『4단계 BK21사업』 미래인재 양성사업(과학기술 분야)
교육연구단 2차 중간평가 보고서

관리번호	4199990414196						
사업분야	응용	신청분야	화공	단위	지역	구분	교육연구단
학술연구 분야 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	
학과(학부)	응용화학공학부						
교육연구 단명	국문) MICE(멀티스케일 융합 화공) 교육연구단						
	영문) Education Program for Forward-looking Student Resources in Multi-Scale Integrated Chemical Engineering (MICE)						
교육연구 단장	소 속	부산대학교 공과대학원 응용화학공학부					
	직 위	교수					
	성명	국문					
		영문					
연차별 총 사업비 (백만원)	구분	5차년도 ('24.3.~'25.2.)		6차년도 ('25.3.~'26.2.)			
	국고지원금	1,619		1,619			
총 사업기간	2020. 9. 1. ~ 2027. 8. 31.(84개월)						
평가 대상 기간	2024. 3. 1. ~ 2026. 2. 28.(24개월)						

본인은 『4단계 BK21』사업 2차 중간평가 보고서를 제출합니다. 아울러, 보고서에는 사실과 다른 내용이 포함되지 아니하였으며 만약 허위 사실이나 중대한 오류가 발견될 경우에는 그에 상응하는 불이익을 감수하겠음을 서약합니다.

2026년 7월 [illegible]일

작성자	교육연구단장	(인)
확인자	부산대학교 산학협력단장	(인)
확인자	부산대학교 총장	(인)

한국연구재단 이사장 귀하

<신청서 요약문>

<table>
<tr><td rowspan="3">중심어</td><td>멀티스케일</td><td>융합화학공학</td><td>미래인재양성</td></tr>
<tr><td>3In(융합, 지능, 연결)</td><td>3In(융합, 국제, 파급)</td><td>미래지향적 교육</td></tr>
<tr><td>4차 산업혁명</td><td>산업・사회문제해결</td><td>동남권 지역전략산업</td></tr>
<tr><td>교육연구단의
비전과 목표</td><td colspan="3">○ 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 융합화공이란, 화공분야에서 3M (Macroscopic, Microscopic, Molecular, 즉 거시적, 미시적, 분자수준)의 멀티스케일 개념이 접목되고 새로운 환경에서 다양한 방향성으로 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 글로컬 (Glocal) 교육연구단 성장하는 것으로 설정함.
○ 총 사업기간 동안 석사 350명, 박사 93명을 배출할 계획이며, 최종년도 박사 배출 목표는 박사 16명으로, 이는 최근 3년간 평균인 박사 배출 11명의 약 45% 향상된 것으로 <u>박사과정 중심의 대학원으로 전환</u>할 예정임.</td></tr>
<tr><td>교육역량 영역</td><td colspan="3">○ 본 교육연구단에서는 화학 분야 4차 산업혁명을 이끄는 멀티스케일 융합 화공인(人)을 양성하는 것을 교육목표로 설정하였고, 이를 위하여 세계 저명한 대학인 MIT, 싱가폴국립대, 예일대, 조지아텍, 홍콩과기대, 펜실베니아대, 델러웨어대, 플로리다대 화학공학과와 하버드대 화학과의 교육프로그램을 벤치마킹하였고, 그 결과를 본 교육연구단에 반영할 계획임.
○ 특히 현재 이원화된 화학공학·고분자공학과와 유기소재시스템공학과가 세부전공 구분 없이 <u>응용화학공학부로 완전 통합</u>하여 융합(Integration)을 위한 교육과정을 제공할 예정임. 또한 6개의 전공핵심 트랙(공정/화공화학소재/화공물리소재/화공정보/에너지-환경/바이오)을 운영하여 국제・지역사회가 요구하는 이머징(emerging) 분야의 인재를 양성할 계획임. 전공 핵심트랙 중 <u>화공정보트랙을 운영</u>하여 화공분야에서 4차 산업에 대응할 수 있는 디지털 기술을 가진 인재를 양성할 계획임.
○ 화학공학·고분자공학과와 유기소재시스템공학과는 최근 3년간 석사 146명, 박사 35명, 총 181명을 배출하였으며, 2019년도 졸업생 취업률은 68.33%이며, 졸업생들은 대기업, 중견, 중소기업, 연구소, 대학 등 다양한 화공분야로 진출함.
○ 최종년도 기준 참여대학원생 1인당 논문환산 편수는 0.21편에서 0.25편, 환산논문 1편당 환산보정 IF는 0.47에서 0.54, 그리고 참여 대학원생의 논문실적의 Q1 비율을 35%에서 41%로 향상시키는 것을 목표로 함.
○ 국제화된 창의 인재를 양성하기 위하여 국제학술회의에 참여하는 매년 75명의 대학원생에게 1인당 100만원을 지원할 예정임. 이러한 지원을 통하여 대학원생 1인당 학술대회 발표논문 환산편수는 1.6편을 달성할 예정임. 또한 우수대학원생에게는 국제학술회의 참여 기회 이외에도 해외연수를 장(2개월 이상)・중(1개월 이상)・단기(15일 이상)로 세분화하여 지원할 예정으로 이를 위하여 매년 4~8명의 우수 대학원생을 선발하여 지원할 계획임.</td></tr>
</table>

연구역량 영역	○ 세계적 수준의 연구를 이끌어 나가기 위해서 3In(引) 전략, 즉 융합(Integration), 국제 (International) 및 파급(Influence) 연구를 통해 화공 융합분야를 견인(引)하는 글로컬(Glocal) 교육연구단으로 성장하는 것을 연구목표로 설정함. ○ 융합(Integration)연구를 위해 교육에서 강조했던 6개의 연구핵심 트랙(공정/화공화학소재/화공물리소재/화공정보/에너지-환경/바이오)으로 연구 분야를 분류하고 전공트랙 내부 그리고 다른 트랙간의 공동연구 활성화를 통해 거시적(Macroscopic), 미시적(Microscopic), 분자적(Molecular) 관점을 아우르는 **멀티스케일의 융・복합연구를 강화**할 계획임. 이를 통해 추격형보다는 선도형 연구과제를 발굴하는 노력을 공격적으로 진행함. ○ 최종년도 기준 참여교수의 1인당 논문환산편수는 현재 1.81에서 1.82로 유지할 예정임. 1인당 환산보정 IF는 현재 0.89에서 1.07, 1인당 환산보정 ES는 1.41에서 1.65, 1인당 환산보정 FWCI는 1.70에서 2.00, 또한, JCR 분야별 상위 25%에 해당하는 Q1 논문의 비율은 53%에서 60%로, 분야별 상위 10% 논문의 비율은 26%에서 31%로 향상시키는 것을 목표로 함. 이는 정량적인 지표는 유지하면서 연구의 질을 판단하는 정성적인 지표를 향상시키기 위함임. 또한 국제공동연구 논문 10건/년 이상으로 설정하여 연구의 국제화를 확대할 예정임. ○ 연구 인력의 경우, Post-Doc은 3명/년, 계약교수는 1명/년 수준으로 운영하며, 매년 평균 석사는 50명, 박사는 13.3명 배출하여 사업종료까지 석사 총 350명, 박사는 총93명을 배출할 것을 목표로 하며 박사 경우 45% 증가시킬 예정임. ○ 최근 3년간의 연구역량은, 연평균 1인당 2.01억의 정부연구비 및 0.31억의 산업체연구비를 수주하였고(신임교수 제외), 2015년 이후 총 58건, 총 29.3억원의 산학공동연구를 수행하였으며, 부산・울산・경남에 소재한 지역산업체와의 연구과제실적은 20건으로 34.5%에 달하며, 2015년 이후 총 21건(11억3천여만원)의 기술이전 및 총 65건의 국내외 특허등록 (연평균 국내특허 등록 11.2건, 국제특허등록 1.8건)을 달성하였음. ○ 안정적인 연구 환경을 위해서 최종년도 기준 1인당(신임교수 포함) 정부연구비수주액을 1.85억, 그리고 산업체연구비 수주액 0.27억, 총 2.12억에 해당하는 연구비를 확보하며, 1인당 기술이전 0.3건 및 특허등록 0.8건 달성을 목표로 설정하였음.
기대 효과	○ 3단계 BK21사업 화공분야 최종 지역대학 종합평가 1위를 차지한 저력으로 4단계 사업에서도 지속적이면서 강화된 교육과 연구수행을 함으로써 4차 산업혁명에 효율적인 적응이 가능한 융합 화공인재를 양성할 수 있는 기반을 확고히 하는 계기가 될 것으로 기대함. ○ 멀티스케일 융합인재 양성으로 사회문제 해결에 다양한 방향성으로 접근이 가능하여 궁극적으로는 지역산업에까지 연계되어 지역사회의 총체적 문제 해결에도 기여가 클 것으로 기대함 ○ 또한, 4단계 BK21 프로그램을 통한 참여대학원생의 안정적 지원은 우수 연구자 육성으로 직결되어, 사업기간 내에 석사 350명, 박사 93명을 배출하여 **동남권(부산・울산・경남)지역 및 국가산업을 이끌어갈 인력을 제공할 수 있는 것으로 기대됨**. 나아가 화학공학분야에서 세계정상권 연구 역량을 마련하여 QS 화공분야 세계 100위권에 진입하도록 토대를 제공할 것으로 기대함.

<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	□ <u>비전</u> : 본 교육연구단은 화학 및 소재 응용 분야에서 국가의 미래산업 및 지역산업을 이끌어갈 국제 경쟁력 및 다양한 방향성과 응용능력을 겸비한 **멀티스케일 융합 화공인재 (Multi-scale Integrated Chemical Engineer)를 양성하는 것**을 비전으로 설정함. ○ 본 교육연구단은 화학공학 안에서 물리적 공간적 요소를 갖는 멀티스케일 주제를 다양성으로 융합하여 문제를 해결하는 미래 화공인재를 양성한다는 비전 아래 **세계 QS랭킹 100위권 대학원으로 발돋움하려는 목표**를 제시함. □ <u>교육목표</u> : 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. □ <u>연구목표</u> : 또한 세계수준의 연구를 위한 교육연구단의 구체적 연구목표는 3In(引), 즉 융합(Integration), 국제(International) 및 파급(Influence) 연구를 통해 화공융합분야를 견인(引)하는 글로컬 (Glocal) 교육연구단 성장하는 것으로 설정함. □ 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 <u>**박사과정 중심의 대학원으로 전환**</u>할 예정임. □ 평가대상기간에는 5차년도 석사 36명, 박사 7명, 6차년도 석사 45명, 박사 16명을 배출하였는데, 박사배출 수는 6차년도에 최종년도 박사배출 목표인 **16명을 달성하여 실적이 목표 대비 100% 달성하여** <u>**박사과정 중심으로 대학원이 전환**</u>되고 있음을 보여줌.		
교육역량 영역	[교육과정 구성과 운영 성과] ○ 4차 산업혁명시대 인재양성을 위한 **6개 전공트랙 융합교육**을 실시하였고, 참여교수수는 22명으로, 평가대상기간 동안 개설과목수는 총 59과목(콜로키움 제외), 전임교원 대학원 강의실적은 98.21%이었음. ○ 참여대학원생 총 11명이 해외연수 교육으로 파견되었고, 산학연계 외부 저명학자들을 초빙한 콜로키움을 총 57건 운영하여 좋은 반응을 얻었음. ○ 평가기간동안 산업체 소속인 파트타임 대학원생 현황은 총 석사과정 145명, 박사과정 18명, 석박사통합과정 4명, 산업대학원생은 75명으로 지역산업계 인력양성교육에 힘씀. ○ 평가기간동안 기업체의 진로설명회 6건 개최, 참여교수들의 기업체 강연 8건, 기업체 자문 및 기술지도, 연구활동 지원을 25건을 실시하였음. [인력양성 및 지원 성과] ○ 평가기간동안 참여대학원생수가 학기당 147명에서 134명으로 유지되었고, 졸업생은 **석사 81명, 박사 23명으로 총 104명**이며, 취업대상자는 95명인데, 전공분야에 각각 석사 28명, 박사 15명이 취업하여 전체 취업률은 45.26% 달성함. 26년 2월 졸업생이 포함되어 있기에 추후 조사에서 취업률이 더 상승할 것으로 보고 있음. ○ 평가기간동안 참여대학원생에게는 67명에게 국제학술대회 등록비 31,758,341원, 53명에게 국제학술대회 참가경비 71,193,550원, 144명명에게 국내학술대회 등록비 22,531,375원, 37명에게 국내학술대회 참가경비 7,113,304원을 지원하였고, 2명에게 세미나 참가비 230.000원을 지원하였으며, 재료비 43,436,460원, 분석료 14,641,800원, 논문게재료 6,901,158원, 상위15%논문실적 인센티브 총 48명에게 상금 16,350,000원원 등을 지원하였음.		

	[참여대학원생 연구역량 성과] ○ 평가기간동안 1인당 평균 대학원생 논문환산편수는 0.2008(목표 대비 -17.97%)의 실적이 다소 저조했으나, **1인당 평균 논문환산 IF는 0.1064편(목표 대비 27.18% 초과), 환산논문 1편당 평균 환산보정 IF는 0.5922(목표 대비 13.31% 초과), 인당 평균 환상보정 ES는 0.3176(목표 대비 276.48% 초과), 그리고 논문실적의 평균 Q1 비율을 69.06%(목표 대비 73.11% 초과)**의 실적을 보여 **질적으로 매우 향상되었음.** [신진연구인력 운용 성과] ○ 평가기간동안 신진연구인력은 총13건의 논문으로 신진연구인력 1인당 평균 총 환산편수는 0.2485편, 환산 IF는 0.1400임. 논문실적의 평균 Q1 비율은 58.5%로 연구논문의 질적수준이 3단계에 비해 **매우 우수해짐**. [참여교수의 교육역량 대표실적] ○ 교육용저서 및 교과목발굴, 수상 등 대표실적이 다수 있음. [교육의 국제화전략 성과] ○ 평가기간동안 우수대학원생에게는 총 11명의 우수대학원생을 선발하여 미국, 독일 등으로 해외연수를 보냈으며, 총 11건의 국제공동연구를 진행하였음. ○ 해외학자 초청세미나를 11건 개최하였고, 특히 화학공학 전공 대학원학생들의 국제학술학회 영어구두발표 능력을 향상시키기 위해 원어민 교수를 초청하여 스킬 향상 주제로 겨울캠프를 매년 2주간 개최함.
연구역량 영역	[참여교수 연구역량 성과] ○ 평가기간 동안, 총 271편의 논문발표에서, 참여교수 1인당 논문환산편수 1.5281(목표대비 16.14% 미달), 1인당 논문의 평균 환산보정 IF는 0.8908(목표대비 14.19% 미달)이나 **1인당 논문의 환산보정 ES는 2.4819(목표대비 54.63% 초과), Q1 비율 70.59%(목표대비 19.99% 초과), 상위 10% 논문비율 37.12%(목표대비 22.56% 초과)** 모두 목표치를 초과 달성하여 **양적, 질적인 연구성과가 매우 향상되었음.** ○ 평가기간 동안 참여교수 1인당 총 947,258천원의 연구비를 수주하였는데, 참여교수 1인당 정부연구비는 4.1억/년을 달성하였고, 1인당 산업체연구비의 경우 0.49억/년을 달성하였다. 이는 사업기간 목표인 1.80억과 0.26억 보다 **모두 초과달성하였음.** ○ 평가기간 동안 교수 1인당 등록건수는 0.52건으로 목표인 인당 0.8건에 미달이나 특허출원건수는 평균 2.475건으로, 등록기간 고려시 목표달성할 것으로 예상됨. ○ 평가기간 동안 평균 1인당 기술이전 건수는 5차년도 0.32건(17,273천원), 6차년도 0.45건(17,550천원)을 달성하였음. 이는 1인당 최종 목표평균인 0.3건에 초과하였음 [산업 사회에 대한 기여도 성과] ○ 참여교수들은 기업현안 해결, 미래/글로벌 대응, 일자리 창출, 지역특화, 인력 재교육 등 산업·사회 문제 해결에 기여한 여러 실적을 내었음. [연구의 국제화 성과] ○ 여러 저명한 국제학술활동에 참여하여, 평가대상기간동안 수상실적 10건, 국제학술 기조연설 및 강연 33건, 좌장 및 위원회 68건, 국제학술지 에디터 27, 저술활동 2건 등 140건을 활동하였고, 국제공동연구논문 45건을 발표하였음.
향후 계획	○ 본 교육연구단은 화학 및 소재 응용 분야에서 국가의 미래 산업 및 지역산업을 이끌어갈 **멀티스케일 융합 화공인재를 양성하는 것**을 비전으로 기존 교육목표와 연구목표를 향후 꾸준히 추진해 나갈 것임. ○ 구체적으로는 최종목표로 계획한 논문의 양적, 질적 수준을 차질없이 꾸준히 달성하도록 참여교수와 참여대학원생의 연구역량을 높이며, 국제연구교류를 활발하게 지원할 예정임. ○ 국가적 사회산업문제 해결을 위해 산업체와의 교류를 더욱 강화해나가고, 산학협력을 통해 실질적인 해결책이 되도록 추진할 것임. ○ 총 사업기간 동안 석사 350명, 박사 93명을 배출할 계획이며, **최종년도 박사배출 목표는 박사 16명**으로, **박사과정 중심의 대학원으로 전환**할 예정임.

목 차

Ⅰ. 교육연구단의 구성, 비전 및 목표 ····· 1
1. 교육연구단 구성 ····· 2
1.1 교육연구단장의 교육・연구・행정 역량 ····· 2
1.2 대학원 학과(부) 소속 전체 교수 및 참여연구진 ····· 4
1.3 교육연구단 대학원 학과(부) 현황 ····· 5
2. 교육연구단의 비전 및 목표 ····· 9
2.1 교육연구단의 비전 및 목표 달성도 ····· 9

Ⅱ. 교육역량 영역 ····· 19
1. 교육과정 구성 및 운영 ····· 20
1.1 교육과정 구성 및 운영 실적 ····· 20
1.2 과학기술·산업·사회 문제 해결과 관련된 교육 프로그램 현황과 구성 및 운영 실적 ····· 35
2. 인력양성 현황 및 지원 실적 ····· 40
2.1 평가 대상 기간 대학원생 인력 확보 및 배출 실적 ····· 40
2.2 교육연구단의 우수 대학원생 확보 및 지원 실적 ····· 41
2.3 참여대학원생 취(창)업의 질적 우수성 (평가 대상 기간) ····· 44
3. 대학원생 연구역량 ····· 46
3.1 참여대학원생 연구 실적의 우수성 ····· 46
3.2 대학원생 연구 수월성 증진 실적 ····· 80
4. 신진연구인력 운용 ····· 83
4.1 우수 신진연구인력 확보 및 지원 실적 ····· 83
5. 참여교수의 교육역량 ····· 92
5.1 참여교수의 교육역량 대표실적 ····· 92
6. 교육의 국제화 전략 ····· 96
6.1 교육 프로그램의 국제화 실적 ····· 96
6.2 외국인 교수 현황과 역할 ····· 104

Ⅲ. 연구역량 영역 ····· 106
1. 참여교수 연구역량 ····· 107
1.1 연구비 수주 실적 ····· 107
1.2 연구업적물 ····· 117
1.3 교육연구단의 연구역량 향상 실적 ····· 131
2. 산업・사회에 대한 기여도 ····· 136
2.1 산업・사회 문제 해결 기여 실적 ····· 136
3. 연구의 국제화 현황 ····· 147
3.1 참여교수의 국제화 현황 ····· 147

〈부록〉 첨부자료

4단계 BK21 사업

Ⅰ. 교육연구단의 구성, 비전 및 목표

I. 교육연구단의 구성, 비전 및 목표

1. 교육연구단 구성

1.1 교육연구단장의 교육・연구・행정 역량

성 명	한 글		영 문	
소 속 기 관	부산대학교	공과대학(원)	응용화학공학부	

<표 1-1> 평가 대상 기간(2024. 3. 1. ~ 2026. 2. 28.) 내 교육연구단장 변경 현황

연번	성명	교육연구단장 수행 기간 (YYYYMMDD-YYYYMMDD)	변경 사유
1		해당없음	
2			

1) 교육 및 행정 역량

○ 교육연구단장을 맡은 교수는 1987년 2월에 부산대학교 화학공학과를 졸업하고 University of Missouri System 화학공학과에서 박사학위를 취득하였으며 2000년이후로 부산대학교 화학공학과 교수로 재직 중이다.

○ 부산대학교 대학원 화학공학과장을 2002년에서 2007년까지 5년 동안 맡았으며, 또한 공과대학 응용화학공학부장을 2003년에서 2004년까지 1년 동안 맡아 각종 교육행정업무를 총괄함.

2) 연구 역량

○ 주요연구 : 1. 유기발광소재중 발광전기화학전지(Light-emitting Electrochemical Cells, LEC)용 유기발광소재 합성, 2. 친환경 수송기기 구조체 고강도 고기능성 접착소재 분야

○ 교육부, 과기부, 산업부, 중기부 등 국가연구개발사업과 산업체 연구과제 다수를 수행하였으며, SCI 논문은 150여편 이상을 발표하였고, 약 15건의 국내외 특허 출원/등록을 하였으며, 다수의 기술이전으로 약 15억원의 기술료 수입을 달성하였다.

○ 특히, 과기부 “해외우수연구소유치사업”으로 접착소재와 표면처리 분야에서 세계 최고의 기술을 보유한 독일 프라운호프연구소와 약 7년간의 공동연구를 수행하였으며, 부산대에 프라운호프연구소 분소인 PNU-IFAM을 설립하였다.

○ 과기부 “글로벌프론티어사업”의 세부책임자로 약 8년간의 연구를 수행하면서 구조용 접착제 분야에서 세계적 수준의 원천 기술력 확보로 약 10여 건의 해외특허를 출원하였다.

○ 학회 활동으로는 한국화학공학회, 한국공업화학회 정회원이면서 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

3) 국제협력 및 산학협력 역량

- 글로벌 기업과의 국제연구협력, 특히 독일 Strucktol, 일본 Kaneka 등의 기업과 꾸준히 교류 중이며, 고성능 코팅제 및 접착제를 다양한 국내의 대기업 및 중소기업에 성공적으로 기술이전하여 상용화하였다.
- 과기부 “글로벌프론티어 사업” 수행으로 국내 대기업을 비롯하여 다양한 분야의 산업체에 고강도 접착제 관련기술을 기술자문, 기술이전 또는 협력연구 형태로 지원하였으며, 삼성전기, 엘지화학, 포스코인터내셔널 등의 기업에는 기술자문 및 특강 형태로 지원하였다.
- 또한, 차세대 친환경 수송기기 구조체에 적용 가능한 고강도 구조용 접착제 개발 성공으로 (주)동성화학, (주)새론테크 등 여러 기업에 약 12억원의 기술료로 기술이전을 수행하였다.
- 포스코인터내셔널, 현대모비스, 현대기아자동차 등과 협업하여 친환경 전기차용 동력모터를 개발하는 프로젝트를 수행하였고, 포스코인터내셔널의 경우 연 3천억원 이상의 매출증대 및 고용창출 효과를 달성하였다
- 본 교육연구단의 단장은 교육에서 기술의 원천개발과 사업화에 이르기까지 다양한 활동과 경험을 보유하고 있고, 교육행정역량, 연구역량, 국제협력역량, 산학협동역량, 사업화 역량 등을 골고루 충분히 갖추고 있어서, 교육연구단장으로 수행하기에 충분한 리더십과 경험이 있다.

1.2 대학원 학과(부) 소속 전체 교수 및 참여연구진

<표 1-2> 대학원 학과(부) 소속 전체 교수 및 참여교수 현황

연번	성명		연구자 등록번호	세부전공분야	전임/겸무(겸임)	신임교수	외국인	사업 참여 여부
	한글	영문						
1				생체재료	전임	X	X	O
2				전기화학공학	전임	X	X	O
3				중합반응 및 고분자합성	전임	X	X	O
4				생물화학공학	전임	X	X	O
5				고분자공학	전임	X	X	O
6				전기방사 및 스마트텍스타일 소재	전임	X	X	O
7				고분자구조 및 물성	전임	X	X	O
8				섬유고분자재료	전임	X	X	O
9				나노구조제어고분자재료	전임	X	X	O
10				유변학 및 고분자가공	전임	X	X	O
11				기능성고분자	전임	X	X	O
12				생물화학공학	전임	X	X	O
13				화학공학	전임	X	X	O
14				화학공학	전임	X	X	O
15				고분자재료	전임	X	X	O
16				신소재공학	전임	X	X	O
17				화학공학	전임	X	O	O
18				분리공정	전임	X	O	O
19				고분자합성	전임	X	X	O
20				촉매화학공학	전임	X	X	O
21				고분자재료	전임	X	X	O
22				기능성고분자	전임	X	X	O

23		이동현상	전임	X	X	O
24		전산모사시뮬레이션	전임	O	X	X
25		공정시스템 모델링/최적화/제어	전임	X	X	X
26		광중합,공반응 성고분자	전임	O	X	X
27		화학공학	전임	X	X	X
28		기능성고분자	전임	X	X	X
29		무기화학공학	전임	X	X	X
30		고분자물성	전임	X	X	X
31		유기소재공정	전임	X	X	X

1.3 교육연구단 대학원 학과(부) 현황

〈표 1-3〉 교육연구단 참여교수 현황

평가 대상 기간	구분	총 환산 참여교수 수 (단위: 명)		
		기존교수 수	신임교수 수	합계
2024. 3. 1. ~ 2026. 2. 28.	임상, 건축학, 인문사회계열 포함	22	0	22
	임상, 건축학, 인문사회계열 제외	22	0	22

〈표 1-4〉 교육연구단 참여교수 변동 현황

(단위: 명)

구 분	2024년		2025년		비고
	1학기	2학기	1학기	2학기	
총 참여교수 수	22	22	22	22	
신규 참여교수 수		1			
종료 참여교수 수	1				

<표 1-5> 평가 대상 기간(2024. 3. 1. ~ 2026. 2. 28.) 내 교육연구단 참여교수 변동 내역

연번	성명	변동 학기	참여/종료	변동 사유	비고
1		2024년 1학기	종료	정년퇴임	
2		2024년 2학기	참여	퇴임교수를 대신하여 내부평가를 거쳐 참여시작	

<표 1-6> 교육연구단 평균 참여대학원생 현황

구분	참여대학원생 수 (단위: 명)			
	석사	박사	석·박사통합	계
4개 학기의 평균	78	21	40	139

<표 1-7> 평가대상기간(2024. 3. 1. ~ 2026. 2. 28.) 내 교육연구단 외국인 참여대학원생 현황

연번	성명	국적	학사출신대학	공인어학성적		비고
				국어	영어	
1		인도	VELTECH, Anna University			
2		중국	Huazhong University of Science and Technology			
3		중국	Dalian Polytechnic University			
4		인도	Mahatma Gandhi University Kottayam, Kerala, India			
5		인도	Yashvantrao Chavan Institute of Science, Satara (KBP University)			
6		중국	Lanzhou University			
7		파키스탄	NED University of Engineering and Technology, Karachi, Pakistan			
9		인도	ANNA UNIVERSITY			
10		인도	Mahatma Gandhi University			
11		인도	Guru Jambheshwar University of Sci and Tech			
12		인도	UNIVERSITY OF KERALA			
13		나이지리아	Chukwuemeka Odumegwu Ojukwu University			
14		나이지리아	Nnamdi Azikiwe University			
15		인도	Banaras Hindu University B.H.U			

16		중국	Dalian Polytechnic University			
17		인도	University of Kerala			
18		인도	Yogi Vemana University			
19		인도	SASTRA University			
20		말레이시아	Curtin University Malaysia			
21		중국	Soochow University			
22		중국	Ningbo University			
23		중국	Zhejiang Ocean University			
24		중국	Huazhong University of Science and Technology			

2. 교육연구단의 비전 및 목표

2.1 교육연구단의 비전 및 목표 달성도

○ 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. 이러한 노력을 통해서 본 교육연구단은 멀티스케일 융합 화공인재 양성이라는 비전아래 세계 정상권 대학원으로 발돋움하려고 한다 (그림 Ⅰ-1).

그림 Ⅰ-1. 교육연구단의 비전, 목표, 추진전략

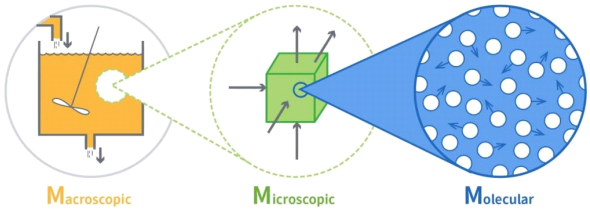


그림 Ⅰ-2. 화공분야에서의 멀티스케일인, 3M, 거시적(Macroscopic), 미시적(Microscopic), 분자수준(Molecular) 개념도

(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)을 해결하기 위해 국가의 미래 산업 및 국제사회와 상호작용할 수 있는 능력, 지역사회 및 지역산업의 요구에 대응할 수 있는 상호작용 능력을 기반으로 한다.

② 교육 추진전략

○ **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.

▶ <u>6개의 전공핵심트랙</u>을 중심으로 이루어진 교과목을 표 Ⅱ-1에 나타내었다. 2020년도부터 학기 순으로 나열했는데, 5차년도에는 2024년 1학기 12과목, 2학기 16과목, 2025년 1학기 17과목, 2학기 14과목 (응용화학공학 콜로키엄 제외)이 6개의 전공트랙에 다양하게 개설되었다. 또한 20명이상이 수강한 과목이 2024년 1학기 8과목, 2학기 6과목, 2025년 1학기 10과목, 2학기 9과목으로 응용화학공학부로 통합하면서 학생들에게 세부 전공 구분 없이 다양한 과목을 제공하고 있으며, 대학원생들이 폭넓은 화공전반지식을 융합하고 있다는 것을 알 수 있다.

표 Ⅱ-2. 전공트랙 별 개설 교과목

전공트랙	2024년 1학기		2024년 2학기		2025년 1학기		2025년 2학기	
	과목	수강 인원	과목	수강 인원	과목	수강 인원	과목	수강 인원
공정	공정최적화	15	고분자가공특론	24	반응공학특론	5	제어시스템설계	9
					유변학특론	12		
	그린섬유공정	29	유기소재시스템해석론	15	섬유형성공학	13	고분자레올러지	21
					유기박막소재특론	24		
화공소재물리	고분자물성특론(I)	33	고분자물성특론(II)	37	고성능고분자	27	탄성체공학	25
	유기소재시스템물리특론	19	전기전자재료특론	12	고분자물리화학특론	41		
			광기능소재특론	22				
화공소재화학	유기화학특론	22	불균일촉매론	12	유기소재화학특론	29	반도체나노소재특론	13
							촉매공학특론	19
			고분자합성특론(II)	21	유기합성특론	29	고분자합성특론(I)	20
					중합반응론	22	전지공학특론	21
							유기나노소자특론	29
에너지환경	고분자계면	23	환경친화성고분자	17	에너지소재특론	20	친환경산업과섬유기술	14
	바이오에너지공학	25	신재생에너지공학	18				
	섬유강화복합재료특론	25			환경공학특론	23	그린섬유집합체특론	31
	전지공학특론	28	친환경그린섬유개론	31				
바이오	단백질공학특론	26	생물화학공학특론	13	단백질공학특론	21	생체 및 의료용 고분자	21
	미생물바이오리파이너리	5	환경미생물공학	6			유기바이오소재특론	12
			생물분자설계	29			생물분자설계	26
화공정보	수치및통계해석	9	제어시스템설계	6	공정모델링 및 모사	12	전산소재공학특론	34
					최적화원론	10		
			전산소재공학특론	20	유기나노융합기술(중개연구방법론)	26		
			고등기기분석특론	5	데이터분석특론	16		
					분자모델링응용	7		

③ 교육 분야 구체적 미래목표와 평가기간 (2024년 3월~2026년 2월) 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.

▶ 5-6차년도 사업기간(2024년 8월, 2025년 2월, 8월, 2026년 2월 졸업) 동안 석사 81명, **박사 23명을 배출**하였는데, 특히 최근 1년간 (2025년 8월, 2026년 2월) 박사 배출은 16명으로 최종년도 목표 16명 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, 6차년도 (2025년 3월 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.

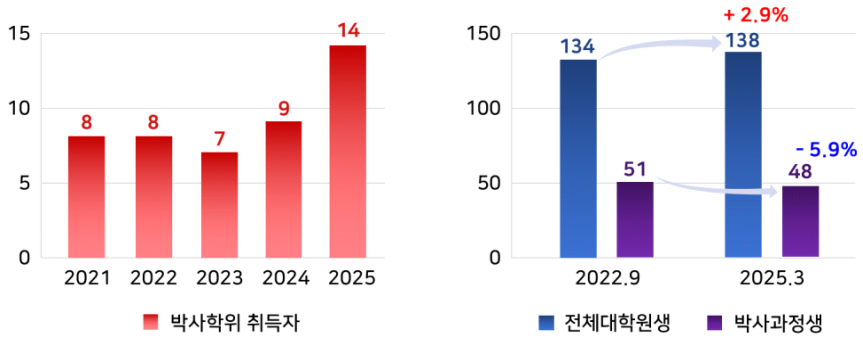


그림 Ⅰ-3. (좌) 전체 대학원생 수 및 박사과정생 수, (우) 연도별 박사학위 취득자 수

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 세분화하여** 지원할 예정이다. 이를 위하여 **매년 4~8명의 우수 대학원생을** 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.

▶ 5-6차년도 평가기간(2024년 3월~2026년 2월)동안 참여대학원생 67명에게 국제학술대회 등록비 31,758,341원, 144명에게 국내학술대회 등록비 4,990,000원을 지원하였고, 재료비 43,436,460원, 분석료 14,641,800원, 논문게재료 6,901,158원 등을 지원하였다. 대학원생 1인당 학술대회 발표논문환산편수는 5-6차년도 평균 1.6859로 목표 1.6000 대비 +5.37%로 소폭 상승하였다. 또한, 아래 표처럼 평가기간동안 **해외연수를 총 11건 (장기 8건, 중기 2건, 단기 1건)** 진행하였다. 장기 연수가 소폭 증가한 것을 볼 수 있으며, 앞으로도 본 사업단 자체적으로 대학원생들의 더 많은 해외연수를 적극적으로 지원할 예정이다.

표 Ⅱ-4. 5,6차년도 참여대학원생 해외연구기관 현지방문 현황

구분	성명(지도교수)	기간	국가	파견 장소
1		2024.03.23.-2024.05.03.	미국	Texas A&M University
2		2024.05.13.-2024.05.28	미국	University of Delaware
3		2024.10.16.-2024.12.13.	미국	Air Force Research Laboratory
4		2025.02.10.-2025.02.26.	미국	Johns Hopkins University
5		2025.07.01.-2025.12.01.	미국	Harvard medical school
6		2025.07.01.-2025.11.30.	미국	Harvard medical school
7		2025.07.01.-2025.12.01.	미국	Harvard medical school
8		2025.02.26.-2026.02.25.	미국	University of Minnesota
9		2025.02.19.-2026.02.27.	독일	Technische Universität München
10		2025.09.10.-2025.11.30.	독일	Karlsruhe Institute of Technology
11		2026.02.01.-2026.08.01.	미국	Carnegie Mellon University

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.

▶ 5-6차년도 성과지표 목표는 참여대학원생 **1인당 논문환산 편수는 0.2448편**, **환산논문 1편당 환산보정 IF는 0.5227,** 그리고 참여대학원생의 **논문실적의 Q1 비율을 39.8932**로 설정하였다. 5-6차년도 평가기간 (2024년 3월~2026년 2월)의 1인당 논문환산편수의 달성율은 -17.97%로 연구의 양적 목표를 소폭 달성하지 못하였으나, **연구의 질을 나타내는 지표인 1인당 논문의 환산보정 IF (+27.18%). 1인당 논문의 환산보정 ES(+276.48%), 논문실적의 Q1 비율(+73.11%)의 경우 목표치 대비 크게 초과달성하였다.** 특히 1인당 논문환산편수가 -17.97% 감소된 상황에서 논문의 Q1비율이 69.06%로 증가하였다는 사실은 본 교육연구단의 대학원생들의 연구가 질적으로 크게 향상되고 있다는 것을 보여준다.

표 Ⅱ-4. 2024년 3월부터 2026년 2월까지 대학원생 연구 목표 및 결과

실적 지표	5차년도 (24.03-25.02) 목표(결과)	6차년도 (25.03-26.02) 목표(결과)	25.03-26.02 평균 목표(결과) (달성률)
대학원생 1인당 논문환산편수	0.2416(0.1789)/ (-25.95%)	0.2479(0.2227)/ (-10.17%)	0.2448(0.2008) (-17.97%)
대학원생 1인당 논문의 환산보정 IF	0.0829(0.1041)/ (+25.57%)	0.0844(0.1087)/ (+28.79%)	0.0837(0.1064) (+27.18%)
대학원생 1인당 논문의 환산보정 ES	0.0836(0.3107)/ (+271.65%)	0.0851(0.3244)/ (+281.20%)	0.0844(0.3176) (+276.48%)
1편당 환산보정 IF	0.5176(0.5822)/ (+12.48%)	0.5277(0.6022)/ (+14.12%)	0.5227(0.5922) (+13.31%)
참여대학원생 논문실적의 연도별 Q1 비율 (%)	39.4938(69.15)/ (+75.09%)	40.2925(68.97)/ (+71.10%)	39.8932(69.0595) (+73.11%)
대학원생 1인당 학술대회발표논문 환산편수	1.6000(1.5080)/ (-5.75%)	1.6000(1.8637)/ (+16.48%)	1.6000(1.6859) (+5.37%)

(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 선도

형 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 3월~2026년 2월) 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 5-6차년도(2024.03-2026.02) 연구 성과지표 목표는 1인당 환산논문편수는 1.82, 1인당 논문의 환산보정 IF는 1.04, 1인당 논문의 환산보정 ES 1.61, Q1 비율 58.8%, 상위 10% 논문비율은 30.3%이다.

▶ 5,6차년도(2024.03-2026.02) 연구 성과지표의 분석 결과, 논문의 정량적 지표인 총 논문 발표수는 지난 2년간 총 238편이었으며, 1인당 환산논문편수는 1.53, 1인당 논문의 환산보정 IF는 0.89, 1인당 논문의 환산보정 ES 2.48, Q1 비율 70.6%, 상위 10% 논문비율은 37.1%이다. 1인당 환산논문편수는 최근 5년 평균치와 1차년도 결과인 1.59 대비 약 3.8% 감소한 결과이며, 4단계 BK 프로그램 시작 전인 최근 5년(2014-2019) 평균치에 비해 소폭 감소한 결과이다. 또한, 논문의 정성적 지표인 **1인당 환산보정 ES, Q1 논문 비율 및 상위 10% 논문비율에서도 단계평가에서 사용된 지표들의 평균치들을 넘었고, 5-6차년도 목표치를 각각 54.6%, 20.0%, 22.6% 모두 초과 달성하였다**(표. Ⅰ-1). 또한 상위10% 논문편수 자체가 1차년도 32편, 2차년도 41편, 3차년도 24편, 4차년도 39편, 5차년도 45편, 6차년도 56편으로 꾸준히 증가하고 있다는 것은 **5,6차년도 기간 동안 본 교육연구단의 논문의 양적 증가, 질적 우수성이 꾸준히 향상되고 있다**는 것을 의미한다.

표 Ⅰ-1. 주요 연구지표에 대한 목표 및 결과 요약

항목	5-6차년도 (24.03-26.02) 평균 목표/결과 (달성률)
교수1인당 논문환산편수	1.8222/1.5281 (-16.14%)
교수1인당 논문 환산보정 IF	1.0381/0.8908 (-14.19%)
교수1인당 논문 환산보정 ES	1.6051/2.4819 (+54.63%)
논문실적의 Q1 비율(%)	58.83/70.59 (+19.99%)
상위10% 논문 비율(%)	30.29/37.12 (+22.56%)

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 5, 6차년도 평가 대상기간(2024년 3월~2026년 2월) 동안 45건의 국제 공동연구 실적을 달성하였다. 즉 매년 10건의 국제 공동연구실적으로 목표를 초과달성하였다. 대표적인 실적 22건은 아래 표와 같다.

표 Ⅰ-2. 5, 6차년도 국제 공동연구 실적 요약

연번	공동연구 참여자		상대국 / 소속기관
	참여교수	국외 공동연구자	
1			미국 / Harvard Medical School
2			중국 / University of Shanghai for Science and Technology
3			미국 / Lawrence Berkeley National Laboratory
4			중국/ Jiangnan University
5			독일 / Paderborn University
6			스위스 / École Polytechnique Fédérale de Lausanne(EPFL)
7			영국 / University of Cambridge
8			미국 / Texas A&M University
9			호주 / University of Sydney
10			미국 / University of Pittsburgh
11			미국/Stony Brook University
12			영국 / University of Glasgow
13			미국/Georgia Institute of Technology
14			영국 / University of Bath
15			미국 / Georgia Institute of Technology 등
16			중국 / Huazhong University of Science and Technology 등
17			미국 / Sanford Burnham Prebys Medical Discovery Institute
18			미국 / Delaware Univeristy
19			러시아 / Siberian Branch, Russian Academy of Sciences
20			인도 / St. Stephen's College, University of Kerala
21			독일 / Karlsruhe Institute of Technology (KIT) 등
22			영국 / Edinburgh Napier University 등

다. 연구 인프라 확대: 인프라 측면에서는 연구인력, 연구비, 분석장비 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.

▶ 5-6차년도 평가기간 (2024년 3월~2026년 2월)동안 연구인력의 경우, Post-Doc은 6명, 산학협력전담인력은 1명으로 운영하였다. Post-Doc 선발은 매년 선발기준에 따라 우수한 연구인력들을 영입하였다. 석사인력은 81명, 박사인력은 23명을 배출하였다. 5-6차년도에 1인당 정부연구비는 1.80억원 수주를 목표로 하였고 실제로는 1인당 4.1억을 수주하여 **128% 초과달성**하였다. 또한, 1인당 산업체연구비는 0.26억원 수주 목표를 상회하는 0.49억원을 수주하여 **88% 초과달성**하였다. 특허등록건수는 5-6차년도 연평균 0.69건(목표 0.8건), **특허출원건수는 5-6차년도 연평균 2.11건으로 목표 0.3건 대비 상회**하였다, 기술이전 건수 및 금액을 통해 특허 외적인 기술 개발을 통해 산업계에 기여하고 있음을 볼 수 있다. 4단계 전체 기간 동안 교수 1인당 연평균 기술이전 건수는 0.28건으로 목표치인 0.3건에 근접한 수준을 달성하였으며, BK21 3단계 평균인 0.2건 대비 약 38% 증가한 성과를 나타내었다. 최근 기술이전 건수가 지속적으로 증가하는 추세를 고려할 때, 향후에는 4단계 목표인 0.3건을 충분히 상회할 것으로 기대된다. 교수 1인당 기술이전 금액은 4단계 전체 평균 24,422천원을 기록하여 연구성과의 산업적 활용과 경제적 가치 창출에 실질적으로 기여하고 있음을 확인할 수 있다. 기술이전 건수는 5차년도 0.32건에서 6차년도 0.45건으로 **약 43% 증가**하였으며, 4단계 **목표인 0.3건을 크게 상회하는 수준**으로 이는 산업체 수요를 반영한 연구개발과 기업 맞춤형 기술 발굴 노력이 실질적인 성과로 이어지고 있음을 의미한다. **기술이전 금액 또한 안정적으로 유지**되고 있어 교육연구단이 보유한 기술의 산업적 활용 가치와 시장성이 지속적으로 인정받고 있음을 보여준다.

(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 재진입평가**를 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 분포**하고 있다.

○ 이러한 자체평가를 통해서 BK four 사업이 시작하고 신임교수로 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 장점**이다.

○ 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.

(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, 특허 출원 및 등록 건수는 목표 대비 상회하였다.

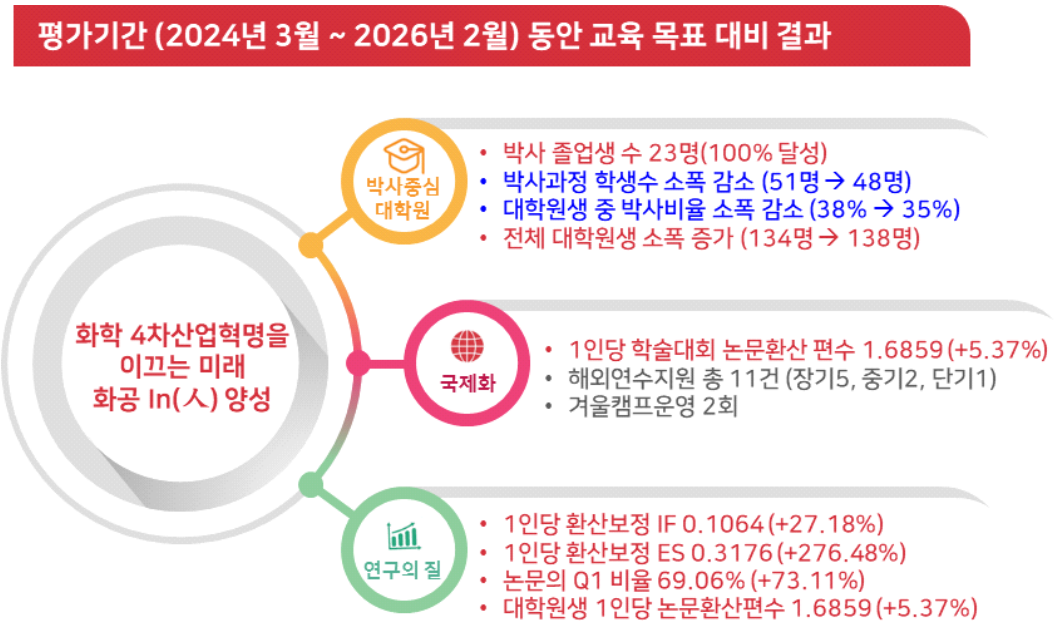


그림 Ⅰ-4. 평가기간 (2024년 9월~2026년 2월) 동안 교육 목표 대비 실제 결과 요약. (빨간색은 초과달성한 부분, 파란색은 미달한 부분을 의미한다.)

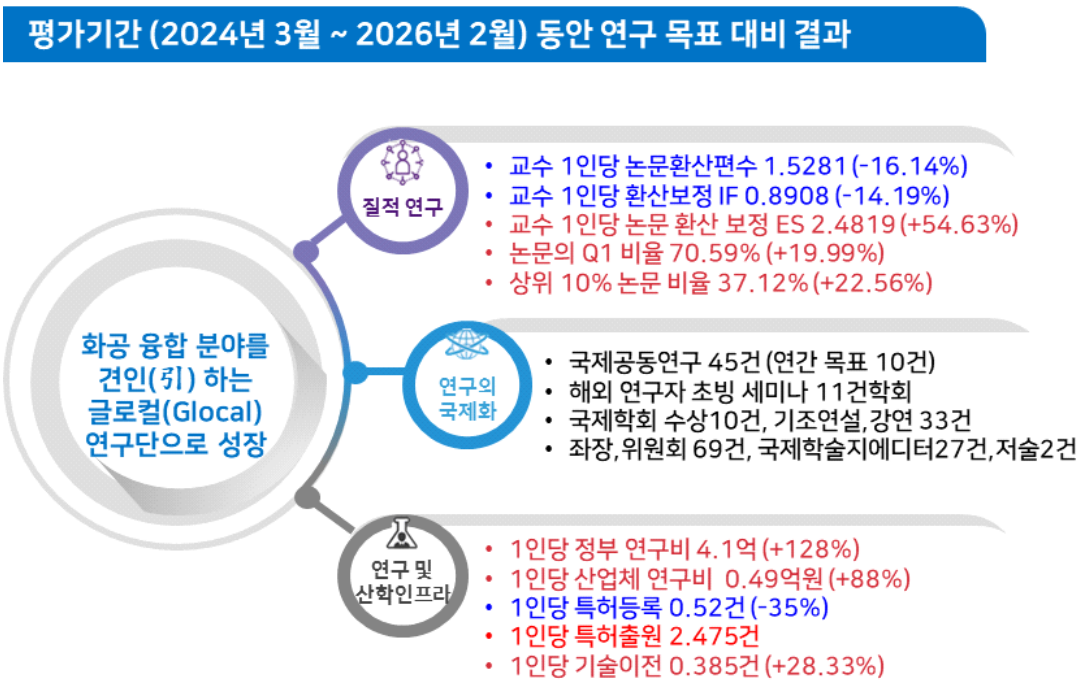


그림 Ⅰ-5. 평가기간 (2024년 9월~2026년 2월) 동안 연구 목표 대비 실제 결과 요약. (빨간색은 초과달성한 부분, 파란색은 미달한 부분을 의미한다.)

4단계 BK21 사업

Ⅱ. 교육역량 영역

Ⅱ. 교육역량 영역

1. 교육과정 구성 및 운영

1.1 교육과정 구성 및 운영 실적

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 인재양성**에 중점을 두고 사업을 진행할 계획이다. 이러한 능력을 갖춘 화공 미래인재는 **국가의 미래 산업 및 지역의 혁신전략 추진사업에 부응**하고, **동남권(부산·울산·경남) 지역에서 4차 산업혁명을 이끌고 미래사회 변화에 대응**할 수 있는 고급 지식기반의 멀티스케일적 화공융합 미래인재가 될 것이다 (그림 Ⅱ-1).

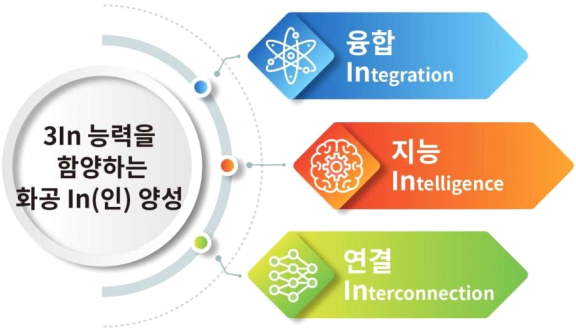


그림 Ⅱ-1. **3In** 능력을 갖춘 화공In(人) 양성 목표.

○ 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

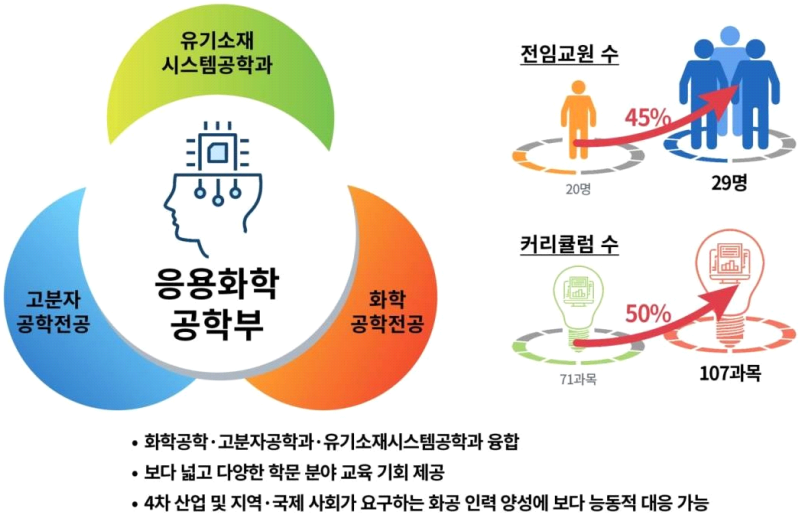


그림 Ⅱ-4. 응용화학공학부로의 통합 개편 현황.

○ 본 MICE(멀티스케일 융합 화공) 교육연구단은 2020년 9월부터 BK21 FOUR 사업에 선정되어, 멀티스케일적 융합미래 화공인재 양성을 위한 초학문적 다학제간 융합을 위하여, 기존의 **화학공학·고분자공학과와 유기소재시스템공학과를 통합·융합하여 응용화학공학부로 개편**, 화공소재 분야를 강화함과 동시에 학생들에게 보다 **넓은 학문영역의 일원화된 커리큘럼**을 제공하고 있다.

▶ 전공구분 없는 응용화학공학부로의 완전 통합으로 **전임교원의 수가 3단계** 20명에서 4단계 6차년도 31명으로 **55% 증가**하였다. 제공할 수 있는 **교과목의 수도** 논문연구를 제외하고 기본의 71과목에서 107과목으로 **50.7% 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 **6개의 필수 전공트랙을 편성**하였다. 6개의 전공트랙은 화학공학 분야의 **전통학문을 바탕으로 하여 이머징 분야를 아우르는 융합적 인재를 양성**하는데 중점을 둔다.

○ 6개의 전공트랙은 그림 Ⅱ-5과 같이 공정, 화공소재물리, 화공소재화학, 에너지·환경, 바이오, 그리고 화공정보 트랙으로 구분된다.

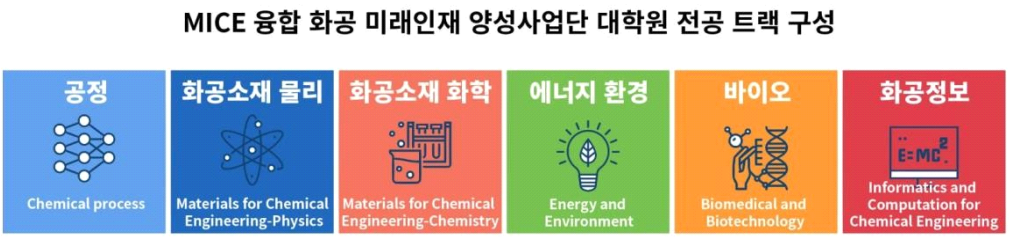


그림 Ⅱ-5. 응용화학공학부 6개 전공트랙 구성

○ 각 트랙에 따른 커리큘럼은 그림 Ⅱ-6 에 나타내었다.

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 나노공정특론부터, 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, 바이오에너지 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 4차산업을 대비한 트랙으로 인공지능, 빅데이터 등을 이용한 신기술로 사회를 근본적으로 변화시키고

있는 학문분야이다. 생물정보학, 분자전산모사, 전산소재공학, 공정모델링 등 핵심 교과목으로 구성되어있으며, 기반기술인 데이터분석특론, 수치해석특론 등이 교과목에 구성되어있다. 화공정보 트랙은 4차 산업혁명시대의 경제·산업의 변화지능화 및 과학기술혁신을 위한 미래인재양성에 핵심적인 역할을 한다.

▶ 2024년 1학기 분자전자, 24년 2학기 제어시스템설계, 25년 1학기 최적화원론, 25년 2학기 반도체나노소재 특론을 개설하였으며, 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 3월 ~ 2026년 2월)

트랙	교과목	교과내용
화공정보	제어시스템설계	▪ 시스템의 제어를 위한 상태 변화 추적, 가제어성 및 가관측성 확인 등 선형시스템 대상의 제어 이론 기초지식과 상태 추정 방법론을 다룸
	최적화원론	• 공학 분야의 최적화 문제 해결을 위해 요구되는 수학적 사고능력 및 문제 해결능력 배양. 최적화 문제의 구성과 풀이법에 대한 기초지식을 익힘.
화공소재 물리	분자전자	• 본 교과목은 전자재료의 특성을 체계적으로 학습하고자 고체의 결합, 결정질 및 비정질 재료의 특성, 고체의 열적 및 전기적 특성, 반도체, 유전체 재료와 절연 특성 등에 대해 강의하고 이를 바탕으로 전자소자에 대한 개념을 다룸..
화공소재 화학	반도체나노소재특론	• 반도체 소자 및 나노공정에 사용되는 최신 나노소재의 합성과 물리화학적 특성을 분석하고, 차세대 나노소재 기술의 산업적 응용 분야와 연구 동향을 심도 있게 다룸.

▶ 평가대상기간(2024.03.01.~2026.02.28.) 동안 **6개의 전공핵심트랙**을 중심으로 이루어진 교과목을 표 Ⅱ-2에 나타내었다. 2024년 1학기에 12과목, 2024년 2학기에 16과목, 2025년 1학기 17과목, 2025년 2학기 14과목이 (응용화학공학 콜로키엄 제외)이 6개의 전공트랙에 다양하게 과목이 개설되었다. 또한 20명이상이 수강한 과목이 2024년 1학기 8과목, 2024년 2학기 7과목, 2025년 1학기 10과목, 2025년 2학기 9과목으로 응용화학공학부로 통합하면서 학생들에게 다양한 과목을 제공하고 있다는 것을 알 수 있다.

표 Ⅱ-2. 전공트랙 별 개설 교과목

전공트랙	2024년 1학기		2024년 2학기		2025년 1학기		2025년 2학기	
	과목	수강 인원	과목	수강 인원	과목	수강 인원	과목	수강 인원
공정	공정최적화	15	고분자가공특론	24	반응공학특론	5	제어시스템설계	9
					유변학특론	12		
	그린섬유공정	29	유기소재시스템해석론	15	섬유형성공학	13	고분자레올러지	21
					유기박막소재특론	24		
화공소재 물리	고분자물성특론(I)	33	고분자물성특론(II)	37	고성능고분자	27	탄성체공학	25
	유기소재시스템물리특론	19	전기전자재료특론	12	고분자물리화학특론	41		
			광기능소재특론	22				
화공소재 화학	유기화학특론	22	불균일촉매론	12	유기소재화학특론	29	반도체나노소재특론	13
							촉매공학특론	19
			고분자합성특론(II)	21	유기합성특론	29	고분자합성특론(I)	20
					중합반응론	22	전지공학특론	21
							유기나노소자특론	29

에너지 환경	고분자계면	23	환경친화성고분자	17	에너지소재특론	20	친환경산업과 섬유기술	14
	바이오에너지공학	25	신재생에너지공학	18				
	섬유강화복합재료 특론	25			환경공학특론	23	그린섬유집합체특론	31
			친환경그린섬유개론	31				
	전지공학특론	28						
바이오	단백질공학특론	26	생물화학공학특론	13	단백질공학특론	21	생체 및 의료용 고분자	21
	미생물바이오리파이너리	5	환경미생물공학	6			유기바이오소재특론	12
			생물분자설계	29			생물분자설계	26
화공정보	수치및통계해석	9	제어시스템설계	6	공정모델링 및 모사	12	전산소재공학특론	34
					최적화원론	10		
			전산소재공학특론	20	유기나노융합기술(중개연구방법론)	26		
			고등기기분석특론	5	데이터분석특론	16		
					분자모델링응용	7		

- 강의 및 교과과정 개선위원회 운영

▶ 4단계 BK21 사업을 통하여, 교육과정의 충실성과 지속성을 유지하기 위해 전공 트랙별 교과과정 개선위원회를 구성하였다. 신규 커리큘럼을 개발하고 학생들과의 피드백 회의를 진행하는 등 강의 품질을 개선하기 위한 별도의 활동을 진행하는데, 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.

▶ 본 교육연구단의 평가대상기간 동안 개설 과목수는 총 59과목(응용화공콜로키움 제외)(2024년 1학기 12과목, 2024년 2학기 16과목, 2025년 1학기 17과목, 2025년 2학기 14과목)이고, 전임교원 대학원 강의실적은 (2024년 96.42%, 2025년 100%)이었다. 향후 강의실적의 목표를 계속 100% 달성하고자 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 강화하고, ③대학원생의 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, (**③대학원생의 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 국제공동연구 활성화를 위해 해외 저명대학 및 연구기관으로의 대학원생들의 장·중·단기 해외연수를 적극 지원하였다. 2024.3.1.~2026.2.28.기간 동안 본 교육연구단은 해외 장중단기 연수 및 파견 프로그램을 통해 참여대학원생 11명이 미국, 독일 2개국에 현지 방문연구를 하였고 내용은 아래 표와 같다.

표 Ⅱ-4. 참여대학원생 해외연구기관 현지방문 현황 (2024.3.1.~2026.2.28.)

구분	성명(지도교수)	기간	국가	파견 장소
1		2024.03.23.-2024.05.03.	미국	Texas A&M University
2		2024.05.13.-2024.05.28	미국	University of Delaware
3		2024.10.16.-2024.12.13.	미국	Air Force Research Laboratory
4		2025.02.10.-2025.02.26.	미국	Johns Hopkins University
5		2025.07.01.-2025.12.01.	미국	Harvard medical school
6		2025.07.01.-2025.11.30.	미국	Harvard medical school
7		2025.07.01.-2025.12.01.	미국	Harvard medical school
8		2025.02.26.-2026.02.25.	미국	University of Minnesota
9		2025.02.19.-2026.02.27.	독일	Technische Universität München
10		2025.09.09.-2025.12.01.	독일	Karlsruhe Institute of Technology

11		2026.02.01.-2026.07.31.	미국	Carnegie Mellon University

나. 해외교류 지원

▶ 본 교육연구단은 2024.3.1.~2026.2.28. 기간 동안 참여대학원생에게 해외 현지에서 열린 국제 학술대회 참가를 지원하였는데, 161명에게 국제학술대회 비용(항공료 + 체재비 + 등록비 등)을 총 102,951,891원을 지원하였다. 그 대표적인 내용은 아래 표와 같다.

표 Ⅱ-5 . 참여대학원생 해외학술대회 현지발표 현황 (2024.3.1.~2026.2.28.)

구분	참석명단(지도교수)	기간 (또는 일시)	국가	학술대회명
1		20240818	미국	ACS Fall 2024
2		20240409	영국	Annual European Rheology Conference 2024 (AERC2024)
3		20240715	싱가포르	9th International Conference on Metal-Organic Frameworks and Open Framework Compounds (MOF2024)
4		20240925	독일	PCE 2024
5		20241026	미국	2024 AIChE Annual Meeting (American Institute of Chemical Engineers)
6		20241130	미국	2024 MRS fall meeting & exhibit
7		20241204	싱가폴	3rd Asian Conference on Engineering and Information
8		20250414	프랑스	Annual European Rheology Conference, AERC 2025
9		20250514	태국	The 5th Materials Research Society of Thailand International Conference (MRS-THAILAND 2025)
10		20250518	일본	20th Japan-Korea Symposium on Catalysis
11		20250615	일본	The 25th International Conference on the Science and Applications of Nanotubes and Low-Dimensional Materials(NT25)
12		20250622	네덜란드	EPF 2025 European Polymer Congress
13		20250630	미국	Diffusion Fundamentals Conference XI
14		20250718	일본	Asia-Pacific Society for Materials Research 2025 Annual Meeting (APSMR 2025)
15		20250720	일본	Asia-Pacific Rim Conference on Rheology (A-PRCR2025)
16		20250804	미국	24th International Conference on Composite Materials
17		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. 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.

▶ 2024.3.1.~2026.2.28. 기간 동안 그림 Ⅱ-8, 9 에서와 같이 콜로키움을 24년 1학기 14건, 24년 2학기 16건, 25년 1학기 14건, 25년 2학기 13건 총 57건 운영하였으며, 주제와 전문가 등 내용은 아래 그림들과 같다.

강연일자	시간	연사	연제	장소
3.7 Thu	17:00	이창수 교수 부경대학교	Functional organic-inorganic hybrid nanomaterials for high-performance membrane and supercapacitors	제7공학관 7415호
3.13 Wed	16:00	성영준 교수 숙명여자대학교	Microalgae-based biological conversion of CO_2	제7공학관 7415호
3.20 Wed	17:00	정용진 교수 국립한국교통대학교 반도체신소재공학과	Nanoscale materials engineering for solution-processed thermoelectric and photothermal energy conversion	제7공학관 7407호
4.3 Wed	16:00	조관현 박사 한국생산기술연구원	디스플레이 발광 화소 공정 기술 개발 동향	제7공학관 7415호
4.12 Fri	16:00	최우혁 교수 인하대학교	Single Li+ Conducting Polymer Electrolytes for Lithium Metal Batteries	제6공학관 5302호
4.17 Wed	16:00	이형재 상무 한국타이어	타이어 재료 기술 이해	제7공학관 7415호
5.1 Wed	16:00	김수민 교수 경북대학교	Yeast Metabolic Engineering for Sustainable Food and Bioprocess	제7공학관 7415호
5.1 Wed	17:00	김대윤 박사 KIST	Facile Synthesis of Aramid Nanofibers via Bottom-Up Self-Assembly of Amphiphilic Supramolecules	제7공학관 7407호
5.3 Fri	16:00	김범호 교수 DGIST	Advanced Materials for Next-Generation Robots	제6공학관 5302호
5.22 Wed	16:30	강석주 교수 UNIST	Unveiling the Performance of Nitrate Molten Salt-Based Metal-Gas Batteries	제6공학관 5302호
6.5 Wed	16:00	Prof. Szu-Chia Chien National Central University	Applications of Density Functional Theory for Materials Discovery and Design	제7공학관 7415호
6.5 Wed	17:00	Prof. Li-Chiang Lin National Taiwan University	Computational Study of Nanoporous Materials for Energy- and Environment-related Applications	제7공학관 7415호
6.5 Wed	17:00	이준민 교수 포항공대	Smart design of biocompatible materials for tissue engineering applications	제7공학관 7407호
6.12 Wed	17:00	유정목 교수 경희대학교 식물환경신소재공학과	친환경 나노셀룰로오스 소재기반 기능성 그린복합소재 개발과 응용	제7공학관 7407호

그림 Ⅱ-8-1. 응용화학공학부 콜로키움 (2024-1학기)

일시	시간	연사	연제	강연장소
09.25	16:30	고현협 교수 울산과학기술원 에너지화학공학과	Bio-Inspired Micro/Nanostructures for Skin-like Sensors	제5공학관 5302호
10.02	17:00	도칠훈 박사 한국전기연구원	리튬이차전지의 수명과 안전성	제7공학관 7407호
10.16	16:00	Yamaoka Yasuyo 교수 서울대학교	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 다이렉틴구원	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	임태영 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 인하대학교	Life Cycle Assessment Methodology Based on the Greenhouse Gas Protocol	제7공학관 7415호
12.11	16:00	전해상 CTO 도레이첨단소재	소재의 힘! 사회를 바꾼다.	제7공학관 7415호

그림 Ⅱ-8-2. 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 화학생물공학과	Colloidal Quantum Dots for SWIR Sensing and Imaging	406-7415
03.14.	16:30	한태희 교수 전북대학교 분자나노공학과	MXene-based Functional Materials	408-5302
03.19.	16:00	김병수 전임연구원 한국세라믹기술원	Biomedical devices based on hydrogel materials	406-7415
03.19.	17:00	안효성 교수 전남대학교 바이오화학소재공학과	고분자재료의 불규칙 구조에서 규칙성 탐색 연구	406-7407
03.26.	16:00	엄기원 교수 숭실대학교 화학공학과	금속-유기 골격체 기반 기체 분리막에 관한 연구	406-7415
03.26.	16:30	김태엽 박사 한국전자통신연구원	스마트 전기변색 기술과 응용	408-5302
03.26.	17:00	윤성룡 박사 한국전자통신연구원	Stimuli-responsive polymers based physically-deformable devices	406-7407
04.02.	16:30	장재원 교수 부경대학교 공업화학과 고분자공학부	Development of Quinoxaline-Based Organic Semiconductors for Photovoltaic Applications	408-5302
04.02.	17:00	박제영 교수 서강대학교 화공생명공학과	Advancing Sustainable Plastics: Revisiting Condensation-Type Polymers	406-7407
04.09.	16:00	김지란 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	장연식 교수 KAIST 신소재공학과	Block copolymer self-assembly for semiconductor and energy-device applications	406-7407
06.18.	17:00	위정재 교수 전북대학교 분자나노공학과	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 부산대학교

그림 Ⅱ-9-1. 응용화학공학부 콜로키움 (2025-1학기)

2025년도 하반기 부산대학교

응용화학공학부

콜로키움

연번	강연일시	장소	소속	연사	연제
1	09.03 / 16:00	406-7415	중앙대학교 화학공학과	안솔 교수	Engineering porous materials for thermocatalytic application
2	09.10 / 16:00	406-7415	울산대학교 화학공학부	강성구 교수	Comprehensive Analysis of High-Performance Hydrogen Storage Materials
3	09.10 / 17:00	406-7407	국립부경대학교 응용소재공학부	고민성 교수	리튬이차전지 음극재의 개발과 방향
4	09.12 / 16:30	408-5302	경희대학교 응용화학과	김병곤 교수	Interfacial Engineering Approaches for Enhancing the Performance of All-solid-state Batteries
5	09.18 / 16:30	408-5302	한양대학교 유기나노공학과	엄영호 교수	"실험 기반 유연학"을 활용한 고분자 복합재료 개발
6	10.01 / 16:00	406-7415	한양대학교 화학공학과	함동효 교수	Luminescent semiconductor nanocrystals for photonic applications
7	10.15 / 16:30	408-5302	서울대학교 화학고분자	심지민 교수	이차전지용 고분자 소재의 합성과 응용
8	10.15 / 17:00	406-7415	효성화학	정영훈 팀장	한국 석유화학 현황과 미래 동향
9	10.22 / 16:00	406-7415	C.J 제일제당 바이오연구소	박성희 박사	탄소자원을 기지있는 화합물로: 대사공학의 역할과 가능성
10	10.22 / 17:00	406-7407	엔웰스	서장원 박사	반도체연신용 가능하게 하는 슬은-주석, Polyurethan CMP Pad 개발
11	10.29 / 17:00	406-7407	경북대학교 화학공학과	김지원 교수	Multimaterial 3D printing via spectrally controlled polymerization
12	11.12 / 17:00	406-7407	KAIST 생명화학공학과	임성갑 교수	Vapor-phase deposited polymeric functional films for their device applications
13	11.19 / 16:00	406-7415	고려대학교 화공생명공학과	백세웅 교수	콜로이달 양자점 기반 차이선 광전소자 연구 동향

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

그림 Ⅱ-9-2. 응용화학공학부 콜로키움 (2025-2학기)

다. 타대학과 공동 세미나 운영

일시	세미나명(장소)	내용	
25.01.09 -10	한국화학공학회 고분자부문 동계 워크샵(부산)	• 내용: 고려대·연세대·부산대 등과 공동 개최(부산 농심호텔)하여 최신 화공재료 및 고분자 기술·연구 동향 교류를 진행함. • 규모: 총79명 참석, 구두발표 16건 수행.	
25.06.02 -05	한국공업화학회 (제주)	• 내용: 제주 국제컨벤션센터에서 순탄소배출제로(Net-Zero) 기반 바이오수소·가스 기술 특별 세션을 운영함. • 규모: 미국 오레곤주립대(Hong Liu 교수), 존스홉킨스대 및 중국 시안교통대 해외연사 초청, 총 18명 참석	
25.07.14 -17	제18회 한중고분자심포지엄(전주)	• 내용: 전북대·중앙대 등과 공동 개최(전주 라한호텔)하여 고분자 합성 및 시뮬레이션 연구 등 중국 최신 동향을 파악함. • 규모: 중국 푸단대·베이징화공대 등 국제 초청연사 교류, 총 64명 참석(구두 23건, 포스터 33건)	

라. GCCP 프로그램 운영

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

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.

년도	2024학년도	2025학년도	소계
지원내역	- 1학기: 13명, 4,500,000원 - 2학기: 14명, 5,550,000원 소계) 27명, 10,050,000원	- 1학기: 9명, 3,700,000원 - 2학기: 12명, 4,600,000원 소계) 21명, 8,300,000원	총 : 48명 18,350,000 원
수혜자 명단			

나. 대학원생 학술활동 지원

▶ 본 교육연구단은 대학원생의 학술활동에 지원한 내용은 아래와 같다.

년도	2024학년도	2025학년도	평가기간 합
지원내역	- 국제학술대회 등록비 : 10,001,454원 (17명) - 국제학회 참가경비 : 41,973,139원 (17명) - 국내학술대회 등록비 : 6,620,000원 (67명) - 국내학회 참가경비 : 1,970,700원 (14명) - 재료비 : 31,510,269원 - 분석료 : 5,453,500원, - 논문게재료 : 6,314,264원	- 국제학술대회 등록비 : 21,756,887원 (50명) - 국제학회 참가경비 : 29,220,411원 (36명) - 국내학술대회 등록비 : 8,370,000원 (77명) - 국내학회 참가경비 : 5,142,604원 (23명) - 재료비 : 11,926,191원 - 분석료 : 9,188,300원, - 논문게재료 : 586,894원	- 국제학술대회 등록비 : 31,758,341원 (67명) - 국제학회 참가경비 : 71,193,550원 (53명) - 국내학술대회 등록비 : 14,990,000원 (144명) - 국내학회 참가경비 : 7,113,304원 (37명) - 재료비 : 43,436,460원+ - 분석료 : 14,641,800원, - 논문게재료 : 6,901,158원
소계	103,843,326원 (115명)	86,191,287원(186명)	190,034,613원(301명)

다. 연구성과교류 Workshop 운영

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

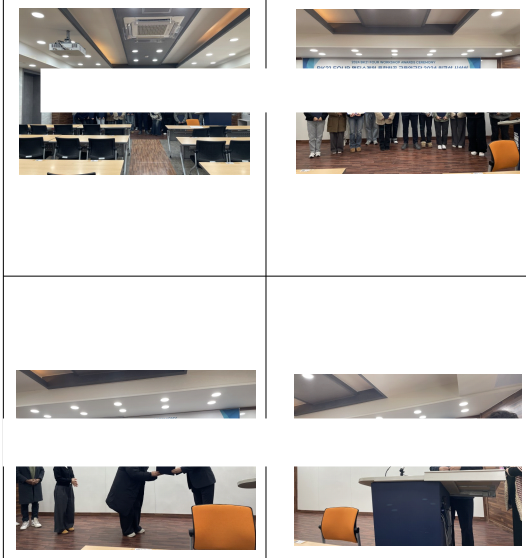
- 일시 : 2024년 12월 19일(목) 12시30분
- 장소 : 화공관 7415호
- 총 49개 (구두 20개, 포스터 29개)가 접수
- 인센티브(상금) 지급 : 총 600만원, 33명
- 수상자 명단 :

▫ 구두 부문 : 13명

- 최우수상 (3명) : (각 상금 50만원)
- 우수상 (10명) : (각 상금 20만원)

▫ 포스터 부문 : 20명

- 최우수상 (5명) : (각 상금 20만원)
- 우수상(15명) : (각 상금 10만원)



- 일시 : 2025년 12월 18일(목) 12시30분
- 장소 : 화공관 7415호
- 총 57개 (구두 32개, 포스터 25개)가 접수
- 인센티브(상금) 지급 : 총 600만원, 33명
- 수상자 명단 :

▫ 구두 부문 : 13명

- 최우수상 (3명) : (각 상금 50만원)
- 우수상 (10명) : (각 상금 20만원)

▫ 포스터 부문 : 20명

- 최우수상 (5명) : (각 상금 20만원)
- 우수상(15명) : (각 상금 10만원)

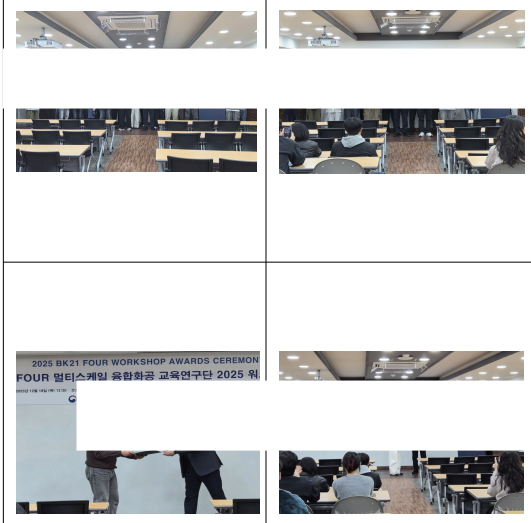


그림 Ⅱ-10. 연구성과교류 Workshop(2024년, 2025년)

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 평가대상기간 동안 국제학술대회 33건 발표, 특허출원 109건, 특허등록 12건을 하였다.

▶ 참여교수들의 논문실적은 연구역량 부분에서 기술한 바와 같이, 5, 6 차년 목표치 설정 대비 실적을 달성하였다. 특히 우수논문의 경우 질적 평가라고 할 수 있는 Q1, 상위 10% 비율에서 평가대상기간 5, 6차년도에 각각 20%, 23% 의 실적 달성율을 보였다. 이는 교수의 연구역량이 질적으로 향상되었음을 알 수 있는 지표이다. (표 Ⅲ-2 참조)

표 Ⅲ-2. 주요 연구지표에 대한 5, 6차년도 목표 및 결과

항목	3단계 BK 최근 5년 (15'-19') 평균	4단계 BK (20.09-22.08) 평균결과	5차년도 (24.03-25.02) 목표	5차년도 (24.03-25.02) 결과	6차년도 (25.03-26.02) 목표	6차년도 (25.03-26.02) 결과	5-6차년도 (24.03-26.02) 평균 목표/결과 (달성률)
교수1인당 논문환산편수	1.81	1.76	1.82	1.39	1.82	1.66	1.8222/1.5281 (-16.14%)
교수1인당 논문 환산보정 IF	0.89	1.06	1.02	0.81	1.05	0.97	1.0381/0.8908 (-14.19%)
교수1인당 논문 환산보정 ES	1.41	2.84	1.59	2.24	1.62	2.73	1.6051/2.4819 (+54.63%)
논문실적의 Q1 비율(%)	53	67	58	73	59	68	58.83/70.59 (+19.99%)
상위10% 논문 비율(%)	26	28	30	42	31	32	30.29/37.12 (+22.56%)

나. 해외공동연구 지원

▶ 해외공동연구를 위한 해외공동연구자 초청세미나를 개최하고 지원하였다. 평가대상기간 해외석학을 초빙하여 강연 및 세미나를 개최하여 선진연구의 동향 파악 및 상호교류를 통하여 국제화 교류를 확대하였는데 내용은 다음과 같다.

표 Ⅱ-6. 해외연구자 강연 및 세미나 초청 실적

연번	내 용	사진
1	▪ 연사 : 교수 (Chiba University, 일본) - 일시, 장소 : 2024.03.05.(화) 13:00 ~ 15:00, 5공학관 5203호 - 내용 : "Upconverted Emission in AC-Driven Electrochemiluminescent Device with DNA modified electrodes"를 주제로 EC 소재 및 EC에서 금속의 증착에 대한 최신 연구 동향을 파악하였다.	
2	▪ 연사 : 교수 (National Central University, 대만) - 일시, 장소 : 2024.06.05.(수) 15:00 ~ 17:00, 7공학관 7415호 - 내용 :"Applications of Density Functional Theory for Materials Discovery and Design"을 주제로 강연을 진행함. 금속 합금을 디자인하고 새로운 소재를 개발하는데 활용되는 DFT 기법에 대해 의논함.	

3	■ 연사 : 교수 (National Taiwan University, 대만) - 일시, 장소 : 2024.06.05.(수) 17:00 ~ 19:00, 7공학관 7415호 - 내용 : Computational Study of Nanoporous Materials for Energy- and Environment-related Applications"을 주제로 강연을 진행함. 특히 물 회수 흡착제 관련 연구 동향에 대해 토의함.	
4	■ 연사 : 박사 (MIT, 미국) - 일시, 장소 : 2024.08.22.(목) 16:00 ~ 17:00, 7공학관 7415호 - 내용 : "Accelerated Reaction and Material Development in Flow" 주제로 강연을 진행하였고, Flow Chemistry의 전반적인 개념 적용 분야(특히 소재 개발 측면)에 대한 지식을 공유하였음.	
5	■ 연사 교수 (위스콘신 대학, 미국) - 일시, 상소 : 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.	
6	■ 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.	
7	■ 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 분자배향	
8	■ 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.	
9	■ 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 수백만 개의 전이 금속 복합체 후보를 탐색하여 효율적인 촉매를 발굴하고, 이를 통해 지속 가능한 화학 생산을 위한 촉매 후보 발굴 연구를 소개함.	
10	■ 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.	

11	■ 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-7. 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	• 학문연구외 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

○ 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.

○ 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.

○ 전 세계적으로 현재 인류가 겪고 있는 공통적인 이슈로는 표 Ⅱ-8 과 같은 문제들이 있으며 해결책과 이와 연관된 기초 및 전문지식은 응용화학공학부의 교육 커리큘럼에서 운영되고 있다.

표 Ⅱ-8. 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
	• 바이러스진단키트(체외진단 의료기기)	유기바이오소재, 기능성바이오소재특론, 나노바이오소재특론, 생체및의료용고분자
	• MB필터, 나노필터 등	고분자가공특론, 유변학, 고분자레올러지, 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 응용화학공부로 개편하였고 확대된 커리큘럼을 바탕으로 6개의 필수전공트랙

을 편성하였다.

▶ 평가대상기간 동안 분자전자, 제어시스템설계, 최적화원론, 반도체 나노소재 특론 등 4과목을 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)

▶ 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.

표 II-1. 응용화학공학부 신설 과목 (2024년 3월 ~ 2026년 2월)

트랙	교과목	교과내용
화공정보	제어시스템설계	▪ 시스템의 제어를 위한 상태 변화 추적, 가제어성 및 가관측성 확인 등 선형시스템 대상의 제어 이론 기초지식과 상태 추정 방법론을 다룸
	최적화 원론	• 공학 분야의 최적화 문제 해결을 위해 요구되는 수학적 사고능력 및 문제 해결능력 배양. 최적화 문제의 구성과 풀이법에 대한 기초지식을 익힘.
화공소재 물리	분자전자	• 본 교과목은 전자재료의 특성을 체계적으로 학습하고자 고체의 결합, 결정질 및 비정질 재료의 특성, 고체의 열적 및 전기적 특성, 반도체, 유전체 재료와 절연 특성 등에 대해 강의하고 이를 바탕으로 전자소자에 대한 개념을 다룸..
화공소재 화학	반도체나노소재특론	• 반도체 소자 및 나노공정에 사용되는 최신 나노소재의 합성과 물리화학적 특성을 분석하고, 차세대 나노소재 기술의 산업적 응용 분야와 연구 동향을 심도 있게 다룸.

▶ 평가대상 기간동안 **6개의 전공핵심트랙**을 중심으로 이루어진 교과목을 표 II-2에 나타내었다. 2024년 1학기에 12과목, 2024년 2학기에 16과목, 2025년 1학기 17과목, 2025년 2학기 14과목이(응용화학공학 콜로키엄 제외)이 6개의 전공트랙에 다양하게 과목이 개설되었다. 또한 20명이상이 수강한 과목이 2024년 1학기 8과목, 2024년 2학기 7과목, 2025년 1학기 10과목, 2025년 2학기 9과목으로 응용화학공학부로 통합하면서 학생들에게 다양한 과목을 제공하고 있다는 것을 알 수 있다.

표 II-2. 전공트랙 별 개설 교과목

전공트랙	2024년 1학기		2024년 2학기		2025년 1학기		2025년 2학기	
	과목	수강 인원	과목	수강 인원	과목	수강 인원	과목	수강 인원
공정	공정최적화	15	고분자가공특론	24	반응공학특론	5	제어시스템설계	9
					유변학특론	12		
	그린섬유공정	29	유기소재시스템해석론	15	섬유형성공학	13	고분자레올러지	21
					유기박막소재특론	24		
화공소재 물리	고분자물성특론(I)	33	고분자물성특론(II)	37	고성능고분자	27	탄성체공학	25
	유기소재시스템물리특론	19	전기전자재료특론	12	고분자물리화학특론	41		
			광기능소재특론	22				
화공소재 화학	유기화학특론	22	불균일촉매론	12	유기소재화학특론	29	반도체나노소재특론	13
							촉매공학특론	19
			고분자합성특론(II)	21	유기합성특론	29	고분자합성특론(I)	20
					중합반응론	22	전지공학특론	21
							유기나노소자특론	29

에너지 환경	고분자계면	23	환경친화성고분자	17	에너지소재특론	20	친환경산업과 섬유기술	14
	바이오에너지공학	25	신재생에너지공학	18				
	섬유강화복합재료특론	25			환경공학특론	23	그린섬유집합체특론	31
			친환경그린섬유개론	31				
	전지공학특론	28						
바이오	단백질공학특론	26	생물화학공학특론	13	단백질공학특론	21	생체 및 의료용 고분자	21
	미생물바이오리파이너리	5	환경미생물공학	6			유기바이오소재특론	12
			생물분자설계	29			생물분자설계	26
화공정보	수치및통계해석	9	제어시스템설계	6	공정모델링 및 모사	12	전산소재공학특론	34
					최적화원론	10		
			전산소재공학특론	20	유기나노융합기술(중개연구방법론)	26		
			고등기기분석특론	5	데이터분석특론	16		
					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 표 Ⅱ-9처럼 4개의 카테고리와 같고, 본 연구단은 사회적 문제해결과 연관된 기초와 전문적 지식습득에 필요한 교육프로그램을 운영하고 있다.

표 Ⅱ-9. 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, 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.

○ 부산, 경남, 울산 지역중심으로 각각 특화된 지역전략산업을 가지고 있으며, 교육연구단에서는 지역의 정부연구기관 및 주요산업체와 연계한 산・학・연 연구 인력의 전문분야 **석・박사 학위 취득을 위한 연계 학연프로그램을 신설하여 운영**하고 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 산/학, 학/연 연계 프로그램을 통해, 총 91명의 석/박사 대학원생 (2024년 상반기 47명, 2024년 하반기 44명) 들이 프로그램에 참여하여 학위과정을 이어가고 있다.

▶ 6차년도에 산/학, 학/연 연계 프로그램을 통해, 총 76명의 석/박사 대학원생 (2025년 상반기 37명, 2025년 하반기 39명) 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 초빙하고, 이를 토대로 지역산업에서 요구하는 현장 인력에 관한 찾아가는 재교육 프로그램이나 향후 **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 석사과정 80명, 박사과정 9명, 석박사통합과정 2명으로 총 91명이고 5차년도 기간에 재학 중인 산업대학원생은 석사과정 39명이다. 6차년도 기간에 수학중인 파트타임 대학원생 현황은 석사과정 65명, 박사과정 9명, 석박사통합과정 2명으로 총 76명이고 6차년도 기간에 재학 중인 산업대학원생은 석사과정 36명이다. (평가기간동안 총 파트타임 석사과정 145명, 박사과정 18명, 석박사통합과정 4명, 산업대학원생은 75명이다)

○ 이외에도 산학 공동연구 활성화와 참여 대학원생의 진로 지도를 위하여 주요 관련업계의 담당자와 선배 연구자를 초청하여 회사 및 오픈랩 겸 진로 설명회를 개최하였다.

방문자/소속	일시	회사 설명 및 소개 내용
	2024.4.17	"타이어재료 기술의 이해"라는 주제로 강연을 진행하고 연구 및 회사 소개와 진로 및 취업 관련 질의응답을 진행
	2024.5.9	회사 소개 관련 강연과 진로 및 취업 관련 질의응답을 진행
	2024.5.9	회사 소개 관련 강연과 진로 및 취업 관련 질의응답을 진행
	2024.5.9	회사 소개 관련 강연와 진로 및 취업 관련 질의응답을 진행
	2024.11.4~15	대학원 연구실 탐색 및 대학원 진로지도
	2025.10.15	회사 소개 및 한국 석유화학의 현황과 미래 동향에 대한 강연
	2025.10.22	회사 소개 및 대사공학의 역할과 가능성에 대한 강연
	2025.11.11.~17.	대학원 연구실 탐색 및 대학원 진로지도

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

참여교수명	일시/장소	내용
	2024.5.16. 2024.6.14.2024.6.28.,	수소연소발전 과제개발 미팅을 가졌으며, 6월 28일 경기도 군포에 위치한 ㈜뉴수소에너지 본사를 방문해 미팅 및 수전해와 가스발전시설을 견

	2024.12.5.,2025.8.27 / 뉴수소에너지(군포)	학하고 중소기업기술정보진흥원 과제를 공동으로 수주 및 수소연소발전 과제개발 미팅을 진행하였으며, 태양광 연계 ESS시스템 도입을 위한 중국파트너 미팅을 진행
	수시, ㈜NZW	2024년 한국에너지기술평가원의 한영에너지국제공동과제에 영국 WASE Ltd 및 University of Westminster와 공동 선정되어, 유기성 폐자원을 활용한 수소/메탄 혼합 하이탄 생산 공정 개발을 위한 국제 공동연구 협력
	2024.5.24/ 씨에스케미칼(울산)	2024년 울산광역시 중소벤처기업 R&D 맞춤형 기술정보 제공사업의 일환으로 감압접착제 전문업체인 ㈜씨에스케미칼에 외부 전문가로 방문하여 기능성 이종 계면 점접착제 기술과 고성능 점착제 개발 관련 기술교육 및 기술자문을 진행
	2025.1.8/ 도레이첨단소재㈜	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 진행함. 고기능 접착제의 산업적 활용 가능성과 지속가능한 소재 개발을 위한 기술적 접근방안을 공유하였으며, 향후 관련 분야의 연구개발 협력 가능성에 대해서도 논의하였음
	2025.2.13./현대엔지비(주)	인쇄 회로 기판(Printed Circuit Board, PCB)에 적용 가능한 비트리머(Vitrimer) 소재에 대해 고온 환경에서도 구조적 안정성을 유지하면서도 재가공·재활용, 형상 재배열이 가능한 비트리머 기반 소재의 PCB 적용 가능성에 대한 실험적 접근과 향후 R&D 협력 방향이 모색함
	2025.6.17, 2025.7.18/이프	이프 회사에 천연염료의 발색 원리 및 성능 등에 대해 자문을 실시하였고, 7월 18일에는 홍조류에서 추출한 천연염료의 성분과 응용 방안에 대한 강연을 진행
	2025.3.28.,2025.5.15., 2025.7.23./현대자동차(남양)	현대자동차 남양연구소 액상체결연구팀을 대상으로탈로시아닌 염료의 제조 및 부식방지 성능에 대한 연구내용을 발표하고, 후속 산학과제 진행을 논의함.
	2025.5.22 /아셈스	아셈스 연구팀을 대상으로 폴리에스터 섬유의 염색방법과 염료특성에 대한 강연/자문을 실시하였고 염료의 승화성 측정과 열안정성 향상 방안 등에 대해 논의했으며, 추후 과제발굴을 진행하였음
	2025.2.13 / 국제지식재산연수원(대전)	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 진행
	2025.2.12 /아모레 퍼시픽 R&I 연구소	Smart Liquid Crystal Elastomers for Anti-Wrinkle Patches"라는 주제로 강연 및 자문을 진행
	2025.3.7 /SK이노베이션	"Introduction to Carbon Nanotube Fibers"라는 주제로 강연을 진행히고 CNT 섬유의 사업성에 관련하여 자문을 하였음.
	2024.3~/ ㈜알앤디테크(경남양산), ㈜아이넴(경남양산), ㈜이노켐(경남양산)	경남 소재 ㈜알앤디테크에서, ㈜아이넴 등과 기술 교류 및 연구개발을 공동으로 수행하여 지역 중소기업의 기술 자립과 시장 경쟁력 확보에 기여함. 특히, 또한, ㈜이노켐, ㈜아이넴은 전기차 부품 접합용 접착소재 기술 교류를 통하여 전기차 동력모터 부품 접합에 필수적인 핵심 접착제를 개발하여 수요기업의 성능평가를 성공적으로 마무리하였으며 향후 전기차 시장의 확대로 국내외 시장 수요에 대응이 가능할 것으로 기대됨.

2. 인력양성 현황 및 지원 실적

2.1 평가 대상 기간 대학원생 인력 확보 및 배출 실적

<표 2-1> 교육연구단 참여대학원생 확보 및 배출 실적

참여대학원생 확보 및 배출 실적 (단위: 명)					
실적		석사	박사	석·박사통합	계
확보 (재학생)	2024년 1학기	89	23	35	147
	2024년 2학기	74	22	41	137
	2025년 1학기	77	19	42	138
	2025년 2학기	72	20	42	134
	계	312	84	160	556
배출 (졸업생)	2024년 8월	6	3		9
	2025년 2월	30	4		34
	2025년 8월	8	8		16
	2026년 2월	37	8		45
	계	81	23		104

2.2 교육연구단의 우수 대학원생 확보 및 지원 실적

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

표 Ⅱ-10. 교육연구단의 우수대학원생 유치확대 계획과 지원결과

지원 계획	지원결과 및 실적
• 본교 학부생의 대학원생 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 177명 중 14명이 본교 박사과정에 진학하여 전체 박사 신입생 26명 중 8명으로 31%가 본교 출신임. - 이는 BK사업으로 안정적인 대학원 교육환경을 제공한 결과로 해석됨.

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

표 Ⅱ-11. 교육연구단의 대학원생 학업환경 지원계획과 지원결과

지원 계획	지원결과
• 대학원생에게 장학금 지급	- 전체 사업기간(2024년 3월~2026년 2월)동안 참여대학원생 556명 (석사 363명, 박사 86명, 박사수료 107명) 중 총 436명(석사 210명, 박사 62명, 박사수료 51명)에게 석사 1,000,000원, 박사 1,600,000원, 박사수료 1,300,000원의 장학금을 매달 지원함.
• 대학원생 학술활동 지원	- 전체 사업기간(2024년 3월~2026년 2월)동안 참여대학원생에게는 67명에게 국제학술대회 등록비 31,758,341원, 53명에게 국제학술대회 참가경비 71,193,550원, 144명에게 국내학술대회 등록비 14,990,000원, 37명에게 국내학술대회 참가경비 7,113,304원을 지원하였고, 2명에게 세미나 참가비 230,000원을 지원하였으며, 재료비 43,436,460원, 분석료 14,641,800원, 논문게재료 6,901,158원 등을 지원하였음.
• 장·중·단기 해외 연구기관	- 해외연수 지원의 경우 대학원생의 참여지도교수 실적, 연구실적, 연수

의 연수비를 지원	계획서 등을 참고하여 운영위원회에서 선정하여 총 6명에게 총 20,500,000원을 지원하였음 (파견국: 미국, 독일)
• 우수대학원생에 대한 장학금 지원 및 해외학술활동 지원	- 전체 사업기간(2024년 3월~2026년 2월)동안 우수한 논문실적을(주저자, 상위 15%내 저널에서 차등지급) 낸 참여대학원생 총 48명에게 성과급을 총 16,350,000원을 지원하였음
• 대학원생 국제교류육성 지원	- 국제학술대회 영어발표 겨울캠프 운영 (지도: Prof. Jeffrey Pyun(Univ.Arizona)교수)의 화학공학 전공자를 위한 국제학회 영어발표 스킬업 강좌(2주간))

▶ 공동장비 운영과 관련하여, 부산대학교 연구장비공동활용지원센터에서 현재 127종의 장비를 보유, 관리, 운영하고 있다. 부산대학교에서 공동으로 운영하는 장비의 경우 예약을 통해 이용할 수 있으며, 장비이용료를 교육연구단 예산에서 결제할 수 있도록 지원하고 있다. 전체 사업기간(2024년 3월~2026년 2월)동안 분석료 총 14,641,800원을 지원하였다.

표 Ⅱ-12. 대학본부의 우수대학원생 확보를 위한 지원방안 및 지원결과

지원 계획	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 PNU대학원생 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 3.8이상 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 지급함. 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 게재시 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

	3) 외국대학·기관과의 학술교류 협정 체결 현황 - 58개국 529개 대학 및 기관과 학술교류 협정 체결 중 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.

□ 향후 교육연구단의 대학원생 학업환경 지원에 대한 계획

○ 지원 프로그램은 지속적으로 지원할 예정이며, 참여대학원생의 학술활동을 위하여 아래와 같이 지원하고자 한다.

표 Ⅱ-13. 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 다음과 같은 학생 연구환경을 지원할 예정이다.

표 Ⅱ-14. 학생 연구환경 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 • 국제학술대회 영어발표 겨울캠프 운영

2.3 참여대학원생 취(창)업의 질적 우수성 (평가 대상 기간)

<표 2-2> 평가 대상 기간(2024. 3. 1. ~ 2026. 2. 28.) 내 졸업한 참여대학원생 중 취(창)업의 질적 우수성

연번	성명	졸업연월	수여 학위 (석사/박사)	학위취득 시 학과(부)명	현 직장(직위)
	대표 취(창)업 사례의 우수성				
1		2025.8	박사	응용화학공학부	캠브리지 대학교(UNIVERSITY OF CAMBRIDGE), 영국 (박사후연구원)
	박사과정 동안 우수한 내부 감쇠 능력을 지닌 초분자 액정 엘라스토머를 개발하고 접착 성능을 획기적으로 향상시키는 연구(Supramolecular Liquid Crystal Elastomers with Exceptional Internal Damping for Enhanced Adhesion)를 수행하여 차세대 고기능성 첨단 소재 분야의 기술 발전에 크게 기여하였다. 이러한 독창적인 연구 경험은 고성능 스마트 소재 및 진동 완충 시스템 개발을 중점으로 하는 미래 신소재 산업 분야와 밀접히 연관되며, 졸업 후 세계 최고 수준의 명문 연구 기관인 영국 캠브리지 대학교에 박사후연구원(Postdoc)으로 취업하면서 전공과의 높은 적합성과 우수한 취업 질을 입증하였다.				
2		2025.8	박사	응용화학공학부	프린스턴대학 (Princeton University), 미국 (박사후연구원)
	박사 과정 동안 이산화탄소 전해를 통한 지속 가능한 수소 생산의 설계 및 정량적 시나리오 분석 연구(Design and Quantitative Scenario Analysis of Sustainable Hydrogen Production via Carbon Dioxide Electrolysis)를 수행하여 차세대 친환경 에너지 시스템 분야의 기술 발전에 크게 기여하였다. 이러한 독창적인 연구 경험은 탄소중립 실현 및 수소 경제 인프라 구축을 중점으로 하는 미래 에너지 산업 분야와 밀접히 연관되며, 졸업 후 세계 최고 수준의 명문 연구 기관인 미국 프린스턴 대학교에 박사후연구원(Postdoc)으로 취업하면서 전공과의 높은 적합성과 우수한 취업 질을 입증하였다.				
3		2025.8	박사	응용화학공학부	ZheJiang University, 중국 (박사후연구원)
	박사 과정 동안 자가 치유, 자체 접착 및 이온 전도성 고분자 전해질 기반의 신축성 일체형 모듈러 전기변색 소자 연구를 수행하여 차세대 유연 전자소자 분야의 기술 발전에 크게 기여하였다. 이러한 독창적인 연구 경험은 웨어러블 디스플레이 및 스마트 소자 개발을 중점으로 하는 첨단 신소재 산업 분야와 밀접히 연관되며, 졸업 후 세계 최고 수준의 명문 연구 기관인 중국 저장대학교(Zhejiang University)에 박사후연구원(Postdoc)으로 취업하면서 전공과의 높은 적합성과 우수한 취업 질을 입증하였다.				
4		2024.08	박사	응용화학공학부	중국 AESC (연구원)
	석·박사 과정 동안 커패시터 전극 소재의 성능 향상을 위한 표면 개질 및 복합화 연구를 수행하여 에너지 저장소자의 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.				
5		2024.08	박사	응용화학공학부	한국재료연구원 (연구원)
	박사 과정 동안 멀티 드롭 필링 기술 기반의 탄소섬유 강화 플라스틱 첨단 제조 공정 연구를 수행하여 차세대 고성능 복합재료 기술 발전에 기여하였다. 또한 선박용 GFRP 몰드의 탈형성 개선 연구와 우수한 학회 발표 실적으로 탁월한 전문성을 인정받았다. 이러한 독창적인 경험은 경량 복합재 및 조선해양 부품 개발을 중점으로 하는 신소재 산업 분야와 밀접히 연관되며, 졸업 후 국책 전문연구기관인 중소조선연구원(RIMS) R&D 부문에 취업하면서 전공과의 높은 적합성과 우수한 취업 질을 입증하였다.				
6		2025.02	박사	응용화학공학부	한국생산기술연구원 (연구원)
	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.				

7		2025.02	박사	응용화학공학부	롯데케미칼 (연구원)
	박사과정 동안 액화수소의 냉열을 활용할 수 있는 다양한 공정을 설계하고 가치사슬 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.				
8		2025.02	석사	응용화학공학부	한국화학연구원 (연구원)
	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.				
9		2024.08	석사	응용화학공학부	삼성SDI (연구원)
	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				
10		2024.08	석사	응용화학공학부	㈜엘지에너지솔루션 (연구원)
	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 ㈜엘지에너지솔루션에 취업하여 R&D 분야에 종사하고 있으며, 전공 적합성이 매우 우수함.				
11		2025.02	석사	응용화학공학부	한화에어로스페이스 (연구원)
	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.				

평가 대상 기간(2024. 3. 1. ~ 2026. 2. 28.) 내 졸업한 참여대학원생 수	석사	81	제출 요구량	1~11
	박사	23		

3. 대학원생 연구역량

3.1 참여대학원생 연구 실적의 우수성

① 참여대학원생 대표연구업적물의 우수성

<표 2-3> 평가 대상 기간(2024. 3. 1. ~ 2026. 2. 28.) 내 참여대학원생 대표연구업적물

<table>
<tr><th rowspan="2">연번</th><th>학위과정
(석사/박사/
석박사통합)</th><th>참여
대학원생
성명</th><th>세부전공분야</th><th>업적물
종류</th><th>대표연구업적물 상세내용</th></tr>
<tr><th colspan="5">대표연구업적물의 우수성</th></tr>
<tr><td rowspan="8">1</td><td rowspan="7">박사</td><td rowspan="7"></td><td rowspan="7">고분자합성</td><td rowspan="7">학술지
논문</td><td>② High Hydrogen Storage in Trigonal Prismatic Monomer-Based Highly Porous Aromatic Frameworks</td></tr>
<tr><td>③ Advanced Materials</td></tr>
<tr><td>④ 36(26), 2401793</td></tr>
<tr><td>⑤ 1521-4095/ISBN/e-ISSN</td></tr>
<tr><td>⑥ 0</td></tr>
<tr><td>⑦ 202406</td></tr>
<tr><td>⑧ 10.1002/adma.202401739</td></tr>
<tr><td colspan="5">□ IF: 26.8, JCR: top 2%, 피인용수: 34
□ 실적의 창의성・혁신성 : 삼각 프리즘형 단량체를 Yamamoto C-C 커플링으로 연결하여 두 종의 다공성 방향족 골격체(C-PAF, Si-PAF)를 합성하였고, 유기 다공성 소재 중 최고 수준의 기공 부피와 BET 비표면적(Si-PAF의 경우 약 6099 m^2 /g)을 구현하였음. 이를 통해 우수한 수소 저장 성능을 달성하여, 탄소중립 사회의 핵심인 고효율 수소 저장 소재 설계에 대한 새로운 분자 설계 전략을 제시한 점에서 창의성과 혁신성이 매우 우수함.
□ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 신규 다공성 소재의 합성・구조 규명과 가스 저장 응용을 연계하여, 화학・소재를 아우르는 멀티스케일 융・복합 연구를 강화하였음.
□ 해당 세부전공분야의 기여 : 고연결성 단량체 기반의 초고기공 소재 설계 원리를 제시함으로써, 차세대 수소 저장 및 청정에너지 소재 개발 등 다양한 분야에 크게 이바지할 것으로 기대됨.</td></tr>
<tr><td rowspan="7">2</td><td rowspan="7">박사</td><td rowspan="7"></td><td rowspan="7">고분자합성</td><td rowspan="7">학술지
논문</td><td>② Light-Fueled In-Operando Shape Reconfiguration, Fixation, and Recovery of Magnetically Actuated Microtextured Covalent Adaptable Networks</td></tr>
<tr><td>③ Advanced Materials</td></tr>
<tr><td>④ 37(39), 2503161</td></tr>
<tr><td>⑤ 0935-9648</td></tr>
<tr><td>⑥ 0</td></tr>
<tr><td>⑦ 202510</td></tr>
<tr><td>⑧ 10.1002/adma.202503161</td></tr>
</table>

	□ IF 26.8, JCR분야 상위 2.17%(2024기준), Q1 □ **실적의 창의성・혁신성** : UV 감응형 disulfide 기반 동적 결합 가교 고분자의 설계 및 자성 NdFeB 입자를 융합을 통해 micropillar 및 microdenticle 구조를 자기장으로 원격으로 변형시키고, UV 조사에 의해 변형된 형상을 별도 바인더나 레진, 용매의 후첨가 없이도 고정・회복・패턴화할 수 있는 새로운 비접촉 스마트 소재 플랫폼을 제시함. 이는 동적 공유결합의 분자 수준 교환반응을 실제 3D 미세구조의 거시적 형상 제어로 연결한 혁신적 성과임. □ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 소재 설계-공정-물성 분석-기능 구현을 하나의 연구 흐름으로 연결했다는 점에서 멀티스케일의 융・복합 연구에 부합함. □ **해당 세부전공분야의 기여** : UV와 자기장이라는 두 외부 자극을 결합하여, 미세구조의 형상을 원하는 시점과 위치에서 선택적으로 고정하고 다시 복원할 수 있음을 보여줌으로써 스마트 고분자, 기능성 표면, 소프트 로보틱스 및 3D 미세구조 제조 분야의 응용 가능성을 넓힘.				
3	석박사통합		고분자합성	학술지 논문	② Supramolecular Liquid Crystal Elastomer Adhesives: Role of Internal Damping and Hydrogen Bonding ③ Advanced Functional Materials ④ 35(48), e11426 ⑤ 1616-301X ⑥ 0 ⑦ 202506 ⑧ https://doi.org/10.1002/adfm.202511426
	□ IF 19, JCR 상위 4.81%(2024), Q1, 인용 5회 □ **실적의 창의성・혁신성** : 액정 함량과 수소결합 밀도를 조절한 초분자 LCE 점착제를 설계해 상용 제품을 크게 능가하는 1451 N/m의 박리 강도를 달성함. 특히 용매 증기 어닐링이라는 비열적 활성화 전략을 제시하여 열민감 기판에 적용 가능한 패러다임을 구현했으며, 관절 운동에도 안정적이고 에탄올로 제거 가능한 의료용 실용성을 입증함. □ **교육연구단 비전 부합성** : 합성 화학, 액정 분석, 유변학, 점착 공학을 통합한 다학제적 연구로서 분자 설계부터 인체 응용까지 포괄하는 화공 융합 연구의 모범임. 기술의 산업적 가치가 높아 융합 화공 인재 양성 비전에 부합함. □ **세부 전공 기여** : 메소겐 재배향 중심의 메커니즘을 규명해 소재 설계 원리를 정립함. 가역적 점착 제어로 웨어러블 센서, 반도체 등 다양한 열민감 산업 확장 토대를 마련함.				
4	박사		유기소재	SCI 저널 논문	② Addressing the Challenge of Electrochemical Ionomer Oxidation in Future Anion Exchange Membrane Water Electrolyzers ③ ACS Energy Letters ④ 9(6),3074-3083 ⑤ 2380-8195 ⑥ 0 ⑦ 2024.06.02 ⑧ https://doi.org/10.1021/acsenergylett.4c00832
	□ IF 18.2, JCR 상위 4.40%(2024), Q1				

	□ **실적의 창의성・혁신성** : 순수 물 구동 AEM 수전해의 낮은 성능 및 내구성 원인을 OER 촉매와 탄화수소 이오노머 계면의 전기화학적 산화로 재해석함. 이를 완화하기 위해 이오노머 무첨가 전극, 입자형 및 저흡착 이오노머, 경쟁 흡착 전략 등을 단일셀 성능 관점에서 체계적으로 분석하고 지침을 제공하는 perspective 논문임. □ **교육연구단 비전 부합성** : 고분자 전해질 개발, 촉매 계면 제어, 수전해 공정 설계를 유기적으로 연결한 대표적인 에너지 전환 분야의 다학제적 융합 연구로서, 교육연구단이 지향하는 멀티스케일 융합 인재 양성 비전에 부합함. □ **세부 전공 기여** : 고성능, 저비용 및 PFAS 저감형 AEM 수전해 시스템을 위한 탄화수소 이오노머 기반 전기화학 장치 설계 지침을 제시하여, 유기 소재 중심의 수전해 연구 역량을 크게 향상시킴.				
5	박사		화공정보	학술지 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(6), 102140
					⑤ 2590-2393
					⑥ 0
					⑦ 202506
					⑧ 10.1016/j.matt.2025.102140
	□ IF: 17.5, JCR: top 6%, 피인용수: 88 □ **실적의 창의성・혁신성** : 약 14,000개의 금속-유기 골격체 구조에 안정성 지표, 열용량, 부분전하 등 머신러닝으로 예측한 물성을 결합한 정제된 실험 금속-유기 골격체 데이터베이스 (CoRE MOF DB 2024)를 구축하고, 소재 및 공정 스크리닝을 통합적으로 연계할 수 있는 기반을 마련한 점에서 창의성과 혁신성이 우수함. □ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 데이터사이언스와 계산화학을 결합하여 소재-공정 연계 스크리닝을 가능하게 함으로써, 멀티스케일 융・복합 연구를 강화하였음. □ **해당 세부전공분야의 기여** : 머신러닝 물성이 결합된 고품질 MOF 데이터베이스와 구조 식별 체계를 제공함으로써, 대규모 고처리량 소재 탐색 및 공정 설계 등 다양한 분야에 크게 이바지할 것으로 기대됨.				
6	박사		반응공학	학술지 논문	② Heterogeneously Catalyzed Depolymerization of Polyurethane for the Efficient Recovery of Polyol and Dianiline
					③ Angewandte Chemie International Edition
					④ 65(3), e15043
					⑤ 1521-3773
					⑥ 0
					⑦ 202601
					⑧ doi.org/10.1002/anie.202515043

	□ IF 17.0, JCR분야 상위 6.28%(2024기준), Q1, Web of Science 인용횟수 2 □ **실적의 창의성・혁신성** : 상용 산화아연(ZnO)과 tert-부틸알코올(TBA)을 결합한 비균일 촉매 알코올분해 시스템을 최초로 폴리우레탄(PU) 해중합에 적용하여, 핵심 고부가가치 원료인 폴리올과 디아닐린을 선택적으로 분리 및 회수하는 새로운 재활용 공정 기술을 개발하였음. 기존 폐플라스틱 처리 방식의 한계를 극복하고, 촉매의 10회 이상 재사용 안정성과 실제 상용 PU 제품(폼, 엘라스토머, 단열재 등)에 대한 높은 단량체 회수율을 달성하여 폐쇄 순환형 리사이클링 가능성을 제시한 점에서 창의성이 매우 우수함. □ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 불균일계 촉매 소재의 적용을 통해 분해하기 힘든 고분자의 해중합 공정을 최적화함으로써, 자원 순환 및 지속가능한 화학공정 분야의 멀티스케일 융・복합 연구를 크게 강화하였음. □ **해당 세부전공분야의 기여** : 기존 균일 촉매 및 고온・고압 조건의 PU 화학적 재활용의 한계를 극복하는 저비용・친환경 불균일 촉매 반응을 확립하여, 열경화성 고분자 폐기물의 순환 자원화 및 차세대 지속가능 고분자 리사이클링 공정 개발 분야에 크게 기여할 것으로 기대됨.				
7	석사		화학공학	학술지 논문	② Self-Rectifying Resistive Memory with Ferroelectric and 2D Perovskite Lateral Heterostructure ③ ACS Nano ④ 19(11), 10796 ⑤ 1936-0851 ⑥ 0 ⑦ 202503 ⑧ 10.1021/acsnano.4c07869
	□ IF 16.1, JCR분야 상위 6.6%(2024기준), Q1, Web of Science 인용횟수 17 □ **실적의 창의성・혁신성** : 스핀 캐스팅 기반의 용액 공정을 통해 강유전성 고분자 PVDF-TrFE와 2차원 할라이드 페로브스카이트 BA_2PbI_4가 상분리된 '단일층 측방향 이종접합 박막 소재'의 간편한 제조 방법을 개발하고 상분리 결정 구조 및 계면 메커니즘을 규명함. 외부 전기장 없이 스스로 분극이 정렬되는 '자발적 분극현상을 창의적으로 이용하여, 계면에 형성된 국부 전기장을 통해 역방향 전류 유입을 차단함. 이를 통해 추가 소자 없이 단일 활성층만으로 0.4 V의 초저전압에서 10^6 이상의 우수한 저항 스위칭 비율과 정류 특성을 동시에 확보하는 혁신성을 보임. □ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 고분자 화학 가공 기술과 페로브스카이트 나노 결정 제어 기술의 경계를 유기적으로 연결함으로써 멀티스케일 융합 화공 역량 기반 연구를 달성했음. □ **해당 세부전공분야의 기여** : 새로운 자가 정류형 저항 변화 메모리 구조를 제시하여, 향후 고효율・저전력 인메모리 컴퓨팅 시스템 인프라 구축 및 나노소재 하이브리드 전자소자 공정 개발 등 다양한 후속 연구 분야에 크게 이바지할 것으로 기대됨.				
8	박사		화학공학	저널 논문	② Fast-switching dual-cathode electrochromic smart windows for year-round building energy savings ③ Nature Communications ④ 16, 1 ⑤ 2041-1723 ⑥ 0

					⑦ 2025.10
					⑧ 10.1038/s41467-025-64962-2
	□ IF 15.7, JCR분야 상위 7.35%, Q1 □ **실적의 창의성・혁신성** : 기존 유기물 기반 전기변색 에너지 저장 장치(EESD)의 한계인 느린 변색 속도와 낮은 구동 안정성을 극복하기 위해 전도성 고분자(PEDOT:PSS) 보호층과 투명 아연 메쉬 전극을 결합한 '이중 음극(Dual-cathode)' 제안함. 이를 통해 2초 미만(착색 1.6초, 탈색 0.8초)의 초고속 변색 스위칭과 높은 가역성을 달성하였으며, 가시광선과 근적외선 영역을 독립적으로 제어하는 4가지 가변 구동 모드를 완벽히 구현하였음. □ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 화학공학, 재료공학, 전기화학 및 건축에너지 시스템 공학을 아우르는 멀티스케일 융・복합 연구를 성공적으로 수행함. □ **해당 세부전공분야의 기여** : 스마트 광학 재료 및 전기화학 에너지 저장 소자 분야의 새로운 설계 제시하였으며, 고효율・저에너지 건축 외장재 및 스마트 윈도우 산업 발전에 기대됨.				
9	박사		화학공학	저널 논문	(I ② Superior electrocatalytic responses of InGaZnO composite electrode for viologen-based electrochromic supercapacitors
					③ Composites Part B : Engineering
					④ 302
					⑤ 1359-8368
					⑥ 0
					⑦ 2025.08
					⑧ 10.1016/j.compositesb.2025.112557
	□ IF 14..2, JCR분야 상위 0.56%, Q1 □ **실적의 창의성・혁신성** : 기존 비올로겐 기반 전기변색 슈퍼커패시터(ECS)의 고질적 한계인 느린 반응 속도와 전하 불균형을 해결하기 위해 디스플레이용 반도체 소재로만 주로 쓰이던 InGaZnO(IGZO)를 FTO 투명 전극에 스핀 코팅한 'IGZO@FTO' 복합 전극 구조를 제안함. 비정질 IGZO 층의 우수한 전자 이동도와 전기화학적 촉매 특성 덕분에 계면 저항이 감소하여, 소자의 착・탈색 스위칭 속도를 단축하고 전하 수송 효율을 극대화함. □ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 재료공학, 응용화학, 나노공학을 유기적으로 융합하여 차세대 다기능성 에너지 소자의 기술을 확보함. □ **해당 세부전공분야의 기여** : 전기변색 기능과 고성능 정전용량을 동시에 갖춘 스마트 윈도우 소자를 성공적으로 구현함. 72% 이상의 탁월한 에너지 회수 효율(Energy Recovery Efficiency)을 입증함.				
10	박사		고분자공학	학술지 논문	② Deployable fiber-reinforced polymer for advanced monolithic Rigid-Soft robotics applications
					③ COMPOSITES PART B-ENGINEERING
					④ 305, 112754
					⑤ 1359-8368
					⑥ 0
					⑦ 202510
					⑧ 10.1016/j.compositesb.2025.112754
	□ IF 14.2, (SCIE) Engineering, Multidisciplinary 분야 1위 JCR 상위 0.3% (2024기준), Q1, Web of Science 인용횟수 3				

□ **실적의 창의성·혁신성** : 본 연구는 Rigid—Soft 로보틱스의 핵심인 선택적 강성 제어 기술을 기존에 보고된 바 없는 다중 수지 분사 기반의 복합재료 성형 공정을 구현하였음. 연속섬유 복합재료 내부에서 고강성 영역과 저강성 폴딩부를 초저점도로 정밀 배치하여, 단일 구조체만으로도 복잡한 폴딩과 압축·전개 거동을 수행할 수 있는 복합재료를 구현하였음. 이를 통하여 세계 최고 수준의 기계적 물성을 가지는 초경량 일체형 구조체 부품을 제작하였음.

□ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 고분자 수지의 유변 특성/ 신규 복합재료 성형 공정/ 부품 단위의 로보틱스 구조를 새롭게 제시하고 검증한 멀티스케일 융합 연구로서, 본 교육연구단의 비전인 3M이 잘 융합된 사례로 판단됨.

□ **해당 세부 전공 분야의 기여** : Rigid—Soft 복합재료 제조 기술로 우주 구조체용 로보틱스의 정밀 성형이 가능함. 또한, 일체형 경량 복합재료 내에 기계적 강성의 프로그래밍이 가능하여 웨어러블, 의료 로보틱스 등 차세대 전개형 시스템으로 확장이 가능할 것으로 기대함.

11	박사		바이오공학	학술지 논문	② Cold-Responsive Hyaluronated Upconversion Nanoplatform for Transdermal Cryo-Photodynamic Cancer Therapy
					③ Advanced Science
					④ 11(19), 2306684
					⑤ 2198-3844
					⑥ 0
					⑦ 202403
					⑧ 10.1002/advs.202306684

□ **IF 14.1, JCR분야 상위 7.16%(2024기준), Q1, Web of Science 인용횟수 33**

□ **실적의 창의성·혁신성** : 히알루론산으로 기능화된 상향전환 나노플랫폼을 개발하여 경피 전달 기반의 비침습적 cryo-photodynamic cancer therapy 전략을 제시함. 본 연구에서는 808 nm 근적외선에 의해 활성화되는 상향전환 나노입자와 광감작제를 결합하고, 저온 환경에서 열소광이 억제되는 현상을 활용하여 상향전환 발광 및 활성산소 생성 효율을 동시에 향상시킴. 특히 저온 처리에 의해 발광 세기가 2.45배, 광역학 치료 효율이 3.15배 증가함을 규명하여, cryotherapy와 photodynamic therapy를 유기적으로 결합한 새로운 암 치료용 나노바이오소재 플랫폼을 개발했다는 점에서 창의성과 혁신성이 매우 우수함.

□ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 본 연구는 상향전환 나노소재, 고분자 표면개질, 경피 약물전달 및 광역학 암 치료 기술을 융합한 연구로, 융복합 연구를 강화하였음.

□ **해당 세부전공분야의 기여** : 기존 광역학 치료의 낮은 조직 투과도와 제한적인 치료 효율 문제를 개선할 수 있는 새로운 전략을 제시. 또한 히알루론산 기반 경피 전달 및 종양 표적화 기술을 통해 비침습적 광의학 치료 플랫폼의 확장 가능성을 입증하여, 나노바이오소재, 약물전달 및 피부암 치료 분야의 발전에 기여할 것으로 기대됨.

12	박사		화공정보	학술지 논문	② Multi-scale computational screening of all-silica zeolites for adsorptive separation of ternary (H2S/CO2/CH4) mixtures
					③ Chemical Engineering Journal
					④ 1385-8947
					⑤ 496, 154116
					⑥ 0

					⑦ 202409
					⑧ 10.1016/j.cej.2024.154116
	□ IF: 13.2, JCR: top 4%, 피인용수: 8 □ **실적의 창의성・혁신성** : 천연가스에서 H_2S와 CO_2를 동시에 제거하기 위해, 분자 시뮬레이션, 공정 모델링 및 최적화를 통합한 멀티스케일 전산 스크리닝을 수행하여 실리카 기반 제올라이트를 평가하였음. 유전 알고리즘 기반 공정 최적화를 통해 APC형 제올라이트가 최적 성능을 보임을 규명하고, APC 제올라이트 내 CO_2의 배향이 흡착 성능 나아가 공정 성능에 영향을 미침을 밝힌 점에서 창의성과 혁신성이 우수함. □ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 분자 시뮬레이션부터 공정 시뮬레이션까지를 연계하여, 소재와 공정을 아우르는 멀티스케일 융・복합 연구를 강화하였음. □ **해당 세부전공분야의 기여** : 멀티스케일 전산 스크리닝 방법론과 산성가스 동시 제거용 흡착제 설계 지침을 제시함으로써, 천연가스 정제 및 적응형 흡착 공정 개발 등 다양한 분야에 크게 이바지할 것으로 기대됨.				
13	석박사통합		공정시스템 공학	학술지 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 1385-8947
					⑥ 0
					⑦ 202411
					⑧ 10.1016/j.cej.2024.156688
	□ IF 13.2, JCR분야 상위 3.7%(2024기준), Q1, Web of Science 인용횟수 17 □ **실적의 창의성・혁신성** : 본 연구는 자열개질 기반 블루수소 생산과 고체산화물 CO_2 전기분해를 통합하여 기존 공정의 공기분리・탄소포집 장치와 전기분해 후단 분리 공정을 제거하는 시스템을 제안하였음. 생성된 산소와 일산화탄소를 각각 개질과 추가 수소 생산에 활용하여 에너지효율, 생산비용 및 환경성을 개선하고 산업 적용 가능성을 검증하였음. 이는 블루수소와 탄소전환 기술의 상호보완적 통합을 통해 지속 가능한 수소 생산의 경쟁력을 확장한 혁신적 연구 성과임. □ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 수소 생산과 CO_2 전환 기술의 융합을 통해 지속 가능한 에너지 시스템을 구현하여 멀티스케일 융합 화공 인재 양성 비전과 목표에 부합함. □ **해당 세부전공분야의 기여** : 블루수소와 CO_2 전기분해의 통합 설계 및 산업 활용 지침을 제시하여 저탄소 수소 생산과 탄소자원화 공정 발전에 기여할 것으로 기대됨.				
14	석사		공정시스템 공학	학술지 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 1385-8947
					⑥ 0
					⑦ 202501
					⑧ 10.1016/j.cej.2024.158811
	□ IF 13.2, JCR분야 상위 3.7%(2024기준), Q1, Web of Science 인용횟수 14				

	□ **실적의 창의성·혁신성** : 본 연구는 수소 생산과 액화 공정에 극저온 탄소포집을 도입하고, 액화 예냉 사이클의 극저온에너지를 활용하여 별도 냉동장치 없이 탄소를 포집하는 통합 시스템을 제안하였음. 이를 통해 탄소포집률 99.99%, 총에너지소비 27.5% 절감, 경제성 7.87% 향상 및 CO_2 회피비용 58.5% 감소를 달성함. 이는 수소 생산부터 저장까지의 전 과정을 저탄소·고효율 구조로 연결한 혁신적 연구 성과임. □ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 수소 생산·액화·탄소포집의 융합을 통해 에너지효율과 환경성을 향상하여 멀티스케일 융합 화공 인재 양성 목표에 부합하며, 특히 융합과 파급을 통한 화공 시스템 혁신에 기여함. □ **해당 세부전공분야의 기여** : 극저온 탄소포집 기반의 수소 생산-저장 통합 경로를 제시하여 저탄소 액체 수소 공급망과 지속 가능한 에너지 시스템 구축에 기여할 것으로 기대됨.				
15	박사과정		유기소재시스템공학	학술지 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 1385-8947/해당없음/1873-3212 ⑥ 0 ⑦ 2025.01.26 ⑧ https://doi.org/10.1016/j.cej.2025.160012
	□ IF 13.2, JCR 2024 상위 3.61%, Q1 □ **실적의 창의성·혁신성** : 본 연구업적물은 MTFEE 기반 이중기능성 공용매로 Li 이온 용매화 구조와 SEI/CEI 안정화를 제어한 하이니켈 양극 기반 리튬금속전지 연구로서, MTFEE를 이중기능성 공용매로 도입하여 불소화 알킬기의 산화안정성과 메톡시기의 약한 Li 이온 배위성을 동시에 활용하고, Li 이온 1차 용매화 껍질 내 음이온 참여와 compact anion-cation association을 유도하는 전해액 설계 전략을 제시함. 이를 통해 고전압 하이 니켈 양극 기반 리튬금속전지에서 안정한 SEI/CEI 형성과 우수한 속도/수명 특성을 구현함. □ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 전해액 분자설계, 계면화학, 전지 성능을 연결한 멀티스케일 에너지소재 연구에 부합함. □ **해당 세부전공분야의 기여** : 하이니켈 양극 기반 고전압 리튬금속전지의 구현 및 성능 향상을 유기소재 기반 분자 설계를 통해 이루어내었음.				
16	석박사통합		공정시스템공학	학술지 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 1385-8947 ⑥ 1 ⑦ 202503 ⑧ 10.1016/j.cej.2025.160517

	□ IF 13.2, JCR분야 상위 3.7%(2024기준), Q1, Web of Science 인용횟수 2 □ **실적의 창의성・혁신성** : 본 연구는 LNG 해상운송 중 발생하는 증발가스를 기존 재액화 대신 금속유기구조체에 흡착・저장하는 고압・저온 공정을 개발하였음. 고처리량 멀티스케일 모델링으로 최적 흡착제를 탐색하고 공정 경제성을 평가한 결과, 8일 및 13일 운항에서 선박당 연간 30만~160만 달러의 비용 절감 가능성을 확인하였음. 이는 소재-공정-수송 시스템을 연결하여 국제 에너지 운송의 효율성을 높이는 혁신적인 멀티스케일 연구 성과임. □ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 나노다공성 소재와 공정・선박 시스템의 멀티스케일 융합을 수행한 본 연구는 멀티스케일 융합 화공 인재 양성 비전과 목표에 부합함. □ **해당 세부전공분야의 기여** : 소재 탐색과 공정 경제성 평가를 연계한 증발가스 처리 전략을 제시하여 LNG 운송 효율 향상과 흡착 기반 에너지저장 기술 발전에 기여할 것으로 기대됨.				
17	박사		생물공학	학술지 논문	② Novel NiCo-Pi/Ni nanostructure catalyst for the anodic oxygen evolution reaction coupled with microbial electrosynthetic CO_2 conversion ③ CHEMICAL ENGINEERING JOURNAL ④ 519, 165058 ⑤ 1385-8947 ⑥ 0 ⑦ 202509 ⑧ 10.1016/j.cej.2025.165058
	□ IF 13.2, JCR 분야 상위 3.61%(2024 기준), Q1, Web of Science 인용 횟수 4 □ **실적의 창의성・혁신성** : Microbial Electrosynthesis(MES)의 CO_2 전환 연구가 대부분 biocathode 반응 최적화에 집중되어 온 상황에서, 변형된 Co-Pi 공정에 nickel foam 기재로부터 용출된 nickel 원자를 도입하여 표면적과 전자전달 속도를 크게 향상시키는 spiky, flower-like nanostructure의 NiCo-Pi/Ni anode를 합성하는 방법을 개발함. 중성 pH와 상온 조건에서 10 mA cm^{-2}에서 347 mV의 낮은 overpotential과 179 mV dec^{-1}의 Tafel slope를 달성하며 anode catalyst가 MES 시스템 전체의 에너지 효율을 결정하는 핵심 인자임을 규명하고 이를 공정에 처음으로 적용하였음. 이를 통해 24일간 안정적 운전과 75.8±0.8%의 높은 electrical energy efficiency로 CO_2를 acetate로 전환하는 새로운 저에너지 고효율 공정 기술을 개발함. 본 연구는 고효율 anode catalyst를 통해 MES 공정의 핵심 난제인 에너지 효율 문제를 해결함으로써, 차세대 탄소 자원화 생물 공정의 실용화를 앞당길 수 있는 혁신적인 기술로 평가됨. □ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 화학생물공정 분야에 functional nanomaterial(transition metal phosphate catalyst)의 적용을 통해 multi-scale의 융・복합 연구를 강화하였음. □ **해당 세부전공분야의 기여** : nanostructure 제어를 통한 nanomaterial의 신기능성 발현 및 새로운 지속 가능한 저에너지 고효율 microbial electrosynthesis CO_2 conversion 공정 개발 등의 다양한 분야에 크게 이바지할 것으로 기대됨.				
18	석박사통합		생물공학	학술지 논문	② Production of sustainable aviation fuels by the two-step alkylation and hydrodeoxygenation of biomass pyrolysis oils over metal-acid bifunctional catalysts ③ CHEMICAL ENGINEERING JOURNAL ④ 524, 169474 ⑤ 1385-8947 ⑥ 0 ⑦ 202511

					⑧ 10.1016/j.cej.2025.169474
	□ IF 13.2, JCR분야 상위 3.61%(2024기준), Q1, Web of Science 인용횟수 2 □ **실적의 창의성・혁신성** : 고가의 귀금속을 대체하는 경제적인 니켈-구리 이원금속 촉매(4Ni-6Cu/ITQ-2)와 부피가 큰 알킬화 페놀 화합물의 확산 한계를 극복하는 2차원 계층형 메조다공성 ITQ-2 제올라이트 지지체를 성공적으로 합성하였고, 이를 통해 90% 이상의 전환율과 80% 이상의 선택도로 산소가 완전히 제거된 항공유급 탄화수소를 생산해 낸 독창적이고 혁신적인 기술임. □ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 리그노셀룰로오스 바이오매스 열분해 오일을 지속가능항공유(SAF)로 전환하는 탠덤 공정을 통해 탄소 중립을 실현하고자 하는 친환경 미래 에너지 비전에 완벽히 부합함. 또한, 신규 나노 촉매 설계와 화학 공정을 접목하여 폐기물 발생과 에너지 소비를 최소화하는 경제적이고 지속 가능한 시스템을 구현함으로써 융・복합적 연구 역량을 입증했음. □ **해당 세부전공분야의 기여** : 구리(Cu)와 니켈(Ni)의 체계적인 반응 메커니즘을 규명하고, 복잡한 실제 알킬화 바이오 오일에서도 뛰어난 촉매 안정성과 재사용성을 입증했음. 기존 상용 공정(HEFA 및 ETJ) 대비 매우 낮은 탄소 손실률(약 8%)과 높은 제트 연료 수율(65~77%)을 달성하여, 차세대 바이오 연료 생산 및 고효율 비귀금속 촉매 설계 분야의 학술적, 산업적 발전에 크게 이바지할 것으로 기대됨.				
19	박사		고분자합성	학술지 논문	② Redefining the limits of actuating fibers via mesophase control: From contraction to elongation
					③ Science Advances
					④ 3(11), eadt7613
					⑤ 2375-2548
					⑥ 0
					⑦ 202501
					⑧ 10.1126/sciadv.adt7613
	□ IF 12.5, JCR 상위 8.82%(2024), Q1, 인용 37회 □ **실적의 창의성・혁신성**: 압출 시점의 액정 상을 제어해 자발적으로 늘어나는 LCE 섬유를 최초 구현함. 스멕틱 용융체의 UV 보조 방사로 메소겐이 축에 수직 배향되도록 유도하여 코일 구조 없이 30% 신장과 12.5 MPa의 인장 강도를 달성함. 수축형 및 신장형 섬유를 하나의 직물에 통합해 가열 시 기공이 공간 선택적으로 거동하는 신개념 능동 직물을 시연함. □ **교육연구단 비전 부합성**: 합성 화학, 유변학, 광경화 공정, 직물 기술을 유기적으로 결합하여 분자 설계부터 거시적 응용까지 포괄하는 융합 연구임. Texas A&M 및 포항가속기연구소와의 글로벌 협력 모델을 통해 교육연구단의 멀티스케일 인재 양성 비전에 부합함. □ **세부 전공 기여**: 흐름 하에서의 메소겐 배향 메커니즘을 규명해 액정 상 선택에 따른 구동 제어 패러다임을 도입함. 미보고된 신장 구동 모드를 제시하여 스마트 의류, 인공 근육 등 소프트 로봇 분야 확장 토대를 마련함.				
20	박사		유기소재	학술지 논문	② Rational Design of Naphthol Groups Functionalized BipolarPolymer Cathodes for High Performance Alkali-Ion Batteries
					③ Small

					④ 20(34), 2400333
					⑤ 1613-6810
					⑥ 0
					⑦ 2024.03.06
					⑧ https://doi.org/10.1002/smll.202400333
	□ IF 12.1, JCR 상위 약 7.49%, Q1, Small 게재 □ **실적의 창의성・혁신성**: 나프톨 작용기를 도입한 triarylamine계 선형 고분자 poly(DNap-OH)를 설계 및 합성하여 naphthalene의 입체 장애, 고산화 안정성, hydroxyl 추가 redox site를 동시에 확보함. 이를 통해 Li^+/PF_6^- 및 K^+/PF_6^-가 참여하는 bipolar redox 반응을 유도하고, 전해액 내 낮은 용해도와 빠른 이온 확산을 구현하여 LIB 및 PIB 양쪽에서 우수한 용량과 장수명 특성을 입증함. □ **교육연구단 비전 부합성**: 유기 합성 기술, 고분자 구조 제어 및 전기화학 분석을 유기적으로 융합한 차세대 에너지 소재 연구로서, 교육연구단이 지향하는 멀티스케일 융합 화공 인재 양성 비전에 적극 부합함. □ **세부 전공 기여**: 기존 배터리의 희소금속 의존도 문제를 해결하고 이를 대체할 수 있는 고전압 차세대 유기 양극재 분야의 혁신적인 분자 설계 전략을 제시함.				
21	박사		유기소재	SCI 저널 논문	② Rationally Designed Binder with Polysulfide-AffinitiveMoieties and Robust Network Structures for ImprovedPolysulfide Trapping and Structural Stability of SulfurCathode
					③ Small
					④ 21(18), 2407224
					⑤ 1613-6810
					⑥ 0
					⑦ 2025.05.05
					⑧ https://doi.org/10.1002/smll.202407224
	□ IF 12.1, JCR 상위 약 7.49%, Q1, Small 게재 □ **실적의 창의성・혁신성** : CCWPU 수계 바인더를 개발하여 황 양극 구조 안정화와 LiPS 포획을 동시에 수행한다는 내용을 DFT, 기계적 분석, 분광학적 분석, 전기화학적 분석으로 제시한 논문임. 리튬-황 전지의 황 부피팽창과 LiPS 셔틀 문제를 동시에 해결하기 위해 cationic waterborne polyurethane에 TGIC 가교구조를 도입한 CCWPU 바인더를 설계하였음. 3D 네트워크는 황 양극의 구조 안정성을 유지하고, 우레탄기와 양이온기는 LiPS의 Li 이온 및 S 이온 말단을 각각 포획하여 전하전달 경로 보존과 빠른 LiPS 전환을 구현하였음. □ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 친환경 수계 고분자 바인더, 계면상호작용, 전지공정 융합 연구에 부합함. □ **해당 세부전공분야의 기여** : 고에너지 리튬-황 전지용 기능성 바인더의 분자설계 및 친환경 전극 제조 방향을 제시함.				
22	석사		탄소재료공학	Small	② Sorting-Free Carbon Nanotube Synaptic Transistors
					③ Small
					④ 22(7), e10913

					⑤ 1613-6810
					⑥ 1
					⑦ 202602
					⑧ 10.1002/smll.202510913
	□ IF 12.1, JCR분야 상위 10.0%(2024기준), Q1 □ **실적의 창의성·혁신성** : 고비용의 까다로운 정제 공정이 필수적이었던 기존 탄소나노튜브 시냅스 소자의 한계를 극복하기 위해, 분리 과정을 완전히 생략한 미분리 탄소나노튜브 채널에 이온 젤 게이트를 도입하는 새로운 소자 구조를 제안함. 대량의 이동성 이온을 포함한 이온 저장소를 통해 채널의 전도도를 가역적이고 선형적으로 정밀 제어함으로써, 제조 공정의 획기적인 단순화와 비용 절감을 달성하는 동시에 우수한 뉴로모픽 특성을 성공적으로 구현하는 혁신성을 보임. □ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 차세대 지능형 반도체 핵심 하드웨어를 개발하는 연구로서, 융합적 사고능력을 갖춘 화공 인재 양성과 미래 원천기술 확보에 기여함. □ **해당 세부전공분야의 기여** : 정제 공정 없는 탄소나노튜브 활용이라는 단순하고 경제적인 새로운 제조 공정 패러다임을 제시함으로써, 차세대 신경모방 전자소자의 대량 생산 가능성을 열어주고 관련 나노소재 소자 연구 전반의 실용화 가속화에 크게 기여함.				
23	석박사통합		탄소재료공학	저널논문	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 0008-6223
					⑥ 0
					⑦ 202501
					⑧ 10.1016/j.carbon.2024.119766
	□ IF 11.6, JCR분야 상위 10.2%(2024기준), Q1, Web of Science 인용횟수 12 □ **실적의 창의성·혁신성** : CNT 섬유 습식방사 공정에서 기존에 충분히 활용되지 않았던 방사 라인 내 고전단 유동 거동을 power law viscosity model로 정량 분석하고, power law index를 통해 CNT dispersion의 shear-thinning 정도와 spinnability의 상관관계를 규명하였다. 특히 방사 전단속도를 포함하는 적절한 fitting range를 설정하여 CNT dispersion의 연속 방사 가능성을 예측할 수 있는 새로운 rheological framework를 제시하였다는 점에서 창의성과 혁신성이 우수함. □ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 기능성 나노소재 기반 융·복합 연구 역량 강화라는 교육연구단의 비전 및 목표에 부합함. □ **해당 세부전공분야의 기여** : CNT dispersion의 shear-thinning 거동과 방사성의 상관관계를 정량적으로 규명하여 고성능 CNT 섬유 제조 공정의 최적화 기반을 제시함.				
24	박사		바이오공학	학술지 논문	② Synergistic Chemo-Photothermal Treatment via MXene-Encapsulated Nanoparticles for Targeted Melanoma Therapy
					③ Journal of Controlled Release
					④ 382(10), 113729

					⑤ 0168-3659
					⑥ 0
					⑦ 202506
					⑧ 10.1016/j.jconrel.2025.113729
	□ IF 11.5, JCR분야 상위 2.13%(2024기준), Q1, Web of Science 인용횟수 15 □ **실적의 창의성・혁신성** : 우수한 근적외선 흡수능과 광열전환 효율을 갖는 맥신과 항암제를 HA-PLGA 나노입자 내에 동시에 담지하여 광열치료와 화학치료를 통합한 다기능성 나노치료 플랫폼을 개발함. NIR 조사에 따른 맥신의 광열반응이 나노입자 내부의 온도 상승을 유도하여 약물 방출을 촉진하는 제어형 약물 방출 시스템을 구현한 본 연구는 창의성과 혁신성이 우수함. □ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 광의학, 고분자 나노소재 및 약물전달 기술을 융합하여 멀티스케일의 융・복합 연구를 강화하였음. □ **해당 세부전공분야의 기여** : 맥신 기반 광열소재의 고분자 나노입자 기반 표적 약물전달 기술을 통해 광열치료와 화학치료의 병용 가능성을 제시하였으며 향후 정밀 암 치료 나노의학 플랫폼 개발에 크게 이바지할 것으로 기대됨.				
25	석박사통합		공정시스템	학술지 논문	② CO2 Electrolysis-Assisted CO2 reduction and aromatic supply method for sustainable aviation fuel Production: Cost optimization and Future cost scenarios
					③ Energy Conversion and Management
					④ 341, 120063
					⑤ 0196-8904
					⑥ 0
					⑦ 202510
					⑧ 10.1016/j.enconman.2025.120063
	□ IF 10.9, JCR분야 상위 2.34%(2024기준), Q1, Web of Science 인용횟수 3 □ **실적의 창의성・혁신성** : 본 연구는 지속가능항공유의 높은 생산비용과 방향족 공급 문제를 동시에 해결하기 위해 세 가지 Fischer-Tropsch 기반 생산 공정을 설계하였음. CO_2 전기분해와 내부 방향족 생산을 결합한 공정은 수소 소비를 줄여 가장 낮은 균등화 생산비용 3.88 $/kg-SAF를 달성하였음. 이는 방향족 공급전략과 탄소전환 기술을 함께 고려하여 지속가능항공유 공정설계의 새로운 방향을 제시한 혁신적 연구 성과임. □ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : CO_2 전환과 연료 합성 공정을 융합하여, 해당 연구는 멀티스케일 융합 화공 인재 양성 목표와 부합하며, 지능과 융합을 통한 화공 시스템 혁신에 기여함. □ **해당 세부전공분야의 기여** : 방향족 공급 방식과 CO_2 전기분해가 항공유 생산비에 미치는 영향을 규명하여 경제적・지속 가능한 항공연료 공정 설계에 기여할 것으로 기대됨.				
26	석사		공정시스템	학술지 논문	② Co-utilization of CO2 and biomass in sustainable methanol production: Enhancing cost competitiveness and sustainability
					③ Energy Conversion and Management
					④ 348(part A), 120602
					⑤ 0196-8904
					⑥ 0
					⑦ 202601

					⑧ 10.1016/j.enconman.2025.120602
	□ IF 13.2, JCR분야 상위 3.7%(2024기준), Q1, Web of Science 인용횟수 2 □ **실적의 창의성・혁신성** : 본 연구는 바이오매스 기반 메탄올 공정의 낮은 탄소효율과 전력 기반 메탄올 공정의 경제성 한계를 동시에 극복하기 위해, 바이오매스 가스화와 고체산화물 수전해를 통합하고 외부 CO_2 를 추가 탄소원으로 활용하는 전력보조 바이오매스-메탄올 공정을 제안하였음. 제안 공정은 열・물질 통합을 통해 순 CO_2 배출량을 17.73 tonne/day 감축하고, 최저 메탄올 생산비용 0.477 $/kg을 달성하여 환경성과 경제성을 동시에 향상함. □ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 바이오매스・CO_2 활용・고온 수전해의 융합을 통해 지속 가능한 화학공정을 구현하여 멀티스케일 융합 화공 인재 양성 목표에 부합함. □ **해당 세부전공분야의 기여** : 탄소원과 에너지원을 통합한 메탄올 생산 경로를 제시하여 저탄소 연료 생산과 탄소자원화 공정의 경쟁력 향상에 기여할 것으로 기대됨.				
27	석박사통합		공정시스템	학술지 논문	② Comparative assessment of ammonia decomposition processes based on nickel and ruthenium catalysts: A techno-economic perspective ③ Energy Conversion and Management ④ 348(part C), 120796 ⑤ 0196-8904 ⑥ 0 ⑦ 202601 ⑧ 10.1016/j.enconman.2025.120796
	□ IF 13.2, JCR분야 상위 3.7%(2024기준), Q1, Web of Science 인용횟수 3 □ **실적의 창의성・혁신성** : 본 연구는 니켈과 루테늄 촉매의 활성과 가격을 반영하여 암모니아 분해 공정을 각각 비용 최적화하고 비교함. 니켈 공정은 736° C, 24.3 bar에서 발전을 활용한 구성이, 루테늄 공정은 567° C, 10 bar의 단순한 구성이 유리하였으며, 루테늄 공정은 니켈 공정에 비해 7% 낮은 수소 재전환비용을 달성하였음. 이는 촉매의 가격뿐 아니라 반응조건과 전체 공정비용을 함께 고려해야 함을 입증하고, 촉매별 맞춤형 암모니아 분해 공정설계의 필요성을 제시한 혁신적 연구 성과임. □ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 촉매 특성과 공정설계의 연계를 통해 멀티스케일 융합 화공 연구를 강화하여 교육연구단의 비전과 목표에 부합함. □ **해당 세부전공분야의 기여** : 촉매별 최적 공정과 경제적 상충관계를 제시하여 암모니아 기반 수소 생산 공정의 촉매 선정과 설계 전략 수립에 기여할 것으로 기대됨.				
28	박사		바이오공학	학술지 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, Article 0129 ⑤ 1226-4601 ⑥ 0 ⑦ 202501 ⑧ DOI 번호 (해당시)
	□ IF 9.6, JCR분야 상위 8.87%(2024기준), Q1, Web of Science 인용횟수: 1				

	□ **실적의 창의성·혁신성** : 모발 재생에 핵심적인 역할을 하는 모낭 유두세포(HFDPC)를 이용하여 고생존율과 높은 모발 유도능을 유지하는 소형(50-70 μm) 세포 스페로이드 제작 기술을 개발함. 기존 세포치료의 한계로 지적되던 이식 후 모발 유도능 감소 문제를 개선하고, 세포 간 상호작용 및 미세환경을 모사한 3차원 스페로이드 기반 치료 전략을 제시함으로써 창의성과 혁신성이 우수함. □ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 세포치료, 조직공학 및 재생의학 기술을 융합하여 차세대 재생의료 플랫폼 개발을 수행하였으며, 교육연구단이 추구하는 융·복합 바이오헬스 연구 역량 강화 및 미래형 의료기술 개발 목표에 부합함. □ **해당 세부전공분야의 기여** : HFDPC 스페로이드의 높은 생존율과 모발 유도능을 바탕으로 누드마우스에서 효과적인 모발 형성을 입증하여 세포 기반 탈모 치료의 가능성을 제시하였음. 향후 난치성 탈모 질환 치료 및 모낭 재생을 위한 차세대 재생의학 플랫폼 개발에 크게 기여할 것으로 기대됨.				
29	박사		화학공학	학술지 논문	② Corrosion-resistant and fluorescent thiol-epoxy ‘click’ coatings reinforced with hydrophobic N-doped carbon dots ③ JOURNAL OF MATERIALS CHEMISTRY A ④ 13(29), 23680-23695 ⑤ 2050-7488 ⑥ 0 ⑦ 202508 ⑧ 10.1039/D5TA01557J
	□ **IF 7.6, JCR 분야 상위 13.67 %(2024기준), Q1, Web of Science 등재 국제학술지 게재** □ **실적의 창의성·혁신성** : 소수성 질소 도핑 카본닷(N-doped carbon dots)을 Thiol-Epoxy Click 코팅 시스템에 적용하여 기계적 물성, 부식 저항성 및 형광 특성을 동시에 향상시키는 새로운 기능성 코팅 기술을 제안하였다. N-CDs의 균일한 분산을 통해 인장강도 21%, Lap Shear Strength 50% 향상, 열팽창계수(CTE) 38% 감소 및 97.5%의 우수한 부식방지 효율을 달성하였으며, 별도의 형광 첨가제 없이 자가 형광 특성을 구현하여 코팅 손상 진단 및 구조 건전성 모니터링 가능성을 제시하였다. 기존 보호코팅의 한계를 극복한 융합형 스마트 코팅 기술로서 창의성과 혁신성이 우수함. □ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 기능성 탄소나노소재와 고분자 코팅기술을 융합하여 고성능·고부가가치 소재를 개발함으로써 교육연구단의 첨단 융복합 소재 및 지속가능 화학공정 연구 역량 강화에 기여하였음. □ **해당 세부전공분야의 기여** : 본 연구는 기능성 카본닷 기반 나노복합 코팅 소재의 설계 및 응용 가능성을 제시하였으며, 방청 코팅, 스마트 보호코팅, 구조 건전성 모니터링 소재 등 다양한 산업 분야로의 확장이 가능하여 고분자 재료 및 표면처리 분야 발전에 크게 기여할 것으로 기대됨.				
30	석사		고분자합성	학술지 논문	② Fully Recyclable, Catalyst-Free, Highly Adhesive, and Resilient Poly(β-Amino Esters) Covalent Adaptable Network-Based Solid Polymer Electrolyte for Lithium Metal Batteries ③ Journal of Materials Chemistry A ④ 13(39), 33160 ⑤ 2050-7496 ⑥ 0 ⑦ 202510

					⑧ 10.1039/D5TA03293H

□ IF 9.5, JCR분야 상위 13.67%(2024기준), Q1

□ **실적의 창의성・혁신성** : 본 연구는 촉매 없이 형성 가능한 poly(β-amino ester) 기반 동적 공유결합 가교 고분자를 개발하고, 이를 리튬금속전지용 고체 고분자 전해질로 적용한 연구임. 동적 결합 교환을 통해 가교 고분자의 기계적 안정성, 접착성, 재가공성 및 리튬염 회수 가능성을 동시에 구현하였으며, 고성능과 지속가능성을 함께 고려한 창의적 연구 성과임.

□ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 본 연구는 고분자 합성, 동적 공유결합 화학, 전기화학 및 재활용 공정이 융합된 연구로서, 소재-환경-응용을 연결하는 멀티스케일 융합 화공 인재 양성 비전에 부합함.

□ **해당 세부 전공 분야의 기여** : 본 연구의 PBAE 기반 동적 가교 고분자 전해질은 기존 고체 고분자 전해질의 낮은 계면 안정성, 회복성 및 재활용 한계를 개선할 수 있는 새로운 소재 설계 전략을 제시함. 향후 리튬금속전지, 전고체전지 및 재활용 가능한 친환경 에너지 소재 분야에 폭넓게 활용될 것으로 기대됨.

총 참여대학원생 수	석사	312	제출 요구량	30
	박사	84		
	석박사통합	160		
	계	556		

② 참여대학원생 학술대회 대표실적의 우수성

<표 2-4> 평가 대상 기간(2024. 3. 1. ~ 2026. 2. 28.) 내 참여대학원생 학술대회 발표실적

연번	학위과정 (석사/박사/ 석박사통합)	참여대학원생 성명	발표 형식 (구두, 포스터)	학술대회 발표실적 상세내용
1	석박사통합		구두	
				② The linear and nonlinear rheological properties of Polylactic acid/Low-density polyethylene blends with different hydrophobicity inorganic fillers
				③ Annual European Rheology Conference 2024 (AERC2024)
				④ European Society of Rheology
				⑤ 0
				⑥ 20240409 (리즈, 영국)
				⑦ -
2	석사		구두	
				② Evaluating the Role of Binders and Active Materials for Anode Slurries Using Nonlinear Rheological Properties
				③ The 14th Asian Coating Workshop 2024
				④ 한국화학공학회
				⑤ 0
				⑥ 20240508 (서울, 대한민국)
				⑦ -
3	박사		구두	
				② Highly Flexible Electrochromic Devices Containing Photo-curable Acrylated Viologen
				③ PRiME 2024
				④ The electrochemical society
				⑤ 0
				⑥ 20241006 (호놀룰루, 미국)
				⑦ 10.1149/MA2024-02382575mtgabs
4	석박사통합		구두	
				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 American Institute of Chemical Engineers
				⑤ 0
				⑥ 20241027 (샌디에이고, 미국)
				⑦ -

5	석사		구두	② Rheological and Mechanical Properties of Polyethylene Terephthalate (PET) Vitrimers and Naonocomposites for upcycling
				③ The 20th Asian Workshop on Polymer Processing(AWPP2024)
				④ 한국유변학회
				⑤ 1
				⑥ 20241105 (제주, 대한민국)
				⑦ -
6	박사		구두	② Self-Rechargeable Zn-based Electrochromic Energy Storage Device with Photo-Annealed Electrospun TiO2 Nanofibers
				③ IDW '24
				④ International Display Workshops General Incorporated Association
				⑤ 0
				⑥ 20241204 (삿포로, 일본)
				⑦ 10.36463/idw.2024.1026
7	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 American Physical Society
				⑤ 0
				⑥ 20250319 (애너하임, 미국)
				⑦ -
8	박사		구두	② Selective BTX Production from Waste PET via Ru/TiO_2 -Catalyzed Hydrodeoxygenation in a Biphasic System
				③ 20th JKSC 한일촉매 심포지엄
				④ 한일 촉매 심포지엄 위원회 화학공학회
				⑤ 0
				⑥ 20250522 (요나고, 일본)
				⑦ -

9	박사		구두	② Sustainable Polyurethane Recycling: Efficient Conversion to Value Added Chemicals ③ 20th JKSC 한일촉매 심포지엄 ④ 한일 촉매 심포지엄 위원회 화학공학회 ⑤ 0 ⑥ 20250522 (요나고, 일본) ⑦ -
10	박사		구두	② Hyaluronic Acid Based Nanocarriers for Targeted and Controlled Transdermal Drug Delivery Systems ③ Global Conference on Innovation Materials 2025 ④ 한국재료학회 ⑤ 0 ⑥ 20250615 (제주, 대한민국) ⑦ -
11	박사		구두	② Molecular Recognition-Driven Biomaterial Design for Enhanced Cell Adhesion and Target Drug Delivery ③ Global Conference on Innovation Materials 2025 ④ 한국재료학회 ⑤ 0 ⑥ 20250615 (제주, 대한민국) ⑦ -
12	석박사통합 (박사)		구두	② Deployable Fiber-reinforced Polymer for Robotics Application ③ international conference on composite materials ④ University of Delaware ⑤ 0 ⑥ 20250804 (미국) ⑦ -

13	석박사통합 (박사)		구두	② Fabrication of Aramid-Fiber Reinforced Composite for Improving the Shock-Wave Protection by Incorporating Polydimethylsiloxane
				③ international conference on composite materials
				④ University of Delaware
				⑤ 0
				⑥ 20250804 (미국)
				⑦ -
14	석박사통합		구두	② Harnessing Extreme Dynamic Soft Elasticity in Liquid Crystal Elastomers with Slidable Crosslinks for Pressure-Sensitive Adhesives
				③ International Liquid Crystal Elastomer Conference - ILCE2025
				④ Tampere University
				⑤ 0
				⑥ 20250811 (탐페레, 핀란드)
				⑦ -
15	박사		구두	② General approach to compatibilizing mixed plastics through dynamic boronic ester bond formation
				③ 2025 American Chemical Society National Fall Meeting
				④ American Physical Society
				⑤ 0
				⑥ 20250819 (워싱턴, 미국)
				⑦ -
16	석사		구두	② Sorting-free Carbon Nanotube Channel Synaptic Transistor with Simple and Facile Fabrication process
				③ The 9th Asian Symposium on Advanced Materials (ASAM)
				④ 부산대학교
				⑤ 0
				⑥ 20251105 (부산, 대한민국)
				⑦ -

17	석사		구두	② Transformable Hybrid Fiber-Reinforced Polymer Fabricated Using Multi-Resin Dispensing ③ Asian Symposium on Advanced Materials ④ 부산대학교 ⑤0 ⑥ 20251105 (대한민국) ⑦ -
18	박사		구두	② Wax-Enabled Multifuctional Glass Fiber-Reinforced Polymer Composites: Self-Healing, Self-Lubrication, and Enhanced Mechanical Performance ③ Asian Symposium on Advanced Materials ④ 부산대학교 ⑤0 ⑥ 20251105 (대한민국) ⑦ -
19	박사		구두	② MXene-LoadedNanoparticlesforTumor-Targeted Synergistic Chemo-Photothermal Therapyof Melanoma ③ 2025 MRS fall meeting ④ Materials Research Society ⑤ 2 ⑥ 20251204 (보스턴, 미국) ⑦ -
20	박사		구두	② Biomimetic Gradient Hydrogel for The Reconstruction of Full-Thickness Skin Loss ③ 2025 MRS fall meeting ④ Materials Research Society ⑤ 2 ⑥ 20251203 (보스턴, 미국) ⑦ -

21	박사		포스터	② Microbial CO_2 conversion to Hydrogen and polyhydroxybutyrate using systems employing Gas-Diffusion Electrodes ③ 2024 XXVII international symposium bioelectrochemistry and bioenergetics ④ Bioelectrocehmistry and bioenergetics ⑤ 0 ⑥ 20240519 (마드리드, 스페인) ⑦ -
22	박사		구두	② Modeling, Screening, and Technoeconomic Evaluation of Nanoporous Materials for Boil-off Gas Capture during Intercontinental Transportation of Liquefied Natural Gas ③ 9th International Conference on Metal-Organic Frameworks and Open Framework Compounds (MOF2024) ④ Materials Research Society singapore ⑤ 0 ⑥ 20240717 (싱가폴시티, 싱가포르) ⑦ -
23	석사		구두	② Fast and Accurate Assignment of Partial Atomic Charges in Metal-Organic Frameworks and Covalent-Organic Frameworks with Graph Convolution Neural Networks ③ 9th International Conference on Metal-Organic Frameworks and Open Framework Compounds (MOF2024) ④ Materials Research Society singapore ⑤0 ⑥ 20240717 (싱가폴시티, 싱가포르) ⑦ -
24	석사		포스터	② Study of thin film characteristics in 2MOE-based anti-solvent free process with oleylamine additive for methylammonium-formamidinium hybrid lead halide perovskite ③ ACS Fall 2024 ④ American chemical society ⑤ 0 ⑥ 20240818 (덴버, 미국) ⑦

25	박사		포스터	
				② Additive engineering to control crystallization in CsPbI2Br-DMSO solution process
				③ ACS Fall 2024
				④ American chemical society
				⑤ 0
				⑥ 20240818 (덴버, 미국)
				⑦
26	박사		포스터	
				② Self-Elongating Liquid Crystal Elastomer Fibers for Active Textiles—Beyond Thermotropic Contraction
				③ 2024 Materials Research Society (MRS) Fall Meeting
				④ Materials Research Society
				⑤ 0
				⑥ 20241201 (메사추세츠, 미국)
				⑦
27	석박사통합		포스터	
				② Programming Mechanoresponse Behavior in Spiropyran-Incorporating Liquid Crystal Elastomers via Direct-Ink-Writing
				③ 2024 Materials Research Society (MRS) Fall Meeting
				④ Materials Research Society
				⑤ 0
				⑥ 20241201 (메사추세츠, 미국)
				⑦ -
28	박사		포스터	
				② Multifunctional Polymer Dispersant for Graphene/AgNW Nanocomposites
				③ EPF European Polymer Congress
				④ EPF European Polymer Federation
				⑤ 0
				⑥ 20250622 (그로닝겐, 네덜란드)
				⑦ -

29	박사		포스터	② Water-DispersibleTriplet-TripletAnnihilation Upconversion Nanoparticles forTransdermal Phototherapy
				③ 2025 MRS fall meeting
				④ Materials Research Society
				⑤ 2
				⑥ 20251205 (보스턴, 미국)
				⑦ -
30	석박사통합		포스터	② Preparation of TiO2/α-Fe2O3@SiO2 nanorod heterostructures and their applications for efficient photodegradation of methylene blue
				③ 2025 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies (Pacifichem 2025)
				④ The Canadian Society for Chemistry (CSC)
				⑤ 0
				⑥ 20251215 (호놀룰루, 미국)
				⑦ -

총 참여대학원생 수	석사	312	제출 요구량	30
	박사	84		
	석박사통합	160		
	계	556		

평가기간(2024.03.01.~2026.02.28.) 동안 참여대학원생들은 국내외에서 개최한 국제,국내학술발표에 참가하여 총 788편의 논문을 발표하였는데, 국제학회(총4개국 참가이상) 150건, 국내학회는 638건이다. 이 중 해외에서 개최된 국제학술대회는 68건 참석하였다. 다음은 대표적 우수한 실적 내용이다.

연번	참여대학원생/석박사/발표형태	학술대회 발표의 우수성
1		□ **실적의 창의성·혁신성** : PLA의 취성과 낮은 가공성 문제를 개선하기 위해 LDPE를 블렌딩하고, 서로 다른 친수성·소수성을 갖는 무기 필러를 활용하여 상용화 효과를 체계적으로 분석함. 선형 유변학뿐만 아니라 연신 유변학과 MSF 모델을 적용하여 블렌드의 비선형 거동과 미세구조 형성 메커니즘을 규명하였다는 점에서 혁신성을 가짐. □ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 융합적사고능력에 부합함. □ **해당 세부전공분야의 기여** : PLA/LDPE 블렌드의 유변학적 특성과 미세구조 간의 상관관계를 규명하여 생분해성 고분자의 가공성과 물성 향상에 대한 방향을 제시하고, 이를 통해 친환경 고분자 소재의 상용화에 기여함.
2		□ **실적의 창의성·혁신성** : 기존의 선형 점탄성 분석을 넘어 실제 전극 제조공정에서 발생하는 큰 변형 조건을 반영한 비선형 유변학적 분석을 수행하였다는 점에서 차별성을 가짐. 또한 Binder 분자량 및 Active Material 종류에 따른 슬러리의 미세구조와 분산성을 정량적으로 평가하는 새로운 접근법을 제시함. □ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 융합적사고능력에 부합함. □ **해당 세부전공분야의 기여** : 음극 슬러리의 조성에 따른 유변학적 거동과 미세구조 형성 메커니즘을 규명하여 전극 제조 공정의 최적화 및 고성능 리튬이온전지 제조 기술 발전에 기여함.
3		□ **실적의 창의성·혁신성** : 아크릴레이트 말단기를 도입하여 접착력을 높인 광경화형 red, green, blue(RGB) 비올로겐 유도체를 합성함. 또한 전극 표면에 불소화 탄소나노튜브(FCNT) 코팅층을 도입하는 전극 개질 기술을 통해 소자의 전하 수송을 촉진함으로써, 80% 이상의 높은 광학 대비와 20초 이내의 빠른 스위칭 속도 및 300회 이상의 우수한 구동 안정성을 갖춘 단일층 전기변색 장치(ECD)를 구현함. □ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 융합적 사고능력과 부합함. □ **해당 세부전공분야의 기여** : 건물용 스마트 윈도우 뿐만 아니라 차세대 웨어러블 전기변색 디스플레이 응용 범위를 확장함.
4		□ **실적의 창의성·혁신성** : CNT 분산액의 유변학적 특성을 power law index 기반으로 해석하여 습식방사 공정의 방사성을 정량 평가하는 기준을 제시하였다. 또한 실제 방사 조건을 반영한 모델링으로 shear-thinning 거동과 연속 섬유 형성의 관계를 규명하여 CNT 섬유 제조 공정 최적화를 위한 새로운 분석 접근법을 제안하였다는 점에서 독창성과 혁신성이 높음. □ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 고기능성 나노소재의 공정 설계 및 응용기술 개발 역량을 확대하였으며, 첨단소재 기반 융·복합 연구를 지향하는 교육연구단 비전과 목표에 부합함. □ **해당 세부전공분야의 기여** : CNT dispersion의 유변학적 특성과 습식방사 공정 간의 연계성을 체계적으로 분석함으로써, CNT 섬유의 연속 방사성과 물성 향상을 위한 공정 설계 및 최적화 방향을 제시하였다.
5		□ **실적의 창의성·혁신성** : 물성이 저하된 재활용 PET에 동적 네트워크 결합을 도입하여 재가공이 가능한 비트리머로 업사이클링함. 또한 친수성·소수성 실리카를 활용한 나노복합체를 제조하여 필러가 동적 결합 특성에 미치는 영향을 규명함으로써 지속가능한 고성능 소재 개발의 가능성을 제시함. □ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 융합적사고능력에 부합함. □ **해당 세부전공분야의 기여** : 가교밀도와 필러 종류에 따른 유변학적·기계적 특성을 분석하여 비트리머의 구조-물성 상관관계를 제시하고, 재활용 PET의 고부가가치화와 순환 경제 실현을 위한 소재 설계 및 공정개발에 기여함.
6		□ **실적의 창의성·혁신성** : 유기 비올로겐 기반 전기변색 에너지 저장 소자(EESD)의 자가방전 및 에너지 효율 저하를 해결하기 위해 상온 UVO 광어닐링을 적용한 전기방사 TiO2 나노섬유 이온저장층(ISL)과 아연(Zn) 음극을 결합한 자가 충전형 스마트 윈도우 소자를 독창적으로 제안함. 열처리 없이 유연 기판(ITO-PET) 상에 우수한 결정성의 TiO2 나노구조를 형성하여 전하 수송을 극대화하였으며 외부 전압 없이도 OCP 차이에 의해 자가 변색과 충·방전이 동시에 가능한 소자를 구현함. □ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 융합적 사고능력과 부합함. □ **해당 세부전공분야의 기여** : 3V LED를 8분 이상 구동하는 실제 에너지원 역할을 검증함으로써 제로 에너지 빌딩 및 웨어러블 디스플레이 발전에 기여함.
7		□ **실적의 창의성·혁신성** : UV 조사를 통해 상온 수리 및 형상 고정이 가능한 동적 결합 가교 고분자와 자성 입자를 결합하여, 자기장으로 변형된 미세구조를 별도 binder 없이 비접촉방식으로 변형·고정할 수 있는 새로운 스마트소재플랫폼을 제시함. □ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 융합적사고능력에 부합함. □ **해당 세부전공분야의 기여** : 동적 공유결합 기반 고분자 네트워크의 광반응성과 자성 복합재료의 원격 구동성을 융합하여, 자가치유 고분자, 소프트 액추에이터, 기능성 표면 및 3D 미세구조 제작 분야에서의 응용 가능성을 확장함.
8		□ **실적의 창의성·혁신성** : PET를 다단계 공정이 아닌 단일 반응(One-pot) 공정으로 해중합하여 고부가가치 화학 원료인 BTX로 직접 전환하는 시스템을 개발하였으며, Ru/TiO2 촉매와 이상(Biphasic) 용매 시스템을 도입하여 높은 선택도와 반응 효율을 달성하는 창의성과 혁신성을 보임. □ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 폐플라스틱 자원화 공정과 고효율 촉매 설계 기술을 성공적으로 접목하는 융합적 사고능력과 부합함. □ **해당 세부전공분야의 기여** : Ru/TiO2 촉매의 특성과 이상 시스템 내에서의 계면 동역학 메커니즘을 명확히 규명함으로써, 향후 PET의 화학적 재활용 공정을 단순화하고 효율을 극대화할 수 있는 촉매 및 화학 공정 설계에 기여함.
9		□ **실적의 창의성·혁신성** : 분해하기 어려운 고분자 중 하나인 폴리우레탄을 불균일 촉매를 통해 효과적으로 분해하여 폴리올과 아닐린과 같은 고부가가치 화합물을 얻어, 주로 균일계 촉매가 사용되던 폴리우레탄 분해 분야에서 효율적으로 우레탄 분해를 달성하여 창의성과 혁신성을 나타냄. □ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 폐플라스틱 자원화 공정과 고효율 촉매 설계 기술은 융합적 사고능력과 부합함. □ **해당 세부전공분야의 기여** : 재사용이 용이한 불균일계 촉매 기반의 해중합 시스템을 구축함으로써, 화학적 재활용의 효율성을 높이고 고분자 순환경제 구축에 기여함.

10	□ **실적의 창의성·혁신성** : 히알루론산 기반 나노캐리어를 활용해 독성 아코니틴을 아코닌으로전환해 HA-PLGA 나노입자에 탑재한 CIPN 치료 기술과, UV 반응성 CD44 표적 HA-LPM 미셀로 건선 치료제의 온디맨드 방출 기술을 개발함. 표적화와 자극 반응성 제어를 결합한 신규 경피 약물 전달 플랫폼으로 높은 창의성과 혁신성을 가짐. □ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 스마트나노소재를 활용한 표적·제어 약물 전달 시스템 개발로서, 천연물과 나노기술의 융합을 통해 실제 질환 모델에서 효능을 입증하며 연구 인력 양성 및 혁신 연구 목표를 실현함. □ **해당 세부전공분야의 기여** : 경피 약물 전달 및 나노의약 분야에 HA 기반 표적·자극 반응성 나노캐리어 플랫폼을 새롭게 제시함. CIPN 및 건선 모델에서 피부 침투성 향상과 부작용 최소화를 입증하여 해당 기술 진보와 실용화에 기여함.
11	□ **실적의 창의성·혁신성** : 분자 인식 메커니즘을 기반으로 바이오소재의 표면 및 구조를 정밀하게 설계함으로써 향상된 세포 접착능을 부여하고, 이를 조직공학적 응용 가능성으로 확장하였다는 점에서 창의성이 있음. 특히 분자각인고분자 기술을 나노입자 표면 기능화에 적용하여 암세포 표적화 능력을 부여하였으며, 표면처리를 하지 않은 소재 대비 우수한 표적화 효율을 보임으로써 기존 바이오소재 설계 방식과 차별화되는 혁신성을 제시함. □ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 융합적 사고능력과 부합함 □ **해당 세부전공분야의 기여** : 분자 인식 메커니즘을 조직공학 및 약물전달 분야로 확장하여, 세포-소재 상호작용 제어와 질환 표적형 나노소재 개발에 활용할 수 있는 기반을 제시함.
12	□ **실적의 창의성·혁신성** : 전개가능한 일체형 구조체 제작을 위한 기존에 보고되지 않았던 다중 수지 토출 공정을 구축하고, 유변 특성 최적화, 구조-물성 평가를 통하여 공정 시간을 최계 최고 수준으로 혁신하였음. □ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 융합적 사고 능력과 부합함. □ **해당 세부전공분야의 기여** : 신규 수지 및 공정은 전개 가능한 구조 외 폴더블 소재, 롤러블 구조체, 웨어러블 디바이스, 로보틱스 관절 등 다양한 산업으로 확장될 것으로 기대함.
13	□ **실적의 창의성·혁신성** : MDF 공정을 통해 단계별로 PDMS 입자를 도입해줌으로써 표면에 집중적으로 입자가 분포된 아라미드 섬유 기반 복합재료를 제조함. 인장강도 및 충격강도는 유지하면서 효과적인 충격파 방호 성능을 확인함. □ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 융합적 사고능력과 부합함. □ **해당 세부전공분야의 기여** : MDF라는 신규 공정을 통해 일반적인 충격파 방호 층의 코팅에 의한 박리 문제를 일체형 구조로 구현할 뿐만 아니라 복합소재 표면 및 내부 입자의 분포를 공정적으로 제어함으로써 충격파 방호 성능을 극대화 함.
14	□ **실적의 창의성·혁신성** : 액정 엘라스토머에 슬라이드 가능한 가교점(slidable crosslink)을 도입함으로써 가교 구조의 운동성을 향상시키고, 동적 소프트 탄성(dynamic soft elasticity)을 극대화하는 창의성을 가지며, 기존 고정 가교 구조에 비해 응력 완화 및 점착 성능이 크게 향상된 압력 민감성 점착소재를 구현하는 혁신성을 보임. □ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 융합적사고능력에 부합함. □ **해당 세부전공분야의 기여** : 슬라이드 가교를 통해 액정 엘라스토머의 동적 탄성과 점착 특성을 강화하는 분자설계 기술을 개발함으로써 다양한 연성 고분자 소재에의 응용과 점착·구동 소자 성능 향상에 기여할 수 있을 것으로 기대됨.
15	□ **실적의 창의성·혁신성** : 본 연구는 기존 열가공 과정에서 물성 저하의 원인으로 기피되어 온 열산화를 역이용하여, 동적 보론산 에스터 결합 형성을 위한 작용기를 도입한다는 점에서 창의성을 가짐. 또한 다양한 혼합 플라스틱에 적용 가능한 범용 상용화 전략을 제시한다는 점에서 혁신성이 있음. □ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 융합적 사고능력과 부합함. □ **해당 세부전공분야의 기여** : 동적 공유결합 기반 계면 제어 기술을 통해 분리·정제가 어려운 혼합 플라스틱의 상용성과 재활용 소재 성능 향상에 기여할 수 있을 것으로 기대됨.
16	□ **실적의 창의성·혁신성** : 탄소나노튜브 채널에 강유전성 고분자 및 이온성 액체 기반의 이온 저장소를 도입하는 가역적 이온 도핑 메커니즘을 제안하여 정제 공정 없이도 전기적 신호에 따라 전도도가 정밀하고 선형적으로 조절되는 고안정성 뉴로모픽 소자를 성공적으로 구현함으로써, 제조공정의 획기적인 단순화와 비용·시간 절감을 동시에 달성하는 혁신성을 보임. □ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 융합적 사고능력과 부합함 □ **해당 세부전공분야의 기여** : 미분리 탄소나노튜브를 활용한 단순하고 경제적인 제조 공정 패러다임을 제시함으로써, 향후 다양한 나노소재 기반 뉴로모픽 소자 개발의 진입장벽을 낮추고 차세대 신경모방 전자소자의 대량 생산 및 성능 향상에 크게 기여할 것으로 기대됨.
17	□ **실적의 창의성·혁신성** : 형상기억 섬유강화 복합재료의 소재 및 공정을 새롭게 구축하여, 우주에서 자발적으로 전개되는 구조체를 개발하였음. 소재 연구와 구조 공학 연구가 융합된 창의적이고 혁신적인 복합재료를 연구하였음. □ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 융합적 사고 능력과 부합함. □ **해당 세부전공분야의 기여** : 저점도 형상기억 복합재료 소재 및 공정을 개발함으로써 우주 태양광 패널, 전개 지지체, 피난처 등 다양한 분야로 연착륙 될 수 있을 것으로 기대함.
18	□ **실적의 창의성·혁신성** : 왁스 블루밍 현상을 복합재에 적용하여 열 자극을 통해 자가치유와 자가윤활 기능을 동시에 구현하였으며, 표면 기능성과 기계적 물성을 함께 향상시킴. □ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 융합적 사고능력과 부합함. □ **해당 세부전공분야의 기여** : 본 연구는 자가치유, 자가윤활, 내구성 향상 기능을 갖는 섬유강화복합재 설계 전략을 제시하였으며, 향후 구조용 복합재, 코팅 소재, 마찰·마모 저감 부품 등 다양한 고분자 복합재 분야로 확장 가능함.
19	□ **실적의 창의성·혁신성** : 맥신과 항암제를 HA-PLGA 나노입자에 동시에 탑재함으로써 광열치료와 화학치료를 통합한 창의성을 가지며, NIR 조사에 따른 광열 흑hk로 약물 방출을 조절하고 in vivo에서 약 95.7%의 종양 억제율을 보임. □ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 융합적사고능력에 부합함. □ **해당 세부전공분야의 기여** : 맥신 기반 광열소재의 표적 약물전달과 광열치료의 병용 가능성을 제시함으로써 나노의학 및 암치료 분야의 발전에 기여할 수 있을 것으로 기대됨.
20	□ **실적의 창의성·혁신성** : 피부 물성구배를 모사할 수 있는 생적합 하이드로겔을 제조함으로써 물성구배 하이드로겔의 개발과 이를 이용한 조직재생으로의 효용성을 확인함. 기존의 조직공학적 접근과 달리 스캐폴드 내에서 물성차이를 유도하여 세포 신호를 증폭시킨다는 창의성이 있음. □ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 융합적 사고능력에 부합함. □ **해당 세부전공분야의 기여** : 하이드로겔의 물성구배를 유도하고 이에 따른 세포거동과 조직재생을 확인함으로써 하이드로겔을 이용한 조직재생 분야의 발전에 기여할 수 있을 것으로 기대됨.

21		□ **실적의 창의성·혁신성** : Gas-Diffusion Electrode를 적용한 시스템을 활용하여 CO_2의 미생물 전환 효율을 높이고, CO_2로부터 수소와 생분해성 고분자인 polyhydroxybutyrate(PHB)를 생산하는 창의적인 전환 전략을 제시하여 혁신성을 보임. □ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 융합적 사고능력에 부합함. □ **해당 세부전공분야의 기여** : Gas-Diffusion Electrode를 사용하여 CO_2의 계면간의 물질 전달 한계를 개선시킴으로써, MES 기반의 CO_2 자원화 공정의 효율 향상과 고부가가치 물질 생산에 기여할 수 있을 것으로 기대됨.
22		□ **실적의 창의성·혁신성** : LNG 해상 운송 중 발생하는 증발가스를 처리하기 위한 에너지 집약적 재액화 공정을 대체하여 금속-유기 골격체 기반 고압·저온 흡착 공정을 개발하는 창의성을 가지며, 분자부터 선박까지 아우르는 멀티스케일 모델링으로 개발한 공정은 기존 공정 대비 선박 1척당 연간 30만~160만 달러를 절감하는 혁신성을 보임. □ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 융합적사고능력에 부합함. □ **해당 세부전공분야의 기여** : 나노다공성 흡착제 기반 증발가스 처리 기술과 기술경제성 평가 방법론을 제시함으로써 친환경 LNG 운송 공정 발전에 기여할 수 있을 것으로 기대됨.
23		□ **실적의 창의성·혁신성** : 그래프 신경망 기반 부분 원자 전하 예측 기법 (PACMAN)을 개발하는 창의성을 가지며, 평균절대오차 0.0055 e의 정확도로 기존 머신러닝 모델로는 불가능했던 이온 함유 물질의 전하까지 예측하는 혁신성을 보임. □ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 융합적사고능력에 부합함. □ **해당 세부전공분야의 기여** : 전자구조 계산 대비 낮은 비용으로 나노다공성 물질에 고정밀 전하를 부여하는 기술을 개발함으로써 대규모 물질 스크리닝과 가스 흡착 시뮬레이션의 효율성 향상에 기여할 수 있을 것으로 기대됨.
24		□ **실적의 창의성·혁신성** : 2MOE 기반 antisolvent-free 공정에서 알킬아민 리간드의 이중결합 유무가 페로브스카이트 결정 배향에 미치는 영향을 비교·분석함. 특히 OAm과 ODA의 분자구조 차이를 GIWAXS 및 in-situ GIWAXS로 분석하여 첨가제-전구체 상호작용이 결정 성장에 영향을 줄 수 있음을 제시함. □ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 융합적사고능력에 부합함. □ **해당 세부전공분야의 기여** : 페로브스카이트 태양전지에서 첨가제 분자구조와 결정 배향의 상관관계를 제시함. 특히 ODA 첨가가 MA0.6 조성에서 수직 방향 결정 배향을 유도함을 확인하여, 향후 결정 배향 제어 및 고효율 소자 설계에 활용 가능한 기초 자료를 제공함.
25		□ **실적의 창의성·혁신성** : 본 연구는 sulfolane 첨가제를 활용하여 all-inorganic $CsPbI_2Br$ 페로브스카이트의 결정화 동역학을 제어함으로써 anti-solvent 없이 고품질 박막을 형성하는 공정을 제시함. 또한 in-situ GIWAXS, FTIR 및 DFT 분석을 통해 첨가제가 결정 성장 과정에 미치는 영향을 규명하여 공정 메커니즘에 대한 이해를 제시함. □ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 융합적사고능력에 부합함. □ **해당 세부전공분야의 기여** : additive 첨가를 통해 결정화 속도를 조절하고 결함 및 pinhole 형성을 억제하여 $CsPbI_2Br$ 박막의 결정성과 소자 성능을 향상시킴. 특히 anti-solvent-free 공정에서도 기존 수준의 소자 효율을 구현함으로써 무기 페로브스카이트 태양전지의 제조공정 및 박막 형성 연구에 중요한 기초 자료를 제공함.
26		□ **실적의 창의성·혁신성** : 액정 엘라스토머 섬유에 자가 신장(self-elongating) 구동 메커니즘을 도입함으로써 기존 열수축(thermotropic contraction) 기반 구동의 한계를 극복하는 창의성을 가지며, 온도 변화에 따라 수축이 아닌 신장 거동을 구현하여 능동 직물(active textile)로의 응용 가능성을 크게 확장하는 혁신성을 보임. □ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 융합적사고능력에 부합함. □ **해당 세부전공분야의 기여** : 액정 엘라스토머 섬유의 구동 방향성을 제어하는 분자배향 및 가공 기술을 개발함으로써 다양한 스마트 섬유 소재에의 응용과 웨어러블·소프트 구동 소자 성능 향상에 기여할 수 있을 것으로 기대됨.
27		□ **실적의 창의성·혁신성** : 액정 엘라스토머에 스피로피란(spiropyran) 기계감응 분자를 도입함으로써 외부 기계적 자극에 대한 색·발광 변화 응답성을 부여하고, 직접 잉크 라이팅(direct-ink-writing) 3D 프린팅 공정을 통해 기계감응 거동을 공간적으로 프로그래밍하는 창의성을 가지며, 프린팅 경로 및 배향 설계만으로 국부적 기계응답 특성을 정밀 제어하는 혁신성을 보임. □ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 융합적사고능력에 부합함. □ **해당 세부전공분야의 기여** : 기계감응 분자와 3D 프린팅 공정을 결합하여 액정 엘라스토머의 기계응답 거동을 설계·제어하는 기술을 개발함으로써 다양한 자극응답성 고분자 소재에의 응용과 센서·구동 소자 성능 향상에 기여할 수 있을 것으로 기대됨.
28		□ **실적의 창의성·혁신성** : 그래핀/AgNW(나노와이어) 나노복합체의 분산 안정성, 나노와이어의 산화 민감성을 해결하기 위해 스티렌 설포네이트, 이황화물 기반 메타크릴레이트 및 잠재적인 우레타 형성 보호 이소시아네이트 그룹을 포함하는 다기능 폴리머 분산제를 개발하여 그래핀/AgNW의 안정적인 수성 공분산을 촉진하는 동시에 내산화성과 전도성을 향상시키는 혁신성을 보임. □ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 융합적 사고능력과 부합함 □ **해당 세부전공분야의 기여** : 새로운 나노복합체는 고급 전극 및 센서에 대한 잠재력을 보여주며 제안된 접근 방식은 차세대 전자 장치를 위한 안정적인 고성능 재료 개발에 기여할 수 있을 것으로 기대됨.
29		□ **실적의 창의성·혁신성** : 고분자 기반 유기 광상향전환 나노입자를 수분산성 및 생체적합성을 갖도록 설계하여, 기존 유기 광상향전환 소재의 생체 적용 한계를 개선하고 경피 전달이 가능한 비침습 광의학 플랫폼을 제시한 점에서 창의성과 혁신성이 있음. □ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 융합적 사고능력에 부합함. □ **해당 세부전공분야의 기여** : 수분산성 유기 광상향전환 나노입자 제조 및 경피 전달 응용 가능성을 제시함으로써, 광기반 약물전달, 바이오이미징 및 광역학 치료용 나노바이오소재 분야의 확장과 발전에 기여할 수 있을 것으로 기대됨.
30		□ **실적의 창의성·혁신성** : 얇은 α-Fe2O3 needle 형태에 TiO2 sheet를 성장시킴으로써, TiO2 sheet 형태에 입자 형상을 제어하는 창의성을 가지며, 막대한 비표면적 증가시키는 혁신성을 보여줌. □ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 융합적사고능력에 부합함. □ **해당 세부전공분야의 기여** : 나노입자의 형상을 제어하는 캡핑제와 응집제, seed에 대한 지식을 확장하고, 광촉매 성능 향상을 위한 비표면적 제어 및 복합구조 합성을 통한 밴드갭 엔지니어링에 대해 기여할 수 있을 것으로 기대됨.

③ 참여대학원생 특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성

<표 2-5> 참여대학원생 특허, 기술이전, 창업 등 실적

연번	학위과정 (석사/박사/석박사통합)	참여대학원생 성명	실적 종류	특허, 기술이전, 창업 등 실적 상세내용
1	박사		특허	② Polymer Dispersant Capable of Hybridizing Nano-Metal and Nano-Carbon, Preparing Method Therefor, and Method For Manufacturing Hybrid Film Using Thereof
				③ U.S.A
				④ 12,116,436
				⑤ 202410
2	박사		특허	② Polymer with UV-Responsive Self-Healing Function and Manufacturing Method of the Same
				③ 일본
				④ JP-7713742
				⑤ 202507
3	박사		특허	② 콜레스테릭 액정 탄성체, 이를 포함하는 콜레스테릭 액정 탄성체 필름 및 이의 제조방법
				③ 일본
				④ 7821506
				⑤ 202602
4	박사		특허	② 비휘발성 공융액을 포함한 감압성 점착제 및 이의 제조방법
				③ 대한민국
				④ 10-2737116
				⑤ 202411
5	박사		특허	② 목질계 바이오매스로부터 풀빅산 유사체를 추출하는 방법 및 이에 의해 추출된 풀빅산 유사체
				③ 대한민국
				④ 10-2703227
				⑤ 202409

6	박사		특허	② 액화가스의 증발가스 흡착 저장 및 처리 시스템 ③ 대한민국 ④ 10-2707528 ⑤ 202409
7	박사		특허	② 생물전기화학기술을 이용한 이산화탄소의 메탄전환 시스템 ③ 대한민국 ④ 10-2651911 ⑤ 202403
8	석박사통합		특허	② 광-잠재성 촉매를 이용한 열경화성 중합체의 비트리머화 방법 및 용도 ③ 대한민국 ④ 102761168 ⑤ 202501
9	박사		특허	② 용융전기방사와 멜트블론 하이브리드 방사를 위한 노즐 및 이를 이용한 하이브리드 섬유 방사 장치 ③ 대한민국 ④ 10-2845934 ⑤ 202508
10	석박사통합		특허	② 액화공기를 활용한 액화천연가스의 증발가스 처리 시스템 ③ 대한민국 ④ 10-2816238 ⑤ 202505
11	박사		국내특허	② 리튬 이차전지용 전해액 조성물 및 이를 포함하는 리튬 이차전지 ③ 대한민국 ④ 10-2839288 ⑤ 202507
12	박사		특허	② 프러시안 블루 아날로그로 유도된 코어-쉘 황화물 복합체, 이의 제조방법 및 이를 포함하는 전극 ③ 대한민국 ④ 10-2883841 ⑤ 202511

13	박사		특허	② 친수성 고체 입자를 포함하여 형성된 피커링 에멀젼 및 이를 이용한 폴리에틸렌 테레프탈레이트로부터 탈산소화된 고리형 탄화수소를 제조하는 방법
				③ 대한민국
				④ 10-2868843
				⑤ 2025.09
14	석박사통합		특허	② 공정의 탄소배출량 예측 시스템 및 방법
				③ 대한민국
				④ 10-2908705
				⑤ 202601
15	석박사통합		특허	② 수소 충전 시스템
				③ 대한민국
				④ 10-2919803
				⑤ 202601
16	석사		특허	② 비상용성 이종 유기 상변화 물질 및 이방성 필러를 포함하는 고열효율 상변화 방열 복합소재 및 이의 제조방법
				③ 대한민국
				④ 10-2814868
				⑤ 202505
17	석사		특허	② 광경화형 전기 변색 소재, 이를 포함하는 전기 변색 소자 및 이의 제조 방법
				③ 대한민국
				④ 10-2669249
				⑤ 202405
18	석사		특허	② 고분자 박막에서 마랑고니 현상 기반으로 형성된 팬턴의 종횡비 향상 방법
				③ 대한민국
				④ 10-2805722
				⑤ 202505

19	석사		특허	② 콜레스테릭 액정 탄성체, 이를 포함하는 콜레스테릭 액정 탄성체 필름 및 이의 제조방법 ③ 대한민국 ④ 10-2893973 ⑤ 202511
20	석사		특허	② 니켈 코발트 기반 유기 금속 구조체에 니켈 망간 이중층 수산화물이 증착된 복합체, 이의 제조방법 및 이를 포함하는 전극 ③ 대한민국 ④ 10-2929036 ⑤ 202602

총 참여대학원생 수	석사	312	제출 요구량	30
	박사	84		
	석박사통합	160		
	계	556		

평가기간(2024.03.01.~2026.02.28.) 동안 참여대학원생들은 총 23건의 특허 등록 실적을 내었고 국제 특허는 3건(미국, 일본), 국내 특허는 20건이다. 주요특허 내용은 다음과 같다.

연번	참여대학원생/학위/특허	특허 실적의 우수성
1		□ **실적의 창의성·혁신성** : 단일 고분자 분산제(디설파이드, 4차 아민, 방향족기 포함)를 개발하여 이종 소재(나노금속·나노카본)를 동시에 분산·결합하는 원천기술으로 기존의 복잡한 공정과 분산 한계를 극복하고, 별도 기재 없이 유연성, 우수한 발열 특성, 장기 안정성을 모두 갖춘 저저항 프리스탠딩 하이브리드 필름을 구현한 창의적 성과임. □ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 분자·미시·거시 수준을 아우르는 3M 멀티스케일 융합 연구로서 연구단의 비전에 부합함 □ **해당 세부전공분야의 기여** : 부·울·경 지역의 디스플레이, 자동차 부품 등 첨단 소재부품 산업 고도화와 차세대 전자소재 원천기술 확보에 크게 기여함.
2		□ **실적의 창의성·혁신성** : 일반적인 CAN은 토폴로지 동결 전이온도 이상으로 가열해야 동적 결합 교환이 활성화되지만, 본 특허는 UV에 의해 disulfide 결합 교환을 촉진함으로써 고온·고압 접촉 공정 없이도 실온에서 소재의 재배열을 유도한 점에서 창의성이 큼. □ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 융합적사고능력에 부합함.. □ **해당 세부전공분야의 기여** : 열경화성 고분자의 손상 수리와 재가공을 가능하여 자동차, 전자부품, 연료전지, 코팅, 접착제, 패키징, 복합재료 등 다양한 산업분야에 적용 가능성이 큼.
3		□ **실적의 창의성·혁신성** : 콜레스테릭 액정 탄성체의 가교 구조 및 나선 피치(pitch)의 제어를 통해 변형에 따른 색 변화 거동을 정밀하게 조절할 수 있어, 별도의 색소나 전기적 구동 없이도 자극 응답형 구조색 필름을 제조하는 혁신적 기술임. □ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 융합적사고능력에 부합함. □ **해당 세부전공분야의 기여** : 부산·울산·경남권 광학·기능성 필름·스마트 소재 산업 생태계 활성화에 크게 기여할 수 있음.
4		□ **실적의 창의성·혁신성** : 기존 감압성 점착제 제조공정에서 사용되던 휘발성 희석제와 고체상 점착부여제를 신규 공융액으로 대체한 친환경·공정단순형 점착 소재 기술임 □ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 미래형 소재·계면·공정 융합 연구 및 창의적 화공인재 양성 목표와 부합함. □ **해당 세부전공분야의 기여** : 점착·접착 소재 수요가 높기 때문에, 본 기술은 지역 산업의 소재 국산화 및 고부가가치화에 기여할 수 있음.
5		□ **실적의 창의성·혁신성** : 기존 화석자원 기반 또는 복잡한 정제공정에 의존하던 풀빅산 생산 방식의 한계를 극복하고, 천연 유래 생리활성 물질의 생산 효율을 향상시키고 기능성 바이오소재로의 활용 가능성을 제시한 혁신적인 기술임. □ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 화학공정, 바이오소재 및 생물자원 활용 기술을 통합적으로 적용함으로써 융합적 연구 역량과 문제해결 능력을 배양할 수 있음. □ **해당 세부전공분야의 기여** : 추출된 풀빅산 유사체는 화장품, 의약품, 건강기능식품 및 바이오소재 분야에 폭넓게 활용될 수 있으며, 폐자원의 고부가가치화와 친환경 소재 산업 육성을 통해 지역 바이오 및 화학 산업 경쟁력 강화에 크게 기여할 것으로 기대됨.
6		□ **실적의 창의성·혁신성** : 액화가스 저장탱크에서 다단 냉각 후 흡착 저장탱크에 BOG를 흡착 저장하는 구조를 통해, 에너지 집약적인 재액화 공정 없이도 과대 생성된 증발가스를 안정적으로 처리·저장하는 혁신성을 보임. □ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 시스템 설계·해석을 통합하는 연구개발 과정을 통해 융합적 문제 해결 능력과 공정 설계 역량을 배양할 수 있음. □ **해당 세부전공분야의 기여** : 조선·해양플랜트 산업이 집적된 부산·울산·경남권의 친환경 에너지 운송 기술 경쟁력 강화 및 관련 산업 생태계 활성화에 크게 기여할 수 있음.

7		□ **실적의 창의성·혁신성** : 생물전기화학기술(BES)을 이용하여 이산화탄소를 메탄으로 전환하는 시스템으로, 산화전극에서 전기분해로 생성된 수소 이온을 환원전극 표면의 혐기성 미생물 바이오필름이 이용하여 이산화탄소를 메탄으로 전환하는 구조를 실현하는 창의적 기술임. □ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 전기화학·미생물학·환경공학 간 융합적 사고능력을 갖춘 창의적 화공 인재 양성이라는 교육연구단의 비전과 부합함. □ **해당 세부전공분야의 기여** : 폐자원 처리와 청정에너지 생산을 동시에 달성하는 자원·에너지 융합 기술로서 지역 내 폐수처리장, 음식물쓰레기 처리시설, 바이오가스 플랜트 등과의 산업적 연계가 가능함.
8		□ **실적의 창의성·혁신성** : 광-잠재성 촉매(photolatent catalyst)를 이용하여 영구적 가교구조로 인해 한 번 경화되면 성형·수리·재활용이 어려웠던 열경화성 수지의 근본적 한계를 극복함으로써 소재의 재가공성과 순환성을 부여할 수 있음. □ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 촉매 설계·중합체 합성·물성 분석을 통합하는 연구개발 과정을 통해 융합적 문제 해결 능력과 소재 설계 역량을 배양할 수 있음. □ **해당 세부전공분야의 기여** : 폐자원 저감과 소재 순환경제 실현에 기여하는 친환경 융합 기술로서 자동차·전자·풍력 블레이드 등 복합재 산업과의 연계가 가능함.
9		□ **실적의 창의성·혁신성** : 열풍에 의한 멜트블론 효과와 전기장에 의한 용융전기방사 효과를 동시구현하여 서브-마이크로 이하의 섬유 및 부직포 제조를 가능하게 하는 혁신적 기술임. □ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 융합적 문제 해결 능력과 공정 설계 역량을 배양할 수 있음. □ **해당 세부전공분야의 기여** : 필터, 분리막, 보호소재, 위생·의료용 부직포 및 자동차용 기능성 섬유소재 등 다양한 산업 분야에 활용 가능함. 첨단 섬유, 친환경 소재 및 분리막 관련 산업의 기술 경쟁력 강화와 고부가가치 소재 산업 활성화에 기여할 수 있음.
10		□ **실적의 창의성·혁신성** : 액화공기를 이용하여 액화천연가스의 증발가스를 냉각하고 재액화하는 기술로 환경오염을 유발하지 않아 폐냉매 처리와 증발가스 재액화를 함께 달성하는 창의적인 시스템임. □ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 열역학·열전달·분리공정 간 융합적 사고능력을 갖춘 창의적 화공 인재 양성이라는 교육연구단의 비전과 부합함. □ **해당 세부전공분야의 기여** : LNG 운반선, 벙커링 터미널 및 가스 저장시설이 집적된 부산·울산·경남권에 적용될 경우 선박 운항 효율과 저장 안정성을 높이고 관련 설비의 친환경화를 촉진할 수 있음.
11		□ **실적의 창의성·혁신성** : 전해액 분자설계, 리튬염 해리거동, 전극/전해액 계면 안정화, 고전압 리튬금속전지 성능평가를 통합한 에너지소재 융합 연구로서 고전압 리튬금속전지의 수명/율속 특성, 과전압 및 쿨롱효율에 대한 성능을 동시에 향상시킨 혁신적 전해액 설계기술임. □ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 소재/공정/응용을 연계하는 창의적 화공 인재 양성이라는 교육연구단의 비전과 부합함 □ **해당 세부전공분야의 기여** : 본 발명은 4.5 V 이상의 고전압 구동과 리튬금속 음극 안정화를 동시에 구현할 수 있는 전해액 조성 기술로, 전기자동차용 고에너지밀도 배터리 및 차세대 리튬금속전지 개발에 직접 활용될 수 있음.
12		□ **실적의 창의성·혁신성** : 니켈-철을 함유하는 프러시안 블루 아날로그(PBA, 금속-유기 구조체)를 전구체로 이용하여 코어-쉘 구조 설계를 통해 융합한 점에서 독창성이 두드러지며, 슈퍼커패시터 상용화를 가로막던 낮은 에너지 밀도 문제를 해결할 새로운 전극 소재 설계 패러다임을 제시함. □ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 융합적 사고능력을 갖춘 창의적 화공 인재 양성이라는 교육연구단의 비전과 부합함 □ **해당 세부전공분야의 기여** :코어-쉘 황화물 복합체를 활물질로 적용함으로써 비축전용량 및 사이클 안정성을 크게 향상시켜, 전기차·휴대용 전자기기·스마트그리드 등 다양한 응용 분야에 적용 가능함.
13		□ **실적의 창의성·혁신성** : 친수성 고체 입자 촉매를 이용해 촉매 계면에서의 수소화분해 효율을 극대화하고 생성물의 자연적인 상 이동(phase transfer)을 유도하여 고부가가치 항공유급 연료 및 방향족 화합물을 선택적으로 생산하는 혁신적 플랫폼 기술임. □ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 융합적 사고능력을 갖춘 창의적 화공 인재 양성이라는 교육연구단의 비전과 부합함. □ **해당 세부전공분야의 기여** : 범용 폐플라스틱을 고부가가치 화학 원료 및 청정 연료로 직접 전환하여 플라스틱 폐기물 처리와 대체 자원 생산을 동시에 달성하는 핵심 원천기술임

14	□ **실적의 창의성·혁신성** : 대상 공정의 열·물질수지와 엑서지 분석을 기반으로 공정별 탄소배출계수를 산정하는 예측,저감 시스템으로 탄소 분석과 공정설계 단계의 배출 저감을 함께 수행하는 창의적인 시스템임. □ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 열역학·공정설계·환경공학 간 융합적 사고능력을 갖춘 융합 화공 인재 양성이라는 교육연구단의 비전과 부합함. □ **해당 세부전공분야의 기여** : 사업장별 공정 조건과 유틸리티 구조를 반영하여 탄소 다배출 장치와 주요 배출 원인을 정확히 진단하고, 설계·운전 단계에서 실질적인 감축 방안을 도출할 수 있음.
15	□ **실적의 창의성·혁신성** : 액화수소를 충전용 기체수소로 전환하는 과정에서 버려지던 극저온 에너지를 발전에 활용하는 수소 충전 시스템으로 폐자원인 수소의 냉열과 자연 기화된 수소를 유용하게 활용하여 수소충전소의 자원 이용효율을 높이는 혁신적인 에너지 통합 기술임. □ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 융합적 사고능력을 갖춘 창의적 화공 인재 양성이라는 교육연구단의 비전과 부합함. □ **해당 세부전공분야의 기여** : 액화수소 충전 과정에서 발생하는 극저온에너지와 기화수소를 전력으로 회수하여 충전소의 외부 전력 의존도와 운영비를 낮출 수 있음.
16	□ **실적의 창의성·혁신성** : pickering emulsion의 원리로 두 유기 상변화물질의 비혼화성에 의해 형성되는 계면에 h-BN이 자발적으로 위치하도록 유도하여 열 전달 경로를 형성한 점에서 창의성이 큼. □ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 융합적사고능력에 부합함.. □ **해당 세부전공분야의 기여** : 지역 내 전자패키징, 배터리 열관리, 모빌리티 부품 소재 기업과의 공동개발 및 기술이전 가능성이 높으며, 향후 지역 기반 첨단소재·전자부품 산업의 고부가가치화에 기여할 수 있음.
17	□ **실적의 창의성·혁신성** : 기존 전기변색 소자의 취약한 기계적 내구성을 극복하기 위해 다면체 올리고머 실세스퀴옥산(POSS) 유도체와 비올로겐 유도체를 유기적으로 결합한 독창적인 광경화형 가교 네트워크 구조를 제안함. 단일층 구조 내에서 RGB뿐만 아니라 흑색(Black)까지 선명하게 다색 구현하는 기술적 혁신을 달성함. □ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 유·무기 나노소재 합성 기술과 기능성 디스플레이 공학을 융합하여 교육연구단의 비전 및 목표와 완벽히 부합함. □ **해당 세부전공분야의 기여** : 건축용 스마트 윈도우 등 동남권 핵심 기반 산업인 자동차·조선·건설 가전 분야의 고부가가치화 및 차세대 친환경 산업 전환에 기여할 수 있음.
18	□ **실적의 창의성·혁신성** : 본 발명은 마랑고니 현상 기반으로 형성된 패턴의 종횡비 향상 방법에 관한 것으로 마랑고니 패턴의 종횡비 향상 방법으로 혁신적 기술임. □ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 융합적 사고능력을 갖춘 창의적 화공 인재 양성이라는 교육연구단의 비전과 부합함. □ **해당 세부전공분야의 기여** : 포토리소그래피 공정에서 요구되는 청정실과 같은 값비싼 시설과 에칭 장비의 접근 및 사용이 힘든 다양한 산업 환경에서 활성화에 크게 기여할 수 있음.
19	□ **실적의 창의성·혁신성** : 콜레스테릭 액정 탄성체를 포함하는 필름과 그 제조방법에 관한 것으로 가교 구조 및 나선 피치(pitch)의 제어를 통해 변형에 따른 색 변화 거동을 정밀하게 조절할 수 있어, 별도의 색소나 전기적 구동 없이도 자극 응답형 구조색 필름을 제조하는 혁신적 기술임. □ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 다학제적 융합적 사고능력을 갖춘 창의적 화공 인재 양성이라는 교육연구단의 비전과 부합함. □ **해당 세부전공분야의 기여** : 위·변조 방지, 스마트 라벨, 응력·온도 센서, 디스플레이 및 광학소자 등 다양한 분야에 응용 가능한 융합 기술로서 관련 산업과의 연계가 가능함.
20	□ **실적의 창의성·혁신성** : MOF의 다공성 구조와 LDH의 우수한 이온 전달 특성을 결합한 코어-쉘 구조를 구현함으로써 별도의 바인더 없이 탄소천 상에서 활물질을 직접 성장시키고 전기증착 공정을 적용하여 전하 이동 경로를 단축한 점은 차별화된 기술적 강점임. □ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 차세대 에너지·환경 소재 분야를 선도할 창의적 화학공학 인재 양성이라는 교육연구단의 목표와 밀접하게 연계됨. □ **해당 세부전공분야의 기여** : 우수한 비축전용량과 향상된 사이클 안정성을 갖는 슈퍼커패시터용 전극 소재 기술로서, 친환경 에너지 저장장치 산업의 경쟁력 확보에 기여할 수 있는 핵심 원천기술임.

3.2 대학원생 연구 수월성 증진 실적

3.2.1. 연구수월성 증진을 위한 연도별 목표

○ 본 교육연구단은 대학원 교육 및 연구의 경쟁력을 높이고, 대학원생의 양적, 질적 향상을 위하여 각 연도별 목표를 설정하였다.

표 Ⅱ-15. 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	-

3.2.2. 연도별 연구수월성 증진 실적 및 달성도

표 Ⅱ-16. 2024년 3월부터 2026년 2월까지 대학원생 연구 목표 및 결과

실적 지표	5차년도 (24.03-25.02) 목표(결과)	6차년도 (25.03-26.02) 목표(결과)	25.03-26.02 평균 목표/결과 (달성률)
대학원생 1인당 논문환산편수	0.2416(0.1789)/ (-25.95%)	0.2479(0.2227)/ (-10.17%)	0.2448/0.2008 (-17.97%)
대학원생 1인당 논문의 환산보정 IF	0.0829(0.1041)/ (+25.57%)	0.0844(0.1087)/ (+28.79%)	0.0837/0.1064 (+27.18%)
대학원생 1인당 논문의 환산보정 ES	0.0836(0.3107)/ (+271.65%)	0.0851(0.3244)/ (+281.20%)	0.0844/0.3176 (+276.48%)
1편당 환산보정 IF	0.5176(0.5822)/ (+12.48%)	0.5277(0.6022)/ (+14.12%)	0.5227/0.5922 (+13.31%)
참여대학원생 논문실적의 연도별 Q1 비율 (%)	39.4938(69.15)/ (+75.09%)	40.2925(68.97)/ (+71.10%)	39.8932/69.0595 (+73.11%)
대학원생 1인당 학술대회발표논문 환산편수	1.6000(1.5080)/ (-5.75%)	1.6000(1.8637)/ (+16.48%)	1.6000/1.6859 (+5.37%)

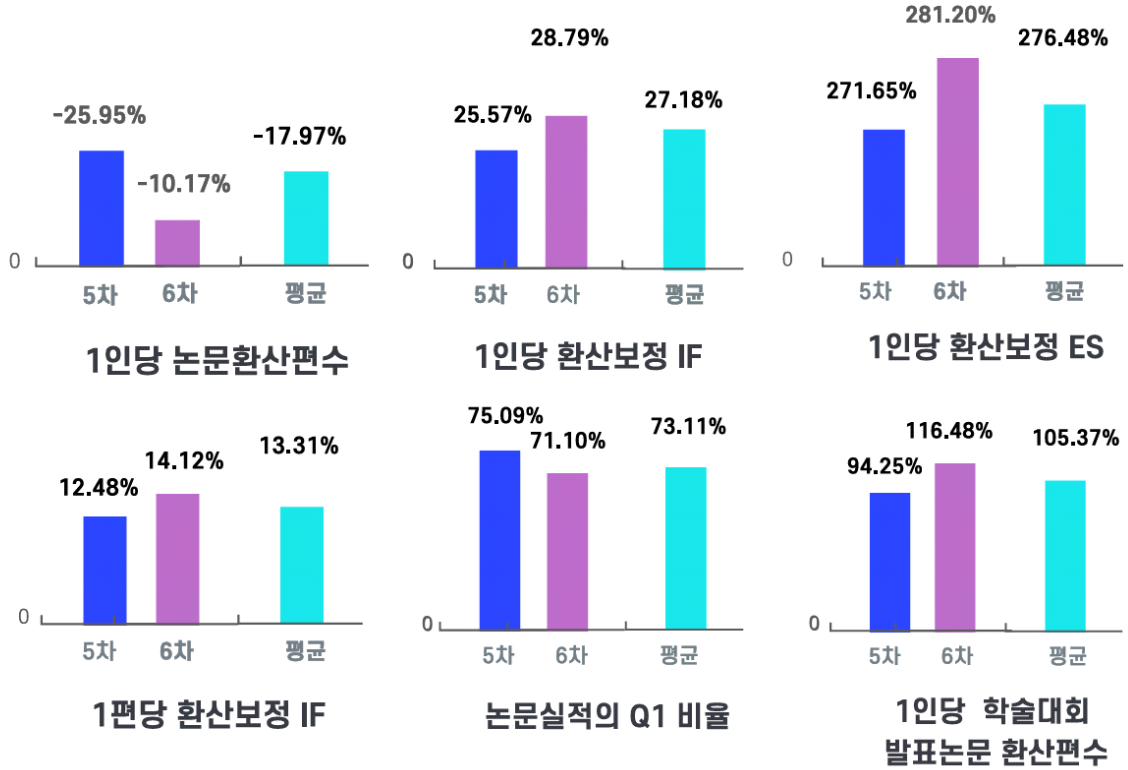


그림 Ⅱ-10. 연차별 대학원생 연구수월성 지표 실적 달성율

- ○ 사업기간 동안 참여대학원생 **1인당 논문환산편수**는 5차년도 0.2416편(증가율 -17.89%), 6차년도 0.2479편(증가율 -10.17%)으로 평균 -17.97% 증가율을 보였다.
- ○ 사업기간 내 참여대학원생의 **1인당 논문환산보정IF**는 평균 증가율이 27.18%로 크게 증가함을 보였고, **환산보정 ES**는 평균 276.48%로 IF보다 더 큰 증가율을 보였다.
- ○ 참여대학원생 **1편당 환산보정 IF**는 평균 13.31% 증가율을 보였고, **논문실적의 Q1 비율**은 평균 73.11% 증가율을 보였다. (참고로, 연차별 Q1 논문수/전체논문수 : 5차년도 65/94, 6차년도 60/87 이다.)
- ○ 대학원생 **1인당 학술대회 발표논문 환산편수**는 5차년도 94.25%, 6차년도 116.48%, 평균 105.37% 증가하였다. 이러한 수치들은 몇 년간 크게 인상된 학회 참가비용으로 인한 목표율의 조정으로 무난한 달성율을 보이고 있다.
- ○ 한편, 대학원생 1인당 논문환산편수와 같은 양적지표는 목표치에 미치지 못하였다. 이는 신임교수들이 최근 몇 년간 대거 합류하여 석사들의 참여가 크게 증가하였는데, 이들은 아직 연구실적을 내지 못하는 교육과정 중에 있어 양적인 실적이 줄어들었을 것으로 판단된다. 이들 신임교수들이 연구실을 셋업하고 활발한 연구를 진행할 수 있는 기간이 필요함에 따라 연차가 올라갈수록 이들 학생들의 논문실적이 나올 것이므로 조금씩 증가세율이 상승할 것으로 예상된다.
- ○ 한편, 사업기간 내, 참여대학원생의 논문실적은 질적으로는 목표치를 크게 상회하는 성과를 보였다. 이는 대학원생들의 논문의 질이 매우 우수하다는 것을 의미한다. 특히 1편당 논문의 환산보정 IF (27.18%(평균치))와, 논문실적의 Q1 비율 (73.11%(평균치))을 통하여 논문의 질적 우수성을 나타내며, 1인당 환산보정 IF(또는 ES)는 각각 평균 27.18%, 276.48%의 증가율을 보여서 양적 및 질적으로 향상된 우수한 성과가 있음을 알 수 있다. 더불어 각 연도별 질적인 실적의 증가율은 기존에 계획했던 목표치에 크게 상회하는 결과를 보임으로써, 이후에도 질적으로 우수한 연구성과를 다수 창출할 것으로 기대된다.
- ○ 따라서, 마지막 년차까지 기존 목표에서 높게 유지하고 있는 Q1 비율 및 환산 보정 IF, ES를 유

지할 계획이다. 이를 위해 학생들의 연구활동을 계속 지원하며, 논문발표에 대한 성과급 지급 등을 더욱 활성화할 계획이다.

3.2.3. 대학원생의 학술 및 연구활동 지원 실적

○ 본 연구단은 아래 표와 같이 대학원생 학술활동을 지원하였다.

표 Ⅱ-17. 참여대학원생 학술 및 연구활동 지원 내용

연차	지원항목	지원 내용(금액/인원)
5차년도	국제학회 등록비	• 10,001,454원 / 17명
	국내학회 등록비	• 6,620,000원 / 17명
	세미나 참가비	• 1,970,700원 / 14명
	재료비	• 31,510,269원
	분석료	• 5,453,500원
	논문게재료	• 6,314,264원
	논문 성과급 지급	• 10,050,000원 / 27명
6차년도	국제학회 등록비	• 21,756,887원 / 50명
	국내학회 등록비	• 8,370,000원 / 77명
	세미나 참가비	• 5,142,604원 / 23명
	재료비	• 11,926,191원
	분석료	• 9,188,300원
	논문게재료	• 586,894원
	논문 성과급 지급	• 8,300,000원 / 21명

○ 더불어, 해외 우수기관에 대학원생을 파견하여 국제공동연구를 진행할 수 있는 해외연수를 지원을 확대하고자 하였다. 체류기간별로 장(2개월 이상)·중(1개월 이상)·단기(15일 이상)로 세분화하여 나누어 경비를 차등지급하였고, 사업의 원활한 지원을 위해서 부족한 지원 금액은 각 지도교수가 매칭펀드를 마련하여 실적 산정기간 동안(2024.03.01.~2026.02.28.) 해외연수비 총 20,500,000원을 지원하였다.

○ 이외에도 본 연구단은 다음과 같은 학생 연구환경을 지원하였다.

학생연구환경 지원항목	지원 내용
연구 공간 및 교육비 지원	• 분석세미나와 같은 교육 세미나 참가비 지원 • 도서 등 문헌구입비 지원 • 세미나 개최 지원 및 공간 확보 설비 지원
대학원생, 신진연구인력 대상 연구세미나 개최	• 대학원생, 신진연구인력대상, 연구재단 등 연구지원 설명회 • 연구비관리 자체 교육 • 연구노하우 경험사례 공유 세미나 개최
국제화 여건 개선	• 공동연구 수행을 위한 해외체류 등 연구지원 • 해외저명학자 초청특강 확대 • 국제학술대회 영어발표 겨울 캠프 운영

4. 신진연구인력 운용

4.1 우수 신진연구인력 확보 및 지원 실적

<표 2-6> 교육연구단 신진연구인력 현황

구분	신진연구인력 수 (단위: 명, 개월)		
	평가 대상 기간 내 총 인원 수	총 참여 개월 수	1인당 평균 참여 개월 수
박사후과정생	6	72	12
계약교수	1	7	7
계	7	79	11.28

① 우수 신진연구인력 확보 및 지원 실적

4.1.1 우수 신진연구인력 확보 및 지원계획

○ 본 4단계 BK21 교육연구단이 추진하는 핵심 분야에서 최신 연구/교육 역량을 가지고 우수한 결과를 도출할 수 있는 신진연구인력을 적극 유치하고 이들이 조직에 연착륙하고 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 계약교수로 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 계약교수가 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 계약교수와 박사후연구원을 유치하고 지원한 실적이 있으며, 이런 성과 및 경험을 바탕으로 좀더 차별적인 신진연구인력 확보 및 지원책을 마련하였다.

4.1.2 본 교육연구단의 신진연구인력 지원 현황 및 실적

○ 본 교육연구단에서는 인건비 월 300만원 이상의 신진연구인력을 매년 4명 선발하여, 관련한 분야별 지원사업을 다양하게 진행해 오고 있다. 참여한 신진연구인력은 총 6명(연임 중복 제외)이다.

○ 박사후연구원 신청공고 후 내부 운영요령지침에 따라 연구역량 점수(공고일 기준 2년이내 환산논문편수, 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 국내학회 활동과 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 연구세미나 개최	• 대학원생, 신진연구인력대상, 연구재단 등 연구지원 설명회 • 연구비관리 자체 교육 • 연구노하우 경험사례 공유 세미나 개최

○ 한편, 평가대상기간 동안 총 13건의 논문을 우수 학술지에 게재하는 등 우수한 성과를 창출하였다. 사업기간동안 총 환산편수는 1.989편, 환산 IF는 12.6324 이다. 1인당 논문환산편수, 1인당 논문 환산보정 IF, 1인당 논문 환산보정 ES, 편당 환산보정 IF 및 ES 모두 증가세를 보였는데, 특히 1인당 논문 환산보정 ES와 편당 환산보정 ES는 크게 증가함을 볼 수 있었다. 또한 과거 3단계 BK21 총 사업기간 동안 Q1 비율이 39.9 % 이었던 점과 비교해 보면, 5차, 6차년도에 각각 60%, 57%로 연구논문의 질적수준이 매우 우수해진 것으로 볼 수 있다.

표 Ⅱ-19. 신진인력 실적지표

실적지표	5차년도(24.03-25.02) 결과	6차년도(25.03-26.02) 결과	평균값
1인당 논문환산편수	0.2394	0.2576	0.2485
1인당 논문 환산보정 IF	0.1305	0.1495	0.1400
1인당 논문 환산보정 ES	0.2138	1.0417	0.6278
편당 환산보정 IF (환산보정IF/환산편수)	0.5449	0.5803	0.5626
편당 환산보정 ES (환산보정ES/환산편수)	1.2275	4.5856	2.9066
논문실적의 연차별 Q1 비율(%)	60%	57%	58.5%

○ 한편, 신진연구인력의 경우 1인당 환산보정 ES의 값 (0.6278)이 0.3176인 참여대학원생들에 비해 1.98배 정도 높은 것으로 보아, 논문의 양과 질의 수준이 높은 것을 알 수 있다.

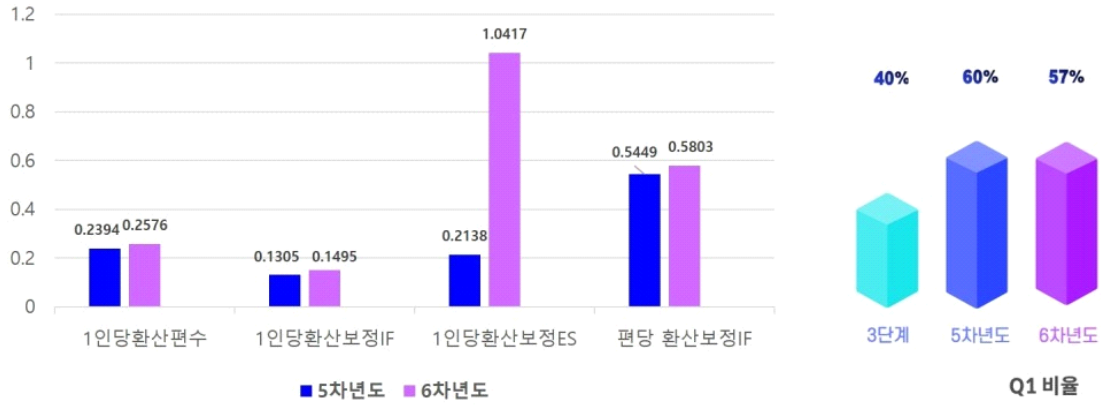


그림 Ⅱ-11. 연차별 신진연구인력 연구수월성 지표 실적

○ 사업기간 동안 신진연구인력들이 게재한 대표적인 논문실적 및 학술대회발표의 자세한 내용은 다음과 같다.

1) 학술지 논문 게재 대표 실적

번호	이름	논문제목, 저널, 내용
1		▪ Multi-role heterogeneous Zn-Co double metal cyanide catalysts valid for ring-opening polymerizations and hydrofunctionalizations ▪ Journal of Industrial and Engineering Chemistry, Volume 137, 524, 2024년 9월 - IF 6, JCR 카테고리 중 ENGINEERING, CHEMICAL 분야 상위 19.89%, Q-value Q1 (2024 기준)
2		▪ Recent advances in biocathode materials and configurations for reactor applications in microbial electrosynthesis of CO2 ▪ Science of the Total Environment, Volume 1002, 180594, 2025년 11월 - IF 8, JCR 카테고리 중 ENVIRONMENTAL SCIENCES 분야 상위 10.37%, Q-value Q1 (2024 기준)
3		▪ Better Together: Integrating Adhesion and Ion Conductivity ▪ Journal of Materials Chemistry A, Volume 13, 8355, 2025년 3월 - IF 9.5, JCR 카테고리 중 MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY 분야 상위 13.67%, Q-value Q1 (2024 기준)
4		▪ Microstructure control of acrylic acid-styrenesulfonate copolymers for high-performance gypsum superplasticizers ▪ Materials Today Communications, Volume 45, 112268, 2025년 4월 - IF 4.5, JCR 카테고리 중 MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY 분야 상위 36.66%, Q-value Q2 (2024 기준)
5		▪ Synthesis of Polyether, Poly (Ether Carbonate) and Poly (Ether Ester) Polyols Using Double Metal Cyanide Catalysts Bearing Organophosphorus Complexing Agents ▪ Polymers, Volume 16, 1229, 2024년 3월 - IF 4.9, JCR 카테고리 중 POLYMER SCIENCE 분야 상위 20.21%, Q-value Q1 (2024 기준)
6		▪ Sustainable synthesis of waste soybean oil-based non-isocyanate polyurethane elastomers and foams ▪ Polymers, Volume 323, 128217, 2025년 4월 - IF 4.9, JCR 카테고리 중 POLYMER SCIENCE 분야 상위 20.21%, Q-value Q1 (2024 기준)

2) 학술대회 발표 대표실적

번호	발표 실적 내용
1	- 박사후연구원 는 2025년 11월 5일 한국에서 개최된 국제학술대회인 Asian Symposium on Advanced Materials(ASAM-9)에서 구두 발표자로 참여하여 "Sustainable TPU Designed from CO2-Derived Carbonate Polylols with Tunable Functionality" 주제로 구두발표하였다. □ **논문의 창의성·혁신성 :** CO_2를 원료로 합성한 카보네이트 폴리올을 활용하여 기능성을 정밀하게 조절 가능한 지속가능한 열가소성 폴리우레탄(TPU)을 설계하였으며, 온실가스를 고부가가치 고분자 소재로 전환하는 창의적인 접근법을 제시하였음. □ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 :** CO_2 기반 친환경 고분자 소재 개발을 통해 멀티스케일 융합화학 소재 분야의 화공인재 양성 비전에 부합함. □ **해당 세부전공분야의 기여 :** 기존 석유계 폴리올 기반 TPU 대비 CO_2 유래 카보네이트 폴리올을 활용함으로써 탄소 저감 효과와 소재 기능성 향상을 동시에 달성하였으며, 지속가능한 고분자 소재 및 CCU 기반 자원화 기술 연구에 기여하고, 고분자공학 및 환경에너지 소재 분야의 발전에 기여 가능함.
2	- 박사후연구원 은 2025년 6월 22일에 네덜란드에서 개최된 국제학술대회인 2025 EPF European Polymer Congress에서 "Effect of microstructure in acrylic acid and styrenesulfonated based copolymer on calcum sulfate hemihydrate dispersion" 주제로 포스터 발표하였다. □ **논문의 창의성·혁신성** : 석고제품 생산 시 사용되는 물의 사용량을 줄임으로써 제품 성능의 향상 및 환경적 이점을 얻을 수 있도록 하는 획기적인 고분자 분산제 연구를 목적으로 고분자 분산제의 작용기와 미세구조 (Microstructure)를 조절을 통한 반수석고 표면 흡착 및 반발 극대화임. □ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 고분자를 전혀 다른 분야인 건설재료 분야에 적용하고, 그에 따른 효과를 연구하고 및 개선한 본 연구의 결과는 멀티스케일 융합화학 소재를 부합함. □ **해당 세부전공분야의 기여** : 시멘트 및 콘크리트로서의 확장 가능성을 가지고 있어 고강도 건설재료용 분산제 디자인에 유용하게 사용될 수 있을 것으로 기대됨.
3	- 박사후연구원 은 2024년 4월 3일 부산에서 개최된 한국고분자학회 2024년 춘계학술대회에서 "Double Metal Cyanide Catalysts with Tunable Morphology for the Ring-opening Polymerization of Cyclic Monomers" 주제로 포스터 발표하였다. □ **논문의 창의성·혁신성** : 본 연구는 모폴로지(Morphology, 구조·형태) 조절이 가능한 이중 금속 시아나이드(Double Metal Cyanide) 촉매를 개발하여, 고리형 단량체(Cyclic Monomers)의 개환 중합(Ring-opening Polymerization) 효율을 제어하는 새로운 촉매 공정 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** : 구조 조절이 가능한 신규 DMC 촉매 시스템을 통해 고리형 단량체의 중합 제어 성능을 고도화함으로써, 고분자 합성 공정의 효율 향상 연구에 기여함.
4	- 박사후연구원 은 2024년 9월 25일 부산에서 개최된 한국청정기술학회 2024년 추계학술대회에서 "NiMo Alloy-carbon felt hybrid cathode for efficient utilization of abiotically produced hydrogen for CO2-microbial electrosynthesis" 주제로 포스터 발표하였다. □ **논문의 창의성·혁신성** : 본 연구는 무기 촉매와 탄소펠트를 결합한 하이브리드 전극을 개발하여, H_2 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.
5	- 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 포스터 발표하였다.

	□ **논문의 창의성·혁신성** : 본 연구는 전기활성미생물과 친화성을 가지는 전도성고분자인 PANI와 탄소펠트를 결합한 하이브리드 전극을 개발하여, H_2 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.
6	- 박사후연구원 은 2025년 3월 27일 부산 벡스코에서 개최된 2025 한국청정기술학회 춘계 총회 및 학술대회에서 "Inducing abiotic H2 production by hybrid inorganic-organic catalyst (NiMo@CC-GF) to improve bacterial utilization of CO2 in microbial electrosynthesis " 주제로 포스터 발표하였다. □ **논문의 창의성·혁신성** : 본 연구는 미생물전기합성시스템에서 환원전극의 수소생산량을 증가시키기 위한 무기 촉매와 탄소펠트를 결합한 하이브리드 전극을 개발하여, H_2 발생과 미생물 성장을 동시에 촉진하는 새로운 MES 플랫폼을 제시함에 따라 기술의 혁신성을 보여줌 □ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 환원전극 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 확보하여 이는 MES기반 CO2전환 효율 향상 연구에 기여하며, 에너지효율을 향상시켜 실질적 비용감소에 기여함
7	- 박사후연구원 은 2025년 6월 4일 제주국제컨벤션센터에서 개최된 2025 한국공업화학회에서 포스터 발표자로 참여하여 "Enhancing abiotic H2 production by hybrid inorganicorganic catalyst NiMo@CC-GF) cathode to improve bacterial CO2 utilization in microbial electrosynthesis " 주제로 발표하였다. □ **논문의 창의성·혁신성** : 본 연구는 MES시스템에서 수소생산량을 증가시키기 위한 무기 촉매와 탄소펠트를 결합한 하이브리드 전극을 개발하여, H_2 발생과 수소소비 미생물 성장을 동시에 촉진하는 새로운 MES 플랫폼을 제시함에 따라 기술의 혁신성을 보여줌 □ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 하이브리드 촉매제조를 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, 하이브리드 전극적용 시스템에서 두 배 이상 향상된 성능을 확보하여 이는 MES기반 CO2전환 효율 향상 연구에 기여하며, 에너지효율을 향상시켜 실질적 비용감소에 기여함
8	- 박사후연구원 는 2025년 9월 29일 한국 고분자학회 2025년도 추계 정기총회 및 학술대회에서 포스터 발표자로 참여하여 "CO_2-Derived Thermoplastic Polyurethanes with Tailored Properties" 주제로 발표하였다. □ **논문의 창의성·혁신성 :** 본 연구는 CO_2를 원료로 유도된 폴리올을 기반으로 물성이 정밀하게 제어된 열가소성 폴리우레탄(TPU)을 합성하는 방법론을 제시하였으며, 온실가스를 기능성 고분자 소재로 직접 전환함으로써 탄소 자원화와 소재 물성 최적화를 동시에 구현하는 혁신적인 접근법을 제안하였음. □ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 :** CO_2 유래 친환경 고분자 소재의 설계 및 물성 제어 연구를 통해 멀티스케일 융합화학 소재 분야의 화공인재 양성이라는 비전에 부합함. 또한 국내 권위 있는 학술대회인 한국 고분자학회에서의 포스터 발표를 통해 연구 성과를 적극적으로 공유함으로써 질적으로 우수한 연구 수행이라는 교육연구단의 목표와 잘 부합함. □ **해당 세부전공분야의 기여 :** CO_2 유래 원료를 활용한 TPU의 물성 맞춤 설계 전략을 제시함으로써 기존 석유계 소재 대비 환경 부하를 저감하고 소재 응용 범위를 확장하였으며, 이는 지속가능한 고분자 소재 개발 및 CCU 기반 탄소 자원화 기술 연구에 기여하고, 고분자공학 및 친환경 소재 분야의 학문적·산업적 발전에 기여 가능함.

② 우수 신진연구인력의 대표 연구 실적

<표 2-7> 평가 대상 기간(2024. 3. 1. ~ 2026. 2. 28.) 내 신진연구인력 대표 연구 실적

<table>
<tr><th rowspan="2">연번</th><th>구분</th><th>성명</th><th>참여
시작일</th><th>실적 종류</th><th>대표 연구 실적 상세내용</th></tr>
<tr><th colspan="5">대표 연구 실적의 우수성</th></tr>
<tr><td rowspan="8">1</td><td rowspan="7">박사후
연구원</td><td rowspan="7"></td><td rowspan="7">2025.3.1</td><td rowspan="7">저널논문</td><td></td></tr>
<tr><td>② Better Together: Integrating Adhesion and Ion Conductivity in Composite Binders for High-Performance Silicon Anodes</td></tr>
<tr><td>③ Journal of Materials Chemistry A</td></tr>
<tr><td>④ 13(12), 8355</td></tr>
<tr><td>⑤ 2050-7488</td></tr>
<tr><td>⑥ 2025.03</td></tr>
<tr><td>⑦ 10.1039/D4TA07078J</td></tr>
<tr><td colspan="5">□ IF 9.5, JCR분야 MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY 상위 13.67% (2024 기준), Q1, Web of Science 인용횟수 11
□ 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・점착력・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 : 수소 에너지공학 및 전기화학적 촉매・이오노머 재료 분야에서 계면 저항을 최소화할 수 있는 이오노머 바인더의 구조적 설계 기준과 중합 메커니즘을 명확히 제시함. 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.</td></tr>
<tr><td rowspan="7">2</td><td rowspan="7">박사후
연구원</td><td rowspan="7"></td><td rowspan="7">2024.3.1.</td><td rowspan="7">저널논문</td><td></td></tr>
<tr><td>② Recent advances in biocathode materials and configurations for reactor applications in microbial electrosynthesis of CO_2</td></tr>
<tr><td>③ Science of the Total Environment</td></tr>
<tr><td>④ 1002, 180594</td></tr>
<tr><td>⑤ 0048-9697</td></tr>
<tr><td>⑥ 2025.11.</td></tr>
<tr><td>⑦ 10.1016/j.scitotenv.2025.180594</td></tr>
</table>

	□ IF 8.0, JCR 분야 상위 10.37%(2024 기준), Q1, Web of Science 인용 횟수 4 □ **업적물의 창의성・혁신성** : Microbial Electrosynthesis(MES) 기반의 CO_2 전환 기술이 직면한 낮은 생산 속도와 확장성 한계를 극복하기 위해, 기존의 개별적 연구들을 Biocathode 소재 개발과 반응기 구조 설계라는 두 축으로 통합하여 체계적으로 분석함. 전극-미생물 계면에서의 세포 외 전자 전달 메커니즘부터 Multi-carbon products 생산을 위한 공정 스케일업 전략까지 최신 기술 동향을 망라하고, 향후 상용화를 위한 독창적인 연구 로드맵을 도출했다는 점에서 리뷰 논문으로서의 완성도가 매우 뛰어남. □ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 환경 에너지, 생물 공정, 전기화학 소재의 융합을 통해 나노/마이크로 수준부터 거시적 수준을 아우르는 Multi-scale 융복합 연구 역량을 크게 강화하였음. □ **해당 세부전공분야의 기여** : 효율적인 biocathode 소재 및 반응기 설계에 대한 종합적인 가이드라인을 제공함으로써, Electroactive bacteria(EAB) 기반의 지속 가능한 저에너지・고효율 이산화탄소 자원화 공정 개발에 직접적으로 이바지함. 이는 향후 시행착오를 줄이고 온실가스 감축 및 고부가가치 화합물 생산을 위한 차세대 생물 전기화학 공정의 상용화를 앞당기는 핵심 지침서로 널리 활용될 것으로 전망됨.

3	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 2352-4928
					⑥ 2025.04
					⑦ 10.1016/j.mtcomm.2025.112268
	□ IF 4.5, JCR분야 MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY 상위 36.66% (2024 기준), Q2, Web of Science 인용횟수 2 □ **업적물의 창의성・혁신성** : 석고 기반 건축 자재의 흐름성과 유동성을 극대화하기 위해, 아크릴산(Acrylic acid)과 스티렌설포네이트(Styrenesulfonate) 공중합체의 미세구조를 정밀 제어하는 새로운 고분자 설계 기술을 개발하였음. 기존의 일반 유동화제 시스템이 가진 흡착력 및 분산 유지력의 한계를 극복하고자 고분자의 구조적 배열과 전하 밀도를 최적화함으로써, 소량의 첨가만으로도 석고 슬러리의 초기 분산성과 점도를 획기적으로 개선한 창의적인 재료 합성 기술임. □ **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** : 정밀 유기・고분자 합성 및 시멘트/석고 유동화제(Superplasticizer) 연구 분야에서 공중합체의 미세구조 변화가 무기 가루 표면 흡착 및 레올로지(유변학) 특성에 미치는 메커니즘을 명확히 규명하였음. 건축용 석고 보드 및 기능성 건				

	자재 제조 공정의 효율을 높이고 에너지 소비를 줄일 수 있는 고성능 고분자 분산제의 설계 기준을 제시하여, 구조-물성 상관관계 연구의 학문적 발전과 정밀화학 산업 발전에 크게 기여하였음.

4	박사후 연구원		2024.09.25	저널논문	② Multi-role heterogeneous Zn-Co double metal cyanide catalysts valid for ring-opening polymerizations and hydrofunctionalizations
					③ JOURNAL OF INDUSTRIAL AND ENGINEERING CHEMISTRY
					④ 137
					⑤ 524-535
					⑥ 2024.9
					⑦ 10.1016/j.jiec.2024.03.039

□ IF 6, Journal of Industrial and Engineering Chemistry (JIEC) JCR분야 Chemical Engineering 분야 상위 15.4% (2024 기준), Q1, Web of Science 인용횟수 7

□ **업적물의 창의성・혁신성** : 바나듐 레독스 흐름 전지(VRFB)의 핵심 부품인 양성자 교환막의 고질적인 문제인 '바나듐 이온 투과로 인한 자가 방전'과 '수분 흡수로 인한 치수 불안정성'을 동시에 해결하기 위해, 가교(Cross-linking) 구조가 도입된 sulfonated poly(arylene ether sulfone) (SPAES) 막을 손쉽게 합성(Facile synthesis)하는 공정을 개발하였음. 친수성 도메인과 소수성 도메인의 미세상 분리를 정밀 제어하고 가교 밀도를 최적화함으로써, 높은 수소 이온 전도도를 유지하면서도 부피 팽창을 억제하고 바나듐 이온 투과를 차단하는 획기적인 고분자 막 제어 기술을 완성하였음.

□ **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** : 이차전지 분리막 및 화학공학 소재 분야에서 친수성 고분자의 가교 반응 메커니즘이 막의 전기화학적・기계적 물성에 미치는 상관관계를 명확히 규명했습니다. 고가의 상용 분리막(Nafion 등)을 대체할 수 있는 우수한 효율과 장기 내구성을 갖춘 비불소계 탄화수소막의 새로운 설계 방향을 제시함으로써, 대형 흐름 전지 시스템의 국산화 및 경제성 확보를 앞당기는 데 크게 기여하였음.

총 신진연구인력 수	박사후과정생	6	제출 요구량	2~4
	계약교수	1		
	계	7		

5. 참여교수의 교육역량

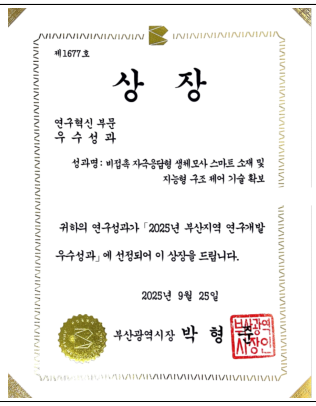
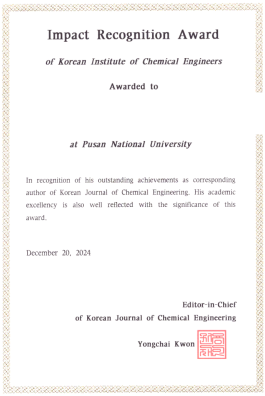
5.1 참여교수의 교육역량 대표실적

<table>
<tr><th rowspan="2">연번</th><th>참여교수명</th><th>참여기간 (YYYYMMDD-YYYYMMDD)</th><th>연구자등록번호</th><th>세부전공분야</th><th>대학원 교육관련 대표실적물</th><th>DOI번호/ISBN/인터넷 주소 등</th></tr>
<tr><th colspan="6">참여교수의 교육관련 대표실적의 우수성</th></tr>
<tr><td rowspan="2">1</td><td></td><td>20240301-20260228</td><td></td><td>고분자 구조및 물성</td><td>저서(교재)</td><td>-제목: X-선 반사율을 이용한 박막 분석-고급 분석기법과 응용사례
- ISBN : 978-89-6595-153-7</td></tr>
<tr><td colspan="6">□ 실적의 우수성 : 대학원 유기소재, 물리, 재료, 반도체소재 등 관련 전공 강의를 위해 편찬한 교재로서, 박막 구조를 비파괴적 방법으로 분석할 수 있는 X-선 특성, X-선 반사율의 측정 및 분석법 그리고, 이를 활용한 분석기법 소개와 응용사례를 집대성하였음. 재료나 물리 분야의 박막을 연구하는 대학원생, 연구자, 산업계 현장에서 활용할 수 있도록 구성되어있고, 학부 3, 4학년 학생들도 참고할 수 있는 교재임.
□ 교육효과 : 유기소재, 물리, 재료 분야에서 박막을 연구하는 대학원생, 과학자, 엔지니어들에게 좋은 참고자료가 되도록 집대성하였음. 기초 이론부터 시작해서 실제 가공된 데이터 피팅 과정의 문제점과 해결책을 귀납적으로 학습할 수 있어, 실전에 강한 문제 해결 능력을 길러주고 첨단 구조 분석의 메커니즘을 시각적·수학적으로 깊이 이해함으로써 응용력을 확장할 수 있음. 결과적으로 고도화된 산업 현장에서 물질 및 공정 개발과 품질 고도화를 주도할 최고 수준의 융합형 전문 인력을 양성하는 데 탁월한 효과가 있음.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">2</td><td></td><td>20240301-20260228</td><td></td><td>재료공학</td><td>저서(교재)</td><td>-제목: 반도체 소재 및 소자 개론
- ISBN : 978-89-6595-150-6</td></tr>
<tr><td colspan="6">□ 실적의 우수성 : 대학원 반도체소재, 반도체소자, 반도체공정, 반도체소자및소자 관련 전공 강의를 위해 편찬한 교재로서, 반도체의 기본 정의부터 재료의 기초 물성, 전자 수송 현상과 해석, 반도체-금속 및 반도체 간 접합 구조, MOSFET 등 트랜지스터 소자 물리, 소자 설계를 위해 반드시 이해해야 할 MOSFET 소자의 비이상적 거동까지 집대성하였으며, 수강생들이 어려운 반도체 관련 내용을 기초적인 수준에서도 이해할 수 있도록 정리하였음. 본 저서는 반도체 관련분야를 전공하는 학생, 교수, 연구자 및 산업계 현장에서 좋은 참고자료가 되도록 집필한 교재이며, 학부 3, 4학년 학생들도 참고할 수 있는 교재임.
□ 교육효과 : 반도체 소재를 다루고, 공정을 통해 소자를 개발하고자 하는 반도체 유관분야의 대학원생, 과학자, 엔지니어들에게 좋은 참고자료가 되도록 집대성하였음. 단순한 이론 습득을 넘어 실제 가공된 데이터 피팅 과정의 문제점과 해결책을 귀납적으로 학습할 수 있어, 실전에 강한 문제 해결 능력을 길러주고 첨단 구조 분석의 메커니즘을 시각적·수학적으로 깊이 이해함으로써 응용력을 확장할 수 있음. 결과적으로 고도화된 산업 현장에서 신공정 개발 및 품질 고도화를 주도할 최고 수준의 융합형 전문 인력을 양성하는 데 탁월한 효과가 있음.</td></tr>
<tr><td>3</td><td></td><td>20240301-20260228</td><td></td><td>생물화학공학</td><td>대학원 교과목 개발</td><td>“수소에너지 활용” 교과목 개발 및 개설</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td></td><td colspan="6">□ 실적의 우수성 : 부산대학교 대학원혁신실 교과목개발사업 지원을 받아 “수소에너지 활용”과목을 개발하였고, 2026년 2학기부터 강의할 예정임. 본 과목은 부산대-생산기술연구원 (울산)이 공동으로 주관하는 학연플랫폼구축시범사업 (탄소중립선도 수소산업 전주기 밸류체인 구축, 과학기술정보통신부)의 주요 교과목으로 개설 예정이므로 학생들의 수요가 큼.
□ 교육효과 : 수소에너지는 수송 및 에너지분야 수요 뿐만아니라 석유화학, 제철, 바이오 및 각종 소재 부문의 탄소중립 환원재에 대한 산업수요가 급증할 것으로 예상됨. 석박사 인력양성에 수소관련 전문강의가 필수적이며, 사업단이 목표로 하는 인재양성에 기여할 것으로 기대됨</td></tr>
<tr><td rowspan="2">4</td><td></td><td>20240301
-20260228</td><td></td><td>생물화
학공학</td><td>수상</td><td>한국공학교육학회 우수강의 교수상 수상
(2024년 9월 26일)

</td></tr>
<tr><td colspan="6">□ 실적의 우수성 : 신재생바이오에너지 및 온실가스 재활용 분야 기술개발과 화학공학등 관련분야 강의 경력등 공학분야 우수 실적과 관련분야 교육발전에 기여한 공로로 공학교육학회가 수여하는 우수상을 수상하였음.
□ 교육효과 : 학부 및 대학원 생물화학공학과 바이오에너지공학등 과목 개발 및 강의를 통해 이 분야 교육과 석박사 인재양성에 기여하였음.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">5</td><td></td><td>20240301
-20250831</td><td></td><td>중합반
응및고
분자합
성</td><td>수상</td><td>- 대한민국 과학기술훈장 ‘혁신장’ 수훈
- 2024년 4월 (과학기술·정보통신의 날 기념식)
https://www.busan.com/view/busan/view.php?code=202404231655457704 2</td></tr>
<tr><td colspan="6">□ 실적의 우수성 : 지난 34년간 한국 폴리올레핀 산업 발전의 효시 역할을 하고, 금속촉매를 이용한 폴리올 생산기술 상업화 및 약물전달시스템용 폴리펩타이드 제조 기술 등 세계적 연구 성과를 내며 한국 고분자공학 교육발전에 기여한 공로를 인정받았음.
□ 교육효과 : 고분자공학의 폴리올레핀 기능성 합성 부문에서 국제 학술지에 450편, 국내외 특허 50편을 발표하는 등 고분자공학 분야의 대표 학자로 국내 고분자공학 교육에 크게 이바지하여 수상함.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">6</td><td></td><td>20240301
-20260228</td><td></td><td>촉매화
학공학</td><td>수상</td><td>- 미국화학회(ACS) Energy & Fuels』 저널 ‘2024 Rising Star 연구자’ 선정
- 2024년 11월
-
- https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.energyfuels.4c04595</td></tr>
<tr><td colspan="6">□ 실적의 우수성 : 바이오에너지 및 바이오리파이너리 분야에서 뛰어난 연구 업적(SCI 논문 150편 등)을 인정받아, 전 세계 중견 연구자 중 새로운 지식 창출을 이끄는 영향력 있는 교육 연구자로 국내에서 유일하게 선정
□ 교육효과 : 바이오에너지 및 바이오리파이너리 부문에서 교육에 크게 이바지하여서 수상함.</td></tr>
<tr><td>7</td><td></td><td>20240301-
20260228</td><td></td><td>나노구
조제어</td><td>강좌</td><td>-(리빙)라디칼 중합의 이해와 응용
한국고분자공학학회, 제32회 고분자아카데미, 제33회 첨단소재 아카데미</td></tr>
</table>

				고분자 재료		-2024년7월8일, 2025년 7월 7일 https://www.polymer.or.kr/function/function_5.php?idx=207 https://www.polymer.or.kr/function/function_5.php?idx=75
	□ **실적의 우수성** : 리빙 라디칼 중합의 기초적인 반응 속도론과 열역학적 이해에 그치지 않고, 이를 실제 첨단 소재 개발에 어떻게 적용할 수 있는지에 대한 '응용' 파트까지 유기적으로 연결하여 설명하는 점이 매우 우수함 □ **교육효과** :리빙 라디칼 중합은 반도체 공정용 소재(포토레지스트 등), 차세대 디스플레이 소재, 고효율 에너지 소재, 바이오·의료용 고분자 등 고기능성 첨단 소재를 개발하는 데 핵심적인 역할을 함에 있어 새로운 기능성 소재를 기획하고 합성할 때 부딪히는 기술적 한계를 돌파할 수 있는 문제 해결 능력을 키워줌.					
8		20240301-20260228		이동현상	강좌	-'선형/비선형 유변물성을 이용항 고분자물질(고분자 용융체, 복합체 및 블렌드) 분석' 한국유변학회, 유변학 아카데미 2026 -2026년 2월 10일 https://www.rheology.or.kr/sub03/sub03_1.php?it_id=1766379374
	□ **실적의 우수성** : 고분자의 분자 구조와 거시적인 가공 특성을 연결하는 핵심 이론과 실제 데이터 해석법을 다루는 강좌로서 선형 유변물성(Linear Rheology) 분석, 비선형 유변물성(Nonlinear Rheology) 분석, 다상계(Multiphase) 고분자 시스템 적용으로 나누어 학술적인 이론에만 머물지 않고, 비선형 유변물성(특히 LAOS 및 FT-Rheology 기법 등)을 통해 실제 공정에서의 문제점을 예측하고 해석할 수 있는 실질적인 프레임워크를 제공한다는 점에서 매우 우수함. □ **교육효과** : 소재 설계 및 최적화 역량 강화: 연구자 및 엔지니어가 새로운 고분자 복합체나 블렌드를 개발할 때, 유변물성 데이터를 기반으로 최적의 배합비와 가공 조건, 공정해석을 과학적으로 설계할 수 있는 능력을 배양함.					
9		20240301-20260228		이동현상	수상	- 한국화학공학회 2024 학회상 최창균이동현상부문상(교육부분) - 2024년 11월14일 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 이바지하여 수상함.					
10		20240301-20260228		고분자공학	수상	- 2025년 부산지역연구개발 우수성과 '연구혁신 부문' 우수성과 선정 (부산광역시장상) - 2025년 10월

						 제1677호 상 장 연구혁신 부문 우 수 성 과 성과명 : 비접촉 자극응답형 생체모사 스마트 소재 및 지능형 구조 제어 기술 확보 귀하의 연구성과가 「2025년 부산지역 연구개발 우수성과」에 선정되어 이 상장을 드립니다. 2025년 9월 25일 부산광역시장 박 형
	☐ **실적의 우수성** : 상어 피부의 미세 비늘 구조를 모사해 유체 마찰 저항을 줄이는 '비접촉 자극응답형 생체모사 스마트 소재 기술'을 개발하여 세계적 학술지 Advanced Materials의 표지 논문으로 게재되는 등, 차세대 운송수단의 에너지 절감에 기여할 선도적 연구로 인정 ☐ **교육효과** : 생체모사 스마트 소재부문에서 교육에 크게 이바지하여 수상함.					
11		20240301- 20260228		화학공학	수상	- Impact Recognition Award, Korean Institute of Chemical Engineers, - 2024년 12월  Impact Recognition Award of Korean Institute of Chemical Engineers Awarded to at Pusan National University In recognition of his outstanding achievements as corresponding author of Korean Journal of Chemical Engineering. His academic excellency is also well reflected with the significance of this award. December 20, 2024 Editor-in-Chief of Korean Journal of Chemical Engineering Yongchai Kwon
	☐ **실적의 우수성** : 공정시스템 및 화학공학 기술개발과 관련분야 연구 경력 등 공학분야 우수 실적과 관련분야 발전에 기여한 공로로 Korean Institute of Chemical Engineers가 수여하는 Impact Recognition Award 수상하였음. ☐ **교육효과** : 화학공학 학문 분야 중 공정시스템 부문에서 교육에 크게 이바지하여 수상함					

총 환산 참여교수 수	22	**제출요구량**	6~11

6. 교육의 국제화 전략

6.1 교육 프로그램의 국제화 실적

① 교육 프로그램의 국제화 실적

가. 외국대학과의 복수학위제, 외국 연구소 및 대학과의 인적 교류 실적

○ 부산대학교 CAMPUS ASIA 연구단-에너지환경 프로그램(한・중・일 3개국 대학생들이 학위 과정 중 원하는 나라에서 1~2학기 정도 유학함으로써, 공동 석/박사 학위를 취득하게 하는 교육연구단 소속 대학원생들에게 복수학위 취득을 제공하고 있다. 현재 파트너대학은 중국의 상해교통대학과 일본의 큐슈대학이며 대학원생들이 적극 참여를 지원하고 있다.

○ 부산대학교 화공생명공학부는 현재 일본 시즈오카대학과 공동박사학위제를 체결하여 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, 학위취득하는 프로그램)을 위한 양해각서(MOU)를 체결하고 관련 프로그램을 실시중이다,

○ 부산대학교는 해외우수대학과 학점교류 등에 대한 협정을 통해 교환학생 제도를 운영하고 있다. 대만국립대학 (National Taiwan University), 싱가폴 난양공과대학 (Nanyang Technological University), 독일 뮌헨공대 (Technical University of Munich) 등과 교환학생 프로그램을 운영하고 있으며, 교육연구단 소속 대학원생들이 참여를 독려하고 있다.

○ 본 교육연구단은 독일연구기관인 Karlsruhe Institute of Technology (KIT)와 미국의 유수대학인 Texas A&M 대학 화공과와 현재 연구 인턴쉽 및 학생 파견에 대한 MOU를 맺은 상태이다.

○ 특히, 본 교육연구단 소속 참여대학원생들의 해외우수기관에서의 연구 경험 및 국제공동연구 기회를 폭넓게 제공하기 위해 아래 표와 같이 체류기간별로 지원하고 있다.

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 평가대상 기간동안 해외 장중단기 연수 및 파견 프로그램을 통해 참여대학원생 11명이 미국, 독일에 현지방문 연구를 하였고, 내용은 아래 표와 같다.

구분	성명(지도교수)	기간	국가	파견 장소
1		2024.03.23.-2024.05.03.	미국	Texas A&M University
2		2024.05.13.-2024.05.28	미국	University of Delaware
3		2024.10.16.-2024.12.13.	미국	Air Force Research Laboratory
4		2025.02.10.-2025.02.26.	미국	Johns Hopkins University
5		2025.07.01.-2025.12.01.	미국	Harvard medical school
6		2025.07.01.-2025.11.30.	미국	Harvard medical school
7		2025.07.01.-2025.12.01.	미국	Harvard medical school
8		2025.02.26.-2026.02.25.	미국	University of Minnesota
9		2025.02.19.-2026.02.27.	독일	Technische Universität München
10		2025.09.10.-2025.11.30.	독일	Karlsruhe Institute of Technology
11		2026.02.01.-2026.08.01.	미국	Carnegie Mellon University

○ 또한, 국제화 및 최신 연구동향 습득를 위해 참여대학원생에게 국제 학술대회 참가를 지원하였

는데, 평가대상기간 동안 총 80명에게 국제학술대회 비용(항공료 + 체재비 + 등록비 등)을 총 102,951,891원을 지원하였다.

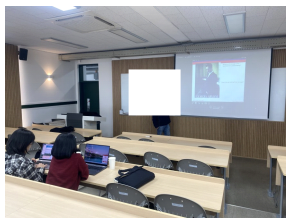
나. 국제학술학회 영어구두발표 능력향상 캠프 운영

○ 화학공학 전공 대학원학생들의 국제학술학회 영어구두발표 능력을 향상시키기 위해 화학공학과 원어민 교수를 초청하여 스킬향상 주제로 1:1 학생지도 겨울캠프를 매년 2주간 개최함.

- 연사 : 교수 (University of Arizona, Department of Chemistry and Biochemistry, 미국)

1차 : 2025.02.17.(월) ~ 2025.02.25.(화) 13:00 ~ 15:00, 장소 : 제7공학관 7410호

2차 : 2026.01.19.(월) ~ 2025.01.28.(수) 13:00 ~ 15:00, 장소 : 제7공학관 7410호

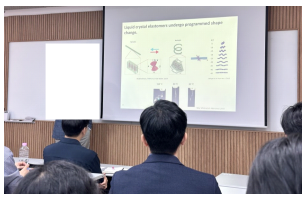
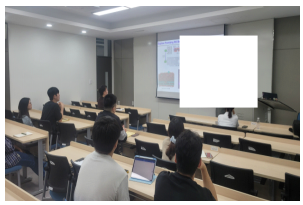


다. 해외학자(전임교수, 초빙교수, 객원교수 등 포함) 활용 실적 및 역할

○ 교육 프로그램의 국제화를 위한 해외연구자 강연 및 세미나를 개최하고 지원하였다. 선진연구의 동향 파악 및 상호교류를 통하여 국제화 교류를 확대하였는데 내용은 다음과 같다.

표 Ⅱ- 6. 해외연구자 강연 및 세미나 초청 실적

연번	내 용	사진
1	▪ 연사 : 교수 (Chiba University, 일본) - 일시, 장소 : 2024.03.05.(화) 13:00 ~ 15:00, 5공학관 5203호 - 내용 : "Upconverted Emission in AC-Driven Electrochemiluminescent Device with DNA modified electrodes"를 주제로 EC 소재 및 EC에서 금속의 증착에 대한 최신 연구 동향을 파악하였다.	
2	▪ 연사 : 교수 (National Central University, 대만) - 일시, 장소 : 2024.06.05.(수) 15:00 ~ 17:00, 7공학관 7415호 - 내용 :"Applications of Density Functional Theory for Materials Discovery and Design"을 주제로 강연을 진행함. 금속 합금을 디자인하고 새로운 소재를 개발하는데 활용되는 DFT 기법에 대해 의논함.	
3	▪ 연사 : 교수 (National Taiwan University, 대만) - 일시, 장소 : 2024.06.05.(수) 17:00 ~ 19:00, 7공학관 7415호 - 내용 : Computational Study of Nanoporous Materials for Energy- and Environment-related Applications"을 주제로 강연을 진행함. 특히 물 회수 흡착제 관련 연구 동향에 대해 토의함.	

4	■ 연사 : 박사 (MIT, 미국) - 일시, 장소 : 2024.08.22.(목) 16:00 ~ 17:00, 7공학관 7415호 - 내용 : "Accelerated Reaction and Material Development in Flow" 주제로 강연을 진행하였고, Flow Chemistry의 전반적인 개념 적용 분야(특히 소재 개발 측면)에 대한 지식을 공유하였음.	
5	■ 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.	
6	■ 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.	
7	■ 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 분자배향	
8	■ 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.	
9	■ 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 수백만 개의 전이 금속 복합체 후보를 탐색하여 효율적인 촉매를 발굴하고, 이를 통해 지속 가능한 화학 생산을 위한 촉매 후보 발굴 연구를 소개함.	
10	■ 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.	
11	■ 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% 정도를 차지하고 있다. 석사, 박사, 석・박사 통합과정으로 나누어 그 비율을 살펴보면 특히 석사과정 대비 박사과정에서 외국인 학생의 비율이 50%대로 월등히 높음을 알 수 있다. 국적별로는 인도와 중국이 가장 높은 비율을 차지하고 있으며, 그 외 파키스탄, 나이지리아, 말레이시아 등이 있다.

표 Ⅱ-21. 교육연구단 소속 외국인 대학원생 현황

학기		석사	박사	석박사통합	계
2024년 1학기	전체	89	23	35	147
	외국인	2	12	6	20
	외국인 비율	2%	52%	17%	14%
2024년 2학기	전체	74	22	41	137
	외국인	1	11	4	16
	외국인 비율	1%	50%	10%	12%
2025년 1학기	전체	77	19	42	138
	외국인	3	9	2	14
	외국인 비율	4%	47%	5%	10%
2025년 2학기	전체	72	20	42	134
	외국인	2	8	1	11
	외국인 비율	3%	40%	2%	8%
전체	전체	312	84	160	556
	외국인	8	40	13	61
	외국인 비율	3%	48%	8%	11%

○ 현재 교육연구단은 미국 우수대학인 Texas A&M 대학 화공과와 현재 인적교류 및 연구 협력에 대한 MOU를 맺은 상태이다. 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 운영하고 있다. 아울러 외국인 학새의 안정적인 정착을 위해 BK 장학금과 각 연구실별 등록금 전액 혹은 기숙사 비용 지원 등의 추가적인 지원금을 제공하고 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 지원 등 다양한 방식으로 우수 외국인 학생 유치를 지원하고 있다. 일정 학업능력 (학업 및 영어 점수 우수자)의 경우, 수업료 반액장학금을 제공하고, 평점평균 3.5이상을 유지 경우, 계속 장학금을 지원하여 우수 외국인 학생 유치에 큰 도움이 되고 있다.

② 참여대학원생 국제공동연구 현황과 실적

<표 2-9 > 참여대학원생 국제공동연구 실적

연번	공동연구 참여자			상대국/소속기관	연구주제	연구기간 (YYYYMM -YYYYMM)
	교육연구단		국외 공동연구자			
	참여대학원생	지도교수				
1				미국 /Carnegie Mellon University	Photo induced RDRP를 이용한 블록 공중합체의 합성 및 분석	20260201 -20260801
2				미국 /Brigham and Women's Hospital, Harvard Medical School	조직 재생을 위한 생체모방 하이드로겔의 개발 및 면역치료법 연구	20250701 -20251207
3				미국/Johns Hopkins Univ.	미생물전해전지 운전을 통한 수소생산 시스템 개발 및 현지 반응기 견학	20250210 -20250226
4				독일/KIT (Karlsruhe Institute of Technology)	생분해성 고분자 블렌드의 유변물성 및 기계적 물성 측정에 대한 연구	20250910 -20251130
5				미국/University of Delaware	Electrification reactor 및 CO2 전환을 통한 메탄 생산 촉매 연구 교육	20240513 -20240528
6				독일/뮌헨 대학교 (Technische Universität München)	탄소중립을 위한 고성능 감수제 개발 (Development of superplasticizers related to carbon neutrality)	20250219 -20260228
7				미국/Air Force Research Laboratory	콜레스테릭 액정탄성체의 합성 및 광학적 특성 분석	20241016 -20241213
8				미국 /Massachusetts General Hospital, Harvard Medical School	광의학적 응용을 위한 Mxene 입자 센서의 개발	20240703 -20241207
9				미국/Texas A&M University	"액정탄성체 기반 자극감응성 팽창 섬유"의 구조 및 기계적 물성 분석	20240323 -20240503

10				미국 /University of Minnesota Twin Cities	폐플라스틱의 비트리머화를 통한 재활용 가능한 소재로의 업사이클링 기술	20250228 -20260227
11				미국 /Massachusetts General Hospital, Harvard Medical School	광의학적 응용을 위한 업컨버전 나노입자 센서의 개발	20240703 -20241207

○ 위의 표와 같이 본 교육연구단의 참여대학원생 국제공동연구 실적내용을 분량상 연구주제별로 간략하게 소개하면 다음과 같다.

표 Ⅱ-22. 참여대학원생 국제공동연구 실적내용

연번	참여대학원생	지도교수	공동연구자/ 해외연구기관,나라	공동연구 내용
1				- 주제 : Photo induced RDRP를 이용한 블록 공중합체의 합성 및 분석 - 정밀 고분자 합성 기술 내재화 및 수계 코팅 소재 개발로의 응용을 통하여 국내외 공동 연구의 기반을 확대할 예정임.
2				- 주제 : 조직 재생을 위한 생체모방 하이드로겔의 개발 및 면역치료법 연구 - 세포외기질 모사 하이드로겔을 설계하고 면역세포 반응을 조절하는 차세대 면역치료 플랫폼을 연구하였음.
3				- 주제 : 미생물전해전지 운전을 통한 수소생산 시스템 개발 및 현지 반응기 견학 - 미생물전해전지(Single MEC) 시스템의 전자 전달 효율 향상 및 운전 최적화를 검증하였음.
4				- 주제 : 생분해성 고분자 블렌드의 유변물성 및 기계적 물성 측정에 대한 연구 - 생분해성 고분자 연구의 해석 정밀도 향상, 설계 전략 고도화, 국제연구 기반 구축하였음.
5				- 주제 : Electrification reactor 및 CO2 전환을 통한 메탄 생산 촉매 연구 교육 - 이산화탄소 기반 메탄생산은 고온에서 촉매가 비활성화되는 한계가 있으나 마이크로웨이브 오븐과 줄히팅 방식을 도입하여 촉매를 국부적,단시간에 가열함으로써 비활성화를 억제하고 이를 통해 우수한 선택성을 가진 촉매를 개발하여 궁극적으로 그린 수소 생산 기술로 활용할 수 있을 것으로 기대됨

6			- 주제 : 탄소중립을 위한 고성능 감수제 개발 (Development of superplasticizers related to carbon neutrality) - 고로슬래그 또는 소성점토를 포함하는 저탄소 시멘트 시스템에서 획기적으로 작동하는 고성능 감수제를 개발하고, 그 작용 원리와 차세대 감수제 설계 방향을 모색함
7			- 주제 : 콜레스테릭 액정탄성체의 합성 및 광학적 특성 분석 - 가변적 나선축 기울기를 제어하는 콜레스테릭 액정탄성체의 합성 및 광학 특성을 규명하였음.
8			- 주제 : 광의학적 응용을 위한 Mxene 입자 센서의 개발 - 2차원 나노소재인 맥신(MXene) 입자의 표면 기능화를 통해 혈액이나 타액 등 체액 속 미량의 질병 인자까지 검출할 수 있는 초고감도 바이오센서 개발 연구 수행
9			- 주제 :"액정탄성체 기반 자극감응성 팽창 섬유”의 구조 및 기계적 물성 분석 ▪ 자극에 따라 팽창하는 액정탄성체 섬유의 구조 및 기계적 물성을 분석하였음. ▪ “액정탄성체 기반 자극감응성 팽창 섬유”의 Programmable embroidery machine 적용 ▪ 편광현미경을 이용한 액정 상 관찰 ▪ 광 배향 공정 기술 습득
10			- 주제 : 폐플라스틱의 비트리머화를 통한 재활용 가능한 소재로의 업사이클링 기술 - 플라스틱 폐기물 처리를 위한 비트리머화 (Vitrimerization) 기반 재활용 소재 기술을 연구 중임
11			- 주제 : 광의학적 응용을 위한 업컨버전 나노입자 센서의 개발 - 특정 질병 인자(바이오마커)와 선택적으로 결합할 수 있는 수용체(항체, 압타머 등)를 업컨버전 나노입자 표면에 안정적으로 고정하는 표면 개질 연구를 수행

6.2 외국인 교수 현황과 역할

(1) 교수

○ 교수는 2000년 University of California, Los Angeles 화학과에서 물리화학 석사와 박사학위를 각각 취득했으며, 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, 나노공정특론 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 화공소재화학 및 화학공정 연구 및 강의에 매진하고 있다.

② **국제 공동연구 교류**:

- U.C. Berkeley 교수): M13 파지 바이러스 기반 기능성 소재 설계 및 희유금속 자원 회수 연구
- PNNL 국립연구소 / Univ. of Washington (교수) : 탄산염 생광물(Biomineral)의 결정 성장 과정 규명 연구
- Stanford University (교수) :초박형 $\alpha\text{-}$석영 나노 결정 및 2차원 자성 나노입자의 나노역학적 물성 규명 연구

③ **최근 연구성과** :

- 친환경 광촉매 개발 (Crystals 저널 게재, 2025.03)기존 이산화티탄의 효율을 극대화한 이산화티탄/산화철@실리카 나노막대 구조의 광촉매를 개발
- 미세유체 기반 탄산염 결정화 메커니즘 규명 (JIEC 저널 게재, 2025.12)미세유체 환경에서 고분자 첨가제가 탄산염의 핵생성 및 상전이에 미치는 영향을 마이크로 라만 분광법 등으로 체계적 조사
- 가스하이드레이트 소화약제 기술 개발 (국내 특허 출원, 2025.06)한국생산기술연구원과 공동으로 얼음 구조 내에 소화 가스를 포획한 신개념 소화약제 및 소화탄을 개발하고, 뭉침(고결) 방지 표면개질 공정을 정립
- 비등방성 자성나노입자 이용 미세플라스틱 제거 (국내 특허 출원 및 논문 투고, 2025.05)2차원 초박형 자성 자철광 나노입자를 합성하여, 자기장 내에서 수중 미세・나노플라스틱을 고효율로 흡착・제거하는 친환경 공정을 개발

(2) 교수

○ 교수는 미국 Case Western Reserve University 화학공학과에서 박사학위를 취득하였으며, Northwestern University에서 3년간 박사후연구원 재직 후 2016년 3월 부산대에 임용되었다. 분자 모델링 기반 소재/분자 설계 및 흡착 분리공정 모델링/실험 연구에 전문성을 가지고 있으며, AI 및 LLM 관련 연구들로 소재 및 화학물 연구 분야를 확장하고 있다.

① **교육활동 및 계획**: 본인의 전공분야를 살려 응용화학공학부 대학원 핵심 교과목인 분자모델링 응용 교과목을 강의하고 있다. 교수의 강의 교과목들과 연구분야는 본 교육연구단에서 4단계부터 운영하는 6개 전공 트랙 중 화공정보 트랙에서 특히 핵심적인 부분을 차지하고 있으며, 향후 인공 지능, 빅데이터 등을 이용한 화공신기술 등 4차산업 기반 화공인재양성을 위한 화공정보 전공트랙의 새로운 교과목 개발에 핵심적인 역할을 담당하고 있다.

② **국제 공동연구 교류 (2024.03 - 2026.02)**

평가 기간 중 전 세계 유수 기관의 연구진과 긴밀한 글로벌 공동연구를 수행하여 우수 학술지 (Matter, CEJ, SPT 등)에 논문을 공동 게재하였다.

- 북미권: Northwestern Univ. (교수), Univ. of Minnesota (교수), Oak Ridge National Lab 박사), Univ. of Toronto (Seyed Mohamad Moosavi 교수), MIT (교수)
- 유럽권: 프랑스 Chimie ParisTech, 스페인 IMDEA, 네덜란드 Delft Univ. of Technology
- 아시아권: 중국 Huazhong Univ. of Science and Technology, Jinan Univ., Beijing Institute of Technology, 대만 National Taiwan Univ.

③ **최근 연구성과 (2024.03 - 2026.02)**

논문 성과 (총 21편): 게재 논문 중 JCR Top 5% 이내 10편, Top 5~10% 3편, Q1 등급 2편으로 전체의 71.4%를 Q1 이상 게재하는 등 우수한 학술역량 입증하였다.

- **주요 저널**: Advanced Materials (IF 29.1), Advanced Energy Materials (IF 25.5), Advanced Functional Materials (2편, IF 19.9), JACS (IF 16.6), Matter (IF 15.7), Journal of Energy Chemistry (IF 15.6), Chemical Engineering Journal (3편, IF 12.5) 등.
- **FWCI >2.0 논문**: 9편 (교신저자: 6편)
- **FWCI >5.0 논문**: 2편 (교신저자: 2편)

④ **연구과제 수주**

한국연구재단 미래수소원천기술개발사업 및 중견연구 (유형 1) 과제 등을 통해 평가기간 동안 총 3.32억 원의 국가 연구비를 수주하여 안정적인 연구 인프라를 구축하였다.

4단계 BK21 사업

Ⅲ. 연구역량 영역

Ⅲ. 연구역량 영역

1. 참여교수 연구역량

1.1 연구비 수주 실적

<표 3-1> 사업 참여 기간 내 참여교수 대표 연구비 수주실적

<table>
<tr><th rowspan="2">연번</th><th rowspan="2">연구 책임자</th><th rowspan="2">연구자 등록번호</th><th rowspan="2">참여기간 (YYYYMMDD-YYYYMMDD)</th><th rowspan="2">공동 연구원 수</th><th colspan="2">연구과제 정보</th><th rowspan="2">총 연구기간 (YYYYMMDD-YYYYMMDD)</th><th colspan="2">연구비 규모 (천원)</th></tr>
<tr><th>사업명 (협약기관)</th><th>연구과제명</th><th>총 연구비</th><th>연평균 연구비</th></tr>
<tr><td rowspan="2">1</td><td></td><td></td><td>20240301-20260228</td><td>0</td><td>에너지국제공동연구사업 (한국에너지기술평가원)</td><td>수소 및 메탄생산을 위한 미생물전기화학적 유기성 폐자원 업사이클링 기술 개발 한-영 국제공동연구</td><td>20241101-20271031</td><td>482,000</td><td>120,500</td></tr>
<tr><td colspan="9">□ 연구비 수주실적의 우수성 : 국제적인 탄소 감축압력과 탄소재활용 신산업 창출을 위해 유기성 폐자원으로부터 미생물전기화학적 바이오수소 생산기술 개발을 목표로 한국과 영국의 기업-대학 콘소시움이 협력해 양국 산업의 지속가능성을 높이는 혁신적 기술개발에 우수성이 있음.
□ 주요 연구내용 : 연구책임자의 선행연구를 통해 확보된 기반기술을 바탕으로 유기성폐자원으로부터 수소와 메탄을 생산하기 위한 MEC-EMR 통합공정 개발을 목표로 하고 있음. 일반적인 바이오가스의 활용법인 개질에 의한 수소 생산공정과 정제에 의한 고질화보다 효과적으로 고순도 수소와 메탄을 생산할 수 있는 MEC-EMR 통합공정의 요소기술 개발과 실증플랜트 운영 노하우 확보를 목표로 하고 있음
□ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 및 기여성 : 신재생에너지와 기후변화대응 분야 융・복합연구를 목표로 하며, 석박사 고급인력 양성과 배출 및 연구원의 질적 능력을 고도화하고 국내산업의 환경적 지속가능성을 높이는 혁신적 기술을 창출하는 연구단의 비전과 목표에 부합함.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">2</td><td></td><td></td><td>20240301-20260228</td><td>0</td><td>중견연구자지원사업 (유형1-2) 중견연구 (한국연구재단)</td><td>CO2 고부가화 Power to Product 생물전기화학 반응 시스템</td><td>20210301-20250228</td><td>778,131</td><td>194,532</td></tr>
<tr><td colspan="9">□ 연구비 수주실적의 우수성 : 탄소중립 및 탄소자원화 실현을 위해 CO2를 고부가가치 물질로 전환하는 Power to Product 생물전기화학반응 시스템을 개발하는 연구로, 전기화학과 미생물 공정을 융합한 혁신성과 산업적 활용성이 우수함.
□ 주요 연구내용 : 생물전기화학반응 기반 CO2 전환 기술을 활용하여 유기산, 단백질 등 고부가가치 바이오제품 생산 공정을 개발하고, 전극 소재 및 반응기 고도화, 미생물 활성 제어, 시스템 규모확장을 통해 탄소저감형 바이오공정의 실용화와 기술이전을 목표로 함.
□ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 및 기여성 : 탄소중립과 바이오에너지 분야의 융복합</td></tr>
</table>

	연구를 수행하며, 생물전기화학 기반 차세대 탄소자원화 기술을 확보하고, 석・박사급 전문 인력 양성과 산업계 활용이 가능한 원천기술 창출을 통해 교육연구단의 비전과 목표 달성에 기여함.								
3			20240301-20260228	0	우수신진연구자지원사업(한국연구재단)	폐고분자 업사이클링을 통한 탄소 네거티브형 초고방열소재 개발	20240401-20290331	1,180,685	236,137
	□ **연구비 수주실적의 우수성** : 높은 필러 함량으로 인한 가공성 저하와 재활용성 부족 등 기존 방열소재의 본질적 한계를 극복하였음. 폐고분자를 고부가가치 방열소재로 업사이클링하는 독창적 전략을 통해 자원순환성과 고방열 특성을 동시에 실현하였음. 탄소 배출 저감과 고성능을 양립하는 탄소 네거티브형 소재 플랫폼을 제시하여 확실한 기술적 차별성을 확보하였음. □ **주요 연구내용** : 폐고분자 재활용 기술을 기반으로 초고방열 복합소재 설계 및 제조기술을 개발하였음. 폐고분자 물성을 분석하고 효율적인 열전도 네트워크를 설계하였으며, 필러 분산 및 계면 제어 기술을 통해 복합소재 제조공정을 최적화하였음. 고방열・고신뢰성 확보를 위한 소재 전략을 정립하고 자원순환과 탄소중립의 산업적 활용 가능성을 체계적으로 도출하였음. □ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 및 기여성** : 친환경 소재기술, 자원순환 및 탄소중립 실현을 위한 융・복합 연구를 전개하여 연구단의 질적 수준을 한층 고도화하였음. 환경 오염을 줄이는 동시에 지속가능한 미래 산업 유치와 지역사회 환경 문제 해결에 기여할 수 있는 혁신 원천기술을 창출함으로써 교육연구단의 미래 비전과 목표에 적극 부응하였음.								
4			20240301-20260228	0	나노·소재기술개발사업(한국연구재단)	On-Command 통전 박리형 동적결합고분자 기반 고방열 접착소재 및 전기차 배터리 부품 재사용 공정 기술 개발	20250701-20271231	2,500,000	833,333
	□ **연구비 수주실적의 우수성** : 기존 전기차 배터리용 접착소재는 높은 접착력에도 불구하고 사용 후 분해 및 재사용이 어려운 한계가 있었음. 본 과제는 동적결합고분자를 기반으로 평상시에는 우수한 접착력과 방열 성능을 유지하면서, 필요 시 전기 자극(On-Command)으로 선택적 박리가 가능한 고방열 접착소재를 개발하는 혁신적 기술에 우수성이 있음. □ **주요 연구내용** : 동적결합고분자 기반 고방열 접착소재를 설계하고, 방열 필러 네트워크 구축, 접착・박리 특성 제어, 전기 자극 기반 박리 메커니즘 규명 및 배터리 부품 재사용 공정을 개발하는 과제임. 전기차 배터리의 유지보수성과 재활용성을 동시에 향상시키는 소재 및 공정 기술을 제시하였음. □ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 및 기여성** : 친환경 모빌리티, 자원순환 및 탄소중립 실현을 위한 융・복합 연구로서, 지속가능한 배터리 산업 생태계 구축과 미래 소재 기술 혁신에 기여하는 교육연구단의 비전과 목표에 부합함.								
5			20240901-20260228	1	소재부품기술개발-소재부품 패키지형 (산업기술기획	고분자 열가소성 소재 응용 미래자동차용	20211001-20251231	700,000	140,000

					평가원)	나노섬유 분리막 제조기술 개발			
	□ **연구비 수주실적의 우수성** : 본 과제는 미래자동차용 이차전지 분리막 제조를 위한 열가소성 고분자 기반 Solvent-free 용융전기방사 기술 개발 연구로, 기존 용액 전기방사의 용매 사용 한계를 극복하고 PP·PE 등 고물성 고분자를 활용한 친환경 나노섬유 제조기술 확보에 의의가 있음. □ **주요 연구내용** : 용융전기방사 공정 시스템을 세팅·구축하고, 노즐·전기장·온도·권취부 등 핵심 공정 요소를 제어하여 안정적인 용융 제트 형성 및 나노섬유 제조 조건을 확립하였음. 또한 공정 변수에 따른 제트 거동과 섬유 형성 특성을 분석하고, 제조된 나노섬유 부직포의 구조 및 기계적 물성을 평가하였음. □ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 및 기여성** : 본 연구는 친환경 고분자 소재, 나노섬유 제조, 이차전지 분리막 기술을 융합한 연구로, 차세대 고기능성 소재·부품 원천기술 확보 및 산학협력형 전문인력 양성이라는 교육연구단 목표에 부합함.								
6			20240301-20260228	0	중견연구자지원사업 (유형1-2) 중견연구 (한국연구재단)	유-무기광-전류변환소자의 실시간시분해 구조모니터링 장치개발및결함물리연구	20210301-20260228	724,641	144,928
	□ **연구비 수주실적의 우수성** : 과학기술정보통신부 개인기초연구사업(중견연구)으로 5년 총 724,641천원을 수주하여 장기·독립 연구기반을 확보함. □ **주요 연구내용** : 실시간 시분해 X-선 구조 모니터링 장치를 개발하고, 스핀코팅·열처리·환경제어 조건에서 유-무기 페로브스카이트 박막의 중간상 형성, 결정화, 결함 및 계면 거동을 분석하여 고효율·고안정성 광-전류 변환소자 설계 지침을 도출함. □ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 및 기여성** : 방사광 기반 첨단 분석, 에너지소재·소자 융합연구, 대학원생 실험·데이터 해석 역량 강화를 통해 차세대 에너지소재 전문인력 양성 및 연구단의 융복합 연구역량 고도화에 기여함.								
7			20240301-20260228	1	학술연구용역(한국전력공사 전력연구원)	BIPV용반투명 페로브스카이트태양전지모듈시험편분석	20220614-20251013	504,570	151,205
	□ **연구비 수주실적의 우수성** : 한국전력공사 전력연구원 산업체 연구용역으로 총 504,570천원을 수주하여 상용급 BIPV 페로브스카이트 태양전지 모듈 분석 기반을 확보함. □ **주요 연구내용** : 반투명 페로브스카이트 태양전지 시험편의 광활성층, 전하수송층, 전극 및 P1/P2/P3 모듈 계면을 대상으로 열·수분·산소·광 노출에 따른 구조 변화와 광전기적 특성을 GIWAXS, XPS/UPS, ToF-SIMS, TR-PL, AFM/SEM 등으로 분석하고 수명 저하 메커니즘을 규명함. □ **교육연구단 비전·목표와의 부합성 및 기여 실적** : 산업 수요 기반의 차세대 에너지소자 안정성 평가와 산학협력 연구 경험을 축적하여 지역·산업 연계형 융합연구 및 실무형 연구인력 양성에 기여함.								
8			20240301-20260228	2	기초연구실지원사업 (한국연구재단)	전기활성 4D 모핑 변색기술 연구실	20230601-20260228	1,375,000	458,333

	□ **연구비 수주실적의 우수성** : 외부 전기 자극으로 형상이 변하는 '4D 모핑'과 '변색' 기술을 단일 플랫폼에 통합한 원천기술을 개발하였음. 신축성, 자가복원력, 내구성을 갖춘 고분자 소재 및 전해질 시스템으로 기존 변색 소자의 한계를 극복하였음. □ **주요 연구내용** : 가시광선 및 근적외선 영역에서 가역 변색이 가능한 고분자 소재를 합성해 장기 안정성을 확보하였음. 기계적・전기화학적 물성을 동시에 만족하는 신축성 자가복원 전해질과 다공성 나노구조 전극 표면 처리 기술을 확립하였음. 이를 바탕으로 유연 섬유직물 기판 위에 활성층과 고상 전해질을 적층하는 공정을 최적화하여 고성능 초유연 변색 소자 시스템을 구현하였음. □ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 및 기여성** : 미래 친환경 모빌리티 및 스마트 기기 시장을 선도할 핵심 기술을 확보하였음. 아울러 참여 연구원들이 차세대 고부가가치 산업인 섬유-IT 융합 분야의 핵심 인재로 성장하도록 유도하여 교육연구단의 목표에 기여하였음.							
9			20240301-20260228	0	개인기초연구사업 (한국연구재단)	푸아송 분포를 갖는 블록 공중합체를 이용한 다차원 정보저장	20240501 -20290430	1,180,685	236,137
	□ **연구비 수주실적의 우수성** : 정보 손실 없는 Multi-block copolymer 합성을 위해 living chain 말단을 선택적 변성 후 dead chain과 분리하는 기술을 개발하였음. 분자량분포도 1.002의 초고순도를 입증하였으며, DNA 대비 저장 정보량이 많고 자동화가 가능해 분자 식별코드 및 위조 방지 기술로서 차별성을 가짐. □ **주요 연구내용** : 높은 chain end-functionality를 갖는 RDRP법을 채택하여 living chain만을 분리하였음. ATRP로 합성된 고분자의 halogen 말단에 azide group을 도입한 뒤, click 반응을 통해 극성 말단 기능기를 부여하였음. 이를 극성칼럼과의 상호작용을 활용한 HPLC 정제 기술과 연계하여 living chain을 선택적으로 분리・정제하는 원리를 확립하였음. □ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 및 기여성** : Liquid chromatography를 이용한 최초의 고분자 정제 접근법으로 다차원 정보저장 연구의 새 관점을 제시하였음. 신뢰성 있는 고순도 소재의 대량 생산 기반을 마련하여, 지속가능한 미래 산업과 혁신 기술 창출이라는 연구단의 비전과 목표에 적극 부응하였음.							
10			20240301-20260228	0	나노소재기술개발 (한국연구재단)	초경량·고강도 동시구현 탄소나노튜브 연속 섬유 기반 복합소재 원천기술개발	20240401-20281231	738,000	147,600
	□ **연구비 수주실적의 우수성** :개별 탄소나노튜브(CNT)를 거시적 규모의 '연속 섬유' 형태로 배열・방사하고, 내부 기공을 최소화하는 고밀도화 및 고배향화 공정을 통해 초경량 특성과 초고강도 성능을 동시에 극대화한 미래형 구조용 복합소재 원천기술 개발로서, 본 과제는 CNT 연속섬유의 높은 조밀도로 인한 수지 함침 한계를 전기분해, Joule heating, VA-RTM 융합 공정으로 해결하고자 하며, 초경량・고강도 우주・항공 복합소재 구현을 위한 차별화된 성형기술을 제시함. □ **주요 연구내용** : 고성능・친환경 미래 모빌리티 및 차세대 에너지 시스템의 경량화를 선도하기 위한 핵심소재인 CNT 섬유를 음극재로 사용해 전기분해로 bundle 팽창 및 free volume을 유도하고, Joule heating으로 수지 온도와 점도를 제어함. 용매・염 농도, 전류・전압, 분해시							

<table>
<tr><td></td><td colspan="8">간, 공정온도를 최적화하고 기존 VA-RTM 대비 함침성, void content, 섬유 배향도 및 인장물성을 평가함.
□ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 및 기여성 : 항공우주・미래모빌리티용 경량・고강도 구조소재 개발 목표에 부합하며, 소재・전기화학・성형공정 융합을 통해 CNT 연속섬유 복합소재의 실용화와 연구역량 강화에 기여함.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">11</td><td></td><td></td><td>20240301-
20260228</td><td>0</td><td>나노소재기술
개발 사업
(한국연구재단)</td><td>절연/방열,
고강도/가공성
이중상반
특성을 지닌
유무기 복합
고집적
패키징 기판
소재 개발</td><td>20240401-
20281231</td><td>950,000</td><td>190,000</td></tr>
<tr><td colspan="8">□ 연구비 수주실적의 우수성 : 절연・방열성 및 고강도・가공성이 상충하는 기존 패키징 기판 소재의 본질적 한계를 극복하였음. 유기 매트릭스의 가공성・인성과 무기 필러의 절연・방열・고강도 특성을 정밀하게 융합하는 유무기 복합화 전략을 통해, 상호 배타적인 물성을 동시에 구현하는 혁신적 원천기술을 확보하였음.
□ 주요 연구내용 : 고집적 패키징 기판을 위한 소재 설계 및 제조기술을 개발하였음. 무기상의 선정과 함량・형상・배향 제어를 통해 절연성과 열전도성을 동시에 확보하고, 계면 결합 및 분산 제어로 기계적 강도와 미세가공성을 양립시켰음. 이를 통해 고집적・고전력 반도체 패키징의 산업적 활용 가능성을 체계적으로 도출하며 핵심 성과를 달성하였음.
□ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 및 기여성 : 기판의 방열 성능 향상을 통해 반도체 소자의 전력 효율 개선과 에너지 저감에 기여하였음. 차세대 반도체 산업의 핵심 기반 기술로서 지역 산업 경쟁력을 강화하고 혁신 기술을 창출함으로써, 지속가능한 미래 산업과 질적 연구 향상을 지향하는 교육연구단의 비전과 목표에 적극 부응하였음.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">12</td><td></td><td></td><td>20240301-
20260228</td><td>0</td><td>신진중견연계
(한국연구재단)</td><td>동적가교
액정
탄성체를
활용한 극한
댐핑 소재
개발</td><td>20230301-
20270228</td><td>773,972</td><td>193,493</td></tr>
<tr><td colspan="8">□ 연구비 수주실적의 우수성 : 재가공이 어렵고 특정 조건에서만 작동하던 기존 댐핑소재의 한계를 극복하였음. 동적가교 네트워크와 액정탄성체의 연질탄성기반 메커니즘을 결합하여, 극한 환경에서도 안정적인 광대역・고댐핑 특성과 자가치유・재가공성을 동시에 구현하였음. 영구가교 소재의 난제를 해결하고 가역적 교환 기반의 지속 가능형 댐핑소재 플랫폼을 제시하여 차별성을 확보하였음.
□ 주요 연구내용 : 동적 공유결합 화학을 기반으로 극한 댐핑 특성의 LCE 복합소재 설계 및 제조기술을 개발하였음. 메조겐 분자 설계와 배향을 제어하고 에너지 소산 메커니즘을 규명하였으며, 동역학적 기계분석(DMA)을 통해 손실계수 및 광대역 댐핑 특성을 평가하였음. 또한 극한 환경 신뢰성과 자가치유성을 검증하여 산업적 활용 가능성을 체계적으로 도출하였음.
□ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 및 기여성 : 재활용 가능 댐핑소재를 통해 폐기물 저감과 자원순환에 기여하였음. 모빌리티, 항공우주, 인프라 등 극한 환경 대응 고기능 기술을 선점함으로써 지역사회 안전 문제를 해결하고, 지속가능한 미래 산업 유치와 연구 질적 향상을 지향하는 교육연구단의 비전과 목표에 적극 부응하였음.</td></tr>
<tr><td>13</td><td></td><td></td><td>20240301-
20260228</td><td>0</td><td>우수신진연구
(한국연구재단)</td><td>머신러닝
기반 공정
모듈화를</td><td>20240401-
20290331</td><td>1,180,685</td><td>236,137</td></tr>
</table>

						통한 그린수소 가치사슬의 탄소 네거티브 시스템 설계 및 최적화 방법론 개발			
	□ **연구비 수주실적의 우수성** : 공정시스템공학 기술을 적용하여 에너지·비용·탄소 관점의 설계 및 머신러닝 기반 최적화를 통해 "그린수소 캐리어 별 최적 공정 모델 개발 및 순환 시스템 설계"와 "머신러닝 기반 그린수소 공정-가치사슬 멀티스케일 최적화 방법론 개발"에 대한 연구 결과를 도출하는 혁신적 기술에 우수성이 있음. □ **주요 연구내용** : 신재생에너지가 풍부한 해외에서 그린수소를 생산하고, 액화수소, 암모니아, 메탄올의 형태로 수입하며, 수송을 마치고 돌아가는 배를 활용해 액화 질소, 액화 이산화탄소를 수송하여 열·물질을 순환하는 가치사슬을 제안함. 이를 위하여 그린수소를 액화수소, 암모니아, 메탄올의 형태로 운송하고, 액화 질소 및 액화 이산화탄소를 열 및 물질 순환 매체로 활용하는 새로운 가치사슬을 개발하고, 이를 실현하기 위한 세부 공정별 설계 모델, 머신러닝 기반 공정 모듈화, 공정-가치사슬 멀티스케일 최적화 기술개발을 세부목표로 함. □ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 및 기여성** : 연구의 질적 능력을 고도화하고 지역사회 문제 해결에 기여할 수 있는 혁신적 기술을 창출하는 연구단 비전과 목표에 부합함.								
14			20240301-20260228	1	글로컬R&D지원사업 (교육부)	이온 컴퓨팅 구현을 위한 프로그래머블 나노 멤브레인 기술	20250901-20280831	540,000	135,000
	□ **연구비 수주실적의 우수성** : 이진 논리 기반의 경직된 기존 전자 컴퓨팅과 달리, 이온을 신호 전달체로 사용하는 새로운 차원의 이온 컴퓨팅 방법을 제시하였음. 프로그래머블 나노 멤브레인 기술을 통해 더욱 복잡한 다중 논리 연산을 구현할 수 있으며, 기존 디지털 연산 체계를 뛰어넘는 혁신성과 독창적인 우수성을 확보하였음. □ **주요 연구내용** : 이온 선택성이 우수하고 전도도를 멀티레벨로 제어할 수 있는 PFEN 멤브레인을 개발하였음. 1D 단일 채널 기반의 타당성 검증을 거쳐 3D 멀티 채널 기반 구조로 체계화하였으며, 나노 유체 멤리스터 기반 인공 시냅스 소자를 성공적으로 구현하였음. 이를 통해 기존 뉴로모픽 반도체의 한계를 극복할 혁신적 대안 기술을 개척하였음. □ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 및 기여성** : 융·복합 연구를 바탕으로 연구의 질적 능력을 고도화하였음. 차세대 반도체, 로보틱스, 바이오전자 등 국가적·사회적 핵심 기술 분야의 난제를 해결할 수 있는 혁신 원천기술을 창출함으로써, 지속 가능한 미래 산업 발전과 교육연구단의 비전 및 목표에 적극 부응하였음.								
15			20240301-20260228	3	난접근성 특수화재 진화를 위한 고기능성 소화탄 및 무인 능동진압 기술개발 (한국생산기술연구원)	난접근성 화재 대응을 위한 가스하이드레이트 소화탄 및 화재 진압 기술개발	20230601-20271231	1,840,000	368,000
	□ **연구비 수주실적의 우수성** : 기존 소화약제와 달리 본 과제는 5.5A 규모의 얼음 결정구조 내에 소화가스를 물리적으로 대량 포획시켜 화재진압 효과가 탁월한 가스하이드레이트 소화약								

	제 및 소화탄을 개발하여 난접근 화재의 능동적이고 효율적인 진화지원 기술을 확보한 데에 우수성이 있음. □ **주요 연구내용** : 하이드레이트 분말화, 가스 발생용 팽창제 메커니즘 규명, AI 기반 화재확산 감지 기술과 원격 투하/투척을 활용한 화재 대응 플랫폼 기반 기술을 제시하여 화재진압 효과가 탁월한 소화약제를 개발하는 과제임. 하이드레이트 분말화 공정, 성능시험, 메커니즘 분석 및 산업화를 주도적으로 실시하여 업적물 완성에 핵심적 역할을 수행함. □ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 및 기여성** : 소재 분야의 융・복합 연구를 통해 연구역량을 한층 강화하였음. 신개념 소화약제를 제시하여 원천기술 선점을 통해 국가 경쟁력을 제고하고, 인명 피해, 2차 피해를 최소화하는 국가 재난 안전망을 구축하여 사회적 문제 해결에 기여함으로써 교육연구단의 비전과 목표에 적극 부응하였음.								
16			20240301-20260228	1	중견연구 (유형 1) (한국연구재단)	제논 선택적 MOF 소재 설계/스크리닝을 위한 물리 지식 기반 머신러닝 퍼텐셜 개발 및 소재/공정 조합 연구	20240901-20290831	1,180,685	236,137
	□ **연구비 수주실적의 우수성** : 이상적 고정 모델에 의존하여 실험치와의 정합성이 떨어지던 기존 전산 스크리닝의 한계를 극복하였음. 물리 지식 기반 퍼텐셜(MLP) 및 편극성 분자 힘장(pFF)을 활용하여 실험 오차를 5% 이내로 단축한 혁신적 스크리닝 기술을 확보함으로써 연구의 독창성과 우수성을 입증하였음. □ **주요 연구내용** : 다성분 혼합 기체 조건에 적합한 고정밀 흡착 예측 시스템과 온도스윙흡착(TSA) 공정 모델을 개발하여 반도체용 고순도 제논(Xe) 생산 효율을 크게 향상시켰음. 머신러닝 퍼텐셜과 NVT+W 방법론으로 구조 유연성 및 계면 상호작용을 개선하였으며, 편극성 힘장 개발, 공정 최적화, 펠렛화 방안을 주도하여 비활성 가스 분리정제 기술의 차별성을 체계적으로 도출하였음. □ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 및 기여성** : 인공지능, 전산 시뮬레이션, 소재합성공학 간의 융・복합 연구를 통해 연구의 질적 능력을 고도화하였음. 전량 해외에 의존하던 반도체 핵심 소재의 국산화 및 자립화를 달성하여 국가 안보와 사회적 문제 해결에 기여함으로써 교육연구단의 비전과 목표에 적극 부응하였음.								
17			20240301-20260228	0	우주항공.방산용 실란트 소재 초격차 기술개발.실증사업 (한국산업기술진흥원)	항공기 동체 보수용 저밀도·고부착·다기능 실란트 제품 개발	20240401-20281231	945,000	189,000
	□ **연구비 수주실적의 우수성** : 높은 밀도와 긴 경화 시간, 극한 환경에서의 내구성 한계 등 기존 항공기용 실란트의 문제를 극복하였음. 기능성 polythioether 화합물의 분자 설계와 최적의 경화 메커니즘을 통해 저밀도・고부착・다기능 특성을 동시에 구현하였음. 특히 알루미늄과 섬유복합재 등 이종소재 간 응력을 완화하고 열충격・극저온 환경에서도 우수한 기밀성을 확보하는 차별성을 제시하였음. □ **주요 연구내용** : 우주항공 및 방산 분야에 적용 가능한 고성능 실란트 소재 설계와 제조기술을 개발하였음. 기능성 polythioether 화합물의 분자 구조를 설계・합성하고, 단량체 선정 및								

<table>
<tr><td></td><td colspan="8">분자량 제어를 통해 최적의 중합체를 개발하였음. 이종소재 간 접착력과 내열·내화학 특성을 대폭 향상시켰으며, 대량 생산을 위한 파일럿 스케일(pilot scale) 제조공정까지 성공적으로 구축하였음.

□ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 및 기여성 : 첨단 우주항공·방산 소재 분야의 융·복합 연구를 통해 연구 역량을 한층 강화하였음. 전량 수입에 의존하던 미래 모빌리티 및 국가 전략산업 핵심 소재의 국산화를 달성하였으며, 이를 통해 지역 산업 경쟁력을 강화하고 핵심 혁신 기술을 창출함으로써 교육연구단의 비전과 목표에 적극 부응하였음.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">18</td><td></td><td></td><td>20240301-20260228</td><td>0</td><td>산업기술혁신사업-소재부품기술개발-전략핵심소재자립화기술개발(한국산업기술평가관리원)</td><td>CDM(Controlled Delamination Materials)형 접착소재 및 해체 공정기술 개발</td><td>20200101-20241231</td><td>3,719,000</td><td>782,947</td></tr>
<tr><td colspan="8">□ 연구비 수주실적의 우수성 : 기존 이종소재 접합 구조는 높은 접착 성능을 확보할 수 있으나 해체 및 재활용이 어려운 한계가 있었음. 본 과제는 CDM(Controlled Delamination Materials)형 접착소재와 디본딩 공정기술을 개발하여 높은 접착성과 선택적 해체 기능을 동시에 구현함으로써, 사용 후 부품의 재활용률 향상과 자원순환 기반 구축에 기여할 수 있는 친환경 접합 기술을 제시한 점에서 우수성이 있음.

□ 주요 연구내용 : CDM형 접착소재 및 디본딩 공정을 개발하는 과제임. Flexible 에폭시 접착제와 구조용 우레탄 접착제를 개발하고, 상온 전단접착강도 17 MPa 이상과 높은 연신율을 확보할 수 있도록 소재를 설계함. 또한 유연한 아민계 경화제 도입, 접착 성능 평가 및 배합 공정 최적화를 통해 이종소재용 고신율 접착소재 기술을 확보함.

□ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 및 기여성 : 친환경 소재 및 자원순환 기술 기반의 융·복합 연구를 통해 지속가능한 미래 모빌리티 산업과 탄소중립 실현에 기여할 수 있는 혁신 기술 개발이라는 교육연구단의 비전과 목표에 부합함.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">19</td><td></td><td></td><td>20240301-20260228</td><td>1</td><td>소재부품기술개발-소재부품패키지형(한국산업기술기획평가원)</td><td>미래수송 내외장 부품/모듈용 전분(당)부산물 기반 100% 바이오아디프산 생산기술 개발</td><td>20240701-20281231</td><td>1,400,000</td><td>280,000</td></tr>
<tr><td colspan="8">□ 연구비 수주실적의 우수성 : 화석자원 의존도가 높고 온실가스를 다량 배출하던 기존 석유계 아디프산 생산 공정의 한계를 극복하였음. 전분 부산물 기반의 비식용 바이오매스를 활용하여 100% 바이오 기반 아디프산 생산기술을 개발함으로써 탄소중립과 자원순환을 실현하였음. 석유화학 공정을 대체할 수 있는 지속가능한 친환경 플랫폼을 구축했다는 점에서 독창적인 차별성을 확보하였음.

□ 주요 연구내용 : 글루카릭산 유도체를 활용한 바이오 아디프산 생산 촉매 및 반응 공정을 개발하였음. 바이오 원료 전처리, 에스터화 반응, 촉매 기반 탈산소화(DODH) 및 수소화 반응 조건을 최적화하였음. 이를 통해 고수율·고선택도의 생산 공정을 구축하고 촉매 설계 및 재사용성을 평가하였으며, 파일럿 스케일 적용 가능성을 검토하여 산업화 기반 기술을 성공적으로 확보하였음.

□ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 및 기여성 : 친환경 화학소재 생산을 위한 융·복합 연구를 통해 교육연구단의 친환경 소재 및 자원순환 분야 연구 역량을 강화하였음. 화석자원 의</td></tr>
</table>

	존도를 낮추고 지역 기반 바이오산업 활성화에 기여할 수 있는 핵심 원천기술을 창출함으로써 교육연구단의 미래 지향적 비전과 목표에 적극 부응하였음.								
20			20240301-20260228	0	소재부품기술 개발-소재부품 패키지형 (한국산업기술 기획평가원)	미래수송 내외장 부품/모듈용 전분(당)부산물 기반 바이오 폴리아미드66 소재 부품 생산 기술 개발	20240701-20281231	1,200,000	240,000
	□ **연구비 수주실적의 우수성** : 전량 석유계 원료에 의존하여 탄소 배출 문제가 있던 기존 폴리아미드66(PA66)의 한계를 극복하였음. 전분 부산물 유래 바이오아디프산을 활용해 100% 바이오 기반 PA66 소재 및 부품 생산기술을 개발함으로써 탄소중립과 고성능 물성을 동시에 달성하였음. 미래수송용 내·외장 부품에 적용 가능한 고부가가치 친환경 모빌리티 소재 플랫폼을 제시하여 확실한 차별성을 확보하였음. □ **주요 연구내용** : 바이오아디프산과 헥사메틸렌디아민을 이용한 바이오 PA66 합성 및 중합공정 최적화 연구를 수행하였음. 중합 조건 제어와 분자량 향상을 통해 열적·기계적 특성을 극대화하였으며 구조 분석을 완료하였음. 나아가 대량 생산을 위한 스케일업 공정 설계 및 파일럿 생산기술을 검토하여 산업적 활용 가능성을 입증하고 친환경 엔지니어링 플라스틱의 상용화 기반을 구축하였음. □ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 및 기여성** : 바이오 기반 엔지니어링 플라스틱 개발을 위한 융·복합 연구를 통해 교육연구단의 친환경 고분자 소재 개발 비전에 부합하였음. 미래 모빌리티 산업 경쟁력을 강화하고 지역 산업과 연계한 기술 확산에 기여할 수 있는 고부가가치 원천기술을 확보함으로써 교육연구단의 목표 달성에 적극 기여하였음.								
21			20240301-20260228	0	가상공학플랫폼구축사업 (한국산업기술 진흥원)	미래 모빌리티 및 탄소중립 구현을 위한 화학소재 개발 가속화 가상시험 및 소재 데이터 디지털 플랫폼 구축	20220701-20261231	560,000	112,000
	□ **연구비 수주실적의 우수성** : 실험 중심 소재 개발 방식에서 벗어나 데이터 기반 예측 기술을 활용한 차세대 연구 패러다임을 제시하였음. 고기능 고분자의 선형·비선형 유변물성 측정 데이터와 멀티스케일 모델링을 연계하여 구조-물성 상관관계를 규명하였음. 소재 개발의 시간과 비용을 획기적으로 절감할 수 있는 디지털 기반 가상시험 플랫폼 기술을 구축했다는 점에서 우수성과 차별성이 있음. □ **주요 연구내용** : SAOS, Steady Shear, 신장유동 및 LAOS 실험을 통해 선형·비선형 유변물성(점도, 탄성·점성 모듈러스 등)을 체계적으로 분석하였음. 확보된 유변물성 데이터를 기반으로 곡선을 해석하고 물성 파라미터를 추출하여 신뢰성 높은 예측 모델을 개발하였음. 최종적으로 고분자 구조를 반영한 가상시험 플랫폼을 구축하여 다양한 소재의 물성과 거동을 효과적으로 예측하는 기반 기술을 확보하였음. □ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 및 기여성** : 실험, 모델링, 시뮬레이션을 통합한 멀티								

	스케일 융합 연구로서 교육연구단의 비전에 부합하였음. 소재・공정・제품을 아우르는 융합적 역량과 연결 능력을 강화하였음. 아울러 고기능 고분자 가상시험 기술을 선점함으로써 첨단 화학소재 산업의 디지털 전환과 경쟁력 향상에 기여하였음.							
22		20240301-20260228	0	지역대학우수과학자지원사업 (한국연구재단)	고체고분자전해질의 유변물성과 제조공정 연구	20210601-20260531	500,000	83,333
	□ **연구비 수주실적의 우수성** : 소재 개발에만 치우쳤던 기존 고체고분자전해질 연구의 한계를 극복하였음. 슬러리의 유변물성부터 코팅・건조 공정까지 전주기 제조공정을 체계적으로 규명하여 높은 학술적 우수성을 확보하였음. 특히 친환경 수계 공정을 기반으로 실제 가동 중인 산업 공정에 즉각 적용 가능한 제조 기술을 완성했다는 점에서 소재 중심의 기존 연구와 차별성이 큼. □ **주요 연구내용** : SPE 슬러리의 내부구조 분석을 위한 유변물성 측정법과 주요 평가 지표를 수립하고, 다양한 유변학적 기법을 시스템에 적용하였음. 공정 중 건조 시간 단축을 위해 수계 용매에 에탄올 또는 아세톤을 혼합한 조건의 건조 거동을 분석하였음. 또한 CNC 포함 SPE 시스템에서 에탄올 첨가가 유변・기계적 물성과 전기화학 특성에 미치는 영향을 종합 규명하였음. □ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 및 기여성** : 소재와 혼련・코팅・건조 공정을 연계하는 융합적 접근을 통해 배터리 성능 향상 메커니즘을 규명하였음. 친환경 배터리 제조공정 기술 개발과 산업 적용 가능성을 확보하여 지역 및 국가 산업 발전에 기여하였으며, 파급력 있는 연구 성과 창출로 교육연구단의 비전과 글로벌 경쟁력 강화 목표에 적극 부응하였음.							

총 환산 참여교수 수	의·치·한의학, 간호, 보건, 체육, 기타 분야	-	제출 요구량	의·치·한의학, 간호, 보건, 체육, 기타 분야	-
	그 외 분야	22		그 외 분야	6~22

1.2 연구업적물

① 참여교수 대표연구업적물의 우수성

<표 3-2> 사업 참여 기간 내 참여교수 대표연구업적물 실적

<table>
<tr><th rowspan="2">연번</th><th>참여교수명</th><th>참여기간 (YYYYMMDD-YYYYMMDD)</th><th>연구자 등록번호</th><th>세부전공 분야</th><th>이공계열 /인문사회계열</th><th>실적 구분</th><th>대표연구업적물 상세내용</th></tr>
<tr><th colspan="7">대표연구업적물의 우수성</th></tr>
<tr><td rowspan="8">1</td><td rowspan="7"></td><td rowspan="7">20240301 - 20260228</td><td rowspan="7"></td><td rowspan="7">화학공학</td><td rowspan="7">이공계열</td><td rowspan="7">저널논문</td><td>② High Hydrogen Storage in Trigonal Prismatic Monomer-Based Highly Porous Aromatic Frameworks</td></tr>
<tr><td>③ Advanced Materials</td></tr>
<tr><td>④ 36(26) 2401739</td></tr>
<tr><td>⑤ 0</td></tr>
<tr><td>⑥ 2024.06</td></tr>
<tr><td>⑦ doi.org/10.1002/adma.202401739</td></tr>
<tr><td colspan="7"></td></tr>
<tr><td colspan="7">
<table>
<tr><td>키워드(한글)</td><td>수소 저장</td><td>다공성 방향족 골격체 / PAF</td><td>흡착제</td><td>다공성</td><td>물리 흡착</td></tr>
<tr><td>키워드(영문)</td><td>Hydrogen storage</td><td>Porous aromatic frameworks</td><td>Adsorbent</td><td>Porosity</td><td>Physisorption</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td colspan="7">
□ IF 29.1, JCR분야 상위 1.8% (2025기준), Q1, Web of Science 인용횟수 37, FWCI: 3.79
□ 실적의 창의성・혁신성 : 탄소중립 사회의 핵심인 수소 저장 효율을 극대화하기 위해, 삼각기둥형 모노머 기반의 야마모토 C-C 커플링 반응을 통해 물리적・화학적 안정성이 극대화된 새로운 고다공성 방향족 구조체(C-PAF, Si-PAF)를 합성함. Si-PAF는 압력-온도 변동 흡착(PTSA) 조건에서 세계 최고 수준인 17.01 wt%의 중량당 수소 전달량과 46.5 g/L의 부피당 전달 용량을 기록하며 기존 벤치마크 소재들을 압도하는 혁신적 성과를 제시함. 강산, 강염기, 수증기 및 3 $ton~cm^{-2}$의 극심한 기계적 압력 하에서도 구조적 무결성을 유지하고, 100회 이상의 반복 사이클 동안 수소 저장 용량을 완전히 보존하는 전례 없는 내구성을 입증함.
□ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 미래 탄소중립 사회의 핵심 기술인 친환경 수소 저장 난제를 해결하기 위해 정밀 유기 합성 기술과 첨단 분자 시뮬레이션(GCMC) 전산 기법을 유기적으로 결합함. 미시적 분자 제어부터 거시적 흡착 특성 평가, 대용량 스크리닝(High-Throughput Screening)까지 통합적으로 다룸으로써 본 교육연구단이 지향하는 ‘국제적 경쟁력을 지닌 멀티스케일 융합 화공 인재 양성’ 비전에 정확히 부합함.
□ 해당 세부 전공 분야의 기여 : 실험적 흡착 등온선과 전산 모사 마스터 모델의 비교 분석을 통해 비정질 다공성 구조체의 국부적 토폴로지 비율과 결함 특성을 규명하는 새로운 전산-실험 융합 방법론을 제시함. 가혹한 실사용 조건에서도 장기 안정성을 확보할 수 있는 원천 기
</td></tr>
</table>

	술을 제공함으로써 수소연료전지 자동차 및 에너지 화공 공정 등 세부 전공 분야의 확장성에 기여함.						
2		20240301 - 20260228		기능성 고분자	이공 계열	저널 논문	② Redefining the limits of actuating fibers via mesophase control: From contraction to elongation ③ Science Advances ④ 11, 3, 7613 ⑤ 2 ⑥ 2025.01 ⑦ doi.org/10.1126/sciadv.adt7613
	키워드(한글)	액정엘라스토머	스멕틱 메조상	열감응성 신장	수직 배향	스마트 의류 / 액티브 텍스타일	
	키워드(영문)	Liquid Crystal Elastomer	Smectic Mesophase	Thermotropic Elongation	Orthogonal Alignment	Smart Clothing / Active Textiles	
	□ **IF 12.5, JCR 상위 8.82%(2024), Q1, 인용 37회,** □ **실적의 창의성・혁신성**: 열적 수축이라는 단일 구동에 의존하던 기존 LCE 섬유의 한계를 극복하고자, 압출 시점의 액정 상을 전략적으로 제어해 자발적으로 늘어나는 LCE 섬유를 최초로 구현함. 스멕틱 용융체를 UV 보조 용융 방사하여 메소겐이 섬유 축에 수직 배향되도록 유도함으로써, 코일 구조 없이도 30%의 가역적 자발 신장과 기존 대비 수천 배 향상된 12.5 MPa의 인장 강도를 달성함. 나아가 수축형과 신장형 섬유를 하나의 직물에 통합하여 가열 시 영역별로 기공이 축소・확대되는 공간 선택적 거동을 시연하고 신개념 능동 직물 기능성을 제시함. □ **교육연구단 비전 부합성**: 고분자 합성, 유변학, 광경화 공정, 직물 기술을 유기적으로 결합하여 분자 설계부터 거시적 응용까지 멀티스케일을 포괄하는 융합 연구의 전형임. Texas A&M 및 포항가속기연구소와의 글로벌 협력 연구를 통해 교육연구단의 글로벌 융합 인재 양성 비전에 적극 부합함. □ **세부 전공 기여**: 흐름 하에서의 메소겐 배향 메커니즘을 규명해 액정 상 선택에 따른 구동 방향 제어 패러다임을 도입함. 미보고된 신장 구동 모드를 제시하여 스마트 의류, 인공 근육, 소프트 로봇 등 차세대 산업 분야 확장 토대를 마련함.						
3		20240301 - 20260228		기능성 고분자	이공 계열	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 2025.01
							⑦ doi.org/10.1038/s41467-025-59935-4

키워드(한글)	인센서 컴퓨팅	원편광	차원 반데르발스 이종접합 구조	콜레스테릭 액정	혼합 다중모드 이미지 처리
키워드(영문)	In-Sensor Computing	Circularly Polarized Light (CPL)	2D van der Waals Heterostructure	Cholesteric Liquid Crystal	Mixed-Multimodal Image Processing

□ IF 15.7, JCR 상위 약 7.35%, Q1, Web of Scienc 인용 37회,

□ **실적의 창의성・혁신성**: 광신호 감지와 연산을 동시에 수행하는 인센서 컴퓨팅의 한계를 극복하고자, 카이랄성 유기 반도체와 2차원 소재를 결합한 p-n 이종접합 구조를 설계함. 원편광(CPL)의 방향에 따라 전기적 특성이 변하는 편광 민감성을 구현하여, 기존 시각 정보에 편광 정보까지 더해진 복합 멀티모달 이미지를 효과적으로 처리하는 소자를 최초로 제안함. 광전압 효과를 정밀 제어해 외부 전력 소비를 최소화하면서도 고효율로 편광을 인식하고, 인공신경망 기반의 지능형 이미지 처리 및 고차원 패턴 인식에서 뛰어난 정확도를 증명함.

□ **교육연구단 비전 부합성**: 유기 전자 소재 합성, 2차원 나노 소재 공학, 반도체 소자 물성 분석, 그리고 화공 전산 인공지능 알고리즘을 유기적으로 결합한 다학제적 융합 연구임. 분자 수준의 카이랄성 제어부터 시스템 단위의 컴퓨팅 구현까지 멀티스케일을 포괄하여 교육연구단의 글로벌 융합 화공 인재 양성 비전에 적극 부합함.

□ **세부 전공 기여**: 카이랄 유기-2D 이종접합 계면에서의 전하 이동 및 편광 감지 메커니즘을 명확히 규명함. 차세대 인공지능 시각 센서 분야에 인센서 기반 멀티모달 프로세싱이라는 새로운 설계 패러다임을 제시하여 고성능 생체 모방 소자, 자율주행 센서, 보안 시스템 등 다양한 산업 확장 토대를 마련함.

4		20240301 - 20260228		고분자 구조및 물성	이공 계열	저널 논문	②Room-temperature-processed perovskite solar cell surpassing 24% efficiency
							③ Joule
							④ 8, 7, 2087
							⑤ Hyo Jung Kim
							⑥ 2024.07
							⑦ doi.org/10.1016/j.joule.2024.04.002

키워드(한글)	페로브스카이트 태양전지	상온 공정 / 상온 열처리	결정화 제어	올레일아민	광전변환효율
키워드(영문)	Perovskite Solar Cells (PSCs)	Room-Temperature Processing	Crystallization Regulation	Oleylamine	Power Conversion Efficiency

□ IF 38.6, JCR 상위 0.8 %, Q-value Q1, 저널 표지로 선정,Web of Scienc 40회

□ **실적의 창의성・혁신성**: 페로브스카이트 태양전지(PSC) 상용화의 핵심 걸림돌인 고온 열처리 공정 문제를 해결하고자, 전 과정 실온(Room-temperature) 가공이 가능한 혁신적인 소자 제조 기술을 개발함. 고온 소성 없이도 우수한 전하 수송 능력과 결함 제어가 가능한 전자수송층 및 페로브스카이트 박막 형성 메커니즘을 정립함. 이를 통해 실온 공정 소자임에도 불구하고 기존 고온 열처리 소자에 필적하며 상용 제품의 한계를 뛰어넘는 24% 이상의 세계 최고 수준 광전변환효율(PCE)을 달성함. 열 충격을 배제하여 플라스틱 등 유연 기판 기반의 친환경・고성능 유연 태양전지 대량 생산 기틀을 마련함.

□ **교육연구단 비전 부합성**: 결정화 반응 속도론, 광전 반도체 물성 분석, 나노 계면 공학 및 대면적 인쇄 공학을 아우르는 전형적인 다학제적 화공 융합 연구임. 기초 분자 제어부터 거시적 소자 모듈화까지 포괄하는 성과로서, 교육연구단이 지향하는 국제적 경쟁력을 갖춘 차세대 멀티스케일 에너지 전환 융합 인재 양성 비전에 직접 부합함.

□ **해당 세부 전공 분야의 기여**: 고온 공정이 필수적이었던 페로브스카이트 분야에 비열적(Non-thermal) 박막 성장이라는 새로운 공정 패러다임을 정립함. 열에 취약한 탠덤 태양전지 하부 셀 및 웨어러블 디바이스용 유연 기판으로의 적용 가능성을 극대화하여 스마트 윈도우, 건물 일체형 태양광(BIPV) 등 미래형 에너지 산업의 기초 기술적 토대를 공고히 함.

5	20240301 - 20260228		섬유고분자재료	이공계열	저널논문	② Fast-switching dual-cathode electrochromic smart windows for year-round building energy savings ③ Nature Communications ④ 16, 9569 ⑤ 2041-1723 ⑥ 0 ⑦ 2025. 10 ⑧ https://doi.org/10.1038/s41467-025-64962-2

키워드(한글)	에너지 절감	가시-근적외	전기변색소자	에너지 저장	스마트 윈도우
키워드(영문)	energy-saving	visible and near-infrared	electrochromic device	energy storage	Smart Windows

□ IF 15.7, JCR분야 상위 7.35%(2024기준), Q1, Web of Science 인용횟수 13

□ **실적의 창의성・혁신성** : 듀얼밴드 전기변색 스마트윈도우의 느린 응답, 낮은 안정성,높은 전력소모를 해결하기 위해, 투명 아연 메쉬를 양극으로 하고 양면에 polyviologen과 $WO_3 \cdot 2H_2O$를 배치한 이중 음극 전기변색에너지저장소자(EESD)를 개발함. PEDOT:PSS를 보호막 겸 양성자 공급원으로

도입해 계면저항을 저감하고 1초 이하 변색을 달성했으며, 가시광·NIR 독립 제어 4-모드와 자가 구동, 에너지 회수효율 향상으로 실질적 제로 에너지 작동을 달성함.

□ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 유기·무기·전도성 고분자 소재와 소자 설계, 건물 HVAC 시뮬레이션을 아우르는 멀티스케일 융합 연구로서, 국제 경쟁력을 갖춘 융합 화공 인재 양성 비전에 부합함.

□ **해당 세부 전공 분야의 기여** : 대면적·고체상 EESD 제작 가능성을 제시해 전기변색소자의 실험실-상용화 간극을 좁히고, 제로 에너지 건물 등 건축·에너지 분야로 확장 가능한 차세대 전기변색 에너지소자 개발에 기여함.

6		20240301 - 20260228		고분자 공학	이공 계열	저널 논문	② Light-Fueled In-Operando Shape Reconfiguration, Fixation,and Recovery of Magnetically Actuated MicrotexturedCovalent Adaptable Networks
							③ Advanced Materials
							④ 37(39), 2503161
							⑤ 0935-9648
							⑥ 2025.10
							⑦ https://doi.org/10.1002/adma.202503161

키워드(한글)	동적 공유결합 네트워크	자성 구동 / 자기 응답성	UV 응답성 형상 고정	이황화 결합교환	마이크로 패턴 구조체
키워드(영문)	Covalent Adaptable Networks	Magneto-responsive Actuation	UV-responsive Shape Fixation	Disulfide Bond Exchange	Microtextured Array

□ IF 26.8, JCR분야 상위 2.17%(2024기준), Q1, Web of Science 인용횟수 9

□ **실적의 창의성·혁신성** : 기존의 자기응답형 마이크로구조체는 자기장이 제거되면 형상이 복원되며, 형상 고정을 위해 별도의 접착제나 고온·고압 공정이 필요하였음. 본 연구에서는 UV와 열에 모두 반응하는 이황화 결합 기반 동적 공유결합 네트워크(CAN)를 개발하고, 이를 자성 입자와 결합하여 상온에서 UV 조사만으로 자기구동 마이크로구조의 가역적 형상변형·형상고정 및 복원이 가능한 새로운 광구동 스마트 소재 플랫폼을 제시함.

□ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 본 연구는 고분자 화학, 동적 공유결합 네트워크, 계산과학(MD 시뮬레이션), 미세구조 공정 및 스마트 소재 기술을 융합한 연구로서, 분자 수준의 동적 결합 교환 현상부터 기능성 마이크로구조 구현까지 연결하는 멀티스케일 융합 연구임. 이는 국제 경쟁력을 갖춘 융합형 화공·고분자 인재 양성이라는 교육연구단의 비전과 부합함.

□ **해당 세부 전공 분야의 기여** : UV 활성 동적 공유결합 네트워크의 응력완화 및 형상고정 메커니즘을 실험과 시뮬레이션을 통해 규명하고, 이를 자기응답형 마이크로구조체에 적용하여 가역적 형상변형과 이방성 표면 젖음성 제어를 구현함. 이를 통해 스마트 표면, 소프트 로보틱스 및 차세대 자극응답형 고분자 소재 분야 발전에 기여함.

7		20240301		유변학	이공	저널	

	- 20260228		및고분 자가공	계열	논문	② Deployable fiber-reinforced polymer for advanced monolithic Rigid-Soft robotics applications
						③ COMPOSITES PART B-ENGINEERING
						④ 305, 112754
						⑤ 1359-8368
						⑥ 2025.10
						⑦ doi.org/10.1016/j.compositesb.2025.112754

키워드(한글)	전개형 섬유 강화 고분자	일체형 리지드-소프트 구조	소프트 로보틱스 응용	자발적 전개 성능	오리가미 공학
키워드(영문)	Deployable FRP	Monolithic Rigid-Soft Structures	Soft Robotics Applications	Self-deploying	Origami-inspired Engineering

□ IF 13.1, JCR 상위 약 1%, Q1, Composites Part B: Engineering 게재

□ **실적의 창의성・혁신성**: 전통적인 단일 수지 기반 복합재 및 종이 기반 오리가미 재료의 한계를 극복하고자, 단일 구조 내에서 강성(Rigid)과 유연성(Soft)을 선택적으로 제어할 수 있는 전개형 섬유 강화 고분자(FRP) 제조 공정을 혁신적으로 개발함. 강직한 에폭시와 유연한 에폭시 수지를 전략적으로 통합하여 복합적인 다기능성 일체형(Monolithic) 구조를 설계함. 이를 통해 외부 자극에 의해 스스로 펼쳐지는 자발적 전개 성능(Self-deploying)을 구현함과 동시에, 로봇 구동에 필요한 우수한 내구성과 기계적 강도를 동시에 확보하여 소프트 로보틱스 분야에 접히는 강인한 구조체라는 새로운 가이드라인을 제시함.

□ **교육연구단 비전 부합성**: 섬유 강화 복합재 성형 공정, 고분자 블렌딩 메커니즘, 오리가미 기반 구조 역학 및 고정밀 3D 제조 기술을 유기적으로 결합한 학제간 융합 연구임. 미시적 계면 제어부터 거시적 전개 로봇 시스템 설계까지 멀티스케일을 포괄하는 성과로서, 교육연구단이 지향하는 국제적 경쟁력을 갖춘 차세대 융합 화공 인재 양성 비전에 적극 부합함.

□ **해당 세부 전공 분야의 기여**: 고기능성 전개형 구조 복합재 분야에 '일체형 리지드-소프트(Monolithic Rigid-Soft)'라는 독창적인 설계 패러다임을 정립함. 기존 하이브리드 로봇의 조립 공정을 획기적으로 단순화하고, 향후 휴머노이드 관절, 우주 항공용 전개형 안테나/위성 구조물, 재난용 가변형 대피소 및 웨어러블 디바이스 등 첨단 로봇・구조 산업 전반으로의 확장 토대를 공고히 함.

총 환산 참여교수 수	의·치·한의학 분야	-	제출 요구량	7
	의·치·한의학 분야 외	22		

② 참여교수 저서, 특허, 기술이전, 창업 등 실적의 우수성

<표 3-3> 평가 대상 기간(2024. 3. 1. ~ 2026. 2. 28.) 동안의 참여교수 저서, 특허, 기술이전, 창업 등 실적

<table>
<tr><th rowspan="2">연번</th><th>참여교수명</th><th>참여기간</th><th>연구자 등록번호</th><th>세부전공분야</th><th>실적 구분</th><th>저서, 특허, 기술이전, 창업 등 실적의 상세내용</th></tr>
<tr><th colspan="6">저서, 특허, 기술이전, 창업 등 실적의 우수성</th></tr>
<tr><td rowspan="10">1</td><td rowspan="5"></td><td rowspan="5">20240301
-
20260228</td><td rowspan="5"></td><td rowspan="5">고분자재료</td><td rowspan="5">기술이전</td><td>(</td></tr>
<tr><td>② 내열성이 개선된 전기강판 접착용 속경화 접착제 기술</td></tr>
<tr><td>③ 아이넴</td></tr>
<tr><td>④ 165,000,000</td></tr>
<tr><td>⑤ 2024.09</td></tr>
<tr><td>키워드(한글)</td><td colspan="2">속경화</td><td>내열성</td><td>가교제어</td><td>공정혁신</td><td>고분자 설계</td></tr>
<tr><td>키워드(영문)</td><td colspan="2">Fast Curing</td><td>Heat Resistance</td><td>Crosslink Control</td><td>Process Innovation</td><td>Polymer Design</td></tr>
<tr><td colspan="7">□ 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.</td></tr>
<tr><td rowspan="10">2</td><td rowspan="5"></td><td rowspan="5">20240301
-
20260228</td><td rowspan="5"></td><td rowspan="5">고분자재료</td><td rowspan="5">기술이전</td><td></td></tr>
<tr><td>② 입자형 소재를 활용한 전기강판 접착용 속경화 접착제 기술</td></tr>
<tr><td>③ 아이넴</td></tr>
<tr><td>④ 110,000,000</td></tr>
<tr><td>⑤ 2025.06</td></tr>
<tr><td>키워드(한글)</td><td colspan="2">속경화</td><td>기능성 입자</td><td>코어쉘 구조</td><td>내열성</td><td>가교제어</td></tr>
<tr><td>키워드(영문)</td><td colspan="2">Fast Curing</td><td>Functional Particles</td><td>Core-Shell Structure</td><td>Thermal Stability</td><td>Crosslink Control</td></tr>
<tr><td colspan="7">□ 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 고도</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td></td><td colspan="6">화하고 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.</td></tr>
<tr><td rowspan="7">3</td><td rowspan="5">.</td><td rowspan="5">20240301
-
20260228</td><td rowspan="5">.</td><td rowspan="5">기능성고분자</td><td rowspan="5">기술이전</td><td></td></tr>
<tr><td>② 웰니스용 생체친화 점착제 개발 및 적용기술 사업화</td></tr>
<tr><td>③ ㈜피티브로</td></tr>
<tr><td>④ 100,000,000</td></tr>
<tr><td>⑤ 2024.03</td></tr>
<tr><td>키워드(한글)</td><td>아크릴 점착제</td><td>개시제</td><td>피착제</td><td>생체친화</td><td>가교제</td></tr>
<tr><td>키워드(영문)</td><td>acrylic adhesive</td><td>Initiator</td><td>adherence</td><td>Biocompatibility</td><td>crosslinking agent</td></tr>
<tr><td colspan="6">□ 업적물의 창의성·혁신성 : 바이오 기반 우레탄-아크릴레이트(Urethane Acrylate)를 적용하여 저자극·무용제형 웰니스용 생체친화 접착제를 개발하였으며, 기존 실리콘 및 아크릴계 접착제의 피부 자극성, 낮은 내구성 및 환경 부담 문제를 개선하고자 하였고, UV 경화 공정을 활용하여 빠른 경화 속도와 우수한 접착 특성을 동시에 확보하였으며, 생체친화성과 고기능성을 갖는 차세대 접착 플랫폼 기술을 제시함.
□ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 친환경 바이오 소재와 기능성 고분자 기술을 융합한 연구로서 지속가능한 첨단 소재 개발 및 산업 수요 기반 융복합 연구를 지향하는 교육연구단의 비전과 부합하며 웰니스·헬스케어 분야에 적용 가능한 고부가가치 소재를 개발함으로써 지역 산업 경쟁력 강화와 사회적 가치 창출에 기여할 수 있는 연구 성과를 도출함.
□ 해당 전공분야의 기여 : 우레탄 반응과 광경화(UV curing) 기술을 결합하여 생체친화 접착제의 구조 설계 및 물성 제어 방안을 제시하였으며, 접착력·내환경성·내구성을 동시에 확보할 수 있는 기술적 기반을 마련하였고 바이오 기반 원료 적용을 통해 친환경 접착 소재 개발 가능성을 제시함으로써 고분자 소재 및 접착공학 분야의 학문적·산업적 활용 범위를 확대함.
□ 업적물 산출시 기여한 역할 : 바이오 기반 우레탄-아크릴레이트의 분자구조 설계 및 조성 최적화를 수행하였으며, 광경화 시스템 구축과 접착 특성 평가를 주도하였고 Soft/Hard segment 비율 조절, 기능성 단량체 선정, 접착력 및 내환경성 평가를 통해 최적 조성을 도출하였으며, 기술의 산업 적용 가능성 및 사업화 전략 수립에 기여함.</td></tr>
<tr><td rowspan="5">4</td><td rowspan="5"></td><td rowspan="5">20240301
-
20260228</td><td rowspan="5"></td><td rowspan="5">기능성고분자</td><td rowspan="5">기술이전</td><td></td></tr>
<tr><td>② 아크릴-우레탄계 점착수지 개발</td></tr>
<tr><td>③ 더랩스토어</td></tr>
<tr><td>④ 88,000,000</td></tr>
<tr><td>⑤ 2025.03</td></tr>
</table>

키워드(한글)	아크릴-우레탄 하이브리드	점착제(PSA)	접착성능	가교구조 제어	고내구성
키워드(영문)	Acrylic-Urethane Hybrid	Pressure Sensitive Adhesive (PSA)	Adhesion Performance	Crosslinking Structure	High Durability

□ **업적물의 창의성・혁신성** : 아크릴 수지의 우수한 초기 점착력과 우레탄 수지의 기계적 강도 및 내구성을 융합한 아크릴-우레탄계 점착수지를 개발하였고 기존 아크릴계 점착제의 낮은 내열성 및 내구성 문제를 개선하고, 우레탄 구조 도입을 통해 접착력과 응집력을 동시에 향상과 점착 특성과 가공성을 제어할 수 있는 분자구조 설계를 적용하여 고기능성 점착소재 개발 가능성을 제시함.

□ **교육연구단의 비전과 목표와의 부합성** : 고기능성 고분자 소재 설계와 친환경 점착소재 개발을 통해 미래 첨단소재 산업을 선도할 수 있는 융복합 연구를 수행하였으며, 산업 수요 기반의 실용화 기술 확보를 목표로 하는 교육연구단의 비전과 부합하며 전자재료, 산업용 필름 및 기능성 테이프 분야에 적용 가능한 소재 개발을 통해 산업 경쟁력 강화에 기여함

□ **해당 전공분야의 기여** : 아크릴계 점착제와 우레탄계 수지의 상호작용 및 가교구조 형성 메커니즘을 규명하고, 점착력(Peel Adhesion), 응집력(Cohesion), 유지력(Holding Power) 간의 상관관계를 분석하였고 고분자 점착소재 설계에 대한 기초 자료를 확보하였으며, 고내열・고내구성 점착제 개발을 위한 설계 기준을 제시함..

□ **업적물 산출시 기여한 역할** : 아크릴-우레탄계 점착수지의 조성 설계 및 합성 조건을 수립하였으며, 우레탄 프리폴리머 제조와 아크릴 단량체 조합 최적화를 수행하였고 점착 특성, 기계적 물성 및 내열성 평가를 진행하여 최적 조성을 도출하였으며, 결과 분석을 통해 산업 적용 가능성을 검토하고 기술 개발 방향을 제시함.

5

	20240301 - 20260228		고분자화학	기술이전	② 친환경 중합법을 이용한 비불소형 아크릴 발수제 ③ ㈜디케이머트리얼즈. 에이스엔이(주) ④ 60,000,000 ⑤ 2025.01

키워드(한글)	아크릴	친환경	비불소형	발수제	유화
키워드(영문)	acryl	eco-friendly	non-fluorinated	water-repellent agent	emulsion

□ **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.

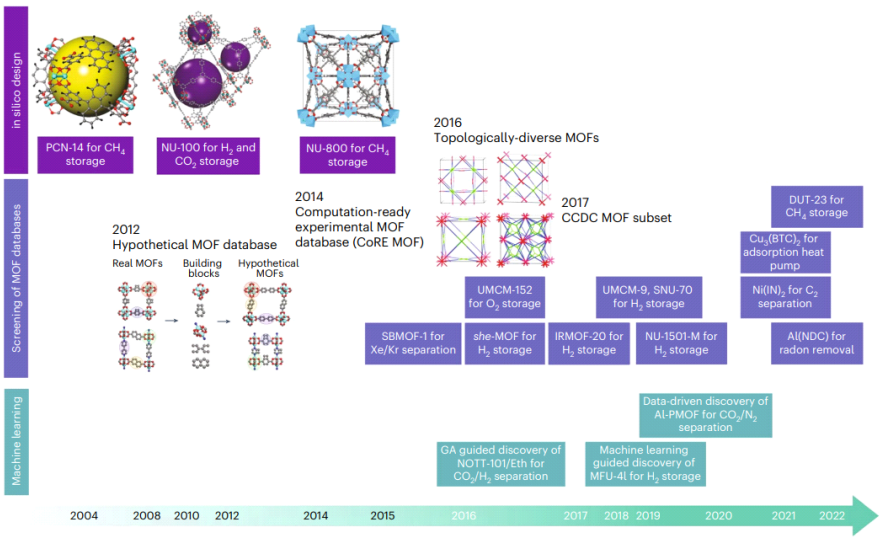
□ **업적물 산출 시 기여한 역할** : 소수성 아크릴 에스테르 단량체 및 반응성 실리콘 올리고머를 기본으로 하는 유화중합을 최적화하는 제조 기술을 이전하였음.

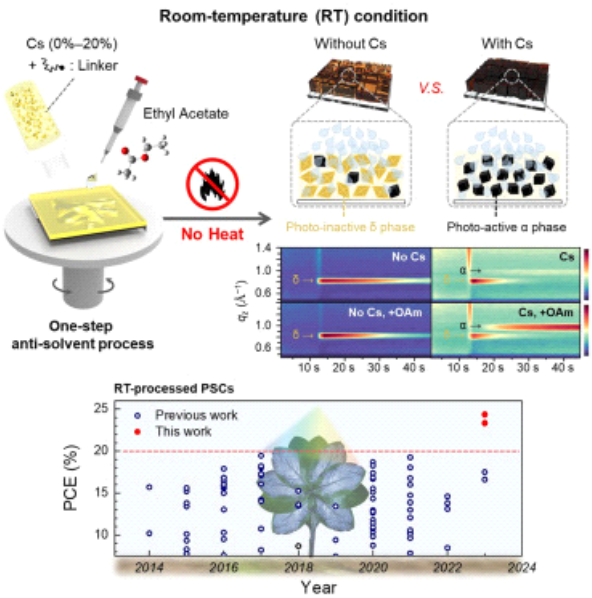
<table>
<tr><td rowspan="7">6</td><td></td><td>20240301
-
20260228</td><td></td><td>나노구조제어
고분자재료</td><td>특허</td><td colspan="2">② 나노금속 및 나노탄소를 하이브리드 시킬수 있는 고분자 분산제, 이의 제조방법 및 이를 이용하여 제조되는 하이브리드 필름의 제조방법</td></tr>
<tr><td colspan="7">③ 미국</td></tr>
<tr><td colspan="7">④ 12,116,436</td></tr>
<tr><td colspan="7">⑤ 2024.10.</td></tr>
<tr><td>키워드(한글)</td><td>고분자 분산제</td><td colspan="2">나노금속</td><td>나노탄소</td><td>하이브리드 필름</td><td>투명전극</td></tr>
<tr><td>키워드(영문)</td><td>Polymer dispersant</td><td colspan="2">Nano-metal</td><td>Nano-carbon</td><td>Hybrid film</td><td>Transparent electrode</td></tr>
<tr><td colspan="7">□ 업적물의 창의성・혁신성 : 기존의 나노 금속-나노 탄소 시스템에서 발생되는 응집되는 문제를 디자인된 고분자를 통해 효과적으로 개선하였으며, 이를 통해 만들어진 분산액으로 제조된 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 고도화하고 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.</td></tr>
<tr><td rowspan="7">7</td><td></td><td>20240301
-
20260228</td><td></td><td>섬유고분자
재료</td><td>기술이전</td><td colspan="2">② 고온 감압 공정을 이용한 친환경 무수 염색용 청색 승화 염료 및 이를 이용한 염색 방법</td></tr>
<tr><td colspan="7">③ ㈜아셈스</td></tr>
<tr><td colspan="7">④ 19,800,000</td></tr>
<tr><td colspan="7">⑤ 2026.02</td></tr>
<tr><td>키워드(한글)</td><td>무수염색</td><td colspan="2">고온 감압</td><td>청색염료</td><td>염색법</td><td>친환경</td></tr>
<tr><td>키워드(영문)</td><td>Waterless dyeing</td><td colspan="2">high temperature low pressure</td><td>blue dye</td><td>dyeing method</td><td>eco-friendly</td></tr>
<tr><td colspan="7">□ 업적물의 창의성・혁신성 : 기존 폴리에스터 염색의 다량의 물・폐수 발생 문제를 해결하기 위해, 1,4-디아미노안트라퀴논 골격에 알킬기를 도입해 비극성과 승화성을 높인 신규 청색 승화 염료를 설계함. 이를 고온・감압 무수 공정에 적용하여, 종래 단층 직물에 국한되던 한계를 넘어 다층 폴리에스터 내부까지 균일하게 염색되는 친환경 기술을 구현함.
□ 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 : 염료 분자설계와 친환경 공정기술을 융합한 융・복합 연구로서, 섬유산업의 탄소 저감・물 절약 등 산업 현안 해결에 기여하는 혁신적 기술을</td></tr>
</table>

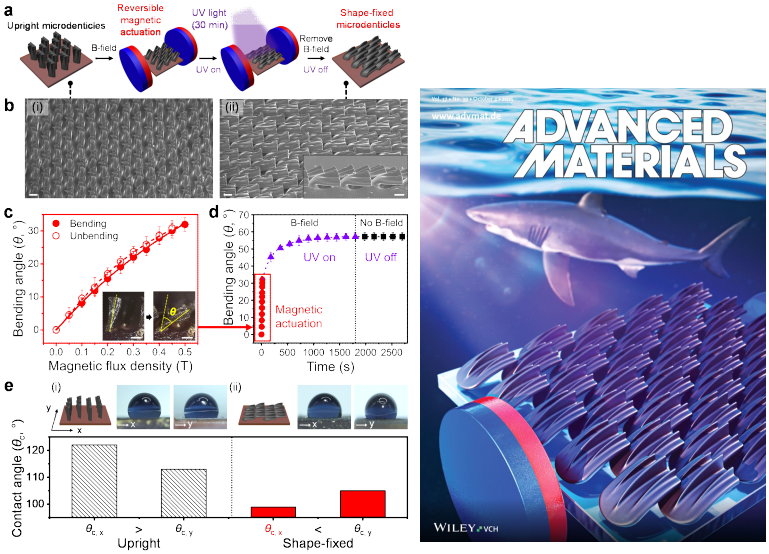
<table>
<tr><td colspan="5">창출하는 연구목표에 부합함.
□ 해당 전공분야의 기여 : 알킬 치환 길이에 따른 승화성・열안정성・염색 균일성의 상관관계를 규명하고, 감압이 다층 섬유 내부 확산을 촉진하는 메커니즘을 제시하여 무수 염색 분야의 학문적 토대를 넓히고, 공정조건 최적화로 산업 적용 가능성까지 검증함.
□ 업적물 산출시 기여한 역할 : 무수 염색용 알킬 치환 청색 승화 염료의 분자설계와 후보 선정을 주도하고, 고온・감압 공정조건 도출 및 균일 염색성 검증을 수행함. 친환경・에너지 효율 효과를 정리하여 기술이전의 근거를 마련함.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">총 환산 참여교수 수</td><td>건축분야</td><td>-</td><td rowspan="2">제출 요구량</td><td rowspan="2">1 ~ 7</td></tr>
<tr><td>건축분야 외</td><td>22</td></tr>
</table>

③ 교육연구단의 학문적 수월성을 대표하는 연구업적물 (최근 10년)

<표 3-4> 최근 10년간 교육연구단의 학문적 수월성을 대표하는 연구업적물

연번	대표연구업적물 설명
1	□ 참여교수: □ 논문명: Progress toward the computational discovery of new metal-organic framework adsorbents for energy applications □ 게재논문: Nature Energy, 2024.01, JCR 상위 0.3% 이내 (Energy & Fuels 분야 1/191) IF=70.1 (2025년 기준) 본 교육연구단의 가 공동 제1저자로 참여한 나노다공성 소재인 금속-유기 골격체(MOFs)의 전산 모사 기반 설계 및 발견에 관한 리뷰 연구가 **"Nature Energy"** (Vol. 9, No. 2, 121-133)에 2024년 1월 게재되었다. 금속-유기 골격체(MOFs)는 친환경 가스 분리, 탄소 포집 및 수소·메탄 등 에너지 캐리어 저장 분야에서 핵심적인 역할을 할 수 있는 차세대 다공성 소재이다. 본 연구에서는 지난 20년간 컴퓨터 통계역학 분자 시뮬레이션(GCMC)과 고처리량 전산 스크리닝(HTS), 그리고 머신러닝(ML) 기법이 결합하여 실제 실험실 합성 전에 신규 유망 소재를 예측·발견해 온 핵심 패러다임의 전환 과정을 총망라하여 분석하였다. 전산 스크리닝을 통해 가상 소재 데이터베이스(Hypothetical MOFs) 및 합성 완료 소재 데이터베이스(CORE MOF 등)로부터 가스 저장 및 분리 성능을 극대화할 수 있는 최적의 구멍 구조(Adsorbaphore) 탐색 방법론을 체계화하였으며, 머신러닝 Surrogate 모델을 통해 기존 분자 시뮬레이션 대비 1,000배 이상 빠른 속도로 수만 개의 소재를 스크리닝하고 실제로 실험을 통해 검증된 성공 사례들을 제시하였다. 해당 연구가 게재된 Nature Energy 지는 JCR 카테고리 중 에너지 분야 최고 권위의 세계적인 저명 학술지이다. 본 논문은 전산 재료 과학 분야에서 실험과의 긴밀한 통합 루프를 구축함으로써, 향후 탄소중립 및 에너지 저장 소재 원천 기술 확보를 가속화하는 데 크게 기여하고 있다. https://www.nature.com/articles/s41560-023-01417-2 총피인용 (Web of Science 2026.06 기준): 170 회  전산 모델링 기반 MOF 발견 및 머신러닝 워크플로우 타임라인

2	□ 참여교수: □ 논문명: Room-temperature-processed perovskite solar cells surpassing 24% efficiency □ 게재논문: Joule 2024.07. JCR 상위 0.8%, IF=38.6 교수는 “Room-temperature-processed perovskite solar cells surpassing 24% efficiency” 라는 제목으로 “Joule” (vol. 8, pp. 2087)에 2024년 7월에 게재하였다. 페로브스카이트 태양전지는 높은 광전변환효율(단일 셀 기준 최고 효율이 약 26%)과 롤투롤(roll-to-roll) 기술을 포함하는 프린팅 기반의 낮은 생산 비용 가능성으로 실리콘 태양전지를 대체할 차세대 태양전지로 주목받고 있다. 그러나 기존의 공정은 고온 및 산처리 등 반환경적인 공정을 포함하고 있어서 응용의 확장성 및 시장성에 제한이 있다. 본 연구는 이러한 한계를 극복하기 위해 상온에서 안정적으로 형성 가능한 계면 및 광활성 물질과 공정을 개발하고, 이를 통해 페로브스카이트 태양전지의 생산성과 활용성을 동시에 향상시켜 기존의20% 효율에 머물러 있던 광전변환효율을 세계 최초로 24% 이상으로 획기적으로 향상시켰다. (p-i-n 역구조 기준) 연구팀은 열처리 없이 상온에서 광활성(photoactive) 페로브스카이트 박막을 형성했음을 증명하기 위해 새로운 x-ray 측정 기법을 도입하였다. 이는 기존의 측정 방식은 고체 필름에서 수행되므로 구조 형성 역학을 이해하기 어려웠는데, 실시간으로 페로브스카이트 박막 구조 형성을 관찰할 수 있는 측정 장치를 개발하여, 상온 공정이 추가적인 열처리가 필요하지 않음을 증명할 수 있었다. 이러한 개발한 상온 공정을 통해 나뭇잎 표면에 성공적으로 페로브스카이트 박막을 손상 없이 형성할 수 있었다. 해당 연구가 게재된 Joule 지는 JCR 카테고리 중 MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY 분야에서 상위 0.8%, Q-value Q1, Impact factor 38.6 (5-year impact factor 44.8)로 아주 우수한 저널이다. 해당 논문은 2024년 7월에 출판된 이후에 현재까지 총 26회 세계저명학술지에 인용되었다. (Web of Science 기준). https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2542435124001867 Joule 저널 커버로 선정 

3	□ 참여교수: □ 논문명: Light-Fueled In-Operando Shape Reconfiguration, Fixation, and Recovery of Magnetically Actuated Microtextured Covalent Adaptable Networks □ 게재논문: **Advanced Materials**, 2025.10. JCR 상위 2.17%, IF=26.8 본 교육연구단의 가 교신저자로 참여한 자외선(UV) 반응형 동적 공유결합 고분자 네트워크(Covalent Adaptable Network, CAN) 및 자기구동형 마이크로구조체에 관한 연구가 “Light-Fueled In-Operando Shape Reconfiguration, Fixation, and Recovery of Magnetically Actuated Microtextured Covalent Adaptable Networks” 라는 제목으로 Advanced Materials (Vol. 37, Article 2503161)에 2025년 10월 게재되었다. 기존 자기응답형 마이크로구조체는 자기장이 제거되면 원래 형상으로 복원되며, 형상 고정을 위해서는 별도의 접착제나 고온·고압 공정이 필요하였다. 본 연구는 상온에서 UV 조사만으로 동적 결합이 활성화되는 이황화 결합 기반 CAN을 개발하여, 자가치유·재가공 특성과 그 메커니즘을 시뮬레이션으로 규명하고. 더 나아가 자성 입자를 포함한 마이크로구조체를 자기장으로 변형시킨 후 UV로 영구 고정하는 기술을 제시했으며, 선택적 UV 패터닝을 통해 최대 90° 비틀림 형상 고정과 복잡한 3차원 미세구조 제작 가능성을 입증하였다. 본 연구는 무접촉·상온 공정 기반의 차세대 스마트 소재 플랫폼을 제시하고 자기구동 구조체의 형상 제어 기술을 한 단계 발전시킨 성과로 평가된다. 해당 연구가 게재된 Advanced Materials는 재료과학 분야 최고 권위 학술지 중 하나이며 (Impact Factor 26.8), 본 논문은 연구의 독창성과 우수성을 인정받아 Advanced Materials Front Cover 논문으로 선정되었다. 해당 논문은 2025년 10월에 출판된 이후에 현재까지 총 6회 세계저명학술지에 인용되었다. (Web of Science 기준). https://advanced.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/adma.202503161  (왼쪽) 자기장-UV 복합 자극에 의한 3차원 마이크로구조의 형상 프로그래밍 및 이방성 표면 젖음성 제어. (오른쪽) 논문 표지(Front Cover)

1.3 교육연구단의 연구역량 향상 실적

1.3.1 교육연구단의 연구역량 향상 계획

○ 본 교육연구단은 당초 아래 그림에서와 같이 (1) 융·복합연구 강화를 통한 질적 역량 고도화 (2) 글로벌 연구 위상확보 (3) 산업적 영향력이 큰 원천/혁신 기술 확보를 통하여 **화공 융합분야에서 세계를 견인하는 글로컬(Glocal) 교육연구단으로 성장**하는 연구 비전을 제시하였다.

그림 Ⅲ-1. 본 교육연구단의 연구비전

1.3.2. 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.

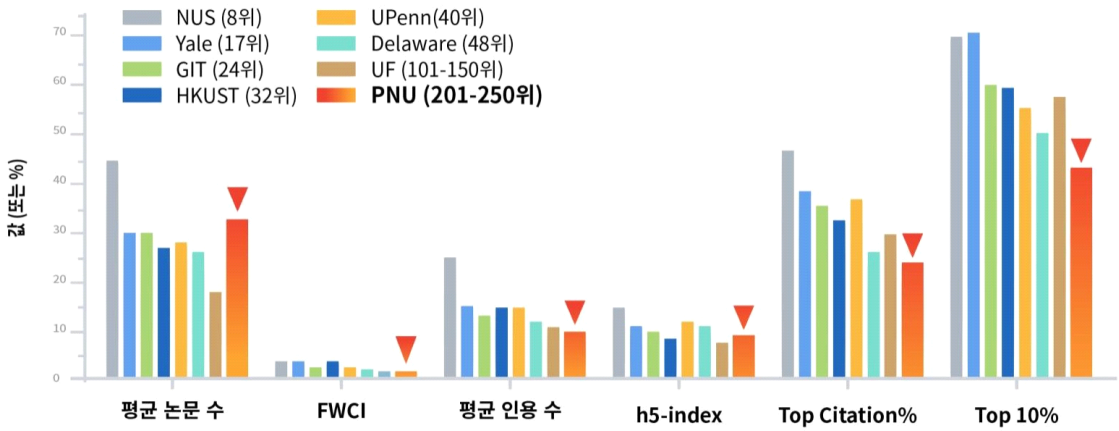


그림 Ⅲ-2. 본 교육연구단과 해외 벤치마킹 대학과의 연구력 비교
(출처: SciVal, 2016-2019기준)

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 101-150권인 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 필수적**이다.

1.3.3. 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) 5-6차년도(2024.03-2026.02) 연구 성과지표 결과

○ 평가대상기간동안 참여교수 22명은 5차년도에 129편, 6차년도에 142편, 총 271편의 논문을 국제 유명학술지에 발표하였다. 5,6차년도에 주요 연구지표의 목표와 결과는 표 Ⅲ-2, 그림Ⅲ-3과 같다.

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 (24.03-25.02) 목표	5차년도 (24.03-25.02) 결과	6차년도 (25.03-26.02) 목표	6차년도 (25.03-26.02) 결과	5-6차년도 (24.03-26.02) 평균 목표/결과 (달성률)
교수1인당 논문환산편수	1.81	1.76	1.82	1.39	1.82	1.66	1.8222/1.5281 (-16.14%)
교수1인당 논문 환산보정 IF	0.89	1.06	1.02	0.81	1.05	0.97	1.0381/0.8908 (-14.19%)
교수1인당 논문 환산보정 ES	1.41	2.84	1.59	2.24	1.62	2.73	1.6051/2.4819 (+54.63%)
논문실적의 Q1 비율(%)	53	67	58	73	59	68	58.83/70.59 (+19.99%)
상위10% 논문 비율(%)	26	28	30	42	31	32	30.29/37.12 (+22.56%)

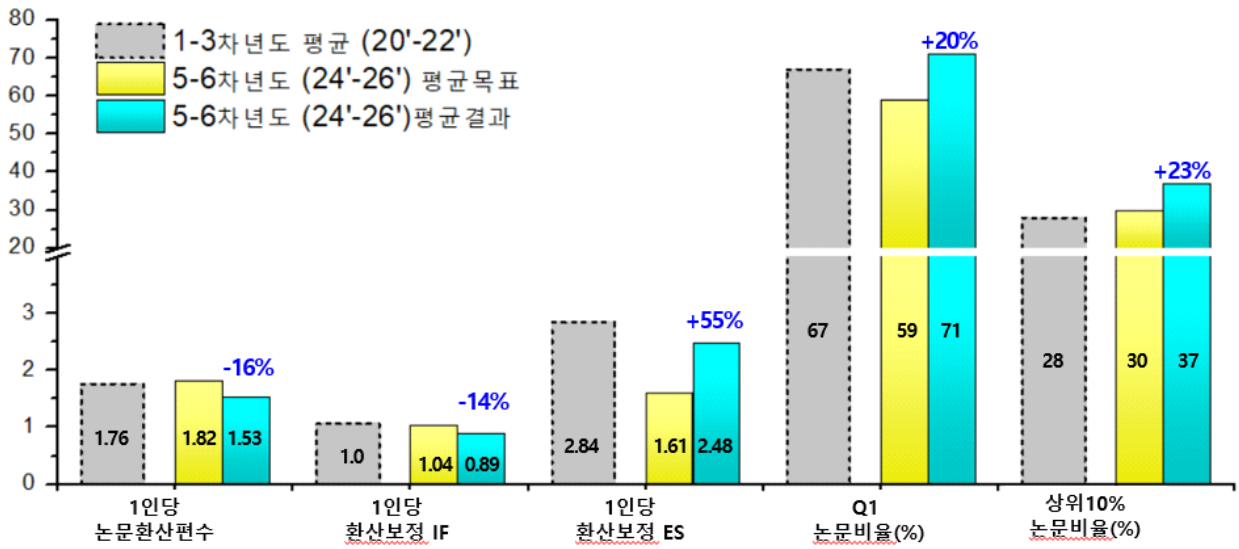


그림 Ⅲ-3. 주요 연구지표에 대한 (1) 1-3차년도 평균값, (2) 4단계 BK사업의 5-6차년도 평균목표, (3) 4단계 BK사업의 5-6차년도 평균결과 및 (4) 5-6차년도 목표 평균달성률

○ 연구성과지표 분석 결과, 본 교육연구단은 논문의 정량적 목표는 대체로 안정적으로 달성하였다. 평가대상기간동안 5,6차년도 평균값은 교수1인당 논문발표 수는 평균 1.53편으로 목표치 1.82편 대비 84% 수준의 달성도를 나타냈으며, 교수1인당 논문환산보정 IF는 평균 0.89로 목표치 1.04 대비 86% 수준을 유지했다. 주요연구지표인 IF가 정량적 목표에는 소폭 미달한 점을 분석하면,

화학공학 및 관련 응용화학 분야 유명 저널들이 팬더믹 이후 2024년 JCR(Journal Citation Reports) 지표에서 IF가 점진적으로 하락하는 양상으로 보이는 점도 원인으로 분석할 수 있다. 하지만 여전히 국제 수준의 우수 학술지에 일관되게 게재하고 있다, 더욱 주목할 점은 교수 1인당 논문환산보정 ES가 평균 2.48로 목표치 1.61을 크게 상회하여 154% 초과달성을 기록했다는 것이다. 또한 Q1 논문 비율이 평균 71%로 목표치 59%를 20% 초과달성하였고, 상위 10%논문 비율 역시 평균 37%로 목표치 30%를 23% 초과달성했다. 이는 본 교육연구단이 정량적 성과 측면에서는 목표에 근접하면서도, 발표논문의 질적 수준과 국제학술계에서의 영향력 측면에서는 목표를 크게 초과달성하고 있음을 명확히 보여준다.

○ 특히, 가장 최근인 6차년도 실적을 보면, 1인당 환산 논문 편수는 1.66편으로 집계되었다. 이는 4단계 BK21 사업 시작 이전 최근 5년(2015-2019)의 평균치보다는 다소 낮지만, 정성적 측면에서는 뚜렷한 향상세를 보였다. 특히 논문 환산보정 ES 지표에서 2.73편으로 목표치 1.62편을 크게 상회하여 168% 초과달성을 기록했으며, Q1 논문 비율이 목표 59%에서 결과 68%로 9% 증가하여 연구의 질적 수준 향상을 보여주었다. 이러한 결과는 본 교육연구단의 질적 연구 경쟁력이 지속적으로 강화되고 있음을 뒷받침하는 지표라 할 수 있다.

○ 한편, 본 교육연구단은 최근 몇 년간 연구진의 세대교체가 활발히 이루어진 상황이다. 3단계 BK21+ 사업 시기 연구를 주도하던 교수진 다수가 은퇴하였고, 5년 차 미만의 신임교수들이 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.

○ 추가로 본 연구단에서 발표한 논문 중 정성적 연구지표인 상위 10% 논문 게재현황을 표 Ⅲ-3에 정리하였다. 분석 결과, 총 101편의 상위 10% 논문을 발표하였으며, 이 중 68편(67%)을 주저자로 게재함으로써 강한 연구 주도성을 입증하였다. 분야별 게재 현황을 살펴보면, 화학공학 분야의 최상위권 학술지인 Chemical Engineering Journal (상위 3.61%)에 가장 많은 17편을 게재하였고, 에너지 분야의 상위 3.8% 저널인 Energy에 6편을 게재하였다. 특히 5-6차년도에는 다학제 분야의 국제 최고 수준 학술지인 Nature Communications (IF = 15.7), Science Advances (IF = 12.5), Matter (IF = 17.5)에 모두 주저자로 논문을 게재하는 탁월한 성과를 이루었다. 더욱 주목할 점은 소재, 화학 및 에너지 분야의 최상위급 저널들에 지속적으로 게재되고 있다는 점이다. Advanced Materials (IF = 26.8), Advanced Functional Materials (IF = 19), ACS Energy Letters (IF = 18.9), Angewandte Chemie International Edition (IF = 17), ACS Nano (IF = 16.1), Journal of the American Chemical Society (IF = 15.6), Joule (IF = 46.9) 등 국제적으로 인정받는 우수 저널에 다양한 연구 성과를 발표하고 있다. 이러한 다층적이고 지속적인 최상위 저널 게재는 본 연구단의 연구 역량이 국제 수준의 우수성을 달성했으며, 정성적 연구실적이 강화되고 있음을 명확히 보여준다.

표 Ⅲ-3. 본 교육연구단에서 게재한 상위10% 논문의 게재현황 (2024.03-2026.02)

저널명	IF (2024기준)	JCR% (2024기준)	논문수[a]	주저자	공동저자
ACS Energy Letters	**18.9**	**4.4**	2	1	1
ACS Nano	**16.1**	**6.07**	1	1	
Advanged Energy Materials	26	2.6	1	-	1

Advanced Composites And Hybrid Materials	21.8	2.94	1	-	1
Advanced Functional Materials	**19**	**4.81**	5	3	2
Advanced Materials	**26.8**	**2.17**	5	3	2
Advanced Science	14.1	7.16	1	1	-
Angewandte Chemie International Edition	**17**	**6.28**	1	1	-
Applied Catalysis B: Environment And Energy	21.1	1.2	1	-	1
Applied Energy	11	6.82	1	1	-
Applied Thermal Engineering	6.9	4.95	4	4	-
Biomaterials Research	9.6	8.87	2	2	-
Bioresource Technology	9	5	3	1	2
Biosensors & Bioelectronics	10.5	2.7	1	-	1
Chemical Engineering Journal	13.2	3.61	17	12	5
Composites Part A	8.9	9.86	3	2	1
Composites Part B	**14.2**	**0.56**	2	2	-
Construction And Building Materials	8	4.35	1	1	-
Coordination Chemistry Reviews	23.5	2.33	1	-	1
Drug Delivery And Translation Research	5.5	9.66	1	1	-
Electrochemical Energy Reviews	36.3	4.55	1	-	1
Energy	9.4	3.8	6	6	-
Energy Conversion And Management	10.9	2.34	5	5	-
Energy Storage Materials	20.2	4.77	2	-	2
International Journal Of Energy Research	4.2	2.44	1	1	-
Joule	**35.4**	**1.52**	1	1	-
Journal Of Membrane Science	9	5.32	1	-	1
Journal Of The American Chemical Society	**15.7**	**7.11**	1	1	-
Journal Of Agricultural And Food Chemistry	6.2	7.45	1	1	-
Journal Of Cleaner Production	10	6.12	1	1	-
Journal Of Controlled Release	11.5	3.41	2	1	1
Journal Of Energy Chemistry	14.9	2.63	1	-	1
Journal Of Environmental Management	8.4	8.24	1	1	-
Matter	**17.5**	**5.64**	1	1	-
Nano Energy	17.1	5.35	1	-	1
Nature Communications	**15.7**	**7.35**	2	2	
Npj Clean Water	11.4	2.27	1	-	1
Pharmaceutics	5.5	9.66	2	1	1
Physics Of Fluids	4.3	7.32	3	1	2
Progress in Organic Coatings	7.3	8.33	4	4	-
Science Advances	**12.5**	**8.82**	2	1	1
Sensors And Actuators B-Chemical	7.7	2.53	1	-	1
Separation And Purification Technology	9	9.09	2	1	1
Small	12.1	7.49	4	3	1
합계			101	68	33

[a]한 논문에 참여교수가 2명이상 있을 경우 총 논문수에는 1편으로만 반영하였음.

2. 산업·사회에 대한 기여도

2.1 산업·사회 문제 해결 기여 실적

<표 3-5> 교육연구단 참여교수의 산업·사회 문제 해결 기여 실적

연번	실적명	참여교수명	실적 해당 분야	실적 요약
1	㈜엔지더블유 및 ㈜티에스테크와 공동으로 유기성폐자원을 이용한 청정수소생산 기술개발		기업현안해결 미래/글로벌 대응 일자리 창출	한국에너지기술평가원 한영에너지국제공동과제 수행을 통해 한국 컨소시움인 ㈜엔지더블유 및 ㈜티에스테크와 영국 콘소시움인 WASE ltd.와 University of Westminster와 공동으로 유기성폐자원을 이용한 청정수소생산 기술개발과제 수행함.
2	㈜제이피이엔씨 및 ㈜신명엔텍바이오가스와 바이오 가스 고질화 기술개발		기업현안해결 미래/글로벌 대응 일자리 창출	중소기업기술정보진흥원 중소기업기술혁신개발사업(시장확대형)에서 ㈜제이피이엔씨 및 민관공동기술사업화(R&D)에서 지역기업인 ㈜신명엔텍과 공동으로 기업체의 연구개발 수요에 대응하는 바이오가스 고질화 기술개발을 수행중임
3	화승코퍼레이션과 산학과제를 통하여 고기능·재활용 열가소성 소재 개발 관련 기업 현안 해결에 기여		기업현안 해결 미래/글로벌 대응 지역특화(양산)	화승코퍼레이션과의 비트리머 기반 고탄성 열가소성 소재 개발 과제를 통해 재가공·재활용이 가능한 고성능 소재를 개발하고 산업 적용 가능성을 검증하였음.
4	CS케미컬 대상 기능성 이종 계면 점접착제 기술 및 고성능 점착제 개발 기술세미나·기술자문		기업현안 해결 미래/글로벌 대응 지역특화(울산)	CS케미컬을 대상으로 기능성 점착제 기술세미나 및 기술자문을 수행하여 기업의 점착 소재 성능 향상과 신규 R&D 과제 기획에 기여하였음.
5	지역 내 스타트업기업인 이프(i.e.P)와 산학과제 수행 후 기술 이전		기업현안 해결 미래/글로벌 대응 지역 특화	지역 내 스타트업 이프(i.e.P)와 “김 폐기물 기반 피코에리트린 적색색소 원천기술 개발“ 산학과제를 수행함. 부산지역 김 폐기물에서 고효율 염료 추출 공정을 확립하고, 이를 화장품 원료로 활용하기 위한 맞춤형 캡슐화 공정을 개발하여 성공적으로 기술 이전을 완료함.

6	㈜아셈스의 기업현안 무수염색기술을 해결하고 기술이전 및 특허출원 후 후속 산학과제 논의		기업현안 해결 미래/글로벌 대응 일자리 창출	㈜아셈스와 고온·감압 공정을 이용하여 물 없이 폴리에스터 섬유를 염색하는 기술과 해당 공정용 염료, 잉크 조성을 성공적으로 개발하여 균일하게 염색되지 않는 문제를 해결, 해당 기업과 기술이전 및 특허출원을 완료함. 현재 적용 색상 확대와 양산 적용을 위한 후속 기술개발에 대해 논의하고 있음.
7	LG전자의 냉장고 내장재의 오일 노출에 따른 소재별 열화 메커니즘 규명		기업현안 해결 미래/글로벌 대응 일자리 창출	LG 전자의 제안에 따라 냉장고 내장재 소재의 오일 노출로 인한 크랙 발생 메커니즘을 정량적·정성적으로 분석함으로써 냉장고의 장기 안정성 평가 방안을 수립하여 품질 개선의 기반을 마련함.
8	효성중공업의 초고압 제품용 도전성 고분자 재료의 성형 공정 최적화		기업현안 해결 미래/글로벌 대응 일자리 창출	효성중공업과 초고압 제품용 도전성 고분자 재료의 성형 공정 최적화 과제를 수행하였음. 경화 및 성형 조건 개선을 통해 제조시간 단축과 생산 효율 향상 가능성을 확인하고, 도전성 복합재의 공정 안정성 및 제조 효율 개선에 기여함.
9	㈜SKon과 전고체전지용 고분자 전해질의 합성 및 전지 제조기술		기업현안 해결 미래/글로벌 대응 일자리 창출	㈜SK온과의 산학협력을 통해 전고체전지용 고분자 전해질의 합성 및 전지 제조기술을 연구·개발하였음. 전고체전지용 고분자 전해질의 분자구조 설계 및 합성 기술을 개발하고, 이를 실제 전지 제조공정에 적용하여 전지 성능을 평가함으로써 산업 현장에서 활용 가능한 기술적 기반을 구축하였음.
10	현대자동차에 전해액 제조기술과 이를 적용한 리튬이온전지의 성능 평가 기업연구용역		기업현안 해결 미래/글로벌 대응 일자리 창출	㈜현대자동차에 신규 전해액 제조기술과 이를 적용한 리튬이온전지의 성능 평가 결과를 제공하여 차세대 이차전지 기술 개발을 지원하였음. 특히 이차전지의 주요 과제인 안전성 향상을 위해 전해질을 개발하고 관련 특허를 확보함으로써 산업계의 기술적 문제 해결과 기술 경쟁력 제고에 기여하였음.

11	전기차 동력 모터 부품용 고성능 접착제를 개발 후 지역 중소기업에 기술이전		기업현안 해결 미래/글로벌 대응 일자리 창출	새론테크, 이노켐, 아이넴, 아미스트 등 지역 중소기업과의 기술 교류로 전기차 동력 모터 부품용 고성능 접착제를 개발해 기술 자립을 지원하였음. 이를 포스코모빌리티솔루션 및 포스코인터내셔널과 협력하여 현대차를 비롯한 북미·유럽 등 글로벌 시장에 적용함으로써 지역 기업의 경쟁력을 높였고, 앞으로도 지속적인 기술이전을 통해 국내외 시장 수요에 적극 대응할 계획임.
총 환산 참여교수 수		22	제출요구량	6~11

연번	교육연구단 참여교수의 산업·사회 문제 해결 기여 실적 설명
	1. 기업현안해결: 기업-대학 컨소시엄을 통한 유기성 폐자원 처리 한계 극복 및 공정 스케일업 음식물 폐기물 및 축산폐수 등 유기성 폐자원은 처리에 막대한 에너지와 비용이 소요되어 지속가능한 재활용 기술 개발이 산업계의 시급한 현안임. 이를 해결하기 위해 한국에너지기술평가원의 지원으로 주관기관인 ㈜엔지더블유, ㈜티에스테크와 함께 기업-대학 컨소시엄을 구성하여 '수소 및 메탄생산을 위한 미생물전기화학적 유기성 폐자원 업사이클링 기술 개발 한-영 국제공동연구(2024~)'를 수행 중임. 본 과제를 통해 기업 현장에 즉각 적용 가능한 무막형 미생물전해전지셀 기반의 스케일업(Scale-up) 공정을 확립하고, 시스템 전반의 전자전달 효율을 극대화하는 운전 최적화 기술을 고도화함. 이를 통해 산업체의 기술적 난제와 고비용 폐기물 처리라는 핵심 애로사항을 직접적으로 해결하고, 성공적인 상용화 모델을 제공하고 있음. **2. 미래/글로벌 대응: 한-영 다국적 R&D를 통한 넷제로(Net-Zero) 달성 및 글로벌 기술 선도** 국제적인 탄소 감축 압력과 2050 넷제로 달성이라는 글로벌 의제에 선제적으로 대응하기 위해, 이산화탄소 배출이 없는 고순도 청정수소 및 바이오메탄을 안정적으로 생산하는 핵심 메커니즘을 규명함. 특히 한국 컨소시엄의 고효율 수처리 공정 및 시스템 설계 기술과 영국 컨소시엄(WASE ltd., 웨스트민스터 대학교)의 선진 바이오에너지 및 전기화학적 전환 역량을 융합하는 다국적 협력 프로젝트를 주도하고 있음. 이러한 한-영 공동연구는 단순한 원천 기술 확보를 넘어 차세대 수소경제 인프라 구축을 선도하고, 국내 기업이 글로벌 기후변화 대응 시장에서 새로운 사업 기회를 창출 및 선점할 수 있도록 글로벌 기술 교류를 적극적으로 견인하고 있음. **3. 일자리창출: 신사업 기회 확대를 통한 녹색 일자리 창출 및 글로벌 전문 인재 양성** 기업과 대학이 주도적으로 참여하는 글로벌 융합 컨소시엄 운영을 통해, 국내 환경 중소기업들이 미래 수소 및 바이오에너지 신산업 분야로 사업 영역을 성공적으로 확장할 수 있

	는 확고한 토대를 제공함. 이는 참여 기업들의 실질적인 비즈니스 포트폴리오 다각화와 매출 증대로 이어져, 친환경 설비 및 연구개발 분야의 양질의 신규 일자리를 창출하는 선순환을 유도함. 또한, 영국 최고 수준의 연구진과의 국제 공동연구 네트워크를 기반으로 차세대 기후변화 대응 기술을 다루는 글로벌 감각을 갖춘 실무형 융합 연구 인력을 집중적으로 양성함으로써, 미래 친환경 에너지 생태계 전반의 자생력 강화와 인적 자원 확충에 크게 기여하고 있음.
	1. 기업현안해결: 원천기술 이전 및 공동 R&D를 통한 중소기업 기술 애로 해소 현재 ㈜제이피이엔씨와 혐기성 소화조 바이오가스를 고질화하여 가스발전기로 직접 전력을 생산하는 융합형 연료공급 시스템을 공동 개발하며, 중소기업이 현장에서 겪는 고효율 에너지 전환 기술의 한계를 극복하고 있음. 또한, 지역 우수 기업인 ㈜신명엔텍과 '단일챔버 미생물전기분해전지(S-MEC) 기반 청정가스 생산기술'의 이전 및 현장 실증을 적극적으로 추진 중임. 이를 통해 대학과 연구소가 선도적으로 확보한 독보적인 기초 원천기술을 산업체 수요에 맞게 적기 이전함으로써, 자체 R&D 역량이 부족한 중소기업의 사업화 애로사항을 직접적으로 해결하고 성공적인 기술 시장성 검증을 밀착 지원하고 있음. **2. 미래/글로벌 대응: 탄소중립 실현 및 친환경 에너지 설비의 글로벌 경쟁력 확보** 고질적인 환경 오염원인 음폐수와 축산폐수 등 유기성 폐자원을 청정 바이오수소 및 전력으로 업사이클링하는 기술을 선도함으로써, 전 지구적 당면 과제인 온실가스 감축과 국가적 탄소중립(Net-Zero) 달성에 선제적으로 대응하고 있음. 특히 기존에 해외 기술에 대한 의존도가 압도적으로 높았던 친환경 폐자원 에너지화 설비 시장에서 완전한 국산 원천 기술의 상용화를 크게 앞당기고 있음. 이는 향후 폭발적으로 성장할 미래 청정에너지 시장에서 국내 중소기업들이 독자적이고 강력한 글로벌 기술 경쟁력을 선점하고 해외 시장으로 진출할 수 있도록 견인하는 중추적인 글로벌 대응 전략임. **3. 일자리창출: 자생적 산학협력 생태계 구축 및 차세대 녹색 기술 인재 양성** 이러한 지속적인 기술이전 및 산학 공동 연구의 고도화 과정은 단순한 기술 개발에 그치지 않고, 지역 기업과의 견고한 산학협력 생태계를 활성화하여 실질적인 고용 창출의 선순환 구조를 확립함. 대학의 연구 인력이 기업의 현장 실증에 직접 참여하고 산업체 수요 맞춤형 R&D 프로젝트를 함께 수행함으로써, 미래 친환경 산업 현장에서 가장 필요로 하는 실무 역량을 갖춘 차세대 녹색 기술 전문 인재를 효과적으로 양성하고 있음. 결과적으로 청정에너지 분야에서 지역 중소기업의 기술 경쟁력 강화가 곧 매출 증대와 양질의 신규 연구개발/엔지니어 인력 채용 확대로 직결되는 일자리 창출 기반을 공고히 다지고 있음.
	1. 기업현안해결: 첨단 소재 설계 기술을 통한 기업의 핵심 기술 딜레마 극복 및 공정 적용성 검증 화승코퍼레이션과 「열가역 가교(Vitrimer) 도입을 통한 고탄성 열가소성 소재 개발」 과제를 공동 수행하여, 산업 현장에서 기업이 직면한 기존 고분자 소재의 기술적 한계를 성공적으로 해결함. 기존 열가소성 소재는 재활용성이 우수하나 고온에서의 형태 안정성과 내구성이 취약했고, 반대로 가교 고무 소재는 뛰어난 기계적 특성을 지니나 재가공이 불가능한 현안이 있었음. 이를 타개하기 위해 동적 공유결합(dynamic covalent bond) 기반의 비트리머(Vitrimer) 개념을 선도적으로 도입, 사용 중에는 가교 고분자와 같은 우수한 물성을 유지하면서도 특정 조건에서는 결합 교환 반응을 통해 재가공이 가능한 열가역 가교 네트워크를 설계함. 특히 응력완화 시험, DMA(동적기계분석), DSC(시차주사열량계) 등을 통한 정밀 분석으로 소재의 점탄성,

	열적 특성 및 물성 발현 메커니즘을 정량적으로 규명함. 나아가 실제 기업의 생산 라인에 부합하도록 압출, 사출 등 다양한 조건에서의 가공성을 평가하고 반복적인 재가공 이후에도 물성 저하가 최소화됨을 입증함으로써, 즉각적인 상용화가 가능한 형태의 기술적 애로사항 해소 실적을 도출함. **2. 미래/글로벌 대응: 자원 순환 및 탄소중립 트렌드에 부합하는 지속가능한 친환경 소재 플랫폼 선점** 최근 글로벌 자동차, 산업용 부품 및 생활소재 산업 전반에 걸쳐 탄소중립(Net-Zero)과 지속가능한 소재에 대한 요구가 급증하는 가운데, 이에 적극적으로 부합하는 차세대 친환경 고분자 소재 원천 기술을 확보함. 본 연구를 통해 확립된 열가역 가교 기반 비트리머 구조는, 폐기 후 재활용 공정에서도 소재의 고탄성 회복력과 내열성 등 핵심 성능을 상당 부분 유지할 수 있음을 입증함. 이는 단순히 기계적 강도를 향상시키는 것을 넘어, 글로벌 시장에서 갈수록 엄격해지는 환경 규제와 자원 순환 경제 패러다임에 선제적으로 대응할 수 있는 획기적인 전략임. 결과적으로 미래 자동차 및 고기능성 산업용 소재 분야에서 국내 기업이 독자적인 소재 플랫폼 경쟁력을 확보하고, 친환경·지속가능성 기반의 글로벌 밸류체인 진입을 주도할 수 있도록 견인하는 중추적인 글로벌 대응 성과임. **3. 지역특화: 지역 주력 산업의 고부가가치화 및 친환경 첨단 소재 산업으로의 체질 개선 견인** 지역의 대표적인 자동차 부품 및 소재 전문 기업인 화승코퍼레이션과의 긴밀한 산학 협력은, 전통적인 지역 주력 산업(고무 및 자동차 부품 제조)을 고부가가치 친환경 첨단 소재 산업으로 고도화하는 데 직접적으로 기여함. 지역 산업계가 겪고 있는 소재 기술의 한계를 대학의 심도 있는 기초·응용 연구(동적 가교 네트워크 설계 및 거동 분석)를 통해 극복함으로써, 지역 소재 기업의 R&D 역량을 한 차원 끌어올림. 이를 통해 지역 내 자동차 부품 및 관련 기반 소재 공급망의 질적 성장을 유도하고, 내구성·가공성·재활용성을 모두 만족하는 자원순환형 차세대 소재 설계 기술을 지역 산업 현장에 성공적으로 이식함. 이는 지역 기업이 친환경 미래차 및 고기능성 신소재 분야로 신규 사업 영역을 성공적으로 확장할 수 있도록 돕는 지역특화 산학 협력의 우수 롤모델로서, 지역 경제 활성화 및 산업 생태계 고도화에 핵심적으로 이바지함.
	1. 기업현안해결: 맞춤형 기술 자문을 통한 이종 계면 점착 공정 및 신뢰성 애로사항 극복 울산 소재의 CS케미컬을 대상으로 「기능성 이종 계면 점접착제 기술과 고성능 점착제 개발」을 주제로 심층 기술세미나 및 자문을 수행하여, 실제 산업 현장에서 발생하는 핵심 현안을 직접적으로 해결함. 최근 산업계에서는 금속·플라스틱·고무 등 서로 다른 표면 특성을 갖는 이종 소재 간 접합 시 발생하는 접착력 저하, 장기 신뢰성 부족, 공정 안정성 확보 한계 등이 주요 기술적 난제로 지적되어 왔음. 이를 타개하기 위해 점착력과 응집력 간의 균형 확보, 환경 변화에 따른 접착 특성 유지 등 기업이 신제품 개발 과정에서 직면한 구체적인 애로사항을 면밀히 검토함. 나아가 고분자 조성 설계, 분자량 제어, 가교 기술, 점탄성 특성 및 계면 에너지 조절을 통한 최적의 개선 방안을 제안하였으며, 소재의 점탄성 거동과 계면 상호작용이 최종 접착 성능에 미치는 영향을 정량적으로 분석하여 기업 맞춤형 성능 향상 전략과 실질적인 문제 극복 방안을 명확히 제시함. **2. 미래/글로벌 대응: 차세대 고기능성·친환경 점착 소재 원천기술 선도 및 R&D 로드맵 수립** 글로벌 전자, 자동차 및 첨단 산업용 소재 시장에서 급증하고 있는 고기능성(내열성,

	내습성, 내구성, 재작업성) 점착 소재 수요에 선제적으로 대응하기 위한 미래 기술 로드맵을 성공적으로 자문함. 기능성 점착제의 기본 설계 원리와 계면 접착 메커니즘을 비롯하여 고성능 압력감응형 점착제(PSA)의 선도적 개발 사례 및 최신 국내외 연구개발 동향을 폭넓게 공유함. 특히 기업의 중장기 기술 수요를 분석하여, 단순한 접착 성능 향상을 넘어 최근 글로벌 산업의 핵심 화두인 '고기능성·친환경·재활용 가능 점착 소재'로의 전환을 위한 차세대 점착 기술 개발 전략을 심도 있게 제안함. 이를 통해 기업이 글로벌 기술 트렌드에 부합하는 선도적인 연구개발 방향을 설정하고, 미래 고부가가치 첨단 소재 시장에서 확고한 글로벌 기술 경쟁력을 선점할 수 있는 전략적 기틀을 마련함. **3. 지역특화: 울산 기반 화학·소재 기업의 R&D 역량 강화 및 지역 주력 산업 고도화 견인** 국내 최대의 자동차 및 화학·소재 산업 집적지인 울산에 위치한 CS케미컬과의 긴밀한 산학협력은, 지역 기반 기업의 근본적인 R&D 역량을 강화하고 지역 주력 산업의 고부가가치화를 견인하는 핵심적인 성과임. 단순한 일회성 기술 교육에 그치지 않고, 지역 기업의 실제적인 중장기 기술 수요를 반영한 산학연 공동연구 기획 및 향후 정부 연구개발 과제 발굴 방향까지 포괄적으로 자문함. 이는 지역 소재 기업이 범용 제품 생산의 한계를 벗어나 다변화되는 첨단 산업 수요에 맞춘 고기능성 소재 부문으로 사업 구조를 고도화하고 신규 시장을 개척할 수 있도록 밀착 지원한 성공적인 지역특화 산학협력 모델임. 결과적으로 대학의 최신 첨단 소재 연구 성과를 지역 산업 현장에 효과적으로 이식하여 지속 가능한 성장을 돕고, 지역 내 고기능성 점착 소재 산업의 경쟁력을 강화하는 중추적인 역할을 수행함.
	1. 기업현안해결: 맞춤형 기술이전 및 전 주기 지원을 통한 스타트업의 양산화 난제 극복 지역 스타트업인 '이프(i.e.P)'가 천연 소재 사업화 과정에서 겪고 있던 핵심적인 기술적 난제를 맞춤형 기술이전 및 밀착 지원을 통해 성공적으로 해결함. 해당 기업은 해양 폐기물을 화장품 원료로 활용하려는 아이디어를 보유하고 있었으나, 천연 색소 특유의 고질적인 한계(열, 자외선 등에 취약한 안정성 저하)와 양산화 공정 확립에 큰 어려움을 겪고 있었음. 이를 타개하기 위해 김 폐기물에서 고부가가치 단백질 색소인 '피코에리트린(Phycoerythrin)'만을 고효율로 선택적 분리해 내는 추출 기술(용매 비율, 반응 온도, pH, 추출 시간 등 정밀 제어)을 확립하여 제공함. 아울러 천연 색소 주변을 생체 안정성이 뛰어난 고분자로 감싸 외부 환경으로부터 활성 성분을 보호하는 '맞춤형 미세 캡슐화 개질 기술'을 신속하게 이전함. 단순 특허 양도를 넘어 원료 추출부터 최종 제품 적용에 이르는 전 주기의 기술적 애로사항을 획기적으로 해소함으로써, 기업이 당면한 품질 안정화 및 대량생산 한계를 완벽하게 극복하도록 지원함. **2. 미래/글로벌 대응: 해양 폐기물 업사이클링을 통한 탄소중립 실현 및 글로벌 뷰티 시장 선도** 단순 폐기 시 막대한 처리 비용과 연안 수질 오염, 악취 등을 유발하는 다량의 김 폐기물(파지 등)을 고부가가치 생물 자원으로 업사이클링하는 원천 기술을 확보하여, 자원 순환 및 해양 환경 보전이라는 글로벌 친환경 의제에 선제적으로 대응함. 특히 물리화학적 제어가 도입된 미세 캡슐화 공정은 기존 천연 색소가 지닌 변색 및 성능 저하의 치명적 단점을 극복하여, 다양한 유통 및 보관 환경에서도 본연의 선명한 붉은빛과 항산화 기능이 유지되도록 혁신을 이룸. 이는 최근 글로벌 화장품 산업을 강

	력하게 주도하고 있는 '클린 뷰티(Clean Beauty)' 및 '비건(Vegan)' 트렌드에 완벽하게 부합하는 지속가능한 고품질 바이오 원료 원천 기술임. 결과적으로 화학 합성 색소를 대체하는 친환경 바이오 소재를 통해 향후 다국적 화장품 시장에서 국내 기업이 독보적인 미래 기술 경쟁력과 차별성을 선점할 수 있는 기술적 토대를 마련함. **3. 일자리창출: 신성장 동력 확보를 통한 유망 스타트업 육성 및 지역 내 녹색 일자리 창출** 버려지는 지역 해조류 자원을 고부가가치 산업 원료로 탈바꿈시키는 기술 혁신을 통해, 지역 기반 스타트업인 이프(i.e.P)가 급성장하는 친환경 뷰티 시장에서 확고한 자생력을 갖추고 신규 사업 영역을 크게 확장할 수 있는 핵심 성장 동력을 제공함. 대학의 검증된 원천 기술과 현장 밀착 지원을 바탕으로 해당 기업이 제품의 성공적인 상용화 시기를 앞당기고 시장 점유율을 확대함에 따라, 향후 연구개발, 생산 공정 관리, 마케팅 등 다방면에 걸친 양질의 신규 인력 채용 수요가 발생할 것으로 기대됨. 궁극적으로 이러한 성공적인 기술이전 및 사업화 지원 모델은 해양 바이오 소재 기반의 신산업 생태계를 지역 내에 활성화하여 실질적인 기업의 매출 증대와 고용 창출의 선순환 구조를 확립하고, 차세대 친환경 유망 스타트업 육성을 통한 양질의 녹색 일자리 창출에 중추적으로 기여함.
	1. 기업현안해결: 무수염색 공정 전용 잉크 국산화 및 생산 단가 저감을 통한 독자 공급망 구축 기존 염색·후처리 공정에서 발생하는 막대한 폐수와 에너지 소비 문제를 해결하고자, 물을 전혀 사용하지 않고 설비를 단순화한 '아셈스 무수염색 공정'을 최적화하는 전용 염료 잉크를 개발함. 기존 기성 잉크는 대량 염색 공정과의 호환성 문제와 높은 가격, 공급 제한이라는 기업의 기술적·비용적 애로사항이 존재하였음. 이를 타개하기 위해 후보 염료의 TGA(열중량분석)를 통해 고온 적합성을 평가하고, 화학구조 기반의 저압 승화·확산성을 정량적으로 분석하여 최적의 원료를 선정함. 또한 분산 안정성과 입자 균일성을 극대화한 전용 잉크 조성 기술을 확보하고, 실 공정 테스트를 통해 균염성을 획기적으로 개선함. 이러한 기술 개발은 외부 잉크 의존도를 낮추고 독자적인 공급망을 구축함으로써 생산 단가 저감과 제품 품질 향상을 동시에 달성하여 기업의 핵심 현안을 완벽히 해결함. **2. 미래/글로벌 대응: 탄소중립 실현 및 친환경 고부가 섬유 시장의 글로벌 기술 선점** 전 세계적으로 강화되는 탄소중립 트렌드와 글로벌 기업의 친환경 제품 정책에 부합하는 고부가가치 친환경 섬유 기술을 선도적으로 확보함. 기존의 위험하고 환경 부담이 컸던 고온·고압 수계 염색 공정을 완전히 대체할 수 있는 무수염색 공정 기술은 기후변화 대응이라는 글로벌 의제에 부합하는 미래 유망 기술임. 본 연구를 통해 확보한 전 과정(공정·염료·조성)에 대한 특허 출원과 기술이전은 아셈스가 초기 단계에 머물러 있는 글로벌 무수염색 시장에서 기술적 진입장벽을 구축하고 시장을 선도할 수 있는 기반이 됨. 특히 특정 색상에 한정된 기술을 추후 다양한 색상으로 확장 가능한 플랫폼화 전략을 제시함으로써, 저부가가치 섬유산업을 고부가가치 지식기반 친환경 산업으로 전환하는 미래형 글로벌 대응 전략을 완성함. **3. 일자리창출: 친환경 고부가 산업으로의 체질 개선 및 고도화된 전문 인력 수요 창출** 물과 화학물질 사용을 극대화했던 기존의 위험한 섬유 제조 환경을 친환경·안전 공정으로 개선함으로써, 섬유 산업의 부정적 인식을 타파하고 질 높은 신규 일자리 창

	출의 기반을 마련함. 친환경 무수염색이라는 고부가가치 분야로의 사업 확장은 기업의 매출 증대와 더불어 정밀 잉크 조성 설계, 분산 안정성 제어, 글로벌 시장 대응을 위한 고도의 연구개발(R&D) 인력 및 전문 엔지니어에 대한 지속적인 채용 수요를 창출함. 나아가 대학의 연구 성과가 기업의 기술 경쟁력 강화와 신사업 분야 개척으로 이어지는 산학협력 선순환 구조를 구축함으로써, 지역의 전통적인 저부가 섬유산업을 첨단 소재 산업으로 업그레이드하고 청년층이 선호하는 양질의 녹색 기술 전문 일자리를 확대하는 데 중추적인 역할을 수행함.
	1. 기업현안해결: 정밀 물성 분석을 통한 소재별 크랙 발생 메커니즘 규명 및 품질 불량 근본 원인 해결 LG전자의 냉장고 내장재(ABS, HIPS, PP)가 실제 사용 환경에서 오일에 노출될 경우 발생하는 크랙 문제를 해결하기 위해, 1년간의 집중적인 산학협력 연구를 수행함. 오일 노출에 따른 열화 현상을 화학적·물리적 측면에서 다각도로 분석하여, 단순 표면 손상이 아닌 소재와 오일 간 상호작용에 따른 물리적 성질 변화 및 응력 집중 거동이 균열의 본질적 원인임을 규명함. FT-IR 및 DSC 분석으로 화학적/열적 변화를 면밀히 검토하고, DMA(동적기계분석)를 통해 소재별 점탄성 거동과 오일 침투에 따른 기계적 안정성 저하 메커니즘을 정량적으로 도출함. 또한, 파단면 분석을 통해 소재별 취약 특성을 모폴로지 관점에서 체계적으로 규명함으로써, 기업 현장에서 반복되는 품질 불량의 원인을 과학적으로 입증하고, 향후 최적 소재 선별과 공정 조건 개선을 위한 실질적인 기술적 가이드를 제공함. **2. 미래/글로벌 대응: 제품 신뢰성 평가 체계 고도화를 통한 글로벌 시장 경쟁력 강화** 가전제품 내장재의 환경 적응성과 장기 신뢰성은 글로벌 시장에서 기업의 브랜드 가치를 결정짓는 핵심 요소임. 본 연구를 통해 확보된 소재별 오일 노출 열화 거동 데이터와 크랙 발생 메커니즘은 향후 냉장고 내장재의 오일 안정성을 평가하는 독자적이고 체계적인 평가 체계(Standard)를 설계하는 기초자료로 활용됨. 이는 단순한 불량 분석을 넘어 제품 개발 초기 단계에서부터 오일 환경에 최적화된 고신뢰성 내장재를 설계하고 적용할 수 있는 기반을 마련한 것으로, 갈수록 엄격해지는 글로벌 품질 기준을 충족함과 동시에 제품 수명 연장을 통한 친환경 가전 구현에도 기여함. 궁극적으로 기업의 제품 신뢰성 수준을 글로벌 최상위권으로 유지하고, 해외 시장에서의 품질 리스크를 사전에 예방하는 전략적 기술 경쟁력을 확보함. **3. 일자리창출: 공정 최적화를 통한 제조 원가 절감 및 전문 소재·신뢰성 엔지니어 역량 강화** 본 연구를 통한 불량 원인 분석과 소재 선별 최적화는 제조 현장의 시행착오를 줄이고 자원 손실을 최소화하여 실질적인 제조 원가 절감 및 생산 효율성 향상으로 직결됨. 이러한 생산 효율 향상은 기업의 내실 있는 성장을 도모하고, 품질 관리 및 소재 개발 분야의 고도화된 R&D 인력에 대한 수요를 안정적으로 유지하거나 확대하는 토대가 됨. 또한, 실제 산업 현장의 난제를 대학의 고급 분석 기술로 해결하는 과정에 참여한 연구 인력들은 복합 소재의 물리적 거동을 이해하고 제품 신뢰성을 설계할 수 있는 실무 역량을 갖춘 전문 엔지니어로 성장함. 결과적으로 기업에는 문제 해결형 소재/신뢰성 전문가를 양성·확보하는 기회를 제공하고, 대학에는 산업 현장의 실제 수요를 반영한 고숙련 인재를 배출하는 산학협력의 선순환을 통해 양질의 녹색 기술 및 품질 엔지니어링 일자리 창출에 기여함.

	1. 기업현안해결: 초고압 전력기기용 도전성 복합재의 공정 효율 최적화 및 제조시간 단축 효성중공업과 「초고압 제품용 도전성 고분자 재료의 공정성 개선」 과제를 수행하며, 탄소계 필러가 첨가된 도전성 복합재 성형 시 발생하는 긴 경화시간, 공정 리드타임 증가, 품질 편차 등 산업 현장의 고질적인 현안을 해결함. 기존 조성의 경화 반응성 부족 문제를 해결하기 위해 수지:경화제 비율을 100:110으로 최적화하여 품질 안정성을 확보함. 특히 아민계, 이미다졸계, 암모늄염계 촉진제를 비교 분석한 결과, BDMA(1.0 phr) 조건이 전기적 성능 및 열적 품질 저하 없이 경화 속도만 선택적으로 향상함을 규명함. 이를 기반으로 10 ℃/min 승온 조건을 적용한 경화사이클 최적화를 통해 기존 대비 공정 시간(Cycle Time)을 최대 약 72.8% 단축하는 성과를 거두었으며, 제조 효율화와 공정 적용성 향상이라는 기업의 실질적 요구사항을 완벽히 충족함. **2. 미래/글로벌 대응: 초고압 전력기기 핵심 소재의 국산화 및 글로벌 품질 경쟁력 확보** 글로벌 전력기기 시장에서 요구하는 고신뢰성 초고압 전력기기용 도전성 고분자 복합재의 성형 공정 표준을 선제적으로 수립함. 탄소계 필러 첨가에 따른 수지의 반응 거동 변화를 정량적으로 분석하고, 제품의 전기적 특성과 열적 안정성을 동시에 보장하는 공정 조건을 확립함. 이는 단순 소재 물성 평가를 넘어, 초고압 제품의 실제 적용을 위한 공정 변수를 구체화한 것으로, 향후 전력 에너지망의 고도화와 글로벌 탄소중립 실현을 뒷받침할 핵심 전력 설비의 소재 국산화 및 상용화 가능성을 대폭 높임. 글로벌 시장에서 요구되는 엄격한 품질 기준을 만족하는 제조 프로세스를 정립함으로써, 초고압 전력기기 소재 분야에서 국내 기업이 독자적인 글로벌 경쟁력을 선점할 수 있는 기술적 교두보를 마련함. **3. 일자리창출: 공정 혁신을 통한 제조 경쟁력 강화 및 고숙련 소재 공정 인재 양성** 제조시간을 70% 이상 획기적으로 단축하는 공정 혁신 기술은 초고압 전력기기 사업부의 생산 효율성을 극대화하여 제품 단가 경쟁력을 높이고, 기업의 시장 점유율 확대와 안정적인 사업 성장을 가능케 하는 토대가 됨. 생산성 향상에 따른 기업의 매출 증대는 관련 분야의 생산 관리, 공정 최적화 엔지니어 및 품질 관리 분야의 양질의 고용 수요를 창출하는 선순환 구조를 형성함. 또한, 산학 공동 프로젝트에 참여한 연구 인력들은 복합재 반응 거동 해석, 경화 공정 메커니즘 설계 등 고도의 전문성을 필요로 하는 현장 실무 역량을 갖춘 엔지니어로 성장함. 결과적으로 대학의 연구 현장을 기업 현장과 직접 연결하여 제조 경쟁력을 강화하고, 미래 전력 에너지 산업을 이끌어갈 고숙련 기술 인재를 양성·공급함으로써 산업계 전반의 일자리 질적·양적 제고에 기여함.
	1. 기업현안해결: 전고체전지 계면 저항 최소화 및 상용화를 위한 핵심 소재·공정 기술 개발 SK온과의 산학협력 연구를 통해 차세대 전고체전지 상용화의 최대 걸림돌인 전해질 소재의 이온전도도 한계와 계면 안정성 문제를 해결함. 기존 액체 전해질 기반 배터리의 화재·폭발 위험성을 극복하기 위해, 고분자 전해질의 분자구조를 정밀 설계·합성하고 실제 전지 제조 공정에 최적화된 소재 기술을 확보함. 특히 고분자 전해질의 기계적 안정성과 이온전도 특성을 동시에 향상시키는 소재 설계 전략을 도입하고, 전극-전해질 계면에서의 저항 증가 및 성능 저하 문제를 최소화하는 계면 안정

	화 기술을 구현함. 이는 실제 산업 현장에서의 전지 성능(충·방전 특성, 수명, 안전성)을 획기적으로 개선할 수 있는 기술적 근거를 마련한 것으로, 기업이 직면한 기술적 난제를 과학적으로 분석하고 실질적인 해결책을 제시한 사례임. **2. 미래/글로벌 대응: 차세대 에너지 저장장치 원천기술 확보를 통한 배터리 산업 기술 자립화** 전기자동차 및 에너지저장장치(ESS) 시장의 급격한 팽창에 따라 고에너지밀도·고안전성 전고체전지 기술 확보가 글로벌 배터리 산업의 핵심 경쟁력으로 부상함. 본 연구를 통해 대면적 전고체전지 제조공정에 적용 가능한 핵심 원천기술을 확보함으로써, 국내 배터리 기업이 글로벌 시장에서 기술 리더십을 발휘할 수 있는 전략적 토대를 구축함. 또한 실제 양산 공정과의 연계성을 최우선으로 고려한 실용적 기술 개발을 통해 기업의 차세대 제품 로드맵 수립에 기여하고, 향후 배터리 시장의 게임 체인저가 될 전고체전지 분야에서 국내 산업의 기술 자립도 및 국제 경쟁력을 강화하는 글로벌 대응 전략을 실행함. **3. 일자리창출: 배터리 핵심 산업 생태계 강화 및 차세대 에너지 전문 인재 양성** 차세대 전고체전지 분야의 상용화 기술은 국내 배터리 기업의 미래 시장 지배력을 공고히 하여 관련 분야의 대규모 투자 및 연구개발 고용 창출로 직결됨. 산학협력 프로젝트를 통해 대학의 기초·원천 연구역량을 산업 현장의 기술 혁신과 직접 연결함으로써, 산업계가 요구하는 고도의 전지 소재 설계 및 공정 이해도를 갖춘 석·박사급 전문 인재를 배출함. 연구 과정에서 현장 기술 수요를 반영한 문제 해결형 연구를 수행한 학생들은 향후 국내 배터리 기업의 핵심 R&D 인력으로 성장하게 되며, 이는 결과적으로 차세대 에너지 산업의 성장 동력을 확보하고, 고기술 기반의 양질의 녹색 기술 일자리를 창출하는 선순환 생태계 조성에 기여함.
	1. 기업현안해결: 전기차 배터리 핵심 소재(전해액) 조성 최적화 및 계면 안정화 기술 확보 현대자동차와의 산학협력 연구를 통해 전기차의 주행거리 향상과 충전시간 단축, 안전성 확보라는 산업계의 핵심 현안을 해결하기 위한 신규 전해액 제조기술을 개발함. 고전압 환경에서 발생하는 전해액 분해를 억제하고 전극-전해질 계면의 안정성을 획기적으로 개선하기 위해, 기능성 소재 및 첨가제를 활용한 최적의 전해액 조성을 설계함. 이를 바탕으로 충·방전 성능, 사이클 수명, 고온 안정성 등 실제 전지 환경에서의 종합적인 전기화학적 특성을 분석함으로써, 기업이 차세대 배터리 개발 과정에서 겪는 소재적 한계를 극복하고 제품 성능 향상을 도모할 수 있는 실질적인 기술 데이터를 제공함. **2. 미래/글로벌 대응: 전기차 배터리 열폭주 방지 및 글로벌 안전 규제 대응을 위한 원천기술 확보** 최근 글로벌 전기차 시장의 핵심 화두인 '배터리 안전성' 이슈에 대응하여, 난연성 및 고안전성 전해질 원천기술을 확보하고 관련 지식재산권을 창출함. 전기차 및 에너지저장장치(ESS)의 보급 확대로 인한 배터리 화재 사고를 방지하고 내부 열폭주 위험을 근본적으로 감소시키는 기술을 구현함. 이는 향후 강화될 글로벌 배터리 안전성 기준 및 환경 규제에 선제적으로 대응할 수 있는 전략적 기반 기술임. 이러한 고안전성 전해액 기술은 현대자동차의 차세대 배터리 개발 전략 및 전동화 기술 경쟁력을 뒷받침하며, 한국 자동차 산업이 글로벌 시장에서 친환경 모빌리티의 기술 표준을 선도할 수 있도록 기여함. **3. 일자리창출: 국가 전략산업의 기술 경쟁력 강화 및 고도화된 배터리 전문 인재 양**

	성 차세대 배터리 기술의 국산화 및 상용화 가속화는 현대자동차를 비롯한 국내 배터리·자동차 산업 생태계의 비즈니스 경쟁력을 강화하고, 관련 분야의 대규모 연구개발 및 엔지니어링 인력에 대한 채용 수요를 견인함. 산업 현장의 실질적인 요구사항을 반영한 문제 해결형 연구를 수행하는 과정에서, 참여 학생들은 전해액 소재 설계부터 전기화학적 평가, 안전성 해석에 이르는 고도의 실무 역량을 갖춘 차세대 배터리 전문 인재로 성장함. 결과적으로 대학의 기초연구를 산업계의 실질적 수요와 성공적으로 연계함으로써, 국가 전략산업인 미래 모빌리티 분야의 기술 혁신을 주도할 고숙련 연구인력을 지속적으로 배출하고 양질의 기술 중심 일자리를 창출하는 산학협력 혁신 생태계를 공고히 함.
	1. 기업현안해결: 글로벌 선도 기술 분석 및 맞춤형 공정 최적화를 통한 접착 기술 국산화 전기차 및 하이브리드차 동력 모터 부품 접합 시 헨켈(Henkel), 쓰리본드(ThreeBond) 등 글로벌 기업이 독점하던 기술적 장벽을 해소하기 위해 ㈜새론테크, ㈜이노켐, ㈜아이넴, ㈜아미스트 등 지역 유망 기업과 긴밀한 기술 협력 체계를 구축함. 기존 레이저 용접 대비 공정 시간 단축과 모터 효율 상승, 소음 감소라는 전기차 산업의 핵심 요구 성능을 확보하기 위해 포스코모빌리티솔루션, 포스코인터내셔널과 협력하여 현장 공정 요구 성능을 심층 분석함. 이를 통해 글로벌 기업과 대등한 수준의 접착제 성능을 구현하였으며, BK21 교육연구단의 지원을 바탕으로 다수의 특허를 출원·준비하여 국내 중소기업이 전기차 모터 부품 접합용 핵심 접착 소재 기술을 독보적으로 확보하도록 견인함. **2. 미래/글로벌 대응: 전기차 핵심 부품 글로벌 공급망 진입 및 미래 모빌리티 기술 표준화 주도** 개발된 접착제 기술이 적용된 전기차 모터 부품은 현대자동차는 물론 북미와 유럽 현지 공장을 통해 글로벌 시장에 공급되며, 현대차·포스코·지역 기업으로 이어지는 강력한 국내 공급망 생태계를 형성함. 특히 기술적 우위성을 바탕으로 테슬라(Tesla), 스텔란티스(Stellantis) 등 글로벌 완성차 기업들과 기술 협력 논의를 본격화하며, 향후 전기차를 넘어 항공기 부품까지 확장 가능한 실란트 계열 접착제 개발로 글로벌 시장에서 독자적인 기술 경쟁력을 확보함. 이는 미래 모빌리티 산업의 패러다임 변화에 선제적으로 대응하는 전략으로, 국내 부품 산업의 글로벌 위상을 높이고 친환경 에너지 모빌리티 소재 시장을 선도하는 성과임. **3. 일자리창출: 지역 첨단 소재 생태계 고도화 및 기술 자립을 통한 고숙련 연구인력 수요 확대** 지역 소재 기업인 ㈜이노켐, ㈜아이넴 등에 필수적인 핵심 접착 소재 기술을 이전하고 맞춤형 기술 자문을 지속적으로 제공함으로써, 지역 기업들이 국내외 수요 기업의 까다로운 성능 지표에 기술적으로 즉각 대응할 수 있는 고도의 R&D 역량을 갖추도록 지원함. 이러한 기술 자립과 사업화 성공은 지역 소재 기업들의 매출 증대와 시장 점유율 확대로 이어져, 첨단 접착제 및 실란트 분야의 연구개발·엔지니어링 전문 인력 채용 수요를 창출하는 효과를 거둠. 또한 산학협력 프로젝트를 통해 실무 역량을 쌓은 연구 인력들은 양질의 기술 중심 일자리를 확산하고 국가 전략산업 발전에 중추적으로 기여함.

3. 연구의 국제화 현황

3.1 참여교수의 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 참가하였으며, 그 결과 초청강연, 좌장 및 위원회 활동, 국제학술지 관련활동이 증가되는 등에서는 양호한 성과를 창출한 것으로 판단되며, 대표적 실적들을 서술하였다.

표 Ⅲ-4. 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
6차년도 건수	4	16	20	16	2	58

1) 국제학회/학술대회에서 수상 :

< 교수>

- Distinguihsed Scientist Award, International conference on Advanced Bioprocessing Technologies for Biomass Coversion (IBA2024), 홍콩, 2024년12월2일

< 교수>

- Impact Recognition Award, Korean Institute of Chemical Engineers, Dec. 2024

< 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>

- 미국화학회(ACS) Energy & Fuels 저널 ‘2024 Rising Star 연구자’ 선정, 2024년 11월

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>

- “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>

- 좌장, The 17th Asian Texile Conference. 2024.12.17. 타이완

< 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.~

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

< 교수>
- 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

<table>
<tr><th rowspan="2">연번</th><th>참여교수명</th><th>참여기간 (YYYYMMDD-YYYYMMDD)</th><th>연구자등록번호</th><th>세부전공분야</th><th>대학원 교육관련 대표실적물</th><th>DOI번호/ISBN/인터넷 주소 등</th></tr>
<tr><th colspan="6">참여교수의 교육관련 대표실적의 우수성</th></tr>
<tr><td rowspan="2">1</td><td></td><td>20240301-20260228</td><td></td><td>고분자 구조및 물성</td><td>저서(교재)</td><td>-제목: X-선 반사율을 이용한 박막 분석-고급 분석기법과 응용사례
- ISBN : 978-89-6595-153-7</td></tr>
<tr><td colspan="6">□ 실적의 우수성 : 대학원 유기소재, 물리, 재료, 반도체소재 등 관련 전공 강의를 위해 편찬한 교재로서, 박막 구조를 비파괴적 방법으로 분석할 수 있는 X-선 특성, X-선 반사율의 측정 및 분석법 그리고, 이를 활용한 분석기법 소개와 응용사례를 집대성하였음.
□ 교육효과 : 유기소재, 물리, 재료 분야에서 박막을 연구하는 대학원생, 과학자, 엔지니어들에게 좋은 참고자료가 되도록 집대성하였음. 고도화된 산업 현장에서 물질 및 공정 개발과 품질 고도화를 주도할 최고 수준의 융합형 전문 인력을 양성하는 데 탁월한 효과가 있음.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">2</td><td></td><td>20240301-20260228</td><td></td><td>재료공학</td><td>저서(교재)</td><td>-제목: 반도체 소재 및 소자 개론
- ISBN : 978-89-6595-150-6</td></tr>
<tr><td colspan="6">□ 실적의 우수성 : 대학원 반도체소재, 반도체소자, 반도체공정, 반도체소자및소자 관련 전공 강의를 위해 편찬한 교재로서, 반도체의 기본 정의부터 재료의 기초 물성, 전자 수송 현상과 해석, 반도체-금속 및 반도체 간 접합 구조, MOSFET 등 트랜지스터 소자 물리, 소자 설계를 위해 반드시 이해해야 할 MOSFET 소자의 비이상적 거동까지 집대성하였음.
□ 교육효과 : 반도체 소재를 다루고, 공정을 통해 소자를 개발하고자 하는 반도체 유관분야의 대학원생, 과학자, 엔지니어들에게 좋은 참고자료가 되도록 집대성하였음. 고도화된 산업 현장에서 신공정 개발 및 품질 고도화를 주도할 최고 수준의 융합형 전문 인력을 양성하는 데 탁월한 효과가 있음.</td></tr>
</table>

② 국제 공동연구 실적

<표 3-6> 평가 대상 기간(2024. 3. 1. ~ 2026. 2. 28.) 내 국제 공동연구 실적

연번	공동연구 참여자		상대국/ 소속기관	국제 공동연구 실적	DOI 번호/ ISBN 등 관련 인터넷 link 주소
	교육연구단 참여교수	국외 공동연구자			
1			미국 / Harvard Medical School	Biomimetic gradient hydrogel with fibroblast spheroids for full-thickness skin regeneration. Biomaterials Advances. 169, 214152	10.1016/j.bioadv.2024.214152
2			중국/University of Shanghai for Science and Technology	Versatile Hyper-Cross-Linked Polymers Derived from Waste Polystyrene: Synthesis, Properties, and Intentional Recycling, Langmuir 2024, 40, 32, 16670–16689	10.1021/acs.langmuir.4c01041
3			미국 / Lawrence Berkeley National Laboratory	Selective enrichment of electrode-associated cells enhances CO2 conversion to acetate in microbial electrosynthesis cells	10.1016/j.fuel.2025.135832
4			중국/Jiangnan University	In-situ biogenic FeS boosted acetate accumulation through CO2 capture and valorization using microbial electrosynthesis (MES)	10.1016/j.cej.2024.152563
5			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
6			스위스/École Polytechnique Fédérale de Lausanne(EPFL)	Methylammonium Nitrate-Mediated Crystal Growth and Defect Passivation in Lead Halide Perovskite Solar Cells	10.1021/acsenergylett.4c00154
7			영국/ University of Cambridge	Harnessing Extreme Internal Damping in Polyrotaxane-Incorporated Liquid Crystal Elastomers for Pressure-Sensitive Adhesives.Advanced Functional Materials, 35(3), 2413824	10.1002/adfm.202413824
8			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
9			호주 / school of chemical and biomolecular engineering, University of Sydney	Enhanced cell growth and astaxanthin production in Haematococcus lacustris by mechanostimulation of seed cyst	10.3390/app142210434
10			미국/ University of	Improving Geometric Uniformity in Dynamic Chemical Vapor Deposition of	10.1021/acs.iecr.4c03787

			Pittsburgh	Carbon Nanotube Forests / Industrial & Engineering Chemistry Research, 64, 11327–11339	
11			미국/Stony Brook University	Stepwise impregnation of bimetallic catalysts for carbon nanotube synthesis	10.1016/j.apcata.2025.120568
12			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	10.1016/j.eurpolymj.2024.113380
13			미국/Georgia Institute of Technology	Accelerating Polysulfide Adsorption and Conversion from the Hybrid Phase of TiO2 and N-Doped Carbon toward High-Performance Li–S Batteries	doi.org/10.1021/acs.jpcc.4c03644
14			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
15			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	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

			Innovation Paris, 스페인 / IMDEA Materials Institute, 미국/ Oak Ridge National Laboratory		
16			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
17			미국/Sanford Burnham Prebys Medical Discovery Institute	Derivatization of Hyaluronan to Target Neuroblastoma and Neuroglioma Expressing CD44	10.3390/pharmaceutics16060836
18			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
19			러시아/Siberian Branch, Russian Academy of Sciences	Controlled Synthesis of PtRe and NiRe Bimetallic Catalysts for Enhanced Biomass Hydrogenation	10.1021/acs.energyfuels.4c02475
20			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
21			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
22			영국 / Edinburgh Napier 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

			Edinburgh, UK 중국 / Chongqing University of Technology 터키 / Istanbul Technical University		
총 환산 참여교수 수		22		제출 요구량	22

③ 외국 대학 및 연구기관과의 연구자 교류 실적 및 계획

○ 참여교수들의 평가대상 기간 동안 국제 공동연구 실적은 총 45건이며, 상대국은 미국, 영국, 중국, 인도, 독일을 비롯한 15개국이며 이중 대표적 실적 22건(표 3-6)을 보였다. 이외 참여교수가 직접 현지방문을 한 실적은 아래와 같다.

교수	방문국/기관명	기간	내 용
	중국/시안교통대	2025.7.3~6	'2025 Sino-Korea Advanced C1 Biorefinery Symposium'에 참석하고 C1 가스 기반 바이오전환 기술의 최신 연구 동향을 공유하고 심포지엄 주최자인 교수 연구그룹을 방문해 향후 공동연구 방안을 협의하였음.
	미국/Purdue University	2024.3.1.~2025.2.28	블록공중합체 자기조립체 및 생체재료의 유변학적 연구에 대한 최신 정보현황 파악과 공동연구 주제에 대한 교류

○ 한편, 아래는 평가 대상기간동안 외국대학 및 연구기관 연구자를 국내에 초빙하여 교류한 실적이다. (총 11건)

연번	내 용
1	■ 연사 : 교수 (Chiba University, 일본) - 일시, 장소 : 2024.03.05.(화) 13:00 ~ 15:00, 5공학관 5203호 - 내용 : "Upconverted Emission in AC-Driven Electrochemiluminescent Device with DNA modified electrodes"를 주제로 EC 소재 및 EC에서 금속의 증착에 대한 최신 연구 동향을 파악하였다.
2	■ 연사 : 교수 (National Central University, 대만) - 일시, 장소 : 2024.06.05.(수) 15:00 ~ 17:00, 7공학관 7415호 - 내용 :"Applications of Density Functional Theory for Materials Discovery and Design"을 주제로 강연을 진행함. 금속 합금을 디자인하고 새로운 소재를 개발하는데 활용되는 DFT 기법에 대해 의논함.
3	■ 연사 : 교수 (National Taiwan University, 대만) - 일시, 장소 : 2024.06.05.(수) 17:00 ~ 19:00, 7공학관 7415호 - 내용 : Computational Study of Nanoporous Materials for Energy- and Environment-related Applications"을 주제로 강연을 진행함. 특히 물 회수 흡착제 관련 연구 동향에 대해 토의함.
4	■ 연사 : 박사 (MIT, 미국) - 일시, 장소 : 2024.08.22.(목) 16:00 ~ 17:00, 7공학관 7415호 - 내용 : "Accelerated Reaction and Material Development in Flow" 주제로 강연을 진행하였고, Flow Chemistry의 전반적인 개념 적용 분야(특히 소재 개발 측면)에 대한 지식을 공유하였음.
5	■ 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.
6	■ 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 형성 기술을 소개함.
7	■ 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 분자배향
8	■ 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.
9	■ 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.
10	■ 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.
11	■ 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-5. 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. 연구자 교류 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		폐플라스틱의 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

○ 참여교수/대학원생의 국제교류 및 해외 공동연구 활성화를 통해 국제화 역량을 향상할 계획이며, 이를 위해 다음과 같은 구체적인 달성방안을 제시한다.

표 Ⅲ-6. 연구의 국제화 계획 달성방안

연구의 국제화 계획	구체적 내용
해외학술대회 참가지원과 장중단기 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 정기워크샵에서 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

○ 참여교수의 국제공동연구 네트워크 활성화를 위해 부산대 장기파견연구 및 연구재단 국제공동연구사업을 활용한다. 교육연구단에서는 해외학술대회 참여대학원생 75명에게 100만원을 지원하고 체류기간별로 장·중·단기연수자(년 4~8명)에게 인당 150~500만원을 지원할 예정이다.

○ 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 정기워크샵을 통해 공유할 계획이다. 매년 우수 공동연구 사례를 선발하여 사업단 정기워크샵에서 포상 및 상금을 지급할 예정이다.

○ 국제화역량을 강화하고 연구 성과를 홍보하기 위해 국제학회 개최를 적극 지원한다. 특히 부산 BEXCO는 국제학회개최 장소로 선호되는 학회장이므로 비용효율측면에서 사업단 홍보효과가 클 것으로 판단된다. 한국-중국-대만-일본 JOINT 심포지엄도 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.