

정책연구 2017-26

기후변화 대응을 위한 과학기술 융복합 활성화 방안

녹색기술센터

발간등록번호

12-1074500-000001-01

정책연구 2017-26

기후변화 대응을 위한
과학기술 융복합 활성화 방안



국가과학기술자문회의
Presidential Advisory Council on Science & Technology

발간등록번호

12-1074500-000001-01

정책연구 2017 - 26

기후변화 대응을 위한 과학기술 융복합 활성화 방안

연구기관 : 녹색기술센터

연구책임자 : 김 형 주

2018. 5. 9

제 출 문

국가과학기술자문회의 지원단장 귀하

본 보고서를 "기후변화 대응을 위한 과학기술 융복합 활성화 방안"
최종보고서로 제출합니다.

2018년 5월 9일

- 주관연구기관명 : 녹색기술센터
- 연구기간 : 2017.12.11. ~ 2018.5.9
- 주관연구책임자 : 김 형 주
- 참여연구원
 - 연구원 : 박 철 호
 - 연구원 : 박 동 운
 - 연구원 : 이 민 아
 - 연구원 : 윤 순 욱

최종보고서 초록

과 제 관리번호	정책연구 2017-26	총연구기간	2017년 12월 11일 ~ 2018년 5월 9일(5개월)		
연구과제명	중과제명				
	단위과제명	기후변화 대응을 위한 과학기술 융복합 활성화 방안			
연구책임자	김형주	참 여 연구원수	내부 : 5 명 외부 : 명 계 : 5 명	연구비	정부 : 4,090만원 기업 : 만원 계 : 4,090만원
연구기관명 (소속부서)	녹색기술센터 (정책연구부)		참여기업명		
협동연구	기관명 :		협동연구책임자 :		
위탁연구	기관명 :		위탁연구책임자 :		
요약					173페이지
<p><input type="checkbox"/> 본 연구는 기후 기술 산업을 활성화하고 국내 기업의 해외 진출 기반을 조성하기 위한 정책 개선 방안을 수립하여 신기후체제의 견실한 이행 및 미래 신성장동력 발굴을 위한 정책적 제언을 도출하기 위해 수행</p> <p><input type="checkbox"/> 본 연구의 결과로써 국내 기후기술에 대한 주요 이슈를 개선하기 위한 방안으로 3대 전략, 6대 추진 과제, 12대 세부과제를 도출</p> <p><input type="checkbox"/> 기 수립된 12대 세부 과제 중 시급성, 중요성 및 파급효과를 고려하여 세 가지 우선과제를 도출</p>					
색인어	한글	기후변화; 기후기술; 감축기술; 적응기술; 기술융합			
	영어	Climate change; Climate technology; Mitigation; Adaptation; Technology convergence			

최 종 보 고 서

관 리 번 호	정책연구-2017-26	기 술 분 류	
과 제 명	기후변화 대응을 위한 과학기술 융복합 활성화 방안		
주관연구기관 (협동연구기관)	기 관 명	소재지	대 표
	녹색기술센터	서울특별시	오인환
주관연구책임자 (협동연구책임자)	성 명	소속 및 부서	전 공
	김형주	정책연구부	기계공학
총연구기간 (당해년도)	2017년 12월 11일 ~ 2018년 5월 9일(5개월)		
총연구비 (당해년도)	일금 40,909 천원정 (₩ 40,909,090)		
총참여연구원 (당해년도)	5 명 (책임: 1명, 연구원: 4명)		

정책연구용역사업으로 수행한 연구과제의 최종보고서를
붙임과 같이 제출합니다.

붙임 : 최종보고서 30부.

2018년 5월 3일

주관연구책임자 김 형 주 (인)

주관연구기관장 오 인 환



국가과학기술자문회의 지원단장 귀 하

기후변화 대응을 위한 과학기술 융복합 활성화 방안 에 관한
정책연구사업의 최종보고서를 별첨과 같이 제출합니다.

2018년 5월 3일

주관연구책임자 김 형 주



주관연구기관장 오 인 환



목 차

요 약 문	i
제 1 장 서 론	1
제 1 절 연구 배경	1
제 2 절 연구 필요성	2
제 3 절 연구 목적	4
제 4 절 연구 범위 및 내용	4
제 5 절 연구 수행 추진 체계	6
제 2 장 과학기술 및 기후기술 융복합 개념	7
제 1 절 과학기술 융복합 개념	7
제 2 절 기후기술의 정의, 분류 및 특성	9
제 3 절 기후기술 융복합 개념	12
제 3 장 국내외 기후기술 동향 분석	18
제 1 절 국내외 기후기술 관련 기술 동향 조사 및 분석	18
1. 국내외 기후기술 특허동향	18
2. 국내외 기후기술 수준 현황	23
3. 소 결	29
제 2 절 국내외 기후기술 관련 산업 동향 조사 및 분석	30
1. 에너지 관련 산업 동향	30
2. 에너지와 ICT기술 융합	39
3. 적응 산업	44
3. 소 결	48
제 3 절 국내외 기후기술 관련 정책 동향 조사 및 분석	49
1. 국내외 기후기술 관련 정책 비교 분석	49
2. 국내외 기후기술 관련 세부 정책 현황	54
3. 소 결	92

제 4 장 국내 기후기술 현황 심층 분석	94
제 1 절 기술적 측면	94
제 2 절 산업적 측면	96
제 3 절 정책적 측면	98
제 4 절 소 결	103
제 5 장 국내 기후기술 현안 및 주요이슈 도출	104
제 1 절 기술적 측면의 현안 및 장애요인	104
제 2 절 산업/시장적 측면의 현안 및 장애요인	106
제 3 절 정책적 측면의 현안 및 장애요인	108
제 4 절 소 결	112
제 6 장 국내 기후기술 활성화 방안 및 전략	113
제 1 절 국내 기후기술 활성화 방안	113
1. 시민참여형 기후기술 사업모델 발굴 및 확산	114
2. 기후기술 산업화 촉진을 위한 역량강화	115
3. 기후변화에 대한 인식 및 사회수용성 제고	116
4. 기후기술 관련 산업 인프라 및 생태계 구축	116
5. 국가차원의 중장기 전략 및 세부 방안 수립	117
6. 공공 및 민간 재원 조성 활성화	117
제 2 절 국내 기후기술 산업 활성화 전략	119
1. 비전 및 전략	119
2. 추진 과제	120
제 7 장 결 론	137
제 1 절 요약 및 정책적 제언	137
제 2 절 기대 효과 및 활용 방안	140
참 고 문 헌	143
별 첨	149

표 목 차

<표 2-1> 기후변화대응 기술의 대분류 및 중분류 하위영역의 구성	10
<표 3-1> 기후기술 특허 동향분석을 위한 분석DB 및 관련사항	18
<표 3-2> 세부 기후기술별 특허비중 추이	21
<표 3-3> ICT 세부 기술분류별 특허분포 추이	22
<표 3-4> 27대 중점 녹색기술 중 기후변화 대응 관련기술	23
<표 3-5> 한국과 주요국과의 기술 수준차 및 기술격차년수 (2015년)	24
<표 3-6> 27대 중점 녹색기술 중 기후변화 대응 관련 기술별 기술성숙도	28
<표 3-7> 주요국 국가결정기여(NDC) 내용 요약	30
<표 3-8> 우리나라 부문별 온실가스 감축량	30
<표 3-9> 국가별 에너지와 ICT기술 융합 산업 현황	42
<표 3-10> 세계 기후변화 적응 산업 시장 전망(%)	44
<표 3-11> 주요국 기상산업 현황(한국은 2011년 말 기준)	45
<표 3-12> MDB 조달시장 규모 및 한국의 수주 실적 추이	46
<표 3-13> 국내외 온실가스 감축 목표 달성을 위한 주요 정책 현황	50
<표 3-14> 국내외 기후변화 대응을 위한 주요 정책 현황 (미국, 일본, 독일) ..	51
<표 3-15> 국내외 온실가스 감축 목표 달성을 위한 주요 정책 현황 (일본, 중국, 한국) ..	52
<표 3-16> 전방위 에너지 전략 주요 내용	59
<표 3-17> 기간별 탄소 예산 및 연간 배출량 감소	62
<표 3-18> 에너지·환경 혁신 전략상 혁신 기술군	74
<표 5-1> 기술적 측면의 주요이슈별 현안 및 장애요인	104
<표 5-2> 산업/시장적 측면의 주요이슈별 현안 및 장애요인	106
<표 5-3> 정책적 측면의 주요이슈별 현안 및 장애요인	108
<표 5-4> 국내 기후기술 주요 이슈	112

그림 목 차

<그림 1-1> 기후기술·산업 관련 글로벌 투자 동향	3
<그림 1-2> 기후기술 트렌드	5
<그림 1-3> 연구수행 추진체계	6
<그림 2-1> 기술융합과 기술복합 개념	7
<그림 2-2> 기후기술 개념 변화	13
<그림 2-3> 기후기술 융복합 개념 모식도	14
<그림 2-4> 감축기술 간의 융복합 사례 (제로에너지빌딩)	14
<그림 2-5> 감축기술과 적응기술 간의 융복합 사례 (하수처리시설 지하화)	15
<그림 2-6> 기후기술과 타분야기술간의 융복합 사례 (온라인 P2P 전력거래 플랫폼)	15
<그림 2-7> 기후기술과 사회과학분야의 융복합 사례 (GCF 승인사업)	16
<그림 2-8> 에너지-식량-물 연계성의 국내외 비교	17
<그림 3-1> 연도별 기후기술 특허출원 현황(1986년~2016년)	19
<그림 3-2> ICT 융합 기후기술 특허 및 ICT 비중 추이 현황 (1986년~2016년)	19
<그림 3-3> 국가별 기후기술 특허출원 랭킹	20
<그림 3-4> 기후기술 특허 포트폴리오 유사도 기준 국가간 클러스터 분석	22
<그림 3-5> 세계 최고 기술 보유국 대비 한국의 기술수준(2015년)	25
<그림 3-6> 세계 최고 기술 보유국 대비 한국의 기술격차년수(2015년)	26
<그림 3-7> 주요국 온실가스 배출량 (1990-2014년)	31
<그림 3-8> 주요국 온실가스 배출량 내 에너지 비중 (1990-2014년 평균)	32
<그림 3-9> 에너지 공급 연료별 세계 투자 동향(2000-2016)	33
<그림 3-10> 전력분야 투자 및 전력 수요 동향(2000-2016)	33
<그림 3-11> 시나리오별 전세계 에너지 분야 투자 전망 (USD 십억, 매년)	34
<그림 3-12> 2015년 전 세계 에너지원별 전력생산 비중(%)	36
<그림 3-13> 국가별 재생에너지 전력설비용량(누적, GW)	37
<그림 3-14> 우리나라 신재생에너지원별 발전설비용량(누적, MW)	38
<그림 3-15> 연도별 전 세계 신재생에너지 신규 발전설비용량(2020-2030)	38
<그림 3-16> 생산과 소비의 혁명의미	39
<그림 3-17> 지역별 해수담수화 시장 현황	44
<그림 3-18> 세계 해수담수화 시장 규모 및 전망	45

<그림 3-19> 국내 기상산업 매출액 추이 및 기상산업 부문별 시장규모 (단위: 억원) ..	46
<그림 3-20> MDB 사업수주 성공 요인 (12개사)	48
<그림 6-1> 국내 기후기술에 대한 주요 이슈 및 활성화 방안	113

요 약 문

1. 기후기술 융복합 개념

- 향후 기후기술은 ICT를 포함한 첨단기술 및 지식기술 분야와 융복합되어 확산될 것이며, 정책·금융·교육과의 연계를 통하여 수요자 중심 산업으로 성장 가능
- 기후기술은 온실가스 저감에 도움이 되는 감축기술, 기후변화의 악영향에 적응할 수 있도록 하는 적응기술로 구분
- 과거 기후기술은 태양광, 풍력, 바이오 에너지 등의 일부 요소 기술 개발에 치중되어 있었으나, 현재는 스마트그리드, 친환경 에너지 타운 등 감축기술 간 또는 감축과 적응기술의 융복합으로 나타나고 있음
- 앞으로 기후기술은 ICT를 포함한 他기술분야와의 결합을 통하여 온실가스 배출량저감 및 기후변화 적응을 위한 효과를 배가하고, 이러한 타 기술을 포함한 정책, 금융, 교육 등과의 연계를 통해 산업 성장이 이루어질 것임



그림 1 기후기술 개념 변화

2. 국내외 기후기술 융복합 동향 분석

- 국내 기후기술은 연구개발(R&D) 투자를 바탕으로 기후기술 관련 요소기술의 양적 경쟁력은 확보되었으나, 선진국 대비 기술수준은 아직 미흡
 - 기후기술 관련 '16년 정부 투자 규모는 총 1.3조원이며, 이러한 R&D 투자를 바탕으로 우리나라의 미국 특허 출원 수는 2000년 초반부터 크게 성장하여 현재 미국, 일본, 독일의 뒤를 이어 세계 4위 수준에 도달
 - 우리나라의 기후기술 수준은 최고 기술 보유국인 미국 기준 약 79.1% 수준이며, 기술격차 년수는 4.0년으로 조사
 - 특히, 기후변화 적응 관련 기술 (기후변화 예측 및 모델링, 영향평가 및 적응)을 중심으로 5년 이상 큰 격차
 - 현재 글로벌 기후산업의 주류를 형성하고 있는 국제개발은행 수주시장에서 우리나라의 비중은 물품조달 중심으로 1~3% 대에 그침
 - 이마저 중국, 인도 등 개도국과의 경쟁이 치열한 단순 물품조달에 치중하고 있으며, 지식기반 서비스 (사업기획, 시스템 통합 설계, 엔지니어링, 컨설팅, 운영 등)와 융복합 역량은 부족

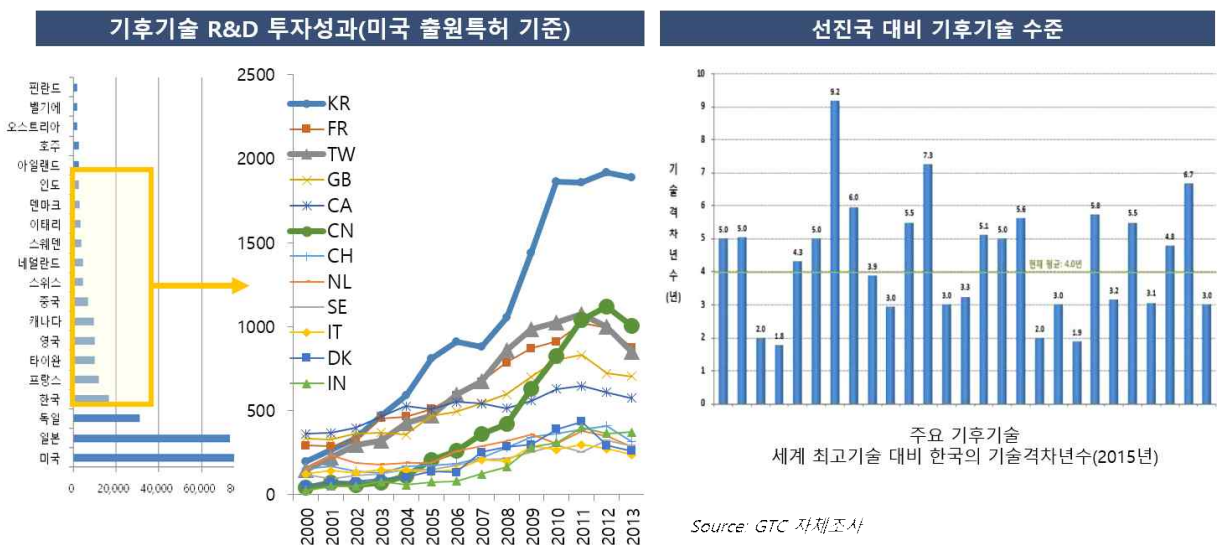


그림 2 기후기술 R&D 투자성과 및 기술수준 조사

- 국내 기후기술 산업은 태양광, 풍력 등 일부 신재생에너지를 제외하고 기술 실증단계에서 정체되어 내수시장이 미성숙 단계에 머무르고 있음
 - 태양광 시장을 중심으로 신재생에너지 투자가 전 세계적으로 늘어나고 있으나, 경제성이 취약한 여타 기후기술 성장의 기반단계인 기술 실증단계에서 상업화·산업화가 정체되어 내수시장이 미성숙
 - 우리나라는 2016년 기준으로 신규 추가된 발전설비용량은 태양광 886MW, 바이오 302MW, 풍력 182MW, 연료전지 47MW으로 누적 13.8GW 재생에너지 발전 설비용량을 보이고 있으며, 전세계 재생에너지 용량의 1.5% 수준
 - 태양광과 풍력 중심의 세계 재생에너지 시장은 중국, 미국, 독일, 덴마크 등이 시장을 선도 중
 - 내수시장을 기반으로 자국기업 육성에 성공한 중국과는 달리 내수시장 부족 및 트랙레코드 부재 등으로 인해 세계 시장에서 고전 중



그림 3 태양광 및 풍력발전의 국가별 시장규모 및 Top 10 기업

- 기후 변화 적응과 관련한 시장 및 산업에 대한 투자 또한 크게 늘어날 것으로 전망되나, 아직까지 기술 수준이 많이 낮아 연구개발 단계에 머물러 있어 경제성이 부족하고 시장이 불확실
 - 한국의 2012년 상반기 기상산업 시장규모는 전년 대비 781억원 증가한 3,000억원 이나 미국(9조원)과 일본(5조원) 등 다른 국가와 비교하면 매우 작은 수준

- 기후변화 대응을 위한 에너지 분야와 4차 산업 기반기술의 융복합에 대한 요구가 높아짐에 따라, 스마트그리드 기술과 같은 ICT와 연계된 새로운 비즈니스 모델이 공장, 빌딩을 중심으로 적극 도입 중이나 아직까지 상용화는 부진
- 주요국은 공급측면에서 화석연료 의존도를 낮추고 청정에너지 보급을 확대하는 방향으로 정책 추진하고, 소비 측면에서는 에너지 수요관리 및 효율향상에 집중 투자
 - 미국은 연방정부의 정책방향은 일관성이 결여되어 있지만 주 정부 차원에서는 청정에너지 확대정책을 지속적으로 추진하고 있으며, 영국·독일 등 EU는 공격적인 탈화석, 온실가스 감축정책을 추진하지만 달성가능성과 실효성 측면에서는 여러 가지 시각이 존재
 - 우리나라는 4차 산업혁명의 주요기술과의 결합을 통한 에너지 효율화, 청정 에너지 보급 등 기술위주의 정책을 추진 중이나, 독일과 같이 시장체제로의 흡수, 사회문화적인 융합 등 다양한 접근방식이 부재
 - 또한, 장기 저탄소 목표 달성을 위해 정책일관성 및 지속성을 유지하기 위한 노력 및 미세먼지와 같은 대기 오염물질 대응정책과 기후변화 대응정책과의 관련성 분석 및 연계를 위한 연구개발 부족
 - 기후변화 대응을 위한 정부의 직접적 지원제도에 더하여 에너지 포트폴리오 규제, 도시환경 규제, 시스템 개발 및 확충 등 다양한 소프트정책이 아직까지 부재

표 1 국내외 기후기술 정책 동향 요약

	미국	영국	독일	일본	중국	한국
화석연료 의존도 감소	- 트럼프 정부의 화석에너지 중시정책 추진 (미국 우선 에너지계획)	- '25년까지 석탄 화력 발전소 폐쇄 (신규 가스발전계획)	- '19년까지 발전량 13% 해당하는 석탄 발전소 폐쇄 계획이나 탈원전과 동시 추진 어려움 존재	- 후쿠시마 사고 이후 태양광 등 신재생 투자 확대 및 화력에 대한 의존도 상승	- '20년까지 석탄 화력 발전 비중을 55%로 감축	- 노후 화력발전소 폐쇄 및 신규 건설 제한 일시적 섰다운 시행
에너지효율 제고	- 발전, 공공 및 민간 부문에서의 효율제고 투자 활성화 - 가전기기·설비 표준 프로그램을 통해 에너지 사용 감축 및 적용분야 확대	- 유럽에서 판매하는 23개 상품에 대해 최소 에너지 효율 기준 적용 - EU는 '30년까지 에너지 효율을 27% 개선 목표 확대	- 스마트그리드 건물 및 도시 차원의 에너지효율 향상 연구 - 에너지효율 향상을 위해 '20년까지 170억 유로 지원	- 최고 효율상품을 기준으로 설정하는 Top Runner Program 시행	- 석탄 화력 발전소 효율 개선, 폐열 회수 등 다양한 효율화 정책 시행	- ICT와 연계를 통한 에너지 효율 제고 및 에너지 신산업 육성
청정 에너지 보급·확산	- 청정에너지 개발 및 혁신을 위한 주 정부 지원과 R&D 투자 확대	- 원자력, 천연가스를 핵심에너지원으로 설정 - 신재생 에너지와의 투자 균형 모색	- 재생에너지의 시장 경쟁 체제에서의 작동을 목표로 디지털화 및 사회적 수용을 포함 에너지전환 목표	- 원자력 축소 후 재생에너지 비중 확대 정책 추진 - '30년까지 재생 에너지 비중을 22-24% 달성	- 풍력, 태양광, 원자력, 가스발전 확대	- '30년까지 재생에너지 발전비중 20%까지 확대 - 주민·일반인 참여형 보급 정책
수송혁신	- CA주는 무공해자동차 공급 비율을 법으로 규정 현재 8개주로 확대	- '50년까지 모든 자동차를 무공해 차량 전환	- 전기차, 미래 이동수단 등 효율적 수송시스템 개발 추진 - '30년 신규 내연기관 자동차 판매 금지	- 수소이용의 확대 및 수소공급시스템 확립	- 자동차 증기량 억제, 변호관 발급제한, 운행 제한 등 구매제한 정책 확대	- 친환경차 보급 확대를 위한 인센티브 제도 - 노후 경유차 배출가스 저감 사업
기후변화 적응 전략	- 연방정부, 주정부 및 지방정부 차원의 기후 변화 연구 프로그램 수행 - 사기업의 적극적인 참여 및 금융기법을 활용	- 기후변화 적응 관련 프로그램과 이니셔티브의 통합적 관리를 통해 이상적인 법제 모델을 갖추고 있음	- 과학기술기반의 적응 옵션 분석 및 특성 고려한 적응 계획 수립	- 온실가스 산정, 탄소배출 억제, CDM 사업 크레딧 보전절차 수립 (지구온난화 대책 추진에 관한 법률)	- 대응능력 제고, 중점분야별 과제 추진, 대응지역 구조 형성 차원의 기후변화 3대 주요 목표 수립	- 과학적 위험관리, 안전한 사회건설, 산업계 경쟁력 확보, 지속가능한 자연자원 관리 등 4대 정책을 통한 기후변화 영향 파악 고도화

3. 국내외 기후기술 융복합 심층 분석

□ 국내 기후기술 대응 관련하여 기술, 산업·시장, 정책별 국내 전문가로 구성된 분과 위원회를 구성하여, 심층 토론을 통해 국내 기후기술 산업에 대한 현안 문제점을 도출하고 이를 해결하기 위한 주요 시사점을 모색

표 2 기후변화 대응 관련 활성화 전략 도출을 위한 현안 문제점 및 주요 시사점 분석

분야	현안 문제점	주요 시사점
기술	<ul style="list-style-type: none"> ■ 연구기관 보유 기술은 상용화 단계까지 개발된 기술이 전반적 부족 <ul style="list-style-type: none"> - 대학 기술은 대부분 TRL(Technology Readiness Levels) 2, 3 단계, 출연연 기술은 TRL 4단계 정도로 평가되고 있음 (에너지 분야, 적응분야) - 국내 기후기술 개발수준은 대부분이 Lab scale 단계로, 추가적인 R&D없이 상용화에 어려움 (예: CCUS 분야) ■ 기후기술 연구개발의 목적이 다소 불투명, 문제해결적 관점에서의 연구개발이 필요 <ul style="list-style-type: none"> - 기술개발 연구자는 직접적 수요자가 아니므로 니즈 파악에 한계가 있으며, 문제 및 수요에 대한 명확한 정의를 통해 연구개발 방향성 정립 필요 (기술결정론적 개발에 대한 반성) - 단위기술의 통합 및 비즈니스 모델 연계와 관계된 연구 및 인프라가 취약 ■ 글로벌 기후기술 수요와 국내 중점 육성 기술분야간 불일치 존재 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 기후기술의 기술 수준 미흡을 보완하기 위해 타 기술과의 융합 및 전략적인 효과 제고성 방안을 도출 <ul style="list-style-type: none"> - 기술이 활용되는 용도를 생각해서 기후기술을 다른 기술과 융합하여 부가적인 효과를 분석하는 접근이 필요 (ICT 기술과 융합을 통한 효율 개선, 에너지-수자원-식량 연계기술, 스마트 시티 연계) - 디지털 transformation이 중심인 4차 산업혁명 핵심기술의 에너지, 교통, 건물, 생활에 활용을 통해 경제, 산업 부양 효과와 온실가스 감축 효과를 동시에 달성 예상 - 공간정보 및 기후, 환경, 정보의 활용을 통해 기후변화 모니터링 및 예측 분야 적극 활용 (예 미국 US Geological Survey 사례 등) ■ 문제 해결적 관점에서의 산업계 및 시민사회의 정부 연구개발 기획 단계에서 참여 필요 <ul style="list-style-type: none"> - 사업계획 시 상세한 제안요청보다는 연구자 스스로 맞춰야 할 목표 수립 방법을 제안함으로써 기술융합을 자연스럽게 유도 - 기술을 실제 활용할 사업자 및 투자자의 R&D 계획단계에서부터 참여하는 것이 바람직함

	<ul style="list-style-type: none"> - 국내 R&D 투자는 시장 논리에 의한 에너지 관련 감축 영역의 기술 개발에 치중되어 있는 경향 - 글로벌 수요가 높은 적응영역 기술개발에 대한 민간 및 정부 R&D 관심 부족 	<ul style="list-style-type: none"> - 기후변화 적응 영역의 기반을 강화하고, 재해 평가 등 공공 인프라성 기술 중심 정부 투자 확대 필요
산업/시장	<ul style="list-style-type: none"> ■ 공공성이 높으나 아직 경제성이 부족한 기후기술 분야의 특성 상, 이를 보완할 수 있는 재정-정책 차원의 지원체계 부족 <ul style="list-style-type: none"> - 최저가 입찰 → (중국산 등) 불량기술/제품 도입 → 프로젝트 실패 등의 악순환 발생 - 작은 시장과 기술 단위의 부족한 경제성을 만회할 재정적 지원 및 정책차원의 지원 부족 ■ 통합적 사업기획, 기술의 customization 및 중소기업에 위한 재정 지원 부족 <ul style="list-style-type: none"> - 기후기술 산업은 개별 (중소)기업의 역량으로 해외진출은 어려워, 현지의 방대한 정보, 네트워크의 지원 및 통합적인 사업기획 하의 전략적 접근이 필요 - 국내 기후기술 분야는 대부분 중소기업에 의해 구성되어 있어, 특히 정보 및 재원차원의 지원이 필요 ■ 에너지 다소비 제조 산업 기반의 경제 구조상 기후변화 대응 전략 적용이 어려움 <ul style="list-style-type: none"> - 에너지를 다소비 하는 기존 산업 구조를 유지하며 온실가스 감축을 추진하는데 한계 존재 - 현 도시구조 및 생활 패턴 상에서의 에너지 다소비 구조 존재 (주거-업무지역의 거리 및 전력에너지 열활용) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 기술의 경제성 제고 뿐만 아니라 환경성, 사회성 등 공공성을 최대화하기 위한 통합적 사업모델 기획 및 관리 체계 수립 <ul style="list-style-type: none"> - 하나의 기술을 선택하기 위해서는 에너지 효율성, 환경영향성, 수용성, 예산확보, 부지분석 등 다각적인 분석이 필요 - 기후변화 분야에서 최저가 입찰 퇴출 및 일정 액수 이상의 대형 공사, 턴키 프로젝트부터 온실가스 저감효과 반영 제도화를 통해 최적 기후기술 보유업체 육성 필요 ■ 기후기술 사업 모델별 해외 진출을 위한 대-중-소 기업의 협업체계 구성, 국제 경쟁력 및 수요를 고려한 유망 영역 신시장 창출을 위한 전략 수립 및 이행 <ul style="list-style-type: none"> - 다양한 역량을 보유한 국내 기업 대상으로 한국형 해외 진출 사업의 기획 및 발굴 추진 - 해외의 수요 파악, 기술 customization 및 시장 적응 등 해외 진출 맞춤형 산업 육성 전략 수립 - 기업의 온실가스 저감, 친환경 효과 산출 역량 등 기후변화 대응 관련 역량 육성 필요 ■ 발전, 건물, 수송 분야의 소비단계에서의 에너지 전환을 통한 소비자 체감형 기후기술 활용

<p>정책</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ 산·학·연의 기술개발 이후 실증화 단계 관련 정책적 지원제도 부족 <ul style="list-style-type: none"> - 기후변화 대응 분야에서 개별기술 기반 실증(lab-scale) 지원은 이미 충분한데 반해, 기술복합 솔루션에 대한 실증화(scale-up) 지원 부족 - 상용화 진입 미흡 ■ 내수시장 강화를 위한 인증제도, 신기술 개발 지원 정책 등을 통한 기술 육성 제도 미흡 <ul style="list-style-type: none"> - 수입 저가품의 내수시장 점유, 신기술 인증제도 등의 유명무실화, IT산업 기반의 기후기술 시장개척 부족 ■ 기후변화 대응 관련 문제는 범부처간의 복합적인 문제로, 문제 해결을 위한 각 부처 간의 협업이 비원활 ■ 신재생에너지에 대한 주민의식 악화 및 사회적 수용성이 주요 이슈로 대두 <ul style="list-style-type: none"> - 태양광, 풍력 발전은 부지 매입 등 제공 문제 발생, 소음, 경관 침해 등 지역적 문제 야기 ■ 지나치게 낮은 국내 전력가격에 의한 에너지절감 동기 부족 ■ 기후기술 해외진출 관련 정보 수집 및 공유체계의 부재 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 기술개발 이후 실증 단계에서 구체적인 정책적 지원제도 수립 필요 <ul style="list-style-type: none"> - 해외 현지 특수성을 반영한 연구개발 사업 추진할 수 있는 제도적인 뒷받침이 필요 ■ 내수시장 강화를 위한 인증제도, 신기술 개발 지원 정책 등을 통한 기후기술 육성 제도 활성화 <ul style="list-style-type: none"> - IT기술 기반의 고성능 제품 개발과 더불어 사회적 기업 육성을 통한 개도국 진출로 양자 전략 가능함 ■ 범부처간의 협업 체계 개선 및 문제 해결형 기술 융복합 소통 체계 마련 <ul style="list-style-type: none"> - 입법기관과 행정기관의 협력 도모, 산·학·연과 평가원 등 연구기획기관과 유기적 협업구조 구축, 범부처 협업에 의한 상용화/사업화 전략 마련 ■ 신재생에너지에 대한 지자체 단위 주민의식 및 사회적 수용성 제고를 위한 법 체계 구축 <ul style="list-style-type: none"> - 지역 형평성이 고려된 제도(신재생에너지 공급인증서) 도입, 건물수송 등의 영역 중심의 지자체 협력 사업 추진 ■ 국내외 현지 특수성을 반영한 기술이전 실증 및 확산 전략 수립 ■ 기후기술 관련 사업기획 시 필요한 정보의 체계적 수집 및 공유, 지원 측면의 정책, 제도 수립 <ul style="list-style-type: none"> - 양자협력 등 정부 선정 중점협력 국가 대상 심층 분석을 위한 접근방법 수립 (정치, 경제적 특성에 따라)
------------------	--	--

4. 국내 기후기술 현안 및 주요이슈 도출

□ 국내 기후기술 산업 활성화 방안 마련을 위한 국내외 동향 조사 및 심층 분석을 통해 기술, 산업·시장, 정책적 측면에서 15가지 주요 이슈를 도출

표 3 국내 기후기술 활성화에 대한 주요 이슈

구분	이슈
기술적 측면	1. 기술 기반 및 역량 미흡 2. 기후기술 수요와 국내 중점 육성 분야와의 불일치성 3. 단위 사업 중심의 연구개발 치중
산업/시장적 측면	4. 기후기술 산업의 경제성 부족 5. 시장 확장성 및 확대의 불확실성 6. 민간 투자 및 기업 참여 유인 부족 7. 산업 경쟁력 미흡 및 인프라 부족 8. 민관 파트너십 부족
정책적 측면	9. 범부처 차원의 추진 전략 및 지원 체계 미흡 10. 공공부문의 재원 및 인력 지원 부족 11. 사회적 수용성 부족 12. 과도한 법적 규제 13. 조기 아이템 발굴 체계 미흡 14. 기후변화 대응 인식 부족 15. 기후기술 정보 부족 및 체계 미흡

5. 국내 기후기술 활성화 방안

□ 도출된 국내 기후기술 산업 활성화 저해 요인인 주요 이슈를 기반으로, 국내 기후기술 활성화를 위한 6가지 주요 추진 방안 제시

- 기후기술을 ICT 등 타 기술과의 융합을 통해 부족한 경제성을 보완하고, 온실가스 감축 효과, 사회적, 환경 개선, 국민 생활 편의 제공 등의 차별화된 요인 도출하여 경제성 이외의 환경성, 공익성 향상 등을 통한 기후기술 부가가치 창출
- 기후기술 기반 구축 및 역량강화를 위하여 선진 기술을 보유한 국내외 우수 기술 보유처와 협력을 통한 기술 역량 제고, 가격 경쟁력 강화 및 기술 수준 제고를 위한 국가 연구개발 사업 확대, 개발도상국 기술 수요의 면밀한 조사 및 분석을 통한 수요처 기반의 국내 유망 기술 발굴 및 집중 육성, 민관 파트너십 사업 육성 및 활성화를 통한 기후기술 기반 및 국내 기후기술 경쟁력 강화가 필요

- 지자체와의 협력을 통한 지역에 특화된 기후기술 분야 육성 및 유관 사업 활성화를 통한 국내 내수 시장 유인책을 마련하고, 기후변화 대응에 대한 이슈 공유 및 인식 확대를 위한 방안과 지역 주민의 인식 전환 및 참여 독려를 위한 시민 주도형(참여형) 사업 기획 및 추진을 통해서 기후변화에 대한 인식 및 사회수용성 제고
- 기후기술 관련 산업 인프라 및 생태계 구축을 위해서 범부처 차원의 기후기술 관련 정보 플랫폼 및 국내 기후기술 사업 활성화를 위한 지원 인프라 구축 마련과 동시에 기후기술에 특화된 국내 사업 활성화 모델 구축 및 지자체와 협력을 통한 차별화된 수익 모델 개발 및 성공사례 창출이 필요
- 기후변화 대응을 위한 기후기술 산업 활성화를 위한 목표를 명확히 하여, 각 목표에 부합하는 범부처 기후기술 융복합 중장기 계획 수립 및 세부 전략 마련을 통하여 부처 간의 중복 완화 및 시너지 효과 극대화하고, 기후기술 산업 활성화를 위한 유망기술, 사업화 과제 발굴 및 규제 개선 방안 수립이 필요
- 온실가스 해외 감축분 확보 및 국내 산업 육성을 위한 양자성 기후기술 기금 조성 방안 수립, 민간 투자 육성을 위한 기업 유인책 및 민간 재원 조달 방안 마련, 국제재원과의 연계성 강화를 및 기후기금 활용도 제고를 통한 공공 및 민간 재원 조성에 대한 활성화가 필요



그림 4 국내 기후기술에 대한 주요 이슈 및 활성화 방안

- 기후기술 관련 동향조사, 심층 분석, 주요 이슈 및 활성화 방안을 기반으로 국내 기후기술 산업 육성을 위한 3대 전략, 6대 추진과제, 12대 세부과제 제시
 - 비전으로써 ‘온실가스 감축 기반 조성을 통한 국내 기후기술 산업 선도 및 국제 위상 제고’ 를 제시하고, 이를 달성하기 위한 3대 목표로 ‘2030년 국가 온실가스 감축 목표 달성’, ‘기후기술과 4차 산업기술 융복합을 통한 신성장 동력 창출 및 글로벌 시장 TOP3 달성’, ‘글로벌 기후기술 협력 선도를 통한 국제사회 기여 및 국가 위상 제고’ 를 제시
 - 기술·산업측면의 전략 1은 ‘기술 융복합 역량 및 산업 인프라 강화’ 이며, 이에 대한 추진과제로 ‘과제 1. 기후기술 산업화 촉진을 위한 역량강화’ 와 ‘과제 2. 국내 기후기술 산업 육성 인프라 지원체계 구축’ 을 제시
 - 정책·재정 측면의 전략 2는 ‘기후기술 육성 계획의 전략성 제고 및 재정 기반 구축’ 으로, 이에 대한 추진과제로 ‘과제 3. 국가차원의 중장기 전략 및 세부 방안 수립’ 과 ‘과제 4. 공공 및 민간 자원 조성 활성화’ 를 제시
 - 사회 측면의 전략 3은 ‘공공성 사업모델 및 사회적 가치 창출’ 이며, 이에 대한 추진과제로 ‘과제 5. 시민 참여형 기후기술 사업모델 발굴 및 확산’ 과 ‘과제 6. 기후변화에 대한 인식 및 사회 수용성 제고’ 를 제시

비전	국내 온실가스 감축 및 신경제성장동력 확보를 통한 글로벌 기후기술 산업 선도 국가 구현	
목표	<ul style="list-style-type: none"> ▮ 2030년 국가 온실가스 감축 목표 달성 ▮ 기후기술과 4차산업기술 융복합을 통한 신성장동력 창출 및 글로벌 시장 TOP3 달성 ▮ 글로벌 기후기술협력 선도를 통한 국제사회 기여 및 국가 위상 제고 	
전략	추진 과제	세부 과제
기술 융복합 역량 및 산업인프라 강화 [기술 산업측면]	1. 기후기술 산업화 촉진을 위한 역량 강화	<ol style="list-style-type: none"> 1. 선진 기술을 보유한 국내외 우수 기술 보유처간 협력을 통한 기술 및 사업화 역량 제고 2. RD&D 중심의 국가연구개발 사업 개편을 통한 실용화 기술 수준 제고 3. 해외 기술 수요의 면밀한 조사 및 분석을 통해 수요처 기반의 국내 유망 기술 발굴·육성 및 성과 제고
기후기술 육성계획의 전략성 제고 및 재정기반 구축 [정책 재정측면]	2. 국내 기후기술 산업 육성 인프라 지원체계 구축	<ol style="list-style-type: none"> 4. 범부처 차원의 기후기술 협력 및 지원 플랫폼 구축 5. NDCs (Nationally Determined Contributions, 국가결정 기여) 달성 지원을 위한 범부처-민간 기술협력 현황 정보 파악 및 기후기술 국제협력 현황 인벤토리 체계 구축 6. 기후기술에 특화된 국내 사업 활성화 모델 구축 및 지자체와 협력을 통한 차별화된 수익 모델 개발 및 성공사례 창출
	3. 국가차원의 중장기 전략 및 세부 방안 수립	<ol style="list-style-type: none"> 7. 국내 기후기술 산업 활성화, 온실가스 감축분 달성, 국제 사회 공헌 등 목적에 부합하는 차별화된 중장기 전략 수립
공공성 사업모델 및 사회적 가치 창출 [사회 측면]	4. 공공 및 민간 자원 조성 활성화	<ol style="list-style-type: none"> 8. 온실가스 감축분 달성 및 국내 산업 육성을 위한 한국형 양자성 기후기금 조성 9. 국제재원과의 연계성 강화를 통한 국제기후기금 활용성 제고
	5. 시민참여형 기후기술 사업모델 발굴 및 확산	<ol style="list-style-type: none"> 10. 기술시장 영향력의 시민주도형(참여형) 사업 발굴 및 확산을 통한 사회수용성 제고 11. 지역공동체의 경제적 기반 마련 및 지역주민 수용성 제고를 위한 한도형 이익 공유(Hot Sharing) 모델 발굴 및 확산
	6. 기후변화에 대한 인식 및 사회 수용성 제고	<ol style="list-style-type: none"> 12. 기후기술의 경제성 미흡을 보완하고 공공성을 개선할 수 있는 정책, 제도 및 사업화 지원 프로그램 도입

그림 5 국내 기후기술 산업육성을 위한 활성화 전략 및 추진과제

제 1 장 서 론

제 1 절 연구 배경

- 교토의정서를 대체하는 파리협정이 '16년 11월 발효되어 전 세계가 기후변화 대응 체제에 참여하는 신기후체제(New Climate Regime)가 '20년부터 도래 예정
 - 파리협정을 통해 산업화 이전 수준과 비교하여 2°C 이상 지구 온도가 상승되지 않도록 개발도상국을 포함한 전 세계가 온실가스배출량을 줄이기 위해 노력함
 - 선진국에 대하여 자국의 온실가스 감축뿐만 아니라 개도국이 온실 가스 감축 체제에 동참할 수 있도록 기술 이전 및 재정 지원에 대한 의무를 강조
 - 각국은 지구온난화 방지의 이행을 위한 분야별(감축, 적응, 기술, 재정, 역량배양, 투명성) 기여방안을 자발적으로 제출하였으며, 우리나라의 경우 '30년 온실가스 배출전망치(BAU) 대비 37% 감축 목표를 설정
- 신기후 체제에서는 온실가스 감축과 적응이라는 목적 달성을 위해 재정(finance)과 역량강화(capacity-building)와 함께 핵심 이행수단으로 기술(technology)에 대한 역할을 강조하고 논의 중
 - 온실가스 감축 및 기후변화에 대한 적응이 효과적으로 이루어지기 위해서는 자원, 기술, 역량강화를 포함하는 이행수단(MOI, Means of Implementation)이 서로 긴밀하게 연결되어 있어야 함
 - 파리협정은 기후변화 문제를 해결하기 위하여 연구개발 및 자원·기술 메커니즘을 통한 기후기술 혁신을 중요시 함
 - '협력에 관한 일반 조항(Cooperative Action)' 에서 '기후기술 개발 및 이전과 관련하여 선진국에게 개발도상국 지원' 에 대한 의무조항 열거 및 이에 대한 이행을 역설하여 국가 간 기술 협력을 강조하고 있음

- 재생에너지 보급 확산, 전기차 및 수소차 등 수송 수단의 변화, 분산형 에너지시스템을 활용한 스마트시티 등 에너지 분야의 온실가스 감축 기술에 대한 관심이 고조 중이며, 기후기술과 他기술과의 융복합에 대한 요구 증대
 - 재생에너지 기반의 분산형 발전기술과 ICT 융복합의 경우 기존 대형 발전사 위주의 전력시장 생태계를 크게 변화시키고, 변화와 함께 가치사슬 간의 벽을 허물어 신시장 창출 및 일자리 창출을 주도
 - 사물인터넷(IoT), 클라우드 컴퓨팅(Cloud Computing), 빅데이터(Big Data), 머신러닝(Machine Learning), 인공지능(Artificial Intelligence) 등 ICT 기반 기술의 발전에 따라 기후기술과의 융복합화 추세는 가속화될 전망

제 2 절 연구 필요성

- ' 15.12월 파리협정 체결에 따라 신기후체제 출범이 예정되면서, 세계 주요국들은 자발적으로 온실가스감축 목표를 제시하고 이를 달성하기 위한 방안을 수립 중
 - 우리나라도 ' 15.6월 기제출한 '30년까지 BAU(Business As Usual) 대비 37%를 감축하는 온실가스감축 목표 달성하기 위하여 범부처 차원에서 '녹색성장 5개년 계획(' 14)' 및 '기후변화 대응기본 계획('16)' 을 통해 국가차원의 중장기 비전과 정책 방향을 제시
 - 또한, 부처별로 신재생에너지 등 몇 가지 기후 기술에 대한 세부 계획을 마련하고 있으나*, 부처간 업무 중복에 따른 시너지 효과를 기대하기 어려울 뿐만 아니라 해외 탄소시장 활용 등 세부 계획이 부재한 기후 기술 분야도 다수 존재

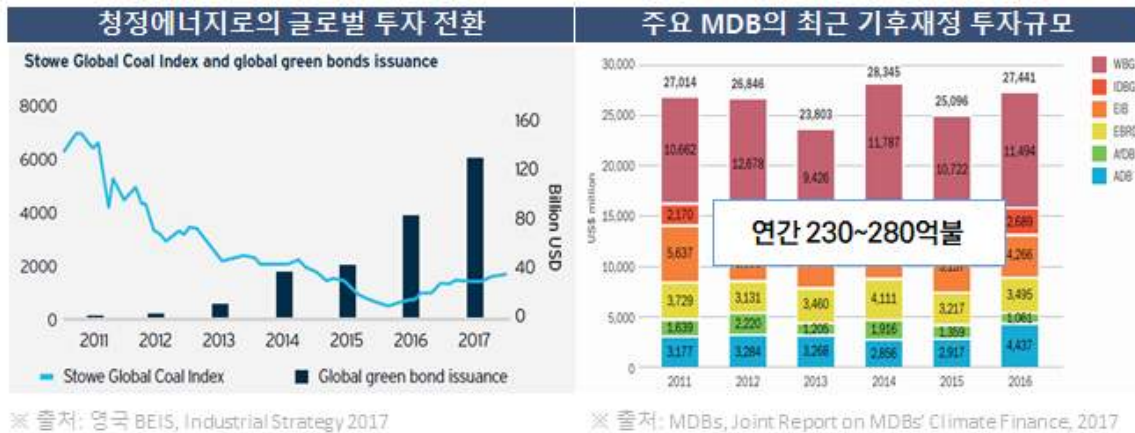
* 기후변화대응기술 확보로드맵(CTR)(과기정통부 '16), 4차 신재생에너지기본계획(산업통상부 '14), 국가배출권할당계획(환경부 '17) 등

- 국제사회에서는 선진국을 중심으로 이러한 국제적 환경변화 속에서 기후변화 대응 및 신기후체제 출범을 새로운 성장기회로 보고 다양한 정책을 추진 중
 - 유엔기후변화협약(UNFCCC)에서는 미국, 독일, 프랑스, 일본 등 선진국을 중심으로 개발도상국의 온실가스 감축과 기후변화 적응 지원을 위해 '10년 GCF(Green

Climate Fund, 녹색기후기금)를 설립하고 ‘20년까지 연 1,000억 달러 기금을 조성 중이며, WB, IDB, ADB 등 주요 MDBs들도 연간 230~280 억불 규모로 기후관련 프로젝트에 투자 진행 중

- 기존 화석연료 관련 산업 대비 재생에너지, 에너지효율화 등 신기술 기반의 기후기술 산업이 신규 일자리 창출 효과*가 높아 민간부문에서도 기존 화석연료 대신 청정에너지로 투자를 전환이 계속 진행 중

* 백만불 집행시 석유, 석탄 등 화석연료 관련 산업의 경우 52~6.9명 태양광, 풍력, 바이오매스 등 재생에너지의 경우 13.3~17.4명 스마트그리드, 빌딩 에너지 효율화 등의 경우 12.5~16.7명의 신규 일자리 창출(WB, 2012)



<그림 1-1> 기후기술·산업 관련 글로벌 투자 동향

- 또한, 미국 등을 중심으로 세계 22개국과 EU가 청정에너지 기술투자를 기존 150억 달러 수준에서 300억 달러 규모로 확대*하는 Mission Innovation도 진행 중

* 우리나라의 경우 5,600억원(16년)에서 1조 1,200억원(21년) 규모로 확대

□ 그러나, 정부 차원의 지속적인 기후기술 관련 R&D 투자에도 불구하고, 우리나라 기후기술의 경우 선진국 대비 기술수준이 부족하고, 활성화된 태양광 및 풍력 중심의 재생에너지 시장에서 고전 중

- 가장 활성화된 기후산업중 하나인 태양광과 풍력 발전 중심의 세계 재생에너지 시장은 현재 미국, 독일, 덴마크 등 기술선진국과 함께 내수시장을 기반으로 기술역량까지 확보에 성공한 중국이 시장을 선도* 중

* 태양광 모듈 세계 10대 기업중 7개, 풍력 터빈제조 세계 10대 기업 중 4개가 중국기업 (본문 3장 내용 참조)

- 반면 우리나라의 경우 내수시장 활성화 부족, 그에 따른 트랙레코드 부재, 기술경쟁력 부족 등의 악순환으로 인해 세계 시장에서 점유율은 미미
- 따라서, 2021년 예정된 신기후체제 출범을 기회로 큰 성장세를 보일 것으로 기대되는 기후기술·산업에 대해, 기술·재원·정책의 통합적 관점에서 기후기술 산업 육성을 위한 범부처 차원의 활성화 지원정책 수립이 시급히 필요

제 3 절 연구 목적

- 기후 기술 산업을 활성화하고 국내 기업의 해외 진출 기반을 조성하기 위한 정책 개선 방안을 수립하여 신기후 체제 이행체계 구축 및 신성장 동력 발굴을 위한 정책 제언
 - 국내외 관련 문헌연구 조사·분석을 바탕으로 기후기술 융복합 개념을 설정하여, 일반 기술과는 구분되는 기후 기술만의 특징을 파악
 - 국내외 기후기술 관련 기술, 산업, 정책에 대한 동향 및 사례 조사를 통한 우리나라 기후변화 대응 정책에 대한 시사점 도출
 - 기후기술 관련 기술, 산업, 정책에 대한 분과 위원회 운영을 통한 국내 기후기술 현안 문제점을 분석하고 주요 시사점을 도출
 - 국내외 기후기술 동향 분석 및 국내 기후기술 현황 심층 분석을 통한 국내 기후기술 관련 기술, 산업, 정책에 대한 현안 및 주요 이슈 도출
 - 기후기술 산업 활성화 방안을 도출하고 중장기 세부전략 및 관련 정책 제언

제 4 절 연구 범위 및 내용

- 문헌 및 기존 추진된 자체 연구를 기반으로 기후기술 융복합에 대한 정의 및 범위에 대한 개념 정리하여 국내 실정에 맞는 의미 도출
 - 국가융합기술정책 및 공공기관의 융복합 기술에 대한 정의를 참고하여 기후기술 융복합에 대한 정의 및 범위 설정
 - 기후기술 트렌드는 과거에는 태양광, 풍력, 바이오에너지 중심의 요소기술 개발에 치중되었다면, 앞으로는 기후기술 간 또는 기후기술과 첨단기술 및 지식기반 서비스와 융복합된 형태로 기후기술이 확산될 것임

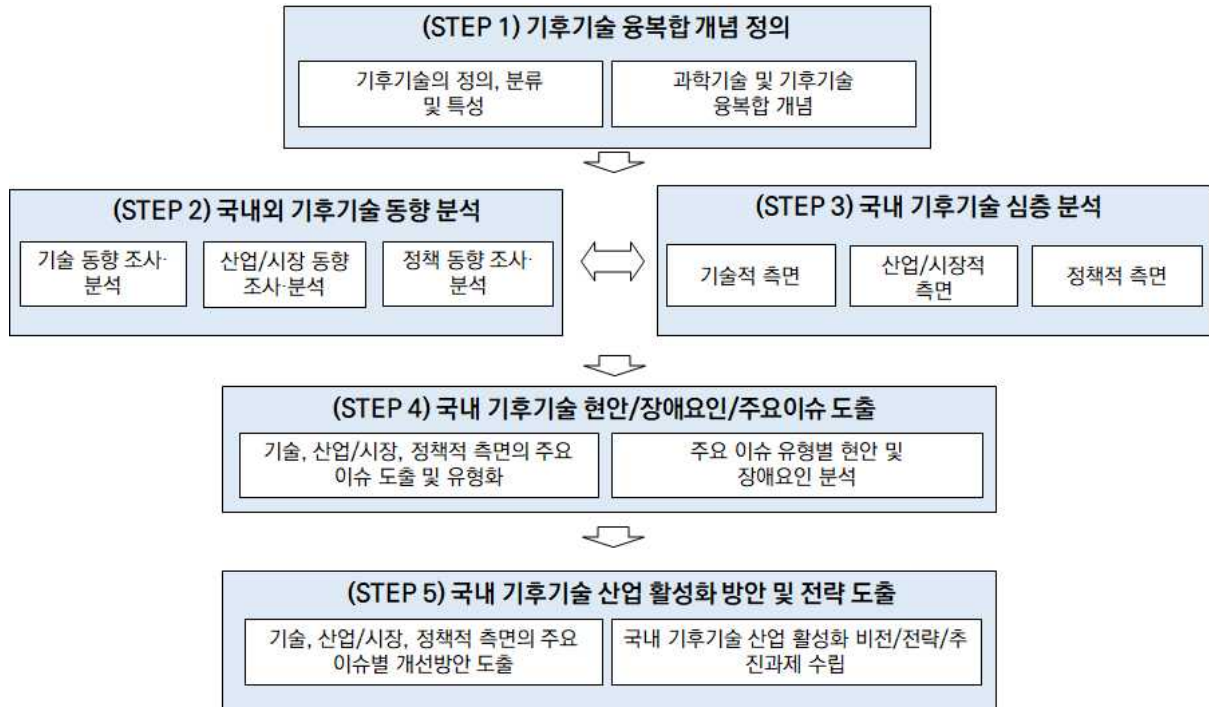


<그림 1-2> 기후기술 트렌드

- 국내외 기후기술 기술·산업·정책 동향 조사 및 분석을 통하여 각 분야별 시사점 도출
 - 기후기술 관련 출원 특허를 기준으로 국내외 기후기술 개발동향 파악 및 국가 간 비교
 - 국내외 재생에너지, 연료전지, 물, 기상 등 투자 현황 및 예측 조사를 통한 주요 기후기술 산업 동향 분석
 - 주요국 온실가스 감축목표 달성을 위한 정책 현황 비교 분석을 수행하고, 우리나라 기후변화 대응정책에 대한 시사점 도출
- 기술, 산업, 정책 분과 위원회를 구성하여 국내 기후기술 산업의 현안 문제점 발굴 및 주요 시사점 모색
- 국내 기후기술 관련 산업·기술·정책 국내외 동향 조사 및 전문가와의 심층 인터뷰 및 토론회 결과를 종합적으로 분석하여, 국내 기후기술의 주요 이슈를 도출하고 산업 활성화 방안 제시
 - 기술·산업/시장·정책 관점에서 국내 기후기술의 현안을 파악하고 주요 이슈를 분석한 후, 국내 기후기술 산업 활성화를 위한 개선 방안 제시
- 국내 기후기술 산업 활성화를 위한 방안 미션-목표-전략 구성 및 전문가 협의체 자문을 통한 추진과제 도출

제 5 절 연구 수행 추진 체계

- 기후기술 융복합 개념 설정, 국내외 기후기술 동향 관련 문헌 조사, 분과위원회를 통한 심층 분석을 바탕으로 기후기술에 대한 주요 이슈를 도출하고 활성화 방안, 비전, 전략 및 추진과제 제시

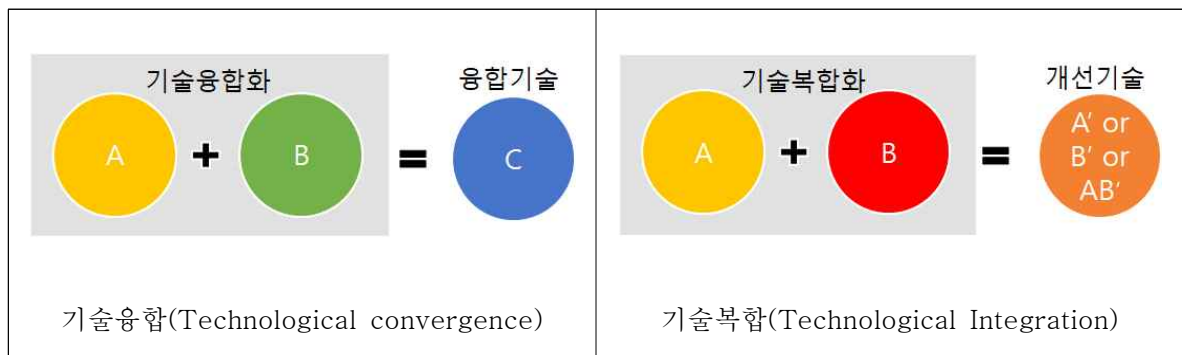


<그림 1-3> 연구수행 추진체계

제 2 장 과학기술 및 기후기술 융복합 개념

제 1 절 과학기술 융복합 개념

- 기술 혁신 및 신기술 창출을 위하여 단일 기술의 한계를 극복하는 과학 기술간 융합에 대한 필요성이 강조되고 있으나¹⁾, 기술융합, 기술복합, 기술통합, 기술수렴 등 관련 용어가 다양하게 혼재되어 사용되고 있음
- 기술융합은 “기술간 화학적 결합을 통해 개별 요소 기술들의 특성이 상실되면서 전혀 새로운 특성을 갖는 기술이 창출되는 현상”이며, 여기서 창출되는 결과물을 융합기술이라 부름 (하태정 외, 2007; 황다영 외, 2008)
- 기술복합은 “개별 요소기술들의 물리적인 결합으로 기존 산업의 한계를 극복해 가는 과정에서 일어나는 기술혁신”으로 정의되며, 기술 간 화학적 결합인 기술융합과 차이가 있음 (하태정 외, 2007; 황다영 외, 2008)
- 결론적으로, 기술융합화로 인한 융합기술은 본래의 속성이 상실된 신기술로 탄생된다는 점에서 기존 기술 수준을 개선하기 위해서 기술 간의 물리적 결합을 뜻하는 기술복합과는 차이가 있음



<그림 2-1> 기술융합과 기술복합 개념

1) 미국 과학재단(NSF)이 2002년에 작성한 전략보고서(NBIC 보고서)를 통해 융합기술의 중요성이 처음으로 제기

- 기존 우리나라 기술융합은 나노기술(NT), 바이오기술(BT), 정보기술(IT) 등의 첨단 신기술간의 결합만을 강조한 협의의 개념으로 이해 (국가 융합기술 발전 기본방침, 2007)
 - 그러나, 기술융합의 의미가 NBIC(NT, BT, IT, CS) 내 신기술의 융합 뿐 만 아니라 타 기술 및 인문사회학 등의 학문, 수송건설 등의 기존 산업 등과의 결합으로 확장되어야 할 필요성이 제기 (1차 국가 융합기술발전 기본계획 ('09~'13), 2008.11)
 - 미국에서도 기술융합 정의는 NT, BT, IT CS의 기술간 혹은 기술 내 결합뿐만 아니라 에너지, 환경 분야를 포함하는 모든 과학기술분야 내 기술 결합으로 해석할 수 있음 (안승구 외, 2008)
 - 유럽국가들 또한 융합기술은 NBIT 외에 환경과학, 시스템이론, 인문사회영역 등까지 포괄한 넓은 의미의 기술을 뜻함 (융합기술 종합발전 기본계획: 융합기술 발전전략 가이드라인, 2007; 하태정 외, 2007)
- 현재 사용되고 있는 융합기술의 정의는 서로 다른 기술의 화학적 결합을 통해 창출되는 새로운 기술뿐만 아니라, 경제 및 사회적 수요를 해결하기 위한 학문 및 산업 분야와의 결합까지 포괄하여 정의됨(1차 국가 융합기술 발전 기본계획('09~'13), 2008.11)

〈융합기술의 정의〉

▶ 융합기술이란 NT, BT, IT 등의 신기술 간 또는 이들과 기존 산업·학문간의 상승적인 결합을 통해 새로운 창조적 가치를 창출함으로써 미래 경제와 사회·문화의 변화를 주도하는 기술

※ 출처: 국가과학기술위원회 운영위원회, 2008

- 제 1차 국가 융합기술 발전 기본계획에서 수립된 인문학과 과학의 융합을 포괄하는 융합기술의 정의는 2014년 제2차 기본계획 및 2017년 융합기술 발전전략 시행계획까지 변화 없이 사용되고 있음

- 따라서, 과학기술 융복합은 다양한 기술, 학문, 산업 간의 단순 결합으로 인한 기술혁신부터 화학적 결합을 통한 新과학기술 창출을 모두 포괄하는 광범위한 의미로 해석될 수 있음

제 2 절 기후기술의 정의, 분류 및 특성

- 기후기술(Climate Technology)은 기후 변화 대응에 대한 온실가스 감축 및 적응 기술 전반에 대해 국제적으로 통칭하여 사용 중

〈UNFCCC 기후기술 정의〉

- ▶ “기후기술은 온실 가스 배출량 저감에 도움이 되는 기술로서 풍력, 태양열 및 수력과 같은 재생 가능한 에너지들을 포함하며, 기후 변화의 악영향에 적응할 수 있도록 가뭄에 강한 작물, 조기 경보 시스템 및 방파제 구축과 같은 기술이 활용되기도 한다. 에너지 효율화 실행과 제품 및 기기의 작동을 위한 노하우와 같은 '가벼운' 성격의 기술도 기후기술 범주에 포함한다.” (UNFCCC, 2015)

- 기후기술 분류체계(Climate Technology Classification)는 IPCC 용어집의 정의에 따라 기후기술을 “감축” 과 “적응” 으로 구분하고, 기술의 진보 및 신기술 출현에 따른 기후기술의 융복합에 대하여 “감축 및 적응 융복합” 이라는 새로운 대분류를 신설하여 분류 (IPCC, 2012; 녹색기술센터, 2017a)

<표 2-1> 기후변화대응 기술의 대분류 및 중분류 하위영역의 구성

분야	중분류			기술범위	
감축	온실 가스 저감	에너지 생산· 공급	발전· 전환	(1)비재생에너지	1. 원자력 발전 2. 핵융합 발전 3. 청정화력 발전·효율화 4. 수력 5. 태양광 6. 태양열 7. 지열 8. 풍력 9. 해양에너지 10. 바이오에너지 11. 폐기물
				(2)재생에너지	12. 수소제조 13. 연료전지
				(3)신에너지	14. 전력저장 15. 수소저장
		에너지 저장·운송	(4)에너지 저장	16. 송배전시스템 17. 전기지능화 기기	
			(5)송배전·전력IT	18. 수송효율화 19. 산업효율화 20. 건축효율화	
		(6)에너지 수요			21. CCUS
		(7)온실가스 고정			22. Non-CO ₂ 저감
	적응	(8)농업·축산			23. 유전자원·유전개량 24. 작물 재배·생산 25. 가축 질병 관리 26. 가공·저장·유통
		(9)물			27. 수계·수생태계 28. 수자원 확보 및 공급 29. 수처리 30. 수재해 관리
		(10)기후변화예측 및 모니터링			31. 기후 예측 및 모델링 32. 기후 정보·경보 시스템
(11)해양·수산·연안			33. 해양생태계 34. 수산자원 35. 연안재해 관리		
(12)건강			36. 감염 질병 관리 37. 식품 안전 예방		
(13)산림·육상			38. 산림 생산 증진 39. 산림 피해 저감 40. 생태·모니터링·복원		
(14)다분야 중첩			41. 신재생에너지 하이브리드 42. 저전력 소모 장비 43. 에너지 하베스팅 44. 인공광합성 45. 분류체계로 다루기 어려운 기후변화 관련 기타 기술		
감축/ 적응 융복합					

※ 출처: 녹색기술센터, 2017a

- 기후변화 대응에 따른 사회적 편익을 기반으로 기술혁신 및 관련 시장이 창출되는 공공재적 특성
 - 환경문제와 마찬가지로 기후변화대응 문제 또한 온실가스 배출에 따른 ‘외부성(externality)’ 문제 해결을 위해, 외부비용(external costs)을 법적, 제도적 규제 도입을 통해 내부화하여 사회적 편익을 추구하는 것으로, 자연발생적으로 시장이 창출되기 보다는 정부의 정책과 의지에 의해 인위적으로 관련 시장이 창출
 - 초기에는 정부 차원에서 온실가스 배출량 규제 및 탄소배출권 구매 등의 법적, 제도적 규제와 함께 선제적 R&D 지원을 바탕으로 기후기술 및 기후산업의 수요 창출 및 선도가 중요
- 다양한 요소기술 및 응용기술을 활용하여 시스템 관점에서 문제를 해결하는 융복합적 특성
 - 타 기술과 마찬가지로 기후기술에서도 기후기술간 융복합, 기후기술과 ICT 기술의 융복합 등 기술적 융복합이 활발히 일어나고 있는 추세이며, 더불어 앞서 언급한 공공재적 특성으로 인해 기후기술과 정책/재정 등과의 융복합 또한 활발히 일어나고 있는 추세
 - 또한, 개도국을 중심으로 지구온난화 및 기후변화와 같은 기후적, 경제적, 환경적 영향에 의해 수자원 문제, 환경 문제, 식량 문제 등에 있어 서로 영향을 미침에 따라, 이러한 세 자원간의 상호 연계성을 고려한 해결책을 강조하는 소위 ‘물-에너지-식량 넥서스 (Water-Energy-Food Nexus)’ 관점에서의 통합적 접근이 갈수록 강조
 - 온실가스 저감, 기후변화 적응, 탄소포집·자원화 등 단일 요소기술 및 응용기술을 기반으로 활발한 융복합화가 진행됨에 따라 다양한 산업분야에서 개발된 기술들이 응용되면서 동반 성장의 가능성이 큼

- 장소 특이성(site-specificity)이 높아 기술 및 사업모델 개발 시 기술적·산업적 정책적 환경 특성을 반영할 수 있는 현지 맞춤형, 고객 지향형 역량 요구
 - 기후기술 및 관련시장의 경우 특정 지역에서 이미 기술적 타당성이 검증되고 시장이 존재하더라도, 타 지역에 적용 시(특히 해외 진출 시) 많은 경우 해당 지역의 기후, 시장, 정책, 법적 규제 등 다양한 요소를 고려하여 기술적 사업적 타당성 검토와 함께 추가적 R&D, 현지 실증 및 사업모델 개발이 요구
 - 그에 따라 규격화 기반 소품종 대량 생산보다는 주문 생산 방식에 따른 다품종 소량 생산 형태를 띠는 경우가 많아, 요소 기술 및 부품 등에 대한 대량생산(mass production) 역량도 중요하나 고객화/맞춤화 (customization) 역량과 함께 사업기획·발굴 및 초기 개념설계 역량 또한 매우 중요

제 3 절 기후기술 융복합 개념

- 미래 유망 신기술 6T 중 에너지·환경 기술(ET)은 문화 콘텐츠 기술(CT)과 함께 그 자체로 융합기술로 해석되며, 또한 다른 신기술 (NBIC) 등과의 융합으로 창출되는 기술도 융합기술 범주에 포함됨 (국가 융합기술 발전 기본계획 ('09~'13), 2008; 국가과학기술심의회, 2014)
 - ET 융합기술은 “에너지와 환경기술이 타 첨단 기술과의 융합을 통해 새로운 에너지 및 환경 산업/서비스를 창출하거나 기존 기술 및 제품의 성능을 향상시키는데 필요한 응용기술”로 정의되며, 그 예로 고효율 에너지절약 혁신소재, 기후변화대응 청정기술, 폐자원 재생/회수 기술 등이 있음
 - 감축 및 적응 융복합은 다양한 신재생에너지 기술이 결합된 하이브리드 기술과 감축 및 적응의 분류 체계에서 분류되지 않는 기후기술 관련 기타 다분야를 모두 포함하고 있는 개념
- 기후기술은 그 자체로 융복합 기술로 해석이 가능하며, 또한 첨단 기술 분야와의 결합을 통하여 온실가스 배출량 저감 및 기후변화 적응에 도움이 되는 기술을 모두 기후기술 융복합으로 정의할 수 있음

- 기후기술은 ICT를 포함한 타 기술과의 결합을 통하여 온실가스 배출량저감 및 기후변화 적응을 위한 효과를 배가할 수 있으며, 이러한 타 기술을 포함한 정책, 금융, 교육 등과의 연계를 통해 산업화 성장이 가능



<그림 2-2> 기후기술 개념 변화

<기후기술 융복합 정의>

- ▶ 기후기술 융복합은 온실가스 감축 및 적응 관련하여 기존 기술 및 제품의 성능을 개선시키는데 필요한 기술 그 자체뿐만 아니라, 기후기술이 새로운 기술과의 융합을 통해 新 산업 및 서비스를 창출하고 신기후 체제에 대응할 수 있는 모든 기술로 정의

- 기후기술의 융복합은 감축기술 간의 융복합, 감축기술과 적응기술 간의 융복합, 기후기술과 타 분야 기술 간의 융복합, 기후기술과 사회과학분야 간의 융복합으로 개념을 정립할 수 있음



<그림 2-3> 기후기술 융복합 개념 모식도

- 감축기술 간의 융복합: 각 감축기술의 한계성을 극복할 수 있는 2개 이상의 단위기술이 융복합된 형태



- 건축물 단열성능 극대화, 신재생에너지 활용으로 건축물 기능에 필요한 에너지 소요량 최소화
- 단열재, 이중창 등을 적용하여 건물 외피를 통해 외부로 손실되는 에너지 양을 최소화 (단열 성능 강화 등)
- 태양광, 지열 등의 신재생에너지를 활용하여 냉난방 등에 사용되는 모든 에너지 소비를 자체적으로 해결
- 제로에너지 빌딩의 목표
- 향후 연간 허가 면적의 10%를 제로에너지빌딩으로 건축하는 경우, 67tCO₂eq의 온실가스를 줄이고, 약 5만명의 고용을 유발할 수 있을 것으로 전망
- 제로에너지 건축물 인증제 ('17.1.20 시행)을 통해 기술기준 정립 및 상용화 촉진, 민간사업 확산을 위한 시행

※ 출처: 국토교통부(2017), http://www.molit.go.kr/USR/WPGE0201/m_36421/DTL.jsp (검색일: 2018.4.19.)

<그림 2-4> 감축기술 간의 융복합 사례 (제로에너지빌딩)

- 감축기술과 적응기술 간의 융복합: 기후기술을 구성하는 감축기술과 적응 기술의 각 분야를 동시에 적용이 가능함

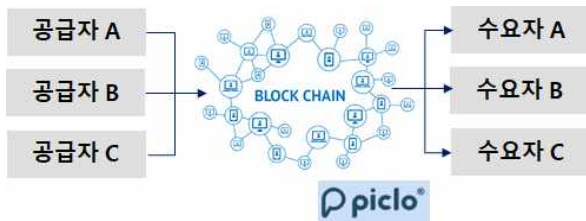


- 기존 지상에 위치한 하수처리 및 분뇨 처리 시설 등 대규모 환경 기초 시설을 단계적으로 철거, 완전 지하화하는 사업
- 인근 주민들로부터 환경 기반 시설의 악취로 인한 민원의 잇따른 제기
- 메탄가스를 이용하여 에너지를 생산하는 ‘도심 속 유숙’ 및 ‘에너지 테마 파크’ 로 지역 발전 및 교육, 문화 공간으로 활용 가능
- 하수 처리과정에서 발생하는 메탄가스 등 활용으로 전기 생산
- 온실가스 감축 및 친환경 에너지 생산으로 과거 기피 시설로 인식되었던 하수처리 시설에 대한 이미지 개선에 도움

※ 출처: 국토일보(2013), <http://www.ikld.kr/news/articleView.html?idxno=34818> (검색일: 2018.4.9.)

<그림 2-5> 감축기술과 적응기술 간의 융복합 사례 (하수처리시설 지하화)

- 기후기술과 타분야 기술의 융복합: 기후기술 (감축기술 또는 적응기술)의 단점 보완을 위한 4차 산업혁명 핵심기술인 ICT 등 타 분야 기술과의 융복합



- 재생에너지 전력회사와 IT 솔루션 기업의 협업으로 P2P 전력거래 시스템 개발
- 최종소비자가 에너지를 생산하는 프로슈머 (에너지 생산과 소비를 동시에 하는 사람)가 되고, 자신이 사용하고 남는 전기를 다른 소비자와 전력망에서 교환하는 것을 의미함
- 전력거래에서 P2P는 분산 에너지 시스템의 각 노드(node)가 동등한 책임을 부여받고 에너지의 생산과 소비의 역할을 함께 수행하는 경우를 지칭. 네트워크에 있는 에너지 프로슈머들은 자신들의 에너지 자원을 다른 이들이 사용가능하게 하고, 다른 이들이 사용가능하게 만든 자원을 이용함

※ 출처: 최낙준, 2017

<그림 2-6> 기후기술과 타분야기술간의 융복합 사례 (온라인 P2P 전력거래 플랫폼)

○ 기후기술과 사회과학분야의 융복합: 정책, 금융 등 인문사회 분야와의 융복합



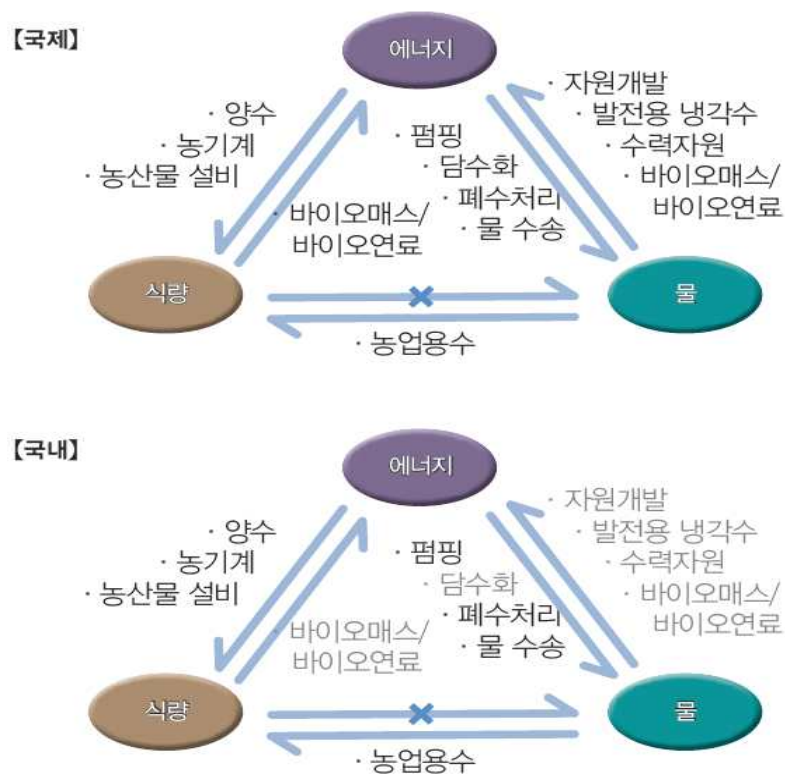
- 국제자금 조달 메커니즘을 통한 태양광 에너지 개발 사업
 - 칠레의 아타카마 사막지역은 태양 복사열이 가장 높은 지역으로, 칠레 에너지 문제의 대안으로 제시됨
 - GCF와 CAF가 주도한 국제 자금 조달 메커니즘은 Sonnedix사가 추진하는 태양열 프로젝트를 지원하여 화석연료에 의존하는 지역에 대해 태양광 에너지 프로젝트 규모를 확대함 (연간 193,949 tonCO₂ 감축효과 기대)
 - 본 지원 계획은 높은 선행 자본과 긴 상환 기간을 필요로 하는 재생에너지 프로젝트에 대한 투자 기회를 보여주는 전환점으로써 의미
- ※ 출처: 녹색기술센터, 2017b

<그림 2-7> 기후기술과 사회과학분야의 융복합 사례 (GCF 승인사업)

□ 이러한 기후기술의 융복합 현상은 기술진보에 따른 기술주도 (Technology-Push) 측면에서 발생하는 것 외에도 탄소기반 경제성장에 따른 도시화 및 기후변화 등으로 인한 수요견인(Market-Pull) 측면에서도 함께 작용하여 융복합에 대한 요구가 확대되는 추세

- 중국·인도 등 신흥 개도국을 중심으로 화석연료에 기반한 경제성장 결과에 따라 전 세계적으로 도시화 및 기후변화 문제 등으로 인해 에너지-식량-물 수급 문제 발생
 - 현재와 같은 수준(Business As Usual, BAU)으로 경제 발전이 지속될 경우 2050년까지 세계 에너지 수요는 2005년 대비 1.6배, 물 수요는 11% 증가할 것으로 전망(UN 세계 물 개발 보고서, 2012)
 - 그에 따라 전 세계적으로 에너지-식량, 에너지-물, 물-식량 간에 갈등이 심화되고 있으며, 이와 같은 물-에너지-식량 넥서스 연관 강도는 1) 향후 개발 가능한 자원 부족, 2) 새로운 자원 개발·활용에 대한 장벽, 3) 중국·인도와 같은 새로운 소비자의 부상, 4) 자원가격의 변동성 심화, 5) 자원 관련 이해 관계자의 증가 등의 요인으로 계속 확대되는 추세임(UNESCAP, 2013)

- 수자원, 환경, 식량 문제 등에 있어 서로 영향을 미침에 따라, 이러한 세 자원간의 상호연계성을 고려한 해결책을 강조하는 ‘물-에너지-식량 넥서스’ 관점의 도입에 따른 통합적 해결 솔루션을 요구
- 이는 기후산업의 수요 측면에서 단일 요소기술 혹은 제품을 기반으로 해결 가능한 영역 외에, 다양한 기후기술 융복합 활성화를 통해서만 해결 가능한 영역이 계속 확대되고 있음을 암시



〈그림 2-8〉 에너지-식량-물 연계성의 국내외 비교

※ 출처: STEPI, 2015

제 3 장 국내외 기후기술 동향 분석

- 기후기술 기술, 정책, 산업의 3가지 측면에서 국내외 동향 조사 및 분석을 통하여 국내 기후기술에 대한 현안 문제점 및 시사점을 도출하였음

제 1 절 국내외 기후기술 관련 기술 동향 조사 및 분석

1. 국내외 기후기술 특허동향²⁾

- 국내외 기후기술 개발동향 파악을 위해 미국 특허 상표청 (USPTO) 기후기술 관련 출원 특허를 대상으로 국가 간 비교결과를 제시
 - 미국특허청과 유럽특허청이 공동으로 개발한 CPC(Cooperative Patent Classification) 특허 분류 시스템 내 기후기술 관련 특허에 부여되는 Y02, Y04 코드를 활용하고, ICT 관련특허 분석을 위해 OECD의 Jtag를 활용

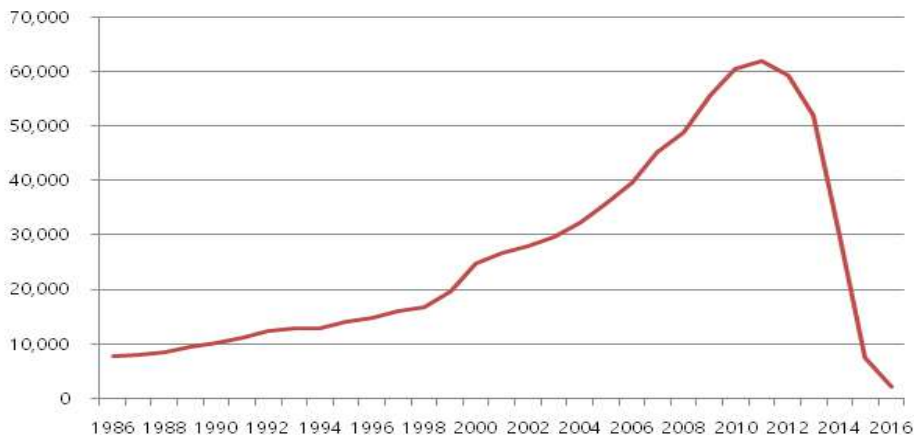
〈표 3-1〉 기후기술 특허 동향분석을 위한 분석DB 및 관련사항

구 분	세부내용
특허DB	▶ EPO PATSTAT
대상특허	▶ 미국특허상표청(USPTO)에 출원 후 공개된 특허
기간	▶ 1986년 1월 1일 ~ 2016년 12월 31일
CPC 기후기술 코드	▶ 유럽특허청(EPO)과 미국특허상표청이 공동으로 개발한 특허 분류 시스템으로 2013년 1월1일부터 사용 시작 ▶ 기존 IPC의 A부터 H 외에, Y 섹션이 신기술을 다루는 별도 코드를 부여하며, Y02, Y04 코드(7개 대분류, 39개 세부분류 존재)가 기후변화 관련 기술에 해당
OECD ICT 코드(Jtag)	▶ OECD 내에서 기술영역별 혁신경향에 대한 연구를 위해 생명공학기술, 나노기술 등과 함께 ICT 기술 관련 분류코드를 제시 ▶ 이동통신(telecommunications), 가전(consumer electronics), 컴퓨터 및 사무용기기(computers and office machinery), 기타 ICT(other ICT. IT) 장비와 통신기술을 포괄하는 Code list 제공

2) 본 절의 작성내용은 녹색기술센터 창의연구과제인 '특허계량분석 기반 유망산업의 기술융합 패턴에 대한 탐색적 연구' 의 기후기술 관련 내용을 발췌하여 작성하였음.

가. 기후기술 출원특허 일반현황

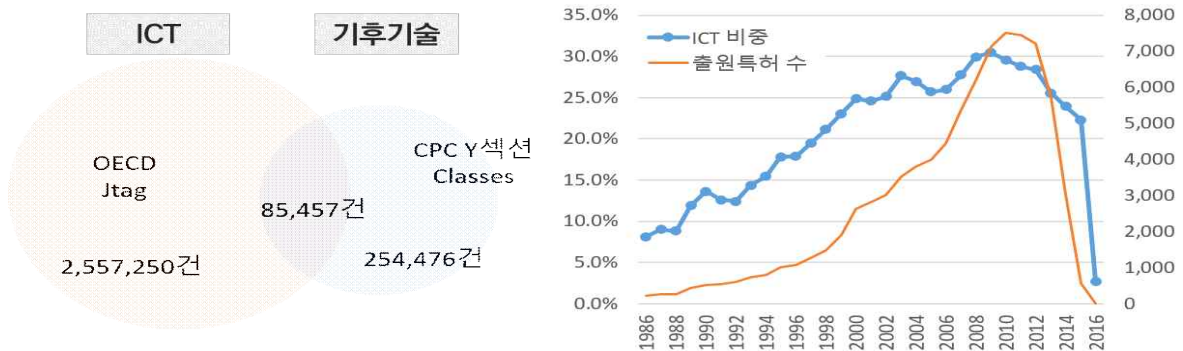
- 1986년부터 2016년 사이 약 30년 동안에 미국특허청에 출원된 특허 가운데 기후기술에 해당하는 특허는 339,933건으로 조사됨
 - <그림 3-1>에서 보는 바와 같이 기후기술에 해당하는 특허는 본 분석의 범위인 1986년 이래 2010년까지 지속적으로 증가 추세
 - 미국 특허청에서는 출원 특허의 경우 출원 시점에서 공개 시점까지 다소 시간이 소요되기 때문에, 2013년 이후의 경향은 계속 모니터링 필요



<그림 3-1> 연도별 기후기술 특허출원 현황(1986년~2016년)

※ 출처: 박동운, 2017

- 기후기술 339,933건 가운데 ICT와 융합된 특허는 총 8,457건으로 나타남
 - 현재까지 기후기술 내에서 ICT 비중은 계속 증가 추세

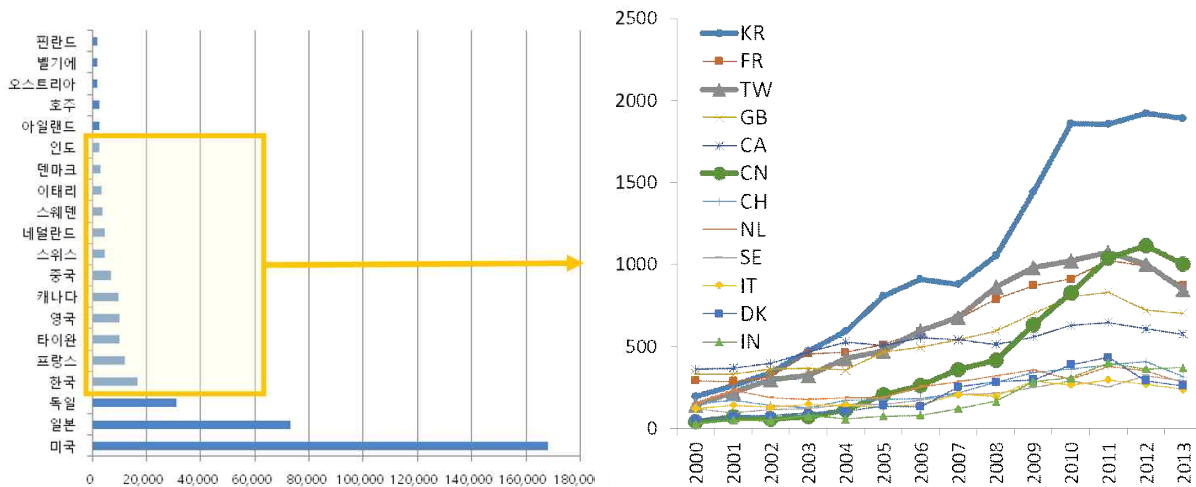


<그림 3-2> ICT 융합 기후기술 특허 및 ICT 비중 추이 현황 (1986년~2016년)

※ 출처: 박동운, 2017

나. 국가별 비교분석

- 국가별 기후기술 출원 건수를 살펴보면 <그림 3-3>과 같이 미국, 일본, 독일이 각각 1위, 2위, 3위를 차지하고 있으며, 대한민국이 4위, 대만이 6위, 중국이 9위를 각각 차지
 - 독일, 프랑스, 영국, 스위스 등 EU 28개국을 합할 경우 총 특허출원 수는 일본보다 많은 8만건 이상으로 전체 2위에 해당
 - 특히 2000년 이후를 기준으로 연도별 출원 특허 수를 비교해 보면, 한국, 대만, 중국, 덴마크, 인도 등이 기후기술 분야에서 두드러진 성장세를 보이고 있음



(a) 국가별 전체 출원특허 랭킹

(b) 국가별 특허출원 추이(2000년~2013년)

<그림 3-3> 국가별 기후기술 특허출원 랭킹

※ 출처: 박동운, 2017

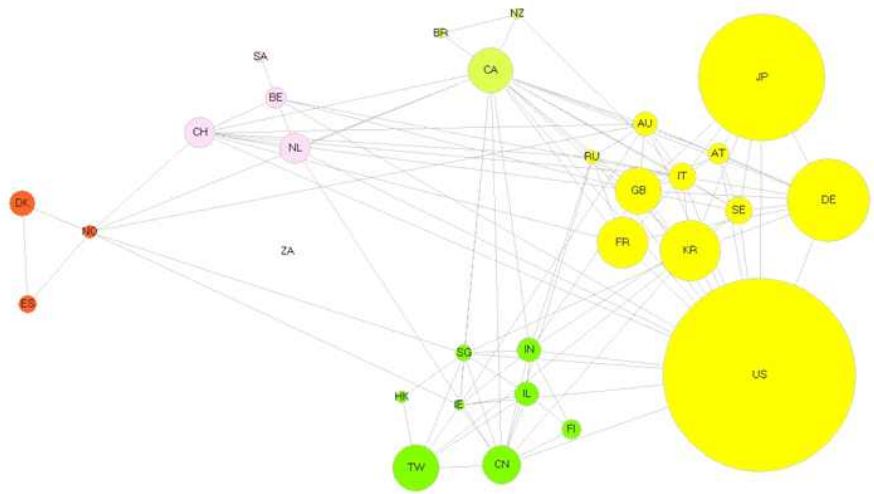
- <표 3-2>에서는 기후기술에 해당하는 특허 가운데 1986년부터 2008년까지의 비중과 최근 5년(2009년~2013년) 사이의 특허 비중을 도출하여, 최근 특허 출원이 증가하고 있는 세부 기후기술 분야를 확인
 - 그 결과, 재생에너지 기반 에너지 생산(Y_12)에서 성장률 측면에서나 그 비중에서 계속 성장 중
 - ICT 기술과 연관성이 높은 송배전시스템(Y_35), 수송효율화(Y_37) 분야가 아직까지 비중은 낮으나, 그 성장세가 매우 높은 세부 기후기술 카테고리에 해당

〈표 3-2〉 세부 기후기술별 특허비중 추이

분류	08년까지 특허 비중	09-13년 사이 비중	증가율	분류	08년까지 특허 비중	09-13년 사이 비중	증가율
Y_01	1.2%	2.0%	62.5%	Y_21	0.9%	1.3%	46.0%
Y_02	2.4%	2.3%	-1.3%	Y_22	1.3%	0.6%	-50.6%
Y_03	1.7%	1.2%	-28.1%	Y_23	0.8%	0.7%	-3.6%
Y_04	0.5%	0.4%	-20.2%	Y_24	8.7%	6.7%	-22.9%
Y_05	0.0%	0.0%	-6.1%	Y_25	0.5%	0.6%	13.4%
Y_06	7.8%	9.0%	14.9%	Y_26	2.6%	1.2%	-56.0%
Y_07	2.5%	3.0%	18.7%	Y_27	16.6%	16.5%	-0.9%
Y_08	0.2%	0.2%	-8.6%	Y_28	0.2%	0.2%	-4.6%
Y_09	1.1%	0.9%	-12.0%	Y_29	4.4%	3.9%	-9.8%
Y_10	1.0%	1.2%	20.6%	Y_30	0.4%	0.2%	-43.1%
Y_11	0.5%	0.3%	-47.7%	Y_31	1.9%	3.5%	83.3%
Y_12	9.7%	16.3%	67.5%	Y_32	2.1%	1.1%	-45.5%
Y_13	1.8%	1.5%	-17.3%	Y_33	4.2%	1.8%	-57.1%
Y_14	1.5%	0.7%	-54.6%	Y_34	0.3%	0.2%	-28.0%
Y_15	0.7%	0.7%	5.7%	Y_35	0.5%	1.1%	147.1%
Y_16	2.3%	2.8%	24.4%	Y_36	0.9%	1.3%	48.7%
Y_17	6.8%	8.7%	28.6%	Y_37	0.2%	0.8%	427.5%
Y_18	0.2%	0.4%	81.7%	Y_38	0.4%	0.8%	67.8%
Y_19	2.8%	1.4%	-50.0%	Y_39	0.2%	0.3%	29.4%
Y_20	8.5%	4.1%	-51.0%				

※ 세부코드명은 별첨 1 참조

- 기후기술 세부 분류별 특허 건수를 기준으로 주요 국가별 특허 포트폴리오 유사도 분석결과, 우리나라는 대다수의 기후기술 선도국가와 유사한 특허 포트폴리오 구축
 - 우리나라를 포함한 미국, 독일, 일본, 프랑스, 영국 등 대다수의 핵심 상위 기후기술 보유 국가들은 하나의 그룹으로 포함
 - 그 외에 핀란드, 아일랜드와 함께 대만, 중국, 인도 등의 국가들이 하나의 그룹으로, 스위스, 네덜란드, 벨기에 등이 또 다른 그룹, 덴마크, 스페인, 노르웨이가 다른 하나의 그룹으로 분류



〈그림 3-4〉 기후기술 특허 포트폴리오 유사도 기준 국가간 클러스터 분석

- 국가별로 기후기술 특허의 ICT 비중을 살펴보면, 우리나라의 경우 38.3%로서
대만, 아일랜드, 인도 등과 함께 ICT 융합이 활발히 일어나고 있는 국가에 해당
- 다만, ICT 융합 포트폴리오 구성을 보면 우리나라의 경우 휴먼인터페이스 분야(J09),
전자 측정 분야(J12) 영역이 타 선진국에 비해 다소 부족한 것으로 판단

〈표 3-3〉 ICT 세부 기술분류별 특허분포 추이

순위	국가	ICT 세부 기술분류별 ICT 융합특허 분포								기후기술 대비 ICT 비중
		J01	J03	J04	J09	J10	J12	J19	J24	
1	미국	13.7%		11.9%	19.6%		15.5%	30.6%	18.5%	27.3%
2	일본				13.4%		13.9%	44.6%	15.2%	25.3%
3	한국	10.2%		20.7%				45.5%	11.6%	38.3%
4	독일				13.3%		18.9%	48.8%		16.2%
5	대만				10.7%			47.4%	19.1%	41.6%
6	중국	19.1%		32.7%				25.3%	14.2%	20.8%
7	영국	14.9%		18.0%	16.4%		12.0%	31.6%	13.4%	13.4%
8	캐나다	17.7%		19.8%	15.6%		15.3%	20.7%	12.4%	20.9%
9	프랑스	14.3%		12.0%	15.3%		12.9%	37.7%	11.4%	16.4%
10	아일랜드	17.7%		15.3%	28.8%	13.4%		16.8%	27.6%	44.2%
11	인도	18.8%		17.6%	29.0%	10.3%	12.7%		26.7%	38.0%
12	네덜란드	16.0%		16.1%	11.9%			37.2%	12.6%	21.3%
13	스웨덴	24.7%	10.1%	45.1%	11.2%		12.3%			25.4%
14	스위스	12.8%	0.0%		13.5%		17.0%	38.0%	15.6%	20.0%
15	핀란드	21.8%	18.9%	49.7%	10.7%			11.3%	11.1%	35.3%

※ 표에서 빈 공간 혹은 J01~J24 가운데 나타나지 않은 영역은 모두 국가별 ICT 세부기술 비중이 10% 미만에 해당
 ※ 세부코드명은 별첨 1 참조

2. 국내외 기후기술 수준 현황

- 여기서는 27대 중점 녹색기술, 87개 전략제품·서비스 기술을 대상으로 2015년 수행된 녹색기술 수준조사(녹색기술센터 2015)를 바탕으로 기후변화 대응을 위한 과학기술의 수준을 조사
 - 27대 중점 녹색기술별 산·학·연·관 소속 기술전문가를 구성하여 전문가 델파이 조사 방법을 통해 주요국별 기술수준 도출
 - 대상 국가로는 미국, 일본, EU 등 주요 선진 3개국과 함께 신재생에너지 분야에서 두각을 나타내고 있는 중국과 한국을 대상으로 함
 - EU의 경우 EU에 속한 국가 중 최고기술을 보유한 국가를 기준으로 분석
- 27대 중점 녹색기술 원자력 및 가상현실 관련 4개 기술을 제외한 23대 기후변화 대응기술을 중심으로 국가별 기술수준 조사 결과를 제시

〈표 3-4〉 27대 중점 녹색기술 중 기후변화 대응 관련기술*

1. 기후변화 예측 및 모델링 개발 기술	13. 고효율 저공해 차량기술
2. 기후변화 영향평가 및 적응기술	14. 지능형 교통·물류기술
3. 실리콘계 태양전지의 고효율 저가화 기술	15. 생태공간 조성 및 도시재생기술
4. 비실리콘계 태양전지 양산 및 핵심원천기술	16. 친환경 저에너지 건축기술
5. 바이오에너지 생산요소기술 및 시스템기술	17. Green Process 기술
6. 개량형 경수로 설계 및 건설기술	18. 조명용 LED·그린IT 기술
7. 친환경 비핵확산성 고속로 및 순환핵연료주기시스템기술	19. 전력IT 및 전기기기 효율성향상기술
8. 핵융합로 설계 및 건설기술	20. 고효율 이차전지 기술
9. 고효율 수소제조 및 수소저장기술	21. CO ₂ 포집, 저장 및 처리기술
10. 차세대 고효율 연료전지시스템 기술	22. Non-CO ₂ 처리기술
11. 친환경 식물성장 촉진기술	23. 수계 수질 평가 및 관리 기술
12. 석탄가스화 복합발전기술	24. 대체 수자원 확보기술
	25. 폐기물 저감, 재활용, 에너지화 기술
	26. 유해성물질 모니터링 및 환경정화기술
	27. 가상현실기술

* 녹색기술 분류 중 6, 7, 8, 27번 기술은 기후변화 관련성이 적어 제외함

가. 기후변화 대응 기술 총괄 현황

- 주요 5개국(한국, 미국, 일본, EU, 중국) 중 미국이 전체 조사대상 기술 (80개) 중 59개(73.8%) 기술에서 최고 기술수준을 나타내며, 세계 최고 수준의 기후변화 대응 기술보유국으로 자리매김
 - 국가별 최고기술보유 현황은 미국(59개, 73.8%), EU(13개, 16.3%), 일본(7개, 8.8%), 한국*(1개, 1.3%), 중국(0개, 0.0%) 순으로 나타남
 - * '비실리콘계 태양전지 양산 및 핵심 원천 기술 중 페로브스카이트 태양전지 분야
- 전반적인 기술수준을 살펴보면 '15년 현재 주요 5개국 중 미국의 기술수준이 가장 높은 것으로 나타났으며, 한국의 상대적 기술수준은 79.1%로 5개국 중 4위를 차지
 - 주요 5개국의 기술수준은 최고 기술 보유국인 미국을 100.0%로 했을 때, EU(96.1%), 일본(92.0%), 한국(79.1%), 중국(70.2%) 순으로 조사됨
- '15년 현재 세계 최고 기술 보유국인 미국과 우리나라간의 기술 격차년수는 4.0년, EU와는 3.3년, 일본과는 2.3년으로 나타났고, 중국과는 1.6년 앞서는 것으로 조사
 - 최고 기술 보유국(미국)과의 기술격차년수는 EU(0.7년), 일본(1.7년), 한국(4.0년), 중국(5.6년) 순으로 조사됨

<표 3-5> 한국과 주요국과의 기술 수준차 및 기술격차년수 (2015년)

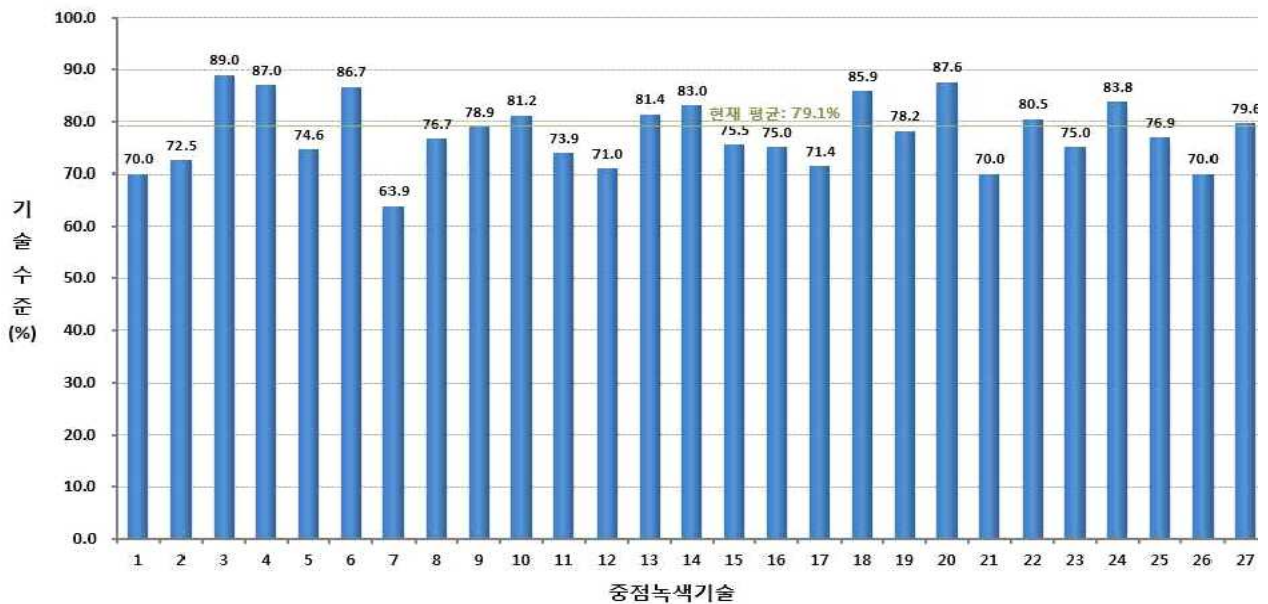
구분	미국	일본	중국	EU
기술 수준차(%p)	△20.9	△12.9	9.0	△17.0
기술격차년수(년)	4.0	2.3	△1.6	3.3

※ 기술수준 차이 = 세계 최고 기술 보유국 대비 한국의 기술수준 - 세계 최고 기술 보유국 대비 비교대상국의 기술수준

※ 기술격차년수(년) = 세계 최고 기술 보유국 대비 한국의 기술격차년수 - 세계 최고 기술 보유국 대비 비교대상국의 기술격차년수

나. 기후변화 대응 기술별 기술수준

- 우리나라의 23대 기후변화 대응기술별 기술수준은 세계 최고 기술 보유국 대비 70.0%~89.0%(평균 79.1%)에 분포하는 것으로 조사됨
 - 우리나라 기술수준이 가장 높은 분야는 ‘실리콘계 태양전지의 고효율 저가화 기술(89.0%)’이며, 그 다음으로 ‘고효율 2차 전지기술(87.6%)’, ‘비실리콘계 태양전지 양산 및 핵심 원천 기술(87.0%)’ 등이 세계 최고 수준에 근접
 - 반면 ‘기후변화 예측 및 모델링 개발기술(70.0%)’, ‘CO₂ 포집, 저장, 처리 기술(70.0%)’, ‘유해성 물질 모니터링 및 환경 정화기술(70.0%)’ 등 기후변화 대응과 연관성이 높은 기술군에서 기술수준이 상대적으로 낮은 것으로 나타남



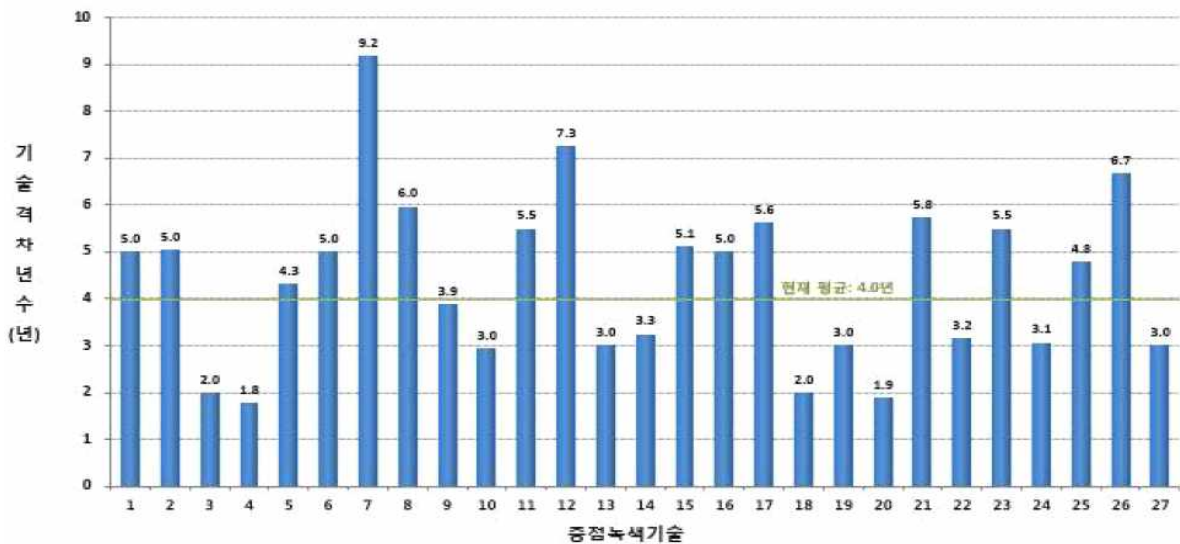
※ 출처: KISTEP, 2011

<그림 3-5> 세계 최고 기술 보유국 대비 한국의 기술수준(2015년)

다. 기후변화 대응 기술별 기술 격차 년수

- 우리나라의 23대 기후변화 대응 기술별 기술 격차 년수는 1.8년~7.3년에 분포(평균 4.0년)

- 최고 기술 보유국 대비 기술 격차 년수가 가장 짧은 것으로 평가된 기술은 ‘비실리콘계 태양전지 양산 및 핵심 원천 기술(1.8년)’이며, ‘고효율 2차 전지 기술(1.9년)’, ‘조명용 LED·그린IT 기술(2.0년)’, ‘실리콘계 태양전지의 고효율·저가화 기술(2.0년)’이 그 뒤를 따르고 있어, 관련 기술의 경우 세계 최고 수준대비 그 격차가 낮은 것으로 나타남
 - 최고 기술 보유국 대비 기술 격차 년수가 가장 큰 기술은 ‘석탄가스화 복합발전기술(7.3년)’, ‘유해성 물질 모니터링 및 환경정화기술(6.7년)’ 순이며, 전반적으로 세계 최고 기술수준 대비 격차가 심한 것으로 조사됨
- ‘석탄가스화 복합발전기술’를 제외한 대부분의 기술에서 한국의 기술수준 및 기술 격차 년수가 중국에 비해 앞서 있는 것으로 나타남
- ‘바이오 에너지 생산요소기술 및 시스템 기술’은 한국의 기술수준이 중국보다 다소 높은 것으로 나타나 있으나, 기술 격차 년수는 0.1년에 지나지 않아 비등한 수준으로 조사됨



※ 출처: KISTEP, 2011

<그림 3-6> 세계 최고 기술 보유국 대비 한국의 기술격차년수(2015년)

라. 기후변화대응 기술별 기술성숙도(TRL)

- 기술성숙도 차가 가장 작은 기술은 ‘고효율 저공해 차량기술(1.4단계)’, ‘조명용 LED·그린IT 기술(1.4단계)’, ‘차세대 고효율 연료전지 시스템기술(1.4단계)’ 단계이며, 다음으로 ‘고효율 2차 전지 기술(1.5단계), ‘대체 수자원 확보 기술(1.8단계)’ 및 ‘실리콘계 태양전지의 고효율·저가화 기술(1.8단계),’ ‘Non-CO₂ 처리 기술’ 및 ‘전력IT 및 전기기기 효율성 향상기술(1.9단계)임
- 반면 기술성숙도 차가 가장 큰 기술은 ‘기후변화 영향평가 및 적응기술(3.3단계)’ 및 ‘기후변화 예측 및 모델링 기술(3.3단계)’이며, 다음으로 ‘유해성 물질 모니터링 및 환경 정화 기술(3.0단계)’, ‘석탄 가스화 복합발전기술(2.9단계)’, ‘수계 수질 평가 및 관리 기술(2.8단계)’ 순으로 나타남

〈기술성숙도(TRL, Technology Readiness Level)〉

- TRL 1(1점) : 기본원리 이해단계
- TRL 2(2점) : 기술개념 형성 및 응용분야 식별 단계
- TRL 3(3점) : 주요 기능에 대한 분석·실험 또는 특성에 대한 개념 입증 단계
- TRL 4(4점) : 실험실 환경에서 구성품 또는 특성에 대한 개념 입증 단계
- TRL 5(5점) : 유사운영환경에서 구성품 및 실험회로 수준의 성능 입증 단계
- TRL 6(6점) : 유사운영환경에서 체계 및 부체계 모델 또는 시제품 성능 시험 단계
- TRL 7(7점) : 운영환경에서의 체계 시제품의 성능 시험 단계
- TRL 8(8점) : 체계완성 및 기술시험 단계
- TRL 9(9점) : 체계 운용시험 단계

※ 출처: KISTEP, 2011

〈표 3-6〉 27대 중점 녹색기술 중 기후변화 대응 관련 기술별 기술성숙도

기술명	기술성숙도(TRL)		
	세계최고기술 보유국(A)	한국 (B)	기술준비수준 차(A-B)
1. 기후변화 예측 및 모델링 개발 기술	7.7	4.4	3.3
2. 기후변화 영향평가 및 적응 기술	7.5	4.1	3.3
3. 실리콘계 태양전지의 고효율 저가화 기술	8.1	6.4	1.8
4. 비실리콘계 태양전지 양산 및 핵심 원천기술	6.6	4.7	2
5. 바이오 에너지 생산요소 기술 및 시스템 기술	8	5.3	2.7
9. 고효율 수소 제조 및 수소저장 기술	7.9	5.9	2
10. 차세대 고효율 연료전지 시스템 기술	7.9	6.5	1.4
11. 친환경 식물성장 촉진기술	7.5	4.8	2.7
12. 석탄가스화 복합발전기술	8.9	6	2.9
13. 고효율 저공해차량 기술	8.6	7.3	1.4
14. 지능형 교통, 물류기술	8.5	6.4	2.1
15. 생태공간 조성 및 도시재생기술	8.5	5.8	2.7
16. 친환경 저에너지 건축기술	8.4	5.9	2.5
17. Green Process 기술	8.1	5.5	2.6
18. 조명용 LED·그린 IT기술	7.9	6.5	1.4
19. 전력IT 및 전기기기 효율성 향상 기술	8.4	6.5	1.9
20. 고효율 2차전지기술	7.7	6.2	1.5
21. CO ₂ 포집, 저장, 처리기술	7.5	4.9	2.7
22. Non-CO ₂ 처리기술	8.5	6.6	1.9
23. 수계 수질평가 및 관리기술	8.1	5.3	2.8
24. 대체 수자원 확보기술	8.2	6.5	1.8
25. 폐기물저감, 재활용, 에너지화기술	8.3	6	2.3
26. 유해성 물질 모니터링 및 환경정화기술	7.4	4.4	3
평균	7.9	5.7	2.3

3. 소 결

- 지난 약 30여 년간(1986~2016)의 미국 특허청 출원 특허를 기준으로 분석된 기후기술 개발활동에 대한 분석결과 우리나라는 미국, 일본, 독일에 이어 세계 4위를 차지하고 있어 기후기술 관련 R&D 활동은 주요 선진국 3개국을 제외하고 매우 활발한 것으로 나타남
- 특허로 출원되는 기술적 성격을 감안할 때 적어도 단일기술 차원에서는 우리나라의 기후기술 관련 개발에 대한 공공 및 민간의 투자는 활발히 이루어지고 있음을 시사
- 기후기술 특허동향 분석 결과와는 달리 우리나라의 기후기술 수준은 대부분의 세부기술에서 세계 최고 수준과 큰 격차를 나타냄
- 주요 5개국(한국, 미국, 일본, EU, 중국) 중 미국이 80개 기후기술 가운데 59개 분야에서 세계 최고 수준의 기후변화 대응 기술 보유국으로 자리 매김 하고 있으며, 우리나라의 경우 비실리콘계 태양전지 양산 및 핵심 원천 기술 하나의 분야에서만 세계 최고 수준을 보유 중
- 최고 기술 보유국인 미국을 100.0%로 했을 때 한국의 기후기술은 약 79.1% 수준으로, 기술 격차 년수는 4.0년으로 조사됨
- 특히, 기후변화 적응 관련 기술을 중심으로 세계 최고수준과 큰 격차를 보이고 있어 관련분야에 대한 집중 육성이 필요

제 2 절 국내외 기후기술 관련 산업 동향 조사 및 분석

- 파리협약 채택에 따라 국가별로 온실가스 감축 목표를 25~40% 수준으로 설정하였으며, 우리나라는 2030년 배출전망치 851백만톤 대비 37% 감축*을 목표로 함

* 국내 25.7%(219백만톤), 해외 탄소시장 활용 11.3%(96백만톤)

〈표 3-7〉 주요국 국가결정기여(NDC) 내용 요약

국가	감축목표(%)	목표연도	기준연도	목표유형 ³⁾
한국	37	2030	-	BAU
미국	26-28	2025	2005	절대량
유럽연합	40	2030	1990	절대량
일본	26	2030	2013	절대량
중국	60-65	2030	2005	집약도
브라질	37	2025	2005	절대량
러시아	25-30	2030	1990	절대량
멕시코	(無조건)25 (조건부)40	2030	-	BAU

※ 출처: UNFCCC 홈페이지 자료를 토대로 작성

- 우리나라는 산업 부문의 온실가스 감축률이 12%를 초과하지 못하므로, 에너지 전환(발전)·수송·건물 부문에서 책임져야하는 감축량 비중이 크게 차지하고 있음

* 배출량 총계(851백만톤)은 부문별 BAU에 공정배출, 가스제조 등으로 인한 배출량(약 2백만톤) 및 탈루배출량(약 8.4백만톤)이 추가된 수치이며, 전환 부문의 BAU는 각 부문별 배출량에 간접적으로 포함되어 있어 전체 배출량 산정에서는 제외

〈표 3-8〉 우리나라 부문별 온실가스 감축량

부문	BAU (백만톤)	감축량 (백만톤)	감축률(%)	
			부문 BAU대비	국가BAU대비
전환	(333)*	64.5	(19.4)	7.6
산업	481	56.4	11.7	6.6
건물	197.2	35.8	18.1	4.2
에너지 신산업	-	28.2	-	3.3
수송	105.2	25.9	24.6	3.0
공공·기타	21	3.6	17.3	0.4
폐기물	15.5	3.6	23.0	0.4
농축산	20.7	1	4.8	0.1
국내감축	851*	219	25.7%	
국외감축		96	11.3%	

※ 출처: 2030 온실가스 감축 기본 로드맵

3) 절대량: 기준연도 배출량에 대비하여 목표설정,
BAU: 목표연도의 배출전망치에 대비하여 목표설정
집약도: 국내총생산(GDP) 한단위당 온실가스 배출량 기준으로 목표 설정

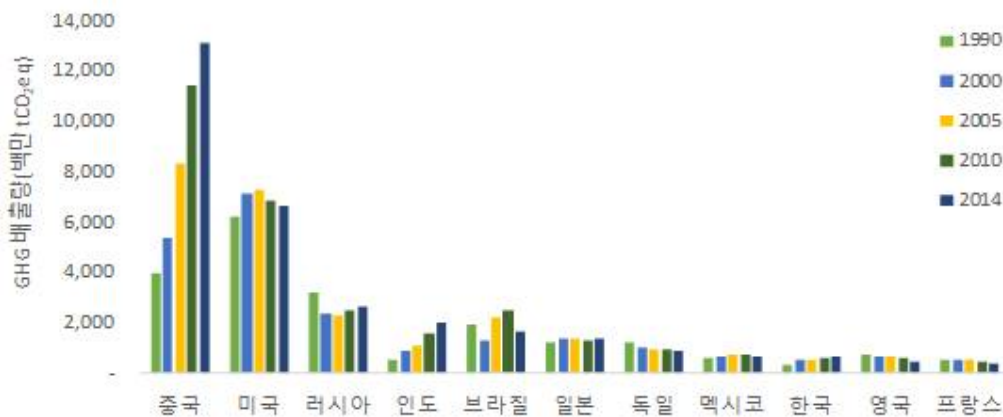
- 현재 「2030 온실가스 기본로드맵」에 대한 수정 및 보완을 올해 상반기까지 완료하기 위한 절차를 진행 중이며, 전문가·산업계·시민사회 등 다양한 이해관계자들의 의견 수렴 절차 및 원자력·화력발전 용량감축에 따른 신재생에너지 보급 확대 입장의 現정책 기조에 따라 에너지 전환 부문에서의 감축량 비중은 여전히 클 것으로 예상

1. 에너지 관련 산업 동향

□ (에너지 투자 현황) NDC의 온실가스 감축 목표를 달성하기 위하여 에너지 분야에서 온실가스 배출량이 많은 우리나라를 포함한 주요 경제국들은 재생에너지, 송배전분야, 연료 전환, 에너지 효율화 등과 같은 에너지 관련 기후기술에 최근 투자를 늘림(IEA, 2017a; IEA, 2017b)

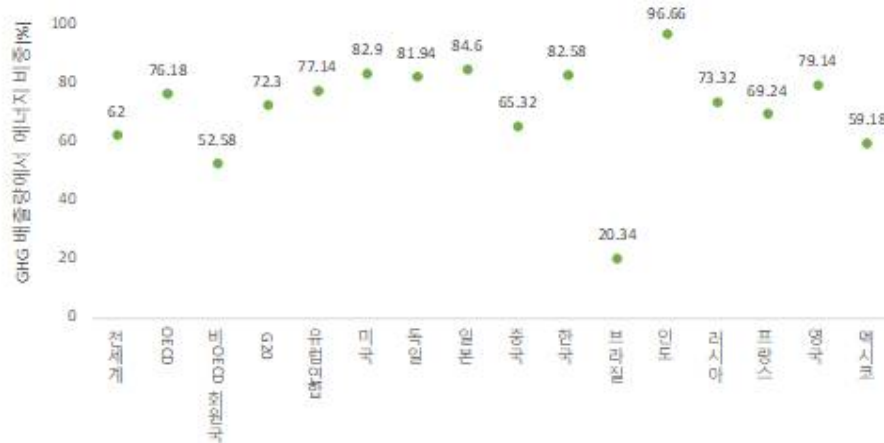
- (온실가스 배출량) 2014년 기준으로 중국(13,166백만 tCO₂eq), 미국(6,642 백만 tCO₂eq), 러시아(2,669백만 tCO₂eq) 인도(2,061백만 tCO₂eq) 순으로 온실가스 배출량이 많았으며, 우리나라는 680.1백만 tCO₂eq을 배출하여 전 세계에서는 15위, OECD 국가 내에서는 7위 정도의 규모
- (온실가스 배출량 內 에너지 비중) 지난 25년간(1990~2014년) 에너지 분야의 온실가스 배출 비중은 전 세계 평균 62%이며, 우리나라를 포함하는 선진국 및 신흥 경제 성장국의 배출 비중*은 전 세계 평균보다 대부분 높음

* 인도 96.7%, 일본 84.6%, 한국 82.6%, 독일 81.9% 미국 82.9%, 러시아 73.32, 중국 65.32



※ 출처: IEA CO₂ Emissions from Fuel Combustion 2017

〈그림 3-7〉 주요국 온실가스 배출량 (1990-2014년)

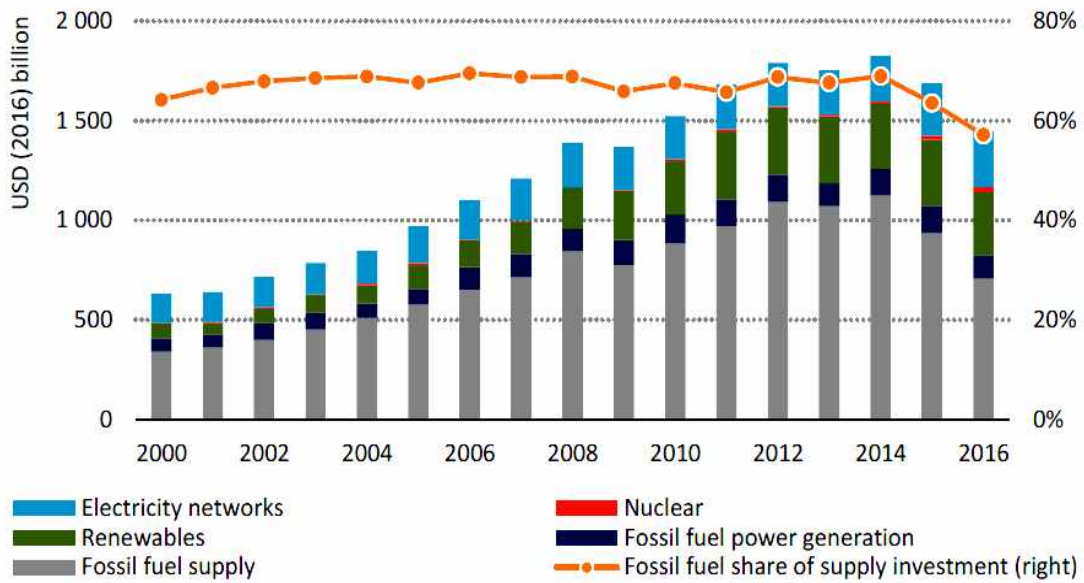


※ 출처: IEA CO₂ Emissions from Fuel Combustion 2017

〈그림 3-9〉 주요국 온실가스 배출량 내 에너지 비중 (1990-2014년)

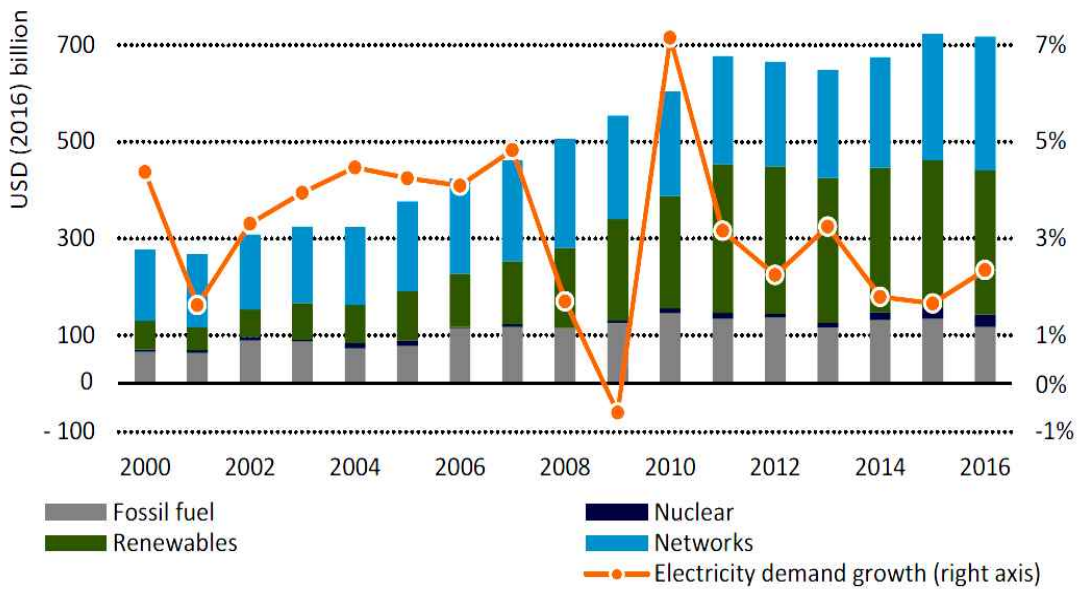
- 2016년 전 세계 에너지 투자⁴⁾는 오일과 가스 가격 하락, 노후 화력 발전소 폐쇄, 저조한 수력발전 신규 건설 등의 이유로 2015년 대비 12% 감소한 1조 7천억 나타냈으나, 에너지 효율 및 송배전 분야를 포함하는 전력 분야에 대한 투자는 증가
 - (국가별) 국가별 에너지 투자액은 중국 USD 3천 570억으로 전세계 에너지 투자의 21.3%를 차지하며, 그 다음으로 미국 USD 2천 680억(20.4%), 인도 USD 890억(5.3%) 순
 - (오일과 가스) 전 세계 에너지 투자액의 40%가까이 차지하는 오일과 가스 분야에 대한 투자가 최근 2년간 36% 하락하여 USD 6천 5백억 투자액을 나타냈으나, 여전히 에너지 투자에서 많은 비중을 차지함
 - (에너지효율) 에너지 효율에 대한 투자는 USD 2천 310억 가량이며, 그 중 건물효율화에 대한 투자가 USD 1천 330억으로 전체 에너지효율 투자액에서 40%를 차지
 - (전력) 전력에 대한 투자는 오일과 가스 분야보다 많은 USD 7천 200억이며, 그 중 송배전 분야에 대한 투자는 지난 5년간 꾸준히 증가하여 전체 전력 투자액의 약 40% (USD 2천 770억)를 차지
- ※ 중국, 동남아시아, 유럽 등 내 노후 화력발전소가 폐쇄된 후 신규 화력발전소 건설로 이어지지 않아 화력발전 투자액은 2015년 대비 12% 감소한 USD 1천 170억이며, 원자력 발전과 같은 경우, 중국 내 화력발전소를 대체하는 신규 원자력발전소 건설 및 미국의 원자력발전소 해체에 따라 250억원 투자가 이루어짐
- ※ 재생에너지 발전에 대한 투자는 풍력 및 수력 발전 비중 감소 및 태양광 평균 단가 하락으로 작년 대비 3% 하락한 USD 2천 970억이나, 2010-15년 사이 재생에너지 발전량은 연평균 30% 이상 성장

4) 에너지 투자액은 에너지공급(오일과 가스(원유와 가스 탐사 시추·개발·생산 관련 상류산업(upstream)) 및 원유와 가스 수송·정제·제품 판매와 기반시설 관련 하류산업(downstream), 석탄분야(채광 및 기반시설), 전력분야(화석연료, 원자력, 재생에너지), 재생에너지(대수력 포함) 수송 및 열분야(바이오 수송연료 및 태양열 난방), 송배전분야)와 에너지효율의 에너지투자액을 합한 값



※ 출처: IEA World Energy Investment 2017

<그림 3-11> 에너지 공급 연료별 세계 투자 동향(2000-2016)



※ 출처: IEA World Energy Investment 2017

<그림 3-12> 전력분야 투자 및 전력 수요 동향(2000-2016)

□ (향후 에너지 투자 예측) 파리협정의 NDC 목표달성을 위한 정책이 효과적으로 이루어질 경우, 향후 화석연료에 대한 투자는 감소하고 재생에너지 및 저탄소 기술에 대한 투자가 증가할 것을 예상(IEA, 2017b; IEA 2017c)

- (화석연료) NDC 이행을 위한 새로운 정책이 시행되면 2017-2040년 동안 화석연료 분야에 현재보다 약 천억 달러 감소한 매년 USD 1조 가량 투자될 전망이나, 다른 저탄소 기후기술에 대한 투자는 증가하여 전체에너지 대비 비중은 대폭 감소하게 됨
- (재생에너지 및 他저탄소 기술⁵⁾) NDC 이행에 따른 새로운 정책이 시행되면 재생에너지 및 他저탄소기술 분야에서는 매년 USD 3천 780억 수준으로 현재보다 약간 증가될 전망
- (송배전분야) 송배전분야는 재생에너지 기반의 신규 분산형 발전소 증가전기자동차 공급 증가노후 송배전시스템을 대체하는 현대화되고 스마트한 송배전기술 발전 등에 따라 2017-2040년 기간 동안 매년 USD 3천 550억까지 투자가 증가될 전망
- (에너지효율) 에너지 효율에 대한 분야에 대한 투자는 특히 파리협약 이행을 위한 새로운 정책이 시행될 경우 매해 USD 7천 840억까지 급속하게 투자될 전망



※ 출처: IEA World Energy Investment 2017, IEA World Energy Outlook 2017

<그림 3-13> 시나리오별 전세계 에너지 분야 투자 전망 (USD 십억, 매년)

5) 원자력과 CCS기술

□ (1차 에너지) 기존 화석연료 및 원자력을 대체하는 재생에너지에 대한 기술 수준 향상 및 경제성 개선으로 1차 에너지 내 공급 비중이 꾸준히 증가하고 있으나, 폐기물 이외 다른 다양한 재생에너지원 발굴이 요구

○ (전 세계) 2015년 전 세계 1차 에너지 생산량은 13,647Mtoe이며, 이 중 재생에너지*가 차지하는 비중은 13.4%(1,829Mtoe) (IEA, 2017d)

* 수력, 지열, 태양에너지, 풍력, 조력, 파력, 바이오연료, 산업폐기물 중 재생 가능한 부분

- 재생에너지에서 바이오연료 및 폐기물 비중이 71%(1,323Mtoe)로 가장 높으며, 그 다음으로 수력(334Mtoe), 지열(74Mtoe), 풍력(72Mtoe), 태양 및 조력(54Mtoe) 순

○ (우리나라) 2015년 우리나라 1차 에너지 생산량 49,809천toe 중 재생에너지가 차지하는 비중은 26.2%(13,062천toe)이나, 폐기물 비중이 64.6%으로 대부분을 차지⁶⁾

- IEA와 같은 국제기준⁷⁾에서는 폐기물 중 재생가능한 일부분만 재생에너지로 인정하고 있고, 1차 에너지로 환산하는 방식에도 차이가 있음

- 따라서, 우리나라 1차 에너지 생산량 중 폐기물을 제외한 재생에너지 비중⁸⁾을 살펴보면 약 9.3%로 나타나며, 에너지원별로 바이오(2,766천toe) · 태양광(849천 toe) · 수력(454천toe) · 풍력(283천toe) · 지열(135천toe) · 해양에너지(105천toe) · 태양열(28천toe) 순으로 나타남

□ (에너지 전환) 에너지 전환 분야에서 재생에너지가 차지하는 비중이 점점 늘어나고 있으며, 그 중 태양광과 풍력을 중심으로 중국, 미국, 독일이 시장을 선도하고 있음

○ (발전량) 2015년 전세계 전력 생산 24,255TWh 중 재생에너지가 차지하는 비중은 2014년 대비 0.8% 증가한 6.8%로 약 1,649TWh를 재생에너지로부터 발전(IEA, 2017d; IEA, 2017e)⁹⁾

6) 국가 에너지 통계 종합 정보 시스템 (<http://www.kesis.net>, 검색일: 2018.01.21)

7) IEA와 같은 국제기구에서는 태양열, 태양광, 풍력, 수력, 해양, 지열, 바이오, 재생가능한 폐기물 이상 8가지 에너지원을 재생에너지로 정의하며, IEA 회원국들은 국가별 상황에 따라 특정 에너지원을 추가하거나 제외하여 재생에너지 범위를 설정하고 있음. 우리나라는 '신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법' 제 2조에 근거하여 3개의 신에너지(연료전지, 석탄 액화·가스화 및 중질잔사유 가스화, 수소에너지)와 8개의 재생에너지(태양열, 태양광, 풍력, 수력, 해양, 지열, 바이오, 폐기물)의 총 11개의 에너지원을 신재생에너지로 인정하고 있음.

8) 국제 기준에 맞는 재생 가능한 폐기물 에너지에 대한 우리나라 통계가 아직 없고, 폐목재·하수슬러지 등이 바이오에너지에 포함되어 있으므로 폐기물을 제외한 재생에너지 통계로 살펴봄

- 2015년 우리나라 발전량은 553TWh이며, 이 중 화석연료 기반의 발전량(석탄, 오일, 천연가스)이 372TWh으로 가장 큰 비중(67%)을 차지하며, 그 다음으로 원자력(165TWh, 30%) · 지열/태양/풍력/바이오연료/폐기물 (10.4TWh, 1.9%) · 양수발전(3.7GWh, 0.7%) · 해양/연료전지 등 나머지(2TWh, 0.4%) 순



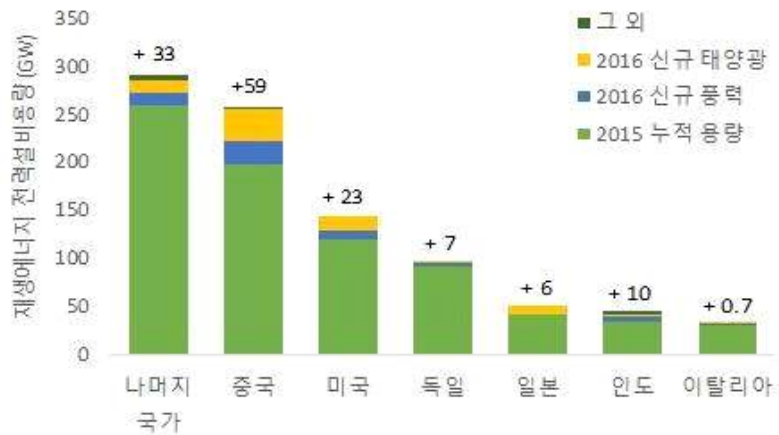
※ 출처: IEA World Energy Balances 2017, IEA Renewables Information 2017

<그림 3-15> 2015년 전 세계 에너지원별 전력생산 비중(%)

- (전 세계 발전설비용량) 2016년 전 세계 수력발전을 제외한 재생에너지 발전설비용량은 2015년 대비 17.3% 증가한 921GW이며, 그 중 풍력이 487GW로 50% 이상을 차지하고, 뒤이어 태양광(303GW), 바이오(112GW), 지열(13.5GW), 집광형 태양열발전 (4.8GW) 순 (REN21, 2017)¹⁰⁾
- (전 세계) 중국은 2016년 59GW의 재생에너지 발전설비 용량을 증가시켜 258GW의 총 재생에너지 누적 발전설비 용량을 보유하게 되었으며, 그 다음으로 미국 (145GW), 독일(98GW), 일본(51GW), 인도(46GW), 이탈리아(33GW) 순
- 2016년 태양광 신규 발전설비용량은 재생에너지 신규 발전설비용량 136GW 중 55.1%인 75GW이며, 중국(34.5GW), 미국(14.8GW), 일본(8.6GW)의 삼개국이 전세계 태양광 신규 발전설비용량의 77%를 차지

9) 국가 에너지 통계 종합 정보 시스템 (<http://www.kses.net>, 검색일: 2018.01.21)

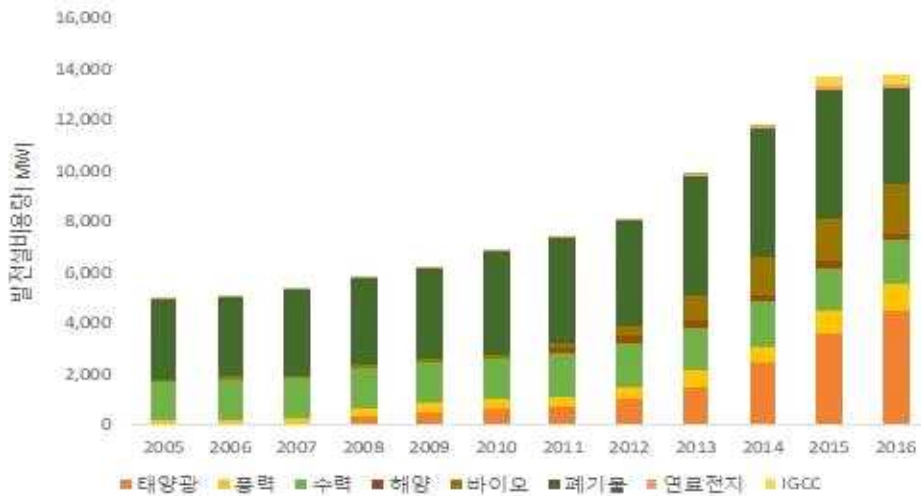
10) 국가 에너지 통계 종합 정보 시스템 (<http://www.kses.net>, 검색일: 2018.01.21)



※ 출처: Renewables 2016-2017 Global Status Report

<그림 3-16> 국가별 재생에너지 전 설비 용량(누적, GW)

- (우리나라 발전설비 용량) 대수력과 비재생폐기물을 포함하는 우리나라 신재생에너지의 2016년 발전설비용량은 13.8GW
 - 국제기준에서 재생에너지 범위에 포함되지 않는 신에너지 및 비재생폐기물 등을 제외하면 10GW 미만으로 줄어들기 때문에 아직 국내 재생에너지 내수시장은 크지 않다고 볼 수 있음
 - 2012년 신재생에너지 공급 의무화 제도(RPS, Renewable Portfolio Standards)를 통하여 500MW이상의 발전설비용량을 보유한 발전사에게 총 발전량의 일정비율 이상을 신재생에너지원을 이용하여 공급하게 함으로써 신재생에너지 보급을 확대하고 있는 중
 - (태양광) 2013년 455MW 규모보다 약 10배 정도 증가하여 2016년 총 누적 4.5GW의 태양광 발전설비용량을 보유하게 되어 처음으로 폐기물 용량(3.8GW)를 넘어섰으나, 아직까지 전 세계 태양광 발전설비용량의 1.5% 수준으로써 앞으로 태양광 대여사업, 태양광 판매사업자 선정제도 물량 확대, 소규모 사업자(100kW 미만) 우선 선정 비중 확대 등 다양한 지원을 통해 지속적으로 보급 확대가 필요
 - (풍력) 1998년 제주 행원에 국내 1호 풍력발전기가 설치된 이래 2016년 누적 설치량이 1GW를 넘어섰으며, 2018년 조성 예정인 새만금 해상풍력 발전단지 (99.2MW) 등 GW급의 해상풍력 발전 사업을 진행 중에 있으나, 아직 전 세계 풍력 발전설비용량의 0.2% 수준



※ 출처: 신재생에너지 보급실적조사

<그림 3-17> 우리나라 신재생에너지원별 발전설비용량(누적, MW)

- (향후 전망) 2030년까지 전 세계 재생에너지 총 누적 발전설비용량은 2,995GW로 전망되며, 2030년은 한 해 235GW의 재생에너지 신규 설비 용량 예상¹¹⁾
 - 2030년까지 총 누적 발전용량은 태양광 1,738GW, 풍력 1,046GW, 바이오매스 169GW, 지열 30GW, 태양열 18GW 순으로 예상됨
 - 2030년까지 전 세계의 47% 가량인 1,410GW의 재생에너지 발전용량이 아시아 내 증가 예정이며, 이 중 태양광이 794GW, 풍력이 502GW로 전체의 92% 차지 예상



※ 출처: BNEF자료를 토대로 작성

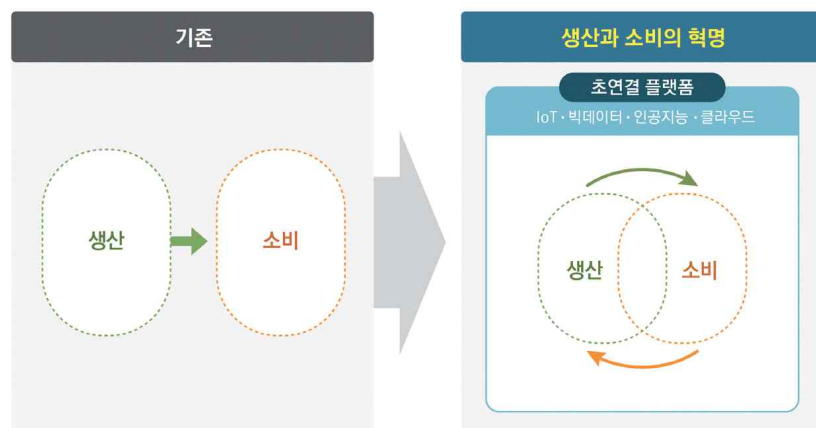
<그림 3-18> 연도별 전 세계 신재생에너지 신규 발전설비용량(2020-2030)

11) 출처: Bloomberg New Energy Finance(BNEF)

- (고용 창출) 2016년 기준 전 세계 재생에너지 산업분야 직·간접 고용창출 현황(대수력 제외)은 2015년보다 25만개 늘어난 830만개로 나타남 (REN21, 2017)
 - (에너지원별) 태양광 310백만개, 풍력 116만개, 태양열난방 83만개, 바이오매스 72만개, 바이오가스 33만개, 소수력 21만개, 지열 18만개, 집광형 태양열발전 2만개 순으로 고용창출 발생
 - (국가별) 중국 364만개, 브라질 88만개, 미국 78만개, 인도 38만개, 독일 33만개, 일본 31만개, 프랑스 16만개, 독일과 프랑스를 제외한 유럽연합국 68만개의 고용창출이 발생
 - (우리나라) 2016년 기준 우리나라의 신재생에너지 총 종사자 수는 2015년과 비교하여 1천 8백여 명 감소한 14,412명이며, 이 중 태양광 종사자 수는 8천 명 가량으로 가장 많은 비중을 차지하고, 그 다음은 풍력 1천 8백명 순 (한국 에너지공단, 2016)

2. 에너지와 ICT기술 융합

- 에너지 안보 강화 차원에서의 수요관리 중심 에너지 정책으로의 전환과 환경적으로 지속가능한 에너지 생산 및 이용이 강조되고 있음
- 사물인터넷, 빅데이터 등 기술로 형성된 초연결 플랫폼이 기술·경제·사회 전반에 확산되면 생산과 소비의 전 과정이 긴밀히 연결되고 지능화될 것임
 - 실시간 정보 공유를 통한 소비와 생산 프로세스 간의 결합은 생산 시스템 및 가치사슬 변화를 통한 생산성 향상을 기대하게 됨



※ 출처: KISTEP, 2017

〈그림 3-20〉 생산과 소비의 혁명의미

- 4차 산업에 의한 초지능·초연결은 기존 에너지 기술과 정보통신·전자·화학·바이오 등 연관 분야의 신기술과 융합을 통해 ‘에너지 안보, 형평성 및 환경적 지속가능성’ 해결에 기여하여 신기후 체제 대응에 중요한 역할을 할 것으로 기대됨
 - ※ 세계경제포럼(WEF)의 ‘직업의 미래 (Future of Jobs)’ 보고서에서 4차산업혁명의 주요변화 동인으로 ICT의 기술발전과 함께 기후변화 및 천연자원 새로운 에너지 공급 및 기술 등을 선정
 - 다양한 에너지원과 ICT기술이 지능적으로 연결·융합되면 판매 및 소비가 실시간으로 이루어질 수 있기 때문에, 재생에너지 분산형 발전, 에너지 프로슈머, 효율적 에너지 수요관리 등 다양한 에너지 모델 개발이 가능
- (스마트그리드) 기존 전력망에 ICT기술을 접목한 스마트그리드(Smart Grid)는 지역별로 분산된 에너지원들이 네트워크로 연결되어 에너지 수요 관리를 원활하게 만들어 주는 기술
 - 화력 및 원자력 발전과 같은 대형 발전소부터의 중앙 집중 공급방식을 탈피하여, 신재생에너지·에너지저장 시스템(ESS, Energy Storage System)·지능형 원격검침 인프라(AMI)¹²⁾·에너지관리 시스템(EMS, Energy Management System) 등을 통한 분산 전원시스템을 가능하게 함
 - 세계 스마트그리드 시장은 2011년부터 연평균 28% 성장하여 2017년 1,252억 달러가 투자되었으며, 2030년은 8,700억 달러까지 커질 것으로 전망 (융합연구정책센터, 2017)
 - ※ 초기 스마트그리드 인프라 구축을 위하여 AMI 보급이 활발히 이루어지고 있음
- (에너지관리 시스템) 에너지 수요관리 강화를 위한 에너지관리 시스템 (EMS) 산업은 프랑스, 독일, 미국 내 주요 글로벌 기업의 투자 증대로 세계시장이 확대되고 있음
 - 2013년 기준 건물 에너지관리 시스템(BEMS, Building Energy Management System), 공장 에너지관리 시스템(FEMS, Factory Energy Management System) 분야는 각각 20억 달러, 113억 달러 규모의 시장 형성을 하고 있으며, 2020년에는 BEMS 분야는 55.6억 달러, FEMS 분야는 224억 달러까지 시장이 확대될 전망
 - 현재, Schneider(프), Siemens(독), Honeywell(미) 등 글로벌 기업이 산업용 특수센서, 유량계, 제어기기 등에 대한 선도적인 기술 보유로 EMS 세계시장을 주도

12) Advanced Metering Infrastructure, 전력 사용전력을 실시간으로 자동 분석하여 소비자에게 제공하는 기술

- SAP(독), IBM(미)과 같은 빅데이터와 실시간 비즈니스 분석에 능한 주요 IT 회사들이 EMS S/W 시장을 중심으로 영역을 넓히는 중
- (AMI) 유럽, 북미, 아시아-태평양 중심으로 시장이 형성되고 있으며, 향후 전기자동차, 수요자원 거래시장, 스마트 기기 등과 연계된 다양한 비즈니스 모델이 창출되어 가파르게 시장이 커질 것으로 예상
- 2016년 AMI 시장은 북미 (3,723백만달러), 유럽(4,560백만달러), 아시아-태평양(1,262백만달러) 순으로 총 13,616백만달러의 규모를 보이고 있으며, 2020년까지 연평균 16.5% 증가하여 25,047백만달러 수준까지 커질 것으로 예상 (KEMRI, 2017)
- 또한, 2020년에는 유럽이 9,200백만 규모로 시장이 커져 북미 (8,750백만)를 넘어서고, 아시아-태평양지역도 5,432백만 규모로 추격할 것으로 전망

〈표 3-9〉 국가별 에너지와 ICT기술 융합 산업 현황

국 가	내 용
미국	<ul style="list-style-type: none"> ○ 주로 민간이 중심이 되어 기존의 에너지 및 기후변화관련 기술에 빅데이터, IoT기술을 연관시킨 기술에 대한 투자가 진행하고 있으며, 스마트시티 건설과 같은 경우 정부가 민간기업과 공동으로 투자를 하기도 함 - 2003년 7월 에너지부는 노후된 전력망을 현대화시키고 AMI 보급을 추진하기 위한 ‘Grid 2030(A National Vision for Electricity’s Second 100 Years)’ 비전 수립을 통해 2009년에 그리드 현대화에 45억 달러를 투자를 결정 - 2012년에 정점을 찍은 스마트그리드 투자는 2013년부터 하락세를 보이고 있으며, 정부 주도로 보급한 AMI의 투자를 2015년부터는 배전 자동화(DA) 확대*에 대한 투자로 전환하였음에도 불구하고 정체되고 있음 * 전력망에 부속되어 있는 배전설비를 효과적으로 감시하고, 사고발생시 신속하게 고장 지점을 탐색하는 한편, 무정전 부하용통과 복구지원, 설비의 체계적인 관리등을 담당하는 종합 배전시스템을 의미 ※ 미국내 보급된 AMI는 2010년 13.8백만대 설치를 정점으로 2016년 4.2백만 대까지 하락하였으며, 누적 설치량은 7천만 개 가량
독일	<ul style="list-style-type: none"> ○ ICT를 혁신을 위한 핵심기술의 하나로 제시하면서 공장의 디지털화와 에너지 수요 관리시스템 시범 운영을 통해 산업 공정 혁신 및 에너지 관리 부문의 효율화를 위한 ICT의 적용 가능성을 입증함 (에너지경제연구원, 2016) - EU회원국은 2020년까지 전체 설치미터의 80%에 대하여 AMI 구축 의무화 정책을 실시하고 있으며, 이는 EU회원국 인구의 72%에 해당하는 약 1억 9,500만대 가량 - 산업부문의 에너지·생산 효율화에서 시작된 독일의 ‘Industrie 4.0’*는 미국, 일본, 중국, 프랑스와의 협력을 통해 산업에서 물류, 교통 등 수송 효율화 부문까지 IoT 융합 영역을 확대 (KIAT, 2107) * 「첨단기술 전략 2020」(’10)의 10대 미래 프로젝트 중 하나로 선정되어 현재까지 주요 프로젝트로 진행중 - 산·학 컨소시엄을 구성하고 6개의 시범지역을 선정하여 ICT 기반 에너지 수요관리를 적용한 ‘E-Energy’ 등의 프로젝트를 실시
일본	<ul style="list-style-type: none"> ○ IoT 기술을 기반으로 에너지 산업을 혁신하려는 사업을 적극적으로 추진하고 있으며, 주로 에너지 수요 관련 산업 부문과 연결 - 정부는 2024년까지 가정용 스마트미터 보급 추진(재생에너지전략, 2013)하여 전력과 통신이 결합된 소비자의 형성과 다양한 에너지 관련 IoT 서비스에 대한 전개를 전망 - 소니와 도교전력은 IoT 기반의 스마트홈 구축 사업에 제휴하였으며(2016년), 가정용 에너지관리시스템¹³⁾을 통해 가전제품 원격제어, 에너지절약 등의 서비스 제공 - Tess Engineering은 에너지 절감과 관련하여 기업에게 에너지 관리 시스템에 기반한 운용관리, 전력설비 검사 및 유지보수 서비스 등 제공 - 스미토모 전기공업은 에너지설비로부터 전력공급을 최적화하는 공장용 에너지관리시스템¹⁴⁾를 개발하고 수요 반응에 대응한 실증 수행

중국	<ul style="list-style-type: none"> ○ (중국) 빅데이터 분석 및 클라우드 도입을 통해 정확한 에너지 수요와 패턴 파악 및 관리시스템 운영을 효과적으로 지원하여 이를 기반으로 공급 전략 수립 <ul style="list-style-type: none"> - 2012년 중국의 빅데이터 시장 규모는 4억 7,000만 위안(약 800억원)이었으나, 2013년에는 138.3% 성장, 2016년에는 100억 위안(약 1조 7000억원) 규모로 성장하여 빅데이터 분야 주요 시장으로 부상 - 중국 전력네트워크(国家电网(State Grid Corporation of China))는 스마트 전력계량 단말기를 이용해 수집한 데이터를 바탕으로 에너지 소모 절감 및 효율화 달성 <ul style="list-style-type: none"> ※ 수집한 데이터를 바탕으로 전기요금을 청구하고 주택 공실률을 파악해 도시 주택가격 및 토지가격 조정에 활용 - SEMS(Smart Energy Management System)*는 중국 태양광 인버터 회사 굿위와 알리클라우드의 제휴를 통해 에너지 공급 안정과 효율성에 도움 <ul style="list-style-type: none"> * SEMS는 설계, 통신, 정보, 활용 등 측면의 서비스 아키텍처로 구성된 종합 에너지 관리시스템으로, 태양에너지 전력의 공급 안정을 위해 개발
한국	<ul style="list-style-type: none"> ○ 스마트그리드 기술과 같은 ICT와 연계된 새로운 비즈니스 모델이 공장, 빌딩을 중심으로 적극 도입 중이나, 핵심소재와 통합 솔루션 기술은 부족한 것으로 분석 (이두원, 2017; 융합연구정책센터, 2017) <ul style="list-style-type: none"> - AMI 기술 수준은 해외수출이 가능한 수준으로 평가받고 있지만, 아직까지 표준화 미흡, 장기 호환성 부족, 보안·암호화대책 미비 등으로 정밀도를 요하는 핵심 부품의 상당 부분을 수입에 의존하고 있음 <ul style="list-style-type: none"> ※ 2013부터 2020년까지 AMI 미터기는 약 2,900만대가 설치될 것으로 예상되며, 연평균 10.9% 성장이 가능 - EMS 산업은 센서·계측장비·모니터링 장비 등 전자 H/W 산업과 분석 및 최적화 자동제어 S/W 산업의 융합 산업구조로, 초기 전문 중소기업 중심으로 초기시장이 형성되었으나, 최근 대기업*의 사업 참여가 활발 <ul style="list-style-type: none"> * 삼성전자·SDS, LG전자, 포스코ICT·건설, SK C&C, LG CNS, KT, SK 텔레콤 등 ※ 국내 EMS 시장은 2016년 기준 6,918억원 규모로 형성되어 있으나, 2020년에는 1조 4,942억원 까지 규모 확대가 예상됨 ※ 전력데이터 분석 역량은 선진국 대비 약 1.9년 정도의 기술격차를 보이고 있으며, 2015년 8월 BEMS 에너지 데이터 분석 센터 개소('15.08)

13) HEMS(Home Energy Management System)
14) FEMS(Factory Energy Management System)

3. 적응 산업

- 세계 기후변화 적응 산업은 2014년 30억 달러 규모로 추정하며 2020년까지 60-70억 달러 규모 성장 전망
 - BIS(Bank for International Settlements, 국제결제은행)는 세계 기후변화 적응산업 시장은 2012년 기준 향후 5년간 연평균 5.4~5.8%의 성장률을 보일 것으로 예측

〈표 3-10〉 세계 기후변화 적응 산업 시장 전망(%)

	2011-12년	2012-13년	2013-14년	2014-15년	2015-16년
2010-11년 기준	4.3	4.9	5.6	5.8	6.5
2011-12년 기준	4.7	5.3	6	6.3	7.1

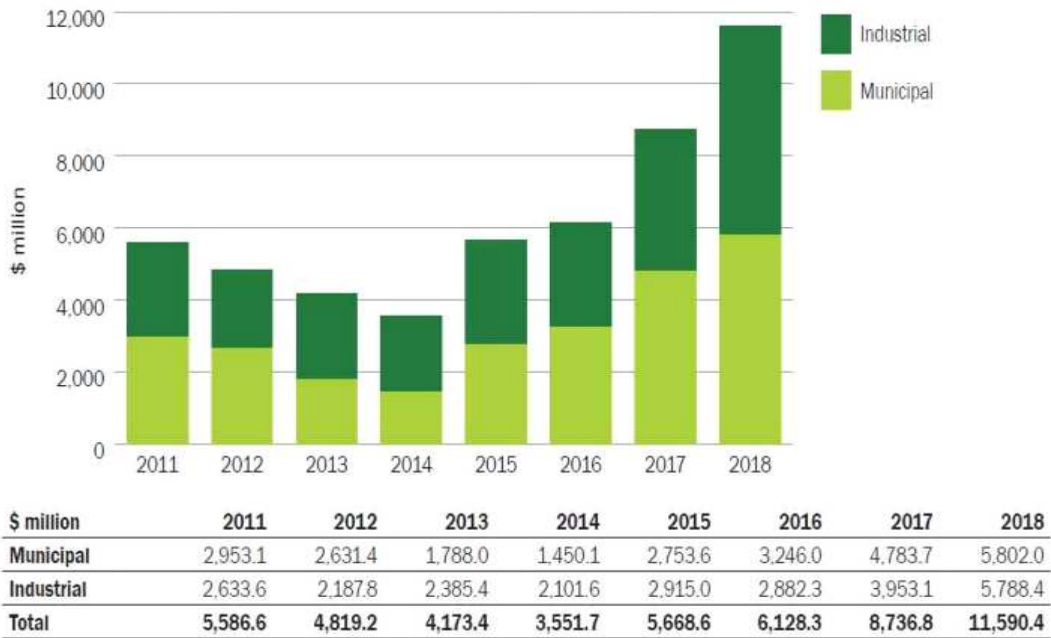
출처: KEI, 2014

- 한편, UNISDR(UN Office for Disaster Risk Reduction)은 기후변화 적응산업 시장은 2050년까지 약 1,000억 달러 규모로 성장할 것으로 전망
- (물관리-해수담수화 산업) 전 세계 물시장 규모는 2015년 기준 약 5,331억 달러(약 630조원), 연평균 3% 내외 성장률 기록
 - 해수담수화 산업시장은 2014년 기준 약 4조원 규모이나, 2018년 12조원으로 3배 이상 성장할 것으로 전망
 - 국가별 해수담수화 시장은 중동지역을 중심으로 형성될 것으로 예상하고 있으며, 북미지역과 인도, 중국 등 아시아 시장도 증가할 것으로 전망



※ 출처: GM, 2015

〈그림 3-21〉 지역별 해수담수화 시장 현황



※ 출처: GM, 2015

<그림 3-22> 세계 해수담수화 시장 규모 및 전망

□ (기상산업) 전 세계 기상산업은 선진국을 중심으로 기상서비스 시장이 급성장하고 있으며, 사회구조 변화에 따라 산업시장도 변화

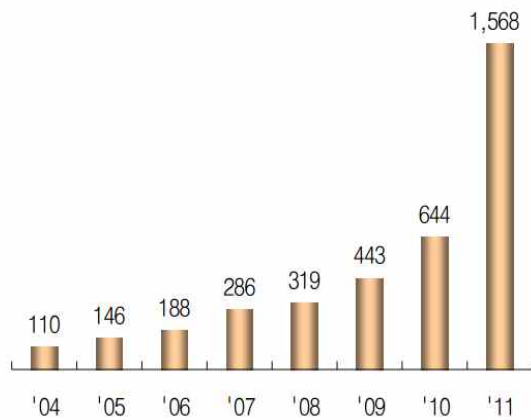
- 기상산업 규모는 미국 9조원, 일본 5조원으로 추산되며, 향후 2020년 전 세계 기상산업 시장은 약 1조 2,200억 원으로 예측되며 이중 순수 기상 서비스 분야는 약 1,933억 원으로 추산

<표 3-11> 주요국 기상산업 현황(한국은 2011년 말 기준)

	민간서비스 도입	기상기업수	전문인력	매출액
미 국	1946년	약 1천개	약 35,000명	약 9조원
일 본	1950년	약 150개	8,258명	약 5조원
한 국	1997년	125개	567명(기상종사자)	2,219억원

※ 출처: 기상청자료를 토대로 저자가 작성

- 한국의 2012년 상반기 기상산업 시장규모는 전년 대비 781억원 증가한 3,000억 원이나 미국과 일본 등 다른 국가와 비교하면 매우 작은 수준이나, 기상 관련 수요의 본격화, 다양한 분야와 융합 추세, 관련 금융상품의 도입 등으로 인해 향후 고성장이 기대됨



※ 출처: 한국기상산업진흥원

	2011	2012	(상반기)
기상산업	1,069	1,200	836
기상 서비스	117	132	245
기상 장비	787	883	460
기상분야 용역	165	185	131
확장 부문	1,150	1,800	1014
기상정보유통	224	370	157
금융보험업	463	334	307
기상관련 R&D	262	566	320
타산업 융합분야	201	530	230
총 시장규모	2,219	3,000	1,850

※ 출처: 기상청

<그림 3-23> 국내 기상산업 매출액 추이 및 기상산업 부문별 시장규모 (단위: 억원)

□ 기후변화 적응산업 중심의 다자개발은행(MDB, Multilateral Development Bank) 조달시장

- WB(World Bank), ADB(Asian Development Bank), IDB(Inter-American Development Bank) 등 주요 MDB 조달시장에서 한국의 수주 실적은 아직까지 전 세계시장의 약 1% 수준에 그치고 있음*(우리나라의 세계시장 수출점유율은 '17년 상반기 기준 약 3.33% (한국무역협회, 2017))

* '16년만 예외적으로 포스코의 IDB 에너지사업 수주로 3% 초과

<표 3-12> MDB 조달시장 규모 및 한국의 수주 실적 추이

(단위: 백만 달러)

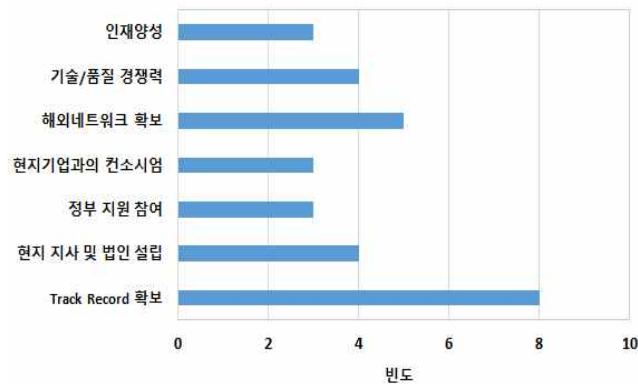
구분	2014			2015			2016		
	시장 규모	한국 실적	점유율 (%)	시장 규모	한국 실적	점유율 (%)	시장 규모	한국 실적	점유율 (%)
WB	14,457	171.5	1.19	11,963	175.5	0.01	14,092	129	0.01
ADB	8,941	255.7	2.86	11,734	652.4	5.56	12,026	467.8	3.89
IDB	13,543	-	-	11,264	-	-	4,573	685	5.9
AfDB	2,083	57.9	2.78	2,316	10.8	0.47	2,536	2.5	0.1
총계	39,024	485.1	1.24	37,277	663.2	1.78	40,222	1,284	3.19*

* African Development Bank

** 포스코 파나마 에너지사업(6.9억달러, '16.12월) 수주 1건 제외 시 기준 수준인 1.49%로 하락

※ 출처: 기재부 MDB 조달사업 설명회 자료 및 각 MDB 발표자료 종합하여 저자가 재작성

- 국제 재원과 연계된 기후기술 관련 개도국 현지사업 추진을 위해서는 타당성 조사(Feasibility Study), 마스터플랜(Master Plan) 수립, 실증사업 등 사업 수행 실적이 핵심 요인으로 부각되고 있음
- MDB 사업 수주 성공 사례를 창출한 국내 중소기업 12개사를 대상으로 개도국 현지 사업 수주를 위한 주요 요인을 조사한 결과에 따르면, 약 67%의 기업이 Track Record 확보의 중요성을 강조
- 국내 엔지니어링 기업의 해외 수주실적을 분석한 결과, 중소·중견기업의 해외 수주 실적이 대기업 실적 대비 극히 저조한 상황이며, 주된 원인으로 해외사업 기회 및 Track Record 확보 부족을 언급 (국가과학기술자문회의, 2015)



〈그림 3-24〉 MDB 사업수주 성공 요인
(12개사)

- 기후기술 관련 중소기업 및 국제협력 관련 전문가를 대상으로 해외 진출 활성화를 위한 의견을 조사한 결과, 대다수는 국가 차원의 현지 실증 사업 지원의 중요성을 피력
- 신재생에너지 기업 대상의 해외 진출 애로사항에 대한 설문조사 결과, 대다수의 기업은 실증 지원 확대를 통한 국내 경쟁력 제고를 주요 건의사항으로 제시 (산업통상자원부, 2014)
- 국제협력 관련 전문가들은 해외에서의 경험이 부족한 우리 기업이 Track Record와 기술 신뢰성을 확보할 수 있도록 해외 실증사업을 적극 추진할 필요성 언급 (에너지신문, 2017)

- 국내 신재생에너지 기업은 해외에서의 프로젝트 경험이 미흡하고, 해외에서의 운영 실적이 부족하여 해외 시장에서의 인지도가 낮은 상황이므로, 현지 실증사업 지원을 통한 실적 확보가 요구됨(에너지경제연구원, 2013)
- 최근 해외 진출 활성화를 위한 실증연구의 중요성이 부각되면서, 산업통상자원부를 중심으로 기술 실증 프로그램과 한국전력공사의 에너지 신사업 펀드를 지원하고 있으나, 이는 에너지 신사업 분야에 국한되어 있으며, 실증 대상 지역이 개도국 현지 중심이 아닌 국내 및 선진국을 포함하는 포괄적인 개념의 실증 사업에 치중되어 있음(산업통상자원부, 2017)

4. 소 결

- 신기후체제 下 유망 기후기술의 연구개발 및 산업화가 진행 중이나 ‘기후기술확보 로드맵(CTR)’의 10대 기후기술* 위주로 형성되어 있어, 그 외 온실가스 감축 기술들은 상대적으로 투자액도 작아 산업화 단계까지 가기 어려움
 - * 태양전지, 연료전지, 바이오연료, 이차전지, 전력 IT, CCS, 부생가스 전환, CO₂ 전환, CO₂광물화, 공통플랫폼 기술
- 기후변화 대응을 위한 에너지 분야와 4차 산업 기반 기술의 융복합에 대한 요구가 높아지고 있으며, 세계 최고 수준의 ICT 인프라를 보유한 우리나라는 4차 산업혁명 시대가 요구하는 미래 에너지 시스템 구축을 검토할 필요가 있음
 - 지능형 ICT기술을 이용한 에너지 분산전원, 저탄소 에너지원, 에너지 수요관리 등과 관련한 미래 에너지 시스템 산업 육성이 필요
- 신재생에너지 핵심 산업인 태양광 및 풍력 분야에서 내수시장을 기반으로 개도국임에도 세계시장을 확보하고 있는 중국 경우와 달리 우리나라는 내수시장 규모 및 세계시장 점유율에서 크게 뒤지고 있음(태양광 모듈에서는 한화 큐셀이 유일하게 세계 4위 수준이며, 풍력 분야의 경우 유력기업이 전무)
- 연료전지 및 CCS를 포함하는 비신재생에너지 분야의 경우에도 미국, EU, 일본 등의 선진국 대비 기술수준 격차가 상당히 있으며, 관련 산업육성에 대한 투자 또한 미흡한 상황

- 국내 기후변화 적응 분야의 경우 연구개발 단계에 머물러 있어 산업의 규모가 매우 작음
- MDB 수주 시장이 기후기술 적응 및 EPC 산업 특성이 높다는 점을 고려할 때 우리나라 수주 실적이 2% 수준에 그치는 상황은, 수익률이 낮고 중국, 인도 등 개도국과의 경쟁이 심화될 것으로 예상되는 단순 물품조달 중심의 사업 중심에서 고부가가치 지식을 기반으로 수익률이 높은 EPC 중심의 사업체계로 전환 필요성을 시사

제 3 절 국내외 기후기술 관련 정책 동향 조사 및 분석

- 국내외 기후기술 활성화를 위한 정책의 경우, 관련 정책의 부재로 인해 선진국의 기후기술 관련 정책과 국내 기후기술 관련 정책을 비교하고, 선진국의 세부 정책 현황을 조사 분석하였음

1. 국내외 기후기술 관련 정책 비교 분석

- 국내외 온실가스 감축목표 달성을 위한 정책 현황 분석
 - 1인당 배출량이 가장 높은 미국은 감축목표가 다른 선진국에 비해 소극적이며, 트럼프 정부의 정책 연속성이 낮아 불확실성이 높은 상태
 - 영국과 독일은 매우 공격적인 감축 목표를 설정했으며 국가 차원의 장기 목표를 수립하고, 부문별 세부 목표와 함께 주요 기술수단도 제시
 - 한국과 일본은 온실가스 감축목표 달성을 위해 해외시장에서의 감축활동을 추진하기로 했으나 이에 대한 구체적 방안과 국제사회의 공감대를 확보하기 위한 전략은 미흡한 상황
 - 중국은 유일하게 GDP단위당 감축목표를 제시했으며 친환경에너지 공급을 통한 화석연료 의존도 감소를 추진할 계획

〈표 3-13〉 국내외 온실가스 감축 목표 달성을 위한 주요 정책 현황

	미국	영국	독일	일본	중국	한국
1인당 배출량 (‘14년 기준)	16.2톤	6.3톤	8.9톤	9.4톤	6.7톤	11.3톤
감축 목표	온실가스 배출량, 26~28%	온실가스 배출량, 80%	온실가스 배출량, 80~95%	온실가스 배출량, 25.4%	GDP 단위당 온실가스 배출량, 60~65%	온실가스 배출량, 37%
목표 년도	‘25년	‘50년	‘50년	‘30년	‘30년	‘30년
기준 년도	‘05년	1990년	1990년	‘05년	‘05년	BAU
주요 특징	트럼프 정부의 정책불확실성	기후변화법 제정 및 CCS 강조	2050 기후행동계획 의 장기목표 설정	JCM 활용	친환경에너지 공급 확대	해위탄소시장 활용 계획

- 국내외 기후변화 대응 정책을 분석해보면, “화석연료 의존도 감소”, “에너지효율 제고”, “청정에너지 보급·확산”, “수송혁신”, “기후변화 적응 전략” 등 크게 5개 분야로 구분됨
 - (화석연료 의존도 감소) 전 세계적으로 탈원전 폐쇄의 정책 기조를 보이고 있으며, 특히 영국 및 독일의 경우 석탄 화력 발전소를 폐쇄하고, 중국의 경우는 점진적으로 비중을 감소하는 등 전반적으로 신규 가스 화력 발전소 신규 건설에 집중하고 있는 반면 미국의 경우 화석에너지를 중시하는 정책을 추진 중에 있음
 - (에너지효율 제고) 공공 및 민간 등 에너지 전반에 걸쳐 효율 향상을 도모하고 있으며, 관련 연구개발 및 인프라 구축 등에 대한 투자를 강화하고 있음
 - (청정에너지 보급·확산) 신재생에너지 전환 확대를 중심으로 청정에너지 보급 및 확산을 추진 중에 있으며, 미국은 원자력을 축소하는 한편 영국의 경우 원자력 및 천연가스를 핵심 에너지로 설정하고 있음

- (수송혁신) 미국, 영국, 독일의 경우 전기자동차, 바이오 연료 혼합 등 무공해 자동차에 대한 지원 확대 및 제도를 강화하고, 일본은 수소연료전지전략 로드맵을 통해 수소이용의 확대 및 수소 공급시스템 활성화를 도모하고 있으나, 중국 및 한국의 경우 주로 노후 차량 운행 및 디젤 차량 운행 제한 등 규제를 통해 차량 운행을 제한하고, 무공해 차량에 대한 인센티브 제공 등 다소 소극적인 정책을 시행 및 계획하고 있음
- (기후변화 적응 전략) 정부 주도의 기후변화 영향 파악 및 대응 계획 등 적극적으로 전략을 수립하고 있음

<표 3-14> 국내외 기후변화 대응을 위한 주요 정책 현황 (미국, 일본, 독일)

	미국	영국	독일
화석연료 의존도 감소	<ul style="list-style-type: none"> - 화력발전소의 탄소배출량 규제정책(청정전력계획)에 대한 논란 지속 - 트럼프 정부의 화석에너지 중시정책 추진(미국 우선 에너지 계획) 	<ul style="list-style-type: none"> - '25년까지 석탄 화력 발전소 폐쇄(탈석탄 계획) - 신규 가스 화력 발전소 건설 계획 	<ul style="list-style-type: none"> - '19년까지 발전량 13% 해당하는 석탄 화력 발전소 폐쇄 계획 - 탈원전 계획과 동시 추진에 어려움 존재
에너지효율 제고	<ul style="list-style-type: none"> - 발전, 공공 및 민간 부문의 효율성 제고를 위한 투자 활성화 - 가전기기 · 설비 표준 프로그램을 통해 에너지 사용 감축 및 적용 분야 확대 	<ul style="list-style-type: none"> - 유럽에서 판매하는 23개 상품에 대해 최소 에너지 효율 기준을 적용 - 냉난방 부문의 효율개선 계획 수립 중 - EU는 '30년까지 에너지 효율을 27% 개선 목표 수립 	<ul style="list-style-type: none"> - 스마트그리드, 스마트홈 등 효율 향상을 통한 에너지 전환 달성(에너지전환 디지털화 법) - 건물 및 도시 차원의 에너지 효율 향상 연구 - 에너지 효율 향상을 위해 '20년까지 170억 유로 지원
청정에너지 보급 · 확산	<ul style="list-style-type: none"> - 청정에너지 개발 및 혁신을 위한 주 정부 지원과 R&D 투자 확대 - 에너지부, ARPA-E, NSF, 항공우주국, 농림부 등 12개 연방기관에서 연구수행 	<ul style="list-style-type: none"> - 원자력, 천연가스를 핵심 에너지원으로 설정 - 신재생에너지와 투자균형을 모색 	<ul style="list-style-type: none"> - 재생에너지의 안정적 공급과 시장 경쟁 체제에서의 작동은 목표로 설정(재생 에너지법) - 디지털화 및 사회적 수용을 포함한 에너지 전환 연구

	미국	영국	독일
수송혁신	<ul style="list-style-type: none"> - CA주는 무공해자동차 공급비율을 법으로 규정했고 현재 8개주로 확대 - 연방정부 차원의 바이오연료 혼합 의무사용량 제도 시행 	<ul style="list-style-type: none"> - 오염물질 다량배출 차량의 도심통행제한구역 설정 - 저탄소 및 고효율 자동차기술 개발 지원 확대 - '50년까지 모든 자동차를 무공해차량으로 전환 	<ul style="list-style-type: none"> - 전기차, 미래 이동수단 등 효율적 수송시스템 개발 추진(첨단기술전략 2020) - 정부 차원의 전기차 보급·확대 지원정책 추진 - '30년부터 신규 내연기관 자동차 판매 금지
기후변화 적응 전략	<ul style="list-style-type: none"> - 연방정부, 주정부 및 지방정부 차원의 기후변화 연구 프로그램의 수행 - 사기업의 적극적인 참여 및 금융기법을 활용 	<ul style="list-style-type: none"> - 기후변화 적응 관련 프로그램과 이니셔티브의 통합적 관리를 통해 이상적인 법제 모델을 갖추고 있음 	<ul style="list-style-type: none"> - 과학기술기반의 적응 옵션 분석 및 지역특성을 고려한 적응계획 수립

<표 3-15> 국내외 온실가스 감축 목표 달성을 위한 주요 정책 현황 (일본, 중국, 한국)

	일본	중국	한국
화석연료 의존도 감소	<ul style="list-style-type: none"> - 후쿠시마 사고 이후 화력에 대한 의존도 상승 	<ul style="list-style-type: none"> - '20년까지 석탄 화력 발전 비중을 55%로 감축할 계획('13.5 계획) - 저탄소사회 건설 · 녹색개발을 국가목표로 추진 	<ul style="list-style-type: none"> - 노후 화력발전소 폐쇄 및 신규 건설 제한, 일시적 섀다운 시행
에너지효율 제고	<ul style="list-style-type: none"> - 최고 효율상품을 기준으로 설정하는 Top Runner Program 시행 	<ul style="list-style-type: none"> - 에너지 이용 효율을 높이고 안전하고 고효율 에너지 시스템 건설 추진 ('13.5 	<ul style="list-style-type: none"> - ICT와 연계를 통한 에너지 효율 제고 및 에너지 신산업 육성

	일본	중국	한국
		계획) - Top Runner Program, 석탄 화력 발전소 효율개선 사업, 폐열 회수 등 다양한 효율증진 정책 시행	
청정에너지 보급·확산	- 원자력 축소하고 재생에너지 비중 확대 정책 추진 - '30년까지 재생에너지 비중을 22~24% 달성	- 풍력, 태양광, 원자력, 가스발전 확대 - '16년 태양광발전 건설 실시방안에 관한 통지를 발표	- '30년까지 재생에너지 발전 비중 20% 까지 확대 - 신규설비 95% 이상을 태양광, 풍력 등으로 공급 - 주민·일반인 참여형 보급 정책
수송혁신	- 수소이용의 확대 및 수소 공급시스템 확립 (수소 연료전지 전략 로드맵)	- 자동차 증가량 억제, 번호판 발급제한, 운행 제한 등 구매제한 정책 확대 - 베이징 시는 중형 디젤 차량의 6환 이내 운행 금지 - 신에너지 자동차 산업 투자 과열 우려	- 친환경차 보급 확대를 위한 인센티브 제도 - 노후 경유차 배출가스 저감 사업 및 조기폐차 추진
기후변화 적응 전략	- 온실가스 산정, 탄소배출 억제, CDM 사업 크레딧 보전절차 수립 (지구온난화 대책 추진에 관한 법률)	- 대응능력 제고, 중점 분야별 과제 추진, 대응지역 구조 형성 차원의 기후변화 3대 주요 목표 수립	- 과학적 위험관리, 안전한 사회건설, 산업계 경쟁력 확보, 지속가능한 자연 자원관리 등 4대 정책을

	일본	중국	한국
			통한 기후변화 영향 파악 고도화

2. 국내의 기후기술 관련 세부 정책 현황

(1) 미국

가. 개요

- 기후변화 대응에 적극적이었던 오바마 행정부는 기후행동계획(Climature Action Plan), 파리협정(Paris Agreement) 참여 등 기후변화 관련 국내외 정책을 적극적으로 추진
 - 기후행동계획, 전방위 에너지 전략(All-of-the-Above Energy Strategy) 등 국내 정책을 통해 신재생에너지 산업을 육성하고, 탄소배출을 억제하는 정책 시행
 - 청정에너지 관련 예산 대규모 투입 및 환경규제 도입
- 기후변화를 부정하는 트럼프 행정부는 미국 우선 에너지 계획(America First Energy Plan)하에 화석에너지 중시 정책을 시행하고 있으며, 오바마 행정부 시절 도입되었던 환경관련 정책과 규제 폐지
 - ‘미국 우선 에너지 계획’ 하에서 화석에너지 산업, 특히 석탄과 천연가스에 대한 지원이 대규모로 진행
 - 파리협정 탈퇴 및 국내의 환경관련 규제와 예산 대폭 삭감

나. 세부 정책 현황

□ 미국 우선 에너지 계획(America First Energy Plan) (2017)

- 트럼프는 대선 공약으로 석탄 산업의 재부흥과 에너지 산업에서 환경관련 규제 철폐를 내세웠고, 대통령 당선 후 이 같은 내용을 담은 ‘미국 우선 에너지 계획’을 발표
 - 미국 내 화석 연료 개발 확대
 - 에너지 산업 관련 규제 완화
 - 환경보호청(Environment Protection Agency) 역할 제한
- 미국 우선 에너지 정책의 두 가지 궁극적 목적은 저비용 에너지(low-cost energy) 생산과 미국인들을 위한 일자리 공급임
- 대통령 취임 후 에너지부, 국무부, 연방환경보호청 등 에너지정책과 관련된 정부부처 및 기관의 수장들도 트럼프 대통령의 에너지정책과 인식을 공유하는 인사들로 임명
 - 상무부 Wilbur Ross: 전 투자회사 최고 전략 책임자. 석유 및 가스 사업에 수억 달러 투자
 - 에너지부 Rick Perry: 지구 온난화는 증명되지 않은 과학적 이론이라 언급
 - 보건사회복지부 Tom Price: 석유 탐사 증가 찬성 등
- 오바마 정부 시절 만들어진 환경관련 규제들 폐지
 - 2017년 2월, 하천보호법(Stream Protection Rule) 폐지
 - 2017년 2월, 에너지 회사들에게 부여되었던 금융공시법(financial disclosure rules) 폐지
 - 2017년 3월, 행정명령을 통해 청정 전력 계획(Clean Power Plan) 재검토 지시
 - 2017년 4월, 미국 우선 해안 에너지 전략(America-First Offshore Energy Strategy) 서명, 오바마 행정부 시절 해안에서 일정 거리 내에 있는 지역은 개발을 금지하고 있던 제한 해제
 - 2017년 6월, 파리협정(Paris Climate Agreement) 탈퇴 결정
 - 2017년 10월 EPA는 예산관리국(Office of Management and Budget, OMB)에 트럭, 버스 등의 중·대형차량에 적용되는 연비 및 배기가스 배출 기준 규제를 폐지할 것을 공식 제안

- 무역수지 적자 해소 방안의 일환으로 LNG 수출 적극 지원. 특히 아시아를 주요 시장으로 인식
 - 2017년 5월, 미 상무부는 중국 에너지 시장으로의 진출을 지원 한다는 내용을 담은 성명 발표
 - 2017년 6월, 릭 페리 에너지부 장관은 LNG 수출 확대를 위한 목적으로 베이징 방문. 몇몇 중국 에너지 기업은 미국과 LNG 수입 장기 계약을 검토 중
 - 6개의 신규 LNG 수출 터미널이 수 년 내 완공 예정

□ 16개 주 청정에너지 개발 (2016)¹⁵⁾

- 에너지부는 미국 국민 및 기업을 위한 에너지 비용 절감의 노력으로 16개 주에 청정에너지 개발의 혁신적인 접근을 위해 5백만 달러 지원을 발표
 - 환경 보호, 에너지안보 및 탄력성 증가, 탄소 배출량 절감 등의 문제를 해결
- 에너지부의 주 에너지 프로그램(State Energy Program, SEP)
 - 이 프로그램은 파트너십, 자원에 대한 액세스, 다양한 봉사활동, 기술 배포 등을 통해 각 주의 에너지 효율과 재생에너지 장점을 극대화하기 위한 리더십을 제공
 - 선정된 16개 주는 이 프로그램을 통해 에너지 효율 및 재생에너지의 실질적인 발전을 보여줄 것
 - 기존의 에너지자원과 SEP 자금 지원을 적극 활용하여 에너지 시장의 영구적인 변화를 위한 프로그램 개발을 위해 노력
- 프로젝트 카테고리
 - 주 에너지 계획(State Energy Planning): 3개의 주에 74만 5천 달러 지원을 통해 에너지 효율성, 신뢰성, 분산형 재생에너지와 그리드의 통합, 경제 발전 및 환경 정책을 강화
 - 에너지 효율 및 재생에너지 실천을 위한 혁신적인 기회: 10개의 주에 400만 달러 지원을 통해 에너지 효율성 증가를 위한 유틸리티 발전, 공공 및 민간부문 청정에너지 투자를 위한 메커니즘 활성화 등을 강화
 - 청정에너지 활동의 진출을 위한 기술 지원: 3개의 주에 22만 5천 달러 지원을 통해

15) 미국 에너지부 (2016), <http://energy.gov/eere/articles/energy-department-driving-clean-energy-development-and-sustainable-solutions-16-states> (검색일: 2017.12.28.)

기존 개발 노력의 범위를 확장

□ 청정에너지 연구개발 위한 투자 계획 (2016)¹⁶⁾

- 미국 청정에너지 R&D에 대한 연방정부의 2017년 예산안에 반영된 투자액은 총 77억 달러(2016년 대비 약 20% 증가)
- 전체 R&D 예산의 80%는 DOE에서 수행하고 이 외 첨단 연구계획국(Advanced Research Projects Agency-Energy, ARPA-E), 국립과학재단(National Science Foundation, NSF), 항공우주국(National Aeronautics and Space Administration, NASA), 농무부(Department of Agriculture, USDA), 주택도시개발부(Department of Housing and Urban Development, HUD), USAID 등 총 12개의 연방 기관에서 수행되는 청정에너지 관련 R&D에 사용될 예정
- 미국 에너지부 : 2017년에 에너지부가 수행하는 청정에너지 관련 총 예산은 68억 달러이며, R&D 관련 예산은 미션 이노베이션(Mission Innovation) 계획의 영향으로 전년에 비해 21% 증가한 58억 5000만 달러로 신청됨
- 첨단 연구 계획국: 청정에너지 혁신 R&D를 지원하는 3.5억 달러의 미션 이노베이션 재량지출 책정
- 국립과학재단: 에너지 전환, 저장, 분산형 전원, 에너지 소재 등 다양한 에너지 기술 분야에 대한 연구에 5.12억 달러 투자
- 항공우주국: 혁신적 항공기술, 연료 효율화, 저탄소 항공수송 분야와 같은 NASA의 청정에너지연구에 3.48억 달러 포함
- 농무부: 지속가능성하고 경제성 있는 산림 시스템과 농산물 및 바이오연료 생산량 증가 등 바이오 기반 에너지원 개발 지원에 1.06억 달러 배정
- 주택도시개발부: 건설업자, 소유주, 세입자들의 건물 에너지 효율 향상이나 저탄소 에너지원 사용 확대 지원을 위한 청정에너지 R&D 예산 확대
- 미국국제개발기구: 개발도상국에 전기자동차, 적정에너지, net-zero-energy, 주거와 공공건물 등 청정에너지 공동협력을 지원할 Global Development Lab.과 Global Climate Change Initiative를 통해 새로운 R&D 수행계약을 검토 중

16) 미국 예산관리실 (2016), <https://www.whitehouse.gov/omb/budget/key-issue-fact-sheets> (검색일: 2017.12.28.)

- 6개의 신규 LNG 수출 터미널이 수년 내 완공 예정

□ 청정 전력 계획(Clean Power Plan) (2015)¹⁷⁾

- 2030년까지 화력발전소에서 배출되는 이산화탄소를 2005년 기준 32% 수준까지 감소시키는 것이 목적
- 당시까지 미국 화력발전의 40%를 담당하던 석탄에 대한 규제의 성격이 강함
 - 2030년까지 수백 기의 석탄발전소 폐쇄 및 신규 석탄발전소 건립 불허
- 석탄 발전소를 재생에너지로 대체하고자 하는 계획
 - EPA는 2030년까지 풍력은 300%, 태양광은 2,000% 증가할 것으로 내다봄

□ 날씨 대비 국가 계획(Weather-Ready Nation Ambassador 이니셔티브) (2014)¹⁸⁾

- 미 상무부의 해양대기관리청(National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA)은 설립 초기부터 날씨와 물에 의한 위협으로부터 국민의 생명과 재산의 손실을 줄이는 것이 주 임무로 하고 있음
- NOAA는 다양한 기상 상황의 변화에 대한 사회적 대응 능력 향상을 위해 ‘날씨 대비 국가 계획’을 마련하고 관련 정책들을 추진 중이며, 이 계획의 전략적 우선순위는 극심한 날씨, 물, 기후, 환경적 변화로 인한 위험 증가에 대한 사회적 대응 능력을 구축하는 것임
- NOAA는 이를 위해 정부, 기업, 비영리 단체, 대학 등과 다양한 협력 관계를 구축하고 있으며, 올해 2월부터는 이 계획의 효과 제고를 위해 관련 기관들이 참여하는 ‘Weather-Ready Nation Ambassador 이니셔티브’를 시행 중

□ 전방위 에너지 전략(All of the Energy Above Energy Strategy) (2014)¹⁹⁾

- 오바마 2기 정부는 전방위 에너지 전략(All of the Energy Above Energy

17) 미국 환경보호국 (2015),

https://19january2017snapshot.epa.gov/cleanpowerplan/fact-sheet-overview-clean-power-plan_.html (검색일: 2017.12.28.)

18) 미국 기상청 (2014), <http://www.nws.noaa.gov/com/weatherreadynation/ambassadors.html> (검색일: 2017.12.28.)

19) 미국 백악관 (2014), The all-of-the-above energy strategy as a path to sustainable economic growth, https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/docs/aota_energy_strategy_as_a_path_to_sustainable_economic_growth.pdf (검색일: 2017.12.28.)

Strategy)을 통해 지속 성장 가능한 경제 구축 목표

- 석유, 천연가스, 원자력, 재생에너지, 에너지 효율 등 국내 모든 에너지를 활용하여 안전한 에너지 공급을 달성하고자 하는 포괄적 에너지 정책
- 청정에너지 분야 기술 우위 확보를 통해 미래 성장 동력 시장을 선점하고 제조업 등 연관 산업 활성화를 통한 경제 활성화 도모
- 기후변화 피해 저감 정책 추진 및 이를 위한 국제공조와 함께 청정에너지 분야 주요 정책들을 연계하여 추진하며, 재생에너지 및 에너지 절약 부분의 공공투자와 세제우대 지속

<표 3-16> 전방위 에너지 전략 주요 내용

세부 정책		수행 전략
에너지 개발	안전하고 책임 있는 에너지 개발	- 석유와 가스 개발 관련 법규를 친환경적으로 개혁 - 연안지역 내 석유 및 가스 자원의 75% 이상을 개발
	에너지 독립	- 세계 1위 천연가스 생산국 - 20년 이내 수입량보다 많은 에너지를 국내에서 생산
	청정에너지 기술력 개발	- 탄소 포획 및 격리 기술 개발에 수십억 달러 투자 - 2020년까지 연방정부 빌딩의 에너지원 중 20%를 재생 에너지로 전환 - 2020년까지 재생에너지 100MWh 활용 등
	에너지 효율 극대화	- 2020년까지 에너지 고효율 주택 600만 채 건설
	기후변화 대응	- 온실가스 배출 규제 - 기후변화 대응을 위한 국제적 논의 주도

※ 출처: 미국 백악관 (2014) 자료를 토대로 저자가 재구성

□ 기후행동계획(Climate Action Plan) (2013)

- 지구변화연구법(Global Change Research Act)에 기반한 국가기후변화 평가 보고서를 발행하고, 미국 내 기후변화 영향을 체계적으로 대응하기 위한 적응정책 방향을 제시
- 기후행동계획은 1) 자국 내 탄소배출량 감축, 2) 기후변화 영향 대응, 3) 기후변화 대응 관련 국제적 노력 선도의 3대 추진전략으로 구성됨
- 오바마 대통령은 공화당이 의회를 장악하고 있는 현실을 감안하여 입법과정을 통해 기후변화 정책을 추진하는 방식을 포기하고, 행정명령을 통해 기후변화 정책을

추진하는 전략을 선택함

- (온실가스 규제 강화) 2020년까지 2005년 온실가스 배출량 대비 17% 감축
 - (청정에너지 확대) 2020년까지 풍력·태양광 설비 용량 2배로 확대(10GW 청정발전설비 건설)
 - (기후변화 대응능력 제고) 주택·상업·산업 분야 에너지 효율 2배 증진
 - 2020년까지 자국의 온실가스배출량을 2005년도 대비 17% 감축, 미국이 기후변화 대응을 주도하는 글로벌 리더로써 역할 강조
- 기후행동계획은 오바마 행정부의 기후변화 정책을 집약적으로 보여주는 계획으로 기후 에너지 해결센터(Center for Climate and Energy Solutions, C2ES)는 기후행동계획에 포함된 모든 실천계획들이 실현될 경우 2020~2025년까지 온실가스 약 30억 톤이 감축될 것으로 예상함

□ 기후변화 적응 정책

- 미국 연방정부의 적응 전략은 기존 재난관리 정책을 활용한 간접적인 것으로 볼 수 있으며, 대부분의 직접적 정책은 연방보다는 주정부 혹은 지방정부가 중심이 되어 이루고 있음
 - 전 지구 기후연구 프로그램 (US Global Climate Research Programme), 최우선 국가 기후변화 연구 프로그램, 국가홍수보험 (National Flood Program: NFIP), 재산인수 프로그램 (Property Acquisitions Program) 등을 수행함
 - (보스턴) 도시 주요 하부구조를 보호하기 위한 포괄적 협력팀 구성, 지역특화 전략의 수립을 위한 취약지구 거주 주민들과의 공동작업, 지자체 차원의 전략계획 수립 작업의 착수
- 각종 사기업이 재난관리 및 기후변화 대응에 적극적으로 참여하고 있으며, 각종 보험과 금융기법을 활용한 시장에 기반하고 있음
- (뉴욕) 과학자, 공학자, 보험회사, 공공정책 전문가, 비정부기구 등을 포괄하는 기후변화 자문위원회 구성 및 위험기반, 비용편익분석을 바탕으로 한 투자 결정 지원, 기후변화로 인한 홍수와 해수면 상승에 대한 대응 전략의 평가와 자문 수행

(2) 영국

가. 개요

- 영국은 2008년 기후변화법(Climate Change Act)을 제정하여 2050년까지의 탄소배출 저감 목표를 설정했고, 기후변화법의 틀 안에서 일관되게 관련 정책을 수행
 - 기후변화법 입안을 통해 탄소배출 감축을 영국 정부의 법적 의무로 규정하였다는 것이 주목할 만한 특징
 - 4차와 5차(2023-2032)의 감축 목표를 달성하기 위한 전략으로 청정 성장 전략(Clean Growth Strategy) 수립
- 기후변화법에서 정부에게 법적 의무를 부여하고, 5개년 계획을 수행하는 전략이 분명하기 때문에 민간과 시장의 신뢰를 확보할 수 있고, 정부의 정책을 명료하게 전달할 수 있음
 - 4차년도와 5차년도인 2023-2032년에 해당하는 전략을 2017년 10월에 이미 공표하여 민간의 예측가능성 제고
 - 하나의 전략 문서만으로도 정부의 정책방향을 파악할 수 있도록 하여 정부 정책에 대한 시장과 민간의 이해가 용이함
 - 정부 홈페이지에 게시되어 있는 청정 성장전략 설명에는 전략의 배경, 목적, 기대 효과, 세부 전략, 관련 예산 등이 쉽게 설명되어 있어 민간의 정책 이해도 제고
- 「기후변화 적응: 행동 프레임워크」을 통해 관련 프로그램과 이니셔티브를 통합적으로 관리하고 있으며, 기후변화 영향 평가 및 적응 정책 수립의 이상적인 법제 모델을 갖추고 있음
 - 기후변화법 제정의 근간이 되며, 동법에 근거하여 기후변화 리스크 평가(CCRA²⁰⁾), 국가적응 프로그램(NAP²¹⁾), 적응보고 제도(ARP²²⁾) 등 세 가지

20) Climate Change Risk Assessment, 기후변화로 인한 리스크를 종합 분석, 5년마다 발표

- 축을 중심으로 기후변화 영향평가 및 적응 정책을 이행하고 있음
- 부문별, 지역별로 취합되는 적응 대책이 국가 차원의 정책과 유기적으로 연계되며 중앙정부와 지방정부간 정보 공유·협력이 체계적임

나. 세부 정책 현황

□ 기후변화법 (Climate Change Act, 2008)

- 2008년 제정된 기후변화법(Climate Change Act)는 2050년까지, 1990년 배출량 대비 80% 탄소배출량 감소를 목표로 함
- 이산화탄소 감축을 정부의 법적 의무로 규정

<표 3-17> 기간별 탄소 예산 및 연간 배출량 감소

차수	기간	탄소 예산	연간 배출량 감소 (1990년 대비)
1	2008-12	3,018	-23%
2	2013-17	2,782	-29%
3	2018-22	2,544	-35%
4	2023-27	1,950	-50%
5	2028-32	1,765	-57%
6	2033-37	2021년 6월 30일까지 결정	...
...
...	2050	159	-80%

※ 출처: 에너지경제연구원, 2016

- 탄소 예산이라는 개념을 처음으로 도입했으며 이는 이후 파리협정과 같은 기후변화 관련 국제협약에서도 도입됨
 - 탄소 할당(Carbon Budget)이라는 개념을 도입, 각 기간에 배출할 수 있는 탄소의 양을 규정
- 5년 단위로 이산화탄소 감축 계획을 세우고 이를 이행해야 함

□ 청정 성장 전략 (Clean Growth Strategy, 2017)

- 온실가스배출을 감소시키는 동시에 국민소득도 성장시키려는 전략

21) National Adaptation Program, 현재의 영향과 미래 위험을 평가하여 적응행동계획과 정책을 수립

22) Adaptation Reporting Power, 공공서비스·사회기반 시설의 기후변화 준비수준을 감시

- 산업과 소비자를 위한 적정가격의 에너지를 공급하면서 청정 성장을 달성하는 것은 영국의 산업 전략의 핵심
- 청정 성장 전략은 4차와 5차 (2023-2027) 탄소 할당을 달성하기 위한 전략
 - 기술혁신과 규모 확대(large-scale deployment)를 통해 달성
- 세부 전략
 - 전 세계적인 녹색금융능력 개발 등 청정 성장 가속화
 - 기업과 산업의 에너지 효율 향상
 - 가정의 에너지 효율 개선, 저탄소 난방 보급
 - 저탄소 수송 수단으로의 전환 가속
 - 청정, 스마트, 유연 전력 공급
 - 천연자원의 가치 극대화
 - 공공부문 효율 개선을 통한 탄소배출 절감

□ Horizon 2020 신규 프로그램 지원(2017)

- Horizon 2020 프로그램은 유럽연합의 연구·혁신 프로그램으로서 2014년부터 2020년까지 7년 동안 800억 유로 이상이 투입되는 대규모 프로그램
 - 이 프로그램에서는 민간의 투자를 유치할 뿐만이 아니라 연구소에서 개발된 기술이 실제로 상용화되는 것을 지원하게 됨²³⁾
 - 영국은 Innovate UK를 통해 2017년에 새로 시작되는 6개 이니셔티브에 총 5억 5천만 유로를 지원함
 - 신규로 공모된 6개 프로그램: 지속가능한 식량 안보, 농촌 르네상스, 청색 성장(blue growth), 지속가능한 제품 및 서비스를 위한 바이오 기반 혁신, 스마트 시티와 공동체, 친환경 자동차

□ 영국-인도 공동 청결 에너지 센터(2016)²⁴⁾

- 인도와 영국 간 1,000만 파운드의 새로운 협력 연구 프로젝트
- 간헐적 에너지와 신재생 에너지 자원을 전력망 내에 저장하고, 고립된 지역과 연결시키는 과제에 대한 연구 수행

23) European Commission (2017), <https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/what-horizon-2020> (검색일: 2017.12.28.)

24) 영국 공학 및 물리과학 연구위원회(2016), <http://www.epsrc.ac.uk/newsevents/news/virtualcleanenergycentre/> (검색일: 2017.12.29.)

- 공학·물리학 연구회의(Engineering and Physical Science Research Council, EPSRC) 등을 포함한 영국연구회(Research Councils UK, RCUK)의 에너지 프로그램을 통해 연구가 진행되며 이는 영국과 인도의 전문가들을 한군데 모으는 역할을 할 것으로 기대
- 영국-인도 공동 가상 청결 에너지 센터는 세 개의 하위 센터로 구성
 - 영국-인도 청결 에너지 센터(JUICE, 영국 소재)
 - 인도-영국 청결 에너지 교육 및 연구 센터(IUCERCE, 인도 소재)
 - 인도-영국 청결 에너지 연구 센터(UKICERCE, 인도 소재)

□ 기상청 과학계획(2015)²⁵⁾

- 기상청은 기후변화 시대에 보다 효율적인 날씨와 기후 정보 사용을 통하여, 국민들이 기상·기후 위험에 적절하게 대응할 수 있고, 정부와 기업이 미래 변화 적응을 위한 현명한 선택을 할 수 있도록 과학과 정보 서비스를 설계
- 기상청 연구 의제는 아래의 4개의 주요 과학적 변화에 초점을 두고 시간과 장소에 따라 적용 가능한 모델 구축
 - 수십 시간에서 수십 년까지의 위험 기상 예측
 - 소규모 및 대규모 차원에서 물 순환과 강수의 정량적 예측
 - 월단위에서 십년단위까지의 기후변화에 관한 예측
 - 인간의 활동에 영향을 미치는 지구 시스템의 변화 정도
- 사회적 요구에 대응하는 과학의 이용 및 기상·기후 정보 이용 활성화를 통한 경제 성장 지원
 - 사회에서 영국의 데이터를 유용하게 사용할 수 있는 세계 최고의 응용과학 선도 기관으로 육성
 - 기상청의 과학적 기초를 바탕으로 세계를 선도하는 고부가가치 제품, 서비스 및 컨설팅 운영 능력의 강화를 주요 목적으로 응용과학 및 과학적 방식의 컨설팅 강화
 - 위험 기반 프레임워크 내의 모든 시간대역에 대한 확률 정보 활용에 초점을 맞춘 혁신과 과학 프로그램

25) 영국 기상청(2015), Met Office ScienceStrategy: 2016-2021 Delivering science with impact, http://www.metoffice.gov.uk/binaries/content/assets/mohippo/pdf/migrated/met_office_science_strategy_2016-2021.compressed.pdf, (검색일2017.12.29.)

- 폭 넓은 포트폴리오 제공을 목표로, 구동 기상 모델의 해상도 제고를 어렵게 하는 환경 위험에 대응하여 기상청 다운스트림 모델의 해상도, 정확도, 유틸리티 강화
- 기상 과학 발전을 가속화하는 혁신적인 쌍방향 정보 시스템 개발 촉진
- 단기 및 장기 등 모든 시간 범위에서 믿을 수 있고, 연관성 있는 예측
 - 국민 생활과 생계 보호와 주요 인프라 보호
 - 기상·기후 위험에 대한 적절한 대응에 기여
 - 정부와 기업이 미래 변화 적응을 위한 현명한 선택을 할 수 있게 기여
 - 기후 변화의 위협을 방지하기 위한 완화 정책 뒷받침

□ 석탄발전 종료 및 가스 원자력·발전 전환 선언(2015)²⁶⁾

- 영국 에너지부는 2025년까지 석탄화력 발전소를 단계적으로 모두 폐쇄할 계획이라고 성명서를 통해 발표 (2015.11.18)
 - 영국은 석탄화력 발전소를 천연가스 발전소로 대체하는 것이 가장 비용 효과적인 이산화탄소 감축방안으로 석탄사용을 전면 배제한 유일한 선진국이 되겠다는 포부임
 - 이를 위해 2016년 1분기 중 석탄화력 발전소 전면 폐쇄를 위한 위원회를 설치하여 2025년까지 석탄 중단에 대한 계획을 완료하고 2023년부터는 석탄 사용 자체를 제한한다고 밝힘
- 영국은 원자력과 천연가스를 미래 에너지 안보의 핵심으로 보고 있으며 영국 본토에서 셰일가스 생산을 위한 투자를 촉진할 계획이라고 공표
 - 영국정부는 석탄화력 발전소 폐쇄와 더불어 풍력, 태양광 등에 대한 지원을 삭감
 - 이에 대해 정부는 기존의 정책이 그린에너지에 치우쳐 있어 중립을 지킬 필요가 있고 정부가 추구하는 바는 소비자 주도의 경쟁력 있는 에너지 시스템이자 신뢰도가 높고 경제성 있는 청정에너지라고 설명

26) BBC(2015), <http://www.bbc.com/news/business-34851718> (검색일: 2017.12.29.)

□ 기후변화 적응을 위한 재정 지원 확대 계획(2015)²⁷⁾

- 영국은 개발도상국들이 기후변화로 인한 피해로부터 복원능력을 강화하고 그 위협을 관리할 수 있도록 지원하고 있으며, 2016년 4월부터 2021년 3월까지 58억 파운드 지원 계획 발표
- 취약 국가에 대한 재정 지원은 탄소 배출 감소뿐만 아니라 기후 변화와 관련된 극심한 기후와 기온 상승에 대처할 수 있도록 지원하며, 홍수에 강한 농작물의 보급을 지원하고 조기 경보 시스템의 개선을 통해서 기후 변화에 대처할 수 있는 지역사회의 건설을 목표로 함

□ 기후변화에 대한 복원능력 및 적응력 강화를 위한 케냐 플러스(STARCK+) 프로그램 (Strengthening Adaptation and Resilience to Climate Change in Kenya Plus(STARCK+) Programme, 2015)²⁸⁾

- 케냐 플러스(STARCK+) 프로그램은 케냐의 기후변화 적응과 탄력성 강화를 통해 저탄소·적응 제품, 서비스·자산(청정에너지, 지속가능한 농업, 수질)에 대한 민간부문 혁신 및 투자를 유도
- 적응 및 저탄소 개발
 - 케냐의 개발은 기후변화에 대한 종합적인 대응을 통해 수행되고 있음
 - 적응 조치에는 기후 탄력성 증진, 삼림 벌채 및 산림 황폐화 감소로 인한 보상 및 저탄소 배출 기술 개발 등이 포함됨
 - 2013~2017년, 적응 및 저탄소 개발을 위한 계획이 케냐의 국가 기후변화 실행 계획(National Certification Council for Activity Professionals, NCCAP)에 통합됨

27) 영국정부 (2015), <https://www.gov.uk/government/news/finance-boost-to-help-protect-developing-countries-from-climate-change> (검색일 2017.12.29.)

28) 영국정부(2015), <https://www.gov.uk/government/publications/strengthening-adaptation-and-resilience-to-climate-change-in-kenya-plus-starck-programme> (검색일 2017.12.29.)

(3) 독일

가. 개요

- 화석연료와 원자력 에너지에서 탈피하여 재생에너지로의 전환을 시도하는 독일의 에너지전환 정책(Energiewende)은 1970년대 오일쇼크와 1986년 체르노빌 원전 사고까지 그 연혁을 거슬러 올라갈 수 있으며, 이때부터 일관적인 정책을 추진하고 있음
 - 에너지전환 정책이 시작된 정확한 시점은 추정 불가이며, 1973년부터 진행되어 온 탈원전 및 재생에너지로의 전환 프로세스로 이해가 가능함(Clean Energy Wire, 2017a)
 - 2014년 에너지전환 정책의 타임라인을 묻는 녹색당 의원의 질문에 Uwe Beckmeyer 장관은 위와 같이 대답
 - 한시적으로 추진되는 정책이 아니라 장기적인 계획을 가지고 일관성 있게 추진되는 정책임을 시사
 - 재생에너지법(Erneuerbare-Energien-Gesetz, EEG)과 에너지 산업법(Industrial Energy Act)이 에너지전환 정책의 근간을 이루고 있음 (Clean Energy Wire, 2017b)
- R&D 지원 뿐만 아니라 시장의 수용성을 높이기 위한 다양한 정책지원 실시 중
 - 에너지전환 디지털화 법, 코페르니쿠스 프로젝트 등에서는 생산자와 소비자를 스마트 그리드로 연결하는 방안 모색
 - 고에너지 효율, 친환경 건물, 주거구역을 위한 연구 이니셔티브에서는 재생가능 에너지 기술이 실생활에 적용될 수 있는 방안 모색 등

나. 세부 정책 현황

□ 재생에너지법(EEG) (2017)²⁹⁾

- 재생에너지법은 2000년 4월 발효되어 2020년까지 온실가스 배출량을 1990년 기준 40% 수준까지 감축하는 것을 목표로 함
- 2014년 개정된 재생에너지법은 재생에너지원을 안정적으로 공급될 수 있게 하고 재생에너지가 시장으로 단계적으로 통합될 수 있게 하는 것이 주목적
- 2017년 개정된 재생에너지법은 재생에너지 시장 내 통제 가능한 시장경쟁체제 도입과 더불어 전력 공급망 구성의 합리화 등 이중의 패러다임의 전환을 추구
 - 2017 개정법에서는 역사상 최초로 재생에너지 생산자가 받는 보상금을 국가 차원에서 확정하지 않고, 시장 내 경쟁을 통해 결정. 즉, 재생에너지원 전력의 발전차액지원(기준의무 보상가격) 규모가 정부차원에서 법적으로 확정된 기준 의무 보상가격이 아닌 시장 내 입찰을 통해 확정됨(소규모 발전시설은 제외)
 - 이는 재생에너지법이 원래 틈새기술을 지원하는 법으로 출발했는데, 현재 재생에너지 비중이 총 전기생산량의 1/3을 차지할 정도로 시장이 충분히 경쟁력을 갖출 정도로 성장했기 때문에 별도의 보호 방침이 필요 없다는 판단에 따른 것임
 - 독일은 북부에서 생산되는 풍부한 재생에너지가 남부의 전력수요와 원활하게 연계되지 못하고 있으며, 개정된 재생에너지법에서는 전력 공급망 구성을 합리화 하여 이 문제를 해결하고자 함

□ 에너지전환 디지털화 법 (Act on Digitization of the Energy) (2017)³⁰⁾³¹⁾

- 스마트미터의 도입을 핵심으로 하는 신재생에너지 생산자와 소비자를 스마트 그리드, 스마트 홈으로 연결시켜 에너지 전환을 달성하고자 하는 법안
 - 스마트미터는 생산자와 소비자 간의 쌍방향 커뮤니케이션을 가능하게 하는 플랫폼의 역할을 하며 스마트 그리드의 바탕이 됨
- 기상조건에 영향을 많이 받는 태양광이나 풍력발전의 약점을 해결하여

29) 독일 연방 에너지부 (2017), <http://www.bmwi.de/DE/Themen/Energie/Erneuerbare-Energien/eeg-2017-wettbewerbliche-verguetung.html> (검색일: 2017.12.29.)

30) 독일연방에너지부(2017), <https://www.bmwi.de/Redaktion/EN/Artikel/Energy/digitalisierung-der-energiewende.html> (검색일: 2017.12.29.)

31) 독일연방에너지부(2017), <https://www.cleanenergywire.org/dossiers/digitalisation-energiewende> (검색일:2017.12.29.)

안정적으로 전력을 공급하는 것이 가능하게 됨

- 기존의 시스템에서는 화석연료를 사용한 발전은 에너지 수요에 따라 작동과 정지가 가능했으나 재생가능 에너지는 에너지 수요가 아니라 기상 조건에 따라 작동과 정지
- 대규모 재생가능 에너지 생산자뿐만 아니라 소규모의 전력 생산자들도 많은 독일의 현실을 감안하여, 분산되어 있는 전력 공급자들을 실시간으로 소비자와 연결시켜 효율을 극대화하는 효과 의도

□ 기후행동계획 2050(Climate Action Programme 2050, 2016)³²⁾

- 장기 기후변화 대응을 위해 2014년 수립한 ‘기후행동계획 2020’의 이행 부진으로 실효성에 대한 비판 제기
- 이에 독일 연방정부는 ‘기후행동계획 2050’을 수립하고 장기적으로 보다 구체적이고 실현가능한 대책 마련을 위한 논의 지속
- 탈석탄 정책에 관한 구체적 내용 제시
- 기업과 소비자를 대상으로 장기적이고 일관된 정책 방향을 제시하여 정책 대상자의 행동변화와 불확실성을 최소화함으로써 장기 투자 유도

□ 핵기술처리 책임의 개편에 관한 법률 승인 (2016)

- 2011년 후쿠시마 원자력 발전소 사고 직후 독일정부는 2022년까지 모든 원전을 폐쇄하기로 결정하였고, 이후 5년 만에 독일 정부가 구체적인 실행계획을 내놓은 것
- 독일 내 모든 원자력발전소의 운영을 중단시키기 위해, 핵폐기물 처리의 책임을 원자력 발전소 운영자들과 정부가 나누어지기로 함
- 운영자들은 원전의 중단과 해체 및 방사능 폐기물 포장을 책임지고, 정부는 방사능 폐기물의 보관을 책임지는 것
- 이는 운영자들의 책임을 정부가 덜어주는 것이며, 이를 위해 운영자들은 235억 유로(약 29조원)를 지불해 펀드를 조성하고, 이 펀드를 운영하기 위한 공공재단 설립

□ 고에너지 효율, 친환경 건물, 주거구역을 위한 연구 이니셔티브 (2016)³³⁾

32) 독일연방환경부(2017), <http://www.bmub.bund.de/themen/klima-energie/klimaschutz/nationale-klimapolitik/klimaschutzplan-2050/> (검색일: 2017.12.29.)

33) 독일연방교육연구부(2016), www.bmbf.de/de/neue-forschungsinitiative-staerkt-energie-wende-in-gebaeuden-und-staedten-2661.html (검

- 태양광 건축/효율형 도시(Solares Bauen/Energieeffiziente Stadt)로 명명된 이 사업은 건물의 에너지 활용 효율기술과 신재생 에너지 기술을 통합하여 에너지전환(Energiewende) 컨셉을 건물과 주거단지에 보다 실질적으로 적용하는데 있음
 - 2050년까지 건축/건설 부문에서 에너지 수요를 80%까지 줄이는 것을 목표로 에너지 자체의 품질을 향상시킴과 동시에, 지능형 네트워크 기술 및 혁신 솔루션을 응용하여 가정과 거주 구역 내에 능동적으로 활용하고자 함
 - 이러한 기술적인 관점 이외에도 지역사회 정책과 사회생태학적 관점도 함께 고려하여 시민 생활에 보다 유기적으로 스며들 수 있는 방안도 도출
 - 새로운 연구 이니셔티브 '태양광 건축/효율형 도시'를 위해 독일 정부는 에너지 연구 프로그램 사업 명목으로 1억 5천만 유로를 편성

□ 에너지 전환을 위한 코페르니쿠스 프로젝트 (2015)³⁴⁾

- 2025년까지 에너지 전환을 완전히 달성하고자 하는 독일의 프로젝트이며, 4개 분야에 230여개의 기관이 참여. 2015년 독일 정부 주도로 시작되었으며 10년간 4천억 유로가 투입되는 프로젝트
 - 4개 분야: 1) 전력 그리드 2) 에너지 저장 3) 산업 프로세스 4) 시스템 통합
- 디지털화 및 기술과 인프라의 사회적 수용을 포함한 네트워크 전환 연구 진행
- Power-to-X 프로젝트에서는 풍력과 태양열 에너지를 수소와 같은 다른 에너지 캐리어에 저장하는 방법을 연구
- 다양한 에너지 전환 가상 시나리오를 바탕으로 시뮬레이션 진행

□ 녹색 경제 아젠다 발표 (2014)³⁵⁾

- 연방교육연구부와 환경부는 공동으로 새로운 연구 아젠다인 '녹색 경제(Green Economy)' 발표(2014.11), 그 내용은 아래 5개 융합형 주제로 요약
 - 생산과 자원(production and resources)

색일: 2017.12.29.)

34) 독일(2017), <https://www.deutschland.de/en/topic/business/energy-transition:copernicus-projects> (검색일: 2017.12.29.)

35) 독일연방교육연구부(2014), www.bmbf.de/press/3690.php (검색일: 2017.12.29.)

- 지속가능성과 금융 서비스(substantiality and financial services)
- 지속가능한 소비(sustainable consumption)
- 지속가능한 에너지 공급과 에너지 사용(sustainable energy supply and energy use)
- 근로와 기술(work and skills)
- 연구 아젠다의 주 내용은 바이오매스를 통한 신소재 플라스틱 개발, 에너지 공급 시스템(전기, 난방, 가스) 네트워크 확대, 화학제품 생산을 위한 이산화탄소 활용 기술, 희귀 원자재 재활용 기법, 에너지 효율 기술에 대한 소비자 행태 연구 등으로 그 범위와 분야가 다양
- 녹색 경제 아젠다를 중심으로 높은 친환경성과 경쟁력을 겸비한 혁신적 솔루션이 개발되고, 이를 통해 기술적, 사회적 혁신뿐만 아니라 기업가 정신 및 일자리 창출이 가능할 것으로 기대
 - 독일 기업은 녹색 기술 부문에서도 세계 시장의 14%를 점유할 정도로 그 우수성이 높으며, 관련 산업 성장률을 매년 6%씩 증가할 전망
- 또한, 새로운 생산 프로세스 개발로 업무 환경의 획기적 변화 유도 및 교육/훈련 및 평생 교육 개념의 확대로 궁극적으로는 근로 및 기술의 변화는 과학기술의 실제 적용을 통한 녹색 경제 실현의 바탕이 될 전망
 - 동시에 환경 분야 일자리가 200만 개까지 확대될 것이며, 이는 신재생에너지 부문의 강력한 고용창출 잠재력에 기인
 - 환경 친화적 서비스 및 환경기술 수출 증대도 이에 큰 기여

□ 첨단기술 전략 2020 (2010)

- 독일정부는 기존 첨단기술 전략을 평가하고 향후 10년 간 연방정부 차원의 연구 개발 방향을 담은 ‘첨단기술 전략 2020 (HTS 2020)’ 을 2010년 7월에 발표
 - 중소기업 혁신역량 확대와 산·학·연 협력에 대한 인센티브 제공을 중점을 두며, 총 146억 유로 규모의 프로젝트
- 새로운 수요 분야의 발전과 미래시장의 개척에 초점을 맞추어 주요 핵심 기술을 촉진하고 혁신 관련 제반여건 개선
 - 2020년까지 이산화탄소 배출저감 목표(1990년 배출량 대비 40% 감축) 및 재생에너지 공급 목표(2050년까지 최종 소비전력의 80%, 최종 에너지 소비의 60%)달성

- 교통기술 및 전기자동차 개발, 미래 이동성, 항공·우주·해양 기술개발 등 여객·화물의 효율적인 수송시스템 개발
- 기후변화/에너지, 보건/영양공급, 이동성, 보안, 정보통신 등 5대 분야를 주요 핵심 기술개발분야로 선정

□ 에너지 산업 법(Energy Industry Act) (2005)

- 전기와 가스를 안전하고, 효율적이고, 오염원 배출 없이 공급하는 것을 목적으로 한 법안
- 경쟁 촉진, 공급 안정성 강화, 재생가능에너지 생산 촉진을 위한 정책 프레임워크
 - 에너지 생산 방식에 따라 라벨링을 실시하여 소비자가 에너지가 어떠한 방식으로 생산되었는지를 알 수 있고, 이에 따라 선택할 수 있도록 함

□ 기후변화 적응 전략 (2008)

- 종합적 과학에 기반한 접근방식, 적응 옵션들과 취약성에 대한 구체적인 분석
- 국제적인, 지역적인 또는 특정 지방정부 수준에서 수행계획, 모니터링 및 재검토, 실질적인 과학적/정책적 인터페이스를 다루고 있음

(4) 일본

가. 개요

□ 1973년 오일쇼크 이후 원자력 비중을 높여 석유 의존도를 감소시키는 정책을 채택하던 일본은 2011년 후쿠시마 원전사고 이후 2014년 “에너지 기본계획”에서 원자력 에너지 비중을 줄이고 재생에너지의 비율을 높이는 정책을 채택

- 후쿠시마 원전 사고 이후 원자력 발전의 비율이 하락하고 화력 발전의 비중이 상승하는 것은 불가피한 상황
- 에너지 믹스 정책을 도입하여 중장기적으로 신재생에너지 비율을 높여 가는 것이 정책적 목표

- 재생가능에너지 생산을 촉진하기 위해 FIT(Fit-in-tariff) 제도를 도입하였으나 이에 따른 부작용이 발생하였고, 2016년 재생에너지법을 개정하여 이에 대한 시정 노력 기울임
- 「지구온난화 대책 추진에 관한 법률」을 제정하여 온실가스 산정, 탄소배출 억제, CDM(Clean Development Mechanism, 청정개발체제) 사업 크레딧 보전 절차 등을 수립
 - '08년부터 기후변화 억제뿐만 아니라 '현명한 적응'을 강조하여 추진

나. 세부 정책 현황

- 2030 장기 에너지 수급 전망 (Long-term Energy Supply and Demand Outlook for FY2030, 2017)³⁶⁾
 - 일본의 에너지 장기 플랜으로서 2030년까지 에너지 비율을 달성 목표로 설정
 - 재생에너지 22-24%, 원자력 20-22%, LNG 27%, 석탄 26%, 석유 3%
 - “3E+S” 정책목표 설정
 - 에너지 안보(Energy Security), 경제적 효율성(Economic Efficiency), 환경(Environment) + 안전(Safety)
- 2050 에너지·환경 혁신 전략 (National Energy and Environment Strategy for Technology Innovation toward 2050, 2016)³⁷⁾

36) 일본경제산업성(2017), http://www.enecho.meti.go.jp/en/category/whitepaper/pdf/whitepaper_2017.pdf (검색일: 2017.12.29.)

37) 녹색기술센터(2016), 주요국별 기후변화 대응 정책 및 정부 R&D 투자 분석, 녹색기술 이슈 분석 리포트

〈표 3-18〉 에너지·환경 혁신 전략상 혁신 기술군

혁신 기술 분야	세부기술
에너지 시스템 통합 기술	통합 시스템기술, CO ₂ 최소화 시뮬레이션 기술
	시스템 구성 코어 기술
에너지 절약	혁신적 생산 프로세스
	초경량·초내열 구조재료
에너지 저장	차세대 축전지
	수소 등 에너지 캐리어의 제조·수송·저장·이용
에너지 생성	차세대 태양광 발전
	차세대 지열 발전
CO ₂ 고정화·유효 이용	CO ₂ 혁신적 분리·회수 기술, CO ₂ 유효이용 기술

※ 출처: 녹색기술센터, 2016

- 2050년까지의 장기 플랜이며 정부 주도로 추진되어야 하는 High-Risk, High-Impact 기술 위주 선정

□ 바이오매스 활용 추진 기본 계획(2016)

- 지구 온난화 방지, 농산어촌 활성화, 바이오매스 산업의 발전이 목표. 기본적으로 지역에 존재하는 바이오매스를 활용하고, 지역이 주체가 된 사업을 창출하며 농림어업의 부흥 및 지역으로의 이익 환원에 의한 활성화로 이어가는 시책 추진
 - 지역 실정에 맞는 다양한 바이오매스의 혼합 이용 및 하수 오니 유래의 수소 가스 제조 이용 방법의 확립
 - 발전 등에 따른 잉여 열 및 바이오가스 제조 과정에서 발생하는 소화액 등의 부산물 이용기술 확립
 - 발전을 고려한 미세조류 등에 의한 차세대 바이오 연료의 연구개발 등 추진

□ 재생에너지법 개정(2016)

- 2012년 시행된 재생에너지법에 의해 FIT 도입.
 - FIT 제도 시행으로 2015년 신재생발전량은 129TWh, 총 발전량(923TWh)의 14% 차지
 - 2015년 신재생 설비용량 기준, 세계 6위(90.1GW)의 신재생 선도국가로 성장
- 하지만 FIT는 신재생발전 비용을 소비자가 부담한다는 문제를 야기

- 이에 2016년 경제산업성은 신재생발전 사업 인증 강화, 전력회사에 출력억제 권한 부여, 경쟁 입찰 제도 도입을 골자로 하는 개정안 시행
 - 개정 이전에는 사업자가 프로젝트 계획 제출 시 사업면허를 발급해 주었으나, 법 개정 후 토지확보, 전력회사와의 계통연계 계약 및 구매계약, 프로젝트 추진 가능성 검토가 완료된 이후에 사업면허 발급
 - 5개 지역 사업자(홋카이도, 동북, 시코쿠, 큐슈, 오키나와)는 해당 지역의 연계 가능량을 초과한 경우에는 신재생발전에 대해 연간 30일 또는 최대 360시간까지 무보상 출력억제 지시 가능
 - 기존에 매년 정해진 매입단가로 신재생발전 전력을 구매하는 대신 발전사업자의 입찰에 의한 가격변동 방식으로 전환하는 태양광발전 입찰제도 도입 검토

□ 스마트 농업 (2016)³⁸⁾

- 2016년에 일본 정부가 발표한 정책목표 달성을 위한 핵심 로드맵인 '일본 재흥전략 2016'에서는 농림수산업의 경쟁력 강화를 주요 과제로 선정, 이를 위해 스마트농업의 도입을 적극적으로 추진함을 언급
- 농림수산성은 '스마트 농업의 장래상' 에서 스마트 농업을 로봇 및 ICT 기술을 활용해 고품질 작물을 효율적으로 생산하는 새로운 농업으로 정의하고, 5대 분야를 정리
 - (대규모 생산 실현) GPS 자동 주행 시스템 등을 도입해 농기계의 야간주행, 자동주행 등을 가능하게 함으로써 대규모 생산 실현
 - (데이터에 기반을 둔 정밀 농업) 센서기술 및 과거 데이터를 활용해 토양 상황 등을 상세하게 분석하고, 상황별 맞춤형 대응을 함으로써 고품질 농산물을 효율적으로 생산
 - (힘들고 위험한 작업에서 해방) 농업 지원 로봇, 제초 로봇, 지하수 및 논밭 표면 수위 관리 원격 제어 시스템을 활용해 농작업의 경노동화 및 자동화 실현
 - (누구나 쉽게 종사할 수 있는 농업) 경험이 풍부한 농가의 기술을 데이터화하고, 농업기계 지원 장치를 도입함으로써 여성 및 청년 등의 농업 참여 지원
 - (소비자에게 안심과 신뢰 제공) 식품 정보의 클라우드 시스템 등 도입으로 생산 관련 상세 정보를 소비자에게 직접 제공

38) 일본농림수산성(2016), www.maff.go.jp/j/kanbo/saisei/honbu/.../2_seme10_siryou1.pdf (검색일:2018.1.3.)

○ 스마트 농업 관련 기업 동향

- 농림수산성에 따르면 농업에 진출한 일반 법인 수는 2010년 6월 기준 175개사에서 2014년 12월 1,712개로 대폭 증가
- 스마트 농업에 참여하는 주요 기업으로는 NTT Facilities, NEC, 후지쯔 규슈 시스템, 후지 전기 등을 들 수 있음

○ ICT 기술의 농업 활용사례 : 돔형 식물공장

- 주식회사 그란파는 에어돔 모양의 식물 공장을 개발, 2014년 1월부터 요코하마시에 돔형 하우스를 설치하고 도시에서의 돔 하우스 농업 실증 실험을 실시하고 있음
- 돔 내부에는 약 1만 5000그루의 야채를 재배하는 원형 수조가 설치돼 있는데, 1개월 동안 성장한 야채를 수확하는 시스템
- 돔 하우스 내에서는 IT 기술을 통해 수온, 온도, pH, 비료 농도가 자동 조절돼 안정적 재배 출하가 가능. 또한 효율적인 유통을 위해서도 ICT가 기여하고 있는데, 시설 채소 생산자 간의 수급 조정에서부터 생산자-구매자 간 매칭까지 종합적으로 지원하는 시스템을 개발해 사용 중
- 대형 소프트웨어 벤처들과 협력해서 클라우드 서비스를 활용한 원격 시설 관리도 시도할 예정

□ 수소·연료전지전략 로드맵 (2016)

- 일본 정부는 ‘수소·연료전지전략(수소에너지 이용방법을 단계별로 제시한 전략 로드맵)’ 을 2014년 발표하였으며 2016년 세부 내용 재정비
- 1단계 : 수소이용의 대폭적인 확대
 - 2017년 : 업무·산업용 연료전지의 시장 투입
 - 2020년경 : 하이브리드차 연료비와 같거나 그 이하의 수소 가격을 설정해 수소연료 보급 지원
 - 2025년경 : 같은 가격대의 하이브리드 차와 가격경쟁력을 가진 수소연료전지 자동차 가격으로 보급 지원
- 2단계 : 수소발전의 본격적인 도입 및 대규모 수소공급 시스템 확립 - 2020년 중반 : 해외에서 수소가격 30엔/Nm³, 수소 국내 유통망 확대
 - 2030년경 : 해외에서 이용하지 않는 에너지용 수소의 제조, 운송, 저장 본격화, 발전사업용 수소발전의 본격 도입

○ 3단계 : CO₂ 없는 수소공급 시스템 확립

- 2040년경 : CCS(Carbon Capture & Storage, 이산화탄소 포집 저장기술)와 재생에너지 활용에 의한 CO₂ 없는 수소 제조 운송 및 저장의 본격화

□ 과학기술혁신 종합전략 (2016)

- 미래 산업 창출과 사회 변혁을 위한 새로운 가치 창출의 노력, 경제·사회적 과제 대응, 과학 기술 혁신의 기반적인 힘의 강화와 혁신 창출을 위한 인적, 지적 자금의 선순환 시스템의 구축'에 중점
- 시스템의 고도화 및 시스템 연계 협력을 위한 노력
 - '과학기술혁신 종합전략 2015'에서 정한 시스템 중 '고도화 교통 시스템', '에너지 가치 사슬의 최적화 및 새로운 제조 시스템'을 핵심 시스템으로 개발하고 다른 시스템과의 연계 협력을 도모하고, 새로운 가치 창출
- 새로운 가치와 서비스 창출의 기반이 되는 데이터베이스 구축
 - 교통, 에너지, 인프라 관리 등 다양한 분야가 공통으로 이용할 수 있는 입체지도 정보, 영상 정보, 지구 환경 정보 간 데이터 유통 촉진 정보의 5개 데이터베이스 정비

□ 에너지 기본계획(2014)

- 2011년 후쿠시마 원전 사고 이후 원자력 비중을 감소시키고 재생에너지원으로 에너지 공급을 다원화 시키는 에너지 믹스(Energy Mix) 정책 채택
- 후쿠시마 원전 사고 이후 화력발전에 과도하게 의존하고 있는 현실을 타개 하려는 노력
 - 2010년 기본계획에서 '2030년에 원자력발전과 재생에너지의 비율을 약 70%로 한다'고 제시하면서 화력은 점차 줄여갈 방침이었으나 후쿠시마 원전 사고 이후 원전 가동이 중지되면서 화력에 대한 의존도 상승
 - 현재 전체 발전에서 차지하는 화력발전의 비율은 90%에 육박
- 중장기 에너지원으로 재생에너지 활용 강조
 - 현재까지 재생에너지의 전력원 비율은 태양광, 풍력, 수력을 포함해 10% 수준이나, 이를 훨씬 웃도는 목표치를 적극 도입해, 2020년에 13.5%, 2030년에 20%까지 끌어올릴 방침

(5) 중국

가. 개요

- 중국은 2000년대 초반부터 기후변화를 국가적 차원의 중요 문제로 인식하고 적극적인 정책을 시행 (김도영, 2017)
 - 지속적인 경제발전을 위해 기후변화 대응이 불가피함을 인식
 - 기후변화 문제에 적극적으로 대응함으로써 책임 있는 대국 이미지 형성
 - 신재생에너지를 비롯한 미래 유망산업 투자를 통한 선진 기술 강국 도약이라는 기치 아래 태양광 산업 적극 유치
- 이에 중국 정부는 녹색 개발과 저탄소사회 건설을 국가적 목표로 설정하고 태양광 진흥 정책 등 관련 정책을 입안
 - 화석연료로 인한 대기오염 문제가 심각해지자 사용 에너지에서 석탄 비중을 낮추고 풍력, 태양광 등을 사용하는 정책 적극 추진
 - 스마트 농업 정책, 저탄소 시범도시 확대 운영, 태양광 관련 법령 정비 등

나. 세부 정책 현황

- 일대일로(一帶一路, One belt one road, 2013)
 - 2013년 시진핑 주석이 제창한 경제권 구상. 중국과 여타 유라시아 국가들을 연결하려는 시도이며 육상 실크로드, 21세기 해상 실크로드로 구분
 - 5개 분야의 세부 협력사항을 통해 에너지의 확보와 수송을 위한 소통이 일대일로 정책의 중요한 목적
 - 에너지 인프라의 상호연계를 위해 협력을 강화하고, 송유관·가스관 등 파이 프라인의 안전을 공동으로 수호하고, 국가 간 전력 및 송전 라인을 건설하며, 역내 전력망의 개량·개선 작업에 적극 협력
 - 석탄, 석유, 가스, 금속광물 등 전통적인 에너지자원의 탐사 및 개발 협력을 확대하고, 수력발전, 풍력발전, 원자력발전, 태양에너지 등 청정하고 재생 가능한 에너지 분야에서 서로 협력

- 에너지 자원의 현지 또는 근거리 가공 전환 작업에 대해 협력하고, 상·하류 에너지 자원이 통합되어 하나의 산업체인 형성
- 에너지 자원의 정밀가공 기술, 장비 및 공정 서비스 분야에서도 협력 강화

□ 중국 제13차 5개년 계획(2016~2020)

- 중국의 ‘5개년 계획’은 중국의 국민경제 발전에 대한 중 장기적 목표와 방향을 설정하는 핵심 축
 - 제12차 5개년 계획은 안정적인 경제성장과 신에너지 개발 및 자원 절약을 통한 지속가능한 발전에 초점을 맞추어 제시되었으며, 전력, 석탄, 석유·가스, 재생에너지, 비전통 가스, 에너지 수송, 대기오염 등을 포함한 각 분야에서 목표치에 상당 수준 근접한 성과를 달성함
- 2016.3.16., 전국인민대표회의에서 국민경제와 사회발전 제13차 5개년 계획(2016-2020) 발표
 - 제13차 5개년 계획에는 국유기업 개혁, 행정관리체계 개혁, 문화체제·사회보장제도·생태환경 체제 개혁 등의 내용이 포함됨, 제12차 5개년 계획에서 선정되었던 에너지 절약형 친환경산업 등 7대 전략적 신흥 산업이 지속적으로 발전할 것으로 전망됨
 - 제13차 5개년 계획에서는 비화석 에너지와 천연가스 소비 비중 증대를 통한 청정·저탄소 사회 실현, 에너지 시스템 운영효율 개선, 생산능력 과잉 문제 해결 등을 정책목표로 제시
- 에너지 부문 발전을 위한 4대 혁명, 하나의 협력 제시
 - (에너지 공급) 에너지 공급능력을 제고시켜 에너지 수급 안정 보장
 - (에너지 기술) 기술·설비의 연구·개발을 통해 혁신 시스템 구축
 - (에너지 소비) 비화석 에너지와 천연가스의 소비 비중을 대폭 확대하여 청정·저탄소 에너지 발전 전략 실천
 - (에너지 체제) 에너지 사용 여건을 대폭 개선하여 에너지 서비스 질 향상, 석유 및 천연가스 등 주요 에너지 부문의 체제 개혁을 추진
 - (하나의 협력) 대내·외 상황을 고려하여 에너지 국제협력 강화

- 청정·저탄소 사회를 실현하고 안전하고 고효율 현대적 에너지 시스템 구축을 위한 목표 제시
 - (에너지 효율 개선) 기풍률과 기광률 감소
 - (에너지믹스 개선) 1차 에너지 소비에서 비화석에너지 비중 13.2%, 전원믹스 (발전설비 기준)에서 비화석 에너지 비중 35.7%
 - (에너지 생산능력 증대) 1차 에너지 총 생산량은 36억 표준석탄(ton of coal equivalent, tce) 달성
 - (에너지 총 소비량 억제) 1차 에너지 소비량 43.6억 tce 억제
- 에너지 분야 8대 중점사업 제기
 - 계획 전문의 제30장에서 현대화 에너지 시스템 건설 부분에서는 에너지 혁신을 심도 있게 추진하고, 에너지 생산·이용 방식 변혁 추진에 힘쓰며, 에너지 공급 구조를 최적화하고, 에너지 이용 효율을 높이고, 청정 저탄소의 안전하고 고효율적인 현대화 에너지 시스템을 건설하여 국가의 에너지 안전을 지켜야 한다고 지적하며, 제13차 5개년 기간 에너지 분야의 8대 중점사업 제기

□ 농업 현대화 및 스마트농업 정책 (2016)

- 2016년 10월 20일, 국무원이 ‘전국 농업 현대화 계획(2016~2020년)’ 을 발표해 농업 현대화의 일환으로 스마트 농업을 언급함
- (중국 제조 2025) 인터넷과 제조업 융합을 통한 중국 산업의 업그레이드 계획으로, 10대 산업 중 농업 기계 설비 분야를 포함(첨단 농기구 및 핵심부품 발전)
- (인터넷 플러스 정책) 인터넷 플랫폼 및 정보기술을 활용한 인터넷과 전 산업의 융합을 통해 새로운 경제발전 생태계를 창조하는 전략으로, 중국 전통 제조업 유통업 등의 스마트화 가속화 전망

□ 저탄소 시범도시 100개 확대 (2016)³⁹⁾

- 2차 미·중 기후·스마트-저탄소 도시 정상회의에서 국가발전 개혁위원회는 중국의 저탄소 시범 도시 수를 100개로 증대할 것을 발표

39) Shenzhen Panorama Network(2016), http://www.p5w.net/news/gncj/201606/t20160608_1477522.htm (검색일: 2018.1.3.)

- 중국은 지난 2012년 이후 전국에 탄소 배출 감축 시범 성과 도시 42개 지정
 - 이들 지역의 인구는 중국 전체의 40%를 차지하며 GDP는 60% 차지
 - 특히 저탄소 건축, 교통, 에너지 등 3대 분야에 집중 투자

□ 2015년 태양광발전 건설 실시방안 관련 통지(2015)

- 중국 국가 에너지국(國家能源局)이 내놓은 ‘2015년 태양광발전 건설 실시방안 관련 통지’에 따르면 2015년에는 7.8만GW 규모의 新 태양광발전소를 증설(전년대비 실제 설치된 설비 용량을 10.6만GW에서 6만GW 증가)할 계획
 - 위의 목표가 예정대로 이뤄지면 중국은 독일을 추월해 태양광 설비 설치 영역에서 전 세계1위를 차지할 것임
- 태양광 산업정책 체계를 완비하기 위해 2014년 공업 및 정보화부, 에너지국(能源局) 등 주관 부처에서 ‘국24호문’ 기반 관련 정책 출시
 - 이미 10여 개 성에서 태양광발전에 대해 전기요금 혹은 투자보조금을 지원함
 - 7월 13일 광다그룹(方大集團)에서 발표한 공고에 따르면 자회사인 선전시 광다신 능원회사와 장시 신위시 등지국 샹텐리 투자회사가 협정 체결 예정임. 16억 위안을 투자해 200MWP 규모의 태양광발전소를 설립할 것이라고 함
 - 협정에 따르면 선전시 광다신 능원회사에서 80%를 투자하고 등지국 샹텐리 투자회사에서 20%를 투자해 합자기업을 설립 예정. 2015~2017년 기간 내에 신위시(新余市)에서, 건설, 운영 및 인수 총액 200MW 규모의 태양광발전소를 공동 투자 개발할 것이라고 밝힘
- 국가 에너지국(國家能源局), 공업 및 정보화(工業和信息化部), 국가 인증인가 감독관리 위원회(國家認監委)는 ‘선진 태양광 발전의 기술 촉진 및 산업 고도화에 관한 의견’(關於促進先進光伏技術產品應用和產業升級的意見)을 구체화 하기 위한 일환으로 ‘링파오저 인증 계획’ 실시를 제시
 - ‘링파오저 인증 계획’은 태양광 발전 산업의 건전한 발전을 촉진하며 관련 설비 검측 및 품질관리 강화에 대한 프로젝트임
 - 제품의 효율, 환경 적응성 및 내구성 기술 중심으로 링파오저 선진기술 지표 평가체계를 구축하는 것이 목적

- 중국 정부는 태양광 발전설비 시장진입 및 링파오저 계획의 차별화된 품질 관리를 위해 제3자 인증기관을 통해 진입 기준을 마련하고 있으며, 낙후된 제품 교체 및 선진기술 제품 확대에 주력하고 있음

□ 에너지 발전전략 행동계획(2014~2020)

- 2014년 11월 발표한 에너지 발전전략 행동계획은 에너지 산업발전을 위한 4대 전략과 5대 임무 등 다양한 정책적 목표를 제시
 - ‘절약’을 최우선 목표로 친환경 확대, 분산전원 공급, 국내외 자원 개발 적극 진출, 에너지 기술개발 등을 전략 및 추진과제로 설정
- 행동계획에는 중국의 에너지 발전 및 개선을 위한 4대 전략, 5대 임무 및 2020년까지 달성할 부문별 목표 제시
 - (에너지 절약전략) 2020년까지 1차 에너지 소비 총량 약 48억 toe로 제한 및 석탄 소비 총량 약 42억 톤 감축
 - (자국 내 에너지 공급 전략) 2020년까지 중국 내 1차 에너지 생산 총량 42억 tec 달성, 에너지 자급률 약 85%선 유지, 매장량 대비 채굴량 비율 14~15%까지 향상 등 에너지 공급 비상대비 체계 확립
 - (저탄소·녹색 전략) 2020년까지 1차 에너지 소비에서 비화석 에너지 및 천연가스 비중 각각 15%, 10%이상 향상, 석탄 소비 비중은 62% 이내로 억제
 - (과학기술 혁신 전략) 2020년까지 질서 있는 에너지 개방·경쟁시장 형성

□ 스펀지도시 건설(2013)⁴⁰⁾

- 2013년 국가주석 시진핑(习近平)이 중앙 도시화 작업회의 연설에서, 자연축적, 자연침투, 자연정화의 기능을 하는 ‘스펀지도시’를 강력히 추진해야 한다며, 스펀지도시 건설의 필요성을 언급함
 - 스펀지도시 건설 프로젝트는 비가 오면 도심이 물에 잠겨 바다로 변하는 칸하이(看海)현상을 예방하기 위해 배수체계와 물 저장시설을 갖추어, 빗물 등 수자원을 효과적으로 활용하기 위한 사업
 - 2014년 11월 주택도시 건설부(住房和城乡建设部, 이하 주택부) 역시 ‘스펀지도시 건

40) 스펀지도시는 중국에서 사용되는 단어로 국제적으로 통용되는 명칭은 '저영향개발(LID)'임

- 설 기술 지침서’ 를 발간해 국가가 각 지역의 스펀지도시 건설을 격려할 것을 강조
- 2014년 말 발표된 ‘스펀지도시 건설 시범구역 지원 확대 사업 통지’ 에 의하면 국가는 중앙재정이 스펀지도시 건설을 지지하도록 결정하고, 시범건설 도시에 자금을 보조
- 주건부 루커화(陆克华) 부부장은 국무원 정책 브리핑에서 3년간 865억 위안을 투자해 16개 시범 도시에서 스펀지도시 프로젝트를 추진할 계획을 밝힘

□ 중국 자동차 구매제한 정책 (1994)

- 중국에서 자동차 구매제한 정책을 실시하는 지역은 베이징(北京), 상하이(上海), 광저우(廣州), 구이양(貴陽), 스자좡(石家莊), 텐진(天津), 항저우(杭州) 등 총 8개
- 최초 자동차 구매제한 정책을 실시한 곳은 상하이(1994년)이며, 그 뒤로 베이징(2011년)이 시행하면서 중국 타 지역으로 확산되기 시작
- 자동차 구매제한 정책 주요 내용
 - (자동차 증가량 억제) 베이징의 경우는 월 2만 대, 즉 연간 24만 대로 증가 범위를 제한하고 있으며 그 밖에 7개 도시는 연간 10만~12만대 수준
 - (번호판 발급 제한) 소비자가 자동차를 구입한 후 자동차 번호판을 자유롭게 발급받지 못하도록 제한을 둔 정책. 주로 ‘경매’ 와 ‘추첨’ 등 2가지 방식으로 실시
 - (운행 제한) 차량 2부제 실시 등을 통한 차량 운행 제한

□ 국가 기후변화 대응전략 (2013)

- 중국의 첫 기후변화 적응 분야의 전략계획으로서, 2020년까지 중국의 기후변화 대응을 위한 3대 주요 목표를 대응능력 제고, 중점 분야별 과제 추진, 대응지역 구조 형성 등으로 제시
- (대응능력 제고) 국민들의 기후변화 적응 의식 향상, 적응의식 고취를 위한 지식 보급, 효율적인 기후변화 적응훈련 추진
- (중점분야별 과제추진) 극단적 날씨 변화에 대한 대응능력 제고, 농업과 임업의 기후변화 대응 관련 지표 선정, 삼림·초원·습지 등 생태계 보호, 황폐화 및 사막화 토지의 효과적 처리, 수자원의 고효율 이용체계 구축, 도시 및 농촌 주민의 음용수 안전 확보
- (대응지역 구조 형성) 국민의 생활안전, 농산물 안정적 공급, 생태계 안전을 위해 지역간 과학적이고 합리적인 도시화 구조, 농업발전 구조, 생태안전 구조 등을 구축

(6) 한국

가. 개요

- 문재인 대통령은 친환경 에너지로의 전환을 대선 공약으로 내걸었고, 대통령 취임 후 위와 같은 내용이 반영된 “제8차 에너지 수급계획” 과 “재생에너지 3020 이행계획” 이 발표됨
 - 2030년까지 재생에너지 발전량 비중 20%까지 확대
 - 환경과 국민안전까지 고려한 정책 조화 강조
 - 100조원 내외 재생에너지에 투자 계획
- 기존의 한국의 재생에너지 관련 기본 계획은 “신·재생에너지 기술개발 및 이용·보급 기본계획” 과 “제 2차 에너지 기본계획” 이라고 할 수 있고, 이와 궤를 같이 하는 일련의 정책들이 추진 중에 있음
 - 청정에너지 혁신 미션
 - 에너지 기술 개발 계획
 - 제1차 기후변화대응 기본계획 등

나. 세부 정책 현황

- 재생에너지 3020 이행계획 (2017)⁴¹⁾
 - 산업통상자원부는 2017년 12월 재생에너지 3020 이행계획안을 발표
 - 2030년까지 재생에너지 발전량 비중 20%까지 확대, 신규설비 95% 이상 태양광, 풍력 등 청정에너지로 공급
 - 2016년 7%, 2022년 10.5%, 2030년 20%
 - 2017년 15.1GW 중 14.8GW, 2018-30년 48.7GW 중 47.3GW, 2030년 63.8GW 중 61.3GW

41) 산업통상자원부(2017), http://www.motie.go.kr/motiee/presse/press2/bbs/bbsView.do?bbs_seq_n=159996&bbs_cd_n=81¤tPage=1&search_key_n=&cate_n=&dept_v=&search_val_v= (검색일: 2018.1.3.)

- 기존의 외지인·사업자 중심에서 지역주민·일반 국민 참여형으로 전환
 - 도시형 자가용 태양광 확대
 - 소규모 사업지원 및 협동조합을 통한 참여 활성화
 - 농촌지역 태양광 활성화
 - 지자체 주도의 계획 입지제도 도입
- 개별입지 난개발 경향에서 벗어나 대규모 프로젝트의 계획적 개발로 전환
 - 대형 발전사의 RPS 의무비율 단계적 상향 조정
 - 수상 태양광, 대규모 간척지, 대규모 해상풍력 계획단지 조성
 - 주민 참여형 사업모델 신규 개발로 대규모 프로젝트 수용성 확보
- 재생에너지 확대를 위한 보급여건 개선
 - 입지규제 및 사업 수익성을 저해하는 각종 제도의 획기적 개선
 - 지역별 보급계획 수립, 전담조직 보강 등 지자체 역량 강화
- 환경을 고려한 재생에너지 확대
 - 연료연소 기반(폐기물·우드펠릿 등) 재생에너지 최소화
 - 환경성을 고려하여 발전사업 허가제도 정비
 - 재생에너지 폐기물 처리기반 구축: 태양광 폐모듈, 풍력 블레이드 등
 - 환경 친화적 디자인 발굴·확산 (재생에너지 디자인 공모전 등)
- 에너지 신산업 육성 방안
 - 재생에너지 산업경쟁력 강화 (전략적 시범사업·실증단지 조성, 해외시장 진출 활성화 등)
 - 분산전원 기반 에너지 신산업 육성 (전력중개시장 조성, 계통 연계형 ESS 설치 확대, ICT 기반 운영제어 기술 개발 지원 등)
 - IoE 활용 수요관리 서비스산업 육성 (전력 빅데이터 서비스마켓 구축, 지능형 에너지 통합관리 서비스 모델 발굴·확산, 전기차 활용 신에너지 서비스 창출 등)
 - 스마트시티를 통한 신산업 실증 (융·복합 신에너지 서비스 창출)

□ 제8차 전력수급 기본계획 (2017)⁴²⁾

○ 기본 방향

- 환경과 국민안전까지 고려한 정책 조화 강조
- 원전의 단계적 감축, 재생에너지를 2030년 발전량의 20%로 확대
- 국내 전력 수급여건이 안정적인 지금이 에너지 전환의 적기로 판단

○ 재생에너지 보급목표 및 확대방안

- 목표: 2030년 재생에너지 발전량 비중 20%(132TWh*) 달성
- 추진전략:
 - 폐기물·바이오 중심 → 태양광·풍력 등 청정에너지 보급
 - 사업자·개별입지 중심 → 국민 참여 유도 및 계획적 개발
 - 대형 프로젝트 부재 → 규제완화 등 대형프로젝트 지원
- 주체별 공급계획: 도시형 자가용 태양광 확대, 협동조합 등 소규모 사업 지원 강화, 농가 태양광 확대, 주민 수용성과 환경성을 고려한 대규모 프로젝트 추진

○ 재생에너지 투자계획

- 총 투자비는 정부재정 18조원을 포함하여 100조원 내외

□ 제4차 신·재생에너지 기본계획(2015)⁴³⁾

- ‘재생에너지 개발·이용·보급 촉진법’ 제5조에 따라 2035년까지의 재생에너지 보급과 기술개발에 관한 내용을 포함한 제4차 재생에너지 기본계획 제시(2014.9)

- 정부 주도에서 민관 파트너십에 기반을 둔 성장모델로 전환하기 위해 재생에너지 시장 생태계 조성에 주력할 계획

- 제2차 에너지 기본계획에 제시된 바와 같이 3035년까지 재생에너지 보급을 1차 에너지 기준 11%까지 확대하고, 에너지원별로는 폐기물 비중은 축소하는 대신 태양광과 풍력을 핵심원으로 육성할 계획

○ 비전 및 목표

42) 산업통상자원부(2017), http://www.motie.go.kr/motie/ms/nt/announce3/bbs/bbsView.do?bbs_seq_n=64603&bbs_cd_n=6 (검색일: 2018.1.3.)

43) 산업통상자원부(2017), http://www.motie.go.kr/motie/py/td/energeitem/bbs/bbsView.do?bbs_seq_n=209828&bbs_cd_n=72¤tPage=1&search_key_n=&cate_n=4&dept_v=&search_val_v= (검색일: 2018.1.3.)

- 2035년까지 1차 에너지의 11.0%를 재생에너지로 공급
- 2014년~2035년 기간 중 재생에너지 연평균 증가율은 6.2%
- 폐기물 비중 축소, 태양광과 풍력을 핵심 에너지원으로 육성
- 2035년에는 전체 전력량 중 13.4%를 재생에너지로 공급
- ‘정부주도’ 에서 ‘민관 파트너십’ 으로 전환하기 위한 재생에너지 시장 생태계 조성에 주력
 - 시장친화적 제도설계, 수익형 비즈니스 모델 제시, 규제완화, 신재생보급에 적합한 모델 발굴을 통한 자발적 민간투자 제고
- 해외시장 진출을 통해 지속가능성장을 위한 자생력 확보
 - 협소한 국내시장을 넘어 적극적 해외진출을 통해 국내 보급과의 상호 선순환 창출

□ 제2차 에너지 기본계획(2014)⁴⁴⁾

- 주요 내용(저탄소 녹색성장 기본법 제41조 제3항)
 - 국내외 에너지 수요와 공급의 추이 및 전망
 - 에너지의 안정적 확보, 도입·공급 및 관리를 위한 대책
 - 에너지 수요 목표, 에너지원 구성, 절약 및 에너지 이용효율 향상
 - 재생에너지 등 환경 친화적 에너지의 공급·사용을 위한 대책
 - 에너지 안전관리를 위한 대책
 - 기술개발, 전문인력 양성, 국제협력, 자원개발, 에너지 복지 등
- 정책목표와 주요 과제
 - 수요관리 중심의 에너지 정책전환
 - 분산형 발전시스템 구축
 - 환경보호, 안전강화, 기술 등 지속가능성 제고
 - 원전 안전성을 대폭 개선하기 위한 투자 확대, 노후 원전 관리와 계획예방정비 강화 등 안전을 최우선으로 원전운영
 - 에너지섬 탈피를 위한 에너지 안보 강화
 - 전기 중심의 보급정책을 열·수송부문으로 확장*하고, 민간 주도형 보급제도를 통해 2035년 비중을 11%까지 확대

44) 산업통상자원부(2014), http://www.motie.go.kr/motie/py/td/energeitem/bbs/bbsView.do?bbs_seq_n=209286&bbs_cd_n=72¤tPage=21&search_key_n=title_v&cate_n=4&dept_v=&search_val_v= (검색일: 2018.1.3.)

- 원별 안정적 공급체계 구축
- 국민과 함께하는 에너지 정책추진

□ 2016년도 에너지기술개발 실행계획

- 제2차 국가에너지기본계획(2013~2035)과 제3차 에너지기술개발계획(2014~2023)의 체계적 이행을 위한 연차별 실행계획
 - 상위계획의 정책목표와 주요전략을 구현하기 위해 '16년도 에너지 R&D의 목표, 추진전략 및 과제 등 세부 실천계획을 마련
- 전략별 세부 추진 방향
 - 에너지 R&D 체계 효율화
 - 에너지 공급-수요관리 기반 강화
 - R&D 역량강화를 위한 인프라 구축

□ 제1차 기후변화대응 기본계획(관계부처합동, 2016)

- 정부는 기후변화대응의 기본원칙에 따라 20년을 계획기간으로 하는 '기후변화대응 기본계획'을 5년마다 수립·시행(제1차 기후변화대응 기본계획, 계획기간: 2017~2036년)
 - 국무조정실 총괄·조정, 부문별 소관부처 책임 하에 관계부처 합동으로 2030 기본 로드맵 및 기후변화대응 기본계획 수립(2016.12), 온실가스 배출권 할당계획(2017), 장기 저탄소 발전전략(2018) 등 수립 예정
- 신기후체제에서 기후변화 대응 추진 전략
 - (대응 범위) 온실가스 감축만이 아니라, 적응·재원·기술이전·역량 배양·투명성 등을 포괄
 - (감축 수단) '규제' 위주의 감축에서, 산업을 진흥하고 시장 기능을 활용하는 과학기술 및 시장중심 감축으로 전환
 - (대응 체계) 부처별 대응 체계에서 범부처 차원의 통합적 대응으로 전환
 - (이행 주체) 정부 주도 및 산업계 중심의 이행에서, 민관이 협업하고, 산업·비산업부문 다양한 이해관계자가 참여하는 체계로 전환
 - (평가 체계) 주기적 점검·평가 및 환류를 통한 이행 성과 보고·확산

- (국제 점검) 감축목표 달성을 위한 국가 노력에 대한 글로벌 이행점검에 대응
- 기후변화 대응을 위한 주요 과제 추진 방향
 - 저탄소 에너지 정책으로의 전환
 - 탄소시장 활용을 통한 비용 효과적 감축
 - 기후변화대응 신산업 육성 및 신기술 연구투자 확대
 - 이상기후에 안전한 사회 구현
 - 탄소 흡수·순환 기능 증진
 - 신기후체제 대응을 위한 국제협력 강화
 - 범국민 실천 및 참여기반 마련

□ 제2차 국가기후변화적응대책(2016~2020) (환경부, 2016)

- IPCC AR5의 기후변화 가속화 전망, UN 지속가능 발전목표와 新기후체제에서 적응의 중요성 강조, 최근 가뭄과 이상고온 현상에 따른 국민의 관심·우려를 반영한 실효성 있는 적응대책
- ‘저탄소녹색성장기본법’ 시행(2010.4)에 따라 법정계획으로서 수립한 1차 대책 체계를 보완·발전하여 20개 부처 합동으로 2차 대책을 수립
- 세부 목표
 - (2020) 기후변화 영향·위험 파악 고도화
 - (2035) 기후변화 정보의 불확실성 감소
- 제2차 국가기후변화 적응대책의 4대 정책
 - 과학적 위험관리, 안전한 사회건설, 산업계 경쟁력 확보, 지속가능한 자연자원관리

□ 제2차 대기환경개선 종합계획(2016~2025) (환경부, 2016)

- 대기환경 보전법에 따른 대기·기후분야 전국 단위 종합 계획으로, 10년간의 정책방향 제시하는 법정계획

○ 목표

- (대기) 미세먼지·오존 오염 50% 이상 감축(기준초과 비율 1/2)
- (기후) 2030년까지 BAU 대비 온실가스 37% 감축

○ 4대 기본 전략(PIES)

- 국민참여적 거버넌스(Participatory governance)
- 대기·기후(감축·적응) 통합적 접근(Integrated Approach)
- 경제와 환경의 상생·조화(Economy-ecology win-win)
- 과학기술 기반의 혁신(Science-based innovation)

○ 제2차 대기환경개선 종합계획 기후변화 대응 핵심 추진과제

- 산업부문 온실가스 감축
- 저탄소 생활 선도국가 추진
- 전사회적 기후변화 적응역량 강화
- 기후·경제 상생 기반구축

□ 청정에너지 혁신미션(2015)⁴⁵⁾

- 2015년 한국 정부는 유엔 기후변화협약 당사국총회(COP21, 파리)를 계기로, 향후 5년 내 청정에너지 연구개발 공공투자 두 배 확대를 목표로 하는 ‘청정에너지 혁신미션(Mission Innovation)’ 선언(2015.11.30)에 참여
- 산업통상자원부는 미국 샌프란시스코에서 열린 제1차 혁신미션 장관회의(6.1~2)에서 각국의 에너지 장관들과 함께 청정에너지 연구개발 공공투자 확대계획 발표
 - 혁신미션 선언 이행을 위해 관계부처, 산·학·연 전문가 등 200여명이 참여하는 혁신미션 위원회를 출범
 - 재생에너지, 효율향상 등 6대 중점 투자분야를 선정했으며, 해당 분야의 2016년 공공투자 규모(기준금액)은 약 5,600억 원으로 2021년까지 두 배로 투자규모를 확대할 나갈 계획

45) 산업통상자원부(2016), http://www.motie.go.kr/motie/ne/presse/press2/bbs/bbsView.do?bbs_seq_n=158287&bbs_cd_n=81 (검색일: 2018.1.3.)

□ 에너지 신산업 활성화 및 핵심기술 개발전략 이행 계획(2014)⁴⁶⁾

- 글로벌 기후변화 체제를 고려한 에너지 정책 패러다임 변화 필요
 - 온실가스 감축 기조(Post-2020) 강화에 따른 규제 위주의 정책은 기업의 성장 잠재력 확충에 한계
 - 우리의 강점인 ICT와 수요관리를 융합한 에너지 효율화를 통해 업계의 역량 강화(Capacity Building)에 중점을 둔 육성정책으로 전환
- 이에, 정부는 선제적으로 에너지 新시장 창출을 위한 정책을 마련
 - ‘제2차 에너지기본계획(2014.1)’을 수립하면서, 에너지 정책 방향을 기존의 공급 중심에서 수요관리 중심으로 전환
 - 기후변화 대응을 위한 에너지 신산업 창출방안 및 핵심기술개발 전략을 통해 장기적인 정책 목표 및 추진 방향 설정(2014.7)

□ 제3차 에너지기술개발계획(2014)

- 제7회 국가과학기술심의회(2014.12.23)를 통해 중장기 에너지기술 개발 방향과 사업화 촉진 정책을 포함하는 ‘제3차 에너지기술개발계획(2014~2023)’을 확정하고 발표
 - ‘국가에너지기본계획’과 관련한 에너지의 효율적 사용과 온실가스 감축 등을 위해 추진하는 최상위 기술개발계획으로, 에너지법 제11조에 따라 5년마다 10년 이상을 계획기간으로 수립
 - ‘제2차 국가에너지기본계획’이 에너지믹스와 ‘1차 기본계획’과는 차별화되어 새로운 기술개발계획 조기 수립
- ‘제2차 국가에너지기본계획’ 정책목표와 기술패러다임 변화를 근거로 에너지 공급 수요 혁신의 17개 기술개발프로그램으로 균형 있게 구성
 - 에너지산업 경쟁력 강화, 기술혁신 기반의 기후변화 대응, 기술개발 생산성 향상이라는 정책목표 아래 ‘에너지 기술 혁신 프로그램 2025’와 4대 핵심 추진 전략 제안

46) 과학기술정보통신부(2014), <http://www.msip.go.kr/web/msipContents/contentsView.do?catelId=mssw43&artId=1263057> (검색일: 2018.1.3.)

- ‘에너지 기술 혁신 프로그램 2025’ : (공급) 청정·안전 중심의 사회친화형 공급 기술, (수요) 에너지고효율·저탄소 사회 구현을 위한 수요기술, (융합혁신) 신시장 창출을 위한 선도적 기술개발
- 4대 핵심 전략: 미래선도를 위한 新R&D체계 구축, 시장창출을 위한 사업화 R&D 강화, 생태계 중심의 협력 R&D 기반 마련, 역량강화를 위한 혁신인프라 구축

3. 소 결

(1) 주요국 정책의 요약

- 주요국은 공급측면에서 화석연료 의존도를 낮추고 청정에너지 보급을 확대하는 방향으로 정책을 추진
 - 미국은 자국 경제우선주의, 일본은 지진발생 등 이유로 인해 화석연료 의존도 저감 정책의 시기와 속도에 대해 변동이 발생할 가능성
- 소비 측면에서는 에너지 수요관리 및 효율 향상에 집중 투자
 - 독일과 우리나라는 디지털 전환 기술과 연계를 중시
- 미국은 연방정부의 정책방향은 일관성이 결여되어 있지만 주 정부 차원에서는 청정에너지 확대정책을 지속적으로 추진
- 영국·독일 등 EU는 공격적인 탈화석, 온실가스 감축정책을 추진하지만 달성 가능성과 실효성 측면에서는 여러 가지 시각이 존재
- 대기환경 개선을 위한 차량운행 제한, 청정연료 사용, 무공해 차량 확대 등 다양한 정책 추진
 - 미국과 중국은 규제중심, 영국과 독일은 강력한 규제와 친환경차 전환을 혼합, 일본은 수소 활용 추진, 우리나라는 대중치료적인 정책 중심

(2) 우리나라 기후기술 관련 정책에 대한 시사점

- 4차 산업혁명 주요기술과의 결합을 통한 에너지효율화, 청정에너지보급 등 기술위주의 정책은 독일과 같이 시장체제로의 흡수, 사회문화적인 융합 등 다양한 접근방식 적용이 필요
- 신정부 출범이후 에너지정책의 급격한 변화로 인해 발생한 우려를 극복하기 위해 정책일관성 측면에서 지속성을 유지하기 위한 노력 요구
 - 하지만 화석연료 발전비중의 일방적 감축보다는 환경변화에 따른 조정을 포함하는 유연성을 발휘하는 것도 중요함
- 미세먼지와 같은 대기오염물질 대응정책과 기후변화 대응정책과의 관련성을 분석하고 연계를 강화하기 위한 연구개발 추진 필요
- 기후변화 대응을 위한 정부의 직접적 지원제도보다는 에너지포트폴리오 규제, 도시환경 규제, 시스템 개발 및 확충 등 다양한 소프트정책 활용이 요구됨
- 향후 최종에너지 소비 중 전력 의존도는 증가할 것으로 예상되므로 발전부문에 대한 장기적 수급균형 및 기술개발 전략 강화 필요

제 4 장 국내 기후기술 (융복합) 현황 심층 분석

- 국내 기후기술 및 기후변화 대응을 기술/산업/정책 측면으로 구분하여 각 분야의 전문가들을 대상으로 인터뷰 및 토의를 통해 전반적인 현황, 현안 문제점 및 주요 시사점에 대한 심층 분석을 수행하였음

제 1 절 기술적 측면

- (현안 문제점) “기술수준 미흡”, “기술개발 목적 불투명”, “기술 결정론적 개발 추진에 따른 상용화 부재” 등으로 구분하며, 현 국내 기술수준이 선진국 대비 미흡하고, 기후기술 특성 상 상용화 단계 돌파가 어려운 현실을 지적
 - 기후기술은 기술 수준이 미흡하고, 상용화 단계까지 개발된 기술이 부재
 - 대학 기술은 TRL(Technology Readiness Levels) 9단계 중 2, 3단계, 출연연 기술은 TRL 4단계 정도로 평가되고 있음
 - 에너지 분야의 경우, 화석연료의 탈피와 더불어 신재생에너지 수급 전환에 필요한 혁신적인 기술이 선진국 대비 미흡한 수준
 - 감축 분야의 경우, 일부 기술은 선진국과 동등한 수준이나, 나머지는 기술수준이 미흡하고, 특히 적응분야의 경우 전반적으로 기술수준이 극히 미흡한 수준임
 - 현재 국내 기후기술 개발수준은 대부분이 Lab scale 단계로, 실증 R&D 없이는 상용화에 어려움
 - CCUS 분야의 경우, 발전, 제철, 시멘트 분야에 적용 가능하나, 현재 국내 기술 수준이 Lab Scale 단계로 대규모 단위의 프로젝트 실적 부재로 국제 신뢰도가 낮음
 - 기후기술 연구개발의 목적이 불투명하며, 문제 해결적 관점에서의 연구개발이 필요
 - 기술개발 연구자는 직접적 수요자가 아니므로 니즈 파악에 한계가 있으며, 문제 및 수요에 대한 좀 더 명확한 정의를 통해 연구개발 방향성 정립

- 현재 국내기업의 경우 대부분 프로젝트 입찰에만 활발히 참여 중이며, 프로젝트 발굴단계 참여 및 관련 역량은 극히 미흡 (R&D를 위한 R&D)
- 단위기술의 통합 및 비즈니스 모델 연계와 관계된 연구 및 인프라가 취약함
- 기후기술 산업은 자본집약적 산업으로 장기적인 육성 정책이 필요함에도 불구하고, 기술 결정론적인 기술개발만이 이루어지고 있음
- 기후기술은 자본집약적인 영역으로, 기술 개발 및 사업화를 위해 장단기적인 정책적 지원 및 국제적 협력이 필수적임
- ‘Technology Push’와 ‘Demand Pull’의 두 가지 기술개발의 동인 중, 현재 기후기술은 전형적인 기술 결정론적 접근을 하고 있기 때문에 단기적인 실적 위주의 정책이 다수

□ (주요 시사점) “기술수준 보완 전략 수립”, “문제 해결적 관점의 연구사업 발굴” 등으로 구분하며, 기술개발 기획단계 보완을 통한 기술 수준 향상 도모

- 기후기술의 기술 수준 미흡을 보완하기 위해 타 기술과의 융합 및 전략적인 효과 제고성 방안 도출 필요
- 기술이 활용되는 용도를 생각해서 기후기술을 다른 기술과 융합하여 부가적인 효과를 분석하는 접근이 필요함
 - ICT를 연계하여 서비스화하고 소비자의 이용 패턴을 확인하는데 빅데이터 기술과 기후기술과의 융합 효과
 - 폐기물 에너지 분야는 국내기술이 비교 경쟁력이 있는 분야 중 하나, 친환경에너지타운 개념과 연계하여 해외진출 용이한 분야
 - 국내 도시구조는 스마트 시티 적용에 용이한 구조, 기후변화 대응 차원에서 생태문제를 도시계획을 통해서 개선 가능
- 온실가스 감축에서의 주요 관심이 최근 5년 사이에 디지털 transformation을 적용한 기후변화 대응으로 옮겨가기 시작하면서, 4차 산업혁명 핵심기술의 에너지, 교통, 건물, 생활에 활용을 통해 경제, 산업 부양 효과와 온실가스 감축 효과를 동시에 달성 예상
- 공간정보 기술의 활용을 통해 기후변화 모니터링 및 예측 분야를 향상시키며, 기후변화 대응 역량 강화 필요

- 미국 USGS (US Geological Survey) 사례에서, 경제위기에서도 예산 증가, 지도 작성 기관이 아닌 공간정보 기술을 통한 기후변화 대응 비전 제시
- 인니의 열대우림 위성 모니터링, 스마트시티 기술을 통한 기후변화 대응, 기상청의 풍력 입지분석 자료 배포 등 공간 정보 활용 기술 도입
- 기술수준(TRL) 향상 위주의 접근만으로는 사업화 성공이 어렵고, 기술성과 시장성의 상대 비교를 포함한 종합적인 평가를 통한 선택적 기술개발 전략 필요
- 국내 기술개발 속도는 세계시장의 속도에 맞추기 어려우므로 비교 열세에 있는 기술에 대해서는 경쟁력 있는 외국기업의 기술을 적극 도입 추진 필요
- 문제해결적 관점에서의 연구사업 발굴 및 산업계 실무자의 연구개발 기획단계에서 참여 필요
 - 문제해결적 관점에서는 연구개발 사업계획 시 상세한 제안요청보다는 연구자 스스로 맞춰야 할 목표 수립 방법을 제안함으로써 기술융합을 자연스럽게 유도
 - 기술을 실제 활용할 사업자 및 투자자의 R&D 계획단계에서부터 참여하는 것이 바람직함
 - 기후변화 적응 영역의 기반을 강화하고, 재해 평가 등 인프라성 기술 및 방법론에 대한 개발 필요

제 2 절 산업적 측면

- (현안 문제점) “기후기술 분야에 대한 투자 및 재정지원 미흡”, “해외진출을 위한 기술적, 재정적 역량 부족”, “에너지 소비구조 상 기후변화 전략 적용 어려움” 으로 구분하며, 기후기술 산업구조 취약 및 경제성이 낮다는 특성상 활성화가 어려운 측면이 있음
- 기후기술 분야의 낮은 경제성 및 좁은 시장 특성으로 인한 투자 및 재정 지원의 미흡 문제
 - 기후기술의 경제성이 낮은 특성상 최저가 입찰 → 불량기술/제품 도입 → 프로젝트 실패 등의 악순환 발생
 - 대기업이 참여하기에는 작은 시장과 공공성이 강조된 기술 영역상 낮은 경제성으로 인해, 기술개발의 활성화 및 재정적 지원이 미흡한 현실임

- 기후기술 관련 기업의 해외진출을 위한 기술적, 재정적 역량 부족
 - 기후변화 대응 분야 프로젝트는 특히 개별업체의 역량만으로 사업화되기는 어렵고, 여러 산업분야를 포함한 문제가 야기되기 때문에 특정 분야만의 접근방법으로는 해결이 어려움
 - 해외 기후기술 관련 사업 추진에 있어 정책, 재정적인 뒷받침이 있어야 함. 특히 국내 기후기술 분야는 대부분 소규모 사업위주로 구성되어 있는 구조적 특성상 추진이 어려운 부분이 있음
- 국내 에너지 생산, 소비 구조상 기후변화 대응 전략 적용이 어려움
 - 에너지를 다소비하는 기존 산업/생활 구조를 유지하며 기후변화에 대응하는 것은 자기 모순적임
 - 국내 도시구조 상에서, 주거, 업무지역의 거리가 멀어 수송에 과도한 에너지 소비가 불가피

□ (주요 시사점) “기후기술 최적 기업 선정 및 육성”, “기후기술 산업 육성 전략 수립”, “소비단계에서의 에너지 전환” 등으로 기후기술에 특화된 기업 육성을 통해 산업 활성화 강조

- 기후기술 분야 특성상 대규모 EPC 사업이 다수이며, 낮은 경제성을 보완하기 위해 기술 선택 및 평가를 위한 분석 체계 수립 및 기후기술 최적 기업을 선정하여 육성하는 방안 필요
 - 하나의 기술을 선택하기 위해서는 에너지 효율성, 환경영향성, 수용성, 예산확보, 부지 분석 등 6가지 측면의 다각적인 분석이 필요
 - 기후변화 분야에서 최저가 입찰 제도 개선 및 일정 액수 이상의 대형 공사 시, 온실가스저감 효과가 반영 추진 등의 제도를 통해 최적 기후기술 보유업체 육성 필요
- 해외 진출을 위한 컨소시엄 구성, 환경적 측면의 기업역량 강화, 사회적인 책임 완수를 통한 신시장 창출 등 기후기술 산업 육성 전략 수립
 - 해외 MDB 대형 프로젝트 분야(해외시장 진출)의 프로젝트 발굴 단계부터 적극 참여 필요
 - 다양한 역량을 보유한 국내 기업들의 컨소시엄을 구성하여 일정기간 (1~2년) 준비과정으로 수요 파악, 기술개발 및 시장 적응 등 해외 진출 맞춤형 산업 육성 전략 마련 필요

- 환경공단 등에서 설계 기준 CO₂ 저감효과 등에 대한 요구가 있으나, 아직까지 업체 수준이 온실가스 저감, 친환경 효과 산출 역량이 부족해 관련 기업역량 육성 필요
- 기업은 1차적으로 기후변화 대응이라는 사회적 책임 완수를 통해 기업이미지 제고, 이를 기반으로 한 신시장 창출 필요
- 발전, 건물, 수송 분야별 에너지 소비단계에서의 에너지 전환을 통해 소비자가 체감할 수 있는 기후기술 활용 필요
 - 기후기술은 발전, 건물, 수송 분야 공히 적용가능하며, 과제 목적 달성을 위해 어떠한 방식의 융합이 필요한지를 파악할 필요가 있음
 - 소비자는 발전 부문의 기술보다 에너지 소비단계 즉, 건물, 수송 등의 개선을 통해 피부로 더 많이 느낄 수 있을 것임

제 3 절 정책적 측면

- (현안 문제점) “실증화 단계에 대한 정책적 지원 미흡”, “기술/산업 육성 관련 제도적 지원 부족”, “부처 간의 협업 미흡”, “사회적 수용성 향상을 위한 제도 부족”, “생산 원가보다 낮은 전력가격 정책”, “기후변화 관련 인센티브 부족 및 기후변화와 다른 방향의 정책 추진”, “해외 진출 기업 육성 제도 부족”, “정보지원 제도 미흡” 등으로 구분하며, 기술 및 산업 육성, 지원 측면의 제도 자체의 부실이 문제점으로 확인됨
- 산·학·연의 기술개발 이후 실증화 단계 관련 정책적 지원제도 미흡
 - 랩 단위 또는 소형 실증 기술개발이 성공적으로 진행된 이후에도 상용화/사업화하기 위해 추가 R&D가 반드시 필요하나, R&D 대비 상대적으로 실증화/시장개척 단계에 대한 지원책이 부족하여 상용화 진입에 어려움
 - 에너지-푸드-워터 넥서스 등 기술간 상호작용이 활발한 기후변화 대응 분야에서 개별기술 기반 실증(lab-scale) 지원은 상대적으로 양호하나, 반대로 기술복합 솔루션에 대한 규모의 실증화(scale-up) 지원 부족
- 내수시장 강화를 위한 인증제도, 신기술 개발 지원 정책 등을 통한 기술 육성 제도 미흡

- 국내에서 기술개발이 이루어지기 이전에 해외에서 수입된 고성능 또는 저가품이 내수시장을 점유
- 기후기술 관련 인증제도로 대표할 수 있는 신기술 인증, 녹색인증 제도는 유명무실화되어 기업의 기후기술 산업 활성화 측면의 동인이 부족한 현실
- 국내 강점인 IT산업 기반의 기후기술 연계 방안 필요
- 기후변화 대응 관련 문제는 범부처간의 복합적인 문제이나, 문제해결을 위한 범부처 측면의 협업이 원활하지 못함
 - 여러 분야에 광범위한 기후기술의 특성상 단일 기관의 업무 체계만으로 해결하기 어렵고 여러 부처에 해당하는 특성으로 부처 간 협업이 반드시 필요
 - 출연(연)으로부터 연구기획 기능 분리로 인해 연구기획 단계에서 기술의 상용화, 산업화 논의가 부족하며, 연구기관과의 협업이 유기적으로 이루어지지 않고 있음
- 신재생에너지에 대한 주민의식 악화 및 지자체, 지역적 문제 야기 등 사회적 수용성 저하
 - 태양광, 풍력 발전은 부지 매입 등 제공 문제, 소음발생, 경관 침해 등 지역적 문제를 야기하여 주민 수용성이 악화되고 있음
 - 신재생에너지 발전으로부터 얻은 일부 전기 및 수익에 대한 지역사회 환원이 필요하나, 이에 대한 법, 제도 체계가 미흡하여 사회적 수용성이 저하되고 있음
 - 자연 영향을 많이 받는 신재생에너지 입지 특성을 고려하여 일부 지역에 설치 집중현상이 발생할 수 있으며, 인구 차이, 등 지역적 형평성을 고려한 개발이 이루어지지 않고 있음
 - 국가 차원의 신재생에너지 산업 육성으로 인해 지역적인 난개발이 우려되며, 지역적 특수성을 고려한 개발이 이루어지지 않고 있음
- 생산원가 이하의 낮은 전력가격에 의한 문제발생
 - 생산비에도 미치지 못하는 낮은 전력가격으로 인한 전열기구의 과다 사용으로 동절기 피크전력 발생
 - 특히, 낮은 산업용 전력가격으로 에너지 다소비 해외기업의 국내 유입 현상 발생
- 기후변화 대응 관련 법, 제도 미흡 및 기후변화가 고려되지 않은 정책 추진

- 기후변화 관련 모니터링 측정, 분석 기술이 미흡한 실정이나 이를 육성시킬만한 제도가 부족하거나 위반 시 처벌규정이 약하여 동인으로써 부족한 부분이 있음
- 기후변화가 고려되지 않은 탈원전 정책과 탈석탄 정책의 동시 추진으로 인해 온실가스 감축 측면의 딜레마 발생 가능
- 탈석탄 정책과 더불어, 화석연료에서 신재생에너지로의 전환뿐만 아니라 에너지 생산-전송-사용 전 과정에서의 시스템 전환을 목표로 해야 함
- 개도국 기술이전을 위한 기후변화 대응 측면의 정책적 방향성 정립
 - 정부는 공익적인 관점에서 개도국 지원을 수행해야 하며, 개도국을 단기적인 관점의 시장으로 접근하면 안 됨
 - 배출권 확보 사업은 단기간 내 경제성이 없더라도, 관련 인프라를 육성하는 차원에서 국가적 지원이 필요함
- 기후기술 해외진출 시, 사업에 필요한 정보지원 측면의 정책, 제도 수립
 - 기후기술 분야 해외진출 관련 정보 수집 및 공유 체계와 담당기관 부재/정보 분절화로 인한 산업계에서의 정보 활용성 미흡
 - 해외 네트워킹 기관 담당자의 수시 변경, 업무 재배치 등에 따른 지속적 정보 공유 불가능
 - 주재원 특성상 해외 기관의 심층적 정보 획득이 어렵고, 국가별 정치, 경제적 특성이 반영된 사업적 관점에서의 분석이 부족함

□ (주요 시사점) “기술개발 실증화 단계의 지원”, “기술 발굴 및 육성제도 활성화”, “범부처간 협업체계 강화”, “사회적 수용성 제고를 위한 제도 구축”, “기후변화 관점의 정책 추진”, “해외진출 지원방안 강화” 등이 있으며, 기후기술의 개발단계 및 실증화, 해외 진출 등 활용성 제고 측면의 제도적 지원 방안을 도출 필요

- 기술개발 이후 실증화 단계에서 구체적인 정책적 지원제도 수립 필요
 - 기술개발 실증화 측면에서의 컨소시엄 구성 및 제도적 지원 확대 필요
 - 국내 내수시장이 부족하여 적용 가능한 현장이 제한적이고, R&D 현지 실증 프로그램 부족으로, (해외) 현지 특수성을 반영한 연구개발 사업 추진할 수 있는 제도적 뒷받침이 필요

- 특정기술 중심의 실증이 아닌 시스템, 서비스 등 가치사슬 전반에 존재하고 있는 기업들이 함께 실증참여가 가능한 형태로 지원 필요
- 국내외 수요가 높은 기술을 파악하고, 국내 산학연이 보유한 기술 풀에서 선택적으로 매칭하여 Pilot 모델을 사업화 및 확산하는 구조의 구축 필요
- 내수시장 강화를 위한 인증제도, 신기술 개발 지원 정책 등을 통한 기술 발굴 및 육성 제도 활성화
 - 저가형 제품 공세를 차단할 수 있고, 국내 기술개발을 통한 능력 향상과 내수시장 확대를 동시에 달성할 수 있는 인증제도의 활성화 필요
 - ESS 기술 개발 사례 : 선제적 표준/인증제도 활용을 통해 저가품의 국내시장 진입을 봉쇄 또는 지연 및 국내 우량기술 육성에 성공
 - 신기술 인증, 녹색인증 제도 개선 및 강화를 통해 기업의 인센티브 측면에서 더욱 강한 동기 부여 필요
 - 세계 분업 측면의 기후변화 대응을 고려했을 때, 국내의 강점기술을 집중 육성하여 활용하는 것이 기후변화라는 글로벌 차원의 문제에 대해 기여도가 상승
 - IT기술 측면에서 High-technology를 이용한 제품을 선진국에 수출하여 수익구조를 낼 수 있는 반면, 사회적 기업을 육성하여 기술 지원을 통해 개도국 진출로 양자 전략이 가능함
 - 기술의 산업화 및 해외진출 뿐만 아니라 자연과학에 기반한 기후변화의 진단과 변화 예측 및 국제 과학 커뮤니티 내 활발한 진출 필요
- 범부처간의 협업 체계 개선 및 정출연간의 문제 해결형 기술 융복합 소통 체계 마련
 - 정책적 효과를 제고하기 위해 통합적인 문제 해결적 접근을 적용해야 하며, 이에 타 분야와의 협업이 중요함
 - 현재 고착화되어 있는 공공기관의 업무 진행 체계는 개선될 필요가 있으며, 입법기관과 행정기관의 협력이 중요
 - 현재 진흥원, 평가원 등에 분산되어 있는 연구기획 기능의 일부에 대해 정출연과 유기적으로 협업할 수 있는 구도를 만들 필요 있음
 - 특히 기후기술은 범부처 차원의 기술개발 목표 하에 상용화/사업화 전략이 유기적으로 제시되어야 함

- 신재생에너지에 대한 주민의식 및 사회적 수용성 제고를 위한 법 체계 구축
 - 시민 참여형(소통형), 지역 특화형 과제 발굴 및 비즈니스 모델 육성 필요
 - 신재생에너지 공급인증서(Renewable Energy Certificate, REC)와 유사한 형태로 지역 형평성을 위해, 인구가 많은 쪽에서 비용을 대고, 그 자금이 인구가 적고 에너지 소비가 낮은 지방의 기후산업 육성에 활용되도록 선 순환되는 제도적 장치가 필요
 - 인구, 에너지소비량을 감안한 지자체간 탄소배출권 거래제 도입
 - 국내적으로는 지역의 특수성을 고려한 에너지 타운 모델화, 건물·수송 등 국민이 쉽게 체감할 수 있는 영역 중심의 지자체 협력 사업 추진
 - 스리랑카의 사례에서, 지역주민이 반대한 프로젝트에 대해 주민참여를 통한 친환경에너지 타운 설계 개발을 통해 시민수용성을 강화하여 성공
- 기후변화 대응 관련 법, 제도적 규제 강화와 유관기관의 기후변화 관점에서의 정책 추진
 - 기후문제에 대한 핵심적 정책수단은 규제이며, 규제에 의한 모니터링 기술 등 기술적 혁신을 자극할 수 있는 정책적 방향 설정 필요
 - 녹색성장의 기본적인 접근법은 유지하되, 기후변화를 보는 포괄적인 시야가 필요함
 - 출연(연)에서 개발된 기술의 상용화 이후 단계, 경제성을 포함한 사회적 파급효과 분석을 강화할 수 있는 체계 마련이 필요
 - 네덜란드의 경우, 경제부가 기후변화 대응을 선도했고, 화석연료 기반 에너지 기업의 초반 반발에도 국가 생존의 관점으로 정책을 실현
- 개도국 기술이전을 위한 현지 실증화 사업 및 전략적 방안 고려
 - 충분한 시장성을 보유하며, 현지의 특수성이 반영된 Pilot 실증 차원의 현지화 R&D 사업 필요
 - 정부지원 없이 민간에서 이미 성과를 내고 있는 영역 (예, 소수력 사업)과 그렇지 않은 영역의 구분 필요하며, 전략적 측면에서 융합도 고려
- 기후기술 관련 해외진출 시 사업에 필요한 정보지원 측면의 정책, 제도 수립
 - 기술의 해외 진출 관련하여 해외정보의 체계적 수집 및 공유, 기술별 진출 전략, 재원연계 관점에서 정부의 관심 필요
 - 양자협력 등 정부가 선정한 중점협력 국가 대상 심층 분석을 위한 접근방법 수립 및 왕정 등 국가별 정치, 경제적 특성에 따라 접근방법 가이드 필요

제 4 절 소 결

- 국내 기후기술은 기술수준이 미흡함에도 불구하고 개발 및 실증에 대한 목적성이 불투명하여 기술 향상 및 산업화가 어려운 실정임
- 문제해결을 위한 기술 융합적 관점의 시각에서 연구 사업을 발굴하고, 기술개발 기획단계의 보완을 통해 기술 수준의 향상을 도모
- 기후기술은 산업구조가 광범위하며, 경제성이 낮은 공공적 성격의 사업이 주를 이루고 있다는 점에서 정책-금융측면의 지원이 필수적임
- 기후기술 산업 육성 전략 수립, 소비단계에서의 에너지 전환 등을 통한 산업 활성화 필요
- 기후기술의 개발단계 및 실증화, 해외 진출 등 활용성 제고 측면의 제도적인 지원 방안의 도출 필요

제 5 장 국내 기후기술 현안 및 주요 이슈 도출

- 국내외 기후기술 기술동향, 산업 및 시장동향, 정책동향 등의 현황을 조사하고, 국내 기후기술 관련 산업계, 기술계, 정책계 전문가와의 심층 인터뷰 및 토론회 결과를 종합적으로 분석하여, 기술적 측면, 산업/시장적 측면, 정책적 측면의 3가지 관점에서 국내 기후기술 산업 활성화를 위한 현안 및 장애요인을 분석하여, 주요 이슈를 도출하였음

제 1 절 기술적 측면의 현안 및 장애요인

<표 5-1> 기술적 측면의 주요이슈별 현안 및 장애요인

주요 이슈	현안 및 장애요인
기술기반 및 역량 미흡	<ul style="list-style-type: none"> - 선진국 대비 관련 기술 기반 및 기술 역량이 미흡 - 기후기술 관련 원천 기술 부족 및 기술수준이 낮음 - 요소기술 연구개발 투자비는 매년 증가하고 있으나, 기술 실증, 현지특성을 반영한 사업화 실적이 미흡
기후기술 수요와 국내 중정 육성 분야와의 불일치성	<ul style="list-style-type: none"> - 국내 기후기술 관련 사업은 일부 에너지 기술 개발에만 치중되어 있음 - 국제 기술협력 수요가 높고, 국제기구 지원 사업과의 부합성이 높은 적용 분야의 기술 개발 역량이 극히 미흡
단위사업 중심의 연구개발 치중	<ul style="list-style-type: none"> - 기후기술은 여러 가지 기술들이 집약된 System Integration 및 EPC 사업 특성이 강하나, 국내 R&D지원 방향은 단위사업 연구 개발에 치중

- 기후변화 대응을 위해, 기존 화석연료에서 안정된 저탄소 에너지 공급으로의 전환을 위한 혁신적인 기술이 요구됨에도 불구하고, 선진국 대비 관련 기술 기반 및 기술 역량이 미흡한 실정임
- 기후기술 관련 원천기술이 부족하며, 시스템 기술 수준은 현저히 낮은 상황
 - 감축분야의 일부 국내 기술 수준은 선진국 대비 동등 수준이나, 나머지 감축 분야의 경우 기술 수준이 미흡하고, 특히 적용분야의 경우 전반적으로 기술 수준은 극히 미흡한 수준임

- 기후기술 수요와 국내 중점 육성 기술 분야와의 불일치성이 존재하고 있으며, 특히 국내 기후기술 관련 사업은 에너지 기술 개발에만 치중되어 있는 경향이 있음
 - 국내는 에너지 등 감축분야 개발에 극히 치중되어 있는 경향이 있으며, 개도국 국제협력 기술 수요가 높고, 국제기구 지원 사업과의 부합성이 높은 적응 분야의 기술 개발 역량이 극히 미흡한 수준임

- 기후기술은 일반적인 제품 생산 사업과 달리 시스템 구축 사업 등 전형적인 EPC 사업으로 단위기술 개발보다는 여러 가지 기술들이 집약된 사업화 및 실증이 중요한 영역임에도 불구하고, 국내 지원 방향은 단위사업 연구개발에 치중되어 있음
 - 기후기술 융복합 관련 기술과 경험이 극히 미흡함
 - 국내 기후기술 사업화 단계의 기술 경험 및 노하우가 현저히 부족함
 - 국제재원과 연계된 사업 수주 실적이 선진국 대비 극히 미비한 상황이며, 국제 협력 사업 추진을 위한 실증 경험이 현저히 부족한 실정임

- 기후기술과 관련된 연구개발투자는 매년 늘어나고 있으나, 아직까지 감축 분야의 일부 기술을 제외하고는 선진국 대비 기술 수준이 아직 많이 낮으며, 현지 상황을 고려한 기술의 Customization을 고려한 연구개발 미흡
 - 해외 실증 사업 지원 사업의 경우 일부 단위 기술에 치중되어 있으며, 적은 지원 예산으로 인해 해외 국제협력 사업 추진을 위한 Track-Record 및 해외 수주 실적이 매우 저조함

제 2 절 산업/시장적 측면의 현안 및 장애요인

〈표 5-2〉 산업/시장적 측면의 주요이슈별 현안 및 장애요인

주요 이슈	현안 및 장애요인
기후기술의 경제성 부족	- 비용 회수 기간이 길기 때문에 경제성이 극히 떨어짐 - 에너지 전력가격이 지나치게 낮아 Payback 측면의 경제성 취약
시장 확장성 및 확대의 불확실성	- 시장의 확장성이 불투명하고, 확대가능성이 불확실 · 국내 기후기술은 초기 단계로, 시장이 아직 미성숙한 상태
민간 투자 및 기업 참여 유인 부족	- 연구개발 단계부터 사업화까지 원활한 민간 자원 유입이 어려움 - 기후기술은 사회적 및 환경적 기여도에 비해 경제성이 낮아 민간투자가 극히 미흡
민관 파트너십 부족	- 기후기술은 공공 주도의 성격을 띠고 있으나, 민관협력 및 공조 체계 마련이 극히 저조 - 태양광, 풍력, ESS 등 몇몇 기술을 제외하고 적극적인 협력사업의 사례를 찾기 어려움
산업 경쟁력 미흡 및 인프라 부족	- 국내 신재생에너지 인프라 확대 속도는 선진국 대비 매우 미진함 - 기후변화 적응영역의 기반이 취약하고, 특히 재해평가 등의 인프라성 기술 및 방법론에 대한 기반이 선진국 대비 극히 미흡 - 단위 기술의 통합 및 비즈니스모델 연계와 관계된 연구 및 인프라 취약 - 국내 전력산업 특성상 (낮은 전력가, 독점체제)은 새로운 비즈니스 모델 창출 및 활성화에 대한 동기 부여가 낮음 - 내수 시장이 협소하여 국내사업 확장이 어렵고, 해외시장은 높은 기술력의 선진국과 우수한 가격 경쟁력의 개도국과의 경쟁에서 밀리고 있음

- 초기 사업 투자비용이 높은 반면 비용 회수 기간이 길기 때문에 경제성이 극히 떨어짐
 - 전력가격이 지나치게 낮아 Energy Efficiency 프로젝트 Benefits/Cost, Payback 측면의 경제성이 취약함
- 기후기술 확장성 및 확대가 매우 불확실함
 - 국내 기후기술은 산업화 초기 단계로, 시장이 미성숙되어 있으며, 사업 확장이 어려운 산업 구조의 성격을 띠고 있음
- 신기후체제(Post-2020)에 대비하기 위하여 에너지 믹스의 저탄소화가

요구되고 있으나, 아직까지 우리나라는 에너지 공급 비중 측면에서 화석 연료에 대한 의존도가 매우 높고, 신재생에너지 인프라 확대 속도는 선진국 대비 매우 미진함

- 전반적으로 기후변화 적응영역의 기반이 취약하고, 특히 재해평가 등의 인프라성 기술 및 방법론에 대한 산업 기반이 선진국 대비 극히 미흡한 수준임
 - 단위 기술의 통합 및 비즈니스모델 연계와 관계된 연구 및 인프라 취약함
- 재생에너지 발전설비, 에너지저장장치, 전력 IT 기술 등과 같은 기후기술의 발전에 따라 전력산업은 화석연료 및 원자력 기반의 대규모 전력 설비 중심에서 수요 관리 중심의 분산형 발전으로의 전환을 요구하고 있으나, 한국 전력이 전력 판매시장을 독점하고 있어 새로운 비즈니스 모델 창출 및 활성화에 대한 동기 부여가 낮음
- 기술개발 성공 후 사업화가 되더라도 내수 시장이 협소하여 국내에서 사업 확장이 어려울 뿐만 아니라, 산업 경쟁력을 확보하는데 한계가 있으며, 해외 시장에서는 높은 기술력을 보유한 선진국과 가격 경쟁력이 우수한 기술 후발국과의 경쟁에서 밀리고 있는 실정임

제 3 절 정책적 측면의 현안 및 장애요인

〈표 5-3〉 정책적 측면의 주요이슈별 현안 및 장애요인

주요 이슈	현안 및 장애요인
범부처 차원의 추진 전략 및 지원체계 미흡	<ul style="list-style-type: none"> - 부처별 개별적인 사업 수행으로 인한 범부처 차원의 시너지 창출이 미진함 - 우리나라는 온실가스 해외 감축분 확보 또는 국내기업의 해외진출 측면에만 치중하는 경향이 있음 - 정권 교체에 따른 새로운 정책기조에 따라 관련 정책 및 규제가 변화 - 또한, 국내 정책의 분절성으로 인해 장기적 예측이 더욱 어려워 기업의 부담으로 작용 - 기후변화 적응 관련 정책은 사회 및 경제가 연계된 위험 파악 및 관리가 필요하지만 잘 이루어지지 않음
공공부문의 재원 및 인력 지원 부족	<ul style="list-style-type: none"> - 정부 및 정부정책 금융기관으로부터의 충분한 자금조달이 부족 - 기후기술 전문 인력 및 특히 국제협력 사업 활성화를 위한 전문 (사업개발, 재원연계) 인력이 태부족한 실정임
사회적 수용성 부족	<ul style="list-style-type: none"> - 부정적 사회인식으로 인한 일반 대중 및 지역 주민의 반발이 유발되고 있음 - 발전 사업으로부터 발생된 이익은 사업자만 누리고 있어 지역 주민의 불만 증가
과도한 규제	<ul style="list-style-type: none"> - 기후기술 산업 활성화와 관련된 과도한 규제는 기후변화 대응의 저해 요인으로 작용되고 있음 · 신재생에너지 설비 입지 선정 시, 생태 보호를 위한 과도한 규제가 걸림돌로 작용
조기 아이템 발굴 체계 미흡	<ul style="list-style-type: none"> - 현재 국내에는 기후기술 투자 유치에 적합한 사업 아이템이 부족함
기후변화 대응 인식 부족	<ul style="list-style-type: none"> - 국내기업은 기후변화 대응과 관련된 국제기구 및 프로그램의 활용 및 참여에 극히 소극적 - 기후변화 대응에 대해 소극적인 기업의 태도는 기후기술 산업 활성화 저해요인
기후기술 정보 부족 및 체계 미흡	<ul style="list-style-type: none"> - 사업개발을 위한 기술수요-환경-정책-시장에 대한 종합적인 정보가 현저히 부족함 · 기후기술 관련 정보가 기관별로 분산 및 일부 국한된 정보만 제공되고 있음 - 온실가스 감축 및 기후변화 적응에 대한 효과를 객관적으로 제시할 수 있는 기준과 체계 부재 - 국제재원과의 연계를 위한 관련 정보가 현저히 부족함

□ 기후기술 사업개발을 위한 기술 수요-환경-정책-시장에 대한 종합적인 정보가 필수적이나 관련 정보가 현저히 부족한 실정임

- 기후기술의 사업 활성화를 위해서 종합적이고, 체계적인 관련 정보 제공이 필수적이나, 관련 정보가 기관별로 분산되어 있으며, 일부 국한된 정보만 제공되고 있음
- 기후기술 사업으로 인한 온실가스 감축 및 기후변화 적응에 대한 효과를 객관적으로 제시할 수 있는 기준과 체계 부재
- 기후기술은 기후관련 국제 재원과의 연계성을 강화하기 위해선 관련 프로그램에 주도적인 참여가 요구되나, 관련 정보 및 추진역량 (외국어 및 네트워킹)이 현저히 부족한 실정임
- 기업의 기후변화에 대한 인식이 아직 전반적으로 낮아서 기후변화 대응과 관련된 국제기구 및 프로그램의 활용 및 참여에 극히 소극적인 상황임
- 기후변화 대응의 주요 주체를 국가나 국제사회로 전가하고 있는 기업의 태도는 기후기술 산업 활성화 저해요인으로 작용하고 있음
- 국가 결정기여(NDC) 달성을 위하여 부처 간 연계 및 협력이 중요하나, 다수 부처가 일부 사업을 개별적으로 수행하고 있어 사업이 중복될 우려가 있으며, 부처별 개별적인 사업 수행으로 인한 범부처 차원의 시너지 창출을 기대하기 어려운 실정임
 - 기후기술 분야의 건물, 수송, 산업 등 관련 부처와 기관의 칸막이로 인한 분절 등 통합적인 운영이 힘든 구조를 가지고 있음
 - 범부처 차원의 전주기적 사업관리체계 구축 필요
- 기후변화 대응을 위한 기후기술은 온실가스 감축 및 국제사회 공헌, 국내 산업 육성 측면 등을 종합적으로 고려해야하는 분야임에도 불구하고, 우리나라는 온실가스 해외 감축분 확보 또는 국내기업 해외진출 측면에만 치중하는 경향이 있음

- ODA(Official Development Assistance)⁴⁷⁾, 기업의 해외진출, 탄소배출권 확보 노력이 분절되어 있음
- 지속가능한 경제 성장 및 온실가스 감축 목표 달성을 위해서는 기후변화 대응에 대한 장기적이고, 일관된 정책 및 전략이 필요하나, 정권 교체에 따른 새로운 정책기조에 따라 관련 정책 및 규제가 변화되는 등 정책 일관성이 다소 결여되어 있음
 - (국외) 트럼프 정부의 파리기후변화협약 탈퇴
 - (국내) 중점 녹색기술 변화, 저탄소녹색성장법의 축소 등
- 일반적으로 기후기술은 시장이 불투명하고, 산업화 초기 단계이기 때문에 일관되고, 지속적인 정책이 수반되어야 함에도 불구하고, 국내 정책이 안고 있는 분절성으로 인해 장기적 예측이 더욱 어려워져 기업의 부담 및 리스크가 크게 늘어날 수밖에 없는 구조를 띠고 있음
- 기후기술 산업 활성화와 관련된 과도한 규제는 기후변화 대응의 저해 요인으로 작용되고 있음
 - 온실가스 감축 측면에서 신재생에너지가 차지하는 온실가스 감축 비중이 크에도 불구하고, 관련 설비 입지 선정 관점에서 생태 보호를 위한 과도한 규제는 기후기술 산업 활성화에 큰 걸림돌로 작용되는 등 개발과 보전의 가치 사이에서 갈등이 해소되지 않고 있음
- 기후기술 활성화를 위해서는 공공 및 민간 자원과의 연계가 절실히 요구되나, 현재 국내에는 기후기술 투자 유치에 적합한 사업성이 유망한 프로젝트가 부족한 실정임
- 국내 산업은 에너지 다소비 제조업 중심으로 구성되어 있음에도 불구하고, 국내 산업용 전력 가격이 낮아 에너지 효율화에 대한 동인이 부족함

47) 공적개발원조

- 기후변화 관련 적응 정책은 환경 분야에만 국한되지 않고, 사회 및 경제가 연계된 복잡한 분석·논의·연구를 바탕으로 한 위험 파악 및 관리가 필요하지만 잘 이루어지지 않고 있음
- 기후기술 산업은 아직 시장성이 불투명하고 투자 리스크가 큰 초기 시장 단계이므로 연구개발 단계부터 사업화*까지 원활한 민간 재원 유입이 어려운 상황임
 - 기술개발 후 기술사업화까지의 기간을 죽음의 계곡(Valley of Death)으로 표현
- 기후기술은 사회적 및 환경적 기여도에 비해 아직까지 경제성이 낮기 때문에 정부 정책 지원 및 투자 확대, 민간투자 확대가 수반되어야 함에도 불구하고, 특히 민간투자가 극히 미흡한 실정임
- 기후기술 산업에서 중소기업의 역할과 비중이 크지만, 대기업과 비교하여 낮은 자금 유동성 문제를 해결해줄 수 있는 정부 및 정부 정책 금융 기관으로부터의 충분한 자금조달이 부족
- 기후기술의 사업화를 위해서 실증사업에서 정부 재원을 바탕으로 한 민관 파트너십이 강조되고 활성화되어야 하나 태양광, ESS 등 몇몇 기술을 제외하고 적극적인 협력 사업에 대한 사례를 찾기 어려운 상황임
- 국내 기후기술 산업 활성화를 위해선 지역시민 사회 및 지자체 참여가 절실히 요구되므로, 관련 유인책 마련이 매우 시급한 상황임
- 환경 훼손 및 오염 문제에 대한 문제와 함께 제한된 국토, 기회주의, 소음 발생으로 인한 건강 피해 등 부정적 사회인식으로 인한 일반 대중 및 지역 주민의 반발이 유발되고 있음

- 신재생에너지 입지 선정 과정에서 주민들에게 구체적이며, 객관적인 정보가 제공되지 못하고 있으며, 일부 발전 사업으로부터의 발생된 이익이 사업자에게만 돌아갔던 과거 사례 등으로 인해 신규 사업이 지역사회의 적극적인 지지를 받지 못하고 있음

제 4 절 소 결

- 기술적 측면, 산업/시장적 측면, 정책적 측면으로 크게 3가지 관점에서 국내 기후기술의 현안 문제점 및 장애요인을 분석하였으며, 이를 기반으로 개선 방안 도출을 위한 15개의 국내 기후기술 산업 활성화를 위한 주요 이슈를 아래와 같이 제시하였음

〈표 5-4〉 국내 기후기술 주요 이슈

구분	주요 이슈
기술적 측면	<ul style="list-style-type: none"> - 기술 기반 및 역량 미흡 - 기후기술 수요와 국내 중점 육성 분야와의 불일치성 - 단위 사업 중심의 연구개발 치중
산업/시장적 측면	<ul style="list-style-type: none"> - 기후기술 산업의 경제성 부족 - 시장 확장성 및 확대의 불확실성 - 민간 투자 및 기업 참여 유인 부족 - 산업 경쟁력 미흡 및 인프라 부족 - 민관 파트너십 부족
정책적 측면	<ul style="list-style-type: none"> - 범부처 차원의 추진 전략 및 지원 체계 미흡 - 공공부문의 채용 및 인력 지원 부족 - 사회적 수용성 부족 - 과도한 법적 규제 - 조기 아이템 발굴 체계 미흡 - 기후변화 대응 인식 부족 - 기후기술 정보 부족 및 체계 미흡

제 6 장 국내 기후기술 활성화 방안 및 전략

제 1 절 국내 기후기술 활성화 방안

본 장에서는 앞서 도출된 국내 기후기술 산업 활성화 저해 요인인 주요 이슈를 기반으로, 아래와 같이 국내 기후기술 활성화를 위한 “①시민참여형 기후기술 사업모델 발굴 및 확산”, “②기후기술 산업화 촉진을 위한 역량강화”, “③기후변화에 대한 인식 및 사회 수용성 제고”, “④기후기술 관련 산업 인프라 및 생태계 구축”, “⑤국가차원의 중장기 전략 및 세부 방안 수립”, “⑥공공 및 민간 자원 조성 활성화” 등 6가지 주요 추진 방안을 제시하였으며, 주요 추진 방안별 세부 방안을 모색하였음



〈그림 6-1〉 국내 기후기술에 대한 주요 이슈 및 활성화 방안

1. 시민참여형 기후기술 사업모델 발굴 및 확산

□ 기후기술의 경제성 미흡을 보완할 수 있는 기후기술 융복합화 활성화

- 기후기술 분야는 전형적으로 경제성이 부족한 대표적인 기술 및 산업 분야이므로, 단위 기후기술을 융복합하고, ICT 등 타 기술과의 융합을 통해 부족한 경제성을 보완하는 한편, 환경 및 사회적 공공성이 확보된 기후기술에 특화된 사업 모델 발굴이 절실히 요구됨
- 기후기술 융복합 모델 개발 및 민관협력 (Public Private Partnership) 활성화를 통한 기후변화 대응을 위한 신사업 발굴 및 육성

□ 경제성을 보완하기 위한 사회성, 환경 개선, 국민 생활 편의 제공 등의 차별화된 요인 도출

- 온실가스 감축 효과, 사회기여도, 국민 생활 증진 등에 미치는 영향에 대한 기준을 마련하여, 기후기술 산업 중요성의 재평가 및 부가 가치 창출

2. 기후기술 산업화 촉진을 위한 역량강화

□ 선진 기술을 보유한 국내외 우수 기술 보유처와 협력을 통한 기술 역량 제고

- 우수 기술, 특히 요소기술 보다 시스템 기술, 사업화 역량 및 Biz-Model 개발역량을 보유한 해외 선진국 (기관)과의 국제협력 활성화 도모
- 해외 선진국과의 컨소시엄 형태의 국제 협력 사업 추진을 통한 Track-Record 확보 및 국제 위상 제고

□ 가격 경쟁력 강화 및 기술 수준 제고를 위한 국가연구개발 사업 확대

- 국내 기후기술 산업 활성화를 위한 융복합 중심의 연구개발 및 국내 실증 지원 사업 확대
- 국제협력의 경우 선진국과 개발도상국을 구별하여, 대상 국가의 특성을 고려한 국가연구개발 사업 기획 및 지원

- (개도국) 국제기구 연계를 통한 상용화 기술 중심의 사업 기획 및 가격 경쟁력 개선 중심의 사업 지원이 요구됨
 - (선진국) RD&D를 중심으로 양자협력 기반의 사업 기획, 개도국 공동지원을 위한 삼각협력 (선진-한-개도) 및 품질 경쟁력 확보 중심의 사업 지원이 요구됨
- 개발도상국 기술 수요의 면밀한 조사 및 분석을 통한, 수요처 기반의 국내 유망 기술 발굴 및 집중 육성
- 기후기술 특성과 대상 국가의 환경을 고려한 기후기술에 특화된 국내 유망 기술 발굴 체계 마련
 - 선진국과 개발도상국에 특화된 해외 진출 유망 기술 발굴 체계를 통해 기후기술 산업 활성화 도모
 - 대상 지역에 특화된 국내 유망 기술 발굴 체계를 활용하여 도출된 국내 유망 기술 발굴을 유형별로 세분화하고, 이를 집중적으로 지원 및 육성하여 기후기술 산업 활성화를 도모
- 민관 파트너십 사업 육성 및 활성화를 통한 기후기술 기반 및 국내 기후기술 경쟁력 강화
- 민간과 정부기관의 강점 및 약점을 서로 보완하고, 상호 유기적인 협력 관계 구축을 통한 기후기술 산업 활성화를 위한 시너지 효과 제고

3. 기후변화에 대한 인식 및 사회수용성 제고

- 지자체와의 협력을 통한 지역에 특화된 기후기술 분야 육성 및 유관 사업 활성화를 통한 국내 내수 시장 유인책 마련
- 기후변화 대응에 대한 이슈 공유 및 인식 확대를 위한 방안 마련
- 이상 기상현상 및 자연재해 등 국내외 기후변화에 대한 이슈 및 정보 공유를 통한 기후변화 대응의 중요성 부각

□ 지역 주민의 인식 전환 및 참여 독려를 위한 시민 주도형 (참여형) 사업 기획 및 추진

○ 지역 경제 활성화를 위한 지자체별 특화된 기후기술 아이템 발굴 및 사업 추진

4. 기후기술 관련 산업 인프라 및 생태계 구축

□ 범부처 차원의 기후기술 관련 정보 플랫폼 구축

○ 개도국 기술 수요의 수집 및 분석

○ 개도국 기술 수요와 국내 공급 매칭

○ 국제재원 현황 및 해외 기후기금 동향 분석

○ 국가별 국제협력 사업 현황 및 동향 분석

○ 기후기술 관련 국내 기업 현황 및 동향 분석

□ 국내 기후기술 사업 활성화를 위한 지원 인프라 구축

○ 기후기술 적용 분야에 대한 단위 기술 개발 육성 및 체계적인 방법론 연구 개발 집중

○ 기후기술 관련 국제재원과의 연계성 강화를 위한 국제협력 사업 아이템 조기 발굴 프로세스 정립

○ 요소기술 중심의 사업에서 탈피하여 대규모 환경-에너지 플랜트 설비의 사업 개발, 설계, 엔지니어링, 구매, 시공, 유지 보수 등 기술 및 서비스가 융복합된 Plant Life Cycle Management 사업 육성

□ 기후기술에 특화된 국내 사업 활성화 모델 구축 및 지자체와 협력을 통한 차별화된 수익 모델 개발 및 성공사례 창출

○ 기후기술 관련 RD&D 등 국내 실증 사업 활성화를 통한 해외 진출 기반 마련

○ 지자체와 협력을 통한 지자체 특화 기후기술 기반 비즈니스 모델 개발 및 성공사례 창출

5. 국가차원의 중장기 전략 및 세부 방안 수립

- 기후기술 산업 활성화를 위한 목표를 명확히 하여, 각 목표에 부합하는 국가차원의 차별화된 중장기 전략 및 방안 수립
 - (유형 1) 국제 사회 공헌을 위한 개도국 기술이전 활성화 방안 수립
 - (유형 2) 온실가스 해외 감축분 확보를 위한 국제협력 사업 육성 전략 마련
 - (유형 3) 국내 기업 및 산업 육성을 위한 기후기술 중장기 기술 로드맵 구축
- 범부처 차원의 기후변화 대응을 위한 기후기술 융복합 중장기 계획 수립 및 세부 전략 마련을 통한 부처 간의 중복 완화 및 시너지 효과 극대화
 - 부처 및 지자체 별 임무 재정립 및 부처 협업체계 수립
 - 지자체 대상 기술 및 범위 분업화
 - 기후변화 대응 관련 정책의 지속성 및 일관성 유지
- 기후기술 산업 활성화를 위한 유망기술, 사업화 과제 발굴 및 규제 개선 방안 수립
 - 국내외 실증 사업 및 타당성 분석 지원 사업 등 정부 주도형 현지사업화 과제 육성
 - 기후기술 산업 활성화에 저해요인으로 작용하는 규제에 대한 효과성 및 보완책 등 면밀한 분석을 통한 관련 제도 완화 방안 마련
 - 국제협력 사업 선도를 위한 국내 유망 기술 발굴을 통한 국제협력 사업 기반 조성

6. 공공 및 민간 재원 조성 활성화

- 온실가스 해외 감축분 확보 및 국내 산업 육성을 위한 한국형 기후기술 기금 조성 방안 수립
 - 양자성 한국형 기후기금 조성을 통한 기후기술 기업의 참여 활성화를 도모하고, 국내 기업 및 산업 역량을 제고
 - 해외 온실가스 감축 기여분 확보와 동시에 개도국 지원을 통한 국제 위상 강화

- 민간 투자 육성을 위한 기업 유인책 및 민간 재원 조달 방안 마련
 - 중소기업 육성을 통한 일자리 창출 등 고용 증대
 - 글로벌 시장경쟁력 확보를 위한 선단식 대-중소기업 협업 모델 창출

- 국제재원과의 연계성 강화를 통한 기후기금 활용도 제고
 - GCF, GEF 및 국제개발은행 자금 및 프로그램 활용도 제고
 - 기후변화 대응관련 글로벌 민간 펀드 활용방안 수립

제 2 절 국내 기후기술 산업 활성화 전략

- 앞서 수행한 동향조사, 심층 분석, 주요 이슈 및 활성화 방안을 기반으로 국내 기후기술 산업 육성을 위한 활성화 전략을 종합적으로 수립하였음

1. 비전 및 전략

비전	국내 온실가스 감축 및 신경제성장동력 확보를 통한 글로벌 기후기술 산업 선도 국가 구현
목표	<ul style="list-style-type: none"> ■ 2030년 국가 온실가스 감축 목표 달성 ■ 기후기술과 4차 산업기술 융복합을 통한 신성장동력 창출 및 글로벌 시장 TOP3 달성 ■ 글로벌 기후기술협력 선도를 통한 국제사회 기여 및 국가 위상 제고



전략	추진 과제
기후기술 역량 및 산업인프라 강화 (기술 · 산업측면)	1. 기후기술 산업화 촉진을 위한 역량 강화 2. 국내 기후기술 산업 육성 인프라 지원체계 구축
기후기술 육성 계획의 전략성 제고 및 재정기반 구축 (정책 · 재정측면)	3. 국가차원의 중장기 전략 및 세부 방안 수립 4. 공공 및 민간 자원 조성 활성화
공공사업모델 및 사회적 가치 창출 (사회 측면)	5. 시민참여형 기후기술 사업모델 발굴 및 확산 6. 기후변화에 대한 인식 및 사회 수용성 제고

2. 추진 과제

전략1 | 기후기술 역량 및 산업인프라 강화 (기술·산업측면)

◆ 기후기술의 활용성 촉진 및 실용성 제고를 위한 역량 강화와 산업생태계 기반 구축

과제1. 기후기술 산업화 촉진을 위한 역량 강화

□ 선진 기술을 보유한 국내외 우수 기술 보유처간 협력을 통한 기술 및 사업화 역량 제고

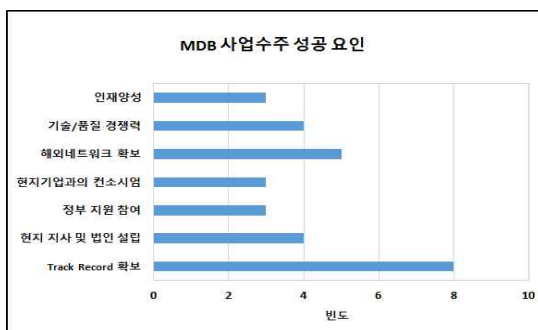
○ 우수 기술, 특히 요소기술보다 융복합기술 및 정책-재원-기술-역량배양의 요소가 통합적으로 가미된 사업 개발

※ 2017년 기준, CTCN(Climature Technology Center and Network) 사업의 경우, 감축 분야 41%, 적응 분야 31%, 그리고 공통분야 28%이며, GCF 사업의 경우, 감축 분야 41%, 적응 분야 27%, 그리고 공통분야가 32%이며, 최근 공통분야의 사업이 증가 추세

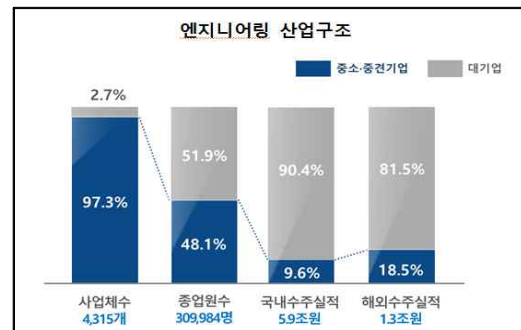
○ 기후기술 사업개발, 기술 및 사업 평가, 금융연계 등 지식기반 기후산업 전문 인력* 육성

* 융합기후기술 개발, 사업화 코디네이터, 기술/사업 타당성평가, 엔지니어링 및 금융연계 컨설팅 등

국내 중소중견 기후기술기업의 해외진출 애로요인



※ 출처: 녹색기술센터, 2017b



※ 출처: 한국엔지니어링협회, 2014

- ※ 기후기술 사업화는 대부분 설계(Engineering), 조달(Procurement), 시공 (Construction) 등 EPC 사업 형태로 특히 해외 사업화를 위해선 국가차원에서 기후기술 전반에 대한 대규모 현지 실증 사업 지원 및 육성이 절실히 요구됨
- ※ 최근 산업통상자원부와 한국전력공사를 중심으로 대규모 실증사업을 지원 시작하였으나, 에너지신산업 분야 일부 기술에 국한하여 지원
- 해외 선진국 (기관) 및 국제기구*와의 컨소시엄 형태의 국제 협력 사업 추진을 통한 Track-Record 확보 및 국제 위상 제고

* WRI (World Resource Institute 미국), National Renewable Energy Laboratory (NREL미국), Wuppertal Institute(독일), Energy Research Center of the Netherlands (ECN, 네델란드), UNEP-DTU Partnership (UDP 덴마크) 등 연구기관 및 UN-세계은행, 지역개발은행 등 국제기구

□ RD&D 중심의 국가연구개발 사업 개편을 통한 실용화 기술 수준 제고

- 국내 기후기술 산업 활성화를 위한 既개발된 요소기술을 활용한 융복합 중심의 연구개발 및 국내외 RD&D 지원 사업 확대
 - 국내 기후기술 관련 RD&D* 수행주체들의 UNFCCC 내 기술 및 재정 메커니즘하의 기술지원 프로그램 활용 전략 수립 및 실행
- * RD&D(Research, Development & Demonstration) : 신규 기술개발 및 기존 기술의 고도화를 통한 연구개발 및 실증
 - 국내 기후기술 RD&D에 기반한 기후기술 해외 현지사업화 지원체계 수립
 - 국내 주요 기후기술 R&D 수행주체들의 기술 및 사업화 준비 현황*을 기반으로 해외 협력국 대상 능동적 협력 RD&D 실행 방안 수립

기술성숙도에 따른 국내 기후기술 RD&D 해외사업화 유형 (예시)

항목	사업 유형
유형 1	이미 국내 상업화가 이루어진 기후기술의 해외 실증 및 적용이 필요한 사업
유형 2	국내 실증을 통한 기술검증 단계이며, 추가실증을 통한 검증 차원에서의 대외진출이 필요한 사업
유형 3	현재 R&D 단계에서 개념화된 기술로서, 실증에 적합한 해외에 시범사업을 통한 기초 실증 및 규모화가 가능한 사업

RD&D 사업의 예
(EU의 InnovFin Energy Demonstration Project)

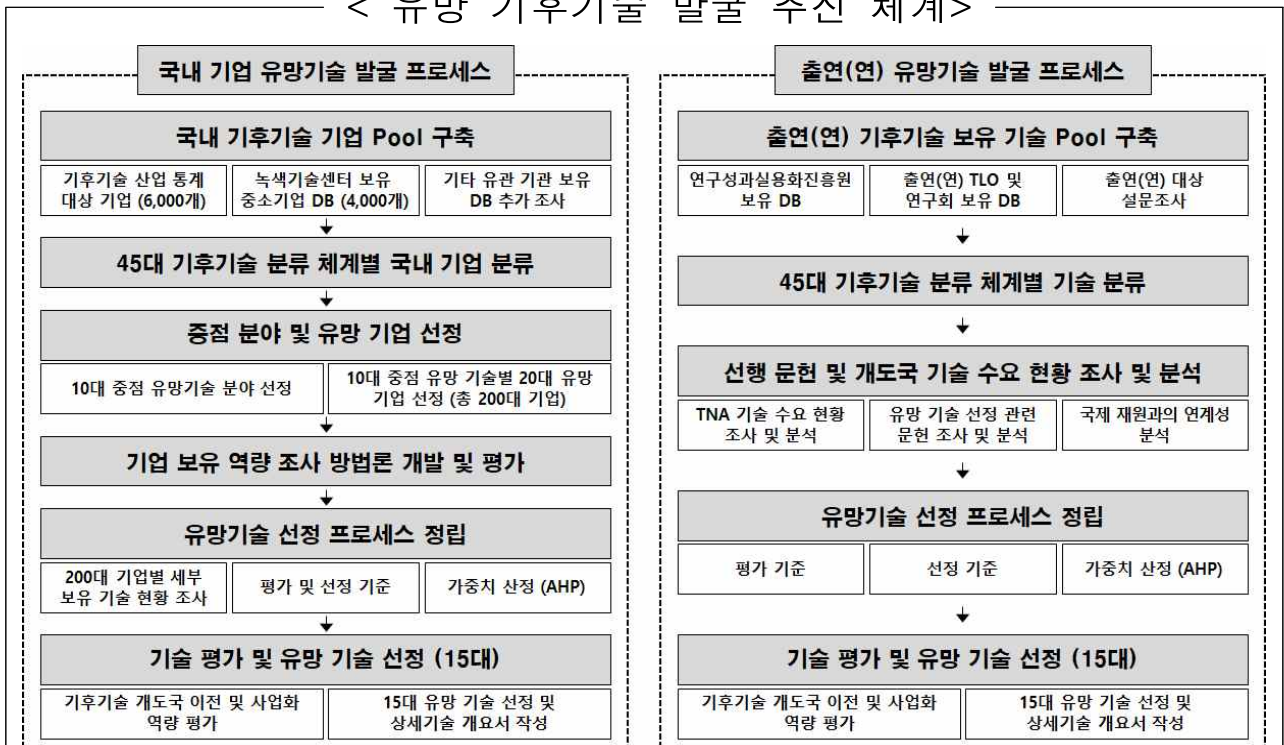
- ▶ (개요) EU의 Horizon2020 프로그램 하에서 에너지 전환(특히 신재생에너지) 관련 혁신 기술을 대상으로 사업화 전단계(Pre-commercial)에서의 첫 번째 실증사업 (first-of-a-kind)을 대상으로 초기 건설 및 운영비용을 EIB(European Investment Bank)를 통해 재정을 지원하는 사업
- ▶ (기간) 2014년~2020년
- ▶ (장점) 신재생에너지 관련 기술시장과 같이 민간자본의 투자가 쉽지 않은 영역에 장기간 저리 융자 제공과 함께 공공재원 투자로 인한 프로젝트 신뢰도 향상 및 민간자금 유입 촉진

구분	세부 내용
방법	융자/보증/지분 참여
융자 규모	7.5~75 백만유로
융자 조건	전체 사업비의 최대 50%까지 재정지원 가능
대상기술	재생에너지, 수소, 연료전지 등

- 선진국과 개발도상국을 구별하여, 대상 국가의 특성 및 지역 환경을 고려한 국가연구개발 사업 기획 및 지원
 - (개도국) 국제기구 연계를 통한 상용화 기술 중심의 사업 기획 및 가격 경쟁력 개선 중심의 사업 지원
 - (선진국) RD&D를 중심으로 양자협력 기반의 사업 기획, 개도국 공동지원을 위한 삼각협력 (선진-한-개도) 및 품질 경쟁력 확보 중심의 사업 지원
- 해외 기술 수요의 면밀한 조사 및 분석을 통해 수요처 기반의 국내 유망 기술 발굴·육성 및 성과 제고
 - UN기후변화협약의 지원 하에 국가주도로 도출된 신뢰성 높은 기후기술 수요인 Technology Needs Assessment(TNA)를 토대로 코트라, 해외공관, 국제기구 등의 다양한 수요를 종합적으로 반영하여 후속사업 활용
 - 기후기술 특성과 대상 국가의 환경을 고려한 기후기술에 특화된 국내 유망 기술 발굴 체계 마련

- (기업 대상) 국내 기후기술 기업 Pool*을 대상으로 중점 유망기술 분야 및 유망 기업을 선정하고, 해당 기업 역량 평가 및 유망기술 발굴 프로세스 개발을 통해 기술 평가 및 유망 기술을 도출
- * 기후기술 산업통계 대상 기업 (6천개 사), 녹색기술센터 보유 중소기업 DB (4천개 사), 기타 유관기관 보유 DB 등을 활용
- (출연(연) 대상) 출연(연)이 보유한 기후기술 Pool*을 대상으로 해외 기술수요 조사(TNA), 분석 및 유망기술 선정 프로세스 개발을 통해 기술 평가 및 유망기술 도출
- * 과학기술일자리진흥원 보유 DB, 출연(연) TLO 및 연구회 보유 DB, 출연(연) 대상 설문조사를 통해 보유기술 Pool을 구축
- o 대상 지역에 특화된 국내 유망 기술 발굴 체계를 활용하여 도출된 국내 유망 기술 발굴을 유형별로 세분화하고, 이를 집중적으로 지원 및 육성하여 기후기술 산업 활성화를 도모

< 유망 기후기술 발굴 추진 체계 >



* 출처 : 기후기술협력 중장기계획, 과기정통부(2018)

참고 : 개도국 기술협력 수요 현황 (UNFCCC TNA 보고서 분석 결과)

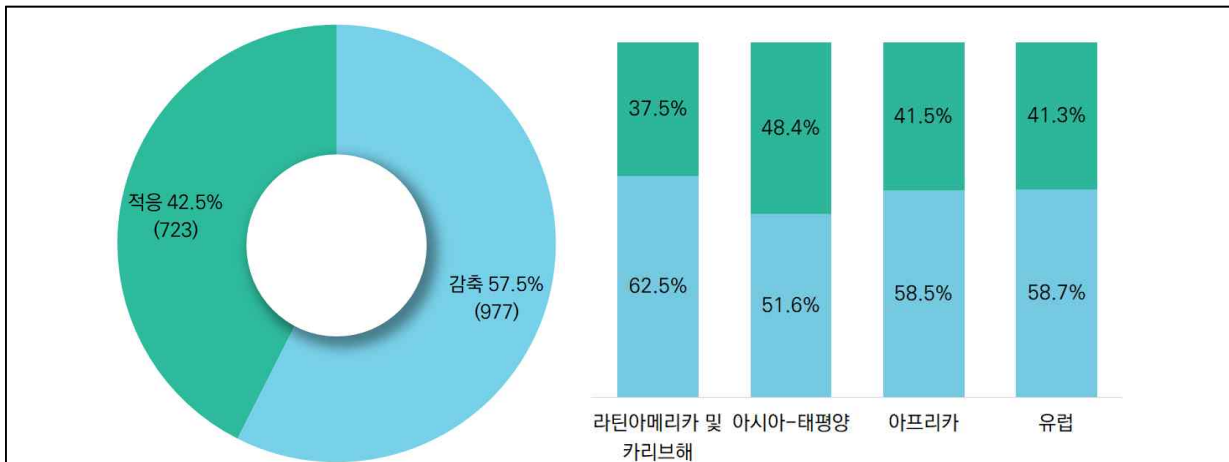
▶ 총 79개 개도국에서 UNFCCC에 제출한 1,700건의 기술수요를 분석한 결과, 크게 감축 분야와 적응 분야로 구분되며, 감축분야의 경우가 전체 수요의 57.5%를 차지하고, 적응 분야는 42.5%로 나타남

- (감축 분야) 감축 분야는 크게 6가지 기술 부문*으로 구분되며, 에너지 부문이 48.3%로 가장 높은 수요를 보임

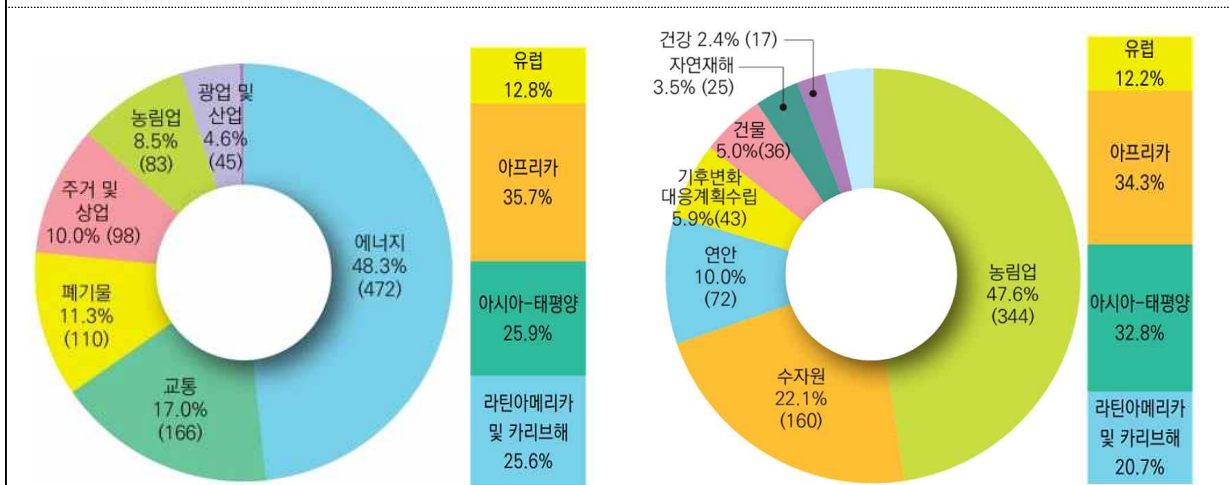
* 에너지(48.3%), 교통(17%), 폐기물(11.3%), 주거 및 상업(10%), 농림업(8.5%), 광업 및 산업 (4.6%)

- (적응 분야) 적응 분야의 경우는 총 11개의 기술 부문**으로 구성되어 있으며, 농림업에 대한 기술 수요가 47.6%로 가장 높게 나타남

** 농림업(47.6%), 수자원(22.1%), 연안(10%), 기후변화 대응 계획 수립(5.9%), 건물(5%), 자연재해 (3.5%), 건강(2.4%), 기타(3.6%)



< 개도국 기후기술 수요 현황 >



< 감축 분야의 세부 수요현황 >

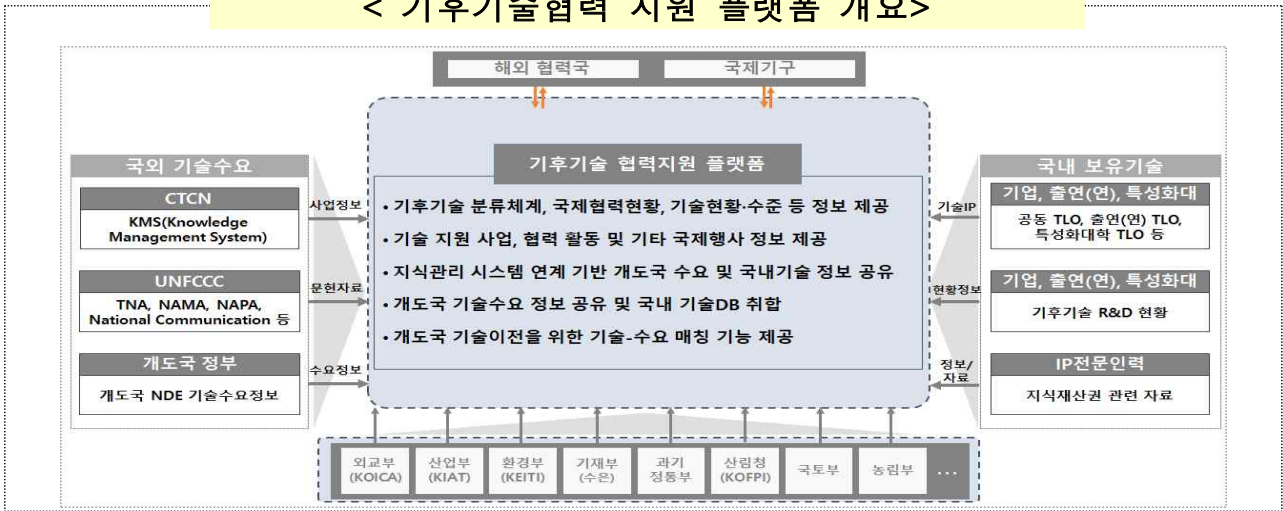
< 적응 분야의 세부 수요현황 >

과제 2. 국내 기후기술 산업 육성 인프라 지원체계 구축

□ 범부처 차원의 기후기술 협력 및 지원 플랫폼 구축

- 국내 기후기술 확산 및 해외진출은 기술수요와 국내 공급기술의 효과적 매칭 기반이 되는 정보 제공과 다양한 이해관계자들의 효율적 연계 측면의 종합적 정부지원이 요구됨
- 기후기술 개발·확산 촉진을 위한 회의체로서 관련부처, 기관 및 민간전문가가 참여하는 ‘(가칭)기후기술 산업 협의기구’ 발족 및 운영
 - 외교부 (KOICA), 기재부 (수은, KDI), 산업부 (에너지공단, KOTRA), 환경부(환경공단, KEITI), 과정부 (녹색기술센터 및 NST산하 출연연) 등 부처별로 산재되어 있는 역량을 집결한 플랫폼 구축 필요
 - 유관 국제기구와 부처/산하기관들에서 산발적으로 진행되는 수요 발굴, 역량배양, 개발사업 등의 통합 및 체계화를 통한 시너지 도모
 - 정부·민간 위험분담 및 정보·재원 등 지원체계를 통하여 실질적인 기술 사업화를 추진할 수 있는 민간부문의 적극적인 참여를 유도
- 기후기술 개발 및 협력 지원을 위해 국가 기후기술 정보통계를 구축하여 R&D 투자·성과 분석 및 산업통계 생산 제공
- 국내기관에게는 기술수요를 열람할 수 있도록 하고, 해외관계자에게는 국내 정보를 제공하는 수요-공급 매칭플랫폼 제공으로 사업의 촉진을 도모
- 국내외 기후기술 관련 재원 현황, 주요 국제기관의 사업 공고 정보와 함께 국가별, 주요기업 동향 분석 경험 홍보의 장으로 활용

< 기후기술협력 지원 플랫폼 개요 >



- NDCs (Nationally Determined Contributions, 국가결정기여) 달성 지원을 위한 범부처·민간 기술협력 현황 정보 파악 및 기후기술 국제협력 현황 인벤토리 체계 구축
 - 탄소배출권 확보 및 민간 참여 활성화 지원을 위한 사업 아이템 조기 발굴 프로세스 정립
 - 범부처 보유 실증 및 산업화 단계 기술협력 지원을 통한 민간 주도의 배출권 확보 지원
 - 전문가 및 전문기관 Pool을 운영하여 기술 발굴, 기술 평가, 실증 지원, 정보서비스 제공 등 전 과정 지원
- 기후기술에 특화된 국내 사업 활성화 모델 구축 및 지자체와 협력을 통한 차별화된 수익 모델 개발 및 성공사례 창출
 - 기후기술 유관 기관과 지자체의 밀접한 협업을 통해 지자체에 특화된 성공사례를 발굴 및 사업화 추진
 - * 충북(바이오)·충남(연료전지)·광주(태양광)·제주(전기차) 등
 - 국내외 지자체간의 협업체계 구축 및 국내 성공사례 기반 확산 추진
 - * ICLEI, C40 등 지방정부간 국제 협력 프로그램 활용

전략2

기후기술 육성 계획의 전략성 제고 및 재정기반 구축 [정책·재정측면]

- ◆ 범부처 차원의 종합 계획 및 세부 전략 마련을 통한 부처 간의 중복 완화 및 시너지 효과 극대화
- ◆ 온실가스 감축분 목표 달성 및 국내 산업 활성화를 위한 양자성 기후기금 조성 및 민간 재원 유인책 마련

과제 3. 국가차원의 중장기 전략 및 세부 방안 수립

- 국내 기후기술 산업 활성화, 온실가스 감축분 달성, 국제사회 공헌 등 목적에 부합하는 차별화된 중장기 전략 수립
 - 기후기술 연구개발 및 산업 활성화를 위한 중장기 기술개발 로드맵* 및 산업 확산 전략** 구축
 - * 45대 기후기술별 요소 기술 개발 및 산업화 연계를 위한 중장기적 기술개발 로드맵 수립
 - ** 국내 산업 활성화를 위한 지역별 특화된 기후기술 기반의 단지 조성 및 해외진출 연계 방안 구축
 - 부처 및 지방정부 별 임무 재정립* 및 부처 협업체계** 마련
 - * 부처 및 지방정부별 역할 분담 (산업부, 환경부, 과기정통부, 국토부, 기상청 등)
 - ** 기후 기술별, 대상 지역별 등 선단식 플래그십 사업 육성 및 유기적 공조 체계 구축

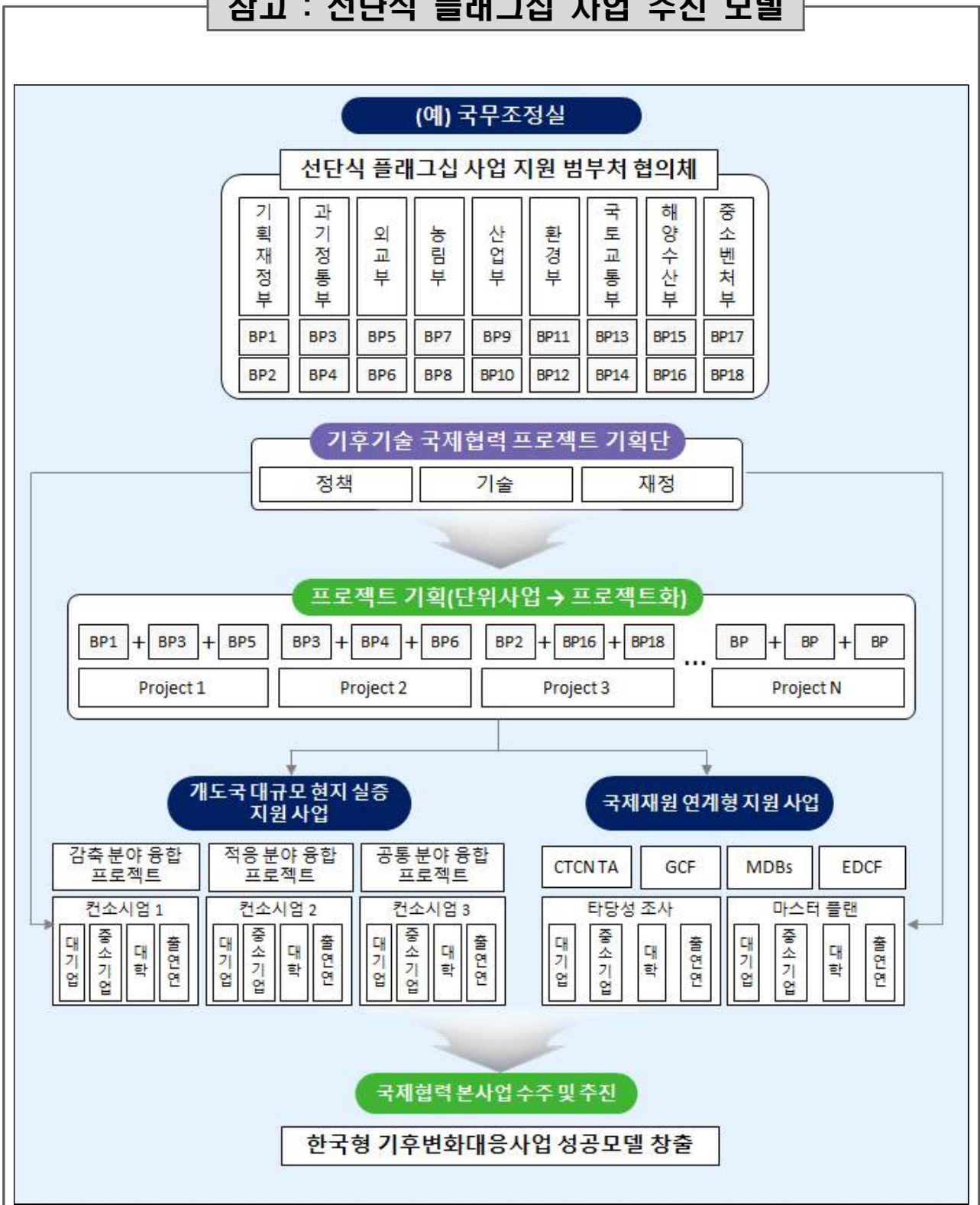
국내 기후기술 국제협력 사업 현황 및 한계점

부처별로 특정 기술 및 산업 분야에 치중된 지원 사업을 분산적으로 추진하고 있으며, 사업 규모가 작아 GCF와 같은 대규모 국제 자원 활용 사업과의 연계성이 미흡함

선단식 플래그십 사업 개요

각 부처별 Best Practice 및 민간의 우수한 사례를 적극 활용하여, 한국형 기후 변화대응사업 성공모델 창출을 위한 범부처 차원의 선단식 플래그십 사업 추진

참고 : 선단식 플래그십 사업 추진 모델



- 국내 기후기술 산업 활성화의 저해요인으로 작용하는 규제에 대한 효과성 및 보완책 등 면밀한 분석을 통한 관련 제도 완화 방안 마련

과제 4. 공공 및 민간 자원 조성 활성화

□ 온실가스 감축분* 달성 및 국내 산업 육성을 위한 한국형 양자성 기후기금 조성

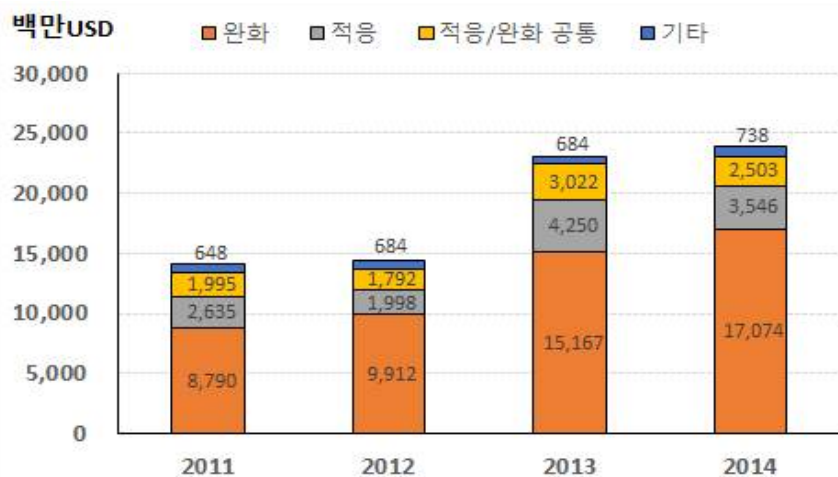
* NDC 달성을 위한 국내외 온실가스 감축 목표 (국내 25.7%, 해외 11.3%)

- 한국형 기후기금 조성을 통한 기후기술 국내 기업의 참여 활성화를 도모하고, 국내 기업 및 산업 역량을 제고

주요국 양자성 기후기금 현황

▶(양자 기금) 양자 기금은 개발도상국 또는 신흥국에 기후 프로젝트를 투자 및 지원할 목적으로 단일 국가가 조성한 기금으로, 영국(UK), 독일, 호주, 노르웨이, 덴마크, 일본, 등에서 운영

국가명	기금명	운영 기관	투자 분야
영국	국제기후기금	영국 정부	적응, 완화
독일	국제기후이니셔티브	연방독일환경부	적응, 완화
호주	국제산림탄소이니셔티브	DCCEE, AusAID	완화(REDD)
노르웨이	국제기후 및 산림이니셔티브	노르웨이 환경부	완화(REDD)
덴마크	기후투자기금	IFU	
일본	긴급재원: 공공/민간	일본 재무성	적응, 완화
		일본국제협력단	적응, 완화



양자 기후금융 분야별 투자 추이 ('11-'14년)

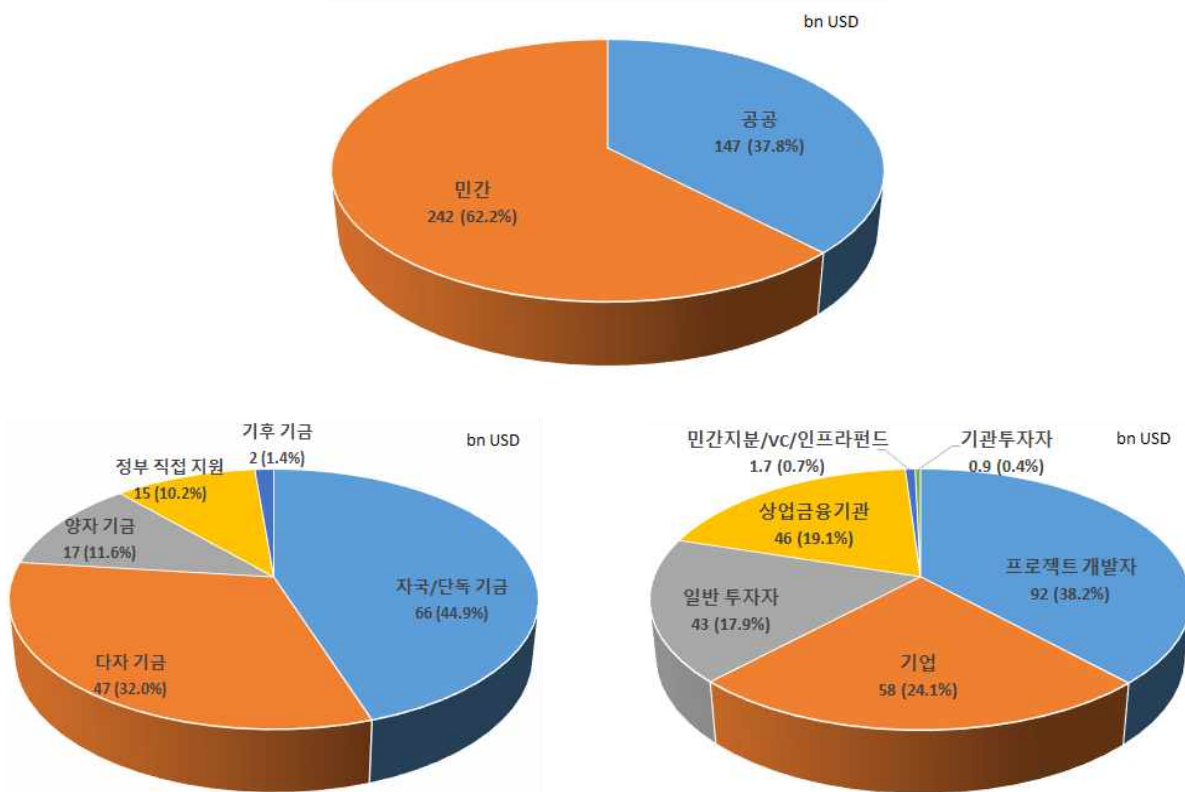
* UNFCCC Standing Committee on Finance (UNFCCC, 2016) 자료를 기반으로 재구성

▶(자국 또는 단독 기금) 자국의 온실가스 감축 및 적응 프로젝트에 투자하기 위해 조성한 기금으로, 영국, 덴마크, 호주를 예로 들 수 있음

참고 : 기후기술 국제기후금융 운영 현황

▶ 글로벌 기후변화 대응을 위해 공공 및 민간 재원을 통한 기후금융이 조성·운영되고 있으며, '14년 기준 38.9 Billion USD가 수원국에 투자

- (공공 자원) 정부 직접 지원, 다자 기금, 양자 기금, 자국 또는 단독 기금이 있으며, 다자/양자 기금이 전체의 54%, 자국/단독 기금이 45%를 차지
- (민간 자원) 프로젝트 개발자, 상업금융기관, 기관 투자자, 벤처캐피탈, 인프라 펀드, 기업 등이 있으며, 프로젝트 개발자, 기업, 상업금융기관, 일반 투자자의 투자가 전체의 약 99%로 대부분을 차지하고, 기관 투자자 및 민간 지분/VC/인프라 펀드는 약 1%에 불과함



[표 1] 글로벌 기후금융 관련 공공/민간 자원 및 세부 구성 ('14년)

* Global Landscape of Climate Finance 2015 (CPI) 자료를 기반으로 재구성

- ▶ '11~'14년 글로벌 기후금융에 대한 투자는 지속적으로 확대되고 있으며, 특히 개별 선진국이 개도국을 지원하는 양자 기후금융에 대한 투자 비중은 증가 추세
 - 양자 기후금융은 연평균 19.3% 규모로 지속적으로 성장하고 있으며, 특히 감축 분야의 투자액이 두드러지게 증가
 - 다자 기후금융 투자는 양자 기후금융 대비 정체되어 있으며, 대부분 감축/적응 공통 분야에 비중이 증가 추세

□ 국제재원과의 연계성 강화를 통한 국제기후기금 활용성 제고*

- 국제기구의 기금확보를 위한 범부처 차원의 지원 기관* 신설

* 국제 재원 확보를 위한 제안서 작성, 한국과 국제기구 간 협력 프로그램 기획 등 자문, 교육, 정보제공

- 개도국 정부* 및 국제기구**와 긴밀한 네트워크 구축

* 개도국의 NDE 및 NDA 중점적으로 활용하여, 개도국의 국제협력 심층수요 발굴

** UNFCCC(United Nations Framework Convention on Climate Change), UNE(United Nations Environment), UNDP(United Nations Development Programme), UNIDO(United Nations Industrial Development Organization), ADB(Asian Development Bank), WB(World Bank) 등

네트워크 구축 방안 (예시)

- ▶ 국제 행사 기획 및 운영 정례화를 통한 해외 NDE 및 CTCN 회원기관과의 네트워크 구축 및 강화
 - (국제 행사) CTCN Regional Forum, 해외 NDE 초청 간담회, 기후기술 국제 컨퍼런스, 해외 CTCN 회원기관과의 성공사례 공유 및 공동 사업 추진 논의 등
- ▶ 관련 유엔 및 국제기구가 추진 중인 기후변화대응 이니셔티브 참여를 통한 기후기술 협력체계 강화
 - (기후변화대응 이니셔티브) GGGI (Global Green Growth Institute, 글로벌 녹색성장 연구소), GGKP (Global Growth Knowledge Platform, 글로벌 녹색성장 플랫폼), PAGE (Partnership for Action on Green Economy, 녹색경제활동을 위한 파트너십), LECB (The Low Emission Capacity Building Programme, 저탄소 역량강화 프로그램) 등

- 국제협력 수요와 국제기후기금 운영 트렌드 분석을 통한 국제협력 유망 사업 아이템 선정 및 중점 육성
- 국제기후기금 운영 현황 조사 및 트렌드 분석을 통한 기술 및 재정 연계 방안 마련

전략3

공공사업모델 및 사회적 가치 창출 (사회 측면)

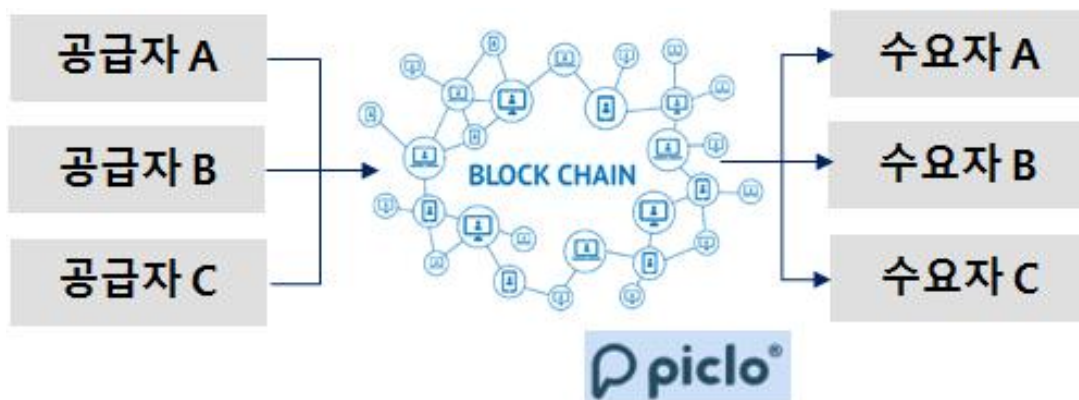
- ◆ 기존기술 대비 경제성이 부족한 기후기술에 대해 사회적, 환경적 편익을 반영함으로써, 공공성 기반 기후기술의 경쟁력 확보를 통해 관련 산업 육성 체계 구축
- ◆ 시민 참여형 기후기술 사업모델 및 한국형 이익 공유 모델 개발을 통해 기후기술에 대한 사회수용성 제고·확산

과제 5. 시민 참여형 기후기술 사업모델 발굴 및 확산

- 기술·시장 양방향의 시민주도형 (참여형) 사업 발굴 및 확산을 통한 사회수용성 제고
 - (기술 측면) 4차산업혁명 기술을 바탕으로 한 기후기술 융복합 사업* 발굴을 기반으로 프로슈머와 같은 형태로 일반 시민의 기후기술 산업 참여를 제고

* (예시) 재생에너지 생산자와 소비자간 온라인 P2P 전력거래 서비스 해외사례로는 영국의 피클로(Piclo), 네덜란드의 반데브론(Vandebron), 미국 보스턴의 옐로하(Yeloha), 독일의 소넨커뮤니티(Sonnen Community), 미국 뉴욕의 마이크로그리드 샌드박스(Microgrid Sandbox) 등

온라인 P2P 전력거래 플랫폼 개념(Piclo 사례)



자료: 최낙준, 4차산업혁명과 융복합형 재생에너지 비즈니스 모델, 삼정KPMG 2017

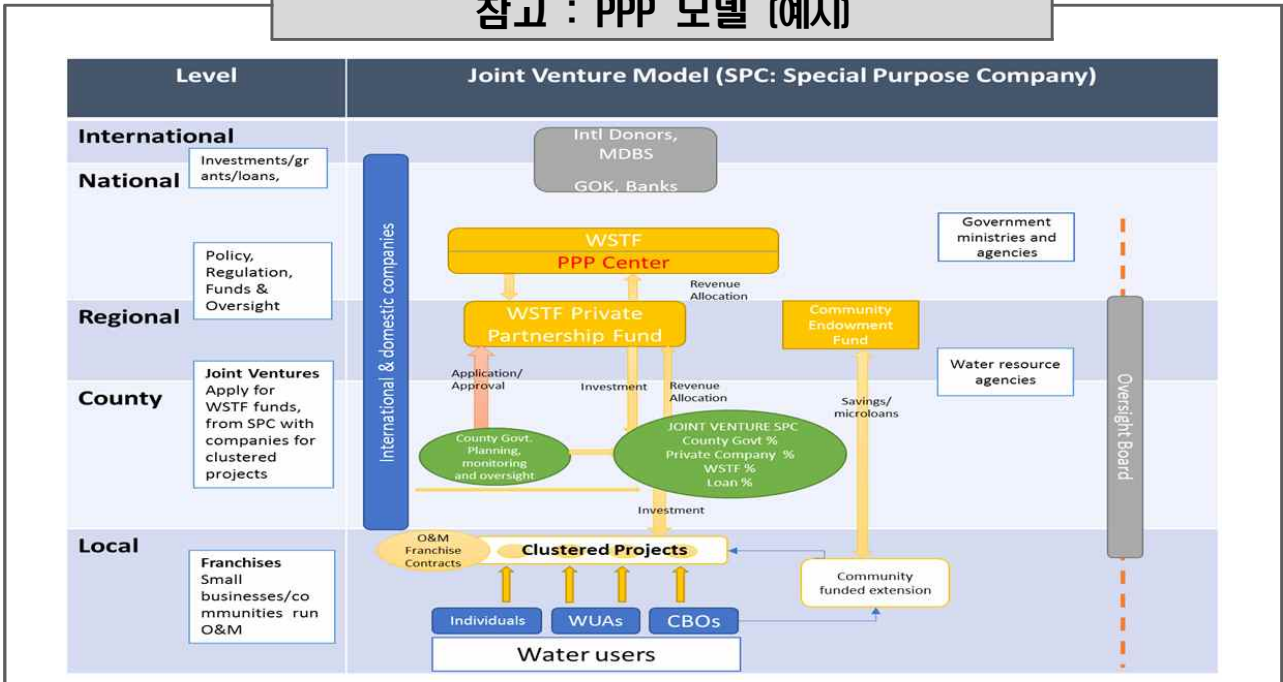
- (시장 측면) 클라우드 펀딩 형태*의 시민 참여형 기후기술 사업 확대를 통해 사회적 수용성 강화
 - 재생에너지 시설 중 개인 및 협동조합 소유** 비중이 덴마크가 약 70%, 독일이 약 50% 수준에 이르면서, 일반 시민들이 투자이익 확보와 함께 재생에너지 관련사업 확대의 발판 마련에 성공
 - 사업 내 시민 참여율에 따라 인센티브 (REC 가중치 상향, 공공 기후기금 추가지원 등) 부여 등 필요
 - 기존 시민 참여형 사업의 특징인 수익성이 낮고(3~5%), 원금 회수기간이 길며, 기술력 및 정보 공유 등의 신뢰성 부족 해결을 위한 PPP 연계모델 개발*** 필요

* 미국 Mosaic, 영국 Abundance, 독일 그린피스에너지 등 사례

** 개인회사 혹은 시민에너지회사(유한회사, 협동조합 등) 형태

*** 원금 회수기간이 길고 수익실현이 프로젝트 후단에서 주로 이루어지는 공공인프라 및 서비스 관련 사업에서, 투자 위험도가 높은 초기 단계에 공공기금이 선도함으로써 추가적인 민간 투자자금을 확보하는 'Blended Finance' 개념 확산을 통해 기후산업 내 민간기금 활성화를 도모 중 (OECD DAC, 2016)

참고 : PPP 모델 (예시)

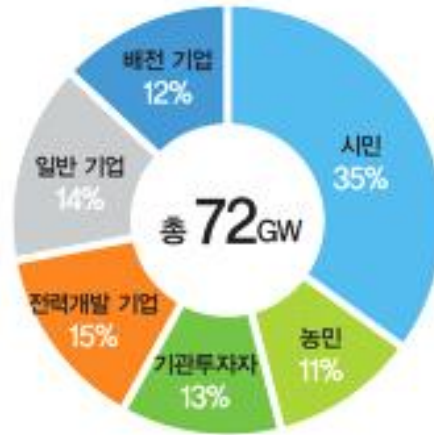


* 출처 : 녹색기술센터, Catalyzing Low Cost Green Technologies for Sustainable Water Service Delivery, 2017

유럽 주요국의 재생에너지 관련 시민참여 현황

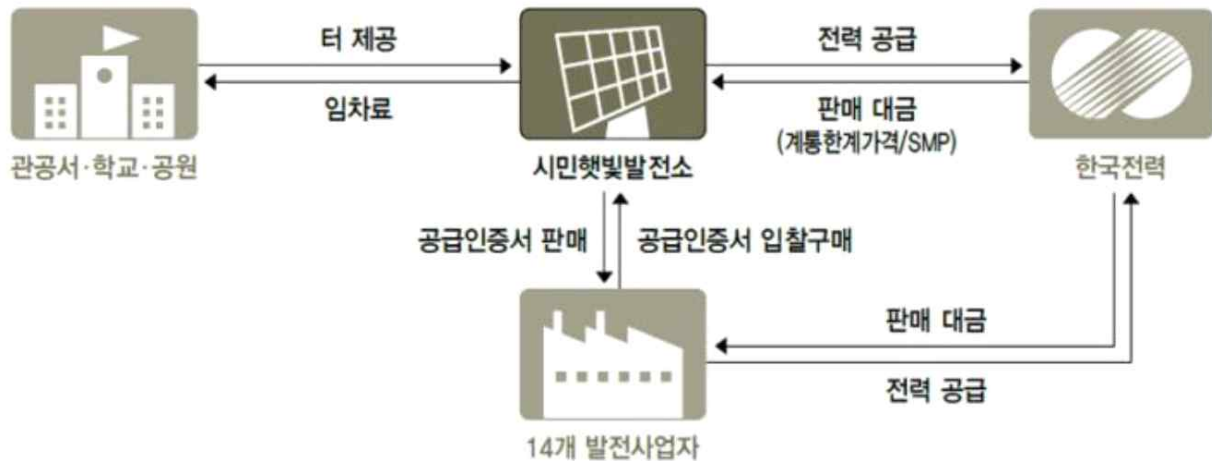
- ▶ **(독일)** 2012년 현재 설치된 발전설비의 약 50% 가량이 시민투자에 의해 이루어졌으며, 전국 약 1천 개 이상의 에너지 생산 협동조합에 국민 4명 가운데 1명은 협동조합 구성원으로 참여
- ▶ **(덴마크)** 기존 전력기업들의 소극적 태도로 인해 지역 협동조합의 형태로 풍력발전의 약 80%를 담당하고 있으며, 모든 재생에너지 사업은 시민투자가 최소 20%는 되어야 추진 가능

< 독일 재생에너지 소유 비중 (2012년) >



출처: 트렌드리서치

(사례) 시민 참여형 에너지 사업구조



출처: 3020 재생에너지 확대전략 (2018)

□ 지역공동체의 경제적 기반 마련 및 지역주민 수용성 제고를 위한 **한국형 이익 공유 (Profit Sharing) 모델 발굴 및 확산**

- 이익공유형 사업의 경우 지역 공동체의 경제적 자립 기반 마련과 함께 기후기술 산업 생태계 구축 연계 가능
- 지역에 **특화*된 기후기술 분야 육성** 및 유관 사업 활성화를 통해 지역 주민의 인식 전환 및 참여 독려

* 도시형, 농촌형, 도농복합형, 어촌형 등

- 특화사업의 실증 지원과 함께 재정연계 측면, 기술연계 측면(전력 계통연계, 시공기술, A/S 등), 제도연계 측면(관련 법, 지자체 조례, 인센티브 등) 등을 패키지 형태로 지원

(사례) 영농형 태양광(Solar Sharing) 발전사업

- ▶ (개요) 기존 농지 상부에 태양광 패널을 설치하여 전력을 생산하고, 하부에는 일반 농지와 마찬가지로 벼 등 작물을 계속 재배하는 발전사업
- ▶ (장점) 기존 농경지에 농지기능을 계속 유지(80% 이상)하면서도 태양광 발전을 통해 전력을 생산함으로써, 좁은 국토의 효과적인 활용과 함께 농가소득 개선 가능
- ▶ (특징) 일본 및 한국 등 국토 면적이 좁고 식량 안보의 중요성이 높은 국가의 상황에서만 적용 가능



출처: 연합뉴스, 2017/06/15

제 7 장 결 론

제 1 절 요약 및 정책적 제언

- 본 연구는 기후 기술 산업을 활성화하고 국내 기업의 해외 진출 기반을 조성하기 위한 정책 개선 방안을 수립하여 신기후체제의 견실한 이행 및 미래 신성장동력 발굴을 위한 정책적 제언을 도출하기 위해 수행
 - 먼저 온실가스 감축과 기후변화 적응으로 구성되는 기후기술에 대한 개념을 설정하고, 기후기술 융복합 트렌드에 대한 고찰 수행
 - 기후변화 대응을 위한 기술, 산업, 정책별 국내외 동향 조사 및 기후기술, 산업, 정책 전문 분과위원회 운영을 통한 국내 현황 심층 분석을 진행
 - 국내 기후기술 현안 문제점 및 주요이슈를 도출하고, 이에 대한 개선 방안 및 세부 추진전략 도출을 통한 정책 제언 도출
- 우리나라가 NDC 목표로 제출한 ‘30년 온실가스 배출 전망치(BAU) 대비 37% 감축’ 달성을 위한 ‘기술’의 역할이 전 세계적으로 매우 강조되고 있음
 - 재생에너지 등 단일 기후기술에 대한 개발뿐만 아니라, 기후기술 간 또는 기후기술과 ICT 등 他 기술과의 융복합을 통한 온실가스 감축의 효과를 크게 기대하고 있으며 앞으로 기후기술 융복합 추세는 가속화 될 전망
- 기후변화 대응을 위한 온실가스의 감축과 기후변화 적응을 가능하게 하는 기후기술 간 또는 他 첨단기술과의 융복합 및 기술의 적용성 및 확장성을 지원하는 모든 분야와의 연계를 모두 포함하는 개념으로 확대
 - 일반적인 과학기술 융복합 개념은 서로 다른 기술과의 융합뿐만 아니라 다른 학문 및 산업 분야와의 결합까지 포함되어 정의되고 있음
 - 기후기술 및 산업의 지속가능한 성장을 위한 정책, 제도, 자원, 교육 등과

연계강화를 통하여 기후변화 대응의 효과성 증대

- 국내 기후기술은 태양광, 풍력 등 일부 온실가스 감축기술 중심으로 투자가 이루어지고 있으나, 향후 ICT기술 융합 등 他기술과의 융복합 현상이 활발히 나타날 전망이므로 이에 대한 연구개발 및 재정적 투자, 정책적 뒷받침이 요구됨
 - 우리나라 단일 기후기술 단위에서 연구개발에 대한 공공 및 민간 투자가 활발히 이루어지고 있으나, 융복합 솔루션 및 사업화 수준은 세계 최고수준과 격차를 나타내고 있어 이에 대한 대비가 필요
 - 기후기술 및 4차 산업혁명의 기술로 대변되는 ICT 기술과의 융복합에 의한 온실가스 감축 및 기후변화 적응에 대한 글로벌 수요는 크게 증가하고 있으나, 이 분야의 국내 기업의 세계 점유율은 다른 선진국에 비해 크게 뒤지고 있으며, 에너지 분야를 제외한 기후기술에 대한 기술수준 및 투자는 훨씬 더 뒤처지고 있음
 - 우리나라는 기후변화 대응을 위한 정책일관성을 유지하고, 미세먼지 대책과 같은 유관정책과 연계를 강화와 함께, 기술의 시장 체제로의 흡수, 사회수용성 제고 등 다양한 정책적 접근방식이 필요
- 기술실증, 사업모델, 재원연계 등 사업화 수준 미흡이 기후기술 산업 활성화 장애요인으로 언급되고 있으며, 특히 해외진출을 위한 재정적, 정책적 지원을 시급하게 요구
 - 동향조사 및 전문가 심층토론을 통하여 기술, 산업, 정책적 측면으로 기후기술 산업 활성화를 저해하는 주요 이슈를 도출
 - 기술적 측면의 주요 이슈로는 기술기반 및 역량 미흡, 기후기술 수요와 국내 중점 육성 분야와의 불일치성, 단위 사업 중심의 연구개발 치중 등이 있음
 - 산업적 측면의 주요 이슈로는 기후기술의 경제성 부족, 시장 확장성 및 확대의 불확실성, 민간 투자 및 기업 참여 유인 부족, 산업 경쟁력 미흡 및 인프라 부족, 민간 파트너십 부족이 있음

- 정책적 측면의 주요 이슈로는 산업육성, 감축목표달성, 국제지원에 따른 세부적인 범부처 차원의 추진 전략 및 지원 체계 미흡, 공공부문의 재원 및 인력 지원 부족, 사회적 수용성 부족, 과도한 규제, 조기 아이템 발굴 체계 미흡, 기후변화 대응 인식 부족, 기후기술 정보 부족 및 체계 미흡이 있음
- 본 연구의 결과로써 국내 기후기술에 대한 주요 이슈를 개선하기 위한 방안으로 3대 전략, 6대 추진 과제, 12대 세부과제를 도출함
- 비전으로써 ‘온실가스 감축 기반 조성을 통한 국내 기후기술 산업 선도 및 국제 위상 제고’ 를 제시하고, 이를 달성하기 위한 3대 목표로 ‘2030년 국가 온실가스 감축 목표 달성’, ‘기후기술과 4차 산업기술 융복합을 통한 신성장동력 창출 및 글로벌 시장 TOP3 달성’, ‘글로벌 기후기술 협력 선도를 통한 국제사회 기여 및 국가 위상 제고’ 를 제시
 - 기술·산업측면의 전략 1은 ‘기술 융복합 역량 및 산업 인프라 강화’ 이며, 이에 대한 추진과제로 ‘과제 1. 기후기술 산업화 촉진을 위한 역량강화’ 와 ‘과제 2. 국내 기후기술 산업 육성 인프라 지원체계 구축’ 을 제시
 - 정책·재정 측면의 전략 2는 ‘기후기술 육성 계획의 전략성 제고 및 재정 기반 구축’ 으로, 이에 대한 추진과제로 ‘과제 3. 국가차원의 중장기 전략 및 세부 방안 수립’ 과 ‘과제 4. 공공 및 민간 재원 조성 활성화’ 를 제시
 - 사회 측면의 전략 3은 ‘공공성 제고 측면의 사업모델 창출을 통한 사회적 가치 창출’ 이며, 이에 대한 추진과제로 ‘과제 5. 시민참여형 기후기술 사업모델 발굴 및 확산’ 과 ‘과제 6. 기후변화에 대한 인식 및 사회 수용성 제고’ 를 제시
- 기 수립된 12대 세부 과제 중 시급성, 중요성 및 파급효과를 고려하여 아래와 같이 세 가지 우선과제를 도출하였음
- 국내 기후기술 산업 활성화, 온실가스 감축분 달성, 국제사회 공헌 등 목적에 부합하는 차별화된 중장기 전략 수립
 - RD&D 중심의 국가연구개발 사업 개편을 통한 실용화 기술 수준 제고
 - 온실가스 감축분 달성 및 국내 산업 육성을 위한 한국형 양자성 기후기금 조성

제 2 절 기대 효과 및 활용 방안

- 단기적으로 신기후체제 Post-2020을 대응하고 중장기적으로 기후기술을 활용한 신경제성장 동력 확보를 위한 국가차원의 상위 전략으로 활용
- 기후변화 대응을 위한 세부 이행 계획 수립 시 참고 또는 근거 자료로 활용
 - 기술, 산업, 정책 분야로 나누어 국내 기후기술 산업에 대한 현안 및 장애요인을 심층 분석하고 개선방안을 제시함으로써 향후 관련 전략 및 실행계획 수립 시 참고자료로 활용
 - 온실가스 감축 및 기후기술 산업 활성화를 위한 기술·재원·정책의 통합된 범부처 협력 중장기 계획 수립시 기초자료로 활용
 - 기후변화 대응 활성화를 위한 국가 연구개발 사업 기획 방향 제시를 위한 기초자료로 활용

참 고 문 헌

- 관계부처합동(2016), 「제1차 기후변화대응 기본계획」
- 국가과학기술심의회(2014), 「창조경제 실현을 위한 융합기술 발전 전략」
- 국가과학기술심의회(2017), 「2017년도 융합기술발전전략시행계획」
- 국가과학기술위원회(2007), 「국가융합기술발전 기본방침」
- 국가과학기술위원회(2008), 「1차 국가융합기술발전기본계획(‘09~’ 13)」
- 국가과학기술자문회의(2015), 「엔지니어링산업 기술경쟁력 제고 방안」
- 국회입법조사처(2014), 「해외건설 발전을 위한 정책과제」
- 김도영(2017), 「신재생에너지 시장의 강자로 부상한 중국」, 세계와 도시
- 녹색기술센터(2015), 「2015년도 녹색기술 수준조사」
- 녹색기술센터(2016), 「주요국별 기후변화 대응 정책 및 정부 R&D 투자 분석」, 녹색기술 이슈 분석 리포트
- 녹색기술센터(2017a), 「기후기술 분류체계 마련 연구」
- 녹색기술센터(2017b), 「녹색기후기금(GCF) 승인사업 사례 분석」
- 박동운(2017), 「특허계량분석 기반 유망산업의 기술융합 패턴에 대한 탐색적 연구」, 녹색기술센터
- 산업통상자원부(2014), 「제3차 에너지기술개발계획」
- 산업통상자원부(2014), 「제4차 신·재생에너지 기본계획」
- 안승구 외 (2008), 「미국의 융합기술 개발정책 추진동향」, 과학기술정책
- 에너지경제연구원(2013), 「에너지기술 수출산업화 전략 연구」
- 에너지경제연구원(2016), 「세계에너지시장 인사이트: 2015년 세계 스마트 그리드 투자 실적 및 향후 전망」
- 융합정책연구센터(2007), 「융합기술 종합발전기본계획: 융합기술 발전전략 가이드라인」
- 융합연구정책센터(2017), 「정보통신과 융합, 스마트그리드」
- 이두원(2017), 「지능정보기술 기반 Energy Management 기술동향 및 전망」
- 정우진(2005), 「에너지·식량·물 불안 가속화: 시장기능 확대와 기술개발로 대응」, STEPI 미래연구포커스

최낙준(2017), 「4차산업 혁명과 융복합형 재생에너지 비즈니스 모델」, 삼정KPMG
이슈분석

통계청(2015), 「신재생에너지 보급실적조사」

하태정 외(2007), 「NBIT 컨버전스 연구개발조직의 발전방안 연구」, 과학기술정책연구원

한국과학기술기획평가원(2011), 「중점녹색기술 기술수준 현황과 시사점」, 이슈페이퍼
2011-18

한국과학기술기획평가원(2017), 「4차 산업혁명 시대의 생산과 소비」

한국에너지공단(2016), 「신재생에너지 산업통계」

한국산업기술진흥원 (2017), 「인더스트리 4.0 관련 이슈분석 및 국제협력 동향」

한국지질자원연구원(2016), 「탄소광물화 적정기술 베트남 현지적용을 위한 사전타당성
연구에 관한 연구」, 국가과학기술연구회 정책연구보고서

한국창업경영연구원(2017), 「전력분야 디지털화 개념 및 적용 사례 분석」

한국환경정책평가연구원(2014), 「기후변화 적응산업 육성전략 마련」

환경부(2016), 「제2차 국가기후변화적응대책(2016~2020)」

환경부(2016), 「제2차 대기환경개선 종합계획(2016~2025)」

황다영 외(2008), 「기술융합 특성에 따른 새로운 분류체계의 제안」, 기술혁신학회지 11호

Global water Intelligence(2016), 「Global Water Market 2015」

IEA(a) (2017), 「CO2 Emissions from Fuel Combustion 2017」

IEA(b) (2017), 「World Energy Investment 2017」

IEA(c) (2017), 「World Energy Outlook 2017」

IEA(d) (2017), 「World Energy Balances 2017」

IEA(e) (2017), 「Renewables Information 2017」

Inaba, T. 외(2017), 「ICT: A new taxonomy based on the international patent
classification」, “Technology and Industry Working Papers” , OECD Science

REN21 (2017), 「Renewables 2017 Global Status Report」

UNESCAP (2013), 「Water-Food-Energy Nexus in Asia and the Pacific」, Discussion Paper

<웹사이트>

- 과학기술정보통신부(2014), 「기후변화 대응을 위한 ‘에너지 신산업 및 핵심 기술개발 전략’ 이행계획 발표」 <http://www.msip.go.kr/web/msipContents/contentsView.do?catelId=mssw43&artId=1263057> (검색일: 2018.1.3.)
- 국가에너지통계종합정보시스템, <http://www.kesis.net>, (검색일: 2018.01.19.)
- 국토교통부(2017), “제로에너지건축물 활성화”, http://www.molit.go.kr/USR/WPGE0201/m_36421/DTL.jsp (검색일: 2018.4.19)
- 국토일보(2013), “안양새물공원조성사업(박달하수처리장 지하화)”, <http://www.ikld.kr/news/articleView.html?idxno=34818> (검색일: 2018.4.9.)
- 독일(2017), 「Momentum for the energy transition」, <https://www.deutschland.de/en/topic/business/energy-transition:copernicus-projects> (검색일: 2017.12.29.)
- 독일연방교육연구부(2014), 「Green prospects for economy, work and the environment」, www.bmbf.de/press/3690.php (검색일: 2017.12.29.)
- 독일연방교육연구부(2016), 「New research initiative strengthens energy transition in buildings and cities」, www.bmbf.de/de/neue-forschungsinitiative-staerkt-energiewende-in-gebaeuden-und-staedten-2661.html (검색일: 2017.12.29.)
- 독일연방에너지부 (2017), 「For a future of green energy」, <http://www.bmwi.de/DE/Themen/Energie/Erneuerbare-Energien/eeg-2017-wettbewerbliche-verguetung.html> (검색일: 2017.12.29.)
- 독일연방에너지부(2017), 「The digitisation of the energy transition」, <https://www.cleanenergywire.org/dossiers/digitalisation-energiewende> (검색일:2017.12.29.)
- 독일연방환경부(2017), 「Climate Action Plan 2050 – Germany’s long-term emission development strategy」, <http://www.bmub.bund.de/themen/klima-energie/klimaschutz/nationale-klimapolitik/klimaschutzplan-2050/> (검색일: 2017.12.29.)
- 미국 백악관(2014), 「The all-of-the-above energy strategy as a path to sustainable economic growth」, https://obamawhitehouse.archives.gov/sites/default/files/docs/aota_report_updated_july_2014.

pdf (검색일: 2017.12.28.)

미국 에너지부(2016), 「Energy Department Driving Clean Energy Development and Sustainable Solutions in 16 States」,

<http://energy.gov/eere/articles/energy-department-driving-clean-energy-development-and-sustainable-solutions-16-states> (검색일: 2017.12.28.)

미국 예산관리실(2017), 「The President's Budget: Fact Sheets on Key Issues」, Advancing Clean Energy Domestically and Abroad and Taking Action on Climate Change, <https://www.whitehouse.gov/omb/budget/key-issue-fact-sheets> (검색일: 2017.12.28.)

미국 환경보호국(2016), 「FACT SHEET: Overview of the Clean Power Plan - Cutting carbon pollution from power plants」,

https://19january2017snapshot.epa.gov/cleanpowerplan/fact-sheet-overview-clean-power-plan_.html (검색일: 2017.12.28.)

산업통상자원부(2017), “에너지 신기술 실증연구에 올해 1,000억원 투자”, 2017.02.14. 보도자료

산업통상자원부(2017), 「재생에너지 3020 이행계획(안) 발표」,

http://www.motie.go.kr/motiee/presse/press2/bbs/bbsView.do?bbs_seq_n=159996&bbs_cd_n=81¤tPage=1&search_key_n=&cate_n=&dept_v=&search_val_v= (검색일: 2018.1.3.)

산업통상자원부(2017), 「제8차 전력수급기본계획(2017~2031) 공고 (산업통상자원부 공고 2017-611호)」, http://www.motie.go.kr/motie/ms/nt/announce3/bbs/bbsView.do?bbs_seq_n=64603&bbs_cd_n=6 (검색일: 2018.1.3.)

산업통상자원부(2015), 「신재생에너지 기술개발 및 이용, 보급을 촉진하기 위한 기본계획」, http://www.motie.go.kr/motie/py/td/energeitem/bbs/bbsView.do?bbs_seq_n=209828&bbs_cd_n=72¤tPage=1&search_key_n=&cate_n=4&dept_v=&search_val_v= (검색일: 2018.1.3.)

산업통상자원부(2014), 「제2차 에너지기본계획」,

http://www.motie.go.kr/motie/py/td/energeitem/bbs/bbsView.do?bbs_seq_n=209286&bbs_cd_n=72¤tPage=21&search_key_n=title_v&cate_n=4&dept_v=&search_val_v= (검색일: 2018.1.3.)

산업통상자원부(2016), “정부, 향후 5년 내 청정에너지 연구개발 공공투자 두 배로 늘린다”,

http://www.motie.go.kr/motie/ne/presse/press2/bbs/bbsView.do?bbs_seq_n=158287&bbs_cd_n=81 (검색일: 2018.1.3.)

영국 공학 및 물리과학 연구위원회(2016), 「UK-India Joint Virtual Clean Energy Centre announced」, <http://www.epsrc.ac.uk/newsevents/news/virtualcleanenergycentre/> (검색일: 2017.12.29.)

영국 기상청(2015), 「Met Office ScienceStrategy: 2016-2021 Delivering science with impact」, http://www.metoffice.gov.uk/binaries/content/assets/mohippo/pdf/migrated/met_office_scienc_e_strateg_y_2016-2021.compressed.pdf (검색일: 2017.12.29.)

영국정부(2015), 「Finance boost to help protect developing countries from climate change」, <https://www.gov.uk/government/news/finance-boost-to-help-protect-developing-countries-from-climate-change> (검색일: 2017.12.29.)

영국정부(2015), 「Strengthening Adaptation and Resilience to Climate Change in Kenya Plus (Starck+) Programme」, <https://www.gov.uk/government/publications/strengthening-adaptation-and-resilience-to-climate-change-in-kenya-plus-starck-programme> (검색일: 2017.12.29.)

에너지신문(2017), “에너지신사업이 나가야할 방향은?” , 2017.1.31. 일자, <http://www.energy-news.co.kr/news/articleView.html?idxno=45957> (검색일: 2018.1.26.)

일본경제산업성(2017), 「Japan’ s Energy White Paper 2017」, http://www.enecho.meti.go.jp/en/category/whitepaper/pdf/whitepaper_2017.pdf (검색일: 2017.12.29.)

일본농림수산성(2016), www.maff.go.jp/j/kanbo/saisei/honbu/.../2_eme10_siryoul.pdf (검색일:2018.1.3.)

특허청 홈페이지 선진특허분류(CPC)코드 페이지,

http://www.kipo.go.kr/kpo/user.tdf?a=user.html.HtmlApp&c=4021&catmenu=m02_09_01_01,

(검색일:2018.1.17.)

BBC(2015), 「UK’s coal plants to be phased out within 10 years」 <http://www.bbc.com/news/business-34851718>, (검색일: 2017.12.29.)

Clean Energy Wire(2017), 「A (very) brief timeline of Germany’s Energiewende」, <https://www.cleanenergywire.org/factsheets/very-brief-timeline-germanys-energiewende>

(검색일: 2017.12.29.)

Clean Energy Wire(2017), 「From ideas to laws - how Energiewende policy is shaped」,
<https://www.cleanenergywire.org/factsheets/ideas-laws-how-energiewende-policy-shaped>

(검색일: 2017.12.29.)

European Comission(2017), <https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/what-horizon-2020>

(검색일: 2017.12.28.)

Shenzhen Panorama Network(2016), 「Low-carbon pilot will be expanded to 100 cities」,
http://www.p5w.net/news/gncj/201606/t20160608_1477522.htm (검색일: 2018.1.3.)

[별첨 1]

CPC-Y 섹션 관련 기후기술 세부분류 및 내용

구분	분류 내용
Y	새로운 기술 발전의 일반적 구분표; IPC의 여러 섹션에 걸친 다양한 섹션을 넘나드는 기술의 일반적 구분표; 이전의 USPC 상호 참조 기술 수집 [XRACs] 및 개요에 의해 포함되는 기술적 주제
Y02	기후 변화에 대응한 경감 또는 적응을 위한 기술 또는 응용 장치
Y02B	건축물과 관련된 기후 변화 완화 기술과 관련된 인덱싱 분류표 색인, 예. 하우스징 및 기기 또는 관련된 최종 사용자 응용 장치
Y01	Y02B10/00 건축물 내의 재생 에너지원의 통합
Y02	Y02B20/00 에너지 효율 조명 기술
Y03	Y02B30/00 에너지 효율 냉난방공조 [HVAC]
Y04	Y02B40/00 가전 제품의 효율을 향상시키는 것이 목표인 기술
Y05	Y02B50/00 엘리베이터, 에스컬레이터(escalators) 및 무빙워크(moving walkways)의 에너지 효율 기술
Y06	Y02B60/00 자신의 에너지 이용 축소를 목표로 하는 정보와 통신 기술 [ICT]
Y07	Y02B70/00 효율적인 최종 사용자 측의 전력 관리 및 소비를 위한 기술
Y08	Y02B80/00 건축물의 열성능을 향상시키기 위한 건축적인 또는 구조적인 요소
Y09	Y02B90/00 유용한 기술 또는 온실 가스(GHG) 방출 완화를 위한 잠재적인 또는 간접적인 원인이 있는 기술
Y02C	온실 가스(GHG)의 캡처, 저장, 격리 또는 폐기
Y10	Y02C10/00 이산화탄소의 포집 또는 저장 (이용되지 않음, 서브그룹 참조)
Y11	Y02C20/00 이산화탄소를 제외한 온실가스 [GHG]의 포집 또는 처리 (이용되지 않음, 서브그룹 참조)
Y02E	에너지 생성, 전송 또는 배포에 관련된 온실 가스(GHG)의 방출
Y12	Y02E10/00 재생 에너지 자원을 통한 에너지 생산
Y13	Y02E20/00 감축 잠재량이 있는 연소 기술
Y14	Y02E30/00 핵기원의 에너지 발전
Y15	Y02E40/00 효율적인 발전, 전송 및 분배를 위한 기술
Y16	Y02E50/00 비화석 기원의 연료의 생산을 위한 기술
Y17	Y02E60/00 유용한 기술 또는 GHG 방출 경감에 간접적 또는 잠재적으로 기여하는 기술
Y18	Y02E70/00 다른 에너지 변환 또는 GHG 방출 감소 관리 시스템
Y02P	상품의 생산 및 처리와 관련된 기후변화 경감 기술
Y19	Y02P10/00 금속 공정에 관련 기술

구분		분류 내용
Y20	Y02P20/00	화학 산업에 관련 기술
Y21	Y02P30/00	석유 정제 및 석유 화학 산업에 관련 기술
Y22	Y02P40/00	미네랄 공정에 관련 기술
Y23	Y02P60/00	농업, 가축 또는 영농 부양 산업에 관련 기술
Y24	Y02P70/00	최종 산업용 또는 소비자 제품 생산 과정의 기후 변동 완화 기술
Y25	Y02P80/00	광범위한 응용의 기후 변동 완화 기술
Y26	Y02P90/00	온실 가스 [GHG] 방출 완화에 기여할 수 있는 기술을 가능하게 하는 것
Y02T		교통에 관련된 기후 변화 완화 기술
Y27	Y02T10/00	상품 또는 승객의 도로 수송
Y28	Y02T30/00	상품 또는 승객의 철도를 통한 수송
Y29	Y02T50/00	항공학 또는 항공교통
Y30	Y02T70/00	해양 또는 수로 교통수단
Y31	Y02T90/00	유용한 기술 또는 잠재성 또는 온실 가스 방출 경감의 간접적 기여도가 있는 기술
Y02W		하수처리 및 폐기물 관리 관련 기후변화 경감 기술
Y32	Y02W10/00	폐수 처리에 대한 기술 (폐기물 Y02E 50/30에서의 연료; 에너지 생성 Y02E 50/34를 위한 폐기물에서의 메탄)
Y33	Y02W30/00	고형 폐기물 관리를 위한 기술(폐기물의 연소 또는 소각에 열 이용 Y02E 20/12; 연료 폐기물 Y02E 50/30; 에너지 생성을 위한 폐기물 메탄 Y02E 50/34)
Y34	Y02W90/00	온실 가스[GHG] 배출 완화에 잠재적 또는 간접적 기여를 하는 기술 또는 유용한 기술
Y04		다른 기술 분야에 영향을 미치는 정보 또는 통신 기술
Y04S		전기 발전, 전송, 분배, 관리 또는 이용을 향상시키는 전원망 운영, 통신 또는 정보 기술과 관련된 기술을 통합하는 시스템, 즉. 스마트 그리드
Y35	Y04S10/00	전기 발전, 전송 또는 분배를 지지하는 시스템
Y36	Y04S20/00	최종 이용자 고정 응용장치의 관리 또는 운영을 지지하는 시스템, 지역 수준에서 감시 또는 운영 관리 시스템 및 전원 배분 및 제어의 마지막 단계 또한 포함하는 것
Y37	Y04S30/00	교통 섹터에서의 특정한 최종 사용자 응용 프로그램을 지지하는 시스템
Y38	Y04S40/00	전기 발전, 전송, 분배 또는 최종이용자 응용 관리를 지지하는 특정한 측면의 통신 또는 정보 기술
Y39	Y04S50/00	전력망 운영과 통신 또는 정보 기술과 관련된 통합기술시스템의 운영과 관련된 시장 활동

* 출처: 특허청 홈페이지, http://www.kipo.go.kr/kpo/user.tdf?a=user.html.HtmlApp&c=4021&catmenu=m02_09_01_01

[별첨 2]

OECD Jtag 상세 분류

기술영역	세부영역		해당 IPC 코드
1. 초고속 네트워크	J01	디지털 통신기술	H03K, H03L, H03M, H04B1/69-1/719, H04J, H04L (excluding H04L9, H04L12/14) *H04L9, *H04L12/14
	J02	교환, 선택	H04M3-13,19,99, H04Q
	J03	기타	H04B1/00-1/68, H04B1/72-1/76, H04B3-17 (excluding H04B1/59, H04B5, H04B7), H04H *H04B1/59, *H04B5, *H04B7
2. 무선통신	J04		H04B7, H04W (excluding H04W4/24, H04W12) *H04W4/24, *H04W12
3. 보안	J05	암호화, 인증	G06F12/14, G06F21, G06K19, G09C, G11C8/20, G11C16/22, H04K, H04L9, H04M1/66-665, H04M1/667-675, H04M1/68-70, H04M1/727, H04N7/167-7/171, H04W12
	J06	전자화폐	G06Q20, G06Q30 (exclude G06Q30/02), G06Q40, G07F7/08-12, G07G1/12-1/14, H04L12/14, H04M15, H04M17, H04W4/24 *G06Q30/02
4. 센서 및 기구 네트워크	J07	센서 네트워크	G08B1/08, G08B3/10, G08B5/22-38, G08B7/06, G08B13/18-13/196, G08B13/22-26, G08B25, G08B26, G08B27, G08C, G08G1/01-065 *G06F17/40, *H04W84/18
	J08	전자태그	H04B1/59, H04B5 *G01S13/74-84, *G01V3, *G01V15
		기타	*H04W84/10
5. 초고속 컴퓨팅	J09		G06F5, G06F7, G06F9, G06F11, G06F13, G06F15/00, G06F15/16-15/177, G06F15/18, G06F 15/76-15/82
6. 대용량 초고속 저장	J10		G06F3/06-3/08, G06F12 (exclude G06F12/14), G06K1-7, G06K13, G11B, G11C(exclude G11C8/20, G11C16/22), H04N5/78-5/907 *G06F12/14, *G11C8/20, *G11C16/22
7. 대용량 정보분석	J11	데이터베이스	G06F17/30, G06F17/40

기술영역	세부영역	해당 IPC 코드
	J12 데이터 분석, 모사, 관리	G06F17/00, G06F17/10-17/18, G06F17/50, G06F19, G06Q10, G06Q30/02, G06Q50, G06Q90, G06Q99, G08G (exclude G08G1/01-065, G08G1/0962-0969) *G08G1/01-065, *G08G1/0962-0969
8. 인지 및 의미 이해	J13	G06F17/20-17/28, G06K9, G06T7, G10L13/027, G10L15, G10L17, G10L25/63,66 *G06F15/18
9. 휴먼인터페이스	J14	H04M1 (exclude H04M1/66-665, H04M1/667-675, H04M1/68-70, H04M1/727), G06F3/01-3/0489, G06F3/14-3/153, G06F3/16, G06F15/02, G06K11, G06T11/80, G08G1/0962-0969, G09B5, G09B7, G09B9 *H04M1/66-665, *H04M1/667-675, *H04M1/68-70, *H04M1/727, *G06F17/50, *G06K9, *G06T11, *G06T13, *G06T15, *G06T17-19
10. 이미징 및 음향기술	J15 이미징 기술	H04N (excluding H04N5/78-5/907, H04N7/167-7/171), G06T1-9 (excluding G06T7), G06T11 (excluding G06T11/80), G06T13, G06T15, G06T17-19, G09G *H04N5/78-5/907, *H04N7/167-7/171, *G06T7, *G06T11/80
	J16 음향 기술	H04R, H04S, G10L (excluding G10L13/027, G10L15, G10L17, G10L25/63,66) *G10L13/027, *G10L15, *G10L17, *G10L25/63,66
11. 정보통신기기	J17 전자회로	H03B, H03C, H03D, H03F, H03G, H03H, H03J
	J18 케이블 및 도체	H01B11
	J19 반도체	H01L29-33, H01L21, 25, 27, 43-51
	J20 광학기기	G02B6, G02F, H01S5
	J21 기타	B81B7/02, B82Y10, H01P, H01Q
12. 전자 측정	J22	G01S, G01V3, G01V8, G01V15
13. 기타	J23 컴퓨터 입력-출력	G06F3/00, G06F3/05, G06F3/09, G06F3/12, G06F3/13, G06F3/18
	J24 기타 연관기술	G06E, G06F1, G06F15/04, G06F15/08-15/14, G06G7, G06J, G06K15, G06K17, G06N

* 표시는 부수적으로 연관되는 특허 IPC 코드로서 본 분석에서는 배제하였음.

출처: Inaba 외(2017)