

ISSN 2983-4406(온라인)
ISSN 2983-2330(인쇄본)



2023
Vol. 1 No. 2

NIGT FOCUS

탄소중립 과학기술 국제협력 R&D 현황

: 감축부문 국가연구개발사업을 중심으로

신현하, 이원아, 전은진, 손지희, 안세진, 이종석

CONTENTS

Chapter	1	서론	2
	1.1	탄소중립 분야 글로벌 기술패권 경쟁의 심화	2
	1.2	국내 탄소중립 과학기술 국제협력 논의의 필요	5
	1.3	연구의 목적 및 조사·분석 범위	5
Chapter	2	탄소중립 과학기술 국제협력 R&D 투자현황	9
Chapter	3	탄소중립 과학기술 국제협력 R&D 협력동향	15
	3.1	탄소중립 탄소중립 과학기술 국제협력 R&D 협력형태	15
	3.2	탄소중립 과학기술 국제협력 R&D 해외 공동위탁연구 현황	17
Chapter	4	시사점	19
	4.1	탄소중립 과학기술 국제협력 R&D 전략 구축 및 투자 확대	19
	4.2	탄소중립 과학기술 국제협력 협력국 및 협력형태의 다각화	20

Chapter 1

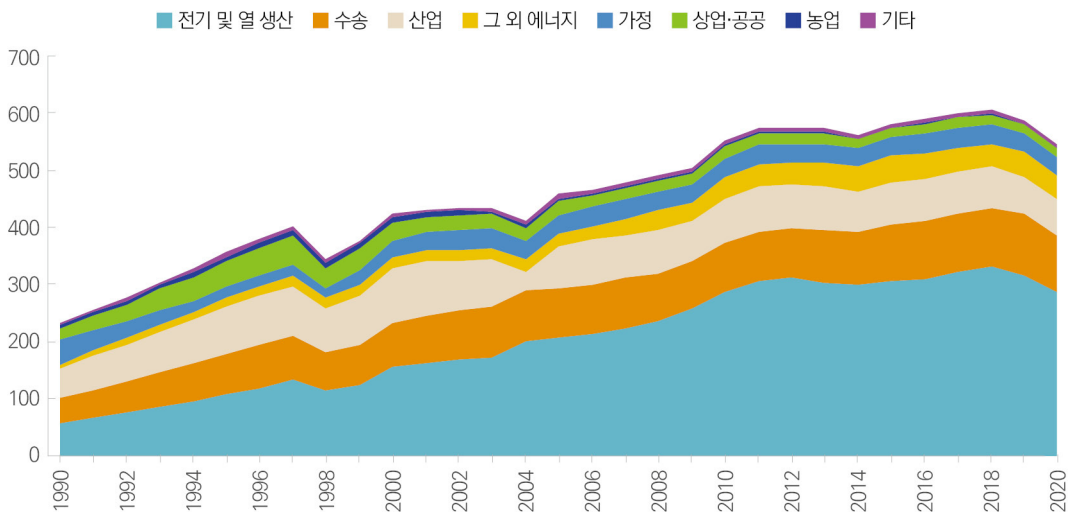
서론

1.1 탄소중립 분야 글로벌 기술패권 경쟁의 심화

● 글로벌 기후위기 난제 해결을 위한 전 지구적 대응이 요구됨에 따라 우리나라 또한 탄소중립 정책 및 R&D 투자전략의 수립을 통해 온실가스 감축을 위한 노력을 경주 중

- 국내 에너지 온실가스 배출량은 지난 30여년 간 꾸준히 증가, 2018년에 고점(605.5Mt)을 찍은 후 '20년까지 감소하였으나 '21년 다시 반등하여 581.94Mt을 배출(IEA, 2023.4)
- 부문별 비중을 살펴보면, 발전·수송·산업을 중심으로 생산량 및 연료 소비가 배출량의 대부분을 차지

[그림 1-1] 우리나라 온실가스 배출 추이(Mt of CO₂, '90~'20)



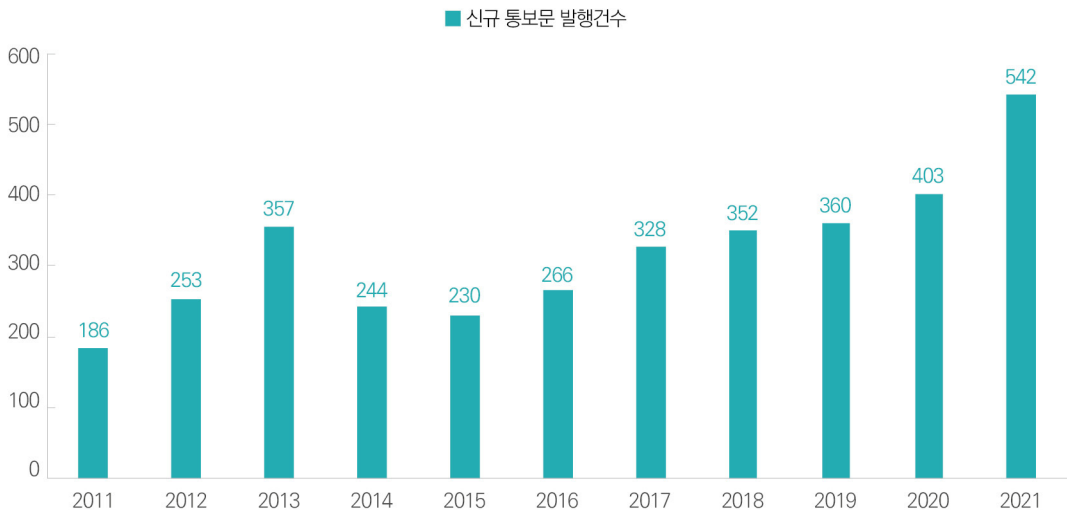
※ 출처: IEA Greenhouse Gas Emissions from Energy (2023.4)

- 우리나라는 「제1차 국가 탄소중립·녹색성장 기본계획」('23.4)을 통해 2030년 국가 온실가스 감축 목표(2030 NDC, '18년 대비 40% 감축) 달성을 위한 연도별·부문별 감축목표 및 세부 추진과제와 이행방안을 발표
- 2050 탄소중립 달성을 위한 탄소중립 R&D 투자 확대와 동시에 R&D 추진의 효과성 및 효율성을 제고할 수 있는 방향에 대한 고민이 필요

○ 전 지구적 기후변화대응 감축 노력과 함께 탄소중립 기술 시장이 급속도로 성장하고 있는 가운데, 최근 선진국들을 중심으로 탄소중립 달성을 위한 무역장벽을 도입하는 시도가 본격화되어 기술주도권 확보가 더욱 중요한 상황

- 기후변화대응 필요성이 높아짐에 따라 기후기술 시장은 가파른 성장세를 유지할 것으로 전망(KOTRA, 2022)
 - 글로벌 기후기술 시장 규모는 '21년 기준 130억 달러로 '17년부터 '21년까지 연평균 성장률 17.5%를 기록
 - 시장 규모 추정치는 ('22) 169억 달러 → ('32) 1,475억 달러로 9배 성장, 향후 10년간 약 연평균 성장률은 24.2%가 될 것으로 예상
- 최근 선진국을 중심으로 무역기술장벽(Technical Barriers to Trade, TBT)* 등을 도입하여 보호무역주의가 강화되는 추세이며, 이는 환경 분야에도 적용되어 환경과 무역정책을 결합하는 시도가 본격화됨
 - * 국가 간 서로 다른 기술규정, 표준, 적합성평가절차 등에 의해 초래되는 무역상 장애 요소를 의미하는 것으로, 세계무역기구(WTO) TBT 협정에 따라 무역에 중대한 영향을 미치는 관련 규정 및 절차 등을 제·개정할 경우 WTO에 통보 의무가 있음
 - EU의 탄소국경조정제(Carbon Border Adjustment Mechanism, CBAM)* 도입이 대표적 예로, 6개 분야(철강, 알루미늄, 시멘트, 비료, 전력, 수소)에 대한 배출량 산정을 근거로 '23.10월부터 전환 기간을 두고 '26년부터 CBAM 인증서 구매의무 발생
 - * 온실가스 배출에 대한 국가 간 감축 의욕 차이를 보정하는 무역제한 조치
 - 환경보호 목적(에너지효율 분야, 폐기물·재활용 분야, 화학물질 분야)의 TBT 통보 건수 및 TBT 특정무역현안* 신규 제기 건수 역시 지속적으로 증가
 - * WTO 회원국이 다른 회원국의 TBT 관련 조치로 인해 발생한 우려사항(concern)을 공식 회의에서 제기

[그림 1-2] 환경보호 목적의 무역기술장벽 통보문 신규발행 현황(건)



※ 출처: 국가기술표준원(2022)

○ 이와 더불어 미·중 기술패권 경쟁 중심의 新기술냉전 구도로 인하여 기술선도국간 기술동맹이 강화되는 추세로, 높아지는 탄소 무역장벽 극복 및 기술경쟁으로부터의 도태를 방지할 수 있는 대응책이 필요

- 기후변화, 팬데믹 대응 등 급격한 경제·기술 안보화로 인해 기술주권(Technology Sovereignty)* 개념의 부상과 함께 새로운 과학협력 기술동맹 체제가 출현
 - * 국가가 자국의 복지, 경쟁력 유지에 없어서는 안 될 기술을 직접 개발하거나 다른 국가로부터 일방적 의존 없이 조달할 수 있는 능력 (Edler et al., 2020)
- 미국 정부는 미국혁신경쟁법(The United States Innovation and Competition Act of 2021, USICA)을 통해 과학기술혁신 투자계획과 함께 對중국 견제를 위한 동맹국과의 협력 확대 및 국제협력 강화를 명시
 - 동맹국과의 기술협력을 강화하기 위해 국무부 내 기술협력국(Technology Partnership Office) 신설 및 예산배정, 미·EU 무역기술위원회(US-EU Trade and Technology Council, TTC) 설치, QUAD* 운영 등
 - * 미국·일본·인도·호주 4개국 정상급 회담
- EU는 녹색·디지털 트윈전환 선도를 통한 기술주권 확보 및 기후변화 대응을 위해 다자주의적 협력관계 및 연구혁신 국제협력을 추구하는 팀유럽(Team Europe) 접근을 채택
 - 전략적인 실리외교를 전개하면서, 타 기술선도국 중심으로 긴밀한 소다자 협력관계 구축 중
 - 전략 이행을 위해 Horizon Europe 연구혁신 프로그램을 수단으로 활용

○ 국내 탄소중립 분야 기술수준 제고가 필요한 상황에서, 국가경쟁력 확보 및 글로벌 시장 공략을 위해 선도국과의 국제협력은 필수 요소

- 국제적인 보호무역주의 강화와 기후변화대응 및 환경보호 강화 추세가 이어짐에 따라 기술선도국들은 새로운 탄소중립 기술 시장을 선점하기 위한 과학기술 국제협력 및 ODA 등 다양한 국제협력 수단을 적극 활용 중
- 더욱이 국내 기술 수준은 타 기술선도국들에 비해 아직 상대적으로 낮은 수준이기 때문에 기술 수준 제고를 위해서는 탄소중립 과학기술 국제협력이 필수적인 상황
 - 기후기술 감축 분야 기술수준 조사* 결과 주요 5개국(한국, 중국, 일본, 미국, EU) 중 우리나라는 최고 기술보유국으로 평가된 미국 및 EU 대비 기술수준 80%, 기술격차 3년으로 추격그룹**에 속함
 - * 기후기술 분야 특화 논문, 특허 등의 정량 자료와 전문가 델파이 조사 기반 정성 자료 종합 분석 진행 (국가녹색기술연구소, 2020)
 - ** 선도그룹: 미국·EU, 추격그룹: 일본·한국·중국
 - 연구역량은 기초연구 및 응용개발연구 모두 미국, EU, 일본, 한국, 중국 순으로 우리나라는 4위에 그침

[표 1-1] 기후기술 감축 분야 국가별 기술수준, 기술격차 및 연구역량

구분	한국	중국	일본	미국	EU	
기술수준(%)	80	80	90	100	100	
기술격차(년)	3	3.5	1.5	0	0	
연구역량(점)	기초연구	68.5	66.3	82.6	90.7	89.8
	응용개발연구	71.8	68.3	79.1	88.0	87.2

※ 출처: 국가녹색기술연구소(2020)

1.2 국내 탄소중립 과학기술 국제협력 논의의 필요

- 최근 정부는 탄소중립 과학기술 국제협력의 중요성을 인식하고, 선도국과의 기술협력 방향성 설정 및 체계 구축을 위한 정책 수요가 증가

 - 최초로 법제화된 국가연구개발예산의 중장기 투자전략인 「제1차 국가연구개발 중장기 투자전략(2023~2027)」* ('23.3)에서 2030년 과학기술 5대 강국 도약을 목표로 12대 국가전략기술 육성 및 탄소중립 이행(에너지 기술혁신 및 저탄소 산업구조 전환) 적극 투자 강조하며 국제협력 전략 명시

* 향후 5년간 국가연구개발예산의 전략적 투자목표와 방향을 제시하는 윤석열 정부에서 수립한 최초의 법정계획이자 최상위 투자전략

 - 과학기술 국제협력의 전략성 강화, 범지구적 지속가능발전을 위한 과학기술 국제공동연구 활성화 등
 - 정부는 「2023년도 국가연구개발 투자방향 및 기준(안)」('22.3)에서 탄소중립 글로벌 이슈대응과 전환 촉진을 위한 기술혁신 및 산업생태계 강화 중점지원을 위한 대규모 R&D 추진 목표를 명시

 - 중점분야 9개 분야 중 탄소중립(저탄소에너지, 녹색전환 등 탄소중립 기반 구축)과 함께 국제협력(글로벌 인력교류와 ODA 연계협력)이 포함
 - 2050 탄소중립녹색성장위원회는 「탄소중립·녹색성장 추진전략」 및 「탄소중립·녹색성장 기술혁신전략」('22.10)을 통해 양·다자협력을 통한 기후대응 연대 강화, 선도국 중심의 전략적 국제협력 강화, 실증 연계 국제협력 플래그십 사업 추진 등의 전략을 제시
 - 과기정통부는 산학연 전문가 중심의 「탄소중립 국제협력 민관전문팀(TF)」을 구성('22.11)하여 기술협력 방향성 논의에 착수, 탄소중립 기술유형별 경쟁력 분석을 통한 맞춤형 협력국가 및 기관 도출의 필요성을 확인

 - 주요국과의 기술협력 방향을 전략적으로 설정함으로써 연구개발(R&D) 투자의 효율성 및 효과성 제고 필요성 강조
- 정부는 탄소중립 관련 국제협력을 강화하는 방향성을 제시하고 있음에도 구체적인 시행전략이나 투자 방향에 대한 논의는 부족하며 논의의 근거가 될 만한 R&D 현황 등에 대한 분석 역시 미비한 상태

1.3 연구의 목적 및 조사·분석 범위

- 본 포커스는 탄소중립 분야의 과학기술 국제협력 R&D 투자현황 및 협력동향에 대한 조사·분석을 진행하여, 국내 탄소중립 기술경쟁력 확보를 위한 시사점을 제공하고자 함
- 최근 5년간('17~'21)의 기후기술 국가연구개발사업 자료를 토대로 조사·분석 대상 데이터셋 추출 및 구축

 - 조사·분석 대상은 국가과학기술지식정보서비스(NTIS)에서 제공하는 국가연구개발사업* 정보를 기반으로 하여, 예산체계 상 세부사업으로 집행된 세부과제를 최종 분석단위로 설정

* 정부예산(일반회계+특별회계) 중 연구개발예산으로 분류 및 정부기금으로 추진하는 연구개발사업

- 국가녹색기술연구소(前 녹색기술센터)에서 국내 기후기술 연구 및 개발 정보를 수집·분석하여 발간하는 「기후기술 국가연구개발사업 조사·분석 보고서」의 조사·분석 범위 및 대상 세부과제 자료를 활용·추출하였음
- NTIS 국가연구개발사업 중 「기후기술 분류체계」(국가녹색기술연구소, 2017)* 45대 기술**에 해당하는 세부사업 및 과제로 3대 대분류 ‘감축1’, ‘적응2’, ‘감축·적응 융복합3’을 포함
 - * (근거) 과학기술정보통신부(‘17.12), “글로벌 기후기술협력 촉진을 위한 기후기술 분류체계[안] 수립 통보”
 - ** 기후변화 대응 목적의 기술을 3대 대분류, 14개 중분류, 45개의 소분류로 구분

①(탄소중립) 기후기술 국가연구개발사업 조사·분석 범위 중 ‘감축’ 및 ‘융복합’ 부문에 해당하는 세부사업 및 과제

- 본 포커스의 경우 조사·분석 대상을 탄소중립 분야로 한정하여 기후기술 국가연구개발사업 중 탄소중립 이행을 위한 탈탄소 전환과 관련성이 높은 ‘감축’ 및 ‘융복합’ 부문에 해당하는 세부사업 및 과제를 분석 대상으로 선정*
 - * ‘17~’21년 886개 세부사업, 31,997개 세부과제 대상

[표 1-2] 탄소중립 분야 국가연구개발사업 조사·분석 범위

대분류	중분류	소분류	
감축	온실가스 저감	비재생 에너지	원자력발전, 핵융합발전, 청정화력발전·효율화
		재생 에너지	수력, 태양광, 태양열, 지열, 풍력, 해양에너지, 바이오에너지, 폐기물
		신에너지	수소제조, 연료전지
		에너지저장	전력저장, 수소저장
		송배전·전력IT	송배전시스템, 전기지능화기기
		에너지수요	수송효율화, 산업효율화, 건축효율화
	온실가스 고정	CCUS, Non-CO2저감	
융복합	다분야 중첩	신재생 하이브리드, 저전력 소모장비, 에너지 하베스팅, 인공광합성, 기타 기후기술	

※ 출처: 기후기술 분류체계(국가녹색기술연구소, 2017)

②(국제협력) 국가연구개발예산의 사업별 지원목적이 ‘국제협력’에 해당하는 세부사업 및 과제

- 국가연구개발사업 관련 정보를 종합·정리 제공하는 「국가연구개발사업 종합안내서」를 참고하여 세부사업별 지원목적*에 ‘국제협력’이 포함되는 세부사업 및 과제를 분석 대상으로 선정
 - * 국가연구개발예산의 지원목적에 연구개발, 산업기술개발, 기반구축, 인력양성 등 포함

1) 자원의 활용을 줄이기 위한 인류의 조정 활동 또는 온실가스의 흡수원을 증대시키는 활동 (IPCC, 2012)
 2) 기후변화로 인하여 실제 발생하거나 예상되는 영향에 대한 조절을 진행하는 과정 (IPCC, 2012)
 3) 온실가스 감축에 기여하거나, 기후변화로 인한 피해를 예방하기 위한 활동으로 감축 및 적응 부문 기술이 병용되거나 다가기술이 융·복합된 분야 (국가녹색기술연구소, 2022)

[표 1-3] 「국가연구개발사업 종합안내서」 제공 정보 예시

부처명	세부 사업명	지원분야	연구수행 주체	지원목적	개발단계	연구개발 기간 (개월)	'21년 정부 투자규모 (억원)	'21년 과제당 평균지원 규모 (백만원)	'21년 신규과제 공고 예정일
과학기술 정보통신부	원자력 국제협력 기반 조성사업	원자력	대학, 연구소, 기업 등	국제협력, 연구개발	기초연구, 기타	6~60	69.56	409	2월, 5월

※ 출처: 2021년도 국가연구개발사업 종합안내서(연구관리혁신협의회, 2021)

- 본 포커스는 기후기술 국가연구개발사업을 대상으로 ① 탄소중립 분야 세부사업 및 과제 선정 후, ② 지원목적이 국제협력에 해당하는 세부사업 및 과제를 추출하여 탄소중립 과학기술 국제협력 R&D 투자현황 및 협력동향 조사·분석 진행

- 최종 조사·분석 대상은 15개 세부사업, 753개 세부과제

[표 1-4] 조사·분석 대상에 포함된 탄소중립 국제협력 국가연구개발사업

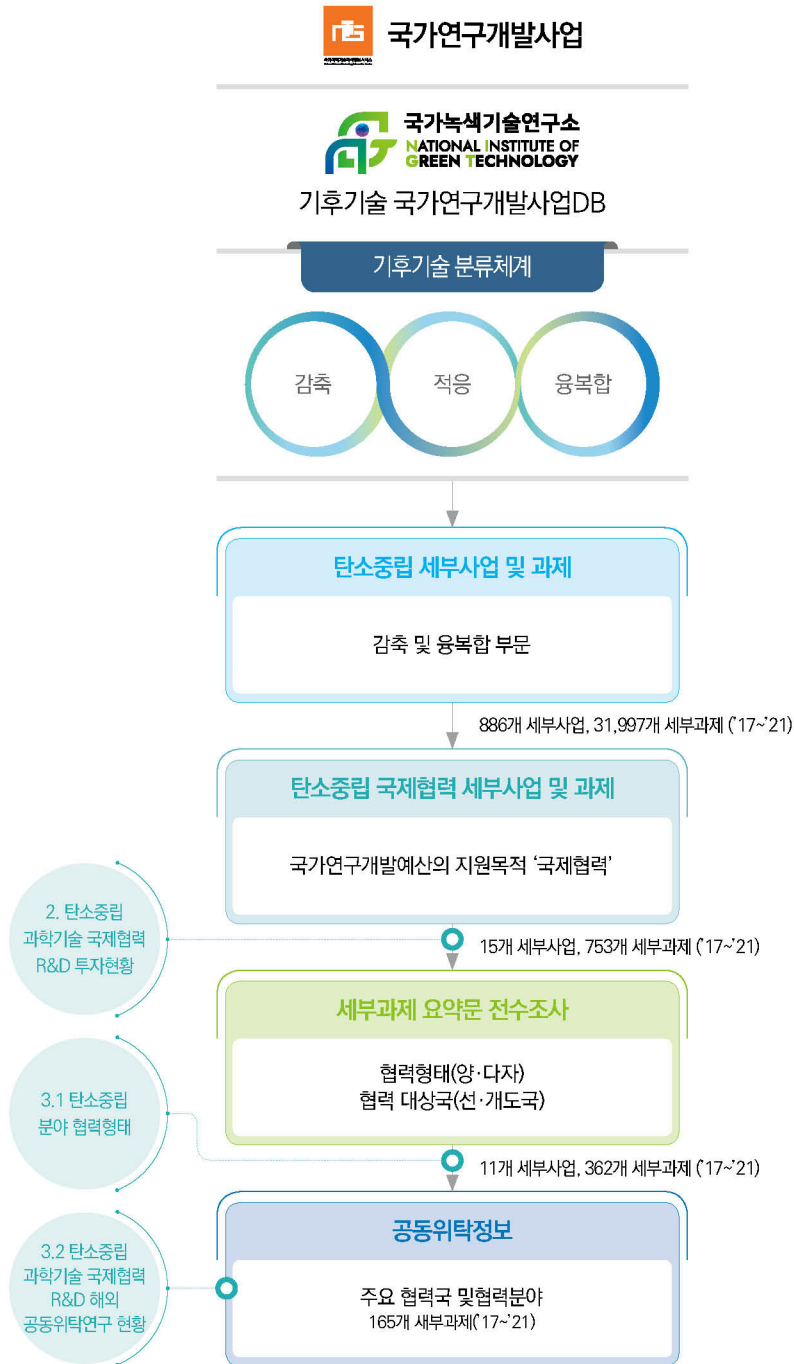
부처명	사업명
과학기술정보통신부	<ul style="list-style-type: none"> • 국가간협력기반 조성사업 • 기후기술협력 기반조성(ODA) • 동북아R&D허브기반 구축사업 - 전략형 국제공동연구사업 • 우주국제협력기반 조성사업 • 원자력 국제협력기반 조성사업 • 집단연구지원사업 (글로벌연구실지원) • 해외우수연구기관 유치사업(GRDC) • 해외우수연구기관 협력허브 구축사업
교육부	<ul style="list-style-type: none"> • 글로벌연구 네트워크 지원사업(GRN)
국토교통부	<ul style="list-style-type: none"> • 국토교통기술촉진연구
보건복지부	<ul style="list-style-type: none"> • 한의약선도기술 개발사업
산림청	<ul style="list-style-type: none"> • 신기후체제 대응 연구
산업통상자원부	<ul style="list-style-type: none"> • 민군기술협력 • 산업기술국제협력 • 에너지국제공동연구

- 추가로, 조사·분석 대상 세부사업 및 과제의 해당 공동위탁정보*를 활용하여 해외국가의 국내 탄소중립 과학기술 국제협력 R&D 공동연구 참여 현황에 대한 조사·분석 수행

* NTIS 제공 공동위탁정보('17~'21)

- 공동위탁정보 추가조사·분석 대상은 4개 세부사업, 165개 세부과제

[그림 1-3] 탄소중립 국제협력 R&D 현황 분석 데이터 추출 과정



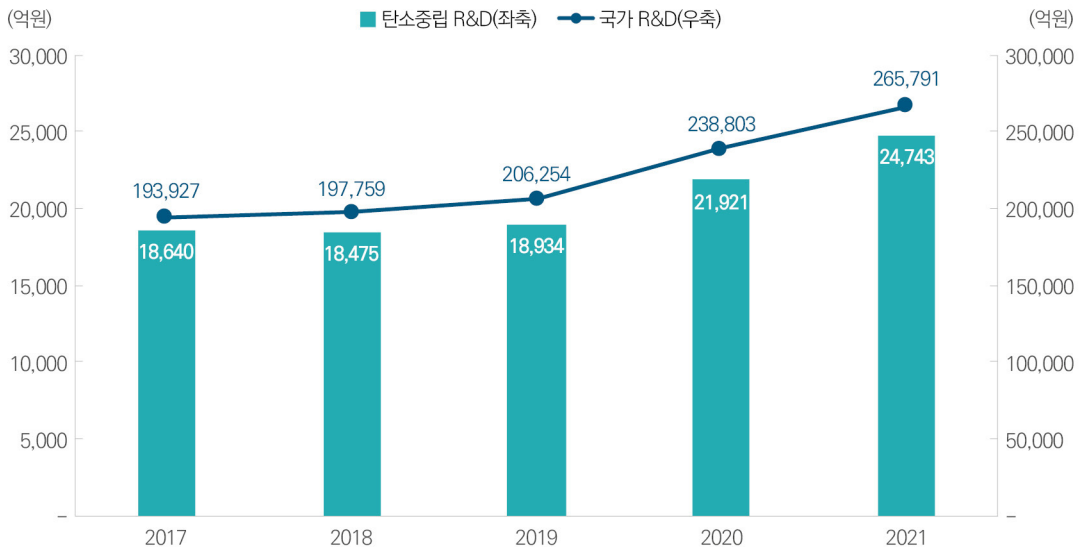
Chapter 2

탄소중립 과학기술 국제협력 R&D 투자현황

○ 최근 5년간('17~'21) 탄소중립 R&D사업의 정부투자 규모는 약 10조 2,713억원 규모로, 해당기간 국가 전체 R&D사업 중 약 9.3%를 차지

- 탄소중립 R&D사업의 정부연구비 규모는 ('17) 18,640억원 → ('18) 18,475억원 → ('19) 18,934억원 → ('20) 21,921억원 → ('21) 24,743억원으로, 해당기간 연평균증가율(CAGR)이 5.8%에 달함
 - 탄소중립 R&D사업의 연도별 전년대비 증가율*은 '20년 이전에는 국가 R&D사업의 증가율**보다 낮은 증가율을 기록했지만, 이후에는 비슷하거나 더 높은 증가율을 기록
 - * ('17) 0.8% ↑ → ('18) 0.9% ↓ → ('19) 2.5% ↑ → ('20) 15.8% ↑ → ('21) 12.9% ↑
 - ** ('17) 2.0% ↑ → ('18) 2.0% ↑ → ('19) 4.3% ↑ → ('20) 15.8% ↑ → ('21) 11.3% ↑, CAGR 6.5%
- 국가 R&D사업 규모 대비 탄소중립 R&D사업 규모의 비중은 ('17) 9.6% → ('18) 9.3% → ('19) 9.2% → ('20) 9.2% → ('21) 9.3%로 비슷한 수준을 유지

[그림 2-1] 국내 탄소중립 R&D사업 규모(억원, %, '17~'21)



※ 출처: 연도별('17~'21) 「기후기술 국가연구개발사업 조사·분석 보고서」(국가녹색기술연구소, 2018~2022) 참조 저작작성

참고

- 분야별로는 에너지수요·비재생에너지·에너지저장이 높은 비중, 신에너지·온실가스고정의 증가율이 높음

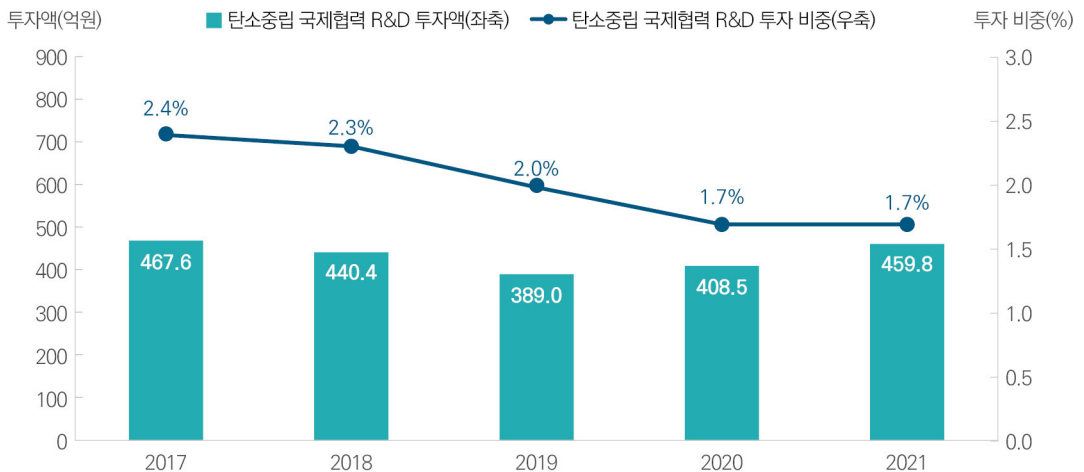
[참고 1] 연도별·분야별 탄소중립 R&D사업 현황(억원, '17~'21)

구분	'17	'18	'19	'20	'21
탄소중립 전체	18,640	18,475	18,934	21,921	24,743
비재생에너지	3,941	3,849	3,847	4,342	4,460
재생에너지	3,156	3,404	3,469	3,771	3,746
신에너지	1,010	768	1,034	1,704	2,544
에너지저장	1,989	1,943	2,003	2,886	4,001
송배전·전력IT	718	761	1,088	1,412	1,537
에너지수요	5,579	5,544	5,579	5,776	5,836
온실가스고정	764	617	784	823	1,228
다분야중첩	1,534	1,590	1,131	1,308	1,390

※ 기타 제외, 출처: 연도별('17~'21) 「기후기술 국가연구개발사업 조사·분석 보고서」(국가녹색기술연구소, 2018~2022) 참조 저자 재구성

- 최근 5년간('17~'21) 탄소중립 국제협력 R&D사업의 정부투자 규모는 약 2,165억원 규모로, 해당기간 탄소중립 R&D사업 중 차지하는 비중이 2.0% 미만이며 세부과제당 평균 정부연구비 규모도 상대적으로 작은 상황

[그림 2-2] 탄소중립 국제협력 R&D사업 규모 및 비중(억원, %, '17~'21)



※ 저자작성

- 탄소중립 국제협력 R&D사업의 정부연구비 규모는 ('17) 467.6억원 → ('18) 440.4억원 → ('19) 389.0억원 → ('20) 408.5억원 → ('21) 459.8억원으로, 해당기간 연평균증가율(CAGR)은 -0.3%*

* 연도별 전년대비 증가율 ('18) 5.8% ↓ → ('19) 11.7% ↓ → ('20) 5.0% ↑ → ('21) 12.5% ↑

- 탄소중립 R&D사업 규모 대비 탄소중립 국제협력 R&D사업 규모의 비중은 ('17) 2.4% → ('18) 2.3% → ('19) 2.0% → ('20) 1.7% → ('21) 1.7%로 지속적으로 감소하는 추세*

* '18년도부터 이미 비중이 감소하고 있기때문에 팬데믹의 영향으로 볼 수 없다고 판단됨

참고

- 해당기간 국가 R&D사업 중 국제협력 목적에 해당하는 모든 R&D사업의 정부투자 규모는 약 30,811억원, 연도별 증가율은 탄소중립 국제협력 R&D와 비슷한 경향성을 보임
- 국가 R&D사업 규모 대비 국제협력 R&D사업 규모의 비중은 ('17) 3.8% → ('18) 2.9% → ('19) 2.5% → ('20) 2.2% → ('21) 2.7%로 전체 국제협력 R&D 투자의 비중은 감소하다 '21년 반등한 반면 탄소중립 국제협력 R&D 투자 비중은 지속적으로 감소하는 것으로 나타남

[참고 2] R&D사업 현황 비교(억원, %, '17-'21)

구분	'17	'18	'19	'20	'21
국가 R&D (A)	193,927 (2.0% ↑)	197,759 (2.0% ↑)	206,254 (4.3% ↑)	238,803 (15.8% ↑)	265,791 (11.3% ↑)
국제협력 R&D (B)	7,341	5,797 (21.0% ↓)	5,090 (12.2% ↓)	5,310 (4.3% ↑)	7,269 (36.9% ↑)
(B/A)(%)	3.8	2.9	2.5	2.2	2.7
탄소중립 R&D (C)	18,640 (0.8% ↑)	18,475 (0.9% ↓)	18,934 (2.5% ↑)	21,921 (15.8% ↑)	24,743 (11.3% ↑)
(C/A)(%)	9.6	9.3	9.2	9.2	9.3
탄소중립 국제협력 R&D (D)	468	440 (5.8% ↓)	389 (11.7% ↓)	409 (5.0% ↑)	460 (12.5% ↑)
(D/C)(%)	2.4	2.3	2.0	1.7	1.7

※ 저자작성

- 과제당 평균 정부연구비 규모를 비교해보면 탄소중립 R&D사업은 3.4억원, 탄소중립 국제협력 R&D사업은 2.9억원으로 과제당 규모 또한 상대적으로 작음

탄소중립 R&D사업과 탄소중립 국제협력 R&D사업의 분야별·주체별·단계별 정부연구비 규모를 비교·분석해 보면, 탄소중립 과학기술 국제협력 R&D 현황의 주요 특성을 파악해 볼 수 있음

- (분야별) 탄소중립 R&D사업에서는 에너지수요(27.5%), 비재생에너지(19.4%), 에너지저장(11.6%) 분야가 큰 비중을 차지하는 반면, 탄소중립 국제협력 R&D사업에서는 에너지수요(25.0%), 재생에너지(24.4%)가 큰 비중을 차지
 - 재생에너지 분야는 국제협력에서 더욱 활발한 분야인 것으로 나타남

[표 2-1] 분야별 탄소중립 국제협력 R&D사업 규모(억원(%), '17-'21)

분야별	비재생 에너지	재생 에너지	신에너지	에너지 저장	송배전· 전력IT	에너지 수요	온실가스 고정	다분야 중첩	기타*
탄소중립 전체	21,224 (19.4)	17,703 (16.2)	6,906 (6.3)	12,625 (11.55)	5,281 (4.83)	30,062 (27.50)	4,195 (3.84)	6,878 (6.29)	4,461 (4.08)
탄소중립 국제협력	215 (9.92)	529 (24.43)	142 (6.55)	215 (9.93)	86 (3.99)	541 (24.98)	106 (4.9)	186 (8.57)	146 (6.74)

* [적응] 부문 제외 후 기타로 분류된 사업

※ 저자작성

[그림 2-3] 분야별 탄소중립 R&D 및 탄소중립 국제협력 R&D사업 비교(억원, '17-'21)



※ 저자작성

- (주체별) 탄소중립 R&D사업에서는 출연연(31.6%), 중소기업(30.7%)이 큰 비중을 차지하는 반면, 탄소중립 국제협력 R&D사업에서는 대학(35.5%)*, 중소기업(29.4%), 출연연(21.9%)이 큰 비중을 차지
 * 국가 국제협력 R&D사업에서도 대학이 가장 활발하게 참여함(대학(52.6%), 출연연(18.5%), 중소기업(15.8%) 등)
- (단계별) 탄소중립 R&D사업에서는 개발연구(47.6%)가 가장 큰 비중을 차지하는 반면, 탄소중립 국제협력 R&D사업에서는 기초연구(37.4%)*가 가장 큰 비중을 차지
 * 국가 국제협력 R&D사업에서는 탄소중립 R&D와 동일하게 개발연구(36.6%), 기초연구(33.1%), 응용연구(23.6%) 순으로 나타나 탄소중립 분야 국제협력 R&D가 기초연구에 특히 활성화되어있다고 볼 수 있음

[표 2-2] 주체별·분야별 탄소중립 국제협력 R&D사업 규모(억원(%), '17-'21)

주체별	출연연	대학	대기업	중견기업	중소기업	기타*
탄소중립 전체	34,538 (31.59)	18,720 (17.12)	6,268 (5.73)	6,431 (5.88)	33,533 (30.67)	9,843 (9.00)
탄소중립 국제협력	473.9 (21.89)	768.7 (35.5)	106.1 (4.9)	33.0 (1.53)	636.5 (29.39)	147.2 (6.8)
비재생에너지	158.2	52.3	-	-	4.2	-
재생에너지	74.5	219.6	10.3	0.4	223.3	1.0
신에너지	98.1	19.7	0.9	-	23.0	-
에너지저장	24.1	63.0	7.5	9.2	55.7	55.7
송배전·전력IT	2.3	29.7	5.0	-	49.4	-
에너지수요	54.6	192.7	7.4	17.5	221.3	47.4
온실가스고정	20.3	85.8	-	-	-	-
다분야중첩	38.4	51.5	2.3	6.0	47.7	39.7
기타	3.5	54.3	72.7	-	11.9	3.4

* [탄소중립] 국공립연구소(569억원)·정부부처(4억원)·기타(9,270억원) 포함, [국제협력] 정부부처(4억원, 다분야중첩), 기타(143.2억원) 포함

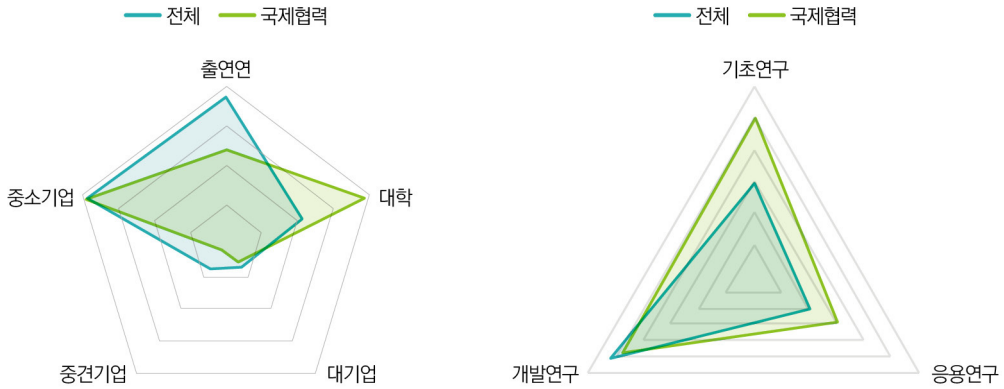
※ 저자작성

[표 2-3] 단계별·분야별 탄소중립 국제협력 R&D사업 규모(억원(%), '17-'21)

주체별	기초연구	응용연구	개발연구	기타
탄소중립 전체	29,238 (26.74)	20,415 (18.67)	52,084 (47.64)	7,598 (6.95)
탄소중립 국제협력	809.3 (37.38)	525.5 (24.27)	797.2 (36.82)	33.4 (1.54)
비재생에너지	208.2	6.6	-	-
재생에너지	136.8	159.4	220.9	12.0
신에너지	23.9	54.8	61.6	1.4
에너지저장	64.5	82.4	68.2	-
송배전·전력IT	15.7	8.4	61.3	1.0
에너지수요	152.3	140.6	233.1	14.8
온실가스고정	79.1	22.0	5.0	-
다분야중첩	77.8	30.8	72.8	4.2
기타	51.1	20.5	74.3	-

※ 저자작성

[그림 2-4] 주체별 및 단계별 탄소중립 R&D사업 및 탄소중립 국제협력 R&D사업 비교('17-'21)



※ 저자작성

- 탄소중립 R&D사업과 탄소중립 국제협력 R&D사업을 비교·분석한 결과, 탄소중립 전체 분야 중 재생에너지 분야 R&D는 주로 국제협력을 통해 많이 이루어지고 있으며, 국제협력의 가장 주요한 연구수행 주체는 대학이며, 주로 기초연구 수행을 위해 국제협력을 진행한다고 해석해 볼 수 있음

Chapter 3

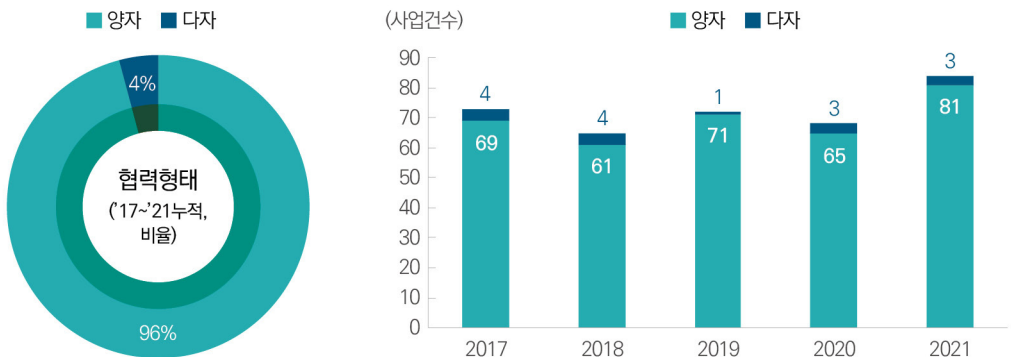
탄소중립 과학기술 국제협력 R&D 협력동향

3.1 탄소중립 과학기술 국제협력 R&D 협력형태

○ 본 조사·분석 대상에 포함된 최근 5년간('17~'21) 탄소중립 국제협력 국가연구개발사업 세부과제 총 753건에 대하여 NTIS에서 제공하는 세부과제 요약문에 대한 전수조사를 바탕으로 탄소중립 국제협력 R&D사업의 협력 형태(양·다자)와 협력 대상국(선·개도국)을 분류함

- 전체 탄소중립 R&D사업 중 세부과제 요약문에 특정 협력 대상 국가, 해외 연구기관 등이 명시되어 있는 경우 이를 국제협력 R&D사업으로 분류하였으며 이와 같은 과제는 362건(48%)을 차지하였으며 대부분이 양자협력(347건, 96%)으로 편중
 - 주요 다자협력 과제(4%)로는 EU Horizon 및 해외우수연구기관 협력허브 구축사업이 있음
 - 최근 팬데믹, 기후변화 및 분쟁 등 전지구적 문제에 대한 단합된 대응과 책임 분담, 선진국 그룹 일원으로서 글로벌 공공재 창출에 주도적 기여 및 경쟁력 확보를 위해 다자협력이 매우 중요해지는 추세
 - 해외우수연구기관 협력허브 구축사업은 '21년도 신설된 개도국 우수연구기관과의 공동연구 세부과제를 포함한 다자 중심의 글로벌 문제해결형 사업으로, 국내 혁신역량의 해외 진출도 병행하는 네트워크 중심의 사업
 - 특히, 본 분석에서 다자협력으로 분류한 해외우수연구기관 공동연구 내역사업의 세부과제*의 경우, 선진국 및 개도국 연구기관과의 공동연구를 통해 기초·원천 기술 확보 및 인력양성이 목적
- * ①한국과학기술원-버클리대-베트남국립대 기후변화대응연구센터, ②한국-덴마크-대만 국제공동연구 기반 고효율 친환경 소재 공정 개발, ③한국-호주-교토대 공동 인류유래 신종유해인자 환경감식 연구

[그림 3-1] 연도별 탄소중립 국제협력 R&D사업 양다자 협력형태 현황 (% , 개, '17~'21)



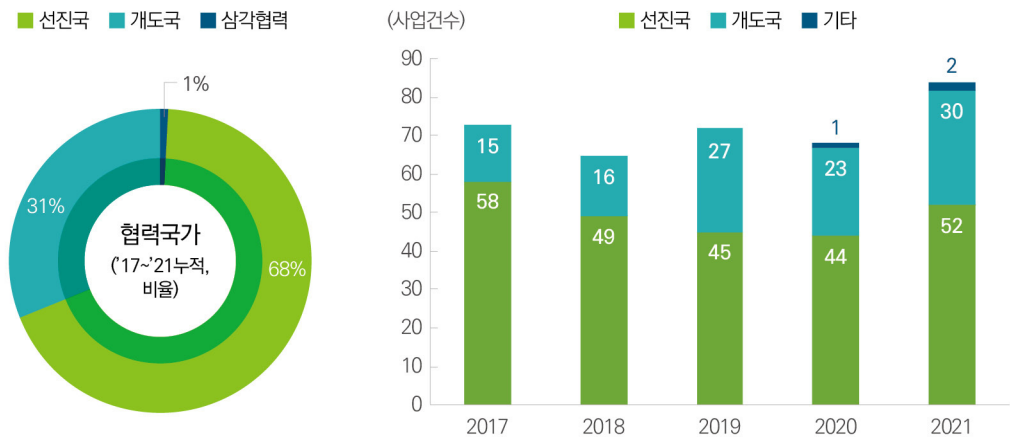
※ 저자작성

● 국제협력 R&D 협력 대상국은 선진국의 비중이 68%를 차지

- 협력국을 종류별로 나누어보면 선진국은 68%, 개도국은 31%로 최근 개도국 협력이 확대 추세이며, 기타협력으로는 국제기구 신탁기금*, 허브구축 사업을 통한 삼각 협력 또한 추진 중

* 기후기술협력 기반조성 - UNFCCC CTCN 신탁기금

[그림 3-2] 연도별 탄소중립 국제협력 R&D사업 양다자 협력국가 현황 (% , 개, '17~'21)

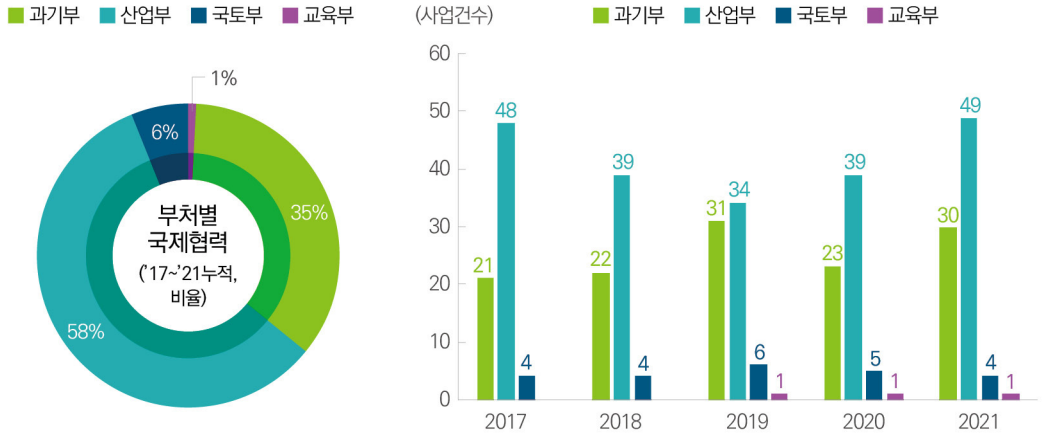


※ 저자작성

● 부처별 국제협력 현황을 살펴보면, 산업부가 가장 많은 비율을 차지하며(58%, 209건), 과기부(35%, 127건) → 국토부(6%, 23건) → 교육부(1%, 3건) 순으로 나타나고, 산업부와 과기부만이 다자협력 과제를 지원함

- 산업부가 산업기술국제협력, 에너지국제공동연구 사업을 통해 가장 큰 규모의 R&D 과제를 지원하고 있으며, 과기부가 국가간협력기반조성, (우주)원자력국제협력기반조성, 전략형국제공동연구사업, 해외우수연구기관협력 허브구축, 기후기술협력기반조성 사업 등으로 국제협력 R&D 과제를 지원함
- 산업부의 산업기술국제협력 사업의 경우, 양국 정부간 합의한 협력국가의 기관과 컨소시엄을 구성하고 해당국과 공동 승인한 과제를 대상으로 자국 기관에 자금 지원하는 양자 공동평당형 R&D, EU Horizon과 같이 다자 R&D 프로그램 참여국과 컨소시엄을 구성하고, 해당 운영기관에서 승인한 과제를 대상으로 국내 자금 지원하는 다자 공동평당형 R&D, 글로벌 해외 선도기관과 다각적인 기술협력을 유도하는 전략적 공동기술개발 과제로 구성
- 과기부의 경우 국가간협력기반조성 사업을 활용하여 양자간(미국, 캐나다, 중국, 독일, 영국, 프랑스 등) 또는 다자간(EU Horizon, OECD, IASA) 등 협력 초기에 협력가능분야 발굴 및 공동연구 가능성 탐색 등을 통해 교류협력 기반을 조성

[그림 3-3] 연도별·부처별 탄소중립 국제협력 R&D사업 현황 (% , 개, '17~'21)



※ 저자작성

3.2 탄소중립 과학기술 국제협력 R&D 해외 공동위탁연구 현황

● 본 포커스의 조사·분석 대상인 탄소중립 국제협력 R&D사업의 공동위탁정보를 활용하여, 공동연구에 참여한 협력 국가 및 분야에 대한 추가조사·분석을 수행

- 본 포커스는 공동위탁연구 성격과 무관하게 협력 국가 및 분야를 확인하기 위하여 데이터 내에서 협력한 국가 및 분야를 특정하기 수월한 공동위탁연구 정보를 활용하여 추가분석을 수행
- 최근 5년간('17~'21) 탄소중립 국제협력 R&D사업에 해외국가가 공동위탁 형태로 함께 참여한 세부사업 및 과제는 국가간협력기반 조성사업, 국토교통기술촉진연구, 산업기술국제협력, 에너지국제공동연구 4개 사업의 총 165개 과제, 정부연구비는 767억원 규모*

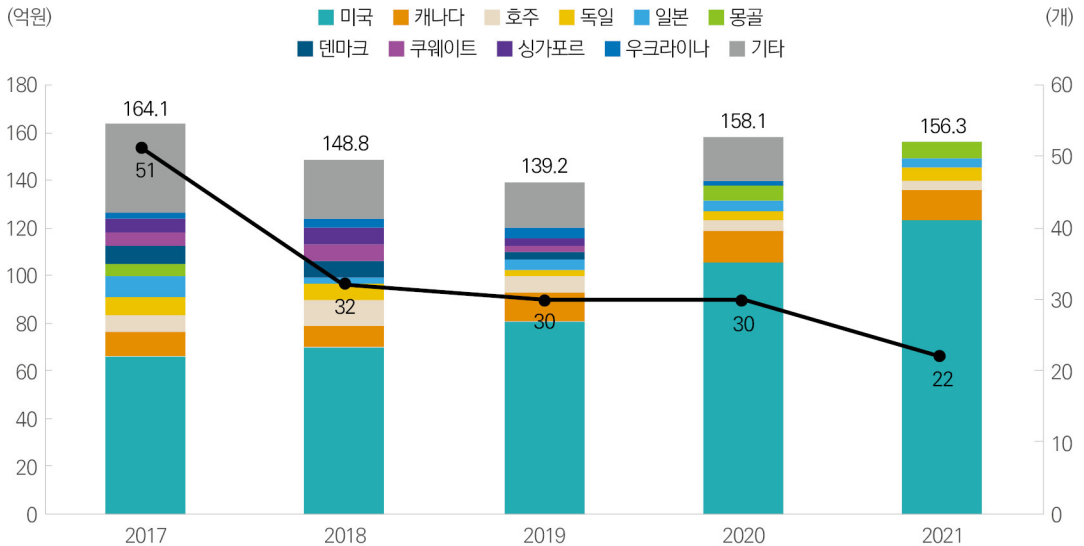
* 공동위탁 참여한 상위과제 기준

● 탄소중립 국제협력 R&D사업 공동위탁연구에 참여한 주요 협력국은 미국, 캐나다, 호주, 독일, 일본 등을 포함*

- * 공동위탁 참여한 상위과제 정부연구비 기준
- 탄소중립 국제협력 R&D사업 공동위탁연구에 공동참여한 25개국 중 과제 정부연구비 기준 상위 10개국은 미국, 캐나다, 호주, 독일, 일본, 몽골, 덴마크, 쿠웨이트, 싱가포르, 우크라이나 순으로 나타남
- 주요 협력국의 주요 R&D 협력분야는 재생에너지, 온실가스고정, 에너지저장, 에너지수요 분야로 나타남
 - 미국은 쉰 분야에서 협력하고 있어 탄소중립 분야의 가장 활발한 R&D 교류국이라 할 수 있으며, 호주·독일·일본은 각각 3개 분야, 캐나다와는 2개 분야에서 협력하고 있는 것으로 나타남*

* (미국) 쉰 분야, (캐나다) 재생에너지, 다분야중첩, (호주) 재생에너지, 에너지저장, 온실가스고정, (독일) 재생에너지, 신에너지, 에너지저장, (일본) 온실가스고정, 송배전·전력IT, 다분야중첩

[그림 3-4] 연도별 탄소중립 국제협력 R&D사업 공동위탁연구 주요 협력국(억원, 개, '17-'21)



※ 저자작성

탄소중립 국제협력 R&D사업 공동위탁연구의 주요 협력 분야는 재생에너지, 에너지수요, 에너지저장, 온실가스 고정 분야로 나타남*

* 공동위탁 참여한 상위과제 정부연구비 기준

- 공동위탁 해외참여 R&D사업은 정부연구비 기준 재생에너지 → 에너지수요 → 에너지저장 → 온실가스고정 → 다분야중첩 → 신에너지 → 송배전·전력IT → 비재생에너지 순으로 나타남
 - 재생에너지 분야에 미국, 캐나다, 독일 등 주요 협력국을 포함한 15개 국가가 참여하여 가장 많은 국가와 협력하고 있으며, 에너지수요 분야는 미국, 중국, 홍콩 포함 9개국, 에너지저장 분야는 미국, 싱가포르 포함 5개국, 온실가스고정 분야는 미국, 일본, 영국 포함 4개국과 협력하고 있는 것으로 나타남
 - 그 외 다분야중첩 분야에서 프랑스, 신에너지 분야에서 덴마크, 송배전·전력IT 분야에서 쿠웨이트, 네덜란드 등 다양한 국가와 협력하고 있는 것으로 나타남
- 국제협력 R&D 대비 공동위탁 해외참여 R&D 비중으로 따져보면, 해외 국가와 가장 협력이 활발한 분야는 온실가스고정 분야와 재생에너지 분야임
 - 온실가스고정 분야의 경우 해외 국가가 공동으로 참여하는 R&D 비중이 약 88%에 달하며, 재생에너지는 65% 이상을 차지

Chapter 4

시사점

4.1 탄소중립 과학기술 국제협력 R&D 전략 구축 및 투자 확대

○ 장기적이고 거시적 관점에서 2050 탄소중립 달성과 기술주권 확보를 위한 탄소중립 국제협력 R&D 전략 수립을 통해 일괄적이고 명확한 방향 제시 필요

- 탄소중립 과학기술 국제협력 R&D 주요 협력국 및 협력 분야에 대한 교차·심층분석을 통해 각 기술부문별 국제협력 목표설정*을 통한 탄소중립 국제협력전략 구축 필요

* 예시) 수소공급 기술-비용 효율적 수소 생산량 확보

- 국제협력 R&D를 통한 효과성을 극대화할 수 있는 협력국 및 협력 분야를 도출하기 위해 기술선도국의 R&D 투자 및 프로그램 모니터링, 국내 탄소중립 과학기술 국제협력 R&D 주요 협력국의 전략 분야 매칭 분석 등의 분석이 시도되어야 함
 - 현재 국내 탄소중립 국제협력 R&D 투자 규모가 큰 분야와 해외 국가와의 공동연구 협력 비중이 높은 분야가 상이하다는 점에서, 어떤 분야에서 해외 국가 및 기관과의 협력이 어떠한 방식으로 이루어져야 하는지에 대한 분석이 필요

○ 탄소중립 분야 글로벌 기술주도권 확보 및 시장 선점을 위해서는 국제협력 R&D 투자 규모의 확대 필요

- 탄소중립 신규·유망기술 분야에 대한 다각적 지원 확대를 통해 선도국 및 선진기관과의 기술동맹 관계 구축 필요
 - 국제공동연구, 인력교류, 글로벌 다자협력 프로젝트 참여 촉진 등의 다양한 지원목적별 투자와 혁신기술 확보, 조기 실증, 상용화 연계 등 연구단계별 투자 방안을 모색
- 투자 확대와 함께 R&D 프로젝트 기획 및 발굴 프로세스를 체계화하여 연구단계별 전주기 국제공동연구 형태의 중대형 플래그십 사업, 글로벌 기후변화 현안 대응을 위한 임무중심적 R&D사업 등을 추진할 필요
 - 특히, 탄소중립 국제협력 R&D 투자현황 분석 결과 국제협력에서 재생에너지 분야, 대학, 기초연구가 주요 역할을 담당하고 있는 것으로 나타나 이와 연계하여 스케일업(scale-up)이 가능한 R&D사업 기획 및 추진 가능
- 다만, 범부처 차원에서의 R&D사업 간 유사·중복성 검토를 통해 전략적 지출검토*에 기반한 대형·통합형 국제협력 R&D 추진하여 효율성 제고 방안에 대한 고려가 동반되어야 함

* 사업구조 효율화를 통한 지출 삭감과 함께 임무별 특성을 고려한 우선순위 재설정을 통해 예산 배분의 효율성을 제고

4.2 탄소중립 과학기술 국제협력 협력국 및 협력형태의 다각화

● 기술선진국-신흥국과 기초연구단계에서부터 다자관 플랫폼 형성 및 공동연구 지원 등 다자협력 관계를 구축하여 장기-호혜적 협력의 기반을 만들어 탄소중립 달성을 위한 전략적 협력국과 협력기술 정의 가능

- 다자협력 관계 구축 시 현재 진행중인 연구기관 간의 공동연구 및 교류를 넘어 자금지원기관인 연구관리 전문기관들 간의 협의체에 참여하여 선진국/신흥국 관련 기관간 교류를 확대하여 전략적 협력국 및 협력기술 도출을 위한 R&D 및 정책 사업 개발
 - 예를 들어 일본의 경우, 전략적국제공동연구 프로그램의 일환으로 벨몬트 포럼에 참여하여 다자협력을 진행 중. 벨몬트 포럼은 글로벌 환경변화 관련 감축, 적응 및 이해를 위한 지식을 제공하는 국가간-학제간 연구 지원 및 연구관리 전문기관으로 구성된 다자기구로, 미국, 영국, 일본, 중국 등이 가입함(우리나라는 미가입 상태)
- 또는 기술동맹 관계에 기반한 다자간 플랫폼을 만들거나 이에 공동공모를 통해 참여하는 방안을 모색하여 플랫폼 내 국가와 탄소중립 과학기술 개발 및 상용화 등을 위한 글로벌 가치사슬 구축 위한 프로그램 개발 가능
 - 최근 미국 국립과학재단(National Science Foundation, NSF)의 주도로 기후변화 및 청정에너지 분야 글로벌 센터 프로그램을 개발하여 캐나다-호주-영국이 참여하여 공동공모를 진행함

● 탄소중립 국제협력 R&D 사업 추진시 국가별 거점센터를 활용하여 해외 데이터 및 네트워크를 강화하고 도출한 R&D 연구 결과의 정책적 활용을 위해 고위급 회의 아젠다 발굴을 통한 기술주권 확보 논의 타진

부처·출연(연) 해외 거점기관*을 현지 정보수집 및 공유 플랫폼으로 활용하여 기술협력 기반을 구축, 현지 탄소중립 관련 기술의 중앙부처·지자체·출연(연) 등과 네트워크를 바탕으로 전문가 풀을 마련, 거점센터를 활용한 거점기관국 및 인접국가 정책결정자, 산학연 대상 역량 강화 프로그램 운영을 통한 국제협력 기반 마련

* ①과기협력센터(6개 지역, 아세안/북유럽 등) 및 출연(연) 해외조직(4개기관, 7개국)

- 과기공동위* 등 고위급 회의를 통해 탄소중립 관련 양자 협력기반을 공고화하고 이를 위한 R&D 현장 연구자 중심의 과기공동위 지원 워킹그룹을 구성 및 운영, 탄소중립 국제협력 R&D 추진을 위한 실무그룹을 구성하여, 인력교류 통합채널 신설, 공동연구 프로그램 참여 등의 국가별 협력의제 상호 협의 추진
 - * 정부주도의 양국 과기공동위는 탑다운(top-down) 방식의 강력한 실행력과 연구개발 자원투입 등의 장점을 보유
- 탄소중립 국제협력 R&D 사업 추진에 따른 성과를 바탕으로 과기공동위의 주요 아젠다를 발굴할 수 있도록 R&D 연구 결과의 정책적 활용 필요
- 특히, 온실가스 감축 양자협정 체결 과정에서 우리나라 탄소중립 기술협력 관련사항을 적극적으로 포함하고, 협약 이행과정에서의 양자 회의 과정에서도 기술협력 관련 부처 및 전문가의 참여 증진 가능

참고문헌

- 관계부처합동, 다자협력 추진전략('22-'26), 2022.11
- 국가기술표준원, 2021 무역기술장벽 연계보고서, 2022
- 국가녹색기술연구소, 기후기술 분류체계, 2017
- 국가녹색기술연구소, 2020 기후기술 수준조사, 2020
- 국가녹색기술연구소, 기후기술 국가연구개발사업 조사·분석 보고서('17-'21), 2018~2022
- 연구관리혁신협의회, 국가연구개발사업 종합안내서('17-'21), 2017~2021
- Edler, J., Blind, K., Frietsch, R., Kimpeler, S., Kroll, H., Lerch, C., ... & Walz, R., Technology Sovereignty: from demand to concept, Perspectives–Policy Brief. 2020
- European Commission, Europe's global approach to cooperation in research and innovation: strategic, open and reciprocal, 2021.5.18., https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_21_2465
- IEA, Greenhouse Gas Emissions from Energy database, 2023.4
- IPCC, 기후변화 적응을 위한 극한현상 및 재해 위험 관리 – 용어집, 2012
- KOTRA, 주요국 탄소중립 추진 동향과 한국 기후기술 산업의 해외진출 기회 분석, 2022
- NTIS, 사업과제정보('17-'21), 2017~2021
- NTIS, 공동위탁정보('17-'21), 2017~2021

본 포커스의 조사·분석 내용은 「탄소중립 R&D 혁신전략 수립 지원 프레임워크 구축 연구」(과제번호: R2310501)의 일환으로 수행되었습니다.

〈저자별 기여도〉

- | | |
|--|----------|
| • 총괄 및 검토 | 손지희, 전은진 |
| • 탄소중립 국제협력 R&D 데이터 추출·구성·분석
(NTIS 공동위탁정보 데이터셋 구축 포함) | 신현하, 이원아 |
| • 내용작성 | 신현하, 이원아 |
| • 기후기술 국가연구개발사업 DB 구축·제공 | 안세진, 이종석 |



07328 서울특별시 영등포구 여의나루로 60 여의도포스트타워 14층
TEL. 02-3393-3900 FAX. 02-3393-3919~20 www.nigt.re.kr

*본 NIGT FOCUS의 내용은 필자의 개인적 견해이며, 연구소의 공식적인 의견이 아님을 알려드립니다.