

『4단계 BK21사업』 미래인재양성사업(과학기술분야)

교육연구단(팀) 자체평가보고서

접수번호	-										
사업 분야	기초	신청분야	화학	단위	지역	구분	교육연구단				
학술연구분야 분류코드	구분	관련분야		관련분야		관련분야					
		중분류	소분류	중분류	소분류	중분류	소분류				
	분류명	화학	일반화학								
	비중(%)	100									
교육연구 단(팀)명	국문) 분자소재 교육 연구단										
	영문) Education and Research Center for Molecular Materials										
교육연구 단(팀)장	소 속		부산대학교 자연과학대학(원) 화학과(부)								
	직 위		교수								
	성명	국문	전화								
			팩스								
			이동전화								
			E-mail								
연차별 총 사업비 (백만원)	구분	1차년도 (2019~212)	2차년도 (213~222)	3차년도 (223~232)	4차년도 (233~242)	5차년도 (243~252)	6차년도 (253~262)				
	국고지원금	470	940	941	1,127	1,031	1,031				
총 사업기간		2020.9.1.(2024.3.1.)-2027.8.31.(84개월)									
자체평가 대상기간		2024.9.1.-2025.8.31.(12개월)									
본인은 관련 규정에 따라, 『4단계 BK21사업』 관련 법령, 귀 재단과의 협약에 따라 다음과 같이 자체평가보고서 및 자체평가결과보고서를 제출합니다.											
2025년 11											
작성자	교육연구단(팀)장										
확인자	부산대학교 산학협력단장										

〈자체평가 보고서 요약문〉

중심어	화학	분자소재	자기주도
	협업	융합	정보 활용
	인공 효소	촉매	지역 기여
교육연구단(팀)의 비전과 목표 달성정도	비전: 자기주도 협업형 분자소재 교육 연구 선도 연구단으로 성장		
	■ 교육 목표: 자기주도 협업형 분자소재 우수 인력 양성 투트랙 교육과정(현장친화형과 난제해결형)을 지속적으로 운영하여 학생 주도 교과과정과 융합 교과과정을 개발하고, 이를 통해 학생들이 주도적으로 문제를 해결하는 능력을 배양하기 위한 교육과정을 운영하고 있다. 계획했던 교과과정 개편을 실행하고, 새로운 교육과정에 따라 교과목을 개설하고 있다. 이를 통해 첨단 바이오 및 미래 에너지 산업에 필요한 자기주도 협업형 분자소재 우수 인력을 양성하는 지속가능한 시스템을 구축하고 있다.		
	■ 연구 목표: 인공 효소/촉매 분야 집중 및 협업을 통한 경쟁력 확보와 산업/지역 사회 연구 기여 본 연구단의 연구 전문성을 기반으로 화학의 근원적인 난제인 인공 효소/촉매 분야에 집중적으로 협업 연구를 수행하여 세계적 연구 경쟁력을 확보하고자 하였다. 이를 통해서 산업/지역 사회 관련 연구 문제 해결에 적극적으로 기여하고 있다. 연구단의 연구 분야와 긴밀하게 관련된 국가 전략 기술 분야인 첨단 바이오, 수소, 이차전지, 인공지능, 양자 분야의 혁신을 선도하기 위해 합성, 에너지, 바이오 연구 주제를 중심으로 협업 연구에 집중하고 있다. 한편, 작년 자체평가 기간 대비 정부 연구비 수주 총액과 1인당 연구비 수주액이 모두 증가하였으며, 이는 최근 5년간 중 가장 높은 수준이다. 연구 실적의 경우, 1인당 환산 IF가 작년 자체평가 기간 대비 6.5에서 8.7로 상승하여 논문의 질적 향상을 보여주었다.		
	■ 국제화 목표: 학생 주도 발표 및 국제 공동연구와 우수 외국인 연구인력 활용 국문과 영문을 병용하여 모든 정보 및 교육을 제공하는 시스템을 구축하여, 이를 통해 한국 학생의 국제화 능력을 향상하는 한편 우수 국제 연구인력을 확보하고자 하였다. 홈페이지를 개편하고 강의 자료/동영상을 제작하여 배포하였고, 연구실별 안전 동영상 제작하여 공유하고 있다. 학생 주도적인 발표를 개최하였으며, 학생의 장단기 해외 파견을 통해서 국제 공동 연구에 주도적 역할을 하도록 하였다. 또한, 국제 학회 발표를 독려하여 국제화 능력 배양을 위해 노력하였다.		

교육역량 영역 성과	■ 자기주도 - 학생 진로에 맞춘 투트랙 교과과정(현장친화형/난제해결형) 운영 - 온/오프라인 블렌디드 러닝 기반 자기주도적인 학습 환경 조성 - 학생 자율 선택으로 비교과 프로그램 참여 - BK21 마일리지/인센티브 제도를 활용하여 학생들의 참여 유도 - 학생 및 신진연구인력 주도 세미나 개최 ■ 융합 및 협업 - 융합 및 팀티칭 교과목 체계화 - 화학연구튜토리얼 교과목을 개발하여 대학원생 교육 - 산업 및 연구 현장에서 필요한 실습 병행 교과목 개발 - AI/바이오 겨울 학교 개최 ■ 정보 활용 - 화학정보의 검색/활용 능력을 길러주는 화학정보활용 교과목 개설 - 화학정보/장비 활용 동영상과 연구실별 안전 동영상의 학생주도 제작 및 공유 - 주도적 학사관리 교육을 통한 대학원생 소양 교육 연 2회 실시 - 안전/윤리 교육 자료 제작 및 교육 - 온/오프라인 한/영 병용 교육을 통한 내외국인 맞춤 교육과 국제화 여건 개선
연구역량 영역 성과	■ 자기주도 - 박사과정 국제/전국 규모 학술대회 구두 발표 의무화 - 학생 주도 부산대-성균관대 화학과 BK21 심포지엄 연 2회 개최 - 학생 주도 네트워킹 및 전문연구인력 간담회 개최 - 학생 마일리지/인센티브 제도를 통한 학생 참여 활성화 ■ 융합 및 협업 - 강점이 있는 인공 효소/촉매 분야에 집중하여 협업 연구 및 교육 진행 - 참여교수 간 연구 협력을 위한 연구실 간 공동 세미나의 정기적인 개최 - 협업 연구 장려를 위해서 인센티브 지급 기준 명문화 및 지급 - 학부생/대학원생/신진연구인력 사이의 멘토링과 협업 활성화 - 박사과정 학생 개인별로 2인 이상의 공동지도교수 선정 및 면담의 날 운영 - 박사과정 국제 공동 지도 교수 선정 장려 - 협업을 강화하기 위해 현재 운영 중인 학과 내 공동연구실 확대 설치 - 산업/지역 사회의 문제 해결을 돕기 위해 산업체·정부기관과 지속해서 협력 ■ 정보 활용 - 외부 연구비 및 장학금 신청을 위한 정보 및 선정 사례 공유 - 공동 및 개별 연구 장비와 시설의 정보 동영상 공개 및 공동 활용 - 교수 마일리지/인센티브 제도를 통해 교육/정보 개선에 교수의 참여 유도

달성 성과 요약	▶ 자기주도, 융합 및 협업, 정보활용의 세 가지 중심 방향 아래 교과/비교과 프로그램의 대대적인 개편 달성 ▶ 학생 주도 교과/비교과 과정의 성공적인 안착 ▶ 사업단 내외 공동 연구를 통해 인공 효소/촉매 분야 융합 연구 결과의 양적/질적 성장 달성 ▶ 코로나-19 이후 국제 공동 연구, 국제 학회 참석, 학생 해외 파견이 활발해졌으며, 실질적 국제 공동 연구 확대되었음. ▶ AI 시대와 미래 에너지/건강 산업에 필요한 자기주도 융합형 및 협업형 분자소재 우수 인력 양성
미흡한 부분 / 문제점 제시	■ 교육 - 온/오프라인 한/영 병용 교육자료 업데이트 필요 - 개편된 교과목의 안정적인 운영 - 외국인 겸임 교수의 교육 프로그램 참여 필요(2025학년도 2학기 임용) - 석사 졸업생 취업률 추가 제고 필요 ■ 연구 - 연구실간의 공동 연구, 융합 연구 확대 필요 - 대표 논문의 질적 향상 필요 ■ 국제화/대중화 - 대학원생의 장/단기 파견 제도 운영의 지속가능한 체계 확립 필요 - 대규모 국제 학술대회 개최를 통한 교류 부족
차년도 추진계획	■ 교육 - 온/오프라인 한/영 병용 교육자료 보완 및 추가 마련 - 학기별 대학원 교과목 개설 계획의 체계적 확립 - 정규 및 비교과 교육 과정에서 외국인 겸임 교수의 참여 활성화 - 수요자 중심의 산업체 세미나 및 졸업생 간담회 운영 ■ 연구 - 공동 연구 플랫폼 구축 및 융합 연구 팀 운영 - 우수 논문 인센티브 제도 활용 ■ 국제화/대중화 - 연구 네트워크 강화 기반의 장·단기 파견 운영 체계 마련 - 국제 학술행사 개최의 단계적 확대 추진

I

교육연구단(팀)의 구성, 비전 및 목표

1. 교육연구단(팀)장의 교육·연구·행정 역량

성명	한글
소속기관	

■ 연구 역량

- ▶ 유기반도체 설계 및 합성 전문가
- ▶ 현재까지 300편 이상의 SCIE 논문을 게재함
- ▶ 40여 건의 국내외 특허를 등록함
- ▶ 대표 교신저자 논문 실적으로 Energy & Environmental Sciences에 2편, Progress in Polymer Science 1편, Advanced Functional Materials 4편, Chemistry of Materials 3편, ACS Applied Materials and Interfaces 5편 게재함
- ▶ 2022년: 한국고분자학회 우수 논문상
- ▶ 2015년: 부산과학기술상
- ▶ 2006년: PSK-Wiley 젊은 과학자상
- ▶ 2000년: ISI Citation Classic Award
- ▶ 2009년 ~ 현재: Editorial Advisory Board, Polymers (MDPI)
- ▶ 2015년 ~ 현재: Editorial Advisory Board, Green Chemical Engineering (Elsevier)
- ▶ 2004년 ~ 2006: Editorial board, Journal of Information Display (KIDS)

■ 교육 역량

- ▶ 2000년 이후 75여명의 석박사 및 포스트닥을 배출함
- ▶ 2017년 KAIST 화학과 ChemScholarLectureship 수상
- ▶ 한국정보디스플레이학회 등에서 유기반도체 관련 튜토리얼을 진행함

■ 행정 역량

- ▶ 1997년 ~ 2000년: 선임연구원, 한국전자통신연구원 원천기술연구본부
- ▶ 2000년 ~ 2002년: 학과장, 금오공과대학교
- ▶ 2004년 ~ 2005년: 자연과학부장, 금오공과대학교
- ▶ 2013년 ~ 2015년: 학과장, 부산대학교 화학과
- ▶ 2016년 International Conference on Molecular Electronics and Devices 국제학회 Chair.

■ 연구단장 교체 사유

- ▶ 기존 BK21 교육연구단장을 역임하던 교수가 2025년 6월 글로벌선도연구센터 단장으로 신규 임명됨에 따라, 동일인이 두 개 사업의 단장을 겸임할 수 없다는 규정에 의해 BK21 단장을 교수로 교체하였음.

2. 대학원 학과(부) 소속 전체 교수 및 참여연구진

<표 1-1> 교육연구단(팀) 대학원 학과(부) 전임 교수 현황

(단위: 명, %)

대학원 학과(부)	학기	전체교수 수	참여교수 수	참여비율(%)	비고
화학과	2024년 2학기	19명	14명	73.68	
	2025년 1학기	19명	13명	68.42	

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

연번	성명	변동 학기	전출/전입	변동 사유	비고
1		2024년 2학기	전출	퇴직	
2		2025년 1학기	전입	신규 임용	

<표 1-3> 교육연구단(팀) 대학원 학과(부) 대학원생 현황

(단위: 명, %)

대학원 학과(부)	참여 인력 구성	대학원생 수											
		석사			박사			석·박사 통합			계		
		전체	참여	참여 비율 (%)	전체	참여	참여 비율 (%)	전체	참여	참여 비율 (%)	전체	참여	참여 비율 (%)
화학과	2024년 2학기	72	60	83.33	37	27	72.97	11	7	63.64	120	94	78.33
	2025년 1학기	80	63	78.75	40	30	75	11	6	54.55	131	99	75.57
참여교수 대 참여학생 비율					7.15								

가 교육연구단 대학원 학과 전임 교수 수 현황

24년 2학기 기준 학과 소속 전체 교수는 총 19명에 해당하였으며, 현재 이 수는 유지되고 있다.

나 교육연구단 참여교수의 비율 현황

교육연구단 참여교수 비율은 24년 2학기 73.68%(전체교수 19명 중 14명 참여)로 운영되었고, 25년 1학기 참여교수의 육아휴직으로 68.42%(전체교수 19명 중 13명 참여)로 운영되었다. 25년 1학기 평가를 통해 퇴직교수 1명을 종료하고 신규 참여교수 1명을 추가하였다.

다 교육연구단 대학원생 현황

(1) 대학원생 수

- 교육연구단의 대학원생 수는 2025년 8월 기준 131명(석·박사 통합 11명, 석사과정 80명, 박사과정 40명)이다.
- 2024학년도 2학기 대비 대학원생 수는 120명에서 131명(2025년 8월 기준)으로 증가하였다.
- 지난 2023년 2학기(93명), 2024년 1학기(106명)와 비교했을 때, 자체평가 대상 기간 동안(2024년 2학기: 120명, 2025년 1학기: 131명) 대학원생 수가 대폭 증가하였다.
- 2025년 2학기 12명의 신입생이 추가로 등록을 완료하여, 2025년 10월 기준 대학원생 총인원은 125명으로 유지될 예정이다.

(2) 참여비율

- 지난 1년간 전체 대학원생 중 교육연구단 참여 비율은 75% 이상으로 유지되었다.
- 2025년 2학기 신입생 중 참여교수의 실험실에 석사과정 6명/박사과정 4명의 입학으로 참여비율은 76.8%(96명 참여/125명 대학원생)로 예년 수준을 유지하고 있다.

2. 교육연구단(팀)의 비전 및 목표 달성정도



가 교육연구단의 비전: 자기주도 협업형 분자소재 교육연구 선도 교육연구단으로 성장

부산대 화학과 BK21 교육연구단은 선도적인 교육과정 혁신을 통해 첨단 바이오 및 미래 에너지 산업에 필요한 자기주도 융합형 및 협업형 분자소재 우수 인력을 양성하면서 선도적인 연구협업을 통해 인공 효소/촉매 분야의 과학 난제 해결에 기여할 수 있는 교육연구 선도 연구단으로 성장하고자 한다. 이를 통해 4단계 BK21 사업이 끝나는 시점에 QS 대학 평가의 화학 분야에서 세계 순위 200위 이내에 진입하고자 한다.

나 교육연구단의 목표

(1) 교육 목표: “자기주도 협업형 분자소재 우수 인력 양성”

- ▶ 투트랙 교육과정(현장친화형과 난제해결형)을 안정적으로 제도화하고 합성/에너지/바이오 연구 주제를 중심으로 융합 교과목을 체계화한다. 그리고 최근에 정립되기 시작하는 주제에 대한 신규 교과목을 교수진의 협업을 통해 자체적으로 개발한다. 이를 통해 첨단 바이오 및 미래 에너지 산업에 필요한 자기주도 협업형 분자소재 우수 인력을 양성한다.

(2) 연구 목표: “인공 효소/촉매 분야 집중 및 협업을 통한 경쟁력 확보와 산업/지역 사회 연구 기여”

- ▶ 본 연구단의 연구 전문성을 기반으로 화학의 근원적인 난제인 인공 효소/촉매 분야에 집중적으로 협업 연구를 수행하여 세계적 연구 경쟁력을 확보하고, 관련 국가전략기술 분야인 첨단 바이오, 수소, 반도체 · 디스플레이, 이차전지, 인공지능, 양자 관련 연구 문제 해결에 기여한다.

(3) 국제화 목표: “학생 주도 발표 및 국제 공동연구를 통한 우수 인력 양성”

- ▶ 학생 주도 발표회 및 국제 공동연구를 추진하여 국제화 능력을 배양한다. 그리고 화학영어논문작성법 강좌를 개설하여 대학원생의 논문 작성 능력을 향상하고자 한다. 홈페이지에 국문과 영문을 병용하여 학사 정보를 제공하는 시스템을 구축하고자 한다. 이를 통해 한국 학생의 국제화 능력을 향상하는 한편 우수 국제 연구인력을 확보하고자 한다.

다 지난 1년간 교육연구단의 목표 대비 실적 현황

■ 교육

본 교육연구단은 투트랙 교육과정, 학생주도 교과과정 구성, 협업형 분자소재 우수인력 양성을 교육 목표로 하였으며, 아래 표는 교육연구단의 최종 목표에 대한 지난 1년의 실적을 나타내었다.

주요 항목	목표	실적(24.9~25.8)
자기주도	투트랙 교과과정 운영	▶ 투트랙 교과과정 소개(25.2.11., 25.8.11.) ▶ 24년 2학기 신입생 19명(트랙1, 현장친화형: 1명; 트랙2, 난제해결형: 18명) ▶ 25년 1학기 신입생 28명(트랙1, 현장친화형: 3명; 트랙2, 난제해결형: 25명)
	온/오프라인 블렌디드 러닝 도입	▶ 화학정보활용 교육(6개 프로그램, 총 7회) ▶ 화학연구튜토리얼(11개 주제)
	학생 자율 비교과 프로그램 참여	▶ 저명인사초청 세미나 개최(총 47회) ▶ 산업체 현장 방문(4명) ▶ 기기활용프로그램 총 7회 실시(103명 참여) ▶ AI/바이오 겨울학교 개최(외부 전문가 1명 초청)
	학생 및 신진연구인력 주도 세미나 조직	▶ 학생 주도 Chemistry Fair 개최(1회) ▶ 신진연구인력 주도 Postdoctoral Research Symposium 개최(1회)
	커뮤니케이션 교과목 개설 및 운영	▶ 세미나(I),(II), 과학의사소통(I),(II)
융합 및 협업	융합 교과목 개설 및 운영	▶ 생체분자물리화학, 화학생물학
	융합화학튜토리얼 개정	▶ 화학연구튜토리얼 신설 및 운영
	AI/바이오 겨울학교 개최	▶ AI/바이오 겨울학교 개최(외부 전문가 1명 초청)
정보활용	공동 툴박스 교과목 개설 및 운영	▶ 화학정보활용, 화학연구튜토리얼, 화학영어논문작성법
	전문 툴박스 교과목 개설 및 운영	▶ NMR실험기법, 유기분광학, 첨단기기활용및제어, 분자모델링및시화학
	데이터 정보 수집 및 장비 활용 동영상 교육 자료 제작 및 활용	▶ 장비활용 동영상(18개 주제) 공유 및 활용
	안전/윤리 교육 자료 제작 및 교육	▶ 연구실 안전교육 및 생물안전교육(2회) ▶ 연구윤리 및 연구관리 수강(2회, 58명) ▶ 부산대 연구실안전관리센터 제작 자료 배포 ▶ 실험실별 안전매뉴얼 동영상 제작 및 배포
	온/오프라인 한/영 병용 교육	▶ 대학원 개설 교과목 한/영 병용 강의 1년간 100% 유지 및 온/오프라인 실시
		▶ 강의자료 온라인 제공

(1) 자기주도

- 21학년도부터 석사과정에 투트랙 교과과정(현장친화형과 난제해결형)을 운영하였고, 최근 1년 신입생 총 43명 중 현장친화형 트랙에 4명, 난제해결형 트랙에 43명이 각각 신청하였다.
- 외국인 대학원생을 교육하고 한국인 대학원생의 국제화 역량을 강화하기 위해서 오프라인 강의는 영어로 개설하고 있다. 강의 동영상의 경우 온라인으로 제공하여 학생이 주도적으로 학습량을 조절할 수 있도록 하고 있다. 동영상을 미리 시청하고 수업 시간에 토론과 문제 해결에 집중하는 플립 러닝 교육 방식도 활용하였다.
- 본 교육연구단은 학생 자율 비교과 프로그램으로 저명인사 초청세미나, 산업체/연구소 초청세미나, 졸업생 간담회, 산업체 현장방문, 기기활용 교육프로그램, 여성 취업률 향상 프로그램, 화학정보활용 교육, 학생 및 신진연구인력 주도 세미나, AI/바이오 겨울학교, 토크 콘서트 등 다양한 프로그램을 개최하여 학생들이 자발적으로 선택하여 참여하도록 하고, 마일리지/인센티브 제도를 활용하여 학생들의 참여율을 높이도록 하였다.(II-1.1.1-다 참조)

- d. 학생 주도로 조직하고 개최하는 교내 세미나인 Chemistry Fair를 연 1회 운영하였다.(24.10.30. 총 175명 참가; 14명 대학원생 구두발표)
- e. 신진연구인력 주도로 조직하고 개최하는 교내 심포지엄(The 6th Postdoctoral Research Symposium)을 연 1회 운영하였다.(24.11.29.; 신진연구인력 5명 구두발표)
- f. 커뮤니케이션 교과목인 세미나(I)과 과학의사소통(I)은 24학년도 1학기에, 세미나(II)와 과학의사소통(II)는 25학년도 1학기에 정례적으로 운영하였다.

(2) 융합 및 협업

- a. 융합교과목 6개(무기합성및유기금속화학, 유기소재화학, 에너지화학, 바이오소재화학, 화학생물학, 생체분자물리화학) 개편을 완료하였다. 최근 1년간 개설된 교과목은 화학생물학(25학년도 1학기 개설; 13명 수강)과 생체분자물리화학(24학년도 2학기; 18명 수강)이다.
- b. 기존 ‘융합화학튜토리얼’에서 다루었던 연구분야를 균등하게 확장하고자 ‘화학연구튜토리얼’ 과목으로 개정 후 25학년도 1학기에 운영하였다. 학과 교수들이 참여하여 분야별 핵심 원리와 연구 방법론을 강의하였다.
- c. 인공지능 및 합성 생물학 시대에 대한 이해를 돕는 AI/바이오 겨울학교를 연 1회 운영하였다(25.1.15.).

(3) 정보활용

- a. 화학관련 연구에 필수적인 방대한 정보 검색 및 활용 능력을 배양하는 화학정보활용 교과목을 25학년도 1학기에 개설(담당: 황도훈 교수)하였으며, 총 46명(석사: 39, 박사 7명)이 수강하였다.
- b. 그 외 공통 톨박스 교과목인 화학연구튜토리얼(25학년도 1학기)과 화학영어논문작성법(24학년도 2학기)을 운영하였다.
- c. 또한, 전문 톨박스 교과목으로, NMR실험기법(25학년도 1학기), 유기분광학(24학년도 2학기), 첨단기기활용및제어(24학년도 2학기), 분자모델링및AI화학(25학년도 1학기)을 운영하였다.
- d. 18개 주제에 대한 화학 데이터 정보 수집 및 장비 활용에 도움이 되는 동영상 교육 자료를 40명의 학생이 주도하여 제작하였고, OneDrive를 활용하여 동영상을 제공하고 있다.
- e. 연구실안전관리센터 주최 연구실안전교육 및 생물안전교육(온/오프라인)이 지난 1년간 학기별로 총 2회 실시되었으며, 교육연구단 대학원생 및 신진연구인력이 참여하였다. 안전/윤리 교육자료는 부산대학교 연구실안전관리센터에서 제작한 정보(https://labs-safety.pusan.ac.kr/fro_end/)를 학생들에게 전달하였다. 실험실별 안전 매뉴얼을 대학원생 및 신진연구인력 주도로 제작하였고, 부산대 인트라넷(PLATO 플랫폼)과 OneDrive에 공개하였다.
- f. “연구윤리 및 연구관리”를 ‘논문 연구 이수예정자’의 필수 이수 과목으로 지정하여 교육연구단 대학원생 총 58명(24.2학기: 31명, 25.1학기: 27명)이 수강하였다. 연구윤리 가이드북을 배포하였으며, 교육연구단 학생들은 온/오프라인 연구윤리 강좌에 수강하였다.
- g. 대학원 개설과목에서 외국인이 수강한 경우는 한/영 병용 강의를 진행하여 영어 강의로 인한 한국인 대학원생의 낙오를 방지하고 학생 주도적으로 학습량을 조절할 수 있게 하였다. 강의자료는 온라인으로 사전 제공하여 학생들의 이해를 도왔다.

■ 연구

주요 항목	목표	실적(24.9.~25.8)
자기주도	학생주도 심포지엄 개최	▶ 성균관대와의 공동 심포지엄 개최(총 2회)
	박사과정 구두발표 졸업 요건화	▶ 학과 회의를 통한 졸업 요건화 학과 규정 명시
	학생주도 네트워킹	▶ 대학원 동아리(Chem-Hub)를 통한 상호 연구 논의(참여 10명) ▶ 전문연구인력과의 간담회 진행(13회)
	학생 마일리지/인센티브 제도	▶ 프로그램 참여 학생에게 마일리지 부여 및 논문 출간 인센티브 지급

융합 및 협업	인공 효소/촉매 분야의 협업연구	▶ 참여교수간 협업연구 논문 4편 발표
	연구실 간 공동 세미나	▶ 선도연구센터 기반 공동 세미나 연 12회
	학생/신진연구인력 협업 활성화	▶ 학생/신진연구인력 공동연구 논문 출간(총 14건)
	공동 지도교수제 도입	▶ 박사과정(24년 2학기: 39명, 25년 1학기: 38명)에 대한 공동 지도교수 면담의 날 개최(2회)
정보활용	산업/지역 사회와의 관련 분야 연구 지원 및 협력	▶ 기업대상 연구발표 및 기술자문(총 10회) ▶ 기업 과제 수주(9건), MOU(1건) ▶ 기업과의 공동논문 발표(12건)
	연구비/장학금 신청 정보 및 선정 사례 공유	▶ 대학생 지원 가능한 교내외 장학금 정보 선정사례 발표(24년 10월)
	공동 및 개별 연구 장비/시설의 정보 공개 및 공동 활용	▶ 실험실별 주요 연구 장비/시설을 소개하는 동영상 제작 및 인터넷 공지

(1) 자기주도

- 계획한 학생 주도 대학간 공동심포지엄으로 부산대-성균관대학 화학과 간의 SKKU-PNU BK21 Four Joint Symposium을 지난 1년간 총 2차례 개최하였다. 개최된 심포지엄은 유기화학과 물리화학 분야에 해당하였으며, 총 16명(부산대 8명, 성균관대 8명)이 구두 발표하였다(II-1.1.2-(6) 참조).
- 박사과정 구두발표 졸업 요건화를 위해 2020년 12월 10일 학과 대학원 규정을 개정하였다. 신규 개정안의 제2조 “박사학위에 대한 규정”의 5(청구자격) (2)항에 박사학위과정 학생들이 학위청구 논문심사를 요구할 때는 “국제/전국규모학술대회에서 구두로 발표하거나, 교내 학술대회에서 영어로 구두발표해야 한다.”를 필수항목으로 명시하였다.
- 학생주도 네트워킹을 위해 학생들이 자발적으로 동아리인 “Chem-Hub”를 결성하였고, 총 10명의 다른 세부전공 분야 대학원생들이 연구, 진로 등에 대한 논의를 하였다. 추가 동아리 학생 모집을 위해 신입생 오리엔테이션 행사와 학과 소식지를 통해 홍보하였다. 또한 전문연구인력과의 간담회 13회를 개최하여, 실질적인 인적 네트워킹의 장을 마련하였다.
- 학생 마일리지/인센티브 제도: 교육연구단의 다양한 프로그램에 적극 참여를 독려하고 우수성과를 발표한 학생들에게 교육연구단 자체운영 기준에 따라 마일리지를 제공하여 인센티브를 지급하였고, 논문 출간에 대한 인센티브도 지급하였다(II-2.2.3-(7) 참조).

(2) 융합 및 협업

- 교육연구단의 참여교수 및 학과 교수들은 지난 1년간 인공 효소/촉매 분야 기반 상호 공동연구 주제를 탐색하기 위해 공동 세미나 또는 연구 결과 공유를 통해서 다양한 협업 연구를 진행하였고, 우수 공동연구 성과를 발표하였다(논문 4편).
- 교육연구단 참여교수 중 선도연구센터 과제를 기반으로 교육연구단의 실험실 간 공동세미나를 연 12회 개최하였다.
- 교육연구단 내 학생/신진연구인력 간의 협력 연구를 통하여 지난 1년간 총 14편의 공동연구 논문을 발표하였다.
- 해외 우수학교의 벤치마킹을 토대로 학생들이 향후 자신의 진로를 탐색하며, 연구 과정에 도움을 줄 수 있도록 공동지도교수제 신규 프로그램으로 구성하였고, 학생 각자가 원하는 교수를 공동 지도교수로 선정하여 공식적으로 매 학기 1회 상담의 날을 마련하여 면담을 진행하였다(24년 2학기 총 39명, 25년 1학기 총 38명 대학원생 면담의 날 시행; II-1.1.1.가-(2) 참조).
- 산업/지역 사회와의 관련 분야 연구 지원 및 협력을 위해 기업과의 기술자문 및 연구발표(10건), MOU(1건, 경보계약), 기업 과제 수주(9건) 및 기업과의 공동 논문발표(12건)를 달성하였다.

(3) 정보활용

- 학생들이 지원할 수 있는 연구비/장학금 신청정보를 정리하여, 21년 8월부터 개편 작업이 시작되는 홈페이지에 공개하였다. 기존 외부지원 장학금 수혜자의 선정사례 발표(24년 10월)를 개최하여

대학원생들이 눈높이에 맞는 장학금 지원 방법 및 정보를 상호 공유할 수 있도록 기회를 제공하였다. 결과로 석사과정생 2명, 박사과정생 2명이 교육부 주관 석사/박사과정생연구장려금지원사업에 추가 수혜자로 선정되었다. 교내 장학정보의 경우 해당 사업이 오픈되는 경우 전체 학생들에게 메일을 통하여 공지하였고, 정확하고 빠른 정보 공유를 통해 교내 PNU Fellowship에 석사과정 1명, 박사과정 1명이 선정되었다.

- b. 공동연구 활성화를 위해 학과 내 공동 장비 및 개별 실험실 연구 장비/시설의 정보를 공개하고 사용 방법에 대한 동영상 제작하였으며, 인트라넷(OneDrive)으로 자료를 공개하였다.

■ 국제화

주요 항목	목표	실적(24.9.~25.8)
자기주도	해외 파견 지원	▶ 박사과정생 2명 파견
	학회 영어 구두발표 장려	▶ 학교 간 심포지엄(2회): 5명 구두발표 ▶ Chemistry Fair 개최(1회): 14명 구두발표
	국제 학술활동 참여 활성화	▶ 국제학술회의 참석(11회): 17명 참석, 6명 구두 발표
융합 및 협업	국제 공동연구를 위한 기반 마련	▶ 국제 연구를 통한 논문 9건 발표 ▶ 학생 국제학술회 발표(구두: 6편, 포스터: 19편) ▶ 국외 연사초청 세미나(23회) ▶ 소규모 국제학술회 개최(1회)
	한국 학생과 외국인 연구자의 연구 협업 활성화	▶ 교육연구단 내 학생/외국인 신진인력과의 공동연구 논문(총 14건)
정보활용	홈페이지에 한/영 병용 정보 제공	▶ 한/영 병용 홈페이지 개편
	화학영어논문작성법 플립 러닝 도입	▶ 온라인 강의와 대면 토의 격주 배치, 온라인으로 배운 내용 실제 논문 작성에 활용하는 법 논의

(1) 자기주도

- a. 해외 공동연구 수행에 학생들의 주도적 역할을 위해서 실제로 해외 연구실에 파견하여 학생들의 자기 주도적 연구력 확장과 국제적인 인재로 성장할 수 있는 기회를 제공하였다. 지난 1년간 2명의 박사과정 학생을 National Institute of Standards and Technology(미국), Collège de France(프랑스)로 각각 파견하여 학생들이 현장에서 공동연구에 주도적인 역할을 할 수 있도록 하였다.
- b. 대학원생의 국제화 역량과 영어 구두 발표, 의사소통 능력을 향상시키기 위해 최근 1년간 Chemistry Fair 1회, 성균관대-부산대 공동심포지엄 2회를 개최하였다.
- c. 교육연구단은 지난 1년간 대학원생 17명이 저명한 국제 학술회에 참석하여 발표하도록 지원하였다. 이 중 6명은 국제학술회에서 구두 발표자로 선택되어 우수한 연구 결과를 전문가들에게 직접적으로 설명할 수 있는 기회를 가졌다. 이를 통해 전문가 집단에 본 연구단의 우수한 연구 결과를 소개하고 홍보할 수 있는 기회를 가졌으며, 참석 대학원생에게는 관련 연구 분야에 관한 최신 연구 동향을 쉽게 파악하고 수행 중인 연구에 대한 이해도를 높여 새로운 연구 아이디어를 도출하여 연구단에서 향후 선도적인 연구를 수행할 수 있는 계기를 마련하였다.

(2) 융합 및 협업

- a. 교육연구단은 국제 공동연구 기반 마련을 크게 4가지 항목의 계획을 추진하였다.
- 국제 공동연구를 통해 논문을 출간하고자 하였으며, 미국/인도/인도네시아 3개국과의 교류를 통해 총 9건의 논문을 발표하였다.
 - 학생이 국제학술 대회 발표(구두: 6건, 포스터: 19건)하고 자신의 결과에 대한 다른 연구자들과 논의를 하는 기회를 제공하였다.
 - Prof. Véronique Gouverneur(University of Oxford, 영국) 외 22명의 해외 유명 학자를 초빙하여

세미나를 개최하고 상호 교류하였다.

- 소규모 국제학술대회(G-LAMP Symposium for Collaboration with Chiang Mai University, Thailand)를 1회 개최하였다.(2025년 4월 28일)
- b. 교육연구단 내 한국 학생과 외국인 신진인력 연구자의 협업을 통해 얻은 결과를 공동연구 논문으로 1년간 총 14편을 발표하였다.

(3) 정보활용

- a. 교육연구단의 교육과정 및 다양한 프로그램을 내국인/외국인 학생 및 신진연구인력이 쉽게 접근하여 정보를 확인할 수 있도록 학과 홈페이지를 한/영 병용 정보를 제공하도록 2021년 9월에 개편하여 운영하고 있다.
- b. 본부 차원의 영어 작성법 프로그램이 전반적인 내용을 다루지만, 세부 전공 맞춤형 영어 논문 작성에 큰 도움을 제공하기 어려움을 반영하여, 참여교수 4인(남기민, 최정모, 김영석, 우상국)이 강의하는 “화학영어논문작성법” 과목을 개설해 24년 2학기에 운영하였고, 총 18명 학생이 수강하였다.

라 저명대학 벤치마킹 대상과의 프로그램 비교 및 실적 분석

2023년 U.S. News & World Report의 미국 화학과 대학원 순위에서 상위 20위 안에 포함된 대학과 2023년 QS 세계 대학 화학과 순위에서 상위 50위 안에 포함된 대학에서 운영 중인 교육, 연구, 국제화/대중화 프로그램을 상세히 분석하였다. 그중에서 우수 프로그램을 벤치마킹하여 본 연구단에 맞는 프로그램과 실행 방안을 계획해 보았다.

(1) 교육

구분	학교	내용	벤치마킹
교육 과정	EPFL	▶ 두 가지 석사과정 운영(연구 중심 vs. 현장 친화): 공통 교과/선택교과/프로젝트 교과로 분리	
	NUS	▶ 석사 학위 프로그램 세분화: MS Chemistry in Energy & Environment, MS in Chemistry, Joint MS in Industrial Chemistry	▶ 투트랙 교육과정 ▶ 학생주도 교육과정 설계
	Oxford	▶ 다양한 역량을 키울 수 있는, 선택할 수 있는 훈련 기회 제공	
	Harvard	▶ The Graduate Advisory Committee	
	Stanford	▶ Preparing for Faculty Careers Course: 박사과정과 신진연구인력에게 대학교수가 되기 위해서 준비해야 할 것들 안내	▶ 공동지도교수
	UC Berkeley	▶ 특별 학위제: Master of Molecular Science and Software Engineering	▶ 해외 공동지도 프로그램
	Technical U. of Munich	▶ Euro Tech Joint Supervision Program	
교과목	Texas Austin	▶ Professional Development for Graduate Students in Chemistry(필수과목)	▶ 화학정보활용 개설
	UPenn	▶ Chemical Information(필수과목)	▶ 최신화학논제토론 개설
	Columbia	▶ 학교 내 논문 작성 프로그램 개설: 다양한 주별 워크숍, Dissertation-writing group 자율 구성	▶ 화학영어논문작성법 개설
	Yale	▶ Graduate Writing Center(본부 차원)	
	Yale	▶ Materials Chemistry Laboratory	▶ 첨단기기활용및제어 개설
비교과	Scripps Research	▶ 인종, 국적, 성별의 다양성에 대한 존중과 관용의 환경	▶ 인권/윤리 교육 강화
	Caltech	▶ 화학 안전 관련 다양한 정보/관련 외부 링크 제공	
	Michigan Ann Arbor	▶ 안전 및 기초화학 실험에 대한 동영상 제공	▶ 안전/윤리 교육 자료 제작 및 공유
	UNC	▶ Introduction to Laboratory Safety(필수과목)	

(2) 연구

구분	학교	내용	벤치마킹
연구	Caltech	▶ 에너지, 환경, 분자 신약, 나노 소재 연구에 집중	
	ETH Zurich	▶ 세부전공이 아니라 다양한 세부연구분야별로 나누어지고 공동연구	▶ 중심 연구 주제 아래 공동연구 강화
	NUS	▶ 11개의 연구 주제를 소개하고, 각 주제별 관여하는 교수 명단을 명시	▶ 연구로 만날 사이: 교수/학생 대상 참여교수 연구 내용 소개
	UCLA	▶ 상호 연구교류를 위한 4가지 연구주제별/교수별 핵심 연구 내용 소개	▶ 홈페이지 강화: 세부 연구 분야 제공
	Michigan Ann Arbor	▶ 홈페이지 Research 메뉴에는 분과 이외에 연구 주제별로 구분하여 설명	▶ 연구실 간 공동 세미나
	Cambridge	▶ 각 연구실을 Research Interest Group으로 묶어서 협업	
정보 공개	Scripps Research	▶ 여러 데이터에 대한 분석 자료 구비; 박사후 연구원 대상 다양한 정보 제공	▶ 홈페이지 강화: ① 포스닥 대상 정보 ② 졸업생 진로 정보 ③ 대학원 장점 홍보 ④ 공용/개별 연구 장비 내역과 사용법 ⑤ 외부 장학금 및 연구비 신청 시기 및 선정자 소개
	Princeton	▶ 졸업생 진학/취업 정보 제공	
	UNC	▶ 학과가 가진 강점(예: 시설 및 연구비)을 홍보	
	Texas Austin	▶ 학과 공용 장비 소개	
	UCLA	▶ 연구 장비 소개 및 데이터베이스 제공	
	UPenn	▶ 대학원생 포상 및 장학금 수여시기별 외부 장학금 안내	
학생 주도 교류	Columbia	▶ 다양한 학생 주도 주제별 세미나: 방학 기간 또는 학기 중 주제별 연구 교류	▶ 교내외 학생 주도 세미나
	Princeton	▶ 학과 내 공동연구를 위한 다양한 그룹 미팅이 활성화	▶ 교내 구두/포스터 발표 Chemistry Fair 및 포스닥 리서치 심포지엄 개최
	HKUST	▶ Interdisciplinary Collaboration: Co-organize Scientific Programs, Joint Seminars/Workshops	
	NUS	▶ Chemistry Graduate Poster Symposium	
	Stanford	▶ Leadership Dinners: 다양한 산업과 기업의 리더들과 대학원생이 저녁을 먹으면서 경험을 공유	▶ 전문연구인력과의 학생 간담회
	Chicago	▶ Grant Writing, Job Applications, Career Development 세미나 개최	▶ 학생주도 연사 초청 세미나
학생 확보	EPFL	▶ 랩로테이션 필수	▶ 진학 전후 랩로테이션
	UPenn		
	Oxford	▶ Graduate Society Catalyst: 대학원 모임	▶ 대학원 진학 동아리
	Yale	▶ VSR (타대생 학부생 실험 연구)	▶ PNU Visiting Day: 학부생 대상 학과 및 연구 설명회

(3) 국제화/대중화

구분	학교	내용	벤치마킹
국제화	Technical U. of Munich	▶ TUM-GS Internationalization Support: 박사과정 학생에게 장단기 교환학생 혹은 국제 교류 기회 제공	▶ 국제공동연구 파견: 학생 주도의 국제화, 계획서 검토후 지원해줄 학생 선정
	HKUST	▶ International Student Exchange Program	
	Northwestern	▶ 포스트닥 및 방문연구자를 위한 정보를 홈페이지에 자세히 제공	▶ 한영 병용 정보 제공
	Scripps Research		▶ 홈페이지 강화(외국인 학생/포스닥 대상 정보)
대중화	Stanford	▶ Biology-Chemistry Colloquia, Art-Chemistry Colloquia	
	Yale	▶ The Technological World 교양 수업	▶ 온라인 공개 강의
	ETH Zurich	▶ 다양한 외부 공개 강좌 및 코스와 평생 교육 제공	

UIUC	▶ E-Newsletter 제공: 수상 및 인사 소식, 동문 동정, 학과 행사, 구인/구직 정보 제공	▶ 화학과 재학생 졸업생 대상 정기적인 소식지 발행
Cornell		
Stanford	▶ 학과 SNS로 각종 뉴스 및 행사, 신규 출판된 논문 소개	
Cambridge	▶ Open Day 지역연계 대중화	▶ PNU Visiting Day: 학부생 대상 학과 및 연구 설명회 ▶ 중고등학생 R&E 지원
Chicago	▶ 대학원생이 주도하는 대중화 프로그램	
UC Berkeley	▶ GOLD Programs: 고등학생과 대학생을 대상으로 대중화 프로그램 운영	

마 교육연구단의 비전 및 목표 달성을 위한 운영상 고려사항

본 교육연구단은 지난 1년간 계획한 비전과 목표를 추진함에 있어 대체로 안정적으로 운영되었으며, 특별한 차질은 발생하지 않았다. 다만, 교과목의 지속적 운영과 고도화, 학교 간 공동세미나 네트워크의 다변화를 통한 협업연구 기반 강화, 장기적인 국제 공동연구 및 학생 국제화 역량 강화를 위한 글로벌 협력 네트워크 확대 등이 향후 보완 과제로 확인되었다. 본 연구단은 이러한 사항들을 점진적으로 개선하여 교육·연구·국제화 프로그램을 보다 효율적이고 체계적으로 운영해 나갈 예정이다.

□ 교육역량 대표 우수성과

교육연구단(팀) 교육역량(대학원생 연구실적, 참여교수 교육대표실적 등) 대표 우수 성과에 대해서 작성

본 교육연구단은 교육·연구·국제화 목표 달성을 위해 자기주도, 융합 및 협업, 정보 활용의 세 가지 방향을 중심으로 계획을 수립하고 지속적으로 실행해오고 있다. 또한 자체평가 기간 동안의 대표적 우수성과를 아래와 같이 제시한다.

가. 교과과정 제도 정립 및 운영

(1) 자기주도 교과과정

a. 현장친화형/난제해결형 인력 양성프로그램 개설 운영

교육연구단은 교육 목표 중 하나인 자기주도 인력 양성을 위해 투트랙 교과과정을 21년 1학기부터 신설/운영하였다. 이 프로그램은 기존 단일 교과과정으로 운영되어 학생들에게 지식전달에 초점을 맞추었던 방식에서와 비교하여 학생들이 주도적으로 자신의 진로 목표에 맞는 학위 교과과정을 선정하도록 하는 맞춤형 프로그램이다. 이 프로그램은 해외 저명 대학의 벤치마킹을 토대로 교육연구단에 맞는 세부 프로그램으로 맞춤화하여 진행하였다. 본 프로그램은 대학원과정을 현장친화형(석사 트랙1)과 난제해결형(석사 트랙2, 박사과정)으로 편성되어 있으며, 최근 1년간 총 61명의 대학원생 중 석사과정 학생 4명은 현장친화형, 57명 학생은 난제해결형(석사 43명, 박사 14명)을 선택하여 운영 중이다.

b. 교과과정 개편 및 운영

-선정평가 당시에 목표로 했던 교과과목 개편[신설(융합9과목), 변경(5과목), 폐지(10과목)]을 달성하고, 이를 운영하고 있다. 2024년 1학기 승인 후, 2025년 현재 운영중이다.

-인권/안전/연구윤리교육으로 온/오프라인 교육 및 자료를 작성하여 홈페이지에 개방하였다. 신입생 집중 오리엔테이션을 통하여 교육하고, 연구윤리 및 연구관리/생명윤리 과목을 졸업 필수 수강과목으로 지정하였다.

-교육연구단은 지난 1년 동안 현장친화형 및 난제해결형 인력양성 프로그램의 정규 교육과정 외에도 세부 학생 자율 비교과 프로그램을 운영하였다. 현장친화형 비교과 프로그램으로는 현장친화형 세미나 및 간담회 참석, 기기 활용 프로그램 참석, AI/바이오 겨울학교 프로그램 등을 선택할 수 있도록 하였으며, 난제해결형 비교과 프로그램으로는 저명인사 초청세미나, 신진연구인력 심포지엄, 교수 연구 발표회, 학교간 심포지엄, 학생 주도 발표회, AI/바이오 겨울학교 프로그램 등을 선택할 수 있도록 하였다.

(2) 융합 및 협업 강화 교과과정 및 프로그램

교육연구단은 사회적 요구가 큰 융합/협업 및 사회문제 해결 인재 양성 교육을 강화하기 위해 특정 교과목을 융합능력 향상 및 팀티칭 교과목으로 지정하였으며, 개설 및 운영 중이다.

a. 융합교과목: 융합 교과목(무기합성및유기금속화학, 유기소재화학, 에너지화학, 바이오소재화학, 화학생물학, 생체분자물리화학)을 개편하였으며, 최근 1년간 생체분자물리화학(2024학년도 2학기)와 화학생물학(2025학년도 1학기)를 개설하였다.

b. 기존 ‘융합화학튜토리얼’에서 다루었던 연구분야를 균등하게 확장하고자 ‘화학연구튜토리얼’ 과목으로 개정 한 후 25학년도 1학기에 운영하였다.

(3) 정보활용강화 프로그램

- a. 정보활용교과목으로 화학정보활용 교과목을 22년 1학기에 개설후 지속적으로 운영되고 있으며, 이 교과목에서는 방대한 화학정보탐색 및 응용법을 비롯한 다양한 화학 정보를 읽어내는 방법론에 대한 강의를 진행하였다.
- b. 학생주도로 제작한 첨단기기 사용법(18건)에 관한 영상정보를 홈페이지에 상시 개방하여, 다양한 실험기기를 활용하는 대학원생들의 연구 수행에 도움이 될 수 있도록 하였다.

나. 학생연구 교육

신규 발굴한 학생연구 교육 프로그램을 바탕으로 지난 1년간 참여대학원생들은 우수한 논문 실적(II-3 참조)과 학술대회 실적을 발표하였다. 이러한 우수 실적을 달성하기 위해 교육연구단이 진행한 프로그램을 아래와 같이 열거하였다.

(1) 학생주도연구 프로그램

지난 1년동안 학생이 주도하여 연구발표 및 교류를 강화할 수 있는 교내외 심포지엄 프로그램을 운영하였다. 성균관대학교와 부산대학교 학생 중심 심포지엄을 2회(유기화학, 물리화학), Chemistry Fair 1회 개최하여 운영하여 학생들의 발표력 향상을 도모하였다.

(2) 융합/협업 강화 프로그램

교수들의 연구 분야를 학생 눈높이에 맞게 전달하고, 교육연구단 내 실험실간의 협업연구를 강화하는 프로그램으로 “연구로 만날 사이”를 연 2회 개최하였다. 정규 교과목의 이론이 특정 연구 분야에 어떻게 적용되는지를 전달하여, 각 연구 분야에 대한 이해도를 높이고, 기존에 부족했던 교수-학생간의 소통기회를 마련하였다. 또한, 공동지도교수 제도를 유지하였으며, 교내 연구실간 공동 세미나를 활성화 하였다.

(3) 정보활용 프로그램

학생들의 커리어 연구과정을 도모하기 위해 학생들이 주도적으로 연구 아이디어를 구상하고 설계할 수 있도록 교내외 연구비/장학금 및 교내 장비 정보를 제공하였다. 결과로 교내외 프로그램으로 총 5명이 지난 1년간 장학 수혜를 받았다.

다. 국제화 교육

코로나 이후 연구단 내에서 외국과 교류하는 기회가 확대되고 있다. 미국, 프랑스에 있는 연구기관에 학생들이 장단기 파견을 통해서 국제 공동 연구에서 실질적 주요 역할을 수행할 수 있는 기회를 부여하였다. 향후에도 장단기 파견을 통해서 국제 공동 연구를 수행할 계획이다.

(1) 학생주도 자료 제작 개방

한국인/외국인 학생들이 주도하여 제작한 연구실 홍보(16건) 및 장비 사용에 대한 동영상 자료(18건)를 학과 홈페이지에 상시 공개하고 있다.

(2) 국제 공동연구 및 교류 프로그램 개최

현재 수행되고 있는 비교과 프로그램을 활용하여 23명의 해외 저명 학자를 초청하여 세미나를 개최

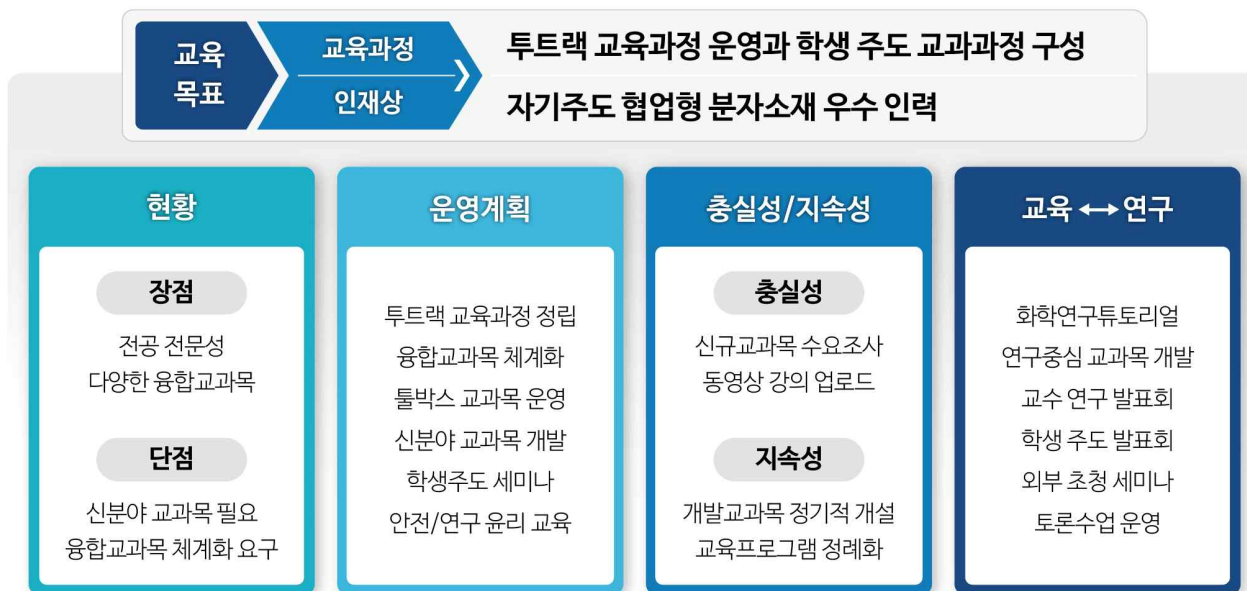
하였다. 대학원생 3명은 미국 일리노이 대학과 플로리다 대학교와의 공동 연구를 수행하여 연구논문 3개를 게재하였다. 또한 2명의 학생은 미국 National Institute of Standards and Technology와 프랑스 Collège de France 으로 파견하여 국제 공동 연구에 실질적 역할을 할 수 있는 기회를 제공하였다.

(3) 화학영어논문작성법 운영

화학영어논문작성 교과목을 정규 교과목으로 편성하여 운영하고 있다. 본 교과목은 2021학년도 2학기에 처음 개설된 이후 매년 2학기에 지속적으로 운영되고 있다. 2024학년도 2학기에는 온·오프라인 병행 수업 형태로 진행되었으며, 팀티칭(참여 교수: 남기민, 최정모, 김영석, 우상국)을 통해 각 교수의 영어 논문 작성 경험과 노하우를 실습 중심으로 학생들에게 전달하는 시간을 가졌다. 또한, 과제를 통해 학생 개개인에게 보다 세부적인 피드백을 제공하였다. 해당 교과목은 향후에도 지속적으로 운영할 예정이며, 2025학년도 2학기에는 김영석, 오세철, 홍대화, 최지용 교수가 담당하고 있다.

1. 교육과정 구성 및 운영

1.1 교육과정 구성 및 운영 현황과 계획



교육	계획 및 실적	
정규 교과목	계획	▶ 분야코어(5개), 분야심화(13개), 융합(6개), 공통툴박스(3개), 전문툴박스(5개), 커뮤니케이션(5개), 논문연구로 편성
	실적	▶ 분야코어(5교과목 개설), 분야심화(5교과목 개설), 융합(2교과목 개설), 공통툴박스(3교과목 개설), 커뮤니케이션(4교과목 개설), 논문연구(30회 개설)
학사관리	계획	▶ 투트랙 학사제도(현장친화형/난제해결형) 안정화 및 주도적 학사 관련 시스템 마련
	실적	▶ 투트랙 학사제도(현장친화형/난제해결형) 현행 유지
비교과	계획	▶ AI/바이오 겨울학교 운영(연 1회), 학생주도 세미나 초청(연 1회) ▶ 화학전문인력 간담회
	실적	▶ 저명인사 초청 세미나(총 45회), 산업체 세미나(총 2회), 산업체 방문(1회), 신진연구인력심포지엄(총 1회), 교수 연구 발표회(총 2회), 학과/학교간 심포지엄(총 2회), 학생주도 발표회(총 1회), 기기활용교육 프로그램(총 7회), 졸업생 초청간담회(총 2회) ▶ AI/바이오 겨울학교 운영(1회), 학생주도 세미나 초청(1회) ▶ 화학전문인력 간담회(13회)
국제화	계획	▶ 화학영어논문작성법의 정기적 운영(연 1회) ▶ 국제 학술대회 발표 확대(연 30회) ▶ 해외 저명 학자와의 공동지도 프로그램
	실적	▶ 화학영어논문작성법의 운영(1회) ▶ 국제 학술대회 발표(25회), 교내 영어 학술대회 구두 발표(14명) ▶ 국외기관 연수(2명)
안전/윤리 교육	계획	▶ 실험실 안전 동영상 업데이트 및 공유
	실적	▶ 실험실 안전 동영상(14건) 업데이트 및 공유 ▶ 안전 교육 및 윤리 실무 교육(총 6회)

1.1.1 교육연구단의 교육 과정 및 학사관리 현황

가 교육연구단 교육 과정 구성

항목	석사 트랙1(현장친화형)	석사 트랙2(난제해결형)	박사(난제해결형)
이수 학점	총 26학점 전공 18학점, 논문연구 6학점 세미나(I), (II) 2학점		총 38학점* 전공 27학점, 논문연구 9학점 과학의사소통(I), (II) 2학점
공통	화학정보활용, 주도적 학사관리 교육, 인권/안전/연구윤리 교육		
교과	분야코어 1과목 융합/분야심화/툴박스 3과목	분야코어 2과목 화학연구튜토리얼	분야코어 3과목 화학영어논문작성법
연구	영문 학위논문	영문 학위논문 학술대회 구두/포스터 발표	영문 학위논문 학술대회 구두 발표 공동지도교수제
비교과	아래 활동 중 2개 이상 이수 - 현장친화형 세미나 및 간담회 참석 - 기기 활용 프로그램 참석 - AI/바이오 겨울학교	아래 활동 중 매년 5회 이상 참석 - 저명인사 초청 세미나 - 교수 연구 발표회 - 학생 주도 발표회	신진연구인력 심포지엄 - 학교 간 심포지엄 - AI/바이오 겨울 학교

* 석박사통합과정의 경우 총 이수 학점은 59학점이다(전공 45학점, 논문연구 12학점, 과학의사소통(I), (II) 2학점).

(1) 교육 목표

본 교육연구단은 ‘투트랙 교육과정 도입과 학생 주도 교과과정 구성’ 과 ‘자기주도 협업형 분자소재 우수 인력 양성’ 이라는 교육 목표를 달성하기 위해 다음의 세 가지 방향(자기주도, 융합 및 협업, 정보 활용)으로 교육과정을 개편하여 운영하고 있다. 정기적으로 연구단 소속 전체 교수가 모이는 회의를 개최하여(총 6회) 교과/비교과 프로그램 전반에 대해 토의하고 문제점은 즉각적으로 수정하고 있다.

자기주도	융합 및 협업	정보 활용
 투트랙 교육과정 ‘최신화학논제토론’ 신설 학생 주도 심포지엄 및 세미나	 ‘화학연구튜토리얼’ 개편 융합 교과목 개편 및 체계화 수요 기반 교과목 개발	 ‘화학정보활용’ 개편 툴박스 교과목 신설 AI/바이오 겨울학교

(2) 체계적인 투트랙 교과과정 구성 및 운영

- 교육과정을 현장친화형(석사 트랙1)과 난제해결형(석사 트랙2, 박사)의 투트랙으로 운영하고 있다.
- 학생 스스로가 본인의 진로와 목표에 맞게 학위 프로그램을 설정할 수 있도록 투트랙 교육과정을 운영하고 있다. 석사 입학생은 입학 후 1주일 내에 트랙1/트랙2 중 하나를 선택하고, 트랙 변경은 입학 후 첫 학기의 기말고사 종료되기 전까지 가능하다. 박사 입학생은 난제 해결형을 선택한다. 최근 1년간 대학원 입학생의 트랙 선택 현황은 아래와 같다.

입학시기	석사 트랙 1(현장친화형)	석사 트랙 2(난제해결형)	박사 (난제해결형)
2024학년도 2학기	1	18	8
2025학년도 1학기	3	25	6

- 석사 트랙1(현장친화형)을 선택한 대학원생은 분야코어 1과목과 융합/분야심화/툴박스 3과목을 이수해야 한다. 또한, 비교과 프로그램을 학생이 주도적으로 선택하고 이수할 수 있도록 한다.(현장친화형 세미나 및 간담회 참석, 기기활용프로그램 참석, AI/바이오 겨울학교 참석 중 2개

이상)

- d. 석사 트랙 2(난제해결형)는 심화 연구 과정을 통해 향후 진로를 선택하고자 하는 학생이 지원하게 한다. 다양한 연구분야 학습을 위해 화학연구튜토리얼 교과목을 이수해야 하고, 본인의 연구결과를 구두나 포스터로 발표해야 한다.
- e. 박사과정 대학원생은 화학영어논문작성법 교과목을 이수하여 자기주도적인 논문 작성 경험을 쌓는다. 또한, 공동지도교수를 선정해 정기적으로 면담하고 학술회에서 구두 발표를 반드시 하도록 한다. 최근 1년간(2024.9.1.~2025.8.31.) 박사과정 학생의 공동지도교수 선정 및 면담 사례는 다음과 같다.

(2024학년도 2학기 공동지도 교수 상담 현황; 일시: 2024년 10월 25일)

연번	박사과정 학생	지도교수	공동 지도교수	연번	박사과정 학생	지도교수	공동 지도교수
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							

(2025학년도 1학기 공동지도교수 상담 현황; 일시: 2025년 4월 18일)

연번	박사과정 학생	지도교수	공동 지도교수	연번	박사과정 학생	지도교수	공동 지도교수
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							

8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19

최근 1년간(2024.9.1.~2025.8.31.) 박사과정 학생의 학술구두발표 사례는 아래와 같다.

연번	박사과정 학생	학회명	주제	일시
1		Prime 2024	Enhancing Electrochemical Seawater Oxidation with Noble Metal-Decorated Co ₃ O ₄ Nanocubes	2024.10.6.
2		ACS Spring 2025	Development of a Universal Superhydrophobic Coating Inspired by Mussel-Adhesive Protein	2025.3.23.
3		50th world chemistry congress(50WCC)	Revolutionizing Biomarker Detection: A Novel DET-Based Biosensor with an Antibody-Aptamer Hybrid Sandwich for Complex Biological Samples	2025.7.14.
4		ACS Fall 2025	Genetically encoded fluorescent protein for fluoride sensing	2025.8.17.

- f. 난제해결형 석사 트랙 2와 박사과정의 대학원생은 다양한 비교과 프로그램을 이수해야 한다(저명인사 초청 세미나, 신진연구인력 심포지엄, 교수 연구 발표회, 학교 간 심포지엄, 학생 주도 발표회, AI/바이오 겨울 학교 중 매년 5회 이상 참석).

(3) 온/오프라인 블렌디드 러닝과 한/영 병용 강의

증가하는 외국인 대학원생을 교육하고 한국인 대학원생의 국제화 역량을 강화하기 위해서 오프라인 강의는 영어로 개설한다. 강의 동영상은 온라인으로 제공하여 학생이 주도적으로 학습량을 조절할 수 있게 하였다. 교육연구단은 순차적으로 동영상을 미리 시청하고 수업 시간에 토론과 문제 해결에 집중하는 플립 러닝 교육 방식을 활용하고 있다.

(4) 정규 교과목 개편 사항

- a. 정규 교과목 개편 방향
- 합성/에너지/바이오 주제를 중심으로 융합교과목의 체계성을 확립하였다.
 - 새롭게 정립하는 분야에 대한 수요를 파악하고 해당 분야를 연구하는 교수진의 협업을 통해 자체적으로 교과목을 개발하였다.
 - 실제 연구 현장에서 사용할 수 있는 기술을 배울 수 있는 톨박스 교과목을 편성 및 운영하고 있다.
 - 학생들의 발표 및 의사소통 능력을 향상을 위해 커뮤니케이션 교과목(세미나(I),(II), 과학의사소통(I),(II), 최신화학논제토론)을 운영하고 있다.
 - 화학정보활용은 학생들이 필요로 하는 교육 프로그램(논문검색, Scifinder, Chemdraw, Origin, EndNote, 특허, AI 등)의 수요를 반영하여 운영하였다.

b. 개편 교과과정 변동사항

자기주도 융합형 및 협업형 분자소재 우수 인력 양성



변동 사항	과목명
신설(9개)	▶ 생체분자물리화학, 화학생물학, 유기소재화학, 분자모델링및시화학, 표면유기화학, 주족원소무기화학, 생체유기화학, 최신화학연구동향, 최신화학논제토론
변경(5개)	▶ 2023년: 융합화학튜토리얼, 질량분석및응용, 유기소재분석화학, 융합나노촉매화학, 대사시스템화학 ▶ 2024년 2학기 이후: 화학연구튜토리얼, 질량및결정분석, 유기분광학, 무기나노촉매화학, 단백질생화학
폐지(10개)	▶ 표면및구조분석, 화물물리, 고등유기화학특론, 컴퓨터화학반응메커니즘, 화학반응동역학, 고분자소재화학, 초분자화학, 생촉매화학, 화학특론(I), 화학특론(II)

c. 개편 정규교과목 편성표

분류	편성 교과목명(계획)
분야코어(5개)	▶ 고등물리화학, 고등유기화학, 고등무기재료화학, 고등분석화학, 고등생물화학
분야심화(13개)	▶ 물리화학: 양자화학, 현대분광학 ▶ 유기화학: 표면유기화학, 생체유기화학, 천연물입체화학 ▶ 무기화학: 주족원소무기화학, 배위화학, 무기나노촉매화학 ▶ 분석화학: 전기화학 ▶ 생화학: 생체막생화학, 단백질생화학, RNA생화학 ▶ 전 분야: 최신화학연구동향
융합(6개) 합성/에너지/바이오	▶ 무기합성및유기금속화학, 유기소재화학, 에너지화학, 바이오소재화학, 화학생물학, 생체분자물리화학
공통툴박스(3개)	▶ 화학연구튜토리얼, 화학정보활용, 화학영어논문작성법
전문툴박스(5개)	▶ NMR실험기법, 유기분광학, 첨단기기활용및제어, 분자모델링및시화학, 질량및결정분석
커뮤니케이션(5개)	▶ 세미나(I), 세미나(II), 과학의사소통(I), 과학의사소통(II), 최신화학논제토론
논문	▶ 논문연구

d. 주요 신설 교과목

과목명	강의 개요
생체분자물리화학 (융합)	▶ 물리화학적 관점에서 생명체를 구성하고 있는 분자들의 성질과 거동을 설명한다. 이론적인 모형들과 실험적 기법을 모두 다루고자 한다.
화학생물학 (융합)	▶ 조합화학, 화합물 라이브러리 스크리닝, 화학유전체학, 합성생물학, 생체직교화학을 비롯한 화학생물학 연구의 최신 트렌드를 다루고자 한다.
유기소재화학 (융합)	▶ 유기 태양전지(Organic Solar Cell), 유기전기발광 디스플레이(Organic Light-Emitting Display), 유기트랜지스터(Organic Transistor) 등을 활용한 다양한 전자 소자의 작동 원리와 소재의 설계 전략을 이해한다. 또한 반도체 초미세 패터닝의 핵심 소재인 포토레지스터의 기작 원리와 EUV 포토레지스트용 소재의 개발 설계 전략과 연구 동향을 파악한다.
분자모델링및시화학 (전문통박스)	▶ 컴퓨터를 이용하여 분자를 모델링할 수 있는 여러 기법을 배운다. 전자구조 계산 방법론과 분자동역학, 몬테카를로 기법을 다루고, 나아가 최근 각광 받고 있는 머신러닝 기반 방법론도 논의한다.
표면유기화학 (분야심화)	▶ 자기조립단분자막, 생체모방박막, 기능성 고분자 brush 등을 특정 표면에 도입할 수 있는 코팅법을 학습하고 이와 관련된 다양한 응용 연구에 대해 알아본다.
주족원소무기화학 (분야심화)	▶ 주기율표의 p-구역에 위치한 붕소, 탄소, 규소, 저마늄 등의 원소들에 대한 화학적 성질과 반응성을 학습한다. 이를 통해 학생들은 주족원소의 특성과 활용 가능성을 이해하고, 현대 화학 및 산업 분야에서의 역할을 파악할 수 있다.
생체유기화학 (분야심화)	▶ 탄수화물, 아미노산, 지방, 핵산, 조효소 및 효소의 대사 및 생합성 과정을 분자 수준에서 강의한다. 더불어, 천연물 생합성 경로에 대해서도 다룬다.
최신화학연구동향 (분야심화)	▶ 현대 화학 연구의 흐름과 이에 대한 이해를 제공한다. 이를 통해 학생들은 화학 분야의 최신 동향을 파악하고 새로운 지식을 습득하며, 연구에 대한 시야를 넓힐 수 있다.

e. 주요 개선 교과목

과목명	개선점
질량및결정분석 (전문통박스)	▶ 기존 '질량분석및응용' 교과목은 한학기 동안 질량분석에 대하여 학습하는 교과목이다. 학생들에게 더 다양한 구조분석 방법을 제공하기 위해 '질량및결정분석'과목으로 개편하여 X선 단결정 구조 분석 내용을 추가할 계획이다. 이를 통해 학생들은 추가적으로 유기 및 무기 화합물의 입체 구조분석을 위한 단결정 X선 결정학에 대하여 배우고 실제 데이터로부터 입체구조를 얻는 과정을 실습한다.
화학연구튜토리얼 (공통통박스)	▶ 기존 '융합화학튜토리얼'에서 다루었던 연구분야를 균등하게 확장하고자 '화학연구튜토리얼' 과목으로 개편하고자 한다. 학과 교수들이 참여하여 분야별 핵심 원리와 연구 방법론을 강의하고, 각 수강생은 지도교수 외의 교수 한 명을 선택하여 도제식으로 해당 교수의 전문 분야에 대해 집중적으로 공부한다. 이를 통하여 최신 분자소재 연구 및 개발에 사용되는 여러 지식을 포괄적으로 습득하는 한편, 각 학생의 연구 관심사에 맞는 지식을 심도 있게 학습할 수 있다.

f. 커뮤니케이션 교과목 운영

과목명	과정	내용
세미나(I)	석사	▶ 연구 분야 소개: 특정 연구 주제를 선정하여, 타 전공 분야 학생들에게 이해시키기 위한 PPT 작성법 및 연구 구두 발표법에 초점을 둔다.
세미나(II)	석사	▶ 융합 분야 세미나: 공동의 연구 주제를 선정하여 발표하도록 한다. 서로 다른 연구실에 소속된 학생들끼리 팀을 구성하여, 타 분야에 대한 이해를 유도할 수 있도록 운영한다.
과학의사소통(I)	박사	▶ 연구 발전 과정: 본인 연구 주제의 형성 과정 및 동향을 분석하고, 앞으로의 연구 방향성에 대해 논의한다.
과학의사소통(II)	박사	▶ 최신 연구 동향 분석: 본인 연구 주제 이외에 현재 유행하고 있는 연구 주제, 향후 지속성 여부, 본인 연구와의 관련성을 독립적으로 분석한다.
최신화학논제토론	석/박사	▶ 산업 및 사회 문제와 관련된 주제를 선정하여 한 학기 동안 학생 주도로 개인 및 팀 토론 수업을 진행한다.

- 석사과정 대학원생은 연구 내용을 쉽게 소개할 수 있는 세미나(I)/(II) 교과목을 이수해야 하고, 박사/석.박사통합과정 대학원생은 전문적인 연구 내용을 소개할 수 있는 과학의사소통(I)/(II) 교과목을 이수해야 한다.
- 연구 분야별 자유로운 토론이 가능한 환경을 조성하기 위해 최신화학논제토론 교과목을 운영하고자 한다.

(5) 교육과정 실적 분석을 통한 향후 추진계획

- 교육과정 전체 계획 대비 실적이 원활하게 이루어지고 있으며, 현행 제도를 유지할 계획이다.
- 개편된 주요 교과목은 지속적으로 운영될 예정이다.

과목명	강의 개요
현대분광학 (2025학년도 2학기 개설중)	라만 및 형광 분광법으로 단분자를 측정하는 기술을 활용하여 세포 이미징, DNA, RNA, 단백질 동역학 등의 최근 연구 방법론을 소개한다.
무기나노촉매화학 (2025학년도 2학기 개설중)	나노입자에서의 촉매 반응에 대한 강의로, 그들의 합성과 응용 모드를 다룬다. 나노리액터 촉매, C-C 결합 반응에서의 Pd 나노입자, 금속 나노촉매에 대한 이론을 소개한다.
RNA생화학 (2025학년도 2학기 개설중)	세포 내 생분자 물질인 RNA 분자의 생체 내 작동 원리를 설명하고, RNA 분자가 질병 치료 및 백신에 어떻게 활용될 수 있는지를 교육한다.
유기분광학 (2025학년도 2학기 개설중)	NMR 기법과 더불어 복잡한 생/유기 분자의 구조를 분석할 수 있는 다른 실험기법을 교육하고, 학과 내에 보유한 장비를 활용하여 실습한다.

- 화학연구튜토리얼, 화학정보활용, 화학영어논문작성법은 매년 1번 개설할 예정이다.

나 학사관리 운영

(1) 입학전형 다변화를 통한 학생 선발

본 교육연구단은 특별전형, 일반전형, 외국인을 위한 정원 외 전형, 학·석사 통합과정 전형, 석·박사 통합과정 전형, 학·연과정 전형 등과 같이 다양한 학생 선발 전형을 통해 국내·외 우수 인재를 적극적으로 모집하고 있다.

최근 1년간 교육연구단 소속 학과에 지원한 학생 현황은 61명으로 다음과 같다.

입학 시기	전형	학생 수	비고
2024년 9월	후기모집	박사 2명, 석사 10명	학·연협동과정 2명 포함
	후기 외국인 특별전형	박사 4명, 통합 1명	
	GKS정부초청장학생	박사 1명, 석사 1명	
	학석(박)(통합)연계과정	석사 8명	학·석사 8명
2025년 3월	특차모집	박사 1명, 석사 4명	학·연협동과정 1명 포함
	전기모집	박사 3명, 통합 1명, 석사 18명	
	전기 외국인 특별전형	박사 1명	
	학석(박)(통합)연계과정	석사 6명	

앞으로도 국내·외 우수 인재를 다양한 경로를 통해 모집할 예정이며, 2025학년 9월에는 아래와 같이 석사 10명, 박사 3명, 통합 2명이 입학하였다.

입학 시기	전형	학생 수	비고
2025년 9월	후기모집	박사 2명, 통합 2명, 석사 9명	학·연협동과정 1명 포함
	후기 외국인 특별전형	박사 1명	
	학석(박)(통합)연계과정	석사 1명	학·석사 1명

(2) 학위 취득 기준 개선

- 기존 지필고사 성격의 ‘종합전공시험’을 폐지하고, 대신 연구의 진척 상황을 평가할 수 있는 ‘연구중간보고서’를 제출하도록 하였다.

b. 대학원생이 지도교수를 선정하고 아래의 정규 교과목 및 비교과 프로그램을 이수한 경우에만 학위를 청구할 수 있다. 트랙별 이수제도는 아래와 같다.

- 공통필수: 화학정보활용(1과목), 연구중간보고서, 학위구두논문심사, 외국어시험
- 석사트랙1(현장친화형): 분야코어(1과목), 세미나(2과목), 논문연구(2과목), 융합/분야심화/툴박스 3개 이수, 비교과 프로그램(현장친화형 세미나 및 간담회 참석, 기기 활용 프로그램 참석, AI/바이오 겨울학교) 중 2개 이상 선택하여 이수
- 석사트랙2(난제해결형): 분야코어(2과목), 세미나(2과목), 논문연구(2과목), 화학연구튜토리얼 이수, 학술대회 구두나 포스터 발표, 비교과 프로그램(저명인사 초청 세미나, 신진연구인력 심포지엄, 교수 연구 발표회, 학교 간 심포지엄, 학생 주도 발표회, AI/바이오 겨울 학교) 중 매년 5회 이상 참석.
- 박사(난제해결형): 분야코어(3과목), 과학의사소통(2과목), 논문연구(3과목)*, 화학영어논문작성법, 공동지도교수제, 학술대회 구두발표 1건 이상, 비교과 프로그램(저명인사 초청 세미나, 신진연구인력 심포지엄, 교수 연구 발표회, 학교 간 심포지엄, 학생 주도 발표회, AI/바이오 겨울 학교) 중 매년 5회 이상 참석 *석박사과정인 경우 4과목

(3) 주도적 학사관리 및 인권/안전/윤리 교육

a. 개강전 튜트랙 교과과정 및 학사 제도 시스템에 관한 가이드북을 제공하고 학위청구 과정에 대한 Q&A 시간을 갖도록 하였다. 이를 통해 학생 스스로 트랙을 선택하고 해당 트랙을 운영할 수 있도록 장려하였다.

- 최근 1년간, 아래와 같이 신입생 집중 오리엔테이션을 실시하였다.

연번	시기	장소	담당교수	참석자 수
1	2025년 2월 11일	화학관 112호		39명
2	2025년 8월 11일	화학관 112호		19명

b. 대학원생 공통으로 입학 전에 안전, 인권, 연구윤리 교육을 매 학기 시작 전에 시행하였다.

(4) 석사학위 청구자격

석사학위과정 대학원생이 학위청구 논문심사를 요구하기 위해서는 전국규모 이상의 학술대회에서 1편 이상의 논문을 발표하거나, SCIE 학술지에 1편 이상의 논문을 발표해야 한다. 논문은 학위청구논문심사결과 제출일까지 별쇄본으로 출간된 것만 인정한다.

(5) 박사학위 청구 자격

박사학위과정 대학원생이 학위청구 논문심사를 요구하기 위해서는 SCIE 학술지에 제1저자로 2편의 논문을 발표하고 제1저자로 발표한 논문의 impact factor 지수 합이 3 이상이거나 혹은 SCIE 학술지에 제1저자로 발표한 논문의 impact factor 지수가 5 이상이어야 한다. 단, 지도교수가 제1저자인 경우 제2저자라도 제1저자로 인정한다. 공동 제1저자의 실적은 공동 제1저자의 수로 나누어서 계산한다. 논문은 학위청구논문심사결과 제출일까지 별쇄본으로 출간된 것만 인정한다. 또한, 필수 요건으로 국제/전국규모 학술대회에서 구두로 발표하거나 교내 학술대회에서 영어로 구두 발표를 해야 한다.

(6) 공동지도교수제 운영

- a. 석·박사통합/박사과정 학생의 경우 학생 개인별로 공동지도교수를 2인 이상(지도교수 포함) 선정하게 하여 학위과정 동안 다양한 관점에서 멘토링을 지원받을 수 있게 하였다.
- b. 공동지도교수는 학생이 원하는 지도교수와 면담을 통해 직접 선정하였다.
- c. 2024학년도 2학기 39명과 2025학년도 1학기 38명의 석박통합/박사과정 학생이 공동지도교수를 선정하였다(II-1.1.1.가-(2) 참조).

(7) 전공분야 간 심사위원 연계 강화

전공 분야별 심사위원 선정의 유연성을 강화한다. 각 분과(유기화학, 물리화학, 분석화학, 생화학, 무기화학)로 국한된 심사위원 선정에서 벗어나 개별 학생의 연구 주제를 고려하여 다양한 전공분야 교수가

심사위원으로 참여할 수 있도록 유도하였다. 최근 1년간 사례는 아래와 같다.

연번	과정	학생	분야	타분야 심사위원
1	박사		생화학	
2	석사		무기화학	

앞으로도 융합연구 촉진을 위해 전공분야 간 심사위원 연계를 강화할 예정이다.

(8) 학사관리 실적 분석을 통한 향후 추진계획

교육연구단이 속한 학과의 학사관리 시스템을 근거로 운영하였기에, 계획대비 실적이 원활하게 이루어진 것으로 판명된다. 앞으로도 현행 제도를 유지할 계획이다.

다 비교과 프로그램

(1) 현장친화형 세미나

- ▶ 본 교육연구단의 대학원생들이 취업을 희망하는 회사나 연구소에 재직 중인 분자소재 전문인력을 세미나에 초청하여 각 기관의 현황과 정확한 취업정보를 제공받을 수 있도록 한다. 또한, 대학원생이 선호하는 기관에 근무하는 본교 졸업생을 간담회에 초청하여 취업 성공 경험과 진로 개발과 관련한 조언을 듣고자 한다. 대학원생에게 취업에 대한 조언을 제공하고, 졸업생과 재학생 사이의 네트워크를 구축할 수 있도록 하였다. 자세한 사례는 아래와 같다.

프로그램명	사례
산업체 관련 세미나	
졸업생 초청 간담회	

(2) 저명인사 초청 세미나 및 학생주도 연사 초청

- ▶ 국내외 저명인사를 초청하여 세미나를 개최하고자 한다. 다양한 연구자들의 강연을 통해 대학원생과 신진연구인력에게 최신연구 동향을 전달하고자 한다. 또한, 연 1회 이상 학생들의 추천을 통해 저명인사를 초청하여 관심있는 연구분야에 대한 강연 및 간담회를 제공하였다.

프로그램명	사례
-------	----

저명인사
초청 세미나
(47명 초청)

(3) AI/바이오 겨울 학교

- ▶ 본 교육연구단의 주력 분야와 밀접하게 연결되고, 최근 학계에서 널리 관심을 받고 있는 인공지능 및 첨단 바이오 분야의 동향을 익히기 위해 연 1회 이상 겨울 학교를 개최한다. 외부 전문 인력을 초청하여 진행하였고, 단순한 이론 강의보다는 학생들이 연구 방법론을 직접 체험해 볼 수 있는 기회를 최대한 제공하고자 하였다. 최근 1년간 운영한 프로그램은 아래와 같다.

연번	연사 성명 (소속)	일시	주제
1		2025년 1월 15일	Computational Protein Design: A Commentary on the 2024 Nobel Prize in Chemistry

(4) 분자소재 전문인력 간담회

- ▶ 최신헌화학연구 및 화학산업 동향을 소개할 수 있도록 다양한 소속에서 활동하는 전문인력을 초청하였다. 간담회를 진행하여 학생들의 진로 설계에 도움을 주었다.

프로그램명	사례
-------	----

간담회(13회)

졸업생
초청 간담회

- (5) 현재 연구단에서 수행하고 있는 신진연구인력 심포지엄, 교수 연구 발표회, 학교간 심포지엄, 학생주도 발표회, 기기활용 교육 프로그램 등은 아래와 같다.

프로그램명	행사명	일시	발표자
신진연구인력 심포지엄	The 6th Postdoctoral Research Symposium	2024년 11월 29일	
교수 연구 발표회	토크 콘서트	2024년 9월 12일 2025년 3월 13일	
학교간 심포지엄	2025 SKKU-PNU BK21 Four Joint Symposium	2025년 1월 22일 2025년 8월 29일	
학생주도 발표회	The 7th Chemistry Fair	2024년 10월 30일	
기기활용 교육 프로그램	SEM & EDS, 형광분광계, 단결정 x-선 회절분석기, 원심분리기		

(6) 비교과 프로그램 실적 분석을 통한 향후 추진계획

비교과 프로그램의 목표를 모두 달성하였다. 앞으로도 현재 운영되고 있는 비교과 프로그램을 활성화하여 유지할 계획이다.

라 국제화

(1) 영어논문 작성법 체계화

정규교과목 운영: 현재 교육연구단에서 운영되고 있는 화학영어논문 작성법을 정규 교과목으로 개설하여

2024학년도 2학기(화학영어논문작성법; 담당교수: 최정모 외 3명)에 운영하였다(II-1.1.4-나. 참조).

(2) 국제 학술대회 발표

대학원생의 국제 학술 교류 경험을 넓히기 위해 연구결과를 국제 학술대회에서 직접 발표할 기회를 확대하고자 한다. 국제 학술대회 발표는 교육연구단이 학생들의 제안서와 마일리지를 평가하여 참가비를 선별 지원한다. 최근 1년간 대학원생의 국제 학술대회 발표 실적은 아래와 같다(총 25건, 구두 6건).

연번	학회명	일시	발표 형식(학생명)
1	3rd Asian Conference on Molecular Magnetism	2024년 9월 1일	포스터:
2	Prime 2024	2024년 10월 6일	구두: 2 travel (travel) 포스터:
3	14th International Gel Symposium 2024	2024년 11월 17일	포스터:
4	Cell Bio 2024	2024년 12월 14일	포스터:
5	ACS Spring 2025 Meeting	2025년 3월 23일	구두: 2 포스터:
6	31st FAOBMB Conference & 2025 KSBMB International Conference	2025년 5월 20일	포스터:
7	The 11th Pacific Symposium on Radical Chemistry (PSRC-11)	2025년 6월 15일	포스터: Dzhapa
8	The 10th Asia-Oceania Mass Spectrometry Conference(AOMSC2025)	2025년 6월 22일	포스터:
9	50th world chemistry congress(50WCC)	2025년 7월 14일	구두: 1 포스터: 유태연)
10	ACS Fall 2025	2025년 8월 17일	구두: 1 포스터:

(3) 교내 영어 학술대회 구두 발표 및 세미나 개최

대학원생의 국제화 역량과 영어 구두 발표, 의사소통 능력을 향상시키기 위해 학생 주도 세미나인 Chemistry Fair를 연 1회 개최할 예정이며, 최근 1년간 Chemistry Fair 1회를 아래와 같이 개최하였다.

연번	행사명	일시	장소	주요 내용
1	The 7th Chemistry Fair	2024년 10월 30일	화학관 B101호	14명 영어 구두발표

다음 Chemistry Fair는 2025년 10월 29일에 개최할 예정이다.

(4) 우수한 학생들과 관련 전공의 해외 저명 학자를 연결하여 연구 및 학업에 대한 멘토링 관계를 구축할 수 있는 공동지도교수 프로그램을 운영한다.

해외 기관(국가)	공동 지도 교수	참여 학생	공동연구내용
National Institute of Standards and Technology (미국)	Young Jong Lee		▶ 용매 억제화된 적외선 분광법을 활용한 단백질 상호 작용 연구

(5) 현재 교육연구단에서 수행하고 있는 논문연구 교과목을 지속적으로 운영하고, 영어학위 논문 작성을 의무화한 규정을 유지하고 있다.

(6) 해외 우수기관 단기 파견 및 교류

대학원생을 해외 우수 기관에 파견하여 새롭게 정립하고 있는 분야에 대해 스스로 학습하고 공동연구를

추진할 수 있는 기회를 제공하고 있다.

해외 기관(국가)	일시	참여 학생	공동연구내용
National Institute of Standards and Technology(미국)	2025.2.3.~2026.2.2.		▶ 단백질 응집 현상 정량화를 위한 IR 흡수 분광법 연구
Collège de France(프랑스)	2024.11.8.~2025.5.9.		▶ Operando entropy profiling of batteries using optical fiber sensing

(7) 국제화 실적 분석을 통한 향후 추진계획

국제 학술대회 발표 목표는 연 30회로 향후 온/오프라인으로 진행되는 국제학회를 적극적으로 활용하여 학생들의 국제 학술대회 발표 사례를 늘려나갈 계획이다.

마 안전/윤리교육

(1) 교육 자료 온라인 개방

안전 관련 교육 자료를 학과 홈페이지에 상시 개방하여 대학원생의 교육 콘텐츠에 대한 접근성을 향상시켰다(연구실별 안전 매뉴얼, 부산대학교 연구실안전관리센터, 안전교육센터, 화학물질정보시스템).

(2) 실험실 맞춤형 안전 매뉴얼 제작-2022년 3월 제작(14건)

대학원생 및 신진연구인력 주도로 실험실별 안전 매뉴얼을 동영상으로 제작(14건)하도록 하고, 이를 인트라넷(OneDrive)를 통해 공개하고 있다.

(3) 오프라인 안전 교육(정규 안전 교육, 기관별 안전 교육)과 연구 윤리 교육 지속적 운영

연번	프로그램	주제	일시
1	안전 교육	연구실안전교육 및 생물안전교육	2024학년도 2학기(온/오프라인)
			2025학년도 1학기(온/오프라인)
2	윤리 실무 교육	연구윤리 및 연구관리	2024학년도 2학기(온라인)
			2025학년도 1학기(온라인)
		생명윤리	2024학년도 2학기(오프라인)
			2025학년도 1학기(오프라인)

앞으로도 현재의 프로그램을 규칙적으로 운영할 계획이다.

(4) 실적 분석을 통한 향후 추진계획

- 안전에 관한 교육자료 제작 및 교육에 대한 실적을 전반적으로 충족하였다.
- 현행대로 안전에 관한 자료 및 동영상을 홈페이지 및 인트라넷(OneDrive)에 상시 개방할 예정이며, 필요에 따라 내용을 추가 및 보완할 예정이다.
- 이전에 주기적으로 이루어졌던 안전/윤리 교육도 지속적으로 운영할 계획이다.

1.1.2 교육과 연구의 선순환 구조 구축 및 연구 역량의 교육적 활용 방안

(1) 교수별 연구 주제를 고려한 교과목 (필수 / 권장)

교과목		고민섭	김광선	김영석	남기민	박강현	박진균	양해식	유현덕	이상학	이영주	정옥상	최정모	홍대화	황도훈
분야 코어	고등물리화학														
	고등유기화학														
	고등무기재료화학														
	고등분석화학														
	고등생물화학														
분야 심화	양자화학														
	현대분광학														
	천연물입체화학														
	생체유기화학														
	표면유기화학														
	배위화학														
	주족원소무기화학														
	무기나노촉매화학														
	전기화학														
	단백질생화학														
	RNA생화학														
	생체막생화학														
	무기합성및유기금속화학														
융복합	유기소재화학														
	바이오소재화학														
	에너지화학														
	생체분자물리화학														
	화학생물학														
	화학생물학														
전문 툴박스	NMR실험기법														
	유기분광학														
	첨단기기활용및제어														
	질량및결정분석														
	분자모델링및AI화학														

- ▶ 연구단의 실험실별 연구 주제 및 교과목 수요를 위와 같이 파악하여 분야심화/융합/전문툴박스 교과목의 편성 및 운영에 반영하고자 한다. 이를 토대로 각각의 대학원생은 개인의 연구 주제와 연관성이 높은 교과목을 다양하게 수강할 수 있으며, 타 분야를 이해하기 위해 이수해야 할 교과목을 구체적으로 알 수 있다.

(2) 교육과 연구의 선순환을 고려한 교과목 개편(2024학년도 2학기 개편)

- ▶ **화학연구튜토리얼:** 실험실별로 수행하고 있는 연구 주제를 소개하고 이와 연관된 핵심 이론 및 기초 화학 지식을 학생들에게 전달하여 본인 연구실 이외에 다양한 연구 분야를 이해할 수 있는데 도움을 주고자 한다. 각각의 강연을 동영상으로 편집하여 업로드하여 활용하였다.
- ▶ **최신화학논제토론:** 학생들이 연구를 진행하면서 직면하게 되는 난제 및 문제점들을 파악하고 이를 해결하기 위해 다양한 실험실 대학원생과 의견 교류를 자유롭게 나눌 수 있는 토론식 수업을 운영하고자 개편하였다.
- ▶ **툴박스 교과목:** 전통적인 이론식 강의 이외에 화학과 대학원생이 연구 수행을 주도적으로 수행하기 위해 필요한 공통툴박스(화학연구튜토리얼, 화학정보활용, 화학영어논문작성법)와 전문툴박스(NMR실험 기법, 유기분광학, 첨단기기활용및제어, 분자모델링및AI화학, 질량및결정분석) 교과목을 편성하여 운영

하고자 개편하였다.

(3) 교수 연구 발표회 ‘연구로 만날 사이’ 프로그램 운영 (연 2회 달성)

교수들의 연구 분야를 학생 눈높이에 맞게 전달할 수 있는 프로그램을 운영하였다. 정규 교과목의 이론이 특정 연구 분야에 어떻게 적용되는지를 전달하여, 각 연구 분야에 대한 이해도를 높이기 위해 노력하였다. 최근 1년간(2024.9.1.~2025.8.31.)의 실적 및 향후 계획은 아래와 같다.

연번	교수명	일시/장소
1(실적)		2024년 9월 12일/화학관 B101호
2(실적)		2025년 3월 13일/화학관 B101호
3(계획)		2025년 9월 11일/화학관 B101호

(4) Chemistry Fair(연 1회 달성)

대학원생의 발표력과 실험실 간 교류 활성화를 위해 학과 내 학술대회인 Chemistry Fair를 개최하였다 (The 7th Chemistry Fair; 일시: 2024년 10월 30일; 장소: 화학관 B101호). 총 175명이 참여하였으며, 이 중 14명이 영어구두발표를 하였다. 학생 주도로 이루어진 교내 학술 대회는 학생들이 직접 발표 프로그램을 설계하고 좌장을 맡아 진행하였으며, 실험실 간 교류를 촉진시켰다. 학생들의 다양한 교내외 학술활동 능력 배양을 위해 학부생 및 신진연구인력도 참여하고 있다. 차기 프로그램(The 8th Chemistry Fair)은 2025년 10월 29일에 개최될 예정이다.

(5) Postdoc 심포지엄 운영(연 1회 달성)

신진연구인력 사이의 연구 교류 문화를 활성화하고, 신진연구인력의 연구 경험을 대학원생에게 전달하였다. (The 6th Postdoctoral Research Symposium; 일시: 2024년 11월 29일; 장소: 화학관 112호). 5명의 신진연구인력(박선화, Heru Agung Saputra, Neha Meena, 박기상, Sangram Keshari Mohanty)이 각자의 연구 전문 분야에 대해 영어구두 발표를 하였으며, 상호간의 연구 지식을 공유하였다. 차기 프로그램(The 7th Postdoctoral Research Symposium)은 2025년 12월 12일에 개최될 예정이다.

(6) 타 대학교와 공동 심포지엄 운영(연 2회 달성)

학교 간 공동 심포지엄을 개최하여 다양한 연구 주제를 대학원생들에게 제공하고, 효과적인 연구 수행에 필요한 교육 콘텐츠를 파악하여 교과과정에 반영하고자 하였다. 본 교육연구단은 최근 1년간 성균관 대학교와의 공동 심포지엄을 아래와 같이 분과별로 운영하였다.

행사명	일시	장소	분야	참여자
9th SKKU-PNU BK21 Four Joint Symposium on Physical Chemistry	2025년 1월 22일	화학관 B101호	유기	
10th SKKU-PNU BK21 Four Joint Symposium on Physical Chemistry	2025년 8월 29일	성균관대	물리	

(7) 실적 분석을 통한 향후 추진계획

당해년도 교육연구단은 당초 계획한 프로그램을 운영하여 모든 실적을 달성하였다. 앞으로도 대학원생의 참여율을 높이고, 연구 주제를 다변화하여 교육과 연구의 선순환 구조를 안정적으로 구축하고 학과 연구 역량을 교육에 반영할 수 있도록 현행 제도 및 프로그램을 유지할 계획이다. 정기적으로 열리는 교육연구단 소속 전체 교수가 모이는 회의에서 지난 행사를 점검하고 수정·보완하여 운영할 계획이다.

1.1.3 교육연구단의 대표적 교육 목표에 대한 달성 방안

주요 항목	목표	달성 방안
자기주도	주도적인 학사관리	▶ 튜트랙 교과과정에 대한 가이드북 제공(2회)
	토론 및 문제 해결 수업 운영	▶ 세미나, 과학의사소통, 최신화학논제토론 개편
융합 및 협업	교수간 연구분야의 이해도 증진	▶ 화학연구튜토리얼을 통한 교수별 연구 강연(11개의 동영상)
	융합교과목의 전문성 및 체계성 강화	▶ 전문성에 기반한 융합 및 전문 교과목 개편
정보활용	화학정보활용 교과목의 범용성 확대	▶ 수요조사를 통한 화학정보활용 프로그램 개편
	연구 수행을 위한 교과목 개발	▶ 공통툴박스 3개, 전문툴박스 5개 편성 및 운영
국제화	글로벌 리더 양성	▶ 화학영어논문작성법 정례화(운영), 해외기관 파견(2회)
	외국인 유학생 지원	▶ 영문 홈페이지 개편, 영문 교육과정/학사관리
안전/연구 윤리 교육	실험실 사고 예방 및 연구윤리 강화	▶ 학과 홈페이지를 통한 교육 자료 제공 ▶ 주기적인 안전/윤리 실무 교육(6회)

1.1.4 전임교수 대학원 강의 계획 대비 최근 1년간(2024.9.1.~2025.8.31)의 실적

가 전임교수 대학원 강의 계획

분류	연도	2024~2026학년도 전임교원 강의 개설 예정 교과목	
		1학기	2학기
분야코어	매년	고등물리화학, 고등무기재료화학, 고등유기화학	고등생물화학, 고등분석화학
공통툴박스	매년	화학연구튜토리얼, 화학정보활용	화학영어논문작성법
커뮤니케이션/논문	매년	세미나(II), 과학의사소통(II), 논문연구	세미나(I), 과학의사소통(I), 논문연구
융합	2024	바이오소재화학, 에너지화학	유기소재화학
	2025	무기합성및유기금속화학, 화학생물학	생체분자물리화학
	2026	바이오소재화학, 에너지화학	유기소재화학
분야심화	2024	전기화학, 표면유기화학, 천연물입체화학	주족원소무기화학, 생체막생화학, 생체유기화학
	2025	전기화학, 배위화학, 양자화학, RNA생화학	현대분광학, 무기나노촉매화학, 단백질생화학
	2026	전기화학, 표면유기화학, 천연물입체화학	주족원소무기화학, 생체막생화학, 생체유기화학
전문툴박스	2024	NMR실험기법	유기분광학, 분자모델링및시화학
	2025	NMR실험기법, 질량및결정분석	유기분광학, 첨단기기활용및제어
	2026	NMR실험기법	유기분광학, 분자모델링및시화학

나 전임교수 대학원 강의 실적 및 운영

(1) 본 교육연구단 참여교수를 포함한 학과 교수진은 2024년 1학기부터 위에 정리된 표를 근거하여 교과목을 순차적으로 개설하여 운영하고 있다. 크게 6가지로 개설 교과목으로 분류하였고 모든 교과목은 전임교원이 아래와 같이 100% 강의하였으며, 2025학년도 2학기도 100% 운영될 예정이다.

연도	학기	개설 교과목명	과목수 (전임교원 비율)
2024	2	고등분석화학, 고등생물화학, 주족원소무기화학, 생체분자물리화학, 생체유기화학, 유기분광학, 생체막생화학, 세미나(I), 첨단기기활용및제어, 화학영어논문작성법, 과학의사소통(I), 논문연구	12 (100%)
2025	1	고등물리화학, 고등유기화학, 화학연구튜토리얼, 분자모델링및시화학, 화학생물학, 전기분석화학, 세미나(II), NMR실험기법, 고등무기재료화학, 화학정보활용, 천연물입체화학, 과학의사소통(II), 논문연구	13 (100%)

논문연구는 1개 교과목으로 계산하였으나, 실제로는 전임 교수별로 개설하였다(2024학년도 2학기: 16개, 2025학년도 1학기: 14개).

(2) 분야코어과목 중에 고등물리화학, 고등무기재료화학, 고등유기화학은 매년 1학기에, 고등생물화학, 고등분석화학은 매년 2학기에 개설하여 운영하고 있으며, 앞으로도 연속 운영할 계획이다.

(3) 공통틀박스과목 중에 화학연구튜토리얼, 화학정보활용은 매년 1학기에, 화학영어논문작성법은 매년 2학기에 개설하여 운영하고 있다. 최근 1년간(2024.9.1.~2025.8.31.) 운영된 공통틀박스과목은 모두 팀티칭으로 운영하였다. 자세한 교과목 운영 사례는 아래와 같다.

연번	개설 시점	교과목명	팀티칭 참여교수 (또는 외부인사)
운영 완료	2024학년도 2학기	화학영어논문작성법	
		화학연구튜토리얼	
	2025학년도 1학기	화학정보활용	

다 강의 실적 분석을 통한 향후 추진계획

(1) 당초 개편한 교과목을 바탕으로 강의 실적을 계획대로 달성하고 있다. 특히, 최근 1년간 전임교수 강의 비율은 100%였으며, 이 기조를 유지할 계획이다. 다음 학기 강의 계획은 아래와 같다.

개설연도	학기	개설 교과목명	과목수 (전임교원 비율)
2025	2	고등분석화학, 고등생물화학, 무기나노촉매화학, 유기분광학, 현대분광학, 화학영어논문작성법, RNA생화학, 세미나(I), 과학의사소통(I), 논문연구	10 (100%)

(2) 최신화학논제토론 교과목은 학생들의 수요를 반영하여 교과목을 담당하는 교수 외에 전공별 전임교원이 탄력적으로 담당하여 운영할 계획이다.

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

1.2.1 과학기술·산업·사회 문제 해결과 관련된 교과목 현황 및 운영 계획



가 과제별 교과 운영 계획 및 실적

(1) 신성장 동력 확보를 위한 교과 운영(인공 효소/촉매)

- ▶ 천연물입체화학: 천연물 전합성 과정 중의 입체 선택적 합성법을 이해시키고 여러 작용기가 함께 있을 때 선택적, 효율적 반응을 유도하는 촉매의 원리를 교육한다. 유기 촉매를 이용한 비대칭 합성 전문 인력 양성을 목표로 하였다.(2025학년도 1학기; 담당 교수: 박진균)
- ▶ 무기나노촉매화학: 나노입자에서의 촉매 반응에 대한 강의로, 그들의 합성과 응용 모두를 다룬다. 나노리액터 촉매, C-C 결합 반응에서의 Pd 나노입자, 금속염 기반 금 나노촉매, 금속 나노촉매에 대한 이론적 통찰 등을 강의하고 있다.(2025학년도 2학기 개설중; 담당 교수: 박강현)
- ▶ 무기합성및유기금속화학: 기본 메커니즘, 구조-반응 상관관계, 유기합성에서의 응용을 중점으로 하면서, 유기전이 금속 중의 중요한 변환을 다룬다.
- ▶ 고등분석화학: 촉매 반응이 일어나는 완충용액의 작동원리 및 제조법, 산화환원 효소 반응, 촉매 반응에서 에너지 준위에 따른 전자의 이동 메커니즘, 인공 효소/촉매의 반응속도 및 반응 메커니즘을 강의한다. 인공 효소/촉매 반응에 관한 전반적인 작동 원리를 이해하는 인력 양성을 목표로 하였다.(2024학년도 2학기; 담당 교수: 양해식)
- ▶ NMR실험기법: 생/유기 분자의 구조를 분석하는 능력을 함양하기 위해 NMR의 원리를 교육하고 분

교육연구단이 보유하고 있는 NMR 장비를 활용하여 구조 분석을 실습하였다.(2025학년도 1학기; 담당 교수: 김석만)

- ▶ 유기분광학: NMR 기법과 더불어 복잡한 생·유기 분자의 구조를 분석할 수 있는 다른 실험기법(질량분석, 흡광분석)을 교육하고, 학과 내에 보유한 장비를 활용하여 실습하고 있다.(2024학년도 2학기; 담당교수: 박진균)
- ▶ 질량및결정분석: 원소 분석, 유기 분자와 생체 분자의 분자량 결정, 고체표면 분석, 생체분자의 구성 성분 분석을 위해 널리 사용되고 있는 질량분석법의 원리와 응용 예를 소개한다.

(2) 지속 가능한 환경 구축을 위한 교과 운영(이차전지, 수소활용기술)

- ▶ 에너지화학: 에너지의 효율적인 변환 및 저장은 휴대용 전자기기, 전기차 등에 직접 적용 가능하므로 산업적으로 매우 중요하다. 에너지의 변환 및 저장을 위한 전기화학의 기본 지식과 연료전지, 배터리, 수전해 등 다양한 에너지 변환/저장 장치의 화학적 원리를 강의한다.
- ▶ 유기소재화학: 차세대 태양전지의 핵심 소재인 유기태양전지의 소자 구조, 작동 원리 및 분자 설계 방법론을 다룬다. 또한, 전기 및 광 물성 고분자 소재의 산업적 응용 현황을 소개하고 있다.
- ▶ 전기분석화학: 전기화학에 필요한 기초회로이론 및 전위의 개념에 대해서 다루고, 전기화학분석에 사용하는 시간대전류법, 순환 전압-전류법에 대해서 다룬다. 용액 속의 물질의 농도를 측정하는 전기화학 센서의 원리를 다룬 뒤 실제 진단에 이용되고 있는 전기화학 기기 및 바이오센서에 대해서 강의하였다.(2025학년도 1학기; 담당 교수: 양해식)
- ▶ 고등무기재료화학: 에너지 저장 및 전환, 촉매, 환경 오염원 제거에 관련된 기술의 기본이 되는 무기 및 재료화학 연구의 개념을 이해시키는 것을 목표로 무기재료화학의 이론 및 연구 트렌드를 소개하였다.(2025학년도 1학기; 담당 교수: 김영석)
- ▶ 주족원소무기화학: 수소 및 주기율표의 p-구역에 위치한 붕소, 탄소, 규소, 저마늄 등의 원소들에 대한 화학적 성질과 반응성을 학습하는 과목을 신설할 예정이다. 이러한 원소들은 이차전지, 배터리 등 다양한 산업 분야에서 활용되며 지속 가능한 환경 조성에 중요한 역할을 하였다.(2024학년도 2학기; 담당 교수: 김영석)
- ▶ 배위화학: 배위화학은 연료 전지, 배터리 및 초전도체와 같은 고성능 에너지 저장 및 전환 솔루션의 연구 및 개발에 기여할 수 있다. 기본 개념인 배위 결합 이론, 결정장 이론, 리간드장 이론, 전이 금속 복합체, 구조와 스펙트럼, 금속 복합체의 반응을 다룬다.
- ▶ 분자모델링및AI화학: 에너지 저장, 촉매 설계 및 재료 최적화와 같은 지속 가능한 환경 구축에 필수적인 주제의 이론적 메커니즘을 제공하는 것이 이 강좌의 목표이다. 전자구조계산방법론, 분자동역학 기법, 머신러닝 기반 방법론 등 분자를 모델링할 수 있는 여러 기법에 대해 이론 강의와 실습을 동시에 진행하였다.(2025학년도 1학기; 담당 교수: 최정모)
- ▶ 첨단기기활용및제어: 유기 전지 소재 및 촉매 합성물의 성분과 구조를 분석할 수 있는 기기 활용을 위한 교과목을 구성하였다. 구조/표면/형상 분석을 위한 전자현미경, X선 회절기, 분광기, 입도분석기, 전기화학기기, NMR, 질량분석기 등의 작동원리와 더불어 산업 및 연구 현장에서 기기를 컴퓨터와 연동하여 효율적으로 제어할 수 있는 LabVIEW 프로그램 활용법 팀티칭 형식으로 강의하였다.(2024학년도 2학기; 담당 교수: 유현덕)

(3) 건강한 사회 건설을 위한 교과 운영(백신, 진단, 보건의료)

- ▶ 바이오소재화학: 고부가가치 바이오소재 합성 관련 이론과 응용에 대해 강의한다. 바이오소재를 생산하는 플랫폼 미생물 제작 이론 및 응용, 바이오재료 합성법 및 실생활에 응용되는 관련 최신 기술 동향, 바이오 고분자와 전기화학을 이용한 바이오센서 기술의 기초 이론과 최신연구 동향을 소개한다.
- ▶ 생체분자물리화학: 물리화학적 관점에서 생명체를 구성하고 있는 분자들을 탐구하여 기본 원리를 도출하고, 이를 질병 기전 연구, 약물 개발, 병인 분자 검출 등 의약 분야에 적용한 예를 탐구하였다.(2024학년도 2학기; 담당 교수: 이상학)
- ▶ 생체유기화학: 생체 반응의 유기화학과 이를 생물학 연구에 적용하는 내용을 전달한다. 생명 현상의 작동

원리를 분자수준에서 이해하여 백신, 바이오마커 및 센서, 치료제 개발에 직접 연결된다.(2024학년도 2학기; 담당 교수: 고민섭)

- ▶ 화학생물학: 화학생물학은 화학과 생물학 모두에 대한 이해를 바탕으로 질병 예방, 진단, 치료에 직접 기여할 수 있는 원천 기술을 제공하는 학문 분야이다. 분자 인식, 효소학, 분자 표지 및 이미징, 화학 유전학, 합성 생물학 등을 비롯한 화학생물학 연구의 핵심과 최신 연구 트렌드를 다룬다.(2025학년도 1학기; 담당 교수: 고민섭).
- ▶ 현대분광학: 라만 및 형광 분광법으로 단분자를 측정하는 기술을 활용하여 세포 이미징, DNA, RNA, 단백질 동역학 등의 최근 연구 방법론을 소개하고, 생물학 연구, 의학적 진단 등으로 활용되는 예를 소개한다.(2025학년도 2학기 개설중; 담당 교수: 이상학)
- ▶ 고등생물화학: 백신 개발을 위한 기본적인 면역 반응 및 백신의 원리, 신개념 플랫폼에 대한 다양한 물질을 생화학적 관점에서 학습한다. 또한, 이를 바탕으로 생화학 응용 기법 및 분석에 대한 방법을 제시하여, 감염병에 대한 신개념 백신 개발 및 응용력을 키울 수 있게 하였다.(2024학년도 2학기; 담당 교수: 김광선)
- ▶ RNA생화학: 세포 내 생분자 물질인 RNA 분자의 생체 내 작동 원리를 설명하고, RNA 분자가 질병 치료 및 백신에 어떻게 활용될 수 있는지를 교육한다.(2025학년도 2학기 개설중; 담당 교수: 김광선)

나 계획 대비 실적 분석을 통한 향후 추진계획

본 교육연구단은 자기주도 협업형 분자소재 인력 양성을 위해 (1) 신성장 동력 확보, (2) 지속 가능한 환경 추구, (3) 건강한 사회 구현을 반영한 교과목 체계를 운영해 왔다. 향후에도 이러한 방향성을 유지하며 교과목을 안정적으로 지속 운영하고, 교육 효과를 점진적으로 높여 나갈 계획이다.(Ⅱ-1.1.4-가,나 참조)

1.2.2 과학기술·산업·사회 문제 해결과 관련된 비교과 프로그램 현황 및 운영 계획

3대 분야	과학기술인재	산학연계	과학대중화
목표	문제 해결력 강화	지역 연구 역량 강화 산업 실무 이해 제고	과학기술 인식 제고 사회 문제 해결 참여 유도
비교과 프로그램 계획	• 교내 세미나 • 교외 공동 심포지엄 • 학교간 공동연구 • 집단연구사업 유치 • 고등학생 과학 교육	• 공과대학과의 학점교류 • 산학 공동연구 및 자문 • 산업체 세미나 • 기기활용 교육	• 외부 튜토리얼 • 지역단체 특강 • 온라인 공개 강의

가 비교과 프로그램 운영 범위

본 교육연구단은 교육연구단 내 구성원뿐만 아니라, 보다 넓은 범위의 분자소재 인력을 양성하기 위한 플랫폼을 제공하는 것을 목표로 하고 있다. 본 교육연구단의 설립 배경에는 두 가지 주요한 목적이 있다. 첫째, 현대 산업 및 연구 분야에서 주목받고 있는 분자소재 분야의 전문가를 교육연구단 내에서 육성하려는 목적이 있다. 그러나 이것만으로는 충분하지 않다고 판단하여, 두 번째로 교육연구단 내 구성원뿐만 아니라 산업계 연구원 및 일반 대중을 대상으로 교육 및 연구의 기회를 제공하려는 것이다. 이를 위해 본 교육연구단은 다양한 비교과 프로그램과 교육 커리큘럼을 개발하여, 학생뿐만 아니라 관련 분야의 전문가 또는 일반 대중에게도 분자소재 연구 및 교육의 선도적인 플랫폼을 제공하는 것을 목표로 하고 있다. 결과적으로 우리나라의 분자소재 분야의 발전과 인재 양성에 기여할 수 있을 것으로 기대한다.

나 비교과 프로그램 운영 실적

(1) 과학기술인재

- ▶ 학과 내 공동연구 세미나: 본 교육연구단 내 구성원들의 연구 경쟁력을 확보하고 협동 연구능력을 향상하고자, 학과 내 공동그룹 세미나를 지속해서 개최하고 있다.
 - 교육연구단 학과 내 전공 간 공동그룹 세미나(12건): 유기화학, 분석/전기화학, 생화학, 물리화학, 무기화학 등 본 교육연구단 내 모든 연구 분야의 연구팀이 공동연구 및 세미나를 진행하고 있다.
 - 집단 연구 사업(2건): 전기유기화학 분야 연구실(2019/09-2025/02; 전남대, 경희대, 서울대, KAIST, 경북대, 전북대, Oregon State University)사업을 진행하고 있다.
- ▶ 학교 간 공동연구 세미나: 본 교육연구단 내의 연구역량을 확장하기 위해 학교 간 공동연구 세미나를 정기적으로 운영하고, 필요한 교육 콘텐츠 정보를 공유하여 교과과정에 반영하고자 한다.
 - 학교 간 공동연구: 본 교육연구단 내 14개의 연구팀이 타 연구기관과 33건의 공동연구를 진행 중이다.
 - 부산대-성균관대 화학과 학생주도 BK 심포지엄: 본 교육연구단과 성균관대 교육연구단 사이의 학생 주도 BK 심포지엄을 연간 2회 개최하였다. 자기 주도 역량을 키우기 위해 행사 준비(좌장 선정 및 초록집 제작 등)는 대학원생 주도로, 국제화 시대에 맞추어 영어로 진행하고 있다(II-1.1.2 참조).
- ▶ 국제 공동연구 세미나: 본 교육연구단 구성원의 국제화 역량을 향상하고 세계적 연구 흐름에 발맞추기 위해 국외 선도 연구 그룹과의 공동연구(최근 1년간 9건) 및 세미나를 지속적으로 진행하고 있다(III-3.2 참조).
- ▶ 고등학생 과학교육: 화학 미래세대 양성 또한 본 교육연구단의 중요한 목표이다. 관련하여 매년 과학고 학생의 R&E 프로그램을 운영하고 있다.(III-2.1.3-다 참조)

(2) 산학연계

- ▶ 본 교육연구단은 산업체와의 공동연구 및 자문, 기기 활용 교육 프로그램, 4차 산업혁명/산업체 관련 세미나 및 간담회 개최를 지속적으로 진행하고 있으며 현재의 프로그램을 유지·확장하여 진행할 계획이다.
- ▶ 산업체와의 공동연구 및 자문: 다음과 같이 연구 관련성이 높은 산업체와의 공동연구 및 컨설팅을 통해 산업 현장의 수요 및 요청 사항을 파악하여 (비)교과 프로그램 운영에 반영하고 있다.

연번	업체명	참여교수	내용
1	롯데인재개발원		SI의 바이오 산업 응용 관련 자문
2	부산대학교/APITech		정밀발효 기술 플랫폼 제작 자문
3	테크노파크		열압력 안정성이 향상된 강화 유기섬유 개발 자문
4	이수화학		리그닌열분해를 위한 기술 개발 자문
5	링크플러스		환경친화적 수성 생분해 접착제 개발 기술자문 외 3건
6	한국파스퇴르연구소		항생제 내성과 신규 항생제 개발에 대한 전략 설계 세미나
7	한국화학연구원 감염병치료기술연구센터		항생제 내성 메커니즘 이미징 기법 연구 전략 기술 자문

- ▶ 기기 활용 교육 프로그램: 산업 친화형 현장 실무 능력을 향상하기 위해 기기 활용 교육 프로그램을 다음과 같이 운영 중이며, 앞으로도 지속적으로 운영할 계획이다.
 - 동영상 교육자료 제작 및 공유: 대학원생 주도로 제작한 실험실별 주요 첨단기기 사용법(18건)을 학과 홈페이지 및 인트라넷(Onedrive)에 업로드하여 공유하고 있다.
 - 기기활용 교육 프로그램: 교내 공동실험실습관 및 본 학과에서 운영 중인 기기에 대한 기기활용 교육프로그램을 7회 진행하였다.
- ▶ 인공지능/산업체 관련 세미나: 회사 및 연구소에 재직 중인 분자소재 전문가를 초청하여 최신 산업 동향에 관한 지식을 전달하고자 한다. 지난 1년간 전문가 초빙 세미나(3회), 졸업생 간담회(2회)를 진행하였다(II-1.1.1-다 참조).

(3) 과학대중화

- ▶ 지역 사회 대중화 교육에 기여할 수 있는 프로그램을 아래와 같이 운영하고 있다.
 - 외부 튜토리얼 활동: 지난 1년간 본 교육연구단의 교수가 물리화학의 대중화에 기여하였다(Ⅲ-2.1.3-다 참조). 앞으로도 다수의 외부 튜토리얼에 적극적으로 참여하여 화학의 대중화에 기여할 계획이다.
 - 기타 활동: 본 교육연구단은 지난 1년간 지역 단체 방문 및 특강(2건), 분자 소재 분야 자문 활동(8건), 화학 대중화를 위한 기고(11건), YTN 사이언스, EBS 출연 등 앞으로도 적극적으로 활동할 계획이다(Ⅲ-2.1.3-다 참조).

다 계획 대비 실적 분석을 통한 향후 추진계획

본 교육연구단은 지난 1년간 비교과 프로그램을 계획에 따라 지속적으로 운영해 왔으며, 앞으로도 이를 안정적으로 유지·발전시키고자 한다. 전공 간 공동그룹 세미나, 학교 간 및 국제 공동연구 세미나, 고등학생 대상 과학 교육 등을 통해 미래 과학기술 인재 양성을 꾸준히 지원하고, 산업체 공동연구·자문, 기기 활용 교육, 4차 산업혁명 관련 세미나 및 졸업생 간담회 등을 연계하여 산학 협력을 강화할 계획이다. 또한 외부 튜토리얼 활동과 다양한 대중화 프로그램을 지속함으로써 지역사회와 소통하며 과학문화 확산에도 기여하고자 한다.

2. 인력양성 계획 및 지원 방안

2.1 최근 1년간 대학원생 인력 확보 및 배출 실적

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

대학원생 확보 및 배출 실적					
실적		석사	박사	석·박사 통합	계
확보 (재학생)	2024년 2학기	60	27	7	94
	2025년 1학기	63	30	6	99
	계	123	57	13	193
배출 (졸업생)	2025년 2월 졸업	18	2		20
	2025년 8월 졸업	11	5		16
	계	29	7		36

2.2 교육연구단(팀)의 우수 대학원생 확보 및 지원 계획

2.2.1 대학원생 확보, 배출 및 현황 분석

(1) 교수 1인당 6명의 학생 확보

- ▶ 본 교육연구단은 최근 1년 동안 학기 평균 약 97명의 참여대학원생을 확보하고 있다. 더불어, 36명의 졸업생을 배출하여 참여대학원생 확보와 배출이 선순환되고 있다. 2025년 2학기 기준 석사과정 73명, 박사과정 40명, 석·박사통합과정 12명을 포함하여 총 125명의 대학원생이 재학 중이다(교수 1인당 6.6명). 교육연구단 소속 13명의 교수의 경우 1인당 7.4명의 학생을 지도하고 있다. 이처럼, 한국대학교육협의회에서 발표한 합리적인 지도 학생 권장 비율인 교수 1인당 4~8명을 충족하며 교수 1인당 신입생을 연간 2~3명 유치하려고 했던 운영의 원칙이 충실히 이행되고 있다. 또한, 최근 이공계 대학원생 확보가 쉽지 않은 국내 여건에서도 본 교육연구단이 대학원생 확보를 위해 많은 노력을 기울였음을 보여준다.

(2) 박사과정생 유입을 통한 연구중심 사업단으로서의 경쟁력 확보

- ▶ 최근 1년 동안 확보된 참여대학원생 중에서 석사과정이 63%(123/193)이고, 박사과정이 29%(57/193)이며, 석·박사 통합과정이 8%(13/193)이다. 박사와 석·박사 통합과정생을 합치면 비율이 37%에 이른다. 최근 학생들이 지방소재 대학원 박사과정에 진학하는 것을 꺼림에도 불구하고 박사 및 석·박사 통합과정생의 비율이 높다는 점은 본 교육연구단이 높은 경쟁력을 보여준다.

(3) 지역 분자 소재 인력 양성의 거점

- ▶ 2025년 9월 현재 재학 중인 대학원생 125명의 출신학교 분포를 조사한 결과, 자교 출신자가 75명이고 타교 출신자가 50명이다. 타교 출신자의 경우 내국인이 24명이고 외국인이 26명이다. 내국인의 경우 영남 출신자가 20명이고 기타 지역 출신자가 4명이다. 자교생과 타교생을 합치면 대학원생 출신 지역 76%가 영남 지역에 집중되어 있다. 또한, 이 중에서 영남 소재 정부 출연 연구원의 학연 과정 학생은 6명이다. 즉, 본 교육연구단이 지역 분자 소재 인력 양성의 거점 역할을 하고 있음을 알 수 있다. 앞으로 다가올 학령인구 감소에 대비하기 위해 높은 본교생 진학률을 유지하면서 우수 타교생과 외국인 유학생을 확보할 수 있는 본 교육연구단만의 전략이 요구된다.

2.2.2 우수 대학원생 확보를 위한 계획

01 대학원 입학 전	02 대학원 재학 중	03 학위 수여 이후
• 졸업논문, 랩 인턴 제도 • 랩로테이션 • 연구단 내 심포지엄 참여 - Chemistry Fair - 연구로 만날 사이 - PNU Visiting Day • 소개집/홈페이지에서 정보 획득	• 대학원 동아리를 통한 멘토링 • 공동지도교수 제도 • 연구단 내 심포지엄 참여 - Chemistry Fair - 연구로 만날 사이 - 포스닥 리서치 심포지엄 • 교환학생 • 장학제도/인센티브 • 외국인 대학원생 지원	• 취업/진로 상담 • 산업체 매칭 • 박사 후 국내 연수 지원 • 박사 후 국외 연수 지원

(1) 우수 자대생 유치를 위한 프로그램 운영

- ▶ 랩인턴 및 랩로테이션
 - 학부생들의 졸업논문 작성을 의무화하여 연구실별로 랩 인턴의 형식으로 최대 4명의 학부생이 방학 동안 실험 연구를 수행하고 있다. 이를 통해 연구에 흥미를 느끼게 함으로써 본교 대학원으로의 진학을 유도하였다.
 - 학부 연구생 장학금 지원 현황
 - 2024학년도(1인당 45만원)
 - 2025학년도(1인당 45만원)
 - 향후 졸업논문 작성과 상관없이 최대 3개 연구실에서 연구 경험을 쌓는 랩로테이션 제도를 도입할 계획이다.
- ▶ 대학원 동아리 운영
 - 대학원 동아리를 운영하여 대학원생 간의 상호교류를 도모하고 있다. 현재 운영 중인 대학원 동아리 “Chem-Hub”는 석사/박사/석·박사통합과정 학생으로 구성(서동호 등 13명)되었으며, 연구 및 취업 정보 공유를 비롯하여 세미나 연사 초청에도 기여하였다. 또한, 대학원 박람회 운영 및

졸업논문 관련 상담, 학부 전과 및 편입생 멘토링 등을 수행하고 있다. 앞으로도 계속 대학원생들의 동아리 활동을 장려할 계획이다.

▶ Chemistry Fair

- 매년 1회 대학원생이 주도하는 프로그램인 Chemistry Fair를 진행하고 있다. 본 행사는 학생주도로 직접 발표 프로그램 설계와 진행을 하고 있다. 국제화 역량 강화를 위해 진행 언어는 영어로 하고 있다(II-1.1.2 참조). 앞으로도 지속해서 랩 소개 동영상 상영과 안전 동영상 상영 등의 학생주도 이벤트도 진행할 계획이다.

▶ 연구로 만날 사이

- 참여교수의 각 연구 분야를 학부생 눈높이에 맞춰 전달할 수 있는 교육 프로그램을 운영한다. 또한, 학부생과 교수 사이의 토론 및 Q&A를 통해 대학원 시스템에 관한 이해를 높이고 있다. 지난 1년간 총 2회의 연구발표회를 진행하였다(II-1.1.2 참조).

(2) 우수 타교생 유치를 위한 프로그램(PNU Visiting Day) 운영

- ▶ 타교생이 본 교육연구단을 직접 방문하여 대학원 진학 정보를 얻을 수 있는 PNU Visiting Day를 매 학기 개최하고 있다. 실험실별 부스를 운영하여 개별 질의에 대해 답변을 하고, OpenLab을 진행하였다. 연구 분야, 대학원 생활 및 졸업 후 진로 등의 정보를 제공하고 맞춤형 상담을 시행하였다.
 - 2024년 11월 7일, 2025년 5월 23일

(3) 대학원 설명 소개집 발간

- ▶ 이공계 학부생 자녀를 둔 학부모를 대상으로 하여 대학원 관련 정보 제공을 통해 대학원 진학의 필요성과 졸업 후 진로에 관해 설명한다. 매 학기 화학과 소개집을 자체 제작하여 우편으로 발송하고 있다. 소개집은 학과 소개, 교과과정, 교수 현황, 연구실 소개, 진로 활동, 취업 수기, 학과 소식을 다루고 있다. 우수 외국인 유치를 위해 향후에는 영문판도 동시에 발간할 계획이다.

(4) 우수 외국인 유치를 위한 프로그램 운영

- ▶ 지난 1년간 2명의 해외 연구기관 소속 학생이 본 연구단 방문하여 연구를 수행했다. 본 교육연구단은 외국의 연구기관에서 교환학생 형식으로 학생을 유치하여 본 교육연구단으로의 지속적인 유입을 모색하고 있다.

(5) 학과 홈페이지 전면 개편을 통한 정보 공개

- ▶ 본 대학원의 구성원, 교수별 연구 주제, 학과 교과목 정보, 졸업생 정보, 대학원 모집 정보, 외국인 학생을 위한 안내 등의 내용을 한영 병용하여 2021년 10월 개편하였다. 추후에도 인터페이스 개선을 통하여 간단명료하면서도 정보 전달을 잘할 수 있도록 꾸준히 개선할 계획이다.

2.2.3 우수 대학원생 지원 및 계획

(1) 장학 제도 운영

- ▶ 현재 대학원 과정 교내 장학금으로는 외국인유학생 장학금(직전학기 성적에 따라 수업료 전액 또는 반액 지급), 우수 졸업자 대학원 진학 장학금(본교생 학점 3.8 이상 대상으로 석사과정 동안 수업료 반액 지급), 학·석 연계과정 장학금(석사과정 3학기 중 2개 학기 등록금 지급), 학·석박통합 연계과정 장학금(통합과정 7학기 중 4개 학기 등록금 지급), 장학조교 및 연구조교 장학금이 있다. 향후 장학 프로그램을 추가 발굴할 계획이다.

(2) 우수 조교 지원 제도

- ▶ 일반화학실험에 조교로 참여한 대학원생을 대상으로 실험에 대한 이해도와 학부생에 대한 지도력을 평가하여 매 학기 3명의 우수 조교를 선발하여 장학금(10만원)을 지급하였다.
 - 2024년 2학기:
 - 2025년 1학기:

(3) 대학원생 영어 역량 강화 프로그램

- ▶ 대학원생의 영어 능력을 강화하기 위해 대학원 정책실 지원사업의 일환인 영어 역량 강화 지원

프로그램을 이수하도록 장려하였다.

- 2024년 3차 과정 이수자(2명):
- 2025년 1차 과정 이수자(2명):
- 2025년 2차 과정 이수자(3명):

(4) 외부 장학금 신청 지원

- ▶ 참여교수의 적극적인 정보 제공과 선정 사례 공유를 통해 우수 대학원생이 여러 외부 사업에 신청하여 많은 장학금 혜택을 받을 수 있게 하였다. 2024년에는 박사과정 2명 이 박사과정생 연구장려금 지원사업에 선정되었고 석사과정 3명()이 석사과정생 연구장려금 지원사업에 선정되었다.

(5) 다양한 진로 개발 프로그램 제공

- ▶ 대학원생의 진로 탐색 및 개발에 관한 조언 및 상담을 본 교육연구단에서 운영하는 다양한 비교과 프로그램을 통해 제공하였고 졸업생 간담회(2회), 여학생 간담회(2회), 산업체 관련 프로그램(4회)을 지속적으로 운영하였다. 또한, 2018년부터 운영 중인 Chemistry Fair(연 1회), 2019년부터 운영 중인 포스닥 리서치 심포지엄(연 1회)을 활용하여 대학원생이 학과 교수 및 신진연구인력과 진로 상담을 자유롭게 진행할 수 있도록 유도하였다(II-1.1.1-다. 참조).

(6) 외국인 대학원생 상담 및 상호 교류 시스템 구축

- ▶ 본 교육연구단은 외국인 대학원생이 새로운 환경에 큰 어려움이 없이 정착하게 하고 단기간에 연구 활동에 전념할 수 있는 시스템을 구축해 나가고 있다. 그 일환으로 외국인 학생을 전담하는 학과 담당 교수(유현덕 교수)가 개별 면담을 할 수 있는 상담 제도를 운영할 계획이고, 외국인 대학원생 간담회를 연 1회씩 개최하였다. 이를 통해 학교생활 및 연구에서의 애로사항을 수렴하고, 향후 지원 프로그램 개선에 반영하고 있다. 또한, 외국인 학생이 국내 또는 국외에서 본인의 커리어를 설계하고 구체적으로 실행하는 것을 돕도록 신진연구인력과 상호 교류 프로그램을 운영할 계획이다. 이 프로그램은 (i) 한국인 학생과의 교류 프로그램, (ii) 신진연구인력과 일대일 멘티-멘토 프로그램, (iii) 홈페이지를 통한 다양한 정보 제공 등을 포함한다.

(7) 논문 인센티브

- ▶ 대학원생이 SCIE급 논문을 제1저자로 출판하였을 때 인용지수 IF 1점당 15만원의 장학금을 지원

논문에 대해서는 추가 인센티브를 지급하여 논문의 질적 우수성도 향상시킬 계획이다.

(8) 공동지도교수

- ▶ 박사학위 과정의 학생이 지도교수 이외의 다른 지도교수를 선택할 수 있도록 하여 연구뿐만 아니라 취업 또는 박사 후 연수를 계획할 때 상담 창구 역할을 하도록 하였다(24년 2학기 총 39명, 25년 1학기 총 38명 대학원생 면담의 날 시행; II-1.1.1.가-(2) 참조).

2.3 참여대학원생의 취(창)업의 질적 우수성

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

구 분		졸업 및 취(창)업현황 (단위: 명, %)						취창업률(%) (D/C)×100
		졸업자 (G)	비취업자(B)			취(창)업대상자 (C=G-B)	취(창)업자 (D)	
			진학자		입대자			
			국내	국외				
2024년 8월 졸업	석사	9	2	0	0	7	7	100
	박사	4			0	4	4	
2025년 2월 졸업	석사	18	2	0	0	16	11	70.6
	박사	2			1	1	1	

가 석사 졸업자 취업 현황 분석(2024년 8월 및 2025년 2월 졸업자)

- ▶ 지난 1년간 석사 졸업자는 27명이며, 진학자 4명을 제외한 취업 대상자 23명 중에 18명이 취업하여 78.3%의 취업률을 달성하였다.
- ▶ 석사 졸업자를 취업기관별로 분석해 보면 대기업에 5명(28%), 중견/중소기업에 11명(61%), 정부출연 연구소에 2명(11%)이 근무 중이다.
- ▶ 전체 취업자 18명의 취업기관을 아래 표와 같이 정리하였다.

연번	성명	취업 기관명	기관 분야	회사 소개 및 전공 적합성
1		한국화학연구원	유기/재료	▶ 화학센터, 복제 방지용 특수 화학소재 설계 및 합성을 국책 연구소에서 담당하고 있어 유기합성 전공과 연관성이 매우 높음.
2		한국콜마	유기/화장품	▶ 기초 화장품, 색조 화장품 등을 제조 및 생산하는 대기업으로 유기/무기 화학 전공에 부합함.
3		국도화인캠	유기/재료	▶ 에폭시 수지, 경화제 및 화학 촉매 개발 기업으로 유기합성 전공과 연관성이 매우 높음.
4		엘지에너지솔루션	전기/배터리	▶ 고성능 이차전지 개발/제조를 담당하는 세계적인 기업으로 전기화학 전공자의 전공과 관련성이 매우 높음.
5		코스맥스	유기/화장품	▶ 화장품 제형을 연구, 개발, 생산하는 대기업으로 유기/무기 화학 전공에 부합함.
6		대웅제약	생화학/의약	▶ 바이오의약품, 신약 개발 및 생산을 목표로 하는 기업으로 생화학/의약화학 전공과 부합함.
7		SNF Korea	유기/재료	▶ 폐수처리를 위한 고분자 응집제 설계와 합성 및 특수 화학약품을 개발하는 중견 기업으로 고분자합성 및 유기합성 전공과 연관성이 매우 높음.
8		한솔케미칼	무기/재료	▶ 정밀화학, 전자 및 이차전지 소재제품 등을 생산하는 기업으로 합성 전공과 연관성이 매우 높음.
9		에코프로비엠	전기/배터리	▶ 이차전지 전극 소재 개발/제조를 담당하는 대표적인 기업으로 전기화학 전공자의 전공과 관련성이 상당히 높음.
10		엘지에너지솔루션	전기/배터리	▶ 고성능 이차전지 개발/제조를 담당하는 세계적인 기업으로 전기화학 전공자의 전공과 관련성이 매우 높음.
11		풍산	물리/재료	▶ 무기 금속 재료를 통해서 응용 화합을 생산하는 회사로서 물리화학적 양자 계산등이 필요한 분야로 물리화학 전공에 부합함.
12		SK하이닉스	전기/재료	▶ 반도체를 개발, 생산하는 기업으로 전기화학 전공자의 전공과 밀접한 연관성이 있음.

13	한솔케미칼	무기/재료	▶ 정밀화학, 전자 및 이차전지 소재제품 등을 생산하는 기업으로 합성 전공과 연관성이 매우 높음.
14	네오캠코리아	생화학/소재	▶ 천연물의 추출, 발효, 캡슐화 및 효능 분석을 통한 차세대 화장품 소재 개발 연구회사로 전공과의 관련성이 높음.
15	인트론바이오테크놀로지	생화학/의약	▶ 생명공학 개량을 통한 혁신적 신약 플랫폼 개발을 목표로 하는 기업으로 전공과의 관련성이 매우 높음.
16	SK하이닉스	전기/재료	▶ 메모리 반도체 제품을 생산하는 기업에서 전기화학 지식을 바탕으로 공정을 개선하는 일을 수행함.
17	한국소재융합연구원	전기/분석	▶ 다양한 기능성 소재와 융합 신소재를 연구·개발하며 시험·인증과 기업 지원까지 수행하는 기관으로 전공과의 연관성이 높음.
18	동우화인켐	무기/재료	▶ 반도체용 고순도약품, 최첨단 재료, 소재 등을 생산하는 기업으로 합성 전공과 연관성이 매우 높음.

나 박사 졸업 취업률 분석(2024년 8월 및 2025년 2월 졸업자)

- ▶ 지난 1년간 박사 졸업자는 6명이며 입대자 1명을 제외한 취업 대상자 5명이 취업하여 100%의 취업률을 달성하였다.
- ▶ 전체 박사 졸업자를 취업기관별로 분석해 보면 대학 연구소에 4명(80%), 정부출연 연구소에 1명(20%), 외국 대학 1명(10%)이 근무 중이다.
- ▶ 전체 취업자 5명의 취업기관을 아래 표와 같이 정리하였다.

연번	성명	취업 기관명	기관 분야	회사 소개 및 전공 적합성
1		UC, San Diego	전기/재료	▶ 전기화학 센서를 연구하는 그룹에서 전기화학 지식을 바탕으로 새로운 센서를 개발하는 일을 수행함.
2		한국재료연구원	분석/전기	▶ 재료의 전기화학적 특성을 연구하는 정부 출연 연구 기관으로 전기화학 전공자의 전공과 관련성이 높음.
3		부산대학교 부설 기능성물질화학연구소	물리/유기	▶ 용액 상의 화학 물질을 펄초 초외선 분광법을 이용하여 반응 메커니즘을 연구하고 있으며 전공과의 관련성이 매우 높음.
4		고려대학교	물리/유기	▶ 정제된 결정을 가속기에서 생성된 x-ray 로 결정학, 분광학을 수행하는 연구기관으로 전공자의 전공과 관련성이 높음
5		부산대학교 부설 기능성물질화학연구소	전기/분석	▶ 다양한 기능성 물질의 합성과 특성 연구를 수행하며 화학·분야와 연계하는 연구소로 전공과의 관련성이 높음.

다 외국인 졸업자 취업분석(2024년 8월 및 2025년 2월 졸업자)

- ▶ 외국인 석사 졸업자는 총 1명으로, 생화학 전공의 손닥데살로니가는 의약품 회사 대응제약에 취업하였다. 외국인 졸업자는 100% 취업하였다.

라 취업 실적 분석을 통한 향후 추진 계획

- ▶ 지난 1년간 석사 졸업자의 취업률은 80%에 도달하지 못한 것으로 확인되었다. 이에 교육연구단은 기존에 운영해 온 산학 세미나, 졸업생 간담회, 진로 상담, 기업 연계 활동 등을 꾸준히 유지·보완하여 취업 준비 지원의 실효성을 높이고자 한다.

3. 참여대학원생 연구실적의 우수성

3.1 참여대학원생 저명학술지 논문의 우수성

3.1.1 대학원생 연구 수월성 증진계획 및 실적



구분	계획	실적	향후계획
정보활용능력을 갖춘 융합형 연구자 육성	- 투트랙 교육과정 - 수요에 맞는 전공 지식 제공 - 정보 활용 능력 배양 - 논문 작성 능력 배양 - 외국어 의사소통 교육	- 투트랙 교육과정 운영 - 2024년 2학기 교육과정 개정 - '분자모델링및AI화학' 수업 운영 - '화학영어논문작성법' 다수의 교수 참여하여 온·오프라인 진행	- 투트랙 교육과정을 계속 운영하여 자기주도적인 교육과정 선택을 할 수 있도록 함 - 효율적인 피드백을 위해 플립 러닝을 적극 도입하여 진행할 예정
자기주도적 연구자 육성	- 지도교수 외의 교수 활용 - 학생 주도 공동 심포지엄 - 세미나를 통한 교외 네트워크 형성 - 해외 학술대회 참석 - 연구비 및 장학금 신청 지원	- 공동 지도교수제 매학기 진행 (학생이 희망하는 공동지도교수 선정/상담) - PNU-SKKU BK21 공동 심포지엄 2회 개최 - 전문인력과의 간담회 13회 - 국제학술대회 25명 참석 - 외부장학금 선정사례공유 (박사: 홍유빈/석사: 김가빈)	- 앞으로도 계속해서 학생 주도 공동심포지엄 및 전문연구인력과의 네트워킹이 활발히 이뤄질 수 있도록 지원 - 학생들의 자발적 연구/발표를 고취하는 환경을 지속적으로 마련

<표 2-3> 참여대학원생 논문 환산 편수 실적

구 분	2020.9.1. ~2021.8.31.	2021.9.1. ~2022.8.31.	2022.9.1. ~2023.8.31.	2023.9.1. ~2024.8.31.	2024.9.1. ~2025.8.31.
전체기간 실적논문 총 건수	77	56	52	40	48
1인당 논문 건수	0.885	0.651	0.634	0.4705	0.4948
논문 총 환산 편수	26.0127	18.7455	18.018	14.247	16.1066
1인당 논문 환산 편수	0.2990	0.2179	0.2197	0.1676	0.166
학기당 평균 참여대학원생 수	87	86	82	85	97

<표 2-4> 참여대학원생 1인당 논문의 환산 IF

구 분	2020.9.1. ~2021.8.31.	2021.9.1. ~2022.8.31.	2022.9.1. ~2023.8.31.	2023.9.1. ~2024.8.31.	2024.9.1. ~2025.8.31.
총 환산 편수	26.0127	18.7455	18.018	14.247	16.1066
총 환산 IF	137.938	127.3409	91.563	67.58	95.13
환산 논문 1편당 환산 IF	5.3027	6.7931	5.0817	4.7434	5.9062
1인당 환산 IF	1.5855	1.4807	1.1166	0.795	0.9807
학기당 평균 참여대학원생 수	87	86	82	85	97

연번	참여대학원생 성명	학술지명	관련 키워드			평가 지표		
			합성	에너지	바이오	IF*	JCR 상위*	피인용수**
1		ACS Applied Materials & Interfaces				8.2	18.04%	3
2		Journal of the American Chemical Society				15.6	7.11%	9
3		Inorganic Chemistry				4.7	14.29%	0
4		International Journal of Biological Macromolecules				8.5	6.38%	1
5		Chemical Communications				4.2	35.15%	6
6		ACS Sensors				9.1	3.6%	5
7		Energy Storage Materials				20.2	4.78%	5
8		Small Structures				11.3	10.43%	1
9		Chemical Engineering Journal				13.2	3.61%	0
10		Analytical Chemistry				6.7	9.01%	0
11		Microbiological Research				6.9	11.66%	1
12		Journal of Materials Chemistry A				9.5	13.7%	2
13		ACS Energy Letters				18.2	4.4%	0

* IF, JCR 상위%: JCR 2024 기준 / ** 피인용수: Google Scholar 기준(2025. 9. 24.)

- ▶ 대표논문 13편의 평균 IF는 10.5이며, 모두 JCR 기준 상위 25%(Q1)에 속하며, 이중 JCR 기준 상위 10% 저널에 출판된 논문은 7편으로 대표 논문의 53.8%에 해당한다.
- ▶ 또한 앞선 표에 나타낸 바와 같이 본 교육연구단의 주요 키워드인 합성, 에너지, 바이오와 모두 연결되어 있으며, 나아가 인공 효소/촉매 개발의 교두보로 사용될 수 있는 논문들이다.
- ▶ 본 교육연구단은 현재의 연구 성과를 바탕으로 동일한 연구 방향을 안정적으로 이어가며, 향후에도 수준 높은 대표 연구 성과를 지속적으로 도출하고자 한다.

(1)

- ▶ WO₃ 결정 구조와 광전기화학 염화물 산화 성능 사이의 인과관계를 정량적으로 규명했다. 두께별 WO₃ 어레이의 열·기계적 변형을 3차원 유한요소 해석으로 계산하여, 두꺼운 층일수록 열 변형이 커지고 이로 인해 정방정계에서 단사정계로의 상전이가 촉진됨을 밝혀냈다. 특히 단사정계 WO₃는 낮은

대칭성으로 인해 더 많은 결함이 생성되며, 이러한 결함은 donor density를 크게 증가시켜 광전기화학 반응에서의 전하 이동과 반응 속도를 향상시키는 핵심 요인으로 작용함을 증명하였다. 그 결과 20 μm 두께의 WO_3 어레이는 0.5 M NaCl 전해질에서 1.0 V vs. Ag/AgCl에서 2.7 mA/cm^2 의 높은 광전류를 기록하고, HOCl 생성에 대해 85~93%의 Faradaic 효율을 달성하며 산소 발생 반응(OER)보다 염화물 산화 반응(COR)을 선택적으로 촉진하는 결과를 보였다. 또한 Rietveld 정밀 구조 분석, 열변형 시뮬레이션, Mott-Schottky 분석을 통합적으로 활용하여 광전기화학 성능 향상의 원인을 다양하게 해석하였다. 전극 성능 향상과 더불어 구조 제어를 통한 전자 구조 설계 전략을 제시했다. 이러한 연구 결과는 WO_3 뿐 아니라 다양한 산화물 반도체의 광전기화학적 설계에 적용 가능한 상관 설계 지침을 제공한다는 점에서 학문적·산업적 가치가 매우 크다.

(2)

- ▶ N-헤테로고리 카벤(NHC) 유도체로부터 유래된 새로운 황 기반 라디칼 리간드를 포함하는 팔라듐 라디칼 착물을 성공적으로 합성하고, 그 전자 구조와 리간드 중심의 산화환원 특성을 규명함으로써 유기 라디칼 리간드 화학의 지평을 확장한 연구 결과를 발표하였다. 본 연구는 라디칼 리간드의 전자구조 설계와 촉매·소재 응용 가능성 측면에서 높은 학문적 가치를 지니며, 그 우수성을 인정받아 화학 분야 최고 권위 학술지인 J. Am. Chem. Soc.에 게재되었다.

(3)

- ▶ 본 연구는 팔라듐 기반 자기조립 반응을 통해 다양한 음이온을 포획한 안정적인 케이지 구조의 착화합물을 합성하고, 이 결정 표면에 안트라센, 피렌 등 다환 방향족 화합물이 특이적으로 흡착됨을 밝혔다. 특히, 안트라센에서 피렌으로의 발광 신호가 효율적으로 전달되는 FRET 현상을 결정 표면에서 구현하고 광물리학적 거동을 규명하였다. 이 결과는 $\pi-\pi$ 상호작용을 매개로 한 분자와 결정 표면의 계면에서의 흡착 및 에너지 전달 메커니즘을 실험적으로 입증한 사례로서, 향후 광센서, 분자 인식, 촉매, 에너지 변환 소자 등 광범위한 응용 가능성을 제시한다. 이를 바탕으로 차세대 광기능성 소재 연구에 중요한 이정표를 마련하였다.

(4)

- ▶ 본 연구에서는 전통적으로 단백질 폴딩을 보조하는 샤페론 단백질로 알려진 GroEL이 세균 내에서 RNA 발현 조절 기능을 수행할 수 있음을 최초로 규명하였다. 연구 결과, GroEL은 세균 생장에 필수적인 유전자들의 mRNA 발현 억제 및 단백질 폴딩 조절을 통해 발현 수준을 다층적으로 조절하는 것으로 확인되었다. 이러한 이중 조절 메커니즘은 세균 생존 및 증식에 직접적인 영향을 미쳤으며, GroEL의 발현이 증가할수록 항생제 감수성이 현저히 증가하는 현상이 관찰된다. 이는 GroEL이 세균의 내성 제어 및 생장 억제를 위한 새로운 분자적 타겟이 될 수 있음을 시사하며, 본 연구 성과에서 얻은 GroEL의 기존 기능을 확장하여 샤페론 단백질의 새로운 역할을 제시하고, 세균 생장 제어 및 항생제 내성 극복 전략 개발에 기여할 수 있는 기반을 마련하였다. 해당 연구 결과는 JCR 상위 6.38% 저널에 게재되어 국제적으로 그 학문적 가치를 인정받았다.

(5)

- ▶ 다이아미도카벤(DAC) 유도체와 탄소 이황화물(CS_2)로부터 유래된 새로운 리간드를 이용하여, 사각평면형 배위를 갖는 팔라듐 및 니켈 중심의 금속-황 클러스터를 성공적으로 합성하고, 그 구조적 및 전자적 특성을 규명하였다. 특히, 본 연구는 금속-황 클러스터 화학에서 상대적으로 드문 사각평면형 금속 중심을 도입함으로써 클러스터 구조 다양성의 확장을 시도하였다는 점에서 학문적 의의가 크며, 그 우수성을 인정받아 화학 분야 저명 학술지인 Chem. Commun.에 게재되었다.

(6)

- ▶ 본 논문에서는 메틸렌 블루를 대체할 수 있는 페로센 표지들을 체계적으로 비교·검증하여, pH 비민감 형식 전위와 우수한 내구성을 동시에 갖춘 Fc1a-X를 발굴하였다. 탄소 스페이서와 NHS-에스터에

기반한 높은 결합 효율은 금 전극 위 단분자층에서 신호 민감도를 극대화했고, 혈청 환경에서도 초기 안정화 이후 12시간 이상 전류 감소가 적어 현장 진단용으로 적합하였다. 나아가 Fc1a-X를 라벨로 한 E-AB 센서가 혈청 내 독소루비신을 임상 농도 범위에서 정량 검출함을 입증하여, 견고하고 범용적이며 민감한 차세대 바이오센서 플랫폼으로의 확장 가능성을 제시하고 있다.

(7)

- ▶ 다가 이온 기반 차세대 이차전지 개발에서 가장 큰 난제는 강한 전하밀도를 가진 Mg^{2+} 의 느린 확산 속도이다. Sri 학생연구원은 층상 산화물인 MoO_3 의 구조를 유기 이온으로 기동화하여 층간 간격을 12.3 Å까지 확장하고, 동시에 입자의 확산 경로를 최소화하는 ‘kinetic-growth 기법’을 적용함으로써 확산 속도를 현저히 향상시켰다. 그 결과 기존 소재 대비 2.2배 향상된 352 mAh/g의 용량을 달성하였으며, 이는 산화물 계열에서 보고된 최고 수준의 마그네슘 저장 성능이다. 본 성과는 Energy Storage Materials에 게재되었으며, 다가 이온 삽입 화학의 한계를 넘어서는 새로운 전략으로서 차세대 고에너지 밀도 마그네슘 전지 개발을 앞당길 수 있는 연구 성과로 평가된다.

(8)

- ▶ 태양광 기반 수소 생산을 위한 차세대 광전극 기술의 한계를 극복하기 위해, 실리콘 광전극 내에서 광흡수와 촉매 반응의 경쟁적 요구를 효과적으로 분리하는 새로운 설계 전략을 제안하였다. 본 연구에서는 촉매 기능과 광흡수 기능을 공간적으로 분리한 테이퍼드 마이크로와이어 구조를 도입하여, 기존 평면 구조 대비 60% 향상된 광전류 밀도(41.55 mA/cm^2)를 달성하였다. Al_2O_3 부동태화와 선택적 촉매 증착을 결합하여 실제 촉매 피복 조건에서도 높은 전하 수집 효율과 안정성을 유지함을 입증하였다. 나아가 대면적 습식 식각 및 선택적 금속 증착을 활용한 확장 가능한 제작 공정을 개발하여, 복잡한 3차원 구조의 정밀 구현이 가능함을 보여주었다. 본 연구는 실리콘 기반 PEC 전극 설계의 새로운 패러다임을 제시함으로써 태양광 수소 생산의 고효율화와 상용화를 앞당길 수 있는 핵심 성과로, 향후 CO_2 환원 등 다양한 태양에너지 전환 시스템으로 확장될 수 있는 큰 파급 효과를 가진다.

(9)

- ▶ 본 연구는 유산균(Lactic Acid Bacteria, LAB)의 항균 특성을 확장하여 식품 보존 및 병원균 억제에 활용하기 위한 새로운 접근법을 제시한다. 기존 LAB 및 엔도라이신 기반 제어 전략은 균주 간 효능 차이, 내성 발생, 단백질 분해효소에 대한 민감성, 고비용의 정제 및 품질 관리 등의 한계가 존재한다. 이를 극복하기 위해, 본 연구에서는 *L. paracasei* 유래 LEV 표면 표지 단백질(LP-SDP3)을 최초로 발굴하였으며, 단백질 분석, 발현, 생화학적 분석, SpyCatcher-SpyTag 생분자 결합 반응을 통해 특성화되었으며, 대장균 및 기타 LAB 균주에서 상동성이 확인되었다. 또한, 대장균과 *L. lactis*에서 기능 검증을 통해 범용적인 EV 표면 표지 단백질로서의 활용 가능성을 입증하였다. 특히, *L. paracasei* 유래 EV(LPEV)에 엔도라이신 PlyF307SQ-8C를 표지하여 황색포도상구균을 선택적으로 제거할 수 있음을 확인하였으며, 정제된 PlyF307SQ-8C 단백질과 비교했을 때 생체 적합성 및 내성 유도 효능은 동등하면서도, 생산 효율성이 높고 온도 및 pH 변화에 대한 안정성을 보인다. 본 연구는 대장균 및 유산균에 적용 가능한 범용적 EV 표면 표지 단백질을 최초로 규명하였으며, 이를 통해 엔도라이신 기반 EV 항균 플랫폼 구축의 가능성을 제시하고, 기존의 노동집약적이고 비용이 많이 드는 엔도라이신 정제 및 생산 공정을 우회할 수 있는 전략으로서의 가치도 입증함. 해당 연구 성과는 JCR 상위 3.61% 저널에 게재되었으며, 관련 결과에 대해 특허 출원을 완료하였다.

(10)

- ▶ 본 논문에서는 screen-printed electrode의 재현성 저하를 좌우하는 두 핵심 인자—(i) 탄소 전극의 실효 면적 동적 변화(공극 젖음)와 (ii) Ag 기준전극의 전위 드리프트—를 동시에 규명하였습니다. 이는 기존 문헌에서 간과되던 원인을 정확히 짚은 점에서 학문적 독창성이 큼니다. 반복 사용과 장시간 측정에서

누적되는 면적·전위 변화의 영향을 실증하여, 장기 안정성 평가 프로토콜과 장치 설계(공극 구조·바인더·표면처리) 개선의 근거를 제공할 수 있을 것으로 기대됩니다.

(11)

- ▶ 본 연구 결과는 *Acinetobacter baumannii* 내성균에 대한 선택적 항생 증진 효능을 나타내는 프로바이오틱스 물질인 락토바실러스 유래 소포체를 최초로 항균 증진에서 활용 가능성을 제시하였다. 병원 내 감염 시 치명률이 높은 *A. baumannii*에 대한 마지막 항생제인 폴리믹신 계열의 콜리스틴(COL)이 자주 사용되지만, COL 내성 균주의 급증으로 더 이상 치료 목적 활용이 어려운 한계점에 직면한다. 이에 대한 해결을 위해 항균 효능을 나타내는 것으로 알려진 프로바이오틱 균주 유래 생체 활성 물질인 소포체(EVs)가 COL과 시너지 효과를 낼 수 있을 가능성을 평가하기 위해 최소성장억제농도(MIC) 결정 방법 및 효능의 작용기전을 조사하였다. 다양한 *Lactobacilli* 균주 유래 소포체(LEVs)를 평가하였을 때, COL 단독 투여 대비 LEVs 병용 시 *A. baumannii*의 MIC가 4-8배 낮아져 항생 효능이 향상되었으며, LEVs가 균주에 따라 활성산소(ROS) 생성을 촉진하거나 바이오필름 형성을 억제하는 역할을 통해 시너지 효능을 촉진하는 것으로 확인하였다. 또한, LEVs를 반복 처리해도 COL 내성이 유도되지 않은 결과를 확인하였다. 이 결과는 락토바실러스 유래 소포체가 다양한 항균 물질과의 복합 기전 시너지 제공을 할 것으로 예측되며, 기존 항생제 내성균이 혼한 *A. baumannii*에 대해 LEVs를 도입하여, 선택적 항균 효능을 증가하고, 내성 균주를 억제하여 현존 약물의 수명을 연장가능함을 확인하였다. 본 연구결과는 락토바실러스 유래 소포체를 *A. baumannii* 맞춤형 항균 플랫폼으로 활용가능 하며, 타 세균 종 및 다른 항생제와의 조합으로 확장가능한 유연성을 제공할 수 있을 것으로 기대한다. 본 연구 결과는 JCR 상위 11.8% 저널에 발표되었다.

(12)

- ▶ 리튬이온전지용 LiFePO_4 (LFP) 양극재는 안전성과 수명에서 장점이 있으나 낮은 전도도와 전구체 불순물로 성능이 제한되어 왔다. 정태호, 권우정 학생연구원은 본 연구에서 철 인산 전구체를 미세결정화 공정으로 제어하여 고결정성 전구체인 $\text{FePO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 를 확보하는 한편, 불순물과 격자 결함을 효과적으로 제거하였다. 그 결과 최적 pH 조건에서 합성한 LFP는 161 mAh/g의 높은 용량과 10C에서 115 mAh/g의 고속출력 특성을 보였으며, 200회 사이클 후에도 97%의 용량을 유지하였다. 본 성과는 전구체 단계의 구조 제어를 통한 LFP 양극재 고성능화 전략을 제시하며, 전기차와 에너지저장장치 상용화를 앞당길 수 있는 중요한 연구 결과로 평가된다.

(13)

- ▶ 고니켈 NCM계 양극은 높은 용량과 에너지 밀도를 제공하지만, 니켈 함량 증가에 따른 구조 불안정성과 계면 열화로 인해 수명과 안전성 확보에 큰 제약이 있었다. 본 연구는 수학적 프레임워크와 자동화 반응기 시스템을 결합하여 평균 조성, 기울기, 곡률을 독립적으로 제어할 수 있는 맞춤형 전역-농도구배(FCG) 설계 플랫폼을 제안하였다. 이를 통해 합성된 양극재는 균열 없는 장기 사이클링 안정성과 우수한 기계적 강도를 달성하였으며, 기존 비구배 소재 대비 탁월한 구조적·전기화학적 안정성을 입증하였다. 본 소재는 김성욱 학생연구원의 주도하에 수행되었으며, 차세대 전기차 및 대용량 에너지저장장치의 안정성을 크게 향상시킬 중요한 성과로 평가된다.

3.2 참여대학원생 학술대회 대표실적의 우수성

〈표 2-5〉 대학원생 학술대회 발표 실적

구 분	2020.9.1. ~2021.8.31			2021.9.1. ~2022.8.31.			2022.9.1. ~2023.8.31.			2024.9.1. ~2024.8.31.			2024.9.1. ~2025.8.31.		
	국제	국내	계	국제	국내	계	국제	국내	계	국제	국내	계	국제	국내	계
총 건수	27	49	76	17	68	85	14	103	117	21	74	95	25	89	114
1인당 발표건 수	0.8735			0.9883			1.4268			1.1176			1.1752		
참여대 학원생 수	87			86			82			85			97		

〈표 2-5〉과 같이 총 114건의 학술대회에서 구두 또는 포스터 발표를 수행하였다. 전체 발표 중 국제 발표는 총 25건이었으며, 이 중 구두 발표는 5건에 해당하였다. 전체 학회발표 중 8건은 우수포스터상을 수상하였다. 교육연구단 대학원생들이 국제/국내 학술대회 발표에 적극적으로 참여하여 얻은 결과이다. 본 교육연구단 참여대학원생의 학술대회 대표실적을 8개 선정하여 아래에 소개하였다. 대부분의 실적이 인공 효소/촉매를 기반으로 센서/에너지/의료 분야 산업/과학 난제를 창의적으로 해결하는 연구임을 확인할 수 있다. 이는 인공 효소/촉매 분야로의 집중을 통한 산업/과학 난제 해결에 기여하고자 하는 본 교육연구단의 비전 및 목표와 부합하며, 이후 특허/논문으로 이어졌음을 고려할 때 해당 분야에의 기여 또한 매우 뛰어남을 알 수 있다. 향후에도 본 교육연구단은 학술대회 참여를 지속 장려하여, 연구 성과의 확산과 국제 경쟁력 강화를 꾸준히 이어갈 계획이다.

(1)

- ▶ 2024년 미국 하와이에서 열린 Prime 2024에 참석하여 귀금속이 장식된 Co_3O_4 나노큐브 기반 해수 전기분해 촉매 개발에 관한 연구를 발표하였다. 이 연구에서는 수열 합성으로 제조한 Co_3O_4 나노큐브 표면에 Ir 및 Pd를 선택적으로 도입하여 귀금속 사용량을 최소화하면서도 촉매 활성과 안정성을 극대화하였다. 특히 IrO_2 -PdO의 시너지 효과를 통해 0.5 M NaCl 조건에서 HOCl Faradaic 효율 약 100%와 40 mA/cm^2 에서 8시간 이상의 우수한 내구성을 달성하였으며, 이는 해수 전기분해에서 선택적 염소 산화를 구현할 수 있는 경제적 촉매 설계 전략으로 평가받았다. 본 내용은 수소 생산 및 해수 전기분해 분야 연구자들로부터 큰 관심을 끌었다.

(2)

- ▶ 2024년 미국 하와이에서 열린 Prime 2024에 참석하여 상선택적 코발트 촉매 합성에 관한 본인의 연구를 발표하였다. 이 연구에서는 전기화학적 산화 과정을 통해 α - $\text{Co}(\text{OH})_2$ 를 상 선택적으로 γ - CoOOH 와 β - CoOOH 로 합성하는 방법을 제시하였다. γ - CoOOH 는 다양한 알칼리 금속 이온을 층간에 삽입해 구조와 간격을 조절하였고, β - CoOOH 는 강염기 조건에서 합성되었다. 합성한 촉매들은 산소 발생 반응 성능을 상용 Co_3O_4 와 비교했을 때 낮은 Tafel slope, 높은 전류밀도, 우수한 안정성을 보였다. BET 및 ECSA 분석을 통해 큰 비표면적과 전기화학적 활성도가 확인되었다. 또한, 흐름식 연속 합성 시스템을 도입하여 대량 생산 가능성을 입증하였다. 향후 Ir, Cr, Mo 등의 금속 도핑을 통해 성능 향상을 모색할 계획임을 제시하였다. 본 연구는 고효율·고안정성 촉매 개발을 통해 해수 기반 그린 수소 생산의 산업적 적용 가능성을 입증하였다.

(3)

- ▶ 2024년 제주에서 열린 한국미생물학회 학술대회에서 신규 방법으로 개발한 항균 항생 셀레늄

나노입자에 대한 그래프양성균 선택성에 대한 연구 결과를 발표하였다. 본 연구 결과는 기존 합성 문제점을 해결하는 생체 적합성 물질로의 개발과 한계점으로 알려진 다제내성균 선택적제어에 대한 새로운 대안을 제시한 우수 결과이다. 이 발표로 김경민 학생은 최우수발표상을 수상하였다.

(4)

- ▶ 2024년 미국에서 열리는 세포생물학회에 참석하여 퇴행성 퇴질환을 일으키는 것으로 알려진 타우단백질의 엉킴/응집이 단백질의 농도에 의해서만이 아니라 전하를 가지는 저분자에 의해서 제어됨을 관찰한 결과를 발표하여 많은 연구자의 관심을 받았다.

(5)

- ▶ 2025년 미국 샌디에이고에서 열린 미국화학회(ACS) national meeting에서 Development of a Universal Superhydrophobic Coating Inspired by Mussel-Adhesive Protein을 주제로 연구 성과를 발표하였다. 본 연구에서는 홍합 접착 단백질에서 영감을 얻은 새로운 전략을 통해 다양한 소재 표면에 동일한 코팅 방법으로 표면의 거칠기와 소수성을 동시에 구현함으로써, 초소수성 박막을 간단히 형성할 수 있음을 제시하였다. 이러한 결과는 표면공학 및 자가세척 코팅 기술 분야 연구자들의 큰 관심을 끌었다.

(6)

- ▶ 2025년 미국 샌디에이고에서 열린 American Chemical Society (ACS) SPRING 2025 Meeting & Expo에 참석하여 본인의 연구를 발표하였다. 이 연구에서는 전기방사 공정을 통해 제조한 금속 산화물-고분자 복합 나노섬유를 활용하여 퍼플루오로알킬물질(PFAS) 제거를 위한 촉매 시스템을 개발하였다. 특히, In 기반 산화물과 ZIF 구조를 융합하여 광·전기 화학적 분해 효율을 크게 향상시켰으며, 실제 수처리 환경에서 안정적인 성능을 확인하였다. 본 내용은 환경 촉매 및 정수기술 분야 연구자들로부터 높은 관심을 끌었다.

(7)

- ▶ 2025년 말레이시아 쿠알라룸푸르에서 열린 IUPAC congress에 참석하여 직접 전자전달을 이용한 바이오센서 연구 결과를 발표하였다. 이 연구에서 타겟에 항체 및 압타머가 결합하여 하이브리드 샌드위치가 형성되게 하고, 유연한 연결체를 이용하여 표지와 전극 사이의 직접 전자전달이 효과적으로 일어나게 하였다. 본 내용은 전기화학 바이오센서 연구자로부터 큰 관심을 끌었다.

(8)

- ▶ 2025년 8월 미국 워싱턴 D.C.에서 열린 미국화학회(ACS) meeting에 참석하여 불소 이온 감지에 관한 본인의 연구를 발표하였다. 본 연구에서는 불소 이온에 의해 활성화되는 최초의 유전자 코드화 형광단백질을 개발하였다. 구체적으로, 불소에 의해 절단 가능한 인 함유 보호기를 도입한 비천연 아미노산을 superfolder GFP의 Tyr66 위치에 삽입하여, 불소 이온 처리 시 보호기가 제거되고 형광이 회복되는 새로운 센서 단백질을 구현하였다. 이 전략은 세균과 포유세포 모두에서 작동 가능하며, 나아가 불소 이온 매개 단백질 활성 조절이라는 새로운 개념을 제시하여 현장 연구자들로부터 큰 관심을 받았다.

3.3 참여대학원생 특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성

교육연구단 재선정평가 당시 5년간 국내·외 등록 특허 22편, 기술이전 3건으로 이번 자체평가기간(2024.9.1.~2025.8.31.) 동안 국내 특허 9편, 해외 특허 1편으로 연구가 활발히 이루어지고 있으며, 이 중 5건에 참여대학원생이 발명자로 등록되었다. 등록된 특허들은 모두 본 교육연구단이 중점적으로 개발하고 있는 촉매를 기반으로 하는 에너지 분야 등 산업/과학 난제를 창의적/혁신적인 방법으로 해결하는 내용으로 교육연구단의 비전/목표와 부합하고 지역 산업에 실질적으로 기여하고 있다. 참여대학원생이 발명자로 참여한 등록 특허 5건의 상세한 설명은 아래와 같다. 향후에도 본 교육연구단은 현재의 성과를 기반으로 창의적 기술 개발과 특허 창출을 지속하여, 안정적인 연구 성과 확산을 이어가고자 한다.

(1)

▶ 온실가스 감축과 탄소 자원화라는 글로벌 과제를 해결하기 위해, 이산화탄소를 고부가가치 화합물로 전환하는 전기화학적 촉매 기술을 개발하였다. 본 발명에서는 금(Au), 은(Ag), 아연(Zn) 나노입자의 표면에 염소 이온을 안정적으로 도입함으로써, 기존 촉매의 한계였던 높은 과전압과 낮은 선택성을 극복하였다. 암모늄 클로라이드계 화합물을 이용한 독창적 표면 캡핑층 형성을 통해 수소 발생 반응을 효과적으로 억제하고, CO 생성 선택성을 98% 이상으로 향상했으며, 80시간 이상의 장기 안정성까지 입증하였다. 합성이 간단하고 확장 가능한 방법을 제시함으로써 실험실 수준을 넘어 대규모 응용 가능성을 열었다. 본 특허 기술은 차세대 전기화학적 CO₂ 전환 시스템의 핵심 기반을 마련하여, 탄소중립 실현과 지속 가능한 에너지·화학 산업의 상용화를 앞당길 수 있는 파급 효과를 가진다.

(2)

▶ 나노 구조체 기반 센서의 감도와 안정성을 동시에 확보하기 위해, 기존 분말형 금속 산화물 센서의 한계를 극복한 새로운 제조 기술을 개발하였다. 본 발명은 코발트 산화물(CoO) 나노입자를 기판 위에 직접 증착한 뒤, 탈이온수를 통한 자발적 전이 층 형성과 저온 열처리를 결합하여 불순물 유입 없이 고결정성 Co₃O₄ 센서 층을 형성하는 독창적 방법을 제시하였다. 이를 통해 센서 층의 접착력과 전기적 안정성이 크게 향상되었으며, 200℃에서 기존 대비 7배 이상의 높은 아세톤 가스 감응 특성을 달성하였다. 나노입자의 형상, 두께, 결정 구조를 정밀하게 제어할 수 있는 공정을 확립하여, 모바일 바이오센서와 다중 바이오마커 검출 플랫폼으로 확장 가능성이 크다. 본 특허는 차세대 환경, 바이오 모니터링 센서의 성능 혁신과 상용화를 앞당길 수 있는 핵심 원천기술로, 국가 바이오, 건강관리 산업 경쟁력 제고에 이바지할 수 있다.

(3)

▶ 지금까지 리튬이차전지용 음극은 주로 흑연계 물질에 의존하였으나, 리튬 석출 및 부반응으로 인해 고속 충·방전 성능과 안전성 확보에 한계가 있었다. 본 특허는 이러한 문제를 극복하기 위해 리튬티타네이트(Li₄Ti₅O₁₂) 음극재 표면에 약 1.5 nm 두께의 이산화티타늄(TiO₂)을 코팅한 새로운 음극 활물질을 제안하였다. 값싼 원료를 이용한 고상합성법 기반 공정으로 대량합성이 가능하며, 표면에 형성된 Li_xTiO₂는 전자전도와 이온전도를 동시에 제공하는 이온-전자 혼합 전도체(MIEC)로 작용하여 활물질 표면 전체에 3성분-계면을 형성한다. 그 결과 본 발명의 음극 활물질은 3분 이내 초고속 충·방전에서도 80% 이상의 용량 활용률을 보이며, 저온 환경(0℃)에서도 우수한 출력 특성을 확보하였다. 따라서 본 특허 기술은 기존 리튬티타네이트의 낮은 전도도 문제를 해결하고, 고출력·장수명 이차전지 개발에 크게 기여할 수 있는 혁신적 음극 활물질 제조 기술로 평가된다.

(4)

▶ PLA, PHA와 같은 생분해성 고분자를 사용함으로써 사용 후 자연 환경에서 미생물에 의해 분해될 수 있어 폐기 시 미세플라스틱이나 유해 화학물질이 배출되지 않는다. 이는 기존 석유계 합성섬유 필터와 달리 2차 환경오염을 유발하지 않으며, 전반적인 탄소배출량을 감소시켜 지속가능한 자원 순환 체계 구축에 기여할 수 있다. 또한, 이 필터는 나노~마이크로 단위의 섬유 구조를 형성하여 비표면적을 크게 늘림으로써 미세먼지, 중금속, 휘발성 유기화합물(VOCs) 등의 유해 입자를 효율적으로 흡착할 수 있다. 섬유 표면에 정전기적 전하를 부여하거나 흡착성 기능기를 도입함으로써 유해 입자에 대한 선택적 포집 능력과 장시간 유지력이 향상되며, 이러한 구조적·기능적 특성은 기존 필터 대비 우수한 여과 성능을 제공한다. 사용되는 생분해성 고분자는 무독성·저자극성 소재이기 때문에 인체 호흡기에 직접 노출되어도 안전하며, 폐기 후에도 환경으로 유해 물질이 용출되지 않아 생태계에 부담을 주지 않는다. 또한 이 기술은 용융방사, 전기방사 등 비교적 저온·저비용 공정을 통해 대량 생산이 가능하며, 기존 필터 제조 설비를 활용할 수 있어 상용화 및 산업적 적용 가능성이 매우 높다. 이러한 특징들은 생산 단가를 절감시키는 동시에 환경규제를 충족시킬 수 있다는 점에서 산업적 가치가 크다. 나아가 이

기술은 공기청정기, 산업용 방진마스크, 실내 환기시스템, 식·의약품 포장재 등 다양한 분야에 적용될 수 있으며, 사용 후 자연 분해 또는 퇴비화가 가능하기 때문에 친환경 제품 라인업 구축과 ESG 경영 실현에도 크게 기여할 수 있다. 따라서 생분해성 고분자를 이용한 유해 입자 흡착용 유기 섬유 필터 및 이의 제조 방법은 환경친화성과 고성능, 안전성, 경제성, 확장성을 모두 갖춘 차세대 친환경 필터 기술로서 매우 우수하다고 평가할 수 있다.

(5)

- ▶ Organic light emitting diode (OLED) 제작 방법에는 진공 증착과 용액 공정의 방식이 있는데, 용액 공정의 경우 재료 소모율이 낮고 생산성이 높아 연구가 꾸준히 진행되고 있다. 하지만, 용액 공정으로 OLED 소자를 제작하게 될 경우, 유기층 용액을 적층하는 과정에서 씻겨 내려가거나 혼합이 된다는 문제점이 있어 이를 해결하기 위한 방안이 필요하다. 최근 열을 이용한 가교화 방법을 통해 형성되는 유기 전자 재료의 경우, 상대적으로 200 °C 이상의 높은 가교 온도 및 30분 내지 60분 이상의 오랜 가교 반응 시간을 필요로 하고, 가교 후 정공 수송 능력이 떨어져 발광 효율 및 수명을 저하시키는 문제점이 있다. 본 특허에서는, 150~180 °C의 비교적 낮은 온도에서 99% 이상의 용매저항성을 가지며, 높은 정공 이동도를 가져 정공 수송층, 정공 주입층에 적용이 가능한 신규 고분자를 개발하였다. 본 특허에서 실시예로 제시된 물질 2종의 경우, Chemical Engineering Journal 454 (2023) 139944, Small 2023, 2303472 논문에 투고되어 우수성을 인정받았다.

4. 신진연구인력 현황 및 실적



가 우수 신진연구인력 확보 및 지원 현황

- ▶ 본 교육연구단은 우수한 신진연구인력을 확보하여 연구역량의 국제 경쟁력을 향상하고 세계적인 핵심 연구인력을 양성한다는 목표를 가지고 있다.
- ▶ 이를 위해 교육연구단 자체에서 지원 프로그램을 개발하고 안정적인 지원 시스템을 구축하는 한편, 부산대학교 본부의 연구지원 프로그램을 활용하여 연구를 풍성하게 지원하고 인력풀을 강화하고 있다.
- ▶ 세부 목표로 수월성, 안정성, 국제화의 세 가지 측면에 지원을 집중하고 있다.
 - 수월성 측면에서는 논문 인센티브, PNU Junior Fellow 제도, 연구 소모임, 강의 기회 등을 활용하여 연구의 집중도를 높이고 있다.
 - 안정성 측면에서는 재정 지원, 국내 정착 프로그램, 홈페이지 내실화, 병역 특례 제도 등의 시스템으로 안정적인 연구 환경을 제공하고 있다.
 - 국제화를 위해서는 해외 학회 참석을 지원하고 국제 심포지엄을 개최하는 한편, 연구원들의 출신 국가를 다양화하고 서로 소통을 할 수 있는 기회를 많이 제공하고 있다.
- ▶ 그 외에도 신진연구능력의 연구 능력, 소통 능력, 리더십 향상을 위한 특별 프로그램을 여럿 마련하여 지원하고 있다.

나 신진연구인력 현황

(1) 임용 현황

- ▶ 지난 1년간 4명의 신진연구인력이 본 교육연구단에 임용이 되어서 분자소재 관련 연구를 수행하였다.
- ▶ 본 교육연구단의 적극적인 국제화 추진 결과, 임용된 신진연구인력 4명 중 2명이 외국인 연구자로 영입되어 전체의 50%를 차지하였으며, 이를 통해 연구단의 글로벌 연구 역량 강화에 기여하였다.

연번	성명	지도교수	임용 기간	국적	비고
1			2024.03.01. 2026.02.28.	한국	재직
2			2025.3.24. 2026.03.23.	인도	재직
3			2024.09.01. 2024.12.31.	한국	한국재료연구원
4			2024.04.04. 2025.02.28.	인도	부산대학교

다 연구 수월성 지원 계획에 따른 현황

(1) 논문 성과에 따른 인센티브

▶ 연구단 참여 신진연구인력이 총 16편의 SCIE 논문을 게재하였다.

연번	성명	학술지명	관련 키워드			평가 지표		
			합성	에너지	바이오	IF*	JCR 상위*	피인용수**
1		Biotechnology and Bioprocess Engineering				3	46.89%	4
2		International Journal of Antimicrobial Agents				4.6	12.41%	8
3		Batteries & Supercaps				4.7	29.55%	2
4		Accounts of Chemical Research				17.7	5.86%	7
5		Journal of Alloys and Compounds				6.3	11.46%	5
6		Biotechnology and Bioprocess Engineering				3	46.89%	3
7		Organic Letters				5	7.02%	3
8		Bulletin of the Korean Chemical Society				2.2	58.58%	3
9		International Journal of Pharmaceutics				5.2	12.22%	0
10		International Journal of Hydrogen Energy				8.3	13.64%	0
11		ACS Applied Nano Materials				5.5	29.35%	2
12		Langmuir				3.9	36.82%	0
13		Energies				3.2	61.54%	1
14		Journal of Materials Chemistry A				9.5	13.7%	2
15		ACS Energy Letters				18.2	4.4%	0
16		Organic Letter				5	7.02%	0

* IF, JCR 상위%: JCR 2024 기준 / ** 피인용수: Google Scholar 기준(2025. 9. 24.)

▶ 신진연구인력이 제1저자로 발표하는 논문의 IF 지수에 따라 인센티브를 지급하고 있다. 2024년 12월 가 Batteries & Supercaps(impact factor: 5.1)에 발표하였고, 인센티브 750,000원을 지급하였다..

(2) PNU Junior Fellow 특별 신진연구인력 제도 운영

- ▶ 우수 신진연구인력의 확보를 위해서 매년 공개 세미나를 통해서 연 1~2명의 PNU Junior Fellow를 선발하고, 이를 통해 임용된 신진연구인력에게 연구에 대한 동기 부여와 리더십을 고취하는 기회가 되도록 한다.
- ▶ 박사가 2025년 2월까지 PNU Junior Fellow에 선발되어 연구를 수행한 바 있으며, 향후 선발을 확장해 나갈 계획이다.

(3) 신진연구인력-대학원생 연구 소모임 형성

- ▶ 신진연구인력들에게 독립적인 연구 그룹의 리더가 되는 훈련 기회를 제공하기 위해서 연구 그룹 내

혹은 연구 그룹 간에 대학원생들과 연구 소모임을 결성하여 연구를 수행할 수 있게 하였다.

- ▶ 연구 소모임은 신진연구인력들과 대학원생들 간의 소통을 강화할 뿐만 아니라, 신진연구인력들의 리더십 향상에 많은 도움을 주었다. 연구 소모임의 범위에 제한을 두지 않았기 때문에, 한 연구실 내에 국한하지 않고 여러 연구실 출신이 참여하는 연구 그룹도 형성되었다.
- ▶ 박사는 연구실 내 2~5명의 대학원생과 연구 그룹을 형성하여 주도적인 공동연구를 수행하였으며, 도출된 연구 결과는 JCR 4.4%에 해당하는 ACS Energy Letters 저널에 주저자로 1편의 논문을 출판하였고 Journal of Materials Chemistry A 저널(JCR 13.7%)에 주저자 논문 1편, Energies 저널, Batteries & Supercaps 저널에 각각 주저자 논문 1편씩 출판하였다.
- ▶ 박사는 연구실 내 3명의 대학원생과 연구 그룹을 형성하여 ACS Applied Nano Materials 저널(JCR 29.35%)에 주저자로 논문을 1편 출판하였다.
- ▶ 박사는 연구실 내 1~3명의 대학원생과 연구 그룹을 형성하여 Biotechnology and Bioprocess Engineering 저널에 주저자로 논문을 2편 출판하였다.

(4) 대학원 교과/비교과 프로그램 단기 강의 기회 제공

- ▶ 본 교육연구단에서는 신진연구인력들이 교수나 책임연구원 등 연구 리더 자원으로 성장하기를 목표하고 있다. 희망하는 신진연구인력에게 단기적으로 강의를 할 수 있는 기회를 제공하고 있다.
- ▶ 2024년 2학기에는 ‘첨단기기확용 및 제어’ 수업에서 박사가 “Introduction to X-ray Photoelectron Spectroscopy (XPS): Data Interpretation and Fitting Techniques using XPS Peak 4.1” 라는 제목으로 특별 강의를 하였다. 2025년 1학기에는 ‘고등물리화학’ 수업에서 “Fluorescence Spectroscopy: I. Principles&II. Applications” 의 내용으로 강의를 하였다. 강의를 한 신진연구인력들의 만족도가 매우 높았고, 강의를 수강한 학생들도 실제 연구를 수행하고 있는 연구자의 강의를 수강할 수 있어 좋았다는 반응이 많았다.

라 연구 안정성 지원 현황

(1) 안정적인 재정지원

- ▶ 4단계 BK21 사업 운영 계획에 준하여 신진연구인력에게 월 300만원(4대보험 및 퇴직금 별도)을 지원한다. 신진연구인력들의 경제적인 어려움 없이 안정적으로 연구에 집중할 수 있는 환경을 제공하고 있다.

(2) 국내 정착 프로그램

- ▶ 우수 신진연구인력을 확보하기 위해 영문 홈페이지를 통해 다양한 정보를 제공한다. 기존 사이트에 공개된 내용 이외에도 외국인 진로 정보, 외국인 정착 정보, 졸업생 정보, 신입생 교육 자료, 연구원용 정보 등 보다 현실적이고 다양한 내용을 포함하는 쪽으로 개편하고 있다. 또한 학과 홍보자료 책자를 국문과 영문 두 가지로 제작하여 본 교육연구단에 관심을 갖고 있는 외국인 학생들에게 정보를 제공하고자 한다.
- ▶ 외국인 신진연구인력이 연구실에 정착하고 적응하는 것을 돕고, 기기 사용법에 대한 이해도를 높이기 위해서 기존에 대학원생과 신진연구인력이 주도적으로 제작한 동영상 매뉴얼을 홍보하고 외국인 신입생에게 제공하고 있다.
- ▶ 재직 중인 외국인 신진연구인력 중 국내 취업을 원하는 사람의 지원을 받아서 국내 기업 취업정보를 교육연구단 홈페이지와 이메일을 통해 지속적으로 제공한다.
- ▶ 대학 본부에서 외국인 학생 안내책자를 매년 제작하여 학사, 장학, 대학 생활, 숙소, 보험, 비자 및 체류 등 관련 내용이 안내되어 있고 국문, 중문, 영문으로 배포하고 있다.

(3) 신진연구인력들의 정보 공유를 위한 한/영 홈페이지 운영

- ▶ 교육연구단 신진연구인력 채용 현황과 계획을 홍보하고 잠재적 우수 신진연구인력들이 본

교육연구단에 쉽게 지원할 수 있도록 홈페이지를 운영하고 있다. 이 홈페이지에는 교육연구단 내의 신진연구인력 소개, 연구 성과 및 PNU Junior Fellow 제도를 포함하는 교육연구단 내 프로그램 소개를 포함하고 있다. 추가로 신진연구인력 상시 지원 시스템을 구축하여, 교육연구단의 연구에 필수적이며, 상호 응용이 가능한 분야의 인력을 참여교수들이 상호 검토하여 선발하는 제도를 마련하고자 한다.

- ▶ 교육연구단은 신진연구인력들의 독자적 연구 수행 능력을 돕기 위해 한국연구재단을 비롯한 다양한 교내·외 사업에 대한 정보를 제공하고 신청을 장려하고자 한다. 특히, 교내·외 사업에 신청하여 이미 선정된 신진연구인력의 서면 인터뷰를 공유하는 등 교육연구단 내에 신진연구인력들이 단순히 과제 정보를 얻는 수준을 넘어 실제 사업 선정률을 높일 수 있도록 다양한 정보를 홈페이지에서 제공하고 있다.
- ▶ 연구 성과에 대한 인센티브 제도를 홍보하고자 한다. 기존의 참여 인력에 대해서는 연구 동기를 부여하며, 본 교육연구단에 참여를 희망하는 신진연구인력에게는 지원을 유도할 수 있는 정보를 제공한다. 실제로 논문 인센티브를 받은 인력들을 홈페이지에 게시하고 홍보함으로써 교육연구단내 연구인력들에게 동기부여를 함과 동시에 잠재적인 지원자들에게는 좋은 기회를 제공하고 있음을 홍보한다.
- ▶ 본 교육연구단을 거쳐 간 선임 신진연구인력의 진로 통계를 소개하고, 진로에 따라 기업 연구소, 정부 출연 연구소, 대학으로 간 선임 신진연구인력의 동영상이나 서면 인터뷰를 공유해 현재 재직 중인 신진연구인력과 교육연구단에 지원하고자 하는 잠재적 신진연구인력에게 실질적 정보를 제공한다.
- ▶ 실험실 안전 동영상을 제작하고 홈페이지에 게시한 것을 업그레이드 한다. 교육연구단 내에 모든 연구실을 대상으로 실험 안전 동영상을 한영 혼용으로 제작하였고, 이를 선임 연구자들이 쉽게 접근할 수 있도록 홈페이지를 통해 공유하고 있다. 그 결과 교내 안전 교육을 통해서는 일반적인 안전에 대한 정보를 얻고, 공유된 안전 동영상을 통해서는 연구실별로 주어지는 구체적인 특수한 상황에서의 안전 정보를 얻는 이중 교육 시스템이 구축되었고, 이를 통해 교육연구단에 새롭게 참여하는 신진연구인력들이 새로운 연구실에 쉽고 빠르게 적응할 수 있도록 하고 있다.
- ▶ 교육연구단에 참여하는 외국인 신진연구인력들이 연구 외적인 적응 문제로 연구에 영향을 받는 것을 최소한으로 줄일 수 있도록, 국내 적응을 위한 의료 보험과 주거 등의 다양한 정보를 제공한다.

(4) 병역 특례 TO 확보 추진

- ▶ 본 교육연구단은 병역 의무를 해결해야 하는 국내 남성 인재들에게 병역 문제를 해결할 수 있는 안정적인 채널을 제공하기 위해, 병역 특례 TO 확보를 지속적으로 추진하고 있다.

마 국제화 지원 현황

(1) 국제 학술대회 참석 지원

- ▶ 국·내외 학술대회 참석 지원을 통해 국제화 능력을 향상하도록 한다. 제 134회 대한화학회 학술발표회에서 구두 발표를 진행하였으며, 2025년 대한화학회 영남지역 공동 학술대회에서 포스터 발표도 1회 진행하였다.
- ▶ 이를 통해 전문가 집단에 본 교육연구단의 우수한 연구 결과를 소개하고 홍보할 수 있는 기회를 가지고, 참석 신진연구인력에게는 관련 연구 분야에 관한 최신 연구 동향을 쉽게 파악하고 수행 중인 연구에 대한 새로운 연구 아이디어를 도출하여 향후 선도적인 연구를 수행할 수 있는 계기로 삼고자 한다.

(2) 신진연구인력 주도 국제 심포지엄 개최

- ▶ 본 교육연구단에서 연구를 수행 중인 신진연구인력들이 주도하는 심포지엄인 2024년 11월 29일 “The 6th Postdoctoral Research Symposium” 을 개최하여 자신의 연구 결과를 공유하고 다른 세부 전공 분야 연구자들과 의견을 나눌 기회를 제공하였다. 이를 통해서 다양한 배경의 연구원들끼리 공동연구를 할 수 있는 기회가 생기며, 융/복합 연구의 씨앗 역할을 수행하고 있다.
- ▶ 심포지엄은 국제 학술대회/심포지엄의 형태를 갖추기 위해 영어로 진행되고 있으며, 프로그램 조직과

좌장 역할을 신진연구인력이 주도하여 담당하였다. 이로써 신진연구인력이 학술대회 조직 등에 대한 다양한 경험을 수행할 기회를 제공하였다.

(3) 외국인 신진연구인력 간담회 개최

- ▶ 학과 내 외국인 신진연구인력들이 서로 교류할 수 있는 간담회를 주기적으로 개최하고자 한다. 본 교육연구단은 2024년 11월 29일 3~5명의 교수가 멘토로 참여하고 외국인 신진연구인력이 참석하여 행사를 진행하였다.
- ▶ 간담회를 통해서 신진연구인력들의 애로사항을 공유하고, 연구 외적인 한국 정착과 생활에 대한 논의를 하며, 향후 산업계, 학계로 진출하는데 필요한 제반 사항에 대해서도 조언을 받을 수 있는 기회를 제공하였다.

바 현황 분석 및 향후 추진계획

(1) 우수 신진연구인력 확보 및 지원

- ▶ 우수 신진연구인력 확보를 위한 제도를 잘 운영하고 있으며 향후 신진 인력들의 피드백을 통해서 현재 제도를 더욱 발전시킬 계획이다.
- ▶ 자체 평가 기간 동안 4명의 신진 연구 인력이 사업에 참여하였으나, 참여 기간이 짧았다는 문제점이 있다.
- ▶ 앞으로 지속적인 연구를 수행할 수 있도록 신진 연구 인력의 참여 기간을 확대하기 위해 노력할 계획이다. 또한, 타 과제와의 연계를 통해 신진 연구 인력이 지속적으로 연구에 참여할 수 있도록 연계 프로그램을 개발하여 사업단의 연구 역량을 강화하겠다.

(2) 신진연구인력의 연구실적 및 교육실적

- ▶ 우수 신진연구인력들을 통해서 수월성이 좋은 연구 성과를 얻었다.
- ▶ 신진연구인력들이 우수한 연구를 할 수 있게 계획된 프로그램과 인센티브 제도를 등을 지속 운영할 계획이다.
- ▶ 신진연구인력의 연구 소모임은 활발이 이루어졌고 좋은 성과를 얻었다. 강의 기회가 주어졌으며, 앞으로도 지속적으로 운영할 계획이다

5. 참여교수의 교육역량 대표실적

〈표 2-7〉 교육연구단 참여교수의 교육역량 대표실적

연번	참여교수명	연구자등록번호	세부전공분야	대학원 교육 관련 대표실적물	DOI번호/ISBN/인터넷 주소 등
참여교수의 교육 관련 대표실적의 우수성					
1			생화학	생화학 번역서	9791159431845
	대학원 필수 교과목인 고등생물화학은 학부과정 생화학 기초 과목을 수강한 학생에게 생화학의 기초 역량을 제공하고, 다양한 연구에의 활용 능력을 배양하도록 하는데 목표를 두고 있다. 이를 위해, 생화학의 기본이 되는 물질의 특성 및 작용 기전 및 화학적인 이해를 토대로 하여, 최신 연구 분야에 대한 이해를 위한 다양한 소재와 방법론에 대한 교육이 필요하다. 현재 생화학을 처음 접하는 대학원생부터 기초 지식이 충분히 생화학 전공 학생까지 다양한 배경의 학생들이 수강하고 있다. 또한, 한영 병용 수업 교과에서 한국 학생들의 이해도 저하로 인하여 번역서의 필요성을 느껴 전세계적으로 생화학 교재로 널리 사용하고 있는 'Biochemistry: A Short Course' (4th Ed.)의 영문판에 대한 한글판 교재 번역에 김광선 참여교수가 참여하여 2021년 3월 발간되었고, 21학년도 2학기 이후 교재로 대학원 강의에 활용하고 있다.				
2			전기분석화학	전기화학 번역서	979-11-973054-5-093430
	대학원 전공선택 교과목인 전기화학은 분석화학 및 전기화학 관련 분야를 전공하는 학생에게 전기화학의 전반적인 내용을 전달하여 전기화학의 기본개념 및 원리를 이해하는 데 목표를 두고 있다. 전기화학 강의를 진행하는 과정에는 전기화학의 기초가 부족한 학생부터 전기화학 전공자까지 화학과의 다양한 전공의 학생들이 수강을 하고 있다. 전기화학이 생소한 한국 학생들은 영어강의 및 영문판 교재의 사용으로 인해 강의에 대한 이해도가 떨어짐을 확인했고, 한영 병용 수업과 수업번역서의 필요성을 느꼈다. 남기민 교수는 기존 교재이면서 전세계적으로 전기화학 수업의 교재로 가장 많이 사용하고 있는 'Electrochemical Methods' (Allen J Bard, Larry R. Faulkner, 2th Ed.)의 영문판에 대한 한글판 교재 번역에 참여하여 2021년 2월 발간되었고, 22년 1학기 이후 교재로 대학원 강의에 활용하고 있다.				
3			생물리화학	대학원교과목개발	https://www.youtube.com/playlist?list=PL33H1AxVwTv11GDDzY9AcPR5Wm4XYrad
	2022년 1학기에 고등물리화학 과목을 개설하여 물리화학의 기본 원리와 최신 응용 분야에 대해 강의하였다. 물리화학의 특정 분야에 집중하는 대신, 양자역학 및 분광학, 통계열역학, 속도론 및 동역학의 모든 분야를 개념 위주로 다루는 것을 목표로 하였고, 이를 통해 물리화학 전반에 대한 이해를 증진시킬 수 있었다. 또한 SERS, EPR, DFT 등 최신 연구 기법들도 소개하여 원리와 응용에 관한 지식이 괴리되지 않도록 하였다. 한편 본 수업은 영어강의로 개설된 과목이나 언어 장벽으로 인한 어려움을 겪는 학생들을 위해 한국어 가이드 강의를 마련하여 수업 전에 과목 홈페이지에 업로드하였다. 해당 가이드 강의는 동시에 유튜브에도 공개하여 관련 산업체 근무자들 및 일반 대중도 쉽게 이용할 수 있게 하였다. 2025년 9월 기준 본 강의자료의 조회수는 9,154회이다.				
4			유기금속화학; 고분자화학	유기화학 번역서	979-11-5808-242-0
	대학원 전공필수 교과목인 고등유기화학은 유기화학 및 고분자화학 관련 분야를 전공하는 학생에게 유기화학의 전반적인 내용을 전달하여 유기화학의 기본개념 및 원리를 이해하는 데 목표를 두고 있다. 고등유기화학 수강 학생을 대상으로 placement 시험을 치러 유기화학의 기초가 부족한 학생에게 보강 집중 교육을 진행하고 있다. 황도훈 교수와 박진균 교수는 일부 학생들이 언어 장벽으로 인해 수업 이해에 어려움을 겪는 것을 지켜보면서 번역서의 필요성을 느껴 전세계적으로 유기화학 교재로 널리 사용하고 있는 유기화학 6판(Janice Smith 저, 자유아카데미 발행)의 번역에 참여하였다. 황도훈 교수는 '21장 카보닐 화합물의 알파 탄소에서의 치환반응'을 박진균 교수는 '25장 고리형 협동반응'을 각각 번역하였다. 이 교재는 2020년에 발간되었고, 21년 1학기부터 교재로 대학원 강의에 활용하고 있다.				

		전기화학	KOCW 강의자료공개	http://www.kocw.net/home/cview.do?cid=ee125b66614ef34b
5	화학과 대학원 교과목인 분석기기장치법은 전기화학 연구를 효과적으로 수행하기 위해 필요한 분석기기들의 원리와 사용법, 데이터 해석법과 함께 이차전지의 전기화학과 재료화학의 핵심 원리를 배우는 강의이다. 화학기기분석의 핵심적인 내용부터 효과적인 데이터 도출법, 에너지 저장/변환 소재의 형상-표면-구조분석, 전기화학 및 계산화학의 원리와 실제적인 분석법을 습득하도록 하였다. 강의자료 개발 및 전자 판서를 통해 학생들의 학업성취도 및 연구 능력 향상을 효과적으로 유도할 수 있었다. 본 강의를 통해 개발한 강의자료는 KOCW (Korea OpenCourseWare, 고등교육 교수학습자료 공동활용 체제)에 공개하여 관련 분야의 산업계 연구자들과 학생들이 연구개발에 활용할 수 있도록 하였으며, 국제적으로도 활용될 수 있도록 모든 자료는 영어로 작성하였다. 또한 생생한 정보 전달을 위하여 실제 강의 시에 판서한 내용을 포함하였다. 2025년 9월 기준 본 강의자료의 조회수는 8,470회이다.			

6. 교육의 국제화 전략

6.1 교육 프로그램의 국제화 현황 및 계획

6.1.1 교육 프로그램의 국제화 현황

가 해외 저명기관 및 연구자와의 인적교류

(1) 대학원생의 국제 공동연구

- ▶ 지난 1년간 대학원생의 국제 공동연구 실적은 3건이다. 그 외 2명의 본 연구단 대학원생이 해외 연구소 및 대학을 방문하여 국제 공동연구를 수행하였다. 나머지 공동연구는 줌 미팅을 통한 공동연구 혹은 공동연구 기관 대학원생의 본 연구단 방문을 통해 이루어졌다. 이를 통해 세계적인 성과를 도출함과 동시에 본 연구단 대학원생들의 국제화 능력을 높일 수 있었다.

(2) 대학원생의 국제 장단기 해외연수 현황

- ▶ 본 교육연구단은 지난 1년간 대학원생들의 공동연구 및 연구 교류를 확대하기 위해 국제 장단기 해외 연구를 보내왔다. 총 2명의 대학원생이 장기(15일 이상) 해외연수를 수행하였고, 이는 국제 연구를 통한 논문 게재 및 대학원생 연구역량 증진에 큰 기여를 하였다.

(3) 대학원생의 주도적 국제 학술대회 참석

- ▶ 본 교육연구단은 지난 1년간 대학원생이 주도적으로 국제 학술대회 참석을 지원하도록 유도하였고, 이 결과로 17명이 유명 국제 학술대회에 참석하였다. 이 중 6명은 국제 학회에 구두 발표자로 선택되어 우수한 연구 결과를 전문가들에게 직접적으로 설명할 수 있는 기회를 가졌다. 이를 통해 전문가 집단에 본 교육연구단의 우수한 연구 결과를 소개하고 홍보할 수 있는 기회를 가졌으며, 참석 대학원생에게는 관련 연구 분야에 관한 최신 연구 동향을 쉽게 파악하고 수행 중인 연구에 대한 새로운 연구 아이디어를 도출하여 향후 선도적인 연구를 수행할 수 있는 계기를 마련하였다.

나 해외 학자 활용 교육

(1) 해외 전문 인력 초빙 교류

- ▶ 해외 석학 초빙 세미나 개최
 - 지난 1년간 23명의 해외 저명 학자를 초빙하여 세미나를 개최하였다. 세미나에 참석한 대학원생이 관련 연구 분야에 대한 최신 연구 동향을 쉽게 파악하고 수행 중인 연구에 대한 이해도를 높임으로써 새로운 연구 아이디어를 도출할 수 있도록 하였다. 또한 간담회 진행을 통해 관련 연구에 대한 기술적 지도나 아이디어를 얻을 수 있었다.
 - Prof. 등 22명
- ▶ 소규모 국제학술대회 개최
 - 지난 1년간 1명의 해외 저명 학자를 초빙하여 총 1건의 소규모 국제학술대회를 개최하였다.
 - G-LAMP Symposium for Collaboration with Chiang Mai University, Thailand

다 학생들의 전공 영어 능력 향상

(1) 영어 학위 논문 작성 지원

- ▶ 최근 1년 영어 학위 논문 작성 건수는 36건으로 총 학위 논문 수 대비 작성 비율은 100%이다.

(2) 영어 강의 확충

- ▶ 대학원생의 영어 능력 향상과 외국인 대학원생의 전공 이해도 향상을 위하여 영어로 진행되는 강좌의 비율을 100%로 유지하였다.
- ▶ 2024학년도 2학기: 100%, 2025학년도 1학기: 100%

(3) 학위 취득 시 영어 구두 발표 의무화

- ▶ 대학원생의 국제화 능력 및 발표 능력 향상을 위해서 박사 학위 취득 시 영어 구두 발표 의무화를 규정화 하였다. 매년 1학기 개설되는 세미나(II) 또는 과학의사소통(II) 수업에서 수강 학생의 영어 구두 발표를 의무화하였다. Chemistry Fair와 SKKU-PNU 심포지엄에서 영어 구두 발표를 의무화하여 영어 구두 발표 기회를 확대하였다.

라 외국인 학생 유치 활성화 및 원활한 교육/적응 지원

(1) 외국 대학 및 기관과 상호 협력 체결 및 교류/방문

- ▶ 외국 대학 및 기관과 4건의 MOU를 유지하고 있고, 상호 교류/방문을 통하여 우수 외국인 대학생을 모집하였다. MOU를 유지하는 기관은 Ningbo Institute of Materials Technology and Engineering, Chinese Academy of Sciences(중국), Research Center for Bio-microsensing Technology of Kyushu Institute of Technology(일본), College of Materials Science and Chemical Engineering, Ningbo University(중국), Central Department of Chemistry, Tribhuvan University(네팔)이다.

(2) 외국인 대학원생을 위한 행정적 지원 및 간담회

- ▶ 8개국(인도네시아, 중국, 인도, 태국, 키르기스스탄, 파키스탄, 오만, 방글라데시) 28명의 우수한 외국인 대학원생이 석·박사과정에 재학 중이다. 외국인 대학원생의 입국 및 비자 관련 행정적 업무를 지원하고 있고, 한국어 프로그램을 수강하게 하여 한국 정착 및 연구실 생활을 돕고 있다.
- ▶ 외국인 대학원생의 대학원 생활 적응 및 학업 향상을 위해 매년 간담회(외국인 대학원생 간담회: 2024년 11월 29일)와 Chemistry Fair(2024년 10월 30일)에서 상담 프로그램을 진행하였다.

(3) 외국인 대학원생에게 장학금 지원

- ▶ 기존 BK21사업에서 외국인 대학원생에게 장학금을 지원하고 있고 외국인 대학원생 수혜 비율은 평균 52%로 50%이상을 유지하고 있다(2024학년도 2학기: 63%, 2025학년도 1학기: 41%).

6.1.2 교육 프로그램의 국제화 계획

본 교육연구단은 지금까지 진행해 온 대학원생 국제 공동연구 지원, 국제 학술대회 참석 지원, 국제 심포지엄 개최, 외국인 대학원생 지원, 해외 저명 학자 초빙 등의 프로그램을 계속 유지할 계획이다. 또한 현행처럼 해외 방문 연구 제안서를 평가하여 해외 방문 연구 기회를 제공하는 프로그램과 같은 대학원생 주도의 국제화 교육 프로그램을 계속 운영할 예정이다. 더 나아가 해외 저명 학자와의 본 연구단의 교수가 대학원생들을 공동연구 지도하는 시스템을 구축하여 국제 교류 기회를 증진하고자 한다.

가 해외 저명기관 및 연구자와의 인적 교류

(1) 대학원생의 국제 공동연구

- ▶ 대학원생들의 해외 연구팀과의 공동연구를 통해 국제적 네트워크를 형성하고 인적 교류를 확대하고자 한다. 현재 계획 중인 국제 공동연구는 총 4건으로 집계되어 있고, 점차 확대할 예정이다. 또한 현재 진행 중인 국제 공동연구를 지속하여 가시적인 성과를 얻는 것을 목표로 한다.

(2) 대학원생 주도의 국제 장단기 해외연수

- ▶ 우수한 대학원생에게 장단기 해외 연구 기회를 제공하여 관련 연구 분야의 최신 연구 동향에 대한 이해도를 높여서 새로운 아이디어를 도출할 수 있는 국제화 프로그램을 지속적으로 운영할 예정이다. 방학기간 동안 해외 방문 연구 기회를 확대하고자 하며, 이를 위해 대학원생이 작성한 해외 방문연구 제안서와 마일리지를 운영위원회가 평가하여 지원하는 대학원생 주도의 국제화 교육 프로그램을

지속하고자 한다. 해외 방문연구 기회는 연 2명 이상에게 제공할 예정이다.

(3) 대학원생 주도의 국제 학술대회 참석 지원

- ▶ 기존 운영하였던 대로 대학원생의 국제 학술대회 참석 제안서와 마일리지를 평가하여 국제 학술대회 참석 인원을 선발할 예정이다. 제안서는 운영위원회가 면밀히 검토 및 평가할 예정이고, 참여 대학원생의 국제화 능력이 극대화될 수 있는 국제 학술대회 참가를 유도할 예정이다.

나 해외 학자 활용 교육

(1) 해외 저명 학자와의 공동지도 프로그램

- ▶ 국제적 시각 및 역량을 증진하기 위해 해외 저명 학자와의 연구 공동지도 프로그램을 구축하고자 한다. 우수한 학생들과 관련 전공의 해외 저명 학자를 연결하여 연구 및 학업에 대한 멘토링 관계를 구축하여 학생들의 연구 방향 및 학문적 성장을 도모할 것이다. 동시에 공동연구 프로젝트를 선정하여 학생들이 실제 연구 경험을 얻고 국제적 학문 네트워크를 구축할 수 있도록 지원할 예정이다. 2025년에는 국제 공동연구가 예정되어 있는 3개의 연구 프로젝트에 대해서 공동지도 프로그램을 수행할 예정이고, 이를 점차 확대할 예정이다.

(2) 해외 저명 학자 겸임교수 초빙 및 연구 지도

- ▶ 본 교육연구단은 대학원 연구의 국제화 및 연구역량 강화를 위해서 우수 외국인 교수를 확보하기 위해 노력해왔다. 이에 2025년 2학기 계산화학(Paul Cheong 교수) 분야의 해외 저명 학자를 겸임교수에 임용하였다. 겸임교수가 대학원생들에게 연구 방향성 및 학문적 아이디어를 제공할 수 있도록 세미나와 간담회를 지속적으로 추진할 예정이고, 공동지도 프로그램 또한 함께 도입할 예정이다.

(3) 해외 저명 학자 초빙 특강 및 세미나 개최

- ▶ 해외 저명 학자를 초빙하여 세미나를 개최하고 참여한 대학원생들과 간담회를 주선하고자 한다. 이를 통해 관련 연구 분야에 대한 이해도를 높이고 국제적 네트워크를 형성할 수 있는 기회를 제공하고자 한다. 본 연구단은 지난 1년간 23명의 해외 저명 학자를 초빙하였고, 이를 유지하여 앞으로도 다수의 해외 저명 학자를 초빙하여 세미나 및 대학원생과의 간담회를 개최하고자 한다.

다 대학원생 전공 영어 능력 향상

(1) 영어 학위 논문 작성 권고

- ▶ 영어논문 작성법 교육과 논문연구 지도를 통해 영어논문 작성 비율을 100%로 유지하도록 한다.

(2) 영어강의 확충

- ▶ 대학원생의 영어 능력 향상과 외국인 대학원생의 전공 이해도 향상을 위해 영어 강좌 비율을 85% 이상으로 유지하고자 한다.

(3) 영어 구두 발표 의무화 및 장려

- ▶ 대학원생의 국제화 능력 및 발표 능력 향상을 위해 대학원 필수과목인 세미나 수업에서 수강 학생이 영어로 구두 발표하도록 한다. 또한 국제 학술대회에서 영어 구두 및 포스터 발표를 장려하고, 이를 수행하는 경우 국제 학술대회 등록 및 참가 비용을 지원함으로써 대학원생의 발표 능력을 향상시키고자 한다. 그리고 대학원생이 구두 발표에 참여할 수 있는 심포지엄을 본 교육연구단 대학원생 주관으로 매년 개최하고자 하고, 심포지엄을 영어 구두 발표로 진행을 하여 국외 학술대회에 참석하기 전 영어 구두 발표 능력 향상 및 경험을 쌓을 수 있는 기회가 될 것이다.

(4) 대학원생이 주도하는 영어 심포지엄 개최

- ▶ 매년 학생 주도 영어 심포지엄인 Chemistry Fair와 SKKU-PNU 심포지엄을 개최하였다. 이러한 시스템을 유지·확장하여 운영할 예정이고 이를 통해 대학원생의 영어 구사 능력 및 행사 조직 능력을 배양하고자 한다. 심포지엄 분야 및 주제를 대학원생 및 신진연구인력이 주도적으로 결정하고 운영할 수 있는 기회를 제공할 예정이다.

(5) 화학영어논문작성법 강좌 개설

- ▶ 대학원생에게 화학영어논문작성법 강의를 정규 교과목으로 매년 제공함으로써 전공 영어 및 논문 작성 능력을 향상하고자 한다. 대학원생들은 해당 수업에서 직접 논문의 일부분을 작성해보고 여러 명의 참여교수에게 본인의 작성 내용을 피드백 받게 된다. 강의식 수업을 통해 해소되지 않았던 실습 및 토론 시간을 가짐으로써 논문작성에 대한 자신감과 경험을 증진할 수 있을 것이다.

라 외국인 학생 유치 활성화 및 원활한 교육/적응 지원

(1) 외국 대학 및 기관 교류/방문

- ▶ 외국 대학 및 기관과 상호 교류와 방문을 실시하여 우수한 외국인 대학원생을 연 10명 이상 확보할 수 있도록 한다.

(2) 외국인 대학원생 대상 장학금 확충

- ▶ 외국인 대학원생에게 지원가능한 내외부 장학금 정보를 제공하고, 지속적으로 BK21 장학금 수혜 비율을 50% 이상으로 유지하고자 한다. 또한 수혜 혜택을 받지 못한 대학원생들에게 학교 내외부 장학금 정보를 집중적으로 제공하여 장학금 수혜 비율을 향상하고자 한다.

(3) 외국인 대학원생 버디 프로그램 구축

- ▶ 기존에 재학중인 대학원생과 새로 입학하는 외국인 대학원생을 1:1로 매칭하여, 한국 생활 적응 및 학업 지원을 해주는 버디 프로그램을 구축하고자 한다. 이 프로그램은 외국인 대학원생들의 초기 한국 생활에 대한 적응을 돕고 연구 이외의 실질적으로 필요한 정보를 버디로부터 제공받아 보다 수월하게 한국에 적응할 수 있게 도와줄 것이다.

(4) 외국인 대학원생 정착 및 적응을 위한 정보 제공

- ▶ 우수 외국인 대학원생, 신진연구인력, 방문 연구학생을 확보하기 위해 영문 홈페이지를 통해 다양한 정보를 제공하고자 한다. 기존 사이트에 공개된 내용 이외에 기존 외국인 진로 정보, 외국인 정착 정보, 졸업생 정보, 신입생 교육 자료, 연구원용 정보 등 보다 현실적이고 다양한 내용을 포함할 예정이다. 또한 본 연구단에서는 학과 홍보자료 책자를 국문과 영문 두 가지로 제작할 계획에 있다. 이를 통해 외국인 대학원생들의 학과에 대한 관심을 증가하고자 한다.
- ▶ 외국인 대학원생이 초기에 정착하고 적응하는 것을 돕고 실험실 안전사고를 미연에 방지하고 기기 사용법에 대한 이해도를 높이기 위해서 기존에 외국인 대학원생과 신진연구인력이 주도적으로 제작한 동영상 매뉴얼을 홍보하고 외국인 신입생에게 제공하고자 한다.
- ▶ 재학 중인 외국인 학생 중 국내 취업을 원하는 학생의 지원을 받아서 해당 학생에게 국내 기업 취업정보를 교육연구단 홈페이지와 이메일을 통해 지속적으로 제공할 계획이다.

6.2 참여대학원생 국제공동연구 현황과 계획

6.2.1 참여대학원생 국제 공동연구 현황

가 대학원생의 국제 공동연구

본 연구단은 대학원생들의 국제화 교육을 기반으로 지난 1년간 5건의 국제 공동연구를 진행하였고, 이를 통해 총 3건을 논문으로 게재하였다.

(1) University of Illinois at Chicago의 Jordi Cabana 교수 연구팀과 마그네슘 이차전지 공동연구

- ▶ 본 교육연구단 소속 스리 차란 레디 학생은 Jordi Cabana 교수 연구팀과의 국제 공동연구를 통해 폴리브덴 산화물의 층간 거리를 확장시켜 차세대 마그네슘 이차전지 양극 소재로 적용하여 높은 용량과 속도 특성을 확보하는 연구를 진행하였다. 그 결과 기존 소재 대비 2.2배 향상된 352mAh/g의 용량을 달성하였으며, 이는 산화물 계열에서 보고된 최고 수준의 마그네슘 저장 성능이다. 이러한 공동연구 결과물로 에너지 소재 우수 저널인 Energy Storage Materials(2025)에 연구논문을 출판하였다.

(2) University of Florida의 Robert McKenna 교수 연구팀과 공동연구

- ▶ 본 교육연구단 소속 Rajeev Kumar 학생은 UNIST의 김채운 교수, University of Florida의 Robert McKenna 교수 등과 함께 진행한 국제 공동연구 프로젝트에서 탄산 무수화 효소의 작동 기작을 DFT 계산으로 분석하는 연구를 수행하였다. 그 결과 저온 X선 회절 기법으로 얻어낸 실험 데이터를 잘 설명할 수 있는 결과를 얻을 수 있었고, 이를 통해 탄산 무수화 효소의 작동 원리를 보다 심도 있게 이해할 수 있었다. 해당 연구 결과는 Nature Communications (2025)에 출판되었다.

(3) University of Illinois at Chicago의 Jordi Cabana 교수 연구팀과 고안정성 양극소재 공동연구

- ▶ 본 교육연구단 소속 김성욱 학생은 Jordi Cabana 교수, Robert F. Klie 교수 연구팀과의 국제 공동연구를 통해 기울기 및 곡률을 독립적으로 제어할 수 있는 맞춤형 전역-농도구배(FCG) 설계 플랫폼을 제안하였다. 이를 통해 합성된 양극재는 균열 없는 장기 사이클링 안정성과 우수한 기계적 강도를 달성하였으며, 기존 비구배 소재 대비 탁월한 구조적·전기화학적 안정성을 입증하였다. 이러한 공동연구 결과물로 에너지 분야 우수 저널인 ACS Energy Letters(2025)에 연구논문을 출판하였다.

나 대학원생의 해외 장단기 연구

본 연구단은 대학원생들의 국제화 교육 및 주도적이고 원활한 국제 공동연구 수행을 위해 지난 1년간 2명의 본 연구단 대학원생들을 공동연구 기관에 장기 파견(15일 이상)하였다.

(1) National Institute of Standards and Technology(NIST)의 이영종 교수 연구팀과의 공동연구

- ▶ 본 교육연구단의 이진민 학생은 양전하성 고분자인Poly-L-lysine과 음전하성 생체분자 사이의 상호작용이 단백질 2차 구조 변화와 응집에 미치는 영향을 규명하기 위해 연구를 진행해 왔다. 연구 과정에서 측정 장비 셋업에 어려움이 있었으나, 공동 연구자들과의 협력을 통해 이를 해결해 현재는 QCL-IR 분광법과 다양한 계산 기법을 병행하여 분자 간 상호작용과 구조 변화를 규명하는 연구를 수행 중이다.

(2) Collège de France의 Prof. Jean-Marie TARASCON 교수 연구팀과의 공동연구

- ▶ 본 교육연구단의 Sri Charan Reddy 학생은 광섬유 센싱 기반의 operando entropy profiling 기법을 적용하였으며, 이를 통해 더 정밀한 엔트로피 데이터를 확보하고 기존 수학적 모델(질량 및 열 수송 모사)을 개선할 수 있었다. 이러한 연구는 실시간 배터리 거동 모니터링 및 성능 예측 모델 고도화에 중요한 발판이 되어 공동연구를 수행하고자 한다.

6.2.2 대학원생 국제 공동연구 계획

가 해외 연구실 공동연구 수행 계획

국제 공동연구 활동에 대학원생이 주도적으로 참여하도록 장려하여 글로벌 연구 및 국제 교류를 통한 국제화 교육 효과를 높이고자 한다. 2025년에 예정되어 있는 국제 공동연구 중에서 대표적인 5건에 대한 내용은 아래와 같다.

(1) Jeffrey E. Dick 교수 연구실(Purdue University)

- ▶ 이산화탄소 전기화학 환원 반응(CO_2RR) 과정에서 부반응으로 발생하는 수소 발생 반응(HER)의 기체 생성 및 탈착 메커니즘을 정밀하게 규명하여 CO_2RR 의 선택성과 효율을 향상시킬 수 있는 기초 원리를 확립하고자 한다. Jeffrey E. Dick 교수 그룹이 보유한 단일입자 전기화학 및 기체 거동 실시간 분석 기술을 활용하여 전극 표면에서의 기체 생성 위치와 탈착 과정을 규명하고, 이를 제어하기 위한 방법론을 개발하는 것을 목표로 한다.

(2) Wei You 교수 연구실(University of North Carolina at Chapel Hill)

- ▶ Wei You 교수님 연구실의 경우, 공액 고분자/유기 반도체, 유기/무기 하이브리드 페로브스카이트, 새로운 중합 방법 등에 관한 활발한 연구를 수행하고 있다. 따라서, 국제 공동연구를 통해서 새로운 유연 광검출기 및 태양 전지 소재 개발에 중점을 둔 공동 프로젝트에 참여하여 고효율 유기 전자 소자 및 유연 전자 소자 소재 개발 연구를 수행하고자 한다.

(3) Ekaruth Srisook 교수 연구실(Burapha University)

- ▶ 태국 부라파대학교(Burapha University) 화학과 Ekaruth Srisook 교수님 연구실에서 Etlingera pavieana를

활용한 새로운 Drug Delivery System 연구를 진행할 예정이다. 연구 과정에서는 약물-식물 복합체 합성, 물리화학적 특성 분석, 약물 방출 효율 평가, 세포 내 전달 효율 확인 등 다양한 실험을 수행할 예정이며, 이를 통해 효율적이고 안전한 약물 전달 플랫폼 개발 가능성을 검증하고자 한다.

(4) Young J. Lee 박사 연구실(National Institute of Standards and Technology)

- ▶ Young J. Lee 박사 연구 그룹은 적외선 분광학을 이용한 바이오 물질 이미징과 상태분석으로 세계적인 기술을 개발하고 보유하고 있는 연구그룹이다. 우리 연구단의 참여교수 장기 파견 및 대학원생 파견을 통해 현재 수행하고 있는 퇴행성 뇌질환의 원인이 되는 단백질 엉킴 상태 변화를 NIST에서 개발된 초민감 적외선 분광기술과 이미징 기술을 활용하여 공동연구를 수행하고자 한다.

(5) Jordi Cabana 교수 연구실(University of Illinois at Chicago 및 Argonne National Laboratory)

- ▶ Jordi Cabana 교수 연구 그룹은 이차전지 소재의 X선 분광분석 분야의 세계적인 석학으로서 투과 X선 현미경 (TXM)을 이용한 소재 내부의 농도구배 정량분석 분야에서 세계 최고 수준의 연구를 진행하고 있다. 국제 공동연구를 통해서 이차전지 소재 분석을 진행하고자 한다. 본 연구단에서 합성한 농도구배형 리튬이온전지 양극재의 농도구배를 방사광가속기 X선으로 3차원 정량 분석을 수행하고자 한다.

나 대학원생의 장·단기 해외 연수

국제 공동연구를 활성화하고 대학원생에게 교육의 기회를 주기 위해서 대학원생이 주도하는 해외 방문 연구를 적극적으로 권장할 예정이다. 대학원생이 작성한 해외 방문연구 제안서를 운영위원회가 평가하여 지원하는 방식으로 대학원생 주도의 해외 방문 연구를 유도할 예정이다. 2025년 하반기에 예정된 대학원생 주도 해외 방문(15일 이상)은 2건이다.

연번	공동연구 참여자			상대국/소속기관	연구주제	연구기간 (YYYYMM-YYYYMM)
	교육연구단		국외 공동연구자			
	참여 대학원생	지도교수				
1				USA/ Purdue University	▶ 전기화학적 CO ₂ 환원 반응에서 기체 생성 메커니즘의 실시간 분석을 통한 반응 효율 및 선택성 향상 전략 개발	202509-202511
2				USA/ University of North Carolina at Chapel Hill	▶ 플렉시블 광전자 소자를 위한 고성능 유기 소재의 합성과 특성 분석	202601-202612

□ 연구역량 대표 우수성과

가. 참여교수 대표논문

교육연구단은 지난 1년간 참여교수가 발표한 논문 중 3건을 대표논문으로 제시하였다. 교육연구단은 지난 1년간 참여 교수들의 연구 성과 중 3편을 대표 논문으로 선정하였다. 이 논문들은 본 연구단이 집중하는 합성, 바이오, 에너지 분야의 핵심 연구성과이다. 대표논문들의 평균 IF 값은 16.633로서 JCR 기준 상위 10% 저널에 출판되었고, 인공 효소/촉매 개발 관련 본 교육연구단의 전문성을 가장 잘 발휘할 수 있는 분야에 집중되어 있다.

(1) N-Heterocyclic Carbene-Derived Carbon Disulfide Radical Ligands for Palladium Diradicals, DOI: 10.1021/jacs.4c11082: 질소-헤테로고리 카벤(NHC)과 탄소 이황화물(CS_2)의 부가반응을 통해 형성된 새로운 황 기반 라디칼 리간드를 포함하는 팔라듐 다이라디칼 착물을 성공적으로 합성하고, 그 구조적·전자적 특성을 규명하였다. 합성된 Pd 착물들은 각각의 리간드에 하나씩 존재하는 두 개의 라디칼 전자(unpaired electrons)가 반강자성 상호작용으로 open-shell singlet 상태를 갖는 전자구조를 나타냄을 확인하였다. 핵자기 공명 분광법을 이용한 분석(proton NMR relaxometry)을 통해 라디칼 리간드 중심에 전자 스핀 밀도가 존재함을 실험적으로 입증하였고, 전기화학 분석을 통해 착물의 산화환원 거동이 금속 중심이 아닌 리간드 중심에서 일어남을 확인하였다. 이로써 해당 황 기반 라디칼 리간드가 산화환원 활성을 갖는다는 점을 규명하였다. 이러한 결과는 NHC 유래 리간드가 단순한 σ -donor 리간드를 넘어 라디칼 리간드로서도 기능할 수 있음을 보여주며, 전이금속 착물 내에서 리간드 중심 라디칼의 전자구조 조절이 가능하다는 것을 시사한다. 본 연구 결과는 NHC 기반 라디칼 화학의 응용 가능성을 확장하였다는 점에서 학문적 의의가 크며, 관련 분야의 세계적 권위 학술지인 J. Am. Chem. Soc.에 게재되었다.

(2) Organic X-Ray Image Sensors Using a Medium Bandgap Polymer Donor with Low Dark Current (Energy & Environmental Materials, DOI: 10.1002/eem2.12750). 대칭적 주쇄 구조와 높은 용해성을 갖는 bithienopyrroledione (biTPD) 기반 고분자 도너를 설계 합성하였고 이를 사용하여 두꺼운 광활성층에서도 우수한 특성을 보이는 고성능의 유기 광검출기를 제작하였다. 광활성층으로 사용된 고분자는 negative bias 조건에서 암전류 밀도를 $\sim 10^{-10} \text{ A cm}^{-2}$ 수준으로 효과적으로 억제하면서도 700 nm의 두꺼운 조건에서 0.29 A W^{-1} 의 높은 광반응도를 유지하였으며 $2.18 \times 10^{13} \text{ Jones}$ 의 매우 높은 광검출능을 보였다. 제작된 광검출기는 슬롯 다이 코팅을 통한 용액공정을 통하여 제작하였으며 X선을 조사했을 때 0.26초 상승 및 0.29초 하강의 빠른 응답 속도를 보였다. 현재 사용되고 있는 실리콘 기반 광검출기는 무거운 무게 때문에 휴대용 기기로서 사용되기에는 큰 제약이 있다. 응급 상황에서 의식을 잃은 환자의 골절 진단을 위해서는 휴대용 X선 검출기의 개발이 필수적이며 본 연구에서 개발된 유기 광검출기는 저비용으로 제작이 가능하며 X선 검출기의 무게를 획기적으로 줄일 수 있어 상용화 가능성을 높였다.

(3) Interlayer expansion of kinetically grown molybdenum oxide for Mg batteries with enhanced energy density (Energy Storage Materials, DOI: 10.1016/j.ensm.2025.104002) 다가이온 삽입 화학 기반의 차세대 이차전지에서 가장 큰 난제는 높은 전하밀도를 가진 Mg^{2+} 이온의 느린 확산 속도이다. 본 연구에서는 이러한 한계를 극복하기 위해 층상 산화물 전극의 구조적 제어를 통한 다가이온 확산 향상을 전략을 개발하였다. 본 연구에서는 층상형 산화물인 삼산화 몰리브덴(MoO_3)에 유기이온기들을 도

입하여 층간 거리를 12.3 Å(기존 대비 180%)로 확장하였고, 소성 조건의 정밀한 제어를 통해 입자의 동역학적 성장을 유도하여 확산 경로 길이를 기존의 5.8% 수준으로 단축시켰다. 이러한 구조적 시너지 효과를 통해 마그네슘 이온(Mg^{2+})의 삽입·탈리 속도를 획기적으로 향상시켰으며, 그 결과 기존 리튬이온 배터리(LIB) 양극소재의 두 배에 해당하는 352 mAh/g의 높은 용량을 달성하였다. 이는 산화물 계열에서 보고된 최고 수준의 마그네슘 저장 성능으로서, 고에너지 밀도 마그네슘 전지 개발을 앞당길 수 있는 중요한 연구 성과로 평가된다. 본 연구결과는 에너지 저장 소재 분야의 우수 저널인 Energy Storage Materials에 게재되었다.

나. 참여교수 특허, 기술이전, 창업 실적의 대표성과

(1) 미국 특허 * “SENSOR AND METHOD OF MANUFACTURING THE SAME(US 12209988)” *을 등록하였으며, 나노 구조체 기반 금속 산화물 센서의 감도 및 안정성을 향상시킬 수 있는 독창적 제조 공정을 개발하였다. 본 기술은 CoO 나노입자를 기판에 직접 증착한 후, 자발적 전이층 형성과 저온 열처리를 결합하여 불순물 없이 고결정성 Co_3O_4 센서층을 구현한 공정으로, 기존 분말형 센서의 한계를 극복하고 접착력 및 전기적 안정성을 크게 향상시켰다. 그 결과, 200 °C 조건에서 기존 대비 약 7배 이상의 아세톤 감응 특성을 확보하였으며, 모바일 바이오센서 및 다중 바이오마커 플랫폼으로의 확장 잠재력을 보유한 차세대 센서 원천기술로 평가된다.

(2) 대한민국 특허 * “리튬티타네이트를 포함하는 리튬 이차전지용 음극 활물질 및 이의 제조방법(10-2807098)” *을 등록하고, 고속 충·방전 성능과 안전성을 확보할 수 있는 혁신적 음극 활물질 제조 기술을 개발하였다. 본 기술은 리튬티타네이트($Li_4Ti_5O_{12}$) 표면에 초박막 TiO_2 (약 1.5 nm)를 코팅하여 이온-전자 혼합 전도 특성을 부여함으로써 기존 흑연계 음극의 한계를 극복한 것이 특징이다. 그 결과, 3분 이내 초고속 충·방전 환경에서도 80% 이상의 용량 유지율을 확보하였으며, 저온(0 °C)에서도 우수한 출력 특성을 발현하였다. 값싼 원료 기반의 고상합성 공정으로 대량 생산이 가능해, 고출력·장수명 이차전지 기술의 실용화에 기여할 수 있는 원천기술로 평가된다.

(3) 대한민국 특허 * “생분해성 고분자를 이용한 유해 입자 흡착용 유기 섬유 필터 및 이의 제조방법(10-2827899)” *을 확보하였으며, PLA·PHA 기반의 생분해성 고분자를 적용하여 폐기 시 미세플라스틱과 유해물질이 발생하지 않는 친환경 필터 기술을 개발하였다. 본 기술은 나노~마이크로 섬유 구조의 형성과 표면 전하·기능기 도입을 통해 미세먼지, 중금속, VOCs 등 유해 입자에 대한 높은 흡착 성능과 선택성을 제공하며, 기존 석유계 필터 대비 우수한 여과 효율을 확보하였다. 또한 용융방사·전기방사 공정을 활용한 저온·저비용 대량 생산이 가능해 공기청정, 방진마스크, 환기시스템 등 다양한 산업 분야로의 확대 적용과 ESG 관점의 친환경 제품 개발에 기여할 수 있는 기술로 평가된다.

(4) 대한민국 특허 * “유기 발광 재료용 모노머, 유기 발광 재료용 폴리머, 이의 제조 방법 및 이를 포함하는 유기 발광 소자(10-2841791)” *을 등록하고, 용액 공정 OLED 제작 시 발생하는 유기층 혼합·탈리 문제를 해결할 수 있는 신규 발광용 고분자 소재를 개발하였다. 본 기술은 150~180 °C의 비교적 낮은 온도에서 99% 이상의 용매 저항성과 높은 정공 이동도를 확보하여, 기존 열가교형 소재의 한계였던 고온 공정, 장시간 처리, 및 가교 후 성능 저하 문제를 동시에 개선한 것이 특징이다. 정공 주입층 및 정공 수송층에 적용 가능한 해당 소재는 Chemical Engineering Journal 및 Small에 연구 결과가 게재되는 등 기술적 우수성을 인정받고 있으며, 차세대 용액 공정 OLED 제조의 성능 향상과 공정 효율 제고에 기여할 수 있는 핵심 소재로 활용 가능성이 크다.

(5) 대한민국 특허 * “이산화탄소 환원용 촉매의 제조방법 및 이산화탄소 환원용 촉매(10-2707802)” * 을 등록하고, CO₂ 전기환원 반응에서 수소 생성 억제와 선택도 향상을 동시에 달성한 신규 촉매 기술을 개발하였다. 금속 나노입자 표면에 염소계 캡핑층을 도입하여 낮은 과전압 조건에서도 높은 CO 생성 선택성과 장시간 촉매 안정성을 확보했으며, 탄소자원화 및 온실가스 감축 기술의 실용화를 위한 핵심 기반 기술로 활용 가능성이 크다.

다. 연구비 수주 성과

(1) 지난 1년간 정부 연구과제 총 45.35억원을 수주하였으며, 이는 최근 5년 기준 최대이다. 또한, 산업체 연구비 수주액은 2.72억원을 수주하여, 1인당 평균 연구수주비는 3.56억으로, 최근 5년 기준 최대이다.

(2) 자체평가 기간동안, 11개의 신진/중견연구자 과제와 1개의 기초연구실(BRL), 1개의 글로벌선도연구센터(SRC)를 운영하고 있다.

1. 참여교수 연구역량

1.1 연구비 수주 실적

〈표 3-1〉 자체평가 대상기간(2024.9.1.-2025.8.31.) 참여교수 1인당 정부, 산업체, 해외기관 등 연구비 수주 실적

항 목	수주액(천원)				
	2020.9.1. ~2021.8.31.	2021.9.1. ~2022.8.31.	2022.9.1. ~2023.8.31.	2023.9.1. ~2024.8.31.	2024.9.1. ~2025.8.31.
정부 연구비 수주 총 입금액	3,356,549	3,446,689	3,399,711	4,433,637	4,535,309
산업체(국내) 연구비 수주 총 입금액	410,533	437,369	313,086	517,236	271,500
해외기관 연구비 수주 총 (환산) 입금액	0	0	0	0	0
1인당 총 연구비 수주액	313,923	287,708	265,199	353,633	356,059
참여교수 수	12	13.5	14	14	13.5

(1) 최근 1년간 참여교수 1인당 연구비 수주액이 356,059천원으로 전년 대비 소폭 증가하였으며, 정부 연구비 수주 총액은 4,535,309천원으로 최근 5년간 가장 높은 수주 실적을 기록하였다. 이는 연구역량과 외부 연구기관과의 협력 강화를 통해 안정적이고 지속적인 연구비 확보가 이루어졌음을 보여준다.

(2) 산업체 연구비 수주액은 271,500천원으로 전년 대비 다소 감소하였으나, 정부 연구비의 증가로 전체 1인당 연구비 수주액 증가로 이어졌다. 연구비 확보의 지속적 증가를 통해 연구 기반의 안정성을 확보하였다.

(3) 연구비 수주는 코로나-19로 잠시 주춤하였지만, 이후 연구비 수주는 증가세에 있으며 지난 2년부터는 코로나 이전보다 상승하였다.

1.2 연구업적물

① 참여교수 연구업적물의 우수성

구분	계획	실적	향후계획
융합·공동연구 활성화	- 연구 주제별 공동 그룹 세미나 정례화 - 융합 연구를 위한 공동연구실 마련 지원 - 공동 및 개별 연구장비 사용법 공유 - 국내 타 대학과의 협업 연구 - 학연 과정 개선을 통한 정부 출연 연구원과의 연구 협력 - 국제 주요 연구 그룹과의 협업 연구	- PNU-SKKU BK 공동 심포지움 총 2회 개최 - 선도연구센터 1건, 공동 세미나 매월 개최 - 분석기기 사용법 동영상 총 18건 제작/공유 - 학연과정 총 8명(한국화학연구원, 한국해양과학기술원, 한국에너지기술연구원) - 해외 공동연구 9편, 국내 공동연구 32편	- 계속해서 실험실간 공동연구 및 공동 세미나를 활성화할 계획 - 인공 효소/촉매 분야 난제 해결에 집중함으로써 대표 연구 업적물의 질적 우수성을 확보할 계획 - 대학 및 연구소, 국제 주요 연구 그룹과의 협업 연구 확대 - 학연 과정을 통해 실질적 협력이 이뤄지도록 유도할 계획
연구진 지원 시스템 강화	- 신입교수 연구 정착 지원 - 우수 논문 인센티브 지급 - 우수 대학원생 장학금 지급	- 신입교수 지원: 연구소 3,000만원, 학과 1,000만원 지원 - 우수 논문 인센티브 15명 지급	- 지속적인 신입교수 연구 정착금 지원 - 대학원생 연구 장학금 확대 지원

연구역량 향상 인프라 구축	- 신입교원 연구실 셋업 지원	- 최소 80㎡의 연구공간 제공, 기초장비 지원	- 노후 장비 업그레이드, 유지·보수 인력 활용하여 체계적인 관리 구축 - 기기 사용법 동영상 추가 제작 및 공유
	- 공동기기실 개선 - 정보 공유	- SEM, 코팅기, IR, 분광광도계 노후 장비 교체, 특수목적컴퓨터 신규 도입, 원심분리기 구입 - 기기 사용법 홈페이지 공유 - 뉴스레터 매학기 발행	

<표 3-3> 참여교수 논문 환산 편수 실적

구 분	2020.9.1. ~2021.8.31	2021.9.1. ~2022.8.31	2022.9.1. ~2023.8.31	2023.9.1. ~2024.8.31	2024.9.1. ~2025.8.31
논문 총 건수	102	85	85	66	67
1인당 논문 건수	8.5	6.2962	6.0714	4.7142	4.9629
논문 총 환산 편수	25.564	21.686	22.6118	17.3448	18.8055
1인당 논문 환산 편수	2.1303	1.6063	1.6151	1.2389	1.393
참여교수 수	12	13.5	14	14	13.5

<표 3-4> 참여교수 1인당 논문의 환산 IF

구 분	2020.9.1. ~2021.8.31	2021.9.1. ~2022.8.31	2022.9.1. ~2023.8.31	2023.9.1. ~2024.8.31	2024.9.1. ~2025.8.31
총 환산 편수	25.564	21.686	22.6118	17.3448	18.8055
총 환산 IF	147.7211	150.7536	148.2471	91.3464	116.9736
환산 논문 1편당 환산 IF	5.7784	6.9516	6.5561	5.2665	6.2201
1인당 환산 IF	12.31	11.1669	10.589	6.5247	8.6647
참여교수 수	12	13.5	14	14	13.5

② 교육연구단(팀)의 학문적 수월성을 대표하는 연구업적물 (최근 1년(2024.9.1.-2025.8.31.))

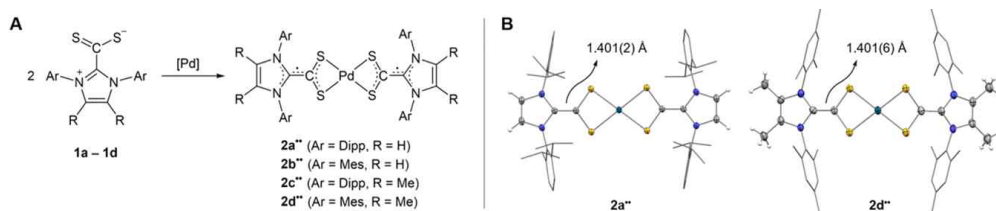
대표연구업적물 1

N-Heterocyclic Carbene-Derived Carbon Disulfide Radical Ligands for Palladium Diradicals
(Journal of the American Chemical Society, DOI: 10.1021/jacs.4c11082)

연구배경

교수는 질소-헤테로고리 카벤(NHC)을 기반으로 한 라디칼 화학의 확장 가능성에 주목하여, 다양한 주족 원소 및 전이금속과의 반응을 통해 새로운 전자구조와 반응성을 지닌 화합물을 개발해 왔다. 특히, 기존에 잘 알려지지 않은 황 기반 라디칼 리간드의 설계 및 합성을 통해, NHC 유도체가 갖는 전자적 다양성과 이들이 형성하는 착물의 독특한 물리화학적 성질을 규명하고자 하였다. 이를 통해 라디칼 화학의 새로운 지평을 열고, 나아가 차세대 촉매 및 기능성 소재 개발에 기여하는 것을 목표로 연구를 진행해 왔다.

연구내용



본 연구에서는 NHC와 탄소 이황화물(CS₂)의 부가반응을 통해 형성된 새로운 황 기반 라디칼 리간드를 포함하는 팔라듐 다이라디칼 착물을 성공적으로 합성하고, 그 구조적·전자적 특성을 규명하였다. 합성된 Pd 착물들은 각각의 리간드에 하나씩 존재하는 두 개의 라디칼 전자(unpaired electrons)가 반강자성 상호작용으로 open-shell singlet 상태를 갖는 전자구조를 나타냄을 확인하였다.

핵자기 공명 분광법을 이용한 분석(proton NMR relaxometry)을 통해 라디칼 리간드 중심에 전자 스핀 밀도가 존재함을 실험적으로 입증하였고, 전기화학 분석을 통해 착물의 산화환원 거동이 금속 중심이 아닌 리간드 중심에서 일어남을 확인하였다. 이로써 해당 황 기반 라디칼 리간드가 산화환원 활성을 갖는다는 점을 규명하였다. 이러한 결과는 NHC 유래 리간드가 단순한 σ-donor 리간드를 넘어 라디칼 리간드로서도 기능할 수 있음을 보여주며, 전이금속 착물 내에서 리간드 중심 라디칼의 전자구조 조절이 가능하다는 것을 시사한다. 본 연구 결과는 NHC 기반 라디칼 화학의 응용 가능성을 확장하였다는 점에서 학문적 의의가 크며, 관련 분야의 세계적 권위 학술지인 J. Am. Chem. Soc.에 게재되었다.

기대효과

이번 연구를 통해 개발된 NHC 기반 황 라디칼 리간드는 새로운 전자구조 조절 전략으로 활용될 수 있으며, 이를 기반으로 한 전이금속 촉매 시스템 또는 기능성 소재 설계에 응용 가능성이 높다. 특히, 리간드 중심의 산화환원 조절이 가능한 촉매 시스템은 정밀 촉매 반응이나 분자 전자소자 개발에 있어서 중요한 기술적 토대를 제공할 수 있다. 향후에는 이러한 라디칼 리간드를 기반으로 다양한 금속 중심 촉매 또는 복합 구조체를 설계하여, 고기능성 촉매 또는 반응성 중간체 개발로 이어질 것으로 기대된다.

연구단 연구 목표와의 연관성

본 연구는 촉매 분야에서 핵심적인 과제 중 하나인 리간드 중심의 반응성 조절이라는 연구단의 핵심 목표와 밀접하게 연관되어 있다. NHC 기반의 황 라디칼 리간드는 전통적인 금속 중심 반응성에서 벗어나, 리간드 중심의 전자구조 및 반응성을 활용할 수 있는 새로운 설계 전략을 제시한다. 이는 촉매의 기능적 다양성을 확장시키는 기반 연구로서 연구단의 목표 달성에 크게 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

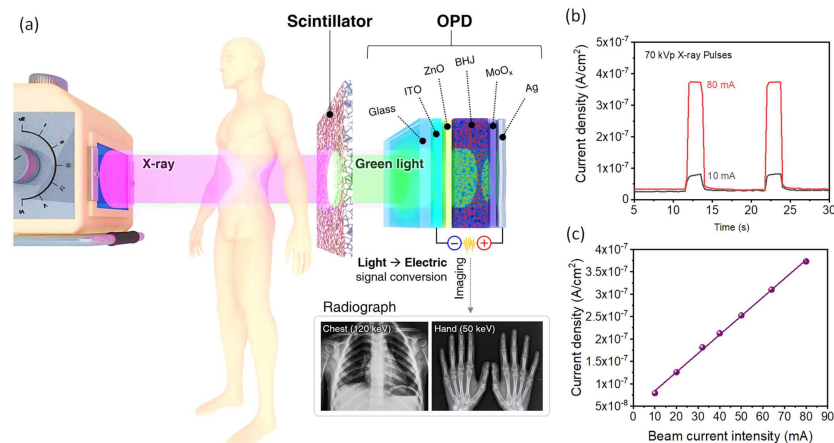
대표연구업적물 2

Organic X-Ray Image Sensors Using a Medium Bandgap Polymer Donor with Low Dark Current (Energy & Environmental Materials, DOI: 10.1002/eem2.12750)

연구배경

교수는 휴대용, 저비용 광 검출 시스템, 특히 응급 상황에서 활용이 가능한 휴대용 X선 검출기에 사용할 수 있는 소재 개발을 진행하고 있다. OPD는 가볍고 용액 공정이 가능하며, 높은 광 흡수 계수를 가진 유기 소재를 활용할 수 있다는 장점으로 인해 광활성층 개발에 적합하다.

연구내용



응급 상황에서 의식을 잃은 환자의 골절 진단을 위해 휴대용 X선 검출기의 개발은 필수적이다. 그러나 기존 섬광체와 실리콘 광검출기의 무거운 무게가 큰 제약이 된다. 이를 해결하기 위해, 실리콘 층을 유기 광검출기로 대체하면 X선 검출기의 무게와 두께를 줄일 수 있다. 본 연구에서는 대칭적 주쇄 구조와 높은 용해성을 갖는 bithienopyrroledione (biTPD) 기반 고분자 도너를 설계하여 두꺼운 광활성층(~700 nm)에서도 우수한 광 검출 특성을 확보하였다. 해당 고분자는 negative bias(-2.0 V) 조건에서 암전류 밀도(J_d)를 $\sim 10^{-10}$ A cm^{-2} 수준으로 효과적으로 억제하면서도, 700 nm 두께에서 0.29 A W^{-1} 의 높은 광반응도(R)를 유지하여 최대 shot-noise 한계 특정 검출도(D_{sh}) 2.18×10^{13} Jones를 달성하였다. 또한 슬롯 다이 코팅을 통해 인쇄형 유기 광검출기를 제작하였으며, 이는 X선 조사 시 0.26초 상승 및 0.29초 하강의 빠른 응답 속도를 보였고, $D_{sh} = 2.73 \times 10^{12}$ Jones의 성능을 나타냈다. 더불어 X선 세기에 대한 선형 응답을 통해 안정적인 검출 신뢰성이 입증되었으며, 최소 X선 검출 한계는 3mA로 확인되었다. 본 연구 결과는 우수성을 인정받아 2024년 Energy & Environmental Materials 저널에 투고되었다.

기대효과

본 연구를 통해 개발된 biTPD 기반 고분자는 두꺼운 광활성층에서도 낮은 암전류와 높은 광반응도를 동시에 구현하여 고성능 OPD 설계 전략을 제시하였다. 이를 통해 저비용의 휴대용 X선 검출기 개발 가능성을 입증하였으며, 응급 의료 진단, 산업 등 다양한 실용적 적용이 기대된다.

연구단 연구 목표와의 연관성

합성된 biTPD 기반 고분자가 성능을 입증하였고 실용화 가능성을 명확히 보여주어, 관련 국가전략기술 분야인 첨단 바이오, 반도체, 디스플레이 관련 연구 문제 해결에 연관이 된다.

대표연구업적물 3

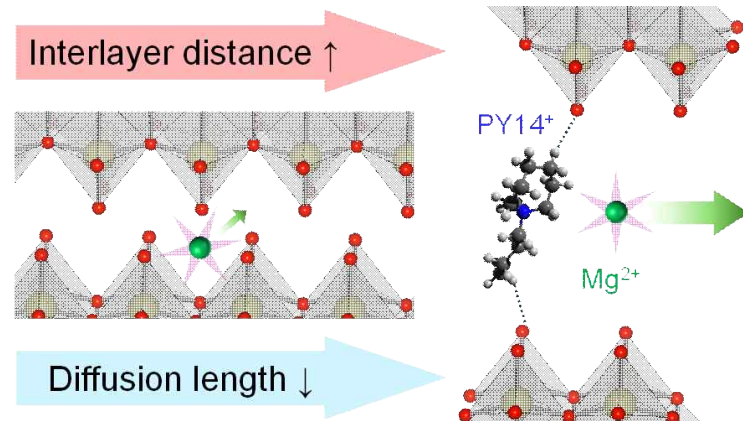
Interlayer expansion of kinetically grown molybdenum oxide for Mg batteries with enhanced energy density

(Energy Storage Materials, DOI: 10.1016/j.ensm.2025.104002)

연구배경

리튬이온 배터리(LIB)는 고효율 전기차(EV)와 에너지 저장 시스템(ESS)을 가능케 했지만, 제한된 에너지 밀도로 인해 이를 대체할 차세대전지 연구가 활발히 진행되고 있다. 그 중 다가 양이온-삽입 화학은 기존 LIB 호스트를 활용하여 배터리의 에너지 밀도를 크게 증가시킬 수 있는 전지 시스템이다. 그러나 다가 이온의 높은 전하 밀도는 기존 산화물 양극에서의 계면 및 벌크확산이 어려워, 이를 극복하는 것은 고에너지밀도를 갖는 산화물 양극 개발에 필수적이다.

연구내용



다가 이온 기반 차세대 이차전지 개발에서 가장 큰 난제는 강한 전하밀도를 가진 Mg^{2+} 의 느린 확산 속도이다. 유현덕 교수 연구팀은 다가 이온 배터리의 핵심 난제인 Mg^{2+} 이온의 느린 확산 문제를 해결하기 위해, 층상 산화물 전극 소재의 구조와 반응 특성을 체계적으로 탐구해 왔다. 특히 MoO_3 와 같은 층상형 산화물에서 층간 간격 확장과 확산 거리 단축을 동시에 달성할 수 있는 새로운 합성 전략을 모색하였다. 본 연구에서는 층상형 산화물인 삼산화 몰리브덴 (MoO_3)에 유기이온 기동을 도입함으로써 층간 거리를 12.3 Å (원래 MoO_3 의 180%)로 확장하였다. 또한, 소성 조건의 정밀한 제어를 통해 입자의 동역학적 성장을 유도하여 확산 경로 길이를 기존 MoO_3 의 5.8%로 줄였다. 이러한 시너지 전략은 대표적인 다가이온인 마그네슘 이온(Mg^{2+})의 리튬이온-확산 동역학을 대폭 개선하여 LIB 양극소재의 2배에 해당하는 352 mAh/g의 용량을 가진 산화물 양극을 구현하였다. 이는 산화물 계열에서 보고된 최고 수준의 마그네슘 저장 성능이다. 본 결과는 에너지 저장 소재 분야 최우수 저널인 Energy Storage Materials 2025년 1월 호에 게재되었다.

기대효과

본 연구는 다가 이온 삽입 화학의 한계를 넘어서는 새로운 전략으로서 차세대 고에너지 밀도 마그네슘 전지 개발을 앞당길 수 있는 연구 성과로 평가된다. 한편 저비용 원소와 간단한 합성법을 활용하였기 때문에, 대규모 전력망용 에너지저장장치(ESS) 및 전기차 배터리 등 다양한 응용 분야로의 확장이 가능하며, 제한된 리튬-자원 의존도를 낮추고 지속 가능한 에너지 저장 시스템 구축에 기여할 수 있을 것으로 전망된다.

연구단 연구 목표와의 연관성

다가이온삽입 반응을 촉진시키는 체계적 접근 전략으로서 인공효소/촉매 연구와 일맥상통하며, 연구단이 기여하고자 하는 관련 국가전략기술 분야인 이차전지 연구 문제에 효과적으로 기여하였다.

③ 참여교수 특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성

(1) 재선정평가 당시 5년간 국내·외 등록 특허 22편, 기술이전 3건으로 본 연구 기간 (2024.9.1.~2025.8.31.) 최근 1년 동안 국제 특허 1편, 국내 특허 7편으로 연구가 활발히 이루어지고 있음을 알 수 있다.

(2) 합성(2건), 바이오(2건), 에너지(4건) 분야에 활용 가능한 특허 기술을 등록하였다.

(3) [합성] 대한민국 특허 * “탄소 나노복합체 제조방법(10-2791639)” *을 확보하였다. 본 기술은 연료전지 시스템에서 산소환원반응(ORR)의 촉진을 위해, 귀금속 사용량을 최소화하면서도 높은 활성과 장기 내구성을 확보할 수 있는 탄소 나노복합체 촉매 제조법을 제시한다. 기존 백금 촉매는 높은 비용, 오스트발트 숙성에 따른 입자 성장, 반복 구동 시 성능 열화 문제로 상용화에 제약이 있었으며, 촉매 효율을 유지하기 위해 다량의 귀금속을 필요로 한다는 한계가 있었다. 본 발명은 은 나노입자를 탄소 담지체에 먼저 담지한 후, 귀금속 전구체와 합금화하는 방법을 통해, 낮은 귀금속 함량에서도 높은 활성 표면적과 안정된 구조를 확보한 것이 특징이다. 이를 통해 촉매 응집과 담지체 열화를 억제하고, 산소환원 과정에서 장기간 반복 사용 시에도 높은 촉매 활성 유지가 가능하다. 본 기술은 고내구성·저원가 ORR 촉매를 기반으로 연료전지의 상용화를 앞당길 수 있는 공정적·경제적 장점을 제공한다.

(4) [합성] 대한민국 특허 * “이산화탄소 환원용 촉매의 제조방법 및 이산화탄소 환원용 촉매(등록번호: 10-2707802)” *을 확보하였다. 본 발명은 이산화탄소(CO_2)를 고부가가치 화합물로 전환하는 전기화학적 환원 반응에서 높은 선택성과 안정성을 동시에 확보할 수 있는 신규 촉매와 그 제조 방법을 제시한다. 기존 Au, Ag, Zn 기반 촉매는 경쟁 반응인 수소 생성 반응(HER)으로 인해 선택도가 저하되는 문제가 있었으며, CO_2 의 높은 열역학적 안정성으로 인해 과전압 저감 역시 해결해야 할 과제였다. 본 기술은 금속 전구체와 염소 도입 화합물을 이용하여 금속 나노입자 표면에 염소 기반 캡핑층을 형성함으로써, 수소 발생을 효과적으로 억제하고 CO_2 환원 반응에 대한 선택도를 향상시킨 것이 핵심이다. 특히 암모늄 클로라이드계 화합물로 이루어진 캡핑층은 촉매 표면에서의 전자 전달 및 반응 경로를 제어하여 낮은 과전압에서도 높은 CO 선택성을 제공하며, 장시간 반응에서도 구조적 안정성을 유지한다. 이를 통해 본 발명은 고효율·고안정성 CO_2 전환 기술 개발에 기여할 수 있으며, 온실가스 저감 및 전기화학 기반 탄소자원화 기술의 상용화 가능성을 크게 확장할 수 있는 핵심 원천 기술로 평가된다.

(5) [바이오] 전기화학 특허로 “SENSOR AND METHOD OF MANUFACTURING THE SAME(미국 특허 12209988)” 를 개발하였다. 나노 구조체기반 센서의 감도와 안정성을 동시에 확보하기 위해, 기존 분말형 금속 산화물 센서의 한계를 극복한 새로운 제조 기술을 개발하였다. 본 발명은 코발트 산화물(CoO) 나노입자를 기판 위에 직접 증착한 뒤, 탈이온수를 통한 자발적 전이 층 형성과 저온 열처리를 결합하여 불순물 유입 없이 고결정성 Co_3O_4 센서 층을 형성하는 독창적 방법을 제시하였다. 이를 통해 센서 층의 접착력과 전기적 안정성이 크게 향상되었으며, 200°C 에서 기존 대비 7배 이상의 높은 아세톤 가스 감응 특성을 달성하였다. 나노입자의 형상, 두께, 결정 구조를 정밀하게 제어할 수 있는 공정을 확립하여, 모바일 바이오센서와 다중 바이오마커 검출 플랫폼으로 확장 가능성이 크다. 본 특허는 차세대 환경, 바이오 모니터링 센서의 성능 혁신과 상용화를 앞당길 수 있는 핵심 원천기술로, 국가 바이오, 건강 관리 산업 경쟁력 제고에 이바지할 수 있다.

(6) [바이오] 본 발명(대한민국 특허 10-2827899)은 PLA, PHA와 같은 생분해성 고분자를 사용함으로써 사용 후 자연 환경에서 미생물에 의해 분해될 수 있어 폐기 시 미세플라스틱이나 유해 화학물질이 배출

되지 않는다. 이는 기존 석유계 합성섬유 필터와 달리 2차 환경오염을 유발하지 않으며, 전반적인 탄소 배출량을 감소시켜 지속가능한 자원 순환 체계 구축에 기여할 수 있다. 또한, 이 필터는 나노~마이크로 단위의 섬유 구조를 형성하여 비표면적을 크게 늘림으로써 미세먼지, 중금속, 휘발성 유기화합물(VOCs) 등의 유해 입자를 효율적으로 흡착할 수 있다. 섬유 표면에 정전기적 전하를 부여하거나 흡착성 기능기를 도입함으로써 유해 입자에 대한 선택적 포집 능력과 장시간 유지력이 향상되며, 이러한 구조적·기능적 특성은 기존 필터 대비 우수한 여과 성능을 제공한다. 사용되는 생분해성 고분자는 무독성·저자극성 소재이기 때문에 인체 호흡기에 직접 노출되어도 안전하며, 폐기 후에도 환경으로 유해 물질이 용출되지 않아 생태계에 부담을 주지 않는다. 또한 이 기술은 용융방사, 전기방사 등 비교적 저온·저비용 공정을 통해 대량 생산이 가능하며, 기존 필터 제조 설비를 활용할 수 있어 상용화 및 산업적 적용 가능성이 매우 높다. 이러한 특징들은 생산 단가를 절감시키는 동시에 환경규제를 충족시킬 수 있다는 점에서 산업적 가치가 크다. 나아가 이 기술은 공기청정기, 산업용 방진마스크, 실내 환기시스템, 식·의약품 포장재 등 다양한 분야에 적용될 수 있으며, 사용 후 자연 분해 또는 퇴비화가 가능하기 때문에 친환경 제품 라인업 구축과 ESG 경영 실현에도 크게 기여할 수 있다. 따라서 생분해성 고분자를 이용한 유해 입자 흡착용 유기 섬유 필터 및 이의 제조 방법은 환경친화성과 고성능, 안전성, 경제성, 확장성을 모두 갖춘 차세대 친환경 필터 기술로서 매우 우수하다고 평가할 수 있다.

(7) [에너지] 전지 기술 특허로 “리튬티타네이트를 포함하는 리튬 이차전지용 음극 활물질 및 이의 제조방법(대한민국 특허 10-2807098)”를 개발하였다. 지금까지 리튬이차전지용 음극은 주로 흑연계 물질에 의존하였으나, 리튬 석출 및 부반응으로 인해 고속 충·방전 성능과 안전성 확보에 한계가 있었다. 본 특허는 이러한 문제를 극복하기 위해 리튬티타네이트($\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$) 음극재 표면에 약 1.5 nm 두께의 이산화티타늄(TiO_2)을 코팅한 새로운 음극 활물질을 제안하였다. 값싼 원료를 이용한 고상합성법 기반 공정으로 대량합성이 가능하며, 표면에 형성된 Li_xTiO_2 는 전자전도와 이온전도를 동시에 제공하는 이온-전자 혼합 전도체(MIEC)로 작용하여 활물질 표면 전체에 3성분-계면을 형성한다. 그 결과 본 발명의 음극 활물질은 3분 이내 초고속 충·방전에서도 80% 이상의 용량 활용률을 보이며, 저온 환경(0°C)에서도 우수한 출력 특성을 확보하였다. 따라서 본 특허 기술은 기존 리튬티타네이트의 낮은 전도도 문제를 해결하고, 고출력·장수명 이차전지 개발에 크게 기여할 수 있는 혁신적 음극 활물질 제조 기술로 평가된다.

(8) [에너지] 유기화학 분야 특허로 “유기 발광 재료용 모노머, 유기 발광 재료용 폴리머, 이의 제조 방법 및 이를 포함하는 유기 발광 소자(대한민국 특허 10-2841791)”를 개발하였다. Organic light emitting diode (OLED) 제작 방법에는 진공 증착과 용액 공정의 방식이 있는데, 용액 공정의 경우 재료 소모율이 낮고 생산성이 높아 연구가 꾸준히 진행되고 있다. 하지만, 용액 공정으로 OLED 소자를 제작하게 될 경우, 유기층 용액을 적층하는 과정에서 씻겨 내려가거나 혼합이 된다는 문제점이 있어 이를 해결하기 위한 방안이 필요하다. 최근 열을 이용한 가교화 방법을 통해 형성되는 유기 전자 재료의 경우, 상대적으로 200°C 이상의 높은 가교 온도 및 30분 내지 60분 이상의 오랜 가교 반응 시간을 필요로 하고, 가교 후 정공 수송 능력이 떨어져 발광 효율 및 수명을 저하시키는 문제점이 있다. 본 특허에서는, $150\sim 180^\circ\text{C}$ 의 비교적 낮은 온도에서 99% 이상의 용매저항성을 가지며, 높은 정공 이동도를 가져 정공 수송층, 정공 주입층에 적용이 가능한 신규 고분자를 개발하였다. 본 특허에서 실시예로 제시된 물질 2종의 경우, Chemical Engineering Journal 454 (2023) 139944, Small 2023, 2303472 논문에 투고되어 우수성을 인정받았다.

(9) [에너지] 대한민국 특허 * “레독스 전해질로 비타민-C를 사용하는 수계 에너지 저장 디바이스(10-2764631)” *을 확보하였다. 본 기술은 친환경 수계 전해질 시스템에서 비타민-C(L-아스코르브산)를 레독스 활성종으로 활용하여, 기존 유기 레독스 전해질의 한계였던 낮은 전자 저장 용량과 불안정성을 동시에 개선한 에너지 저장 디바이스를 제시한다. 기존 수계 레독스 시스템은 전해질 종류가 제한적이

며, 다전자 반응이 가능한 분자라 하더라도 충·방전 과정에서 비가역 부가반응이 발생하여 가역적 에너지 저장이 어려운 문제가 있었다. 특히 비타민-C는 다전자 반응이 가능함에도, 산화 생성물(디하이드로아스코르브산)이 물과 반응하는 비가역 경로로 인해 실제 적용성이 제한되어 왔다. 본 발명은 평균 2 nm 미만의 기공 직경과 1500 m²/g 이상의 비표면적(BET)을 갖는 마이크로다공성 탄소계 캐소드를 적용하여, 비타민-C의 레독스 반응 경로를 안정적으로 제어함으로써 비가역 부반응을 억제한 것이 핵심이다. 또한 완충 전해질 조성, 아연 애노드(Zn) 기반 수계 시스템, 및 최적 pH 조건을 결합하여, 가역적 다전자 반응을 유도하고 충·방전 효율을 향상시켰다. 이를 통해 본 기술은 고속 충·방전, 높은 에너지 밀도, 우수한 수계 동작 안정성을 확보하였으며, 친환경 전해질 기반 수계 에너지 저장 시스템의 상용화 가능성을 확장할 수 있는 기술적 장점을 제공한다.

(10) [에너지] 대한민국 특허 * “고분자 화합물 및 이를 포함하는 유기 포토 다이오드 및 X선 검출기 (10-2852485)” *을 확보하였다. 본 기술은 신규 P형 고분자 화합물을 도입하여, 유기 포토다이오드(OPD) 및 간접방식 X선 검출기의 광전변환층 성능을 향상시키는 소재 기반 원천기술에 관한 것이다. 의료·산업용 X선 촬영 장치에서는 낮은 방사선량에서도 높은 감도로 신호를 검출해야 하나, 기존 소재는 암전류가 높아 검출 효율 개선에 한계가 있었다. 본 발명은 가시광선 및 근적외선 영역에서 우수한 흡수 특성을 가지며, 광활성층 내 암전류를 효과적으로 억제할 수 있는 고분자 화합물을 개발하여, 신틸레이터 기반 간접 X선 검출 과정에서 변환된 광 신호를 고감도로 읽어낼 수 있도록 설계되었다. 이를 통해 낮은 방사선량 조건에서도 높은 신호대잡음비(SNR)를 확보할 수 있으며, 유기 포토다이오드의 감도 및 X선 검출 효율을 동시에 향상시킬 수 있다. 이 기술은 차세대 저선량 X선 영상 시스템, 의료 진단 장비, 비파괴 검사 장비 등에 적용 가능하며, 고감도·저소음 유기 반도체 기반 검출기 상용화를 앞당길 수 있는 핵심 소재 기술을 제공한다.

2. 산업·사회에 대한 기여도

2.1 산업·사회 문제 해결 기여 계획 및 실적

2.1.1 산업·사회 문제 해결 전략



2.1.2 (지역)산업 문제 해결 실적

가 기업과의 협업을 통한 산업 문제 해결

본 연구단의 중점적인 연구 주제인 인공 효소/촉매와 관련된 (지역)산업 문제를 다음과 같이 해결하고자 한다. (지역)산업 문제를 중점 연구 분야 세 가지로 구분하여 참여교수 사이의 협업을 통해 산업 문제를 해결하고자 한다.

(1) 합성 분야

LG화학 고순도 열화포타슘 정제 기술 개발	경보제약 원료의약품 생산 공정 개발	ORDEG 자동차 배기가스 촉매 특성 연구	삼성디스플레이 첨단 디스플레이 소재 개발
--------------------------------	----------------------------	--------------------------------	-------------------------------

- ▶ 우리나라 원료의약품 생산을 대표하는 기업인 경보제약은 다양한 의약품의 효율적인 공정 개발을 위해 노력하고 있다. 합성 과정에서 애로 사항을 해결하기 위해 지난 1년 동안 성공적인 기술 자문 관계를 이어오고 있으며 향후 연속 공정을 활용하는 API 생산 공정 완성과 대량 생산을 위해 함께 노력할 예정이다.
- ▶ 수원에 본사를 두고 있는 연성정밀화학에서 합성 정제한 고체 결정물질의 3차원 구조분석을 통하여

제약/제약 중간체 산업에 기여하고, 구조와 약성 간의 정확한 관계 규명에 관해 서로 논의하여 이 분야에 새로운 이정표를 세우고자 한다. 또한 (주)오텍에서 합성 제조한 백금 및 팔라듐 나노 입자의 물성 및 특성을 공동연구하여 자동차 배기가스 촉매 분야에 기여하고자 한다.

- ▶ OLED 디스플레이는 우리나라가 전 세계 시장을 선점하고 있는 대표적인 분야로 최근 치열한 기술 경쟁 속에서도 우위를 점하고 있다. 현재 상용화된 OLED는 건식 공정으로 제조되고 있으나 대면적화와 제조비용 면에서는 용액공정이 더 유리하다. 삼성디스플레이는 용액 공정인 잉크젯 프린팅 방식으로 차세대 OLED 디스플레이를 개발하고 있으며 용액 공정에 적합한 유기 소재들을 필요로 하고 있다. 산업소재 정부 과제를 통하여 삼성디스플레이에서 필요로 하는 고용매저항성과 고이동도를 갖는 정공수송 재료를 설계 합성하여 재료를 공급하고 있으며 지속적인 협업을 통하여 기업에서 상용화하는데 필요한 소재를 개발하는데 기여하고자 한다.

(2) 에너지 분야

전극소재 및 촉매개발 개발 관련 자문 및 공동연구	 LG Energy Solution	리튬이온전지 생산 공정 최적화 연구 및 기술이전
--------------------------------	---	-------------------------------

- ▶ (주)미다스는 전극소재 및 촉매 개발 및 생산을 하는 기업이다. 수전해 촉매 및 이산화탄소 환원 촉매 개발 관련 자문을 진행하고 있고, 성공적인 공동연구 관계를 이어오고 있다. 특히 최신 연구 성과와 산업적 요구를 연결하는 협력을 통해 기술 경쟁력을 강화하고 있다. 향후 더욱 깊이 있는 교류를 통하여 기업의 문제 해결을 돕고 이를 통한 새로운 제품의 개발에 기여하고자 한다.
- ▶ (주)포스코홀딩스는 이차전지소재 개발을 주도하고 있는 기업으로서, 국내에서 양극재와 음극재를 모두 생산할 수 있는 역량을 보유하고 있다. 본 연구단에서는 폐배터리 재활용 용액을 이용하여 양극재를 합성하고 분석하는 연구과제를 2025년 2월부터 11월까지 진행하였다. 다양한 소재분석기술과 전기화학분석기술을 활용하여 현장에서의 문제 해결을 돕고, 인력 양성을 수행하였다. 본 연구단은 위 기업과 계속해서 꾸준한 산학 협동을 활발히 이어가며 원천기술 확보와 소재기술 자립에 기여할 예정이다.
- ▶ (주)한국전력공사 전력연구원은 대한민국의 전력 사업을 대표하는 기업으로서, 대규모 에너지 저장 장치용으로 안전한 수계 이차전지를 개발하고 있다. 본 연구단에서는 전기화학적 실시간-분석을 적용하여 아연 음극의 작동 메커니즘을 성공적으로 규명하였다. 이로써 산업 현장에서의 문제 해결을 돕고, 인력 양성을 수행하였다. 향후 꾸준한 산학 협동을 통해 안전한 대규모 에너지 저장 장치 개발을 도모할 예정이다.

(3) 바이오 분야

 신규 백신 및 치료용 전달체 개발 자문 및 공동연구	 퇴행성 뇌질환 치료제 후보 물질 발굴 협업	엠코바이오(주) 셀레노벤젠 합성 항암 치료 연구 협업
---	--	----------------------------------

- ▶ 바이오 기업인 MD 헬스케어와 유산균 유래 소포체를 활용한 감염병에 대한 신규 백신 및 치료용 전달체 개발을 위한 자문을 진행하였으며, 바이오 스타트업 기업인 에이피아이텍과 소포체 기반 포스트바이오틱스를 활용한 신규 치료제 플랫폼과 미래 먹거리 창출을 위한 정밀발효용 플랫폼 개발과 대량 생산 조건을 발굴하기 위한 자문 및 장기적 공동 연구 주제에 대한 선행 연구를 진행 중이다.
- ▶ 최정모 교수는 바이오 스타트업인 아밀로이드솔루션(주)와 함께 퇴행성 뇌질환 치료제 후보물질을 발굴하고 시뮬레이션을 활용해 그 분자적 기전을 설명하는 연구를 진행하고 있다. 특히 아밀로이드베타와 타우 단백질의 섬유화 과정을 저해하고 이미 형성된 섬유를 풀어내는 물질을 목표로 한다. 본 연구는 특허로 출원하였으며, 국내외 여러 투자 기관으로부터 많은 관심을 받고 있다.
- ▶ 최근 엠코바이오(주)와의 협약을 통해 특허기술양도를 진행하였다(신규 합성한 셀레노벤젠 화합물을 유효성분으로 함유하는 암의 예방 또는 치료용 조성물 특허권 양도-2020년 1월 20일). 본 특허를 바탕으로 설립된 엠코바이오와 함께 다양한 화합물의 항암 효과 및 질병 치료 연구를 부산대학교 한의학전문대학원과 공동연구를 통해 수행할 예정이다.
- ▶ 이영주 교수는 국내 대표 제약회사인 유한양행과 함께 암 발생에 중요한 영향을 미치는 마이크로 RNA

표적 화합물을 발굴하는 연구를 진행하고 있다. 마이크로 RNA 성숙화를 도와주는 Dicer 단백질과의 상호작용을 저해함으로써 암세포의 성장 및 전이를 저해하는 것을 목표로 한다. 현재 연구는 시작단계에 있고 성공적인 후보물질 도출을 위해 공동연구를 계속 진행할 예정이다.

- ▶ 고민섭 교수는 유한양행과 함께 항체-약물 접합체 개발 연구를 진행하고 있다. 항체와 저분자 물질을 상온에서 높은 효율로 접합시킬 수 있는 새로운 방법을 개발하고 있으며, 새롭게 개발한 인공 효소가 그 핵심 역할을 하는 것을 목표로 하고 있다.
- ▶ 박진균 교수는 연속 흐름 반응 기술을 적용하여 AP 중간체 합성하는 플랫폼을 완성하였고 이의 산업적 생산을 위해 정보제약과 공동 연구를 수행하고 있다.

나 지역 기업과의 교류 프로그램

(1) 지역 기업과의 상호 교류 중대

- ▶ 본 교육연구단 소속 황도훈 교수는 경남 창녕에 위치하고 있는 (주)이노폴 기술연구소와 교류를 지속하고 있다. 이노폴은 특수 분체 도료를 생산 업체로서 국내에서 가장 큰 시장 점유율을 가지고 있으며 세계 시장의 점유율을 꾸준히 늘리고 있는 중견 기업이다. 현재 생산하고 있는 도료는 냉장고 등의 가전 제품과 각종 기계류에 많이 사용하고 있는데 표면의 거칠기가 높은 단점이 있어 이를 해결할 수 있는 방법에 관한 자문 요청을 받아 본사와 기술 연구소를 방문하였다. 박막 형성 공정에서 부산물로 생성되는 수분이 도막의 거칠기를 증가시키는 요인으로 판단되었고 이를 감소시킬 수 있는 방법에 관하여 자문하였다. 또한 현재 생산 중인 폴리에스터계 분체 도료의 구조 개질을 통하여 이차전지 바인더로 사용될 수 있는 기초 연구에 대해서도 향후 협력하기로 하였다. 이노폴은 본사와 기술연구소를 부산으로 이전하여 본 연구단과 밀접하게 산학 협력을 진행할 수 있을 것으로 기대된다.

(2) 정부 출연 연구원과의 인재 양성 및 연구 교류

- ▶ 분자 소재 관련 연구를 수행 중인 영남 소재 정부 출연 연구원과의 학연 과정을 개설하여 교육과정 개선과 해당 기관 취업을 동시에 이루려고 노력하였다. 2016학년도 1학기부터 한국화학연구원, 한국전기연구원, 한국세라믹기술원, 생산기술연구원과 학연 과정을 개설하여 운영 중이며, 2019학년도 1학기부터 한국해양과학기술원, 2020학년도 1학기부터 한국에너지기술연구원과 학연 과정을 개설하여 운영 중이다. 현재 총 8명의 학생이 참여하고 있다.

(3) 기업체 연구원 초청 간담회 운영

- ▶ 다양한 분야의 최신 연구 결과를 소개할 수 있도록 매 학기 다양한 분야의 기업 소속 연구원을 초청하여 간담회를 진행하고, 기업체의 과학기술 문제 및 애로사항을 파악하여 해결을 돕고자 한다.
- ▶ 본 연구단 소속 박강현 교수는 이수화학에 방문(2025.8.21.)하여 현재 개발하고 있는 MOF 합성 기술을 소개하고 MOF 소재의 대량 합성 가능성과 상용화 적용성에 대해 논의를 하였으며, 지속적인 협력 관계를 유지 하고 있다.

다 (지역)산업 문제 해결 실적 분석을 통해 향후 추진계획

본 교육연구단은 지금까지 구축된 산학협력 네트워크와 기술자문 경험을 기반으로, 지역 산업체의 수요를 반영한 연구 지원과 현장 문제 해결 중심의 협력을 지속할 계획이다. 특히 합성·에너지·바이오 분야에서 축적된 협력 모델을 유지하면서, 공정 개선, 소재 성능 향상, 기술자문, 공동연구를 정례화하여 지역 산업과의 연계를 안정적으로 이어가고자 한다. 아울러 기업 간담회·학연과정·산학 프로그램을 계속 운영하여, 지역 현장에서 요구되는 기술 문제를 적기에 발굴하고 이를 해결 가능한 연구과제로 연계함으로써, 산업체 지원과 인력 양성의 선순환 구조를 유지할 예정이다.

2.1.3 (지역)사회 문제 해결

가 사회 문제 해결을 위한 연구

본 연구단의 중점적인 연구 주제인 인공 효소/촉매와 관련된 사회 문제 해결을 위해서 적극적으로 대응하고 있으며, 기간 동안 충분한 성과를 창출하고 있으며 향후에도 지속적으로 사회 문제 해결에 참여하고자 한다.

(1) 합성 분야

참여교수	응용분야	사회 문제 해결 실적 및 계획
	 전이금속 촉매	기존의 전이 금속 촉매보다 우수한 반응성을 가진 균일계 전이 금속 촉매를 설계하기 위해 홀전자를 포함한 리간드를 개발하였다. 이러한 리간드는 스핀 특성을 가져 분자 자석 및 스핀트로닉스 분야에서 주목받고 있다. 또한, 홀전자의 높은 반응성 덕분에 리간드 중심에서 새로운 반응성을 발현할 수 있다. 이 리간드를 사용해 금속 촉매를 제작하면, 금속 중심과 리간드가 협력하여 반응에 참여하며 기존 전이 금속 촉매와는 차별화된 새로운 반응성을 제공할 수 있다.
	 환경, 소재	기존 나노 소재 기반 재료가 가지는 한계점을 3차원 다공성 지지체와 하이브리드 나노입자를 바탕으로 한 기능성 나노 소재 개발을 통해서 극복하여 기능성 나노소재 합성 및 응용 분야에 기여하고자 한다. 본 연구를 통해 개발되는 나노흡착체는 새롭고 우수한 성능을 가질 것이라 예상되어 미세먼지를 제거하는 기능을 통해 보건의료, 정밀화학, 전자 및 화학 산업 등의 분야에 응용이 기대된다.
	 의약화학	산업적 활용도 제고를 위해 연속흐름반응 플랫폼 구축에 중점을 두고자 한다. 새로운 구조의 전이 금속 촉매를 설계하고 최적화하여 반응 효율을 향상시키는 한편, 전압, 전류밀도, 전해질 등 전기화학적 조건을 정밀하게 제어하여 원료약품 중간체의 효율적 합성법을 개발하고자 한다. 또한 연속흐름반응이 가지는 고유한 장점들(열 및 물질전달 효율 향상, 안전성 제고, 스케일업 용이성 등)을 전기유기화학 반응에 접목하여 산업적 활용이 가능한 실용적인 합성 플랫폼을 구축할 예정이다.
	 환경, 촉매	미세먼지 주범의 흡착 및 분자 공간 내에서의 극한 반응을 개발하고자 한다. 현재 미세 유해 물질들이 대기 및 곳곳에 있고 위험적인 요소가 되는 실정이므로 이런 유해 물질을 분자 공간 내에 흡착시켜 탈착/분해하는 화학적 조건을 찾아내고자 한다. 또한, 일반 조건에서는 불가능한 유기화학반응을 전자 밀도가 확연히 다른 분자 공간 내에서 시도하여 유용한 분자를 효과적으로 합성하는 방법을 개발하고자 한다.
	 바이오센서, 약물 전달학	단백질의 비특이적 흡착뿐만 아니라, 이차기능화도 가능한 박막을 개발하였으며, 이를 바이오센서 플랫폼에 적용하고자 한다. 특히, 개발한 박막은 온화한 수용액 조건에서 코팅이 가능함과 동시에 표면의 종류에 관계없이 해당 박막이 형성 가능하여 높은 응용성을 기대하고 있다. 또한, 흡착 접착 단백질의 개념에 분해성 작용기를 도입하여, 다양한 표면에 형성 가능한 자극 감응성 분해 박막을 개발하였다. 해당 박막은 외부 신호 인자의 농도에 따라 분해능 조절이 가능하여, 약물 전달 시스템의 기초 기술로 활용될 전망이다.
	 촉매, 의약화학, 환경	무한하고 깨끗한 에너지원인 태양광을 활용하여 친환경적인 유기합성법 개발에 주력하고 있다. 태양광 중 풍부한 가시광선을 흡수할 수 있는 가시광선 광촉매를 이용해 다양한 탄소-탄소 결합 반응을 설계·개발하고, 이를 응용한 새로운 합성 전략 연구를 수행하고 있다. 또한 이러한 합성법을 기반으로 생리활성 물질의 효율적 합성 및 신약 개발 연구를 병행하고 있으며, 궁극적으로는 지속가능한 화학 반응 시스템 구축을 목표로 하고 있다.

(2) 에너지 분야

참여교수	응용분야	사회 문제 해결 계획
	 에너지, 전극	전기화학적 이산화탄소 환원 연구는 전기에너지를 활용하여 산업에서 배출된 이산화탄소를 일산화탄소와 포름산과 같은 연료로 전환 생산하는 기술이다. 이는 대기 중의 이산화탄소를 저감하고, 기존의 화석 연료 대신 이산화탄소에서 고부가가치 화합물을 생성하므로 탄소 순배출을 최소화하는 방안으로 효과적이다. 이산화탄소 환원으로 생성되는 화합물의 효율과 선택성(패러데이 효율)이 높은 Bi 전기화학 촉매 및 전극을 개발 하였고, 대량 포집 및 환원 연구에 집중하고 있다.



에너지화학

에너지 저장/변환의 화학적 원리로부터 새로운 에너지 소재 개발에 주력하였음. 국내 이차전지 기업들이 집중하고 있는 리튬이온전지 양극소재 공침 합성의 화학적 메커니즘을 규명하여 고성능/고안정성을 갖춘 농도구배형 양극 소재 합성법을 개발하고 고도화하였다. 나아가 차세대 전지로서 주목받는 마그네슘이차전지 및 아연이차전지의 전극 소재 개발 및 전지 안에서 일어나는 다양한 현상을 전지구동중 실시간 분석과 방사광가속기를 이용한 고도분석, 그리고 전기화학적 모델링/시뮬레이션으로 규명하는 연구를 지속적으로 수행중이다.



태양전지, 디스플레이

유기 반도체는 제조 비용이 상대적으로 저렴하고 프린팅과 같은 용액 공정으로 소자를 제작할 수 있다. 또한, 가볍고 충격에 강하며 구부러지거나 접을 수 있는 기능을 가지고 있어 차세대 태양전지, 대면적 유기전기발광 디스플레이 디스플레이에 적용이 가능하다. 높은 광전변환 효율을 갖는 유기태양전지 소재, 그리고 전자 이동도가 우수하고 화학적 가교를 통하여 높은 용매저항성을 갖는 전자 수송 재료를 설계 합성하여 용액 공정을 통한 OLED 및 QLED 디스플레이 핵심 소재를 개발하고 있으며 삼성디스플레이, LG 디스플레이 등 국내 기업과 국책 과제를 수행 중에 있다

(3) 바이오 분야

참여교수	응용분야	사회 문제 해결 계획
	환경 모니터링, 보건의료	분할 효소를 활용한 미세플라스틱 센서 개발 연구를 수행하였다. 국립 수산과학원과 협력하여 해양 환경에서 발생하는 미세플라스틱 문제 해결을 목표로 하였으며, 이를 통해 효소 기반의 고감도 검출 방식을 제시하였다. 이 성과는 지역사회 환경 보건 문제 해결과 더불어 수산업 안전성 제고에 기여할 수 있다. 또한, 다른 연구에서는 비천연 아미노산을 이용한 가역적 단백질 라벨링 기술을 개발하여, 생체 내 단백질 기능 연구와 보건·의료 분야 응용에 기여할 수 있는 결과를 확보하였다. 이를 통해 환경 모니터링 및 질병 연구·신약 개발 등 다양한 분야에 활용 가능한 바이오 원천 기술을 구축하고자 한다
	백신 및 치료제 개발	국가/사회적으로 위험성이 높고 막대한 치료 비용이 소요되는 암 질환 맞춤형 치료를 위한 소표제 기반 치료용 신규 플랫폼을 한국생명공학연구원과 공동연구를 통해 개발하였으며, 성과로 Small 저널에 논문을 발표하였다. 감염병 치료제 다수의 작용 기전을 빠르게 발굴하는 이미징 기반 방법론 개발을 한국화학연구원과 공동연구를 진행하고 있으며, 연구 결과 발표를 위한 논문 작업을 진행중이다. 파스퇴르연구소 및 한국화학연구원과의 공동 논의 및 연구를 통해 항생제 내성 극복을 위한 생체적합성 약물/백신 플랫폼 개발 및 차년도 연구 개발 과제 발굴을 위한 논의와 공동 연구를 수행중이며, 타겟 질환 맞춤형 백신과 치료제를 개발하고, 경제적으로 이득이 되도록 대량 생산 시스템 구축을 위해 에이피아이이텍과 논의를 진행하고 있다.
	의료진단 센서	질병 관련 물질을 짧은 시간에 고감도로 검출할 수 있는 바이오센서 기술 개발을 계속해 오고 있다. 최근에는 단백질분해효소를 세척 과정이 없이 간단하게 측정할 수 있는 칩을 개발하여 Sensors & Actuators B에 보고하였다. 또한, 새로운 redox label과 전극 사이의 직접전자전달을 이용하여 세척이 없이 간단하게 저분자 타겟을 측정할 수 있는 기술을 개발하였다. 바이오센서에 실질적으로 응용될 수 있도록 '여러 단계의 화학적 신호 증폭을 이용한 캐스케이드 기술'과 '단백질 분해효소를 이용하여 신호를 증폭하는 기술'을 개선하고자 한다.
	RNA, 신약개발	질병 중 제약 분야에서 가장 높은 관심을 보이는 암을 표적화하는 연구를 수행하였다. 암에서 과발현 되는 mRNA와 microRNA 에 결합하고 해당 RNA 를 분해하는 화합물을 발굴하였다. 더 나아가 화합물 라이브러리를 구축하여 표적 RNA를 저해할 수 있는 새로운 화합물 발굴 스크리닝 전략을 개발하는 연구 또한 수행할 것이다. 이러한 연구를 암이나 희귀성 질환 및 대사 질환등에 적용하여 신약개발의 시간을 빠르게 앞당길 수 있을 것으로 기대한다. 개발된 물질은 신약 후보물 뿐 아니라 RNA 기능을 연구하는 생물학 기초연구에도 유용하게 사용될 수 있다.
	질병 메커니즘, 신약개발	사회적 문제가 되고 있는 퇴행성질환의 원인이 되는 분자 메커니즘을 규명하고, 원인 메커니즘을 저해하는 생물학적, 화학적 방법을 고안하고 이를 통해서 질병을 차단하는 방법을 개발한다. 더불어 분자 메커니즘에 관여하는 분자를 타겟팅하여 이런 질병을 조기에 진단하여 치료에 이룰수 있는 방법을 모색한다.
	인공 효소, 신약개발	단백질 이론과 생체 분자 모델링을 기반으로 새로운 효소와 약물 분자를 발굴하는 방법론을 개발하고 있다. 퇴행성 뇌 질환의 주원인인 단백질 분자의 섬유화 과정을 이해할 수 있는 분자동역학(molecular dynamics) 시뮬레이션 기법을 개발하고 있으며, 동시에 생체분자 응축과 섬유화 과정 사이의 상호작용을 이해할 수 있는 그래프 기반 시뮬레이션 모듈도 개발하였다.

나 과학 대중화를 위한 프로그램

본 교육연구단은 기존의 대중화 교육 프로그램 운영 경험과 참여자 피드백을 바탕으로 기존 프로그램을

지속해서 개선함과 동시에 신규 프로그램을 개발하여 지역 사회 대중화 교육 및 과학 인재 양성에 기여하고자 한다.

(1) 학생 및 일반 대중을 대상으로 하는 과학 관련 특강

- ▶ 본 교육연구단의 참여교수들은 일반인/중고생 대상으로 하는 강연에 적극적으로 임하고 있다. 지난 1년간 한국고등교육재단에서 주최하는 드림렉처를 비롯하여 지역 중고등학교 직접 방문하여 과학 강연을 하였다. 향후에도 일반 대중을 위한 대중 강연 기회를 확대할 방침이다.

일시	참여교수명	주관	내용
2024년 9월 6일		부산진여자고등학교	부산진여자고등학교 드림렉처
2025년 4월 14일		한국과학영재학교	"단백질, 컴퓨터, 그리고 AI" 특강
2025년 5월 30일		부산강서고등학교	"단백질, 컴퓨터, 그리고 AI" 특강
2025년 6월 16일		진명여자고등학교	"노벨화학상으로 이어진 AI의 힘" 특강

(2) 과학 대중화를 위한 온라인 무료 강의 콘텐츠 개발

- ▶ 현재 과학의 대중화와 과학 접근성 향상을 위해 일부 강좌를 온라인을 통해 공개 중이며 학생들뿐 아니라 관련 분야 종사자들도 쉽게 이용할 수 있도록 하였다. 이를 계속적으로 확대하여 무료 온라인 강의 콘텐츠를 추가로 개발하고 제공하고자 한다.
- ▶ YTN 사이언스(2024 노벨화학상, 단백질의 비밀 AI로 풀다)와 EBS(취미는 과학: AI 특이점, 5년 안에 온다고?) 및 [외계 문명, 방정식으로 찾아볼까?] 등 주요 방송에서 출연 및 자문을 통해 인공지능, 화학, 우주과학 등 다양한 주제를 대중 친화적으로 전달해왔다. 복잡한 과학 개념을 쉽고 흥미롭게 풀어내며 시청자와 소통한 경험은 과학 대중화에 기여한 중요한 성과라 할 수 있다. 이러한 활동은 과학을 친근하게 풀어내며 대중과의 소통을 강화한 성과로, 향후 온라인 무료 강의 개발을 통한 과학 대중화 확산의 기반이 되고 있다.

(3) 대중매체를 이용한 과학 대중화

- ▶ 본 교육연구단의 참여교수들은 대한화학회에서 발간하는 <화학세계>, 한국화학관련학회연합회에서 발간하는 <화학연합>, 한국물리학회에서 발간하는 <물리학과 첨단기술>, 아시아태평양이론물리센터에서 발간하는 <크로스로드> 등 과학 관련 정기 간행물에 과학 대중화를 위한 글 11건을 기고하였으며, 장차 이를 신문이나 대중 잡지로 확장하여 광범위한 과학 대중화를 꾀하고자 한다. 더불어 참여 교수들은 부산과학기술협회의 과학정책연구위원으로 참여하여 과학 정책 자문을 통해서 실제 과학 대중화에 힘쓰고 있다.

다 부산 지역 이공계 인재 육성을 위한 프로그램

(1) 실험 기반의 이공계 미래 인재 육성 프로그램

- 지역 사회의 지원을 포함하여 정부 기관 및 비영리 단체를 대상으로 김광선 교수가 한국화학연구원 감염병치료기술연구센터에 다제내성균 제어 및 신규 항생제 타겟 발굴을 위한 신규 전략에 대한 자문을 하였다.
- R&E 프로그램: 24년 3월-12월, 25년 3월-12월 부산과학고등학교 학생을 대상(총 10팀)으로 과학영재 창의과제 연구를 진행하고 있다(김영석 교수, 양해식 교수, 홍대화 교수). 24년 4월-12월, 25년 4월-12월 부산일과학고등학교 학생을 대상(총 4팀)으로 과학영재 창의과제 연구를 진행하고 있다(박강현 교수).
- 양해식 교수는 한국전기화학학회(2025년 4월 2일)에서 주최한 튜토리얼 프로그램 연사로 초청되어 전기화학 임피던스의 기초 및 응용에 관한 내용을 강연하였다. 또한, 한국재료연구원(2025년 5월

29일), KETI(2025년 6월 11일)에서 튜토리얼을 진행하였다. 최정모 교수 또한 한국유기합성학회(2025년 2월 20일)에서 주최한 “단백질, 컴퓨터, 그리고 AI” 튜토리얼 강연을 덕성여자대학교에서 진행하였다.

d. 영재원 프로그램: 2025년 3월~9월, 부산대학교 과학영재원 중등사사과정 화학분야 1팀을 지도하였다(우상국 교수).

(2) 부산광역시교육청창의융합교육원 자문 활동

- ▶ 본 교육연구단 소속 교수들은 부산광역시교육청 창의융합교육원과 협력하여 부산 지역의 교육 활동에 적극 참여하고 있다. 평가 기간 동안 부산과학전람회 등 다양한 행사에 자문을 수행하였으며, 향후에도 이러한 참여를 더욱 확대해 나갈 계획이다.

일시	참여교수명	주관	내용
2024년 11월 28일		부산광역시교육청창의융합교육원	제62회 부산과학전람회 작품계획서 심사
2024년 11월 28일		부산광역시교육청창의융합교육원	제62회 부산과학전람회 작품계획서 심사
2025년 05월 23일		부산광역시교육청창의융합교육원	제62회 부산과학전람회 심사
2025년 05월 23일		부산광역시교육청창의융합교육원	제62회 부산과학전람회 심사

(3) 우수 타교생 및 미래 인재 유치 프로그램 운영

- ▶ 타교 소속 대학생이 본 연구단을 직접 방문하여 대학원 진학 정보를 얻을 수 있는 PNU Visiting Day를 매학기(2024년 11월 7일, 2025년 5월 23일) 연구 분야, 대학원 생활 및 졸업 후 진로 등의 정보를 제공하고 맞춤형 상담을 시행하였다.

(4) 학과 홈페이지 개편 및 뉴스레터 발행

- ▶ 본 대학원의 학과 구성원, 교수별 연구 주제, 연구 주제별 상호 연관성, 학과 교과목 정보, 추천 타과 교과목 정보, 졸업생 정보, 대학원생 모집 정보, 실험실 안전/연구 윤리 자료 등을 홈페이지 게시를 통해 외부에 공개하고자 한다. 이를 통해 지역 및 일반 대중에게 연구 전문 지식의 공유 기회를 제공할 수 있었다.
- ▶ 학과 내 최신 연구 결과, 동문 동정, 학과 행사 등 뉴스를 모아 매 학기 소식지 형식으로 발행하였으며, 대학원 진학과 관련된 정보를 제공하고 있다. 현재 제 11호까지 발행하였다.

라 (지역)사회 문제 해결 실적 분석을 통해 향후 추진계획

본 연구단은 기존에 구축된 협력 체계를 바탕으로 지역사회 문제 해결을 위한 연구·교육·대중소통 활동을 지속적으로 확대하고자 한다. 특히 사회문제 대응 연구, 과학 대중화 프로그램, 지역 인재 양성의 세 분야를 중심으로 기존 추진 모델을 유지·보완하여 지역사회와의 공감대 및 기여도를 꾸준히 높여 나갈 계획이다.

3. 참여교수의 연구의 국제화 현황

3.1 국제적 학술활동 참여 실적 및 현황

3.1.1 국제적 학술활동 참여 실적 및 현황

가 국제 학술대회 활동 실적

국제 학술대회 활동으로 참여교수가 참여한 국제 학술대회 초청 강연 실적(6건)과 학술대회 조직 및 운영 실적(4건)은 다음과 같다.

참여교수명	활동 기간	참여 역할	주요내용
-------	-------	-------	------

2025년 6월 23일-25일	좌장 및 학술 위원	▶ 28th KPPS Annual Symposium
2024년 10월 06일 - 10월 10일	조직위원	▶ 246th The Meeting of The Electrochemical Society(ECS)
2024년 10월 09일	좌장	▶ 246th The Meeting of The Electrochemical Society(ECS)
2024년 10월 09일	초청 강연	▶ 246th The Meeting of The Electrochemical Society(ECS)
2025년 6월 15일-19일	초청 강연 및 조직위원회	▶ 11th Pacific Symposium on Radical Chemistry (PSRC-11)
2024년 11월 8일	초청 강연	▶ 2024 East Asian Single-Molecule Biophysics Symposium
2025년 1월 12일	초청 강연	▶ Sugadaira Winter Workshop 2025
2025년 6월 21일	초청 강연	▶ Korea-Japan International Symposium on Protein Science
2025년 5월 6일-10일	초청 강연	▶ 2025 GCSC symposium: Chemical Dynamics in Materials and Living Systems
2025년 6월 15일-19일	Vice president	▶ 11th Pacific Symposium on Radical Chemistry (PSRC-11)

나 국제학술대회 개최

해외 연사가 포함된 초청 연사 3명 이외의 소규모 국제 학술대회를 교육연구단 주관으로 개최하였다.

연번	일시	학술대회명	국외연사	국내연사
1	2025년 4월 28일	G-LAMP Symposium for Collaboration with Chiang Mai University, Thailand	1명	2명

다 국제 학술상 수상

2024년 12월 2일, 교수는 Asian Core Program(ACP) Lectureship Award를 수상하였다. ACP는 아시아 주요 연구자들 간의 협력과 학문적 교류를 촉진하기 위해 설립된 국제 네트워크 프로그램이다. 이번 수상에 따라 홍콩의 2~3개 대학에서 초청 강연을 진행하며, 유기합성 및 유기전기화학 분야의 최신 연구 성과를 소개할 예정이다. 이를 통해 현지 연구자들과의 교류를 강화하고, ACP의 취지인 아시아 지역 내 공동연구와 학문적 연대를 한층 확대하는 계기를 마련할 것이다.

라 국제 학술대회 활동 실적 분석을 통한 향후 추진 계획

본 연구단은 기존의 국제학술대회 참여, 조직, 개최 경험을 기반으로 해외 연구자와의 교류를 지속 확대하고, 초청 강연 및 공동 심포지엄 참여를 정례화하여 국제 협력 네트워크를 안정적으로 강화해 나갈 계획이다.

3.1.2 국제 학술지 활동

본 교육연구단 참여교수는 다음과 같이 국제 학술지에서 편집장 및 편집위원으로 활동하였으며, 향후에도 이러한 역할을 지속하여 학문적 신뢰도 제고와 국제 연구 네트워크 강화를 이어가고자 한다.

참여교수명	저널명	직책	참여 기간
	Antibiotics/IJMS/Microbiology Research/ Medicine/Pharmaceuticals/Pharmaceutics/Nanomaterials/Microorganism	Topic Editor	2023년~현재
	Antibiotics	Reviewer Board	2021년~현재
	Frontiers in Pharmacology	Review Editor	2021년~현재
	Pharmaceutics	Special Issue Editor	2021년~현재
	Nanomaterials	Reviewer Board	2020년~현재
	Catalysts	Reviewer Board	2020년~현재
	Catalysts	Guest Editor Board	2018년 ~ 현재
	Processes	Section Board for 'Chemistry Systems'	2020년~현재
	Energies	Section Board Member	2021년~현재
	Frontiers in Energy Research	Review Editor	2022년~현재
	Bulletin of the Korean Chemical Society	Associate Editor	2020년~현재
	Electroanalysis	Associate Editor	2023년~현재
	Green Chemical Engineering	Editorial Board	2019년~현재
	Organic Polymer Materials Research	Honorary Editor-in-Chief	2021년~현재
	Polymers	Editorial Board	2024년~현재

3.2 국제 공동연구 실적

〈표 3-6〉 최근 1년간 국제 공동연구 실적

연번	공동연구 참여자		상대국/ 소속기관	국제 공동연구 실적	DOI 번호/ISBN 등 관련 인터넷 link 주소
	교육연구단 참여교수	국외 공동연구자			
1			인도/Sri Venkateswara College of Engineering	Muniyappan, A; Muthuvel, PA; Sanmugam, A ; Wadaan, MA; Baabbad, A; Muthuchamy, N ; Park, KH (2025) Processes, Vol 13, pp.204	10.3390/pr13010204
2			인도/GITAMDeemed to Be Universit	Teegala, R; Bhavnari, PCR; Sagar, K; Ingle, AB; Pradhan, TR; Park, JK (2025) Organic Letters, Vol 27, pp1706	10.1021/acs.orglett.5c00124
3			미국/University of Illinois at Chicago	Reddy, SC; Lee, HS; Sunariwal, N; Kumar, K ; No, WJ; Cabana, J; Oh, SH; Yoo, HD (2025) Energy Storage Materials. Vol 75, pp. 104002	10.1016/j.ensm.2025.104002
4			인도네시아/Yulia Anita	Atriardi, SR; Anita, Y; Woo, SK (2025) Synthesis-Stuttgart, Vol. 57, pp. 953	10.1055/s-0043-1775423
5			미국/University of Florida	Kim, JK; Lim, SW; Jeong, H; Lee, C; Kim, S ; Son, DW; Kumar, R; Andring, JT; Lomelino, C; Wierman, JL; Cohen, AE; Shin, TJ; Ghim, CM; McKenna, R; Jo, BH; Min, D; Choi, JM ; Kim, CU (2025) Nature Communications, Vol. 16, pp. 4404	10.1038/s41467-025-59645-x

6	인도/World Peace University	Mahadadalkar, MA; Gosavi, SW; Koh, M; Park, N; Park, KH; Kale, BB (2025) International Journal of Hydrogen Energy, Vol. 140, pp. 246	10.1016/j.ijhydene.2025.05.239
7	미국/University of Illinois Chicago	Kim, S; Thind, AS; Mohanty, SK; Hong, JK; Jung, JY; Park, H; Yang, YJ; Park, MS; Porwal, MS; Allen, E; Choi, BK; Jung, H; Sunariwal, N; Kumar, K; Ge, MY; Yoo, J; Song, JH; Ryu, JH; Lee, S; Reddy, SC; Srinivasa, MK; Pati, AR; Lee, E; Klie, RF; Cabana, J; Yoo, HD (2025) ACS Energy Letters, Vol. 10, pp. 3600	10.1021/acsenergyl ett.5c01634
8	인도/SRM Institute of Science and Technology	Boopathi, D; Jayamkondan, Y.; Swain, D; Yoo, HD; Nayak, PK (2025) Journal of Energy Storage, Vol. 125, pp. 116929	10.1016/j.est.2025.116929
9	미국/National Institute of Standards and Technology	Lee, YJ; Kim, SM; Lee, SH; Camp, CH Jr; Chon, B (2025) Analytical Chemistry, Vol. 97, pp. 2303472	10.1021/acs.analchem.5c02700

3.3 외국 대학 및 연구기관과의 연구자 교류 실적 및 계획

3.3.1 참여교수의 상호교류 현황

가 참여교수의 국제 교류

본 교육연구단 참여교수가 지난 1년 동안 해외 그룹과의 공동연구를 통해 9편의 국제 공동연구 논문을 게재하였다. 이 중 IF 10 이상인 최상위 논문이 33%(3편)라는 것은 본 교육연구단의 국제 공동연구 결과가 우수함을 나타낸다. 참여교수가 아래 내용과 같이 3개국(미국, 인도, 인도네시아)의 대학 및 연구소를 방문하여 교류하였고, 상기와 같은 우수한 연구 성과를 도출하였다.

(1) 단체 교류

- ▶ The 26th Joint Seminar of the Busan Branch of the Korean Chemical Society (KCS) and the Kyushu Branch of the Chemical Society of Japan (CSJ)
 - 본 교육연구단과 규슈 대학교 화학과 연구단이 공동심포지엄을 개최할 예정이다(일본 개최: 2025년 10월 24일-26일). 본 교육연구단 양해식, 오세철 교수가 참석할 예정이고 한일 공동심포지엄은 앞으로도 정기적으로 개최할 계획이다.

(2) 개별 공동연구

- ▶ 교수
 - 미국 University of North Carolina at Chapel Hill의 조옥래 교수와 국제 공동연구를 시작하였다. 본 연구는 근육 세포 내 단백질 분해와 관련된 노화 및 질환 기작을 규명하기 위한 화학 프로테오믹스 기반 연구를 중심으로 하며, 유전자 코드 확장 기술과 분자 표지 전략을 접목하여 새로운 단백질 조절 플랫폼을 개발하는 데 목표를 두고 있다. 본 국제 교류를 통해 최신 연구 기법의 공유와 공동 논문 및 과제 추진을 준비하고 있다.
- ▶ 교수
 - 인도의 Gandigram Rural institute의 Ulagan 교수팀과 대만 창궁대학의 Krishnamoorti 박사팀과의 연구교류를 통하여 세균 감염 및 당뇨병 치료에 활용 가능한 신규 물질을 발굴하는 연구를 수행하여 Bacteria 와 Micro journal에 논문 투고 및 리뷰를 제출하였다(2025년). 동일한 그룹과 당뇨병에 대한 환자 맞춤형 질환에서의 장내 미생물총의 조절 방법을 제시하는 리뷰논문을 작성하여 Obesity

Medicine에 논문을 투고하였다.

▶ 교수

- 미국 Purdue University의 Jeffrey E. Dick 교수와 공동연구를 수행 중이며, 전기화학적 해수 전해에서 산소 발생과 수소 발생의 메커니즘 연구를 진행하고 있다. 활발한 연구 토의를 이어가고 있으며, 공동연구 논문도 작성 중이다. 또한 Electrochemiluminescence 연구를 공동으로 수행하고 있으며, 학생과 연구원 파견도 예정되어 있어 심도 있는 연구를 추진하고자 한다. 이를 통해 국제적 연구 네트워크를 강화하고, 나아가 국제화 시대에 부합하는 우수 인력 양성에 기여하고자 한다.

▶ 교수

- 미국 University of Illinois at Chicago, Argonne National Laboratory를 방문하면서 공동연구를 수행 중이다. 공동연구의 결과로 에너지 관련 우수 저널인 ACS Energy Letters(2019, 2025년), Energy Storage Materials(2025년)에 논문을 게재하였다.
- 인도 SRM Institute of Science & Technology의 Prasant Kumar Nayak 교수와의 공동연구를 통해 슈퍼캐패시터의 성능을 향상시키는 전해질 소재와 고용량 리튬이온전지 양극소재를 개발하였고, J. Power Sources(2024), J. Energy Storage(2025)에 논문을 게재하였다.

▶ 교수

- 미국 National Institute of Science and Technology의 Young Jong Lee 박사와 생체 분자의 약물 반응성, 생물 반응성을 예측 할 수 있는 분자 특성을 관찰하는 방법으로 적외선 분광법을 활용함에 있어 용매의 효과를 완벽히 추출할 수 있는 방법론을 고안하여 용매 효과와 생분자의 특성을 각각 관찰할 수 있는 기술을 Anal. Chem.(2025년) 에 보고하였다. 더불어 2025년 2월부터 이상학 교수 연구실의 박사과정 이진민 학생이 NIST 파견되어 공동 연구를 수행하고 있다.

▶ 교수

- Washington University in St. Louis의 Rohit Pappu 교수 연구팀, St. Jude Children's Hospital의 Richard Kriwacki 교수 연구팀과 공동 연구를 통해 생체분자 응축물의 내부 구조를 밝혀내는 연구를 수행하여 Nature Communications에 발표하였다(2024년).
- UNIST의 김채운 교수, University of Florida의 Robert McKenna 교수 등이 참여한 국제공동연구팀에 소속되어 carbonic anhydrase의 작동 메커니즘을 밝히는 공동 연구를 수행하였고, 해당 결과를 Nature Communications에 발표하였다(2025년).
- California Institute of Technology에 2025년 7월부터 1년간 방문 교수로 체류하면서 Zhen-Gang Wang 교수 연구팀과 함께 생체고분자 이론 및 시뮬레이션 기법 개발을 연구하고 있다.

나 해외 연사 초청 세미나를 통한 교류

지난 1년간 23명의 해외 유명 학자를 초빙하여 세미나를 개최하고 상호 교류하였다. 아래에 해당 학자와 세미나 날짜를 열거하였다.

성명	소속	국가	일자
	Stanford University	미국	2024년 10월 21일
	Shanghai Institute of Organic Chemistry	중국	2024년 10월 31일
	Peking University	중국	2024년 11월 7일
	University of Oxford	영국	2024년 11월 12일
	University of Minnesota	미국	2024년 11월 28일
	Memorial Sloan Kettering Cancer Center	미국	2024년 12월 2일
	Harvard Medical School & Brigham and Women's Hospital	미국	2024년 12월 2일
	Stanford University School of Medicine	미국	2024년 12월 4일

Chiang Mai University	태국	2024년 12월 9일
Chiang Mai University	태국	2024년 12월 9일
Queen's University	캐나다	2025년 1월 17일
The City College of New York	미국	2025년 3월 21일
University of Maryland	미국	2025년 3월 24일
Utrecht University	네덜란드	2025년 4월 2일
KU Leuven	벨기에	2025년 4월 8일
Catalan Institute of Nanoscience and Nanotechnology	스페인	2025년 5월 30일
University of Illinois at Urbana-Champaign	미국	2025년 5월 30일
University of Colorado Boulder	미국	2025년 5월 30일
Osaka Metropolitan University	일본	2025년 6월 4일
POLYMAT	스페인	2025년 6월 24일
ETH Zurich	스위스	2025년 7월 29일
Max Planck Institut fur Kohlenforschung	독일	2025년 8월 21일
Mass General Brigham/Harvard Medical School	미국	2025년 8월 27일

3.3.2 참여교수의 상호교류 계획

가 참여교수의 국제 교류 계획

본 교육연구단에서 현재 진행 중인 단체/개별 국제 교류는 유지하면서 본 교육연구단의 많은 교수가 함께 참여하는 국제 교류를 확대하고자 한다. 상세한 국제 교류 계획은 다음과 같다. 본 교육연구단은 활발한 국제 학술 교류를 통해 연 5편 이상의 상위 20% 논문 게재를 목표로 한다.

연번	연구자소속 및 교수명	연구분야	교류 계획
1		전기화학 /생화학	▶ 직접전자전달이 가능한 산화환원 효소를 이용한 바이오센서 개발(2024년~2026년) ▶ 참여대학원생 교류(2024년)
2		전기화학촉매 /인공광합성	▶ 전기화학촉매 관련 공동연구 및 대학원생 파견(2025년~2026년)
3		고분자화학 /유기전자재료	▶ 유기반도체 소자 합성 공동연구(2025년~2027년) ▶ 대학원생 파견(2026년~2027년)
4		촉매유기화학 /계산화학	▶ 촉매 유기반응, 전기 유기반응 등 메카니즘 규명을 위한 공동연구
5		전기화학 /재료화학	▶ 리튬이온전지 및 차세대 이차전지 전극물질 방사광가속기 고도분석(2017년~2027년)
6		무기화학 /촉매화학	▶ 천연물을 활용한 나노 촉매 합성 및 특성 연구(2023년~2026년)
7		무기화학 /나노화학	▶ MOF 구조체를 활용한 가스센서 특성 연구(2023년~2026년)
8		이론화학 /고분자화학	▶ 생체고분자 관련 공동연구 및 논문작성(2025년~)

9	생화학 /RNA 화학	▶ 염기 인식 가능 천연 아미노산을 이용한 RNA 안정성 in vitro 모니터링 연구(2025년-) ▶ 대학원생 교류
10	화학생물학	▶ 화학단백질체학 관련 공동연구 및 논문작성(2025년-)
11	물리화학 /분광학	▶ 2025년 12월 공동 연구 목적 한국 방문 ▶ 대학원생 파견 및 공동 연구 ▶ 2025년 공동 연구 논문 발표
12	전기화학	▶ 2025년 2월 공동 연구 목적 인도 방문 및 공동 연구 ▶ 2024년부터 매년 꾸준히 공동 연구 논문 발표

나 인공 효소/촉매 분야 집중 교류

주도적인 인공 효소/촉매 분야 학술교류를 위해 2025년에는 본 교육연구단 대학원생 2명을 미국에 장기파견 예정이고, 인공 효소/촉매 분야의 국제 공동연구도 12건 예정되어 있다. 앞으로 참여교수의 국제 학술대회 초청강연 및 기조연설 또한 적극적으로 장려하여 학술 교류를 더 확대할 것이다. 이처럼 본 교육연구단은 인공 효소/촉매 분야의 저명인사 초청 및 국제 학술대회의 적극적인 유치를 통해 학술교류 및 글로벌 네트워크를 확대하고, 인공 효소/촉매 분야의 국제적 연구 거점으로 자리매김하고자 한다.