

『4단계 BK21사업』 혁신인재 양성사업(신산업 분야)

교육연구단 자체평가보고서

접수번호	-									
신청분야	미래자동차					단위	지역			
학술연구분야 분류코드	구분	관련분야			관련분야			관련분야		
		중분류	소분류	중분류	소분류	중분류	소분류			
	분류명	자동차공학	자동차기계	자동차공학	대체에너지 자동차공학	기계공학	생산 및 설계공학			
	비중(%)	40			30			30		
교육연구 단 명	국문) 충북 미래 자동차 혁신 인재 양성 사업단									
	영문) chungbuk human resource for cultivating innovative talent on future car									
교육연구 단장 명	소 속		충북대학교 공과대학(원) 기계공학과(부)							
	직 위		교수							
	성명	국문	김 기 범	전화		043-261-2446				
				팩스		043-263-2441				
		영문	Kim, Kibum	이동전화		kimkb11@chungbuk.ac.kr				
				E-mail						
연차별 총 사업비 (백만원)	구분	1차년도 (2019~212)	2차년도 (213~222)	3차년도 (223~232)	4차년도 (233~242)	5차년도 (243~252)	6차년도 (253~262)			
	국고지원금	120	262	264	312	320	311			
총 사업기간		2020. 9. 1. ~ 2027. 8. 31.(84개월)								
자체평가 대상기간		2024. 9. 1. 2025. 8. 31.(12개월)								
본인은 관련 규정에 따라, 『4단계 BK21』 사업 관련 법령, 귀 재단과의 협약에 따라 다음과 같이 자체평가보고서 및 자체평가결과보고서를 제출합니다. 2025년 10월 30일										
작성자	교육연구단장					김 기 범 (인)				
확인자	충북대학교 산학협력단장					김 대 일 (인)				

〈자체평가 보고서 요약문〉

중심어	충북	미래	자동차
	부품	생산	설계
	신에너지	소재	개발
교육연구단의 비전과 목표 달성정도	- 교육연구단의 핵심 비전과 목표 - 현장 맞춤형 미래 자동차 분야의 혁신 전문인력을 양성 - 교육목표 계획 대비 실적 100% 달성 - 미래 자동차 혁신 인력양성을 위한 혁신적인 교육과정 개발과 운영 - 재정지원을 통한 우수한 국내외 대학원생 모집으로 대학원 입학생 증가 - 참여대학원생들의 전문성 향상을 위한 지원으로 학술지 논문 및 특허 실적 증가 - 배출한 참여대학원생들의 취업 및 진학률 증가 - 대학원생 국제교류 지원 확대 및 국제공동연구 참여 증대 - 연구목표 계획 대비 실적 100% 달성 - 참여교수의 연구역량 향상(연구비 규모, 논문 편수 및 IF 등 연구 실적 현저히 증가) - 참여교수의 국제학술 활동 강화 - 산학협력 계획 대비 실적 100% 달성 - 산학협력 교과/비교과 과정 구축 및 효율적 운영 - 참여교수의 산학협력 역량 강화 - 산학 간 인적/물적 교류 실적 증가		
교육역량 영역 성과	- 미래 자동차 혁신 인력양성을 위한 교육과정 구성 및 운영 실적 - 자동차공학개론, 국제화(영어 논문 작성 및 발표), 현장교육(미래자동차신기술세미나)을 위한 필수과목과 3개 세부 전문분야(자율주행, 신에너지, 신소재 및 첨단제조시스템 분야) 커리큘럼 운영 - 교과과정 중 대학 및 산업체 전문가를 초빙해 세미나 수업을 진행 4단계 BK21사업 대학원혁신 특강 프로그램 및 교내 타 사업(디지털 혁신공유대학, 미래형 자동차 핵심기술 전문인력양성 등)과 공동 지원으로 기계공학부 취업패키지 취업 특강, 이차전지 해외 전문가 초청 세미나, Python을 활용한 딥러닝 프로그래밍 등과 같은 비교과 과정을 운영. - 인력양성 현황 및 지원 실적 - 학부생들을 대상으로 실험실 인턴십, 학/석사 연계과정, 대학원 과목 선 수강제도 활성화 및 여러 재정지원 통한 우수한 대학원생 확보 - 국내외 공공기관/연구소/산업체와 공동연구 참여 기회 부여, 기기 활용 기술 연수, 전산 해석툴 사용자 교육, 연구역량 강화 교육 제공 및 국제학술 활동 등 대학원생 지원 - 직전 2학기 53명에 비해 63명(평가 기간)으로 18.8% 증가 - 외국인 학생을 유치하여 6명을 양성 (사업 전 기준 대비) - 우수 신진연구인력(박사 후 연수생 3명) 채용 후 교육, 연구, 산학협력 활동 기회를 부여하고 종합적인 지원을 통해 우수한 성과를 도출 - 배출한 참여대학원생이 국내외 우수 교육기관·연구기관·산업체에 취업하였으며, 총 60%가 취업하고 10%가 상위 학교로 진학. - 참여인력의 전문성 향상 실적 - 참여대학원생들의 국내 및 해외 SCI(E)급 저널 논문게재 편수는 총 13편이고, 그중 Q1 저널 논문은 6편 게재함. - 국내외 저명 학술대회 발표 건수는 총 65회이며, 그중 4회 우수논문으로 선정되어 수상함. - 국내외 특허는 총 5건 출원, 2건 등록함 - 신진 연구 인력의 국내 및 해외 SCI(E)급 저널 논문게재 편수는 총 6편이고, 그중 Q1 저널 논문은 6편으로 양적/질적으로 연구 전문성이 향상		

	4. 교육의 국제화 실적 • 대학원생 국제교류 지원 확대 및 국제공동연구 참여 증대 • 해외학자 초청 특강 • 연구실 그룹 간 MOA 및 학과 간 MOU 체결하여, 해외기관과 국제공동연구 및 인적 교류 수행
연구역량 영역 성과	1. 참여교수의 연구역량 향상 실적 • 실적 기간 내 참여교수의 중앙정부 및 해외기관 연구비 수주실적(122백만원/인)으로 최근 3년 연평균 수주실적 대비 25% 감소 • 실적 기간 내 참여교수의 SCI(E)급 논문 실적(3.6편/인)이고, JCR 상위 10% 논문이 다수로 참여교수의 논문 IF(4.6/편)으로 질적 측면에서도 우수 2. 연구의 국제화 현황 및 실적 • 국제학회 임원, 좌장, 편집위원, 초청 강연, 리뷰어로 왕성한 국제학회 학술 활동 • 해외 우수 기관과 연구자 교류 및 공동연구 수행
산학협력 영역 결과	1. 산학협력 교과과정 체계화 실적 • 산업체에서 요구하는 기술에 대한 수요파악 및 현장 밀착형 교육을 위해서 교과목 내용 및 교과과정(공동세미나, 공동연구 및 공동 지도교수, 현장 밀착형 심화 교과목 및 연구 지도 운영)을 보완 운영 • 비교과 과정(연구기관 학자 초청 세미나, 산업체 임직원 단기강좌, 대학원생 산업체 인턴십, 대학원 취업 박람회)구성 및 운영 • 산학협력 교육과정 운영 협의회를 구성하여 공동 연구과제 도출 및 산업체 문제해결 기반 대학원 교육과정 운영 2. 참여교수의 산학협력 역량 • 참여교수 국내외 산업체 및 지자체 연구비 수주실적 (실적 기간 내 6천만원/인)으로 최근 3년 연평균 수주실적 대비 약 37% 증가 • 참여교수 특허 실적 (실적기간 내 2.5건/인) • 참여교수 기술이전 실적 (실적기간 내 2백만원/인) 3. 산학 간 인적/물적 교류 • 충북대학교 기업지원센터 활용 및 대학원 산학협력 플랫폼 혁신계획에 기반한 산업체/지자체/지역사회 교류 • 전문연구실, 산업체 임직원의 대학원 진학 유도, 기업설명회 개최, 산업체 과제 수행을 통한 교류 및 우수인력 지원, 지적 재산권 등의 산업체 기술이전, 사업단 소속 대학원생의 유관기업 취업 촉진, Industry Tour Program 운영 등을 통한 산업체와의 공동협력 방안 모색
미흡한 부분 / 문제점 제시	1. 교육 • 미래 자동차 혁신 인력양성을 위한 새로운 교과목 신설 및 수정 필요 • 우수한 국내외 대학원생 모집을 위한 새로운 전략 수립 필요 • 참여대학원생들의 전문성 향상을 위한 재정지원 확보 필요 • 대학원생 국제교류 지원 확대 및 국제공동연구 참여 기회 증대 및 촉진 필요 2. 연구 • 참여교수의 연구비 수주실적 및 논문 실적이 감소하였음. 이는 최근 정부의 연구비 지원 정책의 영향을 받은 것으로 사료됨. • 우수한 신입교수 충원을 통한 사업단 참여교수 증원 필요 • 참여교수의 국제학술 활동 및 공동연구 활성화 필요 3. 산학협력 • 산학협력 교과/비교과 과정 평가 및 개선 필요 • 참여교수의 산학협력 활동 강화 필요. 기술이전률이 감소하였음 • 산학 간 인적/물적 교류 실적 증가를 통한 산업체의 문제해결에 기여

**차년도
추진계획**

1. 교육
 - 미래 자동차 혁신 인력양성을 위한 새로운 교과목 신설
 - 우수한 국내외 대학원생 모집
 - 참여대학원생들의 전문성 향상을 위한 재정지원 확보
 - 대학원생 국제교류 지원 확대 및 국제공동연구 참여 기회 증대
2. 연구
 - 참여교수의 연구비 수주실적 및 논문 실적 증가
 - 우수한 신입교수 충원을 통한 사업단 참여교수 증원
 - 참여교수의 국제학술 활동 및 공동연구 활성화
3. 산학협력
 - 산학협력 교과/비교과 과정 증가
 - 참여교수의 기술이전 및 특허 증가
 - 산학 간 인적/물적 교류 실적 증가

목 차

I. 교육연구단의 구성, 비전 및 목표	1
1. 교육연구단장의 교육·연구·행정 역량	1
2. 대학원 신청학과 소속 전체 교수 및 참여연구진	2
3. 교육연구단의 비전 및 목표 달성정도	2
II. 교육역량 영역	3
1. 교육과정 구성 및 운영	6
1.1 교육과정 구성 및 운영 현황과 계획	6
2. 인력양성 계획 및 지원 방안	12
2.1 최근 1년간 대학원생 인력 확보 및 배출 실적	12
2.2 교육연구단의 우수 대학원생 확보 및 지원 계획	12
2.3 대학원생 학술행동 지원 계획	15
2.4 참여대학원생의 취(창)업의 실적 우수성	20
3. 참여대학원생 연구실적의 우수성	21
① 참여대학원생 저명학술지 논문의 우수성	21
② 참여대학원생 학술행회 대표실적의 우수성	23
③ 참여대학원생 특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성	25
4. 신진연구인력 현황 및 실적	26
5. 참여교수의 교육역량 대표 실적	28
6. 교육의 국제화 전략	29
① 교육 프로그램의 국제화 현황 및 계획	29
② 참여대학원생 국제공동연구 현황과 계획	31
III. 연구역량 영역	32
1. 참여교수 연구역량	34
1.1 중앙정부 및 해외기관 연구비	34
1.2 연구업적물	34
① 참여교수 연구업적물의 우수성	35
② 연구의 수월성을 대표하는 연구업적물	37
2. 연구의 국제화 현황 및 계획	37
① 참여교수의 국제적 학술행동 참여 실적 및 현황	37
② 국제 공동연구 실적	38
③ 외국 대학 및 연구기관과의 연구자 교류 실적 및 계획	39
IV. 산학협력 영역	42
1. 참여교수 산학협력 역량	45
1.1 연구비 수주 실적	45
1.2 특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성	45
1.3 산학협력을 통한(지역)산업문제 해결 실적의 우수성	48
2. 산학 간 인적/물적 교류	49

1. 교육연구단장의 교육·연구·행정 역량

성명	한글	김기범	영문	Kibum Kim
소속기관	충북대학교 공과대학(원) 기계공학과(부)			

□ 교육연구단장의 연구·교육·행정 역량

- 사업단장 김기범 교수는 사업단 참여교수의 연구능력을 통솔할 수 있는 연구, 교육 및 행정 역량과 수행의지를 가지고 있으며, 4단계 BK21 사업팀의 목표 달성을 선도적으로 추진할 수 있고 다른 모든 참여 교수진들과 공동연구를 수행할 수 있는 연구 역량을 가지고 있음.
- 해외 산학연과 국제 학술활동 및 다수의 공동연구 경험이 우수하여 본 사업단의 성공적인 국제협력을 이끌 수 있는 역량을 보유함.
- 연구 역량
 - 기계공학분야의 열유체, 에너지공학, 자동차공학뿐만 아니라 화학공학에 이르기까지 다양한 분야의 연구를 진행하여 2016년 “SCIENCE”지에 논문을 출간하는 등 관련 분야에서 세계 최고 수준의 연구 성과를 보이고 있음.
 - 미래창조과학부, 산업통상자원부, 중소기업청 등에서 20여 건 이상의 연구 과제를 수행하였거나 현재 수행 중으로 연구과제 관리 및 수행 경험이 충분함.
 - 전문 학술지 : SCI(E)급 74편, SCOPUS 5편, 국내 등재 19편, 비등재 18편
SCI(E)급 74편 중 61 편이 Q1 저널이며, 피인용 횟수는 총 2933회로 h-index 24, i-10 index 47(Google Scholar 2025. 10. 5. 기준)로 해당분야에서 출판 논문이 국제적으로 꾸준히 인용되고 있음.
 - 학술발표(초청강연포함) : 국제학술대회 33편, 국내학술대회 70편
 - 기타 : 국내특허 15건 등록, 번역서 1권
- 교육 역량
 - 다양한 학부 기초 교과목부터 대학원 고등 교과목까지 연간 27학점의 강의를 담당하고 있고, 이중 일부는 영어강의로 진행하고 있으며, 매 학기 우수강의 교원으로 선정됨.
 - 이공계 대학원생들을 대상으로 “영어논문 작성 및 발표”라는 기초 공통과목 강의하고 있음.
 - 2011년 3월 충북대 부임 이후 현재까지 석·박사급 연구인력 평균 3명/년 확보 및 배출하고 있음.
 - 석사 및 박사과정 학생들뿐만 아니라 3, 4학년 학부과정 연구생에게 학술대회 발표, 국내외논문게재 및 특허출원을 독려하여 우수 연구 실적을 확보함으로써 취업 및 진로에 도움이 되도록 지도하고 있음.
- 행정 역량
 - 기계공학부 학부장, 공학교육인증 PD, LINC+사업단 신에너지 핵심소재 부품 ICC센터장, 산업과학기술연구소 기술부장 등의 학내 보직 역임, 다수의 행정 및 연구팀 운영 경험 보유하여 본 사업을 성공적으로 이루기 위한 기본적인 자질을 갖추고 있음.
 - ISO/TC265 전문위원, 가스안전공사 자문위원, 충북태양광협의체 자문위원, 국제저널 Energies 편집위원 등 활발한 학술단체 활동 수행하면서 지역경제 및 산업발전에도 기여하고자 행정적인 기틀을 마련하는데 일조해 오고 있음.
 - 수상 및 기타 대외 활동
 - 우수 논문상 : 대한기계학회(2014), 한국산화기술학회(2014, 2018), International Conference on Advanced Manufacturing(2018), 대한기계학회(2023)
 - 미국기계학회(ASME), 대한기계학회(KSME), 미국자동차학회(SAE), 한국자동차공학회(KSAE), 산학기술학회(KAIS) 정회원
 - 충북대학교에서 연구실적을 기준으로 매월 선정하는 “이달의 연구자” (2024년 4월)로 선정됨.

2. 대학원 신청학과 소속 전체 교수 및 참여연구진

<표 1-1> 교육연구단 대학원 학과(부) 전임 교수 현황

(단위: 명, %)

신청학과(부)	기준학기	전체교수 수			참여교수 수		
		전임	겸임	계	전임	겸임	계
기계공학과	2024년 2학기	-	9	9	-	9	9
	2025년 1학기	-	10	10	-	10	10

<표 1-2> 최근 1년간 교육연구단 대학원 학과(부) 소속 전임/겸임 교수 변동 내역

연번	성명	변동 학기	전출/전임	변동 사유	비고
1		2024년 2학기	전임	신규 임용	-
2		2025년 1학기	전임	신규 임용	-

<표 1-3> 교육연구단 참여교수 지도학생 현황

(단위: 명, %)

신청학과(부)	기준학기	대학원생 수										
		석사			박사			석·박사 통합			계	
		전체	참여	참여 비율 (%)	전체	참여	참여 비율 (%)	전체	참여	참여 비율 (%)	전체	참여
기계공학과	2024년 2학기	27	24	89	9	4	44	3	2	67	39	30
	2025년 1학기	29	27	93	10	3	30	4	3	75	43	33
참여교수 대 참여학생 비율					331%							

- 실적 기간 중 신입교수 채용으로 참여교수 사업신청 시 8명에서 10명으로 증가
- 참여대학원생 수는 2024학년도 2학기 30명, 2025학년도 1학기 33명으로 사업신청 시 21명보다 증가

2. 교육연구단의 비전 및 목표 달성정도

본 혁신 인재양성 사업단은 미래자동차(전기자동차, 수소연료전지자동차 및 자율주행자동차) 산업의 새로운 패러다임에 맞추어 다양한 분야와의 융복합 생태계에 대처하기 위하여, 충북대학교의 GREAT 교육 플랫폼에 협력(Collaboration)-도전(Adventure)-혁신(Renovation)이란 모토를 더하여 GREAT-CAR라는 사업단의 독창적인 교육 혁신 플랫폼을 기반으로 산업현장 기술 협력(Collaboration) 및 수요를 반영한 학위과정과 전문성을 강화한 교육과정을 운영하고, 급변하는 산업현장에 적용이 가능한 도전(Adventure)적이며, 융복합 시대의 혁신(Renovation)적인 산학 연계 석·박사 연구 인력 및 **현장맞춤형 미래자동차 혁신 전문 인력을 양성하는 것을 목표로** 아래의 교육비전을 제시함

- 지역산업과 연계한 미래형 자동차 **핵심 부품 기술 전문 인재양성(C)**
- 급변하는 산업 현장의 맞춤형 교과과정 개발 및 운영으로 **실무 중심형 인재 양성(A)**
- 창의성을 겸비한 혁신적인 인재양성을 통한 전 국가적 **미래자동차 산업생태계 마련(R)**
- 지역전략 산업 지원인력양성을 통한 **지역산업 공헌**

■ 목표 달성

- 교육연구단의 교육 비전을 바탕으로 14명(박사 2명, 석사 14명)의 전문 인재양성

■ 비교 분석

- 본 교육연구단은 저명대학 수준의 교육 비전을 실천하며, 당초 목표를 충실히 달성하고 있음

■ 애로사항

- 특별한 애로사항은 없으나, 학생 장학금 100% 지원을 위한 예산 확대가 필요함.

□ 교육역량 대표 우수성과

□ 대학원생 연구실적 1

- 논문제목: State-of-Health (SOH)-Based Diagnosis System for Lithium-Ion Batteries Using DNN With Residual Connection and Statistical Feature
- 학술지명: International Journal Of Energy Research
- Impact factor: 4.2
- 저자:
- 발행일: 2025.02.24.
- 논문 요약

본 연구는 리튬이온전지(LIB)의 상태(State of Health, SOH)를 진단하기 위해 잔여 용량 기반의 부분 방전 데이터와 통계적 특징 변수를 입력으로 하는 잔차 연결(Residual Connection)이 적용된 심층신경망(R-DNN) 모델을 제안함. 실험은 Maccor 장비를 이용해 무작위 전류 프로파일 기반의 노화(Aging) 실험과 기준(Reference) 실험을 수행하여 다양한 조건의 데이터를 확보하였고, NASA Ames PCoE의 공개 데이터셋을 추가로 활용하여 훈련·검증·테스트 데이터를 구축함. 모델의 입력은 전압 곡선의 시작·끝·최대·최소값, 평균, 표준편차, 첨도(kurtosis), 왜도(skewness) 등 13개의 통계 변수로 구성하였고, 출력은 Good, Normal, Bad 세 가지 SOH 등급으로 분류함. 제안된 진단 시스템은 1차로 사용 가능 여부(Good+Normal vs Bad)를 구분하고, 2차로 Good과 Normal을 구분하는 2단계 분류기(Sequential Binary Classifier) 구조를 적용하여 경계 영역의 오분류를 줄임. 또한 클래스 불균형 문제를 개선하기 위해 Focal Loss를 사용하였고, 배치 정규화와 잔차 연결을 통해 과적합을 방지함. 훈련 결과 Recall과 Precision이 90% 이상으로 나타났으며, 검증과 테스트에서도 유사한 성능을 보여 모델의 일반화 성능을 확보했음을 확인함. 시계열 원자료 입력 모델(RNN, LSTM, GRU)과 비교한 결과 통계적 변수 기반 R-DNN 모델이 현저히 우수한 진단 성능을 보였으며, 잔차 블록 적용 시 성능이 추가로 향상됨을 확인함. 제안된 시스템은 향후 다셀(multi-cell) LIB 데이터를 포함하여 확장할 경우 실차 및 실증 환경에서 활용 가능성이 높을 것으로 기대됨.

□ 대학원생 연구실적 2

- 논문제목: Construction of Ternary $\text{Zn}_{0.5}\text{Cu}_{0.5}\text{Co}_2\text{O}_4$ Spinel Structure on Nickel Foam: A Comprehensive Theoretical and Experimental Study from Single to Ternary Metal Oxides for High-Energy-Density Asymmetric Supercapacitor Application
- 학술지명: Small
- Impact factor: 12.1
- 저자:

- 발행일: 2025.03.12

- 논문 요약

본 연구는 다성분 전이금속 기반 스핀넬 구조를 설계하여 슈퍼커패시터의 에너지 밀도를 향상시키는 전략을 제시함. 연구진은 니켈 폼(Ni foam) 위에 단일(ZnO , CuO , Co_3O_4), 이원(ZnCo_2O_4 , CuCo_2O_4), 삼원($\text{Zn}_{0.5}\text{Cu}_{0.5}\text{Co}_2\text{O}_4$) 금속 산화물을 수열합성으로 성장시킴. 특히 $\text{Zn}_{0.5}\text{Cu}_{0.5}\text{Co}_2\text{O}_4$ 는 나노와이어와 나노리본이 결합된 꽃 모양의 3차원 구조를 형성하여 전자/이온 전도 경로를 단축하고 활성 표면적을 크게 확보함. XRD와 XPS 분석을 통해 순수한 스핀넬 결정구조와 Zn, Cu, Co의 산화 상태를 확인함. SEM/TEM 분석으로 마이크로플라워 구조 내 나노로드와 나노리본 배열이 균일하게 형성되었음이 확인됨. BET 분석 결과 $\text{Zn}_{0.5}\text{Cu}_{0.5}\text{Co}_2\text{O}_4$ 의 표면적($32.6 \text{ m}^2/\text{g}$)과 기공 부피가 다른 재료보다 우수하여 전기화학 반응에 유리한 활성이 확보됨.

전기화학 특성은 3전극 시스템에서 CV, GCD, EIS로 평가되었으며, $\text{Zn}_{0.5}\text{Cu}_{0.5}\text{Co}_2\text{O}_4$ 전극은 1 A/g 전류 밀도에서 271 mAh/g (1776 F/g)의 높은 용량을 나타냄. 5000회 충방전 후에도 97%의 용량 유지율을 보임. IR drop이 가장 작아 전하 전달 저항이 낮음이 확인됨. DFT 계산을 통해 산소 결손이 Fermi 준위 근처의 d- 및 p-밴드 센터를 이동시켜 OH^- 이온 흡착과 전자 전달을 촉진함이 규명됨. 비대칭 슈퍼커패시터($\text{Zn}_{0.5}\text{Cu}_{0.5}\text{Co}_2\text{O}_4//\text{AC}$)를 제작하여 실용성을 검증하였으며, 1.6 V 구동 전압에서 122.2 Wh/kg 의 에너지 밀도와 800 W/kg 의 전력 밀도를 달성함. 10000회 이상 충방전 후에도 91%의 정전용량이 유지됨.

결과적으로, $\text{Zn}_{0.5}\text{Cu}_{0.5}\text{Co}_2\text{O}_4$ 전극은 높은 용량, 우수한 속도 특성, 장기 안정성을 동시에 확보하여 차세대 고에너지 밀도 비대칭 슈퍼커패시터 전극 재료로서 뛰어난 잠재력을 보여줌.

□ 대학원생 연구실적 3

- 논문제목: Multi-material additive manufacturing process design of sensor embedded soft gripper

- 학술지명: Sensors and Actuators A-Physical

- Impact factor: 4.9

- 저자:

- 발행일: 2025.05.01.

- 논문의 우수성

본 연구는 다중 소재 적층제조(MMAM, Multi-Material Additive Manufacturing) 공정을 설계하여 압력 감지 센서가 내장된 소프트 그리퍼를 제작함. 본 공정은 TPU, 에틸시아노아크릴레이트, 다중벽 탄소나노튜브(MWCNTs), 실버 페이스트, PDMS 등 서로 물성이 다른 5가지 소재를 한 번의 적층 과정에서 동시에 성형할 수 있도록 설계됨. TPU와 PDMS 간의 화학적 비호환성을 해결하기 위해 에틸시아노아크릴레이트를 인터페이스 층으로 적용하여 접착력을 향상시킴. 맞춤형 Peel Test를 통해 TPU-PDMS 계면의 접착 강도가 2배 이상 향상됨이 확인됨.

직접 제작한 다중재료 적층 시스템을 통해 TPU로 소프트 그리퍼 본체를 제작하고, 실버 페이스트와 MWCNT-PDMS 복합 잉크를 순차적으로 적층하여 압저항 센서를 형성함. 마지막으로 PDMS 보호층을 적층하여 외부 충격으로부터 센서를 보호함. 각 재료별 압출 온도, 압력, 노즐 직경 등의 공정 파라미터를 최적화하여 정밀한 적층을 구현함.

성능 평가 결과, 제작된 센서 내장 소프트 그리퍼는 공압을 이용해 구동될 때 물체를 집거나 누를 때 발생하는 압저항 신호를 정확히 감지함. 연질(PDMS)과 경질(ABS) 시편을 각각 집었을 때 저항 변화가 뚜렷하게 구분됨이 확인됨. 단일 그리퍼 및 이중 그리퍼 모두에서 물체의 강성을 판별할 수 있었으며, 반복 구동 시에도 기능이 유지됨. 다만 일정 공압 하에서도 저항값이 지속적으로 감소하는 현상이 관찰되어 향후 정밀한 공압 제어 시스템의 도입이 필요함.

결과적으로 제안된 MMAM 기반 소프트 그리퍼 제작 공정은 상이한 물성을 가진 재료들을 단일 공정에서 통합 성형할 수 있음을 입증함. 이는 소프트 로보틱스, 바이오메카트로닉스, 지능형 로봇 시스템 등에서 힘 감지와 정밀 제어가 필요한 응용에 활용될 잠재력이 큼. 향후 연구에서는 센서 구조 최적화, 실시간 피드백 기반 제어 알고리즘 적용, 다중 소재 조합 확장 등을 통해 보다 안정적이고 고기능의 소프트 로봇 제작이 가능할 것으로 기대됨.

1. 교육과정 구성 및 운영

1.1 교육과정 구성 및 운영 현황과 계획

□ 계획 교과목 운영 여부

교과목		운영여부 (O/X)	비고
기초공통	영어논문작성 및 발표	O	
전공공통	자동차공학개론	O	
	미래자동차신기술세미나	O	
전공심화	자율주행분야	자동차 동역학 및 제어 공학	O
		자율시스템 해석 특론	O
		메카트로닉스특론	X
		최적화	X
		최적설계	O 2024.02. 신규과목 추가
	신에너지분야	추진공학특론	O
		엔진기관설계	X
		연료전지설계특론	X
		자동차 신에너지	X
		열시스템 해석	O
		열전도(종합설계)	X
		전장부품 열관리 특론	X
		점성유동	O 2024.12. 신규과목 추가
	신소재/제조시스템 분야	적층제조시스템특론	O
		용접접합특론	X
		미래자동차신소재공학	X
		마이크로제작시스템	X
		소성론	X
		특수정밀가공특론	X
		나노바이오공학	O
		유한요소법	O 2024.02. 신규과목 추가

□ 학기별 교육과정 운영실적

연도/학기	기초 공통	전공 공통	전공심화	
2024 2학기	-	미래자동차신기술세미나	자율주행분야	자동차 동역학 및 제어 공학
				최적설계
2025 1학기	영어논문작성 및 발표	자동차공학개론	신소재/제조시스템분야	적층제조시스템특론
			자율주행분야	자율시스템 해석 특론
			신에너지분야	열시스템 해석
				추진공학특론
				점성유동
			신소재/제조시스템분야	나노바이오공학
				유한요소법

□ 비교과과정 운영 및 참여 실적

- 산업체 견학 프로그램(2024.10.11.)
 - 현대자동차 아산공장 견학
 - 총 27명의 참여대학원생 및 학부생 인턴 참여
 - 견학을 통해 배운 내용을 현장 적용과 연결 지을 수 있었고, 생산·자동화·친환경 공정 및 안전 관리에 대한 이해가 높아졌다는 의견이 많았음

Industry Tour Program 결과보고

1. 목 적

- 대학원생의 연구와 관련 있는 기업, 지자체, 연구기관 등 방문
- 현장에서 요구되는 기술에 대한 이해도를 높임
- 현장 밀착형 연구의 수행 능력을 향상시킴

2. 일 정

- 일 시 : 2024년 10월 11일(금), 10시-15시 30분
- 장 소 : 현대자동차 아산공장
- 참 석 자 : 참여대학원생, 학부생 인턴 등 총 27명
- 세부내용

시 간	내 용	비 고
10:00 ~ 11:30	- 현대자동차 아산공장으로 이동	버스(E8-3동 앞)
11:30 ~ 12:30	- 점심	
12:30 ~ 14:00	- 견학	
14:00 ~ 15:30	- 충북대학교로 이동	버스

Industry Tour Program(2024.10.17.)

<Industry Tour Program 결과 보고>

- 미래차 산학특강(2024.11.07., 11.22.)
 - (BMW코리아, 2024.11.07.)
 - 총 16명의 참여대학원생 및 학부생 인턴 참여
 - 요약: BMW회사 및 차량 공정 소개, 자동차 인증(PDI/품질검수/공정관리 등) 업무, 채용 절차 및 시기
 - (서한이노빌리티, 2024.11.22.)
 - 총 18명의 참여대학원생 및 학부생 인턴 참여
 - 요약: 서한이노빌리티 및 주요 프로젝트 소개, 자동차 부품 양산·선행개발 과정과 기술 동향, SDV·AI·집단지성 등 미래차 개발 방향

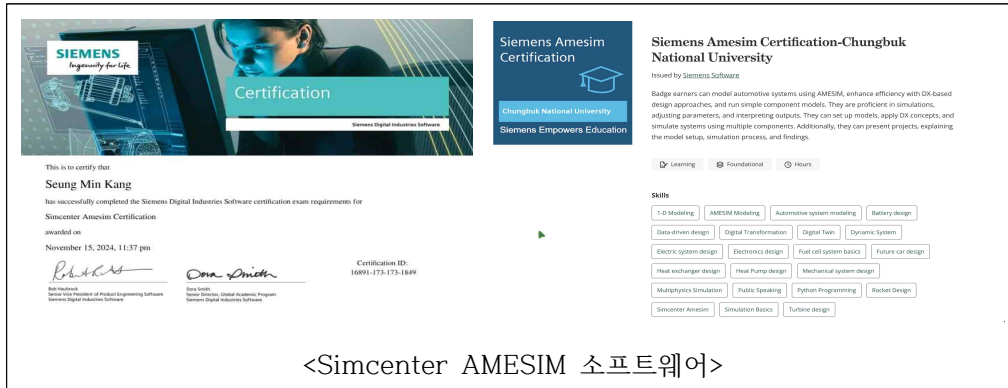


- 산학연계 교육 프로그램
 - Tecplot 세미나(2025.03.27.) - (감화기술주식회사)
 - NVIDIA와 함께하는 AI 최신 기술 소개 및 진로 탐색 세미나 - (NVIDIA KR) (라이브데이터)

• 산학수요 맞춤 교육과정 운영

- 지멘스 인더스트리 소프트웨어(주)사로부터 전문 자동차 설계 교육용 ‘Simcenter AMESIM’ 소프트웨어를 매년 기증받아 교육 진행

- 2024학년도 2학기 참여대학원생 외 3명 수료
- 2025학년도 1학기 참여대학원생 수료



<Simcenter AMESIM 소프트웨어>

□ 연구역량의 교육적 활용실적

- 미래자동차 신기술 세미나

날짜	강사	소속	강의주제
2024.09.09.		KAIST 조천식모빌리티 대학원	Topology optimization for mobility
2024.09.23.		한국항공우주산업	항공기 개발 과정
2024.09.30.		충북대학교	Car(자동차에 관한 이야기)
2024.10.07.		국방과학연구소	지상무기체계 전투 효과 분석기법 소개
2025.10.14.		원광대학교	Development of a new extrusion-based 3D-printing method (Dragging technique) and its application to tissue engineering
2025.10.21.		공주대학교	미래자동차를 위한 유연하고 투명한 전자 소자 개발
2025.10.28.		국방과학연구소	쉽게 이해하는 열변형과 잔류응력
2025.11.04.		아주대학교	Autonomous Navigation of Outdoor Mobile Robot Using Monocular Depth Estimation
2025.11.11.		SOSLAB	Make a LiDAR Valuable Beyond Autonomous Driving
2025.11.18.		삼성SDI	사용자로서의 딥러닝
2025.11.25.		대구가톨릭대학교	3D프린팅이 여는 4차 산업혁명의 문
2025.12.02.		충남대학교	Introduction of Research Project for Hydrogen Powered Vessel

- 외국인 교원 단기 강좌 총 3회(2025.05.16., 05.30., 06.12.)

- (Bharathiar University, 인도)



• 해외석학초빙세미나(2025.02.24., 03.13., 04.23, 07.16.)

- University of Maryland)
- University of Washington)
- Queen's University)
- iversitat der Bundeswehr Munchen)

세미나/특강 경비 개최 결과보고서	세미나/특강 경비 개최 결과보고서	세미나/특강 경비 개최 결과보고서	세미나/특강 경비 개최 결과보고서																																				
1. 학술행사 명칭: 해외석학초빙세미나 2. 행사기간: 2025.02.24.(월) 10~12시 3. 참가인원: 7명 4. 장 소: E8-7동 226호 5. 발표내용	1. 학술행사 명칭: 해외석학초빙세미나 2. 행사기간: 2025.03.13.(목) 9시 30분~12시 3. 참가인원: 29명 4. 장 소: E8-7동 239호 5. 발표내용	1. 학술행사 명칭: 해외석학초빙세미나 2. 행사기간: 2025. 04. 23.(수), 16시~18시 3. 참가인원: 26명 4. 장 소: E8-7동 242호 5. 발표내용	1. 학술행사 명칭: 해외석학초빙세미나 2. 행사기간: 2025. 07. 16.(수), 10시~12시 3. 참가인원: 29명 4. 장 소: E8-7동 226호 5. 발표내용																																				
<table border="1"> <tr> <th>발표자</th> <th>발표내용</th> <th>비고</th> </tr> <tr> <td>장명</td> <td>소속 및 직위</td> <td></td> </tr> <tr> <td>University of Maryland Poddie</td> <td>Wave Interaction with Injector Provided in Rotating Detonation Engine</td> <td></td> </tr> </table>	발표자	발표내용	비고	장명	소속 및 직위		University of Maryland Poddie	Wave Interaction with Injector Provided in Rotating Detonation Engine		<table border="1"> <tr> <th>발표자</th> <th>발표내용</th> <th>비고</th> </tr> <tr> <td>장명</td> <td>소속 및 직위</td> <td></td> </tr> <tr> <td>박이후광(광/University of Washington)</td> <td>Quantifying localized and delocalized charges upon molecular doping of conjugated polymers</td> <td></td> </tr> </table>	발표자	발표내용	비고	장명	소속 및 직위		박이후광(광/University of Washington)	Quantifying localized and delocalized charges upon molecular doping of conjugated polymers		<table border="1"> <tr> <th>발표자</th> <th>발표내용</th> <th>비고</th> </tr> <tr> <td>장명</td> <td>소속 및 직위</td> <td></td> </tr> <tr> <td>교수 / Queen's University</td> <td>Lightweight Design using Design Optimization</td> <td></td> </tr> </table>	발표자	발표내용	비고	장명	소속 및 직위		교수 / Queen's University	Lightweight Design using Design Optimization		<table border="1"> <tr> <th>발표자</th> <th>발표내용</th> <th>비고</th> </tr> <tr> <td>장명</td> <td>소속 및 직위</td> <td></td> </tr> <tr> <td>교수 / Universität der Bundeswehr Munchen</td> <td>LTX 분자에서 유도된 액체 로켓 연소기의 연소활성성</td> <td></td> </tr> </table>	발표자	발표내용	비고	장명	소속 및 직위		교수 / Universität der Bundeswehr Munchen	LTX 분자에서 유도된 액체 로켓 연소기의 연소활성성	
발표자	발표내용	비고																																					
장명	소속 및 직위																																						
University of Maryland Poddie	Wave Interaction with Injector Provided in Rotating Detonation Engine																																						
발표자	발표내용	비고																																					
장명	소속 및 직위																																						
박이후광(광/University of Washington)	Quantifying localized and delocalized charges upon molecular doping of conjugated polymers																																						
발표자	발표내용	비고																																					
장명	소속 및 직위																																						
교수 / Queen's University	Lightweight Design using Design Optimization																																						
발표자	발표내용	비고																																					
장명	소속 및 직위																																						
교수 / Universität der Bundeswehr Munchen	LTX 분자에서 유도된 액체 로켓 연소기의 연소활성성																																						
 해외석학초빙세미나(2025.02.24.)  해외석학초빙세미나(2025.03.13.)  해외석학초빙세미나(2025.04.23.)  해외석학초빙세미나(2025.07.16.)																																							

<해외석학초빙세미나>

□ 교육과정지속성 확보 실적

- 참여학생 미래자동차 커리큘럼 수강 의무화 시행 중
- 학부생 연구실 인턴제도 운영
 - 사업단 프로그램 진행 시 학부생 연구원들도 참여를 권장하여 대학원 생활이나 연구에 대한에 대한 관심도를 높일 수 있게 함
- 참여대학원생 오리엔테이션
 - BK21사업과 사업단에 대한 이해력을 높이고, 교육과정 및 의무사항 안내하여 참여율을 높임
- 대학원 실험실 open-lab 행사 개최
 - open lab 참여 → 학부생 인턴 → 대학원 진학으로 연결하여 우수대학원생 유치체계 확보
- 5차년도 성과공유 페스티벌 명예의 전당 및 우수연구단 수상

6차년도 참여대학원생 오리엔테이션 결과보고

1. 목적

- 4단계BK21사업과 소속 사업단에 대한 이해도 향상
- 참여대학원생의 의무에 대해 인지하고 이해할 수 있도록 함

2. 내용

- 일 사: 2025년 2월 11일(화), 11시
- 장 소: E8-7동 242호
- 참석자: 6차년도 참여예정 대학원생 및 참여인력, 전담인력 등 27명
- 내 용

연번	내 용	담당
1	- 4단계BK21사업 소개 - 충북미래자동차혁신인재양성사업단 소개	유봉이
2	- 참여대학원생 의무 및 필수사항 공지	유봉이
3	- Q&A	유봉이

6차년도 참여대학원생 오리엔테이션(2025.02.11.)



2024년 2학기 연구실 학부생 인턴 명단(추가)

연번	성명	학번	장 소	학 명	연구책임자(지도교수)	연락처	비고(주요)
1	김재광	2			이진호		이진호
2	김재광	3			이진호		이진호
3	김재광	3			이진호		이진호
4	김재광	3			이진호		이진호
5	김재광	3			이진호		이진호
6	김재광	3			이진호		이진호
7	김재광	3			이진호		이진호
8	김재광	3			이진호		이진호
9	김재광	3			이진호		이진호
10	김재광	3			이진호		이진호
11	김재광	3			이진호		이진호
12	김재광	3			이진호		이진호
13	김재광	3			이진호		이진호
14	김재광	3			이진호		이진호
15	김재광	3			이진호		이진호
16	김재광	3			이진호		이진호
17	김재광	3			이진호		이진호
18	김재광	3			이진호		이진호
19	김재광	3			이진호		이진호
20	김재광	3			이진호		이진호
21	김재광	3			이진호		이진호
22	김재광	3			이진호		이진호
23	김재광	3			이진호		이진호
24	김재광	3			이진호		이진호
25	김재광	3			이진호		이진호
26	김재광	3			이진호		이진호
27	김재광	3			이진호		이진호
28	김재광	3			이진호		이진호
29	김재광	3			이진호		이진호
30	김재광	3			이진호		이진호
31	김재광	3			이진호		이진호
32	김재광	3			이진호		이진호
33	김재광	3			이진호		이진호
34	김재광	3			이진호		이진호

<참여대학원생 오리엔테이션>

<학부생 인턴제도 운영>

대학원 실험실 OPEN LAB 행사 결과보고

1. 목적

- 4단계B&C1사업과 사업단 홍보
- 우수 대학원생 유치 체계 마련

2. 내용

- 일 시 : 2024년 11월 14일(금), 오전 10시~14시
- 장 소 : E8-7동 242호 및 각 실험실
- 참 석 자 : 신형자, 장대연학 등 69명
- 내 용 : 사업단 소개 및 행사 안내, 실험실별 소개, 교수님 만남

구분	시간	내용	장소	담당
전체모임	10:00~10:30	4단계B&C1사업과 사업단 소개 및 대학원 행사 일정 공유	242호	김기범
실험실 소개	10:30~10:50	에너지융합 및 환경화학 연구실	242호	윤용근
행사 안내	10:50~11:05	에너지융합 공유	242호	유용자
실험실 투어	11:05~11:40	A원, B원으로 나누어 진행한 실험실 투어	각 실험실	각 담당자
연말	11:40~12:30	각 연구실 교수님과 만남	각 실험실	각 담당자
생존조사	12:30~12:40	생존조사 및 인사력 제공	124호	유용자
종료시간	12:40~12:50	종료시간(도착지 제공)	-	-
실험실 투어	13:30~14:00	특 구별 같이 원하는 실험실 투어 (한정인 가능)	각 실험실	각 담당자

대학원 실험실 OPEN LAB(2024.11.01.)

대학원 실험실 OPEN LAB 행사 결과보고

1. 목적

- 4단계B&C2사업과 사업단 홍보
- 우수 대학원생 유치 체계 마련

2. 내용

- 일 시 : 2025년 5월 16일(금), 오전 10시~14시
- 장 소 : E8-7동 242호 및 각 실험실
- 참 석 자 : 신형자, 장대연학 등 69명
- 내 용 : 사업단 소개 및 행사 안내, 실험실별 소개, 교수님 만남

구분	시간	내용	장소	담당
전체모임	10:00~10:30	4단계B&C2사업과 사업단 소개 및 대학원 행사 일정 공유	242호	김기범
실험실 소개	10:30~10:45	에너지융합 및 환경화학 연구실	242호	윤용근
행사 안내	10:45~10:50	에너지융합 공유	242호	유용자
실험실 투어	10:50~11:50	A원, B원으로 나누어 진행한 실험실 투어	각 실험실	각 담당자
생존조사	11:50~12:20	생존조사 및 인사력 제공	124호	유용자
종료시간	12:20~13:30	종료시간(도착지 제공)	-	-
실험실 투어	13:30~14:00	특 구별 같이 원하는 실험실 투어 (한정인 가능)	각 실험실	각 담당자

<대학원 실험실 open-lab>

5차년도 종합성과 공유 페스티벌

<5차년도 종합성과 공유 페스티벌 - 명예의 전당 수상(Dr. Yesuraj) / 우수연구단 수상>

2. 인력양성 계획 및 지원 방안

2.1 최근 1년간 대학원생 인력 확보 및 배출 실적

<표 2-1> 교육연구단 소속 학과(부) 참여대학원생 확보 및 배출 실적 (단위: 명)

대학원생 확보 및 배출 실적					
	실적	석사	박사	석·박사 통합	계
확보 (재학생)	2024년 2학기	24	4	2	30
	2025년 1학기	27	3	3	33
	계	51	7	5	63
배출 (졸업생)	2025년 2월 졸업	8	1		9
	2025년 8월 졸업	4	1		5
	계	12	2		14

2.2 교육연구단의 우수 대학원생 확보 및 지원 계획

□ 우수 대학원생 확보 계획

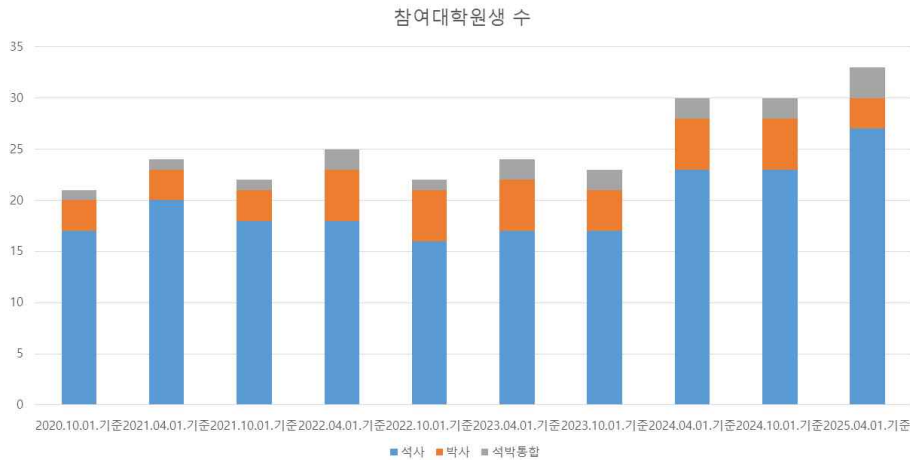
- 우수 학부생 대상으로 하여 사업단 자체 학부 연구생 인턴제를 활용하여 연구 활동 사전 경험 및 대학원 진학 유도
- 분기별 우수 대학원 졸업생(국내 정부출연 연구기관/대기업 연구소 등) 초청 세미나 개최로, 충북대 기계공학부 대학원 프로그램 우수성 홍보
- ‘Open lab’ 운영을 통한 관련 연구실 견학 및 홍보 행사 마련

- 기계공학부 4학년 캡스톤디자인 수업 참여 학생과 대학원생 1:1 매칭을 통한 학부생 연구 참여 기회 부여
- 본 교육연구단의 비전 및 경쟁력을 광범위한 관련 학과에 포스터, 설명회 등을 통해 홍보하여 다양한 학부를 전공한 우수 학부생을 유치할 수 있도록 노력
- 대학원생을 기다리는 것이 아니라 찾아가는 방안으로, 충북대신문 웹진, 충북대학교 공식블로그 등 SNS를 통한 주기적인 교육연구단 교수 연구실 프로젝트 및 성과 홍보
- 학석사 연계과정(3.5+1.5) 및 석박사 연계과정 홍보 정규화
- 자대 출신 석사과정의 박사 진학생 우대 프로그램 개발
- 대학원 진학 예정 학부생의 대학원 과목 선수강 제도 활성화
- 교육연구단 참여대학원생에 RA/TA 우선 배정
- 대학원 교육사업(스마트팩토리 등)을 통한 대학원 인건비 추가 지원 및 교육 다양화
- 대학원생에게 기숙사 우선 배정

□ 우수 대학원생 확보 계획 대비 이행실적

• 우수 대학원생 확보 실적

- 사업신청 시 기준 석사 17명, 박사 3명, 석·박통합 1명 총 21명에서 현재까지 참여대학원생이 꾸준히 증가하고 있고, 특히 박사과정 수가 유지 및 증가 되고 있어 교육연구단의 비전과 목표 달성에 큰 영향을 주고 있음



• 우수 학부생 연구 활동 사전 경험 및 대학원 진학 유도 실적

- 학부생 실험실 인턴 장학생 프로그램을 통해 학부생의 대학원 진학을 유도함

학기	참여교수	학부 학생	대학원 진학
2024-2			
2025-1			

• 우수 대학원 졸업생 초청 세미나 개최 실적

- 졸업생 멘토 특강(2024.09.20., 10.23.)
 - (LG에너지솔루션, 2024.09.20.)
 - (LS산전, 2024.10.23.)

졸업생 멘토 특강을 통해 학부생 및 대학원생에게 충북대학교 대학원 기계공학과 프로그램 우수성을 홍보하였고, 설문조사를 진행하여 다양한 분야의 졸업한 선배들의 특강을 진행하여 졸업 후 진로나 연구들이 어떻게 적용되는지 알 수 있어 좋았다는 다수의 의견을 받음.



• ‘Open Lab’ 등의 운영을 통한 관련 연구실 견학 및 홍보 행사 실적

- 대학원 실험실 Open Lab(2024년 11월 1일 63명 참여, 2025년 5월 16일 83명 참여) 개최 및 설문조사 수행으로 학부생들의 연구실 견학과 대학원 홍보 행사를 마련함. Open Lab의 경우 행사만족도는 5점 만점에 4.8점으로 대부분 학부생들의 요구를 충실히 반영함. 본 교육연구단의 비전 및 경쟁력을 관련 학과에 포스터, 플래카드 등을 통해 홍보함.



• 충북대신문 웹진, 충북대학교 공식블로그 등 SNS를 통한 홍보 실적

- 충북대신문 웹진, 충북대학교 공식블로그 등 SNS를 통해 주기적으로 교육연구단 교수 연구실 프로젝트, 우수논문 및 학회 수상실적 등을 홍보함. 또한 학부사무실 출입문 복도에 대학원 연구성과 홍보 모니터를 설치하여 학부생들이 이동 중 자연스럽게 이를 접할 수 있도록 함.



• 참여대학원생 RA/TA 배정 실적

구분	학기	참여대학원생	지원금액
RA	2024-2		1,785,000원
	2025-1		1,805,400원
TA	2024-2		9,455,740원
	2025-1		12,036,000원
합 계			25,082,140원

• 대학원 교육사업을 통한 대학원 인건비 추가 지원 및 교육 다양화

사업단	학기	참여대학원생
미래자동차 혁신융합대학 사업단	2024-2	
	2025-1	
반도체 특성화 대학 사업단	2024-2	
	2025-1	

2.3 대학원생 학술활동 지원 계획

□ 대학원생 학술활동 지원 계획

- 공공기관/국책연구소/산업체 공동연구
- 연구력 향상 지원/연구내실화/역량강화 교육
- 국제규모 학술활동 지원
- 인센티브/마일리지제도

□ 대학원생 학술활동 지원 실적

• 공공기관/국책연구소/산업체 공동연구 실적

- 사업단 내 교수는 1) 한국연구재단 스페이스챌린지사업에서 서울대, 한국항공우주연구원과 2) 한국연구재단 스페이스파이오니어사업에서 한국항공우주연구원, 전북대, 한화에어로스페이스와 3) 국방과학연구소 용역과제에서 전북대, 오즈와 4) 한국연구재단 소형발사체 개발역량 지원사업에서 대한항공, 비츠로넥스텍, 한양이엔지, 제노코, 생산기술연구원, 서울대와 5) 국방기술진흥연구소 특화연구센터사업에서 서울대를 포함한 10개 대학 및 한화에어로스페이스, 현대로템과 6) 정보통신기획평가원 우주산업특화R&D 사업에서 제이마플, 카이스트, 이노스페이스, 페리지어어로스페이스와 활발한 공동연구를 수행 중임.

- 사업단 내 교수는 (주)엔에스머트리얼즈와 공동으로 미래차 액침냉각기술에 대한 연구를 수행하고 있음. 사업단의 1명의 학생과 2명의 학부생인턴연구원이 미래차의 새로운 배터리 냉각기술에 대한 연구를 수행하고 있음.
- 사업단 내 교수는 아진산업, 현대자동차와 함께 금속 3D 프린팅 소재의 용접성과 피로 성능 평간에 대한 공동 연구를 수행하였음.
- 사업단 내 교수는 한국생산기술연구원, 세원정공, 신독, 한국모니터링시스템과 함께 알루미늄 배터리팩 케이스 제조를 위한 지능형 용접 시스템 개발을 목적으로 공동연구를 수행하였음.
- 사업단 내 교수는 화신, 한국생산기술연구원, 서울대학교, 현대모비스와 함께 초고강도 소재 적용 전기자동차 샤시 및 알루미늄 배터리 케이스 용접을 위한 공정 해석기술 개발 및 제품화 실증을 주제로 공동연구를 수행하였음.
- 사업단 내 교수는 충북테크노파크, 충청도청 산업육성과, 한국금형협동조합, 한국금속열처리공업협동조합, 한국단조공업협동조합, 한국다이캐스트공업협동조합과 함께 디지털 뿌리 명장 교육센터 운영사업 과제를 공동으로 수행하고 있음.
- 사업단 내 교수는 한국항공우주연구원 주관 11개 연구단으로 구성된 무인이동체원천기술 개발 사업(관리기관: 과학기술정보통신부)에 참여하고 있으며, 카이스트/인하대/충남대/서울대/유니스트/아주대/항공대/항공우주연구원과 공동연구를 수행 중임. BK 사업에 참여하는 7명의 학생이 본 연구에 참여하고 있으며, 특히 충남대/서울대/카이스트 대학원생들과 활발한 공동연구를 수행 중임.
- 사업단 내 교수는 카이스트 주관 특화연구센터(관리기관: 국방과학연구소)를 통해 카이스트/서울대/인하대/아주대/인천대/항공대/LIG Nex1과 공동연구를 수행 중임. BK 사업에 참여하는 3명의 학생이 특화연구센터에 참여하고 있으며, 특히 서울대/인천대 대학원생들과 활발한 공동연구를 수행 중임.
- 사업단 내 교수는 서울대학교 주관 특화연구실(관리기관: 국방과학연구소)을 통해 서울대/카이스트/인하대/아주대/인천대/조선대와 공동연구를 수행 중임. BK 사업에 참여하는 1명의 학생이 특화연구실 연구에 참여하고 있으며, 특히 서울대/인천대 대학원생들과 활발한 공동연구를 수행 중임.
- 사업단 내 교수는 현대로템 주관 핵심기술사업(사업명: 군지상무인체계기술, 관리기관: 국방기술진흥연구소)을 통해 현대로템/빅텍/한국전자부품연구원/LIGNex1/광주과학기술원과 공동연구를 수행 중임. BK 사업에 참여하는 2명의 학생이 본 연구에 참여하고 있으며, 특히 현대로템 실무 연구진들과 활발한 공동연구를 수행 중임.
- 사업단 내 교수는 현대로템 주관 핵심기술사업(사업명: 능동형 무인전투차량 VILS 플랫폼

기술, 관리기관: 국방기술진흥연구소)을 통해 현대로템/한화시스템/LIGNex1/한국전자부품연구원과 공동연구를 수행 중임. BK 사업에 참여하는 1명의 학생이 본 연구에 참여하고 있으며, 특히 현대로템 및 한화시스템, LIGNex1 실무 연구진들과 활발한 공동연구를 수행 중임.

- 사업단 내 교수는 한국원자력연구원, 효성굿스프링스와 함께 혁신형 소형모듈원자로 기술 개발사업에서 내장형 원자로냉각재펌프 개발 및 성능검증을 주제로 공동연구를 수행하고 있음. 본 연구에는 사업단에 1명의 학생과 학부생인턴연구원 2명이 참여하여 공동연구를 수행 중임.
- 사업단 내 교수는 풍산-카이스트 미래기술연구센터로부터 화포용 추진제의 강내탄도 예측 프로그램 개발을 의뢰받아 카이스트와 공동연구를 수행하고 있음. 본 연구에는 사업단의 2명의 학생과 학부생인턴연구원 1명이 참여하여 공동연구를 수행 중임.
- 사업단 내 교수는 삼성중공업으로부터 EPC 설계 계산서 작성 및 해석 수행을 의뢰받아 서울시립대/울산과학기술원/충남대와 공동연구를 수행하고 있음. 본 연구에는 사업단의 1명의 학생과 학부생인턴연구원 2명이 참여하여 공동연구를 수행 중임.
- 사업단 내 교수는 성균관대학교, PNG BioMed와 함께 바이오파운드리용 초미세 액적 디스펜싱 원천기술 개발 및 시제품 제작에 대한 공동 연구를 한국연구재단의 지원을 받아 수행하고 있음.
- 참여대학원생이 국내외 타 대학 및 산업체, 연구소 등과 공동연구를 통해 아래와 같이 다수의 논문을 출판하였고, 학회발표 및 수상을 하였음

논문		학회발표		특허	수상	공동 연구 수행 기관 및 기업
국제	국내	국제	국내			
5	6	1	14	1	1	비츠로넥스텍, 한국항공우주연구원, (주)화신, 풍산 방산 기술연구원, 삼성SDI, FITI시험연구원, 인벤티지랩, 현대로템, 국방과학기술연구소, 삼성전자, 리얼타임비주얼, 한화시스템(주), 현대자동차, 한국과학기술원, 창원대학교, 부산대학교, 인천대학교, 서울대학교, 국립경국대학교, 대구가톨릭대학교

• 연구력 향상/역량강화 교육 실적

- BK21 충북미래자동차혁신인재양성사업에 참여하는 대학원생은 기초공통으로 영어논문작성 및 발표, 전공공통으로 자동차공학개론, 미래자동차신기술세미나를 필수로 이수해야 하며, 분야별 전공심화에서 석사 2과목, 박사 5과목 이상을 수강하도록 내부규정으로 교과목을 지정함. 2020년 9월 이후 입학하여 졸업하는 참여대학원생을 대상으로 졸업사정을 실시하여 내부규정 준수 여부 확인 및 수료증서 발급하고 있음. 2021년 후기 졸업부터 2024년 후기 졸업생까지 총 31명의 학생에게 수료증서를 발급하였음.

- 학기별 개설 교과목을 아래 표에 정리함.

기초공통	전공공통	전공심화	
영 어 논 문 작 성 및 발표	자동차공학개론 미래자동차신기술 세미나	자율주행 분야	자동차 동역학 및 제어 공학(신규)
			자율시스템 해석 특론(신규)
			메카트로닉스특론(기존)
			최적화(신규)
			최적설계(기존)
		신에너지 분야	추진공학특론(기존)
			엔진기관설계(신규)
			연료전지설계특론(기존)
			자동차 신에너지(신규)
			열시스템 해석(기존)
			열전도(종합설계)(기존)
			전장부품 열관리 특론(신규)
			점성유동(기존)
		신소재/제조시스템 분야	적층제조시스템특론(기존)
			용접접합특론(기존)
			미래자동차신소재공학(신규)
			마이크로제작시스템(기존)
			소성론(기존)
			특수가공공정(기존)
			특수정밀가공특론(변경)
			나노바이오공학(신규)
			유한요소법(기존)

연도/학기	기초 공통	전공 공통	전공심화	
2024-2	-	미래자동차 신기술세미나	자율주행분야	자동차 동역학 및 제어 공학
				최적설계
			신소재/제조시스템분야	적층제조시스템특론
2025-1	영 어 논 문 작 성 및 발표	자동차공학개론	자율주행분야	자율시스템 해석 특론
			신에너지분야	열시스템 해석
				추진공학특론
				점성유동
			신소재/제조시스템분야	나노바이오공학
				유한요소법

• 국제규모 학술 활동 지원

- 실적기간 내 국제학술대회 참가 및 발표 12건
- 해외 학회 참가비 지원, SCI급 논문 대학원 저자 장려금 지급, SCI급 논문 영문교정비/출간비 지원
- 사업단 및 충북대학교 대학원정책실, 연구처를 통해 BK21 참여대학원생들에게 다양한 지원을 수행함.

지원기간	프로그램	참여대학원생	지원금액
2024.09.01.~2025.08.31.	국제 학술대회 참가 경비 지원		507,370원
			1,481,520원
			402,860원
합 계		3명	2,391,750원

• 인건비 차등화: 아래 표와 같이 참여대학원생 중 70% 미만의 학생에게 BK21 인건비를 지원함.

학기	BK21 인건비 지급 대학원생
2024-2학기	
2025-1학기	
합 계	31명

• 4단계BK21사업에서 지원되는 국내·외 전문 학술지에 주저자(제1저자 또는 교신저자)로 논문을 게재한 참여대학원생에 대한 장학금을 받음

지원기간	프로그램	참여대학원생	지원금액
2024.09.01.~2025.08.31.	CBStar Jr. 펠로우십 프로그램 장학금 지급		1,000,000원
			500,000원
			500,000원
			500,000원
			500,000원
			500,000원
			1,500,000원
			1,500,000원
			1,500,000원
			500,000원
			500,000원
			1,000,000원
합계	12명	10,000,000원	

• 인센티브/마일리지제도: 동기부여를 위해 4차년도 실적을 바탕으로 각 참여대학원생들에게 차등 인센티브를 지급하였고, 2024학년도 2학기, 2025학년도 1학기에는 우수대학원생을 선정하여 상장 수여 및 포상

년도/학기	인센티브 지급 대학원생		인센티브 금액
2024-2학기	A등급		6,016,127원
	B등급		5,684,560원
	C등급		4,216,104원
합계	28명		15,916,791원

- 평가항목을 교육 분야(영어전용강좌 및 산학맞춤강좌 수강, 사업단 주관행사 참여, 인턴십, 현장실습)와 연구 분야(논문게재, 학회발표, 특허, 수상)로 사업단 운영규정으로 정하여 진행하였음.

2.4 참여대학원생의 취(창)업의 질적 우수성

〈표 2-2〉 2024. 8월 및 2025년 2월 졸업한 교육연구단 소속 학과(부) 참여대학원생 취(창)업률 실적 (단위: 명,%)

구 분		졸업 및 취(창)업현황 (단위: 명, %)						취(창)업률(%) (D/C)×100
		졸업자 (G)	비취업자(B)			취(창)업대상자 (C=G-B)	취(창)업자 (D)	
			진학자		입대자			
			국내	국외				
2024년 8월 졸업	석사	1	-	-	-	1	1	100
	박사	-			-	-	-	
2025년 2월 졸업	석사	8	1	-	-	7	5	62.5
	박사	1			-	1	0	

구분	순번	졸업년도	졸업생	취업 및 진학 기관	비고
취업	1	2024.08.22.		한국항공우주연구원	석사졸업생
	2	2025.02.20.		엘에스일렉트릭(주)	석사졸업생
	3	2025.02.20.		국방기술품질원	석사졸업생
	4	2025.02.20.		현대로템	석사졸업생
	5	2025.02.20.		(주)스페이스솔루션	석사졸업생
	6	2025.02.20.		(재단법인)FITI 시험연구원	석사졸업생
진학	1	2023.02.16.		한양대학교	석사졸업생

- 2024년 2월 박사 졸업생 김한솔학생은 실적 기간 외(2025년 11월)에 LG에너지솔루션 입사 예정이며, 2025년 8월 졸업생인 강지석학생은 2025년 9월 1일 자로 한국기계연구원에 입사함.
- 참여대학원생 취업 대상 기업(기관) 및 직무의 전공적합도가 높아 취업의 질이 우수함

3. 참여대학원생 연구실적의 우수성

① 참여대학원생 저명학술지 논문의 우수성

□ 참여대학원생 연구실적 종합

기 간	SCI/E 논문 수	Impact factor 평균	JCR 상위 25% 이내
2024.09.~2025.08.	13	3.96	6

□ 참여대학원생 학술지 논문 1

- 논문제목: Development of TPU/MWCNT Composite Bending Sensor
- 학술지명: International Journal of Precision Engineering and Manufacturing
- Impact factor: 3.6
- 저자:
- 발행일: 2024.12.15
- 논문의 우수성

본 연구는 열가소성 폴리우레탄(TPU)과 다중벽 탄소나노튜브(MWCNT)를 혼합한 전도성 복합소재를 이용하여 굽힘 변형을 감지할 수 있는 저항 기반 센서를 개발하고, 이를 소프트 그리퍼 표면에 직접 프린팅하여 변형 감지 성능을 평가함. 기존의 소프트 그리퍼 내장 센서 연구가 압력 감지에 국한되었던 한계를 극복하기 위해, 본 연구에서는 굽힘 변형에 따른 전기 저항 변화를 정밀 측정할 수 있는 센서 제작 공정을 제시함.

실험에서는 MWCNT 함량을 5 wt%, 12 wt%, 15 wt%로 변화시키며 필라멘트를 제작하였고, 용융 혼합 공정을 4회 반복하여 TPU 매트릭스 내에서 균일하게 분산되도록 함. 제작된 필라멘트는 FFF(Fused Filament Fabrication) 방식으로 소프트 그리퍼 상부에 적층되었으며, 프린팅 시 z-offset을 조정하여 노즐과 그리퍼 표면 간 간격을 정밀하게 보정함. 적층 층수(5, 9, 12 layers)에 따라 센서 높이를 달리하여 굽힘 시 전기 저항의 변화를 측정하고, 공압(100~300 kPa)을 가해 반복 구동 실험을 수행함.

실험 결과, 그리퍼의 굽힘 동작 시 센서의 저항이 일시적으로 감소하고, 압력이 해제되면 원래 상태로 회복됨이 확인됨. 이는 TPU 매트릭스 내 분산된 MWCNT 입자가 압축될 때 상호 접촉이 증가하여 전도 경로가 늘어나기 때문임. 층수가 증가할수록 절대 저항값은 감소하고 강성이 커져 굽힘 민감도($\Delta R/R_{min}$)가 낮아짐. MWCNT 함량이 높을수록 저항이 작아지지만, 감도는 낮아지는 경향을 보여 최적 함량 및 적층 수 조합을 설계할 필요성이 제시됨.

결과적으로 TPU/MWCNT 복합체는 반복적인 굽힘·압축 하중에서도 안정적인 저항 변화를 보이며, 소프트 로봇용 내장형 굽힘 센서로 활용 가능성을 입증함. 본 연구는 다층 적층 및 MWCNT 함량 최적화에 따라 감도를 조절할 수 있는 설계 지침을 제공하며, 웨어러블 센서·로봇 촉각 시스템·지능형 액추에이터 개발에 기여할 수 있음.

□ 참여대학원생 학술지 논문 2

- 논문제목: Advanced Anti-counterfeiting: Angle-dependent Structural Color Based CuO/ZnO Nanopatterns with Deep Neural Network Supervised Learning

- 학술지명: ACS Applied Materials & Interfaces
- Impact factor: 8.2
- 저자:
- 발행일: 2025.03.12.
- 논문의 우수성

본 연구는 전기방사를 이용해 무작위성이 내재된 나노섬유 패턴을 제작하고, 이를 기반으로 CuO 및 ZnO를 각각 성장시켜 강한 각도 의존성을 가진 구조색 패턴을 구현함. CuO는 반사층으로 작용하여 각도에 따라 색상이 변하도록 하고, ZnO는 수열합성 시간을 조절하여 구조색을 정밀하게 조절할 수 있게 함. 전기방사의 비결정적 특성을 활용해 복제 불가능한(Physically Unclonable) 패턴을 구현함으로써 위조 방지 기능을 극대화함.

제작된 CuO/ZnO 패턴은 FE-SEM, EDS, 라만분광법으로 분석되어 각 구성 성분이 독립적으로 성장했음이 확인됨. ZnO 성장 시간에 따라 나노섬유 직경과 표면 형태가 변화하며, 이에 따라 구조색이 달라짐. CuO의 높은 가시광 흡수율로 인해 색 대비와 포화도가 향상되고, 배경광 산란이 억제되어 보다 선명한 다색 패턴이 구현됨. UV-Vis-NIR 측정을 통해 입사각 15° ~75° 에서 반사율 변화를 관찰한 결과, CuO/ZnO 패턴은 ZnO 단일 패턴보다 각도 의존성이 현저히 큼이 확인됨.

제안된 패턴은 딥러닝 기반 CNN 분류 알고리즘을 통해 94% 이상의 평균 인식 정확도를 달성함. 패턴 인식 속도는 샘플당 80 ms로 매우 빠르며, 고해상도 카메라로 촬영한 단순 이미지로도 인종 가능함. 이는 비전문 장비 없이도 소비자가 직접 육안 검증을 할 수 있는 장점이 있음. 장기 저장(3개월)과 고온·고습 환경에서도 광학적 안정성이 유지되었으며, 90° Peel Test에서 0.21 N/mm의 높은 접착 강도가 확인됨.

결과적으로 본 연구는 대기압 환경에서 대량생산이 가능한 저비용·고효율 위조방지 패턴 제작 공정을 제시함. 전기방사로 형성된 무작위 나노패턴과 ZnO 성장 시간 제어를 통해 복제 불가능한 고정보밀 보안 라벨 제작이 가능함을 입증함. 향후 연구에서는 구조색의 정밀 제어와 광학 특성 설계를 통해 스마트 보안 라벨, 광센서, 외부 자극 반응형 디바이스 등으로의 확장이 기대됨.

□ 참여대학원생 학술지 논문 3

- 논문제목: Research on the extrusion characteristics for the geometry of materials in material extrusion process using heating syringe
- 학술지명: SCIENTIFIC REPORTS
- Impact factor: 3.9
- 저자:
- 발행일: 2025.04.12.
- 논문의 우수성

본 연구는 가열식 시린지를 이용한 소재 압출 적층제조 공정에서 소재의 형상(Chunk, Disk, Pellet)이 압출 특성에 미치는 영향을 정량적으로 분석함. PLA, TPU, ABS 세 가지 열가소성 폴리머를 동일 질량으로 준비하여 세 가지 형상으로 가공한 뒤, 최적 온도·압력 조건에서 압출 실험을 수행함. Chunk 형상은 시린지 벽과의 접촉면적이 가장 크고 공기 노출 면적이 가장 작도록 설계되었으며, Disk는 높이를 낮춰 적층해 공급함. Pellet은 일반적인 펠릿 형태로 준비함.

실험 결과 Chunk 형상은 모든 소재에서 가장 높은 압출 비율을 보였으며, Disk와의 차이는 작지만 Pellet 대비 약 30~40% 이상 높은 값을 나타냄. 특히 PLA의 경우 Chunk 형상에서 97.5%, TPU에서 94.9%, ABS에서 94.2%의 압출비를 보임. Pellet은 PLA와 TPU에서 각각 54%, 68% 수준에 그쳤으며, ABS에서는 8%에 불과해 안정적인 적층 형성이 어려웠음. 큐보이드 형상 적층 실험에서도 동일한 경향이 확인됨.

마이크로스코프 분석 결과 Chunk 형상에서 기포(bubble) 발생이 가장 적었고, Disk, Pellet 순으로 기포가 증가함. 이는 시린지 내부에서의 공기 노출 면적이 클수록 기포 발생 가능성이 높아짐을 시사함. TPU와 ABS에서는 장시간 압출 시 열변형이 발생하였으나, 압출 비율의 상대적 경향에는 큰 영향을 미치지 않음.

결과적으로 Chunk 형상 공급이 가장 높은 압출 품질과 균일성을 제공하며, 기포 발생을 최소화하고 안정적인 적층을 가능하게 함. 본 연구는 가열식 시린지 기반 적층제조에서 최적의 소재 공급 방식으로 Chunk 형상이 적합함을 입증함. 향후 본 결과는 고가·민감 소재 또는 필라멘트 제작이 어려운 소재의 적층제조 적용에 유용할 것으로 기대됨.

□ 향후 추진계획

- 현재까지 적절한 수준의 SCI/E 논문을 출판하고 있음.
- 향후 계획서에 명시한 목표 수준을 넘어서는 논문 작성을 위하여 SCI/E 논문을 작성한 참여대학원생에게 추가 인센티브를 지급하는 등 다양한 방법을 통해 지원하고자 함.

② 참여대학원생 학술대회 대표실적의 우수성

실적 기간 내 참여대학원생 국내외 학술대회 발표 총 65건이며, 이 중 4건이 우수 논문상을 수상함. 또한, 참여대학원생 김성연(통합), 유광열(석사) 학생이 한국기계가공학회에서 KSMPE 미래인재상을 수상하였음.

□ 참여대학원생 학술대회 논문 1

- 논문제목: Spray Dynamics and Liquid Sheet Behavior in Additive Manufactured Bi-Swirl Coaxial Injectors
- 학술대회명: Asia-Pacific International Symposium on Aerospace Technology (APISAT) 2024
- 저자:
- 발표일: 2024.10.28.~10.30.
- 발표장소: 호주
- 논문의 우수성

본 연구는 적층제조 기술을 이용해 제작한 Bi-swirl coaxial 인젝터의 설계 변수(접선 홀 높이, 수축각, 노즐 길이)가 분무 특성 및 액막 합류 현상에 미치는 영향을 실험적으로 규명함. 실험은 상온에서 물을 사용해 수행되었으며, 압력 강하, 토출 계수, 분무각, 파단 길이 등의 변화를 정량적으로 측정함. 노즐 길이가 짧을수록 압력 강하는 낮고 분무각은 넓어졌으며, 접선 홀 높이가 커질수록 액막 파단 길이가 짧아져 추진제 혼합에 유리함이 확인됨. 내·외부 인젝터 유량 변화를 통해 액막이 합류하는 시점의 압력 변화를 측정하여 혼합 효율을 평가함. 본 연구는 Bi-swirl coaxial 인

젝터 설계 최적화와 추진제 혼합 성능 향상에 필요한 기초 설계 데이터를 제공함.

□ 참여대학원생 학술대회 논문 2

- 논문제목: Potential functions-based RH-RRT*
- 학술대회명: 2024 International Conference on Control, Automation and Systems (ICCAS)
- 저자
- 발표일: 2024.10.29.~11.01.
- 발표장소: 제주
- 논문의 우수성

본 연구는 이동 로봇의 경로 계획 문제를 해결하기 위해 기존 RH-RRT* 알고리즘에 인공 퍼텐셜 필드(APF)를 통합한 PRH-RRT* 알고리즘을 제안함. 기존 RH-RRT*의 무작위 샘플링 분산 문제와 충돌 검사 시 로봇 중심점만 고려하는 한계를 개선하고자 매 단계에서 생성되는 q_{new} 노드에 인력, 반발력, 랜덤 힘을 함께 적용하여 탐색 방향을 목표점 쪽으로 유도함. 이 방법을 통해 탐색 과정에서 불필요한 노드 확장을 줄이고 충돌 회피 성능과 목표점 수렴성을 동시에 높임. 수치 시뮬레이션 결과 제안된 알고리즘은 기존 대비 경로 길이가 짧고 계산 시간이 감소했으며, 경로의 안전성과 최적성이 동시에 확보됨이 확인됨.

□ 참여대학원생 학술대회 논문 3

- 논문제목: Angle-Dependent Structural Color-Based CuO/ZnO Nanopatterns with Deep Learning Authentication
- 학술대회명: Materials Research Society 2024
- 저자:
- 발표일: 2024.12.04.
- 발표장소: 미국
- 논문의 우수성

본 연구는 전기방사를 통해 무작위성이 내재된 나노섬유 패턴을 제작하고, 그 위에 CuO와 ZnO를 각각 성장시켜 강한 각도 의존성을 가지는 구조색 패턴을 구현함. CuO는 반사층으로 작용하여 색 대비와 포화도를 향상시키고, ZnO 성장 시간 제어를 통해 구조색의 파장을 정밀하게 조절할 수 있게 함. 제작된 패턴은 FE-SEM, EDS, 라만 분석으로 구조와 조성을 확인하고 UV-Vis-NIR 측정을 통해 입사각 변화에 따른 반사율 변화를 관찰하여 각도 의존성을 정량적으로 입증함. CNN 기반 딥러닝 분류 알고리즘을 적용한 결과 패턴 인식 정확도가 97% 이상으로 나타나 신뢰성 높은 인증이 가능함. 모든 제작 공정은 대기압에서 단순하게 이루어지므로 대량 생산이 가능하고, 소비자가 스마트폰 카메라로 직접 인증할 수 있는 고신뢰 위조방지 라벨로 활용될 수 있음이 확인됨.

□ 향후 추진계획

- 현재까지 적절한 수준의 국내외 학술대회 논문을 발표하고 있음.
- 분야별 저명한 학술대회에서 논문을 발표하는 참여대학원생에게 국외 출장비를 지급하는 등 다양한 방법을 통해 지원하고자 함.

③ 참여대학원생 특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성

□ 참여대학원생 특허 실적 종합

기 간	특허 건수
2024.09.~2025.08.	7

□ 참여대학원생 특허 1

- 특허명: 자동화 원주 아크 용접 제어 시스템
- 발명자:

• 출원일: 2024.09.26

• 발명의 우수성

본 발명은 토치에 부착된 자이로 센서를 통해 토치의 자세 데이터를 실시간으로 수집하고, 이를 기반으로 용접 전류, 전압, 속도, CTWD, 이송각 등 주요 용접 변수를 자동 제어하는 시스템을 제안함. 아래보기(1G), 수직(3G), 위보기(4G), 수평(2G) 등 다양한 자세에서 최적 용접 조건을 적용해 균일한 비드 형성과 결함 감소가 가능함. 또한 CFD 해석과 VOF 기법을 통해 용융풀 거동을 예측하고 안정적 용접 품질을 확보함. 이를 통해 불필요한 후처리 공정을 줄이고 생산성을 향상시킴.

□ 참여대학원생 특허 2

- 특허명: 자율주행차량 제어시스템 및 그 방법
- 발명자:

• 출원일: 2023.12.09

• 발명의 우수성

본 발명은 자율주행 차량의 종·횡방향 오차를 적분하고 극점배치(Pole Placement) 기법을 적용하여 최적의 제어 이득을 산출하는 시스템을 제안함. 종방향 및 횡방향 적분 오차를 이용해 적분 제어 신호를 생성하고, 이를 차량의 가속 지령과 조향 지령으로 변환하여 차량의 속도 및 방향을 정밀하게 제어함. 또한 비례 제어 신호를 함께 적용하여 응답성을 향상시키고, 반포화 필터로 제어 입력의 상한 및 하한을 제한하여 안정성을 확보함. 본 발명은 구현이 간단하고 비선형 모델에도 적용 가능하므로 다양한 주행 환경에서 실시간 적용이 가능함.

□ 참여대학원생 특허 3

- 특허명: 텅스텐 합금(W-Ni-P) 전해도금을 활용한 무납(Lead-Free) 방사선 차폐 소재의 제작
- 발명자:

• 출원일: 2022.11.27

• 발명의 우수성

본 발명은 납 대신 텅스텐 합금을 전해도금하여 방사선 차폐 성능을 확보하고 무게를 줄인 친환경 차폐 소재를 제작함. 전해도금으로 형성한 W-Ni-P 코팅층은 높은 밀도와 우수한 감쇠 능력을 제공하며, 메쉬 구조를 적용하여 유연성을 높이고 장시간 착용에도 부담이 적도록 설계됨. 납 사용시 발생하는 독성 문제와 폐기 문제를 해결하고, 의료·산업 현장에서 착용성이 우수한 방사선 보호 의류 제작에 적합함을 입증함.

□ 향후 추진계획

- 현재까지 적절한 수의 특허를 출원하고 있음.
- 연구 결과를 바탕으로 출원하는 특허에 대한 인센티브 지급 등 다양한 방법을 통해 연구 활동을 지원하고자 함.

4. 신진연구인력 현황 및 실적

□ 우수 신진연구인력 확보 계획 대비 이행실적

- 우수 신진연구인력 확보 실적

구 분	임용기간	참여 신진연구인력	전공분야
박사후연구원	2021.03.~2025.02.		화학(에너지)
박사후연구원	2025.07.~2026.06.		화학(에너지)

- 기계 분야에 국한되지 않고 화학전공 연구 인력을 선발하여 다학제적 관점에서 융복합이 가능하도록 하였음.
- 우수한 연구를 통해 탁월한 성과를 논문으로 발표하여 2022년도에 이어 2024학년도 4단계BK21사업 CBSTAR Jr.® 명예의 전당 대상자로 선정 및 포상받음.



<4단계BK21사업 5차년도 종합성과 공유 페스티벌>

□ 우수 신진연구인력 지원 계획 대비 이행실적

- 신진연구인력을 위한 전용 공간 확보 및 지원
 - 신진연구인력을 위한 전용 공간을 확보하고 사무기기를 지원하였음.
- 전용 사무실 이외에 공동 연구 공간 활용 보장
 - 신진연구인력의 전용 사무실 이외에 사업단 참여교수들의 연구실을 공동 연구 공간으로 활용하도록 하였음.



<공동 연구 공간>

<공동실험실습관 활용>

- 신진연구인력이 활용하고자 하는 고가의 장비가 있을 경우 본부 공동실험실습관의 대형 장비 활용을 참여교수의 연구프로젝트에서 장비 활용비를 지원하였음.
- 연구비 지원을 통해 창의적이고 도전적인 연구수행을 장려하고 연구역량 강화 지원

지원기간	과제명	지원금액
2024.07.01.~2025.01.31.	막 전극 접합체 제조기술 개발을 위한 기초 연구	1,500만원

본 연구를 통해 아래와 같은 실적을 도출하였음

- “Design of Mn-Rich Trimetallic $Mn_{1-x}Cu_xCo_2O_4$ Nanorods and 2 D Quasi-Nanosheets for Enhanced Li-Ion Storage and High-Energy-Density Supercapacitor Applications“, Advanced sustainable Systems, 9(9), 1 (2025)
- “Fabrication of N-doped carbon coated $CoFeS_2$ anchored rGO nanosheet composites: a twin carbon design for Li-ion storage and high energy density supercapacitor applications“, Journal of Materials Chemistry A, 13, pp. 21830 - 21846 (2025)
- “Construction of Ternary $Zn_{0.5}Cu_{0.5}Co_2O_4$ Spinel Structure on Nickel Foam: A Comprehensive Theoretical and Experimental Study from Single to Ternary Metal Oxides for High-Energy-Density Asymmetric Supercapacitor Application“, Small, 21(10), 2407608 (2025)
- “Synthesis of MoS_2 nanosheet-encapsulated $CuCo_2S_4$ nanoparticle clusters derived from metal glycerate for high-performance supercapacitor applications“, Journal of Alloys and Compounds, 1014, 178737 (2025)

• 실적 평가를 통해 인센티브 지급

평가기간	평가점수	지원금액
2024.03.01.~2025.02.28.	A+	3,715,120원

• 안정된 연구가 가능하도록 최소 계약 기간을 2년으로 보장하고 4년차 채용 및 지원하였음

- 고용기간: 2021.03.01.~2025.02.29.

• 신진 연구 인력의 연구 실적

- [논문1] J. Yesuraj, P. Naveenkumar, M. Maniyazagan, H. Yang, S. Kim and K. Kim, “Fabrication of N-doped carbon coated $CoFeS_2$ anchored rGO nanosheet composites: a twin carbon design for Li-ion storage and high energy density supercapacitor applications“, Journal of Materials Chemistry A, 13, pp. 21830 - 21846 (2025)
- [논문2] “Construction of Ternary $Zn_{0.5}Cu_{0.5}Co_2O_4$ Spinel Structure on Nickel Foam: A Comprehensive Theoretical and Experimental Study from Single to Ternary Metal Oxides for High-Energy-Density Asymmetric Supercapacitor Application“, Small, 21(10), 2407608 (2025)
- [논문3] “Synthesis of MoS_2

- nanosheet-encapsulated CuCo2S4 nanoparticle clusters derived from metal glycerate for high-performance supercapacitor applications“, Journal of Alloys and Compounds, 1014, 178737 (2025)
- [논문4] “Enhanced supercapacitive performance in Cu doped Sn3O4 synthesized by a simple extract route“, Journal of Alloys and Compounds, 1008, 176750 (2024)
 - [논문5] “Engineering a vanadium-incorporated MoS2-based mixed metal dichalcogenide system for improved supercapacitor performance“, Journal of Energy Storage, 100(Part A), 113474 (2024)
 - [논문6] “The phosphorous-doped 2D nanosheet assembled 3D Mn2V2O7 microflowers on Ni foam as a binder-free electrode for high energy density asymmetric supercapacitor application“, Journal of Energy Storage, 99(Part B), 113424 (2024)

5. 참여교수의 교육역량 대표실적

□ 자동차공학개론 강의 진행

- 개요: 본 교과목은 총 3가지 분야로 구성됨. 첫 번째 분야는 환경친화적 자동차와 관련하여 연비 개선, 배출가스 저감, 신재생 에너지, 신형 파워트레인 등의 연구개발 동향을 다룸. 두 번째 분야는 지능형 자동차와 관련하여 주행환경 인식 시스템, 능동안전 시스템, 전자제어 샤시 시스템 등의 최신 연구개발 동향을 다룸. 세 번째 분야에서는 미래 자동차의 경량화 및 일체화를 통한 생산 효율성 향상, 제조 기술 혁신, 차량 성능 개선 등에 대한 강의를 진행함.
- 개설학기 : 2023년도 1학기 ⇒ 매년 1학기에 개설.
- 학 점 : 3학점
- 수업내용 : 3가지 분야의 내용을 15주로 구성함.

주차	수업내용	담당 참여교수
1	자동차 공학 개요	
2	자동차의 역사, 자동차 디자인	
3	자동차 개발과정, 자동차 기본용어	
4	자동차 구조와 산업변화	
5	자동차 디자인 관련 아이디어 발표	
6	미래자동차 수송: 액체 로켓	
7	미래자동차 수송: 고체 로켓	
8	미래자동차 수송: 하이브리드 로켓	
9	미래자동차 수송: 추력기	
10	미래자동차 수송 관련 아이디어 발표	
11	공기역학과 자동차 설계	
12	외부 유동과 차량 안정성	
13	타이어와 도로 사이의 유체역학	
14	차량 내부 환경	
15	자동차 유체역학 관련 아이디어 발표	

6. 교육의 국제화 전략

① 교육 프로그램의 국제화 현황 및 계획

□ 해외석학 초빙 및 활용 실적

- 참여대학원생의 국제경쟁력 강화 및 글로벌 네트워크 강화 지원.
- 총 3회에 걸쳐 해외 석학을 초청하여 세미나를 진행함.

• 해외석학 세미나 (3회)

- 세미나명: Wave Interaction with Injector Flowfield in Rotating Detonation Engine
- 석 학: (University of Maryland)
- 일 시: 2025.02.24.(월), 10~12시



- 세미나명: Quantifying localized and delocalized charges upon molecular doping of conjugated polymers
- 석 학: (University of Washington)
- 일 시: 2025.03.07.(금) 9시 30분~12시



- 세미나명: Next-generation automotive technologies
- 석 학: Queen' s University)
- 일 시: 2025.04.23.(수) 16시~18시

• 외국인 교원 단기 강좌 진행

본교를 단기 방문한 해외석학을 통해 해외석학초빙세미나 및 공동연구 진행.

- 석 학: Bharathiar University)

- 방문기간: 2025.05.16. ~ 2025.06.12.

- 1회차(2025.05.16.)

: Maximizing Heat Transfer Efficiency with Injection in a Ventilated Cavity: Considering the Impact of Magnetic Field, Internal Thermal Effects, and Adiabatic Rod

- 2회차(2025.05.30.)

: Hyper-chaos stabilization and synchronization of Darcy-Brinkman model for closed-loop control

- 3회차(2025.06.12.): basic introduction to Fluid Mechanics topic



<외국인 교원 단기 강좌>

• 외국 대학과 인적 교류

2025년 사업단 교수 연구진은 국제공동 연구 및 연구진 교류를 위하여 미국 Illinois Institute of Technology를 방문하고 교수 연구진과 연구협약(MOU)을 체결함.

- 방문기간: 2025.06.25. ~ 2025.08.24.



□ 우수 외국인 대학원생 유치 계획 대비 이행실적

• 실적 종합

- 2020년 10월 1일 기준 석사 1명, 박사 2명, 석·박통합 1명에서 2022년 10월 1일 기준 석사 1명, 박사 1명으로 COVID19로 인해 외국인 대학원생 유치에 어려움이 많았지만, 외국인 대학원생 지원과 유치에 많은 노력을 기울임. 중간평가 이후 평가 기간까지 외국인 참여대학원생은 없으나, 충북대학교 국제교류본부의 글로벌 학석사연계과정 및 CBNU G-cruit 프로그램에 적극적으로 참여하여 우수 외국인 대학원생을 유치하기 위한 노력을 지속하고 있으며, 2025년 9월 1일 기준으로 석사 3명이 신규로 참여함.

• 외국인 대학원생 한국어시험 성적에 따른 장학금 지원 실적

- 한국어시험 성적에 따라 충북대학교 본부 차원에서 외국인 대학원생 수업료 지원이 이루어짐.
- 2025년 2학기 신입생 3명은 G-cruit 프로그램을 통하여 학비(300만원/학기)를 지원받게 됨.

• 외국인 학생 도우미 프로그램 활성화 실적

- 외국인 학생 도우미를 선정하여, 인센티브 책정 시 가점을 부여함.

• 외국인 학부/석사 유학생의 대학원 석사/박사 진학 유도 실적

- 외국인 학부 유학생의 석사/박사 진학을 유도하기 위하여 오픈랩 등 외국인 유학생 유치를 위한 프로그램을 계획 중임.

② 참여대학원생 국제공동연구 현황과 계획

■ 국제 공동 연구 현황

- 해외 여러 대학 (University of Madras의 교수, Jain University의 교수, Vellore Institute of Technology의 교수, 중국 Jiangsu University 교수) 연구실과 공동 연구를 통하여 국제 저널에 논문을 출간하였으며, 향후 공동 세미나 및 공동 연구를 계속 추진할 계획임.
- 단기 연수 기간 동안 미국의 여러 대학 (Southern Methodist University의 교수, Illinois Institute of Technology의 교수)을 방문하여 참여대학원생의 상호교류와 국제공동연구를 수행하고 국제 저널 논문 출간을 계획하고 있음.
- 2025년 사업단 교수 연구진은 한국혁신센터(KIC)-워싱턴 D.C.가 주관한 단기 연수 프로그램에 참여하여, 미국 워싱턴 대학교에서 ‘Lightweight radiation shielding protective clothing based on eco-friendly advanced materials’ 아이템의 사업화 타당성을 검증하고 기술 사업화 전략 및 제품 개발 방향을 구체화하였음.
- 참여대학원생 학생은 4단계BK21사업 우수 대학원생 해외연수 지원사업을 통해 German Aerospace Center(DLR)에서 연소기의 연소특성 및 새로운 연소 시스템 연구를 수행하며, 연구 경험을 쌓고 네트워크를 형성하는 것을 목표로 연수를 하였고, 연수를 통해 ‘전단/와류동축 분사기의 형상학적 변수에 따른 분무특성 영향’ (한국분무공학회지, 29(3), 112-123) 논문을 게재함. 또한 2024년 항공우주 논문상 공모전에서 ‘다양한 운용 조건에서 설계 형상 변수에 따른 전단/와류동축 분사기의 연소특성’ 논문으로 장려상을 수상함. 향후 단순 연구 기술 경험을 넘어 다양한 문화와 학문적 배경을 가진 연구자들과의 교류를 통해 국제적인 학문적 인식을 향상하며, 국제적 연구 협력 네트워크를 형성하고 이어나갈 예정임.

□ 연구역량 대표 우수성과

□ 논문

- 본 사업단의 교수는 2025년 JCR 상위 8% 이내 저널인 Small에 “Construction of Ternary $\text{Zn}_{0.5}\text{Cu}_{0.5}\text{Co}_2\text{O}_4$ Spinel Structure on Nickel Foam: A Comprehensive Theoretical and Experimental Study from Single to Ternary Metal Oxides for High-Energy-Density Asymmetric Supercapacitor Application” 논문을 출간함. 본 논문은 다성분 전이금속 기반 스핀넬 구조를 설계하여 슈퍼커패시터의 에너지 밀도를 향상시키는 전략을 제시한 논문임. 이 내용을 미래 자동차의 에너지 저장 및 활용 기술에 이용한다면 전기 자동차의 가장 큰 이슈 중 하나인 대용량 에너지 저장 및 활용 문제를 해결할 수 있는 원천기술이라 판단됨. 본 저널의 IF는 12.1이며, 본 논문은 향후 많은 인용(Google Scholar 기준)이 될 수 있을 것으로 사료되며 창의성과 혁신성을 갖춘 매우 우수한 연구업적물임.
- 본 사업단의 교수는 2025년 JCR 상위 2% 이내 저널인 International Journal of Energy Research에 “State-of-Health (SOH)-Based Diagnosis System for Lithium-Ion Batteries Using DNN With Residual Connection and Statistical Feature” 논문을 출간함. 본 논문은 시계열 방전 데이터를 이용하여 LIB의 건강 상태를 진단하는 시스템을 제안함. LIB의 건강 상태 진단 시스템은 잔차 심층 신경망(R-DNN)을 활용하여 구축되었고 학습된 진단 시스템의 출력은 LIB의 건강 상태를 결정하는 데 사용됨. 제안된 방법의 타당성을 검증하기 위해 모델 학습에 사용되지 않은 데이터에 대해 진단 수행 및 결과를 분석하였고, 추가적으로 비교군 모델을 학습하여 제안된 방법과 비교 분석을 수행함. 연구실에 획득한 데이터를 기반으로 한 연구 결과로서 향후 더 많은 연구 결과를 도출할 수 있을 것으로 사료됨. 본 논문은 향후 많은 인용(Google Scholar 기준)이 될 수 있을 것으로 사료되며 창의성과 혁신성을 갖춘 매우 우수한 연구업적물임.
- 본 사업단의 교수는 2025년 JCR 상위 3% 이내 저널인 Biosensors & Bioelectronics에 “Saline Based Microfluidic Soft Pressure Sensor Utilizing a Three-Dimensional Focused Electric Field for Motion and Healthcare Monitoring” 논문을 출간함. 본 논문은 PDMS 기반 마이크로플루이딕 채널과 식염수를 이용해 3차원 집중 전기장을 형성하는 고감도 연속 압력 센서를 개발한 연구임. 미세유로 단면적을 축소해 전기장 세기를 높여 미세 접촉부터 고압까지 넓은 범위를 정밀 측정할 수 있었고, 빠른 응답 속도와 우수한 장기 안정성을 확보함. 투명성과 확장성을 갖추어 웨어러블 헬스케어, 동작 인식, 맥박 측정 등 다양한 응용이 가능성이 입증됨. 본 논문은 향후 많은 인용(Google Scholar 기준)이 될 수 있을 것으로 사료되며 창의성과 혁신성을 갖춘 매우 우수한 연구업적물임.

□ 연구비수주실적

- 본 사업단의 교수는 3개의 정부수주 과제와 4개의 산업체 수주 과제를 수행하였다. 3개

의 정부수주 과제는 각각 전기자동차 배터리케이스 용접 기술 개발, 경량 차체부품 접합 기술 개발 및 자성 유체 진공셀의 압력편차 센서 개발에 관한 것이다. 4개의 산업체 수주 과제 중 첫 번째는 현대자동차로부터 의뢰받은 머플러 플랜지 용접부 강건화를 위한 파손 분석 및 대책 마련에 관한 것이고, 두 번째는 현대모비스로부터 의뢰받은 와이어 아크 적층 제조 소재의 물성 연구 개발이며, 세 번째는 리텍 주식회사로부터 의뢰받은 크레인 붐 구조물 용접 접합부 해석에 관한 연구이다. 마지막으로 네 번째는 충북과학기술혁신원의 지원으로 엠디티 주식회사와 함께 레이저 아크 하이브리드 용접 헤드 개발에 관한 연구이다.

- 본 사업단의 교수는 기존 선정된 다년차 과제 3개와 신규 선정된 1개의 연구과제를 수행함. 첫째, 한국연구재단 스페이스파이오니어사업에서는 한국항공우주연구원, 충북대학교, 전북대학교, 한화에어로스페이스와 공동으로 2021년 6월부터 2025년 12월까지 55개월간 연구비를 지원받으며, 교수는 제2세부과제인 “저장성 이원추진제 추력기 분사기 연구”를 수행함. 둘째, 국방기술진흥연구소 특화연구센터사업에서는 서울대학교를 주관으로 11개 대학이 공동으로 2022년 12월부터 2028년 11월까지 72개월간 연구비를 지원받고 있으며, 충북대학교는 제32세부과제인 “접촉점화성 추진제 엔진 핵심 설계 기술 연구”를 수행하고 있음. 셋째, 정보통신기획평가원 우주산업특화 R&D 사업에서는 제이마플, KAIST, 충북대학교, 이노스페이스, 페리지에어로스페이스가 공동으로 2023년 4월부터 2024년 12월까지 21개월간 연구비를 지원받아 연구를 수행하였으며, 충북대학교도 이 과제에 참여함. 넷째, 우주항공청 스페이스챌린지사업에서는 “전유동 다단연소 사이클 메탄엔진 산화제 예연소기 및 연소기 핵심기술 연구”를 2025년 7월부터 2028년 12월까지 42개월간 수행하고 있음.
- 본 사업단의 교수는 군사용 자율주행 로봇과 관련된 3개의 과제와 민수용 자율주행 차량과 관련된 1개의 과제를 수행하고 있음. 3건의 군사용 자율주행 로봇 과제 중 2건의 연구과제는 (주)현대로템과 컨소시엄으로 연구를 수행하고 있으며 연구 기간은 각각 2022년 5월 ~ 2025년 12월, 2024년 5월 ~ 2027년 12월임. 본 연구에서 교수는 다양한 야지 환경에 적용가능한 경로계획 및 제어 기술 개발을 담당하고 있음. 1건의 군사용 자율주행 로봇 과제의 경우, 2022년 12월 ~ 2026년 12월까지 진행되는 연구로서, 클라우드 기반 자율주행을 위한 국방로봇 개발을 목표로 하고 있음. 1건의 민수용 자율주행 차량 과제는 산자부 산하 자율주행기술개발 혁신사업단에서 발주한 과제로서 Erae Automotive 및 ETRI 등과 컨소시엄으로 연구가 진행되고 있음. 본 과제는 2021년 4월부터 2025년 12월까지 진행되는 과제로서 자율주행 중 위급상황에 대처하기 위한 최소위협제어 기술을 목표로 하고 있음. 추가적으로, 산업통상자원부에서 지원하는 조선해양산업기술개발사업에 참여하여 다양한 산학연 기관들과 100 m급 OSV(Offshore Support Vessel)의 DP(dynamic positioning) 연구를 수행하고 있음.

1. 참여교수 연구역량

1.1 중앙정부 및 해외기관 연구비 수주 실적

<표 3-1> 자체평가 대상기간(2024.9.1.-2025.8.31.) 이공계열 참여교수 1인당 중앙정부 및 해외기관 연구비 수주 실적

항 목	수주액(천 원)		
	3년간(2021.9.1.~2024.8.31.) 실적	최근 1년간 (2024.9.1.~2025.8.31.) 실적	비고
중앙 정부 연구비 수주 총 입금액	4,928,452	1,223,854	
해외기관(산업체 제외) 연구비 수주 총 (환산)입금액	0	0	
이공계열 참여교수 수	10	10	
1인당 총 연구비 수주액	492,845	122,385	

1.2 연구업적물

본 사업단은 참여교수들의 전문 분야 집중 연구 및 상호 간 협동 융합 연구를 바탕으로 미래 자동차 시장에 필수적으로 요구되는 핵심기술 개발을 연구 목표로 함. 이를 위하여 자율주행시스템과 친환경 신에너지, 신소재 및 첨단제조시스템 분야로 연구내용을 분류하고, 참여교수 및 대학원생의 적극적인 연구 활동뿐만 아니라 지역 기업들과의 활발한 공동연구를 통해 연구 목표를 달성하고자 함.



본 연구단의 연구목표 및 연구내용을 달성하기 위하여 창의적 연구 활성화, 유기적 융합 연구수행, 산학연 연계를 통한 원천기술 발굴 및 연구지원, 대학 본부 추진전략 활용 등의 연구역량 향상 계획을 설정하고, 이를 위한 구체적인 실행 방안을 마련하고, 실행하기 위해 노력하고 있음.

① 참여교수 연구업적물의 우수성

□ 국외 학술지(SCI) 게재 계획 대비 실적

우수한 연구 내용을 도출하고, 결과에 대한 SCI 논문 장려로 계획 대비 실적이 꾸준히 증가하고 있음. 향후 지속적으로 우수한 연구 내용을 도출하고, 이와 관련된 원천기술을 확보하기 위한 창의적인 연구를 수행할 수 있도록 장려하고 지원할 계획임.

1차년도		2차년도		3차년도		4차년도		5차년도	6차년도 (2025.08.31.기준)
계획	실적	계획	실적	계획	실적	계획	실적	실적	실적
14편	3편	20편	23편	26편	31편	32편	26편	30편	21편

□ 논 문

•

- 저널명: Electronics(2025)

- 논문명: Thermal Issues Related to Hybrid Bonding of 3D-Stacked High Bandwidth Memory: A Comprehensive Review

본 논문은 하이브리드 본딩 기반 3D 적층 HBM에서 발생하는 열 문제를 체계적으로 분석한 우수한 연구 성과임. 인공지능 및 고성능 컴퓨팅 수요 증가로 HBM의 집적도가 높아지며 심각해진 열 집중과 누적 현상을, 공정 특성, 재료, 구조 설계, 열전달 메커니즘, 측정·시뮬레이션 기법, 열 관리 솔루션 등 다각도로 종합 정리함. 특히 기존 TSV 기반 기술과의 차이를 명확히 하며 향후 연구 및 산업 적용 방향을 제시함으로써, 반도체 패키징과 열 관리 분야의 융합 연구에 실질적 기여를 한 점에서 학문적·실용적 가치가 높다. 본 연구 논문은 온라인에서 많은 조회수를 기록하여 편집자 선정 우수 논문으로 발표되었기에 향후 많이 인용되어 관련 연구발전에 큰 기여를 할 것으로 판단됨.

•

- 저널명: Sensors and Actuators: A. Physical(2025)

- 논문명: Multi-material additive manufacturing process design of sensor embedded soft gripper

본 연구에서는 작동 중 가해지는 힘을 감지할 수 있는 압저항 센서(piezoresistive sensor)가 내장된 소프트 로봇 그리퍼를 제작하기 위해 다중 소재 적층 제조(Multi-Material Additive Manufacturing, MMAM) 공정을 설계 및 개발함. 이 연구에서 사용된 MMAM 접근법은 다섯 가지 소재인 열가소성 폴리우레탄(TPU)/에틸시아노아크릴레이트(Ethyl-cyanoacrylate)/다중벽 탄소나노튜브(MWCNTs), 은 페이스트(Silver paste)/폴리디메틸실록산(PDMS)를 동시에 적층(deposition)할 수 있도록 할 수 있다. 이러한 소재들을 단일 제조 단계에서 통합함으로써, 기존 적층 제조에서 흔히 발생하는 소재 간 접착력(inter-material adhesion) 및 호환성 문제(compatibility issues)를 극복할 수 있으며, 이는 여러 기능성 소재를 하나의 구조물로 적층하여 결합할 때 필수적인 기술적 과제임. 특히, 에틸시아노아크릴레이트를 이용한 TPU/PDMS 계면 결합층(interfacial bonding layer)을 새롭게 개발하여, 센서가 내장된 소프트 그리퍼의 내구성과 안정적인 작동을 위한 신뢰성 높은 접착을 확보함. 성능 평가 결과, 이 센서 내장 그리퍼는 서로 다른 경도를 가진 물체를 구분할 수 있으며, 그 이유는 각 물체를 집을 때 발생하는 고유한 압저항 신호(piezoresistive signals)를 감지할 수 있기 때문임. 이는 섬세한 물체를 다루는 작업에서 그리퍼의 활용 가능성을 입증함. 본 연구는 복잡하고 다기능적인 부품을 단일

공정으로 제작할 수 있는 새로운 적층 제조 기술의 진보를 보여주며, 스마트 로보틱스와 생체모방형 소프트 로보틱스(bio-inspired soft robotics) 분야의 향후 혁신을 위한 기반을 마련함.

•

- 저널명: Structural Engineering and Mechanics(2025)

- 논문명: A simplified mode-based error estimation for plane stress/strain problems

본 논문은 2차원 구조해석에서 정확하고 효율적인 오차 추정법을 제안하고, 다양한 수치 예제를 통해 실용성과 정확성을 입증한 논문임. 요소의 강체 모드, 상수 변형 모드, 기하 의존 굽힘 모드를 활용하여 참조해를 효율적으로 계산하고, 여기에 체적 잠김 보정 기법을 적용하여 평면 응력과 평면 변형률 문제 모두에서 안정적이고 정확한 오차 추정을 가능하게 함. 다양한 수치 예제를 통해 제안된 방법이 전통적인 기법 및 덤퍼닝 기반 방법과 비교하여, 단순성과 효율성을 유지하면서도 높은 정확도를 보여줌을 입증함. 본 논문은 향후 구조해석을 하는 연구자에 의해 많은 인용(Google Scholar 기준)이 될 수 있을 것으로 사료되며 효율성과 실용성을 갖춘 우수한 연구실적임.

•

- 저널명: Nature Chemical Engineering(2025)

- 논문명: Boundary-sensing mechanism in branched microtubule networks

본 논문은 미세소관(microtubule)이 세포 내에서 분화(branching)되는 과정에서의 화학적 반응 속도가 미세소관 구조 형성에 어떠한 영향을 미치는가에 대해서 분석하고, 최종적으로 해당 구조 형성 특성이 미세소관 기반의 세포 거동에서 경계 탐지 센서(boundary sensor)로서 어떻게 작동할 수 있는가에 대해서 연구함. 미세소관의 분화에는 일정 수준의 공간이 반드시 요구되며, 공간이 충분하지 못한 방향으로 분화가 발생하지 않음으로써 세포 거동에서 막히지 않은 공간을 찾을 수 있도록 유도하는 역할을 수행하는 것으로 이해할 수 있었다. 이와 같은 연구는 차후 MT 기반의 생체 로봇을 개발하는 과정에서 유용한 특성으로써 활용될 수 있는 창의적이고 핵심적인 연구실적임.

② 연구의 수월성을 대표하는 연구업적물 (2024.9.1.~2025.8.31.)

연 번	대표연구업적물 설명
1	본 사업단의 교수는 2024년 IF 9.8 저널인 Journal of Energy Storage에 “The Phosphorous-Doped 2D Nanosheet Assembled 3D Mn ₂ V ₂ O ₇ Microflowers on Nifoam as a Binder-Free Electrode for High Energy Density Asymmetric Supercapacitor Application” 논문을 출간함. 본 논문은 인(P)이 도핑된 2차원 나노시트가 조립된 3차원 Mn ₂ V ₂ O ₇ 마이크로프로라워 구조를 니켈 폼 위에 수열합성법을 통해 성장시킨 뒤, 튜브 퍼니스에서 후속 인화 처리를 진행하여 바인더가 필요 없는 슈퍼커패시터 전극으로 활용한 결과임. 향후 슈퍼커패시터 전극 재료로 매우 유망하여 이 결과를 미래 자동차 중 하나인 수소자동차의 핵심기관인 연료전지뿐만 아니라 전기자동차의 배터리 기술에 적용할 수 있는데, 아주 혁신적인 발견이라 사료됨. 본 논문은 향후 많은 인용(Google Scholar 기준)이 될 수 있을 것으로 사료되며 창의성과 혁신성을 갖춘 매우 우수한 연구업적물임.
2	본 논문은 개방형 환기 시스템 내에서 전기유체역학(EHD) 및 열유동 현상을 결합한 전기-열-유체역학(ETHD) 열대류 거동을 수치적으로 규명한 연구임. 특히 유전체 유체에 대한 Joule 발열 효과를 포함하여, 전기 Rayleigh 수, Richardson 수, Prandtl 수, 전하 주입계수 등 주요 무차원 매개변수들이 열전달 및 유동 구조에 미치는 영향을 체계적으로 분석함. 본 연구는 기존에 주로 밀폐된 공동계에서 다루어졌던 ETHD 연구를 개방형 환기 시스템으로 확장한 점에서 독창성이 크며, 전자냉각, 에너지 시스템, 산업 열관리 장치 설계에 새로운 인사이트를 제공한다. 본 논문은 향후 관련 분야에서 높은 인용 가능성(Google Scholar 기준)이 예상되며, 창의성과 혁신성을 갖춘 매우 우수한 연구 업적물로 평가됨.
3	본 사업단의 교수는 2025년 IF 7.7 저널인 Sensors and Actuators B: Chemical에 “Elastomeric Deformation-Assisted Nanochannel Fabrication Using Electrospun Polymer Fibers for Micro/Nanofluidic System” 논문을 출간함. 본 연구는 전기방사로 제작한 PVP 나노섬유를 열처리해 기계적 강도와 접착력을 높인 뒤, PDMS의 탄성 변형을 이용해 나노채널을 형성하는 간단하고 저비용의 제작 방법을 제안한 연구임. 제작된 채널은 전기영동 기반 ICP 실험에서 선택적 이온 수송과 오픈-리미팅-오버리미팅 특성을 보였으며, 형광 입자 분리를 통해 기능성이 검증되었다. 전기방사 시간을 조절해 채널 크기를 제어할 수 있어 다양한 나노유체 칩, 바이오 분리·농축 시스템에 적용 가능성이 입증되었다. 본 논문은 향후 많은 인용(Google Scholar 기준)이 될 수 있을 것으로 사료되며 창의성과 혁신성을 갖춘 매우 우수한 연구업적물임.

2. 연구의 국제화 현황

① 참여교수의 국제적 학술활동 참여 실적 및 현황

□ 국제학회

■ 조직위원

- 본 사업단의 교수는 2025.02.10. ~ 13에 진행된 국제학술대회인 6th International Conference on Manufacturing Process and Technology의 Steering Committee로서 해당 국제학술대회의 성공적인 개최에 기여함.

□ 학술지

■ 편집위원

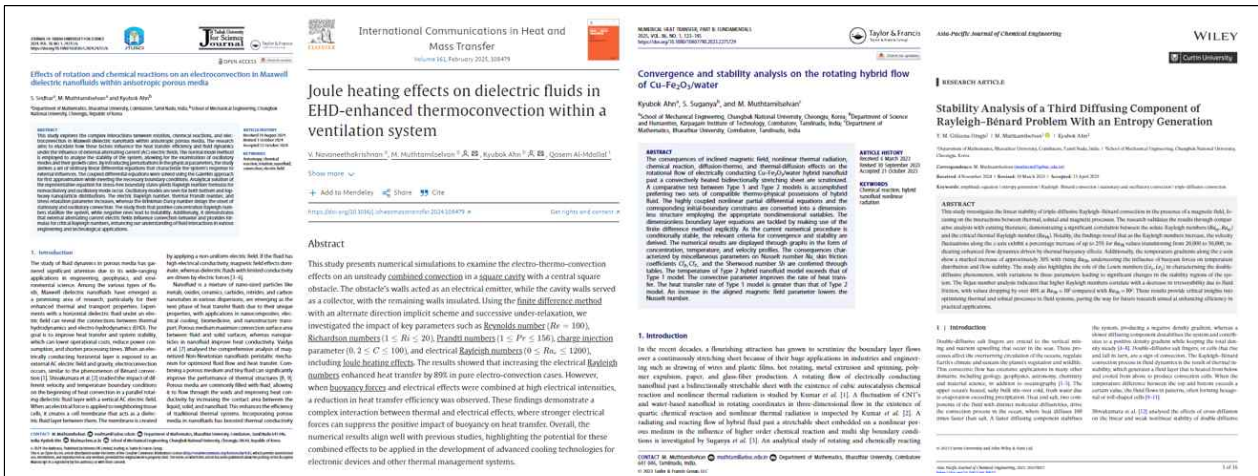
- 교수: Editor, International Journal of Precision Engineering and Manufacturing (2019~현재)

- **교수**
 - Energies Guest editor 2020.1~현재
 - Reviewer: Energy, Fuel, International Journal of Refrigeration, Journal of the American Chemical Society, energies, Atomization and Sprays, Combustion and Flame, Energy&fuels, International Journal of Heat and Mass Transfer 외 다수 저널
- **교수**
 - Journal of Propulsion and Energy, Associate Editor
 - Atomization and Sprays, Editorial Board Member
 - Frontiers in Aerospace Engineering, Review Editor
- **교수**
 - Internal Journal of Control, Automation and Systems의 Associate Editor (2020년 12월~현재)

② 국제 공동연구 실적

1) <표 3-6> 자체평가 대상기간(2024.9.1.-2025.8.31.) 국제 공동연구 실적

연번	공동연구 참여자		상대국 /소속기관	국제 공동연구 실적	DOI 번호/ISBN 등 관련 인터넷 link 주소
	교육연구단 참여교수	국외 공동연구자			
1			중국/ Jiangsu University	The phosphorous-doped 2D nanosheetassembled 3D Mn ₂ V ₂ O ₇ microflowers on Nifoam as a binder-free electrode for highenergy density asymmetric supercapacitorapplication / Journal of Energy Storage	https://doi.org/10.1016/j.est.2024.113424
2			인도/ Jain (Deemed- to-be University)	Engineering a vanadium-incorporated MoS ₂ -based mixed metal dichalcogenide system for improved supercapacitor performance / Journal of Energy Storage	https://doi.org/10.1016/j.est.2024.113474
3			인도/ Vellore Institute of Technology	Enhanced supercapacitive performance in Cu doped Sn ₃ O ₄ synthesized by a simple extract route / Journal of Alloys and Compounds	https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2024.176750
4			인도/ Bharathiar University	Effects of rotation and chemical reactions on an electroconvection in Maxwell dielectric nanofluids within anisotropic porous media / Journal of Taibah University for Science	https://doi.org/10.1080/16583655.2024.2421576
5			인도/ Bharathiar University	Joule heating effects on dielectric fluids in EHD-enhanced thermoconvection within a ventilation system / International Communications in Heat and Mass Transfer	https://doi.org/10.1016/j.icheatmasstransfer.2024.108479
6			인도/ Bharathiar University	Convergence and stability analysis on the rotating hybrid flow of Cu-Fe ₂ O ₃ /water / An International Journal of Computation and Methodology	https://doi.org/10.1080/10407790.2023.2275729
7			인도/ Bharathiar University	Stability Analysis of a Third Diffusing Component of Rayleigh-Bénard Problem With an Entropy Generation / Asia-Pacific Journal of Chemical Engineering	https://doi.org/10.1002/apj.70027



교수

- George Washington University과의 공동 연구 수행: 연구명 - 미분기하학 기반 중/횡방향 통합 군집 제어 시스템 개발

교수

- U-EHD (Untethered-Electrohydrodynamics) 소프트 로봇 조정밀 적층 제조 시스템 개발을 주제로 한 연구에 관해서 미국의 UTEP (The University of Texas at El Paso)와 Princeton University의

교수와의 국제 공동 연구에 대해서 논의함.

교수

- 일본 도호쿠 대학의 교수 및 인하대학교 교수를 비롯한 한·일 유체분야 교수들이 운영하는 JK-Flow (Japan-Korea Fluid Mechanics Online Workshop)에 지속적으로 참여 및 강연을 수행하며 교류함.

■ 계획 내용

교수

- 기존 적층제조기술에서 다루지 못하고 있는 다중재료 동시성형공정의 개발 및 이를 이용하는 유연 촉각 센서의 개발 및 성능 향상에 대한 연구를 공동 수행하고, 연구 성과물에 대한 논문 공동 집필 및 특허출원 등을 수행할 예정
- 적층제조기술을 산업 분야에 즉시 적용 가능하도록 하는 응용기술에 대한 연구를 해외기관과 공동으로 수행하고 관련 연구수행에 대학원생을 해외기관에 파견하며 또한 해외기관의 우수한 연구 인력을 초청하여 공동연구의 시너지 효과 창출할 계획

- **교수**

- 이산화탄소 변환용 셀 개발: 현재 공동연구를 수행하고 있는 기관과 계속 연구를 수행하고, 이산화탄소 변환 기술에 관련하여 기술을 교류하며, SCI 논문 공동 집필한 후 IF가 높은 저널에 투고하여 연구실적의 질을 향상할 계획
- 학생 및 교원의 정기적 교류를 통하여 다양한 연구 환경 및 주제를 경험할 수 있도록 하며 우수 대학원생이 박사학위 취득 후에 해당 기관의 박사 후 과정 및 해외연수를 할 수 있도록 지원(장학금, Fellowship 등)
- Southern Methodist University의 교수팀과 국제공동연구
- Illinois Institute of Technology의 교수팀과 전기화학적 이산화탄소 변환 공동연구 수행

- **교수**

- 현대차그룹 산하 Motional 소속 자율주행 제어 전문가와의 공동연구를 통해, 기술 성숙도·국제 학술 파급을 동시에 강화하고자 함. Quadratic Programming(QP)-MPC 경로계획 기반 시뮬레이션/실험 검증 및 결과 분석에 대한 공동연구를 진행할 예정이며, 실차 자율주행 운용 경험이 풍부한 Motional의 노하우를 직간접적으로 배울 수 있을 것으로 판단됨. 추가적으로, 국제공동연구 논문을 작성하여 지속적인 공동연구를 수행하고자 함.

□ 산학협력 대표 우수성과

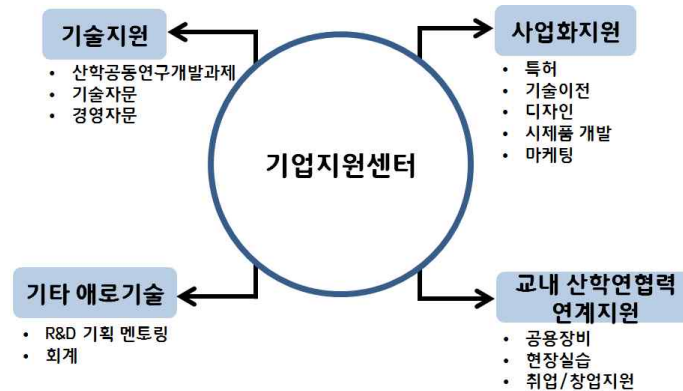
□ 산업체/지자체/지역사회 교류 실적

- 본 사업단 소속 지도교수들의 지도를 받고 학위를 받은 대학원 졸업생들은 대부분 관련 산업체로 진출.
- 적극적인 산학교류 및 협력을 통하여 현장 실무능력을 갖춘 우수한 연구 인력의 양성이 가능할 것으로 기대.
- 참여대학원생 (스페이스솔루션), (한국기계연구원), (LS일렉트릭), (FITI시험연구원)가 관련 산업체에 취업함.
- 미래자동차 관련 산업경쟁력 제고 및 활성화를 위해 관련 기업, 공공기관 및 연구소들과의 교류를 수행하고, 사업단 소속 대학원생들이 해당 기관과의 공동연구를 통해 현장 실무능력을 배양.
- 연구단 구성원들의 지적재산권 및 know-how에 대한 적극적인 기술이전을 실시
 - 본 사업단의 참여교수 교수(1건), 교수(3건), 교수(1건), 교수(1건)는 총 6건의 기술이전을 실시함
- 충북대학교 산학협력단, 충북대학교 LINC+ 사업단, 충북대학교 중소기업 산학협력센터, 충북대학교 창업지원단 등과 밀접한 관계를 유지하여 다양한 산업체 등의 연구개발 수요파악 및 이에 따른 관련 연구개발을 수행
- 산업체 연구개발과제 직접수주 및 연구수행을 통한 교류 및 우수인력 지원
 - 본 사업단 연구와 관련이 깊은 관련 산업체와 공동연구를 적극 유치
 - 실적기간 내 1년간 총 601,993,942원 산업체 연구비 수주
- 지적재산권 등의 산업체 기술이전 가속화
 - 본 사업단 구성원들이 발명한 특허 등의 지적재산권의 포트폴리오를 작성하고 이를 관련 산업체 및 기관에 배포하여 활발한 지적재산권의 기술이전 유도
 - 인센티브 및 출원 지원 등을 통해 특허 등의 지적재산권의 출원을 적극적으로 유도
 - 실적기간 내 특허 출원 총 15건

□ 산업체/지자체/지역사회 교류 기본 계획

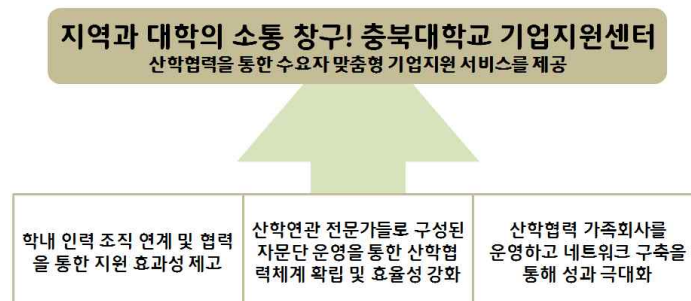
- 현재까지 사업단 소속 교수들의 산업체/지자체/지역사회 교류 실적들은 향후 사업단 선정 시 보다 성공적인 산학협력의 바탕이 될 것임. 또한, 본 사업단 소속 지도교수들의 지도를 받고 학위를 받은 대학원 졸업생들은 대부분 관련 산업체로 진출하고 있음.
- 따라서 이런 결과들을 기반으로 적극적인 산학교류 및 협력을 통하여 현장 실무능력을 갖춘 우수한 연구 인력의 양성이 가능할 것으로 기대됨. 특히 대기업 및 중소/중견기업을 아우르는 산학협력 프로그램을 설정하고 이를 운영하고자 함.
- 미래자동차 관련 산업경쟁력 제고 및 활성화를 위해 관련 기업, 공공기관 및 연구소들과의 교류를 수행하고, 사업단 소속 대학원생들이 해당 기관과의 공동연구를 통해 현장 실무능력을 배양하고자 함.

- 연구단 구성원들의 지적재산권 및 know-how에 대한 적극적인 기술이전을 실시하고 우수한 기술의 확보 및 이의 공유를 위한 노력을 하고자 함.
- 충북대학교 산학협력단, 충북대학교 LINC+ 사업단, 충북대학교 중소기업 산학협력센터, 충북대학교 창업지원단 등과 밀접한 관계를 유지하여 다양한 산업체 등의 연구개발 수요파악 및 이에 따른 관련 연구개발을 수행하고자 함.



□ 산업체와의 공동협력 방안

- 산업체, 자체 및 지역사회와의 산학협력 교류활동을 위한 기본계획을 바탕으로 다양한 산학협력 사업을 수행하고자 계획하고 있음. 또한 본 사업단에서는 고유의 산업체 공동협력방안을 수립하여 산업현장 밀착형 연구개발 및 우수한 석박사급 인재의 산업체 배출을 유도하고자 함.



- 전문연구실
 - 본 사업단의 연구와 밀접한 관계가 있는 기업에서 추진하고자 하는 제품 및 사업관련 전문지식을 본 사업단 교수들의 연구실과 자문협약 등의 방법으로 기술정보 교환 및 애로기술의 해결 방안을 모색하고자 함
- 산업체 임직원의 대학원 진학 유도
 - 산업체 소속 임직원들의 본 사업단 대학원 진학을 유도하여, 우수한 교육환경을 기반으로 한 첨단 지식의 습득 및 현장 밀착형 연구를 수행하도록 적극 유도
- 산업체 연구개발과제 직접수주 및 연구수행을 통한 교류 및 우수인력 지원
 - 본 사업단 연구와 관련이 깊은 관련 산업체와 공동연구를 적극 유치하고자 함. 이를 통해 대학원생들이 졸업 후 자연스럽게 해당 기관에 진출하는 계기가 될 것으로 판단되며, 이는 관련 분야의 전문지식을 갖춘 우수한 연구 인력이 산업현장에 즉시 투입되는 효과를 보일 것으로 기대됨
- 지적재산권 등의 산업체 기술이전 가속화

- 본 사업단 구성원들이 발명한 특허 등의 지적재산권의 포트폴리오를 작성하고 이를 관련 산업체 및 기관에 배포하여 활발한 지적재산권의 기술이전 유도
- 인센티브 및 출원 지원 등을 통해 특허 등의 지적재산권의 출원을 적극적으로 유도
- 특허청, 변리사 등의 지적재산권 전문가를 초빙하여 관련 전문지식의 전파 유도
- 사업단 소속 대학원생의 유관기업 취업 촉진
 - 사업단 소속 대학원생의 연구 분야 관련 기업의 적극적인 매칭을 지원하여, 기업에서 대학원생에 대한 장학금 지원 및 현장 밀착형 기술지도 등을 수행하고, 대학원생의 졸업 후 해당 기업 취업을 통해 기술의 연속성 및 대학원생의 취업률 향상에 기여

1. 참여교수 산학협력 역량

1.1 연구비 수주 실적

〈표 4-1〉 자체평가 대상기간(2024.9.1.-2025.8.31.) 이공계열 참여교수 1인당 국내외 산업체 및 지자체 연구비 수주 실적

항 목	수주액(천원)		
	3년간(2021.9.1.~2024.8.31.) 실적	최근 1년간 (2024.9.1.~2025.8.31.) 실적	비고
국내외 산업체 연구비 수주 총 입금액	1,317,040	601,993	
지자체 연구비 수주 총 입금액	0	0	
이공계열 참여교수 수	10	10	
1인당 총 연구비 수주액	131,704	60,199	

1.2 특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성

□ 특허 1

- 특허명: 친환경 기술을 적용한 바이오차 생산시스템
- 발명자:
- 출원일: 2024.09.30.
- 발명의 우수성

본 발명은 친환경 기술을 적용한 바이오차 생산시스템에 관한 특허임. 본 시스템은 폐기물 바이오매스를 원료로 사용하여 열분해 과정을 통해 바이오차를 생산함과 동시에 에너지 회수와 온실가스 저감 효과를 달성할 수 있는 기술임. 특히 공정 과정에서 발생하는 유해가스를 저감하고, 에너지 효율을 극대화하여 기존의 바이오매스 처리 기술 대비 환경적·경제적 이점을 동시에 확보할 수 있음. 본 기술은 향후 자원순환 및 탄소중립 사회 실현에 크게 기여할 것으로 판단됨.

□ 특허 2

- 특허명: 용접 강도를 향상시키는 T형 이음매 용접구조
- 발명자:
- 출원일: 2025.02.03.
- 발명의 우수성

본 발명은 아크 용접을 이용해 각종 금속 구조물의 T-이음 필렛 용접부에 용접 라인에 수직 방향으로 덧살 용접부를 하나 추가하는 방식으로 T-이음 용접부의 강도를 획기적으로 향상시키는 방법에 관한 특허임. 강도 평가 결과 특허 기술을 통해 생산한 T-이음 용접부는 기존의 단순 T-이음 용접부 대비 23%의 강도 향상을 보였음. 조선, 중공업, 자동차 등 각종 금속 구조물의 T-이음 용접부에 이 기술을 적용하면, 간단한 추가 공정을 통해 강도를 획기적으로 향상시킬 수 있는 매우 우수한 기술임. 이 특허는 그 우수성을 인정받아 국내 특허 등록 외에 PCT 출원을 완료하였음.

□ 특허 3

- 특허명: 소형추력기용 동축 와류형 분사장치
- 발명자:
- 등록일: 2025.07.22.
- 발명의 우수성

본 발명은 소형 추력기용 동축 와류형 분사장치에 관한 특허임. 외부 관제와 내부 관제, 와류실을 동일 중심으로 배치하고, 외·내관 말단의 복수 통공을 각각 가장자리부/중심부로 연결하는 제1·제2 나선형 유로를 도입함으로써 산화제와 연료가 편향 없이 균일 유량으로 공급되도록 설계됨. 와류실에는 내벽을 두어 내·외측 유동을 분리 선회시키고 체류시간을 확보하여 분무 형상의 균일화·혼합 촉진·연소 안정화를 달성함. 또한 외·내관에 곡선구간을 허용하여 패키징 제약을 완화하고, 모든 유로·통공을 동일 형상/등간격으로 배치하여 예측 가능한 분사 성능과 제조 재현성을 높임. 전체적으로 소형 추력기 분야에서 분사 안정성과 제조 용이성을 겸비한 구조적 해법으로서 산업적 파급효과가 클 것으로 판단됨.

□ 특허 4

- 특허명: 통계 정보를 이용한 다중 학습 모델 기반 배터리의 상태 진단 방법 및 시스템
- 발명자:
- 출원일: 2025.01.20.
- 발명의 우수성

본 발명은 통계 정보를 이용한 다중 학습 모델 기반 배터리의 상태진단 방법 및 시스템에 관한 것으로서, 배터리 방전 시의 전압 및 전류 정보를 기초로 생성된 통계 정보를 복수의 학습 모델에 입력하여 학습을 수행하고, 분석 대상 배터리의 사용 가능 여부 및 출력 가능 레벨을 각기 다른 학습 모델로 진단할 수 있는 통계 정보를 이용한 다중 학습 모델 기반 배터리의 상태 진단 방법 및 시스템에 관한 것임. 향후, 배터리관리시스템(battery management system, BMS) 개발에 효과적 을 활용될 수 있을 것으로 기대됨.

□ 특허 5

- 특허명: 수동 휠체어의 주행보조장치
- 발명자:
- 등록일: 2025.05.12.
- 발명의 우수성

본 발명은 수동휠체어의 구동축에 기어박스를 연결하고 보조 림·지지부재를 통해 회전력을 증폭시킴으로써 사용자의 팔에 걸리는 부하를 크게 경감시키는 특허임. 기어비를 1.5~2.25배로 조정하여 적은 힘으로도 충분한 추진력을 얻을 수 있어 경사로에서의 주행 성능이 향상됨. 고령자나 근력이 약한 사용자의 경우에도 뒤로 밀림 현상을 방지하고 낙상 위험을 줄여 안전성을 높임. 공공시설, 병원, 재활기관 등에서 적용 시 휠체어 이용자의 이동권 보장과 접근성 향상에 크게 기여할 것으로 기대됨. 향후 궁극적으로 사용자의 자립적 이동을 지원하고, 이동 보조를 위한 타인의 개입을 줄여 사회적 비용 절감에도 기여할 것으로 판단됨.

□ 특허 6

- 특허명: 배터리 이송 장치
- 발명자:
- 출원일: 2025.02.20.
- 발명의 우수성

본 발명은 전기차(폐배터리 포함) 배터리의 운송 중 안전을 위해 충격·진동 저감, 이상 징후 감지, 내화·진압 연계를 통합한 배터리 이송 장치 특허임. 용기 하부에 배치된 흡수용 스프링 장치로 충격·진동을 흡수해 배터리로의 하중 전달을 최소화하고, 내외부 온도·진동의 모니터링 시스템을 통해 이상 발열/화재를 조기 경보·대응하는 구조를 채택함. 본 발명은 배터리 물류 전주기에서 안전성과 신뢰성을 높여 리콜·사고 비용을 줄이고, 폐배터리 회수·재사용 물류까지 포괄함으로써 향후 미래차 산업의 공급망 안정화와 순환경제 구축에 실질적으로 기여할 잠재력이 크다고 할 수 있음.

□ 기술이전

- 본 사업단의 교수는 항온 열전달기술 노하우((주)세넴)를 통한 기술이전을 통해 기업은 보유 기술의 혁신을 기할 수 있게 되었으며, 기업에 기술이전을 수행하여 기술개선을 통해 신제품 개발과 매출 증대의 효과를 가져옴.
- 본 사업단의 교수는 액상용 식품 포장 기술 관련 노하우를 (주)크린텍에 기술이전 함. 액상용 식품 포장 기술은 음료 및 액상 식품을 장기간 안전하게 보관할 수 있도록 포장재의 내구성과 차단성을 향상시킨 기술로서, 제품의 신선도를 유지하고 유통과정에서 발생할 수 있는 변질을 최소화할 수 있는 기술임. 또한 친환경 소재 적용을 통해 폐기물 저감 및 재활용성을 확보하여 환경적 가치를 높일 수 있음. 본 기술은 향후 식품 산업의 품질 경쟁력 제고와 친환경 포장 기술 확산에 크게 기여할 것으로 판단됨.
- 본 사업단의 교수는 “용접 토치용 노즐” 특허를 (주)다원기업으로 기술이전을 함. 이 특허는 노즐 내면을 톱니 형상이나 사인 커브 형상으로 그루브 가공하여 아크 용접에서 보호 가스 공급을 원활하게 하여 아크 안정성을 향상시키는 기술에 관한 것임.
- 본 사업단의 교수는 레일패드 자유형상 최적화 기법 기초적용 관련 기술 노하우를 한국철도기술연구원에 기술이전 함. 레일패드의 역학적 특성 향상을 위해 자유 형상 형상설계 및 다목적 최적화 기법을 기초적으로 도입하고, 기존의 반복형 설계 방식의 한계를 극복하며 설계 자유도를 확대하는 데 필요한 기반을 마련하는 것을 목적으로 함.

1.3 산학협력을 통한 (지역)산업문제 해결 실적의 우수성

<표 4-3> 자체평가 대상기간(2024.9.1.-2025.8.31.) 참여교수 (지역)산업문제 해결 대표실적

연번	참여교수명	연구자등록번호	세부전공분야	(지역)산업문제
	실적의 적합성과 우수성			
			생산/용접	대기업위탁과제
1	현대엔지니어링(주): 머플러 플랜지 용접부 강건화를 위한 필드 클레임 분석 및 관리지표 수립 본 실적물은 현대자동차(주)의 의뢰로, 자동차의 머플러 플랜지 용접부에 간헐적으로 발생하는 용접부 파손 현상의 원인 규명과 대책 강구를 목표로 한 연구임. 머플러 플랜지 용접부는 스테인리스 소재의 플랜지와 파이프를 겹치기 이음 필렛 용접을 통해 생산한 것으로, 연구 결과 간헐적으로 발생하는 파손 현상은 용접 공정의 보호 가스 공급이 충분하지 않은 경우 용접부에 주상정의 미세 조직이 발생하고, 고온 배기가스 환경에서 부식응력이 발생하여 최종 파단에 이르는 것으로 밝혀졌음. 이에 따라, 이런 현상을 방지하기 위한 공정 변수를 제안하고, 해당 공정의 전체 관리 방안을 제시하여, 수년 동안 파손 보수에 따른 재정적 손실을 발생시킨 문제를 해결하였음. 따라서, 이 산학협력 실적은 미래 자동차와 직접적으로 관련된 중요 연구로 산업체가 해결하기 어려운 문제를 대학이 협업하여 함께 해결한 경우에 해당.			
			자동차/신에너지	중소기업위탁과제
2	페리지어어로스페이스: 메탄 엔진 분사기 및 냉각 설계 개선 본 실적물은 소형발사체 적용을 목표로 한 고성능 메탄엔진 개발에 관한 것임. 참여교수 연구팀은 페리지어어로스페이스 위탁과제에 참여하여 가스발생기 사이클 메탄엔진의 핵심 요소인 분사기와 냉각 시스템 설계를 담당하였음. 연구팀은 페리지어어로스페이스에서 제공한 초기 설계안을 기반으로 열/유동 해석을 수행하여 분사기 및 냉각채널 구조를 최적화하였으며, 개선된 설계를 적용한 연소실 제작 및 시험을 통해 추진 성능과 열적 안정성이 향상됨을 검증하였음. 특히 자체 개발한 해석 프로그램 결과가 실제 연소시험 데이터와 정밀하게 일치함을 확인함으로써 설계-해석-시험 간 신뢰성 확보에 기여하였음. 본 연구 과정은 대학원생들이 실제 엔진의 설계 및 해석 전 과정을 경험할 수 있는 기회를 제공하여, 고급 추진공학 전문 인력 양성의 성과로도 이어졌음.			
			동역학 및 제어	대기업위탁과제
3	LIG넥스원(주): 예측이 어려운 해상환경에 강인한 적응 추종 제어 알고리즘 개발 본 실적물은 LIG넥스원이 개발하고 있는 정찰용 무인수상정에 활용될 제어 기법을 개발하는 연구임. 무인수상정은 해상의 다양한 불확실성에 의해 속도 및 경로추종 성능이 크게 떨어질 수 있음. 이에 무인수상정의 비선형 모델을 구축하고 비선형 모델의 공칭 모델을 제어기의 기본 모델로 활용함. 나아가, 공칭모델과 비선형 모델 간 차이를 극복하기 위하여 신경망 기반 알고리즘을 도입하며, 특히, L_1 적응제어기법과의 통합을 통해 성능 향상을 이루고자 함. 향후 실제 플랫폼에 적용하여 성능 검증을 수행하는 실험을 진행할 예정임.			
4			생산	정부출연연구소 위탁과제

한국기계연구원 : 유연센싱케이블 다이렉트 라미네이팅 충전형상분석 및 표면 특성분석 용역 본 과제는 유연센싱케이블 다이렉트 라미네이팅 공정에서 표면 및 충전 특성을 분석하고 최적화하는 것임. 라미네이팅 표면의 접촉각, SEM, FT-IR 분석 등을 통해 표면 처리 조건에 따른 물리·화학적 변화를 정량적으로 평가함. EDS 분석으로 충전 상태와 성분 분포를 확인하고 계면 일체성과 접착성을 검증함. 또한 Peel test를 수행하여 접착 강도를 정량화하고 조건별 접합 특성을 비교 분석함. 실험 결과를 바탕으로 최적 표면 처리 조건과 공정 매개변수를 도출하였으며 이를 통해 라미네이팅 공정의 신뢰성을 확보하고 케이블의 내구성과 접착성을 향상시킴. 본 연구는 산업 현장 적용을 위한 표준화된 공정 설계 가이드 라인을 제시할 수 있음.
AI 및 재료역학 공기업위탁과제
5 한전KPS(주): AI기반 터빈 로터 응력 콘투어 예측 모델 개발 및 형상 변화 대응 기술 검증 한전KPS(주)는 발전소의 정비·점검·진단을 수행하는 기업으로 터빈 등 주요 전력 설비의 유지보수를 담당함. 본 용역에서는 터빈로터 FEM(유한요소해석) 데이터를 기반으로 AI 모델을 학습시켜, 로터의 열·응력 분포를 빠르게 예측할 수 있는 Surrogate Model을 구축함. 운전 조건과 같은 형상 변화까지 반영한 AI 모델이 일반화된 예측 성능을 보이는지를 검증하여 FEM 대비 수십 배 빠른 예측 성능을 확보하면서 신뢰도 있는 결과를 도출할 수 있는 가능성을 제시함. 본 연구에서 축적된 AI 기반 예측 기술은 터빈 로터뿐 아니라 전기차 구동 모터, 배터리 케이스 등 미래차 핵심 부품의 열·응력 해석에 확장 적용될 수 있음.

2. 산학 간 인적/물적 교류

2.1 산학 간 인적/물적 교류 실적과 계획

□ 기술지도

- 본 사업단의 교수는 열전달 및 유체기계 관련기술등 의 전문역량을 바탕으로 지역기업인 (주)세념의 애로점인 항온 및 톨러 냉각에 관한 기술지도를 통하여 애로점의 해결을 시도하였으며, 이를 통해 해당기업의 제품생산공정에 대한 기술혁신 및 공정개선의 성과를 보여줌. 해당 기업은 이러한 산학 협력을 통하여 매출증대 및 후속 연구개발 사업 확보 등의 성과를 달성할 수 있었음.

□ 산업체/지자체/지역사회 교류 실적

- 본 사업단 참여 교수(10명)은 최근 5년간 국내외 산업체 및 지자체에서 다수의 연구를 수주하여 산업체가 필요로 하는 기술의 연구개발을 수행하고 있음. 이에 따라 지난 1년간 사업단 소속 교수들이 수주한 산업체 순수 연구비는 약 6억1백만원이고, 그 외에도 산업통상자원부, 중소벤처기업부 등의 정부지원 산업체 관련 연구개발을 다수 수행하였음.
- 본 사업단 참여 교수의 실적기간 내 평균 특허 실적은 2.5건/인이고, 기술이전 실적은 2백만원/인 임.
- 본 사업단이 속한 충북대학교 기계공학부는 지역 자동차부품 기업인 (주)보쉬전장과 협약을 맺고 10년 이상 산학협동 프로그램인 ‘보쉬트랙’을 운영하고 있으며, 이에 따라 산업체 교류, 학생 인턴십, 졸업생 취업 유도 등의 다양한 사업을 수행하였음.

- 본 사업단 참여교수들은 다수의 산업체 강의 및 기술지도, 학생 현장실습지도, 산학연 종합설계 지도, 산학공동 논문지도, 기업맞춤형 인력양성 프로그램 개설, 산학협력 프로젝트 연구실 유치 등의 다양한 산학협력 활동들을 수행하였음.
- 본 사업단에서는 는 다양한 전문가분을 초빙하여 미래 자동차 산업에 관련된 최신 기술, 동향, 문제점, 해결책 등을 다루는 특강을 진행하였음. 이에 따라 소속 대학원생의 미래 자동차 산업의 이해도를 높여 산업 관련 현장에서 요구되는 전문성을 강화하였음.
 - 1회차(2024.11.07.): BMW코리아 매니저 / 차량 제작 공정 및 인증(PDI/품질검수/공정관리 등) 업무
 - 2회차(2024.11.22.): 서한이노빌리티 책임연구원 / 자동차 선행개발 과정 및 트렌드 변화
 - 3회차(2025.02.17.): HL로보틱스 책임연구원 / 미래자동차 취업 특강

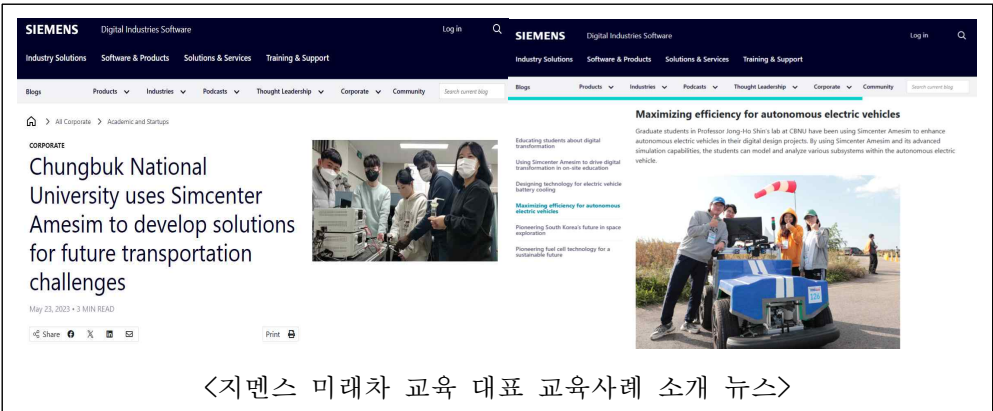


<미래차 산학 특강>

- 본 사업단의 교수는 지역기업인 엔에스 머트리얼즈의 미래차 이차전지 배터리 리드탭 기술에 대한 기술 개선 및 실증등의 관련 실험 및 논문 발표를 통하여 기업의 기술 역량을 향상시켰으며, 이를 통해 국제적인 연구 결과를 발표하여 미래차 관련 연구 부분에 기업 및 대학의 위상을 강화하는 성과를 만듦.
- 본 사업단의 교수는 한화에어로스페이스와 이원추진제 추력기용 분사기 설계 및 수류실험, 케이엔알시스템과 밸브 작동 및 수류실험, 페리지에어로스페이스와 연소기·가스발생기용 분사기 및 막냉각 수류실험, 우나스텔과 연소기 설계 및 연소시험 자문을 수행하였음. 이러한 산학협력 활동을 통해 대학원생들이 미래 모빌리티 분야의 설계·개발 실무 역량을 습득할 수 있도록 기여하였음.
- 본 사업단의 교수는 지역 기업인 리텍 주식회사와 과제를 통해 크레인 붐 용접부 파손 원인을 규명하고, 설계 변경안을 제시하여 해당 기업의 현안 문제를 해결하였음. 또한, 충북과학기술혁신원이 제공하는 연구과제 사업을 통해 지역기업인 (주)엠디티와 함께, 알루미늄 기반 부품 품질 개선을 위한 레이저 아크 하이브리드 헤드 개발 과제에 참여하여, 용접부 DB를 완성하고 하이브리드 용접 헤드를 공동 개발하였음. 아울러, 현대모비스(주)의 요청으로 와이어 아크 적층 제조 기술을 이용해 3차원 곡선 냉각 채널을 내포한 사출 금형 시작품을 제작하였고, 각종 소재에 대한 적층 제조 물성에 대한 연구를 지속하고 있음.
- 본 사업단의 교수는 현대로템 및 LIG넥스원 등의 기업들과 무인 차량의 경로계획 및 제어, 무인 수상정의 경로 제어와 관련된 공동 연구를 진행하였고, 특히 대학원생들과 현업 연구원들과의 직접적인 협업을 진행하여, 실제 환경에서 활용되고 있는 다양한 기술들을 습득하고 많은 경험을 쌓았음.

• 본 사업단의 교수는 한전KPS와의 협력을 통해 대학원생들의 AI 기반 실무 역량을 강화하였으며, 육군미래연구센터와의 포신 능력 해석 공동 연구를 통해 다물리 해석 능력을 함양하도록 지원함. 이를 통해 사업단 소속 대학원생들이 미래차 설계 및 개발에 필요한 기초 역량을 체계적으로 확보할 수 있도록 기여함.

• 본 사업단의 교수는 지멘스 다국적기업과 “충북대-지멘스 협력, 미래자동차 선도할 혁신인재양성”을 위한 산학 협력으로 Simcenter AMESIM이라는 설계 프로그램을 기증받고 교육과정을 운영하여 학생들에게 현장 적용 및 설계전문역량을 습득하도록 함. 이를 통하여 글로벌 우수 산학협력 사례로 Case Study로 소개됨.



• 본 사업단의 교수는 지역기업인 정현테크의 에너지 촉매 합성 기술 개발과 (주)크린텍의 식품 포장 기술에 적용되는 핵심 기술 개발을 위한 기초 연구 지원을 위하여 산학프로젝트랩 프로그램을 수행하였으며, 핵심 원천 기술 및 기업의 애로 기술을 해결하여, 총 2건의 기술이전을 완료하였음.

• 본 사업단의 교수는 지역기업인 동해에코에너지(주)의 주요 생산품인 농업용 관개수 펌프의 성능 향상을 위하여 유동해석을 통한 시스템의 압력분포를 평가를 수행하였음. 또한, 새로운 펌프 시스템 시제품 제작지원사업을 통해 기업의 기술적 애로사항을 해결하였으며, 이와 관련된 노하우를 기반으로 기술이전을 준비 중임.

• 본 사업단에서는 Industry Tour Program을 통해 현대자동차 아산공장을 방문하여 자동차 생산 과정, 최신 자동화 기술, 친환경적 제조 공정 및 안전 관리 체계 등을 견학함으로써 참여대학원생의 현장 기술에 대한 이해를 높이고, 현장 밀착형 연구의 수행능력을 향상 시킬 수 있도록 함.

• 본 사업단 참여교수의 산학협력 실적

세부사업	2020	2021	2022	2023	2024	합계
산업체 기술지도	9	8	6	-	6	29
산업체 재직자교육	-	-	-	-	-	-
기업맞춤형 트랙	1	1	-	1	1	4
취업오브젝트	-	-	-	-	-	-
학과특성화	-	-	-	-	-	-
대학원 산학 맞춤 강의	-	-	-	-	-	-

대학원 산업체 공동 워크숍	-	-	-	3	-	3
대학원 산학특강	1	1	1	4	2	9
취업패키지	6	6	-	-	-	12
기업가 정신특강	-	-	-	-	-	-
현장실습지도	18	4	17	14	21	74
캡스톤 디자인 지도	18	9	7	6	9	49
대학원 융합캡스톤 디자인 지도	-	-	-	1	-	1
산학공동논문지도	8	16	9	1	2	36
기업맞춤형 트랙개설	1	1	-	1	1	4
계약학과 개설	-	-	-	-	-	-
산학포럼개최	1	-	-	-	-	1
창업동아리 지도	-	-	-	-	1	1
기술개발과제	-	-	-	-	-	-
시제품 제작 지원사업	3	3	4	1	2	13
산학프로젝트랩	2	3	1	1	2	9

- 산업체, 지자체 및 지역사회 교류 활동을 통해 본 사업단 참여교수들이 최근 5년간 교류 활동을 수행하였던 대표적인 기업 및 기관은 다음과 같음.

구 분	기 관 명
기업	(주)바이오팜시, (주)보쉬전장, (주)썬넵, (주)에스엘엠, (주)엔에스, (주)엔에스머티리얼즈, (주)컬리타, (주)테크윈, (주)한국에어로, ETRI, LG화학, LS산전, LG에너지솔루션, 전력연구소, 다셀, 대명기공, 도영금속, 비츠로넥스텍, 비츠로테크, 서한산업, 선일다이파스, 세메스, 솔엔텍, 스페이스솔루션, 에스엠엔텍, 에코프로텍, 엔탑 컨버전스, 엠알인프라오토, 온스트림, 우리산전, 위즈메탈, 이디코리아, 이안코리아, 잡아이디어, 지멘스, (주)진테크컴퍼니, 커스텀랩, 한국지엠, 한화에어로스페이스, 한양 ENG, 현대로템, 현대자동차, 휴코, 강한이노시스, (주)풍산, 한전KPS(주), 넥센타이어(주), 삼성중공업(주), 정현테크, (주)크린텍, 기온테크, 현대엔지비(주), 현대모비스(주), 리텍(주), 페리지에어로스페이스(주), 리얼타임비주얼(주), 엘아이 지넥스원(주), 휠라인(주), 동해에코에너지(주) (총 59개소)
연구기관	한국에너지기술연구원, 포항산업과학연구원, 한국전자통신연구원, 자동차부품연구원, 한국항공우주연구원, 국방과학연구소, 한국원자력연구원, 한국철도기술연구원, 한국기계연구원 (총 9개소)
기타	한국가스안전공사, 오송첨단의료산업진흥재단, 충북지방중소기업청, 정보통신산업진흥원, 충북테크노파크, 기술보증기금, 한국교통안전공단, 육군미래연구센터 (총 8개소)

- 본 사업단은 참여 교수님들과 산업체 기술지도, 특허, 기술이전, 산학협력 프로그램 운영, 산학특강, 시제품 제작 지원, 산학 프로젝트 랩 등 다양한 산학교류 활동을 지속적으로 수행할 계획임. 이를 통해 지역 산업 발전과 미래차 관련 전문인력 양성에 기여하고 산학 간 협력 성과를 안정적으로 도출하도록 하겠음.