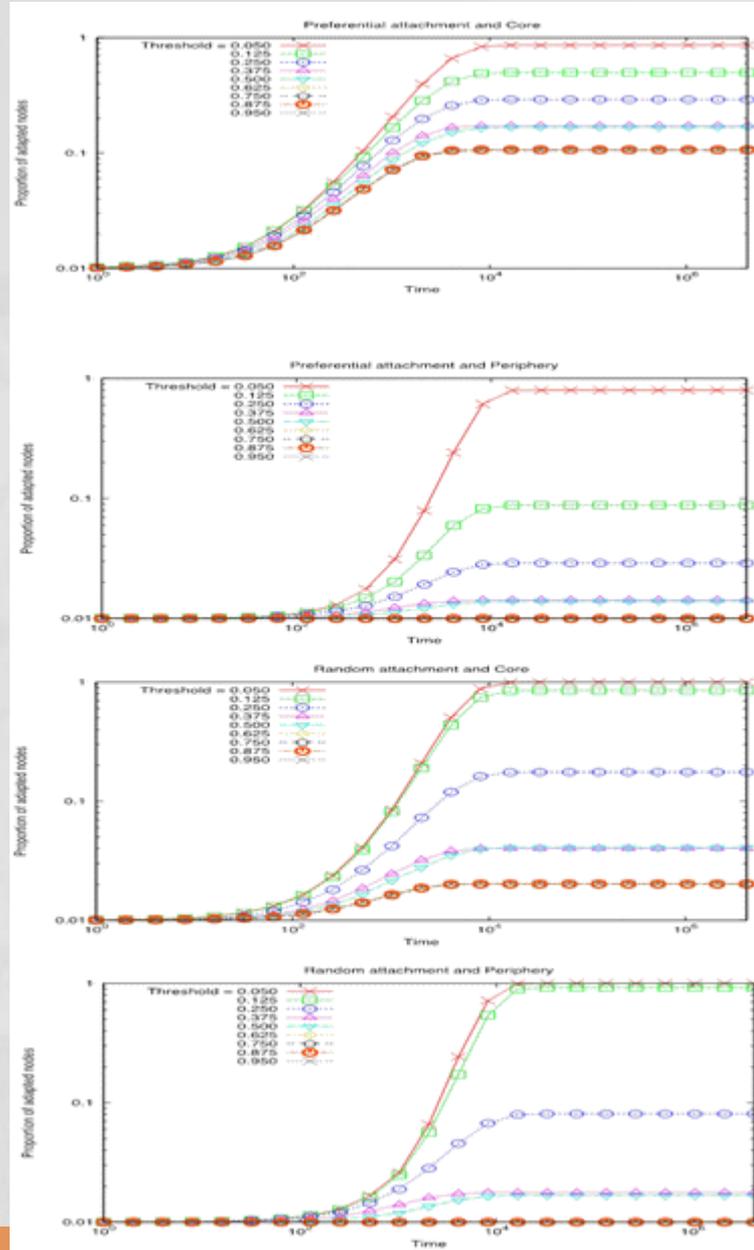
[기술혁신생태계 형태에 따른 기술혁신 성과]



V. 정책제언 및 전산실험



[문턱 값에 따른 결과]



VI. 결론

- ▶ 그린에너지 수출 활성화를 위해 기술 혁신 및 사업화가 요구
- ▶ 기술 혁신 및 사업화 활성화에 대한 기업생태계적 관점의 필요성
- ▶ 기업생태계적 관점의 정책방안은 기존의 미시적이고 직접적 지원을 할 수 있는 자원과 제도들이 더 효율적으로 작동할 수 있도록 윤희유 역할
- ▶ 한계점 및 미래 연구방향
 - 태양광과 풍력 기업생태계에서 기업, 연구소, 대학 간 미시적 협력 자료의 부족으로 인한 기업생태계 분석의 한계
 - 기술 혁신의 불확실성 모형화
 - 경제주체 간 협력 시스템 모형화