

녹색 산업혁신의 활성화를 위한 정책 방향

Policy Directions for Facilitating Green Industrial Innovation

정우현 외

K O R E A
E N V I R O N M E N T
I N S T I T U T E

저자

정우현, 김승현, 김종립, 강선아, 황정재, 조공장

연구진

연구책임자 정우현 한국환경연구원 선임연구위원
참여연구위원 김승현 과학기술정책연구원 연구위원
김종립 과학기술정책연구원 부연구위원
강선아 한국환경연구원 전문연구원
황정재 과학기술정책연구원 연구원
조공장 한국환경연구원 선임연구위원

연구자문위원(가나다순)

강성원 한국환경연구원 선임연구위원
김도균 한국환경연구원 연구위원
김태현 한국환경연구원 선임연구위원
신인규 환경부 서기관
이미숙 창원대학교 교수
이지선 환경부 서기관
임동순 동의대학교 교수

| 사업보고서 2024-07-01 |

녹색 산업혁신의 활성화를 위한 정책 방향

Policy Directions for Facilitating Green Industrial Innovation

© 2024 한국환경연구원

발행인 이 창 훈
발행처 한국환경연구원
(30147) 세종특별자치시 시청대로 370
세종국책연구단지 B동(과학·인프라동)
전화 044-415-7777 팩스 044-415-7799
www.kei.re.kr

인 쇄 2024년 12월 26일
발 행 2024년 12월 31일
등 록 제 2015-000009호 (1998년 1월 30일)
ISBN 979-11-5980-967-5 93530
인쇄처 범신사 02-720-9786

이 보고서를 인용 및 활용 시 아래와 같이 출처를 표시해 주십시오.
정우현 외(2024), 「녹색 산업혁신의 활성화를 위한 정책 방향」, 한국환경연구원.

값 7,000원

경제·인문사회연구회 협동연구 총서

“녹색경제협동연구”

- 녹색 산업혁신의 활성화를 위한 정책 방향 -

1. 협동연구 총서 시리즈

협동연구 총서 일련번호	연구보고서명	연구기관
24-50-01	녹색 산업혁신의 활성화를 위한 정책 방향	한국환경연구원
24-50-02	수요 부문 녹색시장 활성화를 위한 정책 방향	한국환경연구원

2. 참여 연구진

연구기관		연구책임자	참여 연구진
저자		정우현, 김승현, 김종립, 강선아, 황정재, 조공장	
주관 연구기관	한국환경연구원	정우현 선임연구위원 (총괄책임자)	조공장 선임연구위원 강선아 전문연구원
협력 연구기관	과학기술정책 연구원	김승현 연구위원	김종립 부연구위원 황정재 연구원

서 언

지속가능발전을 구현하기 위한 발판으로 녹색경제로의 전환은 더욱 중요해지고 있으며, 이는 경제와 사회 시스템 전반에 걸친 근본적인 변화를 요구하고 있습니다. 2012년부터 본 원에서 수행해 온 녹색경제협동연구 사업은 그간 지속가능발전과 녹색경제로의 전환에 관한 다양한 주제와 접근의 연구를 수행하여 폭넓은 성과를 창출해 왔습니다. 올해는 두 권의 연구보고서를 통해 생산과 소비 부문에서 흥미롭고 시의적절한 주제가 다루어졌습니다. 생산 부문에서는 녹색경제로의 전환을 이끌 새로운 기술이 개발되고 기업이 이를 수용하는 단계에 관한 녹색 산업혁신 활성화 전략을 다루었고, 소비 부문에서는 녹색소비를 유도하는 인센티브 정책과 함께 녹색소비를 위한 정보를 왜곡하는 그린워싱 현상을 다루어, 녹색시장의 수요 부문을 강화하는 전략 마련에 기여할 것으로 기대합니다.

본 연구사업을 기획하고 이끌어 준 조공장 본부장과 본 권의 연구책임을 맡아 준 정우현 박사, 그리고 강선아 전문연구원에게 감사를 표합니다. 협동연구를 충실히 수행해주신 과학기술정책연구원(STEPI)의 김승현 박사와 김종립 박사, 황정재 연구원께도 감사드립니다. 바쁘신 와중에도 애정 어린 자문을 통해 연구에 도움을 주신 임동순 교수, 이미숙 교수와 환경부 신인규 서기관, 이지선 서기관께도 깊은 감사를 드립니다. 또한 우리 원의 강성원 박사, 김도균 박사, 김태현 박사의 자문에도 감사를 표합니다.

2024년 12월
한국환경연구원
원장 이 창 훈

녹색 산업혁신의 활성화를 위한 정책 방향

정우현 외

1. 연구의 배경 및 목적

본 연구사업은 우리 사회를 녹색 경제·사회 시스템으로 전환하기 위한 부문별·영역별 전략을 발굴·개발해 나가는 것을 목표로 한다. 올해는 두 권의 연구보고서를 통해 각각 생산과 소비 부문에서 녹색경제로의 전환을 위한 전략을 탐구하였다. 제1권인 본 보고서에서는 생산(산업)의 녹색화를 위한 혁신이라는 요소에 주목하였고, 제2권에서는 소비(수요)의 녹색화를 위한 정보와 유인 수단으로서, 시장기반 접근인 녹색소비 인센티브(유인 정책)와 함께 정보기반 접근으로서 그린워싱 대응 측면을 다루었다.

본 보고서에서 다룬 혁신은 녹색전환을 위한 효과적이고 중요한 전략이다. 탄소중립 경제, 순환경제로의 전환 등이 인류의 생존을 위한 시급하고 중대한 과제로 떠오른 지금, 다양한 산업, 자원, 부문, 영역을 전방위적으로 녹색화하기 위한 종합적인 전략이 요구된다. 이 중 산업부문의 생산기술을 혁신하여 탄소를 저감하고 자원이용을 효율화하는 것은 녹색전환을 가속화하는 효과적인 핵심 요소다.

새로운 기술 개발과 이를 기업이 받아들여 확산·이용하여 사회에 효과를 나타내는 혁신의 과정에는 외부효과, 불확실성, 역량의 한계 등 다양한 요인이 장애로 작용하며, 이를 극복하기 위한 정책적 개입이 요구된다. 이에 따라 녹색전환을 위한 산업혁신을 적절한 수준으로 활성화하기 위해서는 녹색 혁신정책과 기반을 점검하고 강화할 필요가 있다. 기존의 혁신정책으로 연구개발 활동에 대한 정부의 재정투자 관리, 기업의 녹색기술 도입에 대한 유인과 지원 정책 등이 이루어지고 있으나, 탄소중립을 중심으로 하는 녹색전환이 중대한 국가의제가 된 지금 시점에서는 녹색 혁신정책이 국가의제를 떠받칠 수 있도록 더욱 체계화되고 강화될 필요가 있다.

기술혁신 과정에서 정책의 역할이 특히 중요한 단계는 연구개발과 기술의 확산 단계로 볼 수 있다. 본 연구의 제2장에서는 본격적인 분석에 앞서 관련 이론 모형과 해외 정책사례, 한국의 현황을 살피며, 제3장과 제4장은 각각 기술개발 단계와 산업계로의 확산 단계에 초점을 두어 녹색 혁신정책의 전환 방향을 모색한다.

2. 녹색전환을 위한 산업혁신의 개요

녹색혁신 관점에서 주목할 만한 혁신체계 모형에는 미션지향형 혁신정책(MolP: Mission-oriented Innovation Policy)이 있다. 미국 NASA의 아폴로 미션과 국방기술 혁신을 이끈 DARPA 등이 고전적인 사례이며, 최근 EU의 대규모 연구혁신 프로그램인 Horizon Europe도 이러한 방식을 취하고 있다. 탄소중립, 순환경제와 같은 거대한 국가의제를 향한 도전적 거대 미션의 설정과 이를 떠받치는 체계화된 하위 프로젝트, 개방형·초부처적 협력형 프로젝트 운영 등의 변화가 요구된다.

한편 우주, 국방, 원자력 분야에서의 고전적 미션지향 혁신 사례와는 달리 현재 인류가 직면한 기후, 환경 등의 복잡한 사회난제 해결을 위해서는 조금 다른 방식이 요구된다. 기후, 환경 등과 같은 사회난제는 새로운 기술의 개발만으로는 문제 해결이 어렵다. 또 행위자와 이해관계자의 수가 많고 복잡한 사회 문제, 정책문제와 얽힌 경우가 많아 기술 개발뿐 아니라 기술을 사용하는 기업과 소비자의 행동변화, 인식변화, 정책과 제도의 변화까지 요구되는 경우가 많다. 혁신정책의 범위도 기술개발에 국한되기보다는 기술이 도입·확산되고 사회에 적용되어 효과를 내기까지의 전 과정을 고려한 확장이 필요하며, 기업의 혁신역량 지원 등 기술의 확산 단계까지 지원하는 패키지형 정책이 요구된다.

외국의 정책 사례를 보면, EU는 2011년 에코혁신 행동계획을 중심으로 녹색 혁신정책에 역점을 두고 체계적으로 추진해오고 있으며, 최근 미션지향형 대규모 연구개발 투자 프로그램인 Horizon Europe도 다수의 녹색 미션을 포함하고 있다. 미국의 에너지기술 혁신을 이끄는 조직인 ARPA-E는 사회난제 해결형 미션지향 혁신체계의 사례를 보여준다. 연구개발 단계부터 기술의 시장화를 염두에 둔 전문적인 컨설팅을 제공하는 등 기술의 확산 단계를 활성화하고 있다. 국내의 경우 탄소중립 등 녹색전환을 둘러싼 주요 정책·계획에 혁신의 요소가 포함되어 있으며, 임무지향형 기술 로드맵 등 미션지향형 혁신체계를 지향하고 있으나 아직 구현의 정도는 높지 않다. 탄소중립이라는 주요 국가의제를 중심으로 다부처 영역이 얹혀있는 탄소중립 정책 분야가 미션지향형 녹색혁신을 우선 적용하기에 적절한 영역으로 생각되며, 추후 순환경제 등 넓은 범위의 녹색 분야로 확대해나갈 필요가 있다. 또한 녹색혁신을 효과적으로 이끌기 위한 한국형 ARPA 조직의 설립도 검토할 필요가 있다.

3. 녹색 기술혁신을 위한 혁신정책의 전환 방향

녹색 산업혁신에서 정책의 역할이 중요한 단계 중 하나는 기술의 혁신, 즉 연구개발 단계이다. 연구개발 활동의 활성화를 위해 정부의 개입(투자)이 요구되며, 연구개발 단계를 이끌고 지원하는 정부의 이러한 혁신정책을 어떻게 운용하고 개선할 것인가가 정책적 관심사이다. 본 장에서는 혁신활동과 정책에 대한 이론적 배경과 관련 동향을 소개하고, 탄소중립 시대 녹색정책의 핵심 영역인 기후·에너지·자원 관련 정부 재정사업의 데이터를 분석하여 정부의 R&D 및 기타 재정사업이 어떤 양상으로 시행되고 있는지 파악하였으며, 이를 바탕으로 녹색 혁신정책의 전환방향과 후속 과제를 제시하였다.

3.1 개요

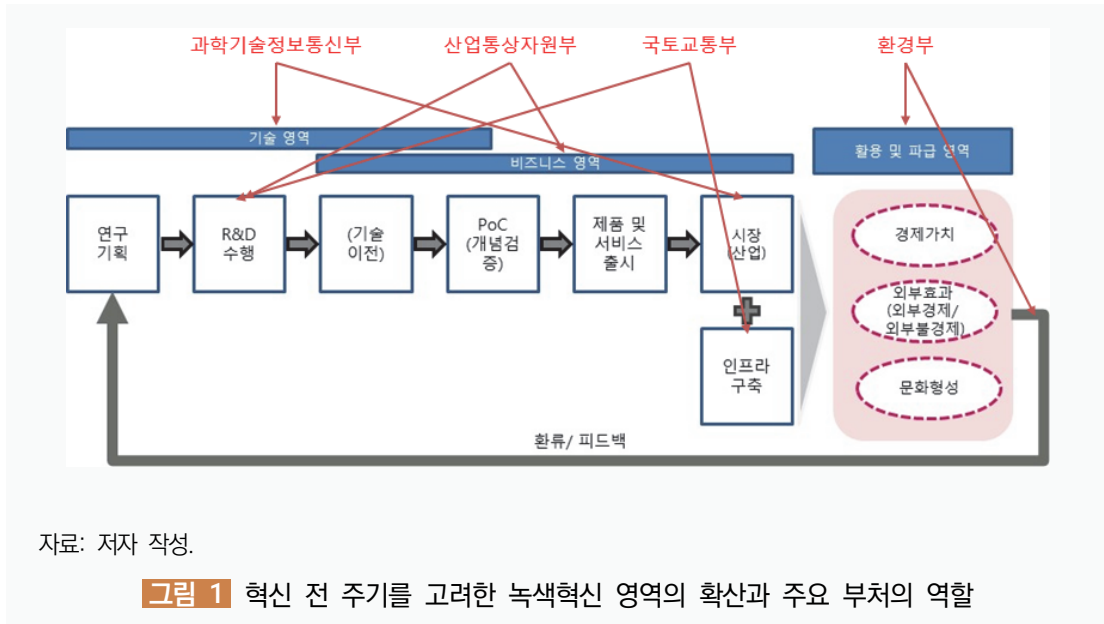
국가연구개발 사업 중 저탄소 분야로 한정하면, 에너지/자원 분야 및 환경 분야에 투입되는 비용은 매우 제한적이다. 저탄소 및 온실가스 저감과 같은 특정 목표를 위한 기술 개발이 아닌 일반적인 신기술 개발 측면에서도 환경이나 녹색성장과 같은 요인들이 거의 고려되지 못하고 있다. 이에 모든 혁신활동과 연구개발 전 주기에 걸쳐 녹색혁신이 활성화될 수 있는, 즉 녹색혁신이 혁신에 내재화되어 지속되는 관점에서 정부의 정책방향을 도출하고자 한다.

3.2 이론적 배경

혁신활동 전반에 녹색혁신을 내재화한다는 관점에서 다층적 혁신, 미션지향형 혁신이론, 5중 나선 혁신을 살펴보았다. 다층적 혁신은 혁신을 투입과 산출의 정적인 측면이 아닌 기술에서 기업과 산업, 가치 전반으로 확장되는 단계적이고 동적인 과정으로 보는 혁신이론이다. 미션지향형 혁신이론은 특정한 방향성을 가지는 혁신전략을 설명하는 이론이다. 마지막으로 5중 나선 혁신은 기업, 대학, 정부, 미디어 및 문화기반 시민사회, 환경 등 혁신 5주체가 DNA 구조와 같이 지속적으로 상호작용을 하면서 동적 혁신을 달성한다는 이론이다.

3.4 소결 및 시사점

녹색혁신의 활성화를 위해서는 혁신의 전 주기 전반으로 녹색혁신을 확산하는 것이 필요하며, 이를 위해 주요 부처별 특화 역량 분야를 중심으로 부처 사업 전반에 녹색혁신 개념을 확장하는 한편, 타 부처와의 협력을 주관하는 역할을 부여하는 것이 필요하다. 또한 녹색혁신을 활성화하기 위한 다양한 미션을 발굴하고 다부처 간의 협력과 교류를 이끌어낼 수 있는 거버넌스와 실행력을 확보하는 것이 필요하다. 이를 위해서는 예산심의권을 가진 국회 기후위기 특별위원회와 정책의 방향성을 주도하는 2050탄소중립녹색성장위원회 간의 긴밀한 협조를 통해 미션을 기획하고 예산을 구성 및 심의하는 체제가 요구된다.



4. 기업의 동적역량 강화 요소 분석과 정책지원 방향

녹색 산업혁신에서 연구개발을 통해 개발된 기술을 기업이 도입하는 확산 단계에서도 정책적 중요성이 크다. 녹색 기술의 확산이 충분히 일어날 수 있도록 기업의 혁신역량을 강화하고 유인하는 정부의 개입(지원)이 요구되며, 이를 위해 기업의 녹색 혁신여건과 역량을 분석하고 정책적 지원 및 유인 방안을 모색할 필요가 있다. 본 장에서는 기업의 혁신 행동에 관한 기존 이론과 전문가 AHP 분석을 바탕으로 기업이 새로운 기술을 받아들여 환경변화에 대처하는 동적 역량, 즉 혁신역량을 강화하기 위한 요소들을 분석하고, 이를 위한 정책요소들을 매칭하여 정책 제언과 향후 과제를 도출하였다.

4.1 개요

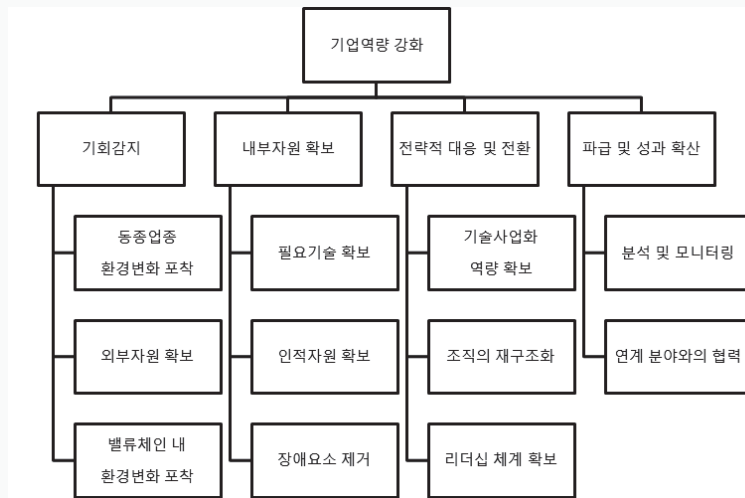
기업 차원의 녹색혁신 활성화를 위해서는 기업의 자체 역량을 통해 자발적으로 녹색혁신을 수행해야 하며, 이 과정에서 정부의 역할은 직접적인 공급보다도 역량 강화를 위한 간접 지원 역할이 중요하다. 이에 본 장에서는 기업이 자발적이고 능동적으로 녹색혁신을 지속적으로 추진하기 위해 필요한 역량과 이를 구성하는 요소를 도출하고, 요소 간 중요도를 도출하였다. 그리고 기업이 동적 역량을 확보하고 배양하는 과정에서 필요한 정부의 정책 방향성을 모색하였다.

4.2 이론적 배경

대외적인 혁신환경 변화에 적응하는 기업 역량을 설명하는 이론으로 동적역량 기반 혁신 이론과 회복력 개념이 있다. 동적역량 기반 혁신 이론은 기업이 변화하는 환경에 대응하기 위해 기업 안팎의 역량을 통합하고 대응체계를 구축하는 능력을 의미하며, 회복력은 변화하는 환경에서 기업이 지속적이고 안정적인 경영환경을 유지하는 역량을 의미한다. 한편 기업의 경쟁력 확보를 위한 요인은 녹색혁신의 활성화를 위한 혁신역량의 요소를 이해하는 데 도움이 된다. 이러한 관점에서 기업 경쟁력에 관한 포터의 다이아몬드 모델의 구성 요소별 역할을 분석하였다.

4.3 기업의 동적역량 분석 방법

본 연구에서는 전문가들을 대상으로 실시한 설문을 토대로 중요도 도출, 지표별 평가 결과 도출, P&P Toile 기반 정책전략 매핑 과정을 통하여 녹색혁신 활성화를 위한 기업의 역량을 살펴본다. 기업의 동적역량 요소별 중요도를 측정하기 위한 모델 구성은 <그림 2>와 같다.



자료: 저자 작성.

그림 2 기업 동적역량 분석 단계

4.4 분석 결과

녹색혁신을 활성화하기 위해서는 녹색혁신을 이해하고 지속적으로 추진 및 관리할 수 있는 리더십 확보가 가장 중요하다. 또한 자체적인 사업화 역량과 필요한 기술을 확보하는 것이 중요하게 나타났다. 즉, 기업이 자발적으로 녹색혁신을 활성화하기 위해서는 경영의 방향과 기술력이 모두 뒷받침되어야 한다.

4.5 소결 및 시사점

기업 역량 중요도 분석으로부터 도출된 시사점은 다음과 같다. 첫째, 기업의 녹색혁신 활성화는 결국 기업이 자발적·지속적으로 녹색혁신을 일반 혁신활동에 내재화하는 것으로, 이를 촉진하기 위해서는 기업 내 녹색혁신을 꾸준히 추진할 수 있는 리더십 역량을 강화하는 것이 필요하다. 둘째, 녹색혁신을 위한 기업의 자체 연구개발 및 상업화 역량 강화가 필요하다. 마지막으로 녹색혁신을 이끌거나 실질적으로 수행하고, 기업 내 문화로 파급시킬 수 있는 인력 양성을 확대하는 것이 필요하다.

5. 결론 및 제언

녹색경제로의 전환에서 혁신이라는 요소의 잠재력에 주목할 필요가 있다. 모든 부문에 걸쳐 온실가스 배출을 획기적으로 저감하는 탄소중립 경제, 다양한 자원의 순환이용성을 강화하는 순환경제로의 전환이 인류의 생존을 위한 중대한 과제로 떠오른 지금, 다양한 산업·자원·부문·영역 등 전방위적으로 녹색화하기 위한 종합적인 전략이 요구된다. 이 중 산업 부문의 생산기술을 혁신하여 탄소를 저감하고 자원 이용을 효율화하는 것은 효과적인 핵심 요소 중 하나이다.

새로운 기술이 개발되고 기업이 이를 받아들여 확산·이용되어 사회에 효과를 나타내기까지 혁신의 과정에는 외부효과, 불확실성, 역량의 한계 등 다양한 요인이 장애로 작용하여, 이를 극복하기 위한 정책적 개입이 요구된다. 이에 따라 녹색전환을 위한 산업혁신을 적절한 수준으로 활성화하기 위해서는 녹색 혁신정책과 기반을 점검하고 강화할 필요가 있다. 기존의 혁신정책으로 연구개발 활동에 대한 정부의 재정투자자 관리, 기업의 녹색기술 도입에 대한 유인과 지원 정책 등이 이루어지고 있으나, 탄소중립을 중심으로 하는 녹색전환이 중대한 국가의제가 된 지금 시점에서는 녹색 혁신정책이 국가의제를 떠받칠 수 있도록 더욱 체계화되고 강화될 필요가 있다.

5.1 녹색 산업혁신의 활성화를 위한 혁신정책의 전환 방향

1) 녹색 혁신정책의 전 주기형, 미션지향형 체계화

혁신정책은 흔히 연구개발에 대한 공공투자와 연구인프라 구축 등을 중심으로 논의되나, 녹색 혁신정책의 체계화·강화를 위해서는 혁신 과정의 전 주기를 충분히 고려할 필요가 있다. 기술개발 단계에 국한하지 않고 기술이 기업과 산업에 확산되고 경제·사회적 가치가 창출되고 파급되는 전 과정을 고려할 필요가 있으며, 5중 나선 혁신 모형에서 보듯이 혁신의 과정에 기업, 대학, 정부 외에도 시민사회, 자연환경 등 다양한 요소를 고려할 필요가 있다.

2) 연구개발(R&D) 중심의 녹색 혁신정책 전환 방향

녹색 혁신정책에서 중요한 전환 방향은 연구개발 활동에 대한 기획·투자·관리 위주인 현재의 혁신정책에서 미션지향형(MoIP), 전 주기형 통합관리체계를 강화하는 것이다. 특히 기후·환경과 같은 사회난제를 해결하기 위한 차별화된 방식으로, 연구개발과 더불어 기술의 시장 확산까지 고려하여 이를 위한 유인과 지원이 이루어질 필요가 있다. 아울러 현재 부처별로 각자의 소관 영역에서 진행되는 연구개발 사업 형태에서 나아가, 탄소중립과 같은 거대 녹색 미션을 중심으로 부처별 정책을 연계하는 혁신의 전 주기형 통합관리로 전환을 모색할 필요가 있다.

또한 녹색혁신을 위한 다양한 미션을 발굴하고 부처 간 협력을 이끌어낼 실행력 있는 거버넌스의 강화가 필요하다. 여기에는 다부처적 융합 관점의 기획력과 예산심의권이 갖추어질 필요가 있으며, 탄소중립 녹색성장위원회를 중심으로 녹색 미션을 발굴·기획하고 예산심의권을 가진 국회 기후위기 특별위원회와 협조 체계를 강화하는 것이 현실적인 대안으로 생각된다. 또한 녹색혁신을 위한 ARPA 조직을 설립하여 연구개발의 운영, 성과평가, 확산, 시장화 지원 등을 효과적으로 수행하도록 할 필요가 있다.

3) 기업의 녹색 혁신역량 지원을 위한 정책 방향

기업이 새로운 기술을 받아들여 환경변화에 대처하는 동적 역량, 즉 혁신역량을 강화하기 위한 요소들을 분석하여 기업의 혁신역량 지원 정책의 전환방향을 모색하였다. 기업이 능동적인 혁신의 주체가 되도록 정책지원이 필요하며, 특히 리더십 역량, 자체 연구개발 및 상업화 역량, 인력양성 등이 중요한 것으로

나타났다. 최고경영진, 임원 대상의 녹색혁신 교육과 인식개선 프로그램을 강화하고, 장기적으로 자체 연구개발을 수행할 수 있도록 지원을 강화하며, 인적 기반이 취약한 중소기업을 위한 녹색혁신 컨설팅을 강화하는 등이다. 또한 기업지원 프로그램이 저감장비 설치 지원 등 일회성으로 그치지 않고 연관된 혁신활동으로 이어지도록 컨설팅 등을 연계한 패키지 프로그램으로 설계할 필요가 있다.

5.2 녹색혁신 활성화를 위한 향후 과제

본 연구는 녹색전환에 있어 혁신의 중요성을 점검하고, 기존의 이론 모형과 정책 사례, 그리고 정책현황에 대한 분석을 바탕으로 녹색혁신을 강화하기 위한 정책 방향을 제시하였다. 향후 후속 연구를 통해 정책 제언을 구체화할 필요가 있는데, 폭넓고 체계적인 녹색혁신 미션의 지속적 발굴·기획, 전 주기형 녹색혁신을 구체화하기 위한 혁신 단계별 정책수단과 프로그램, 이를 실행하기 위한 거버넌스 체계의 설계, 기업의 녹색혁신 역량 진단을 바탕으로 혁신역량 강화를 위한 지원정책의 구체화 등이 그것이다.

CONTENTS

녹색 산업혁신의 활성화를 위한 정책 방향

국문요약

i

제1장

서론

- | | |
|-------------------|---|
| 1. 연구의 배경 및 개요 | 1 |
| 2. 본 연구의 배경 및 범위 | 4 |
| 3. 연구의 구성 및 주요 내용 | 6 |
| 4. 협동연구의 수행체계 | 7 |

제2장

녹색전환을 위한 산업혁신의 개요

- | | |
|------------------|----|
| 1. 기존 이론 모형의 검토 | 8 |
| 2. 주요국 정책 동향 | 10 |
| 3. 국내 관련 정책현황 검토 | 14 |

제3장

녹색 기술혁신을 위한 혁신정책의 전환 방향

- | | |
|----------------------------|----|
| 1. 개요 | 20 |
| 2. 동향 및 이론적 배경 | 23 |
| 3. 분석 설계 및 기본 현황 | 29 |
| 4. 기후·에너지·자원 관련 재정사업 분석 결과 | 34 |
| 5. 소결 및 시사점 | 63 |

제4장	기업의 동적역량 강화 요소 분석과 정책지원 방향	
	1. 개요	66
	2. 이론적 배경	67
	3. 기업의 동적역량 분석 방법	72
	4. 분석 결과	77
	5. 소결 및 시사점	81
제5장	결론 및 제언	
	1. 녹색 산업혁신을 위한 혁신정책의 전환 방향	84
	2. 녹색혁신의 활성화를 위한 향후 과제	88
참고문헌		89
Executive Summary		95

■ 표차례

표 1-1	녹색경제협동연구: 지난 5년간 연도별 주요 테마	3
표 2-1	미션지향형 혁신의 새로운 유형 특징 비교	9
표 2-2	『Europe 2020』 전략의 개요	11
표 2-3	EU 에코혁신 행동계획(2011)의 7대 행동영역	12
표 3-1	인류의 삶을 위협하는 장·단기 요인	21
표 3-2	기획재정부 프로그램 예산 구조(회계년도 2023년 기준)	30
표 3-3	부처별 기후·에너지·자원 관련 재정사업(전체)	31
표 3-4	부처별 기후·에너지·자원 관련 재정사업(R&D)	32
표 3-5	부처별 기후·에너지·자원 관련 재정사업(비R&D)	33
표 3-6	회계별 기후·에너지·자원 관련 재정사업(전체)	34
표 3-7	부처별 기후·에너지·자원 관련 재정사업(전체, 기후기금 조정 후)	35
표 3-8	주요 사업주체별 기후·에너지·자원 관련 재정사업(전체)	36
표 3-9	부처별 기후·에너지·자원 관련 재정사업(R&D, 기후기금 조정 후)	37
표 3-10	수행기관별 기후·에너지·자원 관련 재정사업(R&D, 기후기금 조정 후)	38
표 3-11	부처별 기후·에너지·자원 관련 재정사업(비R&D, 기후기금 조정 후)	39
표 3-12	주요 사업주체별 기후·에너지·자원 관련 재정사업(비R&D)	40
표 3-13	산업부 기후·에너지·자원 관련 재정사업 프로그램(전체, 기후기금 조정 후)	41
표 3-14	주요 사업주체별 산업부 기후·에너지·자원 관련 재정사업(전체, 기후기금 조정 후) ..	42
표 3-15	산업부 기후·에너지·자원 관련 재정사업 프로그램(R&D, 기후기금 조정 후)	43
표 3-16	산업부 기후·에너지·자원 관련 재정사업 프로그램(비R&D, 기후기금 조정 후)	45
표 3-17	과기부 기후·에너지·자원 관련 재정사업 프로그램(전체, 기후기금 조정 후)	47
표 3-18	주요 사업주체별 과기부 기후·에너지·자원 관련 재정사업(전체, 기후기금 조정 후) ..	47
표 3-19	과기부 기후·에너지·자원 관련 재정사업 프로그램(R&D, 기후기금 조정 후)	49
표 3-20	과기부 기후·에너지·자원 관련 재정사업 프로그램(비R&D, 기후기금 조정 후)	51
표 3-21	환경부 기후·에너지·자원 관련 재정사업 프로그램(전체, 기후기금 조정 후)	52
표 3-22	주요 사업주체별 환경부 기후·에너지·자원 관련 재정사업 프로그램(전체, 기후기금 조정 후)	53
표 3-23	환경부 기후·에너지·자원 관련 재정사업 프로그램(R&D, 기후기금 조정 후)	54
표 3-24	환경부 기후·에너지·자원 관련 재정사업 프로그램 현황(비R&D, 기후기금 조정 후) ·	56
표 3-25	국토부 기후·에너지·자원 관련 재정사업 프로그램(전체, 기후기금 조정 후)	58
표 3-26	주요 사업주체별 국토부 기후·에너지·자원 관련 재정사업 프로그램(전체, 기후기금 조정 후)	59
표 3-27	국토부 기후·에너지·자원 관련 재정사업 프로그램(R&D, 기후기금 조정 후)	60

표 3-28	국토부 기후·에너지·자원 관련 재정사업 프로그램(비R&D, 기후기금 조정 후)	62
표 4-1	동적역량 기반 혁신 단계 구성	69
표 4-2	기업의 회복력 관련 기존 논의	70



■ 그림 차례

그림 1-1	녹색경제의 범위 개념도	2
그림 1-2	2024 녹색경제협동연구: 보고서의 구성	4
그림 1-3	협동연구 체계도	7
그림 2-1	EU의 Horizon Europe 프로그램	13
그림 2-2	『탄소중립·녹색성장 국가전략』 체계도	16
그림 2-3	『제1차 탄소중립·녹색성장 국가 기본계획』 체계도	17
그림 2-4	탄소중립 기술혁신 로드맵(2023): 임무목표 수립 현황	18
그림 3-1	저탄소 분야 연구개발 규모(2020년 기준)	22
그림 3-2	자연친화적 전환(Nature Positive Transition)의 주요 방향	24
그림 3-3	기술사회 혁신시스템의 전이 과정	25
그림 3-4	미션기반 혁신의 구조	26
그림 3-5	나선형 혁신 개념의 확장	28
그림 3-6	5중 나선 혁신의 하위 시스템 구성	29
그림 3-7	산업통상자원부 기후·에너지·자원 관련 재정사업 내용 주요 키워드(전체)	42
그림 3-8	산업부 기후·에너지·자원 관련 재정사업 내용 주요 키워드(R&D)	44
그림 3-9	산업부 기후·에너지·자원 관련 재정사업 내용 주요 키워드(비R&D)	46
그림 3-10	과기부 기후·에너지·자원 관련 재정사업 내용 주요 키워드(전체)	48
그림 3-11	과기부 기후·에너지·자원 관련 재정사업 내용 주요 키워드(R&D)	50
그림 3-12	과기부 기후·에너지·자원 관련 재정사업 내용 주요 키워드(비R&D)	51
그림 3-13	환경부 기후·에너지·자원 관련 재정사업 내용 주요 키워드(전체)	53
그림 3-14	환경부 기후·에너지·자원 관련 재정사업 내용 주요 키워드(R&D)	55
그림 3-15	환경부 기후·에너지·자원 관련 재정사업 내용 주요 키워드(비R&D)	57
그림 3-16	국토부 기후·에너지·자원 관련 재정사업 내용 주요 키워드(전체)	59
그림 3-17	국토부 기후·에너지·자원 관련 재정사업 내용 주요 키워드(R&D)	61
그림 3-18	국토부 기후·에너지·자원 관련 재정사업 내용 주요 키워드(비R&D)	63
그림 3-19	혁신 전 주기를 고려한 녹색혁신 영역의 확산과 주요 부처의 역할	65
그림 4-1	포터의 기업경쟁력 모형	72
그림 4-2	기업 동적역량 분석 단계	73
그림 4-3	기업의 동적역량 분석 모델 및 구성요소	74
그림 4-4	글로벌 혁신지수의 구성	75
그림 4-5	정책적 접근을 위한 모듈 구성(위) 및 정책수단(아래)	76

그림 4-6	중요도 분석 모형	77
그림 4-7	2단계 지표별 중요도	78
그림 4-8	3단계 지표별 중요도	79
그림 4-9	가중치 반영 3단계 지표별 중요도	80
그림 4-10	정책포트폴리오 매칭 결과	82



제 1 장

서론

1. 연구의 배경 및 개요
2. 본 연구의 배경 및 범위
3. 연구의 구성 및 주요 내용
4. 협동연구의 수행체계

1. 연구의 배경 및 개요¹⁾

지속가능발전 실현을 위한 기반으로 경제시스템의 녹색화, 즉 녹색경제로의 전환은 매우 중요한 요소이다. 국제적 차원에서 녹색경제(Green Economy)는 2008년 유엔환경계획(UNEP: UN Environment Programme)의 녹색경제 이니셔티브(Green Economy Initiative) 등을 통해 생태보전, 탄소저감, 빈곤퇴치, 경제회복과 지속가능성을 구현하기 위한 개념으로 활용했고,²⁾ 2012년 UN Rio+20 정상회의에서 지속가능발전(Sustainable Development)을 실현하기 위한 중요 수단으로 천명되었다.³⁾ 국내 법제에서도 2010년 제정된 「녹색성장기본법」 제22조에서 녹색경제를 “화석연료의 사용을 단계적으로 축소하고 녹색기술과 녹색산업을 육성함으로써 국가경쟁력을 강화하고 지속가능발전을 추구하는 경제”로 정의하고, 정부는 이러한 녹색경제를 구현하여야 한다고 규정한 바 있다. 또한 최근 「기후위기 대응을 위한 탄소중립·녹색성장 기본법」(이하, 탄소중립기본법)(‘21.9) 제54조에서도 이를 이어받아 녹색경제의 구현과 촉진을 우리 정부의 책무로 규정하고 있다.⁴⁾

최근에는 기후위기, 탄소중립, ESG 등이 부상하면서 국내뿐 아니라 글로벌 녹색경제 정책, 산업 동향이 더욱 빠르게 변화하고 있다. 최근 EU의 그린딜, 기업 지속가능성 실사 지침(CSDDD)⁵⁾, 미국의 「인플레이션 감축법(IRA)」 등 특히 녹색산업, 금융, 무역 등에서 글로벌

1) 「녹색경제협동연구」 연차사업의 전년도 보고서인 정우현 외(2023)를 바탕으로 작성함.

2) UN SDG Knowledge Platform, “Green Economy”, 검색일: 2023.11.21.

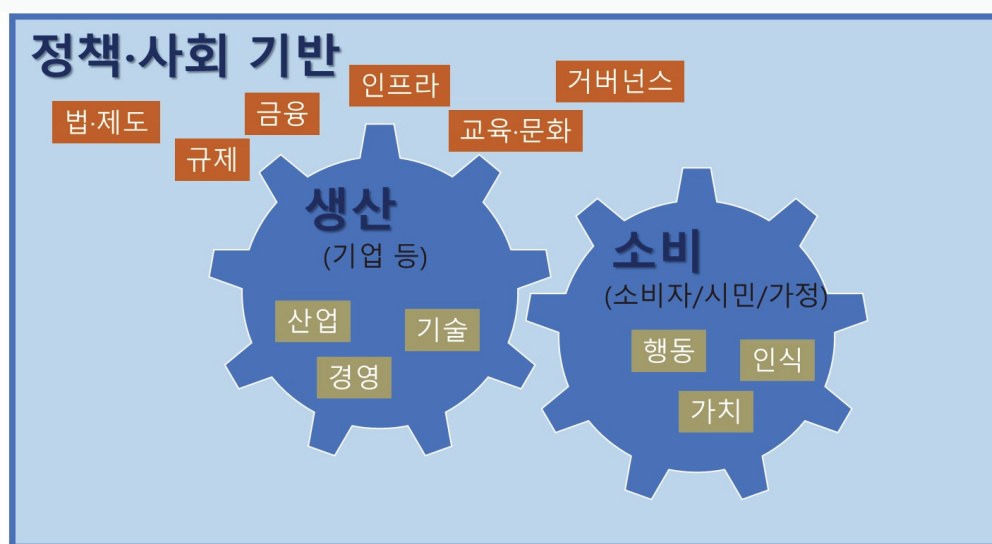
3) UN-CSD(2012), p.14.

4) 국가법령정보센터, “저탄소 녹색성장 기본법”(2010.1.13, 제정); “기후위기 대응을 위한 탄소중립·녹색성장 기본법”.

5) Corporate Sustainability Due Diligence Directive.

영향력이 큰 움직임이 많았다. 이러한 배경에서 녹색경제 관련 국내외 정책과 연구 동향, 관련 현황 및 전망 등을 지속적으로 분석하고, 우리 녹색경제에 대한 시사점과 대응방안, 연구 수요와 정책과제 등을 도출할 필요가 있다.

‘녹색경제(Green Economy)’의 개념은 여러 문헌에서 다양하게 정의되나,⁶⁾ 본 연구사업에 서의 녹색경제(그림 1-1 참조)는 생산과 소비가 맞물려 돌아가는 경제시스템에 기후위기 대응, 자원순환, 오염 저감, 사회적 포용 등의 녹색가치(Green Value)가 반영되도록 하는 데 중점을 두고, 경제시스템을 구성하는 두 축인 생산과 소비 부문을 대상으로 그 행태적 특성과 그들의 녹색전환을 촉진할 수 있는 정책·사회 기반(법·제도, 규제, 금융, 인프라, 교육·문화, 거버넌스 등)의 효과를 탐구하고자 한다.



자료: 정우현 외(2023), p.2.

그림 1-1 녹색경제의 범위 개념도

즉, 본 연구사업의 목표는 우리 사회를 녹색 경제·사회 시스템으로 전환하기 위한 부문별·영역별 전략을 발굴·개발해 나가는 것이며, 이를 위해 종합적, 중장기적, 다학제적, 비전통적·확장적 접근을 지향하고자 한다. 녹색경제로의 전환이라는 포괄적 목표를 위해 구성된 사업 이므로 종합적 관점을 지향하는 한편, 개별과제를 통한 부문별·영역별 접근을 통해 구체성 있는 진단과 전략을 모색하고자 한다.

6) UNEP(2011), p.2; Tamanini et al.(2016), p.8.

표 1-1 녹색경제협동연구: 지난 5년간 연도별 주요 테마

연도	주요 테마	분류
2019년	- 녹색경제 활성화를 위한 환경규제 개선방안 - 어린이 녹색생활환경 구축 연구(1)	- 제도(규제) - 인프라(생활환경)
2020년	- 지속가능한 도시관리를 위한 스마트 축소 모형 연구(1) - 녹색경제 활성화를 위한 환경규제 개선방안(2) - 어린이 녹색생활환경 구축 연구(2)	- 인프라(도시계획) - 제도(규제) - 인프라(생활환경)
2021년	- 지속가능한 도시를 위한 스마트 축소 모형 연구(2) - 어린이 녹색생활환경 구축 연구(3): 위해 저감을 위한 녹색소비 활성화 방안 도출	- 인프라(도시계획) - 위해, 소비
2022년	- 지속가능한 소비를 위한 폐기물 감량·재사용 행동 모니터링 및 지원방안(1) - 환경분야 지방재정지출의 성과 분석 및 발전방안(1)	- 소비(행동) - 재정
2023년	- 녹색경제로의 전환을 위한 이행전략 개발 - 환경분야 지방재정지출의 성과 분석 및 발전방안(2)	- 제도(녹색 기준), 소비(행동, 가치) - 재정

자료: 김현노 외(2019); 정다운 외(2019); 박창석, 신지영 외(2020); 김현노, 신동원 외(2020); 정다운 외(2020); 신지영, 박창석 외(2021); 주문술, 정다운 외(2021); 주문술 외(2022); 강성원 외(2022); 정우현 외(2023); 강성원 외(2023).

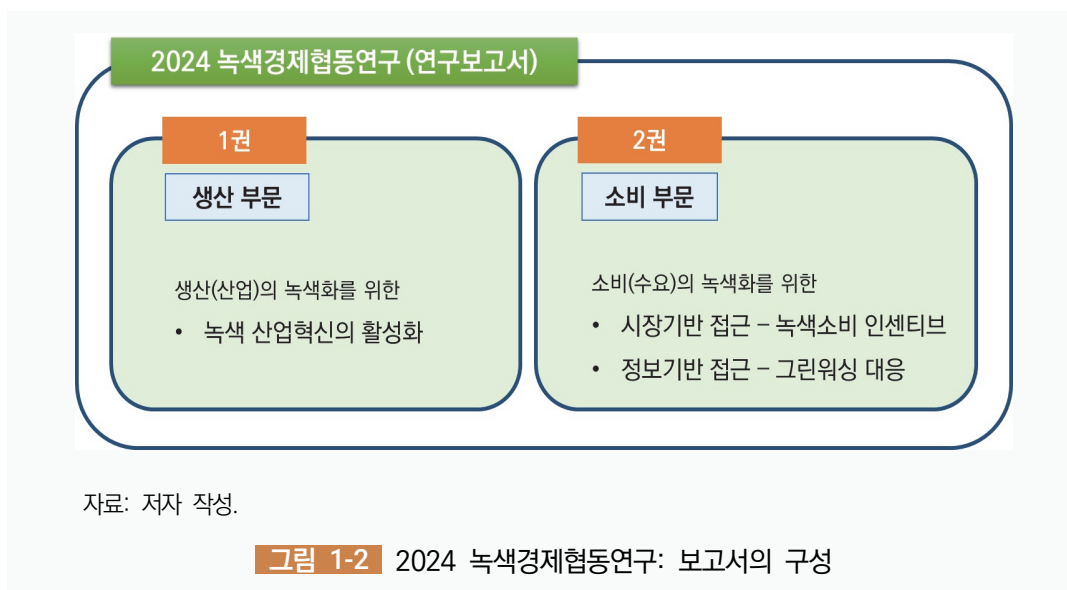
지난 5년간 녹색경제협동연구에서는 환경규제, 어린이 생활환경, 위해 저감을 위한 녹색소비, 폐기물 감량·재사용 행동, 도시계획, 지방재정 등 여러 분야에 걸쳐 크고 작은 다양한 주제가 다루어졌다. 개별 연구들의 성과에도 불구하고 연구사업 단위에서는 통일적인 지향성이나 연차사업이 가질 수 있는 중장기적 관점의 기획이 미흡하다는 비판이 있었다. 이와 더불어 사업 규모가 점차 축소되어 온 여건 변화에 맞추어, 올해 본 연구사업에서는 두 권의 연구보고서를 통해 각각 생산과 소비 부문에서 녹색경제로의 전환을 위한 전략을 발굴하는 것을 목표로 하였다.

이에 대한 사전작업으로 작년도 연구⁷⁾에서는 국내외 문헌 분석을 통해 녹색경제로의 전환을 위한 주요 이슈와 과제를 분석하는 작업을 실시하였는데, 도출된 주요 이슈 중에 소비 부문에서의 수요관리와 생산 부문에서의 기술혁신이 포함되었다. 주목할 만한 점으로, 수요관리에서는 친환경적 소비 유도에 필요한 정보와 유인(인센티브)이 취약하다는 점이 지적되었으며, 기술혁신에서는 잠재력이 큰 기술을 개발하는 단계와 더불어 기업이 그러한 기술을 수용하는 단계의 중요성이 부각되었다.

이에 따라 올해 녹색경제협동연구 사업은 각각 생산과 소비 부문에 관한 총 두 권의 연구보고서로 구성하였다. 먼저 생산(산업) 부문에서 ‘녹색 산업혁신의 활성화를 위한 정책방향’은

7) 정우현 외(2023), 제5장 참조.

기술의 개발과 기업의 수용 단계를 포괄하는 녹색 산업혁신의 활성화 전략을 다룬다. 또한 소비(수요) 부문의 ‘수요 부문 녹색시장 활성화를 위한 정책 방향’은 수요의 녹색화를 위한 정보와 유인으로서, 시장기반 접근인 녹색소비 인센티브(유인 정책)와 함께 정보기반 접근으로서 그린워싱 대응 측면을 다룬다. 본 연구를 통해 녹색경제로의 전환을 위한 다양한 전략을 발굴하여 정책으로 발전시키고, 또한 의미 있는 이슈와 연구 과제를 발굴하여 향후 다양한 형태로 수행해 가고자 한다.



2. 본 연구의 배경 및 범위

생산과 소비 부문으로 구성된 올해의 연구보고서 두 권 중 제1권인 ‘녹색 산업혁신의 활성화를 위한 정책방향’에서는 녹색경제로의 전환을 위한 여러 요소 중 녹색 산업혁신을 다루고자 한다.

기후·환경 문제는 경제시스템에 자원이 투입되어 소비자들이 원하는 제품을 생산하는 과정에서 발생하는 부산물로 볼 수 있다. 이러한 경제시스템의 생산 부문을 녹색화함으로써 소비자들에게 같은 효용을 발생시키면서도 자원의 이용량이나 오염 발생을 줄일 수 있다. 녹색 생산기술을 개발하고 이를 널리 이용하는 것은 사회 후생을 손실시키지 않으면서도 기후환경 문제를 저감할 수 있는 효율적인 방안인 것이다.

본 보고서에서 다룬 혁신은 녹색전환을 위한 중요한 디딤돌 전략이다. 탄소중립 경제와 순환 경제로의 전환이 인류의 생존을 위한 시급하고 중요한 과제로 떠오른 지금, 다양한 산업, 자원, 부문, 영역을 전방위적으로 녹색화하기 위한 종합적인 전략이 요구된다. 이 중 산업부

문의 생산기술을 혁신하여 탄소를 저감하고 자원이용을 효율화하는 것은 녹색전환을 가속화할 수 있는 효과적인 핵심 요소다. 나아가 녹색전환을 경제·사회 구조의 근본적 변화(Green Transformation)로 정의한다면 구조적 전환을 일으킬 파괴적 수준의 혁신이 다양하고 풍부하게 일어날 필요가 있다.

문헌에서 혁신의 개념은 매우 폭넓게 정의되기도 한다. 일례로 EU의 『에코혁신행동계획』(EU 2011, p.2)에서는 에코혁신(Eco-Innovation)을 “환경에 미치는 영향을 줄이고, 환경적 압박에 대한 회복력을 강화하며, 자연 자원을 더욱 효율적이고 책임감 있게 사용함으로써 지속가능발전이라는 목표를 향해 중요하고 입증 가능한 진전을 이루거나 이를 목표로 하는 모든 형태의 혁신”으로 상당히 폭넓게 정의하였다. 이렇게 넓은 의미에서 녹색혁신을 정의한다면 ESG경영, 소셜벤처, 사회적기업과 같은 경영방식의 혁신, 자발적 탄소시장과 같은 제도의 혁신, 윤리적 소비와 같은 소비/문화의 혁신 등 다양한 요소도 포함될 수 있다. 한편 OECD(2011, p.29)에서처럼 혁신을 “기술적으로 새롭거나 상당히 개선된 제품 또는 프로세스이며, 여기에 조직 혁신과 마케팅 혁신이 포함”되는 범위로 보기도 한다.

본 연구에서 녹색혁신은 경제시스템 중 생산(산업) 부문에 주목한다. 즉 본 연구에서의 ‘녹색 산업혁신’이란 녹색 관점에서 더 높은 수준의 생산기술이 개발되고, 기업이 이를 도입·활용하여 제품이 생산·소비됨으로써 경제·사회 시스템에 확산되어 실질적인 영향을 주는 과정을 말한다.

기술혁신의 과정은 정우현 외(2023, p.204)에서 기술했듯 흔히 연구개발(Research and Development) → 시현(Demonstration) → 확산(Deployment and Diffusion)의 3단계로 나눈다. 이 중 특히 정책의 역할이 중요한 단계는 연구개발과 확산 단계라고 볼 수 있다.

연구개발 단계에서는 연구의 성공 여부에 대한 불확실성이 높고 연구성과가 사회에 확산될 때 긍정적 외부효과가 발생하므로 민간의 연구개발 투자가 사회적으로 적절한 수준으로 일어나지 않을 수 있어 정부의 개입(투자)이 요구된다. 따라서 연구개발 단계를 이끌고 지원하는 정부의 이러한 혁신정책을 어떻게 운용하고 개선할 것인가가 정책적 관심사이다.

한편 기업이 기술을 받아들여 활용하는 확산 단계에서도 녹색기술이 갖는 긍정적 외부효과, 투자와 이익 실현 사이의 시간적 지연과 불확실성, 중소기업의 혁신역량 부족 등 여러 요인으로 녹색기술의 확산이 충분히 일어나지 않을 수 있다. 따라서 기업의 혁신역량을 강화하고 유인하는 정부의 개입(지원)이 요구된다. 이에 따라 기업의 녹색 혁신여건과 역량을 분석하고 지원 및 유인 방안을 모색하는 것이 정책적 관심사이다.

물론 정부의 역할이 이 두 요소에 국한되는 것은 아니다. IEA(2020, pp.13-16)는 녹색혁신에서 정부 정책의 역할을 연구개발(R&D)에 대한 재정 투자, 네트워크 기반 제공, 지식재산권 보호, 수출업체 지원, 신제품 구매, 중소기업 지원, 공공 가치의 형성, 그리고 시장과 금융에 대한 전반적인 규제와 틀 설정 등으로 넓게 보고 있다.

아울러 녹색이라는 용어에 대해서도 이를 넓게 정의한다면 지속가능발전의 관점에서 기후·환경뿐 아니라 빈곤, 복지, 정의, 성평등과 같은 사회적 가치도 포괄하는 경우도 있으나 본 보고서에서는 기후·환경문제의 해결에 기여하는 저탄소, 오염저감, 자원절감 등의 가치를 중점적으로 다룬다.

3. 연구의 구성 및 주요 내용

이하 본 보고서는 다음과 같이 구성된다.

제2장에서는 녹색전환을 위한 산업혁신의 본격적인 분석에 앞서 관련 이론 모형을 검토하고 해외 정책사례와 한국의 현황을 살펴본다. 혁신정책에 대한 중요한 기존 논의인 미션지향형 혁신정책(MoIP)에 대해 그 개요와 기후·환경 문제에 적용할 때의 유의점을 검토하고, 이어 유럽의 에코혁신 정책과 Horizon Europe 프로그램, 그리고 미국의 미션지향형 혁신의 구체적 사례로서 에너지부의 ARPA-E를 살펴보았다. 그리고 한국의 현행 녹색전환 정책의 핵심이라 할 수 있는 탄소중립 정책에 혁신의 요소가 어떻게 반영되어 있는지 검토하였다.

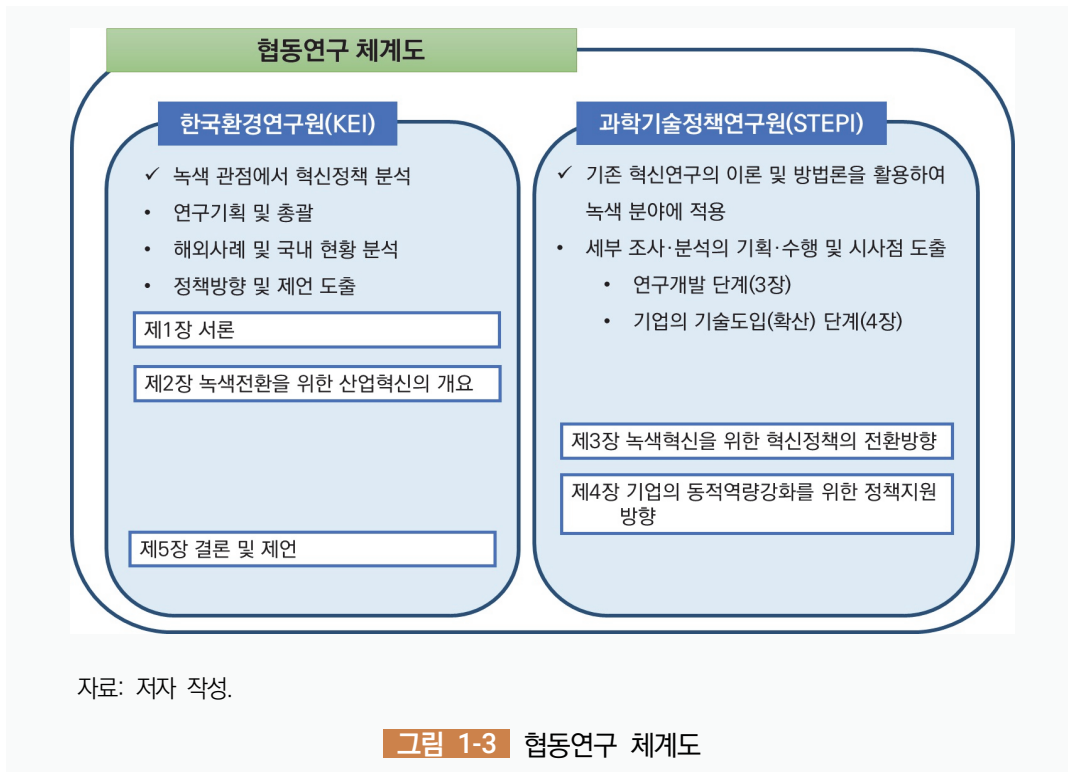
이어 제3장과 제4장에서는 각각 기술개발 단계와 산업확산 단계에서의 녹색혁신 관련 정책 및 현황을 분석하고 이를 바탕으로 향후 과제 및 시사점을 논하였다. 제3장은 기술의 혁신 즉 연구개발 단계에 주목하여, 혁신활동과 정책에 대한 이론적 배경 및 관련 동향을 검토하고, 탄소중립 시대 녹색정책의 핵심 영역인 기후·에너지·자원 관련 정부 재정사업 데이터를 분석하여 정부의 R&D 및 기타 재정사업이 어떤 양상으로 시행되고 있는지 파악하였으며, 이를 바탕으로 녹색 혁신정책의 전환방향과 후속 과제를 제시하였다.

제4장은 연구개발을 통해 개발된 기술을 기업이 받아들여 활용하는 확산 단계에 주목하여, 기업의 혁신 행동에 관한 기존 이론과 전문가 AHP 분석을 바탕으로 기업이 새로운 기술을 받아들여 환경변화에 대처하는 동적역량, 즉 혁신역량을 강화하기 위한 요소들을 분석하고, 이를 위한 정책 요소들을 매칭시켜 정책 제언과 향후 과제를 도출하였다.

마지막으로 제5장에서는 본 연구의 시사점을 정리하고 정책 제언 및 향후 과제를 제시한다.

4. 협동연구의 수행체계

본 연구는 녹색경제협동연구 사업의 일환으로서, 경제·인문사회연구회에 소속된 두 국책연구기관인 한국환경연구원(KEI)과 과학기술정책연구원(STEPI)의 협동연구로 수행되었다. 녹색전환에서 혁신이라는 요소를 촉진하기 위해 한국환경연구원(KEI)이 갖는 녹색(기후·환경) 정책영역에서의 전문성과 과학기술정책연구원(STEPI)의 혁신정책 전문성을 바탕으로 공통의 주제를 같이 탐구하였다. 혁신연구 전문기관인 STEPI에 기존 혁신연구의 이론 및 방법론을 바탕으로 녹색 분야의 혁신정책 개발을 위한 기초 분석을 의뢰하였다. 한편 KEI의 연구진은 녹색 관점에서 기존 혁신이론과 정책사례 및 현황을 분석하고 STEPI의 분석결과를 종합하여 녹색 산업혁신을 활성화하기 위한 정책 제언과 향후 과제를 도출하였다.



제2장

녹색전환을 위한 산업혁신의 개요

1. 기존 이론 모형의 검토
2. 주요국 정책 동향
3. 국내 관련 정책현황 검토

본 장에서는 녹색전환을 위한 산업혁신의 전환 방향을 구체적으로 분석하기에 앞서, 기존 이론 모형과 외국의 정책사례, 그리고 한국의 현황을 검토한다. 먼저 혁신정책에 대한 중요한 기존 논의인 미션지향형 혁신정책(MoIP)의 개요와 기후·환경 문제에 적용할 때의 유의점을 검토한다. 이어 유럽의 에코혁신 정책과 Horizon Europe 프로그램, 그리고 미국의 미션지향형 혁신의 구체적 사례로서 에너지부의 ARPA-E를 살핀다. 그리고 한국의 현행 녹색전환 정책의 핵심이라 할 수 있는 탄소중립 정책에 혁신의 요소가 어떻게 반영되어 있는지 검토한다.

1. 기존 이론 모형의 검토

가. 미션지향형 혁신정책(MoIP)과 기후·환경 문제

미션지향형 혁신정책(MoIP: Mission-oriented Innovation Policy)은 전통적인 기술 중심의 관점에서 벗어나 사회문제 해결을 위한 포괄적 접근을 취한다.⁸⁾ 혁신정책에서 미션지향성이 강화되어야 한다는 방향성은 한국에서도 새로운 논의는 아니지만,⁹⁾ 아직 우리 혁신 정책에 충분히 반영되었다고는 할 수 없다.

미션지향형 혁신의 고전적 사례는 미국의 우주과학, 국방기술 등의 분야를 들 수 있다.

8) OECD(2022), p.138.

9) 이승규(2022); 이혜진 외(2023); 정책브리핑(2022.12.15), “‘임무중심 R&D 혁신체계’ 구축...”, 검색일: 2024.10.18; 대덕넷(2023.11.2), “혁신 위해 미션 중심 R&D로 패러다임 바꿔야”, 검색일: 2024.10.18.

NASA의 달 왕복선을 성공시킨 아폴로 미션은 고전적 사례이며, 국방기술의 혁신을 이끈 DARPA(국방연구청)¹⁰⁾는 스텔스기와 같은 국방기술 외에도 인터넷, GPS, 인공혈액 등 타 분야에도 확산된 혁신적인 연구성과를 이끌어냈다. DARPA는 이후 에너지의 ARPA-E, 보건 분야의 ARPA-H, 교통인프라의 ARPA-I 등 미션지향형 연구개발을 지휘하는 분야별 유사 조직의 효시가 되었다(OECD, 2022, p.153).

미션(Mission)이란, 분야를 초월하고 야심 차며 시간 제한이 있고 측정 가능한, 거대한 사회적 도전과제를 다루는 이니셔티브를 말한다. 미션지향적 혁신(Mission-Oriented Innovation)은 이러한 도전과제에 관한 명확한 결과물과 특정한 미션을 달성하기 위한 포괄적인 목표를 설정한다(OECD, 2022, p.139). 미션지향형 혁신 정책의 특징으로는 도전적 거대미션의 설정, 이를 지향하는 하위 프로젝트의 구성, 개방형 및 다부문 협력형 등을 들 수 있다.

우주, 국방, 원자력 등의 기술 분야에서 눈부신 성과를 거둔 고전적인 미션지향형 혁신체계와 다르게 최근 인류가 직면한 복잡한 사회난제를 해결하기 위해서는 이와 차별화된 미션지향형 혁신체계가 필요하다는 점이 중요하다. Mazzucato(2018)에 따르면 기후, 환경, 빈곤과 같은 현대의 복잡한 사회난제의 특징으로 (1) 문제 자체의 복잡성이 높고, (2) 많고 다양한 행위자와 이해관계자들이 관계되며, (3) 기술의 변화뿐 아니라 정책·규제·제도적 변화까지 요구된다는 점 등을 들 수 있다.

표 2-1 미션지향형 혁신의 새로운 유형 특징 비교

기존의 혁신 주제: 국방, 원자력, 우주과학 분야	새로운 혁신 영역: 환경 및 사회난제
주요 참여자 그룹 밖으로의 결과 확산은 중요도가 낮거나 적극적으로 억제됨	결과의 확산은 핵심적 목표이며 적극적으로 장려됨
미션은 경제적 실현 가능성에 대한 고려는 거의 없이 기술적 성과의 수로 정의됨	미션은 특정 사회문제에 대한 경제적으로 실현 가능한 기술적 해결책의 관점에서 정의됨
기술개발의 목표와 방향은 소수의 전문가 그룹에 의해 사전에 정의됨	기술 변화의 방향은 정부, 민간기업, 소비자 그룹을 포함한 다양한 주체들의 영향을 받음
정부 행정 내에서의 중앙집중적 통제	많은 주체가 참여하는 분산형 통제
소수의 급진적 기술에 대한 강조로 인해 참여는 소수의 기업으로 제한됨	급진적 혁신과 점진적 혁신의 개발을 모두 강조하여 많은 기업이 참여할 수 있도록 함
정책적 보완의 필요성이 적고 일관성에 대한 요구가 거의 없는 자체 완결형 프로젝트	혁신의 성공을 위해 정책적 보완이 필수이며 다른 목표들과의 일관성에 세심한 주의가 요구됨

자료: Mazzucato(2018), p.805.

10) DARPA(Defense Advanced Research Projects Agency, 국방연구청). 설립 당시 명칭은 ARPA (Advanced Research Projects Agency)였다.

우주, 국방, 원자력에 비해 기후, 환경문제의 영역은 기술의 변화만으로 문제를 해결하기 어렵고, 기술을 사용하는 기업과 나아가 소비자 행동의 변화, 인식의 변화, 정책과 제도의 변화까지도 요구되는 경우가 많으며, 나아가 다양한 사회문제, 정책문제와 얽혀 있어 풀기 어려운 경우가 많다. 우주, 국방, 원자력의 경우 주로 정부가 직접 수행하거나 소수의 민간기업과 협력하므로 관계자의 수가 적고, 혁신적인 기술이 개발되었을 때 확산의 속도가 빠르고 장애요인이 거의 없는 것이 특징이다. 반면 기후, 환경의 경우 거의 전 산업 부문 그리고 대기업, 중소기업, 공공부문 등 모든 영역에 걸쳐 있어 개발된 기술이 확산되는 속도가 더디고 다양한 장애요인이 존재하게 된다.

따라서 기후, 환경과 같은 새로운 사회난제를 해결하기 위한 미션지향형 혁신에서는 혁신성과의 성공적 확산이 매우 중요하므로, 기술 확산을 촉진하는 것까지 녹색 혁신정책의 영역으로 강조될 필요가 있다.

정리하면, 첫째 기후·환경문제를 해결하고자 하는 녹색 혁신정책 체계에서 미션지향성의 강화가 중요하며, 이를 위해 탄소중립, 순환경제와 같은 국가적 의제를 향한 도전적 거대 미션과 이를 바탕으로 체계화된 하위 프로젝트, 개방형, 초부처적 협력형 프로젝트 운영 등의 변화가 요구된다. 둘째 녹색 혁신정책은 기술개발에 머무르지 않아야 하며, 기술이 각 기업에 도입·확산되어 사회에 적용되고 효과를 낼 수 있도록 전 과정을 고려한 혁신정책의 확장이 요구된다. 또한 기업의 혁신역량 지원 등 기술의 확산 단계까지 지원하는 패키지형 정책이 요구된다. 좀 더 구체적인 방법은 미국 ARPA-E 사례를 소개하는 다음 절에서 논의된다.

2. 주요국 정책 동향

가. EU의 녹색 혁신정책 사례

1) EU 에코혁신(Eco-Innovation)

유럽연합(EU)은 2011년 ‘에코혁신 행동계획(Eco-Innovation Action Plan)’을 수립한 이래 종합적·체계적으로 녹색혁신 정책을 추진하고 있다.

이 계획에서 에코혁신(Eco-Innovation)이란 “환경 영향을 저감하거나, 환경 압력에 대한 회복력을 높이거나, 자연자원을 더 효율적이고 책임 있게 이용함으로써 지속가능발전의 목표를 향한 진전을 이루는 혹은 이루고자 하는 모든 형태의 혁신”을 말한다.¹¹⁾

11) EU(2011), p.2.

이 행동계획은 전년도인 2010년 발표되었던 유럽 공동체 차원의 발전전략인 『Europe 2020』 전략의 후속 조치이기도 하다. 이 전략은 당시 유럽이 직면한 다층적 위기의 극복을 위해서는 경제·사회의 근본적 전환(Transformation)이 요구된다는 문제의식에 기반하였으며, 스마트하고 지속가능하며 포용적인 경제체제로 전환하여 높은 수준의 고용과 생산성, 사회통합을 달성하고자 하였다. 여기서 스마트한 경제란 지식과 혁신에 기반한 경제체제를 말한다.¹²⁾

표 2-2 『Europe 2020』 전략의 개요

구분	Europe 2020 전략		
핵심목표 headline targets	• (고용률) 20~64세 인구 고용률 75% • (연구개발 투자) GDP 대비 R&D 투자 비율 3% • (기후·에너지: 20/20/20 목표) - 온실가스 배출량 1990년 대비 20% 감축 - 최종에너지 소비의 신재생 비중을 20%로 확대 - 에너지 효율 20% 향상 • (교육) 조기 중퇴율 10%, 30~34세 인구의 고등교육 이수율 40% • (빈곤) 국가 빈곤선 미만의 인구 비율 25% 감축		
3대 비전	스마트한 성장 Smart growth	지속가능한 성장 Sustainable growth	포용적인 성장 Inclusive growth
7개 주력 이니셔티브 Flagship initiatives	(혁신) "Innovation Union"	(기후, 에너지, 교통) "Resource efficient Europe"	(고용, 직업기술) "An agenda for newskillsandjobs"
	(교육) "Youth on the Move"		
	(디지털 사회) "A digital agenda for Europe"	(경쟁력) "An industrial policy for the globalisation era"	(빈곤) "European platform against poverty"

자료: EU(2010), p.32를 바탕으로 저자 작성.

이 전략을 위해 고용, 연구개발 투자, 기후·에너지, 교육, 빈곤의 5개 분야에 걸쳐 2020년까지 달성하고자 하는 핵심목표(Headline Targets)를 설정하였다. 이 중 연구개발 투자에 관한 목표(Headline Target)는 EU의 GDP의 3%를 R&D에 투자한다는 것이었으며, 기후·에너지 목표는 1990년 대비 온실가스 배출량 20% 감축, 최종에너지 소비의 신·재생에너지 비중을 20%로 확대, 에너지 효율의 20% 향상이라는 이른바 20/20/20 목표였다.¹³⁾

또한 이를 위해 혁신, 교육, 디지털화, 자원효율, 글로벌 기업환경, 미래 직업과 기술, 빈곤타파에 걸친 7개의 주력 이니셔티브(Flagship Initiatives)를 추진하였다. 이 중 혁신에 관한 이니셔티브(혁신 공동체, Innovation Union)는 연구·혁신을 위한 여건 및 자금에 대한 접

12) EU(2010), p.5.

13) EU(2010), p.5, p.32.

근성을 개선함으로써 혁신적인 아이디어들이 상품과 서비스로 이어지고 성장과 일자리를 견인하도록 하는 것이었다. 자원효율 이니셔티브(Resource Efficient Europe)는 자원의 사용량과 경제성장과의 상관관계를 끊고, 저탄소 경제로 전환하며, 재생에너지의 사용을 늘리고, 수송부문을 현대화하며 에너지효율을 향상시키고자 하였다. 글로벌 기업환경에 관한 이니셔티브(글로벌 시대의 산업정책, An Industrial Policy for the Globalisation Era)는 글로벌 경쟁을 위한 튼튼하고 지속가능한 산업기반을 마련하고, 특히 중소기업을 위한 기업환경을 개선하고자 하였다. 미래직업과 기술 이니셔티브(새로운 직업기술과 일자리를 위한 어젠다, An Agenda for New Skills and Jobs)는 노동이동을 포함하여 노동 수요와 공급 간 매치를 개선하고, 노동참여를 확대하기 위해 생애주기에 걸쳐 직업기술을 개발하여 노동역량을 강화하며 노동시장을 현대화하고자 하였다. 디지털화에 관한 이니셔티브(A Digital Agenda for Europe)는 고속 인터넷의 확대를 가속화하고 디지털화된 단일 시장의 혜택을 각 가정과 기업이 누리도록 하고자 하였다.¹⁴⁾

즉, 2020년을 내다본 유럽의 이 발전전략에서는 기후·에너지와 자원효율 등 녹색 이슈 해결을 강조하였으며, 그 주요 수단으로 연구개발, 디지털 인프라의 활용, 중소기업 등 산업계의 역량강화, 교육 및 직업훈련을 통한 노동인구의 생산성 강화 등을 제시하였다. 따라서 이들을 결합한 추진계획으로서 ‘에코혁신 행동계획’이 마련된 것으로 볼 수 있다.

‘에코혁신 행동계획’(EU, 2011)은 혁신을 활성화함으로써 환경에 대한 압력을 줄이고, 또한 혁신과 시장의 간극을 줄여 혁신이 시장으로 이어지도록 하고자 하였다. 이 계획은 <표 2-3>과 같이 7개의 행동영역으로 구성되었다.¹⁵⁾

표 2-3 EU 에코혁신 행동계획(2011)의 7대 행동영역

구분	7대 행동영역의 주제
1	친환경 혁신 촉진을 위한 환경 정책 및 규제
2	친환경 혁신을 위한 시범 프로젝트 및 파트너십
3	주요 상품, 공정 및 서비스의 환경 발자국 감소를 위한 표준 및 성과 목표
4	중소기업을 위한 금융 및 지원 서비스
5	국제 협력
6	새로운 기술과 일자리
7	유럽 혁신 파트너십

자료: EU(2011), pp.7-14를 바탕으로 저자 작성.

14) EU(2010), pp.5-6, p.32.

15) EU(2011), pp.7-14.

2) Horizon Europe 프로그램

EU의 Horizon Europe은 EU 차원의 연구·혁신 지원 프로그램으로, 현재 대표적인 미션지향형 혁신 프로그램의 하나로 꼽힌다. 2020년을 목표로 시행되었던 Horizon 2020 프로그램의 후속 성격인데, 프로그램 운영 기간인 2021~2027년의 7년간 총 955억 유로(약 138조 원)의 예산이 투입될 계획으로 전 세계적으로 가장 큰 연구개발 투자 프로그램 중 하나이다.¹⁶⁾ 2025년 한국도 준회원 자격으로 가입 예정이다.¹⁷⁾

Horizon Europe의 미션 영역은 기후변화 적응(사회전환 포함), 암 극복, 해양·연안·내륙수(Inland Water)의 건강성, 기후중립 스마트도시, 토양 건강성 및 식품의 5개 영역으로 구성되어 있다. EU의 연구혁신은 연구혁신총국(DG-RTD)을 중심으로 하는 프레임워크 프로그램(Framework Programme) 체계로 추진되는데, 개별 국가 단위보다 EU 차원에서 추진함으로써 규모의 경제를 통해 목표달성도의 제고가 기대된다.



16) Horizon Europe, "Horizon Europe", 검색일: 2024.11.23.

17) 한겨레(2024.3.25), "한국, '세계 최대' 연구혁신 프로그램 '호라이즌 유럽' 준회원국 가입", 검색일: 2024.7.10.

나. 미국의 미션지향형 혁신: 에너지부의 ARPA-E 사례¹⁸⁾

국방 분야의 DARPA를 중심으로 하는 미국의 고전적 미션지향형 혁신체계는 앞서 간략히 소개한 바 있다. 본 절에서는 앞서 언급한 새로운 사회난제 해결형의 특징을 보여주는 사례로 에너지 분야의 ARPA-E를 소개하고자 한다.

미국 에너지부(Department of Energy) 산하의 ARPA-E(Advanced Research Projects Agency - Energy)는 미션지향형 연구개발 혁신관리를 위한 정부기관이다. 국방 분야 성공 사례인 DARPA를 모델로 하여 설립되었으며, 보건 분야 혁신을 위한 ARPA-H(Health), 교통인프라를 위해 2023년 설립된 ARPA-I(Infrastructure) 등과 유사한 조직이다. ARPA-E의 목표는 전환적인(Transformational) 에너지 기술을 촉진하는 것으로, 잠재력도 높고 영향력도 높은 에너지 기술을 개발하는 것이며, 민간 부문이나 응용기술 R&D 투자가 적절하지 않은 초기 단계의 기술이 타깃이다.¹⁹⁾

ARPA-E의 주목할 만한 특징으로 Technology-to-Market Program을 들 수 있다. 이는 펀드 수혜자에게 시장수요를 이해하는 데 필요한 실무훈련과 경영정보를 제공하는 것으로, 펀드 수혜자는 프로젝트 시작 단계에서 기술의 시장화 계획을 제출하고, ARPA-E의 Tech-to-Market Advisor와 함께 이 계획 및 상용화 전략을 발전시켜 나가게 된다. 또, ARPA-E는 투자자, 정부기관, 관계 기업, 기타 기관 등과의 네트워크를 활성화하는 역할을 한다.²⁰⁾ ARPA-E에는 2024년 10월 현재 다양한 경력을 가진 12명의 Tech-to-Market Advisor가 재임 중으로,²¹⁾ 에너지 기술 개발자들에게 초기 단계부터 기술의 시장화를 위한 전문적인 자문을 제공한다. 이러한 기능을 통해 연구개발에 국한하지 않고 기술 확산 단계까지 지원하고 있다.

3. 국내 관련 정책현황 검토

본 절에서는 한국의 탄소중립 정책에 혁신정책이 어떻게 반영되어 있는지 검토한다. 2023년 4월에 수립된 『탄소중립·녹색성장 국가전략』은 3대 정책방향 중 하나로 “혁신주도 탄소중립·녹색성장”이 언급되며, 4대 전략과 12대 과제에는 민간이 이끌어가는 혁신, 과학기술 혁신을 통한 탄소중립·녹색성장의 가속화, 핵심산업 육성, 저탄소 산업구조 및 순환경제로의 전환과 같은 요소들이 언급되어 있다. 이 국가전략을 구체화하여 동시에 수립된 『제1차 국가

18) DoE(2022), 「ARPA-E Strategic Vision Roadmap」; ARPA-E, “About”, 검색일: 2024.10.15.

19) DoE(2022), p.1.

20) DoE(2022), p.5.

21) ARPA-E, “Team Directory”, 검색일: 2024.10.15.

탄소중립·녹색성장 기본계획』은 10대 감축 부문별 감축 정책과 함께 6종의 이행기반 강화 정책으로 구성되어 있다. 각 부문의 감축정책에는 감축부문별·부처별 기술개발 과제가 다수 포함되어 있으며, 6대 이행기반 강화정책 중 녹색성장 부문에는 녹색기술 육성과 녹색산업 성장 등도 언급되어 있다. 특히 녹색기술 육성의 하위 과제로 ‘명확한 임무 기반의 탄소중립 기술혁신 로드맵 수립’과 ‘강력한 범부처 탄소중립 R&D 컨트롤타워 구축’이라는 과제가 포함되어 있어 미션지향형 통합적 혁신관리 체계를 향한 방향성은 현재의 계획에도 반영되어 있다고 볼 수 있다.²²⁾

이러한 계획에 따라 탄소중립 기술혁신 전략 로드맵이 만들어지고 있는데, KISTEP이 2023년 발간한 로드맵에서는 현재 수소공급, CCUS, 무탄소 전력공급, 친환경 자동차의 4개 기술 분야의 로드맵을 도출하였으며, 향후 확대해 나갈 예정이다. 이 로드맵에서는 4개 기술 분야 중 수소공급, CCUS의 2개 분야의 임무목표를 수립하는 등 미션지향형 체계를 구축하였다.²³⁾

한편, 탄소중립을 비롯한 녹색 영역 외에서도 미션지향형 혁신체계를 도입하려는 시도가 있다. 보건의료 분야에서는 ‘한국형 ARPA-H 프로젝트’라는 이름으로 혁신도전형 국가연구개발사업을 추진하고 있으며,²⁴⁾ 국가과학기술자문회의 중심의 사회문제해결형 R&D 사업도 시급한 사회이슈에 대한 임무중심형 R&D를 지향하고 있다.²⁵⁾

22) 관계부처 합동(2023b).

23) KISTEP(2023).

24) 한국보건산업진흥원 보도자료(2024.10.25).

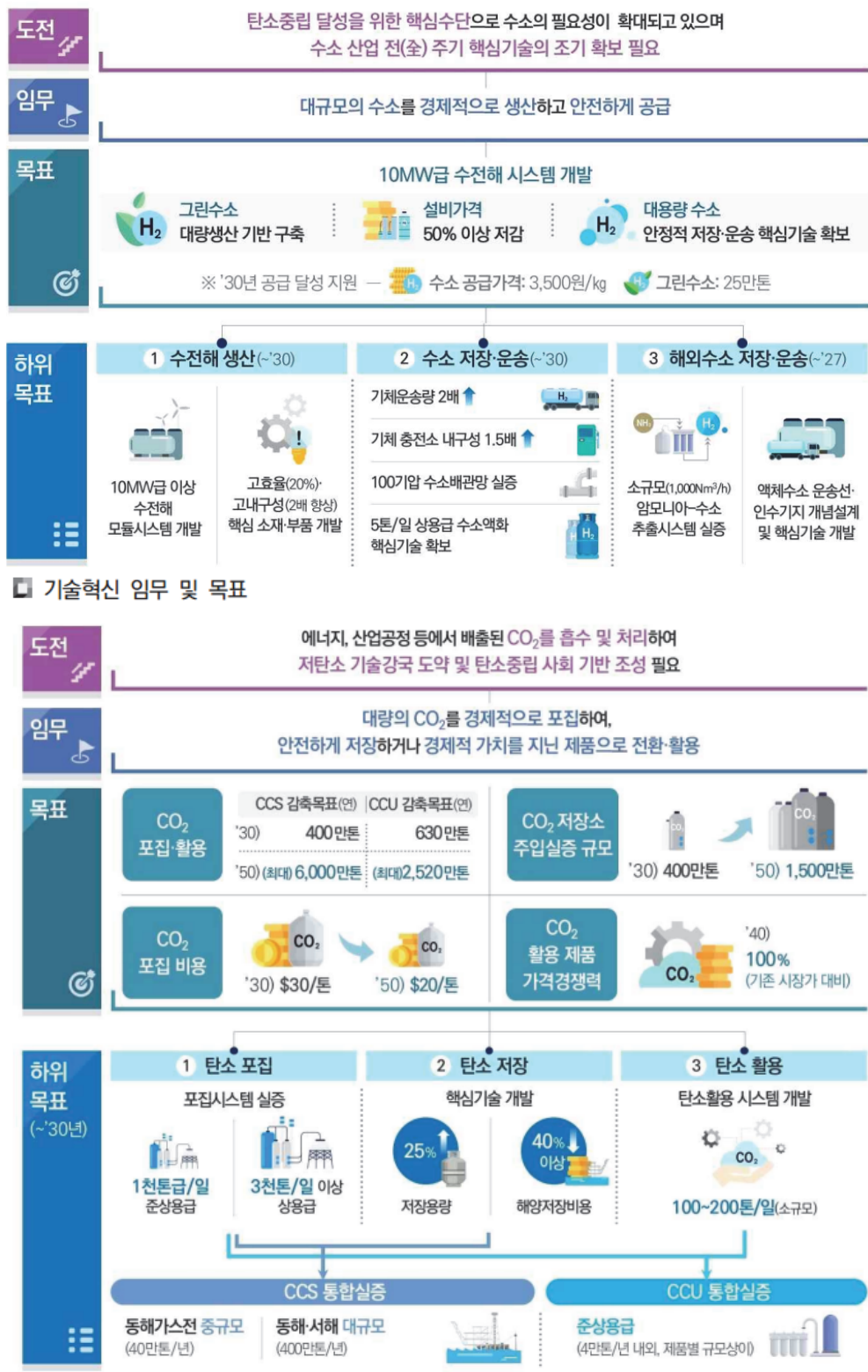
25) 국가과학기술자문회의(2023).





자료: 관계부처 합동(2023a), p.12.

그림 2-3 『제1차 탄소중립·녹색성장 국가 기본계획』 체계도



자료: 과학기술정보통신부(2022), p.122, p.130.

그림 2-4 탄소중립 기술혁신 로드맵(2023): 임무목표 수립 현황

탄소중립 등 녹색전환을 둘러싼 주요 정책·계획에서 관련 기술개발과 산업육성 등 혁신의 요소가 포함되어 있으며, 임무지향, 임무 중심도 다수 언급되어 필요성에 대한 인식과 관심이 높음을 확인할 수 있다. 그러나 아직 실제 미션지향형 혁신체계의 구현 정도는 높지 않아 개선의 여지가 커 보인다. 탄소중립이라는 국가적 중요 의제를 중심으로 다부처 영역이 얹혀 있는 탄소중립 정책 분야가 미션지향형 녹색혁신을 우선적으로 적용하기에 적절한 영역으로 생각되며, 추후 순환경제 등 넓은 범위의 녹색 분야로 확대해 나갈 필요가 있다. 현재 탄소중립 기술혁신 로드맵은 2개 기술 분야의 임무목표를 수립하는 등 미션지향형 체계를 갖추기 위해 나아가고 있으나, 아직 미션지향형, 전 주기형 혁신체계를 충분히 갖추지는 못한 상태이다.

또한 녹색혁신을 위한 한국형 ARPA 조직 설립을 검토할 필요가 있다. 국가과학기술자문회의 주관하에 한국형 ARPA 조직의 도입검토 연구(송치웅 외, 2017)가 수행된 바 있으나 국방과 재난대응 관점에서 검토되었던 것으로, 기후·환경과 같은 사회난제 대응의 특성은 반영되지 않았다.

제3장

녹색 기술혁신을 위한 혁신정책의 전환 방향

1. 개요
2. 동향 및 이론적 배경
3. 분석 설계 및 기본 현황
4. 기후·에너지·자원 관련 재정사업 분석 결과
5. 소결 및 시사점

전술했듯이 녹색 산업혁신에서 정책의 역할이 중요한 단계 중 하나는 기술의 혁신, 즉 연구 개발 단계이다. 더 높은 수준의 새로운 기술을 개발하기 위한 연구개발 활동을 활성화하기 위해 정부의 개입(투자)이 요구되며, 연구개발 단계를 이끌고 지원하는 정부의 이러한 혁신 정책을 어떻게 운용하고 개선할 것인가가 정책적 관심사이다.

과학기술정책연구원(STEPI)이 주도한 본 장에서는 녹색혁신의 현황과 정책 방향을 논하기 위해 먼저 혁신활동과 정책에 대한 이론적 배경 및 관련 동향을 소개하고, 탄소중립 시대 녹색정책의 핵심 영역인 기후·에너지·자원 관련 정부 재정사업 데이터를 분석하여 정부의 R&D 및 기타 재정사업이 어떤 양상으로 시행되고 있는지 파악하였으며, 이를 바탕으로 녹색 혁신정책의 전환방향과 후속 과제를 제시하였다.

1. 개요

날로 심각해지는 자연생태의 파괴 및 기후변화는 생물다양성을 훼손하고 관련 생태계의 변화 및 멸종 등을 야기하고 있고, 인류의 삶에 큰 위협이 되고 있다. 이러한 문제는 인류가 녹색혁신을 이루어야 하는 중요한 이유가 되고 있다. 생태계에 대한 지속적인 위협과 훼손은 다시 온실가스의 배출과 자연재해 증가, 이에 따른 이상기후, 해수면 상승과 침수, 식량 위기 등으로 악순환이 될 수 있어 매우 심각한 문제가 되고 있다.

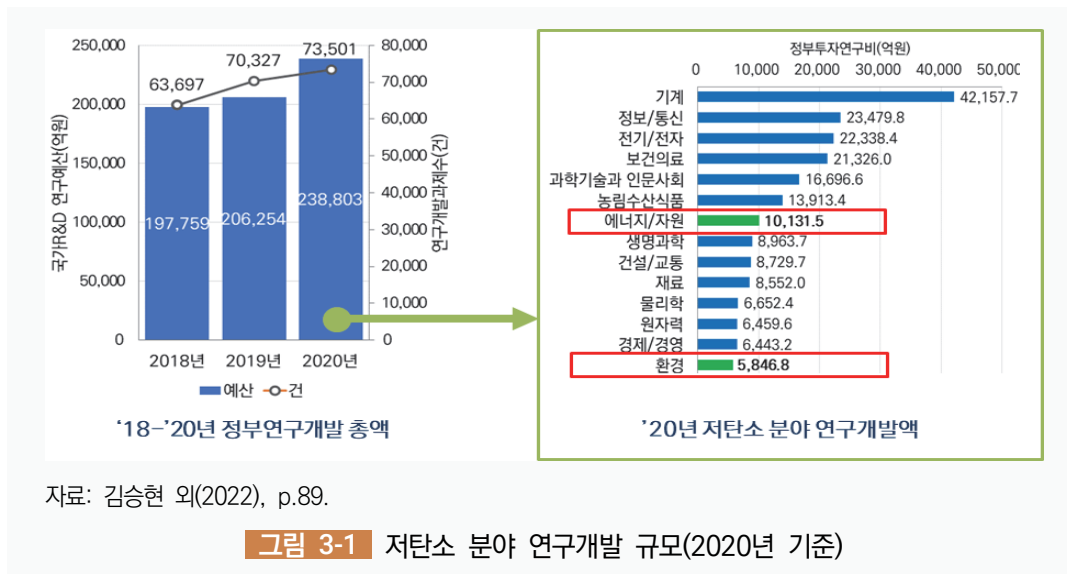
WEF(2023)에서는 인류의 삶을 위협하는 장·단기 요인을 <표 3-1>과 같이 각 10가지씩 도출하였다. 도출된 10개의 장기적 위협요인 중 기후 문제를 포함하는 환경적 요인이 6개로 과반을 차지했으며, 단기적 요인에서도 절반인 5개가 환경적 요인이었다. 특히 장기적 요인에서는 단기적 요인과 달리 상위 1~4위가 모두 환경적 요인으로 나타나, 기후·환경 문제는 인류의 삶을 위협하는 중대한 요인임과 동시에 특히 장기적으로 더 큰 피해를 줄 수 있는 요인으로 생각되고 있다.

표 3-1 인류의 삶을 위협하는 장·단기 요인

순위	단기		장기	
	요인	유형	요인	유형
1	생계비용	사회	기후변화 대응 실패	환경
2	자연재해, 극단적 날씨변화	환경	기후변화 적응 실패	환경
3	지정학적 충돌	지정학	자연재해, 극단적 날씨변화	환경
4	기후변화 대응 실패	환경	생물다양성 및 생태계 훼손	환경
5	사회적 갈등	사회	대규모 비자발적 이주	사회
6	대규모 환경재해	환경	자연자원 위기	환경
7	기후변화 적응 실패	환경	사회적 갈등	사회
8	사이버범죄 확대	기술	사이버범죄 확대	기술
9	자연자원 위기	환경	지정학적 충돌	지정학
10	대규모 비자발적 이주	사회	대규모 환경재해	환경

자료: WEF(2023), p.6; 손수정 외(2024), p.5에서 재인용.

기후·환경 문제의 발생에 관계되는 여러 행위자 중 특히 기업의 영향이 크다. 생산과정 혹은 생산된 제품을 통해 환경에 악영향을 줄 수 있기 때문이다. 우리나라는 기업으로부터의 환경 파괴를 줄이기 위해 국가연구개발 사업을 이용하여 다양한 투자 활동을 수행 중이다. 일례로 <그림 3-1>에서 볼 수 있듯이 2020년 국가 R&D 예산(약 23.9조 원) 중 저탄소 분야에 투입된 예산은 에너지/자원 분야에 약 1조 원, 환경 분야에 약 0.58조 원에 이른다(김승현 외, 2022).



이와 같은 공공재원의 투입에도 불구하고 저탄소 관련 지출은 기업에게 큰 부담으로 인식되고 있다. 특히 중소기업의 경우 연구개발 과제를 수행하고는 있으나, 실질적으로는 중국 등 해외에서 제품을 수입하여 공정을 개선하는 등 단순한 도입 및 적용 중심으로 혁신이 이루어지고 있는 실정이다(김승현 외, 2022). 저탄소나 온실가스 배출 저감과 같은 특정 목표를 위한 기술 개발이 아닌 일반적인 신기술 개발 측면에서는 기후·환경, 녹색전환과 같은 요인들은 거의 고려되지 못하고 있으며 이러한 사업들에서의 부처간 협력 또한 부족한 실정이다.

본 장에서는 인류의 지속가능한 생존을 위한 전제 조건인 녹색경제로의 전환을 위한 수단으로서, 녹색혁신을 활성화하기 위한 정부의 주도적인 정책방향에 대해 탐색해 보고자 한다. 녹색혁신에 관한 기존의 논의는 혁신 이후 사후적인 환경평가와 개선, 혹은 온실가스 감축과 같은 특정 목표를 지향하는 별도의 솔루션 중심으로 이루어졌으나, 본 장에서는 모든 혁신활동과 연구개발 전 주기에 걸쳐 녹색혁신이 활성화될 수 있는, 즉 녹색혁신이 혁신 전반에 내재화되어 지속되는 관점에서 정부의 정책방향을 도출해 보고자 한다.

이를 위해 먼저 녹색혁신의 바탕이라 할 수 있는 자연기반 해법, 자연 친화적 이행 등에 대한 동향을 살펴본 뒤, 혁신정책의 분석을 위한 본 장의 이론적 기반이라 할 수 있는 다층적 혁신체계와 미션기반 혁신정책, 5중 나선 혁신 이론 등을 살펴볼 것이다. 그리고 기존의 정부 부처별 역할을 살펴보기 위해 에너지/자원/기후 분야 사례를 중심으로 정부의 재정사업을 부처별로 분석하여 현재의 정부 부처별 정책지원의 특징을 살펴보고자 한다. 마지막으로 분석 결과를 토대로 녹색혁신 활성화를 위한 장기적 관점의 정책적 시사점과 향후 과제를 제시하고자 한다.

2. 동향 및 이론적 배경

가. 녹색혁신 관련 주요 동향

녹색혁신을 논하는 데 중요한 이론적 바탕과 그 동향으로 자연기반 해법(NbS: Nature-based Solutions), 자연친화적 전환(Nature Positive Transition)을 들 수 있다.

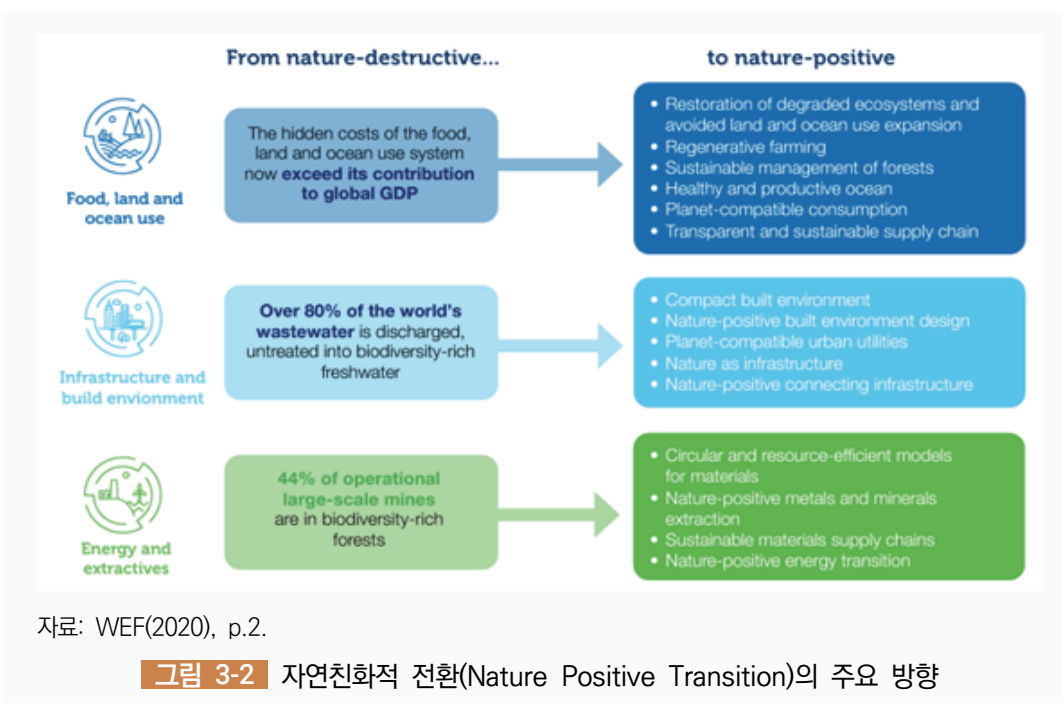
먼저 자연기반 해법(NbS: Nature-based Solutions)은 기후위기에 대한 대책으로서 기후 변화에 따른 영향을 줄이고 생물다양성의 훼손을 최소화하며, 이러한 관점에서 지속가능한 삶을 지향하는 해법이라고 볼 수 있다(IUCN, 2009). OECD(2021)에 따르면, 전 세계 GDP의 절반 이상이라 할 수 있는 약 44조 달러의 가치 창출이 바로 자연자본을 통해 이루어지고 있으며, 따라서 자연자본이 파괴될 경우 거시경제 전반과 함께 인간의 삶에도 큰 위험을 초래할 수 있음을 경고한 바 있다. 세계자연보전연맹(IUCN)은 이미 2009년 유엔기후변화 협약 당사국총회(COP15)에서 기후변화 영향의 저감과 기후변화 적응 및 생물다양성 보호를 위한 NbS 개념을 제시한 바 있다. 초기에 제시된 NbS의 개념은 이후 사회 및 환경적 영역으로 확장되어, 기후변화, 물안보, 재해, 사회경제 발전 등 다양한 이슈의 해결을 위해 자연을 지속적으로 관리하고 이용하는 것으로 확대된 바 있다. 이러한 움직임을 고려할 때, NbS는 자연생태계의 개념을 이해하고 회복시키는 과정을 통해 인류의 경제적 번영과 삶의 질과 같은 가치를 증진할 수 있도록 혁신이 재설계되는 것을 의미하는 것으로도 해석될 수 있을 것이다(IUCN, 2009).

유럽에서는 유럽연합 차원의 거대 혁신 프로그램인 Horizon 2020을 통해 주요 도전과제인 환경, 대기, 물, 토지 등을 위한 접근 방식의 하나로 NbS의 개념을 도입한 바 있다. 이를 통해 자연생태계 유지를 위해서는 필수요소의 공급서비스(Provisioning Service), 조절서비스(Regulating Service), 지원서비스(Supporting Service), 문화(인식)서비스(Cultural Services) 등의 종합적인 고려가 필요함이 강조되었다(강민지, 손수정, 2021).

두 번째로 자연친화적 전환(Nature Positive Transition)의 개념을 들 수 있다.²⁶⁾ WEF(2020)는 자연과의 상호작용을 위한 섹터별 접근 전략으로서, 기존의 자연파괴적(Nature-destructive)인 방식에서 자연친화적(Nature-Positive)인 방식으로의 변경을 전환의 방향성으로 제시하고 있다. 해당 관점은 크게 음식·땅·바다를 이용하는 관점, 인프라와 건축 환경의 관점, 에너지의 추출 관점의 변화 방향을 포함하고 있다. 먼저 음식·땅·바다를 이용하는 관점의 경우 환경 파괴로 인해 음식·땅·바다를 이용해서 얻는 이익보다 이를 파괴함으로써 되돌아오는 손해가 이익을 초과했음을 경고하면서 농작물의 생산, 숲과 해양의

26) WEF(2020)를 참고하여 정리.

관리, 지속가능한 공급망으로의 전환 등이 필요함을 제시하였다. 다음으로 인프라와 건축 환경에서는 전 세계에서 사용되는 물의 80%가 재생되지 못함을 지적하면서 각종 인프라와 도시의 유틸리티, 건축 환경의 전환이 필요함을 제시하였다. 마지막으로 에너지의 추출 관점에서 파괴적인 광업 환경을 개선하여 친환경적인 소재와 지속가능한 에너지 전환 체계를 도입해야 함을 제시한 바 있다. 이러한 활동을 통해 식량과 토지 및 해양 이용, 인프라 및 건설, 에너지 및 추출물 분야에서 10.1조 달러 이상의 비즈니스 기회와 3억 9,500만 개의 일자리 창출을 예상 성과로 추정하였다.



이와 같은 개념들은 모두 전환의 방향을 제시하는 특징을 보이는데, 그 방향은 바로 지속가능성의 확보라 할 수 있다. 즉, 파괴된 환경을 사안별로 일회적으로 복구시키는 것이 아닌, 근본적인 환경지향형 혁신을 가리킨다는 점이다. 이러한 지속적인 혁신을 위해서는 녹색혁신이 특정 기술의 개발, 혹은 특정한 감축 목표에 국한된 것이 아니라 일반적인 혁신활동 전반에 내재화되는 것이 필요할 것이다.

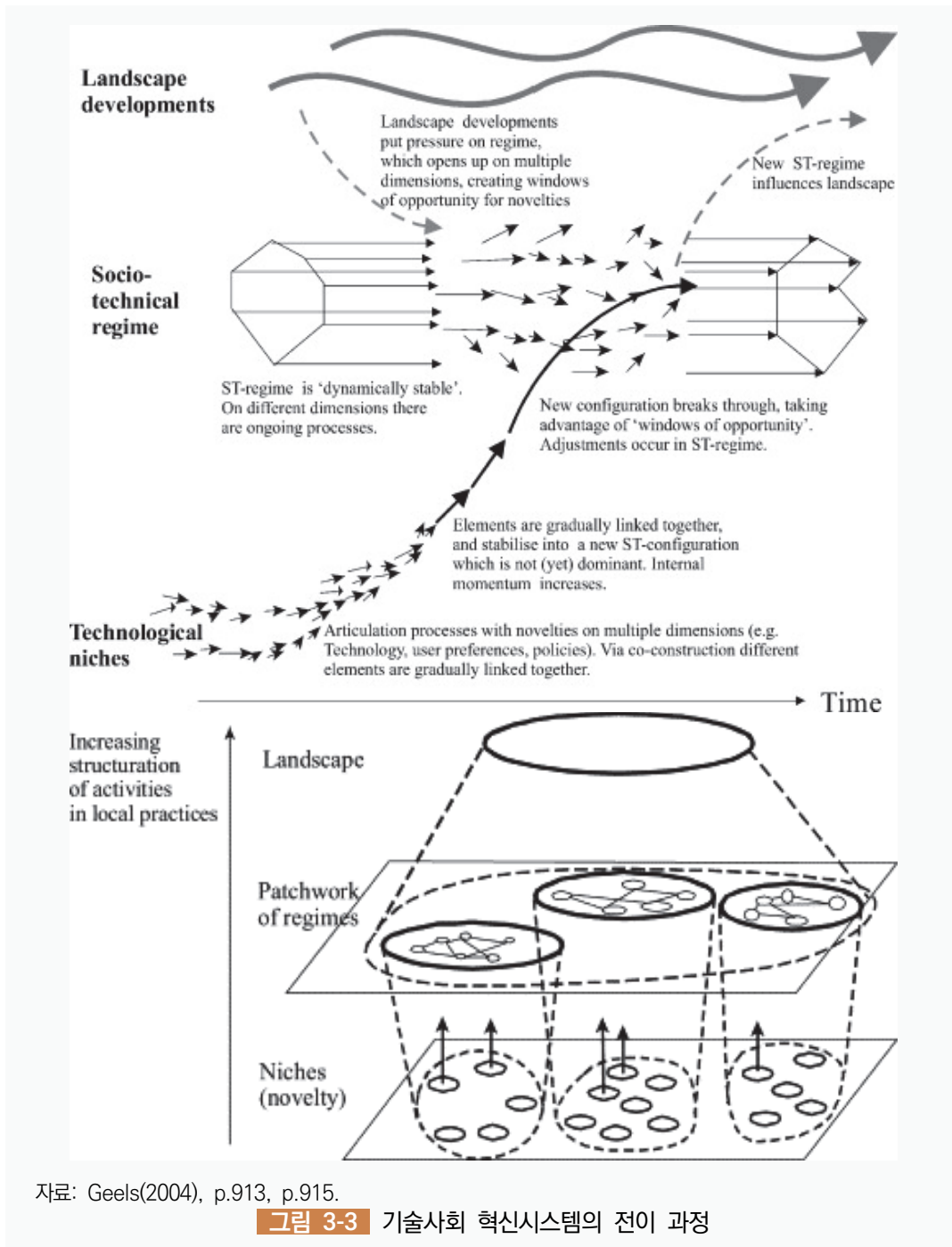
나. 혁신에 관한 이론적 배경

본 소절에서는 혁신활동 전반에 녹색 가치를 내재화한다는 관점에서 이와 연관된 세 가지 이론을 소개하고자 한다. 먼저 다층적 혁신은 혁신을 투입과 산출의 정적인 측면으로 보는 것이 아닌 기술에서 기업과 산업, 가치 전반으로 확장되는 단계적이고 동적인 과정으로 보는 혁신 이론이라 할 수 있다. 다음으로 미션지향형 혁신이론은 특정한 방향성을 가지는 혁신전략을 설명하는 이론으로 유용하다고 할 수 있다. 마지막으로 5중 나선 혁신은 혁신의 세부

요소에 환경시스템을 최초로 포함한 혁신이론이라 할 수 있다.

1) 다층적 혁신(Multi-level Innovation)²⁷⁾

다층적 혁신(Multi-level Innovation)은 Geels(2004)의 사회기술적 혁신시스템 개념을 기업과 산업, 가치체계를 포함한 거시관점으로 해석한 개념이다.



27) 김승현 외(2020)을 참조하여 정리.

Geels(2002)는 혁신의 과정을 기술적 니치(niche)를 기반으로 혁신이 시작되는 기술개발 과정, 기술적 레짐과 사회적 레짐의 관점에서 기술혁신이 선택되어 발전되는 인큐베이팅 과정, 주류 혁신에 편입되는 과정으로 구분하였다. 이러한 관점에 따라 각각 미시, 중간, 거시 단계를 다음과 같은 개념으로 정리할 수 있다.

먼저 미시(Micro) 수준의 혁신은 기술개발로 연구개발을 위한 전략과 투자, 연구개발을 위한 협력활동이 수행되는 단계를 의미한다(Narula and Martinez-Noya, 2015). 둘째, 중간(Meso) 수준의 혁신은 개발된 기술이 기업과 산업에 확산되는 단계로, 이 과정에서 기업별·산업별·지역별로 다양한 혁신활동이 수행된다. 셋째, 거시(Macro) 수준의 혁신은 국가 단위의 개방형 혁신시스템이 형성(Fu, 2015)되거나, 가치창출 단계에서 글로벌 협력관계가 정립(Chen, Zhang, and Fu, 2019)되는 등 경제·사회적 가치가 창출되고 파급되는 단계다.

2) 미션지향형 혁신정책(MoIP)²⁸⁾

미션지향형 혁신정책(MoIP: Mission-oriented Innovation Policy)은 유럽의 포괄적이고 목표지향적인 혁신정책의 주요 기반으로 작용하고 있는 이론이라 할 수 있다.



자료: Mazzucato et al.(2019), p.26.

그림 3-4 미션기반 혁신의 구조

Mazzucato et al.(2019)는 정치사회적인 관점의 중요한 도전과제(Grand Challenges)들을 해결하기 위해서는 이를 해결할 수 있는 미션을 설정하고 미션을 중심으로 필요한 하부구조를 구조화해야 함을 제시한 바 있다. 어젠다로서의 중요한 도전들은 그 해결을 위해 다양

28) Mazzucato et al.(2019)를 참조하여 정리.

한 미션을 수행하는 것이 필요하며, 해당 미션을 성공적으로 달성하기 위해서는 다양한 섹터 간의 상호작용에 의한 혁신(Cross-sectoral Innovation)이 필요함을 강조하였다. 이러한 협력적 구조하에서 다양한 프로젝트가 발굴되어 수행되는 것이 필요하다고 할 수 있다.

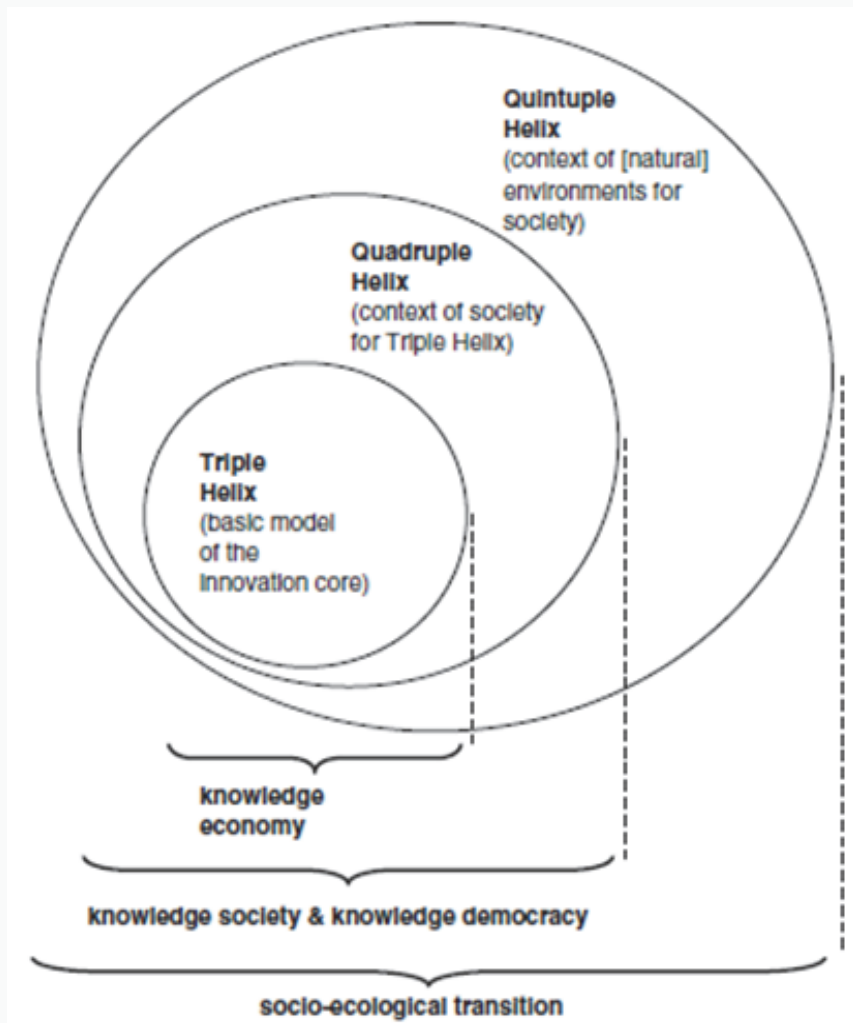
앞서 살펴보듯이 이러한 개념을 응용하여 유럽은 에너지 문제, 양극화, 기후변화, 환경오염 등 다양한 문제를 해결하기 위한 혁신정책을 미션기반으로 추진하고 있고, 미국도 국방분야의 DARPA, 에너지의 ARPA-E, 보건의 ARPA-H 등 혁신 조직을 구축하여 미션기반의 연구 개발과 성과 창출을 추구하고 있다.

3) 5중 나선 혁신(The Quintuple Helix Innovation)²⁹⁾

나선형 혁신은 이중 나선구조인 DNA의 형태를 혁신 과정에 적용한 이론으로, 일반적으로 3중 나선구조(Triple Helix Innovation)가 잘 알려져 있다. 3중 나선구조는 혁신의 3주체인 기업, 대학, 정부가 DNA 구조처럼 지속적으로 상호작용을 하면서 동적인 혁신을 이어간다는 개념이다. 즉 혁신의 주체와 그들 간의 동적인 관계를 중요시하는 혁신이론이라 할 수 있다. 이후 4중 나선과 5중 나선에 대한 개념이 등장하였는데, 4중 나선 혁신은 3중 나선 혁신에 미디어 및 문화 기반 시민사회를 추가한 개념이며, 5중 나선 혁신은 4중 나선 혁신에 자연환경의 개념이 추가된 것이다.

이러한 관점에서 3중 나선 혁신은 지식기반 경제를, 4중 나선 혁신은 지식사회 및 지식의 민주화를, 5중 나선 혁신은 사회생태학적 전이를 그 기반으로 둔다고 할 수 있다. 3중 나선이 일반적인 혁신활동 즉, 혁신의 핵심부(Innovation Core)를 의미한다면, 4중 나선과 5중 나선은 각각 새로운 맥락이 하나씩 첨가되어 확장된 개념이다. <그림 3-5>는 이러한 혁신 개념의 형성과 확장을 보여준다.

29) Carayannis, Barth, and Campbell(2012)를 참조하여 정리.



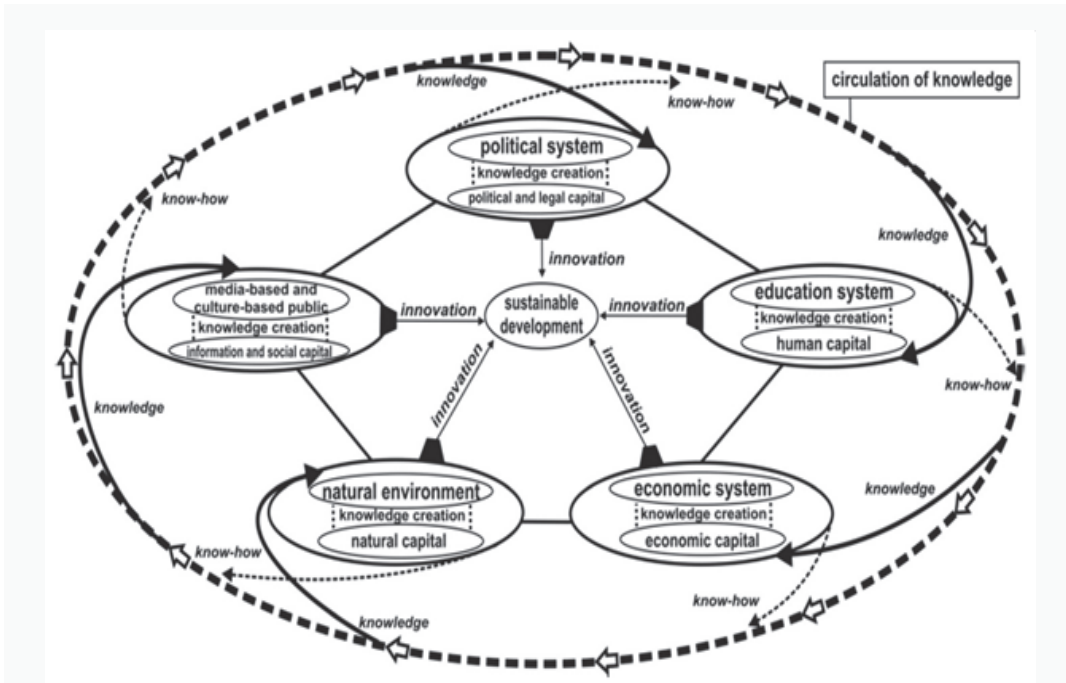
자료: Carayannis, Barth, and Campbell(2012), p.4.

그림 3-5 나선형 혁신 개념의 확장

이 중 5중 나선 혁신이론은 본 연구의 관점인 사회생태학이라는 개념을 혁신 모델을 통해 구현하고자 한 측면에서 본 연구의 배경 이론으로 포함하였다. 이와 같은 혁신 모델은 기존의 지식기반 혁신과 환경과의 연관성을 규정하고자 한 것으로, 일반적인 혁신이 환경 즉, 사회생태적인 측면을 고려하여 수행되어야 함을 의미한다. 이는 곧 에코혁신, 에코 기업가정신, 다학제간 협력 등을 함축하고 있다고 볼 수 있다. 이러한 개념의 혁신체계는 다시 5가지의 하위 시스템으로 구조화할 수 있다.

5가지의 하위 시스템은 <그림 3-6>과 같이 교육시스템(Education system), 경제시스템(Economic system), 자연환경시스템(Natural Environment), 미디어 및 문화 기반 대중시스템(Media-based and culture-based public), 정치시스템(Political system)으로 구성된다. 혁신을 통한 지속가능성의 구현을 위해서는 이 5가지 하위 시스템이 상호작용하여 지식과 노하우가 생성되고 순환(Circulation)되어야 하는 것이다. 즉, 혁신의 개념에는 기존

의 지식생산과 산업으로의 적용 외에 교육, 문화, 정치, 환경 등 다양한 요소와 관점이 포함되어야 한다는 뜻이다.



자료: Carayannis, Barth, and Campbell(2012), p.7.

그림 3-6 5중 나선 혁신의 하위 시스템 구성

3. 분석 설계 및 기본 현황

가. 분석 방향

앞서 본 다양한 배경 현황과 이론들을 통해 녹색혁신의 개념이 보편화되고 활성화되기 위해서는 혁신 개념을 확장과 더불어 전 주기 과정 모두에서 녹색 혁신의 개념이 포함되고 여러 요소들 간에 충분한 상호작용이 일어나야 함을 확인할 수 있었다. 특히 미션 단위의 혁신을 수행하는 관점에서도 주요 미션을 중심으로 다양한 부처 및 부문별 협력이 적극 필요함을 확인하였다. 본 연구에서는 이러한 점이 현재 우리 정부에서 어떻게 전개되고 있는지를 파악하기 위해서 부처별 재정사업의 현황을 살펴보고 그 특징을 알아보고자 하였다.

본 연구사업에서 지향하는 녹색의 범위는 기후·환경 전반과 함께 사회적 가치까지 포괄하는 지속가능성의 범주이지만, 본 분석에서는 현재 탄소중립 시대 가장 중요한 영역으로 주목받고 있는 기후·에너지·자원을 분석의 범위로 삼아 정부 재정사업 분석을 수행하였다. 이 분야는 녹색혁신이 현재 가장 우선순위로 두어야 할 영역이기도 할 것이다. 본 분석을 발판삼아

향후 오염저감, 순환경제, 자연생태, 기타 지속가능성 등 다양한 영역으로 분석을 확대해 볼 필요가 있을 것이다.

이에 따라 본 분석에서는 기획재정부 ‘열린재정’ 웹사이트에서 2023년도 재정사업 중 기후/에너지/자원 관련 키워드를 통해 관련 사업을 1차로 추출하였고, 본 연구에서는 이 중 세부 사업 단위의 사업들을 기준으로 분석하였다.

표 3-2 기획재정부 프로그램 예산 구조(회계년도 2023년 기준)

분류 구분	분류 중구분	분류 항목 수
소관별 분류	소관	60개
회계별 분류	회계	일반회계: 1개 특별회계: 20개 기금: 67개
기능별 분류	분야	16개
	부문	74개
	프로그램	652개
	단위사업	2,768개
	세부사업	8,400개
성질별 구분	지출목	27개
	지출세목	114개

자료: 열린재정 홈페이지, “재정사업 설명자료”, 검색일: 2024.5.8을 바탕으로 저자 작성.

추출 후에는 사업별 설명자료를 기준으로 R&D 사업과 비R&D 사업을 분류하였다. 그리고 이 사업들의 부처별·수행기관별 특징을 살펴보았으며, 사업 내용 및 목적을 대상으로 워드클라우드 분석을 수행하여 부처별 재정사업의 특징을 살펴보았다.

나. 주요 통계 결과

2023년도 기후·에너지·자원 관련 재정사업으로 총 19개 부처에서 소관하는 328건의 세부 사업을 추출하였다. 이 중 R&D 사업은 172건, 비R&D 사업은 156건이었다. R&D 사업과 비R&D 사업을 포함하여 전체적으로는 산업통상자원부의 사업 수와 예산이 가장 많았으며, 2위는 기획재정부였다.

표 3-3 부처별 기후·에너지·자원 관련 재정사업(전체)

(단위: 개, 백만 원)

소관 부처	세부사업 수	예산액	사업당 평균 예산
산업통상자원부	108	4,227,647	39,145
기획재정부	78	2,564,737	32,881
원자력안전위원회	36	143,270	3,980
과학기술정보통신부	23	639,914	27,822
국토교통부	19	370,539	19,502
기상청	14	42,829	3,059
해양수산부	13	75,959	5,843
환경부	10	46,058	4,606
농림축산식품부	6	46,600	7,767
외교부	6	9,068	1,511
농촌진흥청	4	41,633	10,408
산림청	3	7,902	2,634
국무조정실 및 국무총리비서실	2	17,654	8,827
질병관리청	1	939	939
해양경찰청	1	1,400	1,400
행정안전부	1	3,900	3,900
소방청	1	3,425	3,425
교육부	1	1,000	1,000
새만금개발청	1	836	836
총합계	328	8,245,310	25,138

자료: 열린재정 홈페이지, “재정사업 설명자료”, 검색일: 2024.5.8을 바탕으로 저자 작성.

R&D 사업에서도 산업통상자원부(이하, 산업부)와 기획재정부가 사업 수와 예산액이 가장 많았으며, 그다음은 과학기술정보통신부(이하, 과기부)였다. 특히 사업당 평균 예산은 과학기술정보통신부가 가장 큰 것으로 나타났다.

표 3-4 부처별 기후·에너지·자원 관련 재정사업(R&D)

(단위: 개, 백만 원)

소관 부처	세부사업 수	예산액	사업당 평균 예산
산업통상자원부	55	850,028	15,455
기획재정부	52	587,005	11,289
과학기술정보통신부	16	492,891	30,806
원자력안전위원회	10	83,711	8,371
해양수산부	10	36,551	3,655
기상청	8	36,234	4,529
국토교통부	7	21,464	3,066
환경부	4	17,790	4,448
농촌진흥청	4	41,633	10,408
국무조정실 및 국무총리비서실	1	11,930	11,930
소방청	1	3,425	3,425
행정안전부	1	3,900	3,900
교육부	1	1,000	1,000
해양경찰청	1	1,400	1,400
산림청	1	4,501	4,501
총합계	172	2,193,463	12,753

자료: 열린재정 홈페이지, “재정사업 설명자료”, 검색일: 2024.5.8을 바탕으로 저자 작성.

비R&D 사업에서는 산업통상자원부가 가장 많은 사업과 예산을 소관하고 있었다. 사업 수로는 원자력안전위원회와 기획재정부가 두 번째로 많았고, 예산액은 기획재정부가 두 번째로 많았다.

표 3-5 부처별 기후·에너지·자원 관련 재정사업(비R&D)

(단위: 개, 백만 원)

소관 부처	세부사업 수	예산액	사업당 평균 예산
산업통상자원부	53	3,377,619	63,729
원자력안전위원회	26	59,559	2,291
기획재정부	26	1,977,732	76,067
국토교통부	12	349,075	29,090
과학기술정보통신부	7	147,023	21,003
환경부	6	28,268	4,711
외교부	6	9,068	1,511
기상청	6	6,595	1,099
농림축산식품부	6	46,600	7,767
해양수산부	3	39,408	13,136
산림청	2	3,401	1,701
질병관리청	1	939	939
새만금개발청	1	836	836
국무조정실 및 국무총리비서실	1	5,724	5,724
총합계	156	6,051,847	38,794

자료: 열린재정 홈페이지, “재정사업 설명자료”, 검색일: 2024.5.8을 바탕으로 저자 작성.

R&D와 비R&D 사업 모두 기획재정부 소관 사업이 많았는데, 이는 2022년 기후대응기금이 신설되면서 관련 사업들의 회계가 바뀌었고, 이를 기획재정부에서 소관했기 때문인 것으로 보인다. 실제로 기후대응기금 사업 73개는 소관 부처가 모두 기획재정부였다. 이 경우 소관 부처와 실제로 사업을 추진하는 부처가 달라질 수 있어 분석을 위해서는 사업 소관 부처를 재조정할 필요가 있다. 따라서 이후 분석에서는 회계명이 기후대응기금으로 되어 있는 사업들은 사업 수행기관을 기준으로 소관 부처를 재분류하여 진행하였다.

표 3-6 회계별 기후·에너지·자원 관련 재정사업(전체)

(단위: 개, 백만 원)

회계명	세부사업 수	예산액	사업당 평균 예산
일반회계	117	1,946,183	16,634
기후대응기금	73	1,199,520	16,432
에너지 및 자원사업특별회계	58	1,402,547	24,182
전력산업기반기금	39	2,915,531	74,757
환경개선특별회계	9	43,108	4,790
원자력기금	7	106,967	15,281
국가균형발전특별회계	6	61,020	10,170
농어촌구조개선특별회계	6	20,033	3,339
교통시설특별회계	6	326,060	54,343
방사성폐기물관리기금	3	106,666	35,555
정보통신진흥기금	1	6,280	6,280
복권기금	1	90,975	90,975
산업기술진흥 및 사업화촉진기금	1	1,571	1,571
소재·부품·장비 경쟁력강화특별회계	1	18,849	18,849
총합계	328	8,245,310	25,138

자료: 열린재정 홈페이지, “재정사업 설명자료”, 검색일: 2024.5.8을 바탕으로 저자 작성.

4. 기후·에너지·자원 관련 재정사업 분석 결과

가. 전체 사업 분석 결과

1) 전체 사업

전술했듯이 기후대응기금 사업의 소관부처를 재분류한 후 2023년도 재정사업의 소관 부처는 총 22개였으며, 산업통상자원부가 사업 수 135개(41.16%), 예산 약 4조 7,200억 원(57.27%)으로 가장 많은 사업을 소관하고 있었다. 사업 수로는 원자력안전위원회 36개(10.98%), 과학기술정보통신부 34개(10.37%) 순이었다. 예산은 기획재정부 약 1조 3,600억 원(16.56%), 과학기술정보통신부 약 7,400억 원(9.04%) 순이었다.

표 3-7 부처별 기후·에너지·자원 관련 재정사업(전체, 기후기금 조정 후)

(단위: 개, 백만 원)

소관 부처	세부사업		예산		사업당 평균 예산
	수	비중	예산액	비중	
산업통상자원부	135	41.16%	4,722,497	57.27%	34,981
원자력안전위원회	36	10.98%	143,270	1.74%	3,980
과학기술정보통신부	34	10.37%	745,058	9.04%	21,913
국토교통부	30	9.15%	417,646	5.07%	13,922
환경부	19	5.79%	210,466	2.55%	11,077
해양수산부	15	4.57%	95,763	1.16%	6,384
기상청	15	4.57%	43,705	0.53%	2,914
산림청	7	2.13%	235,050	2.85%	33,579
농림축산식품부	6	1.83%	46,600	0.57%	7,767
외교부	6	1.83%	9,068	0.11%	1,511
기획재정부	5	1.52%	1,365,217	16.56%	273,043
중소벤처기업부	4	1.22%	93,783	1.14%	23,446
농촌진흥청	4	1.22%	41,633	0.50%	10,408
지방자치단체	3	0.91%	31,400	0.38%	10,467
국무조정실 및 국무총리비서실	2	0.61%	17,654	0.21%	8,827
해양경찰청	1	0.30%	1,400	0.02%	1,400
질병관리청	1	0.30%	939	0.01%	939
고용노동부	1	0.30%	15,000	0.18%	15,000
행정안전부	1	0.30%	3,900	0.05%	3,900
교육부	1	0.30%	1,000	0.01%	1,000
소방청	1	0.30%	3,425	0.04%	3,425
새만금개발청	1	0.30%	836	0.01%	836
총합계	328	100.00%	8,245,310	100.00%	25,138

자료: 열린재정 홈페이지, “재정사업 설명자료”, 검색일: 2024.5.8을 바탕으로 저자 작성.

사업시행 주체(전문·전담기관)별 세부사업 수는 한국에너지기술평가원이 32개(9.76%)로 가장 많은 사업을 수행하고 있었으며, 한국연구재단 24개(7.32%), 원자력안전위원회 21개(6.4%) 순이었다. 반면 예산은 기획재정부가 약 1조 3,600억 원(16.56%)으로 가장 많았고, 그다음으로는 한국에너지공단이 약 1조 3,300억 원(16.16%)으로 많았으며, 한국에너지기술평가원은 약 7,100억 원(8.64%)으로 세 번째로 많았다.

표 3-8 주요 사업주체별 기후·에너지·자원 관련 재정사업(전체)

(단위: 개, 백만 원)

사업시행 주체	세부사업		예산	
	수	비중	예산액	비중
한국에너지기술평가원	32	9.76%	712,476	8.64%
한국연구재단	24	7.32%	147,325	1.79%
원자력안전위원회	21	6.40%	21,284	0.26%
국토교통과학기술진흥원	17	5.18%	68,071	0.83%
한국에너지공단	16	4.88%	1,332,547	16.16%
한국산업기술평가관리원	15	4.57%	114,246	1.39%
기상청	12	3.66%	29,660	0.36%
한국원자력안전재단	9	2.74%	55,066	0.67%
한국산업기술진흥원	8	2.44%	39,415	0.48%
기획재정부	5	1.52%	1,365,217	16.56%
한국산업기술평가관리원	5	1.52%	33,882	0.41%
한국환경산업기술원	4	1.22%	16,925	0.21%
농촌진흥청 연구정책국	4	1.22%	41,633	0.50%
환경부	4	1.22%	7,738	0.09%

자료: 열린재정 홈페이지, “재정사업 설명자료”, 검색일: 2024.5.8을 바탕으로 저자 작성.

2) R&D 사업

재정사업들을 R&D와 비R&D 사업으로 분류한 결과 사업 수로는 R&D 사업 172개 (52.43%), 비R&D 사업 156개(47.56%)로 R&D 사업이 조금 더 많았다. 반면 예산 규모로는 R&D 사업이 약 2조 1,900억 원(26.6%), 비R&D 사업이 약 6조 500억 원(73.4%)으로 비R&D 사업이 훨씬 크다.

부처별로는 사업 수와 예산 모두 산업통상자원부가 77건(44.77%), 약 1조 2,200억 원 (56.03%)으로 가장 많았다. 과학기술정보통신부는 사업 수 26건(15.12%), 예산 약 5,800억 원(26.73%)으로 그 뒤를 이었다. 사업 수로는 국토교통부(이하, 국토부)가 18건(10.47%)으로 3위였다. 환경부의 경우 사업 수는 7건(4.07%)으로 7위, 예산은 약 420억 원(1.95%)으로 6위였다.

표 3-9 부처별 기후·에너지·자원 관련 재정사업(R&D, 기후기금 조정 후)

(단위: 개, 백만 원)

소관 부처	세부사업		예산		사업당 평균 예산
	수	비중	예산액	비중	
산업통상자원부	77	44.77%	1,229,093	56.03%	15,962
과학기술정보통신부	26	15.12%	586,335	26.73%	22,551
국토교통부	18	10.47%	68,571	3.13%	3,810
해양수산부	12	6.98%	56,355	2.57%	4,696
원자력안전위원회	10	5.81%	83,711	3.82%	8,371
기상청	9	5.23%	37,110	1.69%	4,123
환경부	7	4.07%	42,876	1.95%	6,125
농촌진흥청	4	2.33%	41,633	1.90%	10,408
산림청	3	1.74%	17,791	0.81%	5,930
국무조정실 및 국무총리비서실	1	0.58%	11,930	0.54%	11,930
해양경찰청	1	0.58%	1,400	0.06%	1,400
행정안전부	1	0.58%	3,900	0.18%	3,900
중소벤처기업부	1	0.58%	8,333	0.38%	8,333
교육부	1	0.58%	1,000	0.05%	1,000
소방청	1	0.58%	3,425	0.16%	3,425
총합계	172	100.00%	2,193,463	100.00%	12,753

자료: 열린재정 홈페이지, “재정사업 설명자료”, 검색일: 2024.5.8을 바탕으로 저자 작성.

수행기관별로는 한국에너지기술평가원이 사업 수 28개(16.28%), 예산액 약 7,000억 원(32.30%)으로 가장 큰 비중을 차지했다. 그다음은 한국산업기술평가관리원과 한국연구재단이 사업 수 20개(11.63%)로 2위였으며 예산은 각각 약 1,400억 원(6.75%)과 약 1,300억 원(5.94%)이었다.

표 3-10 수행기관별 기후·에너지·자원 관련 재정사업(R&D, 기후기금 조정 후)

(단위: 개, 백만 원)

사업시행 주체	세부사업		예산	
	수	비중	예산액	비중
한국에너지기술평가원	28	16.28%	708,575	32.30%
한국산업기술평가관리원	20	11.63%	148,128	6.75%
한국연구재단	20	11.63%	130,295	5.94%
국토교통과학기술진흥원	17	9.88%	68,071	3.10%
한국원자력안전재단	9	5.23%	55,066	2.51%
기상청	7	4.07%	27,427	1.25%
한국환경산업기술원	4	2.33%	16,925	0.77%
농촌진흥청연구정책국	4	2.33%	41,633	1.90%
해양수산과학기술진흥원	6	3.49%	32,666	1.49%
에너지경제연구원	3	1.74%	17,734	0.81%
한국산업기술진흥원	3	1.74%	10,186	0.46%
한국에너지공단	2	1.16%	4,797	0.22%
한국탄소산업진흥원	2	1.16%	42,277	1.93%
한국산업단지공단	2	1.16%	208,400	9.50%

자료: 열린재정 홈페이지, “재정사업 설명자료”, 검색일: 2024.5.8을 바탕으로 저자 작성.

3) 비R&D 사업

2023년도 기후·에너지·자원 관련 비R&D 사업은 총 156개 중 산업통상자원부가 58개 (37.18%)로 가장 높은 비중을 보였으며, 예산은 약 3조 4,000억 원(57.72%)으로 나타났다. 사업 수로는 원자력안전위원회가 26개(16.67%)로 2위였고, 예산은 기획재정부가 약 1조 3,000억 원(22.56%)으로 2위였다. 환경부의 사업 수는 12개(7.69%)로 국토교통부와 함께 3위였으나 예산은 약 1,600억 원(2.77%)으로 5위였다.

표 3-11 부처별 기후·에너지·자원 관련 재정사업(비R&D, 기후기금 조정 후)

(단위: 개, 백만 원)

소관 부처	세부사업		예산		사업당 평균 예산
	수	비중	예산액	비중	
산업통상자원부	58	37.18%	3,493,404	57.72%	60,231
원자력안전위원회	26	16.67%	59,559	0.98%	2,291
환경부	12	7.69%	167,590	2.77%	13,966
국토교통부	12	7.69%	349,075	5.77%	29,090
과학기술정보통신부	8	5.13%	158,723	2.62%	19,840
농림축산식품부	6	3.85%	46,600	0.77%	7,767
기상청	6	3.85%	6,595	0.11%	1,099
외교부	6	3.85%	9,068	0.15%	1,511
기획재정부	5	3.21%	1,365,217	22.56%	273,043
산림청	4	2.56%	217,259	3.59%	54,315
지방자치단체	3	1.92%	31,400	0.52%	10,467
해양수산부	3	1.92%	39,408	0.65%	13,136
중소벤처기업부	3	1.92%	85,450	1.41%	28,483
국무조정실 및 국무총리비서실	1	0.64%	5,724	0.09%	5,724
새만금개발청	1	0.64%	836	0.01%	836
질병관리청	1	0.64%	939	0.02%	939
고용노동부	1	0.64%	15,000	0.25%	15,000
총합계	156	100.00%	6,051,847	100.00%	38,794

자료: 열린재정 홈페이지, “재정사업 설명자료”, 검색일: 2024.5.8을 바탕으로 저자 작성.

사업시행 주체(전문·전담기관)별로는 원자력안전위원회가 21개(13.46%)로 가장 많은 사업 수를 보였다. 하지만 예산은 기획재정부 약 1조 3,600억 원(22.56%), 한국에너지공단 약 1조 3,200억 원(21.94%) 순으로 높았다. 원자력안전위원회는 약 210억 원(0.35%)으로 예산의 비중은 낮았다.

표 3-12 주요 사업주체별 기후·에너지·자원 관련 재정사업(비R&D)

(단위: 개, 백만 원)

사업시행 주체	세부사업		예산	
	수	비중	예산액	비중
원자력안전위원회	21	13.46%	21,284	0.35%
한국에너지공단	14	8.97%	1,327,750	21.94%
기획재정부	5	3.21%	1,365,217	22.56%
지방자치단체	5	3.21%	55,533	0.92%
한국산업기술진흥원	5	3.21%	29,229	0.48%
환경부	5	3.21%	15,911	0.26%
기상청	5	3.21%	2,233	0.04%
한국연구재단	4	2.56%	17,030	0.28%
한국에너지기술평가원	4	2.56%	3,901	0.06%
대한석탄공사	3	1.92%	26,904	0.44%
외교부	3	1.92%	5,795	0.10%
한국원자력환경공단	2	1.28%	87,709	1.45%
한국석유공사	2	1.28%	71,268	1.18%
한국석유관리원	2	1.28%	19,878	0.33%
한국농어촌공사	2	1.28%	19,352	0.32%
수소융합얼라이언스	2	1.28%	17,049	0.28%
한국가스안전공사	2	1.28%	12,802	0.21%
산업통상자원부	2	1.28%	3,523	0.06%

자료: 열린재정 홈페이지, “재정사업 설명자료”, 검색일: 2024.5.8을 바탕으로 저자 작성.

나. 산업통상자원부 사업 분석 결과

1) 전체 사업

산업통상자원부의 2023년도 기후·에너지·자원 관련 재정사업은 135개, 예산은 약 4조 7,200억 원으로 집계되었다. 세부사업들의 주요 내용을 파악하기 위해 해당 사업들이 속한 분야, 부문, 프로그램을 살펴보았다. 산업통상자원부의 기후·에너지·자원 관련 사업은 크게 산업·중소기업 및 에너지, 환경, 공공질서 및 안전의 3개 분야로 구성되어 있었다. 이 중 산업·중소기업 및 에너지 분야에 속한 사업이 132개로 대부분이었으며, 예산도 약 4조 7,100억 원으로 대부분이었다.

표 3-13 산업부 기후·에너지·자원 관련 재정사업 프로그램(전체, 기후기금 조정 후)

(단위: 개, 백만 원)

분야/부문/프로그램명	세부사업 수	예산액	사업당 평균 예산
산업·중소기업 및 에너지	132	4,713,427	35,708
에너지 및 자원개발	105	4,315,660	41,102
에너지기술개발	29	614,321	21,183
재생에너지 및 에너지산업활성화	24	1,054,486	43,937
에너지자원정책	17	590,620	34,742
에너지기술기반확충	12	105,878	8,823
탄소중립기반구축	6	82,916	13,819
에너지공급체계구축	6	112,811	18,802
공정한전환	3	105,910	35,303
방사성폐기물관리	3	106,666	35,555
기금간거래	1	200,000	200,000
전력산업경쟁력강화	1	8,889	8,889
회계기금간거래(전출금)	1	1,307,376	1,307,376
저탄소생태계조성	1	7,675	7,675
온실가스감축	1	18,112	18,112
산업혁신지원	25	396,610	15,864
탄소중립기반구축	10	60,567	6,057
주력산업진흥	7	21,750	3,107
온실가스감축	2	63,600	31,800
산업경쟁력기반구축	2	43,796	21,898
소재부품장비경쟁력강화	1	18,849	18,849
산업기술진흥 및 사업화촉진	1	1,571	1,571
저탄소생태계조성	1	147,000	147,000
신산업진흥	1	39,477	39,477
산업·중소기업일반	2	1,157	579
산업통상자원부행정지원	2	1,157	579
환경	2	8,570	4,285
자연환경	1	4,070	4,070
탄소중립기반구축	1	4,070	4,070
기후대기 및 환경안전	1	4,500	4,500
탄소중립기반구축	1	4,500	4,500
공공질서 및 안전	1	500	500
재난관리	1	500	500
탄소중립기반구축	1	500	500
총합계	135	4,722,497	34,981

자료: 열린재정 홈페이지, “재정사업 설명자료”, 검색일: 2024.5.8을 바탕으로 저자 작성.

사업시행 주체별로는 한국에너지기술평가원이 32개로 가장 많은 사업 수를 보였으며, 예산은 한국에너지공단이 약 1조 3,300억 원으로 가장 많았다. 이외에도 한국산업기술평가관리원, 한국산업기술진흥원 등이 존재하였다.

표 3-14 주요 사업주체별 산업부 기후·에너지·자원 관련 재정사업(전체, 기후기금 조정 후)
(단위: 개, 백만 원)

사업시행 주체	세부사업 수	예산액	사업당 평균 예산
한국에너지기술평가원	32	712,476	22,265
한국산업기술평가관리원	20	148,128	7,406
한국에너지공단	16	1,332,547	83,284
한국산업기술진흥원	8	39,415	4,927
대한석탄공사	3	26,904	8,968
산업통상자원부	3	4,722	1,574

자료: 열린재정 홈페이지, “재정사업 설명자료”, 검색일: 2024.5.8을 바탕으로 저자 작성.

더욱 자세한 사업 내용을 파악하기 위해 각 사업의 목적 및 내용을 대상으로 워드클라우드 분석을 수행하였다. 가장 상위에 나온 키워드는 지원이었고, 그 이외에도 기술, 에너지, 구축, 개발 등이 상위권에 자리하였다.

순위	키워드	빈도
1	지원	213
2	기술	180
2	에너지	180
4	구축	164
5	개발	128
6	산업	124
7	사업	112
8	수소	106
9	탄소	93
10	기반	73
11	기업	70
12	시스템	69
13	운영	65
14	확보	56
15	시험	53

워드클라우드	상위 키워드
--------	--------

자료: 열린재정 홈페이지, “재정사업 설명자료”, 검색일: 2024.5.8을 바탕으로 저자 작성.

그림 3-7 산업통상자원부 기후·에너지·자원 관련 재정사업 내용 주요 키워드(전체)



2) R&D 사업

산업통상자원부의 2023년도 재정사업 중 R&D 사업은 77개, 예산은 약 1조 2,200억 원이었다. 이 중 대부분인 74개가 산업·중소기업 및 에너지 분야였으며, 그중에서도 52개가 에너지 및 자원개발 부문이었다. 여기에는 에너지기술 개발이나 기반 확충 등의 프로그램들이 포함되어 있었다. 그리고 22개 사업이 속한 산업혁신지원 부문에는 온실가스 감축이나 저탄소생태계 조성 등의 프로그램이 포함되어 있었다.

표 3-15 산업부 기후·에너지·자원 관련 재정사업 프로그램(R&D, 기후기금 조정 후)

(단위: 개, 백만 원)

분야/부문/프로그램명	세부사업 수	예산액	사업당 평균 예산
산업·중소기업 및 에너지	74	1,220,023	16,487
에너지 및 자원개발	52	829,613	15,954
에너지기술개발	29	614,321	21,183
에너지기술기반확충	8	73,367	9,171
탄소중립기반구축	6	82,916	13,819
에너지자원정책	5	13,697	2,739
재생에너지 및 에너지산업활성화	3	27,200	9,067
온실가스감축	1	18,112	18,112
산업혁신지원	22	390,410	17,746
탄소중립기반구축	10	60,567	6,057
주력산업진흥	6	20,550	3,425
저탄소생태계조성	1	147,000	147,000
온실가스감축	1	61,400	61,400
산업기술진흥 및 사업화촉진	1	1,571	1,571
소재부품장비경쟁력강화	1	18,849	18,849
산업경쟁력기반구축	1	40,996	40,996
신산업진흥	1	39,477	39,477
환경	2	8,570	4,285
자연환경	1	4,070	4,070
탄소중립기반구축	1	4,070	4,070
기후대기 및 환경안전	1	4,500	4,500
탄소중립기반구축	1	4,500	4,500
공공질서 및 안전	1	500	500
재난관리	1	500	500
탄소중립기반구축	1	500	500
총합계	77	1,229,093	15,962

자료: 열린재정 홈페이지, “재정사업 설명자료”, 검색일: 2024.5.8을 바탕으로 저자 작성.

한편 워드클라우드 분석에서는 기술, 개발, 에너지, 지원, 산업 등이 상위 키워드로 등장하였다. 이외에도 탄소, 구축, 시스템 등이 상위권에 자리하였다.



3) 비R&D 사업

산업통상자원부의 2023년도 기후·에너지·자원 관련 재정사업 중 비R&D 사업은 58개, 예산은 약 3조 4,900억 원이었다. R&D 사업에 비해 사업 수는 적으나 예산은 약 3배 정도 많은 수치였다. 비R&D 사업은 모두가 산업·중소기업 및 에너지 분야였다. 그중에서도 에너지 및 자원개발 부문의 재생에너지 및 에너지산업활성화 프로그램에 약 1조 30억 원의 예산이 속해 있는 것을 확인할 수 있었다.

표 3-16 산업부 기후·에너지·자원 관련 재정사업 프로그램(비R&D, 기후기금 조정 후)

(단위: 개, 백만 원)

분야/부문/프로그램명	세부사업 수	예산액	사업당 평균 예산
산업·중소기업 및 에너지	58	3,493,404	60,231
에너지 및 자원개발	53	3,486,047	65,774
재생에너지 및 에너지산업활성화	21	1,027,286	48,918
에너지자원정책	12	576,923	48,077
에너지공급체계구축	6	112,811	18,802
에너지기술기반확충	4	32,511	8,128
방사성폐기물관리	3	106,666	35,555
공정한전환	3	105,910	35,303
회계기금간거래(전출금)	1	1,307,376	1,307,376
전력산업경쟁력강화	1	8,889	8,889
저탄소생태계조성	1	7,675	7,675
기금간거래	1	200,000	200,000
산업혁신지원	3	6,200	2,067
산업경쟁력기반구축	1	2,800	2,800
주력산업진흥	1	1,200	1,200
온실가스감축	1	2,200	2,200
산업·중소기업일반	2	1,157	579
산업통상자원부행정지원	2	1,157	579
총합계	58	3,493,404	60,231

자료: 열린재정 홈페이지, “재정사업 설명자료”, 검색일: 2024.5.8을 바탕으로 저자 작성.

워드클라우드에서는 지원, 구축, 수소, 에너지 등이 상위 키워드로 나타났다. 이외에도 R&D와는 다르게 시험, 풍력, 장비 등의 키워드도 찾아볼 수 있었다.



순위	단어	빈도수
1	지원	115
2	구축	106
3	수소	79
4	에너지	75
5	사업	56
6	산업	46
7	기술	43
8	시험	40
9	기업	39
10	풍력	36
10	기반	36
12	운영	35
13	장비	34
13	관리	34
15	시스템	32
15	지역	32

워드클라우드

상위 키워드

자료: 열린재정 홈페이지, “재정사업 설명자료”, 검색일: 2024.5.8을 바탕으로 저자 작성.

그림 3-9 산업부 기후·에너지·자원 관련 재정사업 내용 주요 키워드(비R&D)

다. 과학기술정보통신부 사업 분석 결과

1) 전체 사업

과학기술정보통신부의 2023년도 기후·에너지·자원 관련 재정사업은 34개, 예산은 약 7,400억 원으로 집계되었다. 세부적으로는 과학기술, 통신, 산업·중소기업 및 에너지 분야로 구성되어 있었고, 이 중 과학기술 분야에 30개의 사업과 약 7,100억 원의 예산이 속해 있어 대부분을 차지하고 있었다.

표 3-17 과기부 기후·에너지·자원 관련 재정사업 프로그램(전체, 기후기금 조정 후)

(단위: 개, 백만 원)

분야/부문/프로그램명	세부사업 수	예산액	사업당 평균 예산
과학기술	30	716,928	23,898
과학기술연구개발	25	276,268	11,051
탄소중립기반구축	8	83,294	10,412
원자력진흥	8	82,344	10,293
미래유망원천기술개발	6	21,832	3,639
원자력안전관리기반구축	2	84,598	42,299
사회문제해결	1	4,200	4,200
과학기술연구지원	5	440,660	88,132
출연연구기관지원	5	440,660	88,132
통신	2	16,380	8,190
정보통신	2	16,380	8,190
탄소중립기반구축	1	10,100	10,100
인공지능데이터진흥	1	6,280	6,280
산업·중소기업 및 에너지	2	11,750	5,875
산업혁신지원	2	11,750	5,875
탄소중립기반구축	1	50	50
온실가스감축	1	11,700	11,700
총합계	34	745,058	21,913

자료: 열린재정 홈페이지, “재정사업 설명자료”, 검색일: 2024.5.8을 바탕으로 저자 작성.

사업시행 주체별로는 한국연구재단의 세부사업 수가 23개로 가장 많았다. 예산은 한국원자력연구원이 약 2,000억 원으로 가장 많았고, 한국연구재단이 그다음이었다.

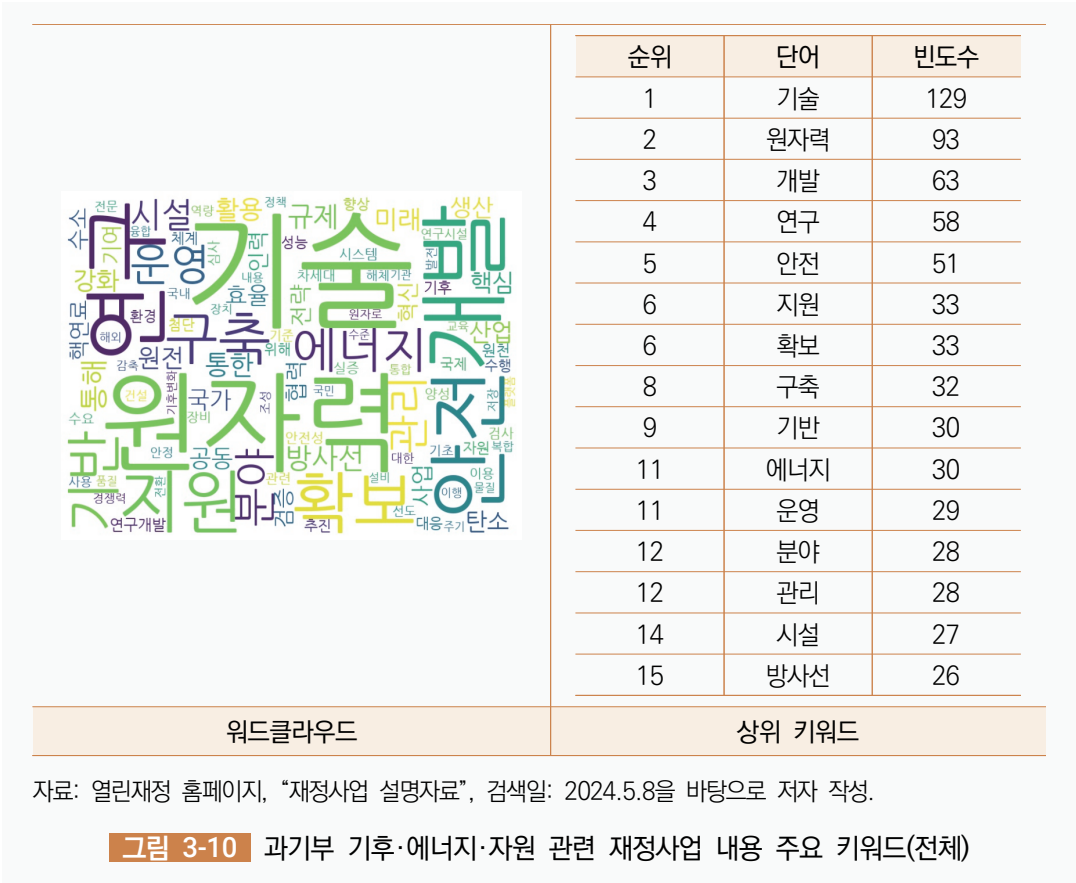
표 3-18 주요 사업주체별 과기부 기후·에너지·자원 관련 재정사업(전체, 기후기금 조정 후)

(단위: 개, 백만 원)

사업시행 주체	세부사업 수	예산액	사업당 평균 예산
한국연구재단	23	146,325	6,362
한국원자력연구원	2	203,501	101,751
한국에너지기술연구원	1	103,299	103,299
한국핵융합에너지연구원	1	97,198	97,198
동남권원자력의학원	1	27,241	27,241
정보통신기획평가원	1	10,100	10,100

자료: 열린재정 홈페이지, “재정사업 설명자료”, 검색일: 2024.5.8을 바탕으로 저자 작성.

워드클라우드에서는 기술, 원자력, 개발, 연구, 안전 등이 상위 키워드로 등장하였다. 이외에도 구축, 기반, 에너지, 방사선 등의 키워드 상위에 존재하였다.



2) R&D 사업

과학기술정보통신부의 2023년도 기후·에너지·자원 관련 재정사업 중 R&D 사업은 26개, 예산은 약 5,800억 원이었다. 26개 사업 중 23개 사업이 과학기술 분야였고, 과학기술연구개발 부문이 18개로 사업 수 기준으로는 대부분을 차지하였다. 여기에는 원천기술개발이나 원자력진흥 등의 프로그램이 포함되어 있었다. 하지만 예산 기준으로는 과학기술연구지원 부문이 약 4,400억 원으로 대부분(75.15%)을 차지하고 있었는데, 이는 모두 출연연구기관 지원 프로그램에 해당하였다.

표 3-19 과기부 기후·에너지·자원 관련 재정사업 프로그램(R&D, 기후기금 조정 후)

(단위: 개, 백만 원)

분야/부문/프로그램명	세부사업 수	예산액	사업당 평균 예산
과학기술	23	569,905	24,778
과학기술연구개발	18	129,245	7,180
탄소중립기반구축	8	83,294	10,412
미래유망원천기술개발	5	19,232	3,846
원자력진흥	4	22,519	5,630
사회문제해결	1	4,200	4,200
과학기술연구지원	5	440,660	88,132
출연연구기관지원	5	440,660	88,132
통신	2	16,380	8,190
정보통신	2	16,380	8,190
탄소중립기반구축	1	10,100	10,100
인공지능데이터진흥	1	6,280	6,280
산업·중소기업 및 에너지	1	50	50
산업혁신지원	1	50	50
탄소중립기반구축	1	50	50
총합계	26	586,335	22,551

자료: 열린재정 홈페이지, “재정사업 설명자료”, 검색일: 2024.5.8을 바탕으로 저자 작성.

워드클라우드에서는 기술, 개발, 연구, 원자력, 에너지, 방사선 등이 상위 키워드로 등장하였다. 특히 에너지와 방사선이 전체 키워드에 비해 상위로 올라온 것을 확인할 수 있었다. 이외에도 운영, 기반, 확보 등이 상위 키워드에 존재하였는데, 이는 출연연구기관 지원 프로그램이 큰 비중을 차지하기 때문으로 보인다.

	순위	단어	빈도수
	1	기술	101
	2	개발	55
	3	연구	47
	4	원자력	43
	5	에너지	30
	6	방사선	26
	7	운영	23
	8	기반	22
	9	확보	21
	10	관리	20
	10	지원	20
	12	분야	18
	13	산업	17
	13	활용	17
	13	생산	17
	13	효율	17
워드클라우드		상위 키워드	

자료: 열린재정 홈페이지, “재정사업 설명자료”, 검색일: 2024.5.8을 바탕으로 저자 작성.

그림 3-11 과기부 기후·에너지·자원 관련 재정사업 내용 주요 키워드(R&D)

3) 비R&D 사업

과학기술정보통신부의 2023년도 기후·에너지·자원 관련 재정사업 중 비R&D 사업은 8개, 예산은 약 1,500억 원이었다. 사업 수는 과학기술 분야에 7개, 산업·중소기업 및 에너지 분야에 1개가 속해 있어 과학기술 분야가 대부분을 차지했다. 과학기술 분야 중에서도 대부분은 원자력진흥과 원자력안전관리기반구축 프로그램에 속해 있었다.

표 3-20 과기부 기후·에너지·자원 관련 재정사업 프로그램(비R&D, 기후기금 조정 후)

(단위: 개, 백만 원)

분야/부문/프로그램명	세부사업 수	예산액	사업당 평균 예산
과학기술	7	147,023	21,003
과학기술연구개발	7	147,023	21,003
원자력진흥	4	59,825	14,956
원자력안전관리기반구축	2	84,598	42,299
미래유망원천기술개발	1	2,600	2,600
산업·중소기업 및 에너지	1	11,700	11,700
산업혁신지원	1	11,700	11,700
온실가스감축	1	11,700	11,700
총합계	8	158,723	19,840

자료: 열린재정 홈페이지, “재정사업 설명자료”, 검색일: 2024.5.8을 바탕으로 저자 작성.

워드클라우드에서는 원자력이 가장 상위 키워드로 등장하였고 안전, 기술, 규제 등이 상위에 자리하였다. 이를 통해 과학기술정보통신부 재정사업의 R&D 사업과 비R&D 사업의 성격이 뚜렷이 나뉘는 것을 확인할 수 있었는데, 둘 다 원자력이 상위 키워드에 있으나 R&D 사업은 기술 개발이나 시설, 기반 확충이 주요 내용인 반면, 비R&D에서는 안전이나 규제 측면이 강조되고 있었다.

순위	단어	빈도수
1	원자력	50
2	안전	41
3	기술	28
4	규제	24
5	구축	20
6	시설	15
6	원전	15
8	검증	13
8	지원	13
10	확보	12
10	인력	12
12	연구	11
13	심사	10
13	검사	10
13	분야	10

워드클라우드

상위 키워드

자료: 열린재정 홈페이지, “재정사업 설명자료”, 검색일: 2024.5.8을 바탕으로 저자 작성.

그림 3-12 과기부 기후·에너지·자원 관련 재정사업 내용 주요 키워드(비R&D)

라. 환경부 사업 분석 결과

1) 전체 사업

환경부의 2023년도 기후·에너지·자원 관련 재정사업은 19개, 예산은 약 2,100억 원으로 집계되었다. 분야는 환경 분야 하나였고, 부문은 기후대기 및 환경안전, 물환경, 자연환경, 환경일반, 자원순환 및 환경경제의 5개로 나뉘어있다. 이 중 기후대기 및 환경안전 부문이 사업 수 9개, 예산액 약 1,600억 원으로 가장 큰 규모였다. 여기에는 기후변화대응이나 온실가스감축 등이 포함되어 있었다.

표 3-21 환경부 기후·에너지·자원 관련 재정사업 프로그램(전체, 기후기금 조정 후)

(단위: 개, 백만 원)

분야/부문/프로그램명	세부사업 수	예산액	사업당 평균 예산
환경	19	210,466	11,077
기후대기 및 환경안전	9	165,235	18,359
기후변화대응	2	14,557	7,279
공정한전환	2	69,535	34,768
대기환경보전	2	3,000	1,500
온실가스감축	1	63,917	63,917
탄소중립기반구축	1	13,786	13,786
저탄소생태계조성	1	440	440
물환경	3	25,908	8,636
맑은물공급·이용	2	18,733	9,367
수질 및 수생태계관리	1	7,175	7,175
자연환경	3	11,985	3,995
온실가스감축	2	9,930	4,965
자연생태보전	1	2,055	2,055
환경일반	2	538	269
환경행정지원	2	538	269
자원순환 및 환경경제	2	6,800	3,400
탄소중립기반구축	1	6,300	6,300
저탄소생태계조성	1	500	500
총합계	19	210,466	11,077

자료: 열린재정 홈페이지, “재정사업 설명자료”, 검색일: 2024.5.8을 바탕으로 저자 작성.

사업시행 주체별로는 환경부가 사업 수 12개, 예산액 약 1,050억 원으로 가장 많았다. 그다음은 한국환경산업기술원이 사업 수 3개, 예산액 약 160억 원이었고, 이외에도 한국수자원공사, 국립공원공단, 한국환경공단 등이 존재하였다.

표 3-22 주요 사업주체별 환경부 기후·에너지·자원 관련 재정사업 프로그램(전체, 기후기금 조정 후)

(단위: 개, 백만 원)

사업시행 주체	세부사업 수	예산액	사업당 평균 예산
환경부	12	105,222	8,769
한국환경산업기술원	3	16,865	5,622
현대건설	1	7,175	7,175
한국수자원공사	1	12,357	12,357
국립공원공단	1	4,930	4,930
한국환경공단	1	63,917	63,917

자료: 열린재정 홈페이지, “재정사업 설명자료”, 검색일: 2024.5.8을 바탕으로 저자 작성.

워드클라우드에서는 탄소와 지원이 가장 상위 키워드로 등장하였다. 타 부처의 전체 사업에서 기술, 개발 등의 키워드가 상위에 위치했던 것과는 상반되는 특징으로 보인다. 이외에도 기후변화, 에너지, 중립 등의 키워드가 상위에 위치하였다.

순위	단어	빈도수
1	탄소	42
2	지원	37
3	기후변화	35
4	에너지	24
5	중립	23
6	온실가스	22
7	기술	20
7	개발	20
9	환경	18
9	감축	18
11	홍수	14
11	추진	14
13	대응	13
14	위해	12
14	적응	12
14	홍보	12

워드클라우드	상위 키워드
--------	--------

자료: 열린재정 홈페이지, “재정사업 설명자료”, 검색일: 2024.5.8을 바탕으로 저자 작성.

그림 3-13 환경부 기후·에너지·자원 관련 재정사업 내용 주요 키워드(전체)

2) R&D 사업

환경부의 2023년도 기후·에너지·자원 관련 재정사업 중 R&D 사업은 7개, 예산은 약 420억 원이었다. 물환경 부문이 사업 수 2개, 예산액 약 150억 원으로 가장 큰 규모였고, 그다음은 기후대기 및 환경안전 부문으로 사업 수는 2개로 물환경 부문과 같았으나 예산액이 약 138억 원으로 물환경 부문보다 다소 작은 규모였다.

표 3-23 환경부 기후·에너지·자원 관련 재정사업 프로그램(R&D, 기후기금 조정 후)
(단위: 개, 백만 원)

분야/부문/프로그램명	세부사업 수	예산액	사업당 평균 예산
환경	7	42,876	6,125
기후대기 및 환경안전	2	13,836	6,918
탄소중립기반구축	1	13,786	13,786
대기환경보전	1	50	50
자연환경	2	7,055	3,528
자연생태보전	1	2,055	2,055
온실가스감축	1	5,000	5,000
물환경	2	15,685	7,843
수질 및 수생태계관리	1	7,175	7,175
맑은물공급·이용	1	8,510	8,510
자원순환 및 환경경제	1	6,300	6,300
탄소중립기반구축	1	6,300	6,300
총합계	7	42,876	6,125

자료: 열린재정 홈페이지, “재정사업 설명자료”, 검색일: 2024.5.8을 바탕으로 저자 작성.

워드클라우드에서는 기술, 홍수, 개발 등의 키워드가 상위에 위치하였다. 부문별 현황에서 물환경과 관련된 사업이 가장 많았던 것과 일치하는 결과로 보인다. 이외에도 탄소, 평가, 에너지, 기후변화 등의 키워드가 상위에 위치하였다.



순위	단어	빈도수
1	기술	19
2	흡수	14
2	개발	14
4	탄소	10
5	평가	9
5	에너지	9
5	이상	9
8	기후변화	8
9	대응	7
9	기반	7
11	생태계	6
11	자원	6
13	강화	5
13	도시	5
13	통합	5
13	관리	5
13	회수	5
13	사업	5
13	지원	5
13	흡수	5

워드클라우드

상위 키워드

자료: 열린재정 홈페이지, “재정사업 설명자료”, 검색일: 2024.5.8을 바탕으로 저자 작성.

그림 3-14 환경부 기후·에너지·자원 관련 재정사업 내용 주요 키워드(R&D)

3) 비R&D 사업

환경부의 2023년 기후·에너지·자원 관련 재정사업 중 비R&D 사업은 12개, 예산은 약 1,600억 원이었다. R&D 사업에 비해 비R&D 사업의 예산 규모가 약 4배 컸다. 이 중 기후 대기 및 환경안전 부문이 세부사업 수 7개, 예산액 약 1,500억 원으로 가장 규모가 컸다. 기후변화대응, 온실가스감축, 저탄소생태계조성 등의 프로그램이 여기에 해당하였다. 물환경 부문은 사업 수는 1개였으나 예산액은 약 100억 원으로 두 번째로 큰 규모를 보였다.

표 3-24 환경부 기후·에너지·자원 관련 재정사업 프로그램 현황(비R&D, 기후기금 조정 후)

(단위: 개, 백만 원)

분야/부문/프로그램명	세부사업 수	예산액	사업당 평균 예산
환경	12	167,590	13,966
기후대기 및 환경안전	7	151,399	21,628
공정한전환	2	69,535	34,768
기후변화대응	2	14,557	7,279
온실가스감축	1	63,917	63,917
저탄소생태계조성	1	440	440
대기환경보전	1	2,950	2,950
환경일반	2	538	269
환경행정지원	2	538	269
자원순환 및 환경경제	1	500	500
저탄소생태계조성	1	500	500
물환경	1	10,223	10,223
맑은물공급·이용	1	10,223	10,223
자연환경	1	4,930	4,930
온실가스감축	1	4,930	4,930
총합계	12	167,590	13,966

자료: 열린재정 홈페이지, “재정사업 설명자료”, 검색일: 2024.5.8을 바탕으로 저자 작성.

워드클라우드에서는 지원, 탄소, 기후변화, 온실가스 등의 키워드가 상위에 등장하였다. R&D 사업에 비해 기후변화 대응 관련 키워드가 뚜렷하게 나타나는 것을 확인할 수 있었고, 따라서 전체 키워드에서 살펴본 것과 같이 지원사업을 통한 기후변화 대응이 주 내용인 것으로 파악할 수 있었다. 이외에도 에너지, 감축, 추진 등이 상위권에 존재하였다.

	워드클라우드		
	순위	단어	빈도수
	1	지원	32
	1	탄소	32
	3	기후변화	27
	4	온실가스	20
	4	중립	20
	7	환경	18
	8	에너지	15
	9	감축	14
	9	추진	14
	11	홍보	12
	12	실천	10
	12	적응	10
	14	협력	8
	14	지자체	8
	14	수열	8
	14	국가	8
	14	부문	8
	14	보급	8
	상위 키워드		

자료: 열린재정 홈페이지, “재정사업 설명자료”, 검색일: 2024.5.8을 바탕으로 저자 작성.

그림 3-15 환경부 기후·에너지·자원 관련 재정사업 내용 주요 키워드(비R&D)

마. 국토교통부 사업 분석 결과

1) 전체 사업

국토교통부의 2023년도 기후·에너지·자원 관련 재정사업은 30개, 예산은 약 4,100억 원으로 집계되었다. 세부적으로는 교통 및 물류와 국토 및 지역개발의 2개 분야로 구성되어 있었는데, 이 중 교통 및 물류 분야에 23개 사업과 약 3,900억 원의 예산이 집중되어 있었다. 교통 및 물류 분야 중에서도 물류 등 기타 부문의 사업 수가 21개로 가장 많았고, 예산액은 도로 부문이 약 3,000억 원으로 가장 많았다.

표 3-25 국토부 기후·에너지·자원 관련 재정사업 프로그램(전체, 기후기금 조정 후)

(단위: 개, 백만 원)

분야/부문/프로그램명	세부사업 수	예산액	사업당 평균 예산
교통 및 물류	23	399,659	17,376
물류 등 기타	21	95,159	4,531
탄소중립기반구축	11	47,107	4,282
국토교통연구개발	6	20,964	3,494
국토교통정보화	1	2,238	2,238
자동차및교통정책	1	3,000	3,000
물류정책	1	9,000	9,000
대중교통육성	1	12,850	12,850
도로	2	304,500	152,250
회계기금간거래(기후대응기금)	1	300,000	300,000
고속도로건설	1	4,500	4,500
국토 및 지역개발	7	17,987	2,570
지역 및 도시	4	10,354	2,589
도시정책	2	5,750	2,875
건축정책	2	4,604	2,302
산업단지	3	7,633	2,544
산업단지개발및지원	3	7,633	2,544
총합계	30	417,646	13,922

자료: 열린재정 홈페이지, “재정사업 설명자료”, 검색일: 2024.5.8을 바탕으로 저자 작성.

사업시행 주체별로는 국토교통과학기술진흥원이 사업 수 17개, 예산액 약 680억 원으로 가장 많은 사업을 시행하고 있었다. 그다음으로는 지방자치단체에서 시행하는 사업이 5개, 예산액 약 340억 원인 것으로 나타났다. 이외에도 한국도로공사, 한국에너지공단, 한국교통안전공단 등이 존재하였다.

표 3-26 주요 사업주체별 국토부 기후·에너지·자원 관련 재정사업 프로그램(전체, 기후기금 조정 후)

(단위: 개, 백만 원)

주요 사업시행 주체	세부사업 수	예산액	사업당 평균 예산
국토교통과학기술진흥원	17	68,071	4,004
지방자치단체	5	34,233	6,847
한국도로공사	1	4,500	4,500
한국에너지공단	1	3,999	3,999
한국교통안전공단	1	3,000	3,000
한국부동산원	1	2,238	2,238
녹색건축센터	1	605	605
한국토지주택공사	1	500	500
국토교통부	1	500	500

자료: 열린재정 홈페이지, “재정사업 설명자료”, 검색일: 2024.5.8을 바탕으로 저자 작성.

워드클라우드에서는 기술, 에너지, 개발 등의 키워드가 상위에 위치하였다. 이외에도 수소, 지원, 기반, 건축물, 인프라 등의 키워드도 상위권에 있었는데, 특히 건축물, 인프라, 시스템 등의 키워드가 타 부처와는 달리 특징적으로 나타났다.

	워드클라우드		
	순위	단어	빈도수
	1	기술	45
	2	에너지	43
	3	개발	42
	4	수소	32
	5	지원	22
	6	기반	21
	6	구축	21
	8	탄소	20
	9	실증	18
	10	시스템	17
	11	건축물	16
	12	활용	12
	12	운영	12
	12	인프라	12
	15	평가	11
	워드클라우드		상위 키워드

자료: 열린재정 홈페이지, “재정사업 설명자료”, 검색일: 2024.5.8을 바탕으로 저자 작성.

그림 3-16 국토부 기후·에너지·자원 관련 재정사업 내용 주요 키워드(전체)

2) R&D 사업

국토교통부의 2023년도 기후·에너지·자원 관련 재정사업 중 R&D 사업은 18개, 예산은 약 685억 원이었다. 이 중 대부분이 교통 및 물류 분야였고, 세부사업은 모두 물류 등 기타 부문에 포함되어 있었다. 해당 부문의 사업 수는 17개, 예산액은 약 680억 원이었다. 여기에는 탄소중립기반구축, 국토교통연구개발 등의 프로그램이 포함되어 있었다.

표 3-27 국토부 기후·에너지·자원 관련 재정사업 프로그램(R&D, 기후기금 조정 후)
(단위: 개, 백만 원)

분야/부문/프로그램명	세부사업 수	예산액	사업 평균 예산
교통 및 물류	17	68,071	4,004
물류 등 기타	17	68,071	4,004
탄소중립기반구축	11	47,107	4,282
국토교통연구개발	6	20,964	3,494
국토 및 지역개발	1	500	500
지역 및 도시	1	500	500
도시정책	1	500	500
총합계	18	68,571	3,810

자료: 열린재정 홈페이지, “재정사업 설명자료”, 검색일: 2024.5.8을 바탕으로 저자 작성.

워드클라우드에서는 개발, 기술, 에너지, 수소, 실증 등의 키워드가 상위권에 위치하였다. 이외에도 플랜트, 인프라 등의 키워드가 타 부처와 다르게 특징적으로 나타났다.



순위	단어	빈도수
1	개발	42
2	기술	41
3	에너지	24
4	수소	23
5	실증	18
6	탄소	17
7	기반	16
8	구축	11
9	활용	10
9	지원	10
11	플랜트	9
11	인프라	9
11	생산	9
11	시스템	9
15	버스	8
15	운영	8
15	중립	8
15	설계	8
15	평가	8

워드클라우드

상위 키워드

자료: 열린재정 홈페이지, “재정사업 설명자료”, 검색일: 2024.5.8을 바탕으로 저자 작성.

그림 3-17 국토부 기후·에너지·자원 관련 재정사업 내용 주요 키워드(R&D)

3) 비R&D 사업

교통부의 2023년도 기후·에너지·자원 관련 재정사업 중 비R&D 사업은 12개, 예산은 약 3,500억 원이었다. 이 중 6개 사업이 교통 및 물류 분야였고, 그중 4개 사업이 물류 등 기타 부문으로 대부분을 차지했다. 하지만 예산액은 약 270억 원으로 비중이 크지 않았고, 도로 부문이 약 3,040억 원으로 가장 규모가 컸다.

표 3-28 국토부 기후·에너지·자원 관련 재정사업 프로그램(비R&D, 기후기금 조정 후)

(단위: 개, 백만 원)

분야/부문/프로그램명	세부사업 수	예산액	사업 평균 예산
교통 및 물류	6	331,588	55,265
물류 등 기타	4	27,088	6,772
자동차 및 교통정책	1	3,000	3,000
물류정책	1	9,000	9,000
국토교통정보화	1	2,238	2,238
대중교통육성	1	12,850	12,850
도로	2	304,500	152,250
회계기금간거래(기후대응기금)	1	300,000	300,000
고속도로건설	1	4,500	4,500
국토 및 지역개발	6	17,487	2,915
지역 및 도시	3	9,854	3,285
건축정책	2	4,604	2,302
도시정책	1	5,250	5,250
산업단지	3	7,633	2,544
산업단지개발및지원	3	7,633	2,544
총합계	12	349,075	29,090

자료: 열린재정 홈페이지, “재정사업 설명자료”, 검색일: 2024.5.8을 바탕으로 저자 작성.

워드클라우드에서는 에너지, 건축물, 구축 등의 키워드가 상위에 위치하였는데, R&D와 대비하여 건축물, 건축 등의 키워드가 특징적으로 드러났다. 이외에도 수소, 시스템, 온실가스 등의 키워드도 상위에 위치하였다.



순위	단어	빈도수
1	에너지	19
2	지원	12
3	건축물	10
3	구축	10
5	수소	9
5	국가	9
7	시스템	8
8	제로	7
8	대비	7
8	온실가스	7
11	사업	6
11	로드맵	6
11	활성화	6
11	통한	6
15	배출	5
15	기반	5
15	의무	5
15	산업	5
15	건축	5
15	단지	5

워드클라우드

상위 키워드

자료: 열린재정 홈페이지, “재정사업 설명자료”, 검색일: 2024.5.8을 바탕으로 저자 작성.

그림 3-18 국토부 기후·에너지·자원 관련 재정사업 내용 주요 키워드(비R&D)

5. 소결 및 시사점

본 장에서 수행한 기후·에너지·자원 관련 재정사업 분석 결과를 요약하면 다음과 같다. 첫째, R&D 사업과 비R&D 사업 모두 정부 부처 중에서는 산업통상자원부가 가장 높은 비중을 차지하는 것을 확인할 수 있었다. 나머지 순위는 R&D 사업과 비R&D 사업에서 다른 양상이 나타났는데, R&D 사업은 과학기술정보통신부와 국토교통부가, 비R&D 사업은 환경부와 국토교통부가 상위권에 위치하였다.

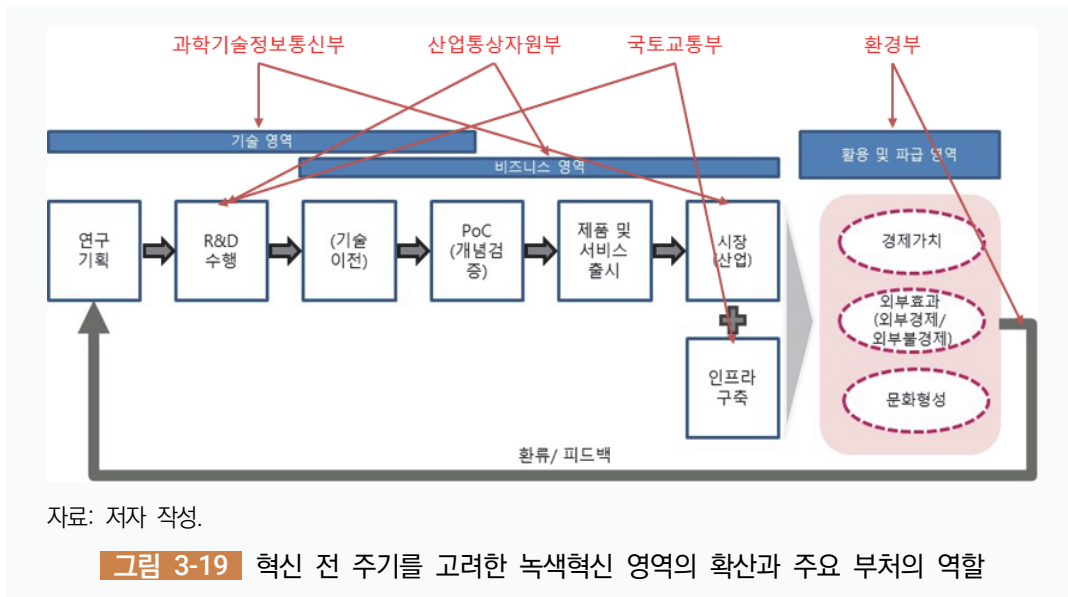
둘째, R&D 사업과 비R&D 사업에서 상위권에 위치한 산업통상자원부, 과학기술정보통신부, 환경부, 국토교통부의 재정사업들을 분석한 결과 부처별 재정사업의 특징을 확인할 수 있었다. 먼저 산업통상자원부에서는 에너지 관련 키워드가 특징적으로 나타나며, R&D 사업에서는 관련 기술개발이, 비R&D 사업에서는 관련 산업 활성화와 기반 확충이 주로 나타났

다. 과학기술정보통신부의 경우 R&D 사업 예산의 대부분이 출연연구기관 지원에 해당하는 것을 확인할 수 있었다. 또한 비R&D 사업은 원자력 관련 안전 검증이나 규제에 관련된 사업들이 확인될 수 있었다. 환경부의 경우 R&D보다 비R&D 사업의 비중이 높은 특징을 보였다. 또한 타 부처들에서는 기술개발 관련 키워드가 상위에 등장하는 것과 달리 지원이 가장 상위에 등장하는 점도 특징적이었다. 기후변화 대응이나 온실가스 감축 사업도 비R&D 사업을 중심으로 이루어지고 있었으며, 관련 홍보, 보급, 실천 등을 주로 추진하고 있는 것을 확인할 수 있었다. 국토교통부에서는 타 부처들에 비해 수소 관련 키워드가 특징적으로 나타났다. R&D와 비R&D 사업 모두 물류와 관련하여 수소를 활용하는 사업을 주로 추진하고 있었다. R&D의 경우 수소 관련 기술개발 사업이 존재하였고, 비R&D에서는 수소 관련 시설 구축이 주로 나타났다. 또한 시설, 건축물 등의 키워드도 특징적으로 나타났다.

이러한 결과를 토대로 다음과 같이 정책적 시사점 두 가지를 도출할 수 있다.

첫째, 녹색혁신의 활성화를 위해서는 혁신 전 주기 전반으로 녹색혁신의 개념을 확산하는 것이 필요하다. 이를 위해 <그림 3-19>에 나타난 바와 같이 재정분석을 통해 확인한 주요 부처의 각 특화 영역별로 녹색혁신 개념을 확대하는 것이 필요하다. 재정사업 분석 결과 기후·에너지·자원 관련 녹색 분야 정부사업들은 부처별로 특성화된 역할을 중심으로 배분되어 수행됨을 확인할 수 있었다. 이러한 자원 배분은 부처별 영역을 공고히 함과 동시에 관련 분야의 특화와 역량 축적을 유도하게 된다. 이를 녹색혁신 활성화로 확대하기 위해서는, 부처별 특화 역량을 가진 분야를 중심으로 부처 전반의 사업으로 녹색혁신의 개념을 확장하고 타 부처와의 협력을 주관하는 역할을 부여하는 것이 필요하다고 할 수 있다.

먼저 과학기술정보통신부의 경우, 혁신 전 주기 중 기술영역에 특화되어 있으므로 해당 영역에서의 환경 구분이 아닌 다양한 재정사업으로도 녹색혁신 개념을 확산하는 것이 필요하다. 이를 위해서는 연구개발 사업의 제안서 및 평가항목에 기존의 기술적 파급효과, 경제적 파급효과와 더불어 환경적 파급효과를 신설하는 등의 적극적인 활동이 필요하다. 다음으로 산업통상자원부의 경우 혁신 전 주기 중 비즈니스 영역에서 에너지뿐만 아니라 다양한 기업 및 산업기술 지원 사업에서 녹색혁신을 지향할 수 있도록 하는 것이 필요하다. 환경부는 혁신 전 주기 중 활용 및 파급 영역과 환류 및 피드백 영역을 총괄하여 해당 영역에서 녹색혁신의 확산을 유도하는 것이 필요하며, 마지막으로 국토교통부는 주요 인프라의 구축사업에서 비용대비 효과와 기술적인 효과 외에 녹색혁신 관점의 효과 또한 함께 고려하여 녹색혁신의 개념이 혁신 전반으로 확산될 수 있도록 하는 것이 필요할 것이다.



둘째, 녹색혁신을 활성화하기 위한 다양한 미션을 발굴하고 다부처 간의 협력과 교류를 이끌어낼 수 있는 거버넌스와 실행력 확보가 필요하다. 녹색혁신을 활성화하기 위한 미션을 발굴하고 이를 범부처 관점에서 융합하여 추진하기 위해서는 이를 뒷받침할 수 있는 기획력과 예산심의권 등이 갖춰진 거버넌스의 구축이 필요하다. 이를 위해서는 국회의 기후위기 특별위원회와 2050 탄소중립녹색성장위원회 간의 긴밀한 협조를 통해 미션을 기획하고 예산을 구성 및 심의하는 실행력을 갖춘 체제가 요구된다고 할 수 있다. 특히 탄소중립 기본계획 등이 모두 좁은 의미의 저탄소화(온실가스 감축)라는 목표를 중심으로 주요 방향이 기획되고 관리되고 있는 바, 이를 확장하여 녹색혁신이 보편화되고 모든 영역으로 파급될 수 있는 장기적인 미션 또한 하나의 축으로 포함되는 것이 필요할 것이다.

한편, 본 분석의 한계 및 향후 과제를 다음과 같이 제안하고자 한다. 먼저 본 연구에서 수행한 재정사업 분석은 일종의 파일럿 분석으로 녹색혁신의 대표적인 영역이라 할 수 있는 기후·에너지·자원 측면을 중심으로 분석을 수행하였으므로 향후에는 이를 녹색혁신 전반으로 확대하여 분석하는 것이 필요할 것이다. 다음으로 본 분석을 통해 파악된 부처별 특성화를 기반으로 혁신의 전 주기에서 주요 부처들이 녹색혁신 활성화를 위해 할 수 있는 구체적인 정책수단에 대한 후속 연구가 필요할 것이다. 마지막으로 본 장에서 제안한 미션 중심의 혁신정책 추진을 위해 장기적 관점에서 녹색혁신의 활성화를 위한 미션을 발굴하는 후속 연구가 필요할 것이다.

제4장

기업의 동적역량 강화 요소 분석과 정책지원 방향

1. 개요
2. 이론적 배경
3. 기업의 동적역량 분석 방법
4. 분석 결과
5. 소결 및 시사점

녹색 산업혁신에서 정책적 중요성이 큰 또 하나의 단계는 연구개발을 통해 개발된 기술을 기업이 받아들여 활용하는 확산 단계이다. 녹색 기술의 긍정적 외부효과, 이익 실현의 시간적 지연과 불확실성, 중소기업의 혁신역량 부족 등의 요인을 극복하여 녹색 기술의 확산이 충분히 일어날 수 있도록 기업의 혁신역량을 강화하고 유인하는 정부의 개입(지원)이 요구되며, 이를 위해 기업의 녹색혁신 여건과 역량을 분석하고 정책적 지원 및 유인 방안을 모색할 필요가 있다. 과학기술정책연구원(STEPI)이 수행한 본 장에서는 기업의 혁신 행동에 관한 기존 이론과 전문가 AHP 분석을 바탕으로 기업이 새로운 기술을 받아들여 환경변화에 대처하는 동적역량, 즉 혁신역량을 강화하기 위한 요소들을 분석하고, 이를 위한 정책 요소들을 매칭시켜 정책 제언과 향후 과제를 도출하였다.

1. 개요

기업 차원의 녹색혁신 활성화를 위해서는 녹색혁신이 단발적·일시적으로 머무르지 않고, 지속적으로 수행되는 것이 필요하다. 이를 위해서는 기업이 정부의 정책에 의지하고 따라가는 수동적인 존재가 아닌, 기업의 자체 역량을 통해 자발적으로 녹색혁신을 수행하는 능동적인 존재가 되는 것이 중요하다고 할 수 있다. 즉, 녹색혁신 자체가 일회적인 혁신이 아니라 기업의 일반적인 혁신활동에 내재화되어 수행될 수 있는 혁신의 전환이 필요한 것이다. 이러한 관점에서 정부는 직접적인 공급 측면의 지원보다 역량 강화를 위한 간접적인 지원 역할이 중요하다고 볼 수 있다. 이러한 관점에서 본 장에서는 기업이 자발적이고 능동적으로 녹색혁신

을 지속적으로 추진하기 위해 필요한 역량과 이를 구성하는 요소를 도출하고, 요소 간 중요도를 도출하고자 한다. 그리고 이를 통해 기업이 동적역량을 확보하고 배양하는 과정에서 필요한 정부의 정책 방향성을 도출하고자 한다.

녹색혁신 활성화를 위한 기업의 역량과 그 요소를 도출하기 위해서는 먼저, 녹색혁신이라는 환경변화에 대처한다는 관점에서 기업의 동적역량 기반 혁신 이론과 회복력 관점의 이론을 참조할 수 있다. 다음으로 자발적으로 녹색혁신을 추진하기 위해서는 단순한 매몰비용의 추가나 시장 실패로의 귀결이 아닌, 기업의 이윤 혹은 경쟁력이 담보되어야 한다는 측면에서 기업의 경쟁력과 관련된 이론이 활용될 수 있을 것이다. 이와 같은 이론들을 통해 녹색혁신 활성화를 위한 기업의 동적역량을 도출한 뒤, 중요도를 평가하여 정책적 시사점을 도출하고, 중요도 구성요소별로 특성화된 정책 포트폴리오를 제시하고자 한다.

2. 이론적 배경

기업의 자체적인 녹색혁신과 활성화를 유도하기 위해서는 다음과 같은 두 가지 측면에서 기존 이론으로 접근하는 것이 가능하다. 첫째, 대외적인 혁신환경의 변화에 적응하는 기업 역량의 관점이다. 즉, 이는 녹색혁신이 결국 환경과 에너지 등에 대한 소모와 파괴를 최소화 하면서 혁신활동을 수행한다는 관점에서 볼 때, 기업이 외부환경의 변화에 대한 적응 및 회복의 관점에서 혁신을 수행하는 역량을 의미한다고 볼 수 있다. 이러한 관점을 기업의 혁신과 회복력 관점의 이론으로 살펴볼 수 있다.

둘째, 기업의 경영 관점에서 비경제적이고 비효율적인 측면을 극복하고 경쟁력을 유지하기 위한 전략 측면의 접근이 가능하다. 기존에 기후·환경 문제, 혹은 녹색혁신 전반은 시장 실패의 영역으로 간주되는 경우가 많았으며, 기업에서는 비용이 들어가나 이윤에는 큰 도움을 주지 않는 요소로 여겨지고 있다. 따라서 이러한 비효율을 극복하고 경쟁력을 강화하는 관점에서의 기업전략이 기업역량 강화의 측면에서 고려될 수 있다.

가. 기업의 혁신과 회복력 관점

1) 동적역량 기반 혁신 이론³⁰⁾

기업의 혁신역량이란 변화하는 환경에 대응하기 위해 기업이 내외부 역량을 통합하고, 적절한 대응체계를 구축하며, 재구성하는 능력(Teece, Pisano, and Shue, 1997)을 의미한다. 즉, 기존의 시스템 기반 혁신이 혁신요소의 결합과 이로 인한 혁신활동에 중점을 두었다면,

30) 정미애 외(2021) 참고하여 정리.

혁신역량 기반의 혁신은 기존의 혁신이론들에 비해 동적인 대응체계를 강조하는 특징이 있다.

그 외에도 다양한 연구자들에 의해 동적역량이 정의된 바 있다. Eisenhardt and Martin(2000)에 따르면 동적역량은 경영자가 기존의 자원을 재배치하고 변경하기 위해 수립 및 실행하는 조직적이고 전략적인 과정이다. 이는 시장의 변화에 대응 또는 시장 변화를 촉발하기 위해 기업이 내외부 자원을 통합하고 변환하여 활용하는 프로세스 전반을 의미한다고 볼 수 있다. 이러한 관점은 기업의 자원 활용 관점을 중심으로 혁신역량을 파악한 것으로, 학습과 지식의 흐름 등은 포함되지 않은 특징이 있다. Halfat et al.(2007) 또한 동적역량을 특정한 목적을 가지고 조직에 자원을 창출, 확장 또는 변형하는 능력을 의미한다고 하였다. 이 또한 자원을 재구성이라는 측면에서 혁신역량을 파악한 것이라 볼 수 있으나 이를 위한 구성 요소에 기회요인과 위협요인을 감지하고 포착하는 능력을 포함시켰다는 측면에서 내부적인 자원의 재배치뿐만 아니라 외부 변화에 반응하는 과정 또한 역량 안에 포함시킨 특징이 있다. 유사한 관점에서 Parida et al.(2016)은 불확실성이 높은 기업의 사업환경에 대응하기 위해 기업 내부의 자원들을 수정하고 변환하는 역량을 혁신역량이라 하였으며, 이는 기업의 다양한 역량 중 상위 역량에 속한다고 하였다.

이처럼 동적역량에 기반한 혁신이론들이 내부적인 자원의 확보와 변환에 중점을 두는 이유는 기존의 기업의 능력과 자원들이 변화하는 환경에서는 기업의 혁신을 가로막는 장애요인이 될 수 있기 때문이다(허문구, 2018). 기존의 혁신요소 기반의 혁신이론들에서는 기업의 자산(Assets)과 자원(Resources)은 불변하는 양적인 투입 요소로 간주되어 왔다. 하지만 디지털전환, 녹색전환 등과 같은 최근의 환경변화는 일상적으로 수행되던 기업의 혁신활동으로는 변화를 수용 및 내재화하기 어려운 새로운 전환을 필요로 하며, 이를 위해서는 기업이 기존에 구축한 자원들을 재구성하고 부족한 자원을 확보하는 대응이 필요하다. 즉, 급격한 환경변화에 대응하기 위해서는 투입기반 산출에 근거한 정적인 혁신에서 자원과 조직을 재구성하는 동적인 대응이 필요하며, 이를 설명하기 위해서는 동적역량 관점의 혁신이론이 유용하다고 볼 수 있다.

동적역량에 대한 개념을 토대로 주요 단계를 도출한 사례는 다음과 같다. 먼저 동적역량 기반 혁신 단계는 자원의 결합, 자원의 재구조화, 자원의 획득 및 이전의 3단계로 구분될 수 있다(Eisenhardt and Martin, 2000). 이러한 관점은 앞서 본 자원을 확보하고 재구성하는 관점을 반영한 단계 설정이라 할 수 있다. Halfat et al.(2007)은 혁신 단계를 1) 변화와 기회를 식별하는 능력, 2) 기회에 대한 대응을 공식화하는 능력, 3) 실행하는 능력의 3단계로 구조화하였다. 이는 자원을 확보하고 변형하는 과정을 내재화한 것으로 환경변화에 대한 감지 및 대응을 중심으로 혁신활동을 구분한 것이라 할 수 있다. Teece(2007) 또한 이와

유사한 관점에서 혁신 단계를 1) 기회와 위협을 감지하는 능력, 2) 기회를 포착하는 능력, 3) 재구성을 통해 경쟁력을 유지하는 능력으로 구분한 바 있다.

표 4-1 동적역량 기반 혁신 단계 구성

	인식역량	대응역량	실행 및 활동역량
개념	환경변화를 감지, 분석, 평가, 형성 (기회 발견과 포착)	기회를 활용하기 위한 대응전략 수립	수립된 전략을 수행하기 위해 장애요소를 제거하고 실행에 필요한 구조 변화를 추구
주요 내용	시장의 기술적 기회에 대한 탐색, 탐험, 해석, 여과, 학습, 평가, 측정	제품 특성 및 기술 선택, BM 설계, 자원 동원과 투자	유·무형의 자산 및 내부 능력의 개선, 갱신, 재구성, 전환

자료: 정미애 외(2021), p.31을 수정하여 저자 정리.

기존의 연구들을 토대로 동적역량 기반의 혁신 단계를 <표 4-1>과 같이 3단계로 구조화할 수 있다. 첫째, 인식역량은 환경변화를 지속적으로 감지하고 분석하여 자사에 기회가 될 수 있는 부분을 발견하고 포착하는 능력을 의미한다. 이를 위해서는 시장 내 다양한 기술적 요인, 사업적 기회요인을 동종업종 혹은 밸류체인의 관점에서 탐색, 해석, 학습, 평가 및 측정하는 과정이 필요하다. 둘째, 대응역량은 포착된 기회를 기업 성장에 활용하기 위해 대응전략을 수립하는 능력을 의미한다. 이를 위해서는 제품 특성에 맞는 기술을 선택하거나, 새로운 비즈니스 모델을 설계하고, 자원을 조직화하고 투자라는 과정이 필요하다. 마지막으로 실행 및 활동역량이란 전략을 수행하기 위해 장애요소를 제거하고 실행을 위한 재구성을 하는 능력을 의미한다. 즉, 자산과 내부 조직 등을 개선하고 변환하는 과정을 통해 실행력을 담보하고 실행을 추진하는 단계를 의미한다.

2) 회복력 측면³¹⁾

회복력(Resilience)은 생태학에서 유래된 개념으로, 자연과 같은 생태계 혹은 시스템이 붕괴된 이후 다시 안정적인 상태로 돌아갈 수 있도록 하는 능력을 뜻한다. 디지털전환, ESG 경영, 녹색전환 등이 모두 기존에 생산하던 제품 및 서비스를 고도화하는 차원이 아닌 혁신 환경의 근본적인 변화를 유도한다는 측면에서 회복력의 개념은 기업의 녹색혁신 내재화에 매우 유용하다고 볼 수 있다. 즉, 변화하는 환경에서 기업이 지속적이고 안정적인 경영환경을 유지하기 위한 일종의 필요역량이라 할 수 있을 것이다.

31) 김승현(2023) 참고하여 정리.

표 4-2 기업의 회복력 관련 기존 논의

저자	정의
Hamel and Valikangas(2003)	- 기업 내 핵심 분야 및 사업에 영구적 손상을 가져올 수 있는 외부 환경(트렌드)을 예측 및 조정할 수 있는 능력 - 기업에 악영향이 나타나기 전에 변화할 수 있는 능력이 중요
Reeves and Whitaker(2020)	변화하는 환경에서 기업에 나타나는 스트레스를 흡수하고 파괴된 기능을 복구해 성과로 연결하는 능력
The British Standard Institution	- 기업의 생존과 번영을 위해 변화를 예상하고 준비, 대응, 적응하는 조직의 능력 - 기업에 닥칠 수 있는 점진적인 변화와 급격한 변화를 모두 예상하는 것이 중요

자료: 김승현(2023), p.44.

〈표 4-2〉는 기업의 회복력에 대한 다양한 논의를 보여준다. Hamel and Valikangas(2003)는 기업의 회복력을 자사의 핵심 분야나 제품에 영구적 피해를 줄 수 있는 외부환경을 조정할 수 있는 능력이라고 하였다. 즉, 외부환경 변화를 조정하여 자사의 생산 및 혁신 과정을 보호할 수 있는 능력이라 할 수 있다. 유사한 관점에서 Reeves and Whitaker(2020)의 연구에서는 회복력을 환경변화에 따른 스트레스를 흡수하고 파괴된 기능을 복구하여 기업의 성장으로 연결하는 것이라 하였다. The British Standard Institution 또한 기업의 생존과 성장을 위해 변화를 예측하고 대응하는 능력이라 한 바 있다.³²⁾ 이러한 다양한 논의에서 보듯이 회복력 또한 동적역량과 유사한 관점에서 변화에 대응할 수 있는 기업의 역량을 살펴본 것이라 할 수 있다. 따라서 회복력이란 결국 외부의 환경변화를 미리 포착하여 기업의 쇠락을 막고 이를 기회화하여 기업의 성장을 도모할 수 있는 능력을 의미한다고 볼 수 있다.

회복력을 갖춘 기업과 그렇지 못한 기업은 결국 성과의 측면에서 격차가 나타나게 되는데, Reeves and Whitaker(2020)는 이를 크게 1) 예측, 2) 충격격차, 3) 회복격차, 4) 결과격차의 4단계로 구조화하여 제시한 바 있다. 먼저, 예측 단계는 외부 환경변화를 인지하는 단계로, 회복력을 갖춘 기업과 그렇지 못한 기업 간의 성과 측면에서의 차이는 크게 존재하지 않는다. 다만 충격을 예측한 기업과 그렇지 못한 기업의 인지 차이가 존재한다. 둘째, 충격격차 단계는 외부 충격에 의한 초기 피해를 의미한다. 즉, 예측 이후 충격이 가해졌을 때 기업들이 겪는 초기의 성과 감소로, 예측을 한 기업에서 성과 감소가 더 적게 나타난다. 하지만 이 이러한 성과 감소의 차이는 매우 크게 나타나지는 않을 수 있다. 셋째, 회복격차는 다시 정상 상태로 복귀하는 과정에서 겪는 성과의 차이 혹은 피해의 정도를 의미한다. 회복력을 갖춘 기업과 그렇지 못한 기업 간의 큰 성과 차이는 바로 이 단계에서 나타나게 된다. 마지막으로 결과격차는 기업이 다시 정상상태로 복귀한 이후의 기업 간 차이로, 기존의 성과가

32) The British Standard Institution, “Organizational Resilience”, 검색일: 2024.8.12.

유사한 기업은 해당 충격을 내재화하여 더 높은 성과를 거두는 상태로 발전하는 데 비해, 그러지 못한 기업은 충격 이전보다 더 낮은 상태로 안정화되어 두 기업 간에는 향후에도 지속적인 격차가 나타나게 된다. 이러한 관점에서 회복력 또한 기업의 녹색혁신에 중요한 요소가 될 수 있다.

나. 기업의 경쟁력 확보 관점

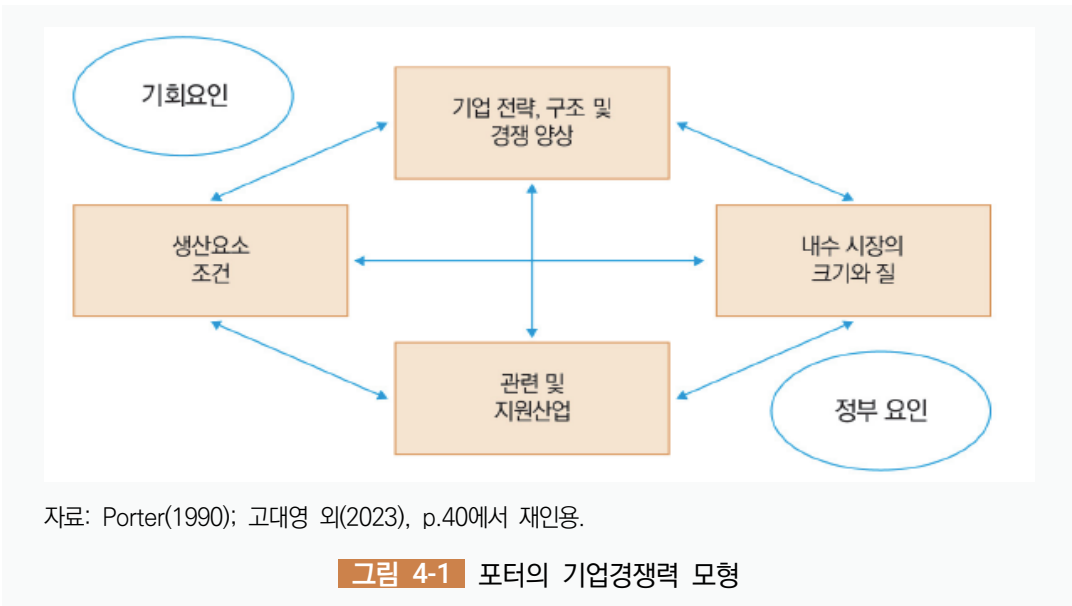
기업 관점의 녹색혁신 활성화는 저탄소 혹은 에너지 및 환경친화적인 혁신으로 기업을 전환하는 것뿐만 아니라 이를 통해서도 경쟁력의 손실을 입지 않고 경쟁력이 유지 혹은 강화되는 것이라 할 수 있다. 정부의 시책에 따라 단순히 저탄소화만을 추구하고 이를 통해 기업의 경쟁력이 약화될 경우 기업은 정부의 추가적인 지원에 의존하게 되며, 자발적인 녹색혁신으로의 유인이 일어나기 어렵기 때문이다. 이러한 관점에서 기업의 경쟁력 이론 또한 녹색혁신의 활성화 측면에서 중요한 시사점을 준다고 할 수 있다.

기업활동 측면에서 볼 때, 기업의 경쟁력은 해당 기업의 경쟁자와의 경쟁 시 우위를 차지하기 위한 역량(박정수 외, 2010)을 의미한다고 볼 수 있다. 특히 기업이 포함된 시장에서의 활동을 근거로 시장 내 재화와 서비스를 공급하는 능력 혹은 결과로서 매출을 비교하는 개념(고준환, 조강주, 2021)으로 활용되기도 한다. 이처럼 기업 경쟁력의 개념은 연구적 필요에 따라 다양하게 정의되어 활용될 수 있다. 이를 측정하고 평가하기 위한 도구로서의 관점에서 볼 때, 기업 경쟁력의 측면에서 가장 많이 활용되는 이론 중 하나는 Porter(1989)의 다이아몬드 모델이다. 다이아몬드 모델은 기업의 경쟁력에 대한 요소들을 분해하여 구성한 것으로 요소별 측정과 비교가 용이하여 기업의 경쟁력 관련 지표들에서도 다양하게 활용되고 있다.

포터의 다이아몬드 모델의 구성요소는 <그림 4-1>과 같이 크게 내부적인 요인 4가지와 외부적인 요인 2가지로 나눌 수 있다.³³⁾ 먼저 내부요인 4가지는 1) 생산요소 조건, 2) 수요 조건, 3) 기업의 전략, 구조와 경쟁관계, 4) 관련 산업들을 포함한다. 먼저 생산요소 조건이란 기업의 생산 및 제조활동에 필요한 다양한 천연자원으로서의 기초 생산요소와 인적자원, 기술, 자본, 인프라 등과 같은 고급 생산요소를 모두 포함한다. 기초 생산요소는 모방이 쉬운 반면, 고급 생산요소는 무형적인 것이 많으며 모방하기 어려운 특징이 있다. 둘째, 수요조건은 시장의 양적·질적 조건을 모두 포함한다. 시장의 규모와 크기로서의 양적인 조건과, 시장의 민감도·포화도 등과 같은 질적인 부분을 모두 포함한다. 이러한 수요 요인은 시장 내 경쟁뿐만 아니라 국제경쟁력에도 큰 영향을 끼친다고 할 수 있다. 셋째, 기업의 전략과 구조, 경쟁관계 조건은 기업의 다양한 행위와 그 방향성을 포괄하는 개념이다. 즉, 기업의 전략적인 선택과 기업 내 구조(부서 구조, 기능적 구조 등), 그리고 기업 내 문화와 가치관, 시장 내

33) 고대영 외(2023) 참고하여 정리.

경쟁구조 등을 모두 포함한다고 볼 수 있다. 마지막으로 관련 산업 조건이란 해당 기업의 주력 제품과 연계된 전후방 산업, 혹은 해당 산업들과의 연계 및 시너지 등을 의미한다. 관련 산업과의 네트워크 구축 및 연계 수준이 높고 교류가 클수록 기업활동에도 더 큰 시너지가 유발될 수 있다.



한편 외부요인 두 가지는 기회요인과 정부요인을 말한다. 먼저, 기회요인이란 외생적 요인으로 예측이 어려운 다양한 환경변화를 포함한다. 다음으로 정부요인은 산업 내에서 촉진자와 도전자의 역할을 수행하는 정부를 의미한다. 국가별로 특성화된 제도적 요인, 정책적 요인 등을 모두 포괄한다고 할 수 있다.

이와 같이 기업의 경쟁력은 앞서 본 기업 회복력의 최종 단계에 해당하며, 동시에 기업의 적극적인 녹색혁신 참여의 동기부여 및 인센티브가 될 수 있는 것으로 기업 경쟁력에 영향을 끼치는 다양한 요인들이 기업의 녹색혁신 활성화를 위한 역량으로 작용할 수 있음을 알 수 있다.

3. 기업의 동적역량 분석 방법

가. 분석틀 설계 및 분석 단계 구성

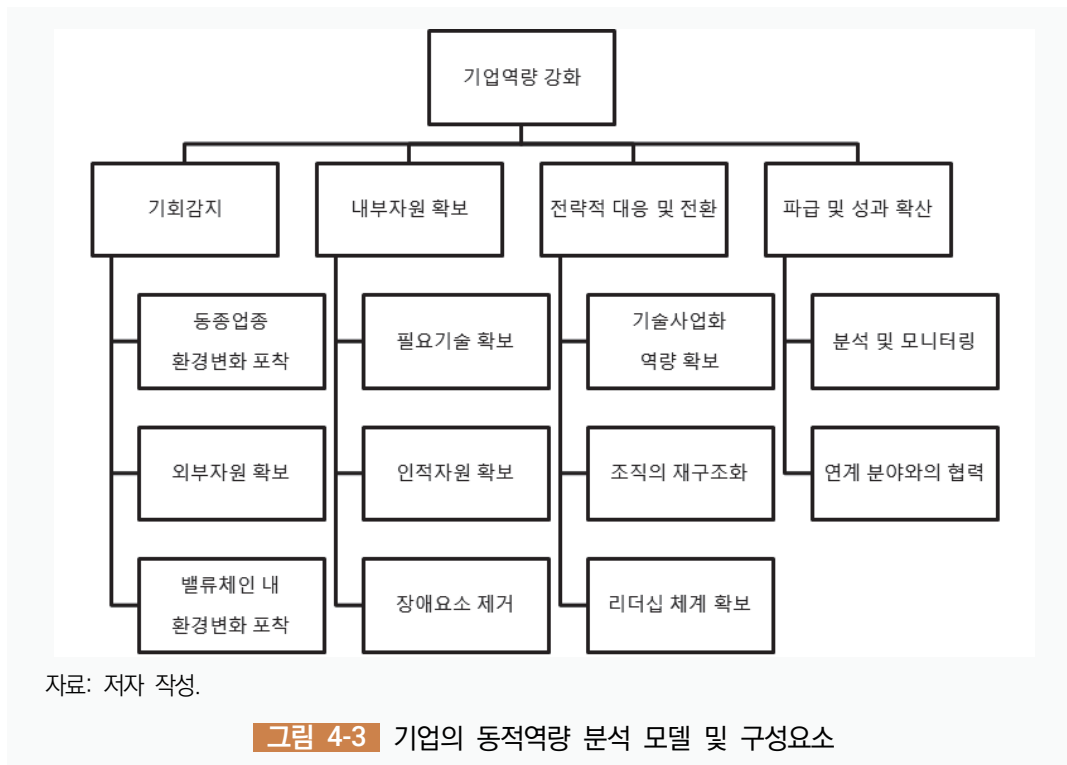
본 장에서 활용한 기업의 녹색혁신 활성화를 위한 동적역량 분석을 위한 과정은 <그림 4-2>와 같다. 첫째, 앞서 본 동적역량 기반 혁신과 회복력 이론, 그리고 기업의 경쟁력 분석 이론 등을 토대로 녹색혁신 활성화를 위한 기업의 역량을 총 3단계로 도출하였다. 둘째, 도출된

모델을 토대로 전문가 설문을 통해 단계별 요소들의 중요도를 도출하였다. 마지막으로 지표별 평가 결과를 도출하고 정책 관점의 주요 시사점을 도출하였다. 지표별 정책 도출을 위해서는 Foran et al.(2023)에서 제시된 정부의 정책전략 20가지를 참조하였으며 이를 구조화하여 지표별 정책지원의 방향성을 제시하고자 하였다.



나. 분석모델 도출 및 주요 특징

기업의 동적역량 요소별 중요도를 측정하기 위한 모델 구성은 <그림 4-3>과 같다. 기업의 동적역량 분석모델은 앞서 본 기업의 혁신 및 경쟁력 향상 관련 주요 이론들과 전문가 의견을 참고하여 총 3단계로 구성하였다. 1단계는 기업역량 강화라는 목표로, 2단계는 기업역량 요인 4가지로, 3단계는 역량별 하위요소 11개로 구성되었다.

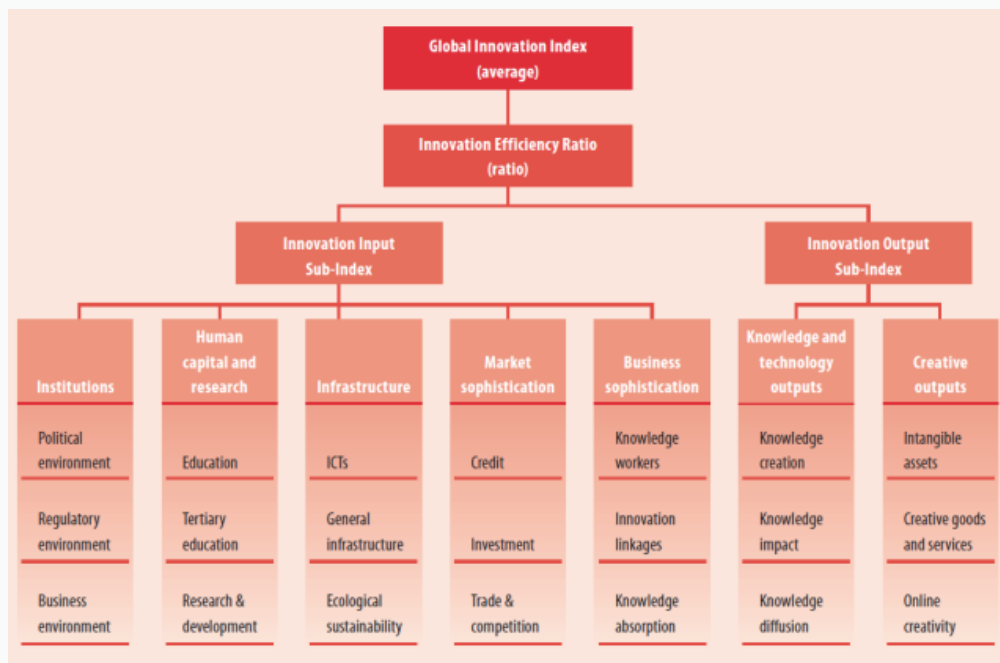


이 중 2단계는 총 4개의 구성요소로 1) 기회감지, 2) 내부자원 확보, 3) 전략적 대응 및 전환, 4) 파급 및 성과 확산을 포함한다. 3단계는 2단계의 구성요소별 하위요소들을 포함한다. 기회감지 요소의 경우 ① 동종업종 환경변화 포착, ② 외부자원 확보, ③ 밸류체인 내 환경변화 포착을 포함한다. 내부자원 확보 요소의 경우 ① 필요기술 확보, ② 인적자원 확보, ③ 장애요소 제거를 포함하며, 전략적 대응 및 전환 요소의 경우 하위요소로 ① 기술사업화 역량 확보, ② 조직의 재구조화, ③ 리더십 체계 확보를 포함한다. 마지막으로 파급 및 성과 확산 요소는 ① 분석 및 모니터링, ② 연계 분야와의 협력을 세부요소로 포함하고 있다.

본 모델의 특징은 다음과 같다. 먼저 혁신관점에서 투입과 혁신 과정, 그리고 활용 및 성과 확산의 과정을 모두 포함하였다. 기업관점의 자발적인 녹색혁신 활성화란 궁극적으로 수동적인 수용과 확산이 아닌 지속적인 기업의 혁신활동에 녹색혁신이라는 방향성이 포함되는 것을 의미한다고 볼 수 있다. 즉, 녹색혁신 또한 혁신활동의 연장선상이라는 관점에서 혁신의 하부구조를 구성하는 투입 지표, 혁신활동 지표, 성과 및 확산 지표를 모두 포함하여 모델을 구성하였다.

이러한 접근은 <그림 4-4>에 나타난 글로벌 혁신지수(GII: Global Innovation Index)의 구성에서도 찾아볼 수 있다. GII는 글로벌 관점에서 국가별 혁신을 비교하기 위한 지수로서 혁신관점의 투입 지표와 성과 지표를 포함하고 있다. 즉, 혁신을 측정하기 위해서는 투입과 산출 관점의 지표를 포함하는 것이 적절하며, 본 연구에서는 동적인 관점을 고려하여 혁신의

수행 즉, 환경변화에 대한 대응 및 전환의 측면을 추가적으로 고려하였다.



자료: WIPO(2015), p.9.

그림 4-4 글로벌 혁신지수의 구성

둘째, 녹색혁신이 에너지와 환경 등의 외부환경 변화를 포괄적으로 대응한다는 관점에서 동적역량 관점의 혁신요소와 회복력 측면의 고려 요인을 모두 포함하였다. 이를 반영하기 위해 기회의 감지 요소를 추가하였으며, 전략적 대응과 전환, 성과의 확산 측면을 고려하였다. 또한 회복력의 관점에서 중요하게 고려되는 내부자원의 확보 측면을 포함하였다.

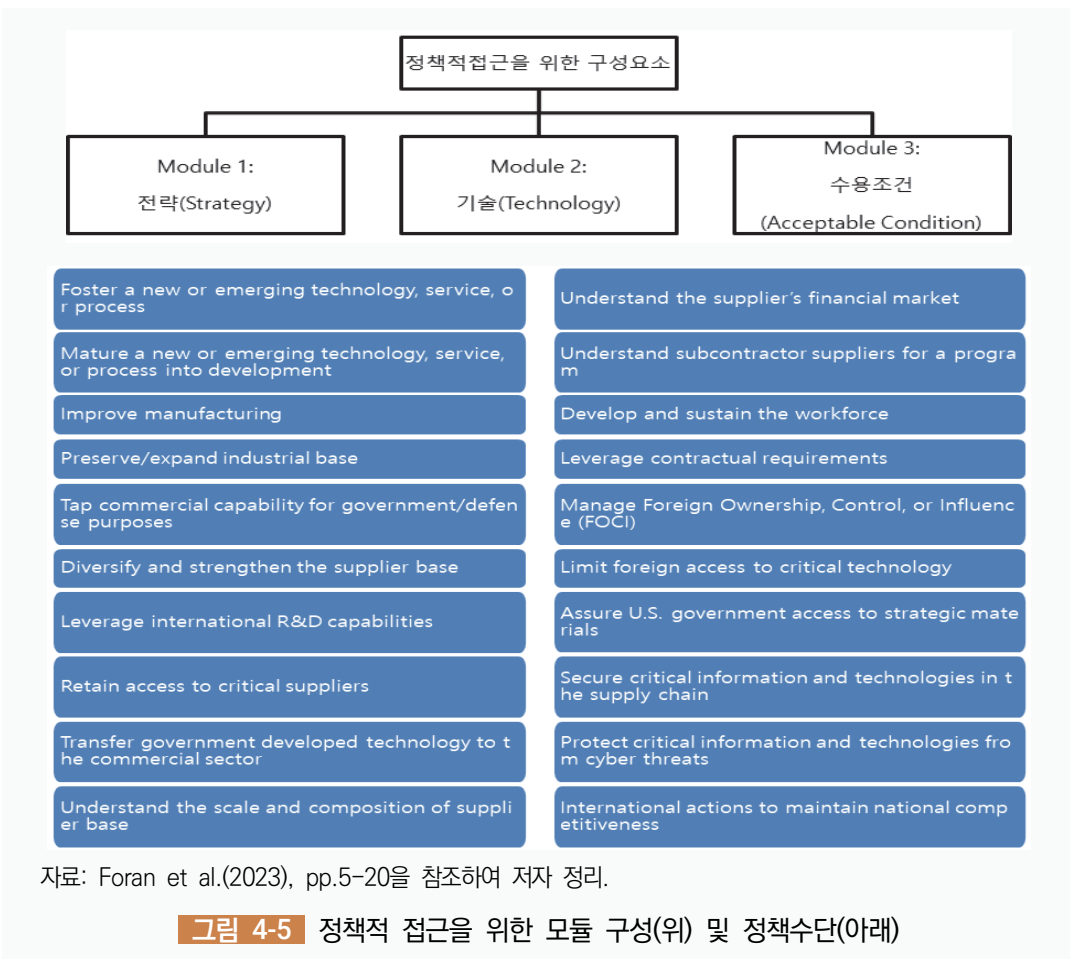
다음으로, 기업이 자발적으로 녹색혁신을 내재화하기 위해서는 녹색혁신의 활성화가 단순한 자본 투입이나 시장 실패로 이어지지 않고 기업의 경쟁력을 강화하는 수단이 되어야 한다는 측면에서 기업의 경쟁력 요인을 반영하였다. 기업 경쟁력 요인 중 생산자 조건에 해당하는 요소들은 내부자원 확보 측면에 반영하였으며, 그 외 요소들 또한 4가지 요소에 모두 포괄하여 반영하였다.

다. 중요도 도출 및 정책시사점 매핑

기업의 동적역량에 관한 중요 요인 도출을 위해 전문가 설문을 통한 계층분석법(AHP: Analytic Hierarchy Process) 방식을 활용하였다. AHP 방식은 대안이나 정책의 우선순위, 사업의 타당성 분석 등에 광범위하게 활용되는 기법으로, 최종 목표(1단계)를 설정한 후 다양한 요소를 계층화하여 각 계층의 항목 간 상대적 중요도를 측정함으로써 우선순위를 결정

하는 의사결정 기법을 의미한다(Forman and Gass, 2001, pp.469-486). 측정은 일반적인 9점 척도의 방식을 준용하였다. 전문가 구성의 경우 앞서 본 바와 같이 녹색혁신이 특정한 녹색기술의 개발이 아닌 기업 혁신으로의 내재화를 지향한다는 관점에서 기업, 산업, 에너지 및 환경 전문가 등 총 12명을 다양하게 구성하여 분석에 활용하였다.

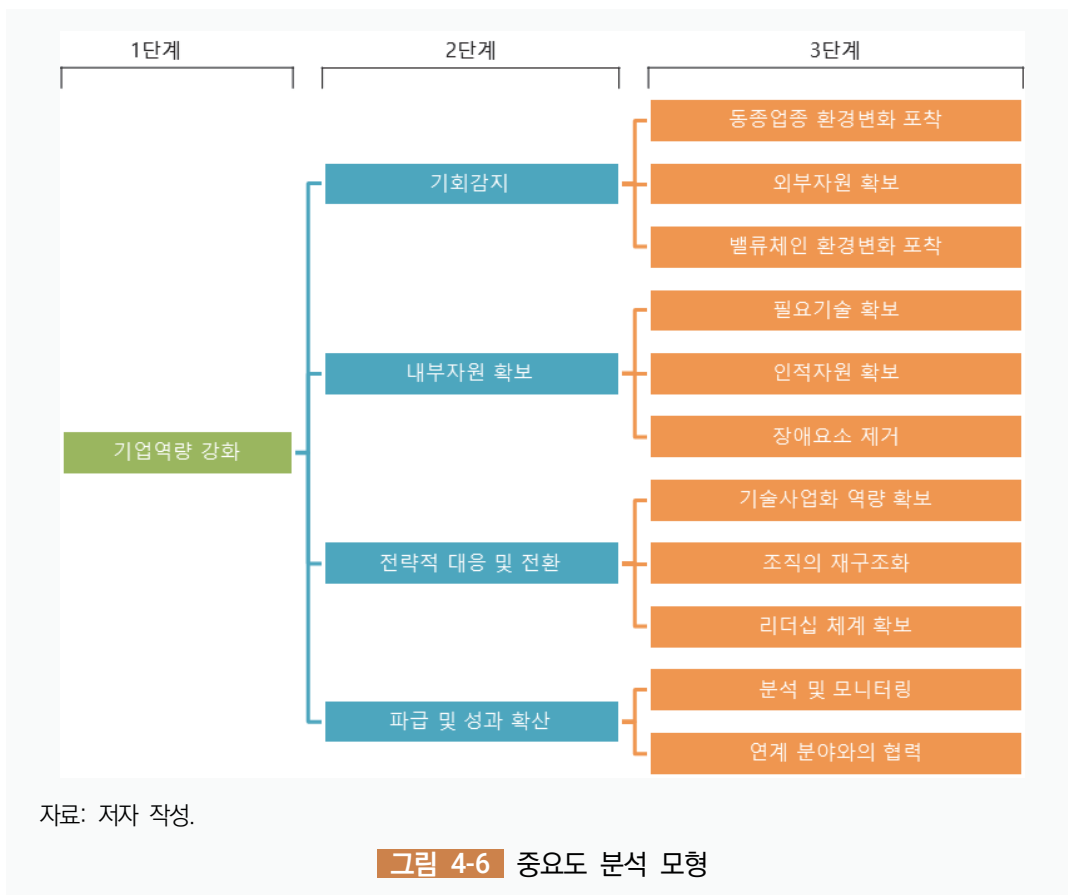
분석된 결과에 정책적 시사점을 도출하는 데에는 RAND 연구소의 보고서(Foran et al., 2023)를 활용하였다. RAND 연구소에서 발행된 ‘The Technology Promotion and Protection Decision Tool’은 공급망 이슈와 첨단기술 이슈 등을 중심으로 글로벌 패권주의가 확대되는 과정에서 다양한 정책수단을 체계화하여 특정 분야를 체계적으로 육성하고 보호하기 위해 제시된 도구적 성격을 띠는 보고서라 할 수 있다. 즉, 이 보고서는 정책 관련 전략을 구조화하여 효과적인 정책수단 관리를 할 수 있도록 개발된 일종의 정책 가이드라인이라 할 수 있다. 이 보고서에서는 육성(Promotion)과 보호(Protection)를 위한 도구를 개발하기 위한 접근법을 도출하였으며, 크게 1) 전략, 2) 기술, 3) 수용 가능 조건 모듈로 구분하였다.



이 중 전략요소의 하위요소에는 실행경로로서의 정책대안 20가지가 제시되었으며, 해당 종류는 <그림 4-5>와 같다. 본 연구에서는 이를 연구 목적에 맞게 재구성하고, 정부 정책의 포트폴리오로 고려하여 분석의 구성요소별 정책 수단을 최종적으로 매핑하고, 분석모델 하위요소별 중요도의 관점에서 해석하고자 하였다.

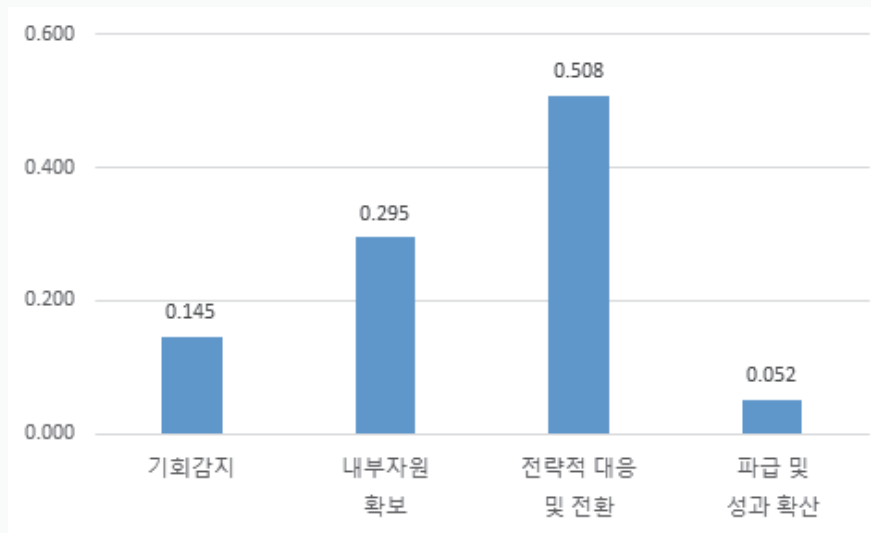
4. 분석 결과

본 절에서는 전술한 기업의 동적역량 모델을 활용하여 단계별·지표별 중요도를 분석하였다. 중요도 분석을 위한 모형은 <그림 4-6>과 같다.



가. 2단계 지표별 중요도 분석 결과

2단계 지표인 기업역량 강화를 위한 요소는 기회감지 내부자원 확보, 전략적 대응 및 전환, 파급 및 성과 확산을 포함한다. 해당 4가지 요소들에 대한 중요도 도출 결과는 <그림 4-7>과 같다.



자료: 저자 작성.

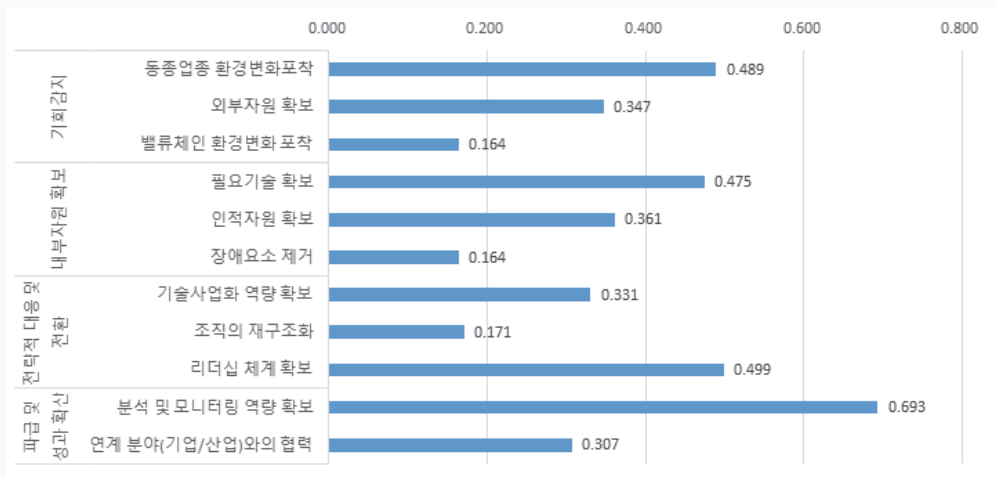
그림 4-7 2단계 지표별 중요도

분석 결과 2단계 지표들 사이에서는 전략적 대응 및 전환이 0.508로 가장 높은 값을 보였으며, 내부자원 확보(0.295), 기회감지(0.145), 파급 및 성과 확산(0.052) 순으로 중요도가 나타났다. 이러한 결과는 기업의 녹색혁신을 위해서는 실행력이 담보되는 대응 및 전환전략이 가장 중요하다는 의미로 해석될 수 있을 것이다. 즉, 기업이 녹색혁신을 활성화하기 위해서는 기회를 감지하고 내부자원을 확보하는 등의 준비 과정과 파급 및 성과 확산의 사후 과정보다는 실행력을 확보하는 것이 가장 중요함을 의미한다. 실행력이란 3단계 하위지표에 해당하는 기술사업화 역량을 확보하고, 조직을 재구조화하며, 지속적인 혁신을 위한 리더십을 확보하는 것을 포함한다.

두 번째 중요요인으로 나타난 내부자원의 확보 지표는 다음의 의미로 해석될 수 있다. 기술 및 비기술 관점에서 자체적인 자원을 확보하는 것은 기업의 자발적인 녹색혁신 활성화에 중요하다는 것이다. 즉, 외부적인 보급과 공급보다는 기업 내부자원의 축적 관점에서 역량을 강화하는 것이 중요하다고 볼 수 있다.

나. 3단계 지표별 중요도 분석 결과

3단계 지표들에 대해 2단계 지표의 하위 구성 관점에서 중요도를 분석한 결과는 <그림 4-8>과 같다. 해당 분석은 2단계 지표의 중요도를 반영하지 않은 것으로, 2단계 각 지표의 하위 지표별로 쌍대비교를 통해 중요도를 도출한 것을 의미한다.



자료: 저자 작성.

그림 4-8 3단계 지표별 중요도

4개의 2단계 지표에 속한 각각의 3단계 세부지표별 분석결과는 다음과 같다.

첫째, 기회감지 항목에서는 동종업종의 환경변화 포착 능력(0.489)이 가장 중요하게 나타났다. 2, 3순위는 각각 외부자원 확보(0.347), 생태계 내 환경변화 포착(0.164) 지표 순으로 나타났다. 이러한 결과는 기업의 녹색혁신 활성화를 위해서는 동종업종의 혁신 정보를 공유하고 파악할 수 있는 역량을 확보하는 것이 가장 중요함을 의미한다. 즉, 기업들은 동종업종 내 경쟁기업의 동향에 민감하며 이들의 변화가 곧 직접적인 환경변화의 지표로 인식됨을 확인할 수 있다.

둘째, 내부자원 확보 항목에서는 필요기술 확보(0.475)의 순위가 가장 높게 분석되었다. 그 외 인적자원 확보(0.361)와 장애요소 제거(0.164)가 각각 2, 3순위로 나타났다. 필요기술의 확보가 중요하다는 점은 기업의 자발적인 녹색혁신 활성화를 위해서는 연구개발 기반의 자체 기술력을 확보하는 것이 매우 중요함을 보여준다고 할 수 있다. 즉, 외부 제품이나 시스템 도입을 통해 인프라를 구축하거나 개선하는 것은 단기적인 녹색혁신 활동은 될 수 있으나 결국 지속적이고 자발적인 혁신활동을 위해서는 기업 내부의 자체적인 기술 개발이 중요함을 의미한다고 볼 수 있을 것이다.

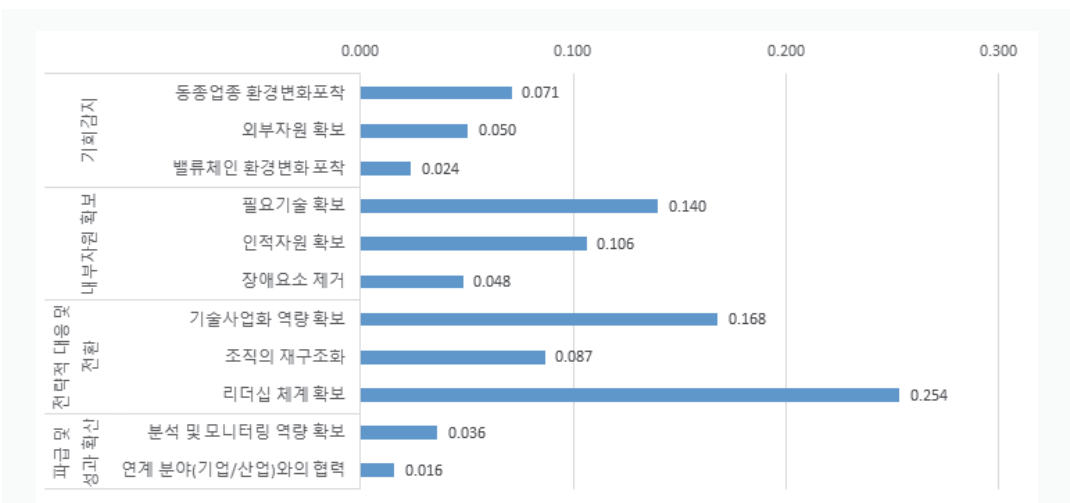
셋째, 전략적 대응 및 전환 항목에서는 리더십 체계 확보(0.499)가 가장 높은 순위를 보였다. 그 외 기술사업화 역량 확보(0.331), 조직의 재구조화(0.171) 순으로 중요함을 확인할 수 있었다. 이러한 결과는 앞서 본 회복력의 관점에서 지속가능성이 반영되었다고 볼 수 있다. 즉, 녹색혁신이라는 생소한 영역을 활성화하기 위해서는 리더십을 확립하여 지속적으로 지원할 수 있는 동력을 확보하는 것이 필요하다고 볼 수 있을 것이다.

넷째, 파급 및 성과 확산 항목에서는 분석 및 모니터링 역량 확보(0.693)가 연계분야(기업/산업)와의 협력(0.307)보다 중요한 것으로 분석되었다. 지속적인 혁신활동을 하기 위해서는 혁신의 결과와 성과를 파급하고 이를 모니터링 및 피드백하여 기업의 경영전략으로 재반영하는 것이 중요하다고 할 수 있을 것이다.

다. 가중치 반영 3단계 지표별 중요도 분석

앞서 본 2단계 지표별 중요도를 3단계 지표별 중요도에 반영하여 최종적으로 3단계 지표별 중요도를 해석한 결과는 <그림 4-9>와 같다. 앞의 3단계 지표별 중요도가 2단계 내의 하위 지표간의 비교만 가능한 반면, 2단계 지표별 중요도를 반영할 경우 3단계 세부지표 11개의 전체 비교가 가능하다.

분석 결과, 2단계 가중치를 반영한 3단계 지표 순위에서는 리더십 체계 확보(0.254)가 가장 중요한 것으로 나타났다. 그 외 기술사업화 역량 확보(0.168), 필요기술 확보(0.140), 인적자원 확보(0.106), 조직의 재구조화(0.087), 동종업종 환경변화 포착(0.071), 외부자원 확보(0.050), 장애요소 제거(0.048), 분석 및 모니터링 역량 확보(0.036), 생태계 환경변화 포착(0.024), 연계 분야(기업/산업)와의 협력(0.016) 순으로 중요도가 도출되었다.



자료: 저자 작성.

그림 4-9 가중치 반영 3단계 지표별 중요도

이러한 분석 결과는 녹색혁신평가를 활성화하기 위해서는 녹색혁신평가를 이해하고 지속적으로 추진 및 관리할 수 있는 리더십 확보가 가장 중요함을 의미한다고 볼 수 있다. 또한 자체적인 사업화 역량을 확보하고 필요한 기술을 확보하는 것이 중요하게 나타났다. 해당 지표들은 모두 기업 내부적으로 지속적인 혁신을 위한 안정적 기반으로서의 리더십 확보와 자체 기술을 개발하고 이를 사업에 반영하는 역량을 의미한다. 기업이 자발적으로 녹색혁신평가를 활성화

하기 위해서는 경영의 방향과 기술력이 모두 뒷받침되어야 함을 의미한다고 볼 수 있다. 이러한 측면은 외부적인 구매와 도입보다는 자체적인 기술 확보와 사업화를 통한 내재화가 중요함을 의미한다. 그 외 녹색혁신을 주도할 수 있는 인력을 확보하고 조직을 재편하는 것이 필요함을 확인할 수 있었다.

5. 소결 및 시사점

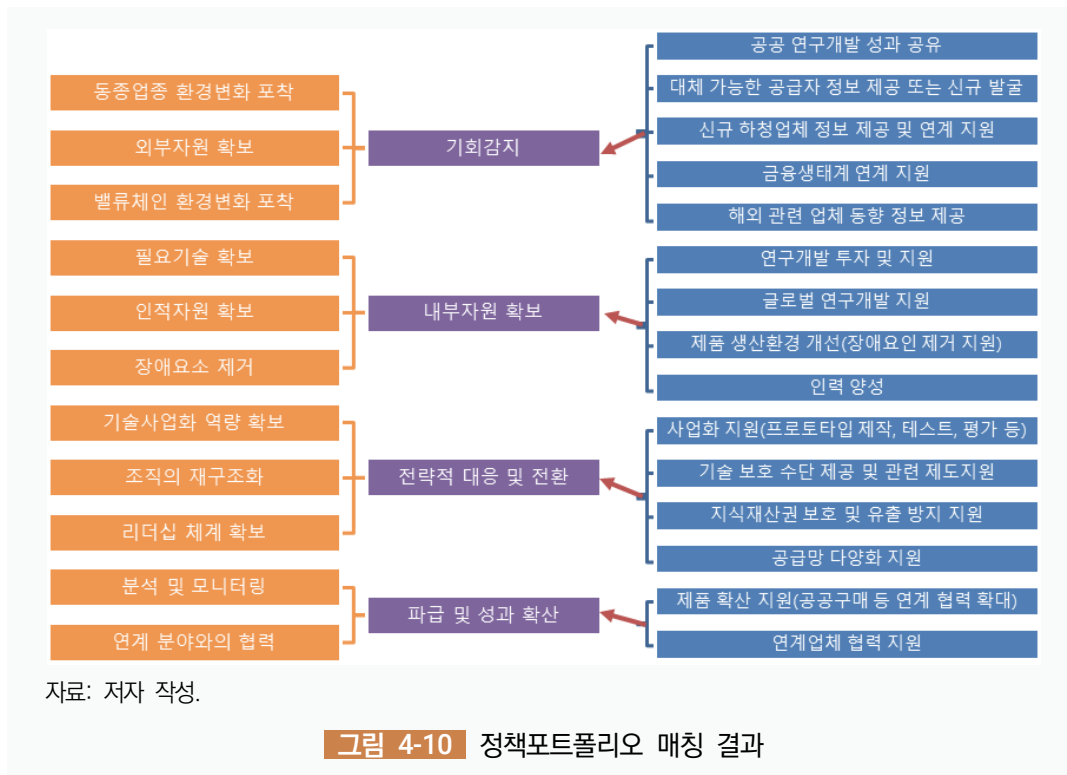
본 장에서의 단계별·지표별 중요도 도출 결과를 통해 다음과 같은 세 가지 시사점을 도출할 수 있었다.

첫째, 기업의 녹색혁신 활성화는 결국 기업이 자발적이고 지속적으로 녹색혁신을 일반적인 혁신활동에 내재화하는 것을 의미한다. 이를 촉진하기 위해서는 기업 내에서 녹색혁신을 꾸준히 추진할 수 있는 리더십 역량을 강화하는 것이 필요하다. 이를 위해 최고경영진이 녹색혁신의 중요성을 인식할 수 있도록 교육과 동종업종 간 교류를 확대하는 등의 비R&D 정책지원이 매우 중요하다고 볼 수 있다.

둘째, 녹색혁신을 위한 기업의 자체 연구개발 및 상업화 역량을 강화하는 것이 필요하다. 그간의 녹색혁신, 특히 기업의 탄소저감과 관련된 정책은 주로 탄소저감이라는 목표를 중심으로 되어 있어 기업이 실질적인 R&D를 추진하고 이를 내재화하기까지의 시간과 비용, 역량 강화를 지원하는 데는 한계가 있었다. 특히 공정이나 부품, 재료 등의 외주도입을 통한 교체와 같은 일회적이고 단기적인 연구개발은 기업이 자발적으로 자체 연구개발을 추진할 동기를 부여하는 수단이 되기 어려웠다. 따라서 기업이 자체적으로 연구개발 활동을 수행하는 일반적인 연구개발의 지원에서도 기업 스스로 녹색혁신을 고려하고 반영할 수 있도록 주요 부처들의 연구개발 기획서 사업평가 기준에 녹색 파급효과 항목을 추가하는 것이 필요하며, 연구개발 과제 또한 자체 연구개발을 장기적으로 할 수 있는 지원방식을 강화하는 것이 필요하다.

셋째, 녹색혁신을 이끌거나 실질적으로 수행하고, 기업 내 문화로 파급시킬 수 있는 인력 양성을 확대하는 것이 필요하다. 이러한 인력확대를 통해 인적 기반이 취약한 중소기업을 위한 컨설팅을 확대할 수 있는 토대를 마련하고, 기업 내 녹색혁신이 지속적으로 추진될 수 있는 동력을 마련할 수 있을 것이다.

도출된 시사점을 토대로 기업의 동적역량을 강화하기 위한 4가지 카테고리별 차별화된 정책 지원 포트폴리오를 도출한 결과는 <그림 4-10>과 같았다.



먼저 기회감지 역량 향상을 위한 정책지원 전략은 공공 연구개발의 성과 공유 및 확산, 대체 가능한 공급자의 신규 발굴 및 관련 정보의 제공, 신규 하청업체에 대한 정보와 연계 지원, 금융생태계 연계 지원, 해외 관련업체 동향정보 제공 강화 등을 포함하여 차별화되는 것이 필요하다.

다음으로 내부자원 확보 역량 강화를 위해서는 자체 연구개발 혹은 글로벌 공동 연구개발지원과 같은 직접지원과 인력 양성, 제조환경 개선 지원사업과 같은 간접지원 방식의 정책을 조합 및 병행하는 것이 중요하다고 할 수 있다. 이러한 지원은 모두 기업의 내적이고 질적인 혁신 역량을 강화하는 것으로 기업이 외부적인 도움이 아닌 내부적인 혁신활동을 지속하기 위해서 반드시 필요한 역량이라 할 수 있다.

전략적 대응 및 전환 역량 향상을 위한 정책지원 전략은 기업이 내외부 기술을 토대로 자체적으로 사업화를 할 수 있도록 관련 사업의 지원, 관련 기술 보호 및 지식재산권화를 위한 기술적 대응의 지원, 그리고 다양한 공급망 연계 등을 지원하는 정책 포트폴리오가 필요하다. 이러한 지원을 통해 기업은 녹색혁신을 지속적으로 수행하고 이를 성과화할 수 있는 기반을 마련할 수 있을 것이다.

파급 및 성과 확산을 위한 정책지원 전략은 연계 업체와의 협업 및 공공구매를 포함한 수요 기반 제품 확산을 지원하는 것이 필요하다. 이를 통해 기업은 투입과 활동, 성과 창출의 혁신 전 주기 활동을 수행할 수 있으며, 성과 창출을 통해 지속적인 녹색혁신 활동을 위한

인센티브를 얻을 수 있을 것이다.

본 분석을 활용한 향후 과제로는 다음을 제안하고자 한다. 해당 분석은 기업이 자발적으로 녹색혁신을 지속할 수 있는 동적역량 강화를 위해 필요한 요소를 도출하고 모델링한 뒤 요소별 중요도를 측정하였다. 이는 녹색혁신을 보편화하고 확장하기 위한 프레임워크 구축의 의미를 가지며, 이러한 분석은 기업 및 산업의 현황 진단에 앞서 반드시 필요한 과정이라 할 수 있다. 따라서 향후에는 이 분석 프레임워크를 활용하여 기업별로 요소별 수준을 진단하고 기업 혹은 산업별 녹색혁신을 위한 기업의 동적역량 진단으로 확장하는 것이 필요할 것이다. 이를 통해 기업의 역량을 기업 특성별, 산업분류별로 파악하고 지속적으로 역량을 모니터링하여 녹색혁신이 기업의 혁신활동에 주류적으로 포함될 수 있도록 유도하는 것이 가능할 것이다.

제 5 장

결론 및 제언

1. 녹색 산업혁신을 위한 혁신정책의 전환 방향
2. 녹색혁신의 활성화를 위한 향후 과제

1. 녹색 산업혁신을 위한 혁신정책의 전환 방향

녹색경제로의 효과적인 전환을 위해 혁신이라는 요소의 잠재력에 주목할 필요가 있다. 모든 부문에 걸쳐 온실가스 배출을 획기적으로 저감하는 탄소중립 경제, 다양한 자원의 순환이용성을 강화하는 순환경제로의 전환이 인류의 생존을 위한 시급하고 중대한 과제로 떠오른 지금, 다양한 산업, 자원, 부문, 영역을 전방위적으로 녹색화하기 위한 종합적인 전략이 요구되며, 이 중 산업 부문의 생산기술을 혁신하여 탄소를 저감하고 자원 이용을 효율화하는 것은 녹색전환을 가속화할 수 있는 효과적인 핵심 요소 중 하나이다.

새로운 기술이 개발되고 기업이 이를 받아들여 확산·이용되어 사회에서 효과가 나타나기까지의 혁신의 과정에는 외부효과, 불확실성, 역량의 한계 등 다양한 요인이 장애로 작용하므로 이를 극복하기 위한 정책적 개입이 요구된다. 이에 따라 녹색전환을 위한 산업혁신을 적절한 수준으로 활성화하기 위해서는 녹색 혁신정책과 기반을 점검하고 강화할 필요가 있다. 기존 혁신정책을 통해 연구개발 활동에 대한 정부의 재정투자과 관리, 기업의 녹색기술 도입에 대한 유인과 지원 정책 등이 이루어지고 있으나, 탄소중립을 중심으로 하는 녹색전환이 중대한 국가의제가 된 지금 시점에서는 녹색 혁신정책이 국가의제를 떠받칠 수 있도록 더욱 체계화되고 강화될 필요가 있다.

이에 본 연구에서는 산업기술의 혁신 과정에서 정책의 역할이 특히 중요한 단계인 연구개발과 기술의 확산 단계에 주목하여 녹색전환을 위한 혁신 활동과 관련 정책의 현황 및 개선방향을 분석하였다.

먼저 제2장에서는 관련 이론 모형을 검토하고 해외 정책사례와 한국의 현황을 살펴보았다. 혁신정책에 관한 중요한 기존 모형인 미션지향형 혁신정책의 그 개요와 기후·환경 문제에 적용할 때의 유의점을 제시하였다.

미션지향형 혁신정책(MoIP)은 그간 눈부신 성과를 거두어 온 혁신 모형으로 미국과 유럽 등 주요국의 혁신 정책을 이끌고 있으며 국내에서도 도입이 논의되거나 일부 추진 중인데, 기존에 잘 알려진 사례인 우주, 국방, 원자력 등의 분야와 달리 기후, 환경, 빈곤과 같은 현대의 복잡한 사회난제에 대응하기 위해서는 조금 다른 접근이 필요하다는 점에 유의할 필요가 있다. 즉 기후·환경 문제는 기술의 변화만으로 문제를 해결하기 어렵고, 기술을 사용하는 기업과 나아가 소비자의 행동과 인식의 변화, 그리고 정책과 제도의 변화까지 요구되는 경우가 많으며, 다양한 사회문제, 정책문제와 얽혀 있어 풀기 어려운 경우가 많다. 또한 우주, 국방, 원자력의 경우 주로 정부가 직접 수행하거나 소수의 민간기업과 협력하므로 개발된 기술의 확산이 빠르고 장애요인이 거의 없는 것이 특징이나, 기후, 환경의 경우 거의 전 산업 부문 그리고 대기업, 중소기업, 공공부문 등 모든 영역에 걸쳐 기술의 확산이 필요하기 때문에 확산 속도가 더디고 다양한 장애요인이 존재한다. 따라서 기후, 환경분야의 미션지향형 혁신에서는 혁신성과의 성공적 확산이 매우 중요하며, 기술 확산을 촉진하는 것까지 녹색 혁신정책의 영역으로 강조될 필요가 있다.

관련하여 미국 에너지 기술 혁신을 이끄는 조직인 ARPA-E의 사례를 참고할 필요가 있다. 여기서는 미션지향형으로 구성된 프로젝트 체계하에서 에너지 기술 개발을 위한 자금을 지원하고 프로젝트를 관리할 뿐 아니라, 펀드 수혜자에게 시장수요를 이해하는 데 필요한 실무 훈련과 경영정보를 제공하고 ARPA-E가 제공하는 자문단과 함께 초기단계부터 기술의 시장화를 위한 전략을 발전시켜 나가도록 함으로써 기술의 확산 단계까지 지원하고 있다.

정리하면, 첫째 기후·환경문제의 해결을 위한 녹색 혁신정책 체계에서 미션지향성이 더욱 강화되어야 하며, 이를 위해 탄소중립, 순환경제와 같은 국가적 녹색 의제를 향한 도전적 거대 미션과 이를 바탕으로 체계화된 하위 프로젝트, 개방형, 초부처적 협력형 프로젝트 운영 등의 변화가 요구된다. 둘째 녹색 혁신정책은 기술개발에 머무르지 않아야 하며, 기술이 각 기업에 도입·확산되어 사회에 적용되고 효과를 낼 수 있도록 전 과정을 고려한 혁신정책의 확장이 요구된다. 또한 기업의 혁신역량 지원 등 기술의 확산 단계까지 지원하는 패키지형 정책이 요구된다.

이어 제3장과 제4장에서는 각각 기술개발 단계와 산업확산 단계에서의 녹색혁신 관련 정책 및 현황을 분석하고 이를 바탕으로 향후 과제 및 시사점을 논하였다. 제3장은 기술의 혁신 즉 연구개발 단계에 주목하여, 혁신활동과 정책에 대한 이론적 배경 및 관련 동향을 검토하

고, 탄소중립 시대 녹색정책의 핵심 영역인 기후·에너지·자원 관련 정부 재정사업 데이터를 분석하여 정부의 R&D 및 기타 재정사업이 어떤 양상으로 시행되고 있는지 파악하였으며, 이를 바탕으로 녹색 혁신정책의 전환방향과 후속 과제를 제시하였다. 제3장의 재정사업 분석을 통해 기후·에너지·자원 관련 녹색 분야 정부사업에서 각 부처별 영역과 역할을 확인할 수 있었는데, 이러한 구조를 바탕으로 혁신 전 주기 전반으로 녹색혁신의 개념을 확산하는 전환 방향이 필요하다. 여기에는 기후·환경문제를 해결할 목적의 기술을 효과적으로 개발하는 것도 포함되지만, 조금 더 폭넓은 관점에서 모든 영역의 기술개발에 기후·환경적 측면의 고려를 강화하는 것도 녹색 혁신의 방향성에 포함된다고 볼 수 있다. 또한 녹색혁신을 위한 다양한 미션을 발굴하고 다부처 간의 협력을 이끌어낼 거버넌스와 실행력 확보가 중요하다.

제4장은 연구개발을 통해 개발된 기술을 기업이 받아들여 활용하는 확산 단계에 주목하여, 기업의 혁신 행동에 관한 기존 이론과 전문가 AHP 분석을 바탕으로 기업이 새로운 기술을 받아들여 환경변화에 대처하는 동적역량, 즉 혁신역량을 강화하기 위한 요소들을 분석하고, 이를 위한 정책 요소들을 매칭시켜 정책 제언과 향후 과제를 도출하였다. 기업 차원의 녹색 혁신은 기업활동에 내재화되어 지속적, 능동적으로 수행될 필요가 있으며, 정부는 이러한 역량강화를 위한 지원 역할이 중요하다. 기업에서는 특히 녹색혁신을 지속적으로 추진할 수 있는 리더십 역량, 기업의 자체 연구개발 및 상업화 역량, 그리고 녹색혁신을 실질적으로 수행하고 기업내 문화로 파급시킬 인력 양성이 중요하다.

이러한 분석을 바탕으로, 녹색 산업혁신을 활성화하기 위한 혁신정책의 전환 방향을 다음의 세 가지로 정리하여 제시하고자 한다.

가. 녹색 혁신정책의 전 주기형, 미션지향형 체계화

혁신정책은 흔히 연구개발에 대한 공공투자와 연구인프라 구축 등을 중심으로 논의되는데, 녹색 혁신정책을 좀 더 체계적으로 강화하기 위해서는 혁신이라는 과정의 전 주기를 충분히 고려할 필요가 있다. 제3장에서 소개된 다층적 혁신 모형에서 볼 수 있듯이 혁신의 과정을 볼 때 기술개발 단계에 국한하지 않고 기술이 기업과 산업에 확산되고 경제·사회적 가치가 창출되고 파급되는 전 과정을 고려할 필요가 있다. 아울러 5중 나선 혁신 모형에서 보듯이 혁신의 과정에 기업, 대학, 정부라는 3대 주체 외에도 시민사회, 자연환경 등 다양한 요소의 상호작용을 고려할 필요가 있다.

나. 연구개발(R&D) 중심의 녹색 혁신정책 전환 방향

새로운 녹색기술의 개발·확산을 활성화하기 위한 녹색 혁신정책에서 중요한 전환의 방향은 연구개발 활동에 대한 기획·투자·관리 위주의 현재의 혁신정책에서 미션지향형(MoIP:

Mission-oriented Innovation Policy), 전 주기형 통합관리체계의 강화이다.

특히 기후·환경과 같은 사회난제 해결을 위해 차별화된 방식으로, 연구개발과 더불어 기술의 시장 확산까지 고려하여 이를 위한 유인과 지원이 이루어질 필요가 있다. 앞서 제2장에서 살펴본 바와 같이, 미국의 ARPA 유형의 조직들을 중심으로 성공적인 미션지향의 혁신 사례들이 있으며, 특히 에너지 분야 혁신을 이끄는 ARPA-E의 경우, 기술의 시장 확산 단계까지 고려하는 지원 프로그램이 연구개발 초기 단계부터 운영되는 점이 주목할 만하다.

EU에서도 기후·에너지·환경·자원순환 등의 녹색 미션을 지향하는 에코혁신 정책이 역점을 두어 추진되었고, 현재 유럽의 대규모 미션지향 연구개발 프로그램인 Horizon Europe에도 녹색 미션이 다수 포함되어 체계적으로 녹색 혁신을 추진하고 있다. 국내에서도 탄소중립 관련 전략, 계획, 로드맵에 임무지향, 임무중심이 언급되는 등 인지도와 정책적 관심은 높으나 아직 미션지향형, 전 주기형 혁신체계가 제대로 구현되지 않는 상태이다.

아울러 제3장에서 제안되었듯이 현재 부처별로 각자의 소관 영역에서 진행되는 연구개발 사업 형태에서 나아가, 탄소중립과 같은 거대 녹색 미션을 중심으로 부처별 정책을 연계하는 혁신의 전 주기형 통합관리로 전환을 모색할 필요가 있다. 혁신 전 주기에 걸쳐 부처별 특화 영역에 녹색혁신을 강화하는 것이다. 기술영역에 특화된 과학기술정보통신부의 경우 부처가 소관하는 다양한 재정사업에 녹색관점을 도입할 수 있으며, 비즈니스 영역에 특화된 산업통상자원부의 경우 기업 및 산업기술 지원사업을 강화하고, 환경부는 녹색혁신의 활용 및 파급 영역과 환류 영역을 총괄하여 녹색혁신의 성과를 점검하고 환류하는 역할을 강화하는 등이다.

또한 녹색혁신을 위한 다양한 미션을 발굴하고 다부처 간의 협력을 이끌어낼 실행력 있는 거버넌스의 강화가 필요하다. 제3장에서 논의되었듯 이 거버넌스에는 다부처적 융합 관점의 기획력과 예산심의권이 갖추어질 필요가 있으며, 현행 체제에서는 탄소중립녹색성장위원회를 중심으로 녹색혁신을 위한 미션을 발굴·기획하고, 예산심의권을 가진 국회 기후위기 특별위원회와 협조 체계를 강화하는 것이 현실적인 대안으로 생각된다. 또한 운영을 강화하기 위해 녹색혁신을 위한 ARPA 조직을 설립하여 연구개발의 운영, 성과평가, 확산, 시장화 지원 등을 효과적으로 수행하도록 할 필요가 있다.

한편, 녹색 미션을 향한 혁신뿐 아니라 모든 분야의 혁신 활동을 녹색화하는 것도 혁신정책의 의미 있는 전환 방향으로 고려될 필요가 있다. 제3장에서 제안되었듯이 연구개발 사업의 제안서 및 평가항목에 환경적 파급효과 항목을 추가하여 모든 분야의 혁신 활동에 환경성이 고려되도록 하는 것이다.

탄소중립이라는 시급한 국가의제가 부각된 지금은 미션지향형 녹색 혁신체계의 우선적인

주제로 탄소중립과 기후위기 대응을 먼저 적용하고, 자원순환 등 녹색 미션의 영역을 넓혀 확대된 녹색 미션을 발굴·기획·수행할 필요가 있다.

다. 기업의 녹색 혁신역량 지원을 위한 정책 방향

앞서 논의했듯이 녹색 혁신정책은 기술개발 단계에 국한되지 않고 기업의 기술 도입·확산 단계까지 연계하여 강화될 필요가 있다. 이를 위해 제4장에서는 기업이 새로운 기술을 받아 들여 환경변화에 대처하는 동적역량, 즉 혁신역량을 강화하기 위한 요소들을 분석하여 기업의 혁신역량 지원정책의 전환 방향을 모색하였다. 기업이 능동적인 혁신의 주체가 되도록 정책지원이 필요하며, 특히 리더십 역량, 자체 연구개발 및 상업화 역량, 인력 양성 등이 중요한 것으로 나타났다. 기업 내 녹색혁신이 꾸준히 추진될 수 있도록 리더십 역량을 강화하는 것이 중요하며, 이를 위해 최고경영진, 임원 대상의 녹색혁신 교육과 인식개선 프로그램을 강화할 필요가 있다. 또 기업 스스로 녹색혁신을 위한 자체적 연구개발과 상업화에 노력하도록 촉진할 필요가 있는데, 장기적으로 자체 연구개발을 수행할 수 있도록 지원을 강화하고, 정부의 연구개발 평가 시 환경적 파급효과 기준을 추가함으로써 녹색성을 고려하도록 할 수 있다. 또한 기업 내 녹색혁신을 이끌 내부인력의 역량을 강화해야 하는데, 인적 기반이 취약한 중소기업을 위한 녹색혁신 컨설팅을 강화할 필요가 있다. 또한 기업지원 프로그램이 저감장비 설치 지원 등 일회성으로 그치지 않고 연관된 혁신활동으로 이어지도록 컨설팅 등을 연계한 패키지 프로그램으로 설계할 필요가 있다.

2. 녹색혁신의 활성화를 위한 향후 과제

본 연구는 녹색경제로의 전환에 있어 혁신이라는 요소의 중요성을 점검하고, 기존의 이론 모형과 정책 사례, 그리고 정책 현황에 대한 몇 가지 분석을 바탕으로 녹색혁신을 강화하기 위한 정책의 전환 방향을 제시하였다. 향후 몇 가지 방향의 후속 연구를 통해 더욱 구체화된 정책 제언을 마련해 나갈 필요가 있다.

첫째, 미션지향형 녹색 혁신체계를 실행하기 위해 폭넓고 체계적인 녹색 혁신미션을 지속적으로 발굴·기획할 필요가 있다. 둘째, 전 주기형 녹색혁신을 구체화하기 위해 혁신 단계별 정책수단과 혁신 프로그램, 이를 실행하기 위한 거버넌스 체계를 구체적으로 설계할 필요가 있다. 셋째, 기업의 녹색혁신 역량을 기업특성별, 산업별, 지역별 등 다양한 방식으로 측정하고 진단하여 혁신역량 강화를 위한 지원정책을 구체화할 필요가 있다. 본 연구에서는 녹색 혁신역량 강화를 위한 정책요소 간의 중요성을 측정하여 정책방향을 도출한 바 있는데, 이와 함께 기업의 녹색 혁신역량의 현황을 측정하여 정책의 우선순위를 더욱 구체적으로 제시할 수 있다.

참고문헌

[국내문헌]

- 강민지, 손수정(2021), “R&I관점에서 바라본 자연기반솔루션의 이해와 사례”, 『STEPI Insight』, 제281호, 과학기술정책연구원.
- 강성원 외(2022), 「환경분야 지방재정지출의 성과 분석 및 발전방안 연구(I)」, 한국환경연구원.
- 강성원 외(2023), 「환경분야 지방재정지출의 성과 분석 및 발전방안 연구(II)」, 한국환경연구원.
- 고대영 외(2023), 「서비스 업종별 글로벌 경쟁력 지수 개발 및 적용」, 산업연구원.
- 고준환, 조강주(2021), “지역문화재단의 경쟁력 강화요인 분석: M. Porter의 다이아몬드 모델을 적용한 대구지역 사례 중심으로”, 『문화정책논총』, 35(1), 한국문화관광연구원, pp.133-162.
- 국가과학기술자문회의(2023), 「제3차 과학기술 기반 사회문제해결 종합계획(’23~’27) 2023년도 시행계획(안)」.
- 과학기술정보통신부(2022), 「임무지향적 탄소중립 기술혁신 전략로드맵 수립 연구」.
- 관계부처 합동(2023a), 「탄소중립·녹색성장 국가전략 및 제1차 국가 기본계획 요약」.
- 관계부처 합동(2023b), 「탄소중립·녹색성장 국가전략 및 제1차 국가 기본계획」.
- 김승현 외(2020), 「전환시대 지역혁신생태계에서 선도기업의 역할과 기여」, 과학기술정책연구원.
- 김승현 외(2022), 「민간주도 저탄소전환을 위한 혁신생태계 조성방안 연구」, 과학기술정책연구원.
- 김승현(2023), 「디지털 회복 탄력성 확보를 통한 기업의 미래 생존 방향 모색」, 한국지능정보사회진흥원.
- 김현노 외(2019), 「녹색경제 활성화를 위한 환경규제 개선방안」, 한국환경정책·평가연구원.
- 김현노, 신동원 외(2020), 「녹색경제 활성화를 위한 환경규제 개선방안(II)」, 한국환경정책·평가연구원.
- 박정수 외(2010), 「콘텐츠산업의 글로벌 경쟁 환경과 한국의 대응 전략」, 산업연구원.

- 박창석, 신지영 외(2020), 「지속가능한 도시관리를 위한 스마트 축소 모형 연구(I)」, 한국환경정책·평가연구원.
- 손수정, 강민지, 김은주(2024), “지속가능한 혁신성장을 위한 NBI 도입의 필요와 접근방안”, 「STEPI Insight」, 제322호, 과학기술정책연구원.
- 송치웅 외(2017), 「파괴적 혁신을 위한 한국형 ARPA 추진 방안」, 과학기술정보통신부·국가과학기술자문회의 주관: 과학기술정책연구원 수행.
- 신지영, 박창석 외(2021), 「지속가능한 도시를 위한 스마트 축소 모형 연구(II)」, 한국환경연구원.
- 이승규(2022), 「과학기술기반 경제사회시스템 전환을 위한 임무지향혁신정책 해외사례 분석 및 국정과제를 활용한 정책모형 연구」, 한국과학기술기획평가원(KISTEP).
- 이혜진, 홍성주(2023), “임무지향혁신정책 국내 사례 연구: 소재·부품·장비 및 COVID-19 사례를 중심으로”, 「국가정책연구」, 중앙대학교 국가정책연구소, 37(2), pp.85-116.
- 정미애 외(2021), 「디지털전환기 기업혁신활동 변화와 대응전략」, 과학기술정책연구원.
- 정다운 외(2019), 「어린이 녹색생활환경 구축 연구(I): 위해저감 및 녹색소비방안을 중심으로」, 한국환경정책·평가연구원.
- 정다운 외(2020), 「어린이 녹색생활환경 구축연구(II): 위해저감을 위한 녹색소비 이행전략」, 한국환경정책·평가연구원.
- 정우현 외(2023), 「녹색경제로의 전환을 위한 이행전략 개발」, 한국환경연구원.
- 주문술, 정다운 외(2021), 「어린이 녹색생활환경 구축연구(III): 위해저감을 위한 녹색소비 활성화 방안」, 한국환경연구원.
- 주문술 외(2022), 「지속가능한 소비를 위한 폐기물 감량·재사용 행동 모니터링 및 지원방안 연구(I)」, 한국환경연구원.
- 허문구(2018), “한국기업의 경쟁력 강화방안: 동적 역량 관점”, 「Korea Business Review」, 22(2), 한국경영학회, pp.155-175.
- KISTEP(2023), 「임무지향적 탄소중립 기술혁신 전략로드맵 수립 연구」.

[국외문헌]

- Carayannis, E. G., T. D. Barth, and D. F. Campbell(2012), “The Quintuple Helix Innovation Model: Global Warming as a Challenge and Driver for Innovation”, *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 1(2), Springer, pp.1-12.
- Chen, K., Y. Zhang, and X. Fu(2019), “International research collaboration: An emerging domain of innovation studies?”, *Research Policy*, 48(1), Elsevier, pp.149-168.
- Eisenhardt, K. M. and J. A. Martin(2000), “Dynamic Capabilities: What Are They?”, *Strategic Management Journal*, 21(10-11), Wiley, pp.1105-1121.
- EU(2010), *EUROPE 2020: A Strategy for Smart, Sustainable and Inclusive Growth*,

- Communication from the Commission, Brussels, 3.3.2010, COM(2010) 2020 final.
- EU(2011), *Innovation for a Sustainable Future - The Eco- Innovation Action Plan (Eco-AP)*, Communication from the Commission, Brussels, 15.12.2011, COM(2011) 0899 final.
- Foran, C. et al.(2023), *The Technology Promotion and Protection Decision Tool*, RAND Corporation.
- Forman, E. H. and S. I. Gass(2001), “The Analytic Hierarchy Process—an Exposition”, *Operations research*, INFORMS, 49(4), pp.469-486.
- Fu, X.(2015), *China’s Path to Innovation*, United Kingdom: Cambridge University Press.
- Geels, F. W.(2002), *Understanding the Dynamics of Technological Transitions: a Co-evolutionary and Socio-Technical Analysis*, Ph.D. diss, Netherlands: Twente University Press.
- Geels, F. W.(2004), “From Sectoral Systems of Innovation to Socio-Technical Systems: Insights about Dynamics and Change from Sociology and Institutional Theory”, *Research Policy*, 33(6-7), Elsevier, pp.897-920.
- Hamel, G. and L. Valikangas(2003), “The Quest for Resilience”, *Harvard Business Review*, 81(9), Harvard Business Publishing, pp.52-63.
- Halfat et al.(2007), *Dynamic Capabilities: Understanding Strategic Change in Organizations*, United Kingdom: Blackwell Publishing.
- IEA(2020), *Energy Technology Perspectives 2020*.
- International Union for Conservation of Nature: IUCN(2009), *Position Paper for UNFCCC COP15*.
- Mazzucato, M.(2018), “Mission-Oriented Innovation Policies: Challenges and Opportunities”, *Industrial and Corporate Change*, 27(5), Oxford University Press, pp.803-815.
- Mazzucato, M and D. Willetts(2019), *A Mission-Oriented UK Industrial Strategy*, UCL Commission on Mission-Oriented Innovation and Industrial Strategy(MOIS): UCL Institute for Innovation and Public Purpose.
- Narula, A. R. and A. Martinez-Noya(2015), “Ch. 7. International R&D Alliances by Firms: Origins and Development”, Archibugi, D. and A. Filippetti Eds., *The Handbook of Global Science, Technology, and Innovation*, John Wiley & Sons.
- OECD(2011), *Better Policies to Support Eco-innovation*, [http://dx. doi.org/10.1787/9789264096684-en](http://dx.doi.org/10.1787/9789264096684-en).
- OECD(2021), *Biodiversity, Natural Capital and the Economy: A Policy Guide for Finance, Economic and Environment Ministers*, OECD Environment Policy Paper, No.26.

- OECD(2022), *Tackling Policy Challenges Through Public Sector Innovation*, OECD Public Governance Reviews, <https://doi.org/10.1787/052b06b7-en>.
- Parida, V., P. Oghazi, and S. Cedergren(2016), “A Study of How ICT Capabilities can Influence Dynamic Capabilities”, *Journal of Enterprise Information Management*, 29(2), Emerald Group Publishing, pp.179-201.
- Porter, M.(1989), *The Competitive Advantage of Nations*, New York: Free Press.
- Porter, M.(1990), “The Competitive Advantage of Nations”, *Harvard Business Review* March-April, <https://hbr.org/1990/03/the-competitive-advantage-of-nations>.
- Reeves, M. and K. Whitaker(2020), “A Guide to Building a More Resilient Business”, *Harvard Business Review(Digital Articles)*, Vol.7, Harvard Business Publishing, <https://hbr.org/2020/07/a-guide-to-building-a-more-resilient-business>.
- Tamanini, J. et al.(2016), *The Global Green Economy Index: GGEI 2016*, Dual Citizen LLC.
- Teece, D. J., G. Pisano, and A. Shue(1997), “Dynamic Capabilities and Strategic Management”, *Strategic Management Journal*, 18(7), Wiley, pp.509-533.
- Teece, D.(2007), “Explicating Dynamic Capabilities: The Nature and Microfoundations of (Sustainable) Enterprise Performance”, *Strategic Management Journal*, 28(13), Wiley, pp.1319-1350.
- The United Nations Commission on Sustainable Development: UN-CSD(2012), *The Future We Want*.
- UNEP(2011), *Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication - A Synthesis for Policy Makers*.
- U.S. Department of Energy: DoE(2022), *ARPA-E Strategic Vision Roadmap: Report to Congress*.
- The World Economic Forum: WEF(2020), *Investing in a Nature-Positive, Net-Zero and Equitable Global Economy*, CEO Briefing.
- The World Economic Forum: WEF(2023), *Global Risk Report 2023*, 18th Ed, WEF Insight Report.
- World Intellectual Property Organization: WIPO(2015), *Global Innovation Index 2015*.

[온라인 자료]

- 국가법령정보센터, “기후위기 대응을 위한 탄소중립·녹색성장 기본법”, https://www.law.go.kr/법령/기후위기_대응을_위한_탄소중립_녹색성장_기본법, 검색일: 2024.11.7.
- 국가법령정보센터, “저탄소 녹색성장 기본법(2010.1.13, 제정)”, https://www.law.go.kr/법령/저탄소_녹색성장_기본법

탄소 녹색성장 기본법/(11965,20130730), 검색일: 2024.11.7.

대덕넷(2023.11.2), “혁신 위해 미션 중심 R&D로 패러다임 바꿔야”, <http://www.hellodd.com/news/articleView.html?idxno=102535>, 검색일: 2024.10.18.

열린재정 홈페이지, “재정사업 설명자료”, <https://www.openfiscaldata.go.kr/op/ko/index>, 검색일: 2024.5.8.

정책브리핑(2022.12.15), “‘임무중심 R&D 혁신체계’ 구축…과학기술로 국가현안 해결한다”, <https://www.korea.kr/news/policyNewsView.do?newsId=148909473#policyNews>, 검색일: 2024.10.18.

한겨레(2024.3.25), “한국, ‘세계 최대’ 연구혁신 프로그램 ‘호라이즌 유럽’ 준회원국 가입”, https://www.hani.co.kr/arti/science/science_general/1133795.html, 검색일: 2024.7.10.

한국보건산업진흥원 보도자료(2024.10.25), “한국형ARPA-H프로젝트, 국민의 아이디어로 만든 새로운 조직명 발표”, <https://www.khidi.or.kr/board/view?linkId=48918676&menuId=MENU00100>, 검색일: 2024.11.23.

ARPA-E, “About”, <https://arpa-e.energy.gov/about>, 검색일: 2024.10.15.

ARPA-E, “Team Directory”, <https://arpa-e.energy.gov/about/team-directory>, 검색일: 2024.10.15.

Horizon Europe, “Horizon Europe“, https://research-and-innovation.ec.europa.eu/funding/funding-opportunities/funding-programmes-and-open-calls/horizon-europe_en, 검색일: 2024.11.23.

The British Standard Institution, “Organizational Resilience”, <https://www.bsigroup.com/en-GB/our-services/Organizational-Resilience/>, 검색일: 2024.8.12.

UN SDG Knowledge Platform, “Green Economy”, <https://sustainabledevelopment.un.org/topics/greeneconomy>, 검색일: 2023.11.21.

Policy Directions for Facilitating Green Industrial Innovation

Chung, Woo Hyun, et al.

1. Research Background and Objective

This research project aims to identify and develop strategies for each sector and area to transition our society into a green economic and social system. This year, with two volumes of research reports, we explored strategies for green transition in both the production and consumption sides of economy. The first volume of this report, focuses on innovation as an instrument for greening of production side (greening of industries), while the second volume addresses information- and incentive-based instruments for greening of consumption side (greening of demand), which covers incentive policies to induce green consumption (market-based incentives) and response to greenwashing (information-based).

Innovation, which is the main theme of this report, is one of the effective and crucial strategies for the green transition. As the carbon-neutral economy and circular economy have emerged as urgent and critical tasks for human survival, a comprehensive strategy is required for greening of various industries, resources, behaviors, sectors, and areas across the whole economy and society. Among these, innovating the production technologies in industrial sector to reduce carbon and improve resource efficiency is one of the key elements to accelerate the green transition.

The process of innovation spans from developing new technologies to the adoption and diffusion by companies and to the final effects on society, and various factors such as externalities, uncertainties, and limitations in capacities act as obstacles to the process of innovation, calling for policy interventions to overcome them. In order to facilitate industrial innovation for green transition, we need to review and strengthen green innovation policies and its foundations. Existing innovation policies cover governmental investment and management for research and development activities, as well as incentives and support policies for companies to adopt green technologies. As carbon neutrality and green transition has become a capital agenda of our nation, green innovation policies need support the national agenda in a more systematized and strong manner.

In the process of technological innovation, the role of policies are particularly important in the stages of the R&D and technology diffusion. After chapter 2 of this study examines relevant theoretical models, policy cases in Europe and US, and the current status in Korea, chapters 3 and 4 focus on the R&D stage and the diffusion stage respectively, and explore the direction of transition for green innovation policies.

2. Overview of Industrial Innovation for Green Transition

One of the notable innovation system models from a green innovation perspective is the Mission-oriented Innovation Policy (MoIP). Classic examples include NASA's Apollo mission and DARPA, which led defense technology innovation in the US. Recently, the EU's large-scale research and innovation program, Horizon Europe, also follows this approach. It requires setting challenging mega-missions towards grand national agendas, such as carbon neutrality and circular economy, supported by systematized sub-projects as well as open and cross-ministerial collaborative project operations.

Unlike classic mission-oriented innovation cases in space, defense, and nuclear technology fields, addressing complex social challenges like climate and environment that humanities currently faces requires a slightly different approach. In these cases, technological change alone is insufficient to solve problems. There are many actors and stakeholders involved, and issues are often intertwined with complex social and policy problems. This necessitates not only technology development but also behavioral and perception changes from companies and consumers using the technology, as well as changes in policies and institutions. The scope of innovation policy needs to expand beyond technology development to consider the entire process until technology is adopted, diffused, and applied in society. Package-type policies that support the diffusion stage of technology, including fostering companies' innovation capacities, are required.

EU has been systematically implementing green innovation policies based on the Eco-Innovation Action Plan since 2011. The Horizon Europe, a recent mission-oriented large-scale R&D investment program, also includes multiple green missions. ARPA-E, the organization leading energy technology innovation in the US, demonstrates an example of a mission-oriented innovation system for solving social challenges. The technology diffusion is actively facilitated by consulting from market specialists, with commercialization in mind from the early stage of R&D.

In Korea, innovation elements are hinted in major policies and plans surrounding green transition such as carbon neutrality, and there are efforts towards mission-oriented innovation systems, such as mission-oriented technology roadmaps. However, the degree of implementation is not yet high. The policy area of carbon neutrality which involves multiple ministries centered on a major national agenda, seems to be a good candidate to apply the mission-oriented green

innovation. This needs to be gradually expanded to broader green areas, such as the circular economy. Additionally, it can be considered to establish a Korean-style ARPA-like organization to lead green innovation.

3. Transition of Green Technology Innovation Policy

One of the crucial stages where policy plays a significant role in green industrial innovation is technological innovation, specifically research and development (R&D). Government intervention (investment) is required to stimulate R&D activities, and the focus of policy interest is on how to operate and improve such innovation policies that lead and support the R&D stage. This section introduces the theoretical background and related trends in innovation activities and policies, analyzes government financial project data to understand the patterns of government R&D and other financial projects, and, based on this, presents the transition direction and subsequent tasks for green innovation policy.

3.1 Overview

When limiting national R&D projects to the low-carbon sector, the costs invested in energy/resource and environmental fields are very limited. **Excluding** technology development aimed at achieving specific goals such as carbon neutrality and greenhouse gas reduction, general new technology development often fails to adequately consider factors such as the environment or green growth. Therefore, we aim to determine the government's policy direction from the perspective of internalizing green innovation in all innovation activities and throughout the entire R&D cycle.

3.2 Theoretical Background

From the perspective of internalizing green innovation across all innovation activities, we examined the multi-level innovation theory, the mission-oriented innovation theory, and the quintuple helix innovation theory. The multi-level innovation theory views innovation as a staged and dynamic process expanding from technology to companies, industries, and overall value, rather than as a static aspect of input and output. The mission-oriented innovation theory explains innovation strategies with specific directionality. Lastly, in quintuple helix innovation, five innovation subjects—companies, universities, government, media and culture-based civil society, and the environment—achieve dynamic innovation through continuous interaction, like a DNA structure.

3.3 Analysis Design and Overview

Based on the theories mentioned above, for the concept of green innovation to become universal

and active, the concept of innovation needs to be expanded, and green innovation should be integrated and interact throughout the entire cycle. Accordingly, we examined the status of financial projects by each ministry and identified their characteristics. The analysis results are as follows:

Both R&D and non-R&D projects are dominated by the Ministry of Trade, Industry and Energy among government departments. Projects by the Ministry of Trade, Industry and Energy mostly featured energy-related keywords, with technology development in R&D projects, and industry activation and infrastructure expansion in non-R&D projects. Projects by the Ministry of Environment show a higher proportion of non-R&D compared to R&D projects. Unlike other ministries where technology development-related keywords appear at the top, “support” ranks the highest for this ministry. Climate change response and greenhouse gas reduction projects are also mainly carried out through non-R&D. The Ministry of Land, Infrastructure and Transport stands out with hydrogen-related keywords compared to other ministries, primarily promoting hydrogen-based projects related to logistics in both R&D and non-R&D projects.

3.4 Implications

To expand and activate green innovation, it is necessary to extend the concept of green innovation to encompass projects across all ministries, focusing on areas where each ministry has specialized capabilities. Additionally, assigning roles to coordinate cooperation with other ministries is crucial. Furthermore, it is essential to identify various missions to stimulate green innovation and secure governance and execution capabilities that can lead to cooperation and exchange between multiple ministries.

4. Directions for Enhancing Corporate Dynamic Capacities

The diffusion stage, where companies adopt technologies developed through R&D, holds great policy importance in green industrial innovation. Government intervention (support) is required to strengthen and incentivize companies’ innovation capacities, ensuring the effective diffusion of green technologies. To this end, it is necessary to analyze companies’ green innovation conditions and capacities and explore policy support and incentive measures. Based on existing theories of corporate innovation behavior and expert AHP analysis, this chapter analyzes the elements required to strengthen companies’ dynamic capacities, i.e., innovation capacities, to cope with environmental changes by adopting new technologies. It then identifies the necessary policy elements to formulate policy recommendations and outline future tasks.

4.1 Overview

To activate green innovation at the corporate level, companies need to voluntarily perform green

innovation through their own capacities. In this process, it is important for the government to provide indirect support for capacity building rather than direct supply-side support. Therefore, this chapter identifies the capacities and elements needed for companies to continuously pursue green innovation voluntarily and proactively, and assesses the relative importance between these elements. It then explores the direction of government policies needed to support companies in securing and cultivating dynamic capacities.

4.2 Theoretical Background

From the perspective of companies adapting to changes in the external innovation environment, the dynamic capacity-based innovation theory and resilience are key concepts. Dynamic capacity-based innovation refers to a company's ability to integrate internal and external capacities and build response systems to cope with changing environments. Resilience refers to a company's ability to maintain a continuous and stable management environment amidst change.

From the perspective of companies securing competitiveness in a changing environment, the roles of each component of Michael Porter's Diamond Model were analyzed.

4.3 Analysis Method for Corporate Dynamic capacities

This study examines companies' capacities for activating green innovation by deriving their importance through expert surveys, identifying evaluation results by indicator, and mapping policy strategy using the P&P Tool.

4.4 Analysis Results

To activate green innovation, securing leadership that understands green innovation and can continuously promote and manage it is of paramount importance. Additionally, securing independent commercialization capacities and acquiring necessary technologies were found to be crucial. In other words, for companies to voluntarily activate green innovation, both management direction and technological capacities must be supported.

4.5 Conclusion and Implications

Based on the results of evaluating the importance of corporate capacities, several implications can be drawn. First, the activation of corporate green innovation ultimately involves companies voluntarily and continuously internalizing green innovation into their overall innovation activities. To promote this, it is necessary to strengthen leadership capacities that can consistently drive green innovation within the company. Second, enhancing companies' own research and development and commercialization capacities for green innovation is crucial. Finally, it is important to expand the cultivation of human resources who can lead or practically implement green innovation and foster it as a corporate culture.

5. Conclusion and Suggestions

Attention needs to be paid to the potential of innovation in the transition to a green economy. As the transition to carbon-neutral economy and circular economy has become an urgent and critical task for human survival, a comprehensive strategy is required for greening various industries, resources, sectors, and areas across the economy and society. Among these, innovating production technologies in the industrial sector to reduce carbon emissions and improve resource efficiency is one of the key elements.

In the process of innovation, from the development of new technologies to their adoption and diffusion by companies and their effects on society, various factors such as externalities, uncertainties, and limitations in capacities act as obstacles, requiring policy interventions to overcome them. Accordingly, to effectively activate industrial innovation for the green transition, it is necessary to review and strengthen green innovation policies and frameworks. Existing innovation policies include government financial investment and management of research and development activities, as well as incentives and support policies to encourage companies to adopt green technologies. However, at this point, when green transition, centered on carbon neutrality, has become a major national agenda, green innovation policies need to be more systematized and strengthened to support this overarching goal.

5.1 Policy Directions to Facilitate Green Industrial Innovation

1) Lifecycle-oriented, Mission-oriented Systematization of Green Innovation Policy

Innovation policy is often discussed with a focus on public investment in R&D and the development of research infrastructure. However, to systematize and strengthen green innovation policy, it is necessary to fully consider the entire lifecycle of the innovation process. This includes the stages beyond the technology development, where technologies are diffused to companies and industries, and where economic and social value is created and spread. As outlined in the

quintuple helix innovation model, various elements such as civil society and the natural environment need to be considered in the innovation process, alongside companies, universities, and government.

2) Direction of Transition for R&D-centered Green Innovation Policy

An important direction of transition for green innovation policy is to strengthen the mission-oriented innovation policy (MoIP) and the lifecycle-oriented integrated management systems, moving beyond the current focus on planning, investment, and management of R&D activities. Particularly in addressing social challenges such as climate change and environmental issues, it is necessary to provide incentives and support that consider not only R&D but also the market diffusion of technology in a differentiated manner. Additionally, it is necessary to shift towards lifecycle-oriented, integrated management of innovation that links policies across ministries, centered around overarching green missions such as carbon neutrality, moving beyond the current structure of R&D projects managed by each ministry within its specific area of jurisdiction.

Furthermore, it is necessary to strengthen the governance structure among the execution authorities to identify various missions for green innovation and lead collaboration of relevant ministries. This requires capacities and authorities for planning and budget allocation for a multi-ministerial convergence perspective. A realistic alternative is to work with the National Assembly's Special Committee on Climate Crisis, which holds budget allocation authority, and to collaborate with the Presidential Committee on Carbon Neutrality and Green Growth to identify and organize green missions and projects. It is also necessary to consider establishing an ARPA-like organization for green innovation to effectively manage R&D operations, performance evaluations, diffusion, and market support.

3) Policy Direction for Supporting Corporate Green Innovation Capacities

We aimed to determine the direction for transitioning corporate innovation capacity support policies by analyzing the elements needed to strengthen companies' dynamic capacities, i.e., innovation capacities to cope with environmental changes by adopting new technologies. Policy support is needed for companies to become active drivers of innovation, with leadership capacities, independent R&D and commercialization capacities, and human resource development identified as particularly important. This includes strengthening green innovation awareness and training programs for top management and executives, enhancing long-term support for companies' own R&D, and expanding green innovation consulting for SMEs where human resources are limited. Additionally, corporate support programs need to be designed as package-based initiatives linked with consulting, ensuring that they go beyond one-time support (such as support for abatement equipment installation) and lead to sustained innovation activities.

5.2 Future Tasks for Facilitating Green Innovation

This study examined the importance of innovation in the green transition and presented policy directions to strengthen green innovation, based on an analysis of existing theoretical models, policy cases, and current policy landscape. Future studies are needed to develop more specific policy programs, including identifying and planning of overarching and systematic green innovation missions, policy measures, and innovation programs tailored to each stage of innovation to fully realize lifecycle-oriented green innovation. Additionally, the design of governance systems to implement these initiatives and the development of policies to strengthen companies' innovation capacities, based on a diagnosis of company-level green innovation capacities are crucial next steps.

Keywords Green Economy, Green Innovation, Industrial Innovation, Research & Development (R&D)

저자약력

정우현(연구책임)

미국 인디애나대학교 행정학 박사
한국환경연구원 선임연구위원(현)
wchung@kei.re.kr

주요 연구실적

- 녹색경제로의 전환을 위한 이행전략 개발 (2023)
- 국가환경 모니터링 지표·체계 마련 (2022)

김승현

과학기술정책연구원 연구위원
shkim@stepi.re.kr

김종립

과학기술정책연구원 부연구위원
lipk@stepi.re.kr

강선아

한국환경연구원 전문연구위원
sakang@kei.re.kr

황정재

과학기술정책연구원 연구위원
ohnhop@stepi.re.kr

조공장

한국환경연구원 선임연구위원
kjcho@kei.re.kr

※ 본 책자는 환경표지 인증을 받은 용지로 인쇄되었습니다.



녹색 산업혁신의 활성화를 위한 정책 방향