

2024년도 나노 및 소재기술개발사업

나노미래소재원천기술개발(선도형/경쟁형/도전형) 안내문

1. 사업개요

□ 사업목적

- 신시장·신산업 창출을 위한 글로벌 수준 나노 및 소재 원천기술 확보
 - 신IoT, 건강100세, 공공안전, 그린에너지 등 미래 나노·소재 기술트렌드에 부합하는 창의적·도전적 연구 지원

□ 사업내용 ※ 지원규모 및 연구기간 등은 예산사정 및 평가결과 등에 따라 변경 가능

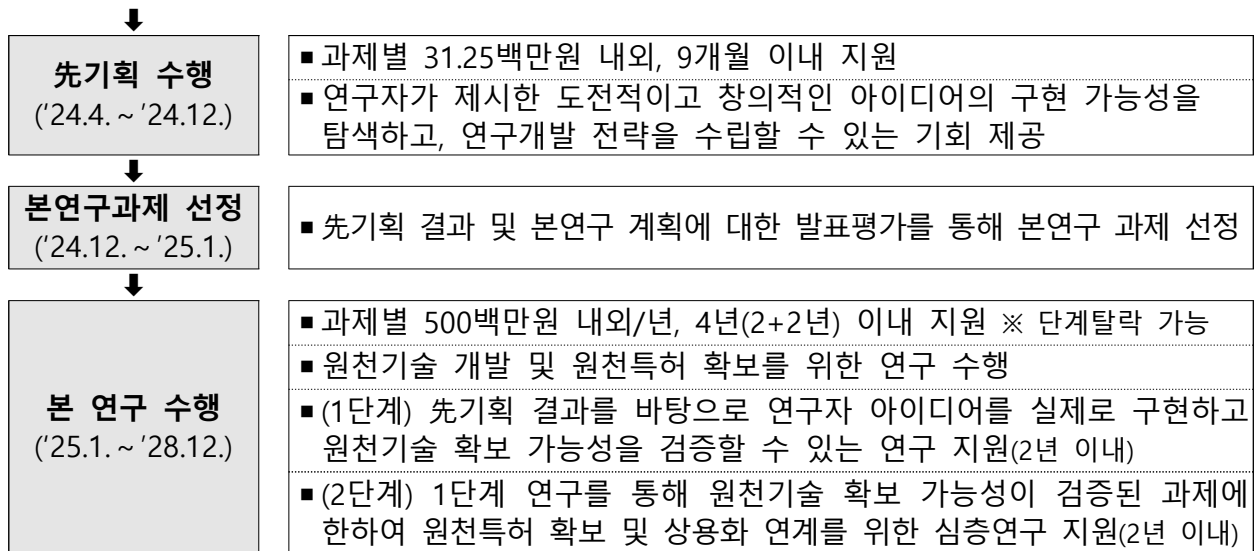
- (선도형) 기술수준은 높지만 산업적으로 미성숙한 기술로 연구자들이 명확한 타겟 중심으로 해결방안을 제시하는 연구 지원
 - 지원기간 및 규모 : 5년(3+2) 내외, 과제당 연 10억원 내외
- (경쟁형) 기술수준은 낮지만 배후산업의 산업경쟁력이 높은 기술로 창의성 경쟁을 통해 단시간 내 기술수준 제고를 위한 기술개발 지원
 - * 연구주제별 2개 과제 내외 선정 후 경쟁형 단계평가를 통해 2단계 진입 과제 결정 (연구주제별 1개 과제 2단계 진입)
 - 지원기간 및 규모 : 5년(2+3) 내외 : 2년 (2배수) 내외 → 3년 (단독),
과제당 5억원 (2배수) → 10억원 내외 (단독)
- (도전형) 기술수준과 산업경쟁력이 낮지만 현저한 기술적 돌파가 필요한 기술로 연구자가 제시한 창의성에 기반한 도전적 아이디어 연구 지원
 - * 6개 분야(나노소재, 나노소자, 나노바이오, 나노에너지·환경, 나노공장·장비, 나노안전성) 중 택1
 - ** 선기획 과제(2배수) 선정 후, 경쟁평가를 통해 본연구(1배수) 수행 대상과제 선정
 - 지원기간 및 규모 : 9개월 (선기획) 내외 → 4년 (본연구)
과제당 31.25백만원 (선기획) → 5억원 내외 (본연구)

< 도전형 추진절차 >

先기획과제 선정
(‘24.3.)



- | |
|---|
| ■ 1차 평가 : 개념계획서 서면 평가 ※ 생략가능(8개 과제 이내 접수 시) |
| ■ 2차 평가 : 본계획서 발표 평가 ※ 상황에 따라 온라인 평가 가능 |



□ 사업의 특징

- (성과목표) 선도형 및 경쟁형의 경우 예비타당성 조사시 글로벌 원천기술* 확보를 목표로 아래와 같은 유형의 성과지표를 설정(과제 성과목표 설정 시 참고)

* 산업적으로 권리가 확보된 나노 및 소재 분야 핵심특허를 기본으로 하되, 우수 논문 및 기술이전 등으로 해당특허의 우수성·파급성이 검증된 기술이며, 아래 세 유형으로 분류

- (유형1) 스마트 AA등급 특허를 중심으로 이를 보호하는 보완 특허들까지 포함된 특허군
- (유형2) JCR 상위 5%의 우수논문들(3편 이상)을 통해 원천성과 우수성이 증명된 특허 혹은 특허군
- (유형3) 기술이전(선급금 5억 이상)을 통해 사업화 단계까지 이르러 산업적 파급성이 증명된 특허 혹은 특허군

- (중간진입) 2단계 진입 시 공동과제 조정 및 신규 공동과제 중간 진입 허용
- (IP-R&D) 원천특허 확보를 위해 맞춤형 특허전략 또는 특허동향조사 지원, 특허 포트폴리오 구축·점검
 - (선도형) 특허전략 조기 수립을 위한 정부지원 특허전략지원(IP-R&D) 실시 예정
 - ※ 단위(주관)과제는 정부지원 특허전략지원(IP-R&D) 소요비용(45백만원 내외)을 포함하여 연구비(연구활동비)를 계상(1차년도)하고, 선정과제는 별도 안내에 따라 IP-R&D 실시
 - (경쟁형) 특허전략 조기 수립을 위한 특허동향조사 실시 예정
 - ※ 단위(주관)과제는 정부지원 특허동향조사(A형) 소요비용(15백만원 내외) 포함하여 연구비(연구활동비)를 계상(1차년도)하고, 선정과제는 별도 안내에 따라 특허동향조사 실시
 - (도전형) 본연구 수행과제로 선정될 경우 특허동향조사 실시 예정

※ 본연구 수행과제 선정 시, 단위(주관)과제는 정부지원 특허동향조사(A형) 소요비용(15백만원 내 외) 포함하여 연구비(연구활동비)를 계상(1차년도)하고, 선정과제는 별도 안내에 따라 특허동향조사 실시

○ (데이터 관리) 연구데이터의 수집·공유·활용성 향상을 위한 연구데이터 관리 계획(DMP: Data Management Plan) 제출의무 대상 사업임

- 주관연구기관(연구책임자)은 연구 과제를 통해 산출된 연구데이터의 체계적인 관리 및 공유·활용을 위한 전문기관의 조치에 성실하게 응하여야 함

※ 연구수행 과정에서 창출된 연구데이터는 전문기관이 지정하는 시스템에 제출

※ 선정된 과제는 협약 시 데이터관리계획(DMP) 작성 컨설팅에 참여해야 하며, 연구 데이터 등록·관리 이행(단계/최종평가 시 DMP 이행점검)

○ (가(假)선정제도 운영) 성과관리 체계화를 위해 필요시 PM과 연구자간의 연구목표 및 성과 등을 상세 논의하는 가(假) 선정단계 운영

※ 가선정→상세계획(수정·보완)→협약→실행→모니터링 및 통제→종료

2. 2024년도 상반기 1차 공고과제

□ 지원규모 및 기간 ※ 상세내용은 [붙임] 과제제안요구서 참고

【 선도형 】

번호	과제제안요구서(RFP) 명	총 연구기간	당해 연구기간	당해 지원규모	형태
1	비알칼라인 전해질 이산화탄소 전환 공정으로 액상 C2+ 화합물 생산이 가능한 전기화학 나노촉매 및 시스템 개발	24.4.~28.12. (4년 9개월)	24.4.~24.12. (9개월)	8.25억원 (9개월 분)	단위
2	난치암 치료를 위한 비약물성 인체유래 나노치료제 기술	24.4.~28.12. (4년 9개월)	24.4.~24.12. (9개월)	8.25억원 (9개월 분)	단위
3	줄기세포 자동분화가 가능한 다중장치 어셈블로이드 나노소재 어레이칩 기술 개발	24.4.~28.12. (4년 9개월)	24.4.~24.12. (9개월)	8.25억원 (9개월 분)	단위

【 경쟁형 】

번호	과제제안요구서(RFP) 명	총 연구기간	당해 연구기간	당해 지원규모	형태
1	파장한계를 극복하는 고정밀 대면적 테라헤르츠 나노센서 기술	24.4.~28.12. (4년 9개월)	24.4.~24.12. (9개월)	3.75억원×2 (9개월 분)	단위
2	로보틱스 응용을 위한 고신축성 센싱 인 메모리 소자 및 인공 신경 시스템 개발	24.4.~28.12. (4년 9개월)	24.4.~24.12. (9개월)	3.75억원×2 (9개월 분)	단위
3	천연물 기반고기능성 리그노셀룰로오스계 나노소재 및 제품화 공정기술 개발	24.4.~28.12. (4년 9개월)	24.4.~24.12. (9개월)	3.75억원×2 (9개월 분)	단위
4	클린룸 부유(대기중의) 분자형태 화학 오염 물질 감지용 ppt 레벨 나노 가스센서 모듈 개발	24.4.~28.12. (4년 9개월)	24.4.~24.12. (9개월)	3.75억원×2 (9개월 분)	단위
5	AR/XR을 위한 초고해상도 OLEDs 소자용 메타 광 부품-소재 기술 개발	24.4.~28.12. (4년 9개월)	24.4.~24.12. (9개월)	3.75억원×2 (9개월 분)	단위

【 도전형 : 선기획 】

번호	연구주제명	총 연구기간	단계 연구기간	당해 지원규모	형태
1	6대 기술분야(나노소재, 나노소자, 나노바이오, 나노 에너지·환경, 나노공정·장비, 나노안전성) 중 택1 하여 연구자 창의성에 기반한 도전적 아이디어 제시	'24.4.~'24.12. (9개월)	'24.4.~'24.12. (9개월)	2×2팀 31.25 백만원 (9개월 분)	단위

□ 과제구성

- 1개의 과제제안요구서(RFP) 당 1개의 단위과제로 구성하여야 함
- 주관연구개발기관은 비영리기관으로 한정함(기업은 주관연구개발기관이 될 수 없음)
- 원활한 연구단 성과관리를 위해 기술적 대응이 가능한 참여연구원 중 1명 이상을 전담인력으로 필수 지정(해당인력의 연락처를 연구계획서 1페이지(실무담당자)에 추가)
- (필요시) 주관연구개발기관은 공동/위탁과제를 포함하여 구성 가능

【 선도형 】

평가항목	평가지표	배점
창의성·충실성 (40)	○ 기술개발 목표의 명확성 및 계획의 실현가능성 ○ 연구수행 방법론의 적합성 및 창의성 ○ 연구성과(원천특허, 기술이전 등) 목표의 수월성 ○ 특허포트폴리오 구축 계획의 구체성	40
연구개발 역량 (50)	○ 연구책임자의 역량 및 경험 ○ 목표 달성을 위한 연구팀 구성의 적절성 ○ 기초연구 우수성과 연계의 적절성 ○ 연구단 운영 계획의 효율성	30
파급효과 (10)	○ 기술개발 및 기술사업화 동향 모니터링 계획의 구체성 ○ 연구기반 구축 수준 및 주관 기관의 지원 의지	20
	○ 신산업 창출 가능성 등 산업경제적 파급효과 ○ 사회적 문제 해결 등 사회적 파급효과	10

※ 기초연구 우수성과 연계를 증명할 수 있는 경우 연구계획서 본문에 포함

※ 동점과제의 경우, 높은 배점의 평가항목 평가점수가 높은 순으로 우선순위 부여(연구개발 역량(50점) → 창의성충실성(40점) → 파급효과(10점))

【 경쟁형 】

평가항목	평가지표	배점
창의성·충실성 (50)	○ 기술개발 목표의 명확성 및 계획의 실현가능성 ○ 경쟁기술 대비 제안 기술의 우수성 ○ 연구수행 방법론의 적합성 및 창의성 ○ 연구성과 목표(우수 논문 및 특허 등)의 수월성	50
연구개발 역량 (45)	○ 연구책임자의 역량 및 경험 ○ 문제 해결을 위한 연구팀 구성의 적절성 ○ 기초연구 우수성과 연계의 적절성 ○ 연구단 운영 계획의 효율성	25
파급효과 (5)	○ 기술개발 동향 모니터링 및 피드백 계획의 구체성 ○ 주관기관의 지원 의지	20
	○ 과학기술의 국제적 위상측면의 기여도 ○ 신산업 창출 가능성 등 산업경제적 파급효과	5

- ※ 기초연구 우수성과 연계를 증명할 수 있는 경우 연구계획서 본문에 포함
- ※ 동점과제의 경우, 높은 배점의 평가항목 평가점수가 높은 순으로 우선순위 부여(창의성충실성(50점) → 연구개발 역량(45점) → 파급효과(5점))

【 도전형 】

○ 개념계획서 (1차 평가 : 서면평가)

평가항목	평가지표	배점
제안기술 (70)	○ 제안기술을 통해 해결하고자 하는 문제 또는 기술의 응용분야가 명확한가?	20
	○ 제안기술은 도전적이고 창의적인가?	30
	○ 제안기술 구현을 위한 연구방법론은 구체적인가?	20
사업취지 (30)	○ 사업 목적(나노 및 소재기술개발사업-도전형)과 부합하는가?	10
	○ 제안기술 관련 기초성과를 보유하고 있는가?	10
	○ 기술개발 성공시 과학·사회·경제적 파급효과가 큰가?	10

- ※ 동점과제의 경우, 높은 배점의 평가항목 평가점수가 높은 순으로 우선순위 부여(제안기술(70점) → 사업취지(30점))

○ 본계획서 (2차 평가 : 발표평가)

* 1차 평가(서면평가) 통과과제(2배수)에 한해 본계획서 접수(1주) 후 발표평가 추진

평가항목	평가지표	배점
창의성 (40)	○ 기술적 성능목표의 도전성	20
	○ 기존 한계를 극복하기 위한 아이디어의 참신성	20
충실성·연구개발 역량 (30)	○ 아이디어 구현 가능성 탐색을 위한 접근 방법의 적절성	15
	○ 연구책임자의 역량 및 경험	15
파급효과 (30)	○ 과학기술의 국제적 위상측면의 기여도	15
	○ 신산업 창출 가능성 등 산업경제적 파급효과	15

- ※ 동점과제의 경우, 높은 배점의 평가항목 평가점수가 높은 순으로 우선순위 부여(창의성(40점) → 충실성·연구개발 역량(30점) → 파급효과(30점))
- ※ 최종점수는 평가위원회 평가점수의 최고점과 최저점 각각 1개를 제외하고 산술평균하여 산출(소수점 셋째 자리에서 반올림)

4. 향후일정(안) ※ 상기 일정은 추진 상황에 따라 향후 변동될 수 있음.

일정	내용
2024.2.15.(목) ~ 3. 5.(화) 18:00	연구계획서 접수(신청 마감일)
2024.2.15.(목) ~ 3. 6.(수) 18:00	주관연구기관 검토·승인기간
2024.3월 ~ 4월	선정평가 실시
2024.4월 중	사업 추진위원회 심의
2024.4월 (예정)	협약체결 및 연구개시

■ 사업설명회 개최 : 2024. 2. 15.(목) 13:00 ~ 14:00, 온라인

* 개최일정은 추후 변경될 수 있으며, 연구재단(www.nrf.re.kr) 홈페이지에 공지 예정

2024년도 상반기 나노및소재기술개발사업 나노미래소재원천기술개발 [선도형/경쟁형]_RFP_[최종확정]

1. 신규 과제 및 사업 규모

○ 지원기간

- (선도형) 5년(3+ 2년) <‘24.4 ~ ‘28.12(33개월/24개월)>
- (경쟁형) 5년(2+ 3년) <‘24.4 ~ ‘28.12(21개월/36개월)>

○ 지원규모

- (선도형) 신규 RFP 3개, RFP당 1개 연구단 선정
연구단별 연구비 ‘24년 8.25억원/9개월, ‘25~‘28년 10억원/년 내외
- (경쟁형) 신규 RFP 5개, RFP당 2개 연구단 선정
연구단별 (1단계) ‘24년 3.75억원/9개월, ‘25년 5억원/년
(2단계) ‘26~‘28년 10억원/년 내외

RFP명		과제당 연구비 규모	선정 과제수	페이지
선도형	비밀정보인 전해질 막을 탄소 변환 공정으로 액상 산화물 생합성이 가능한 전해질 나노층 및 시스템 개발	'24.4. ~ '28.12. 총 4,825백만원 내외	1	2
	난치암 치료를 위한 비약물성 인체유래 나노치료제 기술		1	8
	줄기세포 자동분화가 가능한 다중장기 어셈블로이드 나노소재 어레이칩 기술 개발		1	14
경쟁형	파장한계를 극복하는 고정밀 대면적 테라헤르츠 나노센서 기술	'24.4. ~ '28.12. 총 4,750백만원 내외	2	20
	로봇릭스 응용을 위한 고신축성 센싱 인 메모리 소자 및 인공 신경 시스템 개발		2	25
	천연물 기반고기능성 리그노셀룰로오스계 나노소재 및 제품화 공정기술 개발		2	30
	클린룸 부유(대기중의) 분자형태 화학 오염 물질 감지용 ppt 레벨 나노 가스센서 모듈 개발		2	36
	AR/XR을 위한 초고해상도 OLEDos 소자용 메타 광 부품-소재 기술 개발		2	41

RFP번호	24_상반기_선도형_1	공모유형	품목공모형
사업명	원천기술개발사업 > 나노및소재기술개발사업 > 나노미래소재원천기술개발(선도형)		
RFP명	비알칼라인 전해질 이산화탄소 전환 공정으로 액상 C2+ 화합물 생산이 가능한 전기화학 나노촉매 및 시스템 개발		
PM분야	나노·소재	보안과제 여부	일반
1. 추진배경			
□ 추진배경 1. 산업적 필요성 - 전기화학적 이산화탄소 (CO₂) 전환 기술은 CO₂를 포집하고 활용하는 CCU (Carbon Capture and Utilization) 화학적 전환, 재생 전력의 연계 활용 및 지역, 시간 편차 극복을 위한 에너지 저장, 친환경 탄소 자원 순환 측면에서 잠재력이 높은 탄소중립 수단으로 각광받고 있음. - 최근 기술의 발전으로 실용화 가능성이 높아짐에 따라 미국, 일본 그리고 유럽 산업계의 참여가 크게 늘고 있어 국내 기술 확보 및 시장 선점이 시급함. (산업/시장 규모) CCU 시장은 초기 발전 단계이며, 분석 기관에 따라 상이하나 2030년 기준으로 큰 성장을 이룰 것으로 전망함. GCI (Global CO₂ Initiative)는 2030년 기준 최대 8,370억 달러 (시장규모), Lux Research에서는 2040년 기준 5,500억 달러, C2ES (Center for Climate and Energy Solutions)에서는 2030년 기준 11,570억 달러 (시장규모)로 예측함. (KISTEP 거대공공사업센터 여준석, 김태영, 기술동향 - CCU (이산화탄소 활용), KISTEP 브리프 26, 12p, 2022) 2. 기술적 필요성 - 에너지 밀도가 높고 운반이 용이한 액상 C₂₊ 화합물을 높은 효율로 안정적으로 생산할 수 있는 전기화학 CO₂ 전환 촉매, 전극 기술 개발이 필요함. - 해당 기술의 상용화를 위해서는 전기화학 CO₂ 환원 불균일계 나노 촉매 및 기체 확산 전극 기술 개발이 핵심이며 높은 생성물 선택도와 더불어 빠른 반응 속도, 내구성, CO₂ 전환율, 전력 효율이 확보되어야 함. - 탄산염 (CO₃²⁻) 형성으로 인해 CO₂ 전환율이 낮은 알칼라인 전해질 (KOH)에서의 전기화학 CO₂ 환원을 대체할 수 있는 기술이 필요함. - 상용 규모로 스케일-업이 가능한 제로-갭 막-전극접합체 (MEA, Membrane Electrode Assembly) 형태의 전기화학 반응기에서 빠른 CO₂ 전환 반응속도와 안정성을 가지는 전극 기술 확보 필요함.			

- (기술수준) 국내외 다수의 연구 결과가 보고되고 있으며 대표적인 전략은 구리 활물질의 구조 및 상 제어를 통한 나노촉매 개발에 국한됨.
- (예시 1) 비알칼라인 전해질 (0.1 M KHCO_3) 기반 제로-갭 MEA 반응기 5.0 cm^2 전극 면적 기준 액상 C_{2+} 알코올 생산 부분전류밀도 $\approx 126 \text{ mA/cm}^2$ @ 셀 전압 3.5 V & 내구성 30 시간 (Z. Gu, et al., Joule, 5(2), 2021)
- (예시 2) 알칼라인 전해질 (0.1 M KOH) 기반 제로-갭 MEA 반응기 1.0 cm^2 전극 면적 기준 액상 C_{2+} 알코올 생산 부분전류밀도 $\approx 360 \text{ mA/cm}^2$ @ 셀 전압 3.6 V & 내구성 14 시간 (J. Bi, et al., Nat. Commun., 14, 2023)

3. 현재 기술의 한계점

- 구리 기반 활물질에서의 전기화학 CO_2 환원에서 C-C 커플링을 통해 기상의 에틸렌 (C_2H_4)이 주요 C_{2+} 화합물로 생산됨.
- 반응속도를 높일수록 전극 표면의 국부 CO_2 농도 감소와 반응속도 제한으로 경쟁반응(수소 발생 반응) 대비 CO_2 전환 반응의 선택도가 급격히 저하되는 문제가 발생함 (촉매 표면 국부 CO_2 물질 전달 한계로 인한 반응속도의 제한).
- 제로-갭 MEA에서 액상 화합물이 음이온 교환 멤브레인을 넘어 산화전극에서 검출되어 안정적인 액상 C_{2+} 화합물 생산이 제한됨.
- C_{2+} 화합물의 선택성과 에너지 효율 향상을 위해 주로 사용되는 알칼라인 전해질에서의 탄산염 생산으로 인한 CO_2 전환율이 낮음.

□ 기획 주안점

- C_{2+} 화합물에서 탄화수소 (hydrocarbon)/함산소 화합물 (oxygenate) 간 선택성을 제어할 수 있는 불균일계 나노촉매 기술 개발 (예시) 에틸렌과 에탄올 선택성 및 중간생성물 반응 경로 제어 기술.
- 액상 C_{2+} 화합물을 선택적으로 생산하기 위한 반응 경로를 제어하는 주요 중간생성물 인자 및 거동에 대한 정보 제시가 필요함.
- 기체 확산 전극에서 고활성 나노촉매의 미세환경 (microenvironment) 제어 기술에 대한 목표 및 개발 기술이 구체적으로 제시되어야 함.
- 제로-갭 MEA에서 고농도로 액상 화합물을 생산할 수 있는 전해조 구조 기술 개발이 필요함.
- 국부 CO_2 농도 조절이 가능한 고활성 나노 복합구조체 전극 개발.
- 전기화학 CO_2 환원 중 발생하는 촉매 구조 및 상 변화에 대한 이해가 필요함.
- 고전환율과 고내구성을 모두 가지는 대면적 전극 기술 개발이 필요함.

2. 연구개발목표

□ 최종 목표 : 비알칼라인 전해질 전기화학 CO₂ 환원 공정으로 액상 C₂₊ 화합물을 선택적으로 생산할 수 있는 나노 촉매 소재 및 기체 확산 전극, 전해조 구조 기술 개발

□ 단계별 목표

1단계('24~'26)	○ (촉매 소재) - C₂₊ 액상 화합물 생산을 위한 액상/기상 선택성 제어 촉매 기술 - 무기 나노촉매와 유기 분자의 복합체 형성 기술 - CO₂ 전환율 향상을 위한 비알칼라인 전해질 환경에서의 고활성 촉매 제조 기술 ○ (기체 확산 전극) - 아이오노머 (ionomer) 기반 전극 계면 및 미세환경 최적화 기술 - 기체 확산 전극의 발수성 제어를 통한 CO₂ 환원 안정성 확보 ○ (전해조) - 액상 화합물의 크로스오버를 방지하여 안정적으로 액상 화합물을 생산할 수 있는 전해조 구조 기술 개발
2단계('27~'28)	○ (촉매 소재) - C₂₊ 액상 화합물 생산성 향상을 위해 고전류 밀도에서 CO₂ 환원 선택성을 확보할 수 있는 기술 개발 - 불균일계 나노촉매 소재 대량생산 기술 개발 - 고전도성, 고내구성 다공성 지지체 합성 기술 개발 및 CO₂ 전환용 촉매 및 전극의 열화 메커니즘 규명 ○ (기체 확산 전극) - 대면적 전극 제작 기술 개발 - 고전류밀도 C₂₊ 화합물 생산에서 CO₂ 물질 전달 한계 극복을 위한 기체 확산 전극 기술 개발 ○ (전해조) - 액상 화합물을 고농도, 고순도로 대량 생산할 수 있는 전해조 요소 기술 개발

3. 성과목표

1단계('24~'26)	○ 비알칼라인 전해질 기반 제로-갭 MEA 반응기 9.0 cm² 전극 면적 기준 액상 C₂₊ 화합물 생산 부분전류밀도
--------------	---

	150 mA/cm² 이상 @ 셀 전압 3.3 V 이하 & 내구성 30 시간 이상 달성 <table border="1"> <thead> <tr> <th>성능 지표</th><th>목표 (동시 충족 조건)</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>전극 면적</td><td>9.0 cm²</td></tr> <tr> <td>액상 C₂₊ 화합물 부분전류밀도</td><td>150 mA/cm² 이상</td></tr> <tr> <td>셀 전압</td><td>3.3 V 이하</td></tr> <tr> <td>내구성</td><td>30 시간</td></tr> </tbody> </table> ○ JCR 5% 이내 SCI(E) 논문 목표 자율 제시 ○ 국내·외 특허 출원 및 등록(PCT) 건수 자율 제시	성능 지표	목표 (동시 충족 조건)	전극 면적	9.0 cm ²	액상 C ₂₊ 화합물 부분전류밀도	150 mA/cm ² 이상	셀 전압	3.3 V 이하	내구성	30 시간
성능 지표	목표 (동시 충족 조건)										
전극 면적	9.0 cm ²										
액상 C ₂₊ 화합물 부분전류밀도	150 mA/cm ² 이상										
셀 전압	3.3 V 이하										
내구성	30 시간										
2단계('27~'28)	○ 비알칼라인 전해질 기반 제로-갭 MEA 반응기 25.0 cm² 전극 면적 기준 액상 C₂₊ 화합물 생산 부분전류밀도 250 mA/cm² 이상 @ 셀 전압 2.9 V 이하 & 내구성 50 시간 이상 달성 <table border="1"> <thead> <tr> <th>성능 지표</th><th>목표 (동시 충족 조건)</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>전극 면적</td><td>25.0 cm²</td></tr> <tr> <td>액상 C₂₊ 화합물 부분전류밀도</td><td>250 mA/cm² 이상</td></tr> <tr> <td>셀 전압</td><td>2.9 V 이하</td></tr> <tr> <td>내구성</td><td>50 시간</td></tr> </tbody> </table> ○ JCR 5% 이내 SCI(E) 논문 목표 자율 제시 ○ 국내·외 특허 출원 및 등록(PCT) 건수 자율 제시 ○ 기술사업화 목표 자율 제시	성능 지표	목표 (동시 충족 조건)	전극 면적	25.0 cm ²	액상 C ₂₊ 화합물 부분전류밀도	250 mA/cm ² 이상	셀 전압	2.9 V 이하	내구성	50 시간
성능 지표	목표 (동시 충족 조건)										
전극 면적	25.0 cm ²										
액상 C ₂₊ 화합물 부분전류밀도	250 mA/cm ² 이상										
셀 전압	2.9 V 이하										
내구성	50 시간										

4. 특기사항

- 1단계 연구 결과를 평가하여 2단계 계속지원 여부를 결정함
 - ※ 단계 평가 시 과제책임자는 1단계 사업성과를 바탕으로 과제의 조정(기존 공동과제의 중단 또는 신규 공동과제(우수연구자)의 추가 등)을 제안할 수 있으며, 평가위원회에서는 이를 고려하여 2단계 계속지원 여부 결정
- 선정과제 중 일부 심층 관리가 필요한 과제를 대상으로 최초 협약 전 전문가 검토를 통해 단계 연구 기간 및 연구비를 조정할 수 있으며, 이를 통해 해당 과제 진도 점검·성과관리 강화 (해당 과제는 별도 통보 예정)
- 실제 제출하는 과제명은 연구자의 아이디어가 포함될 수 있는 제목으로 연구계획서를 제출해야 함
- 기존 기술 및 기존 과제와의 차별성을 구체적으로 제시할 것
- 개발기술의 성능목표 항목과 수치는 연구 제안자가 자유롭게 제시하되, 객관적인 자료로 제시한 성능목표의 타당성을 입증할 것
- 사업 및 과제의 성과 고도화를 위해 전체 연구기간과 동일한 기간의 동일주제의 위탁과제 금지
 - 위탁과제는 특수한 전문지식 또는 기술이 필요한 부분으로 한정하여 최대 2년의 기간에서 운영 (시작품 제작, 시험평가 등은 연구용역으로 추진)
- 최종평가 시 참여기관을 제외한 평가기관(산업체 혹은 공공기관) 2곳

이상에서 받은 공인시험인증서 제출 필수 (공인시험인증서가 불가능한 경우 시험성적서로 제출 가능)

- 지원예산은 당해 연도 예산상황에 따라 변동될 수 있음
- 해당 과제는 최종 선정 시 IP-R&D 의무 과제로써, 단위과제 책임자는 정부지원 특허전략지원(IP-R&D) 소요비용(45백만원 내외)을 포함하여 단위과제 연구비(연구활동비)를 계상(1차년도)하고 실시하여야 함
- 본 사업의 경우 예비타당성 조사시 글로벌 원천기술* 확보를 목표로 아래와 같은 유형의 성과지표 설정을 권고함

* 산업적으로 권리가 확보된 나노 및 소재 분야 핵심특허를 기본으로 하되, 우수 논문 및 기술이전 등으로 해당특허의 우수성·파급성이 검증된 기술이며, 아래 세 유형으로 분류

- (유형1) 스마트 AA등급 특허를 중심으로 이를 보호하는 보완 특허들까지 포함된 특허군
- (유형2) JCR 상위 5%의 우수논문들(3편 이상)을 통해 원천성과 우수성이 증명된 특허 혹은 특허군
- (유형3) 기술이전(선급금 5억 이상)을 통해 사업화 단계까지 이르러 산업적 파급성이 증명된 특허 혹은 특허군

- 총 사업기간 내 JCR 5% 이내 SCI급 논문10건 이상 게재
- 총 사업기간 내 스마트지수 A급 이상 특허 최소 2건 이상 등록
- 총 사업기간 내 0.5억/건 이상 기술이전 최소 1건 이상 실시

※ 각 성과지표는 기여율 50% 이상만 인정

※ 특허출원 및 등록 시 출원인은 100% 참여기관으로 구성되어야함

- 추후 연구성과의 학술지 논문 게재시 해당 논문에 사사*를 반드시 표기

◆ 영문 : This research was supported by the Nano & Material Technology Development Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by Ministry of Science and ICT(과제번호)

◆ 국문 : 이 논문은 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단-나노 및 소재기술 개발사업의 지원을 받아 수행된 연구임(과제번호)

* 과제번호는 한국연구재단에서 부여한 과제번호(IRIS시스템에서 확인)를 사용하며 과제종료 시까지 유지되는 것이 정상임

- 연구성과의 언론홍보시 사전(논문게재전, 최소2주)에 반드시 논의 요청, 우수 연구성과는 정부(과학기술정보통신부), 한국연구재단을 통해 언론홍보 진행 예정

구분	성과홍보 기준(예시)
SCI논문	• IF≥25 (IF≥20 이상의 표지논문) • 분야내 상위 5% 이내 논문(JCR기준)
기술이전	• 개별건당 계약금액 2억원 이상

- 해당 연구의 데이터는 자체수립된 연구데이터 관리계획(DMP)에 따라 구축되어야 함. 선정과제는 협약 시 DMP 작성 컨설팅에 필수로 참여하여야 하며 연구데이터 등록·관리 이행 등에 대해서는 단계/최종평가 시 점검 예정
- 과제 종료된 해의 다음 해부터 5년 동안은 과제 종료 후 발생한 논문, 특허, 기술이전 등의 성과 정보를 국가연구개발사업 통합정보시스템에 등록 하여야 함

5. 연구개발기간 및 연구개발비

- 연구개발기간 : '24.4. ~ '28.12.(총 57개월 내외, 33개월+24개월)
- 연구비 : 총 4,825백만원 내외

1단계('24.4 ~ '26.12 / 33개월)			2단계('27.1 ~ '28.12 / 24개월)	
1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도
'24.4.~'24.12	'25.1.~'25.12	'26.1.~'26.12	'27.1.~'27.12	'28.1.~'28.12
825백만원	1,000백만원	1,000백만원	1,000백만원	1,000백만원

※ 연차별 연구비 규모 및 연구기간은 정부예산 사정에 따라 변경 가능

- 과제형식 : 단위과제
- 선정 과제 수 : 1개 단위과제

RFP번호	24_상반기_선도형_2	공모유형	품목공모형
사업명	원천기술개발사업 > 나노및소재기술개발사업 > 나노미래소재원천기술개발(선도형)		
RFP명	난치암 치료를 위한 비약물성 인체유래 나노치료제 기술		
PM분야	나노 · 소재	보안과제 여부	일반
1. 추진배경			
□ 추진배경 ○ 암은 전 세계적으로 주요한 사망 원인으로 2020년 신규 환자는 약 1천 8백만명 이상이고 암 사망자는 1천만명으로 증가 추세에 있음. 글로벌 항암제 시장은 2022년 1,960억 달러(약 260조원)에서 2027년 3,750억 달러(약 497조원)까지 성장할 전망이다 (IQVIA Oncology Link, 2023, Global Cancer Observatory 2021) ○ 췌장암, 간암, 담관암 등 난치암의 5년 내 생존율은 15.2%로 매우 낮고, 난치암은 암조직 내 낮은 혈관 생성률과 섬유화로 인해 기존 약물에 항체, 단백질 등의 표적물질을 결합한 표적항암제 및 면역항암제는 암조직에 도달할 수 없어 치료 효과가 낮으므로 물리적으로 섬유화된 암조직에 침투가 가능한 항암치료제 개발이 필요함 (Adv. Drug Deliv. Rev. 2021, 172, 80-103) ○ 또한, 정상조직의 부작용을 최소화하기 위해 난치암을 선택적으로 치료할 수 있도록 타겟팅이 가능하고 위치와 잔존량을 실시간 확인 가능하여 치료 과정과 효과를 모니터링할 수 있는 나노치료제 개발이 필요함 ○ 2023년에 개발된 항암신약 중 표적항암제는 44%, 면역항암제는 40%를 차지하나, 치료 기간 중 환자가 표적항암제 (BRAFTOVI 등)는 1억 4,000만원 이상, 면역항암제 (IMFINZI, KEYTRUDA 등)는 초고가(1억 2,000만원 이상)로, 최근 도입된 중입자치료는 5,000만원 이상의 비용을 부담해야 하는 상황이므로, 대한민국 국민이 보편적으로 난치암에 대한 치료 혜택을 볼 수 있도록 화학항암제 정도의 저렴한 원가 수준으로 생산 가능한 항암치료제 개발이 필요함(국가신약개발사업단, 2023) ○ 기존의 화학항암제는 난치암에 대한 약물내성 및 낮은 암세포 선택성을 보이고, 무기 나노입자 항암제는 생분해성이 낮아 간에 축적되고 비가역적 결합으로 인해 분해되는 물질이 변형될 수 있어서 독성을 일으키고, 인체에 없는 제노바이오틱스(합성물질, 식물, 미생물 등으로부터 유래된 생체물질을 통칭) 약물은 인체 내 주입 시 발암성, 장기손상 등을 일으킴 (Nat. Rev. Mater. 2023, 8, 282-300) 위의 모든 예들은 단기적 혹은 장기적 인체 독성을 일으킬 수 있기 때문에 대부분 식약처 승인을 받지 못하고, 승인을 받더라도 산화철 나노입자 조영제인 Feridex가 저혈압, 통증 등의 부작용의 이유로 시장에서 사용이 중지되는 등 실제 환자에게 적용되지 않고 있으므로 근본적으로 인체에 존재하는 물질만을 사용한 나노치료제가 개발되어야 함 (J. Control Release 2020, 328, 59-77) ○ 화학항암제의 세포 사멸 메커니즘은 아포토시스 (apoptosis) 기반으로 암세포의 사멸 이후 우리 몸의 면역반응을 유도하지 않아서 작용의 한계가 있으므로, 강력한 면역반응을 유도하는 세포			

사멸 메커니즘(페롭토시스, 파이롭토시스, 네크로토시스 등)을 일으키고 인체 내에 존재하는 안전한 물질로만 이루어진 나노치료제 개발이 필요함

□ 기획 주안점

- 인체 존재 물질의 가역적인 결합으로 이루어져 높은 체내 생분해성을 보이고 식약처 독성평가가 통과 가능하며 장기적 안정성이 보장되는 가격 경쟁력있는 항암 나노치료제 개발
예시) 인체 물질의 가역적 결합으로 이루어진 나노치료제
- 핵산과 단백질의 경우 유전자 및 단백질 치료제가 존재하므로, 본 과제에서 명시한 인체 유래물질 후보군에서 제외
- 항암약물 탑재 없이 인체 유래 물질로 구성된 전달체이자 항암치료가 가능한, 암세포 약물 내성 극복용 나노치료제 개발
예시) 인체에 존재하는 무기질 금속이온 (Fe, Mn, Mg, Cu 등)을 이용한 non-apoptotic 세포 사멸 유도용 난치암 극복 나노치료제
- 본 과제의 연구개발 목표를 고려하여 나노치료제를 구성하는 인체물질 중 체내에 없는 제노바이오틱스(합성물질, 식물, 미생물 등으로부터 유래된 생체물질) 및 인체물질 중 대량생산이 불가능한 물질은 소재의 구성성분에서 배제함. 나노치료제는 현재 상용화된 화학항암제 수준의 원가로 대량생산이 가능한 소재 기술임을 증명해야 함
- 난치암(췌장암, 간암, 폐암, 담관암, 방광암 등)의 심부종양의 경우 물리적 장벽 및 부족한 혈관 형성으로 인해 표적 약물 및 나노소재가 도달하기 어려우므로 원격자극(초음파, 자기장, 광, 방사선 등)을 이용한 물리적인 침투로 난치암 타겟팅이 가능한 인체물질로 구성된 항암 나노치료제 개발 필요 또한 병변 부위 도달 시에만 치료 효과 발생 하기 위한 전략 제시.
- 물리적 침투 기반 나노치료제의 난치암 조직 내 타겟팅 효과를 실시간 확인이 가능하도록 체내 이미징 (MRI, CT, PET, 초음파 등)이 가능한 인체물질로 구성된 항암 나노치료제 개발
- 위에서 명시된 항목 중 일부를 만족하는 나노치료제는 개발되었으나, 비약물성이고 안전한 인체물질 구성성분의 가역적 결합으로 높은 생분해성을 보이는 나노소재 자체로 난치암의 정밀 타겟팅 치료가 가능함으로써 위에서 명시된 항목을 모두 만족하는 가격경쟁력 있는 나노치료제 개발이 필요함

2. 연구개발목표

- **최종 목표** : 약물 없이 인체 물질들만의 가역적 결합으로 이루어져 독성 없이 안전하고, 난치암 조직에 타겟팅 가능한 생체적합 나노치료제 개발
- **단계별 목표**

1단계('24~'26)

- 난치암 치료를 위해 약물을 포함하지 않고 인체물질로만

	구성된 나노치료제 개발 - 나노치료제를 구성하는 물질이 인체 존재 물질(무기질 금속, 아미노산 등)과 같은 화학 구조와 같음을 증명 - 일관성 있는 항암 효과를 위한 균일한 크기와 조성의 나노치료제 합성 (예시 : 평균값 크기 대비 15 % 이하의 표준 편차) - 인체 물질의 가역적 결합으로 이루어진 나노치료제가 타겟팅이 가능할 정도로 빠른 가역적 생분해성을 보이도록 분해 속도 최적화 (예시 : 생체환경을 모사한 용액에서 7일 동안 치료제의 50% 이상 가역적 분해 및 치료제로부터 분해된 물질들 중 인체 존재 물질 $\geq 95\%$) ○ 인체물질로 구성된 나노치료제의 정밀 타겟팅 제어 및 체내에서의 타겟팅이 확인 가능한 기술 확보 - 난치암 동물 모델에서 원격자극(초음파, 자기장, 광, 방사선 등)을 이용하여 인체물질로만 구성된 나노치료제의 물리적인 침투로 인한 난치암 조직의 타겟팅 효과를 실시간 이미징 (MRI, CT, PET, 초음파 등)으로 검증 (예시 : 원격자극의 종류 및 이미징 방법 자율 제시) ○ 난치암 동물 모델을 구축하여 개발된 비약물성 나노치료제의 약물 내성 있는 난치암 특이적 치료 유효성 평가 - 개발된 나노치료제의 난치암 및 약물 무반응성 난치암을 극복하는 항암 효과를 동물 모델에서 검증 (예시 : 난치암 및 약물 무반응성 난치암의 동물 모델에서 종양 크기가 나노치료제를 처리한 경우 기존 항암약물을 처리한 경우보다 각 모델에서 통계적으로 유의성 있게 작아짐을 확인) - 나노치료제로 정상세포 대비 난치암 세포의 사멸 효과 자율제시 (예시 : 나노 치료제를 통한 직접적 암세포 사멸 유도 (페롭토시스, 네크로토시스 등등)와 동시에 이를 통한 추가적 면역 반응 유도를 통한 암치료효과 증대) ○ 인체물질로 구성된 나노치료제의 실험실 수준의 소동물 급성독성 평가 완료
2단계('27~'28)	○ 1단계에서 실험실 단위에서 개발한 나노치료제의 대량생산 및 합성 재현성 확인 - 예시1 : 합성된 나노치료제의 평균값 크기 대비 10 % 이하의 표준 편차 - 예시2 : 10 g/일 이상 대량생산 방법 자율 제시 - 예시 : 5회 이상 반복 합성 시 크기 및 구성원소 비율이

	평균값 대비 10% 이하의 표준편차 ○ 난치암 동물 모델에서 항암 치료 후에 조직검사를 통해 정상조직에 축적되지 않음을 입증하여 자율제시 ○ 인체물질로 구성된 나노치료제의 반복투여독성 및 유전독성 연구 ○ 난치암 동물 모델에서 인체물질로 구성된 나노치료제의 투여 전후의 약동학적 및 약력학적 특성 분석 결과 제시 - 예시 : 후보 물질에 대한 약동학 및 약력학 모델링을 통해 약물의 흡수, 대사, 분비, 배출 및 효과 검증 연구 - 예시 : 액체 크로마토그래피 질량분석기 혹은 생물학적 정량 방법을 이용해 내인성 및 외인성 인체존재 물질을 합한 혈액 내 농도 분석	
3. 성과목표		
1단계('24~'26)	○ 나노치료제가 인체물질로만 구성되어 있고, 나노치료제의 난치암 조직 특이적 물리적 침투의 제어로 인한 조직 타겟팅 및 치료 효능 입증 ○ 약물 내성 있는 난치암 및 약물 무반응성 난치암 세포 및 동물 모델을 구축하여 개발된 나노치료제의 항암치료 메커니즘 연구 및 유효성 평가 ○ 나노치료제 물질에 대한 원천특허 확보 필수 ○ JCR 5% 이내 SCI(E) 논문 목표 자율 제시 ○ 국내·외 특허 출원 및 등록(PCT) 건수 자율 제시	
2단계('27~'28)	○ 나노치료제의 그램 스케일의 대량생산 및 재현성 입증 ○ 식약처 기준 독성평가 통과가 가능한 수준의 인체물질로 구성된 나노치료제의 독성 평가 ○ 인체물질로 구성된 나노치료제의 약동학 및 약력학 분석 ○ JCR 5% 이내 SCI(E) 논문 목표 자율 제시 ○ 국내·외 특허 출원 및 등록(PCT) 건수 자율 제시 ○ 기술사업화 목표 자율 제시	
4. 특기사항		
○ 본 제안서의 목표 달성을 위해 인체에 존재하는 물질과 같은 성분의 물질로 구성된 나노치료제를 개발 및 적용한 원천기술 보유하고 있는 연구단 구성 추천 ○ 1단계 연구 결과를 평가하여 2단계 계속지원 여부를 결정함 ※ 단계 평가 시 과제책임자는 1단계 사업성과를 바탕으로 과제의 조정(기존 공동과제의 중단 또는 신규 공동과제(우수연구자)의 추가 등)을 제안할 수		

있으며, 평가위원회에서는 이를 고려하여 2단계 계속지원 여부 결정

- 선정과제 중 일부 심층 관리가 필요한 과제를 대상으로 최초 협약 전 전문가 검토를 통해 단계 연구 기간 및 연구비를 조정할 수 있으며, 이를 통해 해당 과제 진도 점검·성과관리 강화 (해당 과제는 별도 통보 예정)
- 실제 제출하는 과제명은 연구자의 아이디어가 포함될 수 있는 제목으로 연구계획서를 제출해야 함
- 기존 기술 및 기존 과제와의 차별성을 구체적으로 제시할 것
- 개발기술의 성능목표 항목과 수치는 연구 제안자가 자유롭게 제시하되, 객관적인 자료로 제시한 성능목표의 타당성을 입증할 것
- 사업 및 과제의 성과 고도화를 위해 전체 연구기간과 동일한 기간의 동일주제의 위탁과제 금지
 - 위탁과제는 특수한 전문지식 또는 기술이 필요한 부분으로 한정하여 최대 2년의 기간에서 운영 (시작품 제작, 시험평가 등은 연구용역으로 추진)
- 최종평가 시 참여기관을 제외한 평가기관(산업체 혹은 공공기관) 2곳 이상에서 받은 공인시험인증서 제출 필수 (공인시험인증서가 불가한 경우 시험성적서로 제출 가능)
- 지원예산은 당해 연도 예산상황에 따라 변동될 수 있음
- 해당 과제는 최종 선정 시 IP-R&D 의무 과제로써, 단위과제 책임자는 정부지원 특허전략지원(IP-R&D) 소요비용(45백만원 내외)을 포함하여 단위과제 연구비(연구활동비)를 계상(1차년도)하고 실시하여야 함
- 본 사업의 경우 예비타당성 조사시 글로벌 원천기술* 확보를 목표로 아래와 같은 유형의 성과지표 설정을 권고함
 - * 산업적으로 권리가 확보된 나노 및 소재 분야 핵심특허를 기본으로 하되, 우수 논문 및 기술이전 등으로 해당특허의 우수성·파급성이 검증된 기술이며, 아래 세 유형으로 분류

- (유형1) 스마트 AA등급 특허를 중심으로 이를 보호하는 보완 특허들까지 포함된 특허군
- (유형2) JCR 상위 5%의 우수논문들(3편 이상)을 통해 원천성과 우수성이 증명된 특허 혹은 특허군
- (유형3) 기술이전(선급금 5억 이상)을 통해 사업화 단계까지 이르러 산업적 파급성이 증명된 특허 혹은 특허군

- 총 사업기간 내 JCR 5% 이내 SCI급 논문 10건 이상 게재
- 총 사업기간 내 스마트지수 A급 이상 특허 최소 2건 이상 등록
- 총 사업기간 내 0.5억/건 이상 기술이전 최소 1건 이상 실시

※ 각 성과지표는 기여율 50% 이상만 인정

※ 특허출원 및 등록 시 출원인은 100% 참여기관으로 구성되어야함

- 추후 연구성과의 학술지 논문 게재시 해당 논문에 사사*를 반드시 표기

◆ 영문 : This research was supported by the Nano & Material Technology Development Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by Ministry of Science and ICT(과제번호)

◆ 국문 : 이 논문은 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단-나노 및 소재기술 개발사업의 지원을 받아 수행된 연구임(과제번호)

* 과제번호는 한국연구재단에서 부여한 과제번호(IRIS시스템에서 확인)를 사용하며 과제종료 시까지 유지되는 것이 정상임

- 연구성과의 언론홍보시 사전(논문게재전, 최소2주)에 반드시 논의 요청, 우수 연구성과는 정부(과학기술정보통신부), 한국연구재단을 통해 언론홍보 진행 예정

구분	성과홍보 기준(예시)
SCI논문	• IF≥25 (IF≥20 이상의 표지논문) • 분야내 상위 5% 이내 논문(JCR기준)
기술이전	• 개별건당 계약금액 2억원 이상

- 해당 연구의 데이터는 자체수립된 연구데이터 관리계획(DMP)에 따라 구축되어야 함. 선정과제는 협약 시 DMP 작성 컨설팅에 필수로 참여하여야 하며 연구데이터 등록·관리 이행 등에 대해서는 단계/최종평가 시 점검 예정
- 과제 종료된 해의 다음 해부터 5년 동안은 과제 종료 후 발생한 논문, 특허, 기술이전 등의 성과 정보를 국가연구개발사업 통합정보시스템에 등록 하여야 함

5. 연구개발기간 및 연구개발비

- 연구개발기간 : '24.4. ~ '28.12.(총 57개월 내외, 33개월+24개월)
- 연구비 : 총 4,825백만원 내외

1단계('24.4 ~ '26.12 / 33개월)			2단계('27.1 ~ '28.12 / 24개월)	
1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도
'24.4.~'24.12	'25.1.~'25.12	'26.1.~'26.12	'27.1.~'27.12	'28.1.~'28.12
825백만원	1,000백만원	1,000백만원	1,000백만원	1,000백만원

※ 연차별 연구비 규모 및 연구기간은 정부예산 사정에 따라 변경 가능

- 과제형식 : 단위과제
- 선정 과제 수 : 1개 단위과제

RFP번호	24_상반기_선도형_3	공모유형	품목공모형
사업명	원천기술개발사업 > 나노및소재기술개발사업 > 나노미래소재원천기술개발(선도형)		
RFP명	줄기세포 자동분화가 가능한 다중장기 어셈블로이드 나노소재 어레이칩 기술 개발		
PM분야	나노·소재	보안과제 여부	일반
1. 추진배경			
□ 추진배경 ○ 동물 실험 대체 및 체외 스크리닝 기술의 효율성을 높이기 위한 기술로 장기의 병리·생리학적 특성, 세포 구성 및 조직학적 구조를 모사하는 오가노이드/장기 칩 관련 기술이 각광받는 추세임 ○ 2021년 오가노이드의 한계를 극복하기 위하여 장기 내 존재하는 모든 세포를 포함하여 실제 장기의 병리·생리학적특징을 체외에서 모사하는 어셈블로이드 연구가 보고 되었으며, 차세대 약물 스크리닝 모델로 유럽, 미국 등에서 집중적인 연구비 투자가 이루어지는 상황임 * 어셈블로이드 : 장기에 존재하는 다양한 종류의 세포를 조립하여 생성한 장기모사체 ○ 2021년 유럽의회에서 동물실험 대체 기술 개발 및 실용화에 대한 입법 시작, 2023년 미국 FDA는 신약 승인 평가 시, 세포 기반 에세이(cell-based assays), 조직칩(Organ chips) 및 미세생리시스템(Microphysiological systems) 등의 비임상시험을 통해 동물실험 자료 없이 의약품 허가가 가능하도록 법안이 개정됨. ○ 세계 최대의 제약사 중 하나인 Roche 그룹이 2023년 오가노이드 및 장기모사체 연구를 위한 인체 생물학 연구소(IHB)를 설립 ○ 약물 스크리닝용 체외 장기 모사체 개발 관련 시장은 2019년 약 6.9억 달러에서 2027년 약 34.2억 달러 규모로 약 5배 이상 확대될 것으로 전망(출처: 2021년 글로벌 오가노이드 시장 현황 및 전망 보고서) ○ 국내 관련 기술의 경우 간, 심장, 신장, 뇌, 폐 등 대표 장기의 오가노이드 형성 프로토콜 확립과 이의 약물스크리닝 응용 등이 다수 보고되는 등 관련 기술의 저변이 확대되고 있으나, 어셈블로이드 형성 시 낮은 분화 효율, 형성된 어셈블로이드 간 세포의 구성, 모양 및 크기의 높은 변동성, 다중 어셈블로이드 제작 시 어셈블로이드 간 자발적 연결의 어려움 등의 기술적 난제가 여전히 존재하며, 세계 최고 기술 보유국(미국) 대비 65-70% 수준에 불과함 □ 기획 주안점 ○ 동물 실험 대체 및 체외 약물 스크리닝을 위한 줄기세포의 핵심 장기 모사 어셈블로이드로의 분화유도 및 기능성 확보에 대한 목표가 구체적으로 제시되어야 함.			

- 어셈블로이드 형성시 분화 효율 향상 및 균일성 유지, 어셈블로이드 간 연결을 가능하도록 하는 기술이 제시되어야 함.
- 핵심 장기 모사 어셈블로이드들의 기능성 평가/분석에 대한 목표가 구체적으로 제시되어야 함.
- 해당 요소 기술을 달성하는데 있어서 기술적인 한계를 제시하고, 이에 대한 해결방안 제안이 필요함
- 아래 예시를 포함한 성능을 달성하기 위한 혁신적인 아이디어를 제시해야 함
 - (바이오칩기술) 각 장기별 자동 어셈블로이드의 형성, 장기 간 연결 및 약물/대사생성물 균일화 기술 확보
 - (분화유도기술) 줄기세포 기반 어셈블로이드의 각 핵심 장기 모사체로의 자동 분화/생존/기능화/분석 기술 확보
 - (약물스크리닝기술) 약물의 조합/농도 제어기술, 어셈블로이드 내로의 균일한 약물/대사생성물 전달 기술 및 효능/독성평가 기술 확보

2. 연구개발목표

- 최종 목표 : 줄기세포 자동분화를 통한 고균일.고효율 다중 장기 어셈블로이드 나노소재 어레이칩 기술을 개발하고, 이들의 동물 실험 대체 및 체외 약물 스크리닝 가능성 검증

○ 단계별 목표

1단계('24~'26)	○ (바이오칩기술) - 모듈 내 세포의 자동 어셈블로이드 형성 기술 개발 - 칩 상 물질 전달을 위한 유로 설계 및 제작 기술 개발 - 형성된 어셈블로이드의 안정성을 장기간 유지할 수 있는 기술 개발 - 3차원 세포 어셈블로이드 배양을 위한 매트릭스/구조체 호환 기술 개발 - 분화유도인자의 시공간적 정밀 방출 제어 기술 개발 ○ (분화유도기술) - 모듈 별 어셈블로이드 단위체 (개별 어셈블로이드)의 세포/구조의 균질성 확보, cell identity confirmation, 및 변동성 제어 (lineage trajectories), physical segregation 기술 개발 - 어셈블로이드 단위체의 구조/기능적 (장기 모사) 특성 확보 ○ (약물스크리닝기술) - 약물의 조합/농도 제어기술 개발 - 약물/대사생성물의 어셈블로이드 내 침투 기술 개발 - 약물/대사생성물에 대한 세포 반응성(효능/독성) 분석 기술 개발
---------------------	--

2단계('27~'28)	○ (바이오칩기술) - 모듈 내 어셈블로이드들 간 (2종 이상) 연결 기술 개발 (예시, 간-신장 ...) - 어셈블로이드 단위체 간 물질 전달 및 모니터링 기술 개발 ○ (어셈블로이드 검증) - 어셈블로이드 단위체 간 상호작용 검증: 세포 이동, 세포 crosstalk 등 - 생체 장기와의 genotypic/phenotypic 유사도 개선 검증 - 장기 안정성 기술 확보 ○ (분화유도기술) - 모듈 내 어셈블로이드의 핵심 장기 모사체로의 기능 모델 개발 - 핵심 장기 모사체의 장기 안정성 기술 확보 ○ (약물스크리닝기술) - 약물/대사생성물의 어셈블로이드 내 동시 침투/제어 기술 개발 - 약물/대사생성물에 대한 실시간 세포 반응성(효능/독성) 분석 기술 개발 - 어셈블로이드 나노소재 어레이칩 기술의 약물 스크리닝을 위한 동물 실험 대체 가능성 검증
--------------	--

3. 성과목표

1단계('24~'26)

○ 줄기세포 자동분화를 통한 고균일,고효율 다종 장기 어셈블로이드 나노소재 어레이칩 기술 개발

	항목	개발 목표
바이오칩기술	자동 어셈블로이드 형성	2종 이상
	어셈블로이드 안정성 확보	14일 이상 유지
	분화유도인자의 서방형 방출	2종 이상
	어셈블로이드 분화 효율	대상 장기 최고 분화 효율 대비 2배 이상 자율제시
분화유도기술	자동화 칩 시스템 내의 분화 효율 및 조성	<어셈블로이드 2종 이상> - 서방형 방출에 상응하는 시간별 분화 경로 확보 - 해당 어셈블로이드별 최신 기술 대비 분화 세포 조성, 분화 효율 유지 또는 향상
	어셈블로이드 특성 확보	해당 어셈블로이드별 최신 기술 대비 구조적, 기능적 특성의 실제 장기와의 유사도 유지 또는 향상도 자율제시
약물스크리닝 기술	약물/대사생성물의 어셈블로이드 내 침투 범위	Depth 기준 60% 이상 침투 자율제시
	약물/대사생성물에 대한 세포 반응성	타겟 장기모사체 2종 이상 수치 자율 제시

	○ JCR 5% 이내 SCI(E) 논문 목표 자율 제시 ○ 국내·외 특허 출원 및 등록(PCT) 건수 자율 제시 ○ 국내·외 특허 출원 및 등록(PCT) 2건 이상																				
2단계('27~'28)	○ 다중 장기 어셈블로이드 나노소재 어레이칩 기술의 동물 실험 대체 및 체외 약물 스크리닝 가능성 검증 <table><tr><td></td><td>항목</td><td>개발 목표</td></tr><tr><td rowspan="3">바이오칩기술</td><td>어셈블로이드들 간 연결</td><td>2종 이상 연결</td></tr><tr><td>어셈블로이드 간 물질 전달 기술 확보</td><td>in vivo 유사도 90% 이상 자율제시</td></tr><tr><td>어셈블로이드 안정성 확보</td><td>4주 이상</td></tr><tr><td rowspan="2">분화유도기술</td><td>어셈블로이드의 장기 모사체로의 기능 모델</td><td>2종 이상</td></tr><tr><td>어셈블로이드 내 상호작용 검증</td><td>세포-세포 상호작용 확인 및 세포 이동 확인</td></tr><tr><td rowspan="2">약물스크리닝 기술</td><td>약물/대사생성물의 어셈블로이드 내 침투 범위</td><td>Depth 기준 90% 이상 침투 자율제시</td></tr><tr><td>약물/대사생성물에 대한 실시간 세포 반응성 분석 기술</td><td>타겟 장기모사체 2종 이상 수치 자율 제시</td></tr></table> ○ JCR 5% 이내 SCI(E) 논문 목표 자율 제시 ○ JCR 5% 이내 SCI(E) 논문 목표 자율 제시 ○ 국내·외 특허 출원 및 등록(PCT) 건수 자율 제시 ○ 기술사업화 목표 자율 제시 ○ 국내·외 특허 출원 및 등록(PCT) 건수 자율 제시 ○ 기술사업화 목표 자율 제시		항목	개발 목표	바이오칩기술	어셈블로이드들 간 연결	2종 이상 연결	어셈블로이드 간 물질 전달 기술 확보	in vivo 유사도 90% 이상 자율제시	어셈블로이드 안정성 확보	4주 이상	분화유도기술	어셈블로이드의 장기 모사체로의 기능 모델	2종 이상	어셈블로이드 내 상호작용 검증	세포-세포 상호작용 확인 및 세포 이동 확인	약물스크리닝 기술	약물/대사생성물의 어셈블로이드 내 침투 범위	Depth 기준 90% 이상 침투 자율제시	약물/대사생성물에 대한 실시간 세포 반응성 분석 기술	타겟 장기모사체 2종 이상 수치 자율 제시
	항목	개발 목표																			
바이오칩기술	어셈블로이드들 간 연결	2종 이상 연결																			
	어셈블로이드 간 물질 전달 기술 확보	in vivo 유사도 90% 이상 자율제시																			
	어셈블로이드 안정성 확보	4주 이상																			
분화유도기술	어셈블로이드의 장기 모사체로의 기능 모델	2종 이상																			
	어셈블로이드 내 상호작용 검증	세포-세포 상호작용 확인 및 세포 이동 확인																			
약물스크리닝 기술	약물/대사생성물의 어셈블로이드 내 침투 범위	Depth 기준 90% 이상 침투 자율제시																			
	약물/대사생성물에 대한 실시간 세포 반응성 분석 기술	타겟 장기모사체 2종 이상 수치 자율 제시																			

4. 특기사항

- 본 제안서의 목표 달성을 위해 인체에 존재하는 물질과 같은 성분의 물질로 구성된 나노치료제를 개발 및 적용한 원천기술 보유하고 있는 연구단 구성 추천
- 1단계 연구 결과를 평가하여 2단계 계속지원 여부를 결정함
 - ※ 단계 평가 시 과제책임자는 1단계 사업성과를 바탕으로 과제의 조정(기존 공동과제의 중단 또는 신규 공동과제(우수연구자)의 추가 등)을 제안할 수 있으며, 평가위원회에서는 이를 고려하여 2단계 계속지원 여부 결정
- 선정과제 중 일부 심층 관리가 필요한 과제를 대상으로 최초 협약 전 전문가 검토를 통해 단계 연구 기간 및 연구비를 조정할 수 있으며, 이를 통해 해당 과제 진도 점검·성과관리 강화 (해당 과제는 별도 통보 예정)
- 실제 제출하는 과제명은 연구자의 아이디어가 포함될 수 있는 제목으로 연구계획서를 제출해야 함
- 기존 기술 및 기존 과제와의 차별성을 구체적으로 제시할 것

- 개발기술의 성능목표 항목과 수치는 연구 제안자가 자유롭게 제시하되, 객관적인 자료로 제시한 성능목표의 타당성을 입증할 것
- 사업 및 과제의 성과 고도화를 위해 전체 연구기간과 동일한 기간의 동일주제의 위탁과제 금지
 - 위탁과제는 특수한 전문지식 또는 기술이 필요한 부분으로 한정하여 최대 2년의 기간에서 운영 (시작품 제작, 시험평가 등은 연구용역으로 추진)
- 최종 평가 시 참여기관을 제외한 평가기관(산업체 혹은 공공기관) 2곳 이상에서 받은 공인시험인증서 제출 필수 (공인시험인증서가 불가능한 경우 시험성적서로 제출 가능)
- 지원예산은 당해 연도 예산상황에 따라 변동될 수 있음
- 해당 과제는 최종 선정 시 IP-R&D 의무 과제로써, 단위과제 책임자는 정부지원 특허전략지원(IP-R&D) 소요비용(45백만원 내외)을 포함하여 단위과제 연구비(연구활동비)를 계상(1차년도)하고 실시하여야 함
- 본 사업의 경우 예비타당성 조사시 글로벌 원천기술* 확보를 목표로 아래와 같은 유형의 성과지표 설정을 권고함
 - * 산업적으로 권리가 확보된 나노 및 소재 분야 핵심특허를 기본으로 하되, 우수 논문 및 기술이전 등으로 해당특허의 우수성·파급성이 검증된 기술이며, 아래 세 유형으로 분류

- (유형1) 스마트 AA등급 특허를 중심으로 이를 보호하는 보완 특허들까지 포함된 특허군
- (유형2) JCR 상위 5%의 우수논문들(3편 이상)을 통해 원천성과 우수성이 증명된 특허 혹은 특허군
- (유형3) 기술이전(선급금 5억 이상)을 통해 사업화 단계까지 이르러 산업적 파급성이 증명된 특허 혹은 특허군

- 총 사업기간 내 JCR 5% 이내 SCI급 논문 10건 이상 게재
- 총 사업기간 내 스마트지수 A급 이상 특허 최소 2건 이상 등록
- 총 사업기간 내 0.5억/건 이상 기술이전 최소 1건 이상 실시

※ 각 성과지표는 기여율 50% 이상만 인정

※ 특허출원 및 등록 시 출원인은 100% 참여기관으로 구성되어야함

- 추후 연구성과의 학술지 논문 게재시 해당 논문에 사사*를 반드시 표기

- ◆ 영문 : This research was supported by the Nano & Material Technology Development Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by Ministry of Science and ICT(과제번호)
- ◆ 국문 : 이 논문은 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단-나노 및 소재기술 개발사업의 지원을 받아 수행된 연구임(과제번호)
 - * 과제번호는 한국연구재단에서 부여한 과제번호(IRIS시스템에서 확인)를 사용하며 과제종료 시까지 유지되는 것이 정상임

- 연구성과의 언론홍보시 사전(논문게재전, 최소2주)에 반드시 논의 요청, 우수 연구성과는 정부(과학기술정보통신부), 한국연구재단을 통해 언론홍보 진행 예정

구분	성과홍보 기준(예시)
SCI논문	• IF$\geq$25 (IF$\geq$20 이상의 표지논문) • 분야내 상위 5% 이내 논문(JCR기준)
기술이전	• 개별건당 계약금액 2억원 이상

- 해당 연구의 데이터는 자체수립된 연구데이터 관리계획(DMP)에 따라 구축되어야 함. 선정과제는 협약 시 DMP 작성 컨설팅에 필수로 참여하여야 하며 연구데이터

등록·관리 이행 등에 대해서는 단계/최종평가 시 점검 예정

- 과제 종료된 해의 다음 해부터 5년 동안은 과제 종료 후 발생한 논문, 특허, 기술이전 등의 성과 정보를 국가연구개발사업 통합정보시스템에 등록 하여야 함

5. 연구개발기간 및 연구개발비

- 연구개발기간 : '24.4. ~ '28.12.(총 57개월 내외, 33개월+24개월)
- 연구비 : 총 4,825백만원 내외

1단계('24.4 ~ '26.12 / 33개월)			2단계('27.1 ~ '28.12 / 24개월)	
1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도
'24.4.~'24.12	'25.1.~'25.12	'26.1.~'26.12	'27.1.~'27.12	'28.1.~'28.12
825백만원	1,000백만원	1,000백만원	1,000백만원	1,000백만원

※ 연차별 연구비 규모 및 연구기간은 정부예산 사정에 따라 변경 가능

- 과제형식 : 단위과제
- 선정 과제 수 : 1개 단위과제

RFP번호	24_상반기_경쟁형_1	공모유형	품목공모형
사업명	원천기술개발사업 > 나노및소재기술개발사업 > 나노미래소재원천기술개발(경쟁형)		
RFP명	파장한계를 극복하는 고정밀 대면적 테라헤르츠 나노센서 기술		
PM분야	나노·소재	보안과제 여부	일반
1. 추진배경			
☐ 추진배경 ○ 테라헤르츠 영상 분야는 보안, 군사, 비파괴, 의료 등과 같이 여러 응용 분야에서 활용이 기대되는 기술임. 테라헤르츠 분광 분야는 폴리머, 무기 화학, 가스, 약물, 반도체 등과 같은 다양한 분야에서 초미세 유전율 특성 탐지를 이용한 활용이 높아지고 있음. ○ (시장성)직진성과 투과성을 통한 테라헤르츠 영상/분광 분야는 시각으로는 판단할 수 없는, 물체의 내부 유전율 정보를 파악할 수 있는 기술로서, 2022년 4.11억/4200만 달러에서 2027년에는 8.02억/7800만 달러로 약 14.3%/13.1% 증가를 예상하는 신산업 분야임 (출처: Markets and Market, 2022, Terahertz Technology Market). ○ (해외)영국의 Teraview, 미국의 Terasense, Picometrix, 핀란드 Milliscan 등에서는 RF 전자소자 기반 테라헤르츠 연속파 송수신단 및 응용 시스템을 시장에 선보이고 있으나, 높은 가격과 긴 납기로 인해 활발한 상용화로의 진행은 매우 더딤. ○ 높은 가격과 함께, 제한적인 영상의 품질은 상용화에 매우 큰 걸림돌임. 테라헤르츠 동작 주파수에 의해서 수직 방향 분해능(검출 깊이)이 정해지며, 스캐닝 정밀도에 따라 수평 방향 분해능이 정해짐. 수평 방향 분해능 역시 검출 소자 간격과 이격 특성에 영향을 미치므로, 테라헤르츠 송수신 주파수에 의한 파장 한계는 검출 신호 혹은 영상으로 제시되는 정밀 탐지 성능을 결정하는 요인임. ○ 이러한 요인에 의해 현 테라헤르츠 기술은 검출기에 입사되는 크기만을 검출하는 수준으로, 이에 따라 동작 주파수 파장 ~1 ㎞ 로 영상 품질이 정해지는 한계를 갖게 됨. ○ 높은 동작 주파수(즉, 작은 파장)는 영상 분해능 개선을 위해 필요 사항일 수 있으나, 시스템 제조 가격을 급격하게 높이는 원인이 되며, 또한 높은 주파수에서는 낮은 송신 출력으로 인해, 물체 내부 정보를 획득하기 어렵게 하는 기술 한계를 발생시킴.			

- 따라서, 물체 내부 탐지가 가능한 수준의 송신단 출력 신호 생성이 가능한 주파수를 사용하면서도 파장 이하 검출이 가능한 새로운 기술이 요구됨.
- 현재는 광학계 간섭 특성을 이용하여 특정 부분에서 제한적으로 파장 이하 정보를 추출하고 있으나, 넓은 영상 범위에 적용 가능한 기술이 아님. 특히 물체 크기와 영역의 제한이 심하여 상용화 기술로 발전시키는데 한계를 지님.

□ 기획 주안점

- 영상 검출과 같은 대면적 테라헤르츠 정보 획득 시, 고속으로 파장 이하 해상도와 물체 내부의 정보 추출이 가능한 기술 개발
- 측정 샘플과 테라헤르츠 검출 소자의 거리 제약 한계를 넘어설 수 있는 원천 기술 제시
- 고해상도 영상 추출을 위한 호모다인 검출 방법 이외에 대면적 고속 고해상도 영상 검출이 가능한 센서 어레이 기술 개발
- 동작 주파수와 관계없이 다양한 테라헤르츠 주파수에 대해 사용이 가능한, 전자기와 특성에 기반을 둔 고해상도 영상획득 기법 원천기술 개발
- 나노안테나 성능향상을 위한 박막 설계 기술

2. 연구개발목표

- 최종 목표 : 사용 주파수 0.75 λ 수준이하의 고해상도(0.5mm이하)를 갖는 대면적 (5x5mm²) 실시간(24 fps 수준이상) 테라헤르츠 영상 검출 기법 연구

○ 단계별 목표

1단계('24~'25)	○ 수직 및 수평 분해능 모두 0.75λ이하 검출이 가능한 테라헤르츠 영상검출기법 개발 ○ 동일 분해능을 유지하면서도 대면적(4λ×4λ이상) 확장 가능한 배열형 검출기 개발 ○ 단일 검출 전압반응도 및 잡음동일전력 달성도 자율제시 (예시 : 전압반응도 25 kW/W이상, 잡음동일전력 5 pW/$\sqrt{\text{Hz}}$ 이하) ○ 대면적 영상획득 실시간 영상처리 기법 제시 ○ 분해능 개선 및 대면적 확장 가능성 검증 제시
2단계('26~'28)	○ 수직 및 수평 분해능 0.5mm이하 대면적(5x5mm² 이상) 검출 가능한 테라헤르츠 영상검출 배열모듈/IC 개발 ○ 배열 모듈/IC 구성 소자 단일 검출 전압반응도 및 잡음동일전력 달성도 자율제시 (예시 : 전압반응도 100

	kW/W이상, 잡음동일전력 1 pW/$\sqrt{\text{Hz}}$ 이하) ○ 대면적 영상획득 실시간 (24 fps) 영상처리 기법 개발 및 특정 응용분야 내 성능 검증 (응용 분야 및 실험 조건 등은 자율제시) ○ 파장 한계 이하 영상획득을 위한 하드웨어 IP 개발 (하드웨어 IP 정의: 파장 한계이하 영상획득을 위해 사용이나 개발이 필요한 하드웨어 구성품)
3. 성과목표	
1단계('24~'25)	○ 파장 한계를 극복(0.75μm 이하)과 대면적 특성(4$\lambda \times 4\lambda$ 이상)을 동시 달성하는 테라헤르츠 고해상도 대면적 영상검출기법 제시 ○ 고해상도 대면적 특성 제시가 가능한 테라헤르츠 검출기 단위 배열(2$\times$2) IP 개발 ○ 대면적 고해상도 영상획득 실시간 영상처리 기법 알고리즘 코드 혹은 플로우차트 제시 ○ JCR 20% 이내 SCI(E) 논문 목표 최소 4편 이상 제시 ○ 국내·외 특허 출원 및 등록 건수 자율 제시
2단계('26~'28)	○ 파장 한계를 극복과 대면적 특성을 동시 달성하는 테라헤르츠 고해상도(0.5mm이하) 대면적(5x5mm²) 영상검출기법이 적용된 시작품 제시 및 응용분야내 검증 ○ 고해상도 대면적 특성 제시가 가능한 테라헤르츠 검출기 확장 배열 IP 개발 ○ 대면적 고해상도 영상획득 실시간 (24 fps) 영상처리 기법 알고리즘 코드 혹은 플로우차트 제시 ○ JCR 20% 이내 SCI(E) 논문 목표 최소 6편 이상 제시 ○ 원천특허 출원 및 등록 건수 자율 제시 (SMART 지수 A 이상 포함) ○ 기술사업화 목표 자율 제시 (0.5억/건 이상 자율제시)
4. 특기사항	
○ 1단계 경쟁형 단계평가를 통해, 2단계 계속 지원 연구과제(1개)를 선정함 ※ 단계 평가 시 과제책임자는 1단계 사업성과를 바탕으로 과제의 조정 (기존 공동과제의 중단 또는 신규 공동과제(우수연구자)의 추가 등)을 제안할 수 있으며, 평가위원회에서는 이를 고려한 경쟁평가를 통해 2단계 계속 지원 연구과제(1개)를 선정 ○ 선정과제 중 일부 심층 관리가 필요한 과제를 대상으로 최초 협약 전 전문가 검토를 통해 단계 연구 기간 및 연구비를 조정할 수 있으며, 이를 통해 해당 과제 진도 점검·성과관리 강화(해당 과제는 별도 통보 예정)	

- 실제 제출하는 과제명은 연구자의 아이디어가 포함될 수 있는 제목으로 연구계획서를 제출해야 함
- 기존 기술 및 기존 과제와의 차별성을 구체적으로 제시할 것
- 개발기술의 성능목표 항목과 수치는 연구 제안자가 자유롭게 제시하되, 객관적인 자료로 제시한 성능목표의 타당성을 입증할 것
- 사업 및 과제의 성과 고도화를 위해 전체 연구기간과 동일한 기간의 동일 주제의 위탁과제 금지
 - 위탁과제는 특수한 전문지식 또는 기술이 필요한 부분으로 한정하여 최대 2년의 기간에서 운영 (시작품 제작, 시험평가 등은 연구용역으로 추진)
- 최종평가 시 참여기관을 제외한 평가기관(산업체 혹은 공공기관) 2곳 이상에서 받은 공인시험인증서 제출 필수 (공인시험인증서가 불가한 경우 시험성적서로 제출 가능)
- 지원예산은 당해 연도 예산상황에 따라 변동될 수 있음
- 해당 과제는 최종 선정 시 특허전략 조기 수립을 위한 특허동향조사 실시 의무과제로써, 단위과제 책임자는 특허동향조사 소요비용(15백만원 내외)를 포함하여 단위과제 연구비(연구활동비)를 계상(1차년도)하고 실시하여야 함
- 예비타당성 조사 시 제시한 질적성과지표(경쟁형)을 참고하여 목표 제시가 필요함
 - 총 사업기간 내 JCR 20% 이내 SCI급 논문 10건 이상 게재
 - 총 사업기간 내 스마트지수 A급 이상 특허 최소 1건 이상 등록
 - 총 사업기간 내 0.5억/건 이상 기술이전 최소 1건 이상 실시

※ 각 성과지표는 기여율 50% 이상만 인정

※ 특허출원 및 등록 시 출원인은 100% 참여기관으로 구성되어야함

- 추후 연구성과의 학술지 논문 게재시 해당 논문에 사사*를 반드시 표기

◆ 영문 : This research was supported by the Nano & Material Technology Development Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by Ministry of Science and ICT(과제번호)

◆ 국문 : 이 논문은 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단-나노 및 소재기술 개발사업의 지원을 받아 수행된 연구임(과제번호)

* 과제번호는 한국연구재단에서 부여한 과제번호(IRIS시스템에서 확인)를 사용하며 과제종료 시까지 유지되는 것이 정상임

- 연구성과의 언론홍보시 사전(논문게재전, 최소2주)에 반드시 논의 요청, 우수 연구성과는 정부(과학기술정보통신부), 한국연구재단을 통해 언론홍보 진행 예정

구분	성과홍보 기준(예시)
SCI논문	• IF≥25 (IF≥20 이상의 표지논문) • 분야내 상위 5% 이내 논문(JCR기준)
기술이전	• 개별건당 계약금액 2억원 이상

- 해당 연구의 데이터는 자체수립된 연구데이터 관리계획(DMP)에 따라 구축되어야 함. 선정과제는 협약 시 DMP 작성 컨설팅에 필수로 참여하여야 하며 연구데이터 등록·관리 이행 등에 대해서는 단계/최종평가 시 점검 예정

- 과제 종료된 해의 다음 해부터 5년 동안은 과제 종료 후 발생한 논문, 특허, 기술이전 등의 성과 정보를 국가연구개발사업 통합정보시스템에 등록 하여야 함

5. 연구개발기간 및 연구개발비

- 총 사업기간 : '24 ~ '28년(총 5년 이내, 21개월/36개월)
- 과제형식 : 단위과제
- 연구비 : 총 4,750백만원 내외

1단계('24.4 ~ '25.12 / 21개월)		2단계('26.1 ~ '28.12 / 36개월)		
1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도
'24.4.~'24.12	'25.1.~'25.12	'26.1.~'26.12	'27.1.~'27.12	'28.1.~'28.12
750백만원	1,000백만원	1,000백만원	1,000백만원	1,000백만원
2개 연구단	2개 연구단	1개 연구단	1개 연구단	1개 연구단

- ※ 1단계 : '24년 연구단별 3.75억원/9개월; '25년 연구단별 5억원/년(2개 연구단)
- 2단계 : '26~'28년 10억원/년(1개 연구단)

- 선정 과제 수 : 1차년도 2개 단위과제 내외

- ※ 연구기간: (1단계)'24.4~'25.12(21개월) / (2단계)'26.1~'28.12(36개월)

연차별 연구비 규모 및 연구기간은 정부예산 사정에 따라 변경 가능

- ※ 경쟁형 R&D로 1단계 복수과제 선정 후 2단계 진행시 1개 과제 선정

RFP번호	24_상반기_경쟁형_2	공모유형	품목공모형
사업명	원천기술개발사업 > 나노및소재기술개발사업 > 나노미래소재원천기술개발(경쟁형)		
RFP명	로보틱스 응용을 위한 고신축성 센싱 인 메모리 소자 및 인공 신경 시스템 개발		
PM분야	나노·소재	보안과제 여부	일반
1. 추진배경			
☐ 추진배경 ○ 인공지능 로봇 시장은 2022년 120억불 규모에서 2032년 837.8억 규모로 연평균 21.5% 성장률을 나타내며, 앞으로도 급격한 성장이 예상됨 (출처 : Precedence Research, 2022). ○ 이러한 첨단 로보틱스 기술은 국가전략기술 중 하나이나 국내 기술 수준은 미국, 일본, 유럽 연합에 비해 여전히 낮은 것으로 평가되고 있어 차별화된 기술 개발이 필요한 상황임. ○ 4차 산업혁명과 함께 스마트팩토리 구축이 대두되면서 단순 반복 작업의 대체를 위한 산업용 로봇 개발을 넘어, 외부의 다양한 신호들을 감지하고, 복잡하고 방대한 양의 데이터를 처리하여 고차원적인 기능을 수행할 수 있는 뉴로모픽 기술 결합형 로보틱스 기술의 필요성이 증대되고 있음. ○ 의료 산업 분야의 수술용 로봇 상용화 성공 이후 바이오 하이브리드 로봇, 로보틱스 보철 등의 다양한 응용분야로의 기술 확장이 요구되고 있으며, 이를 위한 생체 신경을 모방한 인공 신경 기반의 로보틱스 구동 기술 개발은 해당 분야에서의 기술적 확장 및 상용화를 가속화시킬 수 있을 것으로 기대됨. ○ 그러나, 신축성과 고집적도, 기계적 변형에 따른 구동 안정성, 제어의 정밀도를 확보할 수 있는 고성능의 센싱 인 메모리 소자 및 어레이의 부재와, 로보틱스 제어를 위한 뉴로모픽 인공신경 프레임워크 및 시스템 기술의 부재로 인해 이러한 신기술을 실현하는데 기술적 한계가 있는 상황임. ○ 따라서, 고성능 신축성 센싱 인 메모리 소자를 활용하여 인공 신경 기술 개발 및 로보틱스 분야에 적용하게 되면 저전력 동작은 물론 부피 및 무게 감소, 지연 시간 및 응답 시간 단축, 노이즈 저항성 및 높은 구동 정밀도 달성 등 기존 기술에 비해 획기적인 성능향상을 이룩할 수 있음. ☐ 기획 주안점 ○ 기존 소재의 신축성 한계를 극복할 수 있는 물질의 고유 신축성 뉴로모픽 반도체 소재 및 소자 개발			

- 센싱 인 메모리 소자의 저전력 구동 기술 개발 및 신뢰성 확보(예: 전기 전도도-시냅스 가중치 정밀 조절)
- 고유 신축성 소재 및 시냅스 소자의 고집적도 어레이 기술 (패터닝 기술 포함) 개발
- 로봇틱스용 웨어러블 인공 신경 및 센서 구동과 로봇틱스 액추에이터 구동 등을 위한 경량화(소형 컴퓨터 혹은 프로세서 없이 시스템 구현)가 가능한 시스템 개발
- 로봇틱스용 인공신경 시스템의 활용 시나리오 제시 및 시연 (예: 생체 모방 로봇 및 감각 전달형 인공 의수 등)

2. 연구개발목표

- 최종 목표 : 로봇틱스 적용 센싱 인 메모리용 고유 신축성 소재 기반 인공 시냅스 기술 개발 및 시스템 시연

○ 단계별 목표

1단계('24~'25)	○ 물질 고유 신축성 소재(반도체, 전극 및 절연체 등) 개발 ○ 고유 신축성 센싱 인 메모리 소자 센싱 성능 목표치 자율 제시 (예시 : 빛 감지 시냅스 소자의 광감도 10^6 이상, 광반응도 10^5 A/W 이상, 감지 가능 최소 빛 세기 100 fW/cm^2 이하) ○ 고유 신축성 센싱 인 메모리소자의 시냅스 성능 목표치 자율 제시 (예: 빛에 따른 시냅스 가중치 128 단계 구현 100회 cycle test, 40% 인장 시 시냅스 가중치(전도도) 레벨 변화 10% 이내) ○ 시냅스 소자 어레이 동작 범위(예시, 전압-전류 크기 등)를 수용할 수 있는 로봇틱스 제어 기술 개발 ○ 고유 신축성 소재 기반 어레이 제작을 위한 CMOS 공정 호환이 가능한 고해상도 저온 공정 기술 개발 목표치 자율제시 (예시 : 패턴 사이즈 $1 \mu\text{m}$ 이하, 400°C 미만 저온 공정 등) ○ 센싱 인 메모리 어레이(3×3 이상) 구현 및 로봇틱스 응용 시나리오 제시
2단계('26~'28)	○ 고유 신축성 센싱 인 메모리 소자 저전력 구동 목표

	○ 치 자율 제시 (예시 : 10 fJ/event) ○ 시스템 저전력 구동 목표 자율 제시 (예시 : 종전 선행연구 대비 30% 이상의 구동 전력 감소) ○ 시스템 활용 시나리오 구현을 통한 뉴로모픽 로보틱스 시스템 유효성 검증 ○ 센싱 인 메모리 어레이(20 x 20 이상) 구현 및 로보틱스 구동 시연	
3. 성과목표		
1단계('24~'25)	○ 고유 신축성 소재 개발 ○ 고 성능·고 신축성 센싱 인 메모리 소자 개발 ○ 신축성 소자 어레이 구동 범위 내 로보틱스 제어 기술 개발 ○ 고유 신축성 소자 고해상도 패터닝 기술 개발 ○ 센싱 인 메모리 어레이 활용성 검증 ○ JCR 10% 이내 SCI(E) 논문 목표 자율 제시 (3건) ○ 국내·외 특허 출원 및 등록 건수 자율 제시 ○ 기술사업화 목표 자율 제시 (0.5억/건 이상 자율제시)	
2단계('26~'28)	○ 센싱 인 메모리 어레이-로보틱스 시스템 집적 및 저전력 구동 기술 개발 ○ 센싱 인 메모리 기반 웨어러블 인공지능 시스템의 로보틱스 분야 활용성 검증 ○ JCR 5% 이내 SCI(E) 논문 목표 자율 제시 (7건) ○ 원천특허 출원 및 등록 건수 자율 제시 (SMART 지수 A 이상 포함) ○ 기술사업화 목표 자율 제시 (0.5억/건 이상 자율제시)	
4. 특기사항		
○ 1단계 경쟁형 단계평가를 통해, 2단계 계속 지원 연구과제(1개)를 선정함 ※ 단계 평가 시 과제책임자는 1단계 사업성과를 바탕으로 과제의 조정(기존 공동과제의 중단 또는 신규 공동과제(우수연구자)의 추가 등)을 제안할 수 있으며, 평가위원회에서는 이를 고려한 경쟁평가를 통해 2단계 계속 지원 연구과제(1개)를 선정 ○ 선정과제 중 일부 심층 관리가 필요한 과제를 대상으로 최초 협약 전 전문가 검토를 통해 단계 연구 기간 및 연구비를 조정할 수 있으며, 이를 통해 해당 과제 진도 점검·성과관리 강화(해당 과제는 별도 통보 예정) ○ 실제 제출하는 과제명은 연구자의 아이디어가 포함될 수 있는 제목으로 연구계획서를 제출해야 함 ○ 기존 기술 및 기존 과제와의 차별성을 구체적으로 제시할 것 ○ 개발기술의 성능목표 항목과 수치는 연구 제안자가 자유롭게 제시하되, 객관		

적인 자료로 제시한 성능목표의 타당성을 입증할 것

- 사업 및 과제에 성과 고도화를 위해 전체 연구기간과 동일한 기간의 동일주제
의 위탁과제 금지
 - 위탁과제는 특수한 전문지식 또는 기술이 필요한 부분으로 한정하여 최대 2년
의 기간에서 운영 (시작품 제작, 시험평가 등은 연구용역으로 추진)
- 최종평가 시 참여기관을 제외한 평가기관(산업체 혹은 공공기관) 2곳 이상에
서 받은 공인시험인증서 제출 필수 (공인시험인증서가 불가한 경우 시험성
적서로 제출 가능)
- 지원예산은 당해 연도 예산상황에 따라 변동될 수 있음
- 해당 과제는 최종 선정 시 특허전략 조기 수립을 위한 특허동향조사 실시 의무
과제로써, 단위과제 책임자는 특허동향조사 소요비용(15백만원 내외)를 포함하여
단위과제 연구비(연구활동비)를 계상(1차년도)하고 실시하여야 함
- 예비타당성 조사 시 제시한 질적성과지표(경쟁형)을 참고하여 목표 제시가
필요함
 - 총 사업기간 내 JCR 5% 이내 SCI급 논문 10건 이상 게재
 - 총 사업기간 내 스마트지수 A급 이상 특허 최소 1건 이상 등록
 - 총 사업기간 내 0.5억/건 이상 기술이전 최소 1건 이상 실시

※ 각 성과지표는 기여율 50% 이상만 인정

※ 특허출원 및 등록 시 출원인은 100% 참여기관으로 구성되어야 함

- 추후 연구성과의 학술지 논문 게재시 해당 논문에 사사*를 반드시 표기

◆ 영문 : This research was supported by the Nano & Material Technology Development Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by Ministry of Science and ICT(과제번호)

◆ 국문 : 이 논문은 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단-나노 및 소재기술 개발사업의 지원을 받아 수행된 연구임(과제번호)

* 과제번호는 한국연구재단에서 부여한 과제번호(IRIS시스템에서 확인)를 사용하며 과제종료 시까지 유지되는 것이 정상임

- 연구성과의 언론홍보시 사전(논문게재전, 최소2주)에 반드시 논의 요청, 우수
연구성과는 정부(과학기술정보통신부), 한국연구재단을 통해 언론홍보 진행 예정

구분	성과홍보 기준(예시)
SCI논문	• IF≥25 (IF≥20 이상의 표지논문) • 분야내 상위 5% 이내 논문(JCR기준)
기술이전	• 개별건당 계약금액 2억원 이상

- 해당 연구의 데이터는 자체수립된 연구데이터 관리계획(DMP)에 따라 구축되어야 함.
선정과제는 협약 시 DMP 작성 컨설팅에 필수로 참여하여야 하며 연구데이터 등록·
관리 이행 등에 대해서는 단계/최종평가 시 점검 예정
- 과제 종료된 해의 다음 해부터 5년 동안은 과제 종료 후 발생한 논문, 특허, 기
술이전 등의 성과 정보를 국가연구개발사업 통합정보시스템에 등록 하여야 함

5. 연구개발기간 및 연구개발비

- 총 사업기간 : '24 ~ '28년(총 5년 이내, 21개월/36개월)

- 과제 형식 : 단위과제
- 연구비 : 총 4,750백만원 내외

1단계('24.4 ~ '25.12 / 21개월)		2단계('26.1 ~ '28.12 / 36개월)		
1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도
'24.4.~'24.12	'25.1.~'25.12	'26.1.~'26.12	'27.1.~'27.12	'28.1.~'28.12
750백만원	1,000백만원	1,000백만원	1,000백만원	1,000백만원
2개 연구단	2개 연구단	1개 연구단	1개 연구단	1개 연구단

※ 1단계 : '24년 연구단별 3.75억원/9개월; '25년 연구단별 5억원/년(2개 연구단)

2단계 : '26~'28년 10억원/년(1개 연구단)

- 선정 과제 수 : 1차년도 2개 단위과제 내외

※ 연구기간: (1단계)'24.4~'25.12(21개월) / (2단계)'26.1~'28.12(36개월)

연차별 연구비 규모 및 연구기간은 정부예산 사정에 따라 변경 가능

※ 경쟁형 R&D로 1단계 복수과제 선정 후 2단계 진행시 1개 과제 선정

RFP번호	24_상반기_경쟁형_3	공모유형	품목공모형
사업명	원천기술개발사업 > 나노및소재기술개발사업 > 나노미래소재원천기술개발(경쟁형)		
RFP명	천연물 기반고기능성 리그노셀룰로오스계 나노소재 및 제품화 공정기술 개발		
PM분야	나노·소재	보안과제 여부	일반
1. 추진배경			
☐ 추진배경 ○ 전 세계적인 환경규제로 인해 산업 전반에 걸쳐 친환경 소재에 대한 수요 증대와 맞물려 바이오매스를 기반으로 화석연료 대체용 바이오 연료 및 화학물질과 소재로의 전환 등이 지속가능한 소재로 대체하기 위한 기술개발이 활발함. ○ 지구상 가장 풍부한 바이오매스 중 리그노셀룰로오스(lignocellulose)는 목질/비목질계 자원 및 이들에게서 파생된 소재 모두를 포함하고 기존 임업, 농업 생산에서 발생하는 많은 양의 부산물, 잔류물, 폐기물이 충분히 활용되지 못하는 현실에서 리그노셀룰로오스는 모두 가치 있고 지속가능한 새로운 원료로 전환되고 활용될 수 있음. ○ 리그닌과 셀룰로오스를 별개로 분리하여 활용하는 기존의 접근 방식을 보완하는 미래기술로서, 자원 추출 효율을 높이고 고분자 복합체 제조시 기존 바이오매스 소재 대비 향상된 상용성, 수분 안정성 등 우수한 물성을 구현하기 위해서는 응용 대상에 적합한 수준의 리그닌을 함유하는 리그노셀룰로오스계 소재를 제조할 수 있는 기술을 개발하여 두 구성 성분 사이의 시너지를 추구할 필요가 있음. ○ 리그노셀룰로오스의 전처리 방법에는 기계적 방법, 화학적 방법, 생명공학적인 방법 또는 이들간의 하이브리드 방법이 있을 수 있는데, 나노소재 공정의 최적화, 디자인된 리그노셀룰로오스 제작, 공정프로세스의 상용화 가능성을 검토한 최적의 전처리 방법 개발이 필수적임. ○ (유럽) 네덜란드는 세계 2위의 농산물 수출국으로 농업분야 기반시설이 잘 갖추어져 있음. 바헤닝언(Wageningen) 대학은 리그노셀룰로오스 가공과 폐기물을 사용해 PHA(Polyhydroxyalkanoate, 생분해성 플라스틱 소재) 생산기술을 선도하고 최근 기계적 재활용기술 성공사례를 보고함. ○ (일본) 교토대학 Hiroyuki Yano 교수는 “비가식성(非可食性) 식물유래 화학품 제조과정 기술 개발”의 연구개발성으로 일명 ‘Kyoto process’를 통해 리그닌이 함유된 목재칩을 1단계 예혼합과 2단계 반응성 압출공정을			

통해 생산성이 대폭 개선된 나노셀룰로오스/고분자 복합체 제조기술을 개발.

- (미국) 워싱턴 대학 Pascoli 교수팀은 기존의 정련/표백을 거친 펄프원료를 TEMPO-산화처리하여 나노셀룰로오스를 제조하는 고비용 공정 대신, 밀짚 부산물을 알칼리 처리 및 산처리를 통해 리그노셀룰로오스 나노섬유 및 마이크로섬유를 비교적 저렴한 비용과 간단한 공정으로 생산하고 이를 바이오플라스틱 소재로 활용할 수 있음을 확인함.
- 국내에서는 왕겨, 벼짚, 대마 등 비목질 바이오매스로부터 셀룰로스 소재 추출기술, 물리/화학적 개질기술 및 제품화 연구를 진행하고 있으나 해외 선진국 대비 기술수준은 낮다고 평가됨.
- 기존 셀룰로오스계 소재 대비 리그노셀룰로오스계 소재기술은 관련 산업 기반은 성숙한 반면 연구 측면에서는 국내뿐만 아니라 세계적으로도 초기 단계임을 고려할 때, 다양한 바이오매스 부산물을 기반으로 자원적 활용 가치를 높이기 위해 유효자원 추출에서부터 범용 소재들과의 상용성을 향상시키기 위한 개질기술 및 이를 활용한 제품까지 체계적 기술개발이 필요함.

□ 기획 주안점

- 농업 및 임업 등 다양한 산업군의 천연물로부터 기능성이 우수한 리그노셀룰로스 소재 분리, 정제, 추출 기술
- 리그닌 함량에 따른 리그노셀룰로스 소재 물성의 향상 및 다변화
- 산 및 알칼리 처리 공정 등을 통한 리그노셀룰로스 나노급 소재 (예: 섬유소, 피브릴, 나노섬유, 나노결정 등)
- 상용성 향상을 위한 리그노셀룰로스 개질기술 (예: 소수화, 소성가공 등)
- 개발된 리그노셀룰로오스를 포함한기능 또는 성능이 다변화된 고분자 복합체 제조기술 및 응용제품 개발

2. 연구개발목표

- 최종 목표 : 천연물로부터 고기능성 리그노셀룰로오스 자원 추출과 개질을 통한 상용성 확보와 이를 활용한 복합고분자 소재 및 응용제품 개발

○ 단계별 목표

1단계('24~'25)	○ 전방위 산업군에서 발생하는 다양한 천연물 소재의 가용성 평가 및 스크리닝 ○ 천연물의 리파이닝을 통한 다양한 리그노셀룰로오스 소재 개발 (예시 : 분말상, 입자상, 섬유상 등)
--------------	---

	○ 다양한 공법을 통한 리그노셀룰로오스 마이크로투나노 소재 개발 및 특성분석 (예시 : 직경 및 길이 조절기술, 결정구조 및 결정화도 분석 등) ○ 리그노셀룰로오스 소재의 상용성 향상을 위한 개질 기술 개발 (예시 : 표면소수화, 유기용매내 분산안정성, 고분자복합체 내 분산성 및 배향 평가 등) ○ 리그노셀룰로오스 마이크로피브릴 소재 (직경 : 20 nm급, 길이 : 수십~수백μm) ○ 리그노셀룰로오스 나노섬유 소재 (직경 : 5 nm급, 길이 : 1~2 μm급) ○ 리그노셀룰로오스 소재 응용 분야 자율 제시 및 시제품 2종 이상 개발
2단계('26~'28)	○ 소성가공 중 리그노셀룰로오스 나노화(미립화) 및 고분자 복합체 제조 (예시 : 리그노셀룰로오스 종류, 조성, 함량은 응용 제품별 요구되는 특성을 고려한 맞춤형 설계 등) ○ 리그노셀룰로오스 나노소재 복합고분자 소재특성 (예시 : 리그노셀룰로오스 함량, 용융지수(MI), 기계적 특성(인장, 굴곡, 충격 등)) ○ 리그노셀룰로오스 소재 응용 분야 자율 제시 및 시제품 2종 이상 개발 ※ 예시 - 리그노셀룰로오스 기반 복합소재의 압/사출 기술공정 확보 및 시제품 제작 - 고성능 차세대 배터리 시스템용 리그노셀룰로오스 나노소재 기반 핵심 소재 개발(활물질, 분리막, 바인더 등)
3. 성과목표	
1단계('24~'25)	○ 천연물 유래 리그노셀룰로오스 리파이닝 소재 ※ 소재형상 및 조성과 무관하며 소재의 일부 크기가 마이크로 또는 나노 크기로 평가될 수 있음 ○ 다양한 공법을 활용한 균일한 입도분포 지닌 리그노셀룰로오스 마이크로투나노급 소재 ○ 리그노셀룰로오스의 상용성(소수화, 소성) 조절기술 및 시제품 ○ 리그노 셀룰로오스 전처리 기술(물리적, 화학적, 생명

	공학적, 하이브리드 방법 선택 가능)을 응용한 고부가가치(고성능) 리그노셀룰로오스 소재 생산 및 특성 분석 - 리그닌, 셀룰로오스 함량 변화에 따른 소재 물성 평가 - 디자인된 리그노셀룰로오스 생산 (L/D, 입도, 리그닌 비율 등) ○ 천연물 활용 리그노셀룰로오스 소재 기반 바이오플라스틱 고부가가치 소재 공정화 기술 개발 ○ JCR 5% 이내 SCI(E) 논문 목표 자율 제시 ○ 국내·외 특허 출원 및 등록 건수 자율 제시
2단계('26~'28)	○ 1단계에서 개발된 리그노셀룰로오스 소재 및 복합소재의 원천기술 및 시작품 특성 확보 ○ 리그노셀룰로오스계 나노소재의 제조 공정 최적화를 통한 대량생산 시스템 및 공정기반 소재의 경제성 평가를 통한 상용성 확보 방안 제시 ○ 리그노셀룰로오스 기반 나노복합체 플라스틱 중합기술 공정 확보 및 Pilot test ○ JCR 5% 이내 SCI(E) 논문 목표 자율 제시 ○ 원천특허 출원 및 등록 건수 자율 제시 (SMART 지수 A 이상 포함) ○ 기술사업화 목표 자율 제시 (0.5억/건 이상 자율제시)

4. 특기사항

- 1단계 경쟁형 단계평가를 통해, 2단계 계속 지원 연구과제(1개)를 선정함
※ 단계 평가 시 과제책임자는 1단계 사업성과를 바탕으로 과제의 조정(기존 공동과제의 중단 또는 신규 공동과제(우수연구자)의 추가 등)을 제안할 수 있으며, 평가위원회에서는 이를 고려한 경쟁평가를 통해 2단계 계속 지원 연구과제(1개)를 선정
- 선정과제 중 일부 심층 관리가 필요한 과제를 대상으로 최초 협약 전 전문가 검토를 통해 단계 연구 기간 및 연구비를 조정할 수 있으며, 이를 통해 해당 과제 진도 점검·성과관리 강화(해당 과제는 별도 통보 예정)
- 실제 제출하는 과제명은 연구자의 아이디어가 포함될 수 있는 제목으로 연구계획서를 제출해야 함
- 기존 기술 및 기존 과제와의 차별성을 구체적으로 제시할 것
- 개발기술의 성능목표 항목과 수치는 연구 제안자가 자유롭게 제시하되, 객관적인 자료로 제시한 성능목표의 타당성을 입증할 것
- 사업 및 과제의 성과 고도화를 위해 전체 연구기간과 동일한 기간의 동일

주제의 위탁과제 금지

- 위탁과제는 특수한 전문지식 또는 기술이 필요한 부분으로 한정하여 최대 2년의 기간에서 운영 (시작품 제작, 시험평가 등은 연구용역으로 추진)

- 최종평가 시 참여기관을 제외한 평가기관(산업체 혹은 공공기관) 2곳 이상에서 받은 공인시험인증서 제출 필수 (공인시험인증서가 불가능한 경우 시험성적서로 제출 가능)
- 지원예산은 당해 연도 예산상황에 따라 변동될 수 있음
- 해당 과제는 최종 선정 시 특허전략 조기 수립을 위한 특허동향조사 실시 의무과제로써, 단위과제 책임자는 특허동향조사 소요비용(15백만원 내외)를 포함하여 단위과제 연구비(연구활동비)를 계상(1차년도)하고 실시하여야 함
- 예비타당성 조사 시 제시한 질적성과지표(경쟁형)을 참고하여 목표 제시가 필요함
 - 총 사업기간 내 JCR 5% 이내 SCI급 논문 10건 이상 게재 (사사 2건 이내)
 - 총 사업기간 내 스마트지수 A급 이상 특허 최소 1건 이상 등록
 - 총 사업기간 내 0.5억/건 이상 기술이전 최소 1건 이상 실시

※ 각 성과지표는 기여율 50% 이상만 인정

※ 특허출원 및 등록 시 출원인은 100% 참여기관으로 구성되어야 함

- 추후 연구성과의 학술지 논문 게재시 해당 논문에 사사*를 반드시 표기

◆ 영문 : This research was supported by the Nano & Material Technology Development Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by Ministry of Science and ICT(과제번호)

◆ 국문 : 이 논문은 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단-나노 및 소재기술 개발사업의 지원을 받아 수행된 연구임(과제번호)

* 과제번호는 한국연구재단에서 부여한 과제번호(IRIS시스템에서 확인)를 사용하며 과제종료 시까지 유지되는 것이 정상임

- 연구성과의 언론홍보시 사전(논문게재전, 최소2주)에 반드시 논의 요청, 우수 연구성과는 정부(과학기술정보통신부), 한국연구재단을 통해 언론홍보 진행 예정

구분	성과홍보 기준(예시)
SCI논문	• IF≥25 (IF≥20 이상의 표지논문) • 분야내 상위 5% 이내 논문(JCR기준)
기술이전	• 개별건당 계약금액 2억원 이상

- 해당 연구의 데이터는 자체수립된 연구데이터 관리계획(DMP)에 따라 구축되어야 함. 선정과제는 협약 시 DMP 작성 컨설팅에 필수로 참여하여야 하며 연구데이터 등록·관리 이행 등에 대해서는 단계/최종평가 시 점검 예정
- 과제 종료된 해의 다음 해부터 5년 동안은 과제 종료 후 발생한 논문, 특허, 기술이전 등의 성과 정보를 국가연구개발사업 통합정보시스템에 등록 하여야 함

5. 연구개발기간 및 연구개발비

- 총 사업기간 : '24 ~ '28년(총 5년 이내, 21개월/36개월)
- 과제형식 : 단위과제
- 연구비 : 총 4,750백만원 내외

1단계('24.4 ~ '25.12 / 21개월)		2단계('26.1 ~ '28.12 / 36개월)		
1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도
'24.4.~'24.12	'25.1.~'25.12	'26.1.~'26.12	'27.1.~'27.12	'28.1.~'28.12
750백만원	1,000백만원	1,000백만원	1,000백만원	1,000백만원
2개 연구단	2개 연구단	1개 연구단	1개 연구단	1개 연구단

※ 1단계 : '24년 연구단별 3.75억원/9개월; '25년 연구단별 5억원/년(2개 연구단)
2단계 : '26~'28년 10억원/년(1개 연구단)

- 선정 과제 수 : 1차년도 2개 단위과제 내외

※ 연구기간: (1단계)'24.4~'25.12(21개월) / (2단계)'26.1~'28.12(36개월)

연차별 연구비 규모 및 연구기간은 정부예산 사정에 따라 변경 가능

※ 경쟁형 R&D로 1단계 복수과제 선정 후 2단계 진행시 1개 과제 선정

RFP번호	24_상반기_경쟁형_4	공모유형	품목공모형
사업명	원천기술개발사업 > 나노및소재기술개발사업 > 나노미래소재원천기술개발(경쟁형)		
RFP명	클린룸 부유(대기중의) 분자형태 화학 오염 물질 감지용 ppt 레벨 나노 가스센서 모듈 개발		
PM분야	나노·소재	보안과제 여부	일반
1. 추진배경			
☐ 추진배경 - 반도체 기술력이 글로벌 기술 패권의 우위를 선점할 수 있는 국가 경쟁력으로 자리매김 되고 있으며, 반도체 규격이 수 nm 수준까지 미세화되고 있어 제조현장에서의 극미량 오염제어에 대한 니즈가 점차 증대하고 있음. - 반도체 제조 대기업(삼성전자 등)에서는 클린룸 내 극미량 gas-phase 오염(유/무기 오염물질 약 15종) 실시간 모니터링을 위해 클린룸 Plenum에 분석기기(감도:1 ppb)를 설치하여 운영 중임 - 현재 상용화된 초소형 휴대용 나노센서(ex. NEMS/MEMS)의 검출한계는 100ppb 수준으로 반도체 제조현장에서 필요로 하는 청정 제어기준은 수 ppb 수준 이하임. - NEMS 시장 규모는 2020년부터 2025년까지 연평균 성장률(CAGR :compound annual growth rate) 22.36%로, 2025년에는 183.5 백만달러 수준에 달할 것으로 예상됨 - 오염 기인 반도체 불량 제어를 위해서는 클린룸뿐만 아니라 wafer container (FOUP:Front Opening Unified Pod) 내 존재하는 AMC (airbone molecular contamination) Outgassing 감지 및 제어가 필요하나, FOUP 내 오염을 실시간으로 수 ppb 또는 ppt 수준을 감지할 수 있는 기술 개발이 난제임. - 최근 국내 한모 업체는 초소형 MEMS type의 저소비 전력(15mW 이하) 휘발성 유기화합물 가스센서를 개발. 핵심기술로 ROIC(Read Out Integrated Circuit : 계측회로를 chip으로 제작하여 소형화 및 다기능화 구현)를 적용하였고, 반도체 공정가스 및 FOUP 내 암모니아 감지 등에 활용 가능함. - 국내 반도체 대기업에서는 초소형 MEMS 센서를 이용한 10 ppb 감지 암모니아/HF 검출 원천 기술을 확보하고 해당기술 상용화를 위한 방안 모색 중이며, 금속산화물(Metal Oxide) type의 반도체 소재를 이용한 반도체 공정 환경오염물질 감지 초소형 센서 개발에 수요가 있음			

□ 기획 주안점

- 반도체 제조환경 (클린룸) 및 wafer container (FOUP) 내 발생하는 극미량 (ppt 수준) AMC (NH_3 , HF, Cl_2 등) 실시간 모니터링 가능한 저전력 소요 기반 나노센서 (NEMS/MEMS) 개발 필요.
- ppt 수준의 극미량 오염농도 실시간 감지 및 저전력 에너지 기반 초소형 센싱 기술 확보.
- 현 초소형 MEMS 가스센서의 측정 한계(LOD)는 10~100 ppb 수준이며 환경 (온습도) 및 기타 간섭 물질에 의한 noise가 높아 기존 고성능 광학 분석기 ($\text{LOD} < 1\text{ppb}$) 대비 정확도/정밀도 확보 필요
- Multi-gas를 동시에 측정 가능한 초소형 센서 및 한 번의 충전으로 3일 이상 측정 가능한 저전력 측정 기술 확보
- ppt수준 AMC 센서 개발을 위해 **센서성능과 안정성에 관련된** 성능지표 설정 및 검증이 요구됨

2. 연구개발목표

- **최종 목표** : 반도체 클린룸에서 웨이퍼 컨테이너(FOUP) 내 ppt 수준의 대기 중 화학 오염물질(예: NH_3 , HF, Cl_2)을 선택적으로 측정 가능한 나노신소재 (예: 금속산화물등) 기반 저전력 나노센서 (NEMS/MEMS) 개발

○ 단계별 목표

1단계('24~'25)	○ 초저농도 반도체공정 오염가스 AMC (2종이상 자율제시) 감지를 위한 1ppb 수준 감지 나노 신소재 개발 (예시 : MOS를 포함한 신소재 개발, 소재 표면 코팅기술개발, 표면 활성화 기술 개발 등) ○ 초저농도 반도체공정 오염가스 감지를 위한 신구조 (예시 : 코어-셸 등) 나노물질 개발 ○ 핵심적인 오염가스(예시, 암모니아/HF 등) 감지용 저전력 (10mW 수준) NEMS/MEMS 센서 개발 ○ 외부 간섭(noise)이 발생하더라도 이를 filtering하여 처리하는 지능형 data processing 알고리즘 개발
2단계('26~'28)	○ 암모니아/HF 등 핵심적인 AMC (3종이상 자율제시)에 대한 100 ppt 수준 감응 센서소재 개발 ○ 핵심적인 오염가스(예시, 암모니아/HF 등) 감지용 저전력 (1mW 수준) NEMS/MEMS 센서 어레이 개발 ○ 센서 신뢰성 (안정성, 선택성 등) 개선 및 실시간 AMC 가스 감지를 위한 데이터 처리기술 최적화

	○ 실시간 모니터링 가능한 및 센서제어/신호처리 기술 포함한 센서모듈 개발 ○ 반도체 제조환경 (클린룸 Fab)내 설치위치 자율제시 및 FOUP 환경 (장착 혹은 연동)내 센서작동 실증																																																
3. 성과목표																																																	
1단계('24~'25)	○ 핵심적인 AMC 2종이상 자율제시 (예시 : 암모니아 /HF 등)에 대한 1 ppb 수준 감응 센서 소재 개발 ○ 초소형 초전력형 (소비전력: < 15 mW) NEMS 센서 array 개발 ○ JCR 5% 이내 SCIE 논문 목표 자율 제시 ○ 국내·외 특허 출원 및 등록 건수 자율 제시																																																
2단계('26~'28)	○ 핵심적인 AMC 3종이상 자율제시 (예시 :암모니아 /HF/Cl 등)에 대한 100 ppt 수준 감응 센서 소재 개발 ○ 실시간 모니터링 가능한 및 센서/제어/신호처리/통신 기술 포함한 SOP 센서 모듈 구현 ○ 반도체 제조환경 (Cleanroom Fab)내 설치위치 자율제시 및 FOUP 환경 (장착 혹은 연동)내 센서 작동 실증 ○ 상세성과지표<table border="1"><thead><tr><th colspan="2">항목(모듈)</th><th>1단계</th><th>2단계</th><th>비고</th></tr></thead><tbody><tr><td>검출한계 (ppb)</td><td>AMC</td><td>< 1</td><td>< 0.1</td><td>공인시험</td></tr><tr><td>검출농도 범위 (ppb)</td><td>AMC</td><td>10~1000</td><td>1~1000</td><td>공인시험</td></tr><tr><td>검출 환경 (L)</td><td>FOUP Volume</td><td>-</td><td>> 50L (6 inch 이상)</td><td>공인시험</td></tr></tbody></table><table border="1"><thead><tr><th>항목(모듈)</th><th>1단계</th><th>2단계</th><th>비고</th></tr></thead><tbody><tr><td>센서 소비전력 (mW)</td><td>자율제시</td><td>자율제시</td><td>공인시험</td></tr><tr><td>센서모듈크기 (cm²)</td><td>자율제시</td><td>자율제시</td><td>공인시험</td></tr><tr><td>센서 안정도 (Cycling)</td><td>자율제시</td><td>자율제시</td><td>공인시험</td></tr><tr><td>반응속도/회복속도 (sec)</td><td>자율제시</td><td>자율제시</td><td>공인시험</td></tr><tr><td>가스 선택성</td><td>자율제시</td><td>자율제시</td><td>공인시험</td></tr><tr><td>외란에 대한 안정성 (%)</td><td>자율제시</td><td>자율제시</td><td>공인시험</td></tr></tbody></table> ○ 이외 목표 센서 성능 (예시 : 센서 소비전력, 센서모듈크기, 센서 안정도, 반응속도/회복속도, 가스 선택성, 외란에 대한 안정성 등)은 자율 제시하고 공인시험인증서를 통해 실증 ○ JCR 5% 이내 SCIE 논문 목표 자율 제시 ○ 원천특허 출원 및 등록 건수 자율 제시 (SMART 지수 A 이상 포함) ○ 기술사업화 목표 자율 제시 (1억 이상 자율제시)	항목(모듈)		1단계	2단계	비고	검출한계 (ppb)	AMC	< 1	< 0.1	공인시험	검출농도 범위 (ppb)	AMC	10~1000	1~1000	공인시험	검출 환경 (L)	FOUP Volume	-	> 50L (6 inch 이상)	공인시험	항목(모듈)	1단계	2단계	비고	센서 소비전력 (mW)	자율제시	자율제시	공인시험	센서모듈크기 (cm ²)	자율제시	자율제시	공인시험	센서 안정도 (Cycling)	자율제시	자율제시	공인시험	반응속도/회복속도 (sec)	자율제시	자율제시	공인시험	가스 선택성	자율제시	자율제시	공인시험	외란에 대한 안정성 (%)	자율제시	자율제시	공인시험
항목(모듈)		1단계	2단계	비고																																													
검출한계 (ppb)	AMC	< 1	< 0.1	공인시험																																													
검출농도 범위 (ppb)	AMC	10~1000	1~1000	공인시험																																													
검출 환경 (L)	FOUP Volume	-	> 50L (6 inch 이상)	공인시험																																													
항목(모듈)	1단계	2단계	비고																																														
센서 소비전력 (mW)	자율제시	자율제시	공인시험																																														
센서모듈크기 (cm ²)	자율제시	자율제시	공인시험																																														
센서 안정도 (Cycling)	자율제시	자율제시	공인시험																																														
반응속도/회복속도 (sec)	자율제시	자율제시	공인시험																																														
가스 선택성	자율제시	자율제시	공인시험																																														
외란에 대한 안정성 (%)	자율제시	자율제시	공인시험																																														
4. 특기사항																																																	

- 1단계 경쟁형 단계평가를 통해, 2단계 계속 지원 연구과제(1개)를 선정함
 - ※ 단계 평가 시 과제책임자는 1단계 사업성과를 바탕으로 과제의 조정 (기존 공동과제의 중단 또는 신규 공동과제(우수연구자)의 추가 등)을 제안할 수 있으며, 평가위원회에서는 이를 고려한 경쟁평가를 통해 2단계 계속 지원 연구과제(1개)를 선정
- 선정과제 중 일부 심층 관리가 필요한 과제를 대상으로 최초 협약 전 전문가 검토를 통해 단계 연구 기간 및 연구비를 조정할 수 있으며, 이를 통해 해당 과제 진도 점검·성과관리 강화(해당 과제는 별도 통보 예정)
- 실제 제출하는 과제명은 연구자의 아이디어가 포함될 수 있는 제목으로 연구계획서를 제출해야 함
- 기존 기술 및 기존 과제와의 차별성을 구체적으로 제시할 것
- 개발기술의 성능목표 항목과 수치는 RFP에 기재된 범위의외에는 연구 제안자가 자유롭게 제시하되, 객관적인 자료로 제시한 성능목표의 타당성을 입증할 것
- 사업 및 과제의 성과 고도화를 위해 전체 연구기간과 동일한 기간의 동일 주제의 위탁과제 금지
 - 위탁과제는 특수한 전문지식 또는 기술이 필요한 부분으로 한정하여 최대 2년의 기간에서 운영 (시작품 제작, 시험평가 등은 연구용역으로 추진)
- 최종평가지 공인시험인증서 제출 필수 (공인시험인증서가 불가능한 경우 시험성적서로 제출 가능)
- 지원예산은 당해 연도 예산상황에 따라 변동될 수 있음
- 해당 과제는 최종 선정 시 특허전략 조기 수립을 위한 특허동향조사 실시 의무과제로써, 단위과제 책임자는 특허동향조사 소요비용(15백만원 내외)를 포함하여 단위과제 연구비(연구활동비)를 계상(1차년도)하고 실시하여야 함
- 예비타당성 조사 시 제시한 질적성과지표(경쟁형)을 참고하여 목표 제시가 필요함
 - 총 사업기간 내 JCR 5% 이내 SCI급 논문 10건 이상 게재
 - 총 사업기간 내 스마트지수 A급 이상 특허 최소 1건 이상 등록
 - 총 사업기간 내 1억 이상 기술이전 최소 1건 이상 실시
- ※ 각 성과지표는 기여율 50% 이상만 인정
- ※ 특허출원 및 등록 시 출원인은 100% 참여기관으로 구성되어야함
- 추후 연구성과의 학술지 논문 게재시 해당 논문에 사사*를 반드시 표기

◆ 영문 : This research was supported by the Nano & Material Technology Development Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by Ministry of Science and ICT(과제번호)

◆ 국문 : 이 논문은 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단-나노 및 소재기술 개발사업의 지원을 받아 수행된 연구임(과제번호)

* 과제번호는 한국연구재단에서 부여한 과제번호(IRIS시스템에서 확인)를 사용하며 과제종료 시까지 유지되는 것이 정상임

- 연구성과의 언론홍보시 사전(논문게재전, 최소2주)에 반드시 논의 요청,

우수 연구성과는 정부(과학기술정보통신부), 한국연구재단을 통해 언론홍보 진행 예정

구분	성과홍보 기준(예시)
SCI논문	• IF≥25 (IF≥20 이상의 표지논문) • 분야내 상위 5% 이내 논문(JCR기준)
기술이전	• 개별건당 계약금액 2억원 이상

- 해당 연구의 데이터는 자체수립된 연구데이터 관리계획(DMP)에 따라 구축되어야 함. 선정과제는 협약 시 DMP 작성 컨설팅에 필수로 참여하여야 하며 연구데이터 등록·관리 이행 등에 대해서는 단계/최종평가 시 점검 예정
- 과제 종료된 해의 다음 해부터 5년 동안은 과제 종료 후 발생한 논문, 특허, 기술이전 등의 성과 정보를 국가연구개발사업 통합정보시스템에 등록 하여야 함

5. 연구개발기간 및 연구개발비

- 총 사업기간 : '24 ~ '28년(총 5년 이내, 21개월/36개월)
- 과제형식 : 단위과제
- 연구비 : 총 4,750백만원 내외

1단계('24.4 ~ '25.12 / 21개월)		2단계('26.1 ~ '28.12 / 36개월)		
1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도
'24.4.~'24.12	'25.1.~'25.12	'26.1.~'26.12	'27.1.~'27.12	'28.1.~'28.12
750백만원	1,000백만원	1,000백만원	1,000백만원	1,000백만원
2개 연구단	2개 연구단	1개 연구단	1개 연구단	1개 연구단

※ 1단계 : '24년 연구단별 3.75억원/9개월; '25년 연구단별 5억원/년(2개 연구단)
2단계 : '26~'28년 10억원/년(1개 연구단)

- 선정 과제 수 : 1차년도 2개 단위과제 내외

※ 연구기간: (1단계)'24.4~'25.12(21개월) / (2단계)'26.1~'28.12(36개월)

연차별 연구비 규모 및 연구기간은 정부예산 사정에 따라 변경 가능

※ 경쟁형 R&D로 1단계 복수과제 선정 후 2단계 진행시 1개 과제 선정

RFP번호	24_상반기_경쟁형_5	공모유형	품목공모형
사업명	원천기술개발사업 > 나노및소재기술개발사업 > 나노미래소재원천기술개발(경쟁형)		
RFP명	AR/XR을 위한 초고해상도 OLEDoS 소자용 메타 광 부품-소재 기술 개발		
PM분야	나노·소재	보안과제 여부	일반
1. 추진배경			
☐ 추진배경 ○ VR/AR/XR 디스플레이는 AR용 2011년 Google Glass 등을 시작으로 홀로렌즈(Microsoft 사), 메타 퀘스트(Meta 사), Magic Leap 등 다양한 신제품이 개발 중임 ○ 특히 최근 (2023년 6월) Apple 사의 Vision Pro가 공개되면서 Apple 사 최초의 AR 기기가 등장하는 등 기존 VR시장에서 AR/XR로 진화하기 위한 연구개발이 활발하게 이루어짐 ○ AR/XR 기기를 구현하기 위한 마이크로 디스플레이의 후보 기술로는 LCoS(Liquid Crystal on Si), LEDoS (Light Emitting Diode on Si), OLED (Organic Light Emitting Diodes on Si) 등이 있으며, 이 중 OLEDoS가 고휘도 및 넓은 색재현율 등의 장점으로 향후 주력 기술로 유력함 ○ 현재 OLEDoS 기술의 AR/XR 디스플레이 기기 적용을 위한 활발한 기술개발과 양산화 준비가 진행되고 있으며, Vision Pro의 공개 이후 관련 시작이 급격히 성장할 것으로 기대됨 ○ 관련 산업 및 시장 규모는 2022년 2조원에서 2028년 200조원으로 연평균 20% 이상 성장, 총 100배 성장이 예상되며, 이 중 OLEDoS 패널의 단가는 전체 원가의 50% 수준임 ○ 현재 4000ppi, 4K 수준인 OLEDoS 기술은 지속적인 개선을 통해 2배 이상의 초고해상도, 5000nit 이상의 고휘도를 가져야 8K 디스플레이 대응 및 미래 AR/XR기기 적용 가능 ○ 메타 광 부품과 결합된 OLEDoS 기반 AR/XR용 마이크로 디스플레이 기술이 구현될 경우, 해상도, 픽셀 크기, 소비전력 등에서 적절한 성능을 가진 AR/XR 기기 구현이 가능할 것으로 기대됨 ○ 국내 및 세계 최고 기술 수준은 국내 S사 등에서 보유중이나, 전 국가적인 연구 개발을 통한 해당 기술 수준 향상 필요 (*10,000ppi 수준, 색재현율 DCI-P3 90% 이상)			

□ 기획 주안점

- AR/XR 구현을 위한 메타 광 부품 구조의 설계 및 공정기술 확보
- 메타 광 부품이 결합된 AR/XR용 OLEDoS 기술 구현
- 메타 광 부품-소재의 재현성 있는 대면적 공정을 위한 초고해상도/고생산성 나노패턴 가공기술 필요
 - 메타 광 부품-소재의 설계 및 상호 간 간섭 최소화로 픽셀 간 간섭 (cross-talk) 최소화 기술 필요
 - 메타 광 부품-소재와 OLED 소재 간 계면 특성 확보 위한 기술 필요

2. 연구개발목표

- 최종 목표 : AR/XR용 초고해상도 OLEDoS 용 메타 광 부품-소재 기술개발
 - AR/XR용 OLEDoS 1인치 이상, Sub-픽셀 크기 1.2 μ m 이하, 픽셀 간 간섭 1% 이하, 색재현율(DCI-P3) 95% 이상
 - 초고해상도/고생산성 나노소재 가공 기술 확보 (면적 1 inch 이상, 최소 패턴크기 50nm 이하, 정밀도 $\pm$ 5nm 급)
- 단계별 목표

1단계('24~'25)	○ 100 nm이하 패턴의 메타 광 부품의 소재/설계/공정 기술 확보 - 패턴크기 100nm 이하, 1인치급 구현 - 가공 정밀도 목표: 동일 공정을 10회 반복 시 패턴 크기 반복 재현 정확도 10% 이내 (즉, 패턴 크기 50nm 이하 인 경우, 정확도 $\pm$ 5nm 이하) - 1인치 패턴 가공 정밀도 10% 이하, $\pm$ 5nm 이하 ○ 5,000ppi 급 이상 해상도 대응 AR/XR용 OLEDoS 개발 (sub-픽셀 크기 2.4μm 이하) ○ 메타 광 부품 기반 AR/XR용 OLEDoS 색재현율 자율 제시 (예: DCI-3 기준 85% 이상, RGB FWHM 각각 100, 100, 60 nm 이하) ○ 메타 광 부품 기반 AR/XR용 OLEDoS 픽셀간 간섭 2% 이하 ○ 메타 광 부품과 OLEDoS 간 계면 접착 및 집적화 기술 확보 (예: 메타 광 부품 평탄도 RMS 3nm 이하)
2단계('26~'28)	○ 50 nm이하 패턴의 메타 광 부품의 소재/설계/공정 기술 확보 - 패턴 크기 50nm 이하, 1인치 급 구현 - 가공 정밀도 목표: 동일 공정을 10회 반복 시 패턴 크기 반복 재현 정확도 10% 이내 (즉, 패턴 크기

	50nm 이하 인 경우, 정확도 +/- 5nm 이하) - 1인치 패턴 가공 정밀도 10% 이하, +/- 5nm 이하 ○ 10,000ppi 급 이상 해상도 대응 AR/XR용 OLEDoS 개발 (sub-픽셀 크기 1.2μm 이하) ○ 메타 광 부품 기반 AR/XR용 OLEDoS 색재현율 자율 제시 (예: DCI-3 기준 95% 이상, RGB FWHM 각각 50, 50, 30 nm 이하) ○ 메타 광 부품 기반 AR/XR용 OLEDoS 픽셀간 간섭 1% 이하 ○ 메타 광 부품 및 OLEDoS 집적화 기술 고도화 및 신뢰성 평가 (예시 : 계면 간 접착력(접착에너지) 정량화)
3. 성과목표	
1단계('24~'25)	○ 5,000ppi급 OLEDoS 대응 가능한 AR/XR용 메타 광 부품 구현(소재/설계/공정) (크기 제한 없음) ○ 구동이 가능한 초고해상도 픽셀 형성 기술 개발 (메타 광 부품 결합 OLEDoS RGB화소 설계 및 제조) ○ 100 nm 패터닝이 가능한 고생산성 메타 광 부품 제조 기술 개발 (나노임프린팅 등) ○ 초고해상도/고생산성 나노소재 가공기술 방법론 확보 (면적 1 inch 이상, 최소 패턴크기 100nm 이하, 정밀도 $\pm$ 5nm 급) ○ 메타 광 부품 집적화 기술 제시(계면 최적화, 평탄화 기술, 접착 기술 등) ○ JCR 5% 이내 SCI(E) 논문 목표 최소 3편 이상 제시 ○ 국내·외 특허 출원 및 등록 건수 자율 제시
2단계('26~'28)	○ 메타 광 부품 기반 1인치 이상의 10,000ppi급 AR/XR용 OLEDoS 구현 ○ 메타 광 부품 기반 AR/XR용 OLEDoS의 목표 Spec 구현 (색재현율, 픽셀간 간섭) ○ 메타 광 부품 및 OLEDoS 결합 구조의 신뢰성 평가 ○ 초고해상도/고생산성 나노소재 가공기술 확보 (면적 1 inch 이상, 최소 패턴크기 50nm 이하, 정밀도 $\pm$ 5nm 급 : 50nm 이하) ○ 나노패터닝 및 집적화를 모두 구현할 수 있는 제조 공정 체계 제시 ○ JCR 5% 이내 SCI(E) 논문 목표 최소 7편 이상 제시

	○ 원천특허 출원 및 등록 건수 자율 제시 (SMART 지수 A 이상 포함) ○ 기술사업화 목표 자율 제시 (0.5억/건 이상 자율제시)
4. 특기사항	
○ 1단계 경쟁형 단계평가를 통해, 2단계 계속 지원 연구과제(1개)를 선정함 ※ 단계 평가 시 과제책임자는 1단계 사업성과를 바탕으로 과제의 조정 (기존 공동과제의 중단 또는 신규 공동과제(우수연구자)의 추가 등)을 제안할 수 있으며, 평가위원회에서는 이를 고려한 경쟁평가를 통해 2단계 계속 지원 연구과제(1개)를 선정 ○ 선정과제 중 일부 심층 관리가 필요한 과제를 대상으로 최초 협약 전 전문가 검토를 통해 단계 연구 기간 및 연구비를 조정할 수 있으며, 이를 통해 해당 과제 진도 점검·성과관리 강화(해당 과제는 별도 통보 예정) ○ 실제 제출하는 과제명은 연구자의 아이디어가 포함될 수 있는 제목으로 연구계획서를 제출해야 함 ○ 기존 기술 및 기존 과제와의 차별성을 구체적으로 제시할 것 ○ 개발기술의 성능목표 항목과 수치는 연구 제안자가 자유롭게 제시하되, 객관적인 자료로 제시한 성능목표의 타당성을 입증할 것 ○ 사업 및 과제의 성과 고도화를 위해 전체 연구기간과 동일한 기간의 동일 주제의 위탁과제 금지 - 위탁과제는 특수한 전문지식 또는 기술이 필요한 부분으로 한정하여 최대 2년의 기간에서 운영 (시작품 제작, 시험평가 등은 연구용역으로 추진) ○ 최종평가 시 참여기관을 제외한 평가기관(산업체 혹은 공공기관) 2곳 이상에서 받은 공인시험인증서 제출 필수 (공인시험인증서가 불가한 경우 시험성적서로 제출 가능) ○ 지원예산은 당해 연도 예산상황에 따라 변동될 수 있음 ○ 해당 과제는 최종 선정 시 특허전략 조기 수립을 위한 특허동향조사 실시 의무과제로써, 단위과제 책임자는 특허동향조사 소요비용(15백만원 내외)를 포함하여 단위과제 연구비(연구활동비)를 계상(1차년도)하고 실시하여야 함 ○ 예비타당성 조사 시 제시한 질적성과지표(경쟁형)을 참고하여 목표 제시가 필요함 - 총 사업기간 내 JCR 5% 이내 SCI(E)급 논문 10건 이상 게재 - 총 사업기간 내 스마트지수 A급 이상 특허 최소 1건 이상 등록 - 총 사업기간 내 0.5억/건 이상 기술이전 최소 1건 이상 실시 ※ 각 성과지표는 기여율 50% 이상만 인정 ※ 특허출원 및 등록 시 출원인은 100% 참여기관으로 구성되어야함 ○ 추후 연구성과의 학술지 논문 게재시 해당 논문에 사사*를 반드시 표기	

- ◆ 영문 : This research was supported by the Nano & Material Technology Development Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by Ministry of Science and ICT(과제번호)
- ◆ 국문 : 이 논문은 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단-나노 및 소재기술 개발사업의 지원을 받아 수행된 연구임(과제번호)
* 과제번호는 한국연구재단에서 부여한 과제번호(IRIS시스템에서 확인)를 사용하며 과제종료 시까지 유지되는 것이 정상임

- 연구성과의 언론홍보시 사전(논문게재전, 최소2주)에 반드시 논의 요청, 우수 연구성과는 정부(과학기술정보통신부), 한국연구재단을 통해 언론홍보 진행 예정

구분	성과홍보 기준(예시)
SCI논문	• IF≥25 (IF≥20 이상의 표지논문) • 분야내 상위 5% 이내 논문(JCR기준)
기술이전	• 개별건당 계약금액 2억원 이상

- 해당 연구의 데이터는 자체수립된 연구데이터 관리계획(DMP)에 따라 구축되어야 함. 선정과제는 협약 시 DMP 작성 컨설팅에 필수로 참여하여야 하며 연구데이터 등록·관리 이행 등에 대해서는 단계/최종평가 시 점검 예정
- 과제 종료된 해의 다음 해부터 5년 동안은 과제 종료 후 발생한 논문, 특허, 기술이전 등의 성과 정보를 국가연구개발사업 통합정보시스템에 등록 하여야 함

5. 연구개발기간 및 연구개발비

- 총 사업기간 : '24 ~ '28년(총 5년 이내, 21개월/36개월)
- 과제형식 : 단위과제
- 연구비 : 총 4,750백만원 내외

1단계('24.4 ~ '25.12 / 21개월)		2단계('26.1 ~ '28.12 / 36개월)		
1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도
'24.4.~'24.12	'25.1.~'25.12	'26.1.~'26.12	'27.1.~'27.12	'28.1.~'28.12
750백만원	1,000백만원	1,000백만원	1,000백만원	1,000백만원
2개 연구단	2개 연구단	1개 연구단	1개 연구단	1개 연구단

- ※ 1단계 : '24년 연구단별 3.75억원/9개월; '25년 연구단별 5억원/년(2개 연구단)
2단계 : '26~'28년 10억원/년(1개 연구단)
- 선정 과제 수 : 1차년도 2개 단위과제 내외
- ※ 연구기간: (1단계)'24.4~'25.12(21개월) / (2단계)'26.1~'28.12(36개월)
연차별 연구비 규모 및 연구기간은 정부예산 사정에 따라 변경 가능
- ※ 경쟁형 R&D로 1단계 복수과제 선정 후 2단계 진행시 1개 과제 선정

2024년도 상반기 나노및소재기술개발사업 나노미래소재원천기술개발 [도전형] 연구주제안내서

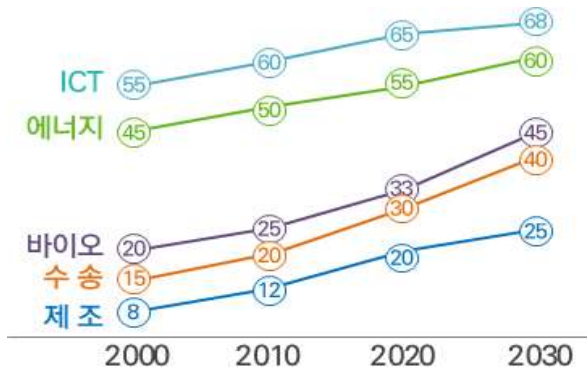
나노 및 소재 기술개발사업 內 미래기술 분야 도전형

□ 추진배경

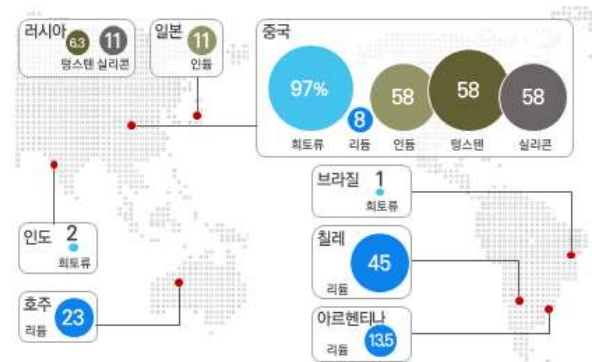
- 소재·부품은 부가가치 향상 및 신제품 개발을 촉진하고, 산업 전반에 파급되어 제조업 혁신은 물론, 융복합 신산업 창출을 견인

* 제조업 內 소재·부품 부가가치 비중(통계청) : 44%('01년) ⇨ 52%('17년)

- 특히, 산업이 고도화 될수록 소재·부품의 중요성은 더욱 증대



<산업 성장에 미치는 소재 기여율 추이>



<무기화되고 있는 희소 금속>

- 美·日 무역 분쟁, 일본의 對한국 수출 규제 등 글로벌 밸류체인이 약화되고 원천소재의 전략 무기화 가능성도 증대

- 소재·부품의 자립화율 제고와 핵심 원천기술 확보 시급

* 소재·부품·장비 對日 적자(역불) : ('01년) △128 → ('10년) △308 → ('18년) △224

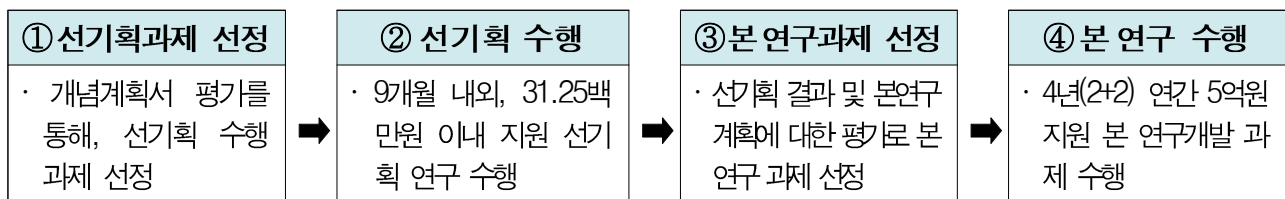
- 신시장·신산업 창출을 위한 창의적·도전적 연구를 지원하여 생태계 고도화를 촉진하고 글로벌 수준의 나노·소재 원천기술 확보 필요

- 연구 분야의 국내 기술수준과 산업수준을 고려한 맞춤형 사업 전략 수립

유형	주요내용
전략형	미래선도품목 등 차세대 소부장 대응 Top-down 지원
선도형	기술수준↑ 산업수준↓ 타겟 중심의 문제해결연구 지원
경쟁형	기술수준↓ 산업수준↑ 경쟁형 방식 기술개발 지원
도전형	기술수준↓ 산업수준↓ 창의성에 기반한 도전적 연구 지원

□ 기획 주안점

- 연구개발의 창의성과 수요기술의 변동성을 반영한 Bottom-up형 중규모 과제
 - 지향하는 목적이나 응용분야가 분명한 기술 중 성공가능성이 매우 낮으나 그 파급효과가 클 것으로 예상되는 과제를 대상으로 함
- 창의적 아이디어 발굴을 위해 先기획을 거쳐 본연구 과제 선정
 - 과제별 경쟁을 통해 우수과제 본연구 지원



- ※ (선기획) 개념계획서에 대한 서면평가(1차 평가)를 통해 선정된 선기획 수행과제(4개)의 2배수인 8개 내외 과제에 한해 본 계획서 접수(1주) 후 발표평가(2차 평가) 진행. 단, 선기획 개념계획서가 2배수 이내로 접수될 경우 서면평가(1차 평가)는 생략가능
- ※ (본연구) 선기획 수행과제를 대상으로 경쟁형 선정평가를 통해 지원 대상 결정

□ 추진목표

- (최종목표) 미래 나노·소재 기술트렌드(신IoT, 건강100세, 공공안전, 그린에너지 등)에 부합하는 글로벌 수준의 나노·소재 원천기술 확보
- 세부목표
 - 先기획 연구기간 동안 연구책임자는 제안한 도전적이고 창의적인 아이디어의 구현 가능성을 탐색하고 연구개발 내용에 적합한 세부 연구목표 자율 제시
 - 연구목표는 기술적 성능판단 기준이 되는 것을 의미하며 분야별 개발내용에 적합하도록 항목별로 구체적으로 제시

□ 사업기간 및 규모

- 연구기간 : (先기획) 9개월 내외 → (본연구) 4년(2+2)
- 과제당 지원규모 : (先기획) 31.25백만원 이내 → (본연구) 연 5억원
- 신규 과제 수 : 4개 과제(단위), 125백만원
- (기술분야) 나노소재, 나노소자, 나노바이오, 나노에너지·환경, 나노공정·장비 및 나노안전성 中 1개 선택
 - ※ 기술분야는 응용분야인 ‘나노소자, 나노바이오, 나노에너지·환경 분야를 우선 지정
그 외 응용분야를 특정하기 어려운 공통소재, 공통 공정·장비, 공통 나노안전성의 경우 나노소재, 나노 공정장비, 나노안전성으로 지정

□ 주요 성과목표

- 시작품 또는 수행 결과에 대한 평가 방법 자율 제시
- SCI(E)급 논문 포함 목표 자율 제시
- 국내·외 특허 출원 및 등록 등 지적재산권에 대한 목표 자율 제시

□ 특기사항

- 연구데이터의 수집·공유·활용성 향상을 위한 연구데이터 관리계획(DMP, Data Management Plan) 제출의무 대상 사업
 - 주관연구기관(연구책임자)은 연구과제를 통해 산출된 연구데이터의 체계적인 관리 및 공유·활용을 위한 전문기관의 조치에 성실하게 응하여야 함(연구데이터 제출 등 포함)
- (가(假)선정제도 운영) 성과관리 체계화를 위해 PM과 연구자간의 연구목표 및 성과 등을 상세 논의하는 가(假) 선정단계 운영(본연구 과제부터 적용)
- 연구목표를 조기 달성하거나 ‘R&D-상용화 하이패스’ 신청예정 연구과제는 연구책임자 요청에 따라 연구종료일 이전에 최종평가 실시 가능
- (선기획) 단위과제(위탁과제 포함 불가)
- (본연구) 단위과제로 구성(필요시, 공동과제 포함하여 구성 가능)