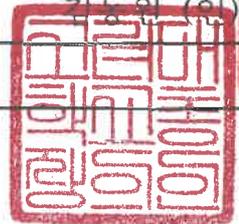


『4단계 BK21사업』 혁신인재양성사업(산업·사회 문제 해결분야)

교육연구단 성과평가 보고서

접수번호								
신청분야	인문사회과학기술융복합				단위	전국		
학술연구분야 분류코드	구분	관련분야		관련분야		관련분야		
		중분류	소분류	중분류	소분류	중분류	소분류	
	비중(%)	50%		25%		25%		
학과(부)/협동과정/융합전공/학과(부)내전공	에너지환경정책기술학과			대학 간 연합 여부		-		
				융합전공 여부		-		
				협동과정 학과 여부		-		
교육연구단명	국문) 지속가능한 에너지·자원 기술-정책-데이터 융합 교육연구단 영문) Sustainable Energy and Resources: Interdisciplinary approaches linking technology, policy, and data							
교육연구단장	소속	고려대학교 에너지환경정책기술학과						
	직위	부교수						
	성명	국문	하윤희	전화				
		영문	Ha Yoonhee	팩스				
			이동전화					
			E-mail					
연차별 총 사업비 (백만원)	구분	1차년도 ('20.9~'21.2)	2차년도 ('21.3~'22.2)	3차년도 ('22.3~'23.2)	4차년도 ('23.3~'24.2)			
	국고지원금	246	546	551	673			
총 사업기간	2020. 9. 1. ~ 2027. 8. 31. (84개월)							
평가 대상 기간	2020. 9. 1. ~ 2024. 2. 29. (42개월)							
<p>본인은 『4단계 BK21』 사업 성과평가 보고서를 제출합니다. 아울러, 보고서에는 사실과 다른 내용이 포함되지 아니하였으며 만약 허위 사실이나 중대한 오류가 발견될 경우에는 그에 상응하는 불이익을 감수하겠음을 서약합니다.</p>								
						2024년	5월	
작성자	교육연구단장				하윤희			
확인자	고려대학교 산학협력단장				권정환 (인)			
확인자	고려대학교 총장				김동원 (인)			
한국연구재단 이사장 귀하								



〈보고서 요약문〉

중심어	지속가능한 발전	에너지-자원 관리	사회문제 해결형 융합인재																																							
	기후변화 대응	기술-정책-데이터 융합	상생 산학 거버넌스																																							
	환경문제 대응	융복합 연구 모델	글로벌 에너지-자원 네트워크																																							
교육연구단의 비전과 목표	<ul style="list-style-type: none"> 본 교육연구단은 “에너지·자원 분야 융합교육 연구모형을 통해 사회 문제 해결과 지속 가능 발전에 기여”하는 것을 비전으로, “국내 최초 에너지·자원 분야 융합 교육 연구기관에서 글로벌 선도기관으로 도약”하는 것을 목표로 설정함. 이러한 비전과 목표를 달성하기 위해 교육, 연구, 산학협력, 국제화 및 인프라 5개 부문에서 11개 전략과제를 수립하여 추진한 결과 평가기간 내에 총 10개의 전략과제를 달성하고 1개를 부분 달성하였음. 이러한 성과 외에도 학생 정원 148% 증가하는 대학원의 괄목할 성장과 학부 신설에 힘입어 우수한 인재를 안정적으로 확보하고 있으며, 4명의 신입 교원 충원, 탄소중립기후기술융합전공 신설 등 안정적 교육과 연구 지원체계를 확보하였음. 																																									
교육역량 영역	<ul style="list-style-type: none"> 교육역량 영역에서는 3대 전략과제를 수립하고 세부 과제들을 추진하여 다음과 같은 성과를 달성하였음. <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">교육연구단 추진 전략 계획</th> <th style="width: 50%;">성과</th> <th style="width: 20%;">목표 달성 여부</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">① 사회문제해결형 융합리더 교육체계 구축 및 강화</td> </tr> <tr> <td>데이터 기반 융복합 교과목 지속적 개발 및 운영</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 데이터기반 융복합 교과목 5개 </td> <td style="text-align: center;">○</td> </tr> <tr> <td>프로젝트 기반 문제해결형 교과목 개발</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> PBL(Project-Based-Learning) 교과목 5개 신설 </td> <td style="text-align: center;">○</td> </tr> <tr> <td>시간간 초월 학습방식 도입 및 확대</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 해외 석학 초청 온라인 교과목 <글로벌 에너지 전문가 세미나(Global Energy Expert Seminar)> 2021년 2학기 신설 </td> <td style="text-align: center;">○</td> </tr> <tr> <td>교육 커리큘럼 주기적 평가 통한 개선</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 교육프로그램 환류시스템 구축 및 운영 활성화: 자문위원회·동문위원회·교육위원회·대학원위원회 운영 및 학생 대상 설문조사 Adaptive 벤치마킹을 통한 지속적 교육 혁신 </td> <td style="text-align: center;">○</td> </tr> <tr> <td>융합 우수논문 시상 및 지원</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 매년 Student of the Year를 선정하여 학술장려금 지급(2021년 4명 → 2023년 13명으로 확대) </td> <td style="text-align: center;">○</td> </tr> <tr> <td>차세대 커리어 관리</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 진로탐색세미나(7회), 현장실습(33회), 졸업생-재학생 만남의 밤(1회), 인턴십 또는 산업체 위탁교육(한국지역난방공사, OECD, 법무법인 세종 ESG센터)(4명) Student Success Center 취업지원 프로그램 및 크립스센터 창업지원 프로그램 활용 </td> <td style="text-align: center;">○</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">② 다양성을 고려한 학사시스템 유연 운영</td> </tr> <tr> <td>KU-KIST 학연제도와 과제 참여 통한 교육 기회 확대</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 국내 최초로 학연교수제를 도입하여 융합 교육·연구를 수행 KU-KIST 업무협약으로 학생연구원으로서 KIST 연구에 참여 </td> <td style="text-align: center;">○</td> </tr> <tr> <td>융합연구를 위한 공동지도교수 제도 탄력 운영</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 공동지도교수제를 활용하여 융합연구의 효율성 제고(KIST 학연교수, 교내 타과 소속 전임교원, 본 대학원 전임교원) </td> <td style="text-align: center;">○</td> </tr> <tr> <td>석박사 및 재교육형 계약학과 확대 운영</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 탄소중립특성화대학원, 기후기술인재양성센터, 취업연계형 계약학과(에너지시스템공학과) 운영 공무원, 공기업, 연구소, 사기업, 컨설팅사, 언론사, 금융기관 직원 에너지신산업 재교육 기능 수행(파트타임 석박사 재학생) </td> <td style="text-align: center;">○</td> </tr> <tr> <td>자문위원회, 지역나눔위원회, 동문위원회 운영</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 산학연과 동문으로 구성된 자문위원회 구성 및 운영, 지역나눔위원회의 지역나눔행사 개최(4회), 동문위원회의 구성 및 운영 </td> <td style="text-align: center;">○</td> </tr> </tbody> </table>			교육연구단 추진 전략 계획	성과	목표 달성 여부	① 사회문제해결형 융합리더 교육체계 구축 및 강화			데이터 기반 융복합 교과목 지속적 개발 및 운영	<ul style="list-style-type: none"> 데이터기반 융복합 교과목 5개 	○	프로젝트 기반 문제해결형 교과목 개발	<ul style="list-style-type: none"> PBL(Project-Based-Learning) 교과목 5개 신설 	○	시간간 초월 학습방식 도입 및 확대	<ul style="list-style-type: none"> 해외 석학 초청 온라인 교과목 <글로벌 에너지 전문가 세미나(Global Energy Expert Seminar)> 2021년 2학기 신설 	○	교육 커리큘럼 주기적 평가 통한 개선	<ul style="list-style-type: none"> 교육프로그램 환류시스템 구축 및 운영 활성화: 자문위원회·동문위원회·교육위원회·대학원위원회 운영 및 학생 대상 설문조사 Adaptive 벤치마킹을 통한 지속적 교육 혁신 	○	융합 우수논문 시상 및 지원	<ul style="list-style-type: none"> 매년 Student of the Year를 선정하여 학술장려금 지급(2021년 4명 → 2023년 13명으로 확대) 	○	차세대 커리어 관리	<ul style="list-style-type: none"> 진로탐색세미나(7회), 현장실습(33회), 졸업생-재학생 만남의 밤(1회), 인턴십 또는 산업체 위탁교육(한국지역난방공사, OECD, 법무법인 세종 ESG센터)(4명) Student Success Center 취업지원 프로그램 및 크립스센터 창업지원 프로그램 활용 	○	② 다양성을 고려한 학사시스템 유연 운영			KU-KIST 학연제도와 과제 참여 통한 교육 기회 확대	<ul style="list-style-type: none"> 국내 최초로 학연교수제를 도입하여 융합 교육·연구를 수행 KU-KIST 업무협약으로 학생연구원으로서 KIST 연구에 참여 	○	융합연구를 위한 공동지도교수 제도 탄력 운영	<ul style="list-style-type: none"> 공동지도교수제를 활용하여 융합연구의 효율성 제고(KIST 학연교수, 교내 타과 소속 전임교원, 본 대학원 전임교원) 	○	석박사 및 재교육형 계약학과 확대 운영	<ul style="list-style-type: none"> 탄소중립특성화대학원, 기후기술인재양성센터, 취업연계형 계약학과(에너지시스템공학과) 운영 공무원, 공기업, 연구소, 사기업, 컨설팅사, 언론사, 금융기관 직원 에너지신산업 재교육 기능 수행(파트타임 석박사 재학생) 	○	자문위원회, 지역나눔위원회, 동문위원회 운영	<ul style="list-style-type: none"> 산학연과 동문으로 구성된 자문위원회 구성 및 운영, 지역나눔위원회의 지역나눔행사 개최(4회), 동문위원회의 구성 및 운영 	○
교육연구단 추진 전략 계획	성과	목표 달성 여부																																								
① 사회문제해결형 융합리더 교육체계 구축 및 강화																																										
데이터 기반 융복합 교과목 지속적 개발 및 운영	<ul style="list-style-type: none"> 데이터기반 융복합 교과목 5개 	○																																								
프로젝트 기반 문제해결형 교과목 개발	<ul style="list-style-type: none"> PBL(Project-Based-Learning) 교과목 5개 신설 	○																																								
시간간 초월 학습방식 도입 및 확대	<ul style="list-style-type: none"> 해외 석학 초청 온라인 교과목 <글로벌 에너지 전문가 세미나(Global Energy Expert Seminar)> 2021년 2학기 신설 	○																																								
교육 커리큘럼 주기적 평가 통한 개선	<ul style="list-style-type: none"> 교육프로그램 환류시스템 구축 및 운영 활성화: 자문위원회·동문위원회·교육위원회·대학원위원회 운영 및 학생 대상 설문조사 Adaptive 벤치마킹을 통한 지속적 교육 혁신 	○																																								
융합 우수논문 시상 및 지원	<ul style="list-style-type: none"> 매년 Student of the Year를 선정하여 학술장려금 지급(2021년 4명 → 2023년 13명으로 확대) 	○																																								
차세대 커리어 관리	<ul style="list-style-type: none"> 진로탐색세미나(7회), 현장실습(33회), 졸업생-재학생 만남의 밤(1회), 인턴십 또는 산업체 위탁교육(한국지역난방공사, OECD, 법무법인 세종 ESG센터)(4명) Student Success Center 취업지원 프로그램 및 크립스센터 창업지원 프로그램 활용 	○																																								
② 다양성을 고려한 학사시스템 유연 운영																																										
KU-KIST 학연제도와 과제 참여 통한 교육 기회 확대	<ul style="list-style-type: none"> 국내 최초로 학연교수제를 도입하여 융합 교육·연구를 수행 KU-KIST 업무협약으로 학생연구원으로서 KIST 연구에 참여 	○																																								
융합연구를 위한 공동지도교수 제도 탄력 운영	<ul style="list-style-type: none"> 공동지도교수제를 활용하여 융합연구의 효율성 제고(KIST 학연교수, 교내 타과 소속 전임교원, 본 대학원 전임교원) 	○																																								
석박사 및 재교육형 계약학과 확대 운영	<ul style="list-style-type: none"> 탄소중립특성화대학원, 기후기술인재양성센터, 취업연계형 계약학과(에너지시스템공학과) 운영 공무원, 공기업, 연구소, 사기업, 컨설팅사, 언론사, 금융기관 직원 에너지신산업 재교육 기능 수행(파트타임 석박사 재학생) 	○																																								
자문위원회, 지역나눔위원회, 동문위원회 운영	<ul style="list-style-type: none"> 산학연과 동문으로 구성된 자문위원회 구성 및 운영, 지역나눔위원회의 지역나눔행사 개최(4회), 동문위원회의 구성 및 운영 	○																																								

③ 융합 잠재력이 우수한 학생 유치 및 양성																																			
학부 과정 신설 및 학석사 연계 과정 신설	<ul style="list-style-type: none"> ‘융합에너지공학과(학부과정)’ 신설로 우수학생 유치기반 마련 (2021년 신설 이후 총 128명의 학생이 입학) 본 대학원의 다양한 학술활동에 학부생들의 적극적 참여가 이루어짐. Grand Challenge, 기술&정책 융합세미나, Open Lab 프로그램 참여 	○																																	
국내의 홍보방안 강화 및 홍보 채널 다양화	<ul style="list-style-type: none"> 하이브레인넷·네이버대학원커뮤니티 등 온라인 홍보, 공공기관 학생 유치 활동, 국내외 학회 홍보, 대사관 및 국제개발협력기구 방문 홍보 등 온·오프라인 홍보채널 다양화 	○																																	
신홍국 에너지공무원 인력양성 프로그램 확대 및 졸업생 네트워크 활용	<ul style="list-style-type: none"> 신홍국 에너지공무원 인력양성 프로그램(GETPPP) 확대(2024년 2월말 현재 석사과정 15명, 박사과정 12명 재학 중), GETPPP 동문회와 IEEN(국제에너지전문가네트워크)을 활용한 학생 유치 활동 	○																																	
연구역량 영역	<ul style="list-style-type: none"> 연구역량 영역에서는 2개의 전략과제 수립하고 8개의 세부과제를 추진하여 다음과 같은 성과를 달성하였음. 																																		
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>교육연구단 추진 전략 계획</th> <th>성과</th> <th>목표 달성 여부</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">① 에너지·자원 분야 융복합 연구모델 개발 및 융복합 연구기반 데이터베이스 구축</td> </tr> <tr> <td>기술, 데이터, 정책 전공 교원이 참여하는 정기적 연구회 운영</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 기술, 데이터, 정책 전공 교원이 자유롭게 발표하고 토론하는 ‘융합연구 학생세미나’를 총 5회 개최 </td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>현장 실무급 전문가 세미나 및 글로벌 연구 콜로키움을 통한 특화 연구 주제 발굴</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> ‘글로벌에너지전문가세미나’ 36회, ‘실무급전문가세미나’ 43회, IEEN 주최 ‘글로벌에너지전문가포럼’ 8회 개최 </td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>융합연구 기반 데이터베이스 구축</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 국내외 철강산업 에너지/온실가스 감축 관련 데이터베이스를 구축하여 탄소중립 정책의 산업부문 영향을 추정하는 에너지-경제 모형 개발 중 수소 특허 데이터베이스를 구축하여 특허 동향과 주요 국가의 기술 포트폴리오 비교 </td> <td>○</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">② 융합 연구협력 인프라 강화</td> </tr> <tr> <td>대학본부의 융복합 연구지원 및 KU-KIST 사업 등을 활용한 과제 기회 확대</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> KU-KIST 공동연구사업을 운영하여 탄소중립을 위한 에너지 환경시스템 개발 및 응용, 태양광 E-chemical 연계 기술 개발 </td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>학연교수제를 통한 국제연구소 우수학자 활용</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> KU-KIST 업무협약을 통해 KIST 소속 연구자 7명을 학연교수(펠로우)로 임용하여 학생지도와 강의에 투입 국가녹색기술연구소(구 녹색기술센터) 연구원의 강의 참여 </td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>신재생 발전량 모니터링 테스트베드 등 융합 데이터센터 구축</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 태양광 발전량과 특성평가를 위한 시스템 구축 및 데이터 서버 운영 </td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>융합 세미나를 통한 연구 지속적 공유, 비판적 논의, 학제간 의사소통</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 기술&정책 융합세미나 7회, 융합연구 학생세미나 5회, Grand Challenge 3회 개최하여 학제 간 소통을 장려 </td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>Boot Camp 등 연구역량 관련 프로그램 운영</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 연구역량 강화를 위해 KU 이공학교, Nature Master Class at KU 등 비교과 프로그램 운영(37회) ‘학술적 논문작성을 위한 부트캠프’ 개최(1회) 학생들의 자기주도적 연구공동체 구성(7팀) </td> <td>○</td> </tr> </tbody> </table>	교육연구단 추진 전략 계획	성과	목표 달성 여부	① 에너지·자원 분야 융복합 연구모델 개발 및 융복합 연구기반 데이터베이스 구축			기술, 데이터, 정책 전공 교원이 참여하는 정기적 연구회 운영	<ul style="list-style-type: none"> 기술, 데이터, 정책 전공 교원이 자유롭게 발표하고 토론하는 ‘융합연구 학생세미나’를 총 5회 개최 	○	현장 실무급 전문가 세미나 및 글로벌 연구 콜로키움을 통한 특화 연구 주제 발굴	<ul style="list-style-type: none"> ‘글로벌에너지전문가세미나’ 36회, ‘실무급전문가세미나’ 43회, IEEN 주최 ‘글로벌에너지전문가포럼’ 8회 개최 	○	융합연구 기반 데이터베이스 구축	<ul style="list-style-type: none"> 국내외 철강산업 에너지/온실가스 감축 관련 데이터베이스를 구축하여 탄소중립 정책의 산업부문 영향을 추정하는 에너지-경제 모형 개발 중 수소 특허 데이터베이스를 구축하여 특허 동향과 주요 국가의 기술 포트폴리오 비교 	○	② 융합 연구협력 인프라 강화			대학본부의 융복합 연구지원 및 KU-KIST 사업 등을 활용한 과제 기회 확대	<ul style="list-style-type: none"> KU-KIST 공동연구사업을 운영하여 탄소중립을 위한 에너지 환경시스템 개발 및 응용, 태양광 E-chemical 연계 기술 개발 	○	학연교수제를 통한 국제연구소 우수학자 활용	<ul style="list-style-type: none"> KU-KIST 업무협약을 통해 KIST 소속 연구자 7명을 학연교수(펠로우)로 임용하여 학생지도와 강의에 투입 국가녹색기술연구소(구 녹색기술센터) 연구원의 강의 참여 	○	신재생 발전량 모니터링 테스트베드 등 융합 데이터센터 구축	<ul style="list-style-type: none"> 태양광 발전량과 특성평가를 위한 시스템 구축 및 데이터 서버 운영 	○	융합 세미나를 통한 연구 지속적 공유, 비판적 논의, 학제간 의사소통	<ul style="list-style-type: none"> 기술&정책 융합세미나 7회, 융합연구 학생세미나 5회, Grand Challenge 3회 개최하여 학제 간 소통을 장려 	○	Boot Camp 등 연구역량 관련 프로그램 운영	<ul style="list-style-type: none"> 연구역량 강화를 위해 KU 이공학교, Nature Master Class at KU 등 비교과 프로그램 운영(37회) ‘학술적 논문작성을 위한 부트캠프’ 개최(1회) 학생들의 자기주도적 연구공동체 구성(7팀) 	○	
	교육연구단 추진 전략 계획	성과	목표 달성 여부																																
	① 에너지·자원 분야 융복합 연구모델 개발 및 융복합 연구기반 데이터베이스 구축																																		
	기술, 데이터, 정책 전공 교원이 참여하는 정기적 연구회 운영	<ul style="list-style-type: none"> 기술, 데이터, 정책 전공 교원이 자유롭게 발표하고 토론하는 ‘융합연구 학생세미나’를 총 5회 개최 	○																																
	현장 실무급 전문가 세미나 및 글로벌 연구 콜로키움을 통한 특화 연구 주제 발굴	<ul style="list-style-type: none"> ‘글로벌에너지전문가세미나’ 36회, ‘실무급전문가세미나’ 43회, IEEN 주최 ‘글로벌에너지전문가포럼’ 8회 개최 	○																																
	융합연구 기반 데이터베이스 구축	<ul style="list-style-type: none"> 국내외 철강산업 에너지/온실가스 감축 관련 데이터베이스를 구축하여 탄소중립 정책의 산업부문 영향을 추정하는 에너지-경제 모형 개발 중 수소 특허 데이터베이스를 구축하여 특허 동향과 주요 국가의 기술 포트폴리오 비교 	○																																
	② 융합 연구협력 인프라 강화																																		
	대학본부의 융복합 연구지원 및 KU-KIST 사업 등을 활용한 과제 기회 확대	<ul style="list-style-type: none"> KU-KIST 공동연구사업을 운영하여 탄소중립을 위한 에너지 환경시스템 개발 및 응용, 태양광 E-chemical 연계 기술 개발 	○																																
	학연교수제를 통한 국제연구소 우수학자 활용	<ul style="list-style-type: none"> KU-KIST 업무협약을 통해 KIST 소속 연구자 7명을 학연교수(펠로우)로 임용하여 학생지도와 강의에 투입 국가녹색기술연구소(구 녹색기술센터) 연구원의 강의 참여 	○																																
신재생 발전량 모니터링 테스트베드 등 융합 데이터센터 구축	<ul style="list-style-type: none"> 태양광 발전량과 특성평가를 위한 시스템 구축 및 데이터 서버 운영 	○																																	
융합 세미나를 통한 연구 지속적 공유, 비판적 논의, 학제간 의사소통	<ul style="list-style-type: none"> 기술&정책 융합세미나 7회, 융합연구 학생세미나 5회, Grand Challenge 3회 개최하여 학제 간 소통을 장려 	○																																	
Boot Camp 등 연구역량 관련 프로그램 운영	<ul style="list-style-type: none"> 연구역량 강화를 위해 KU 이공학교, Nature Master Class at KU 등 비교과 프로그램 운영(37회) ‘학술적 논문작성을 위한 부트캠프’ 개최(1회) 학생들의 자기주도적 연구공동체 구성(7팀) 	○																																	
향후 계획	<ul style="list-style-type: none"> 기존 교과목의 PBL 전환 추진 및 글로벌 e-learning 교재 활용 확대 학생들의 국제공동연구, 기술-정책 전공 학생 간 융합연구 확대를 위한 지원체계 구축 개도국 교육·연구 기관과의 MOU 체결을 통한 한-개도국 협력 연구 확대 우수한 외국인 전일제 학생 유치 확대 및 외국인 전임교원 확보 국내외 기관 직무연수(인턴십) 기회 확대 및 졸업생-재학생 멘토-멘티 활성화 																																		

목 차

I. 교육연구단 구성, 비전 및 목표	1
1. 교육연구단 구성, 비전 및 목표	2
1.1 교육연구단의 필요성 및 기대효과	2
1.2 교육연구단의 비전 및 목표 달성도	5
1.3 교육연구단의 구성	13
II. 교육역량 영역	26
1. 교육과정 구성 및 운영 실적	27
1.1 교육과정 구성 및 운영 실적	27
2. 인력양성 현황 및 지원 방안	42
2.1 교육연구단의 우수 참여대학원생 확보 및 지원 실적	42
2.2 참여대학원생 학술활동 지원 실적	45
2.3 참여대학원생의 취(창)업 현황	48
2.4 우수 신진연구인력 확보 및 지원 실적	50
3. 참여대학원생 연구역량	57
3.1 참여대학원생 연구 실적의 우수성	57
3.2 참여대학원생 연구 수월성 증진 실적	97
4. 참여교수의 교육역량 대표실적	100
4.1 참여교수의 교육역량 대표실적	100
5. 교육의 국제화 전략	103
5.1 교육 프로그램의 국제화 실적	103
5.2 참여대학원생 국제공동연구 실적	110
III. 연구역량 영역	114
1. 참여교수 연구역량	115
1.1 국내 및 해외기관 연구비	(시스템 입력)
1.2 연구업적물	115
1.3 교육연구단의 연구역량 향상 실적	118
2. 산업·사회에 대한 기여도	123
2.1 산업·사회 문제 해결 기여 실적	123
3. 연구의 국제화 현황	129
3.1 참여교수의 국제적 학술활동 참여 실적 및 현황	129
3.2 참여교수의 국제공동연구 실적	134
3.3 외국 대학 및 연구기관과의 연구자 교류 실적	135

<부록> 첨부자료

I. 교육연구단의 구성, 비전 및 목표

I. 교육연구단 구성, 비전 및 목표

1. 교육연구단의 구성, 비전 및 목표

1.1 교육연구단의 필요성 및 기대효과

1) 지속가능한 에너지·자원 기술-정책-데이터 융합 교육연구단의 필요성과 현황

○ 교육연구단의 필요성

- **(에너지·자원 분야 인력 수요)** 4차 산업혁명과 신기술체제로 신재생에너지의 획기적 확대, 탄소배출권 시장의 활성화, 에너지와 IT 기술의 융합 등 에너지 및 자원 분야에서 국가 성장의 새로운 기회가 창출되고 있으나, 이러한 미래 신산업을 창출하고 이끌어갈 고급인력 양성 기관은 부족
- **(에너지·자원 분야 융합교육의 필요성)** 에너지·자원 분야 사회 난제를 해결하고 자원의 지속가능한 관리를 위해서는 에너지 및 자원을 효율적이고 친환경적으로 생산·공급하는 원천기술이 필요. 이에 더해 개인의 소비패턴, 산업의 생산 방식과 비즈니스 모델, 도시의 인프라와 공간적 설계, 국가정책과 제도 설계까지 다양한 차원에서 사회변화를 통찰하고 이를 기술과 연결 짓는 융합 교육 필요
- **(융합인재 양성의 필요성)** 에너지·자원 분야의 초학문적 융합 교육에는 과학기술에 대한 이해를 바탕으로 사회변화에 대한 전략과 정책을 수립·이행할 수 있는 인재, 지속가능한 사회변화와 수요에 맞는 기술개발을 이끌어갈 수 있는 인재, 기술·산업·경제·정책·환경 등 다양한 분야의 복합적인 관계를 실증 데이터에 기반하여 과학적으로 분석할 수 있는 인재를 양성하는 것이 필요
- **(융합 정책을 위한 산업계 수요)** 산업계에서도 광범위한 학제 간 전문 지식을 바탕으로 복잡한 문제를 이해하고 해결할 수 있는 융복합형 인재를 선호
- **(융합 교육을 위한 단일 프로그램의 필요성)** 융합인재를 양성하기 위해서는 명확한 문제의식에 기반한 교육목표를 수립하고 이에 따라 체계적인 교과 프로그램을 제공하는 단일 학부 혹은 단일 대학원 프로그램을 운영하는 것이 효과적

○ 현황

- **(에너지·자원 분야 고급 인력 수요 대비 공급 부족 현상 지속)** 2023년 에너지 기술인력 실태조사(한국에너지기술평가원)의 2023년~2032년 에너지기술인력 수급차 분석에 의하면 에너지효율, 에너지 발전 및 저장, 원자력, 신재생에너지 분야에서 대학원 졸업 이상의 고급인력이 부족할 것으로 예상됨. 특히 에너지 효율과 에너지 발전 및 저장 분야의 경우 누계치 기준으로 수요부족 현상이 더욱 커질 것으로 전망되어 본 교육연구단이 양성하는 에너지·자원 인재에 대한 수요가 지속되고 있음을 알 수 있음.
- **(국가 수요 기반 실전형 융합인재 양성 전략에 부합)** 2023년 12월에 발표된 [제4차 국가 융합연구개발 활성화 기본계획]은 '수요에 부합하는 실전형 융합인재 양성' 전략을 제시하고 있음. 동 전략은 ①문제 해결형 연구과제 수행 및 교육을 통한 현장 지향성 제고 ②학·산·연·관이 협력하는 PBL(Project-Based Learning) 기반 융합연구 관련 교육과정 운영 ③재직자 대상 재교육을 위해 실무에 최적화된 일터-대학·연구원 연계 순환형 재교육체계를 제시하고 있음. 본 교육연구단은 산업사회 문제 해결을 위한 다양한 연구과제에 학생들을 참여시키고 있으며, 한국과학기술연구원(KIST)과 대학원 공동 운영, 다양한 현장 실무 전문가들의 강의 참여, PBL 기반 교과목 운영, 국내 우수 기업 직원들(2024년 1학기 현재 석사과정 49명, 박사과정 9명 재학)의 학위과정 재학, 한화솔루션 계약학과 운영, 개도국 에너지 전문가 학위 과정(GETPPP) 운영 등 위 실행계획에 정확히 부합하는 교육과정을 운영하고 있음.
- **(자연과학과 인문사회 학문을 결합해 문제를 해결하는 융합교육의 중요성 증대)** [제4차 국가 융합연구개발 활성화 기본계획]에는 “사회 문제에 호기심을 가지고 능동적으로 해결하는 창의적인 융합인재 부족(p.33)”, “연구자 간 용어의 차이, 분야 간 장벽 등 다학제 간 협업이 저해되는 실정(p.33)” 이라는

현장의 목소리가 반영되어 있음. 에너지·자원 분야가 최우선적으로 대응해야 할 기후변화는 파리협정 이행, 기업의 ESG 책임경영 강화 등 인류 공동의 대응 노력에도 불구하고, 문제의 복잡성은 강화되고 심각성은 고조되어 복합적 사고가 가능한 융합인재의 필요성이 더욱 증대되고 있음. 본 교육연구단은 기술·경제·사회·문화·윤리 등 다차원적이며 복합적인 사고를 할 수 있는 인재를 배양하기 위해 관련 교과목과 특강 제공, 공동지도교수제 도입, 산업현장 이해를 위한 인턴십 및 현장실습, 기술정책 융합 연구팀 운영 등 혁신적 융합 교육체계를 구축하여 운영하고 있음.

2) 교육연구단의 기대효과와 달성도

○ 학문적 발전

- **기대효과 I: [다학제 융합 연구혁신]** 국내외 상황에 맞는 사회문제해결형 연구주제 발굴과 과학기술-인문사회 간 융합을 통한 고부가가치 연구접근법 개발

[BK21과 함께한 3.5년의 성과]

- (융복합 연구모델 개발을 위한 각종 세미나 개최) 연 2회 정기적으로 개최되는 대학원 최대 학생 주도 학술행사인 기술&정책 융합세미나, 각종 실무급 전문가 초청 세미나 등을 통해 융복합 연구 주제 및 모델 개발
- (KU-KIST 스쿨 및 공동 연구사업 운영) 국내 최고의 과학기술 연구기관인 한국과학기술연구원(KIST)와 KU-KIST스쿨을 공동 운영하고 있으며, '탄소중립을 위한 에너지시스템 개발 및 응용(2023년~)', '에너지 순생산 환경순환 에코시티 구축(2020~2022년)' 이라는 대주제 하에 탄소중립을 위한 기술, 기술정책 융합 공동 연구사업을 지속적으로 수행
- (공동지도교수제 실시) 학제 간 융합과 학생들의 연구수요 충족을 위해 공동지도교수제(KIST 학연교수, 타과 전임교원, 본 대학원 전임교원 활용)를 실시하고 있으며, 2024년 2월 말 현재 36명(45%)의 학생이 공동지도교수제를 활용하고 있음.
- (Grand Challenge 개최) 사회난제 해결에 도전하고 연구방식 및 융합 연구의 혁신을 유도하기 위한 아이디어 경진대회인 'Grand Challenge' 를 2021년부터 매년 개최하고 있음. 기술, 정책 전공 학생 간 융합 및 공동연구를 장려하고 있으며 매년 기술-정책 융합팀의 참여가 확대되고 있음(2021년 1팀→2023년 5팀).
- (산학연 공동연구 체계 구축을 위한 국내외 기관과의 MOU 체결) 국내 스마트마인드(주), Net-Zero 2050 기후재단, 한국 RE100 협의체, 미국 재생에너지환경재단(FREE), GABI 연구소, 태국 Kasetsart 대학과 MOU를 체결해 교육 및 연구협력 기반 마련
- (기술-정책-데이터 융합연구 기반 DB 구축) 우종률 교수는 국내외 연구팀과의 공동연구를 통해 국내외 철강과 시멘트 산업의 온실가스 감축 기술 DB, 수소 특허 DB 등을 구축하여 탄소감축 관련 기술-정책-데이터 융합연구 수행 기반 마련
- **기대효과 II: [차별화된 융합교육 프로그램 기반 마련]** 여러 영역 교과목을 병렬적으로 제공하는 데서 벗어나 학제 간 접근법의 필요성과 기본 철학을 바탕으로 둔 융합형 공통교과 및 사회문제 해결형 융합연구와 연계한 교육 프로그램 개발

[BK21과 함께한 3.5년의 성과]

- (환류시스템 구축으로 교육혁신 지속 추진) 교육프로그램에 대한 환류시스템 구축으로 교과목 혁신 지속 추진 및 신입 전임교원 충원(4명)
- (혁신형 교과목 대폭 확충) 교과목 36개 신규 개설, 산업사회 문제해결형 PBL 교과목 5개 신설, 데이터 기반 교과목 5개 신설
- (시공간 초월 과학기술·인문사회 석학 강의 도입) 과학기술과 정책 분야의 글로벌 석학이 참여하는 <글로벌 에너지 전문가 세미나> 과목 개설 및 운영. 매년 가을학기에 개설되며 2021~2023 3개년간 10개국 21명의 해외 석학이 참여

- 기대효과 III: [에너지·자원 분야 전문성을 갖춘 글로벌 학술인재 양성] 에너지·자원 분야 전문성을 갖추고 국내외에서 융합 학술연구를 선도하는 고급 학술인력 양성에 기여

[BK21과 함께한 3.5년의 성과]

- (학생의 탁월한 해외 저명 저널 논문 게재 실적) 사업 개시 이후 저명 국제학술지 학생 주저자 논문 45편, JCR 상위 5% 논문 14편 게재(주저자, 공동저자 포함) 실적 달성
- (학생의 활발한 해외 학술 활동) 미국 공공정책학회(APPAM) 컨퍼런스, International Conference on Energy Research & Social Science, 제17회 동아시아경제협회 컨퍼런스, 제15회 European Congress on Catalysis, 2023 American Chemical Society 등 총 26회의 국제학술대회 참여
- (해외 우수 기관 취업) 싱가포르국립대학 ESI, 독일 Code Gaia, 스위스 Bachem, OECD(인턴), UNDP(컨설턴트) 등 우수의 해외 대학, 연구소, 컨설팅기업 등에 연구원으로 취업 (5명)
- (국제학회 및 포럼 주최) 총 12회의 국제학회 및 포럼을 주최하여 학생들이 연구발표와 다양한 연구자들과의 지식 공유 및 토론을 통해 학술인으로 성장하는 기회 제공

○ 사회경제적 발전

- 기대효과 I: [융합 산업인재 양성을 통한 지속가능발전 혁신 기여] 급속한 환경변화에 따른 사회의 수요를 선제적으로 파악하고, 이를 위한 혁신적 해법을 능동적으로 탐색하여 제시하는 에너지·자원 분야 산업인재 양성을 통해 사회의 지속가능발전에 기여

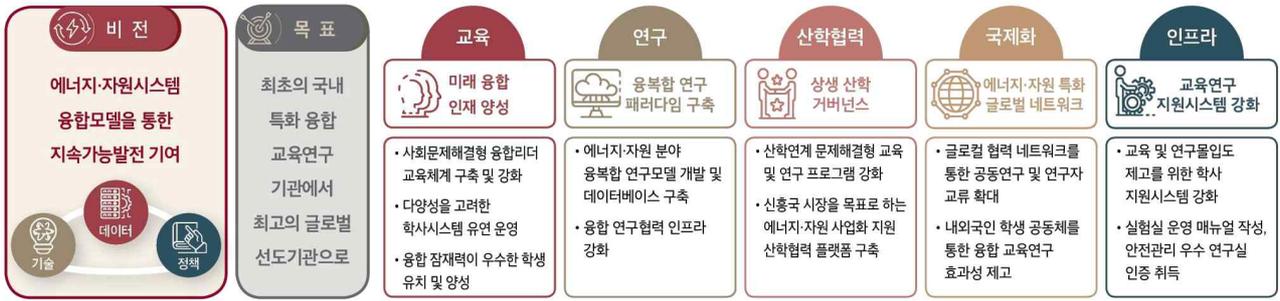
[BK21과 함께한 3.5년의 성과]

- (인턴십과 현장실습 과목 개설 및 운영) 법무법인 세종 ESG센터, 한국지역난방공사, OECD 등 국내외 기관에서 4명의 석사과정 학생이 직무연수를 수행하였으며, '에너지환경산업 현장의 이해와 실습' 과목 등을 통해 한국전력공사, 포스코, HD현대중공업, 현대자동차 등 탄소중립 선도기업에서 적용되고 있는 솔루션에 대한 강의 수강 및 현장 실습
- (산업현장 수요에 능동적으로 대응하는 교과목 신설) 기업과 학생들의 수요에 대응하여 2022년 'ESG정책과 관련 실무의 이해' 교과목을 개설 및 운영. 환경·사회·거버넌스 중 가장 광범위하며 높은 수준의 전문성이 요구되는 환경분야에 중점을 둔 프로그램으로 운영
- (사기업 직원 재교육 및 계약학과 운영) SK그룹사, LG그룹사, 현대자동차, 대한항공, JTBC, 동아일보, 삼성물산, 한국수출입은행, GGGI, GCF 등 대기업, 금융기관, 언론, 국제기구 직원들이 본 대학원 석박사 학위과정에서 수학하고 있음. 또한 한화솔루션 계약학과인 에너지시스템공학과를 운영하여 기업의 핵심 기술개발 인력을 양성하고 있음.
- (지속가능발전에 기여할 수 있는 산업계, 학계, 연구기관에 취업) 삼성전자, LG전자, 한화솔루션, 대한상의, 조세제정연구원, 화학연구원, 국가녹색기술연구소 등 탄소중립 선도기업과 연구기관에 졸업생 36명 중 28명(78%)이 취업. 그 외 석사과정 학생 2명이 국회(보좌관)와 삼성전자에 취업 확정
- 기대효과 II: [통합적 의사결정이 가능한 정책리더 양성을 통한 지속가능발전 정책 수립 및 이행 기여] 혁신기술에 대한 이해, 시스템 사고와 데이터 기반 통합적 분석력, 다양한 전문가 간 집단적 의사소통 중개 및 다층적 의사결정 능력을 갖춘 융복합형 정책리더를 양성(SDGs에 부합)

[BK21과 함께한 3.5년의 성과]

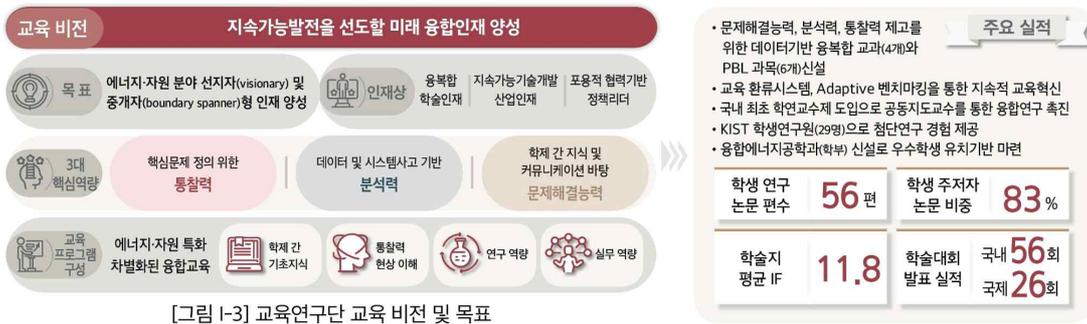
- (공공기관 재직 정책실무자 에너지자원 분야 탄소중립 학위과정 교육 기회 제공) 에너지환경자원 분야 정책 수립 및 실행을 담당하는 국가기관(산업통상자원부, 한국전력공사, 한국수자원공사, 한국가스공사, 국가녹색기술연구소, 한국환경산업기술원, 한국에너지기술평가원, KOICA, KOTRA 등)의 직원들에게 학위과정 교육 기회를 제공함으로써 정책 리더의 문제 인식과 해결 능력 향상에 기여
- (연구과제에 학생연구원으로 참여하여 정책 수립에 기여) 대학원에서 진행되는 각종 산업사회 문제해결형 연구과제에 참여하여 정책 수립에 기여 (예: 지자체 탄소중립 법적 의무이행 지원체계 마련 과제, 탄소중립 이행을 위한 글로벌 산업 부문 모형 개발, 콜롬비아 자원순환 경제를 위한 정책개발 등)

1.2 교육연구단의 비전 및 목표 달성도



전략과제		실적	달성도
교육	① 사회문제해결형 융합리더 교육체계 구축 및 강화	<ul style="list-style-type: none"> 데이터 기반 융복합 교과목 5개, PBL 교과목 5개 신설 시공간 초월 학습 방식 도입(<글로벌 에너지 전문가 세미나>, 2021년 2학기 신설) 교육프로그램 환류 시스템 구축 및 운영 활성화: 자문위원회·동문위원회·교육위원회·대학원위원회 운영 및 학생 대상 설문조사 Adaptive 벤치마킹을 통한 지속적 교육 혁신(기존 벤치마킹 대상 동향 추적 및 신규 벤치마킹 대상 발굴) 융합 우수 논문 시상 및 지원(매년 Student of the Year 선정하여 학술장려금 지급) 다양한 커리어 관리 채널 운영: 진로탐색세미나(7회), 현장실습(33회), 졸업생-재학생 만남의 밤(1회) 등 	달성
	② 다양성을 고려한 학사시스템 유연 운영	<ul style="list-style-type: none"> KIST 학연교수(펠로우) 7명을 공동지도교수로 하여 융합연구의 효율성 제고 KU-KIST 업무협약에 따라 학생연구원(29명)으로서 KIST 연구에 참여 산업현장 맞춤형 석박사 교육과정 및 재교육형 계약학과 확대 운영 	달성
	③ 융합 잠재력이 우수한 학생 유치 및 양성	<ul style="list-style-type: none"> '융합에너지공학과(학부과정)' 신설로 우수학생 유치기반 마련(2021년 신설 이후 총 128명의 학생 입학) 하이브레인트, 네이버대학원커뮤니티, 기업 대상 학생 유치 활동, 학회 홍보 등 온·오프라인 홍보채널 다양화 신중국 에너지공무원 인력양성 프로그램(GETPPP) 졸업생 네트워크 활용(2024년 2월 말 현재, 석사과정 15명과 박사과정 12명 재학 중) 	달성
연구	④ 에너지·자원 분야 융복합 연구모델 개발 및 융복합 연구기반 데이터베이스 구축	<ul style="list-style-type: none"> 실무급전문가세미나, 연구 콜로키움 등으로 연구 주제 발굴 (글로벌에너지전문가세미나 36회, 실무급전문가세미나 43회, IEEN 주최 글로벌에너지전문가포럼 8회) 융합연구기반 데이터베이스 구축(국내의 철강·시멘트 산업 에너지/온실가스 감축 기술 DB, 수소 특허 DB) 	달성
	⑤ 융합 연구협력 인프라 강화	<ul style="list-style-type: none"> KU-KIST 공동연구사업 운영 (탄소중립을 위한 에너지환경 시스템 개발 및 응용, 태양광 E-chemical 연계 기술 개발) KU-KIST 업무협약을 통해 KIST 소속 연구자 7명을 학연교수로 임명하거나 학연 명예교수직(학연교수 펠로우)을 수여, 국책연구소인 국가녹색기술연구소 연구원의 강의 참여 태양광 발전량과 특성평가를 위한 시스템 구축 및 데이터 서버 운영 융합세미나를 통한 연구의 공유와 학제 간 의사소통(융합연구 학생세미나 5회, 기술&정책 융합세미나 7회, Grand Challenge 3회) 연구역량 강화를 위한 비교과 프로그램 운영(37회), 집중적 논문 쓰기를 위한 부트캠프 개최(1회), 학생들의 자기주도적 연구공동체 구성 및 운영(7팀) 	달성
산학협력	⑥ 산학연계 문제해결형 교육 및 연구 프로그램 강화	<ul style="list-style-type: none"> 산학융합형 캡스톤 교과 개설을 통한 연구 전주기 구축(6개), 인턴십 및 산업체 위탁교육(4회) 문화규설 계약학과를 통한 산업체 기술개발 전문인력 양성과 공공·민간기업 소속의 고급인력 재교육 수행 산업난제 해결을 위한 알카미스트연구단 운영(2021.10 ~ 2026.9), 각종 공기업, 민간기업 탄소중립 및 ESG 경영 컨설팅과 자문 '기후변화대응기술센터' 설립으로 산업체와 공동연구 추진 및 중소기업 장비 또는 기술 서비스 제공 산학협장 이해를 위한 인턴십과 교과를 통한 현장실습 MOU 체결을 통한 연구교류와 지역사회 공익활동 활성화(NetZero 2050 기후재단, 스마트마인드, 한국RE100협의회) 	달성
	⑦ 신중국 시장진출을 목표로 하는 에너지·자원 사업화 지원 산학협력 플랫폼 구축	<ul style="list-style-type: none"> 신중국에너지공무원 졸업생을 활용한 International Energy Expert Network(IEEN)을 구축하여 국내 기업 해외 진출 지원 기후기술인재양성센터-한국 RE100 협의체 에너지 관련 기업과 기관, 전문가들의 교류 협력 신중국 에너지공무원 인력양성 프로그램(GETPPP) 참여기관 9개, 수요기업 53개 	달성
국제화	⑧ 글로벌 협력 네트워크를 통한 공동연구 및 연구자 교류 확대	<ul style="list-style-type: none"> 외국인 학자의 유연한 활용(외국인 석학 강의 참여 21명, 연구교수 3명, 객원 교수 1명) 국제기관과 MOU(2건) 신규 체결을 통해 교과개발 협력 및 연구교류 참여교수 국제학회 위원회 활동, 학술지 편집자, 국제학회 수상, 초청 강연 등(28건), 국제 공동연구(29건) 국제태양광학회(4회), IEEN 국제포럼(8회) 주최 	달성
	⑨ 내외국인 학생 공동체를 통한 융합 교육 및 연구 효과성 제고	<ul style="list-style-type: none"> 영감을 매개로 내외국인 학생 팀프로젝트 진행(<글로벌 에너지 전문가 세미나>, <논문작성을 위한 통계학>) Grand Challenge에 내외국인 학생으로 구성된 팀 참가 연구 프로젝트에 내외국인학생 공동 참여 	달성
인프라	⑩ 교육 및 연구 몰입도 제고를 위한 학사 지원시스템 강화	<ul style="list-style-type: none"> 다양한 재원을 통한 충분한 장학금 지원으로 학생의 연구몰입 환경 구축 대학원 혁신본부의 연구지원 인프라 강화 학생 연구공간과 실험실 제공 BK21 교육연구단, 탄소중립융합전공, 에너지시스템공학과, 기후기술인재양성센터, 신중국 에너지 공무원 인력양성 프로그램(GETPPP)에 학사 전담인력 배치 외국인학생 전담 직인 확충 	달성
	⑪ 실험실 운영 매뉴얼 작성, 안전관리 우수 연구실 인증 취득	<ul style="list-style-type: none"> 대학본부 차원 연구실 안전교육 강의 및 안전교육 자료 제공 우수연구실 인증 획득 목표로 연구안전매뉴얼 개발 중 (2024년 1학기 현재 초안 작성을 완료하고 인증 획득을 위한 컨설팅 진행 중) 	부분 달성

1) 교육부문 성과: 지속적 교육혁신과 산업맞춤형 교육프로그램을 통한 융합인재 양성



[그림 1-3] 교육연구단 교육 비전 및 목표

○ 전략과제 ① 사회문제해결형 융합리더 교육체계 구축 및 강화

- 데이터기반 융복합 교과목과 PBL(Problem-Based-Learning), 시공간 초월 학습 교과목 신설
 - 평가기간 내 신규 개설된 교과목은 총 36개이며 그 중 데이터기반 융복합 교과목은 5개, PBL 교과목은 5개임. 이들 신설 교과목들은 문제해결능력, 분석력, 통찰력 배양을 목표로 함.

	과목명
데이터기반 융복합 교과목	에너지환경정책 데이터 분석론(2021년 2학기), 화학공정설계및최적화(2021년 2학기), Introduction to Data Analysis with R(2021년 통계), Data Analytics and Applications(2021년 통계), Introduction to Data Analytics-Fundamental Concepts and Applications(2023년 통계)
PBL 교과목	태양전지(모듈) 실험과 실습(2020년 2학기), 에너지시스템 엔지니어링과 정책(2021년 2학기), ESG정책과 관련 실무의 이해(2022년 2학기), 에너지환경산업 현장의 이해와 실습(2023년 2학기), 캡스톤: 미래의 R&D 방향(2020년 2학기)

- 시공간 초월 학습방식 도입 및 확대: 온라인 교육 프로그램 <글로벌 에너지 전문가 세미나>를 2021년 2학기에 신설하여 에너지, 환경, 지속가능발전, 기후변화 관련 주제로 전세계 석학들을 초빙하여 운영. 강의의 질을 높이기 위해 해마다 강사진 개편 실시
- 교육프로그램 환류시스템 구축 및 운영 활성화
 - 커리큘럼에 대한 주기적인 평가를 위해 산학연과 동문으로 이루어진 자문위원회, 교육위원회, 대학원위원회, 그리고 동문위원회를 구성하여 운영하였으며 그 결과 교과목을 폐지, 개편 또는 신설하여 학습성과를 향상시킬 수 있는 방안을 지속적으로 모색하고 교과 과정 개선에 적용함.
- Adaptive 벤치마킹을 통한 지속적 교육 혁신
 - 전략적 벤치마킹 대상을 탐색하고 벤치마킹 포인트를 발굴한 뒤 본 대학원의 특징점을 활용하여 적용
 - 신청 당시 벤치마킹 대상의 동향을 추적하고 분석하여 Adaptive 벤치마킹을 실현



- 융합 우수논문 시상 및 지원
 - 매년 SCIE, SSCI 국제학술지에 우수논문을 게재(또는 게재 승인)한 학생들을 대상으로 ‘Student of the Year’ 를 선발하여 학술장려금을 지급(2022년 5명(40만원) → 2023년 13명(30만원)으로 확대)
- 다양한 커리어 관리 지원
 - 진로탐색세미나(7회), 현장실습(33회), 졸업생-재학생 만남의 밤(1회) 등의 자리를 마련하여 학생들에게 현업에 종사하고 있는 전문가들의 경험과 통찰력을 제공하고, 졸업생들과의 만남의 자리를 마련해 경력 발전을 위한 조언과 지원을 받도록 지원
 - 경력개발센터의 취업지원 프로그램 및 크림슨센터의 창업지원 프로그램을 활용해 학생들에게 이론적인 교육과 함께 실무적인 지식을 구비하여 취업 및 창업에 대비할 수 있게 함.

○ 전략과제 ② 다양성을 고려한 학사시스템 유연 운영

- KIST 학연교수를 공동지도교수로 선정하여 융합연구의 효율성 제고
 - 국내 최초로 학연교수제를 도입하여 융합 교육 연구를 수행하며, 학생들이 KIST의 첨단 연구 인프라를 이용하고 연구지도를 받을 수 있음.
 - 학생들은 공동지도교수제를 활용하여 융합연구를 효과적으로 진행할 수 있으며, 공동지도교수 각자의 전문 분야의 지식과 경험을 교차적으로 접근해 다양한 시각과 접근법을 습득할 수 있음.
- KU-KIST 업무협약에 따라 학생연구원으로서 KIST 연구에 참여
 - 2024년 2월말 현재, **29명의 학생연구원**이 KIST의 첨단 인프라를 활용하여 연구를 진행하고 있음.
- 산업현장 맞춤형 석박사 교육과정 및 재교육형 계약학과 확대 운영
 - 탄소중립 특성화 대학원 사업(2022년 9월~), 기후기술인재 양성센터 사업(2022년 5월~), 에너지시스템공학과(계약학과) (2020년 3월~) 운영으로 산업현장에서 요구되는 맞춤형 교육프로그램 제공
 - 본 대학원은 2020년 3월부터 글로벌 태양광 업체인 한화솔루션과 취업연계형 계약학과인 에너지시스템공학과를 운영. 한화솔루션 임직원 대상 재교육 트랙 설립 협의 중
 - 대학원 학생의 상당수가 분야의 공기업, 연구소, 사기업의 고급인력으로 구성되어 있고(2022년 입학생 49명 중 28명, 2023년 64명 중 31명이 이에 해당) 본 대학원에서 이들의 에너지신산업 재교육 역할을 수행하고 있음.

○ 전략과제 ③ 융합 잠재력이 우수한 학생 유치 및 양성

- ‘융합에너지공학과(학부과정)’ 신설로 우수 학생 유치 기반 마련
 - 2021년 학부과정 신설 이후 총 128명의 학생이 입학하여 우수 학생이 본 대학원으로 유입될 수 있는 기반 마련
 - 학부 학생들은 대학원생들과 함께 대학원의 학술행사인 Grand Challenge, 기술&정책 융합세미나 참여 및 Open Lab 프로그램을 통해 연구실 생활을 경험
- 온·오프라인 홍보채널 다양화
 - 우수 학생 유치를 위해 온라인 커뮤니티인 하이브레인지넷과 네이버대학원입학커뮤니티(대학원입학을 준비하는사람들의모임)을 활용하고 공공기관 공문 발송, 학회 홍보 등 오프라인 홍보 채널을 활용해 대대적인 홍보를 진행. 대학원 정보에 대한 접근을 용이하게 하고 보다 많은 잠재적 학생들이 프로그램에 관심을 가질 수 있도록 홍보 채널을 다양화
- 신홍국 에너지공무원 인력양성 프로그램(GETPPP) 확대 및 졸업생 활용하여 국제 에너지 네트워크 구축
 - 2024년 2월말 현재, GETPPP 석사과정 15명과 박사과정 12명이 재학 중
 - GETPPP 졸업생을 활용하여 국제에너지전문가 네트워크(International Energy Expert Network, IEEN)를 구축. 이 네트워크를 통해 우리 기업들이 신흥 개도국 시장 개척하는 데 실질적인 도움을 줄 수 있도록 함(2024년 2월말 현재, 18개국 213명이 네트워크에 참여)

2) 연구 부문 성과: 다양한 형태의 연구 교류를 통한 융복합 연구성과와 연구협력 인프라 구축 및 운영



○ 전략과제 ④ 에너지·자원 분야 융복합 연구모델 개발 및 융복합 연구기반 데이터베이스 구축

- 기술, 데이터, 정책 전공 교원 참여하는 연구회 운영

- 각 전공의 교수들이 참여하여 brown bag seminar 형식으로 자유롭게 발표하고 토론하는 융합연구 학생세미나를 총 5회 개최하여 학제 간 연구 소통의 장으로 활용
- 실무급전문가세미나, 연구 콜로키움 등으로 연구 주제 발굴
 - 혁신적 연구주제 발굴과 글로벌 연구동향 파악을 목적으로 '글로벌 에너지 전문가 세미나' 36회, '실무급 전문가 세미나' 43회, IEEN 주최 '글로벌 에너지 전문가 포럼' 8회 개최. 산업계, 정부, 학계의 다양한 전문가들의 교류를 통해 최신 연구동향을 파악하고 사회문제에 대한 해결책을 논의해 새로운 연구주제로 확장
- 융합연구기반 데이터베이스 구축
 - 서울대·경희대와의 연구협력을 통해 국내외 철강 및 시멘트 산업의 에너지/온실가스 감축 관련 기술 데이터베이스를 구축하여 탄소중립 정책의 산업부문 영향을 추정하는 에너지-경제 모형 개발 중
 - 수소 특허 데이터베이스를 구축하여 수소 R&D 트렌드와 주요 국가의 기술 포트폴리오를 비교하여 수소 R&D 전략 관련 함의를 제시

○ 전략과제 ⑤ 융합 연구협력 인프라 강화

- KU-KIST 공동연구사업을 운영하여 탄소중립을 위한 시스템 개발 및 태양광 연계 기술 개발
 - 탄소중립을 위한 에너지환경시스템 개발 및 응용, 태양광 E-chemical 연계 기술 개발로 친환경적이고 효율적인 에너지 생산방법을 모색
- 국책연구소 또는 KIST 소속 우수연구자를 학연교수로 임용해 융합 연구의 인적 인프라 구축
 - KU-KIST 업무협약을 통해 KIST 소속 연구자를 학연교수 또는 학연교수 펠로우로 임용해 학생지도와 연구에 활용
 - 국책연구소인 국가녹색기술연구소(구 녹색기술센터) 연구원의 강의 참여 (2021.9.28. <글로벌 에너지 전문가 세미나> 교과목 강의, 국가녹색기술연구소 오채운 책임연구원)
- 태양광 발전량과 특성평가를 위한 시스템 구축 및 데이터 서버 운영
 - 태양전지 주력 제품과 차세대 제품을 실외에 설치하고 실시간 출력과 기후 데이터를 수집하는 시스템을 구축
 - 태양전지 출력과 에너지 생산 측정 데이터 확보로 소비자 수요에 맞는 기술 개발에 활용
- 산학연 네트워크를 활용한 공동연구로 융합연구 활성화
 - 대학, 기업, 연구소(국제 26개, 국내 41개) 소속 각 분야의 연구자들과 공동연구를 통해 협업
 - 연구 결과를 확산하여 정책과 산업의 경쟁력을 강화하고 정책결정에 과학적인 근거를 제공
- 융합세미나를 통한 연구의 공유와 학제 간 의사소통
 - 기술 분야와 정책 분야 학생들의 연구발표를 통해 학제 간 소통을 장려하는 기술&정책 융합세미나 7회, brown bag seminar 형식으로 자유롭게 발표와 토론이 이루어지는 융합연구학생세미나 5회, 융합적 접근 방식을 통해 사회난제 해결 방안을 제시하는 Grand Challenge 3회 개최
- 연구역량 강화를 위한 각종 프로그램 운영
 - KU 이공학교, Nature Master Class at KU 등 비교과 프로그램 운영(37회)으로 우수 논문 게재를 위한 지원 고도화. 이와 함께 국제학술지 게재 예정 논문 원문 교정 비용 지원사업 확대
 - 대학원 혁신본부 차원에서 대학원생의 자발적 연구커뮤니티 구성을 통한 융복합적 연구를 지원. 연구 관리를 위한 오리엔테이션, 정기적 연구지도회의(전문가 상담 및 자문), 중간보고회, 성과 공유 결과보고회 등을 개최해 학술연구 전반을 체계적으로 관리
 - 본 교육연구단 차원에서 '학술적 논문작성을 위한 부트캠프'를 개최(1회)하여 학생들에게 집중적인 글쓰기 환경과 시간을 제공하였으며 참여 학생들을 대상으로 조사한 결과 높은 만족도를 보임.
 - 학생들이 자발적으로 연구공동체(7팀)를 구성하여 주도적으로 연구를 수행하며 시너지를 창출. 대표사례로 석박사과정생과 신진연구인력으로 구성된 '지속가능 국제 온실가스 감축 연구팀'은 '온실가스 국제감축사업의 도전과제와 대응전략' 공동포럼에서 연구내용을 발표하였으며 2024년

3) 산학협력 부문 성과: 산업·사회 문제 해결을 위한 산학 거버넌스 구축과 산학협력 플랫폼 제공

○ 전략과제 ⑥ 산학연계 문제해결형 교육 및 연구 프로그램 강화

- 산학융합형 캡스톤 교과 개설(5개)을 통한 연구 전주기 구축
 - <태양전지(모듈) 실험과 실습>, <에너지시스템 엔지니어링과 정책>, <ESG정책과 관련 실무의 이해>, <에너지환경산업 현장의 이해와 실습>, <캡스톤: 미래의 R&D 방향> 등 5개의 산학융합형 교과를 개설하여 연구 전주기 지원으로 연구자로 성장하기 위한 기본역량 강화
- 한화큐셀 계약학과를 통한 산업체 기술개발 전문인력 양성과 공기업, 연구소, 민간기업 소속의 고급 인력 재교육 수행
 - 산업현장에서의 지식과 경험을 교육에 반영하고, 재교육을 통해 현업에 필요한 최신 기술과 전문성을 강화, 실무와 이론의 연계를 통해 장기적으로 산업 역량 강화를 이끌어냄.
- 산업난제 해결을 위한 알카미스트연구단 운영(2021.10 ~ 2026.9)

	혁신적 태양광기술 개발로 산업경쟁력을 강화하고 지속가능발전에 기여
	투명태양전지기술 이전(2021년 12월 20일): 메카로에너지(주)와 기술협력으로 투명 태양광 모듈을 대구
	그린엑스포(2022년 4월)와 세계태양에너지엑스포(2023년 6월)에서 전시
	'공동주택 유리난간에 적용 가능한 태양광 모듈 개발 제안서'로 2022 현대건설 기술공모전 장려상 수상(2022년 11월)

- '기후변화대응기술센터' 설립으로 산업체와 공동연구 추진 및 중소기업 장비 또는 기술 서비스 제공

	본 대학원 주도로 '기후변화대응기술센터'를 설립하여 학생교육 및 산업체와의 공동연구를 추진하고 중소기업에 장비 및 기술 서비스를 제공
	교내에 설립된 '에너지반도체연구센터'에 본 대학원 교수진이 참여, 에너지 및 반도체 관련 기업, 연구소, 학교에 장비 서비스 제공

- 산업현장 이해를 위한 인턴십과 교과를 통한 현장실습
 - 법무법인 세종 ESG센터, OECD, 한국지역난방공사에서 총 4명의 학생들이 인턴십 또는 산업체 위탁교육을 수행
 - <에너지환경산업 현장의 이해와 실습> 교과목을 통해 산업현장에서 실행되고 있는 다양한 에너지 전환 솔루션에 대한 지식과 기술을 습득
- MOU 체결을 통한 연구협력과 지역사회 공익활동 활성화
 - 스마트마인드(주)와 MOU 체결(2021년 10월)로 학술정보 및 인력 교류, 연구시설의 공동 활용 등 협력
 - NetZero 2050 기후재단과 MOU 체결(2023년 7월)하여 기후변화 대응을 위한 정보의 교류와 상호협력, 탄소중립과 지속가능발전을 위한 지역 공동사업 협력
 - 한국RE100협의체와 MOU 체결(2023년 10월)로 산학연 공동세미나 개최, 에너지 관련 기업과 기관, 전문가들의 교류 활성화

○ 전략과제 ⑦ 신흥국 시장진출을 목표로 하는 에너지·자원 사업화 지원 산학협력 플랫폼 구축

- 신흥국 에너지 공무원 졸업생을 활용한 International Energy Expert Network(IEEN)를 구축·운영하여 국내 기업의 신흥국 시장 진출 지원
 - IEEN의 '2022 Malaysia-Korea Green Mobility and Energy Expert Forum'에서 한국 기업들의 사업 설명회 개최(2022년 8월)
 - IEEN의 2023년 주요사업으로 ASEAN 에너지장관회의 부대이벤트에서 국내 주요 에너지기업의 비즈니스 설명회 개최(2023년 8월)
 - 국내 기업의 해외사업장에서 핵심적 역할을 수행하는 현지 전문인력에 대한 석박사 학위과정 교육을 본 대학원의 GETPPP과정에서 수행. 2024년 2월 말 현재 SK E&S(2명), 한국지역난방기술(1명), 한국수자원공사(1명), 한국남동발전(1명), 한국토지주택공사(1명)가 학생 교육을 위탁하고 있음.

- 본 대학원의 GETPPP과정에서 수학 중인 신흥국 에너지 전문가들과 국내 기업 간 교류 기회 제공
 - GETPPP과정의 운영에 참여하는 참여기업(9개)과 협력기관인 수요기업(53개)은 신흥국 에너지 전문가 재학생들과의 교류를 통해 에너지·자원 5대 분야의 수출 및 해외 진출 투자 기회 모색
- 기후기술인재양성센터-한국 RE100 협의체의 산학협력 플랫폼 구축
 - 한국 RE100협의체와 공동으로 국내 최대 규모의 'RE100 컨퍼런스'를 개최하여(2023년 11월) 글로벌 민간 무역규제로 작동하고 있는 RE100 대응책 모색

4) 국제화 부문 성과



○ 전략과제 ⑧ 글로벌 협력 네트워크를 통한 공동연구 및 연구자 교류 확대

- 외국인 교원의 유연한 활용
 - 객원교수 1명(Dirk Henkensmeier), 연구교수 3명(Edmund Samuel, Shijun Cao, Suresh Balasingam)이 교과목 강의에 참여, 해외 석학 21명(<글로벌 에너지 전문가 세미나> 교과에 참여)이 교육 및 연구활동에 참여
 - 세계 최고 수준의 연구성과를 보유한 해외 대학의 교수를 본교의 객원교수로 초빙하는 K-Club 제도를 활용하여 베트남 출신 Dai-Viet N. Vo 교수(Nguyen Tat Thanh University, 논문 405편, FWCI 2.54)와 Anh Tuan Hoang 교수(Dai hoc Dong A University, 논문 157편, FWCI 6.06)의 영입에 성공, 2024년 5월 1일자로 본 대학원에 부임 예정. 이들은 대학원의 교육과 연구에 적극적으로 참여할 예정
- 국제기관과 MOU(3건) 체결을 통해 교과 개발 협력 및 연구 교류
 - 미국 GABI(Global America Business Institute)와 MOU체결(2022년 8월)로 공동워크샵 주최 협력, 장 단기 교육리더십 개발 프로그램 구성 협의
 - 태국 Kasetsart University와 MOU를 체결하여(2022년 11월) 연구 인력 교류, 기술 정보 교류, 합동연구 증진을 추진하기로 함.
 - 미국 FREE재단(Foundation for Renewable Energy & Environment)과 MOU체결(2023년 7월)로 에너지환경 분야 정책과 기술 관련 연구 및 교육 협력 합의. FREE Doctoral Fellowship 프로그램을 통해 2023년 2학기부터 본 대학원 박사과정 학생 1명에게 최장 4년, 연 17,000달러 장학금 지급 개시
- 참여교수들의 활발한 국제 학술활동
 - 국제학회 위원회 활동(8건), 학술지 편집자(3명, 5건), 국제학회 수상(2건), 초청강연(3건), 기타 활동(19건), 국제 공동연구(29건)
 - International Society for Industrial Ecology, Journal of Industrial Ecology, Cleaner Production Letters, International Journal of Thermophysics, Energies 등 국제적으로 권위있는 학술지의 이사회, 편집자, 부편집장 등으로 활동하며 국제적인 지식 교류를 촉진
- 국제학술행사인 국제태양광학회 GPVC(4회), IEEN 국제포럼(8회)을 주최하여 연구자 교류 기회 제공
 - 다양한 국가의 학계, 정부, 그리고 민간 영역의 전문가들이 참가하는 국제학술행사를 주최하여 에너지환경 기술정책 분야 연구자들 간 교류 활성화와 지식공유에 기여

○ 전략과제 ⑨ 내외국인 학생 공동체를 통한 융합 교육연구 효과성 제고

- 영감을 매개로 내외국인학생 팀 프로젝트 진행
 - <글로벌 에너지 전문가 세미나>와 <논문작성을 위한 통계학> 등 영감에서 팀 프로젝트를 수행하는 과정을 통해 학생들이 여러 문화와 배경을 가진 다른 학생들과 교류하며 다양한 관점을 갖게 되어 글로벌 시장에서의 경쟁력 향상
- Grand Challenge에 내외국인 학생 구성 팀으로 참가
 - 에너지환경 분야 산업사회 난제 해결에 대한 대안을 제시하는 Grand Challenge에서 내외국인 학생들이 공동으로 팀을 구성하여 창의적이고 혁신적인 문제 해결방안을 제안함.

	수상자	제안 주제	수상명
제2회 Grand Challenge(2022. 7. 25.)	유여진, 정현주, 최지원, Astrid Rahardjo	플라스틱 없는 섬	Challenge Award 수상
제3회 Grand Challenge(2023. 7. 24.)	엄수빈, 김남희, Sudeshana Pandey, 전효재	Shade ball과 태양전지를 활용한 새로운 발전방식	Grand Award 수상

- 한국에너지경제연구원 과제에 내외국인 학생이 공동 참여
 - 동남아시아 주요국 대상 전기차 충전 인프라 비즈니스 생태계 및 밸류체인 관련 평가 프레임워크를 구축하는 한국에너지경제연구원 과제(2022년 6월 ~ 2022년 11월)에 Jane Mbogo(GETPPP)이 참여

5) 인프라 부문 성과: 다양한 재원을 통한 충분한 장학금과 지원시스템으로 교육 및 연구 몰입도 증대

○ 전략과제 ⑩ 교육 및 연구 몰입도 제고를 위한 학사 지원시스템 강화

- 다양한 재원을 통한 충분한 장학금 지급으로 학생들의 안정적 연구수행 지원
 - BK21 장학금과 KU-KIST 연구장학금을 기본으로 다양한 연구과제 참여 및 성적우수장학금을 추가로 지급(박사과정 250만원 이상, 석사과정 180만원 이상)
 - 본부의 Junior Fellow Research Grant(JFRG), 학술연구회, 대학원생 우수 연구성과 포상제도로 연구 성과에 대한 장학금, FREE Doctoral Fellowship 장학금, 탄소중립특성화대학원사업 장학금, 기후기술인재양성센터 장학금 지급
- 대학원 혁신본부 연구지원 인프라 구축 및 고도화
 - 도서관 연구지원 시스템 (분야별 Web DB 워크숍, EndNote 교육, Scopus/ScienceDirect, Mendely, Westlaw, WIPS ON, PubMed 등) 교육 주기적으로 개최
 - 교양교육원에서 논문작성 Clinic을 운영하고 있으며, 각 교육연구단의 신진연구인력으로 구성된 RC 협의회(Research Coordinator)와 협업해 전공별 맞춤형 글쓰기 전문 지도 제공
 - 교수학습개발원의 대학원생 또래 튜터링 학습공동체 KUPT+를 통해 대학원 내 선배나 동기의 도움을 받아 학업 및 연구역량을 강화할 수 있는 프로그램을 제공
 - 이외에도 대학원생 연구력강화 워크숍을 개최하여 학술논문 작성법, 연구설계와 학위논문 작성법, 영어논문 작성법, 학술지 투고 전략 등을 1:1/1:2/1:3 튜터링으로 진행
 - '4단계 BK21사업 학문후속세대 국제학술지 영어논문 교정 지원 프로그램'에서 참여대학원생과 신진 연구인력을 대상으로 영어 논문 교정료 지원
- 학생들이 교육 및 연구에 집중할 수 있도록 연구공간과 첨단 실험실을 제공하여 연구성과 향상 지원
- BK21교육연구단, 탄소중립융합전공, 에너지시스템공학과, 기후기술인재양성센터, 신홍국에너지공무원 인력양성프로그램(GETPPP)에 각각 학사 전담인력을 배치하여 원활한 학사지원이 이루어지도록 함.
- 외국인학생지원 담당 직원 배치와 학생 멘토제 운영으로 외국인 학생들의 적응 지원

○ 전략과제 ⑪ 실험실 운영 매뉴얼 작성, 안전관리 우수 연구실 인증 취득

- 대학차원의 연구실 안전교육 및 안전교육 자료 제공
 - 매년 정기적으로 연구활동중사자 안전교육 수강 프로그램을 제공하여 대학원생과 연구원, 연구실 책임자(교원)의 온라인 안전교육 수강 의무화

- 연구실 안전교육 자료(MSDS 및 화학물질 안전, 가스안전, 기계안전, 소방안전, 실험 전후 안전관리, 연구활동중사자를 위한 보건관리, 전기안전, 화학물질 보관 및 폐기)를 제공함으로써 실험실을 안전하게 이용하고 운영할 수 있는 가이드라인을 제시
- 안전관리 우수연구실 인증 획득을 목표로 연구안전매뉴얼 개발 중
 - 전용석 교수 연구실과 기후변화대응기술센터(센터장: 이해석 교수, 2023년 4월 센터 지정) 2024년 1학기 현재 1차 초안 작성 완료 및 안전관리 우수연구실 지정을 위한 컨설팅 진행 중

6) 교육연구단의 학사단위로서의 안정화 및 지속가능성 제고 방안 및 달성도

- 대학원 소속 전임교원 확대와 학생 정원의 증가로 학사단위로서의 안정성 제고
 - (전임교원의 지속적 증가) 본 대학원이 원소속인 전임교원은 사업 제안 당시 6명에서 9명으로 증가하여 약점으로 분석되었던 타과 소속 전임교원의 참여로 인한 불확실성은 완전히 해소되었음.
 - (학생 정원 대폭 확대) 사업 제안 당시인 2020년 25명(석사 15명, 박사 10명)에 불과했던 본 대학원의 학생 정원은 2023년 62명(석사 45명, 박사 17명, 외국인 학생·계약학과 제외)으로 사업기간 내 148% 증가라는 괄목할 만한 성장을 달성했음. 이러한 증가는 2022년 교육부의 첨단분야 학과 정원 추가 배정과 본교 내 타 대학원으로부터의 정원 수탁에 따른 것임. 이는 본 대학원 학문 분야의 사회적 필요성과 대학원 자체의 경쟁력을 인정받은 성과라고 할 수 있음.
 - (높은 입학 경쟁률) 본 대학원은 BK21 사업 수주 이후 2:1 이상의 입학 경쟁률을 유지해 왔음. 학생 정원이 대폭 확대된 2022년 이후에도 평균 석사과정 2.7:1, 박사과정 2.7:1이라는 높은 경쟁률을 유지하고 있어 학사 프로그램 지속가능성의 핵심 요소인 학생 유치에서 안정성을 확보함.
- 물적·인적 자원의 확보를 통한 안정적 인프라 및 체계적 학사지원 시스템 구축
 - (전용 공간 확보) 본 대학원은 짧은 역사(2009년 설립)에도 불구하고, 쾌적한 교육 및 연구 환경을 조성하고자 대학원 전용 공간 확보에 최선의 노력을 기울였음. 그 결과 본 대학원 소속 교원, 신진 연구원, 학생들이 사용하는 연구공간은 사업 신청 당시 507.63m²에서 2024년 2월말 현재 748.03m²으로 증가하여 독립된 단일 대학원으로서의 안정적 기반을 확보하였음.
 - (전담 직원 증가) 사업 신청 당시 4명이었던 전담 직원은 7명으로 증가해 교육과 연구를 뒷받침할 체계적 지원시스템이 구축되었음.
 - 이는 사업 신청 당시 약점으로 분석되었던 전용 공간 부족을 극복하고, 융합 연구·교육 발전을 위해 필요한 체계적 지원시스템 부재라는 위협 요소를 극복한 성과임.
- '융합에너지공학과' 학부 프로그램과 '탄소중립기후기술융합전공' 신설로 지속가능성 강화
 - (학부 프로그램 신설) 융합 잠재력이 높은 우수 인재를 적극적으로 확보하고자, 2021년 3월부터 '융합에너지공학과' 학부 프로그램을 신설·운영함.
 - (탄소중립기후기술융합전공신설) 2022년 환경부 지원 '탄소중립특성화대학원' 사업에 선정되어 '탄소중립기후기술융합전공'을 신설함. 탄소중립 분야 전문인력에 대한 사회적 수요가 폭발적으로 증가하는 상황에서 우수 학생 유입을 위한 기반을 마련함.
- KU-KIST 공동연구사업 및 '기후변화대응기술센터' 설립으로 교육과 연구의 선순환 기반 확보
 - (KU-KIST 공동연구사업) 2012년부터 지속되어온 KU-KIST 사업은 에너지 및 환경산업의 원천기술 혁신역량을 강화하고 기술-정책 융합의 시너지 효과를 극대화하여 미래 경쟁력을 확보하고자 하는 연구 사업임. 이를 기반으로 본 교육연구단은 전문인력과 연구자원을 융합연구와 교육에 유연하게 활용하여 기술-정책 융합 선도 사례 부족의 위협을 극복하여 교육과 연구의 선순환 기반을 확보
 - (기후변화대응기술센터 설립) 에너지·환경 산업 난제를 해결할 전략가형 과학인재를 양성하기 위해 2022년 기후변화대응기술센터를 설립. 기후기술 정책과 R&D의 기획, 매년 5개의 산업연계 연구 프로젝트의 운영으로 본 교육연구단의 교육 및 연구 기반의 지속가능성 확보

1.3 교육연구단의 구성

① 교육연구단장의 교육·연구·행정 역량

성명	한글	하윤희	영문	Yoonhee Ha
소속기관	고려대학교 에너지환경대학원 에너지환경정책기술학과			

<표 1-1> 평가 대상 기간(2020. 9. 1. ~ 2024. 2. 29.) 내 교육연구단장 변경 현황

연번	성명	교육연구단장 수행 기간 (YYYYMMDD-YYYYMMDD)	변경 사유
1	박주영	20200901-20220228	퇴직
2	하윤희	20220301-20240229	신규 임용

○ 교육연구단장의 역량

- **(연구역량)** 하윤희 단장은 2016~2024년 2월까지 14편의 논문을 SSCI 또는 SCIE 저널에 게재하였음. Wiley Interdisciplinary Review: Energy and Environment에 게재된 “The Rise and Fall of Green Growth: Korea’s Energy Sector Experiment and Its Lesson for Sustainable Energy Policy(2019)”는 2019~2021년 해당 저널에서 가장 많이 다운로드된 논문 Top 5에 포함되었음. Investigating Decentralized Renewable Energy Systems Under Different Governance Approaches in Nepal and Indonesia: How Does Governance Fail?은 Social Science 분야 SJR 랭킹 14위(695개 저널 중)의 최상위 SSCI 저널인 Energy Research & Social Science(IF: 6.7)에 게재되었음. Public Debt, Corruption and Sustainable Economic Growth(2016)는 Google Scholar 기준 111회 인용되었으며 지속적으로 인용 수가 증가하고 있음. 현재 SSCI 저널에 1편, SCIE 저널에 3편을 투고하여 심사받고 있음. 이 논문들은 지도 학생들과 공동연구의 결과물이며, 2편의 논문에는 개도국 학자들이 참여하였음. 이 외에도 학생, 신진 연구자, 개도국 학자들과 협력하여 ‘개발도상국 주민 삶의 질 제고를 위한 재활용 태양광 모듈 적용 에너지 개발사업 수용성 분석 연구’와 ‘수소경제로의 전환 조건 식별을 위한 정책생태계 분석 연구’를 진행하고 있으며 각 주제별로 3편의 논문 발표를 목표로 왕성한 연구활동을 진행하고 있음.
- **(교육역량)** 하윤희 단장은 본 대학원 필수 이수과목인 <연구방법론 I>, <에너지와 환경정책>, <글로벌 에너지 전문가 세미나> 교과목을 강의하고 있음. 또한 산업사회의 변화와 현장 적합성 교육에 대한 학생들의 니즈에 부응하여 <기후변화와 R&D>, <ESG정책과 실무의 이해>, <에너지환경산업 현장의 이해와 실습> 등의 과목을 개설하여 운영하고 있음. 단장이 확보하고 있는 광범위한 국내외 학자, 전문가, 정책결정자 네트워크를 십분 활용하여 다양한 세미나, 특강 등을 개최하고 있음. <글로벌 에너지 전문가 세미나>는 미국의 재생에너지환경재단(FREE)와 협력하여 전 세계 석학들을 본 대학원의 실시간 강의실로 연결하는 혁신적인 교과목임. 현재 35명의 학생(풀타임 박사과정 8명, 풀타임 석사 4명, 파트타임 23명, 외국인학생 3명)을 지도하고 있으며, 이들 중 상당수는 SCIE 또는 SSCI 저널 게재를 목표로 연구를 진행하고 있음. 학생과의 공저로 SSCI, SCI, Scopus 등 우수 저널에 논문 게재 실적을 확보하고 있음.
- **(행정역량)** 하윤희 단장은 본 대학원 부임 전 정책현장에서 다양한 정책현안을 다룸. 특히 소속기관 정책부서의 최고위 부서장으로 국가정책 전반을 조율하고 구성원들을 지휘한 경력이 있음. 이러한 경험을 바탕으로 본 연구단의 구성원들이 연구단의 목표 수행에 적극적으로 참여할 수 있는 거버넌스를 도입하였음. 또한 학생들에게 연구 몰입 환경을 제공하기 위해 다양한 프로그램과 인센티브를 도입하여 국제 학술지(SCIE, SSCI급) 논문 게재 실적과 국제 학술대회 발표 실적이 대폭 증가하는 성과를 거두었음. 현재 단장이 보유한 국제적 네트워크를 활용하여 본 연구단의 연구역량 강화를 위한 국제공동연구 및 각종 국제화 사업을 적극 추진하고 있음.
- **(연구와 산업사회 현장 연결 역량)** 대통령 직속 탄소중립녹색성장위원회 위원 겸 에너지·산업 전환 분과위원회 간사, 기획재정부 국가재정정책자문위원회·복권위원회 위원, 에너지 공기업 경영평가 팀장, 한국에너지기술평가원 비상임이사, 제5차 국가에너지기술개발계획 수립위원회 총괄위원회 위원, 신용보증기금 ESG추진위원회 위원, 배출권시장협의회·국가녹색기술연구소·경기개발공사 자문위원, 미국 재생에너지환경재단(FREE) Senior Research Fellow 등의 직책을 맡아 산업현장과 정책 현안에 대한 깊은 이해를 바탕으로 현장 수요에 부합하는 연구 주제를 발굴하고, 교육의 현장성을 강화하고 있음. 이를 통해 에너지환경 분야 산업사회 문제해결을 위한 연구와 정책개발, 인재양성에 기여하고 있음.

② 교육연구단 참여교수

<표 1-2> 교육연구단 참여교수 현황

연번	소속대학 및 소속학과	성명 (한글/영문)	연구자 등록번호	세부전공분야	대표연구 업적물 분야	신임교수	외국인
1	고려대학교 에너지환경정책기술학과	강운목		반도체물성	에너지재료	X	X
2	고려대학교 화공생명공학과	강정원		화공열역학	화학공정·기타 및 융복합 촉매/반응기술 분리/정제기술	X	X
3	고려대학교 에너지환경정책기술학과	김경남		투자/위험관리	투자/위험관리	X	X
4	고려대학교 에너지환경정책기술학과	김여원		기술예측및평가	(공란)	O	X
5	고려대학교 에너지환경정책기술학과	동완재		복합소재기술	(공란)	O	X
6	서울대학교 건설환경공학부	박주영		환경/자원정책	환경/자원정책	X	X
7	(사망 퇴직)	박호정		자원/환경경제	(공란)	X	X
8	고려대학교 에너지환경정책기술학과	송인학		촉매화학공학	(공란)	O	X
9	고려대학교 에너지환경정책기술학과	우종률		기술예측및평가	기술예측및평가 환경/자원정책	X	X
10	고려대학교 행정학과	이응균		환경/자원정책	환경/자원정책	X	X
11	고려대학교 에너지환경정책기술학과	이해석		반도체재료	에너지재료	X	X
12	고려대학교 에너지환경정책기술학과	전용석		전기재료	신재생에너지융합	X	X
13	고려대학교 에너지환경정책기술학과	하윤희		환경/자원정책	환경/자원정책	O	X

<표 1-3> 교육연구단 참여교수 현황

평가 대상 기간	구분	총 환산 참여교수 수 (단위: 명)		
		기존교수 수	신임교수 수	합계
2020. 9. 1. ~ 2024. 2. 29.	전체	7.12	0.71	7.83
	이공계열	3.88	0.14	4.02
	인문사회계열	3.24	0.57	3.81

③ 교육연구단 구성의 적절성

<표 1-4> 참여교수진의 해당 산업·사회 문제 해결분야 교육 실적 및 연구 분야

연번	성명 (한글/영문)	직급	연구자 등록번호	소속대학 및 소속학과	세부전공분야	산업·사회 문제 해결분야 관련 대학원 교과목 개설 실적
	산업·사회 문제 해결분야 관련 연구분야와의 연계성					
1	강윤목	부교수		고려대학교 에너지환경정책기술학과	반도체물성	태양전지 (2022년 2학기~2023년 2학기)
	신재생에너지 중 태양광 분야를 중점적으로 연구하고 있음. 태양전지 및 모듈 원천기술 개발, 기업 자문 및 산학협력 연구를 통해 기업들의 시장 경쟁력 확보 및 신재생에너지 확산에 기여하고 있음					
2	강정원	교수		고려대학교 화공생명공학과	화공열역학	에너지환경기술특수연구II (2020년 2학기)
	연구실 안전을 위한 물성 데이터베이스 개발과제를 수행하고 있으며, 에너지 해석을 통한 미래 에너지의 평가 연구 수행. 머신러닝 알고리즘을 사용해 데이터를 분석하고 적용해 새로운 기술을 화학 공정에 적용					
3	김경남	교수		고려대학교 에너지환경정책기술학과	투자/위험관리	에너지프로젝트관리(2021년~2023년 1학기), 환경경영론(2020년~2023년 2학기)
	재생에너지, 탄소중립 및 친환경경영 등의 주제와 연관된 기업 투자 및 전략 분야를 중점 연구함. ODA방식의 성공적 프로젝트 수행, 글로벌기업의 환경경영 사례 등을 해당 수업에서 다룸.					
4	김여원	조교수		고려대학교 에너지환경정책기술학과	기술예측및평가	(2024년 2월 임용)
	지속가능성 과학과 토목환경공학 기반 다학제 융합연구 수행. 기후회복탄력성, 물-에너지 넥서스, 도시 인프라 취약성 평가 등 중점 연구. 자연기반해법 국제공동연구단의 운영위원으로서 기후변화 대응 환경정책 연구를 선도					
5	동완재	조교수		고려대학교 에너지환경정책기술학과	복합소재기술	(2024년 2월 임용)
	태양광을 화학연료로 전환하는 에너지 기술을 연구. 이 연구를 통해 미래 에너지 산업에서 요구되는 친환경적이고 지속가능한 에너지 생산 신소재를 개발하고 확산하는 데에 중점을 두고 있음.					
6	박주영	부교수		서울대학교 건설환경공학부	환경/자원정책	에너지와환경정책(2020년 2학기~2021년 2학기), 산업생태학(2021년 1학기)
	산업시스템의 에너지 및 자원 소비패턴 및 이에 영향을 미치는 경제사회적 요소와 환경적 함의를 다층적 시스템 관점에서 분석. 이를 통해 지속가능성을 높일 수 있는 정책 대안 도출					
7	박호정	교수		(사망 퇴직)	자원/환경경제	동태분석론(2020년 2학기)
	자연자원에 관한 경제적 최적채굴 및 이용 등에 대한 연구를 통한 정책 설계 및 영향 평가를 진행. 경제발전과 환경보전의 통합적 목표 지향을 통해 지속가능발전 목표와 밀접하게 연계					
8	송인학	조교수		고려대학교 에너지환경정책기술학과	촉매화학공학	불균일촉매의개념과응용(2023년 2학기), 환경촉매공학(2023년 2학기)
	지속가능한 에너지 사용과 환경 규제 대응을 위한 열화학촉매 기술을 중점 연구. 중화학공업을 토대로 발전해 온 열촉매산업의 지식과 인프라를 신재생에너지 분야로 확장·융합하는 허브 기술 개발로 환경 신산업 분야에서 혁신 주도					

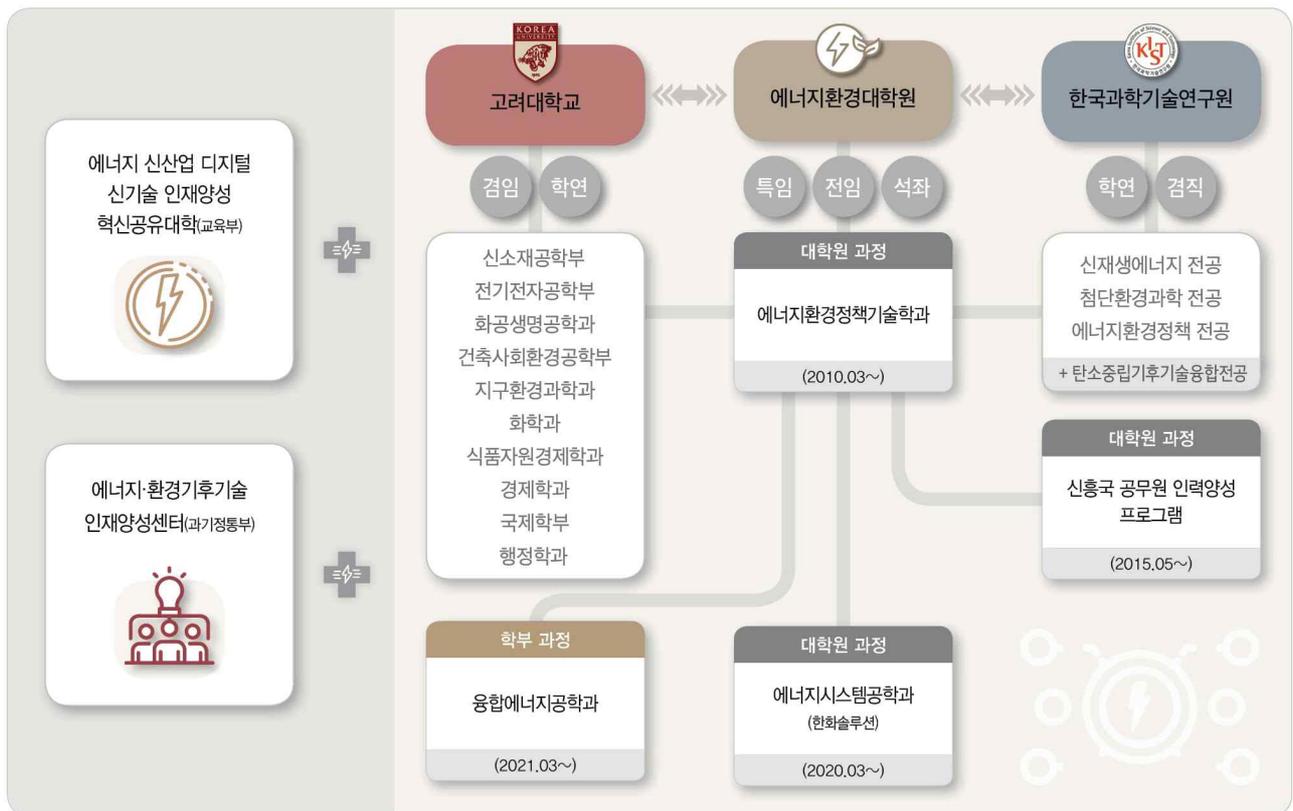
9	우종률	부교수		고려대학교 에너지환경정책기술학과	기술예측및평가	에너지와환경정책 (2021, 2022, 2023년 2학기) 에너지경제학 (2021, 2022, 2023년 1학기)
	에너지·환경 경제 및 정책, 에너지시스템모델링, 데이터과학 등 중점 연구. 에너지 및 환경 분야 데이터 및 모델링 기반 정량적 연구를 통해 재생에너지 확대와 탄소중립 실현 과정에서 나타나는 산업·사회 문제를 해결하기 위한 정책과 전략 도출					
10	이응균	교수		고려대학교 행정학과	환경/자원정책	환경및자원정책(2020년 2학기)
	환경과 자원정책, 환경규제, 기후변화, 환경정의 등을 주요 연구주제로 하여 환경 문제에 대한 대응책으로서 정부의 정책과 규제제도에 대해 다룸.					
11	이해석	부교수		고려대학교 에너지환경정책기술학과	반도체재료	태양광발전시스템개론(2020년 2학기, 2021년 2학기, 2022년 2학기, 2023년 2학기), 태양전지공학개론(2021년 1학기, 2022년 1학기, 2023년 1학기)
	태양광발전시스템의 고성능화를 위한 태양전지 소재·소자·모듈 및 시스템 개발 연구. 새로운 융합시스템으로 고성능 태양광발전을 적용한 수소 발생시스템 상용화 개발 진행으로 사회 에너지 문제 해결 및 신성장 산업 창출에 기여					
12	전용석	교수		고려대학교 에너지환경정책기술학과	전기재료	에너지시스템엔지니어링과정 (2021년 2학기, 2022년 2학기, 2023년 2학기) 전기화학응용(2021년 1학기)
	전기화학 응용을 접목한 신재생에너지 분야를 중점 연구. 투명태양전지 기술 개발을 포함하여, 신재생 에너지의 생산과 저장에 대한 전반적인 소자 제작에 대한 산업 부분에 기여하고 있음.					
13	하윤희	부교수		고려대학교 에너지환경정책기술학과	환경/자원정책	ESG정책과관련실무의 이해(2022년 2학기), 에너지환경산업현장의 이해와실습(2023년 2학기)
	지속가능 에너지 정책, 탄소중립 재정 및 기술 정책 등 중점 연구. 탄소중립 에너지 기술의 확산을 위한 제도, 거버넌스, 재정정책 등의 연구를 통해 지속가능 에너지자원의 신뢰러다임 구축에 기여					

○ 산업·사회문제 해결분야 융복합 교육·연구 수행을 위한 교육연구단 구성 배경 및 타당성

- **(에너지환경대학원 연혁)** 고려대학교 에너지환경대학원은 고려대학교와 한국과학기술연구원(KIST)의 학연협력을 바탕으로 2009년 설립된 전문대학원임. 본 대학원은 에너지·환경 분야에서 자연과학 및 공학, 인문사회과학을 아우르는 학제 간 연구를 수행하고 융합교육을 제공하는 융합프로그램 대학원 으로는 국내 최초로 설립되었으며, 지난 15년간 지속가능한 자원관리를 위한 기술-정책-데이터 융합 교육 및 연구체계를 구축하여 발전시켜 오고 있음. 특히, 2012년부터 5년간 연 30억 원 규모의 특화 전문대학원 연계 학연협력 지원사업을 수행한 경험이 있으며, 2015년에 이어 2017년부터 계속해서 연 8억 원 규모의 에너지인력양성사업과 연 7-8억 규모의 KU-KIST 연구과제(“에너지 순생산 및 환경순환 에코시티 구축”)를 수행하고 있음. 2019년에는 에너지환경대학원의 두 연구팀이 산업통상자원부의 알키미스트 프로젝트를 수주하였으며, 현재까지 진행 중. 또한 2019년부터는 본 대학원의 신흥국 에너지 공무원 초청 인력 양성 프로그램(GETPPP)의 졸업생들을 주축으로 우리 기업이 신흥 개도국 시장 개척에 도움을 줄 수 있는 국제에너지전문가네트워크(IEEN, International Energy Expert Network)를 구축하고 확장함.
 - 기후변화 대응 에너지·환경 기술·정책 융합분야의 고급인력 양성과 연구 수행을 위한 그린스쿨 전문대학원 육성사업(한국연구재단, 2012.9~2017.2)
 - 에너지기술정책전문가 과정(글로벌 에너지정책전문가 양성사업)(한국에너지기술평가원, 2015.5~2020.6)
 - 에너지 순생산 및 환경순환 에코시티 구축(한국과학기술연구원, 2017.1~2022.12)
 - 알키미스트 프로젝트(산업통상자원부, 1단계: 2019~2021, 2단계: 2021~2026): “슈퍼 태양전지(과제책임자: 이해석 교수)” 와 “투명 태양전지(과제책임자: 전용석 교수)”
 - 국제에너지전문가네트워크(IEEN, International Energy Expert Network) 구축 및 확장(2019~)
 - 기후기술인재양성 시범사업(에너지·환경기후기술인재양성확산센터, 2022.5~2024.12)
 - 탄소중립특성화대학원 사업(2022.7~2025.6)



- (교육프로그램 구성)** 본 대학원은 3가지 전공(신재생에너지, 첨단환경과학, 에너지환경정책 전공)으로 운영되는 에너지환경정책기술학과(공학 및 정책학 석박사)와 한화솔루션과의 계약학과인 에너지시스템공학과를 운영하고 있음. 또한 2015년부터 에너지환경정책기술학과 내 신흥국 에너지 분야 공무원 대상 인력양성 프로그램인 'Global Energy Technology Policy Professionals Program(GETPPP)'를 운영하고 있고, 2021년부터 KU-KIST융합대학원과 함께 '융합에너지공학과' 학부 프로그램을 신설하여 운영하고 있음. 또한 2021년 국내 7개 대학(고려대, 서울대, 한양대, 강원대, 부산대, 전북대, 경남정보대)이 컨소시엄을 구성하여 에너지신산업 분야 표준교과목을 공동 개발하고 디지털화하여 혁신적으로 공유하는 미래형 교육시스템인 '에너지신산업 혁신공유대학' 운영. 2022년에는 '탄소중립기후기술융합전공'을 신설하여 탄소중립 정책 및 전략 수립, 이행, 감축활동 및 이행평가 등의 전 과정에 전문성을 가지는 탄소중립 분야 융합인재를 양성을 목표로 운영하고 있음. 2022년, '에너지·환경 기후기술인재 양성확산센터'를 설립하여 에너지·환경 산업 난제를 해결할 전략가형 과학인재를 양성한다는 비전을 실현하고자 함.
- (교원 구성)** 고려대학교 에너지환경대학원은 에너지·자원 분야에 특화된 자연과학 및 공학, 인문사회 과학을 아우르는 융합연구 및 교육을 목표로 하며, 다양한 전공 분야의 교원이 참여하며 유연한 학사 프로그램을 운영하고 있음. 본 대학원 운영에는 자체 전임교원 및 한국과학기술연구원 학연교수뿐 아니라 고려대 신소재공학과, 화공생명공학과, 건축사회환경공학부, 지구환경과학과, 식품자원경제학과, 경제학과, 국제학부, 행정학과 교수들이 겸임으로 참여하여 융복합 교육과 연구를 위한 유연한 환경을 구축하고 있음. 또한 국제사회 기후변화 대응을 이끌고 있는 IPCC의 이희성 의장(2023년 2월 본 대학원 퇴임) 등 에너지·자원 분야에서 독보적인 경험을 가진 전문가가 석좌 및 특임교수로 참여하고 있음



고려대학교 에너지환경대학원의 조직 구성

- **(국내외 네트워크)** 본 대학원은 해외 7개국 11개 기관 및 국내 7개 기관(국제기구 1개 포함)과 공동연구 및 학생교류를 위한 MOU 협력을 체결(평가기간 내, 해외 3건, 국내 3건 체결)하였을 뿐만 아니라 신흥국의 에너지 분야 공무원을 선발하여 교육하는 에너지전문가 인력양성 프로그램(GETPPP)을 운영하면서 에너지·환경 분야에서 폭 넓은 글로벌 네트워크를 구축해 오고 있음. 특히 국제에너지전문가 네트워크(IEEN)을 주축으로 하여 연구 및 산학협력이 활발히 이루어지고 있으며 우리 기업의 개도국 에너지시장 진출을 위한 교두보 역할을 수행하고 있음.
- **(학생의 다양성)** 본 대학원은 전일제 학생뿐만 아니라 에너지·자원·환경 분야에 종사하는 비전일제 학생 및 신흥국 에너지 공무원을 선발하여 교육하고 있음. 다양한 전공, 실무 지식, 국적을 가진 학생들이 본 프로그램을 통해 교류하며 다채로운 지식과 경험을 공유하고, 의사소통 능력 및 협동력을 키울 수 있는 성장·발전하는 공동체를 형성해 나가고 있음. 이러한 학업 환경 속에서 다양한 산업 기술 및 정책 전문 지식을 가진 학생들의 교류를 통해 산업사회의 실질적인 에너지 문제들을 파악하고 연구하며 문제 해결 능력을 키우고 있음. 또한 졸업생과의 교류를 통해 다양한 공공기관 및 산업체와 협력 네트워크를 확장하여 경력 개발의 기반을 마련함.

○ **산업·사회 문제 해결분야 비전 및 목표 달성을 위한 참여교수진 구성의 적절성**

- **(본 교육연구단 참여교수진 구성)** 본 교육연구단은 2024년 2월 말 현재, 에너지 및 자원 관련 기술, 정책, 데이터 세 분야 연구자 9인(2024년 2월 현재, 참여 종료 포함 총 13인)으로 구성되어 있음. 참여 교원의 연구분야는 태양전지, 소재합성, 태양광 발전시스템, 광전기화학 에너지변환, 데이터-모델 기반 에너지환경정책, 경제성 분석, 태양광 산업 연구, 에너지환경정책, ESG, 국제에너지협력, 탄소제정, 기후변화대응 및 도시회복탄력성, 미세먼지 저감 기술, 환경측매반응을 아우름.
- **(참여교원 연구분야와 산업·사회 문제 해결분야의 비전 및 목표 연계성)** 참여 연구진의 지속적인 협력과 융합연구를 통해 각 분야에서 개별적 연구로는 다루기 어려운 산업사회문제 해결에 기여하고, 궁극적으로는 지속가능발전에 기여하고자 함. 유엔과 한국의 지속가능발전목표 중 특히 SDG 6(건강하고 안전한 물관리), SDG 7(에너지의 친환경적 생산과 소비), SDG 9(산업혁신과 사회기반시설 확충), SDG 11(지속가능한 도시와 주거지), SDG 12(지속가능한 생산과 소비), 그리고 SDG 13(기후변화 대응)의 목표 달성에 기여하고자 함.
 - **(강윤목 교수)**는 신재생에너지원 중 태양광 기술을 개발하고 있음. 2006년부터 8년간 기업연구소에서 고효율 실리콘 태양전지와 세계 최고효율의 CIGS 박막태양전지 개발에 참여하였으며, 산업체 기술자문과 투명태양전지와 같은 신기술을 개발하고 있음. 태양광 제조업 성장을 통해 에너지전환과 기후변화 대응에 기여하고 있음.
 - **(강정원 교수)**는 에너지 해석 기술을 기반으로 수소 저장 물질 개발 과제를 수행하고 있음. 액상 수소 저장 물질(LOHC, Liquid Organic Hydrogen Carrier)은 새로운 투자 없이 기존 석유화학 물질 이송/저장 인프라를 활용할 수 있는 장점을 보유하고 있어서 유망기술로 대두되고 있으며, 에너지의 친환경적 생산과 소비와 그리고 기후변화대응에 기여할 것임.
 - **(김경남 교수)**는 에너지·자원·환경 분야에 특화된 기업전략, 관련 기술의 경제성 및 사업화(프로젝트 파이낸싱) 연구를 하고 있음. ‘수소생산을 포함한 재생에너지원 발전 운영 실증’, ‘화력발전소 배출 탄소포집 및 포집탄소의 자원화 실증’ 등의 과제를 기업들과 공동으로 연구하였는데, 이는 지속가능발전 목표에 부응하는 기술의 경제성 분석 및 실증·사업화로 이어지는 일련의 특화 분야 융합적 연구에 해당됨.
 - **(김여원 교수)**는 지속가능성과과학, 토목환경공학, 도시시스템공학을 바탕으로 기후변화로 인한 에너지 및 수자원 사회기반시설의 기후 재난 취약성을 복합적 시스템(사회과학적-생태학적-공학적) 및

- 네트워크 관점에서 평가하고, 이에 따라 도시 사회기반시설의 지속가능하고 탄력회복적인 계획 및 설계를 위한 시스템 개발 이론 및 참여적 의사결정과정을 개발하는 연구를 수행하고 있음.
- (동완재 교수)는 반도체 신소재 개발과 촉매반응 시스템 설계를 통해 빛 에너지를 그린수소와 암모니아 등 차세대 친환경 연료로 전환하는 연구를 수행하고 있음. 이러한 핵심소재개발 연구는 친환경적이고 지속가능한 에너지 생산을 촉진하고 화석연료 사용량을 줄여 기후변화 대응에 기여할 것임.
 - (박주영 교수)는 산업시스템의 제품·폐기물, 물, 에너지와 같은 자원의 소비패턴 및 이에 영향을 미치는 경제사회적 요소와 환경적 함의(온실가스 배출)를 다층적 시스템 관점에서 분석하고, 이에 따라 효율적인 자원관리 정책을 제안하고 평가하는 연구를 수행하고 있음.
 - (박호정 교수)는 에너지, 바이오, 토지 등 자원의 보전·개발과 관련한 경제행위의 장기적 동태 조정 과정을 분석하고 이를 통해 자연자원과 환경자원의 유형별 경제 분석 및 정책 대응 방안을 수립하는 연구를 수행함.
 - (송인학 교수)는 열화학 촉매반응을 활용해 미세먼지의 전구체인 질소산화물 등의 오염물질 및 메탄, 이산화질소 등 온실가스를 저감하는 연구를 수행하고 있음. 물질을 전환하는 열촉매기술은 석유화학, 정밀화학 및 온실가스 저감 등 현대 산업의 거의 모든 분야와 밀접한 연관이 있으며, 인류의 경제활동이 환경에 미치는 영향을 줄이고 그레이 기술의 청정화를 준비하는 데 기여함.
 - (우종률 교수)는 데이터 분석 및 모델링 기법을 기반으로 에너지·환경 기술 및 정책의 경제적, 환경적 효과를 예측하여 사회적 후생을 극대화할 수 있는 정책을 설계하는 연구를 수행하고 있음. 이러한 연구는 지속가능한 에너지 시스템으로의 전환을 가속화하여 에너지의 친환경적 생산과 소비와 기후변화 대응에 기여함.
 - (이용균 교수)는 환경과 자원정책, 환경규제, 기후변화, 환경정의 등을 주요 연구주제로 하여 환경 문제에 대한 대응책으로서 정부의 정책과 규제제도를 다루고 있음. 에너지 소비 최적화를 위해 개인의 인지적 상태와 소비 행동 간의 연결고리를 밝히는 모델을 개발하고, 지역의 녹색전환 추진을 위한 정책 노력과 결과를 통해 어떻게 환경 개선을 뒷받침하는 메커니즘이 운용되는지를 연구하고 있음.
 - (이해석 교수)는 차세대 독립전원인 태양광발전시스템의 고성능화를 위한 태양전지 소재·소자·모듈 및 시스템 개발 연구를 수행하고 있으며, 새로운 융합시스템으로 고성능 태양광발전을 적용한 수소 발생시스템 상용화 개발을 진행하고 있음. 이는 지속가능한 청정에너지 보급을 통한 사회 에너지 문제 해결 및 신성장 산업 창출에 기여함.
 - (전용석 교수)는 신재생에너지 중 차세대 태양전지를 위한 소재 개발과 분석, 소자 제조 연구를 수행하고 있음. 국내 태양전지 업체의 새로운 성장 돌파구를 찾기 위한 파괴적 혁신 기술 개발을 위한 알키미스트 연구를 통해 고투명 고효율 태양전지 개발을 진행 중임.
 - (하윤희 교수) 청정 기후기술의 확산과 보급을 위한 제도 연구에 집중하고 있음. 기술이 실험실에서 나와 시장화되기 위해서는 정책과 제도를 중심으로 한 혁신 생태계가 구축되어야 하고, 이해관계자 간 원활한 자원과 정보의 흐름이 필요함. 이러한 조건들을 정치·경제·사회적으로 접근함으로써 경제사회시스템의 기후친화적 전환 방안을 제시하고 있음.

Vision 에너지 자원시스템 융합모델을 통한 지속가능발전 기여



SDG 13	강정원, 김경남, 김여원, 동완재, 박주영, 박호정, 송인학, 우종률, 이웅균, 이해석, 전용석, 하윤희
SDG 7	강윤목, 강정원, 김경남, 동완재, 박주영, 박호정, 우종률, 이웅균, 이해석, 전용석, 하윤희
SDG 9	강윤목, 김여원, 하윤희
SDG 11	김여원, 동완재, 박호정, 이웅균, 이해석, 전용석, 하윤희
SDG 12	박주영, 송인학, 이웅균, 하윤희
SDG 6	김여원, 박주영, 박호정

본 교육연구단의 연구분야와 유엔 지속가능발전목표 연계

④ 전임교수(신임교수) 충원 실적

○ 충원계획 및 실적

고려대학교와 한국과학기술연구원의 자원을 유연하게 활용하여 교육프로그램을 운영하고 있으며, 더욱 체계적인 융합교육과 효과적인 융합연구를 위해서 특히 **행정학, 환경, 시스템 모델링 분야 전임교원 초빙을 우선적으로 계획하였고 각 분야에 적합한 신임 교원 4명을 임용함.**

- [충원 계획 I: 에너지·자원·환경 특화 행정학 분야] 에너지환경정책 분야 교원의 세부전공은 경영학/투자위험관리(김경남 교수), 자원환경경제학(박호정 교수), 자원환경정책/산업생태학(박주영 교수), 기술예측/기술 경영경제학(우종률 교수)으로 구성되어 있음. 행정학에 대한 기초이론 및 질적연구방법론 교육과 연구지도를 위해 행정학과 겸임교원 1인이 참여하고 있으며, 행정학 분야 필수교과 운영과 효과적인 기술-정책융합연구를 위해서 교육연구단 소속 행정학 분야 전임교원 초빙이 필수적임. 교과목에 대한 교육연구단 자체 설문조사 결과에서도 특히 정책학원론, 정책의사결정 및 정치경제학 교과목에 대한 수요가 가장 높게 나타남.

- [충원 실적 I] 하윤희 교수(2022년 3월 임용)는 에너지전환, 기후변화의 문제를 제도와 정책, 정치경제적 관점에서 접근하는 연구를 수행하고 있음. 기후변화 대응에서 기술은 핵심적 솔루션으로 제시되는데, 기술의 확산을 통해 문제를 해결하기 위해서는 제도와 정책을 통한 혁신적 생태계가 구축되어야 하고, 이는 생태계를 둘러싼 이해관계자 간의 자원과 정보의 배분 구조의 혁신을 통해 가능함. 이에 하윤희 교수는 각종 **청정에너지원의 확산을 위한 효과적 거버넌스, 기술의 수용성 제고를 위한 에너지환경 정의, 재정적 자원 배분의 합리성 제고를 위한 탄소중립재정, 개도국 청정에너지 시장 생태계 분석** 등을 주요 연구주제로 다루고 있음. 또한 <연구방법론I>, <에너지와환경 정책>, <글로벌 에너지 전문가 세미나>, <ESG정책과 실무의 이해> 등의 교과목에서 정책학의 주요 이론, 이해관계자 분석에 따른 에너지전환의 경로 예측, 거버넌스 혁신 문제들을 강의하고 있음.

- [충원 계획 II: 기후변화, 미세먼지 등 환경 분야] 기후변화와 지속가능발전에서 에너지시스템이 강조되고 있으며 전 세계적으로 에너지와 관련한 많은 프로그램에서 환경 관련 교육을 동시에 제공하고 있음. University of Delaware, School of Public Policy and Administration에서는 Energy and Environmental Policy program을, Berkeley Energy Resource Group에서는 자연환경 및 생태학 관련 교육을 제공하고 있음. 고려대학교 에너지환경대학원에서도 이러한 교육철학을 가지고 신재생에너지, 첨단환경과학, 에너지환경정책의 세 가지 전공트랙을 운영하고 있음. 에너지와 환경의 상호연계, 산업의 환경 영향 평가와 같은 주제는 현재 교육연구단의 교육 및 연구에서 잘 다루어지고 있고, 대기, 수처리, 지하수, 토양, 미생물 등에 관련된 기초 환경교과목 교육은 고려대학교 지구환경과학과와 환경생태공학부의 겸임교원과 관련 교과목, 한국과학기술연구원의 학연교수 및 관련 교과목을 통해 이루어지고 있음. 향후 다양한 자연환경에 대한 기초 과학교육과 첨단환경 전공 학생의 효과적 관리를 위해서 대학원 소속 전임교원을 지속적으로 초빙하고자 함. 환경 관련 여러 분야 중에서도 기후변화 및 미세먼지 문제의 심각성을 고려할 때 관련 분야 교원 초빙을 우선적으로 고려할 계획임. 교육연구단 자체 설문조사 결과 기후환경 및 대기 분야에 대한 수요 또한 가장 높게 나타남.

- [충원 실적 II-①] 송인학 교수(2023년 9월 임용)는 미세먼지의 전구체인 질소산화물·황산화물 등의 오염물질을 저감하여 미세먼지 생성을 억제하고 온실가스 발생을 저감하는 환경기술을 연구하고 있음. 특히 주전공 분야인 **열화학 촉매반응은 전통적인 에너지산업의 지속가능성을 확보하고 새로운 환경 기술을 개발하는 데 핵심적인 기술로 교육연구단의 연구방향에 부합함.** 2023년 2학기에 기후변화 및 미세먼지 문제해결을 위한 환경기술 관련 교과목인 '환경촉매공학' 및 '불균일촉매의개념

과응용' 을 대학원에 개설하여 기후환경 및 대기분야 관련 교과목의 수요에 부응하고 있음.

- [충원 실적 II-②] 동완재 교수(2024년 2월 임용)는 기존 화석연료를 대체하기 위한 수소에너지 생산의 효율과 시스템 안정성을 향상시키기 위해 새로운 소재를 개발하고 있음. 뿐만 아니라, **온실가스의 주범인 이산화탄소를 메탄가스, 포름산, 일산화탄소 등 유용한 화학물질로 전환하는 전기화학 촉매 소재를 개발하여 기후변화에 대응하고 있음.** 이를 바탕으로, 태양광 발전을 통한 전기 생산의 핵심기술을 보유한 본 교육연구단의 기존 전임교원과 함께 융합연구를 수행하여, **빛 에너지를 화학연료로 직접 변환하는 고효율 신재생에너지 시스템을 구현할 것으로 기대됨.** 이러한 노력은 미래의 국가 간 에너지 경쟁에서 대한민국이 관련 분야의 기술을 선도할 수 있도록 기여할 것임. 또한, 청정에너지 생산, 저장, 수송, 이용 등 미래 에너지원의 전주기 공학기술에 관련된 교과목들을 새로 개설하여 대학원 교과목의 포괄성과 다양성 확대에 기여하고 있음.

• [충원 계획 III] (시스템 모델링 분야) 소재와 제품을 대상으로 하는 기술개발 전공과 산업, 도시, 국가를 대상으로 하는 정책 전공의 효과적인 협업과 융합을 위해서는 에너지 및 산업시스템 등 중간단계의 시스템 모델링 분야 교원초빙이 필요함. 예를 들어 에너지 분야에서는 새로운 에너지 기술과 기후변화 정책의 경제적, 환경적 효과를 정량적으로 측정하고 비용과 환경적 측면에서 최적의 에너지 시스템을 도출하기 위해 LEAP(Long-range Energy Alternatives Planning system), TIMES(The Integrated MARKAL-EFOM System)등 에너지시스템 모델이 범용적으로 활용되고 있음. 또한 복잡계과학의 발전과 데이터 증가에 따라 대규모 데이터를 활용한 네트워크 분석 및 행위자기반모형 분석이 다양한 시스템을 대상으로 이루어지고 있고, 생태학 분야에서도 위성이미지, 공간정보를 포함한 다양한 자료와 데이터과학 접근법을 활용한 시스템 모델링이 이루어지고 있음. 중장기적으로 에너지·자원 특화 시스템 모델링 분야 전임교원 초빙을 통해 기술-데이터-정책의 융합연구를 더욱 발전시켜 나가 고자 함.

- [충원 실적 III] 김여원 교수(2024년 2월 임용)는 지속가능성과학과 토목환경공학을 융합하여 기후변화에 대응하는 사회기반시설의 시스템적 거동을 분석하는 다학제간 융합 연구를 선도하고 있음. 시스템 다이내믹스 모델링을 통해 전력, 수자원, 교통 등 다양한 도시 인프라의 상호의존성과 관계성을 도출하고, 기후변화에 적응하는 **도시의 회복탄력성을 증대하기 위한 safe-to-fail 시스템 패러다임 개발하는 등 기술과 정책의 융합연구방법론을 제시하고 있음.** 또한 이러한 성과를 실제 도시 인프라 설계에 적용하기 위해 실무자들과 협업하고 있으며 이해관계자들을 의사결정과정에 결합하는 연구방법론을 고도화하고 있음. **사회학, 생태학, 공학의 통합적 관점에서 도시 복잡계 데이터 분석 및 실증 사례연구를 발전시키고 있다는 측면에서 김여원 교수는 본 교육연구단이 추구하는 기술-데이터-정책 융합연구에 크게 기여할 것으로 기대함.**

⑤ 참여대학원생 현황

<표 1-5> 교육연구단 평균 참여대학원생 현황

(단위: 명)

구분	참여대학원생 수			
	석사	박사	석·박사통합	계
7개 학기의 평균	16.57	14.14	6.14	36.86

<표 1-6> 교육연구단 외국인 참여대학원생 현황

연번	성명	국적	학사출신대학	공인어학성적		비고
				국어	영어	
1	Luescher, Stephane Michel			-	-	
2	Schuermann, Hanna			-	-	
3	Rahardjo, Astrid Wulandari			-	-	
4	Pandey, Sudeshana			-	-	
5	Olivar Amaya Manuel Isaac			-	-	

4단계 BK21사업

II. 교육역량 영역

II. 교육역량 영역

1. 교육과정 구성 및 운영 실적

1.1 교육과정 구성 및 운영 실적

1) 교육연구단의 대학원 교육과정과 학사관리 운영 실적

BK21과 함께한 3.5년의 성과		
계획	실적	달성도
 (운영 전략 I) 데이터 기반 융복합 프로그램 강화	<ul style="list-style-type: none"> 데이터과학 및 인공지능 관련 융합과목 신설(3개), 개편(2개), 동계 대학 참여(3개), 비교과 참여(4개) 에너지·자원 분야에 특화된 AI-adaptive Learning Model 구축 	달성
 (운영 전략 II) 사회문제해결 실무역량 강화 및 커리어 관리	<ul style="list-style-type: none"> 박사과정생 강의 부교수자 역할로 참여 산학연 연구프로젝트 참여, 인턴십 또는 산업체 위탁교육, 현장실습 과목 신설, 산업 현장 요구 대응을 위한 교과 신설 연구력 향상을 위한 지도/공동지도 교수 공동 프로젝트 진행 필수 기초 학문 e-learning 활성화 	달성
 (운영 전략 III) 취창업 활성화 교육 및 관리 시스템 구축	<ul style="list-style-type: none"> 졸업생 멘토 진로상담, 현장 실무급 전문가 세미나(43회), 진로 탐색 세미나(3회), 진로 특강(1회) 교내 취창업 관련 비교과 프로그램 활용 취업 경쟁력 강화 가상 창업 프로젝트를 통한 (주) Material by Material 창업 	달성
 (운영 전략 IV) 기업 및 연구소 협업 시스템 구축	<ul style="list-style-type: none"> 취업연계형 계약학과인 에너지시스템공학과 운영(한화솔루션) 한화솔루션 임직원 대상 산업형 융합인재 양성 재교육 트랙 설립 논의 찾아가는 고급인력 대상 재교육 프로그램 운영 KIST, 한국에너지경제연구원 등과 협업 시스템 구축 	부분 달성
 학사관리 발전 전략	<ul style="list-style-type: none"> 탄소중립 특화 교육시스템 구축 학생 정원 148%(25명→62명) 확대 신임교원 4인 증원으로 체계적·효과적 융합 교육 및 연구 기반 구축 학생의 교육 선택권을 확대하는 학사 운영 사회적 가치의식 제고와 연구윤리 강화를 위한 졸업요건 강화 	추가

○ (운영 전략 I): 데이터 기반 융복합 프로그램 강화

- (운영 실적 I - ①) 데이터과학 및 인공지능 관련 융합과목 신설 (데이터과학 기초, 의사결정 방법론, 고급 머신러닝 기법) 에너지·자원 및 환경 분야 산업·사회 문제해결을 목표로 하는 본 교육연구단은 연구와 교육에서 데이터과학 및 인공지능 분야를 특화·발전시켜 나가기 위해 교과목을 개편하고 신규 개설하였음. 또한 본 대학원에서는 학생들이 대학본부에서 운영하는 동계대학과 다양한 비교과 프로그램을 적극 활용하도록 독려하고 있으며, 수강 시 학점인정 또는 대체 과목으로 인정하고 있음.

대학원 신설 교과	<ul style="list-style-type: none"> 에너지환경 데이터 분석론(영강)(2021년 1학기), 우종률 교수 화학공정 설계 및 최적화(2021년 2학기), 이웅 교수 지속가능성과 참여적 의사결정(2024년 1학기), 김여원 교수
대학원 개편 교과	<ul style="list-style-type: none"> 전주기 시뮬레이션(2021년 1학기), 강운목 교수 기계학습법을 이용한 실험계획법(2022년 1학기), 이웅 교수
대학본부 동계 대학 (학점 또는 대체과목 인정)	<ul style="list-style-type: none"> Introduction to Data Analysis with R(2021-2022년, 2022-2023년 동계 개설) Data Analytics and Applications(2021-2022년, 2022-2023년 동계 개설) Introduction to Data Analytics: Fundamental Concepts and Applications(2023-2024 동계 개설)
비교과 프로그램	<ul style="list-style-type: none"> 기계학습, 데이터과학을 위한 수학과 프로그래밍, 데이터과학 입문, 코딩스쿨

- (운영 실적 I - ②) 에너지·자원 분야에 특화된 AI-adaptive Learning Model 구축

- (Zybooks 활용) 우종률 교수는 <에너지환경 데이터 분석론> 과목에서 온라인 인터랙션 교과서(Zybooks)인 “Applied Statistics with Data Analytics” 를 활용하여 데이터 분석을 위한 기초 통계 및 R 코딩에 대한 학생들 간의 배경지식 차이를 좁히고자 노력. 학생들은 Zybooks를 통해 수업 이외의 시간에 기초 통계와 R 코딩을 대화형 애니메이션 등을 통해 스스로 학습
- (BEWOP Utility Management Simulation Game 활용) 김여원 교수는 <지속가능성과 참여적 의사결정> 과목에서 국제 연구 이니셔티브가 개발·배포한 기능성 게임(serious game) BEWOP Utility Management Simulation Game을 이용하여 학생들이 수업에서 배운 이론을 참여형 인프라 운영 시뮬레이션을 통해 체득할 수 있도록 온라인 국제 교육 자료를 적극 활용 (2024년 1학기)

○ (운영 전략 II) 사회문제해결 실무역량 강화 및 커리어 관리

- (운영 실적 II - ①) 신진 연구 인력의 안정적 연구환경 제공을 위한 제도 구축
 - (Research Fellow 제도를 활용한 안정적 연구활동 기간 보장) 안정적 연구지원과 높은 수준의 급여를 제공하여 안정적 연구활동 보장. 신진연구인력의 이직은 추구하는 커리어 트랙에 따라 발전적인 방향으로 이루어짐(조지메이슨대학 경제학과 조교수, 국민대학교 국제통상학과 조교수).
 - (KIRD 프로그램 활용 R&D 역량 강화) 본교와 MOU를 체결한 국가과학기술인력개발원(KIRD)의 연구 프로세스 증진 프로그램에 참여해 연구 수행에 필요한 실무역량 강화 가능
- (운영 실적 II - ②) 강의 부교수자 역할을 통한 학계 진출 희망 박사생 역량 강화
 - (미래 교수자 양성 훈련) 학계로 진출하고자 하는 박사과정생에게 부교수자로 강의와 학생지도를 경험하게 함으로써 교수자로 성장 기회 제공
 - 학부 융합에너지공학과 <에너지공학 실험 실습 기초 II(2022년 2학기)> 과목에서 박사과정생 과규일과 석사과정생 손우진이 ‘에너지 정책 시뮬레이터 활용 실습’ 을 지도
 - 학부 융합에너지공학과 <실험 실습 기초 II(2022·2023년 2학기)>과목에서 박사과정생 정무영·이현주가 전기화학 에너지 저장장치에 대한 이론 강의와 실험·실습을 진행
- (운영 실적 II - ③) 실무전문가 초청 세미나 개최, 산학연 연구프로젝트 참여, 산업현장 체험
 - (윤강 세미나 운영) 융합적 사고능력 배양과 연구주제 발굴을 목표로 에너지·환경 분야의 정책, 산업, 기술 관련 국내외 전문가를 초청하는 <윤강 세미나> 교과 운영
 - (산학연 연구프로젝트 참여) 산학연 연구과제에 참여하여 연구기획부터 보고서 마무리까지 연구의 전과정에서 연구실무를 경험하고 산업사회 문제 해결에 요구되는 사고와 접근법을 습득
 - (인턴십과 현장실습 과목 개설 및 운영) 법무법인 세종 ESG센터, 한국지역난방공사, OECD 등 국내외 기관에서 석사과정생 김소희·이승연·오슬기·최지원이 현장 연수(인턴십, 산업체 위탁교육) 수행. 또한 <에너지환경산업 현장의 이해와 실습> 과목 등을 통해 국내 우수 기업의 탄소중립 솔루션에 대한 강의 수강과 함께 현장실습 진행
 - (산업현장의 요구에 능동적으로 대응하는 교과목 신설) 기업현장과 학생들의 요구에 대응하여 2022년부터 <ESG정책과 관련 실무의 이해 과목 개설.운영. 환경·사회·거버넌스 중 가장 광범위하고 높은 수준의 전문성이 요구되는 환경분야에 대한 내용을 특화한 프로그램으로 운영
- (운영 실적 II - ④) 비교과 프로그램을 활용한 학생 취업 경쟁력 제고
 - 대학본부 운영 ‘Student Success Center’ 가 제공하는 예비교수자과정, 진로탐색과 커리어 디자인II, Career Insight 이공계열, 자기소개서 컨설팅(1:1컨설팅, 특강), 대학원생 대기업·글로벌기업 직무부트캠프 등의 비교과 프로그램을 통해 취업 경쟁력 제고
- (운영 실적 II - ⑤) 연구력 향상을 위한 훈련과 기술 상용화 역량 제고를 위한 사회과학 지식 교육
 - 본 대학원은 국내 최고의 과학기술 연구기관인 KIST(한국과학기술연구원)과 2012년부터 공동 연구 사업을 수행하고 있음. 학생들은 KIST 소속 학연교수를 공동지도 교수로 하여 KIST 연구실에서 다양한 연구에 참여하고 있으며, 지도교수와 공동지도교수가 함께 진행하는 연구프로젝트에 참여하여 연구력 향상을 위한 집중훈련을 받고 있음.

- (기술 상용화 역량 제고를 위한 사회과학적 지식 교육) 본 대학원은 개발 기술을 성공적으로 상용화하기 위해 기술 개발자에게 요구되는 정책, 제도, 전략, 마케팅과 같은 사회과학 지식을 교육하고 있음. 기술 전공 학생들은 졸업요건으로 <에너지와 환경정책> 과목을 수강해야 함. 또한 과학기술정보통신부 지원으로 설립된 ‘기후기술인재양성센터’에 참여하여 <기후변화와 R&D>, <글로벌 에너지 전문가 세미나>와 같은 과목을 수강하고 국내외 연수 프로그램에 참여하고 있음.

• (운영 실적 II - ⑥) 필수 기초학문 지식 e-learning 활성화

- 수학, 통계, 기초화학, 소재, 물리 등 기초 학문지식들을 e-learning 방식으로 제공하여 관련 지식 부족으로 발생하는 융합연구자로서의 성장 장애 해소
- 송인학 교수는 불균일 촉매의 개념과 응용 과목에서 관련 화학공학 기초지식이 부족한 학생들이 오픈리소스인 MIT OCW(OpenCourseWare)의 Thermodynamics & Kinetics 강좌 일부를 활용하여 스스로 학습할 수 있도록 지원
- 동완재 교수는 Wiley 및 Springer 출판사가 제공하는 오픈 리소스를 에너지공학 기술에 대한 이해가 부족한 학생들의 강의 보조자료로 활용할 계획 (2024년 1학기)
- 전용석·이해석 교수는 에너지 소자의 이해를 위한 기초과학 및 기술 과목의 강의 동영상 데이터 베이스를 구축하고 있으며, 이를 선수 학습이 필요한 학생들에게 제공

○ (운영 전략 III) 취창업 활성화 교육 및 관리 시스템 구축

• (운영 실적 III - ①) 졸업생 멘토 진로상담, 취·창업 지원 프로그램 제공

- (현장 실무급 전문가 세미나) 현업에 종사하고 있는 전문가들의 경험과 통찰력, 경력 발전을 위한 조언을 학생들에게 제공
- (진로 특강 시리즈 기획) 진로 탐색 세미나(3회)와 졸업생-재학생 만남의 밤(1회) 개최. 재학생-졸업생, 멘티-멘토 매칭 추진을 위한 졸업생 강연자 초청 진로 특강 시리즈 기획. 2023년 12월 제1회 Alumni Mentor: 진로 특강 시리즈를 시작으로 향후 지속적인 세미나 개최 예정

 진로 탐색 세미나	2021. 1. 22. (금) 오후 5~6시	정승건 책임연구원 (동문) 염성찬 선임연구원	한국산업기술평가관리원, 전략기획단 기술정책 MD 그룹 녹색기술센터, 정책연구부
	2021. 2. 4. (목) 오후 4시~5시30분	박상규 부연구위원 김성진 부연구위원	에너지경제연구원, 에너지정보통계센터 한국환경정책·평가연구원, 글로벌환경협력센터
	2021. 3. 12. (금) 오후 4시~5시	김미나 실장 (동문) 이준성 팀장 (동문)	한국산업환경기술원, 수출지원실 한국에너지기술평가원, 사업기획본부 융합기획실
 졸업생- 재학생 만남의 밤	2023. 8. 16. (금) 오후 6시~8시	이준성 팀장 (동문) 정수경 부연구위원 (동문)	에너지기술평가원, 자원전략실 서울연구원, 기후변화연구실
		박준성 프로 (동문)	한화모넨템
 진로 특강 시리즈	2023. 12. 12. (화) 오후 7시~8시	이상희 차장 (동문)	한국전력공사, 에너지신사업처 신재생사업부

• (운영 실적 III - ②) 크립슨센터 창업 지원 프로그램 활용

- 교내 크립슨창업지원단과 기술사업화센터의 창업지원 프로그램을 통해 창업 관련 실무지식 습득
- 기술창업과 R&D CEO, 실험실 특화형 창업 선도 대학 창업 기본 교육 지원 프로그램, 공공기술기반 시장연계 창업 탐색 지원 사업, 기업산학협력센터 LG화학 iPBL 프로그램 등

• (운영 실적 III - ③) 캡스톤: 가상 창업 프로젝트를 기반으로 한 창업 실현

- (창업팀: CMT 머티리얼즈) 과학기술정보통신부가 지원하는 2023년도 한국형 아이코어(I-Corps) 사업

의 실험실 창업탐색팀으로 박사과정생 정무영·김태민과 박사후연구원 이찬용이 결성한 ‘CMT 머티리얼즈’가 본교 대표팀으로 선발됨.

- (주)Material by Material 설립) CMT 머티리얼즈는 2023년 12월 창업, 에너지저장 소재, 센서, 전자기
기 및 생체 의료 분야에 혁신적 솔루션 제공 잠재력을 지닌 MXene 소재 국산화를 추진 중

○ (운영 전략 IV) 기업 및 연구소 협업 시스템 구축

• (운영 실적 IV - ①) 취업연계형 계약학과인 에너지시스템공학과 운영

- 본 대학원은 2020년 3월부터 한화솔루션과 공동 설립한 취업연계형 계약학과인 에너지시스템공학
과를 운영하고 있음. 본 학과에서는 태양광발전 기술의 핵심적 지식(소재, 소자, 기계, IT 및 시스템
응용 등)을 교육함으로써 창의적인 태양광 R&D 전문인력을 양성하고 있음.

• (운영 실적 IV - ②) 기업 임직원 대상 산업형 융합인재 양성 재교육 트랙 설립 추진

- 한화솔루션 임직원 대상 재교육 트랙 과정 설립은 지속 논의 중이나 이의 설립을 위해서는 교육부
규정에 의해 별도의 정규 교과과정이 필요해 시간이 소요되고 있음. 이의 설립을 지속 추진하는 한
편 과도기적 조치로 이해석·강운목 교수가 한화솔루션 직원 대상 교육을 실시해옴.
- 이 외에도 본 대학원은 다양한 기업의 임직원 재교육 역할을 수행하고 있음. 본 대학원에는 한국전
력공사, 한국남동발전, 한국가스공사, SK E&S, GS EPS 등 주요 에너지기업 외에 정부, 금융, 통신,
전자, 자원순환, 항공, 무역, 자동차, 국제기구의 직원들이 석박사 과정에 재학하고 있음.

• (운영 실적 IV - ③) 연구소 협업 시스템 구축

- 융합 연구 인프라 구축과 학생 교육역량 강화를 위해 국내 유수의 연구기관과 협업하고 있음. KIST
는 본 대학원의 공동 운영과 공동 연구사업을 통해 긴밀히 협력하고 있으며, 한국에너지경제연구원
은 신홍국 에너지 공무원 학위 교육 프로그램인 GETPPP에 참여하고 있음.

○ (학사관리 발전전략) 학사단위로서의 안정성 확보와 에너지환경 분야 특화 교육시스템 구축

• (학사관리 성과 - ①) 탄소중립 특화 교육시스템 구축

- 2022년 9월 탄소중립기후기술 융합 전공이 신설되어 탄소중립개론, 탄소중립기술총론, 탄소중립 정
책 및 경제, 탄소중립 이행평가 및 실행실습 등의 교과목이 개설되었음. 관련 교과목을 추가로 이
수한 학생(박사 15학점, 석사 12학점)에게는 융합전공 학위를 복수로 수여
- 타 과 대학원생에게도 본 과정을 개방하여 필요 학점을 이수할 경우 수료증 수여

• (학사관리 성과 - ②) 신입 교원 4인 충원으로 체계적·효과적 융합 교육 및 연구 기반 구축

- 에너지환경 특화 행정학 분야에서 하윤희 교수(2022년 3월), 환경 분야에서 송인학 교수(2023년 9
월)와 동완재 교수(2024년 2월), 시스템 모델링 분야에서 김여원 교수(2024년 2월)를 임용하여 체계
적이고 효과적인 융합 교육·연구 기반 확보

• (학사관리 성과 - ③) 학생 정원 대폭 확대

- 학생 정원이 사업 개시 연도인 2020학년도 25명(석사 15명, 박사 10명)에서 2023학년도에 62명(석사
45명, 박사 17명, 외국인 학생·계약학과 제외)으로 148% 증가

• (학사관리 성과 - ④) 학생의 교육 선택권을 확대하는 학사 운영

- 석사과정의 경우 연구 중심의 논문트랙(학위논문 필수)과 이론 및 실무 수업을 심화한 교과트랙(학
위논문 대신 연구보고서 심사)을 병행하여 학생의 목적에 따라 차별화된 프로그램 제공
- 학연교수와 겸임교수(타 과 전임교수)를 공동 지도교수로 하여 학문 분야의 한계를 타파하고 연구
주제의 다양성을 보장

• (학사관리 성과 - ⑤) 사회적 가치 제고와 연구윤리 강화를 위한 졸업요건 강화

- 연구자로서 준수해야 할 사회적 가치에 대한 인식 제고를 위해 인권과 성평등 교육 이수 의무화
- 연구윤리 강화를 위해 학위 논문 논문표절검사(Turninit) 제출 의무화

2) 교육과정의 충실성과 지속성 개선 실적

BK21과 함께 한 3.5년의 성과		
계획	실적	달성도
 <p>(개선 계획 I) 교육과정의 충실성과 지속성 제고를 위한 강의 평가</p>	<ul style="list-style-type: none"> 강의 평가를 통한 교육과정의 충실성 점검 및 환류 자체 학생 만족도 조사 실시 및 환류 	달성
 <p>(개선 계획 II) 교육과정의 충실성과 지속성 제고를 위한 강의 개선</p>	<ul style="list-style-type: none"> 해외대학 및 융합 프로그램 벤치마킹을 통한 강의 개선(기업협력확대, 사회문제해결 실무역량 강화, 데이터 기반 프로그램 강화, 사회문제해결 연구역량 강화) 교수학습개발원(CTL)의 프로그램을 활용한 교수들의 교수역량 강화(교수법, 강의 컨설팅, 강의 관련 소프트웨어 활용법 등) 	달성
 <p>(개선 계획 III) 교육과정의 충실성과 지속성 제고를 위한 강의 계획</p>	<ul style="list-style-type: none"> 자문위원회, 대학원의 대학원위원회 및 교육위원회, 교육연구단 산하 운영소위원회·교육소위원회 소속 학생 등 교육과정 평가를 위한 내부 거버넌스 구축·운영 외부전문가·교수·학생이 함께 참여하는 교육과정 평가 및 환류 	달성
 <p>(개선 계획 IV) 교육과정의 충실성과 지속성 제고를 위한 커리큘럼 관리</p>	<ul style="list-style-type: none"> 다양한 학생 수요 대응: 외국인, 비전일제 학생 등을 위한 영강, 야간·토요일 강의 개설 시공간 초월 온라인 교육 확대(2021년 2학기부터 온라인 교과목 <글로벌 에너지 전문가 세미나> 신설) 	달성

○ (개선 계획 I) 교육과정의 충실성과 지속성 제고를 위한 강의 평가

• (개선 실적 I - ①) 강의 평가를 통한 교육과정의 충실성 점검 및 환류

- 참여교수들은 매 학기 시행되는 각 교과목의 강의평가 결과를 반영하여 학생들의 참여도를 제고하고, 지식의 변화에 즉각 대응하며, 현장의 요구를 반영하는 수업방식으로 강의를 개선하고 있음. 학생들과 산업현장의 요구에 부응하여 개설된 ‘ESG 정책과 관련 실무의 이해’ 과목은 시시각각 변화하는 제도와 현장의 트렌드를 반영하기 위해 현업에 종사하는 전문가를 강사로 활용하고 학생들이 관련 실무를 직접 수행, 점검받는 방식으로 강의를 진행하여 높은 만족도를 시현함.

• (개선 실적 I - ②) 학생 요구 반영을 위한 자체 평가 실시 및 환류

- 교과목 운영에 대한 학생들의 요구를 파악하기 위해 2023학년도 1학기부터 학기별로 자체평가를 실시하고 있음. 전공 구성의 체계성, 학문적 추세와 사회적 변화의 교육 내용 반영 여부, 산업사회 문제 해결능력 강화와 커리어 관리·개발을 위한 현장 연계수업 제공 여부 등의 질문을 통해 교과과정의 충실성과 지속성을 제고하고 있음. 이에 따라 2022-2024학년도 1학기까지 총 22개의 신규 과목이 개설됨.

○ (개선 계획 II) 교육과정의 충실성과 지속성 제고를 위한 강의 개선

• (개선 실적 II - ①) 해외대학 및 융합 프로그램 벤치마킹

- (기업협력 확대) 에리조나주립대, 난양공대의 기업과의 계약학과 모델을 참고하여 산업 연계 교육 프로그램 실행으로 에너지시스템공학과 졸업생들의 100% 취업률 달성
- (사회문제해결 실무역량 강화) 스탠포드대 기후 및 에너지 정책 프로그램의 사회문제 해결을 위한 실무 중심의 프로그램을 벤치마킹하여 현장실습 교과목(에너지환경산업현장의이해와실습)을 신설했고, 직무훈련(인턴십, 산업체 위탁교육) 기회를 제공해 산업사회문제 해결 역량 강화

- (데이터 기반 프로그램 강화) MIT와 콜롬비아대의 데이터 및 연구방법론을 활용한 교과목 개설을 참고하여 에너지환경데이터분석론, 공학경제학 등의 교과목을 신설
 - (사회문제해결 연구역량 강화) 홍콩대, 칭화대, 미국공학한림원을 벤치마킹, 사회난제 해결 아이디어 경진대회인 Grand Challenge 개최, 연구방식 혁신 및 융합·협동을 통한 시너지 창출 유도
 - (개선 실적 II - ②) 교수학습개발원(CTL) 프로그램 활용
 - 참여교수들은 교수혁신 프로그램(교수법 워크숍, 교수법 특강, FLCs 사례공유워크숍), 강의 컨설팅 프로그램(1:1 수업 코칭, 마이크로티칭), 소프트웨어 활용 지원 프로그램(PowerPoint, Prezi, 동영상 편집 프로그램 등) 등에 참여하여 교수역량을 강화하고 있음.
 - 전용석 교수(1대1 수업코칭, 마이크로티칭, LMS 블랙보드 워크샵, 교수법 워크샵, E-Learning 수업 설계 운영), 우종률 교수(교수법 워크샵, FLCs 사례 공유 워크샵, 1:1 수업 코칭, 마이크로티칭), 송인학·하윤희 교수(블랙보드 워크샵) 등
- (개선 계획 III) 교육과정의 충실성과 지속성 제고를 위한 강의 계획
- (개선 실적 III - ①) 자문위원회 자문을 통한 교육과정 지속적 검토 및 개편
 - 교육연구단의 비전과 목표, 전략, 실행계획에 대한 제언과 핵심 과제의 이행 실적 및 성과 점검을 통해 연구단의 경쟁력 강화전략 및 발전 방안을 마련하고자 2023년 10월 산학연 전문가와 동문을 아우르는 자문위원회를 구성하여 전반적인 교육 프로그램에 대한 자문을 구하고 있음.

BK21 에너지환경정책기술학교육연구단 자문위원

구분	성명	소속
위원장	문길주	전 KIST 원장, 현 고려대학교 석좌교수
산업체	강진	한국지역난방공사 경영관리처장
	조영준	대한상공회의소 지속가능경영연구원장
학계	김상헌	서울대학교 행정대학원 교수
연구소	이상협	국가녹색기술연구소장
	이호무	한국에너지경제연구원 에너지후정제연구본부장
졸업생 대표	안종득	한국에너지기술평가원 수소에너지실장

- (개선 실적 III - ②) 교육연구단의 교육과정 평가를 위한 내부 거버넌스 구축·운영
 - 교육연구단 산하 4개 소위원회 중 운영소위원회와 교육소위원회에 소속된 학생들이 주축이 되어 신규 교과목에 대한 학생 수요를 파악하여 교과목 개편에 반영. 학생들의 요구사항을 바탕으로 교과목 신규 개설(KESG정책과 관련 실무의 이해)
 - 본 대학원의 교육위원회와 최고 의사결정기구인 대학원위원회는 연 단위로 교과목 전반을 검토하여 개편안에 반영
- (개선 계획 IV) 교육과정의 충실성과 지속성 제고를 위한 커리큘럼 관리
- (개선 실적 IV - ①) 다양한 학생(외국인, 파트타임) 수요 대응
 - 외국인 학생, 비전일제 학생 등 다양한 학생 수요에 대응하고 교육권을 확대하기 위해 영강, 야간·토요일 강의 개설, 온라인 시공간 초월 강의 도입, 교내 타 대학원과의 적극적인 과목 교류 등을 추진. 매년 교과목 수 증가에 따라 야간 강의도 1~4차년도에 이르기까지 7, 11, 13, 15개로 증가. 토요일 수업은 매년 평균 2개, 개설 교과목의 20% 이상 영강으로 진행

• (개선 실적 IV - ②) 시공간 초월 온라인 교육 실시

- 2021년 2학기부터 매해 2학기에 운영되고 있는 <글로벌 에너지 전문가 세미나>는 글로벌 산업사회 문제 해결, 선진국과 개도국의 시각 및 이해를 포괄하는 내용을 다루며, 학문의 발전속도에 대응하기 위해 다양한 대륙 출신의 해외 석학과 전문가를 강의에 초빙

3) 산업·사회 문제 해결을 위한 교육연구단의 교육 프로그램 운영 실적

BK21과 함께한 3.5년의 성과		
계획	실적	달성도
 <p>(운영 계획 I) 산업·사회 문제 해결 관련 교과목 개설</p>	<ul style="list-style-type: none"> 에너지·자원 시스템 융합모델을 통한 지속가능발전 기여하기 위한 산업·사회 문제 해결 교과목 운영 <에너지환경산업 현장의 이해와 실습> 교과목 개설 및 현장실습 수행 전문가 초청 세미나 개최 공공부문 고급인력 대상 찾아가는 재교육 프로그램 개설 	달성

○ (운영 계획 I) 산업·사회 문제 해결 관련 교과목 개설

• (운영 실적 I - ①) 산업·사회 문제 해결 교과목 운영

- 에너지·자원 시스템 융합모델을 통한 지속가능발전에 기여하기 위한 역량을 배양하기 위해 다양한 산업·사회 문제해결 교과목을 운영하고 있음.

대표적 산업·사회 문제해결 교과목

교과목	개요
에너지와 환경정책 (정책전공 교수진 팀티칭)	<ul style="list-style-type: none"> 에너지·환경정책 전반에 대한 폭넓은 이해를 통해 에너지·환경 분야의 전문가에게 필요한 학문적 기초를 제공하는 것을 목표로 함. 시장의 실패를 가져오는 환경·에너지 문제에 대한 경제학적 해결방안, 에너지 개발의 역사와 트렌드의 전환, 에너지환경 거버넌스 담론 등의 다룸으로써 에너지환경 이슈의 사회과학적 이해 제고
에너지환경 데이터분석론 (우종률 교수)	<ul style="list-style-type: none"> 통계 데이터 분석 방법과 일부 머신러닝 방법을 학습. 학생들이 수집한 데이터를 사용하여 에너지 환경 관련 문제에 데이터 분석 도구를 활용하여 해답을 제시
신재생에너지 연구동향 (전용석 교수)	<ul style="list-style-type: none"> 태양전지, 연료전지, 수소에너지 등 신재생에너지의 생산, 변환, 저장 및 응용 분야에 대한 기초 지식과 연구 동향을 습득하고 각 연구의 미래 방향에 대해 제시 및 토의
에너지환경산업 현장의 이해와 실습 (하윤희 교수)	<ul style="list-style-type: none"> 에너지환경분야의 산업현장에서 실행되고 있는 다양한 솔루션에 대한 강의와 현장실습을 함께 진행함으로써 보다 깊이 있고 실용성 있는 지식과 기술 습득 가능

○ (운영 계획 II) 현장실습 운영

• (운영 실적 II - ①) 실습 교과목 신설

- <에너지환경산업 현장의 이해와 실습> 과목 등을 통해 한국전력공사, 수자원공사, 석유공사, 에너지 허브터미널, 포스코, HD현대중공업, 한국지역난방공사, 현대자동차 등 에너지 분야 탄소중립 비즈니스에 적용되고 있는 각종 솔루션에 대한 강의와 함께 기업현장에서 실습 진행

• (운영 실적 II - ②) 현장실습, 인턴십, 직무훈련 등 실시

- 수업에서 배운 지식이 현장에서 어떻게 적용되는지 체험할 수 있도록 에너지·환경 관련 기관과의 교류 활성화를 통해 지속적으로 현장실습을 계획하고 수행

계획	BK21가 함께한 3.5년의 현장실습 성과			
	1차 연도 (2020.9~2021.2)	2차 연도 (2021.3~2022.2)	3차 연도 (2022.3~2023.2)	4차 연도 (2023.3~2024.2)
현장실습 횟수	0	4	11	22

○ (운영 계획 III) 전문가 초청 세미나 개최

• (운영 실적 III - ①) 윤강 세미나 운영

- 학생들의 융합적 사고능력 배양을 목표로 에너지·환경 분야의 정책, 산업, 기술 관련 분야 국내외 전문가를 초청하는 <윤강 세미나> 과목을 2022년 1학기까지 운영. 2023학년도부터는 <글로벌 에너지 전문가 세미나(2021년 2학기 신설)>와 통합 운영되고 있음.

• (운영 실적 III - ②) 전문가 초청 세미나 개최

- 에너지 분야 최고경영자 및 실무급 전문가를 초청하여 글로벌 에너지·자원 수급 여건과 에너지환경정책 전략 수립에 대한 정보를 제공받고, 향후 학생들의 진로 결정에 도움을 주는 것을 목표로 사업 수행기간 동안 47여 건의 세미나를 개최함.

○ 공공부문 고급인력 대상 찾아가는 재교육 프로그램 개설

• 고려대학교 세종캠퍼스 행정전문대학원 융합정책학과와 교과과정 운영 협력

- 에너지·환경 분야 공기업 및 공적 연구소에 종사하는 고급인력을 대상으로 에너지산업 재교육 프로그램을 신설·운영하기 위해 본교 세종캠퍼스 행정전문대학원과 협력 의향서를 교환하여 교과목 cross-listing을 함의

4) 산업·사회 문제 해결을 위한 (지역)산업체, 지자체, 지역사회 등과 공동 교육프로그램 운영 실적

BK21과 함께한 3.5년의 성과		
계획	실적	달성도
 (운영 계획 I) 지자체와의 공동 교육프로그램 운영	<ul style="list-style-type: none"> • 제주연구원과 에너지, 자원, 환경정책 분야에서 학술연구 및 인력 교류 확대를 위한 MOU 체결(2015년) 이후 협력 지속 • 제주에너지공사와 '탄소 없는 섬, 제주' 실현을 위한 MOU 체결(2019년) 이후 제주에너지공사 견학 및 연구 협력 	달성
 (운영 계획 II) 지역사회와의 공동 교육프로그램 운영	<ul style="list-style-type: none"> • 지역나눔위원회를 중심으로 지역사회 교육 프로그램 운영 	달성
 (운영 계획 III) 국제사회와의 공동 교육프로그램 운영	<ul style="list-style-type: none"> • 세계스마트시티 기구인 WeGo와의 교육협력 MOU를 바탕으로 'Smart City and Energy Transition-Global Energy Expert Seminar' 교과를 WeGo 스마트시티 챔피언스 프로그램 참여자에게 공개 	달성

○ (운영 계획 I) 지자체와의 공동 교육 프로그램 운영 (GETPPP 행사)

• (운영 실적 I - ①) 제주연구원과의 관계 지속 강화

- 2015년 8월, 제주연구원과 에너지·자원·환경정책 분야에서 학술연구 및 인력교류 확대를 위한 상호협력 업무협약(MOU)을 체결 이후 지속적으로 교류하고 있음. 2021년 10월에는 ‘2021 탄소 제로 세미나’를 공동 주최

• (운영 실적 I - ②) 제주에너지공사와 연구 협력 강화

- 2019년 9월, ‘탄소 없는 섬, 제주’ 실현을 위한 에너지환경정책 개발 및 연구협력을 목적으로 제주 에너지공사와 MOU 체결. 본 대학원 학생들의 제주에너지공사 CFI 에너지미래관 견학(2023년 6월)을 시작으로 제주의 에너지정책과 기술발전 방향을 공유하고 제주 특성에 맞는 재생에너지 관련 연구 주제를 개발해 나갈 계획

○ (운영 계획 II) 지역사회와의 공동 교육프로그램 운영

• (운영 실적 II - ①) 지역나눔위원회를 활용한 지역사회 교육 프로그램 운영

- 본 교육연구단 산하 지역나눔위원회를 주축으로 지역사회에 지식 나눔 행사를 개최
- 지역 청소년 및 일반인을 대상으로 신재생에너지 산업 및 응용 분야를 소개하고, 실험실 견학, 실습 등 체험 활동을 통해 친환경에너지에 대한 이해도 제고. 또한 미래세대의 기후변화 및 환경오염 문제에 대한 경각심을 일깨우고 진로 탐색의 기회를 제공

교육연구단의 지식 나눔 행사

행사명	일시	교육 대상	교육 내용
지역 청소년 초청 태양광 발전 교육: 신재생에너지 및 태양광 발전 체험 활동	2021년 6월 2일	이화여자고등학교 31명	<ul style="list-style-type: none"> • UNSDG 소개 (박주영 교수) • 신재생에너지 기술 소개 및 태양전지 이론 (이해석 교수) • 실험실 투어 영상 시청 및 태양광 랜턴 조립 실습 (참여 대학원생)
2021년 비대면 건축교실 가가호호: 신재생에너지 및 태양광 발전 체험	2021년 11월 12일	성동구 관내 29개 초등학교 학생 156명	<ul style="list-style-type: none"> • 알키미스트 발명품 (전용석 교수) • 신재생에너지 이해 및 태양광 모듈 체험 (이해석 교수)
지역대학과 함께하는 교육 성장 아카데미	2023년 10월 14일	군산 지역 청소년 및 일반인 30명	<ul style="list-style-type: none"> • 미래세대, 과학을 만나다: “태양광 알뜰 신잡” (강윤목 교수)
지역 청소년 초청 태양광 발전 교육: 기후변화 대응을 위한 신재생에너지 소개 및 태양전지 실습	2023년 10월 24일	하늘꿈중고등학교 70명	<ul style="list-style-type: none"> • 기후변화와 에너지(하윤희 교수) • 신재생에너지 및 태양전지 소개(이해석 교수) • 태양전지 자동차 키트 제작 실습(참여 대학원생)

○ (운영 계획 III) 국제사회와의 공동 교육프로그램 운영

• (운영 실적 III) 세계스마트시티 기구 WeGO와의 교육협력

- WeGO의 “스마트시티 챔피언스 프로그램”은 전 세계 회원 도시 공무원과 대학원생을 대상으로 스마트시티의 미래에 대한 지식 전달과 공감대 구축을 목표로 15주간 진행되는 프로그램. 본 대학원은 “고려대학교-WeGO 공동 교육협력 MOU”를 바탕으로 정규 과목인 “Smart City and Energy Transition-Global Energy Expert Seminar”를 2022년 2학기에 WeGo 스마트시티 챔피언스 프로그램에 공개하여 11개국 18명이 수강. 출결 등 수업 관련 본교 학칙을 준수한 8명에게 본 대학원장 명의의 수료증 수여

5) 융·복합적 연구 및 인력양성에 부합하는 대표적 교육 목표에 대한 달성 실적

BK21과 함께 한 3.5년의 성과		
계획	실적	달성도
 <p>(추진 전략 I) 사회문제 해결형 융합 리더 양성을 위한 교육체계 구축 및 강화</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 데이터 기반 융복합 교과목의 지속적 개발과 신설(5개) • 프로젝트 기반 문제해결형 교과목 신설(5개) • 1:1 맞춤형 강의 운영(<연구방법론I>) • 시공간초월 학습 방식 도입(<글로벌 에너지 전문가 세미나>) • 융합 우수논문 시상 및 우수논문 포상금 지원 	달성
 <p>(추진 전략 II) 다양성을 고려한 학사시스템 유연 운영</p>	<ul style="list-style-type: none"> • KU-KIST 학연제도를 활용한 과제 참여 교육 확대 • 공동지도교수제도의 탄력적 운영 • 자문위원회, 지역나눔 위원회, 동문위원회 운영 	달성
 <p>(추진 전략 III) 융합잠재력 우수한 학생 유치 및 양성</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 2021년 융합에너지공학과(학부) 개설, Open Lab 프로그램 운영으로 학부생들의 연구실 체험 기회 제공 • 국내외 마케팅 강화 • 신흥국 에너지공무원 인력양성 프로그램을 연계한 홍보 다각화 	달성

○ (추진 전략 I) 사회문제 해결형 융합 리더 양성을 위한 교육체계 구축 및 강화

- (추진 실적 I - ①) 데이터 기반 융복합 교과목의 지속적 개발과 융합형 교과목 신설 운영
 - 데이터를 기반으로 한 융복합 교과목 총 5개 신설: <에너지환경 데이터분석론>(2021년 1학기 신설), <화학공정 설계 및 최적화>(2021년 2학기 신설), <Introduction to Data Analysis with R>(2021년 통계 신설), <Data Analytics and Applications>(2021년 통계 신설), <Introduction to Data Analytics: Fundamental Concepts and Applications>(2023년 통계 신설) 등
- (추진 실적 I - ②) 프로젝트 기반 문제해결형 교과목 개발로, 교육·연구 선순환 구조 구축
 - 사업기간 동안 총 5개의 프로젝트 기반 문제해결형 교과목을 신규 개설·운영하고 있으며 교과목을 바탕으로 연구주제를 도출하는 교육-연구 선순환 구조를 구축
 - <캡스톤: 미래의 R&D 방향>(2020년 2학기 신설), <태양전지(모듈) 실험과 실습>(2020년 2학기 신설), <에너지시스템 엔지니어링과 정책>(2021년 2학기 신설), <ESG정책과 관련 실무의 이해>(2022년 2학기 신설), <에너지환경산업 현장의 이해와 실습>(2023년 2학기 신설)
- (추진 실적 I - ③) 1:1 맞춤형 강의 운영
 - (연구방법론 I, 2021년 1학기 개편) 논문 전과정에 대한 강의와 함께 학생 개별주제에 대한 1:1 개인 지도를 진행해 연구 제안서 최종본 도출
 - (연구심화 지도 교과목 개설 논의 중) 2학기 이후 지도교수/공동지도교수 공동 제안 과목을 통해 프로젝트 진행상황을 주기적으로 점검하고, 석사 3학기(박사 3~5학기)에 연구심화 맞춤형 교과목(1학점)을 통해 실험과정 모니터링과 논문지도까지 연계하는 연구심화 지도 교과목 개설 논의 중
- (추진 실적 I - ④) 시공간 초월 학습 방식 도입
 - 2021년 시공간 초월 온라인 교과목 <글로벌 에너지 전문가 세미나> 신설하고, 본 교과목을 2022년 2학기에는 스마트시티 세계 기구인 WeGo의 ‘스마트 시티 챔피언스’ 프로그램에, 2023년 2학기에는 카이스트, 전북대 등 타 대학에 개방
- (추진 실적 I - ⑤) 융합 우수논문 시상 및 우수논문 지원
 - (Student of the Year, 우수 논문 선정) Student of the Year는 매해 선발된 우수 논문을 게재한 학생에게 포상금(30 ~ 50만원)을 수여
 - (기술&정책 융합세미나, 우수 발표 선정) 기술-정책 학생 간 교류 활성화 및 연구결과를 효과적인 커뮤니케이션 기술로 전달하는 훈련하는 기회를 제공하기 위해 개최되는 본 대학원 최대 학생 학술행사로 우수 발표자에 시상(포스터발표 7만원, 구두발표 10만원)

- (Grand Challenge) 산업사회 난제 해결을 위한 아이디어 경진대회로 Grand Award(100만원/팀)와 Challenge Award(20만원/팀) 수여

○ (추진 전략 II) 다양성을 고려한 학사시스템 유연 운영

- (추진 전략 II - ①) KU-KIST 학연 제도를 활용한 연구과제 참여 교육 확대
 - KU-KIST 업무협약을 통해 KIST 소속 학연교수(4인)와 학연교수펠로우(3인)이 강의와 학생지도에 참여하고 있으며 참여대학원생들은 공동지도교수인 KIST 학연교수(펠로우)의 연구과제에 참여하며 연구경험 확장
 - 지난 3.5년 간 29명의 참여대학원생이 KIST의 6개 연구단 및 센터에서 첨단 연구 수행 경험과 글로벌 연구 네트워크 확보
- (추진 실적 II - ②) 공동지도교수제도 운영
 - KIST 학연교수와 겸임교수(본교 타 과 전임교원)를 공동지도교수로 하여 학생 선택권 확대와 연구 주제의 제한 극복. 45%의 참여대학원생이 본 제도를 활용
- (추진 실적 II - ③) 다양한 위원회 운영을 통한 학사와 교육의 효율성 제고 방안 도출
 - 산학연 전문가와 동문으로 구성된 자문위원회 운영, 교육과정과 프로그램 운영 자문
 - 교육연구단의 효과적 운영을 위해 연구단 산하에 4개의 소위원회(운영소위, 교육소위, 산학협력소위, 연구역량강화소위)를 두고 있으며 각 소위원회 위원장들로 구성된 지역나눔위원회 운영 중
 - 진로상담 연계 멘토제, 차세대 커리어 및 평생 A/S 관리를 위해 동문회(회장: 이준성 박사, 에너지기술평가원)를 주축으로 한 동문위원회를 구성하여 운영 중. 동문위원회 주축으로 진로 특강 시리즈가 구상되었고 그 결과물로 2023년 12월 제1회 Alumni Mentor: 진로 특강 세미나 개최

○ (추진 전략 III) 융합잠재력이 우수한 학생 유치 및 양성

- (추진 실적 III - ①) 학부 및 학·석사 연계 과정 신설
 - (2021년 1학기 학부 융합에너지공학과 개설) 학부 융합에너지공학과 개설에 따라 우수 학생 학보 기반 마련. 2021년에 신설된 공과대학 소속 학부과정 융합에너지공학과는 본 대학원 전임 교원 전원이 참여하여 운영하고 있음. 3학년 융합에너지공학설계I·II 과목, 4학년 에너지창의연구·II 과목을 통해 학부생들이 교수 연구실에서 연구를 수행함으로써 학부와 대학원이 연계되고 있음.
 - (학·석사 연계 과정 설립 논의 중) 2025년 2월에 첫 융합에너지공학과 졸업생이 배출될 예정으로 계획에서 제시된 학·석사 학위 통합과정 설치 안건이 본교 차원의 정책으로 논의되고 있음. 이의 사단단계로 대학원이 개최하는 각종 학생 세미나와 발표회 등에 학부생이 참가하도록 장려하고 있음.

학부생 BK21 교육연구단 프로그램 참여 사례

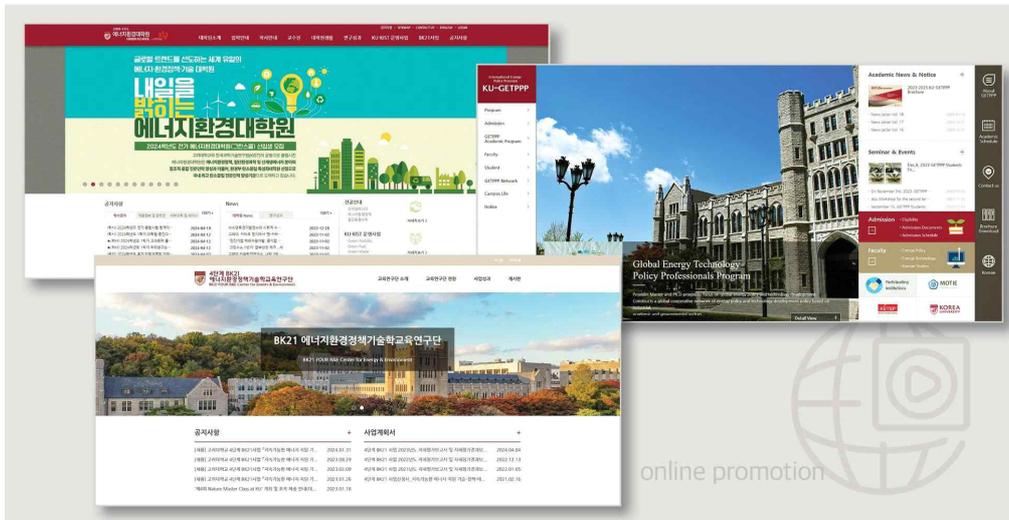
학부생 BK21 교육연구단 프로그램 참여 사례	
 [2023 BK21 에너지환경정책기술학교 육연구단 Grand Challenge]	<ul style="list-style-type: none"> • 전효재(3학년)이 석박사 대학원생(엄수빈, 김남희, Sudeshana Pandey)과 팀을 이루어 "Shade Ball과 태양전지를 활용한 새로운 발전 방식"의 주제로 참가하여 Grand Award 수상  수상
 [제16회 기술&정책 융합 세미나 포스터 발표(202 3년 8월)]	<ul style="list-style-type: none"> • 임지훈(3학년): The Effect of the Sulfuration on the Nickel-Cobalt based Electrode for Supercapacitor • 김태영(3학년): High-Efficiency Perovskite Solar Cell with Electron Transport Layer BaTiO₃ • 조선민(3학년): Immediate Interface Engineering for Spiro-OMeTAD Using Mn (TFSI)₂ as Dopant Afford Efficient and Stable Inorganic Perovskite Solar Cells • 최가빈(3학년): 1-step Perovskite Solution Process and MACl Post-treatment, 우수 포스터 발표 수상  수상

- (Open Lab 프로그램 운영) 우수 학부생 유치를 위해 Open Lab 프로그램을 통해 학부(타교 포함) 학생에게 하계·동계 방학 동안 연구실 생활 체험 기회 제공

태양전지연구실 (강윤목, 이해석 교수)	<ul style="list-style-type: none"> • 2023학년도 동하계 방학 3명의 융합에너지공학과 학부생이 이해석 교수의 태양전지연구실에서 '태양전지 광전변환소자 연구'와 '태양전지 고효율화 기술 및 친환경 공정개발 연구'에 참여
전기화학연구실 (전용석 교수)	<ul style="list-style-type: none"> • 2022년 2월부터 2023년 12월까지 짧게는 2개월에서 길게는 10개월까지 교내 학부생 5명, 타교 학부생 5명이 전용석 교수의 '알키미스트 프로젝트' 및 '스마트팜 프로젝트'에 참여. '알키미스트 프로젝트'에 참여했던 타교 출신 3명의 학부생이 2024년 1학기 신입생으로 입학
에너지환경정책연구실 (하윤희 교수)	<ul style="list-style-type: none"> • 융합에너지공학과 엄규진(1학년) 학생은 2021년 2월부터 7개월간 '우즈베키스탄 태양에너지 산업 활성화를 위한 정책 개선 및 전력 안정화를 위한 에너지 저장시스템(ESS) 활용방안 수립' 연구에 참여
에너지혁신연구실 (우종률 교수)	<ul style="list-style-type: none"> • 2023년 12월부터 두 달간, 융합에너지공학과 이지운(2학년), 김지현(3학년) 학생은 '시멘트 산업의 탄소 감축 시나리오 설계 및 모델링' 연구에 참여

• (추진 실적 III - ②) 국내외 마케팅 강화

- (온라인 홍보 전략을 강화하여 우수 대학원생 확보) 홈페이지를 비롯한 인터넷 플랫폼을 적극적으로 활용하여 잠재적인 대학원생들이 관심을 가질만한 연구 분야, 교수진의 전문성, 연구 성과 등이 드러날 수 있도록 대학원 주요 연구 성과 및 사업 관련 정보를 공개. 교육연구단의 목표와 현황, 실적, 행사에 대해 신속하고 정확하게 정보를 공유하여 정원 증가에도 불가하고 지속적으로 높은 입학경쟁률을 유지



- (상호작용 강화를 위한 활발한 오프라인 홍보) 대학원 홍보 책자를 격년마다 갱신하여 국내외 학회, 세미나, 에너지 관련 공공기관 등에 홍보자료로 배포
- (대사관 및 관련 기관 공식 미팅 활용) 참여교수의 연구 출장 시 각국의 대사관 및 관련 기관과의 공식 미팅을 통해 해당 프로그램을 소개하고 학생 유치 활동을 적극 전개
- (국제회의 및 세미나 활용) 2023년 7월 World Bank 에너지부 Brown Bag Seminar, 2023년 9월 The 2023 KEA-IDB Training Program 등에서 대학원 홍보책자를 배포하고 대학원 프로그램을 소개하는 등 개도국 학생 교육에서 국제개발협력기구와의 협력 방안을 모색
- (Lab to Life 연구 페스티벌 참가) 본교가 주최한 Lab to Life 연구 페스티벌에 참여대학원생들이 참가하여 소속 연구실에서 수행 중인 연구 및 개인의 연구성과를 공유하고 잠재적인 신입생들에게 대학원 진학 및 교육연구단 참여를 통한 교육과 연구의 기대효과를 홍보
- (추진 실적 III - ③) **신홍국 에너지공무원 인력양성 프로그램(GETPPP) 연계 홍보**
 - GETPPP 졸업생을 기반으로 한 IEEN(International Energy Exopert Network, 개도국 에너지 전문가 네트워크) 하우회 교수가 주도) 행사, GETPPP 정기 동문회 등을 통해 홍보 강화
 - GETPPP 재학생의 홍보로 네팔 국적의 Sudeshana Pandey가 박사과정에 입학하여 본 교육연구단 참여대학원생으로 전용석 교수의 전기화학연구실에서 수학 중
- (추진 실적 III - ④) **기 사회진출 인력들의 수요에 맞춘 인력양성 고도화 추진**
 - 입학생의 소속 기관이 기존 에너지기업 및 관련 공공기관의 중심에서 다양한 산업군으로 확대되고 있음. SK(E&S, 에코플랜트, 텔레콤, 에너지, 증권), LG(이노텍, 화학, 전자), GS EPS, 현대자동차, 대한항공, 삼성물산, 파블리온 프라이빗 에쿼티, JTBC, 동아일보, GGGI, GCF 등 국내 유수의 대기업, 금융기관, 언론, 국제기구의 탄소중립 관련 업무 담당 직원들이 본 대학원에서 수학 중
 - 이들의 요구에 부응할 수 있는 교과목을 개설하는 등 인력양성 프로그램의 고도화를 추진 중

6) 교육과 연구의 선순환 구조 구축 및 연구역량의 교육적 활용 실적

BK21과 함께 한 3.5년의 성과		
계획	실적	달성도
 교육과 연구의 선순환 구조 구축	<ul style="list-style-type: none"> • 교육과 연계된 연구: 연구내용의 수업화 • 연구와 연계된 교육: 연구역량 교육 • BK21 장학금 수혜요건 강화로 연구역량 향상 촉진 	달성

○ (구축 계획 I) 교육과 연구의 선순환 구조 구축

- (구축 실적 I - ①) 교육과 연계된 연구: 연구 내용 수업화
 - 전공필수 과목인 에너지환경정책, 에너지공학개론, 환경공학개론을 통해 참여교수의 연구전략 및 연구 분야 등을 심도 있게 소개하고, 학생들은 자신의 연구 분야와 주제 발굴. 최신 논문을 기반으로 다양한 수업 활동(연습문제, 시뮬레이션, 게임 등)을 개발하여 연구 내용에 대한 이해도를 제고하고 향후 연구 수행에 활용할 수 있도록 교육
- (구축 실적 I - ②) 연구와 연계된 교육: 연구 역량 교육
 - 연구방법론과 같은 연구 역량 관련 교과목에서 학생 주도 학습과 동료평가를 강화. 또한 수업에서 학습한 내용의 반복 적용과 연습, 연구결과의 공유, 비판적 논의 등을 통해 연구역량을 강화하고, 수업의 결과로 가시적인 연구 성과가 도출되도록 함.

○ (활용 계획 I) 연구역량의 교육적 활용 실적

- (활용 실적 I - ①) 논문작업 과정에서 축적된 데이터, 방법론, 선행연구 목록 등을 수업에 활용
 - 우종률 교수는 논문을 위해 수집한 데이터를 <에너지환경 데이터분석론>, <연구방법론 II> 수업에서 학생들의 데이터분석 방법론 실습에 활용
 - 강윤목 교수는 연구용 태양광 실외평가 시스템 측정 데이터를 <태양전지> 수업에서 태양전지 재료 및 구조와 발전량 간의 상관관계를 분석하는 데 활용
 - 전용석 교수는 <재료공학> 수업에서 실험실에 축적된 연구결과를 학생들의 2차원 소재 이해에 활용
 - 하윤희 교수는 연구실에 축적된 선행연구 목록을 <연구방법론 I> 수업에서 학생들의 선행연구 지도 작성 연습에 활용. 또한 학생들과 동일한 눈높이에서 논문진행 단계에서의 시행착오와 문제해결 방안을 논의할 수 있도록 연구실 선임 박사과정을 강의에 초대해 경험 공유
 - 학생들은 연구역량 강화를 위해 다양한 비교과 프로그램을 수강하고 있는데, 비교과 수강이 확인되면 선수과목 수강을 면제하거나, 비교과 활동에서 습득한 소프트웨어 활용 테크닉이 수업 보고서 작성 등에 유용하게 활용되고 있음.
- (활용 실적 I - ②) 장학금 수혜요건 강화로 연구역량 향상 촉진
 - 본 대학원의 학사운영 내규는 석사과정(논문트랙)의 경우 주저자 또는 공저자로 전국 규모 학술지 이상에 투고(정책 전공), SCIE급 이상 저널에 투고(기술 전공), 박사과정의 경우 주저자로 연구재단등재후보지 이상(정책 전공), SCIE급 이상(기술 전공) 저널에 2편 이상 게재 완료되어야 졸업논문심사 대상 자격을 부여하고 있어 교육과 연구의 선순환 구조의 기반이 되고 있음.
 - 이에 더해 졸업요건보다 좀 더 강한 BK21 장학금 수혜 요건을 규정. 참여대학원생의 논문 게재 및 학술대회 참여를 의무화하는 규정을 마련하고 이의 성과를 기반으로 BK21 장학금 수혜 여부가 결정됨에 따라 연구역량 향상에 학생들의 의지가 투영될 수 있도록 함.

7) 전임교수 대학원 강의 실적

○ (강의 계획 I) 전임교수 대학원 강의 실적

- 본 대학원은 1차 연도(2020년 2학기)에 25개 교과목, 2차 연도에 48개 교과목, 3차 연도에 43개 교과목, 4차 연도에 55개 교과목을 개설
- 전임교수는 에너지환경대학원이 운영하는 학위 과정(에너지환경정책기술학과, 에너지시스템공학과, 융합에너지공학과)에서 연평균 12학점을 이상을 강의함. 에너지·자원 및 환경 분야 산업·사회 문제를 해결하는 데 필요한 3대 핵심역량(통찰력, 분석력, 문제해결능력)을 정의하고 이러한 역량을 강화하기 위한 교과목을 구성

참여교수진의 개설 강의 목록

교수	교과명	문제해결 분야		문제해결 핵심역량		
		산업	사회	분석력	통찰력	문제해결능력
 강윤목	반도체소자공학	○			○	
	전주기시물레이션	○				○
	기기분석법	○		○		
	태양전지	○				○
 강정원	열역학	○		○		○
	분자모델링과시물레이션	○		○		○
 김경남	에너지와사회		○		○	
	에너지프로젝트관리	○				○
	에너지경제성분석론	○		○		
	환경경영론	○			○	
	에너지와환경정책(팁티칭)	○	○		○	
 송인학	불균일촉매의개념과응용(영강)	○				○
	환경촉매공학(영강)	○				○
 이용균	환경및자원정책		○	○		
	공공정책과사회변화		○		○	
 이해석	태양광발전산학공동세미나*	○				○
	태양전지공학개론(영강)	○		○		
	태양광발전시스템개론	○		○		
	태양전지(모듈)실험및실습(영강)*	○				○
	글로벌에너지전문가세미나(영강)(팁티칭)	○	○		○	
 우종틀	에너지경제학(영강)	○	○		○	
	에너지환경데이터분석론	○		○		
	연구방법론II(영강)	○				○
	에너지와환경정책(팁티칭)	○	○		○	
 전용석	표면과학(영강)	○		○		○
	에너지시스템엔지니어링과정책(영강)*	○		○	○	
	신재생에너지연구동향(영강)	○		○	○	
	재료공학(영강)	○		○	○	○
 하윤희	연구방법론I		○	○		
	ESG정책과관련실무의이해	○	○			○
	기후변화와R&D		○		○	
	에너지환경산업현장의이해와실습	○	○			○
	에너지와환경정책(팁티칭)	○	○		○	
	글로벌에너지전문가세미나(영강)(팁티칭)	○	○		○	

2. 인력양성 현황 및 지원 방안

2.1 교육연구단의 우수 참여대학원생 확보 및 지원 실적

BK21과 함께한 3.5년의 성과		
계획	실적	달성도
 (확보 계획 I) 우수 참여대학원생 확보를 위한 정원 증원	<ul style="list-style-type: none"> 학생 정원 2020년 사업 제안 당시 25명(석사:15명, 박사 10명) → 2023년 62명(석사 45명, 박사 17명) 	달성
	<ul style="list-style-type: none"> BK21 수주 이후 2:1 이상의 경쟁률 유지, 학생 정원 확대 된 2022년 이후에도 평균 2.7:1(석사), 2.7:1(박사)라는 높은 입학 경쟁률 유지 	달성
	<ul style="list-style-type: none"> BK21 참여대학원생이 2020년 2학기 30명 → 2023년 2학기 47명으로 증가 다양한 국적의 외국인 학생 참여 	달성
 (확보 계획 II) 신설 학부 개선을 통한 우수 신입생 유치	<ul style="list-style-type: none"> 2021년 1학기 융합에너지공학과(학부) 신설 	달성
	<ul style="list-style-type: none"> 학-석사 학위 통합과정 개발 중 	부분 달성
	<ul style="list-style-type: none"> Open Lab 프로그램 운영: 교내외 학부 3, 4학년 학생을 대상으로 하계·동계 방학 동안 연구실 생활을 체험할 기회를 제공 	달성
 (확보 계획 III) 계약학과 확대 발전/재교육(형) 프로그램 확대 운영	<ul style="list-style-type: none"> 2020년 3월부터 취업연계형 계약학과인 에너지시스템공학과 운영 대학원 진학 학생들의 소속 기업 및 전문 분야 다양성 확대 	달성
 (확보 계획 IV) 신홍국 에너지공무원 인력양성 프로그램(GETPPP) 네트워크 활용	<ul style="list-style-type: none"> GETPPP가 2021년 후속 과제로 재선정되어 2025년까지 (2021년 4월 ~ 2025년 12월) 운영 지속 예정 	달성
	<ul style="list-style-type: none"> GETPPP 졸업생 네트워크 활용 결과 2021년 2학기부터 현재까지 2.5:1의 높은 평균 입학경쟁률을 유지 GETPPP와 에너지정책기술학과 학생의 공동 연구 수행 	달성
	<ul style="list-style-type: none"> 본 대학원 홈페이지 및 인터넷 플랫폼을 활용한 온라인 홍보 	달성
 (확보 계획 V) 홍보 방안 강화 및 홍보 채널 다양화	<ul style="list-style-type: none"> 대학원 홍보 책자를 학회, 세미나, 에너지 관련 공공기관에 배포 	달성
	<ul style="list-style-type: none"> 본 대학원 홈페이지 및 인터넷 플랫폼을 활용한 온라인 홍보 	달성
 (지원 계획 I) 안정적 연구 수행을 위한 최고 수준의 재정 지원	<ul style="list-style-type: none"> BK21 장학생: 사업 참여도와 연구성과 등에 따라 장학금 수혜 대상 학생 결정 	달성
	<ul style="list-style-type: none"> BK21 참여대학원생: 장학금 비수혜 학생에게도 기타 장학금과 인건비 등 재정적 지원 제도 마련 및 시행 	달성
 (지원 계획 II) 연구 의욕 고취를 위한 우수 학술 장려금 지원	<ul style="list-style-type: none"> Student of the Year, 우수 논문 선정: 30만원/인 기술&정책 융합세미나, 우수 발표 선정: 포스터 발표 7만 원/인, 구두 발표 10만원/인 Grand Challenge, 우수 아이디어 선정: Grand Award 100만원/팀, Challenge Award 20만원/팀 	달성

1) 우수 참여대학원생 확보 및 지원 실적

○ (확보 계획 I) 우수 참여대학원생 확보를 위한 정원 증원

• (확보 실적 I - ①) 학생 정원 대폭 확대

- 본 교육연구단을 운영하는 에너지환경대학원은 2020년 사업 제안 당시 정원 25명(석사 15명, 박사 10명) 규모의 대학원이었으나 2022년에는 45명(석사 35명, 박사 10명), 2023년에는 62명(석사 45명, 박사 17명)의 정원을 확보하였음.

• (확보 실적 I - ②) 높은 입학 경쟁률 유지

- 본 대학원은 BK21 사업 수주 이후 2:1 이상의 입학 경쟁률을 유지해 왔음. 학생 정원이 대폭 확대 된 2022년 이후에도 평균 석사과정 2.7:1, 박사과정 2.7:1이라는 높은 경쟁률을 유지하고 있음.

• (확보 실적 I - ③) BK21 참여대학원생의 증가 및 다양한 국적의 외국인 학생 참여

- 참여학생수는 지속적으로 증가하여 BK21 시작 당시 30명에서 47명(2023년 2학기)으로 확대됨.
- 독일, 스위스, 인도네시아, 네팔, 엘살바도르 국적의 석박사 과정 학생 5명이 BK21 교육연구단에 참여함.

○ (확보 계획 II) 신설 학부 개설을 통한 우수 신입생 유치

- (확보 실적 II - ①) 2021년 1학기 융합에너지공학과(학부) 개설
 - 2021년에 신설된 공과대학 소속의 학부 융합에너지공학과는 에너지환경대학원 전임교수 전원이 참여하여 운영하고 있음. 이에 따라 기초 연구 지식과 연구 수행 능력을 보유한 학부생을 확보할 수 있는 기반이 마련됨.
- (확보 실적 II - ②) 학·석사 학위 통합과정 개발 중
 - 학·석사 학위 통합과정(학부 3.5년, 석사 1.5년), 성적우수 학생의 등록금 감면 및 예비입학 제도를 통한 학비 감면 등의 안건이 본교 차원의 정책으로 논의되고 있음. 사전 준비단계로 대학원이 개최하는 각종 학생 세미나와 발표회 등에 학부생 참가를 장려하고 있음.
- (확보 실적 II - ③) Open Lab 프로그램 운영
 - 교내외 학부 3·4학년생을 대상으로 하계·동계 방학 동안 연구실 생활 체험 기회를 제공하는 Open Lab 프로그램을 운영하고 있음. 이를 위해 기초 실험 교육과 심화이론 학습 등 연구 역량 강화 프로그램 체계를 구축·운영하고 있음.
 - 2023년 동·하계 방학 동안 3명의 융합에너지공학과 학부생들이 이해석 교수의 ‘태양전지 광전변환소자 연구’와 ‘태양전지 고효율화 공정개발 연구’에 참여하였음. 이 중 최가빈 학생은 본 대학원의 기술&정책 융합세미나에서 연구결과를 포스터로 소개, 우수 발표상을 수상함.
 - 2022년~2023년 2년간 교내 학부생 5명, 타교 학부생 5명이 전용석 교수의 ‘알키미스트 프로젝트’ 및 ‘스마트팜 프로젝트’에 학부생 연구원으로 참여하였음. 이 중 3명의 학생이 2024년 1학기 본 대학원에 입학하였음.

○ (확보 계획 III) 계약학과 확대 발전/재교육(형) 프로그램 확대 운영

- (확보 실적 III - ①) 취업연계형 계약학과인 에너지시스템공학과 운영
 - 에너지환경대학원은 2020년 3월부터 한화솔루션과 공동 설립한 취업 연계형 계약학과인 에너지시스템공학과를 운영하고 있음. 태양광 발전에 대한 다양한 학문적 지식(소재, 소자, 기계, IT 및 시스템 응용 등)을 교육함으로써 태양광 분야의 R&D 전문인력을 양성하고 있음.
- (확보 실적 III - ②) 산업체 직원 재교육 수요에 부응
 - 최근 기업의 탄소중립 의무 강화, ESG 경영 트렌드의 확산으로 에너지환경 관련 전문성 강화를 위한 산업체 직원들의 재교육 수요가 증대되고 있음. 본 대학원의 파트타임 입학생들은 과거 에너지업종 종사자 중심에서 최근 금융·언론·전자·화학·통신·무역·국제기구 등 다양한 업종으로 확대되고 있음. 이에 따라 본 대학원은 관련 교과목 개발, 현장 지향형 주제의 전문가 세미나 개최, 정책연구 프로젝트 참여 기회 제공 등으로 산업체 직원 재교육 수요에 부응하고 있음.

○ (확보 계획 IV) 신홍국 에너지 공무원 교육 프로그램(GETPPP) 네트워크 활용

- (확보 실적 IV) 신홍국 에너지 공무원 교육 프로그램인 GETPPP를 지속 운영
 - GETPPP의 지속적 운영으로 동남아시아, 아프리카, 중앙아시아 15개국 출신 28명의 졸업생을 배출. 졸업생 네트워크를 통해 지속적으로 우수학생이 유입되어 2024년 2월 현재 13개국 출신 27명(석사과정 16명, 박사과정 11명)의 학생이 재학 중임.
 - GETPPP 재학생의 홍보로 네팔 국적의 Sudeshana Pandey가 박사과정에 입학하여 본 교육연구단에 참여하고 있음.

○ (확보 계획 V) 홍보 방안 강화 및 홍보 채널 다양화

• (확보 실적 V - ①) 우수 대학원생 확보를 위해 온오프라인 홍보채널 다양화

- 우수 학생 유치를 위해 하이브리드넷과 네이버대학원입학커뮤니티(대학원입학을준비하는사람들의모임) 등 온라인 플랫폼을 적극 활용. 또한 세상을 바꾸는 시간 15분(하윤희 교수), K-지식 큐레이션 채널(우종률 교수) 등 지식공유 채널 강연 등에 적극 참여하여 예비 대학원생의 관심을 제고하고 있으며 이러한 활동은 대학원 입학 지원자 증가로 직접 연결되고 있음.

• (확보 실적 V - ②) 상호작용 강화를 위한 활발한 오프라인 홍보

- 하윤희 교수는 2023년 7월 World Bank 에너지국 주최 Brown Bag Seminar, 2023년 8월 ASEAN Energy Business Forum, 2023년 9월 The 2023 KEA-IDB Training Program 등에서 본 대학원 프로그램 소개와 함께 홍보책자를 배포
- 교육연구단 참여학생들은 대학원 혁신본부가 주최한 Lab to Life 연구 페스티벌에 참여하여 연구실별 연구 주제와 성과를 발표하고, 부스를 열어 잠재적인 신입생들에게 연구실 생활 소개와 입학 상담

2) 우수 참여대학원생 지원 실적

○ (지원 계획 I) 안정적 연구 수행을 위한 최고 수준의 재정 지원

• (지원 실적 I - ①) 연구성과에 기반한 장학금 지원

- 참여대학원생의 논문 게재 및 학술대회 참여를 의무화하는 규정을 마련하고 이 성과에 기반하여 장학금 지급 여부를 결정. 연구성과 부족으로 장학금 지급 대상에서 탈락하더라도, 요건을 충족하면 다음 학기부터 다시 장학금 수혜를 받을 수 있도록 하여 제도를 유연하게 적용

• (지원 실적 I - ②) 최고 수준의 재정 지원

- BK21 장학금과 함께 대학원의 다양한 재정지원 채널을 결합하여 최고 수준의 재정 지원을 하고 있음. BK21 장학금 수혜 대상 학생들의 경우 박사과정은 월 250만원+ α , 석사과정은 월 180만원+ α 를 받고 있음.

• (지원 실적 I - ③) BK21 장학금 외에 다양한 재정지원 채널 운영

- KU-KIST 연구 장학금, 탄소중립융합전공 장학금, 성적 우수 장학금, 조교 장학금, 기후기술인재양성센터 장학금, FREE장학금¹⁾, 각종 연구과제 참여 인건비, GETPPP 멘토 인건비 등 다양한 학생 재정지원 채널이 운영되고 있음. BK21 장학금 수혜를 받지 않는 참여 학생들도 다양한 채널을 통해 일정 수준 이상의 재정지원(박사과정 월 160+ α , 박사수료 월 90+ α , 석사과정 월 90+ α)을 받고 있음.

○ (지원 계획 II) 연구 의욕 고취를 위한 우수 학술활동 장려금 지원

• (지원 실적 II - ①) Student of the Year 수상

- 매년 SCIE 상위 20% 이내 주저자 논문(기술전공) 또는 SSCI, Scopus 주저자 논문(정책전공) 게재 학생들을 Student of the Year로 선정하고 포상금 지급

• (지원 실적 II - ②) 기술&정책 융합세미나 우수 연구발표 시상

- 학생들의 연구역량 강화 및 학술 교류를 목적으로 매 학기 개최되는 학생 중심 학술대회로 학생들은 구두 또는 포스터 발표에 참여하고, 우수 발표자는 상장과 부상을 수상

• (지원 실적 II - ③) Grand Challenge, 우수 아이디어 선정

- 지역, 국가, 글로벌 사회의 에너지·자원 및 환경 난제 극복을 위한 혁신적 아이디어를 구상하여 제안하는 아이디어 경진대회. 내외부 전문가로 구성된 심사위원단이 제안된 아이디어를 평가하며, 우수 아이디어는 Grand Award(100만원/팀)와 Challenge Award(20만원/팀)로 나누어 시상

* FREE장학금은 본 대학원이 미국 Foundation for Renewable Energy and Environment(FREE)와 맺은 연구 및 교육협력 MOU에 따라 FREE가 본 대학원 박사과정 학생 1명에게 최장 4년 연 17,000달러가 지급하는 장학금

2.2 참여대학원생 학술활동 지원 실적

BK21과 함께한 3.5년의 성과		
계획	실적	달성도
 <p>(인프라 지원 I) 대학원생 전용 공동연구실과 실험실 운영</p>	<ul style="list-style-type: none"> 총 4개의 연구실과 2개의 실험실 교내에 운영, KIST의 6개 연구센터 공간 및 장비 지원 고려대 R&D센터 5층, 학생 전용 연구실 3곳, 신공학관 태양전지연구실 제공 전기화학연구실 소속 학생들은 고려대학교 R&D센터 B1층 실험실, 태양전지연구실 소속 학생들은 신공학관 6층 620호 실험실 사용 평가기간 내 29명의 참여대학원생이 KIST의 6개 연구단 및 센터 활용 	달성
 <p>(인프라 지원 II) 외국어 사용 학생들을 위한 기숙사 제공</p>	<ul style="list-style-type: none"> 신흥국 에너지공무원 프로그램은 외국인 학생들에게 기숙사 제공을 기본 원칙으로 운영. 정규 석박사 학위과정의 외국인 학생들에게도 확대하여 적용할 예정 	달성
 <p>(인프라 지원 III) 국내외 관계기관 인턴십 및 산업체 위탁 교육 프로그램 운영</p>	<ul style="list-style-type: none"> 법무법인(유) 세종 ESG센터(2명), 한국지역난방공사 (1명), OECD(1명) 	달성
 <p>(연구역량 강화 I) 에너지환경 기술 및 정책 관련 세미나 & 전문가 초청 강연 운영</p>	<ul style="list-style-type: none"> 융합 연구 주제 발굴을 목표로 한 <윤강 세미나> 운영(2022년 1학기까지), <글로벌 에너지 전문가 세미나> 신설(2021년 2학기) 	달성
 <p>(연구역량 강화 II) 연구 방법론 교과목 운영</p>	<ul style="list-style-type: none"> 연구방법론 I: 발표와 피드백을 통한 연구계획서 완성 연구방법론 II(2020년 2학기 신설): 최종적으로 논문 게재 목표 	달성
 <p>(연구역량 강화 III) 논문 작성법 및 발표 교육</p>	<ul style="list-style-type: none"> 논문 작성법 교육을 통한 연구 설계 역량 강화: 학술논문작성법, Chat GPT 활용 Academic Writing 특강, Chat GPT 활용 연구윤리 워크숍, 석박사 학위논문 연구계획서 작성법 등 연구방법론 교육을 통한 연구 분석 역량 구축: CGE 모델링 교육, Qualitative Research Methods, 데이터과학을 위한 수학과 프로그래밍 등 영어 논문 작성 및 발표 교육을 통한 연구 활동 기술 및 구술 능력 배양: Communication: Presentation Skill & Technical Writing, 국제학술지 영어논문 교정 지원 사업, 영어논문작성법 및 연구윤리 등 	달성
 <p>(연구역량 강화 IV) 학술논문 데이터베이스 활용법 워크숍</p>	<ul style="list-style-type: none"> EndNote21, Mendeley Reference Manager, Passport, SciVal, Scopus, Turnitin 등 이용 교육 	달성
 <p>(연구역량 강화 V) 해외 연구 및 정책 기관과 국제협력·교류</p>	<ul style="list-style-type: none"> MOU 체결 기관을 통한 교류 확대 계획: 미국 GABI(2022년 8월 8일), 태국 Kasetsart University(2022년 11월 22일), 미국 FREE(2023년 7월 7일) 	달성
 <p>(연구역량 강화 VI) 본 교육연구단의 교과 프로그램 구성</p>	<ul style="list-style-type: none"> 학문적 기초, 통합적 현상, 연구 및 실무의 핵심역량을 발전시키는 데 중점을 두어 평가기간 내 총 76개 교과목 운영 	달성

1) 참여대학원생을 위한 인프라 지원 실적

○ (지원 계획 I) 대학원생 전용 공동연구실과 실험실 운영

• (지원 실적 I - ①) 공동 연구실 운영 실적

- 정책전공 학생 공동연구실, 데이터 분석 작업을 위한 서버실, GETPPP 학생 공동연구실, 기술전공

학생들을 위한 전기화학연구실과 태양전지연구실이 학생들의 연구공간으로 제공되고 있음.

• (지원 실적 I - ②) 실험실 운영 실적

- 국제표준에 맞춘 실험실 운영 규정을 마련하여 안전 연구실로 운영하고 있음. 전기화학연구실 소속 학생들은 Fourier Transform Infrared (FTIR) 장비 등으로 웨어러블 광전 소자 및 페로브스카이트 태양전지 연구를 수행 중이며, 태양전지연구실 소속 학생들은 Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition (PECVD) 장비 등으로 반사방지막 증착 실험을 수행 중

• (지원 실적 I - ③) KIST 연구센터 활용

- 교육연구단 출범 이후 총 29명의 참여학생이 KIST의 6개 연구단 및 센터(물자원순환연구단, 수소·연료전지연구센터, 지속가능환경연구단, 에너지소재연구센터, 차세대태양전지연구센터, 청정에너지연구센터)에 소속되어 세계 최고 수준의 첨단 연구시설과 장비를 활용하고 있음.

○ (지원 계획 II) 외국어 사용 학생들을 위한 기숙사 제공

• (지원 실적 II) 외국인 학생들의 생활 안정을 위한 주거 지원

- GETPPP 프로그램에 소속된 외국인 학생들에게 기숙사(글로벌 안암 하우스)를 제공하는 것을 원칙으로 하나 학생들의 선호에 따라 외부 주거도 선택할 수 있도록 함. 이는 정규 석박사 학위과정의 외국인 학생들에게도 동일하게 적용되는 원칙임.

○ (지원 계획 III) 국내의 관계기관 인턴십 및 산업체 위탁교육 프로그램 운영

• (지원 실적 III) 실무 경험을 통한 진로 탐색 기회 제공

- 실무 경험을 통해 진로를 탐색할 수 있도록 인턴십 및 산업체 위탁교육 프로그램을 지원하고 있음.

김소희: 법무법인(유) 세종 ESG 센터, 2023. 11. 13. ~ 2023. 12. 15.	<ul style="list-style-type: none"> A사의 기업지배구조보고서 개선을 위한 세부지표 이행 검토와 유럽 ESG 공시 중대성 평가 지침 업데이트 및 변경 내용 번역 작업을 통해 탄소중립 및 ESG에 대한 심층적인 이해와 관련 전문 지식 확장
이승연: 법무법인(유) 세종 ESG 센터, 2023. 11. 13. ~ 2023. 12. 15.	<ul style="list-style-type: none"> 기업지배구조보고서 데이터베이스 구축, 해외 토양 정화 사례 조사, 글로벌 사모펀드 기업의 ESG 사례 조사 등의 업무 경험을 통해 기업의 지속가능성과 사회적 책임에 대한 이해를 제고
오슬기: 한국지역난방공사 위탁교육, 2023. 11. 20. ~ 2023. 12. 15.	<ul style="list-style-type: none"> 한국지역난방공사의 탄소중립 전략, ESG 경영, 재생에너지 도입 관련 업무 연수를 받음. 또한 기관의 지사와 주요 시설 견학을 통해 집단에너지와 연료전지, 전력계통 운영, CCUS 등에 대한 식견을 확장
최지원: OECD, 2024. 2. 26. ~ 2024. 8. 23.	<ul style="list-style-type: none"> 파리 소재 OECD 환경국의 Environment Performance and Information(EPI) 부서에서 OECD 회원국과 파트너 국가들의 기후변화 관련 정책 지표 개선·개발 업무에 참여하고 있음. 각국의 NDC와 BUR 분석 및 데이터베이스 구축 업무를 통해 온실가스 배출 감소를 위해 사용되는 정책의 빈도와 동향을 파악하는 능력 배양

2) 참여대학원생을 위한 연구 수행 역량 강화 프로그램 운영 실적

○ (운영 계획 I) 에너지환경 기술 및 정책 관련 세미나 & 전문가 초청 강연 운영

• (운영 실적 I) 융합 연구주제 발굴을 목표로 한 <윤강 세미나> 운영

- 융합적 사고능력 배양 및 새로운 연구주제(기술-정책 융합) 발굴을 목표로 에너지·환경 분야의 정책, 산업, 기술 관련 국내외 전문가를 초청하는 <윤강 세미나> 과목을 2022년 1학기까지 운영함. 2022년 2학기부터 <글로벌 에너지 전문가 세미나(2021년 2학기 신설)>와 통합 운영하여 학생들에게 이론적·현실적 문제를 포괄할 수 있는 폭넓은 시야와 다양한 관점을 접할 기회를 제공

○ (운영 계획 II) 연구방법론 교과목 운영

• (운영 실적 II - ①) 전공필수 교과목의 <연구방법론 I> 운영

- 연구방법론 I에서는 연구목적 및 연구질문, 문헌연구 방법, 이론탐색, 주제와 방법론의 연계와 같은 연구설계와 관련한 학습을 진행함. 연구계획서 발표를 통해 교수-학생 및 학생-학생 간 비판적 논의를 진행하고 지속적인 피드백을 제공하여 이 과정을 통해 구체적인 연구계획서를 완성하고 있음.

• (운영 실적 II - ②) <연구방법론 II> 신설

- 2022년에 신설되어 2학기에 개설되는 <연구방법론 II>는 구체화한 연구주제에 따라 자료포락분석, AHP와 같은 의사결정방법론, 계량분석, 전과정평가, 질적연구방법론 등 에너지·자원 및 환경 분야에서 범용적으로 활용되는 방법론의 습득을 통해 실질적인 연구수행이 이루어지도록 함.

○ (운영 계획 III) 논문 작성법 및 발표 교육

• (운영 실적 III - ①) 논문 작성법 교육을 통한 연구설계 역량 강화

- 학술논문작성법, Chat GPT 활용 Academic Writing 특강 및 연구윤리 워크숍, 학위논문 연구계획서 작성법, 다학제적 혁신 프로그램 설계, 인문사회계열 학생을 위한 국제학술지 논문 투고 전략, SCI 저널 투고 전략 등의 7개 논문 작성법 교육으로 학생들이 논문 작성의 전과정을 이해하고 연구주제 설정, 연구설계, 논문작성 및 출판과정에 필요한 다양한 기술과 지식을 습득할 수 있도록 함.

• (운영 실적 III - ②) 연구방법론 교육을 통한 연구 분석 역량 구축

- CGE 모델링 교육, Qualitative Research Methods, 데이터과학을 위한 수학과 프로그래밍, 데이터과 학입문, DT(Digital Transformation) 역량 강화 교육, STATA 특강, 소셜네트워크 분석의 이론과 실제, 근거이론 분석의 기초와 실천, 질적연구의 기초 및 질적자료 분석, 현상적 연구(실천과 사례연구), 엑셀을 활용한 데이터 분석, 기본논문통계 등 12개 교육 프로그램을 제공하여 학생들의 데이터 분석 능력 및 연구결과 해석 역량을 키울 수 있도록 지원함.

• (운영 실적 III - ③) 영어 논문 작성 및 발표 교육을 통한 연구활동 기술 및 구술 능력 배양

- Communication: Presentation Skill & Technical Writing, 국제학술지 영어논문 교정 지원 사업, 영어 논문작성법 및 연구 윤리 등 3개의 교육 프로그램을 통해 학생들이 연구성과를 명확하고 효과적으로 전달 할 수 있는 능력과 고급 영어 작문 및 발표 능력을 개발할 수 있도록 지원함.

○ (운영 계획 IV) 학술논문 데이터베이스 활용법 워크숍

• (운영 실적 IV) Know-Where 지식 학습

- Endnote21, Mendeley Reference Manager, Passport, SciVal, Scopus, Turnitin 이용교육, 연구를 위한 정보탐색 전략 등 12개의 비교과 프로그램을 제공하여 학생들이 문헌자료 검색, 저널별 참고문헌 자동 작성, 우수학술논문 인용지수 검색 등의 기능을 익힐 수 있도록 지원함.

○ (운영 계획 V) 해외 연구 및 정책 기관과 국제협력·교류

• (운영 실적 V - ①) MOU 체결 기관을 통한 교류 확대 계획

- 해외 연구 및 정책 기관과의 국제협력을 적극 추진하기 위해 지속적으로 MOU 및 학술교류 기관 확대를 추진하고 있음.

• (운영 실적 V - ②) MOU 체결 성과

- 미국 GABI와 MOU 체결(2022년 8월 8일)로 공동 워크숍 주최 협력, 장단기 교육 리더십 개발 프로그램 구성 협의; 태국 Kasetsart University와 MOU를 체결하여(2022년 11월 22일) 연구 인력 교류, 기술 정보 교류, 합동 연구 증진을 논의; 미국 FREE와 에너지환경 분야 연구 및 교육 협력을 목적으로 MOU 체결(2023년 7월 7일). 본 MOU 체결로 본 대학원 학생 1명(2023년 수혜자: 박사과정 송가영)에게 최장 4년까지 연 17,000달러의 장학금 지급되고 있음.

○ 본 교육연구단의 교과 프로그램 구성

• 지난 3년 반의 사업 기간 총 76개의 교과목을 운영

- 본 대학원 교과 프로그램은 학문적 기초, 통합적 현상, 연구 및 실무의 핵심역량을 발전시키는 데 중점을 두고 설계되었음. (41 페이지 참고)

2.3 참여대학원생의 취(창)업 현황

① 취(창)업률

<표 2-1> 평가 대상 기간(2020. 9. 1. ~ 2024. 2. 29.) 내 졸업한 참여대학원생 취(창)업률 실적

구 분		졸업 및 취(창)업 현황 (단위: 명)						취(창)업률 (%) (D/C)×100
		졸업자 (A)	비취업자(B)			취(창)업대상자 (C=A-B)	취(창)업자 (D)	
			진학자		입대자			
			국내	국외				
2023년 2월 졸업자	석사	5	0	0	0	5	4	83.33
	박사	1	X		0	1	1	
2023년 8월 졸업자	석사	3	0	0	0	3	1	60
	박사	2	X		0	2	2	

② 취(창)업의 질적 우수성 (평가 대상 기간)

<표 2-2> 평가 대상 기간(2020. 9. 1. ~ 2024. 2. 29.) 내 졸업한 참여대학원생 중 취(창)업의 질적 우수성

연 번	성명	졸업연월	수여 학위 (석사/박사)	학위취득 시 학과(부)명	현 직장(직위)		
						대표 취(창)업 사례의 우수성	
1	고	2023.08	석사	에너지환경정책기술학	삼성전자 (CL2)		
	고 졸업생은 학위 중 유기물질 기반 광전소자를 연구하였으며, 나노 기술 분야의 국제저명 학술지인 ACS Photonics에 주저자로 논문을 게재함. 유기 광 검출기의 소재 혁신과 성능 최적화 기술을 통한 고성능 센서 개발 및 상업적 응용 분야에서 연구 역량을 인정받아 학위취득 후 삼성전자 DS부문 반도체연구소에 입사하였음. 현재 유기 광 검출 관련 신소재 연구 및 센서 성능 최적화 연구를 수행 중.						
2	손	2024.02	박사	에너지환경정책기술학	싱가포르국립대학교 산하 에너지연구소(연구원)		
	손 박사는 학위 과정 중 탄소중립 목표 달성을 위한 CCU(탄소 포집 및 활용) 기술의 경제성 및 재무 위험도를 분석하였으며, 재생에너지 기술에 대한 심층적 이해, 관련 데이터 분석 능력을 인정받아 세계적으로 저명한 연구기관인 싱가포르국립대학교 산하 에너지연구소의 연구원으로 임용되었음. 주로 재생에너지 탄소 회계 프로젝트, 데이터센터 scope3 추정 프로젝트 및 주요 국가의 저탄소 전략 프로젝트 등 전공역량과 연계된 업무를 수행하고 있음.						
3	채	2022.02	석사	에너지환경정책기술학	한화솔루션 (프로)		
	채 졸업생은 CsPbI3 페로브스카이트 태양전지의 성능, 안정성, 밴드갭 조절을 통해 고효율 태양전지를 제작하는 새로운 접근 방법을 제안하여 재료공학 분야 국제저명학술지 Applied materials & Interfaces에 주저자로 논문을 게재함. 학위취득 후 전공 분야인 페로브스카이트 태양전지 기술 관련 역량을 활용하여 한화큐셀에 입사하여 태양전지 제조 공정의 효율 향상에 기여하고 있음.						
4	홍	2024.02	박사	에너지환경정책기술학	서울대학교 건설환경공학과 (박사후연구원)		
	홍 박사는 지속가능한 수자원 관리 및 도시의 물 시스템 전반에 대한 에너지 및 자원 소비를 평가한 실증 연구로 국내외학계로부터 주목을 받는 신진연구자임. Sustainable Cities and Society 등 국내외 저명학술지에 3편의 논문을 게재하는 등 뛰어난 연구 성과와 산업생태학과 수자원 정책 분야에서의 뛰어난 연구역량을 인정받아 서울대학교 건설환경공학부에서 박사후연구원으로 임용되었음.						
평가 대상 기간(2020. 9. 1. ~ 2024. 2. 29.) 내 졸업한 참여대학원생 수				석사	25	제출 요구량	1 ~ 4
				박사	11		

2.4 우수 신진연구인력 확보 및 지원 실적

〈표 2-3〉 교육연구단 신진연구인력 현황

구분	신진연구인력 수 (단위: 명, 개월)		
	평가 대상 기간 내 총 인원 수	총 참여 개월 수	1인당 평균 참여 개월 수
박사후 과정생	2	15	8
계약교수	4	84	21
계	6	99	17

① 우수 신진연구인력 확보 및 지원 실적

BK21과 함께한 3.5년의 성과		
계획	실적	달성도
 <p>(확보 계획 I) 해외 학회, 우수 저널, 여러 협회를 통해 적극적으로 신진연구인력 확보</p>	<ul style="list-style-type: none"> 에너지 저장소재, 에너지환경정책학, 행정학, 지속가능경영학, 경제학 등 다양한 전공과 연구 주제를 아우를 수 있도록 여러 분야의 우수한 인력 채용 평가 기간 내 총 6명의 신진연구인력이 평균 15.5개월 참여하여 연구의 안정성과 지속성을 제고 외국인 연구교수인 Edmund Samuel과 Shijun Cao의 교육 및 연구 참여를 통해 본 교육연구단의 구성 다양성 증진 	달성
<p>(지원 계획 I) 안정된 계약기간 및 급여 보장</p> <p>(지원 계획 II) 우수연구 성과급 지급</p>	<ul style="list-style-type: none"> 안정된 계약기간을 보장하고 연구의 지속성 향상을 위한 급여 수준 보장 사업단 자체 평가를 통해 성과급 지급(총액 기준 매년 약 500만원) 	달성
 <p>(지원 계획 III) 연구공간 및 학술활동 지원</p>	<ul style="list-style-type: none"> 연구활동에 필요한 공간 제공 및 컴퓨터 등 물품을 지원. 국내외 학회 및 세미나 참가 지원 신진연구인력의 연구 몰입을 위한 물적 지원체계 구축 	달성
<p>(지원 계획 IV) 커리어 발전 지원</p>	<ul style="list-style-type: none"> 교과의 공동 강의교수로 참여할 수 있는 기회 제공(기후변화와 R&D, Smart City and Energy Transition) 국제학술지 편집진으로 참여해 전문영역 개발하도록 지원 국내외 학술대회 토론, 연구소 자문 교류 등 다방면 지원 	달성
 <p>(제도적 지원 계획 I) Research Fellow 제도를 활용한 안정적 연구활동 기간 보장</p> <p>(제도적 지원 계획 II) KIRD 프로그램 활용 R&D 역량 강화</p>	<ul style="list-style-type: none"> 1년 이상의 연구활동 기간 보장과 높은 수준의 급여(연구교수 월 350만원 이상, 박사후연구원 월 300만원 이상) 지급으로 안정적 연구를 지원 KIRD 프로그램 활용으로 연구역량을 제고하여 우수한 논문을 게재하고 학문적 영향력 입증(Edmund연구교수 ACS Applied Materials & Interfaces(IF=9.5), 피인용 횟수 76회) 	달성

1) 신진연구인력 확보 계획 대비 실적

- **(확보 계획 I)** 해외 학회와 우수 저널의 지면을 통해 신진연구인력 모집 광고를 내고, 여러 협회를 통한 적극적으로 홍보하는 등 채널의 다각화로 우수 신진 연구인력을 확보
- **(확보 실적 I)** 평가기간 내 총 6명이 본 교육연구단의 신진연구인력으로 참여하였으며, 매년 2명에서 4명의 신진연구인력을 꾸준히 확보함.
 - 2024년 2월 말 현재 재직 중인 신진연구인력은 총 3명임(연구교수 1명, 박사후 연구원 2명).
 - 총 6명의 신진연구인력 중 외국인 연구교수인 Edmund Samuel, Shijun Cao의 출신 국가 및 전공은 본 교육연구단의 국제화와 다양성 확보에 기여함.

이름	참여기간	직위	취업 현황
Edmund Samuel	20201012 - 20240229(40.5개월)	계약(연구)교수	본 교육연구단
김문준	20201012 - 20220228(16.5개월)	계약(연구)교수	조지메이슨대학교 한국캠퍼스
이형석	20220301 - 20230831(18개월)	계약(연구)교수	국민대학교
Shijun Cao	20220701 - 20230228(8개월)	계약(연구)교수	본 대학원 글로벌에너지정책 전문가양성사업단
이은주	20230401 - 20240229(11개월)	박사후연구원	국가녹색기술연구소
장재미	20231101 - 20240229(4개월)	박사후연구원	본 교육연구단

2) 신진연구인력 지원 계획 대비 실적

- **(지원 계획 I)** 안정된 계약기간 및 급여 보장
- **(지원 실적 I)** 안정된 계약기간과 급여 수준으로 신진연구인력에게 연구의 지속성 보장
 - 신진연구인력은 1인당 평균 15.5개월 참여하여 연구의 지속성을 높이고 안정된 연구 환경을 보장받아 집중적으로 연구에 매진할 수 있는 시간과 자원을 확보
 - 2024년 현재 급여 수준은 사업 시행 첫 해인 2020년 대비 약 16.7% 인상(연구교수 기준)

○ (지원 계획 II) 우수연구 성과급 지급

- (지원 실적 II) 사업단 자체 평가를 통해 연구업적의 우수성에 따라 차별적 성과급 지급
 - 본 교육연구단 차원 우수 연구 성과 보상제도(총액 기준 - 2차 연도 500만원, 3차 연도 500만원, 4차 연도 480만원)를 통해 신진연구인력의 연구 동기를 부여하고 양질의 연구 결과물을 도출.

○ (지원 계획 III) 연구공간 및 학술활동 지원

- (지원 실적 III - ①) 연구활동에 필요한 공간 제공 및 컴퓨터 등 물품을 지급하고 국내외 학회 및 세미나 참가 지원
 - 각 신진연구인력에게 연구공간 및 개인 컴퓨터 등 연구에 필요한 환경을 제공하여 연구를 원활하게 진행하고 실험 및 분석을 수행할 수 있도록 지원
 - 국내외 학회 참가에 필요한 비용 전액 지급. 이를 통해 신진연구인력은 다른 연구자들과의 교류 및 네트워킹 기회와 연구성과를 발표하고 피드백을 받을 수 있는 기회를 확보

신진연구인력	학술활동 지원 내용
이은주	본 교육연구단의 지원으로 2023년 6월 홍콩에서 개최된 The 8th Asia-Pacific Public Policy Network Conference에서 "Unintended Consequences of China's Clean Heating Transition"을 주제로 발표
이형석	스웨덴의 Centre for Environmental and Resource Economics(CERE)에 방문해 본인의 연구를 CERE의 연구자들과 대학원생들과 공유하여 국제 공동연구의 기반 조성
김문준	2021년 11월, 한국기후변화학회 하반기 학술대회에서 "New Cost of Air Pollution: Evidence from Solar Energy"를 주제로 발표

- (지원 실적 III - ②) 신진연구인력의 연구 몰입을 위한 물적 지원체계 구축
 - BK21사업 학문후속세대 국제학술지 영어논문 교정 지원 프로그램을 운영. 신진연구인력이 주저자 또는 교신저자인 SCIE, SSCI 학술지 게재예정 논문에 대해 편당 최대 60만원의 영문 교정비 지원
 - 신진연구인력의 안정적 연구기반 마련 및 연구의 질적 제고를 위해 데이터·자료·도서 구입, 설문조사 비용 등 연구비 지원
- (지원 실적 III - ③) 신진연구자들에게 본교의 학제 간 연구사업 지원과 외부과제 수행을 허용하고 있으며, 전임교원의 과제에도 참여하며 해당 과제에서 별도의 인건비를 지원받고 있음

신진연구인력	연구 수행 내용
Edmund Samuel	대표 실적 중 하나인 "Bimetallic ZnFe2O4 Nanosheets Prepared via Electrodeposition as Binder-free High-performance Supercapacitor Electrodes(2021, Applied Surface Science)"은 이해석 교수와 공동으로 진행된 연구
이은주	하윤희 교수가 과제 책임을 맡고 있는 에너지경제연구원 과제 "국내 기업의 신흥국 국제감축사업 진출·지원 협력 방안 연구"에 참여

○ (지원 계획 IV) 커리어 발전 지원

- (지원 실적 IV) 교수자로서의 커리어 개발을 위한 기회 제공 및 연구 교류 지원
 - 공동 강의교수로서 참여할 수 있는 기회 제공하여 교육 및 강의 기술을 향상시킴.

신진연구인력	강의 참여 내용
이형석	기후변화와 R&D 과목(2022년 2학기)에 공동 강의교수로 참여
Shijun Cao	Smart City and Energy Transition(2022년 2학기), 한국학(영강, 2022년 2학기) 과목에 공동 강의교수로 참여, 한국어 I(2022년 2학기) 강의교수로 참여

- 국제학술지에 편집진으로 참여하여 학문적 리더십을 강화하고 전문영역을 개발하도록 지원: 장새미 박사(Natural Hazards Review의 Associate Editor), 이형석 교수(Sustainability의 Guest Editor)
- 국내외 학술대회에서 토론 참여 및 연구소 자문을 통해 연구 교류 증대

신진연구인력	연구교류 내용
이은주	2023년도 제1차, 제2차 KEI 중국탄소중립연구포럼(토론자), 2023년 하계 한국국제정치학회(발표자), 동아시아 연구원, 코로나19 이후의 안보 도전과 대응: 기후변화, 감염병, 경제안보 및 사이버안보" 국제 컨퍼런스(토론자), 정보세계정치학회-KEI 공동 포럼, 정보·환경의 세계정치학: 글로벌 데이터 안보와 환경-에너지 안보의 공진화(토론자), 싱가포르 NUS ESI, Lixia Yao 박사 에너지환경대학원방문(자문 및

3) 신진연구인력 제도적 지원 계획 대비 실적

- (제도적 지원 계획 I) Research Fellow 제도를 활용한 안정적 연구활동 기간 보장
- (제도적 지원 실적 I) 안정적 연구지원과 높은 수준의 급여
 - 계약은 1년 단위로 진행되나 신진연구인력들의 평균 참여기간은 15.5개월(2024년 2월 현재 기준)이 있음. 신진연구인력들이 지속적으로 참여를 원할 경우 모두 재계약이 진행되었음.
- (제도적 지원 계획 II) KIRD 프로그램 활용 R&D 역량 강화
- (제도적 지원 성과 II) 연구 프로세스 증진 프로그램을 통한 연구역량 제고
 - 고려대와 MOU를 체결한 국가과학기술인력개발원(KIRD)의 연구 프로세스 증진 프로그램을 활용하여 연구제안서 작성, 실험계획법, 통계 활용법 등 연구수행에 필요한 실무역량 강화 기회 제공
 - 제도적 연구 지원 결과 우수한 논문을 게재하고 높은 피인용 횟수를 기록(표 참조)
우수 인용도 사례

신진연구인력	논문	인용 횟수(Google Scholar 기준)
Edmund Samuel	Supersonically Sprayed Washable, Wearable, Stretchable, Hydrophobic, and Antibacterial rGO/AgNW Fabric for Multifunctional Sensors and Supercapacitors(2021, ACS Applied Materials & Interfaces)	76회(SCI, IF=9.5)
이형석	Exports as a New Paradigm to Connect Business and Information Technology for Sustainable Development(2022, Journal of Innovation & Knowledge)	22회(SSCI, IF=18.1)
김문준	Air Pollution, Health, and Avoidance Behavior: Evidence from South Korea(2021, Environmental and Resource Economics)	18회(SSCI, IF=5.9)

4) 신진연구인력 활용 계획 대비 실적

- (활용 계획 I) 다양한 형태의 교육 참여
- (활용 실적 I) 신진연구인력이 교과목에 공동 강의교수로 참여하여 교수학습법 개발

신진연구인력	교육 참여 내용
Edmund Samuel	2020년 2학기 “Supercapacitor”, 2021년 1학기 “Li-Ion Battery” 특강 진행
이은주	2023년 2학기 “에너지환경산업현장의이해와실습”과목에 참여해 현장실습 주도

- (활용 계획 II) 대학원생 연구 지도
- (활용 실적 II) 실험과 논문 멘토링을 통한 학생들의 학문적 성장 촉진

신진연구인력	대학원생 논문 멘토링 내용
장새미	본 대학원 학생들의 논문 연구의 방법론(Social Network Analysis)을 지도하였으며 현재 외국인 박사과정생의 학위논문 설계와 방법론 멘토링을 진행
이은주, 장새미	학생들의 집중적인 논문 작성을 돕는 “글쓰기 부트캠프” 개최 및 논문 작성과 관련된 Q&A세션 진행하고 논문 연구방법론 지도, 논문 작성 과정에서 멘토 역할 수행하여 학생들의 학문 성장에 기여

- (활용 계획 III) 공동연구 활성화
- (활용 실적 III) 신진연구인력, 교수, 학생들간의 협업으로 연구 시너지 창출

신진연구인력	공동연구 내용
이은주	본 대학원 석사과정생, 박사과정생과 함께 “국제 온실가스 감축 프로젝트의 지속가능발전 혜택 강화”를 주제로 공동연구를 진행하고 있음. 이를 통해 본인의 연구 주제와 학생들의 연구 관심사를 연계해 시너지를 창출
	본 교육연구단이 주관하고 대신경제연구소와 한국국제경제학회가 공동 주최한 ‘온실가스 국제감축사업 도전과제와 대응전략’ 공동포럼을 준비하고 연구 내용을 발표함(대표 발표자: 하윤희 교수). 현재 이 연구의 논문화를 진행중(목표 저널: Policy & Society, SSCI, IF=9.3)

② 우수 신진연구인력의 대표 연구 실적

<표 2-4> 평가 대상 기간(2020. 9. 1. ~ 2024. 2. 29.) 내 신진연구인력 대표 연구 실적

연번	구분	성명	참여 시작 일	실적 종류	대표 연구 실적 상세내용
					대표 연구 실적의 우수성
1	연구교수	Edmund Samuel Prabhakar	2020. 10.12	학술지 논문	① 저자명: Bhavana Joshi, Edmund Samuel(공동제1저자) , Chanwoo Park, Yongil Kim, Hae-Seok Lee, Sam S. Yoon
					② 논문제목: Bimetallic ZnFe ₂ O ₄ Nanosheets Prepared via Electrodeposition as Binder-free High-performance Supercapacitor Electrodes
					③ 학술지명: Applied Surface Science
					④ 권(호), 페이지: 559, 149951
					⑤ ISSN/e-ISSN: 0169-4332/1873-5584
					⑥ 게재 연월: 2021.9
					⑦ DOI 번호(해당시): 10.1016/j.apsusc.2021.149951
					<ul style="list-style-type: none"> • 연구실적의 우수성 <ul style="list-style-type: none"> - 본 연구는 화학 분야 SCIE 등재 국제 학술지인 ‘Applied Surface Science’ (IF: 7.392, Q1)에 2021년 게재되었고, 2024년 2월 현재, 총 24회 인용됨(Google Scholar 기준). • 창의성·혁신성 <ul style="list-style-type: none"> - 본 연구는 나노 시트를 사용하여 초전도체의 나노 구조와 전기화학 성능에 미치는 금속 염 농도의 영향을 탐색하여 기존의 전극 제작 방법과는 다른 접근법을 제시 - 니켈 호일 위에 아연과 철을 전극 증착하여 아연과 철의 양금속 산화물 나노시트를 형성하였으며 이는 전기 전도도 및 전기화학 안정성을 향상시킴. - 비진공, 바인더 없는 전극 증착이 여러 금속을 효율적으로 증착하는 방법임을 보여주었으며, 이 접근법은 다양한 전극을 생성하여 장기적인 성능과 높은 에너지 밀도를 제공함. 본 연구는 나노 구조를 활용해 전기화학적 특성을 개선하는 새로운 방법을 제시하여 혁신적 기술 및 제품 개발에 기여함. • 비전·목표와의 부합성 <ul style="list-style-type: none"> - 본 연구는 국외 연구자(Bhavana Joshi, 인도)와의 협업의 결과물로 국제 공동연구 활성화와 글로벌 연구 네트워크 형성에 기여하였으며, 향후 금속 증착 소재 연구를 신항국으로 확장할 수 있다는 점에서 본 교육연구단의 목표에 부합함.

연구교수	이형석	2022. 3.1	학술지 논문	① 저자명: Junqiang Li, Jiangquan Wang, Hyongsuk Lee(교신저자), Xin Zhao
				② 논문제목: Cross-regional Collaborative Governance in the Process of Pollution Industry Transfer: The case of Enclave Parks in China
				③ 학술지명: Journal of Environmental Management
				④ 권(호), 페이지: 330, 117113
				⑤ ISSN: 0301-4797
				⑥ 게재 연월: 2023.3
				⑦ DOI 번호(해당시): https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.117113
2				<ul style="list-style-type: none"> • 연구실적의 우수성 <ul style="list-style-type: none"> - 본 연구는 환경 분야 저명 저널이며, SCIE 등재 국제 학술지인 ‘Journal of Environmental Management’ (IF: 8.7, Q1)에 2023년 게재됨. • 창의성·혁신성 <ul style="list-style-type: none"> - 본 연구는 ‘확률론적 진화(Stochastic Evolutionary)게임 모형’을 적용해 중국 내 오염기업의 이전과 관련된 지역 간 협력적 거버넌스를 분석함. 이 연구는 다양한 행위자들의 상황과 전략을 고려하였다는 점에서 단일 부문에 초점을 둔 기존 연구들과 차별화되며 정책 결정자들에게 보다 실질적인 시사점을 제공함. - 분석 결과 다양한 정책목표에 따라 나타날 수 있는 협력적 거버넌스의 세 가지 경로를 확인함. 정부의 과도한 보조금은 공원을 없애고 오염기업의 이전을 방해하며 오염배출이 과도한 산업은 작은 환경 비용에도 큰 영향을 받을 수 있음을 확인함. • 비전·목표와의 부합성 <ul style="list-style-type: none"> - 본 연구는 지속가능성에 기반을 둔 정책 수립의 근거를 제공한다는 점에서 본 교육연구단의 에너지환경 분야 사회문제 해결 목표에 부합함. - 더불어 본 연구는 이형석 교수와 중국 대학 간 국제 공동연구로 진행되었는데, 이는 글로벌 연구 협력 네트워크 확대를 추구하는 본 교육연구단의 목표에 부합함.

연구교수	김문준	2020. 10. 12	학술지 논문	① 저자명: Moon Joon Kim
				② 논문제목: Air Pollution, Health, and Avoidance Behavior: Evidence from South Korea.
				③ 학술지명: Environmental and Resource Economics
				④ 권(호), 페이지: 79: 63-91
				⑤ ISSN: 0924-6460
				⑥ 게재 연도: 2021.3
				⑦ DOI 번호(해당시): https://doi.org/10.1007/s10640-021-00553-1
3	<ul style="list-style-type: none"> • 연구실적의 우수성 <ul style="list-style-type: none"> - 본 연구는 경제, 계량경제, 재정 분야 SSCI 국제 학술지인 'Environmental and Resource Economics'(IF: 4.955, Q1)에 2021년 게재되었음. • 창의성·혁신성 <ul style="list-style-type: none"> - 분석 모형에서 사람들의 대기오염 회피 행동을 통제함으로써 대기오염이 건강에 미치는 영향을 보다 정확히 분석 - 대기오염과 건강 간 인과관계 분석에서 내생적 문제를 해결하기 위해 역사적 평균 대기오염 농도를 도구변수로 적용하는 방법은 환경보건 분야 연구에서 중요한 혁신임. 이 방법은 기상 및 지리적 요인이 지역 대기오염 수준에 미치는 영향에 대한 풍부한 정보를 포함해 다른 모델 대비 강력한 결과 도출이 가능 - 이 연구는 환경정책 결정에 있어 중요한 기초자료를 제공하고, 오염농도 변화에 특히 취약한 계층에 대한 더 강력한 보호 조치가 필요함을 창의적 방법으로 제시 • 비전·목표와의 부합성 <ul style="list-style-type: none"> - 본 연구는 대기오염과 공중보건 문제에 대한 심도 있는 이해와 효과적인 대책 마련에 기여하여 데이터 기반 기술-정책연구 융합연구를 통해 에너지환경 분야의 문제 해결에 기여한다는 교육 연구단의 비전과 밀접한 연관성이 있음. 			
총 신진연구인력 수	박사후과정생	2	제출 요구량	2 ~ 3
	계약교수	4		
	계	6		

3. 참여대학원생 연구역량

3.1 참여대학원생 연구 실적의 우수성

① 참여대학원생 대표연구업적물의 우수성

<표 2-5> 평가 대상 기간(2020. 9. 1. ~ 2024. 2. 29.) 내 참여대학원생 대표연구업적물

연번	학위과정 (석사/박사/ 석박사통합)	참여대학원 생 성명	지도교수 세부전공분야	업적물 종류	대표연구업적물 상세내용
대표연구업적물의 우수성					
1	석사	Hanna Schurmann	기술예측 및 평가	저널논문	① 저자명: Hanna Schuermann , JongRoul Woo
					② 논문제목: Estimating Consumers' Willingness to Pay for Reusable Food Containers When Ordering Delivery Food: A Contingent Valuation Approach
					③ 학술지명: Journal of Cleaner Production
					④ 권(호), 페이지: 366, 133012
					⑤ ISSN/ISBN/e-ISSN: 0959-6526
					⑥ 공동주저자 중 대표연구업적물 제출 참여대학원생 수: 1
					⑦ 게재연도: 2022
					⑧ DOI 번호: 10.1016/j.jclepro.2022.133012
					<ul style="list-style-type: none"> • 연구 실적의 우수성 <ul style="list-style-type: none"> - 외국인 석사과정 학생의 제1 저자 논문으로 환경 분야의 국제저명학술지(SCIE, Q1)인 Journal of Cleaner Production (IF:11.1)에 2022년 9월 게재 • 창의성 · 혁신성 <ul style="list-style-type: none"> - 온라인 음식배달 플랫폼의 재사용 용기 사용 시스템에 대한 소비자 지불의사와 경제적 타당성을 분석한 논문으로, 투자 대비 높은 수익과 환경적 이점이 보장되는 실현 가능한 제도 도입 방안을 제시했다는 점에서 혁신성이 있음. • 비전 · 목표와의 부합성 <ul style="list-style-type: none"> - 데이터 분석을 통해 도시의 새로운 환경 이슈로 등장한 배달음식의 재사용 용기 시스템 도입 근거를 제시했다는 점에서 데이터 기반 정책연구와 효율적인 자원관리를 목표로 하는 본 교육연구단의 목표에 부합 • 세부 전공분야(지도교수의 세부 전공분야)에의 기여 <ul style="list-style-type: none"> - 배달 음식 플랫폼을 이용하는 소비자의 재사용 용기 사용에 대한 지불 의사액을 바탕으로 재사용 식품 용기 시스템의 경제성을 평가한 최초의 연구라는 점에서 학문적 기여도가 높음.

2	석사	고예녹	전기재료	저널논문	① 저자명: Enoch Go , Hyunjung Jin, Seongwon Yoon, Sungmin Park, So Hyun Park, Hyeonggeun Yu and Hae Jung Son
					② 논문제목: Unraveling the Origin of Dark Current in Organic Bulk Heterojunction Photodiodes for Achieving High Near-Infrared Detectivity
					③ 학술지명: ACS Photonics
					④ 권(호), 페이지: 9(6), 2056
					⑤ ISSN/ISBN/e-ISSN: 2330-4022
					⑥ 공동주저자 중 대표연구업적물 제출 참여대학원생 수: 1
					⑦ 게재연도: 2022
					⑧ DOI 번호: 10.1021/acsp Photonics.2c00193
<ul style="list-style-type: none"> • 연구 실적의 우수성 <ul style="list-style-type: none"> - 석사과정 학생의 제1 저자 논문으로 나노기술 분야의 국제저명학술지(SCIE, Q1)인 ACS Photonics (IF:7.07)에 2022년 05월 게재 • 창의성·혁신성 <ul style="list-style-type: none"> - 근적외선 유기 광 검출기에서 암전류의 근본적인 원인을 조사하고, 전자 공여체 - 전자 수용체의 혼합형태와 외부 전극에서의 캐리어 주입 효과 두 가지 요인을 통해 유기 광 검출기의 검출 성능을 향상하는 전략을 제시 • 비전·목표와의 부합성 <ul style="list-style-type: none"> - 본 연구는 에너지 효율을 향상시키고 자원 소비를 줄이는 새로운 기술을 제안한 것으로 에너지 환경 분야에서 지속가능발전을 목표로 하는 본 교육연구단의 비전에 부합 • 세부 전공분야(지도교수의 세부 전공분야)에의 기여 <ul style="list-style-type: none"> - 새로운 설계 개념을 개발하여 광 검출기 검출 성능을 개선하는 기술을 제안한 것으로 광 전소자 기술 발전에 기여할 것으로 기대 					

3	박사	김다슬	전기재료	저널논문	① 저자명: Da-Seul Kim , Gi Soon Park, Byungwoo Kim, Soohyun Bae, Sang Yeun Park, Hyung-Suk Oh, Ung Lee, Doo-Hyun Ko, Jihyun Kim, and Byoung Koun Min
					② 논문제목: Achieving over 15% Efficiency in Solution-Processed Cu(In,Ga)(S,Se) ₂ Thin-Film Solar Cells via a Heterogeneous-Formation-Induced Benign p-n Junction Interface
					③ 학술지명: ACS Applied Materials & Interfaces
					④ 권(호), 페이지: 13, 13289-13300
					⑤ ISSN/ISBN/e-ISSN: 1944-8244
					⑥ 공동주저자 중 대표연구업적물 제출 참여대학원생 수: 2
					⑦ 게재연도: 2021
					⑧ DOI 번호: 10.1021/acsami.1c00781
					<ul style="list-style-type: none"> • 연구 실적의 우수성 <ul style="list-style-type: none"> - 박사과정 학생의 제1 저자 논문으로 재료과학 분야의 국제저명학술지(SCIE급, Q1)인 ACS APPLIED MATERIALS & INTERFACES에 2021년 3월 게재 • 창의성 · 혁신성 <ul style="list-style-type: none"> - 화학용액증착법으로 제조된 CdS 층의 형성 기작을 동종 기작에서 이종 기작으로 전환 및 유도하여 CIGS 박막 표면 위에 균일하고 우수한 커버리지를 가지는 CdS층을 형성 • 비전 · 목표와의 부합성 <ul style="list-style-type: none"> - 기존의 CIGS 박막 태양전지의 한계를 극복할 방안을 체계적으로 서술하였고, 이를 기반으로 우수한 태양전지 효율을 달성함으로써 본 교육연구단이 추구하는 에너지환경 분야 지속가능발전에 기여 • 세부 전공분야(지도교수의 세부 전공분야)에의 기여 <ul style="list-style-type: none"> - 개발된 기술은 CIGS 박막 태양전지 뿐만 아니라 실리콘 · 유기 · 페로브스카이트 태양전지 등 다양한 분야에 적용 가능. 또한 용액 공정을 통해 얻어진 고효율의 태양전지 성능은 공정 자체가 산업화에 유리하다는 이점이 있어 에너지 고갈 및 환경 문제 해결에 기여

4	석사	김승규	전기재료	저널논문	① 저자명: Seungkyu Kim , Yong Ju Yun, Taemin Kim, Chanyong Lee, Yohan Ko, Yongseok Jun
					② 논문제목: Hydrolysis-Regulated Chemical Bath Deposition of Tin-Oxide-Based Electron Transport Layers for Efficient Perovskite Solar Cells with a Reduced Potential Loss
					③ 학술지명: Chemistry of Materials
					④ 권(호), 페이지: 33, 21, 8194-8204
					⑤ ISSN/ISBN/e-ISSN: 1520-5002
					⑥ 공동주저자 중 대표연구업적물 제출 참여대학원생 수: 1
					⑦ 게재연도: 2021
					⑧ DOI 번호: 10.1021/acs.chemmater.1c02101
<ul style="list-style-type: none"> • 연구 실적의 우수성 <ul style="list-style-type: none"> - 석사과정 학생의 제1 저자 논문으로 재료공학 분야의 국제저명학술지(SCIE, Q1)인 Chem. of Mater. (IF:8.6)에 2021년 9월 게재 • 창의성 · 혁신성 <ul style="list-style-type: none"> - 본 연구는 화학 욱조 증착법을 통해 FTO 유리 표면에 적층된 SnO₂ 필름을 개발. OH 작용기를 가진 지연제를 사용하여 SnO₂ 입자의 집합을 규제하고, 글리세롤을 활용하여 최적의 모양 및 에너지 밴드 특성 확보 • 비전 · 목표와의 부합성 <ul style="list-style-type: none"> - 본 연구는 SnO₂ 의 증착 경향 개선을 통해 페로브스카이트 태양전지의 전자 이동층을 향상시켜, 높은 효율(21.8%)과 전압 손실 감소 효과를 보여 페로브스카이트 태양전지 상용화에 기여할 것으로 것으로 기대되어 본 교육연구단의 목표인 에너지환경 분야 산업 사회 문제 해결에 기여 • 세부 전공분야(지도교수의 세부 전공분야)에의 기여 <ul style="list-style-type: none"> - 본 연구는 SnO₂ 필름의 형태 및 토포그래피를 조절하여 SnO₂의 증착 경향을 개선함으로써 PSCs의 전자 이동층 향상, SnO₂ 필름의 집합을 조절하는 기술 제공 					

5	박사	김승훈	반도체물성	저널논문	① 저자명: Ki Ro Yoon, Chang-Kyu Hwang, Seung-hoon Kim , Ji-Won Jung, Ji Eon Chae, Jun Kim, Kyung Ah Lee, Ahyoum Lim, Su-Ho Cho, Jitendra Pal Singh, Jong Min Kim, Kihyun Shin, Byung Moo Moon, Hyun S Park, Hyoung-Juhn Kim, Keun Hwa Chae, Hyung Chul Ham, Il-Doo Kim, Jin Young Kim
					② 논문제목: Hierarchically Assembled Cobalt Oxynitride Nanorods and N-Doped Carbon Nanofibers for Efficient Bifunctional Oxygen Electrocatalysis with Exceptional Regenerative Efficiency
					③ 학술지명: ACS Nano
					④ 권(호), 페이지: 15(7), 10737-12456
					⑤ ISSN/ISBN/e-ISSN: 1936-0851
					⑥ 공동주저자 중 대표연구업적물 제출 참여대학원생 수: 1
					⑦ 게재연도: 2021
					⑧ DOI 번호: 10.1021/acsnano.0c09905
					<ul style="list-style-type: none"> • 연구 실적의 우수성 <ul style="list-style-type: none"> - 박사과정 학생의 공동 1저자 논문으로 신소재 분야의 저명 학술지(SCIE, Q1)인 ACS Nano(IF 17.1)에 2021년 6월 게재 • 창의성·혁신성 <ul style="list-style-type: none"> - 산화코발트/질화코발트/탄소로 이루어진 새로운 복합소재를 통해 내구성이 뛰어난 가역 연료전지 촉매를 개발하였으며 계산을 통해 동작 원리를 규명 • 비전·목표와의 부합성 <ul style="list-style-type: none"> - 본 연구에서 개발된 촉매는 그린수소 생산 및 수소 연료전지 발전에 양방향으로 활용될 수 있어 미래의 지속 가능한 에너지 사회로의 전환에 대한 통찰을 제공하며, 이는 본 교 육연구단이 목표로 하는 지속가능 발전 비전에 부합 • 세부 전공분야(지도교수의 세부 전공분야)에의 기여 <ul style="list-style-type: none"> - 본 연구는 신재생에너지 중 전기화학 기반의 연구를 수행하는 연구자들에게 아이디어를 제공하여 더 발전된 연구를 수행하기 위한 기반 마련

6	석박사통합	김태민	전기재료	저널논문	① 저자명: Yohan Ko, Taemin Kim , Chanyong Lee, Changhyun Lee, Yong Ju Yun and Yongseok Jun
					② 논문제목: Alleviating Interfacial Recombination of Heterojunction Electron Transport Layer via Oxygen Vacancy Engineering for Efficient Perovskite Solar Cells over 23%
					③ 학술지명: Energy and Environmental Materials
					④ 권(호), 페이지: 6(2), e12347
					⑤ ISSN/ISBN/e-ISSN: 2575-0356
					⑥ 공동저자 중 대표연구업적물 제출 참여대학원생 수: 1
					⑦ 게재연도: 2022
					⑧ DOI 번호: 10.1002/eem2.12347
					<ul style="list-style-type: none"> • 연구 실적의 우수성 - 석박사통합과정 학생의 제1 저자 논문으로 재료공학 분야의 국제저명학술지(SCIE, Q1)인 Energy and Environmental Materials에 2022년 1월 게재 • 창의성 · 혁신성 - 본 연구는 SnO₂ 와 TiO₂ 로 이루어진 이중층 구조의 전자 이동층(ETL)의 원자 수준에서의 특성을 분석하여 안정적이고 효율적인 페로브스카이트 태양전지(PSCs) 구현을 위한 기초적인 이해와 방향 제시 • 비전 · 목표와의 부합성 - SnO₂ /TiO₂ 이중층의 전자적 특성 개선은 태양전지나 다양한 광전자 소자의 성능 향상을 통해 에너지 효율성과 자원 절약을 가능하게 하여 본 교육연구단이 추구하는 에너지환경 분야 산업사회 문제 해결에 기여 • 세부 전공분야(지도교수의 세부 전공분야)에의 기여 - 본 연구는 SnO₂ /TiO₂ 이중층 구조에서의 밴드 오프셋과 관련된 중요 요소를 발견하여 장치 성능 향상과 히스테리시스 억제를 실현함으로써 태양전지 효율 향상을 위한 방향 제시

박사	김하영	전기재료	저널논문	① 저자명: Hayoung Kim , Asif Jan, Deok-Hwang Kwon, Ho-Il Ji, KyungJoong Yoon, Jong-Ho Lee, Yongseok Jun, Ji-Won Son, Sungeun Yang
				② 논문제목: Exsolution of Ru Nanoparticles on BaCe _{0.9} Y _{0.1} O _{3-δ} Modifying Geometry and Electronic Structure of Ru for Ammonia Synthesis Reaction Under Mild Conditions
				③ 학술지명: Small
				④ 권(호), 페이지: 19, 2205424
				⑤ ISSN/ISBN/e-ISSN: 1613-6829
				⑥ 공동주저자 중 대표연구업적물 제출 참여대학원생 수: 1
				⑦ 게재연도: 2023
				⑧ DOI 번호: 10.1002/sml.202205424
7	<ul style="list-style-type: none"> • 연구 실적의 우수성 <ul style="list-style-type: none"> - 박사과정 학생의 제1 저자 논문으로 나노소재 분야의 국제저명학술지(SCIE, Q1)인 Small (IF:13.3)에 2023년 2월 게재 • 창의성 · 혁신성 <ul style="list-style-type: none"> - 본 연구에서는 글리신-질산염 공정으로 Ru 도핑된 BaCeY-산화물 촉매를 합성하여 고온 환원을 통해 균일한 크기의 Ru 나노입자를 BaCeY-산화물 지지체에 용출 형성. 나노입자는 e안정성과 높은 활성도를 보이며 Ru의 금속-지지체 상호작용은 전자구조를 풍부하게 하여 촉매 활성을 향상. 일반적인 합침법으로 합성한 촉매와 상용 Ru/C 촉매와 비교해 암모니아 합성 효율과 안정성을 개선 • 비전 · 목표와의 부합성 <ul style="list-style-type: none"> - 본 연구는 수소사회의 차세대 에너지 운반체로 주목받고 있는 녹색 암모니아 합성 고효율 촉매를 사용하여 에너지 손실을 효과적으로 낮출 수 있는 방안으로 본 교육연구단이 추구하는 에너지환경 분야 산업사회 문제 해결 목표에 부합 • 세부 전공분야(지도교수의 세부 전공분야)에의 기여 <ul style="list-style-type: none"> - 고효율 에너지소재 합성을 통한 표면 촉매반응 분석 및 개선 			

8	석사	문민예	전기재료	저널논문	① 저자명: Minyar Moon , Puspendu Guha, Seongkook Oh, Hangyeol Jung, Sungeun Yang, Jong-Ho Lee, Yongseok Jun, Ji-won Son, Deok-Hwang Kwon
					② 논문제목: Feasibility Evaluation of Low-temperature Deposited Thin-film Electrolyte with Successive Post-annealing for Solid Oxide Fuel Cells
					③ 학술지명: Journal of Power Sources
					④ 권(호), 페이지: 589, 233774
					⑤ ISSN/ISBN/e-ISSN: 0378-7753
					⑥ 공동저자 중 대표연구업적물 제출 참여대학원생 수: 1
					⑦ 게재연도: 2024
					⑧ DOI 번호: 10.1016/j.jpowsour.2023.233774
<ul style="list-style-type: none"> • 연구 실적의 우수성 <ul style="list-style-type: none"> - 석사과정 학생의 공동 1 저자 논문으로 전기화학적 에너지 변환을 다루는 국제저명학술지(SCIE, Q1) Journal of Power Sources (IF: 9.794)에 24년 1월 게재 • 창의성, 혁신성 <ul style="list-style-type: none"> - 고체산화물연료전지(TF-SOFC)의 상용화 방안으로 전해질의 재료를 변경하는 연구는 일부 수행되었으나, 전해질을 박막형태로 증착할 때 증착온도를 낮추는 새로운 해결책을 제시 • 비전, 목표와의 부합성 <ul style="list-style-type: none"> - TF-SOFC의 낮은 온도 전해질 증착 방법 연구는 고에너지 소비 및 환경 부담을 줄이며, 장기적으로 재료 안정성을 향상시켜 지속 가능한 에너지 솔루션으로의 전환을 촉진하는 것으로 본 교육연구단의 본 교육연구단의 에너지환경 분야 산업사회 문제 해결 목표에 부합 • 세부 전공분야(지도교수의 세부 전공분야)에의 기여 <ul style="list-style-type: none"> - 본 연구는 TF-SOFC가 에너지 분야에서 더 널리 사용될 수 있도록 기여하며, 박막 공정과 고체전기화학적 분야에 기여 					

9	박사	박상현	반도체물성	저널논문	① 저자명: Sanghyun Park , Yongtae Ahn, Sunjae Lee, Jaeyoung Choi
					② 논문제목: Calcium Carbonate Synthesis From Waste Concrete For Carbon Dioxide Capture: From Laboratory to Pilot Scale
					③ 학술지명: Journal of Hazardous Materials
					④ 권(호), 페이지: 403, 123862
					⑤ ISSN/ISBN/e-ISSN: 0304-3894
					⑥ 공동주저자 중 대표연구업적물 제출 참여대학원생 수: 2
					⑦ 게재연도: 2021
					⑧ DOI 번호: 10.1016/j.jhazmat.2020.123862
					<ul style="list-style-type: none"> • 연구 실적의 우수성 - 박사과정 학생의 제1 저자 논문으로 환경공학 분야의 국제저명학술지(SCIE, Q1)인 Journal of Hazardous Materials (IF:13.6)에 2021년 02월 게재 • 창의성·혁신성 - 건설 폐기물인 폐콘크리트를 활용하여, 고순도의 탄산칼슘을 생산함. 기존의 탄산칼슘은 석회석을 채취 및 가공하였으나, 본 연구는 폐자원을 활용한다는 점에서 창의성과 혁신성을 확보 • 비전·목표와의 부합성 - 본 연구에서 개발된 고순도의 탄산칼슘 제조는 폐기물 재사용 측면에서 의미가 있으며, 대기 중에 존재하는 이산화탄소를 포집하여 활용하므로 본 교육연구단의 목표인 효율적 자원관리와 기후변화 대응에 기여 • 세부 전공분야(지도교수의 세부 전공분야)에의 기여 - 본 연구는 Lab test 및 Pilot Scale Test 결과로써, Pilot 장비의 공정, 설계 및 제조된 소재(탄산칼슘)의 순도, 백색도, 입도 사이즈 등 품질 검증 분야에 기여

10	박사	박소현	반도체물성	저널논문	① 저자명: So Hyun Park , Sungmin Park, Seungjin Lee, Jiho Kim, Hyungju Ahn, Bumjoon Kim, Boknam Chae, and Hae Jung Son				
					② 논문제목: Development of Highly Efficient Large Area Organic Photovoltaic Module: Effects of Nonfullerene Acceptor				
					③ 학술지명: Nano Energy				
					④ 권(호), 페이지: 77, 105147				
					⑤ ISSN/ISBN/e-ISSN: 2211-2855				
					⑥ 공동주저자 중 대표연구업적물 제출 참여대학원생 수: 1				
					⑦ 게재연도: 2020				
					⑧ DOI 번호: 10.1016/j.nanoen.2020.105147				
					<ul style="list-style-type: none"> • 연구 실적의 우수성 <ul style="list-style-type: none"> - 박사과정 학생의 제1 저자 논문으로 에너지 분야의 국제저명학술지(SCIE급, Q1)인 Nano Energy (IF:17.6)에 2020년 11월 게재 • 창의성·혁신성 <ul style="list-style-type: none"> - 유기태양전지에서 상용화의 문제점 중 하나인 고효율 대면적 유기태양전지를 제작하기 위해 유기태양전지 소재 개발 원리를 규명 • 비전·목표와의 부합성 <ul style="list-style-type: none"> - 유기태양전지 소재 개발을 통해 고효율 대면적 유기태양전지의 상용화 문제를 해결하여 재생에너지 산업의 성장을 촉진하고, 환경에 부담을 덜면서 지속 가능한 에너지 공급을 실현하는데 기여하는 연구로 본 교육연구단의 에너지환경 분야 산업사회 문제 해결 목표에 부합 • 세부 전공분야(지도교수의 세부 전공분야)에의 기여 <ul style="list-style-type: none"> - 본 연구는 재료 과학 및 전자공학 분야에서 혁신적인 발전을 이끌어내며 태양에너지 활용 기술의 진보에 기여 				

	박사	박연수	기술예측 및 평가	저널논문	① 저자명: Yeonsoo Park , Dukrok Suh
					② 논문제목: How Are 'Pasteur Researchers' Formed and What Contributions Do They Make? A Case Study of a Research Institute in Korea
					③ 학술지명: Technological Forecasting and Social Change
					④ 권(호), 페이지: 200,123091
					⑤ ISSN/ISBN/e-ISSN: 0040-1625
					⑥ 공동저자 중 대표연구업적물 제출 참여대학원생 수: 1
					⑦ 게재연도: 2023
					⑧ DOI 번호: 10.1016/j.techfore.2023.123091
11					<ul style="list-style-type: none"> • 연구 실적의 우수성 - 박사과정 학생의 제1 저자 논문으로 기술정책 분야의 국제저명학술지(SCI, Q1)인 Technological Forecasting and Social Change (IF:12.0)에 2023년 12월 게재 • 창의성·혁신성 - 본 연구는 연구자 개인단위로 장기에 걸쳐 추적 및 수집한 데이터를 분석하여 구축한 연구자 개인정보, 연구 분야, 연구 성과 등의 자료를 바탕으로 시간에 따라 우수연구자로 성장하는 현상을 살펴보고 그 요인을 파악했다는 점에서 창의적이고 혁신적인 R&D 정책 연구 • 비전·목표와의 부합성 - 본 연구는 연구자들을 추적 관찰한 데이터를 기반으로 우수연구자를 육성하기 위해 어떤 지원을 해야 하는가에 대한 정책합의를 도출하고 있어 기술-정책 융합연구를 추구하는 본 교육연구단의 목표에 부합 • 세부 전공분야(지도교수의 세부 전공분야)에의 기여 - 본 연구는 우수 연구자를 육성하고 우수한 연구 성과를 도출하기 위한 R&D 정책 시스템을 구축하는 데 이바지할 것으로 기대

12	석사	손우진, 이승연	기술예측및평가	저널논문	① 저자명: Woojin Son , Seungyeon Lee, JongRoul Woo
					② 논문제목: Community Acceptance of Hydrogen Power Plant Projects: The Case of South Korea
					③ 학술지명: Renewable and Sustainable Energy Reviews
					④ 권(호), 페이지: 187, 113778
					⑤ ISSN/ISBN/e-ISSN: 1364-0321
					⑥ 공동주저자 중 대표연구업적물 제출 참여대학원생 수: 2
					⑦ 게재연도: 2023
					⑧ DOI 번호: 10.1016/j.rser.2023.113778
					<ul style="list-style-type: none"> • 연구 실적의 우수성 <ul style="list-style-type: none"> - 석사과정 학생의 제1 저자 논문으로 지속 가능한 에너지 분야의 국제저명학술지(SCIE, Q1)인 Renewable and Sustainable Energy Reviews(IF:15.9)에 2023년 9월 게재 • 창의성 · 혁신성 <ul style="list-style-type: none"> - 조건부가치측정법과 이산선택실험법을 활용하여 수소 연료전지 발전소에 대한 지역사회의 수용의사액과 세부 속성의 영향을 분석하고, 이를 바탕으로 수소경제 실현을 위한 정책적 시사점을 제시 • 비전 · 목표와의 부합성 <ul style="list-style-type: none"> - 수소 연료전지 발전소의 지역사회 수용을 위한 적절한 보조금 수준 결정에 실증적 근거를 제공함으로써, 지속 가능한 에너지 전환과 수소경제 실현이라는 국가적 목표에 기여. 기술-데이터-정책 융합연구와 지속가능발전을 목표로 하는 본 연구단의 비전에 부합 • 세부 전공분야(지도교수의 세부 전공분야)에의 기여 <ul style="list-style-type: none"> - 에너지환경정책 분야에 있어 수소 기술과 관련된 지역사회의 수용성을 이해하기 위한 실증적 근거를 제공

13	석박사통합	우종인	전기재료	저널논문	① 저자명: Jongin Woo , Byeong Cheul Moon, Ung Lee, Hyung-Suk Oh, Keun Hwa Chae, Yongseok Jun, Byoung Koun Min*, and Dong Ki Lee
					② 논문제목: Collaborative Electrochemical Oxidation of the Alcohol and Aldehyde Groups of 5-Hydroxymethylfurfural by NiOOH and Cu(OH) ₂ for Superior 2,5-Furandicarboxylic Acid Production
					③ 학술지명: ACS Catalysis
					④ 권(호), 페이지: 2022, 12, 7, 4078-4091
					⑤ ISSN/ISBN/e-ISSN: 2155-5435
					⑥ 공동주저자 중 대표연구업적물 제출 참여대학원생 수: 1
					⑦ 게재연도: 2022
					⑧ DOI 번호: 10.1021/acscatal.1c05341
<ul style="list-style-type: none"> • 연구 실적의 우수성 <ul style="list-style-type: none"> - 석박사 통합과정 학생의 제1 저자 논문으로 화학 분야의 국제저명학술지(SCIE, Q1)인 ACS Catalysis (IF:12.9)에 2022년 3월 게재 • 창의성 · 혁신성 <ul style="list-style-type: none"> - HMF를 활용한 모노머 생성과 함께, 니켈과 구리의 서로 다른 반응력을 규명하여 전기화학적 물산화 반응의 대안으로서의 HMF 활용에 기여 • 비전 · 목표와의 부합성 <ul style="list-style-type: none"> - 5-Hydroxymethylfurfural(HMF)을 활용한 모노머 생성 및 니켈과 구리의 산화 반응 규명은 친환경적인 생산 과정을 개발하여 에너지 및 자원 소비를 절감하고, 지속 가능한 화학 산업을 유도하는 데 기여함으로써 본 교육연구단의 에너지환경 분야 산업사회 문제 해결 목표에 부합 • 세부 전공분야(지도교수의 세부 전공분야)에의 기여 <ul style="list-style-type: none"> - 본 연구는 저렴한 금속 원소들을 간단한 전기증착 기법으로 조합하여 귀금속 촉매의 성능을 증가하는 촉매를 개발함으로써 효과적인 촉매 소재의 디자인 방법 개발에 기여 					

14	석사	유여진	환경/자원정책	저널논문	① 저자명: Yeojin Yoo , Yoonhee Ha
					② 논문제목: Market Attractiveness Analysis of Battery Energy Storage Systems in Indonesia, Malaysia, the Philippines, Thailand, and Vietnam
					③ 학술지명: Renewable and Sustainable Energy Reviews
					④ 권(호), 페이지: 191, 140819
					⑤ ISSN/ISBN/e-ISSN: 1364-0321
					⑥ 공동주저자 중 대표연구업적물 제출 참여대학원생 수: 1
					⑦ 게재연도: 2023
					⑧ DOI 번호: 10.1016/j.rser.2023.114095
<ul style="list-style-type: none"> • 연구 실적의 우수성 <ul style="list-style-type: none"> - 석사과정 학생의 제1 저자 논문으로 에너지 분야의 국제저명학술지(SCIE급, Q1)인 Renewable and Sustainable Energy Reviews (IF:15.9)에 2023년 12월 게재 • 창의성·혁신성 <ul style="list-style-type: none"> - 배터리 에너지저장 시스템(BESS) 시장을 객관적으로 평가하기 위한 경쟁력 지표를 개발해 동남아 주요 5개국(말레이시아, 베트남, 인도네시아, 태국, 필리핀)의 ESS 시장 매력도를 평가 • 비전·목표와의 부합성 <ul style="list-style-type: none"> - 동남아시아 5개국의 ESS 시장을 비교 분석하여 각 국가의 특성에 맞는 정책을 제안하고, 지역 간 협력을 강화하여 지역 발전 및 국제 협력에 기여하는 연구로 기술-정책 융합과 지속가능발전을 목표로 하는 본 교육연구단의 비전에 부합 • 세부 전공분야(지도교수의 세부 전공분야)에의 기여 <ul style="list-style-type: none"> - 동남아시아 ESS 시장에 대한 통합적인 분석을 통해 정책 결정자, 산업 관계자, 연구자들에게 동남아시아 ESS 시장의 현황과 전망에 대한 통찰력을 제공 					

15	석박사통합	이선재	반도체재료	저널논문	① 저자명: Sun-Jae Lee , Man ho Han, Yong-Tae Ahn, Byong-Hun Jeon, Jaeyoung Choi
					② 논문제목: Assessment of Effectiveness in Stabilization/Solidification of Arsenic-Contaminated Soil:Long-Term Leaching Test and Geophysical Measurement
					③ 학술지명: Environmental Science and Pollution Research
					④ 권(호), 페이지: 30, 120472-120482
					⑤ ISSN/ISBN/e-ISSN: 0944-1344
					⑥ 공동주저자 중 대표연구업적물 제출 참여대학원생 수: 1
					⑦ 게재연도: 2023
					⑧ DOI 번호: 10.1007/s11356-023-30641-2
<ul style="list-style-type: none"> • 연구 실적의 우수성 <ul style="list-style-type: none"> - 석박사통합과정 학생의 제1 저자 논문으로 환경과학 분야의 국제저명학술지(SCIE, Q2)인 Environmental science and pollution research에 2023년 11월 게재 • 창의성·혁신성 <ul style="list-style-type: none"> - 기존의 지구화학적 분석 방법은 시간과 노동력, 비용이 많이 든다는 한계점이 존재하며, 시료 채취에 의한 안정화 토양의 파괴가 불가피하였음. 본 연구를 통해 이와 같은 한계점이 보완된 연속적이면서도 객관적인 데이터 확보가 가능 • 비전·목표와의 부합성 <ul style="list-style-type: none"> - 본 연구에서 제안된 지구물리탐사 기반의 모니터링 방법은 기존의 지구화학적 모니터링 방법의 한계를 보완하여 토양 파괴를 방지하는 분석법을 개발했다는 점에서 본 교육연구단의 환경보호 목표에 부합 • 세부 전공분야(지도교수의 세부 전공분야)에의 기여 <ul style="list-style-type: none"> - 본 연구는 EPA 기준에 근거한 장기 모니터링 시스템 구축, 전기 비저항 및 유도분극 측정이 가능한 특수 컬럼 제작, 장기 모니터링이 가능한 프로그램 설계 등으로 기여 					

16	석사	이영섭	전기재료	저널논문	① 저자명: Ho Young Kim, Yeongseop Lee , Jihun Kim, Jinwoo Woo, Yongseok Jun, Hae Jung Son, Kwangjin An, Jin Young Kim
					② 논문제목: Ceria Tubular Nanoarchitecture Anti-oxidants Achieve Sustainable Fuel Cell Devices via Tuning the Oxophilicity of Pt Catalytic Surfaces and Radical Scavenging
					③ 학술지명: Chemical Engineering Journal
					④ 권(호), 페이지: 476, 146662
					⑤ ISSN/ISBN/e-ISSN: 1385-8947
					⑥ 공동저자 중 대표연구업적물 제출 참여대학원생 수: 1
					⑦ 게재연도: 2023
					⑧ DOI 번호: 10.1016/j.cej.2023.146662
					<ul style="list-style-type: none"> • 연구 실적의 우수성 <ul style="list-style-type: none"> - 석사과정 학생의 제1 저자 논문으로 화학공학 분야의 국제저명학술지(SCIE, Q1)인 Chemical Engineering Journal (IF:16.7)에 2023년 11월 게재 • 창의성·혁신성 <ul style="list-style-type: none"> - 연료전지 작동 중에 발생하는 산소라디칼은 촉매의 소결, 담지체의 부식 및 전해질막의 열화를 야기하여 전지의 내구성을 감소시킴. 본 연구는 세륨 산화물 나노구조에 따른 라디칼 소거 활성의 원리를 체계적으로 규명 • 비전·목표와의 부합성 <ul style="list-style-type: none"> - 본 연구의 결과는 산업 현장에서 사용되고 있는 수송·발전용 연료전지의 내구성 향상에 핵심이 되는 원리로 본 교육연구단의 목표인 산학연계 문제해결형 연구 강화의 일환 • 세부 전공분야(지도교수의 세부 전공분야)에의 기여 <ul style="list-style-type: none"> - 본 연구는 세륨 산화물 구조가 산화 방지 및 백금촉매 성능에 미치는 영향을 전기화학적·분광학적 방법으로 분석했으며, 이는 전기화학 분야에서 나노구조의 화학적 상호작용을 이해하는 데 중요한 정보를 제공

17	석사	이진형	전기재료	저널논문	① 저자명: Peddaboodi Gopikrishna, JinHyeong Rhee , Seongwon Yoon, DuHyeon Um, Hyunjung Jin, Yongseok Jun, Huijeong Choi, Hae Jung Son, and BongSoo Kim
					② 논문 제목: Efficient and Scalable Large-area Organic Solar Cells by Asymmetric Nonfullerene Acceptors Based on 9H-Indeno[1,2-b]pyrazine-2,3,8-Tricarbonitrile
					③ 학술지명: Advanced Functional Materials
					④ 권(호), 페이지: 33, 2305541
					⑤ ISSN/ISBN/e-ISSN: 1616-301X/1616-3028
					⑥ 공동저자 중 대표연구업적물 제출 참여대학원생 수: 1
					⑦ 게재연도: 2023
					⑧ DOI 번호: 10.1002/adfm.202305541
<ul style="list-style-type: none"> • 연구 실적의 우수성 <ul style="list-style-type: none"> - 석사과정 학생의 제1 저자 논문으로 에너지 소재 분야의 국제저명학술지(SCIE, Q1)인 Advanced Functional Materials (IF:19.1)에 2023년 07월 게재 • 창의성 · 혁신성 <ul style="list-style-type: none"> - 본 연구는 유기태양전지의 광활성층 분자구조를 변형하여 비대칭 광활성층 소재를 개발 - 분자구조의 변형으로 비대칭성을 부여하고 높은 dipole-moment를 유발하여 전하 이동도와 분자 간 상호작용을 증진시킴으로써 고효율 유기태양전지 개발의 새로운 가능성을 제시 • 비전 · 목표와의 부합성 <ul style="list-style-type: none"> - 본 연구는 고효율 유기 태양전지를 개발하여 지속가능 에너지원인 태양광에너지의 활용 가능성을 극대화한다는 점에서 본 교육연구단의 지속가능발전 목표에 부합 • 세부 전공분야(지도교수의 세부 전공분야)에의 기여 <ul style="list-style-type: none"> - 본 연구는 유기 태양전지 대면적화에 기여 - 비대칭 유기 태양전지 광활성층 소재 개발 및 블레이코팅 최적화를 통해 일관성 있는 유기 태양전지 공정을 개발함으로써 유기 태양전지 분야 발전에 기여 					

18	박사	장성은	기술예측 및 평가	저널논문	① 저자명: Sung-Eun Chang , JongRoul Woo
					② 논문제목: Are Electric Vehicle Users Willing to Pay Tax for Charging Electric Vehicles? A Case Study of South Korea
					③ 학술지명: Energy Economics
					④ 권(호), 페이지: 129, 107243
					⑤ ISSN/ISBN/e-ISSN: 0140-9883
					⑥ 공동주저자 중 대표연구업적물 제출 참여대학원생 수: 1
					⑦ 게재연도: 2024
					⑧ DOI 번호: 10.1016/j.eneco.2023.107243
<ul style="list-style-type: none"> • 연구 실적의 우수성 - 박사과정 학생의 제1 저자 논문으로 경제학 분야의 국제저명학술지(SCI, Q1)인 Energy Economics (IF:12.8)에 2024년 1월 게재 • 창의성 · 혁신성 - 내연기관차가 전기차로 대체되며 세수 손실이 발생함에 따라 세제 개편의 필요성이 대두되고 있고, 이에 따라 미래 시점의 세수 손실 규모를 예측하고 새로운 세제 시스템을 제안하는 한편 이러한 시스템에 대한 소비자의 수용성 가능성을 확인 • 비전 · 목표와의 부합성 - 본 연구는 지속가능발전을 위해 도입되는 전환 정책이 일으키는 과도기적 문제 해결을 위한 정책 대안을 제시하고 있어 본 교육연구단의 지속가능발전 목표 기여에 부합 • 세부 전공분야(지도교수의 세부 전공분야)에의 기여 - 본 연구는 조건부가치측정법을 이용하여 소비자 관점에서 수용 가능한 전기차 세금 및 관련 영향 인자를 도출하여 미래 세수 시나리오를 정량적으로 평가하고 설계하는 데 기여 					

19	박사	장용철	투자/위험관리	저널논문	① 저자명: Yongchul Jang, Kyung Nam Kim, JongRoul Woo
					② 논문제목: Post-Consumer Plastic Packaging Waste from Online Food Delivery Services in South Korea
					③ 학술지명: Waste Management
					④ 권(호), 페이지: 156, 177-186
					⑤ ISSN/ISBN/e-ISSN: 2211-2855
					⑥ 공동주저자 중 대표연구업적물 제출 참여대학원생 수: 1
					⑦ 게재연도: 2023
					⑧ DOI 번호: 10.1016/j.wasman.2022.11.036
<ul style="list-style-type: none"> • 연구 실적의 우수성 <ul style="list-style-type: none"> - 박사과정 학생의 제1 저자 논문으로 폐기물 분야의 국제저명학술지(SCIE, Q1)인 Waste Management (IF:8.1)에 2023년 2월 게재 • 창의성 · 혁신성 <ul style="list-style-type: none"> - 한국의 온라인음식배달서비스에서 발생하는 플라스틱 포장재의 양을 추정하고, 전과정평가를 사용하여 환경의 정량적 영향을 국내 최초로 도출 • 비전 · 목표와의 부합성 <ul style="list-style-type: none"> - 다회용기 도입, 재생원료 사용, 재활용률 증가와 같은 대안들을 비교 분석함으로써 플라스틱 폐기물 관리의 효율적인 방안을 제시하는 연구로 지속가능한 자원관리 측면에서 본 교육연구단 지속가능발전 기여 목표에 부합 • 세부 전공분야(지도교수의 세부 전공분야)에의 기여 <ul style="list-style-type: none"> - 효율적인 플라스틱 폐기물 관리를 위한 여러 대안을 제시함으로써 정책결정과 투자 관점에서 중요한 인사이트를 제공 					

20	석사	전호열	전기재료	저널논문	① 저자명: Hoyeol Jeon , Deok-Hwang Kwon, Hyoungchul Kim, Jong-Ho Lee, Yongseok Jun, Ji-Won Son, Sangbaek Park
					② 논문 제목: Tailoring Shape and Exposed Crystal Facet of Single-crystal Layered-oxide Cathode Particles for All-solid-state Batteries
					③ 학술지명: Chemical Engineering Journal
					④ 권(호), 페이지: 445, 136828
					⑤ ISSN/ISBN/e-ISSN: 1385-8947
					⑥ 공동저자 중 대표연구업적물 제출 참여대학원생 수: 1
					⑦ 게재연도: 2022
					⑧ DOI 번호: 10.1016/j.cej.2022.136828
					<ul style="list-style-type: none"> • 연구 실적의 우수성 <ul style="list-style-type: none"> - 박사과정 학생의 제1 저자 논문으로 나노소재 분야의 국제저명학술지(SCIE, Q1)인 Chemical Engineering Journal (IF:15.1)에 2022년 10월 게재 • 창의성 · 혁신성 <ul style="list-style-type: none"> - 본 연구에서는 종횡비와 결정면이 서로 다른 Rod, Plate, Octahedron 형상의 LiNi_{0.6}Co_{0.2}Mn_{0.2}O₂(NCM)을 합성하여 전기화학적 특성에 대한 영향을 조사. 종횡비가 증가할수록 양극끼리 응집이 더해져 전기화학적 특성이 저조해지며 종횡비가 낮을수록 균일한 복합 양극을 얻는 데는 유리함을 확인 • 비전 · 목표와의 부합성 <ul style="list-style-type: none"> - 본 연구는 차세대 소자와 관련된 혁신적 연구를 통해 지속가능한 에너지원에 대한 비전을 제시 • 세부 전공분야(지도교수의 세부 전공분야)에의 기여 <ul style="list-style-type: none"> - 본 연구는 기존의 연구 틀에서 벗어나 소재의 다양화를 추구함. 특히 기존 크기 중심의 연구를 벗어나 양극활물질의 형상 및 노출 결정면의 중요도를 강조하여 최적의 형상을 제시

21	박사	정무영	전기재료	저널논문	① 저자명: Moo Young Jung , Hyobeen Cho, Chanyong Lee, Yong Ju Yun, Suresh Kannan Balasingam, Yongseok Jun
					② 논문제목: Synergetic Effect of a Battery-Like Nickel Phosphide and a Pseudocapacitive Cobalt Phosphide Electrodes for Enhanced Energy Storage
					③ 학술지명: Journal of Energy Storage
					④ 권(호), 페이지: 66, 107321
					⑤ ISSN/ISBN/e-ISSN: 2352-152X
					⑥ 공동주저자 중 대표연구업적물 제출 참여대학원생 수: 1
					⑦ 게재연도: 2023
					⑧ DOI 번호: 10.1016/j.est.2023.107321
					<ul style="list-style-type: none"> • 연구 실적의 우수성 - 박사과정 학생의 제1 저자 논문으로 재료공학 분야의 국제저명학술지(SCIE,Q1)인 Journal of Energy Storage (IF:9.4)에 2023년 8월 게재 • 창의성 · 혁신성 - 본 연구는 기존의 슈퍼캐패시터 전극과는 다른 CoP와 NiP의 하이브리드 전극을 도입하여 높은 에너지 밀도를 달성 • 비전 · 목표와의 부합성 - 본 연구는 향후 고에너지 밀도를 갖는 슈퍼캐패시터 개발에 폭넓게 활용될 수 있을 것으로 기대되어 본 교육연구단의 에너지환경 분야 산업사회 문제 해결 목표에 부합 • 세부 전공분야(지도교수의 세부 전공분야)에의 기여 - 본 연구의 결과는 에너지 저장 시스템 수요의 급증에 대응하여, 신뢰성 있고 효율적인 에너지 저장 기술로 활용될 것으로 기대

22	박사	정상빈	반도체물성	저널논문	① 저자명: Ki Joon Heo, Sang Bin Jeong , Juhun Shin, Gi Byoung Hwang, Hyun Sik Ko, Yeonsang Kim, Dong Yun Choi, and Jae Hee Jung
					② 논문제목: Water-Repellent TiO ₂ -Organic Dye-Based Air Filters for Efficient Visible-Light-Activated Photochemical Inactivation against Bioaerosols
					③ 학술지명: Nano Letters
					④ 권(호), 페이지: 21(4), 1576-1583
					⑤ ISSN/ISBN/e-ISSN: 1530-6984
					⑥ 공동주저자 중 대표연구업적물 제출 참여대학원생 수: 1
					⑦ 게재연도: 2021
					⑧ DOI 번호: 10.1021/acs.nanolett.0c03173
					<ul style="list-style-type: none"> • 연구 실적의 우수성 - 박사과정 재학 중 제1 저자 논문으로 국제저명학술지인 Nano Letters (IF:10.8, Q1)에 2021년 2월 게재 • 창의성·혁신성 - 가시광에너지를 이용해 살균 성능을 발현할 수 있는 신소재 개발 및 이를 에어필터에 적용 • 비전·목표와의 부합성 - 친환경에너지인 가시광을 에너지원으로 활용한 소재를 개발함으로써 에너지환경 분야 산업사회 문제 해결을 목표로 하는 본 교육연구단의 비전에 부합 • 세부 전공분야(지도교수의 세부 전공분야)에의 기여 - 실내공간 내 부유하는 입자상 오염물질 중 하나인 바이오에어로졸을 부가적인 에너지 공급 없이 햇빛과 실내 등에 풍부한 가시광 에너지를 이용해 제어할 수 있는 기술을 개발하여 친환경적으로 실내 공기질을 관리할 수 있는 가능성을 제시

23	석사	조정만	반도체재료	저널논문	① 저자명: Jungman Jo, Jinkyung Lee, Yongtae Ahn, Yu Sik Hwang, Junboum Park, Jeongae Lee, Jaeyoung Choi
					② 논문제목: Metabolome And Transcriptome Analyses Of Plants Grown In Naturally Attenuated Soil After Hydrogen Fluoride Exposure
					③ 학술지명: Journal of Hazardous Materials
					④ 권(호), 페이지: 437(2022), 129323
					⑤ ISSN/ISBN/e-ISSN: 0304-3894
					⑥ 공동주저자 중 대표연구업적물 제출 참여대학원생 수: 1
					⑦ 게재연도: 2022
					⑧ DOI 번호: 10.1016/j.jhazmat.2022.129323
					<ul style="list-style-type: none"> • 연구 실적의 우수성 - 석사과정 학생의 제1 저자 논문으로 환경공학 분야의 국제저명학술지(SCIE, Q1)인 Journal of Hazardous Materials(IF:13.6)에 2022년 9월 게재 • 창의성 · 혁신성 - 식물의 대사체, 전사체, 표현형을 평가하여 직접 및 간접 노출 시험을 설계하였으며 식물 생산성 감소 원인을 새롭게 규명 • 비전 · 목표와의 부합성 - 본 연구는 오염 방출 산업 시설 근처에서 자라는 식물의 수확량 감소를 설명하는 생체 지표를 찾는 데 적용될 것으로 기대되며 이는 본 교육연구단의 에너지환경 분야 산업사회 문제 해결 목표에 부합 • 세부 전공분야(지도교수의 세부 전공분야)에의 기여 - 본 연구는 식물체 내에 축적된 화학 물질이 어떤 물질에 기원한 것인지 밝혀내는 연구로 본래의 화학물질, 분해산물, 식물체 내 축적량, 식물체의 유전자 분석 및 해석에 기여

24	석사	채경진	전기재료	저널논문	① 저자명: Chanyong Lee, Kyungjin Chae , Yohan Ko, Changhyun Lee, Taemin Kim, Seaeun Park, Moo Young Jung, Jinhyoung Kim, Yong Ju Yun, Minoh Lee, Yongseok Jun
					② 논문제목: Phase Stability Improvement of a γ -CsPbI ₃ Perovskite Solar Cell Utilizing a Barium Bis(trifluoromethanesulfonimide) Solution
					③ 학술지명: Applied Materials & Interfaces
					④ 권(호), 페이지: 15(44), 51050
					⑤ ISSN/ISBN/e-ISSN:
					⑥ 공동저자 중 대표연구업적물 제출 참여대학원생 수: 1
					⑦ 게재연도: 2023
					⑧ DOI 번호: 10.1021/acsami.3c10668
					<ul style="list-style-type: none"> • 연구 실적의 우수성 <ul style="list-style-type: none"> - 석사과정 학생의 제1 저자 논문으로 재료공학 분야의 국제저명학술지(SCIE, Q1)인 Applied Materials & Interfaces (IF:15.7)에 2023년 10월 게재 • 창의성 · 혁신성 <ul style="list-style-type: none"> - 본 연구는 CsPbI₃ 태양전지의 안정성을 향상시키기 위해 바륨 비스를 함유한 안티 솔벤트를 도입하여 델타 상의 생성을 억제함으로써 고효율 태양전지의 제작에 새로운 접근법을 제시함. 이는 본 교육연구단의 에너지환경 분야 산업사회 문제 해결 목표에 부합 • 비전 · 목표와의 부합성 <ul style="list-style-type: none"> - CsPbI₃의 열 안정성과 상 분리 문제 해결을 위해 휘발성 첨가제를 도입. 바륨(Ba) 도핑을 통해 초기 효율 93% 유지, 600시간 후에도 18.56%의 높은 효율 달성을 달성했다는 결론 도출 • 세부 전공분야(지도교수의 세부 전공분야)에의 기여 <ul style="list-style-type: none"> - 본 연구는 CsPbI₃ 태양전지의 성능, 안정성, 밴드갭을 조절할 수 있는 창의적이고 혁신적인 방법으로 페로브스카이트 태양전지 분야에 새로운 지식과 해결책을 제공

25	석사	최시원	환경/자원정책	저널논문	① 저자명: Siwon Choi , Kyuil Kwak, Soyoung Yang, Sesil Lim, JongRoul Woo
					② 논문제목: Effects of Policy Instruments on Electric Motorcycle Adoption in Indonesia: A Discrete Choice Experiment Approach
					③ 학술지명: Economic Analysis and Policy
					④ 권(호), 페이지: 76, 373-384
					⑤ ISSN/ISBN/e-ISSN: 0313-5926
					⑥ 공동주저자 중 대표연구업적물 제출 참여대학원생 수: 1
					⑦ 게재연도: 2022
					⑧ DOI 번호: 10.1016/j.eap.2022.08.015
					<ul style="list-style-type: none"> • 연구 실적의 우수성 - 석사과정 학생의 제1 저자 논문으로 경제학 분야의 국제저명학술지(SCI, Q1)인 Economic Analysis and Policy (IF:6.5)에 2022년 12월 게재 • 창의성·혁신성 - 인도네시아(자카르타) 국민을 대상으로 컨조인트 분석을 실시하여 전기 이륜차 수용성에 영향을 미치는 주요 속성을 도출 • 비전·목표와의 부합성 - 세계 3위 이륜차 시장을 보유하여 에너지 전환이 필요한 인도네시아를 대상으로 개발도상국 차원에서의 에너지 및 자원의 지속가능성 확보와 사회문제 해결에 대한 중요한 시사점을 제공한다는 점에서 본 교육연구단의 지속가능발전 목표에 부합 • 세부 전공분야(지도교수의 세부 전공분야)에의 기여 - 전기 이륜차 도입에서 발생할 수 있는 여러 위험 요소를 식별하고, 이를 최소화하기 위한 정책 도구를 모델링-데이터 기법을 바탕으로 제시

	박사	홍이슬	환경/자원정책	저널논문	① 저자명: Yiseul Hong , Jooyoung Park
					② 논문제목: Exploring Circular Water Options for a Water-Stressed City: Water Metabolism Analysis for Paju City, South Korea
					③ 학술지명: Sustainable Cities and Society
					④ 권(호), 페이지: 89, 104355
					⑤ ISSN/ISBN/e-ISSN: 2210-6707
					⑥ 공동주저자 중 대표연구업적물 제출 참여대학원생 수: 1
					⑦ 게재연도: 2023
					⑧ DOI 번호: 10.1016/j.scs.2022.104355
26					<ul style="list-style-type: none"> • 연구 실적의 우수성 - 박사과정 학생의 제1 저자 논문으로 지속가능한 도시 연구 분야의 국제저명학술지(SCIE, Q1)인 Sustainable Cities and Society (IF 11.7)에 2023년 2월 게재 • 창의성·혁신성 - 본 연구는 국내 물 부족 도시의 지속가능 수자원 관리 전략을 평가한 것으로, 기존 연구와 달리 도시의 실제 물 관리 계획을 바탕으로 시나리오의 현실 가능성을 높였으며, 구체적인 평가지표를 도입하여 도시의 물 관리 현황을 심도 있게 분석 • 비전·목표와의 부합성 - 국내 물 부족 예상 도시를 대상으로 대체 수자원 확대, 누수율 및 물 수요 저감에 따른 물 안보 효과를 평가함으로써 용수 수입을 줄이고, 신규 인프라 건설을 피할 수 있는 도시의 지속가능 수자원 관리 전략 마련에 기여한다는 점에서 본 교육연구단의 지속가능성 목표에 부합 • 세부 전공분야(지도교수의 세부 전공분야)에의 기여 - 본 연구는 도시 물 대사 프레임워크의 국내 적용 가능성을 확인함으로써 국내 도시 전반의 물 흐름과 수자원 효율성의 정량적 평가에 기여
총 참여대학원생 수	석사	116	제출 요구량	26	
	박사	99			
	석박사통합	43			
	계	258			

② 참여대학원생 학술대회 대표실적의 우수성

<표 2-6> 평가 대상 기간(2020. 9. 1. ~ 2024. 2. 29.) 내 참여대학원생 학술대회 발표실적

연번	학위과정 (석사/박사 /석박사통 합)	참여대학원 생 성명	발표 형식 (구두, 포스터)	학술대회 발표실적 상세내용
1	박사	곽규일	포스터	① 저자: Kyuil Kwak , JongRoul Woo
				② 학술대회 논문 제목: Analyzing Public Acceptance of Hydrogen Refueling Station in South-Korea: A Discrete Choice Experiment
				③ 학술대회명: 2022 INFORMS Annual Meeting
				④ 주최기관: The Institute for Operations Research and the Management Sciences
				⑤ 공동주저자 중 학술대회 발표실적 제출 참여대학원생 수: 1
				⑥ 발표연월 및 장소(도시, 국가): 2022년 10월 (인디애나폴리스, 미국)
				⑦ DOI 번호 (해당시)
2	박사	권성연	포스터	① 저자: Sung-Yeon Kweon , Yoonhee Ha
				② 학술대회 논문 제목: A Study on Renewable Energy Social Acceptance in Developing Countries: The Importance of Social/Cultural Factors in Utilizing Reused Solar PV Modules
				③ 학술대회명: Energy and Climate Transformation: 3rd International Conference on Energy Research & Social Science
				④ 주최기관: Elsevier
				⑤ 공동주저자 중 학술대회 발표실적 제출 참여대학원생 수: 1
				⑥ 발표연월 및 장소(도시, 국가): 2022년 6월 (맨체스터, 영국)
				⑦ DOI 번호 (해당시)
3	석사	김소희	포스터	① 저자: 김소희 , 김경남
				② 학술대회 논문 제목: 수소발전 입찰시장의 효과성 - 과거 연료전지 FIT, RPS 제도와의 비교 연구
				③ 학술대회명: 2023 한국에너지기후변화학회 추계학술대회
				④ 주최기관: 한국에너지기후변화학회
				⑤ 공동주저자 중 학술대회 발표실적 제출 참여대학원생 수: 1
				⑥ 발표연월 및 장소(도시, 국가): 2023년 11월 (제주, 대한민국)
				⑦ DOI 번호 (해당시)
4	석사	문민예	포스터	① 저자: 문민예 , 손지원, 권덕황
				② 학술대회 논문 제목: Low-Temperature Deposition of Thin-film SOFC using Pulsed Laser Deposition
				③ 학술대회명: 2022 춘계 한국화학공학회
				④ 주최기관: 한국화학공학회
				⑤ 공동주저자 중 학술대회 발표실적 제출 참여대학원생 수: 1
				⑥ 발표연월 및 장소(도시, 국가): 2022년 4월 (제주, 대한민국)
				⑦ DOI 번호 (해당시)

5	박사	박상현	구두	① 저자: 박상현 , 최재영
				② 학술대회 논문 제목: 폐기물 기반 광물탄산화기술을 이용한 이산화탄소 저감기술 개발 및 경제성 평가
				③ 학술대회명: 2021 환경공학회 추계학술대회
				④ 주최기관: 대한환경공학회
				⑤ 공동주저자 중 학술대회 발표실적 제출 참여대학원생 수: 1
				⑥ 발표연월 및 장소(도시, 국가): 2021년 11월 (제주, 대한민국)
				⑦ DOI 번호 (해당시)
6	박사	박소현	포스터	① 저자: So Hyun Park , Sungmin Park, Daniel Kurniawan, Jeong Gon Son, Jun Hong Noh, Hyungju Ahn, Hae Jung Son
				② 학술대회 논문 제목: Size-scalable Preparation of High Performance Organic Photovoltaics by Developing Random Terpolymer Donor
				③ 학술대회명: PVSEC-30 & GPVC2020
				④ 주최기관: Academy of Innovation and Entrepreneurship Conference
				⑤ 공동주저자 중 학술대회 발표실적 제출 참여대학원생 수: 1
				⑥ 발표연월 및 장소(도시, 국가): 2023년 6월 (제주, 대한민국)
				⑦ DOI 번호 (해당시)
7	석사	박시은	포스터	① 저자: Saeun Park , Taemin Kim, Hyobeen Cho, Yongseok Jun
				② 학술대회 논문 제목: The Energy-level-tuned-TiO ₂ /SnO ₂ Electron Transport Bilayer for High Efficiency Perovskite Solar Cells Over 22%
				③ 학술대회명: 2022 KPVC
				④ 주최기관: 한국태양광발전학회
				⑤ 공동주저자 중 학술대회 발표실적 제출 참여대학원생 수: 3
				⑥ 발표연월 및 장소(도시, 국가): 2023년 8월 (부산, 대한민국)
				⑦ DOI 번호 (해당시)
8	박사	박재형	구두	① 저자: JaeHyung Park , JongRoul Woo
				② 학술대회 논문 제목: Social Acceptability of Climate Change Adaptation Policies in South Korea: A Contingent Valuation Method
				③ 학술대회명: The 17th EAEA International Convention
				④ 주최기관: East Asian Economic Association
				⑤ 공동주저자 중 학술대회 발표실적 제출 참여대학원생 수: 1
				⑥ 발표연월 및 장소(도시, 국가): 2022년 8월 (쿠알라룸푸르, 말레이시아)
				⑦ DOI 번호 (해당시)

9	석사	박찬욱	구두	① 저자: 박찬욱 , 장성은, 우종률
				② 학술대회 논문 제목: 전기자동차 사용에 대한 리바운드 효과 분석: 한국사례
				③ 학술대회명: 2023년 한국혁신학회 추계학술대회
				④ 주최기관: (사)한국혁신학회
				⑤ 공동주저자 중 학술대회 발표실적 제출 참여대학원생 수: 1
				⑥ 발표연월 및 장소(도시, 국가): 2023년 11월 (부산, 대한민국)
				⑦ DOI 번호 (해당시)
10	박사	손민희	포스터	① 저자: 손민희 , 장용철, 박주영
				② 학술대회 논문 제목: Carbon Mitigation Potential of Modular Construction: First Estimate of the Environmental Impacts of a Modular and Reinforced Concrete Building in Korea
				③ 학술대회명: International Industrial Ecology Day 2021
				④ 주최기관: International Society for Industrial Ecology
				⑤ 공동주저자 중 학술대회 발표실적 제출 참여대학원생 수: 1
				⑥ 발표연월 및 장소(도시, 국가): 2021년 6월 (온라인)
				⑦ DOI 번호 (해당시)
11	석사	손우진	포스터	① 저자: 손우진 , 우종률
				② 학술대회 논문 제목: Optimization Model for Technology Investment in Steel Industry: The Case of Korea
				③ 학술대회명: 2023 INFORMS Annual Meeting
				④ 주최기관: The Institute for Operations Research and the Management Sciences
				⑤ 공동주저자 중 학술대회 발표실적 제출 참여대학원생 수: 1
				⑥ 발표연월 및 장소(도시, 국가): 2023년 10월 (피닉스, 미국)
				⑦ DOI 번호 (해당시)
12	박사	송가영	포스터	① 저자: Gayoung Song , Yoonhee Ha
				② 학술대회 논문 제목: ESG Drivers: What Motivates and Pushes Businesses to be Environmentally Friendly? – Focusing on E (environment), with a Case Study of 70 Korean Companies
				③ 학술대회명: 2023 APPAM Fall Research Conference – Policy that Matters: Making Public Services Work for All
				④ 주최기관: Association for Public-Policy Analysis and Management(APPAM)
				⑤ 공동주저자 중 학술대회 발표실적 제출 참여대학원생 수: 1
				⑥ 발표연월 및 장소(도시, 국가): 2023년 11월 (애틀란타, 미국)
				⑦ DOI 번호 (해당시)

13	석사	양소영	포스터	① 저자: Soyoung Yang , JongRoul Woo
				② 학술대회 논문 제목: The Research on the Impact of Time-of-Use Tariff on EV Charging Behavior and Resolving the Curtailment of Renewable Energy: With the Case of Jeju Islands, South Korea
				③ 학술대회명: 2022 INFORMS Annual Meeting
				④ 주최기관: The Institute for Operations Research and the Management Sciences
				⑤ 공동주저자 중 학술대회 발표실적 제출 참여대학원생 수: 1
				⑥ 발표연월 및 장소(도시, 국가): 2022년 10월 (인디애나폴리스, 미국)
				⑦ DOI 번호 (해당시)
14	석사	양예하	구두	① 저자: 양예하 , 우종률
				② 학술대회 논문 제목: 전략적인 전기차 TOU 설계 및 충전소 확대를 위한 충전 서비스 선호 이질성 분석 : 잠재계층분석을 활용하여
				③ 학술대회명: 2023 한국에너지학회추계학술발표회
				④ 주최기관: 한국에너지학회
				⑤ 공동주저자 중 학술대회 발표실적 제출 참여대학원생 수: 1
				⑥ 발표연월 및 장소(도시, 국가): 2023년 9월 (부산, 대한민국)
				⑦ DOI 번호 (해당시)
15	박사	엄희성	구두	① 저자: Heesung Eum , Seokhyeon Cheong, Jiyun Kim, Seo-Jung Han, Minserk Cheong, Hyunjoo Lee, Hae-Seok Lee, Dong Ki Lee
				② 학술대회 논문 제목: Ammonia Electrosynthesis for Commercialization Using Nitric Oxides in Flue Gas by Fe ²⁺ -(DMPS) ₂ and NiMoZn
				③ 학술대회명: 2023 Fall ACS
				④ 주최기관: American Chemistry Society
				⑤ 공동주저자 중 학술대회 발표실적 제출 참여대학원생 수: 1
				⑥ 발표연월 및 장소(도시, 국가): 2023년 8월 (샌프란시스코, 미국)
				⑦ DOI 번호 (해당시)
16	석박사통합	정종현	포스터	① 저자: 정종현 , 양성은, 손지원
				② 학술대회 논문 제목: Mapping Faradaic Efficiencies of a Proton Ceramic Electrolysis Cells under Various Conditions and Cell Processing
				③ 학술대회명: 2023 추계 한국세라믹학회
				④ 주최기관: 한국세라믹학회
				⑤ 공동주저자 중 학술대회 발표실적 제출 참여대학원생 수: 1
				⑥ 발표연월 및 장소(도시, 국가): 2023년 10월 (부산, 대한민국)
				⑦ DOI 번호 (해당시)

17	박사	이찬용	포스터	① 저자: Chanyong Lee , Yongseok Jun
				② 학술대회 논문 제목: Design of Perovskite Photochemical Materials for Radiation Resistance
				③ 학술대회명: 한국방사선산업학회
				④ 주최기관: 한국방사선산업협회
				⑤ 공동주저자 중 학술대회 발표실적 제출 참여대학원생 수: 1
				⑥ 발표연월 및 장소(도시, 국가): 2020년 11월 (경주, 대한민국)
				⑦ DOI 번호 (해당시)
18	석사	이철희	포스터	① 저자: Chulhee Yi , Yohan Ko, Youbin Kim, Chanyong Lee, Yechan Kim, Byoung Koun Min, Hui-Jeong Gwon, Yong Ju Yun, and Yongseok Jun
				② 학술대회 논문 제목: Microtuning of the Wide-bandgap Perovskite Lattice Plane for Efficient and Robust High-voltage Planar Solar Cells Exceeding 1.5 V
				③ 학술대회명: 2020 PVESEC-30 & GPVC 2020
				④ 주최기관: 한국태양광발전학회
				⑤ 공동주저자 중 학술대회 발표실적 제출 참여대학원생 수: 1
				⑥ 발표연월 및 장소(도시, 국가): 2020년 11월 (제주, 대한민국)
				⑦ DOI 번호 (해당시)
19	박사	이현아	구두	① 저자: HyunAh Yi
				② 학술대회 논문 제목: The Impact of Renewable Energy Incentive Policy on the Sustainability of ODA Funded Power Facility: Case of a Bangladesh Village
				③ 학술대회명: The 6th International Conference on Renewable Energy and Environment and Environment Engineering
				④ 주최기관: University of Brest, France, University of Agder, Norway, CNRS Laboratory IRDL, France
				⑤ 공동주저자 중 학술대회 발표실적 제출 참여대학원생 수: 1
				⑥ 발표연월 및 장소(도시, 국가): 2023년 8월 (브레스트, 프랑스)
				⑦ DOI 번호 (해당시)
20	박사	장용철	포스터	① 저자: Yongchul Jang , Jooyoung Park, Minhee Son
				② 학술대회 논문 제목: South Korea's Management of Plastics: Establishing Plastics Physical Accounts for the Year 2017-2019
				③ 학술대회명: International Industrial Ecology Day 2021
				④ 주최기관: 국제산업생태학회
				⑤ 공동주저자 중 학술대회 발표실적 제출 참여대학원생 수: 1
				⑥ 발표연월 및 장소(도시, 국가): 2021년 6월 (온라인)
				⑦ DOI 번호 (해당시)

21	박사과정	정무영	포스터	① 저자: Mooyoung Jung , Yongseok Jun
				② 학술대회 논문 제목: Optimization of Transparent Supercapacitor Based on NiCoLDH-MXene Hybrid Electrodes and Surlyn Spacer for Energy Storage in Transparent Electronic Devices
				③ 학술대회명: 2023년 한국전기화학회 춘계학회
				④ 주최기관: 한국전기화학회
				⑤ 공동주저자 중 학술대회 발표실적 제출 참여대학원생 수: 1
				⑥ 발표연월 및 장소(도시, 국가): 2023년 4월 (제주, 대한민국)
				⑦ DOI 번호 (해당시)
22	석사	정현주	구두	① 저자: 정현주 , 우종률
				② 학술대회 논문 제목: 운전자 주행패턴 기반 V2G 확산 가능성 및 전략 연구: K-평균 군집 분석을 이용하여
				③ 학술대회명: 2023년 한국혁신학회 춘계학술대회
				④ 주최기관: (사)한국혁신학회
				⑤ 공동주저자 중 학술대회 발표실적 제출 참여대학원생 수: 1
				⑥ 발표연월 및 장소(도시, 국가): 2023년 5월 (서울, 대한민국)
				⑦ DOI 번호 (해당시)
23	석사	채경진	포스터	① 저자: 안정현, 채경진, 장한열, 이민오, 전용석
				② 학술대회 논문 제목: Ba-TFSI 첨가에 의한 CsPbI ₃ 페로브스카이트 태양전지 안정성 향상
				③ 학술대회명: 한국태양광발전학회 2022년 추계학술대회
				④ 주최기관: 한국태양광발전학회
				⑤ 공동주저자 중 학술대회 발표실적 제출 참여대학원생 수: 1
				⑥ 발표연월 및 장소(도시, 국가): 2022년 11월 (부산, 대한민국)
				⑦ DOI 번호 (해당시)
24	석사	최지원	구두	① 저자: 최지원 , 하윤희
				② 학술대회 논문 제목: 동남아시아 Carbon Lock-in의 제도적 측면: 아시아개발은행의 조기 전환 메커니즘에 대한 시사점
				③ 학술대회명: 2023 한국정책학회 동계학술대회 <지속가능한 미래사회를 위한 정책연구: 연결, 성장, 상생 그리고 포용을 지향하는 정책공동체>
				④ 주최기관: 한국정책학회
				⑤ 공동주저자 중 학술대회 발표실적 제출 참여대학원생 수: 1
				⑥ 발표연월 및 장소(도시, 국가): 2023년 12월(서울, 대한민국)
				⑦ DOI 번호 (해당시)

25	박사	홍이슬	포스터	① 저자: Yiseul Hong , Jooyoung Park	
				② 학술대회 논문 제목: Lifecycle Energy and Carbon of Water Supply in a Water-Stressed City: Centralized and Decentralized Water Supply in Paju, Korea	
				③ 학술대회명: 11th International Conference on Industrial Ecology (ISIE)	
				④ 주최기관: International Conference on Industrial Ecology	
				⑤ 공동주저자 중 학술대회 발표실적 제출 참여대학원생 수: 1	
				⑥ 발표연월 및 장소(도시, 국가): 2023년 7월 (라이든, 네덜란드)	
				⑦ DOI 번호 (해당시)	
26	석박사 통합	홍지호	구두	① 저자: 홍지호 , 손지원, 양성은	
				② 학술대회 논문 제목: 저온에서의 전기화학 반응 속도 향상을 위한 GDC 전극의 니켈 나노입자의 역할	
				③ 학술대회명: 2023 추계 한국세라믹학회	
				④ 주최기관: 한국세라믹학회	
				⑤ 공동주저자 중 학술대회 발표실적 제출 참여대학원생 수: 1	
				⑥ 발표연월 및 장소(도시, 국가): 2023년 10월 (서울, 한국)	
				⑦ DOI 번호 (해당시)	
총 참여대학원생 수		석사	116	제출 요구량	26
		박사	99		
		석박사통합	43		
		계	258		

1) 대표 실적의 창의성·혁신성

○ 학생 발표실적의 창의성·혁신성

- 참여대학원생은 국내외 학술대회에서 총 95건의 발표를 수행하였으며, 그 중에서 대표 실적으로 선정된 26건(구두 9건, 포스터 17건)의 발표는 국내외 유수의 학술대회에서 주목을 받을 정도로 창의성과 혁신성을 갖춘.

○ 뛰어난 창의성·혁신성을 갖춘 학술대회 대표 실적 사례 4건

- **A Study on Renewable Energy Social Acceptance in Developing Countries: The Importance of Social/Cultural Factors in Utilizing Reused Solar PV Modules** (Energy and Climate Transformation: 3rd International Conference on Energy Research&Social Science, 포스터 발표)
(**창의성·혁신성**) 기존의 재생에너지 수용성 연구는 주로 경제적 및 기술적 측면에 중점을 둬. 권성연(지도교수: 하윤희)은 관련 재생에너지 수용성 연구에서 사회문화적 요인을 중요한 변수로 고려함으로써 재생에너지 수용성 관련 연구 분야에 새로운 시각과 학문적 심층성을 제공
- **South Korea's Management of Plastics: Establishing Plastics Physical Accounts for the Year 2017-2019** (International Industrial Ecology Day 2021, 포스터 발표)
(**창의성·혁신성**) 장용철(지도교수: 김경남, 우종률)은 한국에서 플라스틱의 생산부터 소비, 그리고 폐기까지 전 과정을 LCA평가법을 이용해 정량적으로 분석함으로써 지속가능한 플라스틱 관리를 위한 혁신적인 접근법을 제시함. 이를 통해 혁신적인 비즈니스 모델과 첨단 기술의 도입이 필수적임을 강조하며, 플라스틱 산업의 지속가능성을 향상시킬 수 있는 기초를 제공
- **Improving the Stability of CsPbI₃ Perovskite Solar Cells Using Ba-TFSI Solution** (2022 KPVC, 포스터 발표)
(**창의성·혁신성**) 채경진(지도교수: 전용석)은 바륨-트리플루오로메틸 스타네이트 (Ba-TFSI) 용액을 활용하여 CsPbI₃ 페로브스카이트 태양전지의 안정성을 증진하는 연구를 수행함. 이를 통해 CsPbI₃ 페로브스카이트 태양전지의 안정성 문제를 개선하고, 더 높은 장기 안정성을 가진 태양전지 제작에 기여
- **Size-scalable Preparation of High Performance Organic Photovoltaics by Developing Random Terpolymer Donor** (PVSEC-30 & GPVC2020, 포스터 발표)
(**창의성·혁신성**) 박소현(지도교수: 손해정, 강운목)은 유기 태양전지의 상업화를 위해 필요한 소재 개발에 관한 가이드라인을 제시함. 또한, 프린트 공정을 활용하여 유기 태양전지 모듈을 직접 제작함. 이러한 모듈은 무기 태양전지와 비교했을 때 많은 장점을 가지고 있으며, 건물 창호나 아웃도어 제품에 적용하여 차세대 에너지 소자로 활용 가능

2) 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성

○ 학생 발표실적의 교육연구단의 비전 및 목표와의 부합성

- 본 교육연구단은 ‘에너지·자원 시스템 융합모델을 통한 지속가능발전 기여’ 라는 비전 아래 사회 문제 해결과 지속가능발전에 기여하고자 노력하고 있음. 위 선정된 26건의 대학원생 학술대회 대표 실적들은 아래 세 가지 측면에서 산업·사회 문제 해결에 기여할 수 있는 융합형 인재를 양성하기 위해 노력해 온 본 교육연구단의 비전과 목표에 잘 부합함을 보여줌.
- (**통찰력, 분석력, 문제해결력을 갖춘 에너지·자원분야 미래 융합인재 양성**) 본 교육연구단은 현대 사회의 광범위한 학문적 지식과 기술적 전문성을 결합하여 당면한 에너지·자원 문제에 대한 창의적이고 효과적인 해결책을 제시할 수 있는 인재를 양성하는 것을 목표로 함. 대표적으로 학생들이 발표한 수소발전 입찰시장의 효과성과 과거 제도와의 비교 분석, 개발도상국의 재생에너지 사회적 수용에 관한 연구, 폐기물 기반 광물탄산화기술을 이용한 이산화탄소 저감기술 개발 및 경제성평가 등은 에너지·자원 시장의 변화와 발전에 대한 통찰력과 해결력을 갖춘 학생들을 육성하는 데 도움이 되었음

며, 학생들은 과거와 현재의 데이터로부터 미래 문제를 해결하는 소양을 함양함.

- **(융복합 연구모델과 데이터베이스 구축 및 인프라 강화)** 본 교육연구단은 융합 연구협력 인프라 강화를 통해 풍부한 융합연구 환경을 조성하는 것을 목표로 함. 이와 관련하여 학생들이 발표한 연도가스 내 산화질소(NO)를 활용한 암모니아 전기합성 촉매의 상용화, K-평균 군집 분석을 활용한 운전자 주행패턴 기반 V2G 확산 가능성 및 전략 연구, 나노구조체와 전하 과정의 결합을 통한 슈퍼캐패시터 개발 등은 서로 다른 분야의 기술과 데이터를 접목·융합하여 실질적인 문제의 해결을 시도한 좋은 사례임. 이는 향후 융합연구 인프라 및 데이터베이스를 효과적으로 활용하는 데 도움이 될 것으로 기대되며, 특히 다양한 분야의 전문가들 간의 협력을 촉진하고 연구 인프라 공유를 통한 연구의 질 향상에 기여함.
- **(기술-데이터-정책 융합을 통한 사회적 솔루션 탐색)** 본 교육연구단은 기술-데이터-정책 분야의 효과적인 융합을 통해 사회의 요구에 부응하는 에너지·자원 기술개발 솔루션을 탐색하는 것을 목표로 함. 대표적으로 한국의 수소충전소에 대한 대중의 수용도 분석, 전략적인 전기차 TOU 설계 및 충전소 확대를 위한 충전 서비스 선호 이질성 분석, 지구물리탐사 값에 기반한 선형 회귀 모델을 이용한 사격장 토양의 Pb 농도 추정, 신재생에너지 인센티브 정책이 ODA 지원 발전시설의 지속가능성에 미치는 영향 등은 기술·데이터를 정책적 개념과 결합하여 사회적 니즈에 맞는 효과적인 대응책 모색을 시도한 좋은 사례임. 이는 향후 사회 문제에 있어 정책 제안에 대한 합의를 이끌어내거나 기술적 근거를 마련하는 데 중요한 역할을 할 것으로 기대함.

○ 본 교육연구단의 3대 핵심 융합연구 모델에 부합하는 우수 발표 사례 3건

- **(에너지·자원 데이터-정책) 홍이슬**(지도교수: 하윤희, 박주영)은 11th International Conference on Industrial Ecology에서 ‘Lifecycle Energy and Carbon of Water Supply in a Water Stressed City: Centralized and Decentralized Water Supply in Paju, Korea’ 제목의 연구 성과를 발표. 본 연구는 국내 도시 물시스템의 에너지 사용량을 종합적으로 평가한 연구로 국내 도시의 효율적인 수자원 관리와 에너지 소비 간의 상호 영향 관계를 평가한 최초의 사례임.
- **(에너지·자원 데이터-기술) 정현주**(지도교수: 우종률)은 2023년 한국혁신학회 춘계학술대회에서 ‘운전자 주행패턴 기반 V2G(Vehicle-to-Grid) 확산 가능성 및 전략 연구: K-평균 군집 분석을 이용하여’의 제목의 연구를 발표하고 우수 발표상을 수상. 본 연구는 V2G 기술의 사회적 수용성을 높이기 위한 인사이트와 전략을 정책 입안자 및 관련 기업에 제공함으로써 지속가능한 에너지 시스템으로의 전환을 지원하는 데 중요한 역할을 할 것으로 기대함.
- **(에너지·자원 기술-데이터): 정무영**(지도교수: 전용석)은 2023년 춘계 전기화학회에서 ‘Optimization of Transparent Supercapacitor Based on NiCoLDH-MXene Hybrid Electrodes and Surlyn Spacer for Energy Storage in Transparent Electronic Devices’ 제목의 연구를 발표. 본 연구는 기존 데이터에 기반하여 나노구조체의 표면과 전하 과정의 혁신적인 결합을 시도함. 에너지 저장 분야에서 새로운 기술적 지평을 열어 밀도가 높은 슈퍼캐패시터의 발전에 기여함.

3) 해당 전공분야의 기여도

○ 학생 발표실적의 해당 전공분야 기여도

- 본 연구단은 학생들의 연구성과를 통해 에너지 신기술 개발, 재생에너지 시스템 상용화 촉진, 에너지와 물자원 관리 효율성 향상 및 데이터 구축, 에너지 신기술 경제성 평가, 지속가능한 자원 정책 제안 및 소비자 분석 등 에너지전환과 자원관리 관련 전공 분야(화학공학, 신소재공학, 환경공학, 행정학, 경제학 등)의 혁신적 발전에 기여함. 특히 실증 사례 및 데이터 분석으로 도출된 다양한 연구 결과가 여러 학회에서 주요 사항으로 논의되었으며, 산업기술 및 공공정책에 적용되는 성과를 도출함.
- 또한 기술과 정책 융합 전공을 성공적으로 운영하여 에너지 및 자원관리의 지속가능성 문제 해결을

비롯한 사회 및 산업 전반의 요구에 대응하고, 기술-정책-데이터를 연계하는 혁신적 연구 및 교육과정으로 융합 전공의 정착 및 발전에 기여함. 더불어 미래 사회·산업 문제 해결에 필수적인 융합형 인재 양성 기관 및 전공의 성공 사례로 다학제 간 융합 전공의 명확한 방향성을 제시함.

○ 해당 전공분야 기여 우수 사례 3건

- **The Research on the Impact of Time-of-Use Tariff on EV Charging Behavior and Resolving the Curtailment of Renewable Energy; With the Case of Jeju Islands, South Korea** (2022 INFORMS Annual Meeting, 포스터 발표)

양소영(지도교수: 우종률)은 계량경제학 모형인 이산선택모형을 바탕으로 전기차 충전에 대한 운전자 행동을 모델링하고 이를 바탕으로 재생에너지 출력제한량을 최소화하기 위한 TOU 요금제를 설계하였음. 전기차 충전 운전자 행동 모형과 실제 제주도에서의 신재생에너지 발전량을 연계하여 제주도 재생에너지 출력제한량과 전력망 운영비용을 최소화하기 위한 TOU 요금제를 도출할 수 있는 융합 모형을 제시하여 경제학과 공학을 접목한 학제 간 융합연구에 기여함.

- **Microtuning of the Wide-bandgap Perovskite Lattice Plane for Efficient and Robust High-voltage Planar Solar Cells Exceeding 1.5 V** (2020 PVESEC-30 & GPVC 2020, 포스터 발표)

이철희(지도교수: 전용석)는 페로브스카이트 격자면의 마이크로튜닝을 통해 고압 및 고효율 태양전지를 개발하여, 안정성과 효율성 측면에서 선도적인 성과를 달성하여 태양에너지 활용 분야에서의 새로운 지평을 열고, 안정하고 효율적인 태양전지 기술의 발전에 대한 새로운 방향을 제시함.

- **The Impact of Renewable Energy Incentive Policy on the Sustainability of ODA Funded Power Facility: Case of a Bangladesh Village** (The 6th International Conference on Renewable Energy and Environment and Environment Engineering, 구두 발표)

이현아(지도교수: 김경남, 이웅균)는 ODA 재생에너지 프로젝트의 유지보수 비용 지원을 통한 실패율 감소 및 재생에너지 지원 정책 활용성을 분석하였음. 기존 연구에서는 경제적 문제 지적이 주를 이루고 있어 재생에너지 인센티브 정책과 ODA사업의 연계성을 고려한 연구가 부족하였음. 본 연구에서는 재생에너지 시스템의 정기적 유지보수의 필요성 및 경제적 자립, 지원 정책의 중요성을 강조하였음. 제도적 인프라 구축이 재생에너지 ODA 성공의 핵심임을 지적하며, 관련 프로그램의 효과성 제고를 위한 제도적 대안을 제시하였음. 또한 공적자금을 활용한 재생에너지 시스템 유지 및 신재생에너지 정책과의 관계성 분석을 통해 재생에너지 확산 관련 이론의 유효성을 검증하고 실증 연구사례 축적에 기여함.

③ 참여대학원생 특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성

<표 2-7> 평가 대상 기간(2020. 9. 1. ~ 2024. 2. 29.) 내 이공계열 참여대학원생 특허, 기술이전, 창업 실적

연번	학위과정 (석사/박사/ 석박사통합)	참여대학원생 성명	실적 종류	특허, 기술이전, 창업 실적 상세내용	
1	석사	김승규	특허	① 발명자: 전용석, 강운목, 김승규 , 이찬용	
				② 특허명: 신축성 태양광 모듈 및 이를 포함하는 웨어러블 전자기기	
				③ 등록국가: 대한민국	
				④ 등록번호: 10-2440943	
				⑤ 등록연도: 2022년	
2	석박사통합	김태민	특허	① 발명자: 전용석, 김태민 , 이찬용	
				② 특허명: 수전해 장치 및 수전해 방법	
				③ 등록국가: 대한민국	
				④ 등록번호: 10-2433996	
				⑤ 등록연도: 2022년	
3	석박사통합	이찬용	특허	① 발명자: 전용석, 강운목, 이찬용	
				② 특허명: 마이크로 LED가 설치된 태양광 모듈 및 이의 제조 방법	
				③ 등록국가: 대한민국	
				④ 등록번호: 10-2514016	
				⑤ 등록연도 2023년	
4	석사	채경진	특허	① 발명자: 전용석, 강운목, 이찬용, 채경진	
				② 특허명: 확장이 용이한 조립형 태양광 모듈 및 어셈블리의 구조 및 공정	
				③ 등록국가: 대한민국	
				④ 등록번호: 10-2596269	
				⑤ 등록연도: 2023년	
5	박사	정무영	창업	① 창업자: 정무영 , 김태민, 이찬용	
				② 창업기술명: MXene 소재 국산화	
				③ 창업회사명: (주)Material by Material	
				④ 창업자본금: 10,000,000원	
				⑤ 창업연도: 2023년	
총 이공계열 참여대학원생 수		석사	72	제출 요구량	16
		박사	38		
		석박사통합	42		
		계	152		

1) 대표 실적의 창의성·혁신성

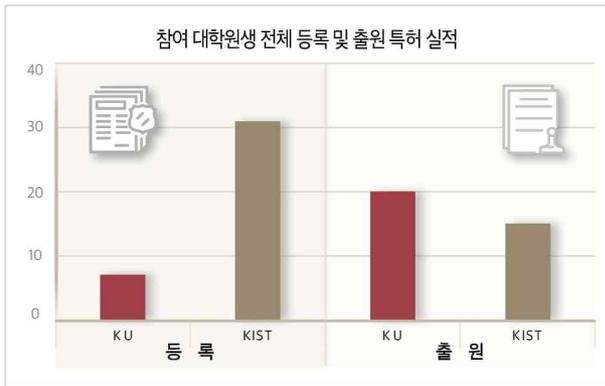
○ 대표 실적 선정 배경

• [선정된 5개 실적의 대표성] 5개 실적의 연계성 등

- 참여대학원생들이 주도적으로 발표한 특허, 기술이전, 창업 실적 중에서 해당 대표업적의 창의성·혁신성, 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성, (지역)산업에의 기여도를 고려하여 전체 특허등록총 38건 중 4건, 창업 1건을 참여대학원생의 대표업적으로 선정함.
- 구체적으로는 사업단의 목표와 비전에 에너지 자원 분야에서 사회 난제를 해결함과 지속가능한 에너지 자원의 효율적이고 친환경적인 공급과 연계되었는지를 판단함. 상기 대표실적은 태양광 기술과 수전해 방법을 중심으로 한 에너지 변환 및 저장 기술의 발전을 목표로 하고 있으며, 에너지 효율을 극대화하고 새로운 에너지 솔루션을 상업화하는 데 기여할 것으로 기대되고 있음. 또한, 각 실적은 서로 보완적인 관점에서 에너지 시스템의 효율성과 지속가능성을 높이기 위한 구체적인 기술적 접근과 창의적인 솔루션을 제공함으로써 산업 및 학문적 연계성을 강화할 것으로 전망됨. 창업실적의 경우, 현재 그래핀과 탄소나노튜브 등으로 한정된 에너지 분야 미래 신산업 소재의 다양화 및 응용을 목표로 설립된 벤처 창업을 선정함.

• [KIST 연구실 소속 학생의 특허 등록 실적 총 9건]

- 본 대학원의 주요 장점인 KU-KIST 학연제도는 대학원생이 KIST 연구실에 소속되어 선진 기술을 탐구하고 국가 과제에 참여할 수 있는 기회 제공. 이에 따라 전체 기술전공 참여대학원생의 47명중 62%인 29명이 이 제도를 활용하였음.
- 지난 3년 반 동안 KIST 소속의 대학원생 특허 등록 실적은 총 31건이나 해당 실적은 KIST 단독으로 등록하여 대표 실적 조건에 부합하지 못함. 등록인 문제가 없었다면 대표 실적 조건에 맞는 KIST 연구실 소속 대학원생의 특허 등록 실적으로 9건을 추가 할 수 있음.
- 또한, 국내 27건, 국제 8건의 특허 출원 실적을 보유. 특허 출원 후 등록까지 상당한 시간이 소요된다는 점을 고려할 때, 사업 후반부에 특허 등록의 성과가 더욱 개선될 것으로 예상됨.



○ 특허 실적의 창의성·혁신성

• [특허 실적 1]

- (신축성 태양광 모듈 및 이를 포함하는 웨어러블 전자기기) 전통적인 태양전지 기판은 소재의 특성 상 강성을 가지고 있어 외부 충격에 의한 변형이나 파손에 취약함. 이 문제를 해결하기 위하여, 신축성이 뛰어난 태양광 모듈의 개발이 이루어짐.
- 김승규(지도교수: 전용석)는 구부릴 수 있으며, 잡아당김에도 안정적인 성능을 유지하는 웨어러블 소자에 적합한 신축성 있는 소재를 개발함. 이 연구결과는 국내특허(10-2440943)로 등록됨.
- 개발된 태양광 모듈은 구부러지거나 잡아당김에도 안정성을 유지할 수 있어 웨어러블 소자의 에너지원으로 사용되거나 곡면에 부착되는 태양전지에 이상적임.
- 이 특허는 신축성이 뛰어난 소재를 활용함으로써 외부 충격과 물리적 스트레스에도 안정적인 성능을 유지할 수 있는 혁신적인 태양광 모듈을 개발을 가능케 함. 이 기술은 신재생 에너지의 범위를 확장하고, 다양한 분야에 환경친화적인 에너지를 통합할 수 있는 가능성을 제시하며, 지속 가능한 에너지 솔루션을 제공하는 데 기여함.

• [특허 실적 2]

- (수전해 장치 및 수전해 방법) 태양광 발전 시스템은 대규모로 태양전지판이 설치되어야 하므로 적합한 설치 장소를 찾는 데 종종 어려움이 발생함. 이의 해결책으로 수상에서 신재생 에너지를 생산할 수 있는 장치 개발이 이루어짐.
- 김태민(지도교수: 전용석) 강이나 호수와 같은 수상을 신재생에너지 발전 영역으로 활용하여 설비 공간 확보 문제를 해결하는 기술을 개발하고, 국내특허(10-2433996) 등록에 성공함.
 - 개발된 수전해 장치는 수상에서 물의 전기분해를 통해 에너지를 생산하고 전달하는 창의적인 방법임. 이 장치를 통해 수상에서 태양광, 조력, 풍력을 이용하여 1차 에너지를 생산하고, 이를 저장 및 수송이 용이한 수소로 변환하는 과정을 가능하게 함. 이 과정은 환경친화적이며 지속 가능한 에너지 자원 활용을 통해 환경보호와 에너지 자립을 동시에 달성할 수 있는 가능성을 제시하며, 이는 화석연료 의존도 감소와 환경오염 완화에 기여함.

• [특허 실적 3]

- (마이크로 LED가 설치된 태양광 모듈 및 이의 제조 방법) 투명한 태양전지와 마이크로 크기의 LED를 한 소자에 구현함으로써, 태양전지가 생산한 전기로 직접 LED를 바로 구현 가능한 태양광 모듈을 개발함.
- 이찬용(지도교수: 전용석)은 종래의 LED보다 훨씬 더 높은 전력 효율을 가진 마이크로미터 크기의 태양전지를 사용하여 모듈화하는 방법을 제안함. 이 연구결과는 국내특허(10-2514016)로 등록됨. 이 기술은 디스플레이 기능을 가진 투명한 태양전지로 설치 공간 제약을 해소하고, 에너지 소비 감소와 동시에 발광 효율을 획기적으로 개선하는 방법임.
 - 이는 공간 활용성 향상이라는 차별화된 장점과 투명 기판과 유리층의 혁신적 조합을 통해 에너지 효율성을 극대화하는 장점을 동시에 지니고 있음. 이를 통해 모듈 생산 비용 감소와 에너지 솔루션의 환경친화성 제고를 기대할 수 있음.

• [특허 실적 4]

- (확장이 용이한 조립형 태양광 모듈 및 어셈블리의 구조 및 공정) 건물에 태양광 시스템을 설치할 때 필요한 별도 공간 확보에 어려움이 있기 때문에, 쉽게 결합하고 확장 가능한 태양광 모듈의 개발이 중요함. 이러한 필요를 충족시키기 위해 태양전지를 모듈화할 수 있고, 연결하여 모듈의 크기를 확장할 수 있는 기술을 개발함.
- 채경진(지도교수: 전용석)은 태양전지의 쉬운 결합 및 확장을 가능하게 하는 기술을 개발하여 태양광 시스템 설치 시 공간의 제약을 최소화하는 해결책을 제시함. 이 연구결과는 국내특허(10-2596269)로 등록됨.

- 태양광 시스템의 규모를 필요에 따라 유연하게 조정할 수 있는 특성은 기존 태양광 모듈이 가진 문제점인 공간 문제를 효과적으로 해결할 수 있고 다양한 환경과 요구에 적합한 친환경적인 솔루션 제공을 가능케 함. 특히 도심과 같이 공간이 협소한 환경에서 태양광 시스템 설치 가능성을 높여 도시의 에너지 자립과 지속가능발전에 기여할 것으로 기대됨.

○ 창업 실적의 창의성·혁신성

• [창업 실적]

- 정무영(지도교수: 전용석) (주)Material by Material 창업
- (혁신성) (주)Material by Material은 MXene 소재 국산화를 지향하는 회사임. MXene 소재는 에너지 저장 소재, 센서, 전자기기 및 생체 의료 분야에 혁신적인 솔루션을 제공할 잠재력을 지님. 국내에서 직접 MXene 소재를 생산·유통·판매함으로써 수입에 의존하던 시장구조를 변화시킬 수 있으며, 국가적인 기술 경쟁력을 강화할 수 있는 발판을 마련함.
- (창의성) MXene 소재의 대량생산과 원자재 리사이클링 공정 개발은 기존의 한계를 뛰어넘는 접근 방법임. 이 기술은 소재의 다양한 응용 가능성을 확대하며, 제품 설계와 개발에 창의적 해결책을 제시함. 특히 리사이클링 공정은 폐자원을 가치 있는 원자재로 전환하는 아이디어에서 비롯되었으며, 이는 산업 전반에서 자원 사용을 최적화하고 환경 미치는 영향을 줄이는 데 기여함.

2) 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성

- 본 교육연구단은 ‘에너지·자원 시스템 융합모델을 통한 지속가능발전 기여’ 라는 비전을 바탕으로, ‘국내 최초의 융합 교육연구기관에서 글로벌 선도기관으로의 도약’ 을 본 교육연구단의 사업의 목표로 설정하고 사회문제 해결과 지속가능발전에 기여하고자 함.
- 교육연구단의 핵심 연구방향은 에너지·자원의 지속가능한 공급과 소비를 실현하기 위한 에너지·자원 시스템 융합모델에 중점을 두고 있으며, 이러한 접근을 통해 달성한 국내외 특허 등록 및 창업 성과는 에너지 효율과 자원의 지속가능한 사용을 증진시키는 데 큰 역할을 하고 있음.
- 상기 대표 실적은 태양광 모듈과 수전해 기술의 혁신적 개발, MXene 소재의 상업화 등 웨어러블 전자기기, 에너지 저장 솔루션, 지속가능한 소재 개발을 통해 에너지 및 자원시스템의 효율성과 지속가능성을 개선하는 방법을 제시하며 이는 본 교육연구단의 비전 및 목표와 부합함.

3) (지역)산업 기여도

- 참여대학원생의 탁월한 특허 및 창업 실적은 에너지 및 환경산업, 자원시스템 융복합 분야에서 매우 중요한 역할을 할 것으로 예상. 이들의 연구성과는 관련 기업들의 기술개발 촉진과 산업혁신을 가속할 것으로 전망되며, 국가 산업경쟁력을 높이고 지속가능한 발전에 기여할 것으로 기대됨.
- 태양광 부문의 대표적 성과 중 하나로, 확장이 용이한 조립형 태양광 모듈, 어셈블리의 구조 및 공정 등이 포함됨. 이러한 혁신은 태양전지 성능을 크게 향상할 수 있는 미래 기술을 제공하며, 태양광 기술의 상용화와 시장 확대에 결정적인 영향을 미칠 수 있음.
- ‘마이크로 LED가 설치된 태양광 모듈 및 이의 제조 방법’ 은 국내 태양광 산업에 새로운 가능성을 제시함. 이 기술은 태양광 사업의 범위를 확장하고 국내 태양 에너지의 디스플레이 사용 비중 확대에 기여하며, 국내 에너지 자원의 다양화와 지속가능발전을 촉진하는 데 기여하게 될 것임.
- 이러한 특허 및 창업 성과는 지역 산업의 혁신적 전환을 이끌며, 경제적 번영과 환경 지속성을 동시에 강화하고 지역사회에 긍정적인 영향을 미치는 중요한 역할을 담당할 것임.

3.2 참여대학원생 연구 수월성 증진 실적

1) BK21과 함께한 4년의 탁월한 학생 연구실적



○ 탁월한 논문게재 실적

- 평가기간 내 총 56편의 논문에 학생들이 참여하였으며, 학생이 주저자인 논문의 비율은 80.4%를 차지함. 이 가운데 SCIE, SSCI 등재 국제학술지는 83.9%이고 평균 영향력 지수(IF)는 10.3으로 뛰어난 연구 성과를 보이고 있음. 분야별 상위 5%에 해당하는 국제학술지 게재 논문이 14편, 분야별 상위 1% 국제학술지 게재 논문이 3편으로 매우 우수한 성과를 거둠.

분야별 상위 1% 국제학술지 게재 우수 논문

참여대학원생	논문	게재 학술지
홍이슬 (제1저자)	Exploring Circular Water Options for a Water-Stressed City: Water Metabolism Analysis for Paju City, South Korea	Sustainable Cities and Society(SCIE)
장성은 (제1저자)	Are Electric Vehicle Users Willing to Pay Tax for Charging Electric Vehicles? A Case Study of South Korea	Energy Economics(SSCI)
손우진 (공동저자)	Nudging Energy Efficiency Behavior: The Effect of Message Framing on Implicit Discount Rate	Energy Economics(SSCI)

○ 학술대회 우수 발표/논문 수상 실적

- 참여학생들의 연구 결과물은 각종 학술대회와 기관에서 우수성을 인정받아 우수 발표/논문상을 총 15회수상 - 우수 논문 발표상 총 3개, 우수 포스터 발표상 총 8개, 우수 논문상 총 4개(교외: 2개, 교내: 2개)

참여대학원생	연구 주제	수상 대회/기관
(발표) 정현주	운전자 주행패턴 기반 V2G 확산 가능성 및 전략 연구: K-평균 군집 분석을 이용하여	한국혁신학회 (2023년 5월 12일)
(발표) 손우진	에너지효율 행동을 이끄는 넛징 전략	한국혁신학회 (2022년 11월 11일)
(발표) 정석현	Potassium Chloride Passivation for Sputtered SnO ₂ to Eliminate the Hysteresis of Perovskite Solar Cells	AFORE 2022 (2022년 9월)
(논문, 교외) 정호진	정부의 친환경정책에 의한 산업간 차별적 성과분석과 그 거버넌스에 대한 연구	산업통상자원부/산업연구원 (2023년 12월 7일)
(논문, 교외) 김하영	암모니아 직접 연료용 고체산화물 연료전지를 위한 암모니아 분해 촉매 개발 및 적용	한국수소 및 신에너지학회 (2023년 5월 26일)

2) 교육연구단이 구축한 혁신적 연구생태계의 참여대학원생 연구 수월성 증진 성과

○ 다양하고 충분한 재정지원을 통한 연구 몰입도 향상으로 학생 논문의 양적·질적 성장

- 참여학생들은 BK21장학금을 비롯해 KU-KIST연구장학금, FREE Fellowship, 탄소중립융합전공장학금, 기후기술인재양성센터 장학금, 성적우수장학금, 조교장학금 등 다양한 재정 지원을 통해 안정적으로

연구를 수행할 수 있는 환경을 제공받고 있음.

- 그 결과 학생 논문 게재 편수와 JCR 상위 5% 논문이 급증하였으며, 정책전공 학생들의 괄목한 만한 성장이 있었음.

	1차 연도 (2020.9~2021.2)	2차 연도 (2021.3~2022.2)	3차 연도 (2022.3~2023.2)	4차 연도 (2023.3~2024.2)
게재 논문	5편	10편	19편	25편
JCR 상위 5% 이내 논문	2편	1편	3편	8편
Student of the Year 수상자	3명 (기술전공 3명)	4명 (기술전공 4명)	5명 (정책전공 2명, 기술전공 3명)	13명 (정책전공 4명, 기술전공 9명)

○ 우수 연구에 대한 보상 강화로 학생 논문의 질적 수준 제고

- (Student of the Year 수상자 대폭 증가) 매년 SCIE, SSCI 국제 학술지에 논문을 게재(또는 게재 승인)한 학생들을 대상으로 ‘Student of the Year’ 를 선발하여 학술장려금(30 ~ 50만원)을 지급. 2022년에는 수상자가 5명이었으나, Student of the Year 선발 기준을 충족하는 학생수의 대폭적 증가로 2023년에는 수상자가 13명으로 확대
- 사업단 운영 초기 수상자는 기술전공 학생에 한정되었으나, 3차 연도부터는 정책전공 학생도 수상 명단에 포함되었고 4차 연도에는 수상자가 대폭 증가. 이러한 인정과 보상이 학생 논문의 양적·질적 수준을 제고하는 기폭제로 작용

○ 연구방법론, 학술적 글쓰기, 프로그램 활용법 등 비교과 연구역량 강화 프로그램 참여 활성화를 통한 최초 논문 게재 시기 조기화

- (학술적 글쓰기 집중 훈련 프로그램을 통한 논문 투고 시기 조기화) Nature Master Class, ChatGPT 활용 Academic Writing 특강, 국제학술지 투고 전략 특강, 석박사 학위논문 연구계획서 작성법, 집중적 글쓰기를 위한 부트캠프 등 학술적 글쓰기 역량 집중 훈련을 통해 학생들은 논문 전주기 타임프레임 관리 능력을 기르고 있음. 이의 효과로 학생들의 논문 최초 투고 시기 조기화
- (다양한 방법론 학습을 통한 데이터 분석 및 융합연구 역량 향상) 대학원생 연구력 강화 워크숍(근거이론, 네트워크분석 등 질적연구방법론), 기본논문통계, 기계학습, 데이터과학 입문, 코딩스쿨, KU이공 학교(Matlab, Python, C언어) 등에 적극 참여하여 연구방법론에 대한 이해도 향상
- (Know-Where 지식 학습으로 문헌검색 및 관리 역량 제고) EndNote20, Mendeley Reference Manager 등 서지관리프로그램 교육으로 학생들의 문헌검색 및 관리 역량 획기적 제고

비교과 연구역량 강화 프로그램 참여 활성화 우수 사례

	집중적이고 다양한 글쓰기 훈련을 통한 논문 게재 조기화	박사과정 권규일(2022년 3월 입학)은 입학 후 1년 이내에 공동 1저자로 SSCI 저널 Economic Analysis and Policy에 논문 게재 논문 게재
	석사 졸업생의 최상위 수준 국제저널 제1 저자 논문 게재	정책전공 석사 졸업생인 손우진과 유여진은 IF 15.9, JCR 3.3%인 Renewable and Sustainable Energy Reviews에 각각 제1 저자로 논문 게재 논문 게재
	빅데이터 분석을 활용한 연구의 국제학술지 논문 게재	장용철(박사졸업생)은 빅데이터 분석을 활용한 연구로 Waste Management(IF 8.1, Q1)에 논문 게재 논문 게재
	최고 권위 학술지 Nature 자매지 에디터 리뷰 후 논문 게재	양소영(석사졸업생), 김하영(박사과정), 정종헌(석박통합과정)은 세계 최고 권위의 학술지인 Nature 자매지 에디터에게 논문 제안서를 검토받고 국제학술지에 논문 게재 논문 게재
	학술논문 데이터베이스 활용 활성화	필수과목인 연구방법론I 등에서 과제물, 기말 보고서 등에 Endnote 등 서지관리프로그램 사용 의무화 데이터베이스 활용

○ 학생 융합연구 확산 (Grand Challenge 참가 정책·기술 융합팀 증가)

- Grand Challenge는 에너지환경 분야 사회적 난제 해결을 위해 본 교육연구단이 주최하는 학생 아이디어 경진대회임. 본 대회 시행 첫 해인 2021년에 기술전공 4팀, 정책전공팀 1팀, 기술-정책 융합 1팀 등 비융합팀이 중심이 되었으나 3회째인 2023년 대회에는 기술전공 2팀, 기술-정책 융합팀 5팀으로 융합팀이 대폭 증가하여 Grand Challenge 프로그램의 기획 취지에 부합하는 성과가 나타나고 있음.
- 이는 기술-정책 학생 간 융합연구 주제 발굴을 위해 기술&융합 융합세미나, 필수교과목(〈에너지환경 정책〉, 〈환경공학개론〉, 〈에너지공학개론〉, 〈글로벌 에너지 전문가 세미나〉 등)을 활용하여 기술 및 전공 학생들 간 교류를 활성화하고, 의사소통 기회를 빈번하게 마련한 노력의 결과임.

○ 학생들의 자기주도적 연구 공동체 구축 및 운영

- 학생들이 주도적으로 연구 공동체를 구성하여 연구 설계 단계부터 발표와 논문 게재까지 전 과정에 적극 참여하여 연구자로서의 역량을 강화하고 있음.
- 본 대학원 내 학생들이 구축한 자기주도적 연구 공동체는 총 8팀이며, 팀 단위로 연구와 논문작성을 진행하고 있음. 그 중 “ASEAN 그린 수소 수출 잠재력 연구팀” 과 “지속가능 국제 온실가스 감축 연구팀”에는 개도국 전문가가 참가하는 등 다양한 형태로 진화하고 있음.

○ 공동지도교수제를 통한 다학제적 연구 촉진

- 학생들의 연구에 보다 다양한 시각과 문제 해결 방법을 탐구하기 위해 KIST 및 본교의 타 대학원 전 임교원의 공동지도를 받을 수 있도록 공동지도교수제를 실시하고 있으며 2024년 2월 말 현재, 36명의 학생들이(전체 학생의 45%) 공동지도교수제를 활용하고 있음.
- 그 결과 총 56편의 학생 논문 중에서 12편은 공동지도교수제 또는 다수 교수와 학생 간 협업을 통한 결과물. 이러한 논문들은 정책-투자/위험관리, 데이터-투자/위험관리 분야의 학제 간 연구와 기술-기술 융합 연구를 포함하며, 다양한 학문 영역의 지식과 기술이 결합된 연구 결과를 선보임.

○ 장단기 해외 연구실 연수 및 방문을 통한 연구 협업, 창업아이디어 발굴 등

- 김태민(석박통합과정)은 University of Toronto Geoffrey Ozin 교수 연구실 장기 연수(1차: 2022년 4월 ~ 2022년 12월, 2차: 2023년 7월 ~ 2024년 4월)를 통해 Ozin 교수 연구팀의 ‘온실가스 저감을 위한 이산화탄소 메탄올화 기술 개발 연구’에 공동연구원으로 참여하고 있음.
- 박시은(석사졸업)과 조효빈(석사졸업)은 미 국립 연구소인 NIH 연구실 견학, 실험참관, 연구 발표 및 피드백을 바탕으로 각각 Materials Today Chemistry 저널(IF: 7.3, Q1), Journal of Energy Storage(IF: 8.907, Q1)에 논문을 게재하였음.
- 정무영(박사과정)과 엄수빈(석사과정)은 미국 텔라웨어대학교 에너지변환연구소(IEC), 존스홉킨스대학 응용물리학연구소(APL), Hauptman Ham, LLP, 미국 특허청(USPTO) 등을 방문한 경험에서 착안하여 정무영은 (주)Material by Material(정무영)을 창업하였으며, 엄수빈은 특허데이터 분석과 해외 특허 등록 전략 수립에 두각을 드러내고 있음.

4. 참여교수의 교육역량 대표실적

4.1 참여교수의 교육역량 대표실적

<표 2-8> 해당 산업·사회 문제 해결분야 문제해결을 위한 참여교수의 교육역량 대표실적

연번	참여교수명	참여기간 (YYYYMMDD- YYYYMMDD)	연구자등록번호	세부전공분야	대학원 교육 관련 대표실적물	DOI번호/ISBN/ 인터넷 주소 등
참여교수의 교육 관련 대표실적의 우수성						
1	하윤희	20220301 -20240229		환경/자원정책	신규 교과목 개설 (PBL)	
<ul style="list-style-type: none"> • 교육실적의 우수성 <ul style="list-style-type: none"> - ESG 경영의 중요성이 강조됨에 따라, 관련 교과목 개설에 대한 요구가 높아짐. 이러한 학생들의 요구에 부응하여 하윤희 교수는 <ESG정책과 관련 실무의 이해>를 2022학년도 2 학기에 개설함. - 본 과목에서는 교육연구단의 전문 분야인 지속가능에너지, 자원순환, 기후기술 등 환경 관련 주요 이슈에 대한 강의와 함께, ESG 전략·금융·커뮤니케이션 분야의 국내 최고 전문가들이 강사로 참여해 산업현장에서 발생하는 주요 이슈와 사례를 분석함. • 향상된 교육효과 <ul style="list-style-type: none"> - 본 과목은 Project-Based-Learning에 기반하여 학생들이 직접 구상한 가상의 회사의 ESG 보고서를 도출하는 것을 목표로 하고 있음. 매주 ESG 보고서를 구성하는 주요 요소들을 학습하고, 이를 바탕으로 보고서의 챕터를 작성·발표하는 방식으로 강의가 진행됨. 학생들이 작성한 내용은 교수자와 동료들의 리뷰를 통해 발전되고, 학기 말에 최종 보고서로 종합됨. - 이 과정에서 학생들은 산업별 ESG 핵심 이슈를 이해하고 모범 기업의 Best Practice를 탐색함으로써 최고 수준의 ESG 실무 전문가로 성장하고 있음. 강의에 참여한 전문가들은 학생들의 작업내용에 대한 우수성을 높이 평가하였으며, 성과에 대한 학생들의 만족도 또한 매우 높음. 						

송인학	20230901 -20240229		촉매화학공학	교과목 신규 개설	
2	<ul style="list-style-type: none"> • 교육실적의 우수성 <ul style="list-style-type: none"> - 2023년도 2학기 신규 개설된 <불균일촉매의 개념과 응용>, <환경촉매공학>은 석유화학, 자동차, 반도체 등 국가 기간산업에서 중요한 역할을 하는 촉매 기술에 대한 이해도를 높이고, 실제 산업 현장에서의 응용 가능성을 제공 - 열촉매 공학은 전통에너지에서 신재생에너지로의 산업 전환을 연결하는 허브 기술로 학생들은 두 분야에 대한 깊은 이해와 실무 능력을 함양함으로써, 지속 가능한 산업 발전에 기여할 전문가로서의 실질적인 역량을 키울 수 있음. • 향상된 교육효과 <ul style="list-style-type: none"> - 다양한 학문 분야를 융합하여 전통적인 열촉매 기술에 대한 기초 원리부터 응용까지 체계적으로 학습할 수 있는 기회를 제공 - 학생들은 촉매 기술을 활용하여 환경보호와 자원사용의 효율성을 제고하는 방법을 배우고, 현업에서의 적용 가능성을 이해하며 실무 능력을 향상시킬 수 있음. 				
강윤목	20200901 -20240229		반도체물성	교과목 신규 개설	
3	<ul style="list-style-type: none"> • 교육실적의 우수성 <ul style="list-style-type: none"> - 태양전지 개발 전문가 양성을 목적으로 2020년 2학기에 신규 개설된 ‘태양전지’ 과목은 태양전지 생산공정에서 발생하는 다양한 문제들에 대한 이론적 해석을 제공함으로써 문제해결을 위한 근본적인 지식을 교육 - 태양광 산업의 R&D 전문가가 강의에 참여하여 산업현장에서 요구되는 실무지식을 교육하는 등 산업사회 인재상에 부합하는 교과과정을 구성 • 향상된 교육효과 <ul style="list-style-type: none"> - 태양전지와 태양광 모듈 공정, 구동 원리 및 설비 등 산업현장에서 직접 활용되는 지식을 제공하여 산업기술에 대한 이해도가 높은 전문 인력을 양성 - 태양전지의 핵심 원리인 광학과 광소자에 대한 이해를 통해 이론에 기반하여 문제를 논리적으로 해결할 수 있는 역량을 갖춘 인력 양성에 기여 				

우종률	20200901 -20240229		기술예측 및 평가	교과목 신규 개설	
4	<ul style="list-style-type: none"> • 교육실적의 우수성 <ul style="list-style-type: none"> - 학생들이 기술-정책-데이터 연구를 수행하기 위한 기초적인 통계적 데이터 분석 방법론과 머신러닝을 습득할 수 있도록 2021년 1학기에 <에너지환경 데이터 분석론>을 신설 - 학생들은 본 수업에서 데이터 분석 소프트웨어인 R, 최신 머신러닝 기법 등 다양한 통계적 데이터 분석 도구들의 사용법을 익히고, 에너지환경 분야의 주요 이슈들에 대한 데이터를 수집해 정량적으로 분석하는 과제를 수행 - 본 과목을 통해 학생들은 에너지환경 분야의 다양한 이슈를 기술-정책-데이터 융합 관점에서 분석할 수 있는 역량을 배양하고 사회문제해결형 인재로 성장 • 향상된 교육효과 <ul style="list-style-type: none"> - 본 수업에서는 온라인 인터랙션 교과서(Zybooks)를 활용하여 수업에 대한 학생들의 이해도를 높이고 다양한 실습을 직접 수행하게 하였으며 학생들의 반응도 상당히 좋았음. (교재의 interactive 콘텐츠가 학습에 도움이 되었다고 답한 학생이 수강생의 77.7%) 				
총 환산 참여교수 수	7.83		제출 요구량	2 ~ 4	

5. 교육의 국제화 전략

5.1 교육 프로그램의 국제화 실적



< 교육 프로그램의 국제화 계획 대비 실적 >

계획	실적	달성도
 해외 관련 분야 석학 온라인 교육 운영	<ul style="list-style-type: none"> • 미국 FREE재단과 협력하여 2021년 필수 교과목인 <글로벌 에너지 전문가 세미나> 신설 • 지속적 강의 피드백을 통한 다양한 국가의 국제 석학 21명 강의 초빙 • 국제사회와의 지식공유를 통한 교육기관으로서 사회적 책임 실현 	<p>달성</p> <p>달성</p> <p>달성</p>
 융합교육을 위한 기초과목(영강) 온라인 상시 제공	<ul style="list-style-type: none"> • 학생들 간 기초학문 배경지식 차이를 좁히기 위한 Adaptive E-learning 활용 	<p>달성</p>
 해외 선도 프로그램의 지속적 벤치마킹	<ul style="list-style-type: none"> • Strategic 벤치마킹: 신청 당시 제시한 벤치마킹 대상의 주요 포인트를 전략적으로 반영(8개 대학 및 프로그램 벤치마킹) • Adaptive 벤치마킹: 기존 벤치마킹 대상의 동향을 추적하고 변화를 적용 • 새로운 벤치마킹 대상을 발굴하여 계획에 반영(추가 2개 프로그램 → 향후 계획에 반영) 	<p>달성</p>
 해외 MOU 체결 기관 확대 및 학생 교류 확대	<ul style="list-style-type: none"> • MOU 체결기관의 점진적 확대(평가 기간 내 3건 체결) • 대학본부 차원의 교육협력 MOU를 활용한 교류 활성화 • 기존 MOU 기관 등과의 인적 교류 추진(장기 연수 2건, 단기 연수 5건) 	<p>달성</p>
 주요 국제행사 개최	<ul style="list-style-type: none"> • 국제 태양광 학회 공동 주최(총 4회) • International Energy Expert Network(IEEN)의 국제 포럼 개최(총 8회) 	<p>달성</p> <p>달성</p>
 우수 외국인 학생 유치	<ul style="list-style-type: none"> • 졸업생을 중심으로한 글로벌 네트워크 구축 • 온-오프라인의 적극적 홍보 채널 활용 • 세계 각국의 우수학생 유치(2024년 2월 현재, GETPPP 프로그램에 석사과정 학생 15명, 박사과정 학생 12명 재학 중) 	<p>달성</p> <p>달성</p> <p>달성</p>

○ (계획 I) 해외 관련 분야 석학 온라인 교육 운영

• (실적 I - ①) 미국 FREE재단과 협력하여 온라인 교과 프로그램 구축 및 운영

- 미국 FREE 재단과 협력하여 에너지/환경/지속가능발전/기후변화와 관련한 교과목인 <글로벌 에너지 전문가 세미나>를 개발하여 2021년 2학기부터 운영하고 있음.
- 매년 강의에 대한 피드백을 통해 보다 보다 양질의 교육을 제공할 수 있도록 노력함. 개설 첫 해인 2021년에는 유럽, 북미, 인도 출신 연사가 강의에 참여하였고, 2022년에는 NGO와 국제기구 소속 연사들이, 2023년에는 일본, 남아공, 말레이시아 등 아시아와 아프리카 출신 석학과 기술분야 석학들이 추가 참여하여 강사진의 배경과 학문분야의 다양성이 확대되었음.
- 강의 신설 당시인 2021년에는 대부분 대학교수들로 강사진이 구성되었다면 2022년에는 국제기구,

NGO 소속 강사들이, 2023년에는 개도국 출신 강사들이 추가 참여하여 학생들에게 **다양한 관점을 제공**하는 등 교과목의 질을 향상시키기 위해 노력함. 또한 참여 강사들의 강의의 질을 높이기 위해 수강생들의 반응을 반영하여 **해마다 강사진을 개편함**.



- (실적 I - ②) 국제사회와의 지식공유를 통한 교육기관으로서 사회적 책임 실현
 - <글로벌 에너지 전문가 세미나>의 수강생을 본 대학원 학생으로 한정하지 않고 외부기관 및 타 대학에 공개하여 지식의 공유를 도모함으로써 에너지 전문가양성 교육기관으로 사회적 책임을 다함
 - 2022년 2학기에는 스마트시티 세계 기구인 WeGo의 ‘스마트시티챔피언스’ 프로그램 참여하는 개도국 공무원과 대학원생들에게 본 교과목을 공개하고 강의를 수료하면 본 대학원장 명의의 이수증을 제공함. 2023년 2학기에는 카이스트, 전북대 등 타 대학에까지 강의를 개방함.
- (계획 II) 융합교육을 위한 기초과목(영강) 온라인 상시 제공
- (실적 II) 학생 간 기초학문 배경지식 차이를 좁히기 위한 e-learning 제공
 - 참여교수인 우종률 교수는 에너지환경데이터분석론 수업에서 온라인 인터랙션 교과서(Zybooks)인 “Applied Statistics with Data Analytics”를 활용하여 데이터 분석을 위한 기초 통계 및 R 코딩에 대한 학생들 간의 배경지식 차이를 좁힘. 학생들은 Zybooks를 통해 수업 이외의 시간에 기초 통계와 R 코딩을 대화형 애니메이션 등을 통해 스스로 쉽게 학습을 할 수 있었을 뿐만 아니라 온라인 인터랙션 교과서에 내장된 프로그래밍 환경을 통해 직접 프로그래밍하고 데이터 분석을 실습
 - 참여교수인 송인학 교수는 불균일촉매의개념과응용 수업에서 온라인 오픈리소스인 MIT OCW(OpenCourseWare)의 Thermodynamics & Kinetics 강좌의 일부를 활용하여 열역학과 반응속도론에 대한 화학공학 기초지식이 부족한 학생들이 필요한 과정을 스스로 학습할 수 있도록 제안
 - 참여교수인 김여원 교수는 지속가능성과참여적의사결정 수업에서 국제 연구 이니셔티브에서 개발 및 배포하고 있는 기능성 게임(serious game)인 BEWOP Utility Management Simulation Game을 이용하여 학생들이 수업에서 배운 이론을 실제 참여형 시뮬레이션 게임을 통해 체득할 수 있도록 온라인 국제 교육 자료를 적극 활용
 - 참여교수인 동완재 교수는 Wiley 및 Springer 해외 출판사가 제공하는 오픈 리소스를 강의 보조자료로 활용하여 에너지공학 기술에 대한 이해가 부족한 학생들에게 제공
- (계획 III) 해외 선도 프로그램의 지속적 벤치마킹
- (실적 III - ①) Strategic 벤치마킹: 신청 당시 제시한 벤치마킹 대상의 주요 포인트를 전략적으로 반영

신청 당시 벤치마킹 대상과 실적

벤치마킹 대상	벤치마킹 포인트	실적
 애리조나주립대, 난양공대	기업협력 확대	태양광 분야 국내 1위, 전 세계 5대 기업인 한화솔루션과 태양광기술 전문 계약학과인 “에너지시스템공학과” 운영
 스탠포드대 기후 및 에너지 정책 프로그램 (CEPP)	사회문제해결 실무역량 강화, 기업 및 연구소 협업 시스템 구축	기후기술 인재양성센터, 탄소중립 특성화 대학원 운영, 학생들의 산업체 인턴십 또는 직무훈련 참여
 MIT, 콜롬비아대	데이터 기반 프로그램 강화	데이터와 연구방법론을 활용한 융복합 교과목 개설 (에너지환경데이터분석론, 연구방법론, 공학경제학) 및 비교과 프로그램 참여 지원
 스탠포드대, 홍콩대, 칭화대	사회문제해결 역량 강화	LG 화학 iPBL 아이디어 경진대회, 직무 부트캠프 등에 참여하여 현장에서 필요한 지식 교육, Grand Challenge 개최를 통한 사회문제해결 연구 장려

• (실적 III - ②) Adaptive 벤치마킹: 기존 벤치마킹 대상의 동향을 추적하고 변화를 적용

벤치마킹 대상	변화 동향	변화 동향 반영 실적 및 계획
 스탠포드대	2022년 9월, 기존의 프로그램을 통합하여 지속가능성 대학원 “Doerr School of Sustainability” 을 신설하여 기후 변화, 환경 정책, 탄소 저장, 화석 연료 추출 등 학제 간 통합 프로그램 운영, 다양한 에너지 산업 제휴 프로그램 (ExxonMobil, Shell, Saudi Aramco 등) 운영	탄소중립 특성화 대학원 설립하여 저탄소에너지기술, 에너지환경정책, 기후변화모델링 등 탄소중립 관련 수업과 학제 간 통합교육을 강화하고 산학 연계 프로젝트 및 인턴십을 운영
 애리조나주립대	ASU Knowledge Enterprise 프로그램 운영을 통해 기업과의 파트너십 구축하고 공동 연구 과제 창출. 또한 기업/연방/주/시 정부 관계자들 초대하여 협업 세미나 개최하고 학생들 대상 기업 참여 커리어 페어 운영	애리조나주립대의 School of Sustainability에서 박사학위를 수여한 신입교원 임용하고, 산업형 융합인재를 양성하기 위한 신규 교과목 (지속가능성과참여적의사결정)을 개설하고 신규 산학연 프로그램 계획
 콜롬비아대	2021년 AI 기반 기후 모델링 센터 설립하여 기후변화와 관련된 데이터를 분석하고 기후 예측을 통해 사회 정책과 인프라 개발에 기여	기후변화와 회복탄력성에 대해 이해하고 이를 바탕으로 데이터 분석 및 모델링을 하여 사회 정책과 인프라 개발하는데 기여할 수 있는 인재를 양성하고자 관련 신입교원을 임용하고 신규 교과목 개설 (기후변화와리질리언스) 계획

• (실적 III - ③) 새로운 벤치마킹 대상을 발굴하여 계획에 반영

- 신청 당시 제시한 벤치마킹 대상을 꾸준히 추적하며 이들의 동향을 분석하여 프로그램에 적용함.

벤치마킹 대상	벤치마킹 프로그램	벤치마킹 계획
 콜로라도 광산학교 (Colorado School of Mine)	콜로라도 광산학교의 에너지 대학원 프로그램 (Energy Graduate Program)은 원자력공학, 천연자원 및 에너지 정책, 석유공학, 탄소 포집, 활용 및 저장, 스마트 그리드 등 에너지 자원 관련 교과 프로그램을 다양한 포트폴리오로 운영	향후 지속가능한 성장을 위해서는 당면한 에너지 문제에 대해 환경적으로 수용할 수 있는 솔루션을 찾아야 함. 이에 연소 대기 오염 제어, 화석 연료 전환 등 에너지 자원과 탄소 물질의 환경친화적인 전환과 활용에 관한 교과목을 개설하여 교과 포트폴리오 확장
 MITe (MIT Energy Initiative)	MITEI는 MIT 내 에너지 교육 및 연구 촉진, 환경에 미치는 영향 최소화, 온실가스 배출을 획기적 감소, 기후변화 완화하면서 글로벌 에너지 수요를 효율적이고 지속가능하게 충족시킬 수 있는 솔루션을 개발하려는 임무를 가짐. 이를 위해 에너지 기술 및 정책 관련 보고서 시리즈를 발간하고 정책 입안자와 규제기관을 위한 분석을 제공. 교육 측면에서는 MIT Open Learning과 협력하여 추진하는 온라인 대학원 수준 교육 프로그램인 Future of Energy Systems MicroMasters 프로그램을 제작하여 글로벌 학습자에게 MOOC를 통해 제공함. 또한 많은 청	본 교육연구단은 이미 정부기관 산하연구소와 민간 등과 협업하여 에너지 기술과 정책에 대한 연구를 진행하고 있으며, 학부생을 대상으로 한 K-MOOC에 일부 참여교수들이 강의를 진행하고 있음. 이를 대학원생 수준의 강의에까지 확장할 가능성을 논의 중임. 또한 에너지 관련 연구 현황 및 결과의 사회 기여도를 높이기 위해 에너지 관련 연구를 일상 언어로 친숙하게 풀어 전달하는 방안을 모색하고 있음

중들이 에너지 관련 연구에 쉽게 접근할 수 있도록 우리 일상생활에 에너지가 어떤 영향을 미치는지 설명하기 위해 MITEI 팟캐스트를 제작함.

○ (계획 IV) 해외 MOU 체결기관 및 학생 교류 확대

• (실적 IV - ①) MOU 체결기관의 점진적 확대

- 기존 MOU를 체결 6개국(미국, 싱가포르, 네덜란드, 러시아, 독일, 일본) 8개 기관에 더해 미국의 GABI와 태국의 Kasetsart 대학, 그리고 미국의 FREE와 추가적으로 MOU를 체결하여 교육 국제화의 저변을 확대함.

 미국 GABI	2022년 8월 8일 MOU 체결 <ul style="list-style-type: none"> • Green School 워싱턴 지부로 GABI 설치 • 공동 워크숍 및 회의 주최 협력 • 장단기 교육 리더십 개발 프로그램 구성 	 태국 Kasetsart University	2022년 11월 22일 MOU 체결 <ul style="list-style-type: none"> • 연구 인력 교류 • 기술적 정보 교류 • 추가적인 파트너 탐색 • 합동 연구 증진 	 미국 FREE	2023년 7월 7일 MOU 체결 <ul style="list-style-type: none"> • 에너지, 환경, 정책 및 기술 관련 연구 및 교육 협력 • FREE 재단 장학금 지원
---	---	---	---	---	---

• (실적 IV - ②) 대학본부 차원의 교육협력 MOU를 적극 활용한 교류 활성화

- 3차 연도에는 고려대학교-WeGO 공동 교육협력 MOU를 바탕으로 대학원의 정규 교과목인 “Smart City and Energy Transition - Global Energy Expert Seminar” 를 스마트시티 챔피언스 프로그램에 공개하고, 수강생에게 본 대학원의 강의 수료증을 제공함. ‘스마트시티 챔피언스 프로그램’ 은 전 세계 회원 도시의 청년과 공무원을 대상으로 스마트시티의 미래에 대한 지식 전달과 공감대 구축을 목표로 하는 프로그램임.

• (실적 IV - ③) MOU 기관 등과의 인적 교류 추진

- 캐나다 University of Toronto 대학에서 제공하는 IVGS program (International Visiting Graduate Student)의 일환으로 전용석 교수 연구실의 박사과정 김태민 학생이 나노 광열촉매의 대가인 Geoffrey Ozin 교수 연구실에 파견(2022년 4월 ~ 2022년 12월, 2023년 7월 ~ 2024년 4월)되어 기후난제 해결을 위한 다양한 신재생에너지 연구 경험을 쌓음.
- 두 차례의 미국 National Institutes of Health(NIH) 단기 해외 연수(2022년 12월 21일 ~ 2022년 12월 29일, 2023년 6월 22일 ~ 2023년 6월 29일)를 통해 참여 대학원생 박시은(2022년 12월), 조효빈(2022년 12월), 안정현(2023년 6월)이 NIH 연구원들과 논문 스터디를 진행하고 공유하는 등 학문적 지식을 교류하며 확장하는 기회를 가짐.
- 미국 Institute of Energy Conversion(IEC) at University of Delaware, Hauptman Ham, LLP, United States Patent and Trademark Office(USPTO)에 정무영·엄수빈 학생이 방문(2023년 7월)하여 신재생에너지, 태양전지, 탄소기술 등의 연구에 대한 논의와 함께 특허 확보 전략에 관해 식견을 넓힐 기회를 가짐.
- 미국 Johns Hopkins APL(Applied Physics Laboratory)에 정무영·엄수빈 학생이 방문하여 에너지 광전소자, 열전소자, 저장소자 연구의 동향과 향후 방향성을 논의함(2023년 7월)
- 기존에 MOU가 체결되었던 싱가포르의 ESI에서 손민희 학생이 에너지분야 전과정평가(LCA) 연구에 참여하였으며, 박사학위 취득 후 정식 연구원으로 채용됨.

○ (계획 V) 주요 국제행사 개최

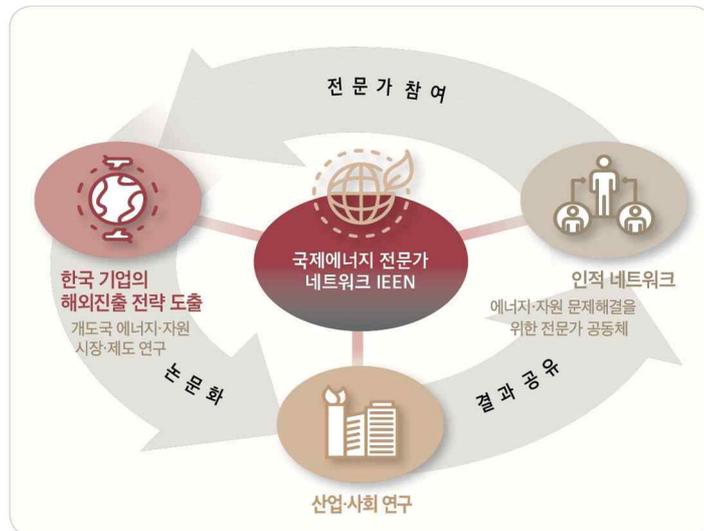
• (실적 V - ①) 국제태양광 학회 공동 주최

- 평가 기간 내 총 4회의 GPVC 국제 태양광 학회를 공동 주최

국제 포럼	기간	장소
PVSEC-30 & GPVC 2020 국제태양광학회	2020.11.8. ~ 11.13	제주, 국제 컨벤션 센터
GPVC 2021 국제태양광학회	2021.7.7. ~ 7.9	광주, 김대중 컨벤션 센터
GPVC 2022 국제태양광학회	2022.7.6. ~ 7.8	광주, 김대중 컨벤션 센터
GPVC 2023 국제태양광학회	2023.9.6. ~ 9.8	광주, 김대중 컨벤션 센터

• (실적 V - ②) 국제 에너지 전문가 네트워크 International Energy Expert Network(IEEN)의 국제 포럼 주최

- 평가 기간 내 총 8회의 IEEN 주최 에너지 전문가 포럼이 개최하였음. 여기에는 각국의 학계, 정부, 민간 영역 에너지 전문가들이 참석하여 신재생에너지, 스마트에너지, 에너지저장시스템, 그린 모빌리티, 수소정책 등에 대해 발표와 토론을 진행함.
- 또한 GETPPP 프로그램 학생들과 본 대학원 재학생들이 주도적으로 참여하여 관련 이슈에 대한 국제적이고 전문적인 안목을 갖추게 됨.
- IEEN을 중심으로 에너지·자원 문제 해결을 위한 전문가 네트워크를 구축하여 개도국 에너지·자원 시장 및 제도 연구를 진행함. 연구를 논문으로 발전시키는 전 과정에 학생들이 적극적으로 참여하여 실제 논문 출판으로 이어짐.



▪ 대표적 연구 성과:

- (제1저자: 참여 대학원생 문홍은) 폐 EV 배터리를 배터리 에너지 저장 시스템(BESS)에 통합하여 재생 가능 에너지의 불규칙성을 보완하는 기술에 대한 경제성 비교분석 연구(Moon, H. E., Ha, Y. H., & Kim, K. N. (2022). Comparative Economic Analysis of Solar PV and Reused EV Batteries in the Residential Sector of Three Emerging Countries—the Philippines, Indonesia, and Vietnam. *Energies*, 16(1), 311.)
- (제1저자: 참여 대학원생 문홍은, 공동저자: 참여 대학원생 최시원) 신흥국 재생 에너지 산업의 투자 환경에 영향을 미치는 요인들을 조사하고, 베트남의 태양광 시장을 중요한 사례로 삼아 상대적 우선순위를 도출하는 연구(Moon, H. E., Choi, S. W., & Ha, Y. H. (2023). Prioritizing Factors for the Sustainable Growth of Vietnam's Solar Photovoltaic Power Market. *Energy & Environment*, 0958305X221146944.)

IEEN 주최 국제 포럼

2020.10.8

2020 Vietnam-Korea Energy Expert Meeting:
Wind Power & Smart Energy System



37명의 베트남 지역 전문가, 한국의 전문가, 본 대학원의 교수와 학생

2020.10.15

2020 Indonesia-Korea Smart Energy System Expert Forum



72명의 인도네시아 전문가, 한국 민간 기업 소속 전문가, 고려대와 서울대의 교수와 학생

2021.11.3

2021 Philippines-Korea Energy Storage System Expert Forum

**International Energy
Expert Network**

**2021 PHILIPPINES-KOREA
ENERGY STORAGE SYSTEM EXPERT FORUM**

• November 3rd (Wed) 15:00 – 17:00
• Manila, Philippines
Seoul, Republic of Korea

64명의 본 대학원 학생(GETPPP 학생들 포함), 한국과 필리핀의 공무원, 민간 기업 전문가

2021.11.10

2021 Indonesia-Vietnam-Korea
Energy Storage System Expert Forum

Expert Network

**2021 INDONESIA-VIETNAM-KOREA
ENERGY STORAGE SYSTEM EXPERT FORUM**

• November 10th (Wed) 15:00 – 17:00
• Jakarta, Indonesia & Hanoi, Vietnam
& Seoul, Republic of Korea

62명의 학계(GETPPP 학생들 포함), 인도네시아, 베트남, 한국의 공무원, 민간 기업 전문가

2022.8.30

2022 Malaysia-Korea Green Mobility and Energy Expert Forum



42명의 한국과 말레이시아의 학계, 공무원, 민간기업의 전문가

2022.11.21

2022 Green Energy & Mobility Expert Forum



205명의 한국과 말레이시아의 학계, 공무원, 그리고 민간 기업 전문가

2023.6.26

2023 Hydrogen Energy Experts Seminar:
Building International Partnerships for Hydrogen Energy Harvesting



약 44명의 한국, 중국, 케냐, 스리랑카, 몽골의 수소 에너지 전문가

2023.8.24

2023 ASEAN-KOREA ENERGY EXPERTS SEMINAR:
SPOTLIGHTING KOREA'S CUTTING EDGE ENERGY
BUSINESS



2023 ASEAN Energy Business
Forum(Bali, Indonesia) 중

- 1) ASEAN-Korea Energy Experts Seminar:Spotlighting Korea's Cutting-edge Energy Business(2023.8.24.-26)와
- 2) High-Level Panel Discussion

참여교수 하윤희 발표, BK 참여 대학원생 송가영, 백윤영, 정석윤, 오슬기 참석

○ (계획VI) 우수 외국인 학생 유치

• (실적 VI - ①) 외국인 졸업생을 활용하여 구축한 글로벌 네트워크를 통해 학생 유치 홍보

- 2019년부터 GETPPP 졸업생을 활용하여 국제에너지전문가 네트워크(IEEN)를 구축·운영하고 있음. IEEN에는 개도국 공무원, 에너지기업 간부, 연구자 등이 참여하고 있음. 베트남, 인도네시아, 필리핀, 말레이시아에는 개별 국가 포럼이 구축되어 있음. 매년 개최되는 IEEN의 국제포럼에서 대학원 프로그램 소개 세션을 진행하고 있으며 대학원 브로셔 배포 등 적극적 학생 유치활동 전개

• (실적 VI - ②) 우수 학생 유치를 위한 온-오프라인 홍보 채널 적극 활용

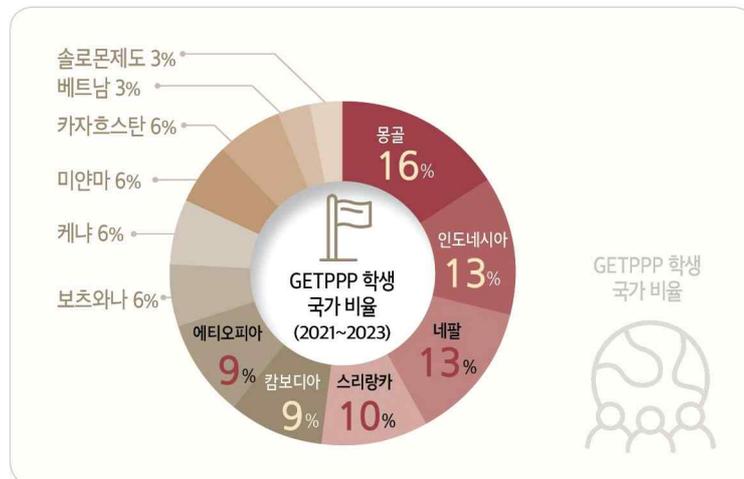
- 국제학회에서의 홍보(2021 국제 태양광학회), 여러 국가 관련 부처 및 대사관에 홍보자료 배치, 영

- 문 홈페이지 개편 등 온-오프라인을 다방면으로 활용하여 우수한 외국인 학생 유치 활동 전개
- 2023년 8월부터 국내외 관련 분야 학자와 전문가들을 대상으로 대학원의 현황과 연구에 대해 홍보하는 **뉴스레터**를 발송하고 있음(현재 24개국 대학, 기업, 연구소 소속 총 103명에게 발송 중)
- 교육연구단장인 하윤희 교수는 2023년 7월 World Bank Brown Bag Seminar, 2023년 9월 The 2023 KEA-IDB Training Program에서 대학원 프로그램을 소개, 개도국 학생 교육에서 국제개발협력기구와의 협력방안을 모색

• (실적 VI - ③) 세계 각국의 우수 학생 유치

- 다방면의 홍보 채널을 통해 국제에너지기술정책전문가프로그램(GETPPP)에 매년 세계 각국의 우수 학생을 유치
- 2024년 2월 현재, GETPPP 프로그램에 석사과정 학생 15명과 박사과정 학생 12명이 재학 중

입학 연도	입학 인원	소속 국가
2021	석사 과정: 5 명 박사 과정: 7 명	몽골, 보츠와나, 스리랑카, 에티오피아, 인도네시아, 케냐
2022	석사 과정: 5 명 박사 과정: 4 명	네팔, 몽골, 미얀마, 스리랑카, 에티오피아, 인도네시아, 카자흐스탄, 캄보디아
2023	석사 과정: 10 명	네팔, 몽골, 미얀마, 베트남, 보츠와나, 솔로몬 제도, 스리랑카, 우즈베키스탄, 캄보디아



- 이외에도 5명의 Full-time 외국인 학생 (Hanna Schuermann, Stephanie Lüscher, Astrid Rahardjo, Sudeshana Pandey, Manuel Isaac Olivar Amaya)은 본 교육연구단의 참여 대학원생이며, 1명의 파트타임 외국인 학생(Suji Kang)이 재학 중.

5.2 참여대학원생 국제공동연구 실적

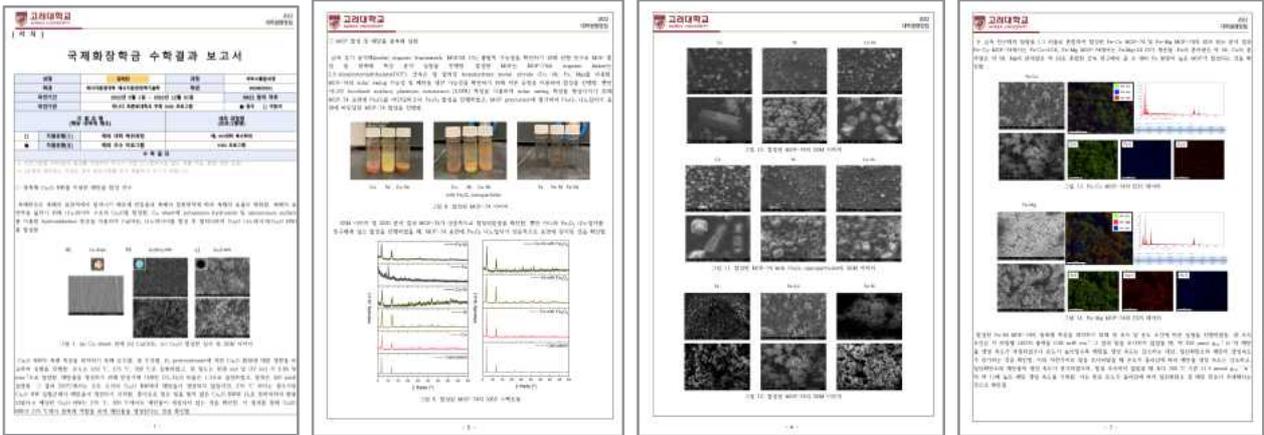
<표 2-9> 평가 대상 기간(2020. 9. 1. ~ 2024. 2. 29.) 내 참여대학원생 국제공동연구 실적

연번	공동연구 참여자			상대국/소속기관	연구주제	연구기간 (YYYYMM-YYYYMM)
	교육연구단		국외 공동연구자			
	참여 대학원생	지도교수				
해외 연구실 파견 및 공동연구						
1	김태민	전용석	Geoffrey Ozin	캐나다/ University of Toronto	무기화학 기반 촉매기술과 태양전지	202204-202212
2	김태민	전용석	Geoffrey Ozin	캐나다/ University of Toronto	산화구리 나노와이어 기반 이산화탄소 광촉매 연구	202307-202404
단기 해외 연수						
3	박시은, 조효빈	전용석	김성원	미국/National Institute of Health	방사 화학 기반의 약물 합성 및 체내에 미치는 영향에 대한 연구 및 전기화학을 통한 반응 수율 확인을 위한 실험 조건 수립	202212-202212
4	안정현	전용석	김성원	미국/ National Institute of Health	이산화탄소 포집에 적용하는 실험을 방사 화학과의 전기 화학 분야에 융합하는 방법	202306-202306
5	엄수빈; 정무영	전용석	Job Taminau, John Byrne; Ujjwal K. Das; William N. Shafaraman	미국/ University of Delaware, Institute of Energy Conversion, Foundation for Energy and Environment	에너지 변환 광전소자 기술 동향, 향후 에너지 변환 광전소자 기술 개발 동향 및 국가별 정책 동향	202307-202307
6	엄수빈; 정무영	전용석	Michael Jin	미국/Johns Hopkins APL(Applied Physics Laboratory)	에너지 변환 광전소자 및 열전소자의 연구 동향, 에너지 저장 소자 연구 개발 동향 및 향후 방향성	202307-202307
7	엄수빈; 정무영	전용석	Seung Yup Lee; Yoon S. Ham	미국/Hauptman Ham, LLP	에너지 환경 관련 신재생에너지, 탄소 기술 등 기술 특허 및 출원 사례와 전략	202307-202307
8	엄수빈; 정무영	전용석	강태식	미국/United States Patent and Trademark Office	신재생에너지 관련 특허 동향 및 특허 출원 및 등록 절차	202307-202307

○ (참여 대학원생의 해외 연구실 파견 및 공동연구)

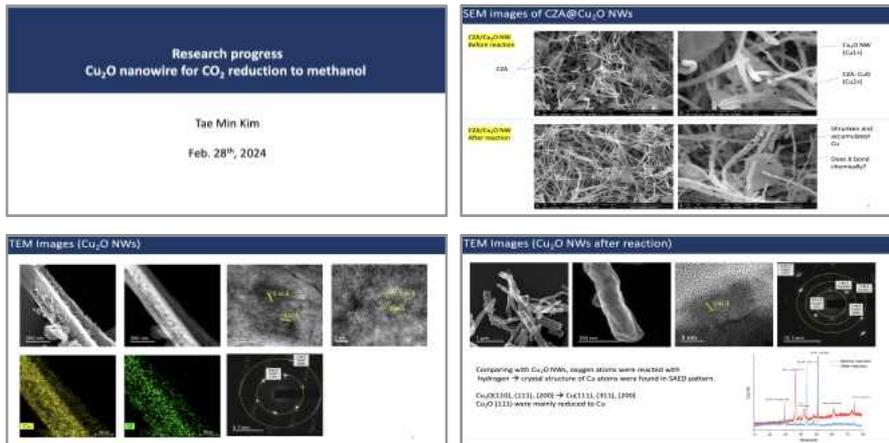
• (연번 1) 김태민(석박통합과정) 학생은 캐나다 University of Toronto에서 제공하는 IVGS Program(International Visiting Graduate Student)의 일환으로 무기화학 기반 촉매 기술의 세계적 권위자인 Geoffrey Ozin 교수의 연구실에서 공동연구를 수행함(2022년 4월 ~ 2022년 12월).

- 기후 난제 해결을 위한 다양한 신재생에너지 연구 경험을 쌓아 이를 재료 합성 및 재료 분석에 중점을 둔 페로브스카이트, 금속 산화물 및 광촉매에 관련된 연구로 연결시킴.



• (연번 2) 김태민(석박통합과정) 학생은 이후 2023년에도 캐나다 University of Toronto, Geoffrey Ozin 교수 연구실에 파견되어 금속 산화물의 광전기화학적 특성을 기반으로 photocatalysis를 개발하고 온실가스 저감을 위한 이산화탄소 메탄올화 기술의 공동 개발을 직접 경험할 수 있도록 지원 중임(2023년 7월 ~ 2024년 4월).

- 장기 해외 연구실 파견과 공동연구를 통해 해당 재료 화학과 나노화학 분야에 대해 학습함. 또한 연구 수행을 위한 장비 사용에 대한 훈련을 통해 높은 수준의 연구 경험을 쌓을 수 있게 됨.



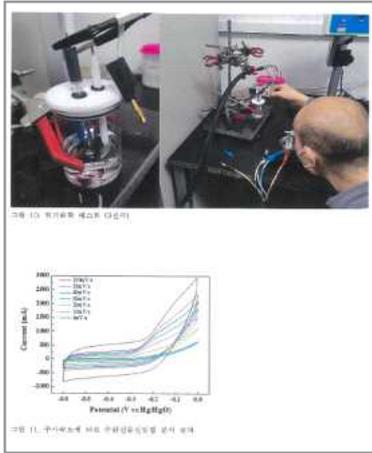
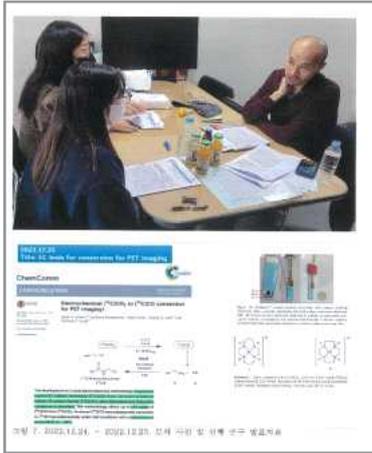
○ (참여 대학원생의 해외 연구실 및 기관 방문 연수)

• (연번 3) 박시은(석사과정)과 조효빈(석사과정) 학생은 전용석 교수와 함께 미국 메릴랜드 소재 National Institute of Health(NIH)에 방문하여 실험을 참관하고(Synthesis, Cyclotron, Animal Lab), 전기화학 실험 세팅 및 결과 분석법을 논의하였으며 추가 분석에 대한 논의와 논문 스터디를 진행함(2022년 12월).

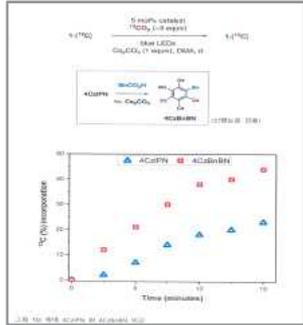
- 본 연수를 통해 두 학생은 방사 화학 기반 약물 합성 및 체내에 미치는 영향에 대한 연구와 전기화학을 통한 반응 수율 확인을 위한 실험 수립을 직접 경험함. 두 학생은 선행연구 및 실험 계획에

대한 발표를 하고 NIH 연구원들과 함께 논의하는 등 학문적 교류 기회를 가짐.

- 향후 전기화학 연구 결과에 대한 지속적인 의견 교환과 NMR, HPLC 등 유기합성 분석에 대한 추가 논의를 통해 본 연수를 통해 이루어진 학문적 교류를 확장하기로 함.



- (연번 4) 안정현(석사과정) 학생은 전용석 교수와 함께 미국 메릴랜드 소재 National Institute of Health(NIH)를 방문하여 Isotopically labeled molecules의 합성과정에 이산화탄소의 유용성을 이산화탄소 포집에 적용할 수 있는 실험을 진행해 기후문제를 장사화학 및 전기화학의 융합을 통해 분석하고 해석하는 기회를 가짐(2023년 6월)
 - NIH 내 3개 실험실 방문에서 참여 대학원생은 실험설계, 데이터 정리, 분석 및 결과 도출 등을 진행함. 또한 전기화학 실험 시연을 통해 결과를 도출하고 NIH 연구원들과의 논문 스터디를 진행하는 등 학문적 역량 확장의 기회를 가짐.
 - 실험 평가 논의와 추가 실험 설계, 그리고 결과에 대한 토론의 과정을 통해 학생이 실험에 주도적으로 참여할 수 있도록 하여 연구자로서의 소양을 키울 수 있는 계기를 마련함.



- (연번 5) 정무영(박사과정), 엄수빈(석사과정) 학생은 전용석 · 하윤희 교수와 함께 미국 University of Delaware, Institute of Energy Conversion(IEC)와 Foundation for Renewable Energy and Environment(FREE)를 방문하여 에너지 변환 광전소자 기술 개발 동향과 국가별 관련 정책에 대해 논의함(2023년 7월)
 - 델라웨어대학 내 연구소와 FREE재단 연수를 통해 학생들은 최신 기술 동향에 대한 지식을 습득하는 동시에 국가별 정책을 비교분석할 기회를 가짐으로써 정책과 기술의 융합적인 사고와 포괄적 안목을 함양할 수 있게 됨.



- (연번 6) 정무영(박사과정), 엄수빈(석사과정) 학생은 미국 Johns Hopkins Applied Physics Laboratory(APL)를 방문하여 에너지 광전소자, 열전소자, 저장소자 연구동향과 향후 방향성을 논의함(2023년 7월)
 - 해외 연구소 방문을 통해 분야의 전문적 기술을 직접 체험하고, 이를 확장하여 연구 개발 주제를 발굴할 수 있는 기회로 활용함. 더불어 향후 방향성에 대한 논의를 토대로 통합적인 현상에 대한 이해를 증진시켜 문제해결 능력을 제고할 수 있는 역량을 갖추게 됨.



- (연번 7) 정무영(박사과정), 엄수빈(석사과정) 학생은 미국 특허법률사무소인 Hauptman Ham에 방문해 기후 변화 및 관련 기술에 대한 특허에 대한 동향에 대한 발표를 들음. 또한 기후 기술 관련 특허를 위한 정부와 기업 간의 협력 및 정책 방향에 대해 논의(2023년 7월)
 - 이 방문을 통해 에너지, 기후기술 관련 특허와 구체적인 심사에 대한 견문을 넓혀 국제 특허 출원 및 등록에 필요한 필수적인 지식을 습득함.



- (연번 8) 정무영(박사과정), 엄수빈(석사과정) 학생은 미국 특허청인 United States Patent and Trademark Office(USPTO)에 방문해 강태식 박사(USPTO examiner)의 기후기술 관련 특허 심사에 대한 강연을 들음(2023년 7월).
 - 특허심사관의 기후 변화 기술의 특허 동향 모니터링을 통해 최신 기술을 이해하고 식별하며, 특허출원에 대한 종합적인 이해도를 높임. 특허 사례와 전략에 대한 학습을 통해 향후 국제 특허 출원과 등록에 있어 전략적인 접근을 할 수 있는 식견을 기름.



Ⅲ. 연구역량 영역

III. 연구역량 영역

1. 참여교수 연구역량

1.2 연구업적물

④ 연구의 수월성을 대표하는 연구업적물 (최근 10년)

<표 3-5> 최근 10년간 참여교수의 해당 산업·사회 문제 해결분야 대표연구업적물

연번	대표연구업적물 설명
1	<p>[기술-데이터 융합 대표연구업적물]</p> <p style="text-align: center;">Historical Analysis of High-Efficiency, Large-Area Solar Cells: Toward Upscaling of Perovskite Solar Cells, Adv.Mater. 32, 2002202(2020)</p> <p style="text-align: center;">Sang Won Lee, Soohyun Bae, Donghwan Kim, Hae Seok Lee</p> <ul style="list-style-type: none"> • 연구실적의 우수성 <ul style="list-style-type: none"> - 참여교수인 이해석 교수(교신저자)는 SCIE 저널로서 에너지, 재료 및 화학 분야 2.2%의 최상위 저널인 Advanced Materials(IF: 30.2)에 본 논문을 게재함. 본 논문의 FWCI(Field Weighted Citation Impact)는 6.31로 이는 전 세계 평균 대비 6.31배 더 인용되었다는 것을 의미함. 이 논문은 2024년 2월 말 현재 총 139회 인용됨(Google Scholar 기준). - 본 논문의 성과를 인정받아 2023년 6월부터 글로벌 태양전지 선도기업인 (주)한화솔루션(큐셀 부문, 2023년 신재생부문 매출 6조 6천억원)과 “32% 초고효율·대면적 페로브스카이트 상업용 태양전지 연구개발” 산업체 지원과제(6억, 3년)를 수행하고 있음. • 창의성·혁신성 <ul style="list-style-type: none"> - 차세대 페로브스카이트 태양전지는 상업화 적용을 위해 대면적 공정에 대한 기술개발이 전세계적으로 활발히 진행되고 있음. 현재 상업용 태양전지 시장의 95% 이상을 점유하고 있는 웨이퍼 기반 결정질 실리콘 태양전지 및 그 외 상업용 박막 태양전지(CIGS, CdTe 등)의 양산화 공정 발전과정을 분석하여 데이터화 한 후 이를 기반으로 페로브스카이트 태양전지 양산에 필요한 기술적 방향성(대면적화 기술)을 처음으로 제안, 양산 공정라인 구성에 대한 창의적·혁신적인 패러다임을 제시 • 비전·목표와의 부합성 <ul style="list-style-type: none"> - 글로벌 탄소중립(Net Zero) 및 기후변화 대응을 위한 대표적인 기후기술인 태양광발전 시스템은 2023년 기준 연 300 GW 이상 설치되고 있음. - 본 논문에서는 차세대 고효율 페로브스카이트 태양전지의 상업화 전략제시를 목표로 대면적 생산 공정기술 및 양산화 공정장비·재료에 대한 솔루션을 제공함. 기존 태양전지 데이터를 기반으로 대면적화 과정에서의 기술적 장애(플라즈마 증착기술, 저온전극 증착기술, 패터닝 기술 등)를 극복하고, 고효율을 유지하는 방법을 탐색함. - 데이터를 기반으로 기술 분야에 새로운 인사이트를 제공한다는 점에서 기술-데이터 융복합 연구의 새로운 패러다임 구축 및 지속가능발전을 추구하는 본 교육연구단의 비전과 높은 정합성을 가짐. • 전공분야의 기여 <ul style="list-style-type: none"> - 페로브스카이트 태양전지 상업화를 위해 기존 태양전지 재료별 데이터 및 태양전지 기술의 다양한 양산공정 기술발전 경로를 최초로 비교·분석하여 주요 기술적 장애에 대한 해결책을 제공함. 이를 통해 글로벌 태양전지 산업 분야 발전에 크게 기여함.

연번	대표연구업적물 설명
2	<p data-bbox="260 230 766 264">[기술-데이터-정책 융합 대표연구업적물]</p> <p data-bbox="336 315 1342 389" style="text-align: center;">Nudging Energy Efficiency Behavior: The Effect of Message Framing on Implicit Discount Rate. <i>Energy Economics</i>, 117, 106485.</p> <p data-bbox="464 400 1227 434" style="text-align: center;">Jiyong Park, WooJin Son, HyungBin Moon, and JongRoul Woo</p> <ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="260 510 523 544">• 연구실적의 우수성 <ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="296 551 1417 669">- 참여교수 우종률(교신저자)과 참여학생 손우진(공동저자)이 참여한 본 논문은 SSCI 저널로서 분야 상위 1% 내의 최상위 저널인 <i>Energy Economics</i>(IF: 12.8)에 게재되었음. 또한 본 논문은 FWCI 2.09로 이는 전 세계 평균 대비 2.09배 더 인용되었다는 것을 의미함. <li data-bbox="260 698 467 732">• 창의성·혁신성 <ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="296 739 1417 902">- 행동경제학에서 활용되는 메시지 프레이밍, 손실회피 성향 등의 이론을 바탕으로 에너지 효율 등급 표시제에 대한 효과를 개선할 수 있는 설계를 제시하고, 이의 정량적인 효과를 데이터와 모델링 기법을 기반으로 실증하였다는 점에서 학계의 이론적 경계를 뛰어넘는 창의성과 혁신성을 갖춤. <li data-bbox="296 909 1417 1072">- 에너지 소비 효율 라벨에 긍정/부정 메시지를 제시했을 때 소비자들의 고효율 가전제품 구매에 미치는 영향을 실증적·실험적으로 분석함으로써 특정 정책이 소비자 행동에 미치는 영향을 직접적으로 확인할 수 있어 향후 에너지 효율 정책 설계에 필요한 근거를 제공 <li data-bbox="260 1102 561 1135">• 비전·목표와의 부합성 <ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="296 1142 1417 1261">- 에너지효율 기술 확산을 가속화하기 위한 정책 방안과 이의 효과를 소비자 행동 데이터와 모델을 기반으로 정량적으로 제시했다는 점에서 기술-데이터-정책 융합 연구를 통해 사회문제해결과 지속가능발전에 기여하고자 하는 본 교육연구단의 비전 및 목표와 부합 <li data-bbox="296 1267 1417 1350">- 에너지경제연구원 박지용 박사와 공동으로 진행한 산학연계 연구의 결과물로 산학 거버넌스를 구축하고 활용. 이는 산학연계 연구를 지향하는 본 교육연구단의 목표와 부합 <li data-bbox="296 1357 1417 1559">- BK참여학생인 손우진 학생도 연구에 참여하여 사회문제해결형 연구를 직접 경험하도록 함으로써 데이터에 기반한 실증 연구에 대한 감각을 기르고 현실적인 문제해결 능력을 강화할 수 있는 기회를 제공. 이는 데이터 및 시스템적 사고에 기반한 분석력과 문제해결능력을 제고하여 융합인재를 양성하고자 하는 본 교육연구단의 목표와 방향을 같이 함. <li data-bbox="260 1588 497 1621">• 전공분야의 기여 <ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="296 1628 1417 1711">- 행동경제학에서 이론적으로 다루고 있던 메시지 프레이밍 넛징을 통해 소비자들에게 에너지 효율성에 투자하도록 장려할 수 있음을 정량적으로 확인하여 이론과 실무를 연계 <li data-bbox="296 1718 1417 1834">- 이러한 결정에 대한 소비자의 경험과 인식을 이해함으로써 정책 당국 및 산업체에게 에너지 정책 및 환경보호 정책을 개선하는 데 도움이 될 수 있는 중요한 근거와 통찰력을 제공

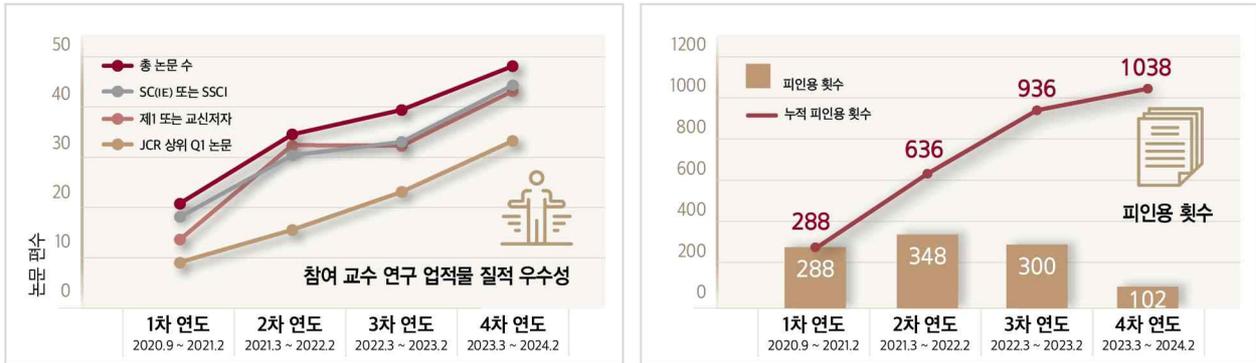
연번	대표연구업적물 설명
3	<p>[기술-정책 융합 대표연구업적물]</p> <p style="text-align: center;">Investigating Decentralized Renewable Energy Systems under Different Governance Approaches in Nepal and Indonesia: How Does Governance Fail? <i>Energy Research and Social Science</i> (2021), 80(102214), 1-10 Yoon-Hee Ha, Surya Sapkota Kumar</p> <ul style="list-style-type: none"> • 연구실적의 우수성 <ul style="list-style-type: none"> - 참여교수인 하윤희 교수가 제1저자이자 교신저자인 본 논문은 Social Science 분야 SJR 순위 14위(695개 저널 중)의 최상위 SSCI 저널인 Energy Research & Social Science(IF: 6.7)에 게재되었음. 또한 본 논문은 FWCI 1.942로 이는 전 세계 평균 대비 90% 더 인용되었다는 것을 의미함. 이 논문은 2024년 2월 말 현재 총 33회 인용됨(Google Scholar 기준). • 창의성·혁신성 <ul style="list-style-type: none"> - 에너지전환과 함께 전기의 공평한 접근 기회 제공을 목표로 하는 개도국 분산형 재생에너지 프로젝트가 소기의 목적을 달성하지 못하는 문제를 의사결정과 집행 과정의 거버넌스 차원에서 분석함. - 기존 연구들은 탈중양화 재생에너지 프로젝트의 성공을 위한 거버넌스 모델의 일반화를 추구하거나 특정 거버넌스의 효과성 증명에 집중함. 반면 본 연구는 특정 상황에서 계획된 거버넌스가 예상대로 작동하지 못하는 실제 프로세스 분석에 초점을 맞추었다는 점에서 차별성과 독창성이 있음. • 비전·목표와의 부합성 <ul style="list-style-type: none"> - 본 논문 작성 당시 본 대학원에 재학 중이었던 네팔 Alternative Energy Promotion Center 소속 Kumar 박사와의 협력연구로 진행된 국제교류의 결과물임. 이는 에너지·자원 분야 국제 공동연구를 확대하고자 하는 본 교육연구단의 국제화 목표에 부합함. - 개도국 태양광 기술 보급사업이 그 목적 달성에 빈번하게 실패하는 원인을 파악하고 정책 솔루션을 제공하는 기술-정책 융합 연구로, 에너지시스템 구축에 있어 다양한 이해관계자들을 고려하는 것이 중요하다는 정책적 시사점을 제공함. 이는 기술과 정책 융합 연구를 수행하여 특정 사회의 맥락, 환경, 사회적 요구에 부합하는 솔루션을 탐색하려는 본 교육연구단의 목표에 부합함. • 전공분야의 기여 <ul style="list-style-type: none"> - 에너지 프로젝트의 대안적 거버넌스로 제안되고 있는 Polycentric Governance를 집중적으로 분석하여 특정한 거버넌스가 프로젝트의 성공을 보장하지 않는다는 점을 밝혀냄. - 거버넌스 이면에 자리잡고 있는 권력배분 구조의 중요성을 밝혀 에너지 거버넌스 연구의 새로운 방향을 제시함.

1.3 교육연구단의 연구역량 향상 실적



○ 연구 업적물의 질적 우수성

- 평가기간 내 총 논문 게재 수는 지속적으로 증가했으며 그 중 **약 90%**는 국제 저명 학술지에 게재됨. 또한 전체 논문의 **87.9%**가 SCIE 또는 SSCI 저널이고, **평균 영향력 지수(IF)는 8.19**로 국제적으로 뛰어난 연구성과를 나타냄. 각 분야별 상위 25% 이내(Q1)인 국제 학술지의 비율이 **61.8%**이고, 이 중 **30편은 상위 5%** 내에 드는 최상위 국제 학술지로 질적으로 뛰어난 연구임을 입증함. 피인용횟수도 꾸준히 누적되어 **4차 연도까지 총 1,038회**(Google Scholar 기준) 인용됨.

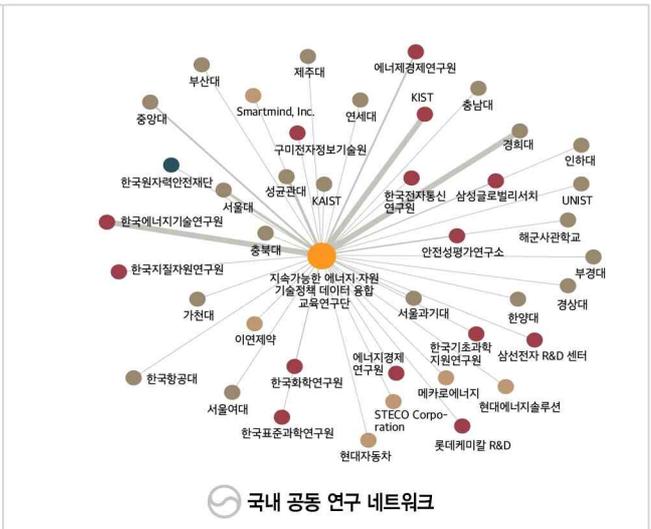
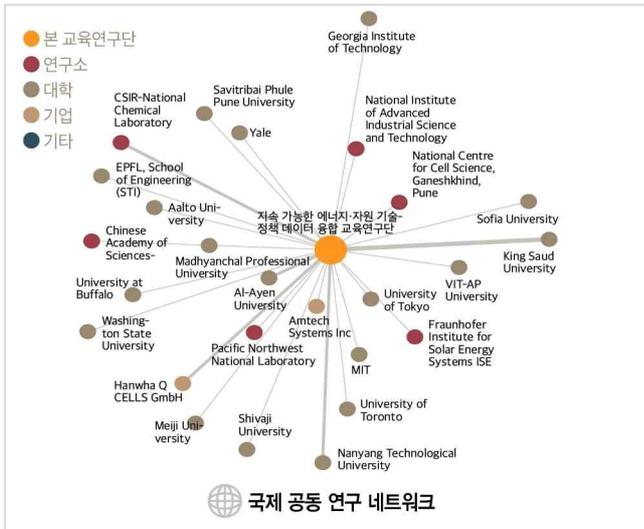


- 같은 출판 연도, 주제 분야, 논문 형태에 따라 인용을 측정하는 지표인 **FWCI(Field Weighted Citation Index)**에서도 우수한 실적을 보임(예: FWCI가 2이면 동일그룹 보다 2배 더 인용됨을 의미함)

참여교수	연구 논문	FWCI
이해석 (2023, 교신저자)	Supersonically Sprayed Self-aligned rGO Nanosheets and ZnO/ZnMn ₂ O ₄ Nanowires for High-energy and High-power-density Supercapacitors	9.95
전용석 (2022, 공동저자)	Collaborative Electrochemical Oxidation of the Alcohol and Aldehyde Groups of 5-Hydroxymethylfurfural by NiOOH and Cu(OH) ₂ for Superior 2,5-Furandicarboxylic Acid Production	4.54
강정원 (2021, 공동저자)	Trimetallic Cu-Ni-Zn/H-ZSM-5 Catalyst for the One-Pot Conversion of Levulinic Acid to High-Yield 1,4-Pentanediol under Mild Conditions in an Aqueous Medium	3.46
우종률 (2022, 교신저자)	Investigating Emerging Hydrogen Technology Topics and Comparing National-level Technological Focus: Patent Analysis using a Structural Topic Mode	2.97

○ 네트워크를 활용한 국내외 공동연구 활성화

- 글로벌 에너지·환경 문제 해결에 대한 다양한 시각과 접근 방법을 제공하기 위해 인도, 미국, 사우디아라비아, 일본 등 전 세계 12개국의 학자들과 공동연구를 진행하였고, **29편의 국제공동연구 논문**을 게재함. 국내 41개 대학, 연구소, 기업들과 공동연구를 진행하여 연구의 다각화와 전문성의 보안을 통해 연구 품질과 깊이를 제고. 공동연구를 통해 얻은 기술과 지식을 확산해 정책과 산업의 경쟁력을 강화하고 정책 결정에 과학적인 근거를 제공



	대학	연구소	기업	기타
국내	18	6	2	0
국제	20	14	6	1

〈 연구: 융복합 연구 패러다임 구축 계획 대비 달성도 〉

전략	세부 전략	실적	달성도
 에너지·자원 분야 융복합 연구모델 개발 및 융복합 연구기반 데이터베이스 구축	기술, 데이터, 정책 교원이 참여하는 정기적 연구회 운영	<ul style="list-style-type: none"> 참여교수들과 신진연구인력들이 기술, 데이터, 정책을 아우르는 주제의 연구를 발제하고 토론함(총 5회) 	달성
	현장 실무급 전문가 세미나 및 글로벌 연구 콜로키움을 통한 특화 연구주제 발굴	<ul style="list-style-type: none"> 교과인 <글로벌 에너지 전문가 세미나>와 함께 비교과 현장 실무급 전문가 세미나를 꾸준히 개최(총 79회) 본 교육연구단과 IEEN(International Energy Expert Network)이 공동 주최한 글로벌 에너지 전문가 포럼을 통해 학계·정부·민간이 다양한 연구를 공유(총 8회) 	달성
	융합연구 기반 데이터베이스 구축	<ul style="list-style-type: none"> 수소 특허 DB 구축 서울대, 경희대와 환경부 과제(2022.6 ~ 2028.12)에 참여하여 철강, 시멘트 산업의 탄소감축 기술 DB 구축 	달성
 융합 연구협력 인프라 강화	대학본부의 융복합 연구지원(KU-FRG) 및 KU-KIST 사업 등 활용	<ul style="list-style-type: none"> 대학본부 지원사업 적극 활용(KU 이공학교, Nature Master Class at KU, Nature Conference, Lab to Life 연구페스티벌) KU-KIST 공동연구 진행(탄소중립을 위한 에너지환경시스템 개발 및 응용: 2023년 1월 ~ 현재, 에너지 순생산 및 에코시티 구축: 2022년 12월까지) 	달성
	학연 교수제 등을 통한 국제연구소 우수학자 활용	<ul style="list-style-type: none"> KIST 소속 학연교수(4명)와 학연교수펠로우(3명)를 학생지도와 강의에 활용(첨단환경 분야 1명 선발 중) <글로벌 에너지 전문가 세미나> 교과에 국가녹색기술연구소(National Institute of Green Technology) 연구원 참여 	달성
	신재생에너지 발전량 모니터링 테스트베드 등 융합 데이터센터 구축	<ul style="list-style-type: none"> 태양광 발전량과 특성 평가를 위한 시스템(태양광 셀 모듈 테스트베드) 구축 및 데이터 서버 운영 	달성
	융합세미나를 통한 연구 지속적 공유, 비관적 논의, 학제 간 의사소통	<ul style="list-style-type: none"> 'Grand Challenge'를 통한 에너지환경 분야 사회적 난제 해결을 위한 아이디어 발굴(총 3회) '기술&정책 융합세미나' 개최로 학제 간 소통 강화(총 7회) 	달성
Boot Camp 등 연구역량 관련 프로그램 운영	<ul style="list-style-type: none"> KU 이공학교, Nature Master Class at KU를 비롯한 비교과 프로그램에 학생들이 참여(총 37회) 학생들의 자기주도적 연구공동체 구성(총 7팀) 논문 전주기 타임프레임 능력 제고를 위한 Boot Camp 개최(1회) 연구몰입도 강화를 위한 석·박사 간 연구 멘토제 실시 	달성	

1) 에너지·자원 분야 융복합 연구모델 개발 및 융복합 연구기반 데이터베이스 구축 실적

(1) 기술, 데이터, 정책 전공 교원이 참여하는 정기적 연구회 운영

○ 융합연구 주제 발굴을 위한 연구공유 세미나

- 각 전공 교원들의 연구내용 및 아이디어를 공유하여 교수-학생 간, 학생-학생 간 공동연구를 기획하고 융합연구 주제를 발굴하기 위한 취지로 ‘융합연구 학생 세미나’를 개최(총 5회)
- Brown bag seminar 형식으로 진행되어 융합적인 연구를 이끌어낼 수 있는 응용연구 분야의 발표가 되도록 두 명의 서로 다른 전공을 가진 교수들이 세미나를 준비하고 발표

(2) 현장 실무급 전문가 세미나 및 글로벌 연구 콜로키움을 통한 특화 연구주제 발굴

○ 교과와 비교과를 활용한 현장 실무급 전문가 세미나 개최

- 2021년 2학기에 신설된 <글로벌 에너지 전문가 세미나>는 대학, 정부, 연구소, 비영리기관, 비정부기관, 민간 기업 소속의 세계적 해외 석학과 에너지 전문가들을 초청하여 현장의 살아 있는 지식을 배우고 이를 기반으로 특화된 연구 주제를 이끌어낼 수 있는 플랫폼으로서의 역할 수행(총 36회)
- 교과 외에도 에너지 환경 분야에서 최고 경영자, 글로벌 석학, 사회운동가, 실무급 전문가를 초청해 관련 정책과 전략에 대한 실무 정보와 지식을 공유하는 전문가 세미나 개최(총 43회)
- 2020년부터 본 대학원의 GETPPP 졸업생을 활용하여 구축한 ‘국제에너지전문가네트워크(IEEN)’ 주최로 글로벌 에너지 전문가 포럼 매년 개최(총 8회)

(3) 융합연구 기반 데이터베이스 구축

○ 수소에너지 특허 데이터베이스 구축

- 미국 특허청에서 2010년부터 2019년까지 10년간 발행된 수소에너지 관련 특허 데이터 17,281건을 수집하여 특허 데이터베이스를 구축하고, 특허의 동향과 주요 국가의 기술 포트폴리오 비교와 의사결정 프레임워크 제안을 통해 수소 R&D 전략에 합의를 제공. 이 연구와 관련한 논문은 2022년에 Engineering, Chemical 분야 상위 6% 이내의 최상위 저널 Applied Energy에 게재됨.

○ 타 대학과 연구협력을 통한 탄소감축 기술 데이터베이스 구축

- 서울대, 경희대와 함께 탄소중립 정책의 산업부문 영향을 추정하기 위한 에너지-경제 모형을 개발하는 환경부 과제에 참여 중 (2022년 6월 ~ 2028년 12월)
- 본 데이터베이스는 철강, 시멘트 산업의 탄소감축 기술 리스트, 연구개발 수준, 설치 및 운영 비용, 탄소배출 감축 가능량 등의 정보를 포함하여 관련 기술 개발 및 정책 결정에 중요

2) 융합 연구협력 인프라 강화 실적

(1) 대학본부의 융복합 연구지원(KU-FRG) 및 KU-KIST 사업 등 활용

○ 대학본부 지원사업의 활용

- 대학본부 차원에서 연구의 우수성 향상을 위해 운영 중인 학술활동지원사업을 적극적으로 활용함. 특히 융복합 연구 데이터 과학, 연구방법론 등 수요를 반영한 비교과 프로그램에 학생들이 적극 참여하여 연구역량 증진에 기여함(KU 이공학교, Nature Master Class at KU, Nature Conference).
- 대학원 혁신본부에서 주최한 Lab-to-Life 연구페스티벌(2023년 2학기)에 교내의 타 BK21 교육연구단 및 연구실들과 소통하고 학과 간 교류를 통해 연계 융합연구를 모색하는 기회를 제공
- BK21 4단계를 위한 전담직원 배치로 사업의 원활한 수행을 위한 행정적 지원체계 구축

○ KU-KIST 협력시스템을 기반으로 공동연구 진행

- KU-KIST 사업을 바탕으로 본 교육연구단과 KIST 연구원들의 공동연구가 활발히 이루어지고 있음. 이러한 협력시스템을 이용하여 KU-KIST 자가구동 태양광 수소 생산 시스템을 개발함. 이 연구에서는 태양광 발전을 활용한 자가구동 수소생산 장치를 개발하고 다양한 촉매 시스템을 적용해 장기 운전 성능평가를 진행함. 이와 관련한 논문은 2021년 SCIE 저널이며 Engineering, Environmental 분야 1% 이내 최상위 저널인 Applied Catalysis B-Environmental(IF 22.1)에 게재됨.

(2) 학연 교수제 등을 통한 국책연구소 우수학자 활용

○ 국책연구소 또는 KIST 소속 우수연구자를 학연교수로 임명하여 융합연구의 인적 인프라 구축

- KU-KIST 업무협약을 통해 KIST 소속 연구자 7명을 학연교수로 임명하거나 학연 명예교수직(학연 교수 펠로우)을 수여하여 학생지도와 연구에 활용. 이들은 재료공학, 화학, 지반환경공학, 화학 공정 시스템 공학 등 융합연구를 내실화할 수 있는 우수한 인적자원이며, 학연교수는 공동지도교수로서 학생들을 지도하고 있어 교육과 연구 모두에 기여하고 있음.

○ 국책연구소인 국가녹색기술연구소(구 녹색기술센터) 연구원의 강의 참여

- 국가녹색기술연구소와 본 교육연구단의 비전과 목표를 공유한 이후 2021년 <글로벌 에너지 전문가 세미나> 교과에서 연구소의 연구원이 강의를 진행(오채운(국가녹색기술연구소 책임연구원), ‘Global Climate Technology Cooperation: Governance and Pathway’, 2021.9.28.)

(3) 신재생에너지 발전량 모니터링 테스트베드 등 융합 데이터센터 구축

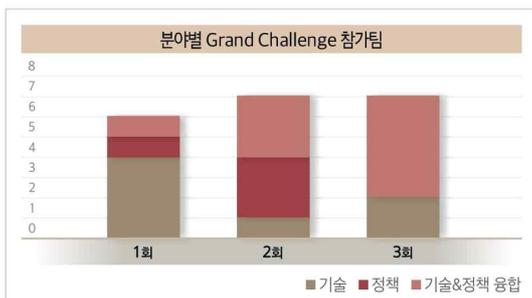
○ 태양광 발전량과 특성 평가를 위한 시스템(태양광 셀 모듈 테스트베드) 구축 및 데이터 서버 운영

- 전 세계 시장 점유율 95% 이상인 실리콘 태양전지 중 주력제품과 차세대 제품을 실외에 설치하고 실시간 출력과 기후 데이터를 수집하는 시스템을 구축함. 데이터 서버 운영을 통해 총 3편의 SCIE 논문을 게재함.

(4) 융합세미나를 통한 연구 지속적 공유, 비판적 논의, 학제 간 의사소통

○ 교육연구단 자체 ‘기술&정책 융합 세미나’ 와 ‘Grand Challenge’ 개최

- 기술 분야와 정책 분야 전공 학생들이 연구를 발표하고 질의하는 ‘기술&정책 융합 세미나’ 를 매년 개최하여 학제 간 소통이 이루어질 수 있는 채널을 제공(총 7회)
- 융합적 접근방식을 통해 사회난제 해결의 대안을 제시하는 ‘Grand Challenge’ 는 학생들이 기술팀, 정책팀, 또는 기술&정책 융합팀을 이루어 제안서를 작성·발표함. Grand Award 팀에게는 팀당 100만원, Challenge Award 팀에게는 팀당 20만원의 상금이 수여됨(총 3회). 해마다 기술&정책 융합팀의 비중이 증가하고 있어 학생들의 융합연구 활성화에 기여



(5) Boot Camp 등 연구역량 관련 프로그램 운영

○ 연구역량 관련 비교과 프로그램에 참여 활성화

- 참여학생들은 대학본부와 교육연구단이 공동 주최하고 운영하는 ‘KU 이공학교’, ‘Nature Master

Class at KU' 프로그램에 참여하여 연구역량을 제고

- KU 이공학교: Matlab, Python, C언어 등 분석도구, 연구 윤리에 대한 이해도 향상, 영어논문 작성법 등 강의를 제공해 연구자로서의 필수 역량 강화 지원(총 4회)
- Nature Master Class at KU: 국제전문학술지 논문 작성법에 관해 전 세계에서 가장 권위 있는 학술지인 Nature 자매지 에디터를 초청해 논문 초록 검토와 논문 출판의 전 과정에 대한 강의를 진행(총 6회)
- 이외에도 '대학원생 연구력 강화 워크숍'을 통해 다양한 질적 연구방법론을 교육하고, 기본논문 통계, G-TLS(S인증)프로그램 워크숍을 통해 엑셀을 활용한 데이터 분석, 기계학습, 데이터과학입문, 코딩스쿨, ChatGPT 활용 Academic Writing 특강을 제공. 나아가 국제학술지 투고 전략, 국제학술지 영어 논문 교정 지원, EndNote20, Mendeley Reference Manager, 연구를 위한 정보탐색 전략, Turnitin 이용방법, 학위논문 연구계획서 작성법, 온라인 연구윤리교육, 대학원생 융복합 기반 연구모임 등 연구역량 제고에 필수적인 다양한 비교과 프로그램을 운영

○ 학술적 논문작성을 위한 부트캠프 개최

- 학생들이 집중적으로 논문을 작성할 수 있도록 글쓰기 부트캠프를 진행(2024년 2월 26일-28일). 만족도 조사 결과 부트캠프에 참여 학생들 중 87.5%가 매우 만족한다고 응답



○ 학생들의 자기주도적 연구 생태계 구축과 석-박사 학생 간 멘토제 실시

- 학생들이 자체 연구공동체를 구성하여 주도적으로 연구 생태계를 구축하여 연구 시너지를 제고
- 석사과정생, 박사과정생, 신진연구인력으로 구성된 '지속가능 국제 온실가스 감축 연구팀'은 수행 중인 연구의 내용을 본 교육연구단이 주관하고 대신경제연구소와 한국국제경제학회가 공동 주최한 '온실가스 국제감축사업의 도전과제와 대응전략' 공동 포럼(2023년 12월 8일)에서 발표

학생 자체 연구공동체(총 7팀) 연구주제

연구공동체	연구 주제
ASEAN 그린수소 수출 잠재력 연구팀	재생에너지 잠재량 및 LCOH를 활용한 ASEAN 그린수소 수출 잠재력 분석
지속가능 국제 온실가스 감축 연구팀	국제 온실가스 감축 프로젝트의 지속가능발전 혜택 강화
시스템 모델링팀	재생에너지 확대 대응을 위한 최적 ESS 믹스 분석 연구
행동과학 연구팀	에너지 수요관리 서비스 및 정책 설계를 위한 에너지 소비자 행동모형 연구
태양전지 연구팀	고효율 박막 태양전지 및 실리콘 적용 투명 태양전지 개발
에너지 저장 소자 연구팀	전극 재료, 전해질 합성 공정 최적화 및 고 에너지밀도의 전기화학 에너지 저장 소자 개발
전기화학 수전해 시스템 연구팀	전이금속 기반 산화물 및 2차원 전도성 신소재, MXene 전극 소재 적용 고효율 전기화학 수전해 시스템 개발

2. 산업·사회에 대한 기여도

2.1 산업·사회 문제 해결 기여 실적

<표 3-6> 사업 참여 기간 내 참여교수 산업·사회 문제 해결 기여 실적

연번	실적명	참여교수명	실적 해당 분야	실적 요약
1	알키미스트 프로젝트 산업화	전용석	기업현안 해결	[산업사회 문제 해결 기여도] <ul style="list-style-type: none"> 산업난제 해결을 위한 “슈퍼 태양전지” 개발을 진행 중. 상호에 부착할 수 있는 투명 태양전지 개발로 도시의 심미성 향상 효과 기대 상용화 성공 시 국내 태양광 기술력 제고와 관련 산업(소재/부품/공정장비) 활성화로 글로벌 시장에서의 경쟁력 확보 [해당 분야와의 연관점] <ul style="list-style-type: none"> 기존 실리콘 태양전지의 한계를 극복하고 효율적이고 환경친화적인 발전을 가능케 하며 100GW 이상의 신규 에너지 시장 창출 예상
			미래/글로벌 대응	
			일자리 창출	
2	국제에너지 전문가 네트워크 (IEEN) 구축·운영	하운희	거버넌스 구축	[산업사회 문제 해결 기여도] <ul style="list-style-type: none"> 개도국 현지 전문가, 공무원, 기업인 등과의 협력 네트워크 구축, 적정기술 발굴, 정책 및 시장 정보 제공 등을 통해 국내 기업의 개도국 시장 진출 지원 2022년 말레이시아 IEEN Forum, 2023년 ASEAN 에너지장관회의 부대 이벤트를 개최, 한국 기업의 마케팅 및 현지 네트워크 구축 기회 제공 [해당 분야와의 연관점] <ul style="list-style-type: none"> 개도국의 에너지 기술 수요 및 시장 상황 분석, 투자기업 매칭을 위한 워크숍 개최 등으로 개도국 에너지시장 개발 지원
			기업현안 해결	
			미래/글로벌 대응	
3	탄소중립 이행을 위한 글로벌 산업부문 모형 개발	우종률	거버넌스 구축	[산업사회 문제 해결 기여도] <ul style="list-style-type: none"> 탄소중립 정책의 산업 부문에 대한 영향을 추정하기 위해 에너지-경제 모형을 개발 온실가스 저감기술 개발 및 민간 투자 촉진을 위한 정책의 불확실성을 감소시키고 국가의 감축 잠재력에 대한 추정 기능과 정책평가 기능을 향상시켜 온실가스 감축 정책의 효율성을 제고할 것으로 기대 [해당 분야와의 연관점] <ul style="list-style-type: none"> 탄소중립 정책과 관련된 다양한 이해관계자를 포괄하는 거버넌스를 염두에 두고, 국제사회의 온실가스 저감 노력에 발맞추는 정책 수립에 기여
			미래/글로벌 대응	
			정책 기여	

4	우즈베키스탄 태양에너지 산업 활성화를 위한 정책개선 및 전력안정화 를 위한 에너지저장 시스템(ESS) 활용방안 수립	김경남	미래/글로벌 대응	<p>[산업사회 문제 해결 기여도]</p> <ul style="list-style-type: none"> 우즈베키스탄의 에너지전환 정책 추진에 따라 태양에너지 보급 및 관련 산업 육성을 위한 경험과 노하우 필요 우즈베키스탄의 에너지 공급 다양성을 확보하고 에너지 안보를 강화하기 위한 정책 및 기술 자문을 제공 이와 함께 태양광 발전 증가시 전력 계통의 안정화를 위해 필요한 에너지 저장시스템 도입을 위한 다양한 전략 제안 <p>[해당 분야와의 연관점]</p> <ul style="list-style-type: none"> 에너지전환 추진에 필요한 기술과 경험을 전수함으로써 관련 정책 수립과 전 지구적 지속가능발전에 기여 	
			정책 기여		
총 환산 참여교수 수		7.83		제출 요구량	2 ~ 4

연번 1. 알키미스트 프로젝트 산업화(전용석 교수)

• 연구 배경

- 현재 태양광 산업은 실리콘 태양전지 한계효율(30%)로 인해 실질적인 발전이 제약됨. 이러한 한계를 극복하기 위해 슈퍼 태양전지로 페로브스카이트/실리콘 탠덤 태양전지를 개발
- 태양전지의 건물 적용을 위한 태양광발전(BIPV)의 핵심기술로 투명하면서 전력을 발생할 수 있는 투명한 태양전지 소재 및 모듈을 개발

• 실적 및 현황

① 슈퍼 태양전지 개발

- 산업난제 해결을 위한 알키미스트 프로젝트로 “슈퍼 태양전지” 개발을 진행. 한국화학연구원, KAIST 및 글로벌 태양광기업인 (주)한화큐셀과 협력하고 있으며, 현재 슈퍼 태양전지의 bottom셀을 사업화하기 위해 파일럿라인을 설치하여 검증 중. 현재 태양광시장의 95%를 점유 중인 상업용 실리콘 태양전지의 경우 효율이 22-23%이며, 본 슈퍼 태양전지의 최종 목표는 태양전지의 이론적 한계효율(29.4%)을 극복한 30% 이상의 효율 달성임.

(ㄱ) 필름형 투명 태양전지 개발

멤버십 협력 개발 예시-메카로	현 제품	투명 태양전지 적용
<ul style="list-style-type: none"> 세계 유일 MOCVD CIGS 셀/모듈 기술 반도체 및 태양전지용 전구체 개발 유기금속 화합물 합성기술 유기/무기 금속화합물 고순도 정제기술 CVD heater black 	CIGS 박막 모듈	CIGS 투명 모듈
협력 필요성과 시너지 효과 CIGS 투명 태양광 모듈 상용화 • 기존 태양광 모듈 산업은 기술 장벽이 낮음 • 보유기술의 부가가치를 높일 수 있는 새로운 제품 필요함 • 메카로 : CIGS 박막 태양전지 개발 및 실외 평가, 고려대 : CIGS 박막 태양전지 고효율화 공정 개발		

(ㄴ) 기존 태양전지 플랫폼화 예시

멤버십 협력 개발 예시-립라이	현 제품	투명 태양전지 적용
<ul style="list-style-type: none"> 세계 유일 초박막(~1um) 변색소자 기술 전고체 (Full Solid State) Device 대면적 가능(차량용 유래, 건축유리) 곡면 및 유연기판 적용 가능(필름형태) 낮은 제조 원가(1/5) 	웨어러블 소자, 자동차부품, 스마트유리	IT(투명디스플레이), 자동차(차량용), 스마트유리(스마트모듈)
협력 필요성과 시너지 효과 투명 태양전지를 활용한 다양한 신제품 개발 • EC는 전력공급을 중단상태에서 투과도 7% 수준을 유지해야 하므로 투명 태양전지 필요 • 자동차나 웨어러블 기기는 배터리를 사용하므로 사용시간 제한되어 보조 전원 필요 • 립라이 : 박막 변색 소자 및 시스템개발, 고려대 : 필름형 투명태양전지 개발		

② 투명태양전지 기술협력 : 메카로에너지와 기술협력

- 2018년 12월 4일 (주)메카로와 CIGS 박막태양전지 산업자문계약 체결. 2020년 1월 1일 메카로에너지와 CIGS 박막태양전지 산업자문계약 체결. 2020년 6월 17일 메카로에너지에 투명태양광 모듈기술 소개 및 알키미스트 프로젝트 기업멤버십 참여의향서 체결. 2021년 12월 20일 유리기판을 사용한 불투명한 CIGS 태양전지를 투명태양광 모듈로 제작할 수 있는 내용으로 한정하여 기술이전(통상실시권)을 협의함. 이후 메카로에너지가 투명모듈을 홈페이지(<https://mecaroenergy.com/>)에 게시하고, 대구 그린엑스포(2022.4.13.~15)와 세계태양에너지엑스포(2023.6.27.~29)에 전시함.

③ 투명태양전지 수상 실적 및 기술 공동개발 과제 현황

- (현대건설) 2022 현대건설 기술공모전 장려상 수상 (2022.11, 아이디어명: 공동주택 유리난간에 적용 가능한 태양광 모듈 개발 제안서)
- (한국동서발전) 2022년도 제10차 연구개발심의위원회 과제 선정(2022.11~2024.10, 과제명: 건축물 및 영농형 고기능성 태양광 모듈 양산화 기술개발)
- (현대자동차) 산학협력과제 선정(2022.08, 과제명: 고투명 태양전지를 위한 Invisible 태양광 모듈 개발)
- (국책과제) 산업통상자원부, 에너지기술평가원 “신재생에너지핵심기술사업” 선정(2023.08, 과제명: 결정질 실리콘 기반 탠덤 태양전지 적용을 위한 전층 무기 저온 상변화 페로브스카이트 - 상부셀 및 핵심소재 개발)

• 기대 효과

- 슈퍼 태양전지 및 투명 태양전지의 개발은 실리콘 태양전지의 한계를 뛰어넘어, 태양광 산업의 기술적 난제를 해결하고 산업을 주도할 것으로 기대
- 고기능 창호형 BIPV 모듈과 같은 혁신적인 태양전지 제품들은 건축물의 에너지 효율을 높이고 온실가스 감축에 기여함으로써 환경친화적인 발전을 도모
- 투명 태양전지 기술의 산업화는 태양광 산업의 다각화를 촉진하고, 새로운 산업 분야에서의 일자리 창출과 경제성장을 촉진
- 향후 슈퍼 태양전지의 상용화에 성공한다면 국내 태양광 기술의 글로벌 우위 확보와 국내 연관 산업(소재/부품/공정장비) 활성화를 통해 글로벌 시장에서의 국내 산업경쟁력 확보가 가능

연번 2. 국제에너지전문가네트워크(IEEN, International Energy Expert Network) 구축·운영(하윤희 교수)

• 실적 및 현황

① 신흥국 에너지 전문가 지속적 유치

- 본 대학원이 운영하는 신흥국 에너지공무원 인력양성 프로그램(GETPPP, Global Energy Technology Policy Professionals Program)은 석박사학위 프로그램으로 각국의 산업, 학계, 정부 부문을 연결하는 정책 협력 네트워크 구축과 이를 통해 국내 기업의 글로벌 에너지시장 진출을 지원하는 것을 목표로 함.
- GETPPP에는 2024년 2월 말 기준, 16개국 출신 49명의 졸업생과 재학생이 있으며, 이들은 에너지 분야 전략시장인 신흥국의 에너지부 및 전력회사 현직 간부들로 구성

② GETPPP 졸업생을 활용한 “국제에너지전문가네트워크(IEEN)” 구축 및 확장

- GETPPP 졸업생들이 국내 기업의 신흥국 시장 개척에 실질적인 도움을 줄 수 있도록 2019년부터 졸업생들을 활용해 국제에너지전문가네트워크(International Energy Expert Network, IEEN)를 구축·운영하고 있음.
- 2019년부터 2023년까지 IEEN 포럼에는 총 19개국 231명의 전문가가 참여하고 있으며, 말레이시아, 필리핀, 인도네시아, 베트남에는 별도의 개별 국가 포럼을 구축하였음.

③ 한국 기업의 현지 진출을 위한 네트워크 기획 제공

- IEEN은 매년 태양광, 풍력, 스마트에너지시스템, ESS, 그린 모빌리티, 수소 등을 주제로 현지 에너지 전문가와 국내 기업인들이 참여하는 세미나와 네트워킹 행사를 개최하였고, 이는 현지 진출을 희망하는 한국 기업들이 신뢰할 만한 현지 네트워크를 확보하는 통로로 활용됨.
- (2022년 말레이시아 Green Mobility and Energy 포럼)은 2022년 8월 쿠알라룸푸르에서 개최되었으며 말레이시아 에너지부 Dato' Mohamad Razif bin Abd Mubin 차관보를 포함 말레이시아 측 인사 17명, 말레이시아 주재 이치범 대사를 포함 한국 측 인사 23명이 참석
- (2022년 Green Energy and Mobility 전문가 포럼)은 IEEN 연례 포럼의 일환으로 2022년 11월 서울에서 개최되었음. 대통령직속 2050탄소중립녹색성장위원회 김상협 위원장을 비롯한 말레이시아, 베트남, 인도네시아, 필리핀 전문가 12명, 한국 정부 부처, 공공기관, 관련 기업 및 협회, 대사관, 언론사, 금융사 117명 등 약 200여명이 참석함. 해당 포럼에 참석한 해외 전문가들은 한국지역난방공사, 현대모터스튜디오를 방문하여 한국기업의 우수한 기술과 비즈니스 역량을 체험
- (2023 수소 에너지 확산을 위한 글로벌 파트너십 구축 세미나)는 2023년 6월 제주도에에서 개최되었으며, 수소에너지 관련 국내외 전문가, 국내외 정부기관, 대사관, 유관 기업, 대학, 언론사, 금융사 등 총 313명이 참석
- (2023 ASEAN-Korea Energy Experts Seminar)는 ASEAN 에너지 장관 회의 및 ASEAN 에너지 비즈니스 포럼과 연계하여 2023년 8월 인도네시아 발리에서 개최되었고, 국내외 에너지 전문가 및 국내외 정부 부처, 국내 에너지기업, 대학, 재단 등 총 43명이 참석



연번 3. 탄소중립 이행을 위한 글로벌 산업부문 모형 개발(우종률 교수)

• 연구 배경

- 2019년 기준 국내 온실가스 배출량의 55.7%를 산업부문 배출량이 차지하는데 선진국보다 제조업 비중이 높은 국내 상황에서 수출 경쟁력, 노동시장 등에 피해를 최소화하면서 감축목표를 달성하기 위해서는 정교한 모형을 토대로 합리적인 의사결정이 필요
- 산업부문의 경우 철강, 석유화학, 시멘트 등 개별 산업의 에너지시스템과 기술구조가 상이하여 통합적인 분석이 어렵고, 영업 기밀 등을 이유로 기술DB가 투명하게 공개되어 있지 않아 상대적으로 분석이 미흡
- 다양한 기술 옵션이 존재하는 상황 속에서 최적의 기술선택과 이에 따른 파급효과를 분석할 수 있는 상향식 모형이 필요하고, 이를 위해서는 모형에 활용하기 적합한 산업부문의 감축 기술 DB 구축이 필요. 현재 상용화되지 않은 기술의 특성(감축 잠재량, 설치 및 운영 비용, 도입 시점, 운영 기간 등)을 파악하여 해당 기술 도입 시 환경 및 경제에 미치는 영향 분석이 요구됨.

• 실적 및 현황

① 탄소중립 정책 산업부문 영향 추정 모델 개발

- 우종률 교수는 탄소중립 정책의 산업부문 영향을 추정하기 위한 에너지-경제 모형을 개발하는 환경부 과제(2022년 6월 ~ 2028년 12월)에 참여 중
- 본 과제에서는 산업부문 기술 DB를 구축하고 이에 기반하여 기술 확산과 미래 기술 행태를 예측하고, 기술 확산/예측을 반영한 산업부문의 글로벌 평가 모형을 구축하여 글로벌 탄소중립 이행 관련 정책적 시사점을 도출하는 것을 목표로 함

② 기술 DB 구축으로 기술변화 확산 예측

- 구체적으로 산업부문별 기술 현황을 포괄적으로 취합한 DB를 구축하고 이를 기반으로 기술변화 및 확산에 대해 예측함. 기술DB를 바탕으로 다배출 업종(철강, 시멘트, 석유화학 등)에 대한 글로벌 상향식 모형을 구축하고, 정책 및 기술 변화에 따른 기술 선택의 변화를 분석함. 또한 하향식 모형과 연계한 통합모형을 구성하여 내생적인 감축 기술 선택 변화로 인한 온실가스 감축량 및 사회경제적 파급효과를 분석할 예정
- 현재 철강기술 데이터베이스와 철강부문 상향식 기술 최적화 모형 구축 완료

• 기대 효과

- 글로벌 탄소감축 기술 DB를 구축함으로써 각 산업별로 정교한 감축 잠재력을 예측 가능
- 한국형 글로벌 모형의 개발을 통해 국제적인 경쟁력을 갖추어 탄소중립 연계 주도적 위치 확보 가능
- 온실가스 감축 비용뿐만 아니라 글로벌 감축목표 및 탄소세 산정 등 다양한 측면에서의 정보를 제공함. 이를 통해 정부와 기업은 감축 활동을 계획하고 우선순위를 정하는 데 보다 효율적인 의사결정을 내릴 수 있음.
- 온실가스 저감기술 개발 및 민간 투자를 위한 정책 불확실성을 감소시켜 투자자들이 안정된 환경에서 미래기술에 대한 투자를 늘릴 수 있도록 도움
- 감축 기술 DB 구축을 통한 기타 환경 문제에 대한 기술적인 해결방안 모색 가능
- 국가 전체적인 감축 잠재력에 대한 추정기능과 정책평가 기능을 강화하여 온실가스 감축 정책의 효율성을 제고. 이는 국가 목표 달성을 위한 전략을 개발하고 조정하는 데 중요한 지표와 도구로 작용

연번 4. 우즈베키스탄 태양에너지 산업 활성화를 위한 정책개선 및 전력안정화를 위한 에너지저장시스템(ESS) 활용방안 수립 (참여교수: 김경남)

• 추진 배경

- 우즈베키스탄은 현재 화석연료를 줄이고, 신재생에너지 비중을 높이는 에너지전환정책을 추진 중
- 또한 발전소 가동 등에 따른 태양광 발전량 증가 시 전력계통 안정화를 위한 에너지저장시스템 (Energy Storage System) 도입 필요성이 높아지고 있음.
- 본 교육연구단의 김경남 교수 연구팀은 2020~2021년 한국 정부의 개발경험 공유사업(KPS) 1차 사업을 수행해 “태양에너지 보급 및 관련 산업 육성을 위한 한국의 경험과 노하우”를 우즈베키스탄 정부에 전수한 바 있으며, 이어 우즈베키스탄 정부는 2차 사업('21~'22년)을 통해 태양광산업 발전을 위한 정책수립과 관련한 기술정책적 자문을 요청함.

• 실적 및 현황

① 우즈베키스탄 태양광 산업 및 ESS 도입을 위한 협력 방안 논의

- 2022년 3월 28일 착수 보고회를 개최하여 EIPP 사업을 소개하고 목적을 공유하였으며, 사업추진 계획과 협력국 사전 현황조사에 대한 발표가 이루어짐. 또한 사업 수행 관련 우즈베키스탄의 의견을 청취하고 협력방안을 논의하여 한국의 경험과 기술을 바탕으로 한 정책제언의 기반을 마련

② 우즈베키스탄 현지 전문가들과의 활발한 소통과 SWOT 분석

- 2022년 6월 28일 중간 보고회에서는 사업 수행 현황을 공유하고 우즈베키스탄 측의 의견 청취와 협력 방안을 논의함. 우즈베키스탄 태양광 산업 벨류체인 분석 및 산업 활성화를 위한 정책개선, 전력계통 안정화를 위한 ESS 도입 및 활용방안을 제시. 현지 전문가들과 함께 SWOT 분석을 진행해 우즈베키스탄 현지 상황을 반영할 수 있는 토대를 마련하여 연구의 활용성 제고

③ 우즈베키스탄 실무자 연수로 한국 사례 공유 및 협력 기반 구축

- 2022년 6월 6일부터 13일까지 우즈베키스탄 정책실무자 연수를 위해 에너지부, 전자기기협회 핵심 관계자 총 10인을 초청. 한국에너지공단, 한국에너지기술평가원 등의 정책기관과 LS산전 등 각 분야의 전문가를 섭외하여 한국 태양에너지 발전 사례를 공유하였고, 한화큐셀, 충북테크노파크, 솔라시도 발전소 등을 방문해 우즈베키스탄 관계자들의 향후 한국 기업과의 협력기반을 마련

④ 우즈베키스탄 태양광 산업 활성화와 ESS 도입과 관련해 시의적절하고 전문적인 정책 자문 제공

- 2022년 9월 22일 최종 보고회가 우즈베키스탄 현지에서 진행됨. 우즈베키스탄 정부의 정책방향 (2030에너지발전계획)과 본 사업의 정책적 제언의 방향이 일치하고 있음을 확인. 한국의 경험을 바탕으로 한 시의적절한 정책자문이었다는 현지 관계자들의 평가를 받음.

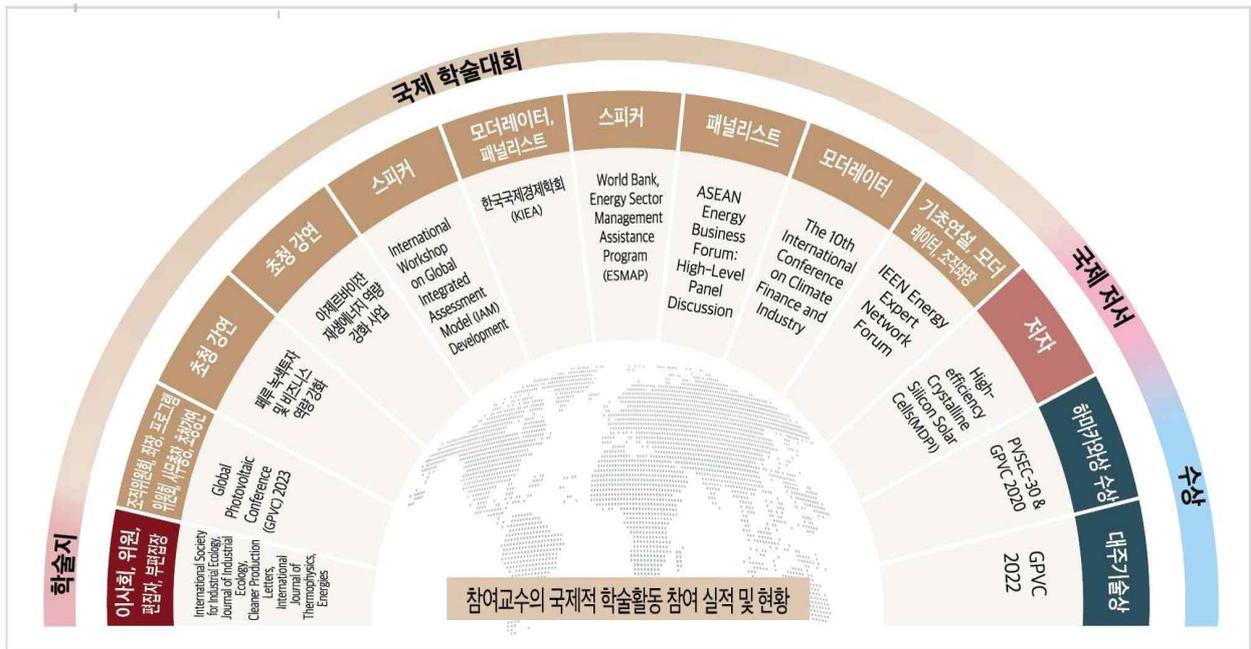


• 향후 계획

- 본 연구를 바탕으로 관련 산업의 분석과 정책적 함의를 포함한 개도국의 태양광산업 육성 전략과 전력시스템 ESS 통합 관련 연구 논문을 국제 저널에 게재하여 국제사회와 공유할 계획
- 우즈베키스탄 태양광 모듈 관련 사업 R&D센터 설립 및 전문가 역량 강화 활동에 협력하여 향후에도 현지 상황에 맞는 태양에너지 산업화 관련 정책 수립에 기여할 계획

3. 연구의 국제화 현황

3.1 참여교수의 국제적 학술 활동 참여 실적 및 현황



1) 국제학술대회 및 학술단체 활동

○ 국제학술대회 기조연설 및 초청 강연

- (김경남 교수)는 ‘2020 Indonesia-Korea Smart Energy System Experts Forum’ 에서 기조 연설을 진행하여 인도네시아와 한국의 에너지 전문가들이 스마트 에너지시스템에 대한 양국의 정책과 시장 상황을 논의하는 포럼의 방향성을 제시
- (하윤희 교수)는 ‘2022 Malaysia-Korea Green Mobility and Energy Expert Forum’ 에서 IEEN 프로젝트의 현황과 활동, 그리고 네트워크를 위한 온라인 플랫폼을 소개하는 기조 연설을 진행함. 이를 통해 에너지 전문가들의 글로벌 네트워크 확장을 모색
- (이해석 교수)는 ‘The 8th Korea-Japan Joint Seminar on PV’ 에서 초청 강연을 진행하여 스마트 에너지, 녹색투자, 태양광 기술, 재생에너지 등의 주제로 학문과 산업의 영역을 넘나들며 지식과 경험을 공유

○ 국제학술대회 수상

- (이해석 교수)는 2020년 11월, 한국태양광발전학회(KPVS)에서 수여하는 ‘하마카와상’을 수상. 하마카와상(Hamakawa Award)은 태양광(Photovoltaics) 분야에서의 창의성과 뛰어난 연구 및 기술 성과를 거둔 과학기술인을 인정하기 위해 제정한 상으로 이해석 교수의 초고효율 태양전지 개발에 대한 업적을 인정
- (전용석 교수)는 2022년 7월 한국태양광발전학회(KPVS)에서 수여하는 ‘대주기술상’을 수상. 대주기술상은 (주)대주전자재료가 기탁한 기금으로 태양광발전 분야 학문과 기술에 크게 기여한 자에게 주는 상으로 전용석 교수의 태양광 발전 연구의 우수성을 입증

○ 위원회, 좌장, 모데레이터 등 국제학술대회에서 다양한 활동

- 참여교수들은 각종 국제학술대회의 조직위원회에서 활동하며 국제학술대회의 조직과 운영 전반에서 주도적인 역할을 담당했으며, 세션의 좌장으로 활동하며 연구공유의 장에서 중심축을 담당(총 20건)
 - (강윤목 교수)는 2020년부터 2023년까지 한국태양광발전학회 주관 국제태양광발전학회(GPVC)의 조직위원회, 프로그램위원회에 참여하여 태양광 분야 학자들의 지식 공유와 네트워크의 장을 마련하고 학술행사를 진행



- (이해석 교수)는 2020년부터 2023년까지 한국태양광발전학회가 주관하는 국제태양광학회(GPVC)의 조직위원회, 프로그램위원회 좌장, ‘The 8th Korea-Japan Joint Seminar on PV’ 조직위원회의 사무총장으로 활동하여 각 학술행사의 프로그램, 주제, 세션 구성 등을 결정하고 성공적인 학회 운영을 통해 태양광발전 관련 연구자들의 학술교류와 협력을 촉진



- (하윤희 교수)는 매년 열리는 IEEN 주최 국제포럼에서 조직위원장 또는 좌장으로 프로그램의 조직과 운영을 주도함. 2023년 ASEAN 에너지장관 회의의 부대행사 중 하나로 국제재생에너지기구 IRENA가 개최한 ‘Accelerating Energy Transition Investments and Finance in Southeast Asia’ 하이-레벨 토크에 패널리스트로 참여함. 이 토크에는 미국 에너지부 차관, 일본 경제통상성 차관, IRENA 사무총장 등이 패널리스트로 참여. 2023년 Green Hydrogen Global Forum의 Global Cooperation for Energy Transition 세션의 좌장 역할 수행



- (김경남 교수)는 ‘The 10th International Conference on Climate Finance and Industry’, 그리고 IEEN 주최 국제 포럼에서 기조연설, 세션 좌장 역할을 수행



- (우종률 교수)는 ‘The 46th KIEA International Summer Conference’의 세션 좌장 역할을 맡아 신재생에너지 산업과 지속가능발전, 지속가능에너지를 주제로 한 세션의 발표와 토론을 진행



- (전용석 교수)는 ‘ICAMD 2023’에서 초청 스피커로서 에너지 소재와 디바이스 부문 “Color Balanced Luminescent Solar Concentrator”를 주제로 발표



- 이외에도 각종 세미나, 포럼에서 스피커, 패널리스트로 참여하여 에너지자원 및 환경 관련 연구와 경험을 공유하여 이론의 발전과 산업발전에 기여(총 6건)

국제학술대회 및 학술단체 활동

연번	교육연구단 참여교수	학술대회/학술단체명	활동 내용	주관기관	활동일
1	김경남	2020 Indonesia-Korea Smart Energy System Experts Forum	기조 연설	고려대 에너지환경대학원 (KU-GETPPP)	2020.10.15
2	강운목	PVSEC-30 & GPVC 2020	조직위원회, 좌장	한국태양광발전학회(KPVS)	2020.11.8
3	이해석	PVSEC-30 & GPVC 2020	조직위원회, 프로그램 위원회, CSi 좌장, 세션 좌장	한국태양광발전학회(KPVS)	2020.11.8
4	이해석	PVSEC-30 & GPVC 2020	수상 (하마카와상)	한국태양광발전학회(KPVS)	2020.11.9
5	김경남	페루 녹색투자 및 비즈니스 역량 강화(2019-2021)	초청 강연(온라인)	고려대 국제개발협력연구원	2021.6.22
6	강운목	GPVC 2021	프로그램위원회	한국태양광발전학회(KPVS)	2021.7.7
7	이해석	GPVC 2021	조직위원회, 프로그램위원회, CSi 좌장, 세션 좌장	한국태양광발전학회(KPVS)	2021.7.7
8	이해석	The 8th Korea-Japan Joint Seminar on PV	조직위원회, 사무총장	한국태양광발전학회(KPVS), Japan Photovoltaic Society (JPVS)	2022.5.26 ~ 5.28
9	이해석	The 8th Korea-Japan Joint Seminar on PV	초청 강연	한국태양광발전학회(KPVS), Japan Photovoltaic Society (JPVS)	2022.5.27
10	전용석	Global Photovoltaic Conference 2022 (GPVC 2022)	수상 (대주기술상)	한국태양광발전학회(KPVS)	2022.7.
11	강운목	Global Photovoltaic Conference 2022 (GPVC 2022)	프로그램위원회	한국태양광발전학회(KPVS)	2022.7.6.~ 7.8
12	이해석	Global Photovoltaic Conference 2022 (GPVC 2022)	프로그램위원회, CSi 좌장	한국태양광발전학회(KPVS)	2022.7.6.~ 7.8
13	이해석, 하윤희	아제르바이잔 재생에너지 역량 강화 사업	초청 강연	KOICA	2022.8.18
14	김경남, 하윤희	2022 Malaysia-Korea Green Mobility and Energy Expert Forum	기조 연설	고려대 에너지환경대학원 (KU-GETPPP)	2022.8.30
15	김경남	2022 Green Energy & Mobility Expert Forum	모더레이터	고려대 에너지환경대학원 (KU-GETPPP)	2022.11.21
16	김경남	International Workshop on Global Integrated Assessment Model (IAM) Development	발표자	AIT(태국), RITE(일본), Yonsei Uni(한국)	2023.5.12 ~ 5.13
17	김경남, 우종률	GETPPP Annual Conference: Toward Net-zero Transition	패널리스트	고려대 에너지환경대학원 (KU-GETPPP)	2023.5.26
18	하윤희	International Hydrogen Energy Expert Seminar	조직위원장	IEEN, Korea International Economic Association(KIEA)	2023.6.26
19	김경남, 우종률, 하윤희	The 46th KIEA International Summer Conference	세션 좌장	한국국제경제학회(KIEA)	2023.6.27 ~ 6.28
20	하윤희	Brown Bag Seminar at World Bank	발표자	World Bank, Energy Sector Management Assistance Program	2023.7.10
21	하윤희	ASEAN Energy Business Forum: High-Level Panel Discussion	패널리스트	IRENA, giz, CASE	2023.8.24
22	강운목	Global Photovoltaic Conference 2023 (GPVC 2023)	프로그램위원회	한국태양광발전학회(KPVS)	2023.9.6. ~ 9.8
23	이해석	Global Photovoltaic Conference 2023 (GPVC 2023)	튜토리얼 좌장, 세션 좌장	한국태양광발전학회(KPVS)	2023.9.6. ~ 9.8
24	하윤희	The 61st Meeting of APEC Expert Group on Energy Efficiency and Conservation	초청 발표	아시아태평양경제 협력체 (APEC)	2023.10.16
25	하윤희	2023 Green Hydrogen Global Forum	세션 좌장	산업통상자원부, 제주특별자치도	2023.10.23
26	김경남	The 10th International Conference on Climate Finance and Industry	세션 좌장	국가녹색기술연구소(NIGT)	2023.11.9
27	김경남	KIEA 2023 Winter International Conference	패널리스트	한국국제경제학회(KIEA)	2023.11.24
28	김경남	Korea-Vietnam Carbon Neutrality and Green Growth: Joint Academic Conference	패널리스트	한국국제경제학회(KIEA)	2023.12.15
29	전용석	ICAMD2023	초청 발표자	ICAMD/한국물리학회	2023.12.04

2) 국제 학술지 편집 위원

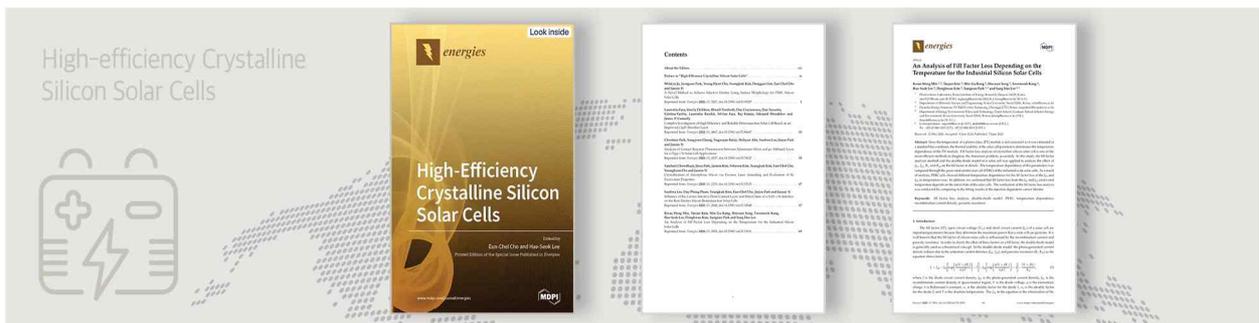
- 참여교수 박주영, 강정원, 전용석은 세계적으로 권위있는 국제학술지의 이사회 위원, 편집자, 부편집장 등으로 활동하며 지식 공유 플랫폼에서 연구자들이 더 나은 연구를 수행할 수 있도록 논문과 연구주제에 대한 전문적인 의견을 제공하고 국제적인 지식 교류를 촉진

국제 학술지 활동

연번	교육연구단 참여교수	학술지명	활동 내용	활동기간
1	박주영	International Society for Industrial Ecology	이사회, 위원	2020.5 ~ 2023.4
2	박주영	Journal of Industrial Ecology	편집자	2016.4 ~ 현재
3	박주영	Cleaner Production Letters	부편집장	2020.5 ~ 현재
4	강정원	International Journal of Thermophysics	부편집장	2021.1 ~ 2021.12
5	전용석	Energies	Special Issue 편집자	2021.9.1 ~ 2022.12.10

3) 국제 저서 집필

- (이해석 교수)는 ‘고효율 결정 실리콘 태양전지’를 주제로 한 저서 ‘High-efficiency Crystalline Silicon Solar Cells’의 편집자로 참여. 또한 총 6개의 논문으로 구성된 본 저서의 한 파트를 참여교수인 강윤목 교수와 함께 집필. 본 저서를 통해 태양광 산업의 기술적 발전과 향상에 기여하고, 태양전지 및 재생에너지 분야의 연구에서 기술적 혁신을 제공



국제 저서 집필

연번	교육연구단 참여교수	저서명	ISBN	출판연도
1	이해석, 강윤목	High-efficiency Crystalline Silicon Solar Cells	978-3-03943-629-3	2021

3.2 참여교수의 국제공동연구 실적

〈표 3-7〉 사업 참여 기간 내 참여교수 국제공동연구 실적

연번	공동연구 참여자		상대국/ 소속기관	국제공동연구 실적	DOI 번호/ISBN 등 인터넷 link 주소
	교육연구단 참여교수	국외 공동연구자			
1	전용석	Geoffrey Ozin	캐나다/Univ. of Toronto	Xu, Y. F., Lee, M., Jun, Y., & Ozin, G. A. (2021). Perovskite, the Chameleon CO ₂ Photocatalyst. Cell Reports Physical Science, 2(1).	10.1016/j.xcrp.2020.100300
2	이해석	Bhavana Joshi	인도/ CSIR-National Chemical Laboratory	Joshi, B., Samuel, E., Park, C., Kim, Y., Lee, H. S., & Yoon, S. S. (2021). Bimetallic ZnFe ₂ O ₄ Nanosheets Prepared via Electrodeposition as Binder-free High-performance Supercapacitor Electrodes. Applied Surface Science, 559, 149951.	10.1016/j.apsusc.2021.149951
3	이해석	1) Ali Aldalbahi, Mohamed El-Newehy; 2) Bhavana Joshi	1) 사우디아라비아/ King Saud University College of Science; 2) 인도/ CSIR-National Chemical Laboratory	Samuel, E., Joshi, B., Kim, Y., Park, C., Aldalbahi, A., El-Newehy, M., ... & Yoon, S. S. (2021). Cotton Fabric Decorated with Manganese Oxide Nanorods as a Supercapacitive Flexible Electrode for Wearable Electronics. Applied Surface Science, 568, 150968.	10.1016/j.apsusc.2021.150968
4	우종률	Christopher Magee	미국/MIT IDSS	Woo, J., & Magee, C. L. (2022). Relationship between Technological Improvement and Innovation Diffusion: An Empirical Test. Technology Analysis & Strategic Management, 34(4), 390-405.	10.1080/09537325.2021.1901875
5	강윤목	Mohamed El-Newehy	사우디아라비아/ King Saud University College of Science	Kim, T., Samuel, E., Park, C., Aldalbahi, A., El-Newehy, M., Kang, Y., ... & Yoon, S. S. (2022). Iron Oxide Supercapacitor of High Volumetric Energy and Power Density Using Binder-free Supersonic Spraying and Self-healing rGO. Ceramics International, 48(10), 13684-13694.	10.1016/j.ceramint.2022.01.250
6	강윤목	Sang-Won Lee	미국/Stanford University	Jeong, S.-H., Hwang, J.-S., Hwang, J.-K., Lee, S.-W., Lee, W., Lee, S., Pyun, D., Cho, S., Choe, Y., Lee, H.-S., Kim, D., Kang, Y. (2023). Potassium chloride passivation for sputtered SnO ₂ to eliminate hysteresis and enhance the efficiency of perovskite solar cells, Journal of Alloys and Compounds, 968, 171890	10.1016/j.jallcom.2023.171890
7	하윤희	Subbaiah Muthu Prabhu	인도/VIT-AP University	Choi, K. W., Ahn, Y., Kang, C. U., Chon, C. M., Prabhu, S. M., Kim, D. H., ... & Jeon, B. H. (2023). Morphology and Stability of Mineralized Carbon Influenced by Magnesium Ions. Environmental Science and Pollution Research, 30(16), 48157-48167.	https://doi.org/10.1007/s11356-023-25647-9
8	하윤희	1) Ashwini R. Palake; 2) Kisan M. Kodam; 3) Krishna Kumar Yadav; 4) Moonis Ali Khan; 5) Niraj R. Rane; 6) Sachin V. Otari; 7) Savita D. Girawale; 8) Subbaiah Muthu Prabhu; 9) Xiaofang Li	1), 2), 7) 인도/Savitribai Phule Pune University; 3) 인도/Madhyanchal Professional University; 4) 사우디아라비아 /King Saud University; 5) 인도/National Centre for Cell Science; 6) 인도/School of Nanoscience and Biotechnology, Shivaji University; 8) 인도/VIT-AP University; 9) 중국/Chinese Academy of Sciences	Prabhu, S. M., Rane, N. R., Li, X., Otari, S. V., Girawale, S. D., Palake, A. R., ... & Jeon, B. H. (2023). Magnetic Nanostructured Adsorbents for Water Treatment: Structure-property Relationships, Chemistry of Interactions, and Lab-to-industry Integration. Chemical Engineering Journal, 143474.	https://doi.org/10.1016/j.cej.2023.143474
총 환산 참여교수 수			7.83	제출 요구량	2 ~ 8

3.3 외국 대학 및 연구기관과의 연구자 교류 실적

연구자 교류 실적 및 효과

연구자 교류 실적	효과
해외 연구소 방문 교수 <ul style="list-style-type: none"> 전용석 교수 미국 NIH 방문 연구 	연구 기술 및 지식 공유와 최신 연구 동향 파악 <ul style="list-style-type: none"> 방사성 원소 실험 장비에 적용 가능한 전기화학 장비의 소형화 기술 개발 및 유기 소재 합성 기술을 디자인하는 경험
해외 학자 초빙 <ul style="list-style-type: none"> <글로벌 에너지 전문가 세미나> 교과에 해외 석학 초빙 에너지·자원 분야 해외 전문가 초청 강연 	폭넓은 관점과 실제적인 문제 해결 능력 배양 <ul style="list-style-type: none"> 학생들에게 다양한 관점과 접근법으로 에너지 문제를 이해하고 분석할 수 있는 기회를 제공 국제적인 문제에 대한 이해를 향상시켜 학생들이 글로벌 인재로서의 역량을 갖추도록 지원
해외 연구소 견학 <ul style="list-style-type: none"> 미국 메릴랜드 소재 주 NIH 방문 미국 델라웨어대학 IEC(Institute of Energy Conversion), FREE (Foundation for Renewable Energy and Environment) 견학 미국 존스홉킨스 APL(Applied Physics Laboratory) 견학 미국 특허법률사무소인 Hauptman Ham 방문 미국 특허청(USPTO) 방문 	글로벌 연구 협력과 지식 교류 <ul style="list-style-type: none"> 참여학생들과 방문 해외 연구소의 연구원들 간 학문적 지식 교류와 확장의 기회 최신 기술개발 동향에 관한 지식 습득 전문적 기술 체험 및 연구 주제 발굴 정부와 기업 간 협력 및 정책 방향성 논의 특허 출원 및 등록 절차 지식 습득
해외 연구기관 및 국제 기관의 내방 <ul style="list-style-type: none"> 스웨덴 Lund University와 Umeå University 관계자 본 대학원 방문 싱가포르 NUS 내 ESI(Energy Study Institute) 소장 본 대학원 방문 아시아개발은행 CIO 본 대학원 방문 	국제적 네트워크를 통한 연구협력 논의 <ul style="list-style-type: none"> 다양한 관점의 융합을 통해 새로운 연구 아이디어 발굴 최신 연구 동향과 전문 지식 교류 국제적 인지도의 향상 교육과 연구의 상호교류를 위한 기틀 마련
공동 워크샵 <ul style="list-style-type: none"> 2022 International Workshop on Diffusion of Energy Climate Technology 미국 Stanford University를 방문하여 KU-Stanford 공동 워크샵 참여 2023 Korea-Japan PV Joint Workshop 2024 Korea-Japan PV Joint Workshop 	지식 공유 기반의 구축 및 운영 활성화 <ul style="list-style-type: none"> 지속가능한 에너지 기술에 대한 국제적 연구 협력 강화 국제 공동연구의 지평을 넓히고 융복합 연구에 대한 주제 논의 태양전지 연구 개발 협력을 증진 인공지능과 태양광 분야 융합에 대한 연구 주제 협력을 기반으로 산업에 접목시킬 수 있는 사회문제해결형 연구를 촉진 국제적 지식의 공유와 논의를 통해 정책적 합의 도출
학생 파견 및 공동 실험 <ul style="list-style-type: none"> 독일 Hanwha Q Cells GmbH에 학생을 파견하여 공동 실험 진행 	공동실험의 논문 성과화 <ul style="list-style-type: none"> 공동실험을 통해 고효율 태양전지 양산화 기술을 개발하고 학생들의 연구 역량을 향상시킬 수 있는 연구협력 인프라를 마련 공동실험결과와 논문화(교신저자: 강윤목, 공동저자: 이해석)
국제 공동 연구 <ul style="list-style-type: none"> 인도, 미국, 사우디아라비아 등 전세계 12개국의 학자들과 공동 연구를 진행하여 총 29편의 국제 공동연구 논문을 게재 	연구의 다양성 증진과 연구 범위의 확장 <ul style="list-style-type: none"> 해당 분야의 학문적 교류 활성화와 연구의 다양성 증진 공동연구를 통해 네트워크를 강화하고 새로운 연구 프로젝트로 연결 및 확장



○ 해외 연구소 방문 교수

- (전용석 교수)는 National Institute of Health(NIH)에 방문하여 Sunny Kim 박사 실험실 보유 기술인 방사성 동위원소 C^{13} 을 이용한 탄소 추적법 기술을 전용석 교수 실험실 보유 전기화학 재료 합성 기술과 융합하여 이산화탄소의 연료 변환 메커니즘을 확인하고자 하였음(2022년 3월 ~ 2022년 8월). 본 연구소 방문 연구를 통해 방사성 원소 실험 장비에 적용 가능한 전기화학 장비의 소형화 기술 개발 및 유무기 소재 합성 기술을 디자인하는 경험을 가짐.

○ 해외 학자 초빙

- <글로벌 에너지 전문가 세미나> 교과에 해외 석학들을 초빙하여 학생들에게 다양한 관점과 접근법에서 에너지 문제를 이해하고 분석할 수 있는 기회를 제공. 2021년 2학기 본 교과 신설 이후 2023년 2학기까지 총 10개국에서 21명의 석학들이 본 교과에서 강의에 참여
- 에너지 자원 분야 해외 전문가 초청 강연을 통해 에너지 문제 해결 전략과 도전적 이슈를 공유하여 관련 문제에 대한 학생들의 시야를 넓히는 동시에 글로벌 인재로서의 역량 강화
 - University of Delaware의 Distinguished Professor이자 FREE 재단의 이사장인 John Byrne 교수 초청 특강(2020년 12월 12일, 주제: Data-driven Solutions for Solar City Development)
 - Mississippi State University의 Seong D. Yun 교수 초청 세미나(2022년 3월 17일, 주제: Valuing Natural Capital Stocks under Correlated Volatility)
 - NASA Goddard Space Flight Center의 Senior Research Scientist Eunjee Lee 박사 초청 세미나(2022년 12월 13일, 주제: Modeling Carbon and Water Dynamics on Land and Its Implications)
 - University of Delaware의 Distinguished Professor이자 FREE 재단의 이사장인 John Byrne 교수와 FREE 재단의 Research Director인 Dr. Job Taminiu(2023년 3월 30일, 주제: Thoughts on How to Think About Transformational Change to Carbon Neutrality)

○ 해외 연구소 견학

- (전용석 교수)는 안정현 학생과 미국 메릴랜드 소재 NIH를 방문. 기후 문제 해결을 위한 이산화탄소 포집 기술 개발 실험실에서 방사화학과 전기화학의 융합적 접근 방법을 모색하고, 그 결과를 다각적으로 해석하는 능력을 함양할 수 있도록 지원(2022년 12월 21일~12월 29일, 2023년 6월 22일~6월 29일). 연수기간 동안 3곳의 연구실 견학을 통해 실험 설계, 데이터 정리 및 분석, 결과 도출 등을 진행. 또한 NIH 연구원들과 논문 스터디를 진행하는 등 지식 교류와 확장의 기회를 가짐.
- (전용석 교수)는 정무영, 엄수빈 학생과 미국 Johns Hopkins APL(Applied Physics Laboratory)을 방문하여 에너지 변환 광전소자, 열전소자, 에너지 저장 소자의 연구개발 동향 및 향후 방향성을 논의(2023년 7월 11일). 이 방문을 통해 전문적 기술을 체험하고 이를 확장하여 연구 개발 주제를 발굴하는 기회로 활용함. 또한 참여대학원생들에게는 통합적인 현상 이해를 기반으로 한 문제해결 능력을 향상하는 계기가 됨.
- (전용석, 하윤희 교수)는 정무영, 엄수빈 학생과 함께 미국 University of Delaware IEC(Institute of Energy Conversion), FREE재단(Foundation for Renewable Energy and Environment)을 방문하여 에너지 변환 광전소자 기술개발에 대한 강의를 듣고 향후 에너지 변환 광전소자 기술 개발 동향 및 국가별 정책 동향에 대해 논의(2023년 7월 6일 ~ 7월 8일)
- (전용석, 하윤희 교수)는 정무영, 엄수빈 학생과 함께 미국 버지니아주 소재 특허법률사무소인 Hauptman Ham, LLP와 미국 특허청 United States Patent and Trademark Office(USPTO)를 방문하여 재생에너지를 포함한 기후기술 특허 및 출원 사례와 전략을 주제로 관련 지식을 익힘(2023년 7월 12일~7월 14일)

○ 해외 연구기관 및 국제기관의 본 대학원 방문

- 스웨덴 Lund University 소속 Max Ahnab 교수와 Umeå University 소속 Tommy Lundgren 교수가 본 대학원을 방문하여 하윤희 교수, 김경남 교수, 이형석 연구교수, 조시준 연구교수와 함께 한국-스웨덴 간 에너지 정책의 공동 연구 가능성을 모색(2022년 11월 11일). 다양한 관점의 융합을 통해 새로운 연구 아이디어를 발굴하고 공동 연구 프로젝트의 구축을 통해 양국 간의 에너지 정책에 대한 이해도를 제고
- National University of Singapore 내 ESI(Energy Study Institute) 소장 Poh Seng Lee가 본 대학원을 방문하여 김경남 교수, 하윤희 교수, 우종률 교수와 만나 대학원과 연구소 간 에너지 정책 관련 연구협력 가능성을 논의(2023년 2월 22일). 국제적인 연구 네트워크를 강화하여 에너지 정책에 관련된 최신 연구 동향과 전문 지식을 공유해 연구 수준의 향상을 도모
- 국제기구인 Asian Development Bank(ADB, 아시아개발은행) CIO(최고정보책임자) Stephanie Hung 이 본 대학원을 방문하여 ADB 차원에서 대학원 협력 교육을 소개하고, 김경남 교수와 함께 그린에너지 관련 ADB와 대학원 간 협력 가능성을 모색(2023년 5월 1일). ADB와 본 대학원의 협력으로 얻을 수 있는 공동 교육 및 연구 기회를 모색하여 학생들과 교수진에게 실무 경험과 연구의 확장성 제공

○ 공동 워크샵

- 2022 International Workshop on Diffusion of Energy Climate Technology 말레이시아 Universiti Tenaga Nasional (UNITEN)에서 고려대를 방문하여 전용석, 이해석, 하윤희 교수와 함께 지속 가능한 에너지 및 환경 기술의 발전과 보급에 중점을 둔 워크샵을 진행(2022년 11월 23일). 수처리 공학, 태양에너지, 포토전기 화학, 나노구조 반도체, 전기화학적 CO₂ 감소, 그리고 말레이시아의 에너지 기후기술에 대한 최신 연구와 혁신을 공유
- 이해석 교수와 강윤목 교수는 KU-Stanford 공동 워크샵, 미국 Stanford University를 방문하여 KU-Stanford 공동 워크샵에 참여. Stanford의 Thomas Jaramillo 교수와 PEC 연구관련 지식을 교류하고 Si 태양전지와 PEC 시스템의 융합연구를 제안(1차: 2023년 4월 13일, 2차: 2023년 12월 22일). 공동 워크샵을 통해 융복합 연구모델 개발에 도움이 되는 연구 주제에 관해 구체적으로 논의
- 강윤목 교수와 이해석 교수는 2023 Korea-Japan PV Joint Workshop을 개최하여 일본 토요타공대, 메이지대학 교수 및 대학원생과 태양광 분야 최신 연구 결과를 공유(2023년 3월 9일~3월 10일). 본 워크샵을 통해 공동연구 개발 협력 체계 구축을 완료
- 강윤목 교수와 이해석 교수는 2024 Korea-Japan PV Joint Workshop을 개최하여 일본 나고야 대학, 도호쿠 대학의 교수 및 대학원생들과 인공지능을 활용한 데이터 분석 및 설계, 태양광 소재 전주기 분석 연구 사례를 공유하고 논의함(2024년 2월 19일~2월 20일). 일본 태양광 학계와 글로벌 연구 네트워크를 구축해 인공지능과 태양광 분야 융합연구 협력을 기반으로 산업에 접목할 수 있는 사회 문제해결형 연구를 활성화하는 계기 마련

○ 국제 공동연구

- 평가 기간 내 전 세계 12개국 학자들과 29건의 국제 공동연구를 활발히 수행하여 글로벌 네트워크를 구축

4단계 BK21 사업

연구비 수주 실적

연번	연구책임자	연구자 등록번호	사업참여기간		공동 연구원수	연구과제정보		총연구기간		연구비규모 (천원)	
			시작일	종료일		사업명 (협약기관)	연구과제명	시작일	종료일	총 연구비	연평균 연구비
연구비 수주실적 상세내용											
1	하윤희		20220301	20240229	4	에너지국제협력연구 출연 사업 (에너지경제연구원)	신중국 에너지 전문인력양성 과정 졸업생을 활 용한 신중국 에너지 시장 진출 지원-협력 인프라 구축운영 고도화	20230531	20231130	146518	146518

[연구비 수주실적의 우수성]

- 한-개도국 간 에너지정책 연구 및 산업 협력을 위한 공동체를 구축하였으며, 에너지 기술을 둘러싼 개도국 시장환경 분석을 통해 국내기업의 개도국 시장 진출전략 수립에 필요
한 핵심적 정보를 제공

[주요 연구내용]

- 2020년부터 4년간의 연구를 통해 International Energy Expert Network(IEEN)를 구축하고, IEEN의 포럼 8회 개최, 베트남, 인도네시아, 필리핀, 말레이시아 포럼 각 1회 개최
- 주요 개도국의 태양광, 풍력, 지능형 에너지시스템, 사용 후 배터리를 재활용한 ESS, 전기차 충전 시스템, 청정수소, 에너지분야 온실가스 감축 솔루션 등 핵심 기술의 산업환경 분
석을 통해 기술 확산의 전망과 시장성을 제시

[교육연구단 비전·목표와의 부합성]

- 탄소중립 에너지기술의 개도국 확산을 위한 협력 네트워크 고도화와 기술확산 전략을 제시하여 에너지자원 분야의 지속가능발전에 기여. 이는 탄소중립과 기후변화 대응을 통한
지속가능발전에 기여하고자 하는 교육연구단의 비전·목표에 부합

[해당 세부전공 분야에의 기여]

- 개도국을 대상으로 한 탄소중립 에너지기술 확산 정책연구가 부족한 상황에서 관련 연구의 모범을 제시 또한 시장환경 분석을 위한 새로운 분석 프레임워크를 제시

연번	연구책임자	연구자 등록번호	사업참여기간		공동 연구원수	연구과제정보		총연구기간		연구비규모 (천원)	
			시작일	종료일		사업명 (협약기관)	연구과제명	시작일	종료일	총 연구비	연평균 연구비
연구비 수주실적 상세내용											
2	전용석		20200901	20240229	3	에너지기술개발사업 (한국에너지기술평가원)	확장이 용이한 태양전지 플랫폼 개발	20190901	20260930	10829000	1604296

[연구비 수주실적의 우수성]

- 알키미스트 프로젝트의 일환으로 “확장이 용이한 투명 태양전지” 개발을 진행 중이며 향후 슈퍼 태양전지의 상용화에 성공한다면 국내 태양광 기술의 글로벌 우위와 관련산업(소재/부품/공정장비) 산업경쟁력 확보 가능

[주요 연구내용]

- 에너지 및 자원의 지속 가능한 공급과 소비를 실현하는 것을 목표로 알키미스트 프로젝트는 산업 난제를 해결하기 위한 모델을 제시하고, 투명 태양전지의 개발을 통해 태양광 기술의 혁신을 이끌어내고 있음.

[교육연구단 비전·목표와의 부합성]

- 본 연구는 혁신적인 태양광 기술 개발로 산업사회 문제해결과 지속가능발전에 공헌하며 국제적으로 인정받을 수 있는 기술을 제공으로 산업경쟁력을 제고한다는 점에서 본 교육연구단의 목표에 부합

[해당 세부전공 분야에의 기여]

- 투명 태양전지의 개발은 공학 분야의 기술적 도전 과제에 혁신적 대안을 제시
- 정부 및 기업이 에너지 전환과 기후변화 관련 정책을 모색하는 데에 유용한 솔루션을 제공

연번	연구책임자	연구자 등록번호	사업참여기간		공동 연구원수	연구과제정보		총연구기간		연구비규모 (천원)	
			시작일	종료일		사업명 (협약기관)	연구과제명	시작일	종료일	총 연구비	연평균 연구비
연구비 수주실적 상세내용											
3	이해석		20200901	20240229	45	기후기술인재양성 시범사업(과학기술정보통신부)	에너지·환경 기후기술인재양성 센터	20220501	20241231	3348445	1258813

[연구비 수주실적의 우수성]

- 본 사업은 과기부에서 시행한 최초의 기후기술인력 양성 시범사업으로 전략가형 과학기술 인재를 배출하는 신개념의 인력양성사업임. 본교 주관, 카이스트, 전북대 컨소시엄이 본 시범사업 수행자로 선정

[주요 연구내용]

- 정책교육 및 R&D수행의 7단계 전략으로 에너지·환경 분야 산업난제 해결형 기후기술 인재 60명 배출
- 에너지변환·생산·활용, AI 연계 에너지 수급관리를 주제로 산업이 필요로 하는 기후기술 개발 과제를 5개 프로젝트팀이 기획·수행하여 총 15개의 산업난제 기술개발 보고서 작성

[교육연구단 비전·목표와의 부합성]

- 에너지 분야 산업·사회 문제해결을 위한 고급 융합인재 육성을 목표로 하는 과제로 산업사회 난제 해결, 기술-정책 융합교육 및 연구, 지속가능발전을 추구하는 본 교육연구단의 비전·목표에 부합

[해당 세부전공 분야에의 기여]

- 사회와 산업이 필요로 하는 이산화탄소 저감기술, 고효율 태양전지, 저탄소 담수화, 투명 태양광시스템, AI 기반 에너지시스템 등의 핵심 기술 개발과 기술 간 융합을 통한 상용화 솔루션 개발로 전공분야 발전에 기여

연번	연구책임자	연구자 등록번호	사업참여기간		공동 연구원수	연구과제정보		총연구기간		연구비규모 (천원)	
			시작일	종료일		사업명 (협약기관)	연구과제명	시작일	종료일	총 연구비	연평균 연구비
연구비 수주실적 상세내용											
4	이해석		20200901	20240229	2	산업체 연구개발 과제 (LG화학)	POE 적용 고효율 태양광 모듈 연구	20220701	20231229	120000	80000

[연구비 수주실적의 우수성]

- 본 사업은 LG화학의 신사업인 태양광 모듈 봉지재 소재 개발 및 성능평가를 위해 LG화학이 발주한 산학과제임. 국내 최초로 태양광모듈 소재 성능평가를 위한 플랫폼을 본교에 구축하여 상업용 및 차세대 태양전지 모듈용 최적 봉지재를 개발함으로써 LG화학 신사업의 기술적 우위를 확보

[주요 연구내용]

- LG화학 개발 POE 봉지재를 상업용 실리콘 태양광 모듈(PERC, TOPCon)에 적용하여 PID 특성 평가·분석 진행(I-V, C-V 분석)
- 국내 최초로 태양광 모듈 소재 성능평가 및 모듈 제작이 가능한 설비 구축. R&D를 위한 태양광모듈을 직접 제작하여 다양한 소재의 봉지재(POE, EVE, EPE 등) 특성 평가

[교육연구단 비전·목표와의 부합성]

- 탄소중립을 위한 핵심 재생에너지원인 태양광 분야에서 기업의 신사업 기술 난제를 해결하기 위한 연구 플랫폼 구축 및 산학협력 체제를 강화하는 연구로 에너지환경 분야 산업 사회 난제 해결을 목표로 하는 본 교육연구단의 비전에 부합

[해당 세부전공 분야에의 기여]

- 기업이 필요로 하는 고성능 소재 개발 및 평가·분석 시스템 개발함으로써 태양광 분야 소재 혁신 주도

연번	연구책임자	연구자 등록번호	사업참여기간		공동 연구원수	연구과제정보		총연구기간		연구비규모 (천원)	
			시작일	종료일		사업명 (협약기관)	연구과제명	시작일	종료일	총 연구비	연평균 연구비
연구비 수주실적 상세내용											
5	강윤목		20200901	20240229	2	연구용역 (한국동서발전)	건축물 및 영농형 고기능성 태양광 모듈 양산화	20220901	20240831	660000	330000

[연구비 수주실적의 우수성]

- 석탄발전을 주력으로 하는 한국동서발전이 사업 다각화와 재생에너지의 확산을 위해 아이디어 공모 후 공개평가를 통해 선정한 과제

[주요 연구내용]

- 재생에너지 확산에 기여할 수 있는 차별화된 고기능성 태양광 모듈 시제품 개발
- 건축물 에너지 사용 절감 및 온실가스 감축에 획기적으로 기여할 수 있는 제로에너지건축물에 적합한 제품 개발

[교육연구단 비전·목표와의 부합성]

- 소비자 취향에 맞게 다양한 색상 적용이 가능하면서도 출력이 감소되지 않는 컬러 모듈 개발로 건축물, 스마트팜 등 다양한 용도에 태양광 모듈 적용이 가능하게 되어 태양광 산업 발전에 기여
- 2025년부터 예정된 민간 건축물의 제로에너지 건축 의무화에 대비하여, 아파트 등 고층건물에 적용되는 건물형 태양광(BIPV) 시스템의 개발, 관련 산업 생태계 구축에 기여
- 이상의 기여는 에너지환경 분야 산업사회 문제 해결과 지속가능발전을 목표로 하는 본 교육연구단의 비전에 부합

[해당 세부전공 분야에의 기여]

- 실리콘, CIGS, 페로브스카이트 등 모든 셀 재료에 적용 가능한 투명 모듈 플랫폼을 개발함으로써 태양광 분야 기술적 한계 극복

연번	연구책임자	연구자 등록번호	사업참여기간		공동 연구원수	연구과제정보		총연구기간		연구비규모 (천원)	
			시작일	종료일		사업명 (협약기관)	연구과제명	시작일	종료일	총 연구비	연평균 연구비
연구비 수주실적 상세내용											
6	강윤목		20200901	20240229	2	연구용역 ((주)현대엔지니어링)	고투명 태양전지를 위한 invisible 태양광 모듈 개발	20220801	20230731	93500	93500

[연구비 수주실적의 우수성]

- 현대자동차는 차세대 전기자동차의 전원으로 태양광을 사용하기 위해 국내 2개 대학과 협력 연구를 진행하고 있는데, 본 연구는 2020년에 수행된 '증착 공정 기반의 투명 페로브스카이트 박막 제조 기술' 연구 결과의 우수성을 인정받아 후속 과제로 수주한 것임.

[주요 연구내용]

- 전기자동차용 페로브스카이트 박막과 진공 공정 개발
- 자동차 유리에 적용이 가능한 투과도가 높은 태양전지 개발

[교육연구단 비전·목표와의 부합성]

- 전기자동차 수요 증가에 따른 전력 수요에 대응하기 위한 기술 개발로 기후변화 대응
- 기업의 애로기술 해결로 기술 리더십 확보 및 자동차 산업경쟁력 강화
- 본 연구는 기업의 기후기술 난제 해결을 목표로 하는 연구로 에너지환경 분야 산업사회 문제해결과 지속가능발전을 추구하는 본 교육연구단의 비전과 목표에 부합

[해당 세부전공 분야에의 기여]

- 진공 공정으로 제작한 페로브스카이트 박막의 특성 분석, 소자 제작 및 신뢰성 평가 등으로 박막 태양전지의 양산화 기술 확보에 기여

연번	연구책임자	연구자 등록번호	사업참여기간		공동 연구원수	연구과제정보		총연구기간		연구비규모 (천원)	
			시작일	종료일		사업명 (협약기관)	연구과제명	시작일	종료일	총 연구비	연평균 연구비
연구비 수주실적 상세내용											
7	우종률		20200901	20240229	0	개인기초연구(한국연구재단)	최적의 에너지 수요관리 서비스 및 정책 설계를 위한 소비자행동-전력시스템 통합모형 구축 연구	20230601	20260228	184176	66973

[연구비 수주실적의 우수성]

- 높은 경쟁률을 기록한 한국연구재단의 기본연구사업을 수주한 것으로 최적의 수요관리 서비스 및 정책 설계를 통해 유연성 있는 전력 자원 확보에 기여할 수 있는 연구

[주요 연구내용]

- 전력 수요반응 프로그램 설계에 따라 소비자가 시간대별 전력 소비패턴을 얼마나 바꿀지 예측하고 이것의 전력계통 파급효과를 분석할 수 있는 소비자행동-전력시스템 통합모델 구축
- 전력 소비자 행동변화 극대화를 위한 행동경제학 기반 전략 도출 및 효과잠재력 분석
- 탄소중립 실현을 위한 최적의 수요관리 서비스 및 정책 설계 및 효과 분석

[교육연구단 비전·목표와의 부합성]

- 기술, 정책, 데이터가 융합된 형태의 학제 간 융합연구이며 산업사회문제 해결을 위한 연구로 융복합 연구 패러다임을 구축을 목표로하는 본 교육연구단의 비전에 부합

[해당 세부전공 분야에의 기여]

- 에너지 시스템 분석을 위한 새로운 방법론을 개발하고 이를 이용한 분석-예측 연구를 진행한다는 점에서 학술적인 의의가 있을 뿐 아니라, 에너지 산업과 탄소중립 정책 부문에 기여
- 행동경제학 이론을 에너지 분야로 확장하고 그 효과성을 정량적으로 분석한다는 점에서 학술적·산업적 가치가 있음.

연번	연구책임자	연구자 등록번호	사업참여기간		공동 연구원수	연구과제정보		총연구기간		연구비규모 (천원)	
			시작일	종료일		사업명 (협약기관)	연구과제명	시작일	종료일	총 연구비	연평균 연구비
연구비 수주실적 상세내용											
8	김경남		20200901	20240229	2	탄소자원화기술고도화사업 (과학기술정보통신부)	플라즈마 활용 원가산업확산 분석 및 글로벌 교육/홍보방안 연구	20190620	20221130	280000	81967

[연구비 수주실적의 우수성]

- 플라즈마를 활용한 CCUS 상용화 기술을 개발하는 연구로, 화력발전소에서 배출하는 탄소를 포집하여 자원화하는 고난도의 기술 개발을 목표로 함.

[주요 연구내용]

- 대표적 탄소중립 기술 중 하나인 CCUS(탄소포집저장활용) 기술 실증사업의 위탁과제로 실증기술의 경제성(산출물인 수소와 일산화탄소의 생산원가 산출) 분석
- 산출물(합성가스)를 활용하는 후방산업의 확산 효과를 타 기술 사례 및 사업 모델화 가능성 중심으로 분석, 저장·수송 기술의 현황과 전망을 포함하여 산업확산 및 기술의 국제협력 가능성 모색
- 플라즈마기술 보급 활성화를 위한 국내 제도개선 방안 도출

[교육연구단 비전·목표와의 부합성]

- 탈탄소-수소 관련 연구로 본 교육연구단의 기술-정책 융합 연구 비전에 부합하며, BK 참여학생과 공동으로 진행하여 융합인재 양성 및 융합연구 모델 구축에 기여

[해당 세부전공 분야에의 기여]

- 탄소중립기술에 대한 경제성 및 사업화 가능성 분석이라는 융합적 접근으로 본 연구를 위해 개발된 방법론은 타 신기술 분석에 적용 가능

4단계 BK21 사업

대표연구업적물의 우수성

대표연구업적물의 우수성

연번	참여 교수명	참여기간		연구자 등록번호	이공계열/ 인문사회계열	세부전공 분야	대표 연구 업적물 분야	실적 종류	대표연구업적물 상세내용	키워드		
		시작일	종료일							한글	영문	
대표연구업적물의 우수성												
1	강윤목	20200901	20240229		이공계열	반도체물성	에너지재료	학술지 논문	1	황재근, 이상원, 이원규, 배수현, 강동균, 정석현, 이솔희, 편도원, 황지성, 조수진, 김동환, 이해석, 강윤목	페로브스카이트	Perovskite
									2	Sputtered PbI2 with Post-Processing for Perovskite Solar Cells	업스케일링	Upscaling
									3	Solar RRL	스퍼터링	Sputtering
									4	7(14), 2300214	요오드화합	PbI2
									5	2367-198X	건식공정	Dry Process
									6			
									7	2023.5		
									8	10.1002/solr.202300214		
									<p>[연구실적의 우수성] - 참여교수(교신저자)는 SCIE 저널로서 Energy & Fuels 분야 Q1에 속하는 Solar RRL (IF:7.9)에 2023년 본 논문을 게재함.</p> <p>[창의성·혁신성] - 본 연구는 페로브스카이트 전구체 필름을 마그네트론 스퍼터링을 이용해 PbI2 박막을 증착하는 새로운 접근방법을 제시함. - 이후 요오드화, 열처리, 디메틸 술폭사이드 처리 등의 후처리 공정을 통해 페로브스카이트의 조성, 결정성 및 표면 형태를 개선함. - 이러한 공정은 페로브스카이트/실리콘 탠덤 태양전지의 상업화 가능성을 높임.</p> <p>[전공분야 기여도] - 이 연구는 페로브스카이트 필름의 균일한 증착을 위한 새로운 건식공정을 개발함으로써, 페로브스카이트/실리콘 탠덤 태양전지의 효율 및 대량생산과 관련된 중요한 기술적 진보임 - 또한 이 공정은 기존의 용액 공정에서 발생할 수 있는 유해한 유기 용매를 사용하지 않아 환경친화적이며, 태양전지의 효율향상 및 상업적 활용 가능성을 크게 높이는 중요한 진전을 이룸.</p>			

연번	참여 교수명	참여기간		연구자 등록번호	이공계열/ 인문사회계열	세부전공 분야	대표 연구 업적물 분야	실적 종류	대표연구업적물 상세내용	키워드		
		시작일	종료일							한글	영문	
대표연구업적물의 우수성												
2	강윤목	20200901	20240229		이공계열	반도체물성	에너지재료	학술지 논문	1	고요한, 박현정, 이창용, 강윤목, 전용석	하이브리드 탠덤 태양 전지	Hybrid Tandem Solar Cells
									2	Recent Progress in Interconnection Layer for Hybrid Photovoltaic Tandems		
									3	Advanced Materials	스펙트럼 활용	Spectrum Utilization
									4	32(51), 2002196	단자 전극	Terminal Electrodes
									5	ISSN/e-ISSN: 0935-9648/1521-4095	인터페이스 제어	Interface Control
									6			
									7	2020.10	에너지 손실	Energy Loss
									8	https://doi.org/10.1002/adma.202002196	 	
									<p>[연구실적의 우수성] - 참여교수(교신저자)는 SCIE 저널로서 에너지, 재료 및 화학 분야별 상위 2.2%의 최상위 저널인 Advanced Materials(IF: 30.2)에 본 논문을 게재함.</p> <p>[창의성·혁신성] - 탠덤 태양전지는 더 다양한 파장대의 빛을 흡수할 수 있어 효율면에서 우수하여 이에 대한 연구가 활발히 진행되고 있음. 본 연구에서는 탠덤 태양전지에서 top cell과 bottom cell을 연결하는 inter layer에 대한 연구를 진행함. - 하이브리드 탠덤 태양전지의 고성능 실현을 위한 전략에 중점을 둔 본 연구는 저렴한 비용과 함께 전체 태양 스펙트럼 활용을 결합하여 다양한 디자인에서 최적의 성능을 얻기 위한 새로운 접근 방법을 모색하였다는 점에서 창의성과 혁신성을 지닌 것으로 평가됨.</p> <p>[전공분야 기여도] - 본 연구는 두 개의 태양전지 소재 간의 interlayer 문제를 해결하고 효율적인 연결 방법을 찾는 다는 점에서 새로운 소재 활용의 혁신을 이끌고 있음.</p>			

연번	참여 교수명	참여기간		연구자 등록번호	이공계열/ 인문사회계열	세부전공 분야	대표 연구 업적물 분야	실적 종류	대표연구업적물 상세내용	키워드		
		시작일	종료일							한글	영문	
대표연구업적물의 우수성												
3	강윤묵	20200901	20240229		이공계열	반도체물성	에너지재료	학술지 논문	1	박현정, 김진술, 최동진, 이상원, 강동균, 이해석, 김동환, 김문호, 강윤묵	스핀온 도핑 (SOD)	Spin-on Doping (SOD)
									2	Boron-doped polysilicon using spin-on doping for high-efficiency both-side passivating contact silicon solar cells	보론 도핑된 폴리실리콘	Boron-doped p+ Polysilicon
									3	Progress in Photovoltaics	패시베이팅 컨택	Passivating Contacts
									4	31(5), 461-473	태양전지 효율	Solar Cell Efficiency
									5	1062-7995	탠덤 디바이스	Tandem Devices
									6			
									7	2022.10		
									8	doi.org/10.1002/pip.3648		
									<p>[연구실적의 우수성] - 참여교수(공저자)는 SCIE 저널로서 Materials Science / Multidisciplinary, Physics / Applied 분야에서 Q1 저널인 Progress in Photovoltaics(IF: 6.7)에 본 논문을 게재함.</p> <p>[창의성·혁신성] - 박막 식각 및 확산 방지를 통한 최적화로 태양전지 효율 17.5%를 달성함. 이는 SOD를 사용한 TOPCoN 구조에서 최고 효율을 보고한 것임. - 이 연구는 SOD p+ 폴리실리콘에 대한 상세 분석을 포함하고 있으며, 탠덤 디바이스에 적용 가능성을 보여주고 있음. - 실험 조건의 조절과 최적화를 통해 최고 효율을 달성하면서도 도핑 농도, 결정 입자 크기 등 다양한 인자들의 복합적인 영향을 상세히 분석하고 있다는 점에서 창의성과 혁신성이 있음.</p> <p>[전공분야 기여도] - 본 연구는 실험적인 결과를 통해 다양한 공정 조건의 영향을 명확히 해석하여 탠덤 디바이스 적용 가능성을 증명했다는 점에서 큰 기여가 있음.</p>			

연번	참여 교수명	참여기간		연구자 등록번호	이공계열/ 인문사회계열	세부전공 분야	대표 연구 업적물 분야	실적 종류	대표연구업적물 상세내용	키워드		
		시작일	종료일							한글	영문	
대표연구업적물의 우수성												
4	강정원	20200901	20230831		이공계열	화공열역학	화학공정-기타 및 융복합	학술지 논문	1	Sun Yoo Hwang and Jeong Won Kang	인공 신경망	Artificial Neural Network
									2	Group Contribution-Based Graph Convolution Network: Pure Property Estimation Model	그래프 합성곱 신경망	Graph Convolution Networks
									3	International Journal of Thermophysics	그룹 기여 방법	Group Contribution Method
									4	43(9), 136	기계학습	Machine Learning
									5	0195-928X	열역학 특성 추정	Thermodynamic property estimation
									6			
									7	2022.7		
									8	https://doi.org/10.1007/s10765-022-03060-7		
<p>[연구실적의 우수성] - 참여교수(교신저자)는 SCIE 등재 저널인 'International Journal of Thermophysics'(IF: 2.2)에 2022년 본 논문을 게재함.</p> <p>[창의성·혁신성] - 기존의 원자 그래프 대신 더 큰 블록인 기능성 그룹 그래프를 사용하여 분자를 표현함으로써 새로운 접근 방법을 제시함. - 더 적은 매개 변수를 사용하여 머신러닝의 정확도를 향상시키는 혁신적인 방법을 도입함. - 데이터의 불확실성, 적합 과정의 견고성 및 이상치 데이터 감지와 같은 다양한 측면을 고려함.</p> <p>[전공분야 기여도] - 본 연구는 새로운 데이터 예측 방법 및 분자 표현 방법을 개발하여 화합물의 물성을 효율적으로 추정하게 함. 이는 화학 공정의 설계 및 운영에 필요한 중요한 정보를 제공하여 산업 및 환경 문제를 해결하는 데 도움을 줄 수 있음. - 머신러닝 알고리즘을 사용하여 데이터를 분석하고 적용함으로써 새로운 기술의 화학 공정 적용에 기여함.</p>												

연번	참여 교수명	참여기간		연구자 등록번호	이공계열/ 인문사회계열	세부전공 분야	대표 연구 업적물 분야	실적 종류	대표연구업적물 상세내용	키워드		
		시작일	종료일							한글	영문	
대표연구업적물의 우수성												
5	강정원	202009 01	202308 31		이공계열	화공열역학	촉매/반응기술	학술지 논문	1	Jin-Yong Kim, Sang-Hyeok Kim, Chan Young Park, Il-Hyun Baek, Jong Tak Ja, Jeong Won Kang, Sung-Chan Nam	온실 가스	Greenhouse Gas
									2	CO2 Decomposition Using Activated Rh- and Ru-SrFeO3-δ for Cyclic Production of CO	기후 변화	Climate Change
									3	Journal of CO2 Utilization		
									4	53, 101724	이산화탄소 분해	CO2 Decomposition
									5	2212-9820	스필오버	Spillover
									6			
									7	2021.11	SrFeO3-δ	SrFeO3-δ
									8	10.1016/j.jcou.2021.101724	X	
<p>[연구실적의 우수성] - 참여교수(교신저자)는 SCIE 등재 저널로서 Engineering, Chemical 분야 상위 10% 이내의 최상위 저널인 'Journal of CO2 Utilization'(IF: 7.7, Q1)에 2021년 본 논문을 게재함.</p> <p>[창의성·혁신성] - 기존 연구에서 고온에서 장시간 반응하는 것이 CO2 분해의 효과성을 높인다는 것을 확인하였으나 이는 비효율적인 에너지 사용으로 이어질 수 있음. 따라서 이 연구는 Rh와 Ru를 촉매로 사용하여 SrFeO3-δ에 넣는 혁신적인 방법을 도입함. 이로써 낮은 온도에서도 효과적인 CO2 분해가 가능해짐. - 역 Boudouard 반응 및 산소 vacancy를 이용하여 CO2 분해 및 CO 생산이 수행된다는 것을 입증함. - 이러한 새로운 이해는 CO2 제거 기술을 개선하고 온실가스 배출 감소에 중요한 역할을 할 것으로 기대됨.</p> <p>[전공분야 기여도] - 본 연구는 Rh 및 Ru 촉매를 사용하는 CO2 분해 기술로 온실가스 감축을 위한 효율적인 방법을 제시함. - 개발된 기술을 산업의 대규모 CO2 배출원에 적용하여 온실가스 감축, 신재생에너지 및 친환경 연료의 생산에 활용할 수 있음.</p>												

연번	참여 교수명	참여기간		연구자 등록번호	이공계열/ 인문사회계열	세부전공 분야	대표 연구 업적물 분야	실적 종류	대표연구업적물 상세내용	키워드		
		시작일	종료일							한글	영문	
대표연구업적물의 우수성												
6	강정원	20200901	20230831		이공계열	화공열역학	분리/정제기술	학술지 논문	1	Sung Shin Kang and Jeong Won Kang	나프텐산	Naphthenic Acids
									2	Extraction of naphthenic acid from low-grade crude oil using diol compounds	용매 선별	Solvent Screening
									3	Fuel		
									4	275	COSMO-RS	COSMO-RS
									5	0016-2361	다이올	Diols
									6			
									7	2020.9	고산성 유탄유	High-acid Crudes
									8	https://doi.org/10.1016/j.fuel.2020.117828	 	
<p>[연구실적의 우수성] - 참여교수(교신저자)는 SCIE 등재 저널로서 Engineering, Chemical 분야 상위 저널인 'Fuel'(IF: 7.4)에 2020년 본 논문을 게재함.</p> <p>[창의성·혁신성] - 본 연구에서는 COSMO-RS 방법을 활용하여 열역학적 특성을 예측하여 용매를 선별함. 이러한 접근은 후보 용매를 빠르고 효율적으로 선정하는 데 도움을 줌. - 이론적 계산을 통해 1,6-헥산디올이 최적의 용매로 선택되었고 이는 실험적으로도 확인됨. 1,6-헥산디올을 사용할 때 산성 성분의 조성을 획기적으로 감소시켜 환경적, 경제적 이점을 제공함.</p> <p>[전공분야 기여도] - 이러한 방법론은 화학공정 및 환경보호 분야에서 새로운 접근 방식을 제시하며, 저급 유탄유로부터 나프테닌산을 추출하는 과정을 효율화할 수 있음. - COSMO-RS 방법을 활용하여 열역학적 특성을 예측해 최적의 용매를 신속하게 선정할 수 있는 기술 개발을 통해 화학공정 설계 및 환경관리에 있어 효율성을 높일 수 있음.</p>												

연번	참여 교수명	참여기간		연구자 등록번호	이공계열/ 인문사회계열	세부전공 분야	대표 연구 업적물 분야	실적 종류	대표연구업적물 상세내용	키워드		
		시작일	종료일							한글	영문	
대표연구업적물의 우수성												
7	김경남	20200901	20240229		인문사회계열	투자/위험관리	투자/위험관리	학술지 논문	1	김경남	태양광 투자	PV Investment
									2	태양광 설비투자에 대한 제도적 유인 방안 연구: 감가상각법의 경제적 효과 분석	세제 유인정책	Tax Incentive
									3	신재생에너지(KSNRE)	경제성 분석	Feasibility Study
									4	16(4), 65-75	할인현재 가치법	DCF Method
									5	ISSN/e-ISSN: 1738-3935/2713-9999	수정가속 강각법	MACRS
									6			
									7	2020.12		
									8	10.7849/ksnre.2020.0024		
<p>[연구실적의 우수성] - 참여교수는 신재생에너지 분야 KCI 등재 학술지인 '신재생에너지'에 본 논문을 게재함.</p> <p>[창의성·혁신성] - 한국 태양광 시스템 적용 감가상각법(정액법)의 문제점을 미국 정책(수정가속상각법, 일시상각법)과 비교하고 동일 시스템에 대한 경제성 차이를 분석함. - 선진 제도 사례를 기반으로 한국의 에너지전환 및 탄소중립 실현을 위한 신재생에너지 보급 확산 제도를 제안함.</p> <p>[전공분야 기여도] - (경제적 가치 증대 방식 도출) 미국 방식을 적용하면 한국 방식을 적용했을 때와 비교해 내부수익률(IRR)은 최대 16.6%, 순현재가치(NPV)는 최대 27.4% 높은 것으로 나타났고, 할인율, 세율, 투자금액 변동을 파라미터로 한 민감도 분석에서도 정액법 대비 효과가 큰 것으로 나타남. - (정책적 함의 도출) 미국 방식이 투자의 불확실성을 감소시키며, 투자의 유연성을 높이는 효과가 있음을 확인함. 따라서 정부의 지원 정책은 예산이 소요되는 재정지출 방식 외에 조세제도 개편으로도 발전사업자에게 경제적 유인을 제공할 수 있음을 증명함.</p>												

연번	참여 교수명	참여기간		연구자 등록번호	이공계열/ 인문사회계열	세부전공 분야	대표 연구 업적물 분야	실적 종류	대표연구업적물 상세내용	키워드		
		시작일	종료일							한글	영문	
대표연구업적물의 우수성												
8	김경남	20200901	20240229		인문사회계열	투자/위험관리	투자/위험관리	학술지 논문	1	Fazri Aditya Pramadya, Kyung Nam Kim	탄소중립	Net Zero
									2	Promoting Residential Rooftop Solar Photovoltaics in Indonesia: Net-metering or Installation Incentives?	수용가 지붕형태 양광	Residential Rooftop PV
									3	Renewable Energy	전기요금상계	Net Metering
									4	222	설치 인센티브	Installation Incentives
									5	0960-1481	기술경제적 분석	Techno-economic Analysis
									6			
									7	2024.2		
									8	10.1016/j.renene.2023.119901		
<p>[연구실적의 우수성] - 참여교수(교신저자)는 신재생에너지 분야 SCIE 등재 국제 학술지인 'Renewable Energy'(Q1, IF: 8.63)에 본 논문을 게재함.</p> <p>[창의성·혁신성] - 재생에너지원 중 태양광 설치 증대를 국가 에너지전략으로 실천한 선도 신흥국의 경우 대형 태양광발전소의 무계획적 확대로 전력 공급을 통제하는 출력제한이 발생함. 결국 대형발전뿐만 아니라 소형, 주거용 태양광발전 시스템의 균형적 보급이 중장기적으로 중요함을 보여줌. - 본 연구는 태양 조사량의 변동을 고려한 위치별 인센티브 제도를 제안하여 인도네시아의 다양한 지역에서 지붕 태양광 시스템의 채택을 촉진함. 이는 지역적으로 상이한 조건을 고려해 태양에너지의 효율적인 이용을 촉진하는 제도의 도입이 필요함을 제안함.</p> <p>[전공분야 기여도] - 본 연구는 현재의 NEM제도가 지붕 태양광 시스템에 대한 경제적인 장벽을 극복하는 데 부족함을 보여줌. 이를 통해 현행 제도의 한계를 밝히고 개선방안을 제안함. - 기술경제적 분석을 통해 지붕 태양광 시스템의 경제적 실행 가능성을 조사해 에너지시스템의 경제적 측면을 고려하는 방법을 제시함.</p>												

연번	참여 교수명	참여기간		연구자 등록번호	이공계열/ 인문사회계열	세부전공 분야	대표 연구 업적물 분야	실적 종류	대표연구업적물 상세내용	키워드		
		시작일	종료일							한글	영문	
대표연구업적물의 우수성												
9	박주영	20200901	20220228		인문사회계열	환경/자원정책	환경/자원정책	학술지 논문	1	Marian R. Chertow, Koichi S. Kanaoka, Jooyoung Park	계량정보학	Bibliometrics
									2	Tracking the Diffusion of Industrial Symbiosis Scholarship Using Bibliometrics: Comparing across Web of Science, Scopus, and Google Scholar	생태 산업	Eco-industrial
									3	Journal of Industrial Ecology	산업 생태학	Industrial Ecology
									4	25(4), 913-931	산업 생태계	Industrial Ecosystem
									5	1088-1980	산업 공생	Industrial Symbiosis
									6			
									7	2021.1		
									8	10.1111/jiec.13099		
									<p>[연구실적의 우수성] - 참여교수(교신저자)는 SCIE 저널로서 환경과학 분야 Q1에 속하는 Journal of Industrial Ecology(IF: 5.9)에 본 논문을 게재함.</p> <p>[창의성·혁신성] - 기존 연구는 주로 Web of Science나 Scopus를 대상으로 제한적인 키워드를 활용한 서지분석을 실시했다면, 본 연구는 학술논문의 메타데이터가 아닌 원문 전체를 서치하는 Google Scholar까지 3개의 플랫폼을 이용, 8개의 키워드를 활용해 대상 분야의 학술논문을 종합적으로 분석함. - 본 연구는 산업 공생 연구의 성장과 트렌드를 분석하여 특정 주제에 대한 연구의 확장과 집중을 나타내는 새로운 통찰을 제공함.</p> <p>[전공분야 기여도] - Google Scholar를 서지분석에 활용할 경우, Web of Science와 Scopus에서 제공하지 않는 Grey Literature까지 탐색이 가능하여 더욱 종합적인 분석을 수행할 수 있음. - 이러한 문헌분석 방법론의 개선은 산업생태학과 환경관리 분야에서의 정책 및 실무에 대한 의사결정을 지원하고, 궁극적으로 보다 지속가능한 산업 발전을 촉진하는 데 도움이 될 것으로 기대됨.</p>			

연번	참여 교수명	참여기간		연구자 등록번호	이공계열/ 인문사회계열	세부전공 분야	대표 연구 업적물 분야	실적 종류	대표연구업적물 상세내용	키워드		
		시작일	종료일							한글	영문	
대표연구업적물의 우수성												
10	우종률	20200901	20240229		인문사회계열	기술예측 및평가	기술예측및평가	학술지 논문	1	손우진, 이승연, 우종률	탄소중립	Net Zero
									2	Community Acceptance of Hydrogen Power Plant Projects : The Case of South Korea		
									3	Renewable and Sustainable Energy Reviews	기후변화	Climate Change
									4	147, 113778.	수소경제	Hydrogen Economy
									5	1364-0321	수소연료전지발전소	Hydrogen Power Plant
									6			
									7	2023.11	지역 수용성	Community Acceptance
									8	https://doi.org/10.1016/j.rser.2023.113778	 	
									<p>[연구실적의 우수성] - BK21 참여학생인 손우진(석사과정, 제1저자), 이승연(석사과정, 제2저자), 참여교수(교신저자) 공저의 논문으로 SCIE이며 분야별 상위 3% 내에 드는 최상위 저널인 Renewable and Sustainable Energy Reviews(IF: 15.9)에 게재됨.</p> <p>[창의성·혁신성] - 본 연구는 수소 연료전지 발전소의 지역사회 수용을 위한 보조금 수준을 결정하는 데 실증적 근거를 제공하며, 수소경제로의 전환을 위한 정책 설계에 중요한 시사점을 도출함. - 고압의 수소 저장탱크를 보유한 수소 연료전지 발전소는 태양광 및 풍력발전과 비교해 거부감이 높지만, 수소 저장탱크를 보유하지 않은 수소 연료전지 발전소는 풍력발전소보다 수용성이 높아지는 것을 밝힘. - 주민 수용성 제고를 위해 수소 저장탱크 대신 파이프라인을 통해 수소를 공급받는 방식을 제안함.</p> <p>[전공분야 기여도] - 주민 거부감이 높은 시스템 속성을 제외하는 것만으로 사회적 수용성을 향상시킬 수 있음을 확인하여 발전사 설비계획 수립에 중요한 시사점을 제공</p>			

연번	참여 교수명	참여기간		연구자 등록번호	이공계열/ 인문사회계열	세부전공 분야	대표 연구 업적물 분야	실적 종류	대표연구업적물 상세내용	키워드		
		시작일	종료일							한글	영문	
대표연구업적물의 우수성												
11	우종률	20200901	20240229		인문사회계열	기술예측 및평가	환경/자원정책	학술지 논문	1	장성은, 우종률	탄소중립	Net Zero
									2	Are Electric Vehicle Users Willing to Pay Tax for Charging Electric Vehicles? A Case Study of South Korea	기후변화	Climate Change
									3	Energy Economics	전기차	Electric Vehicle
									4	129, 107243.	세금	Tax
									5	0960-1481	지불의사액	Willingness to Pay
									6		 	
									7	2024.1	 	
									8	https://doi.org/10.1016/j.eneco.2023.107243	 	
									<p>[연구실적의 우수성] - BK21 참여학생인 장성은(박사과정, 제1저자)과 참여교수(교신저자) 공저의 논문으로 SSCI이며 분야별 상위 1% 이내의 최상위 저널인 Energy Economics(IF: 12.8)에 게재됨.</p> <p>[창의성·혁신성] - 기존 내연기관차가 부담하는 세금에는 도로 인프라 투자 및 유지비용이 포함되는 데 비해 현재 전기차 이용자는 이를 부담하지 않아 세금 손실 및 형평성 문제가 제기됨. 이후 세수 확보 이유로 갑자기 세제가 개편된다면 전기차 이용자(또는 이용 예정자)의 조세저항이 발생할 가능성이 있음. - 이처럼 예견되는 세수 손실 규모를 충당하기 위해 조건부가치측정법을 이용해 소비자 측면에서 수용할 수 있는 세금 규모를 산정함. - 본 연구는 2050년까지의 세 수익을 예측하고 다양한 시나리오를 분석하여 전기차 관련 정책 결정에 기여함.</p> <p>[전공분야 기여도] - 본 연구는 소득과 같은 인구 통계 변수가 조세제도에 미치는 영향을 분석하여 정책 결정에 근거자료를 제공함. 이를 통해 정부 및 정책결정자들은 조세제도 설계에서 다양한 소비자 그룹의 요구와 우려를 고려할 수 있음.</p>			

연번	참여 교수명	참여기간		연구자 등록번호	이공계열/ 인문사회계열	세부전공 분야	대표 연구 업적물 분야	실적 종류	대표연구업적물 상세내용	키워드		
		시작일	종료일							한글	영문	
대표연구업적물의 우수성												
12	이응균	20210201	20230831		인문사회계열	환경/자원정책	환경/자원정책	학술지 논문	1	Hanbee Lee, Eunkyong Choi, Eungkyoon Lee	녹색 전환	Green Transition
									2	Green transition of iron cities: A Comparative case study of Kitakyushu and Pohang	옹호연합모형	Advocacy Coalition Framework
									3	Journal of Environment and Development		
									4	31(1), 28-53	규제 분권화	Regulatory Decentralization
									5	1070-4965	외부 사건	External Events
									6		기회 구조	Opportunity Structure
									7	2021.12		
									8	https://doi.org/10.1177/10704965211063708		
<p>[연구실적의 우수성] - 참여교수(교신저자)는 SSCI 등재 저널인 'Journal of Environment and Development'(IF: 3.2)에 2021년 본 논문을 게재함.</p> <p>[창의성·혁신성] - 본 연구는 옹호연합모델을 사용하여 사회경제적으로 유사한 두 도시의 환경 개선 방향에서의 차이를 비교 분석하여 새로운 통찰을 제공함. - 두 도시 간의 환경 개선 차이를 설명하기 위해 규제 분산과 외부 사건의 역할을 고려하여 새로운 시각을 제시함. - 본 연구의 결과는 중공업 중심의 도시에서의 환경 개선을 뒷받침하는 메커니즘을 이해하고 발전시키는 데 도움이 될 수 있는 방안을 제시함.</p> <p>[전공분야의 기여] - 두 도시의 환경 개선 경로를 탐색하여 환경관리 분야에 새로운 통찰을 제공해 환경 문제 해결에 있어 중요한 역할을 함. - 도시의 지역 발전과 환경 개선의 관계를 탐구해 도시 및 지역 발전 정책에 대한 새로운 좌표를 제시함.</p>												

연번	참여 교수명	참여기간		연구자 등록번호	이공계열/ 인문사회계열	세부전공 분야	대표 연구 업적물 분야	실적 종류	대표연구업적물 상세내용	키워드		
		시작일	종료일							한글	영문	
대표연구업적물의 우수성												
13	이해석	20200901	20240229		이공계열	반도체재료	에너지재료	학술지 논문	1	이상원, 배수현, 김동환, 이해석	페로브스카이트 태양전지	Perovskite Solar Cells
									2	Historical Analysis of High-Efficiency, Large-Area Solar Cells: Toward Upscaling of Perovskite Solar Cells	고효율	High Efficiency
									3	Advanced Materials	대면적 모듈	Large-Area Modules
									4	32(51)	상업화	Commercialization
									5	ISSN/E-ISSN: 0935-9648/1521-4095	업스케일링	Upscaling
									6			
									7	2020.10		
									8	10.1002/adma.202002202		
<p>[연구실적의 우수성] - 참여교수(교신저자)는 SCIE 저널로서 에너지, 재료 및 화학 분야 상위 2.2%의 최상위 저널인 Advanced Materials(IF: 30.2)에 본 논문을 게재함.</p> <p>[창의성·혁신성] - 복잡하고 비용이 많이 드는 현재의 생산과정에 도전하며, 기존의 태양전지 기술들의 발전 경로를 검토하여, 페로브스카이트 태양전지의 대량 생산을 위한 새로운 방향을 제시함. - 페로브스카이트 소재를 태양전지 분야에 적용함으로써 새롭고 독창적인 관점을 제공함.</p> <p>[전공분야 기여도] - 페로브스카이트 태양전지 상업화를 위한 주요 기술적 장애와 해결책을 제공함으로써 태양전지 연구 및 산업 분야에 기여함. 대면적 모듈의 효율 및 안정성 문제 해결을 위한 역사적 경험과 기술적 통찰을 제공함으로써 페로브스카이트 태양전지의 발전 가능성을 확장시킴. - 태양전지 기술의 다양한 발전 경로를 비교 분석하여 페로브스카이트 태양전지 연구의 방향성 및 상업화 전략 수립에 필수적인 정보를 제공함.</p>												

연번	참여 교수명	참여기간		연구자 등록번호	이공계열/ 인문사회계열	세부전공 분야	대표 연구 업적물 분야	실적 종류	대표연구업적물 상세내용	키워드		
		시작일	종료일							한글	영문	
대표연구업적물의 우수성												
14	이해석	20200901	20240229		이공계열	반도체재료	에너지재료	학술지 논문	1	최동진, 배수현, 한혜빈, 박현정, 심명섭, 강윤목, 김동환, 김성현, 이해석	구리 기반 페이스트	Cu-based Pastes
									2	Investigation of Contact Formation Mechanism and Application of Copper-based Front Contact Paste for Crystalline Silicon Solar Cells	결정질 실리콘 (c-Si) 태양 전지	Crystalline Si (c-Si) Solar Cells
									3	Solar Energy Materials and Solar Cells	전극 소재	Front Electrode Materials
									4	253(2023) 112213	구리-은 코어-셸 입자	Cu-Ag Core-shell Particles
									5	0927-0248	고온 소성	High-temperature Firing
									6			
									7	2023.5		
									8	10.1016/j.solmat.2023.112213		
<p>[연구실적의 우수성] - 참여교수(교신저자)는 SCIE 저널로서 재료 분야의 저널인 Solar Energy Materials and Solar Cells(IF: 6.9, Q1)에 본 논문을 게재함.</p> <p>[창의성·혁신성] - 본 연구는 산화은(core)과 산화구리(shell) 입자를 함유하는 구리 기반 페이스트를 개발하여 산화 문제를 해결하고, 산화구리로 인한 불순물 형성을 방지하여 산화는 페이스트와 유사한 성능을 달성함. - 고온 소성 공정에서 구리 기반 페이스트를 사용할 때 발생하는 문제를 해결하기 위해 은 페이스트의 시드 층을 도입하는 등의 혁신적인 방법을 적용함.</p> <p>[전공분야 기여도] - 본 연구는 구리를 주 성분으로 하는 전면 전극 페이스트의 활용에 대한 한계를 평가하고 있으며, 특히 구리의 감소로 인한 은 결정체 형성과정에서 항상 c-Si 태양전지의 전기적 매개변수가 악화되는 문제에 대한 해결책을 제시함. - 이러한 연구는 태양전지 산업 발전을 위한 혁신적 솔루션을 제시하여 태양에너지의 보다 효율적인 이용을 촉진하고, 친환경적인 에너지 생산에 기여함.</p>												

연번	참여 교수명	참여기간		연구자 등록번호	이공계열/ 인문사회계열	세부전공 분야	대표 연구 업적물 분야	실적 종류	대표연구업적물 상세내용	키워드		
		시작일	종료일							한글	영문	
대표연구업적물의 우수성												
15	이해석	20200901	20240229		이공계열	반도체재료	에너지재료	학술지 논문	1	정유진, 민관홍, Post Regina, Kwopil Wolfram, Schubert Martin C., 김동환, 강윤목, 이해석	게터링	Gettering
									2	A Grain Orientation-Independent Single-Step Saw Damage Gettering/Wet texturing Process for Efficient Silicon Solar Cells	텍스처링	Texturing
									3	Small		
									4	19(19), 2206831	쏘데미지	Saw Damage
									5	ISSN/e-ISSN: 1613-6810/1613-6829	PERC	PERC
									6			
									7	2023.2	열처리	Treatment
									8	10.1002/sml.202206831	 	
<p>[연구실적의 우수성] - 참여교수(교신저자)는 SCI 등재 저널로서, Chemistry, Multidisciplinary 분야 10% 이내의 최상위 저널인 'Small'(Q1, IF: 13.3)에 2023년 본 논문을 게재함.</p> <p>[창의성·혁신성] - 전 세계 시장의 95% 이상을 점유하고 있는 상업용 실리콘 태양전지의 고효율화를 달성하기 위해 실리콘 웨이퍼 결함제어(Gettering) 및 광포집 효과를 극대화하기 위한 texturing을 단일공정으로 해결한 창의적·혁신적 원천기술 개발임. - 탄소중립 및 기후변화 대응 대표 기술인 태양전지 고효율화 기술 개발 연구로 이의 구현을 통해 고효율 태양광발전시스템의 기술경쟁력 솔루션을 제공함</p> <p>[전공분야 기여도] - 본 연구는 실리콘 웨이퍼 표면 결함을 제어하기 위한 gettering 기술과 입사광의 흡수를 제어하기 위한 texturing 공정을 동시에 진행하는 혁신적인 one-step 원천기술개발임. 이를 통해 국내 태양전지 제조기업의 기술경쟁력 확보 전략을 제공함.</p>												

연번	참여 교수명	참여기간		연구자 등록번호	이공계열/ 인문사회계열	세부전공 분야	대표 연구 업적물 분야	실적 종류	대표연구업적물 상세내용	키워드		
		시작일	종료일							한글	영문	
대표연구업적물의 우수성												
16	전용석	20200901	20240229		이공계열	전기재료	신재생에너지 융합	학술지 논문	1	Seaeun Park, Chanyong Lee, Taemin Kim, Yohan Ko, Yongseok Jun	무기 페로브스카이트 태양전지	Inorganic Perovskite Solar Cell
									2	Direct interface engineering using dopant of hole transport layer for efficient inorganic perovskite solar cells	도펀트	Dopant
									3	Materials Today Chemistry	정공수송층	Hole Transport Layer
									4	Vol.30, 101551	표면 공정	Interface Engineering
									5	2468-5194	상용화	Commercialization
									6			
									7	2023.6		
									8	10.1016/j.mtchem.2023.101551		
<p>[연구실적의 우수성] - 참여교수(교신저자)는 SCIE 등재 저널로서, Chemistry, Multidisciplinary 분야 최상위 저널인 'Materials Today Chemistry'(IF: 7.3, Q1)에 본 논문을 게재함.</p> <p>[창의성·혁신성] - CsPbI3는 일정한 온도가 올라가면 빛과 열의 안정성이 떨어져 상변화가 존재한다는 치명적인 단점이 존재하므로 안정된 무기 페로브스카이트 태양전지를 제작하기 위해서는 결함 밀도를 줄이는 것이 중요함. 본 논문은 표면 처리, 열처리, 코팅과 같은 부가적인 과정을 거치지 않고 Mn(TFSI)2를 사용하는 혁신적인 방법을 제시함. - Mn(TFSI)2를 도핑제로 사용하여 페로브스카이트와 정공 전도층 간의 표면 결함을 줄이고 효율을 16.5%에서 17.6%로 향상시킴. - 우수한 장기 안정성을 보여주며 초기 성능 비교 시 95%의 효율을 유지함으로써 안정적인 무기 페로브스카이트 장치 태양전지의 제조의 새로운 가능성을 제시함.</p> <p>[전공분야 기여도] - 본 연구는 차세대 페로브스카이트 태양전지의 성능 향상을 위한 새로운 인터페이스 처리 방법을 제안함. - 연구의 결과는 태양에너지 변환 기술 분야에서 획기적인 진전이며 태양전지의 상업화에 기여함.</p>												

연번	참여 교수명	참여기간		연구자 등록번호	이공계열/ 인문사회계열	세부전공 분야	대표 연구 업적물 분야	실적 종류	대표연구업적물 상세내용	키워드		
		시작일	종료일							한글	영문	
대표연구업적물의 우수성												
17	전용석	20200901	20240229		이공계열	전기재료	신재생에너지 융합	학술지 논문	1	Moo Young Jung, Hyobeen Cho, Chanyong Lee, Yong Ju Yun, Suresh Kannan Balasingam, Yongseok Jun	금속-유기 골격체	Metal-organic Framework (MOF)
									2	Synergetic effect of a battery-like nickel phosphide and a pseudocapacitive cobalt phosphide electrodes for enhanced energy storage	유사캐패시터	Pseudocapacitor
									3	Journal of Energy Storage	인화니켈	Nickel Phosphide (NiP)
									4	Vol. 66	인화코발트	Cobalt Phosphide (CoP)
									5	2352-152X	배터리형 전극	Battery-type Electrode
									6			
									7	2023.8		
									8	10.1016/j.est.2023.107321		
<p>[연구실적의 우수성] - 참여교수(교신저자)는 SCIE 등재 저널로서, Energy & Fuels 분야 15% 이내의 상위 저널인 'Journal of Energy Storage'(IF: 7.3, Q1)에 본 논문을 게재함.</p> <p>[창의성·혁신성] - 본 연구에서는 에너지 저장 시스템 수요 증가에 대응한 고에너지 밀도 슈퍼캐패시터를 개발함. - 이와 같이 제작된 NiP/CoP@NF 전극은 향상된 특정 전하 저장 용량과 뛰어난 에너지 밀도를 보여주고 슈퍼캐패시터에 NiP 및 CoP 기반 하이브리드 전극의 적용 가능성을 입증함. - 이러한 결과는 슈퍼캐패시터 성능을 향상시키는 혁신적인 방법으로 평가됨.</p> <p>[전공분야 기여도] - 본 연구를 통해 개발된 새로운 고에너지 밀도 초전도체는 에너지 저장 시스템 수요의 급증에 대응하여, 신뢰할 수 있고 효율적인 에너지 저장 기술로 활용될 것으로 기대됨. - 이 연구는 다양한 소재를 조합하여 새로운 하이브리드 전극을 개발하는 데 관련된 소재과학에 대한 이해도를 높임. 이는 다양한 소재의 특성과 상호작용에 대한 지식을 확장하고 태양전지 및 에너지 저장 장치에 적용할 수 있는 새로운 소재의 개발을 촉진함.</p>												

연번	참여 교수명	참여기간		연구자 등록번호	이공계열/ 인문사회계열	세부전공 분야	대표 연구 업적물 분야	실적 종류	대표연구업적물 상세내용	키워드		
		시작일	종료일							한글	영문	
대표연구업적물의 우수성												
18	전용석	20200901	20240229		이공계열	전기재료	신재생에너지 융합	학술지 논문	1	Seungkyu Kim, Yong Ju Yun, Taemin Kim, Chanyong Lee, Yohan Ko, Yongseok Jun	도금	Deposition
									2	Hydrolysis-Regulated Chemical Bath Deposition of Tin-Oxide-Based Electron Transport Layers for Efficient Perovskite Solar Cells with a Reduced Potential Loss	층	Layers
									3	Chemistry of Materials	개형	Morphology
									4	Vol. 33(21), 8194-8204	페로브스카이트	Perovskites
									5	ISSN/e-ISSN: 0897-4756/1520-5002		
									6		전구체	Precursors
									7	2021.9		
									8	10.1021/acs.chemmater.1c02101	 	
<p>[연구실적의 우수성] - 참여교수(교신저자)는 SCIE 등재 저널로서, Materials Science, Multidisciplinary 분야 최상위 저널인 'Chemistry of Materials'(IF: 8.6, Q1)에 2021년 본 논문을 게재함.</p> <p>[창의성·혁신성] - 본 연구에서는 n-타입 SnO₂를 페로브스카이트 태양전지(PSCs)의 이상적인 전자 이동층 (ETL)으로 사용함. - SnO₂ 증착 경향 문제 해결을 위해 차별화된 증착법으로 FTO 표면에 직접 적층된 SnO₂ 필름을 개발한 것으로 이러한 접근 방식은 SnO₂의 형태를 개선하고 높은 에너지 변환 효율 달성에 기여함. - 다양한 OH 기능성을 가진 지연제와 글리세롤을 활용하여 최적의 모양 및 에너지 밴드 특성을 확보함. - 글리세롤-SnO₂ 필름을 ETL로 사용한 PSCs는 높은 효율(21.8%), 히스테리시스 감소, 포텐셜 손실 감소 등의 효과로 페로브스카이트 태양전지의 성능을 향상시킴.</p> <p>[전공분야 기여도] - SnO₂의 집합화 문제를 해결하는 혁신적인 방법을 적용함으로써 PSCs의 효율과 재현성을 향상시킬 수 있는 가능성을 제시함. 이는 태양에너지 변환 기술 분야에서 중대한 진전을 달성한 것임.</p>												

연번	참여 교수명	참여기간		연구자 등록번호	이공계열/ 인문사회계열	세부전공 분야	대표 연구 업적물 분야	실적 종류	대표연구업적물 상세내용	키워드		
		시작일	종료일							한글	영문	
대표연구업적물의 우수성												
19	하윤희	20220301	20240229		인문사회계열	환경/자원정책	환경/자원정책	학술지 논문	1	Seung-rok Lee, Yoon-hee Ha	지속가능 산림관리	Sustainable Forest Management
									2	The Triple Forest Management Principle: A Holistic Approach to Forest Resource Use in South Korea		
									3	Bioresource Technology Reports	산림부산물	Forest Residue
									4	20(101253), 1-10	바이오에너지	Bioenergy
									5	2589-014X	사전예방원칙	Precautionary Principle
									6			
									7	2022.12	계단식 원칙	Cascading Principle
									8	https://doi.org/10.1016/j.biteb.2022.101253	 	
									<p>[연구실적의 우수성] - 대학원의 비전일제 박사과정생 이승록과 참여교수(교신저자)의 공동 연구로 Scopus이며 환경공학분야 Q1 저널인 Biosource Technology Reports에 본 논문을 게재함.</p> <p>[창의성·혁신성] - 가치단계적 원칙과 지속가능한 산림관리, 그리고 사전예방적 원칙을 결합한 'T-FMP(Triple Forest Management Principle)' 개념을 토대로 산림자원 활용에 따른 환경적·경제적 편익을 정량화함. 이는 산림자원의 적극적 활용에 대한 새로운 접근 방식을 제시하는 것임. - 산림자원 이용 최적화 측면에서 목재와 산림부산물로 이원화하여 향후 50년의 변화를 평가함.</p> <p>[전공분야의 기여] - 지속가능한 산림자원의 활용방안을 모색하는 국제적 추세를 뒷받침하고 한국이라는 지역적 특수성을 반영해 비용편익을 추정했다는 점에서 학술적 의의가 있음. - T-FMP라는 산림자원 관리 원칙을 정립해 다양한 이해관계자들에게 통찰력을 제시하고, 정책 입안자 들에게 산림 및 국토관리 거버넌스를 개선하는 데 참고할 수 있는 관점을 제공함.</p>			

4단계 BK21 사업

대표연구업적물의 적합성

대표연구업적물의 적합성

연번	참여 교수명	참여기간		연구자 등록번호	이공계열/ 인문사회계열	세부전공 분야	대표 연구 업적물 분야	실적 종류	대표연구업적물 상세내용	키워드		
		시작일	종료일							한글	영문	
대표연구업적물의 적합성												
1	강윤묵	20200901	20240229		이공계열	반도체물성	에너지재료	학술지 논문	1	황재근, 이상원, 이원규, 배수현, 강동균, 정석현, 이슬희, 편도원, 황지성, 조수진, 김동환, 이해석, 강윤묵	페로브스카이트	Perovskite
									2	Sputtered PbI2 with Post-Processing for Perovskite Solar Cells		
									3	Solar RRL	업스케일링	Upscaling
									4	7(14), 2300214	스퍼터링	Sputtering
									5	2367-198X	요오드화합	PbI2
									6		건식공정	Dry Process
									7	2023.5		
									8	10.1002/solr.202300214	 	
									<p>페로브스카이트/실리콘 탠덤 태양전지는 단일 접합 태양전지의 이론적 효율 한계를 극복할 수 있는 태양광 산업 기술로 주목받고 있음. 본 연구는 PbI2 타겟을 사용하여 전구체 필름을 증착하기 위해 무선 주파수 자석 스퍼터링 공정을 사용하는데 여기에, 요오드화, 열적 애니마링 및 이산화디메틸설폭사이드 처리가 전구체의 화학적 조성, 결정성 및 표면 모양을 향상시키는 후처리 공정으로 사용됨. 전구체 필름은 직접 접촉 변환 공정을 사용하여 페로브스카이트로 변환되며, 메틸아민증기 애니링을 통해 계면 및 볼륨 특성이 향상되어 페로브스카이트 태양전지의 전력 변환 효율이 12.2%로 향상됨. 또한 넓은 전압 스윙 범위에서 18.3%의 효율이 확인되어 페로브스카이트 내부의 결함을 제거함으로써 추가적인 효율 향상이 가능함을 시사함. 마지막으로, 균일한 페로브스카이트 필름이 25cm²의 조형된 실리콘 표면에 균일하게 증착됨. 이러한 고효율과 균일성을 갖는 공정은 PbI2 스퍼터링 방법을 통해 페로브스카이트/실리콘 탠덤 태양전지를 제작하는 새로운 방법을 열 수 있음을 시사함. 본 논문에서 제안한 대면적 유무기 박막 공정은 태양전지 제조사에서 양산화가 가능한 산학연계 문제해결형 연구의 좋은 사례로 본 교육연구단의 연구 비전과 목표에 부합함.</p>			

연번	참여 교수명	참여기간		연구자 등록번호	이공계열/ 인문사회계열	세부전공 분야	대표 연구 업적물 분야	실적 종류	대표연구업적물 상세내용	키워드		
		시작일	종료일							한글	영문	
대표연구업적물의 적합성												
2	강윤목	20200901	20240229		이공계열	반도체물성	에너지재료	학술지 논문	1	고요한, 박현정, 이창용, 강윤목, 전용석	하이브리드 탠덤 태양 전지	Hybrid Tandem Solar Cells
									2	Recent Progress in Interconnection Layer for Hybrid Photovoltaic Tandems	스펙트럼 활용	Spectrum Utilization
									3	Advanced Materials	단자 전극	Terminal Electrodes
									4	32(51), 2002196	인터페이스 제어	Interface Control
									5	ISSN/e-ISSN: 0935-9648/1521-4095	에너지 손실	Energy Loss
									6			
									7	2020.10		
									8	https://doi.org/10.1002/adma.202002196		
									<p>하이브리드 탠덤 태양전지는 저렴한 비용과 전체 태양 스펙트럼 활용의 장점을 제공함. 현재까지 탐색된 하이브리드 탠덤 구조 중 가장 잘 알려진 것은 네 개 또는 두 개의 단말 전극을 갖는 것인데 후자의 디자인은 전자에 비해 비용 효율적이지만 두 개의 태양전지 재료 간 인터페이스 준비의 어려움 때문에 상용화되지 못하고 있음. 두 개 이상의 밴드갭 태양전지를 직렬로 결합하는 가장 오래된 방법 중 하나는 다중접합 III-V 태양전지에 터널링 층을 도입하는 것이지만 이에 한계가 있음. 본 연구는 혁신적인 재료를 사용하여 접합 접촉을 실현하는 대안적인 방법으로 탠덤 접근 방식을 위해 두 개 이상의 태양전지를 결합하는 인터페이스 제어에 중점을 두고 고성능 탠덤 셀을 실현하는 데 사용된 전략을 설명함. 연구의 결과는 두 개 이상의 태양전지를 연결하여 다양한 태양전지 선택에서 최고의 성능을 달성하고 인터페이스를 통한 에너지 손실을 최소화하는 데 기여함. 1954년 이후 개발되었던 태양전지 기술을 분석하여 차세대 태양전지의 개발 방향을 제시하는 본 연구는 기술적 한계에 직면한 태양광 산업 문제 해결에 기여하여 본 교육연구단이 추구하는 산학연계 문제해결형 연구의 방향과 일치함.</p>			

연번	참여 교수명	참여기간		연구자 등록번호	이공계열/ 인문사회계열	세부전공 분야	대표 연구 업적물 분야	실적 종류	대표연구업적물 상세내용	키워드		
		시작일	종료일							한글	영문	
대표연구업적물의 적합성												
3	강윤묵	20200901	20240229		이공계열	반도체물성	에너지재료	학술지 논문	1	박현정, 김진술, 최동진, 이상원, 강동균, 이 해석, 김동환, 김문호, 강윤묵	스핀온 도핑 (SOD)	Spin-on Doping (SOD)
									2	Boron-doped polysilicon using spin-on doping for high-efficiency both-side passivating contact silicon solar cells	보론 도핑된 폴리 실리콘	Boron-doped p+ Polysilicon
									3	Progress in Photovoltaics	패시베이팅 컨택	Passivating Contacts
									4	31(5), 461-473	태양전지 효율	Solar Cell Efficiency
									5	1062-7995	탠덤 디바이스	Tandem Devices
									6			
									7	2022.10		
									8	doi.org/10.1002/pip.3648		
									<p>본 연구는 태양광 산업의 주력 제품인 실리콘 태양전지의 오래된 문제 중 하나인 보론 도핑에 의한 전기적 특성 감소 현상을 해석하고 고효율 태양전지 제작 방안을 제시함 . 여기에는 SOD p+ poly-Sd의 상세한 분석을 포함하여 탄뎀 장치에 적용 가능한 유망한 결과를 보여줌. 또한 도핑 프로파일의 제어와 질감 표면, 선택적 에미터 및 형성 가스 애닐링(FGA)의 적용을 통해 전지효율의 향상에 기여함. 고효율 태양전지의 제작 방법을 제시하여 실제 산업에서 적용될 수 있는 기술로 발전시킬 수 있고 이는 에너지의 지속가능한 공급과 소비를 실현하는 것을 목표로 하는 본 교육연구단의 비전에 적합함.</p>			

연번	참여 교수명	참여기간		연구자 등록번호	이공계열/ 인문사회계열	세부전공 분야	대표 연구 업적물 분야	실적 종류	대표연구업적물 상세내용	키워드		
		시작일	종료일							한글	영문	
대표연구업적물의 적합성												
4	강정원	20200901	20230831		이공계열	화공열역학	화학공정-기타 및 융복합	학술지 논문	1	Sun Yoo Hwang and Jeong Won Kang	인공 신경망	Artificial Neural Network
									2	Group Contribution-Based Graph Convolution Network: Pure Property Estimation Model	그래프 합성곱 신경망	Graph Convolution Networks
									3	International Journal of Thermophysics	그룹 기여 방법	Group Contribution Method
									4	43(9), 136	기계학습	Machine Learning
									5	0195-928X	열역학 특성 추정	Thermodynamic property estimation
									6			
									7	2022.7		
									8	https://doi.org/10.1007/s10765-022-03060-7		
									<p>화합물의 물성 데이터는 화학공정의 설계와 운영에 필수적인 정보임. 실험값은 문헌을 통해 알 수 있지만 데이터 수요 급증에 비해 부족한 실정임. 이처럼 데이터가 부족할 때는 다양한 추정 방법이 사용되는데 그룹 기여법은 현재 사용되는 표준적이고 간단한 기법 중 하나임. 하지만 이러한 방법은 분자구조의 단순화된 표현 때문에 부정확성이 내재됨. 이에 개선된 분자 표현과 실험 데이터 처리를 포함한 고급화된 방법이 등장함. 그러나 이러한 접근 방법 역시 여러 매개변수를 조정하기 위한 유효한 데이터가 부족함. 본 연구는 복잡한 기계학습 알고리즘과 선형 그룹 기여법 사이의 타협점을 제안함. 분자를 원자 그래프로 나타내는 대신 더 큰 블록인 기능성 그룹의 그래프를 사용함. 이러한 새로운 접근 방식은 기계학습을 위한 조정 가능한 매개변수의 수를 크게 줄임. 연구 결과, 기존 방법 보다 더 높은 정확도를 보였음. 본 연구는 화학공학을 기존 연구 및 산업분야에 응용하여 문제를 해결하는 방법론을 제안하며, 이는 효율적이고 지속가능한 에너지 생산 및 자원 관리를 목표로 하는 본 교육연구단의 목표에 부합함.</p>			

연번	참여 교수명	참여기간		연구자 등록번호	이공계열/ 인문사회계열	세부전공 분야	대표 연구 업적물 분야	실적 종류	대표연구업적물 상세내용	키워드		
		시작일	종료일							한글	영문	
대표연구업적물의 적합성												
5	강정원	202009 01	202308 31		이공계열	화공열역학	촉매/반응기술	학술지 논문	1	Jin-Yong Kim, Sang-Hyeok Kim, Chan Young Park, Il-Hyun Baek, Jong Tak Ja, Jeong Won Kang, Sung-Chan Nam	온실 가스	Greenhouse Gas
									2	CO2 Decomposition Using Activated Rh- and Ru-SrFeO3-δ for Cyclic Production of CO	기후 변화	Climate Change
									3	Journal of CO2 Utilization	이산화탄소 분해	CO2 Decomposition
									4	53, 101724	스필오버	Spillover
									5	2212-9820	SrFeO3-δ	SrFeO3-δ
									6			
									7	2021.11		
									8	10.1016/j.jcou.2021.101724		
									<p>온실가스 배출로 인한 지구 온난화 문제가 가속화되면서 이산화탄소(CO2) 제거를 위한 다양한 방법들이 제안되고 있음. 특히 CO2 분해는 온실가스 배출 감소 및 CO2 재활용을 위해 개발됨. 이전 연구의 SrFeO3-δ의 등온시험 결과에 따르면, 고온에서 오랜 시간 반응하는 것이 효과적인 CO2 분해에 필요하며, 이는 비효율적인 에너지 사용으로 이어질 수 있음이 밝혀짐. 따라서 본 연구에서는 Rh 및 Ru를 촉매로 SrFeO3-δ에 함침시킴. 촉매를 사용한 CO2 분해 결과, 낮은 온도인 약 200°C에서 CO2 분해가 나타남. 귀금속 촉매의 스프릴오버 현상으로 인해 최대 생성된 CO 농도는 3배 높아졌으며 순환 시험은 Rh 및 Ru-SrFeO3-δ의 촉매 안정성과 지속적이고 향상된 CO 생산 잠재력을 보여주었음. 이러한 연구의 결과는 온실가스 배출을 줄여 환경보호에 기여할뿐 아니라 새로운 에너지 기술의 발전에 도움을 주어 본 교육연구단이 지향하는 지속가능한 발전에 기여하는 연구비전과 방향을 같이 함.</p>			

연번	참여 교수명	참여기간		연구자 등록번호	이공계열/ 인문사회계열	세부전공 분야	대표 연구 업적물 분야	실적 종류	대표연구업적물 상세내용	키워드		
		시작일	종료일							한글	영문	
대표연구업적물의 적합성												
6	강정원	20200901	20230831		이공계열	화공열역학	분리/정제기술	학술지 논문	1	Sung Shin Kang and Jeong Won Kang	나프텐산	Naphthenic Acids
									2	Extraction of naphthenic acid from low-grade crude oil using diol compounds	용매 선별	Solvent Screening
									3	Fuel		
									4	275	COSMO-RS	COSMO-RS
									5	0016-2361	다이올	Diols
									6			
									7	2020.9	고산성 윤활유	High-acid Crudes
									8	https://doi.org/10.1016/j.fuel.2020.117828	 	
									<p>저급 원유로부터 나프텐산을 추출하는 것은 화학 변환 또는 다른 분리 공정에 비해 경제적이고 환경적 이점이 있음. 용매의 특성은 추출 공정의 성공적인 실행에 중요한 역할을 하는데 열역학적 예측을 기반으로 한 용매 선별 기술은 후보 용매의 선택을 용이하게 함. 본 연구는 COSMO-RS 방법을 사용하여 열역학적 특성 추정을 기반으로 먼저 용매 선별을 한 뒤 실험적으로 용매 성능을 검증함. 이론적 계산에서 1,6-헥산디올이 최상의 후보 용매로 선택되었고 이는 실험적 검증 결과와 일치함. 본 연구는 에너지와 자원 관리를 위한 솔루션을 탐구함. 열역학적 예측을 사용하여 경제적이고 효율적인 용매 추출 방법을 개발함으로써 에너지 및 자원의 효율적 이용을 촉진하고 환경적인 영향을 최소화함. 이는 효율적이고 지속가능한 에너지 생산 및 자원 관리를 목표로 하는 본 교육연구단의 목표에 부합함.</p>			

연번	참여 교수명	참여기간		연구자 등록번호	이공계열/ 인문사회계열	세부전공 분야	대표 연구 업적물 분야	실적 종류	대표연구업적물 상세내용	키워드		
		시작일	종료일							한글	영문	
대표연구업적물의 적합성												
7	김경남	20200901	20240229		인문사회계열	투자/위험관리	투자/위험관리	학술지 논문	1	김경남	태양광 투자	PV Investment
									2	태양광 설비투자에 대한 제도적 유인 방안 연구: 감가상각법의 경제적 효과 분석	세제 유인정책	Tax Incentive
									3	신재생에너지(KSNRE)	경제성 분석	Feasibility Study
									4	16(4), 65-75	할인현재 가치법	DCF Method
									5	ISSN/e-ISSN: 1738-3935/2713-9999	수정가속 강각법	MACRS
									6			
									7	2020.12		
									8	10.7849/ksnre.2020.0024		
									<p>본 연구는 태양광 에너지 프로젝트의 재무 분석을 중심으로, 다양한 감가상각 방법이 프로젝트의 재무성과에 미치는 영향을 조사함. 한국의 정액법과 미국의 MACRS 및 보너스 감가상각법의 비교를 통해 프로젝트 내부수익률과 순현재가치 등의 재무결과를 분석함. 이러한 연구는 환경 및 자원정책에 대한 정책학적 이해와 태양광 발전 분야를 아우르는 연구이며, 태양광 에너지를 통해 에너지 및 자원의 지속가능한 공급과 소비를 실현하는 데 기여할 것으로 기대됨. 또한 신재생에너지 분야의 발전에 기여할 수 있는 제도적인 방안을 제시하는 데이터-정책 융합 연구로 교육연구단이 추구하는 비전에 부합함. 더불어 본 연구 결과는 에너지자원 사업화를 지원하는 데 기여할 것으로 기대됨.</p>			

연번	참여 교수명	참여기간		연구자 등록번호	이공계열/ 인문사회계열	세부전공 분야	대표 연구 업적물 분야	실적 종류	대표연구업적물 상세내용	키워드		
		시작일	종료일							한글	영문	
대표연구업적물의 적합성												
8	김경남	20200901	20240229		인문사회계열	투자/위험관리	투자/위험관리	학술지 논문	1	Fazri Aditya Pramadya, Kyung Nam Kim	탄소중립	Net Zero
									2	Promoting Residential Rooftop Solar Photovoltaics in Indonesia: Net-metering or Installation Incentives?	수용가 지붕형태 양광	Residential Rooftop PV
									3	Renewable Energy	전기요금상계	Net Metering
									4	222	설치 인센티브	Installation Incentives
									5	0960-1481	기술경제적 분석	Techno-economic Analysis
									6			
									7	2024.2		
									8	10.1016/j.renene.2023.119901		
									<p>본 연구는 옥상 태양광(PV) 시스템이 NEM 체계 도입 이후 인도네시아에서 대규모로 증가함에도 불구하고, 높은 투자 비용과 낮은 전기 요금으로 목표치를 달성하지 못하는 문제를 집중적으로 다루고 있음. 옥상 태양광 시스템의 타당성을 시스템 자문 모델을 활용해 기술경제 분석을 통해 검증한 결과, 현재의 NEM 체계가 옥상 태양광 시스템의 경제적 타당성을 보장하지 못하는 것을 밝혀냄. 또한 20%의 설치 인센티브와 요금 40% 인상을 결합하면 수익성을 높일 수 있음을 확인함. 위치 기반 인센티브 체계가 경제적 매력을 제고하고 인도네시아에서 옥상 태양광 시스템 보급을 촉진시킬 수 있다는 점을 강조함. 이러한 연구 주제와 결과는 융합 교육연구기관으로서 글로벌 문제해결 역량을 강화하려는 교육연구단의 비전과 일치함. 뿐만 아니라 본 연구의 제1저자인 Fazro A. Pramadya는 본 대학원이 배출한 2023년 2월 졸업생(석사)이며, 귀국 후 현재 인도네시아 정부 에너지자원부 소속 공무원으로 근무하고 있음. 이는 에너지 자원 특화 글로벌 네트워크를 지향하는 교육연구단의 운영 목표와 부합함은 물론 학업과 연구의 성과를 현업에 적용한 사회문제해결형 연구라고 할 수 있음.</p>			

연번	참여 교수명	참여기간		연구자 등록번호	이공계열/ 인문사회계열	세부전공 분야	대표 연구 업적물 분야	실적 종류	대표연구업적물 상세내용	키워드		
		시작일	종료일							한글	영문	
대표연구업적물의 적합성												
9	박주영	20200901	20220228		인문사회계열	환경/자원정책	환경/자원정책	학술지 논문	1	Marian R. Chertow, Koichi S. Kanaoka, Jooyoung Park	계량정보학	Bibliometrics
									2	Tracking the Diffusion of Industrial Symbiosis Scholarship Using Bibliometrics: Comparing across Web of Science, Scopus, and Google Scholar	생태 산업	Eco-industrial
									3	Journal of Industrial Ecology	산업 생태학	Industrial Ecology
									4	25(4), 913-931	산업 생태계	Industrial Ecosystem
									5	1088-1980	산업 공생	Industrial Symbiosis
									6			
									7	2021.1		
									8	10.1111/jiec.13099		
									<p>본 연구는 산업생태학의 하위분야인 산업공생(IS)의 구조 및 지역 개발에 대한 폭넓은 질문을 탐구하기 위해 계량정보학을 적용함. 학문 분야를 보다 잘 이해하기 위해 기존 데이터베이스인 Web of Science(WoS)와 Scopus에 추가하여 Google Scholar를 활용함. 연구의 결과, IS 클러스터의 물질 및 에너지 흐름을 모델링하는 문헌, 공생을 실행하기 위한 전략과 아이디어를 제안하는 문헌, 그리고 IS 네트워크의 성능을 평가하는 문헌에서 논문 양의 큰 증가가 나타남. Google Scholar를 분석하여 WoS와 Scopus와 달리 문서의 메타데이터가 아닌 전체 텍스트를 검색할 수 있어 보다 많은 IS 논문을 포착할 수 있었음. 이는 기존에 제외된 국가 및 학문 분야에서의 IS 담론을 포함시켜 보다 뚜렷한 확산 패턴을 보여줌. 이러한 연구는 산업 생태학 분야의 문헌 데이터에 대한 보다 포괄적이고 종합적인 접근을 시도하는 것이며 이는 융합 연구협력의 인프라를 강화하고자 하는 본 교육연구단의 확장적 융복합 연구패러다임에 부합함.</p>			

연번	참여 교수명	참여기간		연구자 등록번호	이공계열/ 인문사회계열	세부전공 분야	대표 연구 업적물 분야	실적 종류	대표연구업적물 상세내용	키워드		
		시작일	종료일							한글	영문	
대표연구업적물의 적합성												
10	우종률	20200901	20240229		인문사회계열	기술예측 및평가	기술예측및평가	학술지 논문	1	손우진, 이승연, 우종률	탄소중립	Net Zero
									2	Community Acceptance of Hydrogen Power Plant Projects : The Case of South Korea	기후변화	Climate Change
									3	Renewable and Sustainable Energy Reviews		
									4	147, 113778.	수소경제	Hydrogen Economy
									5	1364-0321	수소연료전지발전소	Hydrogen Power Plant
									6			
									7	2023.11	지역 수용성	Community Acceptance
									8	https://doi.org/10.1016/j.rser.2023.113778	 	
									<p>수소 연료전지 발전소는 무탄소 발전원으로 주목을 받고 있지만 이러한 시설이 거주지 근처에 위치하기 위해서는 지역주민들의 수용성이 중요함. 본 연구는 수소 연료전지 발전소 건설에 대한 지역주민들의 수용의사(willingness to accept)를 조건부가치평가방법과 이산선택실험을 적용하여 추정함. 그리고 이러한 두 방법의 결과를 결합해 적정한 보조금 수준을 결정하기 위한 시뮬레이션을 수행하였음. 연구 결과에 따르면 주거 지역에서 1km 떨어져 있는 5MW 수소연료전지 발전소에 대해 지역주민들은 780만 원을 받아야 수용할 의사가 있는 것으로 나타났음. 다만, 발전소에 수소 저장 탱크가 내장되지 않았을 때는 수용의사액이 약 541만원으로 내려가고, 발전소가 온수를 공급하지 않는 경우 약 942만 원으로 올라가는 것으로 나타나 발전소 설계에 따라 수용도에서 차이가 남을 확인함. 연구 결과는 수소 연료전지 발전소를 확대하고 수소경제를 실현하기 위한 정책을 설계에 활용될 수 있음. 이러한 연구는 지속가능한 에너지 공급과 소비 관련 사회적인 문제에 대응책을 제시하고자 하는 교육연구단의 비전과 밀접하게 연계되어 있음. 또한 사회과학적인 내용과 공학적인 내용이 접목된 연구로 융복합 연구를 추구하는 교육연구단의 목표와도 부합함.</p>			

연번	참여 교수명	참여기간		연구자 등록번호	이공계열/ 인문사회계열	세부전공 분야	대표 연구 업적물 분야	실적 종류	대표연구업적물 상세내용	키워드		
		시작일	종료일							한글	영문	
대표연구업적물의 적합성												
11	우종률	20200901	20240229		인문사회계열	기술예측 및평가	환경/자원정책	학술지 논문	1	장성은, 우종률	탄소중립	Net Zero
									2	Are Electric Vehicle Users Willing to Pay Tax for Charging Electric Vehicles? A Case Study of South Korea	기후변화	Climate Change
									3	Energy Economics	전기차	Electric Vehicle
									4	129, 107243.	세금	Tax
									5	0960-1481	지불의사액	Willingness to Pay
									6		 	
									7	2024.1	 	
									8	https://doi.org/10.1016/j.eneco.2023.107243	 	
									<p>본 연구는 전기자동차(EVs)의 증가로 인한 연료 세금 감소 문제에 대한 해결책을 모색하고자 함. 이에 EV 세수 확보를 위한 전기차 충전 비용 과세의 적용을 조사하여 한국 소비자들의 관점에서 수용 가능한 EV 충전 세금을 추정하고, 이에 영향을 미치는 인구통계학적 변수를 조건부 가치 평가 방법을 사용하여 식별함. 그 중 소득이 EV 충전세에 대한 지불 의사와 가장 관련성이 높은 것으로 나타남. 여러 시나리오를 통해 수송 부문 세금 수입을 추정한 결과 2050년과 2022년에 동일한 수입을 달성하기 위해서는 충전 과세를 1km 당 48원(0.04USD)으로 설정해야 하는 것으로 나타남. 이러한 연구 결과는 충전 비용 과세의 중요성을 강조하며 지불의사에 영향을 미치는 요인을 분석하여 전기차 관련 조세정책 수립에 기여함. 본 연구는 지속가능한 공급과 소비 실현을 위해 특화된 모델을 구축하려는 교육연구단의 비전에 부합함. 또한 참여학생과 참여교수의 공동연구로, 에너지자원 분야의 융복합 학술인재를 양성하려는 교육 비전에 부합하는 연구임.</p>			

연번	참여 교수명	참여기간		연구자 등록번호	이공계열/ 인문사회계열	세부전공 분야	대표 연구 업적물 분야	실적 종류	대표연구업적물 상세내용	키워드		
		시작일	종료일							한글	영문	
대표연구업적물의 적합성												
12	이응균	20210201	20230831		인문사회계열	환경/자원정책	환경/자원정책	학술지 논문	1	Hanbee Lee, Eunkyong Choi, Eungkyoon Lee	녹색 전환	Green Transition
									2	Green transition of iron cities: A Comparative case study of Kitakyushu and Pohang	옹호연합모형	Advocacy Coalition Framework
									3	Journal of Environment and Development		
									4	31(1), 28-53	규제 분권화	Regulatory Decentralization
									5	1070-4965	외부 사건	External Events
									6		기회 구조	Opportunity Structure
									7	2021.12		
									8	https://doi.org/10.1177/10704965211063708	 	
<p>본 연구는 사례 비교 연구로 사회경제적인 조건이 유사한 두 도시가 환경 개선 과정에서 어떻게 다른 경로로 나뉘는지를 탐구함. 일본의 기타큐슈와 한국의 포항이 직면한, 변화하는 지역 경제와 환경오염 문제를 연구대상으로 함. 두 도시는 주요 중공업 중심지로 국가의 경제적 성장을 주도했지만 많은 공통점에도 불구하고 환경 개선에 대한 공공 요구에 대해 근본적으로 다른 접근 방식을 보임. 옹호연합모형을 주요 분석 도구로 활용하여 제조 중심 "산업" 도시를 "녹색" 도시로 변화시키려는 정책 노력의 전개와 결과를 분석함. 연구 결과, 규제의 분권화, 외부 사건 및 연합의 기회 구조 변화가 두 도시 간 녹색 전환에서 관측된 차이를 설명한다는 것이 밝혀짐. 본 연구는 옹호연합모형이라는 이론적 도구를 환경 문제, 특히 녹색 전환에 적용함으로써 융복합 연구모형을 구축하여 기술과 정책을 모두 포괄하는 균형된 관점을 제시한다는 점에서 본 교육 연구단의 비전과 목표에 부합함.</p>												

연번	참여 교수명	참여기간		연구자 등록번호	이공계열/ 인문사회계열	세부전공 분야	대표 연구 업적물 분야	실적 종류	대표연구업적물 상세내용	키워드		
		시작일	종료일							한글	영문	
대표연구업적물의 적합성												
13	이해석	20200901	20240229		이공계열	반도체재료	에너지재료	학술지 논문	1	이상원, 배수현, 김동환, 이해석	페로브스카이트 태양전지	Perovskite Solar Cells
									2	Historical Analysis of High-Efficiency, Large-Area Solar Cells: Toward Upscaling of Perovskite Solar Cells	고효율	High Efficiency
									3	Advanced Materials	대면적 모듈	Large-Area Modules
									4	32(51)	상업화	Commercialization
									5	ISSN/E-ISSN: 0935-9648/1521-4095	업스케일링	Upscaling
									6		 	
									7	2020.10	 	
									8	10.1002/adma.202002202	 	
									<p>본 연구는 페로브스카이트 태양전지의 상업적 성공을 목표로 설정하고, 대규모 모듈 제작에서 고효율을 달성하는 것을 주요 도전 과제로 강조함. 다양한 태양전지의 작동 메커니즘 유사성과 다양한 발전 경로의 기원을 조사하고, 페로브스카이트 태양전지의 이상적인 업스케일링 방향을 제안함. 여러 태양전지의 역사적 분석은 페로브스카이트 태양전지의 상대적/절대적 발전 상태에 대한 기본적인 진단을 제공함. 이처럼 본 연구는 기존 연구를 바탕으로 효율성과 장기 안정성을 유지하면서 업스케일링 과정의 장애를 해결하는 방법을 모색하여 페로브스카이트 태양전지의 상업적 활용을 촉진하는 데 기여함. 또한 축적된 데이터를 기반으로 기술 분야에 새로운 인사이트를 줄 수 있는 내용을 제시하는 데이터-기술 융합연구로 본 교육연구단이 지향하는 에너지 및 자원 분야 융복합 연구 모델 개발과 데이터베이스 구축 목표에 부합하는 연구임.</p>			

연번	참여 교수명	참여기간		연구자 등록번호	이공계열/ 인문사회계열	세부전공 분야	대표 연구 업적물 분야	실적 종류	대표연구업적물 상세내용	키워드		
		시작일	종료일							한글	영문	
대표연구업적물의 적합성												
14	이해석	20200901	20240229		이공계열	반도체재료	에너지재료	학술지 논문	1	최동진, 배수현, 한혜빈, 박현정, 심명섭, 강윤목, 김동환, 김성현, 이해석	구리 기반 페이스트	Cu-based Pastes
									2	Investigation of Contact Formation Mechanism and Application of Copper-based Front Contact Paste for Crystalline Silicon Solar Cells	결정질 실리콘 (c-Si) 태양 전지	Crystalline Si (c-Si) Solar Cells
									3	Solar Energy Materials and Solar Cells	전극 소재	Front Electrode Materials
									4	253(2023) 112213	구리-은 코어-셸 입자	Cu-Ag Core-shell Particles
									5	0927-0248	고온 소성	High-temperature Firing
									6			
									7	2023.5		
									8	10.1016/j.solmat.2023.112213		
<p>본 연구는 구리-은 코어 셸 입자를 함유하는 구리 기반 페이스트가 상업용 태양전지 전면전극 적용 가능성과 한계를 조사함. 상업용 실리콘 태양전지는 현재 은 전극을 사용하고 있으며, 새로운 전극 재료로 구리를 사용할 경우 직접적인 실리콘과 구리의 접촉을 방지하기 위해 은 페이스트 시드층을 채택한 이중 인쇄 구조를 개발함. 또한 구조적, 전기적 특성을 분석하여 고온소성 과정에서 구리 기반 페이스트의 전극형성 메커니즘을 분석하여 전통적인 은 페이스트의 전극형성 메커니즘과 비교함. 연구 결과, 고온 소성 과정에서 구리 페이스트의 산화로 인해 결정질 실리콘 태양전지의 전기적 특성이 저하됨. 이를 제어하기 위해 산화를 방지함과 동시에 전극이 실리콘 반도체와 잘 접촉되는 기술을 개발함. 본 연구는 태양광발전시스템의 핵심소자인 결정질 실리콘 태양전지 원가의 많은 부분을 차지하는 전면 은 전극을 대체할 수 있는 저가의 구리 전극을 개발하는 혁신적인 연구로 이는 에너지 기술을 발굴하여 사회문제 해결과 지속가능 발전에 기여하려는 교육연구단의 연구 목표에 적합함.</p>												

연번	참여 교수명	참여기간		연구자 등록번호	이공계열/ 인문사회계열	세부전공 분야	대표 연구 업적물 분야	실적 종류	대표연구업적물 상세내용	키워드		
		시작일	종료일							한글	영문	
대표연구업적물의 적합성												
15	이해석	20200901	20240229		이공계열	반도체재료	에너지재료	학술지 논문	1	정유진, 민관홍, Post Regina, Kwopil Wolfram, Schubert Martin C., 김동환, 강윤목, 이해석	게터링	Gettering
									2	A Grain Orientation-Independent Single-Step Saw Damage Gettering/Wet texturing Process for Efficient Silicon Solar Cells	텍스처링	Texturing
									3	Small	쏘데미지	Saw Damage
									4	19(19), 2206831	PERC	PERC
									5	ISSN/e-ISSN: 1613-6810/1613-6829	열처리	Treatment
									6			
									7	2023.2		
									8	10.1002/sml.202206831		
<p>고효율 태양전지를 제조하기 위해서는 전기 및 광학 특성을 개선하는 것이 중요한데 이전 연구들은 게터링 및 텍스처링 방법을 각각 사용하여 태양전지 재료 품질을 개선하고 반사 손실을 줄이는 데 초점을 뒀. 본 연구는 효율적인 실리콘 태양전지를 위해 단일 단계에서의 게터링 및 텍스처화 과정을 제안하며 이를 통해 높은 전력 변환 효율을 달성하고자 함. 웨이퍼 상의 산 텍스처링 공정은 불균일한 텍스처링을 생성하여 광학 손실을 초래하므로 이러한 한계를 해결하기 위해 대체 텍스처링 방법이 연구됨. 연구에서 제시한 텍스처링과 게터링을 결합한 톱상 손상 게터링 방법을 사용하여 제조된 p형 Passivated Emitter and Rear Cells(p-PERC)에서 개방회로전압, 단락전류밀도 및 효율이 기존 태양전지보다 향상됨을 보여줌. 이는 태양광 기술의 발전을 촉진하는 연구로 본 교육연구단이 추구하는 산학연계 문제해결형 연구의 방향과 일치함.</p>												

연번	참여 교수명	참여기간		연구자 등록번호	이공계열/ 인문사회계열	세부전공 분야	대표 연구 업적물 분야	실적 종류	대표연구업적물 상세내용	키워드		
		시작일	종료일							한글	영문	
대표연구업적물의 적합성												
16	전용석	20200901	20240229		이공계열	전기재료	신재생에너지 융합	학술지 논문	1	Seaeun Park, Chanyong Lee, Taemin Kim, Yohan Ko, Yongseok Jun	무기 페로브스카이트 태양전지	Inorganic Perovskite Solar Cell
									2	Direct interface engineering using dopant of hole transport layer for efficient inorganic perovskite solar cells	도펀트	Dopant
									3	Materials Today Chemistry	정공수송층	Hole Transport Layer
									4	Vol.30, 101551	표면 공정	Interface Engineering
									5	2468-5194	상용화	Commercialization
									6			
									7	2023.6		
									8	10.1016/j.mtchem.2023.101551		
									<p>차세대 페로브스카이트 태양전지(PSCs)에 적합한 광학 밴드 갭과 고열 및 화학 안정성을 달성하기 위해 무기성인 CsPbI₃ 페로브스카이트가 관심을 받고 있음. 그러나 이 물질은 빛을 흡수할 때 25°C에서 원하지 않는 비페로브스카이트 yellow phase로 빠르게 변형되므로 각 층의 인터페이스에서 비방사 재조합 센터로 작용하는 결함 밀도를 줄여 상태를 안정화하는 것이 중요. 따라서 본 논문에서는 어떠한 추가 표면 처리도 필요로 하지 않는 효과적인 인터페이스 처리 방법을 제안하고 도파 Mn(TFSI)₂를 구멍 전도 물질에 바로 혼합하는 방법을 소개함. 이를 통해 페로브스카이트와 구멍 전도층 사이의 인터페이스 결함을 줄이고 비방사 재조합을 감소시켜 캐리어의 수명을 증가시키고 전력 변환 효율을 향상시킴. 본 연구는 Mn(TFSI)₂를 사용해 안정적인 무기성 페로브스카이트 장치를 신속하고 효과적으로 제조할 수 있는 방법을 제시함으로써 PSCs 상용화에 기여함. 이처럼 태양전지 장치의 개발을 촉진해 재생에너지 산업 분야의 기술적인 발전을 지향하는 본 교육연구단의 산학협력 비전에 부합하는 연구임.</p>			

연번	참여 교수명	참여기간		연구자 등록번호	이공계열/ 인문사회계열	세부전공 분야	대표 연구 업적물 분야	실적 종류	대표연구업적물 상세내용	키워드		
		시작일	종료일							한글	영문	
대표연구업적물의 적합성												
17	전용석	20200901	20240229		이공계열	전기재료	신재생에너지 융합	학술지 논문	1	Moo Young Jung, Hyobeen Cho, Chanyong Lee, Yong Ju Yun, Suresh Kannan Balasingam, Yongseok Jun	금속-유기 골격체	Metal-organic Framework (MOF)
									2	Synergetic effect of a battery-like nickel phosphide and a pseudocapacitive cobalt phosphide electrodes for enhanced energy storage	유사캐패시터	Pseudocapacitor
									3	Journal of Energy Storage		
									4	Vol. 66	인화니켈	Nickel Phosphide (NiP)
									5	2352-152X		
									6		인화코발트	Cobalt Phosphide (CoP)
									7	2023.8	배터리형 전극	Battery-type Electrode
									8	10.1016/j.est.2023.107321	 	
<p>환경오염에 대한 우려가 증가하고 에너지 저장 시스템에 대한 수요가 높아짐에 따라 고에너지 밀도 슈퍼캐패시터의 개발이 필수적임. 본 연구에서는 니켈 폼(NF) 위에 금속-유기 프레임 유도 인화코발트 및 전극 침착 인화니켈(NiP) 물질로 구성된 하이브리드 전극을 개발함. 이 하이브리드 전극은 유사캐패시터 CoP 전지와 유사한 NiP 물질의 결합으로 높은 에너지 밀도를 보여줌. 비대칭 슈퍼캐패시터(ASC)는 800 W kg⁻¹의 파워 밀도에서 27.7 Wh kg⁻¹의 우수한 에너지 밀도를 나타내며, 10,000 사이클까지 86.36 %의 커패시턴스 보유율을 보여줌으로써 이전에 보고된 NiCoP 기반 ASC들과 비교했을 때 뛰어난 에너지 저장 성능을 나타냄. 에너지 저장 솔루션을 제공하여 에너지 효율성을 향상시키는 데 기여하는 본 연구는 재생에너지 및 전력 그리드의 안정성 제고에 도움을 주어 산업사회문제 해결과 지속가능발전에 기여하려는 본 교육연구단의 목표와 부합함.</p>												

연번	참여 교수명	참여기간		연구자 등록번호	이공계열/ 인문사회계열	세부전공 분야	대표 연구 업적물 분야	실적 종류	대표연구업적물 상세내용	키워드		
		시작일	종료일							한글	영문	
대표연구업적물의 적합성												
18	전용석	20200901	20240229		이공계열	전기재료	신재생에너지 융합	학술지 논문	1	Seungkyu Kim, Yong Ju Yun, Taemin Kim, Chanyong Lee, Yohan Ko, Yongseok Jun	도금	Deposition
									2	Hydrolysis-Regulated Chemical Bath Deposition of Tin-Oxide-Based Electron Transport Layers for Efficient Perovskite Solar Cells with a Reduced Potential Loss	층	Layers
									3	Chemistry of Materials	개형	Morphology
									4	Vol. 33(21), 8194-8204	페로브스카이트	Perovskites
									5	ISSN/e-ISSN: 0897-4756/1520-5002		
									6		전구체	Precursors
									7	2021.9		
									8	10.1021/acs.chemmater.1c02101	 	
<p>본 연구는 페로브스카이트 태양전지의 전자이동층(ETL) 소재로 사용되는 SnO₂의 집합화 문제를 해결하는 새로운 방법을 개발함. 또한 화학 욕조 증착법을 사용하여 집합 제어된 SnO₂막을 직접 FTO 유리 표면에 증착하여 SnO₂입자의 모양과 집합화를 효과적으로 조절하는 방법을 제시함. 이러한 연구 결과는 페로브스카이트 태양전지의 성능을 향상시키고 효율성을 높일 수 있는 중요한 역할을 함. 또한 이 방법은 산업적으로 중요한 태양전지 기술 분야에 새로운 효율적 제조 공정을 제공해 태양전지 산업의 발전에 기여함. 따라서 본 연구는 안정적이고 효율적인 태양전지 기술 개발을 통해 분야에 특화된 연구모형을 제시하고 있음. 이는 에너지환경 분야 산업사회 문제해결형 연구를 목표로 하는 본 교육연구단의 비전에 부합함.</p>												

연번	참여 교수명	참여기간		연구자 등록번호	이공계열/ 인문사회계열	세부전공 분야	대표 연구 업적물 분야	실적 종류	대표연구업적물 상세내용	키워드		
		시작일	종료일							한글	영문	
대표연구업적물의 적합성												
19	하윤희	20220301	20240229		인문사회계열	환경/자원정책	환경/자원정책	학술지 논문	1	Seung-rok Lee, Yoon-hee Ha	지속가능 산림관리	Sustainable Forest Management
									2	The Triple Forest Management Principle: A Holistic Approach to Forest Resource Use in South Korea	산림부산물	Forest Residue
									3	Bioresource Technology Reports		
									4	20(101253), 1-10	바이오에너지	Bioenergy
									5	2589-014X	사전예방원칙	Precautionary Principle
									6			
									7	2022.12	계단식 원칙	Cascading Principle
									8	https://doi.org/10.1016/j.biteb.2022.101253	 	
									<p>전 세계적 기후위기가 산림관리의 방식의 변화와 전통적인 산림 가치의 재검토를 요구함에 따라 본 연구는 대한민국에서 숲 자원의 적극적 이용이 미치는 영향을 계단식 원칙(Cascading Principle), 지속가능한 산림관리(Sustainable Forest Management, SFM), 그리고 사전예방원칙(Precautionary Principle)의 세 가지 이론을 결합해 조사함. 연구의 결과 50년 평가기간 동안 숲 자원의 적극적 이용이 순 이익으로 1.94M€를 생산하는 것으로 나타남. 탄소 저장, 탄소 배출 감소, 홍수 통제, 산소 방출, 그리고 원목 및 나무 펠릿 판매의 추가 가치 등의 혜택은 산림관리가 없을 때의 가치보다 2.11배 높다는 결과를 보임. 이러한 결과는 지속가능한 산림관리와 산림자원의 적극적 이용이 삼림 벌채와 기후변화에 대한 효과적인 대응책이 될 수 있음을 시사함. 본 연구는 T-FMP라는 복합 개념을 적용하여 환경과 경제가 균형을 이루는 적극적이고 지속가능한 산림경영의 모델을 제시함. 이는 융복합 연구패러다임을 구축하기 위해 다각도의 연구모델을 개발하려는 본 교육연구단의 비전과 일치함.</p>			

4단계 BK21 사업

기타 연구 업적물

기타연구업적물

연번	참여교수명	참여기간		연구자 등록번호	업적물 분야	실적구분	저서, 특허, 기술이전, 창업 상세내용		키워드	
		시작일	종료일						한글	영문
저서, 특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성										
1	전용석	20200901	20240229		신재생에너지 지용합	특허	1	전용석, 강윤목, 이찬용, 이창현	태양광 모듈	Solar Module
							2	충격 흡수구조체를 포함한 태양광 모듈	충격 흡수	Shock Absorption
							3	대한민국	내충격성	Impact Resistance
							4	10-2599896	기후 기술	Climate Technology
							5	2023.11	재생가능 에너지 소스	Renewable Energy Source
<p>[창의성·혁신성] 본 특허는 태양광 모듈의 충격 흡수 기능을 통해 외부 충격에 대한 내충격성을 제공하는 새로운 접근 방식을 제시함.</p> <p>[비전·목표와의 부합성] 태양광 모듈의 충격 흡수 구조 개선 기술 개발을 통해 태양광 산업 발전에 기여하고, 학생 연구원(이찬용)이 기술 개발에 동참함으로써 참여학생의 연구 역량을 강화함. 이는 효율적이고 지속가능한 에너지 생산 및 에너지환경 분야 산업사회 문제해결형 인재 양성을 목표로 하는 본 교육연구단의 비전에 부합함.</p> <p>[해당 전공분야 기여] 본 특허는 태양광 발전 시스템의 내구성과 신뢰성을 향상시켜 태양광의 효율적 활용을 촉진함. 태양광 모듈 설계에 새로운 접근 방식을 제시하여, 태양광 분야의 기술적 진보를 촉진함. 또한 기술의 상업적 가치와 지속가능성을 높임.</p> <p>[참여교수의 기여도] 전용석 교수는 연구방향 설정, 전문적 지식과 기술적 지도를 제공하여 태양광 모듈의 충격 흡수 구조 개선 연구를 성공적으로 지휘함. 특히 연구결과의 분석 및 해석에 통찰력을 제공, 실제 적용 가능한 결과물로 구현될 수 있게 함.</p> <p>[[지역]산업에의 기여] 재생에너지원으로서 태양광의 경제적 및 환경적 가치를 증진. 지역 산업에 적용됨으로써, 에너지 생산 효율성 개선 및 유지보수 비용의 감소를 통해 태양광발전 산업의 경쟁력을 강화</p>										

연번	참여교수명	참여기간		연구자 등록번호	업적물 분야	실적구분	저서, 특허, 기술이전, 창업 상세내용	키워드		
		시작일	종료일					한글	영문	
저서, 특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성										
2	전용석	20200901	20240229		신재생에너지 융합	특허	1	전용석, 강윤목, 김승규, 이찬용	신축성 태양광 모듈	Flexible Solar Module
							2	신축성 태양광 모듈 및 이를 포함하는 웨어러블 전자기기	웨어러블 전자기기	Wearable Electronic Devices
							3	대한민국	전도성 기판	Conductive Substrate
							4	10-2440943	차세대 태양전지	Next-generation Solar Cells
							5	2022.9	상부 요철 구조	Upper Anti-glare Structure
<p>[창의성·혁신성] 본 특허는 신축성 태양광 모듈 및 이를 포함하는 웨어러블 전자기기에 관한 것으로, 상부 요철 구조를 가지며 신축성 소재를 활용한 기능이 포함됨.</p> <p>[비전·목표와의 부합성] 태양광 기술과 웨어러블 소자를 융합한 기술 특허로 산학융합형 연구 및 기술 개발인 동시에 참여학생(이찬용)이 함께 기여하여 산업사회 문제해결형 인재를 양성하고자 하는 본 교육연구단의 목표에 부합함.</p> <p>[해당 전공분야 기여] 본 특허는 신축성을 갖는 전도성 기판 기반의 유연 태양광 모듈 구조 및 소재 기술임. 이를 통해 태양광 차세대 웨어러블 기기 원천기술 확보 및 태양광 응용 신산업 기반 구축</p> <p>[참여교수의 기여도] 전용석 교수는 '신축성 태양광 모듈 및 이를 포함하는 웨어러블 전자기기' 특허 발명에서 연구개발을 총괄 지휘함. 신축성 태양광 모듈의 설계와 구현에 있어 혁신적인 아이디어를 제공, 웨어러블 기기와의 통합 가능성 탐구에 중요한 공헌을 함.</p> <p>[[지역]산업에의 기여] 본 특허는 신축성이 우수하여 구부러지거나 잡아당김에도 안정성이 우수한 태양광 모듈을 구현하여 웨어러블 소자 및 곡면형 태양광발전시스템 개발 활용될 것으로 기대됨. 태양광 융합 신산업 발육을 통해 지역 제조산업 기회 창출 및 활성화에 크게 기여할 수 있음.</p>										

연번	참여교수명	참여기간		연구자 등록번호	업적물 분야	실적구분	저서, 특허, 기술이전, 창업 상세내용	키워드		
		시작일	종료일					한글	영문	
							저서, 특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성			
3	강윤목	20200901	20240229		에너지재료	특허	1	이찬용, 전용석, 강윤목	고투과성 실리콘 태양광 모듈	High-transmittance silicon solar module
							2	마이크로 LED가 설치된 태양광 모듈 및 이의 제조 방법	마이크로 LED	Micro LED
							3	대한민국	자가발전	Self-generation
							4	10-2514016	디지털 사이니지	Digital Signage
							5	2023.3	건물일체형 태양광	Building-integrated Photovoltaics
<p>[창의성·혁신성] 본 특허는 고투과성 실리콘 태양광 모듈로 광 흡수층 면적 손실을 최소화하고, 마이크로 LED를 통해 자가발전이 가능한 디지털 사이니지 모듈을 제공하고자 함.</p> <p>[비전·목표와의 부합성] 태양광의 사회적 수용성을 높이는 기술로 에너지환경 분야 산업사회 문제 해결을 추구하는 본 사업단의 목표에 부합함.</p> <p>[해당 전공분야 기여] 기존의 태양광 모듈은 태양광 입사면에 다른 소자를 접목하면 입사광 손실로 성능이 저하되고, 디지털 사이니지는 외부 전력이 필요한 문제가 있었으나 투명한 태양전지 구조 설계와 마이크로 LED를 설치하여 이 부분을 개선하였음.</p> <p>[참여교수의 기여도] 강윤목 교수는 투과도가 증가해도 출력이 크게 감소하지 않는 투명한 모듈 구조를 제안하여 발광층과 투과층을 분리한 새로운 광학 시스템 개발에 기여함.</p> <p>[[지역]산업에의 기여] 본 특허는 고효율, 고투과도, 사이니지 기능의 태양광 모듈 아이디어로 건물일체형 태양광의 사회적 수용성을 높여 산업 경쟁력 제고에 기여함.</p>										

연번	참여교수명	참여기간		연구자 등록번호	업적물 분야	실적구분	저서, 특허, 기술이전, 창업 상세내용			키워드	
		시작일	종료일							한글	영문
							저서, 특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성				
4	이해석	20200901	20240229		에너지재료	특허	1	이솔희, 김동환, 이해석, 강윤목, 배수현	CIGS 박막 태양전지	CIGS Thin-film Solar Cells	
							2	CIGS 박막 태양전지에 대한 PID 발생 장치	PID 발생 메커니즘	PID Generation Mechanism	
							3	대한민국	태양광 발전 시스템	Photovoltaic System	
							4	10-2590418	셀 수준 PID 발생	Cell-level PID Generation	
							5	2023.10	태양광 산업	Solar Industry	
<p>[창의성·혁신성] 본 특허는 2세대 CIGS 박막 태양전지의 PID 특성평가를 분석하기 위한 새로운 장치설계 특허로 PID 출력감소 메커니즘 분석을 통해 태양광 모듈의 출력 저하를 줄이는 창의적·혁신적 기술특허임.</p> <p>[비전·목표와의 부합성] 본 특허는 친환경·무탄소 태양광발전에 있어 30년 이상 안정적인 발전량 확보를 위한 기술이며, 또한 고성능·고내구성 CIGS 박막 태양광발전시스템 솔루션을 제공함. 이는 산업사회 문제해결과 기술·정책 융합연구를 추구하는 본 교육연구단의 비전에 부합함.</p> <p>[해당 전공분야 기여] 본 특허는 CIGS 박막 태양전지의 PID 발생 메커니즘 분석 및 PID 모의실험을 위한 새로운 평가기술임. 이를 통해 국내 CIGS 박막 태양전지 제조기업 발굴 및 고성능 BIPV 신사업 전략을 제공함.</p> <p>[참여교수의 기여도] 이해석 교수는 PID에 대한 전문적 지식과 측정장치에 대한 기술적 지도, 연구결과 분석 및 해석에 통찰력을 제공하여 박막 태양전지 PID 열화특성 제어 기술 개발에 핵심적 역할을 수행함.</p> <p>[(지역)산업에의 기여] 본 특허를 통해 고효율 태양광발전시스템 구현이 가능하며, RE 100 달성이 필요한 지역 제조산업의 태양광발전시스템 활용이 확대되어 국내 제품의 글로벌 경쟁력 확보에 기여할 것임.</p>											

4단계 BK21 사업

첨부자료

[첨부 1] 평가 대상 기간(2020. 9. 1. ~ 2024. 2. 29.) 내 교육연구단 참여교수 현황

연번	원소속		성명		연구자 등록번호	세부 전공분야	전임 /겸임	신임 /기존	이공계열/ 인문사회계열	임상 /기초	외국인 /내국인	참여기간		총 참여개월수 (A)	환산 참여교수 수 (B=A/42)	대표 연구업적물 제출 요구량(C)	연구업적물 분야	비고
	대학명	학과명	한글	영문								시작일	종료일					
1	고려대 학교	에너지환 경정책기 술학과	강윤 묵	KANG, YOON MOO		반도체물 성	전임	기존	이공계열		내국인	202009 01	202402 29	42	1	3	에너지재료	
																	에너지재료	
																	에너지재료	
2	고려대 학교	화공생 명공학과	강정 원	KANG, JEON GWO		화공열역 학	전임	기존	이공계열		내국인	202009 01	202308 31	37	.881	3	화학공정-기타 및 융복합	소속변경 (2023.09. 01.자)
																	촉매/반응기술	
																	분리/정제기술	
3	고려대 학교	에너지환 경정책기 술학과	김경 남	KIM, KYUN GNA		투자/위험 관리	전임	기존	인문사회계 열		내국인	202009 01	202402 29	42	1	2	투자/위험관리	
																	투자/위험관리	
4	고려대 학교	에너지환 경정책기 술학과	김여 원	KIM, YEOW ON		기술예측 및평가	전임	신임	인문사회계 열		내국인	202402 29	202402 29	0	0	0		
5	고려대 학교	에너지환 경정책기 술학과	동완 재	DONG / WANJ		복합소재 기술	전임	신임	이공계열		내국인	202402 29	202402 29	0	0	0		
6	서울대 학교	건설환 경공학과	박주 영	PARK, JOOY OUNG		환경/자원 정책	전임	기존	인문사회계 열		내국인	202009 01	202202 28	18	.429	1	환경/자원정책	이직 (2022.0 2.28.자)
7	고려대 학교	식품자 원경제 학과	박호 정	PARK, HOJE ONG		자원/환경 경제	겸임	기존	인문사회계 열		내국인	202009 01	202011 30	3	.071	0		퇴직 (2024.0 2.12.자)
8	고려대 학교	에너지환 경정책기 술학과	송인 학	SONG / INHA		촉매화학 공학	전임	신임	이공계열		내국인	202309 01	202402 29	6	.143	0		
9	고려대 학교	에너지환 경정책기 술학과	우종 률	WOO, JONG ROUL		기술예측 및평가	전임	기존	인문사회계 열		내국인	202009 01	202402 29	42	1	2	기술예측및평가	
																	환경/자원정책	

연번	원소속		성명		연구자 등록번호	세부 전공분야	전임 /겸임	신임 /기존	이공계열/ 인문사회계열	임상 /기초	외국인 /내국인	참여기간		총 참여개월수 (A)	환산 참여교수 수 (B=A/42)	대표 연구업적물 제출 요구량(C)	연구업적물 분야	비고
	대학명	학과명	한글	영문								시작일	종료일					
10	고려대 학교	행정학 과	이응 균	LEE, EUNG KYOON		환경/자원 정책	겸임	기존	인문사회계 열		내국인	202102 01	202308 31	31	.738	1	환경/자원정책	
11	고려대 학교	에너지환 경정책기 술학과	이해 석	LEE, HAESE OK		반도체재 료	전임	기존	이공계열		내국인	202009 01	202402 29	42	1	3	에너지재료 에너지재료 에너지재료	
12	고려대 학교	에너지환 경정책기 술학과	전용 석	JUN, YONG SEOK		전기재료	전임	기존	이공계열		내국인	202009 01	202402 29	42	1	3	신재생에너지융합 신재생에너지융합 신재생에너지융합	
13	고려대 학교	에너지환 경정책기 술학과	하윤 희	HA, YOON HEE		환경/자원 정책	전임	신임	인문사회계 열		내국인	202203 01	202402 29	24	.571	1	환경/자원정책	

전체 교수 수	전체 참여교수 수	13	전체 기존교수수	전체 참여교수 수	9	전체 신입교수 수	전체 참여교수 수	4
	총 환산 참여교수 수	7.83		총 환산 참여교수 수	7.12		총 환산 참여교수 수	0.71
이공계열 교수 수	전체 참여교수 수	6	이공계열 기존교수수	전체 참여교수 수	4	이공계열 신입교수 수	전체 참여교수 수	2
	총 환산 참여교수 수	4.02		총 환산 참여교수 수	3.88		총 환산 참여교수 수	0.14
인문사회계열 교수 수	전체 참여교수 수	7	인문사회계열 기존교수 수	전체 참여교수 수	5	인문사회계열 신입교수 수	전체 참여교수 수	2
	총 환산 참여교수 수	3.81		총 환산 참여교수 수	3.24		총 환산 참여교수 수	0.57

신입교수 실적 포함 여부	① 교육역량 대표실적 ② 정부, 산업체, 해외기관 등 대표 연구비 수주실적 ③ 특허, 기술이전, 창업 실적 ④ 산업·사회 문제 해결 기여 실적 ⑤ 국제공동연구 실적	포함
---------------	---	----

[첨부 2] 평가 대상 기간(2020. 9. 1. ~ 2024. 2. 29.) 내 교육연구단 참여대학원생 현황

연도	기준월	연번	성명		학번	연구자 등록번호	외국인/ 내국인	생년 (YYYY)	지도교수 성명	이공계열/ 인문사회계열	임상/ 기초	학위과정	비고
			한글	영문									
2020	2학기	1	Luescher Stephane Michel	LUESCHER STEPHANE MICHEL			외국인		전용석	이공계열		석사	
2020	2학기	2	SCHUERMA NN HANNA	SCHUERMA NN HANNA			외국인		우종률	인문사회계열		석사	이응균
2020	2학기	3	권순범	KWON, SOONBUM			내국인		박주영	인문사회계열		박사수료	이석현
2020	2학기	4	김경서	KIM, KYEONGSE O			내국인		강윤묵	이공계열		석사	민병권
2020	2학기	5	김다슬	KIM, DASEUL			내국인		전용석	이공계열		박사	민병권
2020	2학기	6	김승규	KIM, SEUNGKYU			내국인		전용석	이공계열		석사	
2020	2학기	7	김승훈	KIM, SEUNGHO ON			내국인		강윤묵	이공계열		박사수료	한종희
2020	2학기	8	김영남	KIM, YOUNGNA M			내국인		박주영	인문사회계열		석사	하윤희
2020	2학기	9	김태민	KIM, TAEMIN			내국인		전용석	이공계열		석박사통합	

연도	기준월	연번	성명		학번	연구자 등록번호	외국인/ 내국인	생년 (YYYY)	지도교수 성명	이공계열/ 인문사회계열	임상/ 기초	학위과정	비고
			한글	영문									
2020	2학기	10	김하영	KIM, HAYOUNG			내국인		전용석	이공계열		박사	손지원
2020	2학기	11	문홍은	MOON, HONGEUN			내국인		우종률	인문사회계열		박사수료	
2020	2학기	12	박상연	PARK, SANGYEUN			내국인		강윤목	이공계열		석박사통합	민병권
2020	2학기	13	박상현	PARK, SANGHYU N			내국인		강윤목	이공계열		박사수료	최재영
2020	2학기	14	박소현	PARK, SOHYUN			내국인		강윤목	이공계열		박사수료	손해정
2020	2학기	15	박연수	PARK, YEONSOO			내국인		박주영	인문사회계열		박사	원유형
2020	2학기	16	박재형	PARK, JAEHYUNG			내국인		우종률	인문사회계열		박사	
2020	2학기	17	손민희	SON, MINHEE			내국인		박주영	인문사회계열		박사수료	
2020	2학기	18	엄희성	EUM, HEESUNG			내국인		이해석	이공계열		석사	민병권

연도	기준월	연번	성명		학번	연구자 등록번호	외국인/ 내국인	생년 (YYYY)	지도교수 성명	이공계열/ 인문사회계열	임상/ 기초	학위과정	비고
			한글	영문									
2020	2학기	19	우종인	WOO, JONGJIN			내국인		전용석	이공계열		석박사통합	민병권
2020	2학기	20	이선재	LEE, SUNJAE			내국인		이해석	이공계열		석박사통합	최재영
2020	2학기	21	이연진	LEE, YOUNJIN			내국인		박주영	인문사회계열		석사	
2020	2학기	22	이찬용	LEE, CHANYON G			내국인		전용석	이공계열		석박사통합	
2020	2학기	23	이철희	LEE, CHULHEE			내국인		전용석	이공계열		석사	
2020	2학기	24	장용철	JANG, YONGCHUL			내국인		박주영	인문사회계열		박사	
2020	2학기	25	전호열	JEON, HOYEOL			내국인		전용석	이공계열		석사	손지원
2020	2학기	26	정상빈	JEONG, SANG BIN			내국인		강윤목	이공계열		박사수료	이승복
2020	2학기	27	정혜영	JUNG, HYEYOUNG			내국인		전용석	이공계열		박사	장종현

연도	기준월	연번	성명		학번	연구자 등록번호	외국인/ 내국인	생년 (YYYY)	지도교수 성명	이공계열/ 인문사회계열	임상/ 기초	학위과정	비고
			한글	영문									
2020	2학기	28	조정만	JO, JUNGMAN			내국인		이해석	이공계열		석사	최재영
2020	2학기	29	채경진	CHAE, KYUNGJIN			내국인		전용석	이공계열		석사	
2020	2학기	30	최시원	CHOI, SIWON			내국인		김경남	인문사회계열		석사	강성진
2021	1학기	1	Luescher Stephane Michel	LUESCHER STEPHANE MICHEL			외국인		전용석	이공계열		석사	조호영
2021	1학기	2	SCHUERMA NN HANNA	SCHUERMA NN HANNA			외국인		우종률 이용 균	인문사회계열		석사	
2021	1학기	3	권성연	KWEON, SUNGYEON			내국인		우종률	인문사회계열		박사	하윤희
2021	1학기	4	권순범	KWON, SOONBUM			내국인		박주영	인문사회계열		박사수료	이석헌
2021	1학기	5	김경서	KIM, KYEONGSE O			내국인		강윤목	이공계열		석사	민병권
2021	1학기	6	김다슬	KIM, DASEUL			내국인		전용석	이공계열		박사	민병권

연도	기준월	연번	성명		학번	연구자 등록번호	외국인/ 내국인	생년 (YYYY)	지도교수 성명	이공계열/ 인문사회계열	임상/ 기초	학위과정	비고
			한글	영문									
2021	1학기	7	김승규	KIM, SEUNGKYU			내국인		전용석	이공계열		석사	
2021	1학기	8	김승훈	KIM, SEUNGHO ON			내국인		강윤묵	이공계열		박사수료	한종희
2021	1학기	9	김영남	KIM, YOUNGNA M			내국인		박주영	인문사회계열		석사	하윤희
2021	1학기	10	김태민	KIM, TAEMIN			내국인		전용석	이공계열		석박사통합	
2021	1학기	11	김하영	KIM, HAYOUNG			내국인		전용석	이공계열		박사	손지원
2021	1학기	12	문민예	MOON, MINYAE			내국인		전용석	이공계열		석사	손지원
2021	1학기	13	문홍은	MOON, HONGEUN			내국인		우종률	인문사회계열		박사수료	
2021	1학기	14	박상연	PARK, SANGYEUN			내국인		강윤묵	이공계열		석박사통합	민병권
2021	1학기	15	박시은	PARK, SEAEUN			내국인		전용석	이공계열		석사	

연도	기준월	연번	성명		학번	연구자 등록번호	외국인/ 내국인	생년 (YYYY)	지도교수 성명	이공계열/ 인문사회계열	임상/ 기초	학위과정	비고
			한글	영문									
2021	1학기	16	박연수	PARK, YEONSOO			내국인		박주영	인문사회계열		박사	원유형
2021	1학기	17	박재형	PARK, JAEHYUNG			내국인		우종률	인문사회계열		박사	
2021	1학기	18	손민희	SON, MINHEE			내국인		박주영	인문사회계열		박사수료	
2021	1학기	19	엄희성	EUM, HEESUNG			내국인		이해석	이공계열		석사	이동기
2021	1학기	20	우종인	WOO, JONGIN			내국인		전용석	이공계열		석박사통합	민병권
2021	1학기	21	유여진	YOO, YEOJIN			내국인		박주영	인문사회계열		석사	하윤희
2021	1학기	22	이선재	LEE, SUNJAE			내국인		이해석	이공계열		석박사통합	최재영
2021	1학기	23	이찬용	LEE, CHANYON G			내국인		전용석	이공계열		석박사통합	
2021	1학기	24	이철희	LEE, CHULHEE			내국인		전용석	이공계열		석사	

연도	기준월	연번	성명		학번	연구자 등록번호	외국인/ 내국인	생년 (YYYY)	지도교수 성명	이공계열/ 인문사회계열	임상/ 기초	학위과정	비고
			한글	영문									
2021	1학기	25	이현아	YI, HYUNAH			내국인		박주영	인문사회계열		박사	
2021	1학기	26	장용철	JANG, YONGCHUL			내국인		박주영	인문사회계열		박사	
2021	1학기	27	전호열	JEON, HOYEOL			내국인		전용석	이공계열		석사	손지원
2021	1학기	28	정무영	JUNG, MOOYOUN G			내국인		전용석	이공계열		박사	
2021	1학기	29	정상빈	JEONG, SANG BIN			내국인		강윤목	이공계열		박사수료	이승복
2021	1학기	30	정현주	CHONG, HYUNJOO			내국인		박주영	인문사회계열		석사	
2021	1학기	31	정혜영	JUNG, HYEYOUNG			내국인		전용석	이공계열		박사	장종현
2021	1학기	32	조효빈	CHO, HYOBEEN			내국인		전용석	이공계열		석사	
2021	1학기	33	채경진	CHAE, KYUNGJIN			내국인		전용석	이공계열		석사	

연도	기준월	연번	성명		학번	연구자 등록번호	외국인/ 내국인	생년 (YYYY)	지도교수 성명	이공계열/ 인문사회계열	임상/ 기초	학위과정	비고
			한글	영문									
2021	1학기	34	한지윤	HAN, JIYUN			내국인		박주영	인문사회계열		석사	홍석원
2021	2학기	1	고에녹	KO, ENOCH			내국인		전용석	이공계열		석사	손해정
2021	2학기	2	권성연	KWEON, SUNGYEON			내국인		우종률	인문사회계열		박사	하윤희
2021	2학기	3	김경서	KIM, KYEONGSE O			내국인		강윤묵	이공계열		석사	민병권
2021	2학기	4	김다슬	KIM, DASEUL			내국인		전용석	이공계열		박사	민병권
2021	2학기	5	김영남	KIM, YOUNGN AM			내국인		우종률	인문사회계열		석사	하윤희
2021	2학기	6	김태민	KIM, TAEMIN			내국인		전용석	이공계열		석박사통합	
2021	2학기	7	김하영	KIM, HAYOUNG			내국인		전용석	이공계열		박사	손지원
2021	2학기	8	문민예	MOON, MINYAE			내국인		전용석	이공계열		석사	손지원

연도	기준월	연번	성명		학번	연구자 등록번호	외국인/ 내국인	생년 (YYYY)	지도교수 성명	이공계열/ 인문사회계열	임상/ 기초	학위과정	비고
			한글	영문									
2021	2학기	9	문홍은	MOON, HONGEUN			내국인		우종률	인문사회계열		박사수료	
2021	2학기	10	박상연	PARK, SANGYEUN			내국인		강윤묵	이공계열		석박사통합	민병권
2021	2학기	11	박시은	PARK, SEAEUN			내국인		전용석	이공계열		석사	
2021	2학기	12	박연수	PARK, YEONSOO			내국인		우종률	인문사회계열		박사	원유형
2021	2학기	13	박재형	PARK, JAEHYUNG			내국인		우종률	인문사회계열		박사	
2021	2학기	14	엄희성	EUM, HEESUNG			내국인		이해석	이공계열		석사	이동기
2021	2학기	15	오용석	OH, YONGSUK			내국인		전용석	이공계열		석사	나인욱
2021	2학기	16	우종인	WOO, JONGIN			내국인		전용석	이공계열		석박사통합	민병권
2021	2학기	17	유여진	YOO, YEJIN			내국인		박주영	인문사회계열		석사	하윤희

연도	기준월	연번	성명		학번	연구자 등록번호	외국인/ 내국인	생년 (YYYY)	지도교수 성명	이공계열/ 인문사회계열	임상/ 기초	학위과정	비고
			한글	영문									
2021	2학기	18	이선재	LEE, SUNJAE			내국인		이해석	이공계열		석박사통합	최재영
2021	2학기	19	이찬용	LEE, CHANYON G			내국인		전용석	이공계열		석박사통합	
2021	2학기	20	이철희	LEE, CHULHEE			내국인		전용석	이공계열		석사	
2021	2학기	21	이현아	YI, HYUNAH			내국인		박주영	인문사회계열		박사	
2021	2학기	22	장용철	JANG, YONGCHUL			내국인		박주영	인문사회계열		박사	
2021	2학기	23	전호열	JEON, HOYEOL			내국인		전용석	이공계열		석사	손지원
2021	2학기	24	정무영	JUNG, MOOYOUN G			내국인		전용석	이공계열		박사	
2021	2학기	25	정혜영	JUNG, HYEYOUNG			내국인		전용석	이공계열		박사수료	장종현
2021	2학기	26	조효빈	CHO, HYOBEEN			내국인		전용석	이공계열		석사	

연도	기준월	연번	성명		학번	연구자 등록번호	외국인/ 내국인	생년 (YYYY)	지도교수 성명	이공계열/ 인문사회계열	임상/ 기초	학위과정	비고
			한글	영문									
2021	2학기	27	채경진	CHAE, KYUNGJIN			내국인		전용석	이공계열		석사	
2021	2학기	28	한지윤	HAN, JIYUN			내국인		박주영	인문사회계열		석사	홍석원
2021	2학기	29	홍이슬	HONG, YISEUL			내국인		박주영	인문사회계열		박사수료	
2021	2학기	30	홍지호	HONG, JIHO			내국인		전용석	이공계열		석박사통합	손지원
2022	1학기	1	RAHARDJO ASTRID WULANDA	RAHARDJO ASTRID WULANDA			외국인		하윤희	인문사회계열		박사	
2022	1학기	2	고에녹	KO, ENOCH			내국인		전용석	이공계열		석사	손해정
2022	1학기	3	곽규일	KWAK, KYUIL			내국인		우종률	인문사회계열		박사	
2022	1학기	4	권성연	KWEON, SUNGYEON			내국인		우종률 ,하윤희	인문사회계열		박사	
2022	1학기	5	김다슬	KIM, DASEUL			내국인		전용석	이공계열		박사	민병권

연도	기준월	연번	성명		학번	연구자 등록번호	외국인/ 내국인	생년 (YYYY)	지도교수 성명	이공계열/ 인문사회계열	임상/ 기초	학위과정	비고
			한글	영문									
2022	1학기	6	김태민	KIM, TAEMIN			내국인		전용석	이공계열		석박사통합	
2022	1학기	7	김하영	KIM, HAYOUNG			내국인		전용석	이공계열		박사수료	손지원
2022	1학기	8	문민예	MOON, MINYAE			내국인		전용석	이공계열		석사	손지원
2022	1학기	9	문홍은	MOON, HONGEUN			내국인		우종률	인문사회계열		박사수료	
2022	1학기	10	박상연	PARK, SANGYEUN			내국인		강윤목	이공계열		석박사통합	민병권
2022	1학기	11	박시은	PARK, SEAEUN			내국인		전용석	이공계열		석사	
2022	1학기	12	박연수	PARK, YEONSOO			내국인		우종률	인문사회계열		박사수료	원유형
2022	1학기	13	박재형	PARK, JAEHYUNG			내국인		우종률	인문사회계열		박사수료	
2022	1학기	14	손우진	SON, WOJIN			내국인		김경남	인문사회계열		석사	

연도	기준월	연번	성명		학번	연구자 등록번호	외국인/ 내국인	생년 (YYYY)	지도교수 성명	이공계열/ 인문사회계열	임상/ 기초	학위과정	비고
			한글	영문									
2022	1학기	15	송가영	SONG, GAYOUNG			내국인		하윤희	인문사회계열		박사	
2022	1학기	16	안정현	AHN, JEONGHYE ON			내국인		전용석	이공계열		석사	
2022	1학기	17	양소영	YANG, SOYOUNG			내국인		우종률	인문사회계열		석사	
2022	1학기	18	엄희성	EUM, HEESUNG			내국인		이해석	이공계열		박사	이동기
2022	1학기	19	오용석	OH, YONGSUK			내국인		전용석	이공계열		석사	
2022	1학기	20	우종인	WOO, JONGIN			내국인		전용석	이공계열		석박사통합	민병권
2022	1학기	21	유여진	YOO, YEOJIN			내국인		하윤희	인문사회계열		석사	
2022	1학기	22	이선재	LEE, SUNJAE			내국인		이해석	이공계열		석박사통합	최재영
2022	1학기	23	이진형	RHEE, JINHYEON G			내국인		전용석	이공계열		석사	손해정

연도	기준월	연번	성명		학번	연구자 등록번호	외국인/ 내국인	생년 (YYYY)	지도교수 성명	이공계열/ 인문사회계열	임상/ 기초	학위과정	비고
			한글	영문									
2022	1학기	24	이찬용	LEE, CHANYON G			내국인		전용석	이공계열		석박사통합	
2022	1학기	25	이현아	YI, HYUNAH			내국인		이응균	인문사회계열		박사	
2022	1학기	26	장성은	CHANG, SUNGEUN			내국인		우종률	인문사회계열		박사	
2022	1학기	27	장용철	JANG, YONGCHUL			내국인		김경남 우종 률	인문사회계열		박사수료	
2022	1학기	28	정무영	JUNG, MOOYOUN G			내국인		전용석	이공계열		박사	
2022	1학기	29	정종헌	CHONG, JONGHEO N			내국인		전용석	이공계열		석박사통합	손지원
2022	1학기	30	정현주	CHONG, HYUNJOO			내국인		우종률	인문사회계열		석사	
2022	1학기	31	정혜영	JUNG, HYEYOUNG			내국인		전용석	이공계열		박사수료	장종현
2022	1학기	32	조효빈	CHO, HYOBEEN			내국인		전용석	이공계열		석사	

연도	기준월	연번	성명		학번	연구자 등록번호	외국인/ 내국인	생년 (YYYY)	지도교수 성명	이공계열/ 인문사회계열	임상/ 기초	학위과정	비고
			한글	영문									
2022	1학기	33	최지원	CHOI, JIWON			내국인		이응균	인문사회계열		석사	
2022	1학기	34	홍이슬	HONG, YISEUL			내국인		하윤희	인문사회계열		박사수료	
2022	1학기	35	홍지호	HONG, JIHO			내국인		전용석	이공계열		석박사통합	손지원
2022	2학기	1	RAHARDJO ASTRID WULANDA	RAHARDJO ASTRID WULANDA			외국인		하윤희	인문사회계열		박사	
2022	2학기	2	고에녹	KO, ENOCH			내국인		전용석	이공계열		석사	손해정
2022	2학기	3	곽규일	KWAK, KYUIL			내국인		우종률	인문사회계열		박사	
2022	2학기	4	권성연	KWEON, SUNGYEON			내국인		하윤희	인문사회계열		박사	
2022	2학기	5	김남희	KIM, NAMHEE			내국인		전용석	이공계열		석사	
2022	2학기	6	김다슬	KIM, DASEUL			내국인		전용석	이공계열		박사수료	민병권

연도	기준월	연번	성명		학번	연구자 등록번호	외국인/ 내국인	생년 (YYYY)	지도교수 성명	이공계열/ 인문사회계열	임상/ 기초	학위과정	비고
			한글	영문									
2022	2학기	7	김슬찬	KIM, SEULCHAN			내국인		전용석	이공계열		석사	손지원
2022	2학기	8	김태민	KIM, TAEMIN			내국인		전용석	이공계열		석박사통합	
2022	2학기	9	김하영	KIM, HAYOUNG			내국인		전용석	이공계열		박사수료	손지원
2022	2학기	10	문민예	MOON, MINYAE			내국인		전용석	이공계열		석사	손지원
2022	2학기	11	박상연	PARK, SANGYEUN			내국인		강윤목	이공계열		석박사통합	민병권
2022	2학기	12	박시은	PARK, SEAEUN			내국인		전용석	이공계열		석사	
2022	2학기	13	박연수	PARK, YEONSOO			내국인		우종률	인문사회계열		박사수료	서덕록
2022	2학기	14	박재형	PARK, JAEHYUNG			내국인		우종률	인문사회계열		박사수료	
2022	2학기	15	손우진	SON, WOJIN			내국인		우종률	인문사회계열		석사	

연도	기준월	연번	성명		학번	연구자 등록번호	외국인/ 내국인	생년 (YYYY)	지도교수 성명	이공계열/ 인문사회계열	임상/ 기초	학위과정	비고
			한글	영문									
2022	2학기	16	송가영	SONG, GAYOUNG			내국인		하윤희	인문사회계열		박사	
2022	2학기	17	안정현	AHN, JEONGHYE ON			내국인		전용석	이공계열		석사	
2022	2학기	18	양소영	YANG, SOYOUNG			내국인		우종률	인문사회계열		석사	
2022	2학기	19	엄희성	EUM, HEESUNG			내국인		이해석	이공계열		박사	이동기
2022	2학기	20	오슬기	OH, SEULGI			내국인		하윤희	인문사회계열		석사	
2022	2학기	21	오용석	OH, YONGSUK			내국인		전용석	이공계열		석사	
2022	2학기	22	우종인	WOO, JONGIN			내국인		전용석	이공계열		석박사통합	민병권
2022	2학기	23	유여진	YOO, YEOJIN			내국인		하윤희	인문사회계열		석사	
2022	2학기	24	이선재	LEE, SUNJAE			내국인		이해석	이공계열		석박사통합	최재영

연도	기준월	연번	성명		학번	연구자 등록번호	외국인/ 내국인	생년 (YYYY)	지도교수 성명	이공계열/ 인문사회계열	임상/ 기초	학위과정	비고
			한글	영문									
2022	2학기	25	이승연	LEE, SEUNGYEON			내국인		우종률	인문사회계열		석사	
2022	2학기	26	이영섭	LEE, YEONGSEOP			내국인		전용석	이공계열		석사	손해정
2022	2학기	27	이진형	RHEE, JINHYEONG			내국인		전용석	이공계열		석사	손해정
2022	2학기	28	이찬용	LEE, CHANYONG			내국인		전용석	이공계열		석박사통합	
2022	2학기	29	이현아	YI, HYUNAH			내국인		이응균	인문사회계열		박사	
2022	2학기	30	장성은	CHANG, SUNGEUN			내국인		우종률	인문사회계열		박사	
2022	2학기	31	장용철	JANG, YONGCHUL			내국인		김경남 우종	인문사회계열		박사수료	
2022	2학기	32	정무영	JUNG, MOOYOUNG			내국인		전용석	이공계열		박사	
2022	2학기	33	정종현	CHONG, JONGHEON			내국인		전용석	이공계열		석박사통합	손지원

연도	기준월	연번	성명		학번	연구자 등록번호	외국인/ 내국인	생년 (YYYY)	지도교수 성명	이공계열/ 인문사회계열	임상/ 기초	학위과정	비고
			한글	영문									
2022	2학기	34	정현주	CHONG, HYUNJOO			내국인		우종률	인문사회계열		석사	
2022	2학기	35	정혜영	JUNG, HYEYOUNG			내국인		전용석	이공계열		박사수료	장종현
2022	2학기	36	조효빈	CHO, HYOBEEN			내국인		전용석	이공계열		석사	
2022	2학기	37	최지원	CHOI, JIWON			내국인		이응균	인문사회계열		석사	
2022	2학기	38	홍지호	HONG, JIHO			내국인		전용석	이공계열		석박사통합	손지원
2023	1학기	1	PANDEY SUDESHAN A	PANDEY SUDESHAN A			외국인		전용석	이공계열		박사	
2023	1학기	2	고에녹	KO, ENOCH			내국인		전용석	이공계열		석사	손해정
2023	1학기	3	곽규일	KWAK, KYUIL			내국인		우종률	인문사회계열		박사	
2023	1학기	4	권성연	KWEON, SUNGYEON			내국인		하윤희	인문사회계열		박사수료	

연도	기준월	연번	성명		학번	연구자 등록번호	외국인/ 내국인	생년 (YYYY)	지도교수 성명	이공계열/ 인문사회계열	임상/ 기초	학위과정	비고
			한글	영문									
2023	1학기	5	김남희	KIM, NAMHEE			내국인		전용석	이공계열		석사	
2023	1학기	6	김다슬	KIM, DASEUL			내국인		전용석	이공계열		박사수료	민병권
2023	1학기	7	김미현	KIM, MIHYUN			내국인		전용석	이공계열		석사	김용민
2023	1학기	8	김소희	KIM, SOHEE			내국인		김경남	인문사회계열		석사	
2023	1학기	9	김슬찬	KIM, SEULCHAN			내국인		전용석	이공계열		석사	손지원
2023	1학기	10	김태민	KIM, TAEMIN			내국인		전용석	이공계열		석박사통합	
2023	1학기	11	김하영	KIM, HAYOUNG			내국인		전용석	이공계열		박사수료	손지원
2023	1학기	12	김현우	KIM, HYEONWO O			내국인		전용석	이공계열		석사	손지원
2023	1학기	13	박연수	PARK, YEONSOO			내국인		우종률	인문사회계열		박사수료	서덕록

연도	기준월	연번	성명		학번	연구자 등록번호	외국인/ 내국인	생년 (YYYY)	지도교수 성명	이공계열/ 인문사회계열	임상/ 기초	학위과정	비고
			한글	영문									
2023	1학기	14	박재형	PARK, JAEHYUNG			내국인		우종률	인문사회계열		박사수료	
2023	1학기	15	박찬욱	PARK, CHANWOO K			내국인		우종률	인문사회계열		석사	
2023	1학기	16	백윤영	BACK, YOONYOU NG			내국인		하윤희	인문사회계열		박사	
2023	1학기	17	손우진	SON, WOOJIN			내국인		우종률	인문사회계열		석사	
2023	1학기	18	송가영	SONG, GAYOUNG			내국인		하윤희	인문사회계열		박사	
2023	1학기	19	안석찬	AN, SEOKCHAN			내국인		전용석	이공계열		석사	민병권
2023	1학기	20	안정현	AHN, JEONGHYE ON			내국인		전용석	이공계열		석사	
2023	1학기	21	양소영	YANG, SOYOUNG			내국인		우종률	인문사회계열		석사	
2023	1학기	22	양예하	YANG, YEHA			내국인		우종률	인문사회계열		석사	

연도	기준월	연번	성명		학번	연구자 등록번호	외국인/ 내국인	생년 (YYYY)	지도교수 성명	이공계열/ 인문사회계열	임상/ 기초	학위과정	비고
			한글	영문									
2023	1학기	23	엄수빈	EOM, SUBIN			내국인		전용석	이공계열		석사	
2023	1학기	24	엄희성	EUM, HEESUNG			내국인		이해석	이공계열		박사	이동기
2023	1학기	25	오슬기	OH, SEULGI			내국인		하윤희	인문사회계열		석사	
2023	1학기	26	오용석	OH, YONGSUK			내국인		전용석	이공계열		석사	
2023	1학기	27	우종인	WOO, JONGIN			내국인		전용석	이공계열		석박사통합	민병권
2023	1학기	28	윤수진	YUN, SUJIN			내국인		우종률	인문사회계열		박사	
2023	1학기	29	이마린	LEE, MARIN			내국인		전용석	이공계열		석사	손해정
2023	1학기	30	이선재	LEE, SUNJAE			내국인		이해석	이공계열		석박사통합	최재영
2023	1학기	31	이승연	LEE, SEUNGYEON			내국인		우종률	인문사회계열		석사	

연도	기준월	연번	성명		학번	연구자 등록번호	외국인/ 내국인	생년 (YYYY)	지도교수 성명	이공계열/ 인문사회계열	임상/ 기초	학위과정	비고
			한글	영문									
2023	1학기	32	이영섭	LEE, YEONGSEO P			내국인		전용석	이공계열		석사	손해정
2023	1학기	33	이진형	RHEE, JINHYEON G			내국인		전용석	이공계열		석사	손해정
2023	1학기	34	이현아	YI, HYUNAH			내국인		이응균	인문사회계열		박사수료	
2023	1학기	35	장성은	CHANG, SUNGEUN			내국인		우종률	인문사회계열		박사	
2023	1학기	36	장용철	JANG, YONGCHUL			내국인		김경남 우종 률	인문사회계열		박사수료	
2023	1학기	37	정무영	JUNG, MOOYOUN G			내국인		전용석	이공계열		박사수료	
2023	1학기	38	정석윤	JUNG, SUKYOON			내국인		하윤희	인문사회계열		석사	
2023	1학기	39	정종현	CHONG, JONGHEO N			내국인		전용석	이공계열		석박사통합	손지원
2023	1학기	40	정한결	JEONG, HANGYEOL			내국인		전용석	이공계열		석박사통합	손지원

연도	기준월	연번	성명		학번	연구자 등록번호	외국인/ 내국인	생년 (YYYY)	지도교수 성명	이공계열/ 인문사회계열	임상/ 기초	학위과정	비고
			한글	영문									
2023	1학기	41	정현주	CHONG, HYUNJOO			내국인		우종률	인문사회계열		석사	
2023	1학기	42	최지원	CHOI, JIWON			내국인		이응균	인문사회계열		석사	
2023	1학기	43	홍수범	HONG, SUBEOM			내국인		이해석	이공계열		석사	
2023	1학기	44	홍지호	HONG, JIHO			내국인		전용석	이공계열		석박사통합	손지원
2023	2학기	1	OLIVAR AMAYA MANUEL ISAAC	OLIVAR AMAYA MANUEL ISAAC			외국인		전용석	이공계열		석사	
2023	2학기	2	PANDEY SUDESHAN A	PANDEY SUDESHAN A			외국인		전용석	이공계열		박사	
2023	2학기	3	곽규일	KWAK, KYUIL			내국인		우종률	인문사회계열		박사	
2023	2학기	4	권성연	KWEON, SUNGYEON			내국인		하윤희	인문사회계열		박사수료	
2023	2학기	5	김남희	KIM, NAMHEE			내국인		전용석	이공계열		석사	

연도	기준월	연번	성명		학번	연구자 등록번호	외국인/ 내국인	생년 (YYYY)	지도교수 성명	이공계열/ 인문사회계열	임상/ 기초	학위과정	비고
			한글	영문									
2023	2학기	6	김다슬	KIM, DASEUL			내국인		전용석	이공계열		박사수료	민병권
2023	2학기	7	김미현	KIM, MIHYUN			내국인		전용석	이공계열		석사	김용민
2023	2학기	8	김벼리	KIM, BYERI			내국인		하윤희	인문사회계열		박사	조용성
2023	2학기	9	김소희	KIM, SOHEE			내국인		김경남	인문사회계열		석사	
2023	2학기	10	김슬찬	KIM, SEULCHAN			내국인		전용석	이공계열		석사	손지원
2023	2학기	11	김용환	KIM, YONGHWA N			내국인		김경남	인문사회계열		석사	
2023	2학기	12	김태민	KIM, TAEMIN			내국인		전용석	이공계열		석박사통합	
2023	2학기	13	김하영	KIM, HAYOUNG			내국인		전용석	이공계열		박사수료	손지원
2023	2학기	14	김현우	KIM, HYEONWO O			내국인		전용석	이공계열		석사	손지원

연도	기준월	연번	성명		학번	연구자 등록번호	외국인/ 내국인	생년 (YYYY)	지도교수 성명	이공계열/ 인문사회계열	임상/ 기초	학위과정	비고
			한글	영문									
2023	2학기	15	박연수	PARK, YEONSOO			내국인		우종률	인문사회계열		박사수료	서덕록
2023	2학기	16	박예찬	PARK, YAECHAN			내국인		이해석	이공계열		석사	이웅
2023	2학기	17	박지혜	PARK, JIHYE			내국인		전용석	이공계열		석사	
2023	2학기	18	박찬욱	PARK, CHANWOO K			내국인		우종률	인문사회계열		석사	
2023	2학기	19	백윤영	BACK, YOONYOU NG			내국인		하윤희	인문사회계열		박사	
2023	2학기	20	손우진	SON, WOOJIN			내국인		우종률	인문사회계열		석사	
2023	2학기	21	송가영	SONG, GAYOUNG			내국인		하윤희	인문사회계열		박사	
2023	2학기	22	안석찬	AN, SEOKCHAN			내국인		전용석	이공계열		석사	민병권
2023	2학기	23	안정현	AHN, JEONGHYE ON			내국인		전용석	이공계열		석사	

연도	기준월	연번	성명		학번	연구자 등록번호	외국인/ 내국인	생년 (YYYY)	지도교수 성명	이공계열/ 인문사회계열	임상/ 기초	학위과정	비고
			한글	영문									
2023	2학기	24	양소영	YANG, SOYOUNG			내국인		우종률	인문사회계열		석사	
2023	2학기	25	양예하	YANG, YEHA			내국인		우종률	인문사회계열		석사	
2023	2학기	26	엄수빈	EOM, SUBIN			내국인		전용석	이공계열		석사	
2023	2학기	27	엄희성	EUM, HEESUNG			내국인		이해석	이공계열		박사	이동기
2023	2학기	28	오슬기	OH, SEULGI			내국인		하윤희	인문사회계열		석사	
2023	2학기	29	우종인	WOO, JONGIN			내국인		전용석	이공계열		석박사통합	민병권
2023	2학기	30	윤수진	YUN, SUJIN			내국인		우종률	인문사회계열		박사	
2023	2학기	31	이마린	LEE, MARIN			내국인		전용석	이공계열		석사	손해정
2023	2학기	32	이선재	LEE, SUNJAE			내국인		이해석	이공계열		석박사통합	최재영

연도	기준월	연번	성명		학번	연구자 등록번호	외국인/ 내국인	생년 (YYYY)	지도교수 성명	이공계열/ 인문사회계열	임상/ 기초	학위과정	비고
			한글	영문									
2023	2학기	33	이승연	LEE, SEUNGYEON			내국인		우종률	인문사회계열		석사	
2023	2학기	34	이영섭	LEE, YEONGSEOP			내국인		전용석	이공계열		석사	손해정
2023	2학기	35	이진형	RHEE, JINHYEONG			내국인		전용석	이공계열		석사	손해정
2023	2학기	36	이현아	YI, HYUNAH			내국인		김경남	인문사회계열		박사수료	이응균
2023	2학기	37	이현주	LEE, HYUNJOO			내국인		전용석	이공계열		박사	
2023	2학기	38	이혜민	LEE, HYEMIN			내국인		하윤희	인문사회계열		박사	조용성
2023	2학기	39	장성은	CHANG, SUNGEUN			내국인		우종률	인문사회계열		박사수료	
2023	2학기	40	정무영	JUNG, MOOYOUNG			내국인		전용석	이공계열		박사수료	
2023	2학기	41	정석윤	JUNG, SUKYOON			내국인		하윤희	인문사회계열		석사	

연도	기준월	연번	성명		학번	연구자 등록번호	외국인/ 내국인	생년 (YYYY)	지도교수 성명	이공계열/ 인문사회계열	임상/ 기초	학위과정	비고
			한글	영문									
2023	2학기	42	정종현	CHONG, JONGHEO N			내국인		전용석	이공계열		석박사통합	손지원
2023	2학기	43	정한결	JEONG, HANGYEOL			내국인		전용석	이공계열		석박사통합	손지원
2023	2학기	44	정호진	JEONG, HOJIN			내국인		하윤희	인문사회계열		석박사통합	
2023	2학기	45	최지원	CHOI, JIWON			내국인		하윤희	인문사회계열		석사	
2023	2학기	46	홍수범	HONG, SUBEOM			내국인		이해석	이공계열		석사	
2023	2학기	47	홍지호	HONG, JIHO			내국인		전용석	이공계열		석박사통합	손지원

2020년 2학기	전체	석사	12	2021년 1학기	전체	석사	15	2021년 2학기	전체	석사	13	2022년 1학기	전체	석사	12									
		박사	13			박사	14			박사	11			박사	16									
		석박사통합	5			석박사통합	5			석박사통합	6			석박사통합	7									
		계	30			계	34			계	30			계	35									
	외국인 참여 대학원생	석사	2		외국인 참여 대학원생	석사	2		외국인 참여 대학원생	석사	0		외국인 참여 대학원생	석사	0				외국인 참여 대학원생	석사	0			
		박사	0			박사	0			박사	0			박사	1									
		석박사통합	0			석박사통합	0			석박사통합	0			석박사통합	0									
		계	2			계	2			계	0			계	1									
	이공계열 참여 대학원생	석사	8		이공계열 참여 대학원생	석사	10		이공계열 참여 대학원생	석사	10		이공계열 참여 대학원생	석사	7				이공계열 참여 대학원생	석사	7			
		박사	7			박사	6			박사	4			박사	5									
		석박사통합	5			석박사통합	5			석박사통합	6			석박사통합	7									
		계	20			계	21			계	20			계	19									
2022년 2학기	전체	석사	17	2023년 1학기	전체	석사	23	2023년 2학기	전체	석사	24	전체 참여 대학원생 수	전체	석사	116	7개 학기의 평균 (전체)	석사	16.57						
		박사	14			박사	15			박사	16			박사	99									
		석박사통합	7			석박사통합	6			석박사통합	7			석박사통합	43									
		계	38			계	44			계	47			계	258									
	외국인 참여 대학원생	석사	0		외국인 참여 대학원생	석사	0		외국인 참여 대학원생	석사	1		외국인 참여 대학원생	석사	1		외국인 참여 대학원생	석사	5	박사	14.14			
		박사	1			박사	1			박사	1			박사	4									
		석박사통합	0			석박사통합	0			석박사통합	0			석박사통합	0									
		계	1			계	1			계	2			계	9									
	이공계열 참여 대학원생	석사	10		이공계열 참여 대학원생	석사	13		이공계열 참여 대학원생	석사	14		이공계열 참여 대학원생	석사	72		이공계열 참여 대학원생	석사	72	계	36.86			
		박사	5			박사	5			박사	6			박사	38									
		석박사통합	7			석박사통합	6			석박사통합	6			석박사통합	42									
		계	22			계	24			계	26			계	152									
<표 2-5>, <표 2-6> 제출 요구량				26				<표 2-7> 제출 요구량*				16												
								* 인문사회분야응복합: 해당 사항 없음																

[첨부 3] 평가 대상 기간(2020. 9. 1. ~ 2024. 2. 29.) 내 교육연구단 신진연구인력 확보 실적

구분	참여연도	연번	성명		연구자 등록번호	외국인/ 내국인	생년 (YYYY)	자교/타교	참여기간		총 참여개월수 (A)
			한글	영문					시작일	종료일	
박사후 과정생	2023	1	이은주	LEE, EUNJU		내국인			20230401	20240229	11
박사후 과정생	2023	2	장새미	CHANG, SAEMI		내국인			20231101	20240229	4
계약교수	2020	1	김문준	KIM, MOONJOON		내국인			20201012	20210228	5
계약교수	2020	2	에드먼드피사 무엘	PRABHAKAR SAMUEL EDMUND		외국인			20201012	20210228	5
계약교수	2021	1	김문준	KIM, MOONJOON		내국인			20210301	20220228	12
계약교수	2021	2	에드먼드피사 무엘	PRABHAKAR SAMUEL EDMUND		외국인			20210301	20220228	12
계약교수	2022	1	에드먼드피사 무엘	PRABHAKAR SAMUEL EDMUND		외국인			20220301	20230228	12
계약교수	2022	2	이형석	LEE, HYOUNGSUK		내국인			20220301	20230228	12
계약교수	2022	3	CAO SHIJUN	CAO SHIJUN		외국인			20220701	20230228	8

구분	참여연도	연번	성명		연구자 등록번호	외국인/ 내국인	생년 (YYYY)	자교/타교	참여기간		총 참여개월수 (A)
			한글	영문					시작일	종료일	
계약교수	2023	1	에드먼드피사 무엘	PRABHAKAR SAMUEL EDMUND		외국인			20230301	20240229	12
계약교수	2023	2	이형석	LEE, HYOUNGSUK		내국인			20230301	20230831	6

신진연구인력 수(명)	박사후 과정생	총 인원 수	2	<표2-4> 제출요구량	2 ~ 3
		총 참여 개월 수	15		
		1인당 평균 참여 개월 수	8		
	계약교수	총 인원 수	4		
		총 참여 개월 수	84		
		1인당 평균 참여 개월 수	21		
	합계	총 인원 수	6		
		총 참여 개월 수	99		
		1인당 평균 참여 개월 수	17		

[첨부 4] 평가 대상 기간(2020. 9. 1. ~ 2024. 2. 29.) 내 참여대학원생 배출 실적 (졸업 및 취(창)업 실적)

연도	기준월	연번	성명		연구자 등록번호	학번	생년 (YYYY)	지도교수성명	취득학위	입학년월 (YYYYMM)	진로 및 취(창)업 구분	취(창)업 정보		
			한글	영문								회사명	취(창)업 형태	근무지역
2021	2	1	이연진	LEE, YOUNJIN				박주영	석사	201903	국내진 학			
2021	2	2	최시원	CHOI, SIWON				김경남 , 강성진	석사	201903	취업	한국		중
2021	8	1	김승규	KIM, SEUNGKYU				전용석	석사	201909	취업	한		북
2021	8	2	정상빈	JEONG, SANG BIN				강윤목 , 이승복	박사	201803	취업	한국		을
2021	8	3	조정만	JO, JUNGMAN				최재영,윤성 택	석사	201909	취업	한국 부설		남
2022	2	1	Luescher Stephane Michel	LUESCHER STEPHANE MICHEL				전용석 , 조호영	석사	201909	취업	S		스
2022	2	2	SCHUERM ANN HANNA	SCHUERMA NN HANNA				우종률 ,이응 균	석사	201909	취업	C		일
2022	2	3	김경서	KIM, KYEONGSE O				강윤목 , 민병권	석사	202003	국외진 학			
2022	2	4	김승훈	KIM, SEUNGHO ON				강윤목	박사	201709	취업	(주) 빈		남

연도	기준월	연번	성명		연구자 등록번호	학번	생년 (YYYY)	지도교수성명	취득학위	입학년월 (YYYYMM)	진로 및 취(창)업 구분	취(창)업 정보		
			한글	영문								회사명	취(창)업 형태	근무지역
2022	2	5	김영남	KIM, YOUNGNAM				우종률 ,하윤 희	석사	202003	취업	서울		울
2022	2	6	엄희성	EUM, HEESUNG				이해석 , 이동기	석사	202003	국내진 학			
2022	2	7	이철희	LEE, CHULHEE				전용석	석사	202003	취업	주식		남
2022	2	8	채경진	CHAE, KYUNGJIN				전용석	석사	202003	취업	한		북
2022	8	1	전호열	JEON, HOYEOL				전용석 , 손지원	석사	202003	취업	한국		울
2023	2	1	문민예	MOON, MINYAE				전용석 , 손지원	석사	202103	취업	삼		도
2023	2	2	박시은	PARK, SEAEUN				전용석	석사	202103	취업			도
2023	2	3	유여진	YOO, YEOJIN				하윤희	석사	202103	취업	주식 지		울
2023	2	4	이찬용	LEE, CHANYONG				전용석	박사	201909	취업	고		울

연도	기준월	연번	성명		연구자 등록번호	학번	생년 (YYYY)	지도교수성명	취득학위	입학년월 (YYYYMM)	진로 및 취(창)업 구분	취(창)업 정보		
			한글	영문								회사명	취(창)업 형태	근무지역
2023	2	5	조효빈	CHO, HYOBEEN				전용석	석사	202103	취업	(주)루		남
2023	2	6	한지윤	HAN, JIYUN				홍석원,이재 상	석사	202103	기타			
2023	8	1	고에녹	KO, ENOCH				전용석 손해정	석사	202109	취업	삼		기도
2023	8	2	박소현	PARK, SOHYUN				손해정,노준 홍	박사	201803	취업	한국		울
2023	8	3	오용석	OH, YONGSUK				전용석	석사	202109	기타			
2023	8	4	장용철	JANG, YONGCHU L				김경남 우종 률	박사	202003	취업	국가		울
2023	8	5	정현주	CHONG, HYUNJOO				우종률	석사	202103	기타			
2024	2	1	권순범	KWON, SOONBUM				홍승관,이석 현	박사	201709	기타			
2024	2	2	박상현	PARK, SANGHYU N				윤성택,최재 영	박사	201803	취업	(주) 동		울

연도	기준월	연번	성명		연구자 등록번호	학번	생년 (YYYY)	지도교수성명	취득학위	입학년월 (YYYYMM)	진로 및 취(창)업 구분	취(창)업 정보		
			한글	영문								회사명	취(창)업 형태	근무지역
2024	2	3	박재형	PARK, JAEHYUNG				우종률	박사	201909	취업	재		천
2024	2	4	손민희	SON, MINHEE				조용성	박사	201703	취업	상 학		포르
2024	2	5	손우진	SON, WOOJIN				우종률	석사	202203	국내진 학			
2024	2	6	안정현	AHN, JEONGHYE ON				전용석	석사	202203	기타			
2024	2	7	양소영	YANG, SOYOUNG				우종률	석사	202203	취업	에		산
2024	2	8	이진형	RHEE, JINHYEON G				전용석 손해정	석사	202203	기타			
2024	2	9	정석윤	JUNG, SUKYOON				하윤희	석사	202203	기타			
2024	2	10	정혜영	JUNG, HYEYOUNG				이관영,장종 현	박사	201903	기타			
2024	2	11	홍이슬	HONG, YISEUL				하윤희	박사	201809	취업	서		울

졸업생	2021년	구분	2월	8월	2022년	구분	2월	8월	2023년	구분	2월	8월	2024년	구분	2월	전체 기간	구분	합계				
		석사	2	2		석사	7	1		석사	5	3		석사	5		석사	25				
		박사	0	1			박사	1	0			박사	1	2			박사	11				
		계	2	3			계	8	1			계	6	5			계	36				
취(창)업 률	2023년 2월 졸업자	석사	5	국내 진학자 소계		0		2023년 8월 졸업자	석사	3	국내 진학자 소계		0									
				국외 진학자 소계		0					국외 진학자 소계		0									
				입대자 소계		0					입대자 소계		0									
				취(창)업 대상자		5					취(창)업 대상자		3									
				취(창)업자 소계		4					취(창)업자 소계		1									
		박사	1	입대자 소계		0			박사	2	입대자 소계		0									
				취(창)업 대상자		1					취(창)업 대상자		2									
				취(창)업자 소계		1					취(창)업자 소계		2									
		취(창)업률				83			취(창)업률				60									
		<표2-2> 제출 요구량																		1 ~ 4		