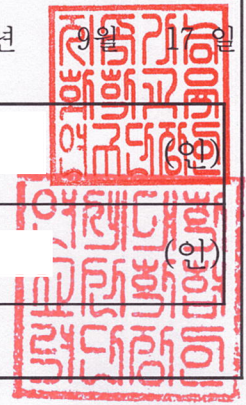


『4단계 BK21사업』 미래인재 양성사업(과학기술 분야)

교육연구단 자체평가보고서

접수번호	4120200213582							
사업 분야	기초	신청분야	화학	단위	전국	구분	교육연구단	
학술연구분야 분류코드	구분	관련분야		관련분야		관련분야		
		중분류	소분류	중분류	소분류	중분류	소분류	
	분류명	화학						
	비중(%)	100						
교육연구 단명	국문) 지속가능 화학 교육연구단 영문) Chemistry education center for sustainability							
교육연구 단장	소 속	연세대학교		이과대학		화학과		
	직 위	교수						
	성명	국문			전화			
					팩스			
		영문			이동전화			
E-mail								
연차별 총 사업비 (백만원)	구분	1차년도 (20.9~21.2)	2차년도 (21.3~22.2)					
국고지원금	555.4	1,110.8						
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>								
2021년 9월 17일								
작성자	교육연구단장							
확인자	연세대학교 산학협력단장							



〈자체평가 보고서 요약문〉

중심어	지속가능	미래사회	화학교육
	창의성	융합성	사회문제 해결 기여
	특성화 교육	에너지	바이오
교육연구단의 비전과 목표 달성정도	<p style="text-align: center;">【지속가능한 미래사회 구현에 기여할 수 있는 ⁴C(Foresee) 인재양성】</p> <p style="text-align: center;">⁴C(Foresee) Education: <u>C</u>hemistry for <u>C</u>reativity <u>C</u>onvergence and <u>C</u>ontribution</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ ⁴C형 교육은 화학(chemistry)을 기반으로 창의성(creativity)과 융합성(convergence)을 갖추고 자기 주도적 주제발굴 연구로 사회문제 해결에 기여(contribution)를 통해서 미래를 준비하는(foressee) 인재를 양성하는 교육시스템을 의미함 ▶ 『BK21 FOUR 지속가능 화학교육연구단』은 건강하고 지속가능한 미래사회를 실현하기 위하여 에너지, 환경, 건강 등의 사회문제에 대하여 창의적이고 융합적인 사고를 갖춘 인재 양성을 위한 세계적 수준의 교육기반을 구축하고자 함 ▶ 본 교육연구단과 비슷한 규모를 가지면서 화학 분야 상위권 QS 대학순위를 유지하고 있는 4개 대학을 벤치마킹하였으며, 교육, 연구, 국제화에 대해서 다음의 구체적인 목표를 설정함 <p style="text-align: center;">【교육목표】 창의적 문제해결 능력을 갖춘 핵심 화학 인재 양성을 위한 혁신적인 특성화 교육</p> <p style="text-align: center;">【연구목표】 건강하고 지속가능한 미래사회 구현에 기여할 수 있는 최고 수준의 연구집단으로 성장</p> <p style="text-align: center;">【국제화목표】 교육 연구의 글로벌 네트워크 확충을 통한 국제적 인지도를 갖춘 교육·연구 집단으로의 성장</p> <p>■ 교육 분야의 미래 목표 대비 실적</p> <p>【교과과정의 개편】 에너지·바이오 분야 특성화 교육을 위해 교과과정을 전면 개편 및 Edutree형 교과 구성을 통해서 기본소양, 전공기초, 소재기반, 특성화심화, 문제해결형, 주제발굴형, 세미나 및 융복합 교과목에 대한 일련의 특성화 기반 완성함</p> <p>【학사지원제도 개선】 전주기적 학사관리 체계의 구축을 위해 계획서에 제안되었던 『교과운영위원회』와 『논문지도위원회』를 제정</p> <p>【교육여건 개선】 해외석학을 활용한 강의 등을 추진하였으나 코로나-19 감염병 확산으로 원활히 진행되지는 않았음</p> <p>■ 연구 분야의 미래 목표 대비 실적</p> <p>【융복합 연구클러스터 구성】 참여교수진을 에너지 및 바이오 특성화 영역에 소속 및 교육과 연구에 대한 선택과 집중</p> <p>【연구논문의 질적 수준 향상 추구】 인센티브 형태의 다양한 지원제도 및 교내 연구비 지원제도를 통해 연구논문의 질적 향상 및 최상위 논문 게재비율을 향상</p> <p>【연구여건 개선】 본 교육연구단에서 직접 고용 및 YFL 등 교내 과제의 지원을 통해 다수의 신진연구인력을 확보</p> <p>■ 교육 및 연구의 국제화 분야 목표 대비 실적</p> <p>【국제교류 활성화】 코로나-19 감염병 확산 분위기 속에서도 온라인 심포지엄의 개최 등을 통해 부족한 부분을 해소하기 위해 노력</p> <p>【대외 홍보 강화】 교육연구단 영문 홈페이지의 개편을 진행, 교육연구단 및 학과 홍보 브로셔를 제작, 본부 대학원의 다양한 장학제도 및 개편된 조교제도를 활용하여 다수의 우수한 외국인 대학원생들을 선발</p>		

<p style="text-align: center;">교육역량 영역 성과</p>	<p>본 교육연구단은 목표지향적 교육 및 뚜렷한 연구 정체성의 확립을 통한 교육-연구의 선순환 구조를 갖추는 것이 중요하며 이를 달성하기 위한 4대 세부 교육목표를 다음과 같이 설정함</p> <p style="text-align: center;">① 미래사회 선도 특성화 교육 ② 학생 중심의 교육 ③ 사회·산업문제 해결형 교육 ④ 글로벌리더 양성 교육</p> <p>【교육과정 개편 5대 성과】 대학원 교육과정 Edutree를 구성하여, ① 화학·소재 기초 확립 교육(전공기초 교과, 8과목), ② 미래사회 핵심 성장 동력 기반 특성화 교육(에너지/바이오 특성화, 각 6,5과목), ③ 자기주도 학습 기반 특성화 교과 모듈화 교육(주제발굴형 교과, 8과목), ④ 사회산업문제해결형 교육(문제해결형 교과, 8과목), ⑤ 글로벌 스탠다드 소양·역량 교육(세미나 교과, 1과목)</p> <p>【교과·비교과 교육 프로그램】 ① 학생 친화적 온라인 활용 교육, ② 융합·산학협동 교류 프로그램, ③ 소속 대학원생 커리어 로드맵 관리, ④ 역량·진로 맞춤형 경력 개발 시스템, ⑤ 국제화 역량 강화 프로그램</p> <p>▶ 교과목 이수체계를 기본소양-전공기초-소재기반-특성화심화-문제해결형 교과-주제발굴형 교과-융복합 교과로 전환하며 Edutree를 완성하고, 개설 과목 사전예고제를 통해서 예측가능하게 하여 대학원생의 전주기적 학사관리 체계를 구축하여 교육과정의 충실성과 지속성을 확보함</p> <p>▶ 교육-연구의 선순환 체계를 구축하기 위해 에너지와 바이오 분야를 핵심 연구 분야로 설정하였으며 관련 산업·사회 문제 해결 및 과학기술 난제 해결에 대한 기여를 위한 교과/비교과를 관통하는 교육 프로그램 개편</p> <p>▶ 필수 이수과목의 축소를 통해서 수업 부담을 줄이고, 신규 교과목을 개설하여 자기 연구 역량 계발을 위해 다양한 선택의 기회를 확장하고, 논문 게재 요건, 석/박사종합시험 제도 개편, 창의시험 제도 개편을 진행하여 실질적인 역량을 갖춘 인재를 배출하고자 함</p> <p>▶ 구성원의 연구 수월성 및 복지를 위해 【실험실 공간 확충】, 【대학원생을 위한 복지 향상을 위한 공간 확보】, 【실험실 환경안전 개선】, 【대학원생 심리지원 상담·코칭 프로그램 운영】 등이 진행 중임</p> <p>▶ 대학원생의 전주기적 지원 플랫폼을 위해서 【진로 지원 플랫폼 활용】, 【논문지도위원회】를 구축하여 학업 전주기의 지원 역량을 강화함</p>
<p style="text-align: center;">연구역량 영역 성과</p>	<p>본 교육연구단은 세계 저명대학의 연구역량 현황 조사에 따라서 『건강하고 지속가능한 미래사회 구현에 기여할 수 있는 최고 수준(Global Top 20)의 연구집단으로 성장』을 연구 분야의 목표로 삼고 이를 달성을 위해서 아래와 같은 핵심전략을 수립하였음</p> <p>【국제적 경쟁력을 가진 특성화된 클러스터 융합연구】 연구역량이 우수한 것으로 평가되는 벤치마킹 대학의 연구력과 자연과학 분야 최상위 학술지에 게재된 화학분야 논문들의 연구유형 분석을 통해서 지속가능한 미래사회 구현에 기여할 수 있는 방향으로 클러스터화된 융합 연구뿐만 아니라 국제적인 협력 거점을 구축하여 우수한 연구 성과를 창출해야 하는 것으로 판단되어 본 교육연구단이 강점을 보이고 있는 에너지, 바이오 분야를 핵심 연구 분야로 설정하고 교육연구단 내에 특성화된 융합형 연구클러스터를 구성하였음</p> <p>【학생·신진연구인력 중심의 연구 환경 구축】 교육연구단의 발전을 위해 연구-교육의 선순환 구조의 확립이 중요하며 이를 위해 학생·신진연구인력 중심의 연구몰입 환경을 구축하는 것이 요구됨. 우수 대학원생 확보와 융합연구 분야 연구력 향상을</p>

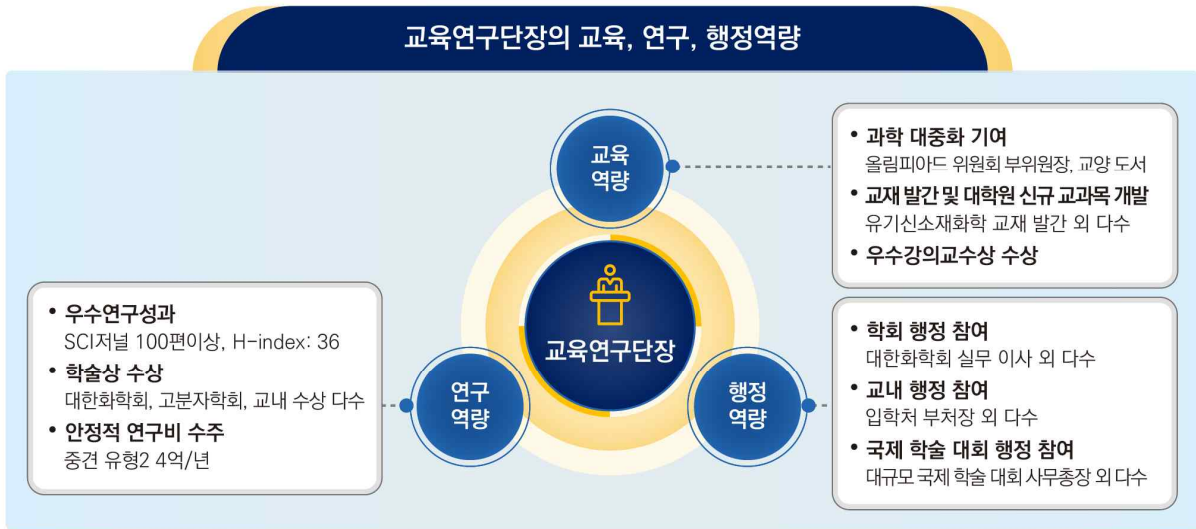
	<p>위한 융복합 교과 운영을 추진하였으며 교육연구단 내의 평가제도와 인프라 개선을 진행하였음</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ 교육연구단의 연구 결과로부터 얻어진 지식이 교육 및 사회산업문제 해결에 반영될 수 있도록 특성화심화, 문제해결형 교과, 주제발굴형 교과, 융복합 교과를 발굴하고 운영함으로써 교육과 연구의 선순환 구조를 확립의 기반을 마련함 ▶ 국제적 경쟁력을 갖춘 특성화 클러스터 융합연구를 통해서 글로벌 네트워크를 구축하고 저명 해외 대학 및 연구기관과의 교류 및 공동연구를 증진하여 국제적 경쟁력에 대한 수월성을 확보할 것임 ▶ 교육연구단 내의 평가제도와 인프라 개선을 통한 선진화된 연구 환경을 구축하고 이를 통해 세계 저명대학들과 경쟁할 수 있는 국제적 수준의 우수 교육·연구기관으로 발돋움하여 건강하고 지속가능한 미래사회를 위한 가치 창출에 앞장설 것임 <p>【학술대회 발표 실적】 학술대회에 지난 1년간 참여 대학원생은 국내, 중국, 미국에서 개최된 권위 있는 학술대회에서 총 44건의 연구 발표함 (구두발표 3건, 포스터 발표 41건)</p> <p>【논문 실적】 교수 1인당 논문 수(5.06 → 5.47, 8.1% 증가)와 논문의 환산 편수의 합(23.1 → 23.6, 2.0% 증가)으로 증가함</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Impact Factor(IF) 관련 논문 질적 지표: 교수 1인당 IF(43.66 → 55.52, 27.2% 증가)와 논문 1편당 IF(8.43→10.15, 20.4% 증가)는 큰 폭으로 증가 ▶ JCR 랭킹(%)은 참여교수가 발표한 논문의 해당 분야 내에서의 질적 우수성을 나타내는 지표임. 교수 1인당 연간 상위 10% 논문수(2.24 → 2.71, 21.0% 증가)는 큰 폭으로 증가 <p>【특허 실적】 1차년도에 등록된 특허는 10건으로 선정당시 평균에 수렴하며, 특허출원이 이미 11건으로, 등록과 출원 수를 합하면 기술 개발에서 양적 성장을 이뤘음이 확인됨</p> <p>【참여교수의 연구비 수주 실적】 정부 연구비 수주 총 입금액이 총 7.124.360천원으로 선정평가 보고서 작성시보다 27% 증가</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ 1인당 총 연구비 수주액은 459,959천원으로 선정평가 당시보다 6.1% 증가
달성 성과 요약	<ul style="list-style-type: none"> ■ 교육 분야: 【교과과정의 개편】, 【학사지원제도 개선】, 【교육여건 개선】 등을 수행함 ■ 연구 분야: 【융복합 연구클러스터 구성】, 【연구논문의 질적 수준 향상 추구】, 【연구여건 개선】 등을 수행함 ■ 국제화 분야 목표: 【국제교류 활성화】, 【대외 홍보 강화】 등을 수행함
미흡한 부분 / 문제점 제시	<ul style="list-style-type: none"> ■ 코로나-19 감염병 확산에 따른 제약: 글로벌 네트워크 구축 및 해외 홍보, 국제 학술대회 참가 및 발표, 국제 공동연구 활성화 등이 위축됨 ■ BK21FOUR 사업 예산의 축소: 지원 대상 대학원생의 축소 ■ 선정 당시 전체 소속대학원 70%의 지원을 기준으로 사업 예산이 산정되었으나 대폭 축소되어 현시점에 60% 수준의 대학원생이 장학금의 혜택을 받고 있음 ■ 제도적 제한: 교육부에서 제한하고 있는 16주 강의 시수로 인한 선진적 모듈화 교과 구성이 어려움
차년도 추진계획	<ul style="list-style-type: none"> ■ 교육 분야: 【교과과정의 개편】 과 【학사지원제도 개선】 의 전면적 시행 ■ 연구 분야: 【연구논문의 질적 수준 향상 추구】 를 위한 【융복합 연구클러스터 구성】 의 효율적 운영 및 지속적 【연구여건 개선】 ■ 국제화 분야 목표: 【국제교류 활성화】 및 【대외 홍보 강화】

I

교육연구단의 구성, 비전 및 목표

1. 교육연구단장의 교육·연구·행정 역량

성명	한글	영문
소속기관	연세대학교	이과대학 화학과



▣ 교육역량

- ▶ **【화학의 대중화 기여】** 화학 올림피아드 위원회 부위원장으로 활동(2010, 2015년)하여 중등화학 교육 분야에 기여하였으며, 우수과학도서로 선정된 『만화로 읽는 주기율표(해나무 출판, 2014년)』 교양 도서를 감수하여 화학교육 분야의 발전에 노력을 기울이고 있음
- ▶ **【기초 전공 강의 개발】** 일반화학, 유기화학, 화학생물학, 고분자화학, 생물유기화학 등의 강의 참여
- ▶ **【심화 전공 강의 개발】** 초분자화학, 유기물분석 특강, 유기신소재화학 등의 심화 전공 교과목 개발
- ▶ **【전공교재의 번역 및 개발】** 일반화학, 유기화학, 고분자화학 등의 기초 전공교재와 『기기분석 네비게이션』 등의 심화 전공 교재의 번역에 참여
- ▶ **【전공 교재 집필】** 최근 『유기신소재화학』와 『이공계 학생들을 위한 파워포인트 활용강좌』에 대한 교육용 교재를 발간
- ▶ **【수상 경력】** 우수 강의 교수상 (2017년 연세대학교 교육대학원)

▣ 연구역량

- ▶ **【SCI 국제 학술지 발표 실적】** 현재까지 115편(최근 5년간 37편) 이상의 논문을 발표
- ▶ **【연구 성과의 질적 수준】** 전체 논문의 평균 IF 8, H-index(Scopus 기준) 38, 현재까지 발표한 조사대상 논문 115편 중 100회 이상 인용된 논문 16편
- ▶ **【교육연구단장의 수상 실적】** 대한화학회 고분자분과회의 학술진보상(2013년), 대한화학회 유기화학분과회 심상철학술상(2014년), 고분자학회 중견학술상(2019년), 시그마-알드리치 화학자상(2020년) 등을 수상. 한국과학기술한림원의 준회원으로 활동. 연세대학교 우수연구업적 표창(2010, 2014, 2019년) 수상
- ▶ **【연구비 수주 실적】** 한국연구재단의 중견핵심연구, 도약연구를 수행해 왔으며, 중견연구사업 유형(III)에 선정되어 안정적인 연구를 수행할 수 있는 기반을 갖추고 있음

▣ 행정역량

- ▶ 【학회 행정】 대한화학회 총무실무이사(2010, 2015년), 유기화학분과회와 고분자분과회 운영위원(2015년), 유기화학분과회 총무부회장(2017년)으로 활동. 한국화학관련학회연합회의 편집위원장(2020년)으로 활동. 현재 대한화학회 화학전공학위인증 위원회 위원장과 학술위원회 위원으로 활동하고 있음
- ▶ 【교내 행정】 연세대학교 입학처 부처장을 역임(2015-2017년)하였으며, 연세대학교 공동기기원, 입학정책위원회, 산학총괄위원회 등의 위원으로 활동하고 있음
- ▶ 【국제 학술대회 행정】 ICPP-7(2012년, 참가인원 780명), ISMSC-2017(2017년, 참가인원 500명), Asian-Chips(2015년, 참가인원 200명) 등 다양한 국제 학술대회의 운영위원 및 사무총장으로 활동

2. 대학원 학과(부) 소속 전체 교수 및 참여연구진

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

대학원 학과(부)	학기	전체교수 수	참여교수 수	참여비율(%)	비고
화학과	20년 2학기	20명	17명	85%	
	21년 1학기	19명	17명	89.47%	

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

연번	성명	변동 학기	전출/전입	변동 사유	비고
1		2021년 1학기	전출	정년퇴임	
2					
3					
4					

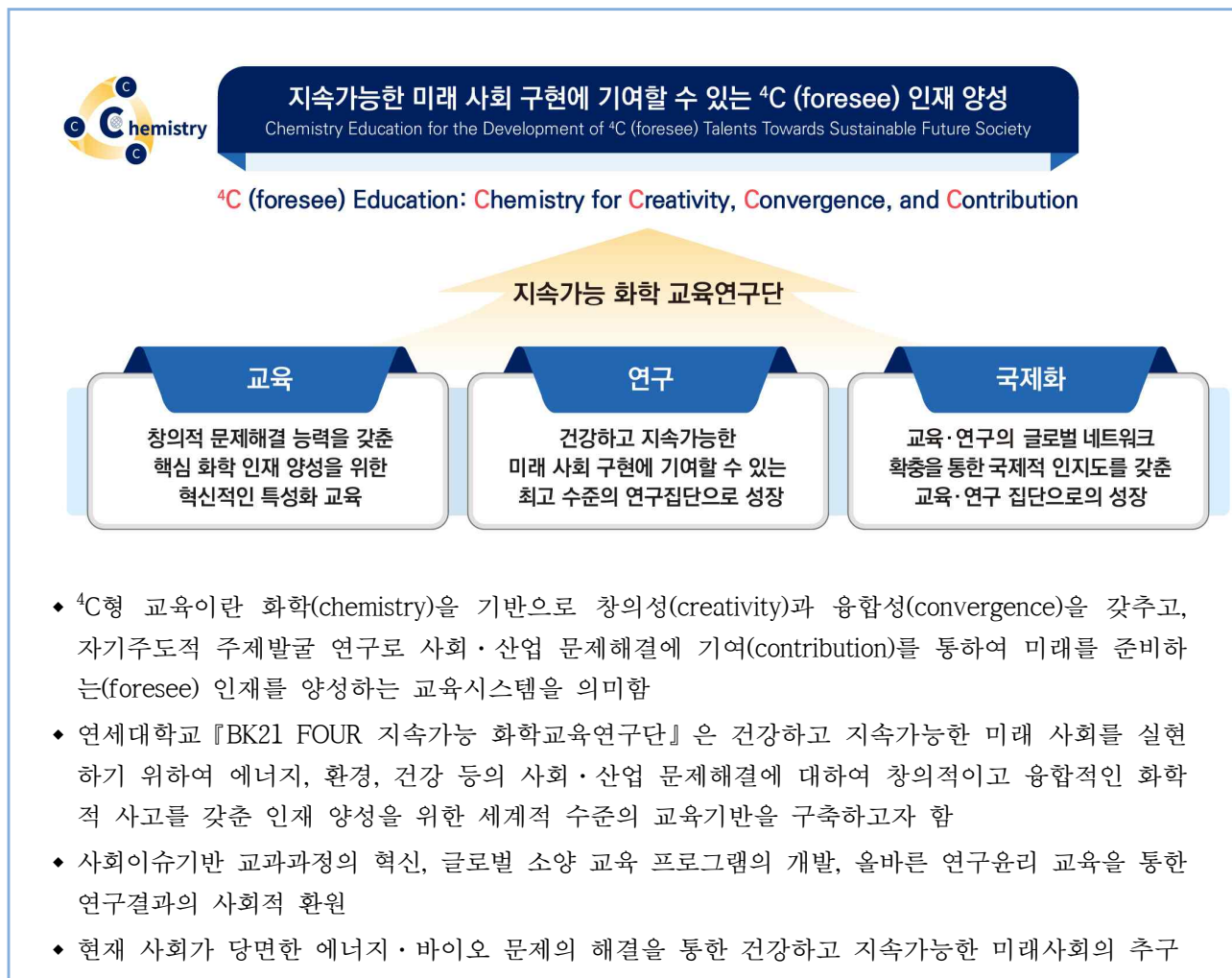
<표 1-3> 교육연구단 대학원 학과(부) 대학원생 현황 (단위: 명, %)

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	60	46	76.67	20	10	50	70	53	75.71	150	109	72.67
	21년 1학기	73	57	78.08	18	9	50	69	50	72.46	160	116	72.50
참여교수 대 참여학생 비율				6.617									

▣ 참여 인력 구성 변경 및 현황

- ▶ 【참여교수】 참여교수의 변동사항은 없음. 학과소속 전임교원 1명의 퇴임으로 참여비율은 85%에서 89.5%로 향상됨. 2022학년도 1학기에 1명의 신입교원이 충원될 예정임
- ▶ 【참여대학원생】 전체 참여대학원생은 2020학년도 2학기 109명에서 2021학년도 1학기 116명으로 6% 증가함

2. 교육연구단의 비전 및 목표 달성정도



교육연구단 비전과 목표

■ 교육연구단의 비전

【교육연구단의 비전: 지속가능한 미래 사회 구현에 기여할 수 있는 4C(Foresee)인재 양성】

- ▶ 창의성(creativity)과 융합성(convergence)을 갖추고, 자기주도적 주제발굴 연구로 사회·산업 문제해결에 기여(contribution)를 통하여 미래를 준비하는(foressee) 인재를 양성하는 교육
- ▶ 교육연구단의 비전 확립을 위해 본 교육연구단과 비슷한 규모의 국외대학 4곳을 선정하여 교육역량과 연구역량에 대해서 비교 분석하였으며 교육 프로그램 구성의 우수성을 고려하여 세부 목표 및 추진전략을 구성함
- ▶ 교육연구단의 비전 달성을 위해 교육, 연구, 국제화 분야에 각각 다음의 세부 목표를 설정하고 있으며 구체적인 추진전략을 제시하고 있음
- ▶ 벤치마킹의 결과 교육과 연구의 선순환 구조를 확립하고 최신 연구 동향을 반영한 특성화 교육을 진행하며 연구몰입도 향상을 추구하고 융합연구 클러스터를 구성하여 글로벌 선도연구를 추진할 수 있는 배경을 확보하고자 하였음

■ 교육 분야의 미래 목표

【교육목표: 창의적 문제해결 능력을 갖춘 핵심 화학 인재 양성을 위한 혁신적인 특성화 교육】

▶ 【교과과정의 개편】

- 특성화 교육: 벤치마킹 결과 교육과정 개편에 있어서 화학을 기초로 한 특성화 교육 및 문제해결 능력을 갖춘 융합형 인재양성이 중요함. 본 교육연구단은 제시한 교육 비전에 맞춰 소재기반 에너지·바이오 분야 특성화 교육을 위해 교과과정을 개편함
- Edutree형 교과 구성: 기본소양, 전공기초, 소재기반, 특성화심화, 문제해결형, 주제발굴형, 세미나 및 융복합 교과목에 대한 일련의 특성화 기반 Edutree를 완성하여 운영함
- 문제해결형·주제발굴형 강의: 미래 사회를 준비하는 화학 인재는 사회·산업 분야가 당면한 문제를 주도적으로 발굴하고, 화학 기반 전문성 및 융합연구를 위한 유연한 사고를 통해 실제 문제를 해결하는 사람으로 이와 같은 인재 필요성에 대응하기 위하여『문제해결형』및『주제발굴형』교과목을 신설하여 효과적인 교육과정을 구성함
- 수요자 중심의 학생 친화적 교육방법의 도입: 학생제안교과목의 도입, 모듈화 강의 도입, 온라인 강의 플랫폼의 활용 등을 통한 신교수법 개발로 선진화된 교육체계 확립

▶ 【학사지원제도 개선】

- 『입학-수업-연구수행-논문(졸업)-취업』으로 이어지는 교육연구단 소속 대학원생의 전 주기적 학사관리 체계의 구축
- 전 주기적 학사관리 체계의 구축을 위해 『교과운영위원회』와 『논문지도위원회』를 제정
- 졸업요건의 완화를 통한 특성화 분야의 연구역량 강화와 학위과정의 전환에 대한 유연성 확보

▶ 【교육여건 개선】

- 본 교육연구단의 취약점은 벤치마킹 대학교에 비해 높은 학생/교수 비율로 벤치마킹 대학교는 겸임교수 및 강의전담교수의 활용을 통해 학생/교수 비율을 낮게 유지하고 있음
- 본 교육연구단은 관련 타 학과들(화공생명공학과, 신소재공학과, 물리학과 등)과 겸임교수제 및 학과간 교과목 Cross-listing을 활용하고, Yonsei Frontier Lab(YFL)의 인력풀을 활용하여 능력 있는 학문후속세대들에게 강의 기회를 제공하여 학생/교수 비율을 개선할 예정임

■ 연구 분야의 미래 목표

【연구목표: 건강하고 지속가능한 미래 사회 구현에 기여할 수 있는 최고 수준의 연구집단 성장】

▶ 【융복합 연구클러스터 구성】

- 최근 연구 동향 및 벤치마킹 대상 대학 분석의 결과, 최상위논문 중 다수가 교내외 융복합 연구클러스터를 통해 발표되고, 이러한 특성화 연구클러스터 간 국제교류가 선도연구(Trend-setting research)로 이어져 자연스럽게 피인용지수의 개선으로 이어짐
- 본 교육연구단 내 융복합 연구클러스터 신설을 통해 연구 수월성 확보, 연구 장비 활용성 개선, 연구인력 교류를 추진할 예정임. 우수 신진연구인력 확보에서 연구클러스터 단위로 이루어져 수월하게 우수한 신진연구자 유치가 가능할 것으로 예상함

▶ 【연구논문의 질적 수준 향상 추구】

- 본 교육연구단의 양적 지표는 QS Ranking 상위 그룹인 코넬대학교(40위)나 스탠포드대학교(4위)와 비교해도 비슷한 수준으로, 연구역량 강화 노력이 양적 확장보다는 질적 향상에 집중되어야 함

- 향후 교육연구단의 연구 비전인 최고 수준의 연구집단으로 도약을 위해서는 최상위(분야 순위 3% 이내)논문의 비중 향상 및 피인용지수 개선이 필요함
- 인센티브 형태의 다양한 지원제도 및 교내 연구비 지원제도를 통해 연구논문의 질적 향상 및 최상위 논문 게재비율을 향상을 추구함
- 신입교원들에게 정착연구비 지급, 장비 지원제도 도입, 강의/행정업무 감면 등의 편의를 제공하여 개별 연구의 연착륙을 지원하며, 미래 연구의 질적 수준 향상을 위해 노력함

▶ **【연구여건 개선】**

- 벤치마킹 대상 대학과 비교할 때 본 교육연구단은 신진연구인력이 매우 부족함
- 다양한 본부 대학원 지원제도를 활용해 우수 신진연구인력을 유치하고, 연구비 지원제도 및 장단기 국제교류 프로그램 활용으로 연구의 질적 향상을 추구함
- 연구전용공간을 확장하여 벤치마킹 대상 대학들 수준으로 충분한 연구공간 확보하고 교육연구단 내 실험장비 운영인력을 확충하고 전문화하여 연구의 질적 수준 향상을 추구
- 조교 제도 개편 및 행정인력 충원을 통한 연구집중도 향상함

■ **교육 및 연구의 국제화 분야 목표**

【국제화목표: 연구·교육의 글로벌 네트워크를 통한 국제적 인지도를 갖춘 집단으로의 성장】

▶ **【국제교류 활성화】**

- 대학원의 MOU를 활용한 Yonsei-Global Alliance의 적극적으로 활용하여 국제적 인지도를 향상
- 국제공동연구 활성화로 우수한 연구성과 달성
- 장단기 해외 방문에 대한 지원 강화

▶ **【대외 홍보 강화】**

- 벤치마킹 결과 본 교육연구단의 가장 시급한 과제 중 하나는 국제적 인지도 향상임. QS Ranking 지표에서 알 수 있듯이『국제적 학계 인지도 점수』평가지표가 낮아 연구 및 교육역량 대비 학과가 저평가됨
- 교육연구단 영문 홈페이지 개편하고 국제적으로 교육연구단을 적극적으로 홍보하여 국제적 인지도 향상 및 인식 개선을 추구함
- 본부 대학원의 다양한 장학제도 및 개편된 조교제도를 활용하여 해외 우수 대학원생 유치

교육연구단 비전과 목표 대비 실적

■ **교육 분야의 미래 목표 대비 실적**

▶ **【교과과정의 개편】**

- 특성화 교육: 소재기반 에너지·바이오 분야 특성화 교육을 위해 교과과정을 전면 개편함
- Edutree형 교과 구성: 기본소양, 전공기초, 소재기반, 특성화심화, 문제해결형, 주제발굴형, 세미나 및 융복합 교과목에 대한 일련의 특성화 기반 Edutree를 완성함
- 문제해결형·주제발굴형 강의: 화학 기반 전문성 및 융합연구를 위한 유연한 사고를 통해 실제 문제를 해결하는 인재의 양성을 위해『문제해결형』및『주제발굴형』교과목을 신설하여 시범운영하였으며 2021학년도 2학기부터 전면적으로 실시할 예정임
- 수요자 중심의 학생 친화적 교육방법으로 학생제안교과목을 도입하였으며 온라인 강의 플랫폼을 활용한 Flipped class를 다수 운영함
- 모듈화 강의 도입을 위해 팀티칭 클래스를 다수 운영하였으며 2021학년도 2학기 에너지 특성화 분

야의 강의를 모듈화하여 진행할 예정임

▶ 【학사지원제도 개선】

- 전주기적 학사관리 체계의 구축을 위해 계획서에 제안되었던 『교과운영위원회』와 『논문지도위원회』를 제정하였으며 학과 내규에 반영하여 2021학년도 2학기부터 운영할 것임
- 특성화 분야의 연구역량 강화를 위하여 졸업요건의 완화를 진행하였으며 학위과정의 전환에 대한 유연성의 확보를 위해 학위과정 전환생에 대한 페널티를 없앴음

▶ 【교육여건 개선】

- 교육여건 개선을 위해 꾸준히 노력하고 있으며 해외석학을 활용한 강의 등을 추진하였으나 코로나-19 감염병 확산으로 원활히 진행되지는 않았음
- 관련 타 학과들(화공생명공학과, 신소재공학과, 물리학과 등)과 교과목 Cross-listing을 실행하고 있음
- Yonsei Frontier Lab(YFL)의 인력풀을 활용하여 외국인 박사연구원을 채용하였으며 향후 이들에게 강의 기회를 제공할 예정임

■ 연구 분야의 미래 목표

▶ 【융복합 연구클러스터 구성】

- 본 교육연구단 소속 전체 참여교수진을 본인의 희망에 따라 에너지 및 바이오 특성화 영역에 소속하도록 하여 교육과 연구에 대한 선택과 집중을 할 수 있도록 하였음
- 협력연구가 가능하도록 융복합 클러스터를 지원하는 방안에 대해서 검토하고 있음

▶ 【연구논문의 질적 수준 향상 추구】

- 인센티브 형태의 다양한 지원제도 및 교내 연구비 지원제도를 통해 연구논문의 질적 향상 및 최상위 논문 게재비율을 향상을 추구함
- 최근 임용된 참여 교원들에게 장학금 비율을 상향하여 적용하고 있으며 인센티브를 제공하여 연구의 연착륙을 지원하고 있음

▶ 【연구여건 개선】

- 본 교육연구단에서 직접 고용하는 신진연구인력과 더불어 YFL 등 교내 과제의 지원을 통해 다수의 신진연구인력을 확보할 수 있었음
- 연구전용공간의 확장을 위하여 학부 실험준비실로 사용되던 공간과 문헌실 공간에 대해서 실험실 공간으로 변경을 추진하고 있음
- 실험실 환경개선 사업으로 석면제거공사, 흡후드의 설치 등의 공사가 진행되었음

■ 교육 및 연구의 국제화 분야 목표

▶ 【국제교류 활성화】

- 코로나-19 감염병 확산으로 해외 방문이 제한되어 국제교류의 활성화는 다소 부진하게 진행되었지만, 온라인 심포지엄의 개최 등을 통해 부족한 부분을 해소하기 위해 노력하였음
- 온라인으로 진행되는 각종 국제 학술대회에 참여를 희망하는 대학원생들에 대해서 적극적으로 지원하고 있음

▶ 【대외 홍보 강화】

- 교육연구단 영문 홈페이지의 개편을 진행하였으며, 향후 교육연구단 및 화학과 홈페이지의 전면적인 개편을 위하여 화학과 『홍보발전위원회』에서 논의하고 있음
- 교육연구단 및 학과 홍보 브로셔를 제작하여 대외 홍보를 강화하고 있음
- 본부 대학원의 다양한 장학제도 및 개편된 조교제도를 활용하여 다수의 우수한 외국인 대학원생들을 선발하였음

벤치마킹 대학과 비교 분석

■ 벤치마킹 대학의 교육여건 분석 (2020년 기준)

- ▶ 2020년 기준 벤치마킹 대학의 교육여건은 <표 1-1.2-1>과 같으며 2021년에도 큰 변화는 없는 것으로 파악됨
- ▶ 본 교육연구단의 교육여건은 전임교원이 정년퇴임과 명예퇴직으로 2명 줄었으며 대학원생의 수는 소폭 증가하여 대학원생/교수 비율은 조금 높아지게 되었음
- ▶ 1차년도 연구수행 기간 신진연구인력은 다소 증가하였음
- ▶ 교원수의 변동은 일시적인 현상으로 현재 채용과정이 진행되고 있으므로 이전 수준으로 회복할 수 있을 것임

<표 1-1.2-1> 본 교육연구단과 벤치마킹 대학교의 교육 여건 비교

벤치마킹대학 (QS Ranking)	전임교수	겸임교수	강의전담교수	대학원생	대학원생/교수 비율	신진연구인력	논문 피인용지수	학계 인지도 점수
연세대학교 (51-100)	21	1	2	137	5.71	14	87.6	67.9
나고야대학교 (50)	30	12	4	112	2.55	24	86.2	78.2
코넬대학교 (40)	30	15	4	156	3.18	57	92.3	77.6
교토대학교 (16)	22	14	4	92	2.30	29	89.4	87.2
스탠포드대학교 (4)	28	8	4	174	4.35	72	100	95
연세대학교 (51-100) 2021년 1학기 기준	19	1	2	160	8.42	9		

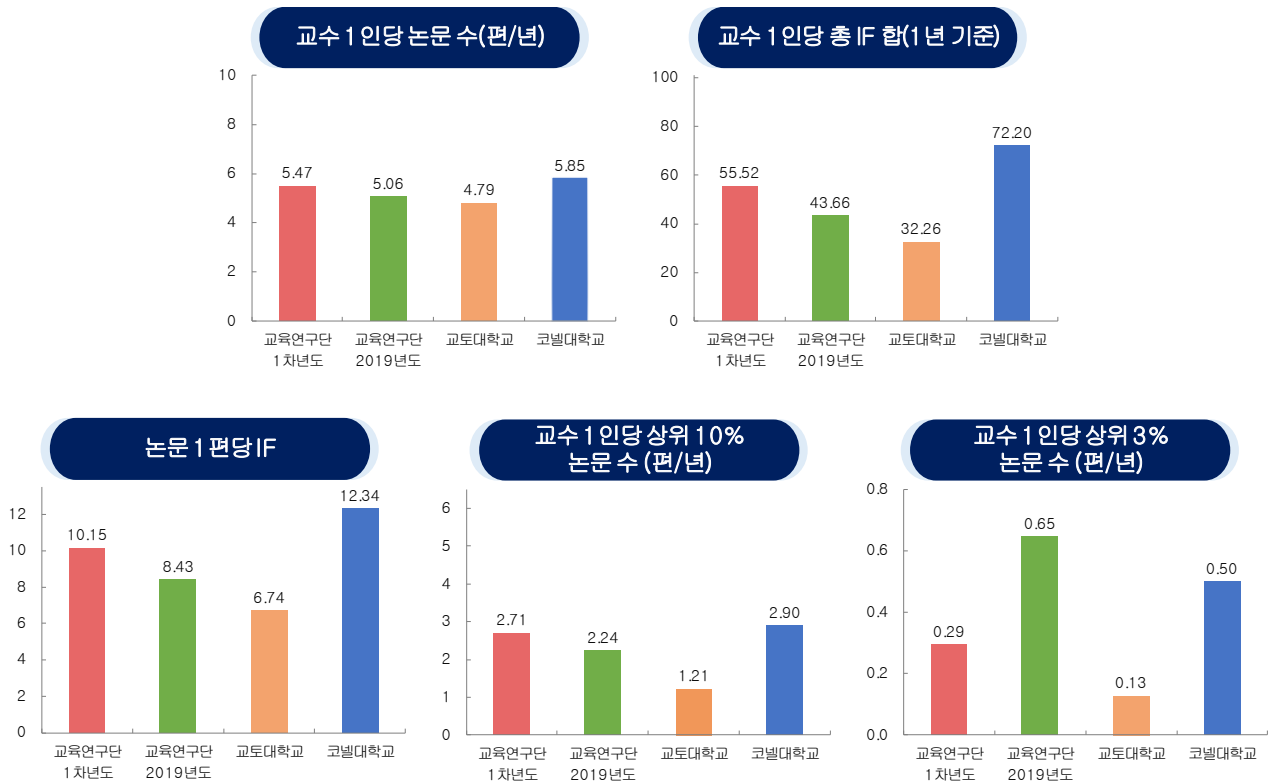
■ 벤치마킹 대학의 교육과정 분석 (2020년 기준)

<표 1-1.2-2> 교육과정 벤치마킹 분석 결과

벤치마킹대학 (QS ranking)	교육점수	전공 기초 교과목	전공 선택 교과목	특성화 교과목	분석
스탠포드대학교 화학과 (4위)	94.3	고등물리화학 등 9과목	고분자화학 등 10과목	화학및생물학 인터페이스 등 바이오 특화 부분 5과목	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 박사과정(통합) 6과목 이수 ▶ 전통분야별 교과목 개설 ▶ 최신 바이오 연구 분야에 중점을 둔 특성화 교과 개설: 연구-교육의 일원화
교토대학교 고등 에너지연구원 (16위)	89.6	고급무기화학 등 5과목	배위고분자화학 등 10과목	에너지의 생성, 변환, 활용 분야의 체계적인 에너지 특화부분 15과목	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 박사과정(통합) 4과목 이수 ▶ 연구 맞춤형 교과목 이수 ▶ 특성화 교과목 다 수 ▶ 교수 연구 분야 맞춤형, 교수 연구 수월성 중시 교과 구성 ▶ 화학과, 화학공학과와의 과목 공유를 통해 강의 부담 절감
코넬대학교 화학과 (40위)	80.1	고등유기화학 등 7과목	합성유기화학 등 7과목	-	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 박사과정(통합) 6과목 이수 ▶ 전통분야별 교과목 개설 ▶ 특성화 교과목 부재
나고야대학교 화학과 (50위)	80.4	코어물리화학 등 5과목	생무기화학특론 등 5과목	-	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 박사과정(통합) 4과목 이수 ▶ 전통분야별 교과목 개설 ▶ 연구 수월성 강조

- ▶ 2020년 기준 벤치마킹 대학의 교육과정 분석 결과는 <표 1-1.2-2>와 같으며 벤치마킹 대학의 교육과정은 2021년에도 전혀 변화하지 않음
- ▶ 본 교육연구단의 전공기초 과목을 4과목으로 축소하였으며 11개 특성화 교과목을 신설하였고 문제해결형, 주제발굴형 교과를 도입함으로써 전면적인 교육과정 개편을 단행함
- ▶ 학사지원제도에 있어서도 큰 변화를 도입하여 학생들의 전 주기적 학사관리가 가능하도록 체계화함

■ 벤치마킹 대학의 연구역량 분석 (2021년 기준)



<그림 1-1.2-1> 교육연구단 BK21PLUS 사업 1차년도 참여교수 연구논문 실적 요약

■ 교육연구단의 참여교수 1차년도 발표 연구논문 양·질적 평가

- ▶ 기술한 연구역량 정량적 비교에 따르면 BK21FOUR 사업 1차년도의 교수 1인당 논문 수와 환산 편수를 소폭 증가함. 또한 논문 1편당 IF와 논문 1편당 IF는 매우 큰 폭으로 증가하였음. 이를 통해 본 사업단 참여교수 발표 연구논문 실적이 양적 성장을 유지하면서 질적 우수성을 추구하는 BK21FOUR 사업의 방향성과 일치하는 것으로 판단됨
- ▶ 본 교육연구단의 참여교수 연구실적의 방향성과는 반대로 1편당 환산보정 IF 및 환산보정 ES는 10% 이내로 감소하였고 학문 분야 최상위 학술지를 나타내는 교수 1인당 JCR 랭킹 3% 이내 학술지의 발표 논문 수는 55%의 감소를 나타내었음. 이러한 정량적 지표의 감소는 연구역량의 질적 수준의 감소로 판단될 수 있지만, 교수 1인당 JCR 랭킹 10% 이내 학술지의 발표 논문 수는 21%의 상당한 증가를 보여줌
- ▶ 이러한 반대의 정량 지표를 해석하기 위해서 사업 선정(2019년 실적) 당시와 BK21FOUR 사업 1차년도에 발표된 JCR 랭킹 10% 이내 학술지에 발표 논문을 조사·분석함: <그림 1-1.2-1>
- ▶ 사업 선정 당시에는 참여교수가 논문을 발표한 JCR 랭킹 3% 이내의 학술지는 화학분야 최상위 학술지가 아니라 IF가 상대적으로 낮지만, 화학 인접 학문 분야에서 랭킹이 매우 높은 학술지(Dyes and

Pigments, Applied Surface Science, Carbohydrate Polymers, Journal of Membrane Science 등)가 7편이 발표되어 교수 1인당 연간 상위 3% 논문수가 매우 높았던 것으로 판단됨

- ▶ <그림 1-1.2-3>에 나타난 것과 같이 사업 1차년도에 참여교수의 학술 논문이 발표된 상위 10% 학술지를 보면 화학 전체 학술 분야에 속하여 JCR 랭킹은 3% 이내가 되지 않지만 화학분야의 최상위 학술지(Chem, Accounts of Chemical Research, Journal of American Chemical Society, Angewandte Chemie International Edition 등)에 발표된 논문(16편)이 사업 선정 당시 실적(5편)과 비교할 때 3.2배가 증가함
- ▶ 또한 클러스터 특성화 분야인 소재기반 에너지와 소재기반 바이오 분야의 최상위 학술지에 발표된 논문이 비약적으로 증가한 것으로 알 수 있음
- ▶ 따라서 정량평가 분석에서 나타난 반대되는 지표 수준의 발표된 연구 논문의 질적 수준 하락보다는 향상으로 평가할 수 있음. 따라서 양적 성장을 유지하면서 독보적인 질적 우수성을 추구하는 교육연구단의 연구역량 강화 계획을 사업 시간 동안 점진적으로 실시할 예정임

3% 최상위 학술지

- Nature Materials: 1편
- Nature Biomedical Engineering: 2편
- Advanced Materials: 1편
- Nature Microbiology: 1편

화학분야 최상위 학술지

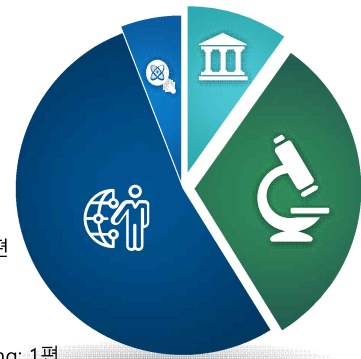
- Chem: 1편
- Accounts of Chemical Research: 3편
- Journal of American Chemical Society: 4편
- Angewandte Chemie International Edition: 8편

자연과학 최상위 학술지

- Nature Communications: 1편
- Advanced Science: 1편
- Science Advances: 1편

분야별 최상위 학술지

- Nano Letters: 4편
- ACS Nano: 2편
- ACS Energy Letters: 2편
- Biosensors & Bioelectronics: 1편
- Sensors and Actuator B: 1편
- Biomacromolecules: 2편
- Analytical Chemistry: 2편
- Small: 2편
- Journal of Materials Chemistry A: 1편
- Journal of Physical Chemistry Letters: 4편
- ACS Marco Letters: 1편
- Organic Letters: 1편
- Macromolecules: 2편
- ACS Sustainable Chemistry & Engineering: 1편
- Dyes and Pigments: 1편



<그림 1-1.2-3> 교육연구단 BK21PLUS 사업 1차년도 참여교수 연구논문 실적 요약

교육연구단의 비전 및 목표 달성을 위한 애로사항

■ 코로나-19 감염병 확산에 따른 제약

- ▶ 글로벌 네트워크 구축 및 해외 홍보
 - 교육의 국제화를 위해 글로벌 네트워크 확충을 위한 노력을 진행하는 과정에서 코로나-19 감염병 확산이 시작되어 대면 접촉이 극도로 제한되는 초유의 사태가 발생함
 - 이는 모든 교육연구단이 공유하고 있는 문제점으로 현시점에서 국제화 지표에 대한 평가는 코로나-19 상황을 고려하여 진행되어야 함
- ▶ 국제학술대회 참가 및 발표
 - 코로나-19 감염병 확산은 거의 모든 국제학술대회를 연기하거나 취소하는 사상 초유의 사태를 촉발하였음
 - 온라인으로 진행된 각종 학술대회에 불가피하게 참석하였으나 실질적인 효과는 다소 떨어질 수 있음
- ▶ 국제 공동연구 활성화
 - 국제 공동연구의 활성화를 위해 장단기 해외 방문연구를 추진하고 있었으나 코로나-19 상황으로 모든 내용이 취소되었음

■ BK21FOUR 사업 예산의 축소

▶ 지원 대상 대학원생의 축소

- 선정 당시 전체 소속대학원 70%의 지원을 기준으로 사업 예산이 산정되었으나 대폭 축소되어 현시점에 60% 수준의 대학원생이 장학금의 혜택을 받고 있음
- 이마저도 코로나-19 감염병 확산으로 대부분의 국제 학술대회가 취소되면서 국제화 부분의 필요한 예산이 다소 줄어들었기 때문에 가능한 수치이며 코로나-19 상황이 개선되어 국제학술대회 참가 지원 등이 이루어지면 소속 대학원생의 50% 수준까지 장학금 혜택이 낮아지게 되는 효과가 발생함

■ 제도적 제한

▶ 교육부에서 제한하고 있는 16주 강의 시수

- 본 교육연구단은 특성화 강의의 효율성과 학생의 선택권을 부여하기 위해서 모듈형 강의를 제안하고 있음
- 모듈화 강의는 3학점의 강의를 진행하되 16주의 기간을 1/3씩 구성하여 1학점 강의 3개를 모듈로 구성하는 것이며 대학원생은 본인이 필요로 하는 모듈을 선택하여 수강하는 것임
- 하지만, 교육부에서는 모든 강의를 16주로 제한하고 있으므로 현행 제한에서는 모듈의 구성이 어려우며 16주로 구성된 1학점 강의 3개를 개설하여 선택하는 방법 이외에는 불가능함
- 따라서, 실질적인 모듈형 강의의 취지를 살리기 어려운 상황임

▶ 신진연구인력에 대한 규정

- 본 교육연구단 소속 교수진은 외부과제의 지원을 받아 다수의 신진연구인력을 보유하고 있으나 신진연구인력의 실적에는 반영이 되지 않음
- 참여학생의 경우, 장학금 미지급 참여가 가능하지만, 신진연구인력에 대해서는 미지급 참여가 불가능함
- 내부학위자와 외부대학학위자에 대한 비율 제한으로 신진연구인력 임용의 제한이 따름
- 특히, 외부과제를 통해서 임용된 신진연구인력의 대부분은 외부대학학위자이기 때문에 이를 포함할 경우 내부학위자의 임용에 대한 제약은 줄어들 수 있음

□ 교육역량 대표 우수성과

■ 대학원생 연구실적

- ▶ Nature Materials (IF: 43.841, 재료과학 1위, JCR 0.31%): Non-Contact Long-Range Magnetic Stimulation of Mechanosensitive Ion Channels in Freely Moving Animals, Nature Materials 2021, 20, 1029-1036 (2021년 1월 게재)
 - 연구 업적물 의의: MRI와 같이 질병 진단에 매우 유용하게 사용되는 자기장은 치료에는 거의 사용되지 않음. 본 연구 결과에서는 자기장을 이용해 뇌의 운동신경을 무선 (wireless) 및 원격 (remote)으로 정밀 제어하는 ‘나노 자기유전학(nano-magneto-genetics) 기술’을 개발했음. 자기장에 감응하여 5 pN 토크 힘을 발생하는 ‘나노나침반’을 개발하고 이를 뇌세포의 피에조-1 이온 채널에 응용하여 뇌신경 신호 전달이 가능함을 증명함. 파킨슨병, 암과 같은 난치병 치료에 활용될 것으로 기대됨
- ▶ Chem 게재 (IF: 22.804, 화학 종합 분야 상위, JCR 4.78%): Switching Resonance Character within Merocyanine Stacks and Its Impact on Excited-State Dynamics, Chem 2021, 7, 715-725 (2021년 3월 게재)
 - 연구 업적물 의의: 라일렌 유도체와 같은 수많은 분자 조립체들이 구조-성질 관계를 이해하기 위해 다양한 시간분해 분광법을 사용해 연구됐지만, 메로사이아닌으로 구성된 이합체보다 더 큰 분자 조립체의 들뜬 상태 동역학은 그 복잡성으로 규명되지 않았음. 본 연구에서는 최초로 이합체부터 팔합체까지 잘 정의된 메로사이아닌 쌓임체의 광학적 특성과 들뜬상태 동역학을 보고함. 이는 유사한 전하주개-받개 쌓임체를 이용한 에너지 전환 소재에서의 공명 구조 전환 현상과 이에 기인하는 성질 변화 연구에 중요한 기반을 마련할 것으로 기대됨

■ 참여교수 교육대표실적

- ▶ 대학원 교육용 저서
 - 저서명: 실무자를 위한 연구윤리 통합 안내서 (한국연구재단, 2021년 5월 발행)
 - 저자: 외 5인
 - 본 교육연구단의 교수는 연구윤리 관련 실무자들에게 필요한 안내서인 ‘실무자를 위한 연구윤리 통합 안내서’의 집필에 참여하였음. 본 안내서는 연구윤리 관련 법규, 질의응답, 연구윤리 실무 매뉴얼을 비롯한 종합적인 내용을 담고 있으며 대학원생 연구원을 비롯한 연구실무자들이 연구윤리에 입각하여 연구를 수행할 수 있는 가이드라인을 제공해 줄 것을 기대됨
- ▶ 새로운 대학원 교과목 개발
 - 과목명: 화학연구방법론 (학생제안 교과목, 과목코드: CHE7110, 2021학년도 1학기 개설)
 - 담당교수:
 - 본 교육연구단의 교육 핵심 목표 중 하나인 ‘학생 중심의 교육’의 일환으로 ‘학생제안교과목’을 개설하여 운영하였음. 학생제안교과목은 학생들이 원하는 수업내용으로 과목을 구성하여 과목 선택권 및 학과 커리큘럼을 다양화할 수 있다는 장점이 있음. 2020년 11월에 화학과 소속 대학원생을 대상으로 본 교육연구단의 특성화와 관련된 9개 주제 및 기타 학생들이 원하는 수업내용에 대한 설문 실시하여 가장 수요가 많았던 논문작성법과 데이터 분석처리에 대한 전반적인 내용을 취합하여 2021학년도 1학기에 ‘화학연구방법론’ 과목을 첫 학생제안교과목으로 제안하여 운영하였음. 각 수업내용의 전문화 및 교육효율 극대화를 위해 교육연구단 소속 교수 3인이 팀티칭으로 분야를 나누어 강의하였으며 매년 기초과목으로 개설 예정임

1. 교육과정 구성 및 운영

1.1 교육과정 구성 및 운영 현황과 계획

교육연구단 교육목표 및 교육과정 개편 방향 도출

- ▶ 본 교육연구단은 『지속가능한 미래 사회 구현을 위한 인재양성』이라는 교육 비전 달성을 위해 해외 우수 대학·연구기관의 벤치마킹, 졸업생 대상 설문 조사를 포함한 기존 교육과정의 장단점 분석을 수행하였음
- ▶ 벤치마킹 및 설문 조사 결과를 바탕으로 본 교육연구단의 교과과정 및 시스템의 장·단점을 SWOT 분석을 통해 확인하고 본 교육연구단의 상황을 고려하여 최상의 교육 효과를 끌어낼 수 있는 방향으로 교과과정 및 학사관리의 개편 방향을 제시하였음
- ▶ 벤치마킹은 바이오·에너지 분야의 특성화로 저명도가 높은 미국 및 일본의 4개 대학(교토, 나고야, 스탠포드, 코넬 대학교)의 화학과 및 화학 관련 기관의 교육과정을 대상으로 분석하였으며, 설문 조사는 화학과 졸업생을 대상으로 2회 실시하였음

■ 교육과정 및 학사관리 장단점 분석 (SWOT 분석)



<그림 II-1.1-1> 교육연구단 현재 교육과정 및 학사관리의 SWOT 분석

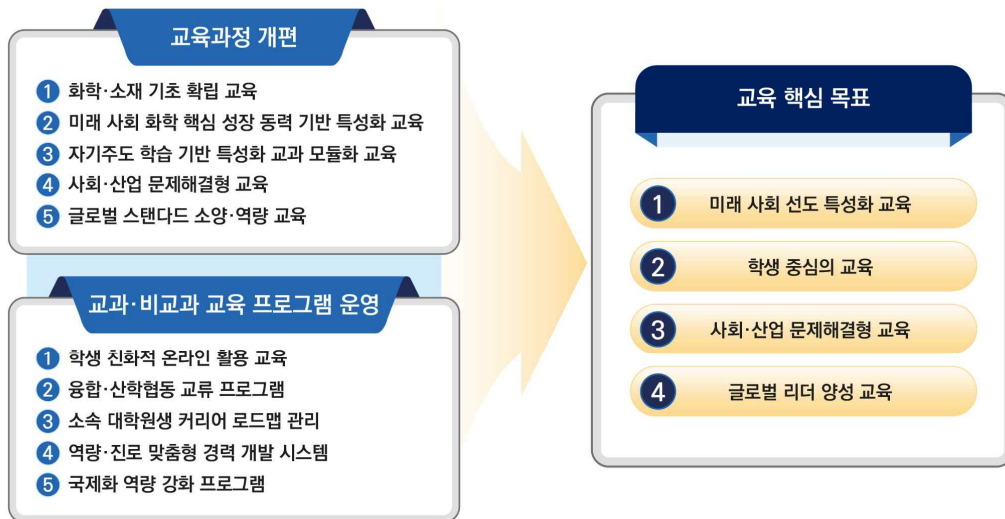
■ 교육과정 장단점 분석을 통해 설정한 교육과정 및 학사관리 개편 방향

- ▶ 교육과정 개편 방향
 - 화학 전공의 기초교과목은 유지 (벤치마킹)
 - 화학에 대한 미래 수요를 충족시키면서 교육역량을 집중시킬 수 있는 특성화 (벤치마킹)
 - 학생주도의 연구수행 내용을 반영시킬 수 있는 교과목이 필요 (벤치마킹·설문 조사)
 - 충실한 교육과정 이수가 연구역량 향상으로 이어지는 교과목이 필요 (벤치마킹·설문 조사)
 - 진로 트랙에 따른 역량 강화 교과목 및 비교과 교육과정이 필요 (설문 조사)
- ▶ 학사관리 개편 방향

- 대학원 전주기의 학사관리 시스템 필요 (벤치마킹)
- 학생 중심 교육 및 중도 포기 방지에 대한 제도적 개선 필요 (벤치마킹·설문 조사)
- 취업 및 진로 개발 역량 강화를 위한 학사관리 운영과 관련 프로그램이 필요 (설문 조사)

■ 교육연구단 교육목표 설정

- ▶ 교육과정의 장단점 분석을 통해 도출한 개편 방향을 바탕으로 교육연구단 비전 실현에 부합하는 핵심 교육목표 및 4대 세부 교육목표를 설정하였음
- ▶ 교육연구단 핵심 인재(4C형 인재) 양성을 위한 교육목표: 창의적 문제 해결 능력을 갖춘 핵심 화학 인재 양성을 위한 혁신적인 특성화 연구
- ▶ 핵심 교육목표 달성을 위한 교육 4대 세부 교육목표 설정
 - ① 미래사회 선도 특성화 교육 ② 학생 중심의 교육
 - ③ 사회·산업문제 해결형 교육 ④ 글로벌리더 양성 교육
- ▶ 4대 교육 세부 목표 달성을 위해 <그림 II-1.1-2>와 같은 교육과정 개편 5대 전략 및 5대 교과·비교과 교육 프로그램을 설정



<그림 II-1.1-2> 교육연구단 교육목표 및 교육과정 개편

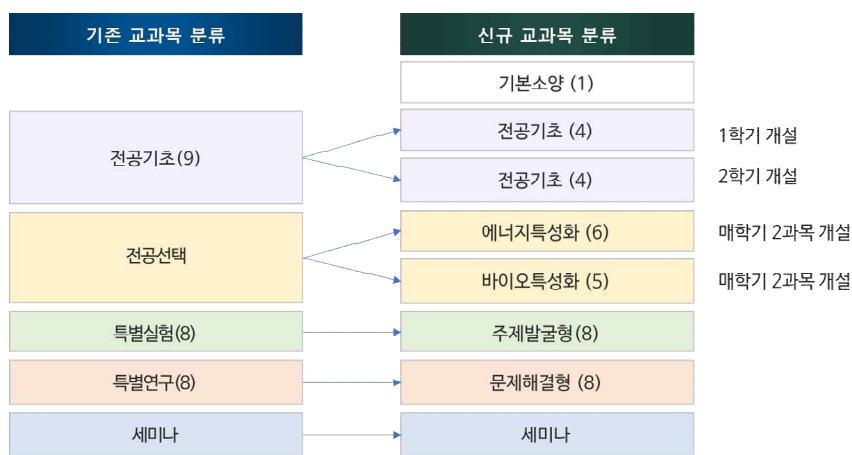
교육과정 개편 실적 및 현황

■ 교육과정의 전면적 개편

- ▶ 교육연구단 핵심 인재(4C형 인재) 양성을 위해 설정한 핵심 교육목표 및 4대 세부 교육목표에 따라 전면적인 대학원 교육과정 개편을 단행하였음. 교육과정 개편에 의한 핵심 교과목 설계는 다음의 과정에 의해 진행하였음
 - 정부에서 제시한 13대 혁신성장 동력 분야 중, 『첨단 소재』, 『신재생에너지』, 『혁신 신약』, 『맞춤형 헬스케어』를 교육연구단 비전과 밀접한 4대 분야로 선정
 - 4대 혁신성장 동력 분야의 새로운 가치 창출을 위한 화학 인력 양성을 위한 특성화 분야로 『소재 기반 에너지』와 『소재기반 바이오』를 선정
 - 각 특성화 분야에 필요한 핵심역량을 설정하고 이를 배양할 수 있는 교육과정을 구성함

■ 개편에 따른 교과목 분류 및 변화

- ▶ 전공기초, 전공선택, 특별연구, 특별실험, 세미나로 구성된 기존의 교과목 분류를 교육연구단 핵심목표에 따라 다음과 같이 개편하였음
 - 기본소양: 연구윤리, 화학연구방법론(fundamental courses)
 - 전공기초: 화학 전반에 필수적인 기초교과목(core courses)
 - 소재기반: 특성화된 전공을 위한 전 단계(general courses)
 - 특성화심화: 2개의 핵심 트랙으로 체계화된 특성화 교과목(specialized courses)
 - 문제해결형 교과: 학과 내, 교내, 교외 대학 및 연구소와의 연구 협력을 통한 연구-교육 통합 교과목(collaborated courses)
 - 주제발굴형 교과: 지속가능한 화학 분야의 최신 연구 동향 교과목(special topics)
 - 융복합: 특성화 전공에 인접한 타 학과/학문 분야의 교과목(cross-listing courses)
- ▶ <그림 II-1.1-3>은 기존 교과목 분류와 교육과정 개편에 따른 신규 교과목 분류의 비교를 나타냄



* 괄호안은 총 교과목수
 <그림 II-1.1-3> 신규 교과목 분류 비교

- ▶ 졸업 필수요건으로 지정된 『연구윤리』와 세미나 과목을 제외하면 화학과 대학원에서 개설되는 교과목의 전체학점은 지난 5년간 연평균 72학점으로 매 학기 3학점의 강의가 12과목이 개설된 것임. 따라서, 신규 교과목도 매 학기 3학점 강좌 12과목이 개설되도록 설계함
- ▶ 신설된 기본소양 교과목 『화학연구방법론』을 1학기에 개설하도록 하여 1학기에는 총 13과목이 개설됨
- ▶ 학기별 교과목 분류에 의한 개설 과목 수
 - 기본소양 과목인 『화학연구방법론』은 1학기에만 개설됨
 - 1학기에는 전공기초 4과목, 2학기에는 소재기반 4과목이 개설됨
 - 에너지/바이오 특성화 분야 교과목은 매 학기 각각 2과목씩 총 4개 과목이 개설됨
 - 주제발굴형 교과와 문제해결형 교과는 매 학기 4과목씩 총 8개 과목이 개설됨
 - 세미나 교과목은 매 학기 3개 과목이 개설됨

▣ 교육연구단 교과과정 및 교과목의 특징

- ▶ 【기본소양 교과목】 연구윤리, 화학연구방법론
 - 2021학년도 1학기까지 화학과 대학원생을 대상으로 화학과에서 『연구윤리』 교과목을 개설하였으며, 2021학년도 2학기부터 대학원 공통과목으로 『연구윤리』 교과목이 개설되며 모든 대학원생이 필수로 이수해야 함
 - 2021학년도 1학기에 본 교육연구단의 교육 핵심목표 중 하나인 ‘학생 중심의 교육’에 부합하기 위한 ‘학생제안교과목’으로 『화학연구방법론』이 신규 개설됨

- 『화학연구방법론』은 본 교육연구단 소속 대학원생을 대상으로 한 설문 조사에서 가장 수요가 많았던 논문작성법, 연구데이터 분석 및 전반적인 화학연구방법에 대한 요청을 기반으로 주제와 내용을 구성하였으며, 화학 분야 연구자로 필요한 발표 기법, 실험의 설계 및 결과 도출 등과 같은 대학원생에게 필수적으로 요구되는 소양을 교육연구단 소속 교수 3인이 팀티칭으로 분야를 나누어 강의하였음
- ▶ **【전공기초 교과목】** 고등물리화학, 고등유기화학, 고등분석화학, 고등무기화학
 - 이전까지 학부 교육과정과 일치하는 내용으로 구성되어 있던 교과목들을 교육연구단에서 추구하고 있는 소재 기반 교과에 필수적인 화학 기초지식을 중심으로 교육
 - 전공기초 교과목은 화학과 소속 대학원생은 반드시 1과목 이상 이수하여야 함
- ▶ **【소재기반 교과목】**
 - 화학 분야의 전문화된 지식을 바탕으로 미래사회의 화학의 핵심 역할인 다양한 소재 관련 교과목을 신설함
 - 예를 들어, 유기신소재합성 교과목의 경우, 전공기초교과목으로 개선된 고등유기화학 교과목에서의 기초교육을 기반으로 신소재 합성에 필요한 다양한 유기화학 기법들의 응용에 중점을 둠
- ▶ **【특성화심화 교과목】**
 - 지속가능한 미래사회의 화학의 핵심 가치인 에너지 및 바이오 분야에 대해 기초 화학의 산업화 응용 및 사회 문제 해결 역량을 키울 수 있는 핵심 주제들로 구성된 특성화 심화 교과목을 신설
 - 특성화 심화 교과목은 학생들의 연구 분야 활용에 대한 자기주도적 학습을 유도하기 위해서 다수의 전임교원 및 산업체 특별 초빙 교원의 팀티칭을 활용한 모듈 교육의 형태로 운영될 예정임
 - 대학원생들은 본인의 전공과 관련된 특성화 분야의 기초, 융합, 응용에 대한 소재 기반 에너지 및 바이오 분야의 교과목을 선택하여 이수할 수 있음.
 - 대학원생들은 모듈별로 선택하여 수강함으로써 본인의 연구 및 관심 분야의 핵심적인 역량을 습득할 수 있으며, 모듈형 강의에 대해서는 강의수강 지침을 통해 학생들에게 안내할 예정임
- ▶ **【에너지 분야 특성화심화 교과목】** (6과목)
 - 에너지 클러스터 회의에서 총 6개의 교과목을 다음과 같이 결정하였음

① 에너지 변환 전기화학	② 에너지 생성 및 저장
③ 에너지 재료 이론과 설계	④ 에너지 계면화학
⑤ 친환경 에너지 소재	⑥ 에너지 환경 기술
 - 위의 과목 중 과목①과 ②는 매년, 나머지 4개의 과목(③,④,⑤,⑥)은 격년으로 개설하여 4학기를 주기로 반복되도록 편성함
 - 2021학년도 2학기에 『에너지 변환 전기화학』과 『에너지 재료 이론과 설계』를 에너지 분야 특성화심화 교과목으로 개설할 예정이며 두 과목 모두 계획서에 명시한 모듈화 과목으로 운영할 계획임
 - 각 과목을 3개의 모듈로 나눠 개설하게 되며 4명의 참여교수가 총 6개의 모듈의 강의를 담당할 예정임:
 - 수업계획서상으로는 『에너지 변환 전기화학 1, 2, 3』과 『에너지 재료 이론과 설계 1, 2, 3』의 각 1학점 6개 과목으로 개설되어 있으며, 화학과 대학원생은 3개의 모듈화 과목을 본인의 선택에 따라 이수할 수 있음
 - 이처럼 강좌명을 정한 이유는 모듈화 과목 수강할 때 어느 과목이든 1, 2, 3에 해당하는 모듈 중 하나씩을 선택함으로써 혼동 없이 모듈화 과목을 수강할 수 있도록 하기 위함임.
 - 예를 들어, 다양한 영역의 에너지 관련 관심이 있는 학생은 교수가 강의하는 『에너지 재료 이론과 설계 1』, 교수가 강의하는 『에너지 변환 전기화학 2』, 교수가 강의하는 『에너지 재료 이론과 설계 3』의 3개 모듈화 과목을 수강할 수 있으며, 광촉매에 관심이 많은 학생은 교수가 강의하는 『에너지 변환 전기화학 1, 3』 및 교수가 강의하는 『에너지

재료 이론과 설계 2』를 수강할 수 있음

▶ 【바이오 분야 특성화심화 교과목】 (5과목)

- 바이오 클러스터 회의에서 총 5개의 교과목을 다음과 같이 결정하였음

- ① 생체기능성 분자분석 ② AI기반 의약화학
- ③ 화학생물학 ④ 초분자화학
- ⑤ 나노바이오화학

- 위의 과목 중 과목①은 매년 1학기에 개설, 과목②와 ③은 매년 2학기에 개설하기로 함. 과목 ④와 ⑤는 격년으로 1학기에 개설하도록 함

- 2021학년도 2학기에 예정된 에너지 특성화심화 교과목의 모듈화 강좌 운영 후 피드백을 반영하여 바이오 분야 특성화심화 교과목에도 확대 적용할 수 있도록 함

▶ 【주제발굴형 교과목】

- 『특별실험』 교과목을 폐지하고, 『미래 에너지와 환경』, 『미래 바이오 의화학』, 『바이오 소재 연구』, 『에너지 소재 연구』의 4개 교과목을 신설하여 매 학기 운영함

- 해당 특성화 영역의 석사과정 대학원생들이 최신 학문 동향에 대한 연구주제를 3-5개를 선정하고 관련 기술에 대한 기본 교육, 논문 리뷰 및 연구계획서 작성으로 교과가 구성되며, 학생들은 강의를 통해 새로운 연구주제를 탐구하고 문헌 탐색을 통해 총설 논문을 완성하는 방식으로 진행함

- 본 교육연구단 소속 안현서 교수는 주제발굴형 교과목으로 2020학년도 2학기 『에너지 소재화학』을 시범 운영하였으며 이를 바탕으로 한 노하우 및 피드백을 반영하여 2021학년도 2학기부터 기존의 특별실험 교과목을 주제발굴형 교과목으로 전면 대체 예정

- 추후 해외 석학 및 산업체 전문가를 겸임교수로 적극적으로 활용하여 글로벌 선도 기술이나 사회·산업의 현안 등을 주제로 교과목을 구성할 예정임

▶ 【문제해결형 교과목】

- 『특별연구』 교과목을 폐지하고, 『심화 미래 에너지와 환경』, 『심화 미래 바이오 의화학』, 『바이오 소재 심화 연구』, 『에너지 소재 심화 연구』의 4개 교과목을 신설하여 매 학기 운영함

- 본 교육사업단 박사과정을 중심으로 ① 연구와 교육을 통합하고 ② 사회·산업형 문제 해결 능력을 창의적으로 정의하고 해결하는 역량을 키우는 목적으로 신설한 교과목임

- 대학원생들은 본인 전공의 연구자로서 담당 교수와 함께 학과 내 타 전공 교수와의 협업을 통해서 사회·산업 문제를 해결할 수 있는 연구주제를 발굴하고 융합(에너지 또는 바이오 특성화 분야) 접근 방법으로 풀어내는 방식의 연구 중심의 강의로 진행하게 됨

- 본 교육연구단의 교수가 문제해결형 교과목으로 2020학년도 2학기 『무기촉매화학』을 시범 운영하였으며, 사회·산업 문제 해결과 관련된 다양한 주제 중 무기화학적 관점에서 접근할 수 있는 주제를 탐색하고 연구 제안서를 작성함

- 추후 연구지원 및 국제파견을 통해 강의-연구-국제화로 이어지는 대학원 교육 내실화, 활성화를 완성할 계획임

- 위의 시범 운영 결과를 바탕으로 2021학년도 2학기부터 문제해결형 교과목의 운영을 전면적으로 시행할 예정임

- 문제해결형 교과목의 전면적 실시 및 노하우가 축적됨에 따라 수업을 신청하는 학기 전 연구팀별로 관련 연구주제에 대한 연구계획서를 교육연구단에 제출하고 교육연구단은 한 학기당 3팀을 선발하여 관련 연구 융합연구수행에 대해 지원을 할 예정임

▶ 【세미나 교과목】

- 세미나 교과목은 화학과에서 실시하고 있는 현행 방식을 유지하여 연사 초청 세미나 및 학생 발표 세미나로 운영 중임

- 학생 발표 세미나는 석사과정과 석박사통합 및 박사과정 발표로 분리 운영 중이며 박사과정 발표의 경우 영어 발표를 의무화하고 있음

개편 전	개편 후
고등화학I (5) 고등물리화학I, 고등유기화학I 고등무기화학I, 고등분석화학I 고등화학생물학I	전공기초 (4) 고등물리화학, 고등유기화학 고등무기화학, 고등분석화학
고등화학II (4) 고등물리화학II, 고등유기화학II 고등무기화학II, 고등분석화학II	소재기초 (4) 소재물리화학, 유기신소재합성 나노신소재화학, 소재분석화학
전공선택 분야별 특론, 특강, 선택과목	특성화심화 (9) 에너지특성화(6) 바이오특성화(5)
특별실험 (4) 물리화학특별실험, 유기화학특별실험 무기화학특별실험, 분석화학특별실험	주제발굴형 (4) 미래에너지와 환경, 미래바이오의화학 바이오소재연구, 에너지소재연구
특별연구 (4) 물리화학특별연구, 유기화학특별연구 무기화학특별연구, 분석화학특별연구	문제해결형 (4) 심화에너지와 환경, 심화바이오의화학 바이오소재심화연구, 에너지소재심화연구

* 괄호안은 총 교과목 수 (3학점 기준)

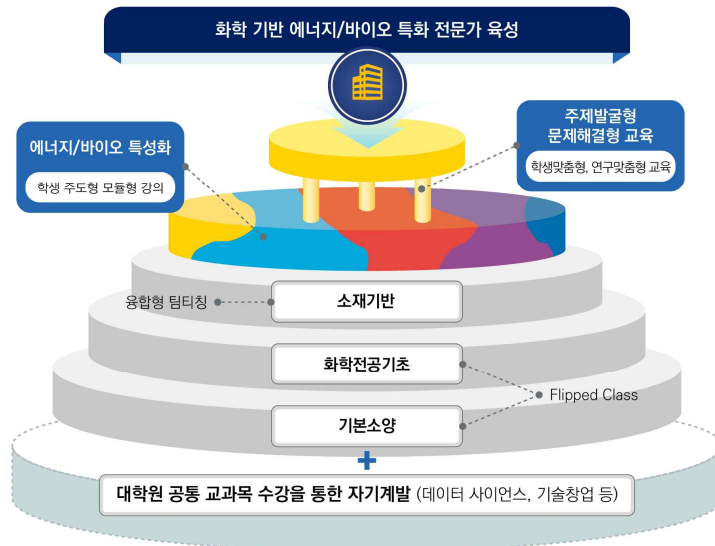
* 세미나 과목: 변화 없음; 기본소양 과목으로 '화학연구방법론' 신설 (2021-1학기부터)

<그림 II-1.1-4> 개편 전후 교과목 비교

교과·비교과 교육과정 운영 실적 및 현황

▣ 교육과정 Edutree 구성 및 2년간 개설 예정 교과목 사전예고제

- ▶ **【Edutree】** 기본소양, 전공기초, 소재기반, 특성화심화, 문제해결형, 주제발굴형, 세미나 및 융복합 교과목에 대한 일련의 특성화 기반 Edutree를 완성하여 운영함



<그림 II-1.1-5> 교육연구단의 Edutree

- ▶ **【사전예고제】** 일련의 교육과정을 대학원생들이 자신의 연구주제에 맞게 포트폴리오를 구성할 수 있도록 2년 과정에 대해서 개설 예정 교과목의 ‘사전예고제’를 실시하고 있음
 - 기본소양 교과목인 『화학연구방법론』은 매년 1학기에 개설

- 전공기초 교과목은 매년 1학기에, ‘소재기반’ 교과목은 매년 2학기에 개설
- 특성화 심화 교과목은 특성화 클러스터에서 정한 주기대로 개설. 단, 매 학기 종료 후 클러스터별 과목 리뷰를 통해 주제 변경 또는 개편 가능
- 주제발굴형, 문제해결형 교과목은 매 학기 각 4과목씩 개설
- 세미나 교과목은 매 학기 개설
- 2021학년도 2학기부터 향후 2년간 개설 예정 교과목은 <표 II-1.1-1>과 같음

〈표 II-1.1-1〉 사전 예고제에 따른 2년간 개설 예정 교과목

분류	2021-2학기	2022-1학기	2022-2학기	2023-1학기
기본소양	화학연구방법론		화학연구방법론	
전공기초	고등물리화학,고등유기화학 고등무기화학,고등분석화학		고등물리화학,고등유기화학 고등무기화학,고등분석화학	
소재기반	소재물리화학,유기신소재합성 나노신소재화학,소재분석화학		소재물리화학,유기신소재합성 나노신소재화학,소재분석화학	
에너지	에너지 변환 전기화학	에너지 생성 및 저장	에너지 변환 전기화학	에너지 생성 및 저장
특성화	에너지 재료 이론과 설계	친환경 에너지 소재	에너지 환경 기술	에너지 계면화학
바이오	화학생물학	생체기능성 분자분석	화학생물학	생체기능성 분자분석
특성화	AI기반 의약화학	나노바이오화학	AI기반 의약화학	초분자화학

※세미나, 주제발굴형, 문제해결형 과목은 매 학기 개설

▣ 수요자 중심의 학생 친화적 교육 방법 도입

- ▶ **【학생제안교과목】** 대학원생들을 대상으로 진행한 설문 조사를 통해 학생들이 제안한 주제와 내용을 반영하여 설계된 수요자 중심의 교육
 - 2020년 11월 중에 실시한 화학과 연구실별 대학원생 설문 조사의 결과, 논문작성법에 대한 수요가 가장 많았으며 연구데이터 분석 및 전반적인 화학연구방법에 대한 다양한 요청이 접수되었음
 - 이를 바탕으로 2021학년도 1학기에 『화학연구방법론』을 학생제안교과목으로 신규 개설하여 3명의 교수가 팀티칭으로 수업을 진행하였음
 - 2021학년도 2학기에는 에너지 특성화 심화 교과목으로 개설 예정인 『에너지 재료 이론과 설계』는 설문 조사에서 두 번째로 많은 요청을 받은 에너지 재료 관련 주제를 반영한 것으로 향후 특성화 과목 변경 및 보완 과정에서도 대학원생들의 의견을 적극적으로 반영할 것임
 - 본 교육연구단의 핵심 교육목표 중 하나인 ‘학생 중심의 교육’에 맞으며 향후 지속해서 유지 발전시킬 예정임
- ▶ **【온라인 강의 플랫폼(LearnUS) 활용】** 연세대학교에서는 온라인 강의 플랫폼 LearnUS를 개발하여 강의에 활용하고 있음
 - 화학 전공자의 기초 역량을 높이기 위해서 수업 일부를 먼저 동영상 강의로 촬영하여 온라인 강의 플랫폼인 LearnUS를 통하여 제공하고 실제 수업 시간에는 강의 내용을 주제로 토론하는 방법인 Flipped Class의 형태로 운영하였음
 - 2020학년도 2학기에 시범적으로 운영한 주제발굴형, 문제해결형 과목에도 Flipped Class 방식을 적극적으로 활용하였으며 이를 통해 학생들의 적극적인 참여를 끌어낼 수 있었음
 - 이러한 형태의 강의는 일방통행의 교수법이 아닌 상호 교환적인 학습 방법으로 자기 주도 학습 교육으로 화학 기초 역량이 강화될 것으로 판단됨. 따라서 전공기초, 소재 기반 교과목에도 점차 비중을 늘려나갈 계획임
- ▶ **【모듈화 강의】** 대학원생들의 자기주도적 학습 환경을 제공하기 위해서 특성화심화 교과에 대해서

관리 체계를 구축하였음

- ▶ 코로나-19 감염병 확산으로 인해 대면 모임 제한되어 입학 단계에서의 ‘신입생 오리엔테이션’을 가지지 못하고 비대면 개별 면담 만을 실시한 점을 제외하면 대부분의 학사관리 체계는 신청서에서 기재한 내용을 충실히 이행하였음
- ▶ 전 주기적 학사관리 체계의 구축을 위해 『교과운영위원회』와 『논문지도위원회』를 교육연구단에서 제안하여 학과 내에 관련 내규를 제정하였음. 또한, 효율적인 교육과정 운영을 위해 기존 화학과 내 소위원회인 『교무교과위원회』와 교육연구단의 『교과운영위원회』를 통합하여 운영하도록 하였음.

■ 졸업요건 완화 및 특성화 분야 연구역량 강화

- ▶ 필수 이수 교과목의 축소 및 신규 교과목 개설
 - 졸업을 위한 필수 이수 교과목을 1과목으로 줄였으며, 에너지 및 바이오 분야 특성화 교과목, 학생 제안 교과목, 기본소양 교과목을 신규 개설하여 학생들의 연구역량 계발을 위한 다양한 선택의 기회를 확장하였음
- ▶ 논문 게재 요건 완화
 - 신청서 내의 운영 계획에 명시한 바와 같이 논문의 질적 수준 향상을 위해 졸업에 필요한 논문 게재 요건을 완화하였으며 논문 실적 인정 범위를 확장하였음
 - 각 분야 인용지수(IF) 상위 25% 논문당 1.5편의 가중치 부여
 - 동일 연구실 내 공동 1저자 논문의 경우, 공동 1저자 모두에게 동일 실적 부여
 - 인용지수 5 이상 저널에 게재된 총설 논문을 실적으로 인정
- ▶ 박사(통합) 종합시험 제도 개편
 - 종합시험 응시 자격에서 논문 실적 요건을 삭제
 - 연구 과정의 효율적인 진도관리를 위해 통합과정 6학기 이내, 박사과정 4학기 이내 최초 종합시험 응시 의무화함
- ▶ 석사 종합시험 제도 개편
 - 졸업요건에서 논문 투고 의무 사항 삭제
 - 석사과정 2학기 종료 후 종합시험 응시 의무화
 - 종합시험 후 부족한 부분을 보완하여 평가받을 수 있도록 ‘조건부 합격’ 제도 도입
- ▶ 창의시험 제도 개편
 - 창의시험을 선택시험으로 전환하여 독립 연구자로서의 연구주제 창출 경험 제공
 - 박사학위 취득 요건에서 창의시험을 면제하는 대신 창의시험 응시자에 대한 시상 제도 마련

■ 학생 중심 학사운영 및 학위과정생 증도 포기 방지 장치 마련

- ▶ 대학원생별 『논문지도위원회』 구성
 - 석박사통합 및 박사과정 학생 지도시스템 강화 및 커리어 관리를 위한 『논문지도위원회』를 구성하고 관련 내규를 제정하였음
 - 『논문지도위원회』는 지도교수와 논문지도위원 2인으로 구성되며 입학 후 1학기가 종료된 시점에서 학생 선호도를 반영하여 논문지도위원을 배정함
- ▶ 학위과정 전환에 대한 유연성 확보
 - 통합 중단 학생의 5학기 의무 조항을 폐지하였으며 연구실 변경을 원하는 학생의 경우 『논문지도위원회』의 자문을 거쳐 학위를 이어나갈 수 있도록 제도를 정비함
- ▶ 학생 매뉴얼 제공

- 교과과정 개편에 따른 혼란 방지 및 학위 과정에 도움을 주기 위해 신규 도입한 제도를 학생들이 활용할 수 있도록 개설과목 2년 사전예고를 비롯한 학생 매뉴얼을 학과 홈페이지를 통해 제공하고 있음
- 학생 매뉴얼은 주기적으로 업데이트하고 있으며 학사 주기별 세부 안내를 개별 이메일로 제공하고 있음

■ **교육과 연구의 선순환 구축 및 연구역량의 교육적 활용 방안**

- ▶ 대학원생, 참여교수, 대학원 『교육과정위원회』의 환류 체계를 구성하여 핵심지표 관리를 통한 지속적인 교육과정 개선을 추구함. 특히 에너지 및 바이오 특성화 교육, 문제해결형 및 주제발굴형 교육을 통해 지속가능한 미래사회 구현에 필요한 연구역량에 부합하는 실질적인 교육을 강화함
 - 특성화 심화 교과목에 전임교원 3인 이상의 팀티칭(모듈화) 강의를 활용하여 강의의 전문성과 함께 융합성을 확보하여 수강한 학생들의 역량의 극대화를 추진함
 - 문제해결형 및 주제발굴형 교과목에 자기주도적 학습을 적용하여 최신 연구 동향을 파악하고 이를 대학원생 각자의 연구에 반영하여 연구-교육 선순환의 고리를 강화할 수 있도록 함

전임교수 대학원 강의 계획 대비 최근 1년간 실적

■ **특성화 분야 연구·교육역량의 통합**

- ▶ 본 교육연구단의 에너지 및 바이오 분야 특성화 교육에 기반하여 각 전임교원의 연구와 교육 분야를 일치시킨 연구·교육클러스터를 구성하였음
 - 각 클러스터별 회의를 통해 특성화심화 교과목 및 개설 시기를 확정하였음
 - 향후 클러스터별 교육·연구 세미나를 학기당 1회 추진하고 세미나 보고서 결과를 『교육과정위원회』에서 평가하여 문제해결형·주제발굴형 교과목 설계, 특성화 심화 교과목 개선 및 신입교원 층원에 반영할 계획임

<표 II-1.1-2 담당 교수의 교육·연구 특성화 분류>

교육·연구 분야	소재 기반 에너지	소재 기반 바이오
기초 연구		
융합 연구		

- ▶ 지난 1년간 대학원 교과목의 전임교수 담당 비율은 100%이며 담당 교과목은 다음과 같음

<표 II-1.1-3 지난 1년간 전임교원 담당 교과목 (2020.9.1.-2021.8.31.)>

담당교수	과목명
	레이저분광학, 분자분광학
	화학연구방법론(*), 화학세미나VIII
	화학세미나X, 세미나3, 나노물리화학(*), 세미나2
	미래에너지와환경3
	고등화학생물학1, AI기반 의약화학및진단의최신경향, 화학세미나VII
	미래바이오회학3
	심화미래에너지와환경3
	화학연구방법론(*), 무기화학특강, 에너지소재화학, 무기촉매화학, 무기화학특별연구2
	고등무기화학1, 바이오소재연구3
	고등분석화학1, 분석화학특별실험2

에너지소재연구3, 분석화학특별연구2
전이금속유기합성화학, 물리화학특별실험2
화학연구방법론(*), 초분자화학(*), 심화미래바이오의화학3, 유기화학특별실험2
유기화학특별연구2
에너지소재심화학연구3, 나노물리화학(*)
고등유기화학1, 초분자화학(*), 화학세미나X

※ 별표(*)는 팀티칭

계획 대비 실적 분석 및 향후 추진 계획

■ 교육과정의 전면적 개편

- ▶ 벤치마킹 결과를 통해 특성화 영역을 설정하였으며 최초로 계획하였던 교육과정의 전면적인 개편을 단행하였음
- ▶ 주제발굴형, 문제해결형 교과목의 운영을 통해 학생중심의 교육을 추구하고자 하는 목표에 부합하는 교육체계를 완성할 예정임

■ 학생 친화적 교육 프로그램의 운영

- ▶ Edutree형 교육과정, 2년예고제 등을 통해 학생들의 교육과정에 대한 완성도를 높일 수 있는 방향으로 교과 교육 프로그램을 구성하였음
- ▶ 학생제안교과목의 운영, 온라인 강의 플랫폼의 활용 등을 통해서 수요자 중심의 학생 친화적 교육방식을 채택하고 있음
- ▶ 코로나-19 감염병 유행에 따라 대부분의 강의를 온라인으로 진행되었으며 온라인 강의에 대한 노후가 상당히 높은 수준으로 향상될 수 있었음

■ 전주기적 학사관리 체계 구축

- ▶ 『교과운영위원회』와 『논문지도위원회』를 구성하여 체계적인 학사관리가 가능하도록 노력함
- ▶ 특성화 분야의 연구역량 강화를 위해 졸업요건을 완화하고 학사제도의 개편을 진행함
- ▶ 교육과 연구의 선순환 구조의 확립을 위해 노력하였으며 계획대비 순조롭게 진행되고 있음

■ 교육의 국제화

- ▶ 교육과정의 전면적인 개편이나 학사관리 체계의 확립에 대해서는 당초에 제안하였던 계획대로 순조롭게 진행되고 있으나, 코로나-19 감염병 유행에 따라 교육의 국제화 영역에서는 다소 부진한 성과를 보임

■ 향후 추진 계획

- ▶ 개편된 교육과정이 잘 운영될 수 있도록 하며 학생들의 피드백을 받아 강의의 내용과 형식 등에 대해 꾸준히 보완해 나아갈 예정임
- ▶ 코로나-19 감염병 유행에 따라 다소 부진했던 교육의 국제화 부분에 대해서 감염병 상황이 개선되는 대로 목표수준에 도달할 수 있도록 추진할 것임
- ▶ 온라인 강의를 통해서 축적된 다양한 노하우들을 새로운 교육 프로그램의 개발에 반영할 것임

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

교육연구단의 과학기술·산업·사회 문제 해결과 관련한 프로그램 운영 계획

화학 기반 특성화 교육과정 및 핵심 역량 비교과 과정을 통한 미래 사회 대응 인재 육성 (학술인재 트랙/산업계 전문가 트랙)

- 다학제간 융합형, 자기주도적 문제해결형 교육을 위한 교과과정 개편
- 연구-교육의 선순환을 위한 과제맞춤형 교수/학생 공동 개설 강의 지원
- 교내 비교과 통합 온라인 플랫폼 구축 및 확장을 통해 미래사회를 대비하는 역량강화
- Two-Track 진로맞춤형(학술인재, 산업계 전문가) 역량강화 비교과 프로그램

■ 과학기술·산업·사회 문제 해결과 관련한 프로그램 구성 및 운영 계획

- ▶ 본 교육연구단의 과학기술·산업·사회 문제 해결과 관련한 교육 프로그램 현황의 장·단점 분석 및 분석 결과를 통해 수립한 교육 프로그램 구성 및 운영 계획은 아래와 같음

<표 11-1.2-1> 교육 프로그램 현황 및 장단점 분석을 통한 운영 계획

교육 프로그램	교과목 구성	역량강화 비교과
현황	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 화학 전통 4대 분야 기초 및 심화 학습을 통한 학문적 호기심 고취 및 난제해결 중심의 교육과정 ▶ 다학제 융합형 교과목 부재, 타학과 Cross-Listing 부재 ▶ 산업관련, 최신연구동향 관련 교과목 비율 낮음 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 연구계획서 작성, 참고문헌관리, 논문작성법 등 학술활동 보조 역량 강화 교육 ▶ 대학원 공동 관리, 온라인 교육 등 학생 친화적 교육 환경 ▶ 학술 인재 역량 강화 비교과 프로그램이 대부분으로, 산업계 전문가 등 진로맞춤형 역량강화 프로그램의 비율이 낮음
장점	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 화학 분야 학술인재 양성 및 심도 있는 기초연구에 유리한 교과목 구성 ▶ 학계 진로 맞춤형 비교과 교육을 통한 역량 강화 	
단점	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 융합 분야 연구 및 문제해결 대응에 취약한 교과 및 비교과 프로그램 ▶ 산업계 전문가 양성을 위한 역량 강화 프로그램 부재 ▶ 최신 연구 동향 맞춤형 교과의 부재로 인한 연구-교육의 부조화 	



계획	<ol style="list-style-type: none"> 1) 기존 프로그램의 강점유지: 화학 기초 교과목 내실화 및 집중강의, 연구유리 등 기본 소양교육 유지 2) 교육과정 개편 및 교과목 신설: 교과목 개편을 통한 다학제간 융합형 인재 육성, 문제해결형 강의 신설을 통한 연구-교육 선순환 및 시너지 발생 3) 비교과 전문성 강화 및 진로맞춤형 이원화: 빅데이터, AI, 통계분석 등 미래 사회 맞춤형 전문성 강화 비교과 교육 프로그램의 확장, 진로맞춤형 역량강화 비교과 이원화 (학술인재/산업계 전문가)
----	--

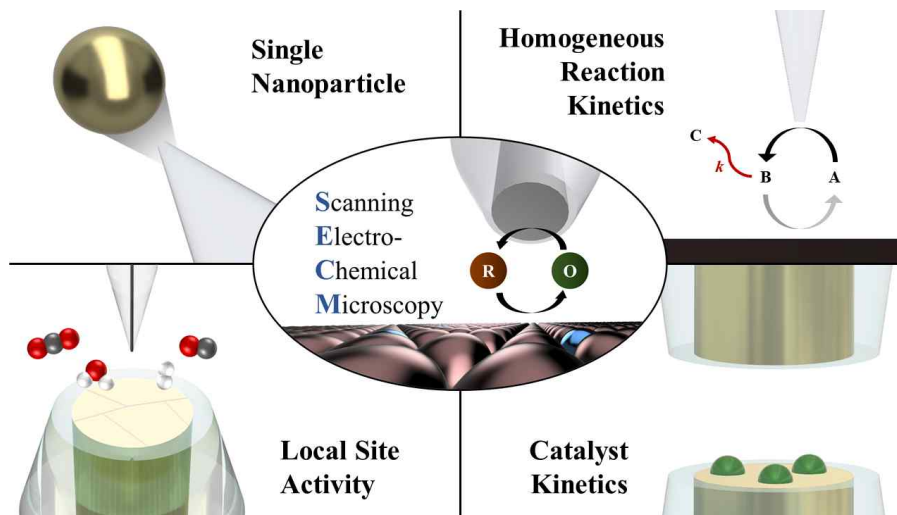
과학기술산업·사회 문제 해결과 관련한 프로그램 운영실적 및 현황

■ 과학기술·산업·사회 문제 해결에 기여할 수 있는 인재 양성을 위한 교육 프로그램 개편

- ▶ 미래 산업·사회문제 해결에 기여할 수 있는 인재양성을 위해 소재기반 에너지/바이오의 특성화 분야에 따른 교과목 개편을 단행하였음. 기존 프로그램의 강점을 유지할 수 있는 화학 기초 교과목의 내실화를 추구함과 동시에 융합형 인재 양성을 위한 특성화 교과목을 신설하였음. 또한, 기존의 특별연구, 특별실험 과목을 실질적인 문제 해결에 필요한 최신 연구동향 파악 및 과학기술 난제 해결에 필요한

주제발굴형, 문제해결형 과목으로 개편하였음

- ▶ 연구-교육 선순환을 위한 과제·학생맞춤형 강의 신설
 - 교과개편에 따라 ‘문제해결형’, ‘주제발굴형’ 강의를 신설하여 연구주제에 맞춘 융합형, 자기 주도 학습형 교육을 추구함. 연구가 강의를 생성하고 강의 과정을 통해 새로이 주제를 발굴하여 연구로 자연스럽게 이어지게 하는 연구-교육 간 선순환 구조를 확립할 것으로 기대됨
 - 2020년 2학기에 본 교육연구단 소속 교수가 주제발굴형, 문제해결형 강의를 각각 1강좌씩 시범 실시하였으며, 과목 운영 리뷰 및 수강생 피드백을 통해 향후 강좌 운영 가이드라인을 제시하였음
 - 2021년 1학기에 교과목 개편을 통해 기존의 특별연구, 특별실험 과목을 문제해결형, 주제발굴형 과목으로 대체하였으며, 2021년 2학기부터 융합형, 자기 주도 학습형 강의로 전면 시행 예정
 - 대학원생들을 대상으로 한 설문조사를 바탕으로 『화학연구방법론』을 신규 학생제안교과목으로 2021년 1학기에 개설하였음. 『화학연구방법론』은 대학원생들의 기초 연구역량을 향상시키기 위한 내용으로 구성되어 있으며, 영어논문작성법, 연구데이터 처리 및 논문용 그림 제작, 연구용 소프트웨어 사용법을 비롯한 내용을 포함하고 있음
- ▶ 주제발굴형 교과목으로 2020년 2학기 ‘에너지 소재화학’을 시범실시하였으며, 학생들이 강의를 통해 새로운 연구주제를 탐구하고 문헌 탐색을 통해 총설 논문을 완성하는 방식으로 진행함.
 - 산업·사회 문제 해결과 관련된 주제를 탐구하여 전고체 전지, 친환경 소재 등과 관련한 총설을 집필, 학생들로 하여금 산업과 사회 문제에 있어 화학이 기여할 수 있는 바를 탐색하는 기회를 제공함
 - 실제로 수업의 결과물로서 집필되어진 석사과정 학생의 총설 논문은 국제학술지에 게재되어 (Chinese Journal of Catalysis) 강의-연구의 선순환 구조를 확립함



<그림 II-1.2-1> ‘에너지 소재화학’ 주제발굴형 교과목 과제를 통해 국제학술지 총설 논문으로 출간된 “Modern Applications of Scanning Electrochemical Microscopy in the Analysis of Electrocatalytic Surface Reactions” 의 표지 그림

- ▶ 문제해결형 교과목으로 2020학년도 2학기 ‘무기촉매화학’을 시범실시하였고, 사회·산업 문제해결과 관련된 다양한 주제 중 무기화학적 관점에서 접근할 수 있는 주제를 탐색하고 연구 제안서를 작성함
 - 이산화탄소 저감 대책, 신재생에너지 활용 확대를 위한 촉매물질 개발과 같은 본 연구단의 목적성과 부합하는 지속가능한 미래를 위한 과제들을 다 수 발굴함
 - 본 수업을 통해 창출된 연구과제들을 대부분 국제 공동연구를 위한 제안으로, 본 연구단 운영위원회에서 심사하여 연구비 지원이 이뤄질 예정임. 추후 연구지원 및 국제파견을 통해 강의-연구-국제화로 이어지는 대학원 교육 내실화, 활성화를 완성할 계획임

〈표 II-1.2-2〉 문제해결형 ‘무기촉매화학’ 수업에서 발표된 국제/국내 공동연구 제안 목록

학생명	연구과제명
	▶ Combination of Microbial Fuel Cell and Redox Flow Battery for the Future Eco-friendly Energy Storage System
	▶ Interrogation of catalyst surfaces for the quantification of reaction intermediates by application of micro-sized electrode
	▶ Hydrogen Generation via Ammonia Electro-Oxidation Reaction with Single-Atom Alloy Catalysts
	▶ Effective Conversion of Carbon Dioxide to Dimethylcarbonate by using Cerium Oxide Filter
	▶ Fabrication of Indiene and Stanine Via Solid Melt Exfoliation Method for Photovoltaic Application

- ▶ 본 교육연구단의 교육 프로그램 개편에 따른 교육 운영을 지속적으로 확대할 것임
 - 2021학년도 2학기부터 전면 실시되는 문제해결형, 주제발굴형 교과목 운영을 통해 대학원생들이 당면한 산업·사회 문제 해결에 필요한 주제를 발굴하고 에너지/바이오 특성화에 따른 화학 관련 연구 기법을 통해 이를 해결할 수 있는 역량을 갖출 수 있는 교육-연구 선순환 구조를 확립하고자 함
 - 모듈화 강의, Flipped Class와 같은 수요자 중심 교육 비중을 늘려나갈 예정임
- ▶ 미래사회 산업·사회문제 해결의 핵심역량인 빅데이터, 인공지능 관련 교과목을 신설해 운영해 왔으며 4차 산업혁명 시대에 적합한 리더 양성을 위해 인공지능 기반 교육을 지속적으로 강화할 계획으로 대표적인 인공지능 관련 교육 프로그램 현황은 다음과 같음
 - 교수가 2019학년도 1학기에 개설하여 운영한 ‘인공지능 기반 의약화학 및 진단의 최신 경향’ 과목을 합성생물학 기반의 유전체 연구부터 전통적인 소분자 기반의 의약화학을 아우르는 수업 내용으로 확대개편하였으며 2021학년도 1학기부터 ‘AI 기반 의약화학’ 으로 정기적으로 개설하도록 하였음. 본 교과목은 인공지능에 대한 이해, 인공지능 기반 데이터 분석, 치료제 및 진단 기법 개발에 관련된 전반적인 사항을 다루게 되며 건강한 미래 사회에 필수적인 난치병 치료제 개발 역량 함양에 기여할 것임
 - 교수는 2020년 초에 『Data Science for Chemistry』을 집중강의로 개설하여 인공지능경망, 기계 학습 등의 방법론과 데이터 과학 분야를 소개한 바 있음. 2021학년도 2학기에는 『Computer Simulations in Chemistry』를 집중강의로 개설하여 다양한 화학과 세부 전공 학생들에게 계산화학에 대한 기초지식 및 인공지능을 이용한 화학 연구 기법을 강의할 예정임

■ 과학기술·산업·사회 문제 해결과 관련된 비교과 프로그램 운영

- ▶ 본부 대학원의 공통교과목 활용 및 비교과 시그니처 프로그램(Y-ABC)의 활용
 - 본 교육연구단 소속 대학원생들의 화학 외 핵심역량 강화를 위해 본부 대학원에서 마련한 공통교과목 및 비교과 프로그램(Yonsei Activities Beyond the Classroom; Y-ABC; <http://yabc.yonsei.ac.kr>)을 적극적으로 활용하고 있음
 - 지난 1년간 대학원생들의 연구역량 및 논문작성 능력 향상을 위한 ‘Web of Science 온라인 특강’, ‘국제 학술지 논문 투고 전략’, ‘영어 논문 작성법’ 등의 강좌들이 Y-ABC에서 온라인 강좌로 개설되었으며, 취창업 및 진로심리상담과 관련된 다양한 프로그램이 제공되었음
 - 대학원 공통으로 Y-ABC를 통해 신규 도입되는 미래사회를 위한 핵심역량(빅데이터, 통계분석, 인공지능, 창업지원) 관련 비교과 프로그램들을 적극 활용하여 산업전문가 진로 선택 학생들의 산업계 전문가로의 성장을 지원할 것임

- 공동기기원에서 연구에 필요한 각종 기기 교육을 제공하고 있음. NMR, MALDI와 같이 수요가 많은 기기의 경우 신입생을 대상으로 방학 중 정기교육을 운영하고 있으며, 여러 기기 사용법에 대한 신청을 받아 소규모의 교육 훈련도 병행하고 있음
- ▶ 진로 개발 및 산학연계 교육과정
 - 1차년도에는 코로나19로 인해 교육연구단 차원에서 산학워크숍을 개최하지 못하였음. 최수혁 교수가 소속된 ICONS 대사질환 치료제 개발 연구센터 주관으로 신약개발 성공사례를 보유한 제약업계의 연구책임자로 초청하여 신약개발 노하우와 관련된 산학 세미나를 여러 차례 개최하였으며 본 교육연구단 소속 대학원생들도 다수 참여하여 치료제 개발에 대한 실질적인 연구방법 및 노하우를 습득하였음
 - 차년도부터 코로나19 상황이 개선되는 대로 우수하고 차별화된 산학연계 세미나 과정을 신설하여 지역 산업체의 요구를 반영한 맞춤형 교과과정의 설치 및 기술적인 문제에 대한 교육 서비스를 제공할 계획임
 - 소속 대학원생마다 배정된 논문지도위원회를 통해 진로 개발 및 심리 안정을 지원할 것임. 논문지도위원회는 연구 지도교수 및 논문지도위원으로 구성되며 종합시험, 학위논문심사를 비롯한 대학원생 학위 과정 전반을 주관할 뿐 아니라 학위 후 진로 컨설팅 및 심리상담을 담당함
 - 교내 미래인재개발원에서는 대학원생을 지도하는 교수의 취업지원 역량개발을 돕기 위해 교내 온라인 교육 플랫폼인 LearnUS (<http://open.yonsei.ac.kr>)를 통해 ‘교수·직원 취업지원 전문가 양성과정’을 개설하였음. 현재 본 교육연구단 소속 참여교수 다수가 진로지도 전문성 향상을 위해 본 과정을 수강중이며 2021년 8월 중순 현재 장우동, 최수혁 교수가 과정을 수료하였음. 향후 취업컨설턴트(2급) 자격증 취득에도 도전하여 대학원생 진로 개발 지도에 교육 내용을 적용할 계획임
- ▶ 창업지원 프로그램 구축
 - 본 교육연구단을 통해 배출될 학위자들이 창업을 희망할 경우 연세대학교 내 창업지원단을 통한 우수한 기술 발굴을 위한 인프라를 제공할 계획임
 - 기술의 사업화와 동시에 지역 및 산업계의 문제해결을 보다 적극적으로 해결할 기회를 제공하는 온라인 기반 연세-지역사회 문제 데이터베이스를 활용할 예정임
- ▶ 교내 융복합 연구 활성화 및 우수인재 조기 발굴 확대
 - Yonsei R&E Initiative 프로그램을 통해 학부과정에서 우수한 인재를 조기에 학문 공동체로 유입될 수 있도록 하는 ‘학부-대학원 연계과정’을 확대하였음. 또한 연구실험을 및 연구인턴의 내실화를 가져옴으로써 학부생들이 동대학원으로 진학하는 비율이 증가하였음
 - 본 교육연구단 소속 교수는 교내 융복합 연구의 활성화를 위한 연세 미래융합연구원 (ICONs: Institute of CONvergence Science) 산하 ‘대사질환 치료제 개발 연구센터’에 주도적으로 참여하고 있음. 본 연구센터에는 교내 의과대학, 약학대학, 생명시스템 대학 교수들이 참여하고 있으며 외부 신약개발 연사를 초청하는 세미나를 주기적으로 개최하고 있음. 또한 학계 및 산업계 신약개발 전문가를 초청하는 ‘대사질환 신약개발의 Know-How 심포지엄’을 매년 정기적으로 개최하고 있음. 본 교육연구단 소속 최수혁 교수는 세미나 일정, 연사 연락을 비롯한 세미나 조직 전반에 관여하고 있음
 - 2020년 9월부터 2021년 2월까지 두 차례의 세미나와 두 차례의 심포지엄을 ‘대사질환 치료제 개발 연구센터’ 주관으로 개최하였으며, 총 16명의 초청연사가 다양한 기전의 대사질환 치료제 개발 연구성과를 발표하였음.
 - 2021년 3월부터 8월까지 두 차례의 세미나를 개최하여 4명의 연사가 발표하였으며 9월부터 추가 세미나 및 심포지엄을 계획하고 있음
 - ICONS 연구센터에서 지난 1년간 초청한 연사 20명 중 10명이 제약업계의 신약개발 전문가이며 LG 화학, 동아제약, 현대약품, 일동제약을 비롯한 제약업체 및 신약개발 노하우를 보유한 벤처회사와

같은 다양한 업체에서 소속되어 있음. 향후 이들 제약업계 전문가들 및 교내 ICONS 참여 교수진과의 연구 네트워크를 구축하여 신약 개발을 위한 공동연구 주제 및 방안을 추진할 것임

▶ 2021년도 연세대학교 어깨동무사업 선정

- 『어깨동무사업』은 연세대학교 BK21FOUR 대학원혁신지원사업을 기반으로 교내 BK21FOUR 교육연구단과 지역대학 우수연구자간의 공동연구를 지원하는 사업임.
- 『어깨동무사업』을 수행하는 교육연구단과 지역대학 연구자간의 네트워크 구축 및 확장을 통해 지역사회 문제해결에 기여할 공동연구를 수행하고 연세 연구의 사회적 가치를 제고하는 것을 목표로 함
- 본 교육연구단은 부산대 화학과 연구진과 함께 ‘고전자효율 유기 산화-환원 반응 연구’를 주제로 『어깨동무사업』에 선정되었음. 본 교육연구단에서는 단장인 교수를 비롯하여 총 7명의 소속교수가 참여하고 있으며, 부산대에서는 3명의 화학과 교수진이 참여함
- 『어깨동무사업』수행기간은 2021년 6월부터 2025년 2월까지 총 42개월이며, 연간 5,000만원의 연구지원비를 활용하여 공동연구수행 및 다양한 연구교류(학술평론, 공동연구 세미나, 유기-전기화학 관련 소규모 컨퍼런스 개최)를 할 예정임
- 본 사업은 BK21FOUR 선정후 처음으로 교내 연구사업을 통해 지역사회문제 해결을 위해 외부연구기관과의 협업을 수행하는 데 의의가 있으며, 본 연구사업 수행을 통해 연구 네트워크를 확장하고 당면한 지역사회 문제해결에 기여할 연구역량을 향상시킬 수 있을 것으로 기대됨

■ 과학 대중화 및 미래인재 육성 기여 교육 활동

▶ NAVER 화학백과

- 본 교육연구단 소속 교수는 대한화학회에서 주관하고 NAVER에서 지원하는『NAVER 화학백과』제작에 분석화학 부문 위원장으로 참여하였음. 앞으로도 최신 화학 용어 및 개념에 대한 정보를 지속적으로 추가하여 정확한 화학지식을 일반 대중에게 제공할 것임

▶ 영재교육원

- 본 교육연구단은 중학생 과학영재들을 교육하는 영재교육원을 매주 토요일마다 운영하고 있음.
- 창조적 융합형 영재를 교육한다는 비전하에 본 교육연구단 소속 전임교원이 화학-생물 인재 선발 및 교육을 담당하고 있음
- 2021년도 2학기 중에는 본 교육연구단 소속 교수가 융합형 특강을 할 예정임

▶ 화학올림피아드

- 본 교육연구단 소속 교수진은 전 세계의 고등학생들의 화학 실력을 겨루는 권위 있는 대회인 화학올림피아드 위원회에 주도적으로 참가하여 중등 화학교육에 이바지하고 있으며 중·고등학생들에게 화학에 대한 흥미를 증진 시키고 국제 대회 성적 향상을 통한 국위 선양에 이바지해오고 있음
- 본 교육연구단 소속 교수는 현재 화학올림피아드 위원회 위원으로 매년 국제 화학올림피아드(IChO)에 참가할 국가대표 학생들을 선발하고 교육하는 일을 담당하고 있음. 또한 중학생들의 화학 능력을 측정하는 중학생 화학대회 문제 출제 및 검토를 담당하고 있음
- 2021년 상반기에는 화학올림피아드 준비 학생들을 위해 제공하는 온라인 교육 문제에 대한 정답 해설과 풀이를 온라인 동영상으로 제공하기 시작했음. 교수는 4월과 7월 두 차례에 걸쳐 유기화학 문제 풀이를 온라인 동영상으로 제공하였으며 주기적으로 온라인 강의를 제공할 계획임. 이를 통해 올림피아드 준비 학생들의 사교육 부담을 줄이고 고급과정 화학 학습 기회를 많은 이들에게 제공하는 계기가 될 것으로 기대됨

■ 과학기술 연구윤리 확립

- ▶ 본 교육연구단의 교육 프로그램은 미래 산업 사회 문제 해결에 필요한 연구 역량과 더불어 올바른

과학연구윤리를 갖춘 인재 양성을 목표로 하고 있음. 이를 위해 ‘연구윤리’ 과목을 대학원생 졸업 필수과목으로 지정하여 운영하여 왔으며, 2021년 2학기부터는 대학원 공통으로 ‘연구윤리’ 과목을 확대 개편하여 운영할 예정이다. 또한 2021년 1학기에 개설한 ‘화학연구방법론’ 과목의 수업에서 논문 표절과 같은 연구 윤리 위반을 방지할 수 있는 올바른 연구방법 교육을 추가로 진행한 바 있으며 매년 기초과목으로 개설할 예정이다

- ▶ 본 교육연구단의 교수는 한국연구재단에서 발간한 ‘실무자를 위한 연구윤리 통합 안내서’의 집필에 참여하였음. 본 안내서는 연구윤리 관련 법규, 질의응답, 연구윤리 실무 매뉴얼을 비롯한 종합적인 내용을 담고 있으며 대학원생 연구원을 비롯한 연구 실무자들이 연구윤리에 입각하여 연구를 수행할 수 있는 가이드라인을 제공해 줄 것을 기대됨
- ▶ 교수는 연구윤리 전문가로서 총리실 정부업무평가위원회 위원, 교육부 연구윤리자문위원회 위원으로 활동중이며, 우리나라 전국 120여 개 대학의 연구윤리진실성위원회가 참여하는 『대학연구윤리협의회』 (<http://kucre.or.kr>)의 창립을 주도하여 초대 사무총장직을 역임한 후 이사로 재직 중임. 이러한 활동을 통해 우리나라의 연구윤리 관련 규정의 제정과 정책 발전에 이바지하고 있음
- ▶ 교수는 2021년 7월 6일 한국과학기술한림원에서 온라인으로 주최한 ‘국내 대학 연구경쟁력의 현재와 미래’ 원탁토론회에 지정 토론자로 참여하여 코로나19로 인한 급속한 변화에 대응하기 위한 대학의 연구경쟁력 강화, 대학 혁신 방안에 대한 논의를 진행하였음

계획 대비 실적 분석 및 향후 추진 계획

■ 과학기술·산업·사회 문제 해결에 기여할 수 있는 인재 양성을 위한 교육 프로그램 개편

- ▶ 연구-교육 선순환을 위한 과제·학생맞춤형 강의 신설
- ▶ 미래사회의 사회·산업 문제 해결을 위한 핵심역량인 빅데이터, 인공지능 관련 교과목을 정기적 운영으로 계획했던 바와 같이 성실하게 목표 달성이 진행되고 있음

■ 과학기술·산업·사회 문제 해결과 관련된 비교과 프로그램 운영

- ▶ 연세시그니처(Y-ABC) 사업, 진로 개발, 산학연계 프로그램, 창업지원 프로그램 등의 운영으로 교육-연구를 통해 얻어진 성과물들이 사회·산업 문제해결에 기여할 수 있는 발판을 마련함
- ▶ 교내 미래융합연구원(ICONS) 산하 연구센터 및 『어깨동무사업』 과제 수행을 통해 교내 타학과 소속 교수 및 외부 기관 연구자들과의 연구 네트워크를 확장하고 융복합 연구를 통해 지역사회문제 해결에 기여할 수 있는 발판을 마련함

■ 과학 대중화 및 미래인재 육성 기여 교육 활동

- ▶ 본 교육연구단 소속 교수들은 Naver 화학백과 집필, 영재교육원 운영 및 강의, 화학올림피아드 대표 선발 및 교육 등의 다양한 과학 대중화 활동 및 이를 통한 미래인재 육성에 기여하고 있음

■ 과학기술 연구윤리의 확립

- ▶ 연구윤리 교과목을 성실하게 운영하고 있음
- ▶ 본 교육연구단 소속 교수가 교육부 연구윤리자문위원, 『대학연구윤리협의회』 이사활동 등 연구윤리 확립에 많은 기여를 하고 있음

■ 향후 추진 계획

- ▶ 개편된 교육 프로그램의 확대 운영
 - 2021학년도 2학기부터 문제해결형, 주제발굴형 교과목의 운영을 전면적으로 확대하여 대학원생들이 당면한 산업·사회 문제 해결에 필요한 주제를 발굴하고 에너지와 바이오 분야의 특성화에 따른 화학 관련 연구 기법을 통해 이를 해결할 수 있는 역량을 갖추어 줄 수 있는 교육-연구 선순환 구조를 확립하고자 함
 - 모듈화 강의, Flipped Class와 같은 수요자 중심 교육 비중을 늘려나갈 예정임
- ▶ 수요자 중심의 교육 확대
 - 대학원생들을 대상으로 설문 조사 및 과목별 피드백을 통해 학생제안교과목과 같이 학생들이 필요로 하는 주제 관련 교과목을 정기적으로 개설할 것임
 - 산업·사회 문제 해결에 필요한 연구 관련 강의 내용을 모듈화 교육을 통해 특성화 과목에 반영할 것임.
- ▶ 대학원 혁신을 통한 교육 프로그램 확장
 - Y-ABC를 비롯한 비교과 프로그램의 효율적인 운영을 통해 학생 연구자들의 연구역량 향상, 진로 개발, 창업 등을 지속적으로 지원함으로써 사회·산업 문제해결에 기여할 수 있는 교육-연구 선순환 구조를 더욱 공고히 할 것임
- ▶ 융복합 연구를 통한 지역사회 문제해결 기여
 - ICONS 연구센터를 통한 교내 융복합 연구 활성화
 - 연세대-부산대 화학과의 어깨동무사업을 통한 외부기관과의 융복합 연구 활성화

2. 인력양성 계획 및 지원 방안

2.1 최근 1년간 대학원생 인력 확보 및 배출 실적

<표 2-1> 교육연구단 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	60	20	70	150
	2021년 1학기	73	18	69	160
	계	133	38	139	310
배출 (졸업생)	2020년 2학기	15	5		20
	2021년 1학기	12	8		20
	계	27	13		40

2.2 교육연구단의 우수 대학원생 확보 및 지원 계획

4C 인재의 성공적인 양성을 위한 확보 및 지원 플랫폼 구축

- ◆ 대학원 학위과정 홍보 및 학부-대학원 연계프로그램 강화
- ◆ 대학원생 처우 개선 및 국제적 감각 및 소양 함양을 위한 교육 지원
- ◆ 학습자 중심 교육 프로그램 및 진로, 경력 개발 프로그램 제공



우수 대학원생 확보 계획 및 실적

▣ 대학원 학위과정 홍보 강화

- ▶ **【연구체험 프로그램】** 정규 교과로 편성되어 있는 『연구실험』과 비교과 『인턴연구』를 통해서 학부생들이 대학원 연구실의 연구를 체험할 기회를 제공하여 대학원에 대한 이해를 돕고 연구 의욕을 고취
 - 정규 교과로 운영되는 『연구실험』은 3개월의 단기간 연구체험이지만, 비교과 『인턴연구』의 경우 비교적 장기간에 걸친 프로젝트 수행이 가능함
 - 『연구실험』에는 2020학년도 2학기에서 2021학년도 1학기까지 총 45명의 학생이 참여하였으며 수행평가를 위해 학생들이 주도적으로 수행한 연구 결과를 구두발표 혹은 포스터 발표를 진행함

<표 II-2.2-1> 당해연도 학기별 연구실험을 수행한 학부생과 지도교수

지도교수	2020-2학기	2021-1학기
------	----------	----------

- 『인턴연구』에는 22명의 학부생들이 참여하여 연구 경험을 쌓음

〈표 II-2.2-2〉 당해연도 인턴연구를 수행한 학부생과 지도교수

지도교수	참여학생(참여기간)
------	------------

- 총 10명의 본교 3, 4학년 학생들이 연구실험 및 인턴 경험을 바탕으로 대학원을 진학하였거나 진학 예정임. 지난 1년간 연구실험, 인턴 경험에 참여한 학생들은 2학년부터 4학년까지 다양하였으므로, 향후 연차가 거듭될수록 학부 연구 경험을 통하여 진학하는 학생의 수는 증가할 것으로 예상됨

〈표 II-2.2-3〉 연구실험 및 인턴연구를 수행하고 진학한 대학원생 명단

지도교수	성명	대학원 진학 시기
		2021-1학기
		2021-2학기
		2022-1학기 입학 예정 (학부-대학원 연계)
		2021-2학기
		2021-1학기
		2021-1학기
		2021-2학기
		2022-1학기 입학 예정 (학부-대학원 연계)
		2022-1학기 입학 예정 (학부-대학원 연계)
		2021-2학기

- ▶ 【학사지도 프로그램】 『학부-대학원 워크샵』, 『오픈랩(Open-lab) 행사』, 『교수 멘토제』 등 다양한 학사지도 프로그램을 이용한 대학원 홍보를 진행하고 있으며 우수연구자의 발굴을 위해 노력하고 있음

『학부-대학원 워크샵』과 『오픈랩(Open-lab) 행사』는 코로나-19 감염병 확산으로 정상적인 시행이 어려웠으나, 학과 브로셔 및 교수 멘토제를 통하여 학부생들에게 대학원 프로그램을 홍보함으로써 이를

보완함. 코로나 감염병으로 인한 상황이 개선됨에 따라 워크샵 및 행사를 적극 추진 예정임

- 학부생들의 원활한 학사지도를 위하여 『교수 멘토제』를 신설하여 현 2학년 학생들을 대상으로 멘토 교수를 지정함
- 멘토 교수는 매 학기 1회 이상의 멘티 학생들과 온라인/오프라인으로 면담을 진행하여 학사관리에 도움을 주고 있음
- 『교수 멘토제』는 단계적인 확대를 거쳐 전 학부생을 대상으로 운영할 계획임
- ▶ 【홍보 매체의 활용】 웹사이트와 브로셔를 통한 대학원의 홍보 강화
 - BK21FOUR 프로그램 및 대학원 프로그램 홍보 브로셔를 제작 배포함
 - 홈페이지 콘텐츠를 보강 및 영어 웹사이트를 운영하여 해외 우수 학생을 포함한 우수 학생들이 대학원 과정에 관심을 가지고 지원할 수 있도록 유도하고자 함
 - 홈페이지에 교수 연구내용 및 학과 소개자료를 업데이트하였으며, 학과 『발전홍보위원회』를 통해 전면적인 홈페이지 개편을 추진하고 있음
- ▶ 【해외 홍보 및 장학금 유치】 해외 현지 방문을 통한 우수 대학원생 유치 강화 및 해외 우수 유치 장학금 운영 강화
 - 동남아시아, 동유럽 지역을 전략 지역으로 선정하여 직접 방문 등을 통한 사업단 홍보 및 대학원생 유치 활동을 진행하고자 함
 - 코로나-19 감염병 확산으로 부득이하게 1차년도에는 해외 방문 홍보는 시행할 수 없었으나, 코로나-19 상황이 개선되면 적극적으로 추진할 예정임
 - 우수외국인 이공계 학생들에게 장학금 제공: 2021학년도 1학기 입학생인 국적: 지도교수:) 학생은 현대차 정몽구 글로벌 장학사업의 지원을 받음 (지원기간: 2021.09-2025.08, 지원내용: 등록금 전액, 학습지원비 학기당 600만원, 정착지원금 250만원, 졸업격려금 100만 원)

■ 우수 대학원생 확보를 위한 학부-대학원 간 연계프로그램의 활용

- ▶ 【학부-대학원 연계 학위과정】 『연구실험』, 『인턴연구』를 통한 연구실 체험과정에서 우수한 연구력을 보유하고 있는 학부생을 발굴하여 학부-대학원 연계프로그램에 지원하게 함으로써 연구의 연속성과 경쟁력을 확보할 수 있음
 - 연계과정 신청자격: 학부 2학년(4학기)을 수료하고, 전 학년 평균학점이 3.3/4.3 이상인 자
 - 연계과정 지원시기: 4학기 수료 후 ~ 8학기 진입 전
 - 학부-대학원 연계과정 장학금 운영: 학부-대학원 연계과정을 거쳐 석사과정 및 석·박사통합과정에 입학하는 학생에게는 『연계과정 전액 장학금』을 지급. 학교 차원에서 성적과 학과를 동시에 고려하여 매 학기 최대 300명에게 장학금을 지급함. 최대 지급 학기는 석사는 3학기, 석·박사통합은 5학기임
- ▶ 【학부-대학원 연계프로그램의 홍보】 학부-대학원 교류의 활성화를 통해서 학부-대학원 연계프로그램의 홍보를 강화
 - 매년 실시되고 있는 『학부-대학원 워크샵』 및 『화학인의 밤』 행사는 코로나-19 감염병 확산으로 인하여 진행이 어려운 상황이지만, 『연구실험』, 『인턴연구』, 『교수 멘토제』 등을 이용하여 학부생들에게 안내하고 독려함
 - 지원 경쟁률이 점차 상승하고 있으며 2020학년도 2학기 1명, 2021학년도 1학기 3명의 학생이 학부-대학원 연계프로그램에 합격함

<표 II-2.2-4> 학부-대학원 연계프로그램을 통해 진학한 대학원생 명단

지도교수	성명	입학학기
		2020-2학기

2021-1학기

2021-1학기

2021-1학기

우수 대학원생 지원 계획 및 실적

■ 우수 대학원생을 위한 장학지원 및 인센티브의 확대

- ▶ 【TA 및 RA 제도 개편】 대학 차원의 선진형 Teaching Assistant (TA) 및 Research Assistant (RA) 제도 개편 및 재정 투입 확대
 - 2020학년도 2학기에 총 69명(참여대학원생의 63%), 2021학년도 1학기에 총 82명(참여대학원생의 71%)의 대학원생이 조교(TA)로 활동함 (학기당 평균 약 185만 원을 지급)
 - TA 학기 제한 완화: 박사·통합과정의 경우 각 8학기, 12학기까지 자격 완화됨
 - GSI(Graduate Student Instructor) 유형 신설: 대학원 혁신비 활용, 등록금+생활비 250만 원 이내 지원
 - 박사과정생 대상 GSRA(Graduate Student RA) 지원 유형 추가: ① 학기 제한 완화(박사 3-8학기/통합 5-12학기)로 자격 제한 완화, ② 금액 상향(등록금+생활비 250만 원으로 상향)
 - YGF(Yonsei Graduate Fellowship): 우수박사(통합) 정규 학기생을 대상으로 생활비 지원 포함, 지원액 및 지원 기간 상향하여 장기적 연구수행 지원
- ▶ 【각종 포상 제도】의 시행을 통해 연구 의욕을 고취하고 우수한 연구자로 성장할 수 있도록 지원함
 - 우수연구상: 대학원 과정 중에 수행한 연구를 우수한 학술지에 발표하였을 때 이를 교육연구단 평가위원회에서 심사하여 포상하기로 계획함
 - 2020년 9월부터 12월까지의 대학원생들의 논문실적을 바탕으로 8명의 학생에게 우수연구업적 성과급을 지급함
 - 2021년도 1월부터 8월까지의 실적은 9월 중 평가하여 성과급 지급 예정

<표 II-2.2-5> 논문 평가 등급별 성과급 체계

평가 등급	구분	성과급
A	화학분야 권위지	50만원
B	분야별 상위 5%	40만원
C	분야별 상위 10%	25만원
D	분야별 상위 25%	10만원

<표 II-2.2-6> 2020학년도 대학원생 우수논문 포상 결과

지도교수	성명	우수 논문 (제1저자)	성과급
		Angewandte Chemie International Edition (A 등급, 2편)	100만원
		Small (C 등급, 1편)	25만원
		Journal of Catalysis (B 등급, 1편)	40만원
		Analytical Chemistry (C 등급, 1편)	35만원
		Chemical Communications (D 등급, 1편)	10만원
		Organic & Biomolecular Chemistry (D 등급, 1편)	10만원
		Angewandte Chemie International Edition (A 등급, 1편)	50만원

- 우수조교상: 2020년도 2학기에 총 69명, 2021년도 1학기에 총 82명의 대학원생이 조교(TA)로 활발히 활동하였으며 조교를 담당한 대학원생들을 학부학생들, 조교장, 및 담당교수가 평가하여 교육연구단 운영위원회에서 우수 조교를 선정하여 포상함

- 2020년도 2학기, 2021년 2학기에 총 28명의 학생이 우수 조교로 선정됨

<표 II-2.2-7> 당해연도 대학원생 우수 조교 선발 및 과목 내역

2020-2학기 우수조교	담당 과목 (역할)	2021-1학기 우수조교	담당 과목 (역할)
	일반화학및실험		일반화학및실험
	일반화학및실험		일반화학및실험
	일반화학및실험		일반화학및실험
	일반화학및실험		일반화학및실험
	일반화학및실험		일반화학및실험
	일반화학및실험		영상조교
	일반화학및실험		영상조교
	일반화학및실험		일반화학및실험
	유기화학실험		분석화학실험
	유기화학실험		분석화학실험
	물리화학실험		무기화학실험
	물리화학실험		무기화학실험
	사무조교		사무조교
	조교장		조교장

- 우수연구 및 학업상: 참여대학원생들의 연구 및 학업성취 의욕을 북돋우기 위하여 현재 진행 중인 연구 결과들을 토대로 국내외 학회 참가 및 장단기해외연수 지원 등의 기회를 제공하기로 계획하였으나, 코로나-19 감염병 확산으로 인하여 해외연수 등을 적극적으로 지원하지 못하였으며 상황이 개선되는 대로 시행 예정임

▶ **【장학금 혜택의 확대】** 우수 대학원생을 발굴하여 교내외 장학금의 혜택을 받을 수 있도록 적극적으로 지원함

- 학생 중심의 실용적인 융합 연구문화 기반 조성을 위한『연세 Junior 융합연구 그룹』을 운영하고 있으며 대학원생이 개인연구 또는 융합연구를 수행하고자 할 때 연구계획서와 신청서를 심사하여 연구지원금을 제공

- 대학원생 아이디어 인큐베이팅(IIF) 지원사업: 박사학위 논문 연구계획서를 기반으로 심사하여 지급하는 DF(Dissertation Fellowship)과 연구역량을 기반으로 심사 및 지급하는 ARF(Academy Research Fellowship)으로 구분되며, 교내 BK21FOUR 참여 대학원생(석사 4학기, 박사 8학기, 통합 12학기 이내)을 대상으로 하며, 학기별 100만원이 지급됨

- 외부 장학금 유치를 위해 적극적으로 노력하고 있으며 현재 다수의 참여대학원생이 <표 II-2.2-8> 과 같이 한국연구재단 및 현대차 정몽구 재단을 통해서도 지원을 받고 있음

<표 II-2.2-8> 2021학년도 대학원생 외부 장학금 내역

지도교수	학생성명	장학금 / 지급기관	수혜 기간
		박사과정생연구장려금 / 한국연구재단	20210601-20220531
		박사과정생연구장려금 / 한국연구재단	20210601-20220531
		박사과정생연구장려금 / 한국연구재단	20210601-20230531
		글로벌박사양성사업 / 한국연구재단	20190301-20210228
		현대차 정몽구 글로벌 장학사업 / 현대차 정몽구 재단	20210901-20250831
		학문후속세대지원사업 / 한국연구재단	20190901-20210831

■ 대학원생 연구 수월성 및 복지를 위한 교육인프라 확대

- ▶ **【실험실 공간 확충】** 실험실 연구공간의 부족을 해소하기 위해 추가 공간 확보를 위해 지속해서 노력하고 있음
 - 2015년 과학관을 증축하여 3,697㎡의 면적을 확보하였으며, 연구실당 35㎡ 정도의 공간이 추가로 확보됨
 - 학부 전공실험실 리모델링 공사를 통해 2021년 학부기기/실험준비실로 사용하던 과학관 447호(24㎡)를 실험실 공간으로 확보하였으며 과학관 418호(stockroom) 및 과학관 419호(문헌실), 약 70㎡의 공간을 실험실로 확보 예정임
 - 현재 생명시스템대학에서 활용하고 있는 과학원의 증축이 확정되었으며, 증축 공간의 20%를 이과 대학에 할당하는 것이 결정되어 장기적으로 추가 연구공간의 확보가 가능할 것임
- ▶ **【대학원생을 위한 복지 향상을 위한 공간 확보】** 실험실 공간 확충과 더불어 과학관 401B호 공간을 학생들의 복지 공간으로 변경 예정이며, 대학원생 라운지로 사용 중인 과학관 451호에 대형모니터를 설치함
- ▶ **【실험실 환경안전 개선】** 흡후드 설치, 석면 제거, 실험실 리모델링 등을 통해서 안전한 실험실 환경을 추구함
 - 과학관 434호, 435A호, 435B호의 석면 제거공사, 과학관 511호에 흡후드 신설 등으로 안전한 연구 환경을 확보함
 - 과학관 421호 학부실험실 환경개선사업을 통하여 대학원생의 조교 활동에 대한 안전을 확보함
- ▶ **【주거 안정 지원】** 대학원생 전용 제중·법현학사 개소 등 기숙사 공간의 확충
- ▶ **【대학원생 심리지원 상담·코칭 프로그램 운영】** 대학원생의 대인관계, 학업 스트레스, 진로에 대한 불안감 등에 대해 도움을 줄 수 있는 심리지원 서비스 제공

■ 학업 전주기 지원 플랫폼 구축

- ▶ **【진로 지원 플랫폼 활용】** 대학원 진로 지원을 위한 조직 및 시스템 구축 (학사포탈·연구정보·커리어 연세 시스템 운영)
 - 대학원생의 진로 지원을 위하여 교육연구단 내 『진로지원위원회』를 설치하였으며, 위원회의 교수들()은 교내 LearnUs 교육플랫폼에서 지원하는 취업 지원 전문가 양성과정을 수료함
 - 대학원생 진로 관련 상담 내용 DB 구축 및 활용을 통한 빅데이터, AI를 활용한 맞춤형 진로 지원
 - 대학 온라인 교육플랫폼 LearnUs를 구축하여 진로 탐색 프로그램 제공
 - 학교 차원의 통합 경력관리 시스템 운영: 입학-졸업까지 지속적인 경력관리를 위해 학사 및 연구경력, 진로 전문성 강화를 위한 비교과 교육 이수 등을 통합 관리할 수 있는 시스템(커리어 연세) 운영 중
- ▶ **【논문지도위원회】** 교육연구단 내 학생 지도시스템 강화 및 커리어 관리를 위해 『논문지도위원회』를 설치
 - 학위 지도교수 외 『논문지도위원회』와의 정기적인 면담을 통해 연구 진행 상황 점검을 받도록 하여 연구 진행의 수월성 및 집중력 향상, 연구내용에 대한 지도교수 외 타 분야 교수의 피드백도 반영되므로 연구에 대한 새로운 시각을 부여하고 폭넓은 지식습득을 유도
 - 학위 기간 내 지도교수 외 교수들과도 지속적인 만남 및 상호작용하도록 하여 학과에 대한 소속감을 고취함
 - 위원회 교수들과의 개인적 만남에서는 연구내용뿐만 아니라, ① 전반적인 대학원 생활 만족도에 대해서 논의하여 학생들의 지속적인 심리적 안정감을 도모, ② 커리어 진로 상담도 함께 하도록 하여 졸업 후 청사진 제시 및 목표 의식 고양, ③ 학생들의 학위 중도 포기 방지를 통한 학위과정 유지율

(retention rate)의 최대화

- 2021년도 2학기 통합과정 및 박사과정 입학생부터 적용됨
- 대학원생이 희망하는 논문지도위원을 1, 2, 3순위까지 신청하며 대학원 주임교수가 학생의 선호도를 최대한 반영하여 배정함
- 논문지도위원은 휴직, 파견, 또는 6개월 이상의 연구 출장인 경우를 제외하고는 담당학생과 연례 면담을 진행하며 학생의 학위 논문 심사에 참여함

■ 교육 프로그램 개편을 통한 학습자 중심 프로그램 제공

- ▶ 미래 이슈를 반영한 학생 중심 교과목 체계 구축<1.1 교육과정 구성 및 운영 현황과 계획 참조>
 - ① 미래 사회 이슈(환경, 에너지, 건강/노령화) 등 다양한 사회적 문제에 도전적, 능동적인 대처 가능한 인재 양성
 - ② 융합적, 능동적 교육 시스템으로의 혁신: 융합 프로그램 확대 및 팀티칭이 가능한 연구맞춤형, 모듈형 교과 개발
 - ③ 문제 중심 교육으로의 혁신: 문제해결형 학습과 주제발굴형 학습을 통해 학생들의 문제해결 능력 증진 및 프로젝트 수행 능력 배양

■ 국제적 감각 및 소양 함양을 위한 교육 지원 강화

- ▶ 연구윤리와 연구공동체의식 교육 강화: 대학원생들은 연세대 온라인 교육플랫폼(LearnUS)을 통해 윤리교육 프로그램을 의무적으로 이수함
- ▶ 글로벌 교육 및 연구 네트워크 구축 <6.1 교육 프로그램의 국제 현황 및 계획 참조>
 - ① 세계적인 교육/연구기관들과의 Alliance 구축을 통해 적극적인 연구 협력, 학생파견, 공동논문, 방문 연구 등의 교류 수행
 - ② 해외 연구팀, 대학원생들과의 공동 학술 심포지엄 등을 추진하여 대학원생의 해외 교류를 활성화하고 해외방문 연구지원사업을 신규 개설하여 장기 및 단기 해외연수를 적극적으로 지원함
 - 코로나-19 감염병 확산으로 해외 방문 연구는 진행할 수 없었으나 <Innovative Materials for Sustainable Future>라는 주제로 한국, 일본, 중국 3개국이 참여하는 국제 심포지엄을 개최하고 교육연구단 참여학생들에게 글로벌 교육 기회를 제공함 (연사: ① Prof. / Hokkaido University, Japan, ② Prof. Qingdao University of Science and Technology, China, ③ 교수/한국과학기술원, ④ Prof. / Tokyo Institute of Technology, Japan, 진행: 교수/연세대학교)
- ▶ 대학원생의 국제 학술 활동 지원 강화
 - 글로벌 인재양성을 위하여 대학원생의 국제학회 참석을 유도하고, 특히 구두발표의 기회 확대를 장려하기 위한 교육연구단의 지원 확대하기로 계획함
 - 코로나-19 감염병 확산으로 국제학회 참석이 제한되었으며 온라인으로 개최되는 국제학회에 희망자들에 대해서 참석할 수 있도록 하였음
 - 코로나-19 감염병 확산이 종식되면 국제적 감각 향상을 위해 오프라인 학회의 참석을 적극 장려 예정임
- <6.1 교육 프로그램의 국제 현황 및 계획 참조>
- ▶ 학위과정의 언어 능력 요건 강화
 - 학위 논문은 모두 영어로 작성하고 있으며, 박사학위 심사는 영어 발표를 의무로 하고 있음
 - 영어 능력 강화를 위하여 대학원생 세미나 수업에서 학생들은 영어로 세미나 발표를 수행하고 있으며, 2021학년도 1학기 『화학연구방법론』 강의에서 영어 논문 작성법에 대해서 강의함
 - 대학원 영어강의 비율: 본 교육연구단의 영어강의 비율은 2018년 55%, 2019년 70%, 2020년 76%로 점진적으로 증가 추세에 있으며, 영어강의 비율 70% 이상을 유지할 계획임

2.3 참여대학원생의 취(창)업의 질적 우수성

<표 2-2> 2021.2월 졸업한 교육연구단 소속 학과(부) 참여대학원생 취(창)업률 실적 (단위: 명,%)

구 분		졸업 및 취(창)업현황 (단위: 명, %)					취(창)업률% (D/C)×100
		졸업자 (G)	비취업자(B)		취(창)업대상자 (C=G-B)	취(창)업자 (D)	
			진학자				
			국내	국외	입대자		
2021년 2월 졸업자	석사	15	1	0	0	14	68%
	박사	5	X		0	5	
2021년 8월 졸업자	석사	12	0	0	0	12	25%
	박사	8	X		0	8	

■ 2021년 2월 및 8월 졸업생의 취업 현황

- ▶ 본 교육연구단은 연구중심대학으로서의 꾸준한 성장을 목표로 첨단산업 분야와 관련된 다양한 교육을 시행하고 있음
- ▶ 지속가능한 미래사회구현을 위한 소재기반 에너지·바이오 분야의 산업 및 교육 분야에 이바지할 수 있는 화학 인재 양성을 추구하고 있음
- ▶ 아울러 창의성, 도전성, 전문성을 겸비하고 산업분야에 이바지할 수 있는 인재 확보와 취창업률 향상을 위한 교육을 꾸준히 추진해온 결과, 학문 분야를 이끌 수 있는 연구자 및 첨단 산업 분야를 선도할 수 있는 다수의 인재를 배출함
- ▶ 본 교육연구단의 졸업생 대부분은 전공분야의 전문성을 살려 교육기관 및 산업체 응용연구 분야에 다양하게 기여할 수 있는 기관에 취업하였음
- ▶ 국가 청년 실업률이 꾸준히 증가하고 있음에도 불구하고 일정 수준 이상의 취업률을 꾸준히 유지해 오고 있어 본 교육연구단의 교육역량의 우수성을 입증함

■ 2021년 2월 및 8월 졸업생의 취업 및 진학 분야 분석

- ▶ 본 교육연구단의 지난 1년동안 졸업생은 40명(20명: 2월 졸업, 20명: 8월 졸업)으로 석사 27명, 박사 13명이며 그중 본 대학 박사과정에 진학한 석사 1명을 제외한 전체 취업대상자는 39명임
- ▶ 학위별 취업률
 - 【전체 졸업생 취업률: 46.0%】 취업대상자 39명 중 18명 취업
 - 【석사학위자(27명) 취업률 33.3%】 취업대상자 26명 중 9명 취업
 - 【박사학위자(13명) 취업률: 69.2%】 취업대상자 13명 중 9명 취업
 - 석사졸업자 중 본대학 박사과정 진학자 1명
 - 미취업자 21명(석사 17명, 박사 4명)은 창업 및 유학 준비 중인 것으로 파악됨
- ▶ 취업유형별 취업률
 - 전체 취업자 18명 중 본 교육연구단의 중점 연구 분야에 해당하는 소재기반 에너지 분야의 취업인원은 55.6%, 소재기반 바이오 분야의 취업인원은 44.4%로 분석됨
 - 【산업체】 12명(66.7%)
 - 【국내대학 취업】 5명(27.7%)
 - 【국외대학 취업】 1명(5.6%)
- ▶ 취업기관의 전공적합성 및 특성화 분야 취업률
 - 2021년 2월 및 8월 졸업자의 취업기관 및 진학기관은 모두 화학 분야 기관으로 취업자와의 전공적

합성은 100%임. 전체 취업자 중 소재기반 에너지와 소재기반 바이오 분야 기관 취업자는 전체 100%를 차지하여 교육연구단의 특성화 분야 교육 및 연구목표에 부합함

▶ 취업현황 분석

- 전체 취업생 중 11명이 정규직으로 근무하고 있으며 국내외 대학에서 박사후연구원으로 연속적인 연구를 진행하고 있는 인원이 6명(국내 5명, 미국 1명)으로 파악됨
- 전체 취업자 중 정규직 비율은 61.1%이며, 국내외 박사후연구원(비정규직) 비율은 33.3%임
- 국내 과학 분야를 선도하는 정부출연연구기관(한국전자기술연구원)에 취업한 졸업생은 1명으로 전체 취업자의 5.5%임
- 취업자 중 최첨단 산업 분야를 이끄는 국내 화학 분야 대기업(삼성, LG, SK, 이수 등)에 취업한 인원이 11명으로 파악되며 전체 취업자의 61.1%에 해당됨
- 국외대학으로 취업한 박사 졸업생은 Northwestern University에서 박사후연구원으로 재직 중임. 이러한 성과는 본 교육연구단에서 꾸준히 추진해 온 공동연구 및 Inbound-Outbound 연구 인력교류의 결과라 할 수 있음
- 연구의 연속성을 위해 본교 연구소와 연구기관에서 연구를 진행하고 있는 박사 졸업생은 5명으로 파악됨
- 졸업생 중 1명의 외국인 석사 졸업생은 현재 본교 박사과정으로 진학자임

■ 산업계 취업자 명단

▶ 전체 졸업생 취업대상자의 28.2%에 해당하는 11명이 대기업 및 대기업 산하 연구소, 중소기업 등 산업체에 진출하여 활약하고 있으며, 구체적인 리스트는 아래와 같음

<표 II-2.3-1> 2021년 02월 졸업생 산업계 취업현황

이름	학위과정	직장명	학위논문명
	이학석사	SKC	▶ 초소수성 에폭사이드 단량체 기반 폴리에테르의 합성 및 약물 전달 시스템을 위한 응용
	이학석사	SK하이닉스	▶ 흐름장 흐름 분획법을 이용한 그래핀 옥사이드의 분리에 관한 연구
	이학석사	LG화학	▶ 노화로 유발된 혈장 지질 변화와 운동 효과에 대한 연구
	이학박사	LG화학	▶ 이중금속 원자가 치환된 금/은 나노클러스터의 합성 및 특성 연구
	이학석사	삼성SDI	▶ 금 나노클러스터 및 구리 나노입자를 이용한 전기화학적 이산화탄소 환원 반응
	이학석사	(주)케이씨텍	▶ 촉매를 이용한 탄소 이중결합의 산화 포스핀 첨가 반응 연구
	이학석사	이수화학	▶ 기능성 폴리옥사졸린 기반 자극 응답성 하이드로겔
	이학석사	LG화학	▶ N-메틸화된 카바졸-피리딘 올리고머의 이중 나선 형성

<표 II-2.3-2> 2021년 08월 졸업생 산업계 취업현황

이름	학위과정	직장명	학위논문명
	이학석사	삼성전자	이온성 폴리에테르의 합성 및 개질
	이학박사	LG화학	밀도범함수법 계산의 오차 측정 및 개선에 대한 포괄적 연구
	이학박사	LG화학	나노 물질들을 기반으로 한 전기화학 발광 센서 개발 연구

■ **국내의 교육기관 진학 및 취업 실적**

▶ 전체 졸업생 취업대상자의 33.3%에 해당되는 총 6명의 졸업생이 국내외 대학에서 박사후연구원으로 재직하고 있음. 그중 5명은 연세대학교에서 후속 연구를 이어가고 있으며, 1명은 미국의 대학원에서 박사후연구원으로 재직 중임. 교육기관 진학 및 취업자의 구체적인 명단과 관련 정보는 다음과 같음

〈표 II-2.3-4〉 2021년 02월 졸업생 교육기관 취업현황

이름	학위과정	직장명	직위	학위논문명
	이학박사	Northwestern University	박사후연구원	▶ 시간-분해 전자 및 진동 분광법을 이용한 다중 발색단으로 구성된 분자들의 엑시톤 상호작용과 전하 이동 동역학 연구
	이학박사	연세대학교 산학협력단	박사후연구원	▶ 다중포르피린 기반의 단위체를 이용한 초분자 고분자 형성에 관한 연구
	이학박사	연세대학교 나노의학연구단	박사후연구원	▶ 전이금속 촉매에 의한 하이드로에스터화 반응, N-고리화 반응과 SBA-15기반의 재사용 가능한 촉매 반응
	이학박사	연세대학교 나노의학연구단	박사후연구원	▶ 미리 합성된 콜로이달 나노 결정의 후처리에 관한 연구

〈표 II-2.3-5〉 2021년 08월 졸업생 교육기관 취업현황

이름	학위과정	직장명	직위	학위논문명
	이학박사	연세대학교 산학협력단	박사후연구원	▶ 시간 분해 분광법을 이용한 다양한 발색단에서의 구조와 엑시톤 동역학에 관한 연구
	이학박사	연세대학교 산학협력단	박사후연구원	▶ 시간 분해 전자, 진동 그리고 광자기 분광법을 이용한 시클로파라페닐린 및 올리고아신의 광물리 현상 연구

■ **국내의 교육기관 취업 및 진학 사례**

- ▶ **【박사, 2021년 02월 졸업, 지도교수】**
 - 본 졸업자는 학위 기간 중 시간 분해 전자 및 진동 분광법을 이용한 엑시톤의 상호작용에 대해서 연구함. 학위 취득 후 미국 노스웨스턴 대학(Northwestern University)의 교수 연구실에서 박사후연구원으로서 time-resolved spectroscopy를 이용한 물리화학 연구를 수행하고 있음
- ▶ **【박사, 2021년 02월 졸업, 지도교수】**
 - 학위 기간 중 포르피린 기반 분자 집합체 관련된 연구를 수행하였음. 현재 연세대학교 화학과에서 박사후연구원을 진행하며 진행 과제를 마무리 단계에 있으며, 2021년 10월부터 프랑스 국립과학연구센터(CNRS)에서 초분자체 관련 연구를 진행할 예정임
- ▶ **【박사, 2021년 08월 졸업, 지도교수】**
 - 본 졸업자는 시간 분해 분광법을 이용한 다양한 발색단에서의 구조와 엑시톤 동역학에 관한 연구를 수행하여 박사를 취득하였으며, 현재 연세대학교 화학과에서 박사후연구원을 진행하며 에너지 관련 엑시톤 전달 과제를 마무리하고 있음

■ **외국인 졸업자 취업 현황**

▶ 2021년 8월 석사 졸업생인 학생은 동실협실(지도교수)로 진학하여 박사과정을 수행할 예정임

3. 참여대학원생 연구실적의 우수성

① 참여대학원생 저명학술지 논문의 우수성

■ 최근 1년간 전체 참여대학원생 논문 실적

<표 II-3.1-1> 최근 1년간 전체 참여대학원생 논문 환산 편수, 환산보정 피인용수(FWCI) 환산보정 IF, 환산보정 ES

구분	선정평가시 연평균실적 (2017-2019)	최근 1년간 실적			
		2020년 (9월~12월)	2021년 (1월~8월)	전체기간 실적	
논문 편수	논문 총 편수	30.67	21.00	37.00	58.00
	논문의 환산 편수의 합	8.58	4.08	9.93	14.01
	참여대학원생 1인당 논문 환산 편수	0.09			0.12
피인 용수	보정 피인용수(FWCI)값이 있는 논문의 총 편수	30.67	20.00	19.00	39.00
	보정 피인용수(FWCI) 합	63.30	17.21	70.76	87.97
	환산보정 피인용수(FWCI)합	17.09	2.76	19.32	22.08
	논문 1편당 환산보정 피인용수(FWCI)	0.19			0.57
	참여대학원생 1인당 환산보정 피인용수(FWCI) 합	0.19			0.20
IF	IF=0이 아닌 논문 총 편수	30.67	20.00	36.00	56.00
	IF의 합	274.51	200.75	398.95	599.70
	환산보정 IF의 합	7.59	2.24	6.59	8.83
	논문 1편당 환산보정 IF	0.08			0.16
	참여대학원생 1인당 환산보정 IF합	0.08			0.08
ES	ES=0이 아닌 논문 총 편수	30.67	21.00	36.00	57.00
	ES의 합	6.84	4.80	5.72	10.51
	환산보정 ES의 합	15.35	5.36	12.49	17.85
	논문 1편당 환산보정 ES	0.17			0.31
	참여대학원생 1인당 환산보정 ES의 합	0.17			0.16
소속 학과 최근 3년간 환산졸업생 수		30.7	112.5		

*본 자료는 선정평가시에는 2018년도, 최근 1년간 실적은 2020년 JCR impact factor를 인용한 자료임

*선정 평가시는 졸업생을 기준, 최근 1년간 실적은 BK21FOUR 참여대학원생을 대상으로 함

- ▶ 다음 <표 II-3.1-1>는 최근 1년간 참여대학원생의 논문 실적과 선정평가 시 연평균 실적(2017-2019년)과의 비교 분석임. 표본은 최근 1년간 실적은 112.5명의 재학생을 대상으로, 선정평가 시 연평균실적은 30.7명의 연평균 졸업생을 대상으로 함
- ▶ 논문편수의 경우 참여대학원생 1인당 논문 환산 편수는 0.12로 선정평가 시 연평균 실적인 0.09를 상회하는 수준임(33% 증가). 이 밖에도 논문 총 편수는 58편, 논문의 환산 편수의 합이 14.01편으로 선정평가 시 연평균 실적 수치인 30.67과 8.58편보다 크게 증가한 수치임
- ▶ 피인용수를 살펴보면 0.2편으로 선정평가 시 연평균 실적 0.19보다 5% 증가함. 다만 피인용수는 시간이 지남에 따라 높아지는 추세를 보이므로 이 수치는 매우 높다고 판단됨. 다른 자료로는 보정 피인용수(FWCI)값이 있는 논문의 총 편수(선정평가 시 연평균실적)가 39.0(30.67)편, 보정 피인용수(FWCI)합이 87.97(63.30)편, 환산보정 피인용수(FWCI)합이 22.08(17.08)편, 논문 1편당 환산보정 피인용수(FWCI)가 0.57(0.19)로 모두 증가함. 이는 논문의 질적 수준의 향상을 의미하며 또한 영향력 있는 연구를 한다고 볼 수 있음

- ▶ IF를 살펴보면 참여대학원생 1인당 환산보정 IF합이 0.08로 선정평가 시 연평균실적 수치인 0.08과 같음을 알 수 있음. 다른 자료인 최근 1년간 IF의 합(선정평가 시 연평균실적)은 599.70(274.51), 환산보정 IF의 합은 0.16(0.08)로 모두 상승함
- ▶ ES를 살펴보면, 참여대학원생 1인당 환산보정 ES의 합은 0.16으로 선정평가 시 연평균실적인 0.17보다 다소 낮아짐. 영향력 있는 논문을 쓰기 위해 분발해야 될 것으로 판단됨. 다른 자료인 최근 1년간 ES=0이 아닌 논문 총 편수(선정평가 시 연평균실적)는 57.00(30.67), ES의 합은 10.51(6.84), 환산보정 ES의 합은 17.85(15.35), 논문 1편당 환산보정 ES는 0.31(0.17)로 모두 크게 증가함

■ 대표연구실적

- ▶ [이름], Nature Materials (IF: 43.841, 재료과학 1위, JCR 0.31%): Non-Contact Long-Range Magnetic Stimulation of Mechanosensitive Ion Channels in Freely Moving Animals, Nature Materials 2021, 20, 1029-1036 (2021년 1월 게재)
 - 연구 업적물 의의: MRI와 같이 질병 진단에 매우 유용하게 사용되는 자기장은 치료에는 거의 사용되지 않음. 본 연구 결과에서는 자기장을 이용해 뇌의 운동신경을 무선 (wireless) 및 원격 (remote)으로 정밀 제어하는 ‘나노 자기유전학(nano-magneto-genetics) 기술’을 개발했음. 자기장에 감응하여 5 pN 토크 힘을 발생하는 ‘나노나침반’을 개발하고 이를 뇌세포의 피에조-1 이온 채널에 응용하여 뇌신경 신호 전달이 가능함을 증명함. 파킨슨병, 암과 같은 난치병 치료에 활용될 것으로 기대됨
- ▶ [이름], Chem 게재 (IF: 22.804, 화학 종합 분야 상위, JCR 4.78%): Switching Resonance Character within Merocyanine Stacks and Its Impact on Excited-State Dynamics, Chem 2021, 7, 715-725 (2021년 3월 게재)
 - 연구 업적물 의의: 라일렌 유도체와 같은 수많은 분자 조립체들이 구조-성질 관계를 이해하기 위해 다양한 시간분해 분광법을 사용해 연구됐지만, 메로사이아닌으로 구성된 이합체보다 더 큰 분자 조립체의 들뜬 상태 동역학은 그 복잡성으로 규명되지 않았음. 본 연구에서는 최초로 이합체부터 팔합체까지 잘 정의된 메로사이아닌 쌓임체의 광학적 특성과 들뜬상태 동역학을 보고함. 이는 유사한 전하 주개-받개 쌓임체를 이용한 에너지 전환 소재에서의 공명 구조 전환 현상과 이에 기인하는 성질 변화 연구에 중요한 기반을 마련할 것으로 기대됨

■ 향후 추진 계획

- ▶ 논문편수, 피인용수, IF, ES가 선정평가 시 연평균실적에 비해 증가하는 기초를 보였고 이를 지속적으로 유지 및 발전시킬 계획임. 특히 IF와 ES 값을 향상시키기 위하여 최상위 및 상위 저널에 대한 참여 대학원생에 대한 인센티브 지급을 통해서 독려할 계획임
- ▶ 교육과정 중 문제해결형 및 주제발굴형 교과목을 활성화하여 연구 수행 과정 동안 발생하는 문제를 해결하는 능력과 새로운 연구주제를 발굴하는 능력을 함양시킴
- ▶ 교과 및 비교과 과정 등을 활용하여 참여대학원생의 논문 작성법, 영어 능력 향상 등을 독려함
- ▶ 앞서 언급한 교육-연구의 선순환을 통해서 참여대학원생의 연구 역량을 극대화 할 계획임

② 참여대학원생 학술대회 대표실적의 우수성

학술대회 실적 분석

- ▶ 본 교육연구단의 참여 대학원생은 2020년 2학기 109명, 2021년 1학기 116명임. 지난 1년간 코로나19 상황으로 인하여 국내 뿐만 아니라 많은 국제 학술대회가 취소 또는 연기되거나 온라인으로 진행됨. 어려운 상황에도 불구하고 지난 1년간 참여 대학원생은 국내, 중국, 미국에서 개최된 권위 있는 학술대회에서 총 44건의 연구 발표함 (구두발표 3건, 포스터발표 41건)
- ▶ 총 44건 중 석박통합과정 대학원생이 16건, 박사과정 대학원생이 4건, 석사과정 대학원생이 24건의 발표를 수행함
- ▶ 학술 발표 실적은 에너지 분야 29건, 바이오 분야 15건으로 분류할 수 있으며 다양한 연구 분야에 대해서 골고루 발표가 이루어짐
- ▶ 본 연구단에서는 지속가능한 미래 사회 구현에 기여할 수 있는 4C 창의적 인재 양성을 위한 교육 및 연구 시스템의 구축하고자 함. 전략적으로 소재기반 에너지·바이오 분야를 특성화 연구 분야로 지정하여 육성하고자 계획하였음. 본 교육연구단이 추구하는 두 가지 특성화 추진전략의 기반이 균형 있게 마련되고 있음을 시사함
- ▶ 지속적으로 각 특성화 분야 중심 교육 및 특성화 전략별 세부 연구 주제 간의 융합을 통해 창의적, 융합적, 도전적 화학 인재 양성이 효율적으로 이루어질 수 있도록 운영 예정임
- ▶ 향후 코로나19 상황이 개선됨에 따라 참여대학원생들의 다양한 국내 및 국제 학술대회 참가를 유도 및 지원하고, 특히 구두 발표의 기회를 장려할 예정임. 해외 연구자들과의 교류를 통하여 네트워크를 확장하고 국제적 역량을 높일 수 있는 기회를 적극적으로 마련하고자 함

학술대회 실적의 창의성, 혁신성 및 해당 전공 분야의 기여

- ▶ 본 교육연구단은 연구역량에서 강점을 보이는 소재기반 에너지·바이오 분야의 특성화를 통해서 『지속가능한 미래 사회 구현에 기여할 수 있는 4C 창의적 인재 양성을 위한 교육 및 연구 시스템의 구축』을 추구하고 있으며, 참여대학원생의 학술대회 대표실적으로 전략적 연구 분야에 해당하는 우수 학술발표논문들을 총 15건 선정함
- ▶ 소재기반 에너지 분야 학술대회 발표 실적 8편을 제시하였으며 이산화탄소의 전환, 일산화탄소의 합성 가스의 효율적인 생산 촉매 개발, 다양한 유기/무기 기반 광학, 에너지 소재 개발에 관한 구두 및 포스터 학술발표회 실적임
- ▶ 소재기반 바이오 분야 학술대회 발표 실적 7편을 제시하였으며, 질병 진단 소재, 표적 치료제, 유기분자 및 펩타이드 기반 질병 치료 후보물질에 관한 포스터 학술발표회 실적임

■ 소재기반 에너지 분야 대표업적(8편)

- ▶ 【포스터】 Conformation Controlled Excited State Dynamics of Hückel[26] and Möbius[28] Pd(II) Hexaphyrins Probed by Time-resolved Electronic and Vibrational Spectroscopies. The 22nd International Conference on Ultrafast Phenomena, 상해, 중국(온라인 참여), (통합과정)
 - 본 연구에서 구조에 따른 금속-리간드 상호작용에 의한 상반된 전자 구조와 들뜬 상태 동역학을 관측함. 이는 방향성에 의해 결정되는 휴켈과 뫼비우스 구조에 따라 들뜬 상태 성질을 조절할 수 있음을 의미하며 뫼비우스 구조의 응용 가능성과 광기능성 유기금속 물질 디자인에 필요한 금속-리간드 상호작용 조절의 통한 새로운 소자를 개발하는 데에 응용될 수 있을 것으로 기대됨
- ▶ 【포스터】 Systematical Investigation on Spatial Coherence in Size-Defined Merocyanine Dye Stacks. The 22nd International Conference on Ultrafast Phenomena, 상해, 중국(온라인 참여), (통합과정)

- 시간분해 분광법을 이용하여 구조적으로 규칙적인 쌍임을 가진 메로사이아닌 집합체에서 안과 밖의 공명구조가 뒤바뀌는 것과 이로 인해 들뜬상태 동역학이 다르게 발현되는 것을 밝혀냄. 쌍극자 상호작용이 분자간 상호작용에 지대한 영향을 미친다는 연구 결과를 바탕으로 이와 유사한 전하 주개-받개 집합체에 적용하여 조절 가능한 공명구조를 가진 구조체의 구축은 새로운 기능성 소재를 개발하는 데에 응용될 수 있는 잠재성을 지님
- ▶ **【구두】** Negative Trion Auger Recombination in InP/ZnSe/ZnS Quantum Dots. The 5th Asian Workshop on Molecular Spectroscopy, 울산, 대한민국(온라인 참여), (통합과정)
 - 본 연구는 양자점 기반 발광 디스플레이 소자의 효율을 좌우하는 오제 재결합 현상이 양자점의 중간 껍질 구조 두께에 영향받는 것을 조사하였고, 특히 음전하 트라이온 상태의 오제 재결합 속도가 큰 차이를 보인 것을 광화학 전하 주입 형광 분광학과 단일점 분광학을 통해 확인함. 이를 통해 친환경 양자점을 이용한 차세대 디스플레이 소재의 개발에 나노구조 관점에서의 방향성을 제시함
- ▶ **【포스터】** Non-Adiabatic Pathway Governs Nuclear Rearrangements: Exciton Self-trapping and Delocalization in Organic Nanoring. Time Resolved Vibrational Spectroscopy (TRVS 2021), Ahn Arbor, Michigan, USA(온라인 참여), (통합과정)
 - 광자를 흡수하여 생성된 비편재화 된 엑시톤은 수 백 펨토초 이내의 시간 영역에서 그것의 비편재화됨의 정도가 효과적으로 국소화됨이 알려짐. 이러한 초고속 엑시톤 편재화 동역학은 진동모드와의 결맞음을 통해 일어나는 빠른 구조 변화가 주된 메커니즘일 것으로 추측되어 왔으나, 이는 이론적 모델로만 설명이 가능했음. 본 연구에서는 초고속 진동 분광법을 이용하여 들뜬 상태에서 일어나는 계간전이 동안의 구조 변화 양상을 추적하고 이것이 초고속 엑시톤 국소화 동역학에 미치는 영향을 실험적으로 관측함
- ▶ **【구두】** Electrocatalytic Reduction of CO₂ to CO on Atom-precise Metal Nanoclusters. 2021년도 한국전기화학회 춘계총회 및 학술발표회, 부산, 대한민국, (통합과정)
 - 금 기반의 나노클러스터를 전기화학 촉매로 이용하여 이산화탄소를 일산화탄소로 고선택성/고활성으로 전환하고 금 나노클러스터의 이산화탄소 전환 반응 활성점을 정확하게 규명하였음. 금 나노클러스터의 구조적 특이성에서 기인하는 고활성의 일산화탄소 생산에 대한 연구는 향후 전기화학적 이산화탄소 전환 연구 분야에서 고성능 촉매 디자인 방법론을 제공할 수 있을 것으로 기대됨
- ▶ **【포스터】** Construction of 1D TiO₂ nanotube on ultrathin 2D ZnIn₂S₄ nanosheets Heterostructure for Photocatalytic CO₂ Reduction, 제126회 대한화학회 학술발표회, 대한민국(온라인 참여), (석사과정)
 - 본 연구에서 1D 나노튜브 구조의 티타늄 디옥사이드를 2D 나노시트 구조의 징크 인듐 설파이드에 접합함으로써 광촉매 이산화탄소 전환 반응 성능을 향상시킴. 이를 통해 대기 중 과잉 이산화탄소를 일산화탄소를 포함한 고부가가치의 탄소 계열 물질로 환원시켜 화학 에너지를 재생산하기 위한 연구에 이바지할 것으로 기대됨
- ▶ **【포스터】** Electrochemistry of Pickering emulsions, 제127회 대한화학회 학술발표회, 대한민국(온라인 참여), (석사과정)
 - 본 연구에서 반응 물질을 넣은 피커링 에멀션의 계면에서 발생하는 전자 전달로 내부 물질의 전기화학 반응을 최초로 확인하였고, 이를 금속 나노 입자 합성에 활용함. 피커링 에멀션을 활용한 전기화학적 합성의 가능성을 열었고, 크기와 분포가 균일한 금속 나노 입자의 새로운 합성 수단으로 응용될 수 있음
- ▶ **【포스터】** Lithium air battery cathode analysis with Scanning Electrochemical Microscopy, 제127회 대한화학회 학술발표회, 대한민국(온라인 참여), (석사과정)
 - 본 연구에서는 리튬 공기 전지의 양극에서 발생하는 생성물의 전기화학적 특성을 매우 높은 해상도로 in situ 분석이 진행되었고, 이와 같은 분석 결과를 활용하여 최근 활발히 이뤄지고 있는 리튬 공기 전지 개발에 있어 하나의 큰 지표가 될 수 있을 것으로 기대됨

■ 소재기반 바이오 분야 대표업적(7편)

- ▶ **【포스터】** Synthesis of Super-Hydrophobic Monomer based Polymeric Micelles for pH-responsive Drug Delivery Systems. 2020 한국고분자학회 추계 정기총회 및 학술대회, 대한민국(온라인 참여), (석사과정)
 - pH 민감성 소수성 에폭시 단량체의 개발에 관한 연구로 이를 기반으로 합성된 블락공중합체 마이셀이 약물전달체로서의 안정성과 세포 및 동물모델에서의 우수한 기능성을 확인함. 기존의 약물전달체로 쓰인 고분자 마이셀의 낮은 생체내 안정성을 획기적으로 올릴 수 있는 방법을 제안함으로써, 항암치료와 같은 약물전달로의 우수한 응용 가능성을 제시함
- ▶ **【포스터】** Antifouling Multi-Loop Copolyethers. 제126회 대한화학회 학술발표회, 대한민국(온라인 참여), (석사과정)
 - 홍합속사단백질의 우수한 접착성능을 기반으로 만들어진 기능성 에폭시 단량체와 방오성을 지니는 단량체와의 공중합을 통해 폴리에테르 기반의 멀티룹 고분자를 합성하고, 합성된 고분자의 다양한 표면의 개질 및 생물학적 환경에서의 우수한 방오성에 대해 연구함. 고분자의 표면에서 비특이적인 생물의 접착으로 야기되는 문제를 획기적으로 줄임으로써, 바이오센서 및 의료용 제품의 코팅에 범용적으로 응용될 수 있는 가능성을 제시함
- ▶ **【포스터】** Size sorting of extracellular vesicles from cell using frit-inlet asymmetrical flow field-flow fractionation with multi-angle light scattering. 제126회 대한화학회 학술발표회, 대한민국(온라인 참여), (통합과정)
 - 세포의 소포들인 Exosome과 Microvesicle을 flow field-flow fractionation(FFF)를 이용하여 분리하고, 그 속의 지질체들을 분석하는 연구임. 세포의 소포는 분리하는 것이 까다롭다고 알려져있지만, FFF로 효과적으로 이들을 분리한 뒤 질량분석으로 지질체 분석을 해서 차이를 비교함. 본 연구는 FFF를 이용한 세포의 소포 분리에 대한 방향을 제시하였으며, 향후 세포의 소포체 분리 소자 개발에 응용될 수 있을 것으로 기대됨
- ▶ **【포스터】** Flow field-flow fractionation with thickness tapered channel. 제126회 대한화학회 학술발표회, 대한민국(온라인 참여), (통합과정)
 - Thickness tapered AF4 channel (두께가 감소하면서 경사진 형태의 asymmetric flow field-flow fractionation channel)을 최초로 개발함. 단백질, polystyrene particle 등의 샘플을 두께가 일정한 기존의 channel과 tapered channel의 분리 효율을 retention time, recovery, resolution 측면에서 비교하여 새로 개발된 channel의 향상된 성능을 확인함. 이는 DNA, microRNA 등 다양한 바이오 샘플의 분리에 유용하게 활용될 잠재성을 지님
- ▶ **【포스터】** Preparation of Porous Carbon-Based Composite Incorporated with Cu and Co Nanoparticles. 제126회 대한화학회 학술발표회, 대한민국(온라인 참여), (석사과정)
 - 구리이온을 함유하는 금속-유기 구조체의 간단한 열처리를 통해 촉매 활성이 우수한 구리 및 코발트 나노입자를 함유하는 다공성 금속-유기 구조체 혹은 탄소소재를 생성하는 방법을 제시하였으며, 제시된 방법을 통해 생성된 나노입자/다공성소재 복합체는 촉매 활성이 오랫동안 유지됨을 보여줌. 이를 활용하여 나노 소재를 기반으로 한 세포사멸 등 표적치료기술을 포함한 다양한 나노입자를 함유하는 다공성 복합소재 개발이 가능할 것으로 기대됨
- ▶ **【포스터】** Relative conformation and stability of the D,L-alternating octapeptides depending on β -residue types. 제127회 대한화학회 학술발표회, 대한민국(온라인 참여), (석사과정)
 - 천연 DL-펩타이드는 용액상에서 이중 나선구조를 비롯한 여러 β -나선구조체 사이에 평형을 이루는 것이 알려져 있음. 여덟 개의 단위체로 이루어진 DL-펩타이드 일부를 비천연 β -아미노산으로 바꾼 올리고머 중 지금까지 결정 데이터가 알려지지 않은 단일사슬 기반 β -나선구조체의 결정구

조를 규명하였음. 본 결정구조를 기반으로 이온 수송 기능이 강화된 DL-펩타이드 유사체 개발이 가능할 것임

- ▶ 【포스터】 Effect of Terminal Groups on the Helical Structure of Unnatural β -Peptides. 제127회 대한화학회 학술발표회, 대한민국(온라인 참여), (석사과정)
- 비천연 β -아미노산인 cis-ACHC 4개로 구성된 테트라펩타이드 골격에 다양한 말단 작용기를 도입하여 12/10-나선구조의 변화를 확인하였음. 비천연 β -펩타이드의 12/10-나선구조는 분자 내적으로 정전기 또는 입체화학적 요인들, 분자 외적으로는 수소결합 등 다양한 요인들에 의해 복합적으로 형성되며, 이는 비대칭적 분자인식, 입체선택적 분자매개 또는 촉매 등에 적용될 수 있음

③ 참여대학원생 특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성

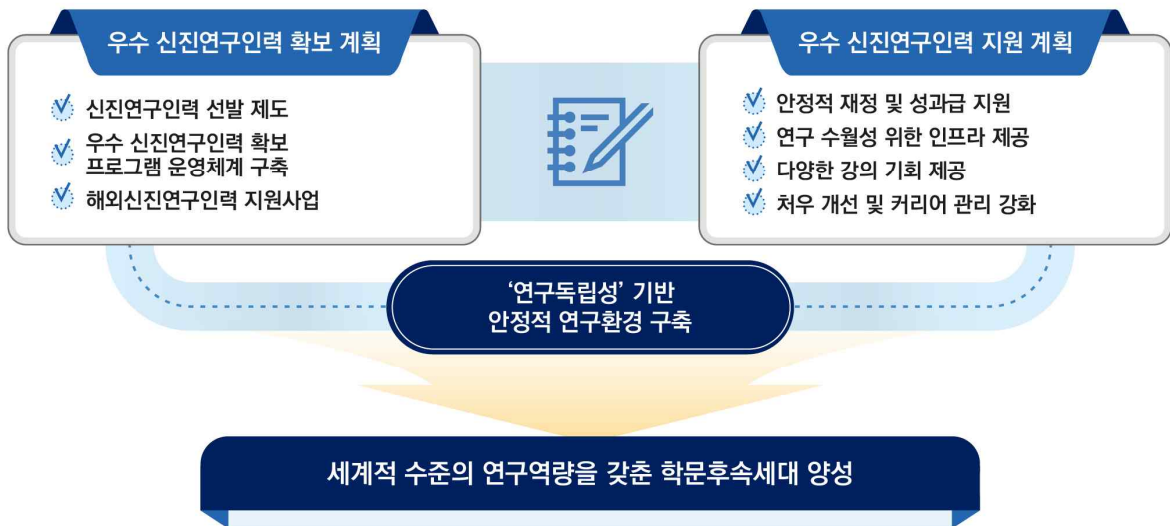
■ 소재기반 에너지·바이오 연구를 통한 산업·사회 문제해결형 기술 개발

- ▶ 기술적 연속성이 있는 핵심 특허 확보 전략을 통한 원천기술의 확보
 - 본 교육연구단은 평가 기간 내 총 21건의 특허를 등록 또는 출원함
 - 21건의 특허 중 교육연구단 참여 학생의 지분이 확인되는 특허는 15건임
 - 선정평가 당시 특허 및 기술이전 실적에서 본 연구단의 비전과 부합하지 않는 실적의 비율이 높은 것이 약점으로 자체평가 되었고, 이를 보완하기 위한 연구전략을 수립하고 제안함
 - 연구 계획을 성실히 수행하고 특허 산업·사회 문제 대응 TF(교수로 구성)를 연구단 내 기구로 상설 운영한 결과 본 교육연구단의 비전인 ‘지속가능하고 건강한 미래사회 구현에 화학의 기여’와 연관된 기술 개발 및 특허 확보 실적을 올림
 - 선정평가 당시 총 54건의 특허 및 기술 관련 실적 중 본 연구단 비전 실현을 위한 연구 테마인 소재기반 에너지·바이오 관련 실적은 85%로 조사되었음. 이번 평가 기간 중 발생한 학생 특허 실적 15건 중 소재기반 에너지·바이오 관련 기술은 100%로, 상당한 연구 분야 집중 및 특성화가 이뤄진 것을 확인함
 - 또한 산업·사회 문제에 민감하게 대응하기 위하여 설치된 연세대학교 “지역사회 문제 DB”를 활용하여 산업계 및 지역사회가 당면한 문제 키워드(폐기물 저감, 오염수 처리, 신속한 질병 진단 등) 관련 기술을 집중해서 연구·개발할 수 있었음
 - 아래 소개할 우수 사례들은 특허 관련된 기술로 여러 건의 연속 특허를 등록 또는 출원한 경우로, 다수의 특허를 통한 원천기술의 확보가 유리한 예시로 판단함. 원천기술의 확보는 연구를 통한 산업·사회 문제의 해결, 나아가 기술이전이나 창업으로 이어질 확률이 높음
- ▶ 대학원생 특허 및 기술이전 우수 사례
 - 【초고속 염기서열 분석 및 유전자 가위 관련 기술】본 교육연구단 소속 학생은 교수와의 공동연구를 통해 5건의 특허를 출원함. 특허 출원된 기술들은 초고속 염기서열 분석과 유전자 가위 관련 기술로, 연관된 연속 특허를 통해 원천기술을 확보함. 교수는 해당 기술을 기업에 이전함. 이 기술들은 본 교육연구단의 비전과 그 방향성을 함께하며, “지역사회 문제 DB”를 통해 파악한 ‘질병의 신속 진단’, ‘혁신 치료법의 개발’ 키워드와 관계된 산업·사회 문제 해결에 직접적으로 기여할 수 있는 기술임
 - 【기능성 친환경 고분자 합성 기술】학생은 교수와의 공동연구를 통해 기능성 친환경 고분자의 합성 기술과 관련된 1건의 특허를 등록, 1건을 출원함. 산업·사회 문제를 해결하기 위한 본 연구단의 연구를 통한 기여를 잘 보여준 예시이며, 산업·사회 문제 키워드인 ‘폐기물 저감’을 직접적으로 해소할 수 있는 기술임. 김병수 교수는 해당 특허들 외에 외부 공동연구를 통한 다수의 관련 특허를 출원하여 친환경 고분자와 그 기능성에 대한 원천기술 확보에 노력하고 있음
 - 【친환경 미래 에너지, 수소 연료전지 관련 기술】본 교육연구단의 학생은 교수와의 공동연구를 통해 나노재료 합성법에 관한 특허를 1건 등록, 1건 출원함. 해당 특허는 재료의 합성뿐 아니라 차세대 연료전지와 관련된 촉매 기술, 환경 문제와 관련된 이산화탄소 저감 기술이 포함됨. 산업계가 요구하는 고사양 연료전지 관련 핵심 기술이며, 세계 최고 수준의 도요타 모델을 상회하는 수준임. 해당 기술은 교수가 미국과 중국에 특허 출원함.

4. 신진연구인력 현황 및 실적

세계적 수준의 연구역량을 갖춘 신진연구인력의 확보 및 지원 플랫폼 구축

- ◆ 우수 신진연구인력 확보 운영체계 구축 및 신진연구인력 유치 프로그램 운영
- ◆ 우수 신진인력의 연구 수월성 증진을 위한 처우 개선 및 다양한 강의·연구 기회 제공
- ◆ 세계적인 인재로 도약하기 위한 제도적·재정적·행정적 지원을 통한 커리어 관리 강화



<그림 II-4.1-1> 우수 신진연구인력 확보 및 지원 계획

신진연구인력 확보 실적

■ 2020년 2학기/2021년 1학기 신진연구인력 현황

- ▶ 학기 평균 박사후연구원 11명, 연구교수 2.5명으로 전체 13.5명의 신진연구인력을 확보(<표 II-4.1-1> 참조)
 - 최근 1년간 16편(8편이 주저자, 8편이 공저자)

<표 II-4.1-1> 조사 기간중 학기별 신진연구인력 현황

	2020년 2학기	2021년 1학기	2021년 2학기(예정)
연구교수 (지도교수)	- 총 3명	- 총 2명	- 총 2명
박사후연구원 (지도교수, 변 동일자)	- 총 15명	- 총 7명	- 총 10명

- ▶ BK 신진연구인력은 BK내규에 의해서 박사후연구원과 박사후연구원 경력 1년 이상의 심사로 결정되는 연구교수로 구성됨
- ▶ 전체 신진연구인력은 2020년 2학기에 18명, 2021년 1학기에 9명임. 참고로 2021년 2학기에는 12명의 신진연구인력이 구성될 예정임. 이는 학기당 평균 연구교수는 2.5명, 박사후연구원은 11명에 해당되는 수치임
- ▶ BK21FOUR 신청서의 학기당 평균임용명수(연구교수 1.75명, 박사후연구원 18.25명)에 비해서 연구교수는 43% 증가, 박사후연구원은 40%가 감소된 수치임
- ▶ 이 중 BK21FOUR에서 지원을 받는 신진연구인력은 2020년 2학기 4명, 2021년 1학기 3명이며 2021년 2학기 3명으로 예정되어 있음. 2021년도 2학기에 퇴사하는 신진연구인력의 T.O.에 신진연구인력 예정자를 순차적으로 임용할 예정임. 또한 신진연구인력에 대한 체계적인 평가시스템을 활용하여 신규선발된 신진연구인력에 대해서는 1년간 지원 후, 평가를 통한 진·출입이 가능하도록 할 예정임
- ▶ 신청 당시 작성한 BK21FOUR 수혜를 받는 신진연구 인력의 기준치인 학기평균 박사후연구원 5명, 연구교수 1명에는 미치지 못하는데 그러한 이유로는 학문 교류를 위하여 BK내규로 명시한 내부임용 쿼터제로 기인하며 차후 외부로부터 우수 신진연구인력을 확보하기 위하여 노력을 경주할 것임
- ▶ 또한 실질적으로 2020년 11월부터 BK21FOUR 신진연구인력의 지원이 시작되었으므로 그 성과가 유도되는데 시간이 걸리는 것으로 파악됨
- ▶ 전체 신진연구인력 중 BK21FOUR의 지원을 받는 인력은 2020년 2학기 22%, 2021년 1학기 33%로 점차 증대되는 양상을 보임. 이는 BK21FOUR 지원을 통해서 학문후속세대의 양성이 뒷받침되고 있음을 보여줌
- ▶ 대학 차원의 해외신진연구인력 지원사업인 Yonsei Frontier Lab(YFL)의 지원을 통해서 대부분을 지원받지만 4대 보험료는 타 과제에서부터 조달해야 하지만 BK21FOUR에서는 중복수혜 규정으로 인해서 지원을 받지 못하는 경우가 발생하였음. 2020년 12월에 임용된 발루 박사(지도교수)는 그러한 경우의 예로 YFL 펠로우로 선정됨

■ 신진연구인력의 연구실적

- ▶ 2020년 11월부터 BK에 임용이 되어 신진연구인력으로 활동하는 인원은 학기당 평균 연구교수 0.5명, 박사후연구원은 3명임
- ▶ 비록 짧은 기간이지만 BK연구실적으로 2021년 박사(지도교수)가 BK21FOUR에서 연구교수로 지원을 받는 동안 Sensors and Actuators B(impact factor: 7.46)와 Accounts of Chemical Research(impact factor: 22.384)에 주저자로 논문을 등재하였음
- ▶ 전체 신진연구인력 연구실적
 - 총 14편의 논문중 주저자 논문이 6편, 공저자 논문이 8편임.
 - 박사(지도교수)의 경우 Nanoscale (impact factor: 7.79)와 Materials Chemistry Frontiers(impact factor: 6.482) 두편의 논문에 주저자로 논문을 등재하였음

- 박사(지도교수)의 경우 ACS Sustainable Chemistry & Engineering (impact factor: 8.198)에는 주저자로 Journal of Polymer Science(impact factor:)는 공저자로 논문을 등재함
- 박사(지도교수)의 경우 Angew. Chem. Int. Ed. (impact factor: 15.336)에 주저자로 J. Phys. Chem. C에 공저자로 논문을 등재하였음

■ 신진연구인력의 교육실적

- ▶ 【학문후속세대】 박사(지도교수)의 경우 2020년 2학기 화학과 학부 3-4학년 대상 유기신소재화학(CHE3106) 과목에서 실시간 온라인으로 강의함
- ▶ 【학문후속세대】 신진연구인력은 아니지만 현재 졸업을 하고 LG화학에 입사한 박사(지도교수)의 경우 박사과정동안 2020년 2학기 화학과 4학년 대상 양자화학(CHE4110) 수업에서 실습 위주의 수업을 진행하는데 도움을 줌
- ▶ 박사의 경우 2018년-2019년도에 유기분자설계(Organic Molecular Design) 과목에 대한 색과 유기 염료의 색의 기원과 기능성 공액화합물, 새로운 유기 염료의 설계 등을 교수의 수업시간에 소개하는 교육 소임을 맡고 최근까지 유기 색소에 관련된 내용을 교수의 수업시간에 도입함

■ 신진연구인력 처우

- ▶ 【급여】 박사후연구원/연구교수 연봉 35,000 천원(퇴직금 포함)을 교육연구단과 교수의 공동부담
- ▶ 【보험】 4대 보험(건강보험, 고용보험, 산재보험, 국민연금) 및 기관 부담금을 지급
- ▶ 【연구환경】 박사후연구원 및 연구(계약)교수 연구공간 제공
- ▶ 【복리후생】
 - ① 학교 편의시설 사용: 도서관 및 주차장 등과 같은 교내 시설 이용에 불편함이 없도록 연구원증 발급
 - ② 모성 보호 및 자녀 양육 지원을 위한 시설 제공: 교내 부속기관인 연세유진어린이집에 만2-5세 자녀의 입원을 우선으로 허용, 질 높은 보육을 제공하여 신진연구인력이 안심하고 연구에 몰두할 수 있는 환경 조성
 - ③ 기숙사 제공을 통한 주거 안정 지원: 캠퍼스 내 SK국제학사에 거주 가능

■ 우수신진인력 확보를 위한 개선 방향

- 우수 신진연구인력의 다양한 확보/지원 프로그램을 확대 및 신설하여 대학원 연구의 질적 향상을 도모함
- 제도적·재정적·행정적 지원을 통한 처우 개선, 다양한 강의 및 연구 기회의 제공을 통해서 학문 후속세대인 신진연구인력의 학술 및 연구 활동의 성취 수준을 높이고자 함

우수 신진연구인력 확보 계획

■ 신진연구인력 선발 제도

- ▶ 해외 우수 대학 및 연구소와 상호 유기적 협력 체계를 유지하여 교육연구단의 세계화, 연구의 질적 수준 향상, 경쟁력 확보를 위해 우수한 해외 신진연구인력을 확보하고자 함
- ▶ 해외 우수 대학원생 모집을 위한 현지 대학 방문 시, 사업단 홍보를 통해서 우수 신진연구인력을 확보하는 전략을 이용하고자 함
- ▶ 신진연구인력은 교육연구단장을 포함하는 위원회를 통해 논문실적을 심사해 매년 5명 내외의 박사후

연구원, 1명 내외의 연구교수를 교육연구단 예산으로 지원할 계획이며, 기타 신진연구인력 지원사업들과 동시에 추가적인 지원이 가능하도록 노력할 것임

- ▶ 신진연구인력에 대한 체계적인 평가시스템을 구성하고 신규선발된 신진연구인력에 대해서는 1년간 지원 후, 평가를 통한 진·출입이 가능하도록 할 예정임

■ 국제 네트워크 강화를 통한 신진연구인력 확보 운영체계 구축

- ▶ 우수 신진연구인력 확보 및 관리 시스템 구축

- 특성화분야 연구클러스터 구성: 교육연구단의 연구역량 향상을 위해 구성된 특성화분야 연구클러스터를 중심으로 중점연구분야에 필요 연구인력 수요를 조사하고 이를 평가하여 우수신진연구인력을 지원할 것임
- 【신진연구인력 관리위원회】 교육연구단장을 포함한 신진연구인력 관리위원회에서는 특성화분야별 연구인력 수요를 보고받아 신규채용인원을 결정하고 교육연구단의 제원뿐만 아니라 교내 신진연구인력지원 프로그램을 활용하여 효율적이면서 최상의 연구수월성을 확보할 수 있도록 지원할 것임
- 【연구관리 데이터베이스 구축】 연구관리 데이터베이스를 구축하고 신진연구인력의 연구실적과 분야별 기여도 등에 대한 평가를 효율적으로 진행할 수 있는 시스템을 확보할 것임

■ 국제 네트워크 강화를 통한 신진연구인력 확보 운영체계 구축

- ▶ 국제 네트워크 강화를 위한 해외 신진연구인력 유치 프로그램 운영

- 장기적으로 해외 우수 대학 및 다양한 국가 출신의 우수 신진연구 인력을 채용하기 위해 상시적인 선발제도 운영
- 해외연계대학들과의 정기적 교류를 통해 연구력과 언어소통 능력을 겸비한 검증된 해외 우수인력의 채용이 가능하도록 노력할 것임
- 외국인 신진연구인력의 경우 수준 향상을 위해 엄격하게 전공 실력을 검증하고 연구업적 이외에 추천서 및 국내적응 여부를 포괄적으로 검토 후 연구 활성화에 기여할 연구인력을 채용
- 외국인 우수 신진연구인력에 대한 적극적인 지원을 통해, 본 교육연구단의 연구력 향상과 함께 장기적으로 국제 네트워크의 확충 및 강화에 기여할 것임

■ 신진연구인력에 대한 교내지원사업의 활용

- ▶ 【연세프론티어연구원】 연세대학교에서는 연구/교육의 국제화 및 연구실적 증진, 대외 인지도 제고 등의 목적으로 연세프론티어연구원(Yonsei Frontier Lab; YFL)을 설립하여 해외 우수 연구자를 초청하고 국제협력연구 기회 창출, 공저논문 출간 등 본교의 연구력 강화에 기여하고자 함
- ▶ 【신진연구자지원프로그램】 2017년 2학기부터 신진연구자지원프로그램(Young Researcher Supporting Program)을 통하여 우수외국인 박사후연구원을 지원함(기간: 1년)
 - 연구지원금, 각종 유치경비(항공료, 이사비용, 자녀학비 등)를 지원하여 연구에 집중할 수 있는 환경 제공
- ▶ 【학문후속세대 학술연구교수 지원사업】 1년으로 제한되어 있던 기존 교내 신진연구자지원사업의 한계를 극복하고, 연구의 심화·지속성 향상을 위해 학문후속세대 학술연구교수 사업을 신설
 - 교내 연구소 소속 학술연구교수, 지원기간: 2년, 교육연구단별 7년간 3-5명 채용
 - 연구의 안정성 확보: 교내 연구소와 사전 협의 후 지원, 선발 후 해당 연구소에 소속
 - 연구과제 공모형식(공개경쟁)으로 선발, 추가 1+1년간 연구비(인건비, 활동비)를 지원
 - 교외과제 수주 시 학술연구교수 지위의 장기유지

■ 우수 신진연구인력을 위한 지원 확대: 안정적인 연구를 위한 재정 지원

- ▶ 【인센티브】 연구력 향상 도모를 위한 우수논문 성과급 지원(교육연구단 내규를 통한 성과에 따른 차등 지급)
- ▶ 【논문 게재료】 JCR상위 논문 게재: JCR 1% 이내 학술지에 발표한 논문 편당 50만원 지원
- ▶ 【국내외 학술 활동 지원】
 - 국제학술대회 참가 장려: 우수학술지 논문을 발표한 신진연구인력에 대해서 국제학술대회의 참가를 장려하고 참가 지원금을 지급할 것임
 - 신진연구인력의 활발한 연구 및 학술 활동을 위해 국내뿐만 아니라 국제 학술대회 및 활동에 대한 지원을 통해 세계 저명학자들과 교류할 기회를 확대함으로써 국제적 최신 연구 동향을 파악할 수 있도록 할 것임
- ▶ 【장기연수 프로그램 지원】
 - 국내 장기연수: 1인당 월 100만원 지원(학교 및 교육연구단 지원)
 - 해외 장기연수: 1인당 월 200만원 지원(학교 및 교육연구단 지원)
- ▶ 【학문후속세대 국제공동연구사업】
 - 국제공동연구 활성화: 해외 우수대학과 공동연구를 위해 학술연구교수/박사후 연구원에게 연구비 및 항공료 등을 지원하는 사업을 Inbound / Outbound 차원에서 동시 진행
 - 학문후속세대 연구자의 안정적 국제공동연구 보장 및 귀국 후 경력 연계 지원

〈표 II-4.1-2〉 연세 학문후속세대 국제공동연구사업

구분	연세 학문후속세대 국제공동연구사업 I	연세 학문후속세대 국제공동연구사업 II
기간	단기 파견 최대 6개월	장기 파견 최대 24개월
규모	인건비 외 추가지원: 1,500천원/월	연 3천만원 내외
대상	BK 교육연구단 소속 박사후 연구원	학술연구교수

■ 신진연구인력의 연구 수월성 증진을 위한 인프라 제공

- ▶ 교육연구단의 인프라를 활용하여 우수 신진연구인력의 연구환경 개선
 - 【행정전담인력 확충】 학과내 행정전담인력 1명을 추가 배치를 통해서 연구집중도를 향상할 수 있는 여건 제공
 - 【연구공간 제공】 우수 신진연구인력에게는 연구공간 및 연구시설, 전용 컴퓨터, 프린터 등의 사무 집기를 제공
 - 【학과 인프라 제공】 ① 화학과 사무실에 비치된 대용량 고속 복사기, 팩스 등의 사무 시설을 개방하여 신진연구인력이 연구에 전념할 수 있는 환경을 조성, ② 연구 결과에 관한 토론 및 토의를 할 수 있는 공간으로 활용하고 있는 공동 세미나실 이외에도, 중형 세미나실 등의 토의 및 연구공간을 지원
- ▶ 연구 및 논문작성을 위한 글로벌 학술정보 인프라 지원
 - 【전자자료정보원 서비스】 다양한 유형의 학술자료 및 학술 관련 자료를 디지털화 및 구조화하여 하나의 데이터베이스에 체계적으로 구축하여 다양한 검색 서비스 제공(학술정보원 및 Y-DEC에서 지원하는 논문작성지원 및 학술정보 활용 교육)
 - 【서지관리프로그램 제공 서비스】 해외 학술 정보검색 및 관리를 쉽고 빠르게 할 수 있도록 연구에 유용한 각종 서지관리프로그램(EndNote, Mendeley 등)을 제공

- 【영어논문 교정 및 코칭】 연세대학교 외국어학당에서는 영어 논문 교정 및 코칭 서비스를 제공
- ▶ 시료 분석 및 연구지원을 위한 연세대학교 공동기기원(YCRF)의 연구 장비 이용 가능
- ▶ 신진연구인력의 국제공동연구 참여 기회 확대 계획
 - 【교내 국제공동연구의 development platform 구축】 신진연구인력 국제 공동연구 지원
 - 【교내 국제화 인프라구축 지원사업의 확대 및 강화】 우수 신진연구인력이 해외대학 겸직교수(joint appointment)로 국제공동연구에 참여

■ 우수 신진연구인력에 대한 강의 기회 제공

- ▶ 학문후속세대 임용할당제 도입
 - 【임용할당제】 박사학위 신규취득자 등의 강의 기회 보장을 위해 강사임용 시 박사학위 취득 후 3년 이내인 학문후속세대를 우대하여 선발할 수 있는 임용할당제 적용
 - 전임교원의 보직, 연구년, 또는 휴직에 따른 강의 대체자는 학문후속세대 임용을 원칙으로 시행하여 신진연구인력의 강의 기회 확대
 - 강사 공개채용 시 학문후속세대를 우대하여 선발하는 임용할당제를 전면 적용하고, 총 선발 인원의 30% 선발을 목표로 함
- ▶ LT (Learning by Teaching) 사업 운영
 - 박사학위 신규취득자 등 학문후속세대에게 전임교원과 co-teaching 강의 기회를 부여(기존 전임교원 교과목의 2:1 co-teaching)하여 학문후속세대의 강의력 강화
- ▶ UT (Undergraduate Tutorial) 세미나 과목 개설 시행
 - 최신 연구 흐름에 가장 가까이 접하는 신진연구인력이 단독 전공 교과목 강의에 앞서 해당 전공 학부생들을 대상으로 전공 분야에 관련된 세미나 과목을 담당하도록 시행
 - 강사의 시각에서 실질적인 진로 설계에 대한 조언을 포함한 강의 기회를 제공
- ▶ 신진연구인력 중심의 대학원생 1:1 멘토링
 - 연구 결과에 관한 토론뿐만 아니라 학업이나 진로에 대한 상담을 위해 멘토링 기회를 부여하여 신진연구인력과 대학원생의 교류 및 소통이 활성화될 수 있도록 할 예정
 - 대학원생들과의 연계 활동을 강화하고 교육연구단의 연구역량을 향상할 수 있을 것으로 기대함

■ 신진연구인력의 복지 및 커리어 관리 강화

- ▶ 교육연구단 내 연구교원 관련 규정에 따라 교원과 같이 주차장 및 모든 시설 이용 가능
 - 중앙도서관, 삼성연세학술정보관, Y-Valley, 강의실, 세미나실, 커리어연세, 체육관, 수영장 등
- ▶ 외국인 신진연구자의 언어 습득기회 제공
 - 외국인 유학생을 대상으로 한국어학당 야간과정 지원사업을 2019년 2학기부터 신설하여 운영 중으로 한국어학당의 전문적인 교육 프로그램을 제공하여 학생들의 한국어 교육 지원 강화
- ▶ 교내 비교과 플랫폼인 Y-ABC(Yonsei Activities Beyond the Classroom) 개설 (2019.12)
 - 본교 구성원 누구든 교내 각 기관에서 운영 중인 비교과 프로그램을 영역별(학습역량, 취·창업, 진로 심리상담, 기타)로 조회 가능
- ▶ 교내 취업정보포털인 커리어 연세를 활용한 맞춤형 진로 지원
 - 『커리어연세(<http://career.yonsei.ac.kr>)』를 활용하여 각종 취업 정보, 회사별 정보 및 면접 정보, 채용 추천을 시행하고 취업 상담을 하여 진로지도
- ▶ 교내 박사후연구원 현황 DB(Database) 관리: 현황 및 성과 분석을 위한 DB 체계 구축·활용
 - 박사후연구원의 인구통계학적 데이터, 교육 훈련 현황, 연구목표 및 기대치, 연구성과 확산 현황, 급여 및 혜택, 필요 행정지원 요소 등을 포함한 지표를 개발
 - 분야별 전문 지식, 연구기획 및 전문성 개발, 리더쉽 및 커뮤니케이션 기술, 연구과제 운영기술, 연

구윤리 및 책임감 있는 연구 수행 등의 정보 제공

▶ 교내 박사후연구원 산학협력활동 지원 강화

- 산학협력단 지식재산권팀을 활용한 교내 신진연구인력의 산학협력활동 지원
- 산학협력단/기술지주회사가 산업계와 연계하여 기업의 연구개발 수요를 파악하고, 연구실/소 내 박사급 연구원에게 필요한 산학협력/지적재산권 정보의 지속적인 모니터링 제공

5. 참여교수의 교육역량 대표실적

▣ 교육용 저역서

- ▶ 실무자를 위한 연구윤리 통합 안내서
 - 발행기관: 한국연구재단
 - 저자: 외 5인
 - 발행연월: 2021년 5월
 - 본 교육연구단의 교수는 연구윤리 관련 실무자들에게 필요한 안내서인 ‘실무자를 위한 연구윤리 통합 안내서’의 집필에 참여하였음. 본 안내서는 연구윤리 관련 법규, 질의응답, 연구윤리 실무 매뉴얼을 비롯한 종합적인 내용을 담고 있으며 대학원생 연구원을 비롯한 연구 실무자들이 연구윤리에 입각하여 연구를 수행할 수 있는 가이드라인을 제공해 줄 것을 기대됨
- ▶ 전기화학의 이해 (ISBN: 9791197305450)
 - 원저명: Electrical Methods: Fundamentals and Applications, 2nd Ed., Allen J. Bard, Wiley
 - 역자: 외 23인
 - 출판사: 텍스트북스
 - 출판년월: 2021년 2월
 - 본 도서는 전기화학 연구의 세계적 대가인 교수의 Electrochemical Methods의 한국어판으로 전기화학 방법의 기초를 종합적으로 다루고 있으며 수많은 문제와 화학 예제를 포함한 대학원 기초과목 교재로 사용되고 있음. 본 교육연구단 소속 교수가 번역자로 참여하여 쉽게 전기화학적 지식에 접근할 수 있는 한국어판을 출판하였음

▣ 교육과정 개발

- ▶ 화학연구방법론 (학생제안 교과목)
 - 과목코드: CHE7110
 - 개설학기: 2021년도 1학기
 - 담당교수:
 - 본 교육연구단의 교육 핵심 목표 중 하나인 ‘학생 중심의 교육’의 일환으로 ‘학생제안교과목’을 개설하여 운영하였음
 - 학생제안교과목은 학생들이 원하는 수업 내용으로 과목을 구성하여 과목 선택권 및 학과 커리큘럼을 다양화할 수 있다는 장점이 있음
 - 2020년 11월에 화학과 소속 대학원생을 대상으로 본 교육연구단의 특성화와 관련된 9개 주제 및 기타 학생들이 원하는 수업 내용에 대한 설문 실시하였음
 - 설문 결과 논문작성법에 대한 수요가 가장 많았으며 NMR 데이터 분석 및 전반적인 화학연구방법에 대한 다양한 요청이 접수되었음. 이를 바탕으로 2021년 1학기에 ‘화학연구방법론’ 과목을 첫 학생제안교과목으로 제안하여 운영하였으며, 각 수업내용의 전문화 및 교육효율 극대화를 위해 교육연구단 소속 교수 3인이 팀티칭으로 분야를 나누어 강의하였음
 - 앞으로 매년 ‘화학연구방법론’을 기초과목으로 개설하여 대학원생의 기초 연구역량 향상에 기여할 것임
- ▶ 에너지소재화학 (주제발굴형 교과목)
 - 과목코드: CHE6603
 - 교수는 본 교육연구단의 핵심 인재 양성을 위한 교육과정 개편의 일환인 주제발굴형 강의를 본격적으로 시행하기 앞서 2020년 2학기에 ‘에너지소재화학’을 신규 개설하여 학생들이 주도적으로 참여하는 주제발굴형 강의로 운영하였음
 - 수강생은 최신 연구 동향에 맞는 주제를 선정하여 관련 논문 리뷰를 진행하며 학기 중 2,3회 과목 담당교수의 피드백을 반영하여 최종 제출물(review/proposal) 작성 및 발표를 진행하였음

- 본 강의는 대학원생에게서 가장 좋은 호응을 받았으며 이를 통해 교수는 대학원 ‘우수강의교수상’ 을 수상하였음
- 2021년 1학기부터는 기존의 특별연구, 특별실험 교과목을 주제발굴형, 문제해결형 과목으로 개편하여 운영하고 있음

6. 교육의 국제화 전략

① 교육 프로그램의 국제화 현황 및 계획

글로벌 경쟁력을 갖춘 4C 인재양성을 위한 국제화 교육 프로그램

- ◆ 글로벌 교육 인프라 확보: 외국어 강의 확대, 외국인 교원 활용, 외국대학 복수학위제 강화
- ◆ 해외 우수대학 및 연구기관 교류: 대학원생 장단기 해외연수, 국제 학술대회 및 국제교류 지원
- ◆ 해외 석학 초빙 및 활용: 국제심포지엄, 초청세미나, 공동연구기반구축 지원 및 활용
- ◆ 우수외국인 학생 유치: 우수외국인 학생 유치, 홍보 및 장학, 행정지원 강화

지속가능한 미래 구현을 위한 창의적, 융합적, 도전적 화학 인재 양성



글로벌 교육 인프라 확보 현황 및 계획

■ 교육 프로그램의 국제화

▶ 외국어 강의 및 학위 논문

- 본 교육연구단의 외국어 강의 비율은 2018년 55%, 2019년 70%, 2020년 76%로 점진적으로 증가 추세에 있으며, 외국어 강의 비율을 현 수준으로 유지할 계획임
- 외국어 강의의 질적 수준을 확보하기 위하여 대학 차원에서의 다양한 강의지원 프로그램을 활용하여 외국어 강의와 온라인 강의의 비율 및 수강 만족도를 증진할 계획임
- 본 교육연구단의 석·박사 학위 수여 대상자에 대하여 영어 논문작성을 의무화하고 있으며, 세계적 수준의 교육 프로그램의 구축을 위해 노력할 것임
- 대학원생의 교육 및 연구역량 강화를 위하여 대학 차원에서 영어 논문작성을 위한 지원사업 및 연세연구력 강화워크숍 시리즈를 통하여 영어논문작성법 및 효과적인 국제학술지 투고전략과 같은 다양한 프로그램을 제공하고 있으며, 향후 사업비의 확대 및 동영상 및 온라인 플랫폼에 기반한 프로그램의 세분화를 계획 중임
- 학생제안교과목으로 개설된 『화학연구방법론』에서 영어논문작성법과 효과적인 국제학술지 투고 전략에 대한 내용을 강의하였음

■ 외국인 교원의 활용

▶ 외국인 전임교원 유치

- 우수한 외국인 전임교원 및 겸임교원을 활용한 국제화 교육의 질적 강화를 통해 대학원생들의 국제적 역량향상을 추구함 (현재 외국인 교원 2명이 본 교육연구단에 재직 중)
- Dr. (조교수, 국적: 미국) 2017년 3월 부임 이래 무기화학, 전기화학, 에너지화학 분야

- 를 선도하는 연구자로서 다수의 대학원 강의 및 연구 지도를 통하여 국제화 교육을 앞장서고 있음
- 대학원 강의: 에너지소재화학, 무기촉매화학, 무기화학특별연구II (2020년 2학기), 무기화학특강, 화학연구방법론 (2021년 1학기) 및 무기화학I, 무기화학실험과 같은 학부 강의까지 다양하게 활용을 하고 있음. 향후 보다 다양한 수준의 강의 및 연구 지도를 통하여 학생들의 국제화 함양에 기여할 수 있도록 독려할 계획임
- Dr. (교수, 국적: 독일) 2020년 2월부터 화학과 교수로 재직 중인 교수는 이론 화학 분야의 세계 리더급 연구를 수행 중인 석학으로, 현재 독일 드레스덴 공과대학교 (Technische Universität Dresden) 이론화학 분야의 석좌교수로 재직 중임. 부임 후 <Data Science for Chemistry>와 같은 특강 과목을 개설하여 AI기반 데이터 과학 분야를 소개하였으며 매년 3개월간 체류하며 교육연구단의 에너지 및 신소재 분야 국제화 교육에 큰 공헌을 할 것으로 기대하였으나, 코로나19의 상황으로 현재 국내체류보다는 온라인 강의로 학생들의 교육적 목표에 맞춰서 기여할 수 있도록 할 예정임
- 특히나, 대학원 집중강의 개설로 2021년 2학기에는 9월 6일부터 3주간 <Computer Simulations in Chemistry> 과목 개설을 하여, 이론 화학의 새로운 시각을 교육연구단 소속 대학원생들에게 제공할 계획임
- 이와 같이 향후 해외 우수 석학의 임용을 점진적으로 확대하여 교육연구단의 국제화 역량에 적극 활용할 계획임

▶ Yonsei Frontier Laboratory Program 활용

- 교육연구단의 노력과 더불어 대학 차원의 교육/연구의 국제화 및 연구실적 증진, 대외 인지도 제고 등의 목적으로 해외석학 및 우수 신진연구자를 전임교원으로 초빙하기 위하여 현재 연세프론티어 연구원을 설립하여 운영 중이며, 외국인 전임교원의 국내 정착을 위한 다양한 지원 프로그램을 운영하고 있음

▶ 향후 해외 석학 초빙 및 활용 계획

- 코로나19의 상황으로 해외 석학의 초빙 및 활용과 같은 국제심포지엄, 초청세미나 및 공동연구기반 구축에 관한 지원과 활용이 상대적으로 미흡하였으나, 향후 코로나19 상황의 개선과 더불어서 기존에 계획한 전임 교수급의 해외학자 뿐만 아니라, 초빙교수, 객원교수와 같은 해외석학의 다양한 활용을 고안할 계획이며, 또한 온라인 기반한 다양한 초청세미나 및 심포지엄을 계획하고 있음

■ 외국대학과의 복수 학위제

▶ 외국대학 복수학위제 운영 실적

- 본 교육연구단은 현재 지속적인 노력을 통해 세계 우수 대학들과 복수학위제와 관련된 협약을 체결을 위해 노력하고 있음
- 대학 차원에서는 2021년 현재 6개국 21개 해외대학과 복수학위제에 대한 협약을 운영하고 있으며 매 학기 공동·복수학위과정생을 지원하기 위해 국제화 인프라의 구축을 위해 노력하고 있으며 파견학생에 대한 장학금을 지급하고 있음. Outbound 학생의 경우에는 생활비를 지원하며, Inbound 학생의 경우에는 연세대 등록금(입학금 포함) 전액 한도 내에서 지원하고 있음

▶ 외국대학과의 복수학위제 확대 계획

- 교육연구단의 노력과 더불어 대학차원에서 국제 공동 복수학위 내실화 및 확대 운영 및 참여 학생에 대한 재정적 지원 강화 및 멘토링 서비스를 위한 장을 마련할 계획임
- 현행 21개 대학과의 협약에서 2027년까지 10개국 30개 대학으로 확대를 계획하고 있음. 해외 대학교와의 전략적 연구협력 파트너십 구축을 통하여 학문 분야별 국제교류를 위한 네트워크 구축 및 공동 기금 조성을 통한 교류 활동을 지원하고 있음. 스위스 제네바대학, 호주 시드니대학과 이스라엘 텔아비브대학과의 국제공동연구 및 학위과정 개설을 추진 중임

■ 대학원생 국제교류

▶ 대학원생 장단기 해외연수

- 코로나-19 감염병 확산으로 인하여 장단기 해외연수는 불가피하게 추진되지 않았음

▶ 대학원생 국제 학술대회 참가

【72th Annual International Society of Electrochemistry】

- (통합7학기) Electrodeposited Cu-Ag-Hg Multi Metallic Thin Films for Improved CO₂ Conversion: Dramatic Impact of Hg Incorporation on Product Selectivity
- (통합6학기) Electrochemical Synthesis of PEDOT:PF₆ Nanoparticles in Organic Droplets
- (통합5학기) Electrochemical Synthesis of Core-Shell Nanoparticles by Seed-Mediated Selective Deposition
- (통합5학기) Potential Tunable Trinuclear RuM(M=Ru, Ni, Co, Cr) oxo Coordination Complexes for High Voltage Non-aqueous Redox Flow Batteries
- (통합5학기) Photoelectron extraction via inserted carbon nanotube in photosynthetic cells and analysis by scanning electrochemical microscopy (SECM)
- (통합9학기) Atom-precise Metal Nanoclusters as a Powerful Platform For Identifying Active Sites for Electrochemical CO₂ reduction
- (박사5학기) Atom-precise Bimetallic Nanoclusters for Element Specific CO₂ Electrolysis to CO

【GDCh Science Forum Chemistry】

- (통합8학기) Two solvent-induced porphyrin-based hydrogen-bonded organic frameworks.

▶ 대학원생 국제교류 증진 계획

- 【해외방문 연구지원 사업】 해외명문대학 및 해외연구소의 방문 연구 확대를 위한 본 교육연구단 자체의 『해외방문 연구지원 사업』을 신규개설하여, 참여대학원생이 전공과 관련된 해외기관에 직접 방문하여 최신 실험 기술 및 노하우를 배울 기회 제공을 목표로 함. 해당 사업에 참여를 원하는 대학원생은 영어로 연구계획서를 작성하도록 하며, 선정된 경우 장/단기 해외연수비용에 요구되는 제반 비용을 본 교육연구단에서 제공할 계획임
- 도전적인 글로벌 인재양성을 위하여 저명한 국제학회의 참석을 유도하고, 특히 구두발표 기회의 확대를 장려하기 위한 교육연구단의 지원을 강화함
- 해외 대학원생들과의 학술 심포지엄을 추진하여 대학원생들끼리 정기적으로 교류하도록 함. 이를 통해 대학원생들이 해외 대학의 전공 분야 학생들과 네트워크를 구축하도록 장려함
- 기존 운영 중인 MOU 기반 프로그램의 내실화 도모 및 외연 확대 장려
- 【Yonsei Global Alliance 활용】 세계적으로 우수한 교육, 연구 기관들과 Yonsei Global Alliance 프로그램을 활용하여 적극적인 연구협력, 학생과전, 공동논문, 방문연구 등의 교류에 대한 교육연구단 차원에서의 적극적인 활용을 도모함. 현재 Yonsei-USA Alliance (미국 8개 대학), Yonsei-Asia Alliance (아시아 7개 대학), Yonsei-EU Alliance (유럽 5개 기관)이 활발하게 운영 중임

■ 해외석학 국제교류

▶ 해외석학 초청 국제 심포지엄

- 코로나-19 감염병 확산으로 해외석학의 직접적인 초청은 불가능하였으며 온라인 심포지엄을 1회

개최하였으며 본 교육연구단 소속 대학원생들이 참여하여 첨단 연구성과들을 공유하였음

- 본 교육연구단의 교육 및 연구 목표에 발맞춰서, Innovative Materials for Sustainable Future라는 주제로 BK+ 사업단의 첫 국제 심포지엄을 2021년 7월 7일 개최함
- 국제적으로 저명한 4분의 연사진을 모시고, 지속적 미래를 위한 다양한 화학적 접근법에 대한 최근 연구동향에 대해서 접할 수 있는 소중한 기회를 제공함
- [Prof.] 기계화학적 합성 방법을 이용한 유기화합물 합성 연구
- [Prof.] 유기촉매 기반 생분해성 폴리에스테르 합성에 관한 연구
- [교수] 다양한 유기물 및 무기물 기반한 세포 포자화에 관한 연구
- [Prof.] 친환경적 셀룰로오스의 합성과 이를 기반한 다양한 응용 연구

▶ 해외석학 공동연구 기반구축

- 해외석학과의 공동연구를 위한 MOU 체결로 국제교류의 실질적 기회를 마련하였으며 지속적인 공동연구가 진행되고 있으나 코로나-19 감염병 확산으로 인해 실질적인 방문은 이루어지지 않았음
- ① 미국 Harvard Medical School과 질병 탐지 및 치료에 사용되는 혁신적인 나노물질 개발 공동연구를 위한 MOU (교수, 2017년 4월-현재)
- ② 미국 Texas A&M University와 2D 나노물질 개발 및 물성 측정 공동연구를 위한 MOU (교수, 2019년 7월-현재)
- ③ 호주 University of Sydney와 탄소나노튜브 소자화 관련 공동연구를 위한 MOU (교수, 2019년 10월-현재)

■ 해외학자의 활용 계획

▶ 해외 석학 초빙

- 해외석학들과 다양한 연구 분야의 심포지엄 개최 확대 및 교육연구단 교수진의 해외기관 행사 적극적 참여 유도
- 화학 분야의 해외석학들에 대한 특임/겸임 교수 초빙 확대를 목표로 현재 본 교육연구단 내 search committee (학과장 외 4인)의 상시 운영을 통하여 해외석학들의 본교 전임교원 유치에 관한 활동 중임. 해외석학들을 정기적으로 초청하여 본 교육연구단 참여대학원생들에게 국제 감각을 함양하고 이를 우수한 연구자로 성장할 기회를 제공함
- Yonsei Frontier Program을 적극적으로 활용하여 해외석학 및 우수 신진연구자를 초빙하고 이를 통하여 해외석학의 특강 개설 확대 및 연구 교류 활성화 추진

우수 외국인 학생 유치 현황 및 계획

■ 우수외국인 학생 유치 현황 (2021년 8월 현재)

▶ 우수외국인 재학생 현황

- 다양한 국적의 우수한 외국인 대학원생 6명이 현재 본 교육연구단에 재학 중이며 전체 대학원생 (2020학년도 2학기 150명, 2021학년도 1학기 160명, 연평균 155명)의 4%에 해당함
- 연구실에 잘 적응하여 우수한 연구성과를 도출하고 있음

<표 II-6.1-1> 2021년 1학기 현재 외국인 학생 현황 및 논문실적

연번	한글성명	국적	지도교수	논문 실적
	영문성명	학위과정	연구기간	
1		베트남	주저자 (ChemCatChem)	

	석사	201908-현재	
2	인도 박사	201903-현재	공동저자 (Appl Cat B 외 2편)
3	인도 박사	201903-현재	제1저자 (ACS Appl. Energy Mater.; App. Surf. Sci.), 공동저자 (2편)
4	인도 박사	201903-현재	공동저자 (J. Catalyst 외 6편)
5	중국 박사	202009-현재	주저자 (Small) 공동저자 (Solar RRL)
6	중국 박사	201309-현재	주저자 (Org Lett, OrgBioChem), 공동저자 (Sci Rep)

▶ 외국인 졸업생 현황

- 지난 1년간 1명의 외국인 석사졸업생(, 베트남, 지도교수)을 배출하였으며, 동연구실에 현재 박사과정으로 진학하여 학업을 이어가고 있음

▶ 우수외국인 신입학생 유치 현황

- 현재 2021년 2학기에는 총 4명의 외국인 학생들이 대학원에 입학할 예정으로 전체 외국인 대학원생의 숫자는 9명의 늘어날 예정임
- 이들 외국인 신입학생들은 영국, 중국, 베트남 등 다양한 국적을 가지고 있으며 글로벌리더로 성장할 가능성을 가지고 있음

■ 우수외국인 학생 유치 계획

▶ 지속적 홍보 및 유치 프로그램 강화

- 대학의 영문, 중문 홈페이지 및 본 교육연구단 영문 홈페이지의 콘텐츠 확충을 통한 지속적 해외 홍보로 우수외국인 학생들에게 최신 입시정보 및 교육연구단 소속 교수진의 인지도를 높임
- 해외 현지 방문 워크숍을 통한 우수 대학원생 유치 강화 및 다양한 국제 네트워크의 활용을 통하여 사업단 홍보 및 대학원생 유치 활동을 적극적으로 확대

▶ 장학 및 행정적 지원 강화

- 본 교육연구단에 지원하는 우수외국인 대학원생을 위한 장학제도 및 행정서비스 극대화. 이를 위한 방안으로 비자발급, 정착지원 및 외국인 전용 기숙사 활용과 같은 행정서비스 체계화
- 연세대학교의 외국인 유학생 유치 및 정착 프로그램 활용(전담부서 24명 상주)
- 한국인 교육 및 한국문화 체험을 위한 국내 최고 수준의 연세어학당 활용 기회 제공

② 참여대학원생 국제공동연구 현황과 계획

대학원생 국제 공동연구 현황

■ 대학원생의 단기 해외연수 <15일 이상 해외연구실 공동연구 실적>

- ▶ 본 교육연구단은 세계적 수준의 연구 흐름에 능동적으로 대응하고, 국제적 수준의 안목을 더하기 위하여 우수한 대학원생들의 국제공동연구 경험을 제공하여 해외 네트워크를 확장하며 미래를 선도하는 국제적 역량을 높일 다양한 기회를 장려하고 있음
- ▶ 코로나-19의 영향으로 국제공동연구를 위한 방문 환경이 조성되지 않았기 때문에 1차년도 과제 수행 중에 장단기 방문은 이루어지지 못함
- ▶ 이에 따라 다른 방안으로 진행할 방법에 대한 고찰이 요구됨

■ 국제 공동연구의 양적인 성장과 질적인 성장의 균형화

- ▶ 본 교육연구단이 개설 중인 MOU 기반 프로그램의 내실화 도모 및 신규 해외기관 협업
 - 기존 MOU 바탕 프로그램의 내실 있는 연구에 교육연구단의 적극적 지원(Yonsei-University of Sydney 공동연구 프로그램 학생파견)
 - 개인 연구자의 국제 공동연구를 한 단계 성장한 기관 간의 협업 프로그램으로 확대 계획(코로나19의 상황으로 기존 목표를 달성하기는 어려운 상황이나 기관간 협업을 최대한 확대할 계획임)
- ▶ 해외 방문연구 지원사업의 신규 개설
 - 해외 연구자와의 공동연구 협력을 장려하기 위하여 교육연구단 차원의 해외 파견 지원책 마련을 계획하였으며, 현재 이를 반영하여서 교육연구단 운영 내규에 추가함
 - 우수 대학원생의 해외 선도적 연구 체험, 연구/학술 활동의 경험 확대를 지원하여 학생들의 연구력의 국제적 감각과 연구역량을 제고
 - 교육연구단 참여 대학원생이 전공 관련한 해외기관에 직접 방문, 최신 실험 기술 및 노하우를 배울 기회를 제공
 - 해당 사업에 참여를 원하는 대학원생은 영어로 작성한 연구계획서를 작성하도록 하며, 선정된 경우 장/단기 해외 연수비용에 요구되는 제반 비용 제공

■ Yonsei Global Alliance 구축 및 활용

- ▶ 세계적으로 우수한 교육, 연구기관들과 Yonsei Global Alliance 구축. 적극적인 연구협력, 학생파견, 공동논문, 방문연구 등의 교류 수행
- ▶ Yonsei-USA Alliance (미국 8개 대학), Yonsei-Asia Alliance (아시아 7개 대학), Yonsei-EU Alliance (유럽 5개 기관)

□ 연구역량 대표 우수성과

■ 참여교수의 논문 실적 우수 성과

- ▶ 논문수 관련 양적 지표: 교수 1인당 논문 수(5.06 → 5.47, 8.1% 증가)와 논문의 환산 편수의 합 (23.1 → 23.6, 2.0% 증가)으로 증가함
- ▶ Impact Factor(IF) 관련 논문 질적 지표: 교수 1인당 IF(43.66 → 55.52, 27.2% 증가)와 논문 1편당 IF(8.43→10.15, 20.4% 증가)는 큰 폭으로 증가
- ▶ JCR 랭킹(%)은 참여교수가 발표한 논문의 해당 분야 내에서의 질적 우수성을 나타내는 지표임. 교수 1인당 연간 상위 10% 논문수(2.24 → 2.71, 21.0% 증가)는 큰 폭으로 증가
- ▶ 대표논문성과:
 - 교수, Nature Materials 게재 (IF: 43.841, 재료과학 1위, JCR 0.31%), “Non-Contact Long-Range Magnetic Stimulation of Mechanosensitive Ion Channels in Freely Moving Animals”, Nature Materials 2021, 20, 1029-1036 (2021년 1월 게재)
 - 교수, Chem 게재 (IF: 22.804, 화학 종합 분야 상위, JCR 4.78%), “Switching Resonance Character within Merocyanine Stacks and Its Impact on Excited-State Dynamics”, Chem 2021, 7, 715-725 (2021년 3월 게재)
 - 교수, ACS Energy Letters 게재 (IF: 23.101, 전기화학 분야 1위, JCR 1.28%), “Small Change, Big Difference: Photoelectrochemical Behavior of Au Nanocluster-Sensitized TiO₂ Altered by Core Restructuring”, ACS Energy Lett. 2021, 6, 2305-2312 (2021년 5월 게재)

■ 참여교수의 특허 우수 성과

- ▶ 1차년도에 등록된 특허는 10건으로 선정당시 평균에 수렴하며, 특허출원이 이미 11건으로, 등록과 출원 수를 합하면 기술 개발에서 양적 성장을 이뤘음이 확인됨
- ▶ 등록 또는 출원된 21건의 특허 중 에너지·바이오 기술 분야 특허는 95%로, 특성화 분야에 집중된 연구가 진행되고 있음이 확인됨
- ▶ 대표특허성과:
 - 교수, “삼중금속 나노클러스터와 이의 제조방법, 및 수소기체 발생용 삼중금속 나노클러스터 촉매 (등록번호: 10-2196703)” - 촉매 물질의 성능은 세계 최고 수준으로, 연료전지 선도 업체인 도요타의 기술을 상회함
- ▶ 대표기술이전성과
 - 교수 (염기서열 초고속 분석 기술) - (주)아이엠비디엑스에 기술이전하여 초고속 염기서열 분석법을 제시함으로써 향후 감염병 위기 등에 있어서 유망한 기술이라 판단됨

■ 참여교수의 연구비 수주 실적

- ▶ 정부 연구비 수주 총 입금액이 총 7.124.360천원으로 선정평가 보고서 작성시보다 27% 증가
- ▶ 산업체(국내) 연구비 수주 총 입금액이 총 674,948천원으로 선정평가 당시보다 3.2% 감소
- ▶ 1인당 총 연구비 수주액은 459,959천원으로 선정평가 당시보다 6.1% 증가
- ▶ 대표연구비 수주 실적
 - 교수, 기초연구실육성사업, 2차년도 수주액: 375,000 천원

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	16,867,704	7,124,360	
산업체(국내) 연구비 수주 총 입금액	2,152,851	694,948	
해외기관 연구비 수주 총(환산) 입금액	483,530	0	
1인당 총 연구비 수주액	1,300,272	459,959	
참여교수 수	17	17	

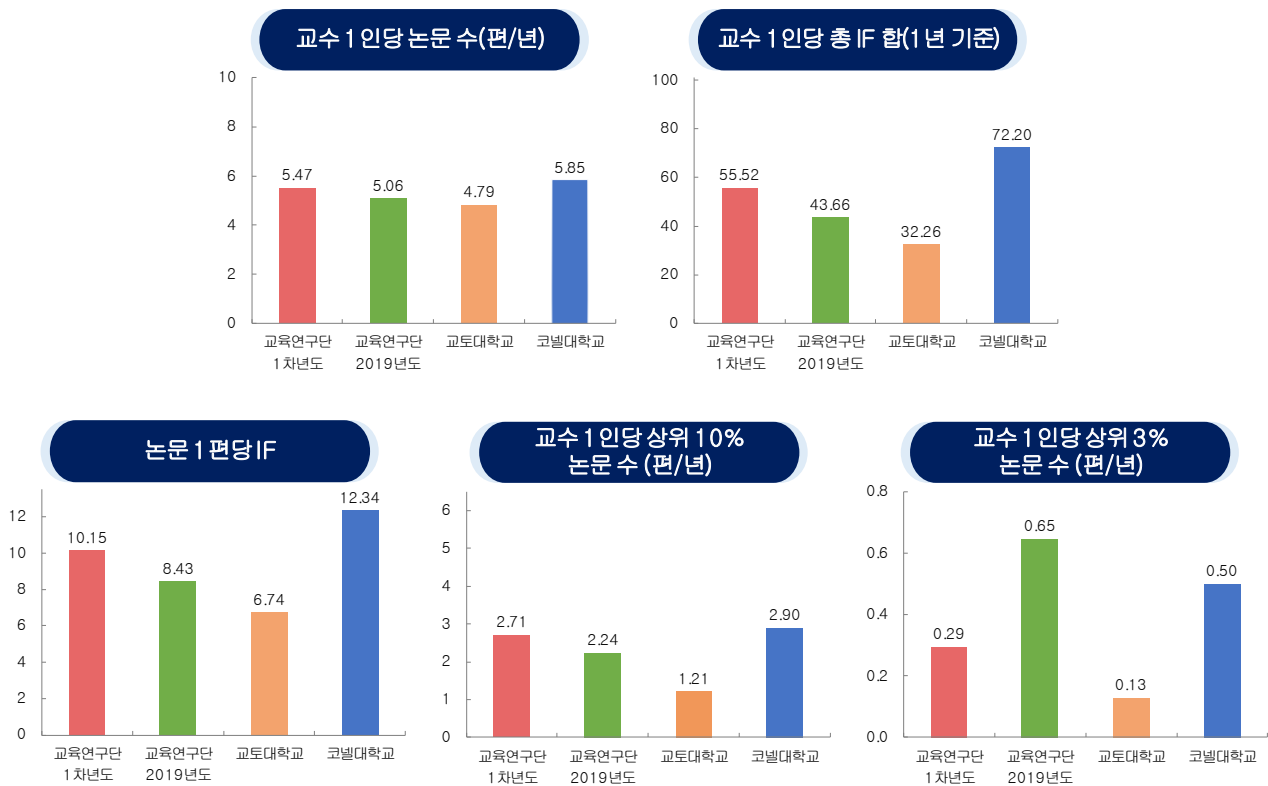
1.2 연구업적물

① 참여교수 연구업적물의 우수성

교육연구단 참여교수 연구역량 분석

■ 교육연구단의 BK21FOUR 사업 선정 전·후 연구역량 정량적 비교

- ▶ 본 교육연구단의 사업 1차년도 연구역량 성과 분석을 위해서 사업 선정 당시 (해당 기간: 2019년 01월 - 12월)와 1차년도 (해당 기간: 2020년 09월 - 2021년 08월)에 참여교수가 발표한 연구논문을 조사하고 분석: <그림 III-1.2-1>
- ▶ 논문수 관련 양적 지표: 교수 1인당 논문 수(5.06 → 5.47, 8.1% 증가)와 논문의 환산 편수의 합(23.1 → 23.6, 2.0% 증가)으로 소폭 증가함
- ▶ Impact Factor(IF) 관련 논문 질적 지표: 교수 1인당 IF(43.66 → 55.52, 27.2% 증가)와 논문 1편당 IF(8.43→10.15, 20.4% 증가)는 큰 폭으로 증가하였지만, 논문 1편당 환산보정 IF(0.23 → 0.21, 8.7% 감소)는 소폭 감소하였음
- ▶ Eigenscore(ES) 관련 논문 질적 지표: ES는 논문을 출판한 학술지의 영향력을 나타내며, 해당 논문에 대한 영향력을 제 3자가 판단할 때 유용한 값임. 논문 1편당 환산보정 ES(0.42 → 0.39, 7.1% 감소)는 소폭 감소하였음
- ▶ JCR 랭킹 관련 논문 질적 지표: 논문을 발표한 학술지의 JCR 랭킹(%)은 참여교수가 발표한 논문의 해당 분야 내에서의 질적 우수성을 나타내는 지표임. 교수 1인당 연간 상위 10% 논문수(2.24 → 2.71, 21.0% 증가)는 큰 폭으로 증가하였으나 최상위 논문의 지표인 교수 1인당 연간 상위 3% 논문수(0.65 → 0.29, 55.4% 감소)는 매우 큰 폭으로 감소하였음



<그림 III-1.2-1> 교육연구단 BK21PLUS 사업 1차년도 참여교수 연구논문 실적 요약

■ 교육연구단의 참여교수 1차년도 발표 연구논문 양·질적 평가

- ▶ 기술한 연구역량 정량적 비교에 따르면 BK21FOUR 사업 1차년도의 교수 1인당 논문 수와 환산 편수를 소폭 증가함. 또한 논문 1편당 IF와 논문 1편당 IF는 매우 큰 폭으로 증가하였음. 이를 통해 본 사업단 참여교수 발표 연구논문 실적이 양적 성장을 유지하면서 질적 우수성을 추구하는 BK21FOUR 사업의 방향성과 일치하는 것으로 판단됨
- ▶ 본 교육연구단의 참여교수 연구실적의 방향성과는 반대로 1편당 환산보정 IF 및 환산보정 ES는 10% 이내로 감소하였고 학문 분야 최상위 학술지를 나타내는 교수 1인당 JCR 랭킹 3% 이내 학술지의 발표 논문 수는 55%의 감소를 나타내었음. 이러한 정량적 지표의 감소는 연구역량의 질적 수준의 감소로 판단될 수 있지만, 교수 1인당 JCR 랭킹 10% 이내 학술지의 발표 논문 수는 21%의 상당한 증가를 보여줌
- ▶ 이러한 반대의 정량 지표를 해석하기 위해서 사업 선정(2019년 실적) 당시와 BK21FOUR 사업 1차년도에 발표된 JCR 랭킹 10% 이내 학술지에 발표 논문을 조사·분석함: <그림 III-1.2-2>
- ▶ 사업 선정 당시에는 참여 교수가 논문을 발표한 JCR 랭킹 3% 이내의 학술지는 화학분야 최상위 학술지가 아니라 IF가 상대적으로 낮지만 화학 인접 학문 분야에서 랭킹이 매우 높은 학술지(Dyes and Pigments, Applied Surface Science, Carbohydrate Polymers, Journal of Membrane Science 등)가 7편이 발표되어 교수 1인당 연간 상위 3% 논문수가 매우 높았던 것으로 판단됨
- ▶ <그림 III-1.2-2>에 나타낸 것과 같이 사업 1차년도에 참여교수의 학술 논문이 발표된 상위 10% 학술지를 보면 화학 전체 학술 분야에 속하여 JCR 랭킹은 3% 이내가 되지 않지만 화학분야의 최상위 학술지(Chem, Accounts of Chemical Research, Journal of American Chemical Society, Angewandte Chemie International Edition 등)에 발표된 논문(16편)이 사업 선정 당시 실적(5편)과 비교할 때 3.2배가 증가함
- ▶ 또한 클러스터 특성화 분야인 소재기반 에너지와 소재기반 바이오 분야의 최상위 학술지에 발표된

논문이 비약적으로 증가한 것으로 알 수 있음

▶ 따라서 정량평가 분석에서 나타난 반대되는 지표 수준의 발표된 연구 논문의 질적 수준 하락보다는 향상으로 평가할 수 있음. 따라서 양적 성장을 유지하면서 독보적인 질적 우수성을 추구하는 교육연구단의 연구역량 강화 계획을 사업 시간 동안 점진적으로 실시할 예정임

3% 최상위 학술지

- Nature Materials: 1편
- Nature Biomedical Engineering: 2편
- Advanced Materials: 1편
- Nature Microbiology: 1편

화학분야 최상위 학술지

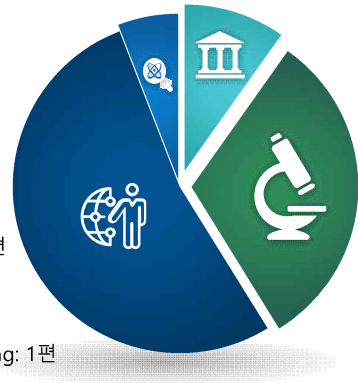
- Chem: 1편
- Accounts of Chemical Research: 3편
- Journal of American Chemical Society: 4편
- Angewandte Chemie International Edition: 8편

자연과학 최상위 학술지

- Nature Communications: 1편
- Advanced Science: 1편
- Science Advances: 1편

분야별 최상위 학술지

- Nano Letters: 4편
- ACS Nano: 2편
- ACS Energy Letters: 2편
- Biosensors & Bioelectronics: 1편
- Sensors and Actuator B: 1편
- Biomacromolecules: 2편
- Analytical Chemistry: 2편
- Small: 2편
- Journal of Materials Chemistry A: 1편
- Journal of Physical Chemistry Letters: 4편
- ACS Marco Letters: 1편
- Organic Letters: 1편
- Macromolecules: 2편
- ACS Sustainable Chemistry & Engineering: 1편
- Dyes and Pigments: 1편



<그림 III-1.2-2> 교육연구단 BK21PLUS 사업 1차년도 참여교수 연구논문 실적 요약

교육연구단의 참여교수 1차년도 대표 연구업적

▶ 본 교육연구단 참여교수가 사업 1차년도에 발표한 교수 개인별 대표 연구업적(3편 이내)을 <표 III-1.2-1>에 정리함

<표 III-1.2-1> 교육연구단 참여교수 대표 연구업적 (참여교수 1인당 3편 이내)

연번	참여교수	논문제목	학술지	IF	JCR 상위 %	저자역할	국제공동
1		Modeling electron-transfer degradation of organic light-emitting devices	Advanced Materials	30.849	2.17	교신 저자	X
		Nanocrystalline polymorphic energy funnels for efficient and stable perovskite light-emitting diodes	ACS Energy Letters	23.101	1.28	교신 저자	X
		Switching resonance character within merocyanine stacks and its impact on excited-state dynamics	Chem	22.804	4.78	교신 저자	O (독일)
2		Electrochemistry of multilayer electrodes: from the basics to energy applications	Accounts of Chemical Research	22.384	5.34	교신 저자	X
		Antimicrobial peptides: a modular poly(ethylene glycol)-based peptidomimetic approach to combat bacteria	ACS Nano	15.881	6.16	교신 저자	X
		Atomically-dispersed cobalt ions on polyphenol-derived nanocarbon layers to improve charge separation, hole storage, and catalytic activity of water-oxidation photoanodes	Journal of Materials Chemistry A	12.732	5.64	교신 저자	X
3		Synergetic catalytic behavior of dual metal-organic framework coated hematite photoanode for photoelectrochemical water	Journal of Catalysis	7.920	9.89	교신 저자	O (인도)

	splitting performance					
	Recent advances in metal-organic framework based photocatalysts for hydrogen production	Sustainable Energy & Fuels	6.367	24.47	교신 저자	O (인도)
	Construction of a highly efficient and durable 1D ternary CdS/ZnS/Pt nanohybrid catalyst for photocatalytic CO ₂ reduction into chemical fuels under solar light irradiation	ACS Applied Energy Materials	6.024	24.98	교신 저자	X
4	High-speed screening of lipoprotein components using online miniaturized asymmetrical flow field-flow fractionation and electrospray ionization tandem mass spectrometry: Application to hepatocellular carcinoma plasma samples	Analytical Chemistry	6.986	9.04	교신 저자	X
	Enhancement of acidic lipid analysis by nanoflow ultrahigh performance liquid chromatography-mass spectrometry	Analytica Chimica Acta	6.558	11.45	교신 저자	X
	Exercise-induced recovery of plasma lipids perturbed by ageing with nanoflow UHPLC-ESI-MS/MS	Analytical and Bioanalytical Chemistry	4.142	25.90	교신 저자	X
5	Accurate Detection of rare mutant alleles by target base-specific cleavage with the CRISPR/Cas9 System	ACS Synthetic Biology	5.11	13.29	교신 저자	X
	Introduction to single-cell DNA methylation profiling methods	Biomolecules	4.879	32.15	교신 저자	X
6	Mitochondrial Cl ⁻ -selective fluorescent probe for biological applications	Analytical Chemistry	6.986	9.04	교신 저자	X
	Bacterial lectin-targeting glycoconjugates for selective elimination of pathogenic bacteria	ACS Macro Letters	6.903	7.39	교신 저자	X
	Cancer cell death using metabolic glycan labelling techniques	Chemical Communications	6.222	24.44	교신 저자	X
7	Density sensitivity of empirical functionals	Journal of Physical Chemistry Letters	6.475	6.76	교신 저자	O (미국)
	Explaining and fixing DFT failures for torsional barriers	Journal of Physical Chemistry Letters	6.475	6.76	교신 저자	O (미국)
	KS-pies: Kohn-Sham inversion toolkit	Journal of Chemical Physics	3.488	22.97	교신 저자	O (미국)
8	Highly efficient oxygen evolution reaction via facile bubble transport realized by three-dimensionally stack-printed catalysts	Nature Communications	14.919	4.79	공동 저자	X
	Enhanced interfacial electron transfer between thylakoids and RuO ₂ nanosheets for photosynthetic energy harvesting	Science Advances	14.136	6.16	공동 저자	X
9	Rational manufacture of yolk-shell and core-shell metal oxide double layers from	Materials Chemistry	6.482	22.75	교신 저자	X

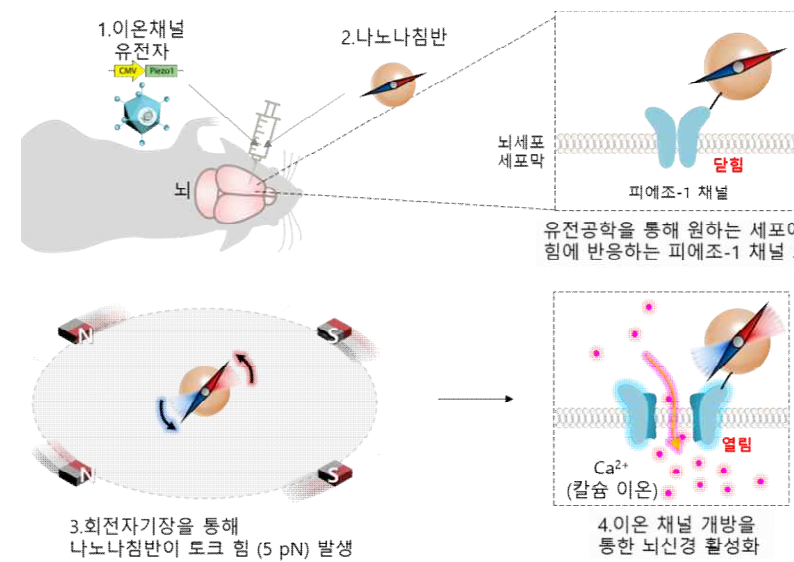
	silica-templated coordination polymer double layers	Frontiers				
10	Small change, big difference: Photoelectrochemical behavior of Au nanocluster-sensitized TiO ₂ altered by core restructuring	ACS Energy Letters	23.101	1.28	교신 저자	X
	Atomically precise gold nanoclusters as model catalysts for identifying active sites for electroreduction of CO ₂	Angewandte Chemie International Edition	15.336	8.71	교신 저자	X
	Synthesis and photophysical properties of light-harvesting gold nanoclusters fully functionalized with antenna chromophores	Small	13.281	7.36	교신 저자	O (미국)
11	Near-infrared electrogenerated chemiluminescence of Au ₂₂ (glutathione) ₁₈ nanoclusters in aqueous solution and its analytical application	Journal of Electroanalytical Chemistry	4.464	23.49	교신 저자	X
	Electrogenerated chemiluminescence of luminol on a gold nanocluster graphene-Nafion composite-modified electrode in neutral aqueous solution	Journal of Electroanalytical Chemistry	4.464	23.49	교신 저자	X
12	Stereodivergent Carbon–Carbon Bond Formation between Iminium and Enolate Intermediates by Synergistic Organocatalysis	Journal of the American Chemical Society	15.419	8.15	교신 저자	X
	Boron Lewis Acid-Catalyzed Hydrophosphinylation of N-Heteroaryl-Substituted Alkenes with Secondary Phosphine Oxides	Journal of Organic Chemistry	4.354	20.18	교신 저자	X
	Lewis acid-catalyzed double addition of indoles to ketones: synthesis of bis(indolyl)methanes with all-carbon quaternary centers	Organic & Biomolecular Chemistry	3.876	21.93	교신 저자	X
13	Bioinspired Applications of Porphyrin Derivatives	Accounts of Chemical Research	22.384	5.34	교신 저자	X
	Enhancement of Energy Transfer Efficiency with Structural Control of Multichromophore Light-Harvesting Assembly	Advanced Science	16.806	5.26	교신 저자	X
	Stimuli-responsive fluorescent dyes for electrochemically tunable multi-color-emitting devices	Sensors and Actuators B: Chemical	7.46	3.91	교신 저자	X
14	Template-directed quantitative one-pot synthesis of homochiral helical receptors enabling enantioselective binding	Angewandte Chemie International Edition	15.336	8.71	교신 저자	X
	Synthesis of 1H-indazoles via silver(I)-mediated intramolecular oxidative C–H bond amination	ACS Omega	3.512	43.54	공동 저자	X
	Aromatic helical foldamers as nucleophilic catalysts for the regioselective acetylation of octyl β-d glucopyranoside	ChemPlusChem	2.863	53.09	교신 저자	X
15	Non-contact long-range magnetic stimulation of mechanosensitive ion	Nature Materials	43.841	0.31	교신 저자	X

	channels in freely moving animals					
	Fast detection of SARS-CoV-2 RNA via the integration of plasmonic thermocycling and fluorescence detection in a portable device	Nature Biomedical Engineering	25.671	0.56	공동저자	X
	High-resolution T1 MRI via renally clearable dextran nanoparticles with an iron oxide shell	Nature Biomedical Engineering	25.671	0.56	교신저자	X
16	Helical structures of nylon-like oligomers consisting of 1,2-diamine and 1,2-dicarboxylic acid building blocks containing a five-membered ring constraint	ChemPlusChem	2.863	53.09	교신저자	O (미국)

■ 벤치마킹 대학 화학과의 연구논문 실적 비교

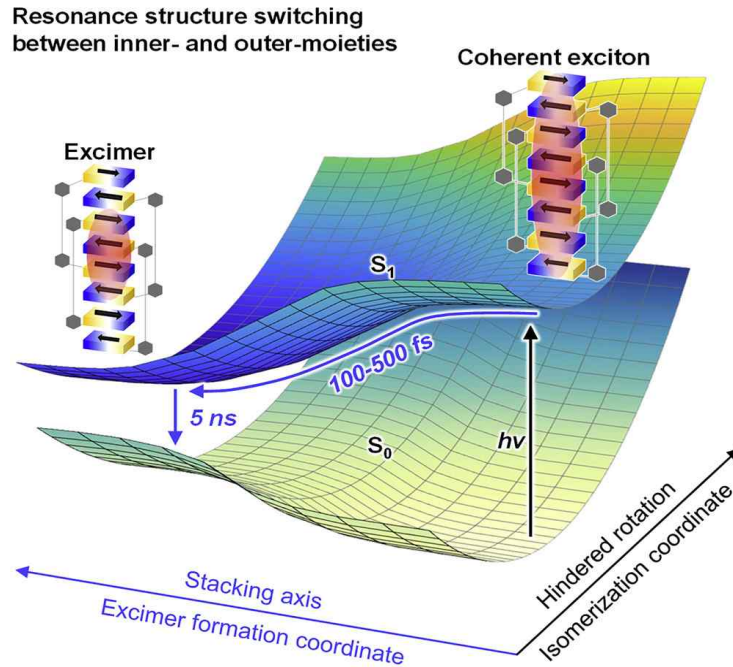
- ▶ 본 교육연구단은 국제적 대학 평가 기관인 QS사의 World University Ranking Report(2020) 화학부분 평가에 근거하여 연세대학교 화학과(51-100위권)보다 랭킹이 상위에 있는 미국 코넬대학교와 일본 교토대학교를 벤치마킹 대학으로 선정하여 교육·연구분야의 특성화 계획을 수립함
- ▶ 사업 1차년도(2020년 9월 - 2021년 8월)에 벤치마킹 대학의 화학과 소속 교수들이 발표한 연구논문 데이터를 수집하여 <그림 III-1.2-1>와 같이 분석함
- ▶ 사업 선정 당시에는 상위 그룹이 코넬대학교에 교수 1인당 논문 편수와 JCR 랭킹 상위 10% 논문 수 부분에서 상대적인 우위를 보여주었지만 사업 1차년도 결과, 코넬대학교에 비교할 때 교수 1인당 논문 편수, 상위 10% 및 3% 논문 수 및 논문 1편당 IF 등 모든 지표에서 상대적인 열세를 보임. 이러한 상대적인 열세가 QS사의 대학 전공 분야 평가의 또 다른 지표인 학계 인지도(Academic reputation, 67.9)가 벤치마킹 대학교 화학과의 평균(77.9)에 비해서도 저평가된 이유 중의 하나라고 판단됨

② 교육연구단의 학문적 수월성을 대표하는 연구업적물 (최근 1년(2020.9.1.-2021.8.31.))

연번	대표연구업적물 설명
1	<p> ■ 교수, Nature Materials 게재 (IF: 43.841, 재료과학 1위, JCR 0.31%) Non-Contact Long-Range Magnetic Stimulation of Mechanosensitive Ion Channels in Freely Moving Animals, Nature Materials 2021, 20, 1029-1036 (2021년 1월 게재) </p>  <p style="text-align: center;"> <그림 III-1.2-3> 나노 자기학 개요 </p> <p> ■ 연구업적물 개요 </p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ 【운동 신경 제어가 가능한 나노나침반 개발】 자기장은 MRI와 같이 질병 진단에 매우 중요한 수단이나, 치료에는 사용이 되지 않고 있다. 즉, 자기장을 이용하면 MRI와 같이 생체 신호를 읽거나 검색은 가능하나, 쓰거나 교정 기능은 불가능한 상태이다. 본 연구 결과에서는 자기장을 이용해 뇌의 운동신경을 무선 (wireless) 및 원격 (remote)으로 정밀 제어하는 ‘나노 자기유전학(nano-magneto-genetics) 기술’을 개발했다. 구체적으로 본 연구에서는 자기장에 감응하여 5 pN 토크 힘을 발생하는 ‘나노나침반’을 개발하고 이를 뇌세포의 피에조-1 이온 채널에 응용하여 뇌신경 신호 전달이 가능함을 증명함 ▶ 【동물 실험을 통한 나노나침반 가능성 검증】 살아있는 동물(쥐)의 경우 나노나침반을 우뇌의 운동 신경 부위에 주입한 후 자기장을 가했을 때, 칼슘 이온이 세포 내로 유입되어 원하는 부위의 운동 능력을 촉진함. 이에 따라 쥐의 왼발 운동신경이 활성화되어 반시계 방향으로 운동하며, 운동능력이 약 5배 향상됨. 나노나침반이 자기수용체로 작용하여, 뇌세포의 활성 제어가 가능함이 살아 움직이는 동물에서 증명함 <p> ■ 과학·사회·산업 분야에의 기여도 </p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ 【다양한 난치병 치료에 활용】 본 연구에서 개발된 자기유전학 장치는 MRI장비와 같은 크기 (중심지름 70 cm)에서도 구동이 가능하며 사람의 뇌나 전신에 25 mT의 자기장을 전달할 수 있다. 자기장은 침투력이 높기 때문에 파킨슨병, 암과 같은 난치병 치료에 활용될 것으로 기대됨 ▶ 【교육연구단 특성화 목표와의 부합성】 본 연구는 나노 소재 합성 전략을 기반으로 새로운 개념을 확립하고, 난치병 치료에의 활용 가능성을 검증한 연구결과로서 본 교육연구단의 소재기반 바이오 특성화 분야에 정확히 부합함. 또한, 본 연구결과에서 구축한 바이오 응용 분야 인프라는 소재기반 바이오 응용 특성화 교과목 운영에 활용될 수 있어 연구-교육 선순환 구축에 도움이 될 것으로 기대함

□ 교수, Chem 게재 (IF: 22.804, 화학 종합 분야 상위, JCR 4.78%)

Switching Resonance Character within Merocyanine Stacks and Its Impact on Excited-State Dynamics, Chem 2021, 7, 715-725 (2021년 3월 게재)



<그림 III-1.2-4> 메로사이아닌 쌓임체의 공명구조 전환 및 동역학

□ 연구업적물 개요

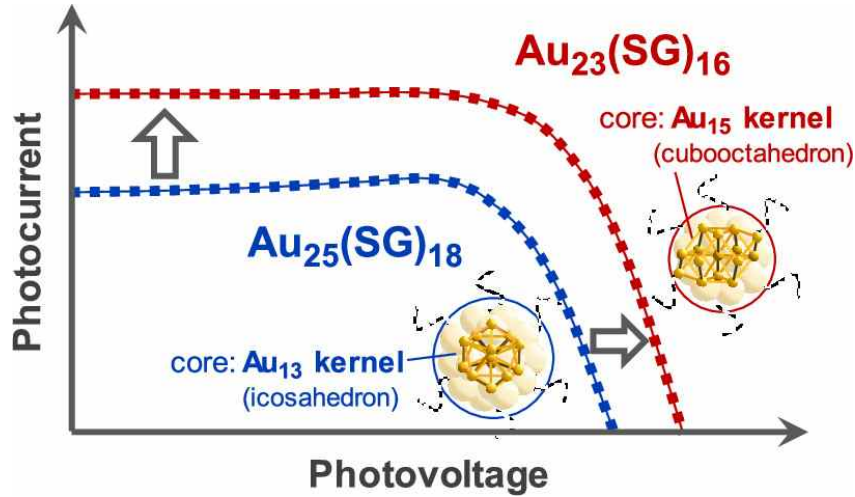
2

- ▶ 【다양한 메로사이아닌 쌓임체의 들뜬 상태 동역학 최초 규명】 흥미로운 구조와 기능을 지닌 분자 쌓임체(J-와 H-형)는 잠재적인 응용 가능성으로 인해 많은 연구가 되고 있음. 라일렌 유도체와 같은 수많은 분자 쌓임체들이 구조-성질 관계를 이해하기 위해 다양한 시간분해 분광법을 사용해 연구됐지만, 메로사이아닌으로 구성된 이합체보다 더 큰 분자 쌓임체의 들뜬 상태 동역학은 그 복잡성으로 규명되지 않았음. 본 연구에서는 최초로 이합체부터 팔합체까지 잘 정의된 메로사이아닌 쌓임체의 광학적 특성과 들뜬상태 동역학을 보고함
- ▶ 【들뜬 상태 동역학과 전하 공명구조 관계 규명】 연구 결과는 7 fs의 펌프 펄스를 통한 초고속 순간 흡수 측정과 메로사이아닌 유닛들의 공명 구조와 관련한 양자 계산, 그리고 파속 분석으로 뒷받침됐다. 특히, 특징적인 엑시머 유사 상태와 일관적인 여기 상태 역학이 각각의 메로사이아닌 유닛의 공명 구조와 강하게 연관돼 있으며, 안쪽 유닛은 바닥 상태에서 쌍성이온 특성을 갖는 역전된 공명 구조를 갖는다는 것을 처음으로 규명함

□ 과학·사회·산업 분야에의 기여도

- ▶ 【다양한 광전환 에너지 소재에의 응용】 본 연구는 구조적으로 잘 정의된, 체계적으로 크기가 조절된 메로사이아닌 쌓임체를 이용해 밝혀졌기 때문에 이와 유사한 전하 주개-받개 쌓임체를 이용한 에너지 전환 소재에서의 공명 구조 전환 현상과 이에 기인하는 성질 변화 연구에 중요한 기반을 마련할 것으로 기대
- ▶ 【교육연구단 특성화 목표와의 부합성】 본 연구는 에너지 소재를 응용하는데 핵심적인 분자 구조와 들뜬 상태 동역학에 따른 소재의 기초적인 물성 변화에 대한 이해를 추구하는 연구 결과로서, 본 교육연구단의 소재 기반 에너지 특성화 분야에 정확히 부합함. 또한, 본 연구 결과에서 활용한 펌프초 시간 분해 분광 기법 등에 대한 인프라는 본 교육연구단이 구성한 문제해결형 창의적 융합 연구 교과목에 활용될 수 있을 것으로 기대함. 본 연구는 독일의 Wurzburg 대학 연구팀과의 국제 공동연구를 통해 수행됨

■ 교수, ACS Energy Letters 게재 (IF: 23.101, 전기화학 분야 1위, JCR 1.28%)
 Small Change, Big Difference: Photoelectrochemical Behavior of Au Nanocluster-Sensitized TiO₂ Altered by Core Restructuring, ACS Energy Lett. 2021, 6, 2305-2312 (2021년 5월 게재)



<그림 III-1.2-5> 금 나노클러스터의 코어 구조 변화에 따른 광전극 효율 변화

■ 연구업적물 개요

▶ 【나노 물질의 원자 수준 구조와 광학적 특성 사이의 관계 규명】 구성 원자 수가 50개 이하인 금속 나노클러스터는 광전기화학적 특성이 일반적인 scaling law를 따르지 않아 구조와 광전기화학적 특성 사이의 관계 규명은 에너지 소재 개발에 매우 필요한 연구임. 본 연구에서는 크기는 유사하지만 금속 코어의 구조가 다른 Au₂₅와 Au₂₃ 나노클러스터를 합성함. 두 물질의 광학 특성 비교 결과, Au₂₃에서 발광 파장 이동, 약 10배 정도의 양자 수율 증가, 발광 수명 증가 및 비발광 특성 억제 등의 원자 수준의 구조 변화에 의한 광학 성질 변화를 처음으로 관측함

▶ 【나노 물질의 원자 수준 구조와 광전기화학 소재 성능의 관계 규명】 본 연구에서는 추가로 나노클러스터가 증착된 TiO₂ 기판을 제작하여 다양한 광전기화학적 성질을 분석함. TiO₂ 기판에 비해 나노클러스터가 증착된 경우 일함수 크기 및 띠 굽힘 정도가 증가하여 우수한 광전기화학적 특성을 나타냄. Au₂₅와 Au₂₃ 나노클러스터로 제작한 소자를 비교하여 Au₂₃의 경우가 전자 주입 및 재결합 억제 효율이 좋은 것으로 분석하여 최초로 원자 수준의 구조와 소재의 광전기화학적 성질 사이의 관계를 규명함

■ 과학·사회·산업 분야에의 기여도

▶ 【다양한 광전환 에너지 소재에의 응용】 본 연구는 원자 수준으로 구조를 제어한 금속 나노클러스터의 구조에 따른 광전기화학적 특성 변화를 처음으로 규명한 연구 결과임. 본 연구 결과의 원자 구조-광전기화학적 특성의 관계는 다양한 나노구조를 가지는 에너지 전환 소재 연구에 중요한 기반을 마련할 수 있을 것으로 판단됨.

▶ 【교육연구단 특성화 목표와의 부합성】 본 연구는 에너지 소재를 응용하는데 핵심적인 소재의 원자 수준의 구조와 광전기화학적 특성 사이의 관계라는 새로운 개념을 확립하고 소재의 실제적인 응용 가능성을 검증한 연구 결과로서, 본 교육연구단의 소재 기반 에너지 특성화 분야에 정확히 부합함. 본 연구 결과를 바탕으로 연구책임자인 이동일 교수와 에너지 클러스터의 참여교수들이 2021년 2학기부터 에너지소재 특성화 과목을 개설하고 관련 연구 프로그램을 확충할 예정임

③ 참여교수 특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성

■ 교육연구단의 비전과 부합하는 산업·사회 문제해결형 기술 개발, 특허출원 및 기술이전

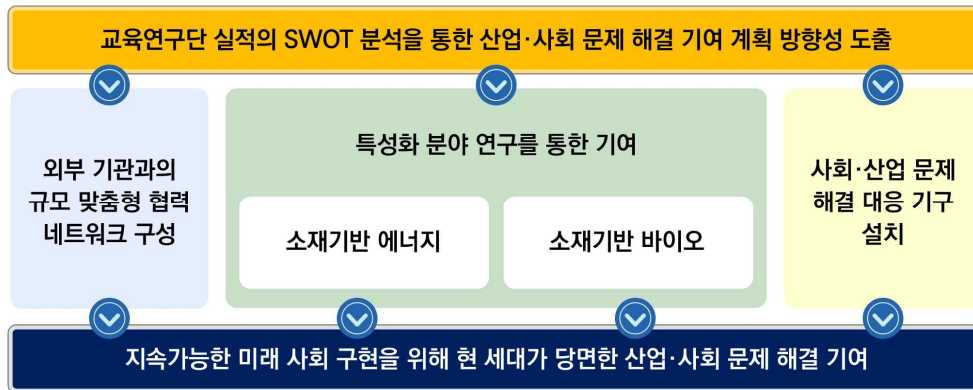
- ▶ 특허출원, 기술이전의 양적 성장 및 특성화
 - 본 교육연구단의 ‘연구역량 향상계획’ 중 특허 및 기술이전 관련 내용은 ① 공동연구 클러스터 활성화를 통한 연구 수월성 강화, ② 사회·산업 문제 대응 TF 구성, ③ 교육연구단의 비전에 부합하는 에너지·바이오 분야 집중 연구로 요약할 수 있음
 - 각각의 연구역량 향상계획을 성실히 수행하여 연구과제 개시 첫째 특허출원 및 기술이전 부분에서 괄목할만한 양적 성장과 분야 특성화를 이룩함
- ▶ 사회·산업 문제 대응 TF의 구성 및 특허출원과 기술이전의 양적 성장
 - 본 연구단은 선정평가 당시 계획했던 대로 교수로 구성된 사회·산업 문제 대응 TF를 연구단 내 기구로 구성함
 - 사회·산업 문제 대응 TF는 정기 회의를 통해 연세대학교 내 구성된 ‘지역사회 문제 DB’에 꾸준히 업데이트되는 사회·산업 문제들에 대해 논의하고, 담당 교원들에게 뉴스레터 발송 및 기술 개발 촉구, 대외 협업 기회 마련 등의 활동을 진행함
 - 사회·산업 문제 대응 TF의 활동 결과 본 연구단은 연구수행 첫째 특허 및 기술이전 관련 실적에서 괄목할 만한 양적 성장을 이룸. 선정평가 당시 본 연구단은 5년간 54건의 특허등록으로 연평균 10.8건을 기록함
 - 1차년도에 등록된 특허는 10건으로 평균에 수렴하며, 고무적인 점은 평가 기간 내 특허출원이 이미 11건으로, 등록과 출원 수를 합하면 기술 개발에서 양적 성장을 이뤘음이 확인됨
 - 기술이전도 1건을 기록하여 선정평가 당시 자체평가에서 약점으로 지적된 부분의 보완이 이루어짐
 - 학생 및 교수의 창업은 없으나, 앞서 서술한 기술 개발 성장세가 유지되면 자연스럽게 창업으로 이루어질 것으로 기대할 수 있음
 - 사회·산업 문제 대응 TF의 역할로 민감한 사회 이슈들에 대해 발 빠르게 대응할 수 있었으며, 코로나-19 감염증의 확산이 문제가 되던 시기 천진우 교수 연구팀은 기술적으로 빠르게 대처하여 바이러스 탐지용 나노 PCR 기법을 개발하여 다 수의 언론을 통해 소개됨
- ▶ 교육연구단 비전 및 목표와 부합하는 기술 개발 특성화
 - 우리 교육연구단은 선정평가 당시 자체분석을 통해서 ‘지속가능하고 건강한 미래사회의 구현’을 위한 화학교육 및 연구를 비전으로 결정하고, 연구를 통한 기술 개발에 있어서 연구단의 비전과 부합하는 주제들을 그 대상으로 결정하였음
 - ‘지속가능하고 건강한 미래사회의 구현’을 위한 필수 기술 분야로 소재기반 에너지, 소재기반 바이오 두 특성화 분야를 설정하였고, 관련된 주제로 통일성 있게 연구개발을 주도함
 - 그 결과 연구단 비전에 부합하는 기술 개발이 이뤄짐을 확인할 수 있으며 선정평가 당시 우리 연구단의 54건의 특허 중 에너지·바이오 특성화 기술 분야 특허는 85%로 조사되었음
 - 이번 평가 기간 내 등록 또는 출원된 21건의 특허 중 에너지·바이오 기술 분야 특허는 95%로, 특성화 분야에 집중된 연구가 진행되고 있음이 확인됨
 - 대부분의 특허 및 기술 개발이 에너지·바이오 분야의 핵심 성장 동력과 관련되어 있으므로 추후 기술이전 및 창업으로 이어질 가능성이 큰 것으로 평가할 수 있음
 - 교수는 친환경 고분자 관련 기술 다수를 개발하였고, 교수는 염기서열 초고속 분석 관련 기술을, 교수는 연료전지 촉매 관련 핵심 기술을 각각 개발하였음
 - 아직 특허출원이 이뤄지지 않은 부분에서도 핵심 성장 동력 분야에서 상당한 기술 개발이 이뤄져 차년도 특허출원 및 기술이전 전망이 밝음
 - 교수가 개발한 나노PCR 기술과 인공 근육 제작과 관련된 핵심 기술, 교수가 개발 중인 뇌 지질체 분석 기술 등은 향후 특허 출원 및 취득 기술이전의 가능성이 큰 것으로 볼 수 있음

- ▶ 관련 특허등록을 통한 원천기술의 확보, 기술이전 및 창업 가능성, 언론 주목도로 평가하는 우수성
 - 특허 및 기술 개발 실적의 우수성을 정량적으로 평가하기는 어려움
 - 따라서 본 자체평가 보고서에서는 교육연구단 실적의 우수성을 다음 세 가지 항목에 비추어 평가하고자 함: ① 관련 특허등록 건수 및 연속성으로 판단할 수 있는 원천기술 확보 여부, ② 기술 확보에 따른 기술이전 및 창업 가능성, ③ 언론의 주목도
 - 본 교육연구단 소속 교수는 염기서열 초고속 분석 및 미생물 유전자조작과 관련된 특허를 평가 기간 내 5건 출원하여 관련 기술의 원천기술을 확보했다고 할 수 있음
 - 교수는 염기서열 초고속 분석 기술은 ㈜아이엠비디엑스 사에 기술이전 되었으며 | 교수가 공동 창업했던 기업과 관련된 언론 보도에서 알 수 있듯이, 사회적 관심이 큰 미래 기술이라고 볼 수 있음
 - 교수의 염기서열 분석 및 유전자조작 기술은 본 교육연구단의 비전인 ‘건강하고 지속가능한 삶’ 과 연관성이 높음
 - 본 교육연구단 소속 김병수 교수는 미래소재로 주목받는 기능성 고분자 관련 기술에 대한 연속 특허를 통해 원천기술을 확보함
 - 평가 기간 중 고분자의 합성, 자극응답성, 접착성, 항균성 등과 관련된 3건의 특허를 등록, 3건을 출원하였으며, 다 수의 언론에 소개됨
 - 확보된 원천기술이 가까운 미래에 기술이전이나 창업으로 이어질 것으로 기대되며 교수는 사외이사 활동 등 연구를 통한 산업계의 실질적 문제 해결을 위한 활발한 활동 중임
 - 본 교육연구단 소속 교수는 차세대 연료전지용 촉매 개발과 관련한 연속 특허를 통해 물질 합성 및 에너지 전환과 관련한 원천기술을 확보함
 - 평가 기간 중 5건의 국내 특허를 등록하였고, 해당 기술의 응용이 큰 시장인 미국과 중국에 각각 특허를 출원함
 - 교수가 개발한 촉매 물질의 성능은 세계 최고 수준으로, 연료전지 선도업체인 도요타의 기술을 상회함
 - 관련하여 가까운 미래에 기술이전이 가능할 것으로 예상되며, 그 근거로 현대자동차 NGV(Next Generation Vehicles)에서 연 1억원 이상의 연구비 지원을 받고 있음
 - 본 교육연구단 소속 | 교수는 바이오 부문 첨단연구 및 기술 개발에 노력 중임
 - 초기 단계의 연구로 특허등록 및 기술이전 실적은 미진하나, 다 수의 언론 보도를 통해 기대감을 높이고 있음
 - 교수의 나노PCR 기술은 코로나19 등 바이러스 대응에 의미 있는 기여이며, 인공 근육 개발 역시 미래 기술로써 중요함
 - 교수는 뇌지질 분석 컨소시엄을 구성하고 기술 개발 중이며, 언론 보도를 통해 주목을 받고 있음

2. 산업·사회에 대한 기여도

▣ 교육연구단의 비전을 실현하는 연구를 통한 산업·사회 문제 해결

- ▶ 산업·사회 문제해결형 기술 개발의 양적 확대 및 분야 특성화
 - 선정평가 당시 본 교육연구단은 자체적으로 SWOT 분석을 하여 기존 프로그램의 문제점을 진단하고 산업·사회 문제 해결 기여 계획을 수립함



- 산업·사회 문제 해결 기여 계획은 다음과 같이 요약할 수 있음: ① 산업·사회 문제해결형 교육-연구 연계 과정을 통한 산업계 전문 인재 양성, ② 산업·사회 문제 대응 TF 운영 및 해결 가능한 문제 DB 관리, ③ 지리적 이점(신촌, 마곡, 송도 등)을 활용한 산업 주체와의 활발한 네트워킹 및 기술교류, ④ 개별 연구실 단위를 넘어서는 클러스터 연구를 통한 사회·산업 문제 대응, ⑤ 연구 및 기술 개발 결과의 적극적인 홍보 활동, ⑥ 산업계 전문가 트랙 학생들의 기술 활용 및 창업지원
- 각각의 산업·사회 문제 해결 기여 계획을 성실히 수행하여 연구과제 개시 첫째 기술 개발 측면에서 양적 성장과 분야 특성화를 이룩함
- 코로나-19 감염병 확산의 영향으로 몇몇 활동 계획들의 경우 시행이 제한적이었으므로, 향후 코로나-19 상황을 고려하여 추진할 예정임
- ▶ 사회·산업 문제에 대한 지속적인 관심과 적극적인 대응을 위한 교육·연구의 체질 개선
 - 본 교육연구단은 이번 교육과정 개편의 하나로 산업계 전문가 트랙을 학생들에게 안내하고 있음
 - 교육 개편을 통해 문제해결형, 주제발굴형 교과에서 에너지·바이오 관련 기술에 대한 주제를 적극 채택함으로써, 학생들이 자연스럽게 연구활동을 통한 사회·산업 문제 해결을 익힐 수 있도록 지도하고 있으며 주로 연구되는 주제는 본 연구단의 비전과 일치하는 소재기반 에너지, 소재기반 바이오 관련 기술임
 - 이러한 교육과정 개편과 수업-연구의 연계를 통해 학생들이 자연스럽게 학계 밖의 문제들에 노출되고, 문제해결 방법과 과정을 공부함으로써 거부감이 줄어들고 있음
 - 학과 전체 구성원들의 인식 변화는 교육과정 개편의 큰 소득이며, 장기적으로 원천기술의 개발, 특허의 등록, 기술이전과 창업 등의 활동으로 자연스럽게 이어질 것으로 예상함
 - 선정평가 당시 계획에는 학생들의 사회·산업 문제해결 기여 방안을 수업의 일부로 취합하고, 내부 심사를 거쳐 연세대 내 융합연구 기구인 Junior ICONS를 통해 교내·교외 파트너를 매칭, 실제 프로젝트를 금전적으로 지원하기로 명시함
 - 코로나-19 감염병 확산의 영향으로 인적 교류가 제한되어 실질적인 공동연구는 어려웠으며 향후 코로나-19 상황을 고려하여 추진할 예정임
- ▶ 사회·산업 문제 대응 TF의 구성, 지역사회문제 DB 관리를 통한 문제해결 기여도의 양적 성장
 - 본 연구단은 선정평가 당시 계획했던 대로 교수로 구성된 사회·산업 문제 대응 TF를 연구단 내 기구로 구성함
 - 사회·산업 문제 대응 TF는 연세대학교 내 구성된 ‘지역사회 문제 DB’에 꾸준히 업데이트되는

사회·산업 문제들을 확인하고 교육연구단 소속 교원들에게 기술 개발 제안과 대외 협업 기회 마련의 역할을 함

- 이러한 노력으로 선정평가 당시 연평균 10.8건의 특허등록에서 연구 첫해 총 21건의 특허등록/출원, 기술이전 1건으로 기술 개발을 통한 사회·산업 문제해결의 양적 향상을 이룸
- 사회·산업 문제 대응 TF의 활동은 민감한 사회 이슈들에 대한 발 빠른 대응으로 이어졌으며 일례로 코로나-19 감염증에 대한 기술적 대처로 본 연구단 소속 교수 연구진에서 바이러스 탐지용 나노PCR 기법을 개발하였고, 다 수 언론 보고를 통해 주목받음
- 연세대학교에서 마련한 ‘지역사회문제 DB’의 적극적 활용을 통해 마포·서대문 지역사회 문제들을 파악하고 가능한 기술적 대응을 연구로써 할 수 있었음
- ‘지역사회문제 DB’의 내용 중 본 연구단과 관련 있는 내용은 대부분 에너지/환경과 의료로 나뉨. 구체적 키워드로는 ‘폐기물’, ‘친환경 에너지’, ‘깨끗한 물과 공기’, ‘첨단 의료 기술’, ‘고속 진단 기술’ 등을 예로 들 수 있음
- 사회·산업 문제 대응 TF는 ‘지역사회문제 DB’에서 추출한 내용을 연구단 소속 교원들과 공유하고, 연구개발 및 원천기술 확보를 통해 사회 기여 실적을 기록함
- 현행 ‘지역사회문제 DB’는 추후 서울 전역, 그리고 전국적인 DB로 확장 예정임
- 해당 평가 기간 중 본 연구단의 연구를 통한 기술 개발과 그에 상응하는 산업·사회 문제 해결에 대한 기여는 아래와 같음

▶ 에너지 분야 연구의 사회·산업 문제 대응

- 본 교육연구단의 비전과 일치하는 산업·사회 문제 키워드 중 하나는 늘어나는 산업 폐기물의 처리와 친환경 소재의 개발임
- 본 교육연구단 소속 교수는 해당 분야에서 연구를 통한 문제 대응과 기술 개발에 노력 중임
- 교수는 생분해성 고분자 합성기술을 연구 중임
- 교수는 기능성 고분자 관련 기술에 대한 다수의 특허를 통해 원천기술을 확보함. 평가 기간 중 3건의 특허를 등록, 3건을 출원함
- 이 외에도 폐기물 저감을 위한 고효율 소재 제작을 위한 원천기술 확보연구를 교수가 레이저 분광법을 활용해 진행 중이며, 다수의 논문을 발표함
- 산업·사회 문제 데이터베이스를 통해 발굴한 또 하나의 키워드는 깨끗한 물과 공기임
- 본 연구단의 교수는 오염수 처리와 관련한 연구를 진행하여 폐수 처리 최적화 방법론을 논문으로 발표함
- 교수는 광전자를 활용한 수처리 공정에 관한 연구를 진행하여 폐수 처리 방법에 관한 논문을 집필하여 사회 문제해결에 기여함
- 소재기반 에너지 연구가 기여할 수 있는 마지막 키워드는 친환경 에너지임. 본 연구단의 교수는 미래에너지 기술인 수소연료전지에 활용되는 촉매를 다수 개발함
- 현재 개발된 촉매는 세계 최고 수준의 도요타 자동차 모델을 능가하는 수준으로, 다수의 논문으로 발표하였으며 관련 기술에 대한 국내 특허 5건을 평가 기간 내 등록하였고, 미국과 중국에 각각 특허 출원하여 산업 문제 해결에 큰 기여가 될 것으로 기대함
- 연구단의 교수는 태양광 활용 기술을, 교수는 차세대 이차전지 기술을 연구 중이며, 삼성전자, 현대자동차 등 기업과의 협업을 통해 직접 산업현장의 문제를 연구로써 해결하는 노력을 하고 있음

▶ 소재기반 바이오 분야 연구의 사회·산업 문제 대응

- 소재기반 바이오 기술이 대응할 수 있는 산업·사회 문제 키워드는 고속 진단 기술과 첨단 의료 기술이 있음.
- 고속 진단 기술과 관련해서 본 연구단의 교수는 최근 가장 민감한 문제인 코로나-19 감염

증 확산에 대응하기 위해 고속 바이러스 진단 기술인 나노PCR 기술을 개발하여 관련 논문을 집필함

- 교수는 고속 염기서열 분석 기술과 관련해 많은 연구를 진행 중이며, 이 중 상당수는 대학 수준을 벗어나 실용화 단계 가까이에 도달함. 평가 기간 중 5건의 특허를 출원하고 1건의 기술이전이 이루어짐
- 첨단 의료 기술로는 교수의 인공 근육 제작 원천기술, 뇌기능 제어 기술이 있는데, 모두 언론의 집중 주목을 받으며 다수의 논문으로 출간되어 단기간에 기술 확보 및 창업 등의 실적으로 이어질 것을 기대함
- 교수는 뇌지질체 분석 국제 컨소시움을 조직하여 국제 공동 연구를 통한 첨단 진단 기술 확보를 시작함

▶ 클러스터 단위 집단연구를 통한 산업·사회 문제 대응과 적극적인 언론 홍보

- 본 교육연구단은 바이오 및 에너지 분야 특성화를 위한 교육 및 연구클러스터를 구성하고 있으며 사회·산업 문제 대응 TF를 중심으로 주제별 대응을 위한 클러스터 공동연구를 추진하고 있음
- 교육과 연구를 비롯하여 산업·사회 문제 해결을 위해서도 클러스터 단위의 맞춤형 연구 대응을 추진하고 있음
- 교육 및 연구의 특성화 클러스터의 구성은 이미 완료되어 강의의 편성, 학생 연구제안의 심사, 공동연구 추진 등의 활동을 활발히 진행하고 있음
- 문제에 대한 공동 대응의 특성상, 단기간에 구체적 성과를 보이기 어려운 공동연구가 요구되므로 서서히 구체적인 성과가 얻어질 것으로 기대하고 있음
- 다만, 수도권 코로나-19 감염증 확산의 심각성으로 내부적으로도 오프라인 모임이 불가능했던 것은 과제 수행의 애로사항으로 작용함
- 선정평가 당시 약점으로 파악되었던 낮은 언론 노출도에 대한 큰 개선이 이루어졌으며 본 교육연구단은 연구 및 산업·사회 문제 대응과 관련하여 평가 기간 중 총 182회 다양한 언론에 보도됨
- 이는 선정평가 당시보다 크게 양적으로 발전한 숫자로, 계획한 대로 연구 및 홍보 전략을 수행한 결과임

▶ 코로나-19 감염증 확산으로 인해 시행이 지연된 연구계획 및 전략

- 앞서 언급한 선정평가 당시의 계획 중 적극적으로 실행되지 못한 산업·사회 문제 대응 관련 연구 계획 및 전략으로는 ③ 지리적 이점(신촌, 마곡, 송도 등)을 활용한 산업 주체와의 활발한 네트워킹 및 기술교류와 ⑥ 산업계 전문가 트랙 학생들의 기술 활용 및 창업지원이 있음
- 코로나-19 감염병 확산으로 인해 오프라인 교류가 어려워짐에 따라 산업 주체와의 네트워킹 활동에는 제약이 따르고, 따라서 부득이하게 계획을 이행하지 못함
- 학생들의 저변확대 및 창업지원 활동 역시 같은 이유로 평가 기간 중 시행이 불가능하였으며 감염병 사태가 해소되면 계획 이행이 가능할 것임

▶ 특허, 논문 외 다양한 외부 활동을 통한 산업·사회 문제 해결에 기여

- 본 교육연구단 소속 교수들은 연구를 통한 논문 집필 및 특허 출원 등 활동과 더불어 산업체와의 협동 연구, 기술 자문, 일반인 및 미래전공자 대상 강연 등의 활동을 통한 산업·사회 문제 해결에 나서고 있음
- 중요한 활동으로는 산업체 연구비 수주 및 연구 활동을 통한 직접적인 산업 현장의 문제 해결이 있고, 이 중 실제 기술 이전으로 이어지는 일도 있음 (아래 표 참조)
- 또한 다양한 외부 강연 등의 활동을 통해 일반인들에게 다가가는 과학을 실천하고, 미래 전공자들인 고교생 대상 강연을 통해 화학의 저변 확대에도 기여함
- 코로나-19 감염병 확산으로 여러 외부 활동이 제한된 상황에서의 성과로, 추후에는 보다 넓은 영역에서 활발한 활동이 기대됨

<표 III-3.2-1 특허출원 및 등록 외 산업·사회 문제해결 기여 활동 요약 (2020.9.1.-2021.8.31.)>

실적구분	교수명	실적명	활동일	기관명
산업체 연구비 수주		시공간 분해 레이저 분광법을 이용한 친환경 양자점 나노구조체에서의 전기장 효과 및 동역학 연구	2020.09.17	삼성전자(주)
산업체 연구비 수주		작동 중인 광전기화학 전지 물 분해 과정의 극초단 엑스선/적외선 분광 기술 응용	2020.12.24	삼성(주)
산업체 연구비 수주		DNA 마이크로어레이 합성기 개발	2020.10.23	주식회사 셀레믹스
산업체 연구비 수주		조기진단용 Screening 패널 분석 SW의 성능 향상	2020.12.02	주식회사 아이엠비디엑스
산업체 연구비 수주		전기화학 주사현미경 활용 리튬공기전지 충방전 반응 in-situ 분석법 개발	2020.10.16., 2020.12.31	삼성전자(주)
산업체 연구비 수주		Metal-CO2 하이브리드 전지 요소 기술 연구	2020.09.17	현대엔지비(주)
산업체 연구비 수주		생분해성 고분자(PHA)의 화학적 합성법 개발(2/5)	2020.11.13	한화솔루션(주)
산업체 연구비 수주		C-O-C 화학: 폴리에테르 기반 차세대 기능성 PEG	2021.01.25	삼성전자(주)
산업체 연구비 수주		무용매 기계화학적 고분자 합성연구	2021.02.26	삼성전자(주)
산업체 연구비 수주		자동차 H/L용 고내역 공중합 PC개발	2021.03.31	(주)엘지화학
산업체 연구비 수주		전기화학 주사현미경 활용 리튬공기전지 충방전 반응 in-situ 분석법 개발	2021.04.23	삼성전자(주)
산업체 연구비 수주		Metal-CO2 하이브리드 전지 요소 기술 연구	2021.01.07	현대엔지비(주)
산업체 연구비 수주		Flue gas 내 CO2 직접 전환을 위한 고선택적 반응(최대 95%)용 금속 나노클러스터 원천 촉매 및 전극 개발	2021.04.12	한전전력연구원
기술이전		cfDNA 및 sheared genomic DNA의 NGS 라이브러리 준비 과정에서 특정 타겟 영역을 증폭함으로써, hybridization 반응의 효율을 증진시키고, 특정타겟 영역에서 낮은 allele frequency까지 민감한 분석을 가능케 하는 방법론에 관한 노하우	2020.10.15	(주)아이엠비디엑스
기술자문		복잡한 거대분자 시스템을 확장하는 고분자와 나노물질의 계면화학	2021.04.27	LG화학
기술자문		2021년 고성능컴퓨팅 실태조사 1차 전문가 자문회의	2021.05.14	KISTI 국가슈퍼컴퓨팅센터, 대전, 대한민국
기술자문		2021년 하반기 PAL-XFEL 이용과제 1차 심사회의	2021.05.18	KISTEP 한국과학기술기획평가원, 포항, 대한민국
기술자문		(주)피엘브릿지 박영훈 대표에게 이산화탄소 전환 기술의 현황에 대한 자문	2021.05.07	연세대
일반인 대상 외부강연		전산화학의 과거, 현재, 그리고 미래	2021.04.30	정독도서관 / Youtube 생방송 / 한국연구재단 주관
일반인 대상 외부강연		국내 대학 연구경쟁력의 현재와 미래	2021.07.07	한림원탁토론회
미래전공자 대상 강연		배위 고분자 물질을 합성하는 방법 및 MOF 기공 내에 CO2와 같은 기체를 흡착하는 원리에 대한 강의	2021.08.03	연세대

▶ 차년도 사회·산업 문제해결 기여도 향상 전략

- 산업·사회 문제 대응 TF를 적극적으로 활용하여 다양한 교모의 산업체와 정기적으로 연구 교류하고 토론하는 행사를 마련하여 진행할 예정임. 이를 통해 현장에서의 문제점들을 보다 정확히 파악하고, 대학의 연구를 통한 문제 해결의 접점을 모색함. 또한, 산업현장과의 교류를 통한 실무적 지식을 교육과정에 반영할 수 있을 것으로 사료됨
- 산업체와의 교류로 발생하는 네트워크를 활용하여 현장 감사 및 기술 자문 등의 활동을 지속해서 확장하여 산업 문제 해결에 심도 있게 기여할 수 있도록 노력함
- 일반인 및 미래전공자 고교생들을 대상으로 한 대중화 관련 강연 프로그램을 마련하고, 정기적으로 운영될 수 있도록 지원할 예정임

3. 참여교수의 연구의 국제화 현황

① 국제적 학술활동 참여 실적 및 현황

글로벌 경쟁력을 갖춘 교육연구단 교수진의 국제화 현황

- ◆ 저명 국제 학술대회 참여실적: 기초연설 1건, 수상연설 1건, 초청강연 12건
- ◆ 국제 학술지 및 저술 관련 활동 실적: 국제 학술지 편집/자문위원 18건
- ◆ 지속가능한 화학 교육연구단의 대표 연구주제인 소재기반 에너지 및 바이오 분야에 집중

국제 학술활동 참여 실적 및 우수성

■ 국제학회/학술대회 기초연설 및 초청 강연

- ▶ 본 교육연구단 참여 교수진은 1차년도 기간 동안 기초연설, 수상 강연 및 초청 강연을 포함하여 총 14건의 학술발표를 진행함
 - 지난 1년간 코로나-19 감염병 확산이라는 초유의 사태로 인해 대부분의 국제 규모 학술대회가 취소 또는 연기되는 국면을 맞았으며 국제 규모의 학술대회 개최가 많지 않았음을 생각하면 어려운 상황에도 불구하고 다양한 온라인 기반의 국제 학술 활동을 이어간 것으로 볼 수 있음
 - 교수는 기초연설은 1건 및 초청 강연 3건과 수상 강연 1건을 수행하였으며 교수도 각자 다양한 분야에서 그 학문적 수월성을 보여줄 수 있는 학회에서 초청 강연을 진행하여 본 교육연구단 참여 연구진이 골고루 국제 학술활동에 참여하고 있음을 알 수 있음
 - 본 교육연구단에서 추구하고 있는 바이오 및 에너지 특성화 분야의 연구를 대표하는 연구자들의 국제적인 역량을 가늠하게 하는 우수한 지표이며, 본 교육연구단의 국제적 인지도 향상에 기여함

<표 III-3.1-1> 국제학회 및 학술발표 활동(2020.9-현재)

교수명	강연건수	유형	학술대회명(개최일시)
총 5건	기초연설		▶ Asian Spectroscopy Conference 2020 (2020년 12월, 온라인개최)
	수상강연		▶ International Conference on Porphyrins and Phthalocyanines (ICPP-11) (2021년 6월, 온라인개최)
	초청강연		▶ The 22nd International Conference on Ultrafast Phenomena (UP 2020) (2020년 11월, 온라인 개최)
	초청강연		▶ Telluride Science Research Center Workshop (2021년 6월, 온라인개최)
	초청강연		▶ International Conference on Photo chemistry 2021 (2021년 7월, 온라인개최)
총 2건	초청강연		▶ IUPAC-Macro2020+ (2021년 5월, 제주ICC)
	초청강연		▶ USYD-Yonsei Virtual Symposium on Functional Energy Materials (2020년 11월, 온라인개최)
총 1건	초청세미나		▶ University of Duisburg-Essen (2020년 11월, University of Duisburg-Essen)
총 2건	초청강연		▶ Asian Transplantation Week 2020 (2020년 12월, 온라인 개최)
	초청강연		▶ 47th Annual Meeting of Korean Cancer Association (2021년 6월, 온라인개최)
총 2건	초청강연		▶ 72nd Annual Meeting of the International Society of Electrochemistry (2021년 8월, 제주ICC)
총 1건	초청강연		▶ USYD-Yonsei Virtual Symposium on Functional Energy Materials (2020년 11월, 온라인개최)

총 1건	초청강연	▶ USYD-Yonsei Virtual Symposium on Functional Energy Materials (2020년 11월, 온라인개최)
총 1건	초청강연	▶ International Conference on Porphyrins and Phthalocyanines (ICPP-11) (2021년 6월, 온라인개최)

■ 국제학회/학술대회 수상

- ▶ 교수는 제11회 국제 포르피린 학회(11th International conference on porphyrins and phthalocyanines, ICPP-11)에서 그 동안의 포르피린 관련 연구업적을 인정받아 Hans Fischer Career Award in Porphyrin Chemistry를 수상하였음

■ 국제학회 주관 및 좌장, 조직위원회 활동

- ▶ 지난 1년간 코로나-19 감염병 확산이라는 초유의 사태로 인해 대부분의 국제 규모 학술대회가 취소 또는 연기되는 국면을 맞았으며 어려운 상황에도 불구하고 교수는 국제학술회의 조직 위원으로 활동함

<표 III-3.1-4> 국제학술대회 개최 및 조직위원회 활동 사례

교수명	활동 건수	분야	국제학술대회명
	Chair, Steering Board	바이오	▶ International Symposia on Field-Flow Fractionation
	Organizing committee	에너지	▶ Physicochemical and Mechanistic Aspects of Organic Electrosynthesis Symposium ▶ 72nd Annual Meeting of the International Society of Electrochemistry

■ 국제 학술지 관련 활동

- ▶ 본 교육연구단의 참여 교수진은 최근 다수의 국제 저명학술지의 편집 및 자문위원으로 참여하여 국제적 인지도를 크게 향상에 기여하고 있음

<표 III-3.1-5> 국제 학술지 편집 및 자문위원 참여 활동 분야별 우수사례

분야	참여 건수	교수명	국제학술지명
에너지	편집장 1건, 부편집장 2건 편집자문위원 6건		▶ Journal of Physical Chemistry (ACS, Editorial Board Member, 2008 ~ 현재)
			▶ International Journal of Molecular Science (Editor-in-Chief, 2020년~ 현재)
			▶ Journal of Porphyrins and Phthalocyanines (World Scientific, Editorial Board Member, 2009 ~ 현재)
			▶ Nanomaterials (MDPI, Scientific Advisory Board, 2019 ~ 현재)
			▶ Energy (MDPI, Scientific Advisory Board, 2019 ~ 현재)
			▶ Bulletin of the Korean Chemical Society (Wiley, Associate editor, 2020 ~ 현재)
			▶ Scientific Reports (NPG, Editorial Advisory Board, 2016 ~ 현재)
바이오	편집장 2건, 편집자문위원 6건 기타 1건		▶ Frontiers of Chemistry (NPG, Review Editor, 2013 ~ 현재)
			▶ Bulletin of the Korean Chemical Society (Wiley, Associate editor, 2019 ~ 현재)
			▶ Accounts of Chemical Research (ACS Senior Editor, 2009 ~ 현재)
			▶ Nano Letters (ACS, Editorial Advisory Board, 2010 ~ 현재)

▶ Chemical Society Reviews (RSC, Editorial Advisory Board, 2011 ~ 현재)

▶ ChemBioChem (Wiley-VCH, Editorial Advisory Board, 2011 ~ 현재)

▶ Molecular Biosystems (RSC, Editorial Advisory Board, 2015 ~ 현재)

▶ Executive Board Member: International Mass Spectrometry Foundation (IMSF)

▶ Sensors (MDPI, Editorial Board (2019 ~ 현재))

▶ Analytical Science & Technology (KCS, Editor-in-Chief, 2018 ~ 현재)

▶ Dyes and Pigments (Elsevier, Editorial Board, 2020-현재)

② 국제 공동연구 실적

글로벌 경쟁력을 갖춘 교육연구단 교수진의 해외공동연구

- ◆ 국외 대학 및 연구기관 소속 연구자와 공동연구를 통한 저명 학술지 논문 발표: 25편
- ◆ 국외 대학 및 연구기관과 공동연구비 수주: 2건
- ◆ 국외 대학 및 연구기관과 학술교류 사업: 10건
- ◆ 저명 해외 대학 및 연구기관과의 연구자 교류 및 공동연구를 통한 국제적 경쟁력 수월성 확보

<표 3-6> 최근 1년간 국제 공동연구 실적

연번	공동연구 참여자		상대국 /소속기관	국제 공동연구 실적	DOI 번호/ISBN 등 관련 인터넷 link 주소
	교육연구단 참여교수	국외 공동연구자			
1			일본/ Kyushu University	Angew. Chem. Int. Ed. 2020, 59, 16161	10.1002/anie.202006026
2			폴란드/ University of Wrocław	Chem Asian J. 2020, 15, 2854	10.1002/asia.202000762
3			일본/ Okayama University	J. Am. Chem. Soc. 2020, 142, 15661	10.1021/jacs.0c07707
4			폴란드/ University of Wrocław	Org. Lett. 2020, 22, 7202	10.1021/acs.orglett.0c02544
5			일본/ Osaka University, Kyoto University	Angew. Chem. Int. Ed. 2020, 59, 16989	10.1002/anie.202006066
6			싱가포르/ National University of Singapore	Angew. Chem. Int. Ed. 2020, 59, 20956	10.1002/anie.202008533
7			일본/ Nihon University, Nagoya University Hiroshima University	Chem. Eur. J. 2021, 27, 4053	10.1002/chem.202003327
8			일본/ Nagoya University	Angew. Chem. Int. Ed. 2021, 60, 2915	10.1002/anie.202013542
9			독일/ Universitat Wurzburg	Chem 2021, 7, 715	10.1016/j.chempr.2020.12.003
10			일본/ Kyushu University	Chem. Eur. J. 2021, 27, 5259	10.1002/chem.202005360

11		미국/ The University of Texas at Austin	Angew. Chem. Int. Ed. 2021, 60, 9379	10.1002/ange.202017332
12		일본/Kyoto University	J. Am. Chem. Soc. 2021, 143, 7958	10.1021/jacs.1c00476
13		일본/ Iwate University	ACS Appl. Bio Mater. 2021, 4, 3, 2465	10.1021/acsabm.0c01437
14		인도/ Indian Institute of Information Technology Design and Manufacturing	Sustain. Energy Fuels, 2021, 5, 1597	10.1039/C9SE00749K
15		인도/ Indian Institute of Information Technology Design and Manufacturing	J. Catal., 2020, 391, 471	10.1016/j.jcat.2020.09.014
16		미국/ University of California, Irvine	J. Phys. Chem. Lett., 2021, 12, 800	10.1021/acs.jpcllett.0c03545
17		미국/ University of California, Irvine	J. Phys. Chem. Lett., 2021, 12, 2796	10.1021/acs.jpcllett.1c00426
18		미국/ University of California, Irvine	J. Chem. Phys. 2021, 154, 124122	10.1063/5.0040941
19		미국/ Western Michigan University	Solar RRL, 2021, 5, 2000710	10.1002/solr.202000710
20		미국/ Western Michigan University	Small, 2021, 8, 2004836	10.1002/smll.202004836
21		미국/ Kansas State University	Chem. Mater., 2020, 32, 10216	10.1021/acs.chemmater.0c03994
22		미국 /Texas A&M Univ.	Nano Lett., 2020, 20, 7321	10.1021/acs.nanolett.0c02714
23		미국 /Texas A&M Univ.	J. Chem. Phys., 2020, 153, 184703	10.1063/5.0027972
24		미국 /Harvard Medical School	Nat. Biomed. Eng., 2020, 4, 1159	10.1038/s41551-020-00654-0
25		미국 /Harvard Medical School	Biosens. Bioelectron., 2021, 178, 113049	10.1016/j.bios.2021.113049

국외 대학 및 연구기관 소속 연구자와의 교류 및 공동연구의 우수성

- ▶ 본 교육연구단은 저명한 해외 대학 및 연구기관들과 꾸준한 연구자 교류와 공동연구를 수행하고 있으며 1차년도 기간 동안 전체 25편의 논문을 국제 공동연구로 발표하였음
- ▶ 우수 공동연구 사례
 - 【일본 Kyoto University】 교수와 글로벌 연구실 (GRL) 사업을 수행해 장기적인 상호 교류 및 상호보완적인 연구주제의 수행을 통한 최고 수준의 연구 결과를 달성한 협업의 좋은 예시를 제공하고 있음. 지난 5년간 화학분야 최고 수준의 저널인 Nat. Chem. (1편) J. Am. Chem. Soc. (7편) Angew. Chem. Int. Ed. (18편)를 비롯하여 총 72편의 논문을 발표함
 - 【일본 나고야 대학】 교수와의 공동연구를 통해서 Nat. Commun.(2편) J. Am. Chem. Soc. (3편), Angew. Chem. Int. Ed. (1편)을 포함하여 총 9편의 논문을 발표함
 - 【독일 Würzburg University】 2015년 Yonsei 국제심포지엄에서 토의를 바탕으로 교수와 공동연구를 통해 화학분야 최고 저널인 J. Am. Chem. Soc.(2편), Nat. Commun.(1편), Angew. Chem. Int. Ed. (1편)을 포함하여 총 9편의 논문을 발표함
 - 【National University of Singapore】 교수와 공동연구를 통해서 Chem.(1편), J. Am. Chem. Soc.(4편), Angew. Chem. Int. Ed. (2편)을 포함하여 총 14편의 논문을 발표함
 - 【미국 The University of Texas at Austin】의 교수와의 3D aromaticity에 관한 공동연구로 Nat. Chem.(1편), J. Am. Chem. Soc.(8편), Angew. Chem. Int. Ed. (1편)를 포함 12편 발표

국외 대학 및 연구기관과의 공동연구비 수주

- ▶ 【미국 University of Kentucky】 - 교수
 - 교수는 교수와 함께 삼성 Global Research Outreach (GRO) 과제를 공동수행하며 연간 미화 5만 불의 연구과제를 2년간 수행함 (1년차: 2018년 12월-2019년 11월; 2년차: 2019년 12월-2020년 11월, 연구비: \$53,000 (1년차), \$45,000 (2년차) (한화 약54백만원)
- ▶ 【터키 Ege University Medical Faculty】 - 교수
 - 교수는 Ayse Caner 교수와 함께 과학기술정보통신부에서 주관하는 연구재단의 국제기관간 MOU지원사업에 폐암 및 폐암의심환자의 타액 및 대변에서 미생물유전체 및 지질체 분석이라는 주제로 공동연구과제 수주하였음 (2021년 1월-2021년 12월, 연구비: 20백만원)

③ 외국 대학 및 연구기관과의 연구자 교류 실적 및 계획

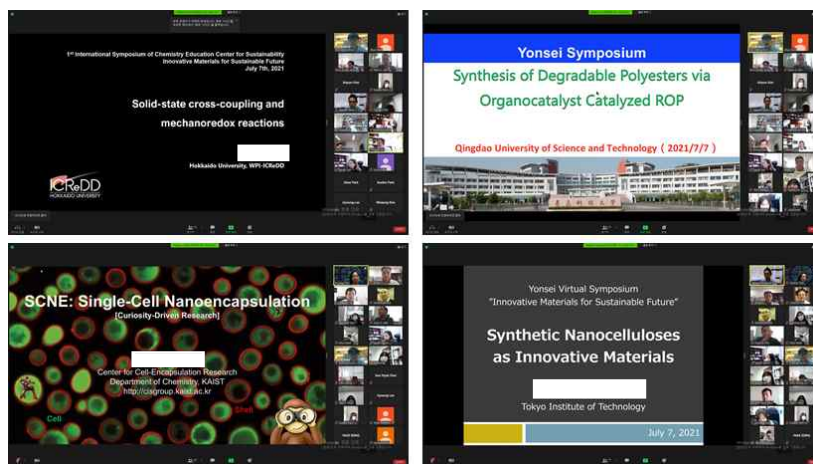
국의 대학 및 연구기관과의 상호 교류 실적 및 우수성

■ 국외 대학 및 연구기관과의 학술 심포지엄 개최

- ▶ 본 교육연구단의 교육 및 연구목표에 맞추어, Innovative Materials for Sustainable Future라는 주제로 지속가능 화학교육연구단의 첫 국제 심포지엄을 2021년 7월 7일 개최함



<그림 III-3.1-1> 지속가능 화학교육연구단 국제 심포지엄 I 포스터



<그림 III-3.1-2> 지속가능 화학교육연구단 국제 심포지엄 I 온라인 상황 캡처

- ▶ 국제적으로 저명한 4분의 연사를 모시고, 지속적 미래를 위한 다양한 화학적 접근법에 대한 최근 연구 동향에 대해서 접할 소중한 기회를 제공함

- 【Prof. 】 기계화학적 합성 방법을 이용한 유기화합물 합성 연구
- 【Prof. 】 유기촉매 기반 생분해성 폴리에스테르 합성에 관한 연구
- 【 교수】 다양한 유기물 및 무기물 기반한 세포 포자화에 관한 연구
- 【Prof. 】 친환경적 셀룰로오스의 합성과 이를 기반한 다양한 응용 연구

국의 대학 및 연구기관과의 상호 교류 추진 계획

■ 국외 대학 및 연구기관과의 상호 교류 계획

- ▶ 기존 MOU체결 기관과의 상호협력 내실화
 - 대학원생의 공동학위제 확대 및 신진연구인력의 해외 장단기 연구 파견 확대
 - MOU 기반 상호방문 기회 확대 및 정기 학술대회 개최
 - 해외 우수교원의 인바운드 초청을 통한 연구자 교류의 확대
- ▶ 중장기적 관점의 교류협력사업 강화를 위한 새로운 MOU의 체결
 - 본 교육연구단의 핵심 연구 분야인 에너지·바이오 분야에 강점을 가진 국외 대학 또는 연구기관을 발굴하고 신규 MOU를 체결하여 상호 교류의 지속성을 확보
 - 아시아, 유럽, 아메리카 등 권역별 중점 협력 기관을 확보하여 교육 및 연구의 국제화를 위한 기반을 확보
 - MOU 체결기관 숫자의 무분별한 확대보다는 실질적인 교류가 이루어질 수 있는 기관을 중심으로 한 체계적 MOU관리
- ▶ 국제 교류협력을 위한 안정적인 재원의 확보
 - 학과 동문장학금 (기부금에 의해 조성)을 활용하여 해외 방문 연구진을 위한 교육연구단의 재정적, 행정적 지원을 포함한 통합지원 강화
 - 연세대학교 글로벌 교류사업 예산을 통한 재정적 지원
 - 연세대학교의 YFL 프로그램을 활용하여 외국인 교수의 급여 및 체재비를 지원하여 활성화
 - 외국 대학 및 기관과의 공동연구를 통한 대학원생의 방문 연구의 활성화와 연계하여 공동 연구의 결과로 발표된 상위 5% 수준의 연구논문에 대한 위한 본 교육연구단에서의 재정적 지원

<표 III-3.1-1> 참여교수와 국외공동연구자의 국제 공동연구 실적 및 효과

연번	참여자		상대국 /소속기관	연구자 상호 교류 내용	교류 기간 혹은 날짜 (YYYYMM)	실적 및 효과 (논문일 경우 URL 포함)
	교육연구단 참여교수	국외 공동연구자				
1			일본/ Kyoto University		202010-20 2106	페로브스카이트 결정 구조에 따른 전기전도도 차이를 규명하여 태양전지 효율 증가에 응용, 공저 논문 투고 예정
2			일본/ Hokkaido University	Yonsei symposium	2021.07.07	Mechanochemistry 기반 유기반응에 대한 경향 및 지식을 넓힘
3			중국/ Qingdao University	2021 Yonsei symposium	2021.07.07	유기 촉매 기반 polyester의 합성하는 연구로 생분해성 고분자의 합성에 대한 지식 습득
4			일본/ Tokyo Institute of Technology	2021 Yonsei symposium	2021.07.07	셀룰로오스의 합성 및 응용 방법에 대한 전문지식을 공유하여 지속가능한 미래를 위한 나노 셀룰로오스의 활용에 대한 시각을 고찰함
5			미국/ UT Austin 호주/ Univ Sydney	합성된 화합물들의 생물학적 작용기전 공동연구	201905-현재	Synthetic Na+/K+ exchangers promote apoptosis by disturbing cellular cation homeostasis - Under Revision from Chem

6	미국/ UCSF	공동연구	201706 - 현재	진화 나노입자 플랫폼을 이용한 단일세포 분자영상에 대한 공동연구
7	미국/ Harvard Medical School	진화나노입자를 이용한 바이오센서 개발에 대한 공동연구	201709 - 현재	Nat. Biomed. Eng. 2020, 4, 1159. Biosens. Bioelectron. 2021, 178, 113049.
8	미국/ Texas A&M Univ.	나노물질의 광학적 정 규명 및 신규물질 개발 공동연구	201709 - 현재	Nano Lett. 2020, 20, 7321. J. Chem. Phys. 2020, 153, 184703.
9	독일/ Max Planck Institute for Medical Research	자기장을 이용한 인공세포 합성 및 활성조절 공동연구	201808 현재	자기장을 이용한 인공세포 합성 및 활성조절 공동연구
10	미국/ MIT	고해상도의 뇌 이미징 구현을 위한 공동연구	201901 - 현재	고해상도의 뇌 이미징 구현을 위한 공동연구

IV

4단계 BK21 교육연구단(팀) 관련 언론보도 리스트

교육연구단(팀)명	지속가능 화학 교육연구단
교육연구단(팀)장명	

연번	구분	언론사명 /수상기관 등	보도일자/ 수상일자 등	제목/ 수상명 등	관련 URL
		주요내용 (200자이내)			
1	기타	주간조선	20.10.26	포르피린과 20년째 씨름하는 연세대 교수	https://weekly.chosun.com/client/news/viw.asp?ctcd=C08&nNewsNumb=002630100026
		주간조선의 '과학 연구의 최전선' 특집기사로 연세대학교 장우동 교수의 포르피린 연구 소개			
2	수상	중앙일보 외 51건 / 삼양그룹	20.09.09	올해의 수당상	https://news.zum.com/articles/62708187
		교수님 삼양그룹 수당재단 2020년도 수당상 기초과학부문 수상			
3	성과	더벨 외 2건	20.09.23	파트너스인베스트먼트, 셀레믹스 회수 잭팟	http://www.thebell.co.kr/free/content/ArticleView.asp?key=202009221328582480107191
		교수님, 서울대학교 전기공학부 교수와 대표 등이 2010년 설립한 기업 셀레믹스			
4	성과	한국강사신문 외 8건	20.10.08	카이스트 신소재공학과 정연식 교수팀, 성냥개비 탑형상의 초고효율 수소생산 촉매 소재 개발	http://www.lecturenews.com/news/articleView.html?idxno=53473
		교수님 공동 연구진으로 참여			
5	행사	동아일보 외 3건	20.12.02	표절이 '관례' 이던 시기는 없어... 대학마다 다른 잣대 손질해야	https://www.donga.com/news/article/all/20201202/104241610/1
		교수님 2020년 제2차 연구윤리 포럼 참석			
6	성과	조선일보 외 41건	20.12.03	이틀 걸리던 코로나 검사가 단 17분에... 국내연구진이	https://www.chosun.com/economy/science/2020/12/03/SMU5DXQNL5FIRLUOHBYSRCAEMK4/?utm

				해냈다	_source=naver&utm_medium=referral&utm_campaign=naver-news
교수님 나노PCR 기술 개발					
7	성과	조선일보 외 22건	21.01.29	자기장 따라 쥐가 움직인다, 국내서 첫 성공	https://www.chosun.com/economy/science/2021/01/29/3QHIXH23PRBSPDNJBXAJLBGEK4/?utm_source=naver&utm_medium=referral&utm_campaign=naver-news
교수님 자기장으로 뇌기능 제어 나노기술					
8	성과	충청매일 외 1건	21.02.21	기초과학연구원 나노의학 연구단, 맞춤형 인공 근육 제작한다	http://www.ccdn.co.kr/news/articleView.html?idxno=689540#09SX
교수님 자가 피부세포 이용 맞춤형 인공 근육 제작					
9	성과	파이낸셜뉴스 외 6건	21.06.09	연세대 김병수 교수팀, 새로운 형태의 항생 고분자 시스템 개발	https://www.fnnews.com/news/202106090819037846
교수님 항생 고분자 시스템					
10	행사	한국경제 외 3건	21.03.24	한국뇌연구원, 미국 애질런트사와 뇌지표 분석센터 개소	https://www.hankyung.com/it/article/202103248078h
교수님 뇌 지질체 분석 컨소시움					
11	기타	주간조선	21.05.03	금속-유기구조체 연구자 오문현 교수의 연구 철학 “옆길을 바라”	http://weekly.chosun.com/client/news/viw.asp?nNewsNumb=002656100023&ctcd=C08
교수님 인터뷰					
12	행사	아이뉴스24 외 3건	21.07.05	연구실 안전법 공청회 외	http://www.inews24.com/view/1382508
교수님 한국과학기술한림원 '국내 대학 연구경쟁력의 현재와 미래' 참석					
13	기타	주간조선	21.05.24	자기유전학 난제 푼 천진우 IBS나노의학 연구단장	http://weekly.chosun.com/client/news/viw.asp?nNewsNumb=002659100021&ctcd=C08
교수님 인터뷰					

14	기타	주간조선	21.05.24	자기유전학 난제 푼 천진우 IBS나노의학 연구단장	http://weekly.chosun.com/client/news/viw.asp?nNewsNumb=002659100021&ctcd=C08
		교수님 인터뷰			
15	기타	아주경제	21.07.14	네이처·사이언스에 글이 실린다는 것	https://www.ajunews.com/view/20210713095849746
		교수님 이름 언급			
16	성과	조선일보 외 1건	21.06.24	모더나의 백신 개발, 팀사이언스의 힘	https://www.chosun.com/economy/science/2021/06/24/CRBPBDLTKREU7BBXFWDYAAW4JY/?utm_source=naver&utm_medium=referral&utm_campaign=naver-news
		교수님 코로나19 모더나 백신			
17	성과	조선일보 외 38건	21.03.09	이 MRI 조영제, 10배 정밀한 혈관지도 만든다	https://www.chosun.com/economy/science/2021/03/09/JWQ5BHULPJAUNMR6L6W3D3SDRU/?utm_source=naver&utm_medium=referral&utm_campaign=naver-news
		교수님 3차원 정밀 혈관지도를 만드는 고성능 MRI 조영제 개발			

2021년도 BK 자체평가보고서에 대해서 두 명의 외부평가위원을 위촉하여 대면 평가를 진행하였으며 결과(별첨 #1 참조)를 항목별 정성 지표 및 평가 의견로 구성하였고 교육연구단 회의를 거쳐 피드백 및 항목별 자체평가 결과를 항목별로 요약하였음

1. 교육연구단의 구성, 비전 및 목표

- 교육연구단장의 역량이 우수하고 지속가능한 미래사회 구현에 기여할 수 있는 4C 인재 양성에 맞는 Edutree형 교과 과정 및 비교과 과정 개편, 학사지원제도 개선, 교육 여건 개선, 융복합 연구 클러스터 등이 우수하다는 평가를 받았음
- 지적사항이었던 논문지도위원회 등이 시행될 수 있도록 학과 내규 등을 수정함하고 비교과 프로그램에 대한 실적을 추가하여 목표에 부합하는 성과를 달성함

2. 교육역량

- 대학원생의 연구실적 및 Edutree형 교과과정을 통한 대학원 교육실적, 학생제안 교과목 개발 및 이행 등이 우수한 것으로 평가되었음
- 지적사항인 과학기술, 산업, 사회문제 해결을 위한 산업체 연계 프로그램 및 과제 등의 실적을 추가하였으며 비교과 프로그램에 대한 실적도 환류를 통해서 추가하여 보완함. 우수 대학원생 확보에서는 본 사업이 시행되는 초기 단계 임을 고려할 때, 실제적인 효과를 거두는 데까지 다소 시일이 걸릴 것으로 판단됨
- 참여대학원생의 연구실적의 양적인 성장은 이루어졌지만 질적 측면을 더 높이는 것이 필요하다고 판단됨
- BK21FOUR 신규진입을 통해서 새로운 신진연구인력 대상자의 임용이 늦어져 연구실적이 다소 부족하다는 평가를 받았으나 과제 지속시 향후 개선될 것으로 사료됨
- 참여교수의 교육역량 실적은 우수한 것으로 판단되었으며 외국인 교원의 활용 및 국제 공동연구실적이 우수한 것으로 평가됨

3. 연구역량 영역

- 대표논문은 최고의 질적 수준이며 참여교수의 학문적 수월성이나 대표논문이 우수하며 사업단의 방향성과 일치한 것으로 평가됨
- 외부평가 위원에 의해 지적되었던 산업체 연구비 실적을 보강하고 산업·사회에 대한 기여도를 보강함
- 참여 교수의 다양한 국제 활동과 국제 공동연구, 공동 연구비 수주 실적도 매우 우수하다고 평가되었으며 언론보도는 참여교수 뿐 아니라 대학원생의 현황도 추가되는 것이 바람직할 것으로 평가됨

종합적으로 판단할 때 BK21FOUR 사업의 신규진입을 통해서 과제제안서에 제안된 내용을 성실하게 이행하고 있는 것으로 판단되지만, 실질적인 효과를 얻기 위해서는 다소 시일이 걸릴 것으로 평가되었음. 실질적인 효과를 얻기 위해서 교육 분야에서는 비교과 프로그램의 실현 강화와 연구역량 부분에서는 대학원생 논문의 질적 수준 향상에 중점을 두고 차년도 과제를 이행해야 할 것이라고 판단됨

『4단계 BK21사업』 미래인재 양성사업(과학기술 분야)

자체평가 결과 보고서

(외부평가위원용)



지속가능 화학 교육연구단

BK21FOUR 지속가능 화학 교육연구단

1 평가정보

평가자	성명	소속	부서	직위
			화학과	교수
평가대상	대학명	학과명	교육연구단명	교육연구단장
	연세대학교	화학과	지속가능 화학 교육연구단	
평가기간	2021.08.26.(목) 오후 1시 ~ 3시			

2 정성지표 및 평가의견

1. 교육연구단의 구성, 비전 및 목표

1-1. 교육연구단장의 교육·연구·행정 역량

등급	A	✓	B		C		D		E
의견	- 사업단장은 교육, 연구 행정 역량이 우수하며 사업단을 잘 이끌 것으로 사료됨.								

1-2. 교육연구단의 비전 및 목표 달성정도

등급	A	✓	B		C		D		E
의견	<p>- 본 교육연구단은 지속가능하고 미래사회 구현에 기여할 수 있는 4C 인재 양성의 비전에 맞게 여러차례 개편, 향상시킬 제도 개선, 교육여건 개선을 추진 추진중임</p> <p>- ^{연구}융복합프로그램 개발은 우수한 실적으로 이어져 교육리더십이 12년으로부터 시행되지 못한 부분들은 다수야수함.</p>								

2. 교육역량

교육역량대표성과

등급	A	✓	B		C		D		E	
의견	- 대학원생 우수성능은 탁월함. - 창의적 우수자의 대학원 교육에, 상급제안교과목 개발수업을 우수하게 운영 사수됨.									

2-1. 교육과정의 구성 및 운영

등급	A		B	✓	C		D		E	
의견	- 벤치마킹 결과를 반영한 교육과정 개편 대해, 학생 관련 프로그램 운영. 우수교수 확보를 위해 우수교수 유치 부분에서 노력 하고 있으나, 교육과정 개편등의 학생 매뉴얼 준비등이 있으면 좋았으면 예상됨. - 교양기초. 상급. 사회문제 해결시 기대 할수 있게 양산 교육 프로그램등이 사회적 면제등이 좀더 강화되면 좋았으면 사수됨.									

2-2. 교육연구단의 우수 대학원생 확보 및 지원 계획

등급	A	✓	B		C		D		E	
의견	- 우수 대학원생 양육을 위한 다양한 방안으로 잘 진행되어 있으나 대학원생 증가를 위하여 - 학교차원의 TA, RA 제도 개편을 통해 장학생 및 인턴십 지원이 이루어지고 있는 것으로 사수됨. - 취업성공률 1년간 성과를 다시 복습하나 1차년 시험기간의 2020. 10월 기준인 경우 교수나 상급제안교과목									

2.-3. 참여대학원생 연구실적의 우수성

등급	A	✓	B		C		D		E	
의견	- 대학원생 연구실적의 경우 목표대비 증가하는 경향을 우수함. - 대표연구실적도 우수함으로 사료됨. - 대학원생의 총체 실적도 우수함으로 사료됨.									

2.-4. 신진연구인력 현황 및 실적

등급	A		B	✓	C		D		E	
의견	- 신진연구인력에 대해 선발, 지원등의 조건은 우수함으로 사료되나 장래가능성이 높지않아 R1C 연구인력의 노후가 상대적으로 낮으며 신진연구인력이나 차세대 연구인력기 길러주기 위한 정책으로 사료됨.									

2.-5. 참여교수의 교육역량 대표실적

등급	A	✓	B		C		D		E	
의견	- 학제교수의 교육역량 대표실적을 우수함으로 사료됨.									

2.-6. 교육의 국제화 전략

등급	A	✓	B		C		D		E	
의견	<p> - 대학 본업다운 유학증으로 감세된 부분은 우수학생으로 사육된다 - 대가유학생 지원등이 어려운 상황임에도 불구하고 연구실적의 우수함 </p>									

3. 연구역량 영역

연구역량 대표 우수성과

등급	A	✓	B		C		D		E
의견	- 강의 교수의 내용 설득의 질적인 부분이 가장 뛰어난 것으로 사료됨.								

3-1. 참여교수 연구역량

등급	A	✓	B		C		D		E
의견	- 강의 교수의 참여율을 우수하며 강의 수준은 대폭하는 것은 강의 내용의 사료됨.								

3-2. 산업·사회에 대한 기여도

등급	A		B	✓	C		D		E
의견	- 강의 교수의 연구역량 비전을 실현하는 만큼 학과 학생. 사원 등에게 개개부분을 다양하게 시교되고 있어 학생이나 신진 산학협력 프로그램 등이 많이 야심은. 산학협력 강사 및 산학협력 부분들의 강진이 기대되나고 사료됨.								

3.-3. 참여교수의 연구의 국제화 현황

등급	A	✓	B		C		D		E	
의견	<p>- 참여 ^{교수} 교수가 다양한 국제 학술행사가 증가하고 있으며 전체 연구나 상황에도 해외 공동 연구가 진행되고 있음.</p>									

4. 언론보도 리스트

언론홍보 현황

등급	A	✓	B		C		D		E	
의견	<p>- 교육연구자의 관심분야와 밀접하는 다양한 언론연락처 있어 연구자의 활발한 실적을 발 반영함. 다만 학생 활동의 우수성을 알수있는 부분의 홍보가 많이 아쉬움</p>									

3 종합의견

[Empty box for comprehensive opinion]

2021. 8. 26.

평가자 :



(인)

『4단계 BK21사업』 미래인재 양성사업(과학기술 분야)

자체평가 결과 보고서

(외부평가위원용)



지속가능 화학 교육연구단

BK21FOUR 지속가능 화학 교육연구단

1 평가정보

평가자	성명	소속	부서	직위
			화학과	교수
평가대상	대학명	학과명	교육연구단명	교육연구단장
	연세대학교	화학과	지속가능 화학 교육연구단	
평가기간	2021.08.27.(금) 오후 3시 ~ 5시			

2 정성지표 및 평가의견

1. 교육연구단의 구성, 비전 및 목표

1-1. 교육연구단장의 교육·연구·행정 역량

등급	A	O	B		C		D		E	
의견	<p>교육연구단장은 대중화 기여, 강의 교재 개발 등 다양한 교육 활동을 해오고 있고, 화학 분야에서 탐 저널에 우수한 논문을 많이 게재하였고, 교내 및 학회에서 다양한 활동을 해오고 있음. 지난 1년 동안 각 분야의 활동에 대한 내용이 추가되었으면 좋겠음.</p>									

1-2. 교육연구단의 비전 및 목표 달성정도

등급	A	O	B		C		D		E	
의견	<p>교육연구단의 비전에 맞게 교과 과정 개편, 학사지원제도 개선, 연구여건 개선 실적이 우수함. Edutree형 교과 과정 구성 및 flipped class 운영이 인상적임. 비교과 프로그램에 대한 실적이 추가되면 좀 더 좋을 것 같음.</p>									

2. 교육역량

교육역량대표성과

등급	A	O	B		C		D		E	
의견	대학원생 대표우수 성과(Nature Materials 1편, Chem 1편)가 매우 우수함.									

2-1. 교육과정의 구성 및 운영

등급	A	O	B		C		D		E	
의견	Edutree를 구성하고 그에 맞는 세부 교과목을 계획하고 개설한 실적이 우수함. 중도 포기 방지 장치를 마련한 것이 매우 인상적임. 외국인 학생 교육 및 영어(논문작성법) 교육, 기기 및 소프트웨어 교육 등에 대한 기술이 추가되면 좀 더 좋을 것 같음.									

2-2. 교육연구단의 우수 대학원생 확보 및 지원 계획

등급	A		B	O	C		D		E	
의견	장학금, 인센티브 등 우수 대학원생 지원에 대한 실적이 많이 있지만, 우수 대학원생 확보를 위한 실적이 다소 부족함. 우수 대학원생 확보를 위한 프로그램 실행이 좀 더 필요해 보임. 코로나 감염 사태로 인해 취(장)업 실적은 다소 부족함.									

2.-3. 참여대학원생 연구실적의 우수성

등급	A		B	O	C		D		E	
의견	<p>전체적으로 연구 실적 수치가 향상되었지만, 가장 중요한 '참여대학원생 1인당 환산보정 IF'와 '참여대학원생 1인당 환산보정 ES' 값이 이전 3년 동안의 값과 비슷한 것이 아쉬움. 대학원생 특히 실적이 우수함.</p>									

2.-4. 신진연구인력 현황 및 실적

등급	A		B	O	C		D		E	
의견	<p>BK21 사업으로 지원을 받은 신진연구인력의 실적을 판단하기가 힘들. BK21 사업으로 지원을 받는 신진연구인력만의 내용으로 작성하는 것이 필요할 것 같음.</p>									

2.-5. 참여교수의 교육역량 대표실적

등급	A	O	B		C		D		E	
의견	<p>실적을 내기 힘든 분야이지만 짧은 1년 동안 좋은 성과를 낸 것으로 생각됨.</p>									

2.-6. 교육의 국제화 전략

등급	A		B	O	C		D		E	
의견	외국인 교원의 활용은 매우 우수하지만 외국어 강의 비율이 높지 않음. 교육연구단 참여 교수만이라도 영어로 강의하는 것이 필요해 보임.									

3. 연구역량 영역

연구역량 대표 우수성과

등급	A	O	B		C		D		E	
의견	대표 논문은 세계 최고 수준의 저널에 게재하였고, 연구 내용도 사업단이 추구하는 방향과 일치함.									

3-1. 참여교수 연구역량

등급	A	O	B		C		D		E	
의견	1인당 연구비 수주 액수가 5억원에 가깝고 산업체 연구비 수주 실적도 우수함. 표 3-1에서 쉽게 비교하기 위해서 '1인당 연간 연구비 수주액'으로 비교 설명이 필요함. 지난 3년보다 교수 1인당 IF와 논문 1편당 IF가 증가하였지만, 논문 1편당 환산보정 IF와 ES가 조금 감소한 것이 아쉬움.									

3-2. 산업·사회에 대한 기여도

등급	A		B	O	C		D		E	
의견	실적을 적을만한 내용이 많지 않은 부분이지만, 좀 더 다양하게 구체적으로 적는 것이 필요해 보임. 산업체 연구비 수주, 기술 이전, 기술 자문, 과학고 R&E, 일반인 대상 강연 등의 내용도 들어가면 좋을 것 같음.									

3.-3. 참여교수의 연구의 국제화 현황

등급	A	O	B		C		D		E	
의견	국제학회 활동과 국제 학술지 활동이 우수하고, 국제 공동연구 실적과 공동 연구비 수주 실적도 매우 우수함.									

4. 언론보도 리스트

언론홍보 현황

등급	A	O	B		C		D		E	
의견	연구 성과와 관련된 언론보도 실적이 우수함.									

3] 종합의견

<교육>

교육연구단의 비전에 맞게 교과 과정 개편, 학사지원제도 개선, 연구여건 개선 실적이 우수함. Edutree형 교과 과정 구성 및 flipped class 운영이 인상적임. Edutree를 구성하고 그에 맞는 세부 교과목을 계획하고 개설한 실적이 우수함. 중도 포기 방지 장치를 마련한 것이 매우 인상적임.

전체적으로 대표 연구 실적이 매우 우수하고 연구 실적 수치가 향상되었지만, 가장 중요한 '참여대학원생 1인당 환산보정 IF'와 '참여대학원생 1인당 환산보정 ES' 값이 이전 3년 동안의 값과 비슷한 것이 아쉬움. 대학원생 특히 실적이 매우 우수함.

비교과 프로그램에 대한 실적이 추가되면 좀 더 좋을 것 같음. 외국인 학생 교육 및 영어(논문작성법) 교육, 기기 및 소프트웨어 교육 등에 대한 기술이 추가되면 좀 더 좋을 것 같음. 장학금, 인센티브 등 우수 대학원생 지원에 대한 실적이 많이 있지만, 우수 대학원생 확보를 위한 실적이 다소 부족함. 우수 대학원생 확보를 위한 프로그램 실행이 좀 더 필요해 보임. 코로나 감염 사태로 인해 취(장)업 실적은 다소 부족함.

BK21 사업으로 지원을 받은 신진연구인력의 실적을 판단하기가 힘들. BK21 사업으로 지원을 받는 신진연구인력만의 내용으로 작성하는 것이 필요할 것 같음.

외국인 교원의 활용은 매우 우수하지만 외국어 강의 비율이 높지 않음. 교육연구단 참여 교수만이라도 영어로 강의하는 것이 필요해 보임.

<연구>

대표 논문은 세계 최고 수준의 저널에 게재하였고, 연구 내용도 사업단이 추구하는 방향과 일치함. 1인당 연구비 수주 액수가 5억원에 가깝고 산업체 연구비 수주 실적도 우수함. 지난 3년보다 교수 1인당 IF와 논문 1편당 IF가 증가하였지만, 논문 1편당 환산보정 IF와 ES가 조금 감소한 것이 아쉬움.

'산업사회에 대한 기여도'에서 실적을 적을만한 내용이 많지 않지만, 좀 더 다양하게 구체적으로 적는 것이 필요해 보임. 산업체 연구비 수주, 기술 이전, 기술 자문, 과학고 R&E, 일반인 대상 강연 등의 내용도 들어가면 좋을 것 같음.

국제학회 활동과 국제 학술지 활동이 우수하고, 국제 공동연구 실적과 공동 연구비 수주 실적도 매우 우수함.

2021. 8. 28

평가자 :