

『4단계 BK21사업』 미래인재양성사업(과학기술분야)

교육연구단(팀) 자체평가보고서

접수번호										
사업 분야	응용과학	신청분야	화공	단위	지역	구분	교육연구단			
학술연구분야 분류코드	구분	관련분야		관련분야		관련분야				
		중분류	소분류	중분류	소분류	중분류	소분류			
	분류명	화학공학	정밀 화학공학	고분자공학	기능성 고분자	섬유공학	섬유 고분자재료			
	비중(%)	40		30		30				
교육연구단 명	국문)MICE(멀티스케일 융합 화공) 교육연구단 영문) Education Program for Forward-looking Student Resources in Multi-Scale Integrated Chemical Engineering (MICE)									
교육연구단 장	소 속	부산대학교 공과대학원 응용화학공학부								
	직 위	교육연구단장								
	성명	국문								
		영문								
연차별 총 사업비 (백만원)	구분	1차년도 (20.9~21.2)	2차년도 (21.3~22.2)	3차년도 (22.3~23.2)	4차년도 (23.3~24.2)	5차년도 (24.3~25.2)	6차년도 (25.3~26.2)	7차년도 (26.3~27.2)	8차년도 (27.3~27.8)	
국고지원금	683	1,366	1,366	1,619	1,619	1,619	-	-		
총 사업기간		2020.9.1.-2027.8.31.(84개월)								
자체평가 대상기간		2024.9.1.-2025.8.31.(12개월)								
본인은 관련 규정에 따라, 『4단계 BK21사업』 관련 법령, 귀 재단과의 협약에 따라 다음과 같이 자체평가보고서 및 자체평가결과보고서를 제출합니다. 2025년 10월 27일										
작성자	교육연구단(팀)장				(인)					
확인자	부산대학교 산학협력단장				(인)					

<자체평가 보고서 요약문>

중심어	멀티스케일	융합화학공학	미래인재양성
	3In(융합, 지능, 연결)	3In(융합, 국제, 파급)	미래지향적 교육
	4차 산업혁명	산업 · 사회문제해결	동남권 지역전략산업
교육연구단의 비전과 목표 달성정도	○ 본 교육연구단은 화학 및 소재 응용 분야에서 국가의 미래 산업 및 지역산업을 이끌어갈 국제 경쟁력 및 다양한 방향성과 응용능력을 겸비한 멀티스케일 융합 화공인재 (Multi-scale Integrated Chemical Engineer)를 양성하는 것을 비전으로 설정함. ○ 멀티스케일 융합화학이란, 화공분야에서 3M (Macroscopic, Microscopic, Molecular, 즉 거시적, 미시적, 분자수준)의 멀티스케일 개념이 접목되고 새로운 환경에서 다양한 방향으로 전공 개념들이 자유롭게 융합되는 화학공학을 의미하며, 본 교육연구단은 화학공학 안에서 물리적 공간적 요소를 갖는 멀티스케일 주제를 다양성으로 융합하여 문제를 해결하는 미래 화공 인재를 양성한다는 비전 아래 세계 QS랭킹 100위권 대학원으로 발돋움하려는 목표를 제시함. ○ 이러한 미래인재양성을 위한 교육연구단의 구체적 교육목표는 3In(人), 즉, 융합(Integration), 지능(Intelligence), 연결(Interconnection) 능력을 갖춘 멀티스케일 융합 화공인(人)을 양성하는 것으로 설정함. ○ 또한 세계수준의 연구를 위한 교육연구단의 구체적 연구목표는 3In(引), 즉 융합(Integration), 국제(International) 및 파급(Influence) 연구를 통해 화공 융합 분야를 견인(引)하는 글로벌 (Glocal) 교육연구단 성장하는 것으로 설정함. ○ 총 사업기간 동안 석사 350명, 박사 93명을 배출할 계획이며, 최종년도 박사배출 목표는 박사 16명으로, 이는 최근 3년간 평균인 박사 배출 11명의 약 45% 향상된 것으로 박사과정 중심의 대학원으로 전환할 예정임. ○ 5차년도(2025년 2월, 8월 졸업)에는 석사 39명, 박사 14명을 배출하였는데, 박사배출수는 5차년도 목표 14명으로 실적이 목표 대비 100% 달성하여 박사과정 중심으로 대학원이 전환되고 있음을 보여줌.		
교육역량 영역 성과	○ 참여교수 수는 3단계 12명에서 4단계 22명으로 83.3%으로 증가했고, 참여대학원생 수는 3단계 79명에서 4단계 1차년도 113명, 2차년도 1학기 126명, 2차년도 2학기 131명, 3차년도 1학기 135명, 3차년도 2학기 136명, 4차년도 1학기 147명으로 지속적으로 증가하다가 5차년도 1학기에는 137명으로 소폭 감소하였음. ○ 5차년도(2024년 8월, 2025년 2월) 졸업생은 석사 40명, 박사 11명으로 취업대상자는 41명인데, 취업률은 각각 석사 17명, 박사 10명으로 전체 취업률은 70.65% 달성하였으며, 이는 1차년도 83.3%, 2차년도 82.9%, 4차년도 70.83% (보고서 기준)로 점점 감소하는 경향을 보이는데, 경기침체와 화학산업 불황에 따른 취업시장의 축소가 원인으로 보임. ○ 산학연계 외부 저명학자들을 초빙하여 화학공학 분야의 최신 연구동향을 파악하기 위한 콜로기움을 운영하였는데, 하반기 16건, 상반기 14건, 총 30건을 운영하였음. ○ 5차년도 참여대학원생에게는 36명에게 국제학술대회 등록비 20,317,583원, 63명에게 국내학술대회 등록비 5,530,000원을 지원하였고, 재료비 23,533,599원, 분석료 9,548,800원, 논문게재료 2,920,302원 등을 지원하였음. ○ 또한, 24년 2학기에 우수한 논문실적을(주저자, 상위 15%내 저널에서 차등지급) 낸 참여대학원생 14명에게 성과급을 총 5,550,000원을 지원하였고, 25년 1학기에 우수한 논문실적을(주저자, 상위 15%내 저널에서 차등지급) 낸 참여대학원생 9명에게 성과급을 총 3,700,000원을 지원하였음. ○ 5차년도 사업기간 동안 참여대학원생 1인당 논문환산보정 IF는 0.1545편(목표 대		

	비 86.4% 초과), 1인당 논문환산보정 ES는 0.4441편(목표 대비 431% 초과), 1인당 환산보정 IF는 0.6885(목표 대비 33.0% 초과), 그리고 참여 대학원생의 논문실적의 Q1 비율을 55.56%(목표 대비 44.4% 초과)의 실적을 보여 질적으로 크게 향상되어 논문의 질이 매우 우수하다는 것을 의미함. ○ 5차년도 대학원생 1인당 논문환산편수가 0.2244으로(목표 대비 -7.12%), 1인당 학술대회 발표논문 환산편수는 1.5467편(목표 대비 -3.33%)의 실적을 보여 목표에는 미달되었는데 이는 사업초기에 비해 참여대학원생수가 대폭 증가했고 학회참여경비의 높은 상승로 인한 발표참여부진을 원인으로 볼 수 있음.
연구역량 영역 성과	○ 5차년도 사업기간 동안, 참여교수 1인당 논문환산편수 1.41(목표 대비 -21% 미달), 1인당 논문의 환산보정 IF는 0.95(목표 대비 -6% 미달), 1인당 논문의 환산보정 ES는 2.68(목표 대비 65% 초과), Q1 비율 69%(목표 대비 13% 초과), 상위 10% 논문비율은 35%(목표 대비 9% 초과)이다. ○ 특히, 연구결과의 최상급 정성적 지표라 할 수 있는 상위10% 논문 비율과 상위 25% 논문비율의 지표인 Q1 논문비율 또한 각각 35%와 69%로 증가한 결과는 본 교육단의 연구진의 질적 연구성결과가 계속해서 높아지고 있음을 방증함. ○ 교육연구단은 현재 연구진의 세대교체가 진행 중으로 5년차 미만의 신입교수들이 상당수 합류하였는데 상위 10% 논문비율과 Q1비율을 감안하면 연구의 질적 수준이 증가함. ○ 5차년도에는 참여교수 1인당 특허 등록건수가 1.18로 목표 0.8건 대비 0.38건 상회 하였으며, 지속적으로 교수당 특허출원수가 2.77건 이상을 달성하고 있으므로 남은 기간도 역시 특허 등록건수도 증가할 것으로 전망됨. ○ 참여교수 1인당 연평균 기술이전 건수는 0.3건으로 목표를 설정하였으며, 1-5차년도에는 연평균 교수 1인당 0.22건을 달성하였고, 평균 2,843만원의 기술료 수입을 달성하였다. 5차년도에는 기술이전건수는 0.23건, 기술 수입료가 2,161만원으로 지난 1-5차년도 연평균 수치보다 각각 약간 증가와 감소하였음. ○ 참여교수 1인당 정부연구비는 5차년도 1.79억원 수주를 목표로 하였으나 실제로는 1인당 3.5억을 수주하여 96% 초과달성하였고, 참여교수 1인당 산업체 연구비는 5차년도 0.27억원 수주를 목표로하였으나, 실제로 0.37억원을 수주하여 37% 초과달성하였음.
달성 성과 요약	○ 5차년도 (2025년 2월, 8월 졸업)에는 석사 39명, 박사 14명을 배출하였는데, 박사 배출수는 5차년도 목표 14명으로 실적이 목표 대비 100% 달성하여 박사과정 중심으로 대학원이 전환되고 있음을 보여줌. ○ 5차년도 사업기간 동안 참여대학원생 1인당 논문환산보정 IF는 0.1545편(목표 대비 86.4% 초과), 1인당 논문환산보정 ES는 0.4441편(목표 대비 431% 초과), 1인당 환산보정 IF는 0.6885(목표 대비 33.0% 초과), 그리고 참여 대학원생의 논문실적의 Q1 비율을 55.56%(목표 대비 44.4% 초과)의 실적을 보여 질적으로 크게 향상됨. ○ 5차년도 사업기간 동안, 참여교수 1인당 논문환산편수 1.41(목표 대비 -21% 미달), 1인당 논문의 환산보정 IF는 0.95(목표 대비 -6% 미달), 1인당 논문의 환산보정 ES는 2.68(목표 대비 65% 초과), Q1 비율 69%(목표 대비 13% 초과), 상위 10% 논문비율은 35%(목표 대비 9% 초과)임. ○ 특히, 연구결과의 최상급 정성적 지표라 할 수 있는 상위10% 논문 비율과 상위 25% 논문비율의 지표인 Q1 논문비율 또한 각각 35%와 69%로 증가한 결과는 본 교육단의 연구진의 질적 연구성결과가 계속해서 높아지고 있음을 방증함. ○ 5차년도에는 참여교수 1인당 특허 등록건수가 1.18로 목표 0.8건 대비 0.38건 상회 하였으며, 지속적으로 교수당 특허 출원수가 2.77건 이상을 달성하고 있으므로 남은 기간도 역시 특허 등록건수도 증가할 것으로 전망됨. ○ 참여교수 1인당 연평균 기술이전건수는 0.3건으로 목표를 설정하였으며, 1-5차년

	도에는 연평균 교수 1인당 0.22건을 달성하였고, 평균 2,843만원의 기술료 수입을 달성하였다. 5차년도에는 기술이전건수는 0.23건, 기술 수입료가 2,161만원으로 지난 1-5차년도 연평균 수치보다 각각 약간 증가와 감소하였음. ○ 참여교수 1인당 정부연구비는 4차년도 1.75억원 수주를 목표로 하였으나 실제로는 1인당 3.39억을 수주하여 94% 초과달성하였고, 참여교수 1인당 산업체 연구비는 4차년도 0.26억원 수주를 목표로하였으나, 실제로 0.48억원을 수주하여 85% 초과달성하였음. ○ 참여교수 1인당 정부연구비는 5차년도 1.79억원 수주를 목표로 하였으나 실제로는 1인당 3.5억을 수주하여 96% 초과달성하였고, 참여교수 1인당 산업체 연구비는 5차년도 0.27억원 수주를 목표로하였으나, 실제로 0.37억원을 수주하여 37% 초과달성하였음.
미흡한 부분 / 문제점 제시	○ 4단계 사업 예산작성시 참여대학원생수를 120명으로 계상되었으나 5차년도에 137명으로 17명이나 증원되어 인건비, 물가 상승에 따른 사업비 부담이 큰 편임. ○ 5차년도에 교수 1인당 논문환산편수가 목표대비 21% 미달하였고, 논문환산보정 IF 도 6% 약간 미달하였는데, 앞으로 좀더 질적, 양적으로 우수한 논문을 내어야 할 부분으로 앞으로 더 노력하겠음.
차년도 추진계획	○ 6차년도 참여대학원생 목표치는 1인당 논문환산 편수는 0.2479편, 1인당 환산보정 IF는 0.0860, 환산보정 ES는 0.0866, 환산논문 1편당 IF는 0.5377, 참여대학원생 논문실적의 Q1 비율은 40.2925%, 대학원생 1인당 학술대회 발표논문 환산편수는 0.1600임. ○ 6차년도 참여교수 1인당 논문환산 편수는 1.8231편, 교수1인당 논문 환산보정 FWCI은 1.9568, 교수1인당 논문환산보정 IF는 1.0514, 환산보정 ES는 1.6227, Q1 비율은 59.36% , 상위10% 논문 비율(%) 30.68%임. ○ 6차년도 참여교수 1인당 정부연구비는 1.814억원 수주를 목표로 하고, 산업체 연구비는 0.268억원 수주 목표임. ○ 1인당 기술이전 최종목표는 0.3건, 특허등록건수 최종목표는 0.8건임. ○ 6차년도에는 신입교수들의 적극적인 참여와 활발한 국제연구 및 국제학회의 교류를 통해 정량, 정성적 지표 및 성과가 더 좋아질 것으로 기대함.

1. 교육연구단(팀)장의 교육·연구·행정 역량

성명	
소속기관	

1.1. 교육 및 행정 역량

- 교육연구단장을 맡은

부산대

학교 화학공학과 교수로 재직 중이다.

- 부산대학교 화학공학과 학부와 대학원 강의를 맡으면서 학부용 “Koretsky 열역학” 교재를 번역하고 출판사의 도움으로 강의자료 플랫폼을 제작하였으며, 대학원 전기전자재료 교과목 교재로 사용가능한 Book chapter (Light-emitting Electrochemical Cells, Springer 출판사) 집필에도 참여하여 학생들에게 폭넓고 다양한 학습의 기회를 제공하기 위해 꾸준히 노력하였다.
- 또한, 산학협력 교육프로그램의 일환으로 엘지하우시스와 공동으로 대학원 과정을 개설하여 강의하는 등 산업체 인력의 재교육에도 많은 노력을 기울였다.
- 부산대학교 대학원 화학공학과장을 2002년에서 2007년까지 5년 동안 맡았으며, 또한 공과대학 응용화학공학부장을 2003년에서 2004년까지 1년 동안 맡아 각종 교육행정업무를 총괄한 경력이 있어 교육연구단장으로 수행하기에 충분한 리더십과 경험이 있다.

1.2. 연구 역량

- 주요연구는 유기발광소재 중에서 새로운 분야로 분류되는 발광전기화학전지(Light-emitting Electrochemical Cells, LEC)용 유기발광소재 합성과 친환경 수송기기 구조체 및 부품 접합에 적용 가능한 고강도 고기능성 접착소재 두 분야에 집중하고 있으며, 발광전기화학전지용 소재합성분야는 국내에서 아직 생소한 주제이며 세계적으로 부산대를 포함하여 약 5개의 연구그룹이 연구를 주도하고 있으며, 고강도 구조용 접착소재는 수송기기 분야에서 다종소재로 구성된 구조체 및 부품 적용 확대로 글로벌 시장에서 기술 수요가 급격하게 증가되고 있는 분야로, 독일 및 일본의 다국적 기업인 스트라톨과 카네카와의 오랜 기간의 기술 교류로 국내 기술을 선도하여 왔으며 다양한 산업체에 기술을 제공하였다.
- 발광전기화학전지용 유기발광소재 합성 분야는 국내에서는 아직 연구하는 연구기관이 없으며, 주로 해외 연구기관과 정보를 교류하고 있으며, 그 중에서 스페인에 있는 IMDEA Materials Institute(마드리드)와 교류하면서 book chapter (Light-emitting Electrochemical Cells(LEC), Springer 출판사)를 공동 집필하는 계기가 되었으며, LEC용 발광소재 중에서 small molecules 발광소재 연구로 새롭게 한 분야를 개척하고 있다.
- 교육부, 과기부, 산업부, 중기부, 지자체 지원 국가연구개발사업과 산업체 연구과제 다수를 수행하였으며, 연구 결과물로 SCI 논문은 180여편 이상을 발표하였고, 약 35건의 국내외 특허 출원/등록을 하였으며, 다수의 기술이전으로 약 35억원의 기술료 수입을 달성하였다.

- 특히, 과기부 “해외우수연구소유치사업”으로 접착소재와 표면처리 분야에서 세계 최고의 기술을 보유한 독일 프라운호프(Fraunhofer)-IFAM(Institute for Manufacturing Technology and Advanced Materials) 연구소와 약 7년간의 공동연구를 수행하였으며, 양자간 학생교환 프로그램 운영으로 학생들에게 세계최고수준의 접착소재 및 표면처리 랩에서 협업하는 경험을 쌓게 하였으며, 과기부와 지자체의 지원으로 부산대에 프라운호프 연구소 분소인 PNU-IFAM을 설립하였다.
- 또한, 과기부 대형과제인 “글로벌프론티어사업”의 세부책임자로 약 8년간의 연구를 수행하면서 구조용 접착제 분야에서 세계적 수준의 원천 기술력 확보로 약 10여 건의 해외특허를 출원하는 계기가 되었으며, 이러한 원천기술을 바탕으로 다수의 국내기업에 기술자문 및 기술이전 실적을 달성하였다.
- 학회 활동으로는 한국화학공학회 정회원 및 한국공업화학회 평의원이면서 최근 주요 학회활동은 다음과 같다.
 - 2017 Korea/Japan/Taiwan Chemical Engineering Conference (2017.12.12.-14), Chairman
 - 2018 International Joint Symposium on Chemical Industry Applications (2018.08.17.-21), Chairman

1.3. 국제협력 및 산학협력 역량

- 글로벌 기업과의 국제연구협력을 오랜 기간 유지해왔으며, 특히 독일 Strucktol, 일본 Kaneka 등의 기업과 꾸준히 교류 중이며, 그 협력 결과물을 다양한 국내의 대기업 및 중소기업에 성공적으로 기술 이전하여 상용화하는 계기를 마련하였다.
- 특히, 고성능 코팅제 및 접착제의 세계적인 중간체 공급업체인 독일의 Strucktol 기업과 해외공동연구협약 MOU를 맺고(과기부 글로벌프론티어 사업과 연계) 약 10년간의 산학협력 관계를 유지하면서, 다양한 종류의 고기능성 접착제 중간체에 대한 성능 평가방법과 적용방법에 대한 공동연구를 수행하고 있으며, 특히 독일 현지 연구소에서 개발하는 중간체에 대한 공동 평가를 수행하여 그 결과물을 국내 기술 개발과 상용화에도 활용하고 있다.
- 과기부 “글로벌프론티어 사업” 수행으로 국내 대기업을 비롯하여 다양한 분야의 산업체에 고강도 접착제 관련기술을 기술자문, 기술이전 또는 협력연구 형태로 지원하였으며, 삼성전기, 엘지화학, 포스코인터내셔널(포스코모빌리티솔루션) 등의 기업에는 기술자문 및 특강 형태로 지원하였다.
- 대표적 기술이전 실적으로는, 차세대 친환경 수송기기 구조체에 적용 가능한 고강도 구조용 접착제 개발 성공으로 (주)동성화학, (주)새론테크 등 여러 기업에 약 12억원의 기술료로 기술이전을 수행하였다. 높은 접착강도와 저온에서 우수한 내충격 특성을 가지는 구조용 접착제는 세계 시장규모가 약 2조원에 달하는데, 소수의 글로벌 기업이 세계 시장을 독점하고 있는 상황이며, 향후 개발결과를 바탕으로 세계 시장에서 충분히 기술경쟁력을 확보할 예정이다.
- 대표적인 사업화 실적으로는, “글로벌프론티어사업”의 고성능 구조용 접착제 연구 성과를 활용하여 포스코인터내셔널, 현대모비스, 현대기아자동차 등과 협업하여 친환경차용 동력모터를 개발하는 프로젝트를 수행하였으며, 용접 대신에 접착제를 활용한 세계 최초의 동력모터 개발

로 포스코인터내셔널(포스코모빌리티솔루션)의 경우 연 5천억원 이상의 매출증대 및 고용창출 효과를 달성하였다. 또한, 폭스바겐, GM 등 해외기업에도 연구결과물이 적용되기 시작하여 해외까지 우리의 원천기술이 파급되는 효과를 기대할 수 있게 되었다.

- 본 교육연구단의 단장은 교육에서 기술의 원천개발과 사업화에 이르기까지 다양한 활동과 경험을 보유하고 있다고 사료되며, 구체적으로는 교육행정역량, 연구역량, 국제협력역량, 산학협동역량, 사업화 역량 등을 골고루 충분히 갖추고 있으며, 4단계 BK21 사업의 교육연구단장으로서 충분한 역량을 발휘하고 있다.

2. 대학원 학과(부) 소속 전체 교수 및 참여연구진

<표 1-1> 교육연구단(팀) 대학원 학과(부) 전임 교수 현황 (단위: 명, %)

대학원 학과(부)	학기	전체교수 수	참여교수 수	참여비율(%)	비고
응용화학공학부	2024년 2학기	29	22	75.56	
	2025년 1학기	30	22	73.33	

<표 1-2> 자체평가 대상기간(2024.9.1.~2025.8.31.) 교육연구단(팀) 대학원 학과(부) 소속 전임 교수 변동 내역

연번	성명	변동 학기	전출/전입	변동 사유	비고
1		2024년 2학기	전입	신규 채용	
2		2025년 1학기	전입	신규 채용	
3					
4					

<표 1-3> 교육연구단(팀) 대학원 학과(부) 대학원생 현황 (단위: 명, %)

대학원 학과(부)	참여 인력 구성	대학원생 수											
		석사			박사			석·박사 통합			계		
		전체	참여	참여 비율 (%)	전체	참여	참여 비율 (%)	전체	참여	참여 비율 (%)	전체	참여	참여 비율 (%)
응용화학 공학부	2024년 2학기	139	75	53.95	42	22	52.38	45	40	88.88	226	137	60.61
	2025년 1학기	138	77	55.79	43	19	44.18	50	42	84	231	138	59.74
참여교수 대 참여학생 비율					6.25								

2. 교육연구단(팀)의 비전 및 목표 달성정도

2.1 교육연구단의 비전 및 목표 (교육, 연구, 국제화 등) 대비 실적

- 본 교육연구단은 3단계 BK21 사업을 통해서 화학 신기술 분야에서 국가의 미래 산업 및 지역의 혁신전략 추진사업에 부응하여 국제 경쟁력을 갖춘 창의인재를 양성하였다. 이번 4단계 BK21 사업에서는 이전 사업에서 제시한 인재상의 연장선에서 **“멀티스케일 융합 화공인(人) (Multi-scale Integrated Chemical Engineer)”**을 양성하는 것을 최종비전으로 설정하였다(그림 I -1).
- 멀티스케일 융합화공이란, 화학공학분야에서 3M (Macroscopic, Microscopic, Molecular, 즉 거시적, 미시적, 분자수준)의 멀티스케일 개념(그림 I -2)을 이해하고 이를 자유롭게 응용 및 융합할 수 있는 인재를 의미한다. 또한 화학공학 안에서 다양한 연구주제를 응용 및 융합할 수 있는 인재이기도 하다. 이러한 최종비전을 달성하기 위해서 교육과 연구에 대한 세부적인 목표를 제시하였다. 또한 이를 추진하기 위해서 교육과 연구 분야에서 구체적으로 **3In(人) × 3In(引)**이라는 추진전략을 제시하였다(그림 I -1). 이러한 노력을 통해서 본 교육연구단은 멀티스케일 융합 화공인재 양성이라는 비전아래 세계 정상권 대학원으로 발돋움하려고 한다.



그림 I -1. 교육연구단의 비전, 목표, 추진전략

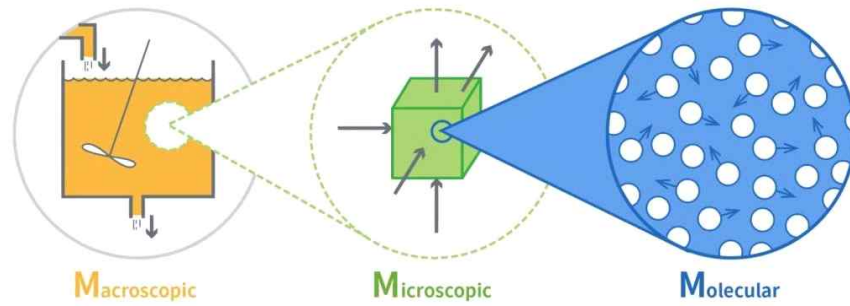


그림 I-2. 화공분야에서의 멀티스케일인, 3M, 거시적(Macroscopic), 미시적(Microscopic), 분자수준(Molecular) 개념도

(1) 교육 목표와 추진전략

① 교육목표

- 본 교육연구단은 3단계 BK21 사업을 통해서 화학 신기술 분야에서 국가의 미래 산업 및 지역의 혁신전략 추진사업에 부응하여 국제 경쟁력을 갖춘 창의인재를 양성하였다. 한편, 최근 4차 산업혁명이 이슈화되면서 주요 선진국은 적극적으로 이를 대응하고 있다. 우리나라도 2017년 대통령 직속 4차 산업혁명위원회를 설립하여 대응하고 있다. 본 교육연구단도 4차 산업혁명에 대응하여 세계적 추세 및 우리나라 실정을 고려하여 교육 프로그램을 준비하고, 이를 바탕으로 인력을 양성함으로써 화공분야에서 세계적 수준의 능력을 갖춘 인력양성에 매진할 것이다.
- 따라서 본 교육연구단의 교육목표는 국가의 미래 산업 및 지역의 혁신전략 추진사업에 부응하고, 동남권(부산·울산·경남) 지역에서 **“화학 4차 산업혁명을 이끄는 미래지향적 화공인(人)”**을 양성하는 것을 최종목표로 설정하였다. 이를 위해 본 교육연구단은 다음과 같은 세 가지 능력, **3In(人)**을 가진 미래인재를 양성하려 한다. 본 교육연구단이 제시하는 세 가지 능력이란, 다양한 화공 관련분야를 융합(Integration), 지능(Intelligence), 연결(Interconnection)하는 능력을 의미한다.
- **융합(Integration)**이란 타 분야의 강점을 본인의 연구 분야에 도입하여 새로운 가치를 이끌어내는 능력으로 당면한 문제를 해결하고 이를 통합할 수 있는 융합적 사고능력을 기반으로 한다. **지능(Intelligence)**은 4차산업에 대응할 수 있는 화공정보에 대한 능력 함량을 기반으로 한다. 마지막으로 **연결(Interconnection)**은 급변하는 국제사회 및 국가가 당면한 문제(청정 환경, 기후변화 등)를 해결하기 위해 국가의 미래 산업 및 국제사회와 상호작용할 수 있는 능력, 지역사회 및 지역산업의 요구에 대응할 수 있는 상호작용 능력을 기반으로 한다. 이러한 교육목표를 통하여 본 교육연구단은 미래 화공분야에서 요구하는 미래지향적 인재를 양성하려고 한다.

② 교육 추진전략

- 4단계 BK21 사업에서 본 교육연구단의 목표는 **멀티스케일 융합 화공 미래인재**를 양성하는 것이다. 이를 위해서 **3In(人)** 추진전략을 제시한다. 즉, 융합(Integration), 지능(Intelligence), 연결(Interconnection) 능력을 갖춘 인재(人材)를 양성하려한다.
- **융합(Integration)**능력 함양을 위해 3단계 BK21사업을 수행하면서 통합 운영 중인 화학공학전공 및 고분자공학전공(화학공학·고분자공학과)에 소재분야를 더욱 강화함으로써 대학원생들에게

더욱 양질의 교육을 제공하기 위해 유기소재시스템공학과를 세부 전공 구분 없이 **응용화학공학부로 완전 통합** 하고자 한다. 미래지향적 커리큘럼을 통해 사업단 소속 대학원생은 보다 폭넓은 화공전공지식을 융합(Integration)하는 능력을 갖추게 된다. 또한 넓고 다양해진 화공전공 교과목을 기반으로 **6개의 전공핵심 트랙**(공정/화공소재 물리/ 화공소재 화학/화공정보/에너지-환경/바이오)을 운영하여 국제, 지역사회가 요구하는 이머징(emerging) 분야의 인재를 양성한다. 또한 화공분야에서 4차 산업 대응 인재 양성에 필수적인 지능(Intelligence) 능력 함양을 위해 **화공정보트랙**을 신설 운영하여 디지털교육을 통해 4차 산업 맞춤형 인재를 양성하고, 지역산업·사회 나아가 국제사회와 상호작용하고 연결(Interconnection) 능력을 갖춘 멀티스케일 융합화공 미래인재를 양성하는 것을 목표로 한다.

- ▶ **6개의 전공핵심트랙**을 중심으로 이루어진 교과목을 표 II-1에 나타내었다. 2020년도부터 학기 순으로 나열했는데, 5차년도에는 2024년 2학기 16과목(응용화학공학 콜로키엄 제외), 2025년 1학기 17과목(응용화학공학 콜로키엄 제외)이 6개의 전공트랙에 다양하게 과목이 개설되었다. 2023년 2학기 14과목(응용화학공학 콜로키엄 제외), 2024년 1학기에 12과목(응용화학공학 콜로키엄 제외), 2022년 2학기에 14과목(응용화학공학 콜로키엄 제외), 2023년 1학기에 13과목(응용화학공학 콜로키엄 제외)이 개설되었다. 또한 20명이상이 수강한 과목이 2021년 2학기 5과목, 2022년 1학기 9과목, 2022년 2학기 7과목, 2023년 1학기 8과목, 2023년 2학기 7과목, 2024년 1학기 8과목, 2024년 2학기 6과목, 2025년 1학기 10과목으로 응용화학공학부로 통합하면서 학생들에게 다양한 과목을 제공하고 있다는 것을 알 수 있다.
- ▶ **화공정보트랙** 분야에서도 8개의 과목이 개설되었으며, 이는 지난 연차에서 부족했던 과목을 새롭게 발굴하여 개설한 결과임을 알 수 있다.

표 II-1. 전공트랙별 개설 교과목

전공 트랙	2020년 2학기		2021년 1학기		2021년 2학기		2022년 1학기		2022년 2학기	
	과목	수강 인원	과목	수강 인원	과목	수강 인원	과목	수강 인원	과목	수강 인원
공정	고분자레올러지	21	공정최적화	15	이동현상특론	10	유변학특론	12	공정최적화	8
					나노공정특론	8				
	유기소재반응론	23	유변학특론	27	고분자가공특론	19			그린섬유공정	30
					유기소재시스템특론	24				
화공 소재 물리	고분자물성특론(II)	23	고분자물성특론(I)	39	고성능고분자	24	고분자재료역학	37	고분자복합재료	23
					광전특성고분자	24			고분자물리화학특론	41
	전기전자재료특론	14	고분자구조해석	33	유기나노구조특론	16	유기소재물성특론	20	표면현상론	14
					광기능소재특론	11	섬유형성공학	34	중합반응론	20
화공 소재 화학	고분자합성특론(I)	29	기능성고분자	16	재료공학특론	11	고분자합성특론(II)	33	유기박막소재특론	12
	유기소재개질특론	25	유기화학특론	30	촉매공학특론	18	탄성체공학	21	나노유기소재특론	21
	화공소재특론	12	나노섬유공학특론	25					유기소재착색특론	12

에너지 환경	전자공학 특론	21	-		고분자계면	35	환경친화 성고분자	35	전자공학특 론	25
							바이오에 너지공학	19		
	탄소소재 특론	31					에너지소 재특론	25	친환경그린 섬유개론	27
							탄소소재 특론	33		
바이 오	생물분자 설계	20	생물화학공 학특론	33	대사공학특론	13	단백질공 학특론	26	생물화학공 학특론	14
	환경미생 물공학	8	기능성바이 오소재특론	23					나노바이오 공학특론	10
			미생물바이 오리파이너 리	25						
화공 정보	수치및통 계해석	7	유기신소재 분자설계	29	공정모델링및모사	14	반응속도 론	12	기능성유기 재료특론	8
	고분자특 성결정	22			유기나노융합기술 (중개연구방법론)	26				

전공 트랙	2023년 1학기		2023년 2학기		2024년 1학기	
	과목	수강인원	과목	수강인원	과목	수강인원
공정	고분자레올러지	35	-		공정최적화	15
	유변학특론	11	-		그린섬유공정	29
화공 소재 물리	유기나노구조특론	20	고분자구조해석	21	고분자물성특론(I)	33
	유기나노소재특론	26	광기능소재특론	20	유기소재시스템물리특론	19
			그린섬유집합체특론	20		
화공 소재 화학	고분자합성특론(I)	25	기능성고분자	24	유기화학특론	22
	무기고분자	18	-			
		-	-			
에너지 환경	섬유형성공학	25	에너지소재특론	24	고분자계면	23
					바이오에너지공학	25
	신재생에너지공학	18	친환경산업과섬유기 술	25	섬유강화복합재료특론	25
	환경공학특론	22	친환경탄소소재공정 특론	17	전자공학특론	28
바이 오	생체및의료용고분 자	28	생물화학공학특론	18	단백질공학특론	26
	유기바이오소재특 론	23	환경미생물공학	10	미생물바이오리파이너리	5
			-			
화공 정보	공정모델링및모사	14	고등기기분석특론	15	수치및통계해석	9
			고분자특성결정	26		
	데이터분석특론	12	전산소재공학특론	11		
			화공수학특론	14		

전공트랙	2024년 2학기		2025년 1학기	
	과목	수강인원	과목	수강인원
공정	고분자가공특론	24	반응공학특론	5
			유변학특론	12
	유기소재시스템해석론	15	섬유형성공학	13
			유기박막소재특론	24
화공소재물리	고분자물성특론(II)	37	고성능고분자	27
	전기전자재료특론	12	고분자물리화학특론	41
	광기능소재특론	22		
화공소재화학	불균일촉매론	12	유기소재화학특론	29
	고분자합성특론(II)	21	유기합성특론	29
			중합반응론	22
에너지 환경	환경친화성고분자	17	에너지소재특론	20
	신재생에너지공학	18	환경공학특론	23
	친환경그린섬유개론	31		
바이오	생물화학공학특론	13	단백질공학특론	21
	환경미생물공학	6		
	생물분자설계	29		
화공정보	제어시스템설계	6	공정모델링 및 모사	12
			최적화원론	10
	전산소재공학특론	20	유기나노융합기술 (중개연구방법론)	26
			데이터분석특론	16
	고등기기분석특론	5	분자모델링응용	7

③ 교육 분야 구체적 미래목표와 평가기간 (2024년 9월~2025년 8월) 동안 실적

가. **대학원생 배출:** 최고급 멀티스케일 융합 화공인재를 총 사업기간 동안 석사 350명, 박사 93명을 배출하고, 21명의 박사후 연구원을 양성할 계획이다. 특히, 매년 박사배출을 꾸준히 증가시켜서 **최종년도 기준 16명의 박사를 배출**하는 것을 목표로 설정하였다. 이는 최근 4년간 배출 평균인 박사 11명 기준 약 **45% 향상**된 것으로, **박사과정 중심으로 대학원을 전환**할 예정이다.

▶ 5차년도 사업기간(2025년 2월, 8월 졸업) 동안 석사 39명, **박사 14명을 배출**하였는데, 박사 배출 5차년도 목표 14명 대비 100% 달성하였다. 4단계 사업에서 연도별 대학원 박사 배출실적은 2021년 8명, 2022년 8명, 2023년 7명, 2024년 9명, 2025년 14명으로 전반적인 증가세에 있어 **박사과정 중심으로 대학원을 전환으로 되고 있음**을 보여주고 있다. 한편, 대학원생 구성을 보면, 5차년도 (2025년3월 기준) 전체대학원생 기준 박사과정생의 비율은 48명/138명, 34.78% 이고, 2022년 9월 기준과 비교하면 아래 그림처럼 전체 대학원생수는 2.9% 증가하였고 박사과정생 수는 5.9% 소폭 감소하여 미미한 차이는 있었다.

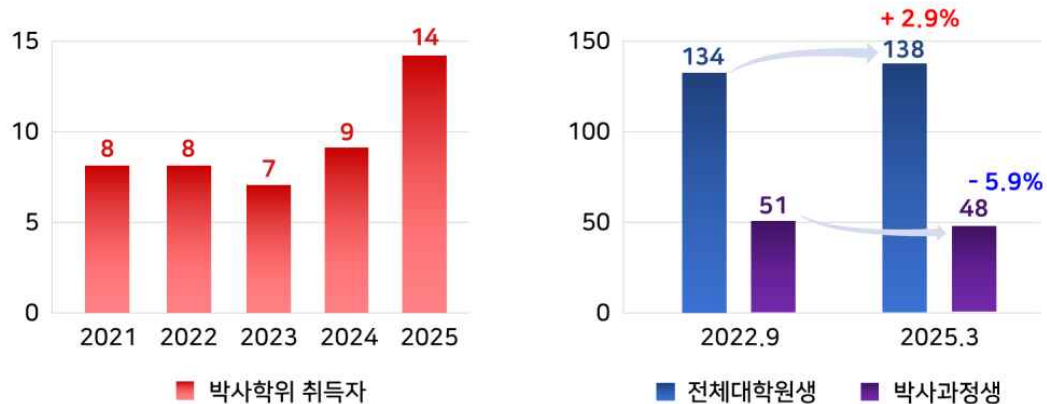


그림 I-3. (좌) 전체 대학원생 수 및 박사과정생 수, (우) 연도별 박사학위 취득자 수

나. **대학원생의 국제화:** 국제화된 창의인재를 양성하기 위하여 참여대학원 모든 학생에게 국제학술회의에 참여하여 논문을 발표할 수 있는 기회를 제공할 예정이다. 이를 위하여 매년 **75명의 대학원생에게 1인당 100만원**을 지원할 예정이다. 이러한 지원을 통하여 **대학원생 1인당 학술대회 발표논문 환산편수는 2.44편**을 달성할 예정이다. 또한 우수대학원생에게는 국제학술회의 참여 기회 이외에도 해외연수를 **장(2개월 이상)·중(1개월 이상)·단기(15일 이상)로 세분화**하여 지원할 예정이다. 이를 위하여 **매년 4~8명의 우수 대학원생**을 선별하여 지원할 계획이다. 이러한 장·중·단기 해외연수지원을 통해서 3단계 BK21 사업을 통해서 꾸준히 이루어진 본 교육연구단 소속의 대학원생의 국제화 교육을 4단계 BK21 사업에서도 지속적으로 향상시켜 나갈 것이다. 또한 이러한 장·중·단기 해외연수는 질 높은 국제공동연구를 할 수 있는 기회가 될 것이다.

▶ 5차년도 평가기간(2024년 9월~2025년 8월)동안 참여대학원생 36명에게 국제학술대회 등록비 20,317,583원, 63명에게 국내학술대회 등록비 5,530,000원을 지원하였고, 재료비 23,533,599

원, 분석료 9,548,800원, 논문게재료 2,920,302원 등을 지원하였다. 대학원생 1인당 학술대회 발표논문환산편수는 5차년도 1.5467로 목표 1.6000 대비 -3.33%로 소폭 하향하였다. 이는 사업초기에 비해 참여대학원생의 대폭 증가했고 학회참여경비의 높은 상승으로 인한 발표 참여부진으로 인해 1인당 발표논문환산편수가 낮은 이유이다. 또한, 아래 표처럼 평가기간 동안 **해외연수를 총 7건 (장기 2건, 단기 5건)** 진행하였다. 장기 연수가 소폭 증가한 것을 볼 수 있으며, 앞으로도 본 사업단 자체적으로 대학원생들의 더 많은 해외연수를 적극적으로 지원할 예정이다.

표 II-4. 5차년도 참여대학원생 해외연구기관 현지방문 현황

구분	성명(지도교수)	기간	국가	파견 장소
1		2024.10.16.-2024.12.13.	미국	Air Force Research Laboratory
2		2025.02.10.-2025.02.26.	미국	Johns Hopkins University
3		2025.07.01.-2025.12.01.	미국	Harvard medical school
4		2025.07.01.-2025.11.30.	미국	Harvard medical school
5		2025.07.01.-2025.12.01.	미국	Harvard medical school
6		2025.02.26.-2026.02.25.	미국	University of Minnesota
7		2025.02.19.-2026.02.27.	독일	Technische Universität München

다. 대학원생 연구의 질 향상: 멀티스케일 융합 화공인재의 중요지표인, 대학원생 연구의 질을 제고하기 위하여 최종년도 기준으로 참여대학원생 **1인당 논문환산 편수는 0.25편, 환산논문 1편당 환산보정 IF는 0.54**, 그리고 참여대학원생의 **논문실적의 Q1 비율을 41.1%**로 설정하였다. 이를 위하여, 본 교육연구단에서는 다양한 성과급 제도를 마련하였다. Top 10%에 해당하는 논문을 발표하거나 환산보정 IF 합계가 우수한 대학원생에게 성과급을 지급할 예정이다. 또한 앞에서 언급하였듯이 장·중·단기해외 연수를 통해 국제적으로 우수한 연구그룹과의 공동연구를 진행하여 연구의 질을 높일 예정이다. 그리고 본 사업의 효율적 추진을 위하여 단계별 연구목표를 설정하여 사업의 중간 목표 점검을 철저히 수행할 계획이다.

- ▶ 5차년도 성과지표 목표는 참여대학원생 **1인당 논문환산 편수는 0.2416편, 환산논문 1편당 환산보정 IF는 0.5176**, 그리고 참여대학원생의 **논문실적의 Q1 비율을 38.49** 로 설정하였다. 5차년도 평가기간 (2024년 3월~2025년 2월)의 1인당 논문환산편수의 달성율은 -7.12%로 연구의 양적 목표를 소폭 달성하지 못하였으나, 연구의 질을 나타내는 지표인 1인당 논문의 환산보정 IF (+86.4%), 1인당 논문의 환산보정 ES(+431.0%), 논문실적의 Q1 비율(+44.4%)의 경우 목표치 대비 크게 초과달성하였다. 특히 1인당 논문환산편수가 7.12% 감소된 상황에서 논문의 Q1비율이 44.4%로 증가하였다는 사실은 본 교육연구단의 대학원생들의 연구가 질적으로 크게 향상되고 있다는 것을 보여준다.

표 II-15. 5차년도 대학원생 연구 목표 및 성과

실적 지표	5차년도 목표	5차년도 성과	목표달성률
대학원생 1인당 논문환산편수	0.2416	0.2244	-7.12% 미달
대학원생 1인당 논문의 환산보정 IF	0.0829	0.1545	86.4% 초과
대학원생 1인당 논문의 환산보정 ES	0.0836	0.4441	431% 초과
1편당 환산보정 IF	0.5176	0.6885	33.0% 초과
참여대학원생 논문실적의 Q1 비율(%)	38.49	55.56	44.4% 초과
대학원생 1인당 학술대회 발표논문 환산편수	1.6000	1.5467	-3.33% 미달

(2) 연구목표와 추진전략

① 연구목표

- 본 교육연구단은 1, 2 및 3단계 BK21 사업을 통해서 동남권을 대표하는 화공 연구단으로 성장하였으며(가장 최근인 3단계 BK21사업에서 최종 지역대학 종합평가 1위), 또한 기술이전 및 산학공동연구를 통해 지역산업 및 사회문제해결에 탁월한 기여를 하였다. 최근 4차 산업혁명시대에서 요구되는 디지털 기술을 기반으로 한 융합/연결/지능화된 혁신기술 개발에 대응하기 위하여 **3In(引) 전략**, 즉 융합 (Integration), 국제화 (International) 및 파급(Influence) 연구를 통해 **“화공 융합 분야를 견인(引)하는 글로컬 (Glocal) 교육연구단으로 성장”**하는 것을 목표로 설정하였다.
- 융합(Integration)이란 소재/공정/전산/응용을 통해 거시적(Macroscopic), 미시적(Microscopic), 분자수준 (Molecular 또는 Nanoscale), 즉 3M을 아우르는 멀티스케일의 융·복합 연구를 강화하는 것이다. 국제화(International)란 교수 및 학생 장·중·단기 파견을 통해 글로벌 네트워크 구축 및 국제공동 연구역량을 강화하는 것이다. 마지막으로 파급(Influence)이란 위와 같은 국제공동연구 및 융·복합연구를 바탕으로 연구의 질적 능력을 고도화하고 지역사회 문제 해결에 기여할 수 있는 혁신적 기술을 창출하는 것이다. 이러한 연구 비전을 통하여 본 교육연구단은 미래 화공융합분야를 선도하는 글로컬(Glocal) 교육연구단으로 성장하고자 한다.

② 연구 추진전략

- 4단계 BK21 사업에서 본 교육연구단의 연구목표는 3In(引)의 전략, 즉 융합 (Integration), 국제화 (International) 및 파급(Influence) 연구를 통해 화공 융합 분야를 견인(引)하는 글로컬 (Glocal= Global + Local) 교육연구단으로 성장하는 것이다.
- 융합(Integration) 연구를 위해 교육에서 강조했던 6개의 연구핵심 트랙(공정/화공소재 물리/화공소재 화학/화공정보/에너지-환경/바이오)으로 연구를 분류하고 전공트랙 내부 그리고 다른 트랙간의 공동연구 활성화를 통해 3M을 아우르는 멀티스케일의 융·복합연구를 강화하는 것이다. 국제화 (International) 연구는 해외 우수연구기관과의 인적교류 및 국제공동연구 활성화를 통하여 선도형 연구를 진행함으로써 과학적 위상이 높은 우수논문을 게재하고 글로벌 네트워크를 형성하는

것이다. 마지막으로 파급(Influence)이란 융합연구 및 국제화연구를 통해 연구의 질적 성과를 극대화하여 화공분야 QS랭킹 100위권 수준의 교육연구단으로 성장하는 것이다. 더불어, 본 교육연구단에서 보유한 원천핵심기술을 지역산업에 이전하여 지역 경제의 부흥, 소재/부품/장비의 자립화에 일익을 담당함은 물론 미래지향적 적응 능력을 겸비한 화공인재 배출을 통해 지역사회 문제해결에 기여하도록 한다.

③ 연구 분야 구체적 미래목표와 평가기간 (2024년 9월~2025년 8월) 실적 분석

가. 논문의 질적 우수성 극대화: 앞의 분석결과를 바탕으로 본 교육연구단은 4단계 BK21 사업에서 논문의 질적 우수성을 극대화시키는 데 역량을 집중할 계획이다. 먼저 최종년도 기준으로 논문의 정량적 평가지표인 1인당 논문환산편수는 과거 5년간(2015-2019)의 평균 실적이었던 1.81 수준과 비슷한 1.82을 유지할 예정이다. 논문의 편수보다는 연구의 질적 향상에 집중할 계획이다. 논문의 편수에 집중하다보면 연구의 질이 떨어지는 경향이 있기 때문이다. 그리고 연구의 질을 평가하는 정성지표를 과거 5년간(2015-2019)의 평균 실적을 바탕으로 1인당 환산보정 IF는 1.07, 1인당 환산보정 ES는 1.65, JCR 분야별 상위 25%에 해당하는 Q1 논문의 비율은 60%로, 그리고 분야별 상위 10% 논문의 비율은 31%로 설정하였다. 이를 토대로 5차년도(2024.03-2025.02) 연구성과지표 목표는 1인당 환산논문편수는 1.79, 1인당 논문의 환산보정 IF는 1.01, 1인당 논문의 환산보정 ES 1.62, Q1 비율 61%, 상위 10% 논문비율은 32%이다.

▶ 5차년도(2024.09-2025.08) 연구 성과지표의 분석 결과, 논문의 정량적 지표인 총 논문 발표수는 지난 1년간 총 131편이었으며, 1인당 환산논문편수는 1.41, 1인당 논문의 환산보정 IF는 1.32, 1인당 논문의 환산보정 ES 2.68, Q1 비율 69%, 상위 10% 논문비율은 35%이다. 1인당 환산논문편수는 최근 5년 평균치와 1차년도 결과인 1.59 대비 약 17% 감소한 결과이며, 4단계 BK 프로그램 시작 전인 최근 5년(2014-2019) 평균치에 비해 소폭 감소한 결과이다. 또한, 논문의 정성적 지표인 1인당 환산보정 IF, 1인당 환산보정 ES, Q1 논문 비율 및 상위 10% 논문비율에서도 단계평가에서 사용된 지표들의 평균치들을 넘었고, 4차년도 목표치를 각각 31%, 65%, 13%, 9% 모두 초과 달성하였다(표 III-2). 또한 상위10% 논문편수 자체가 1차년도 32편, 2차년도 41편, 3차년도 24편, 4차년도 39편, 5차년도 45편으로 꾸준히 증가하고 있다는 것은 5차년도 기간 동안 본 교육연구단의 논문의 양적 증가, 질적 우수성이 꾸준히 향상되고 있다는 것을 의미한다.

표 III-2. 주요 연구지표에 대한 목표 및 결과

항목	5차년도 (24'-25') 목표	5차년도 (24'-25') 결과	5차년도 목표 달성률
교수1인당 논문환산편수	1.79	1.41	-21%
교수1인당 논문 환산보정 IF	1.01	1.32	+31%
교수1인당 논문 환산보정 ES	1.62	2.68	+65%
논문실적의 Q1 비율(%)	61	69	+13%
상위10% 논문 비율(%)	32	35	+9%

나. 연구의 국제화: 연구의 질을 향상하기 위해서 국제공동연구를 계속 확대할 예정이다. 특히 국제공동연구를 활성화하기 위해 매년 4~8명의 대학원생을 선별하여 장·중·단기연수를 지원할

계획이다. 또한 교수의 장·단기 파견도 지원할 예정이다. 이러한 국제공동연구를 통해서 매년 10건의 국제 공동연구 실적을 달성할 예정이다.

- ▶ 국제공동연구는 지속적으로 이루어지고 있다. 그 결과 5차년도 평가 대상기간(2024년 3월~2025년 3월) 동안 20건의 국제 공동연구 실적을 달성하였다. 즉 매년 10건의 국제 공동연구실적으로 목표를 초과달성하였다. 5차년도에는 33건의 국제적 학술활동 참여 실적을 창출하였다.

표 Ⅲ-9. 5차년도 국제 공동연구 실적

연번	공동연구 참여자		상대국 /소속기관	국제 공동연구 실적	DOI 번호/ISBN 등 관련 인터넷 link 주소
	교육연구 단 참여교수	국외 공동연구자			
1			미국 / Harvard Medical School	Biomimetic gradient hydrogel with fibroblast spheroids for full-thickness skin regeneration. Biomaterials Advances. 169, 214152	doi.org/10.1016/j.bioadv.2024.214152
3			미국 / Lawrence Berkeley National Laboratory	Selective enrichment of electrode-associated cells enhances CO2 conversion to acetate in microbial electrosynthesis cells	https://doi.org/10.1016/j.fuel.2025.135832
2			독일 / Paderborn University	Optimization of hierarchical textured PDMS film with wide-angle broadband anti-reflection for light trapping in solar cells	10.1016/j.cej.2024.157155
4			영국/ University of Cambridge	Harnessing Extreme Internal Damping in Polyrotaxane-Incorporated Liquid Crystal Elastomers for Pressure-Sensitive Adhesives. Advanced Functional Materials, 35(3), 2413824	https://doi.org/10.1002/adfm.202413824
5			미국/ Texas A&M University	Redefining the limits of actuating fibers via mesophase control: From contraction to elongation, Science Advances, 11(3), eadt7613	10.1126/sciadv.adt7613
6			인도/ PSG Institute of Technology and Applied Research	Better Together: Integrating Adhesion and Ion Conductivity in Composite Binders for High-Performance Silicon Anodes, Journal of Materials Chemistry A, 13(12), 8355	10.1039/D4TA07078J

7		호주 / school of chemical and biomolecular engineering, University of Sydney	Enhanced cell growth and astaxanthin production in <i>Haematococcus lacustris</i> by mechanostimulation of seed cyst	https://doi.org/10.3390/app142210434
8		미국/ University of Pittsburgh	Improving Geometric Uniformity in Dynamic Chemical Vapor Deposition of Carbon Nanotube Forests / Industrial & Engineering Chemistry Research, 64, 11327–11339	doi.org/10.1021/acs.iecr.4c03787
9		영국 / James Watt School of Engineering, University of Glasgow	Mono-axial stretching-induced growth of crystalline phase of melt-processed perfluoroalkoxy alkane (PFA) films for protecting inner layer of battery pouch films	https://doi.org/10.1016/j.eurpolymj.2024.113380
10		영국/ University of Bath	Resolving the High-k Paradox in Organic Field-Effect Transistors Through Rational Dielectric Design. Advanced Electronic Materials 11, 2500040	doi.org/10.1002/aem.202500040
11		네덜란드 / Delft University of Technology	Computational Exploration of Adsorption-Based Hydrogen Storage in Mg-Alkoxide Functionalized Covalent-Organic Frameworks (COFs): Force-Field and Machine Learning Models	https://doi.org/10.1021/acsami.4c11953
12		중국 / School of Materials Science and Engineering, Beijing Institute of Technology	Polyoxometalate initiated in-situ conformal coating of multifunctional hybrid artificial layers for high-performance zinc metal anodes	https://doi.org/10.1002/adfm.202412577
13		중국 / Energy & Electricity Research Center, Jinan University	frameworks and covalent-organic frameworks for the separation of Xe/Kr noble gas	https://doi.org/10.1016/j.seppur.2024.127752

14		미국 / Georgia Institute of Technology, 미국 / University of Minnesota, 미국 / University of California Berkeley, 캐나다 / University of Toronto, 미국 / Northwestern University, 미국 / Massachusetts Institute of Technology, 프랑스 / Institut de Recherche de Chimie Paris, 프랑스 / Campus Innovation Paris, 스페인 / IMDEA Materials Institute, 미국/ Oak Ridge National Laboratory	CoRE MOF DB: A curated experimental metal-organic framework database with machine-learned properties for integrated material-process screening	10.1016/j.matt.2025.102140
15		중국 / Huazhong University of Science and Technology, Jinan University	Accelerated discovery of high-performance MOFs for water adsorption chillers through molecular simulation and machine learning	10.1016/j.cej.2025.164419
16		미국 / Delaware Univeristy	Integrated strategy for PET recycling: Efficient production of H ₂ and BTX from PET waste via aqueous phase reforming and subsequent catalytic hydrodeoxygenation	/10.1016/j.ijhydene.2025.06.080
17		인도/ St. Stephen's College, University of Kerala,	Corrosion-resistant and fluorescent thiol-epoxy 'click' coatings reinforced with hydrophobic Ndoped carbon dots , J. Mater. Chem. A, 2025,13, 23680-23695	10.1039/d5ta01557j
18		독일/ Karlsruhe Institute of Technology (KIT), Technical University Clausthal	Double stress overshoot in startup shear flow and failure of Cox-Merz rule of pom-pom polymers	https://doi.org/10.1063/5.0250133

19		영국 / Edinburgh Napier University, Edinburgh, UK 중국 / Chongqing University of Technology 터키 / Istanbul Technical University	Enhanced re-processability of poly (butylene adipate-co-terephthalate) (PBAT) via chain extension toward a more sustainable end-of-life	https://doi.org/10.1002/pen.27067
20		일본 / Nagoya University 독일 / Karlsruhe Institute of Technology(KIT), Technical University Clausthal 이탈리아 / Università degli Studi di Napoli "Federico II",	Primitive chain network simulations of double peaks in viscosity growth curves of densely branched pom-pom polymer melts in fast shear flows	https://doi.org/10.1007/s00397-025-01502-1

다. 연구 인프라 확대: 인프라 측면에서는 연구인력, 연구비, 분석 장비 확충이 요구된다. 연구 인력의 경우, Post-Doc은 3명/년, 계약교수(또는 산학협력전담인력)는 1명/년 수준으로 운영할 예정이며, 석사배출 인력은 50명/년 (총 350명), 박사배출 인력은 13.3명/년 (총 93명) 달성할 것을 목표로 설정하였다. 안정적인 연구 환경을 위해서 1인당(신임교수 포함) 정부연구비 수주액을 1.85억, 그리고 산업체연구비 수주액 0.27억, 합계 1인당 2.12억에 해당하는 연구비를 확보할 예정이다. 또한 이를 바탕으로 산학연구 목표지표의 경우 1인당 기술이전 0.3건, 1인당 특허등록은 0.8건으로 설정하였다.

- ▶ 5차년도 평가기간 (2024년 9월~2025년 8월)동안 연구인력의 경우, Post-Doc은 3명, 산학협력 전담인력은 1명으로 운영하였다. Post-Doc 선발은 매년 선발기준에 따라 우수한 연구인력들을 영입하였다. 석사인력은 40명, 박사인력은 11명을 배출하였다. 1인당 정부연구비는 5차년도 1.79억원 수주를 목표로 하였고 실제로는 1인당 3.5억을 수주하여 96% 초과달성하였다. 또한, 1인당 산업체연구비는 5차년도 0.27억원 수주를 목표로 하였고 실제로는 0.37억원을 수주하여 37% 초과달성하였다. 또한 1~4차년도의 평균 1인당 정부연구비(2.95억원)과 1인당 산업체 연구비(0.41억원) 수주 결과를 비교했을 시 각각 19% 증가와 10% 감소하였는데 이는 최근 국내 석유화학산업의 전반적 침체 영향에 따른 결과로 분석된다. 1인당 기술이전은 1차년도에 0.18건 (36,000천원의 기술료 수입), 2차년도에는 0.18건 (126,000천원의 기술료 수입), 3차년도 0.14건 (141,000천원의 기술료 수입), 그리고 4차년도 0.32건 (12,000천원), 그리고 5차년도 0.23건 (21,614천원의 기술료 수입)을 달성하였다. 5차년도 연평균 기술료 수입은 지난 연평균 수치보다 감소하였고, 기술이전건수도 0.23건으로 목표 대비 감소하였다. 특허등록건수는 1차년도 0.86건, 2차년도 0.59건, 3차년도 0.45건, 4차년도 0.82건, 그리고 5차

년도 1.18건으로 목표 0.8건 대비 0.38건 상회하였다. 교수 1인당 출원건수는 5차년도 2.77건으로 향후 등록 특허건수는 더욱 증가할 것으로 전망된다.

(3) 교육 및 연구목표 달성을 위한 교육연구단 자체평가

- 본 교육연구단은 교육 및 연구목표 달성을 위하여 매년 자체평가 결과를 바탕으로 교육연구단내 참여교수 중 하위 13.6%(사업단 참여교수 22명 중 하위 3명)을 탈락시킨다. 그리고 하위 3명의 교수들과 학과 내 미참여 교수들을 대상으로 재진입평가를 실시하여 상위 3명의 교수를 재선정함으로써 교육연구단 내 참여교수의 교육 및 연구역량강화를 위한 경쟁체제를 유지하고 있다. 특히 재선정지표는 13가지 (표 I-4)로 교육, 연구, 국제화에 고루 분포하고 있다.
- 이러한 자체평가를 통해서 BK four 사업이 시작하고 신입교수로 임용된 경우 1~2년 정도 지난 이후 본인의 교육이나 연구가 본 궤도에 오른 이후 진입한 경우가 있기 때문에, 학과내 교수들에게 매년 재진입의 기회를 제공하는 것이 본 교육 연구단의 장점이다.
- 특히 본 교육연구단의 평가지표는 교육 및 연구목표를 달성하기 위해서 세부적으로 다양하게 반영되어 있기에 본 교육연구단이 교육과 연구 목표를 달성하는데 큰 힘을 발휘하고 있다.
- 교육분야에서 지표인 “교수저서 실적”이 포함되어서 연구 부분이 미진하더라도 교육 분야에 집중하여도 재선정 가능하도록 지표를 설정하였다.
- 연구분야의 경우도 “주저자 논문 상위%” 지표를 통해서 양적인 연구 부분이 미진하더라도 질적인 연구에 집중하여도 재선정 가능하도록 지표를 설정하였다. 또한 “기술이전 실적” 지표를 통해서 산학 연구를 하는 경우 재선정 가능하도록 하였다.

표 I-5. 교육연구단 평가지표

지표		점수 (100점 기준)	
교육	대학원생 국제저명학술지 게재 논문 환산 편수	6.6	27
	대학원생 SCI(E) 논문의 환산 보정 IF	13.2	
	대학원생 학술대회 발표 논문 환산 편	3.3	
	교수 저서(온라인포함) 실적	1.3	
	참여지도학생 해외연수실적	1.3	
	학위논문 외국어 작성 비율	1.3	
연구	연구비 환산수주액	16.5	69.3
	참여교수 환산 논문 편수	13.2	
	참여교수 논문 환산 보정 IF	13.2	
	주저자 논문 상위% (%별 차등)	13.2	
	특허 출원/등록 환산 건수	7.9	
	기술이전 실적	5.3	
국제화	국제학회발표 및 국제연구기관 공동논문발표	3.7	3.7

(4) 평가 기간내 교육 및 연구목표 달성도 요약

- 그림 I-4에 본 교육연구단의 중간평가 기간 내 교육 및 연구목표 달성도를 요약하였다. 빨간색은 초과달성한 부분, 파란색은 미달한 부분을 의미한다.
- 교육의 경우 대학원생 중 박사비율의 소폭 감소는 석사학생이 많이 늘어나 상대적 비율이 약간 감소한 것이고, 교육연구단내 박사과정학생수는 저번 평가 기간과 비교할 경우 소폭 감소하였다.

- 연구의 경우 질적연구와 국제화는 목표대비 초과달성하였고, 특히 출원 및 등록 건수는 목표 대비 상회하였다.

평가기간 (2024년 9월 ~ 2025년 8월) 동안 교육 목표 대비 결과



그림 I -4. 평가기간 (2024년 9월~2025년 8월) 동안 교육 목표 대비 실제 결과 요약.
(빨간색은 초과달성한 부분, 파란색은 미달한 부분을 의미한다.)

평가기간 (2024년 9월 ~ 2025년 8월) 동안 연구 목표 대비 결과

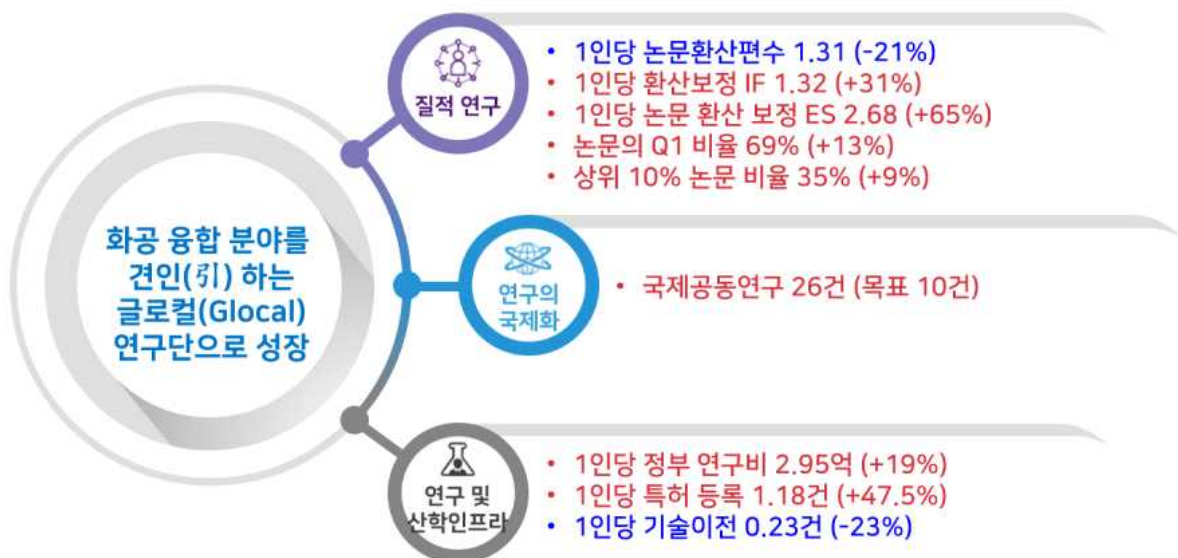


그림 I -5. 평가기간 (2024년 9월~2025년 8월) 동안 연구 목표 대비 실제 결과 요약.
(빨간색은 초과달성한 부분, 파란색은 미달한 부분을 의미한다.)

□ 교육역량 대표 우수성과

- 본 교육연구단은 5차년도에 새로운 2개의 신설과목을 추가하고, 6개의 전공트랙별로 다양하게 과목이 개설되었다.
- 참여교수 수는 3단계 12명에서 4단계 22명으로 83.3%으로 증가했고, 참여대학원생 수는 3단계 79명에서 4단계 1차년도 113명, 2차년도 1학기 126명, 2차년도 2학기 131명, 3차년도 1학기 135명, 4차년도 1학기 147명까지 증가하였으며, 5차년도 1학기에는 137명으로 소폭 감소하였다.
- 본 교육연구단은 대학원생의 학술활동 지원을 위하여, SCI 논문게재료, 분야별 상위 10% 저널커버 페이지 게재 비용을 지원하고 있다. 또한 분야별 상위 10% 논문 및 환산보정 IF 합계가 우수한 대학원생에게 성과급을 지급하고 있으며, 본 지원사업을 통해 선정된 학생들의 논문실적은 다음과 같다.
- 24년 2학기에 우수한 논문실적을(주저자, 상위 15%내 저널에서 차등지급) 낸 참여대학원생 14명에게 성과급을 총 5,550,000원을 지원하였고, 25년 1학기에 우수한 논문실적을(주저자, 상위 15%내 저널에서 차등지급) 낸 참여대학원생 9명에게 성과급을 총 3,700,000원을 지원하였다.
- 참여대학원생이 국제나 국내 학술회의에 발표하는 경우, 5차년도 참여대학원생 36명에게 국제학술대회 등록비 20,317,583원, 63명에게 국내학술대회 등록비 5,530,000원을 지원하였고, 재료비 23,533,599원, 분석료 9,548,800원, 논문게재료 2,920,302원 등을 지원하였다.
- 산학연계 외부 저명학자들을 초빙하여 화학공학 분야의 최신 연구동향을 파악하기 위한 콜로키움을 운영하였는데, 24년 하반기 16건, 25년 상반기 14건, 총 30건을 운영하였다.
- 5차년도 (2024년 8월, 2025년 2월) 졸업 취업현황을 보면 졸업생은 석사 40명, 박사 11명이며, 이중 취업대상자는 41명이다. 취업은 각각 석사 17명, 박사 10명으로 전체 취업률은 70.65%이다. 이는 1차년도 83.3%, 2차년도 82.9%, 4차년도 70.83% (보고서 기준)로 점점 감소하는 경향을 보이는데, 경기침체와 화학산업 불황에 따른 취업시장의 축소가 원인으로 보인다.
- 졸업생은 주로 한국화학연구원, 한국생산기술원, 중소조선연구원, 부산대 환경에너지연구소, 한국융합소재연구원 등 국내외 연구기관과, 중국 AESC, LG에너지솔루션, 한화에어로스페이스, 삼성SDI, 삼성디스플레이, 금호피앤비화학, LG전자, DL케미칼, 효성화학, 국도화학 등 국내외 우수 기업에 취업하였으며, 각 전공과 밀접한 분야에서 취업하였다.
- 24년도 2학기(24년 8월) 석사 졸업생 23명 중 3명이 본교 박사과정에 진학하였다. 전체 박사 신입생(24년도 2학기(7명), 25년도 1학기(9명)) 16명 중 7명(43.75%)이 본교 출신이다.
- 5차년도 대학원생의 실적을 기준 목표와 비교해 보면, 1인당 논문환산편수와 대학원생 1인당 학술대회 논문환산편수를 제외한 나머지 항목은 모두 목표를 달성하였다. 대학원생 1인당 논문환산편수 0.2244, 1인당 논문의 환산보정 IF는 0.1545, 1인당 논문의 환산보정 ES는 0.4441, 1편당 환산

IF는 0.6885, Q1 비율 55.56%, 1인당 학술대회 발표환산편수 1.5467이다. (IF, 상위% 값은 2024JCR, 보정IF 및 보정ES 값은 2023JCR 기준).

실적 지표	5차년도 목표	5차년도 성과	목표달성률
대학원생 1인당 논문환산편수	0.2416	0.2244	-7.12% 미달
대학원생 1인당 논문의 환산보정 IF	0.0829	0.1545	86.4% 초과
대학원생 1인당 논문의 환산보정 ES	0.0836	0.4441	431% 초과
1편당 환산보정 IF	0.5176	0.6885	33.0% 초과
참여대학원생 논문실적의 Q1 비율(%)	38.49	55.56	44.4% 초과
대학원생 1인당 학술대회 발표논문 환산편수	1.6000	1.5467	-3.33% 미달

- 특히 대학원생 1인당 논문의 환산보정 IF와 환산보정 ES는 각각 목표대비 86.4%, 431%로 크게 초과 달성하였으며, 논문실적의 Q1 비율도 목표대비 44.4% 초과 달성하였다. 이는 대학원생들의 논문의 질이 매우 우수하다는 것을 의미한다.
- 5차년도 대학원생 1인당 논문환산편수가 0.2244으로(목표 대비 -7.12%), 1인당 학술대회 발표논문 환산편수는 1.5467편(목표 대비 -34.2%)의 실적을 보여 목표에는 미달되었는데 이는 사업초기에 비해 참여대학원생수가 대폭 증가했고 학회참여경비의 높은 상승로 인한 발표참여부진을 원인으로 볼 수 있다.

1. 교육과정 구성 및 운영

1.1 교육과정 구성 및 운영 현황과 계획

(1) 교육연구단의 교육목표

- 대학원 교육은 학부에서 익힌 학문 기초이론을 토대로 하여, 고도의 학술연구를 통해 산업체와 학계가 필요로 하는 연구인력과 학문후속세대를 양성하는 기능을 수행해왔으며, 또한 지식의 창조와 응용을 통한 원천 및 응용기술 개발로 산업과 경제개발을 선도하는 것이 주된 역할이다.
- 본 교육연구단은 3단계 BK21사업을 기반으로 화학 신기술 분야에서 국가의 미래 산업 및 지역의 혁신전략 추진사업에 부응하여 국제 경쟁력을 갖춘 창의인재를 양성하고 있다. 이를 위해 본 교육연구단은 대학원 교육을 연구와 연계하여 이수구분을 조정하고, 교과목을 신설, 폐지, 융합하여 운영하는 등 교육연구단의 교육목표에 맞게 교육과정 편제를 개편하고 지속적인 운영이 가능하도록 노력하였다.
- 본 교육연구단의 대학원 교육은 3단계 BK21 사업에서 거둔 교육성과를 바탕으로 융합(Integration), 지능(Intelligence), 연결(Interconnection) 능력, 즉 **3In** 능력을 갖춘 **화공 In(인) 양성**에 중점을 두고 사업을 진행할 계획이다. 이러한 능력을 갖춘 화공 미래인재는 국가의 미래 산업 및 지역의 혁신전략 추진사업에 부응하고, 동남권(부산·울산·경남) 지역에서 4차 산업혁명을 이끌고 미래사회 변화에 대응할 수 있는 고급 지식기반의 멀티스케일적 화공융합 미래인재가 될 것이다 (그림 II-1).

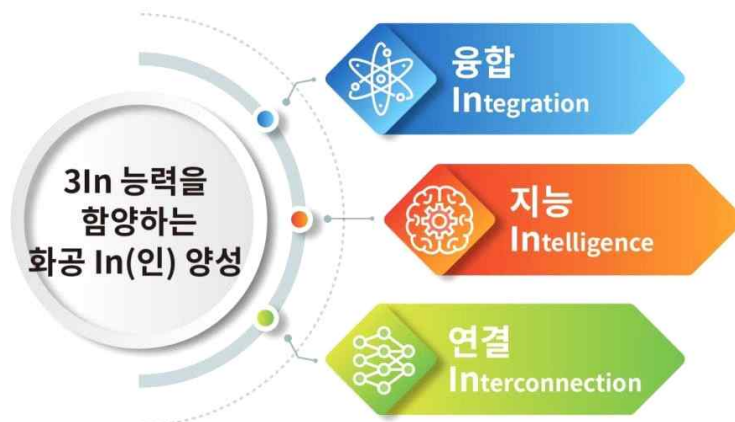


그림 II-1. 3In 능력을 갖춘 화공In(人) 양성 목표.

- 우리 교육연구단의 3 In(人) 미래인재 양성을 위한 교육목표 달성방안은 다음과 같다(그림 II-2).



그림 II-2. 본 교육연구단의 교육목표 달성방안

- (1) **융합능력 및 전문지식 고도화:** 참여대학원생의 융합능력 및 전문지식 고도화를 위해, 4차 산업혁명을 대비한 화공정보 트랙을 포함한 화공분야의 전통/이머징 분야를 대표하는 전공트랙을 구성하고, 보다 다양한 연구진의 구성과 커리큘럼을 제공하여 독창적 연구능력을 배양한다.
- (2) **학사관리의 효율성, 충실성, 지속성:** 참여대학원생의 졸업요건을 강화하고 강의평가의 환류, 강의 및 교과과정 개선위원회를 운영하여 학사관리를 강화한다. 또한 (지역)산업계 전문가 고문단을 구성하여 산학연계에 필요한 커리큘럼 및 프로그램을 고안한다.
- (3) **교육의 국제화:** 참여대학원생의 국제화를 위해 해외유수의 연구기관과의 공동연구를 위해 장·중·단기 해외파견을 지원하고 국제학술대회 참여를 지원한다. 또한 복수학위제 및 국제화 플랫폼을 구축하여 참여대학원생의 국제화를 함양한다.
- (4) **추진체계 조직도:** 이러한 교육목표 달성방안을 위하여 아래와 같은 추진체계를 조직한다. 본 교육연구단장은 전체 사업을 총괄 대표하고, 2개의 위원회, 즉, 주요안건을 심의하는 운영위원회, 평가업무를 심의 조정하는 평가위원회를 가지며 3개 팀 (교육과정운영팀, 연구개발팀, 국제협력팀)은 위의 3개 주요 업무달성방안 추진을 위해 서로 긴밀히 상호 협력하며 운영한다.



그림 II-3. 본 교육연구단의 추진체계

- ▶ 본 교육연구단은 위와 같은 추진 계획에 따라 다음과 같은 위원들을 선임하였다.

- 가. 단장 :
 나. 운영위원회 :
 다. 평가위원회 :
 라. 교육과정운영팀 :
 마. 연구개발팀 :
 바. 국제협력팀 :

(2) 다학제간 융합 능력 배양을 위한 대학원 통합

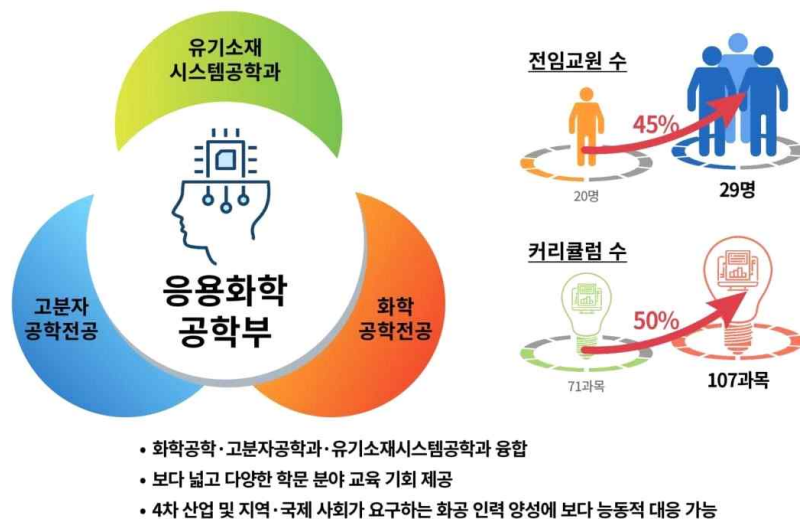


그림 II-4. 응용화학공학부로의 통합 개편 현황.

- 본 MICE(멀티스케일 융합 화공) 교육연구단은 2020년 9월부터 BK21 FOUR 사업에 선정되어, 멀티스케일적 융합미래 화공인재 양성을 위한 초학문적 다학제간 융합을 위하여, 기존의 **화학공학·고분자공학과**와 **유기소재시스템공학과**를 **통합·융합하여 응용화학공학부로 개편**, 화공소재 분야를 강화함과 동시에 학생들에게 보다 **넓은 학문영역의 일원화된 커리큘럼**을 제공하고 있다.
- ▶ 1차년도에는 전공구분 없는 응용화학공학부로의 완전 통합으로 **전임교원의 수가 20명에서 29명으로 45% 증가**하였고, 2차년도는 **전임교원의 수가 20명에서 30명으로 50% 증가**하였다. 제공할 수 있는 **교과목의 수도** 논문연구를 제외하고 기본의 71과목에서 107과목으로 **50% 이상 증가**하였다. 이는 대학원생들에게 보다 넓고 다양한 학문분야의 교육기회 제공이 가능하고, **4차산업(지능) 및 지역·국제사회가 요구하는(연결) 화공 인력양성**이 가능한 장점을 가지고 있다.

(2) 전문지식 고도화 및 4차 산업혁명 대응 인력양성을 위한 트랙 신설

- 응용화학공학부 통합을 통해, 확대된 커리큘럼을 바탕으로 세계적 수준의 대학원 교육과정 제공을 위해 국제·지역사회 그리고 국가에서 요구하는 인재양성을 위해 **2020년 9월부터 6개의 필수 전공트랙을 편성**하였다. 6개의 전공트랙은 화학공학 분야의 **전통학문을 바탕으로 하여 이머징 분야를 아우르는 융합적 인재**를 양성하는데 중점을 둔다.
- 6개의 전공트랙은 그림 II-5과 같이 공정, 화공소재물리, 화공소재화학, 에너지·환경, 바이오, 그리고 화공정보 트랙으로 구분된다.

MICE 융합 화공 미래인재 양성사업단 대학원 전공 트랙 구성

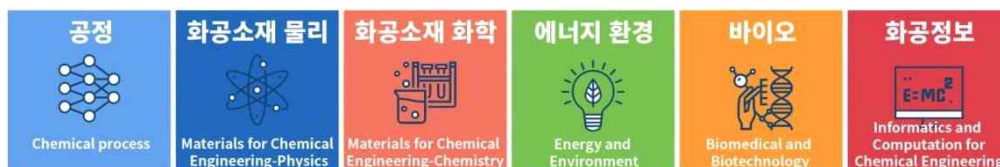


그림 II-5. 응용화학공학부 6개 전공트랙 구성

- 각 트랙에 따른 커리큘럼은 그림 II-6 에 나타내었다.

전공 트랙 및 커리큘럼

Academic 콜로키움 I, II Industrial 콜로키움 I, II					
공정	화공소재 물리	화공소재 화학	에너지 환경	바이오	화공정보
· 나노공정특론 · 이동현상특론 · 분리공정특론 · 반응공정특론 · 공정최적화 · 화학공정제어특론 · 유기공업화학특론 · 유변학 · 고분자레올로지 · 유기소재공정해석 · 유기소재형성공학특론 · 유기소재시스템해석특론 · 고분자 가공특론 · 섬유공정특론 · 레올로지특론 · 가공학특론 · 유기소재착색특론 · 박막공정특론 · 반도체화학공정	· 확산론 · 화공열역학특론 · 공업역학특론 · 고분자재료역학 · 고분자물성특론 I,II · 다상계고분자 · 고분자물리화학특론 · 고분자구조해석 · 고분자응역론 · 유기소재물성특론 · 유기나노구조특론 · 전기전자재료특론 · 광전특성고분자 · 고성능고분자 · 유기전자재료특론 · 산업용유기소재물성특론 · 섬유집합체특론 · 유기소재시스템물리특론	· 중합반응론 · 유기화학특론 · 유기합성특론 · 고분자합성특론 I,II · 화공소재특론 · 재료공학특론 · 나노구조소재공학특론 · 나노유기소재특론 · 촉매공학특론 · 무기고분자 · 기능성고분자 · 탄성체공학	· 에너지소재특론 · 환경공학특론 · 신재생에너지공학 · 전지공학특론 · 전기화학특론 · 바이오에너지공학 · 환경공학특론 · 환경친화성고분자 · 고분자복합재료 · 고분자분리막 · 고분자계면 · 유기에너지소재특론 · 탄소소재특론 · 탄소섬유 · 섬유강화복합재료특론	· 단백질공학특론 · 유전자공학특론 · 대사공학특론 · 환경미생물공학 · 생물반응기특론 · 생체및의료용고분자 · 바이오레올로지특론 · 유기바이오소재특론 · 기능성바이오소재특론 · 나노바이오소재특론 · 생물화학공학특론	· 생물정보학 · 분자전산모사 · 전산소재공학특론 · 유기나노융합기술 (중개연구방법론) · 공정모델링및모사 · 유기신소재분자설계 · 데이터분석특론 · 수치해석특론 · 물리화학특론 · 공업수학특론 · 화공수학특론 · 반응속도론 · 기기분석특론 · 유기소재반응론 · 고분자특성결정 · 관리공학특론

그림 II-6. 본 교육연구단의 커리큘럼 구성 방안 (개설 과목 기준)

- **[공정, Chemical Process] 트랙**은 이동현상, 분리공정, 반응공정 등 화학공정에 필수적인 교과목으로 구성되어 있다. 화학공업은 고효율화, 정밀화 및 시스템화로 급속히 변화 발전하고 있으며 이러한 변화에 적응할 수 있도록 폭넓은 응용력을 갖춘 인재를 양성한다. 공정 트랙은 나노공정 특론부터, 이동현상, 화학공정제어, 공정최적화에 이르기까지 분자수준(Molecular)에서, 미시적(Microscopic), 거시적(Macroscopic) 스케일까지 멀티스케일을 구현하였으며, 특정 소재와 관련된 공정에 필요한 교과목도 다양하게 구성하였다.
- **[화공소재물리, Materials for Chemical Engineering - Physics] 트랙**은 확산론, 화공열역학, 공업역학 등의 필수적 교과목을 중심으로 화공소재의 물성 그리고 나노구조부터 집합체, 시스템에 이르기까지의 멀티스케일적 교과목으로 구성되어 있다. 화공소재물리 트랙은 소재의 구조, 물성, 기능을 연구하여 미래 화공소재의 연구, 개발에 기초가 된다.
- **[화공소재화학, Materials for Chemical Engineering - Chemistry] 트랙**은 중합반응, 유기화학, 유기합성 등의 필수적 기초 교과목을 중심으로 구성되어 있다. 화공소재화학 트랙은 소재의 합성, 기능화 등을 연구하고 이를 활용할 수 있는 기술적 기초를 제공하며 미래 화공소재의 연구, 개발에 기반이 된다.
- **[에너지·환경, Energy and Environment] 트랙**은 전 세계적으로 이슈가 되고 있는 온실가스에 의한 지구온난화와 기상이변, 화석연료의 고갈, 인구의 증가로 인한 에너지 다소비 등을 해결할 녹색기술에 대한 교과목으로 구성되어 있다. 특히 에너지소재, 2차 전지, 신재생에너지, 바이오 에너지 관련 과목과 환경공학, 환경친화소재 등과 관련된 교과목으로 구성되어있다. 에너지·환경 중심의 기술들은 IT, BT, NT, ET 등 신기술의 융합이 필수적이며 다학제적 소양과 기본역량을 갖춘 미래인재를 양성하는데 반드시 필요하다.
- **[바이오, Biomedical and Biotechnology] 트랙**은 ICT 융합 이후 유망기술 및 산업으로 급부상하고 있는 바이오분야의 교육을 위해 구성되었다. 단백질공학, 유전자공학, 대사공학 등을 기반으로 생체/의료용 소재, 기능성/나노 바이오소재 등 바이오분야의 핵심 교과목들로 구성되어있다. 바이오 분야는 고부가가치 창출이 가능하며 글로벌 바이오시장은 지속적으로 확대될 전망으로 관련소양을 갖춘 미래인재를 양성하는데 필수적이다.

- **[화공정보, Informatics and Computation for Chemical Engineering] 트랙**은 화공분야에서 4차산업 을 대비한 트랙으로 인공지능, 빅데이터 등을 이용한 신기술로 사회를 근본적으로 변화시키고 있는 학문분야이다. 생물정보학, 분자전산모사, 전산소재공학, 공정모델링 등 핵심 교과목으로 구 성되어있으며, 기반기술인 데이터분석특론, 수치해석특론 등이 교과목에 구성되어있다. 화공정보 트랙은 4차 산업혁명시대의 경제·산업의 변화지능화 및 과학기술혁신을 위한 미래인재양성에 핵심적인 역할을 한다.
- ▶ 2024년 9월부터 제어시스템설계, 최적화원론 등 2과목을 개설하여, 학생들에게 다양한 기술 및 산업 정보를 제공하고 있다. 향후, 계획서에 명시된 과목을 추가로 개설할 예정이며, 대학원생들 에게 4차 산업혁명시대에서 화공분야에서 대응가능한 정보를 제공하고 있다 (표 II-1)

표 II-1. 응용화학공학부 신설 과목 (2024년 9월 ~ 2025년 8월)

트랙	교과목	교과내용
화공정보	제어시스템설계	시스템의 제어를 위해서는 시스템 상태 변화의 추적/가제어성 및 가관측성 확인이 필요함. 이러한 분석을 바탕으로 측정치로부터 현재 시스템 상태의 추정과 전체 제어시스템 안정화를 위한 제어전략 유도가 가 능함. 선형시스템을 대상으로 위 내용에 대한 기초지 식과 방법론을 다룸.
	최적화 원론	공학 분야의 최적화 문제 해결을 위해 요구되는 수학 적 사고 능력 및 문제 해결능력 배양. 최적화 문제의 구성과 풀이법에 대한 기초지식을 익힘.

- ▶ 5차년도(2024.09.01.~2025.08.31.) 기간동안 **6개의 전공핵심트랙**을 중심으로 이루어진 교과목을 표 II-2에 나타내었다. 2024년 2학기 16과목(응용화학공학 콜로키엄 제외), 2025년 1학기에 17과목(응용화학공학 콜로키엄 제외)이 6개의 전공트랙에 다양하게 과목이 개설되었다. 또한 20명이상이 수강한 과목이 2024년 2학기 6과목, 2025년 1학기 10과목으로 응용화학공학부로 통합하면서 학생 들에게 다양한 과목을 제공하고 있다는 것을 알 수 있다.
- ▶ **화공정보트랙** 분야에서도 8개의 과목이 개설되었으며, 이는 지난 연차에서 부족했던 과목을 새롭게 발굴하여 개설한 결과임을 알 수 있다.

표 II-2. 전공트랙 별 개설 교과목

전공트랙	2024년 2학기		2025년 1학기	
	과목	수강인원	과목	수강인원

공정	고분자가공특론	24	반응공학특론	5
			유변학특론	12
	유기소재시스템해석론	15	섬유형성공학	13
			유기박막소재특론	24
화공소재물리	고분자물성특론(II)	37	고성능고분자	27
	전기전자재료특론	12	고분자물리화학특론	41
	광기능소재특론	22		
화공소재화학	불균일촉매론	12	유기소재화학특론	29
	고분자합성특론(II)	21	유기합성특론	29
			중합반응론	22
에너지 환경	환경친화성고분자	17	에너지소재특론	20
	신재생에너지공학	18	환경공학특론	23
	친환경그린섬유개론	31		
바이오	생물화학공학특론	13	단백질공학특론	21
	환경미생물공학	6		
	생물분자설계	29		
화공정보	제어시스템설계	6	공정모델링 및 모사	12
			최적화원론	10
	전산소재공학특론	20	유기나노융합기술 (중개연구방법론)	26
			데이터분석특론	16
	고등기기분석특론	5	분자모델링응용	7

- 강의 및 교과과정 개선위원회 운영

- ▶ 4단계 BK21 사업을 통하여, 교육과정의 충실성과 지속성을 유지하기 위해 전공 트랙별 최소 1명의 교수가 참여하는 위원회를 구성하였다. 이 교과과정 개선위원회는 신규 커리큘럼을 개발하고 학생들과의 피드백 회의를 진행하는 등 강의 품질을 개선하기 위한 별도의 활동을 진행 각 트랙별 교수구성은 아래 표와 같다.

표 II-3. 교과과정 개선위원회를 위한 교수구성

연번	트랙	담당교수	참여교수
1	공정		
2	화공소재-물리		
3	화공소재-화학		
4	에너지·환경		
5	바이오		
6	화공정보		

- ▶ 강의평가는 부산대 대학자원관리시스템(<http://pip.pusan.ac.kr>)에서 학생들이 담당교수의 강의를 의무적으로 평가한 후 학점을 확인하도록 하고 있다. 수강소감조사의 활용방안은 강의개선을 목표로 하며 담당교수 및 대학장에게 전산시스템을 통해 환류(Feedback) 되도록 한다. 또한 4단계 BK 21 사업 개시 이후, 강의를 수강하는 학생들의 의견을 수렴하기 위하여 **학기 중간(중간고사 이후)과, 학기말 강의평가를 진행**하고 있다. 더불어 **기존에 학부에서만 진행하던 강의품질개선(CQI)을 대학원 과정에도 확대**하여, 매학기 개선된 교육의 질을 보장하도록 유도하고 있다. 추후 다양한 학생들의 피드백을 통한 강의의 질을 개선하는데 담당교수들을 독려할 예정이다.

- 전임교원 대학원 강의 실적

- ▶ 본 교육연구단의 최근 1년간 (2024.9.1.~2025.8.31.) 개설 과목수는 총 35과목 (2024년 하반기 16과목, 2025 상반기 17과목)이고, 전임교원 대학원 강의실적은 96.96% (2024년 하반기 93.75%, 2025년 상반기 100%)이었다, 4단계 BK21 사업에서도 전임교원 대학원 강의실적의 목표를 100%에 맞춰 진행하고자 한다.

(3) 교육과 연구의 선순환 구조 구축 방안과 연구역량의 교육적 활용 방안

- 교육과 연구의 선순환 구조 구축

- 교육과 연구의 선순환 구조 구축 방안을 그림 II-7에 나타내었다. 그림 II-7에서 보듯이 5개의 영역이 선순환하는 구조를 구축하였다. 영역별로 설명하면 우선, 오른쪽 상위영역에서 장·중·단기 해외연수사업 등을 통해 대학원생의 ①**글로벌 교육을 강화**시키고, 다양한 전공트랙별 교육과 화공정보트랙을 통한 디지털교육을 통해서 ②**융합교육을 강화**하고, ③**대학원생의 연구역량이 증대할 것이다**. 이러한 대학원생의 연구역량 강화는 결국 ④**참여교수의 연구역량 향상**에도 핵심적 역할을 할 것이다. 이를 통해서 본 교육연구단이 소속된 부산대학교 응용화학공학부의 ⑤**글로벌 위상이 격상**되고 이는 우수대학원생의 유치와 국제공동연구 활성화로 이어지게 될 것이다. 즉 교육역량(①**글로벌 교육**, ②**융합교육**) 강화가 연구역량, (③**대학원생의 연구역량이 증대**, ④**참여교수의 연구역량 향상**, ⑤**글로벌 위상이 격상**) 강화로 선순환 되는 구조가 구축될 수 있을 것이다. 좀 더 자세한 내용은 아래에 기술하였다.



그림 II-7. 교육과 연구의 선순환 구조 구축 방안

① 글로벌 교육 강화

가. 장·중·단기 해외연수 지원

▶ 본 교육연구단은 5차년도 국제공동연구 활성화를 위해 해외 저명대학 및 연구기관으로의 대학원생들의 장·중·단기 해외연수를 적극 지원하였다. COVID-19로 외국대학과의 인적교류가 쉽지 않았으나, 5차년도에 본 교육연구단은 해외 장중단기 연수 및 파견 프로그램을 통해 참여대학원생 7명이 미국, 영국 2개국에 현지 방문연구를 하였다. 그 내용은 아래표와 같다.

표 II-4. 5차년도 참여대학원생 해외연구기관 현지방문 현황

구분	성명(지도교수)	기간	국가	파견 장소
1		2024.10.16.-2024.12.13.	미국	Air Force Research Laboratory
2		2025.02.10.-2025.02.26.	미국	Johns Hopkins University
3		2025.07.01.-2025.12.01.	미국	Harvard medical school
4		2025.07.01.-2025.11.30.	미국	Harvard medical school
5		2025.07.01.-2025.12.01.	미국	Harvard medical school
6		2025.02.26.-2026.02.25.	미국	University of Minnesota
7		2025.02.19.-2026.02.27.	독일	Technische Universität München

나. 해외교류 지원

▶ 본 교육연구단은 5차년도에 참여대학원생에게 해외 현지에서 열린 국제 학술대회 참가를 지원하였는데, 33명에게 국제학술대회 비용(항공료 + 체재비 + 등록비 등)을 총 58,122,885원을 지원하였다. 그 내용은 아래 표와 같다.

표 II-5. 5차년도 참여대학원생 해외학술대회 현지발표 현황

구분	성명(지도교수)	기간 (또는 일시)	국가	학술대회명
1		20240925	독일	PCE 2024
2		20241026	미국	2024 AIChE Annual Meeting (American Institute of Chemical Engineers)
3		20241130	미국	2024 MRS fall meeting & exhibit
4		20231130	미국	2024 MRS fall meeting & exhibit
5		20241204	싱가폴	3 rd Asian Conference on Engineering and Information
6		20241204	싱가폴	3 rd Asian Conference on Engineering and Information
7		20250414	프랑스	Annual European Rheology Conference, AERC 2025
8		20250414	프랑스	Annual European Rheology Conference, AERC 2025
9		20250414	프랑스	Annual European Rheology Conference, AERC 2025
10		20250514	태국	The 5th Materials Research Society of Thailand International Conference (MRS-THAILAND 2025)
11		20250514	태국	The 5th Materials Research Society of Thailand International Conference (MRS-THAILAND 2025)
12		20250514	태국	The 5th Materials Research Society of Thailand International Conference (MRS-THAILAND 2025)
13		20250518	일본	20 th Japan-Korea Symposium on Catalysis
14		20250615	일본	The 25th International Conference on the Science and Applications of Nanotubes and Low-Dimensional Materials(NT25)
15		20250615	일본	The 25th International Conference on the Science and Applications of Nanotubes and Low-Dimensional Materials(NT25)
16		20250622	네덜란드	EPF 2025 European Polymer Congress
17		20250622	네덜란드	EPF 2025 European Polymer Congress
18		20250622	네덜란드	EPF 2025 European Polymer Congress
19		20250622	네덜란드	EPF 2025 European Polymer Congress

20		20250622	네덜란드	EPF 2025 European Polymer Congress
21		20250630	미국	Diffusion Fundamentals Conference XI
22		20250718	일본	Asia-Pacific Society for Materials Research 2025 Annual Meeting (APSMR 2025)
23		20250718	일본	Asia-Pacific Society for Materials Research 2025 Annual Meeting (APSMR 2025)
24		20250720	일본	Asia-Pacific Rim Conference on Rheology (A-PRCR2025)
25		20250724	일본	The 18th International Workshop for East Asian Young Rheologists (IWEAYR 18)
26		20250724	일본	The 18th International Workshop for East Asian Young Rheologists (IWEAYR 18)
27		20250724	일본	The 18th International Workshop for East Asian Young Rheologists (IWEAYR 18)
28		20250804	미국	24th International Conference on Composite Materials
29		20250804	미국	24th International Conference on Composite Materials
30		20250804	미국	24th International Conference on Composite Materials
31		20250811	핀란드	International Liquid Crystal Elastomer Conference 2025
32		20250811	핀란드	International Liquid Crystal Elastomer Conference 2025
33		20250811	핀란드	International Liquid Crystal Elastomer Conference 2025

② 융합교육 강화

가. 전공트랙 전문화

- 화학공학 분야의 전통학문을 바탕으로 하여 이머징 분야를 아우르는 6개의 전공트랙(공정, 화공소재물리, 화공소재화학, 에너지·환경, 바이오, 그리고 화공정보)으로 융합교육을 강화한다.
- ▶ 6개의 전공트랙(공정, 화공소재물리, 화공소재화학, 에너지·환경, 바이오, 그리고 화공정보)으로 융합교육을 실시하였다.

나. 콜로키움 운영

- 외부 저명학자들을 초빙하여 화학공학 분야의 최신 연구동향을 파악하기 위한 커리큘럼을 운영하였다. 이는 대학원생들이 외부저명학자들의 연구결과와 연구동향을 파악하고, 새로운 아이디어와 유연한 사고능력, 넓은 시야를 확보하는데 도움을 주었다. 응용화학공학부 콜로키움 과목을 확대하여 6개 기초분야의 산·학연 전문가를 모셔서 화공분야의 현재 연구동향에 대해서 습득할 수 있는 시간을 가짐으로써, 학생들에게 다양한 정보습득의 기회를 제공하였다. 콜로키움은 학점이수제로 운영하여 졸업 전까지 최소 10번의 콜로키움을 수강하여 3학점을 이수하도록 한다.
- 콜로키움은 크게 연구연계(Academic) 콜로키움과 산학연계(Industrial) 콜로키움으로 구분되어

운영되는데, 연구연계 콜로키움은 최신 화학공학 분야의 연구결과들을 다루는 연구중심으로 운영되고, 산학연계 콜로키움은 산업계의 CEO, 실무자 등을 초빙하여 산업체에서 요구되는 능력을 함양하는데 도움을 주고 산업체와의 네트워크를 강화하고 있다.

- ▶ 5차년도는 그림 II-8, 9 에서와 같이 콜로키움을 하반기 16건, 상반기 14건, 총 30건을 운영 하였으며, 주제와 전문가 등 내용은 아래 그림들과 같다.

2024년도 하반기 부산대학교

응용화학공학부 콜로키움



일시	시간	연사	연제	강연장소
09.25	16:30	고현협 교수 울산과학기술원 이노지화학공학과	Bio-Inspired Micro/Nanostructures for Skin-like Sensors	제5공학관 5302호
10.02	17:00	도철훈 박사 한국전기연구원	리튬이차전지의 수명과 안전성	제7공학관 7407호
10.16	16:00	Yamaoka Yasuyo 교수 가톨릭대학교	Mechanisms of Lipid Biosynthesis Regulation in Microalgae under Multiple Stress Conditions	제7공학관 7415호
10.16	17:00	고정상 교수 부산대학교 기계공학부	Microfluidic formulation of functional particles and massproduction	제7공학관 7407호
10.23	16:00	Prof. Joongjai Panpranot Chulalongkorn Univ., 태국	Electricity in nanoscale catalysts for unconventional enhancement of reductive power	제7공학관 7415호
10.23	17:00	박주혁 교수 서울대학교 재료공학부	Processing advanced polymers with functional micro/nanostructures	제7공학관 7407호
11.06	16:00	한승우 교수 서울대학교	기계 학습 포텐셜을 이용한 반도체 소재 연구	제7공학관 7415호
11.06	17:00	류상욱 교수 충북대학교 공업화학과	음이온 중합에 의한 포토레지스트 정밀합성	제7공학관 7407호
11.08	15:00	김경민 선임연구원 다이텍연구원	융복합 섬유소재 및 자원순환형 섬유소재 적용 기술 동향	제5공학관 5302호
11.13	17:00	이승우 교수 영남대학교 화학공학부	Applications of thermal stable polyimide	제7공학관 7407호
11.20	17:00	박찬우 박사 한국원자력연구원	방사성물질 분리를 위한 고분자/다공성물질 복합소재	제7공학관 7407호
11.21	16:00	Prof. Heather Kulik MIT	Data-driven discovery of metal organic frameworks and polymers with high stability	제7공학관 7415호
11.22	13:00	임대영 수석연구원 한국생산기술연구원	섬유산업 마이크로팩토리 동향 및 전망	제5공학관 5302호
11.27	16:00	이가연 박사 한국세라믹기술원	Electrochemical biosensors based on microelectrodes for medical diagnosis	제7공학관 7415호
12.04	16:00	이보름 교수 전남대학교	Life Cycle Assessment Methodology Based on the Greenhouse Gas Protocol	제7공학관 7415호
12.11	16:00	전해상 CTO 도깨이첨단소재	소재의 힘! 사회를 바꾼다.	제7공학관 7415호

주최 부산대학교 공과대학 응용화학공학부 연락처 Tel. 051-510-1432 / Fax. 051-513-7720



부산대학교
PUSAN NATIONAL UNIVERSITY

그림 II-8. 응용화학공학부 콜로키움 (2024-2학기)

2025년도 상반기 부산대학교 응용화학공학부 콜로키움



일시	시간	연사	연제	강연장소
03.05.	16:00	이상길 주무관 부산대학교 연구실안전관리센터	안전보건표지와 사고사례로 알아보는 연구실 사고 예방	406-7415
03.12.	16:00	최민재 교수 동국대학교 화학생명공학과	Colloidal Quantum Dots for SWIR Sensing and Imaging	406-7415
03.14.	16:30	한태희 교수 한양대학교 유기나노공학과	MXene-based Functional Materials	408-5302
03.19.	16:00	김병수 선임연구원 한국세라믹기술원	Biomedical devices based on hydrogel materials	406-7415
03.19.	17:00	안효성 교수 전남대학교 석유화학소재공학과	고분자재료의 불규칙 구조에서 규칙성 탐색 연구	406-7407
03.26.	16:00	엄기원 교수 송신대학교 화학공학과	금속-유기 골격체 기반 기체 분리막에 관한 연구	406-7415
03.26.	16:30	김태업 박사 한국전자통신연구원	스마트 전기변색 기술과 응용	408-5302
03.26.	17:00	윤성률 박사 한국전자통신연구원	Stimuli-responsive polymers based physically-deformable devices	406-7407
04.02.	16:30	장재일 교수 부경대학교 공업화학 고분자공학과	Development of Quinoxaline-Based Organic Semiconductors for Photovoltaic Applications	408-5302
04.02.	17:00	박제영 교수 서경대학교 화학생명공학과	Advancing Sustainable Plastics: Revisiting Condensation-Type Polymers	406-7407
04.09.	16:00	김지한 교수 KAIST 생명화학공학과	Digital Chemistry of Porous Materials	406-7415
04.16.	16:00	박영준 교수 GIST 환경·에너지공학부	Carbon Mineralization for Carbon Neutral and Circular Economy	406-7415
05.14.	17:00	정연식 교수 KAIST 신소재공학과	Block copolymer self-assembly for semiconductor and energy-device applications	406-7407
06.18.	17:00	위정재 교수 한양대학교 유기나노공학과	Valorization of Petroleum Waste: Sulfur Rich Polymers for Optical and Energy Applications	406-7407

주최 | 부산대학교 공과대학 응용화학공학부 연락처 | Tel. 051-510-1433 / Fax. 051-512-8175



그림 II-9. 응용화학공학부 콜로키움 (2025-1학기)

다. 타대학과 공동 세미나 운영

- 25.01.09-10 한국화학공학회 고분자부문 동계 워크샵(부산)
 - 부산 농심호텔에서 2025년 한국화학공학회 고분자부문위원회 동계워크샵을 고려대, 연세대, 부산대, 충남대, 카이스트와 공동으로 개최하였다. 국내 화공재료 및 고분자 관련 최신기술 교류, 연구 동향 파악 및 학제가 교류를 진행하였고, 총 79명이 참석하였으며, 총 16건의 구두발표가 진행되었다.
- 25.06.02-05 한국공업화학회 세미나(제주)
 - 제주 국제컨벤션 센터에서 진행된 한국공업화학회(KSIEC)에 특별 세션으로 순탄소배출제로 (Net-Zero)를 목표로 한 바이오수소 및 바이오가스 생산 기술과 공정응용에 대한 최신 연구동향 논의를 Oregon Stat Univ(USA) 소속 교수와 Xi' an Jiatong Univ(China) 소속 교수를 연사로 초청하여 진행하였으며, 총 18명이 참석하였다.
- 25.07.14-17 제18회 한중고분자심포지엄(전주)
 - 전주 라한호텔에서 제18회 한중고분자심포지엄을 전북대, 중앙대, 성균관대, 한양대, 연세대, 고려대, 카이스트와 공동으로 개최하였다. 고분자 재료 합성 및 처리, 기능성 고분자 재료에 관한 발표와 논의를 진행하였고, 관련 분야에 대한 중국 연구 최신 동향을 파악하였다. 국제 초청연사로는 중국 푸단대학교 교수(PVDF 결정화 구조 제어), 베이징화공대학의 교수(고분자 복합재의 다중 스케일 시뮬레이션) 등 세계적 수준의 연구성과를 발표하고, 참석자들과의 교류 시간도 가졌다. 총 64명이 참석하였으며, 총 23건의 구두발표 및 총 33건의 포스터발표가 진행되었다.

2024년 한국화학공학회 고분자부문위원회 동계워크숍 Polymer Science and Engineering for Future Technologies  ▶ 일시: 2025년 01월 09일(목)~10일(금) ▶ 장소: 부산 동남호텔(하심정2층) 에메랄드홀 (부산 동래구 금강공원로20번길 23 호텔농심) - 온라인 실시간 동시 중계 예정 (Session 1 and 2 only) (동독자에 한하여 접속 링크 차후 공지) ▶ 문의 및 참가신청 화학공학회 홈페이지에서 등록 및 등록비 납부 (12월 6일(금)까지, 홈페이지 등록만 가능) ▶ 등록 - 일반: 20만원 (오프라인, 온라인 동일) - 학생: 7만원 (오프라인) / 5만원 (온라인) ▶ 문의 김재민 교수 (부산대학교, cbkim@pusan.ac.kr) ▶ 오시는 길 부산지하철 1호선 온천역 1번 출구 (도보 7분 거리)  <호텔 숙박 안내> □ 객실: 성인 100,000원 *체크인시 고분자부문위원회 동계워크숍 참가* 말씀하시고 개별 결제 부탁드립니다. □ 예약문의: 김재민 교수 (010-6881-0062) 주최: 한국화학공학회 고분자부문위원회 공동 주최: 고려대학교 BK21 글로벌 창의 인재양성 화공생명 교육연구단, 연세대학교 BK21 사회지향 글로벌 조·각자 화공소재양성 교육연구단, 부산대학교 BK21 MICE (멀티스케일 융합 화공) 교육연구단, 충남대학교 BK21 4차 산업혁명 대응 융합형 화공소재 교육연구단, 한국과학기술원 KAIST 고분자소재공정교육프로그램(CEPP) 후원: S-OIL (에스·오일) 	 한국공업화학회 세미나(제주)  한중고분자심포지엄(전주)
--	---

그림 II-10. 응용화학공학부 타대학 공동세미나 운영

라. GCCP 프로그램 운영

- 현재 학교차원의 대학원생 핵심역량 함양을 위한 PNU Graduate Core Competency Program (GCCCP)을 운영하고 있으며, 대학원생으로서 요구되는 핵심역량인 통섭적 지식탐구역량, 창의적 지식탐구역량, 공생적 리더역량, 글로벌 연구역량, 사회적 리더역량을 함양하기 위한 프로그램을 운영하고 있다.



그림 II-11. 대학원생 핵심역량 함양을 위한 PNU GCCP 운영 계획

③ 학생연구역량 증대

가. 대학원생 논문 저술 활동 지원

- ▶ 본 교육연구단은 대학원생의 학술활동 지원을 위하여, SCI 논문게재료, 분야별 상위 10% 저널 커버페이지 게재 비용을 지원하고 있다. 또한 분야별 상위10% 논문 및 환산보정 IF 합계가 우수한 대학원생에게 성과급을 지급하고 있으며, 본 지원사업을 통해 선정된 학생들의 논문실적은 다음과 같다.
 - 24년 2학기에 우수한 논문실적을(주저자, 상위 15%내 저널에서 차등지급) 낸 참여대학원생 14명에게 성과급을 총 5,550,000원을 지원하였다.
 - 참여대학원생 지급 명단 :
 - 25년 1학기에 우수한 논문실적을(주저자, 상위 15%내 저널에서 차등지급) 낸 참여대학원생 9명에게 성과급을 총 3,700,000원을 지원하였다.
 - 참여대학원생 지급 명단 :

나. 대학원생 학술활동 지원

- ▶ 본 교육연구단은 대학원생이 국제나 국내 학술회의에 발표하는 경우, 비용을 지원하였다.
 - 24년 2학기(2024.09.01.~2025.02.28.) 기준 국제학회등록비 3,545,009원을 총 5명에게, 국내학회등록비 3,380,000원을 총 40명에게 지원하였다. 국제학회 참가경비 19,661,436원을 총 8명에게, 국내학회 참가경비 424,200원을 총 3명에게 지원하였다. 재료비로 18,825,609원, 분석료 5,075,500원, 논문게재료 2,333,408원을 지원하였다.
 - 25년 1학기(2025.03.01.~2024.08.31.) 기준 국제학회등록비 16,772,574원을 총 31명에게, 국내학회등록비 2,150,000원을 총 23명에게 지원하였다. 국제학회 참가경비 18,143,866원을 총 27명에게 지원하였고, 국내학회 참가경비 4,680,624원을 총 20명에게 지원하였다. 재료비로 4,707,990

원, 분석료 4,473,300원, 논문게재료 586,894원을 지원하였다.

- 정리하면, 5차년도 참여대학원생에게는 36명에게 국제학술대회 등록비 20,317,583원, 63명에게 국내학술대회 등록비 5,530,000원을 지원하였고, 재료비 23,533,599원, 분석료 9,548,800원, 논문게재료 2,920,302원 등을 지원하였다.

다. 연구성과교류 Workshop 운영

▶ 본 연구단에서는 매년 말에 BK21 참여대학원생을 대상으로 연구성과교류 Workshop을 계획하였다. 대학원생은 이를 통해 다양한 연구결과를 공유함으로써 융합연구의 새로운 아이디어를 얻어 발전할 수 있고, 발표능력 및 융합연구를 위한 소통 능력을 키울 수 있었는데, 본 연구단은 우수한 연구결과를 발표한 발표자들에게 시상하였다. 연구성과교류 워크숍 진행은 1주일간 온라인으로 진행하였으며, 시상식은 오프라인으로 아래와 같이 진행하였다.

- 일시 : 2025년 12월 19일(목) 12시30분
- 장소 : 화공관 7415호
- 총 49개 (구두 20개, 포스터 29개)가 접수
- 인센티브(상금) 지급 : 총 600만원, 33명
- 수상자 명단 :
 - 구두 부문 : 13명
- 최우수상 (3명) :
- 우수상 (10명) :
- 포스터 부문 : 20명
- 최우수상 (5명) :
- 우수상(15명) :



그림 II-12. 연구성과교류 Workshop(2024.12.19.)

④ 교수연구역량 향상

가. 우수논문 증대

- ▶ 참여교수들이 우수한 논문실적을 내도록 참여대학원생과 신진연구인력들을 지원하였다. 또한, 최신 연구동향과 기술동향을 확보하도록 각 학술대회 등록 및 발표, 특허등록도 지원하였다. 참여교수들은 5차년도에 국제학술대회 23건 발표, 특허등록 26건을 하였다.
- ▶ 참여교수들의 논문실적은 연구역량 부분에서 기술한 바와 같이, 3단계 BK21 사업의 과거 3~5년치 실적의 평균값에서 기초한 초기값과 성장률을 고려한 4차년도 목표치 설정 대비 실적을 달성하였다. 특히 우수논문의 경우 양적 평가라고 할 수 있는 논문 1인당 환산보정 ES가 5차년도에 각각 65%, 우수논문의 경우 질적 평가라고 할 수 있는 논문 Q1 비율과 상위 10% 비율이 5차년도에 각각 13%, 9%의 실적 달성율을 보였다. 이는 교수의 연구역량이 질적, 양적으로 향상되었음을 알 수 있는 지표이다. (표 III-3 참조)

표 III-3. 주요 연구지표에 대한 5차년도 목표 및 결과

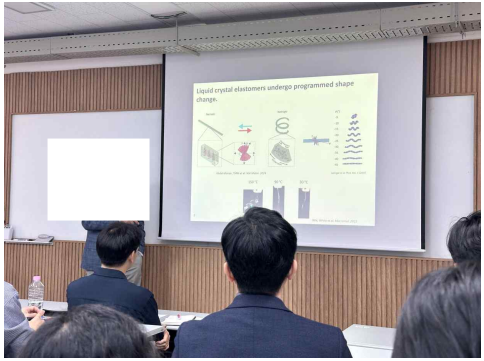
항목	3단계 BK 최근 5년 (15'-19') 평균	4단계 BK 단계평가전 (20.09-22.08) 평균결과	5차년도 (24'-25') 목표	5차년도 (24'-25') 결과	목표 달성률
교수1인당 논문환산편수	1.81	1.76	1.79	1.41	-21%
교수1인당 논문 환산보정 IF	0.89	1.06	1.01	0.95	-6%
교수1인당 논문 환산보정 ES	1.41	2.84	1.62	2.68	+65%
논문실적의 Q1 비율(%)	53	67	61	69	+13%
상위10% 논문 비율(%)	26	28	32	35	+9%

나. 해외공동연구 지원

- ▶ 해외공동연구를 위한 해외공동연구자 초청세미나를 개최하고 지원하였다. 5차년도 본 연구단에서는 각 전공 분야에서 해외 석학을 초빙하여 강연 및 세미나를 개최하여 선진연구의 동향 파악 및 상호교류를 통하여 국제화 교류를 확대하였는데 내용은 다음과 같다.

표 II-21. 해외연구자 강연 및 세미나 초청 실적

연번	내 용	사진
1	■ 연사 : (위스콘신 대학, 미국) - 일시, 장소 : 2024.10.16.(수) 10:00 ~ 12:00, 10.16 기념관 - 내용 : “Disruptive Sustainable Technologies for the Plastics and Fuels Industry”를 주제로 탄소중립 대응과 관련하여 최근 이슈가 되고 있는 폐플라스틱 업사이클링 기술에 대한 연구 동향을 파악함.	

2	■ 연사 : 교수 (Chulalongkorn Univ, 태국) - 일시, 장소 : 2024.10.23.(수) 15:00 ~ 17:00, 7공학관 7415호 - 내용 : “Electricity in nanoscale catalysts for unconventional enhancement of reductive power” 를 주제로 촉매를 활용한 상온 이산화탄소 환원 반응을 및 촉매 반응을 활용한 Graphitic Carbon 양자점 합성과 Graphite-다이아몬드 중간체 형성기술을 소개함.	
3	■ 연사 : 교수 (University of Colorado, 미국) - 일시, 장소 : 2024.10.30.(수) 16:30 ~ 18:00, 7공학관 7407호 - 내용 : “ Low Density Material Actuators: Programming the Local Orientation of Liquid Crystalline Elastomers” 를 주제로 액정탄성체 소재를 활용하여 소재의 역사 및 국소적 분자배향을 통한 다양한 흥미로운 특성구현에 대한 연구를 소개함.	
4	■ 연사 : 교수 (Texas A&M Univ, 미국) - 일시, 장소 : 2024.11.01.(금) 11:00 ~ 12:00, 7공학관 7410호 - 내용 : “Responsive Materials that Grow, Entangle, and Morph into Multifunctional Structures” 을 주제로 자극감응성 고분자 소재를 활용하여 생명체의 군집운동을 모사하거나, 성장 및 물질 방출을 시연한 연구를 소개함.	
5	■ 연사 : 교수 (MIT, 미국) - 일시, 장소 : 2024.11.21.(목) 16:00 ~ 18:00, 7공학관 7415호 - 내용 : “Data-driven discovery of metal organic frameworks and polymers with high stability” 을 주제	

	로 DFT 접근법을 활용하여 수백만개의 전이 금속 복합체 후보를 탐색하여 효율적인 촉매를 발굴하고, 이를 통해 지속 가능한 화학 생산을 위한 촉매 후보 발굴 연구를 소개함.	
6	■ 연사 : 교수 (University of Arizona, Department of Chemistry and Biochemistry 미국) - 일시, 장소 : 2025.02.17.(월) ~ 2025.02.25.(화) 13:00 ~ 15:00, 제7공학관 7410호 - 내용 : 전공분야인 화학공학 분야와 관련한 국제학술대회 논문 영어발표 스킬 향상 강의를 하였으며, 2주에 걸쳐 1:1 학생 지도를 통해 참여대학원 학생의 국제학회 참여시 발표수준을 높히는데 기여하였다.	
7	■ 연사 : 교수 (National Taiwan University, 대만) - 일시, 장소 : 2025.06.09(월) 15:00 ~ 17:00, 제7공학관 7413호 - 내용 : “Computational Studies of Nanoporous Membranes for Separations” 을 주제로 MD 시뮬레이션 기반 나노다공성 소재에서 이온 분리에 대한 연구 주제를 발표하였으며, adsorption-facilitated mechanism 에 대한 논의를 진행하였다.	
8	■ 연사 : 교수 (National Central University, 대만) - 일시, 장소 : 2025.06.09(월) 17:00 ~ 19:00, 제7공학관 7413호 - 내용 : “Computational Studies for Materials Discovery and Design” 을 주제로 Thermoelectric 소재를 DFT 계산을 통해 모사하는 연구와 Hydrate 형성시 다른 기체 조성에 따른 hydrate 구조체 형성 유무를 MD 시뮬레이션을 통해 조사한 내용을 발표 하였다.	

⑤ 글로벌 위상 격상

가. QS랭킹 상승

- 우수한 연구역량 및 교육역량을 바탕으로 국제적 위상이 상승하도록 한다.

나. 우수 대학원생 유치 및 지원

- 높아진 위상을 바탕으로 국내·외 우수대학원생을 유치하는데, 우선 본교를 비롯한 국내 각 대학 학부 졸업생 및 대학원 진학 예정자 대상 홍보를 통하여 우수 인력을 확보할 예정이다.
- 또한, 중국, 인도, 동남아의 우수대학과 MOU를 맺어 해외우수 연구 인력을 유치하고 지원한다. 실제로 부산대학교 졸업 외국인 학생의 경우 첫 학기 입학 장학금 지급 및 둘째 학기부터는 평점평균에 따라 외국인 성적장학금 지급하고 있다. 또한, 한국어능력시험(TOPIK) 4급 이상 취득 시 재학 중 최대 3회까지 장학금 지급하는 등의 유인책을 가지고 있으며, 부산대학교 BK21 대학원혁신 사업의 일환으로 해외 대학원생 유치 확대를 위해 BK21 FOUR 참여 교육연구단 소개집을 영문/중문으로 배포하고 있다.

(2) 연구역량의 교육적 활용 방안

- 본 교육연구단이 제시하는 연구역량의 교육적 활용방안과 이에 대한 기대효과는 아래 표와 같으며 관련 실적은 연구성과에서 확인 가능하다.

표 II-6. 연구역량의 교육적 활용방안 및 기대효과

	연구역량	교육적 활용	기대효과
①	참여교수의 연구비 수주	• 대학원생의 연구과제 참여 증대 • 실험장비 등 연구 인프라 구축 및 활용	• 연구활동 증대로 우수논문 양적, 질적 수준향상
②	산학공동연구	• 학문연구와 관련연구의 산업 및 사회적 니즈 파악 • 졸업 후 취업 기회 제공	• 산업 및 사회문제 해결 • 기업의 매출증대 • 졸업생 기업체 취업 확대
③	참여교수의 국제공동연구	• 외국 연구자와의 교류 확대로 교육의 국제화 함양 • 대학원생 해외연수기회 확대 • 대학원생 국제학술대회발표 참가 확대	• 해외연구교류 활성화로 글로벌 위상 강화 • 해외취업 기회 확대
④	기술이전, 특허등록	• 대학원생의 기업체 기술 공동개발 참여 기회 • 신기술 아이디어 개발 및 사업 아이템 확보	• 기업체의 필요기술 제공 • 미래 창업기회 제공

1.2 과학기술산업·사회 문제 해결과 관련된 교육 프로그램 현황과 구성 및 운영 계획

- 최근 지구 대부분 나라들은 세계적으로 유행하는 바이러스와 같은 질병의 출현 확산, 재난·재해, 미세먼지, 교통 혼잡, 저출산, 안전 등 사회적 문제가 크게 증가함으로써, 인간의 목숨을 위협받고 삶의 질 개선과 괴리된 성장이라는 비판에 노출되고 있다. 즉, 세계는 과학기술의 발달에도 불구하고 갈수록 예기치 못한 각종 위기상황과 함께 한편 ‘저성장 고착화·사회문제 심화’의 경제·사회의 구조적·복합적 위기상황에 직면하고 있다.
- 해외주요국에서도 사회문제에 대해 인식하고 국민들의 ‘삶의 질 향상’을 국가적 목표로 하는 움직임이 활발하여 국가 사회 현안을 해결하고 4차 산업혁명을 선도하기 위해 사회문제 해결형

R&D를 실시하고 있다.

- 본 교육연구단의 교과과정에는 소재, 나노, 공정, 에너지, 촉매, 전산모사 및 바이오 기술을 보유하고 있고, 과학기술, 산업 및 사회문제 해결과 혁신에 기여하기 위해 다양한 형태의 산학연계 프로그램을 수행하고 있다. 이와 더불어, 4차 산업혁명 시대에 맞추어 고도화된 전문성과 다양한 학문을 융합할 수 있는 역량을 갖춘 혁신인재를 양성하여 지역사회에 공급하기 위한 교육과정도 제공할 예정이다.



그림 II-13. MICE 융합화공인재를 통한 4차 산업혁명 선도 및 사회문제 해결

- 대학원 본부차원에서는 4단계 BK사업에 참여하는 대학원생을 대상으로 Innovation course를 운영하고 있으며, 본 교육연구단에서는 매 학기 2개 내외의 팀이 Innovation course에 참여하고 있다. 교내 타 교육연구단 학생들과 팀을 구성하여 학제간 연구가 가능하도록 유도하고 있으며, 이를 통한 다양한 지역 및 세계 사회문제 해결을 위한 아이디어가 도출될 것으로 기대된다.

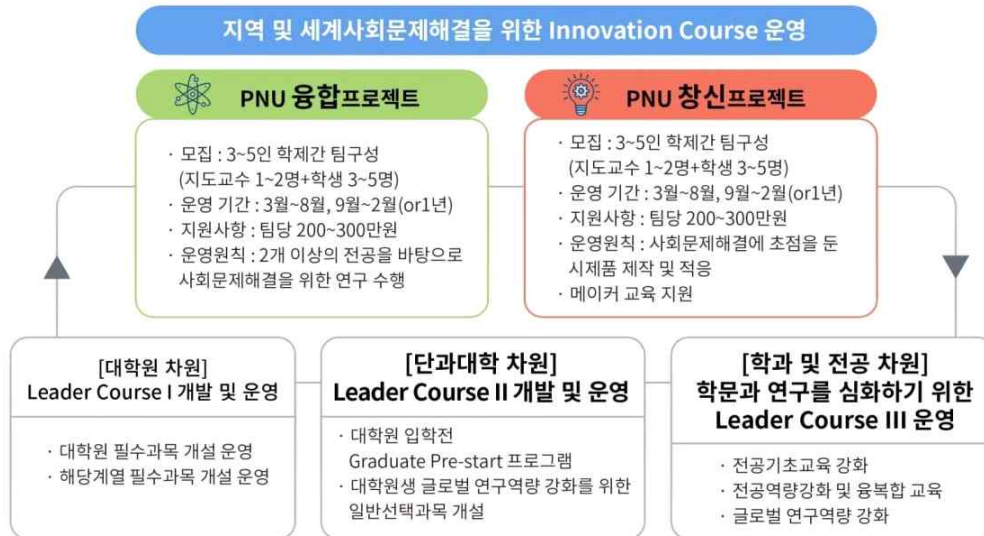


그림 II-14. 지역 및 세계 사회 문제 해결을 위한 Innovation Course (대학본부).

- 전 세계적으로 현재 인류가 겪고 있는 공통적인 이슈로는 표 II-7 과 같은 문제들이 있으며 해결책과 이와 연관된 기초 및 전문지식은 응용화학공학부의 교육 커리큘럼에서 운영되고 있다.

표 II-7. 국가 및 세계사회 공통이슈 문제해결을 위한 관련 교육 프로그램

국가 및 국제 사회적 문제	해결책	관련 교육 커리큘럼
신종바이러스 전염 확산	· 백신, 치료제 개발	생물정보학, 유전자공학특론, 대사공학특론, 생물화학공학특론, 분자전산모사
	· 바이러스 진단키트(체외진단 의료기기)	유기바이오소재, 기능성바이오소재특론, 나노바이오소재특론, 생체및의료용고분자
	· MB필터, 나노필터 등	고분자가공특론, 유변학, 고분자레올로지, 섬유공정특론
(초)미세먼지 등 대기 오염	· 연료유 NOx, SOx 저감	촉매공학특론, 반응공학특론, 환경공학특론, 기기분석특론
	· 정전필터, 나노필터 등	고분자분리막, 유변학, 고분자가공특론
플라스틱, 해양 등 환경오염	· 생분해성플라스틱	고분자합성특론, 환경친화성고분자, 고분자복합재료, 고분자가공특론, 기기분석특론, 유기신소재 분자설계
	· 해양방제관련 응고제, 유화제, 오일펜스, 오일흡수제 등	유기화학특론, 유기합성특론, 고분자합성특론, 고분자계면
지구온난화, 기후변화	· CO2 감축 및 청정에너지	반응공학특론, 촉매공학특론, 전지공학특론, 분리공정특론, 공정모델링 및 모사
석유등 탄소에너지자원 고갈	· 친환경에너지(수소연료 등)	신재생에너지공학, 고분자분리막, 분리공정특론, 화학공정제어특론, 공정모델링 및 모사
	· 신재생에너지	에너지소재특론, 바이오에너지공학,

		유기에너지소재특론, 전지공학특론
가뭄, 오염으로 인한 물 부족	• 해수 담수화	고분자분리막, 고분자가공특론, 고분자합성특론

- ▶ 본 교육연구단은 4단계 BK21 사업을 위해, 기존의 화학공학·고분자공학과와 유기소재시스템공학과가 통합하여 응용화학부로 개편하였고 확대된 커리큘럼을 바탕으로 6개의 필수전공트랙을 편성하였고, 새로운 9개의 신설과목을 추가하였다.
- ▶ 2024년 9월부터 제어시스템설계, 최적화원론 등 2과목을 개설하여, 학생들에게 다양한 기술 및 산업 정보를 제공하고 있다. 향후, 계획서에 명시된 과목을 추가로 개설할 예정이며, 대학원생들에게 4차 산업혁명시대에서 화공분야에서 대응가능한 정보를 제공하고 있다 (표 II-1)

표 II-1. 응용화학공학부 신설 과목 (2024년 9월 ~ 2025년 8월)

트랙	교과목	교과내용
화공정보	제어시스템설계	시스템의 제어를 위해서는 시스템 상태 변화의 추적/가제어성 및 가관측성 확인이 필요함. 이러한 분석을 바탕으로 측정치로부터 현재 시스템 상태의 추정과 전체 제어시스템 안정화를 위한 제어전략 유도가 가능함. 선형시스템을 대상으로 위 내용에 대한 기초지식과 방법론을 다룸.
	최적화 원론	공학 분야의 최적화 문제 해결을 위해 요구되는 수학적 사고 능력 및 문제 해결능력 배양. 최적화 문제의 구성과 풀이법에 대한 기초지식을 익힘.

- ▶ 5차년도(2024.09.01.~2025.08.31.) 기간동안 **6개의 전공핵심트랙**을 중심으로 이루어진 교과목을 표 II-2에 나타내었다. 2024년 2학기 16과목(응용화학공학 콜로키엄 제외), 2025년 1학기에 17과목(응용화학공학 콜로키엄 제외)이 6개의 전공트랙에 다양하게 과목이 개설되었다. 또한 20명이상 수강한 과목이 2024년 2학기 6과목, 2025년 1학기 10과목으로 응용화학공학부로 통합하면서 학생들에게 다양한 과목을 제공하고 있다는 것을 알 수 있다.
- ▶ **화공정보트랙** 분야는 이전 년도에는 5개 과목이 개설되었으나, 금년도에는 8개 과목으로 확대되었다. 특히 제어시스템설계, 공정모델링 및 모사, 최적화원론, 유기나노융합기술, 데이터분석특론, 분자모델링응용 등 교과목이 개설되면서 과목 수와 범위가 크게 확장되었다.

표 II-2. 전공트랙 별 개설 교과목

전공트랙	2024년 2학기		2025년 1학기	
	과목	수강인원	과목	수강인원

공정	고분자가공특론	24	반응공학특론	5
			유변학특론	12
	유기소재시스템해석론	15	섬유형성공학	13
			유기박막소재특론	24
화공소재물리	고분자물성특론(II)	37	고성능고분자	27
	전기전자재료특론	12	고분자물리화학특론	41
	광기능소재특론	22		
화공소재화학	불균일촉매론	12	유기소재화학특론	29
	고분자합성특론(II)	21	유기합성특론	29
			중합반응론	22
에너지 환경	환경친화성고분자	17	에너지소재특론	20
	신재생에너지공학	18	환경공학특론	23
	친환경그린섬유개론	31		
바이오	생물화학공학특론	13	단백질공학특론	21
	환경미생물공학	6		
	생물분자설계	29		
화공정보	제어시스템설계	6	공정모델링 및 모사	12
			최적화원론	10
	전산소재공학특론	20	유기나노융합기술 (중개연구방법론)	26
			데이터분석특론	16
	고등기기분석특론	5	분자모델링응용	7

- ▶ 이를 통해 대학원생들에게 보다 넓고 다양한 학문분야의 교육기회 제공이 가능하고, 국가 및 국제사회가 겪고 있는 공통적으로 겪고 있는 이슈에 대응하여 이를 해결할 수 있는 전문 인력양성에 보다 능동적으로 대응이 가능할 것으로 예상하고 있다.

1.2.2 동남권(부산,울산,경남) 산업 및 사회 문제해결을 위한 교육프로그램 현황, 구성 및 운영

- 동남권 지역산업 및 사회문제는 전국상황과 비슷하지만 특히, 사회적인 문제로는 전국대비 높은 고령화율, 이에 따른 생산인구 감소, 일자리 부족에 따른 높은 실업률, 해양 및 대기(미세먼지) 환경오염, 원전을 대체할 에너지 고효율화 등을 들 수 있고, 산업적인 문제로는 전통 주력산업(해양플랜트, 조선, 자동차, 석유화학 등)의 경쟁력 감소 위기, 신발 및 섬유산업 등의 침체, 원자력 관련 기계 산업 붕괴 등을 들 수 있다.
- 먼저, 사회적 문제해결과 연관된 기초와 전문적 지식습득에 필요한 교육프로그램은 현재 교육연구단이 운영 중인 커리큘럼과 대학원차원에서 운영 중인 교육 프로그램에서 볼 수 있다.

표 II-8. 지역 사회적 문제해결을 위한 관련 교육 프로그램

지역 사회적 문제	관련 교육 프로그램
• 높은 고령화율	생체및의료용고분자, 유전자공학특론, 대사공학특론, 바이오레올러지특론, 유기바이오소재, 기능성바이오소재특론, 나노바이오소재특론, 생물화학공학특론, 환경미생물학특론, 생물반응기특론, 생물정보학
• 해양, 대기(미세먼지) 등 환경오염	환경공학특론, 환경친화성고분자, 고분자분리막, 고분자계면, 전기화학특론, 수치해석특론, 기기분석특론, 확산론
• 에너지 고효율화 및 친환경에너지	신재생에너지공학, 에너지소재특론, 바이오에너지공학, 유기에너지소재특론, 고분자분리막, 전지공학특론
• 높은 실업률 (창업 및 신산업 창출)	대학원생 기술창업팀 발굴·육성을 위한 창업 지원 프로그램, PNU 스타트업 베이스캠프, 창업관련세미나

- 한편, 과거 동남권 주요산업들은 자동차, 조선분야인 기계 산업과 석유화학산업 등 중공업 위주가 주를 이뤘지만 급변하는 시대 산업트렌트에 맞춰 지역 신산업 육성전략이 필요했고, 이에 지역전략산업들을 육성해오고 있다. 2019년 국가균형발전 프로젝트에서 발표된 동남권의 전략산업을 조사한 결과 (나노)신소재, 공정, 에너지, 환경, 바이오 등의 분야들이 본 교육연구단의 교육, 연구 분야와 밀접한 관련성이 있다.
 - 이러한 지역 전략산업분야의 산업적 문제해결과 연관된 특히 화학소재산업의 기초와 전문적 지식습득에 필요한 교육프로그램은 본 연구단이 운영하는 커리큘럼으로 그림 II-6에 나와 있으므로 생략하고 이외의 운영프로그램은 다음과 같다.
 - 본 교육연구단이 속해 있는 동남권은 부산, 경남, 울산 지역중심으로 각각 특화된 지역전략산업을 가지고 있으므로 이들 분야의 산업발전에 기여할 수 있는 교육프로그램 신설 및 확충이 필요하다. 이번 교육연구단에서는 지역의 정부연구기관 및 주요산업체와 연계한 산·학·연 연구 인력의 전문분야 석·박사 학위취득을 위한 연계 학연프로그램을 신설하여 운영하고 이를 강화할 예정이다.
 - 동남권에 위치한 다양한 정부출연연구기관과의 MOU 체결을 추진하여 화공분야 학·연 대학원 과정을 운영하고 있고, 이를 확대할 계획이다. 이는 지역주력산업 경쟁력 강화를 위한 전문 인력 양성으로 이어질 것으로 기대된다.
- ▶ 5차년도에 지난 1년간 산/학, 학/연 연계 프로그램을 통해, 총 81명의 석/박사 대학원생 (2024년 하반기 44명, 2025년 상반기 37명) 들이 프로그램에 참여하여 학위과정을 이어가고 있다.

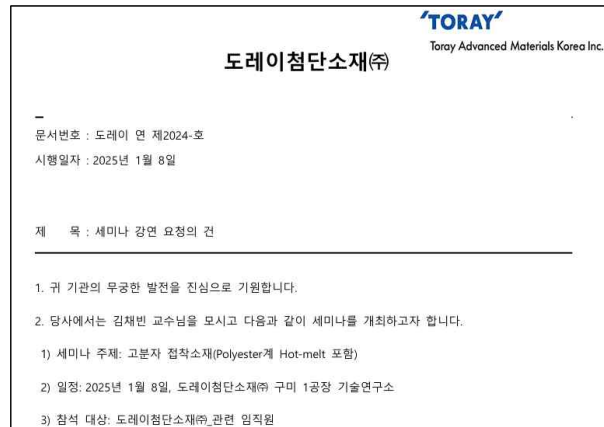
- 더불어, 지역산업의 경쟁력을 강화하는데 **(지역) 산업계 전문가 고문단을 적극 활용**할 계획이다. 특히, 표 II-8에서와 같이 지역 전략사업 부문의 기업과 기관 소속 전문가를 필수적으로 고문단으로 영입하여 지역 산업의 VOC (Voice of Customer)를 청취하고, 산학연계 콜로키움 연사로 초빙하여 본 교육연구단의 관련 트랙별 교수와 대학원생들에게 산업현장의 생생한 목소리를 전달하는 체계를 갖출 것이다. 이를 토대로 지역산업에서 요구하는 현장 인력에 관한 찾아가는 재교육 프로그램이나 향후 지역산업의 경쟁력강화에 이바지할 수 있는 **분야별 맞춤형 전문인력양성**을 체계적으로 추진할 계획이다.
- ▶ 본 교육연구단은 지역 산업계의 인력 교육을 통한 인적 교류활동의 일환으로 지역산업체 및 연구기관의 우수한 인력을 대학원에 진학시키는 프로그램을 운영하고 있으며, 5차년도 기간에 수학중인 파트타임 대학원생 현황은 박사과정 9명, 석사과정 70명, 석박사통합과정 2명으로 총 81명이다.
- 지역산업계 종사자의 재교육을 위하여 현장 밀착형 교과과정을 가지는 산업대학원을 개설하고 있으며, 5차년도 기간에 재학 중인 산업대학원생은 석사과정 41명이다.
- 이외에도 산학 공동연구 활성화와 참여 대학원생의 진로 지도를 위하여 주요 관련업계의 담당자와 선배 연구자를 초청하여 회사 및 오픈랩 겸 진로 설명회를 개최하였다.
 - 2024년 11월 4일~15일, 각 연구실에서 진로탐색의 날 & Open Lab을 개최하여 대학원에 관심있는 학부생들과 참여대학원생의 진로지도를 진행하였다.
- ▶ 본 교육연구단 참여교수들은 다음과 같이 기업체 강연 및 기술 교육과 자문 등을 실시하였다.

□

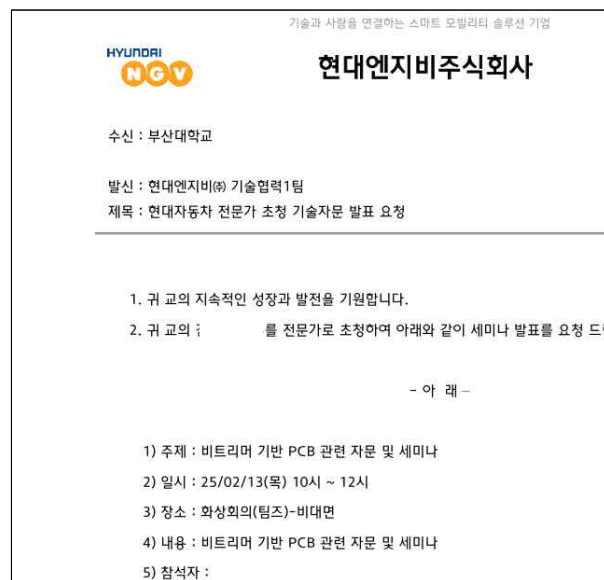
- 청정수소 혼소발전 전문기업인 (주)뉴수소에너지와 중소기업기술정보진흥원 과제를 공동으로 수행하여 2024년 10월 1일부터 2026년 9월 30일까지 총연구기간으로 연구를 수행 중이다. 중소기업 협력과제 수행과 후속과제 개발을 위해 김용우 대표 및 윤용수 기술고문과 함께, 2024년 12월 5일 및 2025년 8월 27일에 수소연소발전 과제개발 미팅을 진행하였으며, 태양광 연계 ESS시스템 도입을 위한 중국파트너 미팅을 진행하고 있다.
- 바이오수소 생산 및 활용 전문업체인 (주)NZW와는 2020년부터 환경부/환경산업기술원 지원 음폐수 기반 수소생산 과제를 공동 수행해왔으며, 현재는 2단계 사업을 진행 중이다. 또한, 연구책임자와 함께 2024년 한국에너지기술평가원의 한영에너지국제공동과제에 영국 WASE Ltd 및 University of Westminster와 공동 선정되었으며, 2025년 11월 말 영국을 방문하여 관련 기업체 방문 및 자문 활동을 진행할 예정이다. 이를 통해 향후 3년간 유기성 폐자원을 활용한 수소/메탄 혼합 하이탄 생산 공정 개발을 위한 국제 공동연구 협력을 강화하고 있다.

□

- 2025년 1월 8일 도레이첨단소재에서 접착제 관련 최신 산업기술 공유를 위한 기술 세미나를 진행하였으며, 폴리에스터 계 핫멜트(hot-melt)를 포함한 고분자 접착 소재 및 동적 결합 고분자 소재를 활용한 재가공/재활용 가능한 친환경 접착제 기술을 중심으로 발표를 진행하였다. 이번 강연에서는 고기능 접착제의 산업적 활용 가능성과 지속가능한 소재 개발을 위한 기술적 접근방안을 공유하였으며, 향후 관련 분야의 연구개발 협력 가능성에 대해서도 논의하였다.



- 2025년 2월 13일 현대엔지비 주식회사에서 인쇄 회로 기판(Printed Circuit Board, PCB)에 적용 가능한 비트리머(VitriMer) 소재에 대한 연구 자문 및 기술 적용 가능성 검토를 온라인 회의를 통해 진행하였으며, 열적 안정성과 가공성을 동시에 확보할 수 있는 동적 공유 결합 기반 고분자 시스템의 설계 방향과 응용 가능성에 대해 논의하였다. 이번 자문을 통해 고온 환경에서도 구조적 안정성을 유지하면서도 재가공·재활용, 형상 재배열이 가능한 비트리머 기반 소재의 PCB 적용 가능성에 대한 실험적 접근과 향후 R&D 협력 방향이 모색되었다.



□ 박종승 교수

- 2025년 6월 17일 이프 대표와의 기술 미팅을 부산대학교에서 개최하였으며, 이 자리에서 천연염료의 발색 원리 및 성능 등에 대해 자문을 실시하였다. 또한, 7월 18일에는 홍조류에서 추출한 천연염료의 성분과 응용 방안에 대한 강연을 진행하였다.
- 2025년 3월 28일 현대자동차 남양연구소 액상체결연구팀을 대상으로 프탈로시아닌 염료의 제조 및 부식방지 성능에 대한 연구내용을 발표하였다. 해당 주제에 대한 후속 연구미팅이 5월 15일, 7월 23일 등 2차례 더 진행되었으며, 이러한 미팅 결과를 바탕으로 후속 산학과제 진행을 논의하고 있다.

- 2025년 5월 22일 아셈스 연구팀을 대상으로 폴리에스터 섬유의 염색방법과 염료특성에 대한 강연/자문을 실시하였다. 특히, 염료의 승화성 측정과 열안정성 향상 방안 등에 대해 논의했으며, 이러한 회의 결과를 바탕으로 해서 추후 지역연계 RISE연구사업 기획, 산업통상부 신규과제 수요조사서 제출 등을 진행하였다.

□ 교수

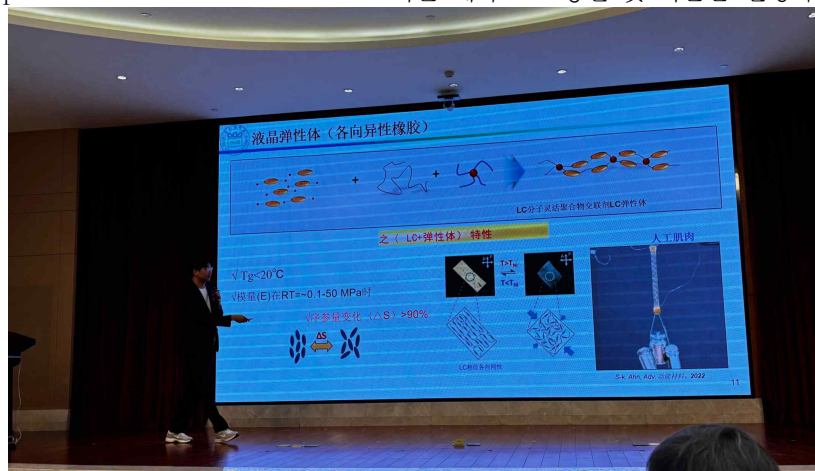
- 2025년 2월 13일, 국제지식재산연수원 (대전)에서 진행된 “고분자 복합재료 기술” 강연에서 특허 심사·심판관, 특허 분석 및 기술이전 기관 직원들을 대상으로 1) 고분자 복합재료 성형기술 소개, 2) 섬유강화 복합재료와 나노복합재료의 성형 기술, 3) 고분자 복합재료 성형기술의 트렌드 및 전망을 주제로 6시간의 강연을 진행하여, 고분자 복합재료 분야의 기술 특허화와 산업체로의 기술이전을 촉진하는 토대를 마련함.

□ 교수

- 국내 최초로 출범한 화장품 연구소 아모레 퍼시픽 R&I 연구소에서 “Smart Liquid Crystal Elastomers for Anti-Wrinkle Patches” 라는 주제로 강연 및 자문을 진행하였다.



- 중국 및 국제적으로 기능성 화학물질, 신 고분자 소재, 신 에너지 소재를 제조 및 판매하는 중국 자성의 위성화학에서 “Designing Intelligent Materials form Liquid Crystal Elastomers: Harnessing Anisotropic Properties and Phase Transitions” 라는 제목으로 강연 및 자문을 진행하였다.



□ 교수

- 2025년 3월 7일 SK이노베이션에서 “Introduction to Carbon Nanotube Fibers” 라는 주제로 강연을 진행하였다. CNT 섬유의 제작 기술에 대해 소개하고 교수 연구실이 보유한 기술들에 대해 소개하였다. CNT 섬유의 사업성에 관련하여 자문을 하였다. 추후 산학 과제 주제를 도출하기 위한 회의를 하였다.

★ RE: [RE]RE: [RE]RE: [RE]안녕하세요, 교수님. SK이노베이션 입니다.



① 최근 이 메일에 대한 답장을 2025-03-07 13:51:32 에 하셨습니다.

교수님,

자료 공유 감사드리며, 문자 드린 바와 같이 명일 아침 대전역에서 뵙겠습니다.

감사합니다.

2. 인력양성 계획 및 지원 방안

2.1 최근 1년간 대학원생 인력 확보 및 배출 실적

〈표 2-1〉 교육연구단(팀) 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	75	22	40	137
	2025년 1학기	77	19	42	138
	계	152	41	82	275
배출 (졸업생)	2025년 2월 졸업	31	6		37
	2025년 8월 졸업	8	8		16
	계	39	14		53

2.2 교육연구단(팀)의 우수 대학원생 확보 및 지원 계획

▶ 교육연구단의 우수 석/박사 유치확대 계획과 그에 대한 지원 결과를 정리하면 다음 표과 같다.

표 II-9. 교육연구단의 우수대학원생 유치확대 계획과 지원결과

지원 계획	5지원결과 및 실적
본교 학부생의 대학원 생 유치를 위한 지원	1) 본교 학부생의 대학원 진학시 장학금 지원 - 우수졸업자 대학원 진학: 본교 출신 학사과정 졸업 전체평점평균 3.8 이상 학생이 졸업 후 2년 이내에 석사과정에 진학할 경우 지급함. - 일반대학원 Premier: 본교 학부 Premier 장학생이 학사과정 졸업 후 2년 이내에 본교 일반대학원에 입학할 경우 선발함. 2) 진로지도 지원 - 대학원에 관심있는 학생이 대학원 홈페이지에 전공하고 싶은 분야에 관해 질문을 등록할 시, 해당 내용이 지도교수 혹은 학과사무실에 송부되어 학생 맞춤형 정보 제공하였음.
국내 외부대학에서의 대학원생 유치를 위한 지원	- 대학원에 관심있는 학생이 대학원 홈페이지에 전공하고 싶은 분야에 관해 질문을 등록할 시, 해당 내용이 지도교수 혹은 학과사무실에 송부되어 학생 맞춤형 정보 제공하였음.
학/석사 및 석/박사 통합과정 입학생 확대를 위한 지원	- 학석박통합연계과정 장학금: 학석사 및 학석박사 통합연계과정으로 선발된 학생의 경우 장학금 지급하였음.

• 해외 우수 연구 유치 확대를 위한 지원	- 부산대학교 졸업 외국인 학생의 경우 첫 학기 입학 장학금 지급 및 둘째 학기부터는 평점평균에 따라 외국인 성적장학금 지급하였음. - 한국어능력시험(TOPIK) 4급 이상 취득 시 재학 중 최대 3회까지 장학금 지급하였음. - 부산대학교 BK21 대학원혁신 사업의 일환으로 해외 대학원생 유치 확대를 위해 BK21 FOUR 참여 교육연구단 소개집을 영문/중문으로 배포하였음.
• 석사과정 학생의 박사과정으로의 유치 지원	- 실적 산정기간 내 석사 졸업생 75명 중 7명이 본교 박사과정에 진학하여 전체 박사 신입생 16명 중 7명으로 43.75%가 본교 출신임. - 이는 BK사업으로 안정적인 대학원 교육환경을 제공한 결과로 해석됨.

▶ 교육연구단의 대학원생 학업환경 지원에 대한 계획 및 지원결과를 정리하면 다음과 같다.

표 II-10. 교육연구단의 대학원생 학업환경 지원계획과 지원결과

지원 계획	5차년도 지원결과
• 대학원생에게 장학금 지급	- 2024년 10월 1일 기준(24년 2학기) 참여대학원생 137명 (석사 88명, 박사 17명, 박사수료 32명) 중 총 79명(석사 51명, 박사 11명, 박사수료 17명)에게 석사 1,000,000원 박사 1,600,000원, 박사수료 1,300,000원의 장학금을 매달 지원하였음. - 2025년 4월 1일 기준(25년 1학기) 참여대학원생 138명 (석사 90명, 박사 27명, 박사수료 21명) 중 총 80명(석사 53명, 박사 22명, 박사수료 9명)에게 석사 700,000원 박사 1,300,000원, 박사수료 1,000,000원의 장학금을 매달 지원함.
• 대학원생 학술활동 지원	- 24년 2학기(2024.09.01.~2025.02.28.) 기준 국제학회등록비 3,545,009원을 총 5명에게, 국내학회등록비 3,380,000원을 총 40명에게 지원하였다. 국제학회 참가경비 19,661,436원을 총 8명에게, 국내학회 참가경비 424,200원을 총 3명에게 지원하였다. 재료비로 18,825,609원, 분석료 5,075,500원, 논문게재료 2,333,408원을 지원하였음. - 25년 1학기(2025.03.01.~2025.08.31.) 기준 국제학회등록비 16,772,574원을 총 31명에게, 국내학회등록비 2,150,000원을 총 23명에게 지원하였다. 국제학회 참가경비 18,143,866원을 총 27명에게 지원하였고, 국내학회 참가경비 4,680,624원을 총 20명에게 지원하였다. 재료비로 4,707,990원, 분석료 4,473,300원, 논문게재료 586,894원을 지원하였음. - 정리하면, 5차년도 참여대학원생에게는 36명에게 국제학술대회 등록비 20,317,583원, 63명에게 국내학술대회 등록비 5,530,000원을 지원하였고, 재료비 23,533,599원, 분석료 9,548,800원, 논문게재료 2,920,302원 등을 지원하였음.
• 장·중·단기 해외 연구기관의 연수비를 지원	- 해외연수 지원의 경우 대학원생의 참여지도교수 실적, 연구실적, 연수계획서 등을 참고하여 운영위원회에서 선정하여 모두 3명에게 지원하였음 - 해외연수 장기(2025.07.01.~12.01.) 권미나, 미국 Harvard Medical School, 4,000,000원

	- 해외연수 장기(2025.07.01.~11.30.) 이수빈, 미국 Harvard Medical School, 4,000,000원 - 해외연수 장기(2025.07.01.~12.01.) 최혜은, 미국 Harvard Medical School, 3,000,000원
• 우수대학원생에 대한 장학금 지원 및 해외학술활동 지원	- 24년 2학기에 우수한 논문실적을(주저자, 상위 15%내 저널에서 차등지급) 낸 참여대학원생 14명에게 성과급을 총 5,550,000원을 지원하였음. - 25년 1학기에 우수한 논문실적을(주저자, 상위 15%내 저널에서 차등지급) 낸 참여대학원생 9명에게 성과급을 총 3,700,000원을 지원하였음. : 정리하면, 우수한 논문실적을(주저자, 상위 15%내 저널에서 차등지급) 낸 참여대학원생 총 23명에게 성과급을 총 9,250,000원을 지원하였음

▶ 대학본부의 우수대학원생 확보를 위한 지원방안 및 지원결과를 정리하면 다음과 같다.

표 II-11. 대학본부의 우수대학원생 확보를 위한 지원방안 및 지원결과

지원 계획	5차년도 지원 결과
• 대학원 입학홍보 및 입학상담 강화	- 대학원에서 개별적으로 온라인 입학설명회, Open Lab 등을 개최하였음. - 대학원에 관심있는 학생이 대학원 홈페이지에 전공하고 싶은 분야에 관해 질문을 등록할 시, 해당 내용이 지도교수 혹은 학과사무실에 송부되어 학생 맞춤형 정보를 제공하였음. - BK21 대학원혁신 사업의 일환으로 대학원 입학 전 Graduate Pre-Start 프로그램을 운영하였음. - BK21 대학원혁신 사업의 일환으로 대학원 신입생 적응을 위한 PNU 대학원생 멘토링 프로그램, 신입생 연구지원을 위한 석박사 학습멘토링 프로그램 운영하였음.
• 우수 대학원생 장학금 지원 강화	1) PNU 장학금 - 우수졸업자 대학원 진학: 본교 출신 학사과정 졸업 전체평점평균 3.8 이상 학생이 졸업 후 2년 이내에 석사과정에 진학할 경우 지급하였음. - 일반대학원 Premier: 본교 학부 Premier 장학생이 학사과정 졸업 후 2년 이내에 본교 일반대학원에 입학할 경우 선발하였음. 2) 인재장학금 지원 - 교내장학금, 국가장학금 외 다양한 공고·공모형 외부장학금을 지급하였음. 3) PNU 미래인재양성, 학석사 연계과정, 학석박 통합연계과정 학생을 지원하였음. - 학석박통합연계과정 장학금: 학석사 및 학석박사 통합연계과정으로 선발된 학생의 경우 장학금 지급하였음. 4) 대학원생 우수논문 게재 장학금 지원 - 국내외 학술지에 우수한 연구논문 게재 시 평가를 통해 장학금 지급하였음.
• 국제화 지원 강화	1) 해외파견 - 독일, 프랑스, 일본, 호주, 캐나다, 미국, 대만, 싱가포르 총 8개국 23개 대학에 우수 대학원생(학업준비도, 외국어능력 등 기준) 해외파견

	지원 및 지원금 지급하였음. 2) 해외 대학원 복수학위 운영 현황 - 규슈대학, 상해교통대학, 동제대학, 프랑스 그르노블 알프스대학, 텍사스 A&M, 미국 노스 앨라배마 대학 (*응용화학공학부는 해당사항 없음) 3) 외국대학·기관과의 학술교류 협정 체결 현황 - 64개국 693개 대학 및 기관과 학술교류 협정 체결 중 (2025.8월 기준) 4) 국제 산학협력 MOU 45건 체결(12개국 41개 기관) 5) 대학원생 대상 국제화 활동 지원 (BK21 대학원혁신) - 국제학술대회 발표자 지원 프로그램 운영 중. - 국제제학술지 투고 논문 영문교정료 지원하였음.
--	---

▶ 공동장비 운영과 관련하여, 부산대학교 연구장비공동활용지원센터에서 현재 109종의 장비를 보유, 관리, 운영하고 있다. 부산대학교에서 공동으로 운영하는 장비의 경우 예약을 통해 이용할 수 있으며, 장비이용료를 교육연구단 예산에서 결제할 수 있도록 지원하고 있다. 2024년 2학기에 분석료 5,075,500원을 지원하였고 2025년 1학기에는 분석료 4,473,300원을 지원하였다.

□ 향후 교육연구단의 대학원생 학업환경 지원에 대한 계획

○ 5차년도 지원 프로그램은 6차년도에도 지속적으로 지원할 예정이며, 참여대학원생의 학술활동을 위하여 아래와 같이 지원하고자 한다.

표 II-12. 참여대학원생 학생학술활동별 지원계획 및 내용

학생학술활동 지원계획	지원 내용
국제학술대회 참가발표	• 75명에게 경비(교통비, 숙박비등) 100만원/ 년
국내저명학술대회 참가	• 90명에게 등록비 10만원/ 년
장기해외연수(2개월이상)	• 경비(교통비, 숙박비등) 500만원/년
중기해외연수(1개월이상)	• 경비(교통비, 숙박비등) 300만원/년
단기해외연수(15일이상)	• 경비(교통비, 숙박비등) 150만원/년
논문 성과급 지급	• Top 10% 50만원/인, 우수 환산보정 IF합 50만원/인 등

○ 이외 6차년도에도 다음과 같은 학생 연구 환경을 지원할 예정이다.

표 II-13. 학생 연구 환경 지원계획

학생연구환경 지원계획	지원 내용
연구 공간 및 교육비 지원	• 분석세미나와 같은 교육 세미나 참가비 지원 • 도서 등 문헌구입비 지원 • 연구그룹 간 및 그룹 내 세미나 개최 지원 • 소규모 세미나 개최를 위한 공간 확보 지원
연구지원 플랫폼 제공	• 대학원 홈페이지 개편시 연구지원 플랫폼 제공 • 학내 연구과제 주요내용을 검색 가능한 Database 연계제공
연구지원컨설팅 실시	• 연구계획에 대한 학내 Database기반 정보제공을 통한 신진

	연구인력 연구제안서 작성에 도움 제공 • 연구제안서 관련 국내외 기술현황 조사, 특허조사 지원 • 부산대학교 퇴임교수 연구자문단 운영
대학원생, 신진연구인력 대상 연구세미나 개최	• 대학원생, 신진연구인력대상, 연구재단 등 연구지원 설명회 • 연구비관리 자체 교육 • 연구노하우 경험사례 공유 세미나 개최
국제화 여건 개선	• 해외대학과의 공동 복수학위 확대 • 공동연구 수행을 위한 연구지원 실시 • 국내저명학자 초청특강 확대

2.3 참여대학원생의 취(창)업의 질적 우수성

〈표 2-2〉 2024년 8월 및 2025년 2월 졸업한 교육연구단(팀) 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	9	4	0	0	5	4	80
	박사	5			0	5	4	
2025년 2월 졸업	석사	31	5	1	0	25	13	61.29
	박사	6			0	6	6	

- 2024년 8월 졸업한 박사 졸업생 5인 중 4인은 중국 AESC, 한국재료연구원, 삼성SDI 등에 전공을 살려 취업하였다.
- 2024년 8월 석사 졸업생은 총 9명이며, 이중 4명이 부산대 등으로 박사과정으로 진학하였으며, 4명은 한국융합소재연구원, 삼성SDI, 효성화학, LG에너지솔루션 등 각각의 전공과 밀접한 연구소 및 기업에 취업하여 질적으로 매우 우수한 취업성과라 할 수 있다.
- 2025년 2월 졸업한 박사 졸업생 6명 중 6명은 각각 롯데케미칼, 한국생산기술연구원, 울산과학기술원, 부산대학교 환경에너지연구소, 한국연구재단, 부산대학교 산학협력단(Post-Doc)으로 전공과 일치하는 분야에 취업하였다.
- 2025년 2월 석사 졸업생은 31명 중 5명은 부산대 등 국내박사로 진학하였고, 1명은 미국 University of Delaware로 국외 박사진학을 하였으며, 나머지 25명 중 13명은 LG에너지솔루션, 한화에어로스페이스, 삼성디스플레이, LG전자, DL케미칼, 금호피앤비화학주식회사, 국도화학 등 전공분야와 관련이 있는 대기업과 중소기업 연구원을 위주로 전공과 일치하는 분야에 취업하였다.
- 5차년도 석·박사 졸업생의 평균 취창업률은 70.65%로, 이는 1차년도 83.3%, 2차년도 82.9%, 취업률에 비해 다소 적은 편으로 4차년도 70.83%(보고서 기준) 보다는 약간 상승했으며, 이는 경기 침체에 따른 취업시장의 축소가 원인으로 보이며, 특히 중국과의 경쟁구도에서 밀리는 국내 석유화학 분야의 불황 국면과도 관련이 있는 것으로 보인다.
- 한편, 졸업자의 우수 취업사례는 다음과 같다.

1		2025.02	박사	응용화학공학부	롯데케미칼 (연구원)
	·은 박사과정 동안 액화수소의 냉열을 활용할 수 있는 다양한 공정을 설계하고 가치사를 관점에서 비교 및 분석하여 논문을 게재하였음. 해당 연구 주제와 관련하여 국내외 학술대회에서 구두 및 포스터 발표 실적이 다수 있고, 졸업 후 2025년 3월부터 롯데케미칼(주)에 취업하여 전공 적합성이 매우 우수함.				
2		2025.02	박사	응용화학공학부	부산대학교 환경에너지연구소 (박사후연구원)
	는 박사과정 동안 이산화탄소를 메탄, 수소, 단세포단백질(single-cell protein, SCP)과 같은 고부가가치 물질로 전환할 수 있는 미생물전기합성셀(Microbial Electrosynthesis, MES)과 미생물전해전지(Microbial Electrolysis Cell, MEC) 시스템을 설계·운전하며, 전극 기반의 전기화				

			학적 미생물군집 형성 메커니즘을 규명하였고 이에 대해 다수의 논문을 게재하였음. 국내외 학술대회에서 발표 실적이 다수 있으며, 졸업 후에는 부산대학교 환경에너지연구소에 박사후 연구원으로 임용되어 관련 분야의 후속 연구를 수행 중으로, 전공 적합성이 매우 우수한 연구자임.	
3	2025.02	박사	응용화학공학부	한국생산기술연구원 (연구원)
	은 석박사통합과정 동안 용매를 사용하지 않는 용융전기방사 하이브리드 시스템을 개발하여 폴리프로필렌(PP) 나노섬유의 방사에 성공하였다. 이에 관하여 다수의 논문을 게재하였으며 국내외 학술대회에서 발표실적도 보유하고 있다. 졸업 후에는 한국생산기술연구원에 취업하여 연구원으로 활동하고 있으며, 전공 적합성이 매우 우수한 학생임.			
4	2025.02	박사	응용화학공학부	유니스트 (포닥)
	은 석박통합과정동안 탄소 복합체 및 촉매가 도입된 에너지 저장 및 변환 장치의 효율을 극대화시키기 위해 계산 과학을 활용하여 에너지의 저장 및 변환 경로를 밝혀냈으며, 최단/최적의 경로 제시를 통한 성능 향상에 기여한 논문을 다수 게재하였음. 또한, 국내외 학술대회에서 포스터 및 구두 발표를 통한 연구 실적을 발표하였으며, 졸업 후에는 유니스트에서 포스트 닥터로서 계산 과학 기반 에너지 저장 장치에 대해 연구하여 전공 적합성이 매우 우수한 학생임			
5	2025.02	석사	응용화학공학부	델라웨어대학교 (박사과정)
	은 석사과정동안 계산 과학을 활용하여 연료전지 내 양이온 수송에 대한 메커니즘을 분석하고 연료전지용 분리막의 개발 방향성을 제시하는 연구를 하며 논문을 게재하였음. 또한, 국내외 학술대회에서 발표 실적을 남겼으며, 졸업 후 델라웨어 대학교에서 계산 과학에 대해 심도깊은 연구를 추가적으로 진행하기 위해 박사 과정을 이수하고자 하는 전공 적합성이 매우 우수한 학생임			
6	2025.02	석사	응용화학공학부	창성(주)
	은 석사과정동안 고기능성 고분자를 합성하고 이를 에너지 저장 장치에 도입하여 성능과 효율을 극대화시켜 향상된 황 활용율과 장기 수명 특성을 보이는 논문을 게재하였음. 또한, 국내외 학술대회에서 포스터 및 구두 발표 실적을 남겼으며, 졸업 후 고분자 관련 회사인 창성 (주)에 입사하여 고분자 바인더 관련 심도 깊은 연구를 추가적으로 진행하는 졸업생으로서 전공 적합성이 매우 우수한 학생임			
7	2025.02	석사	응용화학공학부	부산대 생기연
	는 석사과정동안 고기능성 고분자를 합성하고 이를 에너지 저장 장치에 활용하여 성능과 효율을 극대화시켜 차세대 음극 소재인 실리콘의 장기 수명 특성을 향상시키는 논문을 게재하였음. 또한, 국내외 학술대회에서 발표 실적을 남겼으며, 졸업 후에는 부산대 생산기술연구소 소속으로 고분자에 대한 추가적인 연구를 진행하고 있고 전공 적합성이 매우 우수한 학생임			
8	2025.02	석사	응용화학공학부	엘지 에너지솔루션 (연구원)
	는 석사과정에서 탄소섬유와 아크릴계 수지의 화학처리를 통한 계면 결합 향상을 기반으로 CFRP 물성 강화 연구를 수행하였음. 국내외 학회에서 포스터 및 구두 발표 실적이 우수하였으며, 다수의 학술 성과를 통해 연구 역량을 인정받았음. 졸업 후 대기업 엘지에너지솔루션 R&D 부문에 취업하여 전공과 직무의 적합성이 매우 우수함.			

9		2025.02	석사	응용화학공학부	금호 피앤비화학 (연구원)
	는 석사과정에서 에폭시, 카본 블랙, 그래파이트를 활용한 3상 복합재 기반 에폭시 전기전도도 향상 연구를 수행하였음. 국내외 학회에서 포스터 및 구두 발표 실적이 우수하였으며, 이를 바탕으로 학문적 성과와 전문성을 인정받았음. 졸업 후 금호 피앤비화학 에폭시 수지 개발 부문 R&D에 취업하여 전공과 직무의 적합성이 매우 우수함.				
10		2025.02	석사	응용화학공학부	엘지전자 (연구원)
	는 석사과정에서 PDMS, 아라미드 나노섬유, Boron nitride 입자를 활용한 전자기기 방열 구조부품 복합재 개발 연구를 수행하였음. 국내외 학회에서 포스터 및 구두 발표 실적이 우수하였으며, 연구 성과를 통해 학문적 역량을 인정받았음. 졸업 후 엘지전자 R&D 부문에 취업하여 전공과 직무의 적합성이 매우 우수함.				
11		2025.02	석사	응용화학공학부	국도화학주식회사 (연구원)
	는 석사과정 동안 acrylic acid기반의 고분자 네트워크를 활용한 바인더 연구를 하였으며 실리콘 음극의 성능향상을 위한 바인더 연구를 SCI(E) 저널에 논문을 출간하였음. 이 외에도 국내 학술대회에서 포스터/ 구두 발표 등 다수의 실적을 남겼음. 졸업 후 국내 시장 점유율 66%를 차지하는 업계 1위 기업인 국도화학주식회사에 취업하여 전공 적합성이 매우 우수한 학생임.				
12		2025.02	석사	응용화학공학부	한국화학연구원 (연구원)
	는 동적 공유 결합을 이용한 액정 탄성체 비트리머 연구를 하였음. 이 외에도 BK에서 진행하는 학술대회에서 매년 포스터 발표 등 다수의 실적을 남겼음. 졸업 후 정부출연연구소인 한국화학연구원에 취업하여 전공 적합성이 매우 우수한 학생임.				
13		2025.02	석사	응용화학공학부	삼성디스플레이 (연구원)
	은 석사과정 동안 유기 금속 할로겐 페로브스카이트 발광 나노입자의 합성법을 개발하는 연구를 진행하였고, 블록 공중합체를 활용한 분산 공정 실험을 성공적으로 진행한 바 있으며, 신축성 발광 필름으로 응용할 수 있는 SCI(E) 논문을 게재하였음. 국내 학술대회에서 발표 실적이 다수 있고, 졸업 후 대기업인 삼성디스플레이에 취업하여 전공 적합성이 매우 우수한 학생임.				
14		2025.02	석사	응용화학공학부	삼성디스플레이 (연구원)
	은 석사과정 동안 고분자 이온 소재와 강유전체 물질을 활용한 인공 시냅스 뉴로모픽 메모리 소자 개발을 진행하였으며, 유기, 고분자, 무기 반도체 소재를 기반으로 하는 강유전체 시냅스 응용 분야 총설 논문을 게재한 바 있음. 이 외에도 국내 학술대회에서 포스터 발표 등의 다수의 실적을 남겼음. 졸업 후 대기업인 삼성디스플레이에 취업하여 전공 적합성이 매우 우수한 학생임.				
15		2025.02	석사	응용화학공학부	DL케미칼 (연구원)
	은 석사과정 동안 고분자 기능기 말단 변성을 통해 타이어 분산제의 우수한 안정성 및 물성을 갖는 변성 고분자의 제조 방법에 대해 논문을 다수 게재하였음. 국내 학술 대회에서 포스터 발표실적이 다수 있고, 졸업 직후 2025년 3월부터 대전의 DL케미칼의 연구원으로 입사하여 전공 적합성이 매우 우수함.				
16		2025.02	박사	응용화학공학부	한국연구재단

				(연구원)
	는 석사 및 박사과정 동안 나노물질의 합성, 기능화, 계면 현상과 분리 및 결정화 공정 등 포괄적인 분야에 대해 논문을 게재하였음. 국내 및 국제 학술 대회에서 구두 발표와 포스터 발표실적이 다수 있고, 졸업 후 부산대 박사후연구원을 거쳐 2025년 6월부터 대전의 한국연구재단에 입사하여 다양한 연구 경험 및 다부처 과제 실무자 관리경험을 바탕으로 과제 관리직무를 수행함.			
17	2024.08	박사	응용화학공학부	중국 AESC (연구원)
	은 석·박사 과정 동안 커패시터 전극 소재의 성능 향상을 위한 표면 개질 및 복합화 연구를 수행하여 에너지 저장소재의 효율과 안정성 향상에 기여하였다. 이러한 연구 경험은 고성능 전극 소재 개발을 중점으로 하는 배터리 산업과 밀접히 연관되며, 졸업 후 글로벌 배터리 기업인 중국 AESC에 취업하여 전공과의 높은 적합성과 우수한 취업 질을 입증하였다.			
18	2024.08	박사	응용화학공학부	중소 조선연구원 (연구원)
	은 박사과정에서 다중 드롭 방식의 CFRP 제조공정 최적화 연구를 체계적으로 수행하였음. 또한 선박용 GFRP 몰드의 탈형성 개선을 위한 연구를 병행하며 관련 분야에서 학문적 기여를 이루었음. 국내외 학회에서 포스터 및 구두 발표실적이 우수하였으며, 이를 통해 연구 역량과 전문성을 인정받았음. 졸업 후 중소조선연구원 R&D 부문에 취업하여 전공과 직무의 적합성이 매우 우수함.			
19	2024.08	박사	응용화학공학부	삼성 SDI (연구원)
	은 박사과정 동안 다양한 나노물질을 활용한 나노구조체 제작 및 특성분석 연구를 꾸준히 수행하였음. 나노복합 구조의 형성과 그 응용 가능성에 관한 학문적 기여가 있었으며, 국내외 학회에서 포스터 및 구두 발표 실적이 우수하였음. 또한 다양한 학술 활동과 연구 성과를 통해 전문성을 인정받았음. 졸업 후 대기업 삼성SDI R&D 부문에 취업하여 전공과 직무의 적합성이 매우 우수함.			
20	2024.08	석사	응용화학공학부	삼성 SDI (연구원)
	은 석사과정 동안 polyviologen을 새롭게 합성하고 고안정성 전기변색소자에 관한 연구를 진행하며 논문을 투고하고 다수의 학술대회에서 발표를 하는 등 많은 실적을 남김. 또한 졸업 후에는 삼성 SDI에 취업하여 R&D 분야에서 연구원으로 종사하는 등 전공 적합성이 매우 우수함			
21	2024.08	석사	응용화학공학부	부산대학교 (진학) 국내 진학
	은 석사과정 동안 광경화성 RGB 색상의 3가지 비올로젠을 새롭게 합성하고 전극물질로 플루오린이 치환된 형태의 CNT를 사용하여 전기변색소자를 제작하고 평가하는 연구를 진행함. 또한 다수의 국내외 학술대회에서 구두 및 포스터 발표를 하는 등 많은 실적을 남김. 졸업 후에는 동일한 분야 박사과정에 진학하여 연구하는 등 전공 적합성이 우수함.			
22	2024.08	석사	응용화학공학부	(주)엘지 에너지 솔루션 (연구원)
	은 석사과정 동안 Lithium-ion 배터리용 Anode Slurry의 유변학적 특성과 기계적 물성 측정에 대한 연구를 수행하며, 국내/외 학술대회에서 구두 및 포스터 발표실적 및 수상경험이 있음. 24년 8월 졸업 전인 24년 7월부터 (주)엘지에너지솔루션에 취업하여 R&D 분야에 종사하고 있			

	으며, 전공 적합성이 매우 우수함.				
23		2025.02	석사	응용화학공학부	한화에어로스페이스 (연구원)
	은 석사과정 동안 PET Vitrimer의 유변학적 특성에 대한 연구를 수행하며, PET에 동적 네트워크 결합도입하여 재가공이 가능한 비트리머(vitrimer)로 업사이클링함으로써 지속 가능한 소재로 전환하는 연구를 진행함. 이를 바탕으로 연구국내/외 학술대회에서 구두 및 포스터 다수의 발표를 진행함. 25년 2월 졸업 전인 25년 1월부터 한화에어로스페이스에 취업하여 R&D 분야에 종사하고 있으며, 전공 적합성이 매우 우수함.				
24		2024.08	석사	응용화학공학부	한국소재융합연구원 (연구원)
	학생은 석사과정 동안 전자기기의 발열 문제를 효과적으로 해소할 수 있는 고열전도성 방열 복합소재 및 해당 소재의 효율적인 열전달 경로 형성에 대한 연구를 수행함. 재학 기간 동안 저명한 해외 저널(Advanced Materials Interfaces)에 논문을 게재하였으며, 다수의 학회에서 발표 및 우수한 성과를 거둠. 졸업 후에는 전공지식 및 연구경험을 바탕으로 한국소재융합연구원에 취업함.				
25		2025.02	석사	응용화학공학부	부산대학교 (진학)
	은 석사과정 동안 분자인식 기술을 기반으로, 분자각인 실리카 나노입자를 이용해 특정 암 바이오마커를 표적하고 종양 환경에서만 약물을 방출하는 지능형 약물 전달 시스템을 성공적으로 구현했음. 또한, 콜라겐 고분자 필름을 제작하여 세포 부착능을 향상시키고, 표면 패턴을 통해 세포의 배열까지 제어하는 연구성과를 보였음. 국내외 학술대회에서 발표실적이 다수 있고, 졸업 후 부산대학교 응용화학공학부 대학원에 진학하여 전공 적합성이 매우 우수한 학생임.				
26		2025.02	석사	응용화학공학부	부산대학교 (진학)
	는 석사과정 동안 광역학 치료(photodynamic therapy, PDT)를 위한 업컨버전 나노입자(upconversion nanoparticle, UCNP) 시스템을 발전시키기 위해 하이드로겔 기반의 나노젤로 캡슐화하여 광활성화 효율을 향상시켰으며, 세포 수준의 항암 효능을 규명하였음. 이 외에도 국내 학술대회에서 포스터 발표 등의 다수의 실적을 남겼음. 졸업 후 부산대학교 응용화학공학부 대학원에 진학하여 전공 적합성이 매우 우수한 학생임				
27		2025.02	석사	응용화학공학부	동원시스템즈
	학생은 석사과정 동안 항공우주, 방위, 자동차 분야에서 발생하는 고속 변형률 충격 하중을 효과적으로 완화할 수 있는 첨단 응력과 소산 소재에 관한 연구를 수행하였음. 특히, 붕소 에스테르 가교(BCN) 기반 겔을 설계·합성하고 그 성능을 정량적으로 평가하여 기존 에폭시 및 폴리우레아 소재 대비 우수한 에너지 소산 능력과 자가치유·재가공 가능성을 규명하였음. 해당성으로 국내저널 Composites Research에 논문을 게재하였으며, 학문적 가치와 산업적 응용성을 동시에 인정받았음. 이러한 전문성과 연구 성과를 기반으로 박경민 학생은 졸업 후 동원시스템즈에 취업하여, 고분자 복합소재 분야의 전문성을 실무에 성공적으로 확장하고 있음.				
28		2024.08	석사	응용화학공학부	한국디스플레이산업협회
	학생은 석사과정 동안 2D 할로젠 페로브스카이트 소재와 강유전체 물질을 이용한 저항 메모리 소자 개발을 진행하였고, 유/무기 반도체 소재, 강유전체 고분자를 기반으로 자가정렬 현상을 활용한 저항 메모리 소자로 응용할 수 있는 SCI(E)급 논문을 게재하였음. 국내 학				

술대회에서 구두, 포스터 발표 등 다수의 실적이 있고, 졸업 후 한국디스플레이산업협회에 취업하여 전공 적합성이 매우 우수한 학생임.

3. 참여대학원생 연구실적의 우수성

① 참여대학원생 저명학술지 논문의 우수성

- 교육연구단의 연차별 목표는 표 II-14와 같으며, 5차년도 목표와 성과는 표 II-15에 정리되어 있다. 5차년도 대학원생 연구목표는 1인당 논문환산편수 0.2416, 1인당 논문의 환산보정 IF는 0.0844, 1인당 논문의 환산 보정 ES는 0.0836, 1편당 환산 IF는 0.5176, 논문실적의 Q1 비율 39.49%, 1인당 학술대회 발표 환산편수 2.3511이 목표였다. 이는 연평균으로 보면, 대학원생 1인당 논문환산편수는 4.75%, 대학원생 1인당 논문의 환산보정 IF는 2.00%, 대학원생 1인당 논문환산보정 ES는 2.00%, 1편당 환산 보정 IF는 2.15%, 참여대학원생 논문실적의 Q1 비율은 2.25%, 대학원생 1인당 학술대회 발표논문 환산편수는 2.20% 증가를 목표로 산출된 값이었다.

표 II-14. 4단계 BK21 사업기간(2020~2027) 본 교육연구단의 대학원생 연도별 목표

항 목	연도별 목표							연평균 증가율
	1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	5차 년도	6차 년도	7차 년도	
대학원생 1인당 논문환산편수	0.2164	0.2227	0.2290	0.2353	0.2416	0.2479	0.2542	3.00%
대학원생 1인당 논문의 환산보정 IF	0.0769	0.0784	0.0799	0.0814	0.0829	0.0844	0.0860	2.00%
대학원생 1인당 논문의 환산보정 ES	0.0775	0.0790	0.0806	0.0821	0.0836	0.0851	0.0866	2.00%
1편당 환산보정 IF	0.4774	0.4875	0.4975	0.5076	0.5176	0.5277	0.5377	2.15%
참여대학원생 논문실적의 Q1비율	36.2988	37.0975	37.8963	38.6950	39.4938	40.2925	41.0913	2.25%
대학원생 1인당 학술대회 발표논문 환산편수	2.1647	2.2113	2.2579	2.3045	1.6000	1.6000	1.6000	%

표 II-15. 5차년도 대학원생 연구 목표 및 성과

실적 지표	5차년도 목표	5차년도 성과	목표달성률
대학원생 1인당 논문환산편수	0.2416	0.2244	-7.12% 미달
대학원생 1인당 논문의 환산보정 IF	0.0829	0.1545	86.4% 초과
대학원생 1인당 논문의 환산보정 ES	0.0836	0.4441	431% 초과
1편당 환산보정 IF	0.5176	0.6885	33.0% 초과
참여대학원생 논문실적의 Q1 비율(%)	38.49	55.56	44.4% 초과
대학원생 1인당 학술대회 발표논문 환산편수	1.6000	1.5467	-3.33% 미달

- 5차년도 실적을 보면, 대학원생 1인당 논문환산편수 0.2244, 1인당 논문의 환산보정 IF는 0.1545, 1인당 논문의 환산보정 ES는 0.4441, 1편당 환산 IF는 0.6885, Q1 비율 55.56%, 1인당 학술대회 발표환산편수 1.5467이다. (IF, 상위%는 2024JCR 기준, 보정IF 및 보정ES 값은 2023JCR 기준).
- 5차년도 실적을 기준 목표와 비교해 보면, 1인당 논문환산편수와 대학원생 1인당 학술대회 논문환산편수를 제외한 나머지 항목은 모두 목표를 달성하였다. 특히 대학원생 1인당 논문의 환산보정 IF와 환산보정 ES는 각각 목표대비 86.4%, 431%로 크게 초과 달성하였으며, 논문실적의 Q1 비율도 목표대비 44.4% 초과 달성하였다. 이는 대학원생들의 논문의 질이 매우 우수하다는 것을 의미한다.
- 대학원생 1인당 논문환산편수는 0.2244으로 목표에 약간 미치지 못하였으나, 1,2,4차년도 성과인 0.1778, 0.2114, 0.2000 와 비교하면 폭은 작지만 꾸준히 증가하는 추세이다. 목표 미달의 원인을 분석해보면 전체 참여대학원생수가 대폭 늘어난 영향이 크다. 초기 사업계획서 제출시 성과지표 목표치들은 4단계 1차년도 참여대학원생의 수는 120명을 기준으로 정한 것이다. 이후 코로나 19 사태와 금리상승으로 인한 경기 둔화로 학부생의 졸업 후 취업이 어려워지자 대학원 진학이 대폭 증가하였다. 현재 응용공학부의 재학생 수는 사업시작 당시 120명을 넘어 학기당 147명, 137명이다. 따라서 전체 학생들의 논문 수는 증가했어도 아직 논문실적이 나오지 않는 대부분 석사 1,2년생의 수적 증가로 인해 학생 1인당 논문환산편수는 감소한 결과가 되었다. (참고로, 참여대학원생 수는 3단계 79명에서 4단계 1차년도 113명, 2차년도 1학기 126명, 2차년도 2학기 131명, 3차년도 1학기 135명, 4차년도 1학기 147명까지 증가하였으며, 5차년도 1학기에는 137명으로 소폭 감소하였다.)

표 II-16. 대학원생 연구 실적목표 및 성과 추이

실적 지표	1차년도 (20.09-21.08) 목표(결과)	2차년도 (21.09-22.08) 목표(결과)	3차년도(6개월) (22.09-23.02) 목표(결과)	4차년도 (23.09-24.08) 목표(결과)	5차년도 (23.09-24.08) 목표(결과)	5차년도 목표달성률
대학원생 1인당 논문환산편수	0.2164 (0.1778)	0.2227 (0.2114)	0.2290 (0.0923)	0.2353 (0.2000)	0.2416 (0.2244)	-7.12% 미달
대학원생 1인당 논문의 환산보정 IF	0.0769 (0.1018)	0.0784 (0.1264)	0.0799 (0.0643)	0.0814 (0.1429)	0.0829 (0.1545)	86.4% 초과
대학원생 1인당 논문의 환산보정 ES	0.0775 (0.2200)	0.0790 (0.3673)	0.0806 (0.1824)	0.0821 (0.4319)	0.0836 (0.4441)	431% 초과
1편당 환산보정 IF	0.4774 (0.5728)	0.4875 (0.5981)	0.4975 (0.6965)	0.5076 (0.7143)	0.5176 (0.6885)	33.0% 초과
참여대학원생 논문실적의 Q1비율	36.2988 (60.526)	37.1155 (66.67)	37.9506 (75.56)	38.6950 (68.53)	38.49 (55.56)	44.4% 초과
대학원생 1인당 학술대회 발표논문 환산편수	2.1647 (1.4083)	2.2123 (1.4287)	2.2610 (0.7428)	2.3045 (1.6184)	1.6000 (1.5467)	-3.33% 미달

- 대학원생 1인당 학술대회 발표논문 환산편수는 목표대비 3.33% 미달이다. 1~3차년도에 경우에는 COVID-19가 장기화됨에 따라 국제 학술대회 및 국내 학술대회 참여가 제한적으로 이루어졌던 원인이 있었다면, COVID-19 사태가 종료된 이후 4, 5차년도에는 학술대회의 참여경비(항공료, 숙박비, 체재비)의 높은 상승률 때문에 제한된 예산으로 참여가 힘들어지고 있는 원인이 있다. 특히 해외에서 국제학술대회 참여는 예산문제로 참여가 어려워 다른 과제사업비의 도움으로 참가하는 경우가 있다. 특히 동남아 국가보다는 참석을 선호하는 유럽, 미주 나라의 개최학회 참석의 경우, 경비 부담이 가중되어 발표논문편수가 당초 예상보다 비해 활발하지 못한 편이다. 따라서, 4차년도 보고서(p.85)에서 5차년도 목표를 지원예산문제로 4차년도 수준인 1.6000를 유지하겠다고 목표값을 하향 정정한 바 있다.
- 6차년도에는 높게 유지하고 있는 Q1 비율 및 환산 보정 IF, ES를 계속 유지할 계획이다. 다만, 한정된 예산문제로 6차년도 1인당 학술대회 발표논문 환산편수 목표는 5차년도 수준인 1.6000로 계속 유지하겠다.
- 참여대학원생들의 대표적인 우수 논문실적은 다음과 같다. (Q1 부분)

연 번	학위과정 (석사/박사/ 석박사통합)	참여 대학원생 성명	세부전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용
1	박사		생체재료	저널 논문	
					② Synergistic Chemo-Photothermal Treatment via MXene-Encapsulated Nanoparticles for Targeted Melanoma Therapy
					③ Journal of Controlled Release
					④ 382, 10
					⑤ 0
					⑥ 2025.06
					⑦ 10.1016/j.jconrel.2025.113729
					□ IF 11.5, JCR분야 상위 5.0%(2024기준), Q1, Web of Science 인용횟수 3 □ 실적의 창의성·혁신성 : 맥신의 수분 불안정성을 극복하기 위해 히알루론산-폴리락타이드코글리콜리드(HA-PLGA) 매트릭스로 MXene을 안정적으로 캡슐화하고, 동시에 항암제인 paclitaxel을 담지하여 광열치료와 약물치료를 결합한 새로운 이중기능 나노플랫폼을 개발함. 이 나노입자는 물리적 안정성과 생리적 조건에서의 기능성을 동시에 확보하였으며, in vitro 및 in vivo 실험에서 각각 81.9% 세포 사멸과 95.7% 종양 억제율을 달성하여 기존 단일 요법을 크게 증가하는 혁신적인 치료 성과를 제시함.. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 본 연구는 화학/소재 응용을 기반으로 한 융합 연구로서, 나노소재, 생체고분자, 약물전달시스템을 통합하여 새로운 형태의 멀티스케일 융합 화공 연구를 실현함. 이는 융합과 연결 능력을 강화하여 국제 경쟁력을 지닌 멀티스케일 융합 화공 인재 양성이라는 비전과 부합함. □ 해당 세부 전공 분야의 기여 : 정밀한 에멀전 합성법을 통해 광열 안정성과 약물 방출 특

	성을 동시에 조절 가능한 맥신 기반 이중기능 나노입자를 제시함으로써, 차세대 나노소재 개발에 기여함. 향후 이러한 기술은 암 치료를 비롯한 다양한 바이오메디컬 분야로 확장될 수 있음.				
2	석박통합		생체재료	저널 논문	
					② Harnessing the Intradermal Delivery of Hair Follicle Dermal Papilla Cell Spheroids for Hair Follicle Regeneration in Nude Mice
					③ Biomaterials Research
					④ 29, 0129
					⑤ 0
					⑥ 2025.01
					⑦ 10.34133/bmr.0129
□ IF 9.6, JCR분야 상위 8.87%(2024기준), Q1, Web of Science 인용횟수 1 □ 실적의 창의성·혁신성 : 본 연구는 모낭 진피유두세포(HFDPCs)를 50-70μm 크기의 구상체(spheroid) 형태로 제작하고, 이를 누드 마우스 피부 내에 주입하여 새로운 모발 형성을 유도함. 특히, 기존 HFDPC 단일세포 이식에서 문제가 되었던 세포 생존율 저하와 유도능 상실을 극복하기 위해, 고세포활성과 모발유도 관련 인자(ALP, AEI5, VCAN)를 유지하는 구상체를 안정적으로 제작하였으며, 이식 후 실제로 모발축(hair shaft)이 재생되는 현상을 확인함. 이는 기존의 약물, 이식 중심 탈모 치료 한계를 넘어 세포 치료 기반의 새로운 재생의학적 접근을 제시한 매우 창의적이고 혁신적인 성과를 제시함. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 본 연구는 전기화학, 재생의학, 고분자 바이오소재의 융합적 연구 전략을 잘 보여줌. 특히, 조직공학적 3D spheroid 제작 기술과 세포치료를 결합하여 모낭 재생이라는 구체적 응용을 제시함으로써 멀티스케일 융복합 연구를 강화하고 바이오메디컬 전환 연구의 비전과 잘 부합함. □ 해당 세부 전공 분야의 기여 : 이 연구에서 제시된 자가 증식 및 유도능 유지형 HFDPC spheroid 기반 세포 전달법은 향후 탈모 치료용 세포치료제 개발, 재생의학적 모낭 조직공학 플랫폼, 나아가 맞춤형 피부 및 모발 재생치료 분야에 중요한 기여를 할 것으로 기대됨. 특히 패턴 스위칭형 피부 및 모발 재생 소자 등 차세대 바이오융합 응용에도 폭넓게 활용될 수 있는 기반 기술을 제시한 점에서, 세부 전공의 연구 성과로서 의미가 큼.					
3	석박통합		화학공학	저널 논문	
					② Modulation of capacitive response for prussian blue analogue-based NiFeS2@polydopamine@NiCo2S4 core-shell composite electrodes of capacitors by a surface modification
					③ Applied Surafce Science
					④ 590, 162615
					⑤ 0

					⑥ 2025.05
					⑦ 10.1016/j.apsusc.2025.162615
4	석박사통합	화학공학	저널 논문	□ IF 6.9, JCR분야 상위 10.9% (2024기준), Q1, Web of Science 인용횟수 1 □ 실적의 창의성·혁신성 : 프러시안 블루 아날로그(PBA)를 기반으로 한 NiFeS₂ 전극에 표면 개질을 통해 도입된 폴리도파민 층과 NiCo₂ S₄ 코어-셸 구조를 결합하여, 전극의 전도성과 안정성을 동시에 개선하는 새로운 전략을 제시함. 특히, 다층 구조를 통한 전자 전도 경로 향상과 활성 사이트 증대 효과를 창의적으로 구현하여 고성능 커패시터용 복합 전극 소재를 개발함. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 다공성 금속화합물 기반 소재에 표면 개질 및 계면 공학적 접근을 적용하여 기능성을 극대화한 본 연구는, 소재/환경/응용을 융합하는 교육연구단의 비전과 목표에 부합함. 또한 차세대 에너지 저장 소재의 설계 및 응용이라는 융합 화공적 가치 창출에 기여함. □ 해당 세부 전공 분야의 기여 : PBA 기반 황화물 전극의 고유한 한계를 극복하고, 계면 안정성을 강화한 코어-셸 구조 설계를 통해 커패시터의 높은 정전용량, 우수한 속도 성능, 장기 사이클 안정성을 확보함. 이는 차세대 하이브리드 에너지 저장 장치 연구에 중요한 기여를 하며, 전극 소재 개발에 새로운 지침을 제공할 것으로 전망됨.	
				② Novel NiCo-Pi/Ni nanostructure catalyst for the anodic oxygen evolution reaction coupled with microbial electrosynthetic CO2 conversion	
				③ Chemical Engineering Journal	
				④ 519, 165058	
				⑤ 0	
				⑥ 2025.09	
				⑦ 10.1016/j.cej.2025.165058	
				□ IF 13.2, SCI 카테고리 중 ENGINEERING, ENVIRONMENTAL 분야에서 상위 3.61%, Q1 □ 실적의 창의성·혁신성 : 본 연구는 NiCo-Pi/Ni 나노구조 촉매를 개발하여 중성 조건에서도 낮은 과전압과 높은 전자전달 효율을 확보하여, 기존 귀금속 기반 촉매 의존성을 탈피한 점에서 혁신적임. 특히 다중 스케일 반응을 고려한 나노구조 설계와 자기치유형 인산염 촉매 활용은 융합적 사고와 응용 역량을 보여줌. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 환경/에너지/재료의 연결 및 융합을 통해 멀티스케일 융합 화공 인재 양성 비전에 부합함. □ 해당 세부 전공 분야의 기여 : NiCo-Pi/Ni 전극을 적용한 MES에서 전력 소비를 줄이고 에너지 효율을 75% 이상으로 향상시켜, 화학공학 및 환경에너지 분야의 글로벌(Global) 연구 영향력 및 CCU 기반 지속가능 기술의 산업적 확장성에 기여가능 함.	
5	석사	화학공학	저널 논문		

					② Selective enrichment of electrode-associated cells enhances CO ₂ conversion to acetate in microbial electrosynthesis cells
					③ Fuel
					④ 401, 135832
					⑤ 0
					⑥ 2025.12
					⑦ 10.1016/j.fuel.2025.135832
					□ IF 7.5, SCI 카테고리 중) ENGINEERING, CHEMICAL 분야에서 상위 12.57 %, Q1 □ 실적의 창의성·혁신성 : 본 연구는 전극부착 세포를 선택적으로 농축하는 전략을 도입하여 CO₂를 아세테이트로 전환하는 MES의 효율을 크게 향상시켰으며, 이는 전극-세포간 직접전자전달의 중요성을 규명한 창의적인 접근으로 평가됨. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 전극부착 세포 기반의 고효율 MES 구축은 환경·에너지 융합을 실현하며, MICE 교육연구단이 추구하는 멀티스케일 융합 화공인재 양성 비전과 부합함. □ 해당 세부 전공 분야의 기여 : 본 연구는 화학공학, 환경공학 분야에서 생물전기화학시스템의 기초 성능 지표를 제시함으로써 CO₂자원화 기술의 학문적, 산업적 확장에 기여할 것이라 판단됨.
6	석박통합		재료공학	저널 논문	
					② CNT spacer-induced cooling crystallisation: a novel approach to mitigate membrane scaling in membrane distillation without chemicals
					③ npj Clean Water
					④ 8, 62
					⑤ 0
					⑥ 2025.07
					⑦ https://doi.org/10.1038/s41545-025-00493-z
					□ IF 11.4, Engineering, Chemical 분야 상위 2.29%(2024기준), Q1 □ 실적의 창의성·혁신성 : 전통적인 화학적 첨가제(antiscalant) 없이 탄소나노튜브(CNT) 스페이서를 이용해 막 증류 공정에서 발생하는 스케일링을 억제하는 새로운 메커니즘을 제시함. CNT 스페이서가 냉각 결정화(cooling crystallisation)를 유도하여 결정 성장을 지연시키고, 부착성을 낮춘 대형 결정 형성을 촉진한다는 점에서 혁신적임. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 막 증류 공정의 한계를 극복하는 다학제적 접근은 융합적 사고와 문제 해결 능력을 필요로 하며, 이는 멀티스케일 융합 화공인재 양성의 비전과 일치함.

□ 해당 세부 전공 분야의 기여 : 막 증류 분야에서 스케일링 제어를 위한 새로운 비화학적 방법론을 제시하여, 수처리 및 해수담수화 연구에 중요한 기여를 함.					
4	석박사통합		화학공학	저널 논문	
					② Whole-cell redox biosensor for triclosan detection: Integrating spectrophotometric and electrochemical detection
					③ Bioelectrochemistry
					④ 164, 108921
					⑤ 0
					⑥ 2025.08
					⑦ 10.1016/j.bioelechem.2025.108921
					□ IF 4.5, SCI 카테고리 (중) BIOPHYSICS분야에서 상위 13.92 %, Q1 □ 실적의 창의성·혁신성 :본 연구는 SoxRS 조절계를 기반으로 한 유전자 변형 E. coli 균주를 제작하여, 트리클로산(TCL)을 선택적으로 검출하는 최초의 전세포 레독스 바이오센서를 개발하였음. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 환경오염 물질을 정밀하게 모니터링할 수 있는 스마트 센서 플랫폼을 제시함에 따라 생물정보학, 유전공학, 전기화학을 융합한 연구임 □ 해당 세부 전공 분야의 기여 : 트리클로산은 대표적 내분비계 교란 물질로, 기존 탐지법은 고가 장비 의존성이 컸다. 본 연구에서 제시된 전세포 기반 레독스 바이오센서는 저비용·고효율 대안으로, 화학공학·환경바이오 센서 분야의 학문적 진보와 산업적 활용성을 동시에 제시함.
7	석박통합		고분자/섬유 공정 개발	저널 논문	
					② Real-Time Characterization of Polypropylene Jet Dynamics in Melt Electrospinning Using Laser Diffraction and Image Analysis
					③ ADVANCED ENGINEERING MATERIALS
					④ 27(13), 2500489
					⑤ 1
					⑥ 2025.07
					⑦ https://doi.org/10.1002/adem.202500489
					□ IF 4.1, JCR분야 상위 약 18%(2024 기준), Q1, Web of Science 인용횟수 0 □ 실적의 창의성·혁신성 : 용융 전기방사 과정에서 폴리프로필렌 제트의 동역학을 실시간으로 규명하기 위해 레이저 회절과 이미지 분석을 융합한 새로운 방법론을 제시하였다. 기존에는 정성적 관찰에 의존하던 제트 거동 분석을 정량적이고 동적 데이터로 확장함으로써 섬유 직경 제어, 안정성 확보 및 공정 최적화에 크게 기여할 수 있는 연구 성과를 도출하였다.

	□ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 본 연구는 소재-공정-응용의 융합을 기반으로 멀티스케일에서의 혁신적 화공 인재 양성 목표와 일치한다. 특히, 첨단 계측 기법을 활용한 응용 전기방사 메커니즘 규명은 차세대 친환경 소재 개발과 에너지·환경 분야 응용 연구를 촉진하여 교육연구단의 핵심 비전과 긴밀히 부합한다. □ 해당 세부 전공 분야의 기여 : 고분자/섬유 공정 분야에서 전기방사 제트의 실시간 동역학 특성 규명은 향후 초미세 섬유 제조, 고성능 배터리 분리막, 나노필터, 바이오 소재 응용 연구 등에 직접적으로 활용될 수 있으며, 전공분야의 이론적 기반과 응용적 확장성 모두에 기여한다.				
	박사		응용화학 공학부	저널 논문	② Optimization of hierarchical textured PDMS film with wide-angle broadband anti-reflection for light trapping in solar cells ③ Chemical Engineering Journal ④ 502, 157155 ⑤ Hyo Jung Kim ⑥ 2024.12 ⑦ 10.1016/j.cej.2024.157155
8	□ IF 13.2, JCR분야 상위 3.61%(2024 기준), Q1, Web of Science 인용횟수 3 □ 업적물의 창의성·혁신성 : PDMS 필름 표면에 나노-마이크로 하이브리드 구조를 만들고 이 구조를 이용하여 multi-functional 기능을 부여했음. 이러한 구조화를 통해 빛의 반사율을 낮추고 빛가둠 효과를 증대시켰음. 이렇게 제작된 PDMS 필름을 태양전지에 부착해서 태양 전지 소자의 유리면에서 발생하는 빛반사를 낮추고 빛가둠 효과를 유도했을 뿐 아니라, 나노-마이크로 하이브리드 구조로 인한 수분 소수성 기능까지 향상시켰음. 넓은 면적의 PDMS를 쉽게 나노-마이크로 하이브리드 구조로 만드는 방법을 제안하고 이를 태양전지 소자에 적용해 높은 소자효율의 향상을 유도한 혁신성이 우수한 결과임. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 유기재료를 적용하여 유-무기 하이브리드 소자에 적용함으로써 멀티스케일의 융·복합 연구를 강화하였음. □ 해당 세부전공분야의 기여 : 유기소재를 제어하여 유-무기 하이브리드 소자의 특성을 향상시켰고, 특히 차세대 태양전지의 상업화를 위한 기술개발에 크게 이바지할 것으로 기대됨.				
9	박사		화학공학	저널 논문	② Superior electrocatalytic responses of InGaZnO composite electrode for viologen-based electrochromic supercapacitors ③ Composites Part B : Engineering ④ 302, 112557 ⑤ 0 ⑥ 2025.08

					⑦ doi.org/10.1016/j.compositesb.2025.112557
	□ IF 14.2, JCR분야 상위 0.57%(2024기준), Q1, Web of Science 인용횟수 1 □ 실적의 창의성·혁신성 : IGZO를 전극에 도입해 전하 전달 저항을 크게 줄이고, 3초 수준의 빠른 변색과 높은 착색 효율을 달성함. 또한 전기방사 TiO₂ 와 결합하여 전기변색과 에너지 저장을 동시에 수행하는 슈퍼커패시터를 구현, 72% 이상의 에너지 회수율을 확보한 혁신적 성과임. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 전기화학 반응, 광학 변색, 에너지 저장을 통합해 멀티스케일 융·복합 화공인재 양성 목표와 부합함. □ 해당 세부 전공 분야의 기여 : IGZO의 높은 전자 이동도와 계면 촉매 활성을 활용해 전기화학 반응 속도와 소자 효율을 향상시킴. 이를 통해 투명 산화물 반도체의 응용 범위를 확장하고, 스마트 윈도우·에너지 모니터링 등 차세대 전기화학 소자의 핵심 소재 기술을 제시함.				
10	박사		복합재료	저널 논문	② Novel strategy for fabricating three-dimensional CNT nanoporeform-reinforced polyamide 6 composites via reactive infiltration ③ Composites Science and Technology ④ 258, 110872 ⑤ 0 ⑥ 2024.11 ⑦ https://doi.org/10.1016/j.compscitech.2024.110872
	□ IF 9.8, JCR분야 상위 14.71%(2024기준), Q1, Web of Science 인용횟수 1 □ 실적의 창의성·혁신성 : 3차원 탄소 나노 프리폼 역할을 하는 탄소 나노튜브 에어로젤에 초저점도 모노머를 이용한 반응성 침투법을 적용하여, 내부 공극이 없는 균일하고 조밀한 고성능의 폴리아미드 6 복합재료를 제작하는 혁신적인 전략을 연구함. 기존 낮은 침투율과 불균일성을 극복하고 열가소성 복합재료의 재활용성을 유지하면서도 뛰어난 다기능성을 부여하여 고성능 다기능 복합재료 개발에 있어 새로운 가능성을 제시함. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 고분자 소재와 제조 기술의 융합을 통해 교육연구단이 추구하는 멀티스케일의 융·복합 연구를 강화하였음. □ 해당 세부 전공 분야의 기여 : 본 연구는 초저점도 모노머를 사용하여 나노다공성 구조에 완벽한 침투를 가능하게 함으로써, 고성능 복합재료에서 전자 장치 및 열관리 시스템에서 활용될 것으로 전망됨.				
11	석박통합		액정탄성체	저널 논문	② Harnessing Extreme Internal Damping in

					Polyrotaxane-Incorporated Liquid Crystal Elastomers for Pressure-Sensitive Adhesives
					③ Advanced Functional Materials
					④ 35(3), 2413824
					⑤ 0
					⑥ 2025.01
					⑦ https://doi.org/10.1002/adfm.202413824
					□ IF 19.0, JCR분야 상위 5%(2024기준), Q1, Web of Science 인용횟수 4 □ 실적의 창의성·혁신성 : 메조젠 회전에 따른 댐핑만을 이용한 기존 액정 탄성체와 달리 본 논문은 슬라이딩 가능한 폴리로탁산(polyrotaxane, PRx) 가교점을 도입하여 이중 에너지 소산 경로를 설계함. 이는 일반 고분자보다 더 높은 2차 Tg peak를 발현하며, 기존 점착제보다 3.5~13배 높은 점착력을 보여주면서 가역적이고 열 스위칭이 가능한 점착성을 구현했다는 점에서 매우 혁신적임. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 분자의 기계적 구조체와 액정 고분자 소재의 융합을 통해 멀티스케일의 융·복합 연구를 강화하였음. □ 해당 세부 전공 분야의 기여 : 기존 점착제 대비 월등한 성능으로, 의료용 패치·반도체 공정 테이프·차세대 전자재료로서 향후 널리 활용될 것으로 전망됨. 또한 고기능성 점착 소재로 재사용 및 잔여물 저감을 통한 친환경 지속 가능한 소재로 중요한 역할이 기대됨.
12	박사	액정탄성체	저널 논문		(
					② Redefining the limits of actuating fibers via mesophase control: From contraction to elongation
					③ Science Advances
					④ 11(3), eadt7613
					⑤ 0
					⑥ 2025.01
					⑦ 10.1126/sciadv.adt7613
					□ IF 12.5, JCR분야 상위 8.89%(2024기준), Q1, Web of Science 인용횟수 8 □ 실적의 창의성·혁신성 : 가열시 수축(contraction actuation)만 가능했던 기존 액정 섬유와 달리 본 연구는 스메틱 메조페이즈 제어를 통해 가역적 신장(thermotropic elongation)을 ~30%까지 구현함. 이는 섬유 형태에서 최초로 보고된 구동임. 용융방사 과정에서 메조젠 정렬 방향을 제어하는 것 만으로 수축형 섬유와 신장형 섬유를 모두 제조 가능하게 함. 기존 단일 거동 섬유 기반 직물에서 불가능했던 새로운 디자인 자유도를 제시했다는 점에서 매우 혁신적임. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 방사공정, 섬유공학소재, 고분자 물리화학의 융합을 통해 멀티스케일의 융·복합 연구를 강화하였음. □ 해당 세부 전공 분야의 기여 : 스마트 섬유를 통한 에너지 효율적 의류·생활환경 제곱가능성을 가지며 액정 기반 섬유 액추에이터 연구를 확장함. 향후 의류의 통기성·온도응답성 조절, 웨어러블 헬스케어, 로보틱스, 햅틱 디스플레이 응용에 널리 활용될 것으로 전망됨.

13	석사		액정탄성체	저널 논문	② Polarization-sensitive in-sensor computing in chiral organic integrated 2D p-n heterostructures for mixed-multimodal image processing
					③ Nature Communications
					④ 16(1), 4624
					⑤ 0
					⑥ 2025.05
					⑦ https://doi.org/10.1038/s41467-025-59935-4
					□ IF 15.7, JCR분야 상위 7.41%(2024기준), Q1, Web of Science 인용횟수 2 □ 실적의 창의성·혁신성 : 기존 CPL 감지 방식은 편광판 등 복잡한 광학소자를 필요로 했으나, 본 연구는 CLCN을 직접 광학 필터로 도입하여 간단하고 고효율적인 원편광 선택성을 달성함. g-factor ± 1.9라는 높은 키랄 광응답과 4 μs의 초고속 응답 속도를 동시에 구현하여 기존 유기/2D 하이브리드 CPL 소자 한계를 했다는 점에서 매우 혁신적임. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 콜레스테릭 액정광학과 반도체 접합, 인공지능 이미지 프로세싱의 융합을 통해 멀티스케일의 융·복합 연구를 강화하였음. □ 해당 세부 전공 분야의 기여 : 단순한 광학 필터를 넘어 향후 학소자-연산-인공지능을 연결하는 핵심 기능 소재로 확장될 것으로 기대됨. 에너지 효율적 AI 하드웨어로서 데이터 시대의 탄소발자국 저감에 기여함.
14	석박사통합		화학공학	저널 논문	② A hybrid framework of first-principles model and machine learning for optimizing control parameters in chemical processes
					③ Journal of Industrial and Engineering Chemistry
					④ 141, 582-596
					⑤ 0
					⑥ 2025.01
					⑦ 10.1016/j.jiec.2024.07.018
					□ IF 6, JCR분야 상위 20%(2024기준), Q1, Web of Science 인용횟수 3 □ 실적의 창의성·혁신성 : : 본 연구는 화학 플랜트에서의 AI 적용 한계를 극복하기 위해, 머신러닝(ML) 모델과 First-Principles 기반 모델을 통합한 새로운 프레임워크를 제안하였음. 상용 시

	플레이션 소프트웨어를 활용하여 고정밀 First-Principles 모델을 구축하고, 이를 통해 실제 플랜트에서 확보하기 어려운 다양한 운전 데이터를 생성하였음. 생성된 데이터는 ML 모델 학습에 활용되어 제어 성능 예측의 정확성을 높였으며, 이를 기반으로 최적 제어 파라미터를 신속히 도출함으로써 제어 성능을 향상시켰음. 이러한 접근은 데이터 기반 모델 단독 활용의 한계를 보완하고, 플랜트 규모에서 First-Principles와 데이터 기반 방법론의 장점을 융합한 혁신적 제어 전략을 제시함. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : First-Principles와 데이터 기반 접근을 융합하여, 해당 연구는 멀티스케일 융합 화공 인재 양성 비전과 부합하며, 지능과 융합을 통한 화공 시스템 혁신에 기여함. □ 해당 세부 전공 분야의 기여 : 본 연구는 플랜트 규모 제어 시스템에서 AI 적용의 신뢰성과 다양성을 확보할 수 있는 구체적인 방법론을 제시하여, 지능형 공정 제어 및 스마트 화학 플랜트 구현에 기여할 것으로 기대됨.			
15	석박사통합		화학공학	저널 논문
② Cold energy circulation in liquid hydrogen supply: Bridging liquefaction and regasification ③ Energy ④ 320, 135356 ⑤ 0 ⑥ 2025.04 ⑦ 10.1016/j.energy.2025.135356				
□ IF 9.4, JCR분야 상위 3.8%(2024기준), Q1, Web of Science 인용횟수 6 □ 실적의 창의성·혁신성 : 본 연구는 액체수소(LH2) 공급망에서 액체질소(LN2)를 에너지 캐리어로 활용하는 새로운 극저온에너지 순환 시스템을 제안하였음. 기존 LH2 공급망은 액화 단계에서 높은 에너지 소비와 재기화 단계에서의 극저온에너지 손실이라는 한계를 갖고 있으나, 제안된 시스템은 공기분리장치(ASU)를 LH2 재기화 공정에 통합하여 고순도 액화질소와 산소를 생산함으로써 이러한 문제를 극복하였음. LN2는 빈 LH2 운반선을 통해 액화 단계로 이송되어 H2 액화 공정의 냉매로 사용되었으며, 이를 통해 전체 공급망의 에너지 소비와 탄소 배출을 각각 9.7%와 18.3% 절감하였음. ASU 통합으로 인해 추가 장치와 전력이 요구되지만, 질소와 산소 판매 수익 및 에너지 절감 효과로 연간 비용이 약 38.2% 감소하였으며, 이는 LH2 공급망의 지속 가능성을 크게 향상시키는 혁신적 전략임을 입증함. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : LH2 공급망에서의 극저온에너지 활용을 통한 융합적 공정 설계는 멀티스케일 융합 화공 인재 양성 비전과 목표에 부합하며, 특히 융합과 파급을 통해 화공 융합 분야의 선도적 연구를 수행하는 데 기여함. □ 해당 세부 전공 분야의 기여 : 본 연구는 극저온에너지 순환 개념을 통해 LH2 공급망의 효율성과 경제성을 동시에 향상시켜, 저탄소 수소 에너지 체계 구축 및 에너지 운송 기술 발전에 기여할 것으로 기대됨.				
16	석박사통합		화학공학	저널 논문
② Comparative analysis of hydrogen and methanol energy storage systems for				

					large-scale applications: Thermodynamic and economic perspectives
					③ International Journal of Hydrogen Energy
					④ 119, 467-481
					⑤ 0
					⑥ 2025.04
					⑦ 10.1016/j.ijhydene.2025.03.248
					□ IF 8.3, JCR분야 상위 13.64%(2024기준), Q1, Web of Science 인용횟수 2 □ 실적의 창의성·혁신성 : 본 연구는 에너지 시스템 탈탄소화를 위해 수소 기반 에너지저장시스템(HESS)과 메탄올 기반 에너지저장시스템(MESS)을 열역학적·경제적 관점에서 비교·분석하였음. 200, 350, 700 bar의 수소 압축 저장 조건과 PEMEC 100 MW 용량을 고려한 분석 결과, MESS는 압축 및 반응기 가열 요구로 인해 에너지 효율(27.0%)이 200 bar HESS(28.6%)보다 낮았으나, 균등화저장비용(LCOS)은 \$0.422/kWh로 HESS(\$0.457/kWh) 대비 7.7% 낮게 나타남. 또한 민감도 분석을 통해 MESS가 저장 기간 변화에 따른 비용 변동성이 더 낮음을 확인하였으며, 이는 대규모·장기 저장에서 경제적 우위를 제공할 수 있음을 시사함. 본 연구는 복잡성이 존재함에도 불구하고 메탄올 기반 저장의 상업적 경쟁력을 입증하며, 지속 가능한 에너지 전환을 위한 대규모 저장 시스템 설계에 혁신적 기여를 하였음. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 본 연구는 HESS와 MESS를 융합적으로 분석하여 지속 가능한 에너지 전환 방안을 제시함으로써, 멀티스케일 융합 화공 인재 양성의 비전과 목표에 부합함. □ 해당 세부 전공 분야의 기여 : 본 연구는 수소 및 메탄올 기반 에너지저장시스템의 성능과 경제성을 정량적으로 비교·평가하여, 대규모 재생에너지 활용을 위한 최적 저장 기술 선택에 기여할 것으로 기대됨.
17	석박사통합	화학공학	저널 논문		
					② Enhancing the Cost-Competitiveness of Green Ammonia-Based Power Systems: Hybrid Solid Oxide Fuel Cells and Gas Turbines
					③ Energy Conversion and Management
					④ 325, 119430
					⑤ 0
					⑥ 2025.02
					⑦ 10.1016/j.enconman.2024.119430
					□ IF 10.9, JCR분야 상위 2.34%(2024기준), Q1, Web of Science 인용횟수 4 □ 실적의 창의성·혁신성 : 본 연구는 그린 암모니아 기반 수소를 연료로 하는 SOFC-GT(Solid Oxide Fuel Cell-Gas Turbine) 하이브리드 발전 시스템에 대해 3가지 구조를 설계하고 경제성 최적화를 수행하였음. 특히 SOFC와 GT를 병렬로 구성하고, SOFC 오프가스에 증기 사이클을 통합한 열 통합 병렬 시스템이 가장 높은 가격 경쟁력을 보였음. 해당 시스템은 SOFC 운전 비용을 절감하고 GT의 비용 효율성을 개선하며, 공기 압축에 필요한 전력 소비를 감소시킴으로써, 기존 하이브리드 시스템 대비 균등화 발전비용(LCOE)을 6.9% 낮추고, 경제적 수익성을 22.8%p 향상시

	켰음. 본 연구는 SOFC-GT 하이브리드 발전의 경제적 우수성을 입증한 혁신적 성과임. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : SOFC-GT 통합 발전 시스템의 경제성 최적화를 통해 지속 가능한 전력 생산 방안을 제시하여, 멀티스케일 융합 화공 인재 양성 비전과 목표에 부합하는 연구임. □ 해당 세부 전공 분야의 기여 : 본 연구는 암모니아 기반 수소를 활용한 SOFC-GT 하이브리드 시스템의 최적 구성과 경제성을 제시하여, 지속 가능한 발전 기술 및 수소 에너지 활용 확대에 기여할 것으로 기대됨.				
	석사		화학공학	저널 논문	② Cryogenic carbon capture as the bridge for integrating hydrogen production and Liquefaction: Enhancing the sustainability of blue hydrogen Production-to-Storage systems ③ Chemical Engineering Journal ④ 504, 158811 ⑤ 0 ⑥ 2025.01 ⑦ 10.1016/j.cej.2024.158811
18	□ IF 13.2, JCR분야 상위 3.61%(2024기준), Q1, Web of Science 인용횟수 4 □ 실적의 창의성·혁신성 : 본 연구는 수소 생산 공정의 탄소 배출과 액화 공정의 높은 에너지 소모라는 한계를 동시에 극복하기 위해, 수소 생산과 액화 공정을 극저온 탄소 포집(Cryogenic Carbon Capture, CCC) 기술과 통합한 새로운 시스템을 제안하였음. 제안된 시스템은 액화 공정의 예냉 사이클과 CCC를 통합하여 추가 냉동 장치 없이도 극저온에너지를 확보할 수 있도록 설계되었으며, 이를 통해 99.99%의 탄소 포집률과 27.5%의 총 에너지 소비 절감을 달성하였음. 또한 경제성이 7.87% 향상되고, CO₂ 회피 비용이 58.5% 감소하였으며, 탄소-기술-경제성 분석 결과 탄소세가 기존 대비 52.5% 낮은 수준에서도 포집 패널티를 상쇄할 수 있음을 입증하였음. 이는 수소 공급망에서의 저탄소화 및 경제성 확보를 동시에 달성한 혁신적 연구 성과임. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 수소 생산과 액화 공정을 융합하여 에너지 효율과 환경성을 동시에 개선한 본 연구는 멀티스케일 융합 화공 인재 양성 비전과 목표에 부합하며, 특히 융합과 지능을 통한 지속 가능한 에너지 기술 발전에 기여함. □ 해당 세부 전공 분야의 기여 : 본 연구는 극저온 탄소 포집을 활용한 수소 생산·액화 통합 공정의 우수성을 입증하여, 저탄소 수소 공급망 구축 및 탄소중립형 에너지 전환 가속화에 기여할 것으로 기대됨.				
19	석사		화학공학	저널 논문	② Carbon-neutral design of ammonia synthesis process using oxy-fuel combustion-based carbon capture: Carbon-techno-economic comparison ③ Journal of Industrial and Engineering Chemistry ④ 144, 711-722 ⑤ 0

					⑥ 2025.04
					⑦ 10.1016/j.jiec.2024.10.020
	□ IF 6.0, JCR분야 상위 20%(2024기준), Q1, Web of Science 인용횟수 6 □ 실적의 창의성·혁신성 : 본 연구는 블루 암모니아 합성 공정에 산소연소(oxy-fuel combustion)를 적용하여 CO₂ 포집 단계를 단순화하는 공정을 제안하였음. 일반적인 공정에서는 원료로 사용되는 질소를 공급하기 위해 공기분리장치(ASU)를 이용하며, 이 과정에서 부산물로 발생하는 산소는 활용되지 않음. 본 연구는 산소를 연소에 활용하여 기존 아민 기반 포집 공정의 한계(높은 열에너지 소모, 증류 공정 비용)를 극복하고, 단순한 응축 과정을 통해 고순도 CO₂를 분리하는 방식을 도입하였음. 그 결과, 제안된 공정은 기존 대비 CO₂ 배출을 61% 저감하였으며, 투자수익률(ROI) 19.5%로 더 높은 경제성을 달성하였음. 이는 블루 암모니아의 저탄소 에너지 캐리어로서의 가능성을 크게 확장하는 연구 성과임. □교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 산소연소를 적용한 블루 암모니아 합성 공정은 멀티스케일 융합 화공 인재 양성 비전과 목표에 부합하며, 특히 지속 가능한 사회로의 에너지 패러다임 전환을 위한 융합적 접근을 통해 국제적 파급력을 높임. □해당 세부 전공 분야의 기여 : 본 연구는 블루 암모니아 생산의 탄소배출량 감소와 경제성 향상을 동시에 확보할 수 있는 공정 경로를 제시하여, 암모니아 기반 수소 운반체 기술 및 탄소중립 에너지 시스템 확산에 기여할 것으로 기대됨.				
20	석사	반도체재료	저널 논문	② Self-Rectifying Resistive Memory with a Ferroelectric and 2D Perovskite Lateral Heterostructure	
				③ ACS Nano	
				④ 19, 10796	
				⑤ 2	
				⑥ 2025.03	
				⑦ 10.1021/acsnano.4c07869	
				□ IF 16.0, JCR분야 상위 6.0%(2024기준), Q1, Web of Science 인용횟수 2 □ 실적의 창의성·혁신성 : 저항 메모리의 고질적인 문제인 고전압 스위칭 작동과 양극성 저항 스위칭 문제점을 해결하기 위해 강유전체 물질 매트릭스 내 2차원 페로브스카이트 반도체 물질 채널이 형성되어 있는 신규 저항 메모리 스위칭 박막 구조를 제시하였음. 화학 용액 공정으로 간단하게 제작 가능하며 구동 전압을 0.4 V 이하로 낮추는 등 반도체 저항 메모리 소재 및 소자 분야에서 창의적인 방법을 제안함과 동시에 혁신적인 연구 성과를 도출하였음. □교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 소재/소자/응용의 연결 및 융합을 통해 멀티스케일 융합 화공 인재 양성 비전에 부합함. □해당 세부 전공 분야의 기여 : 반도체 소재 시스템을 정밀하고 체계적으로 제어하여 반도체 분야 중 저항 메모리 분야에서 상당한 기여를 하였으며, 향후 연구에서는 뉴로모픽 인공	

	시냅스 소자 등 인공지능 하드웨어 소자로 활용될 것으로 전망됨.				
21	박사		환경	저널 논문	
					② Selective one-pot chemical recycling of PET waste to xylene monomers: insights into a Ru/TiO ₂ catalyst design and interfacial dynamics in a biphasic system
					③ Green chemistry
					④ 8, 2203-2219
					⑤ 27
					⑥ 2025.01
					⑦ doi.org/10.1039/D4GC04762A
					□ IF 9.2, JCR분야 상위 13.39%(2024기준), Q1 □ 실적의 창의성·혁신성 : 폐 PET 분해 공정에서 water/oil상에서 선택적 xylene 모노머를 생산 가능한 Ru/TiO₂ 불균일계 촉매를 개발하여 효율적인 플라스틱 분해공정 개발 진행. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 환경/화학의 연결 및 융합을 통해 멀티스케일 융합 화공 인재 양성 비전에 부합함. □ 해당 세부 전공 분야의 기여 : 기존 폐기물 복잡한 처리방식에서 친환경적으로 수분 도입에 대한 영향성을 평가함으로써, 강한 유기 용매를 사용하지 않고도 효과적으로 폐 플라스틱 자원 순환을 가능하게 할것으로 보임.
22	박사		환경	저널 논문	
					② Integrated strategy for PET recycling: Efficient production of H ₂ and BTX from PET waste via aqueous phase reforming and subsequent catalytic hydrodeoxygenation
					③ International Journal of Hydrogen Energy
					④ 148, 149890
					⑤ 0
					⑥ 2025.07
					⑦ doi.org/10.1016/j.ijhydene.2025.06.080
					□ IF 8.3, JCR분야 상위 13.64%(2024기준), Q1 □ 실적의 창의성·혁신성 : 폐 PET 분해 공정의 복잡성을 한번에 해결할 수 있는 촉매를 개발 하였으며, 결과적으로 고부가가치 수소 자원과 유용한 기초 석유화학 산물을 폐기물로부터 리사이클링 하였음. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 환경/화학의 연결 및 융합을 통해 멀티스케일 융합 화공 인재 양성 비전에 부합함.

	□ 해당 세부 전공 분야의 기여 : 기존 폐기물 복잡한 처리방식을 한번에 처리 함으로써, 좀 더 효율적인 친환경 공정 개발에 기여하였으며, 추가적으로 수소자원 및 고부가가치 석유화학 원료를 폐 자원으로부터 리사이클링 할 수 있을 것으로 보임				
23	박사과정		재료	저널 논문	
					② Corrosion-resistant and fluorescent thiol-epoxy 'click' coatings reinforced with hydrophobic Ndoped carbon dots
					③ Journal of Materials Chemistry A
					④ 13, 23680-23695
					⑤ 0
					⑥ 2025.06
					⑦ 10.1039/d5ta01557j
□ IF 9.5, JCR분야 상위 13.7%(2023기준), Q1 □ 실적의 창의성·혁신성 : 이 연구는 질소 도핑된 탄소점(N-doped Carbon Dots, NCDs)을 친환경적인 티올-에폭시(thiol-epoxy) 수지 시스템에 최초로 도입했다는 점에서 큰 창의성과 혁신성을 가지며, 기존의 에폭시 보강재로는 무기 필러, 탄소 나노튜브, 그래핀 등이 주로 사용되었으나, 본 연구에서는 수용액 기반 하이드로열 합성법으로 제조된 NCDs를 적용하여 친환경적이고 저온·무용매 공정을 구현하여 NCDs의 형광 특성을 활용하여 분산 상태를 실시간으로 모니터링할 수 있다는 점은 소재 제조 과정의 품질 관리(quality control)에 새로운 가능성을 제시한 점이 독창적임. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 소재/환경/응용의 연결 및 융합을 통해 멀티스케일 융합 화공 인재 양성 비전에 부합함. □ 해당 세부 전공 분야의 기여 : N-도핑 탄소점을 티올-에폭시 수지에 도입하여 기계적 강도, 열팽창 안정성 및 내식성을 동시에 향상시킴으로써, 향후 해양 환경 보호 코팅 및 지속가능한 고성능 복합재료 분야에서 활용될 것으로 전망됨					
24	석박사통합 과정		화학공학	저널 논문	
					② Investigation into Shear-Thinning Behavior in Wet Spinning of Carbon Nanotube Fibers Modeled by Power Law Viscosity Model
					③ Carbon
					④ 232
					⑤ 0
					⑥ 2025.01
					⑦ https://DOI10.1016/j.carbon.2024.119766
□ IF 11.6, JCR분야 상위 10.22%(2024기준), Q1, Web of Science 인용횟수 3 □ 업적물의 창의성·혁신성: CNT 섬유는 다양한 분야에서 활용되고 있으나, 공정적 측면에서					

	의 체계적인 해석은 아직 충분하지 않음. 특히 탄소나노섬유는 섬유의 특성상 점도에서 강한 shear thinning 거동을 보이며, 이는 wet spinning 공정에서 매우 중요한 요소임. 따라서 이러한 점도 거동을 규명할 필요가 있으며, 본 논문에서 다양한 CNT 용액의 점도 특성을 분석한 것은 창의적이고 혁신적인 시도로 평가할 수 있음. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성: 본 연구는 화학공학 분야의 다양한 스케일을 탐구하는 교육연구단의 비전과 목표와 잘 부합함. □ 해당 세부전공분야의 기여: 탄소나노섬유의 경우 소재 자체의 특성뿐 아니라 공정 변수가 매우 중요한데, 본 연구는 CNT 용액의 점도를 체계적으로 분석함으로써 CNT 섬유 제조 공정의 최적화와 고도화에 크게 기여할 수 있을 것으로 기대됨.			
25	석박사통합		화학공학	저널 논문
Computational Exploration of Adsorption- Based Hydrogen Storage in Mg-Alkoxide Functionalized Covalent-Organic Frameworks (COFs): Force-Field and Machine Learning Models				
ACS Applied Materials & Interfaces				
16(45), 61995				
0				
2024.10				
10.1021/acsami.4c11953				
□ IF 8.2, JCR MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY 분야 상위 18.0%(2024 기준), Q1, Web of Science 인용횟수 6 □ 실적의 창의성·혁신성: Mg-알콕사이드 기능화를 적용한 신규 COF 구조를 설계하고, 분자동역학·양자화학 기반 force-field 개발과 고처리량 GCMC·머신러닝 예측을 결합하여 수소 저장 성능을 정밀하게 평가한 점에서 혁신적임. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성: 분자 시뮬레이션과 인공지능을 융합한 멀티스케일 연구를 수행하여 목표를 실현함. □ 해당 세부 전공 분야의 기여: 기능화 COF의 수소 저장 성능 향상을 입증하고, 차세대 수소 에너지 저장소재 설계 방향을 제시하여 에너지·환경 화학공학 분야의 발전에 기여함.				
26	석박사통합		탄소재료	저널 논문
② Investigation into shear-thinning behavior in wet spinning of carbon nanotube fibers modeled by power law viscosity model				
③ Carbon				
④ 232, 119766				
⑤ Jaegeun Lee				
⑥ 2025.01				

					⑦ 10.1016/j.carbon.2024.119766
	□ IF 11.6, SCI 카테고리 중 MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY 분야에서 상위 10.2%, Q1 □ 업적물의 창의성·혁신성: 전단-박화 거동을 토대로 CNT 분산액의 유동 특성을 정량적으로 규명하고 이를 CNT 섬유 습식방사 가능성 평가에 연결하는 새로운 방법론을 제안함. 특히 power law viscosity 모델을 CNT 분산액에 도입하여 점도 지수(n 값)를 활용한 방사성 평가 체계를 마련하였으며, 전단-박화가 클수록 CNT 간 상호작용이 강화되어 섬유 내 구조적 무결성과 방사성이 향상됨을 확인함. □ 교육연구단의 비전과 부합성: 거시적 유동, 미시적 네트워크, 분자·나노 수준의 상호작용을 포괄하는 멀티스케일 융·복합 연구를 심화함. □ 세부전공 기여: CNT 섬유 방사 공정 최적화를 위한 핵심 지침을 제공하고, 섬유·필름·에어로젤 등 다양한 CNT 구조체 제작에도 적용 가능한 범용적 프레임워크를 제시함.				
	석박통합		탄소재료	저널 논문	② Influence of Ethylene Thermal Decomposition on Carbon Nanotube Growth: Insights from a Two-Zone Reactor Study ③ Nanoscale ④ 17, 18614-18622 ⑤ Jaegun Lee ⑥ 2025.08 ⑦ 10.1039/D5NR02143J
27	□ IF 5.1, SCI 카테고리 중 PHYSICS, APPLIED 분야에서 상위 24.06% (2024기준), Q1 □ 실적의 창의성·혁신성: 본 연구의 창의성과 혁신성은 탄소원(C₂H₄)의 기상 열분해(T_p)와 촉매 성장 온도(T_g)를 독립적으로 제어하는 2-존(two-zone) 반응기를 구현해 두 효과를 분리·정량화하고, Bayesian optimization으로 표준 합성 조건을 먼저 확립한 뒤 micro-GC 가스 분석과 통계 검정을 결합해 “라디칼 농도-탄소 공급/침전 속도-결정성(IG/ID)”의 인과 사슬을 실험적으로 입증한 데 있다. 특히 700-900도 구간에서 탄소·수소 라디칼의 동시 생성과 소거(에칭)가 수율과 결정성을 상반되게 좌우한다는 라디칼 기반 성장 모델을 제시하여, 성장 온도를 올리지 않고도 가스상 화학 조절만으로 CNT 품질을 정밀 제어할 수 있음을 보여준다. 나아가 동일 촉매 상태(코발트 환원도 불변)를 유지한 채 기상 화학만을 설계 변수로 추출했기 때문에, 다양한 CVD 시스템에 이식 가능한 일반화된 공정-설계 프레임워크를 제공한다는 점에서 학술적·산업적 파급효과가 크다. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성: 탄소소재 분야와 data analytics의 융합을 통해 멀티스케일의 융·복합 연구를 강화하였음. □ 해당 세부 전공 분야의 기여: 본 연구는 CNT 성장 메커니즘을 ‘촉매 중심’에서 ‘가스상 화학 중심’으로 확장하고, 이를 바로 전극화로 연결하는 통합 공정-구조-성능 프레임워크를 구축했다는 점에서 세부 전공 분야의 핵심 진전을 이끍니다.				
28	박사		응용	저널	(

		화학 공학	논문	② A facial strategy for synthesizing isorbide-based polyurethane structural adhesives and core-shell rubber
				③ SCIENTIFIC REPORTS
				④ 14.1.21018
				⑤ 0
				⑥ 2024.09
				⑦ doi: 10.1038/s41598-024-72053-3
				□ IF 3.8 JCR분야 상위 18.52%(2024기준), Q1, Web of Science 인용횟수 1 □ 실적의 창의성·혁신성 : 본 연구는 이소소르비드 기반 폴리우레탄 접착제와 코어-셸 고무를 쉽고 효율적인 방법으로 합성하는 새로운 접근법을 제시, 분자 설계를 최적화하고 고유한 단량체 구조를 활용함으로써 접착 강도와 기계적 인성을 동시에 향상시키는 창의적인 방법을 개발하였으며, 기존 폴리우레탄 시스템과의 차별화를 이루며, 분자 및 공정 단계 모두에서 혁신을 보여줌 □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 화학 및 고분자 공학, 첨단 소재 가공간의 융합을 통해 멀티스케일의 융·복합 연구를 강화하였음. □ 해당 세부 전공 분야의 기여 : 본 연구에서는 재생 가능한 자원과 맞춤형 코어-셸 강화 기술을 결합한 새로운 종류의 이소소르비드 기반 구조용 접착제를 도입함으로써 자동차, 항공우주, 전자 등의 분야에서 지속 가능한 플라스틱 및 고성능 소재의 적용에 크게 기여할 것으로 기대됨
29	박사과정	응용화학 공학	저널 논문	② Rationally Designed Binder with Polysulfide-Affinitive Moieties and Robust Network Structures for Improved Polysulfide Trapping and Structural Stability of Sulfur Cathode
				③ Small
				④ 21, 2407224
				⑤ 0
				⑥ 2025.5
				⑦ https://doi.org/10.1002/sml.202407224
				□ IF 12.1, JCR분야 상위 9.0%(2024기준), Q1 □ 실적의 창의성·혁신성 : LiPS의 음전하, 양전하 부분과 신규 합성된 고분자 바인더의 양전하, 상대적 음전하 작용기 간의 정전기적 상호작용을 유도하고, 3D 네트워크를 형성해 기계적 안정성과 전해질 내 안정성을 동시에 확보함. 분광학적 분석과 계산 과학을 통한 메커니즘 규명을 통해 바인더 설계 효과를 입증하였으며, 구조적 분석과 전기화학적 성능 분석을 교차 검증하여 인과관계를 실증하였음. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 생체유래 물질을 활용한 수계 공정으로 합성한 고분자 바인더를 전극 미세구조를 안정화시키고 전극 계면, 전지 내 확산/반응속도 개선으로

	이어지는 다학제 연계를 구현하고, 실험 및 이론적 분석을 통합해 멀티스케일 융합 화공인재 양성 비전에 부합함.				
	□ 해당 세부 전공 분야의 기여 : LiPS 친화 작용기와 강인성 네트워크 구조의 바인더 설계 원리를 제시하여 전극 구조 보존과 LiPS 셔틀 억제/전환 가속/손실 최소화를 동시에 달성해 고황적재 조건에서도 사이클 안정성의 확보 가능성을 제시함. 특히, 작용기의 상호작용 원리를 메커니즘으로 최초로 규명함에 따라 향후 연구의 방향성을 제시하는 연구가 되었음.				
30	석박사통합		응용화학 공학	저널 논문	② Tailoring surface chemistry of MXene/Cationic dye hybrids for enhancing electrocatalytic adsorption and conversion of polysulfide in lithium sulfur batteries
					③ Journal of Power Sources
					④ 657, 238144
					⑤ 0
					⑥ 2024.10
					⑦ https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2025.238144
					□ IF 7.9, JCR분야 상위 14.8%(2024기준), Q1
□ 실적의 창의성·혁신성 : MXene에 염료를 정전기를 활용한 자가조립 후 수열처리로 형태 제어와 부분적으로 원하는 원소를 도핑시킴. 그 결과, mesopore를 확보하고 MXene 층간거리 확대를 통한 Li 양이온 수송과 LiPS 접근성을 개선하여 전기화학적으로 활성화 에너지 및 저항을 감소시켜 Li 양이온의 확산 속도를 향상시켜 고율에서도 가역성을 유지할 수 있었음. 특히, LiPS 전환에 촉매로서 우수한 성능을 보였으며, 계산 과학을 활용한 분석에서도 실험 결과와 일치하는 결과를 보여 분석의 신빙성을 확보하였음.					
□ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 2D MXene의 도핑, 형태 제어를 통한 전극/셀 반응속도까지 이어지는 다학제 설계를 실험과 계산을 통해 교차 검증하여 멀티스케일 융합 화공 인재 양성 비전에 부합함.					
□ 해당 세부 전공 분야의 기여 : 염료를 활용하여 MXene의 성능을 향상시킴으로써 촉매형 호스트 물질을 설계할 수 있었으며, 리튬황 전지의 상용화의 핵심 병목인 LiPS의 셔틀거동 및 낮은 전환속도 문제를 공정친화적으로 완화하는데 기여함.					
31	박사과정		응용화학 공학	저널 논문	② Designing bifunctional cosolvent-based electrolyte to optimize anion-cation associations for a stable electrode-electrolyte interphase in high-nickel li-metal batteries

				③ Chemical Engineering Journal
				④ 506, 160012
				⑤ 0
				⑥ 2025.1
				⑦ https://doi.org/10.1016/j.cej.2025.160012
□ IF 13.2, JCR분야 상위 3.0%(2024기준), Q1 □ 실적의 창의성·혁신성 : MTFEE를 리튬이온배터리 내 액체 전해질의 bifunctional cosolvent로 도입하여 메톡시기가 Li 양이온과 약하게 상호작용하여 더 많은 음이온이 리튬 양이온과 상호작용하도록 하여 anion-cation association을 유도함. 계산 과학을 통해 cosolvent 도입에 따른 용매-이온 배위 변화를 확인하였으며, 이러한 상호작용을 기반으로 산화 안정성, 이온 전도도, 계면 안정성, 리튬 증착 균일성을 향상시켜 성능 향상에 기여함. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 새로운 불소화 에테르계 용매를 설계하여 분자구조, 용매화구조, 전극 계면에 대한 영향을 실험 및 계산 과학을 통한 교차 검증/분석하여 셀 안정성 확보까지 이어지는 멀티스케일적 분석 체계를 확립함. □ 해당 세부 전공 분야의 기여 : 양극, 음극 양쪽 계면을 동시에 안정화하는 bifunctional cosolvent 설계 원리를 제시하고 그 메커니즘을 제시함으로써 리튬메탈 전지 상용화의 계면 안정성 병목 현상 해결을 위한 전략을 제공할 수 있었음.				

② 참여대학원생 학술대회 대표실적의 우수성

- 본 교육연구단의 교육 목표는 화공분야에서 3M (Macroscopic, Microscopic, Molecular, 즉 거시적, 미시적, 분자수준)의 멀티스케일 개념이 접목되고 새로운 환경에서 다양한 방향으로 전공 개념들이 자유롭게 융합되는 화학공학의 교육을 목표로한다. 화학공학 안에서 물리적 공간적 요소를 갖는 멀티스케일 주제를 다양성으로 융합하여 문제를 해결하는 미래 화공 인재를 양성한다는 비전 아래 **세계 QS랭킹 100위권 대학원으로 발돋움**하려는 것이다.
- 이를 위해 구체적 교육 목표를 3In(人), 즉, 융합(Integration), 지능(Intelligence), 연결(Interconnection) 능력을 갖춘 멀티스케일 융합 화공인(人)을 양성하는 것으로 설정하였으며, 세계수준의 연구를 위해 3In(引), 즉 융합 (Integration), 국제 (International) 및 파급(Influence) 연구를 통해 화공 융합 분야를 견인(引)하는 글로컬 (Glocal) 교육연구단 성장하는 것으로 설정하였다. 총 사업기간 동안 석사 350명, 박사 93명을 배출할 계획이며, **최종년도 박사배출 목표는 박사 16명**으로, 이는 최근 3년간 평균인 박사 배출 11명의 약 **45% 향상**된 것으로 **박사과정 중심의 대학원으로 전환**할 것을 목표로 하였다.
- 이러한 목표 아래 대학원생의 학술대회 참석을 장려하여 5차년도의 대학원생 1인당 학술대회 발표실적 목표를 1.6000로 설정하였다. 연차별 목표를 보면, 1차년도 2.1647편에서 점진적으로 증가하나, 5~7차년도에는 1.6000 편을 목표로 하였다.

표 II-17. 참여대학원생의 연도별 학술대회 발표논문 환산편수 계획

항 목	연도별 목표						
	1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	5차 년도	6차 년도	7차 년도
대학원생 1인당 학술대회 발표논문 환산편수	2.1647	2.2113	2.2579	2.3045	1.6000	1.6000	1.6000

- 참여대학원생의 학술대회 참석 실적건수를 보면 아래와 같다.

표 II-18. 5차년도 참여대학원생의 학술대회 참석 실적건수

참여연도	국내학회	국제학회	소계
2024년	156	22	178
2025년	140	41	181
5차년도합계	296	63	359

- 5차년도 실적을 보면, 아래 표와 같다.

표 II-19. 연차별 참여대학원생의 학술대회 발표논문 환산편수

실적 지표	1차년도 (20.09-21.08) 목표(결과)	2차년도 (21.09-22.08) 목표(결과)	3차년도(6개 월) (22.09-23.0 2) 목표(결과)	4차년도 (23.09-24.0 8) 목표(결과)	5차년도 (23.09-24.08) 목표(결과)	5차년도 목표달 성률
대학원생 1인당 학술대회 발표논문 환산편수	2.1647 (1.4083)	2.2123 (1.4287)	2.2579 (0.7428)	2.3045 (1.6184)	1.6000 (1.5467)	-3.33% 미달

- 대학원생 1인당 학술대회 발표논문 환산편수는 목표대비 3.33% 미달이다. 1~3차년도의 경우에는 COVID-19가 장기화됨에 따라 국제 학술대회 및 국내 학술대회 참여가 제한적으로 이루어졌던 원인이 있었다면, COVID-19 사태가 종료된 이후 4, 5차년도에는 학술대회의 참여경비(항공료, 숙박비, 체재비)의 높은 상승률 때문에 제한된 예산으로 참여가 힘들어지고 있는 원인이 있다. 특히 해외에서 국제학술대회 참여는 예산문제로 참여가 어려워 다른 과제사업비의 도움으로 참가하는 경우가 있다.
- 6차년도 목표는 지원예산문제로 5차년도 목표인 1.6000를 그대로 유지하고자 한다. 학생들의 학회 참여 독려를 위해 학술대회 참여 지원을 확대하고자 하나 현실적으로 예산문제로 지원의 어려움을 겪고 있기 때문이다. 다만, 질적 향상을 위하여 우수논문에 대한 장학금 지급을 계속 유지하여 논문발표를 독려하고자 한다.
- 한편, 국내외 학술대회에 참가 발표한 대표적인 우수사례를 보면 다음과 같다.

연번	학위과정 (석사/박사 /석박사통 합)	참여대 학원생 성명	발표 형식 (구두, 포스터)	학술대회 발표실적 상세내용
1	박사		구두	
				② Highly Flexible Electrochromic Devices Containing Photo-curable Acrylated Viologen
				③ PRiME 2024
				④ 0
				⑤ 2024.10, Hawaii convention center
2	박사		구두	
				② Self-Rechargeable Zn-based Electrochromic Energy Storage Device with Photo-Annealed Electrospun TiO ₂ Nanofibers
				③ IDW '24 - The 31st International Display Workshops
				④ 0
				⑤ 2024.12, Sapporo Convention Center
3	석박사통		구두	① Jaegyun Im, Jaegeun Lee

	합			② Determining Spinnability of Carbon Nanotube Dispersions in Wet Spinning Via Shear Viscosity of Dispersions ③ 2024 AIChE Annual Meeting (American Institute of Chemical Engineers) ④ 0 ⑤ 2024.10.27. San Diego, US
4	석박통합		구두	② Highly Stretchable, Self-healing, Self-adhesive, and Ion-conducting Polymer Electrolytes for Electrochromic Devices ③ 6 th Chinese Meeting on Electrochromism ④ 0 ⑤ 2024.05., Xi' an, China
5	박사		구두	② Selective BTX Production from Waste PET via Ru/TiO ₂ -Catalyzed Hydrodeoxygenation in a Biphasic System ③ 20th JKSC ④ 0 ⑤ 2025.05.19, Yonago, Japan
6	박사		구두	② Sustainable Polyurethane Recycling: Efficient Conversion to Value Added Chemicals ③ 20th JKSC ④ 0 ⑤ 2025.05.19, Yonago, Japan
7	석박사통합과정		구두	② The linear and nonlinear rheological properties of PHA/LCB-PLA blends ③ The 9th Asia-Pacific Rim Conference on Rheology (A-PRCR2025) ④ 0 ⑤ 202507, Kobe, Japan
8	석박사통합		구두	② General Approach to Processing/Recycling Mixed Polymers by Vitrimization ③ 2025 American Physical Society National March Meeting ④ 0 ⑤ 2025.03.17. Anaheim, CA
9	박사		구두	② On-Demand, Reversible, and Non-Contact Shape-Fixation of Microstructures in UV Responsive Covalent Adaptable Network ③ 2025 American Physical Society National March Meeting ④ 0 ⑤ 2025.03.17. Anaheim, CA
10	석박사통합		구두	② Hyaluronic Acid Based Nanocarriers for Targeted

	합			and Controlled Transdermal Drug Delivery Systems
				③ The 3rh Global Conference of Innovation Materials (GCIM 2025)
				④ 0
				⑤ 2025.06.15 Jeju, Korea
11	박사		구두	② Molecular Recognition-Driven Biomaterial Design for Enhanced Cell Adhesion and Target Drug Delivery
				③ The 3rh Global Conference of Innovation Materials (GCIM 2025)
				④ 0
				⑤ 2025.06.15 Jeju, Korea
12	박사		포스터	② Encoding Actuation Modes in Smectic Liquid Crystal Elastomers
				③ International Liquid Crystal Elastomer Conference - ILCE2025
				④ 0
				⑤ 2025.08., Tampere, Finland
13	박사		포스터	② Curing Behavior and Thermal Characterization of Curcumin-Based Epoxy Systems with Aliphatic and Dynamic Curing Agents
				③ APSMR 2025 Annual Meeting
				④ 0
				⑤ 2025.07.18., 삿포르, 일본
14	박사		포스터	② Corrosion-Resistant and Fluorescent Thiol-Epoxy ‘Click’ Coatings Reinforced with Hydrophobic N-Doped Carbon Dots
				③ APSMR 2025 Annual Meeting
				④ 0
				⑤ 2025.07.18., 삿포르, 일본
15	석박통합		포스터	② Multifunctional Polymer Dispersant for Graphene/AgNW Nanocomposites
				③ 2025 EPF European Polymer Congress
				④ 0
				⑤ 2025.06 네덜란드
16	석사		포스터	(
				② Electrochemical Performance of NiMn-Layered Double Hydroxide Attached NiCO Metal-Organic Frameworks Composite for Supercapacitor electrodes

				③ 2024 4 th Asian Conference on Engineering and Information
				④ 0
				⑤ 2024.12., Singapore
17	석사		포스터	(
				② Mitigating Polysulfide Shuttle Effect in Lithium-Sulfur Batteries with co and Fe Single Atom Catalysts Supported on Nitrogen-Doped Carbon Electrodes
				③ 2024 4 th Asian Conference on Engineering and Information
				④ 0
				⑤ 2024.12., Singapore
18	석사		포스터	② Electrochemical Performance of PEO-based Solid Polymer Electrolytes Containing Ni/CO-ZIF-67 Filler
				③ 2024 4 th Asian Conference on Engineering and Information
				④ 0
				⑤ 2024.12., Singapore
19	석박사통합		포스터	② Development of a nickel-cobalt phosphate OER catalyst for increasing the electrical energy efficiency of biological CO2 conversion
				③ 한국청정기술학회
				④ 0
				⑤ 2025.03.27. Korea
20	박사		포스터	② Oxygen-Tolerant CO2 Conversion by Advenella alkanexedens KS7 for Sustainable Carbon Capture and Utilization (CCU)
				③ 한국청정기술학회
				④ 0
				⑤ 2025.03.27. Korea
21	박사		포스터	② Regulation of applied voltage improves start-up time and hydrogen production in bench-scale and membrane-less single-chamber microbial electrolysis cell
				③ 한국공업화학학회
				④ 0
				⑤ 2025.06.04
22	석박사통합		포스터	② Harnessing Extreme Dynamic Soft Elasticity in Polyrotaxane-Incorporated Liquid Crystal Elastomers for Pressure-Sensitive Adhesives
				③ 2024년도 고분자학회 추계 정기총회 및 학술대회
				④ 0
				⑤ 2024.09, 부산 , 한국
23	석사		구두	② Bio-Degradable and Recyclable Poly(β -amino

				esters) Covalent Adaptable Network Adhesives
				③ 한국고분자학회 2024년 추계학술대회
				④ 0
				⑤ 2024.09.30 Busan, Korea
24	석사		구두	((
				② Strong, Reprocessable/Recyclable Epoxy Vitrimer with Dual-Dynamic Networks
				③ 한국공업화학회 2024년 추계학술대회
				④ 0
				⑤ 2024.10.30 Gwangju, Korea
25	석사		구두	② Polarity Switchable Maleic Anhydride Containing Copolymer for an Eco-friendly Coatable Anti-icing Composite Film
				③ 한국고분자학회 2025년 춘계학술대회
				④ 0
				⑤ 2025.04.16 Jeju, Korea
26	석박사통합		구두	② Eco-Friendly Pressure-Sensitive Adhesive Based on Stimuli-Responsive Maleic Anhydride Containing Copolymer
				③ 한국화학공학회 2025년 춘계학술대회
				④ 0
				⑤ 2025.04.23. Daegu, Korea
27	석사		구두	② An Approach to Enhancing the Thermal Conductivity, Stability, and Processability of Organic Phase Change Material Composites through Segregated Filler Structure Formation
				③ 한국공업화학회 2025년 춘계학술대회
				④ 0
				⑤ 2025.06.02. Jeju, Korea
28	석박사통합		포스터	② Dynamic Analysis of Spinning Behavior in Melt Electrospinning
				③ The 17th Asian Textile Conference
				④ 0
				⑤ 2024.12.17. Taichung, Taiwan
30	석박사통합		포스터	(② A study on behavior of the hybrid melt electrospinning/blowing process of PE fibers with hot air pressures and voltages
				③ The 17th Asian Textile Conference
				④ 0
				⑤ 2024.12.17. Taichung, Taiwan
31	석사		포스터	② Rheological characterization of PLA/PEO/CNC blend composites to assess 3D printer suitability

				③ Annual European Rheology Conference 2025 (AERC2025) ④ 0 ⑤ 202504, Lyon-France
32	석사		포스터	② Effect of cellulose nanocrystal on the rheological, mechanical, and electrochemical properties of solid polymer electrolytes ③ Annual European Rheology Conference 2025 (AERC2025) ④ 0 ⑤ 202504, Lyon-France
33	석사		포스터	② Ethanol as a secondary solvent: Enhancing drying rate and its influence on rheology in Li-ion battery anode slurry ③ Annual European Rheology Conference 2025 (AERC2025) ④ 0 ⑤ 202504, Lyon-France
34	석사		포스터	② Rheological Properteis and Drying Rates of Ethanol-Added Anode Slurry for Lithium-Ion Batteries ③ The 18th International Workshop for East Asian Young Rheologists ④ 0 ⑤ 202507, Kobe, Japan
35	석사		포스터	② Rheological and Mechanical Properties of Catalyst-free Polyethylene Terephthalate (PET) Vitrimers and Silica Nanocomposites for Upcycling ③ The 18th International Workshop for East Asian Young Rheologists ④ 0 ⑤ 202507, Kobe, Japan
36	석사		포스터	② Bayesian Optimization for Tailoring Filler Formulations in Polymer Composite for Efficient Heat Dissipation ③ 한국고분자학회 2024년 추계학술대회 ④ 0 ⑤ 2024.09.30 Busan, Korea
37	박사과정		포스터	② Time-resolved X-ray analysis of perovskite thin films for solar cell ③ 6 th International Conference for Women in Science and Technology (BIEN 2025)

				④ 0
				⑤ 2025.08.20., Dae-jeon
38	석사과정		포스터	② Anti-solvent free process of all-inorganic perovskite thin films investigated by in-situ GIWAXS measurements
				③ 6 th International Conference for Women in Science and Technology (BIEN 2025)
				④ 0
				⑤ 2025.08.20., Dae-jeon
39	석사과정		포스터	② Analysis of Crystallization and Trap Suppression in Perovskite Solar Cells with Additive Incorporation
				③ 6 th International Conference for Women in Science and Technology (BIEN 2025)
				④ 0
				⑤ 2025.08.20., Dae-jeon
40	석사과정		포스터	② GIWAXS analysis of structural stability in perovskite solar cells
				③ 6 th International Conference for Women in Science and Technology (BIEN 2025)
				④ 0
				⑤ 2025.08.20., Dae-jeon
41	석사		포스터	② Fabrication of Electrochromic Devices with ion gels Composed of Viologen and Liquid Crystal
				③ IDW '24 - The 31st International Display Workshops
				④ 0
				⑤ 2024.12, Sapporo Convention Center
42	석사		포스터	② Phthalocyanine-Blend Silver Nanowires/Nanosheets for Flexible Electrodes of Electrochromic Devices
				③ IDW '24 - The 31st International Display Workshops
				④ 0
				⑤ 2024.12, Sapporo Convention Center
43	박사		포스터	② Outstanding Transmissive-to-Black Electrochromic Switching of Pendant Polyviologen Containing Liquid Crystalline Side Chains with High Heat Shielding Capability
				③ KMiD 2025 - The 1 st Korean Meeting on Information Display
				④ 0
				⑤ 2025.01, 강릉
44	석사		포스터	② Highly Flexible Electrochromic Devices Composed of Photo-Curable Acrylate Viologen and Liquid

				Crystal Mesogens
				③ KMiD 2025 - The 1 st Korean Meeting on Information Display
				④ 0
				⑤ 2025.01, 강릉
45	석사		포스터	② Near-infrared absorption characteristics of dimmonium dyes with various anions and application of smart textile through photothermal conversion effect
				③ 2025 한국섬유공학회 춘계학술대회
				④ 0
				⑤ 2025.04 제주컨벤션센터
46	석사		구두	② High Temperature PI-based Carbon Fiber Reinforced COMposites with Multifunctionality for Aerospace by Joule Heating Process Using CNT Film
				③ 2025 춘계 고분자학회(우수논문발표상)
				④ 0
				⑤ 2025.04., Jeju, Korea
47	석사		포스터	② Multiscale glass fiber reinforced composite embedded with silica coated-hollow glass microspheres for enhancing the thermal insulation properties
				③ 2024 추계 복합재료학회 (최우수논문상)
				④ 0
				⑤ 2024.11., Busan, Korea
48	석사		구두	② Depolyable and Foldable Hybrid Fiber-Reinforced Polymer fabricated using Multi-Resin Dispensing
				③ 2024 추계 복합재료학회 (우수논문상)
				④ 0
				⑤ 2024.11., Busan, Korea
49	석박사통합		포스터	② Tailoring Mechanochromic Responses in Spiropyran-Incorporated Liquid Crystal Elastomers via Direct-Ink-Writing
				③ 제25회 액정학술대회
				④ 0
				⑤ 2024.11, 경주, 한국
50	석사		포스터	② Sequence-Controlled Polynorbornene Binders for Enhanced Silicon Anode Performance in Lithium-Ion Batteries
				③ 2024년도 추계 고분자학회
				④ 0
				⑤ 2024.11, 제주, 한국
51	석사		구두	② Shear-Aligned Cholesteric Liquid Crystal Elastomers: Effect of Molecular Weight on the

				Helical Structure
				③ 2024년도 춘계 고분자학회
				④ 0
				⑤ 2024.11, 제주, 한국
52	석박사통합		포스터	② 천연가스 기반 수소 생산과 이산화탄소 전기분해 공정의 최적 통합 전략 수립 및 시나리오 분석
				③ 2025 한국공업화학회 춘계 총회 및 국제 학술대회
				④ 0
				⑤ 2025.06., 제주, 대한민국
53	석박사통합		포스터	② Liquid hydrogen cold energy circulation by air separation unit
				③ 2024 한국공업화학회 추계 총회 및 학술대회
				④ 0
				⑤ 2024.10., 광주, 대한민국
54	석박사통합		포스터	② Advanced Flashing Mixed Refrigerant Precooling Cycle Designs for Liquefied Hydrogen Production
				③ 2025 한국공업화학회 춘계 총회 및 국제학술대회
				④ 0
				⑤ 2025.06., 제주, 대한민국
55	석박사통합		포스터	② Integrating CO2 Electrolysis with Reverse Water-Gas Shift Reaction for Sustainable Aviation Fuel Production: A Techno-economic analysis
				③ 2025 한국공업화학회 춘계 총회 및 국제학술대회
				④ 0
				⑤ 2025.06., 제주, 대한민국
56	석박사통합		포스터	② 암모니아 분해반응의 Ni-기반 촉매와 Ru-기반 촉매가 공정의 열역학적, 경제적 성능에 미치는 영향
				③ 2025 한국공업화학회 춘계 총회 및 국제학술대회
				④ 0
				⑤ 2025.06., 제주, 대한민국
57	석사		포스터	② Sustainable CO2-to-olefin production process utilizing liquid hydrogen
				③ 2025 한국공업화학회 춘계 총회 및 국제학술대회
				④ 0
				⑤ 2025.06., 제주, 대한민국
58	석사		포스터	② Enhancing the sustainability of liquefied hydrogen production system with integrating cryogenic carbon capture process
				③ 2025 한국공업화학회 춘계 총회 및 국제학술대회
				④ 0
				⑤ 2025.06., 제주, 대한민국
59	석사		포스터	② Cost-effective Blue Ammonia Production Process via Oxy-Fuel Combustion: Focus on Process Design

				and Optimization
				③ 2025 한국공업화학회 춘계 총회 및 국제학술대회
				④ 0
				⑤ 2025.06., 제주, 대한민국
60	석사		포스터	② Economic and Environmental Assessment of Hybrid Methanol Production from Biomass and CO2
				③ 2025 한국공업화학회 춘계 총회 및 국제학술대회
				④ 0
				⑤ 2025.06., 제주, 대한민국
61	석사		포스터	② Crosslinkable polyrotaxane-based photocurable 3D printable dental resin
				③The polymer society of korea (2024)
				④ 0
				⑤ 2024.10 Pusan, Korea
62	석사		포스터	② Synthesis and dental application of 3D printable hybrid resins based on poly(ether ketone ketone)
				③The polymer society of korea (2024)
				④ 0
				⑤ 2024.10 Pusan, Korea
63	석박사통합		포스터	Exploring the Role of Framework Flexibility in Methane Storage: A Computational Study on Porous Aromatic Frameworks
				The Korean Institute of Chemical Engineers
				0
				2024.04.24 Daegu, Korea
64	박사		포스터	AIM: A collection of user-friendly adsorption isotherm GUI tools for fixed-bed breakthrough simulation
				The Korean Institute of Chemical Engineers
				0
				2024.04.24 Daegu, Korea
65	석사		포스터	Predicting Electrolyte Performance with Molecular Dynamics Simulations and Machine Learning Potentials
				The Korean Institute of Chemical Engineers
				0
				2024.04.24 Daegu, Korea
66	석사		포스터	Impact of Structural Optimization Methods on Process-level Performances for Biogas Purification
				The Korean Institute of Chemical Engineers
				0
				2024.04.24 Daegu, Korea
67	석박사통합		포스터	

	합			② Investigation of Co Nanoparticle Formation Mechanisms on MgO and Al ₂ O ₃ supports for Carbon Nanotube Synthesis ③ The 25th International Conference on the Science and Applications of Nanotubes and Low-Dimensional Materials ④ 0 ⑤ 2025.06.15. Kyoto, Japan
68	석박사통합		포스터	② Understanding the role of molybdenum in carbon nanotube growth using layered double hydroxides ③ The 25th International Conference on the Science and Applications of Nanotubes and Low-Dimensional Materials ④ 0 ⑤ 2025.6.15 Kyoto, Japan
69	석박사통합		포스터	② Characteristics of room temperature curing acrylate binders for road markings using acrylic silane crosslinkers ③ 추계 한국접착 및 계면학회 ④ 0 ⑤ 2024.11. Yeosu , Korea
70	석사		포스터	② Eco-friendly Recovery of Nitrogen Oxides: Recycling HNO ₃ from Glucose-Nitric Acid Reactions ③ 춘계 한국 고분자학회 ④ 0 ⑤ 2025.04. Jeju , Korea
71	석사		포스터	② Preparation of Thermally Stable Solid Polymer based on Alicyclic Polyimide ③ 춘계 한국 고분자학회 ④ 0 ⑤ 2025.04. Jeju , Korea
72	석박사통합		포스터	② Sustainable Nitric Acid Recycling: Converting Glucose-Derived NO _x Gas Emissions into Recycled Nitric Acid Resources ③ 춘계 한국 화학공학회 ④ 0 ⑤ 2025.04. Dague, Korea
73	석박사통합		포스터	② Polyamide 6,6 Polymerization Through High Efficiency Catalytic Reaction And Process Pressure Control

				③ 춘계 한국 화학공학회
				④ 0
				⑤ 2025.04. Dague, Korea
74	박사		포스터	② Effect of Polyol Composition on the Long-Term Durability of Urethane Rubber for Precision Electronic Applications
				③ Presm 2025
				④ 0
				⑤ 2025.7. Chiang mai, Thailand
75	석사		포스터	② Preparation of Polyurethane Binder with Different Crosslinking Densities for Silicon Anode
				③ 춘계 한국전기학회
				④ 0
				⑤ 2025.6. Jeju , Korea

연번	참여대학원생/ 석박사/ 발표형태	학술대회 발표의 우수성
1		□ 실적의 창의성·혁신성 : 광경화 가능한 비올로겐 유도체를 합성하여 RGB 3가지 색 상구현이 가능한 단층 전기변색 소자를 제작하고 FCNT(불소화 탄소나노튜브), AgNW, PEDOT:PSS 등 신소재 전극 기술을 접목해 유연·신축성 전극을 구현함으로써 다양한 분야에 응용 가능한 혁신적 플랫폼을 제시함. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 융합적 사고 능력에 부합함. □ 해당 세부전공분야의 기여 : 고기능성 유연 전자재료의 개발을 통해 스마트 윈도우와 웨어러블 디스플레이 등 다양한 응용 분야로의 확장이 가능함을 입증함.
2		□ 실적의 창의성·혁신성 : 광소결된 전기방사 TiO₂ 나노섬유를 이온 저장층으로 적용하고, 아연(Zn) 전극 및 비올로겐 기반 이온겔을 결합하여 자가 충전 기능을 갖춘 전기변색 에너지 저장 소자(EESD)를 구현함. 색 변화와 에너지 저장 기능을 동시에 갖춘 소자로, LED 구동 등 실제 응용 가능성을 입증하며 기존 전기변색 소자의 한계를 극복함. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 전기방사·광소결·전기화학 등 다양한 공정을 융합하여 소자 성능을 극대화하여 교육연구단의 융합 지향점에 부합함. □ 해당 세부전공분야의 기여 : 자기 충전형 Zn 기반 EESD는 차세대 스마트 윈도우 및 에너지 하베스팅 소자 개발에 기여할 수 있는 중요한 성과임.
3		□ 실적의 창의성·혁신성 : 전단-박화(shear-thinning) 거동을 기반으로 CNT 분산액의 유동 특성을 정량적으로 분석하고, 이를 CNT 섬유 제조의 습식방사 가능성 평가에 연결하는 새로운 방법론을 제시함. 특히 power law viscosity 모델을 CNT 분산액에 적용하여 점도 지수(n 값)를 활용한 정량적 방사성(spinnability) 평가 체계를 구축한 점이 혁신적임. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 융합적 사고능력과 부합함. □ 해당 세부전공분야의 기여 : 전단-박화와 방사성 간의 상관관계를 규명하여 CNT 섬유 방사 공정 최적화에 기여하고, 나아가 필름·에어로젤 등 다양한 CNT 기반 구조체 제작에도 활용 가능한 범용적 지침을 제시함.

4	□ 실적의 창의성·혁신성 : 우수한 신축성, 자가 치유, 이온 전도성을 동시에 갖춘 다기능성 고분자 전해질을 설계하고 이를 유연한 전기변색 소자에 적용하였으며 하나의 소재로 다양한 특성을 결합한 고분자 전해질을 개발함으로써 기존 전해질 소재의 한계를 극복함. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 융합적 사고 능력에 부합함. □ 해당 세부전공분야의 기여 : 고분자 전해질이 손상 시 스스로 치유할 수 있고, 변형에도 견딜수 있는 성능을 갖추어 앞으로 전기변색 소자에의 응용에 대한 잠재력을 높임.
5	□ 실적의 창의성·혁신성 : Ru/TiO₂를 이용하여 페PET로부터 한번에 수소생산과 PET 업사이클링기술 개발을 시도함. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 환경/에너지 생산분야에 대한 융합적 사고 능력과 부합함. □ 해당 세부전공분야의 기여 : 환경/에너지 분야에서 불균일계촉매를 통한 PET 업사이클링 기술을 개발하여 고부가가치 수소를 생산을 생산함
6	□ 실적의 창의성·혁신성 : 불균일계 촉매의 PU 분해에서 용매의 알콜기에 따른 효율적인 분해 방법에 대한 메카니즘과 체계적인 분해 경로를 추적함으로써 촉매가 아닌 용매에 대한 새로운 견해를 발견함. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 불균일계촉매와 균일계용매를 융합하여 혁신적인 사고 능력에 부합함. □ 해당 세부전공분야의 기여 : tert 부틸 알콜기를 활용하여 페 PU 처리 기술 개발에 기여할 수 있을 것으로 기대됨.
7	□ 실적의 창의성·혁신성 : 최근 관심이 많은 생분해성 고분자의 선형 및 비선형 유변물성에 대해서 연구를 진행하였고 특히 기존 고분자를 대체하기 위해서 고분자 블렌딩을 하여 기존의 생분해성 고분자보다 나은 유변물성을 나타낸 연구임. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 본 연구단의 비전인 화학 및 소재 응용 분야 와 잘 맞는 연구임. □ 해당 세부전공분야의 기여 : 생분해성 고분자의 신장점도가 나타내는 메카니즘을 이해하는데 기여함
8	□ 실적의 창의성·혁신성 : 분류가 어려운 페플라스틱 재활용을 위해 기존에는 2종 이하의 혼합 시스템에만 적용 가능했던 양립·재활용 기술의 한계를 넘어, 모든 종류의 플라스틱에 범용적으로 적용 가능한 개질 방법을 기반으로 비트리머로의 전환을 실현함으로써 혼합 플라스틱의 종류와 개수에 상관없이 재활용을 가능케 하여 기존 낮은 재활용률 문제를 극복함. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 융합적 사고능력에 부합함. □ 해당 세부전공분야의 기여 : 페플라스틱 재활용 및 업사이클링 분야에서 난제로 지적되던 이중 계면 불안정성 및 낮은 양립성 문제를 해결할 수 있는 원천기술을 제시함으로써, 범용 고분자 소재 연구의 패러다임을 전환할 것으로 기대됨. 또한, “다성분계 시스템 재활용”이라는 새로운 개념을 제안하여, 고분자 물성·가공·재활용 전반에 걸친 학문적·산업적 연구 활성화에 기여할 것으로 전망됨.
9	□ 실적의 창의성·혁신성 : 기존 열을 통해 동적 교환반응이 활성화되는 대부분의 비트리머 소재와 달리 자외선에 감응할 수 있다는 차별성을 가짐. 이를 통해 복잡한 마이크로 구조의 형상을 접촉없이도 변형 및 고정하여 샤크 스킨과 매우 유사한 마이크로 구조의 제작에 성공함. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 융합적 사고능력에 부합함. □ 해당 세부전공분야의 기여 : 해당 소재를 통해 재가공 및 자가치유의 온도 조건을 상온으로 크게 낮출 수 있으며 이를 통해 온화한 조건에서의 수리가 요구되는 코팅 소재, 자외선을 통해 복잡한 형상 제작 및 고정이 가능한 마이크로 구조 제작에 적용될 수 있음.

10	□ 실적의 창의성·혁신성 : 히알루론산(HA) 기반 나노전달체로 약물의 표적 경피 전달을 유도함. 특히 UV 반응성 링커를 이용해 자외선 조사 시에만 약물을 활성화시켜, 기존 기술의 한계인 낮은 효율과 독성을 극복함. 이처럼 시공간적 약물 제어가 가능한 혁신적 기술이며, in vitro 시험으로 안전성도 확인함 □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 융합적 사고능력과 부합함. □ 해당 세부전공분야의 기여 : 지능형 약물 전달 시스템 분야에서 표적 지향성 및 시공간적 제어가 가능한 차세대 경피 전달 기술로서, 기존 치료의 한계를 극복하고 부작용을 최소화하여 크게 각광받을 것으로 기대됨.
11	□ 실적의 창의성·혁신성 : 분자인식 기술을 이용해 특정 생체 분자와 선택적으로 상호작용하는 지능형 생체재료를 개발함. 골라겐 폴리머 필름으로 세포의 선택적 부착 및 이동을 유도하고, 특정 암 바이오마커(Sialic acid)를 인식하는 분자각인 고분자를 통해 중앙 미세 환경에서만 약물을 방출하도록 제어함. 세포 부착 유도과 표적 약물 전달이라는 두 가지 기능을 하나의 핵심 원리(분자인식)로 통합한 혁신적 연구임. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 융합적 사고 능력에 부합함. □ 해당 세부전공분야의 기여 : 첨단 생체재료 분야에서 분자인식 기술을 기반으로 세포의 반응을 정밀하게 유도하고, 특정 환경에만 반응하는 약물 전달을 동시에 구현하는 통합적인 플랫폼을 제시하여, 향후 재생의학과 표적 치료 분야의 발전에 크게 기여할 것으로 기대됨.
12	□ 실적의 창의성·혁신성 : 하나의 스멕틱 LCE 소재 내에서 수축(contraction)과 신장(elongation)이라는 상반된 두 가지 작동 모드를 인코딩할 수 있는 전략을 제시함. 복잡한 외부 장치 없이 프린팅 매개변수(온도, 속도 등)를 제어함으로써 분자 지향성을 조절함. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 융합적 사고 능력에 부합함. □ 해당 세부전공분야의 기여 : 웨어러블 디바이스, 소프트 로보틱스, 스마트 텍스타일 등에서 온도·자극 조건에 따른 복합적 구동이 가능해 다기능 액추에이터로서의 응용 분야를 제시함.
13	□ 실적의 창의성·혁신성 : 천연 유래 커큐민을 출발 물질로 삼고, 동적 이황화 결합을 갖는 시스타민을 경화제로 적용해 기존 석유계 에폭시 대비 지속가능성과 재가공성을 동시에 구현한 혁신적 시도임. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 융합적 사고능력과 부합함. □ 해당 세부전공분야의 기여 : 바이오 기반, 재활용 가능한 고성능 열경화 수지로서, 향후 지속가능 소재 설계 및 친환경 고분자 산업에 기여할 것으로 전망됨.
14	□ 실적의 창의성·혁신성 : 기존의 에폭시 보강재료는 무기 필러, 탄소 나노튜브, 그래핀 등이 주로 사용되었으나, 본 연구에서는 수용액 기반 하이드로열 합성법으로 제조된 NCDs를 적용하여 친환경적이고 저온·무용매 공정을 구현하였다는 점이 혁신적임. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 융합적 사고 능력에 부합함. □ 해당 세부전공분야의 기여 : 본 접근법은 단순한 광섬유 제작 기술을 넘어, 생체의료용 고기능성 광학 재료 개발을 위한 새로운 연구 패러다임을 제시하며, 바이오 소재 및 광학 융합 분야에 폭넓은 파급 효과를 가져올 것으로 기대됨.
15	□ 실적의 창의성·혁신성 : 그래핀과 은 나노와이어의 응집 및 산화 문제를 동시에 해결하기 위해, 음이온성 단량체, 이황화기, 후속 기능화를 위한 보호 이소시아네이트 그룹을 하나의 고분자에 통합한 새로운 분산제를 설계·합성함. 이 고분자는 수계에서 그래핀과 은 나노와이어를 안정적으로 공분산시키면서 동시에 전기적 성능 및 내산화성을 향상시키는 혁신적 접근으로, 차세대 전자소재 개발에 새로운 패러다임을 제시함. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 융합적 사고능력과 부합함. □ 해당 세부전공분야의 기여 : 고분자공학의 핵심인 기능성 고분자 설계·합성·분석 능력을 활용하여 그래핀/AgNW 복합체의 물리적 안정성 및 전기적 특성을 획기적으로 개선. 단순한 소재 개발을 넘어, 첨단 전자소재 및 응용 디바이스로 확장될 수 있음

16		□ 실적의 창의성·혁신성 : NiMn-LDH와 NiCo-MOF를 복합화하여 전극 소재로 활용함으로써, 각각의 한계를 보완하고 전기화학적 성능을 극대화하는 새로운 전략을 제시함. 특히, 계층적 구조의 LDH와 다공성 MOF의 시너지를 통해 높은 전기전도성과 이온 확산 경로를 동시에 확보하여 슈퍼커패시터 전극의 성능을 크게 향상시킨 창의적 연구임. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 다기능 복합소재의 합성과 응용을 통해 에너지 저장소재 연구를 수행한 본 성과는 소재·구조·응용을 아우르는 멀티스케일 융합 화공 인재 양성이라는 교육연구단의 비전과 일치함. □ 해당 세부전공분야의 기여 : NiMn-LDH/NiCo-MOF 복합 전극의 우수한 전기화학적 특성을 실험적으로 검증하여 슈퍼커패시터의 에너지 저장 효율과 안정성을 개선할 수 있음을 보여줌. 이는 차세대 친환경 고성능 에너지 저장 장치 연구에 중요한 기여를 하며, 복합 전극 소재 개발의 새로운 방향을 제시할 것으로 기대됨.
17		□ 실적의 창의성·혁신성 : 리튬-황 전지의 가장 큰 한계인 폴리설파이드 셔틀 현상을 해결하기 위해, 질소 도핑된 탄소 전극 위에 Co와 Fe 단일 원자 촉매를 지지한 혁신적 전극 시스템을 개발함. 단일 원자 수준의 금속 활성점 도입을 통해 높은 촉매 활성과 선택성을 확보하여, 전극 반응의 속도 향상 및 전지의 장기 안정성을 동시에 달성한 창의적 연구임. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 전이금속 단일 원자 촉매와 탄소 기반 소재의 융합을 통해 리튬-황 전지 성능을 극대화한 본 연구는, 소재·환경·응용을 연계하고 멀티스케일 융합 화공 인재를 양성한다는 교육연구단의 비전과 밀접하게 부합함. □ 해당 세부전공분야의 기여 : Co/Fe 단일 원자 촉매의 전기화학적 역할을 규명하고 이를 리튬-황 전지에 적용하여 높은 용량 유지율과 효율적인 셔틀 억제 효과를 입증함. 이러한 결과는 차세대 고에너지밀도 배터리 개발에 새로운 촉매 전략을 제시하며, 에너지 저장 분야의 발전에 크게 기여할 것으로 기대됨.
18		□ 실적의 창의성·혁신성 : 고분자 전해질의 낮은 이온 전도성과 높은 결정성을 개선하기 위해, PEO 기반 고체 고분자 전해질에 Ni/Co-ZIF-67 필러를 도입한 창의적 접근을 제시함. MOF 유래 필러의 다공성과 금속 중심의 전기화학적 특성을 활용하여 전해질 내 이온 전도 경로를 확장하고, 전극-전해질 계면 안정성을 향상시켜 기존 고분자 전해질의 한계를 극복한 혁신적인 연구임. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 금속-유기골격체와 고분자 전해질을 융합하여 차세대 에너지 저장 장치의 핵심 소재를 개발한 본 연구는, 소재·구조·응용을 아우르는 멀티스케일 융합 화공 인재 양성이라는 교육연구단의 비전과 목표에 부합함. □ 해당 세부전공분야의 기여 : Ni/Co-ZIF-67 필러를 활용한 PEO 기반 전해질의 전기화학적 성능을 실험적으로 입증함으로써, 고체 전해질 연구에 새로운 방향성을 제시함. 이는 리튬 이차전지 및 차세대 전고체 배터리의 상용화 가능성을 높이고, 안전성과 성능을 동시에 향상시키는 데 기여할 것으로 기대됨.
19		□ 실적의 창의성·혁신성 : 생물전기화학시스템의 전체 에너지 효율성 향상을 위해 anode촉매인 NiCoPi/Ni 촉매를 개발하여 시스템 효율 향상 및 운전 안정성을 확인하여, 이는 생물시스템의 창의성과 혁신성을 가짐. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 융합적 사고능력과 부합함. □ 해당 세부전공분야의 기여 : 생물공학분야에서 제시되지 않았던 기초 성능 지표를 제시함으로써 생물학적 CCU기술의 학문적 확장에 기여할 수 있을 것으로 기대됨.
20		□ 실적의 창의성·혁신성 : CO₂를 탄소원으로 고정하며 산소노출에 유연한 신균주인 <i>Advenella alkanexedens</i> KS7을 통해 생물학적CCU기술 적용의 확장성에 기여함 □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 융합적 사고 능력에 부합함. □ 해당 세부전공분야의 기여 : 산소노출에 취약한 생물반응기를 보완하는 균주개발을 통해, 향후 대형화 및 지속운전가능한 생물전기화학기술 개발에 기여할 것으로 기대됨

21	□ 실적의 창의성·혁신성 : 내부저항을 줄이기 위해 멤브레인을 제거한 단일미생물전해전지의 스케일업운전의 기초데이터를 확보하였으며, 이를 통해 수소생산성을 극대화하는 전략을 제시함에 따라 산업적 확장에 기여가능함. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 융합적 사고 능력에 부합함. □ 해당 세부전공분야의 기여 : 스케일업반응기 운전을 통해 향후 대형화 및 스케일업반응기 운전안정성향상에 기여할 수 있을 것으로 기대됨.
22	□ 실적의 창의성·혁신성 : 메조겐 회전에 따른 댐핑만을 이용한 기존 액정 탄성체와 달리 본 논문은 슬라이딩 가능한 폴리로탁산(polyrotaxane, PRx) 가교점을 도입하여 이중 에너지 소산 경로를 설계함. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 융합적 사고능력과 부합함. □ 해당 세부전공분야의 기여 : 고기능성 접착 소재로 재사용 및 잔여물 저감을 통한 친환경 지속 가능한 소재로 중요한 역할이 기대됨.
23	□ 실적의 창의성·혁신성 : 촉매 없이 재활용이 가능하며 높은 접착력과 기계적 안정성을 동시에 구현하는 새로운 동적 가교 네트워크를 새롭게 제시함. 특히 사용 후 고분자를 선택적으로 분해하여 기재 재사용이 가능하도록 설계함으로써 지속가능성과 자원순환을 접착 기술에 도입함. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 융합적 사고능력과 부합함. □ 해당 세부전공분야의 기여 : 기존 고온 조건에서 가능했던 재가공을 온화한 조건에서 구현하도록 설계됨. 촉매가 필요 없는 교환 반응 메커니즘으로 기재 재활용을 입증함으로써 지속가능성과 자원순환을 고려하여 새로운 설계 전략을 제시함.
24	□ 실적의 창의성·혁신성 : 열경화성 소재인 에폭시에 동적 결합을 도입하여 재가공성을 부여하였으며, 유연 전자기기의 기판으로의 활용성을 입증하였음. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 융합적 사고능력에 부합함. □ 해당 세부전공분야의 기여 : 재활용성이 없던 에폭시 소재에 재활용 능력을 도입하여 다양한 분야에서 사용되는 에폭시의 폐기물 문제를 해결할 수 있는 효과가 기대됨.
25	□ 실적의 창의성·혁신성 : 기존 불소계 또는 유기용매 기반 코팅의 환경적 제약을 극복하기 위해, 스티렌-무수말레인산 공중합체의 가역적 극성 전환 특성을 이용한 수계 코팅 기술을 개발함. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 융합적 사고능력에 부합함. □ 해당 세부전공분야의 기여 : 본 기술은 VOC-free·불소계 대체형 친환경 방빙 코팅 기술로서, 항공기 날개·풍력 블레이드·송전선 등 혹한 환경에서의 결빙 지연 및 내구성 향상에 적용 가능함. 특히, 기존 실리콘계 또는 불소계 소재 대비 친환경성과 기능적 다양성을 동시에 제공하여, 차세대 항공·에너지 산업용 방빙 코팅 분야에 실질적 기여가 기대됨.
26	□ 실적의 창의성·혁신성 : 극성 가역 전환 설계를 도입해 VOC 문제를 해결하면서도 수계 공정에서 목표 접착 성능을 유지한다는 점에서 창의성을 돋보임. 공정 단계와 사용 단계에 따른 구조 기반 접근으로 친환경성과 기능성을 동시에 발현하며, 기존 친환경 코팅의 물성 저하를 억제함. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 융합적 사고능력에 부합함. □ 해당 세부전공분야의 기여 : 마이크로플라스틱 등 분산 오염물의 고효율 포집을 가능하게 하여, 수계 고분자 소재 분야에서 친환경성과 고성능을 동시에 달성할 수 있는 새로운 설계 패러다임을 제공함.
27	□ 실적의 창의성·혁신성 : 두 불혼화성 상 변화 물질(PCM)의 계면에 방열 필러를 선택적으로 배치해 낮은 열전도도와 누출 문제를 한 번에 해결하는 간결한 전략을 제시함. 용융 상태에서의 단순 혼합만으로 필러 네트워크가 형성되어 고열전도성 복합소재 제작에 성공함. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 융합적 사고능력에 부합함. □ 해당 세부전공분야의 기여 : 전자기기 열관리용 방열 소재에 직접 적용 가능할 뿐 아니라, 고분자 복합소재의 열전달 제어 및 신뢰성 확보라는 연구 영역의 발전에 기여함.

29	□ 실적의 창의성·혁신성 : 레이저 회절과 이미지 분석을 활용하여 용융 전기방사 제트의 동역학을 실시간으로 규명하였으며, 섬유 직경 분포와 안정성 분석을 정량적으로 수행하여 공정 최적화 가능성을 제시함. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 융합적 사고능력과 부합함. □ 해당 세부전공분야의 기여 : 레이저 기반 제트 분석은 고성능 분리막, 필터, 스마트 텍스타일 등 응용 분야에서 정밀 공정 제어 기술로 활용될 수 있음.
30	□ 실적의 창의성·혁신성 : 폴리에틸렌(PE)을 대상으로 분위기 온도를 조절하여 섬유 세섬화에 성공하였으며, 기존에 난방사성이었던 PE의 한계를 극복할 수 있는 새로운 공정 전략을 제시함. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 융합적 사고 능력에 부합함. □ 해당 세부전공분야의 기여 : 분위기 온도 제어를 통한 PE 세섬화 연구는 고성능 분리막, 필터 및 친환경 섬유소재 개발에 응용될 수 있으며, 전공분야의 연구 확장에 기여함.
31	□ 실적의 창의성·혁신성 : 생분해성 고분자는 최근에 많은 관심을 받고 있음. 특히 CNC는 최근에 각광을 많이 받고 있는 필러임. 특히 이러한 CNC는 PLA에 분산시키기 어려운 점이 있음. 하지만 이를 새로운 블렌딩 방법으로 CNC를 이용한 고분자복합체를 연구임. 그리고 이러한 생분해성 고분자를 바탕으로 3D프린팅에 응용하는 창의적인 연구임 □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 본 연구단의 비전인 화학 및 소재 응용 분야 와 잘 맞는 연구임. □ 해당 세부전공분야의 기여 : 생분해성 고분자의 물성증가 부분에서 큰 기여를 함
32	□ 실적의 창의성·혁신성 : 고체고분자전해질은 최근에 관심이 많은 전고체배터리에서 중요한 역할을 하는 소재임. 특히 고체고분자전해질 자체는 전도성이 떨어지는 문제가 있어서 이를 증가시키는 연구는 중요하다고 할 수 있음. 이를 위해서 새로 각광받고 있는 나노필러인 CNC를 활용한 연구는 창의적이라고 할 수 있음 □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 본 연구단의 비전인 화학 및 소재 응용 분야 와 잘 맞는 연구임. □ 해당 세부전공분야의 기여 : 이차전지 분야중 고체고분자전해질 연구에 기여를 할 수 있음
33	□ 실적의 창의성·혁신성 : 최근에 리튬이온 이차전지의 관심은 부쩍 많이 늘고 있음. 리튬이온 이차전지를 생산하기 위해서는 슬러리를 코팅하고 건조하는 공정이 필수적임. 특히 건조하는 공정은 에너지 소모가 많고 시간이 많이 걸림. 따라서 슬러리 제조시 에탄올을 첨가할 때 일어나는 건조공정에 대한 연구를 진행하였음. 이는 슬러리 건조시간을 줄이고 에너지를 줄일수 있는 혁신적인 연구라고 판단됨. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 본 연구단의 비전인 화학 및 소재 응용 분야 와 잘 맞는 연구임. □ 해당 세부전공분야의 기여 : 특히 이차전지 분야에서 양산화 공정에서 큰 기여할 수 있음
34	□ 실적의 창의성·혁신성 : 최근에 리튬이온 이차전지의 관심은 부쩍 많이 늘고 있음. 리튬이온 이차전지를 생산하기 위한 공정중 전극공정은 슬러리를 혼합하고, 코팅하고, 건조하는 공정이 필수적임. 특히 건조하는 공정은 에너지 소모가 많고 시간이 많이 걸림. 따라서 슬러리 제조시 에탄올을 첨가할 때 일어나는 건조공정에 대한 연구를 진행하였음. 이는 슬러리 건조시간을 줄이고 에너지를 줄일수 있는 혁신적인 연구라고 판단됨. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 본 연구단의 비전인 화학 및 소재 응용 분야 와 잘 맞는 연구임. □ 해당 세부전공분야의 기여 : 특히 이차전지 분야 전극공정에서 큰 기여할 수 있음

35	□ 실적의 창의성·혁신성 : 전세계적으로 PET는 많이 사용되고 있음. 하지만 그 재활용은 제한적임. 특히 재활용을 진행할수록 물성이 떨어지는 문제가 있음. 따라서 이를 극복하고자 PET를 비트리머화하여 기존의 PET보다 좋은 물성의 고분자를 만들어 재활용 정도를 높임. 이는 새로운 방식의 PET재활용이므로 혁신성이 있는 연구임. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 본 연구단의 비전인 화학 및 소재 응용 분야 와 잘 맞는 연구임. □ 해당 세부전공분야의 기여 : 고분자 재활용 분야에서 큰 기여를 할수 있음
36	□ 실적의 창의성·혁신성 : 기존의 경험적·실험적 접근으로는 한계가 있던 복합소재의 열전도 특성을 머신 러닝 기법 중 Bayesian Optimization을 사용하여 예측 및 설계하는 방법을 새롭게 제시함. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 융합적 사고능력에 부합함. □ 해당 세부전공분야의 기여 : 미세구조 확률성을 반영한 데이터 구동 설계 기법을 확립함으로써, 고분자 복합재의 열전도 제어 메커니즘을 정량적으로 규명, 열전도성 복합소재 연구의 새로운 토대를 마련함.
37	□ 실적의 창의성·혁신성 : 유-무기 하이브리드 박막의 장기 내구성 형상에 대한 연구를 진행중이며, 특히 열화와 관련된 메커니즘 규명 연구로 이를 통해 박막의 품질과 소자 특성을 제어하고 내구성을 향상시키는 혁신성을 보임. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 융합적 사고능력에 부합함. □ 해당 세부전공분야의 기여 : 유-무기 하이브리드 페로브스카이트 박막의 열화 메커니즘을 규명함으로써 태양전지 소자의 내구성을 향상시킬 수 있었음. 이는 차후 차세대 태양전지 상업화에 기여할 것으로 기대함.
38	□ 실적의 창의성·혁신성 : 새로운 물질을 도입하여 유-무기 하이브리드 박막의 품질을 제어 및 향상시켰고 관련 메커니즘을 규명한 창의적이고 혁신성이 높은 연구임. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 융합적 사고능력에 부합함. □ 해당 세부전공분야의 기여 : 유-무기 페로브스카이트 태양전지 효율 향상과 상업화에 크게 기여할 것으로 기대함.
39	□ 실적의 창의성·혁신성 : 새로운 첨가제를 도입해서 유-무기 하이브리드 박막의 품질을 제어 및 향상시켰고 관련 메커니즘을 규명한 창의적이고 혁신성이 높은 연구임. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 융합적 사고능력에 부합함. □ 해당 세부전공분야의 기여 : 유-무기 페로브스카이트 태양전지 효율 향상과 상업화에 크게 기여할 것으로 기대함.
40	□ 실적의 창의성·혁신성 : 새로운 첨가제 도입 및 이에 따른 광적, 전기적 성질의 변화와 관련 현상을 규명했음. 이를 유-무기 태양전지에 적용하고자 하는 창의적으로 혁신성이 높은 연구임. 또한 박막과 소자의 변화를 빛을 조사한 상태 및 소자 동작시 변화를 실시간으로 측정하고 관련현상을 규명했음. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 융합적 사고능력에 부합함. □ 해당 세부전공분야의 기여 : 유-무기 페로브스카이트 태양전지 효율 향상과 상업화에 크게 기여할 것으로 기대함.
41	□ 실적의 창의성·혁신성 : 비올로겐과 액정 성분을 마이클 첨가 반응으로 결합한 공중합체를 합성하였음. 전기변색 기능과 액정의 배향 특성을 동시에 보유하여, 빠른 색 변화와 기계적 변형에 대응 가능한 새로운 다기능 전기변색소자를 개발함. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 두 물질의 융합을 통한 새로운 접근과 다양한 응용 가능성을 제시함. □ 해당 세부전공분야의 기여 : 전기변색과 액정 배향을 결합한 공중합체 기반 소자를 제시하여 전기변색 소재 및 소자 분야의 새로운 연구 방향을 제시함.

42		□ 실적의 창의성·혁신성 : 프탈로시아닌과 은 나노와이어를 블렌딩하여 전극을 형성함으로써 창의적으로 전극의 산화 문제를 억제하고, 내구성과 안정성을 향상시킴.. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 유기 분자와 무기 나노소재의 융합을 통해 새로운 기능을 창출한 점은 교육연구단이 지향하는 융합적 사고와 문제 해결 능력 배양에 부합함. □ 해당 세부전공분야의 기여 : ITO 대체 투명 전극 개발이라는 핵심 과제를 해결하며 전극 및 전기변색 소재 분야의 발전에 기여함.
43		□ 실적의 창의성·혁신성 : 액정성 측쇄를 포함한 펜던트 폴리비올로겐을 합성하여 기존에 여러 비올로겐을 혼합해야만 얻을 수 있었던 블랙 발색을 단일 소재로 구현하였으며, 저전압 구동, 빠른 전환 속도, 우수한 열 차단 및 광열 변환 성능을 동시에 달성함으로써 전기변색 소자의 성능과 응용 가능성을 크게 확장함. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 화학·재료 융합을 통해 전기·광학·열 특성을 통합한 소재를 개발하여 융합 역량에 부합함. □ 해당 세부전공분야의 기여 : 투명·블랙 전환이 가능한 전기변색 소재를 구현하여 에너지 절감형 건축소재와 같은 친환경적 응용에 기여함.
44		□ 실적의 창의성·혁신성 : 광경화성 아크릴레이트 비올로겐과 액정 메소겐을 결합한 이온겔 기반 전기변색 소자를 개발하여, 낮은 전압 구동과 빠른 응답 속도, 우수한 장기안정성을 확보함으로써 유연 디스플레이 응용을 위한 실용적 가능성을 제시함. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 다양한 기능성 재료를 결합하여 전기·광학·기계적 성능을 상호 연계시킨 소자를 구현함으로써 연결 역량에 부합함. □ 해당 세부전공분야의 기여 : 고유연성과 우수한 광학 성능을 갖춘 전기변색 소자를 구현하여 차세대 플렉서블 디스플레이 응용에 기여함.
45		□ 실적의 창의성·혁신성 : 다양한 음이온을 도입한 다이모늄 염료의 근적외선(NIR) 흡수 특성을 탐구하고, 특히 TPFB 음이온 도입 시 1064 nm 영역에서 우수한 흡광도를 확인함. 이를 기반으로 광열 변환 성능을 활용하여 스마트 섬유에 적용하였으며, 1 W/cm²의 NIR 조사에서 3분 이내에 220 °C까지 온도 상승을 달성하는 혁신적 성능을 입증함. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 유기염료의 광학·열 특성을 정밀 제어하여 기능성 섬유로 확장함으로써 소재와 응용을 연결하는 융합 및 연결 역량에 부합함. □ 해당 세부전공분야의 기여 : 근적외선 흡수형 유기염료 기반의 광열 변환 기술을 스마트 섬유로 확장하여 에너지·방열·웨어러블 디바이스 분야에 새로운 응용 가능성을 제시함.
46		□ 실적의 창의성·혁신성 : CNT 섬유와 고내열 폴리이미드 수지를 융합하여 새로운 Joule heated infusion 공정을 개발한 최초의 시도로, 기존 압축성형 기반 CFRP 제조 방식의 한계를 극복하였음. 이 공정을 통해 세계 최고 수준의 내열성, 기계적 강도, 제빙 성능을 동시에 확보하였으며, 이는 기존 복합재 제조기술에서 전례 없는 혁신적 성과임. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 에너지 효율적, 친환경적인 복합재 제조 공정 개발을 통해 지속가능한 미래 소재 기술을 제시함으로써 연구단이 지향하는 산업 기여형, 글로벌 경쟁력 확보형 인재상을 실현하는 데 기여함으로써 융합적사고능력에 부합함 □ 해당 세부전공분야의 기여 : Joule heated infusion 공정은 기존 고비용, 고에너지 공정을 대체할 수 있는 가능성을 제시하였으며 이를 통해 항공우주용 경량 구조체의 내열성 확보, 전자기기용 방열, EMI 차폐 소재로의 확장성이 큼.
47		□ 실적의 창의성·혁신성 : 유리섬유강화 복합재료의 단일 성능을 향상하기 위해 HGM 입자 표면에 실리카 구조를 코팅한 sHGM 입자를 도입하고 실리카 합성 시간이 열전도성과 기계적 특성에 미치는 영향을 분석함. 이를 통해 액체수소탱크 지지체 소재의 단일성과 내구성을 효과적으로 개선하는 방법을 제시함. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 융합적사고능력에 부합함 □ 해당 세부전공분야의 기여 : 섬유강화복합재료의 기능성과 기계적 강도를 동시에 구현할 수 있는 방안을 제시했으며, 이는 향후 복합재의 활용가능성을 확장하는데 기여할 것으로 기대됨.

48	□ 실적의 창의성·혁신성 : 고강성, 경량성의 FRP를 오리가미 구조에 적용하기 위해서 연성의 aramid fiber와 dimer acid-modified epoxy, 그리고 강성의 carbon fiber와 DGEBA epoxy를 조합, multi resin dispensing 공정을 도입하여 선택적 패터닝으로 하이브리드 섬유·수지 시스템을 구현함. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 융합적사고능력에 부합함. □ 해당 세부전공분야의 기여 : 위성체의 경량화, 접힘을 통한 운송 효율 극대화를 통한 한화에어로스페이스의 군집 SAR, Space X의 스타링크와 같은 우주 인프라의 조기 구축에 기여할 수 있으며 자가 전개 특성을 바탕으로 임시 군용 막사, 혈관 스텐트, 로봇 팔 액추에이터 등 건축, 의료, 로봇공학 등 산업 전방위에 걸쳐 FRP의 적용성 확대가 기대됨.
49	□ 실적의 창의성·혁신성 : 스파이로피란을 액정 엘라스토머에 도입하여 3D 프린팅을 통해 필름을 제작하였으며, 이를 바탕으로 기계 변색 특성을 정량적으로 분석함. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 융합적 사고 능력에 부합함. □ 해당 세부전공분야의 기여 : 신축에 따라 나타나는 기계 변색 특성을 이용하여 다양한 스트레인 센서로 사용 가능성을 확인할 수 있음.
50	□ 실적의 창의성·혁신성 : 정밀한 분자량 제어와 협소한 분자량 분포를 가진 sequence-controlled polynorbornene 바인더를 합성하고, block vs. random 구조의 체계적 비교를 수행하여, 분자 배열(sequence control)이 전극의 접착·기계적 안정성·전기화학 성능에 미치는 구조-물성-성능 상관관계를 규명함. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 융합적 사고 능력에 부합함. □ 해당 세부전공분야의 기여 : ROMP 기반의 sequence-controlled copolymer가 전극 물성에 미치는 정량적 효과를 규명해, 고분자 화학과 전기화학 소재 연구의 접점을 확장함.
51	□ 실적의 창의성·혁신성 : 기존 콜레스테릭 액정탄성체(CLCE)는 대부분 헬리컬 축이 기판에 수직인 평면 배향만을 보였으나, 본 연구는 shear-aligned blade coating을 통해 헬리컬 축을 기울인(slant) 구조를 구현하여 분자량 크기 변화만으로 헬리컬 축의 기울기 각도를 조절 가능하다는 점을 입증함. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 융합적 사고 능력에 부합함. □ 해당 세부전공분야의 기여 : 차세대 디스플레이, 증강·가상현실(AR/VR), 보안·위조 방지용 광학소재 등 실용화 가능성이 높은 응용 분야를 제시함.
52	□ 실적의 창의성·혁신성 : 천연가스 기반 수소 생산 공정에 이산화탄소 전기분해를 적용하여 기존 아민 흡수 공정을 대체하는 새로운 통합 전략을 제안하였으며, 최적화와 시나리오 분석을 통해 경제성과 환경적 우수성을 동시에 검증하는 결과를 도출함. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 융합적 사고 능력에 부합함. □ 해당 세부전공분야의 기여 : 천연가스 개질과 이산화탄소 전기분해의 최적 조합을 제시하여, 저탄소 수소 생산 기술 발전과 지속 가능한 에너지 전환에 기여할 것으로 기대됨.
53	□ 실적의 창의성·혁신성 : 액화수소 재기화 과정에서 발생하는 극저온에너지를 회수하여 공기분리장치와 연계하고, 액체질소를 통해 액화 단계로 순환시킴으로써 에너지 소비를 절감하고 부산물 판매 수익을 확보하여 공급비용을 38.2% 절감하는 혁신성을 보임. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 융합적 사고 능력에 부합함. □ 해당 세부전공분야의 기여 :
54	□ 실적의 창의성·혁신성 : 액화수소 생산의 핵심 단계인 예냉 공정에서 Flashing Mixed Refrigerant(FMR) 사이클을 개선하여 압축 과정에서 발생하는 액체상 냉매 활용 방안을 새롭게 제안하였으며, 이를 통해 에너지 소모 절감 가능성을 검증하는 창의성을 보임. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 융합적 사고 능력에 부합함. □ 해당 세부전공분야의 기여 : FMR 기반 예냉 사이클의 최적 설계를 통해 액화수소 공정의 에너지 효율 향상 방안을 제시하여, 수소 액화 기술의 경쟁력 제고와 지속 가능한 수소 공급망 구축에 기여할 것으로 기대됨.

55	□ 실적의 창의성·혁신성 : 지속가능한 항공유 생산 단가 절감을 위해 CO₂ 전기분해와 RWGS 반응을 통합한 공정을 제안하고, 기존 FT 기반 공정과 비교·분석하여 수소 사용량 절감 및 경제성 향상 효과를 입증하는 결과를 도출함. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 융합적 사고 능력에 부합함. □ 해당 세부전공분야의 기여 : CO₂ 전기분해와 RWGS 반응을 융합한 지속가능 항공유 생산 전략을 제시하여, 저탄소 연료 기술 발전과 항공산업의 탈탄소화에 기여할 것으로 기대됨.
56	□ 실적의 창의성·혁신성 : 암모니아 분해반응에 적용되는 Ni-기반 및 Ru-기반 촉매를 비교하여, 반응 온도 차이가 공정의 열역학적 성능과 경제성에 미치는 영향을 규명하고 최적 운전 조건 도출에 기여하는 결과를 제시함. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 융합적 사고 능력에 부합함. □ 해당 세부전공분야의 기여 : Ni-Ru 촉매 특성을 반영한 암모니아 분해 공정의 성능 평가를 통해 수소 캐리어 전환 공정의 최적화 및 경제성 향상에 기여할 것으로 기대됨.
57	□ 실적의 창의성·혁신성 : 액체수소 수입 시나리오를 기반으로 CO₂를 원료로 경질올레핀을 생산하는 지속가능 공정을 설계·분석하였으며, 기존 납사 열분해 공정 대비 탄소 배출 저감을 달성할 수 있는 창의적 대안을 제시함. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 융합적 사고 능력에 부합함. □ 해당 세부전공분야의 기여 : 액체수소 활용 CO₂-올레핀 전환 공정을 제시하여 화학산업의 탈탄소화와 수소 기반 CCU 기술 확산에 기여할 것으로 기대됨.
58	□ 실적의 창의성·혁신성 : 수소 액화 예냉 사이클과 극저온 탄소 포집 공정을 통합하여 별도의 냉각 장치 없이 99.99%의 탄소 포집률을 달성하고, 에너지 소비 27.5% 절감·경제성 7.87% 향상·CO₂ 회피 비용 58.5% 절감이라는 성과를 도출함. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 융합적 사고 능력에 부합함. □ 해당 세부전공분야의 기여 : 수소 액화와 탄소 포집을 결합한 통합 시스템을 제시하여 저탄소 수소 공급망 구축과 탄소중립형 에너지 전환에 기여할 것으로 기대됨.
59	□ 실적의 창의성·혁신성 : 기존 공정의 아민 기반 CO₂ 포집 단계를 제거하고 ASU에서 생산된 산소를 활용한 순산소연소 기반 블루 암모니아 공정을 제안하였으며, 물 응축만으로 단순화된 포집을 구현함. 이를 통해 에너지 효율과 경제성을 동시에 향상시키는 결과를 도출함. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 융합적 사고 능력에 부합함. □ 해당 세부전공분야의 기여 : 순산소연소 기술을 적용한 블루 암모니아 공정을 제시하여 저탄소 암모니아 생산 기술 발전과 수소 캐리어로서의 활용 확대에 기여할 것으로 기대됨.
60	□ 실적의 창의성·혁신성 : E-메탄올과 바이오메탄올 공정을 결합한 하이브리드 메탄올 생산 방식을 제안하여, 가스화기 폐열을 전기분해 원료 가열에 활용하고 CO₂ 추가 활용 가능성을 제시함으로써 생산 단가 절감과 탄소 네거티브 달성이라는 결과를 도출함. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 융합적 사고 능력에 부합함. □ 해당 세부전공분야의 기여 : 바이오매스와 CO₂를 활용한 하이브리드 메탄올 생산 공정을 제시하여, 지속 가능한 메탄올 기술 발전과 저탄소 화학 산업 확산에 기여할 것으로 기대됨.
61	□ 실적의 창의성·혁신성 : Polyrotaxane에 메타크릴로일 클로라이드를 합성하여 치과용 수지로 주로 쓰이는 EBPDMA와 혼합한 후 DLP 기법으로 3D 프린팅하여 시편을 제조하고, 이에 대한 물성 및 성능을 평가함. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 융합적 사고 능력에 부합함. □ 해당 세부전공분야의 기여 : 생체적합성을 가지는 Polyrotaxane을 치과용 수지와 혼합하여 생체 친화적인 복합재료를 만드는 공정을 최적화함.

62		□ 실적의 창의성·혁신성 : oilgomer로 합성한 PEKK와 GDMA를 합성하여 치과용 수지로 주로 쓰이는 EBPDMA와 혼합한 후 DLP 기법으로 3D 프린팅하여 시편을 제조하고, 이에 대한 물성 및 성능을 평가함. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 융합적사고능력에 부합함. □ 해당 세부전공분야의 기여 : 생체적합성을 가지는 PEKK를 치과용 수지와 혼합함으로써, 생체 친화적인 복합재료를 만드는 공정을 최적화함.
63		□ 실적의 창의성·혁신성 : 새롭게 설계된 탄소 기반 방향족 골격(C-PAF-E)에 연장된 링크를 도입하여 구조적 유연성을 확보하고, 이를 통해 메탄 저장 용량을 향상시킨 점이 창의적임. MD와 GCMC 시뮬레이션을 결합하여 다양한 구조 모델을 체계적으로 평가하고, 실제 흡착 실험과 연결하여 메탄 저장 성능 최적화의 가능성을 제시한 것이 혁신적임. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 분자 시뮬레이션과 실험 연계를 통한 멀티스케일 융합 연구로 교육단의 3In(융합·지능·연결) 및 3리(융합·국제·파급) 목표에 부합함 □ 해당 세부전공분야의 기여 : 구조적 유연성이 메탄 저장에 중요한 역할을 한다는 점을 규명하여, 향후 고성능 가스 저장소재 설계 및 공정 최적화를 위한 기초자료를 제공하는 데 기여함.
64		□ 실적의 창의성·혁신성 : 다양한 흡착 등온식 모델과 혼합기체 예측을 지원하는 사용자 친화적 MATLAB GUI 툴을 개발하여, 고정층 흡착 공정 해석과 돌파 곡선 예측을 손쉽게 수행할 수 있도록 한 점이 창의적임. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 공정 해석, 수학적 모델링, GUI 구현을 융합한 멀티스케일 연구로 교육단의 3In(융합·지능·연결) 목표에 부합함. □ 해당 세부전공분야의 기여 : 흡착 기반 분리공정 연구자들에게 직관적이고 범용적인 시뮬레이션 도구를 제공하여, 소재-공정 연계 연구와 교육 활용에 크게 기여함.
65		□ 실적의 창의성·혁신성 : 탄산염계 전해질의 용매화 구조와 이온 전도 메커니즘을 MD 시뮬레이션으로 규명하고, 실험값과의 편차 원인을 해석하여 전도도 예측 정확성을 개선한 점이 혁신적임. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 분자동역학, 수리 모델, 전기화학적 분석을 융합하여 멀티스케일 통합 연구를 수행함으로써 교육단의 3In(융합·지능·연결) 목표에 부합함. □ 해당 세부전공분야의 기여 : 고에너지 저장장치용 최적 전해질 설계 전략을 제시하여 전기화학 및 에너지 소재 분야의 발전에 기여함.
66		□ 실적의 창의성·혁신성 : 분자 시뮬레이션-공정 모델링-최적화를 연계한 멀티스케일 접근을 통해 CALF-20 계열 소재의 구조 최적화 효과를 정량적으로 평가하고, PVSA 공정 최적화를 다목적 알고리즘(TSEMO)으로 수행한 점이 창의적임. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 소재 설계와 공정 성능을 통합한 융합 연구를 수행하여 교육단의 3In(융합·지능·연결) 및 3리(융합·국제·파급) 목표에 부합함. □ 해당 세부전공분야의 기여 : 바이오가스 업그레이드 공정에서 흡착제-공정 연계 설계의 중요성을 제시하고, 최적화 방법론의 효과를 규명하여 청정에너지 전환 기술 발전에 기여함.
67		□ 실적의 창의성·혁신성 : 금속-지지체 상호작용이 발생하는 원인과 메커니즘을 파악하여 동일하게 분류되던 사례를 세분화함. 파악한 메커니즘을 기반으로 상호작용을 조절해 촉매 금속의 균일성과 합성된 CNT의 결정성을 향상시킴. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 융합적 사고능력과 부합함. □ 해당 세부전공분야의 기여 : 지지 촉매 분야에서 금속간 화합물이 발생한 경우, 특히 고용체가 형성된 촉매의 단계별 거동에 대한 이해도를 향상시키는 데 기여함.

68		□ 실적의 창의성·혁신성 : 금속 이온의 불균일 분포 한계를 극복하기 위해 원자 수준으로 균일한 조성을 갖는 LDH 기반(Mo-CoMgAl) 촉매를 설계·합성하고, CNT 합성 과정 중 형성되는 Mo₂C가 CNT 수율을 비약적으로 향상시키는 '탄소 저장고' 메커니즘을 규명함. 또한 동일 개념을 Fe 및 Fe-Co LDH 계로 확장하여 Mo의 보편적 기능을 입증, CNT 합성 촉매 설계의 패러다임을 "성분 추가"에서 "구조·상(phase) 제어" 중심으로 전환함. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 융합적 사고 능력에 부합함. □ 해당 세부전공분야의 기여 : LDH 기반 균일 촉매 플랫폼으로 활성점 공학과 수율 최적화의 실용 지침을 마련함. 또한 이를 Fe/Fe-Co 계로 일반화하여 고수율 CNT 촉매의 범용 설계 규칙과 산업 적용 가능성을 확장함.
69		□ 실적의 창의성·혁신성 : 부틸아크릴레이트(BA), 메틸메타크릴레이트(MMA), 2-하이드록시에틸헥사아크릴레이트(2-HEMA), 3-(트리메톡시실릴)프로필메타크릴레이트(TMSPMA) 및 첨가제를 사용하여 복합구조 도료 마킹용 고성능 아크릴 수지를 합성하였고, 제조된 수지는 산화환원개시제 시스템(ROIS)을 사용하여 실온에서 경화하여 TMSPMA의 함량 증가에 따른 수지의 주쇄 구조 내 가교 네트워크가 최적화되어 접착력과 투과성 모두 향상되는 것을 확인함 □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 융합적 사고 능력에 부합함. □ 해당 세부전공분야의 기여 : 복합구조 도료 및 결합용 복합형 아크릴 수지의 개발에 기여하며, 접착력 및 광학적 기능을 동시에 강화할 수 있는 작업을 제시함
70		□ 실적의 창의성·혁신성 : 글루코스와 질산의 반응에서 생성된 NO_x가스를 물과 반응시켜 질산으로 전환하는 재활용 공정을 수행하였고, 70%질산을 사용하여 NO_x가스를 생성한 후, 다양한 온도에서 물과 반응시켜 질산을 생성하여 실험 조건을 적절하게 조절하여 프로세스의 최적화와 데이터 기반 평가를 수행하여 창의성과 혁신성이 보여줌 □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 융합적 사고능력과 부합함. □ 해당 세부전공분야의 기여 : 환경친화적인 반응을 통해 질산을 합성하고 지속가능한 자원으로 활용하여 환경친화적 공정 엔지니어링, 분석 평가 기술 등 세부 분야의 최신 연구 흐름에 기여
71		□ 실적의 창의성·혁신성 : 고분자 전해질의 가장 큰 한계 중 하나인 열 안정성 문제를 해결하기 위해, 고내열성을 지닌 alicyclic polyimide를 기반으로 한 새로운 고체 고분자 전해질을 제안하여 기존의 poly(ethylene oxide, PEO) 기반 전해질보다 우수한 내열성과 내구성을 제공하였고 차세대 고체 전해질 연구의 새로운 방향성을 제시 □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 융합적 사고능력과 부합함. □ 해당 세부전공분야의 기여 : 고내열 고분자 전해질 연구에 새로운 접근법을 제시, 이차전지·연료전지 분야의 실질적 성능 향상에 기여하고 열적·기계적 안정성과 이온 전도도를 동시에 충족시키는 설계로, 차세대 all-solid-state battery 연구 발전에 실질적 기여.
72		□ 실적의 창의성·혁신성 : 글루코스와 질산의 반응에서 생성된 NO_x가스를 이용하여 재활용 질산을 합성하였으며 질산은 산화제로 작용하여 환원되어 이산화질소를 생성, NO_x 가스는 분석 결과 NO와 NO₂의 형태로 존재하며 pH 측정과 가스 분석기를 이용해 가스를 검출하였으며 프로세스의 최적화와 데이터 기반 평가를 수행하여 창의성과 혁신성이 보여줌 □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 융합적 사고능력과 부합함. □ 해당 세부전공분야의 기여 : 환경친화적인 반응을 통해 질산을 합성하고 지속가능한 자원으로 활용하여 환경친화적 공정 엔지니어링, 분석 평가 기술 등 세부 분야의 최신 연구 흐름에 기여

73	□ 실적의 창의성·혁신성 : 진공 조건에서 아디프산과 헥사메틸렌디아민을 이용한 PA66 중합을 하였고, 기존의 인계 촉매와 deep eutectic solvent(DES)를 이용하여 축합 반응 부산물인 물을 제거함으로써, PA66 중합의 최적화 방법을 제시함 □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 융합적 사고능력과 부합함. □ 해당 세부전공분야의 기여 : PA66 축합중합에서 진공 공정을 이용하여 부산물인 물을 제거와 DES를 이용하여 분리. 친환경 부분에서 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 기대됨
74	□ 실적의 창의성·혁신성 : 폴리올 분자량 분포가 폴리우레탄 롤러의 내구성에 미치는 영향을 세 가지 체형, PTMG-1500 기반 기준 시스템, PTMG-650으로 부분 개량된 버전, 그리고 PTMG-650과 PTMG-1000을 혼합한 하이브리드 제형을 비교하며 데이터 기반 평가를 수행하여 창의성과 혁신성이 보여줌 □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 융합적 사고능력과 부합함. □ 해당 세부전공분야의 기여 : 환경 친화성을 요구하는 고정밀 장기 수명 분야에 유망한 후보로 활용될 수 있을 것으로 기대됨
75	□ 실적의 창의성·혁신성 : 실리콘 음극의 부피 팽창 문제를 해결하기 위해, 교차결합 밀도를 조절한 폴리우레탄 바인더를 설계한 창의적 연구이며 순한 바인더 역할을 넘어, 전극 성능을 향상시키는 기능성 고분자 소재로서의 혁신성을 입증. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 융합적 사고능력과 부합함. □ 해당 세부전공분야의 기여 : 실리콘 음극용 바인더 연구 분야에서 교차결합 밀도 조절이라는 새로운 설계 변수를 제시하였고 배터리 바인더 연구를 단순 보조재 영역에서 핵심 기능성 소재 연구 분야로 확장시킨 기여를 가짐.

③ 참여대학원생 특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성

- 본 교육연구단은 화학공학, 고분자공학, 유기소재시스템공학과와의 통합을 통해 다양한 소재 전공을 아우르게 되었으므로, 교육연구단 참여교수들과의 협의를 통해 4차산업 및 부·울·경 지역 소재부품기술개발산업과 관련된 융합과목을 개발하고, 화공소재 트랙 교육을 심화하고 발전시키는데 핵심적인 역할을 담당할 것을 목표로 하였다.
- 5차년도 참여대학원생의 특허, 기술이전, 창업 실적을 보면, 교육연구단의 목표와 부합한 화공소재 관련 특허를 등록하였다. 고분자 분산제, 접착 필름, 액정 엘라스토머 등의 고분자 소재와 이차전지 음극소재에 관한 특허를 등록하였다. 이는 모두 기초 소재 산업에 밀접한 관련이 있으므로 지역 소재 산업에 크게 기여할 수 있는 지적재산권이다.
- 5차년도에는 총 17건의 특허 등록과 1건의 기술이전을 하였는데, 차년도에도 화공소재 관련 특허를 등록하여 화공소재 관련 기술 개발에 기여하고, 지역 소재산업에 기여할 계획이다. 또한, 기존의 동남권 지역 산학공동연구를 공고히 하고, 새로운 산학공동연구를 발굴하여 동남권 지역 화공소재 산업 발전에 기여하고자 한다.
- 5차년도 참여대학원생의 기술특허 관련 실적내용은 다음과 같다.

연번	학위과정 (석사/박사/ 석박사통합)	참여대학원 생 성명	실적구분	특허, 기술이전, 창업 등 실적 상세내용
----	---------------------------	---------------	------	------------------------

1	박사		특허	② 이온교환막이 없는 단일 챔버 미생물 전기분해전지 시스템 및 이를 이용한 수소 및 바이오가스와 같은 청정 가스 생산 방법 ③ 대한민국 ④ 10-2024-0171430 ⑤ 2024.11
2	박사		특허	② 산소 내성을 가지는 신균주 Advenella strain, 그 분리방법 및 이를 이용한 이산화탄소로부터 C2 화합물의 생산 방법 ③ 대한민국 ④ 10-2025-0002898 ⑤ 2025.01
3	박사		특허	② SINGLE-CHAMBER MICROBIAL ELECTROLYSIS CELL SYSTEM WITHOUT ION EXCHANGE MEMBRANE FOR PRODUCING CLEAN GAS SUCH AS HYDROGEN AND BIOGAS USING THE SAME ③ U.S.A ④ 19/023,826 ⑤ 2024.01
4	석박사통합		특허	② 비휘발성 공용액을 포함한 감압성 점착제 및 이의 제조방법 ③ 대한민국 ④ 10-2737116 ⑤ 2024.11
5	박사		특허	② 재활용 가능한 비트리머 중합체, 이를 포함하는 경량 고분자 방열 복합재 및 이의 제조방법 ③ 대한민국 ④ 10-2793727 ⑤ 2025.04
6	석사		특허	② 비상용성 이중 유기 상변화 물질 및 이방성 필러를 포함하는 고열효율 상변화 방열 복합소재 및 이의 제조방법 ③ 대한민국 ④ 10-2814868 ⑤ 2025.05
7	박사		특허	② 자외선 감응형 자가치유 기능을 가지는 고분자 및 이의 제조방법 ③ 일본 ④ JP-7713742 ⑤ 2025.07

8	석사	특허	(② 온도 구배에 따라 배향이 제어되는 방열 필러를 포함하는 고분자 복합재 및 이의 제조방법 ③ 국내 ④ 10-2708990 ⑤ 2024.09
9	석사	특허	(② 고분자 박막에서 마랑고니 현상 기반으로 형성된 패턴의 종횡비 향상 방법 ③ 국내 ④ 10-2805722 ⑤ 2025.05
10	석사	특허	(② 양말단 변성 액상 부타디엔 화합물 및 이의 제조방법 ③ 대한민국 ④ 10-2751779 ⑤ 2025.01.03
11	석사	특허	(② 양말단 기능화된 화합물, 이의 제조방법 및 이의 용도 ③ 대한민국 ④ 10-2802777 ⑤ 2025.04.28
12	박사	특허	(② 생물전기화학기술을 이용한 이산화탄소의 메탄전환시스템 ③ 대한민국 ④ 10-2651911 ⑤ 2024.03
13	석사	기술이전	(② 기술이전 : 방열용 피커링 에멀전 조성물, 이를 이용한 방열 페이스트 및 이의 제조방법(노하우) 물질이전계약 ③ (주)삼도에이티에스 ④ 기술이전 액수(천원) 2,000 ⑤ 2023.09
14	박사	특허	(② 재가공 가능한 액정 엘라스토머 및 이의 용도 ③ 대한민국 ④ 10-2719537 ⑤ 2024.10

15	석박사통합		특허	② 광-잠재성 촉매를 이용한 열경화성 중합체의 비트리머화 방법 및 용도 ③ 대한민국 ④ 10-2761168 ⑤ 2025.01
16	석박사통합		특허	② 액화공기를 활용한 액화천연가스의 증발가스 처리 시스템 ③ 대한민국 ④ 10-2816238 ⑤ 2025.05
17	박사과정		특허	특허 번호: 제 10-2765057호 등록일: 2025년 02월 04일 특허명: 리그닌의 분해방병 및 이로부터 제조된 화합물 특허권자: 부산대학교 산학협력단
18	석박사통합		특허	② 목질계 바이오매스로부터 폴빅산 유사체를 추출하는 방법 및 이에 의해 추출된 폴빅산 유사체 ③ 대한민국 ④ 10-2703227 ⑤ 2024.09

1. 특허명 : 이온교환막이 없는 단일 챔버 미생물 전기분해전지 시스템 및 이를 이용한 수소 및 바이오가스와 같은 청정 가스 생산 방법

- **실적의 창의성·혁신성** : 이 발명은 이온교환막이 없는 단일 챔버 미생물 전기분해전지(Microbial Electrolysis Cell, MEC) 시스템과 이를 이용한 수소 및 바이오가스와 같은 청정 가스 생산 방법에 관한 것으로, 기존 막 기반 시스템의 막오염·막손실·내부저항 문제를 근본적으로 제거함으로써 전력 소모를 줄이고 가스 회수율을 크게 향상시킬 수 있음. 특히, 전극모듈 설계 및 기액분리기 적용을 통해 수소의 재소비를 억제하고 경쟁 반응(메탄생성)을 제어할 수 있어, 고효율 수소 생산 및 선택적 바이오가스 전환을 동시에 실현하는 혁신적 기술임.
- **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 본 발명은 미생물전기화학시스템(Bioelectrochemical System, BES) 기반의 탄소자원 전환 및 청정에너지 생산 기술로, 전기화학·미생물학·환경공학 간 융합적 사고능력을 갖춘 창의적 화공 인재 양성이라는 교육연구단의 비전과 부합함. 또한 실험·설계·분석을 통합하는 연구개발 과정을 통해 융합적 문제 해결 능력과 공정 설계 역량을 배양할 수 있음.
- **(지역)산업에의 기여** : 본 발명은 유기성 폐자원을 수소 및 바이오가스로 직접 전환할 수 있어, 폐기물 처리와 에너지 생산을 동시에 달성하는 자원·에너지 융합 기술로서 지역 내 폐수처리장, 음식물 쓰레기 처리시설, 바이오가스 플랜트 등과의 산업적 연계가 가능함. 또한, 막소재 사용 없이도 안정적인 수소 생산이 가능하므로 시스템 제작·운전 비용을 낮추고 대규모 상용화에 유리하여, 부산·울

산·경남권 수소·바이오에너지 산업 생태계 활성화에 크게 기여할 수 있음.

2. 특허명 : 산소 내성을 가지는 신규주 Advenella strain, 그 분리방법 및 이를 이용한 이산화탄소로부터 C2 화합물의 생산 방법

- **실적의 창의성·혁신성** : 이 발명은 산소 내성을 가지는 신규 Advenella 균주와 그 분리·배양 방법, 그리고 이를 이용한 이산화탄소로부터 아세테이트(acetate) 등 C2 화합물 생산 기술에 관한 것으로, 기존의 혐기성 전기자성 미생물들이 가진 산소 민감성 문제를 극복함으로써 개방계·비밀균 조건에서도 안정적인 CO2 전환이 가능함. 특히, 전극 표면에 부착·전달되는 전자를 이용해 전기화학적 고정탄소 반응을 유도하며, 고순도의 아세테이트를 지속적으로 생산하는 최초의 균주로서 미생물전기합성(MES) 기반 CO2 전환 연구에 새로운 패러다임을 제시함.
- **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 본 발명은 이산화탄소 자원화 및 전기화학 기반 미생물공정 융합기술로, 전기화학·미생물학·화학공정의 융합적 사고능력을 갖춘 창의적 화공 인재 양성이라는 교육연구단의 비전과 부합함. 또한 미생물 분리·분자동정·전기화학 운전·생물전환 분석 등 다학제적 연구 역량을 요구하는 고난도 기술 개발 경험을 제공하여, 미래 환경·에너지 융합 분야 인재 양성에 기여함.
- **(지역)산업에의 기여** : 본 발명은 대기 중 이산화탄소를 아세테이트 등 C2 화합물로 전환할 수 있어, 폐자원 기반의 바이오화학 원료 생산 및 탄소자원 순환을 동시에 달성하는 핵심 원천기술임. 산소 존재 하에서도 작동 가능한 균주의 특성 덕분에, 폐수처리장·바이오가스 플랜트 등 개방 환경에서도 적용 가능하여 산업현장 도입 장벽을 크게 낮춤. 이를 통해 부산·울산·경남권의 탄소중립·바이오소재 산업 생태계 활성화 및 탄소배출 저감 산업기술 확보에 크게 기여할 수 있음.

3. 특허명 : SINGLE-CHAMBER MICROBIAL ELECTROLYSIS CELL SYSTEM WITHOUT ION EXCHANGE MEMBRANE FOR PRODUCING CLEAN GAS SUCH AS HYDROGEN AND BIOGAS USING THE SAME

- **실적의 창의성·혁신성** : 본 발명은 이온교환막이 없는 단일 챔버형 미생물 전기분해전지(Microbial Electrolysis Cell, MEC) 시스템으로, 유기성 기질로부터 수소 및 바이오가스와 같은 청정가스를 고효율로 생산할 수 있음. 기존의 막 기반 또는 이중 챔버 시스템에서 나타나는 막오염·막손실 및 내부 저항 문제를 근본적으로 제거하여, 낮은 전력 투입으로도 높은 부피당 가스 생산속도(volumetric gas production rate)를 구현할 수 있음. 또한, 콤팩트한 모듈형 전극조립체와 기액분리기를 통합한 구조로 설계되어, 수소를 실시간 회수하면서 동시에 불필요한 메탄생성 반응을 억제함. 이러한 구조적 혁신은 차세대 바이오전기화학 기반 청정가스 생산을 위한 새로운 플랫폼 기술로서의 의의를 지님.
- **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 본 발명은 전기화학공학·반응기 설계·환경미생물공정 등 다학제 지식을 통합한 연구개발 경험을 제공함으로써, 융합적 사고능력과 창의적 문제해결 능력을 갖춘 화공 인재 양성이라는 교육연구단의 비전과 부합함. 특히, 미생물 반응속도론, 전자전달 메커니즘, 반응기 유체역학에 대한 통합적 이해를 바탕으로 시스템을 설계·최적화함으로써, 차세대 바이오전기화학 기반 에너지시스템을 설계할 수 있는 고급 연구역량 배양에 기여함.
- **(지역)산업에의 기여** : 본 시스템은 이온교환막을 제거함으로써 제작 및 유지관리 비용을 절감할 수 있어, 폐수처리장·음식물폐기물 처리시설·바이오가스화 플랜트 등 부산·울산·경남권의 다양한 현장에 직접 적용 가능함. 동일 반응기 내에서 청정에너지 수소 생산과 바이오가스 고품질화가 동시에 이루어지므로, 지역 순환바이오경제 활성화 및 탄소중립형 에너지 전환 촉진에 기여할 수 있음. 또한, 고효율·저비용·모듈화 가능 설계 특성은 탄소중립형 청정가스 생산기술의 산업적 상용화를 가속화하는 데 핵심적 역할을 수행할 수 있음.

4. 특허명 : 비휘발성 공용액을 포함한 감압성 점착제 및 이의 제조방법

- **실적의 창의성·혁신성** : 휘발성 유기용매와 점착부여제를 대신해 비휘발성 유기 공용액을 직접 점착제 매트릭스에 도입한 새로운 개념의 PSA를 제시함.
- **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 융합적 사고능력을 가지는 화공인재 양성 비전에 부합함.
- **(지역)산업에의 기여** : EL 기반 점착제의 고속 전단 조건 적합성을 입증하여 PSA 연구 및 산업계 응용 모두에 기여

5. 특허명 : 재활용 가능한 비트리머 중합체, 이를 포함하는 경량 고분자 방열 복합재 및 이의 제조방법

- **실적의 창의성·혁신성** : 촉매 없이 합성 및 재가공 가능한 poly(β -amino ester) 기반 동적 결합 가교 고분자를 이용한 방열 복합소재를 제시함. 특히 segregated 필러 네트워크 구조를 단순 압축 공정으로 형성하여, 낮은 밀도에서 13.5 W/mK라는 탁월한 열전도도를 달성한 점에서 혁신적임.
- **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 융합적 사고능력을 가지는 화공인재 양성 비전에 부합함.
- **(지역)산업에의 기여** : 기존 열경화성 복합체의 난재활용 문제를 극복하면서도, 지역 전자·자동차 산업의 차세대 열관리 소재 개발과 경쟁력 강화에 기여

6. 특허명 : 비상용성 이중 유기 상변화 물질 및 이방성 필러를 포함하는 고열효율 상변화 방열 복합소재 및 이의 제조방법

- **실적의 창의성·혁신성** : 두 불혼화성 상 변화 물질(PCM)의 계면에 방열 필러를 선택적으로 배치해 낮은 열전도도와 누출 문제를 한 번에 해결하는 간결한 전략을 제시함. 용융 상태에서의 단순 혼합만으로 필러 네트워크가 형성되어 고열전도성 복합소재 제작에 성공함.
- **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 융합적 사고능력을 가지는 화공인재 양성 비전에 부합함.
- **(지역)산업에의 기여** : 간단한 공정을 통해 고열전도성·고안정성 복합소재를 구현함으로써, 전자·에너지·자동차 산업의 핵심 과제인 고출력 전자기기의 열관리 및 신뢰성 확보에 직접적으로 기여할 수 있음. 또한 원가 절감과 공정 단순화로 지역 중소·중견 소재 기업의 기술 경쟁력 강화에도 파급 효과가 클 것으로 기대됨.

7. 특허명 : 자외선 감응형 자가치유 기능을 가지는 고분자 및 이의 제조방법

- **실적의 창의성·혁신성** : 기존 열을 통해 동적 교환반응이 활성화되는 대부분의 비트리머 소재와 달리 자외선 조사만으로 수리가 가능한 동적 결합 가교 고분자를 제안하여 기존 기술의 한계를 극복함.
- **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 융합적 사고능력을 가지는 화공인재 양성 비전에 부합함.
- **(지역)산업에의 기여** : 열경화성 수지의 재활용 불가능 문제를 해결할 새로운 솔루션을 제시하여, 지역 소재·화학 산업의 지속가능성과 친환경 공정 전환에 실질적 기여함.

8. 특허명 : 온도 구배에 따라 배향이 제어되는 방열 필러를 포함하는 고분자 복합재 및 이의 제조방법

- **실적의 창의성·혁신성** : 열 구배를 활용하여 고분자 내 2차원 방열 필러의 배향을 정밀하게 제어하는 기술을 개발함. 이는 기존의 무작위적 필러 충전 방식에서 벗어나, 열전달 경로를 최적화할 수 있는 새로운 설계 전략으로, 복합재의 열전도 성능을 기존 대비 획기적으로 향상시킴.

- **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 융합적 사고능력을 가지는 화공인재 양성 비전에 부합함.
- **(지역)산업에의 기여** : 전자기기, 전력 변환 장치, 전기차 배터리 등 고효율 방열 소재가 필수적인 산업군에 실질적으로 활용 가능하며, 지역 전자소재·자동차 소재 산업의 경쟁력 강화 및 고부가가치 소재 개발에 중요한 기여를 할 수 있음.

9. **특허명 : 고분자 박막에서 마랑고니 현상 기반으로 형성된 패턴의 종횡비 향상 방법**

- **실적의 창의성·혁신성** : 마랑고니 현상(Marangoni effect)을 이용해 고분자 박막의 표면 장력 구배를 정밀하게 제어함으로써, 기존 한계를 뛰어넘는 높은 종횡비(aspect ratio)를 가진 정교한 패턴을 형성하는 기술을 제시함. 이는 기존 리소그래피 공정 대비 단순하면서도 저비용·고효율의 대체 기술로서 학문적·산업적 혁신성을 동시에 가짐.
- **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 융합적 사고능력을 가지는 화공인재 양성 비전에 부합함.
- **(지역)산업에의 기여** : 반도체 및 디스플레이 산업의 차세대 미세 패터닝 공정에 직접적으로 응용될 수 있으며, 나노소재 기반 소자 개발에도 활용 가능하여, 지역 전자소재·디스플레이 산업의 기술 혁신 및 성장 기반 확보에 기여함.

10. **특허명 : 양말단 변성 액상 부타디엔 화합물 및 이의 제조방법**

- **실적의 창의성·혁신성** : 양말단 변성 액상 부타디엔 화합물 및 이의 제조방법에 관한 것으로 트리에폭시실릴 작용기 및 테트라 실파이드 작용기를 가지는 사슬이동제와 1,3-부타디엔 모노머를 이용하여 합성한 양말단 변성 액상 부타디엔 고무 화합물 및 이의 제조방법을 제공한다. 실리카 친화형 관능기를 사슬 양말단에 도입함으로써 기존의 액상 부타디엔 고무의 사슬 말단으로부터 기인한 이력현상(hysteresis)등을 조절하여 연비 특성에 영향을 주는 여러 성능들을 개선할 수 있음.
- **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 융합적 사고능력을 가지는 화공인재 양성 비전에 부합함.
- **(지역)산업에의 기여** : 현재 세계 각국에서 온실가스 배출에 대한 규제 강화로 인해 자동차의 연비 향상에 대한 요구가 지속적으로 높아지고 있고 이에 따라 자동차 산업 패러다임 변화의 가장 큰 영향 요인은 친환경이며, 온실가스 감축을 위한 친환경 핵심기술로써 전기자동차가 부상함. 온실가스 배출 저감을 위하여 기존의 카본블랙을 대체하여 실리카 보강제로 사용하는 연구들을 진행하고 있는데 본 발명은 우수한 연비 성능, 마모 성능 등의 특성을 부여하는 액상 부타디엔 신규 화합물의 제조 방법을 제공하므로 친환경 기술을 제공함.

11. **특허명 : 양말단 기능화된 화합물, 이의 제조방법 및 이의용도**

- **실적의 창의성·혁신성** : 양말단 기능화된 화합물 이의 제조방법 및 이의 용도에 관한 것으로 카본 블랙 친화형 아민 기능기능기를 도입한 화합물 이의 제조방법 및 이의 타이어용 또는 트레드용 고무 조성물의 용도를 제공함
- **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 융합적 사고능력을 가지는 화공인재 양성 비전에 부합함.
- **(지역)산업에의 기여** : 최근 사용 트럭 및 버스에서 전동화 및 자율 주행 기술이 적용됨에 따라 고하중, 장시간 주행을 견뎌야 하는 타이어의 내마모성과 연비 성능에 대한 중요성이 증대되고 있음. 타이어의 우수한 성능을 위해서는 트레드 컴파운드의 개선이 필수적임. 본 발명에 따른 양말단이 아민기로 기능화된 화합물은 카본 블랙 친화형 관능기를 양말단 액상 부타디엔 고무는 연비 성능과 내마모성을 동시에 개선시키며 경시변화에 따른 물성 저하를 막아 성능 개선에 기여함.

12. 특허명 : 생물전기화학기술을 이용한 이산화탄소의 메탄전환시스템

- **실적의 창의성·혁신성** : 기존의 열화학적 바이오가스 고질화 기술과는 달리, 생물학적 바이오가스 고질화 공정은 상대적으로 낮은 운전압력 (상압)과 온도 (20~50℃)등의 운전 특성을 가지며, 자가증식이 가능한 미생물을 촉매로 사용하기에 친환경적인 운전이 가능함. 기존 공정에서 처리하기 어려운 저농도 또는 불순물을 포함하는 가스 (예: 황화수소, 실록산 등)에 적용 가능한 새로운 전환공정개발이 가능함.
- **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 융합적 사고능력을 가지는 화공인재 양성 비전에 부합함.
- **(지역)산업에의 기여** : 혐기소화조에서 발생하는 바이오가스의 고질화를 통해 도시가스관망, 수송용 연료로 바로 적용가능한 기술을 제시하며, 동시에 온실가스 감축기여 및 탄소순환경제 사회로의 도약, 바이오가스 고질화 공정 개발 등 지역산업에 유용하게 이용됨.

13. 기술이전명: 방열용 피커링 에멀전 조성물, 이를 이용한 방열 페이스트 및 이의 제조방법

- **실적의 창의성·혁신성** : 알루미늄 입자를 사용해 이중 수지를 안정화한 에멀전 방식을 적용하여, 기존 방열 페이스트보다 열전도도와 열 및 습기 안정성이 뛰어난 방열 페이스트를 개발한 혁신적인 연구로, 전자기기 열 관리 분야에 창의적인 기여를 함.
- **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 융합적 사고능력을 가지는 화공인재 양성 비전에 부합함.
- **(지역)산업에의 기여** : 알루미늄 입자를 통한 이중 수지 안정화 에멀전 방식을 적용해 재활용 가능한 고성능 방열 페이스트를 개발함으로써 열 관리 재료 분야의 혁신을 이룸

14. 특허명 : 재가공 가능한 액정 엘라스토머 및 이의 용도

- **실적의 창의성·혁신성** : 액정 엘라스토머는 결합 교환과 수소결합 능력을 보유한 동적 티오우레아 가교제를 사용함으로써 티오우레아 교환반응에 따라 용융 재가공, 용액 재가공, 재활용 및 자가 치유가 가능하며, 동시에 수소결합에 의해 기계적 강도가 향상된 액정 엘라스토머를 제공할 수 있음
- **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 융합적 사고능력을 가지는 화공인재 양성 비전에 부합함.
- **(지역)산업에의 기여** : 우수한 기계적, 열적 특성을 가지며, 재가공 또는 재활용이 가능한 액정 엘라스토머 조성물 및 이의 성형품을 제공할 수 있음. 이러한 특성을 가진 액정 엘라스토머를 활용하여 인공 근육, 소프트 로봇, 유연소자, 액츄에이터 및 센서 등 차세대 연성 스마트 소재를 개발할 수 있음.

15. 특허명 : 광-잠재성 촉매를 이용한 열경화성 중합체의 비트리머화 방법 및 용도

- **실적의 창의성·혁신성** : 히드록시기 및 에스터기를 포함하는 열경화성 수지 전구체; 및 광-잠재성 촉매를 포함하는 열경화성수지 조성물로서, 상기 광-잠재성 촉매는, 미리 정해진 파장 범위의 빛에 노출되어 산 또는 염기를 발생하는 것이며, 상기 열경화성 수지는, 경화된 상태에서 상기 빛에 노출된 이후 열 처리를 통해 변형 가능함.
- **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 융합적 사고능력을 가지는 화공인재 양성 비전에 부합함.
- **(지역)산업에의 기여** : 히드록시기 및 에스터기를 포함하는 열경화성 수지 전구체와 광-잠재성 촉매를 포함하는 열경화성 수지 조성물 및 그 제조 방법을 제공함. 상기 열경화성 수지 조성물을 경화하여 얻어진 열경화성 수지에 빛을 조사하고, 열 처리를 통해 상기 열경화성 수지를 원하는 형상으로 변형하는 것을 포함하는 열경화성 수지의 가공 방법(비트리머화 방법)을 제공함.

16. 특허명 : 액화공기를 활용한 액화천연가스의 증발가스 처리 시스템

- **실적의 창의성·혁신성** : 본 발명은 액화공기를 냉매로 활용하여 LNG 운송·저장 과정에서 발생하는 증발가스(BOG)를 효과적으로 재액화할 수 있는 새로운 처리 시스템을 제안함. 기존 아민 흡수 기반 공정이나 화석 연료 연소 방식과 달리, 공기 자체를 냉매로 사용해 기체 상태로 배출되더라도 환경 오염을 유발하지 않는 친환경적 장점을 확보하였음. 또한, 다단 열교환 및 기액분리 단계를 도입하여 증발가스 냉각 효율과 냉매 활용 효율을 동시에 향상시켰으며, 액화공기 공급 과정에서 예냉·과냉 단계를 최적화하여 에너지 소비를 절감할 수 있음을 입증함. 이를 통해 LNG 공급망 전반의 손실을 최소화하고, 수송 효율과 경제성을 크게 개선할 수 있는 창의적 대안을 제시하였음.
- **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 융합적 사고능력을 가지는 화공인재 양성 비전에 부합함.
- **(지역)산업에의 기여** : 제안된 액화공기 기반 증발가스 처리 시스템은 LNG 운송·저장 과정에서 불가피하게 발생하는 에너지 손실을 최소화하고, 기존 냉매 사용 시 동반되던 환경오염 문제를 해결할 수 있는 실질적 대안을 제시함. 이를 통해 해운 및 가스 산업은 연료 효율을 개선하고 운영 비용을 절감할 수 있으며, 부산물 처리 부담 또한 크게 줄일 수 있음. 더 나아가, 국제적 환경 규제 강화와 탈탄소화 요구가 가속화되는 상황에서 본 기술은 친환경 경쟁력을 확보할 수 있는 핵심 수단으로 작용하여, LNG 기반 에너지 산업 전반의 지속 가능성과 글로벌 시장 내 경쟁력 강화를 촉진할 것으로 기대됨.

17. : 리그닌의 분해방병 및 이로부터 제조된 화합물

- **실적의 창의성·혁신성** : 기존 바이오 매스 산업을 통한 리그닌 분해 기술은 고에너지 집약적이면서 전통적인 불밀링 기술에 제한되어 분해 산물 및 화합물의 정밀함이 매우 부족하였지만, 본 특허에서는 초임계 CO₂ 용합 불균일계촉매를 통한 리그닌 분해 방식은 기존 값비싼 불균일계 촉매의 한계를 극복할 수 있을뿐 아니라 CO₂ 저감을 통한 탄소중립을 실천할 수 있는 혁신적인 기술에 해당됨
- **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 융합적 사고능력을 가지는 화공인재 양성 비전에 부합함.
- **(지역)산업에의 기여** : 기존 리그닌 분해 산업의 한계인 물리적 분해 방식 기술을 벗어나 탁월한 분해 및 선택적 화합물 생성에 이바지 할 수 있을 것으로 보임. 또한, CO₂를 직접적인 조촉매로 사용함으로써 기업의 저탄소 생산 기술 확보에 큰 도움을 줄 것으로 보임.

18. 특허명 : 목질계 바이오매스로부터 풀빅산 유사체를 추출하는 방법 및 이에 의해 추출된 풀빅산 유사체

- **실적의 창의성·혁신성** : 이온성 액체를 추출 용매로 사용하여 폐목재, 목재 등 목질계 바이오매스로부터 풀빅산 유사체를 추출하는 방법을 창의적으로 확립함. 풀빅산의 구조가 식물의 리그닌 구조와 상당한 유사성을 보인다는 점을 착안하여 국내에서도 쉽게 찾아볼 수 있는 자원인 식물에서 풀빅산 유사체를 추출하는 방법을 제공함.
- **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 융합적 사고능력을 가지는 화공인재 양성 비전에 부합함.
- **(지역)산업에의 기여** : 국내에는 없는 자원인 석탄 유래 물질로부터 풀빅산을 추출하는 것이 아닌 국내에서도 쉽게 찾아볼 수 있는 자원이자 버려지고 있는 폐자원인 목질계 바이오매스로부터 풀빅산 유사체를 추출하는 방법으로서, 전량 외국 수입에 의존하고 있는 실정을 해결할 수 있음. 또한 폐목재, 목재 부산물 등 폐자원인 목질계 바이오매스를 활용하고 있다는 점에서 폐자원의 재활용 및 고부가 가치화를 유도함.

4. 신진연구인력 현황 및 실적

- 본 4단계 BK21 교육연구단이 추진하는 핵심 분야에서 최신훈 연구/교육 역량을 가지고 우수한 결과를 도출할 수 있는 신진연구인력을 적극 유치하고 이들이 조직에 정착하고 안정적인 연구/교육 활동을 장려하기 위한 지원 전략을 수립하여 추진하고 있다.
- 본 교육연구단은 기존 BK21 사업을 통해 우수한 계약교수(또는 산학협력전담인력)와 박사후연구원을 유치하고 지원한 실적이 있으며, 이런 성과 및 경험을 바탕으로 좀더 차별적인 신진연구인력 확보 및 지원책을 마련하고 있다.

4.1 우수 신진연구인력 확보 및 지원 실적

4.1.1 본 교육연구단의 신진연구인력 지원 현황 및 실적

- 본 교육연구단에서는 인건비 월 300만원 이상의 신진연구인력을 매년 4명 선발하여, 관련한 분야별 지원사업을 다양하게 진행해 오고 있다.
- 박사후연구원 신청공고 후 내부 운영요령지침에 따라 연구역량 점수(공고일 기준 2년 이내 환산 논문편수, 환산보정 IF, 논문 상위 % 점수합) + 가점(20점)에 따라 상위순으로 매년 3명을 선발하였고 최대 2년까지 지원받을 수 있도록 하였다.
- 이에 따라 박사후연구원은 매년 국내뿐 아니라 다양한 나라에서 지원하여 연구역량이 우수한 인재를 선발할 수 있는 시스템을 구축하였다.
- 신진연구인력의 학회 및 국제학술활동 지원: 신진연구인력들의 학회활동 및 국제학술활동 등을 BK 사업비, 국비 및 대응자금, 그리고 그 외의 연구비 등을 이용하여 연 2회 이상의 국내학회활동과 연 1회 이상의 국제 학술활동과 기타 활동을 지원하고 있다.
- 신진연구인력의 논문 및 각종 학술활동 지원: 논문 및 각종 학술활동 실적들에 대해 자체평가를 통하여 평가결과에 따라 성과급을 차등 지급하고 있으며, 이를 교육연구단 차원에서 적극적으로 홍보하여 추진하고 있다.
- 연구 활동을 위한 인프라 지원
 - 신진 연구인력 각자 개인의 전용 PC 또는 노트북을 학과 및 연구실에서 지급하였고, 그 외의 제반 Office 업무에 필요한 Infra (Printer, Scanner, Fax, 복사기, 기타 소모품 등)를 지원하였다.
 - 각자의 연구 활동을 위하여 실험공간과 실험과 관련된 제반 분석 장비 및 분석 지원도 학과 연구실 및 학교 차원에서 다각적으로 지원되고 있다.
 - 외국인 신진연구인력의 경우 기숙사와 같은 숙소를 제공받고 있으며, 국내체류에 필요한 제반 업무를 모두 지원받고 있다.

표 II-18. 신진인력 지원 내용

신진인력 지원항목	지원 내용
연구지원 플랫폼 제공	- 대학원 홈페이지 개편시 연구지원 플랫폼 제공 - 학내 연구과제 주요내용을 검색 가능한 Database 연계제공
연구지원컨설팅 실시	- 연구계획에 대한 학내 Database기반 정보제공을 통한 신진연구인력 연구제안서 작성에 도움 제공 - 연구제안서 관련 국내외 기술현황 조사, 특허조사 지원
대학원생, 신진연구인력 대상 연구 세미나 개최	- 대학원생, 신진연구인력대상, 연구재단 등 연구지원 설명회 - 연구비관리 자체 교육 - 연구노하우 경험사례 공유 세미나 개최

4.2. 4차년도 신진연구인력 논문 실적

○ 4차년도에 신진연구인력들이게재한 논문실적 및 학술대회발표의 자세한 내용은 다음과 같다.

연번	구분	성명	참여 시작일	실적구분	대표 연구 실적 상세내용
1	박사후 연구원		2025.3.1	저널논문	② Better Together: Integrating Adhesion and Ion Conductivity in Composite Binders for High-Performance Silicon Anodes
					③ Journal of Materials Chemistry A
					④ 13(12), 8355
					⑤ 0
					⑥ 2025.03
					□ IF 12.5, JCR분야 상위 15.93%(2024기준), Q1, Web of Science 인용횟수 2 □ 실적의 창의성·혁신성 : 전기화학적 안정성과 이온 전도성이 부족한 기존 PAA 기반 바인더 대비 본 연구는 PAA + PSUOH (terpolymer) 조합을 통해 접착력과 리튬 이온 전도성을 동시에 확보하여 상충되는 문제를 해결함. 또한 PSUOH내 -OH기와 -COOH기의 가교반응을 통해 기계적 강도·접착력·이온 수송을 모두 강화했다는 점에서 매우 혁신적임 □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성: 고분자소재, 전기화학, 재료공정의 융합을 통해 멀티스케일의 융·복합 연구를 강화하였음.

	□ 해당 세부 전공 분야의 기여 : 기존 고분자 바인더 연구의 상충성 문제를 극복함으로써 전기차·에너지저장시스템(ESS)용 고에너지밀도 리튬이온전지 상용화에 기여함. 배터리 수명 연장 및 안정성 향상으로 차세대 고에너지밀도 전지용 바인더에 널리 활용될 것으로 전망됨.			
	박사후 연구원		2024.3.1.	저널논문 ② Microstructure control of acrylic acid-styrenesulfonate copolymers for high-performance gypsum superplasticizers ③ Materials Today Communications ④ 45, 112268 ⑤ 2025.04 ⑥ https://doi.org/10.1016/j.mtcomm.2025.112268
2	□ IF 4.5, JCR분야 (SCIE) MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY상위 36.74% (2024 기준), Q2 □ 업적물의 창의성·혁신성 : 석고 고성능 가소제 적용을 위해 카르복실레이트와 셀로노이트로 구성된 고분자의 미세구조 제어에 대한 시너지 효과를 연구함 □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 소재/공정 응용을 통해 거시적(Macroscopic), 미시적(Microscopic), 분자수준 (Molecular 또는 Nanoscale), 즉 3M을 아우르는 멀티스케일의 융·복합 연구를 강화하였음. □ 해당 세부전공분야의 기여 : 미세구조 제어가 고급 고성능 가소제 개발에 효과적이며, 정전기적 반발력과 입체적 반발력이 복합적으로 작용하여 가소화 성능을 향상시켰다. 이러한 결과는 고성능 가소제의 작동 메커니즘에 대한 새로운 설계에 응용될 수 있다.			
3	박사후 연구원		2024.3.1.	저널논문 ② Various Topological Poly(tert-butyl acrylate)s and Their Impacts on Thermal and Solution Properties ③ Macromolecular Rapid Communications ④ 46(15), 2401043 ⑤ 2025.08 ⑥ https://doi.org/10.1002/marc.202401043
	□ IF 4.3, JCR (SCIE) 카테고리 중 POLYMER SCIENCE 분야에서 상위 31.91%, Q2 □ 업적물의 창의성·혁신성 : 원자 이동 라디칼 중합과 클릭 커플링 반응을 조합하여 고리형 및 8자형 구조를 포함한 다양한 위상 구조를 갖는 아크릴레이트 기반 고분자를 합성하는 방법을 연구함. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 본 연구는 고분자공학 분야의 다양한 스케일			

	을 탐구하는 교육연구단의 비전과 목표와 잘 부합함.								
	□ 해당 세부전공분야의 기여 : 위상학이 고분자 특성을 미세조정하는 도구로서 잠재력을 보여주며, 이를 통해 용액 및 벌크 특성에서 특정 거동을 보이는 첨단 소재의 개발을 촉진할 수 있다.								
	박사 후 연구 원	2024.3.1.	저널논문	<table><tr><td>② Novel Sulfonated Polymer Nanoparticles Synthesized Using Surfactant-Free Emulsion Polymerization as Gypsum Superplasticizer</td></tr><tr><td>③ Journal of Materials in Civil Engineering</td></tr><tr><td>④ 37(8), 04025224</td></tr><tr><td>⑤ 2025.08</td></tr><tr><td>⑥ https://doi.org/10.1061/JMCEE7.MTENG-19740</td></tr></table>	② Novel Sulfonated Polymer Nanoparticles Synthesized Using Surfactant-Free Emulsion Polymerization as Gypsum Superplasticizer	③ Journal of Materials in Civil Engineering	④ 37(8), 04025224	⑤ 2025.08	⑥ https://doi.org/10.1061/JMCEE7.MTENG-19740
② Novel Sulfonated Polymer Nanoparticles Synthesized Using Surfactant-Free Emulsion Polymerization as Gypsum Superplasticizer									
③ Journal of Materials in Civil Engineering									
④ 37(8), 04025224									
⑤ 2025.08									
⑥ https://doi.org/10.1061/JMCEE7.MTENG-19740									
4	□ IF 3, JCR (SCIE) 카테고리 중 CONSTRUCTION & BUILDING TECHNOLOGY 상위 33.68 %, Q-value Q2								
	□ 업적물의 창의성·혁신성 : 본 연구는 친환경 합성 공정을 탐색하고 석고 산업에 적합한 수화 반응 속도를 통해 가소화 특성을 향상시키는 잠재적인 고성능 설폰화 고분자 나노입자 가소제를 합성함.								
	□ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 소재/공정 응용을 통해 거시적(Macroscopic), 미시적(Microscopic), 분자수준 (Molecular 또는 Nanoscale), 즉 3M을 아우르는 멀티스케일의 융·복합 연구를 강화하였음.								
	□ 해당 세부전공분야의 기여 : 설폰화 고분자 나노입자 가소제를 함유한 석고제품은 제조 과정에서 수분 함량이 적어 기공률이 낮아 높은 기계적 강도를 보였고 석고 색상에 미치는 영향을 최소화하여 순수 석고의 미적 특성을 그대로 유지했다. 이러한 결과는 다양한 비닐 단량체를 활용하여 맞춤형 고성능 가소제를 개발할 수 있는 가능성을 제공한다.								

4.3. 신진연구인력 학술대회 대표실적의 우수성

1	- 박사후연구원 은 2024년 9월 25일 부산에서 개최된 한국청정 기술학회 2024년 추계학술대회에서 포스터 발표자로 참여하여 “NiMo Alloy-carbon felt hybrid cathode for efficient utilization of abiotically produced hydrogen for CO2-microbial electrosynthesis” 주제로 발표하였다. □ 논문의 창의성·혁신성 : 본 연구는 무기 촉매와 탄소펠트를 결합한 하이브리드 전극을 개발하여, H₂ 발생과 미생물 성장을 동시에 촉진하는 새로운 MES 플랫폼을 제시하였음. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 멀티스케일 융합화학 소재를 활용하여 화공인재 양성 비전에 부합함. 또한 질적으로 우수한 논문 작성으로 연구의 질을 높이는 목표와 잘 부합함 □ 해당 세부전공분야의 기여 : 기존 CF전극 적용대비 두 배 이상 향상된 성능을 확보하여 이는 MES기반 CO2전환 효율 향상 연구에 기여하며, 지속가능한 CCU 기술의 산업화 가능성을 보여 화학공학, 환경에너지 분야 발전에 기여가능함.
2	- 박사후연구원 은 2024년 9월 25일 한국청정기술학회 2024년 추계학술대회에서 포스터 발표자로 참여하여 “Electrodeposited Polyaniline on Graphite Felt for Enhanced Start up time and Acetate Production in Microbial Electrosynthesis” 주제로 발표하였다. □ 논문의 창의성·혁신성 : 본 연구는 전기활성미생물과 친화성을 가지는 전도성고분자인 PANI와 탄소펠트를 결합한 하이브리드 전극을 개발하여, H₂ 발생과 미생물 성장을 동시에 촉진하는 새로운 MES 플랫폼을 제시하였음. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 멀티스케일 융합화학 소재를 활용하여 화공인재 양성 비전에 부합함. 또한 질적으로 우수한 논문 작성으로 연구의 질을 높이는 목표와 잘 부합함 □ 해당 세부전공분야의 기여 : 기존 GF전극 적용대비 PANI/GF전극의 경우 2배이상 향상된 성능과 최근 연구들 중 높은 성능을 확보하여 이는 MES기반 CO2전환 효율 향상 연구에 기여하며, 지속가능한 CCU 기술의 산업화 가능성을 보여 화학공학, 환경에너지 분야 발전에 기여가능함.
3	- 박사후연구원 은 2024년 11월 20일 부산 아르피나에서 개최된 2024 한국에너지 기후변화학회 추계학술대회에서 포스터 발표자로 참여하여 “NiMo Alloy-Carbon Felt Composite Cathodes for Enhanced Utilization of Abiotically Produced Hydrogen in CO2 Microbial Electrosynthesis ” 주제로 발표하였다. □ 논문의 창의성·혁신성 : 본 연구는 무기 촉매와 탄소펠트를 결합한 하이브리드 전극을 개발하여, H₂ 발생과 미생물 성장을 동시에 촉진하는 새로운 MES 플랫폼을 제시함에 따라 기술의 혁신성을 보여줌 □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 촉매 제조를 위해 멀티스케일 융합화학 소재를 활용하여 화공인재 양성 비전에 부합함. 또한 질적으로 우수한 논문 작성으로 연구의 질을 높이는 목표와 잘 부합함 □ 해당 세부전공분야의 기여 : 기존 CF전극 적용대비 두 배 이상 향상된 성능을 확보하

	효과를 나타냈으며, 요구되는 물의 양을 기존 분산제 대비 획기적으로 감소시켰음. 이러한 결과는 추후 고강도 건설재료를 위한 분산제 디자인을 고려할 때 미세구조와 작용기의 시너지에 대한 의미 있는 참고자료가 될 수 있을 것이라 기대됨. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 고분자를 전혀 다른 분야인 건설재료 분야에 적용하고, 그에 따른 효과를 연구하고 및 개선한 본 연구의 결과는 멀티스케일 융합 화학 소재를 활용함으로써 화공인재 양성 비전에 부합함. 또한 질적으로 우수한 논문 작성으로 연구의 질을 높이는 목표와 잘 부합함 □ 해당 세부전공분야의 기여 : 고강도 건설재료의 제조는 물/바인더 (water to binder) 비율이 가장 중요한 요소임. 따라서, 본 연구에서는 반수석고에 적용되었으나, 충분히 시멘트 및 콘크리트로서의 확장 가능성을 가지고 있음. 본 연구의 결과는 고강도 건설재료용 분산제 디자인에 유용하게 사용될 수 있을 것으로 기대됨.
--	--

4.4. 신진연구인력 특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성

연번	구분	성명	실적구분	특허, 기술이전, 창업 등 실적 상세내용
1	박사후연구원		출원	② 리튬이온전지용 폴리카보네이트 전해질 및 바인더 ③ 대한민국 ④ 10-2025-0054830 ⑤ 2025.04
2	박사후연구원		출원	② 리튬이온 이차전지 실리콘 음극용 복합 고분자 바인더 ③ 대한민국 ④ 10-2025-0061019 ⑤ 2025.05

1. , 특허명 :리튬이온전지용 폴리카보네이트 전해질 및 바인더

- **실적의 창의성·혁신성** : 순환형 탄소자원 물질인 CO₂ 기반 폴리카보네이트 구조를 전해질 및 바인더로 활용하여 고분자 전해질 시스템을 리튬이온전지에 확장 적용했을 뿐만 아니라 화학적 안정성과 친환경성을 동시에 확보한 창의적 융합기술임.
- **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 융합적 사고능력을 가지는 화공인재 양성 비전에 부합함.
- **(지역)산업에의 기여** : CO₂를 원료로 하는 카보네이트 합성 루트는 탄소 저감형 전지소재 기술로서 환경문제가 대두되고 있는 산업에 기여할 수 있음.

2. , 특허명 :리튬이온 이차전지 실리콘 음극용 복합 고분자 바인더

- **실적의 창의성·혁신성** : 이온전도성 도메인과 기계적 도메인을 분리 설계하여 전기화학적 성능과 기계적 완충성을 동시에 확보하고, 기존 실리콘 음극의 부피팽창 문제를 분자설계 수준에서 해결하기 위해 접착,

유연,이온전도 기능을 통합한 복합 고분자 바인더를 개발한 창의 융합기술임.

- **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 융합적 사고능력을 가지는 화공인재 양성 비전에 부합함.
- **(지역)산업에의 기여** : SEI층 균일화를 통해 부피 팽창시 전극 구조가 붕괴되는 기존의 문제점을 보완하고 국내/외 고용량 배터리 산업에서 배터리 장수화로 고에너지밀도 리튬이온 이차전지 개발로 고효율 배터리 산업 발전에 기여함.

4.5 우수 신진연구인력 확보 및 지원계획

- 본 4단계 BK21 교육연구단이 추진하는 핵심 분야에서 최신훈 연구/교육 역량을 가지고 우수한 결과를 도출할 수 있는 신진연구인력을 적극 유치하고 이들이 조직에 정착하고 안정적인 연구/교육 활동을 장려하기 위한 지원 전략을 수립하여 추진할 계획이다.
 - 국내·외의 저명한 대학에서 박사학위를 취득한 신진연구인력을 본 교육연구단의 박사후과정생으로 유치하여 높은 수준의 연구성과를 창출하는 연구진으로 육성하고자 한다.
 - 국내의 저명한 산·학·연 기관에서 종사하는 박사급 경력 인력을 계약교수(또는 산학협력전담인력)로 임용하고, 본 교육연구단에서 운용 예정인 학과 대학원 강의개선위원회에 참가하여 신규 융합 교과목을 개발할 수 있는 프로그램을 신설함으로써 대학원 교육의 질 향상에 기여하고자 한다.
 - 더 나아가 대학원 혁신 교육연구단에서 지원하는 학문후속세대 강의 지원 프로그램과 연계하여 우수한 계약교수(또는 산학협력전담인력)가 대학원 교육에 참여할 수 있는 제도를 마련할 수 있도록 대학 본부와 협의하여 추진할 계획이다.
 - 특정 분야에 전문성을 가지는 박사후 연구원들이 본 교육연구단의 연구뿐만 아니라 교육에 기여할 수 있도록 하기 위하여 지도교수의 대학원 강의에 참여하고 조교 활동을 할 수 있는 기회를 부여함으로써 대학원 강의의 전문성을 강화하고자 한다.
- 본 교육연구단은 기존 BK21 사업을 통해 우수한 계약교수(또는 산학협력전담인력)와 박사후연구원을 유치하고 지원한 실적이 있으며, 이런 성과 및 경험을 바탕으로 좀더 차별적인 신진연구인력 확보 및 지원책을 마련하였다.

5. 참여교수의 교육역량 대표실적

연번	참여교수명	참여기간 (YYYYMMDD-Y YYMMDD)	연구자 등록번호	세부전 공분야	대학원 교육관련 대표실적물	DOI번호/ISBN/인터넷 주소 등
	참여교수의 교육관련 대표실적의 우수성					
1		202409 01-202 50831		신소재 공학	저서(교재)	978-89-6595-138-4 <u>제목: Thin film analysis using X-ray reflectivity</u>
	□ 실적의 우수성 : 박막 및 다층박막의 구조를 비파괴적으로 분석하는 X-선 반사율에 대해 교재를 제작하였음. X-선 반사율은 매우 널리 박막 연구에 쓰이는 방법이나, 학생들을 위한 체계적인 교재가 부재한 상황임. 이에 교재를 제작하고 수업에 활용하였음. □ 교육효과 : 대학원생들의 수업에 교재로 사용하였음.					
2		202409 01-202 50831		화학공 학	수상	최창균이동현상부문상(교육부분) https://www.kiche.or.kr/news/announce/b798501c-d80c-44f0-80f6-1bcb77197fe3?uri=L25ld3MvYW5ub3VuY2UvMTA%3D
	□ 실적의 우수성 : 이동현상부문 교육에 힘써 우수한 인재를 많이 배출하여 화학공학 및 이동현상 발전에 기여함. □ 교육효과 : 화학공학에서 중요한 분야인 이동현상 부문에서 교육에 크게 이바지하여서 수상함.					

6. 교육의 국제화 전략

① 교육 프로그램의 국제화 현황 및 계획

가. 외국대학 및 연구소와의 복수학위제, 인적 교류 현황

- 부산대학교 CAMPUS ASIA 연구단-에너지환경 프로그램(한·중·일 3개국 대학생들이 학위 과정 중 원하는 나라에서 1~2학기 정도 유학함으로써, 선진 연구 경험 및 인적 네트워크를 구성할 수 있는 기회를 제공하고, 공동 석/박사 학위를 취득하게 하는 교육과학기술부 시범사업)을 활용하여 교육연구단 소속 대학원생들에게 복수 학위 취득을 제공하고 있다. 현재 파트너대학은 중국의 상해교통대학과 일본의 큐슈대학이며, 특히 본 교육연구단에서 에너지·환경 트랙을 전공하는 대학원생들이 적극 참여를 지원하고 있다.
- 부산대학교 화공생명공학부는 현재 일본 시즈오카대학과 공동박사학위제를 체결하여 공동학위제를 운영하고 있으며, 현 교육연구단 소속 석·박사과정 학생들이 참여할 수 있도록 지원하고 있다.
- 부산대학교 공과대학은 인도네시아의 명문 공대인 Sepuluh Nopember Institute of Technology (ITS)와 1+1 석사 복수 학위 프로그램(석사 학위 2년 기간 중 1년을 상대방 대학에서 수학하고, 학위를 취득하는 프로그램)을 위한 양해각서(MOU)를 체결하고 관련 프로그램을 실시 중이며, 이를 적극 이용하여 우수 외국인 학생 및 박사과정생 유치에 활용하고 있다.
- 공동학위제와 더불어 부산대학교는 해외우수대학과 학점교류 등에 대한 협정을 통해 교환학생 제도를 운영하고 있다. 대만국립대학 (National Taiwan University), 싱가포르 난양공과대학 (Nanyang Technological University), 독일 뮌헨공대 (Technical University of Munich) 등과 교환학생 프로그램을 운영하고 있으며, 교육연구단 소속 대학원생들이 참여를 독려하고 있다.
- 본 교육연구단은 독일의 우수연구기관인 Karlsruhe Institute of Technology (KIT)와 미국의 우수대학인 Texas A&M 대학 화공과와 현재 연구 인턴쉽 및 학생 파견에 대한 MOU를 맺은 상태이다. 본 교육연구단 소속 참여대학원생들이 미국, 유럽 등 다양한 국가의 해외우수기관에서 공동연구를 경험하고, 국제화된 감각을 배양할 수 있도록 적극 지원하고 있다.

나. 대학원생 장/단기 해외연수

- 본 교육연구단 소속 참여대학원생들이 미국, 유럽 등 다양한 국가의 해외우수기관에서 공동연구를 경험하고, 국제화된 감각을 배양할 수 있도록 지원하였다.
- 참여대학원생들의 해외우수기관에서의 연구 경험 및 국제공동연구 기회를 폭넓게 제공하기 위해 전체 지원규모를 연 4~8건 정도로 아래 표와 같이 체류기간별로 지원규모를 달리하여 운영하였으며, 지원내용은 아래표와 같다.

표 II-20. 차년도 대학원생 장중단기 연수 지원 내용

장기해외연수(2개월이상)	• 경비(교통비,숙박비등) 500만원/년
중기해외연수(1개월)	• 경비(교통비,숙박비등) 300만원/년
단기해외연수(15일)	• 경비(교통비,숙박비등) 150만원/년

- 본 교육연구단은 해외 장중단기 연수 및 파견 프로그램을 통해 참여대학원생 7명이 미국, 독일 2개국에 현지방문 연구를 하였다. 그 내용은 아래 표와 같다.

표 II-21. 5차년도 참여대학원생 해외연수 실적

구분	성명(지도교수)	기간	국가	파견 장소
1		20250228-20260227	미국	University of Minnesota Twin Cities
2		20241016~20241213	미국	Air Force Research Laboratory
3		20250701-20250831	미국	Massachusetts General Hospital, Harvard Medical School
4		20250701-20250831	미국	Brigham and Women's Hospital, Harvard Medical School
5		20250701-20250831	미국	Massachusetts General Hospital, Harvard Medical School
6		20250210-20250226	미국	Johns Hopkins University
7		2025.02.19.-2026.02.27.	독일	Technische Universität München

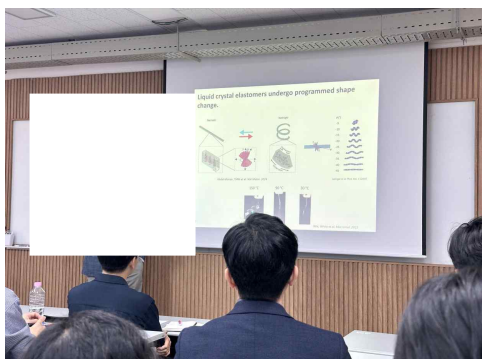
- 또한, 본 교육연구단은 국제화 및 최신 연구동향 습득을 위해 참여대학원생에게 국제 학술대회 참가를 지원하였는데, 총 33명에게 국제학술대회 비용(항공료 + 체재비 + 등록비 등)을 총 58,122,885원을 지원하였다.

다. 해외학자 활용 실적 및 역할

- 교육 프로그램의 국제화를 위한 해외연구자 강연 및 세미나를 개최하고 지원하였다. 본 연구단에서는 각 전공 분야에서 선진연구의 동향 파악 및 상호교류를 통하여 국제화 교류를 확대하였는데 내용은 다음과 같다.

표 II-22. 해외연구자 강연 및 세미나 초청 실적

연번	내 용	사진
1	■ 연사 : 교수 (위스콘신 대학, 미국)	

	- 일시, 장소 : 2024.10.16.(수) 10:00 ~ 12:00, 10.16 기념관 - 내용 : “Disruptive Sustainable Technologies for the Plastics and Fuels Industry” 를 주제로 탄소중립대응과 관련하여 최근 이슈가 되고 있는 폐플라스틱 업사이클링 기술에 대한 연구 동향을 파악함.	
2	■ 연사 : 교수 (Chulalongkorn Univ, 태국) - 일시, 장소 : 2024.10.23.(수) 15:00 ~ 17:00, 7공학관 7415호 - 내용 : “Electricity in nanoscale catalysts for unconventional enhancement of reductive power” 를 주제로 촉매를 활용한 상온 이산화탄소 환원 반응을 및 촉매 반응을 활용한 Grapitic Carbon 양자점 합성과 Graphite-다이아몬드 중간체 형성기술을 소개함.	
3	■ 연사 : 교수 (University of Colorado, 미국) - 일시, 장소 : 2024.10.30.(수) 16:30 ~ 18:00, 7공학관 7407호 - 내용 : “ Low Density Material Actuators: Programming the Local Orientation of Liquid Crystalline Elastomers” 를 주제로 액정탄성체 소재를 활용하여 소재의 역사 및 국소적 분자배향을 통한 다양한 흥미로운 특성구현에 대한 연구를 소개함.	
4	■ 연사 : 교수 (Texas A&M Univ, 미국) - 일시, 장소 : 2024.11.01.(금) 11:00 ~ 12:00, 7공학관 7410호 - 내용 : “Responsive Materials that Grow, Entangle, and Morph into Multifunctional Structures” 을 주제로 자극감응성 고분자 소재를 활용하여 생명체의 군집운동	

	을 모사하거나, 성장 및 물질 방출을 시연한 연구를 소개함.	
5	■ 연사 : 교수 (MIT, 미국) - 일시, 장소 : 2024.11.21.(목) 16:00 ~ 18:00, 7공학관 7415호 - 내용 : “Data-driven discovery of metal organic frameworks and polymers with high stability” 을 주제로 DFT 접근법을 활용하여 수백만개의 전이 금속 복합체 후보를 탐색하여 효율적인 촉매를 발굴하고, 이를 통해 지속 가능한 화학 생산을 위한 촉매 후보 발굴 연구를 소개함.	
6	■ 연사 : 교수 (University of Arizona, Department of Chemistry and Biochemistry 미국) - 일시, 장소 : 2025.02.17.(월) ~ 2025.02.25.(화) 13:00 ~ 15:00, 제7공학관 7410호 - 내용 : 전공분야인 화학공학 분야와 관련한 국제학술대회 논문 영어발표 스킬 향상 강의를 하였으며, 2주에 걸쳐 1:1 학생 지도를 통해 참여대학원학생의 국제학회 참여시 발표수준을 높히는데 기여하였다.	
7	■ 연사 : 교수 (National Taiwan University, 대만) - 일시, 장소 : 2025.06.09(월) 15:00 ~ 17:00, 제7공학관 7413호 - 내용 : “Computational Studies of Nanoporous Membranes for Separations” 을 주제로 MD 시뮬레이션 기반 나노다공성 소재에서 이온 분리에 대한 연구 주제를 발표하였으며, adsorption-facilitated mechanism에 대한 논의를 진행하였다.	

8	■ 연사 : 교수 (National Central University, 대만) - 일시, 장소 : 2025.06.09(월) 17:00 ~ 19:00, 제7공학관 7413호 - 내용 : “Computational Studies for Materials Discovery and Design” 을 주제로 Thermoelectric 소재를 DFT 계산을 통해 모사하는 연구와 Hydrate 형성시 다른 기체 조성에 따른 hydrate 구조체 형성 유무를 MD 시뮬레이션을 통해 조사한 내용을 발표 하였다.	

라. 우수 외국인 학생 유치 현황 및 실적

- 본 교육연구단 소속 전체 대학원생 중 외국인 대학원생은 11.27% 정도를 차지하고 있다. 석사, 박사, 석·박사 통합과정으로 나누어 그 비율을 살펴보면 특히 석사과정 대비 박사과정에서 외국인 학생의 비율이 51%대로 월등히 높음을 알 수 있다. 국적별로는 인도와 중국이 가장 높은 비율을 차지하고 있으며, 그 외 말레이시아, 파키스탄이 있다.

표 II-23. 교육연구단 소속 외국인 대학원생 현황

		석사	박사	석박사통합	계
1차년도	2020년 2학기	65	22	27	114
	2021년 1학기	76	27	27	130
	전체	141	49	54	244
	외국인	13	29	13	55
	외국인 비율	9%	59%	24%	23%
2차년도	2021년 2학기	78	24	28	130
	2022년 1학기	85	18	25	128
	전체	163	42	53	258
	외국인	11	21	15	47
	외국인 비율	7%	50%	28%	18%
3차년도	2022년 2학기	82	22	23	127
	2023년 1학기	80	17	35	132
	전체	162	39	58	259
	외국인	7	17	15	39
	외국인 비율	4%	43%	25%	15%
4차년도	2023년 2학기	71	22	36	129
	2024년 1학기	86	24	36	146
	전체	157	46	72	275
	외국인	2	26	11	39
	외국인 비율	1%	56%	15%	14%
5차년도	2024년 2학기	75	22	40	137
	2025년 1학기	77	19	42	138
	전체	152	41	82	275
	외국인	4	21	6	31
	외국인 비율	2.63%	51.22%	7.32%	11.27%

- 현재 교육연구단은 미국 우수대학인 Texas A&M 대학 화공과와 현재 인적교류 및 연구 협력에 대한 MOU를 맺은 상태이다. 또한, 동남아 우수대학인 베트남 하노이공과대학, 미얀마 양곤공과대학, 필리핀 마닐라 라살대학교와 인적 교류에 대한 MOU를 맺은 상태이며, 공과대학에서도 인도네시아 Sepuluh Nopember Institute of Technology (ITS) 대학과 1+1 석사 복수학위 프로그램을 운영하는 등 우수외국인 학생 유치를 위한 인프라를 구축해 놓은 상태이다. 아울러 외국인 학생 입학 후에도 안정적인 정착을 위해 BK 장학금과 각 연구실별 등록금 전액 혹은 기숙사 비용 지원 등의 추가적인 지원금을 제공함으로써 생활환경 개선 및 학업에 어려움이 없도록 충분히 지원하고 있다.
- 대학 본부에서도 학교 차원의 본교 대학원 프로그램 우수성 홍보, 해외대학 출신 대학원생 선발 시스템 구축(외국 우수대학 데이터베이스화) 및 전담 전형팀 신설, 입학 후 외국대학원생 커뮤니티

티 지원 등 다양한 방식으로 우수 외국인 학생 유치를 지원하고 있다. 아울러 대학본부에서는 일정 학업 능력 (학업 및 영어 점수 우수자)을 보유한 외국인 신입생의 경우, 수업료 반액 장학금을 제공하고, 이후에도 평점평균 3.5이상을 유지할 경우, 계속 장학금을 지원하여 우수 외국인 학생 유치에 큰 도움이 되고 있다.

② 참여대학원생 국제공동연구 현황과 계획

- 본 교육연구단의 5차년도 참여대학원생 국제공동연구 실적은 다음과 같다. 미국, 스위스, 인도, 영국 등과 전공과 관련된 다양한 대학 및 연구기관과 국제공동연구를 수행하였다.

〈표 2-10〉 참여대학원생 국제공동연구 실적

연번	공동연구 참여자			상대국/소속기관	연구주제	연구기간 (YYYYMM-YYYYMM)
	교육연구단		국외 공동연구자			
	참여대 학원생	지도 교수				
1				미국 /Massachusetts General Hospital, Harvard Medical School	광의학적 응용을 위한 업컨버전 나노입자 센서의 개발	20240703 -20241207
2				미국 /Brigham and Women’ s Hospital, Harvard Medical School	조직 재생을 위한 생체모방 하이드로겔의 개발 및 면역치료법 연구	20240703 -20241207
3				미국 /Massachusetts General Hospital, Harvard Medical School	광의학적 응용을 위한 Mxene 입자 센서의 개발	20240703 -20241207
4				미국/Johns Hopkins Univ.	미생물전해전지 운전을 통한 수소생산 시스템 개발 및 현지 반응기 견학	20250210- 20250226
5				미국 /University of Minnesota Twin Cities	페플라ستيك의 비트리머화를 통한 재활용 가능한 소재로의 업사이클링 기술	20250228 -20260227

6			스위스 / ZHAW School of Engineering	페로브스카이트 태양전지 모듈 상용화 패키징 기술개발: 분해 방지막, 봉지재, 안정성 평가 장비 개발 및 비파괴 검사	202409-20 2412
7			스위스 / ZHAW School of Engineering	페로브스카이트 태양전지 모듈 상용화 패키징 기술개발: 분해 방지막, 봉지재, 안정성 평가 장비 개발 및 비파괴 검사	202503-20 2508
8			미국 /University of Texas at Austin	형상기억 섬유강 화 복합재료 기반 달 건축 물 제작 프로 젝트	202503 -
9			영국 /University of Edinburgh	반응중합형 수지 적용 섬유강화 복합재료	202508 -
10			미국/Air Force Research Laboratory	콜레스테릭 액정탄성체의 합성 및 광학적 특성 분석	20241016 -20241213
11			대만/National Taiwan University	Computational research on the characterization of the nano-porous materials based on nitrogen and argon adsorption behavior	202501-
12			네덜란드/TU Delft	Process Modelling and Simulation of Pressure-Tempera ture Swing Adsorption	202409-
13			인도 / St.Stephen's College, University of Kerala,	형광 특성을 지닌 N-도핑 탄소점을 활용한 친환경 티올-에폭시 복합재 개발 및 다기능성 향상	20241101 -20250831

○ 위의 표와 같이 본 교육연구단의 5차년도 참여대학원생 국제공동연구 실적내용은 다음과 같다.

1. . 은 2025년 7월 3일부터 2025년 12월 7일까지 미국 하

버드 메디컬 스쿨, 메사추세츠 일반 병원 소속의 연구실에서 광의학적 응용을 위한 업컨버전 나노입자 센서의 원리를 이해하고 고감도 진단 플랫폼으로의 개발을 위해 연구를 진행하고 있다. 이를 위해, 특정 질병 인자(바이오마커)와 선택적으로 결합할 수 있는 수용체(항체, 압타머 등)를 업컨버전 나노입자 표면에 안정적으로 고정하는 표면 개질 연구를 수행할 것임. 또한, 목표 바이오마커와의 결합 여부에 따라 나노입자의 광학적 특성(발광 세기, 파장 변화 등)이 어떻게 변하는지 분석하고 민감도를 최적화하여, 초기 질병 진단을 위한 고감도 센서 개발 연구를 수행할 예정이다.

2. 은 2025년 7월 3일부터 2025년 12월 7일까지 미국 하버드 메디컬 스쿨, 메사추세츠 일반 병원 소속의 연구실에서 맥신(MXene) 입자의 고유한 전기적/광학적 특성을 이해하고 이를 바이오센서 플랫폼에 적용하기 위한 연구를 진행하고 있다. 이를 위해, 특정 질병 인자에 선택적으로 반응하는 항체나 압타머 등의 생체 수용체를 2차원 소재인 맥신 나노입자 표면에 효율적으로 고정하는 표면 기능화 연구를 수행할 것임. 또한, 목표 바이오마커와의 결합 시 발생하는 맥신의 전기 전도도 또는 표면 플라즈몬 공명(SPR) 변화를 정밀하게 측정하여, 혈액이나 타액 등 체액 속 미량의 질병 인자까지 검출할 수 있는 초고감도 진단 센서 개발 연구를 수행할 예정이다.

3. 는 2025년 7월 3일부터 2025년 12월 7일까지 미국 Brigham and Women's Hospital, Harvard Medical School 소속의 에서 손상된 조직의 미세환경을 모방하는 생체모방 하이드로겔을 설계하고 면역 반응을 조절하는 기능성을 부여하여, 궁극적으로 조직의 재생을 촉진하는 차세대 면역치료 플랫폼 개발을 위해 연구를 진행하고 있다. 이를 위해, 조직의 세포외기질(ECM)과 유사한 물리적 특성을 가지는 하이드로겔을 제작하고, 염증 반응을 억제하고 재생을 유도하는 면역조절 인자(사이토카인, 약물 등)를 탑재하는 연구를 수행할 것임. 또한, 제작된 하이드로겔 플랫폼이 면역세포(특히 대식세포)의 반응을 염증성에서 재생 친화적으로 전환시킬 수 있는지 세포 수준에서 검증하고, 이를 통해 손상 부위의 효과적인 재건을 유도하는 치료법 개발 연구를 수행할 예정이다.

4. 은 2025년 2월 10일부터 2025년 2월26일까지 미국 Johns Hopkins University 소속의 연구실에 공동연구를 위해 방문했음. Rossi 교수는 폐수에서 에너지를 얻는 친환경 연료물질 생산 기술 개발을 목표로 연구를 진행하며, transport limitation에 대해 규명중임. 연구팀과 함께 전극 재료 설계 및 반응기 운전 최적화 기술을 직접 검증하였으며, 개발 중인 single microbial electrolysis 시스템의 전자전달 효율 향상을 위한 후속 공동연구 방향을 논의하였음.

5. 2025년 2월 28일부터 2026년 2월 27일까지 미국 미네소타 대학(University of Minnesota Twin Cities) 고분자공학과(Department of Polymer Science and Engineering) 연구그룹을 방문하여 재활용 가능한 플라스틱 개발 및 플라스틱 폐기물 처리에 관한 연구를 진행중이다. 미국 UMN 고분자공학과 Ellison 그룹은 재활용 가능한 플라스틱 및 서로다른 플라스틱간의 양립성 분야의 우수한 기술들을 가지고 있으며, 다음과 같은 내용으로 연구를 수행할 예정이다.

- 고분자 분야 선진국인 미국의 플라스틱 업사이클링 응용기술 및 개발 현황 파악
- 다양한 고분자 합성법 및 구조 분석법(핵자기공명분광법, 푸리에 변환 적외선 분광법, 자외선

및 가시선 분광법) 습득

- 고분자 양립방법 및 기술 배양
- 고분자 기술개발 등 기술교류 기반 마련 및 상호 협력 강화

6. 한-스위스 국제 공동 연구 과제는 2024년 9월 1일부터 2024년 12월 31일까지 진행되는 한-스위스 국제 공동 연구 과제로 스위스 ZHAW School of Engineering의

그룹과 페로브스카이트 태양전지 모듈 상용화 패키징 기술개발 연구를 수행하였다.

- 분해 방지제가 적용된 봉지재 박막 분석
- 안정성 평가 장비 개발 및 비파괴 검사

7. 한-스위스 국제 공동 연구 과제는 2025년 3월 1일부터 2025년 8월 31일까지 진행되는 한-스위스 국제 공동 연구 과제로 스위스 ZHAW School of Engineering의 그룹과 페로브스카이트 태양전지 모듈 상용화 패키징 기술개발 연구를 수행하였다.

- 분해 방지제가 적용된 봉지재 박막 분석
- 안정성 평가 장비 개발 및 비파괴 검사

8. 미국과의 국제 공동 연구는 미국과의 국제 공동 연구를 통하여 달에서 스스로 전개되는 경량 구조 복합재료 개발 연구를 수행 중이다. 본 연구팀의 고분자 복합재료 개발 경험과 도시건축공학과 소속의 연구팀의 종이접기 구조 해석 역량을 바탕으로 학술적으로도 획기적일 뿐만 아니라 실제 우주 산업에 바로 적용이 가능한 형상변형 복합 재료를 개발하고자 한다. 최근 본 연구팀의 독자적인 선행 연구로 우주 인공위성 구조체용 복합 재료를 개발하여 Composites Part B: Engineering (JCR 상위 0.3%) 저널에 논문을 게재하였으며, 본 국제 공동 연구는 다학제 간 연구를 바탕으로 그 이상의 연구 결과를 도출할 것으로 기대된다.

9. 세계 최대 복합재료 학회인 24th International Conference on Composite Materials에서 열가소성 섬유강화 복합재료 연구자인 과 초저점도 복합재료 고속 성형 공정인 T-RTM 공동 연구를 개시하였다. 본 국제 공동 연구에서는 i) 물보다 낮은 점도로 고분자 복합재료를 제작하는 반응액상성형 공정에 사용되는 음이온 중합 수지의 내수성을 개선하기 위한 수지 개발 연구 ii) 기존 RTM 공정에 비하여 공정 단가가 낮고 산업 적용성이 높은 인발 공정 (Reactive pultrusion)을 개발하는 연구로 총 두 가지 연구에 관하여 공동 연구를 수행 중이다. 결과적으로 열가소성 CFRP 제작에 필요한 공정 단가는 절감하면서, 생산 속도와 기계적 물성은 항상 시켜서 Trade-off 관계를 극복하는 것을 목표로 한다.

10. 미국 오하이오 주 데이튼 공군연구소(Air Force Research Laboratory)의 교수 연구실에서 콜레스테릭 액정탄성체의 합성 및 광학적 특성 분석을 위해 연구를 진행하였다. 특히 체광학 특성 데이터를 바탕으로 실제 나선축의 기울기를 정량화 하였으며, 약 8~43° 내에서 가변적 기울기 조절이 가능하다는 사실을 확인할 수 있었으며 연수기관인 AFRL의 연구자들과 지속적인 커뮤니케이션을 통해 도움을 받으며 이후 공동 연구 및 공동 논문 출판 등의 결과로도 이어 나갈 예정이다.

11. 대만 National Taiwan University의 교수와 나노다공성 소재의 특성 규명과 기체 흡착·분리 응용을 위한 계산 연구를 수행하였다. 특히 분자 시뮬레이션 및 기계학습 기법을 활용하여 질소 및 아르곤 흡착 거동을 정밀하게 분석하였으며, 현재는 제올라이트, 금속-유기 골격체(MOF) 등 다양한 나노다공성

12. 는 2024년 9월부터 네덜란드 델프트 공과대학교(Delft University of Science and Technology)의 교수와 협력하여 흡착 기반 분리 공정을 시뮬레이션하기 위한 계산 프레임워크를 개발하고 있다. 그의 연구는 압력 및 온도 스윙 흡착 주기를 모델링할 수 있는 빠르고, 안정적이며, 유연한 시뮬레이션 도구의 설계에 초점을 두고 있다. 이 소프트웨어는 신흥 흡착 소재의 공정 수준 스크리닝과 성능 평가를 용이하게 하는 것을 목표로 하며, 탄소 포집과 공기 분리 응용에 활용될 수 있다.

13. 은 2024년 11월 01일부터 2023년 12월 3일까지 미국 캘리포니아, 샌디에고 대학교 화학과(University of California, San Diego, Chemical)의 교수 연구실에서 다공성 실리콘 기반의 미립자 또는 나노입자를 개발 및 원리를 이해하고 생의학적 응용으로의 플랫폼 개발을 위해 연구를 진행하였다. 특히 체내에 사용하기 적합한 크기인 200 nm 이하 크기의 다공성실리콘나노입자를 개발하였으며 현재는 광상향전환 염료를 담지한 실리콘 나노입자 제작하여 바이오 이미징 또는 광의학적 응용을 위한 연구를 수행 중이다.

- | 연번 | 공동연구 참여자 | | | 상대국/소속 기관 | 연구주제 | 연구기간
(YYYYMM-YYYYMM) |
|----|----------------|----------|-------------|---|---|-------------------------|
| | 교육연구단 | | 국외
공동연구자 | | | |
| | 참여
대학
원생 | 지도
교수 | | | | |
| 1 | | | | 스위스 | 페로브스카이트
태양전지 모듈 상용화
패키징 기술개발:
분해 방지막, 봉지재,
안정성 평가 장비
개발 및 비파괴 검사 | 202509-202602 |
| 2 | | | | 스위스 | 페로브스카이트
태양전지 모듈 상용화
패키징 기술개발:
분해 방지막, 봉지재,
안정성 평가 장비
개발 및 비파괴 검사 | 202509-202602 |
| 3 | | | | 미국
/Universit
y of Texas
at Austin | 형상기억 섬유강화 복
합재료 기반 달 건
축물 제작 프로젝트 | 202503
- |
| 4 | | | | 영국
/Universit
y of
Edinburgh | 반응중합형 수지 적용
섬유강화 복합재료 | 202508
- |

5		미국/Stony Brook University	재활용 가능한 탄소나노튜브 촉매 개발	20260601-20260731
6		독일 / Karlsruhe Institute of Technology(KIT)의 ITCP 연구소	생분해성 고분자 블렌드의 유변물성	20250909-20251130
7		일본 / Kyutech, Kobe University	공용매 및 바인더에 따른 유변물성 및 건조 공정 연구	202601-202602 중 방문 예정

1. 는 2025년 09월 1일부터 2026년 02월 28일까지 스위스측 (Fluxim(기업), Solamoix(기업), Zurich university of applied sciences (ZHAW,대학)과의 국제공동연구에서 “페로브스카이트 태양전지 모듈 상용화 패키징 기술개발:분해방지막, 봉지재, 안정성 평가 장비 개발 및 비파괴 검사” 주제로 다음과 같은 내용으로 연구를 수행할 예정임

- X-선 실시간 측정법을 이용한 수분, 산소, 봉지재 부산물에 의한 페로브스카이트 및 봉지재 물질 변화 분석
- 외부환경(온도, 습도) 모사 가능한 대면적 페로브스카이트 태양 전지 모듈용 장기안정성 전지 특성 평가 및 분석
- 패키징 공정 후, 모듈의 손상 없이 모듈 내 소재 변화를 측정하고 분석

2. 은 2025년 09월 1일부터 2026년 02월 28일까지 스위스측 (Fluxim(기업), Solamoix(기업), Zurich university of applied sciences (ZHAW,대학)과의 국제공동연구에서 “페로브스카이트 태양전지 모듈 상용화 패키징 기술개발:분해방지막, 봉지재, 안정성 평가 장비 개발 및 비파괴 검사” 주제로 다음과 같은 내용으로 연구를 수행할 예정임

- 봉지재 부산물에 의한 전극 손상 방지용 무기계 분해방지막 개발
- 소자 성능 손실 최소화 패키징 공정 개발 및 광학 특성 조절 가능한 다기능성 광활성층 분해 방지막 개발
- 개발된 ADBL을 적용한 p-i-n 구조 페로브스카이트 태양 전지 최적화

3. 는 2025년 3월 1일부터 시작된 미국과의 국제 공동 연구를 통하여 달에서 스스로 전개되는 경량 구조 복합재료 개발 연구를 지속적으로 수행할 예정이다. 학술적 및 실용적 우주 산업용 복합재료 개발을 목표로 하고 있으며, 구체적인 내용은 다음과 같다.

- 실제 우주 산업에 바로 적용이 가능한 형상변형 복합재료 개발
- 고분자 복합재료 관련 기술 교류 및 상호 협력 강화
- 개발된 복합재료의 종이접기 구조 관점에서의 해석

4. 연구팀과 시작한 초저점도 복합재료
 2025년 8월부터 연구를 추후 지속적으로 진행할 예정이다. 본 국제 공동 연구의 상세한 내용은 다음과 같다.
 • 저점도 수지를 활용한 반응액상성형 공정의 연구 현황 파악
 • 음이온 중합 수지의 내수성을 개선하기 위한 수지 개발 연구
 • 생산 속도와 기계적 물성의 Trade-off 관계 극복 방안 모색
 • 열가소성 섬유강화 복합재료 제작을 위한 인발 공정 개발
 5. 은 2026년 6월 1일부터 2026년 7월 31일까지 미국 스토니브룩 대학교 Department of Materials Science of Chemical Engineering의 교수
 연구실을 방문하여 “재활용 가능한 탄소나노튜브 촉매 개발 및 Raman spectroscopy를 이용한 정밀 분석 연구”를 주제로 연구를 수행할 계획이다.
 • 촉매 분야 선진국인 미국의 촉매 개발 기술 및 개발 현황 파악
 • 다양한 촉매 합성법 및 구조 분석법(핵자기공명분광법, 푸리에 변환 적외선 분광법, 자외선 및 라만 분광법) 습득
 • 촉매 기술개발 등 기술교류 기반 마련 및 상호 협력 강화
 6. 현규 은 2025년 09월 09일부터 2025년 11월 30일까지 독일 Karlsruhe Institute of Technology의 ITCP 연구소에서
 “생분해성 고분자 블렌드의 유변물성과 가공 공정 중 폼가공 및 필름 블로잉 기술의 연계성 검토” 주제로 다음과 같은 내용으로 연구를 수행할 예정이다
 • 생분해성 고분자 블렌드 시스템의 유변물성과 가공 특성 간 상호작용을 규명
 • 고성능 발포체 제조 전략을 확립
 • 가지형 생분해성 고분자를 이용한 블렌드의 구조적 안정성 및 가공성 개선 실험
 7. 는 2026년 1월에서 2월 사이 일본의 규슈공업대학(Kyutech)의 연구실과 Kobe University의
 교수님 연구실에서 “공용매 및 바인더에 따른 유변물성 및 건조 공정 연구” 주제로 다음과 같은 내용으로 다음의 연구를 수행할 예정이다.
 • 공용매 및 바인더에 따른 건조 공정 분석
 • 건조 중 필름 크랙 분석
 • 공용매 및 바인더 유변물성 및 건조 공정에 대한 종합적이고 정량적인 분석 연구

○ 이외, 차년도에도 본 교육연구단 소속 참여대학원생들이 미국, 유럽 등 다양한 국가의 해외우수 기관에서 공동연구를 경험하고, 국제화된 감각을 배양할 수 있도록 지원할 계획이다.

○ 참여대학원생들의 해외우수기관에서의 연구 경험 및 국제공동연구 기회를 폭넓게 제공하기 위해 전체 지원규모를 연 4~8건 정도로 아래 표와 같이 체류기간별로 지원규모를 달리하여 운영할 계획이다.

표 II-24. 차년도 대학원생 장중단기 연수 지원 내용

장기해외연수(2개월이상)	• 경비(교통비,숙박비등) 500만원/년
중기해외연수(1개월)	• 경비(교통비,숙박비등) 300만원/년
단기해외연수(15일)	• 경비(교통비,숙박비등) 150만원/년

- 참여대학원생들은 아래 표와 같이 참여교수들이 현재 해외 공동연구기관과 협력중이거나 향후 계획중인 연구기관으로 장, 중, 단기 해외연수를 할 가능성이 크다.

표 III-8. 해외공동연구기관 협력계획

국가	참여교수	상대기관	공동연구자	연구내용
미국		Massachusetts General Hospital, Harvard Medical School		업컨버전 나노입자 및 맥신 입자 기반 광의학 플랫폼 개발
미국		Brigham and Women's Hospital, Harvard Medical School		생체모방 하이드로겔 기반 조직재생 플랫폼 개발
미국		Lawrence Berkeley National Laboratory		바이오매스로부터 수소생산 공정 개발 및 최적화를 위한 연구자 교류 및 공동논문 출간
영국		University of Westminster & WASE Ltd		한국에너지기술평가원 에너지국제공동과제 "생물전기화학적 수소 및 메탄 생산을 위한 하이탄 공정개발" 수행, 현지 방문 및 공동워크샵 개최, WASE Ltd. 현장 플랜트 견학
중국		Xian Jiatong University		한국연구재단 일반연구교류사업 한중국제공동과제 "C1 가스 생물전환을 통한 유용물질 생산 공정개발" 수행. 연구자교류 및 공동워크샵 개최
미국		University of Minnesota Twin Cities		페플라스틱의 비트리머화를 통한 재활용 가능한 소재로의

			업사이클링 기술
스위스		ZHAW School of Engineering	페로브스카이트 태양전지 소자 분석
일본		치바대학교 (Chiba Univ.)	변색소재 및 소자 연구
싱가포르		난양이공대학교 (Nanyang Technological University)	공동 연구기획 및 과제계획서 작성
프랑스		프랑스 국립과학연구센터 (Institute of Condensed Material Chemistry of Bordeaux)	공동 연구기획 및 과제계획서 작성
일본		National Institute of Materials Science	전기변색소재/소자제조 및 공동연구과제 기획
미국		University of Texas at Austin	형상기억 섬유강화 복합재료 기반 달 건축물 제작 프로젝트
영국		University of Edinburgh	반응중합형 수지 적용 섬유강화 복합재료 성형 연구
미국		Stony Brook University	탄소나노튜브 합성용 촉매 분석
영국		University of Bath	강유전체 소재 및 소자 연구
독일		Clausthal University of Technology	고분자 물질 유변학적 연구
독일		Karlsruhe Institute for Technology	Rheo-Dielectrics를 활용한 연구
일본		Kyutech University, kobe University	공용매 및 바인더에 따른 유변물성 및 건조 공정 연구

6.2 외국인 교수 현황과 역할

(1)

- 2000년 University of California, Los Angeles 화학과에서 물리화학 석사와 박사학위를 각각 취득했으며, 미국 시민권을 가지고 있다. 학위 취득 후 미국 Lawrence Berkeley 국립연구소에서 Materials Staff Scientist로 재직 후, 2014년 8월 부산대학교로 부임하였다. 기능성 나노 및 바이오 소재들의 합성/구조/물성 설계 및 에너지 및 환경 분야에 적용 가능한 기초 및 응용 연구에 전문성을 보유하고 있다.

- ① **교육활동 및 계획:** 화학소재 관련 대학원 핵심 교과목들인 기기분석특론, 표면현상론, 나노공정 특론 강의를 영어로 진행해오고 있다. 또한 2017년부터 본인의 주 연구분야인 나노구조소재특론 및 고등기기분석특론 과목을 새롭게 개발하여 강의해오고 있다. 교수의 강의 교과목들과 연구 분야는 화공소재화학 및 화학공정 트랙에서 나노미터 단위에서의 소재 구조와 물성과의 상관관계의 근본적인 이해를 유도하여 기능성 소재 설계 및 합성, fabrication 공정에 관한 기초를 가르치는 핵심교과목이라고 할 수 있다. 현재 BK 4단계에서는 4차산업 및 부·울·경 지역 소재부품기술개발산업과 관련된 융합과목을 개발하고, 화공소재 트랙 교육을 심화하고 발전시키는데 핵심적인 역할을 담당하고 있다. 특히, 교수는 학부 교육 과정에서 물리화학I, II와 기기분석 강의를 영어로 진행해오고 있고, 본 대학원에서 진행하는 화공소재 화학 및 화학공정 연구에 관한 대대적인 홍보를 통해 학부 학생들의 연구 흥미 및 대학원 진학을 유도하는 강의에 매진하고 있다.

- ② **국제 공동연구 교류:** 교육과 더불어 교수는 총 3개의 해외 연구그룹과 공동연구를 진행해오고 있다. 미국 캘리포니아 버클리 주립대 (U. C. Berkeley)에 재직하고 있는

정교수와 M13 파지 바이러스 기반 기능성 소재 설계, 물성 및 희유금속 자원회수에 관한 공동 연구를 수행 중에 있다. 또한 미국 Pacific Northwest National Laboratory (PNNL) 국립 연구소 Materials Science Division의 Director이자 미국 University of Washington 재료공학과의

교수와 탄산염 생광물 결정 성장 과정에 관한 공동 연구를 진행 중이다. 또한

교수는 2020년부터 미국 스탠포드 대학 (Stanford University) Geballe Laboratory for Advanced Materials 연구원이자 스탠포드 대학 재료공학과의 교수와 초박형 나노판 형태의 알파-석영 나노 결정 및 2차원 형태의 비등방성 구조를 가진 초박형 자성 자철광 나노입자의 나노역학적 물성 규명에 관한 공동 연구를 진행 중이다.

- ③ **최근 연구성과 :** 교수는 평가 대상 기간 중 기존 이산화티탄 나노 입자 기반 광촉매 효율을 극대화 할 수 있는 이산화티탄/적철석 기반 나노막대 구조의 $\text{TiO}_2/\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ 광촉매 합성 방법을 개발하였고 매우 온화한 수용액 환경에서 95% 이상의 고효율로 Methylene Blue 염료를 가시광선 영역의 빛을 이용하여 광분해 하는 공정을 구현하였다. 그리고, 연구 결과를 “Preparation of $\text{TiO}_2/\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ nanorod heterostructures and their applications for efficient photodegradation of methylene blue” 라는 제목의 논문을 Crystals 저널에 게재 (2025년 3월 17일) 하였다. 또한, 교수는 다양한 고분자 첨가제가 (CaCO₃) 탄산염의 결정화 과정에 미치는 영향을 벌크 (bulk) 및 미세유체 (microfluidic) 환경에서 비교 분석하는 연구를 진행하였고, 미세유체 반응기 환경에서 광학현미경 및 마이크로 라만 분광법을 적용하여 고분자 첨가제가 탄산염 핵생성, 성장 및 상전이 과정에 미치는 영향을 체계적으로 조사하였고,

- Matter 8(6), 102140, (2025)
 - 미국 Northwestern University, Randall Q. Snurr 교수
 - 미국 University of Minnesota - Twin Cities, J. Ilja Siepmann 교수
 - 미국 Oak Ridge National Laboratory, David S. Sholl 박사
 - 캐나다 University of Toronto, Seyed Mohamad Moosavi 교수
 - 미국 Massachusetts Institute of Technology, Heather J. Kulik 교수
 - 스페인 IMDEA, Maciej Haranczyk 박사
 - 프랑스 Chimie ParisTech, Francoiz-Xavier Couder 박사
- Chemical Engineering Journal 157, 164419, (2025)
 - 중국 Huazhong University of Science and Technology,
 - 중국 Jinan University,

③ 최근 연구성과:

논문성과

평가 대상 기간 (2025년 1월 - 2025년 12월) 중 8편의 논문들을 아래와 같이 게재하였다.

- Advanced Functional Materials (IF=19, JCR 상위 4.5%) x 2편
- Matter (IF=17.5, JCR 상위 5.5%) x 1 편
- Journal of the American Chemical Society (IF=15.6, JCR 상위 6.9%) x 1편
- Chemical Engineering Journal (IF=13.2, JCR 상위 3.0%) x 2편
- Journal of Membrane Science (IF=9.0, JCR 상위 4.8%)
- Separation and Purification Technology (IF=9.0, JCR 상위 8.9%)

게재된 저널의 평균 IF는 14.25 (JCR 2024)이며, JCR 상위 5% 논문 3편, 상위 10% 논문 5편을 게재하는 등 수월성 연구를 주로 수행하고 있다. 게재한 논문 중 주요저자 (제1/교신저자) 논문은 4편이다.

연구과제 수주

평가기간동안 아래와 같은 기관에서 총 3.32억의 국가연구비를 수주하였다.

- 미래수소원천기술개발사업 (한국연구재단)
- 중견 (유형 1) (한국연구재단)

III

연구역량 영역

□ 연구역량 대표 우수성과

- 5차년도 실적을 보면, 참여교수 1인당 논문환산편수 1.41, 1인당 논문의 환산보정 IF는 1.32, 1인당 논문의 환산 보정 ES는 2.68, Q1 비율 69%, 상위 10% 논문비율은 35%를 기록함.

항목	3단계 BK 최근 5년 (15'-19') 평균	4단계 BK 단계평가전 (20.09-22.08) 평균결과	5차년도 (24'-25') 목표	5차년도 (24'-25') 결과	목표 달성률
교수1인당 논문환산편수	1.81	1.76	1.79	1.41	-21%
교수1인당 논문 환산보정 IF	0.89	1.06	1.01	0.95	-6%
교수1인당 논문 환산보정 ES	1.41	2.84	1.62	2.68	+65%
논문실적의 Q1 비율(%)	53	67	61	69	+13%
상위10% 논문 비율(%)	26	28	32	35	+9%

- 특히, 연구결과의 최상급 정성적 지표라 할 수 있는 상위10% 논문 비율과 상위25% 논문비율의 지표인 Q1 논문비율 또한 각각 35%와 69%를 기록해 본 교육단의 연구진의 질적 연구성과가 계속해서 높아지고 있음을 방증함.
- 교육연구단은 현재 연구진의 세대교체가 이루어져 5년차 미만의 신입교수들이 합류했는데, 연구력이 떨어지지 않고, 상위10% 논문비율과 Q1비율을 감안했을 때 오히려 연구의 질적수준은 증가하여, 향후 2-3년 내에는 더욱 훌륭한 성과를 내어 세계적 경쟁력을 갖춘 연구단으로 성장할 수 있을 것으로 기대됨.
- 1인당 연평균 특허등록건수 목표를 기존 BK21 3단계의 0.6건 대비 33% 증가한 0.8건 달성 (최종연도 기준)으로 설정하였으며, 5차년도에는 1인당 특허 등록 건수가 1.18건으로 목표 대비 0.38건 상회하였음. 특히 5차년도에는 2.77건에 달해 향후 등록 특허 건수는 더욱 증가할 것으로 전망됨.
- 참여교수 1인당 연평균 기술이전 건수는 0.3건으로 목표를 설정하였으며, 1-5차년도에는 연평균 교수 1인당 0.22건을 달성하였고, 평균 2,843만원의 기술료 수입을 달성하였다. 5차년도에는 기술이전건수는 0.23건, 기술 수입료가 2,161만원으로 지난 1-5차년도 연평균 수치보다 각각 약간 증가와 감소하였음.
- 참여교수 1인당 연평균 산학협력 과제수로 BK21 3단계의 0.4건 대비하여 50% 증가한 0.6건을 목표로 설정하였으며 5차년도에는 총 24건으로 1인당 1.1건을 수행하여 목표대비 83% 초과달성함. 이는 본 교육연구단이 산학협력을 적극적으로 추진하고 있음을 보여줌.
- 참여교수 1인당 정부연구비는 5차년도 1.79억원 수주를 목표로 하였으나 실제로는 1인당 3.5억을 수주하여 96% 초과달성하였고, 참여교수 1인당 산업체 연구비는 5차년도 0.27억원 수주를 목표하였으나, 실제로 0.37억원을 수주하여 37% 초과달성하였음. 다만, 1-3차년도 평균 산업체 연구비(0.41억원)와 비교하면 5차년도에는 0.37억원으로 약 10% 감소하였는데, 이는 최근 국내 석유화학 산업의 전반적 침체 영향으로 분석됨
- 5차년도 참여교수들이 국제공동연구를 한 실적은 총 20건이며, 나라는 미국, 중국,인도를 비롯한 15개국임.

- 5차년도 참여교수들은 국제학회의 조직 및 발표에 적극적으로 임하기 위해 노력하였으며, 그 결과 아래표처럼 초청강연, 좌장 및 위원회 활동, 국제학술지 관련활동이 증가되는 등에서는 양호한 성과를 창출하였음.

활동분야	수상실적	기조연설,초청강연,해외대학강연,논문발표등	좌장 및 위원회 활동	국제학술지 관련 활동	저술 활동	소계
1차년도 건수	2	10	6	25	0	41
2차년도 건수	2	20	7	5	0	34
3차년도(6개월)건수	0	4	6	4	1	15
4차년도 건수	3	24	28	10	0	65
5차년도 건수	1	18	8	6	0	33

1. 참여교수 연구역량

1.1 연구비 수주 실적

〈표 3-1〉 자체평가 대상기간(2024.9.1.~2025.8.31.) 참여교수 1인당 정부, 산업체, 해외기관 등 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
정부 연구비 수주 총 입금액	24,923,579	7,707,842	
산업체(국내) 연구비 수주 총 입금액	2,995,037	820,635	
해외기관 연구비 수주 총 (환산) 입금액	0	0	
1인당 총 연구비 수주액	1,269,028	387,658	
참여교수 수	22	22	

1.2 연구업적물

① 참여교수 연구업적물의 우수성

1.2.1 교육연구단의 연구역량 향상 계획

- 본 교육연구단은 당초 아래 그림에서와 같이 (1) 융·복합연구 강화를 통한 질적 역량 고도화 (2) 글로벌 연구 위상 확보 (3) 산업적 영향력이 큰 원천/혁신 기술 확보를 통하여 **화공 융합분야**에서 세계를 견인하는 글로컬(Glocal) 교육연구단으로 성장하는 연구 비전을 제시하였다.



그림 III-1. 본 교육연구단의 연구비전

1.2.2. 교육연구단의 연구역량 현황

(1) 본 교육연구단과 해외 벤치마킹 대학과의 연구력 비교 및 분석

- 본 교육연구단의 객관적인 연구력 현황을 살펴보기 위해 SciVal 데이터베이스를 통해 2016~2019년을 기준으로 해외벤치마킹 대학들과(화학공학과)의 주요 연구지표를 분석해보았다. QS ranking 기준 화학공학분야 세계 50위권 대학 중 6개, NUS (National University of Singapore), Yale(Yale University), Georgia Tech, HKUST (Hong Kong University of Science and Technology), UPenn(University of Pennsylvania), UD(University of Delaware), 그리고 100~150위권 대학교인

UF(University of Florida)를 선정하여, 분석결과 (그림 III-2 및 표 III-1 참조) 본 교육연구단은 최근 4년간 1인당 평균 33편의 논문(주저자 및 공저자 논문 포함)을 게재한 것으로 분석되었으며, 이 수치는 QS랭킹 8위인 NUS에 이어 두 번째로 높은 값이다.

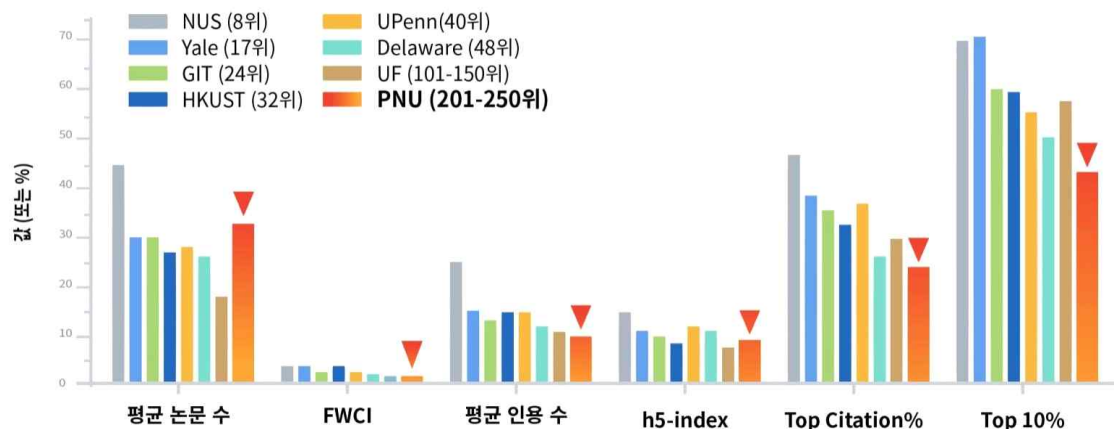


그림 III-2. 본 교육연구단과 해외 벤치마킹 대학과의 연구력 비교
(출처: SciVal, 2016-2019기준)

표 III-1. 본 교육연구단과 해외 벤치마킹 대학과의 연구력 비교

학교명	QS 순위 (2020)	교수 수	1인당 평균 논문수	1인당 FWCI	1편당 평균 피인용수	h5-index	인용횟수 상위 10% 논문비율 (%)	상위 10% 논문비율 (%)
NUS	8	38	45.61	2.62	23.76	16.39	47.9	70.8
Yale	17	26	30.23	2.47	16.46	12.65	39.0	71.2
Georgia Tech	24	40	30.25	1.74	13.62	11.28	35.4	60.4
HKUST	32	21	25.76	2.24	15.60	8.67	32.8	60.3
UPenn	40	23	28.74	1.76	15.44	12.70	33.5	56.5
UD	48	32	24.75	1.45	10.61	9.94	26.3	49.7
UF	101-150	25	12.17	1.29	9.69	6.50	29.8	58.2
PNU (부산대)	201-250	22	32.95	1.20	8.03	9.32	24.5	42.6

- 그러나 1인당 FWCI, 논문 1편당 평균 피인용수, h5-index, 상위10% 인용논문비율 및 상위10% 논문비율 등은 QS랭킹 50위권내 대학들에 비해 낮은 수치를 기록하고 있다. 한편, QS랭킹 101-150 권인 UF와 비교했을 경우 대부분의 연구지표들이 유사하였다.
- 즉, 본 교육연구단의 연구력은 UF와 비슷한 수준이라고 볼 수 있으나, QS 랭킹을 산정하는 다른 평가지표인 학계평판 및 고용자평가 등에서 상대적으로 낮은 점수를 받아 전체 QS 랭킹이 떨어지는 것으로 사료된다.
- 향후 본 교육연구단의 QS랭킹을 향상시키기 위해 연구측면에서 집중해야 할 부분은 “교수 1인당 논문 피인용수”를 높이는 것이 중요하며, 이를 위해서는 연구의 양적성과 중심에서 탈피하여 연구의 질적 우수성을 극대화시키기 위한 노력이 필수적이다.

1.3.2. 교육연구단의 대표적 연구 목표

(1) 연도별 연구 성과지표 목표

- 본 교육연구단은 4단계 BK21 사업에서 논문의 양적 성과보다 논문의 질적 우수성을 극대화시키는데 역량을 집중할 계획이다. 따라서 논문의 정량적 지표인 1인당 환산논문편수는 최근 5년간(2015-2019) 평균인 1.81 수준을 유지할 예정이다. 반면에, 논문의 정성적 지표인 1인당 환산보정 IF, 1인당 환산보정 ES 및 1인당 환산보정 FWCI는 최근 5년간 평균 실적이었던 0.89, 1.41 및 1.70에서 4단계 BK21사업이 종료되는 2026년에는 각각 1.07, 1.65 및 2.00로 대폭적인 향상을 목표로 한다. 또한, Q1 논문 및 상위10% 논문비율도 현재 53% 및 26% 수준에서 2026년에는 각각 60% 및 31% 비율로 향상시키고자 한다. 이와 같은 연구의 질적 고도화 노력을 통해 화공분야에서 세계적 경쟁력을 갖춘 교육연구단으로 성장할 수 있을 것이다. 한편, 국제공동연구를 더욱 확대할 예정으로 매년 10건 이상의 국제 공동연구 실적을 달성할 예정이다.

(2) 5차년도(2024.09-2025.08) 연구 성과지표 결과

- 5차년도 연구 성과지표 분석 결과, 본 교육연구단은 논문의 양적 성장과 질적 우수성 향상이라는 두가지 목표를 모두 달성하였다. 지난 1년간 총 131편의 논문이 발표되었으며, 1인당 환산 논문 편수는 1.41편으로 집계되었다. 이는 4단계 BK21 사업 시작 이전 최근 5년(2015-2019)의 평균치보다는 다소 낮지만, 정성적 측면에서는 뚜렷한 향상세를 보였다. 특히 Q1 논문 비율 및 상위 10% 논문 비율 등 주요 정성 지표들이 모두 단계평가 당시보다 높은 값을 기록하였으며, 5차년도 목표치 또한 대부분 달성하는 고무적인 성과를 보였다. 그중에서도 상위 10% 논문 비율(35%)과 Q1 논문 비율(69%)의 상승은 본 교육연구단 연구진의 질적 연구 경쟁력이 지속적으로 강화되고 있음을 뒷받침하는 지표라 할 수 있다. 한편, 교수 1인당 논문환산편수(1.41)는 5차년도 목표에 미치지 못했는데, 이는 양적인 연구논문성과보다 질적으로 우수한 논문을 발표하기 위해 노력한 결과로 해석된다.
- 한편, 본 교육연구단은 최근 몇 년간 연구진의 세대교체가 활발히 이루어진 상황이다. 3단계 BK21+ 사업 시기 연구를 주도하던 교수진 다수가 은퇴하였고, 5년 차 미만의 신입교수들이 다수 합류하였다. 그럼에도 불구하고 연구력의 전반적 수준은 유지되었을 뿐 아니라, 상위 10% 논문 비율과 Q1 비율의 상승세를 감안할 때 연구의 질적 수준은 오히려 향상되었다고 평가된다. 이러한 질 중심의 연구기조를 지속적으로 유지·강화한다면, 본 교육연구단은 향후 세계적 수준의 연구 경쟁력을 갖춘 연구단으로 성장할 것으로 기대된다.

표 III-2. 주요 연구지표에 대한 목표 및 결과

항목	3단계 BK 최근 5년 (15'-19') 평균	4단계 BK (20.09-22.08) 평균결과	5차년도 (24'-25') 목표	5차년도 (24'-25') 결과	목표 달성률
교수1인당 논문환산편수	1.81	1.76	1.79	1.41	-21%
교수1인당 논문 환산보정 IF	0.89	1.06	1.01	0.95	-6%
교수1인당 논문 환산보정 ES	1.41	2.84	1.62	2.68	+65%

논문실적의 Q1 비율(%)	53	67	61	69	+13%
상위10% 논문 비율(%)	26	28	32	35	+9%

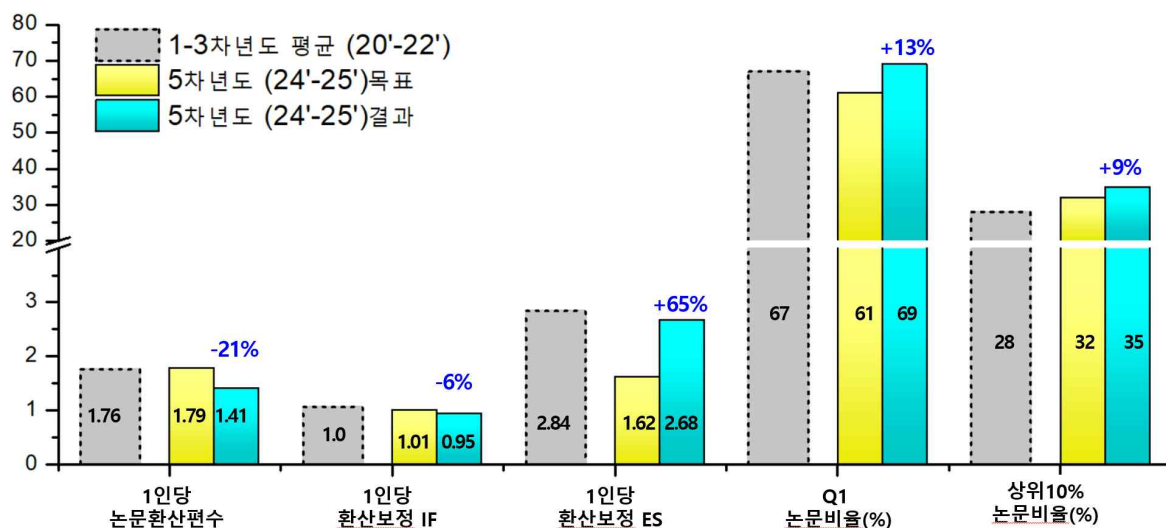


그림 Ⅲ-3. 주요 연구지표에 대한 (1) 1-2차년도 평균값 (2) 4단계 BK사업의 5차년도 목표, (3) 4단계 BK사업의 5차년도 결과 및 (4) 5차년도 목표 달성률

- 추가로 본 연구단에서 발표한 논문 중 정성적 연구지표 중 하나인 상위10% 논문게재현황을 표 Ⅲ-3에 요약하였다. 분석결과 화공분야(Engineering, Environmental)의 상위 3.61% 학술지인 Chemical Engineering Journal에 최다인 총 12편을 게재하였고, Thermodynamics 분야의 상위 3.8% 학술지인 Energy에 총 6편을 게재하였다. 특히, 5차년도에서는 다학제(Multidisciplinary) 학문 분야의 세계 최상위급 학술지인 Nature Communications (IF = 15.7), Science Advances (IF = 12.5) 및 Matter (IF = 17.5)에 모두 주저자로 게재하는 탁월한 성과가 있었다. 이밖에도, 소재 및 화학 분야의 최상위급 학술지인 Advanced Functional Materials, ACS Nano, Journal of the American Chemical Society (IF = 15.6) 등에 교신저자로 게재하는 등 총 25곳의 다양한 학술지에 연구성과를 발표하는 등 매우 우수한 실적을 발표하였다.

표 Ⅲ-3. 본 교육연구단에서 게재한 상위10% 논문의 게재현황

저널명	IF (2024기준)	JCR% (2024기준)	논문수 ^a	주저자	공동저자
ACS Nano	16	6.09	1	1	
Advanced Energy Materials	26	2.61	1		1
Advanced Functional Materials	19	4.81	3	1	2
Advanced Materials	26.8	2.17	1		1

Applied Energy	11	6.86	1	1	
Applied Thermal Engineering	6.9	4.95	1	1	
Biomaterials Research	9.6	8.87	2	2	
Bioresource Technology	9	5	2	1	1
Chemical Engineering Journal	13.2	3.61	12	6	6
Composite Part A	8.9	9.86	1		1
Composite Part B: Engineering	14.2	0.57	1	1	
Coordination Chemistry Reviews	23.5	2.38	1		1
Energy	9.4	3.8	6	6	
Energy Conversion and Management	10.9	2.34	1	1	
Journal of Controlled Release	11.5	3.41	1	1	
Journal of the American Chemical Society	15.6	7.11	1	1	
Matter	17.5	5.65	1	1	
Nature Communications	15.7	7.41	1	1	
NPJ Clean Water	11.4	2.29	1		1
Pharmaceutics	5.5	9.66	1	1	
Physics of Fluids	4.3	7.32	2	2	
Progress in Organic Coatings	7.3	8.7	1	1	
Science Advances	12.5	8.89	1	1	
Separation and Purification Technology	8.1	8.82	1		1
Small	12.1	7.49	2	1	1
합계			45	29	16

^a한 논문에 참여교수가 2명 이상 있을 경우 총 논문수에는 1편으로만 반영하였음.

5차년도 참여교수 대표연구업적물(참여교수당 3건)은 아래와 같다.

연 번	참여 교수명	연구자등록 번호	이공계열/인 문사회계열 (간호/ 보건/ 체육/ 기타 분야에 한함)	세부전 공분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용
						대표연구업적물의 우수성
1			이공계열	유기소 재공학- 응용화 학공학	저널 논문	② Synergistic Chemo-Photothermal Treatment via MXene-Encapsulated Nanoparticles for Targeted Melanoma Therapy
						③ Journal of Controlled Release
						④ 382(10), 113729
						⑤ 0

					⑥ 2025.06
					⑦ doi.org/10.1016/j.jconrel.2025.113729
2		이공계열	유기소재공학-응용화학공학	저널 논문	□ IF 11.5, JCR분야 상위 5.0%(2024기준), Q1, Web of Science 인용횟수 3 □ 실적의 창의성·혁신성 : 맥신의 수분 불안정성을 극복하기 위해 히알루론산-폴리락타이드코글리콜리드(HA-PLGA) 매트릭스로 MXene을 안정적으로 캡슐화하고, 동시에 항암제인 paclitaxel을 담지하여 광열치료와 약물치료를 결합한 새로운 이중기능 나노플랫폼을 개발함. 이 나노입자는 물리적 안정성과 생리적 조건에서의 기능성을 동시에 확보하였으며, in vitro 및 in vivo 실험에서 각각 81.9% 세포 사멸과 95.7% 종양 억제율을 달성하여 기존 단일 요법을 크게 증가하는 혁신적인 치료 성과를 제시함. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 본 연구는 화학/소재 응용을 기반으로 한 융합 연구로서, 나노소재, 생체고분자, 약물전달시스템을 통합하여 새로운 형태의 멀티스케일 융합 화공 연구를 실현함. 이는 융합과 연결 능력을 강화하여 국제 경쟁력을 지닌 멀티스케일 융합 화공 인재 양성이라는 비전과 부합함. □ 해당 세부 전공 분야의 기여 : 정밀한 에멀전 합성법을 통해 광열 안정성과 약물 방출 특성을 동시에 조절 가능한 맥신 기반 이중기능 나노입자를 제시함으로써, 차세대 나노소재 개발에 기여함. 향후 이러한 기술은 암 치료를 비롯한 다양한 바이오메디컬 분야로 확장될 수 있음.
					② Harnessing the Intradermal Delivery of Hair Follicle Dermal Papilla Cell Spheroids for Hair Follicle Regeneration in Nude Mice
					③ Biomaterials Research
					④ 29, 0129
					⑤ 0
					⑥ 2025.01
					⑦ doi.org/10.34133/bmr.0129
					□ IF 9.6, JCR분야 상위 8.87%(2024기준), Q1, Web of Science 인용횟수 1 □ 실적의 창의성·혁신성 : 본 연구는 모낭 진피유두세포(HFDPCs)를 50-70μm 크기의 구상체(spheroid) 형태로 제작하고, 이를 nude 마우스 피부 내에 주입하여 새로운 모발 형성을 유도함. 특히, 기존 HFDPC 단일세포 이식에서 문제가 되었던 세포 생존율 저하와 유도능 상실을 극복하기 위해, 고세포활성과 모발유도 관련 인자(ALP, AE15, VCAN)를 유지하는 구상체를 안정적으로 제작하였으며, 이식 후 실제로 모발축(hair shaft)이 재생되는 현상을 확인함. 이는 기존의 약물, 이식 중심 탈모 치료 한계를 넘어 세포 치료 기반의 새로운 재생의학적 접근을 제시한 매우 창의적이고 혁신적인 성과를 제시함. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 본 연구는 전기화학, 재생의학, 고분자 바이오소재의 융합적 연구 전략을 잘 보여줌. 특히, 조직공학적 3D spheroid 제작 기술과 세포치료를 결합하여 모낭 재생이라는 구체적 응용을 제시함으로써 멀티스케일 융복합 연구를 강화하고 바이오메디컬 전환 연구의 비전과 잘 부합함. □ 해당 세부 전공 분야의 기여 : 이 연구에서 제시된 자가 증식 및 유도능 유지형 HFDPC

	spheroid 기반 세포 전달법은 향후 탈모 치료용 세포치료제 개발, 재생의학적 모낭 조직공학 플랫폼, 나아가 맞춤형 피부 및 모발 재생치료 분야에 중요한 기여를 할 것으로 기대됨. 특히 패턴 스위칭형 피부 및 모발 재생 소자 등 차세대 바이오융합 응용에도 폭넓게 활용될 수 있는 기반 기술을 제시한 점에서, 세부 전공의 연구 성과로서 의미가 큼.					
3			이공계열	유기소재공학-응용화학공학	저널논문	② Biomimetic gradient hydrogel with fibroblast spheroids for full-thickness skin regeneration
						③ Biomaterials Advances
						④ 169, 214152
						⑤ 0
						⑥ 2025.04
						⑦ doi.org/10.1016/j.bioadv.2024.214152
	□ IF 6, JCR분야 상위 25.45%(2024기준), Q1, Web of Science 인용횟수 2 □ 실적의 창의성·혁신성 : 본 연구는 피부 ECM의 기계적 구배(stiffness gradient)를 모사한 하이드로겔에 섬유아세포 스페로이드를 탑재하여, 생체 조직 환경을 정밀하게 재현하는 새로운 재생 플랫폼을 제시함. 기존 균질한 하이드로겔이 제공하지 못했던 미세환경 조절을 통해 세포의 부착, 확산, 이동을 향상시켰으며, in vivo 랫드 모델에서 97%에 달하는 빠른 상처 회복과 모낭 재생을 유도하여 기존 치료법을 크게 능가하는 혁신적 치료 성과를 보여줌. □교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 본 성과는 화학·고분자 소재 기반의 조직공학과 재생의학을 융합한 연구로서, 나노소재 합성, 생체 고분자 공정, 세포 기반 치료를 통합하여 다학제적 융합 화공 연구를 실현함. 이는 국제적으로 경쟁력 있는 멀티스케일 융합 화공 인재양성이라는 비전과 일치하며, 소재-의학 간 경계를 넘는 교육연구단의 목표를 구체적으로 구현함. □해당 세부 전공 분야의 기여 : 정밀한 이중-시린지 펌프 기반 동적 혼합 공정을 활용하여 기계적 구배와 세포 탑재가 동시에 가능한 하이드로겔 플랫폼을 제시함으로써, 조직공학 분야에서 기계적 신호를 활용한 재생 촉진이라는 새로운 패러다임을 제시함. 향후 이 기술은 피부 재생뿐만 아니라 다양한 조직 재생 및 바이오메디컬 응용(혈관 재생, 연골/신경 재생 등)으로 확장될 수 있어, 차세대 바이오소재 개발에 중요한 기여를 함.					
1			이공계열	화학공학	저널논문	② Cobalt Catalyst Supported on Nitrogen-Doped Metal Organic Frameworks (MOF)-Derived Carbon Electrodes for Lithium-Sulfur Cells
						③ Applied Chemistry for Engineering
						④ 35(6), 572
						⑤ 0
						⑥ 2024.12
						⑦ doi.org/10.14478/ace.2024.1066
	□ IF 0.6 JCR 상위 89.4 %, Q4 □업적물의 창의성·혁신성 : 리튬-황 전지의 근본적 한계인 폴리설파이드 셔틀 현상과 반응역					

	학적 저하 문제를 해결하기 위하여, 질소 도핑된 MOF 유래 탄소 전극에 코발트 촉매를 정밀하게 도입한 복합 전극을 제시함. 이는 전극의 전기화학적 활성점을 극대화하고 반응 속도를 촉진함으로써, 장주기 충·방전 과정에서도 탁월한 용량 유지율과 안정성을 확보한 혁신적 성과임. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 차세대 에너지 저장장치의 핵심 소재 개발을 통해 소재-환경-응용의 융합적 연구 방향을 선도하였으며, 이를 통해 멀티스케일 융합 화공 인재 양성이라는 교육연구단의 비전과 전략적 목표에 부합함. □ 해당 세부전공분야의 기여 : MOF 유래 탄소 구조와 전이금속 촉매의 시너지 효과를 활용하여 전극 성능을 비약적으로 향상시킨 본 연구는, 리튬-황 전지 전극 소재 연구의 새로운 패러다임을 제시함. 이는 고에너지밀도 배터리의 상용화와 친환경 에너지 저장 기술의 확산에 중대한 기여를 할 것으로 전망됨.					
2			이공계열	화학공학	저널논문	② Modulation of capacitive response for prussian blue analogue-based NiFeS ₂ @polydopamine@NiCo ₂ S ₄ core-shell composite electrodes of capacitors by a surface modification
						③ Applied Surface Science
						④ 590, 162615
						⑤ 0
						⑥ 2025.05
						⑦ doi.org/10.1016/j.apsusc.2025.162615
	□ IF 6.9, JCR 상위 10.9 %, Q-value Q1 □ 업적물의 창의성·혁신성 : 프러시안 블루 아날로그(PBA) 기반 NiFeS₂ 전극에 표면 개질을 적용하여, 폴리도파민 층과 NiCo₂S₄ 코어-셸 구조를 정교하게 융합한 새로운 전극 설계 방안을 제시함. 이러한 접근은 계면 안정성과 전자/이온 전도 특성을 동시에 향상시켜, 복합 전극 소재의 구조적·기능적 혁신을 이끌어낸 중요한 성과임. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 본 연구는 계면 공학을 활용하여 전극 소재의 성능을 극대화한 사례로, 소재-환경-응용을 아우르는 융합적 연구 역량을 강조함. 이는 교육연구단이 추구하는 다학제적 융합 연구와 차세대 에너지 소재 인재 양성의 목표를 뒷받침함. □ 해당 세부전공분야의 기여 : PBA 유래 황화물 전극의 구조적 한계를 보완하고, 다층적 계면 설계를 통한 고효율 전극 구현 방안을 제시하여 슈퍼커패시터 연구의 방향성을 확장함. 이를 통해 하이브리드 에너지 저장 시스템 분야에서 장기적 신뢰성과 성능 향상을 동시에 달성할 수 있는 전략적 기여를 함.					
3			이공계열	화학공학	저널논문	② The Capacitive Property Enhancement of CoFeP-Ni(OH) ₂ /Nickel Foam Electrodes via an Interfacial Integration Strategy for Asymmetric Supercapacitors
						③ Molecules

						④ 30(14), 2986
						⑤ 0
						⑥ 2025.07
						⑦ doi.org/10.3390/molecules30142986
						□ IF 4.6, JCR 상위 25.5 %, Q2 □ 업적물의 창의성·혁신성 : 금속 인계 화합물과 금속 수산화물을 계면 통합 전략으로 융합하여 니켈 폼 기반의 고성능 전극을 구현함으로써, 단일 소재의 구조적·기능적 한계를 극복함. 이를 통해 전기전도성과 정전용량 특성을 동시에 향상시키는 새로운 전극 설계 개념을 제시하였으며, 비대칭 슈퍼커패시터에서 우수한 에너지 저장 성능을 실현한 점에서 학문적·기술적 창의성이 돋보임. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 본 연구는 계면 공학적 접근을 바탕으로 복합 전극의 성능을 체계적으로 향상시킨 사례로, 소재-구조-응용을 유기적으로 연계하는 융합 연구의 모범적 성과임. 이는 고효율·고신뢰성 에너지 소재 개발이라는 교육연구단의 핵심 목표와 부합하며, 융합형 화공 인재 양성 비전을 뒷받침함. □ 해당 세부전공분야의 기여 : 금속 인계 화합물과 금속 수산화물 간 계면 시너지 효과를 규명하고, 이를 기반으로 장주기 안정성과 고출력 특성을 겸비한 슈퍼커패시터 전극을 제안함. 이는 차세대 하이브리드 에너지 저장 장치의 실용화 가능성을 높이고, 해당 연구 분야의 발전 방향에 중요한 학문적 기여를 제공함.
1			이공계열	화학공학	저널 논문	② Novel NiCo-Pi/Ni nanostructure catalyst for the anodic oxygen evolution reaction coupled with microbial electrosynthetic CO2 conversion
						③ Chemical Engineering Journal
						④ 519, 165058
						⑤ 0
						⑥ 2025.09
						⑦ doi.org/10.1016/j.cej.2025.165058
						□ IF 13.2, SCI 카테고리 중 ENGINEERING, ENVIRONMENTAL 분야에서 상위 3.61%, Q1 □ 업적물의 창의성·혁신성 : 본 연구는 생물전기화학시스템에 적용가능한 중성 조건에서도 안정적으로 작동하는 나노구조 촉매를 새롭게 설계하였음. Ni와 Co 인산염을 결합한 NiCo-Pi/Ni 전극은 자기치유적 특성을 지녀 장시간 운전에도 성능을 유지하였으며 단순한 물질 합성에 그치지 않고, 촉매안정성 최적화 테스트를 통해 미생물전기합성반응기 적용을 통해 전체 에너지효율을 개선하였음. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 귀금속 촉매 의존성을 벗어나 촉매설계, 전극 공정, 미생물 전기화학 반응을 유기적으로 연결함으로써 거시적(Macroscopic), 미시적(Microscopic), 분자수준 (Molecular 또는 Nanoscale), 즉 3M을 아우르는 멀티스케일의 융·복합 연구를 강화하였음. □ 해당 세부전공분야의 기여 : 미생물전기합성 시스템에서 anode반응 최적화의 중요성을 규명하며, 전이금속 기반 촉매의 실용화방안을 구체적으로 제시하였음. 이를 통해 화학공학 및 환경에너지 전공 분야에서 탄소자원화 공정의 에너지 효율향상에 기여하였음

2			이공계열	화학공학	저널 논문	
						② Selective enrichment of electrode-associated cells enhances CO ₂ conversion to acetate in microbial electrosynthesis cells
						③ fuel
						④ 401, 135832
						⑤ 0
						⑥ 2025.12
						⑦ doi.org/10.1016/j.fuel.2025.135832
						□ IF 7.5, SCI 카테고리 중) ENGINEERING, CHEMICAL 분야에서 상위 12.57 %, Q1 □ 업적물의 창의성·혁신성 : 본 연구는 기존 연구들이 주로 전극 표면 개질이나 매개체 투입에 의존하던 한계를 넘어, 전극에 부착된 세포 자체를 선택적으로 농축하는 전략을 제시하였음. 이를 통해 직접 전자 전달 기반의 미생물전기합성시스템을 구축하고, 부유세포 대비 높은 효율성 및 안정성을 증명하였음. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 전극-세포 계면에서 일어나는 전자 전달 메커니즘을 실험적으로 규명하고 이를 선택적인 배양 전략으로 구체화 한 연구는 화학공학, 환경공학, 생명공학을 아우르는 융합 연구로, 전극 재료, 미생물 균집, 반응기 제어를 유기적으로 연결함으로써 멀티스케일 융합 화공인재 양성 목표를 구현하였음. □ 해당 세부전공분야의 기여 : 본 성과는 미생물전기합성에서 직접 전자 전달 기반의 탄소 전환 효율 향상을 입증함으로써, 화학공학, 환경에너지 분야에서 CO₂자원화 기술의 중요한 학문적 근거를 제공하였음. 또한 전극부착 세포 농축전략을 통해 장기안정성과 생산성을 동시에 확보할 수 있는 가능성을 제시하여 산업적 확장성과 공정 최적화 연구에 기여함.
3			이공계열	화학공학	저널 논문	
						② Whole-cell redox biosensor for triclosan detection: Integrating spectrophotometric and electrochemical detection
						③ Bioelectrochemistry
						④ 164, 108921
						⑤ 0
						⑥ 2025.08
						⑦ doi.org/10.1016/j.bioelechem.2025.108921
						□ IF 4.5, SCI 카테고리 중) BIOPHYSICS분야에서 상위 13.92 %, Q1 □ 업적물의 창의성·혁신성 : 본 연구는 전세포 수준에서 레독스 조절계를 활용한 세계 최초의 트리클로산 특이적 바이오센서를 개발하였다. 기존 고가 장비 기반 검출법의 한계를 넘어, 세포 내 NADPH 축적과 SoxRS 시스템을 이용해 색 변화와 전기화학 신호로 동시에 검출할 수 있는 이중 플랫폼을 제시함. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 본 성과는 합성생물학·환경화학·전기화학을 아우르

	는 다학제 융합 연구로 멀티스케일의 융·복합 연구를 강화하였음. □ 해당 세부전공분야의 기여 : 트리클로산은 대표적 내분비계 교란 물질로 환경·인체 안전에 큰 위협이 되지만, 기존 탐지 기술은 현장 적용성이 낮았음. 본 연구에서 제시된 전세포 레독스 바이오센서는 저비용·고특이적 대안을 마련하여 환경 모니터링, 수처리, 생물전기화학 센서 분야의 학문적 확장과 산업적 활용 가능성을 동시에 제시함.					
1			이공계열	고분자/섬유 공정 개발	저널 논문	
						② Characterization of 3D-printed filament yarns using various parameters
						③ JOURNAL OF THE TEXTILE INSTITUTE
						④ 116(3). 409
						⑤ 1
						⑥ 2025.03
						⑦ doi.org/10.1080/00405000.2024.2342748
						□ IF 1.5, JCR분야 상위 45.0%(2023기준), Q2, Web of Science 인용횟수 0 □ 실적의 창의성·혁신성 : 다양한 3D 프린팅 조건(노즐 직경, 적층 속도, 적층 온도 등)에 따른 필라멘트사 특성을 체계적으로 분석하여, 섬유소재와 3D 프린팅 가공 기술을 융합한 새로운 연구를 수행함. 기존 사 제조 공정과 달리 디지털 기반의 적층 제조 방식을 활용하여 나노·마이크로 스케일에서 물성을 조절할 수 있는 가능성을 제시하였으며, 섬유소재 가공의 새로운 패러다임을 제시한 점에서 학문적 창의성과 응용적 확장성이 높음. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 소재/환경/응용의 연결 및 융합을 통한 멀티스케일 융합 화공 인재 양성 비전에 부합하며, 특히 지속가능 소재와 스마트 제조공정을 결합하는 연구로서 향후 섬유·고분자 기반 산업의 혁신적 발전에 기여할 수 있음. □ 해당 세부 전공 분야의 기여 : 고분자/섬유 공정 분야에서 3D 프린팅을 활용한 필라멘트 제조 및 물성 제어 연구는 향후 스마트 텍스타일, 맞춤형 의료용 섬유소재, 고성능 산업용 필라멘트사 개발 등에 활용될 수 있어, 전공분야 연구의 확장성과 국제 경쟁력 강화에 크게 기여함.
2			이공계열	고분자/섬유 공정 개발	저널 논문	② Hybrid processing of melt electrospinning/blowing for polypropylene/polyethylene glycol fiber fabrication with various diameter distribution.
						③ JOURNAL OF THE TEXTILE INSTITUTE
						④ 116(3), 349
						⑤ 1
						⑥ 2025.03

						⑦ doi.org/10.1080/00405000.2024.2334975
						□ IF 1.5, JCR분야 상위 45.0%(2023기준), Q2, Web of Science 인용횟수 0 □ 실적의 창의성·혁신성 : 폴리프로필렌/폴리에틸렌 글리콜 블렌드를 이용한 용융 전기방사/블로운 하이브리드 공정을 통해 다양한 직경 분포를 갖는 섬유를 제조하고 그 형성 메커니즘을 규명하였다. 기존 용매 기반 전기방사 공정의 한계를 극복하여 친환경적이고 대량 생산이 가능한 섬유 제조 방법을 제시한 점에서 창의성과 응용 가능성이 높다. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 소재-공정-응용의 연결을 통해 멀티스케일 융합 화공 인재를 양성하고자 하는 교육연구단의 비전에 부합한다. 특히 지속가능한 섬유 제조 공정 개발은 탄소중립 및 친환경 소재 연구와 직결되어 연구단의 목표와 잘 맞는다. □ 해당 세부 전공 분야의 기여 : 고분자/섬유 공정 분야에서 하이브리드 용융 전기방사 기술은 전기장과 열풍을 복합적으로 활용하여 섬유 직경을 정밀하게 제어할 수 있는 가능성을 보여주었으며, 향후 고성능 분리막, 필터, 스마트 텍스타일 및 에너지 소재 응용에 기여할 수 있다.
			이공계열	고분자/섬유 공정 개발	저널 논문	② Real-Time Characterization of Polypropylene Jet Dynamics in Melt Electrospinning Using Laser Diffraction and Image Analysis ③ ADVANCED ENGINEERING MATERIALS ④ 27(13), 2500489 ⑤ 1 ⑥ 2025.07 ⑦ doi.org/10.1002/adem.202500489
3						□ IF 4.1, JCR분야 상위 약 18%(2024 기준), Q1, Web of Science 인용횟수 0 □ 실적의 창의성·혁신성 : 용융 전기방사 과정에서 폴리프로필렌 제트의 동역학을 실시간으로 규명하기 위해 레이저 회절과 이미지 분석을 융합한 새로운 방법론을 제시하였다. 기존에는 정성적 관찰에 의존하던 제트 거동 분석을 정량적이고 동적 데이터로 확장함으로써 섬유 직경 제어, 안정성 확보 및 공정 최적화에 크게 기여할 수 있는 연구 성과를 도출하였다. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 본 연구는 소재-공정-응용의 융합을 기반으로 멀티스케일에서의 혁신적 화공 인재 양성 목표와 일치한다. 특히, 첨단 계측 기법을 활용한 용융 전기방사 메커니즘 규명은 차세대 친환경 소재 개발과 에너지·환경 분야 응용 연구를 촉진하여 교육연구단의 핵심 비전과 긴밀히 부합한다. □ 해당 세부 전공 분야의 기여 : 고분자/섬유 공정 분야에서 전기방사 제트의 실시간 동역학 특성 규명은 향후 초미세 섬유 제조, 고성능 배터리 분리막, 나노필터, 바이오 소재 응용 연구 등에 직접적으로 활용될 수 있으며, 전공분야의 이론적 기반과 응용적 확장성 모두에 기여한다.
1			이공계열	재료 공학	저널 논문	

						② Recombination reduction by ammonium additives in ambient air process for organometal halide perovskite solar cells
						③ Organic Electronics
						④ 133, 107105
						⑤ 0
						⑥ 2024.10
						⑦ doi.org/10.1016/j.orgel.2024.107105
						□ IF 2.6, JCR분야 상위 48.1%(2023기준), Q2, Web of Science 인용횟수 0 □ 업적물의 창의성·혁신성: 페로브스카이트 태양전지는 유-무기 하이브리드 시스템으로 소자를 제작하는 공정을 수분과 산소가 없는 N2 상태에서 제작해야함. 이러한 공정 조건은 대면적 소자 제작에 걸림돌이 되고 있음. 이 연구는 이러한 문제를 해결하고자 일반적인 대기압 상태에서 소자를 제작하는 공정을 연구하였음. 첨가제를 이용하여 공정을 개발한 연구는 창의성이 매우 우수함. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성: 유-무기 하이브리드 소자에 대한 연구로 멀티스케일의 융·복합 연구를 강화하였음. □ 해당 세부전공분야의 기여: 유기소재를 제어하여 유-무기 하이브리드 소자의 특성을 향상시켰고, 특히 차세대 태양전지의 상업화를 위한 공정 개발에 크게 이바지할 것으로 기대됨.
2			이공계열	재료공학	저널 논문	(
						② Precursor Control for Air-Processable Anti-Solvent-Free Perovskite Photovoltaic Cells in High-Humidity Condition
						③ Applied Science and Convergence Technology
						④ 33,5,126
						⑤ 0
						⑥ 2024.09
						⑦ doi.org/10.5757/ASCT.2024.33.5.126
						□ IF 1.3, JCR분야 상위 44%(2023기준), Q2, Web of Science 인용횟수 0 □ 업적물의 창의성·혁신성: 대기중에서 제작하는 페로브스카이트 태양전지 공정을 개발하였고, 특히 precursor를 제어하여 기존의 항용매가 필요없는 새로운 공정 방법을 제시하였음. 무항용매기반 대기중 제작하는 공정연구는 창의성과 혁신성이 우수함. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성: 유-무기 하이브리드 소자에 대한 연구로 멀티스케일의 융·복합 연구를 강화하였음. □ 해당 세부전공분야의 기여: 유기소재를 제어하여 유-무기 하이브리드 소자의 특성을 향상시켰고, 특히 차세대 태양전지의 상업화를 위한 공정 개발에 크게 이바지할 것으로 기대됨.
3			이공계열	재료공학	저널 논문	

						② Optimization of hierarchical textured PDMS film with wide-angle broadband anti-reflection for light trapping in solar cells
						③ Chemical Engineering Journal
						④ 502,157155
						⑤ 0
						⑥ 2024.12
						⑦ doi.org/10.1016/j.cej.2024.157155
						□ IF 13.2 SCI 카테고리 중 ENGINEERING, ENVIRONMENTAL 분야에서 상위 3.61%, Q1 □ 업적물의 창의성·혁신성 : PDMS 필름 표면에 나노-마이크로 하이브리드 구조를 만들고 이 구조를 이용하여 multi-functional 기능을 부여했음. 이러한 구조화를 통해 빛의 반사율을 낮추고 빛가둠 효과를 증대시켰음. 이렇게 제작된 PDMS 필름을 태양전지에 부착해서 태양전지 소자의 유리면에서 발생하는 빛반사를 낮추고 빛가둠 효과를 유도했을 뿐 아니라, 나노-마이크로 하이브리드 구조로 인한 수분 소수성 기능까지 향상시켰음. 넓은 면적의 PDMS를 쉽게 나노-마이크로 하이브리드 구조로 만드는 방법을 제안하고 이를 태양전지 소자에 적용해 높은 소자효율의 향상을 유도한 혁신성이 우수한 결과임. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 유기재료를 적용하여 유-무기 하이브리드 소자에 적용함으로써 멀티스케일의 융·복합 연구를 강화하였음. □ 해당 세부전공분야의 기여 : 유기소재를 제어하여 유-무기 하이브리드 소자의 특성을 향상시켰고, 특히 차세대 태양전지의 상업화를 위한 기술개발에 크게 이바지할 것으로 기대됨.
1			이공계 열	응용화학	저널 논문	② Photo-annealed electrospun TiO ₂ nanofibers as ion-storage layer for self-rechargeable Zn-based electrochromic energy storage device
						③ Journal of Power Sources
						④ 621, 235308
						⑤ 0
						⑥ 2024.11
						⑦ doi.org/10.33961/jecst.2024.00598
						□ IF 7.9, JCR분야 상위 23.24%(2024기준), Q1, Web of Science 인용횟수 5 □ 실적의 창의성·혁신성 : 상온 광소결(photo-annealing) 기법으로 제작된 TiO₂ 나노섬유를 아연 기반 전기변색 에너지 저장 소자의 이온 저장층으로 적용함. 이를 통해 고온 공정 없이도 높은 결정성과 전기화학적 성능을 구현하여, 자가 충전형 투명 전기변색 소자의 혁신적 가능성을 제시함. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 재료공학·에너지공학을 융합하여 차세대 에너지 저장 및 스마트 윈도우 응용 기술을 개발함으로써, 교육연구단이 지향하는 융합형 인재에 부합함. □ 해당 세부 전공 분야의 기여 : 전기방사 기반 TiO₂ 나노섬유와 광소결 공정을 결합하여 전기변색 에너지 저장 소자의 성능을 크게 향상시킴. 이는 차세대 스마트 윈도우, 웨어러블 디스플레이 및 에너지 하베스팅 융합 소자 연구에 중요한 기초 기술을 제공함.

2			이공계 열	응용화학	저널 논문	
						② Superior electrocatalytic responses of InGaZnO composite electrode for viologen-based electrochromic supercapacitors
						③ Composites Part B : Engineering
						④ 302, 112557
						⑤ 0
						⑥ 2025.08
						⑦ doi.org/10.1016/j.compositesb.2025.112557
						□ IF 14.2, JCR분야 상위 0.57%(2024기준), Q1, Web of Science 인용횟수 1 □ 실적의 창의성·혁신성 : IGZO를 전극에 도입해 전하 전달 저항을 크게 줄이고, 3초 수준의 빠른 변색과 높은 착색 효율을 달성함. 또한 전기방사 TiO₂ 와 결합하여 전기변색과 에너지 저장을 동시에 수행하는 슈퍼커패시터를 구현, 72% 이상의 에너지 회수율을 확보한 혁신적 성과임. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 전기화학 반응, 광학 변색, 에너지 저장을 통합해 멀티스케일 융·복합 화공인재 양성 목표와 부합함. □ 해당 세부 전공 분야의 기여 : IGZO의 높은 전자 이동도와 계면 촉매 활성을 활용해 전기화학 반응 속도와 소자 효율을 향상시킴. 이를 통해 투명 산화물 반도체의 응용 범위를 확장하고, 스마트 윈도우·에너지 모니터링 등 차세대 전기화학 소자의 핵심 소재 기술을 제시함.
3			이공계 열	응용화학	저널 논문	
						② Leakage-free flexible and stretchable electrochromic devices enabled by acrylate viologens and perfluorinated CNT-modified transparent electrodes
						③ Solar Energy Materials and Solar Cells
						④ 288, 113651
						⑤ 0
						⑥ 2024.08
						⑦ doi.org/10.1016/j.solmat.2025.113651
						□ IF 6.3, JCR분야 상위 29.12%(2024기준), Q2, Web of Science 인용횟수 1 □ 실적의 창의성·혁신성 : 전해질 누설과 전극의 취약성을 동시에 해결하기 위해 아크릴레이트 기능화 비올로젠 기반 이온겔과 불소화 CNT(F-CNT) 전극을 결합한 유연·신축 전기변색 소자를 최초로 제시함. 이를 통해 57% 이상의 색 변화 대비, 93% 인장 시에도 안정적 동작, 12,000초 이상 장기 내구성을 확보하여 차세대 웨어러블용 핵심 기술을 혁신적으로 제시함. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 전기화학·고분자·탄소나노소재 융합을 통해 전해질

	안정성과 기계적 신축성을 동시에 구현하여 교육연구단의 비전과 목표를 실현함. □ 해당 세부 전공 분야의 기여 : 광경화성 비올로젠과 F-CNT 전극은 전기화학적 안정성과 기계적 내구성을 동시에 강화하여, 기존 ITO 기반의 한계를 극복함. 이는 유연·신축 전기변색 소자 및 스마트 윈도우, 웨어러블 디스플레이 분야에 폭넓게 응용될 수 있는 기반을 제공함.					
1			이공계열	고분자공학	저널 논문	② Better together: integrating adhesion and ion conductivity in composite binders for high-performance silicon anodes
						③ Journal of Materials Chemistry A
						④ 13(12), 8205
						⑤ 1 Suk-kyun Ahn
						⑥ 2025.03
						⑦ doi.org/10.1039/d4ta07078j
	□ IF 9.5, JCR (SCIE) 카테고리 중 MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY 분야에서 상위 13.7%, Q1 □ 업적물의 창의성·혁신성: 고에너지 밀도 리튬 이온 배터리를 음극 소재로서 실리콘은 수많은 장점을 가지고 있지만, 리튬화 반응 중 발생하는 엄청난 팽창은 상업적 응용에 어려움을 야기한다. 폴리아크릴산과 맞춤형 삼원공중합체인 Poly(sodium 4-styrenesulfonate-co-ureido-pyrimidinone methacrylate-co-hydroxyethyl methacrylate)를 기반을 하는 복합 바인더를 개발하여 이 문제를 해결함. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성: 소재/공정 응용을 통해 거시적(Macroscopic), 미시적(Microscopic), 분자수준 (Molecular 또는 Nanoscale), 즉 3M을 아우르는 멀티스케일의 융·복합 연구를 강화하였음. □ 해당 세부전공분야의 기여: 고성능 실리콘 음극용 다기능 바인더 개발에 유용한 지침을 제공함.					
2			이공계열	고분자공학	저널 논문	② Sustainable synthesis of waste soybean oil-based non-isocyanate polyurethane elastomers and foams
						③ Polymer
						④ 323, 128217
						⑤ 0

						⑥ 2025.04
						⑦ doi.org10.1016/j.polymer.2025.128217
	□ IF 4.5, JCR (SCEd) 카테고리 중 POLYMER SCIENCE 분야에서 상위 28.72 %, Q2, □ 업적물의 창의성·혁신성 : 본 연구는 폐대두유를 원료로 사용하여 비이소시아네이트 폴리우레탄(NIPU)을 합성하였다. 에틸렌디아민, 헥사메틸렌디아민, m-자일렌디아민을 포함한 다양한 디아민을 사용하여 다양한 NIPU필름과 폼을 합성하였다. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 본 연구는 고분자공학 분야의 다양한 스케일을 탐구하는 교육연구단의 비전과 목표와 잘 부합함. □ 해당 세부전공분야의 기여 : 폐대두유를 고부가가치 고분자 재료로 전환하여 가치를 높이는 유망한 접근법을 제시하며, 이를 통해 비이소시아네이트 폴리우레탄 생산을 위한 친환경적이 대안을 제시하여 순환 경제에 기여함.					
3			이공계열	고분자공학	저널 논문	② Various Topological Poly(tert-butyl acrylate)s and Their Impacts on Thermal and Solution Properties
						③ Macromolecular Rapid Communications
						④ 46(15), 2401043
						⑤ 0
						⑥ 2025.08
						⑦ doi.org/10.1002/marc.202401043
						□ IF 4.3, JCR (SCIE) 카테고리 중 POLYMER SCIENCE 분야에서 상위 31.91%, Q2 □ 업적물의 창의성·혁신성: 원자 이동 라디칼 중합과 클릭 커플링 반응을 조합하여 고리형 및 8자형 구조를 포함한 다양한 위상 구조를 갖는 아크릴레이트 기반 고분자를 합성하는 방법을 연구함. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성: 본 연구는 고분자공학 분야의 다양한 스케일을 탐구하는 교육연구단의 비전과 목표와 잘 부합함. □ 해당 세부전공분야의 기여: 위상학이 고분자 특성을 미세조정하는 도구로서 잠재력을 보여주며, 이를 통해 용액 및 벌크 특성에서 특정 거동을 보이는 첨단 소재의 개발을 촉진할 수 있다.
1			이공계열	고분자공학	저널 논문	② Fabrication of functional hybrid carbon fiber-reinforced plastics with imparted surface concentrated electrical conductivity via multi-drop filling
						③ Korea-Australia Rheology Journal
						④ 36(3), 231

					⑤ 0	
					⑥ 2024.09	
					⑦ doi.org/10.1007/s13367-024-00094-1	
					□ IF 2.6 SCI 카테고리 중 MECHANICS 분야에서 상위 41.52%, Q2 □ 업적물의 창의성 및 혁신성 : CFRP 제조 시 첨가제 도입으로 인한 수지 점도 상승과 분산 공정 복잡성을 해결하기 위해, 다중 점적 주입(Multi-Drop Filling, MDF) 공정을 최초로 도입함. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 본 연구는 다중 점적 주입(MDF) 공정의 필터링 효과를 활용한 표면 전기전도성 구현으로, 공정 현상과 첨가제 분산 및 브릿지 효과를 통합적으로 다루었으며, 나노스케일 구조 제어와 거시적 공정 기술(T-RTM) 적용을 융합한 성과임. □ 해당 세부전공분야의 기여 : MDF 공정을 활용하여 전기전도성 외에도 향후 열차단, 충격흡수 등 표면기능 제어형 복합재로 확장할 수 있는 연구 기반을 마련함.	
2			이공계 열	고분자공 학	저널 논문	② Novel strategy for fabricating three-dimensional CNT nanopreform-reinforced polyamide 6 composites via reactive infiltration
						③ Composites Science and Technology
						④ 258, 110872
						⑤ 0
						⑥ 2024.11
						⑦ doi.org/10.1016/j.compscitech.2024.110872
	2					□ IF 9.8 SCI 카테고리 중 MATERIALS SCIENCE, COMPOSITES 분야에서 상위 14.71%, Q1 □ 업적물의 창의성 및 혁신성 : 고분자 매트릭스 복합재에서 고점도 열가소성 수지의 침투 한계를 극복하기 위해 초저점도 단량체의 반응침투법을 CNT 에어로겔 구조에 적용한 연구임. 일반 수지주입 방식에서 발생하는 내부 공극 문제를 최소화하고, CNT 네트워크 구조를 유지한 채 기계적 강도와 전기전도도를 동시에 개선함. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 고분자-나노구조 복합체에서 나타나는 분자 및 미시적 수준의 침투 거동과 계면 구조를 정밀하게 규명하고, 이를 통해 재료의 기계적·전기적 성능을 동시에 향상시킴. 이는 다중스케일 분석을 통한 소재 공정 혁신과 산업 경쟁력 확보라는 비전을 부합하며 미래산업을 선도할 수 있는 첨단 융합소재 기반을 만들어나가는 연구 방향과도 일치함. □ 해당 세부전공분야의 기여 : CNT 에어로겔 기반 구조를 유지하면서도 기계적 성능과 전기전도성을 동시에 확보하여, 전자소자·방열소재·고기능성 경량 구조재료의 응용 가능성을 열었음.
3			이공계	고분자	저널	

			열	공학	논문	② Construction of self-stacking nanostructure with MXene and CNT through dopamine polymerization
						③ Korea-Australia Rheology Journal
						④ 36(4), 341
						⑤ 0
						⑥ 2024.11
						⑦ doi.org/10.1007/s13367-024-00102-4
	□ IF 2.6 SCI 카테고리 중 MECHANICS 분야에서 상위 41.52%, Q2 □ 업적물의 창의성 및 혁신성 : 기존 에어로겔의 구조적 안정성과 수치 함침의 어려움을 개선하기 위해 MXene과 CNT를 PDA 중합을 기반으로 self-stacking 구조의 3D 에어로겔 입자를 구현한 연구임. PDA의 접착 특성을 활용하여 MXene-CNT 네트워크를 형성하고 최적의 PDA 중합시간을 규명함으로써 나노소재의 응집 문제를 구조적 설계로 해결한 혁신적 접근임. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : MXene, CNT, PDA를 활용한 3차원 네트워크 구조는 전자소자, 열관리 소재 등 다양한 산업응용에 파급 효과가 크며 이는 소재 구조 제어를 통한 기능성 구현이라는 교육 연구단 목표를 충실히 반영함. □ 해당 세부전공분야의 기여 : 나노복합재 분야에서 구조적 안정성을 지닌 에어로겔 입자 기반 나노 네트워크 설계라는 새로운 연구 방향을 제시하였으며, 특히 PDA를 활용한 이중 나노소재 간의 self-stacking 구조 형성 메커니즘을 규명하였음.					
1			이공계 열	고분자 공학	저널 논문	② Harnessing Extreme Internal Damping in Polyrotaxane-Incorporated Liquid Crystal Elastomers for Pressure-Sensitive Adhesives
						③ Advanced Functional Materials
						④ 35(3), 2413824
						⑤ 0
						⑥ 2025.01
						⑦ doi.org/10.1002/adfm.202413824
	□ IF 19.0, SCI 카테고리 중 MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY 분야에서 상위 5%, Q1 □ 업적물의 창의성 · 혁신성: 메조젠 회전에 따른 댐핑만을 이용한 기존 액정 탄성체와 달리 본 논문은 슬라이딩 가능한 폴리로탁산(polyrotaxane, PRx) 가교점을 도입하여 이중 에너지 소산 경로를 설계함. 이는 일반 고분자보다 더 높은 2차 Tg peak를 발현하며, 기존 점착제보다 3.5~13배 높은 점착력을 보여주면서 가역적이고 열 스위칭이 가능한 점착성을 구현했다는 점에서 매우 혁신적임. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 메조젠 회전에 따른 댐핑 특성 연구로 멀티스케일의 융 · 복합 연구를 강화하였음. □ 해당 세부 전공 분야의 기여 : 기존 점착제 대비 월등한 성능으로, 의료용 패치 · 반도체 공정					

	테이프·차세대 전자재료로서 향후 널리 활용될 것으로 전망됨. 또한 고기능성 점착 소재로 재사용 및 잔여물 저감을 통한 친환경 지속 가능한 소재로 중요한 역할이 기대됨.					
2			이공계열	고분자공학	저널논문	② Polarization-sensitive in-sensor computing in chiral organic integrated 2D p-n heterostructures for mixed-multimodal image processing
						③ Nature Communications
						④ 16(1), 4624
						⑤ 0
						⑥ 2025.05
						⑦ doi.org/10.1038/s41467-025-59935-4
	□ IF 15.7, SCI 카테고리 중 MULTIDISCIPLINARY 분야에서 상위 7.41%, Q1 □ 업적물의 창의성·혁신성: 기존 CPL 감지 방식은 편광판 등 복잡한 광학소자를 필요로 했으나, 본 연구는 CLCN을 직접 광학 필터로 도입하여 간단하고 고효율적인 원편광 선택성을 달성함. g-factor ± 1.9라는 높은 키랄 광응답과 4 μs의 초고속 응답 속도를 동시에 구현하여 기존 유기/2D 하이브리드 CPL 소자 한계를 했다는 점에서 매우 혁신적임. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성: 콜레스테릭 액정광학에 대한 연구로 멀티스케일의 융·복합 연구를 강화하였음. □ 해당 세부전공분야의 기여: 단순한 광학 필터를 넘어 향후 학소자-연산-인공지능을 연결하는 핵심 기능 소재로 확장될 것으로 기대됨. 에너지 효율적 AI 하드웨어로서 데이터 시대의 탄소 발자국 저감에 기여함.					
3			이공계열	고분자공학	저널논문	② Supramolecular Liquid Crystal Elastomer Adhesives: Role of Internal Damping and Hydrogen Bonding
						③ Advanced Functional Materials
						④ e11426
						⑤ 0
						⑥ 2025.06
						⑦ doi.org/10.1002/adfm.202511426
	□ IF 19, SCI 카테고리 중 CHEMISTRY, MULTIDISCIPLINARY 분야에서 상위 7.41%, Q1 □ 업적물의 창의성·혁신성: 본 연구는 단순 H-결합 강화가 아닌메조젠 재배향에 의한 내부 감쇠가 접착력의 핵심 요인임을 명확히 규명함. 용매 증기 어닐링(solvent vapor annealing)으로 H-결합을 일시적으로 약화시켜 저온·피부 적용 환경에서도 가역 접착을 구현한다는 점에서					

	매우 혁신적임 □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 :수소결합과 액정 메조페이즈의 회전에 대한 연구로 멀티스케일의 융·복합 연구를 강화하였음. □ 해당 세부전공분야의 기여 : LCE 접착 연구에서 내부 감쇠 vs. 수소결합 기여도를 정량적으로 비교·규명하여, 피부 부착형 의료 패치, 반도체 공정용 보호 테이프 등 열에 민감한 환경에서도 적용 가능한 비열적 가역 접착 기술 제시함.						
1			이공계열	생물공학-응용화학공학	저널논문	② Effect of reduced atmospheric pressures on the morphology and astaxanthin biosynthesis of microalga <i>Haematococcus lacustris</i> ③ Biotechnology and Bioprocess Engineering ④ 29, 1131-1140 (2024) ⑤ 0 ⑥ 2024.09 ⑦ doi.org/10.1007/s12257-024-00145-y	
	□ IF 3, JCR분야 상위 46.89%(2024기준), Q2, Web of Science 인용횟수 1 □ 실적의 창의성·혁신성 : 본 연구는 기존 광, 영양소, 온도 등 전통적 배양 조건에서 벗어나 저기압이라는 새로운 물리적 변수를 도입해 미세조류의 생리 반응 메커니즘을 규명하였음. 이를 통해 화학적 처리 없이 저에너지 공정을 활용하여 아스타잔틴 생산성을 향상시키고, 고부가가치 천연색소를 생산할 수 있는 지속가능한 기술을 제시함으로써 학문적 창의성과 산업적 혁신성을 확보하였음. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 본 연구는 환경공학, 생명공학, 화학공학을 융합한 다학제적 접근을 통해 저기압이라는 새로운 변수를 탐구하였음. 특히 우주 및 극한 환경에서의 생명 유지 시스템 설계 등으로의 응용 가능성을 제시하며 국제 공동연구의 확장성을 보여주었음. 이는 미세조류 기반의 산업화와 연결되어 산업적 파급력이 크며, 화공 융합 분야를 선도하는 글로벌 교육연구단의 비전과 성장 목표를 뒷받침함. □ 해당 세부 전공 분야의 기여 : 저압 기반 바이오리액터 설계 등 새로운 산업 분야의 기반 기술로 확장 가능하며, 건강기능식품, 화장품, 제약 등 고부가가치 산업에서의 활용을 통해 해당 세부 전공 분야의 발전과 기여 가능성을 입증하였음.						
	2			이공계열	생물공학-응용화학공학	저널논문	② Enhanced Cell Growth and Astaxanthin Production in <i>Haematococcus lacustris</i> by Mechanostimulation of Seed Cysts ③ Applied sciences

						④ 2024, 14(22), 10434
						⑤ 0
						⑥ 2024.11
						⑦ doi.org/10.3390/app142210434
						□ IF 2.5, JCR분야 상위 28.57%(2024기준), Q2, Web of Science 인용횟수 1 □ 실적의 창의성·혁신성 : 본 연구는 <i>Haematococcus lacustris</i>의 종자낭 발아를 촉진해 성장성과 아스타잔틴 생산성을 높이는 새로운 전략을 제시하였음. 기존 화학·환경적 스트레스 방식은 세포 생존율 저하, 고비용, 환경오염 문제를 야기함. 본 연구는 미세유체칩으로 미세 기계적 자극을 가해 세포 밀도 44.5%, 아스타잔틴 생산성 21% 향상, 세포 생존율 95% 이상을 달성, 친환경적·지속가능한 혁신 기술을 확보하였음. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 본 연구는 환경공학, 생명공학, 화학공학을 융합한 다학제적 접근을 통해 수행되었으며, 세포 생리학, 기계적 자극 제어, 미세유체 공정 설계 등 다양한 분야가 결합된 전형적인 융합 연구임. 특히 지능 기반의 실험 설계와 분석을 통해 효율적이고 정밀한 연구를 가능하게 하였음. □ 해당 세부 전공 분야의 기여 : 기계적 자극에 의한 발아 메커니즘과 ROS 반응, 형태 변화를 규명하였음. 아스타잔틴을 친환경적으로 생산해 건강기능식품, 화장품, 제약 등으로의 응용 가능성을 제시하고, 대규모 바이오리액터 설계와 상용화 공정 개발의 기초 자료를 제공함.
3			이공계열	생물공학-응용화학공학	저널 논문	② Enhanced astaxanthin production in <i>Haematococcus lacustris</i> by electrochemical stimulation of cyst germination
						③ Bioresource Technology
						④ 411 (2024) 131301
						⑤ 0
						⑥ 2024.11
						⑦ doi.org/10.1016/j.biortech.2024.131301
						□ IF 9, JCR분야 상위 5%(2024기준), Q1, Web of Science 인용횟수 5 □ 실적의 창의성·혁신성 : 본 연구는 <i>Haematococcus lacustris</i>의 휴면 종자낭 발아를 전기화학적 자극으로 촉진하여 성장성과 아스타잔틴 생산성을 동시에 향상시키는 비화학적 친환경 전략을 제시하였음. 최적 조건(2V, 60분)에서 발아율 2.2배, 아스타잔틴 함량 73%, 생산성 52% 향상 등 우수한 성과를 달성하였으며, 기존 화학·환경적 스트레스 기반 방식의 한계를 극복한 혁신적 기술임. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 환경·생명·화학공학을 아우르는 융합연구로, 세포 생리학, 전기화학 반응, 광생물반응기 설계를 통합하였음. 지능형 설계와 분석으로 효율적이고 정밀한 연구를 수행하며 교육연구단의 글로벌 성장을 뒷받침함. □ 해당 세부 전공 분야의 기여 : 전기화학적 자극에 의한 발아 메커니즘을 규명하고 ROS 반응을 분석하여 미세조류 생리학의 새로운 연구 방향을 제시하였음. 아스타잔틴을 비화학적·친환경

	적 방식으로 생산해 건강기능식품, 화장품, 제약산업 등으로의 응용 가능성을 확보하고, 대규모 바이오리액터 설계 및 상용화의 기초 자료로 제공할 수 있음.					
1			이공계 열	공정시스 템공학	저널 논문	② Synergizing Autothermal Reforming Hydrogen Production and Carbon Dioxide Electrolysis: Enhancing the Competitiveness of Blue Hydrogen in Sustainable Energy Systems
						③ Chemical Engineering Journal
						④ 499, 156688
						⑤ 0
						⑥ 2024.11
						⑦ doi.org/10.1016/j.cej.2024.156688
	□ IF 13.2, SCI 카테고리 중 ENGINEERING, ENVIRONMENTAL 분야에서 상위 3.61%, Q1, Google Scholar 기준 8회 인용(2025.09) □ 업적물의 창의성·혁신성: 본 연구는 자열개질(ATR) 기반 블루 수소 생산과 고체산화물 CO₂ 전해 공정을 통합한 새로운 시스템을 제안하고 최적의 공정 구성과 운전 조건을 도출하였음. 제안된 통합 공정은 기존 블루 수소 생산 대비 에너지 효율, 경제성, 환경성이 향상되었으며, 재생에너지 전력의 간헐성과 CO₂ 전해 기술의 불확실성을 고려하였을 때도 높은 산업적 타당성이 확보되었음. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성: 본 연구는 교육연구단의 융합적 연구 목표와 부합하며, 지속 가능한 저탄소 에너지 시스템을 위한 융합적 접근을 통해 국제적 경쟁력을 높임. □ 해당 세부 전공 분야의 기여: 본 연구는 블루 수소 생산 공정에서 CO₂ 전해 기술을 적용하여 저탄소 수소 공급망 구축에 중요한 토대를 제공할 것으로 기대됨.					
2			이공계 열	공 정 시 스 템공학	저널 논문	② Power Generation System Utilizing Cold Energy from Liquid Hydrogen: Integration with a Liquid Air Storage System for Peak Load Shaving
						③ Energy
						④ 306, 132351
						⑤ 0
						⑥ 2024.10
						⑦ doi.org/10.1016/j.energy.2024.132351
	□ IF 9.4, SCI 카테고리 중 THERMODYNAMICS 분야에서 상위 3.8%, Q1, Google Scholar 기준 19회 인용(2025.09) □ 실적의 창의성·혁신성: 본 연구는 LH₂ 기화 발전 과정에서 발생하는 극저온에너지를 회수하여 전력 생산에 활용하면서, 전력 수요 변동성과 수소 수요 불일치 문제를 해결하기 위해 액체공기 에너지저장(LAES)을 통합한 새로운 시스템을 제안함. 무저장, 부분저장, 전저장 세 가지 구성을 비교한 결과, 전저장 시스템은 운전 모드 전환이 불필요하고 저장 용량이 커 피					

	크·비피크 간 전력 생산 차이를 4.53 MW까지 확보하였으며, 초기 투자비가 크더라도 정부 보조금을 고려할 때 가장 높은 경제성을 달성함. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성: 본 연구의 LH₂ 기반 발전과 LAES 통합은 융합과 지능의 교육목표에 부합하며, 지속 가능한 화공 에너지 시스템 연구에 기여함. □ 해당 세부 전공 분야의 기여: 제안된 시스템은 재생에너지 변동성 대응과 전력 시장 유연성을 동시에 확보할 수 있는 방안을 제시하여, 수소 기반 에너지 인프라의 경제성과 안정성 강화를 통해 산업 경쟁력 제고에 기여할 것으로 기대됨.						
3			이공 계열	공정 시스템 공 학	저널 논문	② Carbon sequestration with enhanced gas recovery (CSEGR) for a novel natural gas value chain: synergy with cold energy utilization ③ Energy ④ 313, 133994 ⑤ 0 ⑥ 2024.12 ⑦ doi.org/10.1016/j.energy.2024.133994	
	□ IF 9.4, SCI 카테고리 중 THERMODYNAMICS 분야에서 상위 3.8%, Q1, Google Scholar 기준 6 회 인용(2025.09) □ 실적의 창의성·혁신성 : 본 연구는 LNG 기화 과정에서 발생하는 극저온에너지를 회수하여 액화 공정에 재활용하고, 동시에 CO₂ 를 가스전에 주입해 천연가스 생산을 증대시키는 LCO₂ MR 공정을 제안함. C3MR 대비 단순한 구조와 낮은 에너지 요구로 에너지 소비를 970에서 815 kJ/kg LNG로 줄였으며, 탄소세를 고려할 때 연간 비용이 18.94% 낮고, 전 과정 CO₂ 배출량을 53.33% 저감하며, 가스 생산량을 81.67 ton/h 증가시키는 성과를 도출함. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : LCO₂ MR 공정은 융합과 지능을 기반으로 한 화공 시스템 혁신 연구로, 교육연구단의 비전과 목표에 부합함. □ 해당 세부전공분야의 기여 : 제안된 공정은 LNG 가치사슬에서 에너지 효율, 경제성, 환경성을 동시에 개선할 수 있는 전략을 제시하여 청정 가스 산업 발전과 탄소중립 실현에 기여할 것으로 기대됨.						
	1			이공 계열	화학공학	저널 논문	② Investigation into shear-thinning behavior in wet spinning of carbon nanotube fibers modeled by power law viscosity model ③ Carbon ④ 232, 119766 ⑤ 0 ⑥ 2025.01 ⑦ 10.1016/j.carbon.2024.119766

					□ IF 11.6, SCI 카테고리 중 MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY 분야에서 상위 10.2%, Q1 □ 업적물의 창의성 · 혁신성: 전단-박화 거동을 기반으로 CNT 분산액의 유동 특성을 정량 분석하고 이를 섬유 습식방사 가능성 평가로 연결하는 새로운 접근법을 제시함. 특히 power law viscosity 모델을 CNT 분산액에 적용하여 점도 지수(n 값)를 활용한 방사성 평가 체계를 구축하고, 전단-박화가 강할수록 CNT 간 상호작용으로 섬유 내 구조적 무결성과 방사성이 향상됨을 입증함. □ 교육연구단의 비전과 부합성: 거시적 유동, 미시적 네트워크, 나노 수준 상호작용을 아우르는 멀티스케일 융합 연구 강화. □ 세부전공 기여: CNT 섬유 방사 최적화를 위한 지침 제공, 섬유 · 필름 · 에어로젤 등 CNT 구조체 제작에도 적용 가능한 보편적 프레임워크 제시.
2			이공계열	화학공학	저널 논문 ② Data analytics approach to evaluating the impact of acetylene and ethylene precursors on the crystallinity of carbon nanotubes synthesized in a fluidized bed reactor ③ Carbon Letters ④ 35, 199 ⑤ 0 ⑥ 2024 ⑦ doi.org/10.1007/s42823-024-00782-6 □ IF 5.8, SCI 카테고리 중 MCHEMISTRY, MULTIDISCIPLINARY 분야에서 상위 23.01%, Q1 □ 업적물의 창의성 · 혁신성: 전유동층 반응기에서 아세틸렌 · 에틸렌(및 혼합물)의 영향을 데이터 분석과 Bayesian optimization으로 최적화 · 정량 비교하여, 단일 조건 비교의 한계를 넘는 공정-매개변수-결정성(IG/ID) 인과 분석 프레임워크를 제시한 점이 창의적이다. 그리고 단일 요인 비교의 한계를 넘는 데이터-구동 공정 지형도를 구축한 점이 창의적이다. 전구체, 온도, H₂ 농도의 정량적 영향(온도 ↑, H₂ ↓)을 일반화하고, 혼합 전구체의 시너지 부재를 실증하여 전구체 선택의 합리 기준을 제공한다. 다중회귀 · 윤곽도 해석을 통해 온도는 양(+), 수소 농도는 음(-)의 영향을 보편적으로 규명하고, 전구체 간 유의미한 결정성 차이와 상승효과가 크지 않음을 입증했다. □ 교육연구단의 비전과 부합성: Knowledge 기반의 접근과 Data-driven engineering을 융합하여 멀티스케일 연구 강화 □ 세부전공 기여: 고결정 CNT의 재현성 있는 대량생산 창(window) 설정과 전구체 선택의 합리화를 가능케 하여, 탄소 재료 분야에서 실험 설계의 표준화 · 일반화에 기여한다.
3			이공계열	화학공학	저널 논문 ② Influence of Ethylene Thermal Decomposition on Carbon Nanotube Growth: Insights from a Two-Zone Reactor Study ③ Nanoscale ④ 17, 18614 ⑤ Jaegun Lee

					⑥ 2025	
					⑦ doi.org/10.1039/d5nr02143j	
	□ IF 5.1, SCI 카테고리 중 PHYSICS, APPLIED 분야에서 상위 24.06% (2024기준), Q1 □ 실적의 창의성·혁신성 : 본 연구의 창의성과 혁신성은 탄소원(C2H4)의 기상 열분해(Tp)와 촉매 성장 온도(Tg)를 독립적으로 제어하는 2-존(two-zone) 반응기를 구현해 두 효과를 분리·정량화하고, Bayesian optimization으로 표준 합성 조건을 먼저 확립한 뒤 micro-GC 가스 분석과 통계 검정을 결합해 “라디칼 농도-탄소 공급/침전 속도-결정성(IG/ID)”의 인과 사슬을 실험적으로 입증한 데 있다. 특히 700-900도 구간에서 탄소·수소 라디칼의 동시 생성과 소거(예칭)가 수율과 결정성을 상반되게 좌우한다는 라디칼 기반 성장 모델을 제시하여, 성장 온도를 올리지 않고도 가스상 화학 조절만으로 CNT 품질을 정밀 제어할 수 있음을 보여준다. 나아가 동일 촉매 상태(코발트 환원도 불변)를 유지한 채 기상 화학만을 설계 변수로 추출했기 때문에, 다양한 CVD 시스템에 이식 가능한 일반화된 공정-설계 프레임을 제공한다는 점에서 학술적·산업적 파급효과가 크다. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 탄소소재 분야와 data analytics의 융합을 통해 멀티스케일의 융·복합 연구를 강화하였음. □ 해당 세부 전공 분야의 기여 : 본 연구는 CNT 성장 메커니즘을 ‘촉매 중심’에서 ‘가스상 화학 중심’으로 확장하고, 이를 바로 전극화로 연결하는 통합 공정-구조-성능 프레임을 구축했다는 점에서 세부 전공 분야의 핵심 진전을 이끍니다.					
1			이공계 열	응용화학 공학	저널 논문	
						② Designing bifunctional cosolvent-based electrolyte to optimize anion-cation associations for a stable electrode-electrolyte interphase in high-nickel li-metal batteries
						③ Chemical Engineering Journal
						④ 506, 160012
						⑤ 0
						⑥ 2025.1
						⑦ doi.org/10.1016/j.cej.2025.160012
		□ IF 13.2, JCR분야(Engineering, environmental) 상위 3.0%(2024기준), Q1 □ 업적물의 창의성·혁신성 : MTFEE를 리튬이온배터리 내 액체 전해질의 bifunctional cosolvent로 도입하여 메톡시기가 Li 양이온과 약하게 상호작용하여 더 많은 음이온이 리튬 양이온과 상호작용하도록 하여 anion-cation association을 유도함. 계산 과학을 통해 cosolvent 도입에 따른 용매-이온 배위 변화를 확인하였으며, 이러한 상호작용을 기반으로 산화 안정성, 이온 전도도, 계면 안정성, 리튬 증착 균일성을 향상시켜 성능 향상에 기여함. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 새로운 불소화 에테르계 용매를 설계하여 분자구조, 용매화구조, 전극 계면에 대한 영향을 실험 및 계산 과학을 통한 교차 검증/분석하여 셀 안정성 확보까지 이어지는 멀티스케일적 분석 체계를 확립함.				

	□ 해당 세부 전공 분야의 기여 : 양극, 음극 양쪽 계면을 동시에 안정화하는 bifunctional cosolvent 설계 원리를 제시하고 그 메커니즘을 제시함으로써 리튬메탈 전지 상용화의 계면 안정성 병목 현상 해결을 위한 전략을 제공할 수 있었음.					
			이공계열	응용화학공학	저널 논문	② Rationally Designed Binder with Polysulfide-Affinitive Moieties and Robust Network Structures for Improved Polysulfide Trapping and Structural Stability of Sulfur Cathode ③ Small ④ 21, 2407224 ⑤ 0 ⑥ 2025.5 ⑦ doi.org/10.1002/sml.202407224
2	□ IF 12.1, JCR분야 (Material science, multidisciplinary) 상위 9.0%(2024기준), Q1 □ 실적의 창의성·혁신성 : LiPS의 음전하, 양전하 부분과 신규 합성된 고분자 바인더의 양전하, 상대적 음전하 작용기 간의 정전기적 상호작용을 유도하고, 3D 네트워크를 형성해 기계적 안정성과 전해질 내 안정성을 동시에 확보함. 분광학적 분석과 계산 과학을 통한 메커니즘 규명을 통해 바인더 설계 효과를 입증하였으며, 구조적 분석과 전기화학적 성능 분석을 교차 검증하여 인과관계를 실증하였음. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 생체유래 물질을 활용한 수계 공정으로 합성한 고분자 바인더를 전극 미세구조를 안정화시키고 전극 계면, 전지 내 확산/반응속도 개선으로 이어지는 다학제 연계를 구현하고, 실험 및 이론적 분석을 통합해 멀티스케일 융합 화공인재 양성 비전에 부합함. □ 해당 세부 전공 분야의 기여 : LiPS 친화 작용기와 강인성 네트워크 구조의 바인더 설계 원리를 제시하여 전극 구조 보존과 LiPS 셔틀 억제/전환 가속/손실 최소화를 동시에 달성해 고황전해 조건에서도 사이클 안정성의 확보 가능성을 제시함. 특히, 작용기의 상호작용 원리를 메커니즘으로 최초로 규명함에 따라 향후 연구의 방향성을 제시하는 연구가 되었음.					
3			이공계열	응용화학공학	저널 논문	② Tailoring surface chemistry of MXene/Cationic dye hybrids for enhancing electrocatalytic adsorption and conversion of polysulfide in lithium sulfur batteries ③ Journal of Power Sources

					④ 657, 238144
					⑤ 0
					⑥ 2024.10
					⑦ doi.org/10.1016/j.jpowsour.2025.238144
					□ IF 7.9, JCR분야(Electrochemistry) 상위 14.8%(2024기준), Q1 □ 실적의 창의성·혁신성 : MXene에 염료를 정전기를 활용한 자가조립 후 수열처리로 형태 제어와 부분적으로 원하는 원소를 도핑시킴. 그 결과, mesopore를 확보하고 MXene 층간거리 확대를 통한 Li 양이온 수송과 LiPS 접근성을 개선하여 전기화학적으로 활성화 에너지 및 저항을 감소시켜 Li 양이온의 확산 속도를 향상시켜 고율에서도 가역성을 유지할 수 있었음. 특히, LiPS 전환에 촉매로서 우수한 성능을 보였으며, 계산 과학을 활용한 분석에서도 실험 결과와 일치하는 결과를 보여 분석의 신빙성을 확보하였음. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 2D MXene의 도핑, 형태 제어를 통한 전극/셀 반응속도까지 이어지는 다학제 설계를 실험과 계산을 통해 교차 검증하여 멀티스케일 융합 화공 인재 양성 비전에 부합함. □ 해당 세부 전공 분야의 기여 : 염료를 활용하여 MXene의 성능을 향상시킴으로써 촉매형 호스트 물질을 설계할 수 있었으며, 리튬황 전지의 상용화의 핵심 병목인 LiPS의 셔틀거동 및 낮은 전환속도 문제를 공정친화적으로 완화하는데 기여함.
1		이공계열	결정학	저널 논문	② Preparation of TiO ₂ /α-Fe ₂ O ₃ @SiO ₂ Nanorod Heterostructures and Their Applications for Efficient Photodegradation of Methylene Blue
					③ Crystals
					④ 15(3), 277
					⑤ 0
					⑥ 2025.03
					⑦ doi.org/10.3390/cryst15030277
					□ IF 2.4, Crystallography 분야 상위 35.48 % (Q2) □ 업적물의 창의성·혁신성: α-Fe₂O₃/SiO₂/TiO₂ 코어-버퍼-셸 이중접합으로 응집/불량상(FeTiO₃)을 억제하였고, 아나타스/루틸, Ti³⁺, 표면전하를 공정변수로 통합 제어하여 정공 주도 메커니즘을 실험으로 입증함. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성: 합성-구조특성-환경응용을 하나의 설계 프레임으로 융합하였으며, 실사용 조건과 융합을 통해 응용능력을 강화하였음. □ 해당 세부전공분야의 기여: SiO₂ 버퍼를 활용한 상 계면 제어를 함으로써 환경 정화 응용을 위한 나노 물질 합성에 대해 설계 원리 지침을 제공함.
1		이공계열	화학공학	저널 논문	② Multi-scale computational screening

						of all-silica zeolites for adsorptive separation of ternary (H ₂ S/CO ₂ /CH ₄) mixtures ③ Chemical Engineering Journal ④ 496, 154116 ⑤ 0 ⑥ 2024,09 ⑦ doi.org/10.1016/j.cej.2024.154116
						□ IF 13.2, JCR ENGINEERING, CHEMICAL 분야 상위 4.3%(2024 기준), Q1, Web of Science 인용 횟수 3 □ 업적물의 창의성·혁신성: 천연가스 정제를 위한 삼원 혼합가스(H₂S/CO₂/CH₄) 분리 문제를 해결하기 위해, 분자 시뮬레이션-공정모사-최적화를 통합한 멀티스케일 계산 접근법을 제시하였다. 기존 문헌에서 보고된 제올라이트를 대상으로 분리 성능을 예측하고, 확장 이중 부위 Langmuir-Freundlich 모델(EDSLF)과 GCMC 결과를 비교 검증하여 고도의 신뢰성을 확보하였다. 또한, 유전 알고리즘 기반 공정 최적화를 통해 실제 공정 적용 가능성이 높은 후보 소재(APC형 제올라이트)를 발굴함으로써 흡착제-공정 통합 설계 연구의 새로운 방법론을 제시하였다. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성: 소재-공정 융합을 통해 거시적(Macroscopic) 공정 최적화, 미시적(Microscopic) 등온선 모델링, 분자 수준(Molecular-scale) 시뮬레이션을 연계하는 “3M” 멀티스케일 융·복합 연구를 구현하였다. 이는 교육연구단이 지향하는 소재-공정 통합 기반의 차세대 에너지·환경 기술 개발 목표와 부합한다. □ 해당 세부전공분야의 기여: 본 연구는 고농도 황화수소와 이산화탄소 동시 제거가 요구되는 천연가스 업그레이딩 분야에 기여하며, 공정 최적화 결과를 통해 경제성과 효율성을 동시에 고려한 설계 지침을 제공한다. 특히 APC형 제올라이트의 우수한 산성가스 제거 능력을 규명함으로써, 흡착 기반 천연가스 정제 분야에 중요한 기여를 할 것으로 기대된다.
2			이공계열	화학공학	저널 논문	② Modeling, screening, and techno-economic evaluation of metal-organic frameworks for boil-off gas capture during intercontinental transportation of LNG ③ Chemical Engineering Journal ④ 507, 160517 ⑤ 0 ⑥ 202503 ⑦ doi.org/10.1016/j.cej.2025.160517 □ IF 13.2, JCR ENGINEERING, CHEMICAL 분야 상위 4.3%(2024 기준), Q1 □ 업적물의 창의성·혁신성: 대륙 간 LNG 운송 중 발생하는 boil-off gas(BOG) 손실 문제를 해결하기 위해, 금속-유기 골격체(MOF)를 활용한 고압·저온 흡착 공정을 새롭게 제안하였다. 이를 위해 고처리량 멀티스케일 계산 캠페인을 수행하여 고성능 MOF 소재를 발굴하고, 공정 최적화를 통해 기존 재액화 기반 처리법보다 에너지·경제적으로 우수한 대안을 제시하였다. 특히, 최적 흡착제를 적용한 공정은 8일 및 13일 운송 기간에서 연간 \$0.3-1.6 million/ship의 비용 절감 효과를 달성할 수 있음을 입증하여, LNG 운송 효율성을 크게 향상시킬 수 있는 혁신

	신적 방법론을 제시하였다. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성: 본 연구는 소재-공정 통합을 통한 멀티스케일 융합 연구를 실현하였다. 분자 수준(Molecular-scale)에서 MOF 흡착 특성을 규명하고, 미시적(Microscopic) 모델링과 거시적(Macroscopic) 공정 경제성 평가를 연계함으로써, 교육연구단이 지향하는 “3M(분자-미시-거시)” 연구 비전과 목표에 부합한다. □ 해당 세부전공분야의 기여: LNG 장거리 수송에서 발생하는 BOG 문제를 해결하기 위한 새로운 소재-공정 융합 해법을 제시하였다. MOF 흡착제를 적용한 최적 공정은 기존의 재액화 기술보다 경제적이고 친환경적인 대안으로 평가되며, 향후 에너지 운송·저장 분야에서 실질적인 기여를 할 것으로 기대된다.					
3			이공계열	화학 공학	저널 논문	② CoRE MOF DB: A curated experimental metal-organic framework database with machine-learned properties for integrated material-process screening ③ Matter ④ 8, 102140 ⑤ 0 ⑥ 202506 ⑦ doi.org/10.1016/j.matt.2025.102140
	□ IF 17.5, JCR MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY 분야 상위 5.9%(2024 기준), Q1, Web of Science 인용횟수 16 □ 업적물의 창의성·혁신성: 4만 개 이상의 실험 기반 MOF 구조를 체계적으로 정리·검증하고, 머신러닝으로 예측한 안정성·열용량 등 물성치를 포함한 차세대 CoRE MOF 데이터베이스를 구축하였다. 또한, GCMC·AIMD·TSA 시뮬레이션을 연계한 멀티스케일 스크리닝을 통해 기존 대표 소재(CALF-20)를 능가하는 CO₂ 포집 후보를 발굴함으로써 소재-공정 통합 설계 연구의 새로운 패러다임을 제시하였다. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성: 분자 수준(구조 정제·시뮬레이션), 중간 수준(머신러닝 물성 예측), 공정 수준(TSA 모사)까지 연계하는 멀티스케일 융합 연구를 수행하였으며, 이는 교육연구단의 3In(융합·지능·연결) 및 3리(융합·국제·파급) 목표에 부합한다. □ 해당 세부전공분야의 기여: 본 연구는 대규모 MOF 데이터셋을 기반으로 고성능 CO₂ 포집 소재를 선별하고 공정 적용 가능성을 평가하여, 탄소 포집 및 기후변화 대응 소재 연구의 핵심 인프라를 제공하였다. 특히 안정성·친수성·공정 적합성까지 고려한 선별 기준을 확립하여, 향후 소재-공정 연계 탄소중립 기술 발전에 크게 기여할 것으로 기대된다.					

			이공계열	고분자공학	저널 논문
					② L-Threonine-Derived Biodegradable Polyurethane Nanoparticles for Sustained Carboplatin Release
					③ Pharmaceuticals
					④ 17(28), 15
					⑤ 0
					⑥ 2024.12
					⑦ doi.org/10.3390/pharmaceutics17010028
1					□ IF 5.5, SCI 카테고리 중 PHARMACOLOGY & PHARMACY 분야에서 상위 9.66%, Q1 □ 업적물의 창의성·혁신성: 기존 항암제 전달 시스템은 약물 방출 조절이 어려워 부작용과 효능 저하의 문제가 있었음. 본 연구에서 L-Threonine 기반 생분해성 폴리우레탄 나노 입자 (LTPU NPs)를 개발해 물-기름-물 이중 에멀전 및 용매 증발법을 통해 균일하고 생분해성이 우수한 나노입자를 합성함. 해당 입자는 카르보플라틴 내제화 효율이 높고 지속적인 방출이 가능해 항암제의 효과를 극대화하고 부작용을 최소화할 수 있음. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성: 소재/공정 응용을 통해 거시적(Macroscopic), 미시적(Microscopic), 분자수준 (Molecular 또는 Nanoscale), 즉 3M을 아우르는 멀티스케일의 융·복합 연구를 강화하였음. □ 해당 세부전공분야의 기여: L-Threonine 기반 생분해성 폴리우레탄 나노입자 기술은 항암제 지속 방출을 위한 차세대 약물 전달이 가능하고 생분해성과 생체적합성을 동시에 구현할 수 있다는 점에서 미래 디스플레이, 바이오, 의료 소재 및 친환경 고부가 가치 산업으로의 확장성을 보유함.
1			이공계열	응용화학공학	저널 논문
					② Controlled Synthesis of PtRe and NiRe Bimetallic Catalysts for Enhanced Biomass Hydrogenation
					③ Energy & Fuels
					④ 38(17), 16458
					⑤ 0
					⑥ 2024.10
					⑦ doi.org/10.1021/acs.energyfuels.4c02475
					□ IF 5.3, JCR분야 상위 24.0%(2024기준), Q1, Web of Science 인용횟수 3 □ 실적의 창의성·혁신성: 바이오유래 함산소 화합물의 선택적인 C-O 절단을 위한 수소첨가분해 반응용 M-ReOx 이원금속 촉매를 정밀하게 조절된 계면을 가진 활성점을 가지도록 합성하는 방법론을 제시하고, 미세구조 분석법을 통하여 검증함. 본 연구의 결과는 다양한 바이오매스 전환용 촉매 합성법에 적용될 수 있음. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성: 본 연구는 화학/소재 응용을 기반으로 한 융합 연구로서, 본 연구는 특히 바이오에너지 및 환경 분야에 기여할 수 있는 융합 연구임.

	□ 해당 세부 전공 분야의 기여 : 바이오매스 유래 화합물의 C-O 카르보닐 결합을 선택적으로 활성화하고, 절단하는 촉매 개발은 바이오퍼이너지 공정 상용화를 위한 필수 과제이며, 본 연구는 이러한 필수 촉매 설계/합성에 중요한 insight를 제시함.				
2			이공계열	응용화학공학	저널 논문 ② Selective one-pot chemical recycling of PET waste to xylene monomers: insights into a Ru/TiO₂ catalyst design and interfacial dynamics in a biphasic system ③ Green Chemistry ④ 27(8), 2203 ⑤ 0 ⑥ 2025.01 ⑦ doi.org/10.1039/D4GC04762A
	□ IF 9.8, JCR분야 상위 13.39%(2024기준), Q1, Web of Science 인용횟수 2 □ 실적의 창의성·혁신성 : 본 연구는 폐 PET를 수소첨가분해 반응 경로로 해중합하여 99%의 높은 선택도로 BTX (벤젠, 톨루엔, 자일렌) 케미컬로 전환하는 Ru/TiO₂ 촉매 설계 및 고체/용매/PET 에멀전 계면 조절에 관한 연구임. 나노구조 촉매 설계와 피커링 에멀전 계면 도입으로 기존의 화학경로에서는 구현되지 않는 새로운 생성물과 높은 반응 효율을구현함. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 본 연구는 폐플라스틱 화학적 재활용, 나노구조 촉매 설계, 반응 키네틱스 해석이라는 멀티스케일 융복합 연구를 강화하고 에너지 혁신 융합 연구의 비전과 잘 부합함. □ 해당 세부 전공 분야의 기여 : 이 연구에서 제시된 수소첨가분해 반응 기반 폐플라스틱 해중합 연구는 폴리올레핀, 나일론 등 다양한 플라스틱 해중합 공정에 적용될 수 있음.				
3			이공계열	응용화학공학	저널 논문 ② Integrated strategy for PET recycling: Efficient production of H₂ and BTX from PET waste via aqueous phase reforming and subsequent catalytic hydrodeoxygenation ③ International Journal of Hydrogen Energy ④ 148, 149890 ⑤ 0 ⑥ 2025.07 ⑦ doi.org/10.1016/j.ijhydene.2025.06.080
	□ IF 7.7, JCR분야 상위 13.64%(2024기준), Q1, Web of Science 인용횟수 0 □ 실적의 창의성·혁신성 : 본 연구는 폐PET로부터 수소를 생산하는 액상수상개질 반응과 생성된 수				

					소를 활용하여 PET를 직접 BTX로 전환하는 수소첨가반응을 한 반응기에서 구현한 연구임. 기존의 PET 수소첨가반응에 필요한 수소를 직접 PET로부터 생성하여 PET 재활용의 완전한 Closed loop 기술을 혁신적으로 구현했음. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 본 연구는 페플라스틱 화학적 재활용, 나노구조 촉매 설계, 반응 키네틱스 해석이라는 멀티스케일 융복합 연구를 강화하고 에너지 혁신 융합 연구의 비전과 잘 부합함. □ 해당 세부 전공 분야의 기여 : 본 연구는 PET의 EG 성분으로부터 수소를 생산하여 PET 해중합 환원제로 사용한 혁신적인 반응 개념을 사용한 연구 결과로 다양한 플라스틱 해중합 연구에 적용될 수 있음.
			이공계열	재료	저 널 논 문 ② Corrosion-resistant and fluorescent thiol-epoxy 'click' coatings reinforced with hydrophobic Ndoped carbon dots ③ Journal of Materials Chemistry A ④ 13, 23680-23695 ⑤ 0 ⑥ 2025.06 ⑦ doi.org/10.1039/d5ta01557j
1					□ IF 9.5, JCR분야 상위 13.7%(2023기준), Q1 □ 실적의 창의성·혁신성 : 이 연구는 질소 도핑된 탄소점(N-doped Carbon Dots, NCDs)을 친환경적인 티올-에폭시(thiol-epoxy) 수지 시스템에 최초로 도입했다는 점에서 큰 창의성과 혁신성을 가지며, 기존의 에폭시 보강재로는 무기 필러, 탄소 나노튜브, 그래핀 등이 주로 사용되었으나, 본 연구에서는 수용액 기반 하이드로열 합성법으로 제조된 NCDs를 적용하여 친환경적이고 저온·무용매 공정을 구현하여 NCDs의 형광 특성을 활용하여 분산 상태를 실시간으로 모니터링할 수 있다는 점은 소재 제조 과정의 품질 관리(quality control)에 새로운 가능성을 제시한 점이 독창적임. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 소재/환경/응용의 연결 및 융합을 통해 멀티스케일 융합 화공 인재 양성 비전에 부합함. □ 해당 세부 전공 분야의 기여 : N-도핑 탄소점을 티올-에폭시 수지에 도입하여 기계적 강도, 열팽창 안정성 및 내식성을 동시에 향상시킴으로써, 향후 해양 환경 보호 코팅 및 지속가능한 고성능 복합재료 분야에서 활용될 것으로 전망됨
2			이공계열	재료	저 널 논 문 ② Adhesion properties of thiol-acrylate-epoxy polymer networks based on thiol-epoxy 'click' chemistry ③ International Journal of Adhesion and Adhesives ④ 138, 103900 ⑤ 0

						⑥ 2025.03
						⑦ doi.org/10.1016/j.ijadhadh.2024.103900
	□ IF 3.5, JCR ENGINEERING, CHEMICAL 분야 상위 42.86% □ 실적의 창의성·혁신성 : 이 연구는 티올-아크릴레이트 세그먼트를 티올-에폭시 “click” 반응으로 에폭시 수지 네트워크에 도입하여 기계적 강도를 크게 향상시킨 점에서 창의성과 혁신성이 돋보인다. 단일 및 이중 경화 공정을 비교하여 공정 조건과 물성의 상관관계를 밝힘으로써 산업적 적용 가능성을 제시함. 특히 인장강도와 lap shear strength가 크게 향상된 결과는 고성능 접착제 개발에 기여할 수 있는 의미 있는 연구로 평가됨 □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 소재/환경/응용의 연결 및 융합을 통해 멀티스케일 융합 화공 인재 양성 비전에 부합함. □ 해당 세부 전공 분야의 기여 : click 화학을 활용한 고분자 네트워크 설계를 제시하여 에폭시 수지의 기계적 물성 향상 가능성을 보여주었으며, 단일·이중 경화 공정을 비교 분석함으로써 공정 조건과 최종 물성 간의 상관관계를 제시하였음. 이를 통해 고성능 접착제 개발과 공정 최적화에 일정 부분 기여할 것으로 예상됨.					
1			이공계열	응용화학공학	저널 논문	② A facial strategy for synthesizing isorbide-based polyurethane structural adhesives and core-shell rubber
						③ SCIENTIFIC REPORTS
						④ 14.1.21018
						⑤ 0
						⑥ 2024.09
						⑦ doi.org/10.1038/s41598-024-72053-3
	□ IF 3.8 JCR분야 상위 18.52%(2024기준), Q1, Web of Science 인용횟수 1 □ 업적물의 창의성·혁신성 : 본 연구는 이소소르비드 기반 폴리우레탄 접착제와 코어-셸 고무를 쉽고 효율적인 방법으로 합성하는 새로운 접근법을 제시, 분자 설계를 최적화하고 고유한 단량체 구조를 활용함으로써 접착 강도와 기계적 인성을 동시에 향상시키는 창의적인 방법을 개발하였으며, 기존 폴리우레탄 시스템과의 차별화를 이루며, 분자 및 공정 단계 모두에서 혁신을 보여줌 □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 화학 및 고분자 공학 분야에 기능성 아크릴 말단기 적용을 통해 멀티스케일의 융·복합 연구를 강화하였음. □ 해당 세부 전공 분야의 기여 : 본 연구에서는 재생 가능한 자원과 맞춤형 코어-셸 강화 기술을 결합한 새로운 종류의 이소소르비드 기반 구조용 접착제를 도입함으로써 자동차, 항공우주, 전자 등의 분야에서 지속 가능한 플라스틱 및 고성능 소재의 적용에 크게 기여할 것으로 기대됨					
2			이공계열	응용화학공학	저널 논문	

						② Sustainable Polyamide Composites Reinforced with Nanocellulose via Melt Mixing Process
						③ Journal of Composites Science
						④ 8.10.419
						⑤ 1
						⑥ 2024.10
						⑦ doi.org/10.3390/jcs8100419
						□ IF 3.7 JCR분야 상위 61.8%(2023기준), Q2 □ 업적물의 창의성·혁신성 : 본 연구는 기존의 석유 기반 폴리아마이드 소재에 재생 가능한 바이오 자원인 나노셀룰로오스를 도입하여 지속 가능성과 성능을 동시에 추구하여 창의성을 보이고, 용액 공정이 아닌 melt mixing 공정을 활용하여 친환경적이고 대량 생산이 가능하나 제조 방법을 제안하여 공정 혁신성을 보여줌 □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 지속가능 소재 개발이라는 전 세계적 화두와 교육연구단의 친환경·첨단 소재 연구 비전에 정확히 부합하며 바이오 기반 원료를 접목한 기능성 소재 개발이라는 연구단 목표와 연계 가능함 □ 해당 세부 전공 분야의 기여 : 고분자 복합재 분야에서 기존 강화재(유리섬유, 탄소섬유 등)에 비해 경량, 친환경, 재생 가능한 강화재로서 나노셀룰로오스의 활용 가능성을 입증
3			이공계열	응용화학공학	저널논문	
						② Synthesis and physical properties evaluation of Thermal Interface Material (TIM) polyurethane adhesive containing metal fillers contents and the type of polyols
						③ Molecular Crystals and Liquid Crystals
						④ 769.2.255-267
						⑤ 0
						⑥ 2025.01
						⑦ doi.org/10.1080/15421406.2025.2450110
						□ IF 2.4 JCR분야 상위 61.3%(2023기준), Q2 □ 업적물의 창의성·혁신성 : 본 연구는 고분자 기반 Polyurethane(TIM) 접착제에 금속 필러를 도입하여 열전도성 및 기계적 성능을 동시에 향상시킨 점에서 창의적이며 전자소자·배터리 등 차세대 고발열 소자의 발열 문제 해결을 위한 맞춤형 TIM 소재 설계 전략을 제시하는 혁신성의 특징을 보임 □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 첨단 전자소재·고분자 융합소재 개발 비전과 부합하며, 특히 에너지 효율, 전자소자 안정성, 친환경 접착제 설계와 연계 가능함 □ 해당 세부 전공 분야의 기여 : 열전도성 고분자 소재 연구 분야에서 금속 필러 및 폴리올 구조 변화가 TIM 성능에 미치는 영향을 체계적으로 규명한 점이 학문적 기여 하였고 기존 실리콘 기반 TIM 대비, 우수한 접착력과 기계적 안정성을 제공하는 polyurethane 기반 TIM의 가능성을 입증함

1			이공계열	응용화학공학	저널논문	<table><tr><td>② Effect of urea on the linear and nonlinear rheological properties of human serum albumin hydrogels</td></tr><tr><td>③ Rheologica Acta</td></tr><tr><td>④ 63 (9-10)</td></tr><tr><td>⑤ 0</td></tr><tr><td>⑥ 2024.10</td></tr><tr><td>⑦ doi.org/10.1007/s00397-024-01467-7</td></tr></table> □ IF 2.3, SCI 카테고리 중 MECHANICS 분야에서 상위 44.12%, Q2 □ 업적물의 창의성·혁신성: Human Serum Albumin (HSA)은 생체적합성이 우수하여 다양한 하이드로젤 소재로 활용되고 있음. 본 연구에서는 HSA 기반 하이드로젤에 화학적 변성제인 우레아를 첨가했을 때 나타나는 선형 및 비선형 유변학적 거동을 규명하였으며, 이는 창의적이고 차별성 있는 시도로 평가할 수 있음. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성: 본 연구는 화학공학 분야의 다양한 스케일을 탐구하는 교육연구단의 비전과 목표와 잘 부합함. □ 해당 세부전공분야의 기여: 본 연구는 생체적합성 하이드로젤 연구 분야에서 유변학적 및 기계적 물성 분석을 통해 중요한 학문적·실용적 기여를 할 수 있을 것으로 기대됨.	② Effect of urea on the linear and nonlinear rheological properties of human serum albumin hydrogels	③ Rheologica Acta	④ 63 (9-10)	⑤ 0	⑥ 2024.10	⑦ doi.org/10.1007/s00397-024-01467-7
② Effect of urea on the linear and nonlinear rheological properties of human serum albumin hydrogels												
③ Rheologica Acta												
④ 63 (9-10)												
⑤ 0												
⑥ 2024.10												
⑦ doi.org/10.1007/s00397-024-01467-7												
2			이공계열	응용화학공학	저널논문	<table><tr><td>② Pivotal Role of Nanoparticle Distribution on Agile Steering of Magnetic Microrobots</td></tr><tr><td>③ Chemistry of Materials</td></tr><tr><td>④ 37(12)</td></tr><tr><td>⑤ 0</td></tr><tr><td>⑥ 2025.06</td></tr><tr><td>⑦ doi.org/10.1021/acs.chemmater.5c00290</td></tr></table> □ IF 7, SCI 카테고리 중 MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY 분야에서 상위 19.36%, Q1 □ 업적물의 창의성·혁신성: 마그네틱 로봇에 사용되는 나노입자의 경우 분산성이 매우 중요한 요소라 할 수 있으나 이를 정량적으로 평가할 수 있는 방법은 많지 않음. 본 논문에서는 나노입자의 분산성을 유변물성을 통해 규명하였으며, 이러한 접근법은 창의적이고 혁신적인 시도임. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성: 화학공학 분야의 다양한 스케일을 탐구하는 교육연구단의 비전과 목표와 잘 부합함.	② Pivotal Role of Nanoparticle Distribution on Agile Steering of Magnetic Microrobots	③ Chemistry of Materials	④ 37(12)	⑤ 0	⑥ 2025.06	⑦ doi.org/10.1021/acs.chemmater.5c00290
② Pivotal Role of Nanoparticle Distribution on Agile Steering of Magnetic Microrobots												
③ Chemistry of Materials												
④ 37(12)												
⑤ 0												
⑥ 2025.06												
⑦ doi.org/10.1021/acs.chemmater.5c00290												

	□ 해당 세부전공분야의 기여: 본 연구는 유변학 분야의 새로운 측정 기법인 LAOS를 활용하여 나노입자의 분산성을 정량적으로 평가할 수 있는 유용한 도구를 제시함. 이를 통해 나노입자의 활용 가능성을 확장할 수 있는 다양한 방안을 모색하는 데 기여할 수 있음.					
3			이공계 열	응용화 학공학	저널 논문	② Rheological characterization of optically clear adhesives using an in situ UV-rheometer : Insights from UV intensities and acrylate monomers ③ International Journal of Adhesion and Adhesives ④ 141 ⑤ 0 ⑥ 2025.08 ⑦ doi.org/10.1016/j.ijadhadh.2025.104069
□ IF 3.5, SCI 카테고리 중 ENGINEERING, CHEMICAL 분야에서 상위 42.35%, Q2 □ 업적물의 창의성·혁신성: OCA는 최근 각광받는 접이식 디스플레이에 필수적인 소재라 할 수 있는데, 특히 OCA가 경화되는 과정에서 나타나는 점탄성 거동을 규명하는 것은 매우 중요한 연구 주제임. 본 논문은 UV-레오미터를 활용하여 경화 과정 중 실시간으로 변화하는 OCA의 점탄성을 분석하였다는 점에서 창의적이고 혁신적인 의의를 지님. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성: 화학공학 분야에서 다양한 스케일을 탐구하는 교육연구단의 비전과 목표와 잘 부합함. □ 해당 세부전공분야의 기여: 경화 과정에서 OCA의 유변학적 특성을 실시간으로 분석하는 연구는 해당 분야에 새로운 지식을 제공하며, 이를 바탕으로 한층 향상된 OCA 소재 개발의 기반을 마련할 수 있음.						

(3) 연도별 연구비 수주액 목표 및 달성방안

- 본 교육연구단은 3단계 마지막 3년간 연평균 1인당(신임교수 제외) 2.01억원의 정부연구비 및 0.31억원의 산업체 연구비를 수주하였다(표 III-1). 한편, 연구비 내용을 보면, BK21 교육연구단 참여교수 주관으로 수주한 중대형연구 보다는 개인연구 또는 참여기관으로 수주한 연구가 대부분을 차지하고 있다. 향후, 보다 안정적이고 지속적인 연구를 위해 개인연구 및 소형연구보다는 다수의 교육연구단 교수가 참여할 수 있는 중대형 연구프로젝트를 발굴할 필요가 있다. 특히, 한국연구재단의 기초연구실(BRL), 선도연구센터(ERC, RLRC), 미래소재디스커버리, 기후변화대응기술개발 및 나노미래소재원천기술개발사업 등의 중대형과제 수주를 위해 교육연구단내 교수 및 참여 연구원들간 연구교류회를 활성화하여 융·복합연구를 강화하고자 한다.
- 또한 전국 및 지역산업체와의 잦은 대면 교류를 통한 적극적인 연구협력을 통해 산업통상자원부에서 주관하는 소재부품기술개발사업, 중소벤처기업부에서 주관하는 지역특화산업육성 R&D사업 및 부산시에서 주관하는 지역우수연구자 기업연계 R&BD 사업 등과 같은 정부과제를 수주하고자 한다. 이를 통해, 4단계 BK21사업이 종료되는 2027년에는 연평균 1인당 (신임교수 포함) 1.85억의 정부연구비와 0.27억의 산업체 연구비, 총 1인당 2.12억의 연구비 확보를 목표로 한다.

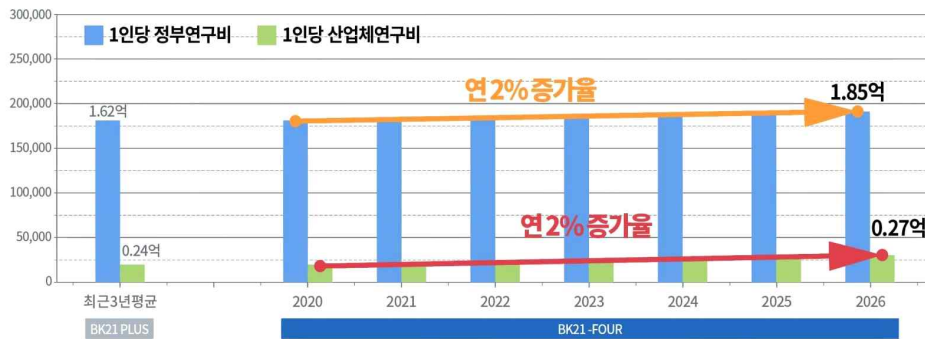


그림 III-4. 연도별 연구비 수주액 목표

(4) 5차년도(2024.09-2025.08) 연구비 수주액 결과

- 본 교육연구단은 5차년도에 1인당 정부연구비와 산업체 연구비 목표를 모두 달성하였다(그림 III-5). 우선, 1인당 정부연구비는 목표치인 1.79억 원 대비 3.5억 원을 수주하여 96% 초과 달성하였다. 또한, 1인당 산업체 연구비 역시 목표치 0.27억 원을 상회하는 0.37억 원을 수주하여 37% 초과 달성하는 성과를 거두었다. 더불어, 1-3차년도 평균 1인당 정부연구비(2.95억 원)와 비교할 때, 5차년도에는 3.5억 원을 수주하여 약 19% 증가하는 등 연구비 확보 측면에서 뚜렷한 성장세를 보였다. 반면, 1-3차년도 평균 산업체 연구비(0.41억 원)와 비교하면 5차년도에는 0.37억 원으로 약 10% 감소하였는데, 이는 최근 국내 석유화학 산업의 전반적 침체 영향에 따른 결과로 분석된다.
- 한편, 참여교수 1인당 연평균 산학협력 과제 수는 3단계 BK21 사업의 0.4건 대비 50% 증가한 0.6건을 목표로 설정하였으며, 5차년도에는 총 24건(1인당 1.1건)을 수행하여 목표 대비 83% 초과 달성하였다. 이는 본 교육연구단이 산학협력 활동을 적극적으로 추진하고 있음을 보여주는 성과라 할 수 있다.
- 정부연구비는 주로 과학기술정보통신부, 교육부, 산업통상자원부, 중소기업기술정보진흥원, 한국환경산업기술원 등에서 수주하였다. 1-4차년도에 이어 소재·부품·장비 분야의 산업경쟁력 강화를 위해 산업통상자원부에서 기획한 소재부품기술개발 사업과 과학기술정보통신부의 개인기초

연구사업 뿐 아니라 나노 및 소재기술개발사업, 미래수소원천기술개발 사업 등에 많은 교수들이 적극적으로 참여하여 많은 정부연구비를 수주하였다. 이외에도 한국연구재단의 나노커넥트, 기초연구실, K-Carbon플래그십기술개발사업 등 다양한 중대형과제에 참여하여 연구비를 수주하였다.

- 산업체 연구비 또한 LG전자, LG화학, SK온, 피유코어, GS건설, 효성(주), 현대엔지비(주) 등의 대기업 뿐 아니라, 한국전력공사 전력연구원, 한국전기연구원과 같은 공공기관, 그리고 (주)실크로드시앤티, (주)화승코퍼레이션 등의 중견 및 중소기업들을 포함한 다양한 산업체에서 적극적으로 연구비를 수주하였다.

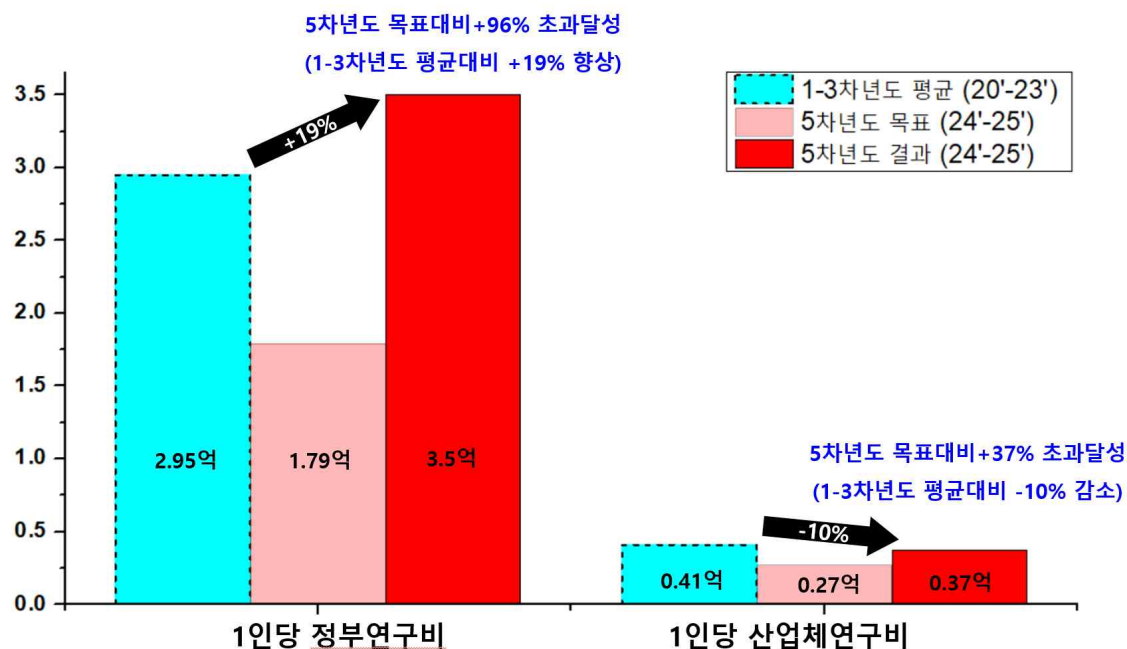


그림 Ⅲ-5. 1-3차년도 평균연구비 수주액 결과와 5차년도 연구비 수주액 목표 및 결과

1.3.3. 교육연구단의 학술 및 연구역량 강화 계획 및 목표달성 방안

표 Ⅲ-4. 본 교육연구단 교육미래목표 달성 방안

연구미래목표 달성 방안	구체적 내용
(1) 융합연구강화를 통한 질적 역량 고도화	6개 연구그룹 (공정, 화공소재 물리, 화공소재 화학, 에너지·환경, 바이오, 화공정보)의 교육연구단 워크숍과 연구교류회 개최 - 국제수준의 연구 인프라 확보 및 연구기자재 공동관리 - 신진교수 지원 확대 - 우수 전임교원 및 박사후연구원 유치
(2) 글로벌 연구 위상 확보	- 해외석학 초빙 심포지엄, 세미나 개최 - 국제학회 개최 및 활동 지원 - 교수 장단기 파견 지원 - 대학원생 장·중·단기 해외연구기관 파견 지원

(1) 융합 연구 강화를 통한 질적 역량 고도화 및 달성방안

- 최근 5년간 본 교육연구단이 발표한 논문의 정성적 지표 분석 결과 참여교수 1인당 높은 FWCI/IF/ES, Q1 및 상위10% 저널에 기여한 논문은 대부분 다양한 융합연구 또는 국제공동연구를 통해 달성되었음을 확인하였다. 따라서 연구의 질적 고도화를 위해서는 교육연구단 차원의 융합연구를 적극적으로 지원하여 영향력 있는 우수 연구 성과 창출을 극대화할 계획이다.
- 본 교육연구단의 세부연구팀은 교육의 6개 트랙과 같이 공정, 화공소재 물리, 화공소재 화학, 에너지·환경, 바이오, 화공정보 6개 트랙으로 구성된다(그림 III-6). 각 세부연구팀의 융합연구 활성화하고 상호보완적으로 공동의 연구목표를 달성하기 위하여 각 분야에서 시니어 교수진을 주축으로 유사한 연구배경을 지니고 있는 팀으로 구성하였다.

가. 연구교류회: 4단계 BK21 사업에서는 3단계사업 참여 학과였던 화학공학·고분자공학과와 함께 유기소재시스템공학과가 전공구분 없이 완전 통합되어, 연구 분야에서도 실질적인 융합연구를 수행할 수 있는 청사진을 마련하였다. 체계화된 플랫폼을 바탕으로 세부 연구팀 내 및 세부연구팀간의 공동 연구과제 도출 및 연구협력 방안 증진을 위해 교육연구단 참여교수와 참여대학 원생을 포함한 **연구교류회 개최를 정기적으로 추진할** 예정이다.

나. 연구 인프라 확보: 연구의 수월성 확보를 위해 필수적인 연구 인프라를 지속적으로 보완할 계획이다. 최첨단 연구 장비를 도입하여 국제적 수준의 연구 환경 인프라를 갖추고, 주요 연구 기자재를 공동으로 관리하는 시스템을 확보하여 융합연구의 기반시설로 활용할 계획이다.

다. 신진교수 지원 확대: 우수 연구 성과를 보유한 신진교수의 비율이 높은 본 교육연구단은 신진교수에 대한 지원을 확대하여 연구인력 및 인프라 구축시간 단축을 도움으로써, 궁극적으로 교육연구단의 연구역량을 강화하고 양질의 연구를 도출하고자 한다.

라. 우수 연구인력 확보: 또한, 파급력 있는 융합 연구 분야의 우수 전임교원과 박사후연구원을 적극 유치하고, 이들에게 안정적이고 지속적인 재정지원을 제공하여 연구의 질적 향상을 달성할 것이다.

공정	화공소재 물리	화공소재 화학	에너지 환경	바이오	화공정보
- 최영선 - 김한성 - 현규 - 이인규 - 손상환	- 허필호 - 김효정 - 성동기 - 김채빈 - 이재근 - 정병국 - 정범진 - 권성현	- 백현종 - Sungwook Chung - 박종승 - 안석균 - 최세진 - 이재준 - 안도원	- 조남주 - 김석 - 제정호 - 이진홍	- 정일두 - 이선구 - 김중래 - 오유관 - 김기수	- 이선구 - Yongchul G. Chung - 이재준

그림 III-6. 연구트랙별 응용화학공학부 교수 구성

(2) 글로벌 연구 위상 확보 및 달성 방안

가. 국제공동연구: 본 교육연구단이 세계적 교육연구단으로 도약하기 위해서는 영향력이 큰 국제 저명 학술지에 높은 빈도수로 논문을 게재하여 연구 위상(scientific visibility)을 향상시켜야 한다. 이를 위해서는 높은 연구 완성도와 함께 국제협력을 통한 국제 네트워크 구축의 활성화와 인지도 형성이 필수적이다. 한편, 국제공동연구를 더욱 확대할 예정으로 매년 10건 이상의 국제 공동연구 실적을 달성할 예정이며, 구체적인 해외공동연구기관 협력 계획은 연구의 국제화 부분에 정리하였다.

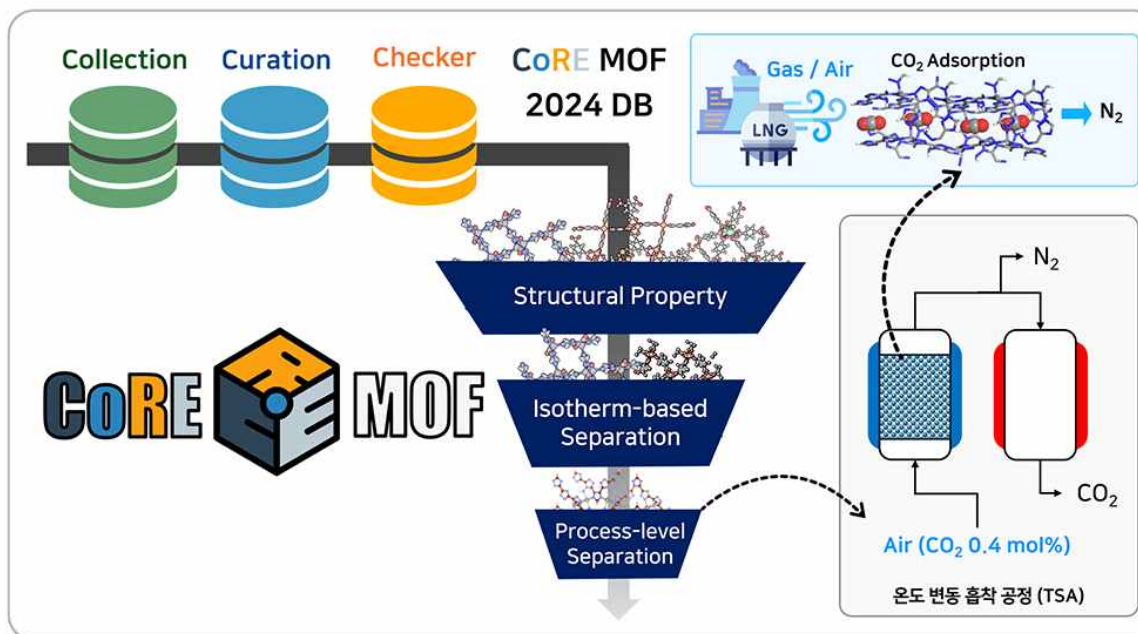
- 나. 심포지엄 및 세미나 개최:** 국제적 학술 및 연구교류 활성화를 위해 우수한 해외석학들을 초빙하여 심포지엄과 세미나를 개최해 해외의 저명 대학 및 연구소의 연구진과 실질적 공동연구를 강화하여 완성도 및 파급력 있는 연구를 수행할 계획이다.
- 다. 국제학술대회 유치:** 부산 BEXCO를 활용한 국제학술대회 개최 지원은 물론, 국제학회 초청발표, 국제학회 및 학술지 활동, 국제초청강연 활동과 국내외에서 개최되는 국제학술 대회 참여를 지원하여 국제적 인지도 향상을 달성하고자 한다.
- 라. 교수 및 대학원생 장단기 파견:** 교수/대학원생 장단기파견 지원을 통해 해외 선도 연구기관과의 적극적이고 활발한 공동연구 및 인력교류를 바탕으로 연구 협력관계를 강화하고, 교육연구단의 연구인력 교류를 통해 얻은 성과를 국제저명학술지 게재로 유도하여 연구의 질적 향상을 도모하고자 한다.
- 본 교육연구단의 연구 역량과 성과를 세계적 수준으로 강화하기 위해서는 과거의 양적인 평가/포상제를 지양하고, 질적 중심의 평가/포상제를 운영하여 질적 연구력 향상에 동기부여를 할 예정이다. 매년 교육연구단 자체평가를 통해 연구비 수주와 영향력 있는 저널논문 게재와 인용도가 높은 논문, 우수특허 및 학술활동에 대해 평가하여 연구비와 자원을 차등 배정하여 연구의 질적 향상을 달성할 계획이다.

② 교육연구단의 학문적 수월성을 대표하는 연구업적물 (최근 1년(2024.9.1.-2025.8.31.))

연번	대표연구업적물 설명
1	☐ 참여교수 ☐ 논문명 : CoRE MOF DB: A curated experimental metal-organic framework database with machine-learned properties for integrated material-process screening ☐ 게재논문: Matter, IF = 17.5, JCR 상위 5.5% 본 교육연구단의 는 “CoRE MOF DB: A curated experimental metal-organic framework database with machine-learned properties for integrated material-process screening” 라는 제목으로 차세대 탄소포집 기술 개발의 핵심이 될 수 있는 새로운 금속-유기골격체(MOF) 데이터베이스인 ‘CoRE MOF DB* 2024’ 를 “Matter” (vol.8, Issue 6, 102140)에 2025년 6월에 게재하였다. 이 데이터베이스는 기계학습 기반의 자동화된 결정 수집, 정제, 분류 워크플로우 개발을 통해 4만 개의 MOF 물질 중 고성능 탄소포집 후보를 빠르게 선별할 수 있어, 기존보다 훨씬 효율적인 소재 탐색을 가능하게 한다. 뿐만 아니라 연구팀은 이를 활용한 탄소포집 흡착순환 공정을 시뮬레이션해 기존 고성능 소재를 능가하는 차세대 MOF 소재 12종을 새롭게 발굴해 소개했다. 기후변화 대응의 핵심기술 중 하나로 꼽히는 ‘탄소포집’은 이산화탄소를 다른 기체들로부터 효율적으로 포집 및 정제하는 기술이다. ‘MOF’는 다공성 구조를 가진 소재로, 이산화탄소 같은 기체를 잘 흡착하는 성질이 있어 탄소포집 기술의 유망한 후보로 주목받고 있다. 하지만 기존의 CoRE MOF 데이터베이스는 수많은 MOF 구조를 포함하고 있음에도 불구하고, 구조 정보만 단순히 제공돼 실제 공정이나 경제성 분석에 바로 활용하기 어려운 한계가 있었다. 연구팀은 MOF 데이터의 신뢰도를 높이기 위해 결정 구조 자동 수집, 정제, 분류 워크 플로우를 구축하고, 이를 통해 연례적으로 데이터베이스를 최신 상태로 유지할 수 있는 기반을 마련했다. 소재의 열적 안정성, 열용량 등 MOF의 성능을 평가하는 데 중요한 6가지 핵심 물성을 기계학습 모델을 활용해 예측했고 부여함으로써 실험 없이도 빠르게 후보 물질을 흡착순환공정 모델링을 통해 평가할 수 있도록 했다. 한편, 많은 계산 자원이 소모되는 밀도범함수 이론(Density Functional Theory, DFT) 연산으로 부분 전하(DDEC06)를 계산하는 대신, 고정밀 기계학습 모델로 대체해 수많은 MOF에 신속하게 적용할 수 있도록 했으며, 대표적인 탄소포집 공정인 온도순환흡착 공정(TSA, Temperature Swing Adsorption) 시뮬레이션을 통해 현재 상용화된 고효율 MOF 소재인 CALF-20보다 다양한 이산화탄소 조성에서 포집 효율이 뛰어난 MOF 12종을 새롭게 발굴했다. 해당 연구가 게재된 Matter 지는 JCR 카테고리 중 MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY 분야에서 상위 5.5%, Q-value Q1, Impact factor 17.6 (5-year impact factor 19.2)로 아주 우수한 저널이다. 해당 논문은 2025년 6월에 출판된 이후에 현재까지

총 9회 세계저명학술지에 인용되었다 (Web of Science 기준).

<https://doi.org/10.1016/j.matt.2025.102140>



CoRE MOF 데이터베이스 (DB) 구축 및 저농도 (<5%) CO₂ 포집 소재 스크리닝 연구 흐름

□ 참여교수:

□ 논문명: Redefining the limits of actuating fibers via mesophase control: From contraction to elongation

□ 게재논문: Science Advances, 2025.01. JCR 상위 8.5%, IF=12.5

2

본 교육연구단의 교수가 참여한 액정탄성체의 배향제어를 통하여 열에 감응하여 가역적이고 자발적으로 길이가 늘어날 수 있는 형상변형섬유에 관한 연구가, “Redefining the limits of actuating fibers via mesophase control: From contraction to elongation” 라는 제목의 논문으로 “Science Advances” (Vol. 11, No. 3, eadt7613)에 2025년 1월에 게재되었다.

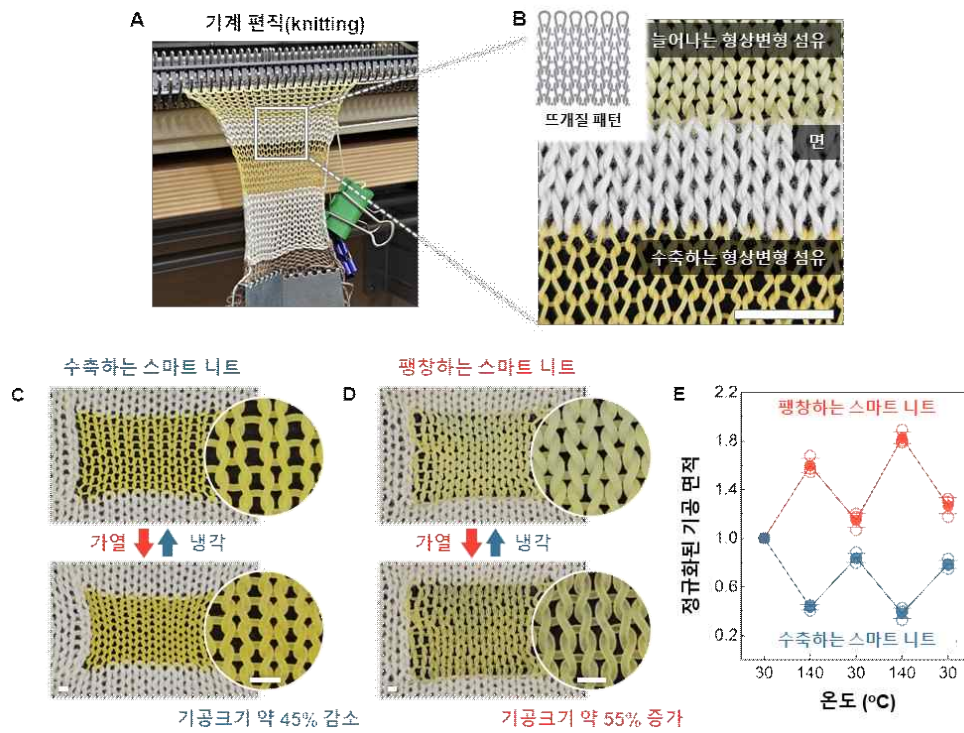
일반적으로 섬유를 제조할 때 발생하는 고분자 사슬의 배향은 섬유의 열에 의한 엔트로피 기반 수축을 유발한다. 이러한 섬유의 수축 현상은 의류에서 바람직하지 않을 수 있지만, 섬유의 열 수축 작동을 다양한 형태로 구현하면 인공 근육, 스마트 의류, 웨어러블 및 햅틱 장치를 만드는 데에 활용할 수 있다. 그러나 섬유의 형상변형 구동 기술의 발전에도 불구하고, 현재까지 보고된 모든 작동 섬유는 섬유의 축 방향으로 일어나는 '열 감응성 수축'에만 의존해 왔다.

본 연구에서는 스멕틱 액정을 활용하여 전례 없는 '열 감응성 신장' 작동 섬유를 개발하였다. 이 섬유는 (1) 연속 방사 공정으로 생산이 가능하며, (2) 꼬임 및 코일링과 같은 추가

적인 구조화 없이도 (3) 상당한 가역적 신장 작동 (변형률 > 30%)을 보여준다. '열 감응성 신장'이 가능한 섬유는 온도 변화에 따라 조임이나 기공 크기를 조절하여 통기성 및 편안함을 조절하는 등 섬유에 더욱 다양한 기능성을 부여할 수 있다. 해당 연구팀은 실제로 니팅 기계를 활용하여 온도가 증가하면 기공 크기를 확장할 수 있는 스마트 니트를 제작하였으며, 기존의 수축성 작동 섬유와 함께 사용하여 다양한 공간적으로 구별된 형상변형이 사전 설계될 수 있는 프로그래머블(programmable) 의류를 시연하였다.

해당 연구가 게재된 Science Advances 지는 JCR 카테고리 중 MULTIDISCIPLINARY 분야에서 상위 8.5%, Impact factor 12.5로 세계적으로 저명한 학술지이다. 해당 논문은 2025년 1월에 출판된 이후에 현재까지 5000회 이상의 다운로드와 9회 인용되었다. (Science Advances 기준)

<https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.adt7613>



네마틱/스멕틱 액정탄성체 섬유의 온도에 따른 형상변형

3

- ☐ 참여교수: ...
- ☐ 논문명: Superior electrocatalytic responses of InGaZnO composite electrode for viologen-based electrochromic supercapacitors
- ☐ 게재논문: Composites Part B-Engineering, 2025.08. JCR2024 상위 0.57%, IF=14.2

본 교육연구단의 교수는 “Superior electrocatalytic responses of InGaZnO composite electrode for viologen-based electrochromic supercapacitors” 라는 제목으로

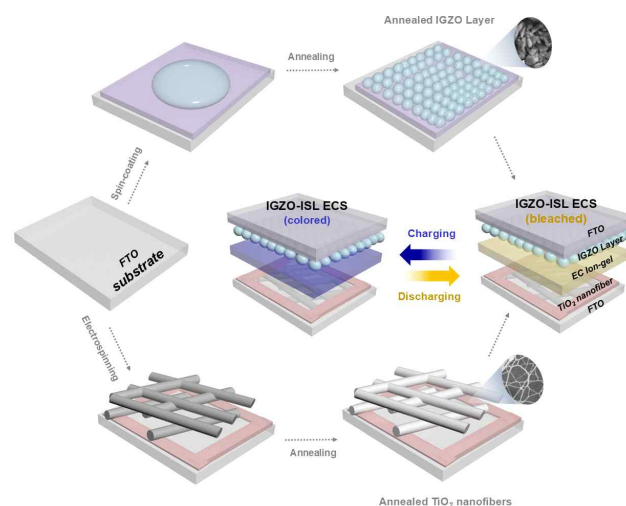
Composites Part B(vol. 302, 112557)에 2025년 8월에 게재하였다.

해당 연구는 전기변색과 에너지저장 기능을 동시에 수행하는 차세대 전기변색 슈퍼커패시터(electrochromic supercapacitor, ECS)의 성능 향상을 위해, InGaZnO 산화물 반도체를 전극 표면에 도입한 복합전극(IGZO@FTO)을 개발한 연구이다. 연구진은 IGZO 층이 전극-전해질 계면에서 전기화학 반응 속도를 향상시켜, 전기변색 소자의 구동 전압을 낮추고, 색변환 효율(coloration efficiency)과 전기화학 반응 속도를 크게 개선하였다.

IGZO@FTO 전극을 활용한 소자는 기존 대비 빠른 전기변색 응답 속도(3-6 s), 높은 색변환 효율($182.05 \text{ cm}^2/\text{C}$), 우수한 정전용량($37.8 \text{ mF}/\text{cm}^2$)을 달성하였다. 특히, 비정질(amorphous) 구조의 IGZO는 전자 전달을 가속화하고 계면 저항을 감소시켜 에너지 회수 효율을 70% 이상까지 끌어올렸다. 이러한 성능 향상은 스마트 윈도우, 실시간 에너지 모니터링과 같이 실시간 색변환이 필요한 디스플레이 및 차세대 에너지저장 소자에 폭넓게 활용될 수 있다. 본 연구는 기존의 바이올로젠 기반 전기변색 소자가 갖는 느린 전환 속도 및 낮은 충전용량의 한계를 해결하였으며, 다기능 전기변색 소자의 새로운 패러다임을 제시하였다. 이는 향후 고속 응답, 고효율, 고안정성의 에너지 절약형 스마트 디바이스 상용화에 크게 기여할 것으로 기대된다.

해당 논문이 게재된 Composites Part B-Engineering은 JCR 카테고리 (SCIE) ENGINEERING, MULTIDISCIPLINARY 분야에서 상위 0.57%(랭킹 1위)에 속하는 저명 저널이며, Impact Factor 14.2의 권위 있는 학술지이다.

<https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2025.112557>



IGZO@FTO 작업 전극을 포함한 전기변색 슈퍼커패시터(ECS) 제조 공정

③ 참여교수 특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성

- 본 교육연구단은 다양한 산업체, 특히 지역사업체와의 활발한 교류를 통해 산학협력 연구를 진행하는 것을 추진하고 있고, 이는 연구 자체에 그치지 않고 산업화를 위한 실용화 연구를 지향하고 지역 사회의 산업 발전에 기여할 것으로 기대된다.
- 원천성이 있는 연구 아이디어와 성과를 기반으로 체계적인 특허 확보 전략을 수립하였다. 그 결과, 1인당 연평균 특허 등록 건수 목표를 BK21 3단계의 0.6건 대비 33% 증가한 0.8건(최종 연도 기준)으로 설정하였으며, 5차년도에는 특허 등록건수가 총 26건으로 교수 1인당 1.18건, 현재까지 4단계 평균은 0.83건으로 목표를 달성하였다. 또한 4단계 1~4차년도 교수 1인당 특허 출원 건수는 연평균 1.9건, 5차년도에는 특허 출원건수가 총 61건으로 교수 1인당 2.77건에 달해 향후 등록 특허건수는 더욱 증가할 것으로 기대된다.

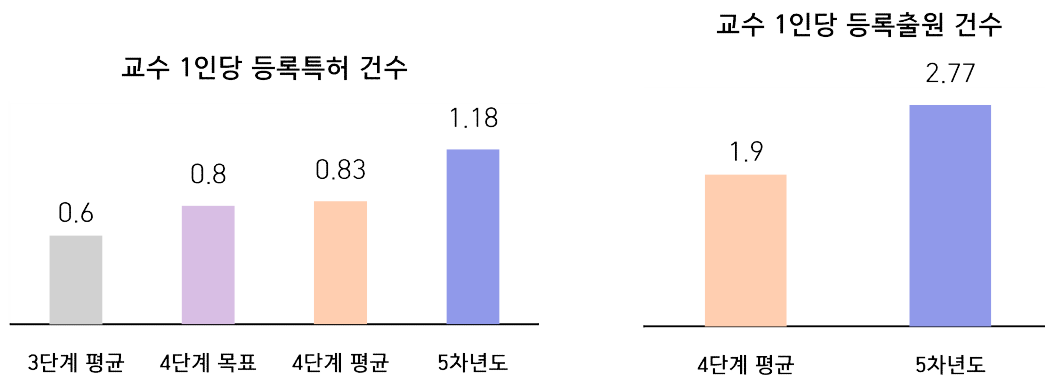


그림 Ⅲ-9. 교육연구단의 특허 등록 목표 및 5차년도 등록 및 출원 실적

- 본 교육연구단은 특허 확보 이후 단계로서, 개발된 기술을 수요 기업에 이전하는 기술이전을 적극 추진하여 관련 산업 및 지역사회 발전에 기여하고자 하였다. 참여교수 1인당 연평균 기술이전 건수는 BK21 3단계의 0.2건 대비 50% 증가한 0.3건을 목표로 설정하였으며, 실제로 5차년도에는 0.23건, 4단계 평균으로는 0.22건을 기록하였다. 최근 석유화학 업계의 전반적인 불황으로 인해 기술이전 수요가 위축되면서, 교수 1인당 기술이전 금액은 4단계 1~4차년도 평균 28,429천 원에서 5차년도 21,614천 원으로 감소하였고, 건수 역시 목표치에는 다소 미치지 못하였다. 그러나 이러한 어려운 환경 속에서도 기술이전 건수는 4단계 평균 0.22건에서 5차년도 0.23건으로 증가하는 추세를 보였으며, 이는 지속적인 상승세로 이어져 최종적으로 4단계 목표 달성이 가능할 것으로 기대된다.

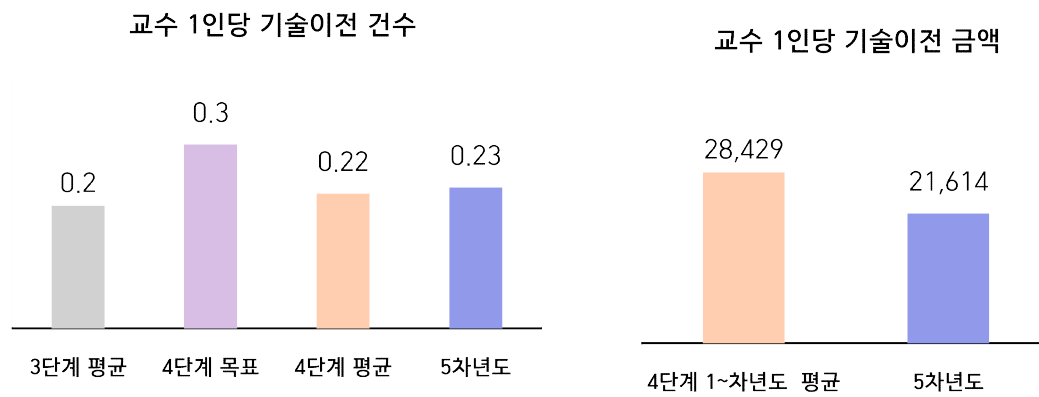


그림 Ⅲ-10. 교육연구단의 기술이전 목표 및 5차년도 실적 및 기술이전 금액

5차년도 교육연구단 참여교수 특허, 기술이전, 창업의 대표적 실적은 아래와 같다.

연 번	참여교수명	연구자 등록번호	세부전공분야	실적 구분	저서, 특허, 기술이전, 창업 상세내용
저서, 특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성					
1			생체재료	특허	② 목질계 바이오매스로부터 폴빅산 유사체를 추출하는 방법 및 이에 의해 추출된 폴빅산 유사체
					③ 대한민국
					④ 10-2703227
					⑤ 2024.09
					□ 업적물의 창의성·혁신성 : 이온성 액체를 추출 용매로 사용하여 폐목재, 목재 등 다양한 목질계 바이오매스로부터 폴빅산 유사체를 추출하는 방법을 확립하였으며 이를 통해 폐자원의 고부가 가치화를 유도할 수 있음. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 소재/공정/전산/응용을 통해 거시적(Macroscopic), 미시적(Microscopic), 분자수준 (Molecular 또는 Nanoscale), 즉 3M을 아우르는 멀티스케일의 융·복합 연구를 강화 연구목표에 부합함. □ 해당 전공분야의 기여 : 이온 액체 물질을 활용하여 버려지는 폐목재 또는 목재 부산물로부터 폴빅산 유사 물질을 추출하였고 이는 화장품, 농업 등 다양한 산업 분야로 응용이 가능함. □ 업적물 산출 시 기여한 역할 : 폴빅 유사 물질 추출 후 세포 독성 등 다양한 특성 분석에 기여함.
2			방열 고분자 복합소재	특허	② 온도 구배에 따라 배향이 제어되는 방열 필러를 포함하는 고분자 복합재 및 이의 제조방법
					③ 대한민국
					④ 10-2708990
					⑤ 2024.09
					□ 업적물의 창의성·혁신성 : 온도구배에 의한 열이동(thermophoresis)을 최초로 활용하여 이방성 필러의 방향성을 제어한 점에서 창의적임. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 융·복합연구를 바탕으로 연구의 질적 능력을 고도화하고 지역사회 문제 해결에 기여할 수 있는 혁신적 기술을 창출하는 연구목표에 부합함. □ 해당 전공분야의 기여 : 고분자 기반 열전도성 복합소재의 성능 향상 방법론을 제시하여 전자소자의 열관리 분야에 실질적인 기여를 함. 특히 필러 네트워크 형성 메커니즘을 새롭게 입증함으로써 소재공학 및 화공 분야 연구자들에게 중요한 참고 모델을 제공. □ 업적물 산출 시 기여한 역할 : 연구 아이디어 도출 및 실험 설계에 핵심적으로 참여, 결과 해석 과정에서 핵심적인 지도와 조언 제공, 특허 글 작성 주도

3			친환경 감압 접착제	특허	② 비휘발성 공융액을 포함한 감압성 접착제 및 이의 제조방법
					③ 대한민국
					④ 10-2737116
					⑤ 2024.11
					□ 업적물의 창의성·혁신성 : 휘발성 유기용매와 접착부여제를 대신해 비휘발성 유기 공융액을 직접 접착제 매트릭스에 도입한 새로운 개념의 PSA를 제시함. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 화학·소재·환경 분야를 융합해 친환경 접착 소재를 구현한 사례로, 멀티스케일 융합 화공인재 양성의 취지와 맞닿아 있음. □ 해당 전공분야의 기여 : EL 기반 접착제의 고속 전단 조건 적합성을 입증하여 PSA 연구 및 산업계 응용 모두에 기여 □ 업적물 산출 시 기여한 역할 : EL-SBS 시스템의 연구 주제 설계 및 전체적인 연구 방향 제시, 실험 설계 및 결과 해석 과정에서 핵심적인 지도와 조언 제공
4			동적 결합 가교 고분자	특허	② 광-잠재성 촉매를 이용한 열경화성 중합체의 비트리머화 방법 및 용도
					③ 대한민국
					④ 10-2761168
					⑤ 2025.01
					□ 업적물의 창의성·혁신성 : 광잠재성 촉매를 활용하여 필요 시점에만 열경화성 수지를 비트리머로 전환하는 시공간 제어형 비트리머화를 최초로 제시함. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 열경화성과 비트리머를 자유롭게 전환할 수 있는 개념은 다학제적 사고와 융합 능력을 요구하며, 이는 멀티스케일 융합 화공 인재 양성 목표와 부합함. □ 해당 전공분야의 기여 : 광 반응과 동적 공유결합 화학을 결합한 새로운 비트리머화 전략을 제시하여 고분자 가공 및 재활용 분야의 연구 지평을 확장 □ 업적물 산출 시 기여한 역할 : 연구 개념 제안 및 광-열 복합 자극을 통한 비트리머화 실험 설계를 주도함.
5			방열 고분자 복합소재	특허	② 방열용 피커링 에멀전 조성물, 이를 이용한 방 열 페이스트 및 이의 제조방법
					③ 대한민국
					④ 10-2774421
					⑤ 2025.02
					□ 업적물의 창의성·혁신성 : 섞이지 않는 water상과 oil상을 세라믹 필러로 안정화시키는 피커

	링 에멀전(pickering emulsion)으로 낮은 충전율에서도 높은 열전도도와 장기 안정성을 확보하는 새로운 열전도 페이스트를 제안함. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 국제적으로 요구되는 전자소자 열관리 기술을 친환경·재활용 가능 공정으로 제시함으로써, 국제 경쟁력과 파급력을 추구하는 교육연구단 목표에 부합함. □ 해당 전공분야의 기여 : 열전도 페이스트의 안정성 문제(침강, pump-out, 수분 민감성 등)를 해결하여 전자소자 열관리 소재 연구에 실질적인 기여 □ 업적물 산출시 기여한 역할 : 연구 기획 단계에서 피커링 에멀전 개념을 도입하고 실험 설계를 주도, 열전도 측정, 유변학 분석 및 구조-성능 상관관계 규명				
			동적 결합 가교 고분자	특허	② 재활용 가능한 비트리머 중합체, 이를 포함하는 경량 고분자 방열 복합재 및 이의 제조방법 ③ 대한민국 ④ 10-2793727 ⑤ 2025.04
6	□ 업적물의 창의성·혁신성 : 촉매 없이 합성 및 재가공 가능한 poly(β-amino ester) 기반 동적 결합 가교 고분자를 이용한 방열 복합소재를 제시함. 특히 segregated 필러 네트워크 구조를 단순 압축 공정으로 형성하여, 낮은 밀도에서 13.5 W/mK라는 탁월한 열전도도를 달성한 점에서 혁신적임. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 친환경적 재활용 가능성과 고효율 열전달 성능은 국제 경쟁력을 갖춘 화공 융합 소재 연구로 교육연구단의 비전에 부합함. □ 해당 전공분야의 기여 : 기존 열경화성 복합체의 난재활용 문제를 극복하면서도, 전자기기·자동차 등 차세대 열관리 소재 분야에 기여 □ 업적물 산출시 기여한 역할 : 연구 주제의 기획 및 전체적인 연구 방향 제시, 실험 설계 및 결과 해석 과정에서 핵심적인 지도와 조언 제공				
7			고분자 박막 패터닝	특허	② 고분자 박막에서 마랑고니 현상 기반으로 형성된 패턴의 종횡비 향상 방법 ③ 대한민국 ④ 10-2805722 ⑤ 2025.05
	□ 업적물의 창의성·혁신성 : 마랑고니 유동(Marangoni flow)을 이용한 고분자 박막 패터닝에 수축 기관 개념을 접목하여 해상도를 기존 한계 이상으로 향상시킨 새로운 접근을 제시 □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 국제적으로 주목받는 차세대 패터닝 기술을 저비용·친환경적으로 구현하여, 국제 경쟁력과 파급력 있는 연구를 지향하는 목표에 부합함. □ 해당 전공분야의 기여 : 박막 패터닝의 해상도 한계를 극복할 수 있는 새로운 원리를 제시하여 반도체·포토닉스·바이오소재 분야에 실질적인 응용 가능성을 보여줌.				

					□ 업적물 산출시 기여한 역할 : 연구 주제의 기획 및 전체적인 연구 방향 제시, 실험 설계 및 결과 해석 과정에서 핵심적인 지도와 조언 제공
			방열 고분자 복합소재	특허	② 비상용성 이중 유기 상변화 물질 및 이방성 필러를 포함하는 고열효율 상변화 방열 복합소재 및 이의 제조방법 ③ 대한민국 ④ 10-2814868 ⑤ 2025.05
8					□ 업적물의 창의성·혁신성 : 두 불혼화성 상 변화 물질(PCM)의 계면에 방열 필러를 선택적으로 배치해 낮은 열전도도와 누출 문제를 한 번에 해결하는 간결한 전략을 제시함. 용융 상태에서의 단순 혼합만으로 필러 네트워크가 형성되어 고열전도성 복합소재 제작에 성공함. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 다학제적 융합을 통해 환경친화적이면서도 고기능성 소재를 창출하는 것을 목표로 하며 이는 교육연구단의 비전 달성에 부합함. □ 해당 전공분야의 기여 : 전자기기 열관리용 방열 소재에 직접 적용 가능할 뿐 아니라, 고분자 복합소재의 열전달 제어 및 신뢰성 확보라는 연구 영역의 발전에 기여함. □ 업적물 산출시 기여한 역할 : 연구 주제의 기획 및 전체적인 연구 방향 제시, 실험 설계 및 결과 해석 과정에서 핵심적인 지도와 조언 제공
			동적 결합 가교 고분자	특허	② 자외선 감응형 자가치유 기능을 가지는 고분자 및 이의 제조방법 ③ 일본 ④ JP-7713742 ⑤ 2025.07
9					□ 업적물의 창의성·혁신성 : 기존 열을 통해 동적 교환반응이 활성화되는 대부분의 비트리머 소재와 달리 자외선 조사 만으로 수리가 가능한 동적 결합 가교 고분자를 제안하여 기존 기술의 한계를 극복함. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 융합·복합 연구를 통한 연구 역량 고도화와 더불어, 지역사회 문제 해결에 직결되는 혁신적 기술을 창출하는 연구 목표에 부합함. □ 해당 전공분야의 기여 : 열경화성 수지의 재활용 불가능 문제를 해결할 새로운 솔루션을 제시하여, 고분자 재활용 및 자가치유 소재 분야에 실질적 기여 □ 업적물 산출시 기여한 역할 : 연구 주제의 기획 및 전체적인 연구 방향 제시, 실험 설계 및 결과 해석 과정에서 핵심적인 지도와 조언 제공
10			고분자/ 섬유 공정 개발	특허	② 용융전기방사와 멜트블론 하이브리드 방사를 위한 노즐 및 이를 이용한 하이브리드 섬유 방사

					장치
					③ 대한민국
					④ 10-2845934
					⑤ 2025.08
					□ 업적물의 창의성·혁신성 : 본 발명은 용융전기방사와 멜트블로운을 결합한 하이브리드 섬유 방사 장치에 관한 것으로, 기존 용매 기반 전기방사의 한계를 극복하고 친환경적으로 섬유를 제조할 수 있도록 고안됨. 특히 노즐 구조와 전기장-열풍 복합 시스템을 최적화하여 다양한 직경 분포의 섬유를 안정적으로 생산할 수 있으며, 섬유의 균일성 및 대량생산 가능성을 동시에 확보한 점에서 혁신성이 높음. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 융합적 사고능력을 갖춘 화공 인재 양성이라는 교육연구단의 비전과 부합함. □ 해당 전공분야의 기여 : 하이브리드 섬유 방사 기술은 고성능 필터, 배터리 분리막, 스마트 텍스타일 등 다양한 산업적 응용에 활용될 수 있으며, 섬유소재 산업의 경쟁력 강화를 위한 핵심 원천기술로 기여할 수 있음. □ 업적물 산출 시 기여한 역할 : 하이브리드 방사를 위한 노즐 구조 설계 및 공정 최적화에 참여하였으며, 섬유 직경 제어 및 특성 분석을 통한 장치 성능 검증에 기여함.
11			응용화학	특허	
					② 근적외 흡수 특성을 갖는 시아닌 염료 및 이를 포함하는 근적외 흡수 코팅 고분자조성물
					③ 대한민국
					④ 10-2707850
					⑤ 2024
					□ 업적물의 창의성·혁신성 : 근적외선(NIR) 영역에서 우수한 흡수 특성을 갖는 새로운 시아닌 염료를 설계하고, 이를 고분자 코팅 조성물에 적용하여 높은 광열 변환 및 차광 성능을 확보함. 본 발명은 단순한 염료 합성을 넘어 기능성 고분자 매트릭스와 결합함으로써 기존 염료 기반 소재의 안정성 및 응용성을 크게 확장시킴. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 분자 수준의 염료 설계와 고분자 응용을 연결하여 멀티스케일 융합 연구를 구현함으로써 융합 중심의 연구목표에 부합함. □ 해당 전공분야의 기여 : 고성능 근적외선 차광·코팅 소재를 제시하여 스마트 윈도우, 웨어러블 소자, 에너지 절감형 건축 소재 등 다양한 응용 분야에서 화공·재료 분야의 파급력을 확대함. □ 업적물 산출 시 기여한 역할 : 시아닌 염료 설계 및 응용 방향을 제안하고 합성 전략 및 물성 분석을 지도하였으며, 연구 전반을 총괄함.
12			응용화학	특허	
					② 유기 안료에 음이온이 음이온- 결합된 유기 용매에의 용해성을 가진 안료 착화합물
					③ 대한민국
					④ 10-2778481

				⑤ 2025.3.
				□ 업적물의 창의성·혁신성 : 유기 안료에 음이온-π 결합을 도입하여 유기 용매에 대한 용해성을 획기적으로 개선한 착화합물을 개발함. 기존 유기 안료의 낮은 용해성 문제를 극복하고, 안정적인 분산성을 제공하여 전자재료 및 코팅소재 분야에서 활용 가능성을 크게 확장함. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 화학적 상호작용 제어를 통해 소재의 거시적 가공성 및 응용 특성을 향상시킴으로써 융합 중심의 멀티스케일 연구목표에 부합함. □ 해당 전공분야의 기여 : 용해성 및 가공성이 향상된 새로운 안료 착화합물을 제시하여, 인쇄 전자, 고기능성 코팅, 광학 소재 등 다양한 응용에서 유기 안료의 활용도를 높임. □ 업적물 산출 시 기여한 역할 : 안료 착화합물의 합성 전략과 응용 가능성 아이디어를 제시하고 특허화 과정을 주도적으로 이끌었음.
13		응용화학	특허	② Color-changeable plastic ③ 미국 ④ US 12,292,666 B2 ⑤ 2025
				□ 업적물의 창의성·혁신성 : 전압 인가 시 색상이 변화하는 전기변색성 고분자 구조체에 전도성 가이드 패턴을 도입하여, 전자 이동 및 색 변화 방향을 제어할 수 있는 컬러 체인지형 플라스틱을 구현함. 이를 통해 색 전환 속도를 획기적으로 향상시키고 원하는 방향으로 균일한 색 변화가 가능하도록 하여 기존 전기변색 소재의 한계를 극복함. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 유기-무기 하이브리드 전기변색 소재와 전도성 전극·패턴 공정을 융합하여 소재 성능과 응용을 연결함으로써 융합(Integration) 및 연결(Interconnection) 역량에 부합함. □ 해당 전공분야의 기여 : 자동차 외장재, 건축 자재, 스마트 윈도우 등 대면적 컬러 구현이 필요한 응용에서 빠른 응답성과 높은 디자인 자유도를 제공함으로써 전기변색 소재 및 응용 전공 분야의 산업적 확장에 기여함. □ 업적물 산출 시 기여한 역할 : 소재 설계·합성 및 소자 제작 전략을 지도하였으며, 특허 출원 및 등록 과정을 주도적으로 이끌었음.
14		고분자공학	특허	② 나노금속 및 나노탄소를 하이브리드 시킬수 있는 고분자 분산제, 이의 제조방법 및 이를 이용하여 제조되는 하이브리드 필름의 제조방법 ③ 미국 ④ 12,116,436 ⑤ 2024년10월
				□ 업적물의 창의성·혁신성 : 기존의 나노 금속-나노 탄소 시스템에서 발생하는 응집되는 문제를 디자인된 고분자를 통해 효과적으로 개선하였으며, 이를 통해 만들어진 분산액으로 제조

	된 하이브리드 필름은 유연하였으며, 기존의 하이브리드 필름에 비해 향상된 습기 및 열에 대한 안정성을 나타내었으며, 낮은 전압에서도 높고 안정적인 발열을 나타냄으로써 혁신적인 하이브리드 필름을 제조함 □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 융·복합연구를 바탕으로 연구의 질적 능력을 고도화 하고 지역사회 문제 해결에 기여할 수 있는 혁신적 기술을 창출하는 연구목표에 부합함. □ 해당 전공분야의 기여 : 본 발명의 고분자 분산제를 이용하여 제조되는 하이브리드 필름은 나노 금속과 나노 탄소 소재의 성질을 동시에 나타낼 수 있어 열전도성 및 전기전도성이 우수하고 플레시블하며 물과이 투과성이 낮은 우수한 효과를 나타낼 수 있다. □ 업적물 산출 시 기여한 역할 : 고분자 분산제 및 이의 제조방법은 나노 금속과 나노 탄소를 동시 분산 시킬 수 있고 제조 환경이 노멀하여 상업화가 용이한 효과를 갖는다. 탄소나노튜브 구조 제어기술은 전기전자제품, 의류 등 전기전도성 고분자 복합소재 혹은 코팅액 적용을 위한 탄소나노튜브를 이용하는 산업에 유용하게 기여할 수 있음.				
			고분자공학	특허	② 양말단 기능화된 화합물, 이의 제조방법 및 이의 용도 ③ 대한민국 ④ 10-2802777 ⑤ 2025.04
15					□ 업적물의 창의성·혁신성 : 양말단 기능화된 화합물 이의 제조방법 및 이의 용도에 관한 것으로 카본 블랙 친화형 아민 기능기능기를 도입한 화합물 이의 제조방법 및 이의 타이어용 또는 트레드용 고무 조성물의 용도를 제공함 □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 융·복합연구를 바탕으로 연구의 질적 능력을 고도화 하고 지역사회 문제 해결에 기여할 수 있는 혁신적 기술을 창출하는 연구목표에 부합함. □ 해당 전공분야의 기여 : 양말단이 아민기로 기능화된 화합물은 카본 블랙 친화형 관능기를 양말단 액상 부타디엔 고무는 연비 성능과 내마모성을 동시에 개선시키며 경시변화에 따른 물성 저하를 막아 성능 개선에 기여함. □ 업적물 산출 시 기여한 역할 : 최근 사용 트럭 및 버스에서 전동화 및 자율 주행 기술이 적용됨에 따라 고하중, 장시간 주행을 견뎌야 하는 타이어의 내마모성과 연비 성능에 대한 중요성이 증대되고 있다. 타이어의 우수한 성능을 위해서는 트레드 컴파운드의 개선이 필수적이다. 타이어용 첨가제 조성물을 이용하여 제조된 타이어 또는 타이어 트레드는 우수한 마이그레이션 저항성, 분산성, 내마모성 및 기계적 물성을 가질 수 있고, 필러-고무 간 상호작용을 향상시킬 수 있어, 고하중, 장시간의 주행 조적을 갖는 트럭, 버스용 타이어 또는 타이어 트레드로 활용하여 연비 성능과 내마모성을 동시에 개선시키며 경시변화에 따른 물성 저하를 막을 수 있다.
16			고분자공학과	특허	② 재가공 가능한 액정 엘라스토머 및 이의 용도

					③ 대한민국
					④ 10-2719537
					⑤ 2024.10
					□ 업적물의 창의성·혁신성 : 액정 엘라스토머는 결합 교환과 수소결합 능력을 보유한 동적 티오우레아 가교제를 사용함으로써 티오우레아 교환반응에 따라 용융 재가공, 용액 재가공, 재활용 및 자가 치유가 가능하며, 동시에 수소결합에 의해 기계적 강도가 향상된 액정 엘라스토머를 제공할 수 있음 □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 융·복합연구를 바탕으로 연구의 질적 능력을 고도화하고 지역사회 문제 해결에 기여할 수 있는 혁신적 기술을 창출하는 연구목표에 부합함. □ 해당 전공분야의 기여 : 우수한 기계적, 열적 특성을 가지며, 재가공 또는 재활용이 가능한 액정 엘라스토머 조성물 및 이의 성형품을 제공할 수 있음 □ 업적물 산출시 기여한 역할 : 액정 엘라스토머를 활용하여 인공 근육, 소프트 로봇, 유연소자, 액추에이터 및 센서 등 차세대 연성 스마트 소재를 개발의 전 과정에 기여함.
					② 광-잠재성 촉매를 이용한 열경화성 중합체의 비트리머화 방법 및 용도 ③ 대한민국 ④ 10-2761168 ⑤ 2025.01
17			고분자공학과	특허	
					□ 업적물의 창의성·혁신성 : 히드록시기 및 에스터기를 포함하는 열경화성 수지 전구체; 및 광-잠재성 촉매를 포함하는 열경화성수지 조성물로서, 상기 광-잠재성 촉매는, 미리 정해진 파장 범위의 빛에 노출되어 산 또는 염기를 발생하는 것이며, 상기 열경화성 수지는, 경화된 상태에서 상기 빛에 노출된 이후 열 처리를 통해 변형 가능함. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 융·복합연구를 바탕으로 연구의 질적 능력을 고도화하고 지역사회 문제 해결에 기여할 수 있는 혁신적 기술을 창출하는 연구목표에 부합함. □ 해당 전공분야의 기여 : 히드록시기 및 에스터기를 포함하는 열경화성 수지 전구체와 광-잠재성 촉매를 포함하는 열경화성 수지 조성물 및 그 제조 방법을 제공함. □ 업적물 산출시 기여한 역할 : 상기 열경화성 수지 조성물을 경화하여 얻어진 열경화성 수지에 빛을 조사하고, 열 처리를 통해 상기 열경화성 수지를 원하는 형상으로 변형하는 것을 포함하는 열경화성 수지의 가공 방법(비트리머화 방법)의 전 과정에 기여함.
18			공정시스템공학	특허	
					② 액화공기를 활용한 액화천연가스의 증발가스 처리 시스템
					③ 대한민국
					④ 10-2816238

				⑤ 2025.05
				□ 업적물의 창의성·혁신성 : 본 발명은 액화공기를 냉매로 활용하여 LNG 운송·저장 중 발생하는 증발가스(BOG)를 재액화하는 새로운 방안을 제시함. 공기를 냉매로 사용함으로써 환경 오염 문제를 제거하고, 다단 열교환 및 기액분리 단계를 통해 냉각 효율과 냉매 활용도를 개선하였으며, 예냉·과냉 단계를 최적화하여 에너지 절감을 달성하였음. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 본 연구는 극저온 에너지 활용을 통한 LNG 공급망 최적화라는 융합적 접근을 기반으로 하며, 환경성과 경제성을 동시에 고려한 설계는 지능적 판단을 가능하게 하는 연구 역량을 강화함. 이는 멀티스케일 융합 화공 인재 양성이라는 교육연구단의 비전과 교육목표에 부합함. □ 해당 전공분야의 기여 : 액화공기를 이용한 증발가스 처리 개념은 기존 LNG 운송·저장 공정의 환경성과 효율성을 동시에 개선할 수 있는 혁신적 접근으로, 탄소중립형 LNG 가치사슬 확립과 친환경 극저온 에너지 기술 발전에 기여할 것으로 기대됨. □ 업적물 산출 시 기여한 역할 : 액화공기를 활용한 액화천연가스의 증발가스 처리 시스템의 설계와 분석에 기여함.
		고분자공학	기술이전	② 친환경 중합법을 이용한 비불소형 아크릴 발수제 ③ 쥘디케이머트리얼즈, 에이스엔이(주) ④ 110,000 ⑤ 2025.01
19				□ 업적물의 창의성·혁신성 : 유화중합을 이용한 탄소수 10 이상의 소수성 아크릴 에스테르 단량체 및 반응성 실리콘 올리고머를 기본으로 하여 비불소계 아크릴 공중합체의 합성하였음. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 융·복합연구를 바탕으로 연구의 질적 능력을 고도화하고 지역사회 문제 해결에 기여할 수 있는 혁신적 기술을 창출하는 연구목표에 부합함. □ 해당 전공분야의 기여 : 소수성 아크릴 에스테르 단량체 및 반응성 실리콘 올리고머를 기본으로 하는 유화중합으로 친환경 중합법을 이용해 환경 오염을 예방하는 효과를 기대할 수 있음. □ 업적물 산출 시 기여한 역할 : 소수성 아크릴 에스테르 단량체 및 반응성 실리콘 올리고머를 기본으로 하는 유화중합을 최적화하는 제조 기술을 이전하였음.
20		환경	특허	② 리그닌의 분해방법 및 이로부터 제조된 화합물 ③ 대한민국 ④ 10-2765057 ⑤ 2025.2
				□ 실적의 창의성·혁신성 : 기존 바이오 매스 산업을 통한 리그닌 분해 기술은 고에너지 집약적이면서 전통적인 불밀링 기술에 제한되어 분해 산물 및 화합물의 정밀함이 매우 부족하였지만, 본 특허에서는 초임계 CO₂ 융합 불균일계축매를 통한 리그닌 분해 방식은 기존 값비싼

	불균일계 촉매의 한계를 극복할 수 있을뿐 아니라 CO2 저감을 통한 탄소중립을 실천할 수 있는 혁신적인 기술에 해당됨 □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 융합적 사고능력을 가지는 화공인재 양성 비전에 부합함. □ (지역)산업에의 기여 : 기존 리그닌 분해 산업의 한계인 물리적 분해 방식 기술을 벗어나 탁월한 분해 및 선택적 화합물 생성에 이바지 할 수 있을 것으로 보임. 또한, CO2를 직접적인 조속매로 사용함으로써 기업의 저탄소 생산 기술 확보에 큰 도움을 줄 것으로 보임.				
			화학공학	노하우이전	
					② 입자형 소재를 활용한 전기강판 접착용 속경화 접착제 기술
					③ 아이넴
					④ 100,000
					⑤ 2025
21	□ 업적물의 창의성·혁신성 : 기존 전기강판 접착제는 높은 점도, 긴 경화 시간, 낮은 내열성 등의 한계가 있었으나, 본 기술은 **입자형 기능성 소재(예: 코어-셸 구조, 마이크로캡슐형 경화제 등)**를 활용하여 경화 속도를 획기적으로 단축시킨 혁신적 접근임. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 융·복합연구를 바탕으로 연구의 질적 능력을 고도화하고 지역사회 문제 해결에 기여할 수 있는 혁신적 기술을 창출하는 연구목표에 부합함. □ 해당 전공분야의 기여 : 재료공학 및 접착제 공학 분야에서, 본 기술은 고속 생산 라인에 적합한 속경화형 접착 시스템을 제시하여 전기강판 제조 공정의 생산성을 크게 향상시킴. 입자형 소재를 활용한 내열성·기계적 물성 개선은 차세대 전기차 모터 및 고효율 변압기용 전기강판 적용에 중요한 기여를 할 수 있음. □ 업적물 산출시 기여한 역할 : 입자형 소재 선택, 분산 방법, 접착제 조성 설계 및 공정 최적화 방안을 주도 및 기술적 차별성과 응용 가능성을 체계적으로 산출하여 업적물 완성에 핵심적 역할 수행.				
			화학공학	노하우이전	
					② 내열성이 개선된 전기강판 접착용 속경화 접착제 기술
					③ 아이넴
					④ 150,000
					⑤ 2024.09
22	□ 업적물의 창의성·혁신성 : 기존 전기강판 접착 공정에서 가장 큰 한계였던 고온 조건에서의 접착력 저하 문제를 해결하기 위해, 내열성이 우수한 분자 구조 설계 및 첨가제 조합을 도입하고 속경화 메커니즘을 활용하여 기존보다 공정 시간을 획기적으로 단축시킴으로써 생산성 향상에 기여하였음. □ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 융·복합연구를 바탕으로 연구의 질적 능력을 고도화하고 지역사회 문제 해결에 기여할 수 있는 혁신적 기술을 창출하는 연구목표에 부합함. □ 해당 전공분야의 기여 : 재반응속도론 및 고분자 가교반응 제어를 통해 짧은 시간 내 고강도				

	접착이 가능한 속경화 시스템을 개발하여 실제 산업 적용을 위해 도포성, 경화 조건, 대량생산 적합성을 수행하여 학문적 연구성과를 산업 현장으로 확장할수 있었음. □ 업적물 산출시 기여한 역할 : 내열성과 속경화 특성을 동시에 달성하기 위한 분자구조 설계 및 첨가제 선택하였으며, 해당 기술의 생산성 향상, 원가 절감, 에너지 효율화 가능성을 정리하여 산업계 도입의 근거 마련하였음.				
23			응용화학공학 부	노하우이 전	(
					② 친환경 원료와 폴리에틸렌 배합기술
					③ (주)코아트
					④ 5,000
					⑤ 2024
	업적물의 창의성·혁신성 : 기존 석유계 폴리에틸렌(PE)에 바이오 기반 친환경 원료(바이오매스, 생분해성 원료 등)**를 도입하여 지속가능성을 확보한 점에서 창의성과 혁신성을 보임 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 :친환경·지속가능 소재 개발로써 향후 탄소중립 정책 및 친환경 플라스틱 산업 발전과도 연계 가능. 해당 전공분야의 기여 : 기존 석유계 PE 기반 제품 대비 친환경성, 재활용성, 기능성을 높일 수 있어 포장재·자동차·건축 소재 등 산업적 응용성 큼. 업적물 산출시 기여한 역할 : 연구 설계 단계에서 배합 조건(원료 비율, 가공 온도, 압력 등) 기획 및 최적화를 주도 하여 (주)코아트에 친환경 원료와 폴리에틸렌 배합기술(노하우)을 이전함				
24			응용화학공학 부	노하우이전	
					② 아크릴-우레탄계 점착수지 개발
					③ 더랩스토어
					④ 8,000
					⑤ 2025.03
	업적물의 창의성·혁신성 : 바이오 기반 아크릴 전구체와 폴리오을 혼합해 아크릴성과 우레탄성의 장점을 결합한 점착수지 개발 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 :친환경·지속가능 소재 개발로써 산업 확산 및 정책 지원 사례를 활용될 수 있음 해당 전공분야의 기여 : 포장 필름용 점착층, 의료용 테이프, 자동차 내장용 점착층 등 폭넓은 적용 가능성을 실험적으로 검증함 업적물 산출시 기여한 역할 : 연구 설계 단계에서 배합 조건(원료 비율, 가공 온도, 교반속도, 압력 조건)등 실무 파라미터를 명확히 문서화하여 더랩스토에 아크릴-우레탄계 점착수지 개발(노하우)을 이전함.				
25			응용화학공학 부	특허이전	
					② 분자설계를 통한 점착력 제어가 가능한 폴리우레탄계 점착제 및 이의 제조방법
					③ 더랩스토어
					④ 2,000

				⑤ 2025.03
업적물의 창의성·혁신성 : 본 연구에서는 기존의 고정 점착특성을 갖는 폴리우레탄계 점착제와 달리 분자구조 설계를 통해 점착력을 정밀 제어할 수 있는 시스템을 개발 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 :친환경·지속가능 소재 개발로써 향후 탄소중립 점착소재 기술로 발전 가능 해당 전공분야의 기여 : 점착층의 설계 유연성이 높아 포장재, 전자부품(디스플레이, FPCB), 의료용 패치, 자동차 내장재, 건축용 점착 필름 등 다분야 응용 가능 업적물 산출시 기여한 역할 : 연구 설계 단계에서 배합비, 반응온도, 교반속도, 점착층 도포두께, 경화조건 등의 최적 조건을 제시하고 더랩스토어에 분자설계를 통한 점착력 제어가 가능한 폴리우레탄계 점착제 및 이의 제조방법(특허)을 이전함				

2. 산업·사회에 대한 기여도

1) 산학협력 현황

- 본 교육연구단은 과학 기술을 통해 산업과 지역사회 문제 해결에 기여하기 위한 첫 번째 활동으로 활발한 산학협력 연구 추진을 지향하고 있고, 지역 산업계와의 교류를 위하여 인적 교류와 보유 장비 활용 등을 이용한 물적 교류 등을 추진하고 있다.

표 Ⅲ-5. 산학협력 과제 목록

연번	교수명 / 업체명	연구 주제
1		열가역 가교 (Vitrimers) 도입을 통한 고탄성 열가소성 소재 개발
2		냉장고 TPE 제빙가스켓의 온도/경시변화에 따른 압축복원 한계 및 메커니즘 규명
3		BIPV용 반투명 페로브스카이트 태양전지 모듈 시험편 분석
4		부동액 염료의 탈변색 원인 규명을 위한 염료 변형 메커니즘 연구
5		건식 후막전극 기반 리튬이온전지 성능 향상을 위한 고함침성 전해액 소재 개발 및 조성 최적화 연구
6		고에너지, 고안정성 전고체전지 向 고농도염을 포함하는 불소계 고분자전해질 개발 및 전지 성능 향상 기술 개발
7		도전성 고분자 소재 공정 및 품질 성능 개선
8		오일 도포된 성형물 열화 메커니즘 분석
9		수소액화공정 개발을 위한 냉각 공정 효율화 연구
10		수소액화공정 최적 설계안 도출을 위한 냉각공정 고도화 연구
11		저순도 CO2 직접전환 CCU 공정의 경제성평가
12		연료전지 전극슬러리의 물성 확보를 위한 슬러리 유변물성 특성파악
13		고분자 3DP 소재의 고충격 발현 메커니즘 및 공정 해석을 위한 분석 방법론 개발

- 본 교육연구단은 지역 산업계의 인력 교육을 통한 인적 교류활동의 일환으로 지역산업체 및 연구기관의 우수한 인력을 대학원에 진학시키는 프로그램을 운영하고 있으며, 5차년도 기간에 수확중인 파트타임 대학원생 현황은 박사과정 9명, 석사과정 70명, 석박사통합과정 2명으로 총 81명이다.
- 지역산업계 종사자의 재교육을 위하여 현장 밀착형 교과과정을 가지는 산업대학원을 개설하고

있으며, 5차년도 기간에 재학 중인 산업대학원생은 석사과정 41명이다.

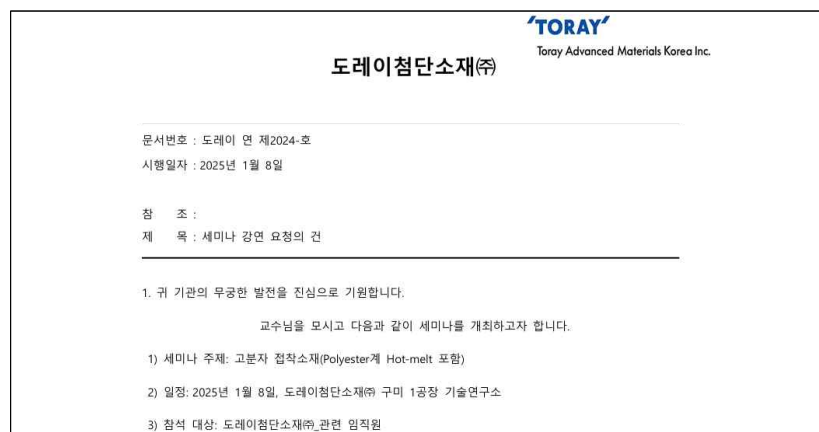
- 본 교육연구단 참여교수들은 다음과 같이 기업체 강연 및 기술 교육과 자문 등을 실시하였다.

□ 교수

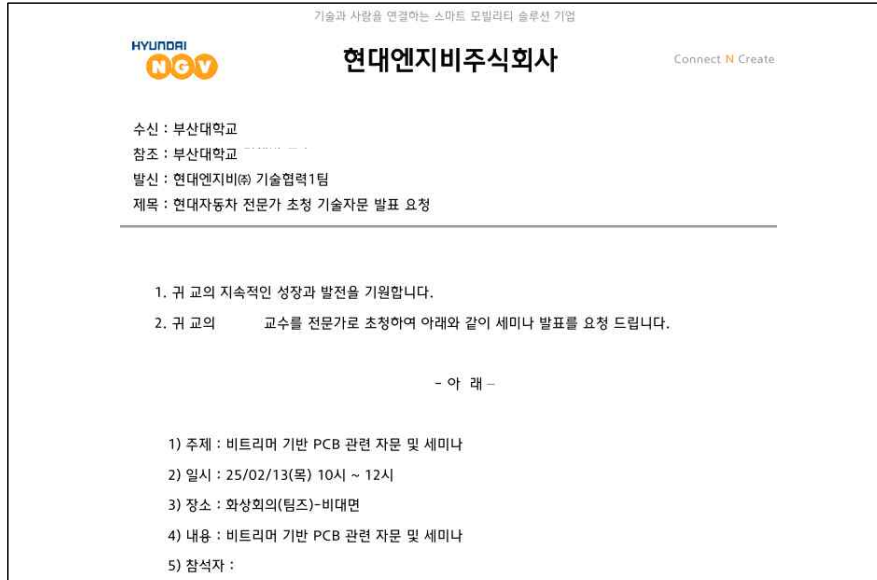
- 청정수소 혼소발전 전문기업인 (주)뉴수소에너지와 중소기업기술정보진흥원 과제를 공동으로 수행하여 2024년 10월 1일부터 2026년 9월 30일까지 총연구기간으로 연구를 수행 중임. 중소기업 협력과제 수행과 후속과제 개발을 위해 김용우 대표 및 윤용수 기술고문과 함께, 2024년 12월 5일 및 2025년 8월 27일에 수소연소발전 과제개발 미팅을 진행하였으며, 태양광 연계 ESS시스템 도입을 위한 중국파트너 미팅을 진행하고 있음
- 바이오수소 생산 및 활용 전문업체인 (주)NZW와는 2020년부터 환경부/환경산업기술원 지원 음폐수 기반 수소생산 과제를 공동 수행해왔으며, 현재는 2단계 사업을 진행 중임. 또한, 연구책임자와 함께 2024년 한국에너지기술평가원의 한영에너지국제공동과제에 영국 WASE Ltd 및 University of Westminster와 공동 선정되었으며, 2025년 11월 말 영국을 방문하여 관련 기업체 방문 및 자문 활동을 진행할 예정임. 이를 통해 향후 3년간 유기성 폐자원을 활용한 수소/메탄 혼합 하이탄 생산 공정 개발을 위한 국제 공동연구 협력을 강화하고 있음.

□ 교수 :

- 2025년 1월 8일 도레이첨단소재에서 접착제 관련 최신 산업기술 공유를 위한 기술 세미나를 진행하였으며, 폴리에스터 계 핫멜트(hot-melt)를 포함한 고분자 접착 소재 및 동적 결합 고분자 소재를 활용한 재가공/재활용 가능한 친환경 접착제 기술을 중심으로 발표를 진행하였다. 이번 강연에서는 고기능 접착제의 산업적 활용 가능성과 지속가능한 소재 개발을 위한 기술적 접근 방안을 공유하였으며, 향후 관련 분야의 연구개발 협력 가능성에 대해서도 논의하였다.



- 2025년 2월 13일 현대엔지비 주식회사에서 인쇄 회로 기판(Printed Circuit Board, PCB)에 적용 가능한 비트리머(VitriMER) 소재에 대한 연구 자문 및 기술 적용 가능성 검토를 온라인 회의를 통해 진행하였으며, 열적 안정성과 가공성을 동시에 확보할 수 있는 동적 공유 결합 기반 고분자 시스템의 설계 방향과 응용 가능성에 대해 논의하였다. 이번 자문을 통해 고온 환경에서도 구조적 안정성을 유지하면서도 재가공·재활용, 형상 재배열이 가능한 비트리머 기반 소재의 PCB 적용 가능성에 대한 실험적 접근과 향후 R&D 협력 방향이 모색되었다.



□ 교수

- 2025년 6월 17일 이프 김고운 대표와의 기술 미팅을 부산대학교에서 개최하였으며, 이 자리에서 천연염료의 발색 원리 및 성능 등에 대해 자문을 실시하였다. 또한, 7월 18일에는 홍조류에서 추출한 천연염료의 성분과 응용 방안에 대한 강연을 진행하였다.
- 2025년 3월 28일 현대자동차 남양연구소 액상체결연구팀을 대상으로 프탈로시아닌 염료의 제조 및 부식방지 성능에 대한 연구내용을 발표하였다. 해당 주제에 대한 후속 연구미팅이 5월 15일, 7월 23일 등 2차례 더 진행되었으며, 이러한 미팅 결과를 바탕으로 후속 산학과제 진행을 논의 하고 있다.
- 2025년 5월 22일 아셈스 연구팀을 대상으로 폴리에스터 섬유의 염색방법과 염료특성에 대한 강 연/자문을 실시하였다. 특히, 염료의 승화성 측정과 열안정성 향상 방안 등에 대해 논의했으며, 이러한 회의 결과를 바탕으로 해서 추후 지역연계 RISE연구사업 기획, 산업통상부 신규과제 수 요조사서 제출 등을 진행하였다.

□ 교수

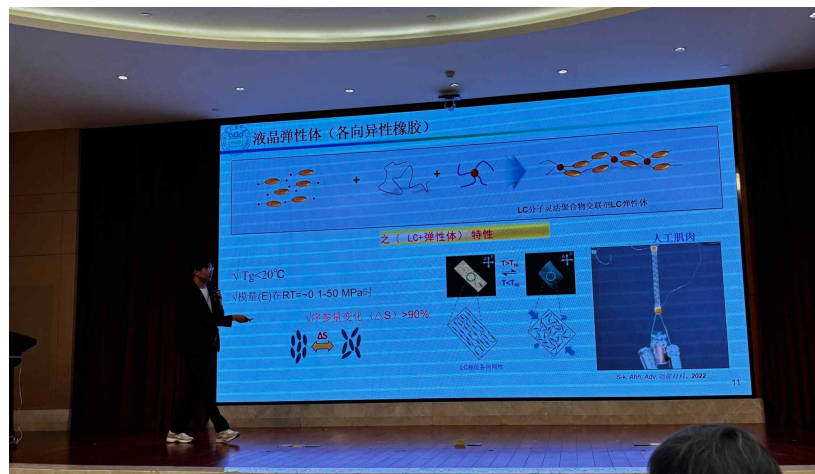
- 2025년 2월 13일, 국제지식재산연수원 (대전)에서 진행된 “고분자 복합재료 기술” 강연에서 특 히 심사·심판관, 특허 분석 및 기술이전 기관 직원들을 대상으로 1) 고분자 복합재료 성형기술 소개, 2) 섬유강화 복합재료와 나노복합재료의 성형 기술, 3) 고분자 복합재료 성형기술의 트렌 드 및 전망을 주제로 6시간의 강연을 진행하여, 고분자 복합재료 분야의 기술 특허화와 산업체 로의 기술이전을 촉진하는 토대를 마련함.

□ 교수

- 국내 최초로 출범한 화장품 연구소 아모레 퍼시픽 R&I 연구소에서 “Smart Liquid Crystal Elastomers for Anti-Wrinkle Patches” 라는 주제로 강연 및 자문을 진행하였다.



- 중국 및 국제적으로 기능성 화학물질, 신 고분자 소재, 신 에너지 소재를 제조 및 판매하는 중국 자사의 위성화학에서 “ Designing Intellingent Materials form Liquid Crystal Elastomers: Harnessing Anisotropic Properties and Phase Transitions” 라는 제목으로 강연 및 자문을 진행하였다.



- 향후, 본 교육연구단 참여교수들은 동남권 및 관련분야 기업체와의 산학관련하여 기업체와의 과제 발굴에 힘쓰고 있으며, 이를 통해 산업,사회 문제해결에 이바지하고 있다. 차년도에도 꾸준한 과제 발굴, 기술교육, 기술세미나, 기술자문 등을 통해 산업체에서 요구한 최신 기술, 연구 및 문제해결에 꼭 필요한 역할을 수행해나갈 계획이다.

2) 산학관련 수상내역

- 본 교육연구단 참여교수는 5차년도에 아래 표와 같은 수상 실적을 낸 바 있다.

표 Ⅲ-12. 본 교육연구단 소속 교수의 산학관련 수상내역

교수	날짜	수상기관	수상내역
	2024년 12월 9일	사단법인 한국공업화학회	산학연공로상
	2024년 10월 23일	산업통상자원부	표창장

- 부산다 교수는 한국공업화학회 신규임원대면식 (2024년 12월 9일)에서 학회의 산학국
제공동세션 개최등에 기여한 공로로 산학연공로상을 수상하였다.
- 본 교육연구단 교수는 탄소나노튜브 합성 및 섬유화 분야의 연구개발 및 양성에 대한 공
로를 인정받아 ‘카본코리아 2024’ 개막식에서 산업통상자원부 장관 표창장을 수상하였다.



3) 장비이용실적 (업체사용실적)

표 Ⅲ-6. 본 교육연구단 소속 장비 활용 내용

장비명	교수 연구실	사용기간	업체	내용
적외선분광기(FTIR), 시차주사열량계(DSC), 열중량분석기(TGA), 동적기계분석기(DMA) 레오미터 만능재료시험기(UTM) THINKY MIXER		2024.05.01.~2025.04.30	화승코퍼레이션	작용기가 도입된 EPDM 고무 소재 특성 분석
적외선분광기(FTIR), 시차주사열량계(DSC), 열중량분석기(TGA), 동적기계분석기(DMA) 레오미터 만능재료시험기(UTM) THINKY MIXER		2024.09.02.~2025.02.28	LG전자	냉장고 TPE 제빙가스켓의 온도/경시변화에 따른 압축복원 한계 및 메커니즘 규명

자외선/가시광선 분광기 (uV-Vis)		2022.04.20~	퀀텀테크(주)	자외선과 가시광선의 다양한 파장에서 시료의 흡수 및 투과 양 측정
광 발광 분광기 (Photoluminescence Spectroscopy)		2022.04.20~	Edinburgh Instruments	들뜬 전자가 바닥 상태로 내려갈 때 발생하는 빛을 통해 불순물, 결정 상태 등 분석 팁과 시료표면의 원자 사이에 작용하는 반데르발스 힘을 검출하여 시료 표면 스캔
주사탐침현미경 (Atomic Force Microscope)		2019.10.04.~	파크 시스템스	작용하는 반데르발스 힘을 검출하여 시료 표면 스캔
Contact angle (CA)		2019.10.04.~	(주) 펄스바이오메드	표면 특성 평가
Keithley		2018.04.20~	Keithley Instruments	태양전지의 광전 변환 효율 측정
순환 전압 전류 측전기		2025.03.01.-08.31	(주)현대자동차	금속의 부식거동 분석
UV-Vis 분광측정기		2025.06.17.-08.31	이프	천연염료 흡수/발광 특성 평가
UV-Vis 분광측정기		2025.05.22.-08.31	아셈스	분산염료 색상 및 특성 평가
순환 전압 전류 측전기		2025.03.01.-08.31	KD파인켄	프탈로시아닌 염료의 전기화학 적 특성 평가
시차주사열량계(DSC), 표면저항 측정기(4point probe)		2024.09.04.~2025.05.20	(주)효성	도전성 고분자 소재 공정 및 품질 성능 개선
적외선분광기(FTIR), 시차주사열량계(DSC), 동적기계분석기(DMA) 주사전자현미경(SEM) 광학현미경(OM) 원자힘 현미경(AFM)		2025.02.01.~2026.01.31	LG 전자	오일 도포된 성형물 열화 메커니즘 분석
만능재료시험기(UTM)		25.07.01~26.06.31	피유코어 주식회사	접착제 전단강도 테스트

○ 산학관련하여 기업체와의 원활한 기기장비 사용과 관련하여, 각 연구실 이외에도 부산대학교

연구장비공동활용지원센터에서 현재 109종의 장비를 보유, 관리, 운영하고 있다. 부산대학교에서 공동으로 운영하는 장비의 경우 예약을 통해 이용할 수 있으며, 장비이용료를 교육연구단 예산에서 결제할 수 있도록 차년도에도 꾸준히 지원할 계획이다.

3. 참여교수의 연구의 국제화 현황

① 국제적 학술활동 참여 실적 및 현황

- 본 교육연구단은 세계적인 연구 성과를 창출하기 위한 노력으로 다양한 국제 공동연구와 교류 활동을 추진하고 있는데, 연차별 참여실적 현황은 아래 표와 같다.
- 국제 학술학회의 조직 및 발표에 적극적으로 임하기 위해 노력하였으며, 그 결과 초청강연, 좌장 및 위원회 활동, 국제학술지 관련활동이 증가되는 등에서는 양호한 성과를 창출한 것으로 판단되며, 대표적 실적들을 서술하였다.

표 III-7. 국제활동 분야별 참여실적 현황 (연차별 실적)

활동분야	수상실적	기조연설,초청강연,해외대학강연, 논문발표등	좌장 및 위원회 활동	국제학술지 관련 활동	저술 활동	소계
1차년도 건수	2	10	6	25	0	41
2차년도 건수	2	20	7	5	0	34
3차년도(6개월)건수	0	4	6	4	1	15
4차년도 건수	3	24	28	10	0	65
5차년도 건수	6	17	48	11	0	82

1) 국제학회/학술대회에서 수상 :

< 교수 >

- 우수강의 교수상, 한국공학교육학회, 2024년 9월 28일
- 산학연공로상, 한국공업화학회, 2024년 12월 9일
- 학회 공로상, 한국공업화학회, 2025년 6월 3일

< 교수 >

- 미원상사신진과학자상, 한국공업화학회, 2025년 6월 3일

< 교수 >

- Impact Recognition Award, 한국화학공학회, 2024년 12월 20일

< 교수 >

- ACS Industrial & Engineering Chemistry Research Excellence in Review Awards 2024 수상

2024년 9월 10일 (<https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.iecr.4c03070>)

< 교수 >

- 국내학회, 한국화학공학회 추계 우수논문상(poster), 2024.10.17
The Impact of Ethanol addition on Drying rates and Microstructural Properties of Lithium-Ion Battery Anode Slurries

2) 국제학술대회 등 관련 활동 (기조연설, 초청강연, 해외대학강연, 논문발표 포함)

☐ 기조연설

< 교수 >

- “Biodegradable and Thermoresponsive Hollow Porous Micro/Nanoparticles for Sustained Drug Release”, 4th International Conference on Materials Engineering and Functional Materials

☐ 초청강연

< 교수 >

- (초청발표) “Application of microbe-electrode interaction in bioelectrochemical system for CO₂ upcycling and net-zero biohydrogen production” The Korean Society of Industrial and Engineering Chemistry (KSIEC) Spring Meeting, Special Session of Net-Zero Hybrid Biohydrogen/Biogas Production and Process Applications 2025. 2025.06.03- 12. ICC Jeju, South Korea

< 교수 >

- “Covalent Adaptable Networks (CANs): Recyclable Networked Polymers” 한국공업화학회 추계 총회 및 학술대회, 2024.10.31., 한국

< 교수 >

- “Large-Area Flexible and Stretchable Electrochromic Devices with Viologen Derivatives”, PRiME 2024, 2024.10.10., 미국 하와이
- “Fabrication of Electrochromic Energy Storage Devices Containing Viologen Derivatives”, IDW '24 - The 31st International Display Workshops, 2024.12.04., 일본 삿포로

< 교수 >

- “Autonomous Elongation of Liquid Crystal Elastomer Fiber Actuators via Mesophase Control” The 7th International Conference on Active Materials and Soft Mechatronics (AMSM), 2024.10.28., 한국
- “Liquid Crystal Elastomers-based Haptic Technology: Toward Shape Displays” IEEE World Haptics Conference 2025 (Shape Displays Workshop) 2025.07.08., 한국
- “Liquid Crystal Elastomers for Muscles, Textiles and Haptics” ACS FALL 2025, 2025.08.17., 미국

< 교수 >

- “Biodegradable and Thermoresponsive Porous Micro/Nanospheres”, 14th Arab International

Conference on Polymer Science and Technology

□ 해외대학 초청강연

< 교수 >

- “High-Performance Electrochromic Energy Storage Devices Incorporating Viologen Derivatives ” , Shanghai University- Pusan National University Joint Seminar on Advanced Functional Materials, 2025.05.30., 중국 상하이

< 교수 >

- “Programmable Actuation in Liquid Crystal Elastomer Films and Fibers” University of Connecticut 초청 강연, 2024.12.04., 미국

□ 국제학술대회 논문발표(개최국 현지발표)

< 교수 >

- (구두발표) “Microbial CO₂ Conversion to Value-added Platform Chemicals using Acetate as Intermediate by Carbon-negative and Sustainable Microbial Electrosynthesis Cell” , iBioN 2024 (The international symposium on biorefinery and bioprocess) 2024, 2024.11.07., 일본
- (구두발표) “Microbial Electrosynthesis Cell for CO₂ Conversion to High-value Platform Chemicals using Electrochemically Active Bacteria” , 2024 Workshop on Recent Advances in C1 Gases Bioupcycling, 2024, 2024.11.14., 중국
- (초청발표) “Application of microbe-electrode interaction in bioelectrochemical system for CO₂ upcycling and net-zero biohydrogen production” The Korean Society of Industrial and Engineering Chemistry (KSIEC) Spring Meeting, Special Session of Net-Zero Hybrid Biohydrogen/Biogas Production and Process Applications 2025. 2025.06.03- 12. ICC Jeju, South Korea

< 교수 >

- “Electrode Surface Modification for High-Performance Electrochromic Devices Containing Viologen Derivatives” , 15th International Meeting on Electrochromism (IME-15), 2024.09.04., 포르투갈 리스본

교수 >

- “Unlocking New Opportunities in Liquid Crystal Elastomers through Smectic Phase” International Liquid Crystal Elastomer Conference 2025, 2025.08.12., 핀란드

< 교수 >

- (구두발표) “Effect of ethanol on the rheological behavior and drying process of lithium-ion battery anode slurries” , 15th Asian Coating Workshop (ACW2025), 250611, 일본

3) 좌장 및 위원회 활동

< 교수 >

- 기술 위원회, Global Conference on Innovation Materials (GCIM) 2025.06, 2025, 한국
- 좌장, Global Conference on Innovation Materials (GCIM) 2025.06, 2025, 한국
- Editorial Board Member, Macromolecular Research
- Editorial Board Member, Biomaterials Research
- Editorial Board Member, Tissue Engineering: Part A

< 교수 >

- 조직이사 및 재무이사, 한국탄소학회, 2009~
- 조직이사 및 학술이사, 한국공업화학학회, 2015~
- 평가위원, 정보통신기획평가원, 2015~
- Advances in Industrial and Engineering Chemistry (AIEC) 편집이사, 한국공업화학학회, 2024~

< 교수 >

- 한국연구재단 ICT 융합단 전문위원, 2022-2025
- 에너지전기화학부문위원장, 한국에너지기후변화학회, 2024-2025
- 교육문화위원장, 한국생물공학회, 2025
- 홍보소식이사, 한국청정기술학회, 2024~
- 공과대학 포상 심의 위원회 위원

< 교수 >

- 평의원, 한국고분자학회, 2024~, 한국
- 운영이사, 한국고분자학회, 2023~2024, 한국
- 평의원, 한국화학공학회, 2024~, 한국
- 국제이사, 한국화학공학회, 2025~, 한국
- 국제화국제협력위원회 위원, 한국화학공학회, 2023~2024, 한국
- 고분자부문위원회 총무간사, 한국화학공학회, 2022~2024, 한국
- 운영이사, 한국접착계면학회, 2022~, 한국
- 평의원, 한국복합재료학회, 2023~, 한국
- 한국복합재료학회지 편집위원, 한국복합재료학회, 2023~, 한국
- 성형 및 나노복합재료 부문 학술이사, 한국복합재료학회, 2021~, 한국

< 교수 >

- 좌장, The 17th Asian Textile Conference. 2024.12.17. 타이완
- 평의원, 한국섬유공학회, 2024 ~, 한국

< 교수 >

- BIEN 2025 & INWES APNN Meeting, 위원 (기초 BS 분과장)

< 교수 >

- H06 - Chromogenic Materials and Devices 3, PRiME 2024, 2024.10.10., 미국 하와이

< 교수 >

- Board Member, IUPAC Subcommittee: Polymer Division Subcommittee East Asia Research

Meeting, 2020.11.20.~

- 총무이사, 한국유변학회, 2024~, 한국
- 학술이사, 한국유변학회, 2025~, 한국
- 평이사, 한국고분자학회, 2024~, 한국
- 평의원, 한국고분자학회, 2024~, 한국
- 국제협력이사, 한국복합재료학회, 2024~, 한국
- 평의원, 한국복합재료학회, 2024~, 한국
- 책임평가위원, SEIF(전자파솔루션) 융합연구단, 2022~. 한국

< 교수 >

- International Liquid Crystal Elastomer Conference (ILCEC) Leadership Committee 로 선출되어 ILCEC 학회의 체계화 및 발전을 위해 봉사함 (유럽 2명, 북미 2명, 아시아 2명, 총 6명중에 1명으로 선출됨) (2025.08)

< 교수 >

- 한국공업화학회 부산울산경남지부 산학협력이사, 2024
- 한국공업화학회 화학공정분과회 총무간사, 2024
- 한국청정기술학회 총무이사, 2024

< 교수 >

- International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC) 동아시아위원회 : 위원장
- International Conference on Materials Engineering and Functional Materials : Program Chairs

< 교수 >

- 이사, 한국폴리우레탄학회 2024~
- 평의원 부산/울산/경남 지부 비산업계. 한국고분자학회 2024~

< 교수 >

- 기초연구본부 공학단 전문위원, 한국연구재단, 2023.11.01~2025.10.31
- 편집이사, 한국유변학회, 2024.01~2025.12
- 국문지편집부위원장, 한국고분자학회, 2024.01~2025.12
- 학술지 편집위원, Korea-Australia Rheology Journal

4) 국제 학술지 관련 활동

< 교수 >

- Journal of Industrial and Engineering Chemistry (JIEC) (Q1): Editor
- Biotechnology and Bioprocess Engineering : Editorial Board Member
- Frontiers in Energy Research (Q3): Associate Editor
- Frontiers in Bioengineering and Biotechnology (Q1): Associate Editor

< 교수 >

- Functional Composites & Structures (Scopus): Editor

- Fibers and Polymers (SCIE): Associate Editor

< 교수 >

- Scientific Reports: Editorial Board Member

< 교수 >

- MDPI Crystals : Editorial Board Member

< 교수 >

- International Journal of Materials Science and Engineering (IJMSE) : Editor

- Pharmaceutics : Special Issue Editor

< 교수 >

- Korea-Australia Rheology Journal : Editor

5) 국제 저술활동

표 III-8. 5차년도 국제 저술활동 실적

		20240901- 20250831		신소재 공학	저서 (교재)	<u>978-89-6595-138-4</u> 제목: Thin film analysis using x-ray reflectivity
1	□ 실적의 우수성 : 박막 및 다층박막의 구조를 비파괴적으로 분석하는 X-선 반사율에 대해 교재를 제작하였음. X-선 반사율은 매우 널리 박막 연구에 쓰이는 방법이나, 학생들을 위한 체계적인 교재가 부재한 상황임. 이에 교재를 제작하고 수업에 활용하였음. □ 교육효과 : 대학원생들의 수업에 교재로 사용하였음.					

② 국제 공동연구 실적

- 참여교수들이 5차도에 국제 공동연구를 한 실적을 다음 표와 같이 총 20건이며, 상대국은 미국, 영국, 중국, 인도, 독일을 비롯한 15개국이다.

표 III-9. 5차년도 국제 공동연구 실적

연번	공동연구 참여자		상대국 /소속기관	국제 공동연구 실적	DOI 번호/ISBN 등 관련 인터넷 link 주소
	교육연구 단 참여교수	국외 공동연구자			

1		미국 / Harvard Medical School	Biomimetic gradient hydrogel with fibroblast spheroids for full-thickness skin regeneration. Biomaterials Advances. 169, 214152	doi.org/10.1016/j.bioadv.2024.214152
3		미국 / Lawrence Berkeley National Laboratory	Selective enrichment of electrode-associated cells enhances CO2 conversion to acetate in microbial electrosynthesis cells	https://doi.org/10.1016/j.fuel.2025.135832
2		독일 / Paderborn University	Optimization of hierarchical textured PDMS film with wide-angle broadband anti-reflection for light trapping in solar cells	10.1016/j.cej.2024.157155
4		영국/ University of Cambridge	Harnessing Extreme Internal Damping in Polyrotaxane-Incorporated Liquid Crystal Elastomers for Pressure-Sensitive Adhesives. Advanced Functional Materials, 35(3), 2413824	https://doi.org/10.1002/adfm.202413824
5		미국/ Texas A&M University	Redefining the limits of actuating fibers via mesophase control: From contraction to elongation, Science Advances, 11(3), eadt7613	10.1126/sciadv.adt7613
6		인도/ PSG Institute of Technology and Applied Research	Better Together: Integrating Adhesion and Ion Conductivity in Composite Binders for High-Performance Silicon Anodes, Journal of Materials Chemistry A, 13(12), 8355	10.1039/D4TA07078J
7		호주 / school of chemical and biomolecular engineering, University of Sydney	Enhanced cell growth and astaxanthin production in Haematococcus lacustris by mechanostimulation of seed cyst	https://doi.org/10.3390/app142210434
8		미국/ University of Pittsburgh	Improving Geometric Uniformity in Dynamic Chemical Vapor Deposition of Carbon Nanotube Forests / Industrial & Engineering Chemistry Research, 64, 11327–11339	doi.org/10.1021/acs.iecr.4c03787
9		영국 / James Watt School of Engineering, University of Glasgow	Mono-axial stretching-induced growth of crystalline phase of melt-processed perfluoroalkoxy alkane (PFA) films for protecting inner layer of battery pouch films	https://doi.org/10.1016/j.eurpolymj.2024.113380

10		영국/ University of Bath	Resolving the High-k Paradox in Organic Field-Effect Transistors Through Rational Dielectric Design. Advanced Electronic Materials 11, 2500040	doi.org/10.1002/aelm.202500040
11		네덜란드 / Delft University of Technology	Computational Exploration of Adsorption-Based Hydrogen Storage in Mg-Alkoxide Functionalized Covalent-Organic Frameworks (COFs): Force-Field and Machine Learning Models	https://doi.org/10.1021/acsami.4c11953
12		중국 / School of Materials Science and Engineering, Beijing Institute of Technology	Polyoxometalate initiated in-situ conformal coating of multifunctional hybrid artificial layers for high-performance zinc metal anodes	https://doi.org/10.1002/adfm.202412577
13		중국 / Energy & Electricity Research Center, Jinan University	frameworks and covalent-organic frameworks for the separation of Xe/Kr noble gas	https://doi.org/10.1016/j.seppur.2024.127752
14		미국 / Georgia Institute of Technology, 미국 / University of Minnesota, 미국 / University of California Berkeley, 캐나다 / University of Toronto, 미국 / Northwestern University, 미국 / Massachusetts Institute of Technology, 프랑스 / Institut de Recherche de Chimie Paris, 프랑스 / Campus Innovation Paris, 스페인 / IMDEA Materials Institute, 미국/ Oak Ridge National Laboratory	CoRE MOF DB: A curated experimental metal-organic framework database with machine-learned properties for integrated material-process screening	10.1016/j.matt.2025.102140

15		중국 / Huazhong University of Science and Technology, Jinan University	Accelerated discovery of high-performance MOFs for water adsorption chillers through molecular simulation and machine learning	10.1016/j.cej.2025.164419
16		미국 / Delaware Univeristy	Integrated strategy for PET recycling: Efficient production of H2 and BTX from PET waste via aqueous phase reforming and subsequent catalytic hydrodeoxygenation	/10.1016/j.ijhydene.2025.06.080
17		인도/ St. Stephen's College, University of Kerala,	Corrosion-resistant and fluorescent thiol-epoxy 'click' coatings reinforced with hydrophobic Ndoped carbon dots , J. Mater. Chem. A, 2025,13, 23680-23695	10.1039/d5ta01557j
18		독일/ Karlsruhe Institute of Technology (KIT), Technical University Clausthal	Double stress overshoot in startup shear flow and failure of Cox-Merz rule of pom-pom polymers	https://doi.org/10.1063/5.0250133
19		영국 / Edinburgh Napier University, Edinburgh, UK 중국 / Chongqing University of Technology 터키 / Istanbul Technical University	Enhanced re-processability of poly (butylene adipate-co-terephthalate) (PBAT) via chain extension toward a more sustainable end-of-life	https://doi.org/10.1002/pen.27067
20		일본 / Nagoya University 독일 / Karlsruhe Institute of Technology(KIT), Technical University Clausthal 이탈리아 / Università degli Studi di Napoli "Federico II",	Primitive chain network simulations of double peaks in viscosity growth curves of densely branched pom-pom polymer melts in fast shear flows	https://doi.org/10.1007/s00397-025-01502-1

1. 참여교수는 2025년 Harvard Medical School의 교수와 공동연구를 통해, 조직의

미세 환경을 모방하여 피부 조직 재생을 획기적으로 촉진하는 구배 구조 하이드로겔 플랫폼을 개발하는 데 성공했다. 본 연구는 재료과학 분야의 세계적인 학술지인 Biomaterials Advances (IF = 6, JCR 상위 25% 이내)에 2025년 2월에 게재되었다.

2. 참여교수는 Lawrence Berkeley National Laboratory 소속 연구원과 공동 연구를 통해 전극부착세포의 선택적 농화가 미생물전기합성셀에서의 CO₂ 전환 아세테이트 생산을 향상시킨다는 것을 규명하였으며, 본 연구는 에너지·환경 분야 저명 학술지인 Fuel (IF = 7.5, JCR 상위 12.58%)에 2024년 6월 9일 게재되었다.

3. 참여교수는 2024년 독일 파더본대학교(Paderborn University)의 교수와 국제 공동연구를 수행하였으며, 양 기관은 실험 분석 및 논문 초안 작성을 중심으로 긴밀히 협력하였다. 양측은 실시간으로 실험 데이터와 해석 결과를 공유하며 메탈 할라이드 페로브스카이트 태양 전지를 위한 Hierarchical Random Pyramid (HRP) 구조의 PDMS 기반 광반사방지막을 개발하였다. 본 연구를 통해 넓은 입사각 범위에서 반사율 3.13 %의 우수한 광 트래핑 효과와 155° 이상의 초발수 특성을 동시에 구현하여, 소자의 광전 변환 효율(PCE)을 약 18 % 향상시켰다. 이러한 국제 공동연구의 성과는 공동 저자들의 협력적 데이터 분석과 논문 작성 과정을 통해 완성되어, 세계적 학술지 Chemical Engineering Journal (IF = 7.1, JCR 상위 13.2 %)에 게재되었다.

4. 참여 교수는 2024년 University of Cambridge의 와 공동연구를 통해 메조겐 회전에 따른 댐핑만을 이용한 기존 액정 탄성체와 달리 본 논문은 슬라이딩 가능한 폴리로탁산(polyrotaxane, PRx) 가교점을 도입하여 이중 에너지 소산 경로를 설계하였다. 본 연구는 재료과학분야의 세계적인 학술지인 Advanced Functional Materials (IF = 19.0, JCR 상위 5%)에 2025년 01월에 게재되었다.

5. 참여교수는 2024년 Texas A&M University의 교수와 공동연구를 통해 가열시 수축(contraction actuation)만 가능했던 기존 액정 섬유와 달리 본 연구는 스메틱 메조페이즈 제어를 통해 가역적 신장(thermotropic elongation)을 ~30%까지 구현하였다. 본 연구는 공학분야의 세계적인 학술지인 Science Advances (IF = 12.5 JCR 상위 8.89%)에 2025년 1월에 게재되었다.

6. 참여교수는 2024년 PSG Institute of Technology and Applied Research의 와 공동연구를 통해 전기화학적 안정성과 이온 전도성이 부족한 기존 PAA 기반 바인더 대비 본 연구는 PAA + PSUOH (terpolymer) 조합을 통해 접착력과 리튬 이온 전도성을 동시에 확보하였다. 본 연구는 재료분야의 세계적인 학술지인 Journal of Materials Chemistry A (IF = 12.5 JCR 상위 15.93%)에 2025년 3월에 게재되었다.

7. 참여교수는 2024년 University of Sydney, Sydney 2006, Australia의 박사과정생과 Haematococcus lacustris의 세포 성장과 아스타잔틴 생산성을 평가하는 공동 연구를 수행하였다. 미세유체 칩을 이용해 기계적 자극의 최적 조건을 탐색한 결과 세포 밀도와 아스타잔틴 생산성이 유의하게 향상되었으며, 연구 결과는 2024년 11월 Applied Sciences (IF = 2.5, JCR 상위 24.3%)에 게재되었다.

8. 참여교수는 2025년 University of Pittsburgh의 교수와 공동연구를 통해 탄소나노튜브 어레이 합성시 발생하는 구조적 불균일성을 해결하는 연구 결과에 대해 발표하였다. 본 연구는 Industrial & Engineering Chemistry Research (IF = 3.9, JCR 상위 36.57%)에 2025년 5월 게재되었다.
9. 참여교수는 2024년 James Watt School of Engineering, University of Glasgow의 교수와 함께 합성된 고분자의 구조적, 물리/화학적 분석에 대한 자료 검토를 담당하는 방식으로 공동 수행되었다. 양측은 실험 데이터를 기반으로 성능 향상 메커니즘을 규명하였으며, 논문 작성과 투고 과정에서도 협력하여 최종 성과를 도출함으로써 세계적인 학술지인 European Polymer Journal (IF=6.3, JCR 상위 10.1%)에 2024년 10월에 게재되었다.
10. 참여교수는 2025년 University of Bath의 교수와 공동연구를 통해 유기 반도체 트랜지스터의 게이트 절연막의 유전상수와 반도체 채널의 전자 이동도 간의 상관관계와 그 메커니즘을 규명하였다. 본 연구는 전자재료 분야의 세계적인 학술지인 Advanced Electronic Materials (IF = 5.3, JCR 상위 22.7%)에 2025년 3월에 게재되었다.
11. 참여교수는 2024년 Delft University of Technology의 교수와 수소 저장 관련된 멀티스케일 분자모델링을 수행하였다. 초기 MP2 계산 수행을 Delft 대학에서 수행하여 이를 바탕으로 구체적인 모델링 흐름을 완성하였다. 공동연구의 결과는 ACS Applied Materials & Interfaces (IF = 8.2, JCR 상위 18%)에 게재하였다.
12. 참여교수는 2025년 Beijing Institute of Technology의 교수와 공동연구를 수행하여 수계 아연 전지에 대한 MD 시뮬레이션을 수행하였다. 공동연구의 결과는 Advanced Functional Materials (IF=19.0, JCR 상위 4.5%)에 게재하였다.
13. 참여교수는 2024년 Jinan University의 교수와 covalent-organic frameworks 전산 스크리닝을 통한 Xe/Kr 가스 분리 소재 탐색 연구를 수행하였다. 공동연구의 결과는 Separation & Purification Technology (IF=9.0, JCR 상위 8.8%)에 게재하였다.
14. 참여교수는 2025년 Georgia Tech, University of Minnesota - Twin Cities, University of California - Berkeley, University of Toronto, Massachusetts Institute of Technology, Institute de Reserche de Chimie Paris, IMDEA Materials Institute, Oak Ridge National Laboratory의 연구원들과 MOF 데이터베이스 구축과 스크리닝 연구를 수행하였다. 공동연구의 결과는 Matter (IF=17.5, JCR 상위 5.5%)에 게재하였다.
15. 참여교수는 2025년 Huazhong University of Science and Technolgy와 Jinan University의 연구원들과 MOF 기반 히트펌프에 대한 모델링 연구를 수행하였다. 공동 연구의 결과는 Chemical Engineering Journal (IF=13.2, JCR 상위 3%)에 게재하였다.

16. 참여교수는 2025년 미국 델라웨어 대학교의 교수와 공동연구를 통해 PET 플라스틱을 한 반응기 내에서 해중합과 수상 개질 반응을 통해 수소를 생성하면서 PET의 모노머인 테레프탈산을 동시에 생성하는 신개념 그린축매공정을 개발하였다. 본 연구는 수소에너지 분야의 최상위 저널인 Interntional Journal of Hydrogen Energy에 2025년 8월에 게재되었다.
17. 참여교수는 2025년 St. Stephen's College, University of Kerala,의 교수와 구조 분석, 전기화학적 내식성 평가를 담당하는 방식으로 공동 수행되었다. 양측은 실험 데이터와 해석을 긴밀히 공유하며 성능 향상의 원인을 다각도로 규명하였고, 논문 작성과 투고 과정 역시 협력하여 최종 성과를 도출하여 세계적인 학술지인 Journal of Materials Chemistry A(IF = 9.5, JCR 상위 13%)에 2025년 6월에 게재되었다.
18. 참여교수는 독일 KIT의 교수와 Start up shear 실험에서 일어나는 Double stress overshoot 현상을 Pom-Pom 고분자를 이용하여 살펴보았다. 특히 Double stress overshoot은 고분자에서 독특한 현상으로 팜-팜 고분자의 고분자 가지 구조가 Double stress overshoot 현상에 어떻게 영향을 미치는 살펴본 창의적 연구이다.
19. 참여교수는 영국 Edinburgh Napier University의 교수와 함께 생분해성 고분자인 PBAT에 체인익스텐더를 넣었을 때 재가공성을 알아보는 연구를 진행하였다. 최근에 생분해성 고분자와 고분자 재활용에 관심이 늘어나는 추세로 이러한 재가공성 연구는 이러한 분야에 큰 기여를 할 수 있을것으로 기대된다.
20. 참여교수는 일본 나고야 대학교의 교수와 함께 독일 KIT의 교수와 살펴보았던 Double stress 현상을 이론적으로 살펴본 연구를 진행하였다. 실험적으로 발견된 Double stress가 특이한 거동이었는데 이를 이론적으로 접근한 연구는 실험에서 팜-팜 고분자의 고분자 가지구조가 미치는 영향을 시뮬레이션으로 살펴보았다는 점이 창의적이라고 할 수 있다.

③ 외국 대학 및 연구기관과의 연구자 교류 실적 및 계획

- 본 사업 5차년도 참여 학생의 해외 연수 실적은 아래와 같다:

표 II-21. 5차년도 참여대학원생 해외연수 실적

구분	성명(지도교수)	기간	국가	파견 장소
1		2024.10.16.-2024.12.13.	미국	Air Force Research Laboratory
2		2025.02.10.-2025.02.26.	미국	Johns Hopkins University
3		2025.07.01.-2025.12.01.	미국	Harvard medical school
4		2025.07.01.-2025.11.30.	미국	Harvard medical school
5		2025.07.01.-2025.12.01.	미국	Harvard medical school
6		2025.02.26.-2026.02.25.	미국	University of Minnesota
7		2025.02.19.-2026.02.27.	독일	Technische Universität München

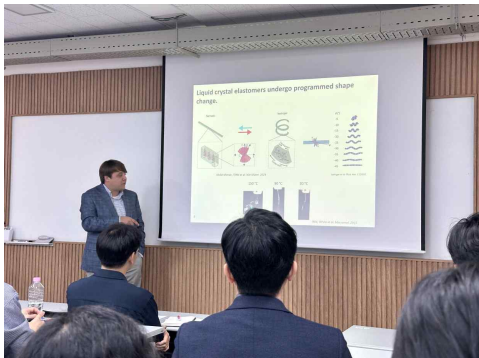
1. 학생: 액정탄성체 연구를 위해 미공군연구소 중기연수
2. 학생: 미생물전해전지를 통한 수소생산 연구를 위해 존스홉킨스대(미국) 단기연수
3. 학생: 생체 모방 하이드로겔 개발 연구를 위해 하버드의대(미국) 장기연수
4. 학생: MXene 활용 센서 연구를 위해 하버드의대(미국) 장기연수
5. 학생: UCNP 기반 센서연구를 위해 하버드의대(미국) 장기연수
6. 학생: 폐플라스틱 재활용 공정 기술 연구를 위해 미네소타주립대(미국) 장기연수
7. 학생: 저탄소 시멘트 고성능 감수제 연구를 위해 뮌헨 공과대학교(독일) 장기연수

○ 본 사업 5차년도 참여교수의 해외 교류 실적은 아래와 같다: (직접 현지방문실적)

- 교수는 2025년 7월 3일 ~ 7월 6일까지 소속 연구실 박사후 연구원 2명, 박사과정 연구원 2명, 석사과정 2명과 함께 중국 시안교통대학교에서 개최된 2025 Sino-Korea Advanced C1 Biorefinery Symposium에 참석하여 C1 가스 기반 바이오전환 및 바이오리파이너리 기술 관련 최신 연구 동향을 공유하고, 향후 국제 공동연구 추진을 위한 양국 연구자 간의 네트워크를 형성함. 본 심포지움의 Organizer인 Xi' an Jiaotong 대학 교수 연구그룹을 방문하여 연구원들과 미팅 및 연구실을 견학하였다. 또한 연구그룹의 포스닥 및 석박사 학생들과 간담회를 진행하며 바이오전기화학분야 네트워크 형성 및 향후 공동연구를 협의하였다.
- 참여교수는 2024년 02월 일부터 2025년 02월 일까지 파견으로 미국 Purdue University의 화공과를 방문하여, 블록공중합체 자기조립체 및 생체재료의 유연학적 연구에 대한 최신 정보현황 파악과 공동연구 토픽에 대한 교류를 하였다.

○ 한편, 5차년도에 외국대학 및 연구기관 연구자를 국내에 초빙하여 교류한 실적이다.

연번	내 용	사진
1	■ 연사 : 교수 (위스콘신 대학, 미국) - 일시, 장소 : 2024.10.16.(수) 10:00 ~	

	12:00, 10.16 기념관 - 내용 : “Disruptive Sustainable Technologies for the Plastics and Fuels Industry” 를 주제로 탄소중립대응과 관련하여 최근 이슈가 되고 있는 폐플라스틱 업사이클링 기술에 대한 연구 동향을 파악함.	
2	■ 연사 : 교수 (Chulalongkorn Univ, 태국) - 일시, 장소 : 2024.10.23.(수) 15:00 ~ 17:00, 7공학관 7415호 - 내용 : “Electricity in nanoscale catalysts for unconventional enhancement of reductive power” 를 주제로 촉매를 활용한 상온 이산화탄소 환원 반응을 및 촉매 반응을 활용한 Graphitic Carbon 양자점 합성과 Graphite-다이아몬드 중간체 형성기술을 소개함.	
3	■ 연사 : 교수 (University of Colorado, 미국) - 일시, 장소 : 2024.10.30.(수) 16:30 ~ 18:00, 7공학관 7407호 - 내용 : “ Low Density Material Actuators: Programming the Local Orientation of Liquid Crystalline Elastomers” 를 주제로 액정탄성체 소재를 활용하여 소재의 역사 및 국소적 분자배향을 통한 다양한 흥미로운 특성구현에 대한 연구를 소개함.	
4	■ 연사 : 교수 (Texas A&M Univ, 미국) - 일시, 장소 : 2024.11.01.(금) 11:00 ~ 12:00, 7공학관 7410호 - 내용 : “Responsive Materials that Grow, Entangle, and Morph into Multifunctional Structures” 을 주제로 자극감응성 고분자 소재를 활용하여 생명체의 군집운동을 모사하거나, 성장 및 물질 방출을 시연한 연구를 소개함.	

5	■ 연사 : 교수 (MIT, 미국) - 일시, 장소 : 2024.11.21.(목) 16:00 ~ 18:00, 7공학관 7415호 - 내용 : “Data-driven discovery of metal organic frameworks and polymers with high stability” 을 주제로 DFT 접근법을 활용하여 수백만개의 전이 금속 복합체 후보를 탐색하여 효율적인 촉매를 발굴하고, 이를 통해 지속 가능한 화학 생산을 위한 촉매 후보 발굴 연구를 소개함.	
6	■ 연사 : 교수 (University of Arizona, Department of Chemistry and Biochemistry 미국) - 일시, 장소 : 2025.02.17.(월) ~ 2025.02.25.(화) 13:00 ~ 15:00, 제7공학관 7410호 - 내용 : 전공분야인 화학공학 분야와 관련한 국제학술대회 논문 영어발표 스킬 향상 강의를 하였으며, 2주에 걸쳐 1:1 학생 지도를 통해 참여대학원학생의 국제학회 참여시 발표수준을 높히는데 기여하였다.	
7	■ 연사 : 교수 (National Taiwan University, 대만) - 일시, 장소 : 2025.06.09(월) 15:00 ~ 17:00, 제7공학관 7413호 - 내용 : “Computational Studies of Nanoporous Membranes for Separations” 을 주제로 MD 시뮬레이션 기반 나노다공성 소재에서 이온 분리에 대한 연구 주제를 발표하였으며, adsorption-facilitated mechanism에 대한 논의를 진행하였다.	
8	■ 연사 : 교수 (National Central University, 대만) - 일시, 장소 : 2025.06.09(월) 17:00 ~ 19:00, 제7공학관 7413호	

- 내용 : “Computational Studies for Materials Discovery and Design” 을 주제로 Thermoelectric 소재를 DFT 계산을 통해 모사하는 연구와 Hydrate 형성시 다른 기체 조성에 따른 hydrate 구조체 형성 유무를 MD 시뮬레이션을 통해 조사한 내용을 발표 하였다.	
--	--

- 본 교육연구단은 활발한 국제 공동연구를 위하여 향후 외국대학 및 연구기관과의 연구자 교류 계획을 다음 표와 같이 수립하였다.

표 Ⅲ-8. 해외공동연구기관 협력계획

국가	참여교수	상대기관	공동연구자	연구내용
미국		Massachusetts General Hospital, Harvard Medical School		업컨버전 나노입자 및 맥신 입자 기반 광의학 플랫폼 개발
미국		Brigham and Women's Hospital, Harvard Medical School		생체모방 하이드로겔 기반 조직재생 플랫폼 개발
미국		Lawrence Berkeley National Laboratory		바이오매스로부터 수소생산 공정 개발 및 최적화를 위한 연구자 교류 및 공동논문 출간
중국		Xian Jiatong University		한국연구재단 일반연구교류사업 한중국제공동과제 “C1 가스 생물전환을 통한 유용물질 생산 공정개발” 수행. 연구자교류 및 공동워크샵 개최
영국		University of Westminster & WASE Ltd		한국에너지기술평가원 에너지국제공동과제 “생물전기화학적 수소 및 메탄 생산을 위한 하이탄 공정개발” 수행, 현지 방문 및 공동워크샵 개최, WASE Ltd. 현장 플랜트 견학
중국		Xian Jiatong University		C1 가스 생물전환을 통한 유용물질 생산 공정개발
미국		University of Minnesota Twin Cities		페플라스틱의 비트리머화를 통한 재활용 가능한 소재로의 업사이클링 기술
스위스		ZHAW School of Engineering		페로브스카이트 태양전지 소자 분석

일본		치바대학교 (Chiba Univ.)		변색소재 및 소자 연구
싱가포르		난양이공대학교 (Nanyang Technological University)		공동 연구기획 및 과제계획서 작성
프랑스		프랑스 국립과학연구센터 (Institute of Condensed Material Chemistry of Bordeaux)		공동 연구기획 및 과제계획서 작성
일본		National Institute of Materials Science		전기변색소재/소자제조 및 공동연구과제 기획
미국		University of Texas at Austin		형상기억 섬유강화 복합재료 기반 달 건축물 제작 프로젝트
영국		University of Edinburgh		반응중합형 수지 적용 섬유강화 복합재료 성형 연구
미국		Stony Brook University		탄소나노튜브 합성용 촉매 분석
영국		University of Bath		강유전체 소재 및 소자 연구
독일		Clausthal University of Technology		고분자 물질 유변학적 연구
독일		Karlsruhe Institute for Technology		Rheo-Dielectrics를 활용한 연구
일본		Kyutech University, kobe University		공용매 및 바인더에 따른 유변물성 및 건조 공정 연구

- 4단계 BK21 사업에서는 참여교수/대학원생의 국제교류 및 해외 공동연구 활성화를 통해 국제화 역량을 향상할 계획이며, 이를 위해 본 교육연구단의 추진전략에 “연구의 국제화 (International)”를 포함하고 있고, 이를 위해 다음과 같은 구체적인 달성방안을 제시한다.

표 Ⅲ-9. 연구의 국제화 계획 달성방안

연구의 국제화 계획	구체적 내용
해외학술대회 참가지원과장중 단기 해외연수 파견	• 대학원생 해외학술대회 발표참가 지원 75명 (100만원 내외/1인) • 장·중·단기연수 4~8명 (150~500만원 내외/1인)
해외연구기관과의 공동 연구과제 발굴	• 국제공동연구과제 유치에 대한 가점/인센티브 부여 • 우수 공동연구 사례를 선발 정기워크숍에서 포상 및 상금
국제학회 개최 지원	• 국제학술대회 적극적 유치 활용 및 지원 • 한국-중국-대만-일본 JOINT 심포지움 지원
해외우수연구자 초청 및 세미나 개최 지원	• 우수해외연구자 초청세미나 지원 (해외저명석학 초빙)
복수학위제 및 국제화 플랫폼 구축	• 해외대학과의 복수학위제 및 학점인정 프로그램 연계 • 해외우수연구자와의 교류 확대 • 해외우수대학원생 유치

- 4단계 BK21 사업에서는 참여대학원생 75명에게 100만원을 지원하고 4~8명의 체류기간별로 장·중·단기연수자에게 150~500만원을 지원할 예정이다. 참여교수의 국제공동연구 네트워크 활성화를 위해 부산대 장기파견연구 및 연구재단 국제공동연구사업을 활용한다.
- 해외 연구기관/연구자와의 국제공동연구과제 유치시 가점/인센티브를 부여하고 성과를 논문으로 출간할 경우 매년 시행되는 사업단 참여교수/대학원생 평가시 가점/인센티브를 부여하여 공동연구를 적극 장려한다.
- 사업단 참여교수/학생의 우수 국제공동연구 사례 know-how를 매년 12월경 개최되는 사업단 정기워크숍을 통해 공유할 계획이다. 매년 우수 공동연구 사례를 선발하여 사업단 정기워크숍에서 포상 및 상금을 지급할 예정이다.
- 국제화역량을 강화하고 연구 성과를 홍보하기 위해 국제학회 개최를 적극 지원한다. 특히 부산 BEXCO는 최근 국제학회개최 장소로 선호되는 학회장이므로 비용효율측면에서 사업단 홍보효과가 클 것으로 판단된다. 한국-중국-대만-일본 JOINT 심포지움도 지원할 계획이다.
- 우수해외연구자 초청세미나의 해외저명석학 초빙 및 최신 연구정보 교류를 지원한다.
- 해외대학과의 복수학위제 및 학점인정 등 국제화 교육프로그램과 연계해 본 교육연구단의 우수한 국제공동연구성과 홍보를 통해 해외우수대학원생 유치로 이어지는 선순환 구조를 확립한다.
- 부산대학교 대학원 본부는 『BK21국제지원 CORE』 등 국제화 혁신 지원전담부서를 설치할 계획이며, 이를 통해 우수대학원생 및 교원의 해외파견연구와 국제공동연구를 지원할 계획이다.

- 본 교육연구단은 참여교수의 교육 및 연구역량을 강화하기 위하여 3단계 BK21 사업부터 매년 자체평가를 통한 경쟁체제를 이미 도입하여 모범적으로 운영해오고 있다. 그 결과 본 교육연구단이 3단계 최종 종합평가에서 1위라는 우수한 평가를 받았으며, 4단계 BK21 사업에서도 이를 계속 운영하고 있다.
- 구체적으로 22명의 참여교수를 대상으로 자체평가기준에 따라 **하위 3명**은 차년도 지원 대상에서 탈락시킨 후, 탈락교수와 새로 진입을 희망하는 교수들을 재평가하여 **3명을 다시 진입시켜** 사업 연도 내내 경쟁을 통해 목표에 대한 성과를 달성하도록 한다. 또한 이는 미참여 교수에게도 다시 진입할 수 있는 기회를 부여하여 지속적으로 대학원 교육과 연구에 관심을 가질 수 있는 동기를 제공할 예정이다.
- 본 교육연구단은 2024.9.1.~2025.8.31. 기간동안 참여교수의 개인별 실적을 바탕으로 1차 자체평가를 실시하였으며, 추가로 2차 자체평가를 다시 하여 2025년 1학기에 새로 진입하는 교수들을 선발하였다.
- 자체기준에 따라 논문, 특허, 대외수상 등 우수한 성과를 낸 참여교수, 신진연구인력, 참여대학원생에 대해서는 성과보상제에 따른 포상을 실시한다.
- 특히, 과거의 양적인 평가/포상제를 지양하고, **질적 중심의 평가/포상제**를 운영하여 질적 연구력 향상에 동기부여를 할 예정으로, 연구비 수주와 영향력 있는 저널논문 게재와 인용도가 높은 논문, 우수특허 및 학술활동에 대해 평가하여 연구비와 자원을 차등 배정하여 연구의 질적 향상을 달성할 계획이다.
- 참고로 본 교육연구단의 자체평가와 관련한 자체규정은 다음과 같다.

참여교수 자체평가 및 지원에 관한 규정

제정 2021.1.4.

1. 참여교수 자체평가

4단계BK사업운영이 효율적으로 이루어지기 위하여, 교육연구단의 비전과 목표에 기여한 참여교수들 실적을 매년 자체평가하여 탈락과 재진입이 가능하도록 하고 그 실적순위에 따라 지원학생 수를 조정한다. 또한 정년퇴임 및 퇴직으로 인한 결원 발생시 참여교수 재선정시 신규로 진입하는 교수 평가 기준을 적용한다.

2. 자체평가 기준

(1) 기존 참여교수 평가 기준

- 평가 지표(총 151점): 교육영역(41점)+연구영역(110점)
- 평가 대상: 교육연구단 내 참여교수 (22명)
- 평가 방법: 상대실적평가
- 평가 기간 : 해당년도 1년
- 탈락대상 : 하위 13.6 %(교육연구단 참여교수 22명 중 하위 3명)는 차년도 지원대상에서 탈락할 수

있으며 탈락여부는 평가위원회와 운영위원회에서 결정한다.

- 사업비 조정 : 이와 같은 평가기준에 따라, 사업비를 차등 지급할 수 있다.

[표 1] 교육연구단 자체업적 평가기준

	평가 항목		평가 지표	
교육역량 (27.2%)	대 학 원 생 연구역량 (23.1%)	① 대학원생 국제저명학술지 게재 논문 환산 편수(6.6%)	10	환산편수
		② 대학원생 SCI(E) (SSCI포함) 논문의 환산 보정 IF(13.2%)	20	환산IF
		③ 대학원생 학술대회 발표 논문 환산 편수 (3.3%)	5	<가중치> 국제:국내=2:1
	저 술 활 동 (1.3%)	① 교수 저서(온라인 포함) 실적 (1.3%)	2	<가중치> book:chapter:(K-mooc등) = 2:1:1
	교육의 국 제화 전략 (2.6%)	① 참여지도학생 해외연수실적(1.3%)	2	<가중치> 장기:중기:단기=3:2:1
		② 학위논문 외국어 작성 비율(1.3%)	2	논문수
연구역량 (72.8%)	참 여 교 수 연구역량 (56.3%)	1. 연구비 환산수주액 (연구비수주금액 2천만원당 1점)(16.5%)	25	국제:국내=2:1
		2. 논문		
		① 참여교수 환산 논문 편수 (13.2%)	20	환산편수
		② 참여교수 논문 환산 보정 IF (13.2%)	20	환산IF
	산 학 협 력 (13.2%)	③ 주저자 논문 상위%, (%별 차등) (13.2%)	20	분야별 1등이면서 3%이내: 10점, 3% : 8, 4% : 7, 5% : 6, 7% : 5, 10%: 4, 10~15% : 2점
		1. 특허 및 기술이전		
	국 제 학 술 활 동 (3.3%)	① 특허 출원/등록 환산 건수 (7.9%)	12	<가중치> 등록(국제):등록(국내)= 1.5: 1 출원(국제):출원(국내)= 1.5: 1
		② 기술이전 실적 2천만원당 1점 (5.3%)	8	
	국제학술 활동 (3.3%)	① 국제학회 발표 (2) ② 국제연구기관 공동논문발표 (3) (3.3%)	5	-Invited talk 2개까지 2점, -공동논문 3개까지 3점(주저자:공저자=2:1) 계산
합계			151	

(2) 신규로 진입하는 참여교수의 평가 기준

- 평가 지표(총 151점) : 기존 참여교수 [표 1] 와 동일
- 평가 대상 : 매년 자체평가후 평가대상 교수 + 신규진입을 원하는 교수
- 평가 방법 : 상대실적평가
- 평가 기간 : 평가년도 최근 2년 실적

3. 교수별 대학원생 배정인원

(1) 교수별 최소배정인원은 석사 2명, 박사 1명으로 하되 박사과정이 없는 경우 석사 3명, 석사과정이 없는 경우 박사 2명으로 한다.

(2) 신입 참여교수(현재 학과 내 미참여 교수)는 교수별 최소배정인원을 배정한다.

(3) 교육연구단내 참여교수의 평가에 따른 차년도 교수별 지원학생 수는 아래와 같이 결정한다.

[표 3] 교육연구단 배정 등급별 비율과 지원학생수

등급	S	A	B
등급별 비율	25 % 내외	50 % 내외	25 % 내외
지원학생 수	(T+1) 내외	T	(T-1) 내외

* T 는 예산 편성에서 산출한 교수별 대학원생 수

* B 등급 평가 교수 중 하위 13.63% (3명) 은 참여 제한을 받을 수 있다.

* 참여제한 교수가 평가 후 신입 예정 교수보다 높은 배점인 경우 B 등급에 위치한다.

(4) 예산은 참여대학원생의 수에 의해 산출되는 관계로 매년 변동 가능하다.

(5) 교수별 지원학생 수는 배정된 예산에 따라 달라질 수 있으며, 이 경우 운영위원회 회의를 통해 인원수를 조정할 수 있다.

- 본 교육연구단은 2024.9.1.~2025.8.31. 기간동안 참여교수의 개인별 실적을 바탕으로 1차 자체평가를 실시(2025년 2월)하였으며, 그 결과 22명의 참여교수(A~V로 표기)에 대하여 각각 항목에 대한 평가를 종합하여 아래 표와 같은 순위를 나타내었다. 하위 3명에 대해 탈락시키고 추가로 재선정 평가를 다시 하여 2025년 1학기에 새로 진입하는 3명의 참여교수들을 선발하였다.

5차 평가결과 (2025.2)					
순위	교수명(의명)	점수	순위	교수명(의명)	점수
1	J	1721.1	13	V	674.4
2	P	1130.3	14	I	514.3
3	U	1007.0	15	Q	514.0
4	B	988.3	16	S	452.0
5	O	924.3	17	H	358.7
6	L	883.7	18	E	302.5
7	D	870.2	19	N	241.0
8	A	841.7	20	C	230.5
9	F	822.1	21	K	202.0
10	G	778.5	22	R	192.4
11	M	756.7	-	-	-
12	T	694.1	-	-	-

- 끝 -