

지역 내 에너지 분야 혁신을 위한 지학연 협력 연구

2026. 1.

제 출 문

강원대학교 글로컬 사업단장 귀하

본 보고서를 ‘지역 내 에너지 분야 혁신을 위한 지학연 협력 연구’
의 최종보고서로 제출합니다.

2026. 1. 30.

연구책임자

소 속 : 국립강릉원주대학교

직 급 : 부 교 수

성 명 : 이원상

최종보고서 초록

연구기간	2025.6.1. - 2026.1.31		
연구과제명	한글	지역 내 에너지 분야 혁신을 위한 지학연 협력 연구	
	영문	Collaborative Research among Local Government, Academia, and Industry for Innovation in the Regional Energy Sector	
연구책임자 (연구기관)	이원상 (국립강릉원주대학교)	참여 연구원수	총 7명
요 약			
<ul style="list-style-type: none"> 본 연구는 원자력발전이 부재한 동해안 중소도시 강릉을 대상으로, 재생에너지 중심의 에너지 믹스 전환이 기술적·경제적·사회적으로 실현 가능한지를 종합적으로 분석함. 국가 전력계획 및 분산에너지 정책 환경 변화 속에서, 중앙집중형 전력공급 체계의 한계를 보완하고 지역 단위 에너지 자립 및 산업 연계를 동시에 달성할 수 있는 전략을 도출하는 것을 목적으로 함. 연구에서는 강릉의 전력·열 수요 구조와 산업 특성을 고려하여 태양광, 해상·육상풍력, ESS, 수요관리(DR), 전력구매계약(PPA) 등 분산에너지 요소를 결합한 에너지 믹스 시나리오를 설정하고, 단계별(단기·중기·장기) 전환 경로를 제시함. 또한 시민과 산업체를 대상으로 한 인식조사 및 선호 분석을 통해 정책 수용성과 사회적 실행 가능성을 검증함. 아울러 해외 에너지 전환 도시 사례를 비교 분석하여 지역난방, 섹터 커플링, 시민참여형 에너지 모델 등 강릉 적용 가능한 프로그램을 도출하고, 이를 지역 산업 육성 및 테스트베드 전략과 연계함. 연구 결과, 에너지 믹스 전환은 단순한 탄소 감축 수단을 넘어 지역 산업 경쟁력 강화, 신산업 창출, 청년 일자리 확대를 동반하는 지역 혁신 전략으로 기능할 수 있음을 확인함. 본 연구는 강릉형 분산에너지 기반 도시 전환 모델을 정책·기술·시장 관점에서 통합적으로 제시했다는 점에서 의의가 있음. 			
색인어	한글	지역 혁신, 분산에너지, 에너지믹스, 지역 테스트 베드	
	영어	Regional Innovation, Distributed Energy, Energy Mix, Testbed	

제 1 장. 서 론

1.1. 연구 배경

1.1.1. 지속적인 발전을 위한 지역 혁신과 에너지 믹스

4차 산업혁명에 따른 디지털 전환(DX, Digital Transformation)은 장기적으로 지역 산업과 생활 전반에 큰 영향을 미치고 있다. 특히, 인공지능(AI) 기술의 발전과 더불어 산업 자동화, 스마트 제조, 원격 근무와 같은 변화가 가속화되면서 기존의 지역 기반 산업은 새로운 상황에 직면해 있다. 이러한 변화는 단순한 산업의 변화가 아니라 지역 사회의 전반적인 측면에 영향을 미치는 요인이 될 수 있다. 온라인 중심의 소비 활동 증가, 원격근무 확산, 디지털 서비스의 보편화는 지역의 경제 활동 방식에도 변화를 가져왔다. 도시와 농촌 간의 격차가 더욱 벌어지고, 전통적인 산업 구조를 유지하는 지역은 점점 경쟁력을 잃어가고 있는 실정이다. 이에 따라, 지역이 지속가능한 성장을 하기 위해서는 이러한 변화에 능동적으로 대응할 수 있는 혁신 전략과 이를 뒷받침하는 인프라 정책이 필요한 상황이다.

지속 가능한 성장을 이루기 위한 지역의 혁신은 다양한 방식으로 이루어질 수 있으며, 최근에는 일회적이거나 기술 일변도가 아닌, 환경과 지역, 지배구조 등을 고려하는 혁신 체계의 수립이 중요한 패러다임으로 떠오르고 있다. 지속 가능한 발전을 추구하는 접근의 확산과 함께, 산업 구조 역시 친환경, 초연결, 지능화라는 새로운 기준을 중심으로 변화하고 있다. 특히, 친환경적 기술 개발, 초연결 사회로의 전환, 인공지능 기반의 자동화가 핵심이 되는 산업 변화는 기존 제품과 서비스의 형태를 완전히 바꾸는 결과를 초래하고 있다. 이에 지역 혁신과 산업 발전을 위한 지역의 인프라, 특히 에너지 정책에 대한 수요도 지속가능성을 중심으로 급변하고 있는 상황이다.

강원도 역시 이러한 거대한 전환의 흐름 속에서 산업과 인프라를 혁신하지 않으면 지속 가능한 성장이 어려울 것으로 예상된다. 강원도는 관광, 농업, 바이오산업 등 다양한 분야에서 경쟁력을 가지고 있지만, 이러한 분야에서도 AI 및 디지털 기술을 융합하고 꾸준한 혁신이 이뤄지지 않으면 지속 가능한 지역의 발전을 달성하는 것이 쉽지 않은 상황이다. 저성장, 인구 감소, 소득 양극화와 같은 사회적 문제는 지역의 산업 정책과 일자리 창출 정책 수립을 더욱 복잡하게 만들고 있다. 단순

히 산업을 육성하는 것이 아니라, 변화하는 사회적 구조 속에서 지역 경제의 지속 가능성을 확보하기 위한 지역 혁신과 산업 전략, 에너지를 위시한 인프라 정책이 필수적이다. 따라서, 지역 혁신 정책을 수립할 때 이러한 요소들을 종합적으로 고려해야 하며, 기존 산업과 신산업의 균형 잡힌 발전을 도모해야 한다.

특히, 지역 혁신과 산업 발전을 이끄는 주요 동인인 에너지 정책의 변화는 불가피한 상황이다. 특히, 정부의 패러다임 전환 정책에 대응하는 지역의 신산업 육성 전략의 수립에는, 이를 실현하기 위한 에너지 인프라의 고려가 필수적이다. 이 과정에서, 지역별 차별화된 접근이 필요하며, 지역 고유의 특성을 충분히 반영하는 것이 중요하게 된다. 또한, 지역의 첨단산업 육성을 강조하는 전략은, 지역의 산업 기반과 혁신 역량을 충분히 고려하는 것이 중요하며, 필연적으로 에너지를 위시한 지역 인프라의 발전을 필요로 한다.

이러한 사항이 미비한 경우, 장기적인 지역 산업 발전과는 괴리가 발생할 위험이 커질 수도 있다. 특히, 지역 혁신 정책이 기존 산업 기반이 갖춰진 지역에 집중되는 경향이 있어, 상대적으로 산업 기반이 취약하거나 향후 산업 기반을 육성해가려는 지역은 정책적 지원에서 직간접적으로 소외될 가능성이 높다. 이는 결국 지역 간 경제 격차를 더욱 심화시키고, 수도권과 지방 간 불균형을 더욱 고착화하는 요인으로 작용할 수 있는 상황이다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 지역 고유의 산업 역량과 연구 개발(R&D) 능력을 반영한 혁신 전략과 함께 이를 뒷받침하는 에너지 인프라의 정책이 필요하다. 본 연구에서는 강릉의 산업 현황과 연구 역량, 그리고 지역 발전을 위한 산업을 면밀히 분석하고, 이를 기반으로 하여, 에너지 믹스를 위한 정책적 시사점을 제시하고자 한다.

1.1.2. 지역 혁신 고도화를 위한 지역 혁신 생태계의 발전

국내 지역 혁신은 1990년대 초·중반 본격적으로 논의되기 시작했다. 당시 지방화 흐름과 함께, 지역균형발전이 주요 정책 이슈로 부각되었으며, 중앙집중적 경제 발전 전략에서 벗어나 지역의 특성과 자원을 활용한 균형 발전의 중요성이 강조되었다. 이에 따라 다양한 정책 분야에서 지역 혁신을 고려한 중장기 계획이 수립되었다. 특히, 지식기반경제로의 이행을 정책 목표로 설정함에 따라 지식과 혁신이 국가 발전의 중요한 요소로 인식되었고, 지역에서도 창의적 지식과 첨단 기술을 기반으로 하는 혁신경제로의 전환이 가속화하는 계기가 되었다. 이러한 변화 속에서 지역 경제의 역할이 더욱 중요해졌으며, 개별 지역의 경쟁력을 강화하기 위한 지역 혁신 정책이 국가 정책의 중요한 축으로 자리 잡게 되었다.

이 과정에서 지역 혁신 체계(RIS, Regional Innovation System)가 핵심 개념으로 떠올랐다. RIS는 지역의 산업과 연구 역량을 효과적으로 연계하고, 혁신 주체 간의 상호 작용을 촉진하여 지속 가능한 지역 경제 성장을 도모하는 시스템이다. RIS의 주요 전략으로는 지역 내 구성 요소의 클러스터링(Clustering), 혁신 역량 강화, 그리고 기업·대학·연구기관 간 네트워킹과 상호 학습 촉진 등을 고려할 수 있다. 이러한 전략을 통해 지역의 고유한 산업 생태계를 조성하고, 지속적인 혁신 성장을 유도하는 것이 정책의 목표로 설정되었다. 이러한 지역 혁신 체계의 주요 구성 요소로는 지방정부, 지역 기업, 지방대학, 지역 소재 공공연구기관, 각종 지원 기관 등이 있으며, 이들 간의 협력을 통해 지역 혁신 생태계를 활성화하는 것이 지역 혁신 정책의 핵심 방향으로 여겨지게 되었다. 특히, 국가 정책 차원에서 RIS 구축을 지원하고 있으며, 이를 통해 지역 혁신 주체들의 유기적 협력이 가능하도록 정책적 기반을 마련하고 있다.

지금까지의 지역 혁신 정책의 구체적인 추진 방향을 살펴보면, 기업, 대학, 연구기관, 지원 기관 등 다양한 혁신 주체들이 협력하며, 지역 혁신의 인프라로는 전문 인력, 연구 장비, 연구 공간 혹은 산업 특구 등이 활용되고 있다. 특히, RIS는 ‘지식(기술)의 창출, 중개 및 확산, 활용’이라는 순환 메커니즘을 기반으로 운영된다. 이를 통해 지식과 기술이 지역 내에서 활발하게 교류되고 이전될 수 있도록 지원하며, 기술 인력의 이동과 자금(투자) 흐름 촉진을 통해 지역 혁신 역량을 강화하고 있다. 특히, 최근에는 기업(기술 수요자)을 중심으로 지역 혁신 생태계를 조성하는 방향으로 정책이 변화하고 있으며, 대학 및 공공 연구 기관보다는 기업 중심의 혁신 구조를 강화하는 추세이다.

이러한 변화 속에서 과거 과학기술 창출 중심의 정책에서 벗어나, 현재는 지식과 기술의 중개 및 활용의 중요성을 더욱 강조해나가고 있다. 즉, 기술 개발뿐만 아니라 이를 실제 산업 현장에 적용하고 사업화하는 과정이 강조되고 있으며, 이를 위해 혁신 주체 간의 상호작용(네트워킹, 협력, 지원 체계 등)이 중요한 요소로 자리 잡고 있다. 이에 따라, 지역 혁신 생태계는 고정된 구조가 아니라 변화하는 환경과 조건에 맞게 동태적으로 성장하고 진화하는 유기적 체계를 지향하고 있다. 지역 혁신 생태계의 기본 모델은 지식 생태계와 산업 생태계를 연계하는 것이다. 두 생태계를 효과적으로 연결하기 위해서는 기술과 산업 간의 중개 및 확산 기능이 필수적으로 요구되며, 이를 위해 다양한 지원 시스템이 정책적으로 강구되고 있다. 주요 전략으로는 기술 인력 교육, 기업 지원, 응용 개발을 위한 테크노파크, 공공 시험 센터, 대학 TLO(기술사업화 지원 조직), 벤처캐피탈과의 연계 등이 있으며, 이를 통해 대기업, 중소기업, 중견기업 간의 협력을 강화하여 제품·서비스 혁신과 매출·고용 창출을 유도하는 것이 궁극적인 목표이다.

지역 혁신 정책과 관련된 제도 및 추진 기관을 살펴보면, ‘지방분권 균형발전법’, ‘지역중소기업육성 및 혁신촉진법’, ‘국가균형발전 5개년 계획’에 이은 ‘지방시대 종합계획’이 정책적 근거가 되고 있다. 추진 체계를 구체적으로 보면, 중앙정부 차원에서는 중소벤처기업부(중기부), 산업통상자원부(산업부), 과학기술정보통신부(과기부), 교육부 등이 협력하여 지역 혁신 정책을 주도하고 있으며, 지방정부 차원에서는 테크노파크(중기부), 지역사업평가단(산업부), 연구개발지원단(과기부), RISE센터(교육부) 등의 기관이 지역 혁신 생태계 활성화를 담당하고 있다. 예산 규모 역시 꾸준히 증가하는 추세로, 초기(2005년)의 균특회계 예산이 5조 원이었던 반면, 2024년 기준으로는 균특회계 예산이 13.7조 원으로 증가했으며, 지역혁신 지원 계정도 약 2조 원 수준으로 확대되었다. 공간적 측면에서도 초기에는 산업단지, 산업 기술단지, 자유무역지역과 같은 거점이 중심이었으나, 현재는 산업부 산하의 경제자유구역, 소재부품특화단지, 국가첨단전략산업특구, 기업발전특구뿐만 아니라, 중기부 산하의 규제자유특구, 과기부 산하의 연구개발특구, 국토부 산하의 기업도시, 혁신도시 등이 조성되며 점점 다각화되고 있다.

그러나 이러한 정책적 지원에도 불구하고, 지역 혁신 기관들의 난립으로 인해 사업별·기관별 분절적 추진이 이루어지고 있는 문제가 지적되고 있다. 중기부 소관의 TP 정책기획단, 연구개발지원단, 경제산업진흥원, 시도연구원 등이 기획을 담당하고 있으며, TP 소속 지역특화센터, 창조경제혁신센터, 창업보육센터 등이 각기 다른 방식으로 정책을 집행하고 있어 통합적인 관리가 어려운 상황이다. 또한, 지역의 신산

업 인프라, 예를 들어, AI 에서의 전력에너지 등이 중요해지고 있다. 따라서, 효과적인 지역 혁신 생태계 조성을 위해서는 사업 및 정책 추진 체계를 통합하고, 지역 간 협력을 강화할 수 있는 거버넌스 체계 구축이 필요하다. 이를 통해 지역의 특성과 필요에 맞는 차별화된 혁신 전략을 수립하고, 지속 가능한 성장 동력을 확보할 수 있을 것으로 기대된다.

1.2. 지역 에너지 믹스 정책 개요

1.2.1. 지역 혁신사업의 개요 및 현황

지역 혁신사업은 지역 균형발전 정책을 효율적으로 추진하기 위한 핵심 사업으로, 국가 차원에서 지역별 산업과 연구개발(R&D)을 촉진하고 지역 경제를 활성화하기 위한 정책적 도구로 활용되고 있다. 특히, 중앙정부의 주요 부처인 산업통상자원부(산업부), 중소벤처기업부(중기부), 과학기술정보통신부(과기부) 등이 주도하여 추진하는 다양한 지역혁신사업이 있으며, 이러한 사업들은 '지역균형발전특별회계(지특회계)' 재원을 바탕으로 운영된다. 이는 「지방자치분권 및 지역균형발전에 관한 특별법(지방분권균형발전법)」 제74조에 근거를 두고 있으며, 중앙정부와 지방정부가 협력하여 지역별 산업 경쟁력을 강화하고 지역의 지속가능한 발전을 도모하는 것을 목표로 한다.

지역혁신사업의 범위를 보다 넓게 해석하면, 지특회계 재원으로 운영되는 사업뿐만 아니라 「지방시대 종합계획(구 국가균형발전 5개년 계획)」에 포함된 사업들도 지역혁신사업에 해당한다. 그러나 이러한 사업들은 지역의 실질적인 혁신 역량을 반영하기보다는, 부처별 정책 기조와 지자체의 개별적인 수요를 최대한 반영하는 방식으로 결정되는 경향이 있다. 이에 따라 사업 선정 과정에서 지역혁신사업의 적격성을 객관적으로 검토할 수 있는 기준이 부족하며, 정책 방향성이 일관되지 않은 문제도 발생할 수 있다.

광의의 지역혁신사업은 단순한 지역 개발 사업을 넘어 '균형발전, 지역혁신체계(RIS) 구축, 지역산업 육성, 지역기업 혁신 성장, 지역 과학기술 진흥 등 다양한 정책 목표를 달성하는 것을 목적으로 한다.' 이러한 사업들은 지자체가 기획하여 지역기업, 대학, 연구소, 지원 기관이 수행하는 방식으로 진행되며, 지역을 중심으로 실질적인 사업 효과가 실현될 수 있도록 설계된다. 하지만, 지역혁신사업과 국가사업 간의 경계가 모호하고, 주관적인 판단에 의해 사업이 결정되는 경우가 많아 명확한 구분이 어려운 경우도 있다. 지역혁신사업 중에서도 '지역 연구개발(R&D) 사업'은 특히 중요한 역할을 수행하고 있다. 이는 지역산업 및 지역기업 육성, 지역 과학기술 진흥, 지역 인재 양성 및 산학협력 촉진 등의 다양한 정책 목표를 실현하기 위한 핵심 정책 수단으로 자리 잡고 있다.

이러한 정책 연계 구조를 통해 지역혁신사업은 단순한 기술 개발을 넘어 산업 경쟁력 강화, 연구 개발 인프라 조성, 인재 육성 등의 다양한 역할을 수행하고 있음

을 이해할 수 있다. 향후 지역혁신사업은 연구개발 및 첨단기술 육성(R&D)에 더욱 집중될 전망이다. 대표적인 사례로는 '다목적 방사광 가속기 구축', '수출용 신형 연구로 개발 및 실증', '혁신 인재력 연구개발 기반 조성', '연구개발특구(R&D) 육성' 등이 있다. 또한, AI 및 디지털 기반 혁신 사업도 확대될 예정이다. 주요 사업으로는 'SW융합클러스터 2.0', '지역 디지털 인재 양성', 'AI 기반 뇌발달질환 디지털 치료기 실증 지원' 등이 있다. 제조업 및 산업 혁신 지원을 위한 사업도 추진될 계획이다. 대표적인 사업으로는 '지역산업진흥단지 육성(R&D)', '지역연구개발혁신지원(R&D)', '디지털 헬스케어 및 스마트 의료 산업 육성' 등이 있으며, 이는 지역별 산업 경쟁력을 강화하고 첨단 제조업 중심의 혁신 생태계를 조성하는 데 기여할 것으로 기대된다 (정종석, 2024).

결론적으로, 지역혁신사업은 단순한 지역 균형발전을 넘어서, 지역별 특성에 맞는 산업·기술·교육 생태계를 조성하고 지역 경제의 지속 가능한 성장을 이루는 방향으로 발전해야 한다. 이를 위해 중앙정부와 지방정부 간 협력 체계를 더욱 강화하고, 지역 혁신 주체들의 적극적인 참여를 유도할 필요가 있다.

1.2.2. 지역혁신정책 시사점

국내 산업 구조는 수도권 중심으로 발전해 왔으며, 이에 따라 첨단기술 산업과 기업, 관련 품목 역시 수도권에 집중되어 있는 것이 현실이다. 이는 국가첨단전략산업, 첨단기술기업, 첨단기술품목 등의 대부분이 수도권을 중심으로 형성되었기 때문이며, 이는 수도권과 비수도권 간의 첨단 산업 경쟁력 격차를 더욱 심화시키는 결과를 초래하고 있다. 이 상황에서, 지역에서 산업 육성을 위한 대기업유치가 현실적으로는 어려운 경우가 많기 때문에, 중소기업의 육성을 현실적인 대안으로 생각할 수 있다.

이때, 중소기업 수를 비교해 보면, 수도권에는 401.8만 개(52.1%)의 중소기업이 위치한 반면, 비수도권은 369.6만 개(47.9%) 수준에 그치고 있다(출처: 중소벤처기업부, 2023). 이는 지역 기반 기업들의 수적 열세뿐만 아니라, 규모, 연구개발(R&D) 역량, 투자 여력 등의 측면에서도 수도권과 비수도권 간의 경쟁력 차이가 있음을 보여준다. 결국 지역의 첨단산업 경쟁력을 높이기 위해서는 지역 기업들의 연구개발 역량을 강화하고, 이를 지원하는 정책적·재정적 기반을 마련하는 것이 필수적이다 (지호철, 2024).

수도권과 지역 간 기업 R&D 투자 격차가 심화되는 상황에서, 지역 기업들이 연구개발(R&D)에 투자할 수 있는 환경이 수도권에 비해 상대적으로 열악하다는 점도 문제로 지적되고 있다. 2022년 기준 국가 R&D 총투자 규모는 112.6조 원이며, 이 중 기업(민간) R&D 투자는 89.4조 원으로 전체 R&D 예산의 79.4%를 차지하고 있다. 그러나 이러한 기업 R&D 투자 중 약 75%가 수도권 대기업을 중심으로 이루어지고 있어, 상대적으로 비수도권 지역 기업들의 연구개발 여건이 부족한 상황이다. 안타깝게도 이러한 수도권 중심의 투자 흐름은 지역 기업의 성장 둔화로 이어지고 있다. 통계청 경제총조사에 따르면, 2010년부터 2015년까지 중소기업 매출 성장률은 수도권이 4.60%를 기록한 반면, 비수도권은 3.82%에 머물렀다. 2015년부터 2020년까지는 이 격차가 더욱 확대되어 수도권의 중소기업 매출 성장률은 3.83%였던 반면, 비수도권은 2.71%로 둔화되는 추세를 보였다. 이는 단순한 매출 성장률 차이를 넘어, 지역 기업들이 장기적인 경쟁력을 확보하는 데 있어 수도권 기업 대비 불리한 환경에 놓여 있음을 의미한다. 기업의 지속적인 성장을 위해서는 연구개발(R&D)이 필수적이며, 이를 지원할 수 있는 정책과 민간 투자 유치 전략이 절실히 필요한 상황이다.

특히, 기술금융(모험자본) 지원 수도권 편중은 중요한 요인으로 작용할 수 있다.

기술 기반 기업들이 성장하기 위해서는 연구개발(R&D)뿐만 아니라, 이를 실현할 수 있는 기술금융(모험자본) 투자가 필수적이다. 그러나 벤처투자를 비롯한 기술금융 역시 수도권에 집중되는 경향이 강하다. 2023년 기준 벤처투자 총액은 5.4조 원이었으나, 이 중 비수도권 기업이 받은 투자 비율은 32.4%에 불과하여, 연구개발(R&D)보다도 열위에 있는 상황이다. 기술금융은 첨단기술 기업들의 생태계를 형성하고 산업을 성장시키는 중요한 역할을 한다. 그러나 수도권 중심으로 투자금이 몰리면서, 지역 기업들은 자금 조달에 어려움을 겪고 있으며, 이는 기업 혁신의 속도를 저하시킬 수 있는 요인이 된다. 따라서, 지역 기업들이 보다 적극적으로 벤처캐피털 및 공공 펀드를 활용할 수 있도록 정부 차원의 투자 유인책을 마련해야 하며, 지역별 벤처·스타트업 지원 인프라를 강화하는 방안이 필요하다.

연구인력 격차와 지역 R&D 투자 불균형도 주요 이슈로 고려된다. 연구개발 역량을 강화하기 위해서는 우수한 연구 인력의 확보가 필수적이지만, 지역 기업들은 수도권에 비해 연구 인력 확보에서 큰 어려움을 겪고 있다. 2023년 10월 기준 한국산업기술진흥협회(KOITA)의 중소기업 연구인력 통계를 보면, 수도권에는 150,182명의 연구 인력이 활동하고 있는 반면, 비수도권에는 64,989명(30.2%)에 불과하다. 연구 인력의 부족은 지역 기업들이 독자적으로 혁신을 추진하는 데 한계를 초래하며, 연구개발(R&D) 성과를 높이는 데도 장애 요인이 된다. 또한, 정부의 중소기업 대상 R&D 투자 역시 수도권 기업에 집중되어 있어, 지역 기업들이 충분한 지원을 받지 못하는 실정이다. 국가전략기술 분야의 권역별 R&D 과제 수행 비중을 보면, 수도권(대전 포함) 기업이 전체의 64.9%를 차지하는 반면, 비수도권은 35.1% 수준에 그쳐 지역 간 불균형이 심각한 수준임을 알 수 있다.

이러한 문제를 해결하기 위해서는 지역 기업들의 연구개발(R&D) 역량 강화를 위한 정책적 지원이 절실히 요구된다. 그에 따라, 지역 맞춤형 혁신 전략과 R&D 지원 체계 개선 필요성이 꾸준히 제기되고 있다. 지역 R&D 사업은 단기 지원 형태이거나 작은 규모인 경우가 많아서 혁신적인 연구 개발을 수행하는 데 어려움이 있다. 따라서, 보다 장기적이고 대규모 지원이 가능한 체계를 구축해야 하며, 연구 성과의 도전성과 혁신성을 높일 수 있는 방안을 마련할 필요성이 제기되고 있다. 또한, 지역 산업 구조 변화에 대응하기 위해 DX(디지털 전환), GX(탄소중립 대응), SCX(공급망 재편), 기술 융합 등의 주요 분야에서 선제적인 대응 전략이 필요하다. 이러한 신기술 분야에서 지역 기업들이 글로벌 경쟁력을 갖출 수 있도록 지원하는 것이 중요하며, 이를 위해 지역 맞춤형 R&D 지원 프로그램의 고도화 및 확대가 필요한 상황이다.

이 과정에서, 지역의 산학연 협력 활성화를 통한 혁신 창출이 중요한 역할을 할 수 있다. 지역 기업들의 연구개발(R&D) 역량을 단독으로 강화하는 것은 한계가 있다. 따라서, 산학연 협력을 강화하여 지역 대학과 연구소가 보유한 기술과 노하우를 기업들이 적극 활용할 수 있도록 유도해야 한다. 그러나 현재 국내 산학연 협력 수준은 아직은 개선 중에 있다보니, 여전히 기업 중심의 단독 연구개발 방식이 주를 이루고 있다. 이를 개선하기 위해서는 산학연 공동 연구개발 프로젝트를 확대하고, 정부 차원의 산학연 협력 펀드 및 네트워크 구축이 필요하다. 또한, 지역 내 대학과 연구기관이 보다 적극적으로 기업과 협력할 수 있도록 R&D 인프라를 확충하고, 공동 연구개발을 위한 재정적 지원을 강화하는 것이 필요하다. 결국, 지역 첨단기술 산업의 경쟁력을 확보하기 위해서는 기업 R&D 투자 활성화, 연구 인력 양성, 벤처 투자 확대, 산학연 협력 강화, 맞춤형 R&D 지원체계 구축 등이 종합적으로 추진되는 것이 중요하다. 수도권 중심의 R&D 상황이라는 현실에서, 지역 기업들이 지속적인 연구개발을 수행할 수 있도록 정책적 지원을 강화하는 것이 필수적이다. 그리고 궁극적으로는 지역의 혁신 역량을 강화하고, 글로벌 경쟁력을 갖춘 첨단산업 중심의 지역 경제 생태계를 조성하는 것을 목표로 고려할 수 있을 것이다.

1.3. 연구 방향

1.3.1. 지역 R&D 혁신 방향성과 에너지믹스

국가 연구개발(R&D) 투자 방향과 연계하여, 지역 에너지 혁신을 위한 R&D 역시 기존의 기술 개발 중심 틀을 넘어서는 에너지 믹스 전환 중심의 혁신적 접근이 요구된다. 현재 지역 R&D 사업은 단순히 개별 에너지 기술을 개발하는 데 그칠 것이 아니라, 지역 에너지 산업의 구조적 전환, 지역 기업의 혁신 성장, 에너지 기반 지역 경제 활성화 및 생산성 향상에 실질적으로 기여하는 방향으로 재설계될 필요가 있다. 이를 위해 지역 에너지 R&D는 기존의 포괄적·분산적 지원 방식에서 벗어나, 보다 전략적인 타겟팅과 차별화된 지원 체계를 도입하는 것이 필수적이다. 특히, 국가 차원에서 추진 중인 첨단 전략 산업 및 미래 핵심 기술 개발 기조와 연계하여, 지역 특성에 부합하는 에너지 신산업과 지역 에너지 믹스를 동시에 육성하는 전략적 접근이 중요하다.

지역 에너지 연구개발(R&D)의 효과성을 제고하기 위해서는 연구 성과가 에너지 기술-설비-시스템-시장으로 이어지는 전 주기 과정에서 혁신성과 도전성이 강화되어야 한다. 현재 다수의 지역 에너지 R&D 성과는 단기적 실증이나 기술 확보 수준에 머무르며, 실제 에너지 공급 구조 변화나 시장 경쟁력 확보로 이어지는 데 한계를 보이고 있다. 이러한 문제를 극복하기 위해서는 지원 대상 에너지 기술 분야와 기업군에 대한 명확한 타겟팅 전략이 필요하며, 선별적 지원을 통해 지역 에너지 믹스 전환에 대한 기여도가 높은 과제에 집중할 필요가 있다. 즉, 개별 기술 개발 지원을 넘어, 해당 기술이 지역 에너지 시스템의 핵심 구성 요소로 자리 잡을 수 있도록 실증-보급-운영-확산을 연계하는 지원 체계가 요구된다.

특히, DX(디지털 전환), GX(탄소중립 대응), SCX(공급망 재편) 등 급변하는 산업 환경 변화는 지역 에너지 믹스 전략과 직접적으로 연계되어야 한다. 디지털 기반 에너지 관리, 탄소중립형 에너지 공급 구조, 안정적인 에너지·자원 공급망 구축은 지역 에너지 R&D의 핵심 전략 목표로 설정될 필요가 있다.

아울러, 지역 간 사전 조정을 통해 에너지 산업 및 전략 기술의 유사·중복 문제를 해소하는 것도 중요한 과제다. 현재 지역 에너지 R&D 사업은 개별 지역 단위로 추진되면서, 유사한 에너지 기술이나 산업 분야가 중복 지원되는 경향이 나타나고 있다. 이는 자원의 비효율적 배분과 함께, 지역 에너지 믹스의 차별화 및 상호 보완적 발전을 저해하는 요인으로 작용한다. 이를 개선하기 위해서는 지역 간 에너지

R&D 협력 및 조정 메커니즘을 구축하여, 지역별 역할 분담과 전략적 연계를 강화할 필요가 있다.

더 나아가, 균형발전 성과와 에너지 전환의 파급 효과를 동시에 극대화할 수 있는 사업 모델에 대한 검토가 필요하다. 지역 에너지 R&D의 성과를 특정 지역에 한정하지 않고 전국 단위로 확산하기 위해서는, 사업 유형을 특구형 사업과 선별형 사업으로 구분하여 추진하는 전략이 효과적일 수 있다. 특구형 사업은 특정 지역을 중심으로 에너지 신기술과 산업을 집적하여 지역 에너지 믹스 전환의 거점 역할을 수행하도록 하고, 선별형 사업은 경쟁력 있는 에너지 기술과 기업을 중심으로 성과를 타 지역으로 확산시키는 역할을 담당하도록 설계할 수 있다.

이와 같이 특구형 사업과 선별형 사업을 병행할 경우, 특정 지역에서는 집적 효과를 통해 에너지 혁신의 실증과 고도화를 도모하고, 동시에 산업 전반에는 혁신 성과가 확산되는 팽창 효과를 기대할 수 있을 것이다. 이는 지역 에너지 믹스 전환이 개별 지역의 성과에 그치지 않고, 국가 차원의 에너지 전환과 산업 경쟁력 강화로 이어지도록 하는 중요한 전략적 수단이 될 수 있다.

결론적으로, 지역 에너지 R&D 사업이 기존의 한계를 극복하고 실질적인 에너지 전환과 산업·경제 성장에 기여하기 위해서는, 국가 에너지·R&D 전략과의 정합성 강화, 전략적 타겟팅과 선별 지원, 지역 간 협력 체계 구축, 특구형-선별형 사업의 병행 추진이라는 구조적 변화가 요구된다. 이러한 전략을 체계적으로 실행함으로써, 지역 연구개발(R&D)은 단순한 에너지 기술 개발을 넘어, 지역 에너지 믹스 전환과 지속가능한 지역 혁신을 견인하는 핵심 동력으로 자리매김할 수 있을 것이다.

1.3.2. 효과적인 지역혁신을 위한 에너지 믹스 방안 수립

앞서 살펴본 바와 같이, 지역 혁신의 실질적 성과 창출과 지속가능한 성장을 위해서는 단편적인 기술 개발이나 개별 사업 중심의 접근을 넘어, 지역 여건에 기반한 에너지 믹스 전략의 체계적 수립과 이를 뒷받침하는 정책적·제도적 기반 마련이 핵심적으로 요구된다. 그동안 국내 지역혁신 정책은 수도권과 비수도권 간 산업·경제 격차를 완화하고 지역의 자립적 성장 동력을 확보하는 데 초점을 맞추어 추진되어 왔으나, 에너지 전환 국면에서는 이러한 정책 목표가 지역 에너지 구조의 혁신과 에너지 믹스의 전략적 재편이라는 과제로 확장될 필요가 있다. 특히, 지역 내에서 추진되는 에너지 관련 연구개발(R&D)과 실증 사업이 실제 에너지 공급 구조 변화와 산업·시장 창출로 연결되는 것이 중요한 정책 목표로 부상하고 있다.

그러나 현재의 지역 에너지 관련 R&D 및 실증 사업 구조를 살펴보면, 기술 개발과 실증 성과가 지역 차원의 에너지 믹스 전환이나 안정적인 에너지 시장 형성으로 이어지는 과정에서 상당한 한계를 보이고 있다. 다수의 사업이 개별 기술 또는 단기 실증 중심으로 추진되면서, 지역 에너지 시스템 전반을 고려한 통합적 설계와 연계가 부족한 상황이다. 이는 에너지 기술이 상용화 단계에 이르거나 지역 에너지 공급 구조에 편입되는 과정에서 이른바 ‘죽음의 계곡(Death Valley)’ 현상으로 나타나고 있다.

현재 지역 에너지 R&D 사업은 주로 기술성숙도(TRL) 6~8단계 수준의 실증·사업화 전 단계 기술에 집중되어 있다 (IEA, 2024; OECD, 2021). 예를 들어, 수소 생산·저장, 재생에너지 설비, 에너지 저장장치(ESS), 분산형 전원 등 다양한 기술이 실증 단계까지는 도달하지만, 이를 지역 에너지 믹스에 실제로 반영하기 위한 후속 연계 사업, 제도 개선, 수요 창출 정책은 충분히 뒷받침되지 못하고 있다(IEA, 2019; REN21, 2023). 그 결과, 기술은 존재하되 지역 에너지 시스템 내에서 지속적으로 운영·확산되지 못하는 문제가 반복되고 있다.

특히, TRL 9단계에서 요구되는 대규모 보급, 안정적 운영, 기존 에너지 인프라와의 연계, 장기적 수익 모델 구축을 위한 지원이 부족하다는 점은 지역 에너지 믹스 전환의 가장 큰 제약 요인으로 작용한다. 이로 인해 지역에서 개발·실증된 에너지 기술이 실제 에너지 공급 구조로 편입되지 못하고, 연구개발 또는 시범 사업 단계에서 소멸되는 현상이 심화되고 있다. 이는 지역 에너지 전환이 기술 문제가 아니라 구조적·정책적 연계 실패의 문제임을 시사한다(산업통상자원부, 2023).

이러한 문제는 단기·소액 중심으로 운영되는 지역 R&D 사업 구조와도 밀접하게

연관되어 있다. 현재 지역 에너지 관련 사업은 다수의 비예타 단기 사업 위주로 추진되고 있으며, 사업 간 연속성과 전략적 연계가 부족한 실정이다. 에너지 믹스 전환은 중·장기적 관점에서 설비 투자, 인프라 구축, 제도 정비, 수요 관리가 동시에 이루어져야 함에도 불구하고, 개별 사업 단위로 분절된 접근이 이루어지면서 지역 차원의 에너지 전략 수립이 어려워지고 있다. 결과적으로, 지역 에너지 혁신 사업은 규모의 경제를 형성하지 못하고, 에너지 시스템 전반에 미치는 파급 효과도 제한적인 수준에 머무르고 있다.

이를 개선하기 위해서는 개별 기술이나 단일 사업 중심의 접근을 넘어, 지역 에너지 산업 생태계와 에너지 믹스를 포괄하는 종합적 지원 체계가 필요하다. 즉, 재생에너지, 수소, 분산형 전원, 에너지 저장, 전력·열 네트워크를 하나의 시스템으로 통합적으로 설계하고, 이에 맞추어 R&D-실증-상용화-시장 확산이 연계되는 구조를 구축할 필요가 있다 (IEA, 2024).

아울러, 지역 에너지 혁신을 담당하는 기관들의 역할 중복과 기능 혼재 문제도 중요한 과제로 지적된다. 현재 테크노파크, 지역특화센터, 지자체 연구소, 출연(연) 지역조직 등 다수의 기관이 에너지 관련 사업을 수행하고 있으나, 기관 간 역할 구분이 명확하지 않아 정책 효율성이 저하되고 있다. 특히, 에너지 인프라 구축과 실증에 투입된 자원이 지역 에너지 기업 육성이나 에너지 믹스 전환으로 충분히 연결되지 못하고 있다는 점은 구조적 한계로 평가된다. 향후에는 기관별 기능을 에너지 기획, 기술 실증, 사업화, 운영·확산 단계로 명확히 구분하고, 이를 지역 에너지 전략 하에서 통합 관리할 필요가 있다.

또한, 지역 에너지 R&D 성과의 파급 효과가 제한적이라는 점도 중요한 문제이다. 에너지 관련 성과가 일부 참여 기업이나 특정 프로젝트에 집중되면서, 지역 내 연관 산업이나 중소기업, 에너지 수요 주체로의 확산 효과가 충분히 나타나지 않고 있다. 이는 에너지 믹스 전환이 지역 산업 전반의 경쟁력 강화로 이어지지 못하는 원인으로 작용한다.

결국, 이러한 한계를 극복하기 위해서는 지역 주도의 에너지 믹스 전략 수립과 집행 체계 구축이 필수적이다. 현재 에너지 및 지역혁신 정책은 중앙정부 주도형으로 설계·운영되고 있으며, 지방정부는 자원 매칭이나 사업 수행 역할에 머무르는 경우가 많다. 이로 인해 지역의 에너지 수요 특성, 산업 구조, 자원 여건을 반영한 종합적인 에너지 믹스 설계가 어렵다는 한계가 존재한다.

따라서, 지역 단위에서 에너지 혁신 사업 전반을 조정·관리할 수 있는 전담 컨트롤타워를 구축하고, 에너지 믹스 계획 수립 권한과 예산 운용의 자율성을 단계적으

로 확대할 필요가 있다. 중앙정부는 국가 에너지 정책의 큰 틀을 제시하되, 지역별 에너지 전략 수립과 사업 집행은 지자체가 주도하는 방식으로 역할 분담을 재정립해야 한다. 이를 위해 과제 관리 권한의 일부 이관, 준위탁 방식의 예산 전달 체계 개편, 지역 투자 전략의 제도적 반영 등이 요구된다(IEA, 2023; OECD, 2020; EC, 2018).

아울러, 지역 에너지 혁신을 뒷받침하기 위한 재정 기반 강화도 중요하다. 전체 R&D 예산이 증가하는 상황에서도 지역 에너지 혁신 사업의 비중은 상대적으로 제한적이며, 중앙 주도의 신산업 정책과 지역 에너지 전략 간 연계도 충분하지 않은 실정이다. 향후에는 지역 에너지 믹스 전환을 핵심 정책 목표로 설정하고, 이에 부합하는 자원 배분과 투자 전략을 강화할 필요가 있다(World Bank, 2019).

마지막으로, 에너지 혁신 특구와 실증 단지의 질적 성과 제고도 중요한 과제로 제기된다. 특구 수는 증가했으나, 에너지 믹스 전환을 선도하는 글로벌 수준의 혁신 거점으로 성장하는 데에는 한계가 있다. 이는 특구 운영 주체의 분산, 부처 간 칸막이, 장기적 에너지 전략 부재에서 기인하는 문제로 해석할 수 있다 (국토교통부·환경부·산업통상자원부, 2022). 향후에는 특구 간 협업 체계 구축, 지역 에너지 기업의 성장 경로 지원, 글로벌 에너지 시장 진출 연계 전략을 강화함으로써, 특구가 지역 에너지 믹스 전환의 핵심 플랫폼으로 기능하도록 개선할 필요가 있다.

종합하면, 지역 혁신을 위한 에너지 믹스 방안 수립은 단순한 기술 선택의 문제가 아니라, 사업화 지원 체계 개선, 중앙-지방 거버넌스 재편, 재정 및 투자 전략 강화, 에너지 특구의 전략적 활용이 유기적으로 결합된 종합 정책 과제로 접근해야 한다. 이러한 방향성 속에서 지역 주도의 에너지 믹스 전략이 실질적인 지역 혁신과 지속가능한 성장으로 이어질 수 있을 것이다.

제 2 장. 현황 분석과 연구 이슈

2.1. 지역 혁신 현황

우선, 지역 혁신의 관점에서, 지역의 혁신적 기술과 산업의 발생에 대해 경제 성장과의 연계를 고려해보고자 한다. 기술 혁신과 융합은 오랫동안 경제 성장의 주요 동인으로 연구되어 왔다(Chesbrough, 2003; Kani & Motohashi, 2012). 기술 융합은 개별적인 기술이 결합하여 새로운 기술 영역을 창출하는 과정을 의미하며, 이를 통해 기존 산업 구조를 변화시키고 혁신을 촉진할 수 있다. 특히, 기술 융합 기반의 혁신은 산업 간 경계를 허물고, 기술적 시너지를 극대화하는 핵심 메커니즘으로 작용하며(Karvonen & Kässi, 2013; Lee et al., 2015), 최근에는 이러한 기술 융합이 지역 혁신과 연결되는 경향이 더욱 두드러지고 있다(Doloreux & Shearmur, 2012). 지역 혁신의 관점에서 보면, 기술 융합을 통해 개별 지역이 보유한 산업 및 기술 역량을 강화할 수 있으며, 이는 결국 지역 경제 성장과 지속 가능한 발전으로 이어질 수 있다.

이러한 기술 융합과 지역 혁신의 연계성은 향후 지역혁신 추구를 위한 정책적 노력에 시사점을 제시할 수 있다. 우선, 기술 융합은 다양한 기술적 요소가 결합하여 새로운 영역을 창출하는 과정을 의미하며, 이를 통해 기존 산업의 경쟁력을 높이거나 새로운 시장을 개척할 수 있는 기회를 제공한다(Lee 외, 2015; Lee 외, 2018). 예를 들어, 인공지능(AI)과 바이오기술(BT)의 융합을 통해 정밀 의료 산업이 발전하고 있으며, 제조업과 정보통신기술(ICT)의 결합을 통해 스마트 제조가 확산되는 것이 대표적인 사례이다. 많은 선행 연구에서도 기술 융합이 기술 혁신을 촉진할 수 있음을 시사하고 있다(Karvonen & Kässi, 2012). 이러한 기술 융합의 효과는 단순히 개별 기술의 발전을 넘어, 기업 및 산업 전반의 혁신 역량을 강화하고, 장기적으로 경제 성장의 핵심 요소로 작용한다. 지역의 관점에서 볼 때, 기술 융합은 기존 산업의 한계를 뛰어넘어 신산업으로 확장할 수 있는 기회를 제공하며, 특히 기존 산업의 경쟁력이 낮거나 쇠퇴하고 있는 지역에서는 기술 융합이 새로운 성장 동력이 될 수 있다(Fusillo 외, 2021). 따라서, 지역 R&D 사업에서도 기술 융합을 중요한 정책 요소로 고려할 필요가 있으며, 이를 위해 다음과 같은 전략적 접근이 요구된다.

특히, 지역 내 산업 간 융합을 통한 신산업 창출을 시도할 수 있다. 기존 지역 산업의 강점을 활용하여 새로운 기술 융합형 산업을 육성하는 것과 관련하여, 지역 특화 농업과 스마트팜 기술(IoT, AI)의 융합을 통한 스마트 농업 육성 등을 고려할 수 있고, 산학연 협력을 기반으로 한 기술 융합 촉진에 집중한다. 같은 맥락에서, 지역 내 대학 및 연구소가 보유한 기술과 지역 기업의 사업 역량을 결합하여 혁신 생태계 조성을 추진할 수 있다. 예를 들면, 지역 의료산업과 디지털 헬스케어 기술을 접목하여 신산업을 육성하는 식의 방향이다. 이와 함께, 기술 융합을 촉진하는 정책적 지원 및 인프라 구축도 병행되어야 할 필요가 있다. R&D 지원 체계를 개편하여 기술 융합을 촉진하는 협력 연구 지원 확대하거나, 기술 융합을 지원하는 테스트베드(Test-bed) 및 인큐베이팅 센터 조성이 이뤄진다면, 지역 혁신을 위해 상당 부분 기여할 수 있다.

이러한 정책적 노력은, 지역혁신체계(RIS)와 Triple Helix 모델로도 이해할 수 있다. 지역 혁신 시스템(Regional Innovation System, RIS)에서 기술 융합과 혁신은 핵심적인 요소로 작용하며, 최근 관련 연구도 증가하는 추세다(Huggins & Williams, 2011). 지역이 갖는 산업적·기술적 특성과 이에 따른 경제 성장 패턴에 대한 연구가 지속되고 있으며, 특히 지식의 확산(Spillover), 외부 지식 획득, 지역 기술 역량의 발전 등이 주요한 연구 주제로 다루어지고 있다(Sonn & Storper, 2008; Autant-Bernard, 2001; Martin & Ottaviano, 2001). 또한, 지역혁신체계(RIS)에서 산업계(기업), 학계(대학·연구소), 정부 간 협력 모델은 Triple Helix 모델로 발전하였으며, 이는 지역 혁신을 효과적으로 추진하기 위한 필수적인 요소로 자리 잡고 있다(Tödtling & Trippl, 2005).

이와 관련하여, Fernandes 외(2021)의 연구에서도 RIS 개념이 점점 더 발전하고 있음을 언급하며, 다양한 기관과 기업, 정부가 상호 협력하는 혁신 생태계의 중요성을 강조하였다. 또한, Malik 외(2021)는 지역 혁신과 글로벌 혁신의 밀접한 관계를 연구하며, 글로벌 혁신 네트워크와의 연계를 통해 지역 혁신의 경쟁력을 높이는 것이 중요함을 제시하였다. 궁극적으로, 글로벌 혁신과 지역 혁신의 조화가 중요한 과제로 부각되고 있다. 글로벌 기술 트렌드와 연계하여 지역의 유망 혁신 분야에 집중함으로써, 지역 산업의 글로벌 경쟁력을 확보하고 지속 가능한 경제 성장을 도모할 수 있다.

지역혁신과 관련한 정부정책과 관련 주요 연구를 살펴보았다. 결론적으로, 기술 혁신과 융합은 지역 경제 성장과 지속 가능한 발전을 위한 핵심 동력으로 작용할 수 있는 이론적 기반이다. 기술 융합을 기반으로 지역의 혁신 역량을 강화하고, 에

너지 등 지역의 산업 인프라와 연계함으로써 지역 산업의 경쟁력을 극대화할 수 있는 전략적 접근이 필요하다. 이를 위해서는 기술 융합 중심의 연구개발(R&D) 지원, 산학연 협력 모델 강화, 글로벌 기술 트렌드와의 연계, 지역 맞춤형 혁신 생태계 조성 등이 종합적으로 추진되어야 하며, 지역 R&D 정책이 이러한 방향성을 반영할 수 있도록 지속적인 개선이 필요할 것이다.

2.2. 글로벌 현황 분석

2.2.1. 글로벌 에너지 수급 구조의 변화

글로벌 에너지 시장은 원유 중심 구조에서 천연가스 및 LNG 중심 구조로 빠르게 전환되고 있다. 2023년 기준 글로벌 원유 생산 비중은 미국(20.1%), 사우디아라비아(11.8%), 러시아(11.5%) 순으로 나타나며, 천연가스 생산 비중 역시 미국(25.5%)과 러시아(14.4%)가 압도적인 비중을 차지하고 있다. 특히 미국은 셰일가스 개발을 기반으로 천연가스 생산과 LNG 수출을 동시에 확대하며 글로벌 가스 시장의 핵심 공급국으로 부상하고 있다. 사우디아라비아 역시 기존의 원유 중심 전략에서 벗어나, 중장기적으로 천연가스 생산 확대와 가스 기반 발전원 전환을 핵심 에너지 전략으로 추진하고 있다. ‘Vision 2030’ 전략 하에서 사우디는 원유 최대 생산능력 확대 계획을 중단하고, 천연가스 매장량 확보 및 생산 확대에 정책적 우선순위를 두고 있다.

이러한 변화와 함께, 글로벌 전력 수요를 살펴보면, 전력 수요는 단기적 경기 변동을 넘어 구조적 증가 국면에 진입한 것으로 분석된다. 국제에너지기구(IEA)에 따르면, 2024년 이후 글로벌 전력 수요 증가율은 글로벌 GDP 성장률을 상회하는 흐름을 보일 것으로 전망된다. 이러한 변화의 핵심 요인은 데이터센터 확산, 전기차(EV) 보급 확대, 산업 전기화, 그리고 기후 변화에 따른 냉방 수요 증가이다. 특히, 미국의 경우 데이터센터 집중으로 인해 전력 수요 증가가 두드러진다. 2010년대 평균 0.4% 수준에 머물던 미국 전력 수요 증가율은 2024년 약 2.3%, 2025년에는 3%를 상회할 것으로 예상되며, 데이터센터 전력 소비 비중은 2023년 기준 약 4%에서 2030년에는 10% 이상으로 확대될 것으로 전망된다 (IEA, 2024).

이에 따라, 재생에너지 확대와 가스발전의 보완적 역할이 부각되고 있다. 특히, 글로벌 에너지 전환이 가속화되면서 재생에너지 비중은 지속적으로 확대되고 있으나, 재생에너지의 간헐성을 보완하기 위한 가스발전의 중요성도 동시에 부각되고 있다. 실제로 네덜란드, 영국, 독일 등 재생에너지 비중이 높은 국가들에서도 전력 피크 시기에는 가스발전량이 급증하는 현상이 관측되고 있다. 이는 풍력·태양광 발전량 변동성과 급증하는 전력 수요를 동시에 충족하기 위해, 가스발전이 가장 유연한 첨두 발전원으로 기능하고 있음을 의미한다. 이에 따라 글로벌 차원에서 2025~2030년 사이 가동을 목표로 한 가스발전소 신규 계획 규모는 약 500GW에 달하며, 이는 기존 글로벌 발전 설비 대비 약 25%에 해당하는 수준이다.

이처럼, 천연가스 및 LNG의 전략적 중요성이 확대되면서, 주요 국가들은 가스 생산·수송·발전 인프라에 대한 대규모 투자를 병행하고 있다. 미국은 LNG 수출 터미널과 파이프라인 인프라를 지속적으로 확충하고 있으며, 사우디 역시 신규 LNG 프로젝트 및 가스전 개발을 확대하고 있다. 이러한 흐름은 글로벌 유가 및 천연가스 가격의 중장기적 안정화 요인으로 작용할 가능성이 높다는 점에서 주목된다. 종합적으로 볼 때, 글로벌 에너지 시장은 전력 수요의 구조적 증가, 재생에너지 확대와 가스발전의 병행, 천연가스·LNG 중심의 에너지 안보 강화라는 방향으로 재편되고 있다. 이는 에너지 믹스가 단일 에너지원 중심이 아니라, 재생에너지-가스-전력망-저장 설비가 결합된 복합 시스템으로 진화하고 있음을 의미한다.

이러한 글로벌 에너지 환경 변화는 국가 및 지역 차원의 에너지 믹스 전략 수립에 중요한 시사점을 제공한다. 특히, 지역 에너지 정책 역시 글로벌 흐름과 정합성을 유지하면서, 재생에너지 확대와 동시에 가스 및 유연 전원의 역할을 전략적으로 고려하는 방향으로 설계될 필요가 있다. 이는 향후 지역 에너지 믹스 전환과 에너지 기반 지역 혁신 전략을 논의하는 데 있어 핵심적인 전제 조건으로 작용할 것이다.

즉, 글로벌 에너지 환경 변화는 한국과 지역 차원의 에너지 믹스 전략 수립에 중요한 시사점을 제공한다. 글로벌 차원에서 전력 수요가 구조적으로 증가하고, 재생에너지 확대와 함께 천연가스 기반 발전의 역할이 재조명되고 있다는 점은, 한국 역시 안정성과 유연성을 동시에 고려한 에너지 믹스 재설계가 불가피함을 의미한다. 특히 데이터센터, 첨단 제조업, 전기화 확대 등으로 인해 전력 수요의 변동성과 피크 수요가 증가하는 상황에서, 단일 에너지원 중심의 접근은 에너지 안보와 산업 경쟁력 측면에서 한계를 가질 수밖에 없다 (IEA, 2024).

국내의 경우 재생에너지 확대 정책이 지속적으로 추진되고 있으나, 입지 제약, 간헐성 문제, 계통 수용성 한계로 인해 단기간 내 재생에너지 단독으로 전력 수요 증가를 감당하기는 어렵다. 이러한 맥락에서 글로벌 사례가 보여주듯이, 재생에너지-가스-전력망-저장 설비가 결합된 복합형 에너지 믹스가 현실적 대안으로 부상하고 있다. 이는 한국 에너지 정책이 탄소중립 목표를 유지하면서도, 전력 공급의 안정성과 산업 경쟁력을 동시에 확보하기 위해 반드시 고려해야 할 방향이다 (산업통상자원부, 2023).

지역 차원에서도 이러한 변화는 중요한 의미를 갖는다. 지역 에너지 믹스는 더 이상 중앙정부 차원의 발전원 배분을 수동적으로 수용하는 구조가 아니라, 지역 산업 구조, 전력 수요 특성, 자원 여건을 반영한 전략적 선택의 영역으로 전환될 필요

가 있다. 글로벌 에너지 시장에서 나타나는 가스 및 유연 전원의 중요성 증가는, 지역 에너지 전략에서도 재생에너지 중심의 장기 전환 경로와 함께, 중간 단계에서 안정적인 전력 공급을 담당할 수 있는 보완적 에너지원의 역할을 적극적으로 검토해야 함을 시사한다.

2.2.2. 지역 혁신을 위한 에너지 믹스

유망 산업·기술과 연계한 지역 에너지 믹스 전략의 방향을 고려하면, 이러한 글로벌·국내 에너지 환경 변화는 지역 에너지 믹스를 단순한 에너지 공급 구조가 아니라, 유망 산업과 신기술을 육성하는 전략적 플랫폼으로 활용할 필요성을 제기한다. 우선, 글로벌 전력 수요 증가의 핵심 요인으로 지목되는 데이터센터, AI 연산 인프라, 첨단 반도체 및 배터리 산업은 안정적이고 고품질의 전력 공급을 전제로 성장한다. 이는 지역 에너지 믹스 전략이 곧 지역 첨단 산업 유치 및 육성 전략과 직결됨을 의미한다 (IEA, 2024; IEA, 2023).

첫째, 가스 및 수소 연계형 에너지 시스템은 지역 에너지 믹스의 핵심 축으로 주목할 필요가 있다. 천연가스는 단기적으로 재생에너지의 변동성을 보완하는 유연 전원 역할을 수행할 수 있으며, 중장기적으로는 수소 혼소, 청정수소 전환을 통해 탄소중립 경로와도 연계될 수 있다. 이는 수소 생산·저장·활용 기술, 연료전지, 수소 발전 등과 같은 유망 에너지 기술 산업의 성장 기반을 지역 단위에서 마련할 수 있는 가능성을 제공한다 (IREA, 2022).

둘째, 에너지 저장장치(ESS) 및 전력망 기술은 재생에너지 확대와 함께 필수적인 전략 산업으로 부상하고 있다. 글로벌 사례에서 보듯이 재생에너지 비중이 높아질수록 전력 계통의 안정성과 유연성이 핵심 이슈로 대두되며, 이는 ESS, 스마트 그리드, 전력 수요 관리(DR) 기술에 대한 수요 확대를 의미한다. 지역 에너지 믹스 전략은 이러한 기술을 실증·확산할 수 있는 테스트베드 역할을 수행함으로써, 관련 기업과 산업 생태계를 동시에 육성할 수 있다 (IEA, 2024).

셋째, 디지털 기반 에너지 기술(DX-Energy) 역시 중요한 유망 분야이다. AI 기반 전력 수요 예측, 에너지 관리 시스템(EMS), 디지털 트윈 기반 전력망 운영 기술은 전력 수요 급증과 변동성 확대에 대응하기 위한 핵심 수단으로 자리 잡고 있다. 이는 지역 에너지 정책이 단순한 설비 투자 중심에서 벗어나, 소프트웨어·데이터·AI 기술과 결합된 고부가가치 산업으로 확장될 수 있음을 시사한다 (WEF, 2023).

넷째, 에너지 전환과 연계된 지역 산업 전환 모델도 주목할 필요가 있다. 재생에너지, 가스, 수소, ESS, 전력망 투자는 그 자체로 지역 건설·제조·운영 산업을 활성화할 뿐만 아니라, 장기적으로는 에너지 집약형 산업의 경쟁력 강화와 신규 일자리 창출로 이어질 수 있다. 이는 에너지 믹스 전략이 단순한 환경 정책을 넘어, 지역 경제 성장과 산업 구조 고도화를 동시에 달성하는 수단이 될 수 있음을 의미한다 (OECD, 2021; IEA, 2023).

종합하면, 글로벌 에너지 현황은 한국과 지역 에너지 믹스 전략이 재생에너지 확대라는 단일 목표를 넘어, 안정성·유연성·산업 연계성을 동시에 고려하는 방향으로 진화해야 함을 분명히 보여준다. 특히 지역 차원에서는 에너지 믹스를 지역 혁신 전략의 핵심 축으로 설정하고, 이를 유망 산업 및 미래 기술과 유기적으로 연계함으로써, 에너지 전환과 산업 성장을 동시에 달성하는 전략적 접근이 요구된다. 이러한 관점에서 지역 에너지 믹스는 더 이상 보조적 정책 수단이 아니라, 지역 혁신과 국가 에너지 전환을 연결하는 핵심 플랫폼으로 재정립될 필요가 있다.

2.2.3. 글로벌 에너지의 탈탄소 움직임

글로벌 에너지 전환 논의에서 탈탄소의 주요 국면에 진입하고 있는 것으로 평가된다. 2022년 세계 에너지 시장의 변동성에도 불구하고 이른바 ‘석탄의 부활’은 현실화되지 않았으며, 전 세계 가동 중인 석탄발전 설비의 약 3분의 1(580GW)은 이미 폐쇄 일정이 확정된 상태이다. 나머지 설비 역시 대부분이 탄소중립 목표 범위 내에 포함되어, 국가적·국제적 감축 약속에서 완전히 벗어난 석탄발전 설비는 전체의 5%에 불과한 수준으로 축소되었다 (IEA, 2024).

다만, 탈석탄의 속도와 지역 간 격차는 여전히 중요한 과제로 남아 있다. OECD 국가의 경우 2030년 이전 탈석탄 목표 달성을 위해 연간 대규모 폐쇄가 필요하며, 비OECD 국가 역시 2040년 이전 퇴출을 위해 현재보다 훨씬 빠른 감축 속도가 요구된다. 신규 석탄발전 사업은 파리협정 이후 크게 감소했지만, 여전히 약 350GW 규모의 신규 용량이 제안되거나 건설 중에 있으며, 이 중 상당 부분이 중국에 집중되어 있다. 이는 글로벌 에너지 전환이 단선적 경로가 아니라, 지역별로 상이한 전환 속도를 보이는 다층적 구조임을 시사한다.

이러한 글로벌 탈석탄 동향은 한국의 에너지 믹스 전략에 중대한 시사점을 제공한다. 한국은 2050년 탈석탄을 공식 선언했음에도 불구하고, 2030년에도 상당 규모의 석탄발전 설비를 유지할 계획으로, 이는 국가 온실가스 감축목표(NDC) 및 파리협정 목표와 정합성이 낮은 수준으로 평가된다. 특히 최근 신규 석탄발전소 가동 사례는 국내외 금융시장에서의 투자 회피 현상과 맞물리며, 석탄 기반 에너지 시스템의 경제적·재무적 리스크를 더욱 부각시키고 있다. 더 나아가 석탄 의존도가 높은 에너지 구조는 국가 에너지 공기업의 재무 불안정성으로 직결되고 있다. 국제 에너지 가격 급등 국면에서 나타난 대규모 적자는 석탄을 포함한 화석연료 중심 발전 구조의 취약성을 단적으로 보여주며, 이는 에너지 믹스 전환이 단순한 환경 정책을 넘어 국가 재정 안정성과 산업 경쟁력 차원의 문제임을 시사한다 (한국에너지공단, 2024; Carbon Tracker, 2021; IISD, 2022).

결국, 지역 입장에서조차 글로벌 트렌드와 정부 정책을 고려한 에너지 믹스 전환이 필요하다. 특히 지역 차원에서는 탈석탄이 산업 구조와 지역 경제에 미치는 영향을 함께 고려해야 할 필요성이 강조된다. 석탄발전 의존도가 높은 지역에서는 발전소 폐쇄에 따른 일자리 감소와 지역 경기 위축이 현실적인 위협으로 나타나고 있으며, 이에 따라 안정적인 전환이 핵심 정책 과제로 부상하고 있다. 예를 들어, 충청남도 사례에서 알 수 있듯이, 석탄발전소 폐쇄 지역에서 재생에너지 및 대체 산

업 기반으로의 전환이 단순한 설비 대체가 아니라, 지역 산업 재편과 고용 구조 전환을 포함하는 종합 전략이어야 함을 보여준다.

이는 지역 에너지 믹스 전략이 단순히 발전원 구성 비율을 조정하는 수준을 넘어, 지역 산업 정책·고용 정책·재정 정책과 결합된 형태로 설계되어야 함을 의미한다. 즉, 탈석탄은 ‘감축 정책’이 아니라, 지역 혁신과 신산업 창출을 동반하는 전환 전략으로 접근할 필요가 있다.

동시에, 글로벌 탈탄소의 트렌드는 새로운 유망 산업과 기술의 성장 기회를 제공한다. 석탄발전의 단계적 퇴출은 재생에너지, 천연가스 및 수소, 에너지 저장장치(ESS), 전력망 고도화, 디지털 에너지 기술 등의 수요 확대를 동반한다. 특히 석탄발전이 차지하던 기저부하 및 조정 전원의 역할을 대체하기 위해, 가스 기반 유연 전원, 수소 혼소 발전, 대규모 ESS와 같은 기술의 전략적 중요성이 커지고 있다.

지역 차원에서는 이러한 기술을 에너지 믹스 전환과 동시에 육성할 수 있는 전략 산업으로 연계할 수 있다. 예를 들어, 석탄발전소 폐지 부지를 활용한 재생에너지 단지 조성, 가스·수소 발전 전환, 에너지 저장 및 전력망 실증 단지 구축은 지역 내 제조·건설·운영 산업을 활성화하는 계기가 될 수 있다. 또한 디지털 기반 에너지 관리, 전력 수요 예측, 계통 최적화 기술은 지역을 테스트베드로 삼아 실증과 산업화를 동시에 추진할 수 있는 유망 분야로 평가된다.

종합하면, 글로벌 트렌드는 에너지 믹스 전환이 더 이상 선택의 문제가 아니라 불가역적 구조 변화임을 명확히 한다. 한국과 지역 에너지 정책은 이러한 흐름을 단순히 수동적으로 수용하는 수준을 넘어, 탈석탄을 계기로 에너지 믹스를 재설계하고, 이를 지역 산업 혁신과 유망 기술 육성의 기회로 전환하는 전략적 접근이 필요하다. 특히 지역 차원에서는 에너지 믹스 전환을 중심으로 자연스러운 전환, 신산업 창출, 지역 경제 활성화를 동시에 달성할 수 있는 종합 정책 설계가 요구된다. 이는 글로벌 에너지 전환 흐름 속에서 한국과 지역이 경쟁력을 확보하기 위한 핵심 과제가 될 것이다.

2.2.4. 강원도와 에너지믹스의 필요성

RE100은 기업이 사용하는 전력의 100%를 재생에너지(Renewable Energy)로 전환하겠다는 목표를 선언하고 이를 이행하도록 하는 글로벌 자발적 이니셔티브이다 (RE100, 2023). 본 이니셔티브는 The Climate Group와 CDP가 공동으로 운영하고 있으며, 기후변화 대응과 기업의 전력 부문 탈탄소화를 핵심 목표로 한다. RE100에 참여한 기업은 전력 사용과 관련된 온실가스 배출(Scope 2)을 감축하기 위해 명확한 목표 연도(target year)를 설정하고, 해당 연도까지 전력 사용량 전부를 재생에너지로 충당해야 한다. 이행 수단으로는 태양광·풍력 등 재생에너지 설비의 직접 설치, 재생에너지 전력구매계약(PPA), 재생에너지공급인증서(REC) 구매, 녹색요금제 활용 등이 허용된다. RE100은 특정 기술이나 조달 방식에 대한 강제는 없으나, 추적 가능성(traceability)과 추가성(additionality)을 중시하여 실질적인 재생에너지 확대 효과를 요구한다 (Climate Group & CDP, 2022; OECD, 2022).

RE100은 단순한 환경 선언을 넘어, 글로벌 산업과 공급망 구조에 실질적인 영향을 미치고 있다. 다수의 글로벌 선도기업들이 RE100에 참여하면서 협력사와 공급망 전반에 재생에너지 사용을 요구하고 있으며, 이는 국가·지역 단위의 에너지 정책과 산업 전략에도 중요한 외생 변수로 작용하고 있다. 특히 반도체, ICT, 제조업 등 전력 다소비 산업에서는 RE100 이행 여부가 국제 경쟁력 및 투자 유치의 핵심 조건으로 인식되고 있다.

국내의 경우, 주요 대기업을 중심으로 RE100 참여가 확대되고 있으며, 이를 뒷받침하기 위해 전력구매계약(PPA) 제도 개선, 녹색요금제 도입, 재생에너지 인증제도 정비 등이 추진되고 있다. 더 나아가 최근에는 기업 단위를 넘어 산업단지·도시·지역 차원의 ‘로컬 RE100’ 모델이 논의되고 있으며, 이는 지역 재생에너지 확충, 분산형 전원 확대, 지역 산업 경쟁력 강화라는 정책 목표와 결합될 수 있는 중요한 수단으로 평가된다.

이러한 글로벌 에너지 전환 흐름 속에서 RE100은 더 이상 자발적 환경 캠페인을 넘어, 글로벌 산업 경쟁력의 핵심 기준으로 자리 잡고 있다. RE100은 기업이 사용하는 전력의 100%를 재생에너지로 조달하는 것을 목표로 하는 국제 캠페인으로, 2024년 기준 424개 글로벌 기업이 참여하고 있으며, 이들 기업의 연간 전력 사용량은 약 545TWh로 한국 전체 연간 전력 사용량(약 590TWh)에 근접하는 규모에 이른다. 이 중 약 53%가 이미 재생에너지로 충당되고 있으며, 애플·BMW·구글·마이크로소프트 등 주요 글로벌 기업들은 평균적으로 2035년 이전 RE100 달성을 목표

로 하고 있다

반면, 한국의 RE100 이행 수준은 주요 경쟁국 대비 상대적으로 낮은 편이다. 국내 RE100 가입 기업은 37개사에 불과하며, 평균 재생에너지 사용 비율은 약 12% 수준으로, 미국·유럽·일본 등에 비해 현저히 뒤처져 있다. 이러한 격차는 단순한 에너지 정책의 문제가 아니라, 수출 경쟁력과 글로벌 공급망 참여 여부를 좌우하는 구조적 리스크로 작용하고 있다. 실제로 자동차, 반도체, 디스플레이 산업을 중심으로 RE100 미이행 시 수출 감소 가능성이 지속적으로 제기되고 있으며, 이에 따라 정부 차원에서도 RE100 산업단지 조성을 국가 핵심 정책 과제로 추진하고 있다.

RE100 산업단지는 단순한 산업단지 개념을 넘어, 에너지 믹스와 산업 입지를 결합한 새로운 공간 전략으로 이해할 수 있다. 기존 산업단지가 전력 공급을 외생적으로 의존했다면, RE100 산업단지는 재생에너지 공급 능력 자체가 입지 경쟁력의 핵심 요소로 작동한다. 이는 에너지 믹스가 산업 정책의 보조 수단이 아니라, 산업 유치와 지역 혁신을 결정하는 핵심 인프라로 전환되고 있음을 의미한다. 이러한 맥락에서 재생에너지 잠재력이 풍부하고, 대규모 전력 수요를 안정적으로 충족할 수 있는 지역이 RE100 산업단지의 최적 입지로 부상하고 있으며, 그 대표 후보지역으로 강원도를 고려할 수 있다.

강원도는 수력과 육상풍력을 중심으로 국내 최대 수준의 재생에너지 생산 역량을 보유한 지역이다. 강원도의 풍력 설비용량은 약 529MW로 연간 960GWh를 생산하여 전국의 28.3%를 차지하고 있으며, 수력 발전 역시 524MW 규모로 연간 946GWh를 생산하여 전국의 25.5%를 담당하고 있다. 이는 단일 광역자치단체 기준으로 매우 높은 재생에너지 공급 능력에 해당한다. 또한, 강원도는 육상풍력, 해상풍력, 수상태양광, 소수력, 양수발전 등 다양한 재생에너지 자원을 동시에 활용할 수 있는 입지적 장점을 갖추고 있다. 특히 폐광지역과 백두대간을 활용한 대규모 육상풍력, 댐을 활용한 수상태양광은 향후 RE100 산업단지에 안정적인 재생에너지 공급이 가능한 핵심 기반으로 평가된다. 아울러 강원도는 군사·환경·산림·농지·문화재 등 이른바 '5대 규제'로 인해 오랜 기간 산업 유치에 제약을 받아온 지역으로, 국가 에너지·자원 정책 수행 과정에서 상대적으로 큰 희생을 감내해왔다. 이러한 맥락에서 보상의 실질적 구현 수단으로 RE100 산업단지 조성이 힘을 받을 수 있다.

향후, 강원도 RE100 산업단지 구상은 지역 에너지 믹스를 산업 전략과 결합한 대표적 사례로 평가될 수 있다. 춘천의 수력 및 수열에너지 기반 클러스터, 강릉의 바이오매스 및 동해안권 경제자유구역, 폐광지역을 활용한 풍력·태양광 기반 특화 산업단지 등은 재생에너지 자원-산업 입지-지역 경제 활성화를 연계하는 구체적 모

델을 고려할 수 있다. 이는 앞서 살펴본 글로벌 에너지 전환 및 탈석탄 흐름과도 정합성을 갖는다. 석탄과 화석연료 중심의 발전 구조에서 벗어나, 재생에너지를 기반으로 한 산업 입지 전략을 구축함으로써, 에너지 믹스 전환을 지역 신산업 창출과 수출 경쟁력 강화의 기회로 전환하고자 하는 접근이다 (강원특별자치도, 2024).

종합하면, RE100 산업단지 논의는 글로벌 에너지 전환, 탈석탄 흐름, 전력 수요 증가라는 구조적 변화 속에서 지역 에너지 믹스 전략이 어떻게 산업 경쟁력으로 연결될 수 있는지를 보여주는 중요한 사례이다. 특히 강원도 사례는 재생에너지 잠재력, 산업 입지 여건, 수도권 접근성을 동시에 활용하여, 에너지 믹스를 지역 혁신의 핵심 자산으로 전환할 수 있음을 시사한다. 이는 향후 지역 에너지 정책이 단순한 발전원 비중 조정이 아니라, RE100 대응, 산업 유치, 지역 균형발전, 자연스러운 전환을 포괄하는 종합 전략으로 설계되어야 함을 의미하며, 에너지 믹스 전략이 지역 혁신 정책의 중심 축으로 자리 잡아야 함을 분명히 보여준다.

이와 함께, 분산에너지 확산과 지역 에너지 믹스 전략의 전환 필요성의 관점에서 논의가 필요하다. 최근 글로벌 에너지 전환 흐름은 중앙집중형 전력 공급 체계에서 벗어나, 분산형 전원과 지역 주도의 에너지 시스템으로의 구조적 전환을 요구하고 있다. 이러한 변화는 재생에너지 확대, 전력 수요의 변동성 증가, 전력계통 안정성 문제와 맞물리며, 에너지 믹스 전략의 핵심 축으로 ‘분산에너지’가 부상하는 배경이 되고 있다. 정부 역시 「분산에너지활성화 특별법」 시행을 통해 지역별 전력 불균형 해소와 전력계통 안정화를 주요 정책 목표로 설정하고 있으며, 분산에너지 자원의 활용과 전력시장 참여를 제도적으로 지원하는 방향으로 정책을 전환하고 있다.

분산에너지는 소규모 재생에너지, 연료전지, 수소발전, 에너지저장장치(ESS), 소규모 전력중개 및 가상발전소(VPP) 등을 포괄하는 개념으로, 기존의 대규모 발전소 중심 에너지 믹스를 보완·대체하는 역할을 수행한다. 이는 에너지 공급의 효율성과 유연성을 높이는 동시에, 지역 단위에서 에너지 생산과 소비를 연계하는 ‘지산지소’ 구조를 가능하게 한다는 점에서, 지역 에너지 믹스 전략의 핵심 요소로 평가된다 (산업통상자원부, 2023).

분산에너지 관점에서 본 강원도의 에너지 구조와 잠재력을 본다면, 강원도는 전국 발전량의 약 5.7%를 차지하는 중간 규모의 전력 생산 지역이지만, 발전원 구성 측면에서는 석탄 비중이 69.4%로 매우 높은 구조적 특성을 보유하고 있다(한국에너지공단, 2023; 강원특별자치도, 2024). 이는 강원도가 탈석탄과 에너지 믹스 전환의 필요성이 가장 크게 제기되는 지역 중 하나임을 의미하는 동시에, 분산에너지 전환

을 통해 구조적 전환 효과를 극대화할 수 있는 잠재력을 보유하고 있음을 시사한다.

한편, 강원도는 신재생에너지 발전량 기준으로 전국의 약 12.2%를 차지하며, 광역자치단체 가운데 상위권에 위치해 있다. 특히 수력, 풍력, 바이오에너지 비중이 상대적으로 높아, 태양광 중심의 단일 재생에너지 구조에서 벗어난 다원적 재생에너지 믹스를 형성하고 있다는 점이 강점으로 평가된다. 기초자치단체별로도 강릉(바이오), 춘천(수력), 평창(풍력) 등 발전원 특성이 뚜렷하게 구분되어 있어, 지역별 맞춤형 분산에너지 전략 수립이 가능한 여건을 갖추고 있다.

이러한 강원도의 에너지 구조는 분산에너지 활성화를 통해 기존의 한계를 극복하고, 지역 주도의 에너지 믹스 고도화를 추진할 수 있는 중요한 기회를 제공한다. 분산에너지 체계에서는 지역 내 소규모 전원을 통합·관리하는 VPP를 통해 전력시장에 참여할 수 있으며, 이는 재생에너지 확대에 따른 계통 부담을 완화하는 동시에, 지역이 전력 생산과 거래의 주체로 기능할 수 있는 기반을 마련한다 (산업통상자원부, 2023).

특히 분산에너지 활성화는 지역별 전력 수급 상황에 따라 차등적 전기요금 구조를 가능하게 하여, 발전소 인근 지역의 전력 비용 절감과 산업 유치로 연결될 수 있다. 이는 앞서 논의한 RE100 산업단지 조성 과도 직접적으로 연계되며, 재생에너지 기반 산업 입지 경쟁력을 강화하는 핵심 수단으로 작동할 수 있다.

더 나아가 유망 산업·기술과 분산에너지의 결합 가능성도 고려할 수 있다. 분산에너지 시장의 확대는 지역 에너지 믹스를 단순한 발전원 구성 문제에서 벗어나, 신규 산업과 기술을 육성하는 전략적 플랫폼으로 전환시킨다. 가상발전소(VPP), 에너지 관리 시스템(EMS), 전력 데이터 기반 플랫폼 산업은 디지털 전환(DX)과 결합된 대표적인 유망 분야로, 강원도의 재생에너지 자원을 활용한 실증과 산업화가 동시에 가능하다.

또한 연료전지, 수소발전, 소규모 열병합, ESS 등은 석탄발전의 단계적 감축 과정에서 전력 안정성을 보완할 수 있는 핵심 기술로 평가되며, 분산에너지 체계 하에서 지역 단위 실증과 확산이 용이하다는 장점이 있다. 이는 탈석탄 이후 강원도의 에너지 믹스를 재생에너지-분산형 전원-디지털 에너지 기술이 결합된 구조로 전환하는 데 핵심적인 역할을 할 수 있다.

종합하면, 분산에너지 활성화는 글로벌 에너지 전환과 탈석탄 흐름, RE100 확산이라는 구조적 변화 속에서 지역 에너지 믹스 전략을 고도화하고, 지역이 에너지 전환의 주체로 전환할 수 있는 핵심 정책 수단으로 평가된다. 특히 강원도는 석탄

중심의 기존 발전 구조와 풍부한 재생에너지 자원을 동시에 보유한 지역으로서, 분산에너지 체계를 통해 에너지 믹스 전환, 산업 경쟁력 강화, 지역 경제 활성화를 동시에 달성할 수 있는 조건을 갖추고 있다.

이는 향후 지역 에너지 정책이 중앙집중형 공급 체계의 보완 수준을 넘어, 분산에너지 기반의 지역 주도 에너지 시스템 구축을 목표로 재설계되어야 함을 시사하며, 에너지 믹스 전략이 지역 혁신과 균형발전의 핵심 축으로 자리 잡아야 함을 시사하고 있다.

2.3. 지역 현황 분석

2.3.1. 강원 현황 및 전망

강원도의 2023년 기준 지역내총생산(GRDP)은 약 62조 1천억 원으로 전년 대비 크게 증가하며 역대 최고치를 기록했으며, 2024년 잠정치 기준 약 65조 원 수준까지 확대된 것으로 나타났다. 이는 과거 2019년의 약 45.9조 원 대비 큰 폭의 성장을 의미한다. 강원도 경제는 전통적으로 서비스업과 공공/비영리 생산 부문 중심의 구조를 유지하고 있으며, 관광·서비스 산업의 성장과 공공부문 수요 증가가 이를 견인하고 있다. 제조업 및 첨단 산업 비중은 상대적으로 낮아 산업 다각화 여지가 존재하는 상황이다 (강원특별자치도, 2024; 강릉시, 2024).

최근 자료에 따르면, 강원도 내에서는 전기·가스·증기 및 공기조절 공급업이 2019~2023년간 사업체 수 기준으로 약 132.94% 증가하며 가장 높은 성장세를 기록했다. 이는 전력·열에너지 관련 인프라 확충과 에너지 전환 정책, 신재생에너지 관련 투자 유입이 산업구조 변화에 반영된 결과로 해석할 수 있다. 특히 이 분야의 종사자 수 역시 크게 증가했다는 점은 해당 산업이 단순히 수치상 성장뿐 아니라 일자리 측면에서도 지역경제에 기여하고 있음을 시사한다 (강원특별자치도, 2024).

강원도는 산악지형과 넓은 자연 자원을 활용한 수력·풍력·태양광 등의 신재생에너지 산업을 적극적으로 육성하고 있으며, 이와 관련된 산업이 향후 지역 경제 성장의 주요 동력이 될 가능성이 클 것으로 보인다. 그러나 강원도의 경제 구조는 여전히 서비스업과 공공부문 의존도가 높으며, 민간 부문의 제조업 및 첨단 산업 비중이 상대적으로 낮은 구조적 한계를 가지고 있다. 따라서 향후 강원도의 지속 가능한 경제 성장을 위해서는 신산업 육성과 제조업 기반 강화, 디지털 전환(DX)과 스마트산업 도입, 관광산업의 고부가가치화 등이 필요할 것으로 보인다.

정부와 강원도는 이러한 경제 구조를 보완하고, 보다 자립적인 산업 생태계를 조성하기 위해 다양한 정책을 추진하고 있다. 대표적으로 신재생에너지 관련 인프라 확대, 바이오·헬스케어 산업 육성, 스마트 관광 및 친환경 관광 모델 개발, 중소기업과 스타트업 지원 프로그램 강화 등이 주요 정책 방향으로 제시되고 있다. 앞으로 강원도는 이러한 산업 다변화 전략을 통해 경제 성장률을 높이고, 수도권 중심의 경제 구조에서 벗어나 보다 독립적이고 지속 가능한 지역 경제를 구축하는 것이 중요한 과제가 될 것이다. 이를 위해 중앙정부와 지방정부 간의 협력 강화, 기업 유치 및 투자 활성화, 연구개발(R&D) 지원 확대 등의 정책적 노력이 더욱 필요할 것

으로 전망된다.

강원도는 4차 산업혁명 시대에 대응하기 위해 급변하는 산업 환경 변화에 맞춰 주력 산업과 서비스 산업의 연계를 강화하는 전략을 추진하고 있다. 이는 지역 내 기존 산업의 경쟁력을 유지하는 동시에, 신산업을 육성하여 미래 성장 동력을 확보하기 위한 방안으로, 강원도의 산업 구조 전환과 경제 활성화에 중요한 역할을 하고 있다. 특히, 강원도에서는 대표적인 주력 산업들을 성장산업, 재도약산업, 유망 신산업으로 유형화하여 육성하고 있다. 성장산업으로는 천연물 바이오 신소재 산업이 포함되며, 이는 강원도의 풍부한 자연자원과 바이오 기술을 융합하여 고부가가치 제품을 개발하는 데 중점을 두고 있다. 천연물 바이오 신소재 산업은 건강기능식품, 화장품, 제약 분야에서 활용될 수 있으며, 강원도는 이미 여러 연구기관 및 바이오 기업과 협력하여 이 산업을 집중적으로 육성하고 있다. 재도약산업으로는 세라믹 복합 신소재 산업이 선정되었으며, 이는 기존의 세라믹 및 신소재 산업을 고도화하고, 다양한 첨단 산업과의 융합을 통해 새로운 부가가치를 창출하는 것을 목표로 하고 있다. 강원도는 세라믹 복합 신소재 산업을 통해 친환경 건축 자재, 방탄·내열 소재, 전자·전기 산업용 부품 등을 생산하는 기술을 발전시키고 있으며, 이 산업이 강원도의 제조업 경쟁력 강화를 위한 중요한 요소로 자리 잡고 있다(강원특별자치도, 2024). 유망 신산업으로는 ICT 융합 헬스 산업이 육성되고 있으며, 이는 정보통신기술(ICT)과 헬스케어 산업을 결합하여 스마트 의료 및 디지털 헬스케어 솔루션을 개발하는 데 중점을 두고 있다. 강원도는 고령화 사회로의 전환에 대응하여 헬스케어 산업을 지역의 핵심 성장 동력으로 삼고 있으며, 특히 원격의료, 스마트 헬스케어 기기, 바이오 데이터 기반 의료 서비스 등의 분야에서 강점을 보이고 있다. 이러한 산업 육성 전략은 단순한 산업 지원을 넘어, 지역 경제의 지속 가능한 성장을 목표로 하고 있다. 강원도는 주력 산업과 연계된 R&D 지원, 인프라 구축, 기업 유치 및 스타트업 육성, 글로벌 시장 진출 지원 등을 적극 추진하고 있으며, 이를 통해 지역 산업의 고부가가치화 및 경쟁력 강화를 도모하고 있다.

향후 강원도의 산업 발전을 위해서는 이러한 주력 산업의 연계를 더욱 강화하고, 디지털 전환(DX), 탄소중립(GX), 공급망 재편(SCX) 등 글로벌 산업 트렌드에 발맞춘 혁신적인 산업 모델을 도입할 필요가 있다 (지호철, 2024). 또한, 수도권 및 해외 시장과의 연계를 확대하여, 강원도 기업들이 글로벌 경쟁력을 갖추 수 있도록 다양한 지원책을 마련하는 것이 중요하다. 결과적으로, 강원도의 주력 산업 육성 전략은 지역 내 자원을 효과적으로 활용하면서 미래 산업의 변화에 선제적으로 대응하는 방향으로 추진되고 있으며, 이를 통해 강원도가 지속 가능한 산업 구조를 구

축하고, 미래 경제 성장의 중심지로 도약할 수 있는 기반을 마련하는 것이 핵심 목표가 될 것이다.

특히, 지역 특화산업 육성사업의 개편 방향에 따라 산업별 특화도, 집적도, 성장성을 종합적으로 고려하여 기존의 주력 산업을 재분류하고, 유형별 성장 전략을 차별화하는 방향으로 산업 육성 정책을 추진하고 있다. 이는 기존 산업의 강점을 극대화하고, 지역의 경제적·산업적 특성을 반영하여 보다 전략적인 육성 체계를 구축하기 위한 접근 방식이다. 더 나아가, 산업별 특화도를 고려하여 강원도가 강점을 지닌 분야를 중심으로 자원의 집중 투입과 맞춤형 지원 체계를 마련하는 것이 핵심이다. 예를 들어, 천연물 바이오 신소재 산업은 강원도의 풍부한 자연자원과 기존 바이오 산업의 연구 역량을 활용하여 경쟁력을 확보할 수 있는 분야로, 이를 더욱 강화하기 위한 맞춤형 성장 전략이 필요하다. 반면, 세라믹 복합 신소재 산업과 같이 기존 산업의 재도약이 필요한 경우에는 기술 고도화 및 응용 산업 확장을 중심으로 정책을 차별화할 필요가 있다.

산업 집적도를 고려한 육성 전략도 중요하게 다뤄지고 있다. 지역 내 특정 산업이 일정 수준 이상의 집적도를 형성하고 있는 경우, 산업 클러스터 조성을 통해 기업 간 협력과 시너지 효과를 극대화하는 방향으로 지원이 이루어져야 한다. 특히, ICT 융합 헬스 산업과 같은 미래 성장 산업의 경우, 산학연 협력 네트워크 구축, 기술 융합 연구 활성화, 기업과 대학·연구소 간 협력 확대 등의 전략을 통해 산업 집적도를 높이고, 강원도가 특화된 첨단 의료 및 헬스케어 산업 허브로 성장할 수 있도록 유도해야 한다.

성장성을 기반으로 한 차별화 전략도 고려되고 있다. 글로벌 시장에서 경쟁력을 갖출 수 있는 산업은 국제적 협력 및 시장 진출을 지원하는 방향으로 전략을 수립해야 하며, 상대적으로 내수 중심의 산업은 지역 내 소비 및 산업 생태계 활성화를 중심으로 육성 전략을 차별화해야 한다. 이를 위해 강원도는 지역 산업별로 차별화된 지원 체계를 구축하여, 산업별 특성에 맞는 맞춤형 성장 전략을 적용하는 방안을 추진하고 있다. 이러한 접근 방식은 지역 산업의 특성과 잠재력을 고려한 전략적 차별화를 통해 강원도의 산업 경쟁력을 극대화하고, 지속 가능한 산업 생태계를 조성하는 데 기여할 것으로 기대된다.

2.3.2. 도내 산업 구조

강원도의 경제 구조에서 중소기업이 차지하는 비중은 매우 높으며, 이는 강원도의 산업 생태계가 중소기업 중심으로 운영되고 있음을 의미한다. 기업체 수 기준으로 강원도의 중소기업 비중은 99.97%, 종사자 수 비중은 93.1%로, 타 지역 대비 중소기업이 차지하는 비중이 월등히 높은 편이다. 2018년 기준 강원도의 중소기업 수는 211,000개사로 집계되었으며, 중소기업 비중은 99.97%로 지방 9개 광역지자체 중 가장 높은 수준을 보였다. 이와 비교했을 때, 제주(99.97%), 전남(99.96%), 전북(99.96%)이 뒤를 잇고 있으며, 전국 평균은 99.92%로 나타났다. 이는 강원도가 대기업보다는 중소기업 중심의 산업 구조를 형성하고 있음을 보여준다. 중소기업 종사자 비중 또한 93.1%로 전국 평균(83.1%)을 크게 상회하고 있으며, 지방 광역지자체 중에서 유일하게 상승세를 유지하고 있다. 중소기업 종사자 비중은 2016년 91.5%에서 2018년 93.1%로 꾸준히 증가하는 추세를 보이며, 이는 강원도의 산업 고용 구조가 대기업보다는 중소기업을 중심으로 형성되고 있음을 의미한다 (유니크에이아이, 2025).

강원도의 전체 기업체 매출액 대비 중소기업 매출액 비중은 83.7%로 전국 1위를 기록하고 있으며, 중소기업 수출액 비중은 63.0%로 전국 2위 수준을 차지하고 있다. 특히, 중소기업 수출액 비중의 증가폭은 2009년부터 2019년까지 10년간 16.3% 증가하여 전국에서 가장 높은 수준을 기록했다. 이는 강원도의 중소기업들이 내수 시장뿐만 아니라, 글로벌 시장에서도 경쟁력을 갖추고 있으며, 점진적으로 수출을 확대하고 있음을 보여준다. 강원도의 주력 산업이 지속 가능한 성장을 이루기 위해서는 중소기업의 역할을 더욱 강화하고, 신산업 진입을 유도할 수 있는 정책적 지원을 확대하는 것이 필요하다. 강원도는 중소기업 중심의 경제 구조를 더욱 효율적으로 운영하고, 신산업에 대한 대비를 강화하기 위해 산업 육성 전략을 다각화하고, 정책적 지원을 확대해야 한다. 이를 통해 강원도의 중소기업이 지속 가능한 성장을 이루고, 글로벌 시장에서도 경쟁력을 확보할 수 있도록 하는 것이 핵심 과제가 될 것이다.

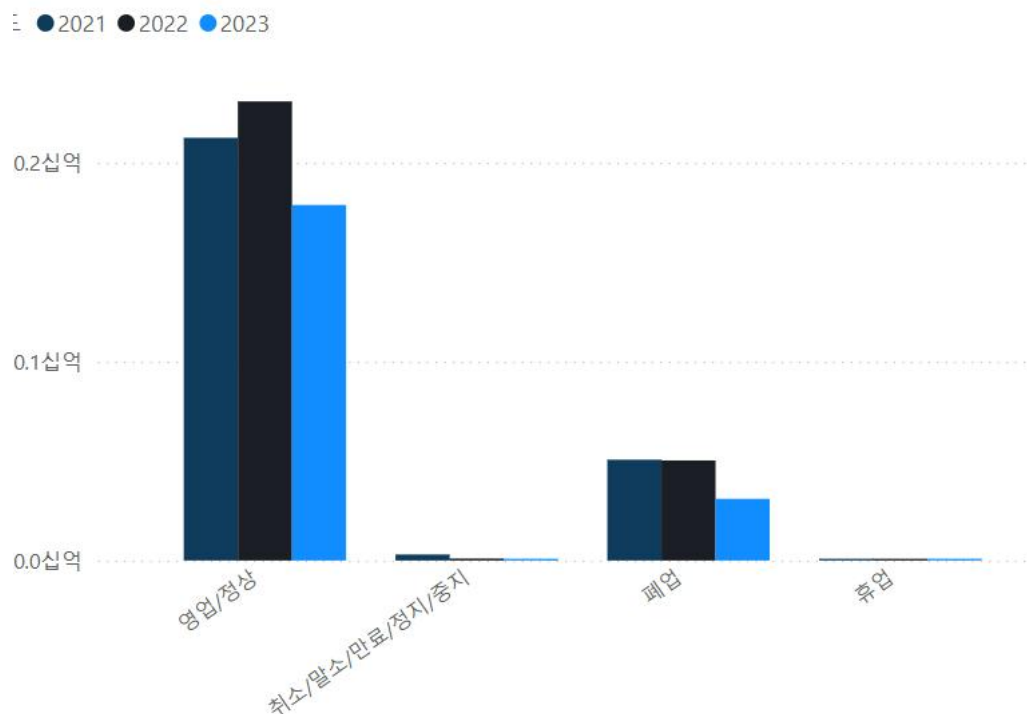
강원도 내 중소기업은 제조업보다는 서비스업 중심의 산업 구조를 보이며, 특정 비제조업종의 비중이 전국 대비 상대적으로 높은 특성을 가진다. 강원도 내 중소기업의 제조업 비중은 4.9%로 전국 평균 대비 낮은 수준이며, 반면 서비스업 비중은 79.5%로 매우 높은 비중을 차지하고 있다. 이는 강원도의 산업 구조가 관광, 의료, 숙박, 음식업 등 서비스업 중심으로 구성되어 있음을 보여준다. 특히, 건설업과 숙

박 및 음식업종의 비중이 전국에서 가장 높은 수준을 기록하고 있다(유니크에이아이, 2025). 건설업의 비중은 10.6%로 전국 평균(6.8%)보다 높으며, 이는 강원도 내 개발 사업과 인프라 구축이 활발하게 이루어지고 있음을 의미한다. 또한, 숙박 및 음식업점의 비중은 19.9%로 전국 평균(12.0%)보다 월등히 높아, 강원도가 대표적인 관광지로 자리 잡고 있음을 시사한다. 이러한 산업 구조는 강원도의 자연환경과 관광 산업 중심의 경제 구조와 밀접한 관련이 있으며, 지역 경제의 성장 동력을 서비스업에 의존하는 형태로 운영되고 있다. 그러나 제조업 비중이 낮고, 산업의 다변화가 부족한 점은 지역 경제 안정성과 지속 가능한 성장을 위한 도전 과제로 작용할 가능성이 크다.

강원도의 중소기업 구조는 소기업 및 소상공인 중심으로 운영되며, 전국에서 가장 높은 비중을 차지하고 있다. 이는 강원도의 경제가 대기업보다는 중소 규모의 사업체와 자영업 중심으로 형성되어 있음을 보여준다. 강원도 내 업체 수 기준 소기업 비중은 99.3%, 소상공인 비중은 95.0%로 전국 최고 수준을 기록하고 있다. 또한, 소기업 및 소상공인 종사자 비중도 각각 86.9%, 63.9%로 전국에서 가장 높은 수준이다. 이는 강원도의 경제 활동이 주로 소규모 자영업과 중소기업 중심으로 이루어지고 있음을 의미하며, 지역 경제의 특성을 반영하는 중요한 지표이다. 그러나 이러한 구조는 기업 규모의 성장과 산업 다변화가 어렵다는 한계를 내포하고 있으며, 특히 신산업 및 첨단 기술 산업으로의 진입이 상대적으로 낮을 가능성이 크다. 따라서, 강원도의 지속 가능한 경제 성장을 위해서는 소기업 및 소상공인의 주력 산업으로의 진입을 적극적으로 유도하고, 기존 산업과 연계하여 성장할 수 있는 환경을 조성하는 것이 필수적이다. 이를 위해 강원도는 소기업 및 소상공인이 강원도 주력 산업(천연물 바이오 신소재, 세라믹 복합 신소재, ICT 융합 헬스 산업 등) 및 연관 산업으로 진입할 수 있도록 정책적 지원을 강화해야 한다. 강원도는 기존의 소기업·소상공인 중심의 경제 구조를 유지하면서도, 보다 고부가가치 산업으로의 전환을 유도해야 하며, 이를 통해 지역 경제의 안정성과 성장성을 동시에 확보하는 전략이 필요하다.

2.3.3. 강원도 사업자 현황과 유망 분야 연계

강원도 내 사업자 현황을 분석한 결과, 2021년 이후 정상적으로 영업을 지속하는 사업자의 수가 점진적으로 감소하는 경향을 보였다. 특히 2023년에는 2022년에 비해 정상 영업을 유지하는 사업자 수가 줄어든 것으로 나타났다(유니크에이아이, 2025). 또한, 폐업한 사업자의 수도 전반적으로 감소하는 추세를 보였으며, 이는 경기 변화나 정책적 요인 등이 영향을 미쳤을 가능성이 있다. 이러한 결과는 강원도 내 경제적 흐름과 지역 산업의 변화를 반영하는 중요한 지표로 활용될 수 있으며, 앞으로의 정책 방향 설정 및 지원 방안을 마련하는 데 활용될 수 있다.



<그림1> 도내 사업자 현황

강원도 내 정상 영업 중인 사업자의 사업 분류를 분석한 결과, 특정 업종이 두드러지게 높은 비중을 차지하고 있는 것으로 나타났다. 트리맵 시각화에 따르면, 주요 업종별 사업체 수의 분포가 뚜렷하게 구분되며, 일부 대형 업종이 전체 사업체의 상당 부분을 차지하고 있다. 특히 음식업, 소매업, 숙박업 등 서비스 산업이 주요 비중을 차지하고 있으며, 이는 강원도의 관광 산업 및 지역 경제 구조와 연관이 깊은 것으로 분석된다. 또한, 건설업, 제조업 등 산업 기반 업종도 일정한 비중을 차지하고 있으며, 지역 경제의 균형 발전을 위한 중요한 요소로 작용하고 있다. 소

규모 사업체들이 다수 존재하는 것을 확인할 수 있으며, 이는 다양한 창업 및 자영업 형태가 강원도 내에서 활발하게 이루어지고 있음을 시사한다. 이러한 분포는 지역 경제 정책 수립 및 산업별 맞춤형 지원 방안 마련에 있어 중요한 참고자료가 될 것이다.



<그림2>사업 분야별 비중

강원도 내 정상 영업 중인 사업자들의 사업 분류한 결과, 사업체들을 5+1 분야 카테고리 및 기타 카테고리로 효과적으로 분류할 수 있었다. 이를 통해, 기존 사업자 분포와 본 보고서에서 정의한 유망 산업 분야를 연결하는 맵핑이 가능해졌다. 즉, 강원도가 기존 주력 산업을 기반으로 최신 산업 트렌드와 국가 전략산업을 접목하여 ICT를 중심으로 한 5+1 미래 산업(반도체, 바이오헬스, 미래에너지, 미래모빌리티, 푸드테크 + ICT)의 융합형 산업 생태계를 구축하기 위해 사업자와의 연계를 고려하였다 (유니크에이아이, 2025).

AI 기반의 분석 결과, 현재 강원도 내 사업자들의 주요 분포와 미래 유망 산업 간의 밀접한 연관성이 확인되었다. 특히, 관광·레저, 스마트 농업, 친환경 에너지, ICT·디지털 분야는 현재 사업자 기반을 바탕으로 향후 성장 가능성이 높은 것으로 평가되었다. 또한, 강원도의 특화 산업은 지역 경제 활성화 및 차별화된 경쟁력을 확보하는 데 중요한 역할을 할 것으로 기대된다. 이를 활용하여, 강원도의 기존 산업 구조와 미래 유망 산업 간의 연계성을 확인할 수 있었으며, 향후 정책 및 지원 방향을 설정하는 데 있어 유의미한 시사점을 제공할 것으로 기대된다.

<표1> 사업분류(195개)와 5+1 분야 맵핑

분류	맵핑	분류	맵핑
통신판매업	ICT	안전상비의약품 판매업소	바이오헬스
방문판매업	ICT	약국	바이오헬스
전화권유판매업	ICT	의료기기판매(임대)업	바이오헬스
고압가스업	미래에너지	의료기기수리업	바이오헬스
석유판매업	미래에너지	의료기관세탁물처리업	바이오헬스
석유및석유대체연료 판매업체	미래에너지	병원	바이오헬스
일반도시가스업체	미래에너지	의원	바이오헬스
액화석유가스용품제 조업체	미래에너지	의료법인	바이오헬스
특정고압가스업	미래에너지	응급환자이송업	바이오헬스
배출가스전문정비사 업자(확인검사대행 자)	미래모빌리티	부속의료기관	바이오헬스
식품제조가공업	푸드테크		
즉석판매제조가공업	푸드테크		

위의 결과는 전체 기간에 대한 사업자 인허가 정보를 바탕으로 나온 결과이며, 이 데이터의 위치 정보 및 연도 정보를 활용하여 대상을 필터링하였다. 이어서, 인허가연도 2021년부터 최근까지의 47,745건 대상으로 범위를 구체화하였으며, 시군구 단위의 지역별 주요 분야의 사업자 현황은 다음과 같다.

<표2> 도내 주요 지역별 유망 산업 분야 사업자 현황

	ICT	기타	미래에너지	바이오헬스	푸드테크	합계
강릉시	1764	4138	36	456	754	7148
고성군	300	822	6	49	50	1227
동해시	640	1247	15	168	368	2438
삼척시	353	950	18	98	80	1499
속초시	806	1599	3	183	357	2948
양구군	158	345	1	25	60	589
양양군	425	1004	5	52	91	1577
영월군	309	650	5	40	49	1053
원주시	3958	5766	27	849	949	11549
인제군	290	565	4	61	50	970
정선군	259	615	4	44	121	1043
철원군	242	775	5	65	163	1250
춘천시	2699	4272	11	515	651	8148
태백시	202	496	2	57	142	899
평창군	467	825	3	48	164	1507
홍천군	541	1054	4	88	193	1880
화천군	196	388	2	37	31	654
횡성군	440	755	8	59	104	1366
합계	14049	26266	159	2894	4377	47745

강원도 내 지역별 사업자 분포를 분석한 결과, ICT, 바이오헬스, 푸드테크, 미래에너지, 기타 산업군별로 지역별 차이가 뚜렷하게 나타났다. 이를 통해 지역별 산업 특성을 명확히 파악할 수 있으며, 향후 산업 성장과 지원 방향을 설정하는 데 중요한 자료가 될 것으로 예상된다.

우선, ICT 산업은 원주시(3,958개), 춘천시(2,699개), 강릉시(1,764개)에서 가장 활발하게 운영되고 있으며, 이는 해당 지역이 디지털 및 IT 기반이 잘 구축된 산업 중심지이기 때문으로 분석된다. 특히, 대학 및 연구 기관과의 연계성이 높은 지역일수록 ICT 관련 기업의 수가 많아, 산업 생태계가 비교적 잘 형성되어 있는 것으로 나타났다. 기타 산업군(제조업, 도소매업, 서비스업 등)은 원주시(5,766개), 춘천시(4,272개), 강릉시(4,138개)에서 가장 높은 비중을 차지하고 있으며, 이는 해당 지역들이 강원도의 경제 중심지 역할을 하고 있음을 시사한다. 다양한 업종이 혼재되어 있어 종합적인 산업 지원 정책이 필요한 지역으로 판단된다. 미래에너지 산업은 강릉시(36개), 동해시(15개), 삼척시(18개) 등 일부 해안 및 산업 중심지에서 상대적으로 많은 사업체가 운영되고 있다. 이는 풍력·태양광 발전 등 신재생에너지 사업과 관련된 기업들이 해당 지역에 위치하고 있기 때문으로 분석되며, 향후 정책적 지원이 더해진다면 성장 가능성이 높은 분야로 평가된다. 바이오헬스 산업은 원주시

(849개), 춘천시(515개), 강릉시(456개)에서 두드러지게 많으며, 강원도의 의료·바이오 연구 및 개발이 활발하게 이루어지고 있는 지역임을 보여준다. 특히 원주시는 강원도 내 의료기기 산업과 연구 인프라가 잘 갖추어진 지역으로, 바이오헬스 산업의 중심지 역할을 하고 있다. 푸드테크 산업은 원주시(949개), 강릉시(754개), 춘천시(651개)에서 높은 비율을 차지하며, 강원도의 농축산업 기반과 연계된 식품 가공, 유통, 개발 관련 기업들이 집중적으로 운영되고 있음을 나타낸다. 이는 강원도 내 지역 특산물을 활용한 가공업 및 푸드테크 산업의 성장 가능성을 보여주는 중요한 데이터이다.

위의 표와 그림을 통해, 강원도 내 지역별 산업 분포와 유망 산업군 간의 연계성을 명확히 파악할 수 있었으며, 이를 바탕으로 향후 정책 및 지원 방향을 설정하는데 기여할 수 있다. 특히, ICT, 바이오헬스, 푸드테크 산업은 원주, 춘천, 강릉을 중심으로 강세를 보이고 있으며, 미래에너지 산업은 강릉, 동해, 삼척 지역을 중심으로 성장할 가능성이 큰 것으로 보인다. 따라서, 강원도의 산업 경쟁력을 높이기 위해서는 기존의 강점 산업을 더욱 발전시키면서도, 신재생에너지 및 미래 유망 산업군에 대한 정책적 지원을 강화하는 것이 필요하다. 이를 통해 강원도 내 산업 구조를 고도화하고, 지역 경제 활성화를 촉진할 수 있을 것으로 기대된다.

2.3.4. 미래 산업 육성을 위한 창업 현황 분석

위의 결과를 바탕으로, 주요 육성 분야인 5+1분야의 상당 부분 신생기업의 육성 정책이 필요함을 알 수 있다. 강원도를 포함한 지역별 창업기업 현황을 분야별로 비교 분석한 결과, 창업의 활성화 정도와 산업별 특징이 지역마다 상이하게 나타났다(유니크에이아이, 2025). 특히 기술기반업종, 제조업, 정보통신업, 전기·가스·공기 조절 공급업, 전문·과학·기술 서비스업, 보건 및 사회복지 서비스업 등의 창업 동향을 분석하여 강원도의 산업적 강점과 보완이 필요한 분야를 확인할 수 있었다. 전체 창업기업 현황을 위해 2021년부터 2023년까지의 데이터를 살펴보면, 창업기업의 전체 수는 변동을 거듭하며 점차 감소하는 추세를 보였다. 2021년 초반에는 360,846개의 창업기업이 존재했으나, 2022년 4분기에는 298,082개까지 감소하였다. 하지만 2023년 1분기에는 다시 333,372개로 증가하는 회복세를 보였다. 강원도의 경우, 창업기업 수가 2021년 1분기 9,783개에서 2022년 4분기 8,734개로 감소하였으나, 2023년 1분기에는 9,901개로 반등한 모습이 확인된다.

분야별 창업기업 현황을 비교해보면 다음과 같다. 우선, 기술기반업종은 전국적으로 2021년 1분기 61,882개의 창업기업이 있었으며, 2023년 1분기에는 62,299개로 증가했다. 강원도 내 기술기반업종 창업기업 수는 2021년 1,109개에서 2023년 1,310개로 증가하여, 기술 분야 창업이 지속적으로 성장하는 모습을 보였다. 이어서, 제조업 창업은 2021년 1분기 12,736개에서 2022년 4분기 9,387개로 감소한 후, 2023년 1분기에 10,144개로 소폭 회복되었다. 강원도에서는 2021년 215개에서 2022년 163개로 감소하였으나, 2023년 205개로 다시 증가하는 모습을 보였다. 정보통신업 창업은 2021년 1분기 10,758개에서 2023년 1분기 13,375개로 꾸준히 증가하였다. 강원도 역시 2021년 117개에서 2023년 233개로 큰 폭으로 증가하며, ICT 기반 창업이 활성화되고 있음을 나타냈다. 에너지와 관련하여, 전기·가스·공기 조절 공급업에 대해서, 전국적으로 창업은 2021년 5,702개에서 2023년 7,675개로 증가하며 비교적 빠른 성장세를 보였다. 강원도에서는 2021년 367개에서 2022년 263개로 감소했으나, 2023년 421개로 반등하였다. 전문·과학·기술 서비스업 분야는 2021년 1분기 16,214개에서 2022년 4분기 12,412개로 감소했지만, 2023년 1분기 14,350개로 회복되었다. 강원도에서도 2021년 233개에서 2022년 252개로 증가한 후, 2023년 265개로 꾸준한 상승세를 보였다. 또한, 보건업 및 사회복지 서비스업 전국적으로 창업 수는 소폭 증가하는 경향을 보이며, 2021년 1,323개에서 2023년 1,220개로 안정적인 변화를 유지하였다. 강원도에서는 2021년 26개에서 2022년 19

개로 감소한 후, 2023년 20개로 소폭 반등하였다.

즉, 기술기반업종, 정보통신업, 전기·가스·공기 조절 공급업 등 미래 산업과 관련된 창업 증가세가 두드러지며, 강원도에서도 이러한 트렌드가 반영되고 있음을 확인할 수 있다. 제조업 창업은 다소 감소하는 경향을 보이나, 2023년 들어 다시 회복하는 모습을 보여 지역별로 차별화된 지원 정책이 필요할 수 있다. 보건 및 사회복지 서비스업 창업은 전체적으로 안정적인 수준을 유지하고 있으며, 강원도에서도 비슷한 흐름을 보이고 있다. 향후 강원도 내 창업 활성화를 위해 ICT 및 기술기반 창업 지원을 강화하고, 제조업과 신재생에너지 관련 창업 육성 정책을 병행할 필요가 있다.

이러한 창업과 함께, 신생기업의 생존도 산업을 이해하는데 중요한 요소이다. 통계청의 기업생멸행정통계를 통해 타 지역과의 비교를 하였고, 강원도 내 신생기업의 생존율을 분석한 결과, 전국 평균과 비교했을 때 전반적으로 비슷한 수준을 유지하고 있으나, 일부 연도에서는 전국 평균보다 낮거나 높은 경향이 나타나는 등 변동성이 존재하는 것으로 확인되었다. 이를 통해 강원도의 창업 환경과 기업의 지속 가능성에 대한 시사점을 도출할 수 있다. 우선, 강원도의 1년 차 생존율은 2017년 63.5%에서 2020년 65.5%로 증가하는 추세를 보였다. 전국 평균(2020년 64.8%)과 비교했을 때 강원도의 1년 생존율은 소폭 높은 수준이며, 이는 창업 초기 단계에서 상대적으로 안정적인 운영이 가능함을 시사한다. 특히 2020년에는 충북(66.7%), 충남(66.8%) 및 전북(68.3%)이 가장 높은 생존율을 보였으며, 강원도는 이들 지역과 유사한 수준을 유지하고 있다. 강원도의 2년 차 생존율은 2017년 50.6%에서 2020년 55.2%로 증가하였다. 전국 평균(53.6%)과 비교했을 때 2020년 기준으로 강원도의 2년 생존율은 전국보다 높은 수준을 유지하고 있다. 2019년에는 50.4%로 전국(51.9%) 대비 다소 낮은 생존율을 기록하였으나, 2020년에는 충북(52.7%), 충남(53.7%)보다 높은 수치를 보이며 개선된 모습을 나타냈다. 강원도의 3년 차 생존율은 2017년 41.2%에서 2020년 43.1%로 증가하였다. 전국 평균(44.3%) 보다는 소폭 낮은 수준이지만, 2019년 43.9%에서 2020년 43.1%로 다소 감소한 것을 고려할 때 기업의 지속 가능성을 더욱 높일 수 있는 지원책이 필요하다. 다만, 전반적인 상승 흐름을 고려할 때, 창업 기업이 지속적으로 운영될 수 있는 환경이 점차 조성되고 있는 것으로 보인다. 강원도의 4년 차 생존율은 2017년 34.2%에서 2020년 38.3%로 상승하였다. 전국 평균(38.5%)과 비교했을 때 거의 유사한 수준이며, 전북(37.5%), 경북(38%)과 비슷한 수준을 유지하고 있다. 2019년 대비 상승한 것은 장기적인 생존 가능성이 다소 개선되었음을 의미하나, 안정적인 생태계를 구

축하기 위해 추가적인 지원이 필요할 것으로 보인다. 마지막으로, 강원도의 5년 차 생존율은 2017년 28.2%에서 2020년 31.9%로 증가하였다. 전국 평균(33.8%)보다는 다소 낮은 수준이나, 2019년 31.1%에서 소폭 상승하며 기업이 장기간 운영될 수 있는 환경이 다소 개선된 것으로 보인다. 제주(35%) 및 전남(35%) 등 일부 지역이 상대적으로 높은 생존율을 보인 것과 비교하면, 강원도의 5년 차 생존율은 여전히 보완이 필요한 수준이다.

이와 관련하여, 강원도 창업 생태계의 시사점 및 개선 방향으로는, 우선, 생존율 상승 추세 유지 및 추가 개선 필요한 측면이 있다. 강원도의 1년, 2년 생존율은 전국 평균보다 높거나 유사한 수준을 유지하고 있으며, 이는 창업 초기 지원이 비교적 원활하게 이루어지고 있음을 의미한다. 그러나 3년, 4년, 5년 차 생존율은 전국 평균보다 낮거나 비슷한 수준이므로, 창업 기업이 일정 기간이 지나면서 어려움을 겪는 현상이 발생할 가능성이 있다. 그 다음으로는 창업 지원 정책의 장기 지속성 강화가 필요하다. 초기 창업 지원을 넘어, 3년 차 이후 생존율을 높이기 위한 맞춤형 지원 정책이 필요하다. 이를 위해 창업 후 성장 단계별 지원, 자금 조달, 기술 이전, 마케팅 지원 프로그램 등 지속적인 보완책이 마련되어야 한다. 무엇보다도, 지역 산업 특성과 연계한 창업 활성화가 중요하다. 강원도의 주요 산업(관광·레저, 푸드테크, 바이오헬스, 신재생에너지 등)과 연계된 창업 지원 정책이 필요하다. 지역 특화산업을 기반으로 한 창업 생태계를 조성할 경우, 창업 기업의 장기 생존 가능성을 높이는 데 기여할 것으로 예상된다.

2.3.5. 지역 혁신 기관 현황

강원도 내 기업을 대상으로 한 R&D 및 비R&D 사업을 추진하는 기관은 총 20여 곳으로, 다양한 유형의 지원 기관이 운영되고 있다. 이는 지역 내 기술 개발, 연구 혁신, 기업 성장 지원을 위한 기반이 비교적 잘 구축되어 있음을 의미한다. 특히, 대학 내 RIC(지역혁신센터)는 6곳이 운영 중이며, 이공계 대학은 16개가 존재하여 지역 내 학술·연구 인프라가 기업 지원과 연계될 수 있는 환경을 조성하고 있다. 이는 강원도의 산업 경쟁력을 높이고, 기업의 기술력 향상과 신사업 창출을 촉진하는 데 중요한 역할을 하고 있다.

강원도의 기업지원 기관은 크게 정부 출연 기관(8곳), 광역지자체 출연 기관(5곳), 기초지자체 출연 기관(7곳), 대학 내 지역혁신센터(6곳), 이공계 대학(16곳)으로 구성되어 있다. 이를 통해 기업의 연구개발(R&D) 지원뿐만 아니라, 창업 지원, 기술 이전, 인력 양성 등 다양한 형태의 지원이 이루어지고 있다. 앞으로 이러한 기관 간의 협력을 강화하고, 기업의 필요에 맞는 맞춤형 지원 체계를 구축할 경우, 강원도의 산업 경쟁력 향상과 지속 가능한 기업 생태계 조성에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

우선, 강원도 내 국가기관 성격의 연구 및 기업지원 기관들은 출연연구기관과 공공 연구기관 분원으로 구성되며, 지역 산업의 기술 혁신과 기업 성장 지원을 위한 핵심적인 역할을 수행하고 있다. 출연연구기관으로는 한국과학기술연구원 강릉분원(천연물 연구), 한국기초과학지원연구원 강릉센터·춘천센터(리튬이온 배터리, 생체 영상), 한국생산기술연구원 강원지역본부(비철금속, 세라믹, 3D 프린팅), 한국식품연구원 강릉센터(식품 가공 및 기능성 연구) 등이 있으며, 강원도의 바이오, 이차전지, 소재·부품·장비, 식품 산업과 연계된 연구개발을 주도하고 있다. 또한, 한국산업기술시험원 강원지역본부와 한국세라믹기술원 강릉센터 등 공공 연구기관들은 기업의 R&D 지원, 장비·시설 지원, 기술 개발 지원 등을 통해 강원도의 산업 경쟁력 강화를 돕고 있다.

이러한 연구기관들은 강원도의 전략 산업과 밀접하게 연계된 연구 및 기업 지원 활동을 수행하며, 특히 기술 이전, 창업 지원, 중소기업 맞춤형 기술 지원 등의 기능을 확대해 나가는 것이 중요하다. 향후 기관 간 협력 네트워크를 강화하고, 기업과의 기술 매칭 및 기술 상용화 지원을 확대하며, 신재생에너지, AI·빅데이터, 스마트팩토리 등 미래 산업을 위한 연구개발을 확대할 필요가 있다. 이를 통해 강원도는 기술 혁신 생태계를 조성하고, 지속 가능한 산업 경쟁력을 확보할 수 있을 것으로

로 기대된다.

강원도의 광역지자체 출연 기관들은 지역 내 기업 성장과 혁신 역량 강화를 위해 R&D 지원, 산학연 네트워크 구축, 정책 연구, 기업 자금 및 기술 지원 등 다양한 기능을 수행하고 있다. 강원지역사업평가단, 강원창조경제혁신센터, 강원테크노파크, 강원도 경제진흥원 등의 기관은 각각 특화된 역할을 수행하며, 기업이 필요로 하는 기술 및 연구개발 지원, 창업 지원, 시장 진출을 위한 마케팅과 네트워크 구축 등을 지원하고 있다. 특히, 강원창조경제혁신센터는 빅데이터 분야의 R&D 및 인력양성을 지원하며, 강원테크노파크와 강원도 경제진흥원은 기업의 정책 연구, 기술개발, 자금 조달, 마케팅 지원 등을 제공하여 지역 내 혁신 생태계를 조성하는 데 기여하고 있다.

이러한 기관들은 강원도 내 기업들이 지속적으로 성장할 수 있도록 산업과 연계된 맞춤형 지원을 제공하며, 특히 산학연 협력을 통한 기술 이전, 창업 및 중소기업 지원을 강화하는 것이 중요하다. 향후 강원도의 산업 구조 고도화를 위해서는 이들 기관 간의 협력을 더욱 강화하고, R&D 투자 확대 및 신산업 지원 정책을 강화할 필요가 있으며, 빅데이터, AI, 친환경 에너지 등 미래 산업을 중심으로 연구개발을 활성화하는 전략이 요구된다. 이를 통해 강원도는 지역 내 혁신 역량을 극대화하고, 지속 가능한 기업 생태계를 조성하여 지역 경제 발전을 선도할 수 있을 것으로 기대된다.

강원도의 기초지자체 출자·출연 기관들은 지역 산업과 밀접한 연구개발(R&D) 및 기업 지원 활동을 수행하며, 각 지역의 특화 산업과 연계된 맞춤형 지원을 제공하고 있다. 강릉과학산업진흥원은 식음료·건강식품·IT/SW 융합 제품개발을, 영월청정소재산업진흥원은 신소재·광물소재·비철소재·천연물소재를 연구하며, 지역 특성을 반영한 산업 혁신을 이끌고 있다. 또한, 철원플라즈마산업기술연구원(플라즈마), 춘천바이오산업진흥원(천연물·건강기능식품), 홍천메디칼허브연구소(메디칼허브) 등은 각각 해당 분야에서 R&D 지원, 산학연 협력, 인력양성, 장비·시설 지원 등의 역할을 수행하며, 강원도의 산업 기반을 다변화하고 경쟁력을 높이는 데 기여하고 있다.

이러한 기관들은 산업통상자원부, 환경부, 과학기술정보통신부 등 다양한 중앙부처와 협력하며, 강원도의 산업 구조와 기업 생태계를 지원하는 중요한 역할을 하고 있다. 특히, 원주의료기기테크노밸리와 강원정보문화진흥원은 의료기기 및 정보문화산업 분야에서 기술 개발과 기업 지원을 수행하고 있으며, 클러스터 운영 및 기술 이전, 마케팅, 창업 지원까지 포함하는 포괄적인 지원 체계를 구축하고 있다. 향후 이러한 기관들은 지역 산업 간 협력을 더욱 강화하고, 기술 개발과 상용화, 글

로벌 시장 진출을 지원하는 방향으로 발전해야 하며, 빅데이터, AI, 친환경소재 등 미래 산업과의 연계성을 더욱 높일 필요가 있다. 이를 통해 강원도는 지속 가능한 혁신 생태계를 조성하고, 지역 경제의 자립적 성장 기반을 강화할 수 있을 것으로 기대된다.

강원도의 지역혁신센터(RIC, Regional Innovation Center)는 지역별 특화 산업과 연계된 기술 개발, 연구 지원, 기업 협력 및 산업 고도화를 목표로 운영되고 있으며, 산업통상자원부의 지원을 받아 지역 대학을 중심으로 구축되어 있다. 강원 웰빙 특산물 산업화 지역혁신센터(강원대, 횡성)는 웰빙·특산물 산업을, 동해안 해양생물자원 지역혁신센터(강릉원주대, 강릉)는 해양생물자원 활용을, 석재복합 신소재제품 지역혁신센터(강원대, 춘천)는 신소재 및 석재복합 제품 개발을 주요 연구 분야로 설정하여 강원도 내 산업과 연구개발의 연계를 강화하고 있다. 또한, 식의약품 효능성 평가 및 기능성소재 지역혁신센터(한림대, 춘천)는 바이오·의약 산업과 연계된 연구를 수행하고 있으며, 첨단해양공간개발 지역혁신센터(가톨릭관동대, 강릉) 및 파인세라믹 지역혁신센터(강릉원주대, 강릉) 등도 지역별 특성을 반영한 연구개발을 추진 중이다.

이러한 지역혁신센터들은 지역 대학과 연구 기관을 기반으로 첨단 기술 개발 및 산업 현장 적용을 지원하며, 기업과 협력하여 신기술의 실용화 및 상용화를 촉진하는 데 중점을 두고 있다. 향후 강원도의 지역혁신센터들은 산업별 연구 성과를 확산하고, 기업과의 기술 협력을 확대하며, 창업 및 중소기업 지원을 강화하는 방향으로 운영될 필요가 있다. 또한, 빅데이터, AI, 친환경 소재, 스마트팩토리 등의 첨단 기술을 기존 연구 분야와 융합하여, 강원도의 산업 경쟁력을 한층 높이는 전략을 마련해야 할 것이다. 이를 통해 강원도는 지속 가능한 지역 산업 생태계를 구축하고, 연구개발 기반의 혁신적인 경제 발전을 이루는 데 중요한 역할을 할 것으로 기대된다.

강원도 내 대학들은 국립대, 사립대, 전문대 및 특성화 대학 등으로 다양하게 분포하며, 지역의 산업 및 연구개발(R&D)과 연계하여 기술 인력 양성, 산학 협력, 창업 및 기업 지원 등의 역할을 수행하고 있다. 주요 대학으로는 강릉원주대학교(강릉·원주), 강원대학교(춘천·삼척), 연세대학교(원주), 상지대학교, 경동대학교, 가톨릭관동대학교, 한림대학교, 한라대학교 등이 있으며, 이들은 의료·바이오, 정보통신기술(ICT), 공학, 신소재, 관광·레저 등 다양한 분야에서 강원도의 지역 산업과 연계한 교육과 연구를 진행하고 있다. 또한, 강원도립대학교, 강릉영동대학교, 한림성심대학교와 같은 전문대학들은 지역 산업 맞춤형 인재를 양성하고, 실무 중심의 교육 프

로그램을 제공하여 지역 내 중소기업 및 산업체와의 협력을 강화하는 데 기여하고 있다.

특히, 한국폴리텍대학(강릉·원주·춘천) 캠퍼스는 실무 중심의 직업 교육을 제공하며, 산업기술 인력 양성을 통해 강원도의 제조업 및 첨단 기술 산업과 연계된 교육을 수행하고 있다. 이러한 대학들은 강원도의 지역 혁신 역량 강화를 위한 핵심 인프라로 작용하며, 기업과 연계한 연구개발, 기술 이전, 창업 지원 등의 프로그램을 확대할 필요가 있다. 향후 강원도 내 대학들은 산업 수요 기반의 교육과 연구를 더욱 강화하고, 지역 내 기업 및 연구기관과 협력하여 지속 가능한 혁신 생태계를 구축하는 데 중점을 둘 필요가 있다. 이를 통해 강원도는 첨단 산업과 연계한 인재 양성을 촉진하고, 지역 경제 발전에 기여하는 기반을 마련할 수 있을 것으로 기대된다.

위의 기관들에 대해서, 산업별 혁신자원 현황을 다음과 같으며(유니크에이아이, 2025), 기관별로 해당 분야에의 역량을 파악할 수 있다.

<표3> ICT/빅데이터 분야

권역	기관명	주요역할					
		지식 창출	장비 활용	연구 개발	기반 확충	인력 양성	사업 지원
강릉	강릉과학산업진흥원	0	0	0	0	0	0
	강릉원주대학교	0	0	0	0	0	
	가톨릭관동대학교	0	0	0	0	0	
원주	강원도경제진흥원			0		0	0
	강원ICT융합연구원	0	0	0	0	0	0
	연세대학교(미래)	0	0	0	0	0	
	상지대학교	0	0	0	0	0	
춘천	강원디자인진흥원			0			0
	강원정보문화진흥원		0	0	0	0	0
	강원창조경제혁신센터			0	0	0	0
	강원테크노파크	0	0	0	0	0	0
	강원대학교	0	0	0	0	0	
	한림대학교	0	0	0	0	0	

<표4> 바이오헬스 분야

권역	기관명	주요역할					
		지식 창출	장비 활용	연구 개발	기반 확충	인력 양성	사업 지원
강릉	강릉과학산업진흥원	0	0	0	0	0	0
	한국과학기술연구원	0	0	0	0		0
	한국식품연구원	0	0				
	강릉원주대학교	0	0	0	0	0	
	가톨릭관동대학교	0	0	0	0	0	
원주	강원도 경제진흥원			0		0	0
	한국산업기술시험원	0	0				
	연세대학교(미래)	0	0	0	0	0	
	상지대학교	0	0	0	0	0	
춘천	강원디자인진흥원			0		0	0
	강원창조경제혁신센터			0	0	0	0
	강원테크노파크	0	0	0	0	0	0
	스크립스코리아 항체연구원	0	0	0		0	0
	춘천바이오산업진흥원	0	0	0	0	0	0
	한국기초과학지원 연구원	0	0	0			0
	강원대학교	0	0	0	0	0	
	한림대학교	0	0	0	0	0	
평창	서울대 그린바이오과학기술연구원	0	0	0	0	0	
홍천	홍천 메디컬허브 연구소	0	0	0	0	0	0
	서울대 시스템면역의학연구소	0	0	0	0	0	

<표5>디지털 헬스케어 분야

권역	기관명	주요역할					
		지식 창출	장비 활용	연구 개발	기반 확충	인력 양성	사업 지원
강릉	강릉원주대학교	0	0	0	0	0	
원주	강원ICT융합연구원	0	0	0	0	0	0
	강원도 경제진흥원			0		0	0
	원주의료기기 테크노밸리		0	0	0	0	0
	한국산업기술시험원	0	0				
	한국화학융합시험 연구원	0	0				
	연세대학교(미래)	0	0	0	0	0	
	경동대학교	0	0	0	0	0	
춘천	강원디자인진흥원			0		0	0
	강원창조경제혁신센터			0	0	0	0
	강원테크노파크	0	0	0	0	0	0
	강원대학교	0	0	0	0	0	

<표6>모빌리티 분야

권역	기관명	주요역할					
		지식 창출	장비 활용	연구 개발	기반 확충	인력 양성	사업 지원
강릉	한국생산기술연구원	0	0	0	0		
	강릉원주대학교	0	0	0	0	0	
원주	한국건설 생활환경 시험연구원	0	0	0	0		0
	한라대학교	0	0	0	0	0	
춘천	강원정보문화진흥원		0	0	0	0	0
	강원창조경제혁신센터			0	0	0	0
	강원테크노파크	0	0	0	0	0	0
	강원대학교	0	0	0	0	0	
영월	세경대학교	0				0	
철원	철원플라즈마 산업기술연구원	0	0	0	0	0	0

<표7>신소재/에너지 분야

권역	기관명	주요역할					
		지식 창출	장비 활용	연구 개발	기반 확충	인력 양성	사업 지원
강릉	강릉과학산업진흥원	0	0	0	0	0	0
	한국생산기술연구원	0	0	0	0		
	한국세라믹기술연구원	0	0	0	0		
	강릉원주대학교	0	0	0	0	0	
	강릉영동대학교	0				0	
원주	강원도 경제진흥원			0		0	0
	한국건설 생활환경 시험연구원	0	0	0	0		
	한국산업기술시험원	0	0				
	연세대학교(미래)	0	0	0	0	0	
	상지대학교	0	0	0	0	0	
춘천	강원디자인진흥원			0		0	0
	강원창조경제혁신센터			0	0	0	0
	강원테크노파크	0	0	0	0	0	0
	강원대학교	0	0	0	0	0	
영월	영월산업진흥원	0	0	0	0		0
	세경대학교	0				0	
철원	철원플라즈마 산업기술연구원	0	0	0	0	0	

강원도 내 공공기관 및 연구기관은 5+1의 주요 산업 분야(모빌리티, 바이오헬스, 미래에너지, 푸드테크, ICT, 반도체)에 걸쳐 고르게 분포하고 있으나, 지역별로 기관 수와 연구개발(R&D) 역량에는 차이가 존재한다. 특히, 강릉, 춘천, 원주 등은 바이오헬스 및 푸드테크 분야에서 활발한 연구가 이루어지고 있으며, 미래에너지 관련 기관은 동해 및 삼척 지역을 중심으로 일부 운영되고 있다. ICT 분야는 원주와 춘천 중심이며, 모빌리티 관련 연구기관은 일부 지역에 집중된 형태를 보이고 있다.

산업 기반 분석과 마찬가지로, 모빌리티, 바이오헬스, 미래에너지, 푸드테크, ICT 분야에 대한 연구 및 지원 기관이 상대적으로 많은 반면, 반도체 관련 기관은 다소 부족한 것으로 나타났다. 강원도는 디지털 및 스마트 산업이 빠르게 발전하는 환경 속에서 ICT와 모빌리티 기술이 융합된 새로운 산업 구조를 형성하고 있으며, 바이오헬스와 푸드테크는 강원도의 농업·자연 자원과 연계하여 지속적으로 성장하고 있다. 하지만, 반도체 산업과 관련된 연구 및 기업 지원 기관이 부족한 점은 향후 강원도의 산업 다변화를 저해하는 요소가 될 수 있다.

이를 해결하기 위해서는 반도체 산업을 포함한 첨단 산업 분야의 연구 및 지원 기관을 확충하고, 기존의 ICT 및 제조업과의 연계를 강화하는 전략이 필요하다. 특히, 강원도 내 대학 및 연구소와 협력하여 반도체 및 관련 소재·부품·장비 산업을 육성하고, 기업 지원 및 전문 인력 양성 프로그램을 확대할 필요가 있다. 또한, 공

공기관과 연구기관 간 협력을 통해 산업 간 융합을 촉진하고, 강원도 내 5+1 산업의 균형 발전을 이루기 위한 정책적 지원이 요구된다.

2.3.6. 강릉 에너지 정책 현황 및 신규 수요

2.3.6.1. 개요

정부는 탄소중립과 에너지 전환을 국가 핵심 과제로 설정하고, 이를 제도적으로 뒷받침하기 위해 기후·에너지·환경 분야의 다수 법정위원회를 운영하고 있다(국토교통부, 환경부, 산업통상자원부, 2022). 이들 위원회는 에너지 정책 방향 설정, 탄소중립 이행 점검, 전력·신재생에너지 확대, 지역 에너지 전환과 관련된 주요 정책을 심의·조정하는 역할을 수행하고 있으며, 이러한 활동은 강릉을 포함한 지역 에너지 믹스 전환의 제도적 기반으로 작용하고 있다.

우선, 탄소중립·녹색성장위원회를 중심으로 정부는 2030 국가 온실가스 감축목표(NDC)와 2050 탄소중립 시나리오를 수립·보완하며, 발전 부문에서의 화석연료 감축과 신재생에너지 확대를 주요 정책 방향으로 제시하고 있다(산업통상자원부, 2024). 이러한 논의 과정에서 석탄화력발전 단계적 감축, 전원 구조 다변화, 지역 단위 에너지 전환의 필요성이 지속적으로 다루어지고 있으며, 이는 강릉을 포함한 동해안 발전 지역의 에너지 믹스 재편과 직결된다.

또한 전력정책 관련 위원회 및 에너지위원회를 통해 정부는 전력수급기본계획과 에너지기본계획을 연계하여 중장기 전원 믹스 조정을 추진하고 있다. 이 과정에서 분산형 전원 확대, 재생에너지의 지역별 수용성 제고, 계통 안정성 확보가 핵심 쟁점으로 논의되고 있으며, 강원도와 강릉은 풍력, 수력, 바이오에너지 등 지역 자원을 활용한 분산에너지 확대 대상 지역으로 지속적으로 검토되고 있다. 이는 강릉 에너지 믹스가 중앙 집중형 발전 구조에서 분산형·재생에너지 중심 구조로 전환되는 정책적 배경을 형성한다.

환경·자원순환 관련 위원회 활동 역시 강릉 에너지 믹스와 밀접하게 연관된다. 정부는 폐기물 관리 및 자원순환 정책을 통해 폐자원의 에너지화를 적극 추진하고 있으며, 매립가스 활용, 유기성 폐자원의 바이오가스화, 폐플라스틱 열분해 등과 같은 정책 과제가 위원회 논의를 통해 제도화되고 있다. 강릉은 이미 매립가스 자원화 사업 대상 지역으로 포함되어 있으며, 이러한 정부 차원의 정책 논의와 지원 체계는 지역 에너지 믹스에서 폐자원 에너지가 하나의 보완 전원으로 편입될 수 있는 근거를 제공한다 (강릉시, 2024).

아울러 정부는 자연스러운 전환과 지역 고용 영향을 고려하기 위해 고용·산업 연계 위원회 및 관계부처 협의체를 통해 에너지 전환에 따른 지역경제 영향도 함께

검토하고 있다. 석탄화력발전 감축과 연계된 고용 문제, 산업 구조 전환, 대체 산업 육성 방안 등이 정책 의제로 다루어지며, 이는 에너지 믹스 전환을 단순한 환경 정책이 아닌 산업·고용 정책과 결합된 종합 과제로 인식하게 만드는 중요한 배경이 된다. 최근의 정부의 기후·에너지·환경 분야 법정위원회 활동은 강릉 에너지 믹스 전환을 직접적으로 규정하는 상위 정책 환경을 형성하고 있다. 중앙정부는 위원회 체계를 통해 탄소중립 목표, 전원 믹스 조정, 분산에너지 확대, 자원순환 기반 에너지화, 자연스러운 전환을 통합적으로 논의·추진하고 있으며, 이러한 활동은 강릉이 향후 재생에너지와 분산형 에너지, 폐자원 에너지, 친환경 산업을 결합한 지역 에너지 믹스 전략을 수립하는 데 중요한 기여를 할 것으로 기대된다.

2.3.7. 강릉시 에너지 시스템 현황

강릉시 및 동해안 지역 에너지 인프라 현황 (2021~2024)을 이해하기 위해, 우선, 강릉시 통계연보와 한국에너지공단의 에너지편람, 산업통상자원부의 전력수급기본계획과 분산에너지 활성화 특별법 제정 및 시행령 해설자료, 국토교통부, 환경부, 산업통상자원부의 탄소중립 시범도시 조성 사업 기본계획, 강릉시 정책보고서 등을 기반으로 현황을 파악하였다. 우선, 강릉시 및 동해안 지역 발전 설비 구성 (연료별 에너지 비중)을 살펴보았다. 강릉시와 인근 동해안 지역은 대규모 석탄화력 발전을 중심으로 전력 생산 인프라가 구축되어 있다. 2022년부터 2024년에 걸쳐 강릉안인화력(1,040MW급 2기 총 2,080MW)이 상업운전을 시작하고 삼척블루파워(1,050MW급 2기 총 2,100MW)가 준공되는 등 신규 석탄 발전설비가 연이어 가동되었다. 그 결과 2024년 기준 동해안 권역(강원 강릉·동해·삼척 일대)의 발전설비 총용량은 약 17~20GW에 달하는데, 이 중 석탄화력이 대부분을 차지한다. 반면 LNG 복합발전은 현재 운영 중인 설비가 없으며, 재생에너지(바이오매스·태양광·풍력 등)는 수백 MW 규모로 전체의 극히 일부에 불과하다. 석탄화력이 약 90% 이상을 차지하여 절대적인 비중을 보이며, 바이오매스 등 신재생에너지는 5~8% 수준, 기타(태양광·풍력 등 분산자원)는 5% 미만이다. 이러한 구조는 동해안 지역이 전국 평균에 비해 석탄 등 화력발전에 크게 의존하고 있음을 보여준다. 정부의 탄소중립 정책과 맞물려 향후 이러한 편중된 에너지원 구성의 변화가 예상되지만, 2021~2024년 현시점에서는 화력 중심 구조가 유지되고 있다.

강릉시 및 동해안 지역 발전설비 구성 비중 관련하여, 강릉시와 동해안 지역의 주요 발전소로는 강릉에코파워의 강릉안인석탄화력(2,080MW), 삼척블루파워 석탄화력(2,100MW급), GS동해전력 북평화력(유연탄 1,190MW), 동서발전 동해화력(무연탄 400MW) 등이 있다. 또한 한국남동발전 영동에코발전본부(옛 영동화력)는 국내 최초로 석탄 보일러를 바이오매스로 전환한 발전소로서 125MW 및 200MW 설비를 목재펠릿 연료로 운영하고 있으며, 2017년과 2023년 두 차례 전환을 통해 총 325MW 규모의 순수 바이오매스 전소 발전소로 탈바꿈하였다. 신재생에너지 측면에서는 강릉시가 행정 및 공공시설을 중심으로 태양광 설비 보급을 확대하여 2023년까지 누적 3,927개소에 태양광 등을 설치하였으나 연간 발전량 약 5만9천MWh로 지역 전력소비의 2% 수준을 공급하는 데 그치고 있다. 요약하면 2021~2024년 현재 강릉 및 동해안권 전원 구성은 석탄화력이 절대적 주력이고, 소규모 분산형 재생에너지는 보조적 역할에 머무르고 있다.

또한, 송배전 인프라 현황을 살펴보면, 강릉시 및 동해안 지역에서 생산된 전력을 수용·송전하기 위한 송배전 인프라는 상대적으로 취약한 상태로, 발전설비 증가 속도를 따라가지 못하고 있다. 현재 동해안에서 내륙 수도권 방면으로 연결되는 주요 송전선로는 345kV 송전망과 일부 HVDC(초고압 직류) 라인으로 구성되는데, 동해안권 신규 발전소 준공으로 발전 용량이 약 20GW에 육박한 반면, 해당 지역의 송전선로로 실어 보낼 수 있는 전력은 약 10GW 수준에 그쳐 심각한 송전 제약이 발생하고 있다. 실제로 2024년 기준 동해안의 원자력·석탄발전소 8기가 출력 제한 조치로 동시에 가동을 멈추는 사태까지 발생하였으며, 발전된 전기를 송전하지 못해 신규 발전소들이 이용률 20~30%대의 ‘개점휴업’ 상태를 보이고 있다. 이는 수도권 전력수요가 충분함에도 불구하고 송전망 용량 부족으로 동해안 발전 전력이 묶이는 구조적 문제로, 정부와 전력당국의 송전설비 투자 지연에 따른 정책적 미비점으로 지적된다. 현재 산업부와 한전은 이러한 송전 병목을 해소하기 위해 동해안~수도권 간 대용량 송전선로 구축을 추진 중이다.

대표적으로 신한울 원전과 동해안 석탄 발전 전력을 경기지역으로 보내는 ‘신한울~신가평 500kV HVDC 송전망(총 16GW 규모)’ 사업이 10차 전력수급기본계획에 반영되어 있으나, 준공 목표가 2025~2026년으로 4년 지연된 상태이다. 따라서 2024년 현재까지는 동해안 권역에서 발전한 전력 상당 부분이 송전망 용량 한계로 출력억제 되고 있으며, 신규 송전 인프라가 완공되는 2026년 전후까지 송전 제약이 지속될 것으로 예상된다. 배전 측면에서는, 강릉시를 포함한 해당 지역에 154kV 변전소와 배전선로 증설도 함께 이뤄지고 있으나, 이러한 배전 인프라는 주로 지역 소비 공급용으로서 대규모 발전전력의 광역 송전 문제와는 별개로 운영되고 있다. 요약하면, 동해안 지역의 송배전 인프라 현황은 급증한 발전설비에 비해 송전망 확충이 지연되어 전력계통 병목 현상이 심각하며, 향후 수년간 이는 지역 전력공급 운영의 제약 요인으로 작용할 전망이다.

관련하여, 강릉의 에너지 자립률을 살펴볼 필요가 있다. ‘에너지 자립률’은 일반적으로 한 지역의 최종에너지 소비량 대비 해당 지역에서 생산·공급되는 에너지량의 비율로 정의된다. 강릉시의 경우, 과거에는 대규모 발전소 부재로 외부에서 전력·연료를 공급받는 구조여서 에너지 자립률이 매우 낮았으나, 최근 대형 발전소 준공으로 상황이 변하고 있다. 전력 부문을 기준으로 할 때 2023년 현재 강릉시는 지역 내 발전량이 소비량을 크게 초과하여 전력 순수출 지역이 되었고, 전력 자립률만 보면 100%를 넘는다. 다만 전력 외에 열에너지·연료 등을 포함한 종합적인 에너지 자립률은 여전히 낮은 수준인데, 이는 산업·수송 부문 연료와 열원 대부분을 지

역 외부에 의존하기 때문이다. 특히 신재생에너지 자립률 지표로 보면, 강릉시의 신재생에너지 생산량은 총에너지 소비량의 2% 내외에 불과한 것으로 나타난다. 강릉시 공식 발표에 따르면 2021년 기준 강릉시 전체 전력소비량 중 신재생에너지 생산 전력 비중이 약 2.1% 수준이며, 이를 향후 20~25%까지 높이는 것을 목표로 민간 태양광·풍력 발전시설 유치와 보급 확대를 추진하고 있다.

한편, 강원도 차원의 통계를 보면 2021년 강릉시의 최종에너지 소비는 강원도 전체의 13%가량 차지하며, 에너지원별로 강원 평균 대비 신재생에너지 비중 25% 수준(화석연료 의존 높음)을 보인다는 분석도 있다. 이는 강릉시가 관광·서비스 도시로서 산업용 에너지 소비가 낮고, 재생에너지 생산은 제한적인 현황을 반영한다. 종합하면, 2021~2024년 강릉시의 에너지 자립률은 신설 발전소 가동으로 전력 분야에서는 높아졌으나, 친환경에너지 측면에서는 5% 미만의 낮은 수준이며, 향후 재생에너지 확대에 따른 개선 여지가 큰 상태이다.

또한, 강릉시 주요 발전소인 안인석탄화력 발전소의 현황 및 특징을 살펴보면, 강릉 안인석탄화력 발전소(강릉에코파워)는 강릉시 강동면 안인리에 건설된 대규모 석탄화력발전소로, 1,040MW급 초초임계압 발전설비 2기를 갖추어 총 2,080MW의 설비용량을 확보하고 있다. 2018년 3월 착공 이후 약 4조 800억원이 투입된 민자 발전사업으로 추진되었으며, 2022년 10월에 1호기, 2023년 5월에 2호기가 순차적으로 준공되어 상업운전에 들어갔다. 현재 발전소 본 구조물과 발전기, 항만 석탄하역설비 등 모든 공사가 완료되어 운영 중이며, 행정적인 준공 절차는 2026년 9월까지 마무리될 예정이다.

강릉안인화력은 국내 최신식 석탄발전 기술이 적용된 발전소로, 초임계압 보일러와 탈질설비(SCR), 탈황설비, 전기집진기 등을 통해 환경오염물 배출을 최소화한 것이 특징이다 (SK ecoplant). 발전 효율을 높이기 위해 초초임계압(Ultra Supercritical) 기술이 도입되어 동일 용량 대비 석탄 사용량과 온실가스 배출량을 저감시킨 것으로 알려져 있다. 이 발전소는 당초 정부의 에너지전환 정책 속에서 LNG 전환 논란이 있었으나, 예정대로 석탄발전으로 완공되어 가동 중이다. 발전소 규모는 발전용량 기준 원자력발전소 2기에 맞먹는 국내 최대급 석탄화력으로서 강원도 동해안 일대 전력 공급의 핵심 설비가 될 것으로 기대되었다. 강릉에코파워 측에 따르면 본 발전소 운영으로 연간 약 1,500만 톤의 온실가스 배출이 예상되며, 이에 대한 탄소중립 대응도 향후 과제로 부각되고 있다. 지역경제 측면에서 강릉안인석탄화력은 착공부터 운영까지 강릉시 경제에 적지 않은 영향을 미치고 있다. 건설기간 중 연인원 200만 명 이상의 고용이 창출되고 하루 평균 1,350명의 건설인

력이 투입되는 등 지역 건설경기 활성화에 기여하였다. 또한 발전소 운영에 따른 상시직원 500여명과 간접 고용 100여명이 필요하고 관련 협력업체 종사자 3,000여명으로 추산된다. 강릉시는 발전소로부터 매년 발전량에 비례한 기본지원금 10~15억원과 특별지원금 1,004억원(1회성)을 확보하였고, 건설기간 중 취득세 약 1,000억원, 운영기간 중 매년 자원시설세·재산세 등 460억원의 지방세 수입을 기대하고 있다. 이처럼 강릉 안인발전소는 최신 기술과 대용량을 특징으로 하며, 발전소 주변 지역 지원 및 지역 세수 증대에 따른 경제적 파급효과도 상당한 것으로 평가된다. 다만 2023년 이후 송전망 제약과 석탄발전 수요 감소로 가동률이 30% 내외로 떨어져 수천억원대 손실이 발생하는 등 경영 어려움이 보도되고 있어, 향후 운영 여건 개선과 에너지정책 변화에 따른 대응이 과제로 남아 있다.

바이오·태양광 중심의 재생에너지 관련하여서는, 강릉시와 동해안 인근 지역의 재생에너지 보급은 바이오매스 발전과 태양광을 중심으로 이루어지고 있다. 바이오매스 발전 분야에서는 앞서 언급한 강릉 영동예코발전본부가 대표적이다. 영동화력 발전소는 국내 최초로 석탄 보일러를 목재펠릿 전소 방식으로 전환한 사례로, 2017년 1호기(125MW)를 석탄→목재펠릿 연료로 전환한 데 이어 2023년 2호기(200MW)까지 연료 전환을 완료함으로써 총 325MW 규모의 순수 바이오매스 발전소로 거듭났다. 한국남동발전이 운영하는 이 영동예코발전본부는 현재 국내 최대 용량의 바이오매스 전용 발전시설로서, 연료로 목재 펠릿을 사용하며 석탄 대비 탄소배출을 일부 저감하는 효과를 내고 있다. 다만 목재펠릿 연료의 상당 부분을 수입에 의존하고 발전단가가 높은 점, 그리고 탄소중립 관점에서 목재펠릿도 탄소 배출원이 된다는 비판 등으로 운영 여건이 완전히 우호적이지는 않다. 그럼에도 강릉 영동 바이오발전은 석탄발전소의 저탄소 전환 사례로 주목받고 있으며, 정부의 신재생에너지 공급인증서(REC) 발급을 통해 경제성을 확보하려는 노력이 지속되고 있다.

태양광 발전은 강릉시를 비롯한 지자체가 가장 적극적으로 보급을 추진한 재생에너지 분야이다. 강릉시는 2008년부터 매년 주택·공공시설 등에 태양광, 태양열 설비를 설치 지원해왔으며, 2023년까지 누적 3,927개소에 신재생에너지 설비를 보급하였다. 이를 통해 연간 약 5만9천 MWh의 전력 생산과 5,105 toe 상당의 화석에너지 대체 효과를 거두었다고 평가된다. 특히 시 소유 공공건물과 체육시설, 복지시설 등에 태양광 패널을 설치하여 전기요금 절감과 친환경도시 이미지를 제고하고 있다. 강릉시는 향후 2025년 말까지 추가로 태양광 399개소, 지열 65개소, 태양열 15개소 등 총 479개소에 신재생에너지 설비를 확대할 계획이며, 이를 통해 연간 7,200 MWh의 에너지를 추가 생산할 것으로 내다보고 있다. 이는 강릉시 신재생에

너지 자립률을 현재 2% 수준에서 2030년까지 20~25% 수준으로 끌어올리기 위한 중장기 목표의 일환이다.

풍력 발전의 경우 강릉시 자체에는 대형 풍력단지가 없으나, 인근 삼척시와 고성군 등에 걸쳐 육상풍력 개발이 진행되고 있다. 삼척시 도계읍 등지에 50MW급 육상풍력단지가 2023년 착공되어 1,600억원 규모로 조성 중이며, 향후 강원 동해안 산악지대를 중심으로 추가 풍력 자원이 개발될 예정이다. 다만 풍력단지는 산림 훼손과 소음 우려 등으로 지역 주민 반발이 있어 진행 속도가 더딘 상황이다.

한편 강릉시는 풍력보다는 소수력에 주목하여 연곡천 등에 마이크로 수력발전기를 설치, 연간 수십만 kWh의 전력을 생산하기도 했다. 실제로 GS동해전력 북평화력 부지 내에도 소수력 8MW(2.5MW×2기) 설비가 포함되어 있다. 요약하면, 강릉 및 동해안 지역의 재생에너지 보급은 대규모 중앙집중식 발전(석탄 등)에 비해 아직 미미하나, 바이오매스 전환 사례와 분산형 태양광 설치 등으로 꾸준히 확대되고 있다. 지자체는 녹색도시 구현을 목표로 신재생에너지 생산 비중을 높이려는 정책을 추진 중이며, 2024년 현재 강릉시 총에너지 소비량 대비 신재생에너지 대체율은 약 2% 수준에서 머물러 있지만 정부 지원과 민간투자 유치로 2030년경 20% 이상을 목표로 하고 있다.

강릉 인근의 동해 LNG복합 발전소도 살펴볼 필요가 있다. 동해시에는 현재 액화천연가스(LNG)를 연료로 하는 대형 발전소가 운영되지는 않고 있으나, 한국동서발전 동해발전본부의 노후 석탄설비를 대체하기 위한 동해 LNG복합발전소 건설 계획이 추진되고 있다. 동서발전은 1997~1998년 가동을 시작한 동해화력 1·2호기(무연탄 200MW×2기)를 2025년까지 폐지하고, 해당 부지에 LNG 복합화력으로 전환하는 사업을 검토 중이다. 구체적으로는 2029년 준공을 목표로 신동해복합발전소(400MW급)를 신설하여 석탄발전을 대체할 예정이며, 이는 제10차 전력수급기본계획에 반영되어 있는 내용이다. 신동해 LNG복합은 1×1 또는 2×1 형태의 가스터빈과 증기터빈을 포함한 최신 복합발전 사이클로 건설되어, 향후 수소 연료 혼소까지 염두에 둔 친환경·고효율 발전소로 계획되고 있다. 이러한 동해 LNG복합 발전소가 완공되면 지역 전력 공급에 유연성과 안정성이 높아질 것으로 기대된다. 석탄발전과 달리 LNG 복합발전은 출력조절이 비교적 용이하고 초기 기동시간이 짧아 전력 피크 대응과 재생에너지 보완전원으로서 기여할 수 있다. 따라서 동해안에 신속에 비력 역할을 수행할 LNG 복합기가 도입되면, 현재 송전제약 등으로 가동이 억제되는 석탄기들의 부담을 덜고 전력계통 안정화에 도움을 줄 것으로 보인다.

아울러 인근 삼척에 2024년 완공된 한국가스공사 삼척 LNG 인수기지에서부터 가

스를 공급받을 수 있어 연료수급 인프라도 갖춰진다. 삼척 LNG 기지는 대한민국 제4 LNG 생산기지로서 동해안 지역에 가스를 공급하는 거점이며, 이로써 강원도 동해안에 본격적인 'LNG 시대'가 열리고 있다. 동해시 LNG 복합발전소는 이처럼 지역 가스인프라와 연계되어 향후 수소에너지 혼합까지 발전연료를 전환할 수 있는 플랫폼이 될 수 있다. 실제로 동서발전은 2030년대까지 LNG 발전에 수소를 단계적으로 혼소(混燒)하여 100% 수소 전소 발전으로 전환해가는 로드맵을 수립한 바 있으며, 신설되는 동해복합발전소 역시 준공 후 수소 혼소 기술을 적용할 후보로 거론된다. 지역 에너지 공급 기여도 측면에서는, 동해 LNG복합이 가동되면 현재 강릉·동해·삼척 지역의 전력 공급원이 석탄 일변도인 상황에 다변화를 가져올 전망이다.

특히 동해시는 기존 석탄화력(동해발전본부 400MW)과 북평석탄화력(1190MW)에 더해 400MW급 LNG복합이 추가됨으로써, 약 2GW 규모의 발전설비 중 20%가량을 가스복합으로 확보하게 된다. 이는 전력 수요 변동에 탄력적으로 대응하고, 겨울철 미세먼지 저감을 위해 석탄발전을 감축할 때 대체 전력을 공급하는 역할을 할 수 있다. 나아가 동해안 수소특화단지에서 생산되는 수소를 발전연료로 활용할 수 있게 되면, 동해 LNG복합은 지역 저탄소 에너지 허브로서 기여할 수도 있다. 요약하면, 동해 LNG복합 발전소는 현재 계획단계에 있으나 완공 시 지역 전력망의 유연성을 높이고 수소경제로의 이행을 촉진하는 핵심 인프라로 작용하여 동해안 지역 에너지 공급 안정 및 탈탄소화에 이바지할 것으로 기대된다.

더 나아가, 동해안 수소 클러스터 현황 및 정책 추진 상황을 고려할 수 있다. 정부의 수소경제 활성화 정책에 따라 동해안 수소 클러스터 사업이 강원도 동해시와 삼척시를 중심으로 추진되고 있다. 2023년 강원 동해·삼척 지역은 산업통상자원부로부터 국내 최초의 수소 특화단지로 지정되었으며, 2028년까지 수소 생산-저장-운송 전주기를 아우르는 인프라를 구축하는 것이 목표다. 이 클러스터의 특징은 동해안에 이미 존재하는 LNG 인프라를 활용하여 액화수소 생산 거점을 만든다는 점이다. 삼척시 원덕읍에는 한국가스공사 삼척 LNG 인수기지가 위치해 있는데, 이곳에 액화수소 생산 플랜트를 건설하여 일일 30톤 규모(수소버스 1,000대 충전 분량)의 액화수소를 생산할 계획이다. LNG를 기화시킬 때 발생하는 냉열(-162℃)을 활용해 수소를 냉각·액화함으로써 에너지 효율을 높이고 부피를 1/800로 줄여 대량 저장·운송을 용이하게 하는 첨단기술이 적용될 예정이다. 이 액화수소 공장은 인천에 이어 국내 두 번째 대형 액화수소 시설로, 2028년 완공 목표로 추진 중이다. 클러스터의 또 다른 축은 동해시에 조성되는 수소 산업 육성단지이다. 동해시는 삼척

수소생산기지에서부터 약 30km 떨어져 있어 지리적으로 연계되고 있는데, 이 일대에 축구장 46개 크기(약 33만㎡) 부지의 수소기업 집적단지 및 시험인증센터가 건설될 계획이다. 현재 수소 관련 기업 30여 곳이 해당 단지 입주를 검토하고 있으며, 향후 수소 저장용기 제조, 연료전지 부품, 수소 운송장비 등 관련 산업체와 연구기관이 모여드는 수소 클러스터를 형성할 전망이다. 강원도는 이를 위해 국비·지방비·민간자본 총 3,100억 원을 투입하여 각종 지원 인프라를 마련하고 있으며, 강원테크노파크와 강원대 등 지역 혁신기관과 연계한 기술개발 사업도 추진하고 있다.

예를 들어, 동해안 수소생산기지에서 생산된 액화수소를 안정적으로 저장·이송하기 위한 극저온 탱크, 펌프 기술 개발이 지역 대학과 연구소를 통해 이루어지고, 생산된 수소를 활용한 연료전지 발전 실증도 검토되고 있다. 정책적으로 동해안 수소 클러스터는 정부의 수소경제 이행 로드맵과 강원도의 신성장 동력 육성계획에 포함되어 있어 비교적 순조롭게 추진되고 있다. 2022년 예비타당성조사 통과 이후 클러스터 조성 사업은 산업부와 강원도가 공동 주관하며, 2023년부터 부지 조성에 착수하였다. 강원도는 동해·삼척 수소특화단지를 통해 2040년까지 도내 에너지 소비의 10%를 수소로 충당한다는 목표를 세웠고, 정부 역시 2030년까지 전국 7개 수소권역 중 동해안을 저장·운송 거점으로 육성할 계획이다. 현재까지의 추진 상황을 보면, 삼척 LNG 기지 인근 부지에 액화수소 공장의 기본설계가 진행 중이며, 2025년 경 착공이 예상된다. 동해 수소산업단지도 2024년 말 부지 매입을 완료하고 진입도로 등 인프라 공사를 시작할 예정이다. 향후 과제는 기업들의 실질적 투자 유치와 상용화 기술 확보로, 특히 액화수소의 안정적 안전관리 기술, 경제성 확보를 위한 규제 완화 등이 중요한 이슈로 논의되고 있다. 전반적으로 동해안 수소 클러스터는 2021~2024년 사이 기획·준비 단계를 지나 본격적인 구축 단계에 들어섰으며, 지역의 에너지 산업 지형을 바꾸는 전략적 프로젝트로 진행되고 있다.

결과적으로, 강릉시와 동해안 지역의 기존 에너지 인프라는 지역 산업경제에서 중요한 역할을 담당하면서도 몇 가지 제약 요인에 직면해 있다. 산업적 역할로서, 대규모 화력발전소와 LNG 인수기지, 석탄 부두 등 에너지 인프라는 건설·운영 단계에서 지역 경제에 막대한 파급효과를 창출한다. 앞서 살펴본 바와 같이 강릉안인화력 건설로 인한 지역 건설업 고용과 세수 증대, 삼척 LNG기지 유치로 인한 투자(1조 3천억원 규모)와 고용 효과 등이 그 예이다. 이들 인프라는 지역 기반시설(항만·철도 등)과 연계되어 지역 산업 발전의 토대가 되고 있다. 예를 들어 동해시와 삼척시에는 발전소 연료인 석탄과 LNG를 들여오는 동해항 에너지 물류기지가 형성되어 관련 운송·물류 업체가 활동하고 있고, 발전소에 전력을 공급하는 송전선로와 변전

소 건설로 건설업·전력기자재 산업의 수요도 발생했다.

또한, 강릉과 동해 지역에는 한국전력 자회사(남동발전, 동서발전 등)와 민간발전사 사무소가 설치되어 관련 엔지니어, 유지보수 인력이 근무하고 있다. 이는 지역의 기술인력 일자리 창출과 인구 유입에 기여해왔다. 에너지 인프라와 연계된 산업단지 및 기업 측면에서는, 발전소 폐열을 이용한 지역난방 또는 산업단지 열공급 등이 거론된다. 강릉과 동해에는 대규모 산업단지가 많지는 않지만, 동해 북평국가산업단지의 경우 GS동해전력 석탄발전에서 나오는 증기를 주변 공장에 공급하는 방안이 검토된 바 있다. 아울러 강릉과학산업진흥원 등 연구기관에서는 에너지 신기술 (예: 이산화탄소 포집·활용, 재생에너지 연계형 그린수소 생산 등)을 지역 산업단지와 연결하는 R&D를 수행하고 있다. 이와 관련한 사례로, 신재생 에너지의 연계 산업 지대를 고려할 수 있다.

최근 강원특별자치도는 RE100 산업단지를 조성하여 친환경 에너지로 산업단지를 운영하는 구상을 발표했는데, 춘천 수열에너지 클러스터 사례와 더불어 강릉의 동해안권 경제자유구역 일대를 신재생에너지 연계 산업지대로 개발하는 안도 포함되었다. 이는 향후 지역 에너지 인프라와 산업입지를 연계해 녹색산업 생태계를 만들려는 시도로 평가된다. 한편, 기존 에너지 인프라가 직면한 제약 요인도 존재한다. 우선 환경·기후 규제의 강화로 석탄화력 발전은 단계적 감축이 불가피하여, 강릉·동해안 지역 대형 발전소들의 장기적 운영에 불확실성이 커지고 있다. 정부는 2036년까지 노후 석탄 28기를 폐지하고 탄소중립 법제화를 추진 중인데, 민간 석탄발전인 강릉에코파워, 삼척블루파워 등은 가동 시작과 동시에 향후 조기 폐쇄 또는 전환 압력을 받고 있다. 이러한 정책 변화는 해당 발전소를 중심으로 돌아가는 지역 경기에도 영향을 미치는 제약 요인이다. 두 번째로 앞서 언급한 송전망 용량 부족 문제가 있다. 발전소는 지어졌지만 송전선로 확보가 늦어지면서 출력 제한으로 인한 발전사 수익성 악화, 지역 세수 감소 우려가 대두되고 있다. 이는 지역 산업적 측면에서 발전소 가동을 저하에 따른 협력업체 일감 축소, 고용 불안으로 이어질 수 있다. 세 번째로, 지역 수용성 문제도 제약으로 꼽힌다.

강릉안인화력 건설 시에도 인근 주민들은 환경 훼손과 어업 피해 등을 이유로 강하게 반대하였고, 삼척 석탄발전 및 풍력단지 건설 사업들도 주민 수용성 부족으로 사업추진에 어려움을 겪었다. 이처럼 에너지 인프라 사업은 규모가 클수록 지역 사회와의 갈등 비용이 발생하여, 원활한 추진을 위해 주민 지원 및 소통이 중요한 과제로 부상한다. 마지막으로, 산업 다변화의 제약 측면에서 동해안 지역 경제가 오랫동안 석탄 등 특정 에너지산업에 의존해온 구조적 한계가 있다. 석탄경기 변동에

지역경제가 크게 영향받는 현상이 지속되어왔고, 관련 산업 이외에 새로운 고부가가치 산업 유치가 미흡하다는 지적이 있다. 따라서 강릉시 등은 에너지 인프라를 신산업 플랫폼으로 활용하면서도 관광·바이오 등 비에너지 산업을 균형 있게 육성해 나가는 노력이 필요한 상황이다. 요약하면, 기존 에너지 인프라는 강릉 및 동해안 지역 경제의 중요한 축이지만, 환경규제, 송전망·수용성 등의 제약 요인으로 인해 지속가능성 측면의 도전에 직면해 있다. 이를 극복하기 위해서는 송전 인프라 확충, 친환경 전환 투자, 주민지원 강화, 산업구조 다변화 등의 전략적 대응이 요구된다.

이러한 에너지 인프라의 변화는 강릉시 및 인근 지역의 에너지 관련 기업·연구기관·산업단지 연계 구조 및 경제적 파급효과를 줄 수 있다. 강릉시와 주변 동해안 지역에서는 에너지 산업과 관련된 여러 기업, 연구기관, 산업단지가 유기적으로 연계되어 지역 경제에 파급효과를 미치고 있다. 우선 에너지 관련 기업으로는 발전소 운영회사들이 가장 큰 축이다. 강릉안인화력을 운영하는 강릉에코파워(주)는 한국남동발전·삼성물산·NH농협은행 컨소시엄의 민간합작법인으로, 본사 인력과 협력사들이 강릉에 상주하며 경상정비, 연료 조달 등 경제활동을 한다. 동해 북평화력을 운영하는 GS동해전력, 삼척블루파워 등의 민간발전사들도 지역에 법인세 납부와 사회공헌사업을 통해 영향을 미친다. 또한 한국가스공사 삼척기지본부는 지역 건설업체, 운송업체와 계약을 맺고 LNG 인입·저장 관련 경제활동을 제공하고 있다. 이들 에너지 기업이 지불하는 지방세는 강릉시와 동해시 재정에 큰 부분을 차지하며 (예: 강릉안인화력 취득세 1,000억원 일시납, 운영 중 매년 약 460억원 지방세 납부), 지역 공공서비스에 재원을 공급한다. 나아가 발전소 주변지역 지원사업을 통해 도로 개설, 복지시설 확충 등 지역개발 효과도 발생한다. 연구기관 및 대학도 에너지 산업과 연계되어 경제적 효과를 창출한다.

강릉과학산업진흥원(GSIPA)은 신재생에너지 기술사업화 지원과 에너지 R&D 과제를 수행하여 지역 기업을 육성하고 있다. 또한 강원대학교와 가톨릭관동대학교 등은 에너지공학, 기계공학 인력을 양성하여 발전소와 관련 기업에 전문인력을 공급한다. 특히 강원대학교는 ‘그린에너지연구소’를 운영하며 수소 저장·연료전지 기술 등에서 동해안 수소 클러스터와 협력하고 있어, 연구 인프라와 산업현장이 연결되는 구조를 형성하고 있다. 한국에너지기술연구원(KIER) 강원분원이나 한국기후변화연구원 강릉분원도 신재생에너지와 탄소중립 정책 연구를 통해 지역 에너지 정책 기획에 기여한다. 이러한 산·학·연 연계는 정부 공모사업을 유치하고 국책과제를 수행함으로써 지역 경제에 투입되는 R&D 예산을 확보하고, 청년 일자리 창출과 창업

활성화에 긍정적 영향을 준다. 산업단지와의 연계구조를 보면, 현재 강릉시에는 에너지 분야 특화 산업단지는 없지만 2023년 국가산업단지 후보지로 선정된 강릉 천연물 바이오 국가산단(구정면 일대)이 추진 중이며, 이와 별도로 동해안권경제자유구역(옥계지구 등)을 통해 신재생에너지 소재·부품 기업 유치를 모색 중이다. 가령, RE100 실현을 위해 풍부한 재생에너지를 공급받을 수 있는 강원 동해안 지역에 친환경 공장을 짓고자 하는 기업들을 위한 산업용지 제공 전략이 논의되고 있다. 이는 에너지 인프라(풍력·태양광 발전)를 배후에서 지원받아 생산 활동을 하는 기업군이 등장함을 의미하며, 지역 경제에 새로운 투자 유치와 고용을 발생시킬 것으로 기대된다.

또한, 동해안 수소 클러스터 내 산업용 부지에는 수소 관련 스타트업과 기업들이 입주하여 시험생산을 할 예정인데, 이로 인해 동해시 일자리 1,300여 개 창출과 생산유발 6,000억 원 이상의 경제효과가 전망되고 있다. 종합적으로, 강릉시 및 인근의 에너지 인프라는 연계망 효과(network effect)를 통해 경제적 파급효과를 증폭시키고 있다. 발전소 건설·운영 단계에서 건설업, 서비스업, 제조업에 파급되는 간접효과는 물론, 관련 기업 집적과 연구기관 협력을 통해 연관 산업 생태계가 조성되고 있다. 지역 상공회의소 자료에 따르면 강릉시에 위치한 발전소 한 곳당 지역 경제 파급효과(생산 유발)는 연 1,450억원에 달하는 것으로 분석되며, 이는 하도급 공사, 건설자재 (레미콘, 철강 등), 직원 소비지출 등을 모두 포함한 금액이다. 또한 에너지 기업들이 납부하는 지방세와 기부금은 지역 사회복지와 교육환경 개선에 재투자되어 사회적 편익을 창출하고 있다. 다만, 이러한 경제효과의 상당 부분이 전통 화석에너지 산업에 의존해왔기 때문에, 향후 친환경 에너지 전환 과정에서 일자리 전환 교육, 협력업체 업종변환 지원 등이 병행되지 않으면 지역경제에 충격이 올 수 있다는 지적도 있다. 이에 강릉시와 강원특별자치도는 에너지 분야에서 자연스러운 전환을 도모하며, 기존 인프라의 산업적 활용을 극대화하는 한편 신산업과의 연계를 통해 지속가능한 지역경제 기반을 구축해 나가고 있다.

제 3 장. 에너지 정책 및 기술 동향

3.1. 지역 미래 산업 전략과 에너지 정책 방향

3.1.1. 유망 분야와 에너지

지역 미래 산업 전략은 국가 에너지 정책 기조와의 정합성을 기반으로 설계될 필요가 있다. 국내 에너지 전환 정책의 제도적 기반은 「제10차 전력수급기본계획」, 「분산에너지 활성화 특별법」, 그리고 탄소중립 시범도시 정책을 중심으로 단계적으로 정비되고 있다 (산업통상자원부, 2023; 국토교통부, 환경부, 산업통상자원부, 2022). 제10차 전력수급기본계획은 중장기 전력 수급의 안정성을 확보하는 동시에 탄소중립 목표 달성을 위해 무탄소 전원의 비중 확대를 핵심 방향으로 제시하고 있다. 동 계획에서는 재생에너지의 지속적인 확대를 기본 축으로 하되, 간헐성 문제에 대응하기 위한 원자력의 일정 수준 활용, 에너지저장장치(ESS) 및 수요관리(DR)의 강화, 전력계통 보강과 지능화 등을 병행 추진하는 전략을 명확히 하고 있다. 특히 전력 수요 증가에 대응하여 지역 단위의 전원 분산과 전력 계통 부담 완화를 주요 과제로 설정함으로써, 지역 에너지 자립 및 분산형 전원 확대의 정책적 근거를 제공한다.

분산에너지 활성화 특별법은 중앙집중형 전력 시스템에서 벗어나 지역 단위의 에너지 생산·소비 구조를 제도적으로 지원하기 위한 법적 기반으로, 분산에너지의 정의와 범위를 명확히 하고 지자체의 역할을 강화한 것이 특징이다. 동 법은 지역 내에서 생산된 전력을 지역에서 우선적으로 소비할 수 있는 체계를 유도하고, 분산 에너지 특화지역 지정, 지역 단위 전력거래 및 요금제 특례, 지자체 주도의 에너지 계획 수립 근거를 포함하고 있다. 이를 통해 재생에너지, 집단에너지, 연료전지, ESS 등 다양한 분산형 전원이 지역 산업 및 생활 인프라와 연계될 수 있는 제도적 환경을 조성하고 있다.

탄소중립 시범도시 정책은 이러한 전력·에너지 제도를 도시 단위에서 종합적으로 실증하는 정책 수단으로 기능한다. 시범도시는 재생에너지 확대, 건물 및 교통 부문의 에너지 효율 개선, 지역 에너지 관리 시스템 구축, 시민 참여 기반의 에너지 소비 전환 등을 패키지 형태로 추진하며, 기술 실증과 제도 실험을 병행하는 것이 특징이다. 이는 단순한 온실가스 감축을 넘어, 에너지·산업·도시 정책을 통합적으로

연계함으로써 지역 특성에 맞는 탄소중립 이행 모델을 발굴·확산하는 데 목적이 있다.

종합하면, 제10차 전력수급기본계획은 국가 차원의 전원 믹스와 계통 운영 방향을 제시하고, 분산에너지 특별법은 지역 단위 에너지 전환의 제도적 실행력을 확보하며, 탄소중립 시범도시 정책은 이를 실제 공간과 산업 현장에서 실증·확산하는 역할을 수행한다. 이러한 정책 체계는 지역 미래 산업 전략 수립 시 에너지 전환을 산업 육성, 기술 실증, 지역 거버넌스 강화와 연계할 수 있는 중요한 제도적 토대로 작용한다.

이러한 정책은 해외 트렌드와 같이 이해하는 것이 필요하다. 또한, 국내외 에너지 믹스 혁신 사례에 대한 비교 분석은 지역 에너지 정책 설계에 중요한 시사점을 제공한다. 미국은 재생에너지 확대와 함께 주(州) 단위의 분산형 전원 및 에너지 저장장치(ESS) 도입을 적극 추진하고 있으며, 시장 기반 정책과 민간 투자 유도를 통해 지역별로 상이한 에너지 전환 모델을 형성하고 있다. 독일은 에너지전환(Energiewende)을 통해 재생에너지 중심의 에너지 믹스를 구축하는 한편, 지역 에너지 협동조합과 시민 참여 모델을 통해 분산형 전원의 사회적 수용성을 높이고 있다. 일본은 재생에너지 확대와 더불어 원자력의 제한적 활용, 마이크로그리드 및 지역 자립형 에너지 시스템 구축을 병행하며 재난 대응과 에너지 안보를 중시하는 정책 기조를 보이고 있다. 중국은 대규모 재생에너지 설비 확대와 함께 디지털 기술을 활용한 전력망 고도화, 지역 산업과 연계된 에너지 클러스터 조성을 통해 국가 주도의 에너지 전환을 빠르게 추진하고 있다.

이러한 결과는 지역 에너지 정책이 단순한 전원 구성의 변화에 그치지 않고, 산업 전략·기술 혁신·거버넌스 구조와 결합되어야 함을 시사한다. 특히 분산형 전원, 재생에너지, 에너지 저장 및 디지털 에너지 관리 기술은 지역 미래 산업 육성의 핵심 요소로 작용할 수 있으며, 국내 제도적 기반과 해외 선도 사례를 종합적으로 고려한 맞춤형 지역 에너지 정책 방향 설정이 요구된다.

특히, 정보통신기획평가원(IITP)의 ICT R&D 로드맵 2025에서는 디지털에너지 매트릭스, 에너지 자율 운영 및 지능화, 지능형 도시교통, 다기관 협진형 의료지능과 완전 비대면 정밀의료, 인수공통 감염병 대응을 위한 무인지능화, 농·축·수산 분야의 디지털트윈 및 자동화 기술 등을 차세대 유망 기술 분야로 제시하고 있다. 이는 에너지·교통·의료·식량 등 사회 기반 시스템 전반을 디지털 기술과 결합하여 고도화하려는 국가 R&D 정책 방향을 반영한 것으로, 지역 차원의 미래 산업 전략 수립에 중요한 시사점을 제공한다.

이러한 국가 차원의 기술·산업 정책 기조를 반영하여, 강원도는 기존 주력 산업과 최신 산업 트렌드를 융합하는 전략을 통해 ICT 기반 산업 구조 전환을 추진하고 있다. 구체적으로 강원도는 반도체, 바이오헬스, 미래에너지, 미래모빌리티, 푸드테크를 핵심 성장 산업으로 설정하고, ICT를 공통 기반 기술로 연계하는 '5+1 미래 산업 전략'을 통해 지역 산업 경쟁력 강화를 도모하고 있다. 이는 천연물 바이오 신소재, 세라믹 복합 신소재, ICT 융합 헬스 등 강원도의 기존 대표 산업을 국가 전략산업 및 최신 R&D 로드맵과 연계하여 고부가가치 산업으로 확장하려는 방향성과 일치한다.

각 핵심 산업 분야는 다음과 같은 전략적 의미를 갖는다. 반도체 산업은 AI 연산 및 데이터 처리 능력을 뒷받침하는 국가 전략산업으로서, 강원도의 ICT 융합 헬스 및 바이오 산업과 결합하여 의료·헬스케어 특화 반도체 및 데이터 처리 기술로의 확장이 가능하다. 바이오헬스 분야는 기존 ICT 융합 헬스 산업을 기반으로 정밀 의료, 유전체 분석, 디지털 치료제 등으로 고도화함으로써 글로벌 바이오 시장에 대응할 수 있는 경쟁력을 확보하는 것이 핵심 과제이다. 미래에너지 산업은 수소, 태양광, 풍력 등 재생에너지와 에너지저장시스템(ESS), 스마트그리드 기술을 결합하여 분산형·지능형 에너지 시스템을 구축하는 방향으로 육성된다. 미래모빌리티 분야는 자율주행, 드론, 스마트 물류 등 첨단 기술을 강원도의 지형적·공간적 특성과 연계하여 친환경 교통 인프라와 결합하는 전략이 요구된다. 푸드테크 산업은 농축수산업의 디지털 전환을 기반으로 디지털트윈, 자동화, 스마트 농업, 맞춤형 영양 서비스 등을 통해 지속 가능하고 안전한 식품 산업 구조를 형성하는 것을 목표로 한다. 이러한 5+1 미래 산업 전략은 단순한 산업 나열이 아니라, ICT를 매개로 에너지·의료·모빌리티·식량 등 사회 핵심 시스템을 통합적으로 혁신하려는 구조적 전환 전략으로 이해할 수 있다. 이는 국가 에너지 정책, 디지털 전환 정책, 탄소중립 전략과 정합성을 가지며, 강원도의 산업 구조 고도화를 위한 필수적인 방향으로 자리 잡고 있다.

결론적으로, 강원도의 미래 산업 전략은 지역 특화 산업을 기반으로 한 기술 융합과 산업 다변화를 통해 지속 가능한 성장 동력을 확보하는 데 초점을 두고 있다. 그리고 국가 R&D 로드맵과 에너지·디지털 정책을 유기적으로 연계함으로써, 강원도는 글로벌 경쟁력을 갖춘 혁신 중심 지역으로 도약할 수 있을 것이다.

3.1.2. 에너지 전환 추세

앞서 살펴본 바와 같이, 강원도에는 석탄화력발전이 상대적으로 많은 비중을 차지하고 있다. 2022년 기준 국내 석탄화력발전기는 총 57기가 가동 중이며, 이 중 강원도에는 6기의 석탄화력발전소가 운영 중인 것으로 나타난다 (한국에너지공단, 2023). 이는 충남(29기), 경남(14기)에 이어 세 번째로 많은 규모로, 강원도가 석탄발전 감축·폐지 정책의 영향을 받는 주요 지역 중 하나임을 의미한다. 강원 지역 석탄화력발전소는 전력 생산 기능뿐만 아니라, 지역 고용과 산업 구조에서 차지하는 비중이 크다는 점에서 에너지 전환 과정에서의 지역적 파급 효과를 면밀히 고려할 필요가 있다.

이러한 석탄화력발전과 관련된 고용은 발전공기업 정규직뿐만 아니라, 자회사·협력사·정비·연료환경·청소·경비 등으로 중층적 고용 구조를 형성하고 있다. 전국적으로 석탄화력발전 운영과 직접적으로 연관된 고용 규모는 약 2만 2천 명으로 추정되며, 이 중 상당 부분이 발전소 입지 지역에 집중되어 있다. 이러한 고용 구조는 강원 지역에서도 유사하게 나타나며, 발전소 폐지 시 정규직보다 협력사·자회사 노동자에게 상대적으로 더 큰 고용 충격이 발생할 가능성이 높다는 점이 지적된다.

에너지 정책 변화가 이뤄질 경우, 석탄화력발전소 폐지로 인한 고용 충격은 단기간에 급격하게 표출되지는 않을 것으로 평가된다. 이는 폐쇄가 사전에 예고되었고, 신규 채용 중단, 타 발전소 및 신재생에너지 부문으로의 전환 배치 등을 통해 일정 부분 완충 장치가 작동했기 때문이다. 그러나 이러한 완충 효과는 발전공기업 중심의 인력 운용에 한정된 측면이 있으며, 지역 기반 협력업체나 소규모 하청업체의 경우 다른 지역으로의 전환 배치가 어려워 장기적으로 지역 고용 기반이 약화될 가능성이 제기된다.

또한, 석탄화력발전 폐지의 고용 영향이 발전소가 집적된 특정 지역에 집중될 가능성이 있다. 비록 충남이 가장 큰 영향을 받는 지역으로 언급되지만, 강원도 역시 석탄화력발전 비중이 높은 지역으로서, 간접 고용 및 지역경제 파급 효과 측면에서 중장기적인 부담이 누적될 가능성이 있다. 특히 발전소 인근 상권, 지역 서비스업, 중소 협력업체 등으로 고용 충격이 확산될 경우, 지역 차원의 대응 전략 부재는 에너지 전환에 대한 지역 수용성을 저하시킬 수 있다. 이에, 석탄화력발전 폐지 과정에서 지역 단위의 안전한 전환 정책이 필수적이다. 구체적으로는 기존 석탄발전 인프라(송·변전선로, 부두, 용수 설비 등)를 활용한 친환경 발전단지 조성, 신재생에너지·LNG·수소 등 대체 에너지 산업으로의 단계적 전환, 그리고 지자체·고용기

관·발전사·노동자가 참여하는 지역 기반 거버넌스 구축이 필요하다. 이는 강릉의 에너지 믹스 전환 전략과 결합될 경우, 고용 충격을 완화하면서 지역 신산업을 육성하는 핵심 정책 수단으로 작동할 수 있다.

종합하면, 석탄화력발전 폐지는 강릉에 단순한 고용 감소 문제가 아니라, 에너지 믹스 전환과 산업 구조 재편을 동시에 요구하는 구조적 과제로 이해할 필요가 있다. 바이오매스·재생에너지·분산에너지·수소 등으로의 전환을 선제적으로 추진할 경우, 기존 석탄발전 관련 인력을 흡수·전환할 수 있는 새로운 고용 기회를 창출할 수 있으며, 이는 강릉형 에너지 전환 모델의 사회적 수용성을 높이는 핵심 조건이 될 것이다.

3.1.3. 신규 에너지 수요 전망

3.1.3.1. 에너지 수요 개요

강릉을 포함한 동해안권은 대규모 발전설비가 집적된 발전 거점이라는 점에서 전력 공급 측면의 “설비 잠재력”은 매우 크다. 그러나 최근 몇 년간 동해안 권역에서 나타난 핵심 제약은 발전설비 용량 자체의 부족이 아니라 ‘송전 제약(계통 병목)’이다. 발전설비가 확대되더라도 전력을 수도권·내륙 수요처로 보내는 송전망이 계획 대비 지연되면, 출력 제한·가동률 저하가 반복되며 지역 차원의 전력 공급 신뢰성(특히 신규 산업단지 전력 인입)에도 불확실성이 커질 수 있다. 이런 구조는 “전원(발전) 확대만으로는 산업 수요를 유지하기 어렵고, 계통·요금·PPA/RE100 조달체계까지 통합된 전력 인프라 패키지가 필요하다”는 점을 시사한다.

또한, 강릉은 재생에너지 확대를 추진 중이지만, AI·첨단산업이 요구하는 전력 품질(24/7, 무정전, 고품질 전원)과 RE100(재생에너지 조달) 요구를 동시에 충족하려면 발전원(재생+유연전원), 저장(ESS), 수요관리, 전력조달제도(PPA 등)를 결합한 지역형 전력공급 체계가 필요하다. 특히 데이터센터·AI 연산 인프라는 부하가 “상시 고부하·연중무휴”로 운영되는 경우가 많아, 단순 전력량(kWh)뿐 아니라 최대전력(kW)과 계통 안정성이 산업입지의 결정요인이 된다. (국제에너지기구는 AI 확산으로 데이터센터 전력수요가 빠르게 증가할 수 있음을 지적하며, 2030년까지 데이터센터 전력수요가 크게 늘어날 것으로 전망한다.)

그리고, 신규 수요(신산업) 전망의 근거로는, 국가 전력수요 전망에서 이미 반영된 것을 들 수 있다. 신산업 전력수요는 더 이상 “가정”이 아니라 국가 전력수요 전망에 별도 증분 수요로 반영되는 단계다. 한국의 제11차 전력수급기본계획(요약)에 따르면, 2024년 전력소비 557.1TWh가 2038년 735.1TWh로 증가하는 것으로 전망되며, 증가분의 상당 부분은 전기화·데이터센터·첨단산업 등 “추가수요”가 설명한다. 구체적으로 추가수요에는 전기화 63.0TWh, 데이터센터 15.5TWh, 첨단산업 1.1TWh가 포함된다. 즉, 향후 10~15년의 전력수요 증가는 “인구·기존 산업”만으로 설명되지 않으며, AI·데이터센터·전기화가 구조적 수요 증가 요인으로 명시되고 있다.

한편, 국내 데이터센터 전력수요는 2030년과 2038년으로 갈수록 빠르게 증가할 것으로 보도·정리되고 있다(예: 2030년 18TWh, 2038년 30TWh 수준 전망 등). 국제적으로도 IEA는 AI가 데이터센터 전력수요 증가의 가장 큰 동인 중 하나이며, AI

최적화 데이터센터 전력수요가 2030년까지 크게 확대될 수 있음을 제시한다.

3.1.3.2. 경로별 내용

강릉(및 동해안권) 신규 에너지 수요가 가능해지는 “현실적 발생 경로”를 고려해 보면, AI·신산업 수요가 전력수요로 구체화되는 경로는 크게 네 가지로 정리된다.

전기화(수송·건물·산업 공정)와 피크 수요 증가

국가 전망에서 전기화가 추가수요의 최대 항목(63TWh)으로 제시된 것처럼, 지역에서도 전기차 충전·히트펌프·전기보일러·산업 열전환은 전력수요를 “완만하지만 지속적으로” 끌어올린다.

RE100 대응 제조·가공·소재 기업 유치

RE100 요구가 공급망 전반으로 확산되며, “재생에너지 조달 가능성”이 산업단지 입지 경쟁력으로 전환되고 있다. 이는 강릉이 재생에너지(태양광·바이오·인근 풍력 등)와 PPA/REC 조달을 결합해 RE100형 산업단지 또는 기업 맞춤형 전력조달 패키지를 제공할 경우 전력수요(산업부문)가 증가할 수 있음을 의미한다.

데이터센터·AI 연산 인프라(중소형 또는 엣지 데이터센터)

초대형 하이퍼스케일 데이터센터는 입지·계통·용수·통신·부지 조건이 매우 까다롭지만, 최근에는 통신·서비스 안정성을 위해 지역 거점형(엣지) 센터 수요도 확대되고 있다. 데이터센터는 부하 특성상 상시 고부하(기저부하)로 전력망에 영향을 크게 미치며, 국제적으로도 AI 확산이 전력망 계획의 핵심 변수로 부상하고 있다.

수소 밸류체인(생산·액화·저장·운송·활용)과 전력수요

동해안 수소클러스터가 확대될 경우, 수소 생산(특히 전기분해 기반)은 전력수요를 크게 증가시킬 수 있다. 단, 실제로 “전기분해 기반 그린수소”로 갈수록 전력수요가 커지고, 부생수소/개질 중심이면 전력수요는 상대적으로 작다. 따라서 수소클러스터의 기술 경로(전기분해 비중)가 강릉권 전력수요 전망의 가장 큰 불확실성 중 하나가 된다.

이어서, 위의 경로를 기반으로 신규 수요를 전망하고 향후 10년 동안 강릉에 적용해 볼 수 있다. 아래 표는 국가 전망(데이터센터/전기화 등)을 상위 제약으로 두고, 강릉에서 현실적으로 발생 가능한 산업유치·클러스터 전개 수준에 따라 추가 전력수요가 어떻게 달라질 수 있는지를 정리한 것이다. (정량은 “범위”로 제시하며, 실제 수치는 기업 유치·계통 인입·PPA 구조에 따라 달라질 수 있다.)

<표8> 전력 수요 전망

구분	주요 전력수요 동인	강릉 추가수요 (전력량)	부하 특성	전력 인프라/ 에너지믹스 요구
보수적	전기화 중심(충전·건물), 소규모 RE100 기업 일부	2030년까지 수십~수백 GWh/년수준 증가	피크(여름, 겨울) 완만 증가	배전망 증설, 공공·산단 태양광+소규모 ESS
기준 (가능성 높음)	RE100형 제조/가공 기업 유치 + 엣지 데이터센터(소형) + 전기화	2030년까지 0.3~1.0 TWh/년증가 가능	기저부하(데이터 센터) + 피크(전기화) 동시 증가	PPA/REC 조달체계, VPP/DR, 산단 ESS, 계통 연계(변전소/선 로)
가속 (전략적 선택)	데이터센터 집적(중형 이상) + 수소(전기분해 비중 확대) + RE100 산업단지 본격화	2030년까지 1~3 TWh/년 이상도 가능(단, 조건부)	상시 고부하 + 대규모 신규 접속(계통 부담 큼)	송전/변전 대규모 증설, 장주기 저장·유연전원, 24/7 CFE 설계

국가적으로 데이터센터 수요만 2038년까지 추가 15.5TWh가 전망되므로, 강릉이 일부만 유치해도 지역 수요 구조가 변할 수 있다. 데이터센터는 전형적으로 수십 MW~100MW 이상의 전력 인입이 필요할 수 있으며(특히 AI 최적화형), 단지 “전력량”이 아니라 “최대전력”이 입지의 제약이 된다. 수소클러스터가 “그린수소(전기분해)”로 갈수록 전력수요는 급증하므로, 강릉권 수요 전망은 수소 기술경로가 핵심 변수다.

이러한 강릉의 “현재 에너지 상황”이 신규 수요 유치에 주는 함의로는, 강릉이 AI·신산업 수요를 현실화하려면, 현재 에너지 상황의 핵심 병목을 “수요 유치 관점”에서 재정의할 필요가 있다.

첫째, 계통(송배전) 병목이 산업 입지 리스크로 전환되고 있다. 발전설비가 많아도 계통 접속이 늦어지면 데이터센터·첨단 제조는 입지에서 탈락한다. 따라서 강릉형 에너지 믹스 전략은 발전원 비중 논의와 별개로, 산단-변전소-송전 연계의 투

자·인허가 패키지를 우선순위로 뒤야 한다.

둘째, RE100/24·7 무탄소 전력(CFE) 요구에 대한 ‘조달 설계’가 필요하다. 재생 에너지 설비 확대만으로는 24시간 무탄소 전력 요구를 충족하기 어렵기 때문에, 재생에너지+ESS+수요관리+보완전원(가스/수소/연료전지 등)을 조합한 시간대별(연중) 공급 포트폴리오를 설계해야 한다. 이는 IEA가 지적하는 것처럼 AI 확산이 전력망·전원구성 계획을 바꾸는 이유와 맞닿아 있다.

셋째, 신규 수요는 전력량뿐 아니라 열·냉열·수자원·통신 인프라와 결합된다. 데이터센터는 냉각과 통신, 수소는 물류·안전·저장 인프라가 동반되므로, 강릉은 “전력 공급”을 넘어 에너지-산업 인프라 패키지(입지 경쟁력)로 통합 제시하는 것이 유리하다.

결론적으로, AI·신산업·특화산업에 의한 신규 전력수요는 국가 전망에 이미 구조적으로 반영되어 있으며(전기화·데이터센터 등), 강릉은 RE100 산업 유치, 데이터센터(엣지/중형), 수소 밸류체인 전개 수준에 따라 지역 전력수요가 ‘완만한 증가’에서 ‘구조적 급증’까지 달라질 수 있다. 다만 어떤 시나리오에서도 공통적으로 요구되는 조건은 계통 인입(송배전) 확실성과 RE100/무탄소 전력 조달 설계이며, 이를 선제적으로 구축할 경우 강릉의 에너지 믹스 전환은 “공급 구조 개편”을 넘어 산업경쟁력·투자유치·고용 창출로 연결될 가능성이 높다.

3.1.4. 최근 동향의 시사점

분산에너지 정책은 “지역 전력수요를 어디에, 어떤 방식으로 배치할지”를 정책적으로 유도하는 방향성을 갖는다. 특히, 「분산에너지 활성화 특별법」은 분산에너지 활성화를 위한 기반 조성, 특화지역 지정, 관련 제도 정비 등을 목적에 포함하며, 분산에너지 체계를 제도화한다 (산업통상자원부, 2023). 그리고, 법 시행과 함께 특화지역에서의 전력거래 특례(직접판매 등), 지역별 차등요금 추진이 논의·보도되어 왔고, 정부가 전남·제주·부산·경기 등 특화지역을 지정한 사례도 확인되고 있다.

이와 관련하여, 강릉 관점의 정책 시사점은 다음과 같다. 우선, 입지전략의 제도와 관련하여서, 분산에너지 특화지역(특구)은 단순 재생에너지 보급이 아니라 “전력 신산업 모델(VPP·직접거래 등)”을 붙일 수 있는 제도적 장치로 고려해야 한다. 강릉이 RE100 산업 유치·데이터센터 유치·분산자원 통합을 동시에 노린다면, 특화지역 또는 준하는 모델을 통해 전력조달(PPA)과 사업모델(VPP/DR)을 결합할 여지가 증가한다.

그리고, 계통 병목을 ‘규모 조절’로 관리하는 차원에서, 분산에너지 체계에서는 대규모 수요가 계통에 주는 영향을 평가하고 보완을 요구하는 흐름(계통영향평가 등)이 강화되고 있다. 이에 따라, 강릉은 “기업 유치”를 무제한 확대하기보다, 접속 가능한 MW 범위 내에서 단계적으로(phase-in) 유치하고, ESS/DR로 피크를 깎는 조건부 인센티브를 설계하는 것이 필요하다.

다음으로, 지역요금·전력도매가격 차등 논의의 활용도 고려할 수 있다. 지역별 가격·요금 차등이 본격화될수록, 강릉은 “전력 인입이 쉬운 지역/어려운 지역”에 따라 산업입지 매력도가 달라질 수 있습니다. 즉, 강릉은 (i) 재생에너지 기반 PPA, (ii) 계통여유 지역의 단계적 개발, (iii) 기업 전력비용 예측가능성을 묶어 ‘에너지 입지 패키지’로 제시하는 것이 필요하다.

마지막으로, AI 전력수요 급증에 따라, IEA는 AI 확산으로 데이터센터 전력수요가 빠르게 늘며 2030년까지 전세계 데이터센터 전력소비가 크게 증가할 수 있음을 제시한다. 이 변화는 “지금 계통·조달·저장·수요관리”를 묶은 지역 전략을 선제 구축한 지자체가 AI/데이터센터·첨단제조 수요를 선점할 수 있음을 시사한다.

3.2. 관련 국내외 정책 조사

3.2.1. 에너지 정책 동향

우선, 국가 에너지 정책의 기본 방향은 “탄소중립 + 에너지안보 + 산업경쟁력”으로 정리될 수 있다. 최근 한국의 에너지 정책은 탄소중립 달성, 에너지 안보 강화, 첨단산업 경쟁력 확보라는 세 가지 목표를 동시에 달성하는 방향으로 재편되고 있다. 2020년대 중반 이후 에너지 정책은 단순히 발전원 비중을 조정하는 수준을 넘어, 전력수요 구조 변화(AI·데이터센터·전기화), 국제 에너지 가격 변동성, 공급망 리스크 등을 반영한 시스템 전환(System Transition) 성격을 띠고 있다. 이에 따라 정부는 에너지 생산-송배전-소비-시장-산업을 포괄하는 통합 정책 프레임워크를 구축하고 있다.

이에 따라, 전력 정책의 방향성도 영향을 받고 있다. 전력수급기본계획과 전원믹스 재편을 살펴보면, 제10·11차 전력수급기본계획의 핵심은 전력 수요에 대한 대응이다. 정부는 제10차(2022~2036), 제11차(2024~2038) 전력수급기본계획을 통해 전력수요의 구조적 증가를 공식적으로 반영했다. 특히 데이터센터, AI, 반도체, 전기차·전기화 등으로 인한 추가 전력수요가 명시적으로 포함되었다. 이에 따라 전력 정책의 핵심은 “충분한 전력량 확보”보다 계통 안정성, 피크 관리, 지역별 수급 불균형 해소로 이동하고 있다. 전원 믹스 측면에서는 재생에너지와 원자력의 병행 확대를 기본으로 하되, 석탄은 단계적으로 감축하고 LNG는 전환기·유연성 전원으로 활용하는 전략을 유지하고 있다. 이는 간헐성이 있는 재생에너지를 보완하면서도 단기적인 전력공급 안정성을 확보하려는 정책적 선택으로 해석된다.

분산에너지 정책 관련하여, 「분산에너지 활성화 특별법」 제정을 주목할 필요가 있다. 2024년 제정된 「분산에너지 활성화 특별법」은 최근 에너지 정책 중 가장 구조적인 변화로 평가된다. 이 법은 대규모 중앙집중형 발전과 송전망 확장에 의존하던 기존 체계에서 벗어나, 지역 단위의 전력 생산·소비·거래를 활성화하는 것을 목표로 한다. 이 법의 주요 내용으로는, 분산에너지 특화지역 지정, 지역 내 전력 직접거래(PPA, 소규모 전력거래) 허용, 수요반응(DR), 가상발전소(VPP), 에너지저장장치(ESS) 활성화, 지역 전력계통 영향 평가 및 관리체계 도입 등이 있다. 특히, 이 법은 특히 AI·데이터센터·RE100 기업과 같이 전력 품질과 재생에너지 조달을 동시에 요구하는 산업의 입지 전략에 큰 영향을 미친다. 전력 인입이 어려운 지역이라도 분산형 전원과 저장·수요관리를 결합하면 산업 유치가 가능해지는 제도적 기반

을 제공한다는 의의도 있다.

재생에너지 정책에도 양적 확대에서 ‘질적 전환’으로 변화가 보인다. 최근 재생에너지 정책은 단순한 설비 용량 확대에서 계통 수용성, 출력 제어, 전력 품질을 중시하는 방향으로 전환되고 있다. 정부는 재생에너지 확대 과정에서 발생한 계통 혼잡과 출력 제한 문제를 해결하기 위해 다음과 같은 정책을 추진 중이며, 그 각각은, 재생에너지 출력 예측 고도화 및 계통 연계 강화, ESS 연계형 재생에너지 확대, 지역 수용성 기반의 계획입지 제도 도입, 해상풍력·대규모 재생에너지 클러스터 체계적 개발 등이 있다. 이는 재생에너지가 더 이상 “보조 전원”이 아니라, 산업과 연계된 주력 에너지원으로 기능해야 한다는 정책 인식의 반영이다.

수소 에너지 정책에서는, 산업·전력 연계형 수소경제를 지향한다. 정부는 수소를 장기적인 탈탄소 에너지원이자 신산업 성장 동력으로 설정하고, 「수소경제 이행 기본계획」과 후속 로드맵을 통해 정책을 구체화하고 있다. 최근 정책의 특징은 수소를 단순한 연료가 아니라, 전력·산업·수송을 연결하는 에너지 매개체로 활용하려는 점이다. 이에 따라, LNG 인프라 연계 수소 생산(액화수소 포함), 발전용 수소 혼소 및 전소 기술 개발, 수소 특화단지(클러스터) 지정 및 기업 집적, 수소 저장·운송·안전 규제 체계 정비 등의 분야를 집중하려는 계획이다. 특히 수소 생산 방식에 따라 전력수요가 크게 달라진다는 점에서, 수소 정책은 전력정책과 점점 더 밀접하게 결합되고 있다.

그리고, 산업·AI 시대 대응 에너지 정책이, 전력은 ‘산업 입지 조건’이라는 인식 하에 실행되고 있다. 이러한 최근 정부 정책에서 두드러지는 변화는 에너지를 산업 정책의 핵심 인프라로 인식하기 시작했다는 점이다. AI, 데이터센터, 반도체, 배터리, 수소 산업은 모두 대규모·고품질 전력을 요구하며, 이에 따라 에너지 정책은 곧 산업 입지 정책으로 기능하고 있다. 특히, 데이터센터 전력수요를 전력수급계획에 명시 반영, RE100 대응을 위한 재생에너지 조달 제도 개선, 산업단지 내 전력·열·수소 통합 공급 모델 검토, 지역별 전력 여건을 고려한 산업 배치 논의 확대 등이 고려된다. 지역별 전력 여건이 우수하면, 단순히 저렴한 전기요금이 아닌, “전력을 안정적·지속가능하게 조달할 수 있는 곳”이 산업 경쟁력을 갖게 되는 구조로의 전환을 의미한다.

정리하면, 최근 한국의 에너지 정책은, 1) 전력수요 증가를 전제로 한 정책 전환 중앙집중형 → 분산형 에너지 체계로의 구조 변화, 2) 재생에너지의 ‘양’보다 ‘계통 친화성’ 중시, 3) 수소·AI·첨단산업과 에너지 정책의 결합, 4) 에너지 정책의 지역화·산업화 가속이 중시되고 있다. 이러한 정책 변화는 지역 차원에서 에너지 믹스

전략, 산업 유치 전략, 전력 인프라 투자 방향을 재설계할 필요성을 강하게 시사한다. 특히 강릉과 같은 발전·재생에너지·수소 인프라를 동시에 보유한 지역은, 최근 정책 기조를 적극적으로 활용할 경우 에너지 전환과 산업 혁신을 동시에 달성할 수 있는 전략적 위치를 선점한 상황으로 고려할 수 있다.

3.2.2. 탄소 중립 관련 정책 방안

정부는 2050 탄소중립 선언 이후, 에너지 전환과 자원순환을 동시에 추진하는 정책 프레임을 구축해 왔다. 특히 폐기물 분야는 에너지 사용 단계 외 온실가스 감축의 핵심 수단으로 인식되며, 「국가 자원순환기본계획(2018~2027)」, 「자원순환 정책대 전환 추진계획(2020)」, 「탄소중립을 위한 K-순환경제 이행계획(2021)」을 통해 발생 억제-재활용-에너지화의 전 주기 관리체계가 제도화되었다. 이 중 K-순환경제 이행계획은 소각·매립 최소화, 폐자원의 에너지·원료화 확대, 산업부문 온실가스 감축과 신산업 창출을 동시에 목표로 설정하고 있다. 이는 단순한 환경 정책을 넘어 산업·에너지 정책과의 통합적 접근이라는 점에서 지역 에너지 믹스 전환과 직접적인 정책적 접점을 가진다.

이러한 폐자원 에너지화 관련 핵심 정부 정책에서, 특히 주목할 부분은 다음 세 가지이다. 첫째, 폐플라스틱 열분해 기반 자원·에너지화 확대이다. 환경부는 2030년까지 폐플라스틱 열분해 처리 비중을 10% 수준으로 확대하고, 열분해유를 연료뿐 아니라 석유·화학 원료로 활용할 수 있도록 법·제도 정비를 추진하고 있다. 이는 지역 차원에서 소각·매립 중심의 폐기물 처리 구조를 에너지·원료 생산형 구조로 전환할 수 있는 제도적 근거를 제공한다.

둘째, 유기성 폐자원의 바이오가스화 확대이다. 음식물류 폐기물, 가축분뇨, 하수슬러지를 통합 처리하는 바이오가스화 정책은 2030년까지 바이오가스 생산 비율을 52%로 확대하는 것을 목표로 한다. 이는 분산형 에너지 공급원 확보와 동시에 농촌·도농복합 지역의 에너지 자립도를 제고하는 정책 수단으로 설계되었다.

셋째, 매립가스(LFG) 포집·활용을 통한 온실가스 감축이다. 매립가스는 전력 생산, 열 공급, 단순 소각을 통한 감축사업 등록 등 다양한 방식으로 활용 가능하며, 배출권거래제 외부사업 또는 국제 CDM 방법론과의 연계를 통해 지역 재정 수익원으로 전환 가능한 정책 영역으로 제시되고 있다.

이러한 재생 에너지 활용 추세 관련하여, 강원도 및 강릉시 여건은 정부 정책에 적합성을 갖고 있다. 특히, 폐자원 에너지화에도 강점을 보일 수 있는데, 강원도는 전국 대비 매립시설과 소각시설의 분산도가 높고 시설 규모는 상대적으로 소규모라는 구조적 특성을 가진다. 특히 강릉시는 매립시설을 보유하고 있으나 매립가스 활용은 제한적이며, 소각·매립 위주의 처리 구조가 유지되고 있다. 이는 정부 정책에서 강조하는 ‘미활용 폐자원의 발굴과 에너지화’라는 방향성과 정확히 부합한다. 즉, 강원도는 2040 탄소중립을 목표로 「2030 탄소중립 폐자원 에너지화 기본계획」을

수립하고, 플라스틱 열분해, 매립가스 활용, 유기성 폐자원 바이오가스화, 소각폐열 활용 등을 핵심 전략으로 제시하고 있다. 이는 국가 K-순환경제 정책과의 정합성이 높으며, 중앙 정책의 선도적 지역 실증 모델로 기능할 수 있는 잠재력을 가진다.

이에 따르는 강릉 에너지 믹스 전환에 대한 정책적 시사점으로는, 첫째, 화석연료·대형 발전 중심 에너지 체계에서 분산형·순환형 에너지 체계로의 전환이 필수적이다. 폐자원 에너지화는 재생에너지와 달리 기저성(baseload)을 일부 보완할 수 있어, 지역 에너지 믹스의 안정성을 제고하는 수단이 된다. 둘째, 폐자원 에너지화는 단순 에너지 공급을 넘어 신산업 및 지역 일자리 창출과 직결된다. 열분해 기술, 바이오가스 설비 운영, 에너지·환경 엔지니어링, 배출권·탄소시장 연계 서비스 등은 강릉의 기존 산업 구조(관광·환경·해양·농업)와 결합 가능한 유망 산업 영역이다. 셋째, 중앙정부 정책은 이미 제도적 틀을 제공하고 있으나, 실제 사업화와 에너지 믹스 반영은 지역 주도의 전략 설계가 관건이다. 강릉시는 폐자원 에너지화를 단일 환경 사업이 아니라, 전력·열·수소·산업 원료를 아우르는 지역 에너지 전략의 한 축으로 재정의할 필요가 있다.

종합하면, 정부의 탄소중립·순환경제 정책은 강원도와 강릉시에 대해 명확한 정책 정합성과 실행 여지를 동시에 제공하고 있다. 강릉 에너지 믹스 전환은 국가 정책을 단순히 수용하는 수준을 넘어, 폐자원 에너지화를 매개로 한 분산에너지, 지역 산업, 탄소중립 전략을 통합하는 지역형 에너지 전환 모델로 발전시킬 수 있는 단계에 진입해 있다. 향후 정책 분석은 이러한 국가-지역 간 정책 정합성을 기반으로, 강릉형 에너지 믹스 로드맵과 핵심 정책 과제 도출로 구체화될 필요가 있다.

이와 관련하여, 국내 정책을 보다 구체적으로 살펴보았다. 정부는 2050 탄소중립 목표 달성을 위해 에너지 전환과 자원순환을 통합하는 정책 기조를 확립하고 있으며, 폐자원 에너지화는 이러한 정책 프레임의 핵심 수단 중 하나로 자리 잡고 있다. 기존의 발전·수송·산업 부문 중심 감축 전략에서 나아가, 폐기물 발생 단계부터 재활용·에너지 회수에 이르는 전 주기 관리 체계를 구축함으로써 온실가스 감축과 에너지 자립을 동시에 달성하고자 하는 것이 정부 정책의 기본 방향이다. 이는 에너지 공급 구조의 전환과 함께 지역 단위에서 활용 가능한 분산형·순환형 에너지를 적극 발굴하겠다는 정책적 의지를 반영한다.

특히, 정부는 「자원순환기본계획」과 「K-순환경제 이행계획」을 통해 소각·매립 중심의 폐기물 처리 구조를 탈피하고, 폐자원의 에너지화 및 원료화를 확대하는 방향을 명확히 제시하고 있다. 폐플라스틱 열분해, 유기성 폐자원의 바이오가스화, 매립가스 포집·활용 등은 대표적인 정책 수단으로, 이들 기술은 단순한 환경 관리 차

원을 넘어 전력·열·연료 생산을 가능하게 하는 에너지 자원으로 인식되고 있다. 정부는 이러한 폐자원 에너지화 기술을 통해 화석연료 의존도를 낮추고, 중소·분산형 에너지 공급 기반을 확대하는 것을 중장기 정책 목표로 설정하고 있다.

이와 함께 폐자원 에너지화 정책은 에너지 정책뿐만 아니라 산업·지역 정책과도 긴밀히 연계되고 있다. 정부는 폐자원 기반 에너지 설비를 신산업으로 육성하고, 관련 기술 개발과 실증 사업을 통해 지역 단위 일자리 창출과 산업 다각화를 도모하고 있다. 특히 열분해유의 연료 및 화학 원료 활용, 바이오가스의 전력·열·수소 연계 활용 등은 에너지와 산업을 동시에 고려한 정책 설계의 대표적 사례로 평가된다. 이는 에너지 전환이 단순히 발전원 교체에 그치지 않고, 지역 산업 구조 재편과 경제 활성화로 이어져야 한다는 정부 인식이 반영된 결과라 할 수 있다.

지역 차원에서 이러한 정부 정책은 에너지 믹스 전환의 중요한 제도적 기반으로 작용한다. 중앙정부가 제시한 탄소중립·순환경제 정책은 지역이 보유한 폐자원, 환경 인프라, 산업 구조에 따라 다양한 방식으로 적용될 수 있으며, 특히 분산에너지 확대와 결합될 경우 지역 에너지 자립도 제고와 전력 계통 안정화에도 기여할 수 있다. 폐자원 에너지화는 재생에너지와 달리 비교적 안정적인 공급이 가능하다는 점에서, 지역 에너지 믹스의 기저 보완 수단으로 활용될 수 있는 정책적 장점을 가진다.

종합하면, 정부의 탄소중립 및 폐자원 에너지 정책은 에너지 전환과 자원순환을 결합한 통합적 정책 체계로 발전하고 있으며, 이는 지역 에너지 믹스 전환을 촉진하는 핵심 외생 변수로 기능하고 있다. 지역은 이러한 국가 정책을 수동적으로 수용하는 데 그치지 않고, 폐자원 에너지화를 지역 에너지 전략의 한 축으로 재구성함으로써 분산에너지 확대, 산업 연계, 고용 창출을 동시에 달성할 수 있는 여지를 확보하고 있다. 따라서 향후 에너지 믹스 전환 전략은 정부 정책과의 정합성을 기반으로, 지역 여건에 맞는 실행 전략으로 구체화될 필요가 있다.

3.2.3. 지역에너지 시사점

이러한 맥락에서 강원도와 강릉의 상황을 분석해보면, 강원특별자치도는 2040년 탄소중립 달성을 목표로 에너지 전환과 산업 구조 전환을 포괄하는 종합적인 정책 프레임워크를 구축하고 있다. 산지와 해안, 풍부한 수자원을 동시에 보유한 지역적 특성을 바탕으로 풍력·태양광·수력·바이오매스 등 다양한 신재생에너지 잠재량을 확보하고 있으며, 이는 국가 탄소중립 정책과 연계 가능한 중요한 기반으로 평가된다. 특히 강원도는 이미 「2030 온실가스 감축목표 및 로드맵」과 「제5차 지역에너지계획」을 수립·이행해 오면서 지역 여건에 부합하는 에너지·기후 정책 경험을 축적해 왔다.

에너지 정책 측면에서 강원도는 신재생에너지 확대와 친환경 인프라 구축을 핵심 전략으로 설정하고, 수소 및 에너지 신산업 육성, 에너지 혁신 클러스터 조성 등을 중점적으로 추진하고 있다. 이는 단순한 발전원 다변화를 넘어, 에너지 산업을 지역 성장 동력으로 육성하려는 정책적 의지를 반영한 것이다. 또한 탄소중립 전담 부서 운영과 기후·에너지 관련 조례 제정을 통해 제도적 기반을 강화함으로써, 중앙정부 정책을 지역 차원에서 실행할 수 있는 행정 역량을 확보하고 있다.

강원특별자치도의 에너지 소비 구조를 보면, 최종에너지 소비량 자체는 전국 대비 낮은 수준이지만, 1인당 전력소비량과 전력자립도는 전국 평균을 크게 상회하는 특징을 보인다. 이는 시멘트 산업과 발전산업 등 에너지 집약적 산업이 지역 산업 구조에서 차지하는 비중이 크기 때문으로 해석된다. 특히 석탄을 포함한 화석연료 소비 비중이 여전히 높은 상황에서, 국가 탄소중립 정책과 연계한 연료 전환 및 에너지 효율 개선 정책의 중요성이 더욱 부각되고 있다.

강원도는 석탄화력발전소와 시멘트 산업 등 탄소 다배출 산업이 집중된 지역으로서, 에너지 전환 과정에서 ‘자연스러운 전환’이 핵심 정책 이슈로 제기되고 있다. 강릉, 동해, 삼척, 영월 등 화력발전소가 위치한 지역은 국가 탄소중립 전략에 따라 에너지 공급 체계 전환의 직접적인 영향을 받을 가능성이 높으며, 이에 따라 고용·산업·지역경제 전반에 대한 충격을 완화하기 위한 선제적 대응이 요구된다. 정부는 이러한 지역을 자연스러운 전환 특별지구로 지정해 맞춤형 지원을 추진할 수 있는 제도적 장치를 마련하고 있으며, 강원도 역시 이에 부합하는 지역 차원의 전환 전략 수립을 추진하고 있다.

자원순환과 폐자원 에너지화 역시 강원도의 탄소중립 전략에서 중요한 축을 차지한다. 강원도는 2030년을 목표로 폐자원 에너지화 기본계획을 수립하고, 플라스

틱 열분해, 매립가스 활용, 유기성 폐자원 바이오가스화, 소각폐열 회수 등을 통해 미활용 폐자원을 에너지 자원으로 전환하는 전략을 추진하고 있다. 이는 온실가스 감축과 동시에 에너지 공급원을 다변화하고, 지역 단위 분산에너지 기반을 강화하는 정책 수단으로 기능할 수 있다.

아울러 강원특별자치도는 도민 참여를 핵심 원칙으로 하는 탄소중립 정책을 강조하고 있다. 주민참여형 신재생에너지 발전사업, 에너지 복지 확대, 에너지 절감형 주거 정책 등은 에너지 전환의 사회적 수용성을 높이기 위한 정책적 장치로 마련되었다. 특히 고령화와 소규모 가구 증가라는 인구 구조적 특성을 고려할 때, 에너지 복지와 분산형 소규모 에너지 설비 보급은 지역 에너지 정책의 실효성을 높이는 중요한 요소로 평가된다.

결과적으로, 강원특별자치도의 탄소중립·에너지 정책은 국가 정책과의 정합성을 기반으로 하면서도, 지역의 산업 구조와 자원 여건을 반영한 맞춤형 전략으로 전개되고 있다. 이러한 정책 방향은 향후 강릉을 포함한 동해안 지역에서 에너지 믹스 전환, 산업 재편, 고용 대응을 통합적으로 추진하는 데 중요한 정책적 기반으로 작용할 것으로 판단된다.

3.2.4. 관련 주요 정책 사례

에너지 믹스와 관련된 국내 주요 정책 동향으로는 제10차 전력수급기본계획, 분산에너지 활성화 특별법, 그리고 탄소중립 시범도시 정책을 고려할 수 있다. 우선, 제10차 전력수급기본계획은 중장기 전력 수요와 공급의 안정적 관리를 목표로 하는 국가 최상위 전력 정책으로, 탄소중립 달성과 전력 시스템의 구조적 전환을 핵심 기조로 설정하고 있다. 동 계획은 재생에너지 확대를 기본 방향으로 하되, 전력 공급의 안정성과 계통 신뢰도 확보를 위해 무탄소 전원의 균형 있는 활용, 에너지저장장치(ESS) 및 수요관리(DR) 강화, 전력망 고도화를 병행 추진하는 전략을 제시하고 있다. 특히 전력 수요 증가와 재생에너지 변동성에 대응하기 위해 중앙집중형 공급 체계에서 벗어나 지역 단위 전원 분산과 계통 부담 완화를 중요한 정책 과제로 명시하고 있으며, 이는 지역 기반 에너지 자립 및 분산형 전원 확대의 제도적 근거로 작용한다. 제10차 전력수급기본계획은 향후 지역 에너지 정책 및 산업 전략이 국가 전원 믹스와 정합성을 유지하면서 추진될 수 있도록 방향성을 제시하는 역할을 수행한다.

분산에너지 활성화 특별법은 중앙집중형 전력 시스템의 한계를 극복하고, 지역 단위에서 에너지 생산과 소비가 이루어지는 분산형 에너지 체계를 제도적으로 지원하기 위해 제정된 법률이다. 동 법은 분산에너지의 범위를 재생에너지, 집단에너지, 연료전지, 에너지저장장치 등으로 명확히 규정하고, 지자체가 지역 여건에 맞는 에너지 계획을 수립·운영할 수 있는 법적 권한을 부여하고 있다. 특히 분산에너지 특화지역 지정, 지역 내 전력 생산·소비 연계, 전력 거래 및 요금제 특례 등의 제도를 통해 지역 에너지 자립과 신산업 창출을 동시에 도모하는 것이 특징이다. 이는 에너지 정책의 실행 주체를 중앙정부 중심에서 지역으로 확장시키는 전환점으로서, 지역 산업 전략과 연계된 에너지 신산업 육성, 실증 사업 추진, 민간 투자 유치의 제도적 기반을 제공한다.

탄소중립 시범도시 정책은 국가 탄소중립 목표를 도시 단위에서 종합적으로 실현하기 위한 정책으로, 에너지·교통·건물·산업·생활 전반을 포괄하는 통합적 접근을 특징으로 한다. 시범도시는 재생에너지 확대, 에너지 효율 개선, 분산형 전원 구축, 스마트 에너지 관리 시스템 도입, 시민 참여형 에너지 전환 모델 등을 패키지 형태로 실증하며, 기술 실증과 제도 실험을 병행 추진한다. 이를 통해 지역 특성에 적합한 탄소중립 이행 모델을 발굴하고, 향후 전국 확산을 위한 표준 사례를 축적하는 것을 목표로 한다. 탄소중립 시범도시 정책은 단순한 온실가스 감축 사업을 넘어,

에너지 기술 혁신과 산업 육성, 도시 경쟁력 강화를 동시에 달성하는 수단으로서 지역 미래 산업 전략과의 연계 가능성이 매우 크다.

종합하면, 제10차 전력수급기본계획은 국가 차원의 전원 믹스와 전력 시스템 전환 방향을 제시하고, 분산에너지 활성화 특별법은 지역 단위 에너지 전환의 제도적 실행력을 확보하며, 탄소중립 시범도시 정책은 이를 실제 공간과 산업 현장에서 실증·확산하는 역할을 수행한다. 이 세 정책은 상호 보완적인 구조를 이루며, 지역 미래 산업 전략 수립 시 에너지 전환을 산업 육성, 기술 실증, 지역 혁신 체계와 유기적으로 연결할 수 있는 핵심 제도적 토대를 형성하고 있다.

이어서, 국내외 에너지 믹스 혁신 사례 및 산업·기술 현황을 살펴보았다. 에너지 믹스 혁신은 단순히 발전원 비중을 바꾸는 것을 넘어, (1) 재생에너지 확대, (2) 무탄소 전원(원전·수소·암모니아 등) 활용, (3) 계통·저장·수요관리 고도화, (4) 지역 분산형 운영체계가 결합되는 방향으로 전개되고 있다. 특히 변동성 재생에너지의 확대는 전력시스템의 운영 방식(저장·유연성·시장제도)을 동시에 바꾸는 ‘시스템 전환’ 성격이 강하다.

국내에서는 제주 탄소중립형 에너지 전환(재생+스마트그리드+전기화)을 고려할 수 있다. 제주 “Carbon Free Island 2030”은 대표적 에너지 전환 사례로, 재생에너지 확대와 함께 스마트그리드 실증, 전기차 확산, 마이크로그리드 기반 운영을 결합한 지역 단위 전환 모델이다. 이는 ‘발전원 전환’과 ‘수요의 전기화(모빌리티 등)’를 묶어 설계한다는 점에서 의미가 크며, 향후 다른 지역으로 확산 가능한 도서·관광형 분산에너지 모델로도 활용될 수 있다.

해외 사례로는 정책기조(재생 확대), 운영전략(저장·열부문·원전), 시장·산업(투자 촉진)의 결합의 측면에서 볼 수 있다. 우선, 덴마크 코펜하겐의 지역난방(DH) 기반 ‘열-전기 섹터커플링’ 혁신 사례가 있다. 덴마크는 전력 부문의 재생 확대와 함께, 지역난방(District Heating)을 활용해 열부문의 탈탄소를 추진하며 전력계통의 유연성까지 확보하는 전략이 강점이다. 코펜하겐권역은 대규모 열펌프·전기보일러·폐열 활용 등을 통해 지역난방을 저탄소화하는 접근이 논의·확산되고 있으며, 최근에는 지역난방의 전기화(대형 히트펌프/보일러 확대)가 핵심 트렌드로 부각된다. 이러한 사례는 전력 전환 부담이 큰 지역은 열부문(난방) 전환을 병행할 때 총비용·피크부하·탄소를 동시에 낮출 수 있음을 시사한다.

또한, 독일의 사례는 재생에너지 확대와 계통·저장 확충에 대한 내용을 제공한다. 독일은 에너지전환(Energiewende) 하에서 태양광·풍력 확대가 지속되며, 전력 소비에서 재생에너지 비중이 60%를 넘는 수준으로 진입한 것으로 보고된다. 또한

2024~2025년에도 재생발전량·비중이 높은 수준을 유지하며(연도·지표에 따라 변동), 태양광+히트펌프 보급, 계통 보강, 저장 확대가 핵심 과제로 제시되고 있다. 이는 재생 확대의 병목은 설비 자체보다 계통·인허가·저장에서 나타나며, “발전 확대”와 “계통 투자”가 패키지로 가야 함을 시사한다.

미국의 경우, 캘리포니아의 ‘태양광+배터리’로 피크를 대체하는 시장 기반 유연성 확대 사례를 볼 수 있다. 미국은 대규모 재생에너지 확산과 함께, 주(州) 단위 전력시장·자원 믹스가 다양하게 전개된다. 특히 캘리포니아는 전력계통 운영에서 배터리 저장이 저녁 피크 대응의 핵심 자원으로 급부상했다. CAISO 보고서는 2020년 약 0.5GW 수준이던 배터리 용량이 2024년 말 약 13GW까지 증가했다고 정리한다. 이는 재생 변동성이 “추가 발전”만으로 해결되지 않으며, 저장·수요관리·시장제도가 동시에 성장해야 함을 시사한다. 또한 연방 차원에서는 IRA(Inflation Reduction Act) 등을 통해 청정에너지 세제지원 체계가 구축·전환되었고(세부 조항은 시기별로 변경/가이던스가 누적), 민간 투자 유인 기반의 산업 확장이 진행돼 오고 있다.

일본은 에너지안보 강화와 원전 재가동, 그리고 재생 에너지 확대(‘GX’와 연계)가 같이 이뤄지고 있다. 일본은 후쿠시마 이후 원전 기조가 변화했으나, 최근에는 에너지안보·수입연료 비용 부담을 배경으로 원전 재가동과 무탄소 전원 확대를 주요 수단으로 활용하고 있다. 일본의 전략에너지계획(Strategic Energy Plan) 문서에서도 GX 전략과 연계한 정책 방향이 확인된다. 미국 EIA 분석 역시 일본이 2030 전력에서 원전 비중 목표를 달성하려면 추가 재가동이 필요하다고 평가한다. 이는 원전 활용 여부는 국가별로 다르지만, 공통적으로 무탄소 전원+계통 유연성을 함께 설계하는 흐름을 시사한다.

중국은 초대규모 재생설비와 송전망(초고압), 그리고 저장·디지털 운영으로 접근한다. 중국은 국가 주도로 재생에너지 설비를 초대규모로 확대하면서, 전력망(특히 장거리 송전)과 시스템 운영 고도화를 병행하는 특징이 강하다. 일부 자료에서는 2024년 말 기준 신에너지(풍력·태양광·바이오매스 등) 설비가 석탄 설비 규모를 상회했다는 분석도 제시된다. Ember의 중국 에너지전환 리뷰는 2024년 신규 전력수요의 상당 부분을 풍력·태양광 중심의 청정전원이 충당했다고 분석한다. 이는 대규모 설비 확대 국면에서도 계통(송전·접속)·저장·운영 디지털화가 병행되지 않으면 출력제한(커테일먼트)·비용 증가가 발생함을 시사한다. 또한, 재생 확대가 유연성(저장/DR)과 연결되고, 전력망·디지털 운영도 같이 성장해야 함을 보여준다.

국내외 사례를 종합하면, 에너지 믹스 혁신은 다음의 산업·기술 트렌드로 수렴한다. 저장(ESS) 및 유연성 자원 급성장하며, 태양광·풍력 확대에 따라 배터리, 장주

기 저장, 수요반응(DR), 가상발전소(VPP) 등 ‘유연성 산업’이 빠르게 확대되고, 이는 캘리포니아의 배터리 확산이 잘 보여준다. 계통·접속 인프라가 핵심 병목인 점도 고려할 수 있다. 재생 확대 속도가 빨라질수록 송배전·계통 보강 및 운영 고도화가 비용·정책의 중심으로 이동하며, 이는 독일과 유럽에서도 논의되고 있다. 또한, 열부문 전환(지역난방·히트펌프 등)과 섹터커플링도 고려할 수 있는데, 전력만이 아니라 난방·산업열까지 함께 전환해야 탄소·비용을 동시에 절감할 수 있음을 덴마크 사례에서 볼 수 있다. 마지막으로, 무탄소 전원 포트폴리오(원전·수소·CCUS 등)를 병행하는 것도 필요하며, 국가별로 원전 활용 정도는 다르나, 일본 사례에서 보듯이 재생 변동성을 보완할 수단으로 무탄소 전원/연료가 정책 패키지에 포함해야 할 필요가 있다.

종합하면, 미국, 독일, 일본, 중국은 모두 재생에너지 확대를 핵심 정책 목표로 설정하고 있으나, 이를 실현하는 방식과 원자력 활용 여부, 분산형 전원 추진 전략에서는 국가별로 뚜렷한 차이를 보인다. 미국은 연방 차원에서 직접적인 발전원 선택보다는 세제 혜택과 인센티브를 통해 민간 투자를 유도하는 시장 중심 접근을 취하고 있다. 태양광·풍력 확대와 함께 에너지저장장치(ESS), 수요반응(DR), 가상발전소(VPP) 등 분산형 에너지 자원의 시장 참여를 확대함으로써, 주(州) 단위 전력시장을 중심으로 유연한 에너지 믹스를 형성하고 있다. 원자력의 경우 재생에너지와 병행 가능한 무탄소 전원으로서 일정 역할을 인정하는 기조를 유지하고 있다 (U.S. Department of Energy, 2018).

독일은 에너지전환(Energiewende)을 통해 재생에너지 중심의 전력 시스템 전환을 강하게 추진하는 대표적인 사례로, 전력 소비에서 재생에너지 비중을 지속적으로 확대해 왔다. 반면 원자력은 단계적으로 폐지하여 에너지 믹스에서 제외하였으며, 이에 따라 재생에너지 확대에 따른 계통 안정성 확보와 송·배전망 확충, 저장 설비 확대가 핵심 정책 과제로 부각되고 있다. 독일의 경우 분산형 전원은 재생에너지 확산과 함께 자연스럽게 확대되고 있으나, 최근에는 계통 병목과 전력시장 제도 개선이 중요한 이슈로 논의되고 있다(Federal Government of Germany, 2022).

일본은 에너지안보와 전력 안정성을 중시하는 정책 기조 아래, 재생에너지 확대와 원자력 활용을 병행하는 균형형 에너지 믹스를 추구하고 있다. 후쿠시마 원전 사고 이후 안전 규제를 강화하였음에도 불구하고, 무탄소 전원 확보와 연료 수입 의존도 완화를 위해 원전 재가동을 에너지 전략에 포함하고 있다. 또한 자연재해에 대한 대응력을 강화하기 위해 마이크로그리드와 분산형 전원 도입의 필요성을 지속적으로 강조하며, 지역 단위 전력 시스템의 복원력 제고를 주요 정책 목표로 설정

하고 있다 (Tochibayashi, 2025).

중국은 국가 주도의 대규모 투자와 계획을 통해 재생에너지 설비를 빠른 속도로 확대하는 전략을 채택하고 있다. 풍력과 태양광을 중심으로 한 재생에너지 설비 증설과 함께, 장거리·초고압 송전망 구축을 병행하여 대규모 전력을 지역 간에 효율적으로 수송하는 방식이 특징적이다. 동시에 원자력 발전도 적극 활용하는 다원적 무탄소 전원 전략을 추진하고 있으며, 분산형 전원보다는 대규모 계통 확충과 중앙집중형 운영을 통해 재생에너지 변동성을 흡수하는 모델을 형성하고 있다(Climate Action Tracker, 2023).

이러한 주요국 비교를 통해 볼 때, 에너지 믹스 혁신은 재생에너지 확대라는 공통 목표 아래에서도 국가별 여건에 따라 서로 다른 정책 조합을 선택하고 있음을 알 수 있다. 미국은 시장 기반 분산형 전원 확대, 독일은 재생에너지 중심 전환과 계통 고도화, 일본은 원자력과 재생에너지의 병행을 통한 안정성 확보, 중국은 초대규모 설비와 계통 투자를 통한 국가 주도형 전환을 특징으로 한다. 이는 지역 에너지 정책 수립 시 단일 모델을 적용하기보다, 전력 수요 구조, 산업 기반, 계통 여건을 종합적으로 고려한 맞춤형 에너지 믹스 전략이 필요함을 시사한다.

3.3. 기술 분석 및 시사점

에너지저장장치(ESS)는 전력을 저장하였다가 필요 시 방출하는 시스템으로, 재생에너지 확대에 따른 출력 변동성과 간헐성 문제를 완화하는 핵심 기술이다. 태양광·풍력과 연계된 ESS는 전력 생산과 소비의 시간적 불일치를 해소하고, 전력 계통 안정성 확보와 피크 부하 저감에 기여한다. 최근에는 리튬이온 배터리 중심에서 장주기 저장(Long-duration storage), 전력망 연계형 ESS, AI 기반 충·방전 최적화 기술로 발전하고 있으며, 분산형 전원과 결합된 지역 단위 에너지 자립 모델의 핵심 인프라로 활용되고 있다. ESS 산업은 배터리 제조, 전력 변환 장치(PCS), 에너지 관리 시스템(EMS), 운영 소프트웨어 등 연관 산업 전반으로 확장되는 특징을 가진다.

소형모듈원전(SMR)은 기존 대형 원전에 비해 출력 규모를 축소하고, 모듈화 설계를 통해 안전성과 경제성을 동시에 추구하는 차세대 원자력 기술이다. 공장에서 사전 제작 후 현장에 설치하는 방식으로 건설 기간과 비용을 절감할 수 있으며, 수동 안전계통을 적용해 사고 위험을 낮춘 것이 특징이다. SMR은 대규모 전력 공급 뿐 아니라 산업단지, 수소 생산, 지역 열공급 등 다목적 활용이 가능해 분산형 에너지 시스템과의 연계 가능성이 높다. 이에 따라 원전 기자재, 제어 시스템, 안전 해석 소프트웨어 등 고부가가치 연관 산업 발전을 견인할 잠재력을 지닌다.

태양광 효율 향상 기술은 제한된 면적에서 더 많은 전력을 생산하기 위한 핵심 기술 분야로, 최근에는 고효율 셀 구조와 신소재 적용을 중심으로 빠르게 발전하고 있다. 대표적으로 탠덤(tandem) 태양전지, 페로브스카이트 기반 차세대 태양전지, 양면발전(Bifacial) 기술, 추적형 시스템(Tracker) 등이 주목받고 있다. 이러한 기술은 발전 단가(LCOE)를 낮추고, 도심·건물 일체형 태양광(BIPV) 등 설치 공간의 제약을 극복하는 데 기여한다. 태양광 효율 향상은 소재, 장비, 시스템 설계, 유지관리(O&M) 산업 전반의 기술 고도화를 동반한다.

수소 연료전지는 수소와 산소의 전기화학 반응을 통해 전기를 생산하는 발전 기술로, 발전 과정에서 이산화탄소 배출이 없다는 점에서 대표적인 무탄소 에너지 기술로 평가된다. 발전 효율이 높고 소음과 진동이 적어 분산형 전원, 건물·산업용 전력 공급, 모빌리티 분야까지 활용 범위가 넓다. 최근에는 그린수소 생산과 연계된 연료전지 시스템, 고체산화물 연료전지(SOFC) 등 고효율 기술이 주목받고 있다. 수소 연료전지는 수소 생산·저장·운송과 연계된 수소 산업 생태계 전반의 성장을 촉진하는 핵심 기술이다.

탄소포집·활용·저장(CCUS, Carbon Capture, Utilization and Storage)은 발전소나 산업 공정에서 배출되는 이산화탄소를 포집하여 활용하거나 저장하는 기술로, 기존 화석연료 기반 산업의 탄소 감축을 가능하게 하는 전환 기술이다. 포집된 이산화탄소는 화학 원료, 합성연료, 건설 자재 등으로 활용되거나 지중에 저장된다. CCUS는 철강, 시멘트, 석유화학 등 감축이 어려운 산업 부문의 탄소중립 달성을 위한 핵심 수단으로 인식되고 있으며, 포집 기술, 저장 인프라, 활용 공정 등 다양한 연계 산업을 창출한다.

이러한 기술을 발전시키며 지역의 에너지 믹스를 고도화하기 위해서는 지속가능한 신산업 육성과 지역 경쟁력 강화를 위해서는 개별 사업이나 단기 인재양성 프로그램 넘어, 에너지믹스와 같은 핵심 인프라 연구를 중심으로 한 중·장기 산업 전략이 필수적이다. 특히 강릉은 동해안 에너지 거점, 수소·해상풍력·분산에너지 잠재력을 동시에 보유한 지역으로서, 에너지 인프라의 구조와 운영 방식 자체가 향후 신산업 형성의 토대가 되는 특성을 지닌다. 이러한 맥락에서 에너지믹스 연구는 단순한 기술 분석을 넘어, 지역 산업 구조를 재편하고 새로운 산업 생태계를 창출하는 전략적 연구 영역으로 인식될 필요가 있다.

현재 강원도의 산업 정책은 개별 산업 육성이나 산학협력 사업 단위로 분절되어 추진되는 경향이 있으나, 에너지 인프라와 산업 전략 간의 구조적 연계는 충분히 체계화되지 못한 상황이다. 바이오소재, 세라믹, 헬스케어, 스마트 제조 등 강원도의 주요 신산업은 모두 안정적인 전력 공급, 친환경 에너지 전환, 에너지 비용 구조, 실증 가능한 테스트베드와 밀접하게 연관되어 있음에도, 에너지 인프라 연구가 산업 정책의 중심 축으로 기능하지 못하고 있다. 특히 강릉의 경우, 대규모 발전 설비, 항만·산단, 수소 및 신재생에너지 실증 가능성이 결합된 지역임에도 불구하고, 이를 통합적으로 분석하고 설계하는 에너지믹스 기반 연구가 충분히 축적되지 않았다.

에너지믹스 중심의 인프라 연구는 강릉 신산업 육성에 있어 세 가지 측면에서 핵심적인 역할을 수행한다. 첫째, 산업 유치와 신산업 창출의 전제 조건을 제공한다. 전력 수급 안정성, 재생에너지 비중, 수소·ESS 연계 가능성 등은 첨단 제조, 데이터센터, 바이오·헬스 산업 유치의 결정적 요소로 작용하며, 이는 단순한 기업 지원 정책만으로는 해결될 수 없는 구조적 문제이다. 둘째, 실증 기반 혁신을 가능하게 한다. 에너지 인프라를 실험·검증할 수 있는 테스트베드는 기술개발과 사업화를 연결하는 핵심 수단으로, 강릉은 분산에너지, 해양에너지, 수소 기반 시스템 실증에 적합한 지역적 조건을 보유하고 있다. 셋째, 지역 인재의 정착과 고급 일자리 창출

로 연결된다. 에너지 인프라 연구를 중심으로 한 장기 프로젝트는 연구·설계·운영·정책 분석 인력을 지속적으로 필요로 하며, 이는 단기 취업 연계보다 안정적인 지역 정착 기반을 제공한다.

그러나 현재 에너지 믹스 기술의 개발이, 개별 과제나 단기 연구에 머무르며, 산업 전략과 연계된 중장기 연구 로드맵으로 발전하지 못하고 있는 한계가 존재한다. 특히 대학과 연구기관의 연구 성과가 실제 에너지 시스템 설계, 산업단지 운영, 신산업 유치 전략으로 연결되는 구조가 미흡하다. 이를 극복하기 위해서는 에너지믹스를 중심으로 한 지역 단위 인프라 연구 플랫폼을 구축하고, 전력·수소·재생에너지·분산전원·에너지 저장을 통합적으로 분석하는 연구 체계를 마련할 필요가 있다.

또한, 에너지 인프라 기술의 육성은 산업 인력 양성과도 직접적으로 연계되어야 한다. 현재 강원도에서는 대학 졸업생이 지역 산업의 수요와 괴리된 역량을 보유한 채 수도권으로 이동하는 현상이 지속되고 있다. 에너지 시스템 분석, 에너지 데이터 분석, 인프라 운영·정책 평가 등은 지역에서 장기적으로 수요가 발생하는 분야임에도 불구하고, 이를 체계적으로 교육·연구와 연계하는 구조가 부족하다. 에너지믹스 기반 연구를 중심으로 한 교육·연구 연계 모델을 구축할 경우, 산업 맞춤형 인재 양성과 지역 정착을 동시에 도모할 수 있다.

에너지 인프라 기술의 또 다른 핵심 과제는 기술사업화 및 신산업 창출과의 연결이다. 에너지 시스템 최적화, 분산에너지 운영 모델, 수소 활용 시나리오, 탄소저감 기술 등은 정책 연구에 그치지 않고, 실제 서비스·플랫폼·솔루션 산업으로 확장될 수 있는 잠재력을 지닌다. 이를 위해서는 연구 성과를 사업화로 연계할 수 있는 기술이전 체계와 함께, 에너지·인프라 기반 스타트업과 벤처기업을 육성할 수 있는 환경 조성이 필요하다. 특히 강릉은 실증과 사업화를 동시에 추진할 수 있는 지역적 이점을 보유하고 있어, 에너지 인프라 연구 성과가 곧바로 신산업으로 전환될 수 있는 구조를 설계할 필요가 있다.

아울러, 강원도의 산업 경쟁력 강화를 위해서는 에너지 인프라를 중심으로 한 산업 클러스터 전략이 요구된다. 춘천의 바이오, 원주의 의료기기, 강릉의 세라믹·에너지 산업은 개별적으로 존재하기보다, 안정적인 에너지 공급과 친환경 전환이라는 공통의 인프라 기반 위에서 연계될 수 있다. 에너지믹스 연구는 이러한 지역 간 산업 연계를 가능하게 하는 공통 언어이자 전략적 도구로 기능할 수 있으며, 이를 통해 강원도 전체의 산업 집적도와 지속가능성을 제고할 수 있다.

마지막으로, 에너지 인프라 연구는 강원도 신산업의 글로벌 경쟁력 확보와도 직결된다. 글로벌 시장에서는 친환경 에너지 전환, 탄소중립, 에너지 안보가 산업 경

쟁력의 핵심 요소로 부상하고 있으며, 에너지 시스템 설계와 운영 역량 자체가 수출 가능한 지식·기술 자산이 되고 있다. 강원도가 에너지믹스 기반 인프라 연구 역량을 축적할 경우, 이는 단순한 지역 연구를 넘어 국제 공동연구, 해외 실증 협력, 수출형 산업 모델로 확장될 수 있다. 종합하면, 강원도, 특히 강릉의 신산업 육성을 위해서는 에너지믹스와 같은 인프라 연구를 산업 정책의 주변이 아닌 중심 축으로 재배치할 필요가 있다. 에너지 인프라 연구는 산업 유치, 기술 실증, 인재 양성, 창업 및 사업화, 지역 정착을 하나의 구조로 연결하는 핵심 메커니즘이며, 이를 기반으로 강원도는 단기 사업 중심의 정책을 넘어 지속가능한 신산업 생태계를 구축할 수 있을 것이다.

결과적으로, 강릉의 미래산업을 실질적으로 추진하기 위해서는 개별 산업 육성 중심의 접근을 넘어, 에너지믹스와 같은 핵심 인프라 연구를 중심으로 한 전략적 정책 설계가 필수적이다. 특히 전력 수급 구조, 재생에너지 전환, 수소 및 분산에너지 시스템은 강원도의 바이오소재, 세라믹, 헬스케어, 스마트 제조 등 주요 신산업의 성패를 좌우하는 기반 조건으로 작용한다. 이에 따라 강원도와 강릉의 미래산업 정책은 에너지 인프라 기반의 지역 맞춤형 산업 전략 수립, 에너지·산업 연계형 교육 및 인재 양성, 에너지 시스템 연구를 매개로 한 산학연 협력 및 기술사업화 촉진, 에너지 인프라와 연계된 산업 클러스터 구축 및 지속가능성 확보, 에너지 전환 기술을 중심으로 한 글로벌 협력 및 수출형 산업 육성이라는 다섯 가지 핵심 전략을 중심으로 재구조화될 필요가 있다. 이를 통해 에너지 인프라 연구 성과가 곧바로 신산업 창출과 산업 경쟁력 강화로 연결되는 선순환 구조를 구축해야 한다.

특히 에너지믹스 기반 기술 연구는 산업 연계형 교육과 연구개발의 중심축으로 기능할 수 있다. 에너지 시스템 분석, 인프라 운영 최적화, 탄소 저감 및 에너지 전환 기술은 지역 산업이 장기적으로 요구하는 핵심 역량이며, 이를 교육·연구·산업과 연계할 경우 지역 내 인재 양성과 정착을 동시에 달성할 수 있다. 따라서 강원도는 에너지 인프라 연구를 중심으로 한 교육·연구 지원 체계를 구축하고, 산업 발전과 직접적으로 연결되는 인재 양성 구조를 마련해야 한다.

더 나아가, 미래산업 중심지로 도약하기 위해서는 에너지 인프라 연구를 매개로 한 지속가능한 산학연 협력 체계 구축이 핵심 과제이다. 기술이전과 사업화, 실증 기반 연구, 산업 현장 적용이 단절되지 않도록 에너지 시스템 연구를 중심으로 대학·기업·연구기관·지자체가 유기적으로 협력하는 구조를 정착시켜야 한다. 나아가 에너지 전환과 탄소중립이라는 글로벌 흐름 속에서, 강원도는 에너지믹스 기반 연구 역량을 전략적으로 축적함으로써 국내를 넘어 국제 시장에서도 경쟁력을 갖춘 신산

업 거점으로 자리매김할 수 있을 것이다.

제 4 장. 에너지 믹스 정책

4.1. 에너지 믹스 현황

4.1.1. 강릉시 주요 에너지원별 특징 및 발전 단가

최근 5년 간의 강릉시의 에너지 믹스 현황을 살펴보면, 지역 발전량 면에서 화석연료(석탄) 중심인 구조이지만, 연도별로 신재생에너지 비중이 증가하고 있는 상황이다 (강릉시, 2021-2024). 전국 수준 통계로 보면, 2024년 기준 재생에너지 발전량이 전년 대비 11.7% 증가하여 63.2TWh(전체의 약 10.6%)를 기록하는 등 재생 확대 추세가 확대된다. 하지만, 지역적 특성상 강릉은 석탄발전 비중이 매우 높은 편이며, 재생에너지 및 소규모 태양광 등이 폐열과 결합하여 보조적 역할을 수행하고 있다.

이와 관련하여, 강릉 및 동해안권의 연도별 에너지원별 발전량을 살펴보았다. 한국전력공사·전력시장 통계 시스템(전원별 발전량), 전국 재생에너지 발전량 통계, 전력시장·발전소 프로파일 데이터 등을 참고하였다. 아래 표는 강릉 및 동해안 주요 발전소(석탄중심)와 정부 통계에 의한 전국 재생에너지 증가 추세 등을 결합하여 강릉시의 실질 발전량 구성을 정리한 것이다.

<표9> 강릉시 에너지 믹스 발전량(추정, GWh)

연도	석탄화력 (Anin 등, 추정치)	LNG/가스 (추정치)	재생에너지 (추정치)	비고
2021	약 12,000-15,000 GWh	0	약 30-50 GWh	대부분 강릉안인 1호기 건설 후 가동 비중 ↑
2022	약 14,000-17,000 GWh	0	약 40-60 GWh	안인 2호기 상업운전 개시, 재생소규모 확대
2023	약 15,000-18,000 GWh	0-50 GWh	약 50-80 GWh	전국 재생 63.2TWh 증가 흐름 반영
2024	약 15,000-18,000 GWh	0-100 GWh	약 60-100 GWh	신재생·ESS 확대, 종전제약 영향
2025	약 15,000-18,000 GWh	100-150 GWh	약 80-120 GWh	동해 LNG복합계획/재생 확대(추정)*

*현재 연도별 지역 단위 발전량의 행정 통계가 미공개 상태여서, 전국 통계와 권역 발전소 운영량/가동률 등을 결합해 추정한 구성임.

위 표에서와 같이, 석탄화력 발전량은 강릉안인 화력 등 동해안권 대형 석탄 발전소의 가동률을 기반으로 추정된 수치이다. 실제 지역 발전량 세부 통계는 공개된 지자체 단위가 제한적인 부분이 있다. LNG/가스 발전량은 2021~2024년간 동해 지역에 LNG 복합 발전소가 아직 가동되지 않았기 때문에 소규모 또는 인접 권역 발전량을 반영한 추정이다. 2025년 이후에는 동해 LNG복합과 삼척 LNG 인수기지 연계가 반영될 수 있을 것으로 고려하였다. 재생에너지는 신재생설비 소규모 태양광(예: 강릉시 태양광 1.8MW 프로젝트 등) 및 영동 바이오매스 전환 사례 중심으로 추정하였다. 이 과정에서, 전국 트렌드를 참고하였으며, 국내 전체 재생에너지 발전은 2024년 약 63.2TWh로 증가하며 전체 전력의 10.6%를 차지했고, 재생 비중은 점진적으로 확대되는 추세가 반영되었다.

이어서, 이에대한 비용구조를 살펴보기 위해 연도별 발전단가를 파악하였다. 지역 단위 ‘전력 발전단가’는 구체적인 설비·계약 조건에 따라 다르지만, 아래는 국내 에너지별 일반적인 발전단가 수준을 근거로 하여 강릉시 상황에 맞추어 정리하였다.

<표10> 에너지원별 대표 발전단가(원/kWh)

지원	발전단가 범위 (원/kWh, 국내 기준)	설명
석탄화력	~90~120원/kWh	설비비·연료비·환경규제비용 포함, 최근 탄소비용 상승 압력
LNG복합	~120~150원/kWh	연료비 비중 높고 연료가격 변동 영향 큼
재생(태양광)	~80~140원/kWh (FIT/REC 변동)	태양광 설치비와 인센티브 보조금·REC 가격 영향
바이오매스	~130~180원/kWh	연료비·수급 안정성 비용 추가

이러한 발전단가는 전력시장과 전력거래소 통계에서 분포를 파악할 수 있었으며, 전통적으로 석탄보다 LNG, 바이오, 태양광 순으로 단가 상승 경향이 드러나고 있다. 또한, 태양광 등 재생 에너지원은 설치비·REC 값·입찰제도에 따라 단가 편차가 클 수 있는 점을 고려해야 한다.

위의 내용을 종합한 결과, 2021~2022년 강릉시의 에너지믹스를 살펴보면, 석탄 중심의 발전 구조가 뚜렷하게 유지되고 있다. 특히 안인 화력발전소 1·2호기의 가동으로 지역 내 발전량이 크게 증가하면서, 석탄 발전이 강릉시 전체 발전량의 대부분을 차지하는 주력 전원으로 기능하였다. 반면, 재생에너지는 소규모 태양광과 바이오에너지 위주로 도입되어 보조적인 역할에 머무른 것으로 나타났다.

2023년에는 전국적으로 재생에너지 확대 정책과 설비 확충 흐름이 본격화되면

서, 이러한 변화가 강릉권 에너지믹스에도 부분적으로 반영되기 시작하였다. 이에 따라 태양광과 바이오를 중심으로 한 재생에너지 발전량이 소폭 증가하며, 강릉시 에너지믹스 내 재생에너지 비중이 점진적으로 확대되는 모습을 보였다.

2024년에는 전국적으로 송전망 제약 문제가 주요 이슈로 부상하면서, 대규모 발전설비의 가동률이 낮아지는 현상이 나타났다. 강릉권 역시 계통 출력 제약의 영향을 받아 발전량 조정이 불가피해졌으며, 이는 지역 에너지믹스가 발전설비 자체뿐만 아니라 송전 인프라 여건에 크게 좌우되고 있음을 보여준다.

2025년에는 동해 LNG 복합발전소 계획과 삼척 LNG 인수기지 연계가 단계적으로 반영되면서, 강릉권 에너지믹스에서 LNG 및 가스 발전의 비중이 소폭 증가할 것으로 전망된다. 동시에 재생에너지 설비 확대와 분산형 소규모 전원의 증가로 인해, 발전원 구성 비중은 점진적인 변화를 보일 것으로 예상된다.

이러한 흐름을 종합하면, 2021~2024년 기간 동안 강릉시 에너지믹스는 석탄 중심 구조를 유지하면서도 점진적인 전환 국면에 진입하고 있는 것으로 평가할 수 있다. 석탄 발전은 여전히 주력 전원으로 자리하고 있으나, 태양광과 바이오를 중심으로 한 재생에너지의 확대 추세가 이어지고 있으며, 전국적인 재생에너지 비중 증가 흐름에 따라 강릉권에서도 소규모 재생에너지 비중이 점차 확대될 것으로 전망된다. 아울러 2025년 이후 LNG 복합발전 도입이 본격화될 경우, 전력 공급원의 다양성이 개선되고 에너지믹스의 유연성이 강화될 가능성이 있다.

4.1.2. 새로운 에너지원 고려

재생에너지와 바이오에너지는 전통적인 화석연료 발전에 비해 상대적으로 높은 발전단가를 가지는 경향이 있어, RE100 이행과 탄소중립 목표 달성을 위해서는 경제성을 고려한 제도 설계와 비용 구조 조정이 병행될 필요가 있다. 또한 송전망 병목 현상과 재생에너지 확대를 둘러싼 정책 변화는 지역 에너지믹스 구성에 구조적인 영향을 미치는 요인으로 작용하고 있으며, 향후 강릉시 에너지 전략 수립에 있어 계통 인프라 확충과 정책적 대응의 중요성이 더욱 커질 것으로 판단된다.

이와 같은 강릉시 에너지믹스의 변화 과정은 석탄 중심 구조의 지속, 재생에너지 확대에 따른 계통 부담, LNG 발전을 통한 전환 시도의 병존이라는 복합적인 특성을 보여준다. 그러나 재생에너지의 간헐성과 송전망 제약, 그리고 안정적인 기저전원의 필요성이 동시에 부각되면서, 중장기 전력 공급 안정성을 어떻게 확보할 것인가에 대한 구조적 논의가 요구되고 있다. 특히 전력 수요의 변동성이 확대되고 탄소중립 목표가 강화되는 상황에서, 단기적인 발전원 조정만으로는 지역 차원의 전력 안정성과 비용 효율성을 동시에 달성하는 데 한계가 있다는 점이 점차 분명해지고 있다.

이러한 맥락에서 원자력은 강릉시를 포함한 강원도 에너지믹스 논의에서 신규 도입의 대상이라기보다, 국가 전력 시스템과 연계된 기저전원의 역할과 영향을 검토해야 할 핵심 변수로 등장한다. 원자력은 높은 설비 이용률과 상대적으로 낮은 탄소 배출이라는 특성을 통해 재생에너지 확대 과정에서 발생하는 출력 변동성과 계통 불안정을 보완할 수 있는 전원으로 평가된다. 따라서 향후 강릉시 에너지 전략에서는 원자력을 독립적인 지역 발전원으로 논의하기보다는, 재생에너지·LNG·분산전원과의 조합 속에서 전력 수급 안정성, 계통 운영, 비용 구조에 미치는 영향을 종합적으로 분석하는 접근이 필요하다. 이는 이후 원자력 관련 논의가 지역 수용성이나 입지 문제를 넘어, 에너지믹스 설계와 전력 인프라 연구의 관점에서 다뤄져야 함을 시사한다.

<표11> 한국 원자력 발전단가 (2022~2024년 기준)

구분	발전단가 (원/kWh)	출처·비고
기존 원전(운영 중)	55 ~ 65원/kWh	산업부·한수원·전력거래소
신규 원전(국내 건설)	70 ~ 90원/kWh	APR1400 기준, 건설비 반영
노후 원전(감가상각 종료)	40 ~ 55원/kWh	고리·한빛 일부 호기

<표12> 다른 발전원과의 단가 비교 (국내 기준)

전원	발전단가 범위 (원/kWh)	비고
원자력	55 ~ 90	기존 < 신규
석탄화력	90 ~ 120	탄소비용 반영 시 상승
LNG 복합	120 ~ 180	연료가격 민감
태양광	80 ~ 140	REC·입지 따라 변동
풍력(육상)	90 ~ 130	출력 변동성
바이오매스	130 ~ 180	연료 수입 의존

위의 표에서와 같이, 원자력 발전은 한국에서 가장 낮은 발전단가를 가진 대규모 기저전원으로, 전력요금 안정과 에너지 안보 측면에서 핵심적인 역할을 수행하고 있다. 특히 기존 원전의 발전단가는 석탄·LNG·재생에너지 대비 낮아, 전력수요 급증(AI·데이터센터·전기화) 국면에서 비용 안정성을 제공하는 중요한 전원이다. 다만 신규 원전의 경우 초기 건설비와 사회적 수용성, 사용후핵연료 관리 문제가 병존하므로, 재생에너지·분산에너지와의 조합 전략이 요구된다.

하지만, 강릉시 에너지 믹스의 가장 중요한 구조적 특징 중 하나는 원자력 발전이 지역 전원 구성에서 부재하다는 점이다. 원자력은 일반적으로 대규모·저비용·안정적인 기저전원으로 기능하며, 전력수요가 급증하는 국면에서 전력요금 안정과 계통 신뢰성을 동시에 제공하는 역할을 수행해 왔다. 그러나 강릉은 지리적·환경적 여건, 사회적 수용성, 국가 원전 입지 정책 등을 고려할 때 원자력 발전소를 신규로 도입할 수 없는 지역으로 분류된다. 이는 단순히 하나의 발전원이 빠져 있는 문제가 아니라, 지역 에너지 시스템 설계 전반에 영향을 미치는 구조적 제약 조건으로 이해할 필요가 있다.

원전 부재는 강릉 에너지 믹스에 두 가지 상반된 효과를 동시에 발생시킨다. 한편으로는 대규모·저렴한 기저전원의 부재로 인해 전력공급의 비용 안정성과 장기적 예측 가능성이 상대적으로 낮아질 수 있다. 특히 AI·데이터센터·전기화·신산업 확산 등으로 전력수요가 증가하는 환경에서는, 원전이 제공하던 ‘저비용·상시 공급’ 기능을 대체할 전원 조합을 별도로 설계해야 하는 부담이 발생한다. 이는 전력요금, 산업 입지 경쟁력, 계통 안정성 측면에서 강릉이 구조적으로 불리한 조건에 놓일 수 있음을 의미한다.

반면, 원전 부재는 강릉이 중앙집중형 기저전원에 의존하지 않는 에너지 전환 경로를 선택할 수밖에 없는 지역임을 명확히 하며, 결과적으로 신재생에너지 중심의 에너지 믹스를 전략적으로 설계해야 하는 동기를 제공한다. 즉, 강릉의 에너지 전환은 ‘원전을 보완하는 재생에너지’가 아니라, 원전 없이도 에너지 시스템을 안정적으로 운영할 수 있는 구조를 만드는 문제로 귀결된다. 이러한 조건은 강릉이 분

산형 에너지, 재생에너지, 저장장치, 수요관리 기술을 결합한 선도적 에너지 전환 모델을 실험할 수 있는 지역이 될 가능성도 내포하고 있다.

원전 대체 전원으로서 신재생에너지는 단일 전원으로는 원전이 수행하던 기능을 그대로 대체하기 어렵다. 태양광과 풍력은 발전 단가 측면에서는 경쟁력을 확보하고 있으나, 출력 변동성과 계절·시간대 의존성이 크기 때문에 단독으로는 안정적인 기저 공급원이 되기 어렵다. 따라서 강릉에서 신재생 중심 에너지 믹스를 구성한다는 것은 단순히 재생에너지 설비 용량을 확대하는 문제가 아니라, 재생에너지-에너지저장장치(ESS)-분산형 전원-수요관리(DR)-계통 연계를 하나의 시스템으로 통합하는 전략을 의미한다.

특히 원전이 없는 상황에서 강릉 에너지 믹스의 안정성은 ‘설비 규모’보다 ‘운영 방식’에 의해 좌우된다. 재생에너지 발전량이 풍부한 시간대에는 잉여 전력을 저장하거나 수요를 유도하고, 발전량이 부족한 시간대에는 저장 전력 방전, 분산형 전원 가동, 수요 조절을 통해 계통 균형을 유지하는 방식이 필수적이다. 이는 에너지 믹스가 더 이상 발전원 비중의 단순 합이 아니라, 시간대별·공간별 최적 조합 문제로 전환되었음을 의미한다.

결과적으로 강릉에서의 에너지 믹스 전환은 ‘원전을 포함할 수 없는 제약’을 출발점으로 하여, 신재생에너지 기반의 구조적 전환을 전제로 설계되는 불가역적 경로에 놓여 있다. 이는 단기적으로는 비용과 운영 복잡성을 증가시킬 수 있으나, 중장기적으로는 분산에너지, RE100 대응 산업, 탄소중립형 산업단지, 에너지 서비스 산업(VPP·ESS·에너지 데이터) 등 새로운 성장 기회를 창출할 수 있는 조건이기도 하다. 따라서 강릉의 에너지 전략은 원전 부재를 보완하는 관점이 아니라, 원전이 없는 상태를 전제로 가장 효율적이고 경쟁력 있는 신재생 중심 에너지 믹스를 구축하는 전략적 선택의 문제로 접근할 필요가 있다.

4.1.3. 재생 에너지 발전량 예측

원자력 발전은 한국 전력 시스템에서 가장 낮은 발전 단가를 가진 기저전원으로 기능해 왔다. 공개된 국가 통계에 따르면, 최근 연도 기준 원자력 발전의 정산단가는 석탄 및 LNG 대비 현저히 낮은 수준으로 유지되고 있으며, 연료비 비중이 작고 가격 변동성이 제한적이라는 특징을 가진다. 이러한 특성으로 인해 원자력은 전력요금 안정, 산업용 전력 공급의 비용 경쟁력 확보, 대규모·상시 전력 수요 대응 측면에서 핵심적인 역할을 수행해 왔다. 특히 전력수요가 구조적으로 증가하는 국면에서는 원전의 저원가·대용량·안정성이라는 속성이 전력 시스템의 비용과 신뢰도를 동시에 지탱하는 요소로 작용한다.

그러나 강릉시는 원자력 발전소가 입지하지 않은 지역으로, 향후에도 지리적·환경적 조건과 사회적 수용성, 국가 차원의 원전 입지 정책을 고려할 때 원자력을 신규로 도입하기 어려운 구조적 제약을 안고 있다. 이는 강릉의 에너지 믹스가 전국 평균과 달리, 저원가 기저전원인 원전을 전제로 설계될 수 없음을 의미한다. 그 결과 강릉의 전력 공급 구조는 석탄, LNG, 재생에너지 등 상대적으로 발전 단가 변동성이 크거나 출력 안정성이 제한적인 전원에 의존할 수밖에 없는 구조를 형성해 왔다. 이러한 구조는 전력 가격 측면에서는 비용 안정성 확보가 상대적으로 어렵고, 계통 운영 측면에서는 기저전원 부족을 보완하기 위한 추가적인 설비·운영 비용이 발생할 가능성을 내포한다.

앞서 살펴본 바와 같이, 에너지 믹스에서 재생에너지의 비중이 중요하다. 이에 재생에너지에 대한 예측과 전망이 필요하다. 즉, 원전 부재라는 구조적 조건은 강릉의 에너지 전환 전략을 사실상 신재생에너지 중심의 대안적 경로로 유도한다. 즉, 강릉의 에너지 믹스 전환은 ‘원전과 재생에너지의 병행’이 아닌, 원전 없이도 전력 공급의 안정성과 탄소 감축을 동시에 달성해야 하는 문제로 설정된다. 이 과정에서 신재생에너지는 단순한 보조 전원이 아니라, 석탄 감축과 탄소중립 대응을 위한 핵심 축으로 기능하게 된다. 다만 태양광과 풍력은 출력 변동성과 시간적 불균형이라는 한계를 지니므로, 강릉에서는 재생에너지 확대와 함께 에너지저장장치(ESS), 수요관리(DR), 분산형 전원 운영을 결합한 시스템적 접근이 필수적이다. 결국 강릉의 에너지 믹스는 원전 저원가 효과를 직접 활용할 수 없는 대신, 재생에너지 기반의 구조적 전환을 통해 가격·계통·탄소 제약을 동시에 관리해야 하는 지역형 에너지 모델로 진화할 필요성이 제기된다.

이러한 맥락에서, 강릉의 자연 조건(해안풍, 일사량, 산림 등)을 반영하여 대표적

인 재생에너지원에 대한 예측을 수행해본 결과는 다음과 같다. 강릉시의 재생에너지 발전량 전망은 기존 설비 현황, 전국 및 강원도 재생에너지 확대 정책 기조, 지역의 입지·계통 여건을 종합적으로 고려하여 추정하였다.

본 분석에서는 태양광, 풍력, 바이오매스, 기타 재생에너지(소수력·연료전지·폐기물·지열 등)를 대상으로 하였으며, 정책 이행 속도와 인프라 제약 수준에 따라 보수적 시나리오, 기준 시나리오, 확대 시나리오의 세 가지 경우를 설정하였다.

우선, 2025년 강릉 재생 발전량 기준치(추정)를 설정하였는데, 바이오매스는 강릉의 대형 설비(325MW) 존재를 근거로, 2025년 강릉 바이오 발전량을 1,750 GWh/년 수준으로 추정하였으며, 이는 강원도의 바이오매스 발전량인 1,883 GWh와 설비 입지의 일치성을 고려한 보수적 값으로 고려하였다. 태양광은, 분산형 중심의 완만한 증가를 가정하여 190 GWh/년을 추정하였고, 풍력은 강릉권(옥계 등) 입지 잠재 및 사업 추진 흐름을 반영하되, 실제 준공·계통 제약을 감안해 45 GWh/년 수준을 추정하였다. 그 외에 소수력·연료전지·폐기물·지열 등을 합산하여 보수적으로 15 GWh/년을 추정하였다.

먼저 기준 시나리오는 2025년 강릉시 재생에너지 발전 구조를 출발점으로, 현재 추진 중인 정책과 설비 확충 계획이 무리 없이 이행되는 경우를 가정하였다. 강릉에는 대규모 바이오매스 발전설비가 이미 구축되어 있어, 향후에도 바이오매스 발전이 재생에너지 발전량의 상당 부분을 안정적으로 담당할 것으로 예상된다. 이에 따라 바이오매스 발전량은 연평균 1% 내외의 완만한 증가세를 보이며, 2030년에는 약 1,800GWh 이상을 유지할 것으로 전망된다. 태양광은 분산형 설비 중심의 확산이 지속되면서 연평균 10% 이상의 증가가 예상되며, 2030년에는 300GWh 이상 수준으로 확대될 가능성이 있다. 풍력의 경우 동해안 및 강릉 인근 지역의 입지 잠재력과 정책적 관심을 반영하여 증가율을 상대적으로 높게 설정하였으나, 인허가와 계통 제약을 고려해 점진적 확대를 전제로 하였다. 기타 재생에너지는 소규모 분산 전원 중심으로 완만한 증가세를 보일 것으로 예상된다. 이러한 기준 시나리오에 따르면 강릉시 전체 재생에너지 발전량은 2026년 약 2,050GWh에서 2030년 약 2,300GWh 수준으로 점진적으로 증가할 것으로 전망된다.

보수적 시나리오는 재생에너지 설비 확대 과정에서 주민 수용성 문제, 송전망 병목, 출력 제한 등의 제약이 지속되는 경우를 가정한 것이다. 이 경우 태양광과 풍력의 신규 설비 도입 속도가 둔화되며, 특히 풍력 발전은 인허가 지연과 계통 제약으로 인해 증가 폭이 제한될 가능성이 크다. 태양광은 소규모 설비 위주로 최소한의 증가세를 유지하나, 연평균 증가율은 기준 시나리오보다 낮은 수준에 머무를 것

으로 예상된다. 바이오매스 발전은 기존 설비의 안정적 운영을 전제로 큰 변동 없이 유지되며, 기타 재생에너지 역시 제한적인 증가에 그칠 가능성이 있다. 이 경우 2030년 강릉시 재생에너지 발전량은 약 2,100GWh 내외로, 증가 폭이 제한적인 완만한 성장 경로를 보일 것으로 판단된다.

반면 확대 시나리오는 재생에너지 확대 정책이 적극적으로 추진되고, 송전망 보강 및 계통 운영 여건이 개선되는 경우를 상정하였다. 이 경우 태양광은 공공부지 및 산업단지 내 분산형 설비 확산을 통해 빠른 증가세를 보이며, 풍력 역시 동해안 개발 구상이 본격화될 경우 발전량 증가 폭이 크게 확대될 수 있다. 바이오매스 발전은 기존 설비를 중심으로 안정적인 기저 전원 역할을 지속하되, 효율 개선과 가동률 안정화를 통해 소폭의 추가 증가가 가능하다. 기타 재생에너지도 분산형 에너지 시스템 확산과 함께 점진적으로 확대될 것으로 예상된다. 이러한 조건이 충족될 경우, 강릉시 재생에너지 발전량은 2030년 기준 2,500GWh 내외까지 확대될 수 있으며, 재생에너지의 역할이 지역 에너지믹스에서 한층 강화될 가능성이 있다.

종합적으로 볼 때, 향후 5개년 동안 강릉시 재생에너지 발전량은 모든 시나리오에서 증가 추세를 보이나, 증가 속도와 구조는 계통 인프라 여건과 정책 이행 수준에 따라 상당한 차이를 나타낼 것으로 전망된다. 특히 바이오매스는 재생에너지 발전의 안정적인 기반을 형성하는 반면, 태양광과 풍력은 정책·계통·수용성에 따라 변동성이 큰 전원으로 작용할 가능성이 크다. 이는 강릉시 에너지 전략 수립에 있어 단순한 설비 확대를 넘어, 송전망 확충과 계통 운영, 전원 간 조합을 고려한 에너지믹스 설계가 중요함을 시사한다.

이러한 시나리오를 바탕으로, 재생에너지의 2026년~2030년 성장률을 다음과 같이 가정하였으며, 그 과정에서 정책 및 계통 제약을 고려하였다. 우선, 태양광은 연 12%의 증가를 추정하였는데, 이는 11차 전기본의 재생 설비 확대(태양광 2025년부터 2030년까지 증가) 흐름을 “지역 분산형 확산”에 보수적으로 반영한 결과이다. 풍력의 경우 연 20%를 추정하였고, 이는 강원 동해안(강릉 포함)의 부유식 해상풍력 2GW급 구상을 반영하였는데, 이때, 해상풍력의 생산량은 크지만, 인허가/계통/수용성으로 실현 속도는 제한적일 수 있어서, 전국 목표보다 낮게 적용하였다. 바이오매스의 경우 연 1% 증가율을 추정하였고, 이는 바이오매스로의 전환 완료 후 안정적 운영 중인 점을 반영하여, 소폭 효율 개선이 있다고 가정한 결과이다. 마지막으로 기타 재생에너지원의 경우 연 5% 증가를 고려하였는데, 이는 소규모 분산 자원(연료전지·소수력·폐기물·지열 등)의 점진적 확대됨을 가정한 결과이다.

<표13> 강릉 재생에너지 발전량 5개년 예측 (단위: GWh/년)

연도	태양광	풍력	바이오매스	기타 재생	합계
2026	213	54	1,768	16	2,051
2027	238	65	1,785	17	2,105
2028	267	78	1,803	17	2,165
2029	299	93	1,821	18	2,232
2030	335	112	1,839	19	2,305

예측 결과, 강릉의 재생에너지 발전량은 2026~2030년 동안 완만한 증가세를 보이며, 구조적으로는 바이오매스가 여전히 재생 발전의 ‘기저’를 형성하고, 태양광이 분산형 확대에 꾸준히 비중을 확대, 풍력은 적합입지 발굴 및 동해안 개발 구상에 힘입어 증가 폭이 상대적으로 큰 형태로 나타난다. 다만 풍력은 인허가·주민수용성·계통연계에 따라 연도별 변동성이 클 수 있다.

이러한 예측에는 불확실성이 존재하는데, 태양광은 부지(산지/농지), 주민수용성, 계통연계 비용에 따라 20% 변동 가능할 것으로 가정하였고, 풍력은 해상/육상 인허가 및 주민수용성·환경성, 계통 출력제한(커테일먼트)에 따라 30% 이상 변동이 있을 것으로 고려하였으며, 바이오매스는 연료 수급·정책(지속가능성 기준 강화) 영향으로 ±10% 범위에서 변동 가능함을 가정하였다. 이러한 불확실성을 반영한 예측 결과는 다음과 같다.

<표14> 강릉시 재생에너지 발전량 전망(2030년 기준, 리스크 반영, 단위: GWh/년)

구분	기준 전망치 (2030)	변동 요인	적용 변동률	하한	상한
태양광	335	부지 제약, 주민수용성, 계통연계 비용	±20%	268	402
풍력	112	인허가, 환경성, 주민수용성, 출력제한	±30% 이상	78	146
바이오매스	1839	연료 수급, 지속가능성 정책	±10%	1655	2023
기타 재생*	19	소규모 분산 전원 도입 속도	±15%(참고)	16	22
합계	2305			2017	2593

4.2. 에너지원 포트폴리오 구성

4.2.1. 에너지 믹스를 위한 포트폴리오

에너지믹스 포트폴리오 구성에 앞서, 본 연구에서는 모든 입력값을 공개 데이터에 한정하여 설정함으로써 분석의 투명성과 재현 가능성을 확보하였다. 발전원별 단가는 화석연료 및 원자력의 경우 국내 공식 통계에 기반한 정산단가를, 재생에너지의 경우 국내 연구기관에서 산정한 균등화발전비용(Levelized Cost of Electricity, LCOE)을 활용하였다 (에너지 경제연구원, 2024).

먼저 화석연료 및 원자력 발전 단가는 KOSIS에 공개된 최근 연도 기준 정산단가를 적용하였다. 이에 따르면 원자력 발전 단가는 약 52.48~54.98원/kWh 수준으로 가장 낮은 비용 구조를 보이며, 석탄 발전은 약 139.91~157.01원/kWh, LNG 발전은 약 214.21~239.30원/kWh로 상대적으로 높은 단가를 나타낸다. 이러한 수치는 발전원별 비용 구조 차이를 반영하는 대표적인 지표로서, 에너지믹스 포트폴리오 설계 시 경제성 평가의 기초 자료로 활용된다.

재생에너지 발전 단가는 에너지경제연구원의 기본연구(24-22)에 제시된 국내 LCOE 값을 기준으로 설정하였다. 태양광의 경우 2024년 기준 전국 평균 지상형 태양광 LCOE는 122.1원/kWh로 제시되어 있으나, 본 연구에서는 지역 특성을 보다 정확히 반영하기 위해 강원도 평균(1MW급) 지상형 태양광 LCOE인 125.8원/kWh를 적용하였다. 풍력의 경우에는 강릉 지역에 특화된 별도의 공개 LCOE가 존재하지 않으므로, 국내 육상풍력 평균 LCOE 범위인 약 177~179원/kWh를 입력값으로 사용하였다 (에너지경제연구원, 2024).

이와 같은 단가 설정 원칙은 강릉시 에너지믹스 포트폴리오가 특정 가정이나 비공개 자료에 의존하지 않고, 공식 통계 및 공개 연구자료에 근거해 구성되도록 하기 위한 것이다. 특히 재생에너지 부문의 경우 지역별 여건에 따라 비용 편차가 존재할 수 있으나, 본 분석에서는 공개적으로 검증 가능한 자료만을 사용함으로써 정책적 활용 가능성과 객관성을 우선하였다. 이러한 입력값을 바탕으로 이후 단계에서는 발전원별 조합에 따른 비용 구조, 에너지 전환 시나리오, 포트폴리오 간 비교 분석을 체계적으로 수행할 수 있다.

현재 강릉시의 에너지믹스는 지역 내 대규모 발전설비의 구성 측면에서 뚜렷한 구조적 특성을 보인다. 강릉 지역에서 실질적인 기저 전원 역할을 수행하는 대규모 발전설비는 강릉안인 석탄화력발전소로, 총 설비용량은 2,080MW(1,040MW×2기)에

달한다. 안인 1호기는 2022년 10월 31일, 2호기는 2023년 5월 20일 각각 상업운전을 개시하면서, 강릉시 전력 공급 구조의 핵심 축으로 자리 잡았다.

이로 인해 현재 강릉의 발전 구조는 ‘원자력 발전 부재’와 ‘석탄 중심의 기저 전원 의존’이라는 두 가지 특징으로 규정될 수 있다. 태양광, 바이오매스 등 재생에너지가 점진적으로 확대되고 있으나, 발전 설비 규모와 발전량 측면에서는 여전히 석탄화력에 비해 제한적인 수준에 머물러 있다. 따라서 강릉시의 현 에너지믹스는 재생에너지 전환 흐름 속에서도, 구조적으로는 석탄 발전이 전력 공급의 안정성을 뒷받침하는 중심 전원으로 기능하는 체계를 유지하고 있다고 평가할 수 있다. 이러한 현황은 향후 에너지믹스 포트폴리오 설계에서 비교 기준이 되는 출발점으로서 중요한 의미를 갖는다.

원전 추가 불가 전제하의 최적 에너지믹스 포트폴리오에서는 강릉 지역에 신규 원자력 발전 도입이 현실적으로 어렵다는 전제를 두고, 정책적으로 의미 있는 두 가지 최적 에너지믹스 포트폴리오를 설정하였다. 이는 현재의 석탄 중심 구조를 그대로 유지하는 것이 아니라, 전환의 속도와 방향에 따라 서로 다른 정책 목표를 달성할 수 있는 선택지를 제시하기 위한 것이다.

첫 번째 포트폴리오(A)는 비용 최소화를 우선하는 전략적 조합이다. 이 포트폴리오에서는 전력 공급의 안정성과 경제성을 중시하여, 전력 단가의 급격한 상승을 억제하는 것을 핵심 목표로 설정한다. 기본적인 방향은 석탄 발전의 비중을 단계적으로 축소하되, 급격한 탈석탄보다는 재생에너지의 점진적 확대와 기존 전원의 활용을 병행하는 ‘현실형 전환’에 가깝다. 즉, 석탄 의존도를 낮추면서도 전체 전력 시스템의 비용 부담을 최소화하고, 재생에너지는 계통 수용 범위 내에서 확대하는 방식의 포트폴리오이다. 이는 단기적으로 전기요금 안정성과 정책 수용성을 확보하는 데 유리한 선택지로 평가된다.

두 번째 포트폴리오(B)는 탄소중립 및 RE100 목표와의 정합성을 최우선으로 고려한 조합이다. 이 포트폴리오는 석탄 발전을 사실상 배제하는 수준까지 축소하는 것을 전제로 하며, 재생에너지와 LNG 발전을 중심으로 전력 공급 구조를 재편한다. 다만 재생에너지의 변동성과 간헐성을 고려하여, 에너지저장장치(ESS)와 수요반응(DR)과 같은 유연성 자원을 적극적으로 결합함으로써 전력 시스템의 안정성을 확보하는 것을 핵심 전략으로 설정한다. 이 포트폴리오는 단기적인 비용 부담이 상대적으로 클 수 있으나, 중장기적으로는 탄소 규제 대응과 글로벌 RE100 요구에 부합하는 구조를 갖춘다는 점에서 정책적·전략적 의미가 크다.

이와 같이 설정된 두 가지 포트폴리오는 강릉시 에너지믹스 전환 과정에서 선택

가능한 상이한 경로를 제시한다. 포트폴리오 A는 경제성과 점진적 전환을 중시하는 접근인 반면, 포트폴리오 B는 탄소중립과 국제 기준 대응을 중심에 둔 구조적 전환을 지향한다. 이후 분석에서는 이 두 포트폴리오를 기준으로 발전원 구성, 비용 구조, 정책적 시사점을 비교·평가함으로써 강릉시에 적합한 에너지믹스 전략을 도출할 수 있다.

<표15> 강릉 전력 조달 포트폴리오(목표 비율)와 평균단가 비교

구분	석탄	LNG	태양광	풍력	ESS/DR*	가중평균 단가(원/kWh)
현재(구조)	높음	보완	제한적	제한적	제한적	정량 비교: 지역 조달비중 통계 부재 시: 정성 비교
A 비용최소형(전환 초기)	30%	40%	25%	5%	(별도)	≈ 173
B 탄소·RE100형(전환 목표)	0~5%	35%	45%	20%	(별도)	≈ 162~166

*단가 가정(원/kWh): 석탄 150(=139.91~157.01 범위의 대표값), LNG 225(=214.21~239.30 대표값), 태양광 125.8(강원), 풍력 178(국내)

ESS 및 DR은 발전원처럼 전력을 “생산”하는 자원이 아니라, 재생에너지의 간헐성과 변동성을 보정하고 피크부하를 절감함으로써 계통 안정성을 높이는 유연성(flexibility) 자원에 해당한다. 따라서 본 연구의 에너지믹스 포트폴리오 표에서는 ESS/DR을 발전 비중에 포함하지 않고, 재생에너지 확대를 가능하게 하는 필수 조건으로서 별도의 보완 변수로 반영하였다. 즉, 포트폴리오의 발전원 구성(예: LNG·태양광·풍력 등)은 전력 생산 비중으로 제시하되, ESS/DR은 해당 조합이 실제로 운영 가능하도록 만드는 계통·운영 측면의 전제 조건으로 설정하였다.

한편, 탄소중립 및 RE100 정합성을 중시하는 포트폴리오(B)의 대표적 조합을 석탄 0%에 가깝게 가정할 경우, 평균 전력 단가는 발전원별 단가에 발전 비중을 가중평균하는 방식으로 산정할 수 있다. 예를 들어 LNG 35%, 태양광 45%, 풍력 20%를 적용하면, 평균 단가는 $0.35 \times 225 + 0.45 \times 125.8 + 0.20 \times 178 = 78.75 + 56.61 + 35.60 = 170.96$ 원/kWh으로 계산된다. 이 값은 단가 입력치에 기반한 단순 가중평균으로, 실제 전력 조달 과정에서는 낮 시간대 잉여전력 발생, 계통 출력 제약, REC 가격 및 PPA 계약 조건 등에 따라 달라질 수 있다. 그럼에도 불구하고 본 계산이 제시하는 핵심 메시지는 명확하다. 즉, 석탄 비중을 크게 축소하더라도 태양광

(강원도 평균 LCOE)이 LNG보다 낮은 비용 구조를 갖기 때문에, 재생에너지 비중을 전략적으로 확대하면 평균 전력 단가의 급격한 상승을 완화하는 방향으로 포트폴리오를 설계할 수 있다는 점이다. 다시 말해, 포트폴리오(B)는 석탄 감축과 탄소·RE100 목표 정합성을 확보하면서도, ESS/DR과 같은 유연성 자원을 병행할 경우 비용 측면의 충격을 관리할 수 있는 현실적 조합으로 제시될 수 있다.

포트폴리오 B가 현실적인 선택지로 성립할 수 있는 핵심 이유는 발전원별 비용 구조의 상대적 차이에 있다. 강원도 평균 기준 지상형 태양광의 LCOE는 125.8원/kWh 수준으로, 이는 석탄 발전의 정산단가 범위인 140~157원/kWh와 유사하거나 오히려 낮은 수준이며, LNG 발전 단가인 214~239원/kWh에 비해서는 확연히 낮다. 즉, 석탄을 감축하는 과정에서 일정 비중을 태양광으로 대체할 경우, 평균 전력 단가가 LNG 중심으로 이동하는 것에 비해 비용 상승 압력을 상대적으로 완화할 수 있다.

반면 풍력 발전은 국내 육상풍력 LCOE가 177~179원/kWh 수준으로 추정되어, 태양광에 비해 비용 부담이 큰 편에 속한다. 이에 따라 풍력 비중을 무리하게 확대할 경우 평균 전력 단가가 상승할 가능성이 존재한다. 이러한 비용 구조를 고려할 때, 강릉 지역의 에너지믹스 전환에서는 풍력을 일괄적으로 확대하기보다는, 태양광을 중심으로 하되 분산형·건물형 태양광을 포함한 확산 전략을 우선 적용하고, 해안 풍력은 입지·수용성·계통 여건이 확보되는 경우에 한해 선별적으로 확대하는 접근이 비용 측면에서 보다 유리한 전략으로 평가된다. 이는 포트폴리오 B가 탄소 감축 목표를 충족하면서도 평균 단가의 급격한 상승을 회피할 수 있는 구조적 근거를 제공한다.

현재 강릉의 에너지믹스 구조는 대규모 석탄화력발전소인 강릉안인 석탄화력발전소(총 2,080MW)가 지역 발전의 중심축을 형성하고 있다는 점에서 뚜렷한 특징을 가진다. 이와 동시에 원자력이 제공하는 저원가·기저·저탄소 전원이 부재한 상태이기 때문에, 단순히 석탄 의존도를 낮출 경우 전력 공급 구조가 LNG로 빠르게 이동할 위험이 존재한다. 이는 평균 전력 단가 상승과 연료비 변동성 확대라는 부담으로 이어질 가능성이 크다.

따라서 강릉의 ‘원전 없는 전환’은 석탄을 LNG로 단순 대체하는 방식이 아니라, 재생에너지 확대를 전제로 LNG 비중을 ‘필요 최소 수준’으로 유지하는 구조적 설계를 요구한다. 특히 강원도 태양광의 상대적으로 낮은 LCOE를 적극 활용하여 재생 비중을 확대하고, ESS와 수요반응(DR), 계통 연계 강화, 분산형 전원 활용을 통해 재생에너지의 변동성을 흡수하는 방식이 비용과 안정성 측면에서 가장 합리적인 경

로로 평가된다.

정책적으로도 이는 중요한 시사점을 가진다. 강릉의 에너지 전환 전략은 “석탄 → LNG”라는 단선적인 대체 구조가 아니라, “석탄 감축 + (태양광 중심) 재생에너지 확대 + 유연성 자원(ESS·DR) 활용 + 송전·계통 제약 해소”를 하나의 패키지로 설계해야만 평균 전력 단가 상승을 통제하면서 동시에 탄소 감축과 RE100 대응이라는 정책 목표를 달성할 수 있다. 이러한 패키지형 접근이 바로 포트폴리오 B가 정책적으로 의미 있고 실행 가능한 대안으로 제시될 수 있는 근거라 할 수 있다.

4.2.2 에너지 믹스 관련 지역 현황

에너지믹스 포트폴리오 분석은 객관성과 재현 가능성을 확보하기 위해, 공개 통계와 공신력 있는 연구자료를 입력값으로 활용하는 것으로 고려하였다. 발전원별 비용 비교와 포트폴리오 산정에 사용된 모든 단가는 특정 가정이나 내부 추정치가 아닌, 공식적으로 공개된 자료에 근거한다.

발전원별 발전단가(원/kWh)는 KOSIS의 「연료원별 정산단가」 중 최근 연도 기준 값을 활용하였다. 이에 따르면 원자력 발전 단가는 50원대 수준으로 가장 낮은 비용 구조를 보이며, 석탄 발전은 약 140~157원/kWh, LNG 발전은 약 214~239원/kWh 범위에 분포한다. 이러한 정산단가는 실제 전력시장 정산 구조를 반영한 값으로, 화석연료 및 원자력 발전원의 상대적인 비용 구조를 비교하는 기준 지표로 사용하였다.

재생에너지 발전 단가는 에너지경제연구원 기본연구에 제시된 국내 LCOE(Levelized Cost of Electricity)를 적용하였다. 태양광의 경우 지역 특성을 반영하기 위해 전국 평균이 아닌 강원도 평균(1MW급) 지상형 태양광 LCOE 125.8 원/kWh를 사용하였으며, 풍력은 지역별 세분화된 공개 LCOE가 존재하지 않아 국내 육상풍력 평균 LCOE 범위인 177~179원/kWh를 적용하였다. 이는 강릉 지역에 과도한 낙관 또는 비관 가정을 배제하고, 보수적인 비용 비교를 수행하기 위한 설정이다.

강릉 지역의 대규모 발전 설비 현황은 강릉안인 석탄화력발전소를 기준으로 정리하였다. 해당 발전소는 총 설비용량 2,080MW 규모로 1·2호기가 상업운전에 돌입해 있으며, 현재 강릉시 발전 구조에서 사실상 유일한 대규모 기저 전원으로 기능하고 있다. 이는 본 분석에서 ‘현재 에너지믹스’의 비교 기준을 설정하는 핵심 요소로 활용되었다.

한편, 재생에너지 설비 현황은 강릉시 통계연보 및 공개된 발전사업 인허가 자료를 바탕으로 파악하였다. 강릉시의 재생에너지 설비는 대규모 단일 설비보다는 태양광을 중심으로 한 소규모 분산형 설비가 주를 이루는 구조를 보이며, 본 분석에서도 이러한 구조적 특성을 전제로 재생에너지 확대 시나리오를 구성하였다.

다만 기초지자체 단위에서는 연도별 발전량 실계가 발전원별로 상세하게 공개되지 않는 한계가 존재한다. 이에 본 연구에서는 발전소 설비 제원에 평균 가동률을 적용하고, 강원도 평균 이용률을 참고하여 발전량을 범위 추정 방식으로 산정하였다. 이러한 한계와 추정 방법은 각주로 명시하여 해석상의 주의를 환기하고, 결과 해석

시 과도한 정밀성을 부여하지 않도록 하였다.

2024년 전후를 기준으로 살펴본 강릉의 지역 내 발전 구조는 대규모 석탄화력 발전에 대한 압도적인 의존이라는 특징을 보인다. 강릉 지역에서 실제 발전량을 기준으로 볼 때, 전력 생산의 대부분은 강릉안인 석탄화력발전소에서 담당하고 있으며, 이는 강릉 지역 발전 구조를 사실상 단일 발전원 중심으로 규정하는 핵심 요인으로 작용하고 있다.

반면 태양광을 중심으로 한 재생에너지는 소규모 분산형 설비 위주로 도입되어, 전체 발전량에서 차지하는 비중은 제한적인 수준에 머물러 있다. 이러한 재생에너지 설비는 주로 건물형·소규모 부지형 태양광을 중심으로 확산되고 있으나, 설비 규모와 이용률 측면에서 대규모 기저 전원인 석탄화력의 발전량을 대체하기에는 아직 구조적인 한계를 가진다. 그 결과, 현재 강릉의 지역 내 발전 구조는 재생에너지 확대 흐름에도 불구하고, 석탄화력이 발전량 기준의 중심축을 형성하고 재생에너지가 이를 보조하는 이중 구조로 유지되고 있다고 평가할 수 있다.

이러한 현황은 이후 에너지믹스 포트폴리오 분석에서 ‘현재 상태’를 대표하는 기준선으로 기능하며, 재생에너지 확대 또는 석탄 감축 시나리오가 지역 발전 구조에 어떠한 변화를 가져오는지를 비교·평가하는 출발점이 된다.

<표16> 지역 내 발전량 구성(현재, 범위 추정)

전원	발전량(GWh/년)	비중	평균단가 (원/kWh)	비고
석탄(안인)	14,000~18,000	95%+	140~157	기저·대용량
태양광	50~100	<1%	125.8	분산형
풍력	0~30	<1%	177~179	잠재 단계
기타	소량	-	-	-

이와 같은 발전 구조로 인해, 현재 강릉의 지역 내 평균 발전단가는 사실상 석탄화력 발전 단가에 수렴하는 구조를 보이고 있다. 지역 내 발전량의 대부분을 차지하는 강릉안인 석탄화력발전소의 발전단가가 전체 평균에 결정적인 영향을 미치기 때문이다. 재생에너지가 일부 도입되어 있음에도 불구하고, 그 비중이 발전량 기준으로 매우 제한적이기 때문에 평균 단가를 구조적으로 변화시키기에는 아직 영향력이 크지 않은 상황이다. 결과적으로 현재 강릉의 지역 내 발전 기준 평균 전력단가는 석탄 정산단가 수준에서 형성되고 있으며, 이는 이후 전환 포트폴리오의 비용 변화를 평가하는 기준선으로 기능한다.

지역 내 발전 기준 ‘최적 전환 포트폴리오(2035년 목표)’

원자력 발전의 추가 도입이 현실적으로 불가능하다는 전제를 둘 경우, 강릉이 지역 내 발전만으로 탄소 배출과 발전 비용을 동시에 개선하기 위해서는 석탄 발전 축소와 재생에너지 확대가 핵심 전략이 된다. 즉, 기존의 석탄 중심 기저 전원 구조를 유지한 채 일부 발전원을 조정하는 방식으로는 탄소 감축과 비용 관리라는 두 가지 목표를 동시에 달성하기 어렵다.

이에 따라 2035년을 목표로 하는 지역 내 발전 기준 최적 전환 포트폴리오는, 석탄 발전 비중을 단계적으로 축소하고 그 대체 수단으로 태양광을 중심으로 한 재생에너지를 확대하는 방향으로 설정될 필요가 있다. 특히 강원도 평균 기준에서 태양광의 발전단가가 석탄과 유사하거나 더 낮은 수준에 도달해 있다는 점을 고려하면, 재생에너지 확대는 단순한 환경 대응을 넘어 지역 평균 발전단가를 구조적으로 관리할 수 있는 수단으로 기능할 수 있다. 이러한 전환 포트폴리오는 이후 분석에서 비용·탄소·안정성 측면의 정량 비교를 통해, 강릉에 적용 가능한 현실적인 에너지믹스 경로로 구체화될 수 있다.

<표17>지역 내 발전 포트폴리오(목표, 예시)

전원	비중	발전량(GWh)	단가(원/kWh)
석탄	60%	9,000~10,000	140~157
태양광	25%	3,500~4,000	125.8
풍력	10%	1,500~1,800	177~179
기타(수력·바이오)	5%	700~900	130~180

지역 내 발전만을 기준으로 설정한 최적 전환 포트폴리오를 적용할 경우, 가중 평균 발전단가는 대표적으로 약 150원/kWh 내외 수준에서 형성되는 것으로 추정된다. 이는 석탄 발전 비중을 일정 수준 이상 유지하면서 재생에너지를 점진적으로 확대하는 조합에서 도출되는 값으로, 급격한 단가 상승을 억제하는 동시에 탄소 배출을 일부 저감하는 절충적 결과에 해당한다.

이러한 결과는 지역 내 발전만으로 에너지 전환을 추진할 경우의 구조적 제약을 명확히 보여준다. 강릉은 대규모 기저 전원으로서 석탄화력에 대한 의존도가 높아, 전력량을 안정적으로 확보하기 위해서는 석탄 비중을 단기간에 크게 축소하기 어렵다. 재생에너지 확대는 불가피하고 필수적인 전환 방향이지만, 현 시점에서는 재생에너지만으로 석탄화력의 기저 역할을 단독으로 대체하기에는 발전 규모와 변동성 측면에서 한계가 존재한다. 따라서 지역 내 발전 기준의 전환 포트폴리오는 석탄 유지와 재생 확대가 병존하는 과도기적 구조로 평가될 수 있다.

2024년 기준 강릉의 전력소비는 지역 내 발전량과 외부 전력 계통으로부터의 조달이 결합된 구조를 통해 충족되고 있다. 즉, 강릉에서 소비되는 전력은 반드시 지역 내에서 생산된 전력에 한정되지 않으며, 광역 전력 계통을 통해 외부 발전원의 전력이 함께 공급되는 체계를 갖고 있다.

이러한 구조적 특성은 전력소비 기준에서 에너지믹스를 논의할 경우, 지역 내 발전 구조에 비해 훨씬 높은 정책적·전략적 자유도를 제공한다. 다시 말해, 소비 기준에서는 ‘발전 포트폴리오’가 아니라 ‘전력 조달 포트폴리오’를 설계할 수 있는 여지가 존재하며, 이를 통해 비용, 탄소 배출, RE100 대응 등을 보다 유연하게 조정할 수 있다. 이는 이후 소비 기준 포트폴리오 분석에서 지역 내 발전의 한계를 보완하고, 보다 적극적인 에너지 전환 시나리오를 검토할 수 있는 출발점으로 작용한다.

<표18> 전력소비 조달 구조

에너지 조달 방식	비중(개념)	단가
지역 내 석탄	높음	140~157
외부 LNG	중간	214~239
외부 재생(PPA·REC)	낮음	120~180

특히, 위 표에서와 같이, 평균 조달단가가 LNG 비중 증가에 따라 상승 압력을 받을 수 있다.

전력소비 기준에서의 에너지믹스 설계는 지역 내 발전에 한정되지 않고, 외부 전력 계통을 통한 조달 수단을 전략적으로 결합할 수 있다는 점에서 지역 내 발전 기준과 본질적인 차이를 가진다. 즉, 소비 기준에서는 반드시 강릉 지역에서 생산된 전력만을 사용할 필요가 없으며, 비용과 탄소 특성이 우수한 전원을 외부에서 장기 전력구매계약(PPA) 등의 방식으로 조달하는 것이 가능하다.

이러한 전제를 바탕으로 2035년을 목표로 설정한 전력소비 기준 최적 조달 포트폴리오는, 석탄 의존도를 대폭 축소하면서도 평균 전력 조달 단가의 급격한 상승을 억제하는 것을 핵심 목표로 한다. 대표적인 가중평균 조달단가는 약 160원/kWh 내외로 추정되며, 이는 석탄 중심의 지역 내 발전 구조를 유지하지 않더라도, 조달 포트폴리오 설계를 통해 비용을 일정 수준에서 통제할 수 있음을 시사한다.

소비 기준 포트폴리오의 가장 중요한 의미는, 석탄 의존도를 크게 낮추면서도 전력 비용 관리가 가능하다는 점에 있다. 지역 내 발전 기준에서는 석탄 축소가 곧 바로 LNG 의존 증가와 단가 상승으로 이어질 가능성이 크지만, 소비 기준에서는 외부 조달을 통해 저원가 전원을 선택적으로 결합할 수 있어 이러한 구조적 제약이

완화된다. 비록 원자력의 저원가 전원을 지역 차원에서 직접 활용하는 데에는 한계가 있으나, 이를 대체하는 현실적인 조합으로 저원가 태양광 전원의 외부 조달과 LNG 발전의 유연성을 결합한 구조가 대안으로 작동할 수 있다.

결과적으로 전력소비 기준의 최적 조달 포트폴리오는, 발전 입지의 제약을 상대적으로 덜 받는 대신 조달 전략의 정교함이 요구되는 접근 방식이라 할 수 있다. 이는 강릉이 ‘원전 없는 전환’이라는 조건 하에서도, 석탄 감축과 비용 통제, 그리고 RE100 및 탄소중립 목표를 동시에 고려한 에너지믹스 전략을 설계할 수 있는 현실적인 선택지를 제공한다.

<표19> 전력소비 기준 최적 조달 포트폴리오

조달원	비중	단가(원/kWh)	역할
태양광(PPA, 강원·인접)	40%	~125	저원가
LNG(유연전원)	30%	214~239	피크·안정
풍력(PPA)	20%	177~179	탄소 감축
지역 내 석탄	10% 이하	140~157	전환기 보완

강릉의 에너지믹스를 발전 기준(A)과 전력소비(조달) 기준(B)으로 구분하여 비교하면, 두 접근 방식은 구조적 제약 조건과 정책적 활용 가능성 측면에서 뚜렷한 차이를 보인다. 먼저 지역 내 발전 기준(A)은 발전 설비의 입지와 규모에 의해 선택 가능한 전원이 제한되며, 새로운 전원 도입이나 조합 변경에 대한 자유도가 낮은 구조를 가진다. 반면 전력소비 기준(B)은 외부 계통과의 연계를 전제로 하여 전력구매계약(PPA) 등 다양한 조달 수단을 활용할 수 있어, 포트폴리오 설계의 자유도가 상대적으로 높다.

<표20> 두 기준의 구조적 차이

구분	(A) 지역 내 발전 기준	(B) 전력소비(조달) 기준
자유도	낮음(입지·설비 제약)	높음(PPA·계통 활용)
석탄 의존	높음	낮춤 가능
평균단가	석탄 단가에 수렴	태양광 중심으로 하향
탄소 감축	제한적	상대적으로 유리
정책 포인트	설비 전환·폐지	조달 전략·시장 설계

석탄 의존도 측면에서도 두 기준 기억한 차이를 나타낸다. 지역 내 발전 기준에서는 대규모 석탄화력발전소가 발전량의 중심축을 형성하고 있어 석탄 의존도가 구조적으로 높게 유지된다. 이에 비해 전력소비 기준에서는 외부 조달을 통해 저탄소 전원을 선택적으로 결합할 수 있으므로, 석탄 의존도를 상당 수준까지 낮추는 것이

가능하다.

평균 전력단가의 형성 구조 역시 상이하다. 지역 내 발전 기준(A)에서는 평균 단가가 석탄 정산단가 수준으로 수렴하는 경향을 보이며, 재생에너지 확대의 영향이 단기간에 반영되기 어렵다. 반면 전력소비 기준(B)에서는 강원도 태양광과 같은 저원가 재생에너지를 중심으로 조달 포트폴리오를 구성할 수 있어, 평균 단가를 하향 또는 안정적으로 관리할 수 있는 여지가 존재한다.

탄소 감축 효과 측면에서는 전력소비 기준이 상대적으로 유리한 구조를 가진다. 지역 내 발전 기준에서는 석탄 비중 축소에 한계가 존재해 탄소 감축 효과가 제한적으로 나타나는 반면, 소비 기준에서는 석탄을 대체할 수 있는 외부 저탄소 전원을 적극적으로 활용함으로써 보다 실질적인 감축 효과를 기대할 수 있다.

정책적 초점 또한 두 기준에서 다르게 설정된다. 지역 내 발전 기준(A)은 노후 설비의 전환이나 폐지, 그리고 지역 내 신규 설비 도입 여부가 핵심 정책 수단으로 작용한다. 반면 전력소비 기준(B)은 어떤 전원을 어떻게 조달할 것인가에 대한 전략, 즉 조달 구조와 전력시장 설계가 정책의 중심이 된다. 이러한 비교를 종합하면, 강릉의 에너지 전환 전략은 지역 내 발전 구조의 한계를 인식한 가운데, 전력소비 기준의 조달 전략을 병행함으로써 비용 통제와 탄소 감축을 동시에 달성하는 이중적 접근이 필요함을 시사한다.

강릉의 에너지 믹스를 지역 내 발전량 기준으로만 평가할 경우, 대규모 석탄화력의 구조적 영향으로 인해 전환 여지가 제한적으로 나타난다. 반면 전력소비(조달) 기준으로 접근하면, 원전 저원가 전원을 활용할 수 없는 제약 속에서도 태양광 중심의 저원가 재생에너지와 LNG 유연전원을 결합함으로써 평균 조달단가 상승을 억제하면서 탄소 감축을 병행하는 포트폴리오 설계가 가능하다. 따라서 강릉의 에너지 전환 전략은 ‘지역 내 발전 전환’과 ‘소비 기준 조달 최적화’를 병행하는 이중 전략으로 추진될 필요가 있다.”

4.2.3 지역 내 발전과 전력 소비기준에 따른 시나리오 분석

강릉의 에너지믹스와 전력 수요 전망을 체계적으로 비교·분석하기 위해, 전력소비(조달) 기준과 지역 내 발전 기준의 이중 베이스라인을 설정하였다. 이는 강릉이 전력 소비지이자 동시에 대규모 발전 설비를 보유한 지역이라는 구조적 특성을 반영하기 위한 것이다.

먼저 전력소비(조달) 기준 베이스라인은 강릉의 전력 사용량 통계를 출발점으로 설정하였다. 강릉시청이 공개한 통계지표에 따르면, 강릉의 전력 사용량은 1,918,526MWh(약 1,918GWh)로 제시되어 있으며, 이는 2020년 12월 말 기준 값임이 명시되어 있다. 한편 강원도 전체 전력 판매량은 2022년 16,688,343MWh에서 2024년 17,325,520MWh로 증가하는 추세가 확인된다. 이에 본 시나리오에서는 강릉의 2020년 전력 사용량을 강원도 전력 판매 증가율로 보정하여, 2024년 강릉 전력 소비 규모를 약 2,060GWh(=2.06TWh)로 설정하였다. 해당 보정 과정은 시도(광역) 전력 판매 증가율을 적용한 추정치를 고려하였다.

다음으로 지역 내 발전 기준 베이스라인은 강릉에 위치한 대규모 발전 설비를 중심으로 설정하였다. 강릉안인 석탄화력발전소는 총 설비용량 2,080MW(1,040MW×2기) 규모로, 강릉시 공식 문서와 사업자 및 행정 자료에서 동일하게 확인되는 발전 설비이다. 이는 강릉 지역 내 발전 구조를 규정하는 핵심 요소로, 본 분석에서 ‘지역 내 발전 기준’의 출발점으로 활용된다. 다만 동해안권 전력 계통의 송전 제약으로 인해 신규 석탄화력 설비가 항상 100% 가동되기 어려울 수 있다는 점이 언론 보도 등을 통해 제기되고 있으며, 이는 지역 내 발전 잠재력과 실제 활용 가능성 간의 괴리를 시사한다.

이러한 조건을 종합하면, 강릉은 전력 소비 규모(약 2TWh)에 비해 지역 내 발전 잠재력이 훨씬 큰 ‘전력 순수출형 구조’를 가진 지역으로 평가할 수 있다. 즉, 강릉의 에너지 전환은 단순히 소비를 충당하는 차원을 넘어, 대규모 발전 설비의 역할 변화와 외부 계통과의 연계 방식을 함께 고려해야 하는 구조적 특성을 지닌다. 따라서 향후 에너지믹스 전환 전략은 (A) 지역 내 발전 구조의 전환과 (B) 전력 조달 방식(PPA·계통 연계)의 전환을 병행하는 접근이 현실적이며, 본 보고서는 이러한 이중 기준을 바탕으로 이후 시나리오 분석을 전개한다.

이와 관련하여, 2030/2035 목표치 “고정” 시나리오 2종을 각각 보수적, 공격적으로 구성하였다. 즉, 에너지믹스 포트폴리오와의 정합성을 확보하기 위해, 2030년과 2035년을 목표 시점으로 하는 전력수요(소비) 전망치를 사전에 고정한 시나리오

를 설정하였다. 이는 발전 및 조달 포트폴리오의 구조적 비교를 용이하게 하고, 수요 변동에 따른 결과 왜곡을 최소화하기 위한 방법론적 선택이다. 전력수요 전망의 기준이 되는 베이스라인은 2024년 강릉의 전력 소비 규모로, 앞선 보정 과정을 통해 약 2,060GWh로 설정하였다. 이를 출발점으로, 수요 증가 속도에 따라 두 가지 상이한 시나리오를 구성하였다.

보수적 시나리오는 전력화가 점진적으로 진행되는 경우를 가정하여, 연평균 1.5%의 전력수요 증가율을 적용하였다. 이는 기존 산업 구조와 인구·경제 여건이 급격히 변화하지 않는 상황에서의 완만한 수요 증가 경로를 반영한 설정으로, 전통적인 전력 수요 예측 범위에 해당한다. 반면, 공격적 시나리오는 AI·데이터 기반 산업 확대와 전기화 가속이 본격적으로 진행되는 경우를 가정하여, 연평균 2.8%의 전력수요 증가율을 적용하였다. 이 시나리오는 데이터센터, 전기 기반 산업 공정, 디지털 인프라 확장 등으로 인해 전력 수요가 구조적으로 증가하는 경로를 반영한 것으로, 에너지 전환과 신산업 육성이 동시에 추진되는 상황을 상정한다. 다만 이러한 성장률은 실증 추정치가 아닌 시나리오 분석을 위한 설정값으로 고려하였다.

<표21> 강릉 전력소비 전망치(고정, GWh/년)

구분	2030	2035
보수(+1.5%)	2,260	2,420
공격(+2.8%)	2,430	2,800

본 절에서 정의하는 ‘지역 내 발전’이란, 강릉 행정구역 내에 위치한 발전 설비에서 생산되는 전력량을 의미한다. 이는 전력소비(조달) 기준과 구별되는 개념으로, 외부 계통을 통한 전력 유입이나 외부 발전소와의 계약은 포함하지 않는다. 강릉은 이미 대규모 석탄화력발전 설비를 보유하고 있는 지역으로, 지역 내 발전 기준에서의 에너지 전환은 신규 대형 전원의 도입보다는 기존 석탄 발전의 가동률을 단계적으로 낮추고, 재생에너지 및 유연성 자원을 확대하는 방향이 핵심이 된다. 즉, 전환의 초점은 ‘석탄 완전 대체’가 아니라, 석탄 중심 구조를 점진적으로 완화하면서 이후 전환을 위한 기반을 마련하는 데 있다.

지역 내 발전 포트폴리오를 정량적으로 구성하기 위해, 공개 통계의 한계를 보완하는 설계 가정값을 적용하였다. 태양광 발전의 평균 이용률(capacity factor, CF)은 15%, 육상풍력 발전의 평균 이용률은 27%로 설정하였다. 이는 국내 일반적인 설계 범위에 해당하는 값으로, 본 분석에서는 지역 간 비교와 포트폴리오 구성의 일관성을 확보하기 위한 기준값으로 사용하였다. 다만 해당 이용률은 실제 강릉

지역의 일사량, 풍황 조건, 입지 특성, 계통 제약 등에 따라 달라질 수 있다.

(A) 지역 내 발전 구조의 전환: 2030/2035 “최적 조달” 포트폴리오(보수/공격)

2030년을 목표로 설정한 지역 내 발전 기준 보수 시나리오는, 석탄 발전의 ‘완전 대체’가 아닌 가동률 하향과 재생에너지 확대를 통한 전환 기반 구축을 목표로 한다. 이는 단기간 내 대규모 설비 전환이 어려운 현실적 제약을 고려한 접근으로, 지역 내 전력 시스템의 안정성을 유지하면서 점진적인 탄소 감축과 구조 전환을 병행하는 전략에 해당한다.

이 시나리오에서 지역 내 전체 발전량은 강릉의 전력 소비 규모를 크게 상회하는 수준으로 유지된다. 이는 강릉이 구조적으로 전력 순수출형 지역이라는 점을 반영한 결과이며, 따라서 본 분석에서는 지역 내 발전 총량 자체보다는 강릉안인 석탄화력발전소의 ‘감축 목표 발전량’을 중심으로 전환 효과를 평가한다. 즉, 2030년 보수 시나리오의 핵심 평가지표는 지역 내 발전 총량이 아니라, 기존 석탄 발전이 어느 정도까지 감축되고 그 빈자리를 재생에너지가 얼마나 대체할 수 있는가에 있다.

이에 따라 2030년 보수 시나리오를 기준으로, 석탄 발전의 감축 목표 발전량과 함께 이를 보완하는 재생에너지 발전량(GWh) 및 이에 상응하는 필요 설비 용량(MW)을 제시한다. 해당 표는 지역 내 발전 기준에서 가능한 전환의 범위와 한계를 정량적으로 보여주는 역할을 하며, 이후 공격적 시나리오 및 2035년 포트폴리오와의 비교를 위한 기준점으로 활용된다.

<표22> 2030 지역 내 발전(보수) - GWh & 필요 설비(MW)

전원	목표 발전량 (GWh/년)	필요 설비 (MW)	비고
석탄(안인)	8,000	(기존 2,080MW 활용)	가동률 하향(계통·정책 반영)
태양광(지역 내)	600	~460MW	분산+산단+유휴부지
풍력(지역 내)	250	~105MW	해안/능선 선별
기타(바이오·소수력 등)	150	20~40MW	지역자원형
합계(지역 내)	9,000		“지역 내 발전=소비 초과(수출형)”

*지역 내 발전 총량은 “수출 포함”이라 매우 큼. 여기서는 안인의 ‘감축 목표 발전량’

다음은 2035 지역 내 발전 포트폴리오(공격적)이며, 이때는 석탄 발전량을 크게 축소하고 재생을 지역 산업의 기반 전원으로 확장하고자 한다.

<표23> 2035 지역 내 발전(공격) - GWh & 필요 설비(MW)

전원	목표 발전량 (GWh/년)	필요 설비 (MW)	비고
석탄(안인)	4,000	(기존 2,080MW 활용)	“감축 후 최소 운전” 수준
태양광(지역 내)	1,200	~910MW	건물형/산단형 비중 ↑
풍력(지역 내)	600	~250MW	입지 갈등 최소화 전제
기타	200	30~60MW	열·전기 연계 가능
합계(지역 내)	6,000		수출형 유지(규모 축소)

강릉의 에너지 전환을 지역 내 발전량 총량 기준으로만 평가할 경우, 대규모 석탄화력발전소의 존재로 인해 전환 속도가 상대적으로 더딘 것처럼 보일 수 있다. 그러나 이러한 인식은 정책 목표의 초점을 정확히 반영하지 못한 해석에 해당한다. 강릉 에너지 전환의 핵심 목표는 지역 내 발전 총량의 변화가 아니라, 석탄 발전량의 감축을 통한 탄소 배출 저감에 있기 때문이다.

특히 강릉이 위치한 동해안권은 송전망 제약이 구조적으로 존재하는 지역으로, 대규모 발전 설비의 출력을 항상 최대 수준으로 유지하기 어려운 여건을 가지고 있다. 이러한 조건에서는 신규 설비 도입이나 급격한 전원 교체보다, 기존 석탄화력발전소의 가동률을 단계적으로 하향 조정하는 방식 자체가 현실적인 전환 경로로 기능할 수 있다. 즉, 가동률 하향은 단순한 운영상의 조정이 아니라, 지역 전력 시스템의 제약을 반영한 실질적인 에너지 전환 수단으로 해석될 수 있다.

따라서 강릉의 에너지믹스 전환은 ‘얼마나 많은 전력을 생산하는가’보다는, ‘어떤 전원이 얼마나 줄어들고 대체되는가’에 초점을 맞춰 평가되어야 한다. 이러한 관점에서 볼 때, 석탄 발전량 감축과 재생에너지 확대를 병행하는 지역 내 발전 기준 포트폴리오는 강릉의 구조적 여건과 정책 목표를 동시에 반영한 합리적인 전환 전략으로 이해될 수 있다.

(B) 전력소비(조달) 기준: 2030/2035 “최적 조달” 포트폴리오(보수/공격)

이 경우 소비(조달) 기준은 강릉이 실제로 소비하는 전력을 어떤 전원 조합으로 조달하느냐이다. 전력소비(조달) 기준의 에너지믹스는, 강릉이 실제로 소비하는 전력을 어떤 전원 조합으로 조달하느냐에 초점을 둔 접근 방식이다. 이는 강릉 행정구역 내에서 얼마만큼의 전력을 생산하는가를 따지는 지역 내 발전 기준과 달리, 외부 계통과의 연계를 전제로 전력 구매 구조를 설계할 수 있다는 점에서 본질적인

차이를 가진다.

강릉은 원자력 발전 설비가 존재하지 않는 지역으로, 원전이 제공하는 저원가·기저·저탄소 전원을 직접 활용할 수 없는 구조적 한계를 지닌다. 이에 따라 전력소비 기준의 조달 포트폴리오는 이러한 ‘저원가 기저전원 부재’ 문제를 어떻게 보완할 것인가가 핵심 설계 과제가 된다. 본 분석에서는 이를 해결하기 위한 기본 구조로, 재생에너지 전력구매계약(PPA)을 통한 저원가 전원 확보, LNG 발전을 통한 공급 유연성 확보, 그리고 ESS·수요반응(DR)을 통한 피크 부하 및 변동성 흡수의 결합을 설정하였다. 이들 요소는 각각 독립적인 역할을 수행하기보다는, 상호 보완적으로 결합되어 전력 조달의 안정성과 경제성을 동시에 확보하는 것을 목표로 한다.

조달 포트폴리오의 비용 비교를 위해 적용한 발전단가는 연료원별 정산단가를 기준으로 하였다. 공개 통계에 따르면 원자력 발전 단가는 50원대, 석탄 발전은 140~157원/kWh, LNG 발전은 214~239원/kWh 범위에 분포한다. 이러한 정산단가는 전력시장 운영과 최종 정산의 기준이 되는 값으로, EPSIS에서도 전력시장 최종 정산 기준 단가임이 명시되어 있다. 본 분석에서는 이 정산단가 체계를 조달 포트폴리오의 비용 평가 기준으로 활용하였다.

2030년을 목표로 설정한 전력소비 기준 보수 시나리오는, 전력 조달 단가의 급격한 상승을 억제하면서 재생에너지 비중을 점진적으로 확대하고 탄소 감축을 시작하는 것을 핵심 목표로 한다. 이 시나리오에서 강릉의 전력 소비 규모는 약 2,260GWh로 설정되며, 이는 보수적인 전력 수요 증가 경로를 반영한 값이다.

보수 시나리오의 조달 포트폴리오는 석탄 의존도를 점진적으로 낮추되, 단기간에 LNG 중심 구조로 급격히 이동하는 것을 지향한다. 대신 재생에너지 PPA를 통해 상대적으로 저원가 전원을 확보하고, LNG 발전은 공급 안정성과 수요 변동 대응을 위한 보완적 수단으로 활용하는 구조를 지향한다. ESS와 DR은 발전 비중에 포함되지 않지만, 재생에너지 확대에 따라 발생하는 출력 변동성과 피크 부하를 흡수하는 필수 조건으로 작동한다.

이러한 2030년 보수 시나리오는, 강릉이 ‘원전 없는 지역’이라는 구조적 제약 속에서도, 전력소비 기준의 조달 전략을 통해 평균 전력 단가를 관리하면서 단계적인 탄소 감축 경로에 진입할 수 있음을 보여주는 기준 시나리오로 활용된다.

<표24> 2030 조달(보수) - GWh & ‘조달에 필요한’ 재생 설비 규모(MW)

조달원	비중	조달전력 (GWh/년)	필요 설비(MW)*	비고
태양광(PPA+지역)	40%	904	~690MW	강원·인접권 PPA 중심

풍력(PPA)	15%	339	~140MW	선별 도입
LNG(유연전원)	35%	791	(발전기 180~250MW급)	피크/겨울 보완
석탄(전환기)	10%	226	-	단계적 축소
합계(소비)	100%	2260		

*설비(MW)는 CF 가정 기반(태양광 15%, 풍력 27%)의 “조달 필요량 환산값”

아래 표는 2035 조달 포트폴리오(공격, 소비 2,800GWh)이며, RE100·신산업 수요 대응(재생 중심 + 유연자원 확충)하는 맥락이다.

<표25> 2035 조달(공격) - GWh & MW

조달원	비중	조달전력 (GWh/년)	필요 설비(MW)	비고
태양광(PPA+지역)	50%	1400	~1,070MW	“낮 시간 저원가 전원”
풍력(PPA)	20%	560	~240MW	계절 보완
LNG(유연전원)	25%	700	(200~300MW급)	잔여 피크/무풍 대응
기타(바이오·소수력/ 수요감축)	5%	140	-	열·전기 연계
합계(소비)	100%	2800		

위의 내용에 ESS·DR을 포함하는 “실행형 포트폴리오”(피크·계통까지 포함)를 구성하였다. 보다 실질적인 성공과 실패를 가르는 영역으로, 재생 비중이 50~70%로 커지면, 발전비중(%)만 제시해서는 부족하고, 피크 대응(용량, MW) + 변동성 흡수(에너지, MWh) + 계통제약 대응이 같이 포함할 필요가 있다.

전력소비(조달) 기준의 포트폴리오에서 ESS와 수요반응(DR)은 발전원이 아니라, 재생에너지 확대에 따른 변동성 보정 및 피크부하 절감을 담당하는 유연성 자원으로 기능한다. 이에 따라 본 분석에서는 ESS/DR 규모를 결정하기 위한 기초 단계로, 강릉의 피크 부하를 설계 가정 기반으로 대략 산정하였다.

우선 2024년 강릉 전력소비를 약 2.06TWh(=2,060GWh)로 설정할 경우, 연간 총소비량을 연간 시간수(8,760시간)로 나눈 평균부하는 약 235MW로 계산된다(2,060GWh/8,760h). 이는 강릉 전력 수요의 평균 수준을 나타내는 지표로, 피크 부하 추정을 위한 출발점으로 활용된다.

피크 부하는 평균부하에 부하율(load factor)을 적용하여 산정하였다. 일반적으로 부하율은 0.55~0.60 범위에서 적용되는 경우가 많으며, 이를 본 분석의 설계값으로 사용하였다. 부하율 0.55~0.60을 적용하면 강릉의 피크 부하는 대략 390~430MW 범위로 추정된다(설계 가정). 이는 실제 기온, 계절 수요, 산업부하 구조, 시간대별 사용 패턴 등에 따라 달라질 수 있으나, 본 단계에서는 조달 포트폴리

오 설계를 위한 최소 규모 산정의 기준값으로 사용하였다.

이와 같이 산정된 피크 범위(약 390~430MW)를 기준으로, 본 보고서는 ESS/DR을 “발전 비중”으로 포함하지 않는 대신, 피크 저감과 변동성 흡수를 위해 필요한 최소 수준의 유연성 자원으로 제안한다. 즉, 강릉의 원전 부재 조건에서 재생에너지 PPA 확대와 LNG 유연성 조합이 안정적으로 작동하기 위해서는, 최소한 이 피크 범위를 고려한 ESS/DR 확보가 전환 전략의 핵심 전제 조건이 된다.

이에 따라, 2030/2035 실행형 유연자원 목표치(권고)는 다음과 같이 추산하였다.

<표26> ESS·DR(실행형) 목표치 - 보수 vs 공격

연도/시나리오	재생 비중 (소비 기준)	ESS 출력 (MW)	ESS 에너지(MWh)	DR(수요반응) MW	의미
2030 보수	~55%	120~150	480~600(4h)	40~60	“피크·급변동 1차 흡수”
2035 공격	~70%	200~250	800~1,000(4h)	80~120	“재생 주력계통 운영”

ESS와 DR은 재생에너지 확대 과정에서 발생하는 변동성과 계통 제약을 완화하는 핵심 유연성 자원으로, 강릉의 전력소비(조달) 기준 포트폴리오 설계에서 별도의 필수 구성요소로 다루어져야 한다. 특히 4시간급 ESS는 태양광 발전이 집중되는 낮 시간대의 잉여 전력을 저장한 뒤, 수요가 증가하는 저녁 피크 시간대로 전력을 이동시키는 기능을 가장 직접적으로 수행한다. 즉, ESS는 단순한 저장설비가 아니라 태양광 중심 조달 구조에서 시간대별 수급 불일치를 해소하는 핵심 수단으로 이해할 수 있다.

한편 수요반응(DR)은 전력 사용 측면에서의 유연성을 확보하는 장치로, AI·데이터센터 및 산업단지의 전력 수요 중에서도 공정상 필수적이지 않거나 조정 가능한 ‘비핵심 부하’를 유연자원으로 전환함으로써 피크를 완화하는 역할을 한다. 이는 발전설비 증설이나 송전망 확충과 같은 대규모 인프라 투자를 직접적으로 대체·지연시키는 효과를 가질 수 있으며, 결과적으로 전력 시스템 전체의 비용 부담을 줄이는 수단으로 작동한다.

특히 동해안권에서 송전 제약이 지속적으로 이슈로 제기되는 상황을 고려하면, ESS와 DR은 단순한 ‘친환경 옵션’이 아니라 계통 제약 조건 하에서 재생에너지를 실제로 활용 가능한 전력으로 전환시키는 필수 장치로 설계되어야 한다. 다시 말해, 재생에너지의 확대가 실제 공급 안정성과 비용 관리로 연결되기 위해서는 ESS/DR을 부수적 수단이 아니라 포트폴리오의 전제 조건으로 포함시키고, 계통 운영 측면

에서의 역할과 최소 필요 수준을 함께 설정하는 접근이 요구된다.

결과적으로 현재와 목표를 비교해보면 다음과 같다.

<표27> (A) 지역 내 발전 vs (B) 소비(조달) 기준, 현재-미래 비교

기준	현재(구조)	2030(보수)	2035(공격)
(A) 지역 내 발전	석탄(안인 2,080MW) 중심, 순수출형	석탄 발전량 8TWh 수준으로 하향, 재생 0.85TWh	석탄 4TWh, 재생 1.8TWh+
(B) 소비(조달)	강릉 소비 ~2TWh(보정)	재생 55% 내외 + LNG 유연 + ESS/DR 최소세트	재생 70% 내외 + LNG 25% + ESS/DR 강화

강릉의 에너지 전환은 단순한 발전원 교체의 문제가 아니라, 산업 수요 구조의 질적 변화에 대응하는 전력 조달·운영 전략의 전환으로 이해할 필요가 있다. 향후 강릉의 전력수요 증가는 산업단지의 고도화에 따른 전기화, RE100 이행을 요구하는 제조·서비스 기업의 유치, 수소 생산(전기분해) 및 연계 산업의 확대, 그리고 AI·데이터센터와 같은 상시부하 산업의 등장에 의해 견인될 가능성이 높다.

이들 산업 수요는 공통적으로 대규모·상시 전력 수요, 전력 품질과 공급 신뢰성, 재생에너지 조달의 투명성 및 시간대 정합성(RE100, 24/7)을 요구한다는 특징을 가진다. 따라서 강릉의 2030/2035 에너지 포트폴리오는 단순한 ‘발전 비중’ 중심 설계가 아니라, 산업별 요구를 충족할 수 있는 전력 조달·운영 포트폴리오로 설계되어야 한다.

2030/2035 포트폴리오와 산업별 수요 매핑을 살펴보면, 우선, 산업단지(제조·전기화) 연계를 고려할 수 있다. 산업단지는 중·대형 전력 수요를 보유하고 있으며, 주·야간 전력 사용 변동이 존재하고 전력요금에 대한 민감도가 높은 수요 특성을 가진다. 이에 대한 포트폴리오 연결 방식으로, 2030년 보수 시나리오에서는 태양광 기반 전력구매계약(PPA)과 지역 내 재생에너지, LNG 발전을 통한 유연성 확보, 그리고 수요반응(DR)의 결합이 제시된다. 2035년 공격 시나리오에서는 태양광 비중을 더욱 확대하고, 4시간급 ESS와 DR/VPP를 결합한 구조가 적용된다.

이러한 조합은 산업단지가 낮 시간대 태양광의 저원가 전력을 최대한 활용하고, 저녁 피크 시간대에는 ESS 방전과 DR을 통해 요금 부담과 계통 부담을 동시에 완화할 수 있도록 한다. 이는 전력단가 상승을 통제하면서 산업단지의 전기화 설비 확장을 가능하게 하는 전환 경로로 해석된다.

RE100 요구 기업과 관련하여서는, 재생에너지 조달의 물리적 확보뿐 아니라, 조달에 대한 증빙과 시간대 정합성(24/7 매칭)을 핵심 요건으로 한다. 이에 대해

2030년 포트폴리오는 태양광 중심의 재생에너지 PPA에 REC 보완과 VPP 참여를 결합하는 방식으로 설계된다. 2035년에는 재생에너지 비중을 약 70% 내외까지 확대하고, ESS와 VPP를 통해 시간대 매칭을 강화하는 구조가 제시된다.

강릉은 원전이 부재하여 저원가 기저전원을 직접 제공하기 어렵다는 제약을 가 지나, 강원도 평균 태양광 LCOE가 LNG보다 낮다는 비용 구조를 활용할 경우, 태양광 중심의 PPA 패키지와 ESS/VPP 결합을 통해 RE100 요구를 충족하면서도 평균 조달단가를 관리하는 것이 가능하다.

또한, 수소(전기분해) 산업과 관련해서, 수소 생산(전기분해) 산업은 대규모·연속 전력 수요를 가지며, 전력비가 전체 비용에서 차지하는 비중이 매우 크다. 동시에 시간대 유연성을 확보할 경우 비용 절감 효과가 크게 나타나는 수요 특성을 가진다. 이에 따라 2030년에는 재생에너지 잉여가 발생하는 시간대를 중심으로 태양광과 연계한 운영과 LNG 보완 구조가 제시되며, 2035년에는 재생 전력 직결형 PPA와 ESS를 통한 출력 평탄화 구조가 적용된다.

수소 산업의 경쟁력은 전력비에 의해 좌우되므로, 재생에너지 잉여를 흡수하는 수요 유연형(load-following) 운영 방식이 핵심이 된다. 이는 산업 측면의 비용 절감뿐 아니라, 계통 측면에서도 재생에너지 변동성을 흡수하는 긍정적인 효과를 가진다.

마지막으로, 최근 이슈가 되는 AI·데이터센터는 상시부하를 가지며, 고신뢰·저변동 전력과 높은 전력 품질을 요구하는 대표적인 산업 수요이다. 이에 따라 2030년 포트폴리오에서는 LNG 발전을 통한 안정적 공급과 재생에너지 PPA, 그리고 무정전 전원공급(UPS)을 겸하는 ESS의 결합이 제시된다. 2035년에는 재생에너지 비중을 확대하고, ESS/VPP를 통해 무탄소 시간대 매칭을 단계적으로 강화하는 구조가 적용된다. 데이터센터는 ‘항상 켜져 있는 부하’라는 특성상 LNG와 ESS의 역할이 필수적이며, 단기적으로는 안정성을 우선하되 중장기적으로는 재생에너지와 ESS 결합을 통해 무탄소 운영 비중을 점진적 확대하는 접근이 현실적으로 평가된다.

지금까지 살펴본 실행형 포트폴리오를 정리하면, 산업 수요 구조를 반영한 실행형 포트폴리오를 요약하면, 2030년 보수 시나리오에서는 재생에너지 비중 약 55% 내외, LNG 약 35%, 석탄 10% 이하의 조달 구조를 전제로 하며, ESS는 120~150MW(480~600MWh), DR은 40~60MW 수준으로 제안된다. 2035년 공격 시나리오에서는 재생에너지 비중을 약 70% 내외까지 확대하고, LNG는 약 25%, 기타 전원은 약 5% 수준으로 축소하며, ESS는 200~250MW(800~1,000MWh), DR은 80~120MW 수준으로 확대된다. 이러한 포트폴리오는 산업 수요 증가에도 불구하고

평균 전력 조달단가를 관리하면서, 탄소 감축과 계통 안정성을 동시에 달성하는 구조를 지향한다.

결국, 포트폴리오의 실효성을 확보하기 위해서는 제도적 기반이 병행되어야 한다. 첫째, ESS의 안전 및 입지 규제로 인해 인허가 기간이 장기화되는 문제를 해소하기 위해, 산업단지 및 변전소 인접 ESS 우선 입지 가이드라인과 4시간급 표준 안전설계 도입이 필요하다. 이는 재생에너지 확대의 병목을 제거하고, 피크 및 출력 제약을 완화하는 효과를 가진다. 둘째, 재생에너지 PPA의 절차와 증빙이 복잡하고 소규모 자원이 분산되어 있는 한계를 극복하기 위해, 지자체 주도의 지역형 PPA 패키지과 VPP 운영사업자 지정이 요구된다. 이는 RE100 기업 유치와 소규모 재생 자원의 집합적 경쟁력 확보로 이어질 수 있다. 셋째, DR 참여 유인이 제한적인 문제를 해결하기 위해, 산업단지와 데이터센터를 대상으로 한 피크 DR 인센티브 상향과 장기 계약형 DR 도입이 필요하다. 이는 발전 및 송전 투자 부담을 대체하고, 피크 관리 비용을 절감하는 효과를 가진다. 넷째, 중앙집중형 계통 의존으로 지역 자원의 활용이 제한되는 문제를 해결하기 위해, 분산에너지 특화 또는 준특화 모델 적용과 지역 내 전력 직접거래 실증이 요구된다. 이는 지역 수요와 공급의 시간대 정합성을 높이고, 계통 부담을 완화하는 방향으로 작동한다.

결론적으로, 강릉의 미래 산업-에너지 동시 설계의 필요성이 제기된다. 강릉의 2030/2035 에너지 포트폴리오는 원전 부재라는 구조적 제약을 출발점으로, 재생에너지 중심 조달에 LNG 유연전원과 ESS·DR·VPP를 결합한 산업 맞춤형 전략으로 귀결된다. 이는 지역 내 발전 전환(A)과 전력소비·조달 최적화(B)를 병행하는 이중 전략이며, 산업단지, RE100 기업, 수소 산업, AI·데이터센터 수요를 동시에 수용할 수 있는 현실적인 경로를 제시한다. 궁극적으로 핵심은 발전 비중 그 자체가 아니라, 정책과 제도를 통해 에너지 포트폴리오가 실제로 ‘작동’하도록 만드는 것에 있다. ESS 인허가 개선, PPA·VPP 활성화, DR 시장 확대, 분산에너지 제도의 패키지형 추진 여부가 강릉 에너지 전환의 성패를 좌우할 것이다.

4.3. 시민 수용성 조사

4.3.1. 콘조인트 분석 개요

현재, 강릉의 에너지 믹스가 석탄 중심의 ‘발전소 구조’라면, 향후 2030/2035 에너지 믹스는 태양광 중심의 재생에너지와 LNG 유연전원, ESS·DR이 결합된 ‘조달·운영 중심 포트폴리오’로 전환된다.

<표28> 에너지 믹스 개요

에너지원	현재	향후(2030/2035)	변화 전망
석탄	주력	축소·전환기	중심 이탈
LNG	보조	유연·안정	기능 고도화
태양광	보조	주력	비중 급증
풍력	미미	보완 축	전략적 확대
기타 재생	제한적	지역자원형	연계 강화
ESS·DR	부차적	필수	시스템 핵심

이에, 본 조사는 강릉시 에너지 믹스 전환 과정에서 시민과 산업체가 인식하는 수용성, 비용 부담, 전력 공급 안정성, 탄소중립 기여도 간의 트레이드오프를 정량적으로 파악하는 것을 목적으로 한다. 특히 원자력 발전이 부재한 구조적 조건 하에서, 재생에너지·LNG·분산형 전원·ESS·수요반응(DR) 등을 조합한 다양한 에너지 포트폴리오 중 어떤 조합이 사회적으로 선호되는지를 실증적으로 분석하는 데 초점을 둔다.

이를 위해 본 조사는 단순한 찬반 의견 조사에 그치지 않고, 콘조인트 분석(conjoint analysis)을 적용한다. 응답자가 에너지 믹스를 구성하는 여러 요소 간의 선택을 반복적으로 수행하도록 설계함으로써, 각 속성이 의사결정에 미치는 상대적 중요도와 비용·안정성·탄소 목표에 대한 한계 수용 수준을 도출한다.

에너지 믹스에 대한 선호는 이해관계에 따라 상이하게 나타날 수 있으므로, 본 연구에서는 이중 표본 설계를 적용하여 조사 대상을 시민 집단과 산업체·관계자 집단으로 구분하였다. 시민 집단은 강릉시에 거주하는 일반 시민을 대상으로 하며, 전기요금 부담에 대한 인식, 환경 및 안전에 대한 태도, 그리고 지역 내 에너지 전환에 대한 수용성을 중심으로 조사한다. 반면 산업체·관계자 집단은 산업단지 입주 기업, 소상공인, RE100에 관심이 있는 기업, 에너지 관련 종사자를 포함하며, 전력요

금 수준, 전력 공급 안정성, RE100 및 탄소 규제 대응 가능성을 주요 판단 기준으로 삼는다.

이와 같은 표본 설계는 에너지 전환에 대한 사회적 수용성의 이질성을 반영하기 위한 것으로, “본 연구는 에너지 전환에 대한 사회적 수용성의 이질성을 고려하여, 시민과 산업체를 구분한 이중 표본 설계를 적용하였다”는 연구 설계 원칙을 따른다.

설문은 크게 세 부분으로 구성된다. 첫째는 응답자의 기본적인 인식과 태도를 파악하기 위한 인식 조사 문항, 둘째는 에너지 믹스 조합에 대한 선호를 직접적으로 도출하기 위한 콘조인트 선택 실험, 셋째는 응답자의 사회·경제적 특성을 파악하기 위한 응답자 특성 문항이다.

인식·태도 문항은 현재 강릉 에너지 믹스에 대한 인식, 재생에너지 확대에 대한 찬반, 분산형 전원(태양광·ESS·DR)에 대한 수용성, 전기요금 인상에 대한 허용 수준, 탄소중립 정책의 필요성 인식 등을 포함한다. 해당 문항은 5점 또는 7점 리커트 척도를 활용하여 응답자의 태도를 정량적으로 측정한다.

콘조인트 분석에서는 강릉 에너지 믹스 포트폴리오를 구성하는 핵심 속성을 4~5개로 설정하고, 각 속성에 대해 정책적으로 의미 있는 수준을 정의하였다. 재생에너지 비중은 40%, 55%, 70%의 세 수준으로 설정하여 전환 초기, 2030 목표, 2035 목표를 반영한다. 전력요금 변화는 현 수준 유지, 5% 인상, 10% 인상의 세 수준으로 구성한다. 전력 공급 안정성은 현재 수준, 재생 확대에 따른 변동성 존재, ESS·LNG 보완을 통한 높은 안정성의 세 수준으로 설정한다. 탄소중립 기여도는 현 수준 유지, 2030 중간 목표 달성, 2050 탄소중립 경로 부합으로 구분한다. 추가적으로 분산형 전원 참여 방식은 중앙 공급 중심, 지역 분산형 전원 확대, 시민·기업 참여형(VPP·DR)으로 선택 속성으로 포함한다.

응답자는 재생에너지 비중, 전기요금 변화, 공급 안정성, 탄소중립 기여도, 분산형 전원 참여 방식이 서로 다르게 조합된 가상의 에너지 믹스 시나리오 중 하나를 선택하도록 요청받는다. 예를 들어, 한 시나리오는 재생에너지 비중 55%, 전기요금 5% 인상, 높은 공급 안정성, 2030 탄소중립 목표 달성, 지역 분산형 전원 확대를 제시하고, 다른 시나리오는 재생에너지 비중 70%, 전기요금 10% 인상, 중간 수준의 안정성, 2050 경로 부합, 시민 참여형 전원을 제시하는 방식이다. 응답자는 “위 두 가지 에너지 믹스 중 더 선호하는 안”을 선택하며, 이러한 선택 과정을 8~12회 반복함으로써 개인별 선호 구조를 추정한다. 이 조사에서 사용하는 콘조인트 분석은 Choice-based Conjoint(CBC) 방식을 기본으로 하며, 추정 방법으로는 다항 로

짓 모형을 적용한다. 표본 수가 충분할 경우에는 계층적 베이즈(Hierarchical Bayes) 모형을 활용하여 개인별 이질적 선호를 보다 정밀하게 추정할 수 있다. 분석 결과로는 속성별 상대적 중요도, 각 수준의 부분효용 값, 시민과 산업체 집단 간 선호 차이, 그리고 전기요금 인상에 대한 암묵적 수용 한계(Willingness to Pay)를 산출한다.

분석 결과는 사회적 수용성이 높은 에너지 믹스 포트폴리오를 도출하고, 시민과 산업체 간 선호가 충돌하는 지점을 식별하는 데 활용된다. 특히 재생에너지 비중 확대와 전기요금 인상 간의 타협 가능 구간을 정량적으로 도출하고, ESS·DR·분산형 전원에 대한 정책 수용성의 근거를 확보하는 데 목적이 있다. 예를 들어, “콘조인트 분석 결과, 응답자들은 재생에너지 비중 자체보다도 전력 공급 안정성과 전기요금 변화에 더 높은 민감도를 보였으며, 특히 산업체 집단에서는 요금 인상보다 공급 안정성을 우선시하는 경향이 뚜렷하게 나타났다”와 같은 방식으로 결과를 해석할 수 있다. 본 조사는 기존의 기술·경제 중심 에너지 믹스 설계를 사회적 선택의 문제로 확장한다는 데 의의가 있다. 이는 “어떤 에너지 포트폴리오가 기술적으로 가능한가”를 넘어서, “어떤 포트폴리오가 시민과 산업체에 의해 실제로 받아들여질 수 있는가”를 규명하는 접근이다. 이러한 결과는 향후 ESS 인허가 제도, 재생에너지 PPA 및 VPP 활성화, DR 제도 도입 과정에서 정책적 정당성을 확보하는 근거 자료로 활용될 수 있다.

4.3.2. 설문 분석 결과

설문은 구글 Forms를 이용하여 온라인으로 2025년 11월에 진행되었으며, 강릉에 거주하는 총 125명이 응답하였다. 응답자는 일반 주민과 산업체·기관 관계자로 구성되었고, 응답자의 연령대는 30~50대가 중심을 이루고 있으며, 산업체 응답자의 경우 ICT·데이터, 에너지 관련, 제조업 종사자의 비중이 상대적으로 높은 것으로 나타났다.

에너지 믹스 및 에너지 전환에 대한 전반적 인식을 살펴보면, 응답자들은 탄소중립과 환경 보호를 위한 에너지 전환의 필요성에 대체로 공감하고 있는 것으로 나타났다. ‘탄소중립·환경을 위해 에너지 전환이 필요하다’는 문항의 평균 점수는 5.26점으로, 에너지 전환의 당위성에 대한 사회적 합의가 일정 수준 형성되어 있음을 시사한다. 또한 ‘석탄발전 비중 축소에 찬성한다’는 응답 역시 평균 5.33점으로 나타나, 기존 화석연료 중심 발전 구조에서의 전환 필요성에 대한 인식이 비교적 명확하게 드러났다.

한편, 모든 인식 문항 중 가장 높은 평균 점수를 기록한 항목은 ‘전력 공급 안정성이 가장 중요하다’(5.66점)로, 에너지 전환 과정에서 안정적 전력 공급이 핵심 전제 조건으로 인식되고 있음을 보여준다. 이는 재생에너지 확대 자체보다도, 정전이나 전압 변동 등 공급 불안정에 대한 우려가 정책 수용성에 중대한 영향을 미칠 수 있음을 시사한다.

전기요금과 관련해서는 다소 이중적인 인식 구조가 관찰된다. 전기요금 상승에 대한 민감도는 평균 5.34점으로 높게 나타난 반면, ‘탄소중립을 위해 전기요금이 일부 인상되어도 수용 가능하다’는 문항의 평균은 4.48점에 그쳤다. 이는 에너지 전환의 필요성에는 공감하지만, 비용 부담에 대해서는 조건부 혹은 제한적 수용 태도를 보이고 있음을 의미한다.

재생에너지 설비에 대한 수용성을 살펴보면, 태양광 설비 확대에 대한 수용성은 평균 5.36점, ESS 설치 확대에 대한 수용성은 5.11점으로 비교적 긍정적으로 나타났다. 반면 풍력 설비 확대에 대한 수용성은 4.60점으로 상대적으로 낮아, 향후 풍력 확대 정책 추진 시 입지 갈등이나 소음 등에 대한 추가적인 사회적 논의와 설계가 필요함을 시사한다.

에너지 정책에 대한 신뢰도 측면에서는 강릉시 에너지 정책에 대한 신뢰도가 평균 4.71점, 중앙정부 에너지 정책에 대한 신뢰도는 4.49점으로 나타나, 에너지 전환의 필요성 인식 수준에 비해 정책 추진 주체에 대한 신뢰는 다소 낮은 것으로 확인

되었다. 이는 기술적·환경적 논리만으로는 정책 수용성을 확보하기 어렵고, 정책 과정에서 소통과 참여, 투명성이 중요한 변수로 작용함을 시사한다.

주민과 산업체 간 인식 차이를 비교한 결과, 두 집단은 에너지 전환을 바라보는 관점에서 차이가 존재했다. 주민 응답자는 탄소중립과 환경적 필요성에 대한 인식 수준이 상대적으로 높고, 전기요금 인상에 대해서도 산업체에 비해 비교적 수용적인 태도를 보였다. 반면, 산업체 응답자는 전력 공급 안정성을 가장 중요한 요소로 인식하고 있으며, 전기요금 상승에 대한 민감도는 높지만 요금 인상 수용 가능성은 낮게 나타났다. 이는 산업 활동의 연속성과 비용 구조가 에너지 정책에 대한 태도를 강하게 규정하고 있음을 의미한다.

이러한 결과는 강릉형 에너지 믹스 전환 전략이 단일한 정책 메시지나 소통으로는 충분하지 않음을 시사한다. 시민을 대상으로는 탄소중립 기여, 환경 개선 효과, 참여형 에너지 모델의 사회적 가치가 강조될 필요가 있으며, 산업체를 대상으로는 공급 안정성 확보와 비용 예측 가능성을 중심으로 한 정책 설계가 요구된다. 특히 ESS, 유연 전원, 분산형 에너지 시스템은 단순한 기술 수단을 넘어, 시민과 산업체 모두의 수용성을 연결하는 핵심 요소로 작동할 가능성이 크다.

본 설문에서 도출된 기초 인식 분석 결과는 이후 수행되는 콘조인트 분석의 해석을 위한 중요한 맥락을 제공한다. 즉, 콘조인트 분석에서 추정되는 속성 중요도와 부분효용은 이러한 인식 구조 위에서 해석되어야 함을 나타낼 필요가 있다.

4.3.3. 콘조인트 분석 결과

본 분석은 강릉 에너지 믹스 전환에 대한 사회적 선호 구조를 정량적으로 파악하기 위해 응답자 125명을 대상으로 수행되었다. 표본 구성은 시민 집단이 68%, 산업체·관계자 집단이 32%로 설정되어, 일반 시민과 산업 이해관계자의 인식 차이를 동시에 반영할 수 있도록 설계되었다.

분석 방법으로는 Choice-based Conjoint(CBC) 기법을 적용하였으며, 응답자의 선택 결과는 이항 로짓 모형(binary logit)을 통해 추정하였다. 이를 통해 응답자가 제시된 에너지 믹스 시나리오 중 하나를 선택하는 과정에서 각 속성이 선택 확률에 미치는 영향을 분석하였다. 콘조인트 분석에 사용된 속성은 강릉 에너지 믹스 전환 논의의 핵심 요소를 반영하여 재생에너지 비중, 전기요금 변화, 전력 공급 안정성, 탄소중립 기여도, 분산형 전원 참여 방식의 다섯 가지로 구성하였다. 각 속성은 정책적으로 의미 있는 수준으로 구분되어 조합되었으며, 이를 통해 에너지 믹스 구성 요소 간의 상대적 중요도와 응답자의 선호 구조를 체계적으로 도출할 수 있도록 하였다.

이와 같은 분석 설계는 단순한 찬반 인식을 넘어, 강릉 에너지 믹스 전환 과정에서 비용, 안정성, 탄소 목표, 참여 방식 간의 트레이드오프를 실증적으로 규명하기 위한 기초 틀로 활용된다.

<표29> 전체 응답자 기준: 속성 중요도(Importance)

속성	중요도(%)
전력 공급 안정성	33.8
전기요금 변화	27
탄소중립 기여도	15.1
재생에너지 비중	14.4
분산형 전원 참여 방식	9.8

콘조인트 분석 결과, 강릉 시민·산업체 전체를 통합하면 전력 공급 안정성과 전기요금 변화가 전체 선호의 약 61%를 차지하는 핵심 요인으로 나타났다. 반면 재생에너지 비중 자체의 중요도는 상대적으로 낮게 나타나, 응답자들은 “재생에너지 확대 그 자체”보다 안정성과 비용 관리가 전제된 전환을 선호하는 경향을 보였다.

<표30> 응답자별 중요도 비교

속성	시민	산업체
----	----	-----

재생에너지 비중	16	9.5
전기요금 변화	27.1	28.3
전력 공급 안정성	27.4	48.7
탄소중립 기여도	17.6	8.1
분산형 참여 방식	12	5.5

시민 응답자는 전력 공급 안정성과 전기요금을 가장 중요하게 인식하면서도, 재생에너지 비중과 탄소중립 기여도에 대한 상대적 중요도가 산업체보다 높게 나타났다. 이는 시민들이 에너지 전환의 환경적 가치에는 공감하되, 생활 차원의 안정성과 비용 부담이 함께 관리되기를 기대하고 있음을 시사한다. 반면에, 산업체 응답자의 경우, 전력 공급 안정성의 중요도가 전체의 절반(48.7%)에 달해 압도적으로 높게 나타났다. 반면 재생에너지 비중과 탄소중립 기여도에 대한 중요도는 상대적으로 낮아, 기업은 환경 목표보다 전력 품질·연속성·리스크 관리를 우선시하는 경향이 뚜렷하였다.

콘조인트 분석을 통해 도출된 부분효용 결과를 종합하면, 강릉 에너지 믹스 전환에 대한 사회적 수용성은 비용·환경 가치보다도 전력 공급 안정성에 가장 강하게 반응하는 구조를 보이는 것으로 나타났다. 특히 ‘공급 안정성: 높음(ESS 및 유연전원 보완)’ 수준은 시민과 산업체를 포함한 모든 집단에서 강한 양(+)의 효용을 보였으며, 이는 에너지 전환 과정에서 안정성이 확보되지 않을 경우 정책 수용성이 급격히 저하될 수 있음을 시사한다. 다시 말해, 재생에너지 확대 자체보다도 이를 뒷받침하는 ESS, LNG 등 유연성 전원의 존재 여부가 사회적 수용성의 핵심 조건으로 작용하고 있다.

반면 전기요금이 현 수준 대비 10% 인상되는 경우에는 시민과 산업체 모두에서 뚜렷한 음(-)의 효용이 관측되었다. 이는 에너지 전환의 필요성에 대한 인식과 별개로, 전기요금 인상에 대해서는 집단 간 큰 차이 없이 강한 저항이 존재함을 의미한다. 따라서 에너지 믹스 전환 정책은 중장기적 탄소 감축 목표를 제시하는 것과 동시에, 단기적인 요금 부담을 관리하거나 단계적으로 분산시키는 설계가 병행되지 않을 경우 사회적 합의를 얻기 어렵다는 점을 시사한다.

재생에너지 비중 70% 수준에 대해서는 집단 간 인식 차이가 비교적 뚜렷하게 나타났다. 시민 집단에서는 해당 수준이 긍정적인 효용으로 평가된 반면, 산업체 집단에서는 중립에 가까운 반응을 보였다. 이는 시민이 환경적 가치와 장기적 전환 방향에 상대적으로 호의적인 반면, 산업체는 재생에너지 확대 그 자체보다는 비용과 안정성 조건이 충족되는지를 보다 중시하고 있음을 보여준다. 즉, 산업체 관점에서는 재생에너지 비중 확대가 단독으로 정책 수용성을 높이기보다는, 공급 안정성

과 요금 관리가 함께 제시될 때 의미를 갖는 것으로 해석된다.

분산형 전원 참여 방식(VPP·DR)에 대해서는 시민 집단에서 긍정적인 효용이 나타난 반면, 산업체 집단에서는 상대적으로 부차적인 요소로 인식되는 경향이 확인되었다. 이는 시민이 에너지 전환 과정에서의 참여와 분권화에 가치를 두는 반면, 산업체는 참여 방식보다는 전력의 안정적 공급과 비용 조건을 보다 직접적인 판단 기준으로 삼고 있음을 시사한다.

종합적으로 볼 때, 본 분석 결과는 강릉 에너지 믹스 전환 정책이 재생에너지 비중 목표를 제시하는 데 그치지 않고, 공급 안정성 확보와 전기요금 관리라는 두 가지 조건을 명확히 충족시킬 때 사회적 수용성을 확보할 수 있음을 보여준다. 특히 ESS·유연전원·DR과 같은 운영 자원을 전환 정책의 부수적 요소가 아니라 핵심 구성요소로 제시하는 것이, 시민과 산업체 모두를 포괄하는 정책 설계의 관건임을 시사한다.

본 결과는 에너지 전환 과정에서 기술적으로 가능한 최적해와 사회적으로 수용 가능한 최적해가 반드시 일치하지는 않음을 명확히 보여준다. 재생에너지 비중을 단순히 최대화하는 전략은 기술적·환경적 측면에서는 의미를 가질 수 있으나, 시민과 산업체의 선호 구조를 고려할 경우 반드시 최적의 선택으로 받아들여지지 않는다. 콘조인트 분석 결과, 재생에너지 확대에 대한 수용성은 전력 공급 안정성이 충분히 확보되고, ESS·LNG·수요반응(DR)과 같은 유연성 자원이 함께 제시될 때 비로소 높아지는 것으로 나타났다. 이는 안정성 확보가 재생에너지 확대에 선행되어야 할 핵심 조건임을 시사한다.

이러한 맥락에서 2030년과 2035년을 목표로 본 연구가 제안한 “재생에너지 55~70% + LNG 유연전원 + ESS·DR 강화” 포트폴리오는 정책적 정당성을 갖는 전환 경로로 평가할 수 있다. 해당 포트폴리오는 시민 집단이 중시하는 환경 가치와 참여 가능성을 일정 부분 반영하는 동시에, 산업체 집단이 가장 민감하게 반응하는 전력 공급 안정성과 비용 관리 요인을 함께 충족한다는 점에서 사회적 수용성과 정책 실행 가능성을 동시에 확보하는 구조를 가진다.

아울러 분석 결과는 향후 에너지 전환 정책에서의 우선순위 설정 방향을 분명히 제시한다. 첫째, ESS 인허가 절차의 개선과 계통 연계 여건의 정비는 재생에너지 확대의 전제 조건으로서 최우선 과제로 설정될 필요가 있다. 둘째, 전기요금 급등에 대한 사회적 저항이 뚜렷하게 나타난 만큼, 단계적 요금 조정이나 완충 장치를 포함한 전기요금 관리 메커니즘이 병행되어야 한다. 셋째, 산업체를 대상으로는 공급 안정성을 명확히 보장하는 형태의 전력구매계약(PPA)이 중요하며, 넷째, 시민 참여

형 분산에너지 모델인 VPP·DR의 확대는 에너지 전환에 대한 시민 수용성을 제고하는 핵심 수단으로 기능할 수 있다.

종합하면, 콘조인트 분석 결과는 강릉의 에너지 믹스 전환이 재생에너지 비중 확대 그 자체보다도 전력 공급 안정성과 전기요금 관리가 전제될 때 사회적 수용성이 가장 높게 나타남을 보여준다. 이는 ESS·유연전원·DR을 결합한 단계적 전환 전략이 단순한 기술적 선택이 아니라, 시민과 산업체의 선호 구조에 의해 실증적으로 뒷받침되는 정책적 대안임을 의미한다.

제 5 장. 강릉형 에너지 믹스 모델 개발 및 테스트베드

5.1. 기술 로드맵

5.1.1. 기술 로드맵 개요

강릉형 에너지 믹스 정책은 앞서 도출한 포트폴리오(재생 중심 + LNG 유연전원 + ESS·DR/VPP)와 수용성 결과(안정성 선호, 요금 +10% 강한 반발, 재생 70%는 시민 긍정·산업체 중립, 참여형은 시민 긍정)를 출발점으로, 강원도 5대 지역별 육성 전략과 정합되도록 “산업 수요-전력 조달-운영”을 동시에 설계하는 방식으로 구성되어야 한다. 특히 강릉은 천연물 바이오·소재 및 디지털 콘텐츠·메타버스 산업을 선도적으로 육성하는 목표를 갖고 있어, RE100·24/7 정합성과 전력 품질·신뢰성을 요구하는 산업 수요가 확대될 가능성이 높다. 이에 따라 강릉은 지역 내 발전 전환(A)과 전력소비·조달 최적화(B)를 병행하되, 시민과 산업체가 공통적으로 중요하게 평가한 ‘공급 안정성’을 정책 패키지의 최우선 전제로 삼고, 전기요금 급등을 억제하는 비용 관리 장치를 동시에 포함하는 에너지 믹스 정책을 제시할 필요가 있다.

<표31>강원도 영동권 및 원주의 5대 지역별 산업 육성 전략

지역	지역별 특성	혁신정책
강릉	지속가능한 미래산업 및 글로벌 관광 도시	천연물 바이오소재 연구, 메타버스 기반 디지털 산업 육성, 글로벌 마이스 및 스포츠 이벤트 유치
원주	경제·문화 중심지, 반도체·디지털 헬스케어 중심 산업	반도체 클러스터 구축, 디지털 헬스케어 산업 활성화, 의료관광 및 웰니스 관광 확대
속초	지속가능한 글로벌 미래 강소도시, 해양 산업 중심	스마트 수산물 가공·유통, 크루즈 관광 클러스터 조성, 해양산업 고도화
고성	DMZ 관광 및 해양 산업 중심	해양심층수 활용 웰니스 산업, K-연어 대량생산단지 구축, DMZ 스마트 관광 시스템 도입
양양	산악·해양 복합 레저 관광 도시	K-연어 산업 테스트베드 구축, 글로벌 서핑·레포츠 관광 플랫폼 조성, 친환경 관광 인프라 확충

강릉형 에너지 믹스 정책의 핵심은 “석탄 → LNG”의 단순 대체가 아니라, 태양광 중심 재생 확대를 기반으로 LNG를 ‘필요 최소’ 유연전원으로 운용하고, ESS·DR·VPP를 통해 간헐성과 피크를 흡수하여 재생을 실제 전력으로 쓰게 만드는 조달·운영 중심 포트폴리오를 구축하는 데 있다. 수용성 결과에 따르면 ‘공급 안정성 높음(ESS·유연전원 보완)’ 수준이 모든 집단에서 강한 양(+)의 효용을 보였고,

전기요금 +10%는 시민·산업체 모두에서 뚜렷한 음(-)의 효용을 보였으므로, 강릉형 정책은 재생 비중 확대를 추진하되 반드시 ESS·유연전원·DR을 함께 제시하는 “안정성 선행형 전환”을 기본 원칙으로 삼아야 한다. 또한 재생 70% 수준은 시민에게 긍정적 효용이 나타난 반면 산업체에는 중립적 반응이 확인되었으므로, 2035 고재생 포트폴리오의 정당성은 ‘재생 자체’보다 ‘공급 안정성 보장형 조달 구조’로 설명되어야 하며, 산업체에는 안정성 보장형 PPA를 통해 위험을 낮추는 방식이 필요하다. 시민에게는 참여형(VPP·DR)이 긍정적 요소로 나타난 만큼, 참여형 분산에너지 확산을 통해 정책 수용성을 높이는 설계가 유효하다.

테스트베드 구축 전략은 강릉을 “재생 기반 조달·운영 포트폴리오”의 실증 거점으로 설정하고, 지역 신산업과 관광 수요를 동시에 지원하는 방향으로 구성되어야 한다. 강릉의 에너지원 간헐성 문제를 해결하기 위해서는 4시간급 ESS를 중심으로 태양광 잉여(낮)를 저녁 피크로 이동시키는 운영 체계를 구축하고, DR을 통해 산업단지·데이터센터 등의 비핵심 부하를 유연자원으로 전환하여 발전·송전 설비투자 부담을 줄이는 모델을 실증해야 한다. 동해안권에서 송전 제약이 이슈로 언급되는 조건을 고려하면, ESS·DR은 단순한 친환경 옵션이 아니라 계통 제약 하에서 재생을 실제 전력으로 전환시키는 필수 장치로 설계되어야 하며, 테스트베드는 곧 “간헐성·피크·출력제약을 동시에 관리하는 운영 기술”을 검증하는 장이 되어야 한다.

강릉 테스트베드는 5대 지역별 육성 방안과도 연계될 수 있다. 강릉의 디지털 콘텐츠·메타버스 산업과 MICE·스포츠 이벤트 확대는 상시 전력 및 데이터 기반 인프라 수요를 동반하므로, 안정적 조달 포트폴리오와 전력 품질 확보가 핵심 전제가 된다. 원주의 반도체·디지털 헬스케어는 고신뢰 전력과 전력 품질을 요구하며, 속초·고성·양양의 해양산업·스마트 수산·K-연어·레저 관광은 친환경 인프라와 지역 분산형 에너지 적용 가능성이 높다. 따라서 강릉에서 PPA·VPP·DR·ESS 기반의 조달·운영 모델을 먼저 실증하고, 이를 원주에는 고신뢰 전력·안정성 보장형 조달 모델로 확산하며, 속초·고성·양양에는 관광·항만·수산업과 결합한 재생 기반 인프라 모델로 확산하는 방식이 지역 간 시너지를 창출할 수 있다. 특히 양양이 재생에너지 기반 관광 인프라 확충을 지향한다는 점을 고려하면, 강릉 테스트베드에서 확립한 ‘재생+ESS+DR’ 운영 모델은 친환경 관광도시 구현을 위한 적용 모델로 전환될 수 있다. 산·학·연이 함께 참여하는 실증 프로젝트 모형은 “관-학-산”의 역할을 명확히 분담하는 구조로 설계되어야 한다. 행정(관)은 재생 PPA·VPP 활성화, ESS 인허가 및 우선입지 가이드라인, DR 인센티브 및 장기계약형 DR 도입, 분산에너지 제도 연계와 같은 제도 패키지를 설계·운영하며, 계통 제약 해소를 위한 연계 사업을 병행한

다. 대학(학)은 에너지믹스 연구와 데이터 기반 운영 최적화, 수요-공급 시간대 정합성 분석, 수용성 분석을 포함한 정책-기술 성과의 평가 체계를 담당하고, 지역 산업별 요구(RE100·24/7, 상시부하, 요금 민감도)를 반영한 포트폴리오 설계를 지속적으로 고도화한다. 산업(산)은 산업단지·RE100 기업·수소·AI/데이터센터 등 실제 수요처에서 재생 전력 활용, DR 참여, VPP 연계, ESS 운영(UPS 겸용 포함)을 수행함으로써 기술과 제도를 실사용 환경에서 검증한다. 이와 같은 실증 모형은 정책과 기술의 일관성을 확보하고, “어떤 포트폴리오가 가능한가”를 넘어 “어떤 포트폴리오가 작동하고 수용되는가”를 현장에서 검증하는 체계로 기능한다.

정책적으로 강릉형 에너지 믹스는 세 가지 방향으로 제시될 수 있다. 첫째, 재생 확대는 태양광 중심으로 추진하되 지역 설치와 외부 PPA를 병행하여 저원가 전원을 확보하고, 풍력은 해안·능선 중심으로 선별적으로 확대하여 태양광 단독 구조의 리스크를 완화한다. 둘째, LNG는 비중 확대가 아니라 유연성 전원으로 역할을 명확히 하여 피크 대응과 상시부하 산업의 안정성 요구를 충족시키되, 재생 확대와 ESS·DR의 도입이 진전될수록 ‘필요 최소’ 수준으로 관리한다. 셋째, ESS·DR·VPP는 에너지 믹스의 부수 기술이 아니라 전환의 전제 조건으로 두고, 시민 참여형 분산에너지 확산을 통해 사회적 수용성을 제고한다. 이러한 정책 방향은 시민과 산업체가 공통적으로 중시하는 공급 안정성을 최우선으로 보장하면서, 전기요금 급등을 억제하는 비용 관리 논리를 포함하고, 동시에 강릉의 미래산업 및 글로벌 관광 허브 전략을 전력 조달·운영 측면에서 뒷받침하는 테스트베드 구축의 근거가 된다.

5.1.2. 에너지 믹스 기술 로드맵핑

강릉의 에너지 믹스 전환은 단순한 전력 생산 구조의 변화가 아니라, 지역 산업 구조를 재편하고 미래 신산업을 창출하기 위한 기술·산업 융합 전략으로 접근할 필요가 있다. 강릉은 바이오매스 기반 발전, 해안·산림 자원, 항만 및 관광 인프라를 동시에 보유한 지역으로, 기존 화석연료 중심 구조에서 재생에너지·분산에너지 중심 구조로 전환할 수 있는 잠재력이 높은 도시이다. 특히 동해안 석탄발전 감축·전환 흐름, RE100 산업단지 논의, 분산에너지 활성화 정책이 맞물리면서, 강릉은 에너지 믹스 전환을 지역 산업 재편과 신성장 동력 창출의 계기로 활용할 수 있는 전략적 위치에 있다.

이에 따라 본 기술 로드맵은 에너지 믹스를 기반으로 친환경 모빌리티, 스마트 산업단지, 친환경 관광, 디지털 산업을 연계하는 “그린 에너지 기반 미래산업 허브(안)” 구축을 목표로 하며, 기업 유치·일자리 창출·청년 창업 인큐베이팅까지 포괄하는 실행형 로드맵으로 설정한다. 강릉형 에너지 전환의 기술적 핵심은 섹터 커플링(Sector Coupling)이다. 이는 재생에너지와 무탄소 전원을 전력 부문에 한정하지 않고, 모빌리티, 산업 열공급, 관광·도시 인프라, 데이터·AI 시스템과 연결하는 전략이다. 본 로드맵에서는 재생에너지, 수소, ESS, V2G, AI 기반 에너지관리시스템(EMS)을 중심 기술로 설정하고, 지자체-대학-기업 간 지식협력 체계를 통해 단계별 R&D와 실증, 상용화를 연계한다.

단계별 기술·산업 연계 로드맵을 단기/중기/장기로 살펴보고자 한다.

단기 로드맵

우선, 단기 로드맵은 2025~2030을 대상으로 하며, 기존 자원의 고도화와 RE100 대응 기반 구축을 기조로 고려할 수 있다. 단기 단계에서는 기존 에너지 자산을 최대한 활용하면서, RE100 대응과 분산에너지 전환을 위한 제도·인프라 기반 구축에 집중한다. 바이오매스 발전의 효율 개선과 안정적 운영을 추진하고, 유희부지·산업단지 지붕·주차장을 활용한 태양광 중심의 분산형 재생에너지를 확대한다. 소규모 ESS 도입을 통해 재생에너지 출력 변동성을 완화하고, 산업단지·공공시설을 중심으로 PPA 및 RE100 대응 전력 공급 구조를 마련한다.

이 단계에서는 RE100 대응이 빠르게 요구되는 식품·바이오, 소재, 중간재 제조

업을 중심으로 기업 유치가 가능하다. 동시에 에너지관리시스템(EMS), 전력 모니터링, 탄소배출 관리 솔루션 등 에너지 운영·관리 서비스 산업이 성장한다. 재생에너지 기반 친환경 관광도시 브랜드 구축을 통해 그린 관광·MICE 산업을 육성하고, 폐자원·임산부산물을 활용한 바이오매스 연계 산업을 통해 순환경제 모델을 실증한다. 즉, 단기 단계의 핵심 목표는 “에너지 믹스 전환의 가시적 성과 확보와 RE100 대응 신뢰성 구축”이다.

중기로드맵

중기 로드맵은 2030~2040을 대상으로 하며, 분산에너지 중심의 산업·도시 에너지 시스템 전환을 목표로 할 수 있다. 중기 단계에서는 강릉 에너지 시스템의 중심을 분산에너지와 디지털 기반 전력 운영으로 전환한다. 해안 및 배후 지역을 활용한 중·대규모 태양광·풍력을 확대하고, VPP(가상발전소)를 구축하여 분산에너지를 통합·제어하며 전력시장에 참여한다. 대규모 ESS와 수요관리(DR)를 본격 도입하고, 산업단지-도심-관광시설을 연계한 지역 단위 에너지 네트워크를 형성한다. 석탄발전 감축에 따라 가스·바이오·수소 연계 대체 전원을 활용하여 전환 안정성을 확보한다. 이 단계에서는 VPP 운영사, 전력 중개, 에너지 데이터 플랫폼 등 분산에너지 플랫폼 산업이 본격 성장한다. 배터리, 전력변환장치(PCS), 계통 안정화 기술을 포함한 ESS·전력망 고도화 산업이 지역 산업으로 정착한다. 관광·공공시설을 중심으로 수소 연료전지를 활용한 초기 수소 시장이 형성되며, 저탄소 전력을 기반으로 한 중소형 데이터센터와 AI 연산 인프라가 유입된다. 즉, 중기 단계는 “에너지 믹스 전환이 산업 생태계 전환으로 확장되는 시기”이다.

장기로드맵

마지막으로, 장기 로드맵은 2040~2050을 대상으로 하며, 이 단계에서는 탄소중립형 에너지 도시 및 수출형 모델 완성을 목표로 한다. 장기 단계에서는 강릉을 탄소중립 기반 분산에너지 도시이자 에너지 전환 모델의 수출 거점으로 정립한다. 재생에너지·수소·ESS를 결합한 탄소중립 에너지 믹스를 완성하고, 수소 혼소 및 청정수소 발전을 본격화한다. 에너지의 생산-저장-소비-거래가 통합된 지역 에너지 시장을 정착시키며, 관광·산업·주거가 결합된 에너지 자립형 도시 모델을 구현한다. 청정수소 및 Power-to-X 산업(e-연료, 청정 메탄올 등)이 성장하고, 분산에너지 도시

모델, VPP 운영 기술, 에너지 정책·운영 솔루션을 포함한 에너지 시스템 수출 산업이 형성된다. 글로벌 RE100·탄소중립 기업의 R&D 및 백오피스 유치를 통해 산업 집적을 강화하고, 에너지 금융, 탄소 크레딧, ESG 평가·컨설팅 등 기후·에너지 융합 서비스 산업으로 확장된다. 결과적으로, 장기 단계의 목표는 “에너지 믹스 전환의 완성과 글로벌 경쟁력 확보”이다.

5.1.3. 기술로드맵과 산업 연계 테스트베드

본 로드맵은 에너지 믹스 전환을 기반으로 친환경 모빌리티 인프라 확충, 스마트 공장형 산업단지 유치, 친환경 관광산업 육성을 통합적으로 추진하는 것을 목표로 한다. 이를 통해 전기차·수소차 중심의 친환경 모빌리티 체계를 구축하고, 산업 및 도시 공간 전반에서 에너지 전환의 효과가 동시에 나타날 수 있도록 설계하였다. 특히 전기차 충전 인프라와 V2G(Vehicle-to-Grid), 수소 모빌리티 시스템, AI 기반 에너지관리시스템(EMS)을 연계함으로써 강릉을 전력·교통·산업이 결합된 섹터 커플링(Sector Coupling) 실증 테스트베드로 발전시키고자 한다. 이 과정에서 산·학·연이 공동으로 참여하는 실증 프로젝트를 추진하여 정책, 기술, 시장 간의 연계성과 일관성을 확보하고, 기술 실증 결과가 실제 산업과 시장으로 확산될 수 있는 기반을 마련한다. 아울러 기업 유치와 양질의 일자리 창출, 청년 창업 인큐베이팅을 병행함으로써 에너지 전환의 경제적 효과가 지역 내에 축적되도록 하는 전략을 지향한다.

종합적으로 볼 때, 강릉형 에너지 믹스 전환 기술 로드맵은 단계적이면서도 산업 연계형 접근을 특징으로 한다. 단기적으로는 RE100 대응을 위한 에너지 전환 기반을 구축하여 지역 기업의 글로벌 경쟁력 확보를 지원하고, 중기적으로는 분산 에너지 체계 확산과 산업 구조 전환을 본격화함으로써 지역 에너지 자립과 신산업 성장을 동시에 도모한다. 장기적으로는 탄소중립 에너지 도시로의 전환과 함께, 에너지 전환 모델의 외부 확산과 수출을 통해 지속 가능한 성장 구조를 완성하는 것을 목표로 한다.

이러한 로드맵은 강릉을 단순한 에너지 소비 도시에서 벗어나, 에너지의 생산·운영·산업화·수출이 유기적으로 결합된 미래형 에너지 혁신 도시로 재정의한다는 점에서 전략적 의미를 갖는다. 나아가 에너지 전환을 환경 정책의 범주에 한정하지 않고, 지역 산업 성장과 도시 경쟁력 강화를 견인하는 핵심 동력으로 전환시키는 종합적 발전 전략으로 평가할 수 있다.

5.2. 정책 시사점

5.2.1. 에너지 믹스 전환

강릉의 에너지 믹스 전환은 기술적 대안의 문제가 아니라, 산업 유치·지역 수용성·에너지 안보를 동시에 달성하기 위한 종합 정책 설계의 문제로 접근할 필요가 있다. 앞서 도출된 포트폴리오와 수용성 분석 결과를 종합하면, 강릉형 에너지 전환 정책은 “재생 확대 + 공급 안정성 확보 + 비용 관리”라는 세 가지 조건을 동시에 충족할 때 정책적 정당성과 실행 가능성을 확보할 수 있다. 이를 위해 다음의 핵심 정책 과제가 도출된다.

첫째, RE100 대응형 산업단지 지정과 전용 전력 공급체계 구축은 강릉 에너지 믹스 전환의 산업적 출발점이다. 강릉 산업단지를 RE100 특화 구역으로 지정하고, 바이오매스·태양광·분산형 전원을 활용한 장기 전력구매계약(PPA) 기반 공급체계를 구축함으로써, 글로벌 수출기업과 친환경 제조기업 유치를 촉진할 수 있다. 이는 에너지 전환을 비용 부담이 아닌 산업 경쟁력으로 전환하는 핵심 수단이다.

둘째, 분산에너지 특화지역 지정과 VPP 실증 확대는 재생에너지 확대의 구조적 제약을 해소하는 정책 수단이다. 「분산에너지활성화 특별법」에 근거한 특화지역 지정을 통해 제도적 유연성을 확보하고, 소규모 재생에너지·ESS·수요관리 자원을 통합하는 가상발전소(VPP) 실증을 단계적으로 확대함으로써, 재생에너지를 ‘설비’가 아닌 ‘운영 가능한 전력’으로 전환할 수 있다.

셋째, 바이오매스 기반 에너지의 고도화와 순환경제 연계는 강릉의 지역적 강점을 반영한 차별화 전략이다. 바이오매스 발전을 단순 전력 생산에서 열·전력 복합, 산업 공정 연계, 지역 폐자원 활용형 모델로 확장함으로써, 에너지 전환과 지역 순환경제를 동시에 달성할 수 있다. 이는 재생에너지의 안정성과 지역 수용성을 함께 높이는 효과를 가진다.

넷째, 대규모 ESS 및 계통 안정화 인프라 구축은 재생 확대 정책의 전제 조건이다. 산업단지·관광시설·공공부문을 중심으로 ESS와 계통 안정화 설비를 구축함으로써 출력 변동성과 피크 문제를 완화하고, 재생에너지 확대에 대한 시민·산업체의 우려를 구조적으로 해소할 수 있다.

다섯째, 수소·연료전지 기반 전환 전원의 단계적 도입은 중장기 에너지 안보와 탄소중립을 동시에 고려한 선택이다. 석탄발전 감축 이후의 공백을 수소 연료전지 및 수소 혼소 발전으로 보완하고, 항만·관광·공공시설을 중심으로 초기 수요 시장을

형성함으로써, 수소 경제로의 연착륙 기반을 마련할 수 있다.

여섯째, 디지털 에너지 플랫폼과 데이터 기반 운영체계 구축은 에너지 믹스 전환의 효율성과 투명성을 제고하는 핵심 인프라이다. AI 기반 전력 수요 예측, 에너지관리시스템(EMS), 전력·탄소 데이터 플랫폼을 통해 에너지 운영을 고도화함으로써, 비용 관리와 탄소 감축 성과를 동시에 관리할 수 있다.

일곱째, 주민 참여형 에너지 사업과 이익공유 모델 정착은 에너지 전환의 사회적 수용성을 확보하는 핵심 장치이다. 햇빛·바람·바이오매스 연금 등 참여형 모델을 확대하고, 에너지 전환의 편익을 지역사회와 공유함으로써 에너지 전환을 ‘외부 정책’이 아닌 ‘지역 프로젝트’로 인식시키는 것이 중요하다.

여덟째, 에너지 전환 연계 인재 양성과 지역 혁신 인프라 강화는 중장기 지속가능성을 좌우한다. 지역 대학과 연구기관을 중심으로 에너지·AI·데이터·전력망 분야 전문 인재를 양성하고, 산학연 실증과 사업화 인프라를 강화함으로써 기술과 산업의 선순환 구조를 형성할 수 있다.

아홉째, 에너지 전환 갈등관리 및 거버넌스 체계 구축은 정책 리스크를 최소화하는 기반이다. 에너지 시설 입지와 운영 과정에서 발생할 수 있는 갈등을 사전에 관리하기 위해 전담 거버넌스 체계를 구축하고, 정책 설계 단계부터 주민 수용성을 반영하는 체계적 접근이 요구된다.

더 나아가, 강릉-춘천-동해권 연계 에너지 클러스터의 정책적 의미도 고려할 수 있다. 강릉 단일 도시 차원의 에너지 믹스 전환은 물리적·제도적 한계를 가질 수밖에 없으며, 이를 극복하기 위해서는 권역 단위 연계 전략이 필요하다. 강릉-춘천-동해권 에너지 클러스터 구상은 각 지역의 비교우위를 결합하여 강원 동서축을 따라 분산형·복합형 에너지 혁신 벨트를 구축하는 전략으로, 개별 도시의 에너지 전환을 권역 단위 시스템으로 확장하는 접근이다.

이 클러스터에서 강릉은 바이오매스·태양광·분산에너지 기반의 RE100 산업 허브로서, 관광·서비스·제조 수요가 집적된 수요 중심 에너지 운영 모델을 담당한다. 춘천은 수력·수열 기반의 안정적 무탄소 전원과 에너지 R&D, 데이터·AI 기반 에너지 관리 기술 개발을 담당하는 기술·연구 거점으로 기능한다. 동해권은 항만과 산업 인프라를 기반으로 수소·암모니아·청정연료의 수입과 저장, 해상풍력 연계 산업을 담당하는 물류·전환 거점으로 역할을 분담한다.

이러한 역할 분담을 통해 재생에너지 전력 연계, 광역 VPP 운영, 수소·청정연료 밸류체인 구축, 디지털 에너지 플랫폼의 권역 통합 운영이 가능해진다. 그 결과 지역 간 상호 보완을 통한 전력 수급 안정성 제고, RE100·탄소중립 대응형 산업 유

치, 권역 단위 투자와 실증을 통한 규모의 경제 실현이 가능해진다. 나아가 중앙 의존형 에너지 구조에서 벗어나 지역 주도형 에너지 시스템, 즉 강원도 차원의 에너지 주권을 강화하는 효과를 가진다.

5.2.2. 강릉시 추진 방안: 에너지 믹스 기반 미래산업 액션플랜

강릉의 에너지 믹스 전환은 발전원 구성의 변화에 그치지 않고, 에너지·ICT·AI 융합 기반의 지역 비즈니스 모델을 창출하는 방향으로 확장될 필요가 있다. 이를 위해 가상발전소(VPP), 마이크로그리드 운영, 에너지 거래 플랫폼과 같은 에너지 믹스 융합 비즈니스를 실증·확산하는 스마트시티형 리빙랩 구축이 핵심 정책 수단으로 제시된다. 리빙랩은 기술 실증 공간을 넘어, 시민·학생·기업이 함께 참여하는 개방형 실험장으로 설계되어야 하며, 실제 에너지 데이터를 활용한 문제 해결과 서비스 창출이 이루어지는 구조를 지향한다.

특히 에너지 전환 과정에서 축적되는 전력·수요·탄소 데이터는 지역의 핵심 전략 자산으로 활용될 수 있다. 이에 따라 에너지 데이터셋을 활용한 산업 연계형 AI 인재 양성 및 창업 모델을 체계적으로 연계할 필요가 있다. 에너지 데이터 해석, AI 기반 수요 예측, 에너지 운영 최적화 등을 중심으로 한 교육 커리큘럼을 시민과 학생 대상으로 개발하고, 이를 지역 기업·스타트업의 실증 과제와 연결함으로써 교육-창업-산업으로 이어지는 선순환 구조를 구축하는 것이 중요하다. 이는 에너지 전환을 인재 양성과 청년 창업의 기회로 전환하는 정책적 접근이다.

아울러 에너지 믹스를 기반으로 친환경 모빌리티(전기차·수소차) 인프라 확대, 친환경 관광산업, 스마트 공장형 산업단지 유치를 연계함으로써 산업 간 융합 기반을 구축할 필요가 있다. 이러한 전략은 “그린 에너지 기반 미래산업 허브(안)” 추진 목표와 직결되며, 에너지 전환을 기업 유치와 일자리 창출로 연결하는 핵심 경로로 기능한다.

강릉시는 지속가능한 미래산업과 글로벌 관광도시로의 도약을 목표로, 바이오·헬스, 반도체, 미래모빌리티, ICT, 푸드테크, 영상산업 등 강원 미래산업을 집적하고, 천연물 바이오 국가산업단지를 중심으로 기업지원 인프라를 강화할 필요가 있다. 에너지 믹스 전환은 이러한 산업 전략을 뒷받침하는 기반 인프라이자 경쟁력 요소로 작동해야 하며, 다음과 같은 단계별 추진 전략이 요구된다.

우선, 강릉시는 천연물 바이오산업을 기반으로 한 국가산업단지를 고도화하여 바이오·헬스 기업의 집적도를 높이고, 연구개발과 상용화를 연계하는 지원체계를 확립해야 한다. 이를 위해 국립강릉원주대학교의 생명과학·환경과학 연구 역량을 활용하여 신약 개발, 기능성 식품, 바이오 신소재 연구를 지원하고, 산학연 협력을 강화해야 한다. 동시에 바이오 스타트업과 벤처기업을 위한 창업 인프라와 임상·실증 테스트베드를 구축함으로써, 에너지 안정적 공급 기반 위에서 바이오 산업의 성장을

촉진할 필요가 있다.

또한, 강릉은 ICT 산업을 연계한 영동권 첨단산업 클러스터를 구축하여 AI·데이터 기반 산업을 성장시켜야 한다. 수도권과의 연계를 고려한 중부권 AI 클러스터 거점을 형성하고, 에너지 데이터·도시 데이터가 결합된 AI 테스트베드를 조성함으로써 연구와 기업 활동을 동시에 지원할 필요가 있다. 대학과의 협력을 통해 AI·빅데이터 전문 인력을 양성하고, ICT 기반 스타트업 육성 프로그램을 확대함으로써 에너지 믹스 전환에서 축적되는 데이터를 산업 경쟁력으로 전환해야 한다.

이어서, 미래모빌리티 및 스마트 교통 인프라 구축이 필요하다. 강릉시는 ITS, 트램 등 친환경 교통 인프라를 중심으로 미래형 교통체계를 구축하고, 이를 전기차·수소차 인프라와 연계해야 한다. 자율주행, 스마트 물류, 친환경 교통수단을 단계적으로 도입하고, 모빌리티 관제 시스템을 통해 도시 교통 혼잡을 완화하는 방향으로 추진할 필요가 있다. 특히 도심과 주요 관광지를 연결하는 친환경 모빌리티 허브를 구축하여, 에너지 믹스 전환이 교통·관광 서비스의 질 향상으로 이어지도록 설계해야 한다.

게다가, 글로벌 관광도시 및 MICE 산업과 에너지의 결합을 추진할 필요가 있다. 강릉은 국제 관광 거점도시로 도약하기 위해 MICE 산업과 관광 인프라를 확충하고, 이를 재생에너지 기반의 친환경 관광 모델과 결합해야 한다. 대규모 컨벤션 및 전시 시설, 디지털 관광 플랫폼, 메타버스 기반 콘텐츠를 구축하여 비대면·체류형 관광을 활성화하고, 국제 스포츠·문화 이벤트 유치로 통해 글로벌 관광 수요를 확대할 필요가 있다. 이 과정에서 에너지 믹스 전환은 관광도시 브랜드의 핵심 요소로 작동한다.

또한, 푸드테크 및 영상산업과 에너지 융합도 고려할 수 있다. 강릉은 청정 농림수산 자원을 활용한 푸드테크 산업과 디지털 기술을 결합한 영상산업을 육성해야 한다. 스마트 농업, 대체 단백질, 맞춤형 건강식품 개발을 지원하는 R&D 센터를 구축하고, 영상 콘텐츠 제작·유통을 위한 지원센터를 통해 디지털 콘텐츠 산업을 활성화할 필요가 있다. 안정적이고 친환경적인 에너지 공급은 이러한 산업의 지속가능성을 뒷받침하는 필수 조건이다.

마지막으로, 정주 생태계 개선과 스마트시티 연계를 고려한다. 강릉의 지속가능한 발전을 위해 스마트시티 프로젝트를 도입하여 공공서비스의 디지털 전환을 추진하고, 주거·교육·의료·문화 인프라를 확충해야 한다. 청년 창업과 취업 지원 프로그램을 확대하고, 에너지·AI·ICT 기반의 새로운 일자리를 창출함으로써 인구 유입과 정착을 유도할 필요가 있다. 이는 에너지 믹스 전환이 단순한 기술 정책이 아니라

삶의 질을 개선하는 도시 전략임을 보여주는 핵심 요소이다.

5.2.3. 전망

에너지 전환 정책은 국가 차원에서는 온실가스 감축이라는 환경적 성과를 목표로 하지만, 그 비용과 충격은 발전소와 에너지 집약 산업이 입지한 특정 지역에 집중되는 경향을 보인다. 『지역산업과 고용』은 이러한 구조적 특성을 지적하며, 석탄화력발전소 폐쇄와 연료 전환 과정에서 발생하는 고용 충격이 지역경제 전반으로 확산될 수 있음을 강조한다. 특히 석탄발전 산업은 직접 고용뿐 아니라 협력업체, 서비스업, 지역 상권과 복합적으로 연결되어 있어, 에너지 전환이 단일 산업의 문제가 아니라 지역 산업 생태계 전체의 문제로 인식되어야 함을 시사한다.

보고서는 석탄화력발전소 폐쇄가 단기간에 대규모 실업으로 직결되기보다는, 신규 채용 중단, 단계적 인력 축소, 외주·하청 구조의 불안정화 등을 통해 점진적이지만 누적적인 고용 약화로 나타난다는 점을 지적한다. 이러한 고용 충격은 발전공기업 정규직보다 지역 기반 협력사와 비정규·간접고용 노동자에게 더 크게 작용하며, 지역 이동이 어려운 인력일수록 전환의 부담이 심화되는 구조적 특징을 가진다. 이는 강릉을 포함한 강원 동해안 지역에서 석탄발전 감축이 진행될 경우, 단순한 인력 재배치만으로는 지역 고용 안정이 확보되기 어렵다는 점을 의미한다.

또한 『지역산업과 고용』은 에너지 전환이 성공하기 위해서는 사라지는 일자리를 대체할 질적으로 지속 가능한 녹색 일자리 창출이 필수적이라고 강조한다. 단순한 단기 일자리나 보조금 중심의 대응은 한계가 있으며, 에너지 전환과 연계된 신산업에서 안정적인 고용 흡수가 가능하도록 산업 정책과 노동 정책이 결합되어야 한다는 것이다. 이는 에너지 전환을 환경 정책이 아닌 산업 구조 전환과 노동시장 재편의 문제로 접근해야 함을 시사한다.

이러한 관점에서 자연스러운 전환은 강원·강릉 지역 에너지 정책의 핵심 개념으로 부상한다. 보고서는 자연스러운 전환을 단순한 피해 보상이나 소득 지원이 아니라, 전환의 과정과 결과 모두가 공정하도록 설계하는 정책 체계로 정의한다. 즉, 에너지 전환 과정에서 발생하는 고용 충격을 사전에 예측하고, 직무 전환 훈련, 지역 기반 신산업 육성, 노동자 참여형 전환 거버넌스를 통해 구조적 불평등이 확대되지 않도록 관리해야 한다는 것이다.

강원도와 강릉의 경우, 석탄화력발전과 에너지 집약 산업 비중이 높아 이러한 자연스러운 전환 정책의 필요성이 더욱 크다. 정책적 시사점은, 에너지 믹스 전환이 발전원 교체에 머무를 경우 지역 경제의 공백을 초래할 수 있으나, 이를 분산에너지, 재생에너지, 수소, 에너지 서비스 산업 등으로 확장할 경우 새로운 고용 기반을

형성할 수 있다는 점을 분명히 한다. 이는 강릉 에너지 믹스 전환 로드맵에서 신산업 육성과 고용 전략을 동시에 고려해야 할 필요성을 뒷받침한다.

종합하면, 에너지 전환이 지역 산업과 고용에 미치는 영향을 체계적으로 분석하며, 강원·강릉 지역에서 에너지 믹스 전환 정책을 설계할 때 고용 충격 완화와 산업 전환을 통합적으로 고려해야 한다는 정책적 근거를 제공한다. 이는 강원특별자치도의 탄소중립·녹색성장 기본계획, 분산에너지 전략, RE100 산업단지 구상과 결합될 경우, 에너지 전환을 지역 위기의 원인이 아닌 지역 혁신의 동력으로 전환할 수 있는 핵심 논리로 활용될 수 있다.

5.3. 테스트베드 추진 전략

5.3.1. 테스트베드 필요성

강릉시는 대규모 석탄화력 발전시설을 보유한 동해안 전력 공급 거점인 동시에, 향후 원자력 발전을 신규로 도입하기 어려운 ‘원전 부재 지역’이라는 구조적 특성을 지닌다. 이러한 조건은 강릉의 에너지 전환이 원전 기반의 저원가 기저전원에 의존하는 경로가 아니라, 재생에너지·유연전원·분산형 자원을 결합한 대안적 에너지 믹스를 통해 달성되어야 함을 의미한다. 특히 2030년 국가 탄소중립 중간목표와 2050 탄소중립 달성 과정에서, 강릉은 석탄 중심 구조에서 벗어나 재생에너지 중심의 에너지 시스템으로 전환해야 하는 대표적인 전환 대상 지역으로 평가된다. 이러한 맥락에서 강릉의 에너지 믹스 전환은 단순한 발전원 교체를 넘어, 기술·산업·제도·사회적 수용성을 함께 검증하는 ‘에너지 믹스 테스트베드’로 추진될 필요가 있다. 즉, 강릉은 국가 차원의 에너지 전환 정책을 지역 단위에서 실증하고, 그 성과와 한계를 검증·확산하는 전략적 실험 공간으로 기능할 수 있다.

강릉 에너지 믹스 테스트베드는 “원전 없는 지역에서 재생에너지 중심 에너지 믹스가 실제로 작동 가능한지”를 검증하는 것을 핵심 목표로 한다. 이를 위해 다음과 같은 세 가지 목표를 설정한다. 첫째, 재생에너지 확대와 전력 공급 안정성의 동시 달성이다. 태양광과 풍력 중심의 재생에너지는 탄소 감축 측면에서 필수적이지만, 출력 변동성이라는 구조적 한계를 지닌다. 테스트베드는 ESS, LNG 유연전원, 수요반응(DR)을 결합하여 재생에너지 비중 55%(2030), 70%(2035) 수준에서도 계통 안정성이 유지되는지를 실증하는 것을 목표로 한다. 둘째, 산업 수요와 연계된 에너지 믹스 검증이다. 강릉의 에너지 전환은 산업단지 고도화, RE100 요구 기업 유치, 수소 생산, AI·데이터센터 등 신규 전력 수요를 동시에 수용해야 한다. 테스트베드는 이러한 산업 수요를 실제로 연계하여, 재생에너지 기반 전력 조달이 산업 경쟁력에 미치는 영향을 검증한다. 셋째, 사회적 수용성과 정책 실행 가능성의 검증이다. 기술적으로 가능한 에너지 믹스가 반드시 사회적으로 수용되는 것은 아니다. 시민·산업체 대상 콘조인트 분석 결과, 강릉에서는 재생에너지 비중 자체보다 전력 공급 안정성과 전기요금 변화가 선호를 좌우하는 핵심 요인으로 나타났다. 테스트베드는 이러한 사회적 선호를 반영한 정책 설계가 실제로 작동하는지를 확인하는 장치가 된다.

강릉 에너지 믹스 테스트베드는 단일 기준이 아닌 이중 기준(A/B)에 따라 설계

된다. 첫째, 지역 내 발전 기준(A)에서는 석탄화력 발전량을 단계적으로 축소하고 태양광·풍력·기타 재생에너지를 확대함으로써, 강릉 행정구역 내에서 발생하는 탄소 배출을 실질적으로 감축하는 것을 목표로 한다. 이는 발전 설비의 단순 존치 여부가 아니라, 실제 발전량과 가동률을 조정하는 방식의 전환 경로를 반영한다. 둘째, 전력 소비(조달) 기준(B)에서는 강릉이 실제로 소비하는 전력을 재생에너지, 유연전원(LNG), 에너지저장장치(ESS), 수요반응(DR)을 결합한 포트폴리오로 안정적으로 조달하는 데 초점을 둔다. 이 기준은 지역 내 발전량과 무관하게, 시민과 산업체가 체감하는 전력의 비용·안정성·탄소 특성을 개선하는 것을 핵심 목표로 한다. 이와 같은 이중 기준 설계는 강릉이 전력 순수출 지역이라는 구조적 특성을 고려하면서도, 에너지 전환의 성과를 ‘발전량’이 아닌 ‘탄소 감축과 조달 품질’ 중심으로 평가하기 위한 접근이다.

2030년 전환기 테스트베드에서는 재생에너지 비중을 약 55% 수준으로 확대하고, LNG 유연전원을 약 35% 수준으로 유지하며, 석탄은 전환기 보완 전원으로서 10% 이하로 관리하는 것을 목표로 한다. 이와 함께 재생에너지 변동성 완화와 피크 대응을 위해 ESS는 120~150MW, DR은 40~60MW 규모로 구축한다. 이 단계는 재생에너지 확대와 전력 공급 안정성을 동시에 검증하는 실증 구간으로 설정된다. 2035년 확장형 테스트베드에서는 재생에너지 비중을 약 70% 수준까지 확대하고, LNG 비중은 약 25%로 축소하며, 기타 전원은 5% 내외로 관리한다. 이에 대응하여 ESS는 200~250MW, DR은 80~120MW 수준으로 확충하여, 재생에너지 중심 구조에서도 계통 안정성과 수요 대응이 가능함을 실증한다. 이러한 단계적 구성은 앞선 시민·산업체 수용성 분석에서 가장 높은 선호도를 보인 포트폴리오와 정합적인 전환 경로로 평가된다.

강릉 에너지 믹스 테스트베드는 단일한 기술 실증이 아니라, 산업별 수요 특성을 반영한 맞춤형 실증 모델로 구성된다. 먼저, 산업단지 테스트베드에서는 태양광 기반 전력구매계약(PPA)에 ESS와 DR을 결합하여 전력요금 변동성을 완화하고, 제조 설비의 전기화 및 생산 확장을 지원한다. 이를 통해 산업단지가 에너지 비용 상승 부담 없이 에너지 전환에 적응할 수 있는 모델을 검증한다. 둘째, RE100 기업 테스트베드에서는 재생에너지 PPA와 가상발전소(VPP)를 활용하여 재생에너지 조달의 증빙 가능성과 시간대 정합성을 실증한다. 이는 글로벌 RE100 요구에 대응하는 실질적 이행 모델을 지역 차원에서 구현하는 데 목적이 있다. 셋째, 수소 산업 테스트베드에서는 재생에너지 잉여 시간대 전력을 활용한 수전해 운영을 통해 전력 비용을 절감하고, 동시에 재생에너지 출력 변동성을 흡수하는 계통 안정화 효과를 검

증한다. 이는 수소 산업을 에너지 전환의 부담 요소가 아닌, 유연 수요 자원으로 전환하는 실증 모델이다. 넷째, AI·데이터센터 테스트베드에서는 LNG와 ESS를 결합한 고신뢰 전력 공급 구조를 기반으로, 재생에너지 비중을 단계적으로 확대하는 운영 방식을 실증한다. 이를 통해 상시 부하 산업에서도 재생에너지 확대가 가능함을 기술적·운영적으로 검증한다.

종합적으로, 이러한 산업 연계형 테스트베드는 강릉의 에너지 믹스 전환이 산업 경쟁력 저하로 이어지는 것이 아니라, 산업 혁신과 신산업 창출의 기반이 될 수 있음을 실증적으로 확인하는 장치로 기능할 것이다.

강릉 에너지 믹스 테스트베드의 성공을 위해서는 제도와 기술, 시장을 연계한 정책 과제를 실증적으로 추진하는 것이 필수적이다. 첫째, 에너지저장장치(ESS) 인허가 및 입지 규제 개선에 대한 실증이 필요하다. 산업단지 및 변전소 인접 지역을 우선 대상으로 표준 안전 설계를 적용하고, 이를 기반으로 한 신속 인허가 모델을 실험함으로써 재생에너지 확대의 병목 요인을 해소한다.

둘째, 지역형 PPA·VPP 모델에 대한 실증을 추진한다. 지자체가 조정자 역할을 수행하여 재생에너지 생산자와 수요자를 연결하고, 소규모 재생에너지 및 저장 자원을 가상발전소(VPP)로 통합 운영함으로써 분산자원의 집합적 활용 가능성을 검증한다.

셋째, 수요반응(DR) 시장 연계 실증을 실시한다. 산업체와 데이터센터를 대상으로 피크 수요반응과 장기 계약형 DR을 적용하여, 발전 및 송전 설비 투자에 대한 대체 효과와 비용 절감 가능성을 실증적으로 평가한다.

넷째, 분산에너지 제도 적용 실증을 추진한다. 분산에너지 관련 법·제도를 활용하여 지역 내 전력 거래 및 자율 운영 모델을 시험함으로써, 중앙집중형 전력 시스템에서 지역 주도형 운영 체계로의 전환 가능성을 검증한다.

콘조인트 분석 결과에 따르면, 강릉 시민과 산업체는 재생에너지 비중의 확대 그 자체보다도 전력 공급 안정성과 전기요금 관리가 전제된 에너지 전환을 선호하는 경향이 뚜렷하게 나타났다. 이에 따라 테스트베드는 재생에너지 확대와 동시에 ESS 및 유연전원 구축을 병행하는 원칙을 따른다. 또한 급격한 전기요금 인상을 지양하고, 단계적인 전환 경로를 설정함으로써 비용 부담에 대한 사회적 저항을 최소화한다.

아울러 시민 참여형 분산에너지 모델인 VPP와 DR을 확대하여, 에너지 전환 과정에 시민이 직접 참여할 수 있는 구조를 마련한다. 이는 에너지 믹스 전환 정책의

정당성을 강화하고, 테스트베드가 기술 실험을 넘어 사회적 합의를 동반한 전환 모델로 기능하도록 하는 핵심 운영 전략이다.

강릉 에너지 믹스 테스트베드는 원전이 없는 지역에서 재생에너지 중심의 에너지 시스템이 기술적·경제적·사회적으로 작동 가능한지를 종합적으로 검증하는 국가적 의미의 실험이다. 본 테스트베드는 강릉을 단순한 전력 생산 거점이 아니라, 에너지 전환 정책과 산업 혁신이 결합된 선도 지역으로 자리매김하게 할 것이다.

더 나아가 강릉에서 축적된 정책·기술·운영 경험은 향후 동해안권 및 전국의 비원전 지역으로 확산 가능한 표준적 에너지 전환 모델로 활용될 수 있을 것으로 기대된다. 이는 지역 주도형 에너지 전환의 실질적 경로를 제시하는 중요한 정책적 성과가 될 것이다.

5.3.2. 강릉 에너지 믹스 테스트베드 단계별 추진 방안 (단기-중기-장기 로드맵)

강릉 에너지 믹스 테스트베드는 원전이 존재하지 않는 지역에서 재생에너지 중심의 에너지 시스템이 단계적으로 정착할 수 있는지를 검증하는 장기적 정책 실험으로 설정된다. 본 테스트베드는 단기간의 성과 창출보다는 기술 성숙도, 산업 수요 구조, 제도 수용성, 사회적 합의를 종합적으로 고려하여 추진되며, 이에 따라 단기(기반 구축)-중기(확장·검증)-장기(정착·확산)의 3단계 로드맵으로 구분하여 운영한다. 각 단계는 이전 단계의 실증 결과를 바탕으로 다음 단계로 이행하는 누적형 구조를 가진다.

단기 단계(2025~2027년): 기반 구축형 테스트베드

단기 단계의 핵심 목표는 재생에너지 중심 전환을 위한 최소한의 기술·제도·사회적 기반을 구축하고, 강릉형 에너지 믹스 전환이 실제로 작동 가능한지에 대한 초기 검증을 수행하는 것이다. 이 단계에서는 급격한 구조 전환보다는 위험을 관리하면서 점진적으로 전환 가능성을 확인하는 데 중점을 둔다.

에너지 믹스 측면에서는 재생에너지 비중을 현 수준 대비 점진적으로 확대하되, 태양광 중심의 분산형 전원을 우선 도입한다. 산업단지, 공공시설, 유희부지를 중심으로 태양광 설비를 확충하고, 소규모 ESS 파일럿을 구축하여 태양광 출력 변동성 대응 가능성을 검증한다. 석탄화력은 기존 설비를 유지하되 신규 투자 없이 전환기 보완 전원으로 관리한다.

산업 연계 측면에서는 산업단지를 대상으로 재생에너지 PPA 시범 사업을 추진하고, 전기요금 변동이 산업 경쟁력에 미치는 영향을 실증적으로 분석한다. 동시에 RE100에 관심을 보이는 기업을 대상으로 재생에너지 조달 구조에 대한 초기 실험을 수행한다. 제도·정책 측면에서는 ESS 인허가 절차 간소화 시범 적용과 수요반응(DR) 시범 사업을 통해 피크 감축 효과를 검증하며, 분산형 전원에 대한 시민 인식 조사와 수용성 분석을 병행한다. 사회적 측면에서는 시민·산업체 대상 에너지 믹스 선호도 조사를 정례화하고, 재생에너지 확대에 따른 경관·요금·공급 안정성에 대한 우려를 완화하기 위한 정보 제공과 소통을 강화한다.

중기 단계(2028~2032년): 확장·검증형 테스트베드

중기 단계는 재생에너지 중심 에너지 믹스가 일정 규모 이상에서 안정적으로 작동할 수 있는지를 본격적으로 검증하는 단계이다. 이 시기에는 기술적 실증을 넘어 산업 경쟁력 유지 여부와 정책 실행 가능성을 종합적으로 평가한다. 에너지 믹스 구성은 재생에너지 비중을 2030년 목표 수준인 약 55%까지 확대하고, 태양광 외에도 풍력 및 기타 재생에너지를 선별적으로 도입한다. 중규모 ESS(4시간 기준)를 구축하여 피크 시간대 대응 능력을 강화하고, LNG 유연전원의 역할을 명확히 하여 계통 안정성을 확보한다. 이와 함께 석탄화력 발전량과 가동률의 단계적 축소를 시작한다.

산업 연계 실증에서는 산업단지, RE100 기업, 수소 생산 설비를 연계한 통합 에너지 운영 모델을 구축하고, 수소 생산 과정에서 재생에너지 잉여 전력을 활용하는 실증을 추진한다. 또한 AI·데이터센터와 같은 상시 부하 산업을 대상으로 재생에너지 확대 조건에서도 안정적인 전력 공급이 가능한지를 검증한다.

제도·정책 측면에서는 지역형 PPA 및 VPP 모델을 본격 운영하고, DR 시장 참여를 확대하여 장기 계약형 DR을 도입한다. 아울러 분산에너지 제도를 적용하여 지역 내 전력의 자율 운영 가능성을 실험한다. 사회적 측면에서는 에너지 믹스 확대에 따른 실제 전기요금 변화의 영향을 분석하고, 시민과 산업체 간 선호 차이를 반영한 보완 정책을 도출하며, 풍력 입지 등 지역 갈등 요인에 대한 조정 메커니즘을 구축한다.

장기 단계(2033~2040년): 정착·확산형 테스트베드

1

장기 단계의 목표는 강릉형 에너지 믹스 모델을 안정적으로 정착시키고, 이를 동해안권 및 전국 비원전 지역으로 확산 가능한 표준 모델로 완성하는 것이다. 이 단계에서는 기술적 실증을 넘어 제도화와 확산 가능성에 초점을 둔다.

에너지 믹스 측면에서는 재생에너지 비중을 2035년 목표 수준인 약 70%까지 확대하고, ESS·DR·VPP가 결합된 재생에너지 주력 계통 운영 체계를 구축한다. 석탄화력은 최소 운영 또는 단계적 역할 종료를 검토하며, LNG는 백업 및 유연전원으로 유지한다.

산업 연계 측면에서는 재생에너지 기반 RE100 산업 클러스터를 형성하고, 수소·AI·에너지 서비스 산업의 집적을 통해 에너지 전환을 지역 신산업 성장의 기반으로 정착시킨다. 또한 에너지 데이터와 운영 기술을 활용한 신규 비즈니스와 서비스 산업 창출을 본격화한다. 제도·정책 측면에서는 강릉 테스트베드의 성과를 토대로

국가 분산에너지 정책 개선안을 제시하고, 지자체 주도의 에너지 믹스 설계·운영 모델을 제도화한다. 동시에 전력시장 및 요금 제도 개선을 위한 실증 근거를 축적한다. 사회적 측면에서는 에너지 전환에 대한 시민 신뢰를 확보하고, 지역 참여형 에너지 거버넌스를 정착시켜 에너지 믹스 전환을 강릉의 지역 정체성과 성장 전략으로 내재화한다.

강릉 에너지 믹스 테스트베드는 단계별 추진을 통해 기술 실증 → 산업 연계 검증 → 제도화 및 확산으로 이어지는 구조를 갖는다. 이는 에너지 전환을 단기적 사업이 아닌 장기적 지역 전략으로 접근하는 모델이며, 강릉을 원전 부재 지역에서도 재생에너지 중심 에너지 시스템이 작동할 수 있음을 입증하는 대표적 정책 실험 도시로 자리매김하게 할 것이다.

<표34> 기간별 비교

구분	단기	중기	장기
목표	기반 구축	확장·검증	정착·확산
재생 비중	점진 확대	~55%	~70%
핵심 수단	태양광·소규모 ESS	ESS·VPP·DR	재생 주력 계통
석탄	전환기 유지	가동률 축소	최소/종료
산업 연계	PPA 시범	수소·AI 연계	RE100 클러스터
정책 초점	인허가·수용성	제도 실증	제도화·확산

강릉 에너지 믹스 테스트베드는 단기적 성과 중심 사업이 아니라, 10~15년에 걸친 단계적 정책 실험이다. 단기에는 가능성을 확인하고, 중기에는 실효성을 검증하며, 장기에는 표준 모델로 정착·확산시키는 전략이 요구된다. 이러한 단계적 접근을 통해 강릉은 원전 부재 지역에서도 재생에너지 중심 에너지 시스템이 현실적으로 구현될 수 있음을 입증하는 국가 대표 에너지 전환 테스트베드로 자리매김할 수 있을 것이다.

5.3.2. 해외 대표 도시 벤치마크

이번 절에서는 해외 선도 도시와의 협력 기반 강릉 에너지 믹스 테스트베드 확장 전략을 살펴본다. 강릉 에너지 믹스 테스트베드는 원전이 부재한 조건에서 재생 에너지 중심 시스템이 기술적·경제적·사회적으로 작동 가능한지를 검증하는 정책 실험이라는 점에서, 이미 유사한 조건을 경험하거나 극복한 해외 도시들과의 협력이 중요하다. 특히 코펜하겐, 레이카비크, 프라이부르크, 오스틴은 각기 다른 접근을 통해 에너지 전환을 도시 경쟁력으로 전환한 대표 사례로서, 강릉 테스트베드의 단계별 고도화에 실질적인 시사점을 제공한다.

<표31> 강릉 에너지 믹스 테스트베드 협력 후보 도시

도시	에너지전환 모델	시사점	협력 가능 분야
코펜하겐 (덴마크)	대규모 지역난방(DH)의 탄소중립화(바이오매스 등 전환)	“전기만”이 아니라 열(난방)까지 포함한 믹스 최적화가 비용·탄소를 동시에 줄임	지역난방 전환 로드맵, 열-전기 섹터커플링, 공공조달
레이카비크 (아이슬란드)	지열 기반 난방+ 전력 100% 재생(지열·수력)	안정적인 무탄소 열·전기 공급의 도시 운영 모델(에너지 서비스 관점)	지열·열망 운영, 탄소저감 난방, 도시 에너지 KPI
프라이부르크 (독일)	“Solar City”로 알려진 에너지 절약+신기술(예: CHP)+재생 확대3축 전략	발전 확대만이 아니라 수요관리·효율·분산형 설계가 핵심	건물/도시 에너지 효율, 분산형 재생 입지·수용성
오스틴 (미국, Austin Energy)	공공 유틸리티 기반 커뮤니티 솔라(무설치 100% 로컬 태양광 구독)	시민·소상공인 참여형 재생 조달(PPA/구독)로 수용성과 확산속도 확보	커뮤니티 솔라 설계, 참여모델, 지역 PPA·요금제

코펜하겐과의 협력: 탄소중립 지역난방과 섹터 커플링 모델

코펜하겐은 C40 도시 네트워크를 대표하는 탄소중립 지역난방(District Heating) 전환 사례로, 전기 중심이 아닌 열·전기 통합 에너지 믹스 최적화를 통해 비용과 탄소를 동시에 감축한 도시이다. 강릉과의 협력은 “전기 발전량 확대”에만 집중하는 접근을 넘어, 난방·열 수요까지 포함한 에너지 믹스 설계의 필요성을 실증하는 데 의미가 있다.

강릉에서는 바이오매스, 폐열, 향후 수소·전기 기반 열원을 결합한 지역난방 전환 로드맵을 코펜하겐 모델과 비교·적용함으로써, 관광시설·공공건물·산업단지의 열 수요를 전력 계통 부담 없이 탈탄소화하는 방안을 공동 연구·실증할 수 있다. 이는

강릉 테스트베드가 “전기만의 전환”을 넘어 “도시 에너지 시스템 전환”으로 확장되는 핵심 협력 분야이다.

레이카비크와의 협력: 무탄소 기저전원의 도시 운영 모델

레이카비크는 지열과 수력을 기반으로 난방과 전력을 사실상 100% 재생에너지로 공급하는 도시로, 안정적인 무탄소 에너지 공급을 ‘에너지 서비스’ 관점에서 운영해온 대표 사례이다. 비록 강릉은 지열 여건이 다르지만, 레이카비크의 핵심 교훈은 특정 에너지원 자체보다 도시 차원의 에너지 운영 모델과 KPI 설계에 있다.

강릉은 레이카비크와의 협력을 통해, 재생에너지 기반 전력·열 공급의 안정성을 어떻게 제도·운영 측면에서 확보했는지, 그리고 이를 시민 서비스와 요금 체계에 어떻게 반영했는지를 학습할 수 있다. 이는 강릉 테스트베드에서 재생에너지 확대에 대한 시민 수용성을 높이는 운영 전략 설계에 직접적으로 활용될 수 있다.

프라이부르크와의 협력: 수요관리·효율 중심 도시 에너지 전략

프라이부르크는 ‘Solar City’로 알려져 있으나, 실제 핵심은 발전 확대가 아니라 절약-신기술-재생에너지라는 3대 축을 기반으로 한 수요관리와 효율 중심의 도시 에너지 전략에 있다. 이는 강릉 에너지 믹스 테스트베드가 단순히 재생 설비를 늘리는 방향으로만 설계되어서는 안 된다는 점을 시사한다.

강릉은 프라이부르크와의 협력을 통해 건물·도시 단위 에너지 효율 향상, 분산형 재생 입지 설계, 주민 수용성 기반 도시 설계 경험을 공유받을 수 있다. 이는 ESS·DR·VPP를 포함한 강릉형 분산에너지 모델이 ‘설비 중심’이 아니라 ‘수요·효율 중심’으로 작동하도록 보완하는 역할을 한다.

오스틴과의 협력: 커뮤니티 솔라와 시민 참여형 에너지 전환

오스틴은 Austin Energy를 중심으로, 시민과 소상공인이 직접 설비를 설치하지 않아도 100% 로컬 태양광을 구독(PPA 형태)할 수 있는 커뮤니티 솔라 모델을 성공적으로 운영해온 도시이다. 이는 시민 수용성과 확산 속도를 동시에 확보한 대표 사례로 평가된다. 강릉은 오스틴과의 협력을 통해 시민 참여형 태양광, 지역 PPA, 요금제 설계 경험을 공유하고, VPP·DR과 결합한 강릉형 시민 참여 에너지 모델을

실증할 수 있다. 이는 앞선 콘조인트 분석에서 확인된 ‘참여형 분산에너지에 대한 긍정적 인식’을 실제 정책과 사업으로 연결하는 핵심 협력 분야이다.

이들 해외 도시와의 협력은 단순한 사례 벤치마킹이 아니라, 강릉 에너지 믹스 테스트베드를 국제적으로 검증된 전환 경로와 연결하는 전략적 장치로 기능한다. 코펜하겐의 열·전기 통합, 레이카비크의 안정적 무탄소 운영, 프라이부르크의 수요·효율 중심 설계, 오스틴의 시민 참여형 모델은 각각 강릉 테스트베드의 서로 다른 요소를 보완한다.

이를 통해 강릉은 원전 부재 지역에서도 재생에너지 중심 에너지 시스템이 기술적으로 가능하고, 경제적으로 관리 가능하며, 사회적으로 수용 가능한 모델임을 국제적 기준에서 검증하는 도시로 자리매김할 수 있을 것이다.

5.3.3. 강릉-해외도시 협력방안 제안

강릉이 추진하는 재생에너지 중심, 유연전원, ESS·DR·VPP를 결합한 에너지 믹스 포트폴리오는 단순한 기술적 가능성의 검증 단계를 넘어, 실제 도시 운영 모델로 전환되는 것을 목표로 한다. 이를 통해 강릉은 에너지 전환을 발전 설비의 확충이 아닌, 전력 조달·운영·요금·탄소 관리가 통합된 도시 차원의 운영 체계로 구현하고자 한다. 특히 산업단지, RE100 기업, 수소 산업, AI·데이터센터 등 다양한 산업 수요와 에너지 포트폴리오를 결합함으로써, 에너지 전환이 투자와 사업모델, 사회적 수용성까지 포괄하는 종합적 전환 전략으로 작동하는지를 실증적으로 검증한다. 이러한 테스트베드 성과는 표준화 과정을 거쳐 동해안권 및 전국 비원전 지역으로 확산 가능한 레퍼런스 모델로 구축하는 것을 지향한다.

이를 위해 강릉 에너지 믹스 테스트베드는 네 개의 협력 트랙을 중심으로 추진된다. 첫 번째 트랙은 정책·제도 공동연구를 위한 정책랩(Policy Lab)이다. 이 트랙에서는 코펜하겐의 지역난방 탈탄소화 경험을 바탕으로 강릉형 열-전기 믹스 최적화에 대한 공동연구를 수행하고, ESS·DR·VPP와 같은 분산형 자원의 운영 규칙을 도시 운영지표로 표준화한다. 이를 통해 성과를 단순한 기술 지표가 아니라 정전 시간, 피크 감축 효과, 전기요금 변동성, 탄소 감축 성과 등 도시 차원의 핵심 KPI로 관리한다.

두 번째 트랙은 사업모델 공동설계이다. 오스틴의 커뮤니티 솔라 사례를 참고하여, 강릉에서는 지붕형 및 유희부지형 태양광을 집합화하고 시민·소상공인·기업이 구독 또는 PPA 방식으로 참여하는 커뮤니티 솔라 및 산업단지 솔라 구독 모델을 설계한다. 이 모델은 설치 여건이 없는 수요자도 재생에너지 전환에 참여할 수 있도록 설계함으로써 참여 범위를 확대하는 것을 목표로 한다.

세 번째 트랙은 운영기술 교류(Operations & Digital)이다. 레이카비크의 지열 기반 도시 에너지 운영 경험을 바탕으로, 난방망 운영, 수요 예측, 유지보수와 관련된 도시 에너지 운영 체계를 벤치마킹한다. 강릉은 이를 전력 부문으로 확장하여 VPP 및 DR 운영, 가상발전소 스케줄링, 전력 수요 관리 체계에 적용함으로써 재생에너지 중심 운영의 안정성을 제고한다.

네 번째 트랙은 공동 실증을 위한 파일럿 프로젝트 추진이다. 첫 번째 파일럿은 산업단지를 대상으로 한 RE100 패키지 실증으로, 재생에너지 PPA, 4시간 기준 ESS, 피크 감축형 DR, VPP 운영을 결합한 통합 모델을 적용한다. 두 번째 파일럿은 시민 참여형 커뮤니티 솔라 실증으로, 구독형 재생에너지 조달과 요금·혜택 설계

를 통해 참여율과 수용성을 검증한다. 세 번째 파일럿은 가능할 경우 열부문 전환 실증으로, 공공건물 및 집단시설을 중심으로 열원 전환을 추진하고 도시 열 KPI를 적용함으로써 코펜하겐의 지역난방 탈탄소화 경험을 강릉의 열부문 전략과 연결한다.

이러한 협력은 단계별 로드맵에 따라 추진된다. 단기 단계인 2025년부터 2027년까지는 해외 선도 도시와의 네트워크를 구축하고 정책랩을 개설하며, 강릉 산업단지와 공공시설을 대상으로 커뮤니티 솔라 및 PPA 설계안을 도출한다. 이와 함께 요금, 정전, 피크, 탄소, 수용성을 포함하는 도시형 에너지 KPI를 정의한다. 중기 단계인 2028년부터 2032년까지는 파일럿을 본격 운영하고 성과를 평가하며, 산업단지 RE100 패키지 실증과 시민 참여형 커뮤니티 솔라 운영을 통해 구독률, 이탈률, 수용성을 측정한다. 이 과정에서 해외 도시와 운영 데이터를 공유하고 상호 비교평가를 수행한다. 장기 단계인 2033년부터 2040년까지는 강릉 테스트베드 운영모del을 표준 매뉴얼로 정리하고, 이를 동해안권 클러스터로 확장하며, 국제 네트워크를 통해 사례를 공유함으로써 국제적 신뢰도를 확보한다.

종합하면, 해외 선도 도시와의 협력은 강릉 에너지 믹스 테스트베드가 단순한 설비 확충을 넘어 도시 운영모델, 시장모델, 사회적 수용성 모델을 동시에 확보하는데 핵심적인 역할을 한다. 코펜하겐의 지역난방 탈탄소화 경험은 전기 중심 전환의 비용 부담을 열부문 전략과 결합하여 완화하는 시사점을 제공하고, 레이카비크는 도시 에너지 운영의 안정성과 장기적 탄소 감축을 달성하는 관리 체계를 제시한다. 또한 프라이부르크는 효율과 분산형 재생을 결합하여 지역경제와 연결한 모델을 제공하며, 오스틴의 커뮤니티 솔라 프로그램은 시민과 소규모 수요자의 참여를 제도화함으로써 에너지 전환의 수용성과 확산 속도를 높이는 정책적 레퍼런스로 기능한다.

해외 에너지 전환 도시별 강릉 적용 프로그램(안)

해외 에너지 전환 도시와의 협력을 위한 프로그램을 다음과 같이 도시별로 제시해본다. 우선, 코펜하겐은 대규모 지역난방(District Heating)을 기반으로 열과 전기를 통합적으로 관리하며 도시 차원의 탈탄소화를 달성한 대표 사례이다. 강릉은 이 경험을 참고하여 전력 부문에 집중된 에너지 전환 부담을 열부문 전략과 결합함으로써 비용과 탄소 감축 압력을 동시에 완화할 수 있다. 첫째, 「강릉형 저탄소 지역 열 전환 로드맵」을 수립한다. 이 프로그램은 학교, 체육관, 공공주택 등 공공건물과

집단시설을 중심으로 기존 화석연료 기반 열원을 바이오에너지, 산업·도시 폐열, 재생에너지와 연계된 전기보일러로 단계적으로 전환하는 것을 목표로 한다. 이를 통해 강릉은 전력 중심 전환의 부담을 열부문 탄소 감축과 병행하여 완화할 수 있으며, 열부문 탄소배출 감축률, 난방요금 변화, 주민 만족도를 테스트베드 핵심 지표로 관리한다. 둘째, 「열-전기 섹터 커플링 실증」을 추진한다. 태양광 발전의 잉여 전력을 전기보일러와 히트펌프를 통해 난방에 활용함으로써, 전력 변동성을 열 저장으로 흡수하는 구조를 실증한다. 이는 재생에너지 출력 제한을 완화하고 ESS 투자 부담을 줄이는 효과를 기대할 수 있으며, 태양광 출력 제한 감소율과 ESS 대체 효과를 주요 성과 지표로 설정한다. 셋째, 「공공 주도 에너지 운영 KPI 도입」을 추진한다. 발전 비중 중심의 평가에서 벗어나 연간 정전 시간, 전기요금 안정성, 탄소 감축 성과 등 시민 체감 중심의 도시 에너지 KPI를 도입함으로써, 강릉의 에너지 전환 성과를 실질적 생활 지표로 관리한다. 이를 통해 재생에너지 비율 논쟁을 넘어 시민 신뢰도와 정책 수용성을 높이는 운영 체계를 구축한다.

이어서, 레이카비크는 안정적 무탄소 에너지 기반 도시 에너지 서비스 모델로 고려할 수 있다. 레이카비크는 지열과 수력을 기반으로 안정적인 무탄소 에너지를 공급하며, 에너지를 하나의 도시 서비스로 운영해온 도시이다. 강릉은 이 모델을 참고하여 재생에너지 확대에 따른 변동성 우려를 ‘서비스 품질 보장’이라는 관점에서 해소할 수 있다. 첫째, 「강릉형 도시 에너지 서비스(UES) 모델」을 도입한다. 에너지를 단순한 전력 판매 대상이 아니라 안정성, 청정성, 예측 가능성을 포함한 도시 서비스로 정의하고 관리함으로써, 재생에너지 확대에 따른 시민과 산업체의 불안을 완화한다. 공급 신뢰도 지수와 서비스 만족도를 테스트베드 핵심 지표로 활용한다. 둘째, 「장기 고정요금형 재생에너지 조달 프로그램」을 설계한다. 장기 계약 기반의 재생에너지 조달을 통해 전력 가격 변동성을 최소화하고, 산업체·AI·수소 산업 등 전력비 예측 가능성이 중요한 수요에 안정적인 비용 구조를 제공한다. 장기 요금 안정성과 기업 유치 효과를 성과 지표로 설정한다. 셋째, 「에너지 운영 데이터 기반 정책 피드백 체계」를 구축한다. 전력 부하, 수요 변동, 장애 발생 등 운영 데이터를 정책 설계에 실시간으로 반영함으로써, 강릉 에너지 믹스 테스트베드를 스스로 학습하고 개선되는 에너지 시스템으로 운영한다. 정책 조정 주기와 운영 효율 개선율을 핵심 지표로 관리한다.

이어서, 프라이부르크는 절약·분산형·시민 참여 결합 모델로 협력을 고려할 수 있다. 프라이부르크는 재생에너지 확대 이전에 에너지 절약과 효율을 우선하는 전략을 통해 지속 가능한 도시 성장을 달성한 사례이다. 강릉은 이 접근을 통해 재생

에너지 확대 부담을 구조적으로 완화할 수 있다. 첫째, 「건물·도시 에너지 효율 우선 프로그램」을 추진한다. 재생에너지 설비 확대와 병행하여 건물 단열 개선과 에너지 효율 향상을 선행함으로써, 에너지 수요 자체를 감소시키고 재생 확대에 따른 계통 부담을 완화한다. 단위면적당 전력소비 감소율을 주요 성과 지표로 설정한다. 둘째, 「분산형 태양광 우선 입지 가이드」를 마련한다. 갈등 가능성이 낮은 건물 지붕, 주차장, 산업단지를 중심으로 태양광 입지를 우선 확보함으로써, 풍력이나 대규모 태양광 개발 과정에서 발생할 수 있는 지역 갈등을 최소화한다. 민원 발생률과 사업 추진 속도를 테스트베드 지표로 관리한다. 셋째, 「시민 에너지 협동조합 모델」을 도입한다. 시민이 발전 설비의 지분과 수익에 직접 참여하는 구조를 통해 재생 에너지를 ‘외부 시설’이 아닌 ‘내 발전소’로 인식하도록 유도한다. 시민 투자 참여율과 수용성 지수를 핵심 성과 지표로 설정한다.

또한, 미국의 오스틴에서는 커뮤니티 솔라와 시민 참여형 재생 조달 모형을 참고할 수 있다. 오스틴은 공공 유틸리티를 기반으로 커뮤니티 솔라 구독 모델을 성공적으로 운영하며, 재생에너지 전환의 참여 범위를 크게 확장한 도시이다. 강릉은 이 모델을 통해 설치 여건의 한계를 극복할 수 있다. 첫째, 「강릉 커뮤니티 솔라 구독제」를 도입한다. 개인이 직접 설비를 설치하지 않아도 로컬 태양광 발전을 구독하여 전력을 사용할 수 있도록 함으로써, 아파트 거주자, 상가, 소상공인 등도 RE100 전환에 참여할 수 있도록 설계한다. 구독률, 이탈률, 평균 요금 절감을 테스트베드 지표로 관리한다. 둘째, 「산업단지·기업 전용 RE100 패키지」를 구성한다. 태양광 PPA, ESS, DR을 결합한 표준 패키지를 제공하여 산업체가 복잡한 제도 절차 없이 원스톱으로 재생에너지를 조달할 수 있도록 한다. 참여 기업 수와 산업 전력비 변화를 주요 성과 지표로 설정한다. 셋째, 「시민·기업 참여형 VPP 운영 모델」을 실증한다. 태양광, ESS, DR을 통합하여 가상발전소로 운영함으로써 분산형 전원을 관리 가능한 발전 자원으로 전환하고, 피크 감축과 계통 안정성에 기여하는 효과를 검증한다. 피크 감축량과 계통 안정성 기여도를 핵심 지표로 활용한다.

종합해보면, 이들 해외 도시의 전환 프로그램을 강릉에 맞게 적용함으로써, 강릉 에너지 믹스 테스트베드는 단순한 재생에너지 확대를 넘어 열·전기 통합, 서비스 기반 운영, 수요 관리, 시민 참여를 결합한 종합적 도시 에너지 전환 모델로 진화할 수 있다. 이는 강릉을 국내 비원전 지역 가운데 가장 실증적이고 확산 가능한 에너지 전환 레퍼런스로 자리매김하게 할 것이다.

제 6 장. 결 론

본 연구는 강릉을 대상으로, 원전이 부재한 지역에서 재생에너지 중심의 에너지 믹스가 기술적·경제적·사회적으로 작동 가능한지를 종합적으로 검증하고, 이를 산업 경쟁력과 도시 성장 전략으로 연결하는 실행 가능한 정책 프레임을 제시하는 데 목적을 두었다. 분석 결과, 강릉의 에너지 전환은 단순히 발전원 비중을 조정하는 문제가 아니라, 전력 조달·운영 방식, 산업 수요 구조, 시민 수용성, 제도 설계가 결합된 도시 운영 모델의 전환 문제임이 명확히 드러났다.

첫째, 에너지 믹스 측면에서 강릉은 ‘원전 부재’라는 구조적 제약과 ‘대규모 석탄 발전 존재’라는 이중적 조건을 동시에 갖는 지역이다. 이러한 여건에서 석탄을 단기간에 완전히 대체하는 것은 현실적으로 어렵지만, 발전량과 가동률을 단계적으로 축소하고 재생에너지와 유연전원을 결합하는 방식의 전환은 충분히 가능하다는 점이 확인되었다. 특히 태양광을 중심으로 한 재생에너지는 강원도 평균 기준에서 LNG보다 낮은 발전단가를 보이고 있어, ESS·DR·VPP와 결합할 경우 평균 전력 조달 단가의 급격한 상승 없이도 재생 비중 확대가 가능하다는 점이 핵심적인 시사점으로 도출되었다.

둘째, 본 연구는 강릉의 에너지 전환을 지역 내 발전 기준(A)과 전력 소비·조달 기준(B)이라는 이중 관점에서 설계하였다. 지역 내 발전 기준에서는 석탄 감축과 재생 확대의 물리적 한계가 분명히 존재하지만, 소비·조달 기준에서는 외부 PPA, 분산형 재생, 유연전원을 조합함으로써 훨씬 높은 정책 자유도를 확보할 수 있다. 이는 강릉과 같은 전력 순수출 구조 지역에서 에너지 전환의 성과를 ‘발전량’이 아니라 ‘소비 기준의 탄소 감축과 비용 관리’로 재정의해야 함을 의미한다.

셋째, 시민과 산업체를 대상으로 한 콘조인트 분석을 통해, 에너지 믹스 전환에 대한 사회적 수용성의 핵심 조건이 명확히 도출되었다. 분석 결과, 재생에너지 비중의 절대적 크기보다 전력 공급 안정성과 전기요금 관리가 선호에 더 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다. 공급 안정성이 ESS·유연전원으로 보장되는 경우에는 재생에너지 비중 55~70% 수준의 포트폴리오도 높은 수용성을 보였으나, 요금이 급격히 상승하는 시나리오는 시민과 산업체 모두에서 강한 거부 반응을 보였다. 이는 에너지 전환 정책이 기술적으로 옳은 선택이더라도, 안정성과 비용 관리가 전제되지 않으면 사회적 정당성을 확보하기 어렵다는 점을 실증적으로 보여준다.

넷째, 이러한 분석을 바탕으로 제시된 강릉형 에너지 믹스 포트폴리오는 “재생에너지 중심 + LNG 유연전원 + ESS·DR·VPP”의 결합 구조로 요약된다. 2030년

전환기에는 재생에너지 약 55%, LNG 약 35%, 석탄 10% 이하를 유지하고, 2035년에는 재생에너지 약 70%, LNG 약 25%, 기타 전원 5% 내외로 전환하는 단계적 로드맵이 가장 현실적이고 수용 가능한 경로로 도출되었다. 이 포트폴리오는 단순한 기술 조합이 아니라, 시민과 산업체의 선호 구조, 전력 단가, 계통 안정성을 동시에 고려한 사회적 최적해라는 점에서 정책적 의미를 갖는다.

다섯째, 본 연구는 에너지 전환을 산업 정책과 분리된 영역이 아니라, 미래산업 육성과 직결된 전략 자산으로 위치시켰다. 산업단지의 전기화, RE100 요구 기업 유치, 수소 생산 및 연계 산업, AI·데이터센터와 같은 상시 부하 산업은 모두 안정적이고 예측 가능한 전력 조달을 전제로 한다. 강릉의 에너지 믹스 테스트베드는 이러한 산업 수요를 실증적으로 연결함으로써, 에너지 전환이 산업 경쟁력을 저해하는 요소가 아니라 오히려 산업 혁신과 투자 유치의 기반이 될 수 있음을 검증하는 역할을 수행한다.

여섯째, 테스트베드는 단기-중기-장기의 단계별 구조로 설계되어, 기술·제도·사회적 요소가 누적적으로 검증되도록 구성되었다. 단기에는 분산형 재생과 소규모 ESS, 제도 실증을 통해 기반을 구축하고, 중기에는 재생에너지 55% 수준에서 산업·수소·데이터센터 연계를 본격 검증하며, 장기에는 재생에너지 70% 이상 구조를 정착시켜 동해안권 및 전국 비원전 지역으로 확산 가능한 표준 모델을 완성하는 것을 목표로 한다. 이러한 단계적 접근은 급격한 전환에 따른 위험을 관리하면서 정책 신뢰도를 축적하는 데 핵심적인 전략이다.

일곱째, 해외 선도 도시와의 협력 전략은 강릉 테스트베드의 국제적 정합성과 확장성을 강화하는 중요한 축으로 작동한다. 코펜하겐의 지역난방 탈탄소화는 열부문 전략을 통해 전기 중심 전환의 비용 부담을 완화하는 시사점을 제공하고, 레이카비크는 안정적 무탄소 에너지 운영을 ‘서비스 품질’ 관점에서 관리하는 모델을 제시한다. 프라이부르크는 효율과 분산형 설계를 통해 수요 자체를 관리하는 접근을 보여주며, 오스틴의 커뮤니티 솔라 모델은 시민과 소규모 수요자의 참여를 제도화하여 수용성과 확산 속도를 높이는 레퍼런스를 제공한다. 이러한 사례들은 강릉이 기술 실험을 넘어 도시 운영·시장·수용성 모델을 동시에 확보하는 데 중요한 비교기준이 된다.

종합하면, 강릉 에너지 믹스 테스트베드는 원전이 없는 지역에서도 재생에너지 중심의 에너지 시스템이 기술적으로 가능하고, 경제적으로 관리 가능하며, 사회적으로 수용될 수 있음을 실증적으로 입증하는 국가적 의미의 정책 실험이다. 본 연구가 제시한 접근은 에너지 전환을 단순한 환경 정책이나 설비 투자로 보지 않고, 산

업 전략·도시 운영·시민 참여를 결합한 통합 프레임으로 재정의한다는 점에서 차별성을 가진다.

향후 강릉에서 축적되는 실증 성과와 운영 경험은 동해안권, 나아가 전국의 비원전 지역으로 확산 가능한 표준 에너지 전환 모델로 활용될 수 있을 것이다. 이는 중앙집중형 전력 시스템에 대한 보완 대안을 제시함과 동시에, 지역 주도형 에너지 전환과 산업 혁신이 양립할 수 있음을 보여주는 중요한 정책적 자산이 될 것이다. 결국 본 프로젝트의 가장 중요한 결론은, 에너지 믹스 전환의 성공 여부는 ‘얼마나 재생에너지를 늘렸는가’가 아니라, 그 전환이 도시와 산업, 시민의 삶 속에서 실제로 작동하는가에 달려 있다는 점이다.

참 고 문 헌

Autant-Bernard, C. (2001). Science and knowledge flows: Evidence from the French case. *Research Policy*, 30(7), 1069-1078.

Austin Energy. (2022). Community solar program overview. City of Austin.

<https://austinenergy.com/green-power/solar-solutions/community-solar>

Brown, T., Hörsch, J., & Schlachtberger, D. (2018). Synergies of sector coupling and transmission reinforcement in a cost-optimised, highly renewable European energy system. *Energy*, 160, 720-739.

<https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.06.222>

Carbon Tracker Initiative. (2021). Making coal history: Why countries should quit coal. Carbon Tracker Initiative.

<https://carbontracker.org/reports/making-coal-history/>

C40 Cities Climate Leadership Group. (2019). Copenhagen: District energy systems for carbon neutrality.

<https://www.c40knowledgehub.org/s/article/Copenhagen-District-energy-systems>

Chesbrough, H. W. (2003). Open innovation: The new imperative for creating and profiting from technology. Harvard Business School Press.

City of Austin. (2020). Austin climate equity plan.

<https://www.austintexas.gov/acep>

City of Copenhagen. (2021). Copenhagen climate plan 2035: A green, smart and carbon neutral city. Copenhagen Municipality.

<https://www.kk.dk/climateplan>

City of Freiburg. (2019). Freiburg - Green city: Energy and climate protection strategy. <https://www.freiburg.de/greencity>

City of Reykjavik. (2020). Reykjavik energy and climate action plan. Reykjavik City. <https://reykjavik.is/climate-action-plan>

Clean Air Task Force. (2023). Clean energy from the ground up: Energy communities in the European Union.

<https://www.catf.us/resource/clean-energy-ground-up-energy-communitie>

s-european-union/

Clean Energy Wire. (2024, March 21). Germany's aim for 80 percent renewables in electricity by 2030 well within reach - minister.

<https://www.cleanenergywire.org/news/germanys-aim-80-percent-renewables-electricity-2030-well-within-reach-minister>

Climate Action Tracker. (2023, November 22). China - Policies & action.

<https://climateactiontracker.org/countries/china/2023-11-22/policies-action/>

Climate Group, & CDP. (2022). RE100 technical criteria. London: The Climate Group.

<https://www.there100.org/technical-criteria>

Doloreux, D., & Shearmur, R. (2012). Collaboration, information and the geography of innovation in knowledge intensive business services. *Journal of Economic Geography*, 12(1), 79-105.

European Commission. (2016). Freiburg: The solar city. European Union Regional Policy.

https://ec.europa.eu/regional_policy/en/projects/germany/freiburg-the-solar-city

European Commission. (2018). Sector coupling: Integrating energy systems for decarbonisation. Brussels: European Commission.

European Commission. (2019). Energy communities and local energy systems. Brussels: European Commission.

https://energy.ec.europa.eu/topics/markets-and-consumers/energy-communities_en

Federal Government of Germany. (2022). Development of renewable energies.

<https://www.bundesregierung.de/breg-en/federal-government/amendment-of-the-renewables-act-2060448>

Fernandes, C. I., Ferreira, J. J., & Marques, C. S. (2021). The influence of absorptive capacity on open innovation and the moderating effects of technological turbulence. *International Entrepreneurship and Management Journal*, 17, 1203-1233.

Fusillo, M., Gabriele, R., & Spagnolo, A. (2021). Innovation and firm growth in the aerospace industry: Evidence from Italy. *Journal of Technology Transfer*, 46, 1507-1535.

Huggins, R., & Williams, N. (2011). Entrepreneurship and regional competitiveness: The role and progression of policy. *Entrepreneurship & Regional Development*, 23(9-10), 907-932.

Hugging Face. (2025). kobert. <https://huggingface.co/monologg/kobert>

International Energy Agency. (2018). District heating and cooling: Tracking clean energy progress. IEA. <https://www.iea.org/reports/district-heating-and-cooling>

International Energy Agency. (2023). Empowering cities for a net zero future. IEA. <https://www.iea.org/reports/empowering-cities-for-a-net-zero-future>

International Energy Agency. (2023). Energy system integration and sector coupling. IEA. <https://www.iea.org/topics/energy-system-integration>

International Energy Agency. (2023). World Energy Outlook 2023. Paris: IEA. <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2023>

International Energy Agency. (2024). United States 2024 - Executive summary. IEA. <https://www.iea.org/reports/united-states-2024/executive-summary>

International Renewable Energy Agency. (2019). Innovation landscape for a renewable-powered future: Solutions to integrate variable renewables. IRENA. <https://www.irena.org/publications/2019/Feb/Innovation-landscape-for-a-renewable-powered-future>

International Renewable Energy Agency. (2020). Renewable energy policies in Iceland. IRENA. <https://www.irena.org/publications/2020/Renewable-energy-policies-Iceland>

International Renewable Energy Agency. (2020). Innovation landscape for a renewable-powered future: Energy management systems. Abu Dhabi:

IRENA. <https://www.irena.org>

International Trade Administration. (2023). Germany - Energy. <https://www.trade.gov/country-commercial-guides/germany-energy>

Invest Korea. (2024). Gangwon to invest KRW 450 bn in three major hydrogen projects in the East Coast region. https://www.investkorea.org/gwn-en/bbs/i-1233/detail.do?ntt_sn=491406

International Renewable Energy Agency. (2019). Innovation landscape for a renewable-powered future. Abu Dhabi: IRENA. <https://www.irena.org/publications/2019/Feb/Innovation-landscape-for-a-renewable-powered-future>

Kani, K., & Motohashi, K. (2012). Understanding the technology market for patents: New insights from a licensing survey of Japanese firms. *Research Policy*, 41(1), 226-235.

Karvonen, M., & Kässi, T. (2013). Patent citations as a tool for analysing the early stages of convergence. *Technological Forecasting and Social Change*, 80(6), 1094-1107.

Kempton, W., & Tomić, J. (2005). Vehicle-to-grid power fundamentals: Calculating capacity and net revenue. *Journal of Power Sources*, 144(1), 268-279. <https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2004.12.025>

Korea Environment Corporation. (n.d.). Expanding foundation of environment energy recovery. <https://www.keco.or.kr/en/lay1/S295T409C412/sublink.do>

Lee, C., Park, G., Yoon, B., & Park, J. (2010). Open innovation in SMEs—An intermediated network model. *Research Policy*, 39(2), 290-300.

Lee, S., Hwang, H., & Choi, D. (2018). Open innovation in the public sector of leading countries. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 4(1), 7.

Malik, K., Georghiou, L., & Grieve, B. (2021). Emerging technologies for emerging markets: A transnational perspective. *Technovation*, 102406.

Martin, P., & Ottaviano, G. I. P. (2001). Growth and agglomeration. *International Economic Review*, 42(4), 947-968.

OECD. (2020). Smart cities and inclusive growth. Paris: OECD Publishing.

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2022). OECD alignment assessment of coal-fired power. OECD Publishing. <https://www.oecd.org/climate-action/coal/>

OECD. (2021). Regions in industrial transition: Policies for people and places. Paris: OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/c76ec2a1-en>

OECD. (2022). Aligning voluntary corporate climate action with national targets. Paris: OECD Publishing. <https://www.oecd.org/climate-action/>

Orkustofnun (National Energy Authority of Iceland). (2021). Geothermal energy in Iceland. <https://nea.is/geothermal>

REN21. (2023). Renewable energy systems and infrastructure: Market developments. https://www.ren21.net/gsr-2023/modules/energy_systems_infrastructure/04_market_developments/

RE100. (2023). RE100: Global renewable electricity initiative. London: Climate Group. <https://www.there100.org>

Sonn, J. W., & Storper, M. (2008). The increasing importance of geographical proximity in knowledge production: An analysis of US patent citations, 1975-1997. *Environment and Planning A: Economy and Space*, 40(5), 1020-1039.

SK ecoplant. (n.d.). Green energy | Business. <https://www.skecoplant.com/en/contents/multi?menuCode=M2200>

Tochibayashi, N. (2025, February). Japan's efforts to harness local energy supports communities. World Economic Forum. <https://www.weforum.org/stories/2025/02/japan-building-resilient-communities-harnessing-local-energy/>

Tödtling, F., & Trippel, M. (2005). One size fits all? Towards a differentiated regional innovation policy approach. *Research Policy*, 34(8), 1203-1219.

U.S. Department of Energy. (2018). Shared solar: Current landscape, market potential, and the impact of federal securities regulation. <https://www.energy.gov/eere/solar/shared-solar>

U.S. Department of Energy. (2022). Vehicle-to-grid (V2G) technology and applications. Washington, DC: DOE.

<https://www.energy.gov/eere/vehicles/vehicle-grid-integration>

U.S. Department of Energy. (2024). DOE's top clean energy accomplishments in 2024.

<https://www.energy.gov/articles/does-top-clean-energy-accomplishments-2024>

World Nuclear News. (2025, February 12). Japan aims for increased use of nuclear in latest energy plan.

<https://www.world-nuclear-news.org/articles/japan-aims-for-increased-use-of-nuclear-in-latest-energy-plan>

Wirth, H. (2021). Recent facts about photovoltaics in Germany.

Fraunhofer ISE.

<https://www.ise.fraunhofer.de/en/publications/studies/recent-facts-about-photovoltaics-in-germany.html>

강릉시. (2021). 강릉시 통계연보 2021. 강원도 강릉시: 강릉시.

강릉시. (2022). 강릉시 통계연보 2022. 강원도 강릉시: 강릉시.

강릉시. (2023). 강릉시 통계연보 2023. 강원도 강릉시: 강릉시.

강릉시. (2024). 강릉시 통계연보 2024. 강원도 강릉시: 강릉시.

강릉시. (2024b). 강릉시 탄소중립·녹색성장 기본계획(법정계획). 강원도 강릉시: 강릉시.

강원특별자치도. (2024). 제1차 탄소중립·녹색성장 기본계획(2024-2033). 춘천: 강원특별자치도.

강원특별자치도. (2023). 강원형 뉴딜 및 지역특화 산업 육성 전략. 춘천: 강원특별자치도.

국가통계포털. (2025). 국가통계포털. <http://www.kosis.kr>

국토교통부, 환경부, 산업통상자원부. (2022). 탄소중립 시범도시 조성 사업 기본계획. 세종: 관계부처 합동.

김석중. (2024). 미래산업 글로벌도시 개발 종합계획. 강원연구원.

산업통상자원부. (2022). 제10차 전력수급기본계획(2022-2036) 확정. 세종: 2050 탄소중립녹색성장위원회.

산업통상자원부. (2023). 제10차 전력수급기본계획(2022-2036). 세종:

산업통상자원부.

산업통상자원부. (2023). 분산에너지 활성화 특별법 제정 및 시행령 해설 자료.

세종: 산업통상자원부.

에너지경제연구원. (2024). 재생에너지 발전 단가 분석 (기본연구 24-22). 울산:

에너지경제연구원.

유니크에이아이. (2025). Local-RISE 체계 구축을 위한 지자체의
지역산업 육성 정책 컨설팅, 강릉:국립강릉원주대학교 산학협력단.

정보통신기획평가원. (2024). ICT R&D 로드맵 2025.

정종석. (2024). 지역혁신의 핵심이슈와 미래 대응전략. Global Innovation
Partner 전략연구소.

지호철. (2024). 2025년 지역산업진흥계획. 강원테크노파크.

통계청. (2024). 기업생멸행정통계: 타 지역과의 비교.

한국에너지공단. (2021). 에너지편람 2021. 울산: 한국에너지공단.

한국에너지공단. (2022). 에너지편람 2022. 울산: 한국에너지공단.

한국에너지공단. (2023). 에너지편람 2023. 울산: 한국에너지공단.

한국에너지공단. (2024). 에너지편람 2024. 울산: 한국에너지공단.

한국에너지공단. (2025). 에너지편람 2025. 울산: 한국에너지공단.

부록. 에너지 믹스 수용성 조사 설문 문항

본 설문은 강릉시민을 대상으로 실시하는 '강릉형 에너지 믹스에 대한 수용성 조사 설문'입니다. 본 설문은 향후 강릉의 에너지 정책에 대한 선호도를 조사하여 보다 좋은 정책 연구 결과에 반영하기 위해 진행하고 있습니다.

설문을 통해 강릉 에너지 정책 개선에 기여해 주심에 대단히 감사드리며, 항상 더 좋은 강릉의 에너지 정책 수립을 위해 노력하겠습니다.

여러분께서 응답해주신 내용은 정책 연구를 위해 매우 소중한 자료로 활용됩니다. 아울러, 설문조사의 결과는 통계 작성 및 연구 목적으로만 사용되며 통계법 제33조(비밀의 보호) 및 제34조(통계종사자 등의 의무)에 의하여 철저히 보호됩니다.

각 문항별로 설문지의 응답을 위한 사전 안내사항이 있으니 이를 숙지하시어 설문
에 응해 주시기 바랍니다.

다시 한 번 설문에 답해주셔서 감사드립니다.

A. 응답자 분류/기초정보

A1. 응답자 유형(단일선택)

☐ 시민(일반 주민) ☐ 산업체/사업자(기업·기관 관계자)

A2. 성별(단일선택)

☐ 남 ☐ 여 ☐ 기타/응답거부

A3. 연령대(단일선택)

☐ 19-29 ☐ 30-39 ☐ 40-49 ☐ 50-59 ☐ 60+

A4. 거주 지역

()

(산업체/관계자만) A5. 업종(단일선택)

☐ 제조 ☐ 관광/서비스 ☐ 물류 ☐ ICT/데이터 ☐ 에너지관련 ☐ 기타

A6. 기업 규모(단일선택)

☐ 1-9 ☐ 10-49 ☐ 50-299 ☐ 300+

A7. RE100 필요 여부에 대한 인식(단일선택)

☐ 예 ☐ 아니오 ☐ 잘 모르겠음

B. 에너지 믹스 관련 인식/태도에 대한 문항입니다. (7점 척도)

각 질문마다 매우 동의한다면 ‘7점 (매우 그렇다)’에, 전혀 동의하지 않는다면 ‘1점 (전혀 그렇지 않다)’에 체크해주시기 바랍니다. 그 밖의 경우에는 귀하가 동의하는 정도에 따라 1점과 7점 사이의 점수 중 하나를 체크해주시기 바랍니다.

B1. 탄소중립/환경을 위해 에너지 전환이 필요하다.

☐ 전혀 아니다 ☐ 아니다 ☐ 조금 아니다 ☐ 보통이다 ☐ 조금 그렇다 ☐ 그렇다
☐ 아주 그렇다

B2. 전기요금이 오르는 것에 민감하다(요금 상승은 부담이다).

☐ 전혀 아니다 ☐ 아니다 ☐ 조금 아니다 ☐ 보통이다 ☐ 조금 그렇다 ☐ 그렇다
☐ 아주 그렇다

B3. 전력 공급 안정성(정전·전압변동 최소화)이 가장 중요하다.

☐ 전혀 아니다 ☐ 아니다 ☐ 조금 아니다 ☐ 보통이다 ☐ 조금 그렇다 ☐ 그렇다
☐ 아주 그렇다

B4. 강릉에 태양광 설비가 확대되는 것에 수용적이다.

☐ 전혀 아니다 ☐ 아니다 ☐ 조금 아니다 ☐ 보통이다 ☐ 조금 그렇다 ☐ 그렇다
☐ 아주 그렇다

B5. 강릉에 풍력 설비가 확대되는 것에 수용적이다.

☐ 전혀 아니다 ☐ 아니다 ☐ 조금 아니다 ☐ 보통이다 ☐ 조금 그렇다 ☐ 그렇다
☐ 아주 그렇다

B6. ESS(에너지저장장치) 설치 확대에 수용적이다.

☐ 전혀 아니다 ☐ 아니다 ☐ 조금 아니다 ☐ 보통이다 ☐ 조금 그렇다 ☐ 그렇다
☐ 아주 그렇다

B7. 강릉시(지자체)의 에너지 정책 추진을 신뢰한다.

☐ 전혀 아니다 ☐ 아니다 ☐ 조금 아니다 ☐ 보통이다 ☐ 조금 그렇다 ☐ 그렇다
☐ 아주 그렇다

B8. 중앙정부의 에너지 정책 추진을 신뢰한다.

☐ 전혀 아니다 ☐ 아니다 ☐ 조금 아니다 ☐ 보통이다 ☐ 조금 그렇다 ☐ 그렇다
☐ 아주 그렇다

B9. 석탄발전 비중 축소에 찬성한다.

☐ 전혀 아니다 ☐ 아니다 ☐ 조금 아니다 ☐ 보통이다 ☐ 조금 그렇다 ☐ 그렇다
☐ 아주 그렇다

B10. 탄소중립을 위해 전기요금이 일부 인상되어도 수용 가능하다.

☐ 전혀 아니다 ☐ 아니다 ☐ 조금 아니다 ☐ 보통이다 ☐ 조금 그렇다 ☐ 그렇다
☐ 아주 그렇다

C. 각 문항마다 시나리오 A/B 중 더 선호하는 에너지 믹스 1개를 선택해 주세요.

에너지 믹스와 관련된 다양한 옵션에 대해서 강릉시민께서 선호하는 바를 파악하고자 합니다. 총 12개의 문항이 주어지며, 각 문항은 독립적입니다. 각 문항에서 제시된 두 가지 옵션들만 비교해서, 상대적으로 더 좋다고 생각되는 옵션 하나를 선택해 주십시오. 비슷한 문항이 보기가 변경되어 여러 차례 제시됩니다. 그때, 각 문항의 보기들만 비교하여 더 적절하다고 생각하는 보기를 고르세요.

• 속성(Attributes) & 수준(Levels)

- 재생에너지 비중: 40% / 55% / 70%
- 전기요금 변화: 0% / +5% / +10%
- 공급 안정성: 변동성 있음 / 현재 수준 / 높음(ESS·유연전원 보완)
- 탄소중립 기여: 현 수준 / 2030 목표 / 2050 경로
- 분산형 참여 방식: 중앙공급 / 지역분산 / 참여형(VPP·DR)

C1. A/B 중 더 선호하는 1개를 선택해 주세요.

A: 재생 40%, 요금 0%, 안정성 변동성 있음, 탄소 2030, 참여형(VPP·DR)

B: 재생 70%, 요금 +10%, 안정성 높음(ESS·유연전원), 탄소 2050, 중앙공급

선택: ☐ A ☐ B

C2. A/B 중 더 선호하는 1개를 선택해 주세요.

A: 재생 70%, 요금 +10%, 안정성 현재 수준, 탄소 2030, 참여형(VPP·DR)

B: 재생 40%, 요금 +5%, 안정성 높음(ESS·유연전원), 탄소 현 수준, 지역분산

선택: ☐ A ☐ B

C3. A/B 중 더 선호하는 1개를 선택해 주세요.

A: 재생 55%, 요금 0%, 안정성 높음(ESS·유연전원), 탄소 2030, 지역분산

B: 재생 40%, 요금 +10%, 안정성 변동성 있음, 탄소 2030, 중앙공급

선택: ☐ A ☐ B

C4. A/B 중 더 선호하는 1개를 선택해 주세요.

A: 재생 70%, 요금 +5%, 안정성 현재 수준, 탄소 2050, 지역분산

B: 재생 40%, 요금 0%, 안정성 현재 수준, 탄소 2050, 중앙공급

선택: ☐ A ☐ B

C5. A/B 중 더 선호하는 1개를 선택해 주세요.

A: 재생 55%, 요금 +5%, 안정성 변동성 있음, 탄소 2030, 중앙공급

B: 재생 70%, 요금 0%, 안정성 변동성 있음, 탄소 현 수준, 참여형(VPP·DR)

선택: ☐ A ☐ B

C6. A/B 중 더 선호하는 1개를 선택해 주세요.

A: 재생 70%, 요금 +10%, 안정성 변동성 있음, 탄소 현 수준, 지역분산

B: 재생 55%, 요금 0%, 안정성 현재 수준, 탄소 2030, 참여형(VPP·DR)

선택: ☐ A ☐ B

C7. A/B 중 더 선호하는 1개를 선택해 주세요.

A: 재생 40%, 요금 +10%, 안정성 높음(ESS·유연전원), 탄소 2050, 참여형(VPP·DR)

B: 재생 55%, 요금 +5%, 안정성 변동성 있음, 탄소 현 수준, 지역분산

선택: ☐ A ☐ B

C8. A/B 중 더 선호하는 1개를 선택해 주세요.

A: 재생 70%, 요금 +5%, 안정성 높음(ESS·유연전원), 탄소 2030, 중앙공급

B: 재생 55%, 요금 +10%, 안정성 현재 수준, 탄소 현 수준, 지역분산

선택: ☐ A ☐ B

C9. A/B 중 더 선호하는 1개를 선택해 주세요.

A: 재생 55%, 요금 +10%, 안정성 변동성 있음, 탄소 2050, 중앙공급

B: 재생 40%, 요금 0%, 안정성 높음(ESS·유연전원), 탄소 현 수준, 참여형 (VPP·DR)

선택: ☐ A ☐ B

C10. A/B 중 더 선호하는 1개를 선택해 주세요.

A: 재생 55%, 요금 +5%, 안정성 높음(ESS·유연전원), 탄소 2050, 지역분산

B: 재생 40%, 요금 +10%, 안정성 변동성 있음, 탄소 2030, 지역분산

선택: ☐ A ☐ B

C11. A/B 중 더 선호하는 1개를 선택해 주세요.

A: 재생 55%, 요금 0%, 안정성 변동성 있음, 탄소 2050, 지역분산

B: 재생 70%, 요금 +5%, 안정성 높음(ESS·유연전원), 탄소 현 수준, 중앙공급

선택: ☐ A ☐ B

C12. A/B 중 더 선호하는 1개를 선택해 주세요.

A: 재생 55%, 요금 +10%, 안정성 높음(ESS·유연전원), 탄소 2030, 참여형 (VPP·DR)

B: 재생 40%, 요금 +5%, 안정성 변동성 있음, 탄소 현 수준, 중앙공급

선택: ☐ A ☐ B