

(서남권) 2026년도 지역혁신클러스터육성(R&D) 지원계획

1

지원 분야

○ (지원산업) 지역혁신클러스터 특화산업

권역	지역	산업명	정의
서남권	전남	에너지 신산업	○ 기후변화 대응, 미래 에너지 개발, 에너지 안보, 수요관리, 에너지효율 향상 등 에너지 분야의 주요 현안을 해결하는 산업
	광주	에너지 및 미래차	○ 하이브리드 EMS 기술을 기반으로 신재생 에너지 분산전원 기술과 수소에너지 기술을 통합하는 분산발전설비 분야, 효율적인 에너지관리 및 운영시스템 개발을 위해 ICT 기술을 적용한 에너지 융·복합 산업

○ (지원범위)

- 전남

구분	주요품목 및 내용	관련 한국표준산업분류		
		구분	KSIC	항목명
IoT 접목 지능형 전력시스템	○ 실시간 전력계통 해석 및 안정화 기술개발	핵심 (5)	28121	전기회로 개폐, 보호 장치 제조업
			28123	배전반 및 전기 자동제어반 제조업
			35114	태양력 발전업
			58221	시스템 소프트웨어 개발 및 공급업
			58222	응용 소프트웨어 개발 및 공급업
신재생 에너지 설비	○ 신재생에너지(태양광, 풍력, 수소, 이차전지 등) 핵심 소재부품 개발 및 미래형전력망(HVDC, MVDC, LVDC 연관 부품) 기술개발	연관 (15)	20202	합성수지 및 기타 플라스틱 물질 제조업
			26299	그 외 기타 전자 부품 제조업
			27213	물질 검사, 측정 및 분석기구 제조업
			27214	속도계 및 적산계기 제조업
			28111	전동기 및 발전기 제조업
			28112	변압기 제조업
			28119	기타 전기 변환장치 제조업
			28302	기타절연선 및 케이블제조업
에너지 저장·관리 시스템(ESS)	○ 대용량 ESS 운영 효율을 위한 기술 개발	연관 (15)	28429	기타 조명장치 제조업
			28909	그외 기타 전기장비 제조업
			29172	공기조화장치 제조업
			29176	증류기, 열교환기 및 가스발생기 제조업
			35119	기타 발전업
			42311	일반 전기공사업
			72129	기타 엔지니어링 서비스업

- 광주

구분	주요품목 및 내용	관련 한국표준산업분류			
분산발전 시스템	○ 하이브리드 EMS 기술을 기반으로 태양광·풍력·수소 등 신재생 에너지 분산전원 기술을 통합하는 분산발전·설비 분야 * 분산발전, 연료전지, 수소에너지 등	구분 핵심 (5)	KSIC 28111 28123 29176 28202 26299	항목명 전동기 및 발전기 제조업 배전반 및 전기자동 제어반 제조업 증류기, 열교환기 및 가스발생기 제조업 축전지 제조업 그 외 기타전자부품 제조업	
		연관 (15)	28119	기타 전기변환장치 제조업	
			28112	변압기 제조업	
			29174	기체 여과기 제조업	
			28201	일차전지 제조업	
28114	에너지저장장치 제조업				
26129	기타 반도체 소자 제조업				
26224	전자 부품 실장기판 제조업				
27215	기기용 자동 측정 및 제어장치 제조업				
29299	그 외 기타 특수 목적용 기계 제조업				
58221	시스템 소프트웨어 개발 및 공급업				
에너지저장 시스템	○ 지능형 전력망과 연계한 에너지 변환 장치 및 차세대 ESS 개발 등 * 배터리, ESS, 미래차 연관산업 등	58222	응용 소프트웨어 개발 및 공급업		
		28122	전기회로 접속장치 제조업		
		26294	전자코일, 변성기 및 기타 전자 유도자 제조업		
		28302	기타 절연선 및 케이블 제조업		
		28303	절연 코드세트 및 기타 도체 제조업		
		에너지 관리시스템	○ 전력망 ESS 통합시스템 지능형 전력망이 구현된 스마트시티, 에너지프로슈머 등 * AI, ICT 및 EMS, 전력시스템 등		

2-1. 지역혁신클러스터 고도화

○ (지원대상) 지역혁신융복합단지 내 기업 및 비영리기관

* 시도별 지역혁신융복합단지 지정 현황은 [붙임2] 참고 및 지역별 문의처로 확인

* 주관연구개발기관 및 공동연구개발기관 지원자격은 공고문 「4-1. 지원분야 및 신청자격」 참고

○ (지원방식) 선도형R&D, 협력형R&D, 자유공모형R&D

지원유형	'26년 예산	공모방식	과제당 지원규모
① 선도형R&D	5,642백만원	지정공모	붙임 RFP 참고
② 협력형R&D	1,400백만원	품목지정, 자유공모	붙임 품목개요서 참고
③ 기회발전특구R&D	1,000백만원	자유공모	5억원 내외/년

○ (지원대상 과제목록) 각 과제의 RFP 및 품목개요서 참조

지원유형	지역	구분	과제명/품목명	붙임 번호
①선도형R&D	전남	총괄	직류 기반 지산지소형 스마트팜 에너지 통합 플랫폼 구축	2(전남)-1
		세부1	하이브리드 전력변환 및 마이크로그리드 제어기술	2(전남)-2
		세부2	AI기반 스마트팜 에너지 관리시스템 및 자산관리시스템 개발	2(전남)-3
	광주	총괄	AI기반 차세대 이차전지 상용화 기술 실증 및 성능평가	2(광주)-1
		세부1	차세대 이차전지 상용화 기술 및 패키징 기술 개발	2(광주)-2
		세부2	Physical AI 기반 탄소저감 배터리 제조장비 및 시스템 개발	2(광주)-3
		세부3	디지털트윈 통합관제 시스템 및 생산성 고도화 기술 개발	2(광주)-4
②협력형R&D	-	품목1	다중전원(PEMFC-PV-ESS-DG) 활용 200kW급 이동형 환형 마이크로그리드 개발 및 실증	3-1
		품목2	계통 유연성 향상을 위한 AI 기반 수직형 태양광 발전 시스템 개발 및 실증	3-2
		품목3	다양한 분산전원을 고려한 직류 스마트커넥터 및 AI기반 최적 모니터링 플랫폼 개발	3-3
③기회발전특구 R&D	-	자유	자유공모	-

* 지원규모 및 기간, 연구내용 등은 평가결과에 따라 변동될 수 있음

2-2. 거점기관 개방형혁신

- (지원대상) 지역혁신융복합단지 내 기업 및 비영리기관
 - * 시도별 지역혁신융복합단지 지정 현황은 [붙임1] 참고 및 문의처로 확인
 - * 주관연구개발기관 및 공동연구개발기관 지원자격은 공고문 「4-1. 지원분야 및 신청자격」 참고
- (주요내용) 클러스터 중심 거점 구축, 인프라 활용, 연계 R&D 등 추진
 - * 신규 연구개발과제는 세부연구개발과제로서 총괄연구개발과제와 협약을 체결하고 총괄연구개발과제와 연계하여 R&D 수행 필수

구 분	주요내용
오픈랩 연계R&D (세부과제)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 해당 지역의 앵커·중핵기업, 이전공공기관 등의 수요와 경제적 파급효과를 고려한 오픈랩 연계 R&D 지원 - 지역경제 활성화에 기여도가 클 것으로 기대되는 클러스터 특화 산업 분야의 유망품목·기술을 구현 및 사업화 추진 - 오픈랩(총괄과제) 연계를 통해 전문지식 및 다양한 인프라를 활용하며 지역 혁신기관(지역대학, 연구기관, TP 등)과 협업 추진

- (지원방식) 오픈랩 운영 및 연계 R&D 지원

공모방식	과제당 지원규모	연구개발기간
품목지정 및 자유공모	붙임 품목개요서 참고 (세부) 3~5억원/년	○ 2026.04.01.~2027.12.31.(21개월)

- (지원대상 과제목록) 각 과제의 RFP 및 품목개요서 참조

지역	구분	품목명	붙임 번호
전남	세부 1	글로벌 스마트팜용 마이크로그리드 기반 스마트 재배하우스 시스템 구축	4(전남)-1
	세부 2	글로벌 스마트팜용 마이크로그리드 기반 통합 관리 플랫폼 개발	4(전남)-2
	세부 3	글로벌 에너지 자립형 저온시설 운영을 위한 지능형 복합(열+전기) 에너지 공급 시스템 구축	4(전남)-3
광주	세부 1	글로벌 진출형 분산에너지 기반 V2X 전기차 충전 전력 공급 시스템 개발	4(광주)-1
	세부 2	글로벌 진출형 V2X 스테이션 구축 및 운영을 위한 AI EMS 개발	4(광주)-2

- (지방비 매칭) 거점기관 개방형혁신 사업의 경우 지방비 투자 필수

지역명	국비 대 지방비 비율
전남	65 : 35

* '전남' 지역은 상기 비율로 신규과제에 지방비를 매칭하며, '광주' 지역은 비매칭

3

문의처

담당기관	문의 전화	주소
(재)전남지역산업진흥원	061-339-9722	전라남도 나주시 그린로 370 에너지밸리기업개발원 1층
(재)광주지역산업진흥원	062-604-9126	광주광역시 북구 추암로 245 광주이노비즈센터 9층

* 신청·접수, 지역별 R&D 지원계획, 연구개발계획서 작성, 지역혁신융복합단지 위치 확인 및 기타 문의사항 등

□ 전남

유형	위치	면적(km ²)
① 산업단지	나주일반산업단지, 나주혁신산업단지, 신도일반산업단지, 대마전기자동차산업단지, 빛그린국가산업단지(전라남도), 장성나노산업단지, 동함평일반산업단지, 나주동수농공단지, 나주오랑농공단지	5.81
② 연구개발특구	장성 첨단 3지구(광주연구개발특구), 빛가람혁신도시(나주강소연구개발특구), 나주혁신산업단지(나주강소연구개발특구)	1.03 (1.69)
③ 혁신도시개발예정지구	빛가람혁신도시	1.8
④ 규제자유특구	빛가람혁신도시, 나주일반산업단지, 나주혁신산업단지, 대마전기자동차산업단지, 나주 동수농공단지, 나주 오랑농공단지	(4.97)
⑤ 에너지신산업융복합단지	빛가람혁신도시, 나주혁신산업단지, 신도일반산업단지, 나주일반산업단지, 빛그린국가산업단지(전라남도), 장성나노산업단지	(5.55)
합 계		8.64

□ 광주

유형	위치	면적(km ²)
① 산업단지	첨단과학국가산업단지(1단계), 첨단과학국가산업단지(2단계), 진곡일반산업단지, 빛그린국가산업단지(광주), 평동1~2차일반산업단지, 평동3차일반산업단지, 하남일반산업단지, 남구도시첨단국가산업단지, 에너지밸리일반산업단지	15.00
② 연구개발특구	첨단과학국가산업단지(1단계), 첨단과학국가산업단지(2단계), 진곡일반산업단지	(4.54)
③ 규제자유특구	첨단과학국가산업단지(1단계), 첨단과학국가산업단지(2단계), 진곡일반산업단지, 평동1~2차일반산업단지, 평동3차일반산업단지, 하남일반산업단지	(12.99)
④ 에너지신산업융복합단지	첨단과학국가산업단지(1단계), 첨단과학국가산업단지(2단계), 빛그린국가산업단지(광주), 평동1~2차일반산업단지, 평동3차일반산업단지, 남구도시첨단국가산업단지, 에너지밸리일반산업단지	(9.40)
합 계		15.00

□ 총괄과제 RFP

지역혁신클러스터육성(R&D) 과제제안요구서(RFP)				
중앙행정기관명	산업통상자원부		전문기관명	한국산업기술진흥원
사업유형	기술개발		사업명	지역혁신클러스터육성(R&D)
선정방식	지정공모		지역명	전남
과제유형	<input type="checkbox"/> 원천기술형 <input checked="" type="checkbox"/> 혁신제품형		안전관리 과제	<input type="checkbox"/> 해당 <input type="checkbox"/> 비해당
산업기술분류	중분류 I	중분류 II	지원유형	선도형R&D
	전가미래형 전기기술	지능형전력망-배 전		
연구개발 과제명	총괄	직류 기반 지산지소형 스마트팜 에너지 통합 플랫폼 구축		
	세부1	하이브리드 전력변환 및 마이크로그리드 제어기술		
	세부2	Si기반 스마트팜 에너지 관리시스템 및 자산관리시스템 개발		

1. 개념 및 정의

□ 개념

- 직류기반의 에너지 인프라 기술과 스마트팜 농업환경 제어기술을 융합하여, 지역단위에서 에너지의 생산·저장·소비·거리가 순환되는 지산지소형 농업·에너지 융합 플랫폼을 구축
- 직류 기반 스마트팜 통합 에너지 플랫폼은 농촌지역의 신재생에너지 자원을 효율적으로 관리하기 위해 AC/DC 및 DC/DC 전력변환, ESS, PME, AMI, XEMS를 통합한 지능형 에너지관리 시스템
- 직류배전 기반 하이브리드 마이크로그리드를 중심으로, 스마트팜 설비·전력·거래를 통합 제어하며, 농가의 자립형 전력망을 구축하고 지역단위의 에너지 순환경제를 실현
- E-Money 및 Fintech를 통해 생산·소비·거래의 경제 흐름을 디지털화하여, 지역내 P2P 전력거래 및 지역화폐 등 기반 경제순환을 실현
- 단순한 에너지 관리 시스템이 아닌, 농업생산 자동화, 에너지 자립, 지역경제 순환을 통합 지원하는 스마트팜-에너지 융합형 지역 플랫폼을 완성 후 상용화하는 것을 목표로 함

□ 산업동향

- 국내 스마트팜은 1세대(환경제어) → 2세대(IoT/데이터 기반 관리) → 3세대(AI-에너지 융합형) 단계로 발전 중이지만, 그러나 대부분의 시스템이 AC 전원 중심 구조로, 태양광·ESS 등 재생에너지와의 효율적 연동이 어려움
- 글로벌 시장에서는 스마트 그린하우스와 직류 마이크로그리드 시장이 형성되어 있고, 2024년 약 13억 달러 규모에서 2033년 42억 달러 이상으로 성장(연평균 14%대 성장률) 할 것으로 전망하고 있음
- 네덜란드·유럽 온실 산업에서는 온실 설비(LED, 팬, 펌프)를 직류배전으로 직접 구동하는

파일럿이 수행되었고, 결과적으로 부품 수명 연장, 에너지 효율 향상 등으로 경제성이 입증되면서 직류배전은 원예·온실 분야에서 매우 유망한 대안이라는 평가를 받고 있음

- 유럽과 일본은 직류 기반 하이브리드 스마트팜을 도입하여, 온실 냉난방, LED 조명, 관수 제어, 배양 환경 제어 시스템을 직류전력으로 직접 구동하는 구조를 상용화하고 있음
- 에너지 측면에서 보면, 스마트팜을 대상으로 에너지 자립도, 최적 운전, 하이브리드 재생 에너지 시스템을 분석하는 연구가 빠르게 늘고 있음

2. 연구개발 목표 및 주요 내용

□ 최종목표

- 본 과제의 최종 목표는 직류 기반 하이브리드 마이크로그리드 기술과 스마트팜 환경제어 기술을 통합한 지역 에너지·농업 융합 플랫폼을 구축하여, 농촌지역에서 에너지의 생산·저장·소비·거래가 자립적으로 이루어지는 지산지소형 스마트팜 에너지 생태계를 완성하는 것임
- 이를 통해 단일 농가 수준의 스마트팜을 넘어, 여러 스마트팜과 지역농가가 하나의 직류 마이크로그리드 커뮤니티로 연결된 Community Energy Farm 모델을 구축하고, 재생에너지 자립률 향상, 농업 생산성 향상, 지역경제 순환 활성화를 실현
- 따라서, 국내 최초의 직류기반 스마트팜-에너지 통합 플랫폼 표준모델을 개발하고, 이를 지역확산 및 국가 표준화까지 연계하여 농업·전력·ICT 산업을 융합하는 새로운 성장 생태계를 구축하는 것을 목표로 함

□ 정량적 목표(연차별 목표치에 대해 표로 작성)

연번	성능지표	단위	국내최고수준	세계최고수준 (보유국, 기업/기관)	달성목표
1	직류 스마트팜 실증단지 구축	개소	-	네델란드 (WUR)	2개소 이상
2	직류기반 스마트팜용 센서 및 부하	종	20종 이상	20종이상	20종
3	에너지 거래 속도	초	1초 이하	1초 이하	1초
4	에너지 거래 성공률	%	95%	95%	95%
5	직류 전력 계측 오차율	%	1% 이하	1% 이하	1% 이하
6	작물 생육효율 향상률	%	20%이상	30~45% (네델란드/Priva)	35% 이상
7	통합 플랫폼 유지관리 비용 절감률	%	20%	35% (네델란드/Priva)	20% 이상
8	통합 플랫폼 전력사용 절감률	%	20%이상	30%이상	20% 이상
9	온실가스 감축률	%	30%이상	30%이상 (EU GreenHouse)	30% 이상
10	표준 / 단체표준	건	-	-	3건

□ 연구내용

- 본 과제는 직류 기반 스마트팜 에너지 통합 플랫폼 구축을 목표로 시스템 아키텍처와 스마트팜 기반을 마련하고, 통합 플랫폼을 구축 및 운영하며, P2P 거래를 포함한 지산지소형 커뮤니티 모델을 구현하여 지역 커뮤니티 확산모델과 표준화 초안을 마련 후 기술확산·사업화·표준화를 위한 최종 모델을 확립함

구분		연구개발 내용
1단계	1차년도	<ul style="list-style-type: none"> ○ 통합 시스템 기본 구조 및 요구사항 정의 <ul style="list-style-type: none"> - 직류 마이크로그리드 + 스마트팜 + AI-EMS + E-Money 시스템 구성 - 각 계층별 기능 및 데이터 흐름 정의(전력/환경/ICT/서비스) ○ 세부 과제 간 인터페이스 명세서 작성 <ul style="list-style-type: none"> - AC/DC, DC/DC, 인버터, PMS 등의 신호·데이터·운전 모드 연계 정의 - AI-EMS, AMI, E-Money, 서버/클라우드 등과의 API/프로토콜 정의 ○ 1차 스마트 팜 실증부지 및 운전 시나리오 설계 <ul style="list-style-type: none"> - 대상 작물, 재배 방식, 연중 에너지 소비 패턴 조사 - 스마트팜용 대상 품종은 이기종의 5종 이상으로 구성 - 연계할 PV·ESS 용량, 전력계통 연계 방식(계통연계/독립운전) 정의 ○ 직류배전 기반의 스마트 팜용 센서 및 부하 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 스마트 팜용 센서 개발 - 스마트 팜용 부하 개발
	2차년도	<ul style="list-style-type: none"> ○ 1차 스마트팜 인프라 구축 <ul style="list-style-type: none"> - AC/DC, DC/DC, 인버터, ESS 및 AI-EMS 연동 환경(서버, 네트워크, 계측 시스템) 구축 ○ 통합 운전 시나리오 설계 및 수행 <ul style="list-style-type: none"> - 정상시, 피크 시, 정전/고장 시, 독립운전 등 운전 모드 시나리오 설계 - 계절·시간대별 대표 운전 케이스 선정 및 실증 계획 수립 ○ 데이터 수집 및 기초 분석 <ul style="list-style-type: none"> - 전력(전압, 전류, 전력, 변환 효율), 환경(온습도, CO₂, 광량), 작물(생육지표) 데이터 수집 - 기초 통계 분석 수행 및 문제점·개선 요구사항 도출
2단계	3차년도	<ul style="list-style-type: none"> ○ 2차 스마트 팜 인프라 구축 <ul style="list-style-type: none"> - 개선형 직류 기반 통합 플랫폼 설계 ○ 두 실증 스마트팜의 통합 운영 시나리오 설계 <ul style="list-style-type: none"> - 계통 연계형, 마이크로그리드형 커뮤니티 운전 시나리오 정의 ○ 지산지소형 P2P 거래 실증 <ul style="list-style-type: none"> - E-Money, P2P 거래 시스템 개발 - 잉여 전력/농산물/서비스 거래 시나리오 설계 및 실증 운용 관리 ○ 통합 성능·경제성 1차 평가 <ul style="list-style-type: none"> - 전력비 절감률, 재생에너지 자립률, 생산성 향상, 거래 활성화 등 중간 성과 분석
	4차년도	<ul style="list-style-type: none"> ○ 직류 스마트팜 커뮤니티 모델 구축 <ul style="list-style-type: none"> - 커뮤니티 단위 에너지 흐름, 거래, 공동 ESS 운영 시스템 개발 ○ 지역순환경제 고도화 <ul style="list-style-type: none"> - E-Money 실제 지역 확산 적용 - 농가별 에너지 사용·생산·거래 데이터를 통합한 커뮤니티 EMS 운용 ○ 표준화·안전·운영 기준 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 직류 스마트팜 통합 플랫폼의 상호운용성, 전력·환경 제어 기준, 안전·보호에 대한 표준화 문서 초안
3단계	5차년도	<ul style="list-style-type: none"> ○ 통합 실증 운영 <ul style="list-style-type: none"> - 직류 기반 전력공급 안정성(THD, 효율, 고장복구 등) - 온습도, 광량, 환기 제어 등 자동화 설비 매뉴얼 작성 - 에너지, 환경, 생육 데이터 통합 및 최적화 매뉴얼 작성 - 잉여 전력, 농산물의 실제 거래량, 결제 성공률, 참여 농가 증가율 분석 ○ 표준 / 단체표준 ○ 사업화

3. 정부지원 필요성

□ 정부지원 필요성

- 농촌지역은 민간주도가 어려운 저수익·고위험 기술환경이므로, 정부의 초기 인프라 지원과 실증 지요 지원이 필수적인
- 전력, 농업, 금융이 융합된 복합 기술영역으로서 지자체 단위 실증사업을 통해 표준화가 필요
- R&D 지원을 통해 국내 최초의 직류형 지역 순환형 스마트팜 플랫폼 상용화

□ 지역산업 기여

- 전남형 "스마트팜-에너지 융합 모델"로 발전시켜, 지역 내 2차 창업 및 서비스 산업확산
- 지역 내 중송 전력·ICT 기업의 참여를 유도하여 지역 일자리 창출 및 산업 자립도 제고
- 지산지소형 농업·에너지·경제 융합모델을 통해 지역균형발전 및 탄소중립 목표 달성에 기여

4. 안전관리 중점사항 필요성

□ 과제 관련 안전관련 법령 제도

- (산업안전보건법 및 산업안전보건기준에 관한 규칙) 산업 안전 및 보건에 관한 기준을 확인하고, 그 책임의 소재를 명확하게 하여 산업재해를 예방하고 쾌적한 작업환경을 조성함으로써 노무를 제공하는 사람의 안전 및 보건을 유지·증진함을 목적으로 한 법률
- (전기안전관리법 및 사용전검사 관련 고시)전기재해의 예방과 전기설비 안전관리에 필요한 사항을 규정함으로써 국민의 생명과 재산을 보호하고 공공의 안전을 확보함을 목적

□ 정기 안전점검 및 관리

- 장비·시설의 주기적 점검을 통해 잠재 위험 요인을 사전에 발견하고, 안전관리 기준에 따른 예방조치를 체계적으로 수행함
- 점검 결과는 즉시 기록·관리하여 이상 발생 시 신속한 보수·보완 조치를 통해 작업환경의 안정성과 지속적인 안전성을 확보함

5. 추진체계 및 예산/기간

주관연구개발기관 유형	중소 및 중견 기업	필수참여 기관유형	중소기업 및 연구기관
예산규모(~ 이내)	<ul style="list-style-type: none"> • 1차 연도 : 28.21억원 • 전 체 : 178.61억원 	기술료 징수 여부 (사업화 대상)	징수 (◎), (징수)감면 () (징수)면제 () 비징수 ()

○ 과제별 예산(국비 기준)

(단위: 백만원)

구분	과제명	2026 (9개월)	2027	2028	2029	2030	소계
총괄	직류 기반 지산지소형 스마트팜 에너지 통합 플랫폼 구축	1,021	1,360	1,360	1,360	1,360	6,461
세부1	하이브리드 전력변환 및 마이크로그리드 제어기술	900	1,200	1,200	1,200	1,200	5,700
세부2	AI기반 스마트팜 에너지 관리시스템 및 자산관리시스템 개발	900	1,200	1,200	1,200	1,200	5,700
합계		2,821	3,760	2,561.2	3,760	3,760	17,861

○ 총괄연구개발과제 세부 예산

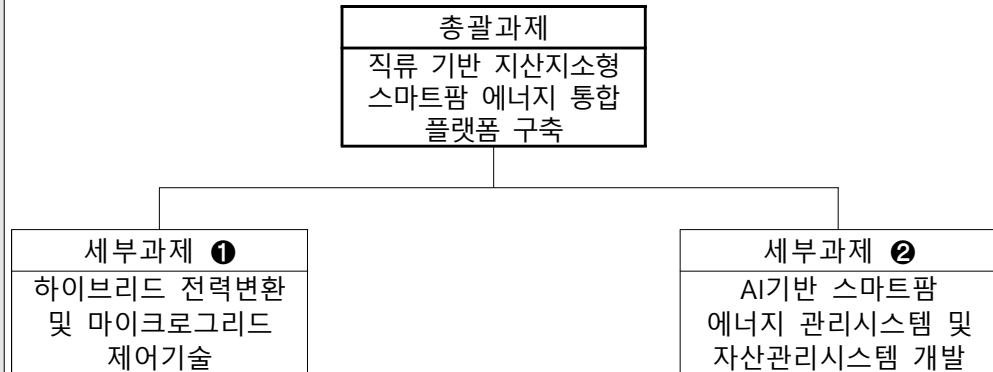
연구개발비 (단위: 천원)	정부지원 연구개발비	기관부담 연구개발비		그 외 기관 등의 지원금				합계			연구개발비 외 지원금
				지방자치단체		기타 ()					
				현금	현금	현물	현금	현물	현금	현물	
총계	6,461,000	318,228	2,864,055					6,779,228	2,864,055	9,643,284	
1단계	1년차	1,021,000	50,288	452,593				1,071,288	452,593	1,523,881	
	2년차	1,360,000	66,985	602,866				1,426,985	602,866	2,029,851	
2단계	3년차	1,360,000	66,985	602,866				1,426,985	602,866	2,029,851	
	4년차	1,360,000	66,985	602,866				1,426,985	602,866	2,029,851	
3단계	5년차	1,360,000	66,985	602,866				1,426,985	602,866	2,029,851	

연구개발과제
특성.유형

- 기술준비단계 착수:(6), 종료:(8)
- 과제구조 : 총괄연구개발과제
- 보안과제 : 일반 , 보안

추진체계

○ 추진체계 : 전라남도 클러스터 내 기업 및 기관 등 컨소시엄 구성



□ 세부과제1 RFP

지역혁신클러스터육성(R&D) 과제제안요구서(RFP)				
중앙행정기관명	산업통상자원부		전문기관명	한국산업기술진흥원
사업유형	기술개발		사업명	지역혁신클러스터육성(R&D)
선정방식	지정공모		지역명	전남
과제유형	<input type="checkbox"/> 원천기술형 <input checked="" type="checkbox"/> 혁신제품형		안전관리 과제	<input type="checkbox"/> 해당 <input checked="" type="checkbox"/> 비해당
산업기술분류	중분류 I	중분류 II	지원유형	선도형R&D
	스마트그리드	신재생에너지		
연구개발 과제명	총괄	직류 기반 지산지소형 스마트팜 에너지 통합 플랫폼 구축		
	세부1	하이브리드 전력변환 및 마이크로그리드 제어기술		
	세부2	AI기반 스마트팜 에너지 관리시스템 및 자산관리시스템 개발		

1. 개념 및 정의

□ 개념

- 스마트팜 단지 및 지역단위 지산지소형 직류 마이크로그리드 구축을 위해, 재생에너지(PV), ESS, 동력부하, AC 계통을 직류 기반에서 통합 운영하는 하이브리드 전력변환 및 마이크로그리드 제어기술 개발을 목표로 함
- AC 농사용 계통과 DC 스마트팜 배전망을 연계하여 높은 전력품질·안정성을 제공하는 AC/DC 하이브리드 그리드포밍 컨버터 개발
- PV·ESS·부하 등 직류 자원 간 전력 흐름을 최적화하고 전압 안정도와 효율을 보장하는 다전압 레벨 DC/DC 전력변환 기술 개발
- 부하 패턴이 상이한 스마트팜 간 에너지 공유·정전 예방을 위한 절연형 DC/DC 기반 SOP(Soft Open Point) 기술 개발
- 다수 운전부하의 회생전력 활용과 효율 향상을 위한 직류 기반 회생형 VFD(Variable Frequency Drive) 개발
- 직류환경과 기존 교류 설비 간 호환성을 위한 DC/AC 인터링킹 컨버터 개발
- PV-ESS-부하-전력변환장치를 하나의 직류 마이크로그리드로 통합하여, 부하 급변·고장·계통 변동 등 다양한 상황에 대응하는 직류 마이크로그리드 실시간 제어기술 확보

□ 정의

- 본 과제의 하이브리드 전력변환 및 마이크로그리드 제어기술은 스마트팜 단지에서 직류 기반 에너지 운영을 실현하기 위해 필요한 전력변환-전력공유-마이크로그리드 제어의 핵심 요소기술을 의미함
- 하이브리드 전력변환 (Hybrid Power Conversion)
 - * AC/DC 그리드포밍 변환
 - * 모듈러 구조 기반 부하분담·효율최적화
 - * 직류 전압 안정화 및 역률제어

- SOP 기반 전력공유 (DC Power Routing / DC Exchange)
 - * 절연형 DC/DC SOP 설계
 - * 사고·정전 시 전력 우회 및 무정전 제어
 - * 스마트팜 간 부하불균형 완화 및 전력 흐름 최적화
- 직류 부하 구동 기술 (DC Load Drive Integration)
 - * 회생형 VFD 기반 동력부하 효율 향상
 - * 직류 버스 회생전력 회류 제어
 - * DC/AC 인터링킹 기반 AC 잔존설비 대응
- 마이크로그리드 제어기술 (DC Microgrid Control Technology)
 - * PV-ESS-부하-변환장치 통합 제어
 - * 전압변동·부하급변·고장 상황 대응 실시간 제어
 - * 전력 품질·안정성·효율 확보를 위한 운영 알고리즘

□ 산업동향

- 직류(LVDC) 기반 배전 도입 확산
 - 해외(독일 DC Industry 등)에서 AC 대비 에너지 사용량 10% 이상 절감 사례 증가
 - 글로벌 제조사(DELTA, 슈나이더 등) 중심으로 DC 기반 전력변환 제품군 상용화 확대
- 그리드포밍 인버터의 중요성 부각
 - 재생에너지 확대에 따라 계통 안정성 확보를 위한 그리드포밍 기반 자율운전 기술 수요 증가
 - 국내는 ESS 중심 연구는 있으나 저압 DC 배전과 그리드포밍 결합 실증은 부족
- 절연형 DC/DC SOP 기술 주목
 - 부하 불균형 해소·정전 예방·전력 공유가 요구되면서 DC SOP(Soft Open Point) 적용 확산
 - 해외(ETH Zurich 등)에서 효율 98% SOP 기술이 제시되어 고효율 전력교환 기술 경쟁 심화
- 직류 기반 동력부하(VFD) 효율화 추세
 - 산업·물류 분야에서 회생형 VFD 도입 증가로 회생전력 활용·효율 향상
 - 스마트팜에서도 FCU·펌프 등 다부하 직류화 시 에너지 절감 효과 명확

2. 연구개발 목표 및 주요 내용

□ 최종목표

- 지역단위 직류 스마트팜 통합 플랫폼의 기반기술로서, 스마트팜 단지의 재생에너지, ESS, 동력부하, AC 계통을 직류 기반에서 통합 운영하기 위한 AC/DC-DC/DC 하이브리드 전력 변환 기술 및 직류 마이크로그리드 제어기술 확보
 - 약계통 환경에서도 안정적 전압·전력 품질을 제공하는 AC/DC 하이브리드 그리드포밍 컨버터 개발
 - 농번기·휴지기 간 전력 공유 및 무정전 운전을 위한 절연형 DC/DC 기반 SOP(Soft Open Point) 기술 개발
 - FCU·펌프·양액기 등 스마트팜 다부하의 효율 향상을 위한 직류 기반 회생형 VFD 및 인터링킹 컨버터 개발
 - PV-ESS-부하-전력변환기-SOP를 단일 DC 마이크로그리드로 통합하여 전압 안정화·전력 흐름 제어·고장 대응이 가능한 운영제어 기술 확보

□ 정량적 목표(연차별 목표치에 대해 표로 작성)

연번	성능지표	단위	국내최고수준	세계최고수준 (보유국, 기업/기관)	달성목표
1	AC/DC 컨버터 효율	%	97	97.5 (SolarEdge)	97.5
2	절연형 DC SOP 효율	%	98	98 (ETH Zurich)	98
3	회생형 VFD 효율	%	98	98 (일본,Yaskawa)	98
4	인터링킹 컨버터 효율	%	N/A	97.5	97.5
5	SOP 독립모드 과도응답	sec	N/A	0.84 (미,S&C Electric)	≤1
6	그리드포밍/팔로잉 전환시간	sec	N/A	—	≤1
7	실시간 전력 공유 응답시간	sec	—	—	≤1
8	표준/단체 표준	건	-	-	2건
9	특허	건	-	-	3건

□ 연구내용

- 스마트팜 단지의 직류 기반 에너지 운영을 위한 전력변환-전력공유-마이크로그리드 제어 기술의 통합 개발
 - AC 농사용 계통의 불안정성을 보완하고 DC 버스를 형성하는 AC/DC 하이브리드 그리드 포밍 변환기 개발
 - PV·ESS·부하 간 다전압 레벨 운용을 위한 절연형 DC/DC 기반 SOP 전력공유·우회·Black-start 제어기 개발
 - 다양한 동력부하의 회생제동·효율 향상을 위한 직류 기반 회생형 VFD 및 DC/AC 인터링킹 컨버터 개발
 - PV·ESS·부하-전력변환기-SOP의 통합 운전을 위한 DC 마이크로그리드 전압 안정화·부하 분담·고장 대응 제어 알고리즘 개발
- * 1단계 (1~2차년도): 핵심기기 설계 및 시제품 개발
- * 2단계 (3~4차년도): 통합 실증 및 제어기술 고도화
- * 3단계 (5차년도): 최적화 및 표준화·확산 기반 구축

구분		연구개발 내용
1단계	1차년도	<ul style="list-style-type: none"> ○ 전남 약계통 환경 분석 및 하이브리드 전력변환 시스템 요구사항 도출 <ul style="list-style-type: none"> - AC/DC 하이브리드 그리드포밍 제어 요구조건 정의 - 직류 SOP 절연 토폴로지 및 고주파 절연 구조 설계 - VFD·인터링킹 컨버터 직류화 구조 설계 - 스마트팜 부하 프로파일 기반 DC 배전망 구성 및 용량 설계 ○ 전력변환기·SOP·부하구동기를 포함한 통합 시스템 구조 설계 <ul style="list-style-type: none"> - 전력 흐름·보호·계측·통신 인터페이스 정의 - 연계 시험환경(HILS/실내 실증) 설계
	2차년도	<ul style="list-style-type: none"> ○ AC/DC 하이브리드 그리드포밍 컨버터 시제품 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 모듈러 구조 기반 부하분담·효율최적 제어 구현 - 역률제어·전압형성·동특성 제어 기능 구현 ○ 절연형 DC/DC SOP 시제품 제작 <ul style="list-style-type: none"> - 실시간 전력 흐름 제어 및 전력 우회 기능 구현 - Black-start 및 무정전 제어 로직 시험

		<ul style="list-style-type: none"> ○ 회생형 VFD 및 인터링킹 컨버터 시제품 제작 - 회생전력 DC 버스 회류 기능 검증 - AC 부하 대응 성능 시험
2단계	3차년도	<ul style="list-style-type: none"> ○ 스마트팜 실증지 기반 DC 마이크로그리드 구축 - AC/DC-SOP-VFD-인터링킹 통합 연동 - SOP 전력 공유·과도응답·부하 불균형 대응 시험 - 계통 급변·고장 시나리오에서의 전력 안정화 제어 고도화
	4차년도	<ul style="list-style-type: none"> ○ 실증지 기반 장기운전 검증 - DC 전압 유지율·전력효율·회생효율·전력품질 검증 - SOP 기반 전력공유·정전 예방·부하편차 완화 성능 분석 - 직류설비 표준사양(정격·보호·통신) 도출 - 유지관리·확산 적용 가이드라인 작성
3단계	5차년도	<ul style="list-style-type: none"> ○ 계절·부하·작물환경을 반영한 최적 제어 알고리즘 고도화 ○ 회생형 VFD·SOP·AC/DC 연계 성능 개선 ○ 직류 스마트팜 마이크로그리드 확산 모델·사업화 기반 자료 작성 ○ 표준화·규격화 문서 초안 작성 및 확산 준비

3. 정부지원 필요성

□ 정부지원 필요성

- 농업용 전기요금 급등과 스마트팜의 전력수요 증가에 대응할 수 있는 고효율·고신뢰 전력 변환 및 직류 마이크로그리드 기술 개발이 시급
 - 최근 3년간 농업용 전기요금 74% 상승, 시설원에 자동화 증가에 따른 전력비 부담 확대
 - 펌프·FCU·양액기 등 농업 설비는 전압 변동·정전에 민감하여 안정적 전력변환·전력품질 확보 기술이 필수
 - 직류 기반 전력변환·SOP·VFD·그리드포밍 기술은 시장 초기 단계로 민간 단독 투자에 한계
- 직류배전·SOP·그리드포밍 기술은 해외에서 빠르게 상용화되고 있으나 국내는 실증·표준화 기반이 부족하여 정부 지원을 통한 기술 자립이 필요
 - 해외 기업(SolarEdge, Delta, Schneider 등)은 DC 기반 전력변환 및 그리드포밍 상용 제품군 확대 중
 - 국내는 LVDC 실증 경험이 존재하나 DC SOP·직류화 부하·통합 DC MG 제어기술은 미개발 영역
 - 국가 차원의 실증을 통해 국산 기술 경쟁력 확보·수입장비 의존도 완화 필요

□ 지역산업 기여

- 전남 농업·에너지 산업의 동시 발전을 위한 핵심 전력 인프라 국산화
 - 지역 주요 산업인 스마트팜·재생에너지·전력기기 분야의 핵심기술(AC/DC, DC/DC SOP, VFD)의 국산 개발이 지역 산업 활성화로 직결
 - DC 기반 스마트팜으로 전환 시 농가 전력비 절감·정전 피해 감소·설비 수명 연장 등 지역 경제 효과 기대
- 전남형 차세대 전력망 구축사업·스마트팜 밸리 등 지역 실증 기반과 직접 연계되는 기술 개발
 - 전남은 정부 주도의 차세대 전력망 구축사업의 핵심 대상지로, 직류 마이크로그리드 기술 연계 실증 가능성 매우 높음
 - 지역 대학·기업·연구기관이 함께 참여하는 전력전자·MG 신산업 클러스터 형성에 기여

4. 안전관리 중점사항 필요성

□ 과제 관련 안전관련 법령 제도

- 본 과제는 AC/DC 컨버터, DC/DC SOP, 회생형 VFD, DC 배전망 등 고전압·고전류 전력변환 장치의 실증·시험이 포함되어 관련 법령에 따른 안전관리 체계 구축이 필수
 - 산업안전보건법: 고전압 전기설비·전력전자장치 시험 시 안전보건관리책임자 및 관리감독자 지정 의무
 - 연구실 안전환경 조성에 관한 법률: 전력전자 실험·실증 장비 구축 시 연구실책임자 지정 및 위험성평가 시행 필수
 - 저압직류배전·전력변환장치 적용 시 절연, 차단기능, 감전방지, 과전압·과전류 보호 등 전기안전에 관한 KEC/IEC 규격 적용 필요

□ 정기 안전점검 및 관리

- 정기점검을 통한 전력변환장치·SOP·VFD의 기능 안전 점검
 - 일상점검을 통한 전기·소방·일반 안전관리 체계 운영
 - AC/DC·DC/DC 변환장치의 절연, 누전, 온도상승, 차단반응 등 전기적 안전성 검증
 - 직류 배전망의 지락·단락 시 보호계전 동작 확인
 - 실증 대상지 환경에서 부하·PV·ESS 연계 운전 시 비정상 전압·과도상태·고장전류 발생 조건에 대한 정기 시험 필요

5. 추진체계 및 예산/기간

주관연구개발기관 유형	중소 및 중견 기업	필수참여 기관유형	중소기업 및 연구기관
예산규모(~ 이내)	<ul style="list-style-type: none"> • 1차 연도 : 9억원 • 전 체 : 57억원 	기술료 징수 여부 (사업화 대상)	징수 (■), (징수)감면 () (징수)면제 () 비징수 ()

○ 세부연구개발과제 예산

연구개발비 (단위: 천원)	정부지원 연구개발비	기관부담 연구개발비			그 외 기관 등의 지원금				합계			연구개발비 외 지원금
		현금	현금	현물	지방자치단체		기타 ()		현금	현물	합계	
					현금	현물	현금	현물				
총계	5,700,000	280,746	2,526,716					5,980,746	2,526,716	8,507,463		
1단계	1년차	900,000	44,328	398,955				944,328	398,955	1,343,284		
	2년차	1,200,000	59,104	531,940				1,259,104	531,940	1,791,045		
2단계	3년차	1,200,000	59,104	531,940				1,259,104	531,940	1,791,045		
	4년차	1,200,000	59,104	531,940				1,259,104	531,940	1,791,045		
3단계	5년차	1,200,000	59,104	531,940				1,259,104	531,940	1,791,045		

연구개발과제 특성·유형	<input type="checkbox"/> 기술준비단계 착수:(6), 종료:(8) <input type="checkbox"/> 과제구조 연구개발과제() 총괄연구개발과제(■) <input type="checkbox"/> 보안과제 일반 (■), 보안 ()
--------------	--

□ 세부과제2 RFP

지역혁신클러스터육성(R&D) 과제제안요구서(RFP)				
중앙행정기관명	산업통상자원부		전문기관명	한국산업기술진흥원
사업유형	기술개발		사업명	지역혁신클러스터육성(R&D)
선정방식	지정공모		지역명	
과제유형	<input type="checkbox"/> 원천기술형 <input checked="" type="checkbox"/> 혁신제품형		안전관리 과제	<input type="checkbox"/> 해당 <input checked="" type="checkbox"/> 비해당
산업기술분류	중분류 I	중분류 II	지원유형	선도형R&D
	전력IT	송-배전계통		
연구개발 과제명	총괄	직류 기반 지산지소형 스마트팜 에너지 통합 플랫폼 구축		
	세부1	하이브리드 전력변환 및 마이크로그리드 제어기술		
	세부2	AI기반 스마트팜 에너지 관리시스템 및 자산관리시스템 개발		

1. 개념 및 정의

□ 개념

- 직류기반 지산지소형 스마트팜 단지에서 사용하는 전력, 설비 및 운영 데이터를 기반으로 AI기반 에너지관리 시스템, 자산관리, FMEA/FTA기반 고장 신뢰성 관리 시스템을 구축하며, 다중 팜간의 연동 인터페이스 기술 개발하고, E-Money/핀테크 기반 지역 순환형 솔루션을 구축
 - 스마트팜의 부하 특성 및 기 설치되었거나 설치예정인 재생에너지원 특성을 고려한 스마트팜의 최적운동을 수행하며, 총괄과제에서 수행할 통합 운영을 위한 데이터를 제공
 - 설비 자산 관리 및 설비 고장 진단 최적화로 설비의 신뢰도 및 가동율 향상
 - 세부 1과제에서 제공하는 DC배전 및 전력변환장치와의 연동
 - 스마트팜에 대한 주요 정보를 총괄과제의 통합운영 플랫폼과 연동
- 스마트팜 에너지 최적화, P2P 전력 거래, 설비 예지보전을 통합한 차세대 스마트팜 운영 시스템으로써, DC배전 기반 스마트팜의 효율적 운영 및 전력 중개 플랫폼을 구축하여 농가 수익성 향상을 위한 에너지 비용 절감 및 재생에너지 활용 극대화

□ 산업동향

- 스마트팜 산업 동향
 - 팜의 환경제어 (냉난방, 양액, CO2, 펌프 등)에서 전력 의존도가 크게 증가하고 있음
 - 스마트팜 시장은 20년 2.4억 달러에서 25년 4.9억 달러로 연평균 15.5% 성장하고 있음.
 - AI기반 생육 최적화 기술이 적용이 되고 있으며, 에너지 자립형 스마트팜이 확대되고 있음.
 - 농업 생산단가 중 전력설비 운영비 비중 증가로 EMS에 대한 필요성이 증가되고 있음.
- 유관 시장에 대한 확대
 - 스마트팩토리에서 검증된 AI기반 예지보전 기술이 스마트 팜으로 확산되며, 새로운 시장 창출
 - RE100 확산에 따른 재생에너지 적용으로 집합/통합 운영으로 에너지효율 향상 및 전력거래, 향후 탄소크레딧 확보등 다양한 비용 절감, 수익 향상 가능한 환경으로 바뀌고 있음

2. 연구개발 목표 및 주요 내용

□ 최종목표

- DC배전 기반 스마트팜의 에너지 효율 극대화 및 수익성 향상을 위해, AI기반 EMS, 전력 거래플랫폼 및 자산관리 시스템을 개발하여 농가 전력비용 10% 이상 절감 및 RE100 대응 전력거래 생태계를 구축
 - **에너지효율 극대화:** AI기반 EMS를 통한 스마트팜 에너지 사용 최적화 및 재생에너지 활용률 극대화
 - **전력거래 생태계 구축:** SOP기반 P2P 전력거래 플랫폼 개발로 스마트팜 간 직접 전력거래 활성화
 - **자산관리 최적화:** AI기반 예지 보전 시스템 및 FMEA/FTA 적용으로 설비 신뢰성 향상 및 가동율 향상을 통한 유지보수 비용 절감
 - **농가 수익성 향상:** 에너지 비용 절감, 전력판매 수익 창출 및 설비 효율화를 통한 농가 소득 증대
 - **RE100 대응:** 재생에너지 기반 전력거래 시스템으로 농업분야 탄소중립 기여

□ 정량적 목표(연차별 목표치에 대해 표로 작성)

연번	성능지표	단위	국내최고수준	세계최고수준 (보유국, 기업/기관)	달성목표
1	스마트팜 에너지 비용 절감율	%	-	15% (네델란드)	CBL대비 15%
2	스마트팜 가동율	%	85%	95% (이스라엘 Netafim)	95% 이상
3	스마트팜 유지관리 비용 절감율	%	10%	20% (네델란드 하이테크온실)	20%
4	에너지-환경 통합제어 자동화율	%	90%	95% (네델란드/Priva)	95% 이상
5	무정전 운영 달성률	%	98%	99.9%	99%
6	실시간 거래 처리 속도	초	3	1초 이내	1초 이내
7	표준	건	-	-	단체표준 1건
8	RE100 달성율	%	-	90% (호주 Sundrop Farms)	80% 이상
9	팜 연계 인터페이스 API	건	-	-	5건 이상
10	특허	건	-	-	2건 이상

□ 연구내용

- 본 과제는 스마트팜들을 DC배전으로 연계하여 스마트팜 자체의 에너지 효율 뿐만 아니라 시스템 전체의 통합 운영을 통한 수익 향상 및 전남 에너지 신산업 생태계 선순환 구조를 확립하는 사업임

- **1-2차년도(1단계):** 스마트팜 에너지·전력 데이터 분석 및 AI 기반 EMS/TMS/AMS 알고리즘 설계, 실시간 부하예측·재생에너지 분석 기반 에너지관리 플랫폼 시제품 개발, SOP 연계형 P2P 전력거래 플랫폼 개발, 전력설비 건전도 지수 및 고장확률(PoF) 산정 모델 개발
- **3-4차년도(2단계):** 실증 데이터 기반 에너지예측 모델 고도화 및 현장제어기 연동·안정성 검증, 실증 스마트팜 간 SOP 연계 전력거래 환경 구축 및 거래 시나리오별 안정성 검증, 에너지관리·전력거래 플랫폼의 성능시험 및 공인시험 기반 안정성 검증, Risk Matrix 기반 고장예측 정확도·민감도·CAPEX/OPEX 절감효과 검증
- **5차년도(3단계):** 전남 지역 스마트팜 실증지 내 EMS/TMS/AMS 통합 플랫폼 전면 적용 및 장기운전 실증, 에너지비용 절감률·설비효율·전력사용량 최적화 성능 검증, RE100 연계 전력거래 모델 경제성 분석 및 농가 수익향상 효과 검증, 통합 에너지관리 매뉴얼·PPA 플랫폼 상용화 모델·스마트팜 자산관리 표준절차 수립
- **최종 성과:** AI 기반 통합 운영 플랫폼(EMS/TMS/AMS)을 통한 농가 전력비용 10% 이상 절감, 직접 PPA 전력거래 생태계 구축 및 RE100 대응, 무정전 운영 99% 달성으로 스마트팜 수익성 향상 및 전남형 에너지 신산업 생태계 조성

구분		연구개발 내용
1단계	1차년도	<ul style="list-style-type: none"> ○ 통합 시스템 기본 구조 및 요구사항 정의 <ul style="list-style-type: none"> - 스마트팜 주요 부하 + 재생에너지 + 스마트팜 + AI-EMS + E-Money 시스템 구성 - 각 계층별 기능 및 데이터 흐름 정의 (전력/환경/ICT/서비스) ○ 세부 과제 간 인터페이스 명세서 작성 <ul style="list-style-type: none"> - AC/DC, DC/DC, 인버터, PMS 등의 신호·데이터·운전 모드 연계 정의 - AI-EMS, AMI, E-Money, 서버/클라우드 등과의 API/프로토콜 정의 ○ 1차 스마트 팜 실증부지 및 운전 시나리오 설계 <ul style="list-style-type: none"> - 대상 작물, 재배 방식, 연중 에너지 소비 패턴 조사 - 연계할 PV-ESS 용량, 전력계통 접속 방식(계통연계/독립운전) 정의 ○ 직류배전 기반의 스마트 팜용 센서 및 부하 검토
	2차년도	<ul style="list-style-type: none"> ○ 통합 플랫폼 SW 및 HW 구축 1차 시제품 제작 <ul style="list-style-type: none"> - 기 정의된 요구사항에 따라 직류배전 인프라 1차 시제품 제작 - 기 정의된 EMS, E-Money, AMS 간 API 연동 완료 - 가상 부하/발전/저장 데이터를 활용한 통신 및 제어 시험 ○ 직류 기반 FTU(Feeder Terminal Unit) 설계 및 구현 <ul style="list-style-type: none"> - 전력품질 감시(전압, 전류, 주파수, 왜곡률) - 실시간 원격 데이터 송수신 및 직류 차단기 연계 ○ 하드웨어 평가 및 보완 <ul style="list-style-type: none"> - PV/ESS/전력변환장치 단위 테스트 및 시험 평가 - AI-EMS와 PMS 간 데이터 인터페이스 호환성 평가 및 개선
2단계	3차년도	<ul style="list-style-type: none"> ○ 실증을 위한 DC 기반 마이크로그리드 구축 <ul style="list-style-type: none"> - DC 마이크로그리드 적용 운영시스템 및 직류 배전 설비 구축 - 스마트팜 자체 전력 최적화 및 에너지 거래 플랫폼 구축 ○ 알고리즘 고도화 및 2차 시제품 제작 <ul style="list-style-type: none"> - AI-EMS 최적화 고도화 - E-Money 기반 에너지 거래 자동화 모듈 고도화 - AMS 예지보전 정확도 개선 및 Risk 기반 유지보수 시스템 설계 ○ 시스템 통합 시험 및 평가 <ul style="list-style-type: none"> - 통합 HW+SW 플랫폼 상호 연동 시험 - 이상 상황(고장, 계통 변동, 부하 급변) 대응 시나리오 테스트

	4차년도	<ul style="list-style-type: none"> ○ 시스템 통합 기능 시험 및 성능 평가 <ul style="list-style-type: none"> - 안전성 테스트(단락, 지락, 과전압, 과전류, 역전류) - 효율 측정: DC 배전 효율, 전력변환 효율, 회생 에너지 활용률 - EMS, E-Money, AMS 각 플랫폼 목표 성능 달성 여부 평가 ○ 공인 시험기관을 통한 인증 시험 지원 <ul style="list-style-type: none"> - 전력변환장치(컨버터, 인버터, SOP) 전기안전 시험 - 통합시스템 EMC/EMI 시험 - 사이버보안 진단 및 보안등급 시험(정보통신망법 등) ○ 표준화 및 특허 출원 <ul style="list-style-type: none"> - 스마트팜 운영 및 제어 관련 표준화 제안 - 핵심 기술 특허 출원(국내외)
3단계	5차년도	<ul style="list-style-type: none"> ○ 전남 실증지 내 장기 운전 및 최적화 <ul style="list-style-type: none"> - 실제 작물 재배 환경에서 1년 이상 연속 운전 - 계절별/기상별/작물 생육 단계별 에너지 사용 패턴 분석 - AI-EMS 학습 데이터 누적 및 예측 모델 재학습 ○ 경제성·환경성 평가 및 보고서 작성 <ul style="list-style-type: none"> - 전력 비용 절감률, 재생에너지 자급률, CO₂ 감축량 산출 - 설비 투자비(CAPEX), 운영비(OPEX) 대비 회수 기간(ROI) 분석 - 농가 수익 개선 효과 및 전남 지역 파급효과 분석 ○ 사업화 및 확산 전략 수립 <ul style="list-style-type: none"> - 통합 플랫폼 상용화 모델 제시 및 마케팅 전략 - 타 지역·작물 적용 확장 가이드라인 제공 - 정부 보조금·민간 투자 유치 방안 마련

3. 정부지원 필요성

□ 정부지원 필요성

○ 농업 분야 에너지 위기 대응

- 농업용 전기요금 3년간 74% 급등: 농가 부담 가중으로 에너지 효율화 기술 개발 시급
- 4세대 자율형 스마트팜 에너지 사용증가: 로봇 기술 도입으로 에너지 사용량 급증 예상으로 선제적 대응 필요
- 스마트팜 확산과 에너지 효율화 병행 필요: 스마트팜 보급 가속화에 따른 에너지 소비증가 문제 해결 필요

○ 국가 정책과의 부합성

- 「제1차 스마트농업 육성 기본계획」(25.1): 스마트팜 에너지 효율화 R&D 강화 명시
- 분산에너지 특별법 시행(24.6): 소규모 전원의 전력시장 참여 제도화에 따른 기술 개발 필요
- 3차 지능형 전력망 기본계획(23.2): 한국형 스마트팜 통합발전소(VPP) 도입 추진과 직접 연계
- 전남형 차세대 전력망 구축사업(25.7): 정부 주도 사업과의 연계 및 실증 필요

□ 지역산업 기여

○ 지역 농업 혁신 및 경쟁력 강화

- 전남 농업 규모: 경지 면적 32.4만ha(전국 최대), 논 면적 전국 19.7%로 스마트팜 전환 잠재력 최대
- 구조적 취약성 극복: 전남 농업의 고령화, 저소득, 낮은 부가가치 문제 해결을 통한 고부가가치 산업 전환
- 청년 농업인 정착 지원: 고흥, 강진 등 지역 청년 농업인 정착사업과 연계한 스마트팜 수익성 개선
- 농가 소득 증대: 에너지 비용 절감, 전력판매 수익, 설비 효율화를 통한 농가 경영개선

- 지역 산업 및 일자리 창출
 - 전문인력 양성 : AI, 에너지 관리, 전력거래 분야 전문인력 양성 및 지역 내 고용 창출
 - 중소기업 참여 확대: 전남 지역 전력기기, ICT, 설비 중소기업의 기술 개발 및 사업 참여 기회 확대
 - 실증 클러스터 구축: 전남 지역 스마트팜 실증 클러스터 조성을 통한 기술 확산 및 산업 생태계 구축

4. 안전관리 중점사항 필요성

□ 과제 관련 안전관련 법령 제도

- (산업안전보건법 및 산업안전보건기준에 관한 규칙) 산업 안전 및 보건에 관한 기준을 확인하고, 그 책임의 소재를 명확하게 하여 산업재해를 예방하고 쾌적한 작업환경을 조성함으로써 노무를 제공하는 사람의 안전 및 보건을 유지·증진함을 목적으로 한 법률
- (전기설비 검사 및 점검의 방법·절차 등에 관한 고시) 전기설비의 사용전검사, 정기검사, 일반용전기설비의 점검, 여러 사람이 이용하는 시설 등에 대한 전기안전점검, 공동주택 등의 안전점검, 특별안전점검 및 응급조치 업무처리에 관하여 적용

□ 정기 안전점검 및 관리

- 장비·시설의 주기적 점검을 통해 잠재 위험 요인을 사전에 발견하고, 안전관리 기준에 따른 예방조치를 체계적으로 수행함
- 점검 결과는 즉시 기록·관리하여 이상 발생 시 신속한 보수·보완 조치를 통해 작업환경의 안정성과 지속적인 안전성을 확보함

5. 추진체계 및 예산/기간

주관연구개발기관 유형	중소 및 중견 기업	필수참여 기관유형	중소기업 및 연구기관
예산규모(~ 이내)	<ul style="list-style-type: none"> • 1차 연도 : 9억원 • 전 체 : 57억원 	기술료 징수 여부 (사업화 대상)	징수 (■), (징수)감면 () (징수)면제 () 비징수 ()

○ 세부연구개발과제 예산

연구개발비 (단위: 천원)	정부지원 연구개발비	기관부담 연구개발비			그 외 기관 등의 지원금				합계			연구개발비 외 지원금
		현금	현금	현물	지방자치단체 기타 ()				현금	현물	합계	
					현금	현물	현금	현물				
총계	5,700,000	280,746	2,526,716					5,980,746	2,526,716	8,507,463		
1단계	1년차	900,000	44,328	398,955				944,328	398,955	1,343,284		
	2년차	1,200,000	59,104	531,940				1,259,104	531,940	1,791,045		
2단계	3년차	1,200,000	59,104	531,940				1,259,104	531,940	1,791,045		
	4년차	1,200,000	59,104	531,940				1,259,104	531,940	1,791,045		
3단계	5년차	1,200,000	59,104	531,940				1,259,104	531,940	1,791,045		

연구개발과제 특성·유형	<input type="checkbox"/> 기술준비단계 착수:(6), 종료:(8) <input type="checkbox"/> 과제구조 연구개발과제() 총괄연구개발과제(■) <input type="checkbox"/> 보안과제 일반 (■), 보안 ()
--------------	---

□ 총괄연구개발과제

지역혁신클러스터육성(R&D) 과제제안요구서(RFP)				
중앙행정기관명	산업통상부		전문기관명	한국산업기술진흥원
사업유형	기술개발		사업명	지역혁신클러스터육성(R&D)
선정방식	지정공모		지역명	광주
과제유형	<input type="checkbox"/> 원천기술형 <input checked="" type="checkbox"/> 혁신제품형		안전관리 과제	<input type="checkbox"/> 해당 <input checked="" type="checkbox"/> 비해당
산업기술분류	중분류 I	중분류 II	지원유형	선도형R&D
	전지	계측기기		
연구개발 과제명	총괄	AI기반 차세대 이차전지 상용화 기술 실증 및 성능평가		
	세부1	차세대 이차전지 상용화 기술 및 패키징 기술 개발		
	세부2	Physical AI 기반 탄소저감 배터리 제조장비 및 시스템 개발		
	세부3	디지털트윈 통합관제 시스템 및 생산성 고도화 기술 개발		

1. 개념 및 정의
<p>□ 개념</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ AI 기반 차세대 이차전지 상용화 기술은 Agentic AI, 온디바이스 AI, 디지털트윈을 결합하여 전고체 중심의 복합 제조공정을 자율화·지능화하는 통합 제조혁신 기술임 - 전고체 이차전지는 고체전해질을 적용하여 누액·폭발 위험을 제거하고 고에너지밀도·고안전성을 동시에 확보할 수 있는 차세대 에너지저장장치로, 공정 변수 제어와 계면 품질 균일성 확보가 핵심임 - AI 기반 정밀공정 제어와 디지털트윈 기반 예측·검증 시스템을 통해 전극-전해질-패키징 전 과정을 최적화하며, 온디바이스 AI 자율제어 장비와 연계하여 에너지 절감·품질 안정화·저탄소 제조 및 생산 기술 <p>□ 산업동향</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 글로벌 이차전지 기술 경쟁이 심화되는 가운데, 국내 이차전지 산업은 리튬이온 배터리 분야에서 세계 최고 수준의 기술력을 보유하고 있으나 차세대 배터리 상용화 지연과 핵심 원자재 해외 의존도가 구조적 제약 요인으로 작용하고 있음 - 차세대 전지는 기술별로 성숙도 차이가 존재하며, 전고체는 파일럿 셀 수준까지 진전된 반면 핵심 소재와 공정은 여전히 초기 단계에 머물러 있고, 리튬황과 나트륨이온은 기초 연구 및 소형 셀 검증 수준으로 상용화까지 추가적인 기술 축적이 요구되는 단계임

- 국내 제조업계는 생산성 향상, 불량률 저감, 에너지 효율 극대화를 목표로 기존 스마트팩토리 수준을 넘어서는 지능형 자율제조 시스템으로의 전환을 가속화하고 있음. 산업통상부는 2028년까지 200개 이상의 'AI 자율제조 선도프로젝트'를 추진하고 있으며, 특히 이차전지 산업은 고도화된 공정 조건과 품질요건을 충족하기 위해 자율제조 기술의 선도적 적용 분야로 주목받고 있음

2. 연구개발 목표 및 주요 내용

□ 최종목표

- AI 기반 자율제조 기술과 디지털트윈 통합관제 시스템을 융합하여 차세대 전고체 이차전지의 제조·성능검증·생산공정을 지능화·고도화하는 혁신 제조라인 통합 실증 및 성능평가
 - 개발된 전고체 이차전지 및 패키징 제품의 성능·신뢰성 검증을 수행하고, 그 결과를 AI 기반 제조장비와 디지털트윈 통합관제시스템에 반영해 공정 최적화 및 품질 향상을 달성
 - 기존의 경험·수기 중심 제조체계를 AI 주도형 지능공정으로 전환함으로써, 소재-공정-장비 간 실시간 최적화, 품질 예측, 자율 관제 기능을 통합한 고효율 제조의 실증을 구축
 - 이를 통해, 공정 자동화·불량률 저감·에너지 효율 향상 등 산업 경쟁력과, 지역 기반 제조 생태계의 디지털 전환을 동시에 촉진함

□ 정량적 목표

연번	성능지표	단위	국내최고수준	세계최고수준 (보유국, 기업/기관)	달성목표
1	성능검증 시험	종	-	-	5종 이상
2	제조혁신라인 실증사이트 구축	건	-	-	1
3	설비·공정·운영 데이터 통합률	%	90	90 (독일, Siemens)	90

□ 연구내용

- AI 기반 차세대 이차전지 상용화 기술 실증 및 성능평가
 - 전고체 이차전지 제조공정 기반과 AI-디지털트윈 융합형 제조기술의 기초체계 확립
 - AI 기반 자율제조 및 디지털트윈 공정 설계 및 시험 평가기술 개발
 - AI 기반 자율제조 및 디지털트윈 공정 설계 및 시험 평가기술 고도화
 - AI 기반 전고체 전지 제조-패키징-관제 전주기 통합 실증 및 상용화 검증
 - AI 기반 차세대 이차전지 제조 상용화 기술 고도화 및 산업 확산 모델 개발

구분		연구개발 내용
1단계	1차년도	<ul style="list-style-type: none"> ○ 이차전지 제조공정 기반과 AI-디지털트윈 융합형 제조기술의 기초체계 확립 - AI 기반 전극제조를 위한 정밀공정 제어 알고리즘 설계 - 온디바이스 AI 하드웨어 및 경량화 모델 설계 - 디지털트윈 기반 가상공정 모델링 및 시뮬레이션 통합관제 시스템 기본 설계 - AI 기반 제조 데이터 취득-적합성 검증체계 수립 및 디지털트윈 연계 데이터 모델 정의 - 이차전지 성능평가 및 표준화 기반 신뢰성 평가 체계 수립 - 세부 간 기술협업체 운영 및 중간 점검 체계 구축
	2차년도	<ul style="list-style-type: none"> ○ AI기반 자율제조 및 디지털트윈 공정 설계 및 시험평가기술 개발 - 지능형 제조장비 적용 온디바이스 AI 모듈 시제품 제작 및 SDK 개발 - 디지털트윈 통합관제시스템을 통한 공정 시뮬레이션-예측-최적화 시나리오 개발 - MES-MES 디지털트윈 연계형 통합관제 시스템 설계 - AI 기반 공정데이터 피드백을 통한 생산성 향상 알고리즘 검증 및 시나리오화 - 이차전지 열적-기계적 안정성 평가, 수명-내구성 검증 시험법 개발
2단계	3차년도	<ul style="list-style-type: none"> ○ AI기반 자율제조 및 디지털트윈 공정 설계 및 시험평가기술 고도화 - 이차전지 자율제조 도메인 특화 온디바이스 AI 모델 개발 - 이차전지 모듈 수준 패키징 및 열관리 기술 평가 방법 개발 - Physical AI 기반 장비의 장기 운전 안정성-에너지 절감 효과 평가방법 개발 - ERP-PLM-ACS 디지털트윈 연계형 통합관제 시스템 및 OLT 실증 사이트 구축 - 협력 네트워크 기반 상호검증(Inter-Lab Test) 및 데이터 신뢰도 확보 기술 개발
	4차년도	<ul style="list-style-type: none"> ○ AI 기반 전고체 전지 제조-패키징-관제 전주기 통합관제시스템 실증 - 배터리 패키지 공정 AI 통합플랫폼 실증 및 운영 - 공정-품질-안전 데이터를 연계한 자율제조-관제 통합 운영 검증 - 디지털트윈 통합관제 시스템의 예측제어-품질분석-안전관리 기능 통합 실증 - 이차전지 표준 성능지표와 신뢰성 평가 기준 확립 및 상용화 시험 프로토콜 수립
3단계	5차년도	<ul style="list-style-type: none"> ○ AI 기반 차세대 이차전지 제조 상용화 기술 고도화 및 산업확산 모델 개발 - Agentic AI 통합관제시스템 기반 산업확산 모델 수립 - 배터리 패키지 공정 AI 통합플랫폼 실증 및 운영 최적화 및 고도화 - 국내외 표준화 대응(IEC, KS 등) 및 시험평가 기관 연계 검증체계 운영 - 기술 표준화, 인증 체계 구축, 지역 산업확산 기반 마련

3. 정부지원 필요성

□ 정부지원 필요성

- 글로벌 배터리 산업이 차세대 전고체 기술 경쟁 단계로 진입함에 따라, 지역 주력기업의 생산 전환과 자율제조 시스템 도입을 지원할 정부의 선제적 기술 전환 지원이 요구됨
- 광주광역시는 자동차-기계-전자 산업 기반의 제조 생태계를 보유하고 있으나, 지역 주력 기업들은 여전히 리튬이온 중심의 기술 고도화 초기 단계에 머물러 있어, 고에너지밀도 전고체 전지 및 AI 기반 제조체계로의 전환에 한계가 있음
- * 전고체 전지는 리튬이온 대비 전해질-계면-적층 구조가 완전히 달라 정밀한 소결 및 압착 공정이 필수이며, AI 기반 품질제어-공정자동화 등의 기술이 결합되어야 양산 품질 확보가 가능함
- * 이러한 기술 전환 단계에서 대기업 중심의 상용화 생태계만으로는 산업 저변 확대가 불가능하므로, 정부의 지역분산형 실증투자과 AI 자율제조 연계 R&D 지원이 필수적임

□ 지역산업 기여

- 정부 지원을 통한 기술 전환이 실현될 경우, 광주는 기존 제조 인프라를 활용해 전고체 배터리와 AI 자율제조 기술을 융합한 신산업 실증 거점으로 도약이 가능하며, 이는 단순한 공정 전환을 넘어, 산·학·연이 협력하여 고도화된 제조혁신 생태계를 조성하는 지역 중심 산업전환 모델로 확장될 것으로 기대됨
- (AI 자율제조 시스템 실증 및 확산) 전고체 배터리는 공정 민감도가 높아 AI 기반 자동화·지능형 제어 기술이 필수적이며, 특히 고체 전해질 기반 전고체 배터리는 리튬이온 대비 공정 환경 제어가 용이하고 소재 합성·계면 형성·적층·소결 등 다변수 조건의 정밀 제어가 요구되어 자율제조에 특화됨. 기존의 "One-man Know-how" 중심 생산 방식을 "AI-driven 협업지식 체계"로 전환하고, 지역 중소 제조기업이 직접 적용 가능한 지능형 자율제조 모델 제시 가능

4. 안전관리 중점사항 필요성

□ 과제 관련 안전관련 법령 제도

- 해당사항 없음

□ 정기 안전점검 및 관리

- 장비·시설의 주기적 점검을 통해 잠재 위험 요인을 사전에 발견하고, 안전관리 기준에 따른 예방조치를 체계적으로 수행함
- 점검 결과는 즉시 기록·관리하여 이상 발생 시 신속한 보수·보완 조치를 통해 작업환경의 안정성과 지속적인 안전성을 확보함

5. 추진체계 및 예산/기간

주관연구개발기관 유형	광주클러스터 산단 내 영리 또는 비영리기관	필수참여 기관유형	해당사항 없음
예산규모(195억 이내)	<ul style="list-style-type: none"> • 1차 연도 : 35억원 • 전 체 : 195억원 	기술료 징수 여부 (사업화 대상)	징수 (v), (징수)감면 () (징수)면제 () 비징수 ()

○ 과제별 예산(국비 기준)

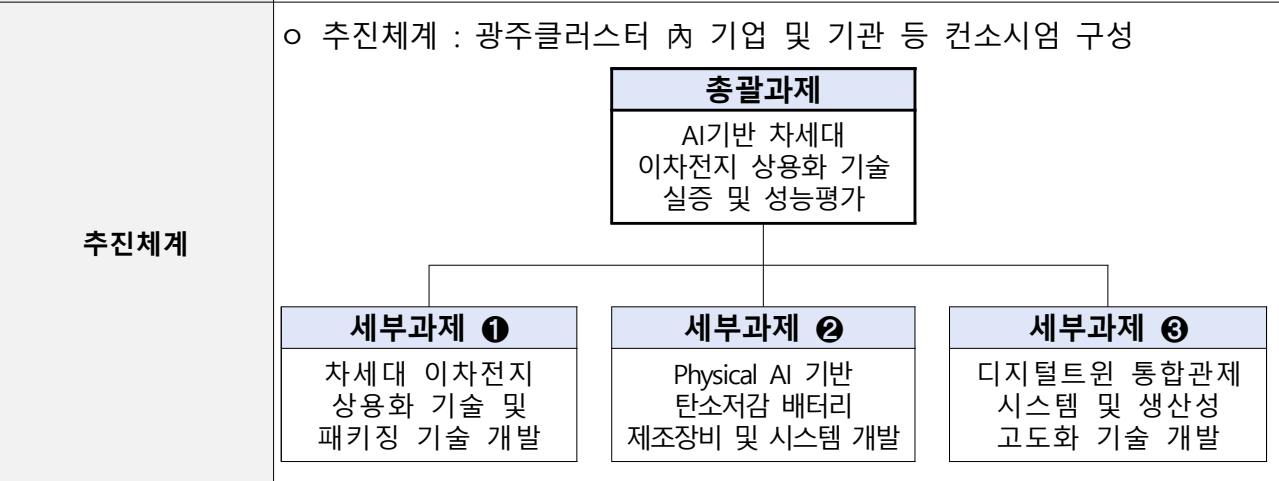
(단위: 백만원)

구분	과제명	2026 (9개월)	2027	2028	2029	2030	소계
총괄	AI기반 차세대 이차전지 상용화 기술 및 실증 성능평가	900	1,000	1,000	1,000	1,000	4,900
세부1	차세대 이차전지 상용화 기술 및 패키징 기술 개발	900	1,000	1,000	1,000	1,000	4,900
세부2	Physcal AI 기반 탄소저감 배터리 제조장비 및 시스템 개발	800	1,000	1,000	1,000	1,000	4,800
세부3	디지털트윈 통합관제 시스템 및 생산성 고도화 기술 개발	900	1,000	1,000	1,000	1,000	4,900
합계		3,500	4,000	4,000	4,000	4,000	19,500

○ 총괄연구개발과제 세부 예산

연구개발비 (단위: 천원)	정부지원 연구개발비	기관부담 연구개발비		그 외 기관 등의 지원금				합계			연구개발비 외 지원금	
				지방자치 단체		기타						
				현금	현금	현물	현금	현물	현금	현물		현금
총계	4,900,000	98,000	882,000	-	-	-	-	4,998,000	882,000	5,880,000		
1단계	1년차	900,000	18,000	162,000	-	-	-	-	918,000	162,000	1,080,000	
	2년차	1,000,000	20,000	180,000	-	-	-	-	1,020,000	180,000	1,200,000	
2단계	1년차	1,000,000	20,000	180,000	-	-	-	-	1,020,000	180,000	1,200,000	
	2년차	1,000,000	20,000	180,000	-	-	-	-	1,020,000	180,000	1,200,000	
3단계	1년차	1,000,000	20,000	180,000	-	-	-	-	1,020,000	180,000	1,200,000	

연구개발과제 특성.유형	<input type="checkbox"/> 기술준비단계 착수:(6), 종료:(8) <input type="checkbox"/> 과제구조 연구개발과제() 총괄연구개발과제(√) <input type="checkbox"/> 보안과제 일반 (√), 보안 ()
-------------------------	--



□ 세부과제1 RFP

지역혁신클러스터육성(R&D) 과제제안요구서(RFP)				
중앙행정기관명	산업통상부		전문기관명	한국산업기술진흥원
사업유형	기술개발		사업명	지역혁신클러스터육성(R&D)
선정방식	지정공모		지역명	광주
과제유형	<input type="checkbox"/> 원천기술형 <input checked="" type="checkbox"/> 혁신제품형		안전관리 과제	<input type="checkbox"/> 해당 <input checked="" type="checkbox"/> 비해당
산업기술분류	중분류 I	중분류 II	지원유형	선도형R&D
	전지	계측기기		
연구개발 과제명	총괄	AI기반 차세대 이차전지 상용화 기술 실증 및 성능평가		
	세부1	차세대 이차전지 상용화 기술 및 패키징 기술 개발		

1. 개념 및 정의

□ 개념

- 고에너지밀도 화재안정성이 강화된 배터리 수요 확산에 따라 지역 이차전지 클러스터의 산업 경쟁력 강화를 위한 시장 수요 대응 전고체 등 차세대 이차전지 핵심 제조 기술 개발 및 고난도 생산 공정을 AI가 스스로 학습·제어하고 차세대 이차전지 생산 및 제조 특화 공정 개선을 통해 생산성 향상, 자율화, 가동율 개선 등 자율제조 혁신 패키징 공정 개발을 목표로 함
- (As-Is) 기존 리튬이온 중심의 배터리 제조공정은 액체 전해질 사용으로 인한 화재 위험과 고성능 구현에 한계가 있었으며, 다단계 제조구조로 인한 낮은 효율과 품질 편차가 큰 단점이 있었음
- (To-Be) 기존의 안전, 품질, 성능 문제를 개선하기 위해 에너지 밀도·안정성·내구성이 좋은 전고체 전지 제조 핵심기술과 AI 기반 자율 제조 시스템을 적용하여, 소재-공정-장비 제조 체계 구축을 통해 차세대 전고체 배터리팩 제조 혁신 및 상용화 기반 마련

□ 산업동향

- 차세대 이차전지의 세계 시장 규모는 7년간 연평균 성장률 10.1%로 증가하며, '22년 약 811.0억 달러에서 '28년 1,447.7억 달러 규모로 성장할 것으로 전망
- 차세대 이차전지 시장은 전기차 및 에너지 저장 시스템의 수요 증가에 따라 급성장이 예상되며, 특히 전고체 배터리는 2027년부터 양산이 시작되어 2035년경 전체 이차전지 시장의 10~13%를 차지할 것으로 전망
- 이러한 성장세는 전기차 보급 확대와 에너지 저장 시스템 시장의 확장에 기인하며, 차세대

이차전지 기술 개발이 산업 경쟁력 확보의 핵심 요소로 부각

- 차세대 이차전지 시장은 향후 10년간 지속적인 성장이 예상되며, 관련 기술 개발과 시장 동향에 대한 지속적인 관심과 투자가 필요

2. 연구개발 목표 및 주요 내용

□ 최종목표

- AI·디지털 기술을 결합한 고에너지밀도·고안전성·고효율 차세대 이차전지 핵심 요소 기술 및 제조 공정 혁신 기술 개발
 - 10Ah, 900 Wh/L급 고용량 전·반고체전지 및 배터리팩 제조 공정 기술 개발
 - 차세대 배터리 패키지 핵심 공정 기술 개발 및 AI 제조 통합모니터링 시스템 실증

□ 정량적 목표(연차별 목표치에 대해 표로 작성)

연번	성능지표	단위	국내최고수준	세계최고수준 (보유국, 기업/기관)	달성목표
1	셀 에너지밀도	Wh/L	600	900 (대한민국, SDI '32년)	900
2	전지 관통 안전성	mm/sec	-	-	10
3	전지 과충전 안전성	%	150	150 (대한민국, KS R ISO 12405-2)	200
4	공정 데이터 수집 공정률	%	-	-	90
5	공정 피드백 제어 공정률	%	-	-	90

□ 연구내용

구분		연구개발 내용
1단계	1차년도	<ul style="list-style-type: none"> ○ 고체전해질 기반 차세대전지 양극 고밀도 전극 제조 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 전·반고체전지용 전극 소재 및 고체전해질 특성 평가 - 양극, 고체전해질, 음극 구조의 셀 특성 평가 - 전·반고체전지에 적합한 건식 및 습식 극판 제조 공정 설계 - 고이온전도성 전·반고체전해질 제조 공정 기술 설계 ○ 배터리 패키지 공정 데이터 수집 인프라 설계 및 구축 <ul style="list-style-type: none"> - 공정 데이터 수집 프로세스 설계 및 적용 - WMS(창고관리시스템) 모니터링 연계 고도화 - 전·반고체전지용 배터리팩 전용 BMS 시스템 설계
	2차년도	<ul style="list-style-type: none"> ○ 고체전해질 기반 차세대전지 양극 고밀도 전극 제조 기술 최적화 <ul style="list-style-type: none"> - 전·반고체전지용 전극 및 고체전해질 제조 공정 최적화 - 고체전해질 및 고분자 바인더 조합 설계 - 단전지 및 복합시트에서의 이온전도도 및 전위차 평가 ○ 배터리 패키지 공정 데이터 기반 제어 인프라 설계 및 구축

		<ul style="list-style-type: none"> - 공정 자동제어 프로세스 설계 및 적용 - MES(생산관리시스템) 모니터링 연계 고도화 ○ 전·전·반고체전지용 배터리팩 전용 BMS 시스템 설계 고도화
2단계	3차년도	<ul style="list-style-type: none"> ○ 고체전해질 기반 차세대전지 핵심 개발 인자 도출 및 공정 기술 개발 - 전극 간 계면 저항 저감 소재 및 공정 기술 개발 - 대면적 양극 고성능화를 위한 전극 균일도 향상 - 1Ah, 700Wh/L 급 전·반고체전지 파우치 타입 설계 ○ 배터리 패키지 제조 공정 고도화 시스템 설계 - 제조 전공정 프로세스 상세화 및 시스템 설계 - ERP(전사적자원관리) 및 PLM(제품수명주기관리) 시스템 모니터링 연계 고도화 ○ 전·반고체전지용 배터리팩 전용 BMS 시스템 성능 검증
	4차년도	<ul style="list-style-type: none"> ○ 고용량 고에너지밀도 전·반고체전지 셀 및 부품 성능-공정 기술 고도화 - 고용량 발현을 위한 전·반고체전지 소재 조성 및 계면 저항 저감 기술 최적화 - 전극·전해질 적층·성형 공정 안정성 확보 - 배터리팩 공정 적용 2Ah, 700 Wh/L 파우치 프로토타입 설계 및 개발 ○ 배터리 패키지 제조공정 시스템 고도화 - 제조 전공정 프로세스 상세화 및 시스템 고도화 - ERP(전사적자원관리) 및 PLM(제품수명주기관리) 시스템 모니터링 연계 고도화 ○ 전·반고체전지용 배터리팩 전용 BMS 시스템 제작 및 실증
3단계	5차년도	<ul style="list-style-type: none"> ○ 고용량·고에너지밀도 전·반고체전지 셀/부품 성능 및 공정 기술 최적화 - 전극·전해질 적층·성형 공정 안정성 최적화 - 배터리팩 제조라인 적용 10Ah, 900 Wh/L 파우치 프로토타입 설계 및 개발 - 출력·화재 안전성 등 시제품 성능 기반 시스템 수준 적용성 검증 ○ 전·반고체전지용 배터리팩 전용 BMS 시스템 적용

3. 정부지원 필요성

□ 정부지원 필요성

- 정부는 미래성장동력 확보와 제조 산업 경쟁력 강화를 위해 첨단 제조 기술과 산업 AI 기술 개발을 적극 지원하고 있음. 이에 해당 과제는 정부의 정책 방향과 정확히 일치하며 국내 기술이 글로벌 표준으로 자리 잡기 위한 기술 선도성을 확보할 수 있는 계기가 됨. 또한 해당 과제를 통해 개발될 기술은 국내 산업계의 스마트 제조 기술 확산과 선도 모델로 활용되어 타 산업에도 적극적으로 확산 적용될 수 있는 기반을 마련할 수 있음
- 차세대전지 모델인 전고체전지의 핵심 기술 개발 지원
 - 고분자계, 산화물계, 황화물계 등 다양한 전고체전지 개발에 대해 1,800억 수준 연구개발 예산 투입 중
 - 배터리 산업의 신성장 동력 확보 기회로 평가되며, 주요 소재부터 양산 기술까지의 전 공정 기술에 대한 국가 기술경쟁력 확보 필요

지역산업 기여

- 광주광역시 모빌리티/에너지 특화 산업 성장 기여
 - 광주광역시 자동차/에너지 특화 산업 클러스터와 결합하여 지역 내 차세대 전고체 배터리의 신성장 동력 확보 및 신규 일자리 창출에 기여
 - 광주광역시 내 배터리 제조 기술력 향상과 관련 기업들의 성장 시너지 효과 창출

4. 안전관리 중점사항 필요성

과제 관련 안전관련 법령 제도

- 해당사항 없음

정기 안전점검 및 관리

- 장비·시설의 주기적 점검을 통해 잠재 위험 요인을 사전에 발견하고, 안전관리 기준에 따른 예방조치를 체계적으로 수행함
- 점검 결과는 즉시 기록·관리하여 이상 발생 시 신속한 보수·보완 조치를 통해 작업환경의 안정성과 지속적인 안전성을 확보함

5. 추진체계 및 예산/기간

주관연구개발기관 유형	광주클러스터 산단 내 영리 또는 비영리기관	필수참여 기관유형	해당사항 없음
예산규모(49억 이내)	<ul style="list-style-type: none"> • 1차 연도 : 9억원 • 전 체 : 49억원 	기술료 징수 여부 (사업화 대상)	징수 (v), (징수)감면 () (징수)면제 () 비징수 ()

○ 세부연구개발과제 예산

연구개발비 (단위: 천원)	정부지원 연구개발 비	기관부담 연구개발비		그 외 기관 등의 지원금				합계			연구 개발 비 외 지원 금	
				지방자치 단체		기타						
				현금	현물	현금	현물	현금	현물	현금		현물
총계	4,900,000	98,000	882,000	-	-	-	-	4,998,000	882,000	5,880,000		
1단계	1년차	900,000	18,000	162,000	-	-	-	-	918,000	162,000	1,080,000	
	2년차	1,000,000	20,000	180,000	-	-	-	-	1,020,000	180,000	1,200,000	
2단계	1년차	1,000,000	20,000	180,000	-	-	-	-	1,020,000	180,000	1,200,000	
	2년차	1,000,000	20,000	180,000	-	-	-	-	1,020,000	180,000	1,200,000	
3단계	1년차	1,000,000	20,000	180,000	-	-	-	-	1,020,000	180,000	1,200,000	

연구개발과제 특성.유형	<input type="checkbox"/> 기술준비단계 착수: (6), 종료:(8) <input type="checkbox"/> 과제구조: 연구개발과제() 총괄연구개발과제(v) <input type="checkbox"/> 보안과제 일반 (v), 보안 ()
-----------------	---

□ 세부과제2 RFP

지역혁신클러스터육성(R&D) 과제제안요구서(RFP)				
중앙행정기관명	산업통상부		전문기관명	한국산업기술진흥원
사업유형	기술개발		사업명	지역혁신클러스터육성(R&D)
선정방식	지정공모		지역명	광주
과제유형	<input type="checkbox"/> 원천기술형 <input checked="" type="checkbox"/> 혁신제품형		안전관리 과제	<input type="checkbox"/> 해당 <input checked="" type="checkbox"/> 비해당
산업기술분류	중분류 I	중분류 II	지원유형	선도형R&D
	전지	계측기기		
연구개발 과제명	총괄	AI기반 차세대 이차전지 상용화 기술 실증 및 성능평가		
	세부2	Physical AI 기반 탄소저감 배터리 제조장비 및 시스템 개발		

1. 개념 및 정의

□ 개념

- 지역 차세대 고에너지 밀도 배터리 제조기반에 AI 비전·디지털 기술을 결합한 AI 기반 자율제조 기술을 통해 고에너지밀도·고안전성·고효율 전고체 등 차세대 이차전지의 비파괴 검사·자율이송·패키징 등 고난도 공정을 지능화·자동화하고, AI 비전검사·듀얼암 협업 로봇·AMR·디지털트윈 기반 통합 관제시스템을 융합한 자율제조 생태계 구축으로 지역 차세대 이차전지 산업의 고부가가치화와 제조 경쟁력 강화를 목표로 함
- **(As-Is)** 광주권 배터리 제조는 설비 중심의 부분 자동화와 공정 간 연계 기술의 도입이 초기 단계이며, 비파괴 검사는 정밀도·처리속도 한계, 패키징/이송은 일부 공정만 자동화되어 전체적인 설비가 독립적으로 운영되는 형태임
- **(To-Be)** 지역 제조기반에 Physical AI를 접목해 공정별 에이전트가 스스로 인지→판단→제어를 수행하는 자율제조 장비·시스템 구현을 통해 차세대 이차전지의 고에너지밀도·고안전·고효율 생산을 달성하고, 자율제조 기반의 고부가가치 산업 시스템 기반 마련

□ 산업동향

- 국내 기술동향
- 국내에서도 AOI 장비 업체들이 3D AOI 쪽에 주목 중이고, EV/배터리 분야를 타깃으로 한 멀티스펙트럼·3D 융합 기술을 적극 도입하려는 움직임이 있음. 예컨대 국내 3D AOI 시장이 일부 침체 조짐 보이지만, EV 배터리 검사 수요를 중심으로 재도약 가능성이 거론됨
- 배터리 제조 자동화: 국내 주요 기업(LG Energy Solution, Samsung SDI, SK On)은 일부

공정에 AI 비전검사 및 자동이송 시스템을 적용하고 있으나, 공정 간 데이터 연동 및 자율 제어 수준은 초기 단계. 현재 대부분의 AOI는 표면 결함 검출 중심이며, 내부 및 열결함 등 복합 결함의 실시간 분석은 미흡함

○ 국외 기술동향

- 해외는 이미 AOI-로봇-디지털트윈 통합 기반 자율제조 시스템 상용화 및 실증 진행 중임. 일본은 μm 단위 AOI-협동로봇-AMR 완전연동, 미국·유럽은 디지털트윈 기반 실시간 공정제어 중심으로 개발하고 있음

2. 연구개발 목표 및 주요 내용

□ 최종목표

- AI 비전검사, 지능형 AMR, 협동로봇을 활용한 친환경 탄소저감 차세대 이차전지 자율제조 생산 및 검사 시스템 개발
 - 전고체 셀의 리드길이·돌출량·용접부 비드폭·기공 등 미세 결함 검출을 위한 인공지능 이미지 처리 기반 AOI 장비 개발
 - 양팔 협업로봇(Dual-arm Robot) 구조를 적용해 적층·조립·검사 공정을 동시 수행할 수 있는 자율작업 기술 개발
 - AI 기반 작업계획 및 충돌 회피 알고리즘 적용 다품종 생산 환경 내 이동경로 및 작업 수행 최적화 기술 확보
 - 다종 협업 로봇의 운행 상태, 작업 지시, 공정 데이터를 실시간으로 수집·분석하여 물류·공정 간 자율 협업 지원 로봇 통합관제시스템 개발

□ 정량적 목표

연번	성능지표	단위	국내최고수준	세계최고수준 (보유국, 기업/기관)	달성목표
1	검사 정확도	%	95	99.9 (일본, Panasonic)	99.9 이상
2	검사 시간	sec	1	1.2 (일본, H사 / 대만, Mirle AOI)	1 이하
3	자율이동 맵핑용 SLAM 모델 면적 오차율	%	0.6 %	0.4 % (덴마크, Odense Robotics / Hilti-Oxford SLAM)	0.4 이하
4	센서융합 위치인식 정밀도	%	0.25	0.1 (미국, Boston Dynamics)	0.2 이하
5	자율제조 통합관제시스템 응답시간	sec	5	2 (독일 Siemens)	3 이하

□ 연구내용

구분		연구개발 내용
1단계	1차년도	○ AOI 요구사항 수립 및 시스템 기초 설계 - 배터리 패키지 제조공정(적층·밴딩·용접·포장) 분석 및 AOI 검사 항목 정의

		<ul style="list-style-type: none"> - 주요 불량 항목(셀 리드길이·돌출량·찍힘·용접부 등) 정밀 검사 스펙 수립 - 광학·센서·온디바이스 AI 하드웨어 사양 정의 및 데이터셋 수집 ○ 자율이동 로봇 요구사항 분석 및 시스템 초기 설계 - 제조라인 물류 흐름, 충전 자동화, 팔레트 규격·작업환경 제약조건 분석 - 저장형 KIVA AMR 기본 설계(구동부, 리프팅, 턴 메커니즘, 제어알고리즘 등) ○ 수요처 MES/WMS 연계 인터페이스 요구사항 정의
	2차년도	<ul style="list-style-type: none"> ○ AOI 시제품 장비 제작 - 기존 비전검사 기반 AOI 프로토타입 개발(리드·돌출·찍힘 검사) - 온디바이스 AI 알고리즘 탑재 → 검사시간 ≤2 sec/cell 수준 검증 - 성능 시험(Gage R&R) 및 초기 현장 적합성 검증 ○ 수요처 기반 최적화 AMR 시제품 설계 및 제작 - 500kg급 AMR 시제품 제작 및 충전 스테이션 개발 ○ 수요처 MES/WMS 연계 AMR 관제 시스템 설계
2단계	3차년도	<ul style="list-style-type: none"> ○ AOI 고도화, 용접부 검사 기능 고도화, 파일럿 구축 - ±1.5μm 정밀도 확보, 검사시간 ≤1.5 sec/cell, 불량 검출률 ≥95% 달성 - 용접부 비드 폭·길이·기공 검사 기능 추가, 데이터셋 10만 cell 구축 ○ 로봇 고도화 및 매니퓰레이터 적용 - AMR 충돌 회피·경로 최적화 기능 고도화 - 매니퓰레이터 적용으로 팔레트 픽업·적층 자동화 테스트 - 협소 공간 주행 안정성 강화 및 MES/WMS 연계 실증
	4차년도	<ul style="list-style-type: none"> ○ AOI-매니퓰레이터 통합 및 신뢰성 평가 - 검사·제어 일체형 기능(불량 검출→불량 제거·위치보정 자동화) 구현 - 불량 DB 50만 cell 이상 축적, AI 양상불 알고리즘 고도화 - 정밀도 ±1μm, 검사시간 ≤1 sec/cell, 불량 검출률 ≥99.9% 달성 ○ 양팔 로봇 프로토타입 개발 및 다중 AMR 관제시스템 구축 - 저장형 KIVA AMR 고도화 및 양팔 로봇 프로토타입 개발 및 테스트 - MES/WMS + AMR 연동 관제, 다중 AMR(5대 이상) 협업 경로 최적화 실증 - 수요처 MES/WMS 기반해서 AMR 관제 시스템의 물류 흐름 최적화 및 데이터 분석 ○ 파일럿 라인 검증 - 전고체 배터리 생산라인 환경 반영 AI-Vision 장비 검증 - AI-Vision 협업 로봇 기반 검사·조립 검증 수행
3단계	5차년도	<ul style="list-style-type: none"> ○ AI 비전검사장비(AOI + 매니퓰레이터) 검증 테스트 - 통합 장비 패키지 상용화(검사+제어 일체형) - 수요처 배터리 패키지 제조 라인 필드테스트 및 ROI 검증 - 실증 기반 최적 생산공정 모델 도출 및 시뮬레이션 기반 공정 개선 ○ 양팔 로봇 필드테스트 및 통합관제시스템 내 AMR 제어 시스템 실증 및 최적화 - 양팔 로봇 필드테스트 및 고난이도 적층·조립 공정 수행 - ACS 및 수요처 통합관제시스템 내 MES/WMS 시스템 실증

3. 정부지원 필요성

□ 정부지원 필요성

- 고도화된 자율제조 기술의 초기 진입 장벽
 - AI·비전·로봇을 융합한 자율제조 시스템은 센서, 데이터 학습, 제어 알고리즘 등 복합기술이 요구되어 중소·중견기업이 단독으로 구축하기 어려움
 - 배터리 및 ESS 제조공정의 정밀 조립·검사 단계에서 로봇·비전 융합 기술은 필수이나, 고가의 장비, 데이터셋, 전문 인력이 부족해 민간 자생적 개발이 한계에 직면함
- 안전성 확보 및 생산 효율 향상의 국가적 필요성
 - ESS 및 대형 배터리팩 제조 과정의 품질 편차는 화재 및 폭발 위험으로 직결됨

- 자율제조, 비파괴 검사 기반의 실시간 품질제어 기술은 국가 에너지안보 및 산업 안전 확보의 필수 핵심이며, 공공 R&D 투자 없이는 신뢰성 확보가 어려움
- 글로벌 공급망 경쟁력 확보
- 미국·유럽·일본은 이미 'AI Factory', 'Smart Battery Manufacturing' 전략을 통해 대규모 공정 자동화를 추진 중
- 국내 배터리·ESS 산업의 경쟁우위를 유지하기 위해서는 AI-비전-로봇이 결합된 자율제조 플랫폼 기술의 국산화 및 상용화가 시급함

□ 지역산업 기여

- AI 기반 제조지능, 비전 인식 품질검사, 로봇 제어 기술은 광주가 보유한 AI 데이터센터, 비전·로봇 중소기업과의 협업을 통해 실질적 시너지 효과를 창출할 수 있음
- 지역이 AI-로봇 기반 자율제조 기술의 실증 및 상용화 거점으로 성장할 수 있으며, 지역내 기업들은 안전성 확보형 자동화 제조라인을 구축함으로써 고부가가치 산업 전환을 가속화할 수 있음
- 스마트팩토리 전환 및 자동화 기술 내재화를 촉진할 수 있으며 이를 통해 지역의 중소제조기업의 생산성 향상 및 공정 불량률 저감의 실질적 모델로 자리매김할 것임
- 지역 내 청년 기술인력 일자리 창출에 기여하고 산업체 및 연구기관 간 협력 네트워크 구축을 통해 지속 가능한 산업생태계 기반 조성이 가능함

4. 안전관리 중점사항 필요성

□ 과제 관련 안전관련 법령 제도

- 해당사항 없음

□ 정기 안전점검 및 관리

- 장비·시설의 주기적 점검을 통해 잠재 위험 요인을 사전에 발견하고, 안전관리 기준에 따른 예방조치를 체계적으로 수행함
- 점검 결과는 즉시 기록·관리하여 이상 발생 시 신속한 보수·보완 조치를 통해 작업환경의 안정성과 지속적인 안전성을 확보함

5. 추진체계 및 예산/기간

주관연구개발기관 유형	광주클러스터 산단 내 영리 또는 비영리기관	필수참여 기관유형	해당사항 없음
예산규모(49억 이내)	<ul style="list-style-type: none"> • 1차 연도 : 9억원 • 전 체 : 49억원 	기술료 징수 여부 (사업화 대상)	징수 (v), (징수)감면 () (징수)면제 () 비징수 ()

○ 세부연구개발과제 예산

연구개발비 (단위: 천원)	정부지원 연구개발비	기관부담 연구개발비		그 외 기관 등의 지원금				합계			연구개발비 외 지원금	
				지방자치단체		기타						
		현금	현물	현금	현물	현금	현물	현금	현물	합계		
총계	4,900,000	98,000	882,000	-	-	-	-	4,998,000	882,000	5,880,000		
1단계	1년차	900,000	18,000	162,000	-	-	-	-	918,000	162,000	1,080,000	
	2년차	1,000,000	20,000	180,000	-	-	-	-	1,020,000	180,000	1,200,000	
2단계	1년차	1,000,000	20,000	180,000	-	-	-	-	1,020,000	180,000	1,200,000	
	2년차	1,000,000	20,000	180,000	-	-	-	-	1,020,000	180,000	1,200,000	
3단계	1년차	1,000,000	20,000	180,000	-	-	-	-	1,020,000	180,000	1,200,000	

연구개발과제 특성·유형	<input type="checkbox"/> 기술준비단계 착수: (6), 종료:(8) <input type="checkbox"/> 과제구조: 연구개발과제() 총괄연구개발과제(v) <input type="checkbox"/> 보안과제 일반 (v), 보안 ()
---------------------	---

□ 세부과제3 RFP

지역혁신클러스터육성(R&D) 과제제안요구서(RFP)				
중앙행정기관명	산업통상부		전문기관명	한국산업기술진흥원
사업유형	기술개발		사업명	지역혁신클러스터육성(R&D)
선정방식	지정공모		지역명	광주
과제유형	<input type="checkbox"/> 원천기술형 <input checked="" type="checkbox"/> 혁신제품형		안전관리 과제	<input type="checkbox"/> 해당 <input checked="" type="checkbox"/> 비해당
산업기술분류	중분류 I	중분류 II	지원유형	선도형R&D
	전지	계측기기		
연구개발 과제명	총괄	AI기반 차세대 이차전지 상용화 기술 실증 및 성능평가		
	세부3	디지털트윈 통합관제 시스템 및 생산성 고도화 기술 개발		

1. 개념 및 정의

□ 개념

- 지역 제조기반에 AI·디지털 기술을 결합하여 공정·설비·품질 데이터를 실시간으로 수집·연계·분석하고, 가상공간에서 생산라인의 상태를 모사·예측하는 시스템을 구축함으로써 이차전지 제조 전주기의 운영 효율과 품질 안정성을 높이는 지능형 자율제조 체계 전환을 목표로 함
- (As-is) 광주 지역의 이차전지 제조 산업은 개별 설비·장비 중심의 운영으로 데이터가 분산되어 있으며, 공정 간 표준화된 정보 연계 및 자동화 체계가 미흡하며, 특히, 공정 전체의 설비 데이터, 로봇 동작 정보가 실시간으로 수집·분석되지 않아, 이상 발생 시 즉각적인 대응이 어렵고, 생산 효율과 품질 관리의 일관성 확보에도 한계가 존재함
- (To-Be) 제조 현장의 모든 설비와 로봇, 센서가 실시간 데이터로 연계되고, AI 기반 예측 알고리즘과 디지털트윈 관제 기술을 통해 생산·품질·설비 상태를 통합 관리하는 지능형 자율제조 플랫폼 전환을 통해 공정 전체를 가상공간에서 재현·분석·제어하여, 품질 편차를 최소화하고 생산 효율과 안정성을 동시에 향상시키는 데이터 주도형 스마트 제조체계 구현

□ 산업동향

- 이차전지 제조공정은 공정 간 상호의존도가 높아, 공정·품질·에너지 데이터 통합 관리하는 통합관제 시스템의 중요성 확대
- 전극공정부터 조립공정까지 각 공정에서 발생하는 데이터를 연계·분석하여, 배치별 수율 및 공정 이상을 실시간 감시하는 구조 확산
- 국내 배터리 제조 라인에서는 AI 분석 모듈을 통합관제 시스템에 연계해 공정 이상 예측·

품질 예측·에너지 사용 최적화를 수행하는 연구 진행 중

- 라인 전체를 가상공장(Digital Twin)으로 구현하여, 배치 생산 시뮬레이션·공정 조건 변경·설비 부하분석을 통합관제 화면에서 제어할 수 있는 기술 요구

2. 연구개발 목표 및 주요 내용

□ 최종목표

- 디지털트윈-통합관제시스템을 활용한 생산성 고도화
 - 실시간 3D 시뮬레이션 및 AI 디지털트윈 제조 통합 플랫폼 구축을 통해 생산성 20% 이상 향상, 불량률 20% 이상 감소 및 에너지 원단위 10% 개선
 - 3D 자산·공정·설비 실시간 통합 관리 디지털트윈 통합 관제 플랫폼 구축
 - 실시간 3D 가상 공정 시뮬레이션 및 AI 공정 최적화 기술 개발
 - 물리 시뮬레이션 환경 구축을 통한 예지정비 및 품질 관리 고도화 기술 개발

□ 정량적 목표(연차별 목표치에 대해 표로 작성)

연번	성능지표	단위	국내최고수준	세계최고수준 (보유국, 기업/기관)	달성목표
1	자율제조 도메인 특화 Agentic AI 모델 및 서비스	건	-	-	1
2	시나리오별 시각화 반영율	%	90	90 (독일, Siemens)	70
3	가상 시운전과 실제 운전 일치율	%	90	90 (독일, Siemens)	65
4	생산성 향상	%	12	20 (미국, Motorola)	20
5	불량률 감소율	%	10	15 (미국, Tata Elxsi)	15
6	에너지 효율 개선	%	3	8 (IEA 보고서)	10

□ 연구내용

구분		연구개발 내용
1단계	1차년도	<ul style="list-style-type: none"> ○ 데이터 통합 기반 인프라 구축 및 통합관제시스템 아키텍처 설계 <ul style="list-style-type: none"> - IoT·PLC·설비 센서 데이터 수집 체계 구축 - CAD·PLM·MES·ERP 데이터 구조 분석 및 연동 인터페이스 설계 ○ 디지털트윈 3D 데이터 모델 표준화 기초 연구 <ul style="list-style-type: none"> - USD, OPC UA 등 주요국 표준화 모델 분석 ○ 데이터 보안 프레임워크 설계
	2차년도	<ul style="list-style-type: none"> ○ 디지털트윈 모델링 및 AI 시뮬레이션 구현 <ul style="list-style-type: none"> - 공정 3D 모델링 및 제조 라인 시뮬레이션

		<ul style="list-style-type: none"> - 가상 센서 생성 및 물리 시뮬레이션 연동 로봇 동작 시뮬레이션 - AI 물리모델 적용 공정 시간 최적화 시나리오 테스트 ○ 데이터 보안 프레임워크 설계 고도화
2단계	3차년도	<ul style="list-style-type: none"> ○ 통합관제시스템 고도화 및 디지털트윈 AI 협업 환경 구축 - AI 기반 이상 탐지 및 품질 분류 정확도 향상 - 합성 데이터 생성으로 AI 분석 품질 강화 - 3D 협업 대시보드 시스템 (설계-제조-운영) 통합 ○ 보안·데이터 거버넌스 운영 체계 준비 - 접근제어, 로그 관리, 암호화·복구 체계 설계 - AI 학습데이터 품질 검증 시스템 설계
	4차년도	<ul style="list-style-type: none"> ○ 산업 확장형 디지털트윈 최적화 - 다수 제조 라인 통합 운영 시뮬레이션 구현 - 제조 라인 별 자재 흐름, 로봇 간 협업, 병목 구간 자동 탐지 시나리오 구축 - 생산 일정·품질·에너지 데이터를 통합 분석하는 최적화 엔진 개발 ○ 디지털트윈-통합관제시스템 테스트베드 구축 - 이기종 시스템 간 데이터(PLM·MES·ERP) 표준화 및 API 검증 - 공정별 디지털 워크플로우 자동화 테스트 수행 ○ AI-Edge-Cloud 자동제어 시스템 연동 고도화 - 클라우드 기반 제어 명령의 실시간 피드백 루프 구현 - Edge Device의 에너지 효율 공정속도 최적화 자율제어 알고리즘 개발 ○ 보안·데이터 거버넌스 운영 체계 시범 적용 - 접근제어, 로그 관리, 암호화·복구 체계 실증 - AI 학습데이터 품질 검증 시스템 구축
3단계	5차년도	<ul style="list-style-type: none"> ○ 파일럿 공장 내 실증 및 3D 협조 제어 고도화 - 3D 기반 생산·품질·에너지 통합 시각과 시스템 상용화 - 실시간 협업 및 이상 탐지 자동 알림 기능 구현 ○ AI-Edge-Cloud 통합 자동제어 환경 검증 - AI 모델 신뢰성 검증 ○ 보안표준 프레임워크 완성 - USD-OPC UA·MQTT 기반 데이터 표준 완성 - 산업제어망 보안 및 암호화 기술 적용

3. 정부지원 필요성

□ 정부지원 필요성

- AI 기반 디지털트윈 및 통합관제시스템 개발 지원
 - 디지털트윈 및 통합관제시스템의 경우 센서, 클라우드, 엣지 컴퓨팅 등 다양한 시스템을 추가하거나 연결 시 큰 초기 투자가 필요하여 중소·중견기업의 비용적 접근 장벽이 큼.
 - 따라서, 정부 지원사업을 통해 관련 인프라를 개선, 최신 인공지능 기술 활용 및 테스트 베드 실증을 통한 기술력 제고 지원은 중소·중견기업의 성장에 필수적임.
 - 또한 지역에 결핍된 데이터 엔지니어, 공정 분석 및 인공지능 기술 전문인력 충원을 지원 할 수 있어 지역 연구역량 불균형 해소에 크게 기여함.

□ 지역산업 기여

- 지역 제조 경쟁력 제고
 - 지역내 배터리 패키지 생산 적용 시 공정 편차, 결함에 대한 검출 시간을 대폭 줄여 수출

향상에 기여

- 지역 내 관련 제조업의 수출 경쟁력 강화로 연계되어 인공지능 기반 데이터 엔지니어 등 고속런 일자리 창출로 성과 확대
- 지역 내 테스트베드 운영을 통해 국내 및 해외 투자유치를 지원하며, 지역 내 결핍된 인공지능 솔루션 분야에서 많은 스타트업 기업들의 성장을 지원

4. 안전관리 중점사항 필요성

과제 관련 안전관련 법령 제도

- 해당사항 없음

□ 정기 안전점검 및 관리

- 장비·시설의 주기적 점검을 통해 잠재 위험 요인을 사전에 발견하고, 안전관리 기준에 따른 예방조치를 체계적으로 수행함
- 점검 결과는 즉시 기록·관리하여 이상 발생 시 신속한 보수·보완 조치를 통해 작업환경의 안정성과 지속적인 안전성을 확보함

5. 추진체계 및 예산/기간

주관연구개발기관 유형	광주클러스터 산단 내 영리 또는 비영리기관	필수참여 기관유형	해당사항 없음
예산규모(49억 이내)	<ul style="list-style-type: none"> • 1차 연도 : 9억원 • 전 체 : 49억원 	기술료 징수 여부 (사업화 대상)	징수 (v), (징수)감면 () (징수)면제 () 비징수 ()

○ 세부연구개발과제 예산

연구개발비 (단위: 천원)	정부지원 연구개발비	기관부담 연구개발비		그 외 기관 등의 지원금				합계			연구개발비 외 지원금	
				지방자치단체		기타						
				현금	현금	현물	현금	현물	현금	현물		현금
총계	4,900,000	98,000	882,000	-	-	-	-	4,998,000	882,000	5,880,000		
1단계	1년차	900,000	18,000	162,000	-	-	-	-	918,000	162,000	1,080,000	
	2년차	1,000,000	20,000	180,000	-	-	-	-	1,020,000	180,000	1,200,000	
2단계	1년차	1,000,000	20,000	180,000	-	-	-	-	1,020,000	180,000	1,200,000	
	2년차	1,000,000	20,000	180,000	-	-	-	-	1,020,000	180,000	1,200,000	
3단계	1년차	1,000,000	20,000	180,000	-	-	-	-	1,020,000	180,000	1,200,000	

연구개발과제 특성·유형

- 기술준비단계 착수: (6), 종료:(8)
- 과제구조: 연구개발과제() 총괄연구개발과제(v)
- 보안과제 일반 (v), 보안 ()

중앙행정기관명	산업통상자원부		관리번호	
전문기관명	한국산업기술진흥원			
사업유형	기술개발		사업명	지역혁신클러스터육성(R&D)
선정방식	품목지정		지역명	전남
과제유형	<input type="checkbox"/> 원천기술형 <input checked="" type="checkbox"/> 혁신제품형		안전관리 과제	<input checked="" type="checkbox"/> 해당 <input type="checkbox"/> 비해당
산업기술분류	중분류 I	중분류 II	지원유형	협력형R&D
	스마트그리드	중전기		
품목명	다중전원(PEMFC-PV-ESS-DG) 활용 200kW급 이동형 환형 마이크로그리드 개발 및 실증			

1. 개념 및 정의

개념

- 재난 대응 시 중요한 인프라(병원, 지휘소 등)의 신속한 전력 복구 수단, 전원이 없는 군 작전지, 도서 지역 등에 **안전적 전원 제공**을 위한 **이동형 독립형 마이크로그리드 기술 개발**
- 서로 다른 **다중전원***을 병렬 운전하고, 신뢰도 향상 및 전력품질 안정화를 위한 **환형 마이크로그리드**를 구성할 수 있는 **하이브리드 전력변환장치 개발**

* 수소연료전지(PEMFC), 태양광(PV), ESS, 디젤발전기 등

1) 다중전원 활용 이동형 환형 마이크로그리드 시스템 구축

- 다양한 발전원(PEMFC, PV, ESS 등)이 하나의 전력망 회로에 연계되어 부하 변화나 장애 상황에서도 연속적인 전력 공급이 가능하도록 다중전원 결합
- 전력망이 환상(링) 구조로 설계되어, 한 구간에 고장이 발생해도 다른 구간을 통해 전력 공급을 유지할 수 있도록 하며, 신속한 복구와 유연한 운전이 가능한 환형 전력망 시스템 개발
- 설치 장소의 제약 없이 군 주둔지, 재난 현장 등 급변하는 상황에서의 임시 전력 공급에 활용되며, 각 전원의 빠른 이동과 연결이 가능하도록 이동형 운용
- 다중전원 병렬운전 및 그리드포밍 기능을 통한 무정전 전력공급 시스템 개발

2) 다중전원 그리드용 하이브리드 전력변환장치 개발

- 서로 다른 전원 소스를 병렬 연결하여 전력을 분배시킬 수 있는 병렬형 하이브리드 전력변환장치 개발
- 다수의 DC/DC 컨버터를 연결하여 하나의 인버터로 구성하는 단일 인버터형 하이브리드 전력변환장치 개발
- 일시적인 저전압 상황(전압 강하 또는 고장 등) 발생 시에도 전력 공급을 유지하고, 일시적인 장애를 견뎌내며 연결을 유지하는 LVRT 및 HVRT 기능 구현

3) AI 활용 전력수요예측 기반 통합관제시스템 개발 및 운영

- 다중전원(태양광, ESS, 연료전지 등) 및 부하 센서에서 실시간 데이터 수집 및 저장 체계 구축
- AI 기반 전력수요예측 모델 개발 및 부하 수요 예측 기반 AI 자율 수요 공급 제어
- 실시간 수요-공급 상황 모니터링, 예측 결과 시각화 및 알람 기능 탑재
- ESS의 SOC와 SOH 데이터 학습을 통한 고장진단 및 화재발생 예측 알고리즘 개발
- 수요에 따라 자동으로 PV/ESS/연료전지 발전량을 조절하는 스마트 제어 알고리즘 개발

□ 산업동향

○ 국내 기술 및 시장 동향

- 국내 기술 동향

- * PEMFC(수소 연료전지)의 경우 국내 대기업·연료전지 전문사(예: 두산 등)가 건물용·산업용 연료전지 제품 개발·생산에 적극 투자하고 있으며, 국내 생산능력이 확대되는 단계
- * 국내 전력 장비 기업·사업자 중심으로 스마트 RMU(원격계측·자동절체) 도입·연구가 활발히 진행 중이며 환경 전력망 운용 기술과의 접목 가능성 확대
- * 국내 연구기관·대학에서 다중입력(멀티포트) DC-DC 컨버터 및 공통 DC-bus 기반 H-PCS(하이브리드 전력변환장치) 연구가 진행 중
- * PEMFC(고분자 전해질막 연료전지) 기술 고도화와 ESS 연계 운영 연구가 활발하며, 200kW급 이상 트레일러형 PEMFC 시스템 개발 및 실증 추진
- * 대규모 ESS와 수소 저장 기술 통합, 분산자원(DER) 관리 플랫폼 개발, 스마트시티, 스마트그린산업 단지 맞춤형 마이크로그리드 서비스 확장도 강화

- 국내 시장 동향

- * 「분산에너지 활성화 특별법」과 탄소중립 로드맵에 따른 분산전원 확대 정책으로 농어촌, 섬지역, 산업단지를 중심으로 마이크로그리드 설치 수요가 증가 중
- * 병원, 대학 캠퍼스, 제조공장, 공공기관 등 에너지 비상 연속력 확보 및 비용 절감을 목적으로 하는 마이크로그리드 도입이 증가
- * 스마트그린산업단지 조성 및 에너지 자립마을 조성 프로젝트가 활성화되면서 중소규모 현장 맞춤형 시스템 개발 및 도입이 확대
- * 전력시장 구조 개편 및 신재생에너지 의무비율 상향 조정에 따른 분산전원 연계 사업 모델이 다변화

○ 해외 기술 및 시장 동향

- 해외 기술 동향

- * 북미 및 유럽 중심으로 무정전 전력 공급과 재생에너지 통합 기술, 자동복구 및 자가진단 기능 고도화가 특징으로 다양한 환경(산업단지, 군사기지, 농촌 거주지 등) 맞춤형 시스템과 연구가 활발하며, 모듈화, 이동형 전력 솔루션 개발
- * 미국의 경우 저소음 내연기관을 이용한 전력공급장치로 소요전력을 생산 및 공급하고 있으며, 이동식 초소형 원자로(SMR), 신재생에너지(PV, Wind Power, PEMFC 등) 에너지저장장치(ESS)가 융합된 소규모 독립형 전력공급체계 마이크로그리드로 실증·시험 중
- * DOE(에너지부)와 DOD(국방부) 공동으로 "SPIDERS" 프로젝트를 통해 기존의 마이크로그리드 기술과 사이버 보안기술을 융합한 차세대 군용 마이크로그리드 기술에 대한 실증연구를 진행 중
- * 아시아-태평양 지역은 중국, 일본, 인도 주도로 탄소중립 및 농촌 전력화, 스마트시티 구축과 맞물려 빠른 성장세, 신흥국은 전력 인프라 부족 해소용으로 활용

- 해외 시장 동향

- * 글로벌 마이크로그리드 시장은 연평균 성장률 15~20%대에 달하며 2030년대까지 수십억 달러 규모가 될 전망
- * 북미(미국, 캐나다)는 무정전 전력 공급과 재생에너지 도입 수요 상승으로 2035년까지 시장 점유율 38% 이상 예상되며, 유럽도 스마트 그리드 집중 투자와 탄소중립 정책에 힘입어 산업 및 상업 부문의 마이크로그리드 수요가 증가

2. 지원범위

□ 1단계(1~3차년도)

- 100kWh급 이동형 ESS의 DC 출력을 변환하기 위한 슬라이드 모듈 장착 타입의 DC/DC 컨버터 및 인버터를 포함한 하이브리드 전력변환장치 개발
- 전력계통 고장 시 짧은 시간 동안 전압 저하 구간을 견디며 동작을 유지하는 LVRT(Low Voltage Ride Through) 및 HVRT(High Voltage Ride Through)기능 구현
- 인공지능 학습 데이터를 생성하기 위한 ESS 동작 시뮬레이터 개발 및 동작 데이터 검증
- 10kW급 이동형 태양광 모듈의 DC 출력을 변환하기 위한 슬라이드 모듈 장착 타입의 DC/DC 컨버터 및 인버터를 포함한 하이브리드 전력변환장치 개발
- PEMFC 파워팩 수소공급 시스템 설계 및 제작
- 50kW급 PEMFC 파워팩의 DC 출력을 변환하기 위한 슬라이드 모듈 장착 타입의 DC/DC 컨버터 및 인버터를 포함한 하이브리드 전력변환장치 개발
- 다중전원(PEMFC-PV-ESS-DG) 전력계통을 구성하고 병렬 운전할 수 있도록 슬라이드 모듈 장착 타입의 DC/DC 컨버터 및 인버터를 포함한 하이브리드 전력변환장치 개발
- ESS, 이동형 태양광 모듈, PEMFC 파워팩 각각 동일한 하이브리드 전력변환장치로 사용할 수 있도록 설계 및 개발
- 전류제어 모드와 전압제어 모드의 상호 전환이 가능한 Grid-Forming 전력변환장치 개발
- 이동형 환형 마이크로그리드 구성요소 기능·성능 요구사항 도출 및 표준화 동향 분석

□ 2단계(4~5차년도)

- ESS의 전력과 태양광 모듈의 전력공급에 대한 부하 분담을 제어 알고리즘 개발
- SOC/SOH 및 배터리 환경변수 데이터 학습을 통한 인공지능 화재감지 알고리즘 개발
- ESS의 화재 발생 감지 및 고장진단 기능을 포함한 인공지능 전력관제 시스템 개발
- 다중전원 활용 이동형 환형 마이크로그리드 구축 및 실증
- DBMS 구축을 통해 전력 발전/부하 실증 데이터 등 주요 실증데이터 확보 및 인공지능 학습데이터셋 개발
- 이동형 환형 마이크로그리드 인터페이스 및 데이터모델 표준 개발
- 통합 EMS/DMS 인터페이스 표준 개발

* 핵심지표(주요성능 Spec)

- 계통연계성능(전압, 주파수, 위상각 변동률), 하이브리드 전력변환장치 성능(과도상태부하 분담률, 유지시간, 변환효율, 전압왜곡률, 그리드포밍 제어정확도), AI 관제시스템(응답속도, 자율수급제어)

3. 정부지원 필요성

□ 정부지원 필요성

- 기존 전력망은 단방향·방사형 구조로, 사고·정전 시 복구시간이 길고 유연성이 낮는데 반해 양방향 전력흐름과 자율 복구형 구조로 극복 가능한 이동형 환형 마이크로그리드 시스템 개발 필요
- PV, ESS, PEMFC, DG 등 다중 전원을 하나의 저압망에 통합하기 위해서는 지능형 전력변환 및 제어 기술이 필요하며, 공통 DC 버스 기반 하이브리드 전력변환장치와 AI 기반 제어 시스템을 통한 실증 필요
- 대부분의 마이크로그리드는 고정 설치형으로, 특정 부지 외에는 활용이 어려움에 따라 트레일러·컨테이너형 모듈화 설계로 재배치·확장 가능한 이동형 환형 마이크로그리드 시스템 개발 필요

□ 지역산업 기여

- 전남·광주지역 에너지신산업 육성을 통한 지역 경제 활성화
 - 재생에너지 잠재력이 풍부한 전남권을 한국형 차세대 전력망(K-그리드)의 혁신 기지로 조성계획에 따라 마이크로그리드를 포함한 에너지신산업 분야의 기술개발 활성화로 전남지역 주력산업의 고도화·고부가 가치화를 선도
 - 전남·광주지역 내 혁신기관, 혁신기업, 이천공공기관 등과 클러스터 기업 연계를 통해 협업을 유도하여 클러스터 기업의 혁신을 촉진
- 지역 내 에너지 신산업분야 강소기업 육성 및 경쟁력 확보
 - 에너지 강소기업군 중심으로 에너지신산업 생태계를 구축함으로써 질적 성장 및 경쟁력 확보 유도
 - 전남·광주지역 주력산업 발전을 통한 매출 증대, 신규 고용 창출 기대
 - 기업의 창업, 신규 투자, 지방 이전, 신시장 창출에 따른 지역혁신클러스터 활성화의 선순환 구조 구축에 기여

4. 안전관리 중점사항 필요성

□ 과제 관련 안전관련 법령 제도

- 수소경제 육성 및 수소 안전관리에 관한 법률(수소법): 수소 산업 육성과 안전관리의 기본법으로, 수소의 전주기 안전관리, 시설·장비의 안전기준, 감독 및 점검 근거를 규정
- 이동형 에너지저장장치(ESS)의 안전성 기준은 주로 KC 62619 (이동형 ESS용 배터리 안전기준) 개정을 통해 강화되었으며, 이러한 기준은 2024년 3월 21일부터 캠핑용 배터리와 이동형 ESS용 배터리에 대한 KC 마크 표시 의무화로 시행되어 안전관리 수준을 높이고 있음

□ 정기 안전점검 및 관리

- 본 시스템은 태양광발전(PV), 에너지저장장치(ESS), PEMFC 파워팩, 디젤발전기를 병렬운전하여 Ring-Bus 전력망으로 구성된 이동형 하이브리드 전력변환장치를 개발하는 과제로 DC/DC 전력변환, DC/AC 전력변환, 수소 취급, ESS 배터리의 에너지 저장 등 다중 위험요소가 있어 주기적 안전 점검 및 통합 관리 체계를 통해 시스템 신뢰성과 운용 안전성을 확보해야 함

5. 추진체계 및 예산/기간

주관연구개발기관 유형	기업			필수참여 기관유형				광주용복합단지입주 기업(관)				
예산규모(~ 이내)	• 1차 연도 : 7 억원 • 전 체 : 43 억원			기술료 징수 여부 (사업화 대상)				징수 (✓), (징수)감면 () (징수)면제 () 비징수 ()				
연구개발비 (단위: 천원)	정부지원 연구개발비		기관부담 연구개발비		그외 기관 등의 지원금				합계			연구개발 비 외 지원금
	현금	현금	현물	지방자치단체		기타 ()		현금	현물	합계		
총계	4,300,000	211,791	1,906,119					4,511,791	1,906,119	6,417,910		
1 단계	1년차	700,000	34,478	310,299				734,478	310,299	1,044,776		
	2년차	900,000	44,328	398,955				944,328	398,955	1,343,284		
	3년차	900,000	44,328	398,955				944,328	398,955	1,343,284		
2 단계	4년차	900,000	44,328	398,955				944,328	398,955	1,343,284		
	5년차	900,000	44,328	398,955				944,328	398,955	1,343,284		
연구개발과제 특성·유형	<input type="checkbox"/> 기술준비단계 착수:(6TRL), 종료:(8TRL) <input type="checkbox"/> 과제구조 연구개발과제() <input type="checkbox"/> 보안과제 일반 (✓), 보안 ()				-							

중앙행정기관명	산업통상자원부		관리번호	
전문기관명	한국산업기술진흥원			
사업유형	기술개발		사업명	지역혁신클러스터육성(R&D)
선정방식	품목지정		지역명	전남
과제유형	<input type="checkbox"/> 원천기술형 <input checked="" type="checkbox"/> 혁신제품형		안전관리 과제	<input type="checkbox"/> 해당 <input checked="" type="checkbox"/> 비해당
산업기술분류	중분류 I	중분류 II	지원유형	협력형R&D
	신재생에너지	스마트그리드		
품목명	계통 유연성 향상을 위한 AI 기반 수직형 태양광 발전 시스템 개발 및 실증			

1. 개념 및 정의

□ 개념

- 분산에너지 활성화 특별법 시행으로 인해 분산형 전원 보급이 확산되고 있으며, 이에 따라 도심 유휴공간, 공공부지 활용형 태양광 모듈의 수요가 증가하고 있음
- 수직형 태양광은 동일 면적 대비 발전 밀도가 높고 발전 피크가 분산되는 특성을 가져 계통 부하 완화 및 안정화 효과를 기대할 수 있음
- 수직형(동-서향 설치) 모듈은 '바이모달(Bimodal, 이봉형)' 출력 특성을 가짐으로써, 전력 수요가 높은 아침과 저녁 시간대에 발전량이 최대가 되고, 계통 과부하가 발생하는 정오에는 발전량이 자연스럽게 낮아져 전력망의 부담을 완화하고, 전력 단가(SMP)가 높은 피크 시간대 발전을 통해 수익성을 극대화할 수 있음
- 건축물 설치 태양광 모듈의 화재 방호 기준 KFS-414가 제정됨에 따라 현장 적용이 확산되고 있으며 rapid shutdown 등의 안전 기술 연구가 필요함

□ 정부정책

- **(탄소중립 에너지기술로드맵 발표)** '21년 12월 탄소중립 실현을 위해서, 태양광 R&D 혁신전략을 기반으로 합리적인 규제개선과 계통 유연성 확보 기술개발을 포함하는 중장기 로드맵 발표
- **(탄소중립 기술혁신 전략로드맵)** '23년 12월 친환경 에너지 전환을 위한 태양광 기술경쟁력 확보를 위해 초고효율 태양전지, 사용처 다변형 태양광, 폐모듈 재사용·재활용 3대 전략방향을 포함하는 로드맵 발표
- 태양광 산업 위기 극복을 위해서 태양광 적용처 다변화, 저탄소 순환경제 구축 등의 기술개발 과제를 집중 지원 중임
- 재생에너지 보급확대 및 공급망 강화 전략, 태양광 R&D 혁신전략 "신시장·신기술 창출" 및 탄소중립 R&D 로드맵 "사용처 다변화 기술"과 한국형 탄소중립 100대 핵심기술 "사용처 다변형 태양광시스템" 등의 다양한 정부 정책 반영

□ 산업동향

○ 국내 기술 및 시장 동향

- 국내 기술 동향

- * 건물 외벽형, 도로변형, 주차장형 등 공간 제약이 있는 환경에서의 태양광 시스템의 수요가 증가함
- * 최근 태양광 전력 생산 시간을 분산하고 태양광 이용률을 극대화하고 위해 수직형(동서 방위각 90도 수준) 설치가 증가하고 있음
- * 동서 방향 이중 경사형(dual-tilt) 태양광의 경우, 일반적인 설치 형태보다 모듈 간 이격 거리가 감소하여 22.5% 더 넓은 태양광 설치 면적 확보 가능하다는 연구 결과도 있음
- * 태양광 발전소의 발전량 손실의 가장 큰 원인으로 인버터, 스트링, 접속함 결함이 지목되며, 예방가능한 연간 손실액도 매년 증가하는 추세임
- * 태양광 발전 화재 안전성 강화 및 성능 향상을 위해 급속차단 기능, 각종 제어 기능이 적용된 MLPE 등 고도화된 전력변환 장치 표준 개발에 대한 논의가 증가하고 있음

- 국내 시장 동향

- * Solar Power Europe(2022.03) 보고서에 따르면, 국내는 '26년까지 지속적으로 연간 17%씩 태양광 시장이 확대될 것으로 전망
- * 재생에너지 3020 이행계획에 따라 태양광 보급량의 경우 2017년 1.36GW에서 2020년 4.1GW로 지속 성장중에 있으며, 30년 재생에너지 설비용량(누적) 63.8GW까지 보급할 계획이며, 신규 설비용량은 48.7GW로 57%는 태양광 청정에너지로 공급할 계획임

○ 해외 기술 및 시장 동향

- 해외 기술 동향

- * '24년 글로벌 태양광 신규 설치 용량은 592GW로 예측되었으며, 매년 꾸준히 증가해 '35년에는 996GW까지 늘어날 것으로 전망됨
- * 선진국에서는 양면형 모듈 시장 확대 및 BIPV 확산 기조와 맞물려 태양광 전력 생산 시간을 분산하기 위한 동서형 태양광 설치를 확대하고 있음
- * 미국의 GameChange Solar와 오스트리아의 Aerocompact, 네덜란드의 Solarge B.V.에서 동서 방향 이중 경사형 옥상 태양광 시스템을 개발하였음

- 해외 시장 동향

- * '24년 글로벌 태양광 신규 설치 용량은 592GW로 예측되었으며, 매년 꾸준히 증가해 '35년에는 996GW까지 늘어날 것으로 전망됨
- * 지속되는 기후 위기와 우크라이나-러시아 전쟁 등 국제적 이슈로 인해 세계 각국은 탄소배출량 저감과 단기적인 에너지 자립도 확보를 위해 재생에너지로의 전환 정책을 빠르게 추진 중임

○ 특허 및 표준화 동향

- 이동 또는 조절가능한 지지 구조물 기술, 프레임 구조기술, 바닥에 직접적으로 고정된 지지 구조기술, 온도조절 또는 관수 장치기술, 온실기술 관련 특허가 다수 출원 중임
- 현재 태양광 분야 국제 표준화는 주로 전기기술 분야 국제표준기구인 International Electrotechnical Commission(IEC) 산하의 82번 Technicalcommittee(TC)를 통해서 이루어지고 있음

2. 지원범위

□ 최종목표

- 고효율 수직형 태양광발전 및 안전 시스템 개발
- 수직형 태양광 연계형 전력 변환 시스템 개발
- AI 기반 수직형 태양광 O&M 및 통합 EMS 플랫폼 개발
- 실증 및 BM 도출

□ 단계별 세부 개발내용

○ 1단계

- 수직형 태양광 발전량 예측 연구를 위한 환경 데이터 수집 시스템 구축
- 수직형 태양광 방위 선정 알고리즘 개발
- 가변 각도 수직형 태양광발전 구조물 설계 및 개발
- 수직형 태양광 출력 기반 전력변환 시스템 설계 및 토폴로지 연구
- 한전 출력제어 및 계통 안정화 대응 및 무손실 부하 연계 운영 알고리즘 설계 및 개발
- 스트링 DC/DC 컨버터 설계 및 개발
- 수직형 태양광용 접속함 기구/구성 설계
- RSD 및 화재 감지 기능 내재 안전 접속함 개발
- 아크 감지 및 Rapid shut down 기술 개발
- 수직형 태양광 발전량 예측 AI 모델 개발
- 발전량 예측 기반 가변 각도 조절 알고리즘 개발
- 수직형 태양광 O&M 및 통합 EMS 플랫폼 설계 및 개발

○ 2단계

- 약계통 보상 및 운전 안정성 향상을 위한 알고리즘 설계/개발
- AI 기반 수직형 태양광 시스템 이상 진단 및 설비 예지보전 시스템 개발
- 건물, 유희 부지, 농지 등 수직형 태양광에 최적화된 2개소 이상 실증지 구축
- 부하 효율화를 위한 PV-ESS-DC 직접 연계형 DC 그리드 구축
- 수직형 태양광 구조물의 풍압 안정성 확보 및 DC 고전압 특성을 고려한 전용 화재/소방 안전 시스템(DC 아크 감지)개발 및 실증
- 다양한 설치 환경에 따른 모듈 방위각 및 설치 높이에 따른 수직형 태양광 최적 설치 표준 모델 제시
- LCOE 및 전력 피크 시간대 판매 수익 분석 등을 통한 경제성 분석 및 다양한 수직형 태양광 BM 모델 도출

3. 정부지원 필요성

□ 정부지원 필요성

- 분산 전원 확대에 의한 계통 불안정성 심화
 - 재생에너지 비중 확대와 더불어 배전망의 전압상승, 역률 불균형 및 발전 제한 증가
 - 전남 등 태양광 발전 밀집 지역에는 계통 포화로 신규 인허가 제한 사례 발생
 - 다수의 태양광 발전원의 최대 전력이 출력되는 정오 시간대에 전력 피크 집중 문제 발생
 - 분산전원 증가로 인한 계통 관성 저하 발생(주파수 안정도 감소, 전압변동 등)

- 계통 안정화 기능을 갖는 계통 연계형 인버터 기술의 필요성 증가
- 수직형 태양광의 발전 분산 효과
- 수직형 태양광의 발전 피크 시점 변경으로 인한 피크 전력 시각 분산 효과
 - * 동, 서향 양면 발전으로 아침, 저녁 발전량 증가 및 정오 피크 완화로 인한 발전 곡선 평탄화 가능
 - * 수직형 태양광 시스템의 발전 특성 및 계통 안정화 기술 결합을 통한 약계통 안정화 기여가 가능한 재생에너지 발전 자원

□ 지역산업 기여

- 호남과 제주 등 재생에너지 발전 비중이 높은 지역은 계통포화로 인한 발전제한 및 신규 인허가 제약이 심화되고 있어, 수직형 태양광 시스템의 발전 분산·계통 안정화 효과가 지역 문제 해결에 직접 기여할 수 있음
- 전라남도와 광주는 에너지신산업에 주력하고 있으며 관련된 전력변환장치, 안전 접속함, 제어시스템, 에너지 AI 등 지역 중소기업의 기술 내재화 및 국산화가 가능하며, 부품 제조·설치·운영·유지보수 분야에서 지역 일자리 창출 효과가 높을 것으로 기대됨
- 수직형 태양광 시스템을 중심으로 ESS, EV 충전 인프라와 연계한 분산형 전력 자립 클러스터 구축이 가능하여 지역 내 에너지 순환 구조를 강화하고 에너지 자립도 제고 및 지역경제 활성화에 기여할 수 있음

4. 안전관리 중점사항 필요성

- 해당사항 없음

5. 추진체계 및 예산/기간

주관연구개발기관 유형	중소기업			필수참여 기관유형				광주융복합단지입주 기업(관)			
예산규모 (30억원내외)	<ul style="list-style-type: none"> • 1차 연도 : 5억원 • 전 체 : 31.8억원 			기술료 징수 여부 (사업화 대상)				징수 (✓), (징수)감면 () (징수)면제 () 비징수 ()			
연구개발비 (단위: 천원)	정부지원 연구개발비	기관부담 연구개발비		그 외 기관 등의 지원금				합계			연구개발 비 외 지원금
		현금	현금	현물	지방자치 단체		기타 ()		현금	현물	
총계	3,180,000	156,627	1,409,642					3,336,627	1,409,642	4,746,269	
1단계	1년차	500,000	24,627	221,642				524,627	221,642	746,269	
	2년차	670,000	33,000	297,000				703,000	297,000	1,000,000	
	3년차	670,000	33,000	297,000				703,000	297,000	1,000,000	
2단계	1년차	670,000	33,000	297,000				703,000	297,000	1,000,000	
	2년차	670,000	33,000	297,000				703,000	297,000	1,000,000	
연구개발과제 특성·유형	<input type="checkbox"/> 기술준비단계 착수:(6TRL), 종료:(8TRL) <input type="checkbox"/> 과제구조 연구개발과제() <input type="checkbox"/> 보안과제 일반 (✓), 보안 ()										

지역혁신클러스터육성 협력형R&D 품목개요서

중앙행정기관명	산업통상부		관리번호	
전문기관명	한국산업기술진흥원			
사업유형	기술개발		사업명	지역혁신클러스터육성(R&D)
선정방식	품목지정		지역명	광주
과제유형	<input type="checkbox"/> 원천기술형 <input checked="" type="checkbox"/> 혁신제품형		안전관리 과제	<input type="checkbox"/> 해당 <input checked="" type="checkbox"/> 비해당
산업기술분류	중분류 I	중분류 II	지원유형	협력형R&D
	계측기기	반도체 소자 및 시스템		
품목명	다양한 분산전원을 고려한 직류 스마트커넥터 및 AI기반 최적 모니터링 플랫폼 개발			

1. 개념 및 정의

개념

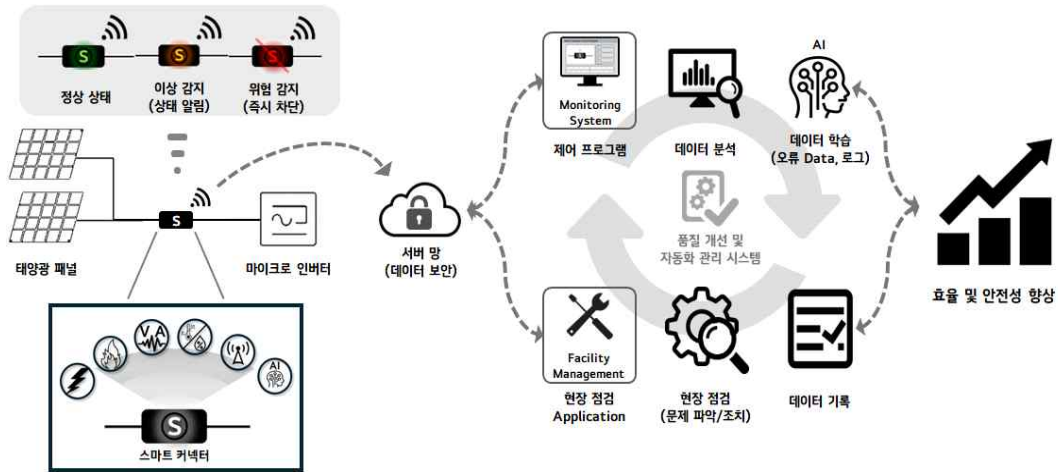
○ (분산전원의 직류배전)

- 전력·에너지 산업은 국가 기반산업으로서 안정성과 신뢰성이 절대적으로 요구되는 산업으로 특히 최근 신재생에너지 확대와 더불어 직류(DC) 기반의 전력 시스템으로 급격히 전환되면서, 시스템 간 연계와 안전관리 기술의 중요성이 높아지고 있음.
- 에너지 신산업인 태양광, ESS, 전기차 등은 고전력/고효율 시스템으로의 전환이 가속화되면서 1500V_{DC}급 전력을 사용하면 계통의 안전성과 신뢰성 확보가 산업 전반의 주요 과제로 부상하고 있음. 또한 태양광 발전 설비의 보급 확대에 따라 직류 계통에서 아크 발생, 절연 저하, 접촉 불량 등으로 인한 화재 및 안전사고 사례가 지속적으로 증가함.
- 기존의 기술인 단순 커넥터나 수동식 보호장치는 온도상승, 절연열화, 접촉저항 증가 등의 이상을 실시간으로 감지하지 못해 화재나 전력 손실 등의 가능성이 높음.

○ (스마트 커넥터)

- 스마트 커넥터는 분산전원의 직류 전송시 발생할 수 있는 아크 등의 문제를 해결하기 위해 커넥터 접점의 온도, 접촉 저항, 절연 상태, 아크 발생 신호 등을 실시간으로 센싱하고, 무선 통신을 통해 데이터를 수집, 분석, 관리 할 수 있는 기능을 갖는 기술임.
- 또한, AI 기반 데이터 학습을 통해 이상 징후를 사전에 예측하고, 원격 제어 및 현장 유지보수 시스템과 연계함으로써 태양광 발전 설비의 안전성과 운영 효율성을 동시에 극대화할 수 있음.

* 계측 대상이 되는 1500V_{dc} PV, ESS, EV 등에 따라 국제규격(IEC, UL 등)에 부합한 기술 검증이 필수적임.



[스마트커넥터 및 AI기반 최적 모니터링 플랫폼 개념도]

□ 산업동향

○ 국내시장

- 국내 전력 안전과 모니터링 시장은 기존의 '사후 점검 중심'에서 '실시간 예측, 예방 중심'으로 빠르게 이동하고 있으며, 발전, 송변전을 중심으로 다양한 기술이 적용되고 있음. 또한 전력계통이 교류(AC) 독점체제에서 교류/직류(DC) 혼합 중심으로 움직이기 위한 개발과 사업이 본격적으로 추진되고 있음. 특히 정부의 "에너지 고속도로 사업" 추진을 통해 직류 중심의 시장으로 빠르게 확산할 조짐을 보이고 있음.
- 현재 직류 계통에서 운영 중인 1500V_{DC}급 환경에서는 다양한 위험이 존재하고 있으나 기존 AC 기반 모니터링 제품을 단순히 적용하기는 어렵기 때문에 직류 계통의 안전성을 향상하기 위한 다양한 연구와 제품이 개발되어지고 있음. 특히 사고 발생이 높은 케이블 체결 부위에 단순한 연결부품이 아닌 안전을 모니터링하는 기술 수요가 높아지고 있음.
- 대표적인 직류 분산전원인 태양광 발전시스템에서는 직류선로에서 발생하는 아크로 인해 사고가 많이 발생하고 있기 때문에 정부는 건물일체형 태양광 발전부터 아크 차단기 기준을 제정하였고 2027년부터 부착이 의무화되는 등 관련된 안전시장이 커질 것으로 예상됨

○ 해외시장

- 글로벌 에너지 관리 시장 조사에 따르면, 스마트 전력안전 및 자산관리 분야는 연평균 8~10%이상의 성장률을 보이고 있으며, 2028년경에는 30억 달러 이상 규모의 시장을 형성할 것으로 전망됨. 특히 고압직류계통 중심의 산업 및 발전 인프라 확대에 의해 절연감시, 아크검출, 원격진단 기능을 갖춘 제품의 수요가 늘어날 것으로 예상됨.
- 미국과 유럽은 주거용 태양광 발전시스템에서 직류아크에 의한 사고를 방지하고자 안전 규제(NEC, IEC)를 실시하고 있으며 이로 인해 아크 차단기술, 마이크로 인버터 기술 등의 도입이 필수화되면서 연간 시장이 빠르게 성장하고 있음 특히 미국의 경우, 주거용 태양광 신규 설치 중 80% 이상이 마이크로 인버터·옵티마이저 기반으로 전환되고 있어 제품 개발시 시장 참여가 가능할 것임

2. 지원범위

□ 1500V_{DC}급 계통설비 연결부위용 고신뢰 스마트 커넥터 기술 개발

- 스마트 센싱 기술 개발
 - 전력상태 모니터링을 위한 고정밀 전류, 전압 계측 기술
 - 전력설비 진단을 위한 아크, 절연 상태 감지 및 분석 기술
 - 분석된 데이터 처리 및 결과 상위 전송을 위한 통신 기능 구축
- 스마트 커넥터 구조 개발
 - 1500V_{DC}급 절연 및 IP67 등급 이상 구조 설계 및 검증
 - 커넥터 내 아크 발생 가능 영역 최소화 단자 구조 설계 및 검증
 - 장시간 부하 운전 시 접촉저항 안정화 및 열전달 구조 설계 및 검증

□ 분산전원(태양광 등)의 직류선로용 스마트 커넥터 개발

- 실시간 스마트 안전 정보 계측 기술 개발
 - 분산전원 직류선로 전력 정보(전압, 전류) 센싱을 위한 커넥터 기술 개발
 - 계측한 전력 정보를 이용한 아크 검출 및 판단 알고리즘 개발
 - 온디바이스(On-Device) 형태의 로컬 신호처리 및 상위통신기능 개발
- 분산전원용 아크 검출 및 차단기술 개발
 - 분산전원에 발생하는 직류아크(직렬, 병렬 등) 검출 기술 개발
 - 국내외 규정에 적합한 아크 검출 및 차단 기술 개발 및 검증
 - * 규정 : IEC, UL, KEC 등
 - 분산전원 안전 운전을 위한 스마트 재폐로 알고리즘 기술 개발

□ AI기반 최적 모니터링 플랫폼 개발 및 실증

- AI기반 예측보전 알고리즘 개발
 - 인공지능에 기반 분산전원과 직류설비에 대한 위험 분석 및 예측 알고리즘
 - * 1500V_{DC} 설비, 분산전원(태양광 등)
 - 비정상 신호 및 아크 등 위험 신호 데이터 실시간 검출 및 알람 기능
 - 최적 모니터링 플랫폼 개발 (계측기능, 운전기능, 분석기능 등)
- 시스템 단위 실증
 - 개별 제품별 성능시험 및 시스템 실증을 위한 테스트베드 구축
 - 개별 제품별 안전성 및 시스템 단위 실증 시험

□ 필수 성능지표(정량적)

- 1500V_{DC} 전력, 절연 계측 정확도(%), 아크 검출 정확도(100회기준, %)
- 분산전원(태양광 등) 아크검출 정확도(%), 차단시간(규격중 2항목이상, Sec)
- 위험분석 알고리즘 정확도(위험조건 10개 이상, %)
- 실증시험 (계측, 차단, 예측, 운영 기능 각 5회이상, %)

3. 정부지원 필요성

□ 정부지원 필요성

- 신사업 관련한 안전기술 제품 개발 필요
 - 정부는 '2050 탄소중립 비전'과 '제10차 전력수급기본계획'을 통해 재생에너지 확대 및 분산형 전원 도입을 핵심 과제로 제시하고 있으며, 특히 직류 송배전은 에너지 고속도로 사업, 분산형 전원 기반의 스마트 그리드 구축과 밀접히 연계된 분야임
 - 이에 따라 발전 효율성뿐만 아니라, 화재·안전 문제 해결을 통한 신뢰성 확보가 국가 에너지 정책의 중요한 축으로 자리잡고 있음.
- 안전을 위한 AI기술 도입 필요
 - 정부는 'AI 3대 강국 도약'을 목표로 인공지능 인프라 구축, 핵심 기술 및 인재 양성, 법·제도 정비를 포함하는 'AI 대전환(AX)' 전략을 추진하고 있음
 - 분산전원 및 MVDC 등 새롭게 도입되는 제품에 안전을 높이기 위해서는 기존 데이터 처리 기술 뿐만 아니라 인공지능에 기반한 정밀한 분석이 필요하며 특히 직류설비에 대한 분석 알고리즘이 중요함.

□ 지역산업 기여

- 지역내 MVDC 연구개발 사업과 연계
 - 1500V_{DC}급 전력설비의 스마트 전력안전 모니터링은 광주·전남 지역에 구축중이 MVDC 연구 개발 사업과 실증사업과 연계하여 큰 시너지를 낼 것으로 기대됨.
 - * AC/DC 하이브리드 배전망 설계 및 해석 기술 개발 외 다수
 - 한전 및 전력연구원과의 기술협력 체계를 통해 전력 설비 안전 진단 기술, 데이터 연계 플랫폼, 현장 실증 환경을 공동 구축함으로써, 지역 중심의 에너지 산업 확충과 공공기관, 산업체, 대학 간 R&D 생태계 활성화를 실현할 수 있을 것으로 기대됨.
 - * 나주 에너지신기술연구원 실증장 등
- 광주광역시 3대 전략사업 연계
 - 광주광역시는 '미래차, 에너지, AI'를 3대 전략 사업으로 육성하고 있으며, 특히 나주의 빛가람 혁신도시와 연계한 에너지 밸리, 광주 미래차 또는 에너지 연구센터, 지역 시험평가 기관을 중심으로 한 산업 생태계가 조성중임.
 - 태양광 발전 설비의 차세대 기술 개발을 통해 국내 에너지 산업에 대한 R&D 선두주자로 자리매김할 수 있으며, 이러한 기술을 바탕으로 광주광역시가 목표로 하는 에너지 고속도로 사업 및 친환경 에너지 허브 도시로의 발전에 기여.

4. 안전관리 중점사항 필요성

□ 과제 관련 안전관련 법령 제도

- 전기사업법 (제 67조, 제 72조)
 - 1500V_{DC} 시스템은 고전압 직류설비로 분류되어 안전관리 의무를 직접 적용받기에, 본 기술은 법정 안전검사 체계의 디지털 감시 또는 예지형 대체기술로 활용 가능하므로, 전기사업법 기준 절연, 내전압, 온도상승 시험 등 반영

- 태양광 발전 설비는 '전기사업법'에 따라 안전관리자가 지정되어야 하며, 전기설비기술기준에 따라 아크, 절연 파괴 등 전기적 위험 요인을 예방할 수 있는 설비 또는 부품 적용
- 산업안전보건법 (제 36조, 제 42조)
 - 1500V_{DC} 시스템은 감전, 아크, 절연열화 등 전기적 재해 가능성이 높은 분야로, 실증단계에서 산업안전보건공단(KOSHA)기준에 부합하는 절연, 접지 설계 및 위험성 평가가 필수.

□ 정기 안전점검 및 관리

- 정기점검 체계 고도화 필요
 - 1500V_{DC}급 고전압 설비는 기존 교류 계통 대비 절연 열화와 아크 발생 위험이 높음에도 불구하고, 현재의 법정 점검체계는 연 1회 정기검사 중심으로 운영되고 있음. 이러한 점검 방식은 실시간 감시가 불가능하여, 온도상승 및 절연저하, 접속 불량 등 초기 결함을 놓치는 경우가 빈번하여 실시간 감시와 예방 중심의 지능형 안전관리체계로 전환이 필요함.
- 사고발생 이전 예측 유지보수
 - 커넥터 자체에 센서, 통신 기능을 내장하여 접촉저항, 절연 저하, 온도 이상, 아크 발생 등을 실시간 모니터링하고, 이상 징후가 발생하면 즉시 통보할 수 있으며 이는 정기점검 주기를 보완하며, 상시 진단과 예방 중심 유지보수 체계 가능

5. 추진체계 및 예산/기간

주관연구개발기관 유형	광주클러스터 산단 내 영리 또는 비영리기관			필수참여 기관유형				해당사항 없음				
예산규모 (~47억이내)	• 1차 연도 : 7억원 • 전 체 : 47억원			기술료 징수 여부 (사업화 대상)				징수 (v), (징수)감면 () (징수)면제 () 비징수 ()				
연구개발비 (단위: 천원)	정부지원 연구개발비	기관부담 연구개발비		그 외 기관 등의 지원금				합계			연구개발비 외 지원금	
				지방자치단체		기타						
	현금	현금	현물	현금	현물	현금	현물	현금	현물	합계		
총계	4,700,000	940,000	846,000	-	-	-	-	4,794,000	846,000	5,640,000		
1단계	1년차	700,000	14,000	126,000	-	-	-	-	714,000	126,000	840,000	
	2년차	1,000,000	20,000	180,000	-	-	-	-	1,020,000	180,000	1,200,000	
2단계	1년차	1,000,000	20,000	180,000	-	-	-	-	1,020,000	180,000	1,200,000	
	2년차	1,000,000	20,000	180,000	-	-	-	-	1,020,000	180,000	1,200,000	
3단계	1년차	1,000,000	20,000	180,000	-	-	-	-	1,020,000	180,000	1,200,000	
연구개발과제 특성.유형	<input type="checkbox"/> 기술준비단계 착수:(6), 종료:(8) <input type="checkbox"/> 과제구조 연구개발과제() <input type="checkbox"/> 보안과제 일반 (v), 보안 ()											

○ 주요기능(세부2 포함)

- 에너지 자급 기능
 - 재배하우스 지붕과 부지에서 생산된 재생에너지를 사용
 - ESS(에너지저장장치)에 전력을 저장해 야간·우기에도 안정적 전력 공급
 - 외부 전력망 의존도를 낮추어 전력비용 절감
- 관개·환경 자동제어 기능
 - 재배하우스 지붕과 부지에서 생산된 태양광 전력을 사용
 - 토양수분, 온도, 습도, 일사량 센서를 통해 재배 환경 실시간 모니터링
 - 관개펌프·스프링클러·LED 조명을 자동으로 제어
 - 생육 단계별 맞춤 환경 조성으로 생산성 향상
- 통합 관리 기능
 - IoT 기반 실시간 데이터 및 제어
 - 클라우드/모바일 기반 플랫폼에서 원격 모니터링 및 제어 기능
 - AI 알고리즘을 활용하여 에너지 사용 최적화, 생육 데이터 분석 제공
- 현지 적용 실증 및 사업화 모델 제공 기능
 - 현지 실증 조사 및 경제성 분석을 통해 최적화
 - 글로벌 시장 진출을 위한 사업화 모델 구축

○ 적용범위

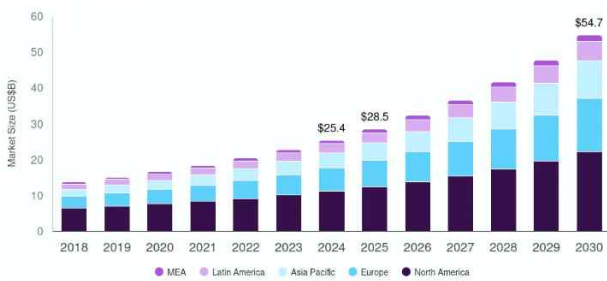
- 농업 분야 : 스마트 재배하우스의 에너지·환경 관리
- 에너지 분야 : 농업용 분산형 재생에너지 전력망(마이크로그리드) 구축
- ICT 분야 : IoT·빅데이터·AI 기반의 스마트팜 관리 서비스
- 정책 연계 : 기후변화 대응, 탄소중립, 농업 생산성 혁신, 수출 경쟁력 강화
- 보급확산 : 글로벌 농업 단지 전반으로 적용 가능

□ 산업동향

○ 국내외 스마트팜 산업 동향

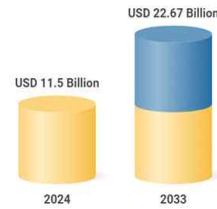
- 국내 스마트팜 시장은 빠르게 성장 중이며(민간·공공 연계 R&D·보급 확대), 2025년대 초 국내 스마트팜 관련 시장 규모를 수천억 원(약 6,000억 원대 추정) 수준으로 추정
- 스마트 농업/스마트 온실 시장의 구조적 성장
 - 글로벌 스마트농업 시장은 2024년 약 254억 달러로 추정, 2030년까지 연평균 고성장 전망(IoT·AI·자동화 투자 확대)
 - 유럽 상업용 온실 시장은 2024년 115억 달러 → 2033년 226.7억 달러(연평균 7.8%) 전망. 고기술 온실·자동화 수요가 성장의 핵심 동력으로 제시
 - "Rabobank의 Global-greenhouse 업데이트 2025"에 의하면 글로벌 온실 산업은 규모의 경제와 하이테크화가 병행되고 있으며, 대형화·M&A로 생산성·효율을 높이는데 관심

Smart Agriculture Market
Size, by Region, 2018 - 2030



European Commercial Greenhouse Market

Market forecast to grow at a CAGR of 7.8%



<https://www.researchandmarkets.com/reports/6116464>

RESEARCH AND MARKET
THE WORLD'S LARGEST MARKET RESEARCH FIRM

< 글로벌 스마트 농업 시장 규모와 유럽 상업용 온실 시장 규모 >

○ 글로벌 스마트팜 시장 동향

- 정책 프레임 : ASEAN은 농식품 체계의 디지털 전환을 가속하기 위해 디지털 기술 활용 가이드라인과 지속가능 농업 행동계획(2024.11)을 채택—데이터·디지털도구의 통합, 농가 역량강화, 민관투자 촉진을 명시
- 시장·수요 : FAO와 ERIA는 동남아 농업의 기후스마트·디지털 농업 전환을 위해 정책·금융(기후금융 포함)·데이터 거버넌스가 동시에 필요하다고 권고. 현장 수요는 센서·IoT·데이터 기반 정밀농업과 온실·수직농 등 실내 고기술 재배에서 빠르게 증가
- 아시아 농업 부문은 전통적 생산방식에서 디지털·고부가가치·기술기반 스마트팜으로 전환 중이며, 스마트팜 및 정밀농업 기술 수요가 빠르게 증가하고 있음
- 따라서, 아시아 스마트농업(정밀농업 / 디지털농업) 채택률이 2025년 이후 큰 폭으로 증가할 것이라는 분석이 있음
- 2024~2034년 아시아 스마트팜 시장은 연평균 성장률(CAGR)이 약 20%에 달해 2034년에 약 300억 달러 이상에 이를 것으로 전망

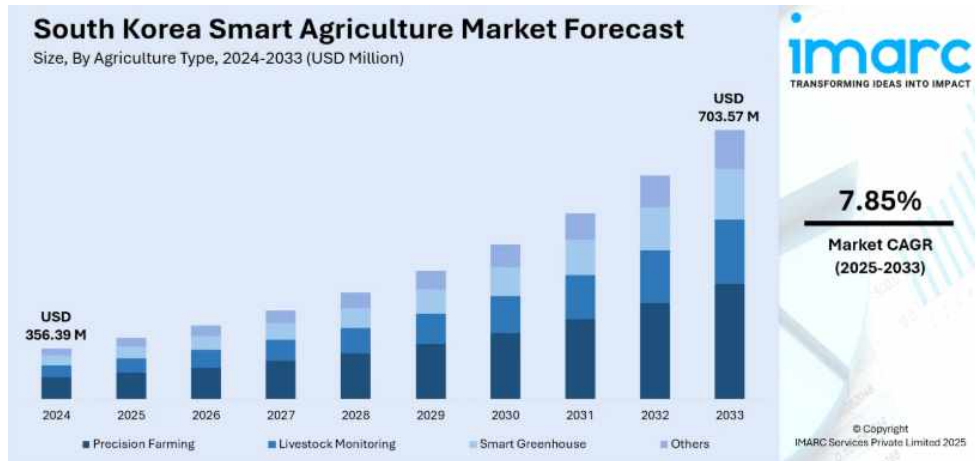
○ 재생에너지-ESS 기반 스마트팜 기술 동향

- 태양광 보급의 지속 확대 & 분산형 전원 인프라 기반
 - 2024년 한 해 한국 신규 태양광 설치량은 3.1GW 수준으로 집계(KEPCO 잠정), 누적은 약 28.15GW에 도달—분산형 전원 확대와 C&I 수요가 동반 성장, 분산형 비중이 점차 확대되며 농업시설 지붕형 적용 여지 확대
- ESS 기술·공급망의 구조적 강화
 - 국내 배터리 기업이 ESS 전용 LFP로 포트폴리오를 확장하며, 재배하우스형 마이크로 그리드의 비용·안전성·수명 측면에서 선택지가 확대
- 한국은 태양광·ESS 보급 인프라와 스마트그리드/DER R&D가 동시 진행 중이며, 스마트팜의 표준화·고도화 정책이 있으며, 본 과제는 이러한 국내 기술·정책 축과 정합성이 높음

○ 글로벌 스마트팜 시장 동향

- 동남아·아시아 국가의 농업지역은 불안정한 전력공급과 고비용 디젤 의존형 관개 시스템으로 생산성 저하
 - 2024년 농업용 전력의 30~50%가 비효율적으로 소비되며, 탄소배출과 경영비용이 동시에 증가, 스마트팜 기술이 확산 중이지만, 에너지 효율성·지속가능성 인프라가 미흡하여 상용화에 제약

- 아시아 각국은 탄소중립형 농업(Climate-Smart Agriculture) 정책을 추진 중.
 - 농업 전력소비 절감, 재생에너지 활용, 디지털 제어 기술이 결합된 그린 에그리테크 (Green Agritech) 솔루션이 절실.
 - 국제기구(ADB, KOICA, JICA 등) 역시 재생에너지 기반 농업 전력자립 모델을 ODA 우선과제로 설정 중.
- 스마트팜 수출·해외사업 확대
 - 스마트팜 수출·공사 수주액 2.96억 달러(2023)로 전년 대비 115.9% 증가—정부는 2025년 이후 수출·해외 실증 확대를 공언(공식 영문 보도자료·정부 포털)



< 국내 스마트 농업 시장 규모 >

- 한국의 기술역량과 진출 기회
 - 한국은 스마트팜 ICT, EMS(에너지관리시스템), DC 마이크로그리드, IoT 기반 원격관제 기술에 강점.
 - 농업 생산성 + 에너지효율 + 데이터기반 관리기술을 통합한 모델은 아시아 농촌개발 및 수출형 K-AgriTech 모델로 확장 가능.

2. 지원범위

□ 연구개발 목표 및 내용

- 동 과제는 글로벌 현지 실증과제로 재배하우스 실증지 확보를 위하여 관계 정부부처 및 기관과의 MOU추진 및 실증을 위한 일정 면적의 재배하우스를 포함하여야 함

○ 최종목표

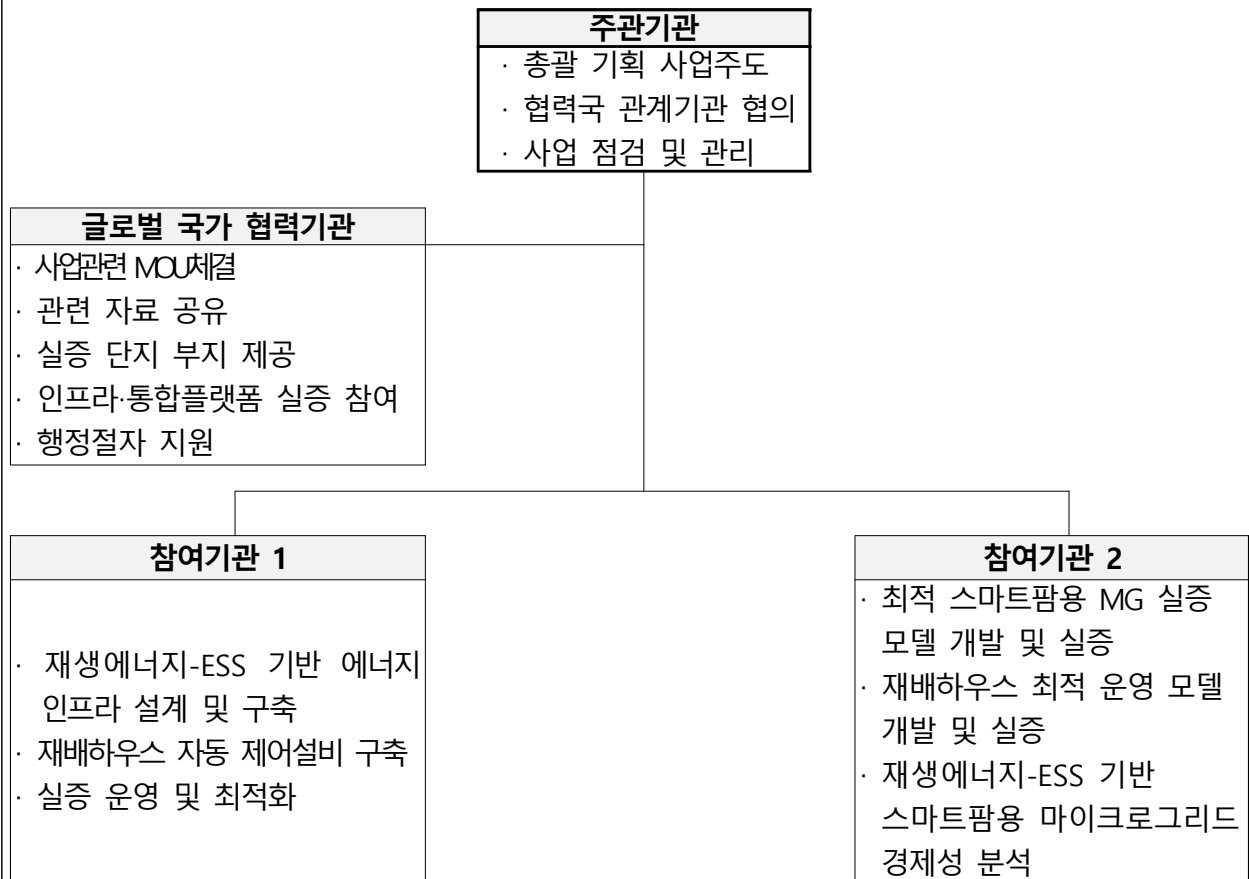
- 글로벌 지역 스마트팜에 적용 가능한 재생에너지 기반 스마트 재배하우스 모델 구축
 - 재생에너지-ESS를 활용한 스마트팜용 마이크로그리드 시스템 구축
 - 재배하우스의 관개·조명·온습도 제어 자동화 시스템 구축
 - 실증을 통해 글로벌 사업화 및 확산 모델 마련

○ 연구개발내용

- 재생에너지-ESS 기반 에너지 인프라 설계 및 구축
 - 재배하우스 지붕 및 유휴부지를 활용한 태양광발전 설계
 - ESS 연계 스마트팜용 마이크로그리드 설계 및 설비 구축/운영

- 현지 실증 조사 및 경제성 기반 스마트팜용 마이크로그리드 최적화 모델 개발
- 스마트 재배하우스 시스템 구축
 - 토양수분, 온습도, 일사량 및 센서 네트워크 등 환경정보 시스템 구축
 - 관개펌프, 스프링클러, LED 조명 등 자동제어 설비 구축
- 현지 실증 및 사업화 모델 도출
 - 경제성 분석 및 현지 적용성 평가
 - 한국-실증 현지 관계 기관과 스마트 농업 사업화 모델 구축

□ 연구개발 추진체계



○ 해외협력 구체화

- 단계별 협력 추진

구분	주요 내용
단계 1	<ul style="list-style-type: none"> - 협력국가 MOU 체결 - 현지 거점형 “스마트팜-에너지 단지 실증단지” 설립 - 현지 농민참여 공동 워크숍·기술로드맵 협의체 구성
단계 2	<ul style="list-style-type: none"> - 협력국가와 관련된 전남지역 기업 협의체 구성 - 한-글로벌 공동 표준화 및 기술데이터 공유 체계 구축
단계 3	<ul style="list-style-type: none"> - 민간투자 유치(PPP), 역내 공동 클러스터 조성 - 탄소감축·RE100·SDG 성과 연계 국제 인증 확대

3. 정부지원 필요성

□ 정부지원 필요성

- 정책·사업 정합성 및 공공성 근거
 - 본 과제는 전남 지역혁신클러스터 특화분야(에너지신산업) 및 핵심품목(지능형 전력시스템·신재생설비·ESS)에 부합하며 거점기관 개방형 혁신('26.4~'27.12/연 10억 원)과 단계·규모가 일치해 공고 목적(과제 발굴·기획 기초자료)과의 정책 연계성이 높음
 - 정부의 제3차 지능형전력망 기본계획('23~'27)과 연차 시행계획('24)은 분산형 전원(DER)·EMS/ADMS·그리드포밍 인버터 등 현장 적용을 강조하고 있어 본 과제(농업용 PV+ESS+EMS 실증)는 계획의 실행 모델로 기능함
 - 제10차 전력수급기본계획('22~'36)이 제시한 재생에너지 확대·수요관리(피크저감) 기조와 부합하며, 농업부문 자가소비형 PV+ESS 실증은 수요관리·분산형 전원 확대의 시험대가 됨
 - 2024.7. 시행 「스마트농업 육성 및 지원법」 및 하위법령은 자동화·정밀화·데이터 기반 운영을 국가책무로 규정. 온실 ICT·AI·원격운영 + 에너지(태양광·ESS) 통합인 본 과제는 우선 지원대상과 합치
- 기술·표준·실증 리스크에 대한 정부 R&D의 필요성
 - 전력사정과 품질이 열악한 글로벌 지역에 태양광·ESS 기반 스마트팜용 마이크로그리드 스마트 재배하우스 구축은 초기 설계검증·운영데이터 축적·보안·안전성 등 리스크가 크며 정부 지원은 기술·표준·실증 리스크를 경감하며 K-표준 패키지(장비+SW+운영) 수출모델 조기 정립 가능
- 기술개발 실증을 통한 글로벌 파급효과
 - VRE 확대에 필요한 저장·유연성 투자를 강조. 관개·환경제어 전력은 수요반응·백업·마이크로그리드 운영에 적합한 유연한 수요로, 본 실증의 파급이 큼
- 정부 지원
 - R&D·실증 : 거점기관 개방형 혁신 유형에 맞춰 설계→시제품→현지 실증→사업화 2개년 단계
 - 국제협력 : 공동실증(기관 MOU, 표준·인증 협의체), 현지 규제·계통 연계 자문
 - 확산·사업화 : 수출금융·보증, ODA·EDCF·KSP(정책자문) 등 후속 확산 및 민간투자 연계

□ 지역산업 기여

- 전남 에너지신산업 가치사슬(제조-설계-SW-운영) 활성화
 - 본 과제는 전남 지역혁신클러스터 특화분야(에너지신산업)로 핵심품목으로 명시된 ① IoT 접목 지능형 전력시스템, ② 신재생에너지설비, ③ 에너지 저장·관리 시스템(ESS)과 직접적으로 연계되어, 지역 내 전력기자재·인버터·배전반·EMS·응용SW 기업의 연관산업군과 협력 촉진
 - 공고문에 제시된 KSIC 코드 체계를 기반으로, 부품-시스템-SW-운영서비스까지 지역 기업의 연계 수주 구조를 구축하며 해외 진출 기반 마련
- 지역 일자리·전문인력 양성 및 기술내재화
 - 현장형 엔지니어(전력품질·PCS·EMS), 데이터/응용SW 개발자, 온실 자동제어(센서·액추에이터) 전문가 등 지역 고용 창출 가능하며 실증 운영 단계에서 O&M 매뉴얼·교육 과정을 지역 거점과 공동 개발하여 기술 내재화-인력양성-재취업/전직 선순환 구축
 - 표준 인터페이스(장비-플랫폼), 통신·보안, 데이터 표준을 지역 표준안으로 정리하여 현장기술 역량을 전남에 축적(공고의 "수요조사 결과를 과제기획 기초자료로 활용" 취지와 부합)
- 지역 기업의 해외 레퍼런스 확보 및 글로벌화 촉진
 - 실증을 통해 PV+ESS+EMS+스마트온실(관개·환경)을 결합한 수출형 패키지 모델을 전남

기업의 명시적 해외 레퍼런스로 확보하고, 이후 아시아 기후권 확산 시 전남 기업 주도형 컨소시엄으로 참여(공급-설치-플랫폼-운영서비스)

- 공고가 요구하는 클러스터 기반 통합형 과제 구조를 해외 실증에도 적용함으로써, 지역 주도 BM(장비+SW+O&M)을 정립하고 수출 파이프라인을 다변화함

○ 지역 내 연관산업 파급(전기·전자·소프트웨어·건설·농기계 등)

- KSIC 연관 업종(예: 변압기·절연선·케이블·조명장치·기타 전기장비, 공기조화·열교환기·가스발생기, 기타 전자부품·엔지니어링 서비스업 등)과의 교차 수요를 창출하여 지역 내 매출 다각화 유도
- 온실 특성에 맞는 구조·시공, 배관·펌핑·수처리, 농기계 등 지역 건설·설비 업종과의 교차 협력을 통해 지역 경제 파급효과(간접고용·지역 조달 확대)를 실현

○ 지역 재투자·확산 로드맵

- 실증 종료 후 전남 내 스마트온실시범 1-2개소 추가 적용을 추진, 지역형 그린하우스 표준 패키지(지붕형 PV+ESS+EMS+자동제어)를 마련
- 지역 지자체·공공기관과 연계하여 공공조달·민간협력(PPP) 모델을 검토, 농업에너지 절감과 디지털 전환을 결합한 지역 상시사업으로 제도화(수요조사 결과의 과제기획→사업화 연계 취지 반영)

4. 안전관리 중점사항 필요성

□ 과제 관련 안전관련 법령 제도

- (산업안전보건법 및 산업안전보건기준에 관한 규칙)산업 안전 및 보건에 관한 기준을 확인하고, 그 책임의 소재를 명확하게 하여 산업재해를 예방하고 쾌적한 작업환경을 조성함으로써 노무를 제공하는 사람의 안전 및 보건을 유지·증진함을 목적으로 한 법률
- (전기안전관리법 및 사용전검사 관련 고시)전기재해의 예방과 전기설비 안전관리에 필요한 사항을 규정함으로써 국민의 생명과 재산을 보호하고 공공의 안전을 확보함을 목적

□ 정기 안전점검 및 관리

- 장비·시설의 주기적 점검을 통해 잠재 위험 요인을 사전에 발견하고, 안전관리 기준에 따른 예방조치를 체계적으로 수행함
- 점검 결과는 즉시 기록·관리하여 이상 발생 시 신속한 보수·보완 조치를 통해 작업환경의 안정성과 지속적인 안전성을 확보함

5. 추진체계 및 예산/기간

주관연구개발기관 유형	기업	필수참여 기관유형	기업 및 기관		
예산규모 (국비 기준)	<ul style="list-style-type: none"> • 1차 연도 : 2.3억원 내외 • 전 체 : 6.3억원 내외 	기술료 징수 여부 (사업화 대상)	징수 (■), (징수)감면 () (징수)면제 () 비징수 ()		
연구개발비 (단위: 백만원)	• 지원예산(국비 기준)				
	품목명	2026(9개월)	2027	소계	
	글로벌 스마트팜용 마이크로그리드 스마트 재배하우스 시스템 구축	230	300	630	
연구개발과제 특성·유형	<input type="checkbox"/> 기술준비단계 착수:(4), 종료:(7) <input type="checkbox"/> 과제구조 연구개발과제(O) <input type="checkbox"/> 보안과제 일반 (O), 보안 ()		지역특화		

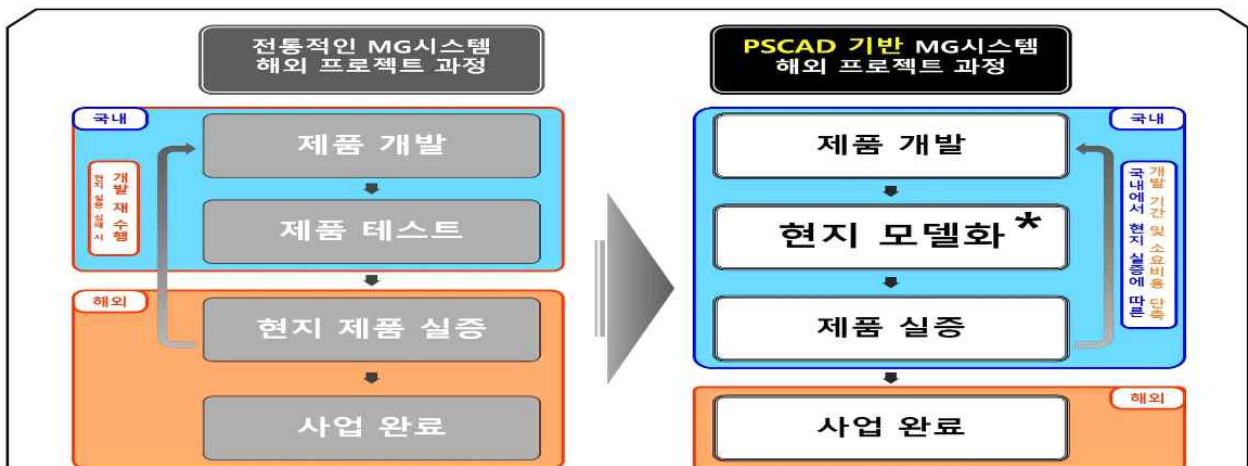
※ 연구내용 구성에 따라 사업비는 일부 조정될수있음

중앙행정기관명	산업통상자원부		관리번호	-
전문기관명	한국산업기술진흥원			
사업유형	기술개발		사업명	지역혁신클러스터육성(R&D)
선정방식	품목지정		지역명	전남
과제유형	<input type="checkbox"/> 원천기술형	<input checked="" type="checkbox"/> 혁신제품형	안전관리 과제	<input type="checkbox"/> 해당 <input checked="" type="checkbox"/> 비해당
산업기술분류	중분류 I	중분류 II	지원유형	거점기관 개방형혁신
	신재생에너지	스마트그리드		
품목명	글로벌 스마트팜용 마이크로그리드 기반 통합 관리 플랫폼 개발			

1. 개념 및 정의

□ 개념

- 본과제는 "재생에너지와 에너지저장을 기반으로 농업용 마이크로그리드를 구성하고, 이를 스마트팜 IoT 기술과 융합하여 재배하우스의 전력(공급·관개·환경)과 모니터링(관리·통합)을 하나의 플랫폼으로 통합 운영·최적화하는 현지 실증 적용 기술개발
- 에너지신산업과 스마트 농업을 융합한 기술개발 과제로서, 글로벌 지역의 스마트팜에 적용 가능한 현지 맞춤형 마이크로그리드 기술개발



- 현지 모델화***
- 전압/주파수 정보 표출
 - 전압/주파수 변동율 파악
 - 정전시간/빈도 누적
 - Sag/Swell 판별
 - 배전망 구성 파악
 - 전력요금체계 적용
 - 온습도, 생육환경분석
 - 수직/수평 일사량, 일조량
 - 통신인프라 현황(속도 등)
 - 에너지자립율 도출

○ 기획과제의 범위 및 세부내용

- 재배하우스 자동화 : 센서 네트워크 기반의 관개·온습도·조명·환기 자동 제어 기술개발
- 통합 관리 플랫폼 : IoT·클라우드 기반 데이터 수집 및 모니터링, AI 기반 최적화 기술개발
- 실증 및 사업화 : 글로벌 적용 가능한 스마트팜 실증 지원

○ 기술 또는 품목의 개념 및 정의

- 핵심 품목 : IoT센서/제어기술, 통합관리 소프트웨어
- 기술 정의 : "재생에너지와 에너지저장을 기반으로 농업용 마이크로그리드를 구성하고, 이를 스마트팜 IoT 기술과 통합하여 재배하우스의 관개·환경을 자동제어하며, 통합 운영 플랫폼으로 운영·최적화하는 시스템"

□ 기술의 기능/범위

재생에너지-ESS 기반 마이크로그리드와 스마트 재배하우스 자동제어 시스템을 결합하여, 재배하우스의 전력(공급·관개·환경)과 모니터링(관리·통합)을 하나의 플랫폼에서 수행하는 기술임

○ 주요기능

- 에너지 자급 기능
 - 재배하우스 지붕과 부지에서 생산된 재생에너지를 사용
 - ESS(에너지저장장치)에 전력을 저장해 야간·우기에도 안정적 전력 공급
 - 외부 전력망 의존도를 낮추어 전력비용 절감
- 관개·환경 자동제어 기능
 - 재배하우스 지붕과 부지에서 생산된 태양광 전력을 사용
 - 토양수분, 온도, 습도, 일사량 센서를 통해 재배 환경 실시간 모니터링
 - 관개펌프·스프링클러·LED 조명을 자동으로 제어
 - 생육 단계별 맞춤 환경 조성으로 생산성 향상
- 통합 관리 기능
 - IoT 기반 실시간 데이터 및 제어
 - 클라우드/모바일 기반 플랫폼에서 원격 모니터링 및 제어 기능
 - AI 알고리즘을 활용하여 에너지 사용 최적화, 생육 데이터 분석 제공

○ 적용범위

- 농업 분야 : 스마트 재배하우스의 에너지·환경 관리
- 에너지 분야 : 농업용 분산형 재생에너지 전력망(마이크로그리드) 구축
- ICT 분야 : IoT·빅데이터·AI 기반의 스마트팜 관리 서비스
- 정책 연계 : 기후변화 대응, 탄소중립, 농업 생산성 혁신, 수출 경쟁력 강화

□ 산업동향

○ 기술적 국내 동향

- 에너지 믹스 전환 가속과 재생+저장 생태계 강화
 - 2038년까지 탄소중립 전원 70%(원전+재생) 지향, 2030년 태양광·풍력 72GW 목표 등 전원포트폴리오 재편—재생+ESS 연계 실증·보급 사업의 정책적 동력 확보
- 스마트팜 ICT 고도화와 에너지 통합
 - 농림축산식품부는 기준 온실의 16%(’24) → 20%(’25) 스마트화 목표, AI·로보틱스 연계 및 표준(장바데이터) 확산 지원—온실 ICT 제어와 에너지(EMS) 통합 니즈가 공식 정책에 반영
 - 센서·자동제어·클라우드 플랫폼 등 ICT 융합시설이 기존 온실, 축사, 식물공장 등 국내 농업현장 곳곳에 확산 중
 - 자가발전 및 전력 자급 자족을 위한 마이크로그리드 기반 EMS 실증 사례 증가

○ 국내 시장 동향

- 스마트팜(스마트 농업) 내수 시장의 성장세

- 국내 스마트 농업 시장 규모는 2024년 약 3.56억 달러 수준으로 추정되며, '25~'33년 CAGR 7.85%로 성장 전망(IoT·AI·자동화 도입 가속)
- 국내 스마트팜 산업 가치는 '18 1.28조원 → '22 2.96조원, '23 3.65조원 전망 등 고성장 국면
- 정부는 스마트 온실 보급률 2025년 20% 목표로 장비·솔루션 보급 및 실증을 강화·관련 국내 수요(레퍼런스) 확대와 함께 해외 실증·수출의 교두보를 제공

○ 글로벌 시장 동향

- 스마트 농업/스마트 온실 시장의 다각화

- 글로벌 스마트 농업 시장은 2025년 약 300억 달러(약 40조 원) 규모로 성장 중이며, 연평균 15% 이상 성장 기록
- 미국/유럽은 자율주행 농기계, 드론 기반 스마트 농업 EMS, 빅데이터·AI 활용 에너지·자원 최적화 및 친환경·탈탄소 중심 디지털 농업 기반 EMS를 통해 경쟁력 확보
- 아시아(한국, 일본, 중국 등)는 정부 주도 ICT 투입, 스타트업 혁신, 자동화·로봇·정밀 관개 확대가 특징으로 인도·이스라엘은 정밀 관개 EMS 시장 성장세가 뚜렷함
- 글로벌 주요 벤더로는 존디어, 블루라디스(Blue Radix), 클라스, 이노텍 등이 있으며, 각국 연구소·스타트업도 활발히 시장에 진입 중

○ 글로벌 스마트팜 시장 동향

- 아시아 태평양 지역의 스마트팜 시장은 2021년 146억 달러에서 2023년 약 378억 달러로 증가. 2025년에는 약 452억 달러 성장 예상
- 아시아 태평양 지역의 성장은 글로벌 스마트팜 시장 전체 규모(2024년 약 262억 달러, 2025년 약 300억 달러)의 확대를 견인, 2030년에는 글로벌 시장이 약 628억 달러에 이를 전망
- 중국/인도
 - 중국 정부는 2024년부터 2028년까지의 "전국 스마트농업 행동계획"을 수립하여 AI, IoT, 빅데이터 기반 농업 전환을 가속화하고 있음
 - 인도의 농업기술 시장은 2024년 약 8억 1,500만 달러로 평가되며, 2025년부터 2033년까지 약 13.5%의 강한 연평균 성장률을 기록할 것으로 예상
- 동남아시아 : 베트남, 인도네시아 등 동남아 국가들은 스마트팜 도입 초기 단계이며, 한국의 시범온실을 통해 기술을 습득중

2. 지원범위

□ 연구개발 목표 및 내용

- 기 구축된 재배하우스를 활용한 목표 달성이 필요하므로, 관계 정부부처 및 기관과의 MOU 추진 및 실증을 위한 일정 면적의 재배하우스를 포함하여야 함

○ 최종목표

- 글로벌 지역 스마트팜에 적용 가능한 재생에너지 기반 스마트 재배하우스 모델 구축
 - 재배하우스의 관개·조명·온습도 제어 자동화 기술 확립
 - IoT 및 AI 기반 통합 에너지관리 플랫폼 구축을 통해 에너지 효율 극대화 및 생산성 향상 달성
 - 실증을 통한 사업화 기반 마련

○ 연구개발내용

- 스마트 재배하우스 최적 작물재배 운영 시스템 개발
 - 관개펌프, 스프링클러, LED 조명 등 설비 최적 제어 알고리즘 개발

- 생육 단계별 최적 환경 제어 기술개발
- AI 기반 생육 예측 모델 개발
- 스마트팜용 마이크로그리드 기반 공통 에너지관리 플랫폼 개발
 - IoT 기반 에너지 데이터 수집·전송 시스템 개발
 - 클라우드 기반 공통 에너지 관리 플랫폼 및 모바일 앱 개발
 - AI 기반 부하 예측 및 에너지 최적화 모델 개발
- 현지 실증 및 사업화 모델 실증 지원
 - 재배단지에서 실증 테스트 및 성능 검증

□ 연구개발 추진체계



- 해외협력 구체화
 - 단계별 협력 추진

구분	주요 내용
단계 1	- 협력국가 MOU 체결 - 현지 거점형 "스마트팜-에너지 단지 실증단지" 설립 - 현지 농민참여 공동 워크숍·기술로드맵 협의체 구성
단계 2	- 협력국가와 관련된 전남지역 기업 협의체 구성 - 한-글로벌 공동 표준화 및 기술데이터 공유 체계 구축
단계 3	- 민간투자 유치(PPP), 역내 공동 클러스터 조성 - 탄소감축·RE100·SDG 성과 연계 국제 인증 확대

3. 정부지원 필요성

□ 정부지원 필요성

- 정책·사업 정합성 및 공공성 근거
 - 본 과제는 전남 지역혁신클러스터 특화분야(에너지신산업) 및 핵심품목(지능형 전력시스

템·신재생설비·ESS)에 부합하며 거점기관 개방형 혁신('26.4~'27.12/연 10억 원)과 단계·규모가 일치해 공고 목적(과제 발굴·기획 기초자료)과의 정책 연계성이 높음

- 정부의 제3차 지능형전력망 기본계획('23~'27)과 연차 시행계획('24)은 분산형 전원(DER)·EMS/ADMS·그리드포밍 인버터 등 현장 적용을 강조하고 있어 본 과제(농업용 PV+ESS+EMS 실증)는 계획의 실행 모델로 기능함
- 제10차 전력수급기본계획('22~'36)이 제시한 재생에너지 확대·수요관리(피크저감) 기조와 부합하며, 농업부문 자가소비형 PV+ESS 실증은 수요관리·분산형 전원 확대의 시험대가 됨
- 2024.7. 시행 「스마트농업 육성 및 지원법」 및 하위법령은 자동화·정밀화·데이터 기반 운영을 국가책무로 규정. 온실 ICT·AI·원격운영 + 에너지(태양광·ESS) 통합인 본 과제는 우선 지원대상과 합치

○ 기술·표준·실증 리스크에 대한 정부 R&D의 필요성

- PV·ESS·인버터·EMS·온실 자동제어(IoT·센서/액추에이터)·AI의 다기술 통합은 초기 설계검증·운영데이터 축적·보안·안전성 등 리스크가 크며 정부 R&D는 표준 인터페이스(계통·데이터)·전력품질/유연성 검증·안전규격을 선(先)확립해 민간 위험을 경감
- 정부의 표준·인증·제도협력 지원으로 K-표준 패키지(장비+SW+운영) 수출모델 조기 정립 가능

○ 기술개발 실증을 통한 글로벌 파급효과

- IEA Southeast Asia Energy Outlook 2024/2025는 VRE 확대에 필요한 저장·유연성 투자를 강조. 관개·환경제어 전력은 수요반응·백업·마이크로그리드 운영에 적합한 유연한 수요로, 본 실증의 파급이 큼

○ 정부 지원

- R&D·실증 : 거점기관 개방형 혁신 유형에 맞춰 설계→시제품→현지 실증→사업화 2개년 단계
- 국제협력 : 공동실증(기관 MOU, 표준·인증 협의체), 현지 규제·계통 연계 자문
- 확산·사업화 : 수출금융·보증, ODA·EDCF·KSP(정책자문) 등 후속 확산 및 민간투자 연계

□ 지역산업 기여

○ 전남 에너지신산업 가치사슬(제조-설계-SW-운영) 활성화

- 본 과제는 전남 지역혁신클러스터 특화분야(에너지신산업)로 핵심품목으로 명시된 ① IoT 접목 지능형 전력시스템, ② 신재생에너지설비, ③ 에너지 저장·관리 시스템(ESS)과 직접적으로 연계되어, 지역 내 전력기자재·인버터·배전반·EMS·응용SW 기업의 연관산업군과 협력 촉진
- 공고문에 제시된 KSIC 코드 체계(예: 28121 전기회로 개폐·보호장치, 28123 배전반·전기 자동제어반, 35114 태양력 발전업, 58221/58222 시스템·응용 SW 등)를 기반으로, 부품-시스템-SW-운영서비스까지 지역 기업의 연계 수주 구조를 구축

○ 지역 일자리·전문인력 양성 및 기술내재화

- 현장형 엔지니어(전력품질·PCS·EMS), 데이터/응용SW 개발자, 온실 자동제어(센서·액추에이터) 전문가 등 지역 고용 창출 가능하며 실증 운영 단계에서 O&M 매뉴얼·교육 과정을 지역 거점과 공동 개발하여 기술 내재화-인력양성-재취업/전직 선순환 구축
- 표준 인터페이스(장비-플랫폼), 통신·보안, 데이터 표준을 지역 표준안으로 정리하여 현장기술 역량을 전남에 축적(공고의 "수요조사 결과를 과제기획 기초자료로 활용" 취지와 부합)

○ 지역 기업의 해외 레퍼런스 확보 및 글로벌화 촉진

- 실증을 통해 PV+ESS+EMS+스마트온실(관개·환경)을 결합한 수출형 패키지 모델을 전남 기업의 명시적 해외 레퍼런스로 확보하고, 이후 아시아 기후권 확산 시 전남 기업 주도형 컨소시엄으로 참여(공급-설치-플랫폼-운영서비스)
- 공고가 요구하는 클러스터 기반 통합형 과제 구조를 해외 실증에도 적용함으로써, 지역 주도 BM(장비+SW+O&M)을 정립하고 수출 파이프라인을 다변화함

○ 지역 내 연관산업 파급(전기·전자·소프트웨어·건설·농기계 등)

- KSIC 연관 업종(예: 변압기·절연선·케이블·조명장치·기타 전기장비, 공기조화·열교환기·가스발생기,

- 기타 전자부품·엔지니어링 서비스업 등)과의 교차 수요를 창출하여 지역 내 매출 다각화 유도
- 온실 특성에 맞는 구조·시공, 배관·펌핑·수처리, 농기계 등 지역 건설·설비 업종과의 교차 협력을 통해 지역 경제 파급효과(간접고용·지역 조달 확대)를 실현

○ 지역 재투자·확산 로드맵

- 실증 종료 후 전남 내 스마트온실시범 1-2개소 추가 적용을 추진, 지역형 그린하우스 표준 패키지(지붕형 PV+ESS+EMS+자동제어)를 마련
- 지역 지자체·공공기관과 연계하여 공공조달·민간협력(PPP) 모델을 검토, 농업에너지 절감과 디지털 전환을 결합한 지역 상시사업으로 제도화(수요조사 결과의 과제기획→사업화 연계 취지 반영)

4. 안전관리 중점사항 필요성

□ 과제 관련 안전관련 법령 제도

- (산업안전보건법 및 산업안전보건기준에 관한 규칙)산업 안전 및 보건에 관한 기준을 확 인하고, 그 책임의 소재를 명확하게 하여 산업재해를 예방하고 .쾌적한 작업환경을 조성함 으로서 노무를 제공하는 사람의 안전 및 보건을 유지·증진함을 목적으로 한 법률
- (전기안전관리법 및 사용전검사 관련 고시)전기재해의 예방과 전기설비 안전관리에 필요 한 사항을 규정함으로써 국민의 생명과 재산을 보호하고 공공의 안전을 확보함을 목적

□ 정기 안전점검 및 관리

- 장비·시설의 주기적 점검을 통해 잠재 위험 요인을 사전에 발견하고, 안전관리 기준에 따른 예방조치를 체계적으로 수행함
- 점검 결과는 즉시 기록·관리하여 이상 발생 시 신속한 보수·보완 조치를 통해 작업환경의 안정성과 지속적인 안전성을 확보함

5. 추진체계 및 예산/기간

주관연구개발기관 유형	기업	필수참여 기관유형	기업 및 기관		
예산규모 (국비 기준)	<ul style="list-style-type: none"> • 1차 연도 : 2.3억원 내외 • 전 체 : 6.3억원 내외 	기술료 징수 여부 (사업화 대상)	징수 (<input checked="" type="checkbox"/>), (징수)감면 () (징수)면제 () 비징수 ()		
연구개발비 (단위: 백만원)	• 지원예산(국비 기준)				
	품목명		2026(9개월)	2027	소계
	글로벌 스마트팜용 마이크로그리드 기반 통합 관리 플랫폼 개발		230	300	630
연구개발과제 특성·유형	<input type="checkbox"/> 기술준비단계 착수:(4), 종료:(7) <input type="checkbox"/> 과제구조 연구개발과제(O) <input type="checkbox"/> 보안과제 일반 (O), 보안 ()		지역특화		

※ 연구내용 구성에 따라 사업비는 일부 조정될 수 있음

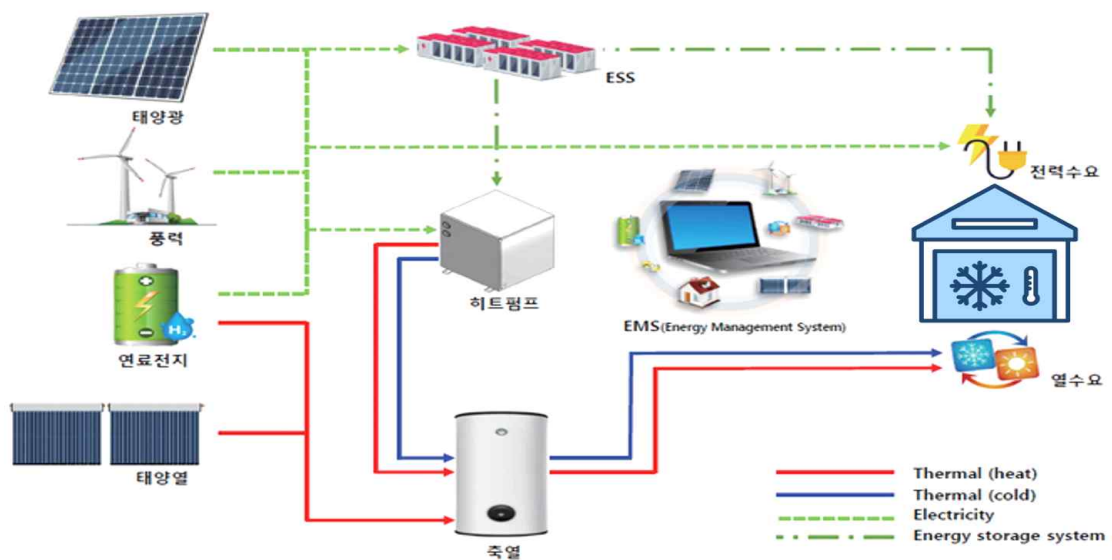
중앙행정기관명	산업통상자원부		관리번호	-
전문기관명	한국산업기술진흥원			
사업유형	기술개발		사업명	지역혁신클러스터육성(R&D)
선정방식	품목지정		지역명	전남
과제유형	<input type="checkbox"/> 원천기술형	<input checked="" type="checkbox"/> 혁신제품형	안전관리 과제	<input type="checkbox"/> 해당 <input checked="" type="checkbox"/> 비해당
산업기술분류	중분류 I	중분류 II	지원유형	거점기관 개방형혁신
	신재생에너지	스마트그리드		
품목명	글로벌 에너지 자립형 저온시설 운영을 위한 지능형 복합(열+전기) 에너지 공급 시스템 구축			

1. 개념 및 정의

□ 개념

○ 본 과제는 동남아 농수산물 생산 및 유통 단계에서 전력 부족과 냉장 인프라 미비로 인한 식품 손실(30~40%) 문제 해결을 위하여 신재생에너지 설비와 열에너지 회수 시스템을 융합한 지능형 복합(열+전기) 에너지 자립형 운영 시스템을 구축하고 농어촌 지역 중심의 분산형 재생 에너지 기반 저온시설 운영 시스템 실증 및 사업화 모델을 검증하기 위한 과제임

- 다양한 재생에너지원을 활용하여 생산된 전기·열에너지의 효율적인 저장과 수요에 최적화된 운영 관리 알고리즘을 적용한 지능형 복합(열+전기) 에너지 관리·공급형 시스템 구축과 현지 실증



[에너지자립형 제습·냉방 사업화 모델이 적용된 지능형 저온시설 운영 기술 구성도]

- 동남아(ASEAN) 지역은 연중 고온다습하며 농수산물 생산량은 많으나, 냉장물류(Cold Chain) 보급률은 20~30% 수준이며 전력 불안정, 연료비 상승, 온실가스 감축 압력 등으로 지속가능한 콜드체인 인프라 수요 급증하고 있으며 재생에너지·ESS·스마트제어·제습 냉방, 히트펌프 기술을 결합한 복합(열+전기) 에너지 최적화 시스템 현지 사업화 모델 필요
- 태양광, 태양열, PVT 등 다양한 재생에너지원을 활용, 전기·열 에너지 생산·관리 및 공급을 위한 투자비를 최소화한 ESS, 열을 냉방 에너지로 활용하는 공기열 히트펌프 기반 제습냉방 시스템, 에너지 손실을 최소화하는 지능형 에너지관리시스템 기술 등을 융복합한 기술 도입

○ 기획과제의 범위 및 세부내용

- 에너지 인프라 : 재생에너지설비(태양광, 태양열, PVT 등)와 공기열 히트펌프 기반 제습냉방 시스템, 소규모 ESS, 에너지 통합 관리를 위한 지능형 복합 에너지 관리·공급형 시스템 구축
- 수요에 최적화된 재생에너지(태양광+열)원 구축 및 에너지원별 공급 불확실성을 상호 보완하고, 24시간 동안 열+전기 공급을 위한 최소량의 에너지 저장 장치(ESS) 및 축열조 설치 검토
- 지능형 복합 에너지 관리·공급형 시스템 운영을 위한 재생에너지(열+전기) 생산 자원 관리, 복합 에너지 저장 관리, 에너지 최적화 공급 운영 관리 제어시스템 설치
- 최적 지능형 열+전기 관리 시스템을 활용한 저온 에너지 활용 설비(제습, 냉동기, 냉방기 등) 연계 운영 검토
- 실증 및 사업화 : 경제성 분석 및 현지 적용성 평가, 사업화 모델 도출

○ 기술 또는 품목의 개념 및 정의

- 핵심 품목 : 재생에너지발전(태양광, 태양열), 히트펌프, 지능형 제습·냉방 시스템
- 기술 정의 : 재생에너지(태양광, 태양열, PVT 등)와 공기열 히트펌프 기반 제습냉방 시스템, 소규모 ESS, 에너지 통합 관리를 위한 지능형 복합(열+전기) 에너지 공급 시스템 구축을 구축하고 최적 지능형 열+전기 관리 시스템을 활용한 저온 에너지 활용 설비(제습, 냉동·냉방기 등) 연계 운영을 통한 비즈 모델 경제성 분석 및 현지 적용성 평가 실증

<핵심 기술 구성>

구분	기술 요소	설명
발전부	PV+PT+ESS	잉여전력·폐열 회수 병용
냉열부	히트펌프 기반 냉동·냉방기	열원 활용 냉각/난방
제어부	AI-EMS	수요예측·부하제어·열전변환 최적화
유통부	IoT 센서	온도·습도·전력상태 실시간 모니터링

□ 기술의 기능/범위

- 다양한 재생에너지(태양광, 태양열, PVT 등)로 구성된 지능형 복합 에너지 관리·공급형 시스템을 구축하고, 지능형 열+전기 관리 시스템을 활용한 최적화된 저온 에너지 활용 설비

(제습, 냉동기, 냉방기, 히트펌프 등) 연계 운영을 통한 에너지자립형 제습·냉방 비즈니스 모델 현지 실증 및 사업화 모델을 도출하는 기술임

○ 주요기능

- 지능형 복합(열+전기) 에너지 공급·관리 기능
 - 다양한 재생에너지(태양광, 태양열 등)로 구성된 전기+열 에너지 생산 공급
 - 최소의 ESS(에너지저장장치)를 활용 24시간 운영 안정적 전력 공급
 - 다양한 재생에너지 발전 자원 관리, 최적화된 열+전기 에너지 생산 및 공급 제어
- 에너지자립형 제습·냉방 설비 연계 운영 기능
 - 최적화된 열 관리를 통한 제습, 냉동기, 냉방기 등 설비 연계 운영
 - 이중(저온·중온) 대역 공기열 히트펌프 운영을 통한 최적화된 열 에너지 제어 관리
 - 히트펌프 및 제습·냉방 설비의 에너지자립 지능형 모터 전력 공급 제어 기술 적용
- 에너지자립형 통합 관리 기능
 - 최적 지능형 열+전기 관리 운영을 통한 에너지자립화 모델 기술 검증
 - 24시간 모니터링 및 제어 기능 검증
- 현지 적용 실증 및 사업화 모델 구축
 - 현지 실증 결과 분석 및 에너지자립형 제습·냉방 비즈니스 모델 활성화 방안 도출
 - 아시아 시장 진출을 위한 지능형 복합(열+전기) 에너지 공급 사업화 모델 도출

○ 적용범위

- 에너지 분야 : 에너지자립 마을형 이중 에너지 구성 복합(전기+열) 에너지 생산 공급
- 농업 분야 : 에너지자립형 히트펌프 기반 제습, 냉동기, 냉방기 운영
- ICT 분야 : AI·IoT·빅데이터·엣지 기반의 복합(열+전기) 에너지 공급 관리 서비스
- 정책 연계 : 탄소중립, 에너지자립 마을, 복합 에너지관리 시스템 수출 경쟁력 강화
- 보급확산 : 아시아 오지 마을 전역으로 보급 확산 적용 가능

□ 산업동향

○ 국내외 에너지자립형 콜드체인 산업 동향

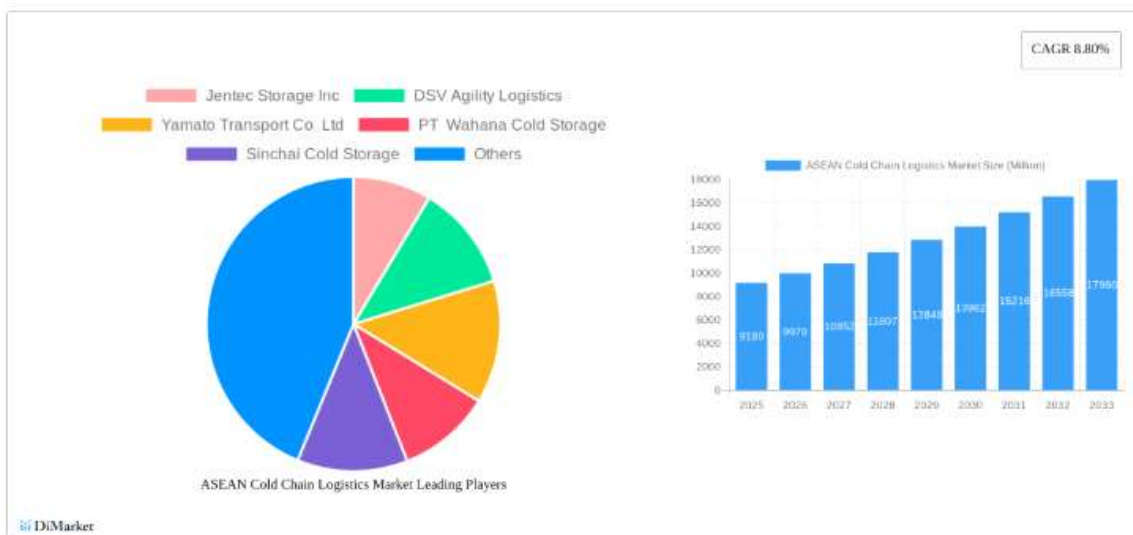
- 에너지 독립형 콜드체인은 의료(백신 유통), 농업(신선식품 보관 및 수출), 수산물/육류 물류 등에서 수요가 급증하고 있음
- 아시아·중남미·아프리카 등 신흥시장에서는 정부의 지속가능 물류정책, 친환경 규제, RE100 연계, ESG 인증 요구 등으로 확장세가 두드러짐
- 도시 집적·소형화, 도심내 마이크로 콜드체인(마이크로풀필먼트), 백업 발전시스템 내장 등을 통해 에너지 손실 최소화와 배송 효율 개선이 진행 중
- 태양광 냉동창고·모바일 솔루션, 배터리식 저온 운송장비, AI 디지털 플랫폼 기반 에너지관리 기술 수요가 지속적으로 증가할 전망
- 냉장·냉동 설비에 태양광, 풍력 등 재생에너지와 배터리 기반의 전력시스템 적용이 확대되어 전력망이 불안정하거나 오프그리드 지역에서도 콜드체인 인프라 구축이 가능해지고 있음

○ 에너지자립형 콜드체인 기술 동향

- 태양광(PV)+ESS(전기저장)+열저장(PCM 등) + 흡수식/흡착식 냉동기(폐열 활용) + AI/EMS(수요예측·운영최적화)를 결합한 하이브리드 공급 시스템이 효율·자립성 측면에서 유리
- 피크컷과 야간/약천후 대응을 위해 전기(배터리)와 열(PCM·TES)을 함께 쓰는 '이중저장'(electrical + thermal)이 상용화·확산 핵심이며 PCM·TES 시장이 높은 성장률을 보이고 있음
- 바이오매스/농업잔재 기반 CHP(또는 바이오가스)와 폐열회수(흡수냉동기)는 섬·전력망 취약지역에서 실용적 현지 연료·폐열 사용 등 연료 현지조달 가능
- PV + ESS + 흡수식 냉동기 조합 : 낮에 PV로 전력 공급, 잉여 열·전력으로 흡수식(열구동) 냉동기 가동 → 배터리 소모 감소. 대형 집하장·중소형 창고에서 시범적용 연구 중
- 흡수식·흡착식 냉동기(열구동) 재조명 : 전력 소모형 압축기 기반 냉동기 의존도를 낮추기 위해 태양열·폐열 활용 흡수식 냉동기가 비용·탄소 측면에서 매력. 다만 초기 CAPEX와 현지 유지보수 요건이 관건
- 열저장(PCM/TES) 활성화 : PCM을 이용한 저온유지(냉열 저장)로 배터리 사용량과 발전 용량을 줄임. PCM·TES 시장은 빠르게 성장 중이며, 콜드체인에 특화된 냉열 PCM 개발이 활발
- AI-EMS 연계 최적화 : 기상·수요 예측을 결합한 EMS로 PV 출력·배터리·열원·냉동기 운영을 실시간 최적화 → 운영비 절감 및 수명연장. 학계·스타트업에서 상용화 솔루션 등장
- 분산형 연료(바이오가스·잔재) 연계 CCP/CHP : 농촌·어촌의 바이오매스 연료(껍질·찌꺼기)로 CHP 운전하여 전력·열·냉 제공(지역 순환경제 모형)

○ 아시아 에너지자립형 콜드체인 시장 동향

- 2025년 ASEAN 콜드체인 시장 규모는 99억~187억 달러로 추정되며, 연평균 성장률(CAGR)은 5~9% 수준이며 도시화, 소비패턴 변화, 신선·냉장식품 수요 증가에 따라 콜드체인 인프라에 대한 투자와 기술 도입이 확대되고 있음
- SEAN·동남아 지역의 콜드체인 수요는 전자상거래·수출 농수산물·의약(백신 냉장) 성장에 힘입어 빠르게 확대 중이며, 분산형(현지) 자립형 냉장솔루션에 대한 관심이 커지고 있음



- 인도네시아, 베트남, 태국은 인구가 많고 경제가 확장되며 온도에 민감한 제품에 대한 수요 증가로 인해 시장이 급 성장하고 있으며 주요 업체들은 에너지의 효율성을 높이고 손실을 최소화하기 위해 IoT 지원 모니터링 시스템 및 자동화 창고와 같은 기술 발전에 적

극적으로 투자하고 있음

- Solar-powered cold storage 글로벌 전망 : 태양광 기반 콜드스토리지 시장은 급성장(연평균 10%대) 전망—특히 오프그리드·저개발지역 수요가 견인
- PCM/TES: PCM·TES 시장은 연평균 두 자릿수(10~16%대) 성장 전망—냉·난방과 산업열 저장 수요 증가가 배경

○ 아시아 에너지자립형 콜드체인 시장 잠재력

- 동남아(ASEAN) 지역은 연중 고온다습하며 농수산물 생산량은 많으나, 냉장물류(Cold Chain) 보급률은 20~30% 수준이며 전력 불안정, 연료비 상승, 온실가스 감축 압력등으로 지속가능한 콜드체인 인프라 수요 급증

<동남아 지역별 시장 현황>

국가	콜드체인 보급률	주요 이슈	시장 성장률 ('25~'30)
베트남	약 30%	농산물·수산물 수출 중심, 전력망 불안정	연평균 15%
인도네시아	약 25%	섬지역 물류 한계, 연료 의존형 냉장	13%
태국	약 40%	수출형 식품 가공, 온실가스 감축 정책	11%
필리핀	약 20%	전력요금 상승, 중소 생산자 중심	14%

- 농어촌 지역(전력망 외곽)의 소형·모듈형 냉장 창고 및 운송차량용 냉장장치수요 급증하고 있으며 농산물 공동선별장·수산물 집하장·소규모 유통센터중심으로 실증 및 보급 가능
- 한국의 재생에너지·ESS·스마트제어·냉방·흡수식냉동기 기술을 결합하면 현지화 가능한 에너지자립형 시스템 모델구축 가능
- 일본·중국 기업은 디젤 냉동기 + 태양광 하이브리드 수준이며 한국 기업은 열·전기 통합 관리형 고효율 냉열 시스템분야에서 기술우위 확보 가능
- 주요 솔루션 플레이어 구도 : 기존 냉동기(압축기) 업체, 태양광·ESS 통합 EPC, PCM·TES 공급업체, 현지 EPC·물류업체가 컨소시엄 형태로 프로젝트 수행 가능

2. 지원범위

□ 연구개발 목표 및 내용

- 본 과제는 현지 실증과제로 에너지자립형 저온시설 운영 복합(열+전기) 에너지 시스템 구축을 위한 실증지 확보를 위하여 관계 정부부처 또는 기관과의 MOU 추진 및 실증을 위한 일정 면적의 저온 에너지 활용 설비(저온 작물 재배사, 저온창고, 제습, 냉방기 등)를 제공하여야 함

○ 최종목표

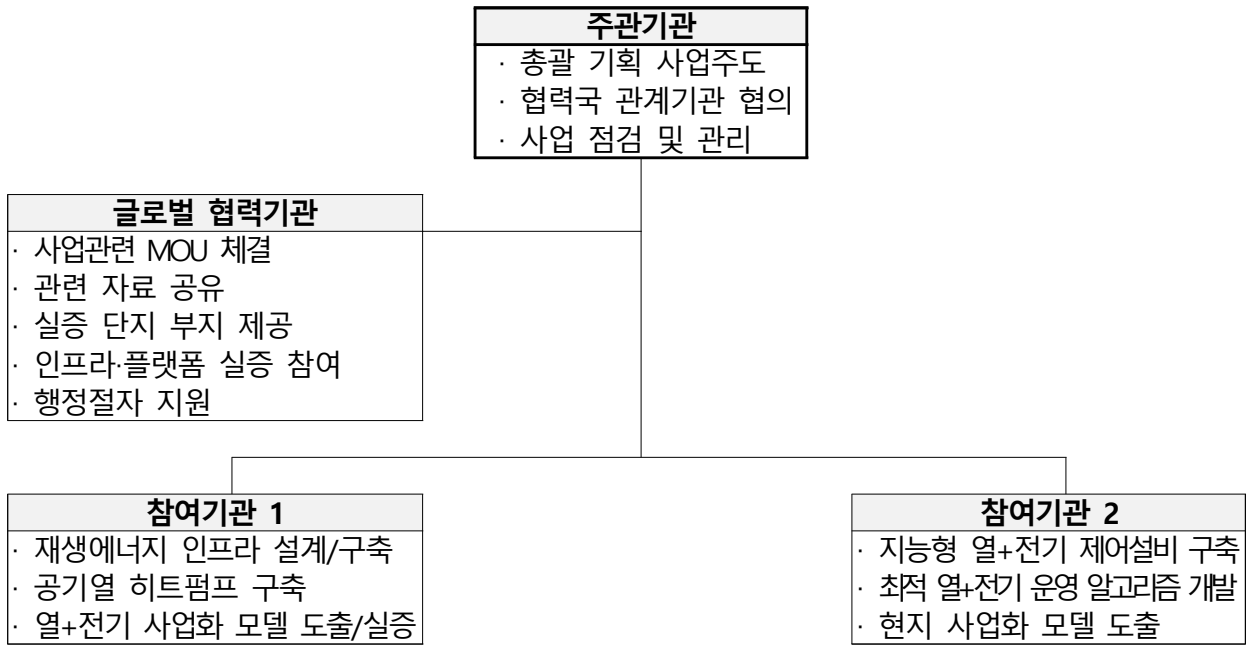
- 아시아 에너지자립형 저온시설 운영을 위한 지능형 복합 에너지 관리·공급형 시스템 구축과 지능형 복합(열+전기) 에너지 공급 사업화 모델 도출
 - 에너지자립형 태양광-ESS-히트펌프 통합 인프라 구축 및 운영관리시스템(EMS) 개발
 - 저온설비 연계 및 고효율 공기열 히트펌프 최적 제어 기술 개발
 - 에너지자립형 저온설비 운영 복합(열+전기) 에너지 공급 사업화 모델 개발

○ 연구개발내용

- 지능형 복합(열+전기) 에너지 공급·관리 인프라 설계 및 구축
 - 다양한 재생에너지로 구성된 전기+열 에너지 생산 인프라 설계 및 구축

- 최소 ESS(에너지저장장치) 용량 산출 및 24시간 에너지자립 운영 시스템 개발
- 최적 열+전기 에너지 생산 및 공급 제어 알고리즘 개발
- 에너지자립형 히트펌프 기반 제습·냉방 설비 연계 설비 구축
 - 저온설비 연계 최적 지능형 열 관리 시스템(공기열 히트펌프) 구축
 - 이중(저온·중온) 대역 공기열 히트펌프 운영 알고리즘 개발 및 제어기 개발
 - 에너지자립형 히트펌프 모터 구동 전력 공급 시스템 구축
- 현지 적용 실증 및 사업화 모델 도출
 - 실증 데이터 기반 EMS 알고리즘 고도화, 통합 운전 성능 검증
 - 실증 운영을 통한 성능 데이터 확보 (에너지 효율, 온도 안정성, 신뢰성)
 - 실증 데이터 분석을 통한 투자 회수 기간 및 BM 모델 수립

□ 연구개발 추진체계



- 해외협력 구체화
 - 단계별 협력 추진

구분	주요 내용
단계 1	- 협력국가 MOU 체결 - 농수산물 유통업자/저온시설 기업 참여 공동 워크숍·기술로드맵 협의체 구성
단계 2	- 협력국가와 관련된 전남지역 기업 협의체 구성 - 한-중앙아시아/동남아시아 공동 사업화 체계 구축
단계 3	- 민간투자 유치(PPP), 역내 공동 클러스터 조성 - 탄소감축·RE100·SDG 성과 연계 국제 인증 방안 수립

3. 정부지원 필요성

□ 정부지원 필요성

○ 정책·사업 정합성 및 공공성 근거

- 본 과제는 전남 지역혁신클러스터 특화분야(에너지신산업) 및 핵심품목(지능형 전력시스템·신재생설비·ESS)에 부합하며 거점기관 개방형 혁신('26.4~'27.12/연 10억 원)과 단계·규모가 일치해 공고 목적(과제 발굴·기획 기초자료)과의 정책 연계성이 높음
- 정부의 제3차 지능형전력망 기본계획('23~'27)과 연차 시행계획('24)은 분산형 전원(DER)·EMS/ADMS·그리드포밍 인버터 등 현장 적용을 강조하고 있어 본 과제(에너지자립마을 PV/PT/WT+ESS+HeatPump+EMS 실증)는 계획의 실행 모델로 기능함
- 제10차 전력수급기본계획('22~'36)이 제시한 재생에너지 확대·수요관리(피크저감) 기조와 부합하며, 에너지자립마을형 PV/PT/WT+ESS+HeatPump 실증은 열+전기 복합 수요관리 및 분산형 전원 확대의 시험대가 됨

○ 기술·표준·실증 리스크에 대한 정부 R&D의 필요성

- 전력 사정과 품질이 열악한 동남아시아 지역에 태양광·태양열·ESS·히트펌프 기반 에너지자립마을형 열+전기 복합 에너지 관리 운영 시스템 구축은 초기 설계검증·운영데이터 축적·보안·안전성 등 리스크가 크며 정부 지원은 기술·표준·실증 리스크를 경감하며 K-표준 패키지(장비+SW+운영) 수출모델 조기 정립 가능

○ 기술개발 실증을 통한 중앙/동남아시아의 파급효과

- 열+전기 복합 시스템 및 에너지자립형 제습·냉방 설비 연계 확대에 필요한 저장·유연성 투자를 강조. 관개·환경제어 전력은 수요반응·백업·마이크로그리드 운영에 적합한 유연한 수요로, 본 실증의 파급이 큼

○ 정부 지원

- R&D·실증 : 거점기관 개방형 혁신 유형에 맞춰 설계→시제품→현지 실증→사업화 2개년 단계
- 국제협력 : 공동실증(기관 MOU, 표준·인증 협의체), 현지 규제·계통 연계 자문
- 확산·사업화 : 수출금융·보증, ODA·EDCF·KSP(정책자문) 등 후속 확산 및 민간투자 연계

□ 지역산업 기여

○ 전남 에너지신산업 가치사슬(제조-설계-SW-운영) 활성화

- 본 과제는 전남 지역혁신클러스터 특화분야(에너지신산업)로 핵심품목으로 명시된 ① IoT 접목 지능형 전력시스템, ② 신재생에너지설비, ③ 에너지 저장·관리 시스템(ESS)과 직접적으로 연계되어, 지역 내 전력기자재·인버터·배전반·EMS·응용SW 기업의 연관산업군과 협력 촉진
- 공고문에 제시된 KSIC 코드 체계를 기반으로, 부품-시스템-SW-운영서비스까지 지역 기업의 연계 수주 구조를 구축하며 해외 진출 기반 마련

○ 지역 일자리·전문인력 양성 및 기술내재화

- 현장형 엔지니어(전력품질·PCS·EMS), 데이터/응용SW 개발자, 열+전기 자동제어(센서·엑추에이터) 전문가 등 지역 고용 창출 가능하며 실증 운영 단계에서 O&M 매뉴얼·교육 과정을 지역 거점과 공동 개발하여 기술 내재화·인력양성·재취업/전직 선순환 구축
- 표준 인터페이스(장비-플랫폼), 통신·보안, 데이터 표준을 지역 표준안으로 정리하여 현장기술 역량을 전남에 축적(공고의 "수요조사 결과를 과제기획 기초자료로 활용" 취지와 부합)

- 지역 기업의 해외 레퍼런스 확보 및 글로벌화 촉진
 - 실증을 통해 PV/PT/WT+ESS+HeatPump+EMS를 결합한 수출형 패키지 모델을 전남 기업의 명시적 해외 레퍼런스로 확보하고, 이후 아시아 기후권 확산 시 전남 기업 주도형 컨소시엄으로 참여(공급-설치-플랫폼-운영서비스)
 - 공고가 요구하는 클러스터 기반 통합형 과제 구조를 해외 실증에도 적용함으로써, 지역 주도 BM(장비+SW+O&M)을 정립하고 수출 파이프라인을 다변화함
- 지역 내 연관산업 파급(전기·전자·소프트웨어·건설·농기계 등)
 - KSIC 연관 업종(예: 변압기·절연선·케이블·조명장치·기타 전기장비, 공기조화·열교환기·가스발생기, 기타 전자부품·엔지니어링 서비스업 등)과의 교차 수요를 창출하여 지역 내 매출 다각화 유도
 - 온실 특성에 맞는 구조·시공, 배관·펌핑·수처리, 농기계 등 지역 건설·설비 업종과의 교차 협력을 통해 지역 경제 파급효과(간접고용·지역 조달 확대)를 실현
- 지역 재투자·확산 로드맵
 - 지역 지자체·공공기관과 연계하여 공공조달·민간협력(PPP) 모델을 검토, 에너지 절감과 디지털 전환을 결합한 지역 상시사업으로 제도화(수요조사 결과의 과제기획→사업화 연계 취지 반영)

4. 안전관리 중점사항 필요성

□ 과제 관련 안전관련 법령 제도

- (산업안전보건법 및 산업안전보건기준에 관한 규칙)산업 안전 및 보건에 관한 기준을 확인하고, 그 책임의 소재를 명확하게 하여 산업재해를 예방하고 .쾌적한 작업환경을 조성함으로써 노무를 제공하는 사람의 안전 및 보건을 유지·증진함을 목적으로 한 법률
- (전기안전관리법 및 사용전검사 관련 고시)전기재해의 예방과 전기설비 안전관리에 필요한 사항을 규정함으로써 국민의 생명과 재산을 보호하고 공공의 안전을 확보함을 목적

□ 정기 안전점검 및 관리

- 장비·시설의 주기적 점검을 통해 잠재 위험 요인을 사전에 발견하고, 안전관리 기준에 따른 예방조치를 체계적으로 수행함
- 점검 결과는 즉시 기록·관리하여 이상 발생 시 신속한 보수·보완 조치를 통해 작업환경의 안정성과 지속적인 안전성을 확보함

5. 추진체계 및 예산/기간

주관연구개발기관 유형	기업	필수참여 기관유형	기업 및 기관								
예산규모 (국비 기준)	<ul style="list-style-type: none"> • 1차 연도 : 3.1억원 내외 • 전 체 : 7.6억원 내외 	기술료 징수 여부 (사업화 대상)	징수 (<input checked="" type="checkbox"/>), (징수)감면 () (징수)면제 () 비징수 ()								
연구개발비 (단위: 백만원)	• 지원예산(국비 기준)										
	<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th>품목명</th> <th>2026(9개월)</th> <th>2027</th> <th>소계</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>글로벌 에너지 자립형 저온시설 운영을 위한 지능형 복합(열+전기) 에너지 공급 시스템 구축</td> <td style="text-align: center;">310</td> <td style="text-align: center;">450</td> <td style="text-align: center;">760</td> </tr> </tbody> </table>	품목명	2026(9개월)	2027	소계	글로벌 에너지 자립형 저온시설 운영을 위한 지능형 복합(열+전기) 에너지 공급 시스템 구축	310	450	760		
품목명	2026(9개월)	2027	소계								
글로벌 에너지 자립형 저온시설 운영을 위한 지능형 복합(열+전기) 에너지 공급 시스템 구축	310	450	760								
연구개발과제 특성·유형	<input type="checkbox"/> 기술준비단계 착수:(4), 종료:(7) <input type="checkbox"/> 과제구조 연구개발과제(O) <input type="checkbox"/> 보안과제 일반 (O), 보안 ()		지역특화								

※ 연구내용 구성에 따라 사업비는 일부 조정될 수 있음

중앙행정기관명	산업통상부		관리번호	
전문기관명	한국산업기술진흥원			
사업유형	기술개발		사업명	지역혁신클러스터육성(R&D)
선정방식	품목지정		지역명	광주
과제유형	<input type="checkbox"/> 원천기술형 <input checked="" type="checkbox"/> 혁신제품형		안전관리 과제	<input type="checkbox"/> 해당 <input checked="" type="checkbox"/> 비해당
산업기술분류	중분류 I	중분류 II	지원유형	거점기관 개방형 혁신
	신재생에너지	에너지 효율 향상		
품목명	글로벌 진출형 분산에너지 기반 V2X 전기차 충전 전력 공급 시스템 개발			

1. 개념 및 정의

개념

- 동남아 기후·전력 인프라·설치 환경에 적합한 신재생에너지(PV) 설비를 구축하고, 이를 통해 V2X 전기차 충전기 및 충전 스테이션에 독립형 전력을 공급하는 ESS 시스템 개발
- 특히 배터리 충·방전 효율 및 안전성 강화를 위해 Liquid 간접 냉각 방식의 BMS를 적용하고, 컨테이너 기반 모듈형 설계로 설치 유연성과 확장성 확보
- AI EMS 연동 제어를 통해 전체 시스템 운용 효율 극대화 및 화재 등 안전사고를 예방

기술의 정의 및 범위

- 기후·환경 적응형 신재생에너지 설비 구축: 동남아시아의 고온다습한 기후와 열악한 전력 인프라에 대응할 수 있는 태양광(PV) 발전 설비를 설계·구축하여 안정적인 분산형 전원 공급 기반을 마련
- V2X 기반 전기차 충전 전력공급 시스템 개발: V2G, V2H, V2L 등 다양한 전력 상호운용 기능을 지원하는 양방향 전력변환장치(PCS) 및 통신 제어 기술을 개발하여 독립형 EV 충전 인프라를 구현
- 고안전·고효율 에너지저장장치(ESS) 개발: Liquid 간접 냉각 방식을 적용한 배터리 관리 시스템(BMS)을 포함한 컨테이너형 ESS를 개발하여 충방전 효율과 열 안정성 향상
- 통합 시스템 구축, 국내외 실증, 해외기업유치: 동남아시아 실증부지에 통합 시스템을 구축·운영하여 성능과 경제성을 검증하고, 현지 전력 인프라에 최적화된 기술 모델을 제시함과 동시에 해외 현지 기업 및 글로벌 파트너사 유치를 통한 사업화·수출 기반을 확보

산업동향

- 국내 기술 동향
 - EV·ESS 보급 확대와 함께 정부의 안전 규제 강화 및 산업 표준화가 추진되면서 국내 배터리 안전 기술 개발이 빠르게 고도화되고 있음.
 - 열 관리 기술: 화재 예방 및 수명 연장을 위해 Liquid 간접 냉각, 공냉식 냉각, 열 분산 구조 설계 등 다양한 열 관리 방식이 적용되고 있음.

- 안전 센서 및 보호 기능 통합: 내부 가스(Off-gas), 압력 상승 등 초기 이상 징후를 감지하는 센서와 화재 확산 방지 시스템을 통합한 안전 기술 수요가 증가하고 있음.
- 국내 시장 동향
 - 전기차·ESS 보급 확대와 안전 규제 강화로 배터리 안전 기술에 대한 국내 수요가 지속적으로 증가하고 있음.
 - 향후 안전 예측 시스템, 통합 모니터링 플랫폼, ESS·EV 연계 안전 솔루션 수요가 확대되어지며, 국내 배터리 안전 시장은 2025년 이후에도 성장세를 유지할 것으로 전망됨.
- 국외 기술 동향
 - Maxwell Energy: 자사 CT-Lite BMS에 고유의 알고리즘을 적용하여 열폭주를 예방 기능을 강화하고 있음.
 - FM Approvals: 리튬이온 배터리 Off-gas 감지 기술 인증을 통해 데이터센터·BESS의 안전성 향상에 기여함.
 - Nexceris: 리튬 이온 배터리의 Off-gas 감지 시스템인 'Li-ion Tamer'를 개발하여 배터리의 초기 고장을 감지하고 대응하는 기술을 제공하고 있음.
- 국외 시장 동향
 - 글로벌 배터리 열관리 시스템 시장은 2024년 약 37억 달러에서 2034년 약 116억 달러로 성장할 것으로 전망될 만큼 빠른 확장세를 보이고 있음.

2. 지원범위

- **지역 맞춤형 신재생에너지 및 독립형 전력공급 설비 기술 개발**
 - 동남아시아의 고온다습한 기후, 간헐적 전력공급, 설치 환경 등을 고려한 PV 설비의 설계 기술 개발
 - PV 발전과 ESS 간의 에너지 흐름을 효율적으로 제어할 수 있는 독립형 전력공급 시스템 설계 및 제어 알고리즘 구축
- **고안전·고효율 에너지저장장치(ESS) 및 모듈화 설계 기술 개발**
 - Liquid 간접 냉각 방식을 적용한 배터리 관리 시스템(BMS) 기술개발로 충방전 효율과 안전성 향상
 - 컨테이너 기반 모듈형 ESS 설계를 통해 이동성, 유지보수성, 설치 확장성을 확보
 - 화재 감지·차단, 누전 감시, 이상 열 탐지 등 안전 보호 기능 통합
- **AI 기반 에너지 관리 시스템(EMS) 연동 제어 기술 개발(BMS)**
 - PV·ESS·V2X 충전기 간 에너지 흐름을 통합 관리하는 AI 기반 예측 제어 알고리즘 개발
 - 충전 수요, 일사량, 온도, 배터리 상태를 실시간 분석하여 에너지 효율 최적화
 - 비상상황(과열, 과충전 등)에 대한 자율 진단 및 대응 로직 구현
- **현지 실증 및 통합 운용 검증**
 - 동남아시아 실증부지에 PV·ESS·V2X 통합 시스템을 구축하여 실제 기후·환경 조건에서 성능, 안정성, 경제성 검증
 - EMS 연동을 통한 통합 제어 실증 및 운용 데이터 확보
 - 실증결과를 기반으로 설치 표준 및 유지보수 가이드 라인 수립
- **정량적 목표**
 - 인산철 셀 SOC 추정 오차(%), 인산철 셀 용량 추정 오차(%), Balancing 정확도(%), BMS 안전성(건), 배터리셀 내구성(회), 해외기업유치(광주클러스터 산단내)(우대)

3. 정부지원 필요성

□ 정부지원 필요성

- 동남아 시장 특화 기술 확보 및 해외 진출 촉진
 - 고온·고습 기후 및 인프라 취약 지역에 최적화된 PV-ESS-V2X 패키지 개발을 통해 한국 신재생 장비의 수출 확대 기반 마련
- 전력 인프라 취약 국가 대상 에너지안보 기여
 - 독립형 ESS 및 V2X 충전기 보급으로 현지 전력난 완화 및 안정적 EV 충전 인프라 제공
- 차별화된 안전 기술 확보를 통한 글로벌 경쟁력 강화
 - Liquid 간접 냉각 기반 BMS 개발로 ESS 화재사고 저감, 국제 안전인증 선점 필요
- 탄소중립 및 수출형 K-그린산업 육성
 - 해외 신재생 설비 보급을 통한 국내 탄소감축 기여 및 정부의 탄소중립 정책 방향과 일치
- AI 기반 스마트 EMS 기술 국산화
 - 시스템 효율 최적화·예지정비·사고 예방 기술 확보로 에너지 디지털 전환 정책 지원

□ 지역산업 기여

- ESS-BMS 기업 참여 확대 및 신시장 창출
 - 지역 소재 강소기업의 글로벌 프로젝트 진출 및 수출 확대
- 컨테이너 기반 모듈화 생산 체계 구축
 - 지역 내 제조 인프라 활용한 양산 체계 확보 및 고용 창출 효과
- 지역 AI 융복합 산업 역량 강화
 - AI 기반 EMS 제어 기술개발로 광주 AI 산업도시 전략과 정합성 확보
- 국제협력 중심의 해외사업 거점화
 - 동남아 실증 사업 경험을 기반으로 광주 주도형 해외 신재생 프로젝트 확산

4. 안전관리 중점사항 필요성

□ 과제 관련 안전관련 법령 제도

- 국내 경우는 다음과 같은 사항을 준수하면서 실증을 추진할 예정임.
 - 전기용품 및 생활용품 안전관리법: ESS, 전기차 충전기 등 전기설비 안전 기준 준수 의무 규정
 - 산업안전보건법: 배터리 화재, 폭발 등 작업장 위험 예방 및 안전관리 체계 수립 의무
 - 전기사업법 및 전기안전 관리규정: 전력 설비 설치·운영 시 안전 인증, 정기 검사, 유지보수 요구
 - 화재예방, 소방시설 설치·유지 및 안전관리법: 화재 감지·차단 설비 및 대응 체계 구축 의무
- 국외 실증은 진출 예정 국가의 기업 및 기관과 협력하여 추진하며, 신재생에너지 및 배터리 관련 안전 규제와 인증 요건을 사전에 확인하고 충족하는 등 체계적으로 실증을 진행할 예정

□ 정기 안전점검 및 관리

- 국내외 안전점검 및 관리
 - 정기 점검: ESS 및 PV 설비, BMS, 냉각 시스템, DC BUS 회로 등 주요 설비를 대상으로 월간/분기별 점검 수행

- 센서 및 알람 시스템 연동: 과열, 누전 등 위험 상황 실시간 감지 및 알람 발신
- 예방 유지보수: 배터리 열 관리, 단자·배선 상태, 보호 회로 정상 작동 여부 확인
- 운영 매뉴얼 및 훈련: 현장 작업자 대상 안전 교육, 사고 대응 시나리오 및 매뉴얼 정기 갱신
- 기록 관리: 점검 결과, 이상 발생 기록, 유지보수 내역을 전산화하여 안전관리 체계 구축

5. 추진체계 및 예산/기간				
주관연구개발기관 유형	광주지역혁신클러스터 내 영리, 비영리기관	필수참여 기관유형	해당사항 없음	
예산규모 (국비 기준)	<ul style="list-style-type: none"> • 1차 연도 : 4.4 억원 • 전 체 : 8.8 억원 • 지원예산(국비 기준) 	기술료 징수 여부 (사업화 대상)	징수 (v), (징수)감면 () (징수)면제 () 비징수 ()	
연구개발비 (단위: 백만원)	품목명	2026(9개월)	2027	소계
	글로벌 진출형 분산에너지 기반 V2X 전기차 충전 전력 공급 시스템 개발	440	440	880
연구개발과제 특성.유형	<input type="checkbox"/> 기술준비단계 착수:(6), 종료:(8) <input type="checkbox"/> 과제구조 연구개발과제(v) 총괄연구개발과제() <input type="checkbox"/> 보안과제 일반 (v), 보안 ()			

중앙행정기관명	산업통상부		관리번호	
전문기관명	한국산업기술진흥원			
사업유형	기술개발		사업명	지역혁신클러스터육성(R&D)
선정방식	품목지정		지역명	광주
과제유형	<input type="checkbox"/> 원천기술형 <input checked="" type="checkbox"/> 혁신제품형		안전관리 과제	<input type="checkbox"/> 해당 <input checked="" type="checkbox"/> 비해당
산업기술분류	중분류 I	중분류 II	지원유형	거점기관 개방형 혁신
	에너지 효율 향상	중전기기		
품목명	글로벌 진출형 V2X 스테이션 구축 및 운영을 위한 AI EMS 개발			

1. 개념 및 정의

개념

- V2X(Vehicle-to-Everything) 전기차 충전 모듈과 충전 스테이션을 구축하고, 발전·저장·수요 데이터를 기반으로 실시간 최적 제어가 가능한 AI 기반 에너지 관리 시스템(EMS)을 개발
 - 동남아시아 맞춤형 안정적이고 효율적인 전력 공급 환경 구축을 위한 전기차와 전력망 간 양방향 전력 연계 기술 및 스테이션 구축 개발
- AI EMS를 통해 실시간 최적운영, 경제적 전력 공급, 시스템 통합관리가 가능한 토탈솔루션 구현

기술의 정의 및 범위

- V2X(Vehicle-to-Everything) 전기차 충전기 모듈 개발과 이를 활용한 충전 스테이션 구축, 그리고 AI 기반 에너지 관리 시스템(EMS) 개발
- AI 기반 EMS는 발전량, 수요, 충·방전 데이터를 실시간으로 수집·분석하고 예측하여 최적의 충전·방전 스케줄을 생성하며, 전력망 연계 제어와 피크 절감 기능을 통해 충전 스테이션 운영의 효율성
- 충전 스테이션은 다수의 V2X 충전기 모듈을 통합하여 신재생에너지 발전과 ESS 충·방전 데이터를 종합적으로 관리하고, 부하 집중 지역에 최적화된 배치를 통해 안정적인 전력 공급

산업동향

- 국내 전기차 보급은 2025년 약 150만 대, 2030년 420만 대로 확대될 전망이며, 이에 따라 V2G 기술 수요도 증가할 것으로 예상됨.
- 글로벌 V2G 시장은 전기차 보급 확대와 재생에너지 비중 증가에 힘입어 2032년 약 1억 6,530만 달러 규모로 성장할 것으로 예상됨.

2. 지원범위

□ V2X 전기차 충전기 모듈 설계 및 개발

- 전기차와 양방향 충·방전(V2G, V2B 등) 통합 모듈 개발 및 서비스 통합 검증
- EMS 연동용 통신 프로토콜 설계 및 제어 알고리즘 개발
- 전력품질, 효율 테스트 및 충·방전 시나리오별 알고리즘 개발
- 충전기 모듈 안전성 테스트 및 실증을 통한 검증

□ AI 기반 EMS 요구사항 정의 및 운영모델 개발

- 발전량, ESS 상태, 충·방전 패턴, 전력망 데이터 수집을 통한 DB 구축
- 발전량, 수요, 충·방전 예측 모델 등 AI 기반 전력 예측 모델 개발
- V2X 충전기 모듈, PV, ESS 데이터 통합 운영 시스템 개발
- 충·방전 스케줄링, 부하 연계 제어를 위한 통합 충·방전 및 부하 제어 알고리즘 개발
- 실시간 모니터링 대시보드 및 알람 체계 수립 등 실시간 제어 및 모니터링 기능 구현

□ 국내외 전기차 충전 스테이션 구축

- 전기차 충전기 모듈-EMS 간 통신 인터페이스 검증 및 통합 시험
- PV-ESS 연계 테스트
 - 총괄-1세부에서 구축 및 개발한 PV-ESS와 V2X 충전기 연계
 - 계통 및 독립형 전력 공급 모드별 성능 테스트
 - V2X 전력 공급 모드별 성능 테스트

□ 통합 실증 및 성능 검증(총괄연계)

- 총괄-1세부 연계 실증 환경 구축
 - 총괄-1세부과제에서 구축하는 국내·외 각 1건 전기차충전스테이션 내 V2X 모듈 설치
- 충전기 모듈, 스테이션, AI EMS 연동을 통한 통합 성능 검증
 - 실시간 충·방전, 부하 제어, 독립형/계통 연계 모드 테스트
- 발전량, ESS 충·방전, 전력망 연계 데이터 기반 운영 안정성 평가
- 실증결과 기반 최종 모델 개선 및 상용화 전략 도출

□ 정량적 목표

- AI 기반 예측제어 기능의 시스템 적용 검증(%), 계통 및 독립형 전력 공급 모드별 동작 유무 확인(%), 충전기 모듈-EMS 간 통신인터페이스 검증(%), 시스템 운영 안정성 및 가동률 확보(%)

3. 정부지원 필요성

□ 정부지원 필요성

- 전기차-전력망 양방향 연계 핵심기술 확보
 - V2X 기술은 향후 전력 수급 안정화에 필수적인 기술로, 국산화 및 국제 표준 선도가 필요
- 동남아 시장 맞춤형 EV 충전 인프라 수출 확대
 - 전력 기반이 취약한 국가에 최적화된 V2X 스테이션 공급으로 신시장 선점 효과

- AI 기반 EMS를 통한 에너지 디지털 전환 가속
 - 발전·저장·수요 데이터 통합 제어 기술 확보로 국가 에너지 전략(스마트그리드) 부합

□ 지역산업 기여

- 광주 e-모빌리티 산업 클러스터와 직접 연계
 - 완성차·전장부품 기업과 연계를 통한 지역 미래차 산업 가치사슬 강화
- AI 기반 EMS 기술로 지역 AI 산업 고도화
 - AI 데이터센터 및 SW기업과 공동개발 촉진을 통해 AI 선도 도시 전략 기여
- 국제 실증 레퍼런스 확보로 광주 주도 해외사업 기회 창출
 - 동남아 현지 구축 경험을 광주 주도 수출형 사업으로 확장

4. 안전관리 중점사항 필요성

□ 과제 관련 안전관련 법령 제도

- 「전기용품 및 생활용품 안전관리법」을 통한 전기차 충전기 모듈과 스테이션 설치 및 운영 시 전기 안전 기준 준수
- 「전기사업법」 및 「전기설비 기술기준」을 통한 전력 연계, 배전 및 전력 품질 관련 안전 기준 준수
- 「산업안전보건법」을 통한 작업자 안전, 장비 취급 및 유지보수 안전 관리
- 「소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률」을 통한 화재 예방 및 비상 대응 장치 설치 기준
 - 국외 실증은 진출 예정 국가의 기업 또는 기관과 협력하여 추진하며 V2X 전기차충전모듈, 스테이션 구축 AI EMS 플랫폼에 대하여 현지 요건을 사전에 확인하고 충족하는 등 실증을 사업기간 내 체계적으로 수행할 예정

□ 정기 안전점검 및 관리

- 충전기 모듈, 전력변환장치(Inverter), ESS, PV 설비 대상 정기 점검 및 유지보수 수행
- EMS 시스템 이상 신호, 과전류/과전압, 온도 이상 등 실시간 모니터링 및 기록
- 점검 항목: 전기적 안전, 구조물 및 배선 상태, 보호장치 작동 여부, 통신·제어 정상 동작
- 점검 주기: 월간/분기별 점검 계획 수립 및 법적 기준에 따른 검사 수행
- 점검 결과 기록 및 개선 조치: 이상 발견 시 즉시 대응, 보고 및 개선 기록 관리

5. 추진체계 및 예산/기간

주관연구개발기관 유형	광주지역혁신클러스터 내 영리, 비영리기관	필수참여 기관유형	해당사항 없음								
예산규모 (국비 기준)	<ul style="list-style-type: none"> • 1차 연도 : 3.3 억원 • 전 체 : 6.6 억원 	기술료 징수 여부 (사업화 대상)	징수 (√), (징수)감면 () (징수)면제 () 비징수 ()								
연구개발비 (단위: 백만원)	• 지원예산(국비 기준)										
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>품목명</th> <th>2026(9개월)</th> <th>2027</th> <th>소계</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>글로벌 진출형 V2X 스테이션 구축 및 운영을 위한 AI EMS 개발</td> <td>330</td> <td>330</td> <td>660</td> </tr> </tbody> </table>	품목명	2026(9개월)	2027	소계	글로벌 진출형 V2X 스테이션 구축 및 운영을 위한 AI EMS 개발	330	330	660		
품목명	2026(9개월)	2027	소계								
글로벌 진출형 V2X 스테이션 구축 및 운영을 위한 AI EMS 개발	330	330	660								
연구개발과제 특성·유형	<input type="checkbox"/> 기술준비단계 착수:(6), 종료:(8) <input type="checkbox"/> 과제구조 연구개발과제(√) 총괄연구개발과제() <input type="checkbox"/> 보안과제 일반 (√), 보안 ()										