

# 기후변화대응 기술개발 활동조사를 활용한 우리나라 기후변화대응기술 부문별 인력 전망(2022-2032)

이종열\*† · 이민주\*\* · 하수진\*\*\* · 손지희\*\*\*\*

\*국가녹색기술연구소 국가기후기술협력센터 선임연구원, \*\*국가녹색기술연구소 국가기후기술협력센터 박사후연구원,  
\*\*\*국가녹색기술연구소 국가기후기술협력센터 연구원, \*\*\*\*국가녹색기술연구소 국가기후기술협력센터 센터장

## Forecasting the labor force of climate technology sectors in Korea (2022 - 2032) by analyzing the survey of climate technology research and development

Lee, Jongyeol\*† · Lee, Minjoo\*\* · Ha, Su-Jin\*\*\* and Son, Jihee\*\*\*\*

\*Senior Researcher, National Climate Technology Cooperation Center, National Institute of Green Technology (NIGT), Seoul, Korea

\*\*Post-doc, National Climate Technology Cooperation Center, NIGT, Seoul, Korea

\*\*\*Researcher, National Climate Technology Cooperation Center, NIGT, Seoul, Korea

\*\*\*\*Director, National Climate Technology Cooperation Center, NIGT, Seoul, Korea

### ABSTRACT

Climate technology contributes to attaining international and domestic goals of responding to global climate change, and generating expansive demand for labor. A detailed forecast of labor force of climate technology sectors is essential to establish relevant policies and programs, considering expected shortage of labor force and sector-specific factors. Unfortunately, there is a lack of comprehensive forecast on labor force in these sectors in the Republic of Korea. This study aims to provide a forecast of labor force in 22 climate technology sectors by utilizing climate-technology-specific data. Estimation of annual change in revenue and non-linear regression analysis on relationship between revenue and labor force were conducted. Results indicate that total labor force in climate technology sectors would grow from 283,581 in 2022 to 402,368 in 2032, with an annual average increase of 3.6%. Particularly, mitigation-related sectors showed higher rates of labor force growth (e.g., power generation efficiency (+8.5%), solar energy (+7.8%)). Adaptation-related sectors like water and agriculture are also expected to expand modestly. In contrast, most adaptation-related sectors and some mitigation-related sectors (e.g., greenhouse gas storage-absorption-utilization, hydrogen - ammonia power generation) showed potential declines. Consequently, three policy implications were provided with consideration of the results of the forecast on labor force and the ratio of technician to researcher. This study is expected to be one of the reference findings for integrating labor market forecasting into national climate technology and green industry policies.

Key words : Climate Change, Climate Technology, Labor Force, Revenue-Labor Force Relationship

### 1. 서론

기후변화대응<sup>1)</sup>은 전 세계 국가들의 공통적 글로벌 이

슈이며, 단지 부정적 외부효과를 완화하기 위한 규제적  
차원이 아닌 새로운 경제성장 동력이자 안보수단으로 인  
식되고 있다(OECD, 2025; UNFCCC, 2023). 이미 선진국

†Corresponding author : [jlee@nigt.re.kr](mailto:jlee@nigt.re.kr) (07328, National Climate Technology Cooperation Center, National Institute of Green Technology, Korea. Tel. +82-2-3393-3960)

ORCID 이종열 0000-0001-6270-0350  
이민주 0009-0006-3210-0913

하수진 0000-0002-7361-5810  
손지희 0000-0003-2700-0070

Received: November 17, 2025 / Revised: November 26, 2025 / Accepted: December 15, 2025

1) 기후변화대응은 기후변화완화(온실가스 감축)와 기후변화적응으로 구성

들은 기후변화대응 관련 산업 육성을 위하여 대규모 투자 및 정책수립을 진행하거나, 국가 차원의 기술 로드맵과 보조금 제도를 결합한 공급망 안정화를 도모하는 등 산업 정책의 핵심 축을 재편하고 있다(European Parliament, 2023; IEA, 2024; IMF, 2024; Kudo et al., 2024). 실제로 신재생에너지와 관련된 급격한 수요증가와 시장확대는 기후변화대응이 경제성장 및 에너지 안보와도 밀접한 관계가 있음을 보여준다(IEA, 2024). 주요국들은 이러한 산업 경쟁력 강화뿐만 아니라 원활한 기후변화대응기술 개발·보급·확산과 인력공급을 위해서 세제 혜택, 보조금, 기술개발 등을 적극 지원하고 있다(European Parliament, 2023; Tamba et al., 2024). 2023년부터 2024년을 기준으로 전 세계 에너지·탈탄소화·생태계 관리 등 기후변화대응을 포함하는 녹색<sup>2)</sup> 관련 기술·역량을 보유한 인력공급 증가율은 5.6%인 반면 인력수요 증가율은 연간 11.6%까지 급격하게 증가하였으며, 장기적으로 온실가스감축목표(NDC) 달성을 위해서는 인력양성 및 공급을 증가시키는 것이 시급한 상황이다(LinkedIn, 2024). 우리나라 정부에서도 「기후변화대응 기술개발 촉진법(이하 기후기술법)」 등의 제정을 통한 법적 근거 구축, 「제1차 기후변화대응 기술개발 기본계획」 상 전략과제로 연구·산업 현장 맞춤형 우수 인재 양성 및 활용을 포함시키는 등 정책적 의지를 표명하고 있다(PACST, 2022). 실제로 2023년 기준 연간 기후변화대응기술 R&D 투자에 약 4조 2천억 원을 투자하였고, 관련 산업분야에 대한 전방위적 인력양성사업 또한 폭넓게 지원하고 있다(NIGT, 2024; PACST, 2025).

온실가스 감축과 기후변화 적응을 위한 중점수단인 기후변화대응기술을 경제성장 동력화하기 위해서는 기후변화대응기술 부문별 일자리 증감을 전망하고, 이를 기반으로 부문별 맞춤형 인력양성이 지원되어야 한다. 국제 에너지·노동 통계와 전망은 에너지·재생에너지·녹색전환 과정에서 고용 규모와 향후 증가 가능성은 제시하고 있으나, 이들은 특정 기술군만을 다루거나 우리나라의 기술·산업 분류와 상이하여 활용하기 어렵다(Apostel and Barslund, 2024; IEA, 2024; ILO, 2025). 이러한 점에서 국가 차원의 기후변화대응기술 분류체계와 통계를 활용한 인력수요 전망 연구의 필요성이 크다고 할 수 있으나, 우리나라 차원에서 기후변화대응기술 인력양성 지원에 대한 정책적 근거가 될 수 있는 국내 기후변화대응기술 일

자리 전망 자료 및 연구는 제한적인 실정이다. 우리나라의 일자리 통계 및 전망지 관련 문헌들은 주로 1) 미래 전망보다는 실태조사 차원에서 진행되거나(GTC, 2022; NIGT, 2024), 2) 기후변화대응기술 중에서도 특정한 부문만을 평가하거나(KEIA, 2024; KNREC, 2024), 3) 기후변화대응기술 관련 산업에 초점을 맞추기 보다는 전체 산업 대상의 한국형 산업분류를 중심으로 전망하고 있다(Jeong et al., 2025). 우리나라 산업별 인력전망에 있어 가장 대표성이 있다고 할 수 있는 한국고용정보원의 일자리 중장기 전망은 2023년부터 2032년까지의 산업별 인력수요 전망치를 폭넓게 제시하나, 기후변화대응기술과 관련된 시사점을 파악하기에는 제한적이다(Jeong et al., 2025). 반대로 국가녹색기술연구소의 「기후기술 산업통계」와 「기후변화대응 기술개발 활동조사」는 기후변화대응기술 보유 기업·기관 대상 기술개발 실태를 조사하여 종사자 수뿐만 아니라 연구개발비, 성과, 협력활동 등 현황자료들을 다각적으로 포함하고 있으나 미래에 대한 전망치를 제시하고 있지 않다(GTC, 2022; NIGT, 2024). 물론 기후기술 산업 분야에 대한 인력전망 연구가 존재하나, 1) 해당 연구에서의 부문 분류가 최근의 기후기술법 상 부문 분류와 정합되지 않고, 2) 부문별 인력증감률을 기후기술 외 타 분야 산업들의 인력 증감률을 적용함에 따라 불확실성이 높다(Chung et al., 2022). 따라서 기후기술법 상 부문 분류와 정합되면서도, 기후기술 부문별 고유의 인력 증감률을 개발 및 적용한 전망 방법론과 결과가 필요한 상황이다.

본 연구는 기후기술 관련 자료를 중점적으로 활용하는 인력 전망 도출을 목적으로 수행되었다. 기후기술 관련 최신 국가통계인 「기후변화대응 기술개발 활동조사」 원자료를 확보하여 상세 분석하고, 이를 활용하여 기후변화대응기술 부문별 인력 규모에 대한 전망치를 제시하였다. 부문별 매출액·인력 간의 상관관계를 정량화하여 회귀식을 도출하고, 연평균 매출액 증감률을 도출 및 적용하여 2023년부터 2032년까지의 인력을 추정하였다. 그리고 부문별 인력 규모와 증감 결과와 이를 바탕으로 하는 정책적 시사점을 제시하였다.

## 2. 연구방법

본 연구는 크게 기후변화대응 기술개발 활동조사 원자

2) 녹색 분야는 재생에너지, 에너지효율, 환경 모니터링 등 기후변화 대응과 직결된 세부 분야들뿐 아니라 물관리, 자원순환, 오염방지, 생물다양성 보전 등 폭넓은 환경 분야를 포괄한다. 그러나 기후재원, 기후 리스크 관리, 사회·경제 시스템 전환과 같이 전통적 환경산업 외의 분야에서 전개되는 정책·활동까지 고려할 경우, 녹색 분야가 기후변화 대응의 전 영역을 포함한다고 보기는 어렵다.

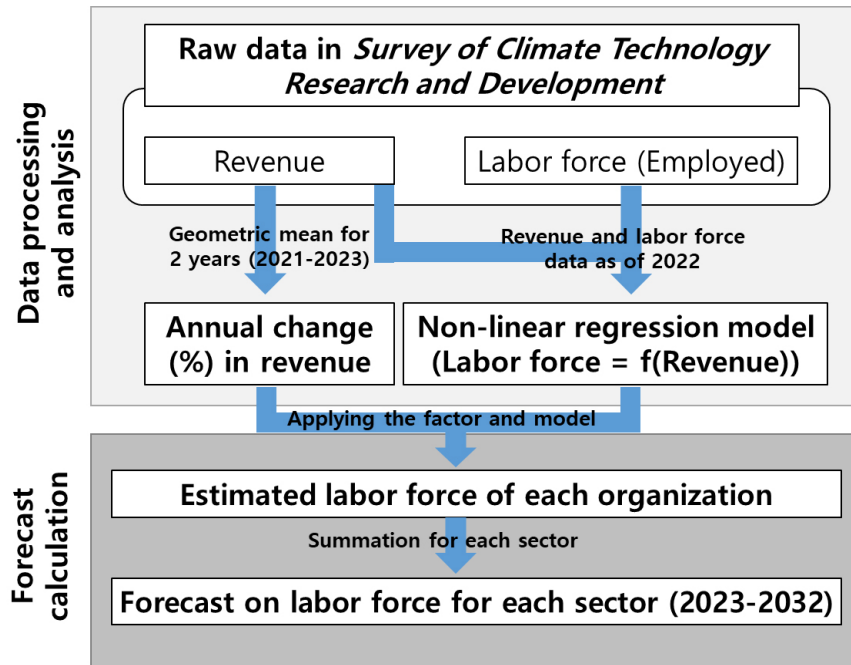


Fig. 1. The schematic diagram of demonstrating the research process in this study

료 가공 및 분석과, 이를 기반으로 결과를 합산하는 과정을 통하여 수행되었다(Fig. 1). 이 활동조사는 기후변화대응기술과 관련된 특허를 보유하거나 연구개발활동을 수행하는 기관들을 대상으로 하는데, 조사 대상 표본집단을 설계 후 기업·기관별 기후변화대응기술 관련 매출액 및 종사자 수 등 정보를 설문조사한다(NIGT, 2024). 특히 기후변화대응기술을 22대 부문으로 정의하고 크게 감축 분야 15개와 적응 분야 7개로 분류하고 있는데, 「기후변화대응 기술개발 촉진법」 상 기후변화대응기술 38대 분류상 세부 기후변화대응기술 분야를 통합하여 제시하는 차

원이다(Table 1). 태양광·열, 풍력, 해양에너지 및 수력, 수열 및 지열, 바이오에너지, 수소암모니아발전, 비재생에너지, 수소바이오매스, 폐자원, 발전효율, 산업효율, 수송효율, 건물효율, 온실가스 저장·흡수·활용, 전력·열 통합이 감축 분야에 속한다. 기후변화 모니터링, 기후영향평가·진단, 건강, 물, 농축수산, 국토·연안·산림·생태계·산업·에너지, 적응정보·평가는 적응 분야에 속한다. 이러한 22대 부문별로 2022년도 현황을 기준으로 총 2,719개 기업·기관에 대한 설문조사가 되어 있으며, 기후변화대응기술에 특화된 산업통계 자료 중에서 가장 종합적이고 신뢰도가 높

Table 1. The classification of climate technology sectors in the Survey of Climate Technology Research Development (NIGT, 2024)

Mitigation		
Solar photovoltaic-thermal	H <sub>2</sub> -NH <sub>3</sub> power generation	Industrial efficiency
Wind power	Non-renewable energy	Transport efficiency
Marine and hydro power	Hydrogen-biomass	Building efficiency
Hydro- and geo-thermal	Waste resource	GHG storage-absorption-utilization
Bioenergy	Power generation efficiency	Electricity-thermal integration
Adaptation		
Climate change monitoring		Climate change impact assessment
Health	Water	Agriculture, livestock and fishery
Land-coast, Forest-ecosystem, Industry-energy		Adaptation information-assessment

Abbreviation: Greenhouse gas (GHG)

다고 할 수 있다(Table A1). 부문별 표본의 수는 적게는 26개에서 많게는 369개의 응답이 존재한다. 부문별 연간 매출액(억원)은 다양한 규모의 기업과 기관을 대상으로 조사하였기에 표준편차가 크게 나타나는데, 적게는  $4.8 \pm 8.3$ 부터 많게는  $81.7 \pm 293.5$ 로 나타난다. 부문별 종사자 수는 적게는  $6 \pm 7$ 명에서  $137 \pm 661$ 명까지의 범위를 보였다. 특히 종사자 관련 자료는 연구직, 생산기능직, 사무직으로 구분되어 있어서 직종별 상세 현황 파악 및 전망이 가능하다. 한편 본 연구에서는 개념적 혼동을 피하기 위하여 편의상 종사자 수는 인력으로 표현하였다.

### 2.1. 자료가공·분석: 부문별 매출액-인력 간 비선형 회귀분석 및 연평균 매출액 증감률 추정

기후변화대응 기술개발 활동조사 원자료 상 기업·기관별 매출액과 인력 자료를 활용하여 부문별 매출액-인력 간 비선형 회귀분석을 수행하였다. 일반적으로 매출액(생산액) 증가에 비하여 고용의 증가가 약세로 나타나는 한계생산체감의 법칙을 고려하여(Hall, 1988; Hamermesh, 1993) 아래와 같은 지수함수를 비선형 회귀분석의 주요 수식으로 활용하였다(식 (1)). 22대 부문 모두 통계적 유의성( $p < 0.05$ )이 나타나는지 검토하였고, 결정계수( $R^2$ ) 또한 제시하였다(OpenAI, 2025).

$$\text{인력} = a \times \text{매출액}^b \quad (1)$$

그리고 부문별 연평균 매출액 증감률 추정을 위해서 기후변화대응 기술개발 활동조사 상 기후변화대응기술분야 매출액 응답자료들을 중점적으로 활용하였다. 2023년도에 수행된 본 활동조사는 2022년도 기준으로 당해연도(2022년) 및 직전연도(2021년) 기후변화대응기술분야 매출액을 조사하였다. 2024년도에 추가적으로 진행하였던 조사(미발표자료)에서는 2023년도를 기준으로 당해연도와 직전연도의 기후변화대응기술 분야 매출액 응답자료를 확보하였다. 2개년 활동조사의 응답표본 중 1) 양 해 모두 응답함과 동시에, 2) 2023년도 대상 조사 기준 직전연도(2022년)와 2022년 대상 조사 기준 당해연도(2022년) 간의 매출액 답변 차이가 5% 이내인 응답을 선별하였다. 이는 시계열에 따른 일관성이 있는 답변들을 선별함으로써 매출액 증감률 추정의 불확실성을 제한하기 위함이다. 이렇게 선별된 응답 기업·기관의 2023년도 기후변화대응 기술분야 매출 합계 대비 2021년 매출 합계의 비율을 기

하평균하여 연평균 매출액 증감률을 계산하였다. 이렇게 계산된 증감률은 2023년부터 2032년까지 동일하게 적용된다고 가정하였다. 특히 특정 부문 개별 기업·기관은 해당하는 부문의 연평균 매출액 증감률을 그대로 곱하여 2023년부터 2032년까지의 매년 매출액을 계산하였다.

### 2.2. 결과합산·전망: 부문별 인력 증감 전망치 계산

연도별 기업·기관별 인력을 추정하기 위하여, 2022년도 종사자수에 식 (1) 상 기준년도(2022년도)와 추정하고자 하는 연도(N년도)의 회귀식 종속변수 결과값 간 비율을 곱하였다(식 (2)). 회귀식인 식 (1)을 직접 활용하게 되면 실측치인 2022년도의 인력은 예측치와 실측치가 달라지게 되는데, 국가통계 상 실측치인 2022년도 인력을 고정하는 것이 보다 합리적인 것으로 판단하였다. 일부 매출액이 없는 경우에 대해서는 2022년도 인력이 2032년까지 동일하게 유지된다고 가정하였다.

$$N\text{년도 종사자수} = 2022\text{년도 인력 수} \times \frac{f(\text{매출액}_{N\text{년도}})}{f(\text{매출액}_{2022\text{년도}})} \quad (2)$$

(2023 ≤ N ≤ 2032)

따라서 2022년 인력은 국가통계 상 실측치, 이후 기간에 대한 수치는 추정치이다. 추정된 연도별 기업·기관별 인력을 부문별로 합산함으로써 22대 부문별 연간 인력을 계산하였다. 그리고 부문별 인력의 증감(명) 및 연평균 증감률(CAGR(%))을 제시하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1. 부문별 인력전망 모델 및 예측치

22대 부문별 인력고용과 매출액 간 비선형회귀분석 수행 결과, 모든 부문에 대하여 유의한 회귀곡선들이 도출되었다(Table 2). 특히 식 (1)의 파라미터인 b가 모든 부문의 비선형회귀식에서 1 미만으로 나왔는데, 이는 노동의 한계생산체감의 법칙이 반영되어 있는 것이다. 한편 결정계수는 부문별로 상이하게 나타나는데 비재생에너지 부문이 0.64로 가장 높고, 수열 및 지열과 적응정보·평가 부문이 각각 0.62와 0.54로 뒤따랐다. 반면 전력·열 통합 부문의 결정계수는 0.10로 가장 낮았으며, 건강과 해양에너지 및 수력 부문이 각각 0.12와 0.21로 뒤따르는 것으로

Table 2. The estimated annual change rate in revenue, and the parameters (a and b) and coefficient of determination ( $R^2$ ) of regression equation for each sector ( $p < 0.05$ ).

Climate technology sectors		Parameters and coefficients			Annual revenue change (% yr <sup>-1</sup> )	
		a	b	R <sup>2</sup>		
Mitigation	1	Solar photovoltaic·thermal	0.65	0.43	0.42	19.9
	2	Wind power	1.17	0.38	0.50	14.8
	3	Marine and hydro power	3.38	0.20	0.21	9.0
	4	Hydro- and geo-thermal	0.71	0.42	0.62	2.6
	5	Bioenergy	0.67	0.42	0.46	9.0
	6	H <sub>2</sub> ·NH <sub>3</sub> power generation	0.67	0.45	0.27	-6.3
	7	Non-renewable energy	0.45	0.51	0.64	-5.8
	8	Hydrogen·biomass	1.05	0.46	0.48	6.5
	9	Waste resource	0.62	0.48	0.49	12.1
	10	Power generation efficiency	2.37	0.33	0.39	28.3
	11	Industrial efficiency	0.89	0.46	0.48	0.8
	12	Transport efficiency	2.42	0.32	0.32	17.9
	13	Building efficiency	1.35	0.37	0.45	3.2
	14	Greenhouse gas storage·absorption·utilization	0.77	0.38	0.36	-5.2
	15	Electricity·thermal integration	4.12	0.23	0.10	16.7
Adaptation	16	Climate change monitoring	0.97	0.44	0.44	6.3
	17	Climate change impact assessment	0.76	0.29	0.38	-17.7
	18	Health	3.87	0.13	0.12	-12.6
	19	Water	0.79	0.40	0.29	7.7
	20	Agriculture, livestock and fishery	2.03	0.35	0.40	5.6
	21	Land·coast, Forest·ecosystem, Industry·energy	1.62	0.34	0.43	0.0
	22	Adaptation information·assessment	0.21	0.53	0.54	8.0

나타났다. 22개 부문 중 13개 부문에 대한 회귀곡선의 결정계수가 0.40 이상이었다. 물론 모든 부문의 회귀곡선에 대하여 p-value는 모두 0.05 미만으로 나타나 통계적으로 유의성이 뚜렷하게 나타났으나, 미래 전망에 대한 불확실성을 완화하기 위해서는 결정계수를 보다 향상시킬 수 있도록 다년 간의 자료 축적 및 회귀곡선 개선이 필요할 것으로 보인다.

한편 부문별 연평균 매출액 증감률은 최대 28.3%에서 최소 -17.7%로 나타났다. 발전효율, 태양광·열, 수송효율, 전력·열 통합, 풍력 부문은 가장 높은 연평균 매출 성장이 발생할 것으로 추정되었고, 각각 28.3%, 19.9%, 17.9%, 16.7%, 14.8%였다. 반면 5개 부문의 매출액에 대해서는 마이너스 성장이 예상되었는데 이는 기후영향평가·진단, 건강, 수소암모니아발전, 비재생에너지, 온실가스 저장·흡수·활용 부문에서 각각 연평균 -17.7%, -12.6%, -6.3%, -5.8%, -5.2%이다.

앞서 도출된 부문별 비선형회귀곡선과 연평균 매출성장률을 활용하여 전망한 기후변화대응기술분야 전체 인력은 2022년 28.4만 명에서 2032년 40.2만 명까지 연평균 3.6%의 속도로 11.8만 명 증가할 것으로 추정되었다(Fig. 2). 우리나라 중장기 인력수급 전망(2023-2033년) 상 제조업 분야 연평균 고용(수요) 증감률이 -0.3%이고 다수의 세부 산업 분야들 또한 마이너스 성장을 보이는데, 이는 기존의 타 산업 분야에서 기후변화대응기술분야로의 전환이 발생하고 있음을 간접적으로 의미한다(Jeong et al., 2025). 따라서 신생 산업군에 속하면서도 산업 전환을 주도하는 기후변화대응기술 산업에서의 고용 전망 시 일반 산업 분야에서의 고용 증가율을 활용한다면, 전망치가 과소평가 될 수 있다(Chung et al., 2022). 부문별로 상세하게 살펴보면 인력 전망이 매우 상이하게 나타나는 것으로 보이며, 적응 분야보다 감축 분야에서 인력 증가가 높을 것으로 전망되었다. 감축 분야 15대 기술부문 중 우선 예

너지와 관련된 태양광·열, 풍력, 해양에너지 및 수력, 수열 및 지열, 바이오에너지, 수소암모니아 발전, 비재생에너지 부문은 2022년에 각각 2.9만, 5.1천, 1.1천, 2.7천, 3.0천, 5.4천, 1.6만 명에서 2032년에 각각 6.1만, 8.2천, 1.4천, 3.0천, 4.2천, 4.2천, 1.2만 명으로 변화할 것으로 나타났다. 이는 연평균 증감률은 각각 7.8%, 4.8%, 1.7%, 1.1%, 3.5%, -2.5%, -2.9%으로 계산된다. 수소·바이오매스, 폐자원 부문은 2022년에 각각 1.0만 및 1.7만 명에서 2032년에 1.4만 및 2.9만 명으로 증가할 것으로 예측되었고, 이는 연평균 증가율은 각각 2.8% 및 5.5%에 해당한다. 가장 많은 인력을 보유한 효율화 관련 부문인 발전효율, 산업 효율, 수송효율, 건물효율에서는 2022년 각각 3.3만, 7.0만, 2.0만, 1.1만 명에서 2032년에 7.5만, 7.3만, 3.1만, 1.2만 명으로 증가할 것으로 나타났으며, 연평균 증가율은 각각 8.5%, 0.4%, 4.7%, 1.1%였다. 마지막으로 온실가스 저장·흡수·활용과 전력·열 통합 부문은 2022년에 4.4천 및 1.2만 명에서 2032년에 3.6천 및 1.7만으로 변화할 것으로 나타났고, 이에 해당하는 연평균 증감률은 -2.0% 및 3.5%이다. 이와 같은 부문별 인력 증감의 차이는 각 기술의 성숙도와 상업화 단계, 그리고 정책에 의해 형성되는 시장 등으로부터 기인된다. 재생에너지 및 에너지효율 관련 투자가 상대적으로 높은 고용유발 효과와 순고용 증가로 이

어지는 경향은 본 연구에서 발전효율, 태양광·열, 풍력, 수송효율 등 부문에서 인력 규모 확대와 높은 증가율로 나타난다고 볼 수 있다(Climatic Analytics and SFOC, 2021; IRENA and ILO, 2024; Ragwitz et al., 2009). 폐자원 부문 또한 우리나라의 순환경제 활성화 노력으로 인한 대량의 일자리 창출이 예측된다는 선행연구와도 유사한 결과이다(Yeo, 2023). 반면 온실가스 저장·흡수·활용과 수소암모니아 발전 기술은 대다수의 국가에서 온실가스 감축의 핵심수단으로 설정되어 있음에도 불구하고, 상대적으로 낮은 기술적·제도적 성숙도와 시장 형성 미진이라는 한계점으로 인하여 고용 전망이 개선되기 어려운 편이다(Adeli et al., 2023; IEA, 2020).

7대 적응 분야 중에서는 물과 농축수산 부문에 한정하여 인력이 크게 증가할 것으로 전망되었다. 물과 농축수산 부문의 인력은 2022년에 2.4만 및 1.2만 명에서 2032년에 각각 3.3만 및 1.4만 명 수준으로 증가하는 것으로 나타났는데, 이는 연평균 증가율 3.0% 및 1.6%에 해당한다. 반면 비교적 인력이 적은 기후영향평가·진단, 건강 부문은 오히려 인력이 감소할 수 있는 것으로 나타났다. 이 부문들의 인력은 2022년에 각각 3백 및 1.1천 명에서 2032년에 각각 2백 및 9백 명 수준으로 감소하는 것으로 전망되었다. 이를 연평균 증감률로 환산하면 각각 -4.7%

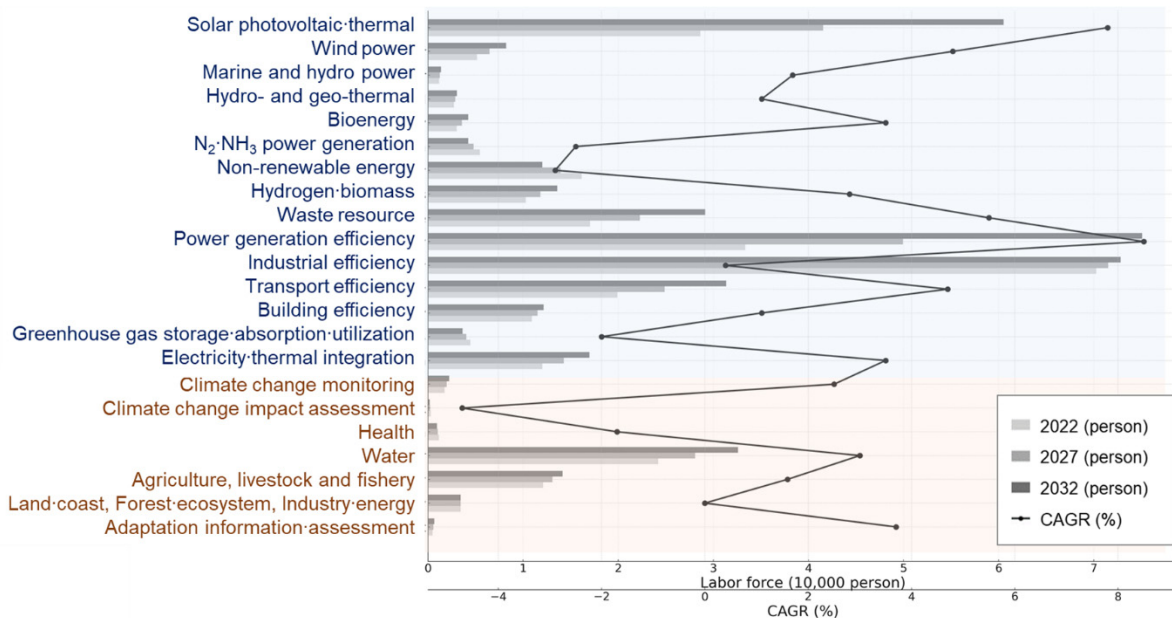


Fig. 2. The result of forecasting annual labor force and its change, and compound annual growth rate (CAGR, %) for each climate technology sector. Mitigation-related and adaptation-related sectors are shown in blue and orange backgrounds, respectively

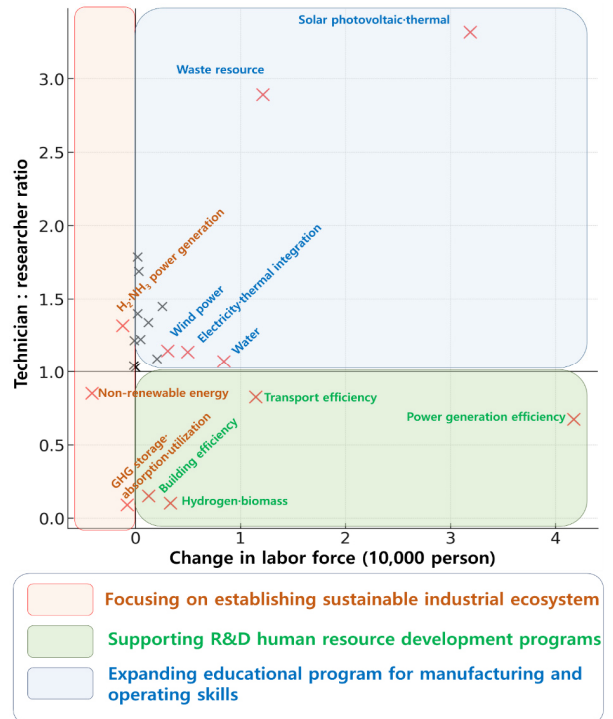
및 -1.7%에 해당한다. 한편 적응정보·평가 부문은 인력은 적으나 가장 높은 인력 증가율을 보였다. 이 부문의 인력은 2022년에 5백 명에서 2032년에 7백명 수준으로 연평균 3.7%의 증가가 예상되었다. 마지막으로 기후변화 모니터링과 국토·연안·산림·생태계·산업·에너지 부문은 2022년에 각각 1.7천 및 3.4천 명에서 2032년에 각각 2.2천 및 3.4천 명 수준으로 소폭 증가하거나 유지되는 것으로 추정된다.

종합하면 인력의 연평균 증가율에 있어 발전효율, 태양광·열, 폐자원, 풍력, 수송효율이 각각 8.4%, 7.8%, 5.5%, 4.8%, 4.6% 순으로 가장 높았고, 반면 온실가스 저장·흡수·활용, 수소암모니아발전, 비재생에너지, 기후영향평가·진단 부문은 각각 -2.0%, -2.5%, -2.9%, -4.8% 순으로 가장 낮았다. 부문별 인력 변화 또한 인력 연평균 증가율과 유사한 경향이 나타났다. 최상위에서는 발전효율 4.2만 명, 태양광·열 3.2만 명, 폐자원 1.2만 명, 수송효율 1.1만 명, 물 8천 명 증가가 예상되었다. 반면 후순위에서는 온실가스 저장·흡수·활용 -8백 명, 수소암모니아발전 -1천 명, 비재생에너지 -4천 명으로 나타남으로써 일자리 감소 가능성이 우려된다. 이와 같은 결과는 전환 시나리오하에서 재생에너지·효율 분야의 고용이 전체 노동시장 평균을 상회하는 증가세를 보일 것이라는 국제 고용전망과도 방향성을 같이한다(IEA, 2023; IRENA and ILO, 2024). 나아가 기후기술 관련 일자리가 전반적으로 부문별로 증감률이 매우 상이하게 나타난다는 해외 선행연구들과 유사하다(IRENA and ILO, 2024; Lehr et al., 2020). 전 세계 재생에너지 분야 일자리는 2020년부터 2022년까지 연평균 6.8% 증가하나 부문별로 0.8%부터 11.0%로 다양하게 분포하고, 또한 선진국 그룹 내에서도 국가별로 부문별 증가 혹은 감소 패턴이 다르게 나타나기도 한다(IRENA and ILO, 2024). 다만 전력·건설·설치 등 핵심 직종에서의 숙련 인력 부족과 직무 전환 속도는 실제 고용 실현 경로를 제약할 수 있는 요인으로 작용하므로, 본 연구의 추정치는 충분한 인력양성·재교육 정책이 뒷받침된다는 조건부 전망으로 이해할 필요가 있다(OECD, 2023).

### 3.2. 부문별 인력양성 정책 제언

기후변화대응기술 산업에서 증장기적으로 다수의 인력을 고용하거나 그 규모가 확장될 것으로 보이는 부문이 있는 반면, 오히려 감소할 수도 있는 부문 또한 나타남에 따라 차별화된 정책적 접근이 필요해 보인다(Fig. 3). 고용

인력이 크게 증가할 것으로 전망되는 부문들에 대해서는 시의적절한 인력양성 사업 및 정책이 요구된다. 다만 부문별로 연구직과 생산기능직 간 비율이 상이하기 때문에 차별화된 접근이 필요하다. 우선 생산기능직의 비율이 상대적으로 높은 태양광·열, 폐자원 부문은 현장에서의 제조 및 운영 기술과 관련된 직무교육의 확대가 적합하다. 반면 연구직 비율이 상대적으로 높은 수소·바이오매스 및 건물효율 부문의 경우 연구개발인력 양성을 위한 사업들이 적합하다. 연구직과 생산기능직 간 비율이 어느 정도 유사한 발전효율, 수송효율, 물, 전력·열 통합, 풍력 부문은 두 가지 접근 모두 유효할 것으로 판단된다. 아울러 국제 고용전망 연구에서 반복적으로 지적되었듯이, 이러한 인력양성 정책은 프로젝트 파이프라인의 일정과 연계하여 시기별로 요구되는 숙련 수준을 맞춰 공급하는 것이 중요하며, 자격·인증 제도, 직업훈련, 고등교육 간 연계를 통해 인력수급의 시간적 미스매치를 최소화해야 한다(IEA, 2023; OECD, 2023). 반면 인력이 거의 증가하지 않거나 오히려 감소할 수 있을 것으로 나타난 부문들의 경우는 인력양성과 관련된 정책추진보다는 지속적인 매출 발생



Abbreviation: greenhouse gas (GHG), research and development (R&D)

Fig. 3. Suggesting policies on climate technology sectors

과 산업의 지속가능성이 확보될 수 있도록 생태계를 조성하는 접근이 우선적으로 필요하다. 특히 비재생에너지, 온실가스 저장·흡수·활용, 수소암모니아발전 부문이 대표적인 사례이다. 이러한 분야들은 미래에 온실가스 감축목표 등 미래의 국가적 수요에 필수적인 미래지향적 부문이고, 기술적 성숙도가 낮은 경우가 많아 지속적 연구개발 지원도 필요하다. 이에 대해서는 ‘정의로운 전환(Just Transition)’을 위한 직종·지역 단위의 세밀한 인력 전환 전략 수립이 필요할 것으로 판단된다(OECD, 2023).

3.3. 민감도 분석

추정된 부문별 연평균 매출 증감률과 인력 증감률 간의 관계를 분석한 결과, 두 변수 간에는 강한 양의 상관관계가 존재하였다(Fig. 4(a)). 산점도 상 관측값이 주로 제1사분면과 제3사분면에 밀집되어 있는데, 매출의 증가와 고용인력의 정비례 관계를 나타낸다. 이는 기후변화대응기술 산업에서 매출 실적이 단순한 재무 성과를 넘어 노동시장의 확장 여부를 결정하는 핵심 변수로 작용한다는 일반적 사실과 일치한다(UNEP, 2022). 기후변화대응기술 부문 전체적으로 매출액 증가 1%당 고용인력 증가 0.31%

가 나타났는데, 이는 기후변화대응기술 산업부문에 대한 평균 매출-고용 탄력계수가 0.31임을 의미한다. 또한 결정계수가 0.911로 나타났는데, 인력 증감률의 약 91.1%가 매출이라는 변수로 설명될 수 있음을 보여준다. 따라서 향후 기후변화대응기술 산업 인력전망 시에도 매출을 핵심적인 독립변수로 포함시키는 접근이 유효할 것으로 판단된다.

실제로 추정된 부문별 연평균 매출액 증감률과 관련된 불확실성을 판단하기 위한 민감도분석 결과 매출액 추정이 기후변화대응기술 인력 전망치에 큰 영향을 줄 수 있음이 확인되었다(Fig. 4(b)). 적응 분야에 비해서 감축 분야에서 그 증감률과 관련된 영향이 큰 것으로 나타났다. 연평균 매출액 증감률에 최대 10%의 불확실성이 반영 시, 2032년 기준 고용 인력 규모 예측치는 감축 분야에서 최대 10.7만 명 감소 및 14.7만 명 증가, 적응 분야에서 최대 1.6만 명 감소 및 2.1만 명 증가, 전체 분야 합산 최대 12.3만 명 감소 및 16.8만 명 증가하는 등의 영향이 발생할 수 있다. 결론적으로 Fig. 4의 결과들은 향후 기후변화대응기술 산업 인력전망 시에도 매출을 핵심적인 독립변수로 포함시키는 것이 중요하나, 매출과 관련된 추정 및

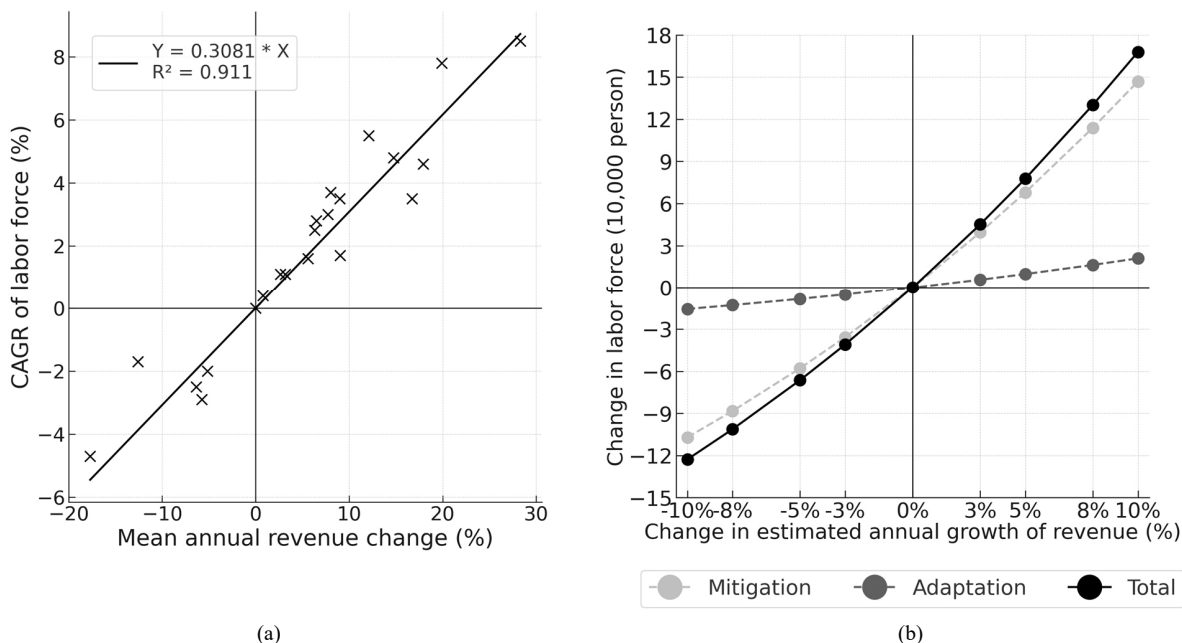


Fig. 4. The relationship between annual mean change rate of revenue and CAGR of labor force in climate technology sectors (a) and the sensitivity analysis on changes in estimated annual growth of revenue and labor force (b)

가정에 의한 불확실성을 최소화하는 방안이 병행되어야 함을 보여준다.

다만 본 연구에서는 매출액과 인력 간의 정량적 관계 또한 10여년 간 동일하게 적용된다고 가정하고 있는데, 이 또한 시간의 경과에 따라 변화할 수 있다. 본 연구에서의 부문별 매출-인력 간 관계와 설명력은 기후변화대응기술별 가치사슬 구조, 노동생산성 향상 속도, 자동화 수준 등에 따라 시간에 따라 변동할 수 있으므로, 매출-고용 관계를 고정된 구조로 전제하기보다는 최신 자료를 반영하여 주기적으로 갱신·보정하는 것이 바람직하다(ILO, 2012; Jo et al., 2023). 또한 매출 외에도 고용 규모를 결정하는 다른 변수들이 고려될 필요성이 있고(BLS, n.d.; Jo et al., 2023) 기후변화대응기술분야 특성상 정부의 투자 우선순위 부문 지원사업의 규모 또한 불확실성이 크다(Husain et al., 2022; Niu et al., 2023). 실제로 우리나라에서도 정권교체에 따른 우선순위 변화, NDC 및 에너지수급계획 갱신 등에 따라 큰 영향이 예상된다. 즉 본 연구의 인력 전망이 특정 매출 경로와 정책·시장 환경을 전제조건한 조건부 전망이라는 점을 의미하며, 향후 투자계획, 규제 변화, 글로벌 공급망 재편 등 외생 변수 변화에 따라 발생하는 전망치의 불확실성을 완화시키는 후속연구가 필요함을 시사한다. 따라서 본 연구에서 가정한 매출액과 인력 간의 비선형회귀식은 단기적으로 적합하다고 할 수 있으나, 향후에는 보다 다양한 변수들을 고려한 수식 개발이 필요할 것으로 판단된다. 이외에도 기후변화대응 기술개발 활동조사 원자료에서의 부문 분류 및 조사 방식으로부터 기인하는 불확실성이 존재한다. 실제로 녹색 및 기후 관련 산업을 정의할 때 이를 조사하는 방식에 따라 결과가 크게 달라질 수 있다(Apostel and Barslund, 2024; European Commission, 2024; Stanef-Puică et al., 2022). 따라서 기후변화대응기술분야에 대한 인력전망 연구는 정량적 차원의 방법론 연구 외에도 정성적인 체계 정립이 병행되어야 할 것이다.

#### 4. 결론

기후변화대응기술분야 성장과 이를 촉진하기 위한 원활한 인력수급을 위해서는 인력양성 정책추진과 사업운영이 병행되어야 하며, 본 연구에서는 그 기초자료가 되는 기후변화대응기술 부문별 인력 전망치를 제시하였다. 기후변화대응 기술개발 활동조사 자료를 중심으로 부문별 인력을 추정하였으므로 기후변화대응기술 특화형 전

망치라고 할 수 있으며, 적절한 정량화 방법론이 개발 및 적용되었다. 특히 부문별로 연평균 매출액을 추정하고 매출-인력 간 비선형 회귀곡선을 개발하였다. 연구 결과 기후변화대응기술분야 전체 인력은 2022년 28.4만 명에서 2032년 40.2만 명까지 연평균 3.6%의 속도로 11.8만 명 증가할 것으로 전망된 바 있다. 특히 감축 분야의 신재생 에너지 및 효율화 부문의 높은 인력 증가세, 기타 일부 부문들의 정체 및 감소세를 볼 수 있었다. 이러한 분석을 바탕으로 인력이 크게 증가하는 부문을 대상으로 적극적인 인력양성 지원사업을, 반대로 인력이 거의 증가하지 않거나 감소하는 부문을 대상으로 규제개선과 생태계 조성 등 정책적 시사점을 제시하였다. 향후 기후변화대응기술분야 인력체계, 일자리 실태조사 및 전망치 관련된 가용자료 및 관련 연구들이 축적됨에 따라 보다 나은 전망치 추정이 가능해질 것으로 기대된다.

#### 사사

본 연구는 과학기술정보통신부 기후기술협력촉진지원사업(RS-2002-NR068780)의 지원을 받아 수행하였습니다.

더불어 본 연구의 주요 활용자료인 기후변화대응 기술개발 활동조사 원자료를 구축·가공·공유해주신 국가녹색기술연구소 데이터정보센터 안세진·이천환 선임연구원님께 감사드립니다.

#### Reference

- Adeli K, Nachtane M, Faik A, Saifaoui D, Boulezhar A. 2023. Green hydrogen and ammonia in future energy production: A comprehensive review. *Appl Sci* 13(15): 8711.
- Apostel A, Barslund M. 2024. Measuring and characterising green jobs: A literature review. *Energy Res Social Sci* 111: 103477.
- Bureau of Labor Statistics (BLS). n.d. Employment projections methods overview; [accessed 2025 Nov 21]. <https://www.bls.gov/emp/documentation/projections-methods.htm>
- Chung YW, Lee WS, Lee SC, Kim DE. 2022. Labor force demand forecast and policy implications in the Korean climate technology industry (in Korean with

- English abstract). *J Clim Change Res* 13(6): 741-753.
- Climate Analytics, Solutions for Our Climate (SFOC). 2021. Employment opportunities from a coal-to-renewables transition in South Korea; [accessed 2025 Nov 21]. <https://climateanalytics.org/publications/employment-opportunities-from-a-coal-to-renewables-transition-in-south-korea>
- European Commission. 2024. Literature review on a measurable definition of green jobs and on the impact on jobs and skills in the green transition. Brussel: European Commission.
- European Parliament. 2023. EU's response to the US inflation reduction act (IRA); [accessed 2025 Nov 21]. [https://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document/IPOL\\_IDA\(2023\)740087](https://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document/IPOL_IDA(2023)740087)
- Green Technology Center (GTC). 2022. Industrial statistics of climate technology. Seoul, Korea: GTC.
- Hall RE. 1988. The relation between price and marginal cost in U.S. industry. *Quarterly J Econ* 103: 917-951. doi: 10.2307/1885676
- Hamermesh DS. 1993. Labor demand. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Husain S, Sohag K, Wu Y. 2022. The response of green energy and technology investment to climate policy uncertainty: A twin transitions strategy. *Technol Soc* 71: 102132.
- International Energy Agency (IEA). 2020. Energy technology perspectives 2020: CCUS in clean energy transitions. Paris: OECD Publishing.
- International Energy Agency (IEA). 2023. World energy employment report 2023. Paris: IEA.
- International Energy Agency (IEA). 2024. World energy employment 2024. Paris: IEA.
- International Labour Office (ILO). 2012. ILO global estimate of forced labour: Results and methodology. Geneva: ILO.
- International Labour Office (ILO). 2025. Handbook on measuring green jobs and skills for green jobs: Monitoring, evaluation and learning. Geneva: ILO.
- International Monetary Fund (IMF). 2024. Industrial policy in Europe: A single market perspective. Washington, DC: IMF.
- International Renewable Energy Agency (IRENA), ILO. 2024. Renewable energy and jobs: Annual review 2024. Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency; Geneva: ILO.
- Jeong SK, Hong H, Park M, Park S, Gong Y. 2025. Demand and supply on labor force in the longterm from 2022 to 2032 Handbook. Eumseong, Korea: Korea Employment Information Service.
- Jo C, Kim DH, Lee JW. 2023. Forecasting unemployment and employment: A system dynamics approach. *Technol Forecast Soc Change* 194: 122715.
- Korea Energy Corporation Renewable Energy Center (KNREC). 2024. 2023 report on the renewable energy industry statistics. Ulsan, Korea: KNREC.
- Korea Environmental Industry Association (KEIA). 2024. 2023 environmental industry statistics. Seoul, Korea: KEIA.
- Kudo T, Nawothnig L, Pöter Vianna Braga M. 2024. Green industrial policy and trade: The European green deal and the green industrial plan in comparison to the Japanese GX (Green transformation) initiative. Wuppertal: Wuppertal Institute; Tokyo: Institute of Energy Economics.
- Lehr U, Lutz C, Edler D. 2020. Gross employment effects in the renewable energy industry in Germany – An input-output analysis from 2000 to 2018. *Sustainability* 12: 1-25.
- LinkedIn. 2024. Global green skills report 2024; [accessed 2025 Nov 21]. <https://economicgraph.linkedin.com/content/dam/me/economicgraph/en-us/PDF/2180-global-green-skills-report-v04.pdf>
- National Institute of Green Technology (NIGT). 2024. Survey of climate technology research and development. Seoul, Korea: NIGT.
- Niu S, Zhang J, Luo R, Feng Y. 2023. Corporate green technology innovation under climate policy uncertainty: Evidence from China. *Environ Res* 237: 117003.
- OpenAI. 2025. ChatGPT (GPT-5.1 model) [Large language

- model]; [accessed 2025 Nov 21].  
<https://chat.openai.com>
- Organization for Economic Cooperation and Development (OECD). 2023. Employment outlook 2023: Skills for a resilient labour market. Paris: OECD Publishing.
- Organization for Economic Cooperation and Development (OECD). 2025. Investing in climate for growth and development: The case for enhanced NDCs. Paris: OECD Publishing.
- Presidential Advisory Council on Science and Technology (PACST). 2022. The 1st principal plan on climate technology research and development. Seoul, Korea: PACST.
- Presidential Advisory Council on Science and Technology (PACST). 2025. 2025 Implementation plan on the 4th principal plan on science and technology human resource education-support (2021-2025). Seoul, Korea: PACST.
- Ragwitz M, Schade W, Breitschopf B, Walz R, Helfrich N, Rathmann M, Le Hir B. 2009. The impact of renewable energy policy on economic growth and employment in the European Union. Brussels: European Commission.
- Stanef-Puică MR, Badea L, Serban-Oprescu GL, Serban-Oprescu AT, Francu LG, Cretu A. 2022. Green jobs—A literature review. *Int J Environ Res Public Health* 19(13): 7998.
- Tamba T, McWilliams B, Delgado M, Tagliapietra S, Garcia Y, Hess H, Keliauskaite U, Tavarez H, Trasi C. 2024. Transatlantic clean investment monitor: Comparing deployment and manufacturing trends in Europe and the United States. New York: Bruegel and Rhodium Group.
- United Nations Environment Programme (UNEP). 2022. Global environment outlook (GEO-6) - Employment implications of the green transition. Nairobi: UNEP.
- United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). 2023. Impacts of emerging industries and businesses hydrogen, carbon capture utilisation and storage and artificial intelligence. Bonn: UNFCCC.
- Yeo Y. 2023. Opportunities and challenges of the circular economy: Outlook and mid- to long-term strategies. Seoul, Korea: National Assembly Futures Institute.

## 부록

Table A1. A sample statistic of the Survey of Climate Technology Research Development (NIGT, 2024)

Climate technology sectors		Sample (N)	Annual revenue (million KRW)	Labor force (person)	
Mitigation	1	Solar photovoltaic·thermal	319	51,907 ± 376,169	36 ± 162
	2	Wind power	90	17,945 ± 53,543	29 ± 99
	3	Marine and hydro power	53	4,986 ± 17,873	9 ± 7
	4	Hydro- and geo-thermal	52	17,146 ± 56,236	23 ± 44
	5	Bioenergy	53	38,868 ± 116,948	28 ± 45
	6	H <sub>2</sub> ·NH <sub>3</sub> power generation	65	16,064 ± 55,716	39 ± 86
	7	Non-renewable energy	90	81,747 ± 293,474	137 ± 661
	8	Hydrogen·biomass	64	7,129 ± 19,805	59 ± 270
	9	Waste Resource	138	23,645 ± 54,207	42 ± 96
	10	Power generation efficiency	216	136,923 ± 872,231	84 ± 379
	11	Industrial efficiency	369	59,543 ± 234,655	61 ± 138
	12	Transport efficiency	209	41,137 ± 136,005	36 ± 72
	13	Building efficiency	152	20,049 ± 72,380	23 ± 52
	14	Greenhouse gas storage·absorption·utilization	86	20,657 ± 66,604	23 ± 53
	15	Electricity·thermal integration	159	14,536 ± 57,670	11 ± 14
Adaptation	16	Climate change monitoring	42	1,908 ± 3,806	14 ± 15
	17	Climate change impact assessment	38	1,565 ± 2,580	6 ± 7
	18	Health	64	14,481 ± 33,388	7 ± 8
	19	Water	246	55,497 ± 351,301	41 ± 195
	20	Agriculture, livestock and fishery	124	6,143 ± 22,089	16 ± 34
	21	Land·coast, Forest·ecosystem, Industry·energy	64	9,865 ± 32,339	20 ± 70
	22	Adaptation information·assessment	26	4,797 ± 8,345	14 ± 26

Table A2. The detailed result of forecasting annual labor force for each climate technology sector from 2022 to 2032. The labor force of each sector in 2022 is the survey data reported by NIGT (2024)

Climate technology sectors			Year			
			2022	2027	2030	2032
Mitigation	1	Solar photovoltaic-thermal	28,628	41,535	52,037	60,517
	2	Wind power	5,141	6,472	7,453	8,197
	3	Marine and hydro power	1,138	1,240	1,305	1,351
	4	Hydro- and geo-thermal	2,711	2,863	2,958	3,023
	5	Bioenergy	2,996	3,557	3,946	4,229
	6	H <sub>2</sub> -NH <sub>3</sub> power generation	5,431	4,777	4,428	4,212
	7	Non-renewable energy	16,145	13,916	12,730	11,996
	8	Hydrogen-biomass	10,264	11,807	12,844	13,588
	9	Waste Resource	17,027	22,266	26,170	29,152
	10	Power generation efficiency	33,358	49,946	63,768	75,099
	11	Industrial efficiency	70,256	71,526	72,299	72,819
	12	Transport efficiency	19,900	24,876	28,555	31,351
	13	Building efficiency	10,903	11,513	11,896	12,159
	14	Greenhouse gas storage-absorption-utilization	4,431	4,007	3,773	3,624
		15	Electricity-thermal Integration	11,992	14,261	15,826
Adaptation	16	Climate change monitoring	1,727	1,949	2,097	2,203
	17	Climate change impact assessment	272	212	184	168
	18	Health	1,115	1,023	971	937
	19	Water	24,187	28,074	30,701	32,587
	20	Agriculture, livestock and fishery	12,097	13,066	13,693	14,132
	21	Land-coast, Forest-ecosystem, Industry-energy	3,410	3,410	3,411	3,411
	22	Adaptation information-assessment	452	541	604	650
		Total	283,581	332,836	371,647	402,368