

『4단계 BK21사업』 미래인재 양성사업(과학기술 분야)

교육연구단 자체평가보고서

접수번호	-						
사업 분야	응용	신청분야	화공	단위	지역	구분	교육연구단
학술연구분야 분류코드	구분	관련분야		관련분야		관련분야	
		중분류	소분류	중분류	소분류	중분류	소분류
	분류명	화학공학	화학공정	화학공학	전자/재료공 정공학		
	비중(%)	60		40			
교육연구 단명	국문) IT에너지 소재공정 미래 화공인재 양성 교육연구단						
	영문) Cultivation Program of Future Chemical Engineer for the IT Energy Materials and Processes						
교육연구 단장	소 속	영남대학교 공과대학(원) 화학공학과(부)					
	직 위	교수					
	성명	국문	이문용	전화			
				팩스			
		영문	Moonyong Lee	이동전화			
			E-mail				
연차별 총 사업비 (백만원)	구분	1차년도 (20.9~21.2)	2차년도 (21.3~22.2)				
	국고지원금						
총 사업기간		2020.9.1.-2027.8.31.(84개월)					
자체평가 대상기간		2020.9.1.-2021.8.31.(12개월)					
<p>본인은 관련 규정에 따라 『4단계 BK21』 사업 관련 법령, 귀 재단과의 협약에 따라 다음과 같이 자체평가보고서 및 자체평가결과보고서를 제출합니다.</p> <p style="text-align: right;">2021년 9월 13일</p>							
작성자	교육연구단장			이문용 (인)			
확인자	영남대학교 산학협력단장			이경수 (인)			

〈자체평가 보고서 요약문〉

중심어	화학공학	IT소재공정	에너지소재공정
	창의적 미래인재 양성	IT·에너지 융복합	특성화 대학원
	사회문제 밀착형 산학협력	국제화 대학원	플랫폼경제 고급인력
교육연구단의 비전과 목표 달성정도	<ul style="list-style-type: none"> - IT·에너지 분야 1) 소재공정 미래 화공인재 배출, 2) 소재공정 연구역량 강화, 3) 융복합 산학밀착형 선도모델 제시, 4) 국제적 수준의 대학원 구축 등의 4대 비전을 설정하였으며, COVID19 장기화에 따른 국제화 실적이 미달성인 점을 제외하면 전반적으로 양호한 수행성과를 보였으며, 특히 연구분야에서 논문의 질적수준은 대폭 향상된 것으로 파악됨. - QS2021 University Ranking by Subject에 영남대학교 화학공학부의 순위는 351-400위권으로서 사업신청 시점과 동일하며, Ranking criteria인 학계인지도, 고용주평판, H-index, 논문당인용수 등의 4대 지표에 대한 평가는 아직 공개되지 않고 있음. 따라서, QS 200위권 진입이라는 비전에 대한 진척도 평가는 중간평가 혹은 최종평가 시점에서 이뤄질 수 밖에 없음 		
교육역량 영역 성과	<ul style="list-style-type: none"> - 연구 교육을 통하여 참여대학원생 업하경(지도교수: 김세현)은 Advanced Functional Materials (IF=16.836, 분야 상위 4.0%)에 논문을 게재하였으며, 이외에도 참여대학원생 김지수(지도교수: 이기백) 등의 분야별 상위 10% 수준의 논문 10건을 게재함. - 발표역량 강화 교육을 통하여 참여대학원생 조성욱(지도교수: 전찬욱)은 세계 3대 태양광학술대회 중 하나인 PVSEC-80 (2020년 11월)에서 Best Poster Award를 수상하였으며, 이외에도 참여대학원생 고은희(지도교수: 강도형) 등이 2건 학회 발표상을 수상함. - 강화된 지식재산권 교육을 바탕으로 참여대학원생 김지수 및 김난경(지도교수: 이기백)이 2건의 국내 특허를 출원함. - 참여대학원생의 저술편수와 출판성과를 상위 12건의 평균 IF를 비교했을 때 지난 1년간의 성과가 2017~2019 기간 동안 얻은 성과에 비하여 약 55.2% 향상됨 (7.442→11.549). 연구 분야별 상위 비율은 5% 내외로 유지됨. - 참여 대학원생들은 국내외 학술대회에 참가하여 우수발표상을 수상하여 연구 내용의 우수성을 인정받음(국제 2건, 국내 1건). 또한 연구 결과들이 사업화를 위한 특허 출원(2건)으로 이어짐으로써 향후 지역 산업 발전에 기여할 것으로 보임 		
연구역량 영역 성과	<ul style="list-style-type: none"> - 참여교수 1인당 논문 편수는 7.62편, 평균 IF의 4.840, 평균 상위백분율은 24.20% 임. 출판된 160편 중 IF 10이상의 최상위 논문 14편, IF 5~10사이의 상위논문 44편으로 전체 논문 대비 36.2%를 차지함. 특히, 총 160편 중 참여교수가 주저자 (제1저자, 교신저자)로 140편, 공동저자로 20편으로 참여교수의 주저자 비율이 87.5%로 매우 높았음. - 1차년도 특허 실적은 31건의 특허를 출원하였으며, 16건을 등록하였음. 기술이전 실적은 2건으로 총 계약금은 30,000,000원이며, 향후 사업화에 따른 별도의 기술료를 지급받게 됨. 		
달성 성과 요약	<p><교육></p> <ul style="list-style-type: none"> - 참여대학원생 분야별 상위 10% 수준의 연구논문 11건 발표함. 총 55편 중 상위 12건의 평균 IF는 11.549로(분야별 상위 비율 5.45%) 지난 2017~2019 성과 대비 55.2% 향상됨. - 참여대학원생 학회 발표상 3건 (국제 2건, 국내 1건) 수상함. - 참여대학원생 국내특허 2건 출원함. <p><연구></p> <ul style="list-style-type: none"> - 1차년도에 참여교수 총 21명의 연구업적물로서, 논문 160편, 특허출원 31건, 		

	<p>등록특허 16건, 기술이전 2건을 창출하였음.</p> <p><국제화></p> <p>- 27명의 외국인 대학원생 확보, 외국어 강의 88%, 프랑스 낭트대학과 MOU 1건 체결, 국제심포지엄 1건 개최, 국제공동연구 논문 55편 출판, 국제학술대회 발표 45건 (기조연설 1회, 초청강연 2회, 조직위원장 4건, 조직위원 활동 9건), 9개 해외 연구기관과 연구자 교류 실적 달성함.</p>
미흡한 부분 / 문제점 제시	<p><교육></p> <p>- 당해연도 참여교수의 교육역량(저서, 공개강좌 등) 강화 실적이 미비하여, 개선을 위한 노력이 필요함.</p> <p><국제화></p> <p>- COVID19으로 매년 개최한 SKY (Shanghai대학-Kyushu대학-Yeungnam대학) 국제심포지엄은 2020년과 2021년 취소. 해외 연구실 장기연수 및 인턴 잠정 중단됨.</p>
차년도 추진계획	<p><교육></p> <p>- 연구 및 발표 교육역량 강화를 통하여 참여대학원생 논문게재 및 학회참여 실적을 강화할 계획임.</p> <p>- 교육의 국제화 역량 강화를 위하여 국제청정기술심포지엄 개최할 예정임.</p> <p><국제화></p> <p>- COVID19 안정이 기대되는 2022년부터 연간 2회 이상의 국제 심포지엄을 개최하고 대학원생 국제교류 및 해외석학 초빙 규모 확대가 기대됨.</p>

목표달성

1. 교육연구단장의 교육·연구·행정 역량

성명	한글	이문용	영문	Lee, Moonyong
소속기관	영남대학교			공과대학(원) 화학공학과(부)

■ 교육연구단장의 연구역량

- 교육연구단장은 최근 5년간 SCI급 저널에 137편의 논문을 게재하고 국내외 학술대회에서 다수의 우수논문상을 받았으며, 학내에서 연구업적 최우수교수로 선정되는 등 탁월한 연구역량을 가지고 있음.
- 교육연구단장은 산업체와 대학에서 증류/분리공정, 천연가스 액화공정 등의 전통 주력 화학공정 분야 연구를 일관되게 수행해 왔으며 그 연구역량을 인정받아 전통화학특별상의 첫번째 수상자 표창(2013년), 엔지니어링산업 공로자 산업자원부 장관 표창(2016년), 박선원 학술상 표창(2020년) 등을 포함하여 다수의 수상을 하였음.
- 특히 활발한 산학연구를 통하여 지역사회 및 산업체 문제의 해결에 힘써 왔으며 이러한 풍부한 산학연구 경험은 BK사업에서 산학연공동사업단을 구성하여 사업단 참여교수들과 기업체의 요구를 잘 조화시켜서 성공적으로 사업을 수행하는 데에 도움이 되고 있음.

■ 교육연구단장의 교육역량

- 교육연구단장은 학부와 대학원 및 산업체 실무자의 충실한 전공 교육을 위하여 다수의 전문서적을 편찬하고, 다양한 교육프로그램의 개발과 운용에 참여해 오고 있음.
- 또한 화학공학회 주관 산업체 실무자 계속교육을 포함하여, LG화학, 한화케미칼, SK머티리얼즈 등의 여러 국내외 산업체 실무자들을 위한 계속교육과 산학강의를 지속적으로 수행해 오고 있음.
- 특히 화학공학회 공정시스템부문위원장 임기 중, 전국대학생 공정설계 경진대회를 창설하여 실시하는 등 화학공학 전공학생들의 공정설계에 대한 역량과 실무 능력 향상을 위한 교육에 많은 노력을 기울여 오고 있음.
- 이와 같은 교육연구단장의 교육역량은 교육연구단의 바람직한 교육시스템 구축과 시행에 많은 도움이 될 것으로 기대됨.

■ 교육연구단장의 행정역량

- 교육연구단장은 영남대 화학공학과 2단계 및 3단계 BK사업단에서 부단장과 단장직을 수행해 오고 있어 BK사업의 철학을 잘 이해하고 BK사업 운영에 특화된 행정역량과 경험을 가지고 있음.
- 또한 영남대 화학공학부 전공주임, 학부장 등의 보직활동 경험을 통해 대학 본부와 협조사항을 자연스럽게 유도할 수 있으며, 또한 화학공학회 공정시스템 부문위원장 수행, J. of Natural Gas Science & Engineering, Energies Journal 의 Associate Editor 수행 등, 국내외 학회활동을 충실히 해오고 있어 학회와 관련전공 분야의 전문가들과도 원활한 의사소통을 지속하고 있음.
- 이와 같은 교육연구단장의 검증된 연구·교육·행정 역량은 교육연구단의 운영과 비전을 성공적으로 이루어 나가는 데에 많은 도움이 될 것으로 확신함.

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
화학공학과	20년 2학기	26명	21명	80.76%	
	21년 1학기	24명	20명	83.33%	

<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	김민규	2020년 2학기	전입	신규임용	2020.09.01. 신규임용
2	박진호	2021년 1학기	전출	의원면직	2021.07.31. 의원면직
3	김기석	2021년 1학기	전출	정년퇴직	2021.08.31. 정년퇴직

<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 (%)
화학공학 과	20년 2학기	31	27	87.09	24	15	62.5	7	6	85.7	62	48	77.41
	21년 1학기	44	39	90.69	31	18	58.23	10	10	100	85	67	78.82
참여교수 대 참여학생 비율					20년 2학기 : 228.57 21년 1학기 : 335								

1) 참여교수

- 20년 2학기 : 화학공학과 전체교수 26명 중 21명이 참여하여 참여비율은 80.76%를 기록함. 2020년 2학기에 신규임용된 김민규 교수(촉매디자인, 반응성 및 열역학적 물성 연구 전공)가 사업에 참여하게 되어 총 참여교수는 21명임.
- 21년 1학기 : 화학공학과 전체교수 24명 중 20명이 참여하여 참여비율은 83.33%를 기록함. 2020년 2학기부터 사업에 참여한 박진호 교수가 2021년 7월 31일자로 의원면직하여 총 참여교수는 20년 2학기의 21명에서 2명 감소한 20명임.

2) 참여대학원생

- 20년 2학기 : 화학공학과 전체 대학원생 62명 중 석사 27명, 박사 15명, 석박사통합과정 6명 총 48명이 참여하여 전체 대학원생 중 참여대학원생의 비율은 77.41%를 달성하였음.
- 21년 1학기 : 화학공학과 전체 대학원생 85명 중 석사 39명, 박사 18명, 석박사통합과정 10명 총 67명이 참여하여 전체 대학원생 중 참여대학원생의 비율은 78.82%를 달성하였음.
- 참여교수 대 참여학생의 비율을 살펴보면 20년 2학기에 228.57, 21년 1학기에 335를 달성하여 사업시작 당시인 20년 2학기보다 참여학생의 비율이 상승하였음을 확인할 수 있음.

2. 교육연구단의 비전 및 목표 달성정도

1) 교육연구단의 비전 및 실적

- 4단계 BK21 FOUR 사업을 통하여 본 교육연구단 화학공학과를 대구·경북 지역의 전략산업이자 선도산업인 IT·에너지 산업 관련 소재 및 공정의 연구개발과 교육을 위한 허브기관으로 특성화시켜 창의적이고 특화된 미래화공인재를 육성하고, 지역산업 밀착형 산학협력과 글로벌화를 통하여 지역산업을 견인하는데 기여하고자 하며, 교육/연구/산학협력/국제화 역량의 강화를

위해 다음과 같은 4대 비전을 설정함.

- IT·에너지 소재공정 미래 화공인재 배출 : 동 분야에서 세계 일류 수준의 과학 기술력을 확보하여 IT 및 에너지 소재공정 산업에 대한 기술 및 인력 지원 역할을 충실히 수행하고 지역산업과의 융합을 통하여 새로운 성장 동력 산업의 창출에 기여하는 거점 대학원이 되고자 함.
- IT·에너지 소재공정 연구역량 강화 : IT 및 에너지 산업을 견인할 수 있는 국내 최고의 IT·에너지 소재공정 산학협력 연구 허브대학원으로 자리매김 함.
- IT·에너지 융복합 산학밀착형 선도모델 제시 : 다양한 연계프로그램을 통하여 인력난과 기술력 부족을 호소하고 있는 지역 중소기업과의 밀착형 Co-op 프로그램을 운영하여 지역 중소기업의 경쟁력 강화에 기여.
- 국제적 수준의 대학원 구축 : IT 및 에너지 소재공정으로 특화된 창의적 화학공학 고급인력을 양성할 수 있는 선진화 대학원의 구축을 위한 교육과정 국제화.

1-1) IT·에너지 소재공정 미래 화공인재 배출 계획 및 실적

- 구체적인 교육역량 강화 목표로 ① 지역 IT·에너지 산업 밀착형 특성화 교육시스템 구축, ② 교내 기존 인프라 연계를 통한 교육역량 강화 프로그램 운영, ③ 취업촉진형 선순환적 교육 프로그램 운영을 통한 성공적 취업 성공모델 창출, ④ 지역산업 기반과 산학 Co-op 활성화 및 국제화 프로그램을 통한 글로벌 창의인재 양성시스템 구축을 통하여, IT·에너지 소재공정 분야로 특화된 국제화된 미래 화공 전문인력을 육성하고자 함. 이러한 교육역량 강화 목표 달성에 필요한 특화된 화학공학 교육과정과 다양한 인재양성 프로그램을 특성화 대학원 교육, 선진화된 대학원 교육, 산학협력형 대학원 교육으로 구분하여 아래와 같이 추진하고자 함.
- 특성화 대학원 교육을 위해, 기존의 BK21 플러스 사업 운용을 통해 구축된 IT/신재생에너지 소재 위주의 현행 교육프로그램을 확대 발전시켜 다음의 3단계로 나누어 IT/신재생에너지/수소에너지 소재공정 융복합 화학공학프로그램을 구축하고자 함. ① 기반구축단계에서는 융합과정 교육프로그램의 선진화를 위하여 순환적 자율개선형 교과과정 개선시스템을 구축하고, 관련기업, IT 및 에너지 분야 소재/공정/정책 전문가로 구성된 사업추진위원회와 사업평가위원회를 구성하여 운영기반을 구축하고, ② 발전단계에서는 융합과정 교육프로그램 및 교과과정 개선시스템을 본격적으로 가동하여 특성화된 산업밀착형 미래 화공인력을 배출하며, ③ 완성단계에서는 융합과정 교육프로그램 및 교과과정 개선시스템을 최종 완성함.
- 선진화 대학원 교육을 위해, 일본 큐슈대학 물질과학공학과 대학원을 벤치마킹하여 세계 최고수준의 융복합 교육 프로그램을 구축하고, “YU the Future”를 모토로 하는 영남대학교의 기본적인 학사관리 규정에 더하여 사업단 자체의 졸업요건을 강화하고 다양한 인센티브 제도를 도입하여 참여대학원생의 세계적인 연구와 적극적인 국내외 학술대회 발표를 유도하고자 하며, 이를 위하여 본 교육연구단이 보유하고 있는 국제협력 인프라를 적극 활용하도록 함.
- 산학협력 대학원 교육을 위해, 교육의 현장 감각 증진과 산학협력 연구 활성화, 학생 취업과의 선순환적 연계를 근간으로, 대학원 현장실습프로그램, 산학협동대학원, 혁신형 중소기업 인력양성 프로그램 등을 운영하며 지역의 IT 및 에너지 소재공정 관련 산업체에 현장맞춤형 고급인력을 공급하도록 함.
- 교육과 연구의 선순환 구조 구축을 위해, 참여교수의 저서 및 논문을 교과과정의 교재로 적극 활용하여 학생들의 연구 능력을 향상시키고, 개별 연구지도, 영문 논문 작성법, 연구윤리, 통계분석 등과 연구 관련 기초 강좌를 개설하여, 선진화 대학원 교육을 통한 세계적 수준의 연구 능력을 갖춘 화공인력을 배출함.
- 상기 계획을 바탕으로 1차년도 사업기간 중 달성한 대표실적은 다음과 같음.
 - 연구 교육을 통하여 참여대학원생 옹하경(지도교수: 김세현)은 Advanced Functional Materials (IF=16.836, 분야 상위 4.0%)에 논문을 게재하였으며, 이외에도 참여대학원생 김지수(지도교

- 수: 이기백) 등이 분야별 상위 10% 수준의 논문 10건을 게재함
- 발표역량 강화 교육을 통하여 참여대학원생 조성욱(지도교수: 전찬욱)은 세계 3대 태양광화학 대회 중 하나인 PVSEC-30 (2020년 11월)에서 Best Poster Award를 수상하였으며, 이외에도 참여대학원생 고은희(지도교수: 강도형) 등이 2건 학회 발표상을 수상함.
 - 강화된 지식재산권 교육을 바탕으로 참여대학원생 김지수 및 김난경(지도교수: 이기백)이 2건의 국내 특허를 출원함.
 - 참여대학원생의 저명학술지 출판성과물 상위 12건의 평균 IF를 비교했을 때 지난 1년간의 성과가 2017~2019 기간 동안 얻은 성과에 비하여 약 55.2% 향상됨(7.443→11.549). 연구 분야별 상위 분율은 5% 내외로 유지됨.
 - 참여 대학원생들은 국내외 학술대회에 참가하여 우수발표상을 수상하여 연구 내용의 우수성을 인정받음(국제 2건, 국내 1건). 또한 연구 결과들이 사업화를 위한 특허 출원(2건)으로 이어짐으로써 향후 지역 산업 발전에 기여할 것으로 보임.
 - 당해연도 참여교수의 교육역량(저서, 공개강좌 등) 강화 실적이 미비하여 개선을 위한 노력이 필요한 것으로 판단되며, 또한, 연구 및 발표 교육역량 강화를 통하여 참여대학원생 논문게재 및 학회참여 실적을 강화할 계획임.

1-2) IT·에너지 소재공정 연구역량 강화 계획 및 실적

- 본 교육연구단의 비전을 구현하기 위한 구체적인 전략으로 ① 연구개발의 특성화, ② 연구개발의 질적 우수성 향상, ③ 연구개발의 지역산업 밀착화 및 현장화, ④ 국제 공동연구 향상 및 확대 등의 네 가지 전략을 유기적으로 진행하여 본 교육연구단을 국내 최고의 IT·에너지 융복합 소재공정 산학협력 연구 허브대학원으로 발전시키도록 함.
- 연구개발의 특성화: 특화 분야의 우수 교수 채용과 창의적 융복합 연구를 통한 연구 수월성 확보 및 강화를 위해 사업기간 동안 본 교육연구단 특화 분야의 우수 교수를 지속적으로 확충해 나갈 계획임. 본 교육연구단 참여교수진을 중심으로 IT 소재공정, 에너지 소재공정, 융복합 소재공정으로 특화된 연구개발을 중점적으로 수행하도록 하며 특히 IT·에너지 소재공정과 관련한 융복합 연구를 집단연구개발의 형태로 추진하도록 함. 교수진 간 특화된 연구개발을 융복합하여 창의적 과제를 발굴하고, 이를 위해 정기적인 BK21 공동 워크숍을 개최하고(연2회), 다 분야의 실험실이 참여하는 공동 lab. meeting 등의 집단연구 활동을 활성화하도록 함.
- 연구개발의 질적 우수성 향상: 산학연구처에서 시행하는 연구기자재 구입비 지원, 교비 연구사업의 적극적인 활용, 우수 교원 채용, 대학원생 우수학술지 게재논문 장려금 강화, 논문의 편수 뿐만 아니라 IF와 ES까지 고려한 교수 연구업적 평가, 교수 연구업적 평가를 통한 인센티브 차등 지원제도를 적극적으로 활용하도록 함.
- 연구개발의 지역산업 밀착화 및 현장화: 대기업을 제외한 지역의 많은 중소 기업체는 연구개발 자금을 투입할 수 있을 만큼 재정이 충분치 않음. 또한, 이들 기업은 자금의 조달이나 정부 지원과 관련한 구체적인 정보를 가지고 있지 못한 경우가 많은 상황임. 본 교육연구단은 이러한 문제를 해소하고 지역 주력산업의 연구기반을 조기에 구축하기 위하여 정부 재정지원 사업과 연계하여 기업 밀착형 연구사업을 발굴하고 이를 지속적으로 육성해 나가고자 함. 본 교육연구단은 지역의 주도산업인 IT·에너지 화학 소재공정 분야로 연구개발을 특성화하고 대학과 산업체가 호혜적 파트너로서 상호 협력하여 지역발전을 위해 상생하는 것을 사업단의 중요한 연구개발 목표로 설정함.
- 국제 공동연구 향상 및 확대: 국제화 수월성을 위하여 국제학술발표 참가경비 지원, 주요 선진 해외기관과의 학생/교수 교류 확대 및 제반 경비 지원 등의 지원 방안을 활성화함. 특히, 해외 연구그룹과의 국제 공동연구를 통하여 얻은 연구결과를 국제학술대회에서 활발히 발표하고 있으며 공동연구를 위한 실험실 방문과 학생 교환 프로그램 및 심포지엄 초청 등 다양한 형태의 국제 공동연구 활동은 효율성이 입증된 바, 4단계 BK사업을 통해 본 교육연구단 고유의 국제화

선도모델을 제시하고자 함.

- 상기 계획을 바탕으로 1차년도 사업기간 중 달성한 대표실적은 다음과 같음.

- 참여교수 1인당 논문 편수는 7.62편, 평균 IF의 4.840, 평균 상위백분율은 24.20% 임. 출판된 160편 중 IF 10이상의 최상위 논문 14편, IF 5~10사이의 상위논문 44편으로 전체 논문 대비 36.2%를 차지함. 특히, 총 160편 중 참여교수가 주저자 (제1저자, 교신저자)로 140편, 공동저자로 20편으로 참여교수의 주저자 비율이 87.5%로 매우 높았음.
- 1차년도 특허 실적은 31건의 특허를 출원하였으며, 16건을 등록하였음. 기술이전 실적은 2건으로 총 계약금은 30,000,000원이며, 향후 사업화에 따른 별도의 기술료를 지급받게 됨.

1-3) IT·에너지 융복합 산학밀착형 선도모델 제시 계획 및 실적

- IT·에너지 융복합 산학밀착형 선도모델을 확립하기 위하여 ① 산학협력 Co-op 활성화를 통한 지역 특화산업 활성화, ② 선순환적 연계프로그램을 통한 성공적 취업보장시스템 구축, ③ IT·에너지 특성화 산업을 위한 산학네트워크 구축과 산학협동 대학원 운영을 실천방안으로 수립함.
- 선순환적 연계프로그램을 통한 성공적 취업보장시스템 구축 : 사업단 소속 재학생들의 성공적 취업 보장을 위한 선순환적 취업 전략은 ① 학생 중심의 취업프로그램, ② 산학밀착형 현장 중심 교육, ③ 산학협력연계 취업 활성화, ④ 글로벌 인재양성 교육 등의 네 가지 요소로 구성됨. 특히, 학과장, 학과 내 전공별 취업담당 교수 4인 및 산학협력중점 전임교원 1인으로 구성된 취업전담 교수제 및 진로·취업팀을 운영함으로써 상기 네 가지 요소들을 구체적으로 계획하고 실현하기 위한 컨트롤 타워를 가동하고자 함. 각 요소 간의 장점을 잘 결합하고 조화시킴으로써 특성화 사업 분야 맞춤형 우수인력을 유치하고 특성화 사업 분야에 부합하는 지역인재를 배출하는 것이 영남대학교 화학공학부 BK21 FOUR 사업단이 지향하는 성공적 취업보장형 모델 창출의 핵심 목표임.
- 산학협력 취업연계 Co-op 교육과정 운영 : 고급인력 육성에 있어서 산업 밀착성을 높이기 위하여 상호 호혜적 산학연계 인력양성 프로그램을 기반으로 하는 특성화 대학원으로 육성하고자 함. 대학원 교과과정을 기업-학도가 공동으로 개발하고 실제 기업의 현장에서 발생하는 애로사항들을 캡스톤 디자인 프로젝트 (Capstone Design Project, CDP) 형태로 해결해주는 주문식 교육과정을 지향함. 상기와 같은 산학 공동 교과목 개발 및 산업체 CDP 중심의 문제 해결 중심 교육과정을 통해서 IT·에너지 소재공정 산업이 요구하는 맞춤형 인력을 단기간에 배출함으로써 기업의 인력난 해소와 학생 취업을 향상을 동시에 실현할 수 있게 됨. 본 교육연구단의 지역산업 밀착형 고급인력 배출을 위하여 글로벌 혁신 인재양성 (대기업, 벤처기업 맞춤형), 주력산업 혁신인재 (IT·에너지 소재공정 산업/중점형), 지역산업 활력제고 인재양성 (지역 중소기업형) 등을 기업 유형별로 구분하여 지원함으로써 체계적인 인력양성 체계를 구축하고자 함.
- IT·에너지 특성화 산업을 위한 산학네트워크 구축 : 영남대학교, 참여기업, 국가출연 연구소 및 기관 사이에 유기적인 협력체계를 구축하여 대학과 기업체 간 공동연구를 통해 고급인력을 양성하고, 분석 장비와 시설 등 연구 및 교육 인프라를 이용하여 기업에 제공하며, 기업은 기업의 인력을 학교와 연구소에 파견하여 기업 과제를 제공하는 상호 협력에 의한 연구체계를 구축하고자 하는 것이 궁극적인 목표임. 이를 실현하기 위한 구체적인 실천의 예로서 산업체 CEO 및 관계자에 의한 강의 및 교과과정 참여 강화, 현장 애로기술 지도 의무화를 통한 산학밀착형 연구환경 강화, 기업체 재직자 대상 교육 강화를 통한 중사 인력들에 대한 전문지식 확산, 기업 연수 및 인턴십 확대, 재학생들의 산업체 현장견학 확대를 통하여 참여교수와 유관 기관/기업 간의 협력 네트워크를 더욱 확대·강화해나가고자 함.
- 산학협동대학원 운영을 통한 협력 강화 : 산학협동대학원은 지역의 유관 기업들이 뽑은 우수 재직사원들을 본교 협동과정에 입학시켜 지도교수를 배정하고 현지에서 그들의 업무를 기반으로 논문 주제를 정하여 지도교수의 지도를 받고 교수 방문형 교육의 형태로 진행됨. 산학협동대학원의

결과로서 우수 사원에 대한 회사 차원의 인센티브 지급과 인력의 지속적 활용을 전부 달성하는 효과를 얻을 수 있으며, 기업과의 협의에 의한 교과목 구성과 진도 계획을 바탕으로 기업사원 교육 효과와 더불어 산학 간의 상호 신뢰관계 강화를 통한 취업 연계사업으로의 확대가 가능해짐.

■ 상기 계획을 바탕으로 1차년도 사업기간 중 달성한 대표실적은 다음과 같음.

- 지역산업 밀착형 인재 양성을 실현하기 위하여 산업체 CEO 및 관계자들이 강의에 참여하는 산학실무형 교과목들 (예 : 산업체CEO특강, 지역밀착현장실습, IT·에너지소재실무, IT·에너지공정실무, 융합공정특론)을 단계별로 개설하여 운영 중에 있음.
- 기존의 IT·에너지 융복합 분야 중에서도 수소에너지 산업 관련 고급 인력에 대한 최근 수요가 증가함에 따라서, 2021-1학기에는 수소에너지저장소재및시스템 (수강인원 27명) 및 수소저장나노소재특론 (수강인원 5명)을 개설하여 수소에너지 관련 고급인력 양성에 박차를 가하는 중임.
- 유기화합물 및 고분자 재료의 합성 및 분석 교육에 관한 삼성SDI 측의 새로운 수요에 대응하여 2021.4.19. ~ 2022.2.28. 기간 동안 삼성SDI 재직 직원들을 대상으로 한 합성기기 분석전문가 양성 교육 과정 (13기)을 실시 중에 있음.
- 신재생에너지 및 수소.연료전지와 관련한 전문적인 지식에 관한 한국가스공사 측의 교육 수요를 충족시키고자 1차 (2021.6.21. ~ 6.24., 총23명 수료) 및 2차 (2021.6.28. ~ 7.1., 총26명 수료)에 걸쳐서 본 연구단 소속 참여교수진들이 편성한 교과과정을 토대로 한국가스공사 재직직원들을 대상으로 한 교육을 실시함.
- (주)테크트랜스, (주)대양, (주)캠이, (주)파이슬루션테크놀로지를 포함한 총4개의 지역 산업체와 연계 하에 6명 (강인수 외 5명)의 사업단 소속 학생들이 상기 취업연계 Co-op 교육과정에 참여하였으며, 교육 참여 인원 중 강인수 외 5명 (주)파이슬루션테크놀로지의 연구원으로 채용됨.
- (주)SK이노베이션, (주)후성, 경북테크노파크, DIETEC연구원, DGIST, 경북바이오산업연구원을 포함한 총6개사에 재직 중인 6명 (김정현 외 5명)의 재직 직원들이 상기 산학협동대학원 프로그램을 통해서 박사과정을 밟고 있음.

1-4) 국제적 수준의 대학원 구축 계획 및 실적

- 대학원생들의 국제화 교육을 위하여 우수 외국인 교수를 채용하고 외국어 강의와 학위논문의 외국어 작성 비중을 꾸준히 향상시키고 있으며, 또한 외국대학·기관의 실험실과 자매실험실 관계를 맺어 학생들의 연구 및 인적교류를 통하여 관련 분야의 연구와 기술정보를 교환하는 등 국제적 협력을 강화하고 있음. 이러한 공동연구 결과 국제적인 유대관계가 공고해지고 학생들의 교류도 활발해짐으로써 학생들이 국제적 감각을 일찍 깨우치는데 일조하였다고 판단되는 바, 지난 BK사업 운영을 통하여 우수성이 입증된 아래와 같은 실천방법들을 보다 체계화하고 활성화하고자 함.
- 대학원생 해외교류 (해외 연구실 장기연수 및 공동연구 수행; 1~6개월 또는 1학기 이상)
 - 우수 외국인 학생 (현재 25명의 외국인대학원생) 및 외국인 박사후연구원 (2019년 기준 사업단 내 16명)의 공격적인 확보를 통하여 전체 참여학생의 국제화 함양과 국제공동연구의 질적 향상을 도모하고자 함.
 - 우수 외국인 연구전담교수 채용 : 2019년 16명의 외국인 연구교수가 사업단 내 참여교수와 공동연구를 수행하고 있으며 10 교과목의 IT·에너지 관련 강의를 담당하였는데, 향후 연4명 이상의 외국인교수를 지속적으로 확보하여 대학원생의 외국어 강의와 연구지도를 수행하고 참여교수와 공동연구를 진행할 예정임.
 - 외국기관과의 MOU 체결 : 현재 21개 해외연구기관과 체결 중이며, 4단계 BK21 사업이 종료될 때에는 외국대학 및 연구소 28개와 국제협력 (MOU체결) 관계를 확보할 예정임.
 - 자매실험실 확대 : 해외의 우수 대학 및 연구소와 자매실험실을 매년 3곳 이상 추가적으로 확보하여 공동연구, 인적교류, 기술정보교환 등을 추진함으로써 국제협력을 강화.

- 복수학위제 도입 : 우수한 외국인 학생을 본 교육연구단의 박사과정으로 유도하기 위하여 외국대학과의 복수학위제 도입을 적극 확대할 계획임. 이미 인도네시아의 스리위자야대학, 베트남의 하노이과학기술대와의 협의를 진행하고 있으며 복수학위제 참여학생을 확대할 예정임.
- 연구인센티브제 도입 : 사업단 내 모든 참여학생, 박사후연구원, 연구중점교수에게 국제저명학술지 게재에 대하여 동기를 부여하고 보상을 받을 수 있도록 인센티브 제도를 유지 및 확대할 예정임.
- 외국인 학생 친화적 제도 구축 및 환경 조성 : 외국인 대학원생의 모교 홍보활동 시스템을 구축하고 홍보 브로셔를 발행하여 우수한 외국인 연구인력을 확보해 나갈 예정임.
- 국제학회 참가 지원 : 최근 3년간 총 67명의 대학원생들이 국제학술대회에 참가하여 194건의 발표를 수행하였는데, 이에 대한 재정적 지원을 확대 시행하여 국제규모의 학술회의 참가 및 발표를 독려할 계획임.
- 해외석학 초빙 및 활용 : 본 교육연구단의 연구력을 국제적 수준으로 향상시키고 지역산업체의 기술개발역량을 제고하기 위해 해외 석학을 초빙하여 국제공동 심포지엄, 워크샵, 기업지도 등에 활용할 계획임.
- 국제공동심포지엄 개최 : 연 2회 이상의 국제공동심포지엄 개최(공동개최 포함)를 통한 연구자 인적교류. 본 교육연구단 주최 SKY (상해대-큐슈대-영남대) 국제공동심포지엄의 연 1회 순환 개최 지속, 사업단 내 중점연구소사업단 국제공동심포지엄의 연 1회 개최.
- 상기 계획을 바탕으로 1차년도 사업기간 중 달성한 대표실적은 다음과 같음.
 - 27명의 외국인 대학원생 확보, 외국어 강의 88%, 프랑스 낭트대학과 MOU 1건 체결, 국제심포지엄 1건 개최, 국제공동연구 논문 55편 출판, 국제학술대회 발표 45건 (기조연설 1회, 초청강연 2회, 조직위원장 4건, 조직위원 활동 9건), 9개 해외 연구기관과 연구자 교류 실적 달성함.
 - COVID19으로 매년 개최한 SKY (Shanghai대학-Kyushu대학-Yeungnam대학) 국제심포지엄은 2020년과 2021년 취소되었고, 해외 연구원 장기연수 및 인턴 잠정 중단되었음. COVID19 안정이 기대되는 2022년부터 연간 2회 이상의 국제심포지엄을 개최하고 대학원생 국제교류 및 해외석학 초빙 규모 확대할 계획임.

2) 교육연구단의 현황 분석 및 장기적 목표 및 중간 실적

- 본 교육연구단은 2020년 QS 학과순위 (QS World University Ranking by Subject)가 #351~400권으로, 대한민국 1위인 KAIST가 #23, 벤치마킹 대상인 큐슈대 화공과가 #51~100권인 점을 감안하면 현저히 낮은 수준에 머물고 있음. 본 교육연구단은 2017년 QS 학과순위에서는 #251~300권에 속했으나, 그 후 점차적으로 순위하락 추세를 보이고 있는데, 이는 국내의 대학 모두에서 전반적으로 나타나는 추세로 국내의 산업경쟁력과도 무관하지 않음. 그러나, 세분화된 기준을 고려하면, 논문당 인용도 (Citation per Paper)는 큐슈대와 유사한 수준이며, KAIST와도 큰 차이를 보이지 않음. 최다인용논문지수 H-index는 큐슈대에 비해 다소 낮으나 학과랭킹 (Subject Ranking) 차이 대비 작은 격차를 보임. 그러나, 학계 평판도 (Academic Reputation) 및 고용주 평판도 (Employer Reputation)는 비교대학 대비 60% 수준으로 열등함을 알 수 있음.
- 따라서, 세계적 수준의 대학원을 추구하는 본 교육연구단은 사업 기간 중 QS 학과 순위 200위 이내 진입을 장기적인 목표로 설정함. 본 교육연구단은 지방에 소재한 사립대에 속해있으며, 대기업 연구전문인력의 수요가 높지 않기 때문에 고용주 평판도의 제고에는 한계가 있음을 인지함. 예를 들어, 200위권 내 유사한 고용주 평판도를 가진 Xiamen대 화공과는 학계 평판도와 H-index, 논문당 인용도에 있어서 본 교육연구단에 비해 매우 우수함. 따라서, 200위권 진입이라는 공격적인 목표의 달성을 위해서는 교육/연구/산학협력/국제화 분야에서 고른 노력이 필요하며, 특히 H-index의 향상 및 학계 평판도 제고를 위한 원천기술 개발연구와 저명국제학술대회 발표 확대에 주된 노력을 경주하기로 함.

- QS2021 University Ranking by Subject에 영남대학교 화학공학부의 순위는 351-400위권으로서 사업신청 시점과 동일하며, Ranking criteria인 학계인지도, 고용주평판도, H-index, 논문당인용수 등의 4대 지표에 대한 정량치는 아직 공개되지 않고 있음. 따라서, QS 200위권 진입이라는 비전에 대한 실적 평가는 QS 정량치가 공개된 이후 즉, 중간평가 혹은 최종평가 시점에서 이뤄질 것으로 기대됨

영남대학교
화학공학부

□ 교육역량 대표 우수성과

1) 대학원생 우수 연구실적

1. **박사통합과정 옹하경** (지도교수 : 김세현)는 “높은 구동안정성을 갖는 인쇄형 트랜지스터 응용을 위한 신규 용액공정용 고유전상수 고분자 절연층”에 대한 연구를 Advanced Functional Materials (IF=16.836), Materials science, Multidisciplinary 분야 상위4.0%)에 게재하였음.
2. **석박사통합과정 옹하경** (지도교수 : 김세현)는 “높은 구동안정성을 갖는 유기 박막 트랜지스터 응용을 위한 고 플렉시블 불소계 유/무기 나노하이브리드 절연소재”에 대한 연구를 Advanced Functional Materials (IF=16.836), Materials science, Multidisciplinary 분야 상위4.0%)에 게재하였음.
3. **석사과정 오선무** (지도교수 : 김세현)는 “전 인쇄전자 구현을 위한 응집하지 않는 맥신 전도체 소재 개발”에 대한 연구를 Advanced Functional Materials (IF=16.836), Materials science, Multidisciplinary 분야 상위4.35%)에 게재하였음.
4. **석사과정 김지수** (지도교수 : 이기백)는 “알루미늄 이온 이차전지 전극 재료에 적용하기 위하여 산과 염기의 처리방법을 이용하여 기존 흑연 대비 확장된 흑연 및 다공성 흑연 전극을 개발”에 대한 연구를 Nano-Micro Letters (IF=16.419, Materials Science, Multidisciplinary 분야 상위 5.56%)에 게재하였음.
5. **박사과정 나레사갈** (지도교수 : 이용록)은 “인듐 촉매를 이용한 알데하이드의 1,3-변환 및 분리된 CO₂ 압출을 통한 1-나프탈데하이드 유도체의 위치 선택적 합성” 연구를 ACS Catalysis (IF=12.35, Organic Chemistry 분야 상위 7.23%)에 게재하였음.
6. **박사과정 잠세드사나** (지도교수 : 이용록)는 “인듐(III) 촉매 하에서 멀티-컴포넌트 [2+2+1+1]-고리화 반응을 통해 다양한 유형의 피리딘 유도체 합성” 연구를 Green Chemistry (IF=9.48, Organic Chemistry 분야 상위 3.65%)에 게재하였음.
7. **박사과정 왕일원, 석박사통합과정 이태균** (지도교수 : 김세현)은 “유기논리회로 응용에 적합한 절연층 인쇄방법에 대한 연구를 재료분야 상위 저널인 ACS applied materials & interfaces 지 (IF=8.758, Materials Science, Multidisciplinary 상위 10.4%)에 게재함.
8. **석사과정 손동규** (지도교수 : 이기백)는 “리튬 이온 이차전지 전극 재료에 적용하기 위하여 손쉬운 열적 표면처리방법을 이용하여 기존 흑연 대비 층간간격이 확장된 흑연 및 다공성 흑연 전극을 개발”에 대한 연구를 Carbon (IF=8.821, Materials Science, Multidisciplinary 분야 상위 10.03%)에 게재하였음.
9. **박사과정 루비오피터유세프** (지도교수 : 이용록)은 “중금속 감지를 위한 다양한 유형의 바이피리딘 유도체 합성” 연구를 ChemSusChem (IF=7.962, Organic Chemistry 분야 상위 6.09%)에 게재하였음.
10. **박사과정 루비오피터유세프** (지도교수 : 이용록)은 “3-포틸크로몬과 켄쥬게이션 N-설폰닐하이드라존을 염기 매개하에서 반응시켜 다양한 유형의 바이아릴 설폰 합성” 연구를 Organic Letters (IF=6.555, Organic Chemistry 분야 상위 2.63%)에 게재하였음.
11. **석사과정 김지수** (지도교수 : 이기백)는 “수소발생용 수전해 전극 촉매 재료에 적용하기 위하여 수열합성방법을 통해 비귀금속계 코발트-몰리브덴 이중층수산화물 촉매 개발”에 대한 연구를 Applied Surface Science (IF=6.182, Materials Science, Multidisciplinary 분야 상위 2.38%)에 게재하였음.

2) 대학원생 우수 학술대회 발표실적

1. **석사과정 고은희** (지도교수 : 강도형)는 국내 산업체와의 산학협력 연구를 바탕으로 2021년 5월 에너지환경분야에 권위있는 국내학술대회인 한국에너지기후변화학회 2021 춘계학술대회에서 “VOC 제거를 위한 Pt/SiO₂-Al₂O₃ 연소 촉매의 합성 및 성능평가”에 대한 연구결과를 발표하였으며, 연구의 우수성 및 산업적 중요성을 인정받아 우수발표논문상을 수상함,
2. **석사과정 조성욱** (지도교수 : 전찬욱)은 세계 3대 태양광학술대회 중 하나인 PVSEC-30 (2020년 11월)에서 “Effect of MoSe₂ on the contact resistance of ZnO/Mo junction formed on Cu(In,Ga)Se₂ solar modules” 주제의 논문발표에 주저자로 참여하여, 연구결과의 우수성 및 독창성을 인정받아 Best Poster Award를 수상함.
3. **박사과정 모하메드모스타파사드** (지도교수 : 심재진)는 우리학부 김우경교수 연구실과의 공동연구를 바탕으로 2021년 7월 7일-9일간 off-line으로 개최된 국제태양광학술대회 (Global Photovoltaic Conference: GPVC2021)에서 “Optimization of Ag doping Concentration of In₂S₃ Semiconductor for Photocatalytic applications” 주제의 논문발표에 공동저자로 참여하여, 연구결과의 우수성 및 발표내용 창의성을 인정받아 Best Poster Award를 수상함.

3) 대학원생 우수 특허출원 실적

1. **석사과정 김지수** (지도교수 : 이기백)는 “효율적인 산소 및 수소 발생을 위한 3차원 계층적 나노 구조의 코발트-몰리브덴 이중층 수산화물 제조방법 및 이에 의해 제조된 이중층 수산화물” 연구를 수행하였으며 연구의 신규성, 진보성, 혁신성과 창의성을 인정받아 2021년 7월 국내특허를 출원하였음.
2. **석사과정 김난경** (지도교수 : 이기백)는 “고효율 수전해를 위한 3차원 계층적 삼원 니켈-코발트-몰리브덴 이중층 수산화물의 제조방법 및 이에 의해 제조된 이중층 수산화물” 연구를 수행하였으며 연구의 신규성, 진보성, 혁신성과 창의성을 인정받아 2021년 7월 국내특허를 출원하였음.

1. 교육과정 구성 및 운영

1.1 교육과정 구성 및 운영 현황과 계획

- 본 교육연구단의 비전 및 목표인 ‘IT·에너지 소재공정 산업에서 화학공학적 기여를 담당하게 될, 글로벌 고급인력의 배출 및 지역산업체의 수요를 반영한 우수인재 육성’을 달성하기 위하여 아래와 같은 4대 keyword ① 세계적 수준의 교육과정 구성 ② 학생 중심의 교육과정 운영 ③ 체계적 학사 단위 관리제도 및 학위 수여제도 확립 ④ 교육·연구의 선순환 구조 형성을 기반으로 교육과정을 구성하여 운영하고자 함.

1) 세계적 수준의 교육과정 구성 배경 및 현황

- 본 교육연구단은 지역 전략산업인 IT·에너지 소재공정산업에 적합한 인재를 양성하기 위하여 “3단계 BK21 플러스 사업” 및 “10년간의 에너지 인력양성사업” 수행 경험을 바탕으로, ① 특성화 대학원, ② 선진화 대학원, ③ 산학협력 대학원, ④ 국제화 대학원의 4대 교육 목표를 설정하여 세계적 수준의 교육과정을 구성하고자 함.

1-1) 교육과정 체계 구축 및 배경

- 지역 전략산업인 IT·에너지 소재공정 산업에서 화학공학적 기여를 담당하게 될, 글로벌 고급인력을 배출하기 위해서는 지역산업체의 수요를 반영하여 이들 산업이 필요로 하는 우수 인재를 육성하여야 함.
- 대구·경북 지역은 IT·에너지 소재공정 산업으로 특화되어 있으나, 급격하게 발전하는 IT·에너지 소재공정 산업의 연구개발을 담당할 고급인력의 대다수는 수도권에서 육성됨. 수도권에서 배출된 인적자원의 지역진출 기피현상으로, 대구·경북 지역 경제에서 우수한 인재를 육성하는 것이 중요해지고 있음.
- 본 교육연구단은 2013년부터 3단계 BK21 플러스 사업으로 IT·에너지 소재공정 창의 화공인재 양성사업단을 운영하면서, ① 특성화 대학원 교육, ② 선진화 대학원 교육, ③ 산학협력 대학원 교육, ④ 국제화 대학원 교육 등을 대학원 교육의 주 발전 방향으로 선정하여 IT·에너지 소재공정 분야의 선진화된 일류 대학원 교육시스템을 구축하여 운영하고 있음.
- 본 교육연구단에서는 2010년-2015년까지 5년간 산업부에서 지원하는 “태양전지 소재공정 고급트랙(SCMP)”을 운영하면서 태양전지 소재소재·공정 산업 및 관련 산업 맞춤형 고급인력을 양성하기 위해 “태양전지 융합대학원 교육과정”을 구축하였음. 이 사업의 우수한 수행성과를 바탕으로 2015년 후속 에너지 인력양성사업에 선정되어 “신재생에너지 전력 및 열 생산/저장 하이브리드 시스템 인력양성 고급트랙 (대학원과정)” 교육과정을 수행하고 있음. 신재생에너지 하이브리드 대학원 교육과정은 “신재생에너지생산기반기술” 트랙과 “신재생에너지 변환/저장/최적설계기술” 트랙으로 구성되며, 인증 최소기준 (공통필수 9학점, 전공심화/산학연계 6학점)을 설정하여 운영 중임.
- 본 교육연구단은 2020년 산업부에서 지원하는 “에너지인력양성사업”에 선정되어 2020년부터 2024년까지 5년간 수소에너지 산업 관련 맞춤형 고급인력 양성을 수행하고 있음. “수소산업 융복합 인력양성사업”은 수소생산, 운송 및 저장, 활용을 중심으로 하는 3가지 트랙으로 나누어 핵심인력을 양성하며, 공통필수 6학점, 기초공통 3학점, 전공심화/산학연계 6학점을 포함한 총 15학점을 인증기준으로 하여 운영 중임.
- 대구·경북 미래성장 동력 및 대표 주력산업 관련 기업체를 대상으로 실시한 설문조사 결과를 바탕으로 재직자들의 대학원 교육 희망 분야인 그린에너지 (태양광, 연료전지)와 그린카 (스마트카 및 관련부품) 분야를 중심으로 대학원 협동과정 그린에너지융합공학과를 2013년에 신설하였음. 2015년부터 전공을 확대 개편하여 명칭을 “에너지융합공학과”로 변경하고, 기술경영 학위과정에 대한 지역기업의 수요를 반영하여 “산업경영” 전공을 신설하여, 신재생에너지/스마트카/ 산업경영의 세 전공으로 운영하고 있으며, 본 학과를 포함하여 15개 학과에서 89명의 교수가 참여하였음. 신입생은 재직자를 중심으로 모집하며, 2013년부터 2018년까지 석사 20명, 박사 4명, 석박통합 1명을 모집하였음.
- 본 교육연구단에서는 “3단계 BK21 플러스사업” 및 “10년간의 에너지 인력양성사업” 수행을 통해 이미 구축된

IT·에너지 소재공정 특화 대학원 교육과정과 태양전자·대학원 그린에너지융합공학과 교육과정을 보완 및 발전시켜 IT·에너지 소재공정 창의 화공인재 양성을 위한 대학원 교육과정을 완성하고자 함.

1-2) 교육과정 구성 현황

- 본 교육연구단에서는 IT·에너지 소재공정 창의 화공인재 양성을 위한 대학원 교육과정 (기초공통: 11과목, 산학실무: 7과목, 전공핵심: 47과목)을 구성하고, 단계별로 IT·에너지 융복합 교과목을 중심으로 신규교과목을 개설하였음.
- 본 교육과정은 IT 소재공정과 에너지 소재공정의 두 트랙으로 크게 구분되나, 화학공학의 특성에 따라서는 소재와 공정으로 분류할 수 있음. 특히, IT·에너지 소재공정의 융합 교육을 위하여 융합특성화 교과목들을 새로이 개설할 계획임.
- 또한, 효과적인 지역산업 밀착형 교육을 위해 산업체 인력들이 강단에 참여하는 산학실무형 교과목들(예: IT·에너지소재실무, IT·에너지공정실무, 융합공정특론)을 지속적으로 개발할 계획임.
- IT·에너지 융복합 교과목 단계별 신설 현황
 - 1단계 (2013-2015): IT·에너지공학특강, IT·에너지소재특론, IT·에너지공정특론, 연구윤리 (2014년 신설완료); 스마트IT소재, 산업체CEO특강, 지역밀착현장실습 (2015년 신설완료) [총 7과목]
 - 2단계 (2015-2018): IT·에너지소재실무, IT·에너지공정실무, 융합공정특론 [총 3과목]
 - 3단계 (2018-2020): IT·에너지소재특론 (2018년 신설완료)
 - 4단계 (2020-): 수소에너지저장소재및시스템, 수소에너지나노소재특론 [총 2과목]

2) 학생 중심의 교육과정 운영 현황 및 계획

- 본 교육연구단은 학생 중심의 교육과정을 운영하기 위하여 ① 강의평가의 공개 및 환류를 통하여 강의를 개선하고, ② 연구윤리 확보를 위한 교육을 필수화하며, ③ 교내·외 학과 간 공동 교과목 개발을 통하여 교과과정 다양화하며, ④ 해외 선진 대학인 코루대학을 벤치마킹하여 교육과정을 운영하고자 함.

2-1) 강의평가에 따른 체계적 수준의 선순환 구조 운영

- 강의평가 공개
 - 본 학과 대학원 교육에 대한 강의평가는 인터넷을 통해 학생들이 직접 평가할 수 있는 시스템을 구축하여 운영하고 있으며, 이러한 강의평가는 홈페이지를 통하여 교내 전 교수와 학생들에게 공개되고 있음.
 - 대학 차원의 대학원의 강의평가는 2015학년도 1학기부터 '영남대학교 대학원 강의평가 지침'을 제정 및 시스템을 구축하였으며, 강의평가는 교내 전 교수에게 공개되고 있음.
- 강의평가 결과 환류 실적
 - 본 학과는 대학원 강의의 효율적인 개선을 위하여 ABEEK에서 적용하고 있는 CQI를 통한 강의 환류시스템 방식을 2006년부터 대학원 강의에 확장 도입하여 담당교수가 지속적으로 강의의 질을 개선할 수 있도록 하였음.
 - 이러한 CQI 운영 예로서, 외국인 학생과 함께 영어강의를 수강할 때 영어로 강의하는 내용의 이해가 어렵다는 한국 학생들로부터 나온 강의평가 결과를 반영하여, 중요한 부분에 대해서는 한국어로 보충설명을 하도록 개선하였음.
 - 대학원생들의 다양한 세부 전공영역을 고려하여 각 전공강의 시에 기본적인 이론 부분에 대한 보충설명을 강화하는 방향으로 강의를 개선하였음.

- 세계적인 수준의 교육과정 구성 및 인력양성을 위한 예로써, 논문과 발표 자료를 영어로 작성하는데 어려움이 많다는 학생들의 의견을 반영하여 Technical English Writing and Presentation 과목을 2007년부터 신설하여 운영하고 있음.

■ 대학원 강의자료 공개내용

- 강의계획서와 강의자료를 인터넷 강의지원시스템 (<http://cyber.yu.ac.kr/lecture/mypage.php>)에 공개하여, 본 학과 대학원생과 학과 교수는 물론 모든 교내외 대학원생과 교수가 볼 수 있도록 하였음.

■ 강의평가 결과 환류 계획

- 영남대학교에 구축되어 운영 중인 인터넷 기반 강의평가시스템 (URP시스템)을 더욱 정비하고 강의평가 결과를 홈페이지에 공개하도록 하며 강의평가 결과를 점수화하여 매년 BK21 FOUR 사업 참여교수의 재선정 및 인센티브 점수에 반영하고 교과목 개선의 중요한 지표로 활용할 예정임.
- 세계적인 수준의 산학협력기반 교육과정 편성을 위하여, 산업체 실무자들을 강의에 참여시키고 강의평가를 받아 ‘순환적 자율개선형 교육시스템’을 구축하여 운영하고 있음.

■ IT·에너지 분야 기업 임직원과 전문가, 학생대표 등으로 구성된 외부자문단을 구성하여 이들과의 긴밀한 협조 관계 및 컨설팅을 통하여 교육수요자의 요구에 부합하는 교과과정 시스템을 운영할 계획임.

2-2) 세계적인 수준의 연구윤리 확보를 위한 교육

- 자료의 위조, 날조 등 연구 부정행위와 지식재산권 침해 등이 사회적인 이슈로 부각되면서 대학원 학생들에게 연구윤리에 대한 책임감 있는 교육이 필요하다는 공감대가 확산되고 있음. 이에 영남대학교와 본 교육연구단에서도 다양한 방법으로 학생들에게 교육하여 글로벌 수준의 연구윤리를 확보할 계획임.
- 대학 차원에서 2013년 1학기부터 “연구윤리” 및 “연구윤리 및 의사소통” 교과목을 개설하여 선택과목으로 운영하고 있으며, 2013년 2학기부터 “연구윤리” 교과목을 확대하여 석·박사과정 대학원생 전원이 의무적으로 수강하도록 인터넷 강좌를 개설하였음. 또한, 대학 차원에서 다음과 같이 연구윤리 및 학위수여체계를 제도적으로 강화하였음.
 - 부정행위 방법으로 받은 학위 취소 : 연구윤리 강화
 - 독립적 대학원 연구윤리위원회 구성 / 운영
 - 학위청구논문 청구 시 “학위논문 연구윤리 준수 서약서” 제출 의무화
 - 논문 제출 시 논문표절예방 프로그램 검증
 - 학위논문 심사 청구 시 연구윤리교육 이수 필수
 - 논문 부정행위 발생 시 학생과 지도교수 연대 책임
- “개별연구” 교과목을 통하여 대학원생들의 논문작성 강의/지도 시에 연구윤리에 관한 교육을 필수로 포함시켜, 지도교수별로 학생들에게 교육하도록 할 계획임.
- 본 교육연구단에서는 2013년 초부터 연구개발인력교육원 (KIRD)에서 시행하는 온라인 교육과정 중 “연구원을 위한 연구윤리” 과정을 전 대학원 학생들이 이수할 것을 권장하며, 의무로 확대할 계획임.
- 연구윤리는 대학 차원에서 인터넷 강의로 개설하였고, 2014학년도 1학기 입학생부터 졸업 필수교과목으로 지정하였으며, 본 교육연구단에서는 2014학년도 1/2학기 15/18명, 2015학년도 1/2학기 27/32명, 2016학년도 1/2학기 37/7명, 2017학년도 1/2학기 19/7명, 2018학년도 1/2학기 19/9명, 2019학년도 1/2학기 16/7명이 2020학년도 1/2학기 15/3, 2021학년도 1학기 29명이 수강하였음.
- 본 교육연구단은 글로벌 수준의 연구윤리 확보를 위하여 연구윤리 강좌를 강의평가결과 환류 시스템을 통해 보완하여 운영할 계획임.

2-3) 교내외 학과 간 공동 교과목 개발을 통한 교과과정 다양화

- 본 교육연구단 교육과정은 “IT 소재공정”과 “에너지 소재공정”의 두 트랙으로 구성된 “IT·에너지 소재공정 융합대학원 교육과정”을 중심으로 운영할 뿐만 아니라, 교내외 학과 간 연합/연계 및 대학원 협동과정을 통해 교과과정과 교과목을 다양화해왔으며, 이를 지속적으로 계승 발전시킬 계획임.

■ 4개 학부/과 참여 그린에너지연합전공 운영 (2010년~현재)

- － 본 교육연구단의 학부교육 과정에는 2010년부터 본 화학공학부를 주관 학부로 하고, 기계공학부 첨단기계전공, 신소재공학부, 물리학과와 4개 학부(과)가 공동 참여하는 그린에너지연합전공 (태양전지, 수소연료전지, 에너지시스템 트랙) 교육과정을 개발하여 운영해 오고 있음.

■ 12개 학과 참여 대학원 학과 간 협동과정 에너지융합공학과 운영 (2013년~현재)

- － 본 대학은 대구경북 미래성장동력 및 대표 주력산업 관련 기업체를 대상으로 실시한 설문조사 결과를 바탕으로 재직자들의 대학원 교육 희망 분야인 그린에너지 (태양광, 연료전지)와 그린카 (스마트카 및 관련부품) 분야를 중심으로 대학원 학과 간 협동과정 그린에너지융합공학과를 2013년 신설하였음.
- － 본 교육연구단이 중심이 되어 10개 학사조직 (공학계열 6, 이학계열 4)의 전임교원 65명 (화학공학과 8명)이 참여하고 있으며, 박사, 석사, 석박사 통합, 학·석사 연계과정을 제공하고, 연구중심 트랙과 기술중심 트랙으로 이원화된 교육과정을 마련하였음.
- － 2015년부터 전공을 확대 개편하여 명칭을 “에너지융합공학과”로 변경하고, 기술경영 학위과정에 대한 지역기업의 수요를 반영하여 2015년부터 “산업경영” 전공을 신설하여, 신재생에너지/스마트카/산업경영의 세 전공으로 운영하고 있으며, 15개 학과 89명의 교수가 참여하였음.
- － 신입생은 재직자를 중심으로 모집하며, 2013년 6명(석5/박1명), 2014년 11명(석9/박2명) 및 2015년 1학기 6명(석5/박1명)으로 점차 증가하였음. 그러나 2016년부터 신입생 수가 급감하였고, 2018년 2학기 현재 모집정지 상태에 있음.

■ 화학공학과-물리학과 연합 태양전지 융합대학원 교육과정 운영 (2010~2015년)

- － 본 교육연구단은 2010-2015년 5년간 한국에너지기술평가원 에너지인력양성사업에 선정되어 태양전지소재공정 분야 석박사 인력양성을 위한 “태양전지 융합대학원 교육과정”을 운영해오고 있음.
- － 본 교육과정은 화학공학과 교수 10명과 물리학과 교수 2명이 공동으로 참여하고 태양전지 소자/소재/공정의 세 가지 트랙으로 구성되어 있으며, 물리학과 6과목, 화학공학과 23과목, 기업전문가 강의 3과목으로 학과 간 연합 및 기업체 참여로 구성되어 산학연계특화 고급트랙으로 운영되고 있음.

■ 영남대 화학공학과-고려대 신소재공학과/Green School 참여 “신재생에너지 전력 및 열 생산/저장 하이브리드 시스템 인력양성 고급트랙” 운영 (2015년 2학기~2019년 2학기)

- － 세계적 수준의 신재생에너지 전문 연구인력을 양성하고, 수요기업에 높은 적합도를 갖는 실무형 인력을 배출하고자 본교 화학공학과 교수 11명, 고려대 신소재공학과/Green School 교수 3명 포함 다수의 지역 신재생에너지 관련 기업들이 참여하는 “신재생에너지 전력 및 열 생산/저장 하이브리드 시스템 인력양성 고급트랙”을 구성하여, 한국에너지기술평가원의 에너지인력양성사업에 선정되었음 (2015.5.).
- － 본 사업의 일환으로 2015년 2학기부터 “신재생에너지생산기반기술” 트랙과 “신재생에너지 변환/저장/최적설계기술” 트랙으로 구성된 “신재생에너지 하이브리드 대학원 교육과정”을 신설하고, 인증 최소기준 (공통필수 9학점, 전공심화/산학연계 6학점)을 설정하였음

2-4) 세계적 수준의 해외 우수대학원과의 연계

■ 선진 우수대학원 벤치마킹 (일본 큐슈대학)

- － 본 교육연구단에서는 2006년 2단계 BK21사업 시작 시 선진 우수대학원 벤치마킹 대상으로 일본 큐슈대학 물리과학공학과 대학원을 선정하여 MOU를 체결하고, 학생 및 교수 상호방문, 정기 공동심포지엄 개최, 졸업생 유학/진학 등의 활발한 상호교류와 지속적인 벤치마킹을 통하여 본

교육연구단의 교육과정과 운영체계를 선진 수준으로 향상시켜 왔음.

- 큐슈대학 대학원 물질화학공학과는 세부적으로 물질창조공학, 물질프로세스공학, 재료물성공학 및 화학시스템공학 전공으로 세분화되어 있으며, 이와는 별도로 에너지과학과 대학원을 운영하고 있음.
- 큐슈대학의 세부 전공별 교육제도를 벤치마킹하여, 본 화학공학부는 2015년부터 학부 과정은 3개 전공 (화공시스템, IT·에너지, 고분자바이오소재)으로, 대학원 과정은 2개 학과 (화학공학, 유기신소재공학) 체제로 운영해 왔음. 2020년 1학기부터 대학원 교육의 효율성을 위하여 대학원을 단일학과 2세부 전공 (화학공학전공, 고분자바이오소재전공) 체제로 형식을 변경하였음.
- 이에, 본 교육연구단에서 계획하고 있는 IT·에너지 소재공정 분야의 교육과정을 선진 대학원 수준으로 향상, 유지하기 위하여 지속적으로 큐슈대학과의 교류를 유지 강화하고, 벤치마킹할 계획임.

■ 국제협력을 통한 교육의 국제화

- 본 교육연구단과 협력 MOU를 체결한 국내 유수의 관련 연구기관 (KIST, 에너지기술연구원, 에너지경제연구원, DGIST 등)들과 협동 연구를 진행하며, 교육 참여 의향을 밝힌 국외 유수의 연구 및 교육기관 (미국 CSM 대학, 독일 Fraunhofer 연구소 및 Anhalt Hochschule 대학, 프랑스 CNRS 연구소, 호주 Melbourne 대학 등)과의 교류를 통해 연구 및 교육의 선진화와 글로벌화를 동시에 추구할 계획임.
- 국외 대학 (미국 CSM대, 독일 Anhalt Hochschule대, 호주 Melbourne대) 및 연구기관(독일 Fraunhofer, 프랑스 CNRS)과의 긴밀한 협력체계를 구축하여 세계적 수준에 부합하는 인력양성 및 지원시스템을 구축해나갈 것임.
- 프랑스의 CNRS, 미국의 CSM (Colorado School of Mines), 독일의 Fraunhofer 및 Anhalt Hochschule, 호주의 Melbourne대 등과의 국제교류를 통해 박사과정생 국제 인턴십, 선진 외국 연구단체와 교환학생 제도를 통한 학생교류, 학위과정 및 국제학회발표 기회제공을 통해 국제적 수준의 대학원생을 육성할 계획임.

3) 체계적 학사 단위 관리제도 및 학위 수여제도의 운영 현황 및 계획

- 본 교육연구단은 참여대학원생 및 산업체의 수요를 적극적이고 체계적으로 반영함으로써 유기적인 순환적 학사 단위 관리제도 및 학위 수여제도를 운영하고 있음.

3-1) 교육연구단의 체계적 학사관리제도

■ 교육연구단의 학사관리제도 현황

- 본 교육연구단은 5단계 BK21 플러스 사업을 통하여 지역 전략산업인 IT·에너지 소재공정 산업체에서 요구하는 인재를 육성하고자 선진 우수대학원인 델라웨어대학 화학공학과 대학원과 큐슈대학 물질화학공학 전공 대학원의 프로그램을 벤치마킹하여 전문화된 선진교육을 제공하고 국제교류를 통한 교육의 글로벌화를 펼칠 수 있도록 교육과정을 체계화하고 세계적 수준을 달성하고자 노력해 왔음.
- 또한, 본 교육연구단은 대학 차원에서 요구하는 기본적인 학사관리 규정 (입학전형, 지도교수 선정, 세부전공 선택, 종합시험, 위원회 구성, 졸업요건 등)을 따르면서, 화학공학과 자체 프로그램을 지속적으로 평가하고 그 결과를 활용하여 개선해 나가기 위하여 순환적 자율개선형 교육시스템을 구축하여 운영하고 있음.
- 본 교육연구단이 속한 화학공학부는 전국에서 최초로 ABEEK을 도입한 바 있으며, 이를 대학원 교육시스템에 확장하여 프로그램의 교육목표를 결정하고 주기적으로 평가하는 선순환적 자율개선형 교육시스템을 운영하고 있음. 학과 교육위원회에서는 관련 기업 인사, 인근 대학의 교수, 학생대표, 학부동창회 대표, 지역유지 등으로 구성된 외부자문단과의 긴밀한 협조 관계를 통하여 교육수요자의 요구에 부합하는 교과과정 시스템을 운영하고 있음.

■ 교육연구단의 학사관리제도 개선

- 4단계 BK21 FOUR 사업에서는 3단계 BK21사업을 통하여 구축된 기존의 순환적 자율개선형 교육시스템을 더욱 발전시켜 IT·에너지 융복합교육을 4단계로 개선하여 교육과정을 새로이 구성하며 교육과정의 내실화와 선진화를 꾸준히 이루고 교육과정을 개선함.
- 교육과정 운영을 위한 교육위원회를 IT 소재공정, 에너지 소재공정, 그리고 IT·에너지융합 소재공정의 세 사업팀으로 나누어 지속적인 교육과정 개발과 개선을 수행함.
- 본 교육연구단은 학사관리제도의 세계적 수준 혁신을 위하여, MOU 체결 대학인 프랑스의 CNRS, 미국의 CSM (Colorado School of Mines), 독일의 Fraunhofer 및 Anhalt Hochschule, 호주의 Melbourne대 등의 학사관리제도 및 벤치마킹을 위하여 화상회의를 실시함.
- 본 교육연구단은 학사관리제도 상호 감시화를 통하여 학생들의 피드백을 통한 학사관리제도 선진화를 달성할 계획임. 구체적으로, 순환적 자율개선형 교육개선을 위하여 재학생과 졸업생들의 의견을 강의평가를 통하여 수집하고 이를 체계적으로 분석하여, 학사관리제도의 개선을 도모할 예정임.

3-2) 교육연구단의 입학전형, 지도교수 선정, 세부전공 선택, 자격시험 또는 종합시험, 위원회 구성

- 대학원 학사관리제도는 학석사 연계과정, 학석사학점 상호인정과정, 석사과정, 석박사과정, 박사과정으로 구분하고 또한 내외국인을 따로 구분하여 입학전형이 이루어지고 있으며, 지도교수 선정 후, 종합시험과 외국어시험을 치르며, 학위논문 심사위원회를 구성하여 학위논문 심사를 실시하고 있음.

■ 입학전형 규정

- 입학전형 일정은 전기와 후기에 각각 석사, 석박사통합, 박사과정을 모집하며, 외국인 대학원생의 경우 내국인 대학원생보다 한 달 일찍 일정을 시작하여 원서접수와 학생 평가에 대해 충분한 시간을 가지도록 하고 있음.
- 전기 입학: 전년도 10월 중순 접수, 12월 초 종료, 충원미달 시 1월경에 추가모집.
- 후기 입학: 당해연도 5월 중순 접수, 6월말 종료, 충원미달 시 7월경에 추가모집.
- 서류전형: 석사과정과 석박사통합과정은 학사성적 100점, 박사과정은 학사성적 50점 석사 성적 50점.
- 면접고사: 200점 만점 (영어 및 전공과목에 대한 필답시험)

■ 지도교수 선정 규정

- 대학 차원의 지도교수 선정 규정은 석사학위과정 및 석박사통합학위과정의 경우 과정이수 제2학기 초까지, 박사학위과정의 경우 제1학기 초에 지도교수를 선정함. 본 학과는 모든 대학원생이 제1학기 초에 (6월 이전) 지도교수를 선정하도록 함.
- 지도교수는 교수직인으로 하며, 논문 지도상 부득이한 경우에는 지도교수 2인을 공동 위촉할 수 있음. 공동 지도교수 2인 중 1인은 교원 또는 이와 동등한 자격을 가진 명예교수 (임용 후 5년 이내), 객원교원, 겸임교원, 타 대학의 교원, 교외연구소의 연구원으로 함.

■ 세부전공 선택 규정

- 본 교육연구단은 1998년에 화학공학과와 공업화학과의 화학공학및공업화학으로 통합되었으며, 1999년에 응용화학공학과로 개명된 후 4개 세부전공으로 운영되었고, 2003년에 응용화학공학전공으로 다시 통합되어 단일 전공으로 운영되어 오고 있으며, 2011년부터 화학공학과로 개명하였음.
- 이후 2020년 1학기부터 화학공학전공과 유기신소재전공의 2개 세부전공으로 나누어 운영하고 있으며, 대학원 전공의 특성화 분야에 따라 세부전공을 선택할 수 있음.

■ 참여대학원생의 수료를 위한 이수학점 및 외국어시험

- 석사과정 수료: 기초공통 3학점, 전공과목 6학점 이상을 포함한 24학점과 연구학점 6학점, 연구윤리 1학점 이수과 외국어 성적 만족.
- 박사과정 수료: 기초공통 3학점, 전공과목 12학점 이상을 포함한 36학점과 연구학점 8학점, 연구윤리 1학점 이수과 외국어 성적 만족.

- 석박사통합 학위과정 수료 : 기초공통 6학점, 전공과목 18학점 이상을 포함한 54학점과 연구학점 10학점, 연구윤리 1학점 이수와 외국어 성적 만족.
- 연구윤리 교과목 : 2014년부터 모든 대학원과정에 필수과목으로 지정함.
- 외국어시험 : 대학원에서 제출하는 외국어시험 (70점 이상)을 통과하거나 공인외국어 (TOEFL IBT/CBT/PBT 61/173/500점 이상, TOEIC 650점 이상, TEPS 600점 이상, IELTS 5.0 이상) 성적 제출.

■ 종합시험 규정

- 학석사연계과정의 종합시험 응시자격은 3회 이상의 정규 등록을 필한 자로서 당해 학기 수료 예정자로 외국어시험에 합격한 자가 응시할 수 있음.
- 석사과정 4회 이상, 학석사연계 및 학점상호인정과정 3회 이상, 석박사통합과정 6회 이상, 박사과정의 종합시험은 4회 이상의 정규등록을 필한 당해 학기 수료예정자로서 외국어시험에 합격한 자가 응시할 수 있음.
- 석박사통합 학위과정의 학생은 박사과정 종합시험에 응시하여야 함.
- 학석사연계과정과 석사과정은 기초, 공통 100점에서 70점 이상, 전공은 200점 만점에 140점 이상을 합격으로 함.
- 석박사통합 학위과정의 박사과정은 기초, 공통 100점에서 70점 이상, 전공은 300점 만점에 210점 이상을 합격으로 함.

■ 학위논문심사 위원회 구성 규정

- 학위논문의 심사는 해당 전공의 교원 또는 학계의 권위자 중에서 대학원위원회의 심의를 거쳐 선정된 심사위원이 하되, 심사위원은 지도교수를 포함하여 석사학위의 경우에는 3인 이상, 박사학위의 경우에는 5인 이상으로 함.
- 석사학위는 심사위원 중 1인, 박사학위는 심사위원 중 2인까지 외부 심사위원을 위촉할 수 있음. 단, 외국대학에 파견되는 학생들을 지원하기 위하여 종합시험 및 학위논문의 심사를 파견 대학에 위임할 수 있도록 함.

3-3) 교육연구단의 학과(사업단) 학사운영 내규의 제도와, 학생안내 매뉴얼 구비, 학위취득 소요기간 장기화 방지를 위한 제도 구축

- 학사운영 내규는 대학 학원의 대학원 요람과 학과 차원의 규정집과 홍보 브로셔 및 학과 홈페이지 등 다양한 매체를 활용하여 학생들에게 전달되고 있음.

■ 학사운영 내규의 제도화

- 본 교육연구단은 1957년에 석사과정이, 1972년에는 박사과정이 신설되어 학교 전체 대학원의 학사운영내규(입학전형, 지도교수 선정, 세부전공 선택, 종합시험, 위원회 구성, 졸업요건 등)를 따르고 있으며 기존 3단계 BK21사업을 통하여 사업단 자체 내의 학사운영 내규를 더욱 강화하여 운영되었음. 본 학과 대학원은 엄격한 학점관리제도를 운영하고 있으며, 상대평가를 통한 학습동기의 부여와 성적의 객관성을 유지하고 강의 평가를 활용한 환류 체계를 구축하고 있음.
- 학과 주임교수는 지도교수 선정 시 해당 학생의 의견 개진 기회를 보장하여야 하며, 지도교수의 변경은 매 학기 초에 대학원장의 승인을 받아야 함.

■ 학생안내 매뉴얼 구비

- 학사운영에 관한 중요한 일반자료는 대학원 매뉴얼로 작성되어 배포되고 있으며, 외국인 학생을 위해 영어로 된 매뉴얼을 구비하여 배포하고 있음.
- 학사운영에 관한 모든 자료는 학교 내 대학원 홈페이지에서 찾을 수 있으며 외국인 학생을 위해 영어로 된 학사운영도 함께 게시되고 있음.
- 학과 내 대학원 홈페이지를 통하여 학생안내, 취업안내, 장학안내, 졸업요건, 졸업생 취업현황 및 진로 등을 알리고 매년 갱신하고 있음.
- 특히 모든 중요한 학사내용을 대학원 전담 행정직원이 대학원생에게 적시에 정보를 제공하고, 또한

- 지도교수, 교육위원회, 대학원 주임은 모든 학생들에게 제공된 학사 관련 규정의 준수 여부를 점검하고 있음.
- 학과에서는 홍보 브로셔와 뉴스레터를 매년 제작하여 교육 및 최신 연구 활동을 참여 대학원생들과 공유하고 있음.
 - 본 교육연구단 대외 홍보를 위해서 영문 홍보 브로셔를 발행하고 주기적으로 갱신하여 제작 배포하고 있음.

■ 학위취득 소요기간 장기화 방지를 위한 제도 구축 현황

- 대학원의 수업연한은 석사학위과정과 박사학위과정은 2년, 석박사통합 학위과정은 4년으로 하고 있음.
- 수료를 위한 최장기간인 재학연한은 석사학위과정은 4년, 박사학위과정은 5년, 석박사통합 학위과정은 8년으로 규정하고 있음.
- 석박사통합 학위과정을 중도에 포기하고 퇴학한 자가 석사학위의 수여요건을 갖춘 경우에는 석사학위를 수여할 수 있도록 하고 있음.
- 학교 차원의 제한은 없으나, 본 교육연구단에서는 학위취득 소요기간 장기화 방지를 위한 제도로써 최종 학위취득 소요기간을 석사학위과정은 4년, 박사학위과정은 8년, 석박사통합 학위과정은 10년으로 하기로 하였음.

3-4) 사업단 내의 연계과정(학석, 석박, 학석박) 관련 교육 커리큘럼의 유연성 등 체계적이고 구체적인 학사관리 제도

■ 학석사연계과정에 관한 규정 및 혜택

- 5년제 학석사연계과정의 자격요건은 학부 5학기를 이수한 자로서, 대학원운영위원회에서 정하는 90학점 이상의 학점을 취득하여야 하며, 당해 학기 총 성적 평점 평균 3.0 이상 취득하여야 함 (2014년부터 95학점, 평균 3.5에서 90학점 평균 3.0으로 완화함).
- 수업연한은 학부 3년 6개월, 대학원 1년 6개월로 한정하며, 학석사연계과정은 지도교수의 추천을 받아 대학원 과목을 6학점까지 이수할 수 있고, 대학원에 진학했을 때 학사과정 졸업학점에 포함되지 않은 과목에 한하여 대학원 학점으로 인정할 수 있음. 학석사연계과정 예비생은 학부 7학기에 대학원 교과목을 3학점 이상 반드시 이수하여야 함.
- 학석사연계과정생은 대학원 입학과 동시에 지도교수를 배정하며, 연구학점을 이수하여야 함. 대학원 석사과정 진학 후 3학기 내에 수료하지 못한 학생은 4학기 정규 등록을 하여야 함.
- 학석사연계과정생으로 최종 선발된 자는 대학원 입학금을 면제하며, 학부과정의 졸업논문, 졸업종합시험, 석시험실습보고, 석기발표를 면제함.
- 학석사연계과정을 홍보하기 위해 학부 1, 2학년 재학생 대상으로 2학기말에 학석사연계과정 예비생 선발에 관한 안내 메일을 송부함.

■ 석박사연계과정에 관한 규정

- 석박사통합 학위과정은 학문연구의 연속성을 유지하기 위하여 석사학위 및 박사학위과정을 연계 운영하는 과정으로서 박사학위를 최종 목표로 하는 학생이 석사학위 취득 및 박사학위과정 입학전형을 거치지 아니하고 박사학위를 취득할 수 있는 과정을 말함.
- 대학원 학칙에 따라 모집인원은 박사학위과정 입학정원의 50% 범위 내이고 최소 수업연한은 4년으로 1년 범위내에서 수업연한을 단축할 수 있으며, 수료전 재학연한 (최장기간)은 8년으로 함.
- 석박사통합 학위과정을 중도에 포기하고 퇴학하는 자가 석사학위과정 수료학점을 취득한 경우에는 석사학위과정 수료를 인정하고, 석사학위 수여요건을 충족한 경우에는 석사학위를 수여할 수 있음.
- 석박사통합 학위과정을 4학기 이상 이수하고, 교과목학점 24학점 이상 및 연구학점 6학점 이상을 취득한 자에 대하여는 박사과정 재학으로 인정하며, 다른 규정은 박사과정과 동일함.

■ 학점 교류

- 우리 대학교와 학생교류 협약이 체결된 국내외 대학원 및 군교육기관 간의 학점교류는 협약으로 정한 기간 내에서 우리 대학교 대학원 교육과정에 편성되어 있는 교과목과 동일 또는 유사과목에 한하며

지도교수가 인정한 과목이어야 함.

- 교류학점은 석사과정 12학점, 박사과정 18학점, 석박사통합과정 24학점 범위내에서 인정하되, 한 학기 9학점을 초과할 수 없음.

3-5) 엄격한 학위논문 심사를 위한 규정 및 제도와 심사과정

■ 졸업학위 논문 발표 및 심사 규정

- 석사학위논문의 심사는 해당 전공의 심사위원 3인 이상으로 2회 이상 실시하여야 함. 학위청구 논문의 심사는 100점을 만점으로 하고 심사위원 3분의 2 이상이 80점 이상으로 판정한 경우 합격으로 함. 논문심사위원장은 소정의 기간 내에 논문심사가 불가능할 때에는 대학원장의 승인을 받아 논문심사 기간을 한 학기 연장하며 논문심사 기간 연장은 1회에 한함.
- 박사학위논문의 심사는 해당 전공의 심사위원 5인 이상으로 3회 이상 실시하여야 함. 학위청구 논문의 심사는 100점을 만점으로 하고 심사위원 5분의 4 이상이 80점 이상으로 판정한 경우 합격으로 함. 논문심사위원장은 소정의 기간 내에 논문심사가 불가능할 때에는 대학원장의 승인을 받아 논문심사 기간을 한 학기 연장하며 논문심사 기간 연장은 1회에 한함.
- 논문심사에 합격한 학위청구자는 최종 완성된 학위논문 5부와 논문 원문이 수록된 컴퓨터 파일을 소정의 기간 내에 대학원장에게 제출하여야 함. 논문 중 1부는 심사위원의 서명 날인을 받아 제출하여야 하며, 최종 완성된 학위논문은 교내 규격을 갖추어야 함.

■ 학위수여 체계 강화 내역

- 영남대학교 대학원 학칙 제38조, 대학원 학위논문 연구윤리 준수에 관한 지침 제정하고, 독립적 대학원 연구윤리위원회 구성 / 운영
- 학위청구논문 청구 시 “학위논문 연구윤리 준수 서약서” 제출 의무화
- 해당 논문작성 시 연구윤리 관련 부정행위가 발생하면 학위 취소 처분 등의 조치를 따를 것을 서약(해당 학위청구자, 지도교수)
- 논문제출 시 논문표절예방 프로그램 검증 : 두 개의 표절검사 프로그램 도입으로 수요자 중심의 선택권 강화, 2016학년도 (2016년 3월부터) 논문심사 시 의무화 시행
- 학위논문 심사 청구 시 연구윤리교육 이수 : 2014학년도 전기 입학자부터 수료 요건 포함 및 의무 수강. 대학원 공통필수과목으로 인터넷 강좌 1학점 (수강학점 제외). 논문부정행위 발생 시 학생과 지도교수 연대 책임. 대학원 학위논문연구윤리 준수에 관한 지침 제9조 (학위논문 부정행위자 등의 징계 처분)

■ 본 교육연구단 참여대학원생의 졸업요건 규정

- 본 교육연구단에서는 참여 학생의 연구수월성을 극대화하기 위하여 대학 차원의 졸업요건에 더하여 사업단 차원의 별도의 졸업요건을 적용해 왔으며, 이를 BK21 플러스사업을 통하여 더욱 개선, 발전시켜왔음.
- 석사과정 : 졸업논문 발표 시까지 최소 1회 이상 주저자로 학술대회 논문발표를 해야 함. 졸업논문 발표 시까지 학진등재지에 논문 1편 이상을 투고하여야 함. 졸업 후 0.5년 이내에 주저자로 학진등재지 A급 이상 또는 1년 이내에 주저자로 SCI급에 논문 1편 이상을 게재하거나 최소한 게재수락을 받아야 함 (이행하지 못할 시에는 지도교수에게 페널티 부여).
- 박사과정 : 졸업논문 발표 시까지 국내학술대회 4편 또는 국제학술대회 2편 이상 주저자로 논문발표를 해야 함. 졸업논문 발표 시까지 SCI급 논문 2편 이상을 주저자로 게재 또는 게재수락을 받아야 함. 박사학위 논문심사위원에 반드시 4년제 타 대학 교수를 1-2명 포함하도록 함 (이행하지 못할 시에는 지도교수에게 페널티 부여).
- 상기의 졸업요건 개선 계획에 더하여 졸업요건을 충족시키지 못한 학생을 졸업시켜야 할 경우, 교수당 1회에 한하여 요건 충족 기한을 6개월 연장하고, 해당 교수는 기 발생된 연장 사안이 해소되기 전에는 추가로 연장할 수 없도록 함으로써 졸업요건을 강화하였음.

- － 또한, 졸업요건 불 충족 사안이 해소될 때까지 학기별 BK 장학금 지원 예산 산정 시 해당 학생 수만큼 제외하도록 하였습니다.
- － 한편, 대학 차원에서도 졸업요건을 강화하여 2016년부터 석사는 SCI급 학술지 논문 1편 이상, 박사는 2 편 이상 게재를 학과 권장사항으로 시행하고 있음.

4) 교육과 연구의 선순환 구조 구축 방안 및 연구역량의 교육적 활용방안

4-1) 연구역량의 교육적 활용방안

- 참여교수 연구역량의 교육적 활용을 위하여 참여교수의 출판 서적 및 논문을 강의에 적극 활용 중이며, 그 범위를 점차 확대할 계획임.
- 구체적으로, 기초공통수업인 공정모델링특론 수업에 증류탑의 최신 개조설계 기술을 강의하기 위하여 Advances in Distillation Retrofit (Springer, 이문용 저) 및 Chemical Process Retrofitting and Revamping : Techniques and Applications (Wiley, 이문용 저)을 참고교재로 활용하고 있으며, 수강생들의 학습 성취도가 매우 높음. 특히, 본 수업을 수강한 학생 중의 일부는 process retrofit과 관련한 SCI급 논문을 발표하였음.
- 생체재료특론 및 바이오센서와재료 수업에 Materials for Biomedical Engineering : Nanobiomaterials in Tissue Engineering (Elsevier, 한성수 저) 및 Cutting-Edge Enabling Technologies for Regenerative Medicine (Springer, 한성수 저)를 참고교재로 활용하고 있으며, 학생들의 강의내용 이해도 및 강의평가 점수가 매우 높음.
- IT·에너지소재특론, 신재생에너지특론, 나노재료특론과 같은 기초공통 수업에 분석장비의 활용에 대한 교육을 위해 Rheology and Processing of Polymer Nanocomposites (Wiley, 심재진 저) 및 Graphene Science Handbook : Mechanical and Chemical Properties (CRC Press, 심재진 저)를 참고교재로 활용하고 있음. 상기교재 이외에도 참여교수의 출판 논문을 활용하여 분석 장비를 통해 얻은 실험 결과를 올바르게 해석하는 방법을 구체적인 예시를 통해 강의하고 있음.
- 생물화학특론 수업에 생화학 지도이론 및 최근 연구 동향을 교육하기 위하여 생화학과 분자생물학 (신일서적, 서정현 번역) 및 Springer Handbook of Marine Biotechnology (Springer, 서정현 저)를 참고교재로 활용 중이며 수강생들의 이해도가 매우 높음. 특히, 생화학과 분자생물학 (신일서적, 서정현 번역)은 본 학부 대학원뿐만 아니라, 연관 대학원 수업의 교재로도 활용되고 있음.
- 태양전지성능평가특론 및 태양전지융합시스템응용 수업의 수강생을 대상으로 전공지식뿐만 아니라 태양전지와 관련한 정칙적 지식을 교육하기 위하여, 세계와 생활을 바꾸는 솔라세어링 (영남대학교출판부, 정재학 역)을 참고교재로 활용하고 있음.
- 상기 교과목을 포함하여 대학원 교과목의 90% 이상에 참여교수의 출판 서적 및 논문을 강의에 활용 중이며, 참여교수 연구역량의 교육적 활용을 위하여 이를 점차 확대해 나갈 계획임.
- 교육과 연구의 선순환 구조 구축을 위하여 전공 수업 이외에도 개별연구, 논문지도 등의 수업을 통하여 교수와 학생의 일대일 연구지도를 적극적으로 권장하고 있음.

4-2) 논문지도를 통한 교육-연구 선순환 구조 운영 현황 및 계획

- 본 교육연구단이 시행하고 있는 석박사과정의 논문지도 방식 중 가장 효율적인 방법으로서 석박사 논문연구 교과목 제도가 있음. 이 제도는 2003년에 개설되었고, 석사과정 학생들이 수강할 수 있는 개별연구(1)와 박사과정 학생들이 수강할 수 있는 개별연구(2)로 구성되어 있음.
 - － 본 교과목은 3학점 전공과목으로 주로 석/박사과정 지도교수별로 운영되며, 학위논문 작성이나 관심

있는 구체적인 연구주제를 대상으로 이를 심화학습하기 위한 목적으로 개설하였으며 4단계 BK PLUS 사업 기간 중 보다 확대하여 실시할 예정임.

- － 석박사 논문연구 교과목의 세계적 수준의 운영과 관리를 위하여, 본 강좌를 수강하는 학생은 담당 교수와 주기적으로 만나 자신의 연구 진행 상황을 발표하고 논의하여야 하며, 학기말에 그 결과물을 보고서 형태로 제출하여야 함.
- － 개별연구(1) : 2015년 1/2학기 14/18명, 2016년 1/2학기 31/13명, 2017년 1/2학기 14/7명, 2018년 1/2학기 14/15명, 2019년 1/2학기 2/7명, 2020년 1/2학기 16/5명, 201년 1학기 4명 수강
- － 개별연구(2) : 2015년 2학기 8명, 2016년 1/2학기 1/6명, 2017년 1/2학기 3/12명, 2018년 1/2학기 2/9명, 2019년 1/2학기 4/1명, 2020년 1/2학기 3/2명 수강

- 본 교육연구단에서는 석사, 박사과정 대학원생들의 연구 국제화를 위하여 SCI 급 국제저널 투고를 위한 영어논문 및 발표자료 작성방법과 국제학회 영어발표를 위한 기본적인 능력을 교육하고자 2007년부터 대학원 기초공통 과목으로 “Technical English Writing and Presentation” 교과목(3학점)을 개설하여 운영해 오고 있음.

- － 최근 5년 수강현황 : 2015년 14명, 2016년 25명, 2017년 16명, 2018년 7명, 2020년 11명, 2021년 1학기 22명 수강
- － 본 교과목은 강의와 실습을 위주로 교과목을 운영하여 대학원생들의 영어논문 작성 및 영어 발표능력 함양에 큰 도움이 되는 것으로 평가되고 있으며, BK PLUS 사업 시에는 기초공통 필수교과목으로 지정하여 운영을 확대할 계획임.

- 대학원생들의 논문작성을 지원하기 위해 대학은 다양한 논문작성용 프로그램 (예 : Endnote, ReWorks, zotero, MENDELEY, Bookends, Papers, Sente 등)을 도입 제공하고 있으며, 서지프로그램의 이용을 통해 논문작성 시의 문제를 보완하고 논문표절의 사전 방지를 추구하고 있음.

- 또한 2015학년도 1학기에 “통계분석 및 통계치 해석 방법” 특강을 실시하였고, 이후부터 논문작성을 연구방법론, 학위논문 작성법 등에 관한 특강을 대학 차원에서 실시하고 있음.

5) 전임교수 대학원 강의실적 및 계획

- 본 교육연구단은 2015.03.01.부터 현재까지 IT·에너지 소재공정과 관련된 다양한 교육과정 개설 가능 과목을 개발하여 탄력적으로 운영하고 있음 (세부 목록은 별도 첨부파일 참조).

■ 개설 가능 교과목 현황

- － 2015년 : 기초공통 교과목 공정모델링특론 포함 173 과목
- － 2016년 : 기초공통 교과목 기기분석특론 포함 185 과목
- － 2017년 : 기초공통 교과목 IT에너지특론 포함 257 과목
- － 2018년 : 기초공통 교과목 디스플레이고분자특론 포함 351 과목
- － 2019년 : 기초공통 교과목 반응공학특론 포함 178 과목
- － 2020년 : 기초공통 교과목 고분자물성학특론 포함 242 과목
- － 2021년 : 기초공통 교과목 수소안전및표준 포함 248 과목

- 2015년부터 2018년까지 개설 가능 교과목의 수는 꾸준히 증가하였으나, 2019년을 시점으로 동일 및 유사 교과목을 통합하고 교과목을 선진화하여 150여 과목으로 개편하였고, 이를 현재까지 유지하고 있음.

- 상기 개설 가능 교과목 중, 대학원생의 수요를 반영하여 실제 개설한 교과목은 2015년 1학기부터 2020년 1학기 현재까지 총 136 과목에 이름 (세부 목록은 별도 첨부파일 참조).

■ 실제 개설 교과목 현황

- － 2015년 : 기초공통 교과목 기기분석특론 포함 31 과목
- － 2016년 : 기초공통 교과목 유기화학특론 포함 32 과목

- 2017년 : 기초공통 교과목 분자열역학특론 포함 30 과목
- 2018년 : 기초공통 교과목 신재생에너지특론 포함 23 과목
- 2019년 : 기초공통 교과목 상평형특론 포함 14 과목
- 2020년 : 기초공통 교과목 분자열역학 포함 10 과목
- 2021년 1학기 현재: 기초공통 교과목 유기화학특론 포함 6 과목

- 개설 과목 수강생의 수요 및 강의 평가를 바탕으로 자율순환형 개선을 통하여 교육과정의 구성 및 개설 과목을 선진화해 나갈 계획임.
- 또한, 대학원 취업을 증가와 산학연계 강화를 위하여, 산학 실무자들이 강의에 참여하는 산학실무형 교과목들을 개설하고, 이를 통하여 지역산업 밀착형 교육을 위해 강의 결과를 환류할 계획임.
- 기업맞춤형 산학협동, 산업기술 공동연구를 통해 산학밀착형 인재를 양성하는 Co-op 교육과정을 운영하고 이에 적합한 교과목을 개설해나갈 계획임.

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

본 연구단은 신청 당시 사업 목표로서 제시된 연구개발의 지역산업 밀착화 및 현장화를 바탕으로 지역 산업체 맞춤형 화공인재를 양성하고, 과학기술·산업·사회 문제 해결에 기여하기 위하여, 지역 산업체 맞춤형 화공인재 양성 교육과정과 함께 산업 및 사회문제 해결을 위한 다양한 지역산업밀착형 산학프로그램을 구축하여 실시 중에 있음. 특히, 본 연구단의 산학프로그램은 궁극적으로 참여 학생들과 기업체의 눈높이/수요를 고려한 다양한 취업사업과 연계하여 운영되고 있으며 이를 통하여 지역 산업의 활성화에 크게 기여하고 있음.

1) “IT·에너지 소재공정 창의 화공인재 양성 대학원 교육과정” 현황 및 성과

- 본 교육과정은 기초공통 11과목, 산학실무 7과목, 전공핵심 47과목 등 총 65개의 정규교과목으로 구성되며, IT 소재공정과 에너지 소재공정의 2개의 트랙으로 구성됨.
- IT 소재공정 트랙에서는 유/무기화학, 고분자, 반도체, 정밀화학, 전기화학을 기반으로 한 고부가가치 소재공정 교육 중심이며, 에너지 소재공정 트랙에서는 다양한 에너지원 간 변환과 연계, 에너지 소재의 효율적 저장 및 활용에 관한 교육에 중점을 두고 있음. 특히, 실무적인 IT·에너지 인재 양성을 위해서 IT 소재공정 트랙과 에너지 소재공정 트랙을 융합한 IT·에너지 융복합 소재공정 중심의 교과과정으로 보완 및 확대 중에 있음.
- 보다 효과적인 지역산업 밀착형 인재 양성을 실현하기 위하여 산업체 CEO 및 관계자들이 강의에 참여하는 산학실무형 교과목들 (예 : 산업체CEO특강, 지역밀착현장실습, IT·에너지소재실무, IT·에너지공정실무, 융합공정특론)을 단계별로 개설하여 운영 중에 있음.
- 기존의 IT·에너지 융복합 분야 중에서도 수소에너지 산업 관련 고급 인력에 대한 최근 수요가 증가함에 따라서, 2021-1학기에는 수소에너지저장소재및시스템 (수강인원 27명) 및 수소저장나노소재특론 (수강인원 5명)을 개설하여 수소에너지 관련 고급인력 양성에 박차를 가하는 중임.

2) 지역 산업체 사원 대상 교육 프로그램 운영 현황 및 성과

- 기업체 수요조사에 따라 기업체 맞춤형 교육과정 및 커리큘럼을 기업체와 공동으로 개발하고 기업체 사원을 교육함으로써 IT·에너지 관련 산업체 직원들에 대한 전문지식 확산에 기여하고 있음. 상기의 사원 대상 교육프로그램은 연구단 차원뿐만 아니라 참여교수 개인 차원에서도 활발한 전공지식 확산 기여가 이루어지고 있음.
- 삼성SDI EMTA 기술교육 과정
 - 2008년 3월부터 2020년 12월까지 삼성SDI 재직사원들을 대상으로 회사의 시기별 수요에 맞는

교육 (2008.3. ~ 2013.12. : 디스플레이 전공기초과정, 2014.3. ~ 2020.12. : 화공기초 중심 기술교육)을 총12기에 걸쳐서 실시하였으며, 본 연구단 소속 참여교수진들이 편성한 교과과정을 바탕으로 총125명의 삼성SDI 재직사원들에게 실무에 필요한 전공 지식을 효율적으로 전달하는데 성공함.

- 유기화합물 및 고분자 재료의 합성 및 분석 교육에 관한 삼성SDI 측의 새로운 수요에 대응하여 2021.4.19. ~ 2022.2.28. 기간 동안 삼성SDI 재직 사원들을 대상으로 한 합성기기 분석전문가 양성 교육 과정 (13기)을 실시 중에 있음.

■ 한국가스공사 탄소중립 에너지 전환 수소.연료전지 실무과정 교육

- 신재생에너지 및 수소.연료전지와 관련한 전문적인 지식에 관한 한국가스공사 측의 교육 수요를 충족시키고자 1차 (2021.6.21. ~ 6.24., 총23명 수료) 및 2차 (2021.6.28. ~ 7.1., 총26명 수료)에 걸쳐서 본 연구단 소속 참여교수진들이 편성한 교과과정을 그대로 한국가스공사 재직사원들을 대상으로 한 교육을 실시함.

■ 기타 참여교수진의 재직사원 대상 교육 프로그램 실시.

- 오태환 교수는 (재)부산경제진흥원 신발산업진흥센터 및 (주)서원테크 재직 사원들을 대상으로 친환경 소재 사례분석 (2021.6.18.) 및 천연섬유/합성섬유 제조 공정 및 물성에 관한 재직사원 교육 (2020.8.17.~10.16.)을 각각 실시하였으며, 강도형 교수는 한국가스공사 수소기획부 재직사원들을 대상으로 한 수소에너지 생산 및 촉매 관련 교육 (2020.10.7.)을 실시하였음.
- 김세현 교수는 2018년 이래로 현재까지 NDD, 라훤나노테크 및 어일의 재직사원들을 대상으로 한 유기 트랜지스터, 투명LED 소재 및 디스플레이 패키징 소재 관련 기술교육을 지속적으로 실시 중에 있음.

3) 취업연계 Co-op 교육과정 및 산학협동 대학원 프로그램 운영 현황 및 성과

■ 산학협력 취업연계 Co-op 교육과정 운영

- 산학교육과정 개발 위원회가 연구단 내에 존재하여 연관기업과 기관들로부터 교육과정 및 과제 제안 요구를 수신한 후에 적합한 학생을 선발하고, 연관기업에서 요구하는 주문식 교육을 대학원생 교육 및 학위과정 지도에 반영함으로써 지역 산업에서 요구하는 고급인력을 단기간에 배출하여 기업의 인력난을 해소하고 졸업생들의 취업을 향상에도 큰 도움이 되고 있음.
- 1차년도 사업에서 (주)마크트랜스, (주)대양, (주)케이, (주)파이솔루션테크놀로지를 포함한 총4개의 지역 산업체와 연계 하여 5명 (강인수 외 5명)의 사업단 소속 학생들이 상기 취업연계 Co-op 교육과정에 참여하였으며, 교육 참여 인원 중 강인수 석사가 (주)파이솔루션테크놀로지의 연구원으로 채용됨.
- 산학협력 취업연계형 Co-op 교과과정에서 산업체 맞춤형 인재 양성을 실현하기 위한 수단으로서 본 교육연구단의 참여교수진 8명이 8개의 업체들과 함께 총 13건의 기업연계 학위테마 과제를 수행함으로써 Co-op 교과과정의 실무 교육의 질을 향상시킴.

■ 산학협동대학원 프로그램 활성화

- 본 프로그램은 지역의 유관 기업들이 뽑은 업적이 우수한 과장, 차장급 학사 출신 인재들을 본교 협동과정에 입학시켜 지도교수를 배정하고 현지(현장)에서 그들의 업무를 기반으로 논문 주제를 정해 지도교수가 지도하는 형태로 진행되며, 교수 방문형 교육의 형태로 진행됨.
- 1차년도 사업 기간을 기준으로 (주)SK이노베이션, (주)후성, 경북테크노파크, DYETEC연구원, DGIST, 경북바이오산업연구원을 포함한 총6개사에 재직 중인 6명 (김정현 외 5명)의 재직 사원들이 상기 산학협동대학원 프로그램을 통해서 박사과정을 밟고 있음.

4) 맞춤형 중소기업 지원 프로그램 현황 및 성과

- 다양한 형태의 중소기업 지원 프로그램을 대학원생 교육과 연계하는 체계를 구축하여 중소기업에 대한 기술지원이 곧 우수인력의 양성으로 이어지는 프로그램을 개발하여 운용 중임.
- 혁신형 중소기업 인력양성 (SPRING) 프로그램 운영
 - 기업 수요에 맞는 정부 R&D 프로젝트를 수행하는 석·박사과정 학생들을 중소벤처기업부 혁신형기업기술개발, 국가인적자원개발 컨소시엄 사업 등을 통해서 지원 중에 있으며, 지원 범위를 전 지역에 존재하는 중소기업으로 확대해 나가는 중임.
 - 연구단 소속 참여교수진 중에서는 조성훈 교수 연구실 소속 대학원생 2명이 (주)코모텍과의 중소벤처기업부 혁신형기업기술개발 사업 (2020.11.5. ~ 2021.11.5.)에 참여하면서 차량용 전장디스플레이 적용 고방열 접착시스템 개발에 대한 실무 경험을 쌓아 왔음.
- 혁신형 중소기업 R&D 센터의 대학 내 클러스터링
 - 본 교육연구단에서는 대학 내 클러스터링을 통해서 중소기업의 애로기술 해소를 통한 산학협력 및 공동연구 역량을 강화하는 데에 지원을 아끼지 않고 있으며, 연구단 내 존재하는 풍부한 고급인력들을 통한 전문가 활용 기회 및 기술·법률·경영 서비스를 참여 중소기업에 적극적으로 지원 중에 있음.
 - 실전문제 연구 프로젝트를 통한 지원 실적 : 12명의 참여 교수진 (윤태호 외 11명)이 15개의 참여 기업들 (주)엘앤에프 외 14개사)로부터 의뢰받은 현장의 문제를 해결하기 위한 총19건의 실전문제 연구 프로젝트를 수행함.
 - 기업연계 학위테마 과제를 통한 지원 실적 : 8명의 참여 교수진 (이기백 외 7명)이 8개의 참여 기업들 (주)에너지엔퓨얼 외 5개사)과 총13건의 기업연계 학위테마 과제를 수행함.
 - 산학공동 기술개발 사업을 통한 지원 실적 : 4명의 참여 교수진 (심재진 외 3명)이 4개의 참여기업들 (주)청정환경연구소 외 3개사)과 총4건의 사업을 수행함.
 - 현장방문 애로기술 해소를 통한 지원 실적 : 5명의 참여 교수진 (오태환 외 4명)이 10개의 업체들 (유엘케미칼 외 9개사)로부터 총10건의 애로기술을 의뢰받아 현장방문을 통한 애로기술 해소를 수행함.
- 혁신형 중소기업 Product Development Program (PDP) 운영
 - 실전 문제 연구 프로젝트, 기업연계 학위테마 과제 및 산학공동 기술개발 사업을 포함한 타 프로젝트와의 긴밀한 연계 하에 중소기업의 새로운 사업 아이템 개발을 위한 연구개발 및 인력양성 프로그램을 운영하여 참여 중소기업의 매출을 향상시킴과 동시에 PDP에 참여한 우수인력을 중소기업에 취업시킬 수 있는 상호 협력의 기회를 확대 중임.

5) 산업밀착형 취업 프로그램을 통한 지역산업 활성화 기여 현황 및 성과

- 사업단 소속 재학생들의 성공적 취업보장을 위한 선순환적 취업 전략은 아래 그림과 같이 학생 중심의 취업교육 지원프로그램, 산학밀착형 현장 중심 교육, 산학협력연계 취업 활성화 및 글로벌 인재 양성 교육을 포함한 네 가지 요소로 구성됨.
 - 각 요소들 간의 장점을 잘 결합하고 조화시킴으로서 특성화 사업 분야 맞춤형 우수 인력을 유지하고 특성화 사업 분야에 부합하는 지역 인재를 배출하는 것이 영남대학교 화학공학과 BK21 FOUR 사업단이 지향하는 성공적 취업보장형 모델 창출과 이를 통한 지역산업 활성화가 핵심 목표임.
- 산학협력 사업과 연계한 현장 중심형 교육 : 본 연구단에서는 상기 언급한 산학협력 취업연계 Co-op 교육과정 운영을 통해서 지역 산업체에 필요한 인재를 적재적소에 공급하고 있을 뿐만 아니라 산학협동대학원 프로그램 활성화를 통해서 재직 사원들의 업무를 기반으로 한 연구역량 강화에서도 성과를 거두고 있음. 1명의 참여 학생이 취업연계 인턴십과 연계된 Co-op 교육과정 이수를 통해서 (주)파이슬루션테크놀로지의 정식사원으로 취업하는 성과를 거둠.

— 상기의 사실을 고려해볼 때, 협력기업과 공동으로 취업 맞춤형 Co-op 교육과정 운영, 산학연계 교육 프로그램 개발 및 운영, 기업체 현장실습 및 장단기 인턴십 프로그램 운영에 의한 취업 활성화 및 산학협력과제 수행에 의한 산학공동체 구축을 포함한 연구단에서 제시한 취업활성화 계획이 잘 실현된 것으로 확인됨.

- 학생의 눈높이에 맞춘 다양한 취업지원 프로그램 : NCS 역량강화 중점교육, 사기업 인적성검사 특강, 어학 향상 프로그램 (TOEIC, OPIC 등) 자격증 취득 프로그램 (화공기사, 화학분석 기사, 위험물산업기사, 한국사능력검정시험, 컴퓨터활용능력 1급, 수질환경기사)을 포함한 세분화된 취업지원 프로그램들을 제공함으로써 연구단 내에서 모든 취업에 관한 모든 준비가 가능한 최상의 환경을 조성해주는 데에 성공함.

— 미래 신성장동력 대비 취업지원 프로그램 : 새로운 스마트 산업 분야에 능동적으로 적응할 수 있는 인재의 육성을 위한 교육 프로그램 (AI 및 빅데이터 프로그래밍, 4차산업혁명과 스마트팩토리, 해수담수화 미래기술, 국가물산업클러스터 등)도 취업지원 프로그램에 포함시켜 제공함으로써 스마트 산업 분야에 취업하고자 하는 참여 학생들의 수요를 충족시킴.

- 국제협력 추진에 의한 국제적 감각 함양 및 외국어 능력 증진

— 본 연구단에서는 학생들의 국제적 감각과 어학능력을 증진시킴으로써 경쟁력을 키우고 IT·에너지 관련 국제적 기술 동향을 파악할 수 있는 기회를 제공해 주기 위한 다양한 국제교류 활동을 지원해왔음.

— 본 학과의 꾸준한 국제화 노력의 결과로 협약체결 대학으로부터 지속적으로 학생을 유치하여 왔으며, 2021-1학기 기준 연구단 소속 참여학생 67명 중에서 28명 (41.79%)이 해외 학생인 점은 본 연구단이 국제화 증진 및 대학원생의 국제적 감각 함양 측면에서 많은 노력을 기울여 왔음을 잘 증명함.

6) 과학기술·산업·사회 문제 해결을 위한 산업밀착형 교육 프로그램 운영 계획 대비 실적

- 본 교육연구단의 교육과정은 본 학과가 구축하고 있는 다양한 인프라를 활용하여 체계적이면서도 상호보완적인 산학협력 관계를 구축하고 교육 수요조사를 통한 상호보완적인 협력관계를 유지하여 왔음. 특히, 이를 취업사업과 연계함으로써 사업단 소속의 대학원생에게는 양질의 취업기회를 보장함과 동시에 고급인력의 배출과 산학협력을 통하여 지역의 IT·에너지 융복합산업의 활성화에 기여하고 있음.

- 지역 산업 맞춤형 프로그램 운영 : 본 교육연구단의 지역밀착형 고급인력 배출을 위하여 관련 기업을 유형으로 구분하여 지원함으로써 체계적인 인력양성 체계를 구축해왔음.

— 글로벌 혁신 인력 양성 유형 : 대기업 및 벤처기업을 위한 인력양성 유형으로 본 학과를 주체로 관련 연구기관과 공동으로 산학협력 연구를 수행하는 모델을 확립하고, 상기 유형에 대응하는 맞춤형 산학공동 교육과정의 운영을 통해 고급인력을 육성하고자 하였으며, 이러한 글로벌 혁신 맞춤형 프로그램의 성과로서 2명의 참여 학생들이 대기업 ((주)LG디스플레이, (주)일진머티리얼즈)의 연구원으로 채용되는 성과를 실현함.

— 주력 산업 혁신 유형 : IT·에너지 소재 공정 분야 관련 지역 산업체의 혁신을 위하여 산학협동 대학원 및 Co-op 교육과정, 연구환경 개선, 산업기술 공동연구, 장기 인턴십 및 현장실습 등을 기업별/학생별 맞춤형으로 제공하였으며, 이러한 주력 산업 혁신 맞춤형 프로그램의 성과로서 1명의 참여 학생이 (주)파이슬루션테크놀로지에 채용되는 성과를 실현함.

— 지역 산업 활력 제고 유형 : 규모가 작은 기업의 연구역량 부재를 보완하기 위하여 학교가 연구소 기능을 수행하며 현장실습을 통하여 중소기업형 인재를 양성하고 이를 통하여 지역 산업 활성화에 기여하는 것이 당초 제시한 목표임. 19건의 실전문제 연구 프로젝트, 13건의 기업연계 학위테마 과제 및 4건의 산학공동 기술개발 사업 수행을 통해서 지역 산업의 활력

제고에 기여함.

■ 산학협력을 통한 Co-op 교육과정 및 산학협동 대학원 프로그램 활성화

- 취업 맞춤형 인턴십과 연계한 지역산업 밀착형 Co-op 교육과정 및 산학협동 대학원 프로그램을 활성화하여 지역산업 활성화에 이바지하고 있으며, 6명의 학생들이 4개사에서의 인턴십에 참여한 점 및 6명의 재직사원들이 산학협동 대학원 프로그램을 통해서 박사과정에 재학 중인 점이 대표적인 사례들임.
- 1명의 참여학생이 Co-op 교육과정을 통해서 (주)파이슬루션테크놀로지에 채용이 되는 등 상기와 같은 선순환적 취업 프로그램을 통하여 본 교육연구단의 실질적 산업밀착형 교육 프로그램 개선 및 취업을 진작에 기여해나가고 있음.
- 아울러, 총 13건의 기업연계 학위테마 과제를 수행함으로써 Co-op 교과과정을 강화함과 동시에 Co-op 교육에 참여하는 학생들로 하여금 현장에서의 실전문제 해결능력을 향상시켜 줌.

7) 과학기술·산업·사회 문제 해결을 위한 향후 추진 계획

■ 본 연구단에서는 된 연구개발의 지역산업 밀착화 및 현장화를 바탕으로 지역 산업체 맞춤형 화공인재를 양성하고자, 다양한 지역 산업체 맞춤형 화공인재 양성 교육과정과 더불어 산업 및 사회문제 해결을 위한 다양한 지역산업 밀착형 산학프로그램을 구축하여 실시함.

- 이를 실현하기 위한 참여교수진의 1차년도 기여 실적은 재직사원 대상 교육 프로그램, 취업연계 Co-op 교육과정, 맞춤형 중소기업 지원 프로그램, 산업밀착형 취업 프로그램을 포함한 과학기술·산업·사회 문제 해결에 있어서 실행된 있는 결과들을 창출해낸 것으로 평가됨.

■ 지역 밀착형 화공인재를 양성하고 지역 산업 및 사회문제와 관련하여 궁극적으로 기여할 수 있는 연구단으로 발전해나가기 위한 본 연구단의 부문별 향후 추진 계획은 아래 내용과 같음.

- “IT·에너지 소재공정 창의 화공인재 양성 대학원 교육과정” : 기존의 IT·에너지 융복합 소재공정 중심으로 구성된 트랙들의 교과과정에 더하여 지능형 인프라, 스마트 이동체, 융합 서비스로 대표되는 새로운 스마트 산업 분야에 능동적으로 적용할 수 있는 인재의 육성을 위한 교과내용의 추가 및 업데이트에 지속적인 노력을 기울여나가는 중이며, 학생들의 자율 선택에 의한 맞춤형 주문식 교육연계 취업을 실현할 수 있는 융복합 교육과정을 지속적인 보완을 통해서 실현해나갈 것임.
- 기업체 임직원 대상 기술역량 강화 교육사업 : 삼성SDI 및 한국가스공사 대상 교육프로그램의 수강생들의 피드백을 차후 교육과정에 적극적으로 반영시켜 재직 사원들의 교육 만족도를 향상시켜 나감과 동시에 상기 재직 사원 대상 교육프로그램의 참여 업체를 추가 발굴하여 IT·에너지 관련 산업체 임직원들에 대한 전문지식 확산에 보다 크게 기여해나갈 것임.
- 산학협력 취업연계 Co-op 교육과정, 산학협동대학원 프로그램 및 취업 맞춤형 인턴십을 보다 유기적으로 연계해서 실시하고 성공 사례들을 계속 늘려나감으로써 연구단 소속 학생들 및 기업체 재직 사원들의 참여율을 높여나갈 것임.
- 맞춤형 중소기업 지원 프로그램 : 1차년도 사업을 통해서 잘 정착되고 있는 실전 문제 연구 프로젝트, 기업연계 학위테마 과제 및 산학공동 기술개발 사업 성과를 바탕으로 2차년도에는 중소기업의 새로운 사업 아이템 개발을 위한 Product Development Program (PDP)을 더욱 발전 및 확대해나갈 예정임.
- 산업밀착형 취업 프로그램을 통한 지역산업 활성화 : 학생 중심의 취업교육 지원프로그램, 산학밀착형 현장 중심 교육, 산학협력연계 취업 활성화 및 글로벌 인재 양성 교육을 포함한 네 가지 요소들을 발전시켜나감에 있어서 연구단 소속 학생들과 협력 기업 간의 의사소통 및 산학협력의 기회를 더욱 확대함으로써 연구단 소속 재학생들의 성공적 취업보장을 실현해나갈 것임.

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	27	15	6	48
	2021년 1학기	39	18	10	67
	계	66	33	16	115
배출 (졸업생)	2020년 2학기	9	7		16
	2021년 1학기	6	2		8
	계	15	9		24

*2020년 2학기 졸업생 : 2021-2월 졸업자

*2021년 1학기 졸업생 : 2021-8월 졸업자

*2021년 8월 20일 기준

2.2 교육연구단의 우수 대학원생 확보 및 지원 계획

본 단락에서는 본 교육연구단의 우수 대학원생 확보 및 지원 계획을 위한 1) 교육연구단의 우수 대학원생 확보의 중요성 및 최종목표, 2) 우수 대학원생 유치 프로그램, 3) 우수 대학원생 지원 계획을 기술하였음

1) 교육연구단의 우수 대학원생 확보의 중요성 및 최종목표

1-1) 교육연구단의 우수 대학원생 확보 현황 및 발전 방향

- 최근의 국내 산업 구조가 기술 고도화 중심의 선진 산업 분야로 옮겨감에 따라 석사 이상의 고급인력 향성이 필요하나, 지속적인 대학진학 자원의 감소 및 수도권 집중으로 인한 지방대학 자원의 급속한 감소, 그리고 이공계 기피에 따른 우수 자원의 감소 등의 요인으로 인해 최근 수년간 지방대학에 입학하는 학생의 학력이 저하되어 온 것이 사실임.
- 본 학과는 다양한 지방대 육성사업의 성과로 최근 괄목할만한 성장을 이루고 있으며 이는 본 학과 신입생 성적의 향상과 더불어 대학원 활성화와 국제화를 바탕으로 다양한 국책사업에 선정되는 성과를 이루었음. 이를 바탕으로 최근 3년간(2017년~2019년) 대학원생 연구역량은 연간 총 93편의 SCI 논문을 작성하는 우수한 연구실적을 달성할 수 있었음. 특히 3단계 BK사업의 선정으로 지난 7년간 대학원 활성화, 대학원 연구역량 강화 및 국제화에 성공하여 최근 3년간 연평균 46명의 외국인 석박사과정 학생이 (2017년 50명, 2018년 45명, 2019년 43명) 연간 약 59편의 SCI 논문을 게재하는 우수한 연구성과를 이루고 있음.
- 본 학과는 지난 7년간 IT·에너지 소재공정을 기반으로 하는 지역산업 맞춤형 특성화 대학원으로 성공적인 자리매김을 바탕으로 4단계 BK21 FOUR 사업을 통하여 IT·에너지 소재공정 특성화 대학원으로서 지역산업 밀착형 고급인력을 배출하고 지역 산업의 연구역량을 제공하여 창조 경제 활성화를 위한 선도 연구집단이 되고자 함.

- 2008년 본 학과가 졸업동창생, 학부교수진, 산업체로 구성된 외부자문단을 대상으로 실시한 교육과정 설문조사에 의하면, 졸업 후 취업을 고려한 산업군의 확대 차원에 관한 질문에 대해, 다수가 (38%) 대구·경북권 에너지 산업의 성장을 인식하여 에너지 분야로 교육과정을 확대해야 한다고 응답하였음. 이는 인력 수요자인 지역의 에너지 산업체와 공급자인 학생과 학교와의 의견이 일치하고 있음을 보여주고 있으며 지역 기반산업이 IT·에너지 산업의 고급인력의 필요성을 인식하고 있음을 보여주고 있다고 할 수 있음. 본 교육연구단은 이러한 설문조사를 지속적으로 수행하여 그 결과를 바탕으로 특성화 분야를 선정하였음.
- 위의 내용들을 종합해 볼 때, 대구·경북 지역의 선도산업인 그린에너지 산업을 조기에 활성화하기 위해서는 대졸 이상의 전문 인력과 석·박사급의 R&D 인력이 지역으로부터 적절히 공급되어야 함을 알 수 있음. 본 교육연구단은 대구경북 지역에 기반한 IT·에너지 소재공정 분야의 우수한 인력을 양성하여 지역기업에 공급함으로써 지역 경제 활성화에 이바지하고자 함.

1-2) 교육연구단의 인력 양성 목표

- 본 교육연구단은 국내 최고의 IT·에너지 소재공정 산학협력 연구 허브대학원으로 자리매김하기 위하여 국내외 우수 대학원생을 유치하고 지역밀착형 특성화 교육 및 글로벌 인재 양성 프로그램을 통하여 우수한 인재로 양성하여 배출함으로써 지역 경제 활성화에 이바지하고자 함.
- **우수 대학원생 유치 사업의 목표**
 - － 학석사 및 석박사 연계프로그램, 장학금 지원사업, 취업연계형 Co-op 프로그램을 운영하며 이를 국내외에 적극적으로 홍보하여 우수 학생을 유치하고자 함.
 - － 본 학과의 연구역량과 지역밀착형 특성화, 국제화 교육 비전을 바탕으로 내실있는 대학원 교육 프로그램을 운영함으로써 IT·에너지 소재공정에 적합한 우수 학생을 유치하고자 함.
- **우수 대학원생의 확보 및 지원 계획 대비 실적**
 - － 본 화학공학과는 4단계 BK지원사업 총 55명의 대학원생이 재학중이었음(수혜학생 기준, 비전일제 대학원생 제외). 이후 4단계 BK21 FOUR 사업을 통하여 총 40명(2020학년도 2학기 석사 3명, 박사 3명; 2021학년도 1학기 석사 22명, 박사 9명, 석박사통합 3명, 수혜학생 기준)의 대학원 신입생이 충원 되었음.
 - － 추가적으로 2021학년도 2학기 대학원에 총 16명의 신입생이 합격한 상황임.
 - － 이는 4단계 BK21 FOUR 사업의 안정적인 지원하에 우수한 대학원생의 확보가 가능해졌다고 할 수 있음.
- **박사학위 충원계획 (신설학과)**
 - － 본 화학공학과는 지난 BK21사업의 지원을 바탕으로 최근 5년 박사과정 학생이 29명(2015년), 39명 (2016년), 50명 (2017년), 38명 (2018년), 36명 (2019년)으로 연평균 38명의 박사과정 학생이 꾸준히 충원되고 있음.
 - － 이러한 기존의 박사학위 충원 실적과 경험을 토대로 학과 통합의 시너지 효과와 우수 대학원생 유치 프로그램을 통하여 사업 기간 중 연평균 40명 이상의 박사과정 학생 충원을 계획하고 있음. (통합 화학공학과 모집공고문 별첨)
- **박사학위 충원계획 대비 실적(신설학과)**
 - － 본 화학공학과는 4단계 BK21 FOUR사업의 지원을 바탕으로 총 15명(2020년 2학기 3명, 2021년 1학기 9명, 석박사통합 3명, 수혜학생 기준, 비전일제 제외)의 박사과정 학생이 꾸준히 충원되고 있음.
 - － 추가적으로 2021년도 2학기에 대학원에 총 6명의 박사과정 신입생이 합격한 상황임

2) 우수 대학원생 유치 프로그램

2-1) 대학원 홍보 강화

- 정기적 대학원 설명회 및 open lab. 개최 : 본 학부에서는 우수 대학원생 유치를 위하여 매년 정기적으로 예비 신입생과 졸업생을 초청하여 open lab. 을 진행하고 있고, 정기적 대학원 설명회를 개최하고 있으며, 실험실 견학 및 홍보 설명회를 개최하고 있음 (기업 대상 open lab. 행사, 대학원 설명회 등)

2-2) 다양한 연계프로그램 운영

- 학석사 및 석박사 연계프로그램 운영 : 대구경북 광역경제권에서 요구하는 IT · 에너지 융복합산업 분야의 전문인재 양성을 위하여 학·석사학위 및 석·박사 학위 연계프로그램을 운영하고자 하였음. 그 결과 2015년 8명, 2016년 4명, 2017년 3명, 2018년 7명, 2019년 3명이 입학하였음.
- 제도적 운영 지원 계획 : 학석사 연계과정 선발기준학점 완화 : 현재 학점 기준 3.5 이상이어야 신청 가능한 학석사 연계과정 선발기준학점을 3.0으로 조정하여 보다 많은 학생들에게 연계프로그램 참여 기회를 부여하고 있음

2-3) 취업연계형 대학원 Co-op 운영을 통한 우수 대학원생 유치 프로그램 개발

- 본 학과가 운영하고 있는 대학원생 대상 취업연계형 Co-op 제도의 경우, 대학 중인 대학원생을 대상으로 기업체가 직접 산학장학생을 선발하고 지원하며 졸업 이후에는 지정 기업에 취업하는 것을 의무화하고 있음. 본 학과는 이러한 취업연계 대학원 Co-op 제도를 보다 활성화하여 기업 밀착형 고급인력을 기업과 공동으로 선발하여 배출함으로써 교육연구단의 취업을 진작 및 지역산업에 이바지하고자 함.

2-4) 해외 우수학생 유치 프로그램

- 우수 해외 인력 확보 : 현재 (2019년 9월 기준) 영남대학교는 다양한 해외 홍보 및 선발 요원을 통한 교류협력의 강화 결과로 32개국의 국외 우수대학 236개 대학 및 기관과 자매결연 관계에 있음. 본 학과 역시 지난 7년간의 3단계 BK21사업의 성과로 국제화에 성공하여 현재 45명의 우수 해외 인력이 석박사 과정의 학생으로 연구에 참여하고 있음. 이에 본 학과는 보다 내실있는 학과 국제화를 위하여 해외 우수학생 프로그램을 운영·활성화하고자 함
- 해외홍보 및 선발요원을 통한 교류협력 강화 : 본 교육연구단은 교수와 학생 교환프로그램을 확대하고 공동연구를 활성화함으로써 해외 우수 연구기관으로부터 활발한 석박사 유치 활동을 전개해 나가고 있음. 또한, 본교가 체결한 자매결연 대학교 출신의 우수 외국인 학생에 대하여 우선적인 입학 기회를 부여할 계획임. 본 교육연구단 교수들은 국제적으로 많은 공동연구와 공동심포지엄 개최 등 활발한 연구 교류를 하고 있음. 이러한 공동연구 결과 국제적인 유대관계가 공고해지고 학생들의 교류도 활발해짐으로써 학생들이 국제적 감각을 일찍 깨우치는데 일조하고 있음
- 외국대학/기관의 방문/초청을 통한 홍보실적 : 본 교육연구단에서는 총 11회의 국제심포지엄을 개최하여 교육연구단의 교육프로그램 및 실적을 홍보하였음.
 - 국제청정기술심포지엄 5건, 영남대-상해대-큐슈대 (SKY) 공동심포지엄 4건, 태양전지기술국제심포지엄 1건, Korean-German Joint 심포지엄 1건

2-5) 외국인 대학원생 선발 시스템 구축

- 객관적 자격시험 개발 및 도입 : 본 학교에서는 외국인 원서접수 시스템을 구축하여 인터넷 원서접수가 가능하게 되었으며, 일반대학원 행정실에 입학담당자 1명을 외국인 대학원생 모집 전담인력을 배치하고 있음

3) 우수 대학원생 지원 계획

3-1) 장학금 지급 계획

- 장학금 지원프로그램 : 사업 참여 학생들에게 성적 우수 장학금, 어학능력 우수 및 향상 장학금, 우수논문 발표 장학금 등 다양한 장학금 형태로 장학금을 지급, 학교 차원에서 우수 외국인 대학원생 확보를 위하여 등록금 대비 학비 감면율을 확대하고 있으며, 현재 50%의 장학금 수혜 학생에게 소수를 제외한 외국인 전원 전면 장학금 지급을 계획하고 있음

3-2) 학술활동 지원 프로그램 : 교육, 연구 몰입을 위한 행정 제도

- 대학원생 논문 창출 지원 : 석박사 대학원생이 연구결과를 SCI급 등재학술지에 투고 시, 투고 준비단계부터 영문 번역, 원어민 교정을 지원하며 추후 논문 출판 시 영향력지수(IF) 및 피인용 횟수에 따른 인센티브 지급 등 발표논문의 질적 수준 제고를 위하여 지속적으로 제도를 개선하여 지원할 예정임
- 대학원생 국제 학술회의 참가 지원 : 전공 분야의 해외 연구동향 파악 및 우수 연구자와의 인적 네트워크 구축을 위하여 국제규모의 학술회의 참가 및 발표를 독려하고, 이에 대한 재정적 지원을 확대하여 시행 할 계획임

목단포영수

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, %)						취창업률(%) (D/C)×100
		졸업자 (G)	비취업자(B)			취(창)업대상자 (C=G-B)	취(창)업자 (D)	
			진학자		입대자			
			국내	국외				
2021년 2월 졸업자	석사	9	0	0	0	9	6	66.7%
	박사	0			0	0	0	

- 2021.08.13. 기준 작성

1) 2021년 졸업자의 취업률 현황 전체 분석

- 본 교육연구단의 2021년 졸업자 9명 (석사 9명)을 대상으로 취업군, 취업 분야 및 지역별 취업분포를 심층 분석하였음.
- 2021년 2월 졸업자는 총 9명(석사 9명)으로 이 중 6명 (석사 6명)이 취업하여 66.7%의 취업률을 보였으며, 졸업생 전원이 전공과 일치하는 분야의 국내 연구소로 진출함
- 사업단 소속 졸업자들의 취업률은 본 학부 학사 졸업자들의 취업률 (최근 5년 53.2%)을 크게 상회하고 있으며 이는 취업에 어려움이 많은 지방 사립대학 학생들에게 BK21 프로그램을 통하여 전공 및 취업 역량을 효과적으로 향상시킬 수 있음을 보여줌으로써 대학원 진학에 대한 중요한 동기를 부여해주고 있음.
- 상기와 같은 우수한 취업률 성과는 본 사업단의 2단계 BK21사업 (2006~2013년) 및 3단계 BK21 플러스사업 (2013년~현재)을 포함한 대형 고급인력 양성사업단을 지속적으로 운영하면서 IT·에너지 분야 고급인력 양성에 꾸준히 집중할 결과라 할 수 있음.

2) 2021년 졸업자 취업 분야 및 지역 분석

- 2021년 전체 졸업자 중 취업자 (6명)에 대한 취업 분야를 분석한 결과, IT·소재 (4명, 66.7%) 및 에너지 (2명, 33.3%) 순으로 본 교육연구단에서 배출된 인력 전원이 IT·에너지 융복합산업 분야에 진출한 것으로 확인됨.
- 2021년 전체 졸업자 중 취업자 (6명)에 대한 취업 지역을 분석한 결과, 대구·경북 (3명, 50.0%), 경기 (1명, 16.7%), 대전 (1명, 16.7%) 및 전북 (1명, 16.7%) 순으로 본 사업단이 소재한 대구·경북 지역을 중심으로 국내 여러 지역에 골고루 진출한 것으로 확인됨.
- 이러한 졸업자들의 취업 분야와 지역 분포는 본 사업단이 추구하는 IT·에너지 융복합산업 분야의 지역산업 밀착형 고급인력 양성의 본 목표가 잘 실현되고 있음을 증명함.

3) 졸업자의 취업 현황 및 질적 우수성 분석

- 2021년 졸업자 9명 (석사 9명) 전원이 취업대상자로 확인됨. 9명의 취업대상자 중 취업한 졸업자는 6명 (석사 6명)으로 66.7%의 취업률을 나타냄.

졸업시기	학위구분	취업/진학 기관명 (지역)	취업군	직무
2021년 2월	석사	(주)S-TECH (대구)	에너지·소재	연구원
		RIST (포항산업과학연구원) (경북)	에너지·소재	연구원
		(주)LG디스플레이 (경북)	IT·소재	연구원
		(주)파이솔루션테크놀로지 (대전)	IT·소재	연구원
		(주)코템 (경기)	IT·소재	연구원
		일진머티리얼즈 (전북)	IT·소재	연구원

- 9명의 석사 취업자의 취업군은 IT·소재 분야 4명 ((주)LG디스플레이, (주)파이솔루션테크놀로지, (주)코템, 일진머티리얼즈) 및 에너지·소재 분야 2명 ((주)S-TECH, RIST)으로 취업자의 100%가 IT·에너지 융복합산업 분야와 직접적으로 관련이 있는 기관 및 연구소에 취업하였으며, 6명 전원 (100%)이 4대 보험 가입자로 확인됨.
- 취업자 6명을 직무 기준으로 분류할 때 연구원 6명으로 고급인력 양성의 본 취지에 잘 부합할 뿐만 아니라 취업군에 있어서도 모두 IT·에너지 융복합산업 분야로의 취업에 성공함.

4) 취업 우수 사례 분석을 통한 질적 우수성 분석

- 본 학과에서는 대학원 재학 과정 중 지역에 소재한 IT·에너지 융복합산업 분야의 기업에서 인턴십을 실시하고, 기업체에서 인턴십 과정에서의 근무 능력을 평가하여 정식 사원으로 채용하는 지역산업 밀착형 인턴십 제도를 운영하고 있음. 그 대표적인 예로서 2021년 2월에 졸업한 강인수 석사가 (주)파이솔루션테크놀로지에 입사하였으며, 이와 같은 지역산업 밀착형 인턴십 사례를 성공적인 선순환 프로그램으로 확대해나갈 것임.
- IT·소재 분야의 취업 우수사례로는 2021년 2월에 졸업한 조성욱 석사가 디스플레이 분야의 선도 기업인 (주)LG디스플레이에 채용되었으며, 2021년 2월에 졸업한 조인록 석사가 전자 장비용 일렉트로닉 분야의 전문 기업인 일진머티리얼즈에 취업함.
 - － 특히, 전체 취업자 6명 중 4명 (66.7%)이 IT·소재 분야로 취업한 사실은 본 교육연구단이 IT·에너지 융복합산업 분야 중에서도 화학공학을 기반으로 한 IT·소재 분야의 고급인력 양성에 노력을 아끼지 않은 데 따른 성과임.
- 에너지·소재 분야의 취업 우수사례로는 2021년 2월에 졸업한 전해준 석사와 김홍명 석사가 각각 (주)S-TECH 및 RIST의 연구원으로 채용됨. 상기 결과는 본 교육연구단이 IT·에너지 융복합산업 중에서도 신재생에너지 산업을 뒷받침하는 데에 있어서 필수적인 에너지화학공학 분야와 관련된 고급인력 양성에 많은 노력을 기울여 왔음을 증명함.

5) 취업률 현황 및 질적 우수성에 대한 분석 종합

- 본 교육연구단에서 배출된 2021년 졸업자 총 9명 중 취업자 6명으로 66.7%의 취업률을 달성하였음. 특히, 코로나-19의 장기화로 인해서 위축된 채용시장 환경 및 졸업한지 6개월 밖에 경과하지 않은 시점에서의 취업률임을 감안할 때 상기 취업률은 매우 높은 편이며 추가적인 취업률 향상 여력이 충분한 것으로 판단됨.
- 졸업자들이 진출한 지역은 대구·경북 (3명, 50.0%), 경기 (1명, 16.7%), 대전 (1명, 16.7%) 및 전북 (1명, 16.7%) 순으로, 본 교육연구단이 추구하는 IT·에너지 분야 지역산업 고급인력 양성 대학원으로서의 역할을 잘 수행 중인 것으로 확인됨.
- 졸업자들의 취업군은 IT·소재 (4명, 66.7%) 및 에너지·소재 (2명, 33.3%) 순이었으며, 취업자들 전원의 직무가 연구원 (6명, 100%)인 점은 IT·에너지 융복합산업 분야의 고급인력 양성의 본 목표에도 잘 부합할 뿐 아니라 취업 시 전공과의 연계성 역시 매우 우수함을 증명함.

6) 취업률 진작 및 질적 우수성과 연계한 향후 계획

- 본 교육연구단의 우수한 취업 성과는 다년간의 노력을 경주하여 구축한 성공적 취업 보장형 프로그램 구축에 기반한 결과로 판단됨. 산학협력 사업과 연계한 산학밀착형 현장 중심형 교육과 Co-op 교육과정 운영 및 인턴십 프로그램 추진에 의한 현장에서의 문제 해결 능력 향상, 취·창업 지원 프로그램 운영에 기초한 선순환형 취업보장 모델이 성공적으로 구축되어 연구단 소속 학생들의 취업을 체계적으로 지원함.
- 성공적 취업을 보장하는 선순환형 취업 모델을 실현하기 위해서 참여교수와 참여학생이 열심히 노력한 결과, 졸업 이후 6개월이 경과한 시점임에도 불구하고 66.7%의 높은 취업률을 달성함과 동시에 취업자 전원이 IT·에너지 융복합산업 분야의 연구원으로 채용됨으로서 취업의 질 역시 매우 높은 편으로 평가됨.
- 인턴십 프로그램과 연계한 Co-op 교육과정 참여를 독려하고 참여 학생들의 비율을 확대해나감으로서 강인수 석사와 같이 인턴십을 실시한 기업체에 정식직원으로 채용되는 모범 사례들을 더욱 확대해나갈 것임.
- 본 교육연구단이 현재까지 달성한 취업 성과를 보다 확대하고 더욱 공고히 하기 위해서 2차년도 사업에서는 취업연계 Co-op 교육과정 및 산업밀착형 취업 프로그램을 수요자 맞춤형으로 더욱 발전 및 활성화시켜 나갈 것이며, 이와 동시에 참여 학생들의 역학능력 및 전공 관련 자격증 취득에 도움이 되는 취업 프로그램들을 다양하게 제공할 것임.

목표달성

3. 참여대학원생 연구실적의 우수성

① 참여대학원생 저명학술지 논문의 우수성

1) 대학원생 연구성과의 질적 우수성

- 2013년 이후 6년간의 실적을 2015년, 2018년, 2019년 3단계로 하여 분석하면 대학원생 1인당 환산 보정 IF 값은 0.10868 (15년) → 0.12621 (18년) → 0.14662 (19년)로 35% 이상 상승하였음. 이는 대학원생 논문인센티브 제도를 강화하고, 졸업요건을 강화함으로써 대학원생들의 국제저명학술지 논문게재를 적극 유도한 결과로 보임.
- Eigenfactor score (ES) 값은 해당 저널이 인용지수가 높은 저널에 얼마나 많이 인용되었는가를 반영한 점수로서 2018년과 2019년 결과를 비교하면 대학원생 1인당 환산보정 ES 값은 0.19648에서 0.23462로 19.4% 향상되었으며 이러한 실적지표 수치는 국내 지역대학 화학공학전공 부문에서는 매우 우수한 수준으로 추정됨.
- 참여 대학원생의 저명학술지 출판성과물 상위 12건의 평균 IF를 비교했을 때 지난 1년간의 성과가 2017~2019의 성과에 비하여 약 39.5% 향상됨(7.443→10.382). 연구 분야별 상위 논문은 평균 5.8%로 소재, 환경, 응용 물리 등 모든 분야에서 연구성과의 질적 우수성이 비약적으로 향상되었음. 이로부터 사업단의 교육역량을 향상시키기 위한 꾸준한 노력이 성공적으로 결실을 맺고 있는 것을 확인할 수 있음.

2) 대학원생 대표연구업적물의 질적 우수성

1. 석박사통합과정 엄하경 (지도교수: 김세현)는 “높은 구동안정성을 갖는 인쇄형 트랜지스터 응용을 위한 신규 용액공정용 고유전상수 고분자 절연층”에 대한 연구를 Advanced Functional Materials (IF=16.836), Materials science, Multidisciplinary 분야 상위4.0%)에 게재하였음. 기존 고분자 소재는 용액공정 및 인쇄공정에 적합한 절연소재로 알려져 있으나, 고유전상수 및 구동안정성 측면에서는 무기소재에 미치지 못하였음. 본 연구에서는 신규 고유전상수 고분자 주쇄 구조와 구동안정성을 부여할 수 있는 불소계 경화시스템을 도입함으로써 신규 고유전상수, 고안정성 절연층을 개발하였고, 향후 플렉시블 전자소자 분야에서 기존 무기 절연소재를 대체할 신규 소재 제조의 새로운 방법을 제공함으로써 첨단 IT·에너지 산업에 크게 기여할 것으로 사료됨.
2. 석박사통합과정 엄하경 (지도교수: 김세현)는 “높은 구동안정성을 갖는 유기 박막 트랜지스터 응용을 위한 고 플렉시블 불소계 유기 나노하이브리드 절연소재”에 대한 연구를 Advanced Functional Materials (IF=16.836), Materials science, Multidisciplinary 분야 상위4.0%)에 게재하였음. 본 연구에서는 기존 유/무기 나노하이브리드 절연소재의 단점인 필름의 유연성 및 기계적 안정성을 획기적으로 보완하였으며, 유/무기 나노하이브리드 소재의 또다른 난제인 졸 안정성을 1.5년 이상으로 연장시킨 신규 소재를 개발함. 본 연구의 결과는 향후, 다양한 플렉시블 전자 및 에너지 소자 분야에 전자부품으로 적용될 것으로 기대되며, 첨단 IT·에너지 산업에 크게 기여할 것으로 사료됨.
3. 석사과정 오선무 (지도교수: 김세현)는 “전 인쇄전자 구현을 위한 응집하지 않는 맥신 전도체 소재 개발”에 대한 연구를 Advanced Functional Materials (IF=16.836), Materials science, Multidisciplinary 분야 상위4.35%)에 게재하였음. 본 연구에서는 미래 산업분야인 인쇄전자 분야에 적용가능한 전도체 잉크로 신규 2D 재료인 맥신을 유기불소산 처리를 통해 고분산, 고전기전도도를 갖는 신규 인쇄형 전도체 소재를 개발함. 본 연구의 결과는 향후, 다양한 플렉시블 전자 및 에너지 소자 분야에 전자부품으로 적용될 것으로 기대되며, 첨단 IT·에너지 산업에 크게 기여할 것으로 사료됨.
4. 박사과정 나레사갈 (지도교수: 이용록)은 “인듐 촉매를 이용한 알데하이드의 1,3-변환 및 분리된 CO₂ 압출을 통한 1-나프탈데하이드 유도체의 위치 선택적 합성” 연구를 ACS Catalysis (IF=12.35, Organic Chemistry 분야 상위 7.23%)에 게재하였음. 이 새로운 합성법은 다중방향족 부분을 포함한 1-나프탈알데하이드의 유도체 합성에 효과적임. 이러한 합성법을 통해 다양한 작용기를 가진 1-나프탈알데하이드를 만들 수 있어 전제재료로 사용이 가능 함. 이 반응은 In(III) 촉매 하에서 탈방향족

고리화, 락톤화, 링 수축 및 CO₂의 압출을 통해 단계적으로 반응이 진행되며, DFT 계산을 통해 메카니즘을 확인함. 이 반응에서 알데히드 변환은 알데히드의 전이에 의해서가 아니라 기질 아렌의 새로운 골격 재배치에 의해서 일어나는 것으로 확인 됨.

5. **박사과정 잠세드사나** (지도교수: 이용록)는 “인듐(III) 촉매 하에서 멀티-컴포넌트 [2+2+1]-고리화 반응을 통해 다양한 유형의 피리딘 유도체 합성” 연구를 Green Chemistry (IF=9.48, Organic Chemistry 분야 상위 3.65%)에 게재하였음. 이 새로운 반응을 통해 디하이드로벤조퀴놀린, 아자플루오렌, 아자플루오렌온, 피리도쿠마린, 벤조사이클로헥사피리딘 구조를 가진 광범위한 다중고리성 물질을 성공리에 합성함. 합성된 화합물들은 새로운 형광체와 금속 이온 탐지용 화학 센서로서 우수한 광물리학적 특성을 보이고 있어, 형광체나 센서로 사용가치가 크다고 사료됨.
6. **석사과정 손동규** (지도교수: 이기백)는 “리튬 이온 이차전지 전극 재료에 적용하기 위하여 손쉬운 열적 표면처리방법을 이용하여 기존 흑연 대비 층간간격이 확장된 흑연 및 다공성 흑연 전극을 개발”에 대한 연구를 Carbon (IF=8.821, Materials Science, Multidisciplinary 분야 상위 10.03%)에 게재하였음. 기존 흑연의 단점인 좁은 층간간격을 expandable 흑연을 간단히 열처리시간 동안 열처리하여 층간간격이 확장되고 기공을 포함하는 흑연을 제조하는 공정을 개발하여 기존 연구결과 대비 우수한 이차전지 성능을 확보하였음. 본 연구는 기존 리튬 이온 이차전지 전극 물질의 제조방법을 대체할 새로운 방법을 제공함으로써 미래성장산업인 플렉시블 IT·에너지 분야에 큰 도움이 될 것으로 확신함.
7. **박사과정 왕일원, 석박사통합과정 이지균** (지도교수: 김세현)은 “유기논리회로 응용에 적합한 절연층 인쇄방법에 대한 연구를 재료분야 상위 저널인 ACS applied materials & interfaces 지 (IF=8.758, Materials Science, Multidisciplinary 상위 10.4%)에 게재함. 본 연구에서는 플렉시블 전자소자의 핵심부품인 유기논리회로의 절연층 구현에 적합한 인쇄방법 및 절연층 잉크의 개발을 수행함. 특히, 기존 진공기반 절연층 제조방법에 비해 공정 수를 획기적으로 줄이고, 에너지효율 및 친환경인 제조방법을 개발하였음. 본 연구는 미래성장산업인 플렉시블 IT·에너지 분야에서 신규 소자를 제조할 수 있는 기술을 습득한 인력을 양성함으로써 관련 산업의 확장에 큰 도움이 될 것으로 확신함.
8. **박사과정 루비오피터유세프** (지도교수: 이용록)는 “중금속 감지를 위한 다양한 유형의 바이피리딘 유도체 합성” 연구를 ChemSusChem (IF=7.96, Organic Chemistry 분야 상위 6.09%)에 게재하였음. 환경 친화적인 용매인 디하이드로레오칼루코세론(Cyrene)을 사용하여 촉매 및 첨가제가 없는 조건에서 아민, 크로몬-3-알데하이드, 피리디닐 나이트릴의 고리화 반응을 통해 다양한 유형의 바이피리딘에 쉽게 합성할 수 있는 새로운 전략을 개발함. 이 합성에서 아민은 염기 촉진제와 기질 역할로 동시에 사용 되었고, 이 반응은 마이크로파를 이용한 친환경적이며, 짧은 반응 시간, 뛰어난 원자 경제성의 중요한 특징을 보여줌. 이 합성법으로 만들어진 화합물들은 수은, 구리, 철 이온 등의 중금속을 검출할 수 있는 센서로 사용 가능성을 보여줌.
9. **박사과정 카딜칸자** (지도교수: 이문용)는 “단일 혼합 냉매 LNG 공정: 개선 가능성, 운영 최적화 및 추가 개선을 위한 실제 가능성 연구”를 Journal of Cleaner Production (IF=7.246, Environmental Science 분야 상위 6.981%)에 게재하였음. 본 연구에서는 기존 SMR 프로세스의 개선 가능성 확인, 시스템의 운영 최적화, 최적화된 프로세스에서 추가 개선을 위한 가능성 확인으로 이루어지는 에너지 효율화 전략을 제시하였음. 이를 통해 기존 SMR LNG 공정의 에너지 효율에 상당한 개선을 보였음. 본 연구 결과는 향후 수소생산분야 등에 적용되어 에너지 효율 향상에 크게 기여할 것으로 사료됨.
10. **박사과정 모하메드모스타파사드** (지도교수: 심재진)는 “Carbon nano-onion(CNO)을 이용한 투명 염료감응형태양전지(DSSC) 개발 연구”를 Nanoscale (IF=6.97, Physics, Applied 분야 상위 11.82%)에 게재하였음. 본 연구에서는 고품질의 CNO를 대량으로 제조하는 합성기술을 개발하여 DSSC에 적용하였음. CNO를 적용한 DSSC는 5.17%의 태양 에너지 변환 효율을 나타내었으며 >55%의 투과도를 보여, 향후 CNO를 적용한 태양전지의 활용도 넓힐 것으로 예상됨. 본 연구는 저렴한 DSSC 소재 합성 및 응용 사례를 제시함으로써 IT·에너지 분야에 소재 개발 및 적용에 도움이 될 것으로 기대됨.

11. **박사과정 박규태** (지도교수: 한성수)는 “전분환원 그래핀옥사이드-폴리요오드화물(SRGO) 나노복합체의 항균성 연구”를 Food Chemistry (IF=6.306, Food Science & Technology 분야 상위 3.95%)에 게재하였음. 본 연구에서는 전분을 원료로하는 reduced Graphene oxide(rGO)를 수열합성법을 이용해 합성한 후 폴리요오드를 첨가하여 SRGO 나노복합체를 제조하였고 개발한 나노복합체가 Escherichia coli 및 Staphylococcus aureus에 대해 강력한 항균 활성을 가지고 있음을 확인하였음. 본 연구로부터 Dopant가 포함된 전분 기반 항균 나노물질이 식품 포장에 사용될 수 있음을 확인하였으며, 연구 결과를 향후 IT·바이오 에너지 분야로 확장할 계획임.
12. **석사과정 김지수** (지도교수: 이기백)은 “수소발생용 수전해 전극 촉매 재료에 적용하기 위하여 수열합성방법을 통해 비귀금속계 코발트-몰리브덴 이중층수산화물 촉매 개발”에 대한 연구를 Applied Surface Science (IF=6.182, Materials Science, Multidisciplinary 분야 상위 2.38%)에 게재하였음. 기존 연구대비 넓은 표면적 및 활성도가 높은 코발트와 몰리브덴의 최상의 비율조합을 손쉬운 수열합성법을 통하여 제조하는 공정을 개발하여 3D 구조의 수산화이중층 구조의 촉매를 제조함으로써 산소발생반응 및 수소발생반응에서 귀금속촉매 대비 우수한 성능을 확보하였음. 본 연구는 수소생산분야에서 우수한 제조방법을 제공함으로써 첨단 IT·에너지 산업에 크게 기여할 것으로 사료됨.

② 참여대학원생 학술대회 대표실적의 우수성

- 본 교육연구단의 지난 1년간 석박사 졸업생이 달성한 국내외학술대회 대표실적들 (국제학술대회 2건, 국내학술대회 1건)의 질적 우수성을 수상 내용이 우수성과 연구내용의 중요성을 중심으로 아래에 기술함. 이와 같은 수상실적은 BK21플러스 사업을 통한 고급인력 양성의 중요한 성과로서 본 교육연구단 소속 대학원생들의 연구 우수성 및 관련 연구 분야에서의 기여도를 잘 보여주고 있음.
1. **석사과정 고은희**(지도교수: 강도형)는 국내 산업체와의 산학협력 연구를 바탕으로 2021년 5월 에너지환경분야에 권위있는 국내학술대회인 한국에너지기후변화학회 2021 춘계학술대회에서 “VOC 제거를 위한 Pt/SiO₂-Al₂O₃ 연소 촉매의 합성 및 성능평가”에 대한 연구결과를 발표하였으며, 연구의 우수성 및 산업적 중요성을 인정받아 우수발표논문상을 수상함. 본 연구는 VOC 제거를 위한 연소촉매를 합성하기 위하여 산점이 다른 다양한 지지체 위에 Pt를 담지하여 연소반응을 진행하였고,, 최적의 산점 및 Si/Al 비율을 얻는 성과를 거두었음. 이러한 연구성과는 첨단 IT·에너지 전문인력 양성이라는 연구단의 비전과 목표에 부합하고 청정기술 관련 산업 및 학문 분야의 발전에 역할을 할 것으로 기대됨.
 2. **석사과정 조성욱** (지도교수 : 전찬욱)은 세계 3대 태양광학술대회 중 하나인 PVSEC-30 (2020년 11월)에서 “Effect of MoSe₂ on the contact resistance of ZnO/Mo junction formed on Cu(In,Ga)Se₂ solar modules” 주제의 논문발표에 주저자로 참여하여, 연구결과의 우수성 및 독창성을 인정받아 Best Poster Award를 수상함. 본 연구는 모놀리식 배선에 포함된 후면전극과 전면전극 간 컨택의 저항을 직접 측정하는 방법론을 적용하여, 박막태양광모듈 제조과정에서 후면전극 표면 성질에 따라 컨택저항이 크게 달라짐을 증명함. 이러한 연구성과는 태양광전력의 생산효율을 증대시킬 수 있는 공정모니터링 방법을 제시함으로써, 탄소중립 사회 구현에 기여할 것으로 판단됨.
 3. **박사과정 모하메드모스타파사드** (지도교수: 심재진)는 우리학부 김우경교수 연구실과의 공동연구를 바탕으로 2021년 7월 7일-9일간 off-line으로 개최된 국제태양광학술대회 (Global Photovoltaic Conference: GPVC2021)에서 “Optimization of Ag doping Concentration of In₂S₃ Semiconductor for Photocatalytic applications” 주제의 논문발표에 공동저자로 참여하여, 연구결과의 우수성 및 발표내용 창의성을 인정받아 Best Poster Award를 수상함. 본 연구는 In₂S₃ 화합물반도체에 Ag를

도평할때의 최적 농도를 도출하고, 광촉매로서의 활성개선 및 물분해를 통해 수소생산 분야로의 응용가능성을 평가하였음. 이러한 연구성과는 첨단 IT·에너지 전문인력 양성이라는 연구단의 비전과 목표에 부합하고 해당 산업 및 학문 분야의 발전에 큰 기여를 할 것으로 기대됨.

목표 달성

③ 참여대학원생 특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성

- 본 교육연구단의 지난 1년간 석사 및 박사 졸업생이 달성한 특허 중 창의성 및 혁신성, 지역 산업에 기여 가능성을 중심으로 대표실적 2건을 선정하였으며 질적 우수성을 아래에 기술함.
- 1. 석사과정 김지수 (지도교수 : 이기백)는 “효율적인 산소 및 수소 발생을 위한 3차원 계층적 나노 구조의 코발트-몰리브덴 이중층 수산화물 제조방법 및 이에 의해 제조된 이중층 수산화물” 연구를 수행하였으며 연구의 신규성, 진보성, 혁신성과 창의성을 인정받아 2021년 7월 국내특허를 출원하였음. 본 연구결과는 미래성장산업인 IT·에너지 분야 중 수소생산 분야에서 수전해 촉매의 구조설계 및 제조공정 개선을 통하여 낮은 과전압 및 효율적인 수소/산소 생산의 원천기술을 확보함으로써, 미래형 IT·에너지 소재공정 전문인력 양성이라는 연구단의 비전과 목표에 부합함.
- 2. 석사과정 김난경 (지도교수 : 이기백)는 “고효율 수전해를 위한 2차원 계층적 삼원 니켈-코발트-몰리브덴 이중층 수산화물의 제조방법 및 이에 의해 제조된 이중층 수산화물” 연구를 수행하였으며 연구의 신규성, 진보성, 혁신성과 창의성을 인정받아 2021년 7월 국내특허를 출원하였음. 본 연구결과는 미래성장산업인 IT·에너지 분야 중 수소생산 분야에서 수전해 촉매의 구조설계 및 제조공정 개선을 통하여 기존의 수소/산소 생산에 필요한 과전압 감소, 효율 증대 및 상업화 원천 기술을 확보함으로써, 미래형 IT·에너지 소재공정 전문인력 양성이라는 연구단의 비전과 목표에 부합함.

4. 신진연구인력 현황 및 실적

- 신진연구인력 현황
 - － 본 교육연구단에서는 1차년도 BK FOUR 사업 지원 신진연구인력 3명, 사업 외 지원 신진연구인력 5명등 총 7명의 신진연구인력을 확보하고자 계획하였음. 현재 BK FOUR 사업 지원 신진연구인력 2명과 사업 외 지원 신진연구인력 5명을 포함 총 7명의 신진 연구인력을 확보하였음.
 - － 신진 연구인력의 안정적인 연구활동을 위하여 BK FOUR 사업 지원 신진연구인력 (박사후 연구원)에 월 300만원의 인건비를 지급하고 있으며, 우수 연구실적을 배출 시 성과급 (환산보정 IF 분야별 차등지급)을 지급하고 있음.
 - － 특히, 대학 본부와 외 협력을 통해 신진연구인력의 연구성과에 대한 성과급 지급제도를 포함한 연구지원체계를 구축하여 실행하고 있음.
- 신진연구인력 실적
 - － 본 교육연구단의 신진연구인력의 1차년도 연구실적으로 톰빌라주시타람 박사후과정생은 총 2편의 논문을 출판하였음. 특히, 2편의 논문이 (Renewable & Sustainable Energy Review, IF: 12.11 Q1 주저자, Advanced Synthesis & Catalysis, IF: 5.851 Q1 공동저자) 각각 Green & Sustainable Science & Technology 분야 상위 1.22% 이내, Chemistry, Organic 분야 7.89% 이내의 상위 저널로 질적으로 매우 우수한 연구성과를 도출하였음.
- 향후 추진계획
 - － 현재 교육연구단은 1차년도에 총 3명의 신진연구인력 (사업단 지원: 2명, 사업단 외 지원: 5명)을 확보하였으며, 신진연구인력들이 우수한 연구성과를 창출할 수 있도록 대학본부와 긴밀한 협력하에 연구지원체계를 마련하여 지원할 예정임.
 - － 향 후, 2차년도에서도 사업단 지원 신진연구인력 2명과 사업 외 지원 7명이상을 확보하고자 계획, 실행중에 있음.
 - － 우수한 신진연구인력 확보를 위하여 국내외 대학 (특히, 본사업단과 MOU를 맺은 대학 포함), 연구소 및 산업체에 본 교육연구단의 우수한 연구력 및 성과를 홍보하여 우수한 신진연구인력이 본 교육연구단에 참여할 수 있도록 유도하고자 함.

- 외국대학 홈페이지, 전자문서, 영문 홍보 브로셔 발행 및 배포, 외국대학 및 기관 방문과 초청 등을 통한 전방위적인 적극적 홍보를 통하여 우수 신진연구인력을 유치함.
- 코로나 팬데믹 상황을 고려하여 BK21 FOUR 사업에서는 구축된 자체 홈페이지뿐만 아니라, research gate등의 연구자를 위한 소셜 네트워킹 서비스를 적극 활용하여, 본 교육연구단의 연구성과 홍보 및 신진연구자 유치를 위한 다양한 창구를 마련할 예정임.
- 특히, 1차년도에는 코로나 팬데믹으로 인하여 기존 신진연구 인력의 국제 연구 활동이 제한되었으나, 2차년도에는 대면/비대면 방식을 통한 국제 연구활동 장려 및 1회 이상의 국제학술대회 경비를 지원할 예정임.
- 신진연구인력의 활발한 논문연구 활동을 위하여 영어논문 교정 및 번역 지원을 대학 차원에서 지원할 예정이며, 신진연구인력의 교육역량강화를 위하여 대학원 교육 및 강의에 적극 참여 시킬 예정임. 또한, 사업단 참여 대학원생들과의 연구 멘토링을 적극 활용하여 신진연구인력의 교육 및 연구역량을 증진시킬 예정임.
- 신진연구인력의 연구역량 증진을 위하여 신진연구인력을 거대규모 집단 연구와 국제 공동연구 및 산학연구에 적극적으로 참여시키고, 이와 더불어 신진연구인력 본인이 연구책임자로 정부지원과제에 지원하여 연구비를 확충하게 유도함으로써 주체적인 연구 활동을 지향하게 함

5. 참여교수의 교육역량 대표실적

연번	참여교수명	연구자등록번호	세부전공분야	대학원 교육관련 대표실적물	DOI번호/ISBN/인터넷 주소 등
참여교수의 교육관련 대표실적의 우수성					
1	이문용		화학공정	저서 / Advances in Distillation Retrofit	ISBN : 978-981-10-5899-8 Page : 1 - 210
	해외 저명 전문서적 출판사인 Springer에서 출간된 본 저서는 화학공정의 대표적인 분리수단인 증류탑에 대하여 기초적인 이론으로부터 실제 산업의 적용에 이르기까지 심층적이고도 폭넓게 내용을 다루고 있음. 구체적으로 multi-effect distillation, heat pump assisted distillation, thermally coupled distillation, dividing wall column, reactive distillation, innovative hybrid systems의 이론, 설계 및 운전에 관한 내용을 포함하며 증류탑 설계 및 운전에 관한 학부 수준 이상의 고급 내용을 이해하기 쉽게 설명하므로 대학원 수업을 통한 전문인력 양성에 유용한 저서임. 현재 본교 대학원 distillation process, process integration, process intensification, process retrofit 관련 수업에 본 저서를 강의 교재로 활용하고 있으며 수강생들의 만족도는 매우 높음. 수업을 수강한 학생들은 졸업 후 관련 분야에 다양하게 취업 및 진학하였음.				
2	이문용		화학공정	Book chapter / Chemical Process Retrofitting and Revamping : Techniques and Applications	ISBN : 978-111-90-1633-5 Page : 249 - 283
	본 chapter는 side stream column을 dividing wall column으로 개선하여 공정비용을 절감하는 case study를 상세하게 설명함. 구체적으로 ternary 혼합물을 분리하기 위한 side stream column을 열역학적, 속도론적 방법으로 분석하고, 이를 바탕으로 최적화된 dividing wall column을 설계하는 과정을 체계적으로 정리함. 현재 교육계에서는 신기술인 dividing wall column에 관한 교재가 매우 부족하므로, 본 chapter의 대학원 교육과정에서의 활용 및 필요성은 매우 높음. 실제 수업에서의 활용 결과, chapter를 사용하는 수업의 수강 학생들의 만족도가 매우 높았으며, 관련 수업을 수강한 학생은 현재 다양한 분리공정 관련 분야에 취업 및 진학하였음.				
3	한기수		메디컬 생체재료, 고분자 물성	Book chapter / Materials for Biomedical Engineering : Nanobiomaterials in Tissue Engineering	ISBN : 978-111-89-6979-3 Page : 29 - 67
	본 chapter는 biomedical engineering의 다양한 연구 분야 중, nanobiomaterials을 tissue engineering에 활용하는 연구의 최근 동향 및 이에 관련한 이론을 소개함. 구체적으로는 bioactive한 물질의 물리, 화학, 생물학적 특성을 분석하고, 이에 따른 활용법을 탐구하여 tissue engineering에 적용 가능성을 판단하는 과정을 상세히 기술함. 특히, Nanobiomaterials의 활용에 관한 최신 연구결과를 체계적으로 분류 및 요약함으로써, 대학원생들의 후속 연구에 길잡이 역할을 할 수 있음. 본교 대학원에서는 현재 chapter를 활용하여 메디컬 생체재료 관련 수업을 진행 중이며, 참여하는 학생의 만족도 또한 매우 높음. 관련 강의를 수강한 학생들은 현재 다양한 생체/바이오 관련 분야에 취업 및 진학하였음.				

	한성수		메디컬 생체재료, 고분자 물성	Book chapter / Cutting-Edge Enabling Technologies for Regenerative Medicine	ISBN : 978-981-13-0949-6 Page : 161 - 210
4	<p>본 chapter는 protein 기반의 biomaterial에 관한 기초연구로부터 최근 연구 동향에 이르기까지 생체 및 약물 관련 연구 전반을 상세히 설명함. 구체적으로 collagen, keratin, elastin, silk protein의 biomedical 및 biotechnology 분야에 활용 가능성을 제시하였음. 특히, 현재 protein 기반의 biomaterial은 tissue regeneration, drug delivery 등에 높은 활용성으로 인해 학계 및 산업계에서 큰 주목을 받고 있으므로, 이를 체계적으로 정리 및 요약한 본 chapter는 후속 학문 세대 양성에 큰 도움이 될 수 있음. 현재 본교 대학원에서는 chapter를 활용하여 protein 기반의 biomaterial과 관련한 대학원 수업을 진행하고 있으며, 강의를 수강한 학생은 생체재료 및 고분자 물성의 전문인력으로 양성되었음.</p>				
	심재진		수소연료전지, 이차전지	Book chapter / Rheology and Processing of Polymer Nanocomposites	ISBN : 978-111-89-6979-3 Page : 29 - 67
5	<p>본 chapter는 다양한 고분자/무기물 나노충전재의 특성 및 합성법을 상세하게 설명함. 구체적으로 in situ 중합법, 용액혼합법, 용융복합법을 통하여 나노충전재를 합성하는 과정을 체계화하고, 합성된 나노충전재의 물리 및 화학적 특성의 분석법을 상세히 설명함. 특히, 점토광물, CNTs, 실리카 나노입자를 사용하여 고분자의 물리적 특성을 강화하는 방법과 예를 구체적으로 제시하였음. 이론적인 내용뿐만 아니라 합성된 고분자 기반의 나노충전재를 분석하는 다양한 실험 및 분석적 방법들, Wide-angled X-ray diffraction (WAXD), small-angle X-ray scattering (SAXS), scanning electron microscopy (SEM), 그리고 transmission electron microscopy (TEM)에 대한 소개 및 활용 방법도 포함하므로, 관련 분야에 종사하는 대학원생들의 연구에도 큰 도움이 될 수 있음. 본 chapter는 현재 대학원의 기초 과목 강의 부교재로 활용 중임.</p>				
	심재진		수소연료전지, 이차전지	Book chapter / Graphene Science Handbook : Mechanical and Chemical Properties	ISBN : 978-1-4665-9124-0 Page : 447 - 464
6	<p>본 chapter는 그래핀에 대한 최근의 연구동향을 소개하고, 다양한 그래핀의 합성 및 활용법에 관하여 기술함. 특히, 그래핀, 그래핀 유도체, 그래핀 기반 항균복합체를 합성하는 최신 기술 및 기초 이론을 상세하게 설명함. 아울러 합성된 그래핀 구조체를 활용하는 다양한 연구를 체계적으로 분류 및 정리함으로써, 그래핀 관련 연구에 종사하는 대학원생의 지침서로 사용될 수 있음. 본교 대학원에서는 이 책의 내용을 그래핀 소재 관련 수업의 이론 및 실습 부교재로 활용 중이며, 이 강의를 바탕으로 그래핀 관련 연구를 수행한 학생들을 다양한 탄소화합물 관련 분야 및 태양에너지, 이차전지, 전자산업에 취업 및 진학하였음.</p>				

7	서정현		생체소재공학	Book chapter / Springer Handbook of Marine Biotechnology	ISBN : 978-3-642-53970-1 Page : 1321-1336
	본 chapter는 marine biotechnology의 다양한 연구 분야 중, mussel-derived bioadhesives의 최근 연구 동향 및 활용방안에 관하여 소개함. 구체적으로 mussel-derived bioadhesives의 물리 화학적 특성을 분석하고, 이를 합성하는 방안에 대하여 상세하게 기술함. 또한, 생산된 bioadhesives를 tissue engineering, scaffolds, complex coacervation 등에 활용하는 최근 연구를 소개하고 이를 체계적으로 분류함. 본 chapter는 marine biotechnology의 전문가 양성을 위한 교육을 목적으로 기술되었으므로, 대학원 수업의 교재 및 연구지침서로 활용될 수 있음. 본교 대학원에서 현재 marine biotechnology 관련 강의에 chapter를 주교재로 활용하고 있고, 수강생들의 만족도가 매우 높음.				
8	서정현		생체소재공학	번역서 / 생화학과 분자생물학	ISBN : 979-11-85615-81-3
	본 번역서는 생화학 및 분자생물학의 전반적인 내용을 다룸. 구체적으로 생명체의 기본 개념으로부터 단백질과 세포막의 구조와 기능, 대사와 영양, 정보 저장과 이용, 세포와 조직, 질병에 대한 보호기작에 이르기까지 다양한 개념 및 심화 과정에 대하여 상세히 설명함. 본 번역서는 학부생 및 대학원생의 교육을 목적으로 전반부는 기초적인 내용에서 시작하여, 후반부는 최근 연구동향을 포함한 연구의 구체적인 내용에 이르기까지 다양한 전공지식을 체계적으로 설명함. 본교 대학원에서는 번역서를 생체소재공학 관련 수업의 필수 교과서로 활용하고 있음. 관련 강의를 수강한 학생들은 현재 다양한 생화학 및 분자생물학 관련 분야에 취업 및 진학하였음.				
9	정재학		공정시스템 및 에너지공학	번역서 / 세계와 생활을 바꾸는 솔라셰어링(Solar Sharing)	ISBN : 978-89-7581-574-4
	본 번역서는 농작물 수확의 감소 없이 에너지 자립화를 이룰 수 있는 ‘솔라 셰어링’ 기술을 소개함. 본 번역서는 2004년도부터 Solar sharing 기술을 개발한 저자의 일본에서 10여년 이상 설치/운영/개선을 추진해 온 경험과 노하우를 담고 있음. 특히 ‘솔라 셰어링(Solar sharing)’의 역사, 이론과 실제, 계획과 설치, 운영 등을 비롯해 실증 시험, 운영 추진 효과와 활용 방법, 시책 및 개선 방향, 기대 효과에 대하여 상세히 기술되어 있으므로, 태양전지의 실제 적용과 관련한 교육에 필수적인 교보재임. 따라서, 본 교육연구단에서는 솔라 셰어링과 밀접한 관련이 있는 태양에너지 활용 관련 대학원 교과목에 참고서로 본 번역서를 활용하고 있음. 관련 강의를 수강한 학생들은 현재 다양한 태양전지 관련 분야에 취업 및 진학하였음.				

6. 교육의 국제화 전략

① 교육 프로그램의 국제화 현황 및 계획

1) 교육연구단 교육 프로그램의 국제화 현황

- 본 교육연구단은 IT 및 에너지 소재공정으로 특화된 창의적 화학공학 고급인력을 양성할 수 있는 선진화 대학원의 구축을 주요 교육목표의 하나로 설정하고 있으며, 이를 달성하기 위하여 교육의 국제화를 매우 중요한 방안으로 선택하여 운영하고 있음. 본 교육연구단은 지난 2단계 BK21 사업, 3단계 BK21 플러스 사업, 학부 주관의 대형 국책사업 (PRIME, 지역선도대학사업), 신재생에너지 전력 및 열 생산/저장 하이브리드 시스템 인력양성 고급트랙, 수소산업 융복합 인력양성사업, 중점연구소사업 등을 통해 대학원 교육 및 연구의 국제화 기반을 아래와 같이 탄탄하게 구축하고 있음.
- 대학에서는 대학원생들의 국제화 교육을 위하여 외국인 교수를 채용하고 외국어 강의와 학위논문의 외국어 작성 비중을 꾸준히 향상시키고 있음. 또한 외국 대학·기관의 실험실과 자매실험실 관계를 맺어 학생들의 연구 및 인적교류를 통하여 관련 분야 연구정보를 교환하는 등 국제적 협력을 강화하고 있음.

2) 교육 프로그램의 국제화 실적 및 전략

- 본 교육연구단은 대학원생 국제교류 (해외 연구실 장기연수 및 공동연구 수행; 6개월 또는 1학기 이상), 외국대학과의 복수학위제, 외국 연구소 및 대학 인턴, 대학원생 단기 (15일 이상) 해외연수, 방문 연구, 해외석학초빙 및 활용, 교육 인프라 (외국어 강의, 학위논문 외국어 작성) 구축, 우수 외국인 학생 유치에 해오고 있음. 특히 해외석학초빙에 의한 국제 공동연구와 정보교류 및 우수 학생 유치가 활발하며, 국제교육 인프라는 매우 탄탄하다고 할 수 있음.

2-1) 복수학위제 도입

- 국외의 우수한 인재를 석박사과정으로 유도하기 위하여 해외 대학 및 기관과의 복수 석사학위 제도의 도입을 적극 확대할 계획임. 인도네시아의 스리위자야대학과 베트남의 하노이과학기술대와 협의를 진행하고 있으며, 최근에는 마케도니아 SS. Cyril and Methodius University와의 교류를 통하여 복수학위제를 포함한 국제협력을 진행하고 있음.

2-2) 해외석학 초빙 및 활용

- 교육연구단의 연구력을 국제적 수준으로 향상시키고 지역산업체의 기술개발역량을 제고하기 위해 해외 석학을 초빙하여 국제공동심포지엄, 워크숍, 기업지도 등에 활용하고 있으며 이를 계속 유지 및 확대할 계획임.
- 국제청정기술심포지엄 : 본 교육연구단과 영남대 청정기술연구소 (소장 : 심재진 교수)가 공동으로 국제청정기술심포지엄을 개최함 (20th International Symposium on Clean Technology, 2021.01.26.)
- 2014년부터 영남대학교 BK 프로그램 주관으로 개최해 온 SKY (Shanghai대학-Kyushu대학-Yeungnam대학) 국제 심포지엄은 코로나 상황으로 2020년과 2021년 현재 잠정 연기함.

2-3) 교육 인프라 (외국어 강의, 학위논문 외국어 작성 비율, 외국인 학생) 확대

- 외국어 강의 : 2017년도 66.17%, 2018년도 55.1%, 2019년도 60%, 2020년도 75%, 2021년도(1학기) 88.2% 개설율을 기록하였으며 2027년까지 외국어 강의 개설율을 60% 이상 유지하고자 함. 이를 위해 대학원 강의 평가시스템을 도입하고 평가 결과에 따라 인센티브를 제공할 예정이고, 영어가 공용어인 국가 출신 박사후연구원 혹은 연구중점교수의 채용을 확대할 계획임.
- 외국어 학위논문의 확대 : 학위논문 외국어 작성 비율은 2017년 8월과 2018년 2월에 56.75%, 2018년 8월과 2019년 2월에 48%, 2019년 8월과 2020년 2월에 65.38%, 2020년 8월과 2021년 2월에 100% 였으며, 향후 50% 이상 유지하고자 함.
- 외국인 신진연구인력의 확대 : 대학 및 학부 영문홈페이지에 외국인 신진연구인력 채용 광고를

상시로 게시할 예정임. 본 교육연구단에서 초청한 외국대학 교수들과 연구소 책임연구원들의 네트워크를 통하여 우수한 외국인 신진연구인력의 확보를 추진함.

- 우수한 외국인 대학원생을 유치하기 위하여 대학원생들의 전공교육 심화에 중점을 두었으며, 중국과 베트남을 비롯한 여러 국가를 방문하여 설명회를 갖는 등 적극적인 유치활동을 실시하였음. 2017학년도에는 전체 참여대학원생 99명 중 외국인이 44.5명, 2018년에는 90명 중 41.5명, 2019년 43명 중 19.5명, 2020년(2학기)에는 48명 중 19명임. 배출된 외국인 졸업생들이 세계 유수의 대학과 연구기관에 교수 혹은 연구원으로 취업함으로써 우리 교육프로그램의 우수성 및 국제화를 입증하고 있음. 또한 본 교육연구단에서는 우수 외국인 포스트닥을 2017년도에는 10명, 2018년도에는 13명, 2019년도에는 16명, 2020년도에는 23명, 2021년도에는 26명을 유치하여 본 교육연구단에서 교육 및 연구에 전념하고 있음. 2021년(1학기) 현재 67명 중 27명의 외국인 대학원생을 확보하고 있으며, 향후 우수 외국인 학생과 우수 외국인 포스트닥을 현행 수준 이상으로 유치하고자 함.

2-4) 외국학생 친화적 제도 구축 및 환경 조성

- 외국기관과의 MOU체결 : 현재 본 교육연구단 (학부 포함)은 외국 대학 및 연구기관과 22여 개의 MOU를 체결하고 다양한 인력 및 학술 교류를 진행하고 있음.

국가	해외대학	협약일
미국	University of Delaware의 Institute of Energy Conversion	2016.12
	Colorado School of Mines	2019.03
프랑스	University of Strasbourg	2015.02
	CNRS 연구협회	2019.03
	Université de Nantes	2021.05
베트남	Nha Trang University	2011.05
	Hanoi University of Science and Technology	2013.09
	Danang University of Science and Technology	2015.03
인도네시아	Sriwijaya University	2014.01
독일	Fraunhofer CSP, Hagen, Martin Luther University, Anhalt University of Applied Sciences	2015.02
	Anhalt Hochschule	2019.03
이집트	Egyptian Petroleum Research Institute	2016.11
태국	Mahachulalongkornrajavidyalaya University of Technology	2016.11
인도	Center for Interdisciplinary Research, Gokhale College, D.K.T.E. Society's Textile & Engineering Institute, Sanjay Ghodawat University, D. Y. Patil University	2017.11
대만	National Taiwan University	2017.11
	National Cheng Kung University	2019.11
마케도니아	St. Cyril and Methodius University	2018.11
호주	University of Melbourne	2019.03

- 특히 2021년 5월 4일에 화학공학부 BK 프로그램 주축으로 프랑스 낭트대학 (Université de Nantes)과 영남대학교 공과대학 전계열과 함께 MOU를 체결함.
- 모든 대학서류의 국영문 병기 추진 : 대학 본부 차원에서 대학원 관련 서류의 국영문 병기를 추진하였고 현재 대부분의 서류를 국영문 병기로 발급받을 수 있음.
- 우수 외국인 대학원생 유치를 위한 학과 홍보실적과 확보 실적 : 영남대학교는 32개국의 국외 우수대학, 236개 대학 및 기관과 자매결연관계에 있음. 본 교육연구단에서는 해외 홍보 및 설명회, 국제학회를 통한 인적교류, 외국인 학생 멘토제 운영, International Day 행사 등을 통하여 해외 우수학생 유치프로그램을 운영·활성화해 나가고 있음.
- 외국인 대학원생 모교 홍보활동 시스템 구축과 홍보책자 발행 및 배포 : 외국 대학 칭 연구소에 본 교육연구단의 대외 홍보를 위해서 영문 홍보책자를 배포하였음. 외국인 대학원생의 자국 출신교

홈페이지에 본 교육연구단 홍보를 통하여 후배 학생들의 진학을 유도하고 있음. 이러한 직접적인 홍보활동을 통하여 본 교육연구단은 다양한 국가의 우수 연구인력을 확보해 나갈 예정임.

- 연구인센티브제 도입 : 현행 SCI 논문 게재지원 인센티브 (30만원/SCI편당 주저자)에 더하여 환산보정 IF 인센티브를 추가할 예정임.

3) 교육 프로그램의 국제화의 구체적 계획

- 본 교육연구단은 ① 국내외우수학생과 신진연구인력의 유치 및 선정을 위한 다양한 제도와 전략 개발 및 확대, ② 학사운영 규정의 개선 및 강화, ③ 다양한 국제학술활동 지원 프로그램과 인센티브 확대와 차등화를 통하여 대학원생 학술활동을 적극 지원하고 대학원생의 연구수월성을 증진하고 참여 학생들의 국제화 소양을 함양하고자 함.
- 2021년(1학기) 현재 67명 중 27명의 외국인 대학원생을 확보하고 있으며, 향후 우수 외국인 학생을 현행 수준 이상으로 유치하고자 함.
- 외국어 강의는 2021년도(1학기) 현재 88.2% 개설율을 기록하였으며 2027년까지 외국어 강의 개설율을 60% 이상 유지하고자 함.
- 학위논문 외국어 작성 비율은 2020년 8월과 2021년 2월에 100% 였으며, 향후 50% 이상 유지하고자 함.
- 외국기관과의 MOU체결 진행 상황: 한성수 교수는 2021년 7월 23일 현재 영남대학교와 사우디아라비아 Zazan University와 MOU를 체결하기 위해 추진 중임.
- 최근 1년간 본 사업단은 43명의 외국인 포스닥을 유치하였는데, 현행 수준 이상으로 유치하고자 함

사업년도	4단계 BK21사업 지원 박사후연구원	4단계 BK21사업 외 지원 박사후연구원	합계
2020	3	18	21
2021	3	19	22
합계	6	37	43

- 코로나 안정이 기대되는 2022년부터 연간 2개 이상의 국제 심포지엄을 개최하여 해외석학 초빙 규모를 확대하여 매년 약 20~30명의 해외석학과 전문가를 초빙하여 자매실험실 확보와 본 교육연구단의 학생 교육과 연구력 증진 및 참여업체의 기술력 증진을 꾀하고자 함.

② 참여대학원생 국제공동연구 현황과 계획

1) 참여대학원생의 국제공동연구 현황 및 향후 계획

연번	공동연구 참여자			상대국 /소속기관	연구내용	연구기간
	대학원생	지도교수	국의 공동연구자			
1	Mostafa S. Sayed	심재진	Saad G. Mohamed	이집트/ Mining and Metallurgy Engineering Department	향상된 슈퍼커패시터 전극을 위한 팔면체 CuCo_2O_4 탄소섬유의 단계 개발에 관한 국제공동연구를 수행	2020.08 - 2021.06
2	Mostafa Saad Sayed	심재진	Siva Sankar Nemala, Smrutiranjana Parida	인도/ Department of Metallurgical Engineering and Materials Science	CNO를 이용한 광학적으로 투명하고 경제적인 DSSC에 관한 국제공동연구를 수행하여 SCI저널에 논문 게재함(IF 6.895)	2020.07 - 2021.05
3	Md Rezaul Karim	윤태호	Mohammad Ehtisham Khan	사우디아라비아/Jazan University	전기화학 센서용 촉매에 관한 국제공동연구를 수행	2020.09 - 2021.07

4	Kinza Qadeer	이문용	Mohd Shariq Khan	오만/ Dhofar University	침입성 잡초 패러다임을 이용하여 이중 혼합 냉매(DMR) 공정화 최적화 연구	2020.08 - 2021.08
5	Ahmad Naquash	이문용	Wahid Ali, Adnan Aslam Noon	사우디아라비아/ Jazan University, 파키스탄/ International Islamic University	바이오 가스 공정 시스템에 관한 국제공동연구를 수행	2020.09 - 2021.07
6	Kinza Qadeer,	이문용	Ashfaq Ahmad, Abdul-Sattar Nizami	파키스탄/ COMSATS University, Pakistan Government College University	상대 습도 예측을 위한 machine learning models 개발에 관한 국제공동연구를 수행	2020.08 - 2021.07
7	Rubio, Peter Yuosef	이용록	Ramuel John Inductivo Tamargo	필리핀/ University of the Philippines Diliman	중금속 감지를 위한 다양한 바이퍼리딘 유도체의 무촉매 극초단파 구조를 위한 네오테릭 바이오 기반 용매로서의 사이렌(Cyrene) 연구로 국제공동연구를 수행	2020.09 - 2021.06
8	Nale, Sagar D	이용록	Debabrata Maiti	인도/ IIT Bombay	Rh-촉매 캐스케이드 C-H 활성화 /O-Annulation을 통한 고도로 기능화된 산탄 합성 연구로 국제공동연구를 수행	2020.09 - 2021.07
9	Nale, Sagar D	이용록	Paul Ha-Yeon Cheong	미국/ Oregon State University	알데하이드의 1,3-변환 및 분리된 CO ₂ 암출을 통한 1-나프탈데하이드 유도체의 인동 촉매 직접적인 레조오 선택적 합성 물 연구	2020.08 - 2021.06
10	Chaitany Jayaprakash Raorane	이진태	Satish Kumar Rajasekhara n	이스라엘/ Agricultural Research Organization	소나무재선충 억제에 대한 국제공동연구를 수행	2020.02 - 2021.05
11	Chaitany Jayaprakash Raorane	이진태	Satish Kumar Rajasekhara n	이스라엘/ Agricultural Research Organization	초과적인 선충알 분리에 관한 국제공동연구를 수행	2020.01 - 2021.08
12	Afreen Jailani,	이진태	Mohammad Saghir Khan, Asad Syed	인도 Aligarh Muslim University, 사우디아라비아	식물에 나노입자의 추적과 독성 연구에 관한 국제공동연구를 수행	2020.09 - 2021.05
13	Hyeji Jang, Seorin Park,	조성훈	Kavita Sharma	미국/ Idaho State University	감귤류 폐기물의 생물 변환에 관한 국제공동연구를 수행	2020.09 - 2021.05

- 지난 1년간 본 교육연구단은 국제공동연구를 활발히 진행하여 참여교수들과 학생들은 최근 1년간 주요 국제학술지에 총 55편의 논문을 (참여학생 포함 논문 13편 포함) 국제논문을 공동출판하였음 (세계지역 참여교수의 연구의 국제화 현황 참조)
- 최근 1년간 참여교수들과 학생들은 주요 국제학술대회에 총 45건의 논문을(참여학생 포함 논문 24편 포함)을 발표하였음.

연번	일자	학술회의명	논문제목	저자	장소
1	2020-09-15	International Workshop on Innovative Hydrogen Energy Systems and Technologies (iHEST' 20)	Utilizing LNG cold energy for efficient hydrogen liquefaction	리아즈암자드, 압둘퀴엄무하마드, 민성웅, 이문용	영국 (온라인)
2	2020-09-15	International Workshop on Innovative Hydrogen Energy Systems and Technologies (iHEST' 20)	Assessment of liquefaction technologies for Hydrogen energy systems	나와시아흐마드, 이현희, 압둘퀴엄무하마드, 이문용	영국 (온라인)
3	2020-09-15	International Workshop on Innovative Hydrogen Energy Systems and Technologies (iHEST' 20)	Bio-hydrogen value chain: Enhancement in separation and purification step	이현희, 압둘퀴엄무하마드, 하이드주나이드, 나와시아흐마드, 이문용	영국 (온라인)

4	2020-10-04	2020 Pacific Rim Meeting on Electrochemical & Solid-State Science (PRIME 2020)	Effect of Doping and Intercalation on the Performance of Supercapacitors	데바난다모하파트라다칼가네쉬, 키디에아베바우에체티에, 심재진	미국 (온라인)
5	2020-11-07	Recent Advancements in Information And Communication Technology	Smart ANKSys-HMI: An Agile Operation and Decision Support for Pilot-Scale WWTP	아람나와즈, 이문용	인도 (온라인)
6	2020-11-08	The 30th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-30) & Global Photovoltaic Conference 2020 (GPVC 2020)	HYDROGEN LIQUEFACTION TECHNOLOGIES: A DETAILED ASSESSMENT	나과시아흐마드, 압둘퀴엄무하마드, 이현희, 이동영, 이문용	대한민국
7	2020-11-08	The 30th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-30) & Global Photovoltaic Conference 2020 (GPVC 2020)	Bio-hydrogen value chain: Enhancement in separation and purification step	이현희, 압둘퀴엄무하마드, 하이드주나이드, 나과시아흐마드, 이문용	대한민국
8	2020-11-08	The 30th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-30) & Global Photovoltaic Conference 2020 (GPVC 2020)	Utilizing LNG cold energy for efficient hydrogen liquefaction	민성용, 리아즈암마드, 압둘퀴엄무하마드, 이문용	대한민국
9	2020-11-08	The 30th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-30) & Global Photovoltaic Conference 2020 (GPVC 2020)	Enhancement of the electron mobility in the Dye Anchored Counter Electrode (DACE) type Dye sensitized solar Cells	석승윤, 신규호, 김민주, 백상현, 김성록, 손민석, 남유미, 이수호, 김민수, 신영진, 코야다가네쉬, 김재홍	대한민국
10	2020-11-08	The 30th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-30) & Global Photovoltaic Conference 2020 (GPVC 2020)	Effect of double-anchors/acceptors structure in triphenylamine based dyes with diimino[3,2-b:2',3'-d]pyrrole (DTP) bridge for DSSCs.	쩌우티탄튀, 박주호, 코야다가네쉬, 김재홍	대한민국
11	2020-11-08	The 30th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-30) & Global Photovoltaic Conference 2020 (GPVC 2020)	Effect of various light-intensities on dye-sensitized solar cells performance	신규호, 차하림, 이지은, 코야다가네쉬, 김재홍	대한민국
12	2020-11-08	The 30th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-30) & Global Photovoltaic Conference 2020 (GPVC 2020)	Enhanced long term stability of dye-sensitized solar cells (DSSCs) compound with All solid state electrolyte system	석승윤, 김유혜, 코야다가네쉬, 김재홍	대한민국
13	2020-11-08	The 30th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-30) & Global Photovoltaic Conference 2020 (GPVC 2020)	Enhanced dye-sensitized photoelectrochemical water oxidation by introduction of hydroxamic acid group	신규호, 차하림, 코야다가네쉬, 이민영, 김재홍	대한민국
14	2020-11-08	The 30th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-30) & Global Photovoltaic Conference 2020 (GPVC 2020)	Evaluation of Diffusion coefficient and Electron lifetime of DSSCs(Dye-Sensitized Solar Cells) by the SLIM-PCV method	신규호, 차하림, 이민영, 코야다가네쉬, 김재홍	대한민국
15	2020-11-08	The 30th International Photovoltaic Science and Engineering Conference	Effect of the förster type of resonance energy transfer on the	석승윤, 김현조, 곽수정, 이나은,	대한민국

		(PVSEC-30) & Global Photovoltaic Conference 2020 (GPVC 2020)	solid-state DSSCs to enhance the photovoltaic efficiency	이혜연, 노우창, 김민정, 박혜수, 심혜인, 이유진, 전해지, 코야다가네쉬, 김재홍	
16	2020-11-08	The 30th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-30) & Global Photovoltaic Conference 2020 (GPVC 2020)	SYNTHESIS OF HOLLOW NICKEL COBALT SULFIDE AND ITS COMPOSITES AS HIGHPERFORMANCE CATHODES FOR ALUMINUM ION BATTERIES	김지수, 김난경, 이기백	대한민국
17	2020-11-08	The 30th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-30) & Global Photovoltaic Conference 2020 (GPVC 2020)	HIGH ENERGY SURFACE ETCHED GRAPHITE CATHODE FOR A NOVEL AQUEOUS ALUMINUM ION BATTERY	김난경, 김지수, 이기백	대한민국
18	2020-11-08	The 30th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-30) & Global Photovoltaic Conference 2020 (GPVC 2020)	PERYLENE-BASED AROMATIC POLYIMIDE WITH MULTIPLE CARBONYLS ENABLING HIGH-PERFORMANCE ORGANIC LITHIUM AND SODIUM BATTERIES	마이클루버라지, 김난경, 김지수, 이기백	대한민국
19	2020-11-08	The 30th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-30) & Global Photovoltaic Conference 2020 (GPVC 2020)	HIERARCHICAL HETERO-ARCHITETURE OF NICOMO LAYERED DOUBLE HYDROXIDE AS AN EFFICIENT BIFUNCTIONAL ELECTROCATALYST FOR THE OER AND HER	마리아니티아셔린, 김지수, 김난경, 이기백	대한민국
20	2020-11-08	The 30th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-30) & Global Photovoltaic Conference 2020 (GPVC 2020)	CONTROLLED CHEMICAL OXIDATION OF GRAPHITE TO GRAPHITE OXIDE AS HIGH PERFORMANCE ANODE MATERIAL FOR LITHIUM ION BATTERY	이유현, 김지수, 이기백	대한민국
21	2020-11-08	The 30th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-30) & Global Photovoltaic Conference 2020 (GPVC 2020)	NANOSTRUCTURED EXPANDED GRAPHITE ANODE MATERIALS ENABLING HIGH CAPACITY AND LONG LIFE CYCLE LITHIUM-ION BATTERIES	손동규, 김난경, 이기백	대한민국
22	2020-11-08	The 30th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-30) & Global Photovoltaic Conference 2020 (GPVC 2020)	Methane Decomposition for hydrogen and separable carbon production in catalytic molten salt system	고은희, 강도형	대한민국
23	2020-11-08	The 30th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-30) & Global Photovoltaic Conference 2020 (GPVC 2020)	Multiscale Modeling of Alkane Oxidation on Transition Metal Oxides	Aravind Asthagiri, 김민규	대한민국
24	2020-11-08	The 30th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-30) & Global Photovoltaic Conference 2020 (GPVC 2020)	Hierarchical architectures of Mo:BiVO4/graphene hybrid composites: efficient sunlight driven photocatalyst	모하신살림탐볼리, Asiya M. Tamboli, 바수데바레디, 박진호	대한민국
25	2020-11-08	The 30th International Photovoltaic Science and Engineering Conference	Enhancement of vacuum free hybrid solar cells by incorporation of plasmonic particles and zinc	트롱원탐원, 레만남, 조성민, 박진호	대한민국

		(PVSEC-30) & Global Photovoltaic Conference 2020 (GPVC 2020)	oxide buffer later		
26	2020-11-08	The 30th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-30) & Global Photovoltaic Conference 2020 (GPVC 2020)	Fabrication of tin sulfoselenide solar cells	바수데바레디, 이원규, 게디스리데비, Ramakrishna Reddy K.T, 박진호	대한민국
27	2020-11-08	The 30th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-30) & Global Photovoltaic Conference 2020 (GPVC 2020)	Fabrication of monoclinic-Cu ₂ SnS ₃ thin-film solar cell and its photovoltaic device performance	주상우, 바수데바레디, 라메쉬레디, 파라오루모한레디, 박진호	대한민국
28	2020-11-08	The 30th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-30) & Global Photovoltaic Conference 2020 (GPVC 2020)	Improving of morphological, structural, and optical properties of perovskite CH ₃ NH ₃ PBI ₃ film prepared by blending solvents and thermal annealing for photovoltaic applications	이반남, 트롱원탐, 박진호	대한민국
29	2020-11-08	The 30th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-30) & Global Photovoltaic Conference 2020 (GPVC 2020)	Tin sulfides films formed by molecular precursor ink	장현숙, 유채수, 바수데바레디, 박진호	대한민국
30	2020-11-08	The 30th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-30) & Global Photovoltaic Conference 2020 (GPVC 2020)	PERFORMANCE COMPARISON BETWEEN IDENTICALLY MOUNTED BIFACIAL AND MONOFACIAL PV MODULES	박현욱, 김의선, 한재홍, 장현동, 김성우, 박성환, 김우경	대한민국
31	2020-11-08	The 30th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-30) & Global Photovoltaic Conference 2020 (GPVC 2020)	Synthesis and Properties of NiO Nanoparticles for PV Application	게디스리데비, 이혜림, 바수데바레디, 알하마디살레, 박현욱, 서영주, 장채림, 문보경, 김우경	대한민국
32	2020-11-08	The 30th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-30) & Global Photovoltaic Conference 2020 (GPVC 2020)	Effect of Antimony Metal Precursor Thickness on the Properties of Antimony Selenide Thin Film for Solar Cells	장채림, 게디스리데비, 바수데바레디, 알하마디살레, 박현욱, 서영주, 문보경, 김우경	대한민국
33	2020-11-08	The 30th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-30) & Global Photovoltaic Conference 2020 (GPVC 2020)	Efficient Hydrogen and Solar cells Generation Using Gr-CdS Hybrid Nanocomposite	알하마디살레, 게디스리데비, 장채림, 문보경, 김우경	대한민국
34	2020-11-08	The 30th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-30) & Global Photovoltaic Conference 2020 (GPVC 2020)	The SnS ₂ Film Synthesis and Deposition for Cd-free Buffer Layer in Cu(In,Ga)Se ₂ Thin Film Solar Cells	문보경, 알하마디살레, 게디스리데비, 장채림, 김우경	대한민국
35	2020-11-08	The 30th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-30) & Global Photovoltaic Conference 2020 (GPVC 2020)	ENERGY YIELD SIMULATOR FOR BIFACIAL PV(BIFI-SORES)	오수영, 박현욱, 정재학, 김우경	대한민국
36	2020-11-08	The 30th International	COMPARATIVE ANALYSIS OF	Sebastian	대한민국

		Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-30) & Global Photovoltaic Conference 2020 (GPVC 2020)	ALBEDO MEASUREMENTS AT MULTIPLE SITES WORLDWIDE	Dittmann,Laurie Burnham,Ralph Gottschalg,오수영, Carlos Rodrigue,Marília Braga,Aline Kirsten Vidal de Oliveira,Ricardo Rüther, 김우경	
37	2020-11-08	The 30th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-30) & Global Photovoltaic Conference 2020 (GPVC 2020)	OUTDOOR OPERATING TEMPERATURE MODELING OF PV MODULES INCLUDING TRANSIENT EFFECT	오수영, 김우경	대한민국
38	2020-11-24	6th Ertl Symposium on Electrochemistry and Catalysis	Electrochemical study of an aluminum battery operating with an aqueous electrolyte	김난경, 김지수, 이기백	대한민국
39	2020-11-24	6th Ertl Symposium on Electrochemistry and Catalysis	Enhanced charging capability for aluminum ion batteries with surface modified graphite cathode	김지수, 김난경, 이기백	대한민국
40	2020-11-24	6th Ertl Symposium on Electrochemistry and Catalysis	Hierarchical heterostructure of NiSe @ CoFe-LDH as an efficient electrocatalyst for overall water splitting	마리아 브라가, 니타아셔린, 이기백	대한민국
41	2021-07-07	Global Photovoltaic Conference 2021 (GPVC 2021)	PREPARATION OF Ti-SnS_2 ABSORBER FOR SOLAR CELLS	게디스리테비, 세티야완이그나티우스 안드레, 노지현, 김우경	대한민국
42	2021-07-07	Global Photovoltaic Conference 2021 (GPVC 2021)	DETAILED OPTICAL STUDIES OF Sb_2Se_3 THIN FILMS	노지현, 게디스리테비, 알하마디살레, 세티야완이그나티우스안드레, 김우경	대한민국
43	2021-07-07	Global Photovoltaic Conference 2021 (GPVC 2021)	Optimization of Ag doping Concentration of In_2S_3 Semiconductor for Photocatalytic applications	문보경, 알하마디살레, 압텔라호만모하마드라비에, 모하메드모스타파 사드, 심재진, 김우경	대한민국
44	2021-07-07	Global Photovoltaic Conference 2021 (GPVC 2021)	FABRICATION OF COPPER AEROGELS FOR ENERGY APPLICATIONS	윤정원, 라마라트쿠마르, 김우경	대한민국
45	2021-07-07	Global Photovoltaic Conference 2021 (GPVC 2021)	Studies on SnS_2 nanoparticles synthesized by simple chemical process for photovoltaics and catalysts applications	알하마디살레, 게디스리테비, 압텔라호만모하마드라비에, 김우경	대한민국

2) 대학원생 장·단기 해외연수 계획 및 해외 연구실 공동연구 계획

■ 본 교육연구단에서는 해외 실험실 간의 교류 관계를 점차 확대해 나감으로써 국제협력을 강화하고 국제 공동연구 수행을 통한 연구의 질적 수준을 높이하고자 함. 구체적으로 다음과 같은 방안과 지원을 계획함.

- 본 교육연구단은 현재 21개 해외연구기관과 MOU를 체결하고 있는데 BK 4단계 사업이 종료되는 2027년까지 외국대학 및 연구소 28개와 국제 협력관계를 확보 (MOU체결).
- 외국대학 및 연구소와 자매실험실 확대를 통해 공동연구, 인적교류, 기술정보교환 등을 추진함으로써 국제협력을 강화.
- 대학원생의 해외연구실 장·단기 파견 시 (1-6개월 또는 1학기 이상) 항공비 및 체류경비 지원.
- 우수 외국인 학생, 외국인 박사후연구원, 외국인 연구중점교수 유치를 통한 해외 공동연구실의

추가적인 확보와 국제

■ 외국대학과의 개별 공동연구 및 학술교류

- 박진호 교수 연구실 및 수소산업융복합 인력양성 사업단은 독일 프라운호퍼연구소(Fraunhofer Institute, Ralf Wehrspohn 박사) 및 안할트공대(Anhalt Hochschule, Joerg Bagdahn 총장)와 양 기관의 교류협력 아이템 발굴을 위한 온라인 워크숍을 9월 4일과 9월 15일 2회에 걸쳐 가짐.
- 박진호 교수 연구실 및 수소산업융복합 인력양성 사업단은 호주 멜버른대학 에너지연구소(University of Melbourne MEL)와 양 기관의 교류협력 아이템 발굴을 위한 온라인 워크숍을 9월 10일 개최함.
- 박진호 교수 연구실 및 수소산업융복합 인력양성 사업단은 미국 콜로라도 CSM (Colorado School of Mines, 재료공학과 학과장 Angus Rockett 교수)와 양 기관의 교류협력 아이템 발굴을 위한 온라인 워크숍을 10월 8일 개최함.
- 오태환 교수 연구실은 독일 KIT (Karlsruhe Institute of Technology)와 국제공동연구를 수행하고 있으며, 2021년 04월 13일 에 한국측 탄소융합기술원, 동명기술과 독일측 KIT, HBH microwave company와 공동 Workshop을 화상으로 진행하였음.
- 이문용 교수 연구실은 인도네시아 국립대 (Universitat Indonesia) Widardo 교수 연구실과 공동연구를 수행하고 있으며, 박사과정인 Muhamad Nizami 학생이 2021년 9월 영남대 공정시스템설계및제어 연구실에 6개월 간 파견되어 공동 연구를 수행할 예정임.
- 김우경교수 연구실은 미국 텔라웨어대 태양에너지연구소 (Institute of Energy Conversion)와 공동연구를 수행해 오고 있으며, 김우경교수가 2021년 8월 텔라웨어대 태양에너지연구소를 방문하여, 그간의 공동연구결과를 논의하고, 공동논문 준비 협의를 진행함.
- 김우경교수 연구실은 미국 일리노이 주립대 (UIUC) 재료공학과 에너지및환경 소재연구실 심문섭 교수 연구실과 공동연구 추진을 위해, 김우경교수가 2021년 7월~8월 한달간 UIUC를 방문하여 공동연구 수행 및 학생교류를 논의함.

■ 코로나 상황 가운데 1회의 국제청정기술심포지엄을 개최하였고, 프랑스 낭트대학 (Université de Nantes)과 MOU를 체결하였으며, 단지 기존 매년 개최해 온 SKY (Shanghai대학-Kyushu대학-Yeungnam대학) 국제 심포지엄은 코로나 상황으로 2020년과 2021년 현재 잠정 연기하였고 해외 연구실 장기연수 및 외국 연구소 및 대학 인턴도 잠정 중단됨.

■ 코로나 개선이 예상되는 차년도에는 대학원생 국제교류 (해외 연구실 장기연수 및 공동연구 수행), 외국 연구소 및 대학 인턴, 대학원생 단기 해외연수, 방문 연구, 해외석학초빙 및 활용, 국제학술대회 참가, 국제심포지엄 등의 국제 공동연구와 정보교류가 활발히 진행될 것임.

□ 연구역량 대표 우수성과

1. 김세현 교수의 Advanced Functional Materials 2021 (IF 16.836 , Q1)은 고성능, 저전압 구동이 가능한 유기박막트랜지스터의 전기적 특성향상을 위한 높은 유전상수를 갖는 신규 아크릴계 고분자 본체 및 경화시스템을 개발하였고, 이를 인쇄공정을 통해 대면적 저비용 생산방식 적용, 유기박막트랜지스터 기반 논리 회로 소자를 개발할 수 있었음.
2. 김세현 교수의 Advanced Functional Materials 2021 (IF 16.836 , Q1)은 플렉시블 논리회로 트랜지스터를 위한 높은 휨 안정성 및 저온 인쇄공정이 가능한 불소계 유/무기 나노하이브리드 절연 소재를 개발하였음. 기존 나노하이브리드 소재 대비, 장기간 콜로이드 안정성 및 인쇄성 및 저온 경화형 소재인 뿐 아니라, 논리소자의 휨에 대한 안정성과 전기적 특성을 향상시킬 수 있었음.
3. 김세현 교수의 Advanced Functional Materials 2021 (IF 16.836 , Q1)은 플렉시블, 인쇄형 전자소자용 신규 2D 전도체 소재인 유기맥신 잉크를 개발하였음. 기존 맥신소재에 비해 유기불소산을 처리하여 인쇄공정이 가능하고, 높은 전도성을 갖는 유기불소화 유기맥신 잉크를 제조하였으며, 이를 바탕으로 저인쇄공정용 논리회로 제조하였고, 높은 전기적 성능을 발현하였음. 이에 본 연구는 Advanced Functional Materials의 표지논문으로 선정되었음.
4. 이용록 교수의 ACS Catalysis (IF 12.35 , 상위 7.23%)은 인듐 촉매를 이용한 알데하이드의 1,3-변환 및 분리된 CO₂ 압출을 통한 다양한 유형의 1-나프탈알데하이드 유도체를 합성하는 새로운 합성 방법을 개발함. 다중방향족 부분을 포함한 1-나프탈알데하이드의 유도체 합성이 용이해 전자재료로 사용 가능성이 기대됨.
5. 김민규 교수가 주저자로 참여한 ACS catalysis (IF 12.35, Q1, “Isothermal Reduction of IrO₂(110) Films by Methane Investigated Using In-Situ X-ray Photoelectron Spectroscopy”) 논문은 XPS 실험과 계산화학을 이용한 CLS 계산을 활용하여 IrO₂(110) 표면에서의 OH 그룹의 촉매적 거동을 확인 하였음. 표면 OH가 여러 표면 반응 특히 메탄의 산화반응 메커니즘에 큰 영향을 끼칠 수 있을 것으로 보이는 잠재성을 확인한 결과임
6. 김민규 교수가 주저자로 참여한 ACS catalysis (IF 12.35, Q1, “Alkane Activation and Oxidation on Late-Transition-Metal Oxides: Challenges and Opportunities”) 논문은 표면 화학 실험과 계산화학의 공동 연구를 통해 IrO₂의 작은 알케인 대한 고 반응성을 확인하고 그 메커니즘을 분석한 연구임. 더 나아가, 메탄으로부터 코부가까지 물질을 생산해 낼 수 있는 촉매 디자인 방법을 제시함.
7. 이용록 교수의 Green Chemistry (IF 9.48 , 상위 3.65%)은 인인듐(III) 촉매하에서 멀티-컴포넌트 [2+2+1+1]-고리화 반응을 통해 다양한 유형의 피리딘 합성하는 새로운 합성 전략을 개발함. 이 새로운 반응을 통해 디하이드로벤조퀴놀린, 아자플루오렌, 아자플루오렌온, 피리도쿠마린, 벤조사이클로헥사피리딘 구조를 가진 광범위한 다중고리성 물질을 성공리에 합성함. 합성된 화합물들은 새로운 형광체와 금속 이온 탐지 화학센서로서 우수한 광물리학적 특성을 보여 줌.
8. 이기백 교수의 CARBON (IF 8.821 , Q1)은 expandable 흑연을 손쉬운 열처리 방법을 이용하여 expanded 흑연을 제조하였고, 흑연의 확장된 층간간격 및 다공성 표면 특성으로 인해 리튬 이온 이차전지의 음극재로 활용 시 이차전지 성능을 크게 향상시킬 수 있었음.
9. 윤태호 교수가 주저자로 참여한 ACS APPLIED MATERIALS & INTERFACES (IF 8.758, Q1, “Co-activated Conversion Reaction of MoO₂:CoMoO₃ as a Negative Electrode Material for Lithium-Ion Batteries”)에서는 전기화학 전환반응에 활성이 없는 MoO₂에 코발트를 도핑하여 전환반응을 유도하고 반응 메커니즘을 규명함. 본 연구 결과는 2021년 3월 13권(8호)의 Supplementary Journal Cover로 선정됨.
10. 김세현 교수의 ACS Applied Materials & Interfaces 2021 (IF 8.758 , Q1)은 플렉시블 논리회로를 구성하는

절연체 부품의 제조방법으로 신규 인쇄기법을 적용한 연구임. 특히, 기존 절연층 형성방법에 비해, 공정 수, 에너지 자원 효율성 및 친환경적인 인쇄기법을 제안하여 고성능, 기계적/전기적 안정성을 향상시키는 연구를 진행함.

11. 김성철 교수는 특허 (4급 암모늄염 화합물을 유효성분으로 포함하는 정전기 방지 및 향균용 표면처리제 및 이를 이용한 고분자 섬유의 정전기 방지방법)을 (주) 토마스 엔지니어링에 기술이전하였음. 총 계약금은 10,000,000원 + 20,000,000 원으로 총 2회로 30,000,000원이며, 향 후 사업화에 따른 별도의 기술료를 지급받게 됨. 본 기술은 반도체 및 디스플레이 장비의 대전방지 기술로 기존 계면활성제를 이용한 대전방지 기술에 비해 반영구적으로 장시간 부품의 교환없이 사용가능하는 획기적인 기술로 평가됨.
12. 한성수 교수는 “단일공정에 의한 이중층 스캐폴드의 제조방법 및 상기제조방법에 의한 얻어진 이중층 스캐폴드를 이용한 조직재생 방법” 기술을 미국특허로 등록함 (등록번호: 10,864,300). 본 기술은 세포배양 및 조직공학 분야에서 중요한 스캐폴드 제조 및 이를 이용하여 조직을 재생하는 방법을 고안한 것으로 향 후 인공장기 및 다양한 세포배양 분야에 적용될 것 기대됨.

특허등록번호

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	19,804,540	6,240,639	
산업체(국내) 연구비 수주 총 입금액	793,776	509,232	
해외기관 연구비 수주 총 (환산) 입금액	0	0	
1인당 총 연구비 수주액	1,029,915	337,633	
참여교수 수	20	20	

목표달성

1.2 연구업적물

① 참여교수 연구업적물의 우수성

■ 연구업적물 실적 분석

- 본 교육연구단은 1차년도에 참여교수 총 21명의 연구업적물로서, 논문: 160편, 특허출원: 31건, 등록특허: 16건, 기술이전 2건을 창출하였음.
- 출판된 160편의 참여교수 1인당 논문 편수는 7.62편, 평균 IF의 4.840, 평균 상위백분율은 24.20% 임.
- 출판된 160편 중 IF 10이상의 최상위 논문 14편, IF 5~10사이의 상위논문 44편으로 전체 논문 대비 36.2%를 차지함. 특히, 총 160편 중 참여교수가 주저자 (제1저자, 교신저자)로 140편, 공동저자로 20편으로 참여교수의 주저자 비율이 87.5%로 매우 높았음.
- 출판된 160편 논문의 분야 상위백분율 5% 이내 논문 22편, 상위백분율 5~10% 27편, 상위백분율 10~30%이내 56편으로 상위백분율 5% 점유율 13.75%, 상위백분율 5~10%점유율 16.88%, 상위백분율 10~30%이내 점유율 35%로 전체 논문중 분야 상위 30% 이내 논문이 총 105편이며, 65.6%를 차지함.
- 1차년도 특허 실적은 31건의 특허를 출원하였으며, 16건을 등록하였음. 출원한 31건의 특허중 국내출원 28건, PCT 3건이며, 등록특허중 국내등록 15건, 미국등록 1건을 기록하였음.
- 1차년도 기술이전 실적은 2건으로 (4급 암모늄염 화합물을 유효성분으로 포함하는 정전기 방지 및 향균용 표면처리제 및 이를 이용한 고분자 섬유의 정전기 방지방법)을 (주) 토마스 엔지니어링에 기술이전하였음. 총 계약금은 10,000,000원 + 20,000,000 원으로 총 2회로 30,000,000원이며, 향 후 사업화에 따른 별도의 기술료를 지급받게 됨.

■ 향후 추진계획

- 2차년도에서는 교육연구단의 연구역량 강화(① 연구개발의 특성화, ② 연구개발의 질적 우수성 향상, ③ 연구개발의 지역산업 밀착화 및 현장화, ④ 국제 공동연구 확대의 네 가지 전략을 유기적으로 진행하여 본 교육연구단을 국내 최고의 IT·에너지 융복합 소재공정 산학협력 연구 허브대학원으로 발전시켜 나갈 것임.
- 특히, IT 소재공정 분야, 에너지-소재공정 분야, IT·에너지 융합소재공정 분야로 교육사업단의 참여교수진을 특화하여 분야별 집단 공동연구 및 연구활동을 통해 연구역량을 강화하고, 연구의 질적 수준을 보다 더 개선할 예정임.
- 연구 질적 수준을 향상하기 위하여 대학본부와 긴밀한 협력을 통해 학교차원의 연구지원체계내의 연구기자재, 구인, 교비연구비 및 산하연구소 지원비 지원, 우수학술지 게재논문 장려금 지원, 국제저명학술지 투고논문 교정료 지원등의 프로그램을 운영할 예정임.
- 또한, 교육사업단 참여교수진의 보유특허 및 기술을 바탕으로 지역내 산학협력활동을 활성화하여 지역기업의 기술 경쟁력 및 매출, 고용증대를 위한 맞춤형 기업 연구개발 프로그램을 운영할 예정임. 이를 바탕으로 차년도에는 보유특허의 기술이전 및 사업화를 적극 추진할 예정임.
- 특히, 지역내 기업과의 산학협력을 통한 신규 과제를 발굴하여 대형 국책과제, 산학과제 (기술용역, 자문 포함)을 수주하고, 이를 바탕으로 기술협력 뿐 아니라, 교육연구단 내 신진연구인력, 대학원생의 취업을 연계할 예정임.

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

연번	대표연구업적물 설명
1	김세현 교수는 플렉시블, 인쇄형 전자소자용 신규 2D 전도체 소재인 유기맥신 잉크를 연구개발하였고, 그결과를 Adavnced Functional Materials 2021 (IF 16.836 , Q1)에 게재출판하였음. 기존 맥신소재에 비해 유기불소산을 처리하여 인쇄공정이 가능하고, 높은 전도성을 갖는 유기불소화 유기맥신 잉크를 제조하였으며, 이를 바탕으로 저인쇄공정용 논리회로 제조하였고, 높은 전기적 성능을 발현하였음. 이에 본 연구는 Adavnced Functional Materials의 표지논문으로 선정되었음.
2	이기백 교수는 흑연을 손쉬운 산/염기처리 방법을 이용하여 흑연층의 간격이 확장되고 표면에 기공이 많이 포함된 전극 제조 연구를 진행하였고, 그 결과를 Nano-Micro Letters (IF 16.419, Q1)에 게재, 출판하였음. 흑연을 손쉬운 산/염기처리 방법을 이용하여 흑연층의 간격이 확장되고 표면에 기공이 많이 포함된 전극 제조하였고, 이런 특성으로 인해 알루미늄 이온 이차전지 양극재로 활용시 이차전지 성능을 크게 향상 시킬 수 있었음.
3	김성철 교수는 특허 (4급 암모늄염 화합물을 유효성분으로 포함하는 정전기 방지 및 항균용 표면처리제 및 이를 이용한 고분자 섬유)의 정전기 방지방법)을 (주) 토마스 엔지니어링에 기술이전하였음. 총 계약금은 10,000,000원 + 20,000,000 원으로 총 2회로 30,000,000원이며, 향후 사업화에 따른 별도의 기술료를 지급받게 됨. 본 기술은 반도체 및 디스플레이 장비의 대전방지 기술로 기존 계면활성제를 이용한 대전방지 기술에 비해 반영구적으로 장시간 부품의 교환없이 사용가능하는 획기적인 기술로 평가됨.

목표달성

③ 참여교수 특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성

- 본 교육연구단 참여교수들은 1차년도 사업 기간 동안 1건의 기술사업화, 2건의 기술이전 계약을 체결하였으며, 16건의 특허 등록 (미국 1건, 국내 15건)을 달성함. 이러한 특허 및 기술이전 실적은 본 교육연구단에서 제시한 연구역량 향상계획 취지와 잘 부합할 뿐만 아니라 참여교수들의 뛰어난 연구역량 향상 활동을 잘 반증하고 있음.

■ 기술이전 및 기술사업화 (3건)

- 김성철 교수 (기술이전 2건, 기술사업화 1건): 4급 암모늄염 화합물을 유효성분으로 포함하는 정전기 방지 및 항균용 표면처리제 및 이를 이용한 고분자 섬유의 정전기 방지방법의 특허 기술 라이선스에 관한 통상실시 계약 (10,000천원) 및 전용실시 계약 (20,000천원)을 (주)토마스엔지니어링과 2020.11.11. 및 2021.5.26에 각각 체결함. 상기 체결된 특허기술 라이선스를 바탕으로 반도체 및 디스플레이 양산장비의 대전방지 이송 시스템 개발 기술을 사업화하는 것에도 (주)토마스엔지니어링과 합의하였음 (사업화년도: 2023).
- 상기 기술이전 및 기술 사업화 건에 따르면 반도체 및 디스플레이 양산장비에 필수적인 정전기 방지 및 항균용 표면 처리 과정을 용이하게 만들 수 있으므로, IT·에너지 융합소재공정 분야에서 미래 신성장 동력인 고분자 나노소재 합성 및 응용연구에 관한 전문인력 양성에 큰 도움이 될 것으로 확신함.

■ 특허 등록 (16건)

- 한성수 교수 (미국특허 등록 1건): 단일공정에서 의한 이중층 스케폴드의 제조방법 및 상기 제조방법에 의해 얻어진 이중층 스케폴드를 이용한 조직 재생방법 (2020.12.15., 등록번호: [REDACTED]) 이 기술의 진보성 및 우수성을 인정받아 미국 특허로 등록됨. 상기 특허에 따르면 피부결손 부위 및 뼈와 연골결손 조직이 맞닿아 있는 부분에 적용 시 조직 재생 효과를 극대화시킬 수 있으므로, IT·에너지 융합소재공정 분야에서 미래 신성장 동력인 바이오 재료를 활용한 조직공학에 관한 전문인력 양성에 큰 도움이 될 것으로 확신함.
- 심재진 교수 (국내특허 등록 4건): 중공 구형 불화칼륨니켈코발트 페로브스카이트의 제조 및 이의 슈퍼커패시터와 촉매로의 응용 (2021.5.24., 등록번호: [REDACTED]), 전기화학적으로 환원되고 구리 및 페난트롤린 유도체로 개질된, 시스템인 검출용 산화그래핀 복합체 및 이의 센서전극으로의 응용 (2021.4.30., 등록번호: [REDACTED]) 꽃 형상의 다성분계 금속수산화탄산 혼성체를 포함하는 고성능 슈퍼커패시터용 전극 및 이의 제조방법 (2021.1.27., 등록번호: [REDACTED]) 그래핀 상의 3차원 자성 감마 이산화망간-아연철산화물 나노혼성체의 제조 및 유해 유기폐기물 분해 촉매로의 활용 (2020.12.24., 등록번호: [REDACTED]) 을 포함한 4건의 특허들이 국내 등록됨. 상기 특허들에 기재된 기술들을 활용하면 에너지 저장 장치 및 촉매용 나노 복합체를 높은 성능으로 대량으로 얻게 되므로, IT·에너지 융합소재공정 분야에서 미래 신성장 동력인 에너지 저장 장치 및 촉매용 나노복합체 제조에 관한 전문인력 양성에 큰 도움이 될 것으로 확신함.
- 이용록 교수 (국내특허 등록 2건): 신규한 옥시인돌 유도체 및 이를 유효성분으로 함유하는 항균용 조성물 (2021.2.4., 등록번호: [REDACTED]) 피라졸 골격을 가진 퓨란 고리 화합물, 이의 유도체 및 이의 합성방법 (2021.1.29., 등록번호: [REDACTED]) 포함한 2건의 특허들이 국내 등록됨. 상기 특허들에 기재된 기술들을 활용하면 IT·에너지 융합소재공정 분야에서 필요한 고성능의 유기화합물을 합성할 수 있게 되므로, IT·에너지 융합소재공정 분야에서 미래 신성장 동력인 고급 유기화합물 설계에 관한 전문인력 양성에 큰 도움이 될 것으로 확신함.
- 이진태 교수 (국내특허 등록 2건): 지네 오일을 유효성분으로 함유하는 생물막 형성 억제용 조성물 (2021.7.6., 등록번호: [REDACTED]) 네포딘을 유효성분으로 함유하는 생물막 형성 억제용 조성물

(2021.1.8., 등록번호: [REDACTED])을 포함한 2건의 특허들이 국내 등록됨. 상기 특허들에 기재된 기술들을 활용하면 바이오 에너지 분야에서 필요한 고성능의 생물막 형성 억제용 조성물을 대량으로 양산할 수 있게 되므로, IT·에너지 융합소재공정 분야에서 미래 신성장 동력인 바이오 에너지 생산용 미생물 세포간 전달 물질 설계에 관한 전문인력 양성에 큰 도움이 될 것으로 확신함.

- 김세현 교수 (국내특허 등록 2건): 젖산 감응 트랜지스터 및 그 제조방법 (2021.4.9., 등록번호: [REDACTED]), 양친성 고분자 사슬을 가지는 다리걸친 유기실리카 전구체를 이용한 전도성 기관 제조용 접착제 조성물 및 전도성 기관 제조 방법 (2020.10.26., 등록번호: [REDACTED]) 포함한 2건의 특허들이 국내 등록됨. 상기 특허들에 기재된 기술들을 활용하면 IT·에너지 소자 분야에서 필요한 전도성 기관 소재 및 젖산 센서용 트랜지스터 성능을 극대화할 수 있으므로, IT 소재공정 분야에서 미래 신성장 동력인 고분자 전자 소재 및 인쇄 전자 소자 연구에 관한 전문인력 양성에 큰 도움이 될 것으로 확신함.
- 이문용 교수 (국내특허 등록 1건): 혼합냉매 (2020.10.26., 등록번호: [REDACTED])에 관한 특허가 국내 등록됨. 상기 특허에 따르면 천연가스 에너지 생산 시 필수적인 혼합냉매의 조성을 최적화하는 데에 큰 도움이 되므로, IT·에너지 융합소재공정 분야에서 미래 신성장 동력인 에너지원의 생산/분리를 위한 공정 설계/제어 분야의 전문인력 양성에 큰 도움이 될 것으로 확신함.
- 이승우 교수 (국내특허 등록 1건): 폴리이미드계 화합물 및 이를 포함하는 감광성 조성물 (2021.5.14., 등록번호: [REDACTED])에 관한 특허가 국내 등록됨. 상기 특허에 따르면 투명 디스플레이 및 플렉시블 소자의 필수적인 소재인 고내열성 폴리이미드를 대량 양산하는 데에 큰 도움이 되므로, IT 소재공정 분야에서 미래 신성장 동력인 분리막용 고분자 합성 분야의 전문인력 양성에 큰 도움이 될 것으로 확신함.
- 전찬욱 교수 (국내특허 등록 1건): UV를 이용한 태양전지 버퍼층의 제조 방법 (2021.6.3., 등록번호: [REDACTED])에 관한 특허가 국내 등록됨. 상기 특허에 따르면 자외선 광원을 이용하여 박막형 태양전지용 버퍼층을 용이하게 제조할 수 있으므로, 에너지 소재공정 분야에서 미래 신성장 동력인 박막형 태양전지 분야의 전문인력 양성에 큰 도움이 될 것으로 확신함.
- 김우경 교수 (국내특허 등록 1건): In_2S_3 , CdS 이중버퍼층을 이용한 CIGS 박막의 핀홀 감소 방법 (2021.3.8., 등록번호: [REDACTED])에 관한 특허가 국내 등록됨. 상기 특허에 따르면 CIGS 태양전지의 성능 저하의 요인인 핀홀을 최소화할 수 있는 소재공정을 구현할 수 있으므로, 에너지 소재공정 분야에서 미래 신성장 동력인 박막형 태양전지 분야의 전문인력 양성에 큰 도움이 될 것으로 확신함.
- 서정현 교수 (국내특허 등록 1건): 양친매성 다당류를 이용한 자기 조립 클러스터의 제조 방법 및 이의 제조 방법에 의해 제조된 자기 조립 클러스터 (2020.12.18., 등록번호: [REDACTED])에 관한 특허가 국내 등록됨. 상기 특허에 따르면 자연적으로 획득가능한 다당류를 사용하여 소수성 물질 담지용 양친매성 고분자를 제조할 수 있으므로, IT·에너지 융합소재공정 분야에서 미래 신성장 동력인 의료용 생체재료 분야의 전문인력 양성에 큰 도움이 될 것으로 확신함.

■ 기술이전, 기술사업화 및 특허 실적의 우수성과 연계한 향후 계획

- 1차년도 사업 기간에 참여교수진이 달성한 국내외 기술이전, 기술사업화 및 특허 실적의 실적지표는 정량적으로 매우 우수한 수준일 뿐만 아니라, 기술이전 2건, 기술사업화 1건 및 국제특허 (미국) 등록 1건을 포함하고 있다는 점에 긍정적인 우수성 역시 갖춘 것으로 평가됨.
- 이와 같은 뛰어난 성과에도 불구하고 기술이전 실적의 규모 및 국제특허 등록 비율의 향상 측면에서는 더욱 집중적인 발전 전략이 필요한 것으로 사료됨. 이를 위해서 2차년도 사업에서는 참여교수진과 지역 산업체와의 긴밀한 협력을 통하여 산학 공동기술 개발 과제의 수를 증가해나가고, 본 학과와 협력 중인 국제특허법률사무소와의 교류 확대를 통한 국제특허의 출원 및 등록을 촉진해나갈 것임.

2. 산업·사회에 대한 기여도

2.1 산업 사회 문제 해결 기여 실적

- 본 연구교육단은 산업·사회 문제의 해결을 위하여 ① 산업체 재직사원 대상 교육 프로그램의 개발 및 운영, ② 다양한 산업체 밀착형 프로그램 (기업연계 테마 학위과제 및 CDP과제 수행, 실전문제연구단) 운영 등을 통한 산업 현장 문제 해결, ③ 교육자문 및 기술지도와 가족회사와의 산학공동 기술개발 과제 수행 등을 통하여 노력해왔으며 1차년도 사업에서 산업·사회 문제의 해결을 위한 프로그램들을 더욱 발전시키고 확대해나갈 수 있었음.

2.1-1) 재직사원 대상 교육 프로그램 운영을 통한 전문지식 확산 실적

2.1-1-1) 기업체 임직원 대상 기술역량 강화 교육사업 현황 및 실적

- 상기 사업의 본 취지는 기업체의 요구에 따라 기업체 맞춤형 교육과정 및 커리큘럼을 기업체와 공동으로 개발하고 기업체 임직원을 교육함으로써 IT·에너지 관련 산업체 임직원들에 대한 전문지식 확산에 기여함을 목표로 함.
- 1차년도 사업에서 본 교육연구단의 참여교수진이 주축이 되어 운영한 재직사원 대상 교육프로그램을 요약하면 아래와 같으며 교육 이후에는 재직사원 수강생들의 피드백을 받아 다음 차후 교육과정에 성실히 반영하고 조치 사항을 참여기업에 통지하여 교육의 만족도 향상을 도모하고 있음.

참여 기업	프로그램	교육내용
삼성 SDI	삼성SDI EMTA 기술교육 과정	<ul style="list-style-type: none"> ○ 디스플레이, 이차전지 및 반도체 IT기술에 포함되는 화공 소재 분야와 관련된 화학·화공 전공 지식에 대한 기본 역량 강화의 일환으로서 현장 맞춤형 교육을 본 교육연구단에 위탁하였음. ○ 이에 본 교육연구단에서는 삼성SDI의 시기별 사업 방향에 적합하도록 커리큘럼을 구축하여 전공 핵심 과목들을 본 연구단 소속 참여교수진을 통하여 단기간 내에 효율적으로 교육함. <ul style="list-style-type: none"> - 2008년 3월부터 2010년 12월까지 총125명의 삼성SDI 재직사원들에게 총12기에 걸쳐서 디스플레이 전공기초 (2008.3 ~ 2013.12, 총55명 수료) 및 화공기초 중심 기술교육 (2014.3 ~ 2020.12, 총70명 수료)을 실시함. - 2021년 4월 19일부터 2022년 2월 28일까지 삼성SDI 재직 사원들을 대상으로 한 합성기기 분석전문가 양성 교육 과정 (13기)을 실시 중에 있음.
한국 가스 공사	탄소중립 에너지 전환 수소.연료 전지 실무과정 교육	<ul style="list-style-type: none"> ○ 신재생에너지 및 수소.연료전지와 관련한 전문 지식에 대한 역량을 강화하기 위해서 탄소중립 에너지 전환 수소.연료전지 실무과정 교육을 본 교육연구단에 위탁함. ○ 이에 본 교육연구단의 참여교수진들은 한국가스공사의 사업 방향에 적합하도록 커리큘럼을 구축하여 전공 핵심과목들을 단 기간내에 효율적으로 교육함. <ul style="list-style-type: none"> - 2021년 6월 21일부터 2021년 7월 1일까지 총 2차의 재직사원 교육에서 총49명 (1차: 23명, 2차: 26명)의 수료생을 배출함.

2.1-1-2) 1차년도 참여교수진에 의한 기타 기업체 임직원 교육 실시 현황.

참여교수 (전수)	교육내용	참여기관
오탈환 (2)	친환경 소재 사례분석 강연 (2021.6.18)	(재)부산경제진흥원 신발산업진흥센터
	기업맞춤형 사원재교육 (천연섬유/합성섬유 제조 공정 및 물성, 2020.8.17.~10.16, 4회 강연, 총10시간)	(주)서원테크

강도형 (1)	수소에너지 생산 및 촉매 관련 강연 (2020.10.7.)	한국가스공사 수소기획부
김세현 (6)	CNT트랜지스터의 소재, 소자, 공정연구개발 과정에서 연구인력 능력향상 관련 교육 자문(2018-현재)	NDD
	투명 LED 및 TSP의 소재, 소자, 공정연구개발 및 공정연구개발 과정에서 연구인력능력향상 관련 교육 자문(2018-현재)	라흐나노테크
	디스플레이봉지막용 유/무기 하이브리드 코팅액 조액 및 롤-투-롤 코팅에 대한 기술지도(2019-2020)	서일

2.1-2) 산업기술 확산을 통한 산업 활성화 기여 실적

2.1-2-1) 기업 애로기술 해소를 통한 실전 문제 해결 실적

- 지역의 IT·에너지 관련 업체들로부터 접수되는 현장 문제들을 직접 해결해주기 위해서 본
교육연구단에서는 참여교수진의 기업 애로기술 해소를 통한 산학협력 강화를 적극 장려하고 있음.
- 1차년도에 참여교수진 5명이 10개의 업체들로부터 총10건의 애로기술을 의뢰받아 해소했으며 그
요약은 아래의 표와 같음.

참여교수	애로기술 해결 내용	대상기업 (해소 건수)
전찬욱	박막 증착 기술 최적화 관련 애로기술을 해소함. (2021.1.26.)	(주)메카로 (1)
김우경	태양전지 모듈의 기술 최적화 관련 애로기술을 해소함. (2020.9.9 ~ 9.16)	솔라라이트 (1)
강도형	연료 첨가제 및 금속 분말 관련 애로기술을 해소함. (2020.10.7.)	인우코퍼레이션 (1)
오태환	고분자 컴파운딩 및 가공 기술 관련 4건의 애로기술을 해소함.	유엘케이칼, 클래비스, 대 동에프티, 섬유개발연구원 (4)
김세현	투명 LED 인쇄공정, 전계 효과 트랜지스터 센서 및 디스플레이 패 키징용 코팅제 관련 3건의 애로기술을 해소함.	라흐나노테크, NDD, 서일 (3)

2.1-2-2) 기업연계 학위테마 과제 수행을 통한 산학협력 Co-op 교과과정 강화 실적

- 산학협력 취업연계형 Co-op 교과과정에서 산업체 맞춤형 인재 양성을 실현하기 위한 수단으로서
본 교육연구단의 참여교수진이 기업 측에 참여대학원생의 기업연계 학위테마 과제를 제안함으로써
현장 문제 해결 중심의 교육을 강화함.
- 1차년도 사업에서 참여교수진 8명이 8개의 업체들과 함께 총 13건의 기업연계 학위테마 과제를
아래의 표와 같이 공동 수행함.

참여교수	기업연계 학위테마 과제 수행 내용	대상기업 (수행 건수)
이문용	수소액화공정 기술에 관한 프로젝트를 수행함.	한발메스테크(1)
정재학	바이오가스 생산 효율화에 관한 프로젝트를 수행함.	스마트바이오코리아(1)
김재홍	전도성 고분자 기반 고체 전해질 및 염료감응형 광전기화학전지의 성 능 개선에 관한 2건의 프로젝트를 수행함.	디케이티(1), 오리온(1)
전찬욱	전기변색 스마트 글라스용 텅스텐산화물의 안정화 연구 관련 프로젝트를 수행함.	에너지엔퓨얼(1)
이기백	롤투롤 공정기술을 이용한 연료전지용 분리막, 고성능/고내구성 복합 촉매 및 연료전지 Pt/C 촉매용 지지체 개발에 관한 3건의 프로젝트를 수행하였음.	에너지엔퓨얼(2), 창립 이엔지(1)
윤태호	수소산업기술 특허로드맵 및 수소차용 이차전지의 수명예측모델 개발 에 관한 2건의 프로젝트를 수행함.	5T국제특허법률사무 소, 엘앤에프
강도형	수소 생산 촉매 및 수소 생산 촉매의 기초 조성 개발에 관한 2건의 프 로젝트를 수행함.	에너지엔퓨얼(1), 창립 이엔지(1)

김민규	수소연료전지용 비백금계 촉매의 원천기술 개발에 관한 프로젝트를 수행함.	에너지엔퓨얼(1)
-----	---	-----------

2.1-2-3) 산업체 CDP 과제 수행을 통한 실전 문제 해결 실적

- 본 교육연구단에서는 IT·에너지 분야 산업 현장에서 부딪힐 수 있는 문제들의 해결을 기반으로 한 실용적인 교과과정 확대에 많은 관심을 기울여 왔으며, 매년 참여기업에서 제안한 산업체 CDP 과제들의 수행에 교수 및 대학원생이 참여함으로써 실전 문제 해결 능력을 강화함과 동시에 산업·사회 문제 해결에 보탬이 되고 있음.
- 참여교수진 4명이 6개의 업체들로부터 의뢰받은 총 8건의 산업체 CDP 과제들을 수행하였으며, 1차년도에 참여교수별 산업체 CDP 과제 수행 현황은 아래의 표와 같음.

참여교수	산업체 CDP 참여과제 수행 내용	대응기업 (해소 건수)
정재학	단결정 실리콘 잉곳의 결정성장 및 영농형 태양광 발전을 위한 공정 최적화 설계와 관련된 2건의 산업체 CDP 과제를 수행하였음.	(주)S-tech(1), (주)모든솔루션(1)
김재홍	유연성 기반 스마트 윈도우 및 DACE형 염료감응형 태양전지의 광전 변환 메커니즘과 관련된 2건의 산업체 CDP 과제를 수행하였음.	디케이티(1), (주)오리온(1)
이진태	병원성 선충 억제제 및 미생물 억제제 개발에 관한 2건의 산업체 CDP 과제를 수행하였음.	청정환경연구소(2)
윤태호	염 농도에 따른 전기화학반응의 가역성 연구 및 리튬이차전지용 실리콘 음극의 성능 개선과 관련된 2건의 산업체 CDP 과제를 수행하였음.	(주)엘엔에프(2)

2.1-2-4) 실전문제연구단 운영을 통한 실전 문제 해결 실적

- 본 교육연구단에서는 참여 대학원생들이 지역 기업과의 협업을 통한 실제 문제 해결능력을 향상시킬 수 있는 기회를 확대하기 위해서 1차년도 사업 기간 동안 총12명의 참여교수진 및 15개의 참여기업으로 구성된 실전문제연구단을 아래의 표와 같이 구성하여 협력 기업으로부터 의뢰받은 총 19건의 실전문제 해결에 기여하고 있음.

참여교수	실전문제 참여 과제명 (연도)	협력 기업
이문용	선박 배기가스의 SO ₂ 및 NO _x 제거를 위한 사각 스크리버 개발 (2021)	한발매스텍
정재학	태양전지용 실리콘 단결정 생산 공정 자동화를 위한 Deep learning application (2020)	S-tech
이용록	새로운 배조판은 유도체 합성과 자외선 차단제의 응용 (2020)	애니폼
김재홍	고체 염료감응 태양전지 초고효율화 기술 개발 (2020)	오리온
	Reverse type PDLs 소자 개발 및 효율 최적화 (2020)	프로텍
	DACE type DSSC 초고효율화 기술 개발 및 고체 전해질 도입 (2021)	오리온
이승우	피리딘 유도체 합성 및 이를 이용한 폴리이미드 합성 및 특성 분석 (2020)	보우
	다양한 색의 변색 소재 개발 및 특성 연구 (2021)	
김우경	수직설치용 양면수광형 실리콘 태양전지모듈 최적설치 및 평가 (2020)	LG전자
이진태	지방산 활용 여드름 억제제 개발 (2020)	청정환경연구소
	지방산 활용 여드름 치료 화장품 개발 (2021)	
오테환	안드로바 오일 흡착 캡슐 및 고분자복합체 제조 연구 (2020)	유엘케미칼
	자동차 내외장 소재 용 PET 공병 리사이클 연구 (2021)	서원테크
김성철	비아스팔트를 이용한 차량용 댐핑 소재 개발 (2020)	MIRAE
이기백	리튬이온배터리 급속충전용 전극소재 개발 (2020)	CORN
	포타슘 하이브리드 슈퍼커패시터용 전극소재 개발 (2021)	씨오알엔
	리튬 이차전지 양극에서의 전해질 산화 특성 연구 (2020)	엘엔에프
윤태호	리튬 이차전지 전이금속 산화물의 종류에 따른 전해질 산화 거동 연구 (2021)	
강도형	비아스팔트를 이용한 차량용 댐핑 소재 개발 (2021)	MIRAE

2.1-3) 기업과제 수행을 통한 산업·사회 문제 해결

2.1-3-1) 교육 자문 및 기술 지도를 통한 산업·사회 문제 해결 우수 사례

- 김세현 교수는 2018.03.01.부터 현재까지 (주)NDD와의 공동 과제 수행을 통해서 CNT 트랜지스터의 소재·소자 및 공정 연구 개발 과정에서 연구인력의 능력 향상을 위한 교육 자문을 제공함.
- 김세현 교수는 2018.07.01. 부터 현재까지 (주)라흐나노테크와의 공동 과제 수행을 통해서 투명 LED 및 TSP의 소재·소자 및 공정 연구 개발 과정에서 연구인력의 능력 향상을 위한 교육 자문을 제공함.
- 김세현 교수는 2019.12.19. 부터 현재까지 (주)서일과의 공동 과제 수행을 통해서 디스플레이 봉지제용 유/무기 하이브리드 코팅액의 제조 및 롤-투-롤 코팅 기술에 적용하기 위한 기술 지도를 제공함.
- 조성훈 교수는 2020.11.5.부터 2021.11.5. 까지 (주)코모텍과의 중소벤처기업부 혁신형기업기술개발 사업 수행을 통해서 방열 소재 및 충전제의 기기분석과 관련된 기술 지도를 제공함.
- 오태환 교수는 2020.11.16. 및 2021.2.5.에 섬유개발연구원을 방문하여 고분자 성형 장비도입 관련 교육자문 및 고분자 가공 분야 기술 지도를 각각 제공함.
- 오태환 교수는 대동에프티 (2020.9.16.), (주)클래비스 (2020.9.17., 9.25., 11.30.) 및 (주)유엘케미칼 (2020.12.21., 12.30.)을 방문하여 고분자 컴파운딩 및 가공 기술과 관련한 기술 지도를 제공함.
- 전찬욱 교수는 2021.4.26.에 (주)메카로를 방문하여 박막 증착 문제 해결 관련 기술 지도를 제공함.
- 강도형 교수는 2021.6.18.에 (주)인우코퍼레이션을 방문하여 연료 첨가제 및 금속 분말 관련 기술 지도를 제공함.

2.1-3-2) 산학공동 기술개발 과제 수행을 통한 가족회사 지원 실적

- 상기 과제는 우수한 연구 인프라를 활용하여 참여교수진과 가족회사 간의 공동연구를 통하여 가족회사의 기술개발, 애로기술 해소 및 사업화를 지원하는 프로그램으로 1차년도 사업 기간 동안 참여교수진 4명이 4개의 가족회사들과 4건의 산학공동 기술개발 과제를 수행하여 가족회사의 현장 문제 해결에 궁극적으로 기여함.

연도	참여교수명 (협력 기업)
2020	심재진(청정환경연구소), 이창우(에스디엔텍), 조성훈(대신테크젠)
2021	윤태호(테크트렌스)

2.1-4) RIS 주체로서 산업·사회 문제 해결을 위한 기여

- 본 교육연구단은 지역산업 밀착형 교육 프로그램과 산업체 대상 사원교육 지원 및 연구과제를 통한 지역 산업 활성화에 이바지해 왔음. 이러한 RIS 주체로서의 교육단의 노력은 지역산업과 연계한 성공적 취업-보장형 모델의 구축이 가능한 원동력이 되어 왔으며 선순환적 취업 프로그램 속에서 시너지를 창출하여 왔다고 평가됨.
- 2차년도에는 RIS 주체로서의 역할을 더욱 적극적으로 수행하여 지역산업 및 사회의 문제를 보다 적극적으로 해결할 수 있는 시스템을 공고히 하여 교육연구단을 중심으로 지역산업의 활성화에 기여할 수 있도록 노력해 나갈 예정임.

2.2 산업·사회 문제 해결 기여 계획 대비 실적

- 본 교육연구단은 IT·에너지 소재공정 분야의 미래 화공인재 양성을 목표로 산학협력과 교육 및 연구 허브대학원으로 성장하는 것을 목표로, 선순환적 산학협력 네트워크 구축을 통하여 IT·에너지 소재공정 특성화 융복합 전문 연구역량 향상과 국제적 감각을 갖춘 미래 화공인재를 양성하고 궁극적으로 지역 산업 활성화와 사회에 이바지하고자 함.
- 산업·사회 문제의 해결을 위해서 1차년도 사업 동안 ① 맞춤형 인력양성을 위한 네트워크 강화 및 유형별 연구과제 개발, ② IT·에너지 융복합 산학밀착형 선도모델 구축 및 실현, ③ 참여교수-기관 네트워크 구축 등을 통하여 산업·사회 문제 해결을 주도하는 기관이 되기 위한

노력을 중점적으로 기울였음.

2.2-1) 맞춤형 인력양성을 위한 네트워크 강화 및 유형별 연구과제 개발 실적

- 지역의 IT·에너지 및 미래 산업이 요구하는 능력을 갖춘 현장 맞춤형 인력을 배출하기 위해서는 관련 기업들과의 긴밀한 협력관계가 요구되므로, 참여교수들은 지역 산업·사회 문제 해결을 위해서 협력 가능한 유관 기업/기관 간의 네트워크 구축 및 확대에 심혈을 기울여 왔음.
- IT·에너지 융복합 산학밀착형 선도모델을 실현하기 위하여 참여교수들과 유관 기업/기관 간에 구축된 네트워크 현황은 아래 표와 같음.

참여교수 (협력 기업 수)	주요 협력 기업/기관
이문용 (25)	LG화학, 한밭메스텍, 한화케미칼, 한화호텔, SKC, SK이노베이션, SK Gas, GS Caltex, CJ, 두산중공업, SK머티리얼즈, 대우조선해양, 한국가스공사, 한국제어메추센터, 한국화학공학회, 한화케미칼, 이라크국영석유, 베니트엠, 오운알투텍, 씨티에이, 듀웰테크놀로지, 릴리커버, ㈜발맥스, 포스코엠텍, 선테크
정재학 (33)	스마트바이오코리아, 한얼누리, S-Tech, 퀴츠테크, 대양, 이엠시오텍, 텔코, 이앤알솔라, 세원물산, 성화 Fine Tech, 메가젠임플란트, SK Advanced, 그린파워, 한화큐셀, DSM, 포트리치, SK실트론, 한국가스공사, 이씨마이너, 포스코메이트, 현대케미칼, 한국전기연구원, 창림이엔지, 삼성물산, 에타, 에타솔라, 에이에스이, 아이시디에스, 한스, 엠에스티, 테크트렌스, 니나, 다이텍연구소
심재진 (8)	켄스코, 지에이치엘, 삼일산업, 비나텍, 청정환경연구소, 한국피아이엠, 한국이엔에쓰, 한국산업기술평가관리원
이용록 (2)	브에노메디텍, 애니폼
김재홍 (11)	디케이티, 프로템, 오리온, 에이아이브이알, 엘앤에프, 와우컴퍼니, 동진세미캠, 스킨엔스킨, 백셀, 태성환경연구소, 대구·경북과학기술연구원
이승우 (12)	영창케미칼, 보우, 씨엠, 삼원, 에스디지엔텍, LG화학, 코오롱인더스트리, 켐이, 넷플릭스, 파이솔루션테크놀로지, 포스코 코텍
전찬욱 (5)	삼성코닝어드밴스드글라스, 아반시스코리아, 에너지엔퓨얼, 립하이, 메카로
안광순 (5)	에이에스이, 아이시디에스, 한스, 엠에스티, 테크트렌스
김우경 (13)	로자, 좋은기계, 에바코, 삼성SDI, 삼성전자, LG전자, SK실트론, 솔라라이트, 온테스트, 퀴츠테크, 웅진에너지, 구미전자정보기술원, 대구·경북과학기술연구원
이진태 (7)	케이제이산업, 모아디텍, 청정환경연구소, 포항테크노파크, KOTITI 시험연구원, 한국화학융합시험연구원, 한국가스안전공사
서정현 (4)	포스코, 포항테크노파크, 네이처글루텍, 비알에스
조성훈 (3)	대신테크젠, 코모텍, 실리웍스
이기백 (11)	프로템, 백셀, 엘앤에프, 에너지엔퓨얼, 씨오알엔, 대웅수지, 대웅엔텍, 포항테크노파크, 한국가스공사, 창림이엔지, CORN
윤태호 (6)	LG화학, 엘앤에프, 립하이, 테크트렌스, 한국가스공사, 5T국제특허법률사무소
강도형 (6)	마이크로윈, 에너지엔퓨얼, 인우코퍼레이션, 창림이엔지, 창성엔지니어링, 한국가스공사
한성수 (18)	케이제, ㈜레몬, ㈜PNC랩스, 메디칸, 텍스밀, 리더스코스메틱, ㈜삼보첨단소재, ㈜엔도비전, 깨끗한나라, DYTEC연구원, 대구테크노파크 경북테크노파크, 한국생산기술연구원 (안산,영천), 대구·경북섬유산업연합회, 한국섬유개발연구원, KOTMI, 모행, 대구·경북과학기술연구원
오테환 (7)	대동에프티, 부산경제진흥원, 서원테크, 한국섬유개발연구원, 유엘케미칼, 중소기업유통센터, 클래비스
김성철 (5)	현우테크, 토마스엔지니어링, 씨엔티테크, 한국생명공학연구원, MIRAE
김세현 (20)	NDD, 라흐나노테크, 서일, 포스코, 포항가속기연구소, 포항나노융합기술원, 강남제비스코, 구미전자정보기술원, 나노트론, 나노융합기술원, 대웅엔텍, 대한세라믹스, 삼성SDI, 오리온 전기, 올넥스, 코모텍, 코맥, 태성환경연구소, 한국전자통신연구원, 한국화학연구원

- 영남대학교, 참여기업, 국가출연 연구소 및 기관 사이에 유기적인 협력체계를 구축하여 대학과 기업체는 공동연구를 통해 고급인력을 양성하고, 대학은 분석장비 및 시설 등 연구 및 교육 인프라를 이용하여 기업에 제공하며, 기업은 산학협력 인력을 대학에 파견하여 기업 과제를 연구개발 할 수 있게 하는 상호 간의 협력 연구체계를 구축하고 있음.

- 상기의 표에 나와 있는 학연간 네트워크 현황을 통해서 산학 공동연구과제의 수행, 산업체와의 교육과정 공동개발 및 운영, 계약학과 및 주문식 교육 프로그램의 운영, 장단기 인턴십 및 현장실습, 졸업생에 대한 채용 협약 등 산업체 수요에 맞는 인력양성을 위한 각종 산학연계 인력양성 사업들을 더욱 강화 및 발전시켜나갈 수 있는 IT·에너지 융복합 산학밀착형 선도모델을 지속적으로 추진해나가는 중임.

- 산업·사회 문제 해결을 위한 맞춤형 유형별 연구과제 개발 : 본 교육연구단은 1차년도 사업을 수행함에 있어 보다 체계적인 산학협력을 통한 우수성과를 창출하기 위하여 아래 표와 같이 각종 연구과제의 수행을 기업의 수요 맞춤형으로 이루어질 수 있도록 추진해왔으며 산업체 및 학연 연구과제의 수행이 석박사과정 학생 교육과 자연스럽게 연계될 수 있도록 유도함.

과제 유형	1차년도 연구과제 개발 계획	1차년도 계획 대비 실적 현황
신기술 연구과제	○ 지역기업의 성장 동력 강화에 필요한 연구과제 개발 ○ 지역기업의 미래기술 공동개발	○ 기업연계 학위테마 과제의 개발 및 수행을 통한 IT·에너지 융복합 분야의 신성장동력 기술 개발 (참여교수진 8명, 참여기업 8개, 총13건 실시)
산업기술 연구과제	○ 산업 현장의 애로기술 해결을 위한 연구과제 개발 ○ 산업 현장의 생산성 향상을 위한 연구과제 개발	○ 실전문제연구단 과제 (참여교수진 12명, 참여기업 15개, 총19건 실시) 및 산업체 CDP 과제 (참여교수진 4명, 6개 업체 참여, 총8건)의 개발 및 수행을 통한 실용 문제 및 산업 현장의 애로기술 해결 (참여교수진 12명, 참여기업 15개, 총19건 실시) ○ 산학공동 기술개발 과제의 개발 및 수행을 통한 기술혁신의 현장 생산성 향상 (참여교수진 4명, 참여기업 4개, 총4건 실시)
학연 협력과제	○ 기초연구 결과의 산업화를 위한 공동 연구과제 개발 ○ 대형 국책 연구과제의 공동 개발	○ 산학공동 기술개발 과제의 개발 및 수행을 통한 기초연구 결과의 산업화 시도 (참여교수진 4명, 참여기업 4개, 총4건 실시)
교육용 공학과제	○ 학부생과 대학원생이 공동으로 참여하는 산학과제 개발 ○ 현장 애로기술 지도에 학부생과 대학원생의 공동 참여	○ 산업체 CDP 과제 (참여교수진 4명, 6개 업체 참여, 총8건) 및 실전문제연구단 과제 (참여교수진 12명, 참여기업 15개, 총19건 실시)의 개발 및 수행을 통한 문제해결 과정 및 방법의 교육

2.2-2) IT·에너지 융복합 산학밀착형 선도 모델 실현을 위한 산학 교류 세부 계획 대비 실적

2.2-2-1) 산업체 CEO 및 관계자에 의한 강의 및 학사프로그램 참여 확대·강화 실적

- 1차년도의 제1차 계획은 현재 부분적으로 시행 중인 산업체 CEO 및 관계자에 의한 강의 및 학사프로그램에 참여를 통하여 현장중심 교육을 보다 강화해나감으로써 학생들이 산업·사회 문제 해결에 보다 익숙해질 수 있는 교육을 제공하고자 하였음.
- 2020-2학기 및 2021-1학기에 개설된 화학공학과세미나 교과과목을 통해서 5개의 기업체 (삼성SDI, EC마이너, 테크트랜스, 동국제약, HMC) 및 4개 기관 (산업연구원, 경북자동차 임베디드연구원, 관세청, 고등기술연구원, 대구시청 물에너지산업과)으로부터 9명의 임직원 관계자들을 초청하여 IT·에너지 융복합 분야의 신기술 및 생산기술의 개발 동향 및 다양한 진로 분야에 관하여 교육하였음.
- 2020-2학기에 개설된 신재생에너지융합설계 교과목 (23명 수강)에서는 IT 소재공정, 에너지 소재공정 및 IT·에너지 융합소재공정 분야를 포함한 각 분야별로 산업체 전문가들을 초청하여 신재생에너지 산업 현장에서의 문제들 및 이를 해결하기 위한 기술 동향에 관하여 교육하였음.
- 2021.3.30.에 본 학과 출신으로 창업에 성공한 김예진 (JIN CULUS 대표)를 초청하여 참여 학생들을 대상으로 창업과 취업에 관한 특별 강연을 개최함.
- 참여 학생들의 진로취업 역량을 강화시켜주기 위해서 LG화학기술연구소의 관계자를 초청하여 2021.7.2. (30명 수강) 및 2021.7.9. (19명 수강) 두 차례에 걸친 참여 대학원생 대상 취업설명회를 개최하였으며,

대학원 졸업자로서 취업하기 위한 기본 소양 및 준비해야할 것들에 관한 교육을 개최하였음.

- 상기 1차년도 실적들을 고려해볼 때 산업체 CEO 및 관계자에 의한 강의 및 학사프로그램 참여 확대·강화가 잘 실천되었을 뿐 아니라, 이를 통해서 기업이 필요로 하는 신기술 및 생산기술의 개발 동향에 관한 참여 학생들의 전반적인 지식 수준을 향상시킨 것으로 평가됨.

2.2-2-2) 산학 공동연구 프로젝트 수행 확대 실적

- 지역기업에 맞는 산학과제를 발굴 및 수행하여 산학협력 관계를 돈독히 하고, 산학협력 과제의 수행에 대학원생과 학부생의 참여를 적극적으로 유도하여 학생들의 현장 중심 교육을 강화하는 데에 중점을 두었음.
- 1차년도 추진 내용 : 13건의 기업연계 학위테마 프로젝트 (참여교수 8명, 6개사 참여), 8건의 산업체 CDP 과제 (참여교수 8명, 6개사 참여), 19건의 실전문제 연구 과제 (참여교수 12명, 15개사 참여), 4건의 산학공동 기술개발 과제 (참여교수 4명, 4개사 참여) 및 1건의 중기부 혁신형기업기술개발 사업을 포함한 다양한 산학 공동연구 프로젝트의 실무를 통해서 참여 학생들의 실전 문제 해결능력 향상 및 취업의 기회 확대에 성공하였음.

2.2-2-3) 현장 애로기술 지도 실적

- 현장에서 발생하는 애로기술을 대학이 보유한 지식과 경험으로 해결하고, 지역산업체의 생산성 향상에 기여하고 학생들의 현장 감각을 증진시키고자 참여교수진 5명이 10개의 업체들로부터 총10건의 애로기술을 의뢰받아 현장방문을 통한 애로기술 해소를 수행함.
- 지난 5년간 참여교수진들에 의해서 이루어진 연간 애로기술 해소 건수가 8.8건/년임을 감안해볼 때, 코로나-19 사태의 장기화라는 악재에도 불구하고 오히려 소폭 향상된 결과를 나타냄.

2.2-2-4) 기업체 재직사원 대상 교육 프로그램의 운영을 통한 산학협력 강화 실적

- 1차년도 사업에서는 산업체 실무자를 대상으로 기초 이론 및 첨단 기술교육, 산업체 인력 기초교육 및 심화교육을 통하여 산업체와의 긴밀한 협조관계 구축, 지역기업의 기술 개발 정보 공유를 통한 교수진의 연구개발 현장화 등을 실현하고자 하였음.
 - － 1차년도 사업 기간 동안 연구단 차원 및 참여교수 개인 차원의 양쪽 측면에서 재직사원들을 대상으로 한 산업체 실무자 대상 교육 프로그램이 활발히 이루어지면서 지역 산업체에서 필요로 하는 맞춤형 전공 지식 전달에 크게 기여함.
- 연구단 차원에서의 재직사원 대상 교육 프로그램 실시
 - － 삼성SDI EMTA 기술교육 과정을 통해서 회사 측에서 필요로 하는 디스플레이 전공기초, 화공기초 및 환경기기 분석 기술교육을 성공적으로 실시하였을 뿐 아니라, 한국가스공사 탄소중립 에너지 전환 수소 연료전지 실무과정 교육을 통해서 신재생에너지 및 수소.연료전지와 관련한 전문적인 지식들을 한국가스공사 재직사원들에게 효율적으로 전달하는 데에 성공함.
- 기타 참여교수진의 재직사원 대상 교육 프로그램 실시.
 - － 오태환 교수는 (재)부산경제진흥원 신발산업진흥센터 및 (주)서원테크 재직 사원들을 대상으로 친환경 소재 사례분석 (2021.6.18.) 및 천연섬유/합성섬유 제조 공정 및 물성에 관한 재직사원 교육 (2020.8.17.~10.16.)을 각각 실시하였으며, 강도형 교수는 한국가스공사 수소기획부 재직사원들을 대상으로 한 수소에너지 생산 및 촉매 관련 교육 (2020.10.7.)을 실시하였음.
 - － 김세현 교수는 2018년 이래로 현재까지 NDD, 라훤나노테크 및 서일의 재직사원들을 대상으로 한 유기 트랜지스터, 투명LED 소재 및 디스플레이 패키징 소재 관련 기술교육을 지속적으로 실시 중에 있음.

2.2-2-5) 산업체 CDP 및 실전문제연구단 참여·지원 확대를 통한 산업·사회 문제 해결 실적

- 4차 산업혁명에 따라서 현장에서 부딪치게 되는 문제들이 다변화될 것이므로 산업체 CDP 및 실전문제연구단에 참여하는 교수와 대학원생들의 비율을 매년 증가시켜서 IT·에너지 산업 분야에서 일어나는 문제 해결과 직접적으로 관련된 산학밀착형 교육 효과의 극대화를 1차년도 사업의 주요 목표로 설정함.
- 1차년도 추진 내용 : 8건의 산업체 CDP 과제 (참여교수 8명, 6개사 참여), 19건의 실전문제 연구 과제 (참여교수 12명, 15개사 참여) 프로젝트의 실시를 통해서 참여 학생들의 산업·사회 문제 해결 능력 및 관련 실무경험 확대를 실현하였음.

2.2-2-6) 기업연수, 인턴십 및 IT·에너지 소재공정 관련 산업체 현장견학 강화 실적

- 대구·경북 지역에 있는 산업체별 맞춤형 전문인력 수요에 효과적으로 대응하기 위한 참여 학생들의 현장적응력 배양과 현장실무 체험 기회 부여를 위해서 1차년도 사업 동안 4개의 IT·에너지 소재공정 분야의 기업을 발굴하였으며 6명의 학생들이 Co-op 교육과정과 연계된 취업 맞춤형 인턴십 프로그램에 참여함.
 - 상기 기업체 중심의 인턴십을 4개월 동안 시행하여 학생들을 지역 산업 밀착형 연구자로 성장시키는 데에 주력하였으며, 그 결과 1명의 참여 학생이 (주)파이솔루션테크놀로지의 정식사원으로 채용될 수 있었음.
- 참여 대학원생들의 현장적응력 향상과 산업·사회 문제에 대한 현실적인 감각 향상을 목표로 IT·에너지 소재공정 관련 산업체 현장견학을 적극적으로 추진하였으며, 2021.6.2.에는 교내 창업보육센터에 입주한 중소기업 3개소, 중앙기기센터 및 생산기술연구원에서 참여 학생들을 대상으로 4차 산업혁명분야 시설 및 업체 현장 견학을 실시함.

2.2-2-7) 산학협력 과제 경진 대회 및 기술교류회 개최

- 학생들의 창의력과 문제해결 능력 그리고 엔지니어로서의 동기를 부여하고, 참여기관과의 공동 과제 발굴을 통하여 산학연계 활동 강화를 목표로 산업체 CDP와 연계한 산학협력 경진 대회 및 기술 교류회를 매년 11월에 개최 중임.
- 1차년도 추진내용: 2020년 11월에 참여기업과 공동으로 발굴한 산학협력과제와 교수진이 개발한 공학과제에 대한 과제 경진대회를 개최하고 IT 소재공정, 에너지 소재공정 및 융복합 소재공정을 포함한 각 분야별 우수 과제에 대하여 시상 및 포상함.

2.2-3) 산업·사회 문제해결 기여를 위한 향후 추진 계획

- 본 연구교수단은 산업·사회 문제의 해결을 위하여 ① 산업체 재직사원 대상 교육 프로그램의 개발 및 운영 ② 다양한 산업체 밀착형 프로그램 (기업연계 테마 학위과제, CDP과제 수행 및 실전문제연구단) 운영 등을 통한 산업 현장 문제 해결, ③ 교육자문 및 기술지도와 가족회사와의 산학공동 기술개발 과제 수행 등을 통하여 노력해왔으며, 그 결과 1차년도 사업에서는 산업·사회 문제의 해결을 위한 프로그램들을 더욱 발전시키고 확대하는 데에 성공하였음.
- 산업·사회 문제해결 기여를 위한 궁극적인 솔루션을 적재적소에 창출할 수 있는 산학협력과 교육 및 연구 허브대학원으로 성장해나가기 위한 본 연구단의 부문별 향후 추진 계획은 아래 내용과 같음.
 - IT·에너지 융복합 산학밀착형 선도모델의 확고한 구축 및 산학연계 인력양성을 보다 활성화하기 위하여 총200여개에 이르는 지역 내 가족기업들과 대경권 기관들이 참여하는 산학연 공동사업단을 구성하는 중에 있으며, 상기 산학연 공동사업단의 체계적인 유지 및 운영을 위해서 산학간 공동과제 수행, 산학연 워크숍, 현장 애로기술 해소 및 재직사원 대상 강좌를 포함한 지속적인 교류를 이어나갈 수 있는 경로를 더욱 확대해나갈 것임.
 - 기업체 임직원 대상 기술역량 강화 교육사업이 필요한 수요 기업들을 확대하기 위해서 본 연구단이 보유하고 있는 참여교수진의 뛰어난 교육능력 및 커리큘럼을 적극 홍보해나갈

것이며, 연구단 차원에서 재직 사원 교육프로그램 뿐만 아니라 참여교수 개인 차원에서도 실시하는 것을 적극 장려 및 지원함으로써 본 연구단이 지역 산업체들이 필요로 하는 지식 허브 중심 대학원으로 거듭날 수 있도록 노력해나갈 것임.

- 산업체/기관 관계자들 중 본 연구단에서 학위를 받은 동문 네트워크를 적극적으로 구축 및 활용하여 산업체 CEO 및 관계자에 의한 강의/학사프로그램 참여 및 산학연계 프로젝트 프로그램 참여를 1차년도에 비해서 더욱 확대·강화해나갈 것임.
- 코로나-19 사태의 장기화로 인해서 위축된 현장 견학 프로그램 및 참여 학생들의 취업 맞춤형 인턴십 참여 프로그램을 적극적으로 추진함으로써, 1차년도에 비해서 현장적응력 배양 및 현장실무 체험 기회 확대 및 질적 만족도를 더욱 향상시켜나갈 예정임.
- 산업체 CDP 및 실전문제연구단 참여 시 연구 예산 증액을 포함한 여러 가지 혜택을 부여함으로써 참여교수진으로 하여금 1차년도 보다 적극적인 참여 및 과제 제안을 유도해나갈 것이며, 참여학생들로 하여금 맞춤형 산업체 CDP 및 실전문제연구 과제 참여의 기회를 대폭 늘려줌으로써 학생과 기업 간의 상호 선택이 가능한 취업연계 교과과정으로 발전시켜 나갈 것임.
- 1차년도 대비하여 기존의 기업연계 학위테마 과제 및 산학공동 기술개발 과제에 교육연구단의 참여교수진이 더 많은 과제를 제안하고 참여할 수 있도록 유도해나갈 것이며, 참여교수진과 기업간의 대형 국책 연구과제의 공동 개발 사례를 증가시켜나갈 것임.
- 현장 애로기술 해소가 확인되는 교수진에게 애로기술 해소 사업비를 포함한 여러 가지 혜택을 부여함으로써 참여교수진에 의한 현장 애로기술 건수를 1차년도보다 증가시켜나갈 예정임.

3. 참여교수의 연구의 국제화 현황

① 국제적 학술활동 참여 실적 및 현황

- 본 교육연구단의 참여교수들은 최근 1년간 주요 국제학술회의에서 총 41건의 논문을 발표하였으며, 국제학회/학술대회에서 기조연설 1회, 초청강연 2회, 좌장 수행 9건, 조직위원장 4건, 조직위원 활동 9건 등의 활발한 활동을 전개하였음.
- 또한 6명의 참여교수가 국제학술지의 편집위원으로 활동하였으며, 대부분의 참여교수가 국제학술지의 논문심사위원으로 적극적으로 활동하여 총 359여건의 논문심사를 수행하였음.
- 본 교육연구단은 참여교수들에 대한 국제 학술활동 지원을 지속적으로 확대하고 있으며, 국제 학술활동 실적을 교수 인센티브 부여에 적극 반영하고 있음.

1) 국제학회/학술대회 활동

1-1) 국제학회/학술대회 수상

1-1-1) 학회상 수상 (1회)

- 김우경 교수는 광주 김대중컨벤션센터에서 2021.7.7- 7.9 기간에 열린 2021 Global Photovoltaic Conference에서 Special Award (PVSEC-30 & GPVC 2020)를 수상함.

1-1-2) 우수논문 선정 (2회)

- 김우경 교수는 광주 김대중컨벤션센터에서 2021.7.7- 7.9 기간에 열린 2021 Global Photovoltaic Conference에서 김우경교수 연구실에서 발표한 “Optimization of Ag doping Concentration of In2S3 Semiconductor for Photocatalytic applications” 논문이 Best Poster Award 수상.
- 이기백 교수는 제주도에서 2020.11.08.~13 열린 PVSEC-30 & GPVC 2020에서 “High energy surface etched graphite cathode for a novel aqueous aluminum ion battery” 논문이 excellent student paper award 수상.

1-2) 국제학회/학술대회 강연/연설/좌장

1-2-1) 초청강연, 기조연설

- 본 교육연구단 참여교수들은 최근 1년간 각종 국제학회/학술대회(공동심포지엄 포함)에서 1회의 기조연설과 2회의 초청강연을 수행함. 이러한 실적은 교수들의 활발한 국제협력 활동을 반증하고 있음.
- 기조연설 (1회)
 - 박진호 교수 : International Conference on Research and Advances in Mechanical Engineering 에서 “Korea’s energy transition strategy and hydrogen economy roadmap” 주제로 기조 연설 (ICRAME-2020, 2020.12.10.~11, 인도 아삼).
- 초청강연 (2회)
 - 박진호 교수 : 2021년 7월 온라인으로 개최된 2nd Germany-Korea Hydrogen Technology Network Meeting에서 초청강연 (Collaborative KoDe R&D Planning and Execution on Green Hydrogen Logistic Projects)을 하였음
 - 강도형 교수 : 2021년 7월 대한민국 대전에서 개최된 18th International Conference on Carbon Dioxide Utilization에서 초청강연을 하였음 (2021.07.21.)

1-2-2) 국제학회/학술대회 좌장 (9건)

- 박진호 교수 (6회): 2020 CAETS (International Council of Academies of Engineering and Technological Sciences) Conference (“Engineering a Better World - Smart Society”) Session 1 - “Smart Energy Network” (2020.10), International Conference on Research and Advances in Mechanical Engineering (ICRAME-2020), Session 1-A (2020.12), Photovoltaic Market Insights (PVMI) Conference 2021, Session (2021.04), The First Hydrogen Market Insights (H2MI) Conference 2021 (2021.04), Daegu International Gas Symposium 2021 - Session 1 (2021, 05), Strong Korea Forum 2021 - Session 6 (2021.05)
- 김우경 교수 (2회): PV Market Insights 2021 (2021.04), 2021 Global Photovoltaic Conference (2021.07),
- 강도형 교수 (1회): 18th International Conference on Carbon Dioxide Utilization (2021.07)

1-3) 국제학회/학술대회 위원회 활동 (13건)

- 국제학회/학술대회 조직위원장 (4건)
 - 박진호 교수 (3회): CAETS (International Council of Academies of Engineering and Technological Sciences) Energy Committee 2020 Meeting (2020.10), The 30th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-30) (2020.11), The First Hydrogen Market Insights (H2MI) Conference 2021 (2021.04)
 - 심재진 교수 (1회): 20th International Symposium on Clean Technology (2021.01)
- 국제학회/학술대회의 조직위원 (9건)
 - 박진호 교수 (4회): 2020 CAETS (International Council of Academies of Engineering and Technological Sciences) Conference (“Engineering a Better World - Smart Society”) (2020.10), The 8th ASEAN-Korea Engineering Forum & RTM 2020 (2020.12), International Conference on Research and Advances in Mechanical Engineering (ICRAME-2020), Session 1-A (2020.12), Photovoltaic Market Insights (PVMI) Conference 2021 (2021, 04)
 - 김우경 교수 (2회): The 30th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-30) & Global Photovoltaic Conference 2020 (GPVC 2020) (2020.11), PV Market Insights 2021 (2021.04)
 - 이승우 교수 (1회): IUPAC-MACRO2020+ (2021.05)
 - 이기백 교수 (1회): The First Hydrogen Market Insights (H2MI) Conference 2021 (2021.04)

- 윤태호 교수 (1회): The First Hydrogen Market Insights (H2MI) Conference 2021 (2021.04)

1-4) 국제학회/학술대회 논문발표 (41편)

- 최근 1년간 본 교육연구단 참여교수진은 국제학회/심포지엄에서 총 41편의 논문을 발표하였음.

2) 국제학술지 관련 활동

2-1) 국제학술지 편집위원 (6명)

- 이문용 교수 : Associate Editor for Energies Journal (MDPI), Editor for Special Issues of Energies Journal (MDPI), Topic Editor for “Green and Sustainable LNG Supply Chain: A Bridge to a Low Carbon Energy Society” in Frontiers in Energy Research (Frontiers), Topic Editor for “Enhanced Design and Optimization of Advanced and Intensified Distillation Processes for the Separation and Purification of Biomass Derivatives” in Energies Journal (MDPI), Topic Editor for “EEnergy-Saving Opportunities in Liquefied Methane Value Chains” in Energies Journal (MDPI).
- 박진호 교수 : Editorial Board Member of Crystals Journal (MDPI)
- 심재진 교수 : Nanomaterials (IF=4.324) Guest Editor & Editorial Board member
- 김우경 교수 : Associate Editor for IEEE Journal of Photovoltaics, Guest Editor for Nanomaterials (MDPI)
- 이진태 교수 : Biotechnology and Bioprocess Engineering (IF=2.213, Elsevier) 편집위원, International Journal of Molecular Sciences (IF=5.923) Guest Editor
- 조성훈 교수 : Guest Editor for Polymers (MDPI)

2-2) 국제학술지 논문심사위원

- 본 교육연구단 소속 교수들은 아래와 같이 총 370편 이상의 SCI급 국제학술지 논문을 심사함으로써 최신 연구정보를 획득하고 국제적으로 본 교육연구단의 이름을 알리는 계기를 마련하였음 (상세내역 행정실 보관).

김우경 교수	J. Phys.D외 5건	심재진 교수	ACS Appl Mater Interf외 43건
한성수 교수	Carbohydrate Polymers외 29건	이문용 교수	Cryogenics외 53건
안광순 교수	Int. J. Hydrog. Energy외 4건	이용록 교수	Dalton Transactions외 129건
오태환 교수	FNP외 1건	윤태호 교수	J. Electrochem. Soc.외 5건
이진태 교수	ACS Appl Mater Interf외 62건	강도형 교수	Asia-Pac. J. Chem. Eng.외 4건
박진호 교수	Optical Materials외 10건	이기백 교수	Adv. Funct. Mater.외 11건

3) 국제 저술 활동

- 최근 1년간 본 교육연구단 소속의 이문용 교수는 1편의 book, 윤태호 교수는 1편의 book chapter를 저술하였음.
 - Luan Vu Truong Nguyen, Lam Chuong Vo, Thanh-Hai Nguyen, 이문용 교수, "Design of Simplified Decoupling Control System of Pulsed MIG Welding Process for Aluminum Alloy ", Springer, Advances in Intelligent Systems and Computing (ISBN 2194-5357), pp371-381 (2020.11)
 - Akbar Mohammad, Mohammad Ehtisham Khan, Ahmed Abutaleb, Wahid Ali, Mohd.Tauqeer, 윤태호 교수, Moo Hwan Cho, "Chapter 8: Aerogel and its composites for sensing, adsorption, and photocatalysis", Elsevier, Advances in Aerogel Composites for Environmental Remediation(ISBN 978-0-12-820732-1), pp125-144 (2021.06)

4) 기타 국제활동

4-1) 국제공동심포지엄 개최

- 20th International Symposium on Clean Technology : 청정에너지중점연구소사업단과 공동 개최 (2021.01)
- 2014년부터 2019년까지 6년간 영남대학교 BK 프로그램 주관으로 개최해 온 SKY (Shanghai대학-Kyushu대학-Yeungnam대학) 국제 심포지엄은 코로나 상황으로 2020년과 2021년 현재 잠정 연기함.

4-2) 국제협력을위한MOU체결

- 화학공학부 BK 프로그램이 주축으로 프랑스 낭트대학 (Université de Nantes)과 영남대학교 공과대학 전계열과 함께 MOU를 체결함 (2021.05.04)
- 한성수 교수는 2021년 7월13일 현재 영남대학교와 사우디아라비아 Zazan University와 MOU를 체결하기 위해 추진 중임

② 국제 공동연구 실적

<표 3-6> 최근 1년간 국제 공동연구 실적

연번	공동연구 참여자		상대국 /소속기관	국제 공동연구 실적	DOI 번호/ISBN 등 관련 인터넷 link 주소
	교육연구단 참여교수	국외 공동연구자			
1	김우경	Koduru Mallikarjuna	베트남/ Ton Duc Thang University	Koduru Mallikarjuna, Lebaka Venkatesh Reddy, Sarah Al-Rasheed, Arifullah Mohammed, Sreedevi Gedi, and 김우경, "Green Synthesis of Reduced Graphene Oxide-Supported Palladium Nanoparticles by Coleus amboinensis and its Enhanced Catalytic Efficiency and Antibacterial Activity" Crystals 11 (2021) 134.	10.3390/cryst11020134
2	김우경	T.R.R. Kotte	인도/ Sri Venkateswara University	Sreedevi Gedi, Vasudeva Reddy Minnam Reddy, Tulasi Ramakrishna Reddy Kotte, Chinho Park, 김우경, "Fundamental aspects and comprehensive review on physical properties of chemically grown tin-based binary sulfides" Nanomaterials (in press)	10.3390/nano11081955
3	김우경	Sebastian Dittmann	독일/ Anhalt University	Sebastian Dittmann, Laurie Burnham, Ralph Gottschalg, 김우경, Soo-Young Oh, Carlos Rodrigue, Marilia Braga, Aline Kirsten Vidal de Oliveira, and Ricardo Rüther, "COMPARATIVE ANALYSIS OF ALBEDO MEASUREMENTS AT MULTIPLE SITES WORLDWIDE," The 30th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-30) & Global Photovoltaic Conference 2020, Jeju ICC, Jeju, Korea, November 8-13 (2020).	10.4229/EUPVSE C20192019-5DO. 1.4
4	심재진	Marjorie Baynosa	필리핀/ Department of Chemical Engineering	Thi Toan Nguyen, Debananda Mohapatra, Deivasigamani Ranjith Kumar, Marjorie Baynosa, Sumanta Sahoo, Jintae Lee, 심재진, "Direct growth of nickel cobalt layered double hydroxide on nickel foam via redox reaction between nitrate ion and ethanol for hybrid supercapacitors," Electrochim. Acta, 367, 137226 (2021).	10.1016/j.electacta.2020.137226
5	심재진	Abdelrahman M. Rabie, Mostafa R. Abukhadra	이집트/ Egyptian Petroleum Research Institute, Beni-Suef University	Ibrahim Said, Mostafa R. Abukhadra, Abdelrahman M. Rabie, Al-Sayed A. Bakr, 심재진, and Sayed Abdelkader Ahmed "Facile Fabrication of ZnMgAl/LDH/Algae Composites as a Potential Adsorbent for Cr(VI) Ions from Water: Fabrication and Equilibrium Studies," ACS Omega, 5, 31342-31351(2020).	10.1021/acsomega.0c04842

6	심재진	Mostafa R. Abukhadra, Abdelrahman M. Rabie	이집트/ Faculty of Science, Beni-Suef University, Egyptian Petroleum Research Institute	Maha R. Sayed, Mostafa R. Abukhadra, Sayed Abdelkader Ahmed, Mohamed Shabanc, Umer Javed, Mohamed A. Betiha, 심재진, Abdelrahman M. Rabie, "Synthesis of advanced MgAl-LDH based geopolymer as a potential catalyst in the conversion of waste sunflower oil into biodiesel: Response surface studies," Fuel, 282, 118865(2020).	10.1016/j.fuel.2020.118865
7	심재진	Saad G. Mohamed	이집트/ Mining and Metallurgy Engineering Department	Saad G. Mohamed, Iftikhar Hussain, Mostafa S. Sayed, 심재진, "One-step development of octahedron-like CuCo ₂ O ₄ @Carbon fibers for high-performance supercapacitor electrodes," Journal of Alloys and Compounds, 842,,155639(2020).	10.1016/j.jallcom.2020.155639
8	심재진	Siva Sankar Nemala, Smrutiranjana Parida	인도/ Department of Metallurgical Engineering and Materials Science	Debananda Mohapatra, Siva Sankar Nemala, Mostafa Saad Sayed, 심재진. Sudhanshu Mallick, Parag Bhargavab, and Smrutiranjana Parida, "Carbon nano-onion-powered optically transparent and economical dye-sensitized solar cells," Nanoscale, 12, 20621-20630(2020).	10.1039/D0NR04382F
9	윤태호	Mohammad Ehtisham Khan, Waleed AlHazmi	사우디아라비아/ Jarzan University	Akbar Mohammad, Mohammad Ehtisham Khan, Waleed AlHazmi, 윤태호 "Fabrication of Sensitive Electrochemical Sensor Using SnO ₂ -Modified-TiO ₂ Nanocomposite for the Detection of Hydrazine" Journal of The Electrochemical Society, 168, 067018 (2021)	opscience.iop.org/article/10.1149/1945-7111/ac099b
10	윤태호	Mohammad Ehtisham Khan	사우디아라비아/Jarzan University	Akbar Mohammad, Mohammad Ehtisham Khan, Md Rezaul Karim, Moo Hwan Cho, 윤태호 "Ag-modified SnO ₂ -graphitic carbon nitride nanostructures for electrochemical sensor applications", Ceramics International, 47, 23578-23589 (2021)	10.1016/j.ceramint.2021.05.076
11	윤태호	Vijai Kumar Gupta	영국/ Scotland's Rural College	Tripti Singh, Alaz Alhazmi, Akbar Mohammad, Neha Srivastava, Shafiqul Haque, Shalini Sharma, Rajeev Singh, 윤태호, Vijai Kumar Gupta, "Integrated Biohydrogen production via lignocellulosic waste: Opportunity, Challenges & Future Prospects", Bioresource Technology, 338, 125511 (2021)	10.1016/j.biortech.2021.125511
12	윤태호	Mohammad Ehtisham Khan	사우디아라비아/Jarzan University	Akbar Mohammad, Mohammad Ehtisham Khan, Moo Hwan Cho, 윤태호 "Fabrication of binary SnO ₂ /TiO ₂ nanocomposites under a sonication-assisted approach: Tuning of band-gap and water depollution applications under visible light irradiation", Ceramics International, 47, 15073-15081 (2021)	10.1016/j.ceramint.2021.02.065
13	이문용	Hammad Saulat	중국/ Dalian University of Technology	Muhammad Abdul Qyyum, 차니아고우스도널드, Wahid Ali, Hammad Saulat, 이문용, "Membrane-Assisted Removal of Hydrogen and Nitrogen from Synthetic Natural Gas for EnergyEfficient Liquefaction", ENERGIES 13(19), 1-18 (2020)	10.3390/en13195023
14	이문용	Mohd Shariq Khan	오만/ Dhofar University	Muhammad Abdul Qyyum, Kinza Qadeer, Mohd Shariq Khan, Muhammad Naqvi, Ali Rehman, Li Wang, 이문용 "Weed colonization-based performance improvement opportunities in dual-mixed refrigerant natural gas liquefaction process", Energy Science & Engineering 8, 1-16 (2020)	10.1002/ese3.848
15	이문용	Mohd Shariq Khan	오만/ Dhofar University	Mohd Shariq Khan, Muhammad Abdul Qyyum, Wahid Ali, Aref Wazwaz, Khursheed B. Ansari, 이문용 "Energy Saving through Efficient BOG Prediction and Impact of Static Boil-off-Rate in Full Containment-Type LNG Storage Tank", ENERGIES 13, 1-14 (2020)	10.3390/en13215578
16	이문용	Li Wang	중국/ 북경과기대	Muhammad Abdul Qyyum, Kinza Qadeer, Mohd Shariq Khan, Muhammad Naqvi, Ali Rehman, Li Wang, 이문용 "Weed colonization-based performance improvement opportunities in dual-mixed refrigerant natural gas liquefaction process", Energy Science & Engineering 8, 1-16 (2020)	10.1002/ese3.848

17	이문용	Muhammad Naqvi	스웨덴/ Karlstad University	Muhammad Abdul Qyyum, Kinza Qadeer, Mohd Shariq Khan, Muhammad Naqvi, Ali Rehman, Li Wang, 이문용 “Weed colonization-based performance improvement opportunities in dual-mixed refrigerant natural gas liquefaction process”, Energy Science & Engineering 8, 1-16 (2020)	10.1002/ese3.848
18	이문용	Tianbiao He, Ashfaq Ahmad, Mohammad Rehan	중국/ China University of Petroleum, 파키스탄/ COMSATS University, 사우디아라비아/ King Abdulaziz University	He T, Qyyum MA, Zhou Z, Ahmad A, Rehan M, Nizami A-S, 이문용 “Black Hole-Inspired Optimal Design of Biomethane Liquefaction Process for Small-Scale Applications” , frontiers in Energy Research, 9, 656165 (2021)	10.3389/fenrg.2021.656165
19	이문용	Wahid Ali	사우디아라비아/ Jazan University	Mohd Shariq Khan, Muhammad Abdul Qyyum, Wahid Ali, Aref Wazwaz, Khursheed B. Ansari, 이문용 “Energy Saving through Efficient BOG Prediction and Impact of Static Boil-off-Rate in Full Containment-Type LNG Storage Tank”, ENERGIES 13(21), 1-14 (2020)	10.3390/en13215578
20	이문용	Fahid Riaz, Muhammad Usman, Ji ~ ri Jaromir Klemes, Muhammad Asim, Muhammad Rizwan Awan, Muhammad Imran	싱가포르/ National University of Singapore, 파키스탄/ University of Engineering and Technology Lahore, 체코 Brno University of Technology, 홍콩/ The Hong Kong Polytechnic University, 스페인/ Universitat Politècnica De Catalunya, 영국/ Aston University	Riaz F, Qyyum MA, Bokhari A, Klemes JJ, Usman M, Asim M, Awan MR, Imran M, 이문용 “Design and Energy Analysis of a Solar Desiccant Evaporative Cooling System with Built-In Daily Energy Storage” , Energies, 14(9), 2429 (2021)	10.3390/en14092429
21	이문용	Asma Iqbal, Abdul-Sattar Nizami	인도/ Aligarh Muslim University, 파키스탄/ Government College University	Asma Iqbal, Muhammad Abdul Qyyum, Ojasvi, Abdul-Sattar Nizami, Syed Akhlaq Ahmad, 이문용 “Energy-efficient and cost-effective alternative separation techniques for 2-methoxyethanol-toluene azeotropic mixture: Design and control studies” , Chemical Engineering and Processing - Process Intensification, 163, 108376 (2021)	10.1016/j.cep.2021.108376
22	이문용	Khursheed B. Ansari	인도/ Aligarh Muslim University	Mohd Shariq Khan, Muhammad Abdul Qyyum, Wahid Ali, Aref Wazwaz, Khursheed B. Ansari, 이문용 “Energy Saving through Efficient BOG Prediction and Impact of Static Boil-off-Rate in Full Containment-Type LNG Storage Tank”, ENERGIES 13, 1-14 (2020)	10.3390/en13215578
23	이문용	Amin Khan, Rizwan Ahmad	중국 Zhejiang University, 파키스탄 Institute of Applied Sciences & Technology	Amin Khan, Muhammad Abdul Qyyum, Hammad Saulat, Rizwan Ahmad, XinSheng Peng, 이문용 “Metal-organic frameworks for biogas upgrading: Recent advancements, challenges, and future recommendations” , Applied Materials Today, 22, 100925(2021)	10.1016/j.apmt.2020.100925
24	이문용	Mahmoud Nasr, Zhong Yu, Nanotechnology and Advanced Material Central Lab, Awais Bokhari	이집트/ National Research Centre, 이집트/ Alexandria University, 중국/ Sun Yat-sen University, 이집트/ Agricultural Research Center, 체코/ Brno University of Technology, 파키스탄/ COMSATS University Islamabad	Ahmed Tawfik, Mahmoud Nasr, Aida Galal, Mohamed El-Qelish, Zhong Yu, Mohamed A. Hassan, Hala A. Salah, Mohamed S. Hasanin, Fangang Meng, Awais Bokhari, Muhammad Abdul Qyyum, 이문용 “Fermentation-based nanoparticle systems for sustainable conversion of black-liquor into biohydrogen” , Journal of Cleaner Production, 309,127349(2021)	10.1016/j.jclepro.2021.127349

25	이문용	Wahid Ali	사우디아라비아/ Jazan University	Muhammad Abdul Qyyum, 차니아고유스토널드, Wahid Ali, Hammad Saulat, 이문용 “Membrane-Assisted Removal of Hydrogen and Nitrogen from Synthetic Natural Gas for EnergyEfficient Liquefaction”, ENERGIES 13(19), 1-18 (2020)	10.3390/en13195023
26	이문용	Muhammad Usman, Fahid Riaz, Haris Hussain, Chaudhary Awais Salman	파키스탄/ University of Engineering and Technology, 싱가포르/ National University of Singapore, 영국/ The University of Edinburgh, 스웨덴/ Mälardalen University	Usman M, Jamil MK, Riaz F, Hussain H, Hussain G, Shah MH, Qyyum MA, Salman CA, 이문용 “Refining and Reuse of Waste Lube Oil in SI Engines: A Novel Approach for a Sustainable Environment” . Energies; 14(10):2937 (2021)	10.3390/en14102937
27	이문용	Syed Fahad Ali Shah, Amin Khan	파키스탄 University of Chitral, 중국 Zhejiang University	Muhammad Abdul Qyyumal, Rofice Dickson, Syed Fahad Ali Shahd, Haider Niaz, Amin Khan, J. Day Liu, 이문용 “Availability, versatility, and viability of feedstocks for hydrogen production: Product space perspective” , Renewable and Sustainable Energy Reviews 145, 110843(2021)	10.1016/j.rser.2021.110843
28	이문용	Fahid Riaz, Muhammad Farooq, Muhammad Wakil Shahzad	싱가포르/ National University of Singapore, 파키스탄/ University of Engineering and Technology Lahore, 영국/ Northumbria University	Riaz F, Yam FZ, Qyyum MA, Shahzad MW, Farooq M, Lee PS, 이문용 “Direct Analytical Modeling for Optimal, On-Design Performance of Ejector for Simulating Heat-Driven Systems” . Energies, 14(10),2819 (2021)	10.3390/en14102819
29	이문용	Wahid Ali, Adnan Aslam Noon	사우디아라비아/ Jazan University, 파키스탄/ International Islamic University	Muhammad Abdul Qyyum, Ahmad Naquash, Wahid Ali, Junaid Haider, Adnan Aslam Noon, Mohammad Rehan, Abdul-Sattar Nizami, Muhammad Yasin, 이문용 “Process Systems Engineering Evaluation of Prospective Working Fluids for Organic Rankine Cycles Facilitated by Biogas Combustion Flue Gases” , FRONTIERS IN ENERGY RESEARCH 9, 663261(2021)	10.3389/fenrg.2021.663261
30	이문용	Bilal Kazmi, Syed Imran Ali, Abdul-Sattar Nizami	파키스탄/ University of Karachi, Government College University	Haider Junaid, Muhammad Abdul Qyyum, Bilal Kazmi, Syed Imran Ali, Khursheed B. Abdul-Sattar Nizami, 이문용 “Simulation study of deep eutectic solvent-based biogas upgrading process integrated with single mixed refrigerant biomethane liquefaction”, Biofuel Research Journal 7(4), 1245-1255 (2020)	10.18331/BRJ2020.7.4.3
31	이문용	Ashfaq Ahmad, Abdul-Sattar Nizami	파키스탄/ COMSATS University, Pakistan Government College University	Kinza Qadeer, Ashfaq Ahmad, Muhammad Abdul Qyyum, Abdul-Sattar Nizami, 이문용 “Developing machine learning models for relative humidity prediction in air-based energy systems and environmental management applications” , Journal of Environmental Management 292, 112736(2021)	10.1016/j.jenvman.2021.112736
32	이문용	Saad Saeed, Mahmood Saleem, Abdullah Durrani, Abdul-Sattar Nizam, Mohammad Rehan	파키스탄/ NFC Institute of Engineering & Technology, University of the Punjab, Government College University, 사우디아라비아/ King Abdulaziz University	Saeed S, Saleem M, Durrani A, Haider J, Riaz M, Saeed S, Qyyum MA, Nizami A-S, Rehan M, 이문용 “Determination of Kinetic and Thermodynamic Parameters of Pyrolysis of Coal and Sugarcane Bagasse Blends Pretreated by Ionic Liquid: A Step towards Optimization of Energy Systems” . Energies, 14(9),2544(2021)	10.3390/en14092544
33	이용록	VeeradasanPerumal	말레이시아/ Universiti Teknologi PETRONAS	Jebakumar Immanuel, EdisonThomas Nesakumar; Atchudan, Raji; Karthik, Namachivayam; Chandrasekaran, Sundaram; Perumal, Suguna; Raja, Pandian Bothi; Perumal, Veeradasan; 이용록 “Deep eutectic solvent assisted electrosynthesis of ruthenium nanoparticles on stainless steel mesh for electrocatalytic hydrogen evolution reaction” , Fuel (2021) 297, 120786	10.1016/j.fuel.2021.120786

34	이용록	ManiShanmugam	인도/ Institute of Aeronautical Engineering	Atchudan, Raji; Jebakumar Immanuel Edison, Thomas Nesakumar; Shanmugam, Mani; Suguna, Perumal; Somanathan, Thirunavukkarasu; 이용록 “Sustainable synthesis of carbon quantum dots from banana peel waste using hydrothermal process for in vivo bioimaging” , Physica E (2021) 126, 114417.	10.1016/j.physe.2020.114417
35	이용록	Mani Shanmugam	인도/Department of Science and Humanities, Institute of Aeronautical Engineering	Chandra Kishore, Somasundaram; Atchudan, Raji; Jebakumar Immanuel Edison, Thomas Nesakumar; Suguna, Perumal; Muthulakshmi, Alagan; Vinodh, Rajangam; Shanmugam, Mani; 이용록 “Solid Waste-Derived Carbon Fibers-Trapped Nickel Oxide Composite Electrode for Energy Storage Application” , Energy Fuels (2020) 34, 14958-14967	10.1021/acs.energyfuels.0c02773
36	이용록	Thirunavukkarasu Somanatha	인도/ Vels Institute of Science, Technology & Advanced Studies	Atchudan, Raji; Jebakumar Immanuel Edison, Thomas Nesakumar; Shanmugam, Mani; Suguna, Perumal; Vinodh, Rajangam; Somanathan, Thirunavukkarasu; 이용록 “Biowaste-originated heteroatom-doped porous carbonaceous material for electrochemical energy storage application” , Journal of Industrial and Engineering Chemistry (2021) 98, 308-317	10.1016/j.jiec.2021.03.037
37	이용록	Jeyakumar Kandasamy	인도/ india institute of technology	Chaudhary, Priyanka; Kandasamy, Jeyakumar; Macabeo, Allan Patrick G.; Tamargo, Ramuel John Inductivo; 이용록 “Recent Advances and Strategies for the Transition-Metal-Catalyzed C-H Functionalization of N-Nitrosoanilines” , Advanced Synthesis & Catalysis (2021) 363(8), 2037-2060	10.1002/adsc.202001613
38	이용록	Ramuel John Inductivo Tamargo	필리핀/ University of the Philippines Diliman	Tamargo, Ramuel John Inductivo; Rubio, Peter Yuosef; Mohandoss, Sonaimuthu; Shim, Jae-Jin; 이용록 “Cytosol as a Neoteric Bio-based Solvent for Catalyst-free Microwave-Assisted Construction of Diverse Bipyridine Analogues for Heavy-Metal Sensing” , ChemSusChem (2021) 14(9), 2133-2140	10.1002/cssc.202100379
39	이용록	Pandian BothiRaja	말레이시아/ Universiti Sains Malaysia	Jebakumar Immanuel, EdisonThomas Nesakumar; Atchudan, Raji; Karthik, Namachivayam; Chandrasekaran, Pitchai; Perumal, Suguna; Arunachalam, Prabhakarn; Raja, Pandian Bothi; Sathuraman, Mathur Gopalakrishnan; 이용록 “Electrochemically exfoliated graphene sheets as electrode material for aqueous symmetric supercapacitors” , Surface & Coatings Technology (2021) 416, 127150	10.1016/j.surfcoat.2021.127150
40	이용록	Debabrata Maiti	인도/ IIT Bombay	Nale, Sagar D.; Maiti, Debabrata; 이용록 “Construction of Highly Functionalized Xanthenes via Rh-Catalyzed Cascade C-H Activation/O-Annulation” , Organic Letters (2021) 23(7), 2465-2470	10.1021/acs.orglett.1c00391
41	이용록	Rajendran Suresh Babu	브라질/ Centro Federal de Educação Tecnológica	Atchudan, Raji; Jebakumar Immanuel Edison, Thomas Nesakumar; Suguna, Perumal; Vinodh, Rajangam; Sundramoorthy, Ashok K.; Suresh Babu, Rajendran; 이용록 “Leftover kiwi fruit peel-derived carbon dots as a highly selective fluorescent sensor for detection of ferric ion” , Chemosensors (2021) 9, 166.	10.3390/chemosensors9070166
42	이용록	Paul Ha-Yeon Cheong	미국/ Oregon State University	Sultana, Sabera , González-Montiel, Gisela A. , Pradhan, Samjhana , Khanal, Hari Datta , Nale, Sagar D. , Cheong, Paul Ha-Yeon , 이용록 “In(III)-Catalyzed Direct Regioselective Syntheses of 1-Naphthaldehyde Derivatives via a Hidden Aldehyde 1,3-Translocation and Disjointed CO ₂ Extrusion” , ACS Catalysis (2021) 11, 6467-6473	10.1021/acscatal.1c00629
43	이용록	Dangsheng Xiong	중국/ Nanjing University of Science and Technology	Jebakumar Immanuel Edison, Thomas Nesakumar; Atchudan, Raji; Karthik, Namachivayam; Ganesh, Karuppasamy; Xiong, Dangsheng; 이용록 “A novel binder-free electro-synthesis of hierarchical nickel sulfide nanostructures on nickel foam as a battery-type electrode for hybrid-capacitors” , Fuel (2020) 275, 118077	10.1016/j.fuel.2020.118077

44	이용록	Dangsheng Xiong	중국/ Nanjing University of Science and Technology	Jebakumar Immanuel Edison, Thomas Nesakumar; Atchudan, Raji; Karthik, Namachivayam; Balaji, Jaganathan; Xiong, Dangsheng; 이용록 “Catalytic degradation of organic dyes using green synthesized N-doped carbon supported silver nanoparticles” , Fuel (2020) 280, 118682	10.1016/j.fuel.2020.118682
45	이용록	Thirunavukkarasu Somanathan	인도/ School of Basic Sciences, Vels Institute of Science, Technology & Advanced Studies	Atchudan, Raji; Jebakumar Immanuel Edison, Thomas Nesakumar; Shanmugam, Mani; Suguna, Perumal; Vinodh, Rajangam; Thirunavukkarasu, Somanathan; 이용록 “Facile synthesis of a novel nitrogen-doped carbon dot adorned zinc oxide composite for photodegradation of methylene blue” , Dalton Transactions (2020) 49, 17725-17736.	10.1039/d0dt02756a
46	이용록	Ayyakannu Arumugam	인도/ VIT University	Mohandoss, Sonaimuthu, Jebakumar Immanuel Edison, Thomas Nesakumar; Atchudan, Raji; Palanisamy, Subramanian; Prabhu, Narayanasamy Marimuthu; Napoleon, Ayyakannu Arumugam; You, Sang Guan, 이용록 “Ultrasonic-assisted efficient synthesis of inclusion complexes of salsalate drug and β -cyclodextrin derivatives for potent biomedical applications” , Journal of Molecular Liquids (2020) 314, 114388	10.1016/j.molliq.2020.114358
47	이용록	Surapaneni KrishnaMohan	인도/ Clinical Skills & Simulation and Research	Sonaimuthu Mohandoss, Subramanian Palanisamy, Veeraraghavan VishnuPraya, Surapaneni Krishna Mohan, Jae-Jin Shim, Khamphone Velithip, SangGuan You, 이용록 “Excitation-dependent multiple luminescence emission of nitrogen and sulfur doped carbon dots for cysteine sensing, bioimaging, and photoluminescent ink applications” , Microchemical Journal (2020) 167, 106280	10.1016/j.microc.2021.106280
48	이진태	Omaima Nasif	사우디아라비아/ King Saud University	Sukum Ngulue Chang, Se Ho Kim, Debasish Kumar Dey, Gwan Joon Park, Omaima Nasif, Vivek K. Bajpai, Sun Chul Kang, 이진태 and Jae Gyu Park “5-O-Benzothiazolobiphenyl Alleviates CCl4-Induced Acute Liver Injury by Equilibrating ROS-Mediated Apoptosis and Autophagy Induction” , International Journal of Molecular Sciences 22, 1083 (2021)	10.3390/ijms22031083
49	이진태	Satish Kumar Rajasekharan	이스라엘/ Agricultural Research Organization	Satish Kumar Rajasekharan, Chaitany Jayaprakash Raorane, 이진태, Nematicidal effects of piperine on the pinewood nematode <i>Bursaphelenchus xylophilus</i> , Journal of Asia-Pacific Entomology, 23.4: 863-868 (2020)	10.1016/j.aspen.2020.07.022
50	이진태	Frank Beyenal	미국/ Washington State University	P. Kumar, J-H. Lee, H. Beyenal, 이진태 (2020) “Fatty Acids as Antibiofilm and Antivirulence Agents” Trends in Microbiology, Vol. 28, No.9	10.1016/j.tim.2020.03.014
51	이진태	Khursheed Ali, Hind A. AL-Shwaiman	인도/ Aligarh Muslim University, 사우디아라비아	Bilal Ahmed, Asad Syed, Khursheed Ali, Abdallah M Elgorban, Afroz Khan, 이진태 Hind A AL-Shwaiman, Synthesis of gallotannin capped iron oxide nanoparticles and their broad spectrum biological applications, RSC Advances, 11.17: 9880-9893 (2021)	10.1039/D1RA00220A
52	이진태	Satish Kumar Rajasekharan	이스라엘/ Agricultural Research Organization	Satish Kumar Rajasekharan, Chaitany Jayaprakash Raorane, 이진태 A Facile and Modified Scheme for Synchronization and Isolation of Nematode Eggs, Agriculture, 11, 676 (2021)	10.3390/agriculture11070676
53	이진태	Mohammad Saghir Khan, Asad Syed	인도/ Aligarh Muslim University, 사우디아라비아	Bilal Ahmed, Asfa Rizvi, Khursheed Ali, 이진태 Almas Zaidi, Mohammad Saghir Khan, Javed Musarrat, Nanoparticles in the soil-plant system: a review, Environmental Chemistry Letters, 1-65 (2021)	link.springer.com/article/10.1007/s10311-020-01138-y
54	이진태	Mohammad Saghir Khan, Asad Syed	인도 Aligarh Muslim University, 사우디아라비아	Bilal Ahmed, Asfa Rizvi, Asad Syed, Afreen Jailani, Abdallah M. Elgorban, Mohammad Saghir Khan, Hind A. AL-Shwaiman, 이진태 “Differential bioaccumulations and ecotoxicological impacts of metal-oxide nanoparticles, bulk materials, and metal-ions in cucumbers grown in sandy clay loam soil - Environmental Pollution 289 (2021) 117854	10.1016/j.envpol.2021.117854

55	조성훈	K a v i t a Sharma	미국/ Idaho State University	Neelima Mahato, Kavita Sharma, Mukty Sinha, Archana Dhyani, Brajesh Pathak, Hyeji Jang, Seorin Park, Srinath Pashikanti, 조성훈 “Biotransformation of Citrus Waste-I: Production of Biofuel and Valuable Compounds by Fermentation“, Processes 9, 220 (2021)	10.3390/pr902022 0
----	-----	-----------------------	----------------------------------	--	-----------------------

③ 외국 대학 및 연구기관과의 연구자 교류 실적 및 계획

- 본 교육연구단은 외국대학 및 연구기관의 실험실과 자매실험실 관계를 맺어 참여교수와 대학원생들의 연구 및 인적교류를 통하여 연구와 관련한 기술정보를 교환하는 등 국제적 협력을 강화하고 있음. 최근 1년간 5명의 교육연구단 참여교수가 9개의 해외 연구기관과 긴밀히 공동연구를 수행하여 우수한 국제공동논문을 출판하였음. 또한 현재 공동연구를 수행하고 있는 해외 대학 및 연구기관은 다음과 같음.

1) 외국대학 및 연구기관과의 연구자 상호교류 실적

- 박진호 교수 연구실 및 수소산업융복합 인력양성 사업단
 - 독일 프라운호퍼연구소(Fraunhofer Institute, Ralf Wehrspohn 박사) 및 안할트공대(Anhalt Hochschule, Joerg Bagdahn 총장)와 양 기관의 교류협력 아이템 발굴을 위한 온라인 워크숍을 9월 4일과 9월 15일 2회에 걸쳐 가짐
 - 호주 멜버른대학 에너지연구소(University of Melbourne MED)와 양 기관의 교류협력 아이템 발굴을 위한 온라인 워크숍을 9월 10일 개최함
 - 미국 콜로라도 CSM (Colorado School of Mines, 재료공학과 학과장 Angus Rockett 교수)와 양 기관의 교류협력 아이템 발굴을 위한 온라인 워크숍을 10월 8일 개최함.
- 오태환 교수 연구실
 - 독일 KIT(Karlsruhe Institute of Technology)와 국제공동연구를 수행하고 있으며, 2021년 04월 13일에 한국측 탄소융합기술원 동명기술과 독일측 KIT, HBH microwave company와 공동 Workshop을 화상으로 진행하였음
- 이문용 교수 연구실
 - 인도네시아 국립대(Universitat Indonesia) Widardo 교수 연구실과 공동연구를 수행하고 있으며, 박사과정인 Muhamad Nizami 학생이 2021년 9월 영남대 공정시스템설계및제어 연구실에 6개월 간 파견되어 공동 연구를 수행할 예정임
- 김우경 교수 연구실
 - 미국 텔라웨어대 태양에너지연구소 (Institute of Energy Conversion)와 공동연구를 수행해 오고 있으며, 김우경교수가 2021년 8월 텔라웨어대 태양에너지연구소를 방문하여, 그간의 공동연구결과를 논의하고, 공동논문 준비 협의를 진행함.
 - 미국 일리노이 주립대(UIUC) 재료공학과 에너지및환경 소재연구실 심문섭 교수 연구실과 공동연구 추진을 위해, 김우경교수가 2021년 7월~8월 한달간 UIUC를 방문하여 공동연구 수행 및 학생교류를 논의함.
- 한성수 교수 연구실
 - 인도 Indian Institute of Technology Mandi의 Garima Agrawal 조교수와 3D 바이오 프린팅 기술 기반의 체내 이식용 보형물 개발에 관한 국제공동연구를 수행중임.

2) 국제공동심포지엄 개최를 통한 연구자 인적교류

- 국제청정기술심포지엄 : 본 교육연구단과 영남대학교 청정기술연구소 (소장 : 심재진 교수)가 공동으로 국제청정기술심포지엄 (International Symposium on Clean Technology)을 지속적으로

개최해오고 있음 (15회 : 2015.11.13, 16회 : 2016.11.18, 17회 : 2017.11.24., 18회 : 2018.12.07, 19회 : 2019.11.15., 20회 : 2021.01.26.)

- 박진호 교수는 2020.11.17. 온라인으로 개최된 제55차 국제에너지기구(IEA) 태양광발전분과(PVPS) Task 1 회의에 참가하였고, “Country Presentation of Korea” 주제로 발표.
- 이용록 교수는 2020.10.31. 인도 ANNA대학의 박사학위 논문 심사 1건을 수행하였음.

3) 외국대학 및 연구자와의 교류 수행 및 계획

- 본 교육연구단이 추구하는 IT 융복합 및 에너지 분야 연구개발의 국제화를 위해 참여교수와 대학원생들의 국제적인 공동연구 및 인적교류를 통한 연구의 질적 수준을 세계적인 수준에 도달하고자 꾸준히 외국대학 및 연구기관의 실험실과 자매실험실 관계를 맺어 관련 분야의 연구와 기술정보를 교환하는 등 국제적 협력을 강화하고 있음. 이를 더욱 활성화하기 위하여 구체적으로 다음과 같은 방안과 지원을 계획함.
- － 본 교육연구단은 현재 21개 해외연구기관과 MOU를 체결하고 있는데 BK21 FOUR 사업 기간 내 외국대학 및 연구소 28개와 국제협력관계 (MOU)를 확보할 예정임.
- － 외국대학 및 연구소와 자매실험실 확대를 통해 공동연구, 인적교류, 기술정보교환 등을 추진함으로써 더욱더 견고하고 내실 있는 국제협력 강화를 할 예정임.
- － 대학원생의 해외연구실 장·단기 파견 시 항공 및 체류경비 지원하여 국제적 감각을 깨우치는데 일조할 예정임,
- － 우수 외국인 학생, 외국인 박사후연구원, 외국인 연구교수의 적극적인 유치를 통한 해외 공동연구실의 추가적인 확보와 국제공동연구의 질적 향상을 도모하고자 함.
- － 연간 2회 이상의 국제공동심포지엄 개최 (공동개최 포함)를 통한 연구자 인적교류의 활성화를 도모하고자 함. 또한, 본 교육연구단이 주최하는 SKY 국제공동심포지엄의 연 1회 순환 개최를 지속하고, 중점연구소사업단과 공동주최로 국제공동심포지엄을 연 1회 개최하고자 함.

IV

4단계 BK21 교육연구단(팀) 관련 언론보도 리스트

교육연구단(팀)명	IT에너지 소재공정 미래화공인재 양성 교육연구단
교육연구단(팀)장명	이문용

연번	구분	언론사명 /수상기관 등	보도일자/ 수상일자 등	제목/ 수상명 등	관련 URL
주요내용 (200자이내)					
1	기타	Ai타임스	21.02.08.	[태양광, 지구 살리는 기술] 정재학 영남대학교 화학공학부 교수, 영농형 태양광 기반 노지 스마트팜 보급하고파	http://www.aetimes.com/news/articleView.html?idxno=136286
		청년들의 일자리 문제, 도농간의 인구격차, 국토의 효율적 이용 등 시대적 과제들이 산적할 때 해법은 영농형 태양광이다. 영남대의 영농형 태양광 기반 노지 스마트팜 기술은 영농형 다져, 실제 농가들의 소득 증대에 기여하고 싶다			
2	성과	대구일보	21.04.18	영남대, 미래 먹거리 ‘배양육’ 산업 토대 만든다 (화학공학부 한성수 교수)	http://www.idaegu.com/newsView/idg20210418003
		한성수 교수 연구팀이 농림축산식품부와 농림식품기술기획평가원이 주관하는 ‘배양육 대량 생산을 위한 식용 세포지지체 개발 사업’ 주관 기관으로 선정됐다. 한교수는 “전 세계 배양육 시장은 2025년 본격적으로 태동해 2030년 140조원, 2040년에는 700조원으로 세계 육류 소비의 25%를 차지할것으로 예상된다” 면서 “연구의 핵심은 천연 소고기의 조직 감, 맛, 향을 구현하고, 저가로 생산하는 것으로 2025년 개발 완료할 계획” 이라고 했다.			
3	수상	베리타스 알파외 4건 / 대한화학회	20.10.21.	영남대학교 화학공학부 이용록 교수 ‘이태규 학술상’ 수상	http://www.veritas-a.com/news/articleView.html?idxno=342665 http://www.idaegu.com/newsView/idg202010250084 http://www.kbmaeil.com/news/articleView.html?i

					dxno=858940 http://www.kukinews.com/newsView/kuk202010210378 http://news.unn.net/news/articleView.html?idxno=235928
		이용록 교수가 2020년 10월 21일 ‘이태규 학술상’을 수상했다. 이태규 학술상은 대한화학회와 이태규기념사업회가 국내 화학 발전의 선구자인 고(故) 이태규 박사의 업적을 기념하기 위해 제정한 상으로 화학 전 분야에서 탁월한 연구업적을 낸 과학자에게 수상한다.			
4	수상	베리타스 알파/ 한국유기합성 학회	20.11.27	영남대 이용록 교수 ‘한국유기합 성학회 학술상’ 수상	http://www.veritas-a.com/news/articleView.html?idxno=347258
		이용록 교수가 2020년 11월 13일 ‘한국유기합성학회 학술상’을 수상했다. 이 교수는 새로운 생리활성 물질과 기능성 유기합성 연구에 기여한 공로를 인정받았다. 이 교수는 다양한 유형의 방향족과 헤테로방향족을 저비용, 친환경적으로 합성하는 새로운 유기합성법에 대한 연구를 진행해 현재까지 346편의 논문을 국제학술지에 게재했다.			
5	기타	NSP통신 / 한국에너지학 회	2021.01.06	박진호 영남대 교수, 한국에너지학 회 제25대 회장 취임	http://www.nspna.com/news/?mode=view&newsid=476089
		박진호 영남대학교 화학공학부 교수가 한국에너지학회 제25대 회장으로 취임했다. 임기는 2021년 말까지 1년이다. 한국에너지학회는 에너지 분야 발전과 그 응용 및 보급에 기여하고 국내 과학기술 발전을 위해 지난 1992년 설립된 에너지 전분야를 포괄하는 전문학회다.			