



2026-2028
중소기업 전략기술로드맵

제2장. 세부 전략분야 심층분석
01_무탄소 에너지 전환



세부 전략분야 심층분석

세부 전략분야 #1 무탄소 에너지 전환

제1절 개요	1
1. 정의 및 범위	1
2. 기술개발 필요성	4
제2절 시장 동향	6
1. 시장 현황 및 전망	6
2. 타겟시장 핵심 이슈	9
3. 분석종합	10
제3절 기술개발 동향	11
1. 기술개발 핵심 이슈	11
2. 주요 플레이어 분석	13
3. 분석종합	23
제4절 특허 분석	24
1. 특허 동향 분석	26
2. 주요 기술 키워드 분석	31
3. 주요 출원인 분석	33
4. 분석종합	36
제5절 전략품목 확정 및 로드맵 수립	39
1. 전략품목 후보군 도출	39
2. 전략품목 확정	42
3. 전략품목 로드맵	56

제1절

개요

1

정의 및 범위

가. 정의

- 무탄소 에너지 전환은 화석연료 중심의 에너지 시스템을 재생에너지, 차세대 원자력, 수소 등 무탄소·저탄소 에너지원으로 대체하고, 생산된 에너지를 효율적으로 저장·전송·관리하기 위한 에너지 공급 및 인프라 기술 R&D 영역

 - 무탄소 전환은 태양광·풍력·수력·지열·바이오에너지, 원전(SMR 포함)과 같은 비화석 전원 구조 확장, 그리고 그 변동성·안정성을 보완하기 위한 장주기 저장·전력망 지능화·수요관리 인프라를 포괄하는 에너지 시스템 혁신 영역
 - 재생에너지의 출력 변동, 지역 간 수급 불균형, 전력망 혼잡·전압안정성 문제를 해결하기 위해 전력망 디지털화·분산형 전원 연계, 대규모 ESS·수소저장, HVDC 기반 장거리 송전 등 생산-저장-전송-관리 체계 전체를 통합 최적화하는 기술군
 - 무탄소 전원 확대에 따라 에너지 공급망의 구조가 전기·수소·열·연료 간 섹터커플링 기반으로 재편되며, 이러한 복합 에너지 흐름을 실시간 모델링·예측·제어하는 AI 기반 에너지 운영체계가 핵심 경쟁력으로 부상
- 무탄소 에너지 생산·저장·전달이 상호 연동되는 통합 인프라 엔지니어링

 - 발전원(태양광, 풍력, 원전 등)의 특성과 지역별 입지·자원 조건, 송배전망 구조, ESS 및 수소저장·변환 시스템이 하나의 플랫폼 안에서 맞물려 전력계통의 안정도·경제성·공급탄력성을 결정하는 구조
 - 태양광·풍력 변동성과 원전·지열 등 기저 전원 특성, 수소·암모니아 저장·변환 효율을 고려해 발전-저장-전달-수요를 통합 최적화하는 엔지니어링
 - 계통 혼잡·출력 제한·예측 오차 해소를 위해 발전 스케줄링, ESS-DR-V2G 운영, AI 수급예측·디지털트윈을 적용해 계통 신뢰도와 비용 효율을 개선

▣ 차세대 전원과 융합형 에너지 시스템 확산에 대응하는 전주기 기반 무탄소 에너지 인프라 플랫폼 역할

- SMR·고효율 태양전지·부유식 해상풍력·수소 생산·저장·연료전환 기술 등 차세대 에너지원 도입에 맞춰 발전단-저장단-전달단-최종수요 간 최적 구조를 재설계하고, 국가·광역 계통 전체의 안정성·유연성·안전성을 동시에 확보
- 무탄소 연료(그린수소·암모니아), 대규모 ESS, HVDC, 분산형 자원을 포함한 복합 에너지망 구조에서의 안정적 운영·비용 절감·탄소 저감을 통합 고려하는 계통 설계·검증 능력
- 전주기 관점에서 발전 설비, 저장·변환 인프라, 수송·배분 설비, 폐자원·부산물의 재사용·재제조·재활용 가능성을 초기 설계부터 내재화하고, 환경·안전 기준 및 국제 규제에 부합하는 지속가능 에너지 시스템 엔지니어링 체계구축

나. 활용 범위

- 무탄소 에너지 전환 기술은 발전-저장-전달-수요 전 주기를 지능화하여 에너지 효율 향상, 비용 절감, 계통 안정성 제고, 탄소저감 등 실질적 효과를 확보할 수 있어 활용 범위가 지속 확대되는 상황
- 재생에너지·수소·원전(SMR)·ESS·스마트그리드 등 에너지 기반 고도화가 필수적인 분야를 중심으로 무탄소 에너지 인프라 솔루션의 적용이 빠르게 확산

[활용 범위]

활용 범위	적용 분야	주요 내용
무탄소 발전 인프라 구축	재생에너지 발전 시스템	• 태양광·풍력 발전의 발전량 예측·자원지도 기반 최적 운영, 출력 변동성 대응
	차세대 원전 운영	• SMR 기반 지역전원 공급, 전기·열·수소 연계 복합 에너지 공급 모델 구축
에너지 저장·변환 및 수소 인프라	저장 인프라 운영	• ESS·열저장 기반 변동성 대응, 피크관리 및 계통 혼잡 완화
	수소 생산·저장·전환	• 수전해·암모니아 전환을 통한 그린수소 생산, 저장·운송 인프라 확충
전력망 운영·계통 안정화	스마트 그리드	• 배전망 지능화, 실시간 전압·주파수 제어, 분산자원 연계 및 계통 안정화
	송전망 고도화	• HVDC·계통 제어 기술 기반 대규모 풍력 연계, 장거리 송전 및 병목 해소
수요관리 및 에너지 운영 효율화	수요반응(DR)	• 산업·상업 부문의 피크 절감, 비용 절감형 수요관리 시스템 적용
	건물 에너지 관리(BEMS)	• 건물별 실시간 에너지 최적화, 에너지 효율 향상
산업·교통·도시의 탈탄소화 적용	산업 공정 전환	• 열공정·보일러의 전기화·수소화, 공정 효율 향상 및 배출 저감
	모빌리티 전환	• EV·수소차 인프라 구축, 충전망 최적 배치, 교통 부문 감축 효과 확대
	도시 에너지 시스템	• 마이크로그리드를 기반으로 지역 에너지 통합 운영 및 탄소·소비 절감
지역 기반 에너지 시스템	RE100·지역 에너지 서비스	• PPA·지역 전원 기반 기업 재생에너지 조달 지원 및 분산형 전원 확산
	도서·농촌 전원 공급	• 태양광·ESS·수소 연계 자립형 전력 공급 모델 구축

2

기술개발 필요성

□ 재생에너지 비중 확대와 계통 안정성 확보를 위한 핵심기술 수요 증가

- 2025년 기준 태양광·풍력 중심의 재생에너지 비중 확대(10차 전력수급기본계획)와 대규모 해상풍력 중심의 신규 전원 계획이 가속되면서, 출력 변동성·예측 오차·지역 간 수급 불균형을 해결할 계통 통합기술이 필수
- IEA WEO 2024에 따르면 2030년까지 재생에너지 변동성 대응을 위해 국가 계통의 유연성 자원(ESS·DR·수소·열저장 등) 확충 속도가 최소 3배 이상 필요
 - 따라서 실시간 계통 제어, 발전량 예측 AI, 출력 제약(Curtailment) 저감, HVDC·계통해석 알고리즘 등 전력망 지능화 기술 개발의 속도전이 요구
- 재생에너지 증가에 따른 계통 혼잡·출력 제한 문제 확산으로 안정적 전력공급을 위한 유연성 확보 기술의 중요성이 크게 부각

□ 주기·대규모 저장 인프라의 기술 자립 필요성

- 재생에너지 비중이 증가할수록 단기 저장(리튬 ESS)만으로는 한계가 있어, 장주기 저장(LDES), 열저장, 수소 기반 화학저장 등 대체 저장 기술이 필수로 부상
- 미국·EU는 2024~2025년 LDES(Flow battery, CAES, Thermal storage) 대규모 실증을 확대했으나, 국내는 국산 기술·설계 엔지니어링 역량이 부족해 기술 의존도와 비용부담 증가
- 재생에너지 변동성 대응뿐 아니라 수소 생산·전력-열 연계에도 필요한 기술로, 저원가·고안정성 저장 시스템 R&D가 지속적으로 요구

□ 수소 기반 에너지체계 확산에 따른 생산·저장·운송 기술 개발 필요

- 2025년 정부의 '수소경제 이행 기본계획' 및 수소안보 전략에 따라 그린수소 도입량 확대가 본격화되나, 국내 수전해 시스템·촉매·막전극(MEA)·고내구 소재 등 핵심 부품 국산화율은 20~30% 수준
- 암모니아 혼소·수소 터빈, 액화·고압 저장기술 등도 초기 단계로, 생산-저장-운송-변환 전주기의 기술 공백이 존재
- 국제적으로는 미국·일본·EU가 2030년까지 수소·암모니아 시장 주도권을 강화하고 있어, 에너지 안보·산업경쟁력 측면에서 기술 확보의 시급성 증가

□ SMR 및 고효율 차세대 전원 도입에 대한 설계·안전·연계 기술 필요

- 2024년 SMR 전략 발표 이후 국내도 2030년대 상용화를 목표로 실증 기반 확보를 추진 중이나, 계통 연계·열·수소 연계 설계, 안전 규제 대응, 핵심 기자재 엔지니어링 역량 부족
- 미국·캐나다·중동 등 SMR 시장 선점 경쟁이 심화되는 가운데, 한국형 설계·운영 기술이 선제적으로 구축되지 않을 경우 원전 산업 전반의 경쟁력 약화 우려

□ 디지털 기반 에너지 운영체계(AI·디지털트윈·EMS)의 기술 고도화 필요

- 분산형 전원, 수요반응(DR), EV·V2G, ESS, 마이크로그리드가 빠르게 늘어나면서
- 기존 중앙집중형 전력 운영방식으로는 실시간 최적 운영·안정도 확보가 불가능한 환경
- AI 기반 재생에너지 예측, 계통안정도 분석, 디지털트윈 기반 시뮬레이션, 자율 EMS 등 데이터 기반 운영 기술의 필수성이 급증
- 일본·유럽은 2025년부터 전력망 Fully Digital Operation 정책을 추진 중이며, 국내도 디지털 전력망 전환 기술을 확보하지 못할 경우 전력망 병목·운영비 증가·안정성 저하가 불가피

□ 전력·수소·열의 섹터커플링과 지역 분산형 시스템 구현 필요

- 산업·건물·교통의 탈탄소화 목표 달성을 위해 전력 단독이 아닌 전기-수소-열-연료 간 에너지 융합 운영이 필수
- RE100·PPA 확산, 지역에너지 계획 의무화 등 정책 변화로 지방자치단체·산업단지 단위 에너지 시스템 설계 기술 수요 증가
- 지역·분산형 전원을 안정적으로 운영하기 위해서는 통신·제어·보호·거래체계까지 포함한 통합 플랫폼 기술 개발이 필요

□ 글로벌 공급망 재편 속에서 전주기(Lifecycle) 기반 무탄소 에너지 기술 확보 필요

- EU·미국은 탄소국경조정제(CBAM), IRA 등으로 저탄소·국산 기술 사용 비중을 기준으로 시장 접근을 제한하는 구조로 전환
- 원전·수소·HVDC·ESS 등 에너지 핵심 장비·소재 공급망이 지정학적 리스크에 취약해, 국내 기술 자립이 국가 에너지 안보 요소로 부각

제2절

시장 동향

1

시장 현황 및 전망

가. 세계시장

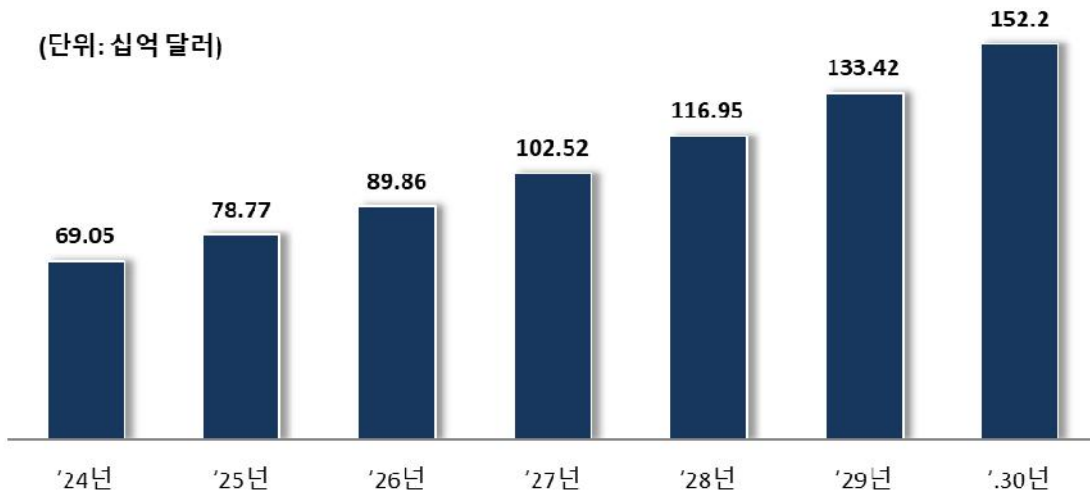
- 에너지 관리 세계시장 규모는 7년간 연평균 성장률 14.1%로 증가하여 '24년 약 691억 달러에서 '30년 1,522억 달러 규모로 성장할 것으로 전망
 - 재생에너지 비중 확대, 산업·건물 부문의 에너지 효율 규제 강화, 전력망 디지털화 수요 증가가 시장 성장을 견인하는 주요 요인으로 분석
 - AI 기반 에너지 운영·예측, 통합 EMS, 스마트 그리드 솔루션 등 고도화된 에너지 관리 기술의 도입 확산이 중장기적인 시장 확대를 가속화할 것으로 전망
 - 기업·도시·산업단지의 탄소저감 목표와 RE100 확산이 에너지 관리 솔루션 수요를 구조적으로 확대하는 촉매로 작용할 것으로 전망

[에너지 관리 세계시장 규모 및 전망]

(단위: 십억 달러)

구분	'24년	'25년	'26년	'27년	'28년	'29년	'30년	CAGR ('24년-'30년)
세계시장	69.05	78.77	89.86	102.52	116.95	133.42	152.20	14.1%

(단위: 십억 달러)



출처: Energy Management Systems Market Size, Share, and Trends 2025 to 2034_Precedence Research('25.11)

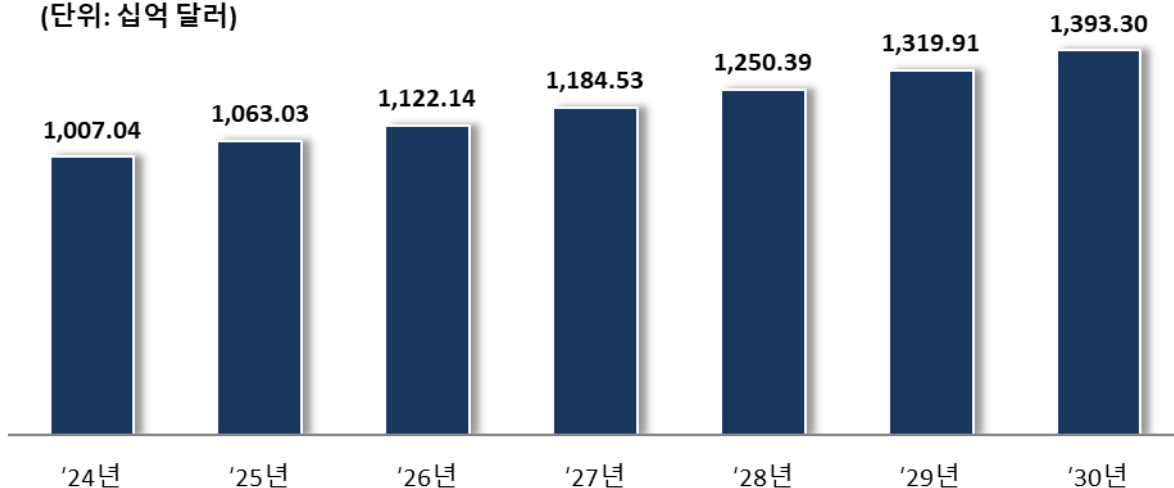
- **재생에너지 세계시장 규모는 7년간 연평균 성장률 5.6%로 증가하여 '24년 약 1조 70억 달러에서 '30년 1조 3,933억 달러 규모로 성장할 것으로 전망**
 - 태양광·풍력 중심의 신규 발전설비 확충과 더불어, 인허가 제도 개선·보조금 제도 확대 등 정책적 지원이 강화되면서 중장기 재생에너지 프로젝트 수요가 더욱 빠르게 확대될 것으로 분석
 - 산업·상업·가정 등 전 부문에서 전기화(Electrification) 전환이 가속화되면서, 재생에너지 기반 전력 수요가 기존 대비 구조적으로 증가하여 시장이 지속적으로 확대되는 추세 형성
 - 국가별 탄소중립 목표 이행, RE100 도입 기업 확대, 전력망 탈탄소 규제 등으로 인해 재생에너지 투자가 안정적으로 증가하며, 장기적·대규모 프로젝트 중심의 시장 성장이 지속될 전망
 - 글로벌 전력망의 확충·스마트그리드 전환이 본격화되면서 재생에너지의 계통 연계 수요가 지속 증가하고, 이는 발전·저장·전달 전주기에서 추가적인 시장 성장을 유발할 것으로 전망

[재생에너지 세계시장 규모 및 전망]

(단위: 십억 달러)

구분	'24년	'25년	'26년	'27년	'28년	'29년	'30년	CAGR ('24년~'30년)
세계시장	1,007.04	1,063.03	1,122.14	1,184.53	1,250.39	1,319.91	1,393.30	5.6%

(단위: 십억 달러)



출처: Renewable Energy Market Size, Share & Industry Analysis, By Type (Wind, Solar, Bioenergy, Geothermal, Ocean Energy, and Hydropower), By End-User (Residential, Commercial, Industrial, and Utility), and Regional Forecast, 2024-2032_Fortune Business Insights('25.10)

나. | 국내시장

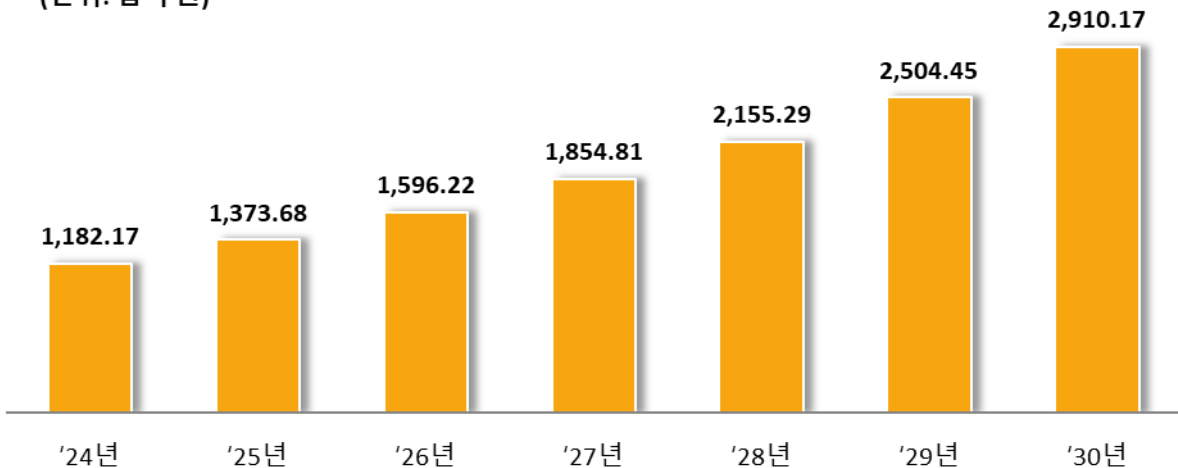
- 에너지 관리 국내시장 규모는 7년간 연평균 성장률 16.2%로 증가하여 '24년 약 1조 1,822억 원에서 '30년 2조 9,102억 원 규모로 성장할 것으로 전망
 - 산업·건물 분야의 전력효율 규제 강화, 전기요금 변동성 확대, ESG 경영 확산 등이 에너지 관리 솔루션 도입을 가속화하는 핵심 요인으로 작용
 - 스마트그리드·BEMS·FEMS·AI 기반 예측 운영 등 디지털 에너지 기술 확산이 시장 수요를 구조적으로 확대하는 추세
 - 분산에너지 활성화법 시행, RE100·PPA 확산에 따른 기업 전력관리 수요 증가가 중장기 시장 성장의 기반을 더욱 강화할 것으로 전망
 - 재생에너지 연계 확대와 계통 유연성 확보 요구가 커지면서 통합 EMS·DER 운영 솔루션 등 고도화된 에너지 관리 기술의 국내 도입 속도도 더욱 빨라질 것으로 예상

[에너지 관리 국내시장 규모 및 전망]

(단위: 십억 원)

구분	'24년	'25년	'26년	'27년	'28년	'29년	'30년	CAGR (24년~30년)
국내시장	1,182.17	1,373.68	1,596.22	1,854.81	2,155.29	2,504.45	2,910.17	16.2%

(단위: 십억 원)



출처 : South Korea Energy Management Systems Market Size & Outlook_Grand View Horizon

* 한국수출입은행 11월 3일 기준(1달러=1427.4원)

2

타겟시장 핵심 이슈

□ 무탄소 에너지 전환은 재생에너지 확대, 산업·건물·도시의 전력화, 수소 경제 가속, 계통 안정성 확보 요구 등을 중심으로 에너지 공급·저장·전송·운영 전반의 대규모 시장을 형성하는 핵심 영역으로 부각

- 재생에너지 변동성 증가, 송전망 혼잡, 장주기 저장 부재, 수소 생산·운송 비용, 디지털 운영기술 미비 등 구조적 병목이 심화되면서, 기술혁신·인프라 확충·안정성 기준 강화가 공동 핵심 이슈로 대두

[타겟시장 핵심이슈]

타겟시장	활용 사례	핵심이슈
재생에너지 발전(태양광·풍력·해상풍력)	<ul style="list-style-type: none"> • 발전량 예측 기반 태양광·풍력 최적 운영 • 부유식 해상풍력·대규모 단지 계통 연계 	<ul style="list-style-type: none"> • 변동성 대응 위한 예측·제어 기술 고도화 필요 • 송전망 부족·출력제한 증가로 계통 혼잡 심화 • 해상풍력 인허가·입지 지연으로 사업성 저하
차세대 원전·SMR	<ul style="list-style-type: none"> • 지역 분산형 SMR 기반 전력·열 공급 • SMR-수소 연계 활용·검증 	<ul style="list-style-type: none"> • SMR 안전기준·규제 대응 및 핵심부품 국산화 필요 • SMR-수소 연계 설계·검증 부족 • 글로벌 SMR 상용화 경쟁 가속으로 기술 확보 시급
에너지 저장(ESS·장주기 저장·열저장)	<ul style="list-style-type: none"> • 장주기 저장 기반 재생에너지 변동성 대응 • 피크부하 관리·계통 유연성 확보 	<ul style="list-style-type: none"> • LDES 기술 개발 및 국산화 요구 증가 • ESS 화재안전·운영 신뢰성 강화 필요 • 저장자원 수익구조 미비로 시장 활성화 제약
수소 생산·저장·운송·전환	<ul style="list-style-type: none"> • 수전해 기반 그린수소 생산 실증 • 암모니아 혼소·수소터빈 발전 적용 	<ul style="list-style-type: none"> • 전해조·MEA·촉매 등 핵심부품 기술격차 확대 • 저장·운송 인프라 부족으로 비용 부담 지속 • 혼소·수소터빈 상용화·계통 연계 검증 필요
송배전망·디지털 전력망	<ul style="list-style-type: none"> • HVDC 기반 대규모 재생에너지 수송 • AI 기반 계통 안정도 분석 	<ul style="list-style-type: none"> • 송전망 포화·출력제한 증가로 안정성 저하 • 전력망 디지털 전환 기술 부족 • 보호·제어·예측 기반 실시간 운영체계 필요
산업·건물·도시 에너지 전환	<ul style="list-style-type: none"> • 공정 전기화·수소화 및 열효율 개선 • 스마트빌딩·스마트시티 에너지 통합 운영 	<ul style="list-style-type: none"> • 공정 전환 비용 부담 및 기술 적용 한계 • 건물·도시 단위 제어·데이터 연계 미흡 • 지역 기반 통합 에너지 운영 플랫폼 필요

3

분석종합

□ 무탄소 에너지 전환은 재생에너지 확대, 계통 안정성 확보, 산업·도시 전력화, 수소경제 전환이 동시적으로 진행되면서 생산-저장-전달-운영 전반에 걸쳐 세계·국내 시장을 빠르게 확대시키는 전략 산업으로 부상

- 글로벌은 재생에너지·에너지 관리·수소 등 전 영역에서 설비 투자 확대와 디지털 전력망 전환이 가속되고 있으며, 국내도 전력망 포화·출력제약 증가, 분산에너지 제도 시행 등으로 계통 유연성·디지털 운영 기술 수요가 급증하고 있음

[분석 결과 및 R&D 필요 기술 영역]

국가		주요 내용
시장 현황 및 전망	세계	<ul style="list-style-type: none"> • 기업·도시·산업단지의 탄소감축·RE100 이행 증가로 발전-저장-전달-운영 전주기 솔루션 수요가 구조적으로 확대
	국내	<ul style="list-style-type: none"> • 재생에너지 연계 확대와 계통 혼잡 증가로 ESS·DR·DER 운영 등 계통 유연성 기술 시장이 빠르게 성장 • 전기요금 변동성, 탄소중립 목표, 분산에너지 활성화법 시행 등이 기업·공공 부문의 통합 에너지 관리 수요를 가속
타겟시장 핵심이슈		<ul style="list-style-type: none"> • 재생에너지 변동성 증가와 송전망 포화 확대에 따라 계통 유연성·안정성 확보 기술 수요가 급증 • 장주기 저장·ESS 안전성 등 저장 인프라 미비가 전력망 통합의 주요 병목으로 작용하여 기술 고도화 필요 • 그린수소·암모니아 기반 전환 기술의 상용화 지연과 핵심 부품 국산화 부족으로 공급망 리스크 확대 • 분산에너지·DR·디지털 전력망 기반의 운영체계 전환이 요구되나 제도·인프라 정합성 부족으로 시장 활성화 제약



R&D 필요 기술 영역

재생에너지 계통 통합·예측·안정화 기술	<ul style="list-style-type: none"> • AI 기반 발전량 예측, 변동성 대응 제어 기술 • 재생에너지 출력제약 완화를 위한 실시간 계통해석·안정도 분석 • 대규모 해상풍력 단지 연계 및 HVDC 통합 운영
장주기 저장·ESS 안전·운영기술	<ul style="list-style-type: none"> • LDES(열저장·압축공기·Flow battery 등) 핵심 설계·제조 기술 • ESS 화재 예방·진단·운영 안정성 고도화 • 저장자원 시장 연계 운영 및 최적화 알고리즘
수소 생산·저장·전환 기반 기술	<ul style="list-style-type: none"> • 수전해(PEM/AEM) 고내구 MEA·촉매·전해조 설계 기술 • 암모니아 혼소·수소터빈 연소 안정성 및 제어 기술 • 수소·암모니아 저장·운송 인프라 최적 설계
디지털 전력망·통합 운영 시스템	<ul style="list-style-type: none"> • EMS·DMS·DERMS 기반 실시간 운영·예측 AI 기술 • 디지털트윈 기반 계통 모의·안정도 평가 • 보호·제어·사이버보안 통합 운영 기술
산업·도시 통합 에너지 플랫폼·효율 기술	<ul style="list-style-type: none"> • 공정 전기화·수소화 기반 에너지 효율 혁신 기술 • BEMS·FEMS 기반 건물·산단 통합 에너지 운영 • 마이크로그리드·PPA·RE100 대응 솔루션

제3절

기술개발 동향

1

기술개발 핵심 이슈

- 재생에너지 변동성 증가에 따른 계통 유연성·안정성 확보 기술의 시급성

 - 2030년까지 재생에너지 비중이 급증하면서 출력 변동성·예측 오차·지역별 수급 불균형이 심화
 - AI 기반 발전량 예측, 실시간 계통해석, 출력 제약(Curtailment) 저감 기술 등 계통 통합 및 안정화 기술 확보가 핵심
 - 대규모 해상풍력 집중 지역에서 송전망 포화가 본격화되며 계통 유연성 자원 확보의 구조적 필요성 증가
- 장주기 저장(LDES)·ESS 안전성·운영 혁신 등 저장 인프라 고도화 문제

 - 변동성 대응을 위해 단주기 ESS만으로는 한계, 장주기 저장(열저장·압축공기·Flow Battery 등) 기술 수요 급증
 - ESS 화재 이슈, 고온·저온 조건에서의 운영 안정성 부족, 사이클 수명 문제 등 안전·신뢰성 기술 미비가 산업 확산 병목
 - 저장자원 시장 제도·수익구조 미성숙으로 최적 운영·경제성 확보 기술 필요
- 수소 생산·저장·운송·전환 기술의 보급 한계 및 국산화 필요

 - 수전해 핵심부품의 해외 의존도가 지속되는 가운데 내구성·효율성이 충분히 확보되지 않아, 대규모 그린수소 생산체계 구축을 위한 기술적 기반이 아직 취약한 상황
 - 액화·고압 저장, 암모니아 전환, 수소터빈 등 주요 전환 기술은 실증·검증 단계에서 상용화까지의 간극이 커, 생산·저장·발전 연계의 실질적 에너지 전환 추진 속도를 제한하는 요소로 작용함
 - 국제 가격 경쟁력을 확보하기 위해서는 저비용·고효율 수소 생산·저장 기술개발이 필수적이며, 국가 에너지 안보와 산업경쟁력을 동시에 강화하는 핵심 전략과제로 부상

□ 송배전망 포화·출력제약 확대에 대응하는 차세대 전력망(Digital Grid) 기술 확보 필요

- 재생에너지 연계 증가로 송전망 확충 속도가 수요를 따라가지 못해 혼잡·출력제약이 급증하고 있으며, 특정 지역에서는 발전 차단이 빈번해 계통 운영 안정성 확보가 시급한 상황
- AI 기반 예측 운영·보호·제어, 디지털트윈 계통 모델링 등 핵심 디지털 전력망 기술 확보가 지연되면서, 변동성 증가에 대비한 실시간 계통 대응 능력과 고신뢰 운영체계 구축이 제한
- HVDC·광역계통 연계 기술 등 대규모 재생에너지 전송 기술의 고도화가 필수적이며, 이는 해상풍력·대규모 태양광 중심의 신규 전원 개발과 국가 간 계통 연계까지 고려한 장기적 기술 체계구축과 직결

□ 산업·도시·건물의 전력화(Electrification) 가속에 따른 통합 에너지 운영 기술 요구 증가

- 산업공정 전기화·수소화, 스마트빌딩·스마트시티 확대에 따라 전력·열·수소 간 통합 운영 기술 필요성이 커지고 있으며, 복합 에너지 흐름을 효율적으로 관리할 수 있는 플랫폼 구축이 중요한 과제로 부상
- 분산에너지 활성화로 DERMS·BEMS·FEMS 등 다자원 통합 제어 플랫폼에 대한 요구가 강화되고 있어, 다양한 자원의 특성을 고려한 실시간 제어·예측·운영 기술 확보가 시장 경쟁력 확보의 핵심
- 지역 단위 마이크로그리드 확대에 따라 안정성·경제성을 동시에 달성하는 운영 최적화 기술 필요성이 더욱 부각되고 있으며, 이는 지역 에너지 자립 및 탄소중립 이행의 핵심 기반으로 작용

□ 탄소중립·탄소규제·RE100 확산에 따른 에너지 전환 비용 절감 및 효율 최적화 기술 필요

- 기업·산업단지 중심 RE100·PPA 수요 증가로 저비용·고효율 전력 확보 기술 중요성이 크게 상승하고 있으며, 이는 글로벌 공급망에서 경쟁력을 유지하기 위한 필수 요소로 평가
- 고효율 전력 변환·열 회수·효율 향상 기술 등 에너지 비용 절감형 솔루션이 핵심 경쟁요인으로 부상하고 있으며, 이를 기반으로 산업계 전반에서 운영 비용 최소화 와 탄소 저감 목표 달성이 동시에 요구

2

주요 플레이어 분석

□ 글로벌 무탄소 에너지 전환 시장에서는 재생에너지·디지털 전력망·수소·저장 기술 선점을 위한 경쟁이 강화되고 있으며, 주요 기업들은 AI 운영·HVDC·수전해·ESS 등 핵심기술로 영향력을 확대


- 국내는 대규모 해상풍력·계통 안정화·수소 생산·ESS 안전성 등 국가 전략 과제 중심으로 대기업이 기술 체계 구축을 주도하며, 중소기업은 전력망 디지털화·ESS 운영·수전해 부품 국산화 등 특화 분야에서 빠르게 성장 중

[주요 플레이어 리스트]

번호	기업명	국가	기업형태	대표 제품(기술)	
				제품(기술)	개요
1	Siemens Energy	독일	글로벌 전력·에너지	HVDC 시스템, 재생에너지 계통 연계 기술	• 세계적 HVDC 기술 보유 기업으로 해상풍력·태양광 연계 시스템을 선도하며, AI 기반 계통 안정도 솔루션을 제공
2	Ørsted	덴마크	글로벌 재생에너지 개발사	해상풍력 단지, 계통 연계 운영 기술	• 세계 최대 해상풍력 개발사로 부유식·대규모 풍력 단지 구축 역량 보유, 재생에너지 계통 통합 분야를 주도
3	한국전력공사 (KEPCO)	한국	공기업 (전력·송배전)	디지털전력망 (Digital Grid), 계통 해석·HVDC	• 재생에너지 증가에 따른 계통 혼잡 해소를 위해 AI·디지털트윈 기반 운영 기술과 HVDC 전송 인프라를 확대
4	두산에너지빌리티	한국	대기업 (에너지·원전·수소)	수전해 (PEM·AEM), 수소터빈, SMR 기자재	• 전해조·MEA 국산화를 추진하며 수전해 효율 향상에 집중, 수소터빈·SMR 기자재 등 차세대 무탄소 전원 기술 확보
5	에너지엑스 (EnergyX Korea)	한국	중소기업 (전력망·AI)	AI 계통 예측·안정도 분석	• 재생에너지 변동성 대응을 위한 출력예측·계통안정도 플랫폼을 제공하며 분산에너지 운영 시장에서 성장
6	지에스아이엘	한국	중소기업 (ESS·전력 설비 안전)	ESS 화재·열폭주 감지·안전 모니터링	• ESS 및 전력설비의 화재·열폭주를 조기 감지하는 안전 모니터링 솔루션을 제공하며, 산업·발전 현장에서 실시간 위험관리 기술 기반으로 성장


가. 해외기업

□ 해외 주요 기업들은 해상풍력·HVDC·수전해·장주기 저장 등 무탄소 에너지 핵심 기술을 중심으로 계통 통합 솔루션 경쟁을 강화하며 글로벌 시장 주도권 확보에 나서는 추세

구분		내용		
기업 정보	기업명/국적	Siemens Energy / 독일		
	기업 형태	글로벌 에너지·전력 인프라 기술기업	설립일	2020
대표 제품(기술)	제품(기술)	HVDC(초고압직류송전), 해상풍력 계통 연계 솔루션, STATCOM·FACTS, 가스터빈·수소혼소 터빈, 디지털 그리드 운영 플랫폼(위상·전압 안정도 AI 분석)		
	개요	<ul style="list-style-type: none"> • 세계 최대 HVDC 및 그리드 안정화 솔루션 공급 기업 중 하나로, 해상풍력·대규모 재생에너지 단지의 계통 연계·전송 시장을 주도 • 전력망 혼잡·출력제한 증가에 대응하기 위해 FACTS·STATCOM·Grid Booster 등 계통 유연성·안정도 기술 분야에서 글로벌 표준 역할 수행 • 가스터빈의 수소 혼소 기술을 고도화해 전통 발전 자산의 탈탄소화 전환을 선도하고 있으며, 2030년 100% 수소 연소를 목표로 R&D 진행 • 디지털 그리드(전력망 예측·보호·제어) 분야에서도 AI 기반 계통 운영 플랫폼을 제공해 재생에너지 확산 국가들의 전력 시스템 전환을 지원 • 유럽·중동·아시아 중심으로 HVDC 프로젝트 수주 확대 중이며, 해상풍력과 전력망 통합을 위한 핵심 파트너십을 다수 구축 		
발전 단계		<ul style="list-style-type: none"> • 2020~2021: Siemens AG에서 분사 후 HVDC·FACTS 중심의 독립 사업 체계 구축, 북유럽 풍력 연계 프로젝트 확대 • 2022~2023: 해상풍력 단지 계통 연계 솔루션 고도화, 수소 혼소 가스터빈 실증 프로젝트 착수 • 2023~2024: 디지털 그리드 플랫폼 업그레이드, 대규모 HVDC 프로젝트(영국·독일·네덜란드) 수주 확대 • 2025~현재: 수소터빈·그리드 안정화 기술·계통 디지털화 중심으로 무탄소 에너지 전환 전력망 기술 리더십 강화 		
제품(기술) 사진				
		HVDC 변전소		

나. 국내기업

- 국내 기업들은 해상풍력·SMR·수전해·ESS 안전성·디지털 전력망 등 국가 전략 분야 중심으로 기술 내재화와 계통 연계 역량을 강화하며 산업·도시 전력화 수요에 대응하는 추세

구분		내용		
기업 정보	기업명/국적	두산에너지빌리티 / 대한민국		
	기업 형태	에너지·원전·수소 기반 글로벌 종합 에너지 장비 제조기업	설립일	1962
대표 제품(기술)	제품(기술)	수전해(PEM·AEM) 전해조, 고내구 MEA·촉매, 수소터빈(혼소·순수수소), SMR(소형모듈원전) 기자재, 해상풍력 터빈·후육강·주강		
	개요	<ul style="list-style-type: none"> • 국내 대표 에너지·발전 설비 기업으로, 수전해·수소터빈·SMR 등 무탄소 에너지 전환 핵심 기술 포트폴리오 확장에 집중 • PEM·AEM 기반 전해조 및 MEA·촉매의 국산화를 추진하며 대규모 그린수소 생산을 위한 전해조 효율·내구성 개선을 주도 • 수소 혼소·순수수소 연소가 가능한 고효율 수소터빈 기술을 확보해 산업·발전 분야의 탈탄소 전환 실증 프로젝트를 다수 수행 • SMR 구조물·기자재·주단조 부품 제조 역량을 기반으로 글로벌 SMR 공급망에 진입, 향후 수소·열·전력 복합 공급 모델 개발에 참여 • 해상풍력 주강·후육강·발전 설비, ESS·전력 인프라 등 다양한 저탄소 에너지 인프라 분야에서 국내외 프로젝트 확대 		
발전 단계		<ul style="list-style-type: none"> • 2015~2019: 가스터빈 국산화 성공, 풍력·ESS 등 신에너지 영역 진입 • 2020~2022: 수소터빈 혼소 실증 착수, PEM·AEM 기반 전해조 핵심 소재 개발 본격화 • 2022~2023: 사명 변경 후 수소·원전·풍력 중심의 무탄소 에너지 사업 재편, SMR 기자재 개발 강화 • 2023~2024: 수전해 MEA·전해조 국산화 진전, 수소터빈 실증 확대 및 에너지 전환 장비 수주 확대 • 2025~현재: 전해조 고내구 소재·시설규모 확장, SMR·수소터빈·해상풍력 중심의 글로벌 공급망 연계 가속화 		
제품(기술) 사진				
		SMR 기자재		

구분		내용		
기업 정보	기업명/국적	지에스아이엘(GSIL) / 대한민국		
	기업 형태	스마트 안전·ESS·전력설비 모니터링 전문 중소기업	설립일	2017
대표 제품(기술)	제품(기술)	ESS 화재·열폭주 감지 센서, 실시간 안전 모니터링 플랫폼, 전력설비·배전시스템 안전관리 IoT 모듈, 대시보드·AI 기반 위험예측 솔루션		
	개요	<ul style="list-style-type: none"> • 지에스아이엘은 건설·전력·ESS 등 고위험 환경의 사고 예방을 위한 실시간 안전 모니터링·센서 융합 플랫폼을 보유한 기업으로, ESS 설비의 화재·열폭주 조기 감지 기술을 강점으로 보유 • 배터리 모듈·랙 단위 온도·가스·전류 이상 신호를 실시간 수집해 사고를 사전에 차단하는 안전관리 IoT 시스템을 구축하여 발전사·산업단지 등 현장에서 적용 확대 • ESS 안전기준 강화와 재생에너지 계통 연계 확대로 ESS 안전 모듈·설비 감시 시장이 빠르게 성장하며, 위험 예측 기반 AI 분석 기능을 고도화 중 • 산업단지·배전설비·모빌리티 충전 인프라 등 전력설비 안전 관리 영역으로 사업을 확장하며 스마트 전력 안전 플랫폼 기업으로 성장 중 • 정부·한전·대형 EPC사와의 실증 프로젝트를 다수 확보하며, ESS 및 전력 계통 안전 분야에서 중소기업의 기술 기반을 대표하는 기업으로 자리매김 		
발전 단계		<ul style="list-style-type: none"> • 2017~2019: 스마트 안전 IoT 센서 개발, 건설·산업현장 안전관리 플랫폼 구축 • 2020~2021: ESS 화재·열폭주 감지 기술 개발 및 전력설비 실증 시작 • 2022~2023: ESS·전력설비 대상 위험도 예측 AI 플랫폼 고도화, 발전사·공공기관 적용 확대 • 2024~현재: ESS 안전기준 강화에 대응한 랙 단위·모듈 단위 안전 솔루션 확장, 산업단지·분산전원 설비 안전 관리로 사업영역 확장 		
제품(기술) 사진		 <p>실시간 모니터링 플랫폼</p>		

다. 중소기업 국가 R&D 추진 현황

1 개요

□ 분석 대상 및 방법

- (대상) 2022년부터 2024년까지의 국가연구개발사업 추진 과제 중, 본 세부 전략 분야와 관련성이 있는 과제
- (방법) 대상 세부전략 분야의 정의 및 범위를 고려한 NTIS* 검색식 설정 → 로드맵 참여 전문가 검토를 통한 NTIS 과제 검색식 수정·보완 → 과제 DB 검색 및 다운로드 → DB 정제 및 분석 수행

* NTIS : '국가과학기술지식정보서비스'로, 사업, 과제, 연구자, 성과 등 국가연구개발 사업에 대한 정보를 한 곳에서 서비스하는 국가과학기술 지식정보 포털

□ 분석 항목

- (지원 현황 일반) 최근 3년간 전체 R&D 과제 건수 및 투자액 규모와 중소기업 대상의 R&D 과제 건수 및 투자액 규모
- (중소기업 지원 현황) 최근 3년간 중소기업 대상 R&D 과제 중, 주요 부처별 지원 현황, R&D 단계별 지원 현황, 연구 분야별 지원 현황, 적용 분야별 지원 현황 분석
 - (주요 부처별 분석) 중소벤처기업부, 산업통상자원부, 과학기술정보통신부 등 과제 건수 및 투자액 규모 기준 상위 5개 부처의 지원 현황 분석
 - (R&D 단계별 분석) 과제 건수 및 투자액 규모 기준 1순위 연구개발 단계와 1순위 연구개발 단계의 연도별 현황 분석
 - (연구 분야별 분석) 주요 연구 분야* 중 과제 건수 및 투자액 규모 기준 상위 10개 분야의 연도별 현황 분석

* 연구분야 : 각 과제의 R&D 대상이 되는 1순위 분야

- (적용 분야별 분석) 주요 적용 분야* 중 과제 건수 및 투자액 규모 기준 상위 10개 분야의 연도별 현황 분석

* 적용 분야 : 각 과제 성과물이 적용될 것으로 생각되는 1순위 분야

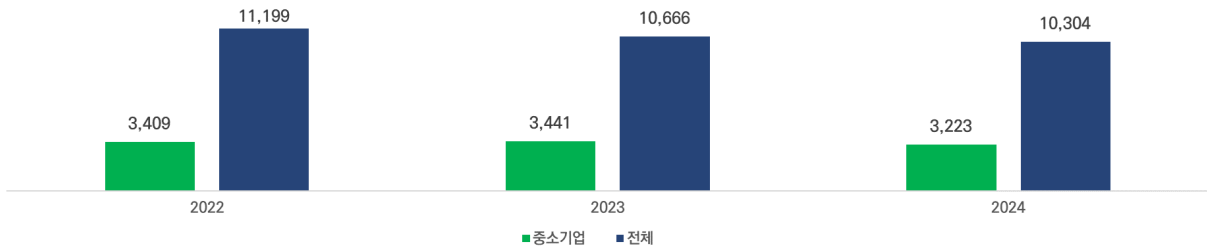
2 지원 현황 일반

- 최근 3년('22년~'24년)간 동 분야의 R&D 과제 건수는 총 32,169건으로 연평균 4.1% 감소
 - 이 중 '중소기업'이 수행한 과제는 약 31.3%에 해당하는 10,073건으로 확인

[전체 R&D 과제 대비 중소기업 지원 건수]

(단위: 건, %)

구분	2022	2023	2024	총합계	CAGR	
전체	11,199	10,666	10,304	32,169	-4.1%	
중소기업	건수	3,409	3,441	3,223	10,073	-2.8%
	비중	30.4%	32.3%	31.3%	31.3%	-

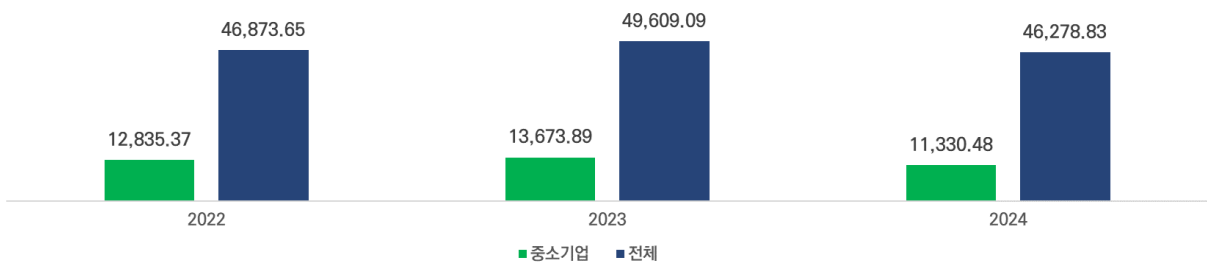


- 전체 R&D 투자액은 총 14조 2,762억 원 규모로 연평균 0.6% 감소하였으며, 이 중 약 26.5%에 해당하는 3조 7,840억 원이 '중소기업'을 지원

[전체 R&D 투자액 대비 중소기업 지원 규모]

(단위: 억 원, %)

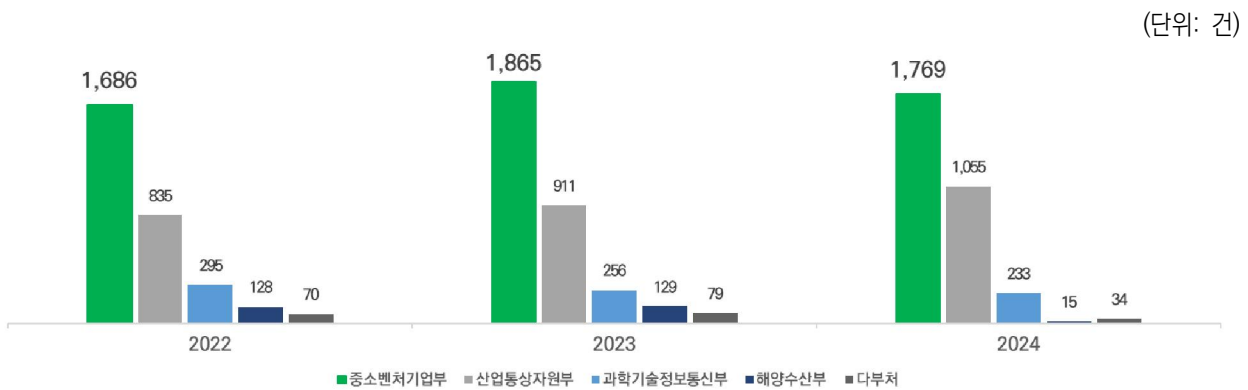
구분	2022	2023	2024	총합계	CAGR	
전체	46,873.65	49,609.09	46,278.83	142,761.57	-0.6%	
중소기업	규모	12,835.37	13,673.89	11,330.48	37,839.74	-6.0%
	비중	27.4%	27.6%	24.5%	26.5%	-



3 중소기업 지원 현황

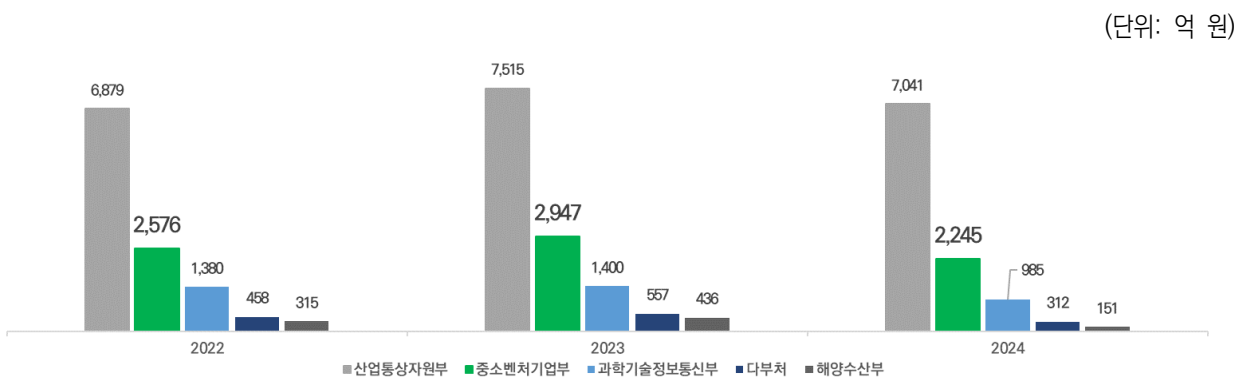
□ 주요 부처별 지원 현황

- 최근 3년('22~'24년) 간 중소기업을 지원한 동 분야의 R&D 과제 건수를 주요 부처별로 분석한 결과, 중소기업이 수행한 총 10,073건 중 약 52.8%에 해당하는 5,320건이 중소벤처기업부의 지원 사업으로 확인되었으며, 산업통상자원부(2,801건), 과학기술정보통신부(784건) 등의 순으로 확인



[주요 부처별 R&D 과제 중소기업 수행 현황]

- 정부투자연구비의 중소기업 투자 현황을 주요 부처별로 분석한 결과, 중소기업에 투입된 3조 7,840억 원 중 약 20.5%에 해당하는 7,768억 원이 중소벤처기업부의 투자연구비로 확인되며, 산업통상자원부가 가장 높은 2조 1,434억 원, 과학기술정보통신부 3,764억 원 등으로 나타남을 확인

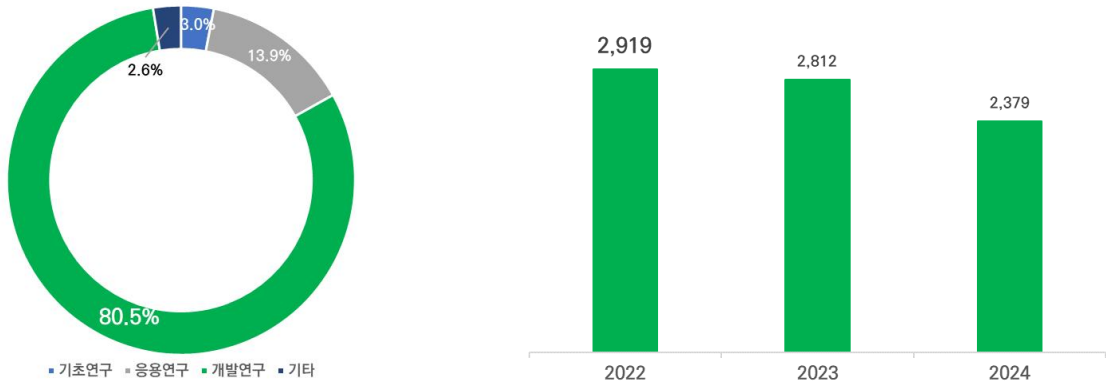


[주요 부처별 정부투자연구비 중소기업 지원 현황]

□ R&D 단계별 지원 현황

- 중소기업이 수행한 R&D 과제 건수를 연구개발 단계별로 분석한 결과, ‘개발연구’ 단계가 약 80.5%로 가장 많이 수행된 것으로 나타났으며, 이어 응용연구(13.9%), 기초연구(3.0%), 기타(2.6%) 등으로 확인
- ‘개발연구’ 단계의 R&D 과제 수행 건수는 ’22년 2,919건, ’23년 2,812건, ’24년 2,379건, 3년간 총 8,110건

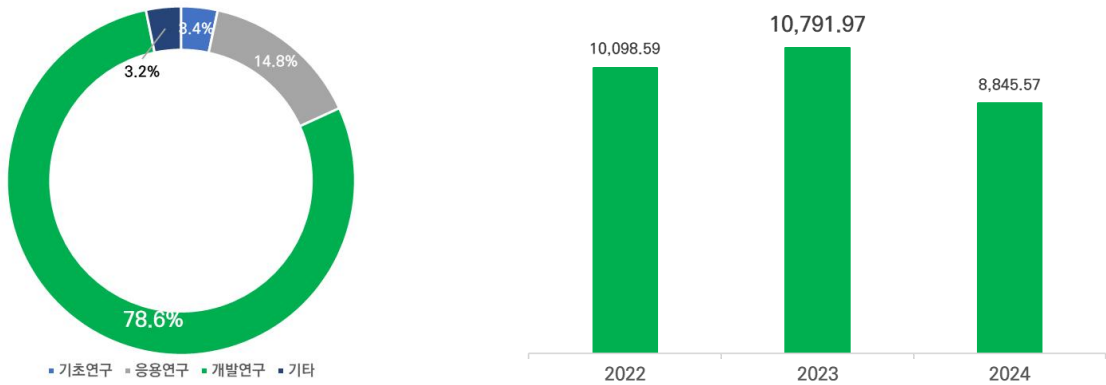
〈 연구개발 단계별 R&D 과제 수행 건수 비중(%) 〉 〈 연도별 ‘개발연구’ 단계의 R&D 과제 수행 건수(건) 〉



[연구개발 단계별 R&D 과제 중소기업 수행 현황]

- 중소기업이 수행한 R&D 과제 건수를 연구개발 단계별로 분석한 결과, ‘개발연구’ 단계가 약 78.6%로 가장 많이 수행된 것으로 나타났으며, 이어 응용연구(14.8%), 기초연구(3.4%), 기타(3.2%) 등으로 확인
- ‘개발연구’ 단계의 정부투자연구비 투입 규모는 ’22년 1조 99억 원, ’23년 1조 792억 원, ’24년 8,846억 원, 3년간 총 2조 9,736억 원 규모

〈 연구개발 단계별 정부투자연구비 비중(%) 〉 〈 연도별 ‘개발연구’ 단계의 정부투자연구비 규모(억 원) 〉

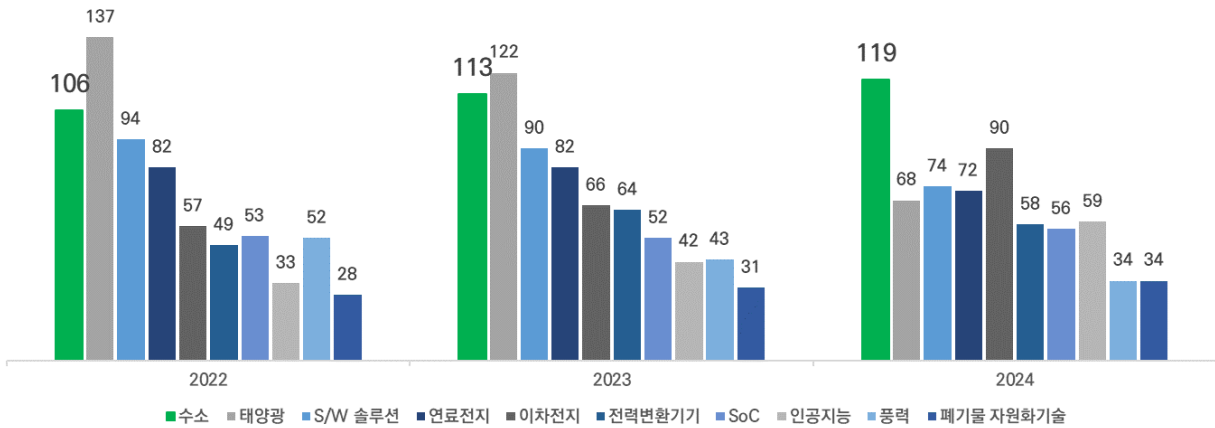


[연구개발 단계별 정부투자연구비 중소기업 지원 현황]

□ 연구 분야별 지원 현황

- 중소기업이 수행한 R&D 과제 건수를 주요 연구분야별로 분석한 결과, '수소' 분야가 338건으로 가장 많이 나타났으며, 이어 태양광(327건), S/W 솔루션 (258건), 연료전지(236건) 등의 순으로 확인

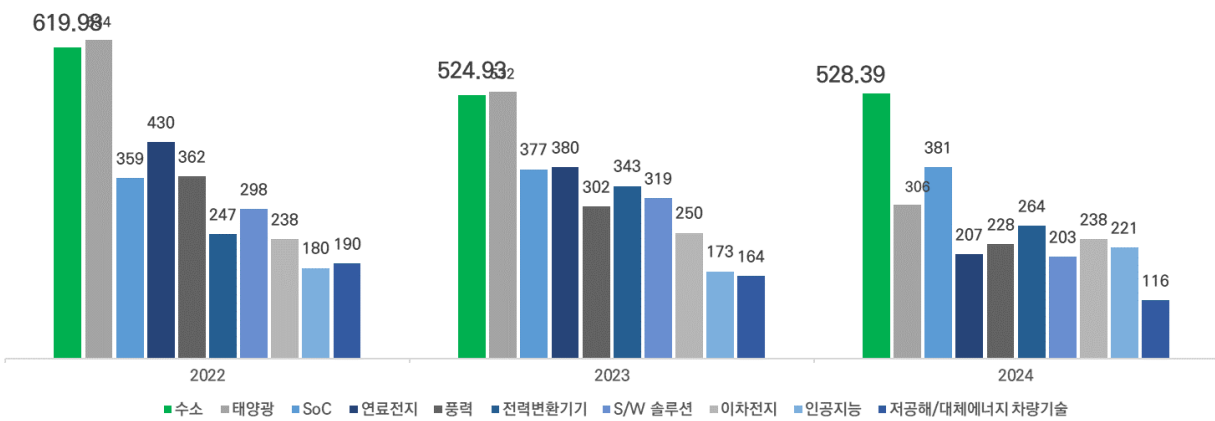
(단위: 건)



[주요 연구분야별 R&D 과제 중소기업 수행 현황]

- 중소기업이 수행한 R&D 과제의 정부투자연구비 투입 현황을 주요 연구분야별로 분석한 결과, '수소' 분야가 1,673억 원으로 가장 많이 나타났으며, 이어 태양광(1,472억), SoC(1,117억), 연료전지(1,018억) 등의 순으로 확인

(단위: 억 원)

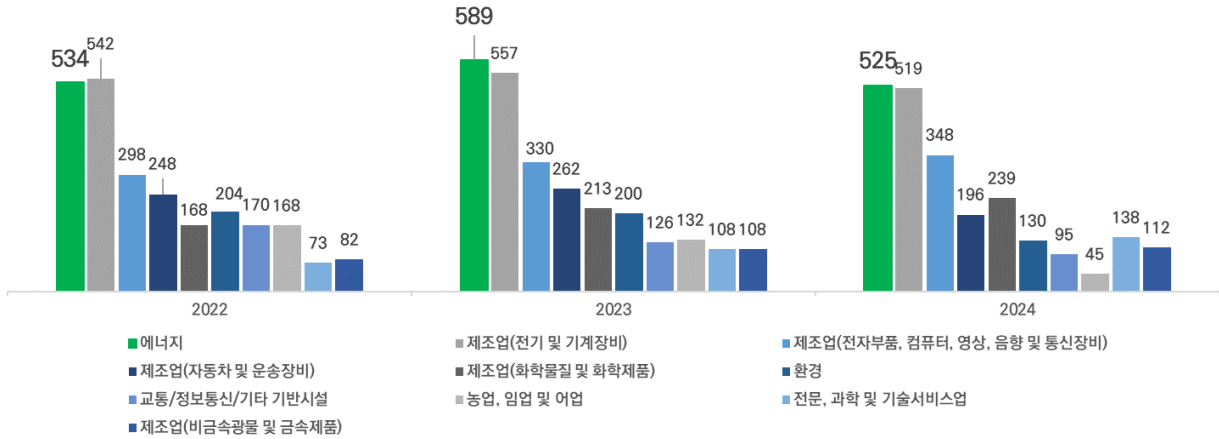


[주요 연구분야별 정부투자연구비 중소기업 지원 현황]

□ 적용 분야별 지원 현황

- 중소기업이 수행한 R&D 과제 건수를 적용 분야별로 분석한 결과, '에너지' 분야가 1,648건으로 가장 많은 적용 분야 과제로 나타났으며, 이어 '제조업(전기 및 기계장비)' 분야 1,618건, '제조업(전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비)' 분야 976건, '제조업(자동차 및 운송장비)' 분야 706건 등의 순으로 확인

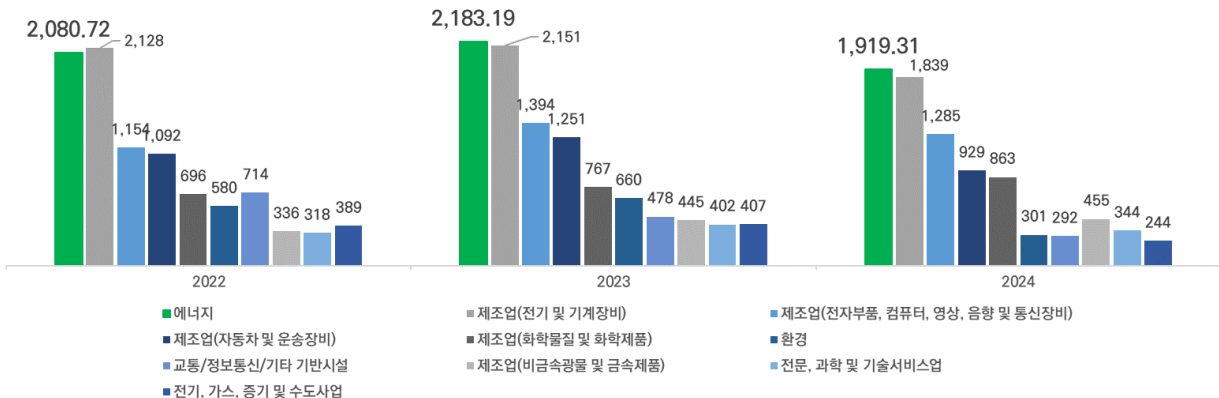
(단위: 건)



[주요 적용분야별 R&D 과제 중소기업 수행 현황]

- 중소기업이 수행한 R&D 과제의 정부투자연구비 투입 현황을 주요 적용분야별로 분석한 결과, '에너지' 분야가 6,183억 원 규모로 가장 많은 연구비가 투입되었으며, 이어 '제조업(전기 및 기계장비)' 분야 6,118억 원, '제조업(전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비)' 분야 3,832억 원, '제조업(자동차 및 운송장비)' 분야 3,272억 원 등의 순으로 확인

(단위: 억 원)



[주요 적용분야별 정부투자연구비 중소기업 지원 현황]

3

분석종합

- 무탄소 에너지 전환 분야는 재생에너지 확대, 디지털 전력망 확산, 수소경제 고도화, 장주기 저장 기술 수요 증가가 결합되며 계통·저장·수소·운영 전반에 걸친 통합 기술 확보가 핵심 과제로 부상
- 국내는 해상풍력·SMR·수전해·ESS 안전성·전력망 디지털화 등 국가 전략 분야 중심의 R&D 추진 체계가 강화되고 있으며, 대기업은 전원·계통·수소 중심의 전반 기술 체계를 구축하고, 중소기업은 디지털 운영·ESS 안전·LDES 부품 등 세부 특화 기술을 개발하며 협업 구조가 확대되는 추세로 분석

[분석 결과 및 R&D 필요 기술 영역]

국가		주요 내용
기술개발 핵심이슈		<ul style="list-style-type: none"> • 재생에너지 변동성 심화에 따른 계통 유연성·안정성 확보 기술 시급 • 장주기 저장(LDES)·ESS 안전성·운영 최적화 등 저장 인프라 고도화의 필수성 • 수전해·수소저장·수소터빈 등 수소 전주기 핵심부품 국산화 및 상용화 지연 문제 • 송배전망 포화에 대응한 차세대 전력망(Digital Grid) 기술 확보 미흡 • 산업·도시 전력화 및 RE100 확산에 따른 통합 운영·고효율 전력 확보 기술 수요 증가
주요 플레이어 분석	해외 기업	<ul style="list-style-type: none"> • Siemens Energy: HVDC·FACTS 중심의 계통 안정화 및 해상풍력 연계 기술 선도, 디지털 그리드 운영 플랫폼 확대 • Ørsted: 글로벌 해상풍력·풍력 계통 통합 기술 주도, 대규모 재생에너지 전원 개발 및 운영 경쟁력 확보
	국내 기업	<ul style="list-style-type: none"> • 두산에너지빌리티: 수전해(MEA·전해조), 수소터빈·SMR 등 무탄소 전원 핵심 기술 고도화 및 국산화 추진 • 한국전력공사: AI 기반 계통운영·디지털트윈 계통해석·HVDC 전송 인프라 개발로 재생에너지 계통 안정성 확보 전략 강화
	중소기업 국가 R&D 추진 현황	<ul style="list-style-type: none"> • 주로 수소, 태양광, S/W 솔루션, 연료전지, 이차전지 분야에 대해 개발연구 단계 중심으로 R&D 추진 중

R&D 필요 기술 영역

계통 유연성·안정화	<ul style="list-style-type: none"> • AI 기반 발전량 예측 및 실시간 계통 안정도 분석 기술· HVDC·FACTS 중심의 대규모 재생에너지 전송·보상 기술
저장 인프라(LDES·ESS)	<ul style="list-style-type: none"> • 장주기 저장(LDES) 핵심 부품 국산화 및 시스템 효율 향상 기술· ESS 화재 예방·열폭주 감지 등 안전성·신뢰성 강화 기술
수소 생산·저장·전환	<ul style="list-style-type: none"> • 수전해(MEA·전해조·촉매) 고내구·고효율 핵심부품 기술· 수소터빈·암모니아 전환 등 전환 기술 상용화 고도화
디지털 전력망(Digital Grid)	<ul style="list-style-type: none"> • 다자원(DR·V2G·ESS) 통합 운영·제어 플랫폼 기술· 전력망 예측·보호·제어 기반 디지털 운영체계 구축 기술
산업·도시 통합 에너지 운영	<ul style="list-style-type: none"> • 공정 전력화·수소화 대응 에너지 최적 운영 기술· BEMS·FEMS 기반 건물·산단 에너지 효율 및 탄소저감 기술

제4절

특허 분석

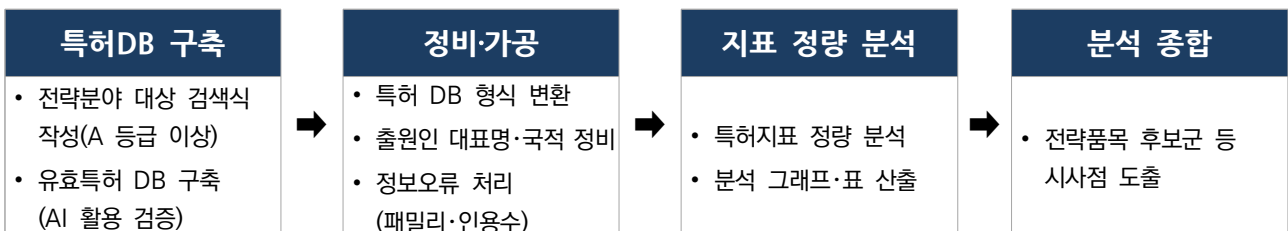
□ 분석 범위

- (지역적 범위) 한국, 미국, 일본, 유럽, 중국 특허청이 포함된 IP5 지역으로 한정
- (시간적 범위) 출원일자를 기준으로 하여 2004년 1월 1일 ~ 2025년 10월 31일 까지 등록 또는 공개된 특허로 한정
 - * 출원 후 공개까지 1년 6개월이 걸리는 점을 고려할 때 2024년 5월 이후 미공개 특허가 일부 존재
- (분석 구간) 특허 출원시기에 대한 분석 처리 및 그 결과를 좀 더 직관적으로 확인할 수 있도록 아래와 같이 출원년도 기준 5년 단위로 4개의 구간을 설정하여 분석
 - 1구간: '04~'08년, 2구간: '09~'13년, 3구간: '14~'18년, 4구간: '19~'23년
 - * 미공개 특허가 다수 포함된 2024년은 구간에 포함하지 않음

□ 분석 절차 및 방법

- 주요국(한국, 미국, 유럽, 중국, 일본) 특허청에 출원된 특허에 대해 검색식을 작성 및 적용하여 특허를 전수 조사, 해당 전략분야의 특허 DB를 구축
 - (특허DB) 해당분야의 기술 분류체계에 맞는 관련 IPC/CPC 및 핵심 키워드와 유사동의어를 선정하여 검색식 작성하고 유효특허 DB 구축
 - * 세부 전략분야의 규모를 고려하여 **특허평가 A 등급(SMART5 기준) 이상**의 경우만 대상으로 함
 - (정비가공) 특허 DB를 분석용 형식에 맞춰 정비하고 출원인의 명칭과 국적, 패밀리수 인용수 등 분석을 위한 지표 가공
 - (지표 분석) 특허 분석 방법론을 활용하여 분석 그래프 및 표를 산출
 - (분석 종합) 분석 결과를 활용하여 전략품목 후보군 도출

[분석 프로세스]



□ 분석 내용

- 특허동향 분석, 주요 기술 키워드 분석, 주요 출원인 분석 등 다양한 분석 방법론을 활용하여 해당 전략분야의 특허 기반 거시적 환경 촉명을 조망

[특허 분석 내용]

구분		분석 내용
특허동향 분석	특허증가율 분석	<ul style="list-style-type: none"> • 주요 국가의 해당품목 기술개발 활동 현황 분석 - 한국(KIPO), 미국(USPTO), 일본(JPO), 유럽(EPO), 중국(CNIPA) 국가별, 연도별 특허출원 동향 파악
	기술경쟁력 및 기술수명 측정	<ul style="list-style-type: none"> • (기술수명주기 분석) 구간에 따른 특허출원건수와 출원인수 변화의 상관관계 분석 - 해당품목의 전체 출원동향을 4구간(각 5년)으로 나누어 각각의 구간별 특허출원인수 및 특허출원수 파악
	특허 영향력 분석	<ul style="list-style-type: none"> • (기술영향력 분석) 특정 등록 특허가 다른 특허들에 의해 인용된 횟수 분석 - 특정 출원인의 기술력 파악 • (시장지배력 분석) 출원인 국적별 패밀리 국가 수 분석 - 특정 출원인의 시장지배력 정도 파악
주요 기술 키워드 분석	기술개발동향 변화분석	<ul style="list-style-type: none"> • (키워드 분석) AI 알고리즘을 활용하여 해당품목에 대한 기간별 기술 키워드 분석
	기술현황 분석	<ul style="list-style-type: none"> • (IPC 분석) 전 세계적으로 통용되고 있는 IPC(국제특허분류)를 통해 해당품목의 기술 현황 및 집중 기술 분야 분석
주요 출원인 분석	기술 집중력 분석	<ul style="list-style-type: none"> • (CRn 분석) 출원 건수를 기준으로 주요 출원인에 의한 특허 점유율 분석 - 상위 4개 기업을 기준으로 전체기업/국내시장 연구주체별 기술집중력 (시장 독과점 수준) 파악 • (HHI 분석) 특허 데이터를 활용하여 전체 또는 특정 산업부문 내 모든 기업의 특허 점유율 분석 - 시장(산업)내 모든 기업의 각 점유율을 제공하여 합한 값으로 국가별 기술집중력(시장 독과점 수준) 파악
	주요 출원인 동향	<ul style="list-style-type: none"> • (주요 출원인 동향 분석) 해당품목에서 다수의 출원을 보유하고 있는 주요 출원인(Top 10)의 분석 - 주요 출원인을 기준으로, 국가별 출원 건수/국내외 주요 출원인 등 주요 출원인 파악

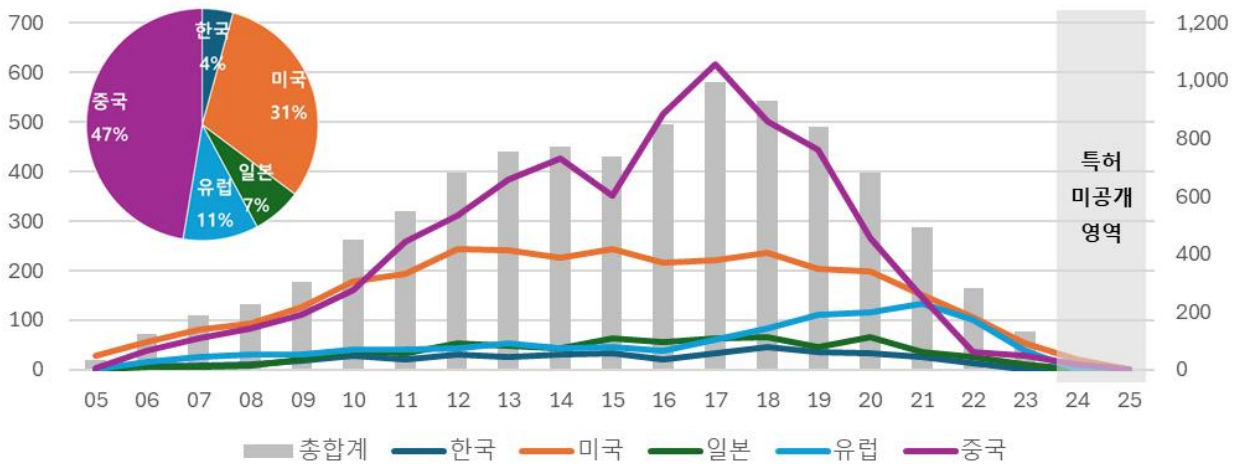
1

특허동향 분석

가. 특허 증가율 분석

연도별·국가별 출원 동향

- 과거부터 최근까지(20년 간) 동 분야에 대한 특허기술 출원의 양적 트렌드 분석을 통해 기술개발 동향 파악
- 한국(KIPO), 미국(USPTO), 일본(JPO), 유럽(EPO), 중국(CNIPA) 국가별·연도별 특허출원 동향을 통해 동 분야를 선도하는 국가 파악



[연도별·국가별 특허출원동향]

- 무탄소 에너지 전환 분야는 중국, 미국, 유럽, 일본, 한국 순으로 특허 출원 활동이 활발히 진행되고 있는 것으로 분석

※ 최근 연도 특허 수 감소는 A 등급 이상(우수 특허) 받기 위한 평가지표 미성숙 등의 시차 효과로 해석

[국가별 출원 건수 및 증가율]

국가	전체 출원수(건)	특허 점유율(%)	평균 출원수(건)
한국	433	4.3	21
미국	3,111	30.9	148
일본	697	6.9	33
유럽	1,060	10.5	51
중국	4,757	47.3	227
합계	10,058	100.0	479

- 국가별 출원 비중을 살펴보면, 글로벌 전체 특허 출원 건수 대비 중국이 47.3%의 출원 비중을 차지하고 있어, 가장 많은 특허를 출원하고 있는 것으로 나타났으며, 미국 30.9%, 유럽 10.5%, 일본 6.9%, 한국 4.3% 순으로 확인
- 연도별 출원 건수 확인 결과, 연평균 출원건수는 중국이 227건으로 가장 꾸준히 특허를 출원하고 있는 것으로 확인되었으며, 미국 148건, 유럽 51건, 일본 33건, 한국 21건 순으로 확인

[연도별·국가별 출원 현황표]

특허청	'05	'06	'07	'08	'09	'10	'11	'12	'13	'14	'15
한국	2	8	8	10	19	29	21	30	27	32	33
미국	28	55	81	93	126	179	193	243	240	227	243
일본	0	5	7	9	21	38	34	54	49	43	64
유럽	0	17	27	30	30	42	41	43	53	44	46
중국	4	39	64	83	110	160	259	311	385	426	352
총합계	34	124	187	225	306	448	548	681	754	772	738

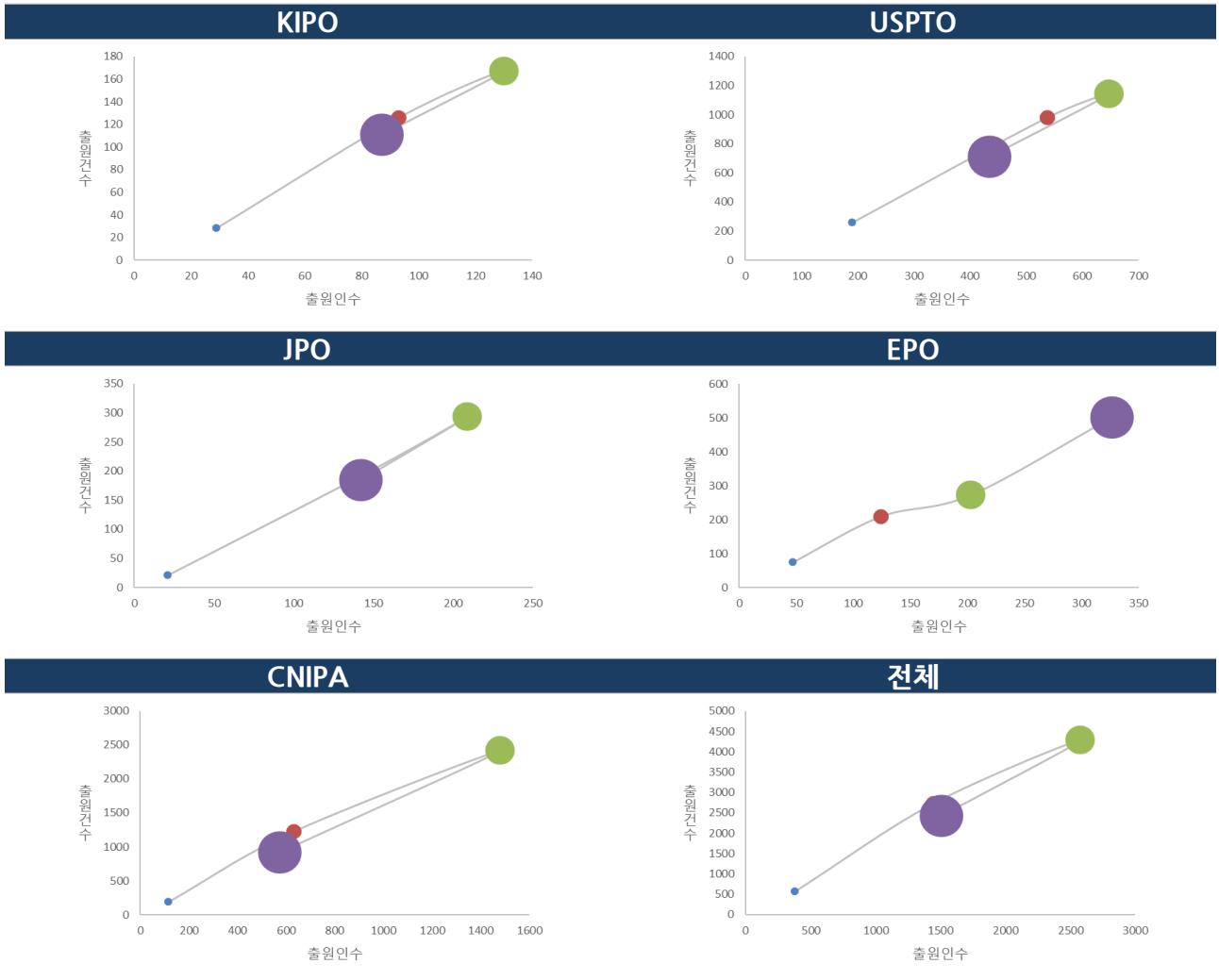
특허청	'16	'17	'18	'19	'20	'21	'22	'23	'24	'25	합계
한국	22	34	46	36	33	27	13	2	1	0	433
미국	215	220	235	203	199	152	105	54	20	0	3,111
일본	57	63	66	46	66	36	27	10	2	0	697
유럽	39	60	84	112	116	134	102	38	2	0	1,060
중국	517	617	501	443	266	145	36	29	10	0	4,757
총합계	850	994	932	840	680	494	283	133	35	0	10,058

나. | 기술경쟁력 및 기술수명 측정

▣ 기술수명주기 분석

- 해당품목의 전체 출원동향을 4구간(각 5년)으로 나누어 각각의 구간별 특허출원인수 및 특허출원수를 그래프로 나타냄으로써 해당기술의 수명주기 파악이 가능

※ 기술수명주기 분석 = 구간에 따른 특허출원건수와 출원인 수 변화의 상관관계 분석



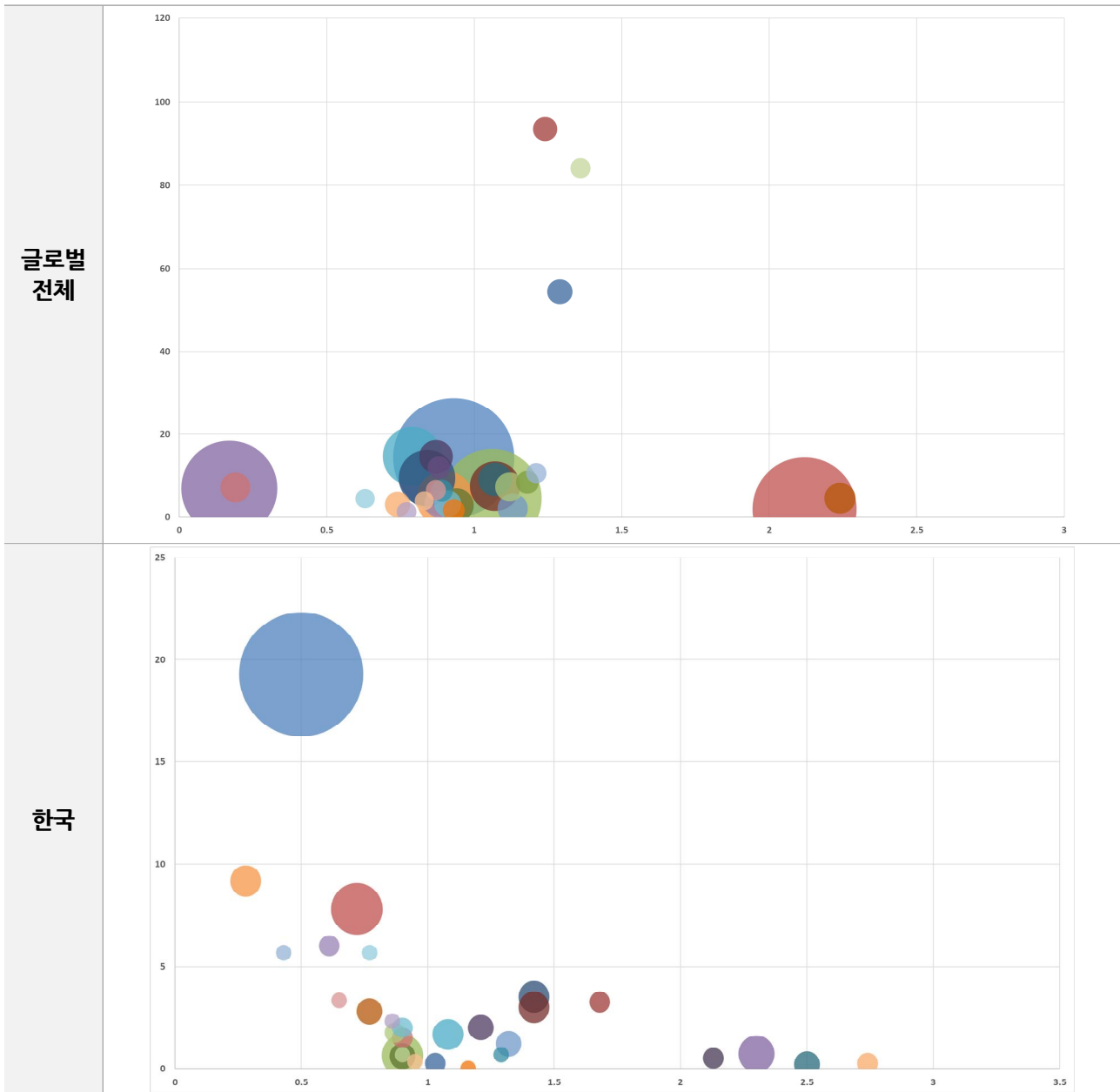
[기술 수명주기 분석]

- 기술 위치를 살펴본 결과, 전체적인 동향은 기술혁신의 주체인 특허 출원인수와 기술혁신의 결과인 특허 출원건수가 큰 폭으로 증가하다 감소하는 양상을 보이고 있어 성숙기 단계로 확인
 - ※ 4구간의 출원건수 감소는 A 등급 이상(우수 특허) 받기 위한 평가지표 미성숙 등의 시차 효과 포함
- 무탄소 에너지 전환 분야의 특허 전체는 성숙기로 판단되나, 우수 특허 출원은 국가간 상이하며 유럽을 제외한 한국, 미국, 일본, 중국에서는 감소 추세로 나타남

다. 특허 영향력 분석

기술영향력(CPP) 및 시장지배력(PFS) 분석

- 기술영향력 지수(CPP) 지수는 특정 등록특허가 다른 특허들에 의해 인용된 횟수를 나타내며, 이 값이 클수록 질적 수준이 높은 특허
 - 시장확보지수(PFS)는 출원인 국적별 패밀리국가수를 분석하는 것으로, 해당품목에서 글로벌시장을 타겟팅한 출원인이 누구인지 파악 가능
- ※ $CPP = \text{특정 주체의 등록특허의 피인용 횟수} / \text{해당 주체의 등록특허 수}$
- ※ $PFS = \text{특정 주체의 평균 패밀리 국가수} / \text{전체평균 패밀리 국가수}$
- ※ 버블크기 : 출원 특허 건 수



[특허 영향력 분석]

- 글로벌 전체 특허를 대상으로 한 특허 영향력 분석에서는 에너지스의 보유 특허가 기술영향력이 가장 높고 오포 일렉트로닉스 특허가 시장확보력이 가장 높은 것으로 확인

[주요 출원인 기술영향력/시장확보력(전체)]

주요 출원인	기술영향력(CPP)	주요 출원인	시장확보력(PFS)
에너지스	93.58	오포 일렉트로닉스	2.24
와이트리시티	84.04	보벤 프로퍼티즈	2.12
퀄컴	54.32	와이트리시티	1.36

- 국내 특허를 대상으로 한 특허 영향력 분석에서는 삼성SDI의 기술영향력이 가장 높고, 엘티의 시장확보력이 가장 높은 것으로 평가

[주요 출원인 기술영향력/시장확보력(한국)]

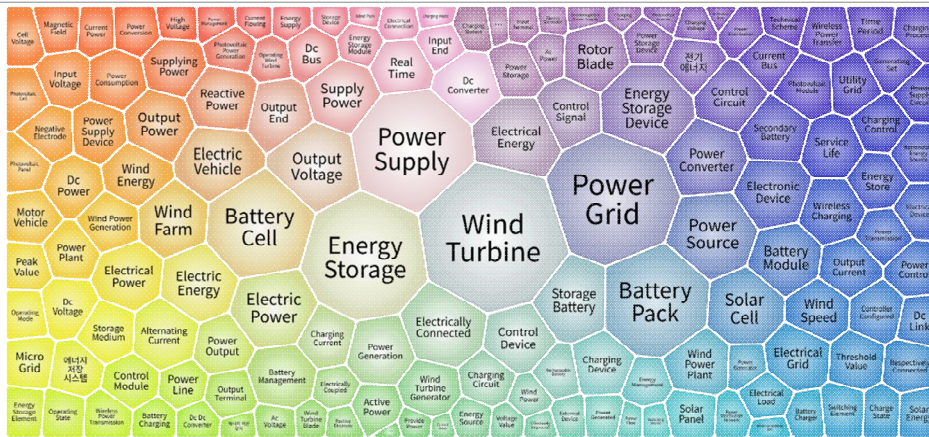
주요 출원인	기술영향력(CPP)	주요 출원인	시장확보력(PFS)
삼성SDI	19.29	엘티	2.74
한국전력공사	9.17	오딘에너지	2.50
LG화학	7.80	보벤 프로퍼티즈	2.30

2 주요 기술 키워드 분석

가. 기술개발동향 변화분석

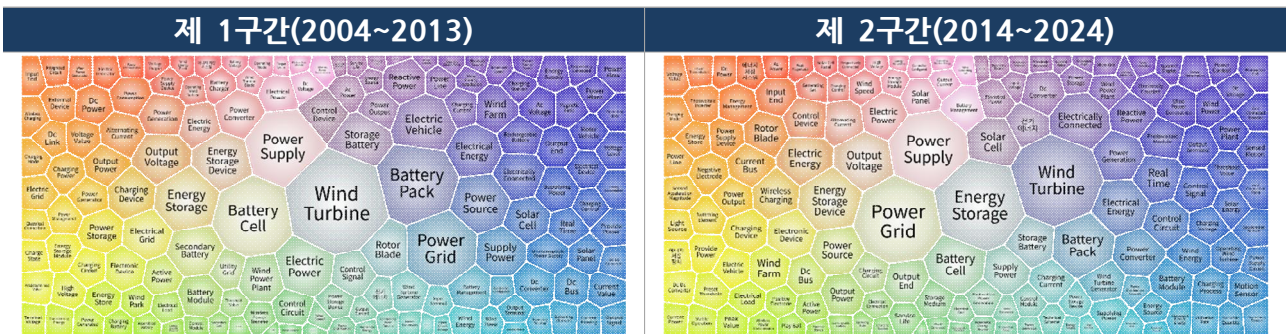
키워드 분석

- AI 알고리즘을 활용하여 해당품목의 분석구간의 특허 기술 키워드를 비주얼 차트로 나타낸 것으로 키워드 확인을 통한 집중연구 분야를 파악할 수 있으며 구간별 기술 키워드 확인을 통해 구간별 연구 트렌드 변화를 유추
- ※ 분석범위 : 요약 / 키워드 구성 : 구문 / 키워드 출력수 : 100개



[전체구간 특허 주요 키워드]

- 키워드 분석 결과, Wind Turbine, Power Grid, Energy Storage 기술 관련 키워드가 주로 도출된 것으로 조사
- (전체구간 주요 키워드) Wind Turbine, Power Grid, Energy Storage, Power Supply, Battery Pack, Battery Cell, Energy Storage Device 등



[구간별 특허 주요 키워드]

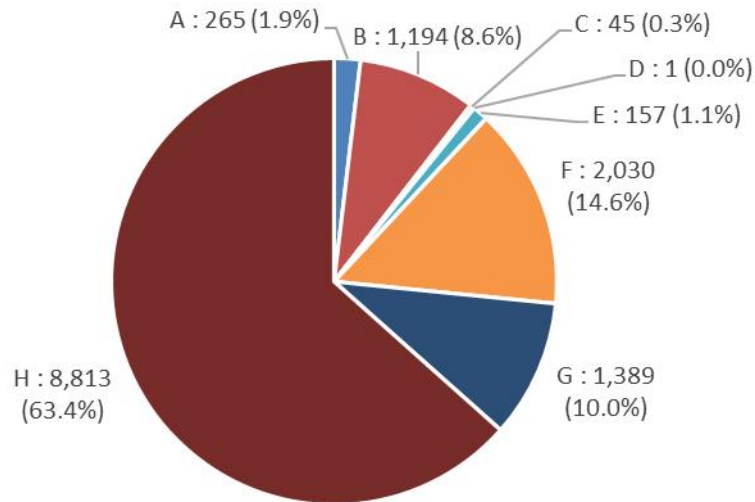
- 구간별 특허 주요 키워드 분석결과, 1구간에서는 'Wind Turbine'이 주요 기술 키워드로 도출되었으며, 2구간에서는 'Energy Storage'이 주요 기술 키워드로 도출
- (1구간 주요 키워드) Wind Turbine, Battery Pack, Battery Cell 등
- (2구간 주요 키워드) Energy Storage, Wind Turbine, Power Grid 등

나. 기술현황 분석

□ IPC 분석

- 전 세계적으로 통용되고 있는 국제특허분류를 통해 해당품목의 기술현황 및 집중기술 분야를 확인할 수 있으며, 연도별 기술현황 변화추이를 확인함으로써 해당품목에 대한 기술변화 트렌드 변화를 유추

※ IPC(International Patent Classification) : 국제특허분류



IPC 분류 : A(생활필수품), B(처리조작; 운수), C(화학; 야금), D(섬유; 지류), E(고정구조물), F(기계공학; 조명; 가열; 무기; 폭발), G(물리학), H(전기)

[IPC 분석]

- IPC 분석 결과로 섹션 H 전기(63.4%), 섹션 F 기계공학(14.6%) 기술분야의 비중이 높은 것으로 나타났으며, 그중에서도 전력급전 또는 전력배전을 위한 회로 장치 또는 시스템(H02J) 분야에서 연구가 집중적으로 진행되고 있는 것으로 분석

[IPC Sub Class]

IPC Sub Class	국문타이틀	건수
H02J	전력급전 또는 전력배전을 위한 회로 장치 또는 시스템; 전기에너지를 저장하기 위한 시스템	8,054
F03D	풍력원동기	1,832
H01M	화학에너지를 전기에너지로 직접 변환하기 위한 방법 또는 수단	1,111
H02S	적외선, 가시광선 또는 자외선의 변환에 의한 전력의 발생	823
B60L	전기 추진차량의 추진	699

3

주요 출원인 분석

가. 기술 집중력 분석

□ CRn 분석

- 주요 출원인에 의한 특허점유율을 분석하여 기술집중력(시장 독과점 수준)을 판단하기 위해 통상 CR4를 사용하며, CRn값이 0에 가까울수록 시장 독과점 수준이 낮은 것을 의미하고, CR4 값이 40에서 60일 경우 시장의 독과점 수준이 높은 것으로 해석

※ CRn(집중력지수, Concentration Ratio n) = (1위 출원인의 특허점유율) + ... + (n위 출원인의 특허점유율)

- 주요 출원인에 의한 특허점유율을 분석하여 기술집중력(시장 독과점 수준)을 판단

[CR4 분석 - 전체기업 집중력]

출원인	출원건수	특허점유율
제너럴 일렉트릭	299	2.97
보벤 프로퍼티즈 게엠베하	257	2.55
베스타스 윈드 시스템스 에이/에스	245	2.43
스테이트 그리드 코퍼레이션 오브 차이나	237	2.35
삼성SDI	146	1.45
로베르트보쉬	140	1.39
도요타모터	140	1.39
지멘스 악티엔게젤샤프트	124	1.23
에이비비	85	0.84
소니 그룹	83	0.82
기타	8,321	82.57
합계	10,077	100.00

- 해당 기술에 대한 시장관점의 기술독점 현황분석을 위해 집중률 지수(CRn) 분석 결과, 상위 4개 기업의 시장점유율이 10.30%로 독과점 정도가 낮은 수준으로 분석 되어 주요 출원인들에 의한 기술 집중화 정도가 낮은 시장으로 판단

[국내 연구주체별 기술 집중력]

출원인	출원건수(건)	특허점유율(%)
중소기업(개인)	61	14.1%
대기업	75	17.3%
연구기관/대학	19	4.4%
기타(외국인)	278	64.2%
합계	433	100.0%

주) 국내 대기업의 판단기준은 2025년 5월 공정거래위원회의 공시대상기업집단 지정결과(대기업집단 92개, 소속회사 3,301개 포함)에 따르며, 중소기업에는 중견기업을 포함

- 국내시장에서의 중소기업의 점유율 분석 결과, 동 분야에서 중소기업의 점유율은 14.1%로 대기업(17.3%) 대비 낮게 나타났으나 국내시장에서 중소기업의 시장 진입은 어렵지 않은 것으로 분석

□ HHI 분석

- 특허데이터를 활용하여 전체 또는 특정 산업부문 내 모든 기업의 특허점유율을 이용해 시장집중도를 분석
- HHI값이 높을수록 기술활동의 집중수준이 높고 특정 기업들이 해당 시장을 과점하고 있기 때문에 신규 업체가 해당시장을 진입하기가 쉽지 않은 것으로 해석

※ HHI(Herfindahl-Hirschman Index) = 시장(산업)내 모든 기업의 각 점유율을 제곱하여 합한 값

[HHI 분석]

구분	KIPO	USPTO	JPO	EPO	CNIPA	전체
HHI	70.6	32.24	51.6	81.35	31.35	15.22

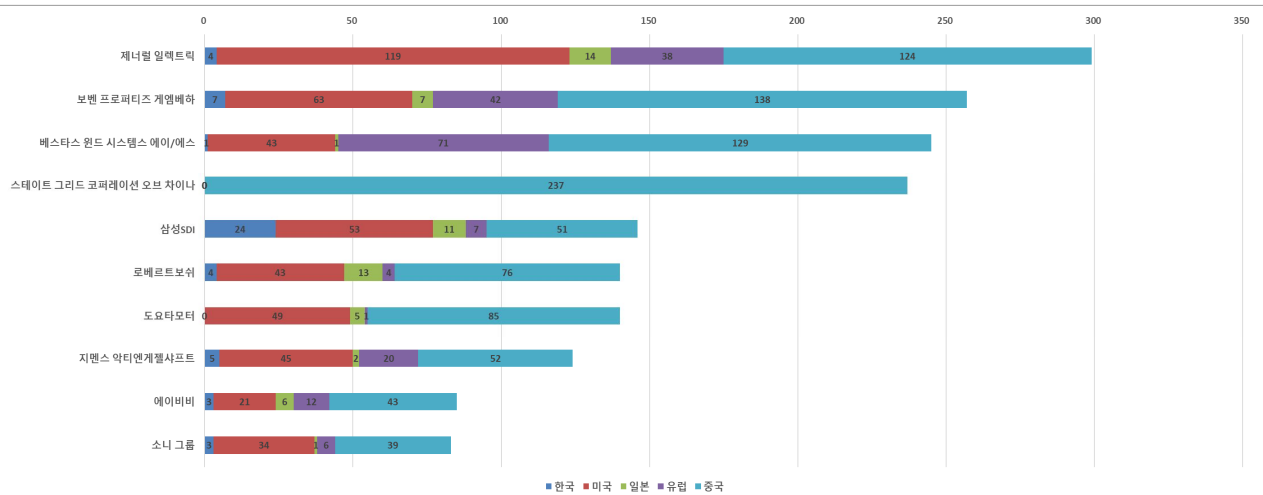
- HHI(허핀달-허쉬만)지수 분석결과, 전체 15.22로 경쟁적인 시장이 형성되어 있으므로 시장진입이 다소 용이한 것으로 분석
- 한국의 경우 HHI 지수가 70.6로 유럽을 제외한 다른 국가 대비 상대적으로 높게 나타났으나, 기술활동의 집중수준이 다소 낮은 상태이므로 상대적으로 중소기업의 시장진입이 어렵지 않은 것으로 분석

나. | 출원인 동향 분석

□ 주요 출원인 동향 분석

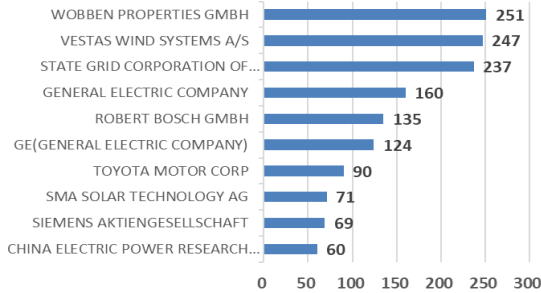
- 주요 출원인을 기준으로, 해당품목에 대해 기술개발을 주도하고 있는 기관 및 기업을 파악하고, 국가별 출원현황 분석을 통해 주요 출원인들이 고려하고 있는 주요 시장이 어디인지 예측하여 거시적 관점의 향후 트렌드를 전망
- 타 국가 대비 국내 기관 및 기업의 출원 활동 현황 및 수준을 파악하여 연구개발에 있어 비중 있는 사전 파악이 필요한 기관 및 기업 제시

- 해당 분야의 주요 출원인을 살펴보면, 중국, 미국 국적의 출원인이 다수 포함되어 있으며, 제 1출원인은 미국의 제너럴일렉트릭인 것으로 조사
 - 해당 분야 관련 해외 주요 출원인으로는 보벤 프로퍼티스, 베스타스 윈드 등이 도출되었으며, 국내 주요 출원인으로는 삼성SDI, LG화학 등이 주요 출원인으로 도출
 - 국내 주요 출원인은 기업 출원인이 출원을 주도하고 있어 민간에서 연구개발이 활발히 진행되고 있는 것으로 분석

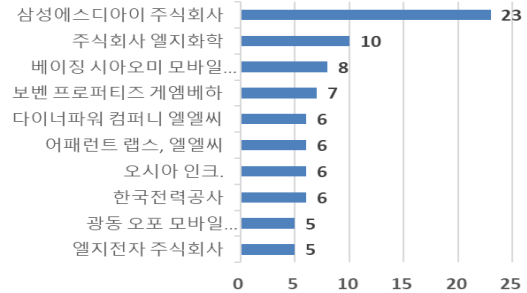


[주요 출원인 - 국가별 출원건수]

해외 주요 출원인 (TOP 10)



국내 주요 출원인 (TOP 10)



주) 국내 대기업의 판단기준은 2025년 5월 공정거래위원회의 공시대상기업집단 지정결과(대기업집단 92개, 소속회사 3,301개 포함)에 따르며, 중소기업에는 중견기업을 포함

[국내외 주요 출원인]

4

분석종합

가. 분석결과 요약

□ 분석 종합표

[평가지표/ 정량적 분석]

평가지표	한국		미국	유럽	일본	중국
	전체	중소기업				
특허 활동도 ¹⁾	27.0	2.2	89.1	100.0	56.6	77.5
특허 부상도 ²⁾	67.3	86.1	71.3	75.7	49.7	100.0
특허 시장력 ³⁾	68.1	57.9	91.1	100.0	67.2	44.0
특허 영향력 ⁴⁾	38.8	36.8	100.0	21.7	27.8	16.0
↓						
상대적 기술경쟁력 ⁵⁾	57.2	52.0	100.0	84.5	57.2	67.6

주) 각 평가지표 값은 원 계산 값에 상대적 비교의 편의성을 위해 최고점 100점으로 환산한 값이며, 상대적 기술경쟁력은 각 평가지표의 가중치를 1:1로 반영하여 평균값을 도출한 것임

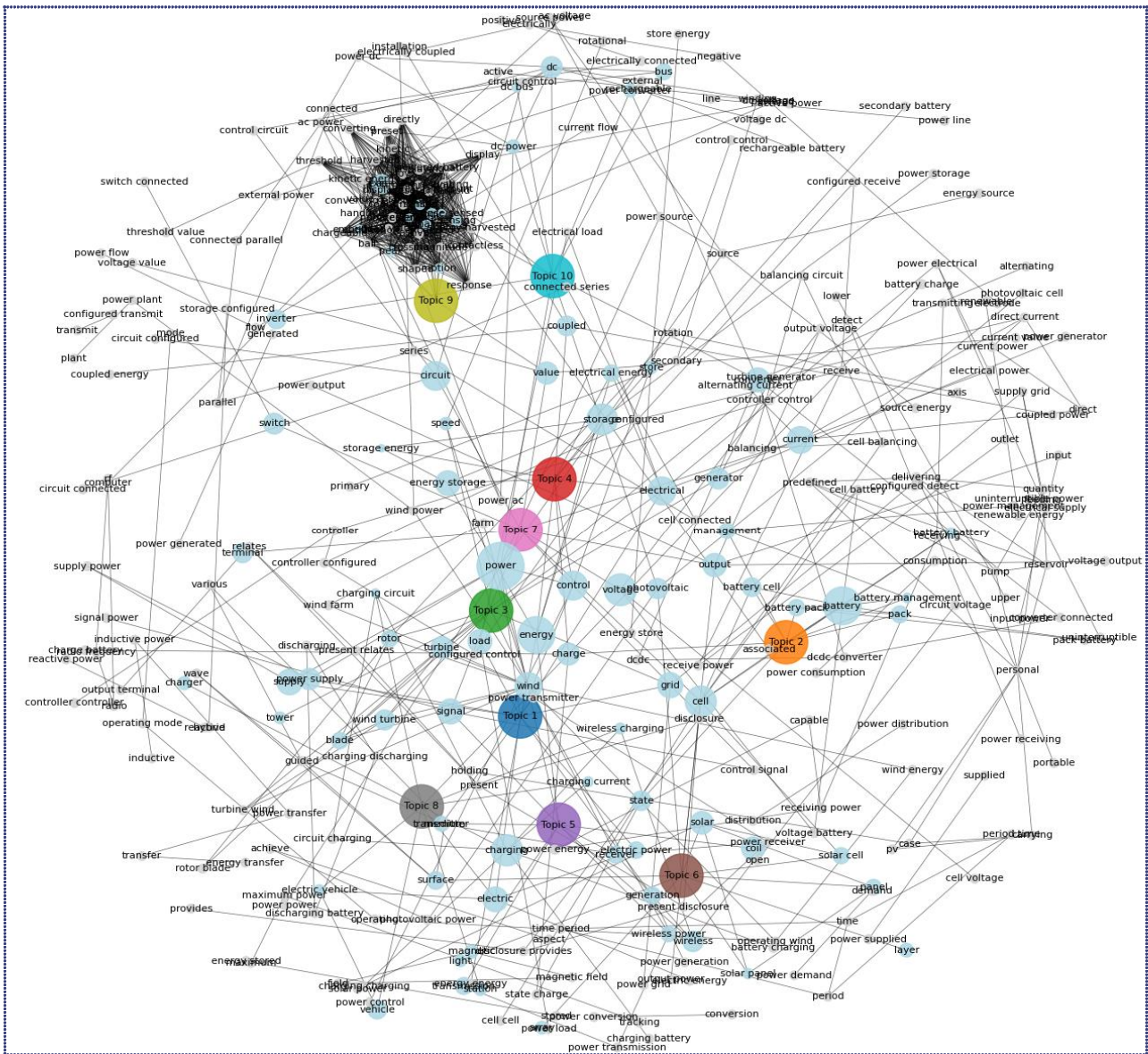
- 상대적 기술경쟁력 종합지표는 미국이 가장 높은 것으로 나타나, 출원 규모·성장세·시장 확장성·영향력이 균형적으로 확보된 국가가 동 분야의 핵심 경쟁 축을 형성하는 것으로 분석됨
 - 특허 활동도는 유럽이 높은 수준을 기록하며, 동 분야에서의 기술개발·출원 추진력이 강한 것으로 평가됨
 - 특허 부상도에서는 중국이 상대적으로 우위를 보여, 해당 국가가 신기술 중심의 출원 증가세를 주도하고 있는 것으로 분석됨
 - 특허 시장력은 유럽이 높은 값을 나타내며 기술의 해외 확장성과 글로벌 시장 대응력이 우수한 것으로 판단됨
 - 특허 영향력에서는 미국이 높은 수준을 기록하며, 기술 파급력·표준 연계 가능성 측면에서 경쟁 우위를 확보한 것으로 해석됨

1) 전체 출원건수 대비 국가별 출원건수 평가
 2) 각 국가별 전체 출원건수 대비 최근 5년 출원건수 평가
 3) 국가별 패밀리 국가수(PFS) 평가
 4) 국가별 피인용도(CPP) 평가
 5) 상기 4개 평가지표의 합계 최고 국가 대비 상대값

나. 전략품목 후보군 도출

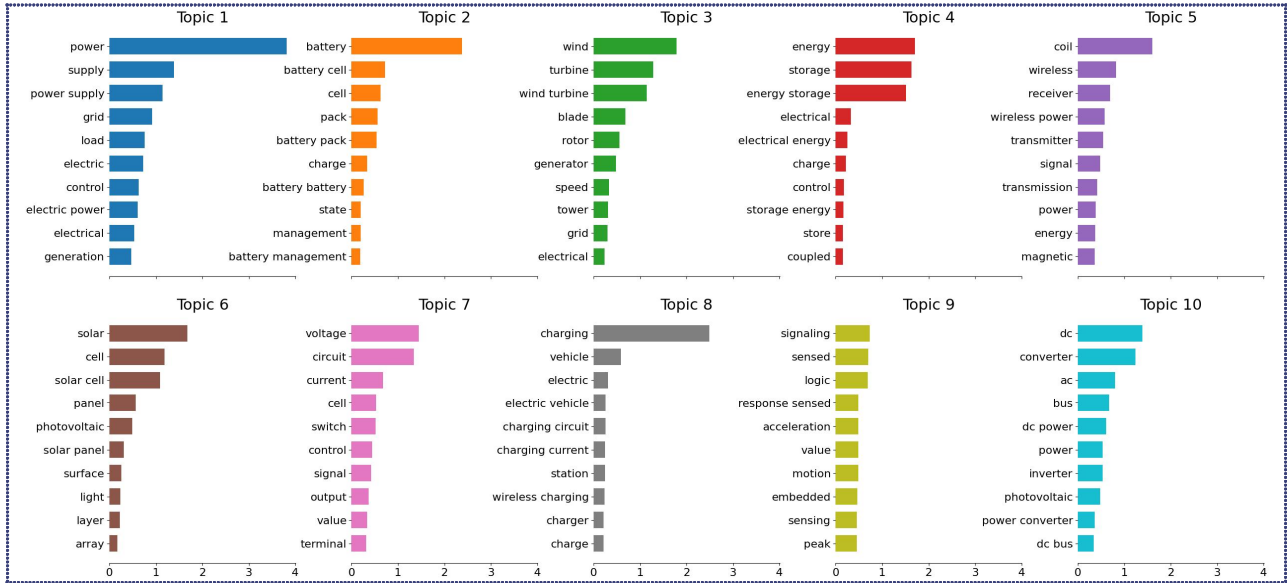
특허 클러스터링 분석

- (네트워크 맵) 핵심 특허 및 주요 토픽을 통해 도출된 핵심 키워드를 활용하여 클러스터링 분석에 의한 요소기술 후보군 도출
 - ▬ 키워드별 노드의 크기는 키워드의 중요도를, 연결된 선의 거리는 키워드 간 근접성(유사성)을, 연결된 선의 수는 노드에 대한 중심성을 의미



[키워드 네트워크 분석 결과]

- (토픽 클러스터링) 전략품목 관련 특허에 대해 아래와 같이 핵심 주제 및 주요 토픽이 도출되었으며, 이를 활용하여 클러스터링 분석 수행



[각 토픽별 주요 키워드]

- (R&D 기술영역) 10개 클러스터별 핵심 키워드를 통한 전략품목 후보군 도출

[무탄소 에너지 전환 전략품목 후보군 도출 결과]

No	핵심 키워드	전략품목 후보군
1	power, supply, power supply, grid, load, electric, control, electric power, electrical, generation	• AI 기반 계통 안정화 전력제어 시스템
2	battery, battery cell, cell, pack, battery pack, charge, battery battery, state, management, battery management	• ESS 안전·운영 고도화 배터리 관리 시스템
3	wind, turbine, wind turbine, blade, rotor, generator, speed, tower, grid, electrical	• 해상풍력용 고신뢰 부품·구조체
4	energy, storage, energy storage, electrical, electrical energy, charge, control, storage energy, store, coupled	• 대용량 전력저장 모듈·운영 플랫폼
5	coil, wireless, receiver, wireless power, transmitter, signal, transmission, power, energy, magnetic	• 저손실 무선전력 송수신 모듈
6	solar, cell, solar cell, panel, photovoltaic, solar panel, surface, light, layer, array	• 고효율 태양광 셀·모듈용 첨단 소재·구조체
7	voltage, circuit, current, cell, switch, control, signal, output, value, terminal	• 고경량·고내열 전선·케이블 회로 구성품
8	charging, vehicle, electric, electric vehicle, charging circuit, charging current, station, wireless charging, charger, charge	• 차세대 전기차 초고속 충전 인프라 패키지
9	signaling, sensed, logic, response sensed, acceleration, value, motion, embedded, sensing, peak	• 지능형 에너지 설비 진동·상태 모니터링 센서
10	dc, converter, ac, bus, dc power, power, inverter, photovoltaic, power converter, dc bus	• 고효율 전력변환 인버터·컨버터 모듈

제5절

전략품목 확정 및 로드맵 수립



1

전략품목 후보군 도출

- 시장 동향, 기술 개발 동향, 특허 분석, 수요조사 등 각 분석 결과의 핵심 시사점에 대응하는 전략품목 후보군 식별

[무탄소 에너지 전환 분야 주요 분석 결과 및 대응 전략품목 후보군]

구분	주요 분석 결과	대응 전략품목 후보군
시장 동향	<ul style="list-style-type: none"> • 재생에너지·분산전원 확대에 계통안정·고압전력변환·그리드포밍 등 계통 장비 수요가 급증하고 수소 인프라 시장이 빠르게 성장 	<ul style="list-style-type: none"> • 배전계통용 그리드포밍 인버터 • 분산형 전력계통 연계 고압 전력변환 시스템 • 고경량·저손실 전선·케이블 시스템 • 해상풍력용 핵심 부품
기술개발 동향	<ul style="list-style-type: none"> • AI 기반 계통 예측·운영 최적화, ESS·LDES 안전·효율 기술, SOEC·열화학·바이오매스 등 고효율 수소 생산 기술 개발이 가속화되는 추세임 	<ul style="list-style-type: none"> • ESS 랙 안전모듈, LDES 운영 최적화 시스템 • 재생에너지 예측·입찰 솔루션 • 데이터센터 에너지 효율 향상 시스템 • 수전해 BoP 기액분리·건조 모듈 • SOEC 내구 소재·실링 패키지 • 열화학적 수전해 시스템 • 바이오매스 열분해 수소생산 시스템
특허 분석	<ul style="list-style-type: none"> • 액체수소 저장·압축·PV 보호장치 등 극저온·고압·무정선·내구성 기반 기자재 분야의 소재·패키징 특허 경쟁이 강화됨 	<ul style="list-style-type: none"> • 액체수소 경량 저장용기 • 비윤활 초고압 수소압축기 • 건물형 PV 무정선 이상검출·차단 유닛
수요조사	<ul style="list-style-type: none"> • 계통 혼잡·출력제약 대응을 위한 AI 계통 안정화·LDES·전력변환 기술과 수소 생산·저장·DPP 대응 시스템 수요가 가장 높게 나타남 	<ul style="list-style-type: none"> • AI 기반 계통 안정화 제어 시스템 • 수소 DPP 대응 시스템

▣ 대응 전략품목 후보군을 기반으로 전문가 검토를 통해 최종적으로 전략품목 후보군 17개 선정

[무탄소 에너지 전환 분야 전략품목 후보군]

번호	품목 후보군	정의
1	배전계통용 그리드포밍 인버터	• 관성제공·무호전력보상 등 계통 안정화 그리드포밍 인버터 및 소프트웨어
2	분산형 전력계통 연계 고압 전력변환 시스템	• 분산형 전원 연계 및 계통 보호 등에 대응하는 계통연계 전력변환시스템 및 제어 장치
3	ESS 랙 안전모듈	• 랙 단위 열폭주 전이 억제 미 가스배출·소화 연동 안전 장치
4	LDES 운영 최적화 시스템	• 열·수명·입출력 제약 반영 충방전·입찰 최적화를 위한 시스템(알고리즘및검증솔루션포함)
5	재생에너지 예측·입찰 솔루션	• AI 기반 예측 기술로 태양광/풍력 등의 발전량을 정확히 예측하고, 이를 기반으로 전력시장에 전략적으로 입찰하여 전력망 안정성과 수익성을 높이는 시스템
6	데이터센터 에너지 효율성 향상 시스템	• 고효율 냉각, 폐열 회수, AI 기반 운영 최적화 기술을 통합하여 데이터센터의 전력 소비를 획기적으로 줄이는 시스템
7	수전해 BoP 기액분리· 건조 표준 모듈	• 수소·산소 라인 수분/액적 제거·건조·불순물 저감 모듈
8	SOEC 내구 소재·실링 패키지	• 전극/전해질/인터커넥트·실링 내구 향상 소재·공정 패키지
9	액체수소 경량 저장용기	• 극저온 단일·경량복합·안전밸브/센싱을 통합한 소형 수소 저장 시스템

번호	품목 후보군	정의
10	비윤활(무오염) 초고압 수소압축기	<ul style="list-style-type: none"> 비접촉 구동으로 고순도 유지·초고압 압축 구현 장치
11	해상풍력용 핵심 부품	<ul style="list-style-type: none"> 초대형 블레이드, 고효율 터빈 시스템, 부유식 하부구조물 및 해저케이블등대형화및극한환경내구성을갖춘발전용부품
12	고경량·저손실 전선·케이블 시스템	<ul style="list-style-type: none"> 송배전 손실 저감 및 장기 신뢰성 향상을 위한 도체-케이블 및 이를 포함한 시스템
13	건물형 PV 무정선 이상 검출·차단 유닛	<ul style="list-style-type: none"> 스트링 고장·아크/누설 감지와 자동 차단을 수행하는 안전 유닛
14	열화학적 수전해 수소생산 시스템	<ul style="list-style-type: none"> 금속 산화물과 재생전력을 활용한 청정수소 생산 시스템
15	바이오매스 열분해 수소생산 시스템	<ul style="list-style-type: none"> 유기폐기물, 농임업 부산물 등 지역에 산재한 바이오매스의 열분해를 통한 청정수소 생산 시스템
16	수소 DPP 대응 시스템	<ul style="list-style-type: none"> 생산-저장-운송-활용의 단계별 탄소 집약도 산정 시스템
17	AI 기반 계통 안정화 제어 시스템	<ul style="list-style-type: none"> 재생에너지 변동성 대응, 수요반응(DR), 에너지관리(EMS), 분산자원 통합운영(가상발전, V2X 등)을 위한 AI 기반 자동 예측 및 제어 시스템

2

전략품목 확정

전문위원회 평가 및 최종 검토·조정을 통한 전략품목 6개 선정

[무탄소 에너지 전환 분야 전략품목]

번호	전략품목명	개요	개발 목표
1	AI 기반 계통 안정화 제어 시스템	<ul style="list-style-type: none"> 재생에너지 확대 및 분산전원 증가로 복잡해진 전력계통의 전압·주파수 변동을 AI 기반 예측·제어기술로 안정화하는 시스템 	<ul style="list-style-type: none"> AI 기반 실시간 계통 안정화 제어 플랫폼 구축을 통한 자율적 계통 운영체계 구현 배전계통용 그리드포밍 인버터, 분산형 전력변환시스템, 재생에너지 최적운영 솔루션 등 지능형 전력망 통합제어 기술개발
2	고경량·저손실 전선·케이블 시스템	<ul style="list-style-type: none"> 송전 과정에서 발생하는 에너지 손실을 최소화하고 경량화를 통해 설치·운송·유지보수 효율을 향상시킨 차세대 전력 전송 전선·케이블 기술 	<ul style="list-style-type: none"> 기능성 CEI/SEI 형성을 통해 고전압에서 전극-전해질 간의 불안정한 계면 반응을 억제하는 전해액 조성 및 전해질 첨가제 고전압 구동 시 전이금속 용출 및 가스 발생을 억제할 수 있는 기능성 전해질 첨가제 개발 전해액 조성 및 전해질 첨가제의 안전성 확보 기술
3	데이터센터 에너지 효율성 향상 시스템	<ul style="list-style-type: none"> 데이터센터 내 서버, 전력설비, 냉각시스템 등 주요 인프라의 에너지 사용을 제어하는 전력변환기 및 AI기반 예측제어·분포센싱 기술 기반 실시간 지능형 열관리시스템을 통해 전력효율을 극대화하는 통합 운영시스템 	<ul style="list-style-type: none"> AI 기반 예측제어를 통한 데이터센터 에너지 효율 극대화 데이터센터 인입부 및 배전부의 전력을 최적화하여 고품질 전력을 공급하는 고효율 전력기기 설계·제조 기술 개발 지능형 냉각·열관리 기술을 통한 전력소비 절감 및 안정적 운용 실현 통합 에너지 관리 플랫폼 구축을 통한 스마트 운영체계 구현
4	ESS 안정성 향상 및 운영 시스템	<ul style="list-style-type: none"> ESS 안정성 향상 및 운영 시스템은 에너지저장시스템의 안정성과 효율성을 향상하고, 화재 등 사고 발생을 예방하며, 사고 발생 시 피해 확대를 방지하는 기술 	<ul style="list-style-type: none"> 에너지저장시스템의 안정성과 효율성 향상을 위하여 통합 제어 및 보호 시스템, 대용량 ESS에 적용 가능한 열 관리 및 냉각 기술, AI 기반 화재 발생 전조 현상 조기 감지 및 화재 진압 시스템 개발 리튬이온 배터리를 활용한 기존 ESS의 한계를 보완하기 위한 차세대 장주기에너지저장 시스템(LDES) 구현을 위한 핵심 기술 개발

번호	전략품목명	개요	개발 목표
5	해상풍력용 핵심 부품	<ul style="list-style-type: none"> 해상풍력용 핵심 부품 기술은 해상풍력 발전 시스템의 효율성과 신뢰성 향상을 위해 터빈, 블레이드, 하부구조물 등 주요 부품의 설계, 제작, 성능 향상 및 국산화를 목표로 하는 기술 	<ul style="list-style-type: none"> 대규모 해상풍력 발전 시스템의 신뢰성과 효율성을 높여 에너지 생산성을 극대화하고, 장기적인 운영에 드는 비용을 절감할 수 있는 핵심부품 기술 개발 해상풍력 터빈 부품 생산 기술, 블레이드 시험 기술, 제어 시스템, 하부구조물 제작 기술 등에 대한 기술 경쟁력 확보 및 국산화 기반 마련
6	차세대 수소 생산·저장 시스템	<ul style="list-style-type: none"> 차세대 수소 생산·저장 시스템은 친환경적이고 경제적, 효율적인 수소 생산 기술과 안전하고 부피 효율적인 수소 저장 기술을 포함하는 개념 	<ul style="list-style-type: none"> 수소 생산 과정에서 온실가스 등 환경 저해 요소 발생 저감, 수소 생산 단가 절감, 안정적인고 효율적인 수소 저장 기술 확보, 경제적인 저장·운송 체계 구축 이를 통해 에너지 사용 과정에서 발생하는 온실가스 배출을 줄이고 수소의 활용을 확대하여 수소경제 활성화를 이끌고, 궁극적으로 국제 수소 시장 경쟁력 확보

■ 전략품목 정의서

품목명		AI 기반 계통 안정화 제어 시스템		
품목 개요	품목 코드	SMESTR-2025-A-09-01		
	유형	<input type="checkbox"/> 신시장 창출형 <input checked="" type="checkbox"/> 핵심기술 선도형 <input type="checkbox"/> 제조혁신·전환형 공급망·안보 대응형		
	정의	• 재생에너지 확대 및 분산전원 증가로 복잡해진 전력계통의 전압·주파수 변동을 AI 기반 예측·제어기술로 안정화하는 시스템		
	적용 범위 및 주요 기능	• 재생에너지 및 분산전원 비중이 높아 전력 품질 유지가 어려운 배전망·마이크로그리드·지역전력망 등에서 계통 안정화와 효율적 전력 인프라 운영을 위해 활용 • AI 기반 예측·제어 알고리즘과 이를 구현하는 고압 전력기기(전력변환기)를 통해 전압·주파수 변동을 실시간으로 조정하고, 분산자원 간 자율 협조제어 및 운영 최적화를 수행하는 등 지능형 전력망 구축에 기여		
	국내외 주요 기업 (3~5개)	국외	국내	
		Hitachi ABB, SIEMENS, GE, Schneider Electric 등	LS ELECTRIC, HD현대일렉트릭, 효성중공업, 한국그리드포밍, 그리드위즈 등	
개발 필요성	• 전력계통의 복잡성 증가와 전력품질 불안정 문제가 심화되는 상황에서 기존 중앙집중형에서 벗어난 AI 활용 예측자율형 계통 최적화 기술 확보 필요 • 글로벌 기업의 AI 기반 전력망 운영 플랫폼 상용화에 따른 국내기업 기술격차 해소 및 산업생태계 강화 필요 • 전력변환기, 데이터 처리, AI 제어 알고리즘 등 중소기업이 진입 가능한 독자형 플랫폼 기술개발 필요 • 제11차 전력수급기본계획 등 재생에너지 확대에 따른 계통 안정화 및 국가 에너지 안보 강화 필요			
기술적 특성	개발 목표	• AI 기반 실시간 계통 안정화 제어 플랫폼 구축을 통한 자율적 계통 운영체계 구현 • 배전계통용 그리드포밍 인버터, 분산형 전력변환시스템, 재생에너지 최적운영 솔루션 등 지능형 전력망 통합제어 기술개발		
	기대 효과	• 재생에너지 변동성에 능동적 대응을 통한 계통 안정도 향상 및 정전사고 예방 • AI 예측·제어를 통한 계통운영 효율성 제고와 유지보수 비용 절감, 경제성 확보 • 에너지 자립형 마이크로그리드 구현 및 탄소중립 기여		
산업·시장성	핵심 이슈	• 태양광·풍력 등 간헐자원 급증으로 전력 품질 유지가 어려워지고 불안정성 심화 • 미국, EU 등 주요국이 CBAM 등 탄소중립 정책을 강화하면서 AI 기반의 전력계통 운영전략을 통한 에너지 효율화 기술개발 필요성 증대 • 고비용 실증 인프라와 복잡한 인증 절차로 중소기업의 AI 기반 제어기술의 상용화 진입장벽이 높은 상황으로 공공 테스트베드 및 공동 검증 체계 구축 시급 • 계통 제어 S/W 및 고압 전력기기 핵심 부품·기술을 유럽·일본 기업에 의존하고 있어, 국산 대체 및 자립화 필요성 확대		
	타겟시장 (주요 활용처)	• (국내) 한전, 발전사 등 전력운영사, 재생에너지 발전단지, 지역 에너지 자립도시 등 • (국외) 동남아·중동·남미 등 신흥국 전력망 현대화 시장, AI·마이크로그리드 확대와 전력기기 슈퍼사이클이 돌아오는 미국·EU 등 선진국 전력산업 시장		
정책 연계·활용성	연계 정책	• 현정부 AI 고속도로 및 에너지 고속도로 추진 정책과 직접적 연계 • 제11차 전력수급기본계획, 제3차 지능형전력망 기본계획 등과 직접적 연계		
	국가 플랫폼	• KEPCO 전력데이터 개방 포털시스템, 전력통계정보시스템(EPIS), 공공데이터포털(전력통계 등), EG-TIPS(에너지온실가스종합정보 플랫폼) 등		

품목명		AI 기반 계통 안정화 제어 시스템				
핵심 요소기술	1	구분	내용	개발 필요 기간		
		명칭	배전계통용 그리드포밍 인버터 기술 (TRL : 4)	'26년	'27년	'28년
		개요	<ul style="list-style-type: none"> 재생에너지 및 분산전원 환경에서 계통 전압주파수를 스스로 형성하여 기존 동기발전기 없이도 안정적 전력공급이 가능하게하는 전력변환기 및 기술 			
	기술 개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> 수백kVA급 AI 연동형 그리드포밍 인버터 H/W 개발 자율 동기화, 블랙스타트, 고조파 억제 기능 S/W 개발 				
	2	구분	내용	개발 필요 기간		
		명칭	분산형 전력계통 연계 고압 전력변환 시스템 기술 (TRL : 4)			
		개요	<ul style="list-style-type: none"> 고압 배전망 직접 연계되어 재생에너지 발전보상 및 전력품질 보상이 가능한 고효율 전력반도체 기반의 전력변환기 및 제어기술 			
	기술 개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> 22.9kV급 분산형 전력변환 시스템 기반 전력손실 감소 및 전력품질 향상 기술 개발 전력변환기-ESS-EMS 간 AI 기반 통신·제어 연계 시스템 개발 				
	3	구분	내용	개발 필요 기간		
		명칭	AI 기반 실시간 전력망 예측·자율제어 기술 (TRL : 5)			
		개요	<ul style="list-style-type: none"> 전력계통 상태 데이터를 실시간 수집하고 AI 기반으로 분석하여 전력 변동을 사전 예측하고 자율제어하는 소프트웨어 기술 			
	기술 개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> AI 강화학습 기반 예측·제어 모델 고도화를 통한 계통 안정도 향상 디지털트윈 기반 시뮬레이션 환경 구축을 통해 다양한 계통 시나리오 검증 및 실환경 안정성 검증 				
4	구분	내용	개발 필요 기간			
	명칭	재생에너지 예측·운영 솔루션 기술 (TRL : 5)				
	개요	<ul style="list-style-type: none"> 기상·발전량·시장가격 정보를 통합 분석하여 재생에너지 발전량 예측 및 전력거래, 전력시장 입찰전략 등을 자동 수립하는 AI 기반 운영 솔루션 				
기술 개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> AI 딥러닝 기반의 재생에너지 출력모델 개발 및 전력거래(입찰 등)·스케줄링 자동화 시스템 구축 					
핵심키워드	#AI 계통제어, #마이크로그리드, #그리드포밍 인버터, #고압 전력기기, #재생에너지 예측					

품목명		고경량·저손실 전선·케이블 시스템	
품목 개요	품목 코드	SMESTR-2025-A-09-02	
	유형	<input type="checkbox"/> 신시장 창출형 <input checked="" type="checkbox"/> 핵심기술 선도형 <input type="checkbox"/> 제조혁신·전환형 공급망·안보 대응형	
	정의	• 송전 과정에서 발생하는 에너지 손실을 최소화하고 경량화를 통해 설치·운송·유지보수 효율을 향상시킨 차세대 전력 전송 전선·케이블 기술 • 태양광, 육·해상 풍력 등 발전 설비와 송배전망 인프라에 적용되는 전선 및 케이블 기술로 전력이 전송되는 쏘범위에 걸쳐 적용 - 해상풍력 단지의 해저케이블, 육상 송전망의 장거리 송전선, 변전소 간 연계 케이블, 배전망 고효율화 사업 등에서 적용되는 경량화·저손실·고내환경성 전선·케이블 기술	
	적용 범위 및 주요 기능		
	국내외 주요 기업 (3~5개)	국외 Prysmian, Nexans, Sumitomo electric, NKT 등	국내 LS전선, 대한전선, 일진전기, 가온전선, 서울전선 등
	개발 필요성	• 정부의 에너지 고속도로 구축, 제11차 전력수급기본계획 등으로 전력망 인프라 고효율화, 직류화가 추진됨에 따라 이에 맞는 저손실·경량 전력전송 케이블 시스템 기술확보가 필수적 • HVDC(고압직류송전), 해저케이블 등 차세대 전력망 핵심 분야에서 소재 및 부품의 국산화를 통한 공급망 안정성 확보 및 국내기업 기술경쟁력 강화 필요 • 전도율 향상 합금 도체, 절연·피복 복합소재, 접속재 등 국내 중소·중견기업이 참여 가능한 소재·구조 혁신형 기술개발을 통한 생태계 다변화 필요	
기술적 특성	개발 목표	• 고전도·경량 복합소재 및 절연·접속 기술 고도화를 통해 해상풍력 및 송배전망 전선·케이블의 전력손실 저감·내환경성·장기신뢰성 확보 • 접속재·단말부품의 표준화 및 저손실화 설계·제작기술 개발을 통한 접속부 취약 요소 제거 및 유지보수 효율 향상 • 전선·케이블 시스템화 기술을 통해 설계-제조-시공-진단 전주기 생산체계 구축	
	기대 효과	• 송전효율 향상(손실 저감)을 통해 탄소중립·전력망 효율화 정책 목표 달성에 기여 • 국산 소재·부품 기술 확보를 통한 수입대체 및 수출 확대로 전력 케이블 산업 자립도와 글로벌 경쟁력 강화 • 해상풍력·HVDC 인프라 분야 핵심기술 선점으로 신시장 진출 기반 확보	
	핵심 이슈	• 관세 등으로 인한 구리·알루미늄 원자재 공급망 불안정 심화로 제조단가 상승 및 수출경쟁력 약화 • 해상풍력 및 HVDC 시장 급성장에 따른 수요 폭증에도 중소·중견기업의 핵심소재 및 접속기술의 해외 의존도가 높아 글로벌 기술격차 심화 • 대기업 중심의 전선·케이블 생태계가 구축되어 있으며 중소·중견 기업과의 유기적인 연계를 통한 수출사업화가 시급	
산업· 시장성	타겟시장 (주요 활용처)	• (국내) 한전, 발전공기업 등 전력운영사와 송배전 인프라 운영기관, 해상풍력 및 태양광 등 재생에너지 발전단지 등 • (국외) HVDC 구축과 해상풍력용 해저케이블 시장이 확대되고 있는 미국·EU 등 선진국 전력산업 시장, 수출형 케이블 시스템 및 해저송전 솔루션 적용	
	연계 정책	• 현정부 에너지 고속도로 추진 및 HVDC, 해상풍력 확대 정책과 직접적 연계 • 산업부 K-그리드 글로벌 진출전략 내 수출 얼라이언스에 직접적 연계	
정책 연계· 활용성	국가 플랫폼	• 연안 빅데이터 플랫폼, KEPCO 전력데이터 개방 포털시스템, 전력통계정보시스템(EPSIS), 공공데이터포털, EG-TIPS(에너지온실가스종합정보 플랫폼) 등	

품목명	고경량·저손실 전선·케이블 시스템						
핵심 요소기술	1	구분	개발 필요 기간 '26년 '27년 '28년				
		명칭	차세대 고전도·경량 복합 도체·절연재·지지선재 소재 기술 (TRL : 3)				
		개요	<ul style="list-style-type: none"> 전력손실 저감과 경량화를 위해 복합 코어, 나노 복합, 하이브리드 설계 등을 통한 차세대 도체, 절연재 및 지지선재 소재 설계·생산 기술 				
	기술 개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> 고전도·고강도·고효율 특성의 복합 도체 소재기술 개발 고절연·고내구성을 갖는 복합 절연재 소재기술 개발 내열성·내식성·기계적 안정성 향상을 위한 지지선재 소재기술 개발 					
	2	구분	개발 필요 기간 '26년 '27년 '28년				
		명칭	고신뢰성 접속재 및 부속품 설계·제작기술 (TRL : 4)				
		개요	<ul style="list-style-type: none"> 전력케이블의 접속부, 종단부, 차폐부 등에서 발생하는 전력·열·부분방전 손실을 최소화하고 안정적 절연 및 기계적 신뢰성을 확보하기 위한 핵심 부품기술 				
	기술 개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> 저손실·내환경성 특성 접속재 및 절연보강 구조 설계·제작기술 개발 방수·내식성·차폐 성능 향상을 위한 복합소재 기반 부속품 설계·제작기술 개발 					
	3	구분	개발 필요 기간 '26년 '27년 '28년				
		명칭	저손실·고내구성 전선 및 케이블 시스템화 기술 (TRL : 5)				
		개요	<ul style="list-style-type: none"> 열, 전기, 기계적 특성을 고려한 전선·케이블 시스템 최적화 설계기술로 해상풍력·HVDC·장거리 송전·배전 등 고신뢰성이 요구되는 전력인프라 구축에 적용 				
	기술 개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> 저손실·경량화·내열 특성을 갖는 케이블 최적 구조 설계·제작기술 개발 열·전계·기계 특성 통합 해석 기반의 설계 플랫폼 구축 극한 환경 대응형 해상·지중 송전케이블 시스템화 기술 개발 					
4	구분	개발 필요 기간 '26년 '27년 '28년					
	명칭	AI 기반 지능형 실시간 모니터링 및 스마트 유지관리 기술 (TRL : 3)					
	개요	<ul style="list-style-type: none"> 전력케이블의 온도, 절연상태, 열화, 부분방전 등을 센서·IoT·AI 기반으로 실시간 진단하고 고장 등을 사전에 예방하여 운영 효율을 극대화하는 지능형 관리 기술 					
기술 개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> IoT 및 광 등 지능형 센서 기반 실시간 상태진단 및 예지보전 기술 개발 AI 기반의 스마트 유지관리 플랫폼 구축 						
핵심키워드	#고전도·경량 복합소재, #해저케이블, #스마트 모니터링, #접속재, #전력케이블 시스템						

품목명		데이터센터 에너지 효율성 향상 시스템		
품목 개요	품목 코드	SMESTR-2025-A-09-03		
	유형	<input type="checkbox"/> 신시장 창출형 <input checked="" type="checkbox"/> 핵심기술 선도형 <input type="checkbox"/> 제조혁신·전환형 공급망·안보 대응형		
	정의	• 데이터센터 내 서버, 전력설비, 냉각시스템 등 주요 인프라의 에너지 사용을 제어하는 전력변환기 및 AI기반 예측제어·분포센싱 기술 기반 실시간 지능형 열관리시스템을 통해 전력효율을 극대화하는 통합 운영시스템		
	적용 범위 및 주요 기능	• 대규모 클라우드 데이터센터, 공공기관 및 금융권 IDC 등 고전력·고발열 환경의 데이터센터 전반에 적용되며 기존 데이터센터의 에너지 효율 개선에도 적용 • 데이터센터 내 전력·온도·부하 데이터를 실시간 진단하고 AI 기반 분석 알고리즘을 통한 냉각 및 전력사용 능동제어로 에너지 소비 최소화		
	국내외 주요 기업 (3~5개)	국외	국내	
		Siemens, Vertiv, Schneider Electric, Meta, Microsoft, AWS 등	LS ELECTRIC, HD현대일렉트릭, LG CNS, 이온, 국제통신공업 등	
기술적 특성	개발 필요성	• AI·클라우드 확산 등 데이터센터 전력소비 급증에 대응하는 전력수요 최적관리 시스템 기술개발 필요 • 친환경 냉각·전력제어 기술을 통한 데이터센터 에너지 손실 및 온실가스 저감 필요 • 기존 냉각·전력관리 시스템의 구조적 한계 극복을 위한 룸→랙 단위 예측제어 기반 지능형 열관리 기술 필요 • 외산 중심의 에너지 관리 솔루션 의존도 감소 및 국내기업 수출경쟁력 강화 필요		
	개발 목표	• AI 기반 예측제어를 통한 데이터센터 에너지 효율 극대화 • 데이터센터 인입부 및 배전부의 전력을 최적화하여 고품질 전력을 공급하는 고효율 전력기기 설계·제조 기술 개발 • 지능형 냉각·열관리 기술을 통한 전력소비 절감 및 안정적 운용 실현 • 통합 에너지 관리 플랫폼 구축을 통한 스마트 운영체계 구현		
	기대 효과	• 전력효율을 개선을 통한 데이터센터 운영비를 감소시키고 국가전력망 안정화에 기여 • 외산 중심의 에너지 관리·냉각 솔루션 시장에서 국산기술 자립도 향상 및 글로벌 친환경 데이터센터 시장 진출 • AI 기반 통합형 에너지 플랫폼 개발로 지능형 운영체계 구축 및 자율적 에너지 관리		
산업·시장성	핵심 이슈	• AI 연산용 GPU 서버 확산으로 랙당 열부하가 급증하면서 기존 냉각방식 효율 저하 및 Hot spot 문제 심화 • 에너지 비용 상승과 탄소배출 감축 의무 확대에 따라 데이터센터 전력효율 개선이 필수화되고 고효율 냉각·제어 기술의 조기 적용 필요 • Google, AWS 등 글로벌 기술독점 구조에서 국내 시장의 외산 의존도 심화		
	타겟시장 (주요 활용처)	• (국내) 클라우드 서비스 사업자, 공공기관, 금융권, 통신사 IDC 등 고성능 연산 및 대규모 데이터 처리가 필요한 데이터센터 산업 전반 • (국외) 친환경 데이터센터 운영자, 글로벌 클라우드·고성능컴퓨팅 데이터센터 솔루션 개발사 및 운영사		
정책 연계·활용성	연계 정책	• 현정부 AI 고속도로 구현을 위한 데이터센터 확충 전략 및 국가 전략기술인 AI·디지털 인프라 기술과 직접적 연계 • K-에너지전환 로드맵 및 전력산업 디지털전환 정책과 직간접적 연계		
	국가 플랫폼	• KEPCO 전력데이터 개방 포털시스템, 전력통계정보시스템(EPIS), 공공데이터포털(전력통계 등), 공공기관 전력량 모니터링 시스템 등		

품목명		데이터센터 에너지 효율성 향상 시스템				
핵심 요소기술	1	구분	내용	개발 필요 기간		
		명칭	AI 기반 에너지·열부하 예측 및 분포센싱 통합제어 기술 (TRL : 3)	'26년	'27년	'28년
		개요	<ul style="list-style-type: none"> 데이터센터 내 서버, 전력설비, 냉각시스템에서 발생하는 에너지 사용 및 열부하를 실시간 감지·예측하고 AI 알고리즘을 통해 전력운동을 최적화하는 기술 			
	기술 개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> 고밀도 분포센싱 네트워크 기술 개발 AI 기반 에너지·열부하 예측 알고리즘 및 지능형 냉각·전력 통합 제어 기술 개발 				
	2	구분	내용	개발 필요 기간		
		명칭	고효율 냉각구동 모듈 기반 지능형 인렉 냉각 기술 (TRL : 4)			
		개요	<ul style="list-style-type: none"> 고밀도 서버 랙에서 발생하는 열부하를 실시간 감지하고 풍량, 냉매 흐름을 능동적으로 조절하여 냉각 효율을 극대화하는 랙 단위 냉각 기술 			
	기술 개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> 고효율 구동모터 기반 냉각장치와 고전도 열계면소재 결합 통합 열관리 기술 개발 AI 기반 능동제어 냉각모듈 설계·제작기술 개발 실시간 분포센싱 데이터와 연동되는 자동제어 솔루션 개발 				
	3	구분	내용	개발 필요 기간		
		명칭	데이터센터용 고압·고효율 전력기기 기술 (TRL : 4)			
		개요	<ul style="list-style-type: none"> 데이터센터 내 전력공급시 고품질 및 안정적인 전력을 제공하기 위한 고효율 전력기기 			
	기술 개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> 고효율 전력기기(전력변환기, UPS, 변압기, 발전기, 수배전반 등) 설계·제작기술 개발 디지털 능동제어 기반 안정적인 전력기기 운영 솔루션 개발 데이터센터 내 전력사용량 진단 및 적응형 최적제어 솔루션 개발 				
4	구분	내용	개발 필요 기간			
	명칭	데이터센터용 지능형 에너지 관리 플랫폼 기술 (TRL : 4)				
	개요	<ul style="list-style-type: none"> 데이터센터 내에서 발생하는 다양한 운영 데이터를 통합 관리하고 AI 기반 분석을 통해 에너지 사용 효율을 최적화 하는 통합형 관리 플랫폼(솔루션) 기술 				
기술 개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> 데이터센터 에너지 운영 데이터 아키텍처 설계 기술 개발 AI 기반 에너지 효율 진단 및 최적 운전 알고리즘 S/W 개발 					
핵심키워드		#데이터센터, #AI 예측제어, #지능형 냉각모듈, #에너지 통합관리 플랫폼				

품목명		ESS 안정성 향상 및 운영 시스템		
품목 개요	품목 코드	SMESTR-2025-A-09-04		
	유형	<input type="checkbox"/> 신시장 창출형 <input checked="" type="checkbox"/> 핵심기술 선도형 <input type="checkbox"/> 제조혁신·전환형 <input type="checkbox"/> 공급망·안보 대응형		
	정의	• ESS 안정성 향상 및 운영 시스템은 에너지저장시스템의 안정성과 효율성을 향상하고, 화재 등 사고 발생을 예방하며, 사고 발생 시 피해 확대를 방지하는 기술		
	적용 범위 및 주요 기능	• 글로벌 탄소중립 및 에너지전환 기조에 따른 전전화 및 재생에너지 확대에 따라 전력 공급의 변동성 완화, 전력망 신뢰성 및 회복력 향상, 에너지 효율 극대화 등을 위하여 에너지를 저장하여 활용할 수 있는 에너지저장시스템의 중요성이 강조되고 있음 • 신재생에너지 수급 불균형 해소, 전력 비용 절감, 스마트시티 전력망 구현, 전기차 충전 인프라 활성화 등 사회 전반적으로 광범위하게 활용되고 있는 에너지저장시스템의 안정성과 효율성 제고에 기여		
	국내외 주요 기업 (3~5개)	국외	국내	
		테슬라, 플루언스에너지, 인페이즈에너지, 넥스트에라에너지, 스템	LG에너지솔루션, 삼성SDI, SK이노베이션, 서진시스템, 신성에스티	
개발 필요성	• 최근 화재 등 사고 발생에 따라 ESS 안정성 이슈 부각, 국내외적으로 안전 기준 강화 • 기존 ESS의 한계를 극복한 장주기에너지저장시스템(LDES) 기술개발 수요 증가 • 에너지저장시스템 대형화에 따른 효율적, 안정적 운영 필요성 증가			
기술적 특성	개발 목표	• 에너지저장시스템의 안정성과 효율성 향상을 위하여 통합 제어 및 보호 시스템, 대용량 ESS에 적용 가능한 열 관리 및 냉각 기술, AI 기반 화재 발생 전조 현상 조기 감지 및 화재 진압 시스템 개발 • 리튬이온 배터리를 활용한 기존 ESS의 한계를 보완하기 위한 차세대 장주기에너지저장 시스템(LDES) 구현을 위한 핵심 기술 개발		
	기대 효과	• 용도와 특성에 맞는 다양한 단/장주기 에너지저장시스템 기술 개발 및 해당 시스템의 안정성과 효율성 향상을 통해 국가 전력수급기본계획에 따른 전력 스토리지 믹스 구현에 기여 • 시스템 제어 및 보호 기술, 열 관리 및 냉각 기술, 화재 감지 및 소화 기술 등 에너지저장 장치 운영·관리 시장에서 유망 중소 기술기업 발굴·육성		
	핵심 이슈	• 정부 주도 보급정책 축소에 따라 국내 ESS 시장은 침체 상황이나, 전 세계적으로 탄소중립 및 재생에너지 확대에 따라 ESS 수요는 증가 추세로, 시장 선도 기술 개발 필요 • ESS 화재 사고 발생 및 안전관리 기준 강화 등 시장의 우려를 해소하고 기술 보급 확산을 위해 시스템 제어 및 보호, 열관리 및 냉각, 화재 감지 및 진압을 위한 기술 개발 시급		
산업· 시장성	타겟시장 (주요 활용처)	• (전력 시장) 전력망 안정화 및 운영 효율 향상, 재생에너지 변동성 완화 등에 기여 • (스마트시티) 공공·상업·주거용 건물에서 데이터센터, 스마트시티 등으로 확산 가능 • (전기차 충전망) V2G 등 미래 응용 분야로 기술 확장 가능		
	연계 정책	• 에너지스토리지(ESS) 산업 발전전략(산업통상자원부, 2023.10)에 제시된 핵심 기술 개발 전력과 직접적 연계 가능 • ESS 설치 보조금 지원, 요금 할인, 설치 의무화, 전력시장 참여 유도 등 산업 정책과 연계하여 산업계 확산 가능		
정책 연계· 활용성	국가 플랫폼	• ESS 통합관리시스템(한국전기안전공사), 재생에너지 클라우드 플랫폼(한국에너지공단) 등		

품목명		ESS 안정성 향상 및 운영 시스템				
핵심 요소기술	1	구분	내용	개발 필요 기간		
		명칭	시스템 제어 및 보호 기술 (TRL : 7)	'26년	'27년	'28년
		개요	<ul style="list-style-type: none"> 랙 단위 또는 모듈 단위의 배터리 상태(전압, 충전 상태, 온도 등)를 관제하여 과충전, 과방전, 과전류, 단락 등 이상을 감지하고 방지하는 보호 기술 			
	기술 개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> 배터리, PCS, BMS 등 구성 요소 간의 복합적인 설계 미흡 문제를 해결하고 통합적인 제어 및 보호 시스템 구축 				
	2	구분	내용	개발 필요 기간		
		명칭	열 관리 및 냉각 기술 (TRL : 7)	'26년	'27년	'28년
		개요	<ul style="list-style-type: none"> 배터리 작동 중 발생하는 열을 효율적으로 관리하고 과열로 인한 열 폭주 (Thermal Runaway)를 예방하기 위한 냉각 기술 			
	기술 개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> 대용량 ESS에 적용 가능한 최적의 불연성 냉매 선정, 탱크 설계 및 밀폐 기술, 냉매 순환 시스템 등 원천 기술 및 운영 노하우 확보 				
	3	구분	내용	개발 필요 기간		
		명칭	화재 감지 및 소화 시스템 (TRL : 5)	'26년	'27년	'28년
		개요	<ul style="list-style-type: none"> 온도, 연기, 배출가스 등 감지를 통해 화재 징후를 조기에 파악하고, 화재 발생 시 자동 소화를 통해 인접 랙 및 주변 시설물로 확산을 방지하는 기술 			
	기술 개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> AI 기술을 활용한 화재 발생 전조 현상 조기 감지 모듈 개발 및 신속하고 효율적인 화재 진압을 위한 소화 시스템과 소화 약제 개발 				
4	구분	내용	개발 필요 기간			
	명칭	장주기 에너지 저장 기술 (TRL : 4)	'26년	'27년	'28년	
	개요	<ul style="list-style-type: none"> 리튬이온 배터리를 활용한 기존 ESS의 한계를 보완하기 위해 장시간 동안 대용량의 전력을 저장하고 필요할 때 방전할 수 있는 기술 및 시스템 				
기술 개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> 중력 에너지 저장, 해수 양수 발전, 압축공기 에너지 저장, 액화 공기 에너지 저장, 열에너지 저장 등 차세대 LDES 구현을 위한 핵심 기술 개발 					
핵심키워드	#에너지저장장치(ESS), #배터리 화재, #장주기에너지저장시스템(LEDs)					

품목명		해상풍력용 핵심 부품			
품목 개요	품목 코드	SMESTR-2025-A-09-05			
	유형	<input type="checkbox"/> 신시장 창출형 <input checked="" type="checkbox"/> 핵심기술 선도형 <input type="checkbox"/> 제조혁신·전환형 <input type="checkbox"/> 공급망·안보 대응형			
	정의	• 해상풍력용 핵심 부품 기술은 해상풍력 발전 시스템의 효율성과 신뢰성 향상을 위해 터빈, 블레이드, 하부구조물 등 주요 부품의 설계, 제작, 성능 향상 및 국산화를 목표로 하는 기술			
	적용 범위 및 주요 기능	• 글로벌 탄소중립 및 에너지전환 기조에 따른 해상풍력 발전 시스템의 대형화 추세에 발맞춰 핵심 부품에 대한 경제성 확보 및 국산화의 중요성 강조 • 해상풍력 블레이드, 터빈, 하부구조물 및 제어 시스템 등에 대한 기술 경쟁력 확보 및 국산화 기반 마련에 기여			
	국내외 주요 기업 (3~5개)	국외	베스타스, 지멘스 가메사, GE 리뷰어블 에너지	국내	두산에너빌리티, SK오션플랜트, 씨에스윈드
		개발 필요성	• 핵심 부품의 국산화 및 가격 경쟁력 확보를 통해 국내 해상풍력 산업 생태계 성장 • 해상풍력발전소 대형화 추세에 맞춰 초대형·고효율 부품 개발을 통해 발전 효율성 향상 • 해상 환경에서 장기간 안정적으로 작동할 수 있는 부품 개발로 해상풍력 신뢰성 향상		
기술적 특성	개발 목표	• 대규모 해상풍력 발전 시스템의 신뢰성과 효율성을 높여 에너지 생산성을 극대화하고, 장기적인 운영에 드는 비용을 절감할 수 있는 핵심부품 기술 개발 • 해상풍력 터빈 부품 생산 기술, 블레이드 시험 기술, 제어 시스템, 하부구조물 제작 기술 등에 대한 기술 경쟁력 확보 및 국산화 기반 마련			
	기대 효과	• 핵심 부품 기술 확보를 통해 해외 의존적인 현재의 해상풍력 공급망을 국산화 기반으로 개선하고 관련 수입 비용을 절감함으로써 국내 해상풍력 산업의 경쟁력 향상에 기여하고, 나아가 향후 큰 성장이 예상되는 풍력발전 시장 선점에 기여 • 국내 기술로 대규모 해상풍력 발전 시스템을 구축하고 보다 효율적으로 운영하는 것이 가능해져, 국가 신재생에너지 보급 목표 달성 및 국가 에너지 안보 문제 해결에 기여			
산업· 시장성	핵심 이슈	• 해상풍력 핵심부품 기술개발의 주요 이슈는 터빈의 초대형화 추세에 대응하기 위한 기술 확보, 해외 의존도가 높은 부품의 국산화, 해상 환경의 가혹한 조건에서 요구되는 부품의 신뢰성과 안전성 향상 등 • 현재 주요 부품의 해외 의존도가 높고, 개발된 초대형 부품을 운송하고 설치할 수 있는 전용 설치선 등 관련 해상 인프라가 부족한 실정이며, 부품 설치 및 유지보수 기술, 전문 인력 등 전반적인 인프라 확충이 필요한 실정			
	타겟시장 (주요 활용처)	• 대규모 해상풍력 단지 개발 목표를 가지고 있으며, 특히 대형화 및 부유식 해상풍력 기술과 관련된 핵심 부품에 대한 수요가 높은 유럽(영국, 독일, 네덜란드), 중국, 미국, 한국을 포함한 글로벌 시장 • 기술 개발은 주로 초대형 터빈 기술 및 시스템 통합, 부유식 해상풍력 시스템 구축, 핵심부품 자체 생산 및 공급망 안정화, 부품 신뢰성 및 안정성 향상, 부품 생산 경제성 향상 등에 초점을 맞춰 진행 중			
정책 연계· 활용성	연계 정책	• 해상풍력 보급 촉진 및 산업 육성에 관한 특별법(2026.3 시행 예정) 시행에 따라 기술 개발 및 산업 육성 방향 구체화 예정 • 제5차 에너지 기술 개발 로드맵(2024~2033) 등과 연계하여 해상풍력 핵심부품 개발 및 국산화를 위한 기술 개발 추진 중			
	국가 플랫폼	• 해상풍력 융복합 산업화 플랫폼센터(산업통상자원부), 신재생에너지센터(한국에너지공단) 등			

품목명	해상풍력용 핵심 부품				
핵심 요소기술	1	구분	개발 필요 기간 '26년 '27년 '28년		
		명칭		해상풍력 터빈 부품 생산 기술 (TRL : 5)	
		개요	<ul style="list-style-type: none"> 해상풍력 터빈을 구성하는 메인 베어링, 요·피치 베어링, 전력변환장치, 변압기, 드라이브 트레인 등 주요 부품의 설계, 제작, 운영 기술 		
	기술 개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> 차세대 대규모 해상풍력 시스템에 활용되는 터빈 부품의 안정성, 내구성, 효율성, 경제성을 향상시키는 기술 개발 및 국산화 			
	2	구분	개발 필요 기간 '26년 '27년 '28년		
		명칭		해상풍력 블레이드 시험 기술 (TRL : 5)	
		개요	<ul style="list-style-type: none"> 대형 해상풍력 블레이드의 구조적 안정성, 내구성, 신뢰성을 검증하기 위한 시험 인증 기술 		
	기술 개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> 대형 해상풍력 블레이드에 대한 이축 피로 시험, 극한 환경 모사 시험, 첨단 손상 확인 시험 등을 국제 표준을 충족하는 수준으로 국내에서 시행할 수 있는 시험 인증 기술 개발 			
	3	구분	개발 필요 기간 '26년 '27년 '28년		
		명칭		해상풍력 제어 시스템 (TRL : 5)	
		개요	<ul style="list-style-type: none"> 전력 생산 극대화, 터빈 보호, 구조적 하중 최소화 등을 통해 해상풍력 시스템의 안정성과 효율성을 향상하고 수명을 연장하기 위한 제어 기술 		
	기술 개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> 해상풍력 대형화에 따른 구조적 한계와 이슈사항을 반영하여 초대형 해상풍력 시스템 운영을 위한 통합 제어 모듈/시스템 개발 및 국산화 			
4	구분	개발 필요 기간 '26년 '27년 '28년			
	명칭		해상풍력 하부구조물 제조 기술 (TRL : 5)		
	개요	<ul style="list-style-type: none"> 해상에서 강한 바람과 파도, 급격한 기후 조건 변화에도 터빈의 안정성과 신뢰성을 유지 할 수 있는 하부구조물 설계, 제조, 운송, 설치, 유지관리 기술 			
기술 개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> 대규모 고정식 해상풍력 및 부유식 해상풍력 시스템 구축시 적용 가능한 하부구조물에 대한 원가절감형 고성능 상용화 기술 개발 및 국산화 				
핵심키워드	#해상풍력, #핵심부품, #국산화, #초대형, #경제성				

품목명		차세대 수소 생산·저장 시스템			
품목 개요	품목 코드	SMESTR-2025-A-09-06			
	유형	<input type="checkbox"/> 신시장 창출형 <input checked="" type="checkbox"/> 핵심기술 선도형 <input type="checkbox"/> 제조혁신·전환형 <input type="checkbox"/> 공급망·안보 대응형			
	정의	• 차세대 수소 생산·저장 시스템은 친환경적이고 경제적, 효율적인 수소 생산 기술과 안전하고 부피 효율적인 수소 저장 기술을 포함하는 개념			
	적용 범위 및 주요 기능	• 차세대 수소 생산 기술은 크게 미생물을 활용한 생물학적 공정, 고효율 촉매를 사용한 수전해, 분리막 기술 개선 등으로 구분 • 차세대 수소 저장 기술은 크게 액화 수소, LOHC(액상 유기수소운반체), 수소저장합금 등으로 구분			
	국내외 주요 기업 (3~5개)	국외	Nel ASA, Plug Power, Siemens Energy, Air Liquide, Cummins Inc. 등	국내	현대자동차그룹, 두산퓨어셀, 삼성E&A, SK E&S, 미코파워 등
		개발 필요성	• 차세대 수소 생산 및 저장 시스템 개발은 기후 위기 대응을 위한 탄소 중립 달성, 에너지 안보 강화, 글로벌 에너지 기술 주도권 확보 등을 위해 필수적 • 향후 수소가 안전하고 친환경적인 대표 에너지원으로서 자리매김할 수 있도록 현재 기술이 가지는 한계점인 생산 효율 및 비용 문제, 저장 및 운송의 어려움, 안전성 문제 등을 해결할 수 있는 차세대 기술 개발 필요		
기술적 특성	개발 목표	• 수소 생산 과정에서 온실가스 등 환경 저해 요소 발생 저감, 수소 생산 단가 절감, 안정적이고 효율적인 수소 저장 기술 확보, 경제적인 저장·운송 체계 구축 • 이를 통해 에너지 사용 과정에서 발생하는 온실가스 배출을 줄이고 수소의 활용을 확대하여 수소경제 활성화를 이끌고, 궁극적으로 국제 수소 시장 경쟁력 확보			
	기대 효과	- 수소는 사용 과정에서 이산화탄소나 오염 물질을 거의 배출하지 않는 청정 에너지원으로, 차세대 기술로 생산된 그린 수소는 탄소 중립 목표 달성의 핵심 동력이며, 대기오염 감소에 기여 • 태양광, 풍력 등 재생에너지의 간헐적인 특성을 보완하여, 잉여 전력을 수소로 저장하고 필요할 때 다시 에너지로 활용함으로써 안정적인 에너지 공급 시스템 구축 • 국내 수소 산업의 기술 자립도를 높이고, 특정 지역에 편중되지 않은 다양한 에너지원을 확보함으로써 해외 에너지 의존도를 줄이고 에너지 공급 위험 완화			
	핵심 이슈	• 그린수소 생산은 재생에너지 간헐성으로 인해 생산 비용이 높고, 수소 인프라 구축과 시스템 개발에 막대한 초기 투자가 수반되어, 생산 단가를 낮추는 것이 핵심 과제 • 기체 수소는 부피당 에너지 밀도가 낮아 운송 효율이 떨어지며 변환 과정에서 에너지 손실도 발생할 뿐만 아니라 가볍고 누출 위험이 높아 효율적 저장과 안전한 운송을 위한 기술 개발이 시급하며, 대규모 수소 수요에 대비한 운송 및 유통 인프라 보급 병행 필요			
산업·시장성	타겟시장 (주요 활용처)	• 주요 타겟 시장은 모빌리티(수소전기차 및 기타 운송 수단 연료 대체), 발전(수소/암모니아 혼소 및 전소 발전, 연료전지 발전, 재생에너지 연계), 산업(석유화학, 반도체, 철강, 식품, 우주/항공 등) 분야 • 이 밖에도 다양한 산업 분야에 폭넓게 활용되어 관련 산업의 성장을 촉진하며, 국가 전체적으로 에너지 전환을 가속화하고 탄소 중립을 달성하는 데 필수적			
	연계 정책	• 수소경제 활성화 로드맵(산업통상자원부, 2019.1)에 제시된 핵심 기술 개발 전력과 직접적 연계 가능 • 제5차 에너지 기술 개발 로드맵(2024~2033) 등과 연계하여 차세대 수소 생산·저장 시스템 개발 및 국산화를 위한 기술 개발 추진 중			
정책 연계·활용성	국가 플랫폼	• 국가 수소 중점연구실 및 청정수소 생산기술 혁신포럼(과학기술정보통신부) 등			

품목명	차세대 수소 생산·저장 시스템					
핵심 요소기술	1	구분	개발 필요 기간	'26년	'27년	'28년
		명칭				
		내용	생물학적 수소 생산 기술 (TRL : 4)			
	개요	<ul style="list-style-type: none"> 폐수, 유기성 폐기물, 바이오매스 등에서 분리막 없이 미생물과 전기화학 반응을 이용해 낮은 온도와 상압 조건에서 수소와 바이오 메탄을 동시에 생산하는 친환경적이고 경제적인 기술 				
	기술 개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> 생물학적 수소 생산의 효율 및 속도 향상, 경제성 확보 및 비용 절감, 안정적 대규모 생산 시스템 구축 등에 기여하는 원천 기술 개발 및 국산화 				
	2	구분	개발 필요 기간	'26년	'27년	'28년
		명칭				
		내용	고효율 촉매 사용 수전해 기술 (TRL : 4)			
	개요	<ul style="list-style-type: none"> 저렴하고 성능 좋은 촉매를 개발하여 고가의 귀금속 촉매를 대체함으로써 수소 생산 효율과 경제성을 높이는 기술 				
	기술 개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> 고효율 촉매 사용 수전해 기술을 활용한 수소 생산 효율 및 속도 향상, 경제성 확보 및 비용 절감, 안정적 대규모 생산 시스템 구축 등에 기여하는 원천 기술 개발 및 국산화 				
	3	구분	개발 필요 기간	'26년	'27년	'28년
		명칭				
		내용	분리막 기술 개선 (TRL : 4)			
	개요	<ul style="list-style-type: none"> 전기분해 과정에서 물을 분해해 고순도 수소와 산소를 분리하는 핵심 소재인 분리막의 수소 추출 효율을 높이는 기술 				
	기술 개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> 수전해 시스템의 분리막 성능(효율 및 순도) 향상, 내구성 및 안정성 강화, 경제성 확보 등에 기여하는 원천 기술 개발 및 국산화 				
4	구분	개발 필요 기간	'26년	'27년	'28년	
	명칭					
	내용	차세대 수소 저장 기술 (TRL : 6)				
개요	<ul style="list-style-type: none"> 수소 저장 및 운송 효율을 높이고, 저장과 운송 과정에서 누출 방지 등 안전성을 강화하는 기술 					
기술 개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> 액화 수소 저장 기술, 액상유기화합물(LOHC) 저장 기술, 수소저장합금 기술, 저장용기 경량화 등 수소 저장 및 운송 효율과 경제성, 안전성 향상에 기여하는 원천 기술 개발 및 국산화 					
핵심키워드	#차세대 수소, #청정 수소, #생산 단가, #안전한 저장과 운송					

3

전략품목 로드맵

□ (총론) 재생에너지·수소·디지털 전력망·장주기 저장 확산에 대응해 계통 안정성-저장·수소-전력효율 중심의 중소기업 무탄소 에너지 전환 로드맵 구축 필요

- (중소기업 기술개발전략1) 변동성 대응과 계통 유연성 확보를 위해 그리드포밍·고압전력변환·ESS 안전·LDES 부품 등 틈새 기술 패키지 역량 강화 필요
- (중소기업 기술개발전략2) 수전해·수소전환·디지털 전력망·AI 운영 기술을 기반으로 전력화·RE100 수요 대응형 통합 에너지 운영 플랫폼 R&D 체계 확보 필요

전략품목	단계별 핵심 요소기술 개발 목표			개발 목표
	2026	2027	2028	
AI 기반 계통 안정화 제어 시스템	재생에너지 확대 및 분산전원 증가로 복잡해진 전력계통의 전압·주파수변동을 AI 기반 예측·제어기술로 안정화하는 시스템			<ul style="list-style-type: none"> • 자율적 계통 운영체계 구현 • 지능형 전력망 통합제어 기술개발
	배전계통용 그리드포밍 인버터 기술 (TRL : 4)			
	분산형 전력계통 연계 고압 전력변환 시스템 기술 (TRL : 4)			
	AI 기반 실시간 전력망 예측·자율제어 기술 (TRL : 5) 재생에너지 예측·운영솔루션 기술 (TRL : 5)			
고경량·저손실 전선·케이블 시스템	송전 과정에서 발생하는 에너지 손실을 최소화하고 경량화를 통해 설치·운영·유지보수 효율을 향상시킨 차세대 전력 전선·케이블 기술			<ul style="list-style-type: none"> • 고전도·경량 복합소재·접연·접속 기술로 전선·케이블 성능 향상 • 접속재·단말부품 표준화·저손실 설계로 취약요소 제거 • 전선·케이블 시스템화로 설계-건단 전주기 생산체계 구축
	차세대 고전도·경량 복합 도체·절연재·지지선재 소재 기술 (TRL : 3)			
	고신뢰성 접속재 및 부속품 설계·제작 기술 (TRL : 4)			
	저손실·고내구성 전선 및 케이블 시스템화 기술 (TRL : 5) AI 기반 지능형 실시간 모니터링 및 스마트 유지관리 기술 (TRL : 3)			
데이터센터 에너지 효율성 향상 시스템	데이터센터 전력·냉각 인프라를 AI 기반 예측제어·분포생성 통합제어 기술 (TRL : 3)			<ul style="list-style-type: none"> • 데이터센터 AI 예측제어 에너지 효율 극대화 • 고효율 전력기기 설계·제조로 전력품질 최적화 • 지능형 냉각·열관리로 전력소비 절감 • 통합 에너지 플랫폼으로 스마트 운영체계 구현
	AI 기반 에너지·열부하 예측 및 분포생성 통합제어 기술 (TRL : 3)			
	고효율 냉각구조 모듈 기반 지능형 인력 냉각 기술 (TRL : 4)			
	데이터센터용 고압·고효율 전력기기 기술 (TRL : 4) 데이터센터용 지능형 에너지관리 플랫폼 기술 (TRL : 4)			
ESS 안정성 향상 및 운영 시스템	에너지저장시스템의 안정성과 효율성을 향상하고, 화재 등 사고 발생을 예방하며, 사고 발생 시 피해 확대를 방지하는 기술			<ul style="list-style-type: none"> • 통합 제어 및 보호 시스템, 대용량 ESS에 적용 가능한 열 관리 및 냉각 기술, AI 기반 화재 발생 전조 현상 조기 감지 및 화재 진압 시스템 개발 • 차세대 장주기 에너지저장 시스템 구현을 위한 핵심 기술개발
	시스템 제어 및 보호 기술 (TRL : 7)			
	열 관리 및 냉각 기술 (TRL : 7)			
	화재 감지 및 소화 시스템 (TRL : 5) 장주기 에너지 저장 기술 (TRL : 4)			
해상풍력용 핵심 부품	해상풍력 발전의 효율·신뢰성 향상을 위해 터빈·블레이드·하부구조물 등 핵심 부품의 설계·제작·성능 개선·국산화를 목표로 하는 기술			<ul style="list-style-type: none"> • 고신뢰·고효율 핵심부품 개발 • 터빈·블레이드·제어·하부구조물에 대한 기술 경쟁력 확보 및 국산화
	해상풍력 터빈 부품 생산 기술 (TRL : 5)			
	해상풍력 블레이드 시험 기술 (TRL : 5)			
	해상풍력 제어 시스템 (TRL : 5) 해상풍력 하부구조물 제조 기술 (TRL : 5)			
차세대 수소 생산·저장 시스템	친환경적이고 경제적, 효율적인 수소 생산 기술과 안전하고 부피 효율적인 수소 저장 기술을 포함하는 시스템			<ul style="list-style-type: none"> • 수소 생산 환경영향 비용 저감 및 고효율 저장·운송 기술 확보 • 수소 활용 확대와 은상가스 감축을 통한 수소경제 국제 경쟁력 강화
	생물학적 수소 생산 기술 (TRL : 4)			
	고효율 촉매 사용 수전해 기술 (TRL : 4)			
	분리막 기술 개선 (TRL : 4) 차세대 수소 저장 기술 (TRL : 6)			

[무탄소 에너지 전환 전략품목 로드맵]