

NIGT BRIEF

국내외 기후변화 적응 R&D 추진 동향 분석

전은진





하이라이트

- 최근 새로운 적응 시장의 도래 및 국제사회에서의 기후변화 적응 담론에 대응하기 위해 기술선도국을 중심으로 적응 정책 및 R&D 전략을 재정비하는 움직임이 활발해지고 있음
- 독일·프랑스 등 일부 기술선도국에서부터 기초·원천 연구개발단계에 속하는 적응 부문 R&D 사업을 신규 출범하는 경향이 나타나고 있으며, 이 과정에서 개별 기술 단위를 초월한 시스템적 접근 등 통합적인 관점에서 적응 R&D를 추진하는 특색이 있음
- 기술선도국이 적극적·체계적으로 기후변화 적응 R&D 추진에 착수하는 경향을 고려할 때 향후 적응 R&D 부문에서 신규 유망기술의 출현 등이 가속화될 가능성이 높은 상태
 - 이러한 국제적 흐름에 선제적으로 대응할 수 있는 우리나라의 기후변화 적응 R&D 전략 마련이 필요함

키워드

- 기후변화 적응(Adaptation for Climate Change), 적응 R&D(Adaptation R&D), R&D 동향(R&D Trends), R&D 프로그램(R&D Programme)

분석 배경

- 전세계적으로 가속·가중되는 기후재해로 인한 위기감으로 인해 다양한 적응 관련 이슈들이 부상하고 있으며, 기술선도국들은 적응전략을 재정비하는 과정에서 관련 논의들을 신속하게 반영 중
 - (변혁적 적응) 점진적 적응만으로는 한계에 봉착했음을 인식하고, 시스템 전반*의 근본적인 요소부터의 변혁(IPCC(2022))을 추진
 - * IPCC AR6¹⁾ 상의 적응 부문 5대 중점시스템 : 사회에너지생태계도시/인프라산업 시스템을 거론
 - (오적응(maladaptation)) 인도네시아의 가루다 프로젝트 등과 같이 기후변화 적응 조치가 온실가스 배출량 증가 및 기후변화 취약성을 증가시킬 가능성에 대한 경각심이 고조
 - * 증가하는 이상기후 재해와 이에 대한 자원소모로 근본적인 원인 대응이 어렵게 되는 파멸의 고리(Doom Loop²⁾) 도래(IPPR·Chatham House('23.2)) 등을 고려할 때, 오적응의 회피는 효과적인 기후변화 적응 및 기후회복력 확보를 위해 필수불가결한 요소

1) IPCC, Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability, 2022.

2) Chatham House/IPPR, 1.5°C - dead or alive? The risks to transformational change from reaching and breaching the Paris Agreement goal, 2023.

- (시스템적 접근 방식의 확산) 지속가능개발목표(SDGs) 실현을 위한 개발경로 내 감축-적응 연계 뿐만 아니라, 각 세부 시스템간 상호작용 및 연계*를 강조
 - * (예시) 에너지 시스템의 경우, 도시/인프라, 생태계 등과 연계됨
- 전세계적으로 기후위기에 대한 반응적 관리에서 벗어나, 예측과 행동 자세로의 변화*로 무게중심을 옮겨가는 추세
 - * 프랑스 생태전환기구(Agence de la transition écologique; ADEME) 기후변화적응 전략('23~'27)³⁾ : "passer d'une gestion réactive des risques climatiques à une posture d'anticipation et d'action"
- COP27에서 기후변화로 인한 손실과 피해(Loss and Damage) 대응이 강조되는 등 기후변화 적응에 대한 중요성이 확대일로
- 당면한 이상기후로 인한 위기 관리 이외에도 장기적인 대비책으로서의 기후위기 피해 최소화 방안 제시 및 개도국으로의 기후변화 적응 재정 유입 등으로 발생할 적응산업 시장을 공략할 포석을 마련하여야 할 시점
 - 동 브리프에서는 주요국별로 기후변화 적응 목적으로 추진되고 있는 최근 R&D 동향을 사업단위에서 조망하며, R&D 측면에서 대비하여야 하는 사항에 관한 시사점을 제시

국내외 기후변화 적응 R&D 동향

주요국 기후변화 적응 R&D 동향

- (미국) 백악관이 제시한 'FY2024 범부처 R&D 우선순위('22)'에서도 기후과학, 적응 및 회복탄력성, 자연기반 기후해법을 강조⁴⁾
 - 환경보호청(EPA)가 기후변화 적응 주무부처*이나, 부문별 기후변화 적응 R&D는 각 부처 소관영역별로 분산되어 추진 중
 - * EPA 소관 기후변화 연구는 개입(Intervention), 사전방지(Prevention), 변혁(Transformation)으로 구분되어 있으며, ARC-X, ADT, METRO 등을 통해 관련부처 및 지방정부를 위한 정보 및 적응 도구(Tool)을 개발하여 제공⁵⁾

표1 FY2024 범부처 R&D 우선순위 내 기후변화 적응 관련 주요 사항

부문	주요내용
기후과학	지구의 기후변화 및 영향에 관한 해석 및 이해, 완화 및 감축에 대응하기 위한 해법의 식별 및 실행과 관련된 정보 제공(이상기후, 기온, 가뭄, 산불, 영구동토층의 감소, 빙하 감소 및 해수면 상승, 해안 범람 등)
적응 및 회복탄력성	적응 및 회복수단의 효과성 이해, 커뮤니티 참여 연구 프로그램, 시민과학, 과학기반 리스크 커뮤니케이션, 적응 및 회복력 프로그램과 개입의 평가(사용자 친화적 기후 툴 및 서비스 적용 포함)
자연기반 기후해법	탄소처리/저장 및 인간 커뮤니티의 회복력, 환경정의 대응, 새로운 경제적 기회 창출을 위한 자연기반 기후해법의 이해와 효과성 제고

출처: White House(2022) 내용을 기반으로 저자 정리

3) ADEME, Stratégie Adaptation Changement Climatique 2023-2027, 2023.
 4) White House, Multi-Agency Research and Development Priorities for the FY 2024 Budget, 2022.
 5) <https://www.epa.gov/climate-research/climate-change-tools-protect-public-health-and-environment>

- (독일) 연방교육연구부 지속가능성연구(FONA)* 프로그램에서 적응능력향상 및 재난 방지 연구와 함께 부문**별 적응 연구 수행 중⁶⁾
 - * 원어명 : Forschung für Nachhaltigkeit
 - ** 생물다양성, 바이오경제, 에너지, 지질연구, 사회, 기후, 토지관리, 해양 및 극지연구, 자원효율화, 물 관리, 미래도시, 과학에서의 지속가능성 등
 - 미래도시(Zukunftsstadt) 테마에서는 도시의 가뭄/홍수 등 기후재해에 대한 기후회복력 확보에 주안점을 둔 연구 프로젝트들을 지원
 - 물 관리 부문에서는 세부 주제 영역을 물-에너지, 물-식량, 물-건강, 물-환경, 도시환경에서의 물로 구분하여 시스템적 접근을 시도
- (프랑스) France2030의 일환으로 추진되는 '우선순위 연구 프로그램 및 장비(PEPR)*'를 통해 적응 이슈 대응을 위한 기초·원천 연구(TRL 1-4)단계 프로그램을 다수 운영⁷⁾
 - * 원어명은 Programmes et équipements prioritaires de recherche로 기초·원천 연구 자금지원을 담당하는 국립연구청(Agence nationale de la recherche; ANR)가 운영
 - 도시 부문의 기후변화 대응 및 생물 다양성 보전, 기후변화로 인한 재난재해 대응을 위해 '지속가능한 도시(VilleDurable)' 프로그램 출범*
 - * '국가혁신가속화전략-지속가능한 도시 및 혁신적 건축'을 직접적으로 지원하는 연구개발 프로그램에 해당
 - 수자원 부문 적응역량 제고를 위한 R&D 프로그램인 OneWater*의 경우, 행성의 변화부터 인간-수계 상호작용까지의 분석을 기반으로 해결책 마련을 도모
 - * 세부주제 : 수자원 변화 전망, 다양한 측면을 고려한 물발자국 개발, 육지-물-바다 연속체(continuum)의 연장선상에서 환경/인간사회 건전성에 관한 첨병으로서의 물 개발, 사회-수계의 적응역량 및 회복력 향상을 위한 해결책 제안, (횡단)사회의 새로운 거버넌스를 향한 전환 지원, (횡단) 지식과 행동을 위한 물 데이터 공유

표2 PEPR 내 적응 관련 연구 프로그램 추진 현황

프로그램명	구분	수행내용	주관기관	예산
VilleDurable	국가전략 PEPR	절제(la sobriété), 회복력, 포용 및 도시의 생산 등 4개 도전과제에 대한 해결책 마련	CNRS, université Gustave Eiffel	4,000만 유로
SVA	국가전략 PEPR	농업 전환 및 기후변화문제 대응을 위한 선진적 식물 육종	INRAE	3,000만 유로
OneWater	탐색적 PEPR	수자원 적응 역량 및 회복력 강화 해결책 마련	BRGM, CNRS, INRAE	5,300만 유로(10년간)
IRiMa	탐색적 PEPR	전지구적 변화에 보다 회복탄력성 있게 대응할 수 있는 사회를 위한 리스크 통합 관리	BRGM, CNRS, Université Grenoble Alpes	5,194만 유로(8년간)
SOLU-BIOD	탐색적 PEPR	자연기반해결책(NbS)를 활용한 생물다양성 유지	CNRS, INRAE	4,420만 유로
SousSol	탐색적 PEPR	심토의 지속가능한 최적사용을 위한 기술·경제·사회·규제적 대응방안 마련	BRGM, CNRS	7,140만 유로
TRACCS	탐색적 PEPR	기후 서비스 개발 및 기후 모델링 기법 혁신	CNRS, Météo-France	5,100만 유로
BRIDGES	탐색적 PEPR	기후-해양-자원 등 사회 생태 시스템 모델링을 통한 기후변화 영향 및 분쟁 위험지역 취약성 분석 및 복원력 확보	CNRS, IFREMER, IRD	2,831만 유로

출처: ANR/CNRS/INRAE 홈페이지 및 관련 문헌 내용을 기반으로 저자 정리

6) 독일 FONA 프로그램 홈페이지 : www.fona.de

7) <https://anr.fr/en/france-2030/programmes-et-equipements-prioritaires-de-recherche/>

- (영국) 신데렐라 이슈로 거론되는 적응 분야의 연구·혁신을 구체화하기 위해 '기후변화 적응 연구혁신 프레임워크(CARIF)*' 수립 중('23 가을 공표 예정)⁸⁾
 - * 원어명 : Climate Adaptation Research and Innovation Framework(CARIF)
 - 온실가스 감축 분야 연구혁신 주요 영역과 과제를 추출했던 '넷제로 연구혁신 프레임워크('21)'와 대칭되는 위상을 가지는 전략으로 수립될 전망
 - ⇒ 모델이 되는 넷제로 연구혁신 프레임워크 작업이 쉰시스템적 접근(A Whole Systems Approach)*을 중시한 점을 감안할 때 적응 또한 동일한 접근 방식을 취할 가능성이 높을 것으로 보임
 - * 각 부문별로 다른 부문과의 연계(Linkage) 영역 분석을 포함하여 과제 및 핵심 연구혁신 니즈를 도출
- (일본) 적응 R&D 사업은 여전히 기후변화 감사예측 중심이지만, 최근 산업육성 측면에서의 기후회복력 (Resilience)을 주목하는 움직임이 부상
 - 문부과학성의 기후변동예측첨단연구 프로그램 및 지구환경데이터 통합·해석 플랫폼 사업을 통해 기후예측 시뮬레이션 고도화 및 부문별 데이터 통합 및 해석 플랫폼 구축을 추진⁹⁾
 - 일본은 자국의 재난대응 역량이 세계적으로 확대되고 있는 기후변화 적응 시장에 기여할 수 있을 것으로 판단, 최근 경제산업성 주도로 '기후회복적 사회 실현을 향한 산업정책연구회'를 신설('22.12)¹⁰⁾
 - ⇒ 기업의 재난방지 투자 촉진 및 DX·스타트업을 포괄하는 관련 시장 창출, 디지털 기술의 지자체 재난대응체제 도입 촉진, 일본의 우수한 제품·서비스 기술의 해외확산*을 전략의 주요 방향으로 설정하여 검토 중
 - * 2050년 시점의 적응 산업 시장 규모를 77조엔 규모(年)로 추정하고 지역전략으로서 아시아 및 군소도서국과의 협력 강화, 적응 사업의 효과/공헌도의 정량화, 재난방지 분야의 국제표준화 추진 등의 해외 확산 전략을 검토¹¹⁾

국내 기후변화 적응 R&D 동향

- 기후변화대응기술 확보 로드맵('16)* 이후 적응 R&D에 대한 관심은 높아지고 있으나, 기술별·부처**소관별로 여전히 파편화, 분절화되어 추진되는 경향이 강함
 - * 영문명은 Climate Technology Roadmap으로, 영문명의 약어인 CTR로 지칭되기도 함
 - ** 과기정통부, 산업부, 행안부, 환경부, 복지부, 농식품부, 국토부, 해수부, 식약처, 농진청, 산림청, 기상청
 - 부문별 소관 부처 현안 니즈에 따른 적응 R&D가 시행되고 있으나, 국가 시스템 내부 요소간 연계 고려 등 시스템적 접근 시도에 기반한 R&D 추진은 다소 미흡
 - ※ 체계적인 적응 R&D 추진과정상의 문제점으로 적응 개념의 모호성과 광범위함이 지적되고 있음
- 우리나라의 기초·원천 단계 적응 연구 또한 요소기술 및 도시 부문 등 일부 영역에 한정되어 추진되고 있는 상태
 - 최근 디지털 기반 기후변화 예측 및 피해최소화 사업 등 원천연구개발사업 내에서 적응 R&D사업이 출범하고 있으나, 아직은 작은 규모이고 도시 등 일부 부문을 중심으로 추진되고 있어 R&D 공백영역들이 존재
- 과거 자료에 기반한 대응에 중점을 둔 '제3차 국가기후변화 적응대책'에 대한 반성을 토대로 동 계획을 수정·보완한 '제3차 기후위기 적응 강화대책' 수립('23. 6.23)¹²⁾

8) <https://www.gov.uk/government/groups/climate-adaptation-research-and-innovation-board>

9) 文部科学省, 10-1 令和5年度科学技術予算案のポイント, 2023. Retrieved from : https://www.mext.go.jp/content/20230119-mxt_kouhou02-000027104_12.pdf

10) https://www.meti.go.jp/shingikai/economy/resilience_society/index.html

11) 経済産業省. (2023). レジリエンス社会の実現に向けた産業政策研究会 中間整理(2023. 4. 11).

- 과거 자료 기반에 기반한 대응에서 벗어나 미래 위험에 대한 사전 방지 강화를 지향하는 정책 방향성 수정¹³⁾은 국외 적응 정책 트렌드와 일치

표 3 3차 → 3.5차 대책 강화방안

구분	3차 대책	3.5차 대책
기후재난 예방	과거 자료 기반 대응	미래 위험도 고려한 인프라 강화
적응주체 역량 제고	주민참여 미흡, 소통창구 부재	주민체감형 재설계, 소통 강화
예측기반 강화	산재된 적응정보 단순 취합	적응정보 및 위험도 평가 시스템 제공

출처: 환경부(2023)

- 그러나, 수정 대책도 과학적 기후 감시·예측 및 적응 기반 고도화, 기후재난 위험을 극복한 안전사회 실현, 기후변화에 대응하는 기반 구축, 모든 주체가 참여하는 기후적응 추진 등으로 구성되어 있어 경제 및 산업 정책의 성격은 다소 미약

시사점

- 국제사회 및 주요국 또한 최근 부각되고 있는 적응 관련 세부 이슈들을 검토하여 정책에 반영하는 단계이며, 이에 따라 적응 관련 R&D 전략도 재정비될 가능성이 높은 상태
 - 기후변화 적응 분야는 다양한 부문을 포괄하고 있는 특성상 범위가 추상적이고 R&D 역시 부처별로 파편화·분절화 되어 있는 경향이 강해, 단일 기술의 적용 보다는 여러 기술간의 통합을 통해 접근하는 경향이 강함
 - 적응 R&D 정책을 정비하는 흐름에 맞춰 그 정책수단에 해당하는 R&D프로그램도 신규 출범 및 재편의 가능성이 높은 상황임으로 관련 동향에 대한 지속적인 모니터링이 필요한 상황임
 - * 변동하는 적응 정책과 R&D간 정합성 확보를 위해서는 다양한 측면에서의 근거를 통합하여 정책분석을 수행할 필요성이 있음
- 우리나라 이외의 주요국에서도 적응 R&D 이슈의 모호성, 파편화/분절화 상태에 대한 문제의식은 존재하고 있는 상태이며, 시스템적 접근을 통해 R&D 이슈를 명확히 하고 적응과 경제·산업정책과의 연계를 강화하는 등 개별 기술적 차원을 넘어선 대응책을 마련 중
 - 우리나라의 적응 R&D도 여전히 각 부처별 소관 영역으로 파편화/분절화되어 추진되고 있는 상태이며, 아직 국가의 모든 시스템을 조망하여 R&D 이슈를 특정하고자 하는 시도는 다소 미진한 것으로 사료됨
 - 전세계적으로 기후변화 적응 시장 성장세, 경제성장과 기후회복력 개념의 연계 등 산업정책 측면에서도 기후변화 적응의 중요성을 조명하고 있는 반면, 우리나라는 수정된 적응 대책에서도 경제·산업과의 연계는 다소 미약한 편
- 최근 기술선도국에서 기후변화 적응 R&D의 기초/원천 단계에 해당하는 R&D 프로그램을 신규 출범하는 등 적응 R&D 추진에 박차를 가하고 있는 상황임을 고려할 때, 적응 부문에서 새로운 형태의 유망기술이 출현할 가능성이 높은 상황인 것으로 사료됨

12) 환경부, 제3차 국가 기후위기 적응 강화대책 수립, 2023. Retrieved from : https://www.korea.kr/briefing/pressReleaseView.do?newsId=156576525&call_from=rsslink

13) 환경부, 2023년 환경부 기후탄소정책실 업무계획 중점추진과제. Retrieved from : <http://www.me.go.kr/home/web/board/read.do?boardMasterId=1&boardId=1576960&menuId=10525>

- 우리나라의 적응 R&D 관련 기초·원천연구는 도시 부문, 수자원 등 일부 분야에 한정되어 추진되고 있는 상황과는 대조적으로, 프랑스와 독일 등 기초/원천 연구개발단계에서부터 기후과학, 수자원, 토양, 생물다양성, 도시의 지속가능성 등 다양한 적응 부문을 대상으로 연구개발이 추진되는 경향이 강함
- 시스템 전체의 조망·시스템간 연계 등 통합적인 관점에서 접근하고 있어 다양한 분야와의 연계 및 접목이 용이하므로, 상대적으로 새로운 융복합 기술 영역이 출현할 가능성이 높은 상태
- 우리나라에서도 새로운 적응 시장의 도래 및 국제적인 논의동향에 선제적으로 대응하기 위해 보다 다양한 부문을 대상으로 하는 적응 R&D 전략 및 신규 R&D 프로그램 추진을 검토할 필요성이 있음
- 이 과정에서 개별 기술 단위가 아닌 각 세부 시스템간 연계 검토 등 다양한 관점에서 검토하여 적응 R&D 이슈를 구체화하는 단계가 필요한 것으로 보임

참고문헌

- 1) IPCC, Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability, 2022.
- 2) Chatham House/IPPR, 1.5°C – dead or alive? The risks to transformational change from reaching and breaching the Paris Agreement goal, 2023.
- 3) ADEME, Stratégie Adaptation Changement Climatique 2023–2027, 2023.
- 4) White House, Multi-Agency Research and Development Priorities for the FY 2024 Budget, 2022,
- 5) <https://www.epa.gov/climate-research/climate-change-tools-protect-public-health-and-environment>
- 6) 독일 FONA 프로그램 홈페이지 : www.fona.de
- 7) <https://anr.fr/en/france-2030/programmes-et-equipements-prioritaires-de-recherche/>
- 8) <https://www.gov.uk/government/groups/climate-adaptation-research-and-innovation-board>
- 9) 文部科学省, 10-1 令和5年度科学技術予算案のポイント, 2023. Retrieved from : https://www.mext.go.jp/content/20230119-mxt_kouhou02-000027104_12.pdf
- 10) https://www.meti.go.jp/shingikai/economy/resilience_society/index.html
- 11) 經濟産業省. (2023). レジリエンス社会の実現に向けた産業政策研究会 中間整理(2023. 4. 11).
- 12) 환경부, 제3차 국가 기후위기 적응 강화대책 수립, 2023. Retrieved from : https://www.korea.kr/briefing/pressReleaseView.do?newsId=156576525&call_from=rsslink
- 13) 환경부, 2023년 환경부 기후탄소정책실 업무계획 중점추진과제. Retrieved from : <http://www.me.go.kr/home/web/board/read.do?boardMasterId=1&boardId=1576960&menuId=10525>

본 발간물은 국가녹색기술연구소의 주요사업인“(R2310501) 탄소중립 R&D 혁신전략 수립 지원 프레임워크 구축 연구”의 일환으로 수행한 연구를 요약·정리한 것입니다.

NIGT BRIEF

본 NIGT BRIEF의 내용은 필자의 개인적 견해이며,
센터의 공식적인 의견이 아님을 알려드립니다.



07328 서울특별시 영등포구 여의나루로 60 여의도포스트타워 14층

TEL 02)3393-3900 FAX 02)3393-3919~20 www.gtck.re.kr