

그린 뉴딜과 탄소 중립을 위한 R&D 방향과 역할

2021. 2. 17.

김정인

**본 자료의 내용은 발표자
개인의 의견임을 밝힙니다.**

Contents

1. 논의 배경

2. 현황 및 이슈

2-1. 외국의 탄소중립 대응 R&D와 기술 동향

2-2. 국내외 탄소중립 대응 위한 R&D 기술 방향

3. 정책 대안

1. 논의 배경

■ 한국 최근 10년간 기상재해 경제적 손실 10조 7천억원 (기상청, '19)

- 지난 106년간 평균기온 1.8℃ 상승
- 심각한 피해 발생 중 지난 10년간 온실가스 배출 증가율 OECD 국가 중 2위
- 17년 이산화탄소 배출량 순위 OECD 국가 중 7위
- 18년 최고 수준 폭염, '19년 태풍 최다 발생 등 강도와 빈도가 커지는 추세
- 독일 매체 한국, 2016년 기후 악당 지칭

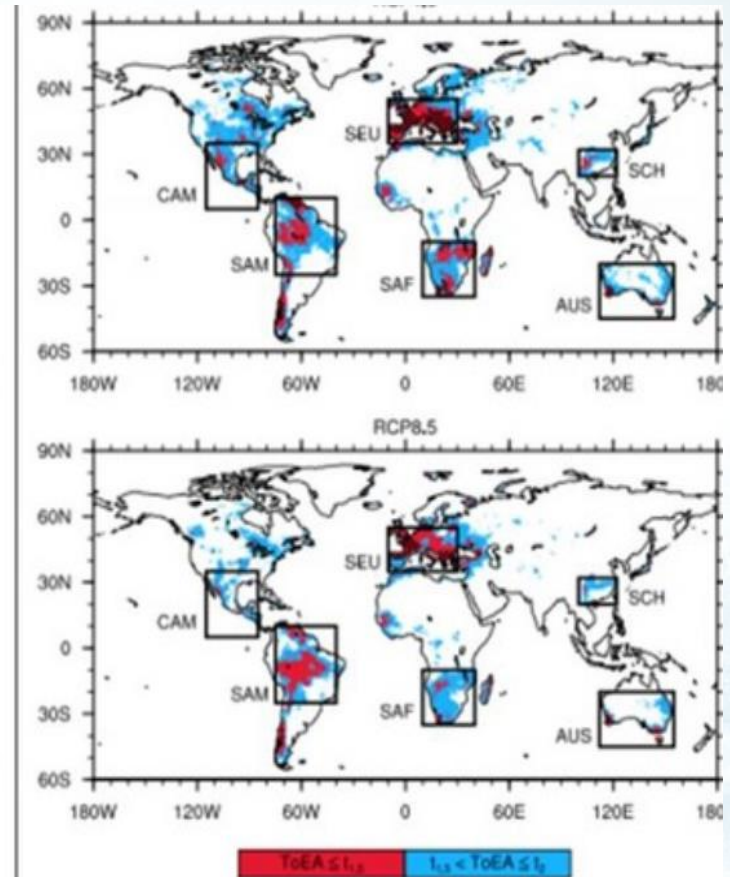
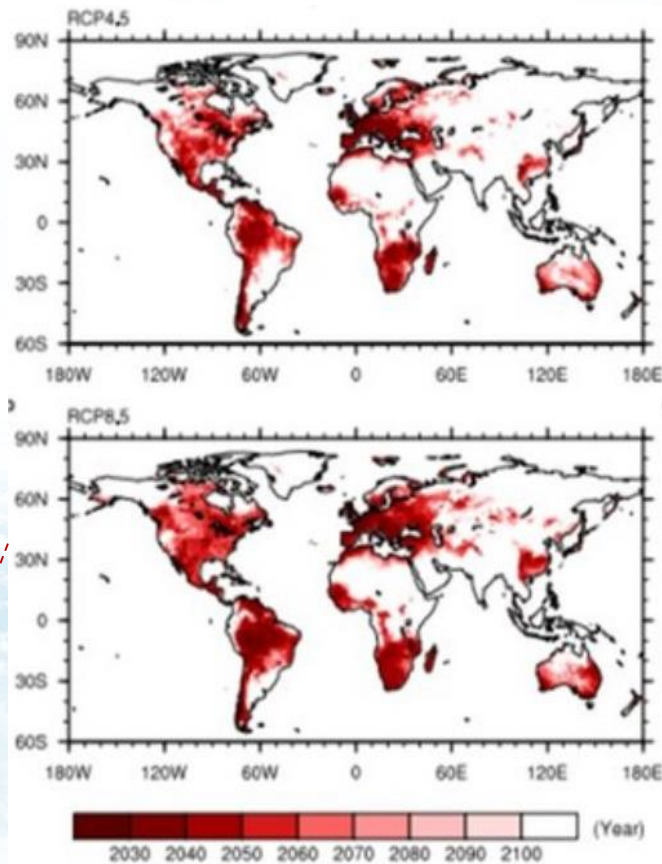
■ 감염병과 기후변화 위기 간의 유사성(McKinsey, '20.4월)

- (Non-Black Swan) 전문가 계속된 경고에도 제대로 대비하지 못함
- (Physical) 물리적 요인 제거 · 해소를 통해서만 치유 가능
- (Nonstationary) 비정형적이고 과거 지식만으로 미래 예측에 한계
- (Nonlinear) 일정수준 넘어가면 사회 · 경제적 비용 기하급수적으로 증가

1. 논의 배경

■ 기후변화로 인한 사막화와 건조화

- 현재상태 온실가스 배출시 2050년 지구 평균온도 산업혁명 이전 대비 2℃ 증가
 - 건조화 심각 전망 : 중남미, 남유럽, 남아프리카, 오스트레일리아, 중국남부



색이 짙을수록
사막화 빨라짐

1. 논의 배경

■ 지역별 자연재해와 경제적 손실

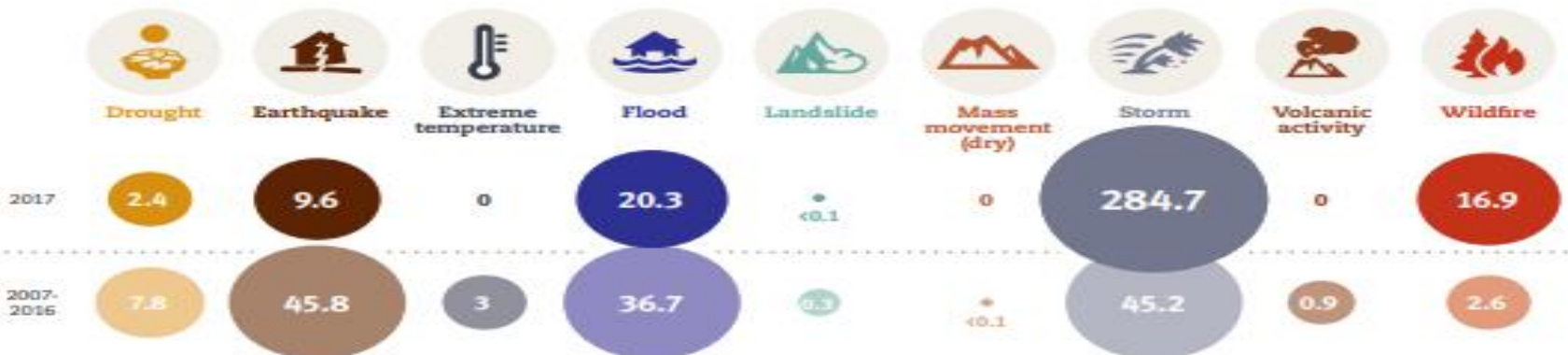
Share of economic losses (%) by continent



Figure 8

Economic losses (billion US\$) by disaster type: 2017 compared to 2007-2016

142 2007 to 2016 < 334 in 2017



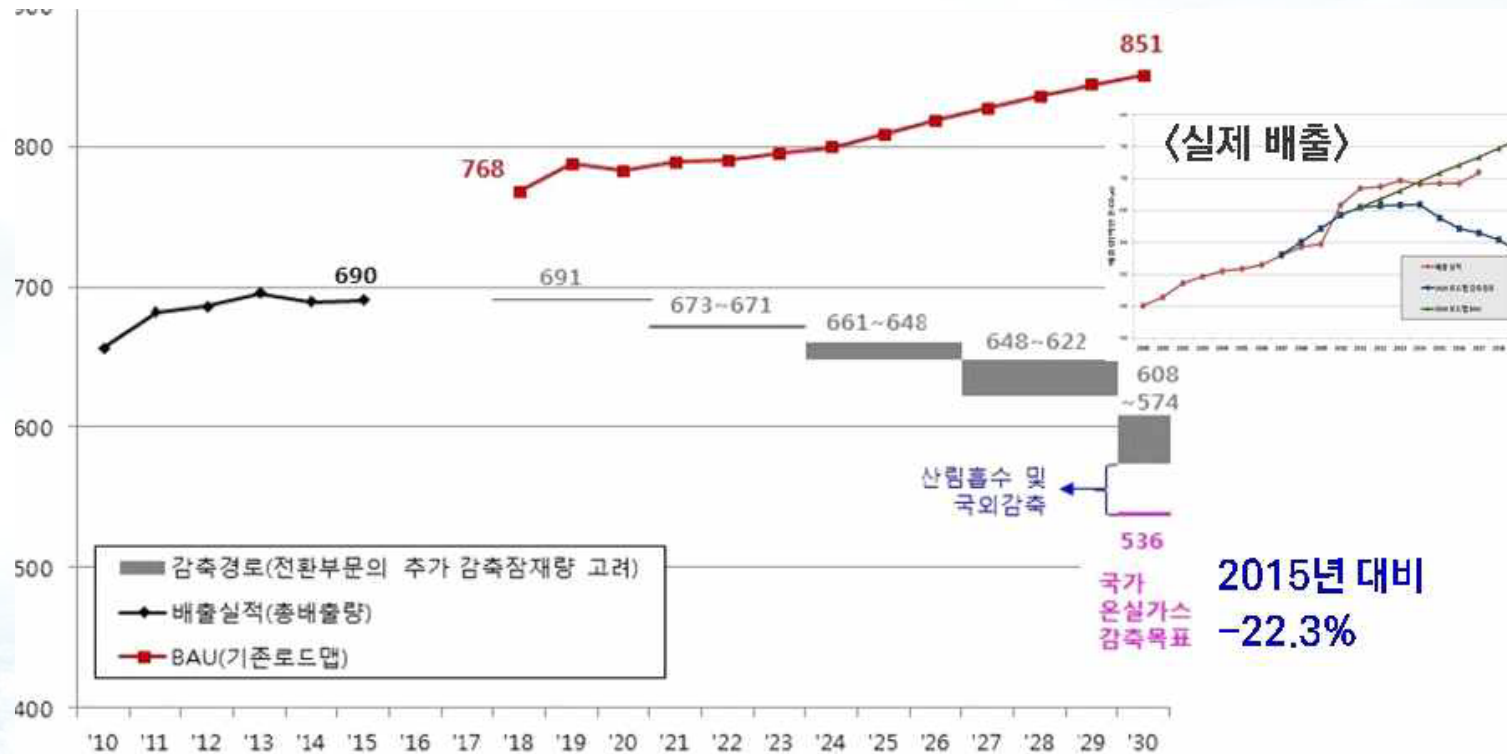
1. 논의 배경

■ 저탄소 관련 주요 지표 한국 현황

- (1인당 배출량) 2017년 기준 OECD 국가 중 6위
- (배출량/GDP) 2017년 기준 OECD 국가 중 4위
- (배출량/에너지) 2016년 기준 OECD 국가 중 18위
- (배출구조) 2015년 기준 에너지 소비 배출량; 국가 총 배출량 87% (OECD 국가 중 최대)
- (재생에너지 및 석탄발전 비중)
 - 2018년 재생에너지 발전비중; OECD 가입국 중 33위로 하위 2위
 - 석탄화력 발전비중 OECD 가입국 중 상위 4위
- (에너지효율 평점표) 2018년 기준 에너지 다소비 25개국 중 13위
- (에너지가격) 2018년 기준 OECD 가입국 중 전기 가격 5번째 낮은 국가
 - 가스가격 6번째로 낮은 국가
- (WEC, 에너지전환지수*) 2019년 세계 48위, OECD 국가 중 하위 5위
 - 에너지 시스템 성능(경제 개발 및 성장, 에너지 보안/접근, 환경 지속가능성)과 에너지 전환 준비도 고려 후 국가별 측정

1. 논의 배경

■ 2030 온실가스 감축 목표 경로



출처: 2030 국가온실가스 감축 로드맵 수정안 이해하기

- Climate Action Tracker: 너무나 불충분한(Highly insufficient)
- German Watch의 기후변화성과지수(CCPI): 2020년 총 61위 중 58위

윤순진, "그린 뉴딜의 원칙과 방향," 국회 발표, 그린 뉴딜; 경제위기, 기후 위기, 생태 위기, 2020.7.1

2050년까지 주요국 온실가스 감축목표(LEDs) 및 주요 내용

■ <2050년도까지 주요국 온실가스 감축목표(LEDs) 및 주요내용>

영국	'90년 대비 80% 감축	(전략) 저 탄소 미래를 위한 녹색성장 전략 (비전) 청정 성장(Clean Growth)을 위한 도약 (주요내용) · 녹색투자기금 활성화 · 에너지부문 생산성 및 효율성 강화 · 자연자원 가치 증대 · 공공부문 및 정부 주도적 참여
독일	'90년 대비 80~95% 감축	(전략) 2050 기후 행동 계획 (비전) 금세기 중반까지 탄소중립 달성 (주요내용) · 에너지 효율 및 재생에너지 확대, R&D 강조한 부문별 이행 전략 · 생태세제 개혁, 교육 및 정보 공유 확대
프랑스	'90년 대비 75% 감축	(전략) 국가 저 탄소 전략 (비전) 지속 가능한 저 탄소 경제 전환 (주요내용) · 부문별 이행 전략 외 탄소발자국 저감, 공공 인식 증대 · 지속적 토지관리 및 폐기물 관리와 순환 경제 전환 이행
미국	'05년 대비 탄소 중립 선언 (바이든)	(전략) 심층 탈 탄소화 반세기 전략 (비전) 탈탄소경제를 향한 심층 순 배출 경제 추구 (주요내용) · 정책 강화 및 장애요소 제거 등 에너지부문 탈 탄소화 · 산림 부문 흡수원 증대 · Non-CO2 배출 저감

2050년까지 주요국 온실가스 감축목표(LEDs) 및 주요 내용

멕시코	'00년 대비 50% 감축	(전략) 기후변화 반세기 전략 (주요내용) · 지속 가능 도시 및 농업·산림 추구 · 단기 체류성 오염물질 저감
일본	'13년 대비(추정) 80% 감축	(전략) 파리 기후 협정 장기전략 (비전) 2050년까지 저 탄소사회 추구, 금세기 내 탈 탄소화 (주요내용) · 전력화 전환 및 연료 제조 전 과정에서 CO2 배출 감축 전략 제시
캐나다	'05년 대비 80% 감축	(전략) 반세기 장기 전략 (비전) 배출감축 및 환경보호를 통해 깨끗하고 혁신적인 경제 창출 (주요내용) · 부문별 전력화 극대화 및 HFCs 등 Non-CO2 배출 저감 · 산림 및 토지 부문 흡수원 적극 활용 · 저 탄소 소비로의 행동 전환

2. 현황 및 이슈

1) 외국의 탄소 중립 대응 R&D, 기술동향

■ 유럽 그린딜(European Green Deal)의 목표

- 2050년까지 기후중립
- 순환경제: 2030년까지 수소사용 청정 철강 생산, 배터리 재사용과 재활용
- 건물의 개보수율 2-3배 향상
- 2050년까지 오염 제로화(공기, 물, 토양)
- 생태계와 생물다양성, 새로운 산림 전략
- 환경친화적이고 건강한 농업시스템: 화학성분 농약, 비료, 항생제 사용 현저히 감소, 공통 농업정책과 그린 뉴딜 연계
- 수송, 95gCO₂/km: 기후 중립 위해 2050년까지 수송부문 90% 감축
- 화석연료로부터의 전환에 따라 가장 영향 받는 지역을 위한 정의로운 전환 기금(Just Transition Fund) 마련 및 지원
- 연구개발: EU 연구의 35%를 기후친화기술에 투자
- 탄소 국경세 등 국가간 관계들

2. 현황 및 이슈

■ EU 그린딜 분야별 추진 내용과 주요 기후법

분야	내용
에너지	EU 온실가스 배출의 75%를 차지하고 있는 에너지 분야의 탄소중립을 위해 재생에너지 사용 비중 확대 및 에너지 효율성 개선을 중점
산업	산업경쟁력과 녹색경제 간 연계성을 감안하여 순환경제 및 저탄소 경제로의 전환을 지원하고 장려하는 산업전략
건축	건물의 에너지 성능과 관련한 법안 제안
수송	온실가스 감축에 중요한 수송분야의 친환경성 제고를 통해 2050년까지 배출량의 90% 감축
생물다양성	생물다양성 손실을 예방하기 위해 2020년 생물다양성 전략, 2021년에는 구체적인 실행계획을 제안할 계획이며, EU의 모든 정책은 유럽의 자연자원을 보존하고 회복하는데 기여해야 함을 강조
농식품	농 식품 분야의 친환경기술 도입과 친환경제품 생산을 촉진하기 위해 'Farm to Fork' 전략 제안

- (EU 기후법 2조 3조 등)

- 2023년 9월 부터 EU의 감축 적용 노력 평가
- 2030 – 2050년 감축 경로 설정 및 공공 민간 산업부문 간 예측가능성 제공

2. 현황 및 이슈

■ 독일 에너지 전환과 경기 부양

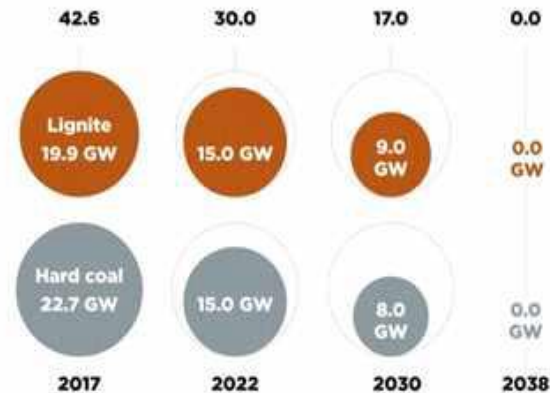
● 독일 에너지 전환

- 2022년까지 핵발전 폐기
- 2038년까지 석탄화력 폐기(빠를 경우 2035년)
- 2030년까지 재생에너지 전력 65%
- 2050년까지 기후 중립

● 독일 녹색 경기부양(Green Stimulus) 내용

- 1,300억 유로 중 그린산업 310억 유로
- 산업육성을 위한 지원액 800억 유로 중 301억 유로(38%)가 그린산업
- 재생에너지 전기요금 보조 110억, 그린 수소 90억, 전기차 구매보조금 56억, 전기차 충전소 확대 25억, 그린 리모델링 20억 유로
- 부가세 감면 200억, 관광업 등에 고정비 보조 250억, 어린이 한 명당 300유로(50억 유로 추정) 등 약 500억 유로 지원
- 과거 경제위기 시 부양안이 대부분 전통산업을 위해 작동했다면 향후 독일 포함한 EU의 경제지원 정책은 저탄소산업 구조로의 전환을 위해 재생에너지, 전기차, 수소, 그린 리모델링으로 집중

● 독일 탈석탄 계획



2. 현황 및 이슈

■ 미국 그린 뉴딜과 조 바이든 기후변화 대응정책

- 2019년 알렉산드리아 오카시오-코르테즈와 에드워드 마키 상원의원 그린 뉴딜 결의안(Green New Deal Resolution) 제출
- 기후변화 대응 온실가스 감축과 청정 에너지 산업 일자리 창출 주력

■ 조 바이든 2020년 7월 공약

- 기후변화 대응/청정에너지 전환 구축 4년동안 총 2조달러 투자 선언
- 10년간 1.7조 연방투자를 약속한 이전 기후공약보다 훨씬 과감
 - 투자재원은 법인세율 인상분(21%⇒28%), 화석연료 보조금 철폐, 경기부양 패키지 자원 활용
- ◆ (전반) 2050년 이전 100% 청정에너지 경제 및 온실가스 순배출 제로 달성
- ◆ (발전) 2035년까지 탄소 무배출(carbon pollution free)
- ◆ (건물) 2035년까지 탄소 배출량(carbon footprint) 50% 감축
- ◆ (수송) 정량적인 핵심 목표는 제시하지 않고, 다만 부문별 목표(2030년까지 공공 전기차 충전소 50만 개 건설 등)만 제시

2. 현황 및 이슈

■ 해외 기후 환경 정책

- (EU) (2013-2015) 약 118억 유로 ETS 경매 수익금, 82% 기후 · 에너지 사업 지원
재생에너지 28.9억(40.6%), 에너지효율 19.5억(27.4%), 지속가능수송 7.7억(10.9%)
- EU-ETS는 'NER300' *기금 구성 세분화(혁신 기금, 현대화 기금)
- NER 300(New Entrants Reserve); 3기 중 3억 톤 규모 배출권 경매 기금 조성
- 혁신적 재생에너지 개발 및 탄소 포집 기술 투자, 선순환 재투자
- 탄소 집약 업종 탄소 누출 방지와 보상 허용 'ETS State Aid Guidelines' 채택
- 전력요금 및 에너지가격 상승을 간접 탄소비용 간주
- 화학 · 비철금속 · 철강 부문 등 에너지다소비 업종 보상함
 - EU: 2050년 탄소 제로 유럽 그린 뉴딜 추진 중('30년까지 年 1천억 유로)
- (독일, 특별에너지기후기금(EKF)) 자료 : Biennial Report of the Republic of Korea, 2014
 - 2011년 에너지효율 개선 및 기후변화 재투자 활성화 경매 수익금 전액 기금 조성
 - 독일 에너지기후변화기금법(Energy and Climate Act Fund) 근거
 - '17년 기준 2만 5천 건의 효율 개선사업 지원
 - 온실가스 100만 톤 감축 효과
 - 에너지 집약산업 전력단가 보조금 지원 ; 약 2.9억(14.1%) 집행
 - 국제재생에너지기구 ; 탄소제로 달성 50년까지 130조 달러 투자 필요('20.4)

자료 : 에너지경제연구원 , " Report on the functioning of the European carbon market, EUROPEAN COMMISSION, 2018.12

2. 현황 및 이슈

■ 기업 탄소 중립 현황

- 지멘스 : 2015년 글로벌 기업 중 최초 2030년까지 탄소중립 선언
- 마이크로소프트사 : 2019년 탄소 처리 기술개발 1조 2300억원 '기후혁신기금' 조성, 2050년까지 탄소 중립 및 네거티브 달성 선언
- 네슬레, 구글(2030), 아마존(2040) – 기후대응기금 조성, 애플(2030), 영국 BP
- 블랙록; 약 8600조원의 투자 자금 – 세계 최대 자산운용사
 - 환경 지속가능성을 떨어뜨리는 기업에는 투자 않음을 선언, 석탄을 사용해 얻은 매출이 25%가 넘는 기업의 채권과 주식 처분
- 노르웨이 국부펀드사 : 탄소배출 많은 기업 투자 제외 “탄소 블랙리스트”
- 미국 스타트업 파차마(Pachama) : 인공위성, 라이다, 드론, 인공지능 이용 3차원 숲 지도, 머신러닝 활용 숲 변화 과정과 나무 흡수 과정 혁신적 탄소량 모니터링
- 미국 드락스(Drax) : 2030년까지 탄소 네거티브 공표, 세계 최초 탄소 네거티브 선언
 - 바이오매스 이용 이산화탄소 포집·저장 기술, 즉 탄소 네거티브 기술 확보로 가능함
- 유럽 스타트업 클라임웍스(Climeworks)와 카브픽스(Carbfix)
 - 아이슬란드내 세계 최대 규모 CCS 공장 '오르카(Orca)' 대형 흡입기로 공기 흡입후, 특수 소재 필터로 이산화탄소만 선별, 땅속 현무암 지층 고압 주입시 흰색 광물 발현, 지열 에너지로 진행 2021년 봄 완공
- 독일 아우디와 미국 핀테크 데카콘(기업 가치 10조원 비상장) 스트라이프 공장 가동 요청.
- 네이버 한국 최초 탄소 네거티브 선언
- LG 전자 2030년까지 제품 생산단계 발생 2017년 대비 50% 삭감, 외부 탄소감축 강화 제로
- LG 화학, 포스코, 우리금융 그룹도 탄소 중립 선언

2. 현황 및 이슈

■ 한국 기후변화 대응 정책 현황

- 환경부가 총괄을 관리, 예산부문은 부처별로 관리
 - 기후변화 대응 / 적응 과기부, 적응 환경부, 온실가스 감축 산업부 / 국토부
 - 2020년 기준 총 예산규모 6,566억임

구분	배출권거래제 기본계획	기후변화 적응대책	기후변화대응 기본계획	에너지 기본계획	녹색성장 5개년 계획
현행	1차 (2015~2024)	2차 (2016~2020)	2차 (2020~2040)	3차 (2019~2040)	3차 (2019~2023)
근거 법령	온실가스배출권의 할당 및 거래에 관한 법률 제4조	저탄소녹색 성장기본법 제48조	저탄소녹색 성장기본법 제40조	저탄소녹색 성장기본법 제41조	저탄소녹색 성장기본법 제9조
계획 기간	매 5년마다 10년 계획	5년 단위 수립	매 5년마다 20년 계획	매 5년마다 20년 계획	매 5년마다 수립
주체	기획재정부	환경부	국무조정실 환경부	산업통상자원부	국무조정실

2. 현황 및 이슈

■ 한국의 그린뉴딜 추진 현황

※ (강) 기존 기후변화대응 정책 강화, (신) 한국판 뉴딜 계기 신규 지원 사업

<그린뉴딜>		<정책 현황>	<추경사업>
◆ 경제·사회의 녹색전환 ⇒ 지속가능 미래 실현		◆ 규제 중심 + 일회성·단발적 지원 ⇒ 온실가스 배출 지속 증가	◆ 정부·지역 주도 + 재정 투자 확대 ⇒ 기후위기 극복 + 경제·사회 녹색전환
저 탄소 사회 실현	에너지공급 (전가열)	- 온실가스 배출규제(배출권 거래제) - 친환경 에너지 전환 (석탄 폐지, 재생에너지 확대)	- 재생에너지 프로젝트 녹색보증 신설(신) - 주택·건물·농촌 태양광보급 확대(강) - 스마트미터기 교체(신) - 지능형 통합운영 플랫폼(신) - 수열에너지 시범사업(신)
	↓↓ (전가열)	↓↓ (청정에너지 공급 확대)	↓↓ (청정에너지 공급 확대 가속화)
	산업	- 온실가스 배출규제(배출권 거래제) - 에너지 진단 사업(일부) - 에너지효율 개선 지원	- 스마트 에너지 플랫폼 구축(신) - 스마트 생태공장(신) - 신재생에너지 산단 금융지원(강)
	건물	(기존건물) 그린리모델링 이차지원 (신축건물) 제로에너지빌딩 의무화 (도시) 온실가스·에너지 고려 미흡	- 노후 공공건축물 그린리모델링(신) - 생활 SOC 에너지 고효율화(신)
	수송	- 친환경차 보급 지원(자동차 중심) - 자동차 연비 규제	- 전기 이륜차·화물차 보급(강) - 화물차·통학차량 전환 지원(강) - 노후 함정·관공선 교체(강)
	공공	- 온실가스 배출규제 중심(목표관리제) - 에너지 설비 지원(일부)	- 그린스쿨 도입(신) - 환경기초시설 탄소중립(강)

2. 현황 및 이슈

■ 한국의 그린뉴딜 추진 현황

※ (강) 기존 기후변화대응 정책 강화, (신) 한국판 뉴딜 계기 신규 지원 사업

<그린뉴딜>		<정책 현황>	<추경사업>
사회 안전망 구축	오염물질	- 오염물질 배출규제(대기·수질) - 대기개선사업 지원 - 화학물질 독성 평가	- 클린 팩토리(신) - 스마트 생태공장(신) - 정수처리시설 고도화(강) - 미세먼지 차단 도시숲 조성(강)
	기후탄력성	- 수자원시설 안전성 강화 - 사회기반시설 이상기후 영향분석	- 스마트그린도시 조성(신) - 스마트상수도 및 노후상수도 정비(강) - 지능형 도시 수자원 관리(강)
	농·어업	- 작물 품종 개발 및 가축 질병관리 - 수산자원 관리	-
	생태계	- 생물종 및 유전자원 보호 추진 - 한반도 생태축 연결 및 복원	- 도시생태축 복원(스마트그린도시)(신) - 도시 소생태계 조성(스마트그린도시)(신)
녹색산업 기반	자원순환	- 일회용품 규제 - 재활용 활성화	폐자원·Post 플라스틱 클러스터(신)
	녹색산업	- 전통 주력 녹색사업(물·오염방지)에 투자 집중 - 환경기업 융자 일부 지원	- 혁신환경기술 보유기업 집중지원(신) 5대 유망분야 실증 테스트베드(신) - 그린 스타트업 타운(신)
	인프라	- 녹색산업 R&D 및 육성 추진 「저탄소 녹색성장기본법」	- 녹색융합 전문가 양성(신) - 녹색금융 융자공급 확대(신) 舊. 에너지산업 전환모델 연구(신)

2. 현황 및 이슈

2) 국내외 탄소 중립 대응 R&D와 기술 방향

■ IEA 에너지 기술 예측(Energy Technology Perspectives, 2020)

- 바이오 에너지, 수소, CCS, CCUS, 수송 전기화
 - » CCS 플랜트 수요 2020년 100개, 2050년 3,400개 확대 예측

■ 독일; 수소에너지(그린 수소, 녹색 수소, 블루 수소, 청록 수소 Mix 포트폴리오)

- Power 2 Gas 프로젝트, 그린 수소 확대 방안 – 수소 생산 탈 탄소화

■ 중국; <14.5 계획> (2021~25) 동안 5~6%대 성장

- 6개 핵심; △ ‘쌍순환’ 발전전략 (국내 대순환 중심으로 국내 국제 순환 촉진) △ 혁신주도 성장
△ 산업구조 고도화 △ 내수시장 활성화 △ 신성장동력 창출
 - (디지털 경제 및 녹색성장 전환) △ 대외개방 전략임
- 혁신 주도 성장; 과학기술 자주 혁신과 국가 혁신주도 성장
 - (예) △인공지능 △양자 정보(量子信息) △반도체 △바이오 △뇌과학 △품종개량 △우주과학
△심해 및 지층 연구 등이 국가 중대 과학기술
- (제조업 고도화) △차세대 정보기술 △바이오 기술 △신재생에너지 △신소재 △첨단설비
△신에너지 자동차 △환경보호 △항공우주 △해양설비 9대 전략 신흥산업
- 제조업과 기술 융복합 추진 의문

2. 현황 및 이슈

■ 중국은 <14.5>과 과학 기술 진흥 전략

- [국제 과학기술 혁신센터 조성] 베이징, 상하이, 웨강아오다완취 (粵港澳大灣區)
 - [기업 기술 혁신 능력 제고] △ 선도기업 역할 강화 △ 범용 기술 플랫폼 구축 △ 기초연구 투자 지원 강화로 인재육성 시스템 개선 및 해외 우수인재 확대
- [과학기술 혁신 체계 완비] △ 연구수행능력에 따른 권한 부여 제도 시행 △ 과학기술장려항목 개선 △ 과학연구기관 개혁 △ 지적재산권 보호 △ 기초연구 지원 △ 대외협력을 위한 과학기술연구기금 설립

■ '2060년 탄소중립' 목표 달성; 전국 범위 탄소배출 거래시장 개설

■ 녹색기술 혁신 체계 구축

- 生态环境부는 14·5 규획 기간 전국적 탄소배출권 거래시장 도입
- 「탄소배출권 거래 잠정조례」 제정
- 「전국 탄소배출권 거래관리법」과 「전국 탄소배출권 등록거래결산관리방법」 등 저탄소·녹색 발전 관련 법률 시행 예정

■ 비화석에너지 비중을 70~80% 이상, 향후 30년간 약 172조 원 이상 투자 향후 10년간 풍력과 태양에너지 - 설비용량 100GW를 증설

■ 철강, 시멘트, 석유화학 에너지다소비 업종 탄소배출량 정점 도달

2. 현황 및 이슈

■ 호주 온실가스 감축을 위한 기술투자 로드맵(Technology Investment Roadmap)

- 향후 10년간 180억 호주달러(약 15조 1,600억 원) (2020.9.22.)
 - 재생에너지청(ARENA), 청정에너지금융공사(CEFC), 청정에너지규제청(CER) 기존 운용자금
 - 활용 기술 투자 계획
 - 2040년까지 13만 개 일자리 창출과 연간 2억 5000만 톤 온실가스 감축
 - 에너지·온실가스 감축부 매년 기술 우선순위 '저 탄소 기술보고서(Low Emission Technology Statement)' 의회 제출
 - 정부와 대기업 대표로 구성된 자문위원회 구성
- 저 배출 우선 기술
 - ▲수소 ▲에너지 저장 ▲ CCS ▲저 탄소 철강·알루미늄 제조 ▲토양 탄소 총 5개
 - (수소) 2030년까지 수소 생산비용 kg당 2 호주달러 미만 목표
 - » 수소 생산 시 재생에너지뿐만 아니라 화석연료도 이용 가능
 - (에너지 저장) MWh당 100 호주달러 미만
 - (CCS) 톤당 20 호주달러로 미만
 - (저 탄소 철강·알루미늄 제조)
 - » 저탄소 철강 생산비용 톤당 900 호주달러 미만
 - » 청정 알루미늄 생산비용 톤당 2,700 호주달러 미만
 - (토양 탄소) 연간 토양탄소 측정비용 현재 90% 수준인 ha당 3 호주달러 미만

2. 현황 및 이슈

■ EU회원국 가운데 탄소중립 목표 설정 ; 9개국

- 영국, 덴마크, 핀란드, 프랑스, 독일, 아일랜드, 아이슬란드, 포르투갈, 스웨덴, 노르웨이 (국가 목표 정책화 또는 법제화)
 - EU는 2017년 아이슬란드의 총 온실가스 배출량이 1990년에 비해 23.5% 감소한 반면 GDP는 58% 성장하여 비동조화(decoupling) 관찰
 - 제 7차 연구개발 프레임워크계획에서 CCS 상용화 위한 대규모 실증사업 2020년까지 60억불
 - 청정석탄발전기술(Zero Emission Plant, ZEP) 화력발전소의 이산화탄소 배출량 Zero 목표 2020년까지 12개 대규모 실증 사업에 60억불을 투자
 - 저탄소 경제로 나아가기 위한 로드맵(A Roadmap for moving to a competitive low carbon economy in 2050), 2011
 - 2050년까지 배출량 1990년 대비 80% 감축, 2020년 25%, 2030년 40%, 2040년 60% 감축
 - 전력 탈탄소화 교통 연료효율성 제고 및 저탄소차량 보급확대, 건물 에너지 효율성 제고, 산업 공정개선 및 CCS, 농업 생산성 제고 및 토지이용
- 2020년 이후 다양한 형태의 저탄소 에너지원 및 인프라가 저탄소 에너지 교통시스템의 중추역할; 스마트그리드, 패시브 하우스, CCS, 산업공정개선, 교통 전기화 (에너지 저장기술)
- 온실가스 감축의 큰 원인
 - 독일; 전력과 열 공급 에너지 효율 개선, 통일후 철강업 등 경제 구조 개편 달성, 석탄을 천연가스로 대체, 재생에너지 사용 증가, 유기 폐기물 매립 감축으로 폐기물 배출량 삭감
 - 영국; 에너지 시장 자유화, 지속적인 석탄의 천연가스 대체, 열병합 가스 발전 효율 향상, 철강제품 생산량 감소, 매립지에서 메탄가스 회수

2. 현황 및 이슈

■ 일본

- 다양한 계획, "환경 에너지 기술 혁신 계획", "과학기술혁신 종합전략"
 - 제5기 과학기술기본계획 (2016-2020), 에너지 환경 이노베이션 전략(NESTI, 2050)
 - Well to Wheel, LCA 기반 기술개발 추진

< 에너지 시스템의 실현 >

정책	중점 방안
[생산] 청정에너지 공급안정화와 저비용화	- 혁신 신재생 에너지 공급기술 확대 - 에너지효율, 청정, 혁신적 발전, 연소 기술 실현 - 에너지원 및 자원 다양화
[소비] 신기술에 의한 에너지 효율 향상과 소비 감축	- 혁신적 장치 개발 효율적 에너지 이용 - 혁신적 구조재료개발 효율적 에너지 이용 - 수요 측면의 에너지 이용기술 고도화
[유통] 첨단에너지 네트워크 통합	- 다양한 에너지 이용 촉진 네트워크 및 시스템 구축 - 혁신적 에너지 변환, 저장, 수송 기술 고도화
차세대 마을 만들기를 위한 스마트 시티 실현	- 기술 고도화 및 다양한 에너지 이용 촉진 네트워크 시스템 구축 - 지능형 교통 시스템 실현 - 환경 친화적 쾌적한 서비스 제공

2. 현황 및 이슈

■ 일본

- 혁신적 환경이노베이션전략 플랜 부문별 기술개발 세부 내용과 감축 목표
 - 에너지전환(약 300억톤) 저감 예상

정책	중점 방안
1. 재생가능에너지 2. 주력전원	1 설치장소 제약 극복 유연·경량·고 효율 태양광 발전 실현 2 지하 초고온·고압수 고효율발전 (초임계지열발전) 실현 3 혹독한 자연조건에 적응 가능한 부유식 해상풍력기술
2. 디지털 기술을 사용한 강인한 전력네트워크 구축	4 재생가능에너지의 주력전원화; 저비용 차세대 축전지 개발 5 계통 비용 억제; 디지털 기술에 의한 에너지제어시스템 개발 6 고효율·저가형 파워 일렉트로닉스 기술
3. 저비용 수소 서플라이 체인 구축	7 제조: CO2 free 수소제조비용 1/10 실현 8 수송·저장 : 압축수소, 액화수소, 유기하이드라이드, 암모니아, 수소 흡착합금 등 수송·저장 기술 개발 9 이용·발전: 저비용 수소 스테이션 확립, 低 NOx 수소발전 기술개발
4. 혁신적 원자력 기술/핵융합의 실현 5. CCUS/카본 리사이클을 적용한 저비용 CO2 분리 회수	10 안전성 우수한 원자력 기술 11 핵융합에너지 기술 실현 12 CCUS/카본 리사이클링

2. 현황 및 이슈

■ 일본

- 수송 약(110억톤) 감축
- 산업 (140억톤)

정책	중점 방안
6. 다양한 접근방식 모빌리티의 확립	13 자동차, 항공기 전동화 확대(고성능 축전지 등, 환경 성능 대폭 향상) 14 연료전지 시스템, 수소저장시스템 모빌리티의 확립 15 카본 리사이클 기술 사용, 기존연료와 동등한 비용 바이오연료·합성연료 제조 및 관계 기술 개발
7. 화석연료의존탈피 (재생가능에너지 유래 전력 및 수소 활용)	16 수소환원제철기술; '제로 카본 스틸' 17 금속 등 고효율 리사이클 기술 18 플라스틱 등 고도자원순환기술
8. 카본 리사이클링 기술 CO2 자원화 등	19 인공광합성 이용 플라스틱 제조 실현 20 제조기술혁신·탄소재자원화; 기능성 화학품 제조 실현 21 저비용 메탄화(CO2와 수소 연료제조) 기술개발 22 CO2 원료는 시멘트 제조 프로세스 확립/CO2 흡수형 콘크리트 개발

2. 현황 및 이슈

■ 일본

- 업무·가정·기타·형단 영역 (약 150억톤)

정책	중점 방안
9. 최첨단 온실가스 감축 기술 활용	23 분야간 연계- 형단적 에너지효율화 기술 개발·이용확대 24 저비용 정치용 연료전지 개발 25 미이용 열·재생가능에너지열 이용 확대 26 온실효과 극도로 낮은 녹색 냉매 개발
10. 빅데이터, AI, 분산관리기술 이용 도시 매니지먼트 변혁	27 기술 사회 가속화(스마트 시티 실현)
11. 공유경제 에너지 효율/ 텔레워크/근태 혁신, 행동 변화 촉진	28 공유경제/텔레워크, 근태개혁, 행동변화 촉진
12. 온실가스 감축효과 검증	29 기후변화 메커니즘 해명/예측 정밀도 향상 관측, 조사연구, 정보기반 강화

2. 현황 및 이슈

■ 일본

- 농림수산업·흡수원(약 150억톤)

정책	중점 방안
13. 최첨단 바이오기술 활용 자원이용 및 농림·산림·해양 CO2 흡수·고정	30 게놈 편집 ; BT 응용 31 바이오매스 원료전환기술 개발 32 바이오 활용 농지탄소 저장 33 고층건축물 목조화, 바이오매스 유래 소재 이용 탄소저장 34 스마트임업, 조생수, 엘리트 수목 개발·보급 35 블루카본(해양생태계 탄소 저장)
14. 농축산업 메탄·N2O 배출 감축	36 벼 품종, 가축계통 육종 및 농지, 가축 최적관리기술
15. 농림수산업 재생가능에너지 활용 , 스마트 농림수산업	37 농산어촌 적합 지역생산·지역소비형 에너지 시스템 38 농림업기계·어선 전화, 연료전지화, 작업 최적화 연료 및 자재 감축(농림수산업)

2. 현황 및 이슈

■ 한국 기후변화 관련 R&D 현황과 문제점 및 미래 방향

- 과기부('09~'19) 기후, 환경 연구개발 총 5,828억 원 지원 : ()20년예산
 - 감축 : 태양전지, 연료전지, 바이오 에너지, 이차전지, CCUS 5,173억 원(84억)
 - 적응 : 기후예측, 미세먼지 등 573억 원(13억)
 - 기타 글로벌 협력 등 82억 원
- 환경부 기후변화 관련 예산 투자 현황
 - 2021년 기준 환경부 기후대기/환경안전 예산 3조 3,895억, 환경부 30.3%
 - 기후변화 관련 예산은 1,238억
 - 국제협력 및 기후변화 완화 부문 지속적인 증가추세
 - 기후변화 적응 분야 지속적인 감소세
 - 온실가스 감축 부분에 투자 집중, 실질적인 성과는 비교적 적은 것으로 판단

2. 현황 및 이슈

■ 기후변화 투자 방향

중장기적 관점을 고려한 재정 투자 방향

투자방향	단기적 사업	중장기적 사업
기후변화 대응 체계	✓ 기상 재난 및 재해 예방 적응부문 투자 필요 ✓ 태양광, 풍력 보험 등 파생보험 한시적 지원	✓ 기후변화 적응 예산 점진적 증대 ✓ 재해 재난 보험 활성화 노력 필요(기후 금융)
산업 및 에너지	✓ 물-에너지-식량 Nexus를 고려한 산업 육성 지원 -(농업)가뭄 대응 주요 유망기술 육성 등 ✓ 물 기반 기술 및 집단에너지 활용, 신에너지원 다양화 노력 필요 ✓ 산업 기반 기후 취약성 평가 및 주요 적응산업 기술경쟁력 투자 필요	✓ 기후변화 대응 관련 기술 및 정책 ODA ✓ 폐플라스틱 고형연료 활용 방안 증대(산업단지 열공급원 및 발전) ✓ 기후적응분야 유망산업 육성 및 해외 진출 지원
수송	✓ 친환경차 인프라 구축 투자 필요 (EV 충전망 확충, 수소충전소 등) ✓ LNG 등 주요 연료 활용기술 개발 (LNG 연료저장기술 및 중대형 상용차 LNG 활용기술)	✓ 수소경제 활성화 기술 (수소연료저장기술, 차종별 수소활용기술) ✓ 내연기관 퇴출
건물	✓ 에너지고효율 빌딩 리모델링 관련 기술 투자 ✓ 폐자원 활용 기술 적용	✓ 건축물 제로에너지 기술 도입 ✓ 자원순환형 타운시티 조성

3. R&D 정책 대안

■ “저 탄소 경제 구조 전환 연구개발 5 개년 계획” 수립(2021-2026), (‘27-’31)

- 선정 기술에 대한 과감한 규제 완화와 집중 지원
 - (예) 신재생 에너지, 전력 IT, 배터리, 바이오 및 환경, 기후 완화(탈탄소 기술), 적응, 인공지능, 빅데이터, 로봇, 스마트 팩토리, 자원 순환 기술, 디지털 헬스, 나노기술(효율적인 생산, 식품 가공, 에너지 저장/생산), 제로 플라스틱

■ 기술 도입에 대한 사전 성과 평가 및 비용편익, 시장성 등 철저한 분석 의무화

- 기술 경제성 분석 의무화

■ 예비타당성 조사 및 평가 시 환경, 기후 영향 평가, 젠더 반영

- 전문 기법 개발 및 전문 인력 양성(개도국 진출 사업 필수화)

■ 녹색 금융 설립 및 기술 지원, 인센티브 지급

- 녹색 금융 공사 설립 : 중점 과학기술 육성 지원(환경 에너지 분야)
- 기존 기금 효율적 이용 평가(전력 산업 기반 기금 – 약 5조 누적)
- 기후변화 유상 할당(3%) 수입 : 약 5000억 – 환특회계 편입의 문제
- 교통 에너지 환경 특별세, 지역 자원 시설세 등을 활용하면 가능

3. R&D 정책 대안

■ 과기정통부내 기존 기금의 고찰 및 재편성과 “미래 과학 기술 기금” 조성

- 과학 기술 진흥 기금(20년 현재) 623억 정도
- 국가 총 정부 연구개발예산은 약 24조(2020)
- '20년도 국가연구개발사업에 투자되는 기금 1조 7,764억원임
- 총 13개 기금 중 전력산업기반기금이 5,379억원 최대 규모 차지
정보통신진흥기금(3,832억원), 방송통신발전기금(3,742억원) 순

■ 과학기술 관련 연구 개발 예산의 효율성 증대 및 선택과 집중 지원

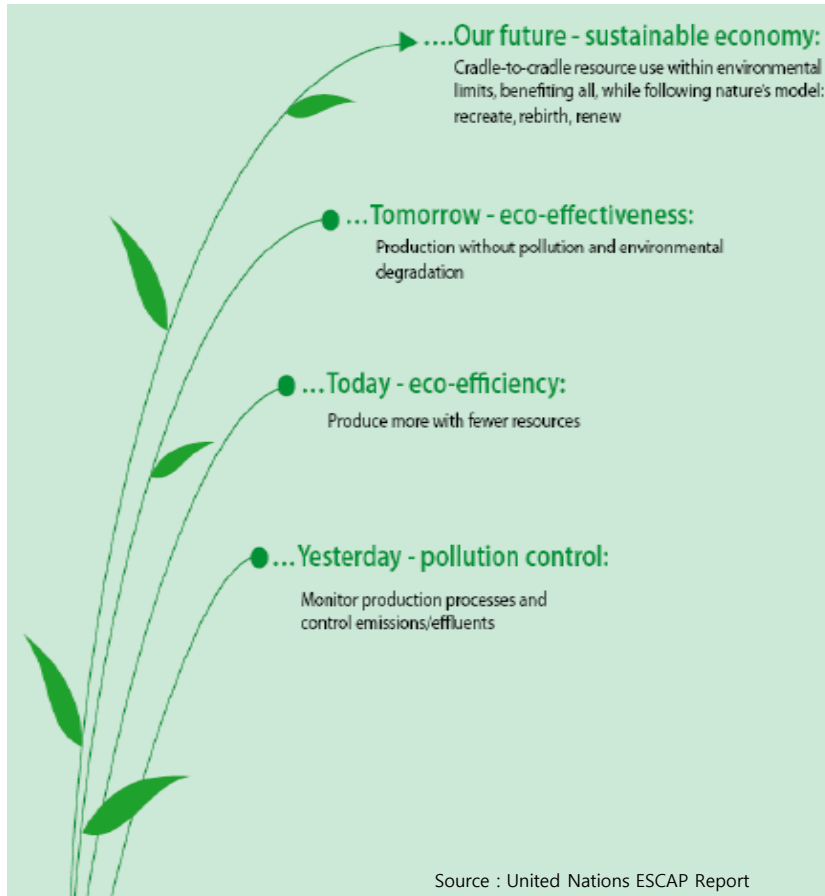
- 과기부 산하 연구원의 연구 예산의 적정성, R&D 성과와 성과 및 효율성 검토를 통한 연구원 대상 예산 배분의 최적화

■ 철강, 시멘트, 석유화학, 알루미늄 등 에너지다소비 업종 민간 기업과 정부의 공동 연구개발 추진 활성화 및 지원하여 민간 중심의 과학 기술 정책으로 유도

■ 국제 전문 인력의 양성을 통한 국제 공동 기술 협력 활성화

■ (KISTEP내에 과학 기술 센터 설립 바람직)

■ 국제 공동 연구 개발 Platform 구축

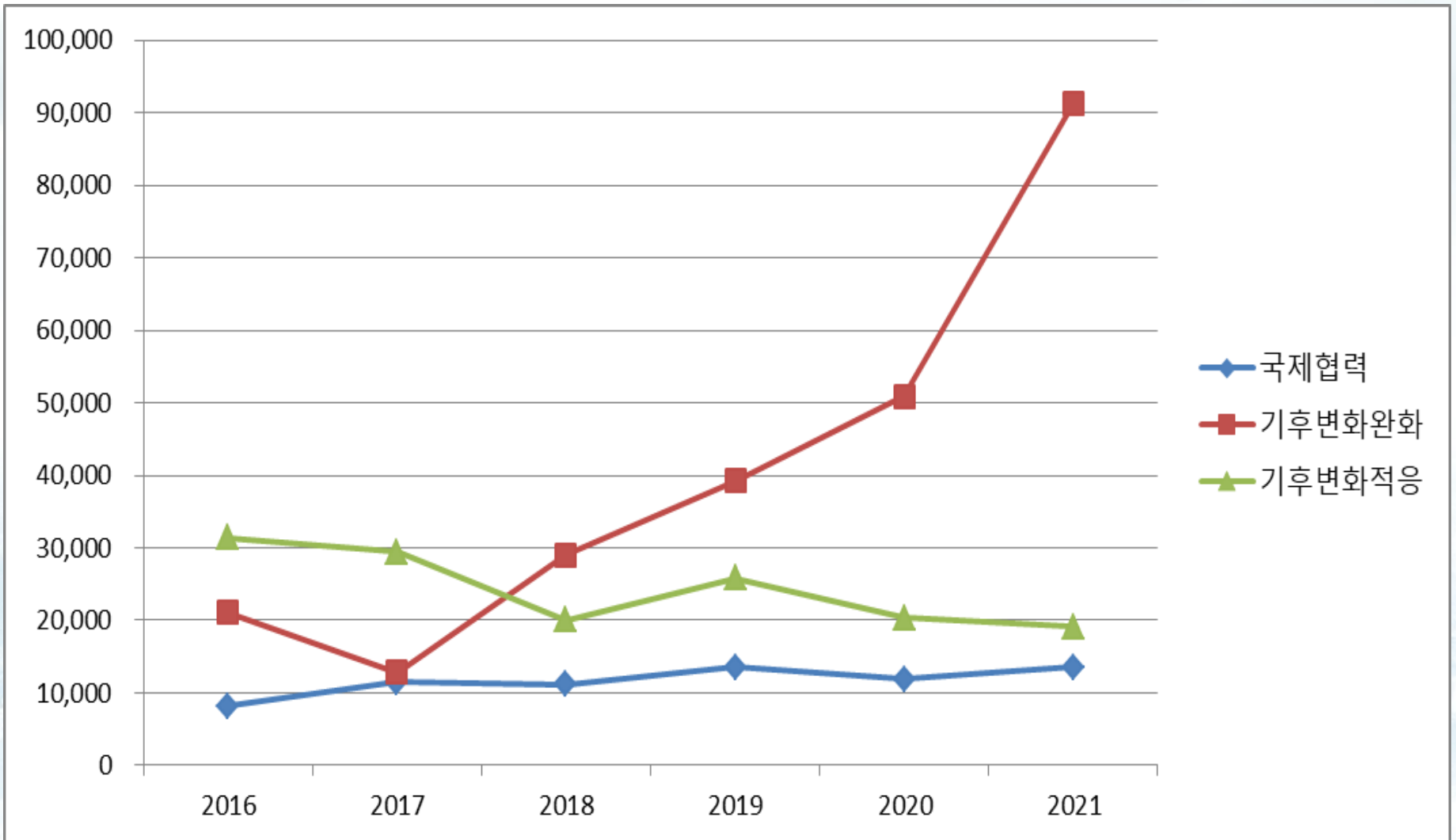


감사합니다

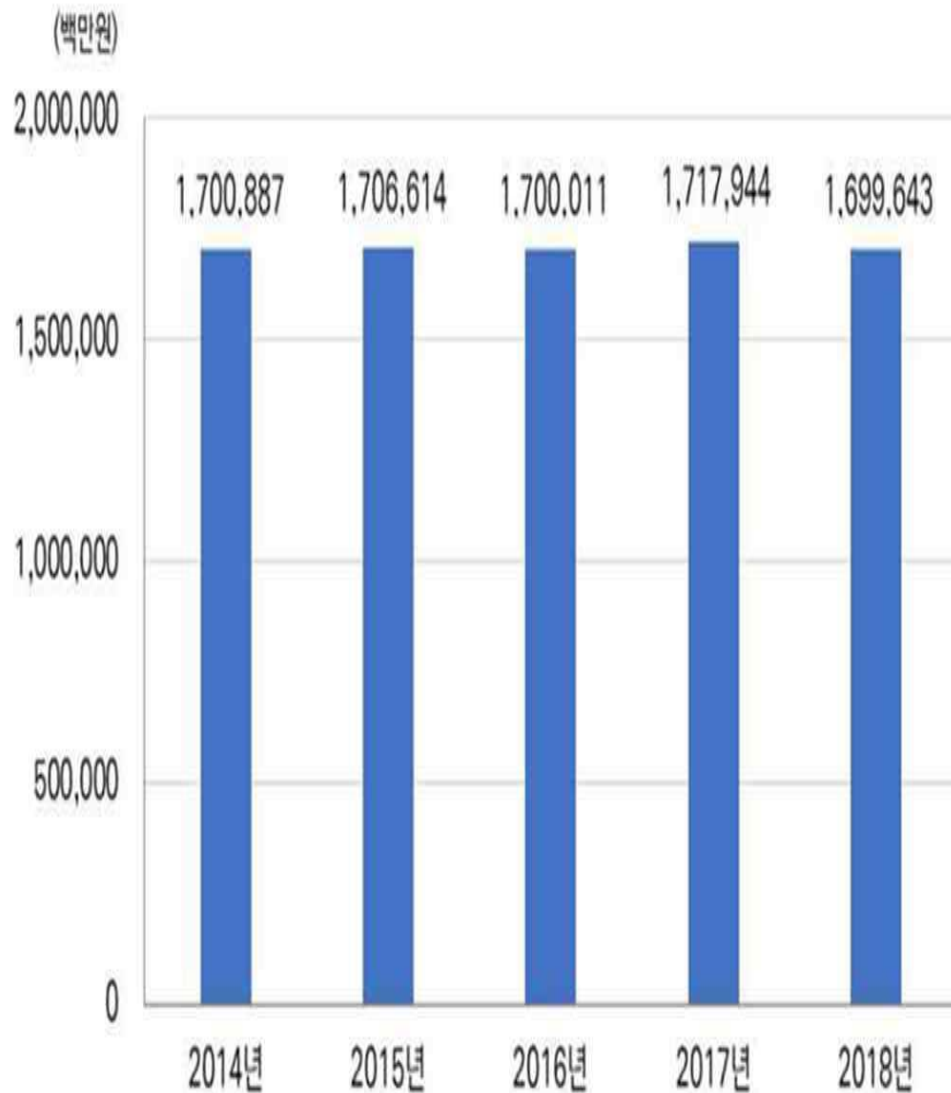
jeongin@cau.ac.kr

<환경부 기후변화 분야별 예산투자 현황(2015~2021)>

(단위: 백만원)



한국의 기후기술 감축분야 R&D 투자 추이 (2014-2018)



기후기술산업 종사자 수 추이

