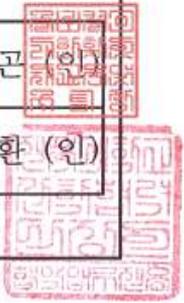


『4단계 BK21사업』 미래인재 양성사업(과학기술 분야)  
교육연구팀 자체평가보고서

접수번호	-							
사업 분야	기초화학	신청분야	화학	단위	지역	구분	교육연구팀	
학술연구분야 분류코드	구분	관련분야		관련분야		관련분야		
		중분류	소분류	중분류	소분류	중분류	소분류	
	분류명	화학	유기화학	화학	물리화학	화학	생화학	
	비중(%)	40		40		20		
교육연구 팀명	국문) 글로벌 미래 화학 인재 교육 연구팀 영문) Glocal Future Chemical Talent Education and Research Team							
교육연구 팀장	소 속	전북대학교		자연과학대학		화학과		
	직 위	부교수						
	성명	국문	김정곤		전화	063-270-3413		
		영문	Kim, Jeung Gon		팩스	063-270-3408		
				이동전화	010-8939-2710			
				E-mail	jeunggonkim@jbnu.ac.kr			
연차별 총 사업비 (백만원)	구분	1차년도 (2019~212)	2차년도 (213~222)					
	국고지원금	82.82	165.64					
총 사업기간	2020.9.1.-2027.8.31.(84개월)							
자체평가 대상기간	2020.9.1.-2021.8.31.(12개월)							
<p>본인은 관련 규정에 따라, 『4단계 BK21』 사업 관련 법령, 귀 재단과의 협약에 따라 다음과 같이 자체평가보고서 및 자체평가결과보고서를 제출합니다.</p> <p style="text-align: right;">2021년 9월 15일</p>								
작성자	교육연구팀장			김정곤 (인)				
확인자	전북대학교 산학협력단장			조기환 (인)				



## 〈자체평가 보고서 요약문〉

중심어	글로벌 화학 인재	지역 인재 양성	전라북도 중점 산업
	기초 화학	탄소 소재 화학	바이오 소재 화학
	산학연 허브	탄소/바이오 중심 교과	탄소/바이오/환경 융합 연구
교육연구팀의 비전과 목표 달성정도	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 전라북도 중점 산업인 탄소 및 바이오 소재 분야의 산학연 중심 기관으로서 우수한 기초 화학 인재 양성 및 분야를 선도하는 연구 역량을 갖춘 대학원 조직으로 발전을 목표로 함</li> <li>- 1차년도 교육연구팀은 비전에 맞춰 탄탄한 기초와 다양한 응용 교육을 위한 대학원 교육과정 체계를 확립하였고, 인력양성을 위한 제도를 재정비하여 대학원 규모의 양·질적인 성장을 위한 발판을 마련함</li> <li>- 사업 전과 비교, 연구역량 전반에 걸쳐 뚜렷한 실적 증대를 이루었으며, 특히 전라북도 지역 산업·사회에 기여할 수 있는 훌륭한 연구 성과들을 도출해 냄</li> <li>- 향후 이 같은 교육연구팀의 성장 동력을 더욱 키워나가 중대형 소재 분야 거점 학과로 성장하고, 국가 및 지역거점 연구소와 기업을 연결하는 산학연 네트워크의 허브 기관으로 발전하고자 함</li> </ul>		
교육역량 영역 성과	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 기반 기술 이해 능력 강화를 위해 기초 중심의 코어 과목 재편성.</li> <li>- 전라북도 미래 육성 사업 탄소 소재와 바이오 소재 중심 응용 교과 4과목 개설.</li> <li>- 국제적 수준에 발맞춘 박사 학위 수여 요건의 강화</li> <li>- 교내 탄소/바이오 관련 학과와 교육 커리큘럼 교류를 활성화함</li> <li>- 온라인 플랫폼을 적극 활용하여 해외 연구자 참여 수업 진행</li> </ul>		
연구역량 영역 성과	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 전라북도 집중 투자분야인 탄소 및 바이오 소재 관련 연구 역량을 집중하여 지역 산업·사회 문제 해결을 위한 연구 성과 도출               <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; 대기오염 문제 해결을 위한 탄소 소재 개발</li> <li>&gt; 탄소 고분자 친환경 합성법 개발</li> <li>&gt; 새로운 핵산 분자화학 기반 진단법 개발</li> </ul> </li> <li>- 사업 전과 비교하여 논문 게재 성과의 뚜렷한 향상을 이룸</li> <li>- 온라인 강좌 시스템을 활용한 해외 저명학자 초청 심포지엄을 개최하고 국제적 연구 교류의 장을 마련</li> </ul>		
달성 성과 요약	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 전라북도 집중 육성 탄소/바이오 화학 산업 분야 인재 양성을 위해 기초와 응용이 균형을 이룬 교육 과정으로 개편</li> <li>● 전라북도 중점 탄소 및 바이오 소재분야 연구 에서 괄목할만한 성과 도출</li> <li>● 온라인 플랫폼을 활용한 교육·연구 국제화 수준 향상</li> </ul>		
미흡한 부분 / 문제점 제시	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 코로나19 유행으로 인하여 우수 인재 양성을 위한 동남아 지역 우수 학교 대학원 진학 방문 설명회, 호남지역 오픈랩 실시 등의 외부 홍보 활동에 제한</li> <li>- 산학연간 긴밀한 연구 협업 및 인력 교류 활성화를 위한 정기 포럼 개최 추진과 우수 학생의 해외파견 연수 계획에도 차질이 생김</li> </ul>		
차년도 추진계획	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 산학연간 연구협력 및 교육 연계교류 활성화</li> <li>- 코로나19 상황 해소 시점에 맞춰 학생의 해외 파견 적극 추진하고 국제화 감각을 키운 인재 양성 노력</li> </ul>		

## 1. 교육연구팀장의 교육·연구·행정 역량

성명	한글	김정곤	영문	Kim, Jeung Gon
소속기관	전북대학교 자연과학대학 화학과			

전북대학교 ‘글로벌 미래 화학 인재 교육 연구팀’ 팀장 김정곤 교수는 산/학/연 전 영역에 풍부한 경험을 가진 합성 화학 연구자이다. 한국과학기술원에서 학사(2001)를 미국 펜실베이니아 대학에서 유기 비대칭 합성 연구로 박사학위(2005년)를 취득하였다. 이후 6년간 국내 기업 연구소에서 유기 발광 소재개발(LG화학)과 고분자 제조 공정(삼성 제일모직)을 연구하였다. 코넬 대학교 화학과에서 박사 후 연구원 으로서는 친환경 이산화탄소 활용 고분자 합성 촉매와 활용 연구를 하였으며, 기초과학연구원에서는 탄소-수소 활성화 및 새로운 실리콘 고분자 합성 촉매 개발을 수행하였다. 국내에 보기 드문 유기화학에서 고분자에 이르는 넓은 스펙트럼을 가지는 합성 연구 경험이 있다. 2015년 9월 전북대학교 화학과에 부임하여 산업체와 기초 연구 경험을 바탕으로 실용적인 유기 및 고분자 재료 합성을 연구하고 있다. 전북대학교에서의 우수한 연구 결과를 바탕으로, 2016년 한국공업화학회 미원상사 신진과학자상, 2019년 Asian Core Program Lectureship Award (JAPAN)을 수상하였으며, 본 연구팀에서 국제적으로 선도하는 기계화학 고분자 중합법 개발로 2019년부터 삼성미래기술육성센터 과제를, 유기 합성법 기반 고분자 개질 연구로 한국연구재단의 중견 연구자 지원 사업을 수행하고 있다. 2021년부터는 기계화학 분야 EU 연합 연구팀 MechSustInd에 참여를 시작하여, 국제적인 공동 연구 기반을 갖추었다. 수행 연구 분야에서도 최근 국제적인 주목을 받고 있다. 영국왕립화학회 발간 Polymer Chemistry에 고분자 재활용 분야 초청 총설을 발간하였으며, 2021년 IUPAC-MACRO, 2022년 Faraday Discussion에 초청 연사로 확정이 되었다.

그동안 쌓아온 산학연 네트워크를 바탕으로 국내외 학계에 활발하게 봉사하고 있다. 2018년부터 대한화학회지 발행 Journal of the Korean Chemical Society의 공업화학 분야 편집위원, 2021년부터 고분자학회 발행 Macromolecular Research Publishing Editor로 활동 중이다. 대한화학회의 화학세계 편집위원(2016-17), 화학술어위원회 위원(2018-19), 무기화학 분과회 국제간사(2019), 유기화학 분과회 운영위원(2020), 산학협력 실무이사(2020-21)로 학회 운영에 참여하였다. 한국고분자학회에서는 기술지 편집위원(2017-18)에 이어, 운영이사(2019-20), 학술위원(2020-21)으로 봉사하고 있다. 그 외에도 기초과학연구원 장비심의위원회 위원(2019-21)을 맡고 있다. 최근 고분자 분야 최대 국제학회인 IUPAC MACRO2020의 ‘Polymer Synthesis and Supramolecular Architecture’ 부분의 조직 위원으로 국제적 네트워크 역량을 발휘하였다.

교육 분야에서는 전북대학교 화학과의 유기 및 고분자 합성 분야 인재 육성에 힘쓰고 있다. 2015~2018년 전북대학교 화학과의 학부 과정 선진화 사업 CK-1 및 우수학과 프로그램의 실무에 참여하여, 화학과 학부의 교육과정 개편 및 학내 실험/실습 여건 개선에 노력하였다. 강의 부분에서는 최근 관심을 받는 친환경 화학 강좌를 새로 개설하였다. 대학원 과정에서는 유기/무기/고분자 화학에 이르는 전문성을 바탕으로, 유기금속화학, 고분자화학, 심화 유기합성에 이르는 강의를 개설하여 전북대학교 대학원생들에게 다양한 화학 분야의 지식 전달에 노력하고 있다. CK-1 프로그램 운영 기간에는 전북대학교 학부생으로 구성된 연구팀을 이끌고 얻은 결과로 고분자 화학 분야 우수 저널인 ‘Polymer Chemistry’에 논문을 게재하여 학부생 연구 교육의 결실을 거두었다. 이런 성과를 이어서 BK21 ‘글로벌 미래 화학 인재 교육 및 연구팀’을 이끌고 있다.

## 2. 대학원 학과(부) 소속 전체 교수 및 참여연구진

<표 1-1> 교육연구팀 대학원 학과(부) 전임 교수 현황

(단위: 명, %)

대학원 학과(부)	학기	전체교수 수	참여교수 수	참여비율(%)	비고
화학과	20년 2학기	14 명	5 명	35.7%	
	21년 1학기	14 명	5 명	35.7%	

<표 1-2> 최근 1년간(2020.9.1.~2021.8.31.) 교육연구팀 대학원 학과(부) 소속 전임 교수 변동 내역

연번	성명	변동 학기	전출/전입	변동 사유	비고
1	이안나	2020년 2학기	전입	신규 임용	
2	김성식	2021년 1학기	전출	정년 퇴임	
3					
4					

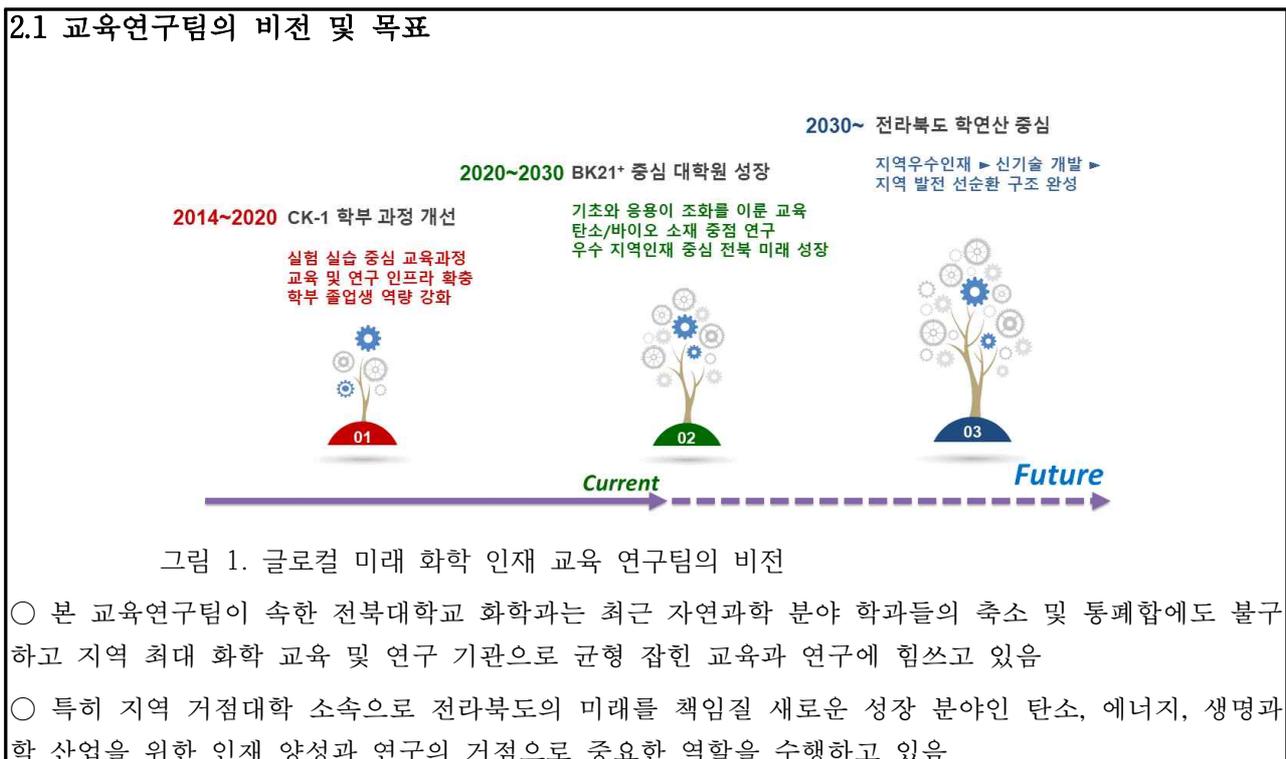
<표 1-3> 교육연구팀 대학원 학과(부) 대학원생 현황

(단위: 명, %)

대학원 학과(부)	참여 인력 구성	대학원생 수											
		석사			박사			석·박사 통합			계		
		전체	참여	참여 비율 (%)	전체	참여	참여 비율 (%)	전체	참여	참여 비율 (%)	전체	참여	참여 비율 (%)
화학과	20년 2학기	15	8	53.3	5	5	100.0	1	1	100.0	21	14	66.6
	21년 1학기	15	11	73.3	9	9	100.0	2	2	100.0	26	22	84.6
참여교수 대 참여학생 비율				1 : 4.4									

## 2. 교육연구팀의 비전 및 목표 달성정도

### 2.1 교육연구팀의 비전 및 목표



○ 본 교육연구팀은 대학원 교육 및 연구 경쟁력을 높여 소속 학과가 고급 인재 양성과 분야를 선도하는 연구로 지역의 중심 화학 기관으로 발전하는데 이바지 하고자함

○ 이를 위한 세부 운영 목표는 다음과 같음.

#### 가. 탄소/바이오 소재 중심 기초 과학 인력 교육 과정 개편

- 기초 중심의 Core 과목의 재편성으로 기반 기술 이해 능력 강화
- 전라북도 미래 사업인 탄소 소재와 바이오 소재 중심 응용 교과 4과목 개설
- 지역 우수 기관의 연구 인력 및 인프라를 이용한 취업 연계형 교육 과정 개발
- 교내 탄소/바이오 관련 학과와 교육 커리큘럼 교류
- 글로벌 인재 양성을 위한 영어 논문 작성 교육 및 해외 연구자 참여 수업 개발

#### 나. 전라북도 중점 육성 탄소 및 바이오 소재 연구 역량 강화

- 전라북도 집중 투자 탄소 및 바이오 소재 관련 연구 역량 집중
- 연구단 내 공동 연구팀 구성을 통한 새로운 융합 분야 개척
  - 탄소 소재 기반 환경-에너지 문제 해결 연구
  - 핵산분자화학 기반 유전자 편집, 진단, 치료 연구
  - 지역 시급 환경 문제 대응 대기 정화 및 수질 개선 광촉매 개발
  - 복잡계 탄소 신소재 개발을 위한 고분자 합성법 연구
- 지역 문제 해결을 위한 산학연 과제 도출 및 연구 수행
- 사업 기간 동안 논문의 수 50%, 누적 IF 30% 향상, IF 및 JCR Rank 중심 실적 평가

#### 다. 탄소/바이오 소재 중점 기관화 전략

- 연구팀 소속의 연구원들의 국제적 소통 능력 발전을 위한 교육 프로그램 운영
- 지역 산학연 중심거점화를 위한 소재화학 심포지엄 매년 개최
- 온라인 강좌 시스템을 활용한 해외 저명학자 심포지엄 및 연구 교류회
- Facebook, Twitter, Instagram 등 을 활용한 연구팀 성과 홍보
- 해외 우수 유학생 유치를 위한 현지 방문 설명회

#### 라. 혁신 교육 및 연구 지원을 위한 지원 시스템 정비

- 성과 중심 지원 시스템 구축
  - 연구 마일리지제를 도입하여 누적 실적에 따른 장학금, 해외연수 우선 배정
  - 대학원생에 대한 논문 인센티브제도 수립
- 우수 연구자 양성을 위한 졸업 요건의 내부 규정 강화
  - 박사학위 졸업 기준 SCI논문 주저자 3편, JCR 25%이내 1편 포함
  - 국제 규모 심포지엄 발표 2회
- 우수한 학부생의 대학원 진학 유도를 위한 학석사 연계과정 활성화

## 2.2 비전 및 목표 대비 1차년도 실적

- 전라북도 중점 육성 산업 맞춤형 미래 인재양성을 위한 대학원 커리큘럼 재정비 완료
  - 지역 및 미래 화학 산업 관련하여 교과목을 5과목 이상 새로 개설 혹은 기존 교과목 개편
  - 기초 과학의 특성을 살린 기초 교과목 운영 강화
  - 탄소 및 바이오 소재 화학 관련 팀 티칭 과목 개설
- 해외 우수 연구자 초청 세미나 및 온라인 플랫폼을 활용한 국제 심포지엄 개최

- 국제화 감각을 키울 수 있는 교육 기회 제공: 교토대학교 화학과 , 프랑스 소르본대학교 파리분자화학연구소 초빙 온라인 강연

- 국제적 연구 교류의 장 마련: 온라인 국제 콜로키엄 3회 개최

○ 대학원생 적극 유치 전략을 통해 우수 대학원생 확보 및 양성

- 연구 참여 학부생 유치 및 전공 탐색의 기회 제공을 위한 수업, 프로그램 진행

- 학-석사 연계과정 제도 정비

- 사업팀이 확보한 국제 네트워크를 바탕으로 한 외국 대학원생 유치

- 지역 내 국책 연구소의 리더급 연구 인력과의 공동지도 학생 유치

○ 대학원생 **학술 발표 및 연구 논문 성과 증진**

- 다양한 프로그램을 통해 장학금, 인센티브를 지급하고 연구 의욕 고취

- 지역 국가연구소와의 협력연구를 위한 학생 파견 및 공동연구 성과 창출

- 학업과 연구에 집중할 수 있는 기반 마련: 새로운 연구실 공간 확보 및 리모델링

- 국제 학술대회 발표 참여 독려: 코로나19 유행 상황에서 개최되는 다수 온라인 국제 학회에 적극 참여

○ 전라북도 지역 중점 산업 탄소 및 바이오 소재 분야에서 연구 성과 도출

- 사업 전 대비 괄목할만한 논문 게재 성과 향상

- 지역 산업·사업 문제 해결을 위한 연구 성과들로 다수 특허 출원

### 2.3 1차년도 목표 달성을 위한 애로사항 및 향후 추진 계획

○ 1차년도 다수의 인원이 모여야 하는 ‘신입생 대상 연구 안내 오리엔테이션’, ‘산학연 연구 포럼’ 등의 프로그램은 코로나19 유행으로 인하여 진행에 어려움이 있었으며, 나아지는 상황에 따라 추진 예정

○ 학생 해외 파견 등의 해외 연구 교류 활동 또한 당초 계획보다 미뤄졌으며, 차년도 진행을 위한 계획을 수립해 놓은 상태임



○ BK사업팀 자체 콜로키엄을 통해 산업체 및 정부출연연구소 중심의 외부 초청 세미나를 강화하고 화상 심포지엄 시스템을 활용하여 국외 전문가 적극 초빙

- 국제 콜로키엄 개최: “International Colloquium on Small Molecule Calculations”, 2020년 12월 28일, 3개국 6개 대학 참여



11:30 (KST) 20:30 (CT,Sunday) 08:00 (IST)	<b>Kyung-Bin Cho</b> Jeonbuk National University <i>Opening remarks</i>
11:40 (KST) 20:40 (CT,Sunday) 08:10 (IST)	<b>Tanay Debnath</b> Indian Association for the Cultivation of Science, India <i>Mechanistic Insight into the Enhancement of Reactivity of Li<sup>+</sup>@C60 compared to neutral C60 towards Different Fundamental Reactions: A DFT Approach</i>
11:50 (KST) 20:50 (CT,Sunday) 08:20 (IST)	<b>Hugo Vazquez Lima</b> Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Mexico <i>Non innocent ligand identification in Fe <math>\mu</math>-oxo corrole dimer</i>
12:00 (KST) 21:00 (CT,Sunday) 08:30 (IST)	<b>Youngseob Lee</b> Jeonbuk National University <i>Cpd II disproportionation Pathway</i>
12:10 (KST) 21:10 (CT,Sunday) 08:40 (IST)	<b>Xiao-Xi Li</b> Ewha Womans University <i>The Structure-Function Relationship of Iron-Oxo Species</i>
12:20 (KST) 21:20 (CT,Sunday) 08:50 (IST)	<b>Haeri Jeon</b> Sookmyung Women's University <i>DFT Calculation in Bioinorganic Chemistry</i>
12:30 (KST) 21:30 (CT,Sunday) 09:00 (IST)	<b>Seonghan Kim</b> Daegu Gyeongbuk Institute of Science & Technology <i>DFT calculation of C-H bond activation of [Mn<sup>IV</sup>(Me<sub>3</sub>TPADP)(OH)(OEt)]<sup>2+</sup> with 1,4-cyclohexadiene.</i>

“Mechanochemistry Virtual Symposium #1”, 2021년 1월 14일, 3개국(일본/중국/싱가포르) 연사 초청

Presented by Jeonbuk National University, Chemistry BK21 team

## Mechanochemistry Virtual Symposium # 1

8 - 10 am (US eastern)      Venue – Zoom Webinar (Free)  
2 - 4 pm (Germany)      Event ID – 876 9793 6446  
9 - 11 pm (China/Singapore)      Password – ballmill  
10 - 12 pm (Korea/Japan)

January 14<sup>th</sup>, 2021

- Solid-state cross-coupling as a new tool for organic chemistry  
*Hajime Ito - Hokkaido University, Japan*
- Recent Advances in Mechanochemical Organic Synthesis  
*Guan-Wu Wang - University of Science and Technology of China, China*
- Main Group Mechanochemistry Opportunities and Challenges  
*Felipe Garcia - Nanyang Technological University, Singapore*

Contact: Prof Jeung Gon Kim (Jeonbuk National University, Korea) jeunggonkim@jbn.u.ac.kr

“Mechanochemistry Virtual Symposium #2”, 2021년 6월 25일, 유럽연합 소속 연구그룹 MechSustInd와 공동개최

BrainKorea21  
MechSustInd

## Mechanochemistry Virtual Symposium # 2

9 am (US eastern)      Venue – Zoom Webinar (Free)  
3 pm (Germany)      Meeting ID – 849 6334 4237  
9 pm (China/Singapore)      Passcode – ballmill  
10 pm (Korea/Japan)

June 25<sup>th</sup>, 2021

- Prof. Hyo Jae Yoon – Korea University, Seoul, Korea  
- Mechanochemistry of Aziridine
- Prof. Gregory I. Peterson – Incheon National University, Incheon, Korea  
- Mechanochemical Reactions in Bottlebrush and Dendronized Polymers with Ball-Mill Grinding

Hosted by Jeonbuk National University Chemistry BK21 Team  
MechanoChemistry for Sustainable Industry - EU COST Action CA18112

- 교토대학교 화학과

초청: 연구 및 일본에서의 연구 경험 공유 강연, 2021년 1월 28일

- 교과목 운영 중 필요에 따라 외부 전문가를 적극 활용하여 높은 수준의 강의 제공: 동국대

교수(기기분석특론 수업), 한국에너지기술연구원

(나노촉매화학 수업) 강연 초빙

○ 교육과정의 충실성과 지속성을 위하여 강의 평가방법을 개선하고 강의 개선 보고서 작성을 통한 피드백 강화(아래 그림2 참조)

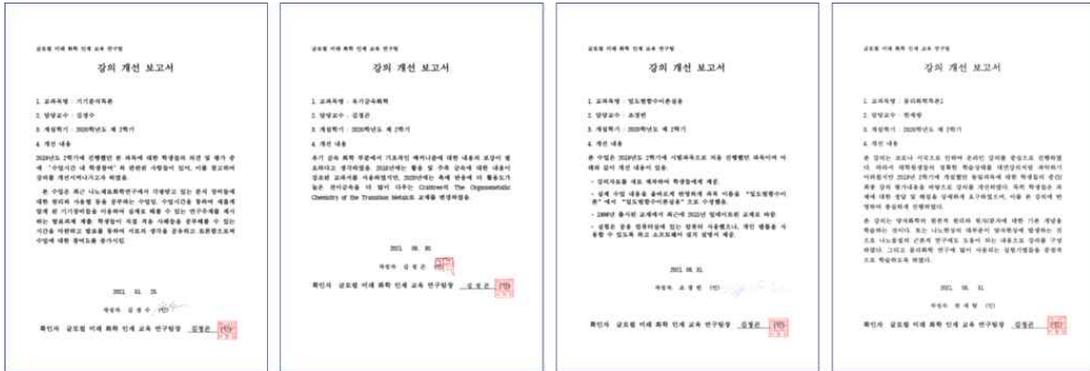


그림 2 교육연구팀 참여교수들의 강의 개선 보고서 사본

○ 교육과 연구의 선순환 구조 구축 및 연구역량의 교육적 활용 방안으로 본 교육연구팀 참여 교수들의 연구 분야를 중심으로 수업을 개설하고 기초에서 응용에 이르는 교육 플랫폼을 구축함 (기초/응용 비율 50 대 50)

- 개설 수업: 핵산분자 생화학, 표면-계면 반응 동력학, 친환경 에너지 화학 등

○ 탄소 및 바이오 소재 관련 타 학과와의 교류를 통하여 4차 산업 관련 융합 교육 범위 확대

- 사업팀 참여 대학원생들이 이수 학점의 20%를 탄소 및 바이오소재 관련 전공학과 개설과목으로 수강하고 졸업할 수 있도록 교육과정을 운영 중 (아래 보조표 참고)

<보조표 2> 1차년도 사업팀 참여학생 타전공 수강 현황

연번	수강학기	이름	소속	타전공	
				과목명	학과
1	2020년도 2학기		화학과	연료전지전극촉매특론	화학공학부
2	2020년도 2학기		화학과	비철재료학특론	금속시스템공학과
3	2020년도 2학기		화학과	세라믹공정특론	전자재료공학
4	2020년도 2학기		화학과	환경공학특론	바이오융합과학과
5	2020년도 2학기		화학과	분자생물학세미나	생명과학부
6	2021년도 1학기		화학과	고급환경화학	생리활성소재 과학과
7	2021년도 1학기		화학과	신경과학특론	생리활성소재 과학과
8	2021년도 1학기		화학과	유전체특론	생물학과
9	2021년도 1학기		화학과	나노화학공정특강	화학공학부
10	2021년도 1학기		화학과	고분자나노물성특론1	고분자 나노공학과
11	2021년도 1학기		화학과	고분자화학연구	탄소소재파이버공학과
12	2021년도 1학기		화학과	반도체제조공정	화학공학부

13	2021년도 1학기		화학과	탄소나노소재특강	화학공학부
14	2021년도 1학기		화학과	바이오에너지공학특론	환경공학과
15	2021년도 1학기		화학과	표면물리학1	물리학과

**나. 당초 계획 대비 실적 분석 및 향후 추진계획**

- 산학연 연계 교육프로그램의 개발
  - 지역의 선도 산업체 및 국가출연연구소와 연계한 교육과정 개발 예정
  - 대학본부에서 KIST 전북분원과 운영하는 ‘학연교수제’에 사업팀 김정곤 교수가 임명되어 KIST 전북분원과의 연계 교육프로그램 개발에 발판이 마련됨
  - ‘학연교수제’에 의해 KIST 박사 역시 본 교육연구팀이 속한 전북대학교 화학과에 겸임교원으로 소속되어 연계 교육에 적극 활용 가능

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

**가. 과학기술·산업·사회 문제 해결과 관련된 교육 프로그램 운영 실적**

- 본 교육연구팀은 첨단 탄소산업, 바이오 화학 산업과 같은 지역 특성화 사업 맞춤형 교육 프로그램을 운영하여 지역사회 문제 해결을 위한 실무형 화학 연구 인력 육성하는데 목표를 두고 있음
- 이를 위해 단계적으로 교육 프로그램을 꾸려나가는 중에 있으며, 그 일환으로 기기분석 특론, 고분자화학연구, 핵산분자 생화학 과목 등이 개설되어 운영되고 있음
- 지역 내 산업체 혹은 국책 연구소의 리더급 연구 인력과의 공동 지도를 통한 학위과정을 수행하도록 하여 이론과 실무 능력을 겸비한 화학 인재 양성하고 있음
  - : KIST 연구팀에서 공동 연구 수행 중, 공동연구 결과 바탕으로 국제 저널에 주저자로 논문 게재  
 “Multifunctional aminoethylpiperazine-modified graphene oxide with high dispersion stability in polar solvents for mercury ion adsorption” *J. Ind. Eng. Chem.* 90 (2020) 224.
  - : KIST 연구팀에서 공동 연구 수행 후 2021년 2월 석사 졸업, 국제 저널에 주저자 논문게재  
 “Synthesis and Characterization of UV-Curable Pyrimidine-based Poly(Acrylate) and Zirconium Acrylate Nanocomposite with High Refractive Index” *Polymer* 227 (2021) 123847.
- BK사업팀이 주관하여 전문가 초청 세미나를 진행하여, 특성화 사업과 관련한 연구동향을 교육함
  - 프랑스 소르본대학교 파리분자화학연구소 교수 초빙 (강연제목: Understanding the reactivity of acetylcholinesterase with QM/MM calculations)
  - 교토대학교 교수 초빙 (강연제목: My Decade as a Scientist for DNA-based Catalysis)
  - Mechanochemistry Virtual Symposium을 개최하여 3개국(일본/중국/싱가포르) 연사 초청

**나. 당초 계획 대비 실적 분석 및 향후 추진계획**

- 응용에 초점을 맞춘 교육을 제공하기 위한 방안으로 검토되었던 전북대 고분자 나노공학과와 연계한 교과목 운영을 해당학과와 의논하여 추진 계획 중에 있음
- 전북 소재화학 산학연 포럼 개최하여 공동 연구 및 인력 교류 활성화 촉진하고자 하였으나, 코로나19 감염 확산 상황으로 진행이 어려워 향후 추진 계획 중

## 2. 인력양성 계획 및 지원 방안

### 2.1 최근 1년간 대학원생 인력 확보 및 배출 실적

<표 2-1> 교육연구팀 소속 학과(부) 참여대학원생 확보 및 배출 실적

(단위: 명)

대학원생 확보 및 배출 실적					
실적		석사	박사	석·박사 통합	계
확보 (재학생)	2020년 2학기	8	5	1	14
	2021년 1학기	11	9	2	22
	계	19	14	3	36
배출 (졸업생)	2020년 2학기	3	0		3
	2021년 1학기	0	1		1
	계	3	1		4

### 2.2 교육연구팀의 우수 대학원생 확보 및 지원 계획

#### 가. 우수 대학원생 확보 실적

○ 본 교육연구팀은 당초 계획했던 우수 대학원생 확보 방안들을 대부분 이행해나가며 대학원생 규모의 양·질적 확장을 도모하고 있음

○ 소속 학과 전공자에 대한 적극 유치 전략으로서 기존의 학부생 연구 참여 프로그램을 보완 및 활성화시켜 1차년도 본 교육연구팀에서는 다수의 학부생(13 명)이 연구에 참여했으며, 향후 이를 기반으로 우수 대학원생을 확보할 수 있을 것으로 예상됨. (아래 보조표 3 참조)

<보조표 3> 1차년도 사업팀 연구 참여 학부생 현황

학생	지도교수	참여기간
	서영준	2021년 3월 ~ 현재
	서영준	2021년 3월 ~ 현재
	서영준	2021년 3월 ~ 현재
	김경수	2020년 9월 ~ 2021년 2월
	김경수	2020년 9월 ~ 2021년 2월
	김경수	2021년 7월 ~ 현재
	김정곤	2021년 7월
	김정곤	2021년 7월 ~ 8월
	김정곤	2020년 9월 ~ 2021년 2월
	김정곤	2020년 9월 ~ 2021년 2월
	김정곤	2020년 9월 ~ 2021년 2월
	김정곤	2020년 9월 ~ 2021년 2월
	김정곤	2021년 1월 ~ 2021년 2월
	조경빈	2020년 9월 ~ 2020년 12월
	조경빈	2020년 9월 ~ 2021년 2월

○ 대학본부가 입학 전 학부생에게 희망 전공탐색의 기회를 제공하기 위해 추진하는 ‘신입생 LAB ROTATION 시범사업’ 사업팀 내 김정곤, 서영준 교수 참여

○ 또한 제대로 운영되지 않던 학-석사 연계과정 확립을 위해 교육연구팀이 속한 본교 자연대학과의 긴밀한 연계를 가져가고 있음

- 대학본부에 여러 차례 요구하여 당해연도 학-석사 연계과정 지원자격을 개정

- 내용: 2021년부터 지원자격을 이수학기 4학기(72학점)->2학기(36학점), 평점평균 3.5이상->3.0이상으로 변경

- 학-석사 연계과정을 활성화하고 대학원 진학을 확대하는 계기가 될 것으로 생각됨

○ 본 교육연구팀에서는 학부생들에게 전공탐색의 기회를 제공할 수 있는 별도의 강좌 개설을 계획하였으나, 2021년부터 대학본부에서 전교 학부생이 수강해야하는 <전공진로설계> 과목을 개설하여 이를 전공소개 및 대학원 진학 안내 목적으로 적극 활용할 수 있었음

- 소속 연구실에서 여러 학부 연구생을 <전공진로설계> 과목을 통해 확보한 사례가 있으며, 이는 대학원 재학생 수 증가로 이어질 수 있을 것으로 기대함

○ 외부 홍보활동으로서 계획했던 호남권 대학 오픈 랩 행사, 동남아 지역 우수 학교 대학원 진학 방문 설명회 등은 코로나19 유행으로 인하여 수행되지 못하였지만, 본 교육연구팀은 학과 내 확보된 동남아 지역 네트워크를 활용하여 해외 대학원생을 적극 유치할 수 있었음 (1차년도 외국인 입학생 - 4명):

○ 또한 사업팀은 본부에서 추진하는 말레이시아 대학들과의 교류 프로그램(AUEA)에 참여되어 있어 향후 이를 통한 학생 확보가 가능할 것임

○ 지역특화 산업 및 학연의 협동과정을 토대로 한 우수 인재 확보를 위해 우수 연구기관의 연구원을 수업에 초빙하여 학생들에게 교육기회 제공

○ 1차년도 대학원생 배출실적: 석사 3명, 박사 1명이 졸업

**나. 대학원생 지원 수행 실적**

○ 당초 계획대로 대학원생에 대한 경제적, 학문적 지원을 충분히 제공함

- 본부에서 BK사업 참여 대학원생 전원 반값등록금 실행

- 총 9명 학생에게 등록금 및 생활비 지원을 위한 장학금 지급:

- 매학기 우수 연구를 수행한 대학원생을 선발하여 인센티브 지급(보조표 4)

<보조표 4> 우수연구생 인센티브 지급 참여대학원생

구분	최우수연구	우수연구
2020년 2학기		
2021년 1학기		

- 글로벌 네트워크를 위한 국제교류 지원은 코로나19 상황으로 인하여 많은 부분 진행하지 못하였으며, 상황이 나아질 것으로 예상되는 2022년 1-2월 학생이 독일 Ruhr-Universität Bochum Borchardt 연구팀으로 파견 연구를 결정함

- 대학본부에서 추진한 장학금 프로그램을 통해 사업팀 내 참여학생들에게 장학금 지급

‘BK드림장학금’ 프로그램: 사업팀 내 8명 학생

( ) 장학금 지급

‘연구보조(RA) 장학금’ 프로그램: 장학금 지급

○ 학업과 연구에 전념할 수 있는 인프라를 구축해주기 위한 방안으로서 대학원생을 위한 전용 공간 마련을 위해 본 교육연구팀 소속 학과와 협의하여 공간을 배정 받았으며, 향후 용도에 맞춰 리모

**텔링 예정**

- 본 교육연구팀은 소속 학과 건물에서 아래 사진의 공간을 배정 받았으며, 대학본부로부터 약 700 만원의 사업비를 지원받아 리모델링을 추진할 계획(10월 중 예정)
- 약 10 명이 연구활동을 할 수 있는 공간으로 보다 쾌적한 공간에서 대학원생들의 연구 수행이 가능할 것으로 기대됨



그림 3. 리모델링 후 본 교육연구팀 사용 예정 공간

- 대학원생 권익보호 및 복지증진을 위한 실태조사 참여 독려
- 대학에서 마련한 다양한 취업지도 및 진로지원 체계를 학생들이 적극 활용할 수 있도록 유도: 특히 외국인 유학생들에게 실질적 도움이 되는 맞춤형 취업 정보를 제공하는 ‘JBNU 대학원 외국인 유학생을 위한 JOB FAIR’ 에 참여할 수 있도록 독려함

**2.3 참여대학원생의 취(창)업의 질적 우수성**

<표 2-2> 2020.2월 졸업한 교육연구팀 소속 학과(부) 참여대학원생 취(창)업률 실적

구분	졸업 및 취(창)업현황 (단위: 명, %)						취창업률% (D/C)×100
	졸업자 (G)	비취업자(B)		취(창)업대상자 (C=G-B)	취(창)업자 (D)		
		진학자	입대자				
		국내	국외				
2021년 2월	석사	3		0	3	1	33.3
졸업자	박사	0	X		0	0	

- 2021년 2월 졸업한 ... 은 ENF 테크놀러지에 취업 후, 9월 1일자로 본교 박사과정 입학
- 본 교육연구팀은 졸업생 취업실적의 우수성을 보다 높이기 위해 다음과 같은 향후 계획 수립
  - 대학원생 취업 역량 강화를 위해 대학본부 차원에서 추진하는 취업진로 실태조사 참여 예정
  - 온라인직무 박람회와 같은 취업 정보를 얻을 수 있는 프로그램에 적극 참여 유도

### 3. 참여대학원생 연구실적의 우수성

#### ① 참여대학원생 저명학술지 논문의 우수성

##### 가. 연구 수월성 증진을 위한 지원 내용

- 본 교육연구팀은 선정평가 당시 계획한 연구활동 지원프로그램에 맞춰 학생들에게 최대의 지원을 제공함
- 연구기관 및 학회에서 주관하는 다양한 교육 프로그램 참여 지원
  - 코로나19 상황으로 대부분 온라인으로 진행
  - 주요 참여 프로그램은 아래 보조표와 같음

<보조표 5> 1차년도 대학원생 외부기관 주관 교육 프로그램 참여 현황

프로그램명	주관	참여 대학원생
고분자 신기술 강좌	고분자학회	
2020 동계축매강좌	한국화학공학회	
화학연구 동향과 실전 1일 튜토리얼	대한화학회	

- 온라인으로 진행되는 영어 논문 작성 강좌 및 수업을 학생들이 수강할 수 있도록 지원함
- 대학본부에서 운영하는 대학원 연구윤리 강좌 수강을 의무화하여 대학원생 연구 윤리 의식 고취
- 코로나19 상황에서 진행이 어려웠던 ‘신입생 대상 연구 안내 오리엔테이션 및 강좌’는 향후 계획을 수립하여 진행하고자 함

##### 나. 교육연구팀 참여대학원생 연구 실적

###### 나-1. 평균적인 연구실적

<표 2-3> 1차년도 사업팀 참여대학원생 논문 실적

구 분		1차년도 (2020.9.1~2021.8.31.) 실적
논문 편수	사업팀 논문 총 편수	29
	학생 연구원 참여 논문 총 편수	20
참여 인원	주저자 참여건	18
	공저자 참여건	14
	총 참여 인원수	32
참여 비율 고려 환산 편수		6.44
참여 비율 고려 환산 IF		31.4

###### 나-2. 대표연구실적

<표 2-4> 1차년도 참여대학원생 대표연구실적

연번	학위과정	성명	세부 전공 분야	대표연구 실적 상세내용
1	석사		핵산화학	Combined recombinase polymerase amplification/rkDNAe graphene oxide probing system for detection of SARS-CoV-2

	논문실적의 우수성	<p><b>연구내용:</b> 급성 호흡기 증후군 코로나바이러스 2 (SARS-CoV-2)는 최근 전 세계적으로 크나큰 문제를 야기하고 있는 바이러스성 전염병이며 이를 간단하고 신속하며 정확히 진단하는 것은 매우 중요한 과제이다. 본 연구그룹의 학생은 이와 관련하여 과제를 진행하여 기존의 RT-PCR 방법 보다 현장에서 간단하고 신속하게 SARS-CoV-2를 높은 정확도로 진단 해낼 수 있는 유전자 분자 진단 시스템을 개발하였다. 이 개발한 방법은 rkDNA-graphene oxide(GO) 분자 진단 시스템에 해당 바이러스 유전자를 증폭 시켜 민감하게 진단이 가능하게 하는 recombinase polymerase amplification (RPA)을 조합 시켜 RPA/rkDNA-GO 분자 진단 시스템으로, 실제 이 분자 진단 시스템은 SARS-CoV-2의 검출을 위해 높은 선택성(식별 계수: 17.2) 및 감도(LOD = 6.0 aM) 그리고 총 처리시간은 1.6시간에 바이러스를 진단 할 수 있음을 보였다.</p> <p><b>중요성:</b> RPA/rkDNA-GO 시스템은 SARS-CoV-2를 짧은 시간에 간단한 과정을 통하여 높은 정확도와 민감도로 진단이 가능한 바이러스 유전자 분자 진단 시스템이 될 것으로 생각되며 또한 다양한 유전자 질병관련 진단에 사용될 수 있을 것으로 생각된다. 무엇보다 현장에서 빠른 시간 이내에 진단이 가능하기 때문에 다양한 바이러스성 질병을 비싼 기기의 사용 없이 현장에서 간단히 진단 하는데 유용하게 쓰일 것으로 생각된다.</p>		
2	석사	고체화학	<p>3D graphene-like zeolite-templated carbon with hierarchical structures as a high-performance adsorbent for volatile organic compounds</p>	
	논문실적의 우수성	<p>대기 오염의 주요원인 중 하나인 휘발성 유기분자(VOC)를 효율적으로 분리할 수 있는 흡착제로서 다공성 탄소 물질을 합성함. 마이크로기공과 메조기공이 위계적으로 연결된 3차원 기공구조와 그래핀과 유사한 sp<sup>2</sup> 탄소들이 연결된 기공 표면 특성은 VOC 분리 능력을 극대화 시켜 고성능 흡착제로서 사용할 수 있음을 보여주었다. 이와 같은 연구결과는 화학공학 분야 상위3% 국제 학술지인 Chemical Engineering Journal(IF: 10.652)에 게재되었다. 또한 이 연구는 지역사회에서 화두가 되고 있는 새로운 탄소소재 개발 및 환경문제 해결과 직접적인 연관이 있는 것으로 본 교육연구팀에서 지향하는 지역 산업·사회 발전에 기여하는 인재양성이라는 목표에 매우 부합하는 연구수행 결과이다.</p>		
3	석사	유기화학	<p>Mechanochemical Regulation of Unstable Acyl Azide: Ir(III)-Catalyzed Nitrene Transfer C-H Amidation Under Solvent-Free Ball Milling Conditions</p>	
	논문실적의 우수성	<p><b>연구내용:</b> 일상적인 열을 사용하여 용액에 에너지를 공급하는 화학 반응과 기계 에너지를 고체에 적용하여 화학 반응을 수행하는 기계화학은 새로운 반응</p>		

경로와 반응성을 제공할 수 있다. 본 연구에서는 유기화학 분야에서 불안정성이 높아 활용에 어려움을 겪는 유기 아실 아지드 화합물의 거동을 기계화학 조건에서 탐색하고, 이를 활용한 C-H 아미드화 반응을 연구하였다. 이 논문에서는 용액에서 폭발적인 분해를 일으키는 아지드가 기계화학 불밀에서는 점진적인 저속의 분해를 발생하는 차이를 실험으로 보여주었다. 이는 향후 안전한 활용의 가능성을 제시하였다. 또한 용액에서 매우 낮은 수율을 보여준 여러 C-H 아미드 반응에서 2-3배 수준의 향상을 나타내는 예시를 다수 포함하고 있다. 이로서 기계화학 반응이 기존 화학 반응에 추가하여, 더 넓은 활용을 가능하게 할 수 있다 강조하였다.

**다. 당초 계획 대비 연구 실적 분석 및 향후 추진계획**

- 본 교육연구팀은 4 단계 신규 구성팀으로서 2020년 가을 14명, 2021년 봄 22명의 학생 연구원이 참여, 이는 연구팀의 확대 기조에 따라 2020년 대비 2021년 성과가 대폭 증가하는 추세임.
- 따라서 2021년 신규 참여 연구원의 결과들이 추가되는 2/3년차에 더욱 더 높은 연구 성과를 기대하고 있으며, 이를 위해 지속적으로 대학원 학생들이 다음과 같은 학술논문 및 학술대회 발표 목표를 달성할 수 있도록 꾸준히 교육 및 지원 하고자 함
  - 석사과정: 최소 1편의 국제 학술대회 발표
  - 박사과정: 최소 2편의 국제 학술대회 발표, 주저자 SCI 논문 3편 게재 승인, 분야 상위 25% 이내 논문 1편 포함
- 실제로 1차년도 **박사 졸업생인** **대학원생은 박사과정 3년동안 총 11편의 논문을 발표**했으며 이중 5편은 주자자로 우수한 저널에 발표함
  - 대표실적: 상위12% 논문인 International Journal of Pharmaceutics에 주저자 논문 게재, 미국 ACS meeting 등의 국제학술대회에서 포스터와 구두발표
- 궁극적으로 본 교육연구팀은 향후 7년 이내 현재 기준 SCI 논문수 50% 향상 및 누적 IF 30% 향상을 목표로 하고 있음

**② 참여대학원생 학술대회 대표실적의 우수성**

**가. 교육연구팀 대학원생 학술발표 활동 지원 내용**

- 대학원생 국내 학술대회 및 국제 학술 대회 지원.
  - 국내학술대회: 14 건, 국제학술대회: 14 건
  - 주요학술대회 목록

학술대회명	개최기간	비고
IUPAC MACRO2020+	2021. 05	국제
2021 Spring ACS National Meeting	2021. 04	국제
127회 대한화학회 학술발표회	2021. 04	국내
한국 고분자학회 2021 춘계학술대회	2021. 04	국내
2 <sup>nd</sup> International Online-Conference on Nanomaterials	2020. 11	국제
제22회 대한화학회 광주전남전북지부 학술발표회	2020. 11	국내
126회 대한화학회 학술발표회	2020. 08	국내

- 참여 대학원생들의 논문, 특허, 학회 발표 업적, 교과목 성적을 종합한 평가를 통하여 인센티브 지급 (위 2.2-나 대학원생 지원 실적 부분 참고)
- 우수 연구 성과를 도출하기 위한 제도적 기반 마련함

- 대학원 학생들의 졸업요건으로 박사의 경우에는 주저자 SCI 논문 3편 게재 승인(분야 상위 25% 이내 1편 이상 포함)을 최소한의 요건으로 설정

○ 대학원생 학술 활동을 위해 학술 정보에 대한 지원을 강화하기 위한 방안으로 대학 도서관과 협력하여 학생들에게 학술 정보의 접근 방법 및 정리 방법 활용을 위한 교육기회를 제공하고 있음

**나. 교육연구팀 참여대학원생 대표 학술발표 실적**

<표 2-5> 교육연구팀 참여학생 학술대회 발표 대표실적

연번	학위과정	성명	발표 형식 (구두, 포스터)	학술대회 발표실적 상세내용
1	석사		포스터 (우수포스터상 수상)	Ruthenium Mediated Ring-Opening Metathesis Polymerization using Green Solvents
	<b>발표실적의 우수성</b>	의 연구는 친환경 용매를 적용한 고분자 중합의 가능성을 탐색한 내용을 담고 있다. 이런 연구는 유기 합성에서는 많이 수행되지만, 고분자 화학에서는 그 사례가 드물다. 기능성 고분자 연구에 수요가 높지만, 독성 용매의 사용이 보편화된 ROMP 반응에서 친환경 용매를 쓰는 경우에도 높은 수준의 반응성과 사슬 분포 조절이 가능하다는 것을 보여준 우수 연구로 인정을 받았다.		
2	박사		구두	Heterojunction Generation between Copper Oxide and Single-Walled Carbon Nanotubes Leading to Nano-cauliflower Chemical Assembly for Enhanced Photocatalytic Dye Degradation
	<b>발표실적의 우수성</b>	산화구리와 단일벽탄소나노튜브 복합체를 합성하였으며 이를 이용하여 고효율 광촉매 성능을 발표하였다.		
3	석박통합		포스터	Comparing Compound I species with mono and fused di-porphyrin ligands using Density Functional Theory
	<b>발표실적의 우수성</b>	시토크롬 P450 등 헴 사용하는 효소는 산화 기능을 수행하기 위해 고-산화 Fe(IV)O Porphyrin radical cation 시스템(일명 Cpd I)을 사용한다.		

		mono-porphyrin계에 어떤 차이가 있는지를 조사하기 위해 밀도범함수이론을 이용하여 융합된 di-porphyrin 시스템을 연구했다. 이 종의 정확한 전자 구성과 반응성을 연구해 보는 것이며, 한편으로는 가장 단순한 형태의 금속-유기 구조체 (Metal-Organic Framework)를 합성하는 것과 같다.		
4	박사		포스터	Napthalimide appended deoxyuridine nucleotide synthesis and application in detection of miRNA 24-3P through Rolling Circle Amplification
	<b>발표실적의 우수성</b>	...의 연구는 새로운 유전자 진단방법의 개발에 관한 것으로 최근 동식물의 각종 질병과 관련하여 새로운 바이오마커로 각광 받고 있는 miRNA를 타깃으로 하여 연구가 진행되었다. 특히 농가의 크나큰 피해를 주고 있는 돼지 생식기 호흡기 증후군 바이러스 (Porcine reproductive and respiratory syndrome virus)의 새로운 바이오 마커로 알려져 있는 miRNA 24-3P를 진단하는 새로운 유전자 진단 방법을 개발하였다. 이러한 새로운 유전자 진단 방법은 동식물의 각종 바이러스성 질병을 조기에 진단하여 차단하는 효과가 있을 것으로 생각된다.		
5	석사		포스터	Hydrodeoxygenation of methyl palmitate over highly dispersed Pd nanoparticles supported on hierarchicly porous carbon synthesized using nanocrystalline zeolite templates
	<b>발표실적의 우수성</b>	...은 수첨탈산소화(hydrodeoxygenation) 반응에서 우수한 성능을 나타내는 탄소계 촉매를 합성하는 연구를 수행하여 학회 발표하였다. 수첨탈산소화 반응은 바이오매스로부터 항공유를 합성하는데 있어 핵심이 되는 반응이다. 이 연구에서는 반응에서 문제가 되는 짧은 촉매 수명, 생성물 선택성이 기존 촉매들과 비교하여 증진된 Pd금속 담지 나노탄소 촉매를 합성하였다.		

**다. 당초 계획 대비 실적 분석 및 향후 추진계획**

- 이번 BK21 사업을 통해 학생들의 발표능력을 향상하고 타연구기관과의 연구교류 기회를 제공하기 위해 학술대회 참여를 꾸준히 독려하고 지원해옴
- 특히 참여 연구실 학생들의 국제 학술대회 발표 실적이 사업전과 대비하여 비약적으로 증가함
- 본 교육연구팀은 코로나19 유행 상황에서 많은 국제학회들이 온라인으로 진행되는 점을 학생들의 보다 적극적인 국제 활동 참여기회라 판단하고 국제 온라인 학회 참여를 적극 독려함
- 사업팀 예산을 고려했을 때 기존대비 더 많은 학생들에게 국제 학술대회 참여 기회를 제공할 수 있었으며, 이는 코로나19 유행이라는 국제학술활동의 악조건을 기회로 활용하여 만든 성과로 평가됨
- 향후 사업팀 내 대학원생 연구발표회를 매년 정기적으로 개최하여 대학원생 간의 연구 교류와 함께 수월한 발표 능력 증진에 기여하고자 함
- 박사과정학생들의 구두발표 참여 장려 계획

### ③ 참여대학원생 특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성

<p>○ 1차년도 기간 동안 본 교육연구팀의 각각 2건의 국내특허를 출원함</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- “표적 핵산의 검출을 위한 DNA 구조체, 핵산 검출용 조성물 및 이를 이용한 핵산 검출방법”</li> <li>- “핵산 검출 방법”</li> <li>- “핵산 형광 표지용 조성물 및 이를 이용한 핵산의 형광 표지 방법”</li> <li>- “파이로포스페이트 화합물 감지용 신규 화합물 및 이의 제조방법”</li> </ul> <p>○ 위의 특허출원 건들은 모두 본 교육연구팀이 사업계획 단계에서 교육역량을 집중하고자 계획했던 핵산분자화학 기반 유전자 편집, 진단, 치료 연구 분야 관련 기술들이며, 특히 최근 가장 큰 사회적 이슈인 코로나19 진단 기술을 발전시키는데 기여하고 있음</p> <p>○ 또한 이 같은 성과들은 전라북도의 농생명 분야 산업 육성 기조에 부합하는 만큼 앞으로 지역내 바이오 소재 산업을 이끌어 나갈 고급화학 인력 배출의 바탕이 될 것으로 생각됨</p> <p>○ 아직 위 성과들이 모두 특허등록을 위한 심사 단계에 있지만, 4단계 BK21 사업 수행 전 특허실적(제출된 사업 신청서 대학원생(졸업생) 특허실적: 0건)을 고려하였을 때 본 사업을 통해 매우 우수한 성과들이 나타나고 있음</p> <p>○ 향후 본 교육연구팀에서는 대학원생의 학위과정 중 우수한 연구 성과가 기술이전, 창업 등으로 이어질 수 있도록 기술 분석, 기술사업화와 관련한 여러 외부 강좌들을 학생들이 더욱 쉽게 접근할 수 있도록 지원하고, 이를 통하여 특허, 기술이전, 창업 실적 증대를 도모하고자 함</p>	<p>학생은 지도교수인 서영준 교수와 함께</p>
--	-----------------------------

### 4. 신진연구인력 현황 및 실적

<p><b>가. 우수 신진연구인력 확보 실적</b></p> <p>○ 본 교육연구팀은 기존 외국인 신진연구인력을 토대로 한 국제 네트워크 형성을 바탕으로 우수 신진연구인력을 확보함.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vazquez-Lima Hugo 박사 (멕시코): 2021년 1월 ~ 2021년 7월까지 소속됨, 2021년 8월 멕시코 Meritorious Autonomous University of Puebla에 전임교원 임용</li> <li>- Ng Maggie 박사 (홍콩): 2021년 9월 ~ 현재, 1년간 교육연구팀 소속으로 계산화학 연구 수행 예정</li> </ul> <p><b>나. 신진연구인력의 연구실적 및 교육실적</b></p> <p>○ 박사는 본 교육연구팀에서 수행한 연구결과를 바탕으로 1개의 주저자 논문을 국제저널에 투고하여 심사 중, 그 외 2개의 논문은 작성 중에 있으며 국내 학술대회에서 1건의 발표를 함</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 논문: “Mono- and dinuclear zinc complexes bearing identical bis(thiosemicarbazone) ligand that exhibit alkaline phosphatase-like catalytic reactivity”</li> <li>- 학술대회 발표: “DFT reaction mechanism study for the phenoxide migration at a Nickel(II) - tridentate bis(phosphinophenyl)phosphido ligand”</li> </ul> <p><b>다. 당초 계획 대비 실적 분석 및 향후 추진 계획</b></p>
--

- 본 교육연구팀은 당초 목표했던 1명의 신진연구 인력 을 확보하여 연구를 수행하였으며, 박사는 본 교육연구팀에서 이룩한 연구 성과를 바탕으로 멕시코의 Meritorious Autonomous University of Puebla 대학에 전임교수로 임용됨
- 현재는 본 교육연구팀에 소속되어 1명의 신진연구 인력을 유지하고 있음
- 본래 연구 성과 창출의 연속성 및 우수 인력양성 선순환을 위해 전북대학교 화학과 출신 박사 학위자를 신진연구인력으로 유치하는 것에 많은 노력을 기울이고자 계획했던 바, 본 교육연구팀은 이를 달성하기 위해 당초 계획했던 여러 신진연구인력 확보 방안들을 지속적으로 검토하고 추진하고자 함

## 5. 교육의 국제화 전략

### ① 교육 프로그램의 국제화 현황 및 계획

#### 가. 교육 프로그램 국제화 실적

- 본 교육연구팀은 교육 국제화 인프라 구축 방안으로 영어 글쓰기, 발표 능력 향상을 위한 비교과과목을 개설하고 학생들이 필수적으로 이수하도록 수업참여 유도 함
- 나아가 화상회의 플랫폼을 활용하여 해외소속 저명한 교수들과 교류할 수 있는 장을 마련함.
  - 1차년도 기간 국제 콜로키엄 개최 3회

일자	학회명
2020년 12월 28일	International Colloquium on Small Molecule Calculations
2021년 1월 14일	Mechanochemistry Virtual Symposium #1
2021년 6월 25일	Mechanochemistry Virtual Symposium #2

- 프랑스 소르본대학교 파리분자화학연구소 초청 세미나 (강연제목: Understanding the reactivity of acetylcholinesterase with QM/MM calculations, 2021년 3월 25일)
- 교토대학교 화학과 세미나 (강연제목: My Decade as a Scientist for DNA-based Catalysis, 2021년 1월 28일)
- 교육연구팀에 소속되어 있는 외국인 전임교수인 조경빈 교수를 활용한 교육 프로그램을 마련
  - 해외 연구기관 및 대학 소속 학자들과의 인적 네트워크를 더욱 강화하고 영어논문작성과 영어 발표 능력강화를 위한 양질의 국제화 교육 프로그램을 학생들에게 제공
  - 조경빈 교수의 해외 인적 네트워크를 활용한 해외 석학의 화상연계 세미나 수업
- 코로나19 상황에서 온라인으로 진행된 해외학회 및 세미나에 참석을 적극 지원함 (국제 학회 참석 지원 현황 참조)
- 코로나19 감염 확산의 어려움 속에서도 해외 우수 외국인 학생을 적극 유치하여 국내 학생들로 하여금 국제화 감각을 익힐 수 있도록 하는 환경을 조성 (2.2-가. 우수 대학원생 확보 실적 참조)

#### 나. 당초 계획 대비 실적 분석 및 향후 추진 계획

- 본 교육연구팀은 학생들이 전국 국립대학 중 최상위 수준으로 평가를 받고 있는 전북대학교의 국제화 교육 인프라(어학센터, 외국인지원센터, 외국인 학생전용기숙사, 아시아거점대학 네트워크 사업 등)를 적극 활용하도록 지원하고 있으며, 많은 외국인 대학원생 유치에도 성공하여 국내 학생들이 국제화 감각을 키울 수 있는 환경을 조성하였음
- 코로나19 확산으로 인하여 해외 우수 외국인 유치를 위한 동남아 지역 우수 학교 대학원 진학 방문 설명회를 수행하지는 못하였으나, 상황이 나아지면 이를 통하여 더 나은 교육 국제화를 이룰 수 있을 것으로 예상됨

## ② 참여대학원생 국제공동연구 현황과 계획

### 가. 대학원생 국제공동연구 실적

- 조경빈 교수 연구실 이영섭 학생은 본 교육연구팀 신진연구인력으로 근무 후 현재 멕시코에서 교수로 재직 중인 박사와 매주 1회 화상회의를 통해 연구 프로젝트를 논의하며 공동연구 수행 중에 있으며, 스웨덴의 스톡홀름대학 와도 공동연구를 수행 중임
- 김정곤 교수 연구실의 는 2022년 1월부터 2개월 동안 Mechanochemical Polymer Synthesis 분야를 선도하는 독일 보훔 대학의 교수 연구팀으로 파견이 확정되었고, 이에 따른 준비를 하고 있음

### 나. 당초 계획 대비 실적 분석 및 향후 추진 계획

- 당초 학생들의 국제화 감각 증진을 위해 해외 연수를 적극적으로 추진하고자 하였으나, 코로나 19 상황으로 인하여 진행에 어려움이 있었음
- 이에 1차년도 본 교육연구팀의 참여대학원생들은 온라인 회의를 통해 활발히 국제 공동연구를 진행하였으며, 향후 국가 간 이동이 수월해지면 추진 계획이었던 외국 대학과의 대학원생 교환 프로그램을 활성화 시킬 예정임

### III

## 연구역량 영역

#### □ 연구역량 대표 우수성과

- 참여교수 연구비 수주액 증가
- 연구 역량 향상
  - 연구 논문의 질적 향상 (환산 IF 비약적 증가)
  - 전라북도 중점 탄소 및 바이오 소재분야 연구에서 뛰어난 연구 성과 다수 도출
- 교육연구팀 국제적 연구 네트워크 강화
  - 해외 그룹과의 공동연구 활성화
  - 국제 학술대회 개최

#### 1. 참여교수 연구역량

##### 1.1 연구비 수주 실적

<표 3-1> 최근 1년간(2020.9.1.-2021.8.31.) 참여교수 1인당 정부, 산업체, 해외기관 등 연구비 수주 실적

항 목	수주액(천원)		
	3년간(2017.1.1.-2019.12.31.) 실적 (선정평가 보고서 작성내용)	최근 1년간(2020.9.1.-2021.8.31.) 실적	비고
정부 연구비 수주 총 입금액	1,143,790	750,060	
산업체(국내) 연구비 수주 총 입금액	161,604	290,000	
해외기관 연구비 수주 총 (환산) 입금액	0	0	
참여교수 수	3	5	
1인당 총 연구비 수주액	435,131	208,012	

##### 1.2 연구업적물

###### ① 참여교수 연구업적물의 우수성

###### 가. 연구역량 향상을 위한 교육연구팀의 수행 내용

- 1차년도 본 교육연구팀은 ‘국제적 경쟁력을 갖춘 탄소 및 바이오 소재 분야 고급 화학 인재 양성’을 비전으로 연구의 질 향상을 위해 사업 팀 전원의 창의적 연구를 추구하여 탄소 및 바이오 소재 분야의 기술적 문제 해결의 새로운 창출을 지향하고 심도 있는 학문 연구를 집중 수행하고자 하였음
- 사업팀의 연구비전과 목표 달성을 위해 다음과 같이 계획하였던 4대 핵심 추진 전략을 차질 없이 수행해옴
  - 창의적 공동 연구를 통한 연구경쟁력 극대화
  - 지역 국가연구소/산업체와의 협력연구를 통한 지역특화 연구역량 강화
  - 국제적인 연구기관과의 공동연구를 통한 연구역량 배양

- 획기적 인센티브 제도를 통한 대학원생의 연구 의욕 고취
- 참여교수 그룹 간 창의적 공동연구의 초석을 마련하기 위해 공통의 이해가 선행되어야 하는 지식에 대해서 공통 필수 교과과정으로 ‘나노 바이오 융복합 소재론’ 개설
- 공동연구의 토대가 마련되어 있는 우수한 연구기관에 학생 파견 및 공동연구 수행
  - 연구기관과 공동연구 실적 논문:

**나. 교육연구팀 연구 실적**

**나-1. 평균적인 연구실적**

<표 3-2> 1차년도 사업팀 참여교수 전체 논문 실적 및 사업 전 비교실적

구 분		1차년도 실적 (2020.9.1.~2021.8.31.)	2019년 실적
총 연구참여 교수 수		5	5
발표 논문의 수	주저자 논문 수	23	22
	공저자 논문 수	6	4
	총 발표 논문 수	29	26
참여 비율 고려 환산 편수		8.53	7.55
총 IF		218	115
참여 비율 고려 환산 IF		56.6	32.8

**나-2. 대표연구실적**

○ 본 교육연구팀 참여교수 연구실에서는 1차년도 사업 비전에 맞춘 연구를 활발히 수행하였으며, 각 연구실별 대표적인 연구실적은 아래와 같음.

<표 3-3> 1차년도 참여교수 대표연구실적

연번	참여교수명	세부 전공 분야	대표연구 실적 상세내용
1	김정곤	친환경화학	Mechanochemical Regulation of Unstable Acyl Azide: Ir(III)-Catalyzed Nitrene Transfer C-H Amidation Under Solvent-Free Ball Milling Conditions
	논문실적의 우수성	<b>연구내용:</b> 일상적인 열을 사용하여 용액에 에너지를 공급하는 화학 반응과 기계 에너지를 고체에 적용하여 화학 반응을 수행하는 기계화학은 새로운 반응 경로와 반응성을 제공할 수 있다. 본 연구에서는 유기화학 분야에서 불안정성이 높아 활용에 어려움을 겪는 유기 아실 아지드 화합물	

		<p>의 거동을 기계화학 조건에서 탐색하고, 이를 활용한 C-H 아미드화 반응을 연구하였다. 이 논문에서는 용액에서 폭발적인 분해를 일으키는 아지드가 기계화학 불밀에서는 점진적인 저속의 분해를 발생하는 차이를 실험으로 보여주었다. 이는 향후 안전한 활용의 가능성을 제시하였다. 또한 용액에서 매우 낮은 수율을 보여준 여러 C-H 아미드 반응에서 2-3배 수준의 향상을 나타내는 예시를 다수 포함하고 있다. 이로서 기계화학 반응이 기존 화학 반응에 추가하여, 더 넓은 활용을 가능하게 할수 있다 강조하였다.</p>	
2	<p>서영준</p>	<p>핵산화학</p>	<p>Combined recombinase polymerase amplification/rkDNAe graphene oxide probing system for detection of SARS-CoV-2</p>
	<p>논문실적의 우수성</p>	<p><b>연구내용:</b> 급성 호흡기 증후군 코로나바이러스 2 (SARS-CoV-2)는 최근 전 세계적으로 크나큰 문제를 야기하고 있는 바이러스성 전염병이며 이를 간단하고 신속하며 정확히 진단하는 것은 매우 중요한 과제이다. 본 연구그룹은 기존의 RT-PCR 방법 보다 현장에서 간단하고 신속하게 SARS-CoV-2를 높은 정확도로 진단 해낼 수 있는 유전자 분자 진단 시스템을 개발하였다. 본 연구 그룹에서 개발한 방법은 rkDNA-graphene oxide(GO) 분자 진단 시스템에 해당 바이러스 유전자를 증폭 시켜 민감하게 진단이 가능하게 하는 recombinase polymerase amplification (RPA)을 조합 시켜 RPA/rkDNA-GO 분자 진단 시스템을 개발하였다. 실제 이 분자 진단 시스템은 SARS-CoV-2의 검출을 위해 높은 선택성(식별 계수: 17.2) 및 감도(LOD = 6.0 aM) 그리고 총 처리시간은 1.6시간에 바이러스를 진단할 수 있음을 보였다. 따라서 RPA/rkDNA-GO 시스템은 SARS-CoV-2의 현장 진단을 위한 효율적이고 유용한 방법이 될 수 있다.</p> <p><b>중요성:</b> RPA/rkDNA-GO 시스템은 SARS-CoV-2를 짧은 시간에 간단한 과정을 통하여 높은 정확도와 민감도로 진단이 가능한 바이러스 유전자 분자 진단 시스템이 될 것으로 생각되며 또한 다양한 유전자 질병관련 진단에 사용될 수 있을 것으로 생각된다. 무엇보다 현장에서 빠른 시간 이내에 진단이 가능하기 때문에 다양한 바이러스성 질병을 비싼 기기의 사용 없이 현장에서 간단히 진단하는데 유용하게 쓰일 것으로 생각된다.</p>	
3	<p>조경빈</p>	<p>계산화학 무기화학</p>	<p>Mechanistic dichotomies in redox reactions of mononuclear metal-oxygen intermediates</p>
	<p>논문실적의 우수성</p>	<p><b>연구내용:</b> 이 총설은 단핵 금속-산소종의 산화환원 반응 분야를 설명하는 메커니즘에 관한 내용이다. 양분되어있는 전자전달경로, 수소원자전달반응, 친핵반응, 스핀 상태 선택성 등에 관한 이론들을 실험과 이론측면 모두에서 다루고 있다.</p> <p><b>중요성:</b> 단핵 금속-산소종의 산화반응은 현재 생무기화학 분야에서 메커</p>	

		<p>니즘에 대해 많은 토론이 이뤄지고 있는 핵심이슈 중 하나이기 때문에 이에 대한 총설은 분야의 과학자들이 지식을 정립하고 새로운 연구를 해나가는데 밑거름이 될 것으로 생각된다. 이 총설은 그 중요도를 인정받아 세계 최고 권위 총설 학술지인 Chemical Society Reviews에 게재되었다.</p>	
4	김경수	<p>친환경화학 소재화학</p>	<p>3D graphene-like zeolite-templated carbon with hierarchical structures as a high-performance adsorbent for volatile organic compounds</p>
	<p>논문실적의 우수성</p>	<p><b>연구내용:</b> 대기 오염의 주요원인 중 하나인 휘발성 유기분자(VOC)를 효율적으로 분리할 수 있는 흡착제로서 다공성 탄소 물질을 합성함. 마이크로기공과 메조기공이 위계적으로 연결된 3차원 기공구조와 그래핀과 유사한 sp<sup>2</sup> 탄소들이 연결된 기공 표면 특성은 VOC 분리 능력을 극대화 시켜 고성능 흡착제로서 사용할 수 있음을 보여주었다.</p> <p><b>중요성:</b> 이 연구결과는 현대사회에서 심각하게 대두되는 미세먼지 문제의 근원인 VOC 분자들을 효율적으로 제거할 수 있는 흡착물질을 설계하는데 유용한 정보들을 포함하고 있다. 연구에서 합성한 탄소 물질은 표면을 개질이 용이하여 VOC 분자의 특성에 따른 맞춤형 흡착제 개발을 위한 연구로 또한 확장할 수 있을 것으로 생각된다.</p>	
5	한재량	<p>나노재료, 약학재료</p>	<p>Heterojunction formation between copper(II) oxide nanoparticles and single-walled carbon nanotubes to enhance antibacterial performance</p>
	<p>논문실적의 우수성</p>	<p><b>연구내용:</b> 고체 재결정 기법과 고온고압 가열 방법을 결합하여 단일벽탄소나노튜브와 CuO로 구성된 안정한 이종접합 나노복합체를 합성하였으며, 이의 광촉매작용으로 인한 탁월한 살균 효능을 제시하였다.</p> <p><b>중요성:</b> 수질 광촉매 효과에서 보이는 비슷한 메커니즘으로 박테리아 살균에도 상당한 복합효과를 보인다는 중요성이 있다. 빛과 복합체의 상호작용으로 생성된 전자와 홀은 다양한 화학반응 뿐 아니라 이와 같이 세균살균에 효과가 있으며 살균 작용이 이종접합계면의 생성과 연관이 있음을 밝힌 중요성이 있다.</p>	

**다. 당초 계획 대비 실적 분석 및 향후 추진 계획**

- 위의 <표3-2>에서 본 교육연구팀의 연구논문 실적은 논문 편 수에서 사업 수행 전과 큰 차이가 나타나지 않는 것으로 보이지만 현재 게재 예정 상태에 있는 논문들을 고려하면 1차년도 사업팀의 연구 실적의 향상은 분명해보임.
- 더욱이 IF 측면에서 사업 전 대비 비약적인 상승이 나타난 것을 확인할 수 있으며, 이는 사업팀 내에서 수행되는 연구의 질적 향상과 강화된 사업팀 연구 경쟁력을 나타냄
- BK21 사업을 통해 탄소 및 바이오 소재 분야 연구에 참여 연구그룹의 연구 역량을 집중시킨 결과로 지속해서 사업팀의 국제적인 연구 경쟁력을 키워나가고자 함

○ 이를 위해 향후 지역의 탄소 및 바이오 소재 분야 클러스터 공동협력시스템을 보다 강화하고, 사업팀 내 연구그룹 간 공동연구 또한 더욱 적극적으로 진행하고자 정기적인 사업팀 연구 회의를 가질 계획

② 참여교수 특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성

○ 교육연구팀의 비전인 중 하나인 바이오소재 개발을 위해 연구 역량을 집중한 결과, 1차년도 본 교육연구팀 서영준 교수는 핵산분자화학에 기반하는 진단 방법 관련 다수의 특허를 출원하여 현재 등록을 위한 심사 진행 중에 있음 (아래 표 3-4 참고)

○ 특허 성과들은 사업팀이 속한 전라북도의 지역 중점 연구기술 분야의 것들인 만큼 도내 다수 바이오소재 화학 관련 연구소와 향후 협업 연구를 통한 기술 발전 가능성이 기대되며, 최근 가장 중요한 사회적 이슈인 코로나19와도 밀접한 연관이 있어 사회문제 해결에도 기여할 것으로 보임

○ 향후 사업 기간을 통해 본 교육연구팀은 지역산업을 선도할 수 있는 원천기술 및 지적 재산권 확보를 위한 연구를 지속적으로 수행할 계획임

<표 3-4> 1차년도 참여교수 특허, 기술이전, 창업 실적

연번	참여교수명	세부전공분야	실적구분	저서, 특허, 기술이전, 창업 등 상세내용
				저서, 특허, 기술이전, 창업 등 실적의 우수성
1	서영준	핵산생화학	특허(출원)	표적 핵산의 검출을 위한 DNA 구조체, 핵산 검출용 조성물 및 이를 이용한 핵산 검출 방법
				<p><b>목적 및 내용:</b> 본 기술의 목적은 현장에서 빠른 시간 이내에 유전자를 검출해 낼 수 있는 기술의 개발에 있다. 그리고 경제적으로 적은 금액으로 누구나 쉽게 사용할 수 있는 유전자 분자진단 기술의 개발에 목적이 있음. 본 연구팀에서 개발한 방법은 두 개의 효소와 두 개의 자연 DNA 그리고 본 그룹에서 개발한 pp Probe와 같이 간단하고 저렴한 물질들을 이용하여 30분에서 1시간의 짧은 시간에 진단이 가능한 유전자 분자 진단 시스템을 개발함.</p> <p><b>우수성:</b> 이러한 분자 진단 시스템의 장점은 현장에서 간단한 반응으로 빠른 시간 내에 결과 값을 도출할 수 있고 더 나아가 과학을 잘 모르는 일반인도 간단한 방법을 보고 사용하여 스스로 진단이 가능할 수 있을 것이라 예상된다. 이러한 헤어핀 DNA와 효소를 이용한 신호 증폭 특히 색의 변화로 신호를 증폭하는 기술은 다양한 RNA기반 유전자 진단에서 사용이 가능하고, 감염률이 높은 바이러스의 유행 시에 현장에서 빠른 진단으로 감염을 예방 할 수 있는 바이러스 진단분야에서 높은 가능성을 가질 수 있을 것으로 예상된다.</p>
2	서영준	핵산생화학	특허(출원)	핵산 형광 표지용 조성물 및 이를 이용한 핵산의 형광 표지 방법
				<p><b>목적 및 내용:</b> 본 특허는 DNA 및 RNA에 직접적으로 간단히 형광을 표지하는 방법에 관한 기술에 관한 것이다. 유전자의 표지 및 DNA 와 RNA의 표지는 다양한 바이오 이미징 및 유전자 분자진단에 사용이 가능하다. 방법은 DNA 및 RNA에 사전에 작용기를 가진 뉴클레오시드의 도입 없이 직접적으로 DNA 및 RNA adenosine의 N6 위치에 아릴레이션(arylation)에 의해 간단하고 효율적으로 형광표지가 가능하게 하는 방법을 개발함 .</p> <p><b>우수성:</b> 본 연구그룹이 개발한 직접적으로 DNA 및 RNA의 adenosine에 형광 표지 하는 방법은 사</p>

	<p>전에 작용기의 도입을 위한 복잡한 합성 과정이 필요 없고 간단하고 효율적으로 DNA 및 RNA에 형광을 표지 할 수 있는 장점이 있다. 유전자의 표지 및 DNA 와 RNA의 표지는 다양한 바이오 이미징 및 유전자 분자 진단에 사용이 가능하다. 간단하고 효율적인 DNA 및 RNA 형광 표지 방법은 형광 표지된 DNA 및 RNA를 이용하여 다양한 유전자 분자 진단에 적용 가능하다.</p>		
	서영준	핵산생화학	특허 (출원) 파이로포스페이트 화합물 감지용 신규 화합물 및 이의 제조방법 대한민국 특허 출원
3	<p><b>목적 및 내용:</b> 본 기술의 목적은 DNA 혹은 RNA 증폭시에 나오는 Pyrophosphate 화합물을 감지할 수 있는 발색 및 형광을 나타내는 새로운 화합물을 개발함을 목적으로 함. 각종 유전자 분자 진단은 유전자 증폭을 이용하고 있으므로 pyrophosphate의 생성 검출은 다양한 유전자 분자 진단에 사용이 가능함. 특별한 검출 기기의 사용 없이 발색의 변화 자체만으로 표적 유전자를 진단할 수 있는 분자 진단 시스템은 앞으로 유전자 진단에서 효율적인 현장 진단 시스템으로 사용될 수 있음. 따라서 본 연구팀은 pyrophosphate를 비색법으로 검출 할 수 있는 발색 화합물들을 개발 함.</p> <p><b>우수성:</b> 본 발색 화합물들은 현장에서 질병관련 표적 유전자를 검출하는데 발색 신호를 나타내는 화합물들로 바로 적용하여 사용 될 수 있음. 모든 유전자 분자 진단에 적용 가능함. 비싼 기기의 사용 없이 육안에 의해 검출이 가능함으로 현장에서 직접적으로 자가진단이 가능한 시스템임. 현재 유전자 검출 방법으로 실시간 중합효소 연쇄반응 (real-time PCR) 방법이 사용되고 있으나 급격히 집단발생을 일으키는 신. 변종 바이러스에 대응하여 현장에서 비 숙련자들에 의해 신속하고 정확히 검출하며 민감도가 높은 새로운 기법들의 연구가 필요.</p>		
	서영준	핵산생화학	특허 (출원) 핵산 검출 방법
4	<p><b>목적 및 내용:</b> 기존의 형광 DNA를 합성하는 방법은 여러 단계의 복잡한 유기합성 과정을 거쳐야 한다. 이는 비싼 단량체 및 많은 시약, 그리고 염기 서열을 하나씩 반응 시켜야 하기 때문에 시간이 오래 걸리고 비용이 많이 든다. 본 연구팀은 형광 DNA를 더 빠르게 합성해 내기 위하여, DNA 중합효소 (Vent (exo-) DNA polymerase)를 이용했다. 이렇게 얻어진 형광 rkDNA를 graphene oxide와 섞어 소광 된 rkDNA-GO를 만들게 되고 이에 rkDNA와 상보적인 서열의 타겟 DNA나 RNA를 만나게 되면 rkDNA가 graphene oxide로부터 거리가 멀어지면서 형광을 회복하여 유전자를 진단 할 수 있다.</p> <p><b>우수성:</b> 이렇게 효소를 이용해 원하는 타겟 서열에 상보적인 rkDNA를 합성해 낸다면 경제적이고 쉽게 유전서열에 대한 진단이 가능한 장점이 생긴다. 효소로 합성 된 형광 DNA와 graphene oxide로 만들 유전자 진단 프로브는 다양한 유전자 분석 에 사용 될수 있다. 무엇보다 현장에서 빠른 시간 이내에 진단이 가능하기 때문에 바이러스의 현장 진단에서 유용히 쓰일 것이다.</p>		
5	서영준	핵산생화학	서영준 등은 증폭 시스템 및 파이로포스페이트 발색 탐지체의 조합을 이용한 현장진단용 유전자 분자진단 시스템
	<p><b>목적 및 내용:</b> 본 기술의 목적은 현장에서 빠른 시간 이내에 유전자를 검출해 낼 수 있는 기술의 개발에 있다. 그리고 경제적으로 적은 금액으로 누구나 쉽게 사용 할 수 있는 유전자 분자진단 기술의 개발에 목적이 있다. pyrophosphate를 센싱 할 수 있는 물질은 다양한 등은 유전자 증폭</p>		

시스템과의 조합에 의해 유전자 분자 진단 물질로 사용이 가능하다. 각종 질병 관련 표적유전자가 있을 때만 등온에서 다양한 방법에 의한 유전자 증폭이 일어나고, 이 과정동안 과량의 pyrophosphate 화합물이 생성되게 된다. 여기에 본 연구팀에서 합성하여 개발한 발색화합물을 도입하여 pyrophosphate 화합물과의 반응에 의해 색의 변화가 유도 된다. 이러한 발색 신호의 변화로부터 질병의 유무를 진단할 수 있다.

**우수성:** 이러한 DNA와 효소를 이용한 신호 증폭 특히 색의 변화로 신호를 증폭하는 기술은 다양한 DNA, RNA기반 유전자 진단에서 사용이 가능하고, 감염률이 높은 바이러스의 유행 시에 현장에서 빠른 진단으로 감염을 예방 할 수 있는 바이러스 진단분야에서 높은 가능성을 가질 수 있을 것으로 예상된다. 다양한 유전자 진단 시장 분야에서 색의 변화로 질병관련 유전자의 증폭을 확인 하는 진단 기술은 병원이나 진단 전문 기관이 아닌 일반인도 사용할 수 있으며 쉽게 약국에서 사서 진단할 수 있는 키트 등의 형태로 상용화 될 수 있을 것이다.

## 2 산업·사회에 대한 기여도

### 가. 산업·사회 문제해결 기여 실적

○ 본 교육연구팀은 지역 사회에서 핵심 이슈로 여겨지는 탄소 산업 기술개발 역량 강화, 환경·에너지 문제 해결, 유전자 진단 및 치료 의약 개발에 있어 연구 역량을 집중하고자 계획 함.

○ 김정곤 교수 연구팀은 탄소 고분자 반응의 새로운 반응성과 친환경 요소의 도입에 집중 연구를 수행함

- Bull. Korean Chem. Soc에 발표한 논문에서는 기능성 고분자 합성에서 널리 사용되는 ROMP법이 독성 용매를 과량 사용하고 있다는 점에서 착안을 하여, 대표적 친환경 용매를 적용 가능성을 연구하여 보고함: 메틸 카보네이트처럼 안전하며 독성이 낮은 용매를 사용하여도, 기존 용매와 비견할 수준의 반응성과 사슬 분포 조절 능력이 있음을 검증하여, 향후 친환경 고분자 공정의 가능성을 제안

- ACS Nano에 보고한 연구는 거대 브러쉬 고분자의 자기 조립으로 콜로이드 입자를 형성하는 과정에서 분자량의 분포가 어떤 조립 거동을 보이는지 이론과 실험적 연구를 통해 입증하고, 향후 기능성 브러쉬 고분자 물질의 개발 방향을 제시

- 고분자 폐기물 재활용 분야에서 BPA 유출로 사회적 문제가 깊은 폴리카보네이트를 완전 분해하여 환경 호르몬 BPA를 회수하고, 이와 동시에 유기화학에서 다양한 반응에 사용하는 다이옥사졸론을 생산하는 시스템을 개발하여 ChemSusChem에 발표: 폐기물의 재활용을 넘어서 부가가치가 높은 새로운 화학 제품을 제조하여 업사이클링의 개념을 도입한 연구로서, 향후 활용 가치가 높을 것으로 기대

○ 서영준 교수 연구팀은 최근 전 세계적으로 크나큰 사회적 문제가 되고 있는 급성 호흡기 증후군 코로나바이러스 2(SARS-CoV-2)를 간단하고 신속하게 진단할 수 있는 바이러스 유전자 진단 시스템을 개발함

- 본 연구팀은 rkDNA-graphene oxide(GO) 분자 진단 시스템에 해당 바이러스 유전자를 증폭 시켜 민감하게 진단이 가능하게 하는 recombinase polymerase amplification (RPA)을 조합시켜 RPA/rkDNA-GO 분자 진단 시스템을 고안함

- 이 분자 진단 시스템은 SARS-CoV-2의 검출을 위해 높은 선택성(식별 계수: 17.2) 및 감도(LOD = 6.0 aM) 그리고 총 처리시간은 1.6시간에 바이러스를 진단 할 수 있음을 보여 SARS-CoV-2의 현장 진단을 위한 효율적이고 간단한 방법이 될 수 있음을 입증하였고, 이와 관련된 연구결과를 국제저널에 출간하고 특허출원 함

- RPA/rkDNA-GO 시스템은 기존의 SARS-CoV-2 주요 진단 방법인 RT-PCR 방법이 가진 현장적용의 한계점을 극복하여 현장에서 빠른 시간 이내에 높은 정확도의 진단이 가능하기 때문에 다양한

바이러스성 질병을 비싼 기기의 사용 없이 현장에서 간단히 진단하는데 유용하게 쓰일 것으로 생각됨

○ 김경수 교수 연구팀은 미세먼지로 인한 대기오염의 주요인으로 여겨지는 휘발성유기분자(VOC)의 분리를 위한 고성능 탄소 흡착제를 개발하여 현대 사회가 직면한 환경문제 해결에 기여함

- 본 연구팀은 주형합성법을 이용해 표면이  $sp^2$  탄소결합으로 되어있으며 20~40 nm의 큰 기공들과 1 nm의 균일한 마이크로기공들을 동시 가지는 3차원 구조의 탄소 소재를 합성하여 논문에 보고함

- 합성된 탄소 소재는 넓은 비표면적, 분자들이 확산을 원활하게 하는 기공구조, VOC 분자 상호작용하는 표면특성이 VOC 분리에서 장점으로 작용하여 실제로 VOC 분리에 활용되고 있는 상용 탄소 물질에 비하여 동일시간에 약 2배가량의 높은 분리성능을 보임

- 평균적으로 다른 지역에 비해 높은 미세먼지 농도를 보이는 전라북도 지역에서는 최근 대기의 질 관리를 위한 노력들이 다방면으로 이뤄지고 있으며 위 연구는 이 같은 지역사회 문제 해결에 기여할 것으로 생각됨

#### 나. 당초 계획 대비 실적 분석 및 향후 추진 계획

○ 1차년도 본 교육연구팀은 사업 신청서 당시 계획했던 대로 탄소소재, 바이오, 환경 등 지역 사회 핵심 이슈들에서 괄목할만한 여러 연구 성과들을 이룩함

○ 향후에는 이 연구들을 더욱 발전시켜 나가기 위해 지역사회 내에 여러 연구소와의 긴밀한 협력관계를 구축하고자 하며, 교육연구팀 내 연구실들 간의 공동연구도 더욱 활성화 할 계획임

### 3. 참여교수의 연구의 국제화 현황

#### ① 국제적 학술활동 참여 실적 및 현황

##### 가. 국제학회/학술대회 실적

○ 1차년도 교육연구팀 참여교수들은 코로나19 유행으로 학회활동에 어려움이 있는 와중에도 온라인 참가를 통하여 국제학술대회에 초청되어 구두발표 및 좌장 활동을 수행함

○ 본 교육연구팀의 연구활동이 활발히 진행되고 있는 만큼 향후 코로나19 상황이 나아지면 더 많은 국제적 학술활동이 있을 것으로 여겨짐

○ 1차년도 참여교수들의 국제학술대회 초청강연 및 좌장 등 학술활동 현황은 다음과 같음

연번	참여자	학술대회명	장소	기간	활동 내용	강연제목
1	조경빈	JBNU International Online Symposium	전북대학교	2021.08.25	초청 강연	Theoretical Calculations on Formal Iron-Imido Fe(V) and Fe(VI) species; DFT Shows Endless Possibilities
2	조경빈	International Online Bioinorganic Symposium	한국과학기술한림원	2020.11.11	좌장	
3	김정곤	IUPAC MACRO2020+	제주 ICC	2021.05.16.	조직 위원	Session Organizer: Polymer Synthesis and Supramolecular Architecture
4	김정곤	IUPAC MACRO2020+	제주 ICC	2021.05.16.	좌장	

5	김정곤	IUPAC MACRO2020+	제주 ICC	2021.05.16.	초청 강연	Mechanochemical Solid-State Polymer Synthesis
6	김정곤	EU-COST Action Weninar	온라인	2021.03.19.	초청 강연	Mechanochemical Solid-State Polymerizations What We have learned so far
7	김정곤	ACS Spring Meeting	온라인	2021.04.13.	구두 발표	Solid-State Mechanochemical Ring-Opening Metathesis Polymerization
8	김정곤	IUPAC World Chemical Congress	온라인	2021.08.19.	구두 발표	Mechanochemical Polymer Synthesis From a Monomer

### 나. 국제 학술지 편집위원 활동

- 사업팀 참여교수 일부는 다음과 같이 국제 학술지의 편집위원으로 활동
  - Frontiers in Chemistry (SCI) Review Editor, 2013 - 현재 (조경빈 교수)
  - J. Korean Chem. Soc. (KCI, Scopus) Associate Editor, 2018 - 현재 (김정곤 교수)
  - Macromolecular Research (SCI) Publishing Editor, 2021 - 현재 (김정곤 교수)
  - Journal of Chemistry (SCI) Editorial Board, 2012 - 현재 (한재량 교수)

### ② 국제 공동연구 실적

<표 3-5> 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	조경빈		일본/Meijo University, 중국/University of Jinan	“Mechanistic Dichotomies in Redox Reactions of Mononuclear Metal-Oxygen Intermediates” Chem. Soc. Rev. 49 (2020) 8988-9027.	10.1039/DOCS0125 1C
2	조경빈		중국/University of Jinan	“Ligand Architecture Perturbation Influences the Reactivity of Nonheme Iron(V)-Oxo TAML Complexes: A Combined Experimental and Theoretical Study” Inorg. Chem. 60 (2021) 4058-4067.	10.1021/acs.inorgc hem.1c00110

### ③ 외국 대학 및 연구기관과의 연구자 교류 실적 및 계획

- 1차년도 사업팀은 참여교수의 국제적 연구 네트워크를 활용하여 지속적인 해외 연구기관과 연구 교류를 이어옴
- 김정곤 교수 연구실은 Mechanochemical Polymer Synthesis 분야를 선도하는 독일 보훔 대학의 Lars Borchardt 교수와 공동연구를 진행중이며, 내년초에는 학생을 파견하여 실험 수행 예정
- 스웨덴 스톡홀름대학 교수와 공동연구를 진행 중인 사업팀 조경빈 교수는 2021년 8월 스톡홀름대학을 방문하여 토론하는 시간을 갖는 등 연구 교류를 활발히 하고 있음
  - 향후 교수의 전북대 방문을 추진하고, 학생 연수를 통해 상호 연구 교류의 장을 마련하고자 함

(9월23일 초청강연 예정)

○ 또한 본 교육연구팀은 대학본부에서 진행하는 중국, 베트남, 인도, 인도네시아, 말레이시아, 방글라데시, 네팔 등 우수 대학과 교류 사업에도 적극 참여하여 외국 대학 및 연구기관과의 교류를 활성화 하고자 함



# IV

## 교육연구단(팀) 자체평가 결과

- 본 교육연구팀의 자체적으로 세운 평가지표에 따라 진행한 사업팀 참여 교수 및 평가위원들의 평가 결과를 아래 표로 요약하여 첨부함.
- 각 항목별 점수는 평가위원들의 각 평가점수를 평균 내어 구함.

평가영역	평가항목	평가지표	점수
교육연구팀의 비전 및 목표	교육연구팀의 비전 및 목표 달성 (20점)	<ul style="list-style-type: none"> <li>교육연구팀의 비전 및 목표 대비 달성 정도</li> </ul>	18.0
교육역량	교육과정 구성 및 운영 (15점)	<ul style="list-style-type: none"> <li>교육과정 구성의 완성도와 운영 현황</li> <li>과학기술·산업·사회 문제 해결과 관련한 교육프로그램 운영</li> </ul>	12.6
	인력양성 (10점)	<ul style="list-style-type: none"> <li>우수 대학원생 확보 및 배출 실적</li> <li>대학원생 교육·연구활동 지원 수행 실적</li> <li>대학원생 취(창)업 성과</li> </ul>	9.0
	대학원생 연구역량 (15점)	<ul style="list-style-type: none"> <li>대학원생 연구논문 및 학술대회 발표 실적</li> </ul>	15.0
	신진연구인력 운용 (5점)	<ul style="list-style-type: none"> <li>우수 신진연구인력 확보 및 지원 실적</li> <li>신진연구인력 연구 실적</li> </ul>	5.0
	교육 국제화 (5점)	<ul style="list-style-type: none"> <li>교육 프로그램의 국제화 현황</li> </ul>	5.0
연구역량	참여교수 연구역량 (20점)	<ul style="list-style-type: none"> <li>연구비 수주 실적</li> <li>연구 논문 및 특허 실적</li> </ul>	19.6
	산업·사회에 대한 기여도 (10점)	<ul style="list-style-type: none"> <li>산업·사회 문제 해결 기여 실적</li> </ul>	9.0
	연구 국제화 (10점)	<ul style="list-style-type: none"> <li>국제적 학술활동 참여 실적</li> <li>국제 공동연구 실적</li> <li>외국 대학 및 연구기관과의 연구자 교류 실적</li> </ul>	9.8
총점 (110점)			103.0
자체평가 종합 의견	<ul style="list-style-type: none"> <li>논문의 질적 우수성의 향상이 두드러짐</li> <li>코로나19 유행 속에서 이뤄낸 교육연구팀의 국제화 성과가 우수하다고 생각됨</li> <li>코로나 상황에서 다양한 국제 학회 활동의 참여를 한 것은 좋은 방향임</li> <li>교육과정의 구성 및 운영 면에서 사회 문제 해결과 관련한 교과 프로그램 부족</li> <li>교과목 및 프로그램 운영의 내실화를 2-3년차에 노력을 해야 할 것임</li> <li>학생들의 취업관련 프로그램 참여를 독려하고 취업 성과 향상에 노력 필요</li> </ul>		