

관리번호		2026-정보·융합기술-7 -품목공모-12		RFP 유형코드	목적·내용	성과물 특성	지원유형
					R	1	1
					원천연구	시작품·시제품 제작 및 검증 (TRL 5~6)	일반연구개발
국가전략연구 기획평가전문분야		PM분야	정보·융합기술	RB분야	이차전지	RB 세부분야	-
사업명		미래개척융합과학기술개발사업 - 미래유망융합기술파이오니어					
RFP명		고에너지밀도/고강도/난연 일체형 구조배터리 소재-셀 설계 및 제작 기술 개발					
		(TRL : [시작] 4 단계 ~ [종료] 6 단계)					
지원 정보	지원기간	2026.07 ~ 2030.12		정부지원금	4,500백만원		
	1단계 (1차년도)	2026.07 ~ 2027.12 (2026.07 ~ 2027.01)		1단계 (1차년도)	900백만원 (350백만원)		
	2단계	2028.01 ~ 2030.12		2단계	3,600백만원		
	주관기관유형	<input type="checkbox"/> 제한없음 <input checked="" type="checkbox"/> 대학/출연(연)/국공립연/특정연 <input type="checkbox"/> 기업 <input type="checkbox"/> 기타 비영리법인(병원 등) <input type="checkbox"/> 외국법인					
	주관기관 외 필수참여기관	<input checked="" type="checkbox"/> 제한없음 <input checked="" type="checkbox"/> 기업 <input type="checkbox"/> 기타 비영리법인(병원 등) <input type="checkbox"/> 외국법인					
키워드	한글	일체형 구조배터리	구조전극	구조전해질	다기능 복합소재	구조-전기화학 통합 성능	
	영문	Integrated Structural Battery	Structural Electrode	Structural Electrolyte	Multifunctional Composite Materials	Coupled Structural-Electrochemical Performance	

1. 추진배경	
<p>○ 추진근거</p> <ul style="list-style-type: none"> - 과학기술기본법 제17조 (협동·융합연구개발의 촉진) - 제4차 융합연구개발 활성화 기본계획 - 우주항공 방산시대 탄소복합재 경쟁력 강화 전략 - 제2차 드론산업발전기본계획 - 국가전략기술 중 이차전지, 첨단소재, 우주항공·해양, 첨단모빌리티 분야와 연계 <p>○ 세부 추진배경</p> <ul style="list-style-type: none"> - 차세대 모빌리티, 무인항공기, 드론, UAM/AAM, 로봇, 위성 및 국방 플랫폼의 고도화에 따라 구조 경량화와 에너지 저장 성능 향상을 동시에 달성하는 기술의 중요성이 증가하고 있음. - 기존 배터리 시스템은 별도의 팩, 하우징, 배선 및 보호구조로 인해 시스템 중량과 부피를 증가시키며, 이는 장기 체공시간, 항속거리, 탑재중량 확보의 주요 한계로 작용함. - 기존 분리형 구조배터리 또는 배터리 내장형 복합재 기술은 상용 리튬이온전지를 CFRP 내부에 삽입하거나 리패키징하는 수준에 머물러 있어 실질적인 경량화 효과가 제한적임. - 이에 따라 탄소섬유 복합재가 하중 지지 기능과 에너지 저장 기능을 동시에 수행하는 일체형 구조배터리가 차세대 경량 에너지 구조체의 핵심 대안으로 부상하고 있음. - 그러나 현재 탄소섬유 기반 구조배터리는 낮은 활물질 로딩량, 계면 결합력 부족, 구조전해질의 낮은 이온전도도, 기계적 강성-전기화학 성능 간 상충관계로 인해 에너지밀도와 구조 강성 확보에 한계가 있음. - 또한 구조체 자체에 고밀도 에너지가 저장되므로 외부 충격, 균열, 박리 및 관통 손상 시 화재·폭발·열폭주 위험이 있어 난연성 및 고안전성 확보가 필수적임. - 본 과제는 탄소섬유 기반 복합소재의 하중 지지 기능과 에너지 저장 기능을 소재 수준에서 일체화하고, 대면적 제조공정, 디지털 트윈, 건전성 진단 및 난연 안전성 기술을 결합하여 미래 모빌리티용 고강성·고에너지밀도·고안전성 구조배터리 원천기술을 확보하고자 함. 	

국내	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국내에서는 KAIST를 중심으로 탄소섬유 직물 집전체, LFP 코팅 및 이중상 구조전해질 기반 구조배터리 연구가 진행되고 있음. ○ 구조배터리 충·방전 데이터를 활용한 기계학습 기반 잔여수명 예측 및 진단 기술로 연구가 확장되고 있음. ○ 국내 연구는 아직 소재·소형 시편 중심이며, 대면적 성형 및 디지털 트윈 기반 통합 플랫폼은 초기 단계임. ○ 일부 유사 과제가 추진되었으나, 소재·공정·구조·실증을 통합한 기능일체형 구조배터리 연구는 제한적임. ○ 탄소복합재, 이차전지, 드론·UAM, 센서 기술을 구조배터리 시스템으로 연결하는 학연산 융합 생태계 구축이 필요함.
국외	<ul style="list-style-type: none"> ○ Chalmers University는 탄소섬유 전극과 구조전해질 기반 30 Wh/kg급, 76 GPa급 구조 배터리를 보고하며 세계 최고 수준 연구를 선도하고 있음. ○ 미국 ARPA-E RANGE 프로그램은 차량 경량화와 주행거리 향상을 위한 구조전지 및 다기능 배터리 새시 연구를 지원해 왔음. ○ Stanford University는 충격 보호, 열폭주 관리, 구조체 통합을 고려한 배터리 일체형 복합구조 연구를 수행하고 있음. ○ EU와 영국은 StorAGE, SORCERER, SOLIFLY, MATISSE 등 프로그램을 통해 항공기용 구조전지 실증 연구를 추진하고 있음. ○ Tesla는 4680 셀 기반 Structural Battery Pack을 차체와 통합하여 cell-to-body 개념을 상용차에 적용하고 있음. ○ 글로벌 연구는 탄소섬유 전극, 구조전해질, 자동 성형, 건전성 진단을 포함한 다기능 구조전지 플랫폼으로 확장되고 있음.

○ 기획의 주안점

- 탄소섬유 또는 다양한 복합소재 기반 고강성·고에너지밀도 구조전극과 난연성·고이온전도성 구조전해질을 개발함.
- 이를 통해 구조재와 배터리의 기능을 일체화하고, 50 Wh/kg급 구조배터리 구현 기반을 확보함.
- 구조전극-전해질-보강재 간 다중 계면의 박리/열화 억제 기술을 확보함.
- 이를 통해 충·방전 및 기계 하중 조건에서도 안정적인 구조-전기화학 성능을 구현함.
- 대면적 일체형 구조배터리의 성형·적층·패키징 공정 기술을 구축함.
- 전해질 함침, 공극률, 두께 균일성, 전극 정렬성 및 계면 결함을 제어하여 시작품 제작 기반을 마련함.
- 구조-전기화학 연성해석과 건전성 진단 기술을 결합한 고신뢰 설계 체계를 확보함.
- 이를 통해 손상, 성능열화, 내부단락 및 열안전성 위험을 예측·평가하는 기술을 개발함.

세부기술 내용	
1	탄소섬유 또는 복합소재 기반 고강성·고에너지밀도 구조전극 기술 개발
2	난연성·고이온전도성 구조전해질 소재 기술 개발
3	구조전극-전해질-보강재 계면 박리·열화 억제 기술 개발
4	대면적 일체형 구조배터리 성형·적층·패키징 기술 개발
5	구조-전기화학 연성해석 및 건전성 진단 기술 개발

기술적 파급효과	<ul style="list-style-type: none"> 고강성·고에너지밀도 구조배터리 원천기술 확보 구조재·전극·전해질 일체화 설계 기술 고도화 디지털 트윈·건전성 진단 기반 고신뢰 평가체계 구축
산업적 파급효과	<ul style="list-style-type: none"> 드론·UAM/AAM·로봇·위성용 경량 전원부품 시장 창출 탄소복합재와 이차전지를 결합한 융합 산업 생태계 형성 대면적 성형·자동 적층 기반 구조배터리 제조공정 경쟁력 확보
사회·정책적 파급효과	<ul style="list-style-type: none"> 친환경 전동화 모빌리티 확산 및 탄소중립 기여 드론산업, 우주항공·방산, 첨단소재 정책과 연계 강화 재난 대응, 물류 배송, 국방 임무 등 고효율 무인이동체 활용 확대
2. 과제목표	
<ul style="list-style-type: none"> 최종 목표 : 구조재와 에너지 저장 장치의 기능을 소재·전극·전해질·셀 구조 수준에서 일체화하여, 50 Wh/kg급 에너지밀도와 고강도·고강성·난연성을 동시에 갖는 복합소재 기반 일체형 구조배터리 제작 기술 개발 단계별 목표 	
1단계('26~'27) 구조배터리 핵심 소재 및 단위셀 제작 기술 확보	[구조배터리 핵심 소재 및 단위셀 제작 기술 확보] <ul style="list-style-type: none"> 고에너지밀도와 고기계물성을 동시에 구현할 수 있는 구조전극 소재 개발 구조 하중 지지와 이온전달 기능을 동시에 수행하는 구조전해질 소재 개발 구조전극-구조전해질-보강재-기지재 간 계면 안정화 기술 개발 난연성, 내부단락 억제 및 열안전성을 고려한 구조전해질 또는 셀 구성 기술 개발 구조배터리 단위셀 설계 및 제작 기술 확보 충방전과 기계 하중이 결합된 조건에서 구조-전기화학 성능 변화 분석 구조배터리 제작에 적합한 소재 조성, 적층 구조, 전극 배치, 함침·경화 조건 도출 구조배터리 단위셀 제작 과정에서 전해질 함침성, 공극 형성, 전극 정렬성, 계면 접착성 및 두께 균일성에 영향을 미치는 주요 공정변수 도출 단면분석, 3차원 이미징, 분광분석, 전기화학 분석 및 기계시험을 활용하여 구조전극-구조전해질-계면-셀 구조의 구조-성능 상관관계 분석 구조-전기화학 연성해석 또는 설계 보조 모델을 활용하여 구조배터리 단위셀의 적층 구조, 전극 배치 및 소재 조성 설계 기준 제시
2단계('28~'30) 대면적·고성능 일체형 구조배터리 제작 기술 고도화	[대면적·고성능 일체형 구조배터리 제작 기술 고도화] <ul style="list-style-type: none"> 1단계 구조전극, 구조전해질 및 계면 안정화 기술의 성능 최적화 고에너지밀도, 고강도, 난연성을 동시에 만족하는 구조배터리 셀 구조 고도화 평판형, 적층형, 샌드위치형, 곡면형 등 구조배터리 형상 설계 및 제작 기술 개발 복합전극·복합전해질·구조보강재의 일체 성형 및 패키징 기술 개발 대면적 구조배터리 제작 시 전해질 함침 균일성, 공극률, 두께 균일성, 전극 정렬성 및 계면 결함을 제어하기 위한 일체성형 공정 조건 고도화 구조배터리 시작품의 하중 후 용량 유지율, 내부저항 변화, 계면 박리 및 손상 발생 여부를 평가하여 구조-전기화학 통합 내구성 검증 최종 구조배터리 시작품의 내부구조, 계면 상태, 공극 및 결함을 멀티스케일 분석하여 제작 품질과 에너지밀도·강성·강도·난연성 간 상관관계 규명 필요 시 센서 또는 전기화학 신호 기반으로 구조배터리 시작품의 손상 및 성능열화 상태를 평가하는 진단 방법을 자율 제시

3. 성과지표

○ 성과지표

항목		1단계	2단계 (최종목표)	성과수준		비고
				국내 최고수준	세계 최고수준	
필수	구조배터리 에너지밀도	> 30 Wh/kg	> 50 Wh/kg			
	구조배터리 탄성계수	> 40 GPa	> 60 GPa			
	구조배터리 인장강도	> 400 MPa	> 600 MPa			
	사이클 후 용량 유지율	50 cycle 후 80% 이상	100 cycle 후 80% 이상			
	기계 하중 후 용량 유지율	> 70%	> 80%			아래사항 참고 ¹⁾
	대면적 구조배터리 시작품	> 30 mm × 30 mm	> 100 mm × 100 mm			
	구조전해질 이온전도도	> 0.2 mS/cm (필수)				구조전해질 기계적 물성 및 난연성 동시 확보
	구조배터리 응용 기능시연 (PoC)	1건 이상 (필수)				아래사항 참고 ²⁾
자율	난연성·열안전성	단계별 자율제시				시험법과 판정 기준 제시는 필수
	다기능효율(MFE)	> 1.0		-	0.88	아래사항 참고 ³⁾
	출력밀도/속도특성	단계별 자율제시				
	모델 기반 설계 정확도	단계별 자율제시				
	손상·열화 평가 방법	단계별 자율제시				평가 프로토콜 제시
	SCI(E) 논문 (편)	3	6			아래사항 참고 ⁴⁾
	특허 출원 (건)	4	4			
	특허 등록 (건)	0	2			아래사항 참고 ⁵⁾
	기술이전 (건)	단계별 자율제시				
	기술교류회	단계별 자율제시				

1) 굽힘, 인장, 압축 또는 제단 구조에 적합한 하중 조건 부여 후 초기 대비 방전용량 유지율 평가

2) 드론, 무선 자동차, 소형 로봇, 모형 구조체, 모터 구동 장치 등 자율 선택

3) MFE (Multifunctional Efficiency): 구조배터리 전체 질량 기준 에너지밀도, 탄성계수 및 인장강도를 측정 한 후 단계별 기준값으로 무차원화하여 산정. (Adv. Mater. 2024, 36, 2409725) (예, multifunctional efficiency = electrochemical efficiency + structural efficiency)

4) JCR 상위 10% 기준 이내 논문

5) 국내 특허 및 국제 특허 1건 포함

4. 특기사항				
기본 특성분류	주요 항목별 해당여부	국가전략기술	<input checked="" type="checkbox"/> Y (차세대 전지/ 차세대 이차전지)	<input type="checkbox"/> N
		혁신도전형 R&D	<input checked="" type="checkbox"/> Y	<input type="checkbox"/> N
		특허로 R&D(舊 IP-R&D)	<input type="checkbox"/> Y	<input checked="" type="checkbox"/> N
		경쟁형 R&D	<input checked="" type="checkbox"/> Y	<input type="checkbox"/> N
		보안과제	<input type="checkbox"/> Y	<input checked="" type="checkbox"/> N
		기술료 징수	<input checked="" type="checkbox"/> Y	<input type="checkbox"/> N
		3책5공 적용	<input checked="" type="checkbox"/> Y	<input type="checkbox"/> N
		국제공동연구 의무	<input type="checkbox"/> Y	<input checked="" type="checkbox"/> N
		지자체 예산매칭 의무	<input type="checkbox"/> Y	<input checked="" type="checkbox"/> N
		DMP 수립·이행 의무	<input checked="" type="checkbox"/> Y	<input type="checkbox"/> N
	ESG	<input type="checkbox"/> E(환경) <input type="checkbox"/> S(사회) <input type="checkbox"/> G(지배구조) <input checked="" type="checkbox"/> 해당없음		

- **(융합연구)** 융합기술 분야의 연계성이 과제 연구목표 및 내용에 명확하게 적시 필수
- 실제 제출하는 과제명은 연구자의 아이디어가 포함될 수 있는 제목으로 연구계획서 제출
- **(경쟁형) 1단계 연구 결과를 평가하여 2단계 계속 지원 여부를 결정**
 - 단계평가 시 과제책임자는 1단계 사업 성과를 바탕으로 과제 조정(기존 세부과제 중단 또는 신규 세부과제(우수연구자) 추가 등) 제안 가능
 - 차 단계 계속지원 과제의 경우 경쟁형중단 과제(경쟁기관)의 연구내용 및 방법, 연구기관(연구자) 등 일부 흡수 고려
 - 평가위원회는 이를 고려하여 2단계 계속 지원 여부 결정
 - ※ 경쟁형 과제로 1단계 평가 후 2단계 진입 (50% 내외 과제만 계속지원)
 - ※ 평가 결과에 따른 과제중단 및 연구비 조정 가능
- **(활용 및 선도 가능성)** 연구 성과물의 미래 활용 가능성과 기존 기술과의 차별성(신기술 개발, 기술혁신, 기술경쟁력 등)을 제시
 - 기존 기술 및 기존 과제와의 차별성을 구체적으로 제시
 - 제안한 원천기술이 향후 5~10년 뒤 실제 산업 및 서비스 현장에서 어떻게 적용될 수 있는지, 시나리오를 통해 구체적으로 제시
 - TRL 6단계 부합하는 사업화 전략과 비즈니스 모델을 마련하여, 기술의 실질적 활용 가능성을 함께 제시
- **2단계부터 민간기업 참여 필수**
 - 민간기업은 공동연구개발기관으로 참여하거나 민간기업 소속 연구자가 주관연구개발과제 참여연구원으로 참여 가능
 - ※ 1단계부터 민간기업 참여 가능
- 본 사업은 **데이터 관리계획(DMP) 제출을 의무화**하여, 구축 데이터의 범위·공개 수준·활용 방안을 명시해야 하며, 과제 선정 및 단계/최종 평가 시 DMP 이행 여부를 주요 평가 항목으로 반영
- 본 사업의 경우 **‘연구과제 수 상한제(3책 5공)’적용 사업**에 해당
- 지원 예산은 당해 연도 예산 상황에 따라 변동 가능