

『4단계 BK21사업』 미래인재양성사업(과학기술분야)

교육연구팀 자체평가보고서

접수번호	-										
사업 분야	기초과학	신청분야	화학	단위	전국	구분	교육연구팀				
학술연구분야 분류코드	구분	관련분야		관련분야		관련분야					
		중분류	소분류	중분류	소분류	중분류	소분류				
	분류명	화학	물리화학	화학	분석화학	화학	화학일반				
	비중(%)	60%		20%		20%					
교육연구 단(팀)명	국문) 생물리광화학 창의인재 양성사업팀 영문) BK21 Education Research Team for Bio/Energy Photochemistry										
교육연구 단(팀)장	소 속	중앙대학교 자연과학대학(원) 화학과(부)									
	직 위	교수									
	성명	국문	윤상운	전화		02-820-5990					
				팩스		02-825-1363					
		영문	Yoon, Sangwoon	이동전화		[REDACTED]					
				E-mail		sangwoon@cau.ac.kr					
연차별 총 사업비 (백만원)	구분	1차년도 (2019-212)	2차년도 (213-222)	3차년도 (223-232)	4차년도 (233-242)	5차년도 (243-252)					
	국고지원금	183	366	374	492	427					
총 사업기간		2020.9.1.-2027.8.31.(84개월)									
자체평가 대상기간		2023.9.1.-2024.8.31.(12개월)									
본인은 관련 규정에 따라, 『4단계 BK21사업』 관련 법령, 귀 재단과의 협약에 따라 다음과 같이 자체평가보고서 및 자체평가결과보고서를 제출합니다. 2024년 11월 7일											
작성자	교육연구단(팀)장					윤 상 운 (인)					
확인자	중앙대학교 산학협력단장					고 중 혁 (인)					

〈자체평가 보고서 요약문〉

중심어	생물리광화학	생명	에너지
	광화학반응	세포 화학 동력학	플라즈몬
	광촉매	광센서	기계학습
교육연구팀의 비전과 목표 달성정도	- 중앙대학교 화학과 생물리광화학 창의인재 양성사업팀은 교육과 연구를 통해 생명 및 에너지 분야의 과학기술·산업·사회 문제 해결에 기여하는 우수한 연구 인력 양성을 목표로 한다. - 교육과정 구성과 학사관리 운영 방식 개선, 비교과과정 운영, 대학원생 학술활동 지원, 과학기술·산업·사회 문제 해결을 위한 교육프로그램 운영, 우수대학원생 확보 노력, 교육의 국제화를 통해 대학원생의 역량을 높여 우수한 취업 실적(삼성디스플레이 등 취업, 박사과정 취업률 100%), 논문실적(총 25편 게재, 1편당 IF 9.1), 학술대회 발표실적(36건 발표 및 14회 우수발표상 수상)을 이루었다.		
교육역량 영역 성과	- 교육과정 구성 및 학사관리 개선: △2023-2와 2024-1에도 각각 10명과 9명의 외부 연사를 초청해 모범적인 콜로키움을 운영하였다. 충분한 질의/응답 시간을 가져 대학원생들의 참여도를 높였다. △박사과정 학생들에 한해 논문제출자격시험 구두 평가로 전환하였고 △학생들의 진척도를 점검하고 연구자로서의 성장을 멘토링하기 위해 연차점검보고서를 시행하였다(14명). - 비교과과정 운영: △연구에 필요한 논문작성법, EndNote 활용법, 연구윤리 등에 대한 비교과 강좌(12건) 및 R&D 장비활용교육(7명)을 독려하였고, △학생들의 교육역량을 키우기 위해 Best TA Award를 시상하였다. - 대학원생 학술활동 지원: △제4회 우수논문상 시상식을 열어 우수한 연구성과를 보인 6명을 선발하여 시상하였고, △제2회 대학원생 학술문화축제를 개최하여 학생들이 1년간의 연구성과를 강연과 포스터로 발표할 수 있는 기회를 제공하였다. (100여명 참석, 구두발표 7건, 포스터발표 17건). - 참여대학원생 취업 실적: △석사과정은 6명 중 4명이 진학 또는 취업(삼성디스플레이, KCC 등)하였으며, △박사과정은 졸업생 3명이 전원 취업하였다. - 참여대학원생 논문 실적: △총 25편의 논문을 게재하였으며 참여대학원생이 43.5명이므로 1인당 평균 0.57편을 작성했고, 1편당 IF 9.1로 매우 높은 수준의 논문을 출판하였다. △이들 논문은 Chem. Soc. Rev.와 ACS Appl. Mater. Interfaces 등에 표지논문으로 실렸으며, 관련 분야를 대표하는 Biosens. Bioelectr. J. Phys. Chem. Lett., Org. Lett. 등에 게재되었다. - 참여대학원생 학술대회 발표 실적: △지난 1년동안 우리 교육연구팀 참여대학원생들은 국제학술대회에서 24건, 국내학술대회에서 36건의 발표를 진행했으며 △14회 (총 발표 건수의 23%)에 걸쳐 우수포스터상, 우수구두발표상 등을 수상하였다. - 참여대학원생 특허 실적: 지난 1년동안 우리 대학원생들은 발명자로 참여하여 총 1건의 특허를 등록하고 3건의 특허를 출원하였다. - 국제화 교육: 해외 연구기관과의 교류, 해외 선도연구자 초청 강연(18명), 대학원생 해외학회 발표(7명), 영어 학위논문 작성, 영어 강의 등을 통해 학생들이 글로벌 연구자로 성장할 수 있는 기회를 제공하였다.		
연구역량 영역 성과	- 참여교수 연구비 수주 실적: △1년간 1인당 평균 8억 8천만원의 연구비를 수주하였으며, △성재영 교수는 센터장으로 선도연구센터(7년, 총 105억원)를 유치하였다. - 참여교수 논문 실적: △1년동안 6명의 참여교수가 교신저자로 총37편의 논문을 출판하여 1인당 평균 6편의 논문을 작성하였으며, △이 중 24%가 JCR 상위 5%에 드는 논문이고, 전체의 70%가 JCR 상위 20%의 논문일 정도로 양질의 논문을 게재하였음을 알 수 있다. 1편당 IF도 9.7에 이른다. △이들 논문은 Nat. Commun., Chem. Soc. Rev., ACS Appl. Mater. Interfaces, J. Phys. Chem. Lett., Biosens. Bioelectr. 등 관련분야를 대표하는 저널에 실렸으며 생명분야와 에너지분야의 학		

	문적, 실용적 진보를 앞당기는데 크게 기여하였다. - 참여교수 특허 및 기술이전 실적: △3건의 특허 등록, 5건의 특허 출원 실적을 올렸으며, △주재범 교수는 (주)플라즈몬에 고감도 나노플라즈모닉 진단 방법을 이용한 박테리아 검출 기술로 1억 1천만원의 기술이전을 성사시켰다. - 연구의 국제화: 참여교수들은 △28건의 국제공동연구 논문 출판, △미국, 스위스, 호주, 영국, 중국, 등 5개국, 11개 해외 연구기관과의 인적 교류, △국제학회 기조/초청 강연(10건), △5개 국제학술지 편집위원 활동 등을 통해 연구의 국제화에 힘쓰고 있다.
달성 성과 요약	지난 단계평가에서 “우수 교육연구팀”으로 선정된 이후에도 목표했던 사업을 성실히 수행하여 위에 제시한 대로 교육역량과 연구역량 영역의 목표를 달성하였으며 세계적인 수준의 대학원으로 발돋움하기 위해 노력하고 있다.
미흡한 부분 / 문제점 제시	교육역량 영역 - 우수대학원생, 특히 박사과정 또는 석박통합과정 학생을 더 많이 유치해야 할 필요가 있음 (3차년도에 비해 4차년도 참여대학원생 수 감소: 50.5명 → 43.5명) - 참여대학원생들의 총 논문수(25편) 대비 제1저자 논문수(12편)를 늘릴 필요가 있음 - 박사과정 졸업생 취업의 질을 높여야 함. 특히 학문후속세대로서 학계 진출을 적극 권장해야 할 필요가 있음 - 해외학회 발표 경험을 더 많이 제공함으로써 국제화된 시각을 갖도록 할 필요가 있음 - 신진연구인력(포스트닥)에 대한 지원을 강화해야 함 - 그 외 전체적인 대학원 분위기를 활성화시키고 자발적인 연구 동기를 갖도록 유도할 수 있는 프로그램 개발이 필요함 연구역량 영역 - 지금처럼 논문의 질적 수준을 계속 높여 나가야 함 - 국제공동연구에 있어 교신저자로서 대등한 관계에서 연구를 진행해야 할 필요가 있음 (국제공동연구 공동저자 논문이 필요 이상으로 많음) - 교육연구팀 내 참여교수들끼리의 공동연구를 통한 양질의 논문을 작성해야 할 필요가 있음 - 교육연구팀 단위의 국제 심포지엄 개최 등을 통해 연구의 국제화를 집단적으로 향상시킬 필요가 있음
차년도 추진계획	교육역량 영역 기존에 해오던 여러 활동들을 지속적으로 해 나갈 예정임. 여기에 추가로 위 미흡한 점들을 개선하기 위해 다음과 같은 사업을 추진하고자 함. - 교육연구팀 차원의 적극적인 홍보를 통한 우수대학원생 유치 - 참여대학원생들에 대한 더 적극적인 연구지도를 통한 제1저자 논문 수 증가 유도 - 교육연구팀 차원의 박사 졸업생 취업 지원 (“It takes a village to raise a child” spirit) - 참여대학원생들의 국제학회 참석 지원 - 신진연구인력 지원 강화 - 전체적인 대학원 분위기 활성화를 위한 새로운 프로그램 도입 연구역량 영역 - 논문에 대한 질적 수준 평가를 통한 논문의 질 향상 - 국제공동연구시 교신저자로 논문 참여 권장 - 교육연구팀 내 공동연구 활성화 - 교육연구팀이 주관하는 국제심포지엄 개최

1. 교육연구팀장의 교육·연구·행정 역량

성명	한글	윤상운	영문	Yoon, Sangwoon
소속기관	중앙대학교 자연과학대학(원) 화학과(부)			

■ BK21 교육연구팀 팀장 변경

- **변경 내용:** 4단계 BK21 중앙대학교 화학과 생물리광화학 창의인재 양성사업팀 팀장을 2024년 8월 1일자로 성재영 교수에서 윤상운 교수로 변경하였다. 성재영 교수는 참여교수로 계속 BK21에 남아있고, 윤상운 교수도 기존 참여교수였으므로 전체 참여교수 수(6명)에는 변동이 없다.

변경 일자	변경 내용	변경 전	변경 후	변경 사유
2024.08.01	팀장 교체	성재영 교수	윤상운 교수	성재영 교수 SRC 센터장 취임 (BK21 팀장과 겸직 금지)

- **변경 사유:** 성재영 교수가 신규 선정된 선도연구센터(SRC) 센터장을 맡게 됨에 따라 관련 규정에 따라 BK21 교육연구팀장을 겸직할 수 없게 되어 회의(2024.07.28.)를 거쳐 만장일치로 기존 참여교수였던 윤상운 교수를 신입 팀장으로 위촉하였다.

■ 신입 교육연구팀장의 연구 역량

- **약력:** 윤상운 교수는 서울대학교 화학과에서 학사(1994년), 석사(1996년) 학위를 취득한 후, 미국 University of Wisconsin-Madison 화학과에서 박사(2003년) 학위를 받았다. 이후 미국 University of California, Berkeley에서 박사 후 연구원 과정을 거쳐, 2006년 단국대학교 화학과에 부임하였고, 2016년 중앙대학교 화학과로 이직하여 현재까지 교수로 재직 중이다.
- **연구분야:** 윤상운 교수는 금속 나노입자와 빛의 상호작용을 연구하는 플라즈모닉스(plasmonics) 분야의 전문가로서 주로 금/은/양자점 등의 나노입자를 조립하여 이들 나노입자의 플라즈몬/엑시톤 특성을 제어 또는 증강시키고 이를 센서, 촉매 등에 활용하는 연구를 수행 중이다.
- **연구실적:** 윤상운 교수는 지금까지 70여편의 논문을 출판하였으며 특히 최근 10여년간 금나노입자의 조립과 플라즈몬 커플링, 핫캐리어 동역학 등에 대한 내용으로 *ACS Nano*(2012년, 2014년, 2015년, 2019년), *ACS Applied Materials & Interfaces*(2019년, 2022년, 2024년), *ACS Photonics*(2022년, 2024년) 등 세계 유수의 저널에 단독 교신저자로 논문을 게재하는 등 활발히 연구를 수행하고 있다.
- **특허실적:** 윤상운 교수는 총 4건의 등록된 특허를 보유하고 있으며, 현재 2건의 특허가 출원 중이다. 또한 (주)엔이에스 바이오테크놀러지에 금나노입자 합성에 대한 기술을 이전한 바 있다.
- **수상실적:** 윤상운 교수는 이와 같은 연구의 우수성을 인정받아 대한화학회 젊은 물리화학자상(2016년), 김명수 학술상(2023년), Fulbright Visiting Scholar Award(2022년), Sigma-Aldrich 화학자상(2024년)을 수상하였다.
- **연구비 수주실적:** 윤상운 교수는 2단계 BK21과 (현) 4단계 BK21 사업에 참여한 바 있고, 그동안 신진연구, 특정기초-우수신진, 기본연구, 중견연구 등의 개인기초연구사업을 활발히 수주해 왔다. 현재는 선도연구센터(ERC, 나노-광 융합 바이오의료 진단 연구센터, 2020.07 ~ 2027.02, 총 67억)에 속해 있으며 올해 새로이 중견연구 사업(2024.05 ~ 2027.04, 연 2억, 총 6억)에 선정되었다.

■ 신입 교육연구팀장의 교육 역량

- **강의:** 윤상운 교수는 주로 물리화학 강의를 맡고 있으며 MathCAD 등의 컴퓨터 프로그램을 이용해

수식을 시각화하고 물리화학적인 개념을 알기 쉽게 설명해 주는 것으로 정평이 나 있다 (아래 강의 평가 내용 참조).

문항별 평가결과
학생의견

내용

제가 화학과에서 배웠던 수업들 중에 가장 열정적이고 학생들이 이해하기 쉽게 설명해주신 교수님이십니다. 내용이 어려운데도 수업이 재밌었어요.

교수님 덕분에 전학기 너무 재미있었습니다 등록금이 아깝지 않은 수업이네요 연구 방향하세요

처음 물리화학이라는 과목에 많이 겁먹고 시작했는데 흥미를 갖고 공부할 수 있게 해주셔서 정말 정말 감사합니다!!! 힘들었지만 보람찬 수업이었습니다.

학생들의 질문에 잘 답해주시고, 또한 세세한 것들을 하나하나 물어 설명해주시는 것이 이해에 큰 도움이 되었습니다.

이번 학기에 들은 수업 중 가장 만족도가 높은 수업이었습니다. 항상 완벽한 수업 준비, 최고의 강의력과 교수님의 열정에 감명 받았습니다. 평소 물리를 어려워하여 좋아하지 않는 편이었는데 덕분에 처음으로 물리를 즐겁게 공부해 본 거 같습니다. 한 학기간 감사드립니다.

한 학기 동안 좋은 수업 해 주셔서 감사합니다. 덕분에 원자와 분자에 대해 좀 더 이해하게 된 것 같습니다.

- **교육 관련 수상 실적:** 윤상운 교수는 위와 같은 교육 역량을 인정 받아 부임한지 1년만인 2007년 9월, 단국대에서 신설되어 단 10명의 교수에게만 수여했던 “Best Teaching Award”를 수상하였다. 중앙대로 이직한 후에는 학부 과목을 맡는 학기에는 거의 빠짐없이 “강의평가 우수 전임교원”에 선정되고 있다.
- **대학원생 지도:** 윤상운 교수는 현재 1명의 포스트닥, 1명의 연구원, 2명의 박사과정, 4명의 석사과정 등 총 8명의 연구를 지도하고 있다. 지금까지 총 17명의 석사, 4명의 박사를 배출하였으며 2명의 포스트닥을 지도한 바 있다.

신임 교육연구팀장의 행정 역량

- **교내 행정 경험:** 윤상운 교수는 단국대(2009년 3월~2011년 2월)와 중앙대(2019년 2월~2021년 1월)에서 학과장으로 봉사한 바 있다. 특히 중앙대에서 학과장을 할 때는 코로나19라는 초유의 사태에서도 학과와 학사관리를 안정적으로 운영하였으며 “학과혁신지원사업” (사업비: 5천만원)을 수주하여 실험기자재 도입, 학생들 진로 활동 지원, 브라운백 세미나를 통한 학과 교수들 사이의 공동연구 활성화 등 학과를 선진화시키고자 노력하였다.
- **학회 행정 경험:** 윤상운 교수는 2021년 1월부터 12월까지 1년간 대한화학회 물리화학분과 총무간사를 역임하며, 코로나19 팬데믹 상황에서도 5번의 물리화학분과 심포지엄을 안전하고 성공적으로 개최하였으며 “물리화학분과 소식지”를 창간하여 분과 회원 간 정보 교류와 소통에 기여하였다 (물리화학분과 소식지는 지금까지 계속 1년에 2회 발행되며 그 명맥을 유지하고 있다). 또한 신임교수들에 대한 학회차원의 재정적인 지원, 연구비 수주를 도와주기 위한 “연구재단 과제 신청 포럼” 개최 등 분과회원들의 연구 활동을 지원하기 위해 노력하였다. 심포지엄 때마다 신임교수 소개, 퇴임교수님 인사 시간을 가짐으로써 분과회원들 간 결속력을 증진시켰다. 이러한 노력에 힘입어 윤상운 교수가 총무간사로 일하는 동안 분과 회원 수가 오른쪽과 같이 85명에서 154명으로 2배 가까이 성장하여 분과 발전의 초석을 놓았다.
- **학회 활동:** 2018년 제주에서 개최되었던 제26회 국제라만학회(International Conference on Raman Spectroscopy, ICORS 2018), 2021년 서울에서 개최되었던 제11회 아시아 광화학회(Asian Photochemistry Conference, APC 2021)에 조직위원회로 활동하여 학회를 성공적으로 개최하는데 이바지하였다.



2. 대학원 학과 소속 전체 교수 및 참여연구진

<표 1-1> 교육연구팀 대학원 학과 전임 교수 현황

(단위: 명, %)

대학원 학과(부)	학기	전체교수 수	참여교수 수	참여비율(%)	비고
화학과	2023년 2학기	14명	6명	43%	
	2024년 1학기	15명	6명	40%	

<표 1-2> 자체평가 대상기간(2023.9.1~2024.8.31.) 교육연구팀 대학원 학과 소속 전임 교수 변동 내역

연번	성명	변동 학기	전출/전입	변동 사유	비고
1	이민희	2024년 1학기	전입	신규 임용	

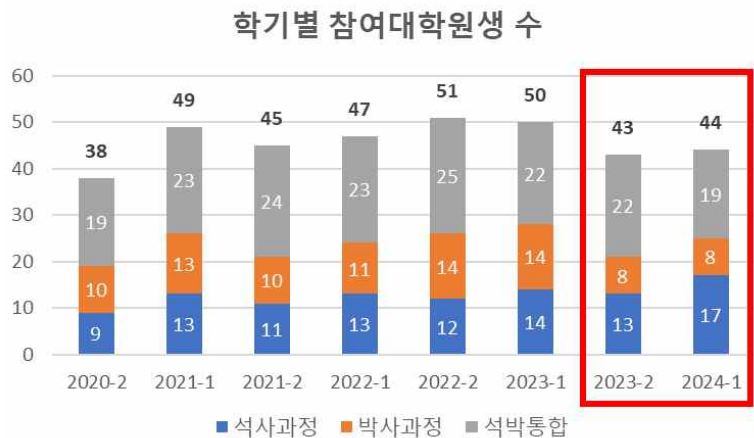
<표 1-3> 교육연구팀 대학원 학과 대학원생 현황

(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	2023년 2학기	35	13	37	21	8	38	27	22	81	83	43	51
	2024년 1학기	46	17	36	22	8	36	24	19	79	92	44	47
참여교수 대 참여학생 비율					교수 1인당 7.2명								

■ 평가 대상 기간(2023.9.1~2024.8.31.) 교육연구팀 참여인력 구성 변경 및 현황

- 위 <표 1-3>에서 BK21 참여 기준은 석사과정은 4학기 이내, 박사과정은 8학기 이내, 석박통합과정은 12학기 이내이다. 이런 이유 때문에 현재 교육연구팀 대학원 학과(중앙대 화학과) 박사과정의 경우 대부분 BK21 참여교수 연구실 소속임에도 불구하고 참여 박사과정 학생으로 간주되지 않아 구성 비율이 낮게 계산되었다.
- 아래 그림과 표는 4단계 BK21 사업을 시작한 이래 본 교육연구팀의 참여인력 변경 추이를 나타낸 표이다. 이번 평가 대상 기간인 2023년 2학기와 2024년 1학기에 참여교수 수와 참여 신진연구인력 수는 6명으로 동일하며, 전체적인 대학원생 수는 예년 평균에 비해 소폭 감소하였다. 특히 박사과정 학생 수가 감소한 것처럼 보이는데 이는 졸업생 현황(18쪽, <표 2-1>)을 보면 알겠지만 4단계 BK21 사업이 시작되면서 박사과정에 들어온 학생들이 졸업해서 나가기 시작하기 때문인 것으로 보인다.



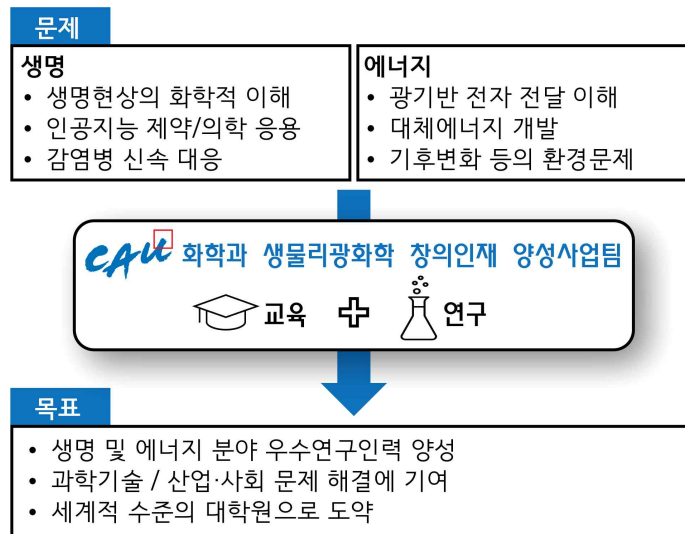
[표 I-1]. 4단계 BK21 생물리광화학 창의인재 양성사업 참여 인력 변경 현황

	2020-2	2021-1	2021-2	2022-1	2022-2	2023-1	← 평균	2023-2	2024-1
참여교수	6	6	6	6	6	6	6	6	6
석사과정	9	13	11	13	12	14	12	13	17
박사과정	10	13	10	11	14	14	12	8	8
석박통합과정	19	23	24	23	25	22	23	22	19
신진연구인력	2	1	1	1	1	1	1	1	1
총 인원	46	56	53	54	58	57	54	50	51

3. 교육연구팀의 비전 및 목표 달성정도

■ 우리 교육연구팀의 비전 및 목표

- 중앙대학교 화학과 생물리광화학 창의인재 양성사업팀은 생명 및 에너지 분야 우수한 연구인력을 양성하여 생명 및 에너지 분야의 과학기술·산업·사회 문제 해결에 기여하고 나아가 우리 대학원을 세계적 수준의 대학원으로 발전시키는 것을 목표로 한다.



- 이러한 비전을 달성하기 위해 교육역량과 연구역량 영역에서 세부목표를 설정하고 이를 실현하기 위해 노력해왔다. 우리 교육연구팀 6명의 참여교수와 50여명의 대학원생들이 힘을 합쳐 노력한 결과 1단계에서 많은 목표를 달성하였고, 이에 단계평가에서 “우수 교육연구팀”으로 선정되어 (2023.08.16.) 인센티브를 받은 바 있다. 따라서 아래에서는 이번 평가기간(2023.9.1.~2024.8.31.)동안 달성한 내용만 간단히 기술하고자 한다 (더 자세한 내용은 아래 각 영역에 대한 서술 참조).

■ “교육역량” 목표 달성 정도

■ 교육과정 구성 및 학사관리 운영 개선 실적:

- ✓ 화학과 대학원 내 생물리광화학 세부전공 개설함 (2023년)
- ✓ 생물리광화학 분야 교과목 개발 및 강의: 참여교수들 2023-2에 3과목, 2024-1에 5개 과목 강의
- ✓ 콜로키움 모범적 운영: 2023-2에 10명, 2024-1에 9명의 외부 연사를 초청하여 매주 목요일 5시에 정기적으로 콜로키움을 가짐. 강연 후 충분한 질의·응답 시간(20~30분)을 가짐으로써 학생들이 질문하는 능력, 연구결과를 비판적으로 바라볼 수 있는 능력, 새로운 실험을 제안할 수 있는

창의력 등을 키울 수 있는 토양을 제공함.

- ✓ **박사과정 논문제출자격 시험, 지필평가에서 구두평가로 대체:** 학교 전체 대학원 규정에 묶여 제도화하지 못하고 있으나 가능한 선에서 시도하고 있음. 2023년 9월에 한 건 시행함.
- ✓ **연차점검보고서 시행:** 학생들의 성장을 멘토링하기 위해 시행중이며 2023년말 4개 그룹, 14명의 학생에 대해 시행함.

■ **비교과과정 구성 및 운영 실적:**

- ✓ **연구에 필요한 비교과 강좌 수강:** 대학원생들이 연구자로서 알고 있어야 할 EndNote 활용법, 논문작성법, Web of Science/Scopus 등의 학술 DB를 이용한 논문검색 방법, 자기소개서 작성법, 연구윤리 등 12건의 비교과 강좌를 수강함.
- ✓ **R&D 연구장비 활용 교육:** 7명의 대학원생들이 전자현미경(TEM, SEM), 단결정 X-ray등에 대한 장비사용법 훈련을 받음.
- ✓ **Best TA Award 시상:** 본 BK21 사업을 시작하면서 학생들의 조교로서의 교육활동을 격려하기 위해 시행한 Best TA Award를 평가기간 중에도 각 학기에 3명씩 시상함.

■ **대학원생 학술활동 지원 및 운영 실적:**

- ✓ **우수논문상 시상식 개최:** 본 BK21 사업을 시작하면서 시행한 우수논문상 시상식(제4회)을 2024년 8월 22일, 62명의 BK21 참여교수, 대학원생, 신진연구인력 등이 모여 실시하고 6명의 학생에게 상장과 상금을 시상해 우수한 연구성과를 칭찬하고 연구 동기를 고취시킴.
- ✓ **대학원생 학술문화축제 개최:** 2024년 1월 4일 총 100여명의 교수·학생이 참석한 가운데 “중앙대 화학과 및 BK21 대학원생 학술문화축제”를 열어 7명의 대학원생이 구두발표, 17명의 대학원생이 포스터발표를 하고 그동안의 연구성과를 공유·토론하는 시간을 가짐.
- ✓ **학생 초청 특별세미나 실시:** 학생들에게 외부연사를 주도적으로 초청하고 멘토링 받을 수 있는 기회를 제공함. 평가기간 동안 2회 실시함.

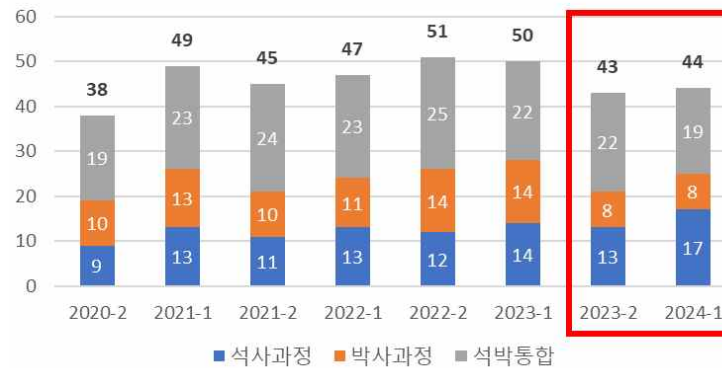
■ **과학기술·산업·사회 문제 해결과 관련된 교육 프로그램 운영 실적:**

- ✓ **과학기술·산업·사회 문제 해결형 교과목 강의:** 우리 교육연구팀의 해결 목표 연구주제인 “생명”과 “에너지” 분야에서 각각 3과목, 5과목의 강의를 실시함.
- ✓ **과학기술·산업·사회 문제 해결형 세미나 실시:** 위 콜로키움과 별도로 생명과 에너지 분야 외부 연사를 초청하여 13회의 세미나, 1회의 워크숍을 개최함.
- ✓ **석학 초빙 단기강좌:** UC San Diego의 Olga Dudko 교수를 초빙하여 2023년 2학기 단기강좌를 엮.
- ✓ **연구소 및 기업 교류 프로그램:** 지난 1년동안 우리 교육연구팀 참여교수 및 대학원생들이 국내외 10개의 우수 연구기관(인도 SVNIT, 중국 과학원, 포항공대, 한국표준과학연구원, 등)을 방문하여 인적 교류, 공동연구를 수행하였으며 (outbound), 중국 Petroleum University와 가톨릭대학교 의생명과학과 대학원생이 본 교육연구팀을 방문하여 실험을 방문연구를 수행하였음 (inbound).

■ **우수 대학원생 확보 현황 및 실적:**

- ✓ **대학원생 현황:** 2023-2에 총 43명, 2024-1에 총 44명의 대학원생이 본 BK21 사업에 참여함.

학기별 참여대학원생 수



- ✓ **신입생 및 졸업생 수:** 아래 그림과 같이 2024학번으로 총 14명의 대학원생이 우리 BK21 교육연구팀에 합류하였으며 11명의 학생이 졸업하였음. (2024 학번은 2024년 3월과 9월 입학생이며, 4차년도 졸업생은 2024년 2월과 8월 졸업생임).

연도별 참여 신입생 수



연차별 졸업생 수



- ✓ **GRS 수혜자 수:** 중앙대 대학원에서 학부 성적 우수자에게 2년간 주는 GRS(graduate research scholarship)수혜자 수는 2023-2에 9명, 2024-1에 9명으로 전체 BK21 참여 내국인 대학원생의 27%와 26%에 해당됨.

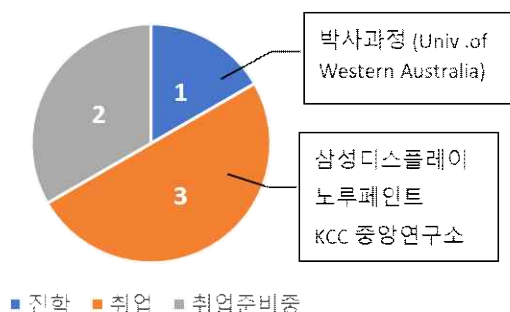
■ 우수 대학원생 확보 활동:

- ✓ **학부 인턴 연구 프로그램 (PRE):** 중앙대에서 매년 2학기 실시하는 학부생 인턴 연구 프로그램으로 BK21 참여교수 연구실에 6명의 학부생이 합류하여 연구를 수행하였고 그 중 5명의 학생이 대학원에 진학하여 높은 진학률을 보임.
- ✓ **외국인 유학생 장학 프로그램 (CAYSS):** 2023-2와 2024-1에 각각 5명과 4명의 CAYSS 장학생이 참여교수 연구실에서 연구를 수행중임.
- ✓ **대학원 특별 전형:** 대학원 혁신지원사업의 일환으로 시행되는, 서류전형만으로 입학생을 뽑는 대학원 입학 특별전형을 활용하여 2023-1에 1명, 2024-1에 4명의 학생을 선발함.
- ✓ 그 외 참여교수들의 연구성과를 적극 홍보하고 대학원 fair에 참여하여 우수한 학생을 유치하기 위해 노력함.

■ 참여대학원생 취(창)업 실적:

- ✓ **현황:** 평가기간 동안 석사과정 6명, 박사과정 3명이 졸업하여 석사과정은 1명 진학, 3명 취업하였으며, 박사과정은 전원 취업하였음.

석사 졸업자 취업 현황



박사 졸업자 취업 현황



- ✓ **현황:** 평가기간 동안 석사과정 6명, 박사과정 3명이 졸업하여 석사과정은 1명 진학, 3명 취업하였으며, 박사과정은 전원 취업하였음.

■ 참여대학원생 논문 실적:

- ✓ **현황:** 평가기간인 2023년 2학기, 2024년 1학기 동안 평균 43.5명의 대학원생이 참여하여 총 25편의 논문을 게재하여 산술적으로는 1인당 0.57편의 논문을 작성하였음. 이중 실질적으로 논문에 가장 크게 기여한 제1저자로 출판한 논문은 12편으로 전체의 48%에 해당 됨. 이들 25편의 논문 IF 합은 217.2였고 이를 단순히 논문 당 IF로 환산하면 한편 당 IF 9에 해당해 매우 영향력 있는 저널에 양질의 논문을 게재하였음을 알 수 있음. 다만 전체 논문의 절반 정도만이 BK21 참여대학원생들이 제1저자로 참여한 논문이라 향후 대학원생들의 연구 활동을 더 적극적으로 지원해 참여대학원생들이 제1저자로 논문을 쓸 수 있는 기회를 더 많이 마련해 주는 것이 필요해 보임.

기간	총 참여대학원생 수	총 논문 편수	제1저자 논문 편수	총 IF	1편당 IF
2023.9-2024.8	43.5	25	12	217.6	9.1

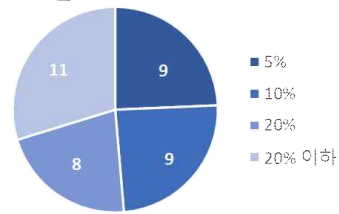
- ✓ **대표논문:** 우리 BK21 교육연구팀 대학원생들의 대표논문으로 아래 8편을 선정하였음.

	이름 (지도교수)	학위과정	역할	논문 제목	게재 저널	우수성
1	Xiagdong Yu/박소현 (주재범)	박사과정	공동 제1저자	Microfluidics for Disease Diagnostics Based on Surface-Enhanced Raman Scattering Detection	<i>Nano Convergence</i>	IF = 13.4 JCR 상위 10%
2	Wiyogo P. Wicaksono (주재범)	박사과정	제1저자	Electrochemical Surface-Enhanced Raman Spectroscopy Analysis of Malachite green on Gold Substrates	<i>Applied Surface Science</i>	IF = 6.3 JCR 상위 5%
3	이민호 (성재영)	박사과정	제1저자	Transport Dynamics of Water Molecules Confined between Lipid Membranes	<i>Journal of Physical Chemistry Letters</i>	추가 표지논문
4	윤석현 (윤상운)	석사과정	제1저자	Mode-Selective Plasmon Coupling between Au Nanorods and Au Nanospheres	<i>Journal of Physical Chemistry Letters</i>	IF = 4.9 물리화학 대표 저널
5	김석현 (윤상운)	박사과정	공동저자	Combinatorial Approach to Find Nanoparticle Assemblies with Maximum Surface-Enhanced Raman Scattering	<i>ACS Applied Materials & Interfaces</i>	IF = 8.5 표지논문
6	Ruth Stephanie (박태정)	박사과정	제1저자	Aqueous aluminum ion system: A future of sustainable energy storage device	<i>Energy Storage Materials</i>	IF = 18.9 JCR 상위 5%
7	Kashif Ali (조은진)	석사과정	제1저자	Nickel-Catalyzed Double Deoxygenative C-N Coupling of Acyloxamines	<i>Organic Letters</i>	IF = 4.9 JCR 상위 10%
8	문석영 (윤성호)	석사과정	공동저자	Pelletizing highly porous covalent triazine framework	<i>Microporous and Mesoporous</i>	IF = 5.2

참여교수 역할에 따른 논문 수



참여교수 교신저자 논문 JCR %



■ 참여교수 대표 우수 논문:

✓ 평가기간 동안 출판된 참여교수의 논문 중 대표 우수 논문은 아래와 같음.

참여교수	저널명	논문명	우수성
조은진	<i>Nature Communications</i>	Efficient photoredox catalysis in C-C cross-coupling reactions by two-coordinated Au(I) complex	가시광에 의한 LLCT 메카니즘 규명 IF = 14.7
주재범	<i>Chemical Society Reviews</i>	Recent advances in point-of-care testing of COVID-19	COVID-19 진단 POCT 기술 리뷰 IF = 46.2, 20회 인용
윤상운	<i>ACS Applied Materials & Interfaces</i>	Combinatorial Approach to Find Nanoparticle Assemblies with Maximum Surface-Enhanced Raman Scattering	새로운 나노입자 조립방법 개발 IF = 8.5 Cover Article
성재영	<i>Journal of Physical Chemistry Letters</i>	Transport Dynamics of Water Molecules Confined between Lipid Membranes	새로운 수송방정식 도출 Supplementary Cover Article
박태정	<i>Biosensors & Bioelectronics</i>	Serodiagnosis of multiple cancers using an extracellular protein kinase A autoantibody-based lateral flow platform	암진단을 위한 새로운 개념의 POCT 개발 IF = 10.7

■ 참여교수 특허 및 기술이전 실적:

- ✓ 평가기간 동안 우리 교육연구팀 참여교수들은 발명자로 3건의 특허를 등록하고 5건의 특허를 출원하였음.
- ✓ 주재범 교수는 (주)플라즈몬에 고감도 나노플라즈모닉 진단 방법을 이용한 박테리아 검출 기술로 1억 1천만원의 기술이전을 성사시켰음.

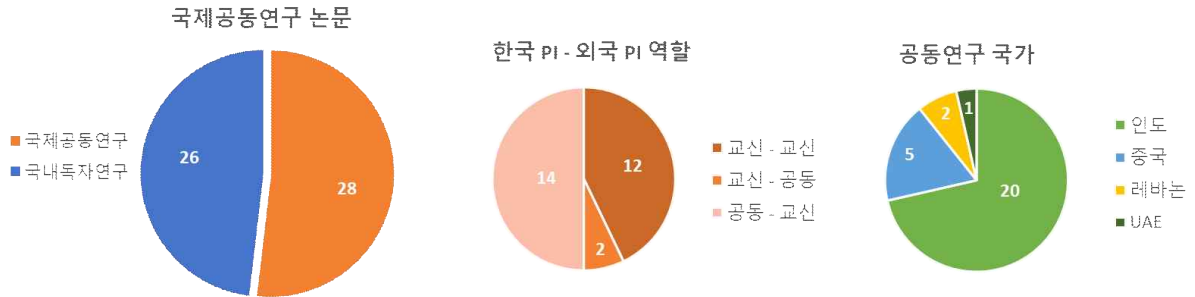
■ 참여교수의 연구의 국제화 실적:

- ✓ 국제학술대회 활동 실적: 평가기간 동안 우리 교육연구팀의 참여교수들은 네덜란드, 이탈리아, 중국, 등 7개국 10개의 국제학회에서 기조강연, 초청강연, 좌장 등의 활동을 수행했음.
- ✓ 국제학술지 관련 활동: 본 교육연구팀의 주재범 교수는 5개 저널에서 associate editor, advisory board 등으로 활동하고 있음.
- ✓ 국제 저술활동: 본 교육연구팀의 주재범 교수는 SERS를 이용한 체외진단 기술에 대해 book chapter를 저술하였음.
- ✓ 국제 저술활동: 본 교육연구팀의 박태정 교수는 “Nanomaterials in Environmental Analysis” 기술에 대해 교재를 저술·발간하였고 산화그래핀(GO) 기반 나노구조 재료의 최근 개발동향에 대해 book chapter를 저술하였음.

■ 참여교수의 국제 공동연구 실적:

- ✓ 평가기간 동안 우리 교육연구팀 참여교수들은 국제 공동연구를 통해 총 28편의 논문을 출판하였음. 이는 전체 출판 논문의 52%에 해당함. 단 이 중 참여교수가 교신저자로 출판한 논문은 14편으로 반 정도이고 나머지 반은 공동저자로 참여함. 공동연구 대상 국가는 인도가 71%를 차지하고 그 외 중국, 레바논, UAE 등과 국제 공동연구를 수행하였음.

	총 논문	국제공동연구 논문	역할별 (한국PI-외국PI)			국가별			
			교신-교신	교신-공동	공동-공동	인도	중국	레바논	UAE
개수	54	28	12	2	14	20	5	2	1
비율		52%	43%	7%	50%	71%	18%	7%	4%



■ 외국 대학 및 연구기관과의 연구자 교류 실적:

- ✓ **Inbound:** 지난 1년 동안 우리 교육연구팀은 4개국, 6개 외국 대학 및 연구기관의 연구자를 초청하여 인적 교류를 활성화시켰음.
- ✓ **Outbound:** 지난 1년 동안 우리 교육연구팀은 미국, 중국 등의 7개 외국 대학 및 연구기관을 방문하여 초청 강연, 회의 등을 수행하였음.

□ 교육역량 대표 우수성과

■ 교육과정 구성 및 학사관리

- **콜로키움 모범적 운영:** 2023-2에 10명, 2024-1에 9명의 외부 연사를 초청하여 매주 목요일 5시 정기적으로 콜로키움을 가짐. 강연 후 충분한 질의·응답 시간(20~30분)을 가짐으로써 학생들이 질문하는 능력, 연구결과를 비판적으로 바라볼 수 있는 능력, 새로운 실험을 제안할 수 있는 창의력 등을 키울 수 있는 토양을 제공함.

■ 대학원생 학술활동 지원

- **우수논문상 시상식 개최:** 2024년 8월 22일, 62명의 BK21 참여교수, 대학원생, 신진연구인력 등이 모여 “제4회 우수논문상 시상식”을 개최하고 6명의 학생에게 상장과 상금을 시상함으로써 우수한 연구 성과를 칭찬하고 연구 동기를 고취시킴.
- **대학원생 학술문화축제 개최:** 2024년 1월 4일, 100여명의 교수·학생이 참석한 가운데 “제2회 중앙대 화학과 및 BK21 대학원생 학술문화축제”를 열어 7명의 대학원생이 구두발표, 17명의 대학원생이 포스터발표를 하고 그동안의 연구 성과를 공유·토론하는 시간을 가짐.

■ 대학원생 논문 발표

- 1년 동안 43.5명의 대학원생이 총 25편, 총 IF 218의 논문을 발표해 1인당 평균 1편당 0.57편, 1편당 IF 9.1의 양질의 논문을 출판하였음. 대표 논문은 아래와 같음.

	이름 (지도교수)	학위과정	역할	논문 제목	게재 저널	우수성
1	Xiagdong Yu/박소현 (주재범)	박사과정	공동 제1저자	Microfluidics for Disease Diagnostics Based on Surface-Enhanced Raman Scattering Detection	<i>Nano Convergence</i>	IF = 13.4 JCR 상위 10%
2	Wiyogo P. Wicaksono (주재범)	박사과정	제1저자	Electrochemical Surface-Enhanced Raman Spectroscopy Analysis of Malachite green on Gold Substrates	<i>Applied Surface Science</i>	IF = 6.3 JCR 상위 5%
3	이민호 (성재영)	박사과정	제1저자	Transport Dynamics of Water Molecules Confined between Lipid Membranes	<i>Journal of Physical Chemistry Letters</i>	추가 표지논문
4	윤석현 (윤상운)	석사과정	제1저자	Mode-Selective Plasmon Coupling between Au Nanorods and Au Nanospheres	<i>Journal of Physical Chemistry Letters</i>	IF = 4.9 물리화학 대표 저널
5	김석현 (윤상운)	박사과정	공동저자	Combinatorial Approach to Find Nanoparticle Assemblies with Maximum Surface-Enhanced Raman Scattering	<i>ACS Applied Materials & Interfaces</i>	IF = 8.5 표지논문
6	Ruth Stephanie (박태정)	석박통합	제1저자	Aqueous aluminum ion system: A future of sustainable energy storage device	<i>Energy Storage Materials</i>	IF = 18.9 JCR 상위 5%
7	Kashif Ali (조은진)	석사과정	제1저자	Nickel-Catalyzed Double Deoxygenative C-N Coupling of Acyloxamines	<i>Organic Letters</i>	IF = 4.9 JCR 상위 10%
8	문석영 (윤성호)	석사과정	공동저자	Pelletizing highly porous covalent triazine framework under mild conditions and applying it as adsorbent for	<i>Microporous and Mesoporous Materials</i>	IF = 5.2

■ 대학원생 학술대회 발표

- 1년 동안 우리 교육연구팀 대학원생들은 국제 학술대회에서 24건, 국내 학술대회에서 36건을 발표하였으며, 이중 14회(23%)에 걸쳐 우수 포스터상, 우수 구두발표상 등을 수상함.

1. 교육과정 구성 및 운영

1.1 교육과정 구성 및 운영 현황과 계획

중앙대학교 화학과 생물리광화학 창의인재 양성팀은 다양한 교과·비교과 교육과정을 통해 생명 및 에너지 분야 과학기술·산업·사회 문제 해결에 기여할 수 있는 전문 연구인력 양성을 위해 노력하고 있다.

■ 교육과정 구성 및 운영 실적

- 대학원 교육과정 현황:** 중앙대학교 화학과 대학원은 물리화학, 유기화학, 무기화학, 분석화학, 생화학 등 5개의 세부전공으로 이루어져 있으며 학생들은 입학 후 세부전공을 정하고 정해진 학점(석사과정: 30학점, 박사과정 30학점, 석박통합과정 63학점)을 이수한 후, 논문제출자격 전공시험을 치르고 학위논문발표 심사를 거쳐 학위를 취득하도록 되어 있다.
- 실적 ① 생물리광화학 세부전공 신설:** 본 BK21 사업을 통해 화학과 내에 생물리광화학 세부전공을 만들고 아래와 같이 교과과정을 구성하였다.

[표 II-1] 생물리광화학 세부전공 교과과정

구분		생물리광화학
공통필수과목 [2과목 이수]		현대화학특론, 화학콜로키움 I, 화학콜로키움 II
세부전공 필수과목 (석사: 1 과목 박사: 1 과목 이상 이수)	석사	생물리화학, 분광학, 나노바이오분석학, 바이오재료화학 광유기화학, 생무기화학 화학분석의 원리와 실제 (팀티칭 온라인 과목)
	박사	생물리화학, 나노플라즈모닉스, 에너지소재화학 바이오센서 및 미세소자, 약물전달시스템, 인공지능융용화학 화학분석의 원리와 실제 (팀티칭 온라인 과목)
세부전공 선택과목	석사	세포화학동역학, 나노플라즈모닉스, 에너지소재화학, 바이오센서 및 미세소자 약물전달시스템, 지속가능한화학, 인공지능융용화학
	박사	고급세포화학동역학, 고급나노플라즈모닉스, 반도체소재화학, 나노표면화학 바이오진단센서, 나노바이오분석학, 광유기화학

- 실적 ② 강의 현황:** 해당 평가기간 동안 본 교육연구팀 소속 교수들은 아래 [표 II-2]와 같이 성실히 강의를 수행하여 대학원생 교육에 힘썼다.

[표 II-2] 평가기간 내 참여교수들 대학원 강의 실적

학기	과목명	담당 교수	이수 구분	영어강의 여부
2023-2	나노플라즈모닉스	윤상운	전공선택	영어강의
	무기고체화학	윤성호	전공필수	

	유기분광학	조은진	전공필수	영어강의
2024-1	분석화학연구및실험 I	주재범	전공선택	
	바이오재료분석학	박태정	전공선택	영어강의
	고급나노플라즈모닉스	윤상운	전공선택	영어강의
	유기화학특론	조은진	전공필수	영어강의
	통계열역학	성재영	전공필수	영어강의

- **실적 ③ 콜로키움 모범적 운영:** 위 개설교과목 중 화학콜로키움 I, II를 통해 매주 목요일, 아래 [표 II-3]과 같이 외부 연사를 초청하여 대학원생들이 다양한 분야의 전문지식을 쌓고 최신 연구 동향을 파악할 수 있도록 하였다. 또한 학생들에게 질문을 적극 권장하고 연사 발표 후, 20-30여분의 질의·응답 시간을 가짐으로써 학생들이 발표 능력, 비판적 사고, 창의성 등을 함양할 수 있도록 하였다. 그 결과 매년 발표한 연사들로부터 가장 모범적인 콜로키움이라는 찬사를 들을 수 있었다.

[표 II-3] 평가기간 내 화학콜로키움 일정 및 포스터

2023-2		2024-1	
09/09	경희대 김광표	04/04	연세대 변재철
09/16	서울대병원 김정민	04/11	Universität Regensburg Joshua-Philip Barham
09/30	카이스트 정용원	04/18	광주과학기술원 박정은
10/07	성균관대 박성호	05/02	경희대 김영미
10/28	서울대 이윤호	05/09	동아대 이승훈
11/04	서울대 이철범	05/16	서울대 이승훈
11/11	광운대 장홍제	05/23	전북대 김경수
11/25	한국세라믹기술원 조중영	05/30	전남대 고강철
12/02	UNIST 민두영	06/13	서울대 김지환
12/09	경희대 양성익		

2023년 2학기 화학과 콜로키움
매주 목요일 오후 5시, 102관 106호

09월 09일 경희대 응용화학과 김광표 교수님
Integrating Proteomics, Genomics and Metabolomics to Unlock Biological Function

09월 16일 서울대병원 김정민 교수님
Bone and Stroke: Possible Link between the Two

09월 30일 카이스트 화학과 정용원 교수님
Biomolecular Assemblies: Artificial Protein Assembly and Protein Phase Separation

10월 07일 성균관대 화학과 박성호 교수님
Synthetic Strategy for Nanoparticle Shape-Reformation: Single Particle Surface Enhanced Raman Scattering through Near-field Enhancement

10월 28일 서울대 화학과 이윤호 교수님
Organometallic Catalysis Based on First-row Transition Metal Complexes

11월 04일 서울대 화학과 이철범 교수님
Recent Developments in Strategies and Tactics Towards Complex Secondary Metabolites

11월 11일 광운대 화학과 장홍제 교수님
Controlling Factors to Rule the Galvanic Replacement for Structural Differentiation

11월 25일 한국세라믹기술원 조중영 박사님
Structural and Physical Properties for Single Crystalline TMDCs Materials Grown by Molten Flux Method

12월 02일 UNIST 화학과 민두영 교수님
Proteins on the Membrane: Unfolding Their Folding

12월 09일 경희대 응용화학과 양성익 교수님
Photochromic Reactivity of Diarylethene Derivatives

CAU 중앙대학교 NBDRC 나노-광융합바이오의료진단 ERC 4단계 BK21 생물리광화학 청의미래양성사업팀

2024년 1학기 화학과 콜로키움
매주 목요일 오후 5시, 102관 106호

04월 04일 변재철 교수님 (연세대 신소재공학부)
Fv-antibody library for biomedical applications

04월 11일 Joshua-Philip Barham 교수님 (Universität Regensburg)
Aggregation Matters: Diverting Mechanisms in Synthetic Photocatalytic and Photoelectrochemical Reactions

04월 18일 박정은 교수님 (광주과학기술원 화학과)
Exploring the World of Nanoparticle Plasmonic

05월 02일 김영미 교수님 (경희대 화학과)
Tuning Photophysical Properties of Organic Fluorophores for Their Biological Applications

05월 09일 이승훈 교수님 (동아대 화학과)
Hot Electron-Mediated Chemical Reactions with Plasmonic Nanostructures

05월 16일 이승훈 교수님 (서울대 화학과)
Developing Electronic Structure Method for Investigating Electron Transfer Process

05월 23일 김경수 교수님 (전북대 화학과)
Recent Advances in Application of Zeolite-Templated Carbon

05월 30일 고강철 교수님 (전남대 화학교육과)
Applications of Statistical Thermodynamics to Reactions and Phase Transitions

06월 13일 김지환 교수님 (서울대 화학과)
Light-Molecule Interaction at Nanometer Scale

CAU 중앙대학교 NBDRC 나노-광융합바이오의료진단 ERC 4단계 BK21 생물리광화학 청의미래양성사업팀

- **실적 ④ 전공시험 구두평가 시행:** 대학원생들의 발표 능력 향상과 좀 더 심도깊은 질의·응답을 통한 학생들의 역량 평가를 위해 기존 지필고사로 진행되던 논문제출자격 전공시험을 박사과정에 한해 구두평가로 전환하였다 (아래 [표 II-4] 참조).

[표 II-4] 평가기간 내 전공시험 구두시험 시행 실적

이름	학위과정 (학기 수)	지도교수	실시 날짜
김석현	박사과정 (4)	윤상운	2023.09.11

- **실적 ⑤ 연차 점검 보고서 (Annual Report) 시행:** 매년 말 대학원생들에게 연구자로서 갖추어야 할 여러 역량을 스스로 점검하게 하고 이를 지도교수와 상담하도록 하고 있다. 아래 [표 II-5]는 평가기간인 2023년 말 연차 점검 보고서 시행 실적이다.

[표 II-5] 평가기간 내 대학원생 연차 점검 보고서 시행 실적

이름	학위과정 (학기 수)	지도교수	실시 날짜
김석현	박사과정(4)	윤상운	2023.12.20
Madhura Deshpande	박사과정(3)	박태정	2023.12.22
Ping Xu	석박사통합(8)	박태정	2023.12.22
Shrikant Tambe	박사과정 (9)	조은진	2023.12.28
황호성	석박사통합(12)	조은진	2023.12.28
장지훈	박사과정(2)	조은진	2023.12.28
김서연	박사과정(2)	조은진	2023.12.28
이민호	박사과정(8)	성재영	2024.01.16
한종화	석박사통합(1)	성재영	2024.01.16
김진형	석박사통합(6)	성재영	2024.01.30
유성민	석박사통합(3)	성재영	2024.01.16
김동희	석박사통합(6)	성재영	2024.01.15
박규남	석박사통합(12)	성재영	2024.01.30
양희모	석박사통합(8)	성재영	2024.01.15

■ 비교과 과정 구성 및 운영 실적

위와 같은 교육 및 학사과정이 아닌 다양한 비교과 과정을 통해 학생들이 생명·에너지 분야 전문성을 가진 연구자로서 성장할 수 있도록 여러 프로그램을 운영하였다.

- **실적 ① 다양한 비교과 교육과정 이수:** 중앙대학교 학술정보원, 인재개발팀, 교수학습센터 등을 통해 대학원생들이 연구자로서 갖추어야 할 여러 역량(연구윤리, 논문작성법, 문헌정리 프로그램, 자기소개서 작성법 등)을 습득하도록 적극 권장하였다.

[표 II-6] 평가기간 내 비교과 교육과정 이수 실적

강좌명	강의 제공	수강내용	수강자	지도교수	수강연월
학술정보 활용교육 - EndNote 시작하기 (초급)	중앙대학교 학술정보원	논문작성 시 필요한 참고문헌 정리 프로그램인 EndNote 활용 방법 교육	김진아	조은진	202402
학술정보 활용교육 - EndNote 시작하기 (초급)	중앙대학교 학술정보원	논문작성 시 필요한 참고문헌 정리 프로그램인 EndNote 활용 방법 교육	김서연	조은진	202402
연구윤리 및 논문작성법	중앙대학교	연구 과정에서 지켜야 하는 연구 윤리 및 석/박사 학위	이가연	조은진	202403

		논문 작성에 필요한 논문 작성법 교육			
연구윤리 및 논문작성법	중앙대학교	연구 과정에서 지켜야 하는 연구 윤리 및 석/박사 학위 논문 작성에 필요한 논문 작성법 교육	정해령	조은진	202403
학술정보 활용교육 - 영어논문 검색을 위한 학술DB 활용	중앙대학교 학술정보원	영어 논문 검색 DB에 관한 이해 및 Web of Science, Scopus 사용법	강수영	주재범	202403
학술정보 활용교육 - 학술논문 검색과 활용	중앙대학교 학술정보원	학술 DB에 관한 정확한 이해 및 학술 DB를 이용한 논문 검색 방법	강수영	주재범	202403
학술정보 활용교육 - EndNote 시작하기 (초급)	중앙대학교 학술정보원	논문작성 시 필요한 참고문헌 정리 프로그램인 EndNote 활용 방법 교육	황서영	윤상운	202407
대학원생을 위한 원스톱 자기소개서 작성	중앙대학교 인재개발팀	대학원생을 위한 기업 직무 정보 분석 및 자기소개서 작성법	정인아 윤석현	윤상운	202401
대학원생을 위한 원스톱 면접 준비	중앙대학교 인재개발팀	대학원생을 위한 면접 대비 연습 전략	정인아 윤석현	윤상운	202401
대학원생 경력개발 비교과 프로그램 - AI 자기소개서 작성전략	중앙대학교 교수학습개발 센터	대학원생을 위한 생성형 AI를 활용한 자기소개서 작성법	정인아	윤상운	202406
대학원생 경력개발 비교과 프로그램 - AI 면접 및 AI 역량검사 대비전략	중앙대학교 교수학습개발 센터	대학원생을 위한 생성형 AI를 활용한 면접 준비 방법	정인아	윤상운	202406

- **실적 ② R&D 장비 활용 교육:** 대학원생들이 연구를 위해 사용해야 하는 최첨단 장비들을 사용하는 방법을 배움으로써 연구자로서의 역량을 높이하고자 하였다 ([표 II-7 참조].

[표 II-7] 평가기간 내 R&D 장비 교육 현황

장비명	강사	수강자	지도교수	교육년월	교육시간
TEM	김민석	윤석현	윤상운	202311	2시간
FE-SEM	이윤희	황서영	윤상운	202402	2시간
FE-SEM	이윤희	김석현	윤상운	202406	5시간
단결정 X-Ray		황호성	조은진	202401	5시간
FE-SEM	이윤희	Qian Yu	주재범	202312	1시간
FE-SEM	이윤희	강수영	주재범	202404	2시간
FE-SEM	이윤희	정연주	주재범	202405	4시간

- **실적 ③ “Best TA Award” 시상:** 相長敎學(배우고 가르치며 함께 성장한다) 정신에 따라 매 학기 우수한 조교 활동을 한 학생 2명(최우수조교상)과 원활한 실험 진행에 가장 큰 기여를 한 학생 1명(공로상)을 선발하여 Best TA Award를 시상하고 있다.

[표 II-8] 평가기간 내 Best TA Award 수상자 명단 및 공지문

학기	수상자
2023-2	신은지 김보경 유성민
2024-1	김윤환 홍지인 안재욱

2023년도 2학기 BEST TA AWARDS

최우수조교상 공로상





신은지 (나노바이오화학연구실) 김보경 (의약생화학연구실) 유성민 (TA Head)

2024년도 1학기 BEST TA AWARDS

최우수조교상 공로상





김윤환 (백자기공명연구실) 홍지인 (의약생화학연구실) 안재욱 (TA Head)

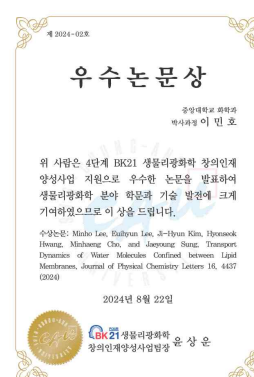
■ 대학원생 학술활동 지원 및 운영 실적

학사(고과)과정 또는 비교과과정 뿐 아니라 다양한 학술 활동을 통해 학생들이 연구역량을 키우도록 장려하고 있다.

- **실적 ① “우수논문상” 시행:** 학생들의 연구 의욕을 고취 시키기 위해 최근 1년 동안 우수한 연구 성과를 거둔 학생들에게 상금과 우수논문상을 시상하고 있다. 올해에도 2024년 8월 22일, 62명의 BK21 참여교수, 대학원생, 포스트닥들이 모여 우수논문상 시상식을 개최하였으며 아래와 같이 6명을 선발하여 우수논문상과 상금을 시상하였다.

[표 II-9] 제4회 우수논문상 수상자 및 시상식 (2024년)

수상자 이름	학기	지도교수	논문 제목	게재 저널
박홍진	박사	윤성호	CO-Free H ₂ Production by Aqueous-Phase Reforming of Methanol Utilizing Heterogenized Ru-MACHO at Low Temperature	ACS Sustainable Chemistry & Engineering (2023.08)
이민호	박사	성재영	Transport Dynamics of Water Molecules Confined between Lipid Membranes	Journal of Physical Chemistry Letters (2024.04)
장지훈	박사	조은진	Electrochemical Synthesis of Trifluoromethylated Oxazoles: Aminotrifluoromethylation of Alkynes/in-situ Cyclization	Advanced Synthesis & Catalysis (2024.08)
정연주	박사	주재범	Advancing COVID-19 Diagnosis: Enhancement in SERS-PCR with 30-nm Au Nanoparticle-Internalized Nanodimpled Substrates	Small (2024.07)
Ruth Stephanie	석박통합	박태정	Aqueous aluminum ion system: A future of sustainable energy storage device	Energy Storage Materials (2024.04)
김석현	박사	윤상운	Combinatorial Approach to Find Nanoparticle Assemblies with Maximum Surface-Enhanced Raman Scattering	ACS Applied Materials & Interfaces (2024.01)

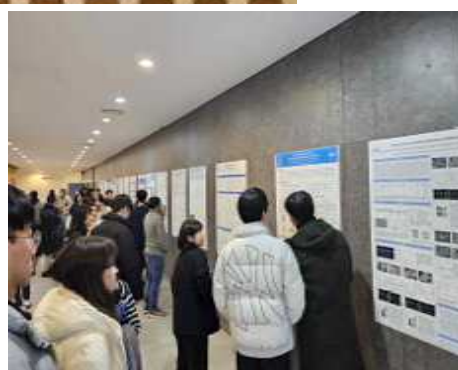


- 실적 ② “중양대 화학과 및 BK21 대학원생 학술평화축제” 개최: 매년 초 대학원생 학술평화축제를 열어 대학원생들이 지난 1년 동안의 연구성과를 구두발표 또는 포스터 발표 형식으로 서로 공유하고 토론하는 장을 제공하고 있다. 올해에도 2024년 1월 4일, BK21 사업 성과를 학과 전체로 확산시키기 위해 BK21이 후원하는 전체 학과 행사로 치러졌으며 총 100명이 참여하여 생활리에 진행되었다. 아래 표 [II-10]과 같이 7명의 대학원생이 구두발표, 17명의 대학원생이 포스터를 발표하였다.

[표 II-10] 2024년 중양대 화학과 및 BK21 대학원생 학술평화축제 발표자 명단

연번	구분	발표자	제목	지도교수
1	구두	Ruth Stephanie	Enabling highly stable single-layered Mxene-based hybrid supercapacitor with multi-metal Prussian blue analogue/rGO as the cathod	박태정
2	구두	김석현	Lasey induced site-selective silber nanocrystal growth on gold nanocubes: exploiting localized surface plasmon resonance	윤상운
3	구두	송경배	Deciphering the Links: Fragmented Polystyrene as a Driver of Skin Inflammation	홍성관
4	구두	안호진	Carbodiimide-fueled dissipative oligoester libraries	권선범
5	구두	윤하영	Eco-Friendly and techno-economic conversion of CO2 into calcium formate, a valuable resource	윤성호
6	구두	임현아	Development and validation of a method for the simultaneous quantitative analysis of the active forms of vitamins B1, B2, and B6using quantitative1H NMR: Comparison with quantitative31P NMR	안상두
7	구두	정인춘	Integrated method for identifying optimal descriptors of critical illness: Development of septic infection-related risk index and its stochastic dynamics	성재영

8	포스터	박해수	Kinetic and thermodynamic analyses for binding of antisense oligonucleotides to target gene for the discrimination of a single point mutation	고혜란
9	포스터	Hoa Duc Trinh	Combinatorial approach to find nanoparticle assemblies with maximum surface-enhanced raman scattering	윤상운
10	포스터	Xinyue Ruan	Development of fluorometric biosensor for saxitoxin detection based on specific binding peptide	박태정
11	포스터	고민정	Efficient One-Step Synthesis of Ni(acac) ₂ for Large-Scale Production	윤성호
12	포스터	김보경	Long-term microplastic : To die or to live?	홍성관
13	포스터	김승환	Optimal design for synthesis of MFI zeolites through dry-gel conversion	조해성
14	포스터	김윤환	The Application of Fourier-Transform Infrared Spectroscopy and Artificial Intelligence for Discriminating Between Various Types of Edible Oils	안상두
15	포스터	김진형	Understanding the mechanisms fluorescent protein expression in living cells: A novel model integrating gene expression, maturation, and degradation dynamics in response to external signaling	성재영
16	포스터	박서영	Salty peptide based on TRPV1-mediated recognition mechanism	공광훈
17	포스터	박찬후	Design & synthesis of peptide [2]rotaxane comprising proteinogenic amino acids	권선범
18	포스터	배재한	Strained Csp3 -Csp3 bond Functionalization via Ligand enabled Ni(0) Catalyzed Direct C-OH Activation	조은진
19	포스터	안혜빈	How to remove nanoplastics efficiently by zeolites from water?	홍성관
20	포스터	임연수	Carbodiimide-fueled dissipative oligoester libraries	권선범
21	포스터	장지훈	Au-Photocatalyzed (Hetero)Arene Functionalization	조은진
22	포스터	정연주	CRISPR/Cas13a-mediated SERS-based dual-flow assay strips for amplification-free detection of SARS-CoV-2 RNA	주재범
23	포스터	정한현	Thermodynamic origin and universal size distribution of bio-molecular condensates	성재영
24	포스터	한정민	A study on the discrimination of varieties of coffees by combining NMR spectroscopy with statistical and machine learning methods	안상두



- 실적 ③ “BK21 생물리광화학 대학원생 초청 특별세미나” 시행: 본 교육연구팀은 학생들의 자율적이고 주도적인 학술활동을 진흥하기 위해 학생들이 연사 선정부터, 섭외, 초청, 강연, 그리고 간담회까지 모두 조직하는 대학원생 초청 특별세미나를 실시하고 있다. 올해는 6월과 8월 두 분의 연사를 모시고 강연을 듣고 간담회를 통해 멘토링을 받을 수 있는 기회를 가졌다.

[표 II-11] 평가기간 내 생물리광화학 학생 초청 특별세미나 실시 내역

일시	연사	소속	발표 제목	초청 학생들
2024.06.05	이영주 박사	한국기초과학 지원연구원	Solid-State and PFG NMR Research in Rechargeable Battery	이민호, 한중화
2024.08.21	송상근 박사	UC Berkeley	Emergent facilitation and glassy dynamics in supercooled liquids	박규남, 김진형

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

본 교육연구팀이 특성화된 생물리광화학 관련 “생명”과 “에너지” 분야에서 해결하고자 하는 과학기술·산업·사회 문제는 다음과 같다.

[표 II-12] 생물리광화학 관련 생명/에너지 분야 과학기술·산업·사회 문제

문제	생명	에너지
과학기술	생명현상의 화학적 이해 방법	광 기반 전자 및 에너지 전달 이해
산업 및 사회	인공지능 의료산업 응용 방법, 코로나 및 감염병 신속대응	에너지 고갈 문제, 기후변화 등의 환경 문제

■ 과학기술·산업·사회 문제 해결과 관련된 교육 프로그램 운영 실적

- 실적 ① 과학기술·산업·사회 문제해결형 교과목 강의: 평가기간동안 위 문제 해결과 관련하여 개설된 강의는 아래와 같다.

[표 II-13] 생물리광화학 관련 생명/에너지 분야 과학기술·산업·사회 문제

학기	과목명	담당 교수	문제 영역	분야
2023-2	나노플라즈모닉스	윤상운	과학기술	에너지
	무기고체화학	윤성호	산업·사회	에너지
	유기분광학	조은진	과학기술	에너지
2024-1	분석화학연구및실험 I	주재범	산업·사회	생명
	바이오재료분석학	박태정	산업·사회	생명
	고급나노플라즈모닉스	윤상운	과학기술	에너지
	유기화학특론	조은진	과학기술	에너지
	통계열역학	성재영	과학기술	생명

■ 과학기술·산업·사회 문제 해결형 세미나

- 실적 ① 과학기술·산업·사회 문제해결형 세미나 진행: 생명 및 에너지 분야의 과학기술 및 산업·사회 문제 해결을 위해 본 대학원의 화학 콜로키움 외에 아래 [표 II-14]와 같이 외부 연사를 초청해 활발한 세미나를 진행하였다.

[표 II-14] 생물리광화학 관련 생명/에너지 분야 과학기술·산업·사회 문제 해결형 세미나

날짜	이름	소속	세미나 주제
2023.10.06	정호상	한국재료연구원	AI 기반 나노플라즈모닉 암진단 플랫폼 개발
2023.10.08.	Chaitan Khosla	Standford University	Principles of assembly-line polyketide biosynthesis
2023.11.15	정희선	성균관대학교	한국의 마약 확산과 현장검출용 마약 센서 개발
2023.11.23.	박정영	KAIST	Reactive Nature of Metal-oxide Interfaces on Bimetal and Mixed Nanocatalysts
2023.11.28.	김형준	Columbia University	Insight into the Molecular Orientation and Photophysical Behavior of Perylene Diimide Aggregates
2023.12.06.	Stefan Ringe	고려대학교	Computationally exploring and discovering electrochemical CO2 reduction catalysts
2023.12.11.	박효근	The Hong Kong University of Science and Technology	Spontaneously Recycled Inhibitory Synaptic Vesicles consist two dynamically different subgroups of synaptic vesicles
2023.12.13.	손민준	PME, University of Chicago	Decoding Infection: NF- κ B Pathway's Vital Role in Processing Signal Dynamics
2023.12.18.	Jianshu Cao	MIT	Non-equilibrium Conformational Fluctuations in Enzymatic Networks and Driven Biomolecular Systems
2024.01.11	이상엽	(주)플라즈몬	요로감염 진단센서 개발
2024.04.15.	장성호	인천대학교	Nucleic Acid-Based Synthetic Biology for Metabolic Engineering and Biomedical Engineering
2024.06.05.	이영주	한국기초과학지원연구원	Solid-State and PFG NMR Research in Rechargeable Battery
2024.07.16.	Matteo Gori	University of Luxembourg	Investigating Long-Range Electrodynamical Interactions and Giant Dipole Oscillations in Biomolecular Dynamic
2024.07.23.	Matthieu	University of Luxembourg	Quantum Computing for long-range interactions

	Sarkis		
2024.07.23	박경수	대구경북과학기술원	[제2차 플라즈모닉스 연구회 워크숍 개최] 금나노큐브와 염료 분자의 J-응집체 사이의 강한 상호작용, 구형 금나노입자의 소광, 흡수, 산란 특성 고찰, 라만 분광법을 이용한 배터리 양극재 분석 등의 주제로 워크숍을 진행함.
	박정은	광주과학기술원	
	김준현	고등광기술연구소	
	권혁상	한국표준과학원	
	민정석	LG화학	
2024.08.17.	장석주	City University of New York	Theories for Natural/Quantum Sensing and Quantum Estimation
2024.08.20.	안동준	고려대학교	Ice-active assemblies
2024.08.21.	송상근	UC Berkeley	Emergent facilitation and glassy dynamics in supercooled liquids
2024.10.29.	손동희	Texas A&M	Strongly-Confined Perovskite Quantum Dots as the Source of Energetic Hot Electrons and Polarized Superradiance

- **실적 ② 석학 초빙 단기강좌:** 아래 표와 같이 생명 및 에너지 분야 해외 석학을 단기 초빙하여 학생들이 관련 강의를 듣도록 하였다.

[표 II-15] 해외 석학 초빙 (단기)강좌 개설 실적

석학명 (소속)	초빙교수	기간	강좌 내용	비고
Olga Dudko (UCSD)	성재영	2023년 2학기	Statistical Mechanics of Viral Entry	Editor of Physical Review Letters

■ 연구소 및 기업 교류 프로그램

- **실적 ① 타 연구기관 방문 성과:** 국내외 연구기관과의 활발한 인적 교류, 특히 대학원생 파견 및 유치를 통해 과학기술 및 산업·사회 문제 해결에 기여하고자 하였다.

[표 II-16] 평가기간 내 타 연구기관 방문 성과 (Outbound)

방문한 기관	방문한 사람	교류형태	방문 날짜	내용
Sardar Vallabhbhai National Institute of Technology, Surat, 인도	Rohini Shinde	대학원생 방문연구	2024.02.10. -2024.05.15	형광나노입자합성을 통한 에피네프린 검출기술 공동연구
포항공과대학교 류순민 교수 연구실	정인아	대학원생 방문연구	2023.10.31	그래핀 제조법 습득
한국표준과학연구원 권혁상 박사 연구실	한정민	대학원생 방문연구	2024.03.25. -2024.03.29	나노캡에서 근적외선 레이저를 이용한 화학반응 공동연구
가톨릭대학교 의과대학 박준혁 교수 연구실	윤상운, 정인아, 황서영	대학원생 방문연구	2024.07.18., 2024.07.24.	양자점 합성 및 공동연구 회의
(주)브레디스헬스케어 황현두 대표	주재범 정연주	암진단센서 관련 공동연구	2024.04.11	유방암 및 폐암 진단용 나노플라즈모닉 센서 플랫폼 공동개발
생명공학연구원 강태준 박사 연구팀	정연주	대학원생 방문연구	2024.09.12.	CIRSPR/Cas를 이용한 바이러스 RNA 진단용 dual-flow paper chip 공동연구
한국재료연구원 박성규 박사 연구팀	주재범	산학연 공동연구 논의	2024.08.29.	질병진단용 나노플라즈모닉 어레이센서 공동개발

한국기초연구원 한도경 박사 연구팀	주재범 정연주	공동연구 및 공동 특허출원 논의	2024.09.12.	Dual-flow lateral flow strip 공동개발
중국과학원 Lingxin Chen 교수 연구팀	Jiadong Chen	국제협력 연구	2024.08.01. -31.	Molecular Imprinting 기반 플라즈모닉 센서 개발 (1개월 과건)
생명공학연구원 강태준 박사 연구팀	석지수, 문정일, 당하준	대학원생 방문연구	2021.08.05., 2021.10.06., 2022.01.10., 2022.01.21.	CRISPR/CAS를 이용한 COVID-19진단용 나노플라즈모닉 센서 공동연구

- 실적 ② 본 교육연구팀으로의 방문 유치 성과: 과학기술·산업·사회 문제 해결을 위해 활발한 인적 교류를 이어갔다.

[표 II-17] 평가기간 내 본 교육연구팀 방문 유치 성과 (Inbound)

기관	방문한 사람	교류형태	방문 날짜	내용
Petroleum University of China Rongke Gao 교수 연구팀	Wenbo Zhou	대학원생 방문유치	202408- 202507	1년간 중앙대 방문연구: SERS-based microfluidic sensor 개발
가톨릭대학교 의과대학 박준혁 교수 연구실	박준혁, 신정수	대학원생 방문유치	2024.07.31 2024.08.14	윤상운 교수 연구실 구비 암시 야 현미경을 이용한 금나노입 자의 뇌세포 내 분포 이미징

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)

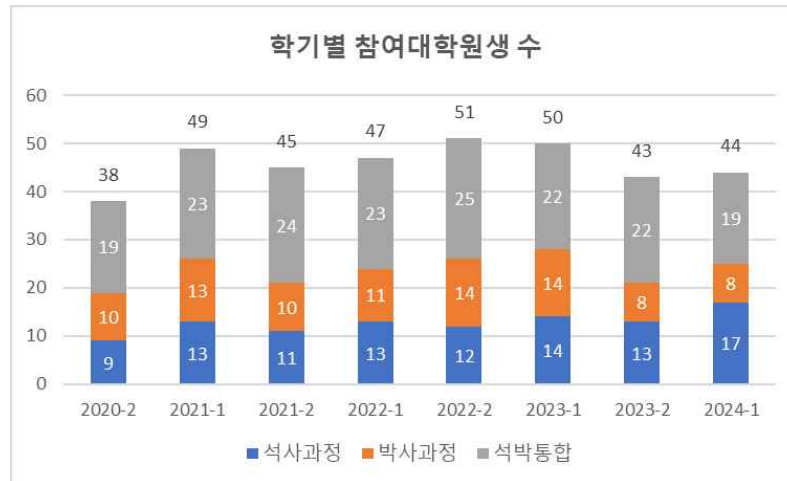
대학원생 확보 및 배출 실적					
실적		석사	박사	석·박사 통합	계
확보 (신입생)	2023년 2학기	1	0	3	4
	2024년 1학기	6	1	3	10
	계	7	1	6	14
배출 (졸업생)	2023년 2학기	5	3		8
	2024년 1학기	1	2		3
	계	6	5		11

2.2 교육연구단(팀)의 우수 대학원생 확보 및 지원 계획

■ 우수 대학원생 확보 현황	
•	대학원생 확보 현황: 평가기간인 2023년 2학기과 2024년 1학기 BK21 참여대학원생 수는 총 43명과 44명으로 이전 학기들 평균 47명에 비해 소폭 감소하였다. 특히 박사과정 학생 수가 평균 12명에 비해 8명으로 감소하였는데 이는 사업 초기 박사과정이었던 학생들이 4~5년의 학업/연구를 마치고 졸업한 만큼 신입생 수가 많지 않기 때문인 것으로 보인다 (아래 졸업생 수 현황 참조).

[표 II-18] 4단계 BK21 생물리광화학 창의인재 양성사업 학기별 참여대학원생 수

	2020-2	2021-1	2021-2	2022-1	2022-2	2023-1	← 평균	2023-2	2024-1
석사과정	9	13	11	13	12	14	12	13	17
박사과정	10	13	10	11	14	14	12	8	8
석박통합과정	19	23	24	23	25	22	23	22	19
총 인원	39	49	46	47	51	50	47	43	44



- **신입생 수 현황:** 2023년 2학기과 2024년 1학기 입학생으로 BK21에 참여하는 대학원생 수는 위 <표 2-1>과 같다. 보통 학년이 시작하는 1학기 입학생 수가 많으므로 학기별로 비교하기 보다 학년별 입학생 수를 비교하면 아래 표와 같다. 평가 대상 기간 중 2024년 1학기과 현재 보고서 작성 시점인 2024년 2학기 입학생 수를 계산하면 석사과정에 9명, 박사과정에 2명, 석박통합과정에 3명이 입학하여 직전 3년 평균과 비슷한 수준을 유지하고 있음을 알 수 있다.

[표 II-19] 4단계 BK21 생물리광화학 창의인재 양성사업 연도별 참여 신입생 수

	2021 학번	2022 학번	2023 학번	← 평균	2024 학번
석사과정	8	3	10	7	9
박사과정	2	4	2	3	2
석박통합과정	5	7	4	5	3
총 인원	15	14	16	15	14



- **졸업생 배출 현황:** 4단계 BK21 4차년도인 2023년 2학기과 2024년 1학기 졸업생은 석사 학위자 6명, 박사학위자 5명으로 특히 박사학위를 받고 졸업하는 학생 수가 크게 늘었음을 알 수 있다. 이는 우리 BK21 교육연구팀의 교육, 연구 성과가 축적된 결과로 보인다.

[표 II-20] 4단계 BK21 생물리광화학 창의인재 양성사업 연차별 졸업생 수

	1차년도	2차년도	3차년도	← 평균	4차년도
석사학위	6	6	8	7	6
박사학위	0	3	1	1	5
총 인원	6	9	9	8	11



- **우수 대학원생 확보 현황 (GRS):** GRS(graduate research scholarship)는 중앙대학교 대학원에서 학부 성적이 우수한 입학생에게 주는 장학금으로 2년 동안 등록금을 면제해주는 프로그램이다. GRS 수혜 여부를 통해 간접적으로 우수 대학원생 확보 현황을 가늠할 수 있다. 평가기간인 2023년 2학기과 2024년 1학기는 대상 학생 중 27%와 26%의 학생이 GRS 장학금을 받는 것으로 조사되었다. 여기 대상 학생에는 수료생이 다수 포함되어 등록금을 내지 않는 학생들도 포함되어 있어 실질적인 GRS 학생 비율은 더 높을 것으로 예상된다. 높은 GRS 장학생 비율은 우리 대학원 학생들의 학업역량을 반영한다고 할 수 있다.

[표 II-21] 평가기간 내 GRS 장학금 수혜자

이름	지도교수	학위과정	입학연월	2023년 2학기 수혜	2024년 1학기 수혜
김수민	박태정	석사	2022.03	o	o
신은지	박태정	석사	2023.03	o	o
김서연	조은진	박사과정	2023.03	o	o
정해령	조은진	석사과정	2024.03	x	o
강수영	주재범	석사	2024.03	x	o
고민경	윤성호	석사과정	2024.03	o	o
김석현	윤상운	박사과정	2022.03	o	x
정인아	윤상운	석사과정	2023.03	o	o
김동희	성재영	석박통합	2021.03	o	x
김진형	성재영	석박통합	2021.03	o	x
유성민	성재영	석박통합	2022.09	o	o
정한현	성재영	석박통합	2024.03	x	o
전체 수혜자 수				9	9
전체 참여대학원생 수 (내국인)				33	34

GRS 장학생 비율	27%	26%
------------	-----	-----

■ 우수 대학원생 확보 활동

- **학부 인턴 연구 프로그램 (PRE):** PRE(Practical & Research Engagement)는 중앙대에서 매년 2학기에 실시하는 프로그램으로 매년 2학기에 주로 4학년 학생들을 대상으로 연구실에 소속되어 연구를 수행하고 100만원의 장학금을 지급한다. 학부생들에게 연구에 참여할 수 있는 기회를 제공함으로써 연구 역량을 쌓고 대학원으로의 진학을 유도한다. 본 교육연구팀은 이 프로그램을 적극 활용하여 PRE에 참여한 6명의 학생 중에 5명의 학생이 대학원으로 진학하는 성과를 거두었다.

[표 II-22] 2023-2 PRE 프로그램 참여자 명단 및 대학원 진학 여부

이름	학년	지도교수	대학원 진학 여부
강수영	4	주재범	진학: 중앙대 화학과
고민경	4	윤성호	진학: 중앙대 화학과
류소은	4	윤상운	진학: 중앙대 화학과 (2024-2)
이동준	4	박태정	진학: 중앙대 화학과
이승재	4	박태정	미진학
전현진	4	윤성호	진학: 중앙대 화학과

- **외국인 학생들을 위한 장학제도 (CAYSS):** 중앙대에서는 CAYSS(Chung-Ang university Young Science Scholar)라는 장학제도를 통해 외국인 대학원생들에게 4년간 장학금을 지급함으로써 우수한 외국 유학생들을 유치하려는 노력을 기울이고 있다. 본 교육연구팀도 2023년 2학기와 2024년 1학기 동안 각각 5명과 4명의 CAYSS 유학생을 유치하였다.

[표 II-23] 2023-2 및 2024-1 CAYSS 장학금 수혜자

이름	지도교수	학위과정	입학연월	2023년-2학기 수혜	2024년-1학기 수혜
Rohini Shinde	박태정	석박통합	2022.09	o	o
Madhura Pradeep Deshpande	박태정	박사과정	2022.09	o	o
Ruth Stephanie	박태정	석박통합	2020.09	o	o
Kashif Ali	조은진	석박통합	2022.03	o	x
Jiadong Chen	주재범	석박통합	2021.09	o	o
전체 수혜자 수				5	4

- **대학원 Fair 홍보 부스:** 중앙대에서는 우수 대학원 학생들을 모집하기 위해 매년 가을 대학원 입학 Fair를 열어 중앙대 대학원을 홍보하고 있다. 본 교육연구팀이 소속된 화학과도 이 Fair에 참여하여 홍보 부스를 열고 대학원 입학 상담을 실시하고 있다.
- **대학원 특별전형:** 중앙대에서는 우수한 대학원 학생들을 모집하기 위해 BK21 교육연구단(팀) 소속 교원 수의 절반에 해당하는 학생들을 서류전형만으로 합격시키는 “특별전형”을 실시하고 있다. 본 교육연구팀도 이 입학전형을 활용하여 아래 학생들을 선발하였다.

[표 II-24] 평가기간 내 중앙대 대학원 특별전형으로 입학한 참여학생

입학 학기	학위과정	학생명	지도교수
2023-2	석박통합	한종화	성재영
2024-1	석박통합	정한현	성재영

2024-1	석사과정	이동준	박태정
2024-1	석사과정	강수영	주재범
2024-1	석사과정	이가연	조은진

- **연구성과 홍보:** 본 교육연구팀은 각종 매체와 “CAU News”를 통해 연구성과를 활발히 홍보함으로써 우수한 학생들이 연구실에 들어오도록 노력하고 있다. 아래 표는 몇 가지 홍보 성과에 대한 예시이다.

[표 II-25] 평가기간 내 참여교수 연구성과 대표 홍보 실적



[대학저널 2024년 6월 13일자]



[CAU News 2023년 12월 13일자]



[아시아경제 2024년 6월 14일자]

■ 우수 대학원생 지원 활동

- **우수논문상 시상:** 앞 [표 II-9]에 제시한 것처럼 매년 우수한 연구성과를 거둔 학생을 선발하여 상금과 함께 상장을 수여함으로써 연구 의욕을 고취시키고 더욱 성장할 수 있는 동력을 제공하고 있다.
- **실험 조교 부담 경감:** 화학과 대학원생들은 학위과정 동안 1.5 시수(한 실험반에 혼자 조교로 들어가는 경우가 1.0 시수)의 조교 부담을 갖는데 GRS를 받는 우수한 학생들은 연구에 더욱 집중할 수 있도록 책임 시수를 1.0 시수로 경감해주고 있다.

2.3 참여대학원생의 취(창)업의 질적 우수성

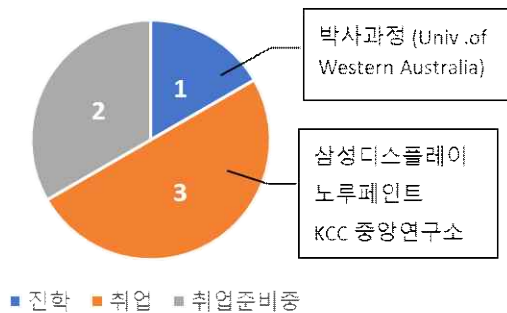
〈표 2-2〉 2023년 8월 및 2024년 2월 졸업한 교육연구단(팀) 소속 학과(부) 참여대학원생 취(창)업률 실적(단위: 명, %)

구 분		졸업 및 취(창)업현황 (단위: 명, %)						취(창)업 률(%) (D/C)×10 0
		졸업자 (G)	비취업자(B)		취(창)업대상자 (C=G-B)	취(창)업 자 (D)		
			진학자				입대자	
			국내	국외				
2023년 8월 졸업자	석사	1	0	0	0	1	1	100%
	박사	0			0	0	0	
2024년 2월 졸업자	석사	5	1	0	0	4	2	71%
	박사	3			0	3	3	

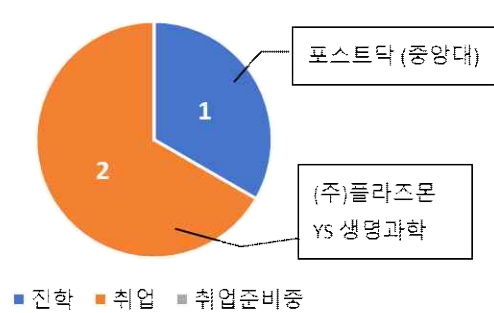
■ 참여대학원생 취업 현황

- 평가기간 동안 석사과정 6명, 박사과정 3명이 졸업하여 석사과정은 이 중 3명이 취업, 1명이 진학하여 60% (취업대상자 5명 중 3명)의 취업률을 보였고, 박사과정은 3명 졸업자 모두 취업하여 100% 취업률을 보였다. 취업 현황을 아래 도표로 나타내었다.

석사 졸업자 취업 현황



박사 졸업자 취업 현황



■ 참여대학원생 취업의 질적 우수성

[표 II-26] 평가기간 내 참여대학원생 취업의 질적 우수성

졸업생 이름 (지도교수)	학위	졸업연도	취업기관 / 진학대학	취업 (진학) 사례
당하준 (주재범 교수)	박사	2024.02	(주)플라즈몬	당하준 연구원은 박사과정 기간 동안 Nanodimple기반의 나노플라즈모닉 substrate를 이용한 SARS-CoV-2 DNA Sensor에 관한 연구를 수행하여 Adv. Func. Mater. (제1저자), Small (제1저자), Chem. Soc. Rev (공동저자)와 같은 top journal에 SERS-PCR platform 개발 관련 논문을 발표하였다. 대학원 기간 동안 배운 플

				라즈모닉 진단센서 기술을 기반으로 미국 아벨리노의 한국지사인 ㈜플라즈몬에 선임연구원으로 취업하였다. 박사과정에서 배운 광학진단센서 기술을 기반으로 이 회사에서 다양한 나노플라즈모닉 체외진단 기술을 개발할 예정이다.
문석영 (윤성호 교수)	석사	2024.02	노루페인트	문석영 연구원은 “일산화탄소 농도에 따른 이산화탄소 수소화 반응에서의 촉매 활성 변화”를 연구하며 촉매 개발에 대한 전문성을 키웠고, 이를 바탕으로 2024년 3월 노루페인트에 정규직으로 입사하여 관련 기술을 실무에 적용하고 있다.
윤석현 (윤상운 교수)	석사	2024.02	삼성디스플레이	윤석현 연구원은 석사과정 동안 금나노구(Au nanosphere, AuNS)를 금나노막대(Au nanorod, AuNR)의 양 끝과 옆면에 공간 선택적으로 조립하는 방법을 개발하고 이를 통해 AuNR의 장축 또는 단축 방향 플라즈몬 커플링을 조절하는 연구를 수행하여 J. Phys. Chem. Lett.에 제 1저자로 논문을 출판하였다. 이러한 나노입자를 이용한 광학적 특성 제어에 대한 전문성을 인정받아 2024년 삼성디스플레이에 정규직 사원으로 입사하였다.

3. 참여대학원생 연구실적의 우수성

① 참여대학원생 저명학술지 논문의 우수성

■ 참여대학원생 전체 연구 실적

- **평가 방향:** 아래 [표 II-27]에 평가기간 동안 BK21 참여대학원생이 저자로 출판한 논문의 수와 영향지수(impact factor, IF)를 나타내었다. 기존의 정량적인 평가에서 벗어나 연구재단이 지향하고 있는 질적평가에 발맞추기 위해 기존에 사용되던 여러 정량지표들(환산 보정 IF, 환산 보정 ES, 등)을 과감히 버리고 최대한 단순화한 수치만 제시하고 질적 수준에 대한 기술을 강화하고자 한다. 참고로 2022.9~2023.8은 단계평가기간이라 이 시점에 출판된 논문에 대한 정량적인 분석은 이루어지지 않았다.
- **평가 결과:** 평가기간인 2023년 2학기, 2024년 1학기 동안 평균 43.5명의 대학원생이 참여하여 총 25편의 논문을 게재하였으며 이중 실질적으로 논문에 가장 크게 기여한 제1저자로 출판한 논문은 12편이었다. 이들 25편의 논문 IF 합은 217.2였고 이를 단순히 논문 당 IF로 환산하면 한편 당 IF 9에 해당해 매우 영향력 있는 저널에 양질의 논문을 게재하였음을 알 수 있다. 다만 전체 논문의 절반 정도만이 BK21 참여대학원생들이 제1저자로 참여한 논문이라 향후 대학원생들의 연구 활동을 더 적극적으로 지원해 참여대학원생들이 제1저자로 논문을 쓸 수 있는 기회를 더 많이 마련해 주는 것이 필요해 보인다.

[표 II-27] 평가기간 내 참여대학원생 논문 발표 실적

기간	총 참여대학원생 수	총 논문 편수	제1저자 논문 편수	총 IF	1편당 IF
2020.9-2021.8	32.5	30		224.93	7.49
2021.9-2022.8	35.5	27		259.82	9.62
2022.9-2023.8					
2023.9-2024.8	43.5	25	12	217.6	9.1

■ 참여대학원생 대표 연구 실적

- 모든 연구결과가 소중하지만 그중에서도 평가기간 동안 우리 교육연구팀 대학원생들의 연구 성과를 대표할 수 있는 논문이라고 평가할 수 있는 논문 8편을 아래 [표 II-28]에 요약하여 제시하였고 그 질적 우수성에 대해 아래에 상술하였다.

[표 II-28] 평가기간 내 참여대학원생 대표 연구 실적

	이름 (지도교수)	학위과정	역할	논문 제목	게재 저널	우수성
1	Xiangdong Yu/ 박소현 (주재범)	박사과정	공동 제1저자	Microfluidics for Disease Diagnostics Based on Surface-Enhanced Raman Scattering Detection	<i>Nano Convergence</i>	IF = 13.4 JCR 상위 10%
2	Wiyogo P. Wicaksono (주재범)	박사과정	제1저자	Electrochemical Surface-Enhanced Raman Spectroscopy Analysis of Malachite green on Gold Substrates	<i>Applied Surface Science</i>	IF = 6.3 JCR 상위 5%
3	이민호 (성재영)	박사과정	제1저자	Transport Dynamics of Water Molecules Confined between Lipid Membranes	Journal of Physical Chemistry Letters	Supplementary Cover Article
4	윤석현 (윤상운)	석사과정	제1저자	Mode-Selective Plasmon Coupling between Au Nanorods and Au Nanospheres	Journal of Physical Chemistry Letters	IF = 4.9 물리화학 대표 저널
5	김석현 (윤상운)	박사과정	공동저자	Combinatorial Approach to Find Nanoparticle Assemblies with Maximum Surface-Enhanced Raman Scattering	ACS Applied Materials & Interfaces	IF = 8.5 표지논문
6	Ruth Stephanie (박태정)	석박통합	제1저자	Aqueous aluminum ion system: A future of sustainable energy storage device	Energy Storage Materials	IF = 18.9 JCR 상위 5%
7	Kashif Ali (조은진)	석사과정	제1저자	Nickel-Catalyzed Double Deoxygenative C-N Coupling of Acyloxyamines	Organic Letters	IF = 4.9 JCR 상위 10%
8	문석영 (윤성호)	석사과정	공동저자	Pelletizing highly porous covalent triazine framework under mild conditions and applying it as adsorbent for Ru3+ ions	Microporous and Mesoporous Materials	IF = 5.2

대표연구실적 1:

Xiangdong Yu, Sohyun Park, Jaebum Choo et al., Microfluidics for Disease Diagnostics Based on Surface-Enhanced Raman Scattering Detection, *Nano Convergence*, **2024**, *11*, 17.

- 참여대학원생:** Xiangdong Yu (박사과정, 공동 제1저자), 박소현 (석박통합과정, 공동 제1저자)
- 신진연구인력:** 이성운 (박사후과정, 공동저자)
- 내용:** 고감도 SERS 검출 기술과 혈액이나 소변의 자동화 전처리가 가능한 다양한 microfluidic device를 통합한 SERS-based microfluidic system에 대하여 소개하였다. 기존 체외 진단기술의 한계를 극복할 수 있는 SERS-based microfluidic sensor를 이용하여 난치성 질환과 감염병 등에 대한 조기진단 가능성을 제시하였다. 최근 체외진단 기술에 대한 수요가 커지고 있는데 사망률이 높은 암과 같은 난치성 질환, 2020년부터 전 세계를 휩쓸었던 COVID-19과 같은 감염병을 정복하기 위해서는 신속하고 정확한 체외진단 기술이 필요하기 때문이다. 본 논문에서는 microdroplet, gradient

channel, magnetic immuno-separation과 같이 소량의 바이오시료를 자동으로 처리하여 고감도로 검출할 수 있는 다양한 SERS-based microfluidic sensor 기술에 대하여 소개하였다.

- **질적 우수성:** 본 논문은 2024년 4월 Springer 에서 출간되는 JCR 상위 10% 저널인 Nano Convergence (IF=13.4)에 출판되었다.

대표연구실적 2:

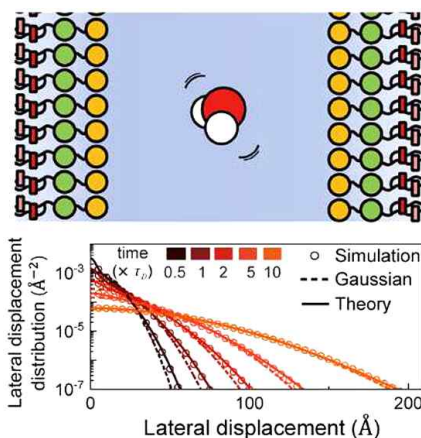
W. P. Wicaksono, J. Choo et al., Electrochemical Surface-Enhanced Raman Spectroscopy Analysis of Malachite green on Gold Substrates, *Applied Surface Science*, **2024**, 649, 159163.

- **참여대학원생:** W. P. Wicaksono (박사과정, 제1저자), 당하준 (박사 졸업생, 공동저자)
- **신진연구인력:** 이성운 (박사후과정, 공동저자)
- **내용:** 자 본논문에서는 localized surface plasmon 현상에 의하여 나타나는 hot spots을 효과적으로 control 하기 위하여 electrochemistry (EC)와 SERS 현상을 통합적으로 이용한 EC-SERS device를 개발하였으며, 이를 이용한 malachite green (MG)의 electric potential 변화에 따른 molecular dynamics를 연구하였다. 즉, electric potential의 변화에 따른 chronoamperometry의 변화와 이에 따른 MG의 SERS signal intensity 변화를 추적하여 Au substrate에 adsorption된 MG 분자들의 orientation과 dimerization등에 대한 reaction kinetics를 규명하였다. 앞으로의 후속 연구에서는 EC-SERS platform을 이용한 hot spot control과 이를 이용한 고감도 biosensor에 대한 연구를 수행할 예정이다.
- **질적 우수성:** 본 논문은 2024년 3월 Elsevier에서 출간되는 JCR 상위 5% 저널인 Applied Surface Science (IF=6.3)에 출판되었고, 현재까지 Google Scholar 기준 8회 인용되었다.

대표연구실적 3:

Minho Lee, Euihyun Lee, Ji-Hyun Kim, Hyonseok Hwang, Minhaeng Cho, and Jaeyoung Sung, Transport Dynamics of Water Molecules Confined between Lipid Membranes, *J. Phys. Chem. Lett* **2024**, 15(16), 4437-4443 (Supplementary Cover Article).

- **참여대학원생:** 이민호 (박사과정, 제1저자)
- **내용:** 이 연구에서는 두 인지질 세포막 사이에 갇힌 물 분자의 독특한 수송 동역학을 정량적으로 설명할 수 있는 새로운 수송 방정식을 제안하였다. 해당 시스템은 신경 세포 간 시냅스 연결, 미토콘드리아 내막과 외막 사이, 그리고 진핵세포에서 발견되는 소포체 등 다양한 생물학적 맥락에서 관찰된다. 연구진은 분자 동역학 전산모사 실험을 통해 세포막 사이에 갇힌 물 분자의 변위 분포가 비정규적 확산 양상을 따름을 관찰하고, 이러한 현상이 물 분자와 인지질 머리 부분 간의 상호작용과 깊은 연관이 있음을 밝혀내었으며, 새로 제안된 수송 방정식을 통해 물 분자 변위분포의 시간에 따른 변화를 정량적으로 설명하는 데 성공하였다.
- **질적 우수성:** 이 연구를 통해 도출된 수송 방정식은 이론과 전산모사 실험 간의 정량적 연결고리를 형성하는 중요한 성과로서 세포막 사이에 갇힌 물 분자의 열운동 양상의 이해를 통해 생물학적 기능 측면에서 중요한 통찰을 제공할 수 있으며, 세포막 이외의 나노크기 공간에서의 물이나 복잡한 유체의 수송 메커니즘을 이해하는 데도 기여할 수 있다.



대표연구실적 4:

Seokhyun Yun and Sangwoon Yoon, Mode-Selective Plasmon Coupling between Au Nanorods and Au

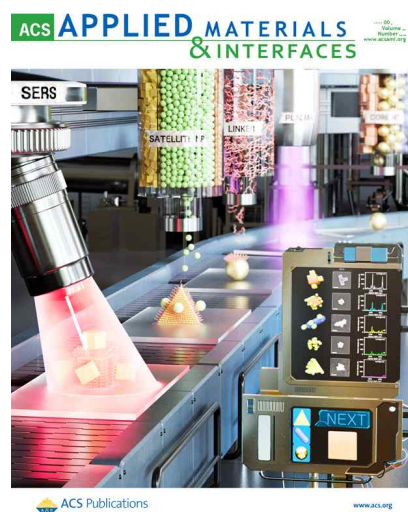
Nanospheres, *J. Phys. Chem. Lett.* **2023**, *14*, 10225.

- **참여대학원생:** 윤석현 (석사과정, 제1저자)
- **내용:** 금 나노막대에 붙는 금 나노구의 위치에 따른 플라즈몬 커플링의 양상에 대해 연구하였다. 금 나노막대의 end 부분과 side 부분에 모두 금 나노구가 결합될 경우 장축 플라즈몬 커플링과 단축 플라즈몬 커플링이 모두 나타난다. 반면 end에만 금 나노구가 붙으면 장축 플라즈몬 커플링만 나타난다. End selective assembly를 만드는 방법을 개발하였고 이를 실험적, 이론적으로 확인하였다.
- **질적 우수성:** 본 논문은 비등방성 나노입자의 플라즈몬 커플링에 대한 이해를 넓혔다. 플라즈몬 커플링을 위치 선택적으로 조절할 수 있는 방법을 개발하여 나노갭을 선택적으로 발생시킬 수 있는 응용 가능성을 밝혔다.

대표연구실적 5:

Hoa Duc Trinh, Seokheon Kim, Seokhyun Yun, Ly Thi Minh Huynh, and Sangwoon Yoon, Combinatorial Approach to Find Nanoparticle Assemblies with Maximum Surface-Enhanced Raman Scattering, *ACS Applied Mater. Interfaces*. **2024**, *16*, 1805.

- **참여대학원생:** 김석현 (박사과정, 공동저자)
- **내용:** 나노 입자 조립체의 조합적 접근법을 통해 표면-증강 라만 (SERS) 성능을 극대화하는 구조를 규명하였다. 이러한 발견은 고감도의 화학·바이오 검출 및 분자 진단에 활용할 수 있으며, 커져가는 바이오헬스 분야의 환경 및 생명과학 분야에서 요구되는 극미량 물질 검출 기술로써 고감도의 SERS 기반 나노 소재 개발을 위한 가이드 라인을 제시하였다.
- **질적 우수성:** 본 논문은 ACS에서 출간되는 Nanoscience & Nanotechnology 분야 상위 20% 이내의 저널인 *Applied Materials & Interfaces* (IF = 8.5)에 표지 논문으로 출판되었으며, 현재까지 Google Scholar 기준 8회 인용되었다.



대표연구실적 6:

Ruth Stephanie, Chan Yeong Park, Pragati A. Shinde, Ebrahim Alhajri, Nilesh R. Chodankar* and Tae Jung Park*, Aqueous aluminum ion system: A future of sustainable energy storage device, *Energy Storage Mater.*, **2024**, *68*, 103336.

- **참여대학원생:** Ruth Stephanie (박사과정, 제1저자)
- **내용:** Aluminium 이온을 활용한 에너지 저장 장치의 동향을 조사함.
- **질적 우수성:** 2023년 IF = 18.9로서, Chemistry, Physical 및 Material Science, Multidisciplinary분야 JCR 상위 5% 이내임.

대표연구실적 7:

Kashif Ali and Eun Jin Cho, Nickel-Catalyzed Double Deoxygenative C-N Coupling of Acyloxyamines, *Organic Letters* **2024**, *26*, 5192-5195.

- **참여대학원생:** Kashif Ali (석사과정, 제1저자)
- **내용:** 니켈 촉매와 cataCXiumA 리간드를 사용하여 아실옥시아민의 N-O 결합을 활성화해 C-N 결합을 형성하는 반응을 개발하였다. 이 반응을 통해 다양한 2차, 3차 및 헤테로고리 아민을 효과적으로 합성할 수 있었다.
- **질적 우수성:** 단순한 아민 형성 반응 개발을 넘어, 심도 있는 반응 기작 연구를 통해 니켈 촉매 반

응에 대한 이해를 크게 증진시켰다.

대표연구실적 8:

Syed Kamran Haider, Seokyeong Moon, Hongjin Park, Hayoung Yoon, Sungho Yoon, Pelletizing highly porous covalent triazine framework under mild conditions and applying it as adsorbent for Ru^{3+} ions, *Microporous and Mesoporous Materials* **2024**, 365, 112852.

- **참여대학원생:** 박흥진 (박사과정, 공동 저자), 윤하영 (박사과정, 공동 저자), 문석영 (석사과정, 공동 저자)
- **내용:** 본 연구에서는 CTFs (Covalent triazine frameworks)의 뛰어난 다공성을 유지하면서, 테레프탈로니트릴(TN)을 중합하고 폴리스타이렌(PS)과 PVP를 사용해 촉매 펠렛화를 성공적으로 수행하였습니다.
- **질적 우수성:** 본 연구는 CTF-PS와 CTF-PVP 복합체가 미세 다공성 물질로서 우수한 특성을 유지하는 동시에, CTF-PS는 특히 프로틱 용매에서 뛰어난 안정성을 보여 산업적 응용 가능성을 입증하였습니다.

② 참여대학원생 학술대회 대표실적의 우수성

■ 참여대학원생 전체 학술대회 발표 실적

- 코로나19가 끝나고 학술교류가 활발해지면서 평가기간 동안 대학원생들의 국제학술대회 발표 건수가 크게 늘었다. 또 총 60건의 발표 중 14회에 걸쳐 우수포스터상, 우수구두발표상 등을 수상해 우리 교육연구팀 대학원생들의 발표 능력이 향상되고 있음을 확인할 수 있다.

[표 II-29] 평가기간 내 참여대학원생 학술대회 발표 건수

기간	국제학술대회 발표 (건)	국내학술대회 발표 (건)
2020.9-2021.8	13	19
2021.9-2022.8	7	72
2022.9-2023.8		
2023.9-2024.8	24	36

■ 참여대학원생 학술대회 발표 대표실적

- 아래 표에 대학원생들의 학술대회 발표 실적 중 우수 사례를 제시하였다.

[표 II-30] 평가기간 내 참여대학원생 학술대회 대표실적 및 우수성

연번	발표자 (지도교수)	학위과정	학회형태 발표형식	발표연월	상세내용
1	양희모 (성재영)	석박통합	국내학회 포스터	202310	제132회 대한화학회 추계학술대회 (광주)
					Chemical fluctuation produced by stochastic switch with competitive versus non-competitive inactivation: A pivotal role of active state duration variability
					우수포스터상
2	정연주 (주재범)	석박통합	국내학회 포스터	202310	제132회 대한화학회 추계학술대회 (광주)
					CRISPR/Cas13a-mediated SERS-based dual-flow assay strips for amplification-free detection of SARS-CoV-2 RNA
					BKCS포스터상

3	한종화 (성재영)	석박통합	국내학회 포스터	202404	제133회 대한화학회 춘계학술대회 (수원)
					Elucidation of Equilibrium Size Distribution of Rigid Clusters and Liquid-like Droplets
					우수포스터상
4	박은희 (조은진)	석사	국내학회 포스터	202404	제133회 대한화학회 학술발표회 (수원)
					Photosensitizer-Free Benzo[1,4]oxazin-2-one Synthesis by Continuous-Flow Photochemistry
					우수포스터상
5	장지훈 (조은진)	박사	국내학회 포스터	202404	제133회 대한화학회 학술발표회 (수원)
					Electrochemical Synthesis of Trifluoromethylated Oxazoles: Aminotrilfluoromethylation of Alkynes/in-situ Cyclization
					우수포스터상
6	김서연 (조은진)	박사	국내학회 구두	202404	제133회 대한화학회 학술발표회 (수원)
					Understanding Non-covalent Interactions in Nickel-Catalyzed Reactions: Mechanistic Insights into Stereoselective Tetrasubstituted Allene Synthesis
					최우수상
7	정연주 (주재범)	석박통합	국내학회 포스터	202404	제133회 대한화학회 학술발표회 (수원)
					Highly sensitive detection of SARS-CoV-2 RNA using CRISPR/Cas13a-mediated SERS-based dual-flow assay strip
					우수포스터상
8	안재욱 (주재범)	석사	국내학회 포스터	202405	2024 한국바이오칩학회 춘계학술대회 (경주)
					Wash-Free DNA Detection Through Marangoni Force-Induced Self-Assembly of Gold Nanoparticles
					우수포스터상
9	이민호 (성재영)	박사	국제학회 포스터	202406	제143차 물리화학분과 여름 심포지움 & 한일분자과학 심포지움 (부산)
					Transport Dynamics of Water Molecules nanoconfined between phospholipid bilayers.
					우수포스터상
10	한종화 (성재영)	석박통합	국제학회 포스터	202406	제143차 물리화학분과 여름 심포지움 & 한일분자과학 심포지움 (부산)
					Elucidation of Equilibrium Size Distribution of Rigid Clusters and Bio-Condensates
					우수포스터상
11	정인아 (윤상운)	석사과정	국제학회 포스터	202406	제143차 물리화학분과 여름 심포지움 & 한일분자과학 심포지움 (부산)
					Polarization-Dependent Plasmon Coupling in Gold Nanorod-Nanosphere Assemblies
					우수포스터상
12	박소현 (주재범)	석박통합	국내학회 구두	202406	대한화학회 분석화학/전기화학분과회 2024 하계 합동심포지움 (목포)
					Rapid and sensitive detection of UTI-causing bacteria using SERS-based acoustofluidic chip
					우수구두발표상
13	박은희 (조은진)	석사	국내학회 포스터	202408	제24회 유기화학분과회 하계워크샵 (여수)
					Photosensitizer-Free Benzo[1,4]oxazin-2-one Synthesis

					by Continuous-Flow Photochemistry
					우수포스터상
					제143차 물리화학분과 여름 심포지움 & 한일분자과학 심포지움 (부산)
14	정인준 (성재영)	박사	국제학회 포스터	202406	Integrated method for identifying the optimal descriptor of acute critical illness: Development of septic infection related risk index (SIRRI) and investigation into patient' s fate dynamics along SIRRI
					우수포스터상

③ 참여대학원생 특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성

■ 참여대학원생 특허, 기술이전, 창업 실적

- 평가 대상 기간인 2023년 9월~2024년 8월에 우리 BK21 교육연구팀 참여대학원생들은 총 1건의 특허를 등록하였으며 3건의 특허를 출원하였다. 이중 대표적인 특허 2건을 여기 소개하고자 한다.

대표특허실적 1:

- 발명자:** 주재범, 루몽단, 정연주
- 참여대학원생:** Mengdan Lu (석박통합과정), 정연주 (석박통합과정)
- 발명 명칭:** SARS-CoV-2와 influenza A를 동시에 진단할 수 있는 표면증강라만산란 기반 측면유동분석 스트립
- 출원/등록 여부:** 등록 (10-2694604)
- 출원(등록) 국가:** 대한민국
- 내용:** COVID-19의 확산이 종식되었으나 아직까지 간헐적으로 감염환자들이 발생하고 있다. 또한 최근 환절기에 독감 (flu)환자들이 많이 발생하고 있는데, COVID-19과 flu는 고열이나 목의 통증 등 증세가 유사하여 이를 초기에 신속히 구분할 수 있는 진단 기술이 필요하다. 본 발명에서는 SARS-CoV-2와 Influenza A를 신속하고 정확하게 판별할 수 있는 표면증강라만산란 기반 측면유동분석 스트립 (SERS-based LFA strip)을 개발하였다. 본 특허는 2022년 2월 24일에 출원되었으며 2024년 8월 7일에 등록되었다. 본 특허 내용은 또한 2022년에 논문 (Nano Convergence)으로도 출판되었는데 현재 50회 이상 인용되어 많은 연구자들의 뜨거운 관심을 받고 있는 것으로 판단된다.

대표특허실적 2:

- 발명자:** 윤성호, 박홍진
- 참여대학원생:** 박홍진 (박사과정, 제1저자)
- 발명 명칭:** 용매열 방법과 프레델-크라프트 반응을 통한 다공성 유기금속촉매 합성 방법
- 출원/등록 여부:** 출원
- 출원(등록) 국가:** 대한민국
- 내용:** 이 특허는 용매열 방법과 프레델-크라프트 반응을 결합해 다공성 유기금속촉매를 합성하는 기술에 관한 것입니다. 이를 통해 촉매의 성능을 향상시키고 다양한 화학 반응에서 효율적인 촉매로 사용할 수 있습니다.

4. 신진연구인력 현황 및 실적

■ 신진연구인력 현황 및 실적

- 평가 대상 기간 동안 BK21 참여교수 연구실에 속한 신진연구인력 및 이들의 대표연구실적을 아래 표에 나타내었고 그 내용을 상술하였다.

[표 II-31] 평가기간 동안의 신진연구인력 대표연구실적

구분	이름	지도교수	기간	대표연구실적
박사후연구원	Anam Rana Gul	박태정	2023.9.1.~ 2024.8.31.	<i>Biosens. Bioelectron.</i> 2024 , 246, 115902.
박사후연구원	이성운	주재범	2023.9.1.~ 2024.8.31.	<i>Chem. Soc. Rev.</i> , 2023 , 52, 8500-8530 <i>Chem. Soc. Rev.</i> , 2024 , 53, 5394-5427
박사후연구원	Hoa Duc Trinh	윤상운	2024.3.1.~ 2024.8.31.	ACS Appl. Mater. Interfaces, 2024 , 16, 1805-1814

대표연구실적:

Anam Rana Gul, Jyotiranjana Bal, Ping Xu, Subhadeep Ghosh, Taehyun Yun, Suresh Kumar Kailasa, Yeong Hyeock Kim*, and Tae Jung Park*, *Biosens. Bioelectron.*, **2024**, 246:115902.

참여대학원생: Anam Rana Gul (박사후연구원)

- 내용:** 암 진단을 위해 새로운 개념의 point-of-care testing (POCT) 기술 개발
- 질적 우수성:** 2023년 IF = 10.7로서, Biophysics 및 Biotechnology & Applied Microbiology분야 JCR 상위 5% 이내임.

5. 참여교수의 교육역량 대표실적

■ 참여교수의 저술 실적

- 우리 BK21 교육연구팀의 박태정 교수와 주재범 교수는 아래와 같이 3건의 book chapter를 저술함으로써 대학원생 교육에 기여하였다.

[표 II-32] 평가기간 내 참여교수 대표 교육실적

연번	참여교수명	연구자등록번호	세부전공분야	대학원 교육관련 대표실적물	DOI번호/ISBN/인터넷 주소 등
참여교수의 교육관련 대표실적의 우수성					
1	박태정	10155278	생화학	Book chapter	10.1016/bs.coac.2024.01.001
	“Graphene oxide nanomaterials in separation science”, Compr. Anal. Chem., 2024 , 106:503-532. 인도 SVNIT의 S. K. Kailasa 교수가 편집하여 출판한 “Analytical Applications of Graphene Oxide” (Elsevier, 2024, Edition 1) 저서에서 “Graphene oxide nanomaterials in separation science”란 제목으로 book chapter (Chapter 17)를 저술하였다. 이 book chapter에서는 산화 그래핀(GO) 기반 나노구조 재료의 최근 개발동향에 대한 간략한 요약과 동시에 생물학적 및 환경 매트릭스에서 다양한 분자(이온종, 기체, 유기 및 생체 분자)를 분리하기 위한 GO 기반 나노구조의 개념을 다루고 있어 대학원 교과목인 “바이오재료화학” 및 “에너지소재화학”, “나노소재화학” 등 대학원 과목의 교육자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.				
2	박태정	10155278	생화학	Book	10.1016/C2019-0-00961-2 ISBN 978-0-12-820643-0
	인도 SVNIT의 S. K. Kailasa 교수와 인도 Bhabha Atomic Research Center의 R. K. Singhal 박사와 공동으로 편집하여 출판한 “Nanomaterials in Environmental Analysis” (Elsevier,				

	2024, Edition 1) 저서에서는 널리 사용되는 오늘날의 환경 오염 물질이 환경 생태 시스템에 미치는 심각한 영향을 미치는 오염원에 대한 해결방안을 제시하고 있다. 환경 분석 분야의 나노소재는 산업계와 학계의 연구자들에게 검출 기술과 환경에서 화학종을 제거하는 데 나노입자를 유망하게 응용할 수 있는 기회를 제공함으로써 이 문제를 해결하는 데 기여하는 내용을 포함하고 있다. 각 chapter는 환경에서 독성 화학물질을 감지, 측정 및 매개하는 데 나노입자를 사용하는 측면을 다루고 있어서 대학원 교과목인 “나노바이오분석학” 및 “바이오소재분석학”, “환경생화학“, “캠바이오체외진단특론“ 등 대학원 과목의 교육자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.				
	주제범	10104469	분광분석화학	Book Chapter	978-981-97-6540-9
3	대학원생의 교육을 위하여 2019년에 출판되었던 Springer 출판사의 book series의 개정판 (second edition)을 출간하였다. 일본 Hokkaido 대학의 Manabu Tokeshi 교수가 편집하여 출판한 “Applications of Microfluidic Systems in Biology and Medicine” (Springer, 2024, Edition 2) 저서에서 “Application of SERS-Based Microfluidics for <i>In Vitro</i> Diagnostics”란 제목으로 book chapter (Chapter 3)를 저술하였다. 이 book chapter에서는 질병진단에 활용될 수 있는 다양한 microfluidic device platforms와 이와 통합된 SERS-based optical detection 기술에 대한 최신 연구동향을 기술하였다. 본 교재는 생물학과 의학 분야에 활용될 수 있는 다양한 마이크로 소자의 개발 방법과 고감도 단백질과 유전자 분석에 활용될 수 있는 nanophotonics에 대하여 소개하고 있어 대학원 교과목인 “나노바이오분석학” 및 “바이오센서및미세소자” 등 대학원 과목의 교육자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.				

6. 교육의 국제화 전략

① 교육 프로그램의 국제화 현황 및 계획

우리 BK21 교육연구팀은 학생들을 글로벌 연구자로 키우기 위해 해외 선도연구자 초청강연, 외국 연구기관과의 인적 교류, 해외 학회 발표, 영어 강의, 학위 논문 영어 작성 등 교육의 국제화에 힘써왔다. 아래에 그 활동 실적을 소개한다.

■ 해외 선도 연구자 초청 강연

[표 II-33] 평가기간 내 중앙대학교 대학원 화학과 해외 선도 연구자 초청강연 현황

날짜	이름	소속	강연 제목
2023.10.10	Chaitan Khosla	Stanford University	Principles of Assembly-Line Polyketide Biosynthesis
2023.10.12	David Nicewicz	University of North Carolina at Chapel Hill	New Avenues in Synthesis via Organic Photoredox Catalysis
2023.11.29	John Straub	Boston University	From monomers to fibrils: Probing the principles governing protein aggregation
2023.12.11	Hyocheon Park	HKUST	Spontaneously Recycled Inhibitory Synaptic Vesicles consist two dynamically different subgroups of synaptic vesicles
2023.12.13	Minjun Son	University of Chicago	Decoding Infection: NF- κ B Pathway's Vital Role in Processing Signal Dynamics
2023.12.18	Jianshu Cao	MIT	Non-equilibrium Conformational Fluctuations in Enzymatic Networks and Driven Biomolecular Systems
2024.04.11	Joshua-Phil	Universität	Aggregation Matters: Diverting Mechanisms in Synthetic

	ip Barham	Regensburg, Germany	Photocatalytic and Photoelectrochemical Reactions
2024.04.19	Chao-Ping Hsu	Institute of Chemistry Academia Sinica	Dynamics and noises in biology
2024.04.19	Jer-Lai Kuo	National Taiwan University	Accelerating First-Principle Exploration on Potential Energy Landscape of Bio-molecules
2024.05.20	Jonathan V. Sweedler	University of Illinois	Measuring the brain with spatial, temporal and chemical detail across sales
2024.05.20	Tagbo H. R. Niepa	Carnegie Mellon University	Designing a high-throughput platform for assessing microbial dynamics in defined microenvironments
2024.05.20	Yeoun Jin Kim	AstraZeneca	Mass spectrometry-based proteomics for oncology clinical trials
2024.05.20	Minchul Yang	STIP Law	Life cycle management of U.S. patents
2024.05.31	Nils Benning	Harvard Medical School	Dimensional reduction for single-molecule imaging of clustering events
2024.06.16	Suresh Kumar Kailasa	Sadar Vallabhbhai National Institute of Technology	Surface modifications of nanostructure materials: Promising probes for analytical applications
2024.07.01	Suresh Kumar Kailasa	Sadar Vallabhbhai National Institute of Technology	Introduction to Mass Spectrometry: Advances in Ionization and Applications
2024.07.16	Matteo Gori	University of Luxembourg	Investigating Long-Range Electrodynamical Interactions and Giant Dipole Oscillations in Biomolecular Dynamics
2024.07.17	Gavin Chit Tsui	The Chinese university of Hong Kong	An Organometallic Approach to Perfluoroalkylation and C-F Bond Activation
2024.07.23	Matthieu Sarkis	University of Luxembourg	Quantum Computing for long-range interactions
2024.08.17	Seogjoo Jang	City University of New York	Theories for Natural/Quantum Sensing and Quantum Estimation

■ 해외 석학 초빙 (단기)강좌 개설

[표 II-34] 평가기간 내 해외 석학 초빙 (단기)강좌 개설 실적

석학명 (소속)	초빙교수	기간	강좌 내용	비고
Olga Dudko (UCSD)	성재영	2023년 2학기	Statistical Mechanics of Viral Entry	Editor of Physical Review Letters

■ 해외 연구 기관과의 인적 교류 실적

[표 II-35] 외국 대학 및 연구소와의 인적 교류 현황

Inbound

해외기관	해외연구자	국내연구자	교류형태	교류내용
스위스 ETH	Andrew J. deMello	주재범	on-line 미팅	산학협력 관련 국제공동연구과제 협의
중국 Petroleum University of China	Rongke Gao	주재범	대학원생 파견 논의 위한 방문	SERS-based microfluidics에 대한 공동연구 논의. 2024년 9월부터 박사과정 학생 (Wenbo Zhou) 1년간 교환학생으로 중앙대 파견.
중국과학원	Lingxin Chen	주재범	on-line 미팅	중견연구과제 국제협력연구 선정 및 진행 (2024년 2월)
영국 University of Strathclyde	Duncan Graham	주재범	공동연구 및 Review 초청	SERS-based biosensor 공동연구 및 Nano Convergence에 Review article 투고 초청함
호주 Macquarie University	Yuling Wang	주재범	공동연구 및 Review 초청	Microfluidics 관련 공동연구 on-line 논의 및 Nano Convergence에 Review article 투고 초청함.
영국 Royal Society of Chemistry	Eriko Yamazaki	주재범	중앙대 방문	RSC Journal 논문 투고 활성화 방안 논의함.
인도 SVNIT	Suresh Kumar Kailasa	박태정	중앙대 방문	20여편의 공동연구논문 발표 논의

Outbound

해외기관	해외연구자	국내연구자	교류형태	교류내용
미국 UC San Diego	Judy Kim	주재범	On-line 초청	이태리 로마에서 개최된 ICORS 국제 심포지엄 세션 조직을 요청 받음.
미국 University of Kansas	Steven Soper	주재범	Workshop 초청	네덜란드 체외진단 워크숍 초청 및 Pacificchem 2025 공동 조직 요청 받음.
미국 University of Michigan	Ryan C. Bailey	주재범	Conference 초청	2025년 3월 Pittcon 2025에 초청강연을 요청 받음.
중국 Hainan Medical School	Rui Wang & Ziyi Cheng	주재범	석학 초청강연 요청	2024년 7월1일-3일 Hainan Medical School 방문하여 석학초청 강연함.
중국 China University of Petroleum	Jingbin Zeng	주재범	석학 초청강연 요청	2024년 11월 방문 예정
중국과학원	Lingxin Chen	주재범	석학 초청강연 요청	2024년 11월 방문 예정
Guangzhou University	Zhinan Guo	주재범	석학 초청강연 요청	2025년 1월 방문 예정
중국과학원	Lingxin Chen	Jiadong Chen (석박통합과정)	공동연구를 위한 대학원생 파견 논의	2024년 8월 국제공동연구를 위한 1개월 파견 (중국과학원)

■ 영어 강의 및 영어 학위논문 실적

- **대학원 과목 영어 강의 현황:** 대학원생들의 영어에 대한 장벽을 낮추고 영어 소통하는 능력을 함양하기 위해 다수의 대학원 과목을 영어로 강의하고 있다. 아래 표에 평가기간 동안 본 BK21 교육연구팀 교수들의 영어 강의 비율을 나타내었다.

[표 II-36] 평가기간 내 BK21 참여교수 강의 중 영어강의 비율

구분	2023-2	2024-1	합계
개설 강의 수	3	5	8
영어 강의 수	2	4	6
비율	67%	80%	75%

- **영어 학위논문 현황:** 대학원생들의 영어 쓰기 능력을 키우기 위해 본 BK21 교육연구팀은 학위논문을 영어로 작성하도록 적극 권장하고 있다. 평가기간 동안 총 11편의 학위논문 중 10편이 영어로 작성되었다.

[표 II-37] 평가기간 내 BK21 참여대학원생 영어 학위논문 비율

구분	2023-2	2024-1	합계
학위논문 수	8	3	11
영어 학위논문 수	7	3	10
비율	88%	100%	91%

■ 대학원생 해외 학회 발표 실적

- 해외 학회 참석 및 발표 만큼 좋은 국제화 교육은 없을 것이다. 해외 학회 참석을 통해 해외 연구자들의 연구를 직접적으로 접할 수 있고 최신 연구에 대한 시야를 넓힐 수 있다. 아래 표는 본 교육연구팀 대학원생들이 참석한 국제학회 중 해외에서 개최된 학회들이다. 남은 BK21 사업 기간 동안 대학원생들의 해외 학회 참석 기회를 확대하고자 한다.

[표 II-38] 평가기간 내 BK21 참여대학원생들의 “해외” 학회 발표 실적

연번	발표자	학위과정	발표연월	발표형태	학회명	장소
1	Jiadong Chen	석박통합	202309	포스터	The 21st Beijing Conference and Exhibition on Instrumental Analysis (BCEIA 2023)	베이징
2	박홍진	박사과정	202402	포스터	the 9th Asian Conference on Coordination Chemistry	방콕
3	Wiyogo Prio Wicaksono	박사과정	202407	포스터	International Conference on Nanotechnology and Smart Materials	발리
4	정연주	석박통합	202407	포스터	28th International Conference on Raman Spectroscopy (ICORS 2024)	로마
5	Mengdan Lu	석박통합	202408	포스터	28th International Conference on Raman Spectroscopy (ICORS 2024)	로마
6	박소현	석박통합	202408	포스터	28th International Conference on Raman Spectroscopy (ICORS 2024)	로마
7	안재욱	석사과정	202408	포스터	28th International Conference on Raman Spectroscopy (ICORS 2024)	로마

② 참여대학원생 국제공동연구 현황과 계획

■ 대학원생 국제공동연구 실적

- 평가기간 동안 주재범 교수님 연구실의 Jiadong Chen 학생이 중국과학원에 1개월동안 파견되어 연구를 수행하였다.
- 평가기간 동안 박태정 교수님 연구실의 Rohini Shinde 학생이 인도의 SVNIT에 3개월동안 파견되어 연구를 수행하였다.

[표 II-39] 평가기간 내 BK21 참여대학원생들의 국제공동연구 실적 (15일 이상 파견)

해외기관	해외연구자	국내연구자	교류형태	교류내용
중국과학원	Lingxin Chen	Jiadong Chen (석박통합과정)	대학원생 파견	2024년 8월 국제공동연구를 위한 1개월 파견 (중국과학원)
인도 SVNIT	Suresh Kumar Kailasa	Rohini Shinde (석박통합과정)	대학원생 파견	2024년 2월 국제공동연구를 위한 3개월 파견 (인도 SVNIT)

III

연구역량 영역

□ 연구역량 대표 우수성과

■ 참여교수 논문 실적

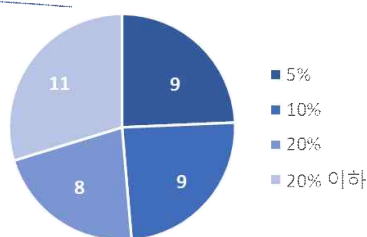
- 평가기간 동안 6명의 참여교수가 총 54편의 논문을 출판하였고, 이 중 교신저자로 작성한 논문이 37편으로 약 70%에 해당하며 참여교수 1인당 평균 6편의 논문을 작성함. 교신저자로 쓴 논문 중 70%가 JCR 상위 20% 이상으로 질적으로 매우 우수한 연구 성과를 거두었음. 1편당 평균 IF도 9.7에 이름.

	총 논문 수	교신저자 논문	JCR 5%	JCR 10%	JCR 20%	JCR 20% 미만	총 IF	1편당 IF	1인당 논문 수
수	54	37	9	9	8	11	357.83	9.7	6
비율		69%	24%	24%	22%	30%			

참여교수 역할에 따른 논문 수



참여교수 교신저자 논문 JCR %



• 참여 교수 대표 우수 논문:

참여교수	저널명	논문명	우수성
조은진	<i>Nature Communications</i>	Efficient photoredox catalysis in C-C cross-coupling reactions by two-coordinated Au(I) complex	가시광에 의한 LLCT 메카니즘 규명 IF = 14.7
주재범	<i>Chemical Society Reviews</i>	Recent advances in point-of-care testing of COVID-19	COVID-19 진단 POCT 기술 리뷰 IF = 46.2, 20회 인용
윤상운	<i>ACS Applied Materials & Interfaces</i>	Combinatorial Approach to Find Nanoparticle Assemblies with Maximum Surface-Enhanced Raman Scattering	새로운 나노입자 조립방법 개발 IF = 8.5 Cover Article
성재영	<i>Journal of Physical Chemistry Letters</i>	Transport Dynamics of Water Molecules Confined between Lipid Membranes	새로운 수송방정식 도출 Supplementary Cover Article
박태정	<i>Biosensors & Bioelectronics</i>	Serodiagnosis of multiple cancers using an extracellular protein kinase A autoantibody-based lateral flow platform	암진단을 위한 새로운 개념의 POCT 개발 IF = 10.7

■ 참여교수 특허 및 기술이전 실적

- 평가 기간 동안 우리 교육연구팀 참여 교수들은 발명자로 3건의 특허를 등록하고 5건의 특허를 출원하였음

- 주재범 교수는 (주)플라즈몬에 고감도 나노플라즈모닉 진단 방법을 이용한 박테리아 검출 기술로 1억 1천만원의 기술이전을 성사시켰음.

■ 참여교수 연구비 수주 실적

- 평가 기간 동안 1인당 평균 8억8천만원의 연구비를 수주하였음.
- 성재영 교수는 센터장으로 선도연구센터(SRC) 과제(시스템 화학 글로벌 연구센터, 7년, 총 105원)를 수주하였음.

1. 참여교수 연구역량

1.1 연구비 수주 실적

<표 3-1> 자체평가 대상기간(2023.9.1~2024.8.31) 참여교수 1인당 정부, 산업체, 해외기관 등 연구비 수주 실적

항 목	수주액(천원)		
	3년간(2020.9.1~2023.8.31.) 실적	최근 1년간 (2023.9.1~2024.8.31.) 실적	비고
정부 연구비 수주 총 입금액	15,564,283	5,213,322	
산업체(국내) 연구비 수주 총 입금액	499,550	70,015	
해외기관 연구비 수주 총 (환산) 입금액	0	0	
1인당 총 연구비 수주액	2,677,305	880,556	
참여교수 수	6	6	

- 평가기간 동안 우리 교육연구팀 참여교수는 1인당 평균 8억 8천여만원의 연구비를 수주하였다. 이는 참여교수의 활발한 연구활동을 보여준다.

1.2 연구업적물

① 참여교수 연구업적물의 우수성

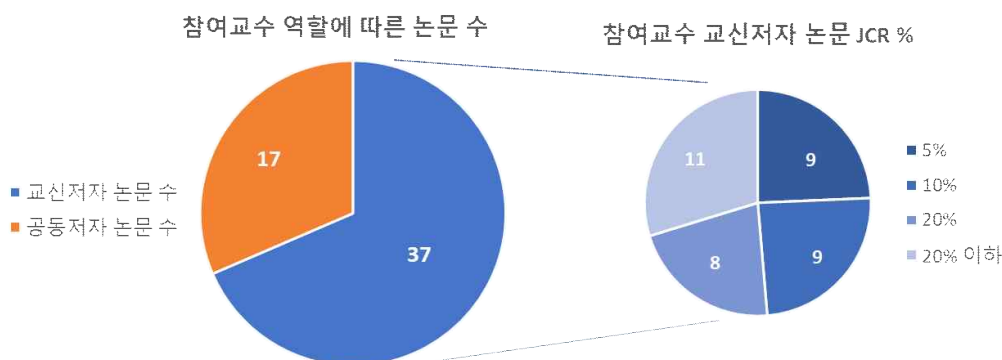
■ 참여교수 논문 실적 분석

- 논문의 우수성 평가:** 연구 분야의 다양성 때문에 연구의 질적 우수성을 평가하는 것은 매우 도전적인 일이다. 관련 학문분야의 진보에 기여한 연구, 영향력있는 연구가 우수한 연구일텐데 이를 계량하는 것은 쉽지 않다. 소위 영향력 지수(impact factor, IF)는 개별 논문이 아닌 저널 전체의 영향력을 반영하고 또 커뮤니티가 커 논문이 많이 인용되는 분야에 유리하게 작용할 수밖에 없다. 개별 논문의 인용 횟수가 그나마 영향력을 반영한다고 할 수 있는데 출판된 지 1년밖에 되지 않은 논문의 인용 횟수를 비교하는 건 무리일 수 있다. 해당 분야의 평균 인용수 대비 인용수를 따지는 FWCI(field-weighted citation index)를 적극 고려해 볼 수 있는데 이번 실적 분석에는 미처 반영하지 못했다. 이번 분석에는 비록 한계가 있지만 다분히 직관적인 값으로 사용하기 위해 참여교수들이 교신저자로 참여한 논문의 개수와 IF 기준 상위 %로 비교하였다 ([표 III-1]).
- 2023년 9월부터 2024년 8월까지 1년 동안 본 교육연구팀 교수들은 교신저자로 총 37편의 논문을 출판하였으며 이는 1인당 6편에 해당한다. 이들 논문의 질적 우수성은 IF의 JCR 기준 상위%로 유추해 볼 수 있는데 37편의 논문 중 70%에 해당하는 논문이 상위 20% 안에 드는 논문이었다. 특히 상위

10% 이상의 논문이 18편으로 48%였으며 상위 5% 논문도 9편에 달했다. 이는 본 교육연구팀 교수 연구의 높은 수준을 반영한다고 할 수 있다.

[표 III-1] 평가기간 내 참여교수 논문실적

	총 논문 수	교신저자 논문	JCR 5%	JCR 10%	JCR 20%	JCR 20% 미만	총 IF	1편당 IF	1인당 논문 수
수	54	37	9	9	8	11	357.83	9.7	6
비율		69%	24%	24%	22%	30%			



- 아래 [표 III-2]에 대표 논문 5편을 골라 제시했으며 그 아래 ②에 이 5편을 포함해 참여교수들이 스스로 뽑은 대표 우수 연구업적물에 대해 상술하였다.

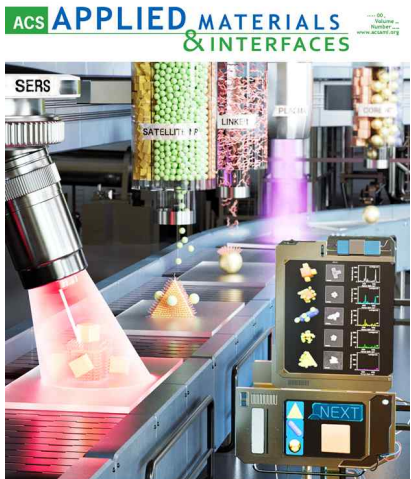
[표 III-2] 평가기간 내 본 교육연구팀 대표 우수 논문 (2023.9.1.~2024.8.31.)

참여교수	저널명	논문명	우수성
조은진	<i>Nature Communications</i>	Efficient photoredox catalysis in C-C cross-coupling reactions by two-coordinated Au(I) complex	가시광에 의한 LLCT 메카니즘 규명 IF = 14.7
주재범	<i>Chemical Society Reviews</i>	Recent advances in point-of-care testing of COVID-19	COVID-19 진단 POCT 기술 리뷰 IF = 46.2, 20회 인용
윤상운	<i>ACS Applied Materials & Interfaces</i>	Combinatorial Approach to Find Nanoparticle Assemblies with Maximum Surface-Enhanced Raman Scattering	새로운 나노입자 조립방법 개발 IF = 8.5 Cover Article
성재영	<i>Journal of Physical Chemistry Letters</i>	Transport Dynamics of Water Molecules Confined between Lipid Membranes	새로운 수송방정식 도출 Supplementary Cover Article
박태정	<i>Biosensors & Bioelectronics</i>	Serodiagnosis of multiple cancers using an extracellular protein kinase A autoantibody-based lateral flow platform	암진단을 위한 새로운 개념의 POCT 개발 IF = 10.7

② 교육연구단(팀)의 학문적 수월성을 대표하는 연구업적물 (최근 1년(2023.9.1.-2024.8.31.))

참여교수명 가나다순	대표연구업적물 설명
1	Anam Rana Gul, Jyotiranjana Bal, Ping Xu, Subhadeep Ghosh, Taehyun Yun, Suresh Kumar Kailasa, Yeong Hyeock Kim*, and Tae Jung Park*, Serodiagnosis of multiple cancers using an extracellular protein kinase A autoantibody-based lateral flow

	platform, <i>Biosens. Bioelectron.</i>, 2024, <i>246</i>, 115902. • 참여교수: 박태정 교수 • 참여대학원생: Anam Rana Gul (박사후연구원) • 내용: 암 진단을 위해 새로운 개념의 point-of-care testing (POCT) 기술 개발 • 질적 우수성: 2023년 IF = 10.7로서, Biophysics 및 Biotechnology & Applied Microbiology분야 JCR 상위 5% 이내임.
2	Ruth Stephanie, Chan Yeong Park, Pragati A. Shinde, Ebrahim Alhajri, Nilesh R. Chodankar* and Tae Jung Park*, Aqueous aluminum ion system: A future of sustainable energy storage device, <i>Energy Storage Mater.</i>, 2024, <i>68</i>, 103336. • 참여교수: 박태정 교수 • 참여대학원생: Ruth Stephanie (박사과정, 제1저자) • 내용: Aluminium 이온을 활용한 에너지 저장 장치의 동향을 조사함. • 질적 우수성: 2023년 IF = 18.9로서, Chemistry, Physical 및 Material Science, Multidisciplinary분야 JCR 상위 10% 이내임.
3	Minho Lee, Euihyun Lee, Ji-Hyun Kim, Hyonseok Hwang, Minhaeng Cho, and Jaeyoung Sung, Transport Dynamics of Water Molecules Confined between Lipid Membranes, <i>J. Phys. Chem. Lett</i> 2024, <i>15</i>, 4437-4443 (Supplementary Cover Article). • 참여교수: 성재영 교수 • 참여대학원생: 이민호 (박사과정, 제1저자) • 내용: 두 인지질 세포막 사이에 갇힌 물 층은 신경 세포 간 시냅스 연결, 체내에 필요한 ATP를 생성하는 미토콘드리아의 내막과 외막 사이, 모든 진핵세포에서 발견되는 세포소기관인 소포체 등 생체 내 여러 장소에서 관측이 되며 생물학적 기능 수행과도 밀접한 관련이 있음이 알려져 왔다. 연구진은 분자 동력학 전산모사 실험결과에서 얻어진 정보들을 활용하여 물 분자가 생체막 사이에서 보이는 독특한 움직임을 정량적으로 설명할 수 있는 새로운 수송 방정식을 도출하였다. 이 연구를 통해 세포막 사이에 갇힌 물 분자가 확산 양상을 보이는 시간대에서도 그에 상응하는 변위분포가 브라운 운동에서 규정하는 것처럼 정규분포를 따르는 것이 아니라 정규분포에서 벗어난 양상을 보이게 됨을 관찰했으며 이러한 양상은 물 분자와 인지질 머리 부분 (lipid head group) 사이에 존재하는 상호작용과 밀접한 연관이 있음을 규명하였다. 또한 이 연구를 통해 얻어진 새로운 수송 방정식에 기반하여 세포막 사이에 갇힌 물 분자의 비정규적 확산 양상을 정량적으로 설명할 수 있었다. 이러한 연구 성과는 세포 내 분자들의 운동 및 세포막과의 상호작용에 대한 보다 깊은 이해를 제공하는 것으로 평가된다. • 질적 우수성: 두 인지질 세포막 사이에 갇힌 물 분자의 비정규적 확산 수송 양상을 정량적으로 설명할 수 있는 새로운 수송 방정식을 도출한 것은 이론과 전산모사 실험 간의 정량적 연결고리를 제공하는 중요한 학문적 성과에 해당한다. 이 연구에서 제시된 수송방정식은 나노크기 공간에 갇힌 물이나 다른 복잡 유체의 수송 메커니즘을 설명하는 데 활용될 수 있다. 이 연구 성과는 물리학, 화학, 생물학의 다학제간 통합적 접근을 통해 문제를 해결한 좋은 사례로 볼 수 있으며 세포막 사이 물 분자의 이동을 이해하는 것은 단순한 물리 현상에 대한 이해 뿐만 아니라 그것의 생물학적 기능 측면에서의 이해에 대한 단서를 제공하는 성과로 볼 수 있다.
4	Lee, Eunsang, et al. "Real-Time Tracking of Vesicles in Living Cells Reveals That Tau-Hyperphosphorylation Suppresses Unidirectional Transport by Motor Proteins." <i>Chemical & Biomedical Imaging</i> 2024, <i>2</i>, 362-373. • 참여교수: 성재영 교수 • 참여대학원생: 김동희 (박사과정, 제1저자) • 내용: 신경세포 내에서 타우 단백질의 과인산화와 그것에 의한 생리학적 결과에 대한 연구는 많이 진행되어 왔지만, 타우 단백질의 과인산화 조건 하에서의 소포-모터 단백질 복합체의 수송역학에 대해서는 따로 연구가 진행되지 않았었다. 이 연구에서 SH-SY5Y 세포에 forskolin이란 약물을 처리하여 타우 단백질의 과인산화를 유발하고 소포체 내에 upconverting nanoparticle(UCNP)를 삽입하여 400여개의 개별 복합체 궤적을 추적, 기록하여 정상세포에서의 움직임과 비교 분석하였다. 소포-모터 단백질 복

	합체의 변위 제곱의 평균값은 정상세포에서는 수초 내에 초확산 현상을 보이는 반면에 forskolin 약물이 처리된 세포에서는 이동거리 제곱의 평균값에서 초확산 양상이 관찰되지 않았다. 또한 소포-모터단백질의 위치 분포가 정상세포에서는 비-가우시안 꼬리가 보이는 반면 forskolin 약물이 처리된 세포에서는 보이지 않았다. 이러한 결과를 통해 타우 단백질의 과인산화가 모터 단백질의 단방향성 움직임을 제한하여 미세소관방향으로 빠르고 먼 거리 수송이 제한된다는걸 알 수 있었다. 타우 단백질이 과인산화된 세포의 또 다른 특징으로 소포체-모터 단백질 복합체의 변위에 대한 확률 분포가 정규분포에서 벗어났음을 의미하는 비-가우시안 인자가 관찰 시간 내에서 수초 이후 일정한 값으로 유지되었다. 이 비-가우시안 인자의 시간에 따른 변화를 통해 연구팀은 소포체-모터 단백질 복합체의 미세소관상 확산계수* 요동의 시간상관함수(time-correlation function)를 얻어내고, 이를 통해 타우 단백질의 과인산화와 모터 단백질의 속도 변화 사이의 상관관계를 규명하는 새로운 이론 모델을 개발하여 소포체-모터 단백질 복합체의 운정성이 미세소관 마다 다르고 일부는 시간에 따라서도 요동치는 것을 확인하였다. • 질적 우수성: 타우단백질이 과인산화 된 신경세포에서는 소포체-모터 단백질 복합체의 미세소관상 단방향성 움직임이 제한되어 소포체 수송이 크게 느려지고 소포체 수송속도도 미세소관 마다 크게 달라지는 것을 보였는데, 이를 통해 타우단백질 과인산화로 인해 야기되는 신경퇴행성 질환들의 새로운 메카니즘을 제시하였다.
5	Hoa Duc Trinh, Seokheon Kim, Seokhyun Yun, Ly Thi Minh Huynh, and Sangwoon Yoon, Combinatorial Approach to Find Nanoparticle Assemblies with Maximum Surface-Enhanced Raman Scattering, <i>ACS Applied Mater. Interfaces</i>. 2024, <i>16</i>, 1805. • 참여교수: 윤상운 교수 • 참여대학원생: Hoa Duc Trinh (박사과정, 제1저자), 김석현 (박사과정, 공동저자), 윤석현 (석사과정, 공동저자) • 내용: 4시간 안에, 순도 100%로 다양한 크기와 모양의 금나노입자를 조립할 수 있는 새로운 조립방법을 개발하였다. 이를 적용하여 금나노큐브로 이루어진 코어-위성 조립체가 가장 큰 라만 증강(SERS) 효율을 갖는다는 것을 알아 내었으며 시뮬레이션 계산을 통해 그 이유를 규명하였다. 이 연구를 통해 금나노입자 뿐 아니라 양자점을 비롯한 다양한 나노입자를 제어된 형태로 조립할 수 있는 새로운 길을 제시했으며 최고효율 라만 증가 조립체를 이용하여 고감도 센서에 응용할 수 있으리라 기대한다. • 질적 우수성: 이 논문은 ACS에서 출간되는 Nanoscience & Nanotechnology 분야 상위 20% 저널인 Applied Materials & Interfaces (IF = 8.5)에 표지 논문으로 출판되었다. 
6	Seokhyun Yun and Sangwoon Yoon, Mode-Selective Plasmon Coupling between Au Nanorods and Au Nanospheres, <i>J. Phys. Chem. Lett.</i> 2023, <i>14</i>, 10225. • 참여교수: 윤상운 교수 • 참여대학원생: 윤석현 (석사과정, 제1저자) • 내용: 금 나노막대에 붙는 금 나노구의 위치에 따른 플라즈몬 커플링의 양상에 대해 연구하였다. 금 나노막대의 end 부분과 side 부분에 모두 금 나노구가 결합될 경우 장축 플라즈몬 커플링과 단축 플라즈몬 커플링이 모두 나타난다. 반면 end에만 금 나노구가 붙으면 장축 플라즈몬 커플링만 나타난다. End selective assembly를 만드는 방법을 개발하였고 이를 실험적, 이론적으로 확인하였다. • 질적 우수성: 본 논문은 비등방성 나노입자의 플라즈몬 커플링에 대한 이해를 넓혔다. 플라즈몬 커플링을 위치 선택적으로 조절할 수 있는 방법을 개발하여 나노갭을 선택적으로 발생시킬 수 있는 응용 가능성을 밝혔다.
7	Kwangho Park, Kyung Rok Lee, Sunghee Ahn, Hongjin Park, Seokyeong Moon, Sungho Yoon, Kwang-Deog Jung, Investigating the Catalytic Deactivation of a Pd Catalyst

	during the Continuous Hydrogenation of CO₂ into Formate Using a Trickle-Bed Reactor, <i>Catalysts</i> 2024, <i>14</i>, 187. • 참여교수: 윤성호 교수 • 내용: 이 연구는 CO₂를 지속적으로 포름산(formate)으로 전환하는 과정에서 팔라듐(Pd) 촉매의 비활성화를 조사했습니다. 특히, Pd/AC(활성탄 지지체의 팔라듐)을 사용하여 150℃와 8MPa의 조건에서 높은 생산성을 달성하였으나, 시간이 지남에 따라 촉매의 성능이 저하되는 현상이 확인되었습니다. 촉매의 비활성화 원인으로는 Pd 나노입자의 소결 및 용출이 주요 요인으로 밝혀졌습니다. • 질적 우수성: 이 연구는 CO₂ 수소화를 통한 친환경적인 포름산 생산 방법을 탐구하며, 촉매 안정성 문제를 해결하기 위한 새로운 촉매 시스템 개발에 기여했습니다.
8	Yunjeong Lee, Byung Hak Jhun, Sihyun Woo, Seoyeon Kim, Jaehan Bae, Youngmin You, Eun Jin Cho, Charge-recombinative triplet sensitization of alkenes for DeMayo-type [2 + 2] cycloaddition, <i>Chemical Science</i> 2024, <i>15</i>, 12058-12066. • 참여교수: 조은진 교수 • 참여대학원생: 이윤정 (석사과정, 제1저자), 김서연 (박사과정, 제4저자) • 내용: 기존의 에너지 또는 전자 전달 경로를 따르지 않는 새로운 광촉매 경로인 '전하 재결합 삼중항 감작(CRTS)'을 제시하였다. CRTS는 합성화학에서 제한적으로 보고된 메커니즘으로, 본 그룹에서 개발한 인돌 기반의 유기 광촉매를 이용하여 DeMayo형 [2 + 2] 고리 첨가 반응에서 일어나는 것을 확인하였다. • 질적 우수성: 심도있는 분광 분석, 전기화학적 조사, 그리고 양자 화학 계산을 포함한 기작 연구를 통해, 광유도 전자 이동 후 전하 재결합을 통해 기질의 삼중항 상태가 형성되는 메커니즘을 제안하였다. 이러한 발견은 광촉매 반응 메커니즘에 대한 중요한 통찰을 제공하며, 새로운 광화학적 반응을 설계하고 구현하는 데 기여할 수 있는 가능성을 보여준다.
9	Byung Hak Jhun, Jihoon Jang, Shinae Lee, Eun Jin Cho, Youngmin You, Efficient photoredox catalysis in C-C cross-coupling reactions by two-coordinated Au(I) complex, <i>Nature Communications</i> 2024, <i>15</i>, 6586 • 참여교수: 조은진 교수 • 참여대학원생: 장지훈 (박사과정, 제2저자) • 내용: Au(I) 광촉매를 이용해 N-헤테로고리 화합물과 (헤테로)아릴 할라이드 간의 C-C 교차 결합 반응을 성공적으로 수행하였다. 특히, 반응성이 낮은 (헤테로)아릴 클로라이드를 포함한 다양한 기질에 폭넓게 적용되었다. 이 반응은 가시광선 조사 하에서 리간드 대 리간드 전하 이동(LLCT) 전이를 통해 진행된다. • 질적 우수성: LLCT 활성 Au(I) 착물은 강한 가시광 흡수력, 210 ns의 긴 여기 상태 수명, 그리고 91%에 달하는 자유 라디칼 중간체 생성 효율을 보여준다. 또한, 각 촉매 주기의 단계를 직접적인 분광학적 증거를 통해 규명하여 메커니즘을 명확히 제시하였다.
10	Sungwoon Lee, Jaebum Choo et al. SERS-based microdevices for use as <i>in vitro</i> diagnostic biosensors, <i>Chemical Society Reviews</i>, 2024, <i>53</i>, 5394-5427. • 참여교수: 주재범 교수 • 참여대학원생: 정연주 (석박통합과정, 공동저자), 박소현 (석박통합과정, 공동저자), Jiadong Chen (석박통합과정, 공동저자), Mengdan Lu (석박통합과정, 공동저자) • 신진연구인력: 이성운 (박사후과정, 제1저자) • 내용: 기존 체외 진단기술의 한계를 극복할 수 있는 나노플라즈모닉 바이오 센서를 이용하여 난치성 질환과 감염병 등에 대한 조기진단 가능성을 소개하였다. 최근 체외진단 기술에 대한 수요가 커지고 있는데 사망률이 높은 암과 같은 난치성 질환, 2020년부터 전 세계를 휩쓸었던 COVID-19과 같은 감염병을 정복하기 위해서는 신속하고 정



	확한 체외진단 기술이 필요하기 때문이다. 본 논문에서는 나노플라즈모닉 체외진단 기술을 활용한 난치성 질환의 조기진단 가능성을 소개했다. 지금까지 체외진단 검사에 주로 쓰였던 형광과 화학발광 분석법의 한계를 극복할 수 있는 기술이란 점에서 큰 관심이 쏟아지고 있다. • 질적 우수성: 본 논문은 2024년 6월 영국 Royal Society of Chemistry (RSC)에서 출간되는 Chemical Society Review (IF=46.2)의 표지 논문으로 출간되었고, 현재까지 Google Scholar 기준 12회 인용되었다.
11	Sungwoon Lee, Jaebum Choo et al. Recent advances in point-of-care testing of COVID-19, <i>Chemical Society Reviews</i>, 2023, 52, 8500-8530. • 참여교수: 주재범 교수 • 참여대학원생: Liyan Bi, (전 박사후연구원, 공동저자), Hao Chen (박사 졸업, 공동저자), Yixuan Wu (박사졸업, 공동저자) • 신진연구인력: 이성운 (박사후과정, 제1저자) • 내용: 코로나19가 창궐한 3년 동안 전 인류는 많은 사망자와 더불어 막대한 경제적·사회적 손실을 입었다. 감염 확산 속도가 매우 빨라 대처하기가 쉽지 않았기 때문이다. 현장에서 감염 여부를 신속하고 정확하게 진단할 수 있는 기술이 절실히 요구됐다. 코로나19 팬데믹 기간 동안 감염 여부 판단을 위해 주로 쓰인 표준진단방법은 RT-PCR 기반의 유전자 진단이었다. 하지만, 이 방법은 전처리 과정과 증폭 과정을 필요로 하며, 시간이 오래 걸린다는 뚜렷한 단점이 있다. 10분 내로 판정을 마칠 수 있는 래피드 키트가 출시됐지만 완전한 해결책이 되기는 어려웠다. 민감도에 한계가 있어 바이러스 농도가 낮은 감염자를 음성으로 판별하는 위음성 진단이 빈번하게 발생했다. 본 논문에서는 나노 기술을 응용한 고감도 광학 측정 기술을 활용해 PCR 증폭 시간을 획기적으로 단축시켜 낮은 농도의 유전자로도 감염병 여부를 정확히 진단할 수 있는 신기술을 소개하였다. 본 논문에서는 지난 3년간 관측된 현장진단 기술들의 현실과 한계와 문제점을 정리했고, 자체 개발한 신기술을 비롯해 전 세계에서 개발된 다양한 코로나19 현장 진단기술들도 담았다. 새로운 감염병의 등장과 같이 현장진단이 필요한 상황이 도래했을 때 더 효율적이고 신속한 진단방법을 적용하는 데 있어 큰 도움이 될 것으로 전망된다. • 질적 우수성: 본 논문은 2023년 12월 RSC의 Fellow Highlighted Themed Issue에 초청돼 발표하게 된 것으로 RSC의 Chemical Society Review (IF=46.2)의 표지 논문으로 출간되었고, 현재까지 Google Scholar 기준 20회 인용되었다.



③ 참여교수 특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성

■ 참여교수 특허 실적			
• 평가기간(2023.9.1.~2024.8.31.)동안 우리 교육연구팀 참여교수들은 아래와 같이 3건의 특허를 등록하였고 5건의 특허를 출원하였다. 이중 대표 특허의 내용과 우수성을 아래에 자세히 기술하였다.			
[표 III-3] 평가기간 내 본 교육연구팀 참여교수 특허 실적 (2023.9.1.~2024.8.31.)			
형태	연번	참여교수	발명의 명칭
등록	1	조은진 박태정	트리플루오로메틸화된 하이드로퀴논 유도체를 포함하는 항균제
	2	조은진	이소인돌로인돌온 유도체 및 이의 제조방법
	3	주재범	SARS-CoV-2와 influenza A를 동시에 진단할 수 있는 표면증강라만산란 기반 측면유동분석 스트립

출원	1	박태정	테트로도톡신 검출용 신규 펩타이드 및 이를 이용한 검출 방법
	2	박태정	삭시톡신 검출용 조성물 및 이를 이용한 삭시톡신 검출 방법
	3	박태정	테트로도톡신에 특이적으로 결합하는 펩타이드 및 이의 용도
	4	윤성호	용매열 방법과 프레델-크라프트 반응을 통한 다공성 유기금속촉매 합성 방법
	5	조은진	살충제용 다중고리 화합물 및 이를 포함하는 살충제 조성물

대표특허실적 1: 박태정 교수

- **발명자:** 조은진, 박태정, 이다슬, 쿠마르 소니 비넛
- **발명 명칭:** 트리플루오로메틸화된 하이드로퀴논 유도체를 포함하는 항균제
- **출원/등록 여부:** 등록
- **출원(등록) 국가:** 대한민국
- **내용:** 본 발명은 트리플루오로메틸화된 하이드로퀴논 유도체를 포함하는 항균제에 관한 것

대표특허실적 2: 조은진 교수

- **발명자:** 조은진, 박태정, 이다슬, 비넛 소니
- **발명 명칭:** 트리플루오로메틸화된 하이드로퀴논 유도체를 포함하는 항균제
- **출원/등록 여부:** 등록 (10-2578908)
- **출원(등록) 국가:** 대한민국
- **내용:** 벤조퀴논의 트라이플루오로메틸화 반응을 통해 트라이플루오로메틸화된 하이드로퀴논을 합성 하였으며, 이를 대상으로 항균 활성을 평가하고 보고하였다. 이 결과물들은 새로운 항균제로서 특허 등록되었다.

대표특허실적 3: 주재범 교수

- **발명자:** 주재범, 루몽단, 정연주
- **발명 명칭:** SARS-CoV-2와 influenza A를 동시에 진단할 수 있는 표면증강라만산란 기반 측면유동분 석 스트립
- **출원/등록 여부:** 등록 (10-2694604)
- **출원(등록) 국가:** 대한민국
- **내용:** COVID-19의 확산이 종식되었으나 아직까지 간헐적으로 감염환자들이 발생하고 있다. 또한 최근 환절기에 독감 (flu)환자들이 많이 발생하고 있는데, COVID-19과 flu는 고열이나 목의 통증 등 증세가 유사하여 이를 초기에 신속히 구분할 수 있는 진단 기술이 필요하다. 본 발명에서는 SARS-CoV-2와 Influenza A를 신속하고 정확하게 판별할 수 있는 표면증강라만산란 기반 측면유동 분석 스트립 (SERS-based LFA strip)을 개발하였다. 본 특허는 2022년 2월 24일에 출원되었으며 2024년 8월 7일에 최종 등록되었다. 본 특허 내용은 또한 2022년에 논문 (Nano Convergence)으로도 출판되었는데 현재 50회 인용되어 많은 연구자들의 뜨거운 관심을 받고 있는 것으로 판단된다.

■ 참여교수 기술이전의 우수성

[표 III-4] 평가기간 내 본 교육연구팀 참여교수 기술이전 실적 (2023.9.1.~2024.8.31.)

참여교수	기술이전 기업	기술이전 금액	내용
주재범	(주)플라즈몬	1억1천만원	박테리아 검출을 위한 고감도 나노플라즈몬릭 진단 방법

2. 산업·사회에 대한 기여도

우리 교육연구팀이 지난 1년의 활동을 통해 해결하는데 기여한 산업·사회 문제는 아래와 같다.

■ 고감도 금 나노입자의 항체고정화 기술을 이용한 암의 체외조기진단 기술 개발

- **연구 내용:** 암 진단의 허점을 극복하고 조기에 암 지표가 되는 물질을 검출함으로써 초기 단계의 암 조기 진단을 필요로 하는데 간단한 방식으로 검출이 가능함.
- **성과:** 3차년도에는 주로 다양한 헬스케어관련 지표가 되는 물질을 간편한 진단법으로 검출할 수 있도록 원천기술을 개발함.
- **해결한 문제 / 파급 효과:** 최근 다양한 암의 조기발견이 이슈화되어 암의 신속하고 정확한 진단을 통해 건강한 생활이 가능하게 함.

■ 고감도 전기화학측정 기술을 이용한 염증지표의 바이오센서 진단 기술 개발

- **연구 내용:** CRP(감염병에 대한 염증지표)에 대한 전기화학적 검출을 위해 black phosphorous 나노복합체를 합성하여 고민감도의 바이오센서를 구현함.
- **성과:** 3차년도에는 주로 다양한 헬스케어관련 지표가 되는 물질을 간편한 진단법으로 검출할 수 있도록 원천기술을 개발함.
- **해결한 문제 / 파급 효과:** 최근 감염병에 대한 관심도가 극대화되고 있으며 조기에 감염질환에 대비할 수 있는 신속하고 정확한 진단을 통해 건강한 생활이 가능하게 함.

■ 박테리아 검출을 위한 고감도 나노플라즈모닉 진단 방법 기술 이전 ((주)플라즈몬, 1억1천만원)

- **연구 내용:** (주)플라즈몬은 나노플라즈모닉 기술을 체외진단에 적용하여 요로감염과 같이 박테리아에 의해서 유발되는 질환의 조기진단 기술 개발에 관심을 가지고 있음. 본 회사는 미국에서 코로나 진단 서비스를 수행하는 Biohealth 진단 회사인 (주)아벨리노의 한국 지부로 본 연구실에서 보유하고 있는 나노플라즈모닉 기반 진단 키트 및 microfluidic sensor 기술에 큰 관심을 가지고 있음.
- **성과:** 본연구실에서 보유하고 있는 나노플라즈모닉 마이크로 어레이 센서, SERS-based lateral flow assay strip 등에 관한 3건의 특허를 2024년 1월 1억1천만원에 기술이전함. 또한, 시간이 오래 걸리는 박테리아 배양법, 전처리와 lysis 및 유전자 증폭 과정이 필요한 RT-PCR 방법 등 기존 진단 기술의 한계를 극복할 수 있는 lysis-free acoustofluidic technology를 공동 개발 중임. 본 연구는 간단한 silicon channel에 Au nanotags를 label한 다음 acoustic field를 걸어 큰 박테리아 입자와 반응하지 않은 작은 nanotags를 흐르는 상태에서 실시간 측정하여 bacteria를 정량하는 기술로 진단 시간과 감도를 획기적으로 향상시킬 수 있을 것으로 기대함.
- **해결한 문제 / 파급 효과:** 본 lysis-free bacteria detection 기술은 현재 논문과 특허를 준비 중에 있으며 성공적으로 개발이 되면 신속하게 박테리아 종을 판별하여 항생제를 투여해야 생존률을 높일 수 있는 패혈증과 같은 질환의 정확한 초기 진단에 활용될 수 있을 것으로 기대함.

■ 암진단을 위한 ‘다중유전자 및 면역진단용 고감도 바이오칩 공동개발 ((주)브레디스헬스케어)

- **연구 내용:** (주)브레디스헬스케어는 혈액 내 fg/mL 수준의 농도로 존재하는 알츠하이머병 바이오마커를 정확하게 측정할 수 있는 디지털 면역검사 기술을 보유하고 있으며, 국내 상급 의료기관, 제약사, 질병관리청 등을 대상으로 연구분석 및 임상시험 서비스를 제공 중임. 최근에는 식품의약품안전처로부터 초고감도 면역 진단 분야 임상시험 검체 분석기관 (GCLP, Good Clinical Laboratory Practice)으로 지정됐으며, 임상시험을 위한 의료기기 제조 및 품질관리 기준(GMP, Good Manufacturing Practice) 적합성 인증을 획득한 바 있음. 본 연구팀은 (주)브레디스헬스케어, 생명공학연구원, UNIST 등과 공동으로 고감도 바이오마커 검출용 플라즈모닉 바이오칩을 개발할 계획임.
- **성과:** 본연구실에서 보유하고 있는 SERS 기반 LFA strip을 이용한 고감도 바이오마커 검출 기술금

패턴 마이크로 어레이 칩 기술을 이용한 폐암과 유방암 등의 다중 바이오마커 검출 기술을 개발할 계획임. 현재 다중 바이오마커의 표준 진단 시험을 완료하였으며 삼성의료원 등과 같이 임상시험에 대한 다중 마커 검출 기술을 개발할 계획임.

- **해결한 문제 / 파급 효과:** 본 연구팀은 산업자원부 소재부품기술개발 사업에 선정되어 나노플라즈모닉 에세이 기술을 수행할 수 있는 재정적 기반을 마련하였으며, 본 기술이 성공적으로 개발되면 현재 tissue 분석에 의한 최종 암진단에 앞서 이를 빠르고 정확하게 pre-screening할 수 있는 체외진단 기반의 암 스크리닝 기술을 개발할 수 있을 것으로 기대함.

■ 알츠하이머, 파킨슨씨 병 등 신경퇴행성 뇌질환의 새로운 메커니즘 제시

- **연구 내용:** 알츠하이머 발병의 원인으로 지목되어 온 신경세포 내부에 존재하는 타우 단백질의 과인산화와 응집에 대한 생리학적 연구는 그동안 활발히 진행되어 왔다. 타우 단백질은 세포 내부에서 여러 물질을 수송하는 ‘도로’로 사용되는 미세소관(microtubule)의 안정성에 관여한다. 그러나 여러 요인으로 인해 타우 단백질이 비정상적으로 과인산화될 경우, 미세소관을 불안정하게 만들어 물질 수송을 방해하고 세포 내에서 응집되어 독성물질로 작용함으로써 결과적으로 알츠하이머병을 유발하는 것으로 알려져 있다. 타우 단백질이 응집되어 알츠하이머가 발병하여도, 응집되지 않은 정상 타우 단백질이 인산화를 통해 제 기능을 수행하기 때문에 타우 단백질의 비정상적인 과인산화 및 응집이 상당히 진행될 때까지 특별한 징후를 발견하기 어려웠다. 이를 해결하기 위해 이강택 교수 연구팀과 협업을 통해 장시간 이미징 및 추적이 가능한 업컨버팅 나노입자를 신경세포에 주입하고 소포체와 함께 모터 단백질에 의해 이동되는 나노입자의 속도 변화를 분석함으로써 정상 세포에서의 움직임과 타우 단백질이 과인산화 된 세포에서의 움직임을 비교했다.
- **성과:** 소포체-모터 단백질 복합체의 변위 제곱의 평균값이 정상세포에서는 수 초 내에 초확산 현상을 보이고, 위치 분포에서는 비-가우시안 꼬리가 보였다. 반면, 타우 단백질의 과인산화가 유도된 세포에서는 이동거리 제곱의 평균값에서 초확산 양상과 위치 분포에서의 비-가우시안 꼬리가 관찰되지 않았다. 이 실험 결과를 분석하여 타우 단백질이 과인산화된 신경세포에서는 모터 단백질의 단방향성 움직임이 제한됨으로써 먼 거리를 빠르게 이동하는 모터 단백질의 수송 작용이 크게 감소함을 밝힐 수 있었다. 또한 소포체-모터 단백질 복합체의 변위에 대한 확률분포가 정규분포에서 벗어났음을 의미하는 비-가우시안 인자의 시간에 따른 변화를 통해 타우 단백질을 과인산화시킴으로써 알츠하이머병과 모터 단백질의 속도 변화 사이의 상관관계를 규명하는 새로운 이론 모델을 개발하였다.
- **해결한 문제 / 파급 효과:** 새로운 이론 모델을 통해 신경세포 내 타우 단백질의 과인산화에 의해 모터 단백질의 운동 양상과 속도 변화가 일어나는 정도를 정량화할 수 있고 이를 이용하여 향후 타우 단백질의 과인산화 정도와 알츠하이머의 발병 및 진행 정도, 그리고 치료제를 통한 정상 상태로의 회복까지 평가하는 중요한 지표로 사용될 수 있을 것으로 기대한다.

3. 참여교수의 연구의 국제화 현황

① 국제적 학술활동 참여 실적 및 현황

우리 교육연구팀 참여교수들이 지난 1년동안 다양한 국제 학술활동에 활발히 참여해 왔다. 이를 학회 활동, 학술지 관련 활동, 국제저술활동으로 나누어 표로 나타내었다.

■ 국제학회/학술대회 활동 (수상, 초청강연, 기조연설, 좌장, 위원회 활동 등)

[표 III-5] 평가기간 내 국제 학회/학술대회 활동

활동실적	참여교수	학회명	개최국	일시	내용
초청강연	조은진	Annual Meeting on	일본	2023.	“N-O Bond Activation by

		Photochemistry 2023		9.6	Energy Transfer Photocatalysis” 내용으로 강연
초청강연	조은진	Catalysis and Fine Chemicals 2023	일본	2023. 12.5	“P^N Ligands in Ni-Catalyzed Reactions of Alkynes” 내용으로 강연
초청강연	조은진	The 11th InterAcademy Workshop	이탈리아	2024. 6.26	“P^N Ligands in Ni-Catalyzed Reactions of Alkynes and Allenes” 내용으로 강연
초청강연	조은진	24th International Symposium on Fluorine Chemistry	중국	2024. 7.29	“Radical-Mediated Trifluoromethylation Reactions” 내용으로 강연
기조강연	주재범	BCEIA 2023	중국	2023. 9.7.	SERS-based droplet microfluidics for the diagnosis of SARS-CoV-2
초청강연	주재범	SelectBio 2024	네덜란드	2024. 3.19.	Toward rapid and sensitive point-of-care diagnosis of COVID-19 with nanoplasmonic sensing platforms
기조강연	주재범	International Conference on Nanotechnology and Smart Materials	인도네시아	2024. 7.15.	Nano-plasmonic assay platforms for the expeditious and high-fidelity diagnosis of infectious diseases
좌장	주재범	International Conference on Nanotechnology and Smart Materials	인도네시아	2024. 7.15.	“NanoBiosensors, BioMEMS and Biochips” 세션 좌장
기조강연	주재범	ICORS 2024	이탈리아	2024. 7.31.	SERS-based assay platforms for rapid and accurate diagnosis of infectious diseases
좌장	주재범	ICORS 2024	이탈리아	2024. 7.31.	“SERS-based biomedical sensors I” 세션 좌장
초청강연	성재영	Telluride Workshop	미국	2024. 1.8	The role of fluctuations and dynamics in Biomolecular Function
초청강연	성재영	2024 Chemistry National Meeting in Taiwan	대만	2024. 3.30	Chemical Dynamics in Living Cells

■ 국제학술지 관련 활동 (편집위원 등)

[표 III-6] 평가기간 내 국제 학술지 관련 활동

활동실적	참여교수	학술지명	출판사	출판국가	내용
편집위원	주재범	Analyst	Royal Society of Chemistry	영국	Associate editor
편집위원	주재범	ACS Sensors	American Chemical Society	미국	Advisory editorial board
편집위원	주재범	Analytical Chemistry	American Chemical Society	미국	Advisory editorial board
편집위원	주재범	Bulletin of the Korean	Wiley	한국	International

		Chemical Society			advisory board
편집위원	주재범	Biochip Journal	Springer	한국	Advisory editor
편집위원	박태정	Alexandria Engineering Journal	Elsevier	네덜란드	Associate Editor
편집위원	박태정	Sensors & Diagnostics	Royal Society of Chemistry	영국	Guest Editor
편집위원	박태정	Biotechnology and Bioprocess Engineering	Springer	한국	Editorial Board
편집위원	박태정	Bioprocess and Biosystems Engineering	Springer	미국	Editorial Advisory Board

■ 국제 저술활동 (ISBN이 부여된 전문 학술 도서)

[표 III-7] 평가기간 내 국제 저술활동 실적

연월	참여교수	제목	내용	출판사	ISBN
2024 08	주재범	Application of SERS-Based Microfluidics for <i>In Vitro</i> Diagnostics (Second Edition) Chapter 3 in “Applications of Microfluidic Systems in Biology and Medicine”	SERS-based microfluidic technology를 이용한 체외진단 기술의 최근 동향	Springer	978-981-97-6540-9
2024 06	박태정	Analytical Applications of Graphene Oxide (Edition 1) Chapter 17 in “Graphene oxide nanomaterials in separation science”	생물학적 및 환경 매트릭스에서 다양한 분자(이온종, 기체, 유기 및 생체 분자)를 분리하기 위한 GO 기반 나노구조의 최근 동향	Elsevier	978-0-443-29642-0
2024 06	박태정	Nanomaterials in Environmental Analysis (Edition 1)	환경 분석 분야의 나노소재는 산업계와 학계의 연구자들에게 검출 기술과 환경에서 화학종을 제거하는 데 나노입자를 유용하게 응용하는 최근 동향	Elsevier	978-0-12-820643-0

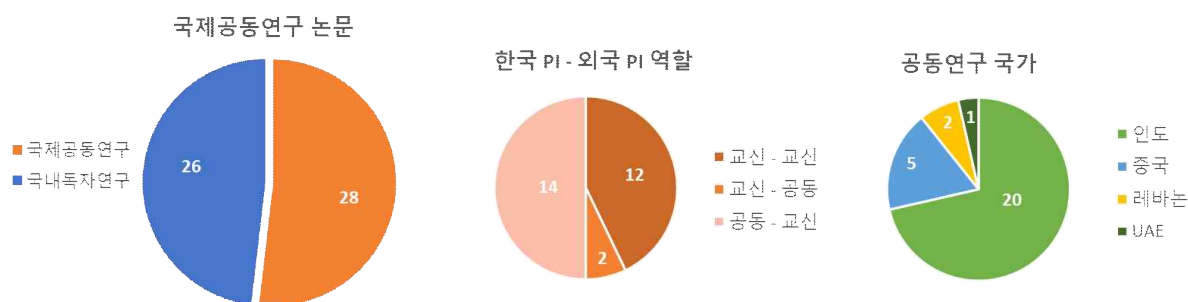
② 국제 공동연구 실적

■ 국제 공동연구 실적 분석

- 평가기간 동안 우리 BK21 교육연구팀 참여교수들이 국제 공동연구를 통해 출판한 논문은 총 28편으로 전체 논문의 52%에 달했다. 그러나 이중 참여교수가 교신저자로 출판한 논문은 50%이고 나머지 절반은 공동저자로 들어가 있어 공동연구에 있어서의 역할을 고민해 봐야 할 것이라 생각된다. 또한 공동연구 대상 국가도 인도가 71%를 차지해 좀 더 다양한 국가와의 공동연구가 필요하다고 생각된다.

[표 III-8] 평가기간 내 국제 저술활동 실적

	총 논문	국제공동연구 논문	역할별 (한국PI-외국PD)			국가별			
			교신-교신	교신-공동	공동-공동	인도	중국	레바논	UAE
개수	54	28	12	2	14	20	5	2	1
비율		52%	43%	7%	50%	71%	18%	7%	4%



〈표 3-6〉 최근 1년간 국제 공동연구 실적

연번	공동연구 참여자		상대국 /소속기관	국제 공동연구 실적	DOI 번호/ISBN 등 관련 인터넷 link 주소
	교육연구팀 참여교수	국외 공동연구자			
1	박태정 (교신저자)	Suresh Kumar Kailasa (교신저자)	인도 / Sardar Vallabhbhai National Institute of Technology	Synthesis of multicolor silver nanostructures for colorimetric sensing of metal ions (Cr ³⁺ , Hg ²⁺ and K ⁺) in industrial water and urine samples with different spectral characteristics, <i>Environmental Research</i> , 2023, 232, 116318	10.1016/j.envres.2023.116318
2	박태정 (교신저자)	Suresh Kumar Kailasa (교신저자)	인도 / Sardar Vallabhbhai National Institute of Technology	Recent advances of molybdenum-based nanostructures for molecular and ionic species sensing and separation applications, <i>Coordination Chemistry Reviews</i> , 2024, 501, 215595	10.1016/j.ccr.2023.215595
3	박태정 (교신저자)	Suresh Kumar Kailasa (교신저자)	인도 / Sardar Vallabhbhai National Institute of Technology	Biosynthesis of copper nanoclusters for fluorescence detection of bilirubin in biofluids, <i>Luminescence</i> , 2024, 39, e4866	10.1002/bio.4866
4	박태정 (교신저자)	Nilesh R. Chodankar (교신저자)	UAE / Khalifa University of Science and Technology	Aqueous aluminum ion system: A future of sustainable energy storage device, <i>Energy Storage Materials</i> , 2024, 68, 10336	10.1016/j.ensm.2024.103336
5	윤성호 (교신저자)	Hajime Hirao (교신저자)	중국 / The Chinese University of Hong Kong	Influence of Solvents on Catalytic C-H Bond Oxidation by a Copper(II)-Alkylperoxo Complex, <i>ACS Catalysis</i> , 2023, 13, 13540	10.1021/acscatal.3c05643
6	주재범 (교신저자)	Tejraj M. Aminabhavi (교신저자)	인도 / KLE Technological University	Tunable Near-Infrared II Photosensitive Hybrid Platforms of Plasmonic Ring Nanocone Arrays, <i>ACS Applied Nano Materials</i> , 2024, 7, 3601	doi.org/10.1021/acsanm.3c04376
7	주재범 (교신저자)	Lingxin Chen (교신저자)	중국 / Chinese Academy of Sciences	Self-Assembly of Au@AgNR along M13 Framework: A SERS Nanocarrier for Bacterial Detection and Killing, <i>Biosensors & Bioelectronics</i> , 2023, 237, 115519	doi.org/10.1016/j.bios.2023.115519
8	주재범 (교신저자)	Lingxin Chen (교신저자)	중국 / Chinese Academy of Sciences	Recent Advances in Point-Of-Care Testing of COVID-19., <i>Chemical Society Reviews</i> , 2023, 52, 8500	doi.org/10.1039/D3CS00709J

9	주재범 (교신저자)	Lingxin Chen (교신저자)	중국 / Chinese Academy of Sciences	Plasmonic Nanomaterial-Enhanced Fluorescence and Raman Sensors: Multifunctional Platforms and Applications, <i>Coordination Chemistry Reviews</i> , 2024, 507, 215768	doi.org/10.101 6/j.ccr.2024.21 5768
10	주재범 (교신저자)	Lingxin Chen (교신저자)	중국 / Chinese Academy of Sciences	SERS-Based Microdevices for Use as In Vitro Diagnostic Biosensors, <i>Chemical Society Reviews</i> , 2024, 53, 5394	doi.org/10.103 9/D3CS01055D
11	주재범 (교신저자)	Yasser Vasseghian (교신저자)	레바논 / Lebanese American University	Sustainable Cutting-Edge Techniques for Gold Valorization from Eletronic Wastes, <i>Chemical Engineering Journal</i> , 2023, 471, 144324	doi.org/10.101 6/j.cej.2023.14 4324
12	주재범 (교신저자)	Yasser Vasseghian (교신저자)	레바논 / Lebanese American University	Sustainable Bioremediation Technologies for Algal Toxins and Their Ecological Significance, <i>Environmental Pollution</i> , 2024, 341, 122878	doi.org/10.101 6/j.envpol.202 3.122878
13	박태정 (교신저자)	Suresh Kumar Kailasa (공동저자)	인도 / Sardar Vallabhbbhai National Institute of Technology	Serodiagnosis of multiple cancers using an extracellular protein kinase A autoantibody-based lateral flow platform, <i>Biosensors and Bioelectronics</i> , 2024, 246, 115902	10.1016/j.bios. 2023.115902
14	박태정 (교신저자)	Suresh Kumar Kailasa (공동저자)	인도 / Sardar Vallabhbbhai National Institute of Technology	Development of fluorometric detection for saxitoxin with its specific binding peptide, <i>Sensors & Diagnostics</i> , 2024, 3, 301	10.1039/D3SD0 0295K
15	박태정 (공동저자)	Suresh Kumar Kailasa (교신저자)	인도 / Sardar Vallabhbbhai National Institute of Technology	Ultrasonication-assisted synthesis of fluorescent borophene quantum dots for sensing of dehydroepiandrosterone biomarker, <i>Journal of Molecular Liquids</i> , 2023, 385, 122294	10.1016/j.molli q.2023.122294
16	박태정 (공동저자)	Suresh Kumar Kailasa (교신저자)	인도 / Sardar Vallabhbbhai National Institute of Technology	Synthesis of bright blue fluorescence and water-dispersible cesium lead halide perovskite quantum dots for the selective detection of pendimethalin pesticide, <i>Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry</i> , 2023, 444, 114980	10.1016/j.jphot ochem.2023.11 4980
17	박태정 (공동저자)	Suresh Kumar Kailasa (교신저자)	인도 / Sardar Vallabhbbhai National Institute of Technology	Synthesis of copper nanoclusters from Bacopa monnieri leaves for fluorescence sensing of dichlorvos, <i>Luminescence</i> , 2023, 38, 1872	10.1002/bio.45 75
18	박태정 (공동저자)	Suresh Kumar Kailasa (교신저자)	인도 / Sardar Vallabhbbhai National Institute of Technology	Fluorescence “Turn OFF-ON” detection of Fe ³⁺ and propiconazole pesticide using blue emissive carbon dots from lemon peel, <i>Food Chemistry</i> , 428, 136796	10.1016/j.food chem.2023.136 796
19	박태정 (공동저자)	Suresh Kumar Kailasa (교신저자)	인도 / Sardar Vallabhbbhai National Institute of Technology	Lipoic acid functionalized silver nanoprisms for colorimetric sensing of γ -aminobutyric acid, selenite and myoglobin, <i>ChemistrySelect</i> , 2023, 8, 202204179	10.1002/slct.20 2204179

20	박태정 (공동저자)	Suresh Kumar Kailasa (교신저자)	인도 / Sardar Vallabhbhai National Institute of Technology	Microwave assisted synthesis of green fluorescent copper nanoclusters: A novel approach for sensing of hydroxyl radical and pyrophosphate ion via “turn-off-on” mechanism, <i>New Journal of Chemistry</i> , 2023, 47, 20038	10.1039/D3NJ03751G
21	박태정 (공동저자)	Arvind Kumar Mungray (교신저자)	인도 / Sardar Vallabhbhai National Institute of Technology	Vermiculite nanosheet augmented novel proton exchange membrane for microbial fuel cell, <i>Fuel</i> , 2024, 357, 130046	10.1016/j.fuel.2023.130046
22	박태정 (공동저자)	Suresh Kumar Kailasa (교신저자)	인도 / Sardar Vallabhbhai National Institute of Technology	Eu ³⁺ ion-doped strontium vanadate perovskite quantum dots-based novel fluorescent nanosensor for selective detection of creatinine in biological samples, <i>Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry</i> , 2024, 449, 115376	10.1016/j.jphotochem.2023.115376
23	박태정 (공동저자)	Suresh Kumar Kailasa (교신저자)	인도 / Sardar Vallabhbhai National Institute of Technology	Biosynthesis of green-emissive copper nanoclusters from Plectranthus scutellarioides extract for the detection of terbufos in carrot and water samples, <i>ACS Food Science & Technology</i> , 2024, 4, 272	10.1021/acsfoodscitech.3c00539
24	박태정 (공동저자)	Arvind Kumar Mungray (교신저자)	인도 / Sardar Vallabhbhai National Institute of Technology	Polydopamine anchored localized growth of copper nanoparticles on carbon felt electrode for bioelectrochemical dye degradation, <i>Sustainable Energy Technologies and Assessments</i> , 2024, 61, 103584	10.1016/j.seta.2023.103584
25	박태정 (공동저자)	Suresh Kumar Kailasa (교신저자)	인도 / Sardar Vallabhbhai National Institute of Technology	Rational design of niobium carbide MXene quantum dots decorated with arginine for the fluorescence sensing of superoxide anion in Saccharomyces cerevisiae cells, <i>Sensors and Actuators B: Chemical</i> , 2024, 404, 135226	10.1016/j.snb.2023.135226
26	박태정 (공동저자)	Suresh Kumar Kailasa (교신저자)	인도 / Sardar Vallabhbhai National Institute of Technology	Fluorescence “Turn-Off-On” assays of neomycin sulphate and K ⁺ ion with orange-red fluorescent molybdenum nanoclusters, <i>Luminescence</i> , 2024, 39, 4709	10.1002/bio.4709
27	박태정 (공동저자)	Suresh Kumar Kailasa (교신저자)	인도 / Sardar Vallabhbhai National Institute of Technology	Synthesis of green fluorescence CsPbBr ₃ perovskite quantum dots via probe sonication for the detection of isoprothiolane fungicide in food samples, <i>Journal of Cluster Science</i> , 2024, 35, 2105	10.1007/s10876-024-02649-2
28	주재범 (공동저자)	Tejraj M. Aminabhavi (교신저자)	인도 / KLE Technological University	UiO-66-NH ₂ /chitosan with Microalgae Platform for Gold Valorization from Waste Microelectronics, <i>Chemical Engineering Journal</i> , 2023, 471, 144467	doi.org/10.1016/j.cej.2023.144467

③ 외국 대학 및 연구기관과의 연구자 교류 실적 및 계획

지난 1년동안 우리 BK21 교육연구팀 참여교수들의 외국 대학 및 연구기관과의 교류 현황은 아래와 같다.

[표 III-9] 외국 대학 및 연구소와의 인적 교류 현황

Inbound

해외기관	해외연구자	국내연구자	교류형태	교류내용
스위스 ETH	Andrew J. deMello	주재범	on-line 미팅	산학협력 관련 국제공동연구과제 협의
중국 Petroleum University of China	Rongke Gao	주재범	대학원생 파견 논의 위한 방문	SERS-based microfluidics에 대한 공동연구 논의. 2024년 9월부터 박사과정 학생 (Wenbo Zhou) 1년간 교환학생으로 중앙대 파견.
중국과학원	Lingxin Chen	주재범	on-line 미팅	중견연구과제 국제협력연구 선정 및 진행 (2024년 2월)
영국 University of Strathclyde	Duncan Graham	주재범	공동연구 및 Review 초청	SERS-based biosensor 공동연구 및 Nano Convergence에 Review article 투고 초청함
호주 Macquarie University	Yuling Wang	주재범	공동연구 및 Review 초청	Microfluidics 관련 공동연구 on-line 논의 및 Nano Convergence에 Review article 투고 초청함.
영국 Royal Society of Chemistry	Eriko Yamazaki	주재범	중앙대 방문	RSC Journal 논문 투고 활성화 방안 논의함.

Outbound

해외기관	해외연구자	국내연구자	교류형태	교류내용
미국 UC San Diego	Judy Kim	주재범	On-line 초청	이태리 로마에서 개최된 ICORS 국제 심포지엄 세션 조직을 요청 받음.
미국 University of Kansas	Steven Soper	주재범	Workshop 초청	네덜란드 체외진단 워크숍 초청 및 Pacificchem 2025 공동 조직 요청 받음.
미국 University of Michigan	Ryan C. Bailey	주재범	Conference 초청	2025년 3월 Pittcon 2025에 초청강연을 요청 받음.
중국 Hainan Medical School	Rui Wang & Ziyi Cheng	주재범	석학 초청강연 요청	2024년 7월1일-3일 Hainan Medical School 방문하여 석학초청 강연함.
중국 China University of Petroleum	Jingbin Zeng	주재범	석학 초청강연 요청	2024년 11월 방문 예정
중국과학원	Lingxin Chen	주재범	석학 초청강연 요청	2024년 11월 방문 예정
Guangzhou University	Zhinan Guo	주재범	석학 초청강연 요청	2025년 1월 방문 예정
중국과학원	Lingxin Chen	Jiadong Chen (석박통합 과정)	공동연구를 위한 대학원생 파견 논의	2024년 8월 국제공동연구를 위한 1개월 파견 (중국과학원)