- 4단계 두뇌한국(BK)21 사업 -

혁신인재양성사업
신산업 분야 성과평가 보고서

2024. 5.

교 육 부

한국연구재단

『4단계 BK21사업』 혁신인재양성사업(신산업분야)
교육연구단 성과평가 보고서

접수번호	5199990414388

신청분야	혁신인재 양성사업				단위	신산업분야/지역		
학술연구분야 분류코드	구분	관련분야		관련분야		관련분야		
		중분류	소분류	중분류	소분류	중분류	소분류	
	분류명	기계공학	에너지및동력공학	토목공학	해안/해양공학	환경공학	환경공학일반	
	비중(%)	50%		25%		25%		
학과(부)/협동과정/융합전공/학과(부)내 전공	해양신재생에너지 융합전공			대학 간 연합 여부		×		
				융합전공 여부		○		
				협동과정 학과 여부		×		
교육연구단명	국문) 해양신·재생에너지 융합기술 글로벌 혁신인재 양성사업단							
	영문) Global R&E Program for Interdisciplinary Technologies of Ocean Renewable Energy							
교육연구단장	소 속	국립한국해양대학교 해양과학기술융합대학 환경공학과						
	직 위	교수						
	성명 국문	채규정		전화	051-410-4429			
				팩스	051-410-4415			
	성명 영문	Kyu-Jung Chae		이동전화				
				E-mail	ckjdream@kmou.ac.kr			
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	176	427	434	499			
총 사업기간	2020. 9. 1. ~ 2027. 8. 31. (84개월)							
평가 대상 기간	2020. 9. 1. ~ 2024. 2. 29. (42개월)							

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.

2024년 05월 09일

작성자	교육연구단장	채 규 정 (인)
확인자	국립한국해양대학교 산학협력단장	주 양 익 (인)
확인자	국립한국해양대학교 총장	류 동 근 (인)

한국연구재단 이사장 귀하

<보고서 요약문>

중심어	해양특성화 인력양성	해양신·재생에너지	에너지 생산
	에너지 전환	에너지 수송 및 저장	융합 교육체계 구축
	융합연구 역량 강화	국제화 역량 강화	산학협력 역량 강화

교육연구단의 비전과 목표

❍ **"해양신·재생에너지 글로벌 가치 창출" 비전**과 해양신·재생에너지의 [생산]→[전환]→[수송/저장] 전 영역에 걸친 **"세계 최고 수준의 해양신·재생에너지 융합연구 특화 인재 양성" 목표**의 달성을 위해 교육·연구 융합역량 강화, 교육·연구 인프라 혁신, 글로벌 네트워크 강화, 지역 기반 산학연 협력 체계 구축, 글로벌 융합형 인재 양성 및 관리 등 다각적인 측면에서 노력해 왔음

❍ 실무형 산학협력 교육연구 역량 강화, 융합 특화 교육 프로그램 내실화, 전주기 학생 관리를 통한 선순환/환류 구축, 국제화/홍보를 통한 국제 교육/연구 경쟁력 강화, 해양신·재생에너지 분야의 교육-연구-산학협력을 총괄 관리/운영, 기업 밀착형 연구 및 산학연 협력 체계 구축/운영 등을 통해 순조롭게 교육연구단을 운영함

❍ 사업 초기 COVID-19 상황의 장기화로 인하여 적극적 인적 교류에 기반한 프로그램 운영에 다소 차질이 있었으나, 상황이 호전됨에 따라 모든 프로그램을 차질 없이 운영하였으며, 평가대상 기간 내에 계획했던 목표를 초과 달성함

교육역량 영역

❍ **(해양신·재생에너지 융합특화 맞춤형 교육프로그램 고도화)** 융복합능력과 현장문제해결의 고도화를 위해 '해양신·재생에너지 생산-전환-수송/저장' 영역별 맞춤형 프로그램을 지속적으로 개발(융합전공 교과목 개설 75건, 융합전공 전문가 세미나 20회)하여 전공심화 과정을 내실화하고, 산학연 기술 세미나를 보강(현장 전문가 세미나 16회, 산업체 현장견학 5회, 산업체 연계 프로젝트)하여 현장 기반 창의적 문제해결능력을 크게 향상시킴. 또한 오픈랩/저널클럽 운영, 소프트웨어 활용 교육(CATIA V5 Academic Learn Package, Metashape Pro, EndNote21, MassFlow/WaterFlow, iThenticate 등), 지식재산권/연구윤리 교육, 학생주도세미나 등의 교육프로그램을 효과적으로 운영하여, 학생 연구 사업선정 증가, SCIE 학생 주저자 증가, 학생취업률 증가 등의 획기적인 성과가 도출됨

❍ **(해양신·재생에너지 글로벌 경쟁력/리더십 강화)** 참여대학원생의 글로벌 경쟁력 강화를 위해 교육 프로그램 국제화(영어강의 비중 94% 달성, 영어 논문 작성법 교과목 개설), 인적교류 및 교육 국제화(해외석학 초청 강연 20회, 외국인 멘토멘티 25회), 우수 유학생 유치-국내 안착 선순환 시스템을 구축(외국인 대학원생 24명 확보)함. 또한, 세계우수대학과 국제교육 교류 및 협력 MOU 및 MOA 총 16건을 체결하여 참여대학원생의 글로벌 교육/연구 환경과 프로그램을 구축함. 국제공동학술대회 유치 5회, 12개국 21개 기관 장단기연수 및 국제공동연구에 참여대학원생이 주도적으로 참여하여 글로벌 리더에게 필요한 소통능력이 크게 향상됨

❍ **(전주기 포트폴리오 관리를 통한 자기 주도 학위과정 시스템 구축)** 참여대학원생이 향후 독립적인 우수인재로 성장할 수 있도록 자기 주도 학위과정 시스템(매학기 자기주도세미나 운영, 포트폴리오 설계, 졸업생 추적 AS 시스템)을 구축하여 융합연구단 참여교수와 교육 프로그램을 함께 운영하는 선순환적 학사관리 체계를 마련함. 또한, 내·외부 환류형 교과과정 평가/개선시스템(교과목 운영위원회 및 자문위원회 활동 강화)을 실질적으로 운영하여 강의의 질적 우수성 유지 및 환류체계를 구축함. 이를 통해 2021년 2월부터 2023년 8월까지 배출된 졸업생의 취업률 100%를 달성하는 우수한 성과가 나타남

연구역량 영역

❍ **(연구의 질적 전환)** 평가기간 동안 SCI급 저널에 231편이 게재되었으며, 논문 수는 연평균 22.1% 증가함. 참여 교원 1인당 논문 게재 실적은 평균 20.21건으로 나타남. 연구의 질적전환을 목표로 한 결과 평가기간 동안 Q1 논문 수가 83% 증가하고 Q2 논문 수가 380% 증가했으며 4차년도에는 Q1 및 Q2 논문게재율이 96%에 도달함. 참여대학원생의 논문게재 수준도 크게 향상되어 4차년도 Q1 및 Q2 논문의 비중이 100%에 달함

	❍ **(국제협력을 통한 연구역량 향상)** 평가기간 동안 학술대회 52회, 학술지 관련활동 98회, 국제학회 수상 및 기조연설 등 49회로 총 199건 참여 실적을 보임. 특히 총 18개 국가와의 국제협력을 통한 연구협력의 범위를 넓힘. 총 11개 국가와의 협력을 통해 총 17건의 공동연구를 위한 제안서 작성 등 국제협력을 진행해 왔으며, 그 중 5건은 실질적인 국제공동연구 수주로 이어짐. 이외에도 MOU/MOA 16건, 초청강연 20건, 방문연구 3건 그리고 국제학술대회 4회 공동개최 등 매우 활발한 국제협력을 진행하여 국제화를 통한 연구역량을 향상시키고자 함 ❍ **(지역특화 연구 활동)** 부산 동삼혁신지구 해양클러스터 기관 및 관련 지역업체 그리고 서부산융합캠퍼스 참여기업과 공동연구기획, 기술지도(기업 현장 애로기술 해결 등 60회), 산업자문(9회) 및 장비활용/시제품제작지원(10개 기업과 16회) 등 다양한 방식으로 지역과 긴밀히 협력하여 지역에 특화된 연구활동을 강화해 옴
산학협력 영역	❍ **(산학협력 교과목 운영)** 산학협력 교과목으로 “산업체연계 프로젝트” 를 운영하였으며, 실제 기업체-학교 간의 산학협력뿐만 아니라 신소재융합공학과-환경공학과 전공 대학원생 간의 융합연구에 대한 기회를 가질 수 있었음 ❍ **(산학협력 비교과 프로그램 운영)** 국내외 해양신·재생에너지 전문 업체와의 협약을 체결하고 다양한 형태의 교류(현장 방문(실습), 공동연구, 세미나)를 통해 실무능력을 갖출 수 있도록 지도하고 있음. 특히, 정기적/수시적으로 현장 전문가 초청 세미나를 개최함(국내전문가 초청 16건, 해외학자 초청 20건) ❍ **(산학협력 및 교류 프로그램 운영)** 당해 연도에 산학협력 및 교류 프로그램인 “산학공동 기술개발과제(사업화트랙)” , “청년 기술사업화 전담인력 기업 파견 사업” 등의 사업 참여를 통해 산학협력 교류 활성화와 인력양성에 노력을 기울였음. 한편, 스마트제조 고급인력양성 사업(총사업비: 7,083,032 천원), 부산산학융합지구조성사업 등의 신규 사업을 유치하였음. 이외에도 MOU 국내 2건, 국제 16건 등 앞으로도 다양한 산학협력 활동이 기대됨 ❍ **(인적 및 물적 교류)** 본 교육연구단 참여교수들의 노력으로 기업체와의 인적/물적 교류를 활성화하였으며, 그 결과 자체적으로 계획한 항목들은 모두 성실 달성함. 기술이전 21건(333,500천원), 산업체 연구비 수주 70건(2,274,968천원), 기술지도 74건, 산업자문 9건, 장비 활용 및 시제품 제작 지원 16건, 심의 및 자문위원회 110여 건을 포함하여, 인력 파견 및 취업지도 8건, 62개 가족회사 신규 체결 및 유지, Open-Lab 운영 25회 등 다양한 분야에서 인적/물적 교류 활성화 실적을 달성함
향후 계획	❍ 향후에도 교육, 연구, 산학협력 전 영역에 걸쳐 유기적으로 프로그램을 개발, 운영함으로써 “해양신·재생에너지 글로벌 가치 창출” 과 “세계 최고 수준의 해양신·재생에너지 융합연구 특화 인재 양성” 을 위해 노력하고자 함 ❍ **(교육영역)** 지역 해양특화 산업체(부산 동삼혁신지구 해양클러스터)와의 교육프로그램 상호협력을 강화하여 융합형 전문인력을 배출하고자 함. 특히, 교육연구단에서 확보한 MOU/MOA 협력을 기반으로 세계우수대학/기관(뉴욕주립대 해양・신재생에너지 사업단, 노르웨이 University of Stavanger)과의 참여대학원생의 국제교육프로그램를 확대 운영하여 글로벌 역량을 더욱 강화할 계획임 ❍ **(연구영역)** 지속적인 연구의 질적 전환 달성을 위해 사업 종료 시점에 최상위 저널(Q1)에 모든 연구결과를 100% 게재하고자 하며 국제 공동연구를 더욱 활성화하여 국제공동연구 프로젝트 선정을 위한 외국기관 및 대학과의 긴밀한 협업을 강화할 예정임 (사업종료 시점 10건 이상의 국제공동연구 수주 목표) ❍ **(산학협력 영역)** 현재 수행 중인 산학협력 프로그램을 통해 참여대학원생과 지역내 기업체들 간의 인적-물적 교류를 통한 실적 향상에도 노력을 기울일 예정임. 그리고, 최근 체결된 국내·외산업체, 기관 등과의 MOU 체결 등도 앞으로의 산학 공동연구 및 인력 양성을 위한 다양한 형태의 프로그램으로 이어질 수 있을 것으로 보임. 중간평가 이후에는 중간평가 시점에서의 실적 대비 산학 인적/물적 교류 관련 모든 항목들에 대해서 증가한 결과물을 도출할 계획임

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 7
1.3 교육연구단의 구성 15
Ⅱ. 교육역량 영역 29
1. 교육과정 구성 및 운영 실적 30
1.1 교육과정 구성 및 운영 실적 30
2. 인력양성 현황 및 지원 실적 45
2.1 교육연구단의 우수 참여대학원생 확보 및 지원 실적 45
2.2 참여대학원생 학술활동 지원 실적 47
2.3 참여대학원생의 취(창)업 현황 49
2.4 우수 신진연구인력 확보 및 지원 실적 52
3. 참여대학원생 연구역량 56
3.1 참여대학원생 연구 실적의 우수성 56
3.2 참여대학원생 연구 수월성 증진 실적 82
4. 참여교수의 교육역량 85
4.1 참여교수의 교육역량 대표실적 85
5. 교육의 국제화 전략 88
5.1 교육 프로그램의 국제화 실적 88
5.2 참여대학원생 국제공동연구 실적 93
Ⅲ. 연구역량 영역 101
1. 참여교수 연구역량 102
1.1 중앙정부 및 해외기관 연구비 ..... (시스템입력)
1.2 연구업적물 ..... (시스템입력)
1.3 교육연구단의 연구역량 향상 실적 106
2. 연구의 국제화 현황 111
2.1 참여교수의 국제적 학술활동 참여 실적 및 현황 111
2.2 참여교수의 국제 공동연구 실적 116
2.3 외국 대학 및 연구기관과의 연구자 교류 실적 119
Ⅳ. 산학협력 영역 123
1. 산학공동 교육과정 124
1.1 산학공동 교육과정 구성 및 운영 실적 124
2. 참여교수 산학협력 역량 127
2.1 국내 및 해외 산업체, 지자체 연구비 ..... (시스템입력)
2.2 특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성 ..... (시스템입력)
2.3 산학협력을 통한 (지역)산업문제해결 실적의 우수성 128
3. 산학 간 인적/물적 교류 144
3.1 산학 간 인적/물적 교류 실적 144

<부록> 첨부자료 (온라인 입력)

4단계 BK21 사업

Ⅰ. 교육연구단의 구성, 비전 및 목표

Ⅰ. 교육연구단 구성, 비전 및 목표

1. 교육연구단의 구성, 비전 및 목표

1.1 교육연구단의 필요성 및 기대효과

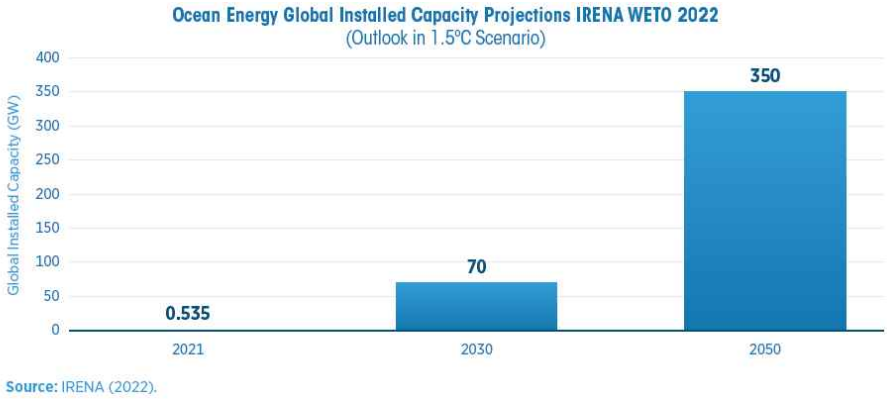
① 국내외 및 지역 해양신·재생에너지 산업 환경과 정책 방향

(1) 국내의 신·재생에너지 산업정책과 현황

- 세계 에너지 산업은 기후변화 대응과 청정에너지로의 전환 추세에 따라 신·재생에너지 중심으로 급성장하고 있으며, 유럽을 비롯한 해외 선진국들은 신·재생에너지의 확대를 통해 온실가스 배출량을 줄이고, 청정에너지를 이용한 발전량 증대와 더불어 신·재생에너지 산업발전을 통해 미래 성장동력 창출에 박차를 가하는 실정임
- 정부는 2017년 12월, 국내 재생에너지의 잠재량과 전력계통의 안정성, 국내기업의 보급여건 등을 고려하여 2030년 재생에너지 발전량 비중을 20%까지 확대하기 위한 정책 방향을 담은 「재생에너지 3020 이행계획」(이하 '3020 이행계획')을 수립·발표함. 3020 이행계획은 국민의 삶의 질을 높이는 참여형 에너지 체제로의 전환을 위해 기존 폐기물·바이오 중심의 재생에너지 체계에서 태양광·풍력 등 청정에너지 중심의 보급과 지역주민과 일반국민 참여를 유도하고 대규모 프로젝트의 계획적 개발을 통해 신규 설비용량의 95% 이상을 태양광·풍력 등 청정에너지로 공급하며, 2030년까지 재생에너지 누적 설비용량 63.8 GW 보급을 달성하겠다는 목표를 설정함
- 정부는 2023년에 제5차 신·재생에너지 기본계획을 수립하였음. 계획기간은 2020-2034년으로 2034년 최종에너지 중 신·재생에너지 비중은 13.7%(재생에너지 12.4%, 신에너지 1.3%), 발전량 비중은 25.8%(재생에너지 22.2%, 신에너지 3.6%)로 설정함. 2034년 발전용량 보급 목표는 재생에너지 80.8 GW, 신에너지 3.6 GW임. 원별로는 태양광과 풍력 중심으로 보급이 확대될 예정임
- 특히 재생에너지에 포함되는 해양에너지는 파랑, 조위, 조류, 수온, 염도 등 다양한 에너지원이 존재하며, 해양에너지 자원은 고갈될 염려가 전혀 없고, 일단 개발되면 태양계가 존속하는 한 이용이 가능하고 오염문제가 없는 무공해 청정에너지라는 장점이 있음. 광의로 본 해양에너지에는 조력발전, 조류발전, 파력발전, 해수온도차발전 및 냉난방, 염도차발전 및 해양바이오 에너지 및 해상풍력(고정식과 부유식)이 포함됨
- 국내 최초의 해상풍력발전단지인 탐라해상풍력이 2017년 11월에 준공하고 상업발전에 착수한 이래 우수한 가동률을 보이며 해상풍력의 상업적 성공 가능성을 확인시켜 주고 있음. 본격적인 해상풍력은 현재 진행 중인 서남해 해상풍력 실증단지 조성사업이며 총 400 MW 규모의 해상풍력발전단지를 건설하는 사업으로 1단계 60 MW 실증사업과 2단계 400 MW 시범단지 조성사업 및 3단계 2 GW 확산사업으로 구성되고 있음. 신안해역에서는 총 20 GW의 해상풍력 발전사업이 허가 또는 건설중이며 남해안과 서해안에서 각각 5-10 GW 규모의 해상풍력 발전단지가 계획중임. 울산해역에서는 약 6 GW의 부유식 해상풍력발전단지가 조성 중에 있음

(2) 국외의 해양신·재생에너지 산업과 현황

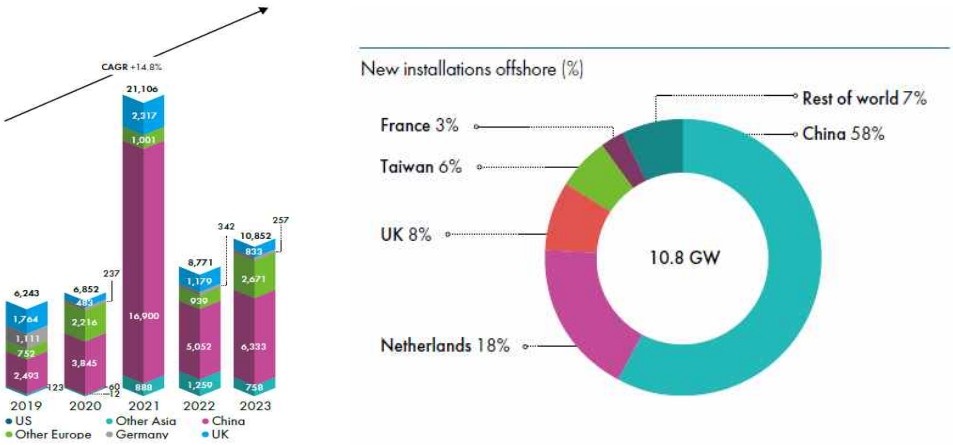
- 해양에너지 기술과 시장은 다양한 정책적 지원과 해양에너지 설비 실증센터를 효과적으로 운영하고 있는 유럽이 선도하고 있음. 2022년도 IRENA의 보고서에 따르면 전세계적으로 2030년까지 70 GW의 용량 설치, 2050년까지는 350 GW의 설치용량을 예측하고 있음



< 해양에너지 글로벌 설치용량 예측 전망 >

(출처 : "Ocean Energy" IRENA, 2022)

❍ 2023년에 10.8 GW의 해상풍력 설치용량이 신규로 추가됨. 전세계적으로 설치용량은 2023년말 75.2 GW로 증가함. 중국이 설치면에서 주도하고 있으며 2023년도에 6.3 GW를 추가하여 총 38 GW를 차지함. 이 규모는 유럽전체보다 3.7 GW를 초과하는 크기임. 유럽은 2023년에 3.8 GW를 신규 설치하여 기록을 갱신함. 네덜란드, 영국, 프랑스, 덴마크, 독일, 노르웨이 등에서 크게 증가함. 유럽과 중국을 제외하면, 대만이 크게 설치용량을 증가시킴



< 해상풍력 신규 설치 용량 >

(출처: "GWEC 2024 Report" GWEC, 2024)

(3) 수소경제로의 전환

❍ 환경 오염문제 및 에너지 자원의 지역적인 편중으로 인한 수급불안 문제와 에너지 자원의 고갈이 염려되는 화석연료로부터의 탈피를 목적으로 수소에너지가 최근 국내·외적으로 신산업 영역에서 크게 주목을 받고 있음. 수소경제는 크게 수소생산, 수소이송 및 저장, 수소이용(전력생산, 수송연료) 등으로 구분됨. 최종목표는 잉여 재생에너지를 이용한 전기분해 그린수소의 생산이며 지속가능 성장 사회 구현을 위한 산업생태계 조성이 시급함

❍ 국제적인 인증기관인 DNV GL의 최신 연구에 따르면 신·재생에너지로 생산된 수소가 장기적인 에너지 저장 솔루션을 제공할 뿐만 아니라 전력수급을 보완하고 산업용 열생산에서 탈탄소화를 가속화 하는 경제적인 에너지 운반체가 될 것으로 전망하고 있음

❍ 2021년 11월에 정부는 수소사업법 제5조에 따른 "제1차 수소경제 이행 기본계획"을 수립하면서 2030년까지 발전용 353만 tH_2(수소톤), 수송용 37만 tH_2 등 총 390만 tH_2의 수요를 예측하고 이의 공급을

계획함. 2022년 11월에 “청정수소 생태계 조성방안”을 마련하고 수소·암모니아 발전이 처음으로 정부 계획에 명시되어 2030년 총발전량의 2.1% 해당하는 13 TWh(약 80만 tH_2에 해당)를 수소·암모니아 발전으로 계획하고 있음

❍ 현재 전주기 수소경제를 달성하기 위한 대규모의 범부처 실증 연구사업을 구상하고 있으며, 핵심은 재생에너지를 이용한 그린수소의 대량생산 기술개발임. 향후 해상풍력, 특히 부유식 해상풍력의 발전을 이용한 전기분해방식 수소생산은 고비용의 장거리 계통연계를 대신하여 수소선박 등에 직접 추진 연료를 공급하거나 해저 이송라인을 이용한 육상공급이 가능해져서 대규모의 에너지저장장치로서의 역할도 크게 각광을 받을 것으로 예상함

(4) 지역현안으로서의 신·재생에너지

❍ 부산시는 3년간(2017-2019년)에 걸쳐서 부산지역 해양신·재생에너지 타당성 조사연구를 시행하여 부산 해역에 적합한 해양신·재생에너지 자원조사 및 현황파악, 발전전략 개발, 중점추진 과제 발굴을 주도함. 현재 소규모의 고정식 해상풍력발전단지 조성이 두 곳에서 추진 중임

❍ 연구에 따르면 다양한 해양신·재생에너지 중 해상풍력을 가장 유력한 에너지원으로 선택하고 장기적으로 약 2 GW의 설치용량을 예상함. 소규모로는 해상태양광이나 해류(조류)발전 등을 제시하고 있음. 특히, 부산해역의 수심이 부유식 해상풍력에 적합한 지역으로서 향후 정확한 풍황자원조사 등을 거쳐서 대규모의 발전단지 조성이 기대되며, 이에 따른 인력수급, 대형 부유체 제작을 중심으로 하는 중소조선산업의 발전, O&M(Operating and Maintenance, 운영 및 유지보수) 산업기반 조성이 단계적으로 필요한 실정임

❍ 부산항의 경쟁력 강화를 위하여 2023년 IMO에서 제시한 2050 탄소중립 목표 달성을 위한 선박의 온실가스 배출 감축이 현안 문제임. 해상풍력을 포함한 해양에너지를 이용한 재생에너지전기를 이용하여 수전해 수소생산(green hydrogen)과 이를 원료로 하는 그린암모니아가 선박의 무탄소연료로 사용되어야 함. 국제에너지기구(IEA)에서는 2050년에 무탄소 선박연료로서 수소 19%, 암모니아 44%, 메탄올 3%, 바이오 19%의 구성을 최적 시나리오로 예상하고 있음. 부산항 주변의 EEZ해역에서 대규모 부유식 풍력단지를 조성하여 여기에서 직접 그린 이퓨얼(그린암모니아, 그린수소)을 생산하여 부산항 입항 선박에 연료 bunkering이 가능하도록 해운분야 green corridor 산업화가 필요함

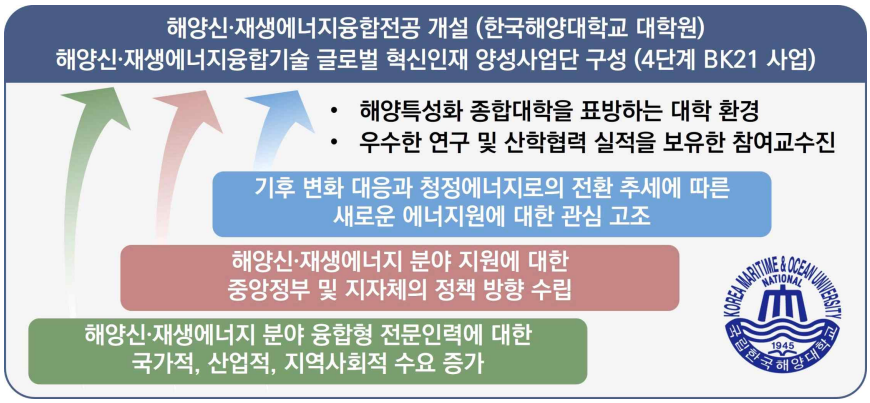
② 해양신·재생에너지 분야 교육연구단의 필요성

(1) 정부 정책, 지역산업, 대학 특성화 방향과의 정합

❍ 전통적인 에너지 자원 부족 및 환경문제의 대두로 인하여 국내·외적으로 해양신·재생에너지 분야에 대한 관심이 고조되고 있으며, 특히 정부 및 지자체의 미래 에너지 정책에도 부합하는 분야임. 또한 본 교육연구단이 속한 **국립한국해양대학교는 세계 최고 수준의 해양특성화 대학을 표방**하고 있으며, **참여교수진은 해양 및 신·재생에너지 분야에서 다양한 교육 및 연구 실적을 보유**하고 있음

(2) 융합형 전문인력에 대한 사회수요

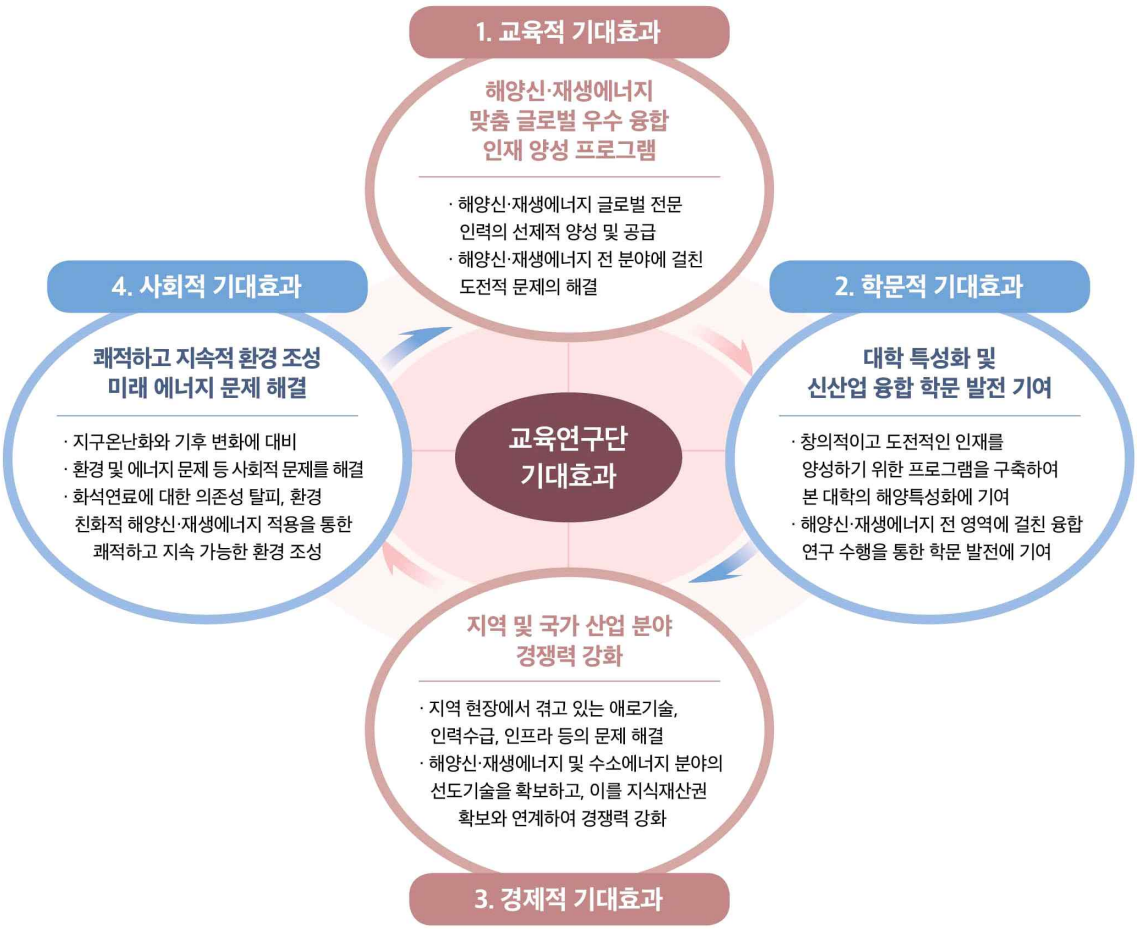
❍ 국가 신·재생에너지 보급·확대 정책으로 국내 해양에너지사업이 점차 대규모 국가단위 사업으로 확대됨에 따라 전문인력에 대한 수요가 지속적으로 증가할 것으로 예상됨. **해양신·재생에너지 분야는 극심한 해양환경 조건에서 다양한 전공지식을 바탕으로 접근해야 하는 종합학문의 성격**을 띄고 있으므로, 다양한 기계 시스템과 구조물의 연계 및 이에 따른 환경 영향 평가기술을 보유한 **융합형 전문인력 양성이 시급**한 실정임



< 융합전공 설치 필요성 및 교육연구단 구성 배경 >

③ 해양신·재생에너지 분야 교육연구단의 기대효과

본 교육연구단에서는 신산업으로서 해양신·재생에너지 분야 국제협력 및 산학협력연구, 현장 문제 해결 중심 교육체계 구축, 해양신·재생에너지 분야 전주기적 융합기술 개발 등을 중점적으로 추진할 예정이며, 아래와 같은 **교육(인력양성 및 모델) 및 학문적, 경제적, 사회적인 효과**를 기대함



< 교육연구단의 기대효과 >

(1) 교육적(인력양성) 기대효과 : 국가 정책에 따른 해양신·재생에너지 융합형 글로벌 전문인력 배출 및 수요 대응

❍ 정부의 재생에너지 이행계획 및 해양수산부의 해양에너지 설비 보급 확대 전략에 따른 국가 단위의 해양신·재생에너지사업이 확대됨에 따라, 수요가 증대하고 있는 글로벌 전문인력의 선제적 양성 및 공급

- 기계공학, 환경공학, 토목공학, 신소재공학, 데이터정보학이 실질적으로 연계된 신융합 종합학문의 성격을 띄고 있는 해양신·재생에너지 특성에 맞춘 융합형 전문인력을 배출/공급하여, 해양신·재생에너지 전 분야에 걸친 도전적 문제의 해결
- 국제 유명 대학/기관 연계를 통한 교육을 제공하여 높은 국제적 감각과 일류의 전공 능력을 갖춘 전문가 배출을 통한 국가 경쟁력 향상
- 해양신·재생에너지 분야의 국제적 연구 체계 구축을 통한 국제 사회의 문제해결에 주도적 역할을 담당할 미래형 인재 배출

(2) 교육모델 및 학문적 기대 효과 : 선진 융합교육 모델 제시 및 신산업 융합학문 발전에 기여

- 해양특성화에 맞춘 융합 프로그램 구성/운영을 통해 다학제간 융합 지식 기반의 해양신·재생에너지 분야에서 창의적이고 도전적인 인재를 양성하기 위한 프로그램 구축하여 본 대학 및 지역의 해양특성화에 기여
- 해양신·재생에너지 전 영역에 걸친 교육체계 구축, 새로운 통합형 연구방향을 제시하여 융합 연구 수행을 통한 융합 학문 발전에 기여
- 탁월한 해양 접근성을 장점으로 산학연 테스트 사이트 구축을 통한 실제적 연구 교육이 가능하여 연구 결과의 실증 및 적용을 통한 실용적 학문 결과 도출
- 기초와 응용을 포괄하는 교육 및 연구 프로그램을 활성화하고, 국제 수준의 교육 질적 수준 향상을 지향하는 탄력적 교육 프로그램 운용을 통해 국제 세계 변화에 능동적으로 대처
- 4차산업혁명 신산업으로서의 해양신·재생에너지 특성화 전문 교육과정 초기화 모델 구축 후 선순환/환류로 지속가능한 교육체계 안정화를 꾀하고 프로그램을 운영하여 대학의 지역사회 혁신 선도

(3) 국가·지역 경제 산업적 기대효과 : 국가 신산업으로서의 해양신·재생에너지 경쟁력 강화

- 해양신·재생에너지 분야 세계적 우수대학 및 기관과의 국제적 연구 협력 체계 구축을 통한 해양신·재생에너지 분야 국제적 연구 수준의 향상이 기대되며, 연구결과가 교육단, 대학, 지역, 국가로 이어져, 신산업으로서의 해양신·재생에너지 분야 성공적 연착륙 기대
- 국립한국해양대학교에서 적극적으로 추진 중인 서부산 융합 캠퍼스를 중심으로 지역 강소 업체와의 기술 교류를 통하여, 지역 현장에서 겪고 있는 애로기술, 인력수급, 인프라 등의 문제해결 및 지역사회에 기여
- 지역협력 기반 산학공동 연구과제 도출 및 연구기술, 인프라 공유를 통한 해양신·재생에너지 및 수소에너지 분야의 선도 기술을 확보하고, 이를 지적재산권 확보 등으로 연계하여 해양신·재생에너지 기계부품, 소재, 설계 등 지역 및 국가 산업 분야의 경쟁력 강화에 기여
- 해양신·재생에너지 산업 분야에 필요한 소재, 부품, 장비의 기술 자립화 및 국산화에 기여하고 각 분야별 지역 기술형 강소기업의 경쟁력 강화

(4) 사회적 기대 효과 : 쾌적하고 지속가능한 환경 조성 및 미래 에너지 문제해결

- 지구온난화와 기후변화에 대비하고, 미래 에너지 경제를 주도할 미래기술 창출분야인 해양신·재생에너지 분야 기술 확보를 통해 환경 및 에너지 문제 등 사회적 문제를 해결
- 화석연료에 대한 의존성 탈피, 환경 친화적 해양신·재생에너지 적용을 통한 쾌적하고 지속가능한 환경 조성
- 친환경에너지, 안전, 해양환경 보존 등을 고려한 융합 교육 및 연구를 통해 해양신·재생에너지 분야에 대한 국민의 새로운 인식전환 유도 및 자긍심 고취
- 기계/환경/토목/신소재/데이터정보의 융합을 통한 사양하고 있는 전통산업 분야 인력을 신산업으로 유도하여 다양한 취업처 확보

1.2 교육연구단의 비전 및 목표 달성도

① 교육연구단의 비전과 목표

(1) 교육연구단의 비전과 목표 달성을 위한 5대 전략 수립

❍ 본 교육연구단은 **"해양신·재생에너지 글로벌 가치 창출" 비전**과 에너지 [생산]→[전환]→[수송/저장] 전 영역에 걸친 **"세계 최고 수준의 해양신·재생에너지 융합연구 특화 인재 양성" 목표**의 달성을 위해 다음과 같이 5대 전략을 수립함

< 교육연구단의 비전 및 목표 >

(2) 교육연구단의 영역별 세부 목표 및 전략

❍ **[교육] 해양신·재생에너지 분야 세계적 수준의 기업/대학과의 실질적인 연계를 통한 해양 특성화 글로벌 인재 양성**

- 해양신·재생에너지 융합 교과과정 구축 및 실무형 학술활동 지원을 통한 전문인력 양성 시스템 구축
- 다양한 융합 교과 및 글로벌 프로그램 운영을 통해 미래 융합기술 연구가 가능한 창의적이고 도전적인 인력 양성 및 지역사회 공급
- 지역 해양 특화 산업체와 현장 문제해결 중심 교과과정 개발 및 공동운영 체계 구축

❍ **[연구] 해양신·재생에너지 분야 미래 선도를 위한 세계적 수준의 산학연 연계 융합 연구역량 강화**

- 해양 및 수소에너지의 [생산]→[전환]→[수송/저장]의 전 주기적 융합기술개발을 통해 국가의 친환경 에너지 정책(친환경 및 수소경제)에 부합할 수 있는 연구성과 도출
- 세계적 수준의 기술력을 보유한 초일류 기업 및 우수대학 연계 공동연구를 통해 해양 및 수소에너지 분야 기술 선점
- 지역 산업체 및 부산 동삼혁신지구 해양클러스터와 연구교류 협력을 통해 지역특화산업(부산지역: 클린에너지) 발전에 기여

❍ **[(지역)산학협력] 국내 해양 신산업과 지역 특화 산업 문제해결 및 발전을 위한 해양신·재생에너지 분야 산학협력 체계 구축**

■ 부울경 지역 내 해양 분야 특화 산업 관련 기업체와의 새로운 산학 협력 프로그램 개발 및 공동협력 교육체계 구축

■ 해양신산업 분야 산학협력연구-고급전문인력양성-지역산업공급-지역경기 활성화로 이어지는 선순환 고리 확보

■ 해양신·재생에너지 [생산]→[전환]→[수송/저장] 관련 국내외 전문기업과의 협력을 통한 지역 내 글로벌 기업 육성

② 국내·외 산업 현황 분석 및 세계 저명대학 벤치마킹을 통한 개선 방향 도출

(1) 국내·외 산업 현황 분석

❍ 해양신·재생에너지 산업은 높은 성장률을 보일 것으로 예측되어 관련 분야의 교육 및 연구지원을 통한 인재 양성이 시급한 실정임

❍ 정부는 재생에너지 3020 이행계획에서 2030년까지 재생에너지 신규 설비용량(48.7 GW)의 95% 이상을 태양광(30.8 GW)과 풍력(16.5 GW) 등 청정에너지로 공급하고, 재생에너지 누적 설비용량 63.8 GW 보급을 달성하겠다는 목표를 설정함. 또한 정부는 2023년 제5차 신재생에너지 기본계획에서 2034년 발전용량 보급 목표로 재생에너지 80.8 GW, 신에너지 3.6 GW를 제시하였으며, 특히 태양광과 풍력 중심으로 보급이 확대될 것으로 전망함

❍ 해양수산부는 2030년까지 해양에너지 설비로 재생에너지 전체 보급 목표의 2.3%에 해당하는 1.5 GW 개발을 목표로 함

❍ 2018년도 European Commission의 보고서에 따르면 2030년까지 유럽이 전 세계 해양에너지 시장을 선도할 것으로 예상함. 2030년까지 전 세계 누적 설치량이 최소 1.3 GW, 최대 3.9 GW까지 달성될 수 있을 것으로 예측되며 최소 4조 원 최대 13조 원까지의 투자를 전망함. 또한 2022년도 IRENA의 보고서에 따르면 전세계적으로 2030년까지 70 GW의 용량 설치, 2050년까지는 350 GW의 설치용량을 예측하고 있음

(2) 세계 저명대학 벤치마킹 결과

❍ 이처럼 유럽을 중심으로 해양에너지 산업 선점을 위한 활발한 움직임이 있으며 관련 산업의 인재 양성을 위하여 해외 우수대학에서 다양한 해양신·재생에너지 융복합 프로그램을 개발하여 운영하고 있음. 대표적으로 3개 대학(NTNU, UC Berkeley, Aalborg University)의 해양신·재생에너지 분야 융복합 교육과정을 선정하여 분석하고 본 교육연구단의 개선사항을 도출하기 위해 벤치마킹함. 또한 해상풍력 교육 프로그램을 운영 중인 미국 뉴욕주립대(SUNY)와 해양바이오매스 기반 수소생산 측면에서 본 교육연구단과 관련성이 높은 노르웨이 Stavanger 대학 등도 벤치마킹 대학으로 선정하여 본 교육연구단의 프로그램 개발 및 개선을 위해 노력해 왔음. 각 대학 교육과정을 분석한 결과의 시사점을 아래와 같이 요약할 수 있음

■ **벤치마킹 결과 요약**

- 우수대학이 연계(각 대학의 대표 교과목을 제공하고 매 학기 타 대학에서 수학)를 통해 최고의 교육환경 제공
- 학생과 지도교수가 논문 주제를 정하는 국내의 여건과 다르게 논문위원회(교수, 산업계 전문가)에서 정하는 주제를 학생이 채택하는 방식(산업체가 원하는 실용적 연구결과 유도)
- 융합적 소양을 갖추기 위해 여러 학문분야에서 이수 유도

- 융합 및 협동학습 장려를 위한 교과목 운영
- 다양한 종류의 세미나 활성화를 통한 대학원생의 전공 능력 함양(세미나 전용 홈페이지 구축 및 캘린더 기능 추가) 교육과정 운영(실무와 자국의 필요에 부합하기 위함을 강조)
- 연구 중심 교과목(research based courses), 그룹 프로젝트(team based project work), 산업체와 연계(interaction with industrial partners and companies) 교과목 운영
- 융합 및 협동학습 장려를 위한 교과목 운영
- 산업체에서 수행하는 프로젝트를 이수 조건으로 인정(학내 또는 타 기관에서 수행하는 프로젝트가 학위과정으로 인정될 수 있도록 유연하게 운영)

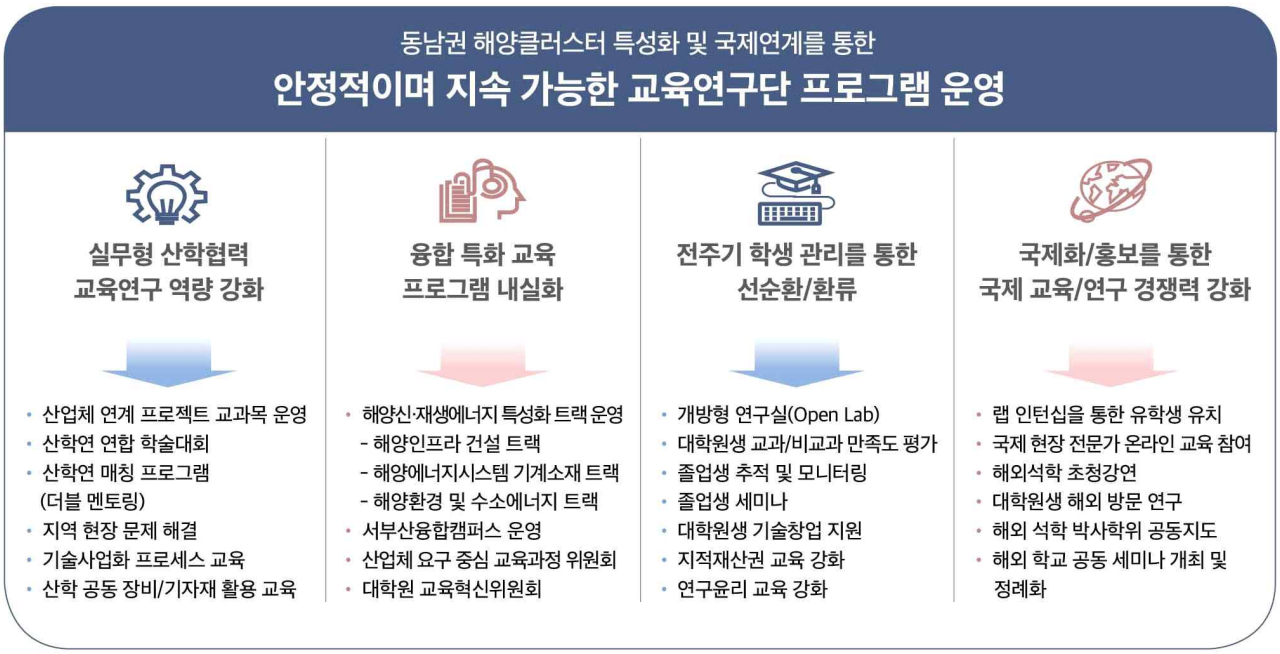
(3) 교육연구단의 개선 노력

❍ 여러 기관의 연계 학위과정 개설은 교육연구단에서 직접 추진할 수 없으므로 대학원에 기관 간 협의와 제도화를 요청하고 있으며, 교육연구단 차원에서는 우수 산학연 기관과 활발하게 교류하고 있음. 우수 기관의 전문가를 세미나 초청 강연, 대학원생 지도, 학위논문 심사위원 등으로 활용하고 있음

❍ 대학원에 해양신·재생에너지융합전공을 개설하여 운영하고 있으며, 융합전공 취지에 맞추어 해양신·재생에너지에 관한 타전공의 기초지식을 습득할 수 있도록 유도함

❍ 대학원생이 주도적으로 학위논문 주제를 발굴하고, 산학 융합형 실무지식과 팀워크를 함양할 수 있도록 학생주도세미나, 해양에너지융합연구기획, 산업체연계 프로젝트 교과목을 교육과정에 포함하여 운영하고 있음

③ 교육연구단의 학사단위로서의 안정화 및 지속가능성 제고



< 교육연구단의 학사단위로서의 안정화 및 지속가능성 제고 >

(1) 실무형 산학협력 교육연구 역량 강화

❍ **(산학협동 프로젝트 Lab 운영)** 산학협동 프로젝트 Lab 운영을 통한 현장밀착형 엔지니어 양성, 이론과 실무가 융합된 문제해결형 프로젝트 수행, 현장밀착형 교육 및 교류 확대

❍ **(산학연 연합 세미나)** 정기적으로 세미나를 기획하고 개최함으로써 산학연 연계 프로젝트의 연구성과를 공유하거나 기업의 현안에 대한 지원요청

❍ **(산학연 매칭 프로그램, 더블 멘토링)** 연구실별로 전문 산업체 등과 가족회사 연계를 통한 산업체 전문가-대학원생 매칭 교육. 산업체 전문가 매칭을 통해 대학원생 개개인의 기술적, 실무적 어려움의 원인을 철저히 분석해 학업을 지원하도록 유도. 연구소 취업을 목표로 하는 대학원생의 경우 연구소 인력과의 매칭을 통해 지원

❍ **(지역 현장 문제해결 중심(Field-oriented) 융합기술 교육 프로그램)** 강의실 위주 수업체계로 일관되어 있는 강의의 다양성을 확보하고, 지역 현안에 맞는 융합기술 및 인력양성을 위해 지역 업체로의 파견 및 답사, 공동연구를 진행하는 현장밀착형 교과목 운영

❍ **(기술사업화 프로세스 교육)** 성능개선, 제품화, 실증 테스트 등

❍ **(산학 공동 장비/기자재 활용 교육)** 터빈 등 대형 교육 장비 활용 효율화, 장비 운영 교육(연구 및 자격증 취득 등), 산업안전보건법을 준수한 철저한 안전 확보

(2) 융합 특화 교육 프로그램 내실화

❍ **(전문 트랙 운영을 통한 다목적(Multi-purposes) 인력 양성)** 해양신·재생에너지 핵심요소기술 분석을 통해 전문 교육 트랙을 구성하고, 트랙별 기초 기술 교육 및 트랙 간 융합 교육을 통해 생산, 전환, 수송/저장으로 이어지는 생애 주기 기술에 대한 교육 프로그램을 운영함

- ■ **해양에너지시스템 기계소재 트랙** : 터빈, 발전시스템, 재료설계, 전환, 설비 등
- ■ **해양환경 및 수소에너지 트랙** : 수소에너지 전환, 저장, 수송, 바이오, 해양환경 영향 평가 등
- ■ **해양인프라 건설 트랙** : 인프라 부지 선정, 인프라 설계, 건설, 안전성 모니터링 등

❍ **(서부산융합캠퍼스 운영)** 본교에서 산학협력 교육을 위하여 2019년 2월 부산시 강서구에 설립한 서부산융합캠퍼스를 해양신·재생에너지 융합 교육에 적극 활용하여 활성화 추진

❍ 서부산융합캠퍼스 및 기업연구관에 입주한 해양신·재생에너지 분야 기업과의 연계를 통해 산학공동 교육과정개발, 현장문제해결형 산업체 연계 프로젝트, 재직자 교육과정 운영

❍ 산업단지 기업 현장을 중심으로 한 해양신·재생에너지 교육모델을 개발 및 적용

❍ **(산업체 요구 중심 교육과정 위원회 운영)** 부산 동삼혁신지구 해양클러스터를 중심으로 한 교과과정 위원회 구성 운영을 통한 교육과정 개발 및 적용

❍ 교육연구단에서 주기적으로 산업체를 방문하고 교육과정의 실무 적용성 파악 및 연계

❍ 실무형 전문교육인력 확보를 통한 신·재생에너지 관련 융복합 협력강좌 교과목 운영

❍ 실무형 교육과정 적용을 통한 동남권 산업계 요구 인력 인큐베이션(Incubation)

❍ 국제 현장 전문가 온라인 교육 참여

❍ 대학원 교육혁신위원회와의 연계를 통한 대학원 차원의 프로그램 지원

(3) 전주기 학생관리를 통한 선순환/환류 구축

❍ **(주니어 BK 양성 Open Lab 운영)** 학부 3, 4학년을 대상으로 연구실을 소개하고 대학원 진학을 유도하는 프로그램으로서 연구실 자리 마련, 대학원생과의 멘토-멘티 연계를 통한 진학 유도

❍ **(대학원생 교과/비교과 만족도 평가)** 교육과정에 대한 학생 요구 반영을 통한 대학원 교육 및 강의의 질 관리 제고. 대학원 교육수요자 교육과정 만족도 조사 실시 및 강의평가를 통한 환류체계 강화. 대학원생이 직접 참여하는 교육과정/비교과과정 운영 포럼 등을 통한 강의 진행 체계에 대한 의견수렴

❍ **(학습역량 관리체계 강화)** 교수학습지원센터, 외국인학생 튜터링 등

❍ **(대학원생 자기주도 전주기 학사관리 시스템 활용)** 대학원 본부에서 개인별 셀프 학사관리를 할 수 있는 전산시스템을 개발 및 운영 예정. 이를 활용하여 참여대학원생의 모든 학사 과정을 학생 스스로 모니터링할 수 있도록 하며, 교육연구단 차원에서도 체계적으로 관리

❍ **(졸업생 추적 및 AS)** 졸업생의 경쟁력 강화 및 소속감 강화, 대학원 진학 유도를 위한 졸업생 추적 관리 및 실무능력 증진과 사회적 재교육 비용 절감 등을 위한 졸업생 재교육 AS 프로그램 운영. 주기적 분기별 세미나를 정례화하고 기술동향 및 정보 분석을 통하여 기술개발, 정보교류, 사업협력, 통합정책 수립 전반에 걸친 지자체, 산업체에 진출한 졸업생 재교육 지원

❍ 학사졸업자의 석사 진학, 석사 졸업자의 박사 진학 유도를 통해 전문인력의 양성

❍ **(대학원생 기술 창업 지원)** 산학공동연구과제 도출/연구기술 공유 및 대학원생 기술 창업 지원. 해양신·재생에너지산업 분야의 기술분야/세계적 기술동향/기업정보/취업정보/창업자문. 인재개발원, 창업보육센터, 해양벤처진흥센터와의 연계를 통한 취·창업 지원프로그램 확충. 경영지원, 기술지원, 경영컨설팅, 주기적 경영교육, 전문가 초청 세미나, 기업애로사항 상담, 기술지도 및 진단, 기술컨설팅, 기자재 활용, 애로기술 해결, 제품화 지원

❍ 지적재산권, 연구윤리 교육 강화

(4) 국제화/홍보를 통한 국제 교육/연구 경쟁력 강화

❍ **(랩 인턴십을 통한 유학생 유치)** 해외 우수 학생 유치 및 교육을 위한 Lab internship 운영: 방학기간에 석·박사 진학에 열의가 높은 해외 우수 학생을 인턴으로 초청하여 랩 구성원으로서 연구생활을 진행하고, 대학원 진학으로 연계하는 제도로서, 본교는 이미 상해 공정기술대학교 등과 MOU를 통해 인턴십 운영에 대한 기틀을 마련 완료함

❍ **(국제 현장 전문가 온라인 교육 참여)** 교육연구단의 국제화 경쟁력 향상을 위한 세계 수준 국제적 전문 기업 현장 전문가를 교육 자원으로 활용 등 전문가의 교육연구단 교육커리큘럼 참여

❍ 해외석학 초청강연, 국제기업, 교육전문기관 전문가의 온라인 세미나 프로그램 운영

❍ 국제기업, 교육전문기관과의 공동 교육 프로그램 개발을 통한 교육 및 인력양성 경쟁력 강화

❍ 대학원생 해외 방문연구 지원

❍ 해외석학 박사학위 공동지도

❍ 해외학교 공동 세미나 개최 및 정례화

④ 주요 세부목표 대비 실적

세 부 목 표	달 성 현 황
<실무형 산학협력 교육연구 역량 강화> ☑ 산업 현장의 문제를 반영한 실무형/실습 중심 교육과정 운영 ● 산학협동 프로젝트 Lab 운영 ● 산학연 연합 세미나 ● 산학연 매칭 프로그램, 더블 멘토링 ● 지역 현장 문제해결 중심(Field-oriented) 융합기술 교육프로그램	☑ 사업 초기 COVID-19 상황의 장기화로 대학원생의 산업현장 파견 등 적극적 인적 교류가 필요한 프로그램 운영이 다소 미흡하였으나, COVID-19 상황이 호전되면서 산학 공동연구 및 이를 통한 실무형 교육을 충실히 수행함 ● Open-Lab 운영 25회 ● 국내외 전문가 초청 세미나 36건 ● 산업체 연계 프로젝트 교과목 개설 2회 (2022년 1학기, 2023년 1학기)

● 기술사업화 프로세스 교육 ● 산학 공동 장비/기자재 활용 교육 ☑ 산학연 연계 프로젝트를 중심으로 다학제적 문제해결력을 함양할 수 있는 교과목 개발	● 산업체 멘토-멘티 활동 25회 ● 실무형 인재 양성을 위한 기관 파견 교육 8명 (국내외 8개 기관)
<융합 특화 교육 프로그램 내실화> ☑ 전문 트랙 운영을 통한 다목적(Multi-purposes) 인력양성 ☑ 서부산융합캠퍼스와 연계하여 특화 프로그램 운영 ☑ 산업체 요구 중심 교육과정 위원회 운영 ☑ 대학원과의 유기적인 연계를 통한 제도 개선 및 해양특성화 프로그램 개발/참여	☑ 일반대학원에 **해양신·재생에너지융합전공**을 설치, 운영하고 있으며, 해양에너지시스템 기계소재 트랙, 해양환경 및 수소에너지 트랙, 해양인프라 건설 트랙 등 세부 트랙을 구성함 ☑ 트랙별 기초 기술 교육 및 트랙 간 융합 교육을 통해 [생산]→[전환]→[수송/저장]으로 이어지는 생애 주기 기술에 대한 교육프로그램을 운영함 ☑ 산업체 요구를 적극 반영하여 교육과정 개발 및 개편 ● 교과목 신설 및 교과내용 개편: 해양신·재생에너지개론, 산업체 연계 프로젝트, 학생주도세미나 등 ☑ 본부 대학원에 융합전공 활성화를 위한 행/재정 지원을 건의하여 새로운 제도 및 프로그램을 마련 ● 제도 정비: 석박통합과정 운영, 공동지도교수제 도입, 학사관리시스템 개선, 교육수요자 만족도 조사 등 ● 연구 역량강화 프로그램 운영 및 참여: 논문작성 및 S/W 활용 교육 등 ☑ 본부 대학원의 해양특성화 전략에 부합하는 공동 프로그램 공동 개발 및 참여 ● 실습선 활용 연안항해 현장실습교육 프로그램 등
<전주기 학생 관리를 통한 선순환/환류 구축> ☑ 주니어 BK 양성 Open Lab 운영(학부생 대상) ☑ 대학원생 교과/비교과 만족도 평가 ☑ 학습역량 관리체계 강화 ☑ 대학원생 자기 주도 전주기 학사관리 시스템 활용 ☑ 졸업생 추적 및 AS ☑ 대학원생 기술 창업 지원 ☑ 지적재산권, 연구윤리 교육 강화	☑ 참여대학원생의 주전공 학위취득 및 융합전공 이수에 문제가 발생하지 않도록 교육연구단 차원에서 학사관리를 시행함 ☑ 교육과정 개발 및 개선에 참여대학원생의 의견이 적극적으로 반영될 수 있도록 교육 및 사업 운영 만족도 조사를 실시함 ☑ 학교의 취·창업 프로그램을 적극 활용하도록 권장하고, 교육연구단 자체의 취업, 창업 지도를 강화함
<국제화/홍보를 통한 국제 교육/연구 경쟁력 강화> ☑ 랩 인턴십을 통한 유학생 유치 ☑ 국제 현장 전문가 온라인 교육 참여	☑ 국외 대학에 교육연구단의 교육 및 연구역량 홍보, 유학생 유치 활동을 수행함 ☑ 사업 초기 COVID-19 상황의 장기화로 적극적인

☑ 해외석학 초청 강연, 국제기업, 교육 전문기관은 전문가의 온라인 세미나 프로그램 운영 ☑ 국제기업, 교육 전문기관과의 공동 교육 프로그램 개발을 통한 교육 및 인력양성 경쟁력 강화 ☑ 대학원생 해외 방문 연구지원 ☑ 해외석학 박사학위 공동지도 ☑ 해외학교 공동 세미나 개최 및 정례화	인적 교류가 필요한 프로그램 운영이 다소 미흡하였으나, COVID-19 상황이 호전되면서 국제교류 활동을 더욱 강화하여 당초 계획했던 목표를 달성함 ● 국외 전문가 세미나 및 초청 강연 20회 ● 해외 방문 연구 목적을 포함한 장단기 해외연수 6명 등 ☑ 해외석학의 공동지도교수 지정은 평가기간 후반부에 제도화되었으며, 2024년 본격 시행이 가능할 전망임. 공동지도교수 지정과 관계없이 참여대학원생들이 해외 전문가 및 연구실과 협업할 수 있도록 적극 지원하고 있음
<해양신·재생에너지 분야의 교육-연구-산학협력을 총괄 관리/운영: "K-CORE" 설치 및 운영> ☑ (교육) 4단계 BK21 글로벌 혁신인재 양성사업단: 미래형 융합인재 양성을 위한 교육체계 구축 ☑ (연구) 해양신·재생에너지 R&D 연구단: 기업밀착형 글로벌 연구체계 구축 ☑ (산학협력) 산학연 협력 클러스터: 지역 내 지속 가능한 산학연 협력 클러스터 구축	☑ 해양신·재생에너지 분야 교육-연구-산학협력의 핵심 허브인 K-CORE (KMOU Center for Ocean Renewable Energy)를 본교 정식 센터로 설치함 (2022.02.18.) ☑ 교육연구단에도 교육-연구-산학협력 기능이 모두 포함되어 있으나, 연구 및 산학협력 측면을 더욱 강화할 수 있도록 K-CORE 내에서의 유기적 연결 관계를 구축함 ☑ 센터 내에서 교육연구단과 연구 측면의 시너지 효과를 더욱 강화할 수 있도록 대형 국책사업 유치 추진 ● 에너지국제공동연구사업 추진(2021): 해양재생에너지(풍력) 관련 주제로 제안 ● 지역혁신 선도연구센터(RLRC) 사업 추진(2021): 해양재생에너지 및 그린수소 관련 주제로 제안 ☑ 현재 K-CORE를 원활하게 운영하고 있으며, 향후 대형 연구과제 수주를 바탕으로 K-CORE의 기능을 더욱 강화할 계획임
<기업밀착형 연구 및 산학연 협력 체계 구축 및 운영> ☑ 세계적 수준의 기업 및 대학과의 국제적 연구협력 추진 ☑ 지자체-(지역)기업체-교육연구단 상호협력 및 교류를 통한 실용 연구 지향 ☑ 기계공학, 환경공학, 토목공학, 신소재공학, 데이터정보학이 실질적으로 연계된 융합학문 분야를 토대로 새로운 통합형 연구 협력 활성화 ☑ 본교 및 지역 내 기업체 그리고 연구소 등에 구축된 최신 연구 장비 및 시설 인프라 등을	☑ 실질적인 현장 문제를 해결하여 (지역)사회 및 산업에 기여할 수 있는 산학 공동연구과제를 비롯하여 다양한 산학연 기관과의 교류를 추진함 ● 기술이전 21건 (333,500천원) ● 산업체 연구비 수주 70건 (2,274,968천원) ● 국내외 산학협력 MOU 18건 ● 산학협력 프로그램 관련 사업 유치 3건 등 ☑ 연구과제 수주와 이어지는 산학연 공동연구뿐만 아니라 순수 학술적 목적의 교류도 활발하게 추진함

상호 활용할 수 있도록 시설 및 장비 활용 네트워크 구성 ☑ 정기적인 산학협력교류회, 세미나, 공동워크샵을 통해 지역 해양신·재생에너지 관련 산업체와의 기술 협력 및 학술적 교류 활성화	● 국내·외 전문가 초청 세미나 36건 ● 국내·외 산학공동 학술대회 개최 5건 ● 산업체 멘토-멘티 활동 25회 등 ☑ 인적 교류뿐만 아니라 공동장비 활용 등의 물적 교류를 추진함 ● 시설 및 장비 활용 네트워크 구성을 위한 가족회사 체결 및 유지 62건 ● 장비활용 및 시작품 제작 지원 16회

⑤ 비전 및 목표 달성도/학사 단위로서의 안정화 및 지속 가능성 제고 노력에 대한 총평

❍ 교육, 연구, 산학협력 등 모든 영역에 걸쳐 교육연구단의 비전 및 목표 달성을 위해 노력해 왔으며 순조롭게 교육연구단을 운영해 왔음

❍ 2020년 새롭게 개설된 해양신재생에너지 융합전공이 학사 단위로서 안정적이며 지속적으로 운영될 수 있도록 본부 대학원과의 유기적인 연계, 협력을 통하여 각종 제도를 마련하거나 개선하고, 대학원 차원의 교과 및 비교과 프로그램을 공동 개발, 운영하였음. 또한 교육연구단에서도 **"해양신·재생에너지 글로벌 가치 창출"** 비전과 에너지 [생산]→[전환]→[수송/저장] 전 영역에 걸친 **"세계 최고 수준의 해양신·재생에너지 융합연구 특화 인재 양성"** 목표의 달성을 위해 자체적인 노력을 경주하여 왔음

❍ 사업 초기 COVID-19 상황의 장기화로 인하여 반드시 인적 교류가 필요한 프로그램 운영에 다소 차질이 있었으나, 2022년 하반기부터 오프라인 형태의 인적 교류를 재개하면서 이전에 미흡했던 부분을 점검하고 보완하여 계획했던 목표를 모두 달성함

< 교육연구단의 비전 및 목표 달성을 위한 노력 >

1.3 교육연구단의 구성

① 교육연구단장의 교육・연구・행정 역량

성 명	한 글	채 규 정	영 문	Chae, Kyu-Jung
소 속 기 관	국립한국해양대학교 해양과학기술융합대학 환경공학과 (겸임)해양신재생에너지 융합전공			

<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	이영호	2020.09.01.-2022.12.31.	정년퇴직
2	채규정	2023.01.01.- 현재	

(1) 연구역량

❍ **연구역량 및 국제 공동연구 실적** (**h-index 42, i10-index 100, 인용 8,410회**)

■ 채규정 교수는 신·재생에너지, 생물전기화학기술과 환경공학 융합연구 분야에서 23년 이상 연구를 수행하고 있으며 그린수소생산, 생물전기화학전지, 나노소재 연구에서 우수한 연구실적 보유

■ (논문/특허) **SCIE 129편**, 신기술 4건, 특허 40건, 저서 2권

Elsevier BV와 미국 Stanford 대학에서 선정하는 세계 상위 2% 연구자이며, 2024 AD Scientific Index에서 우수한 연구와 환경 과학 분야의 기여로 전 세계 상위 10% 과학자로 선정됨. 환경·에너지 분야 Flagship 저널인 **Progress in Energy and Combustion Science(게재일 기준 IF=35.3; 상위 0.36%)**에 2편을 포함하여 최상위 연구논문들을 게재함으로써 성과의 질적 우수성을 입증

❍ **국내·외 저명 저널 편집장 및 편집위원**: Environmental Engineering Research (부편집장), Frontiers in Marine Science (부편집장), Energy, Fuel, International Journal of Hydrogen Energy (Guest Editor) 등

❍ **신·재생에너지 관련 국내·외 연구과제 수행실적**: **기초연구실(BRL), 환경부 Global Top과 같은 대형 과제, Qatar 과학재단, 영국 의회 과제 등 국제 공동연구**를 포함하여 40건 이상의 정부/산학 과제를 수행했으며, 뉴욕주립대, KAUST, Qatar 대학, 영국 Aston 대학 선도연구팀과 활발한 국제공동연구 중

(2) 교육역량

❍ 국내·외 석·박사 및 박사후연구원 배출: 석사 5명, 박사 7명, 석사 연구원 3명을 지도하고 있으며 환경에너지 융합연구 분야에서 2015년 이후 박사후연구원 6명, 석사 11명, 박사 1명 배출(이집트, 인도 대학교수, 부산보건환경연구원 등에 정착). **해외선도대학과 교육・연구 협력 MOU 9건 체결**(Stavanger 대학(노), 뉴욕주립대 등) 및 석·박사 연수/파견(Yale대 2인, Sharjah대 1인, SUNY 1인 등)

❍ 신·재생에너지 및 연구논문 작성 강의 개설: 해양신재생에너지개론(공동), 환경에너지공학특론, 공학자를위한 영어 논문 작성법 등 개설 및 해외 유학생을 고려한 전 과목 영어 강의

(3) 행정역량

❍ **신·재생에너지 관련 국제학술대회 조직위원장(의장)** 및 조직위원을 다수 수행(ICAFEE, SEEP, WECC 등)하였으며 대한환경공학회, 한국환경기술학회 등의 이사와 학술위원 수행 경험이 풍부. BK21 FOUR 단장, 탄소중립 물·에너지혁신연구센터장, 공대 부학장, 환경공학과 학과장을 역임하였으며 풍부한 행정경험을 바탕으로 교육연구단 운영에 뛰어난 리더쉽을 보임

※ 전임 단장(이영호 교수) : **해상 풍력분야 전문가**로 **한국신·재생에너지학회(회장), 한국풍력에너지학회(부회장), 한국유체기계학회(회장)을 역임**하였고, 신·재생에너지 분야에서 혁신적인 성과를 달성하였음

② 교육연구단 참여교수

<표 1-2> 교육연구단 참여교수 현황

연번	소속대학 및 소속학과	성명 (한글/영문)	연구자 등록번호	세부전공분야	대표연구 업적물 분야	신임 교수	외국인
1	국립한국해양대학교 환경공학과	김명진 Kim, Myoung Jin		환경영향평가	폐기물 및 자원재활용 무기 소재 화학 폐기물 및 자원재활용	×	×
2	국립한국해양대학교 기계공학과	손동우 Sohn, Dongwoo		전산역학	고체/구조역학 토목구조/시공/재료역학 -기타 및 융복합 고체/구조역학	×	×
3	국립한국해양대학교 환경공학과	송영채 Song, Young Chae		수질처리	폐기물 및 자원재활용 폐기물 및 자원재활용 폐기물 및 자원재활용	×	×
4	국립한국해양대학교 신소재융합공학과	심도식 Shim, Do-Sik		철강재료	설계생산-기타 및 융복합 설계생산-기타 및 융복합 설계생산-기타 및 융복합	×	×
5	국립한국해양대학교 토목공학과	오재홍 Oh, Jae Hong		측량/측지	측량/공간정보공학 측량/공간정보공학 측량/공간정보공학	×	×
6	국립한국해양대학교 환경공학과	유근제 Yoo, Keun Je		환경정보	생물정보학 생물해양학 환경미생물학	×	×
7	국립한국해양대학교 기계공학과	윤민 Yoon, Min		유체역학	일반유체공학	○	×
8	국립한국해양대학교 기계공학과	이영호 Lee, Young Ho		유체기계	일반유체공학 일반유체공학	×	×
9	국립한국해양대학교 토목공학과	이재하 Lee, Jaeha		구조공학	토목구조/시공/재료공학 -기타 및 융복합 토목구조/시공/재료공학 -기타 및 융복합 토목재료	×	×
10	국립한국해양대학교 기계공학과	조종래 Cho, Jong Rae		소성가공	설계생산-기타 및 융복합 설계생산-기타 및 융복합 설계생산-기타 및 융복합	×	×
11	국립한국해양대학교 환경공학과	채규정 Chae, Kyu-Jung		수질처리	수질 수질 수질	×	×
12	국립한국해양대학교 기계공학과	최형식 Choi, Hyeung Sik		로봇공학	로봇 로봇 로봇	×	×
13	국립한국해양대학교 데이터정보학과	허준호 Huh, Jun-Ho		인공지능시스템 및 응용	인공지능(응용)	×	×

<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	12	1	13
	이공계열	12	1	13
	인문사회계열	0	0	13

③ 교육연구단 구성의 적절성

<표 1-4> 참여교수진의 해당 신산업분야 교육 실적 및 연구 분야

연번	성명 (한글/영문)	직급	연구자 등록번호	소속대학 및 소속학과	세부전공 분야	신산업분야 관련 대학원 교과목 개설 실적
	신산업 관련 연구분야와의 연계성					
1	**김명진** Kim, Myoung Jin	교수		국립한국해양대학교 환경공학과	환경영향평가	환경자원특론 (2022년 2학기) 이산화탄소 저장 특수연구 I (2021년 1학기, 2022년 1학기, 2023년 1학기)
	● 전문연구분야: 해양자원 회수, 이산화탄소 저장 및 자원화, 환경 모니터링 ● 교육연구단 연계분야: 해양신·재생에너지 관련 환경 모니터링 및 환경영향평가, 해수로부터 마그네슘 회수, CCUS 기반 탄산칼슘 생성 및 산업계 응용					
2	**손동우** Sohn, Dongwoo	교수		국립한국해양대학교 기계공학과	전산역학	해양신재생에너지개론 (2021년 1학기,2022년 1학기) 유한요소해석특론 (2021년 2학기, 2023년 2학기)
	● 전문 연구분야: 전산해석 기법 개발 및 활용, 유체-구조 상호작용 해석 ● 교육연구단 연계 분야: 유체-구조 상호작용을 고려한 해양신·재생에너지 구조물 및 장치의 해석 및 설계					
3	**송영채** Song, Young Chae	교수		국립한국해양대학교 환경공학과	수질처리	혐기성처리기술의 기초 및 응용 (2021년 2학기, 2023년 2학기) 환경공학기술의 최신동향 (2023년 1학기)
	● 전문연구분야: 바이오가스, 생물전기화학, 기계학습 ● 교육연구단 연계분야: 바이오가스 기술을 기반으로 한 해양바이오에너지 생산 공정의 실시간 모니터링/제어 및 딥러닝 기반 성능 최적화					
4	**심도식** Shim, Do-Sik	교수		국립한국해양대학교 신소재융합공학과	철강재료	금속3D프린팅 (2021년 1학기, 2022년 1학기, 2023년 1학기) 산업체연계프로젝트 (2022년 1학기, 2023년 1학기)
	● 전문연구분야: 재료 가공공정 설계, 소재 분석 및 특성 평가 ● 교육연구단 연계분야: 해양신·재생에너지 관련 부품/기자재에 대한 소재 설계를 위한 재료 분석, 생산 공정 설계 및 부품 성능 평가					
5	**오재홍** Oh, Jae Hong	부교수		국립한국해양대학교 토목공학과	측량/측지	원격탐사 (2020년 2학기) 공간영상처리특론 (2021년 1학기)
	● 전문연구분야: 국토 및 해양 GIS 공간 분석 ● 교육연구단 연계분야 : 해양신·재생에너지 생산-수송/저장 인프라 건설을 위한 광역범위 해양공간 정보 수집 및 분석					
6	**유근제** Yoo, Keun Je	부교수		국립한국해양대학교 환경공학과	환경정보	인공지능기법응용 (2021년 2학기) 환경빅데이터분석 (2023년 1학기)
	● 전문연구분야: Environmental Informatics, 생물정보학 기반의 Bioprocess 최적화 ● 교육연구단 연계분야: 정보공학을 이용한 해양신·재생에너지 생산-전환공정 시스템 지능화					

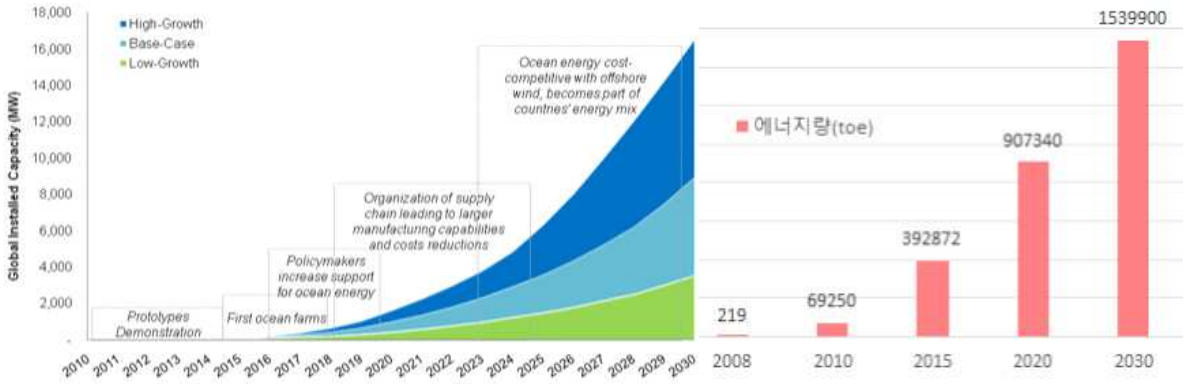
7	**윤민** Yoon, Min	조교수		국립한국해양대학교 기계공학과	유체역학	전산유체공학특론 (2023년 2학기)
	● 전문연구분야: 전산유체역학, 난류, 유체기계, 열유동제어 ● 교육연구단 연계분야: 전산유체역학을 이용한 해양신·재생에너지 분야 해상풍력, 파력, 조류, 소수력, ESS 및 해양에너지플랜트 터빈 해석 및 설계					
8	**이영호** Lee, Young Ho	교수		국립한국해양대학교 기계공학과	유체기계	신재생에너지터빈설계특론 (2021년 2학기) 해양에너지공학특론 (2021년 1학기, 2022년 1학기)
	● 전문연구분야: 유체역학 기반 산업에서 필요한 기계의 이론 및 설계 분야 교육 ● 교육연구단 연계분야: 재생에너지(풍력, 해양에너지) 터빈 CFD설계 및 모형실험과 연계					
9	**이재하** Lee, Jaeha	교수		국립한국해양대학교 토목공학과	구조공학	해양인프라건설재료 (2022년 2학기) 학생주도세미나 (2023년 2학기)
	● 전문연구분야: 해양인프라 친환경 건설재료 개발, 해양·신재생에너지 하부구조 설계 및 거동 분석 ● 교육연구단 연계분야: 해양신·재생에너지 하부 구조물의 해석 및 극심한 해양환경에서의 건설재료의 내구성 개선을 위한 기술연구					
10	**조종래** Cho, Jong Rae	교수		국립한국해양대학교 기계공학과	소성가공	압력용기구조해석특론 (2020년 2학기) 해양구조설계특론 (2021년 1학기, 2022년 2학기)
	● 전문연구분야: 금속재료의 대변형 거동 해석 및 가공 공정 해석 ● 교육연구단 연계분야: 해양신·재생에너지 구조물의 설계, 구조건전성 평가 및 가공 공정개발					
11	**채규정** Chae, Kyu-Jung	교수		국립한국해양대학교 환경공학과	수질처리	생물학적 고도수처리 특론 (2021년 2학기, 2022년 2학기, 2023년 2학기) 공학도를 위한 영어 논문 작성 (2021년 1학기, 2022년 1학기, 2023년 1학기)
	● 전문연구분야: 해양신·재생에너지 인프라와 관련된 공정수 처리 및 에너지화(수소전환) ● 교육연구단 연계분야: 해양신·재생에너지 전 과정에 걸쳐 발생하는 공정수의 처리와 유기성폐수의 생물전기화학적 수소 생산 연구					
12	**최형식** Choi, Hyeung Sik	교수		국립한국해양대학교 기계공학과	로봇공학	해양로봇공학 (2021년 1학기, 2022년 2학기) 로보틱스 및 제어 (2022년1학기)
	● 전문연구분야: 해양로봇, 신·재생에너지를 이용한 무인선박 연구 ● 교육연구단 연계분야: 신·재생에너지를 이용한 무인선박, 해양구조물의 설치, 조사 및 관리에 필요한 수중로봇 혹은 UUV등의 해양탐사장					
13	**허준호** Huh, Jun-Ho	부교수		국립한국해양대학교 데이터정보학과	컴퓨터·소프트웨어	빅데이터 환경 특론 (2023년 2학기) 빅데이터 에지 컴퓨팅 서비스 특론 (2023년 1학기)
	● 전문연구분야: 데이터마이닝과 스마트그리드 ● 교육연구단 연계분야: 신·재생에너지 환경 빅데이터와 국제화를 위한 안전한 신·재생에너지 데이터 생산과 수집 및 빅데이터 분석하고 최적화함					

(1) 해양신·재생에너지 메가트렌드 분석

❍ **(급격한 성장속도)** 유럽과 북미를 중심으로 해상풍력, 조류, 파력 등을 이용한 해양에너지 연구개발이 활발하게 진행되고 있으며, 신·재생에너지 중 가장 빠른 성장 속도를 보이고 있어 본격적인 보급 확대와 함께 2030년 이후 전 세계적 해양에너지산업의 활성화가 전망됨

■ 2011년 기준 100 MW 미만이었던 세계 해양에너지 시장은 꾸준히 증가하여 오는 2030년 16,000 MW 규모에 이를 것으로 예상. 현재 세계 해양에너지 기술 중 파력발전은 영국, 미국, 덴마크, 포르투갈과 아일랜드가 가장 발달하였으며, 모든 국가에서 공통적으로 가장 높은 점유율을 보이고 있어 성장 가능성이 매우 큼

■ 국내의 해양에너지 총 설치용량은 2020년 1.9 GW, 2030년 3.2 GW에 이를 전망이며, 제3차 국가에너지 기본계획에 따르면 해양에너지는 2020년에는 전체 신·재생에너지의 5.2%, 2030년에는 4.7%를 차지할 전망임



< 세계 해양에너지 예측 및 국내 해양에너지 보급전망 >

(출처 : Emerging Energy Research 및 한국과학기술한림원 연구보고서)

❍ **(해양신·재생에너지 기술 스펙트럼 확대)** 전 세계적인 미래 에너지 포트폴리오 구축의 핵심기술의 일환으로 해양신·재생에너지의 중요성이 커지고 있으며, 전통적인 해상풍력, 파력, 조력발전 뿐만 아니라 최근에는 해양바이오매스를 이용한 수소 및 수송용 연료생산, 해수 수전해(electrolysis)를 통한 수소에너지 생산, 해수온도차발전, 해상태양광발전과 같은 다양한 신기술들이 새롭게 해양신·재생에너지 산업으로 부각됨

❍ **(학제간 경계를 허무는 초융합기술 필요)** 안정적인 에너지 공급/관리를 위해 특정 신·재생에너지기술에 의존하는 대신 해양에서 회수/개발 가능한 모든 에너지자원을 종합적으로 개발하고 각 에너지자원들을 초연계-융합하는 新하이브리드 해양에너지 공급망 기술 필요 (풍력, 조력과 같은 전통적인 에너지원에 해양바이오매스 에너지, 생물전기화학적 에너지, 해수열, 수전해 수소생산의 융합기술 필요)

❍ **(지속가능한 인프라 구축 및 운영)** 해양신·재생에너지 개발 단계에서부터 건설 후 운영 전 과정에 걸쳐 주변 해양환경(생태계)에 영향을 최소화하고 극심한 해양환경조건에서도 장기간에 걸쳐 안정적인 기계적 성능을 보장할 수 있는 신소재가 접목된 지속가능한 해양에너지 인프라 건설의 중요성이 커짐 (따라서 기계, 환경, 토목, 신소재, 데이터 기술의 융합 필요)

(2) 해양신·재생에너지분야 교육 및 전문인재상 도출 (빅데이터 기반 예측)

❍ IHS emerging energy research에 따르면 세계 해양신·재생에너지 시장은 가장 빠른 성장률(2030년 16,000 MW 규모)을 보일 것으로 예측되며, 극심한 해양환경에서 기계적 성능과 해양인프라 기능을

동시에 보유하고 주변 해양환경영향을 저감할 수 있는 기계(재료)공학 및 해양토목환경공학의 융합형 전문인재 양성이 필요

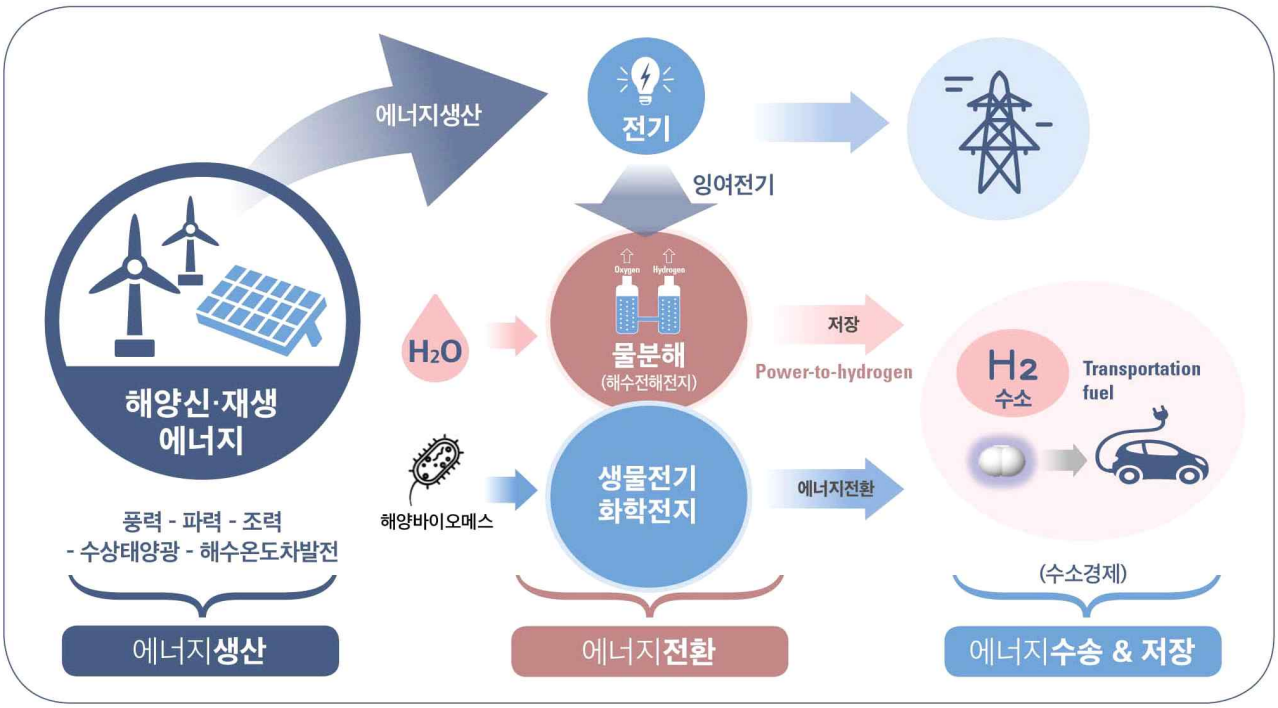
❍ 신·재생에너지는 점차 국가단위 대규모 에너지 재생사업(새만금, 해상풍력, 파력발전 등)으로 확대되고 있어 기계, 환경, 토목, 신소재, 데이터 기술의 융합형 인재 양성이 매우 시급한 과제임

❍ 빅데이터 키워드 분석결과 미래 신·재생에너지는 종합학문의 특성이 강화됨. 즉 해양에너지생산 설비(기계), 대규모 구조물 설계 및 지형/해양 데이터 분석(토목), 환경 친화성(환경), 신소재 기반 설비 내구성 향상(재료)이 종합적으로 고려되는 초연계 교육이 필수적임. 그러나 기존 교육 시스템은 이에 대한 고려가 부족하여 **미래 신·재생에너지 산업현장에 대응할 수 있는 창의적 융복합 문제해결 인재 양성**이 절실함

(3) 본 교육연구단 핵심 교육·연구 목표 및 내용

❍ 미래 해양신·재생에너지 산업은 에너지 생산기술 뿐만 아니라 생산된 잉여 에너지(전력)의 효율적인 전환 및 수송/저장 기술의 연계/융합을 통한 해양에너지 토탈 솔루션 구축이 필수적임

해양특성화종합대학으로 해양과학기술분야의 전문성을 보유한 본 교육연구단은
미래유망신산업으로 주목을 받는 **해양신·재생에너지의 [생산]→[전환]→[수송/저장] 전 과정에 걸친 융복합 교육·연구를 통한 전문 인재양성**을 목표로 함



< 본 교육연구단의 핵심 교육 및 연구 범위 >

❍ 본 교육연구단은 해양에너지의 단순 생산 및 전력수송기술단계를 뛰어넘어 해양에너지의 특성상 발생하는 잉여전력의 효율적인 활용을 위해 잉여전력을 수소나 수송용 연료로 전환하는 기술을 포함하여 수소의 수송 및 저장기술을 포함. 각 영역별 세부기술은 다음과 같음

■ **(에너지 생산기술)** 본 교육연구단은 해상풍력, 조력, 파력발전, 해수온도차발전, 해수열 회수 히트펌프 시스템 등에 대한 특화기술을 보유하고 있으며 이를 통한 미래형 해양신·재생에너지 전문인력 양성

■ **(에너지 전환기술)** 잉여전력을 활용하여 해양바이오매스 이용 수소생산(생물전기화학적 전환)과 해수의 수전해를 통한 수소생산 기술을 통해 저장이 불가능한 일시적 잉여전력을 수송용 연료로 전환시키는 기술

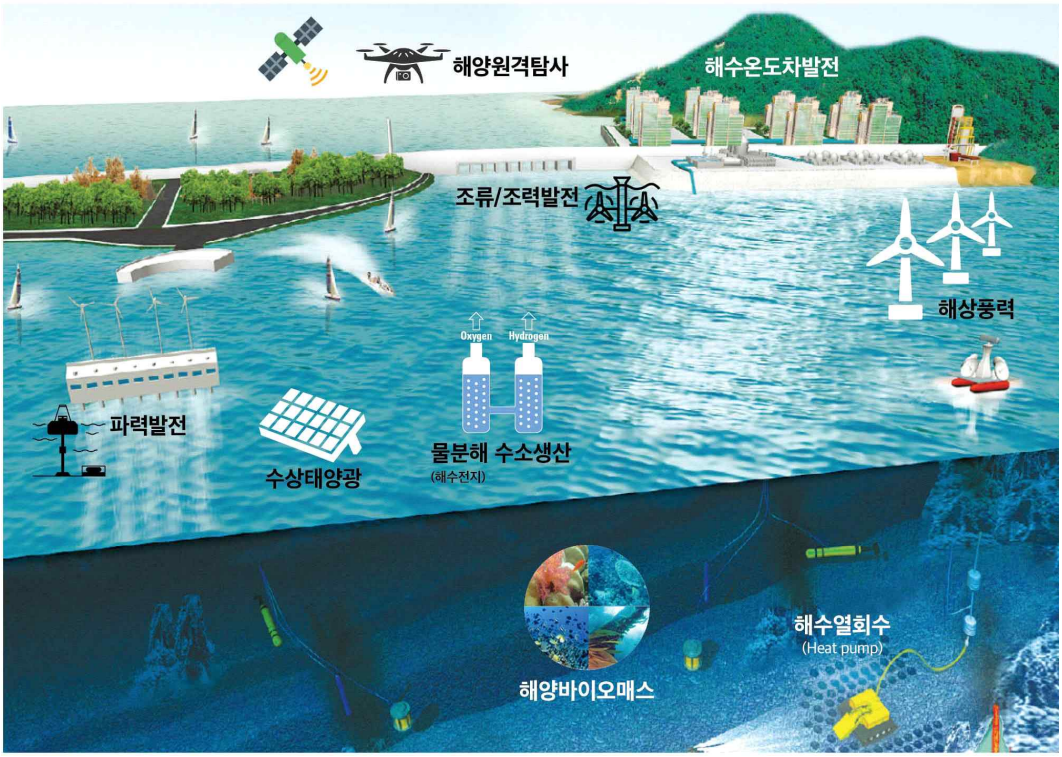
■ **(에너지 수송/저장기술)** 생산된 전기 또는 수소에너지를 극한의 해상조건에서 수송 및 저장을 위한 수중수상운동체, 압력용기, 특수 수소저장소재 연구

❍ 특히 지속 가능한 해양신·재생에너지 인프라 구축을 위해 원격탐사, 최적 부지선정기술, 모니터링/관제기술, 스마트소재기술, 환경영향저감기술 등이 포함됨

(4) 세부 해양신·재생에너지 기술 선정 (국가 정책 및 지역산업 정합성 고려)

❍ 해양특성화종합대학인 본 교육연구단은 미래유망신산업으로 주목을 받는 해양신·재생에너지의 대상 인프라를 다음과 같이 정의하고 관련 시설의 연구와 교육에 전념하고자 함(정부의 수소경제 육성 및 지역 특화산업인 클린에너지를 고려하여 선정

❍ 정부의 수소경제 및 지역(부산) 특화산업인 클린에너지와 해양도시로서의 인적/물적 자원을 고려하여 본 교육연구단은 해상풍력, 해수온도차발전, 조류, 파력, 수소생산(해양바이오매스, 물분해 기반), 해양원격탐사, 에너지 수송/저장 시스템 등을 세부 특화 분야로 선정하고 선도기술의 개발과 융합형 해양에너지 전문인재 양성을 목표로 함



< 본 교육연구단의 해양신·재생에너지 세부 특화 분야 >

❍ 위의 세부 특화 분야로부터 에너지 [생산]→[전환]→[수송/저장] 단계에 따른 핵심요소기술을 다음과 같이 도출함

< 교육연구단에서 도출한 핵심요소기술 >

(5) 융합 전공 구축의 배경 및 타당성

❍ 본 교육연구단에서 목표로 하고 있는 미래 지속가능한 해양신·재생에너지 인프라 구축을 위한 핵심기술 개발은 과거에 전통적으로 추진되었던 특정 기술기반 교육 및 연구로는 한계가 있음. 즉 해양신·재생에너지 설비(예: 해상풍력, 수상태양광, 파력발전 등)의 건설 단계부터 최적의 부지가 선정되어야 하고, 각각의 설비는 극심한 해상조건에서도 기계적 내구성과 부식안정성이 확보되어야 하며 운영과정에서도 주변 해역에 환경영향을 최소화해야 함. 특히 저장이 곤란한 잉여 전력을 효율적으로 타 에너지 형태로 전환하는 기술개발이 필요함

❍ 이러한 [생산]→[전환]→[수송/저장]의 전주기적 해양신·재생에너지 전문인력 양성을 위해 본 교육연구단은 **기계/환경/토목/신소재/데이터 관련 학부 과정을 거친 학생들을 대학원 과정에서 유기적으로 융합교육**시킴으로써 각 학문분야의 한계점을 극복한 해양신·재생에너지 산업의 Game changer 육성

❍ 교육연구단 소속 여러 전공의 상호 유기적 연계를 통해 해양신·재생에너지 생산, 운송, 저장 및 이용에 대한 교육 및 연구의 시너지 창출을 위해 융합전공을 운영

- **기계공학** : 해양신·재생에너지 기계설비, 설계, 생산 및 운영관리, 에너지 수중 운반체, 압력용기 기술
- **환경공학** : 잉여 전력을 활용한 수소에너지 생산/전환기술 연구(생물전기화학시스템, 해양바이오에너지, 해수전해전지 등), 해양신·재생에너지 인프라의 환경영향 저감 기술
- **토목공학** : 해상 구조 해석, 원격탐사, 최적입지선정기술, 해양신·재생에너지 인프라의 지능형 관제/모니터링 기술
- **신소재융합공학**(재료분야) : 해상 구조물 및 기계설비의 내마모성/내부식성, 장수명 소재 기술
- **데이터정보학** : 해양신·재생에너지의 [생산]→[전환]→[수송/저장]의 전주기에 걸쳐 활용가능한 데이터 처리 및 인공지능 활용 기술

(6) 해양신·재생에너지 신산업 비전(목표) 달성을 위한 참여교수진의 전문성 및 적절성

❍ 사업 신청 당시 본 교육연구단은 해양신·재생에너지 연구를 선도하고 있는 기계공학과 이영호 교수(前 신·재생에너지 학회장)를 교육연구단장으로 선임하였고, **해양신·재생에너지 인프라 구축-생산-에너지전환-수송 및 저장 전 분야에 걸쳐 대응이 가능하며 우수한 연구 및 산학협력 실적을 보유**하고 있는 11명의 교수로 최초 교육연구단을 구성함

❍ 지속적이고 원활한 사업 수행을 위해 신·재생에너지, 생물전기화학기술 및 환경공학 융합연구 분야에서 우수한 연구수행 실적을 보유한 환경공학과 채규정 교수로 교육연구단장을 교체(2023년 1월)하였으며, 교육연구단의 전문성 및 경쟁력 강화를 위해 1명의 참여교수를 추가(2022년 9월)하였음. 빅데이터와 AI를 활용한 융합연구가 확산되고 있는 시점이므로 **데이터마이닝 및 AI 분야의 전문성을 지닌 인력으로 충원**함. 현재 총 12명의 교수가 활발한 교육, 연구 및 산학협력 활동을 전개하고 있음

- 평가기간 참여교수 1인당 논문 게재 실적 20.21건(Q1 및 Q2 논문 게재 실적 17.58건)
- 평가기간 산업체 연구비 수주 70건(2,274,968천원), 기술이전 21건(333,500천원) 등

❍ 본 교육연구단은 연구의 시너지와 효율성 극대화를 위해, 구성 교수들을 **4개(생산-기계시스템, 생산-건설&관리, 전환, 수송 및 저장)의 특성화된 해양신·재생에너지 연구 분야로 특화**해서 각 기술별 **초융합·초연결을 통해 미래 해양신·재생에너지 전문인력 양성을 선도**하고 있음

❍ 긴밀한 융합교육을 통해 본 교육연구단의 비전 및 목표 달성을 위해 해양특성화 전문학과인 기계공학과, 환경공학과, 토목공학과, 신소재융합공학과, 데이터정보학과 소속의 참여교수진을 구성하였고 각 교수별 담당 핵심 교육/연구 분야 및 본 교육연구단과 정합성은 다음 그림과 같음

< 교육연구단 참여교수진 구성 및 담당 교육/연구 전문 분야 >

④ 전임교수(신임교수) 충원 실적

(1) 전임교수(신임교수) 충원 분야 설정

❍ 본 교육연구단에서는 해양신·재생에너지 [생산]→[전환]→[수송/저장]의 전주기 분야에 걸친 핵심기술 도출을 통해 교육과정 및 연구분야를 설정하였고, 해당 분야 참여교수를 구성원으로 하여 교육프로그램을 연계하여 구성함

❍ 도출된 핵심기술과 교육과정을 분석한 결과 본 교육연구단은 “해양방식 소재기술”, “전극 재료 및 설계 기술”, “에너지 전환 시스템 최적화”, 그리고 “수소 저장 기술”에 있어 전문성 강화가 필요하다고 평가됨

❍ 따라서 본 교육연구단은 사업 신청 당시 해양신·재생에너지 전문성 강화를 위해 해양에너지시스템 분야 또는 신·재생에너지소재 분야를 참여교수 우선 충원 분야로 설정함

❍ 빅데이터와 AI를 활용한 융합연구가 확산되고 있는 시점이므로 본 교육연구단은 해양신·재생에너지 분야에서 참여대학원생의 데이터 활용 및 분석 능력을 향상시키고자 노력하였음. 이에 따라 데이터마이닝 및 AI 분야의 전문성을 지닌 인력에 대한 추가적인 소요가 발생함

(2) 전임교수(신임교수) 충원 추진 경과

❍ 교육자로서의 인성, 전공분야에 대한 우수한 학문적 자질과 높은 연구경쟁력, 교육에 대한 열정, 균형적이고 통합적인 사고능력을 갖춘 전문가를 참여교수로 포함시키기 위해 노력함

❍ 본 교육연구단은 해양신·재생에너지 융합전공 단위에서 운영되고 있으므로 융합전공을 구성하는 기계공학과, 환경공학과, 토목공학과, 신소재융합공학과 소속의 교수 중에서 교내외 다양한 연구그룹과의 공동연구가 가능한 전문가를 1차 후보군으로 설정함

❍ 교육연구단의 경쟁력 강화를 위해 사업 신청 당시의 융합전공 구성 학과뿐만 아니라 모든 학과에서 교육연구단의 비전과 목표를 실현할 수 있는 전문가를 모색하여 2차 후보군으로 설정함

❍ 2022년 9월 참여교수 후보군 중에서 융합능력 및 국제화 능력이 우수한 전문가인 허준호 교수(데이터정보학과)를 참여교수로 추가하였음. 이에 따라 교육연구단 참여교수는 11명에서 12명으로 1명 증원되었음. 또한 해양신·재생에너지 융합전공 운영학과에 데이터정보학과를 포함함

사업 신청 당시 융합전공 운영학과	2024년 3월 현재 융합전공 구성학과
기계공학과, 토목환경공학과, 조선기자재공학과	기계공학과, 토목공학과(토목환경공학과에서 분리), 환경공학과(토목환경공학과에서 분리), 신소재융합공학과(조선기자재공학과에서 명칭 변경), 데이터정보학과

❍ 2023년 2월 교육연구단 참여교수 중 이영호 교수(교육연구단장)가 정년퇴임함에 따라 2023년 1월부터 해양에너지시스템 분야 전문가인 윤민 교수(기계공학과)로 참여교수를 교체함

(3) 전임교수(신임교수) 충원 결과

❍ 해양신·재생에너지 전공 능력과 융합 능력의 내실화를 위해 교육연구단에서 새롭게 두 명의 교수가 참여하고 있음. 교육연구단 비전/목표와 교수 전문성과의 정합성을 고려하여 신규 참여교수를 선발함

❍ 신규 참여교수 1명은 해양신·재생에너지 [생산] 영역에서 해양에너지시스템 분야를 담당하며, 또 다른 1명은 [생산]→[전환]→[수송/저장]의 전주기 영역에서 활용 가능한 데이터마이닝 분야를 담당함. 신규 참여교수는 교육, 연구, 산학협력 등 모든 영역에서 기존 참여교수와 융화 협력하여 교육연구단의 비전과 목표를 실현하기 위해 노력하고 있음

■ **해양에너지시스템 분야 (윤민 교수)**

- **[교육]** 전산유체공학특론(2023년 2학기)

  : 전산유체역학(CFD) 개요, 수치해석 기본 원리, 난류 모델의 필요성 및 종류 등을 강의함. 상용 CFD 프로그램을 이용하여 터빈 블레이드 주변 유동해석을 위한 유동장 생성, 격자 생성, 경계조건 및 난류 모델 설정, 후처리의 모든 과정을 실습함. 해양신·재생에너지인 부유식 풍력발전, 파력발전, 조류발전 등의 터빈을 해석하고, 터빈 성능곡선을 도출함. 유체기계 주변 유동해석을 위한 최신 CFD 기법을 소개함

- **[연구]** 해양신·재생에너지 터빈설계, 유체기계 설계, 신개념 에너지저장장치, 난류 모델링 연구 등
- **[산학협력]** 터빈 성능 향상을 위한 노즐 및 가이드베인 최적화, 풍력 기반 선박 추진 보조 시스템 개발, 열유동 해석 및 제어, 유동 가시화 등

■ **데이터 마이닝 및 AI 분야 (허준호 교수)**

- **[교육]** 빅데이터 에지 컴퓨팅 서비스 특론(2023년 1학기), 빅데이터 프로그래밍 언어 특론(2023년 1학기), 인공지능 시뮬레이션 특론(2023년 2학기), 빅데이터 환경 특론(2023년 2학기)

  : 최근 학술적, 산업적, 사회적 측면에서 빅데이터와 인공지능을 활용한 융합연구의 중요성이 증대되고 있으므로 빅데이터를 수집하고 분석하는 방법, 빅데이터 리소스를 유연하게 조정할 수 있는 서버 운영 기법, 다양한 인공지능 기법으로 빅데이터를 처리하여 현상을 분석하고 예측할 수 있는 방법에 대해 강의함. 특히, 해양신·재생에너지의 [생산]→[전환]→[수송/저장]의 전주기 영역에서 데이터 처리가 필수적이므로 다양한 교과목에서 해양신·재생에너지 분야에서 생산되는 실제 데이터와 사례를 다루어 볼 수 있는 기회를 제공함

- **[연구]** 빅데이터 수집 및 분석기법/시각화/최적화(에너지, 스마트팩토리, 생물정보 등), 스마트그리드 및 마이크로그리드(스마트팩토리, 스마트양식장, 스마트팜), 클라우드컴퓨팅 및 에지컴퓨팅/시각화
- **[산학협력]** 해양수산 빅데이터 플랫폼 및 센터 구축, 스마트그리드 환경에서의 프라이버시 침해 보안을 위한 인증기법, 조선 해양 산업에서 조선 기자재 제품수명주기(PLM), 멀티콘센트 외항 탄화형상 출화추정 영상(이미지) 분석, 스마트 지원 장비 통합 관제 시스템 고도화 등

⑤ 참여대학원생 현황

〈표 1-5〉 교육연구단 평균 참여대학원생 현황

구분	참여대학원생 수 (단위: 명)			
	석사	박사	석·박사통합	계
7개 학기의 평균	150	92	2	244

〈표 1-6〉 교육연구단 외국인 참여대학원생 현황

연번	성명	국적	학사출신대학	공인어학성적		비고
				국어	영어	
1	An Zhengkai	중국	Qilu University of Technology (Shandong Academy of Sciences)	×	×	송영채
2	Baddegamage Babasinghe Hewa Baddegamage Pisindu Danusha	스리랑카	University of Peradeniya	×	×	윤민
3	Dylan Sheneth Edirisinghe	스리랑카	University of Peradeniya	×	×	이영호
4	Hnin Yee Mon Mon	미얀마	Technological University (Meikhtila)	TOPIK 5급 (190/300)	×	송영채
5	Huang Jiafeng	중국	Anhui University of Science and Technology	×	×	최형식
6	Jia Ru	중국	Jiangsu University	×	×	송영채
7	Le Thi Huong Giang	베트남	Hanoi University of Science and Technology (HUST)	×	TOEIC (940)	채규정
8	Li Quanyi	중국	Shanghai University of Engineering Science	×	×	조종래
9	Hussien Mohamed Hussien Abdelhakeem	이집트	Minia University	×	IELTS (5.5)	채규정
10	Murali Mythili Divya	인도	Hindustan college of arts and Science	×	×	송영채
11	Nambukara Palliyaguruge Pushpitha	스리랑카	B.Sc (special) in Agricultural Engineering - University of Ruhuna	×	×	송영채

12	Nguyen Hai Yen	베트남	Vietnam National University, Hanoi	×	×	채규정
13	Pham Thi Ngot	베트남	Engineering Physics, University of Engineering and Technology (UET), Vietnam National University (VNU), Hanoi, Vietnam.	TOPIK 3급 (121/300)	×	허준호
14	Phan huy nam anh	베트남	HO CHI MINH CITY University of Technology	×	TOEIC (505)	최형식
15	Almayyahi Riyam Basil Khaleel	이라크	Sustainable and Renewable Energy Engineering, University of Sharjah, Sharjah, United Arab Emirates	×	×	채규정
16	Tasnim Izzeldin Eisa	수단	Sustainable and Renewable Energy Engineering, University of Sharjah, Sharjah, United Arab Emirates	×	IELTS (6.0)	채규정
17	Thai Hong Danh	베트남	Posts and Telecommunications Institute of Technology, Ho Chi Minh City	×	×	허준호
18	Le Thi Quynh Trang	베트남	Vietnam National University, Hanoi	×	TOEIC (705)	채규정
19	Truong Van Phong	베트남	Posts and Telecommuications Institute of Technology in VietNam	TOPIK 4급 (156/300)	×	허준호
20	Weerakoon Abeysinghe Hettige Samitha	스리랑카	Ocean University of Sri Lanka	×	×	이영호
21	Yao Changliang	중국	Shanghai University of Engineering Science	×	×	심도식
22	Yang chaofan	중국	Shanghai University of Engineering Science	×	×	조종래
23	Zhang Ruochen	중국	Anhui Institute of Information Technology	×	×	최형식
24	Zhu Guanyu	중국	Qilu University of Technology (Shandong Academy of Sciences)	×	×	송영채

※ “Ⅰ. 교육연구단 구성, 비전 및 목표” 관련 소명 자료 : 해당 없음

4단계 BK21사업

Ⅱ. 교육역량 영역

Ⅱ. 교육역량 영역

1. 교육과정 구성 및 운영 실적

1.1 교육과정 구성 및 운영 실적

① 교육연구단이 사업 신청서(2020)에 제시한 교육연구단의 대학원 교육과정과 학사관리 운영계획 대비 달성 실적

< 계획대비 달성 실적 >

(1) 교육과정과 학사관리 운영계획 및 달성실적

< 교육과정과 학사관리 운영 >

❍ 융합전공명: 해양신·재생에너지융합전공

■ 교과과정 및 맞춤형 트랙 구성별 개설 교과목

융합전공필수 / 기초소양 / 4차 산업연계		[Track-1] 해양에너지시스템 기계소재	
•해양산재생에너지개론 •공학도를 위한 영어 논문 작성법 •학생주도세미나 •산업체 연계 프로젝트 •빅데이터 수집 및 정제 특론	•빅데이터 클라우드 서비스 특론 •빅데이터 프로그래밍 언어 특론 •빅데이터 에지 컴퓨팅 서비스 특론 •인공지능 시뮬레이션 특론 •생명과학 빅데이터 분석 특론 •빅데이터 최적화 특론 •빅데이터 환경 특론	•해양에너지공학특론 •신재생에너지터빈설계특론 •해양로봇공학 •로보틱스및제어 •강인제어특론 •현대제어특론 •고장진단시스템 •전산유체공학특론 •고등유체역학 •난류유동	•압력용기구조설계특론 •압력용기구조해석특론 •전산소성역학 •전산성형해석 •전산고체역학특론 •유한요소해석특론 •금속3D프린팅 •소성역학특론 •고체역학특론
[Track-2] 해양환경 및 수소에너지		[Track-3] 해양인프라 건설	
•생물전기화학공학 •이산화탄소 저장 특수 연구 •환경자원특론 •인공지능기법응용 •환경미생물 유전체 분석 방법론 •환경공학기술의 최신동향 •환경미생물 및 환경생명공학의 특수문제 •분리막 고도수처리기술	•환경센서공학 •환경빅데이터분석 •빅데이터분석기법 •생물학적 고도수처리 특론 •생물환경정화기술 •혐기성처리기술의 기초 및 응용 •환경미생물학 최신주제 •환경에너지공학특론	•해양인프라건설재료 •해양구조설계특론 •매트릭스구조해석 •철근콘크리트특론 •유체역학특론	•해양원격탐사 •공간영상처리특론 •측지학특론 •공학확률통계 •오차론

❍ **학과 교육연구 분야**

■ **해양에너지 생산기술 (기계시스템, 건설 & 관리기술)**

: 풍력발전, 해양신·재생에너지 시뮬레이션, 해양압력용기 구조시스템, 해양구조물, 해양원격탐사

■ **해양에너지 전환기술**

: 해양바이오에너지(수소생산), 생물전기화학전지, 환경정보(AI), 해양환경영향 저감기술

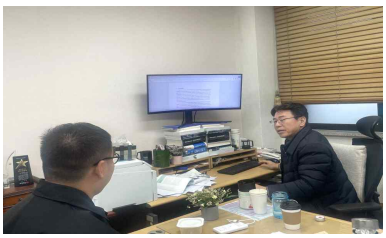
■ **해양에너지 수송 및 저장기술**

: 해양환경소재, 수중로봇, 연료수송시스템

❍ **전주기 학사관리를 통한 선순환/환류 구축 실적**

전주기 학생관리를 통한 선순환/환류 구축 실적

☑ **학습역량 관리체계 강화 (외국인학생 튜터링)**



☑ **대학원생 자기주도 전주기 학사관리 시스템 운영**

● 대학원 본부에서 운영하는 개인별 셀프 학사관리 시스템을 활용하여 참여대학원생의 모든 학사 과정을 학생 스스로 모니터링할 수 있으며, 교육연구단 차원에서도 체계적으로 관리중임

☑ **대학원생 교과/비교과 만족도 평가**

● 대학원 교육의 안정적인 환류체계를 구축하기 위해 「BK21 FOUR 교육연구단 교육 만족도 설문조사」를 매학기 1회씩 실시하고 개선의견을 CQI에 적극적으로 반영하고 있음

☑ **졸업생 추적 및 AS**

● 주기적으로 졸업생 취업 현황을 취합하여 모니터링하고 있으며, 학생이 필요 시 AS를 적극적으로 지원하고 있음. 또한, 학사졸업자의 석사 진학, 석사 졸업자의 박사 진학을 지속적으로 유도하여 재학생뿐만 아니라 졸업생을 대상으로 학사관리를 지원함

☑ **대학원생 기술 교육 지원**

● 산학공동 비교과 교육을 위한 실무 교육을 운영하여 본 교육연구단의 연구 분야뿐만 아니라, 다양한 해양신·재생에너지 기술의 최신 동향에 대한 세미나를 개최함. 세미나 이후 산업체 전문가와 학생들 간 토론을 진행하여 산학공동연구과제 도출 방안 및 연구기술을 공유하며 향후 독립적인 연구자로서 사회에 기여할 수 있는 역량을 강화함

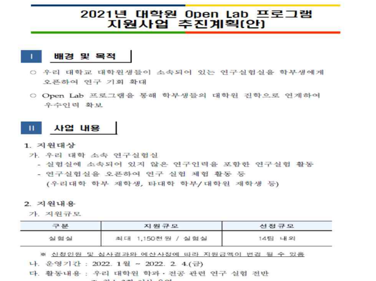
☑ **지적재산권, 연구윤리 교육 강화**

● 참여대학원생의 지식재산권 제도, 특허정보 검색·분석 방법 등 지식재산권 전반적인 내용을 주제로 세미나를 개최하여 해양신·재생에너지 분야에 대학 시장분석 및 향후 기술방향 설정에 대한 능력을 배양함

❍ 성과평가기간 동안 비교과과정 운영 실적

비교과과정 운영 및 달성 실적

☑ 주니어 BK 양성 Open Lab 행사 개최



2021년 대학원 Open Lab 프로그램 지원사업 추진계획(안)

Ⅰ 배경 및 목적

○ 우리 대학교 대학원생들이 소속되어 있는 연구실험실을 학부생에게 오픈하여 연구 기회 확대

○ Open Lab 프로그램을 통해 학부생들의 대학원 진학으로 연계하여 우수인력 확보

Ⅱ 사업 내용

1. 지원대상

가. 우리 대학 소속 연구실험실

- 실험실에 소속되어 있지 않은 연구인력을 포함한 연구실험 활동
- 연구실험실을 오픈하여 연구 실험 체험 활동 등 (우리대학 학부 재학생, 타대학 학부/대학원 재학생 등)

2. 지원내용

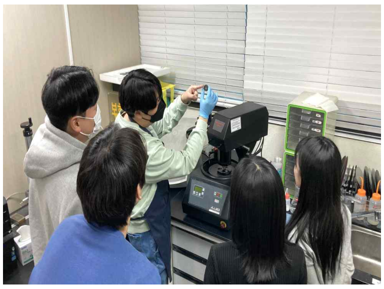
가. 지원규모

구분	지원규모	선정규모
실험실	최대 1,150천원 / 실험실	14팀 내외

※ 신청인원 및 심사결과와 예산사정에 따라 지원금액이 변경 될 수 있음

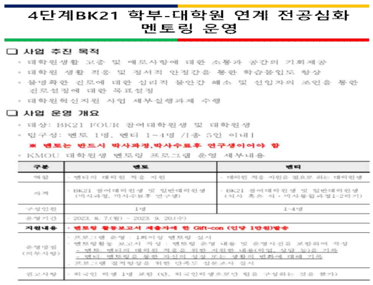
나. 운영기간 : 2022. 1월 ~ 2022. 2. 4.(금)

다. 활동내용 : 우리 대학원 학과·전공 관련 연구 실험 전반



☑ 학부생 인턴십 제도 운영

☑ 학부-대학원 연계 전공심화 멘토링 운영



4단계BK21 학부-대학원 연계 전공심화 멘토링 운영

❑ 사업 추진 목적

◦ 대학원생활 고충 및 애로사항에 대한 소통과 공감의 기회제공
◦ 대학원 생활 적응 및 정서적 안정감을 통한 학습몰입도 향상
◦ 불명확한 진로에 대한 심리적 불안감 해소 및 선임자의 조언을 통한 진로설정에 대한 목표설정
◦ 대학원혁신지원 사업 세부실행과제 수행

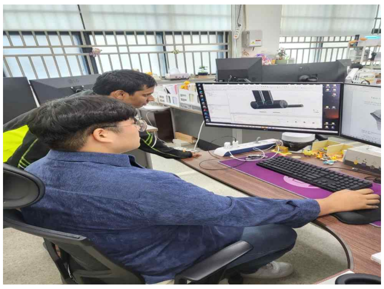
❑ 사업 운영 개요

◦ 대상: BK21 FOUR 참여대학원생 및 대학원생
◦ 팀구성: 멘토 1명, 멘티 1~4명 /1팀 5인 이내]

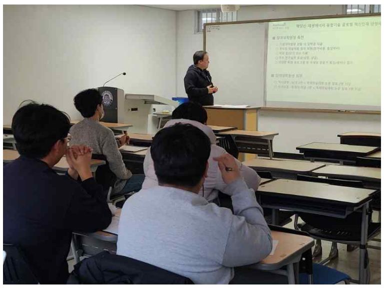
※ 멘토는 반드시 박사과정,박사수료후 연구생이어야 함

◦ KMOU 대학원생 멘토링 프로그램 운영 세부내용

구분	멘토	멘티
역할	멘티의 대학원 적응 지원	대학원 적응 지원을 필요로 하는 대학원생
자격	BK21 참여대학원생 및 일반대학원생 (박사과정, 박사수료후 연구생)	BK21 참여대학원생 및 일반대학원생 (석사 혹은 석·박사통합과정1~2학기)
구성인원	1명	1~4명
운영기간	2023. 8. 7.(월) ~ 2023. 9. 20.(수)	
지원내용	멘토링 활동보고서 제출자에 한 Gift-con (인당 1만원)발송	
운영방침(의무사항)	프로그램 운영 : 1회이상 멘토링 실시 멘토링활동 보고서 작성 : 멘토링 운영 내용 및 운영사진을 포함하여 작성 - 멘토: 멘티의 대학원 적응을 위한 지원한 내용(학업, 상담 등)을 기록 - 멘티: 멘토링을 통한 자신의 성장 또는 생활의 변화에 대해 기록 프로그램 질적향상을 위한 만족도 실문조사 실시	
권고사항	외국인 학생 1명 포함 (단, 외국인학생으로만 팀을 구성하는 것을 불가)	



☑ 학습 환경 제고 프로그램 (신규개설 교과목 설명회, 대기업 현장견학)



☑ 학습력 제고 프로그램 (SW/기술강좌 교육 지원, 화상강의실 구축)

한국해양대학교 발전기금 기부(약정)서

한국해양대학교(해양신·재생에너지 융합기술 글로벌 혁신인재 양성사업단 & 환경공학과)와 주식회사 유앤유는 환경·에너지공학기술 개발 및 환경·에너지 전문인력 양성을 위해 다음과 같이 기부협약을 체결한다.

1. 기부자

성 명 : 주식회사 유앤유 / 사업자등록번호 : 106-86-68277
전화번호 : 02-2028-2145 / https://unu-inc.com
주 소 : 서울특별시 구로구 디지털로33길 27, 10층 1004, 1005호

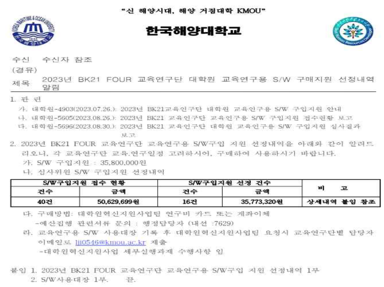
2. 기부금액 및 용도

기부 금액 : 금 삼억이천만원 (320,000,000원)
기증 물품명 : MassFlow 40 Copy 1년 라이선스 / WaterFlow 40 Copy 1년 라이선스
기부금 목적 : 환경·에너지공학기술 개발 및 환경·에너지 전문인력 양성 환경조성을 위한 시설 및 기자재 지원
사 용 처 : 환경공학과 / 해양신·재생에너지 융합기술 글로벌 혁신인재 양성사업단

위와 같이 한국해양대학교 환경공학과와 해양신·재생에너지 융합기술 글로벌 혁신인재 양성사업단에 기부할 것을 약정하며, 귀 법인의 기부금 관리 및 운용에 관한 규정에 따를 것을 서약합니다.

2023년 12월 7일

주식회사 유앤유 연구소장 김 종 락
한국해양대학교 환경공학과 학과장 장 재 수
해양신·재생에너지 융합기술 글로벌 혁신인재 양성사업단장 채 규 정



"신 해양시대, 해양 거점대학 KMOU"

한국해양대학교

수신 수신자 참조
(경유)
제목 2023년 BK21 FOUR 교육연구단 대학원 교육연구용 S/W 구매지원 선정내역 알림

1. 관 련

가. 대학원-4903(2023.07.26.): 2023년 BK21교육연구단 대학원 교육연구용 S/W 구입지원 안내
나. 대학원-5605(2023.08.26.): 2023년 BK21 교육연구단 교육연구용 S/W 구입지원 접수현황 보고
다. 대학원-5696(2023.08.30.): 2023년 BK21 교육연구단 대학원 교육연구용 S/W 구입지원 심사결과 보고

2. 2023년 BK21 FOUR 교육연구단 교육연구용 S/W구입 지원 선정내역을 아래와 같이 알려드리오니, 각 교육연구단 교육.연구일정 고려하시어, 구매하여 사용하시기 바랍니다.

가. S/W 구입지원 : 35,800,000원
나. 심사위원 S/W 구입지원 선정내역

S/W구입지원 접수 현황		S/W구입지원 선정 건수		비 고
건수	금액	건수	금액	
40건	50,629,699원	16건	35,773,320원	상세내역 붙임 참조

다. 구매방법: 대학원혁신지원사업팀 연구비 카드 또는 계좌이체
-예산집행 관련서류 문의 : 행정담당자 (내선 :7629)
라. 교육연구용 S/W 사용대장 기록 후 대학원혁신지원사업팀 요청시 교육연구단별 담당자 이메일로 lji0546@kmou.ac.kr 제출
-대학원혁신지원사업 세부실행과제 수행사항 입

붙임 1. 2023년 BK21 FOUR 교육연구단 교육연구용 S/W구입 지원 선정내역 1부
2. S/W사용대장 1부. 끝.

(2) 교육과정의 충실성과 지속성 개선 실적

❍ 체계적/전문적 학사관리를 위한 맞춤형 융합 대학원 교과목 이수 시스템 운영

■ 교과목 이수 계획에 관해 교수 승인을 하전에 얻도록 권장하고 있으며, 지도교수와의 상담을 통해 대학원 생활 초기부터 학사관리를 전문적으로 관리하고 있음 (포트폴리오 설계)

■ **해양에너지시스템 기계소재 트랙**(터빈, 풍력 발전시스템, 재료설계 등 관련 10개 교과목), **해양환경 및 수소에너지 트랙**(수소에너지 전환, 저장, 수송, 바이오, 해양 환경 영향 평가 관련 7개 교과목), **해양 인프라 건설 트랙**(인프라 부지 선정, 인프라 설계, 건설, 안정성 모니터링 관련 6개 교과목)에 해당하는 교과목을 개설하여 참여대학원생의 **융합전공분야 맞춤형 교과목 이수 시스템을 운영** 중임. 또한, 매학기 "학생주도세미나", "공학도를 위한 영어 논문 작성법", "산업체 연계 프로젝트"와 같은 **자기역량개발 성향의 교과목을 함께 개설**하여 학생들에게 기초필수 성격의 교과목부터 심화 발전된 내용의 교과목에 이르기까지 다양한 교과목을 수강할 수 있도록 하여, 학습의 깊이와 폭을 확대할 수 있는 체계적 시스템을 구축 및 운영하고 있음. 융합전공 개설 교과목은 융합전공과의 적합성 및 강의 품질 유지를 위해 **매학기 참여대학원생 대상 강의 만족도 평가를 기반으로 모니터링 관리**중임

〈 참여대학원생의 독립적 연구능력 향상을 위한 영어발표 및 학생주도세미나 〉

❍ 해양신·재생에너지 융합전공의 교육을 위해 유연한 교과목 체계 유지

■ **다양한 융합분야 교과목 개설 및 운영**

● **최신의 트렌드를 모두 섭렵할 수 있는 유연한 교과목 체계 유지**

: 해양신·재생에너지 융합전공 내 전공심화 이수를 위한 트랙별 맞춤형 교과목 개설에 4차산업 혁명 기술을 접목하기 위해 빅데이터 및 AI 분석 분야 전문가 허준호 교수가 본 교육연구단에 참여하여 "빅데이터 프로그래밍 언어 특론", "빅데이터 환경 특론", "빅데이터 에지 컴퓨팅 서비스 특론" 등의 신규 교과목을 개설함

: 또한, 참여대학원생의 해양신재생에너지 융합전공 관련 교과목뿐만 아니라 "학생주도세미나", "공학도를 위한 영어 논문 작성법", "산업체 연계 프로젝트" 교과목을 개설하여 독립적인 연구자로서 성장할 수 있는 교과목 이수 체계를 운영중임

개설단과대학	개설학과	수강학년	교과구분	교과코드	교과목명	담당교수	분반	학점(이론/실습)	강의주차	인원(신청/대상)	강의시간(강의실)	PS/FD 과목여부	평가구분	원격수업 교과목	타대학 사이버강의	수업계획서
대학원	해양신재생에너지융합전공	0	전공과목	D3022	빅데이터 에지 컴퓨팅 서비스 특론	허준호	001	3(3/0)	1~15주차	7 / 0	토5~7(공학1관-0232)	□				Y
대학원	해양신재생에너지융합전공	0	전공과목	D3023	빅데이터 프로그래밍 언어 특론	허준호	001	3(3/0)	1~15주차	7 / 0	토8~10(공학1관-0232)	□				Y
대학원	해양신재생에너지융합전공	0	전공과목	E4797	환경빅데이터분석	유근제	002	3(3/0)	1~15주차	2 / 0	수10~12(미지정-00000)	□				Y
대학원	해양신재생에너지융합전공	0	전공과목	E4834	해양신재생에너지개론	이재하	001	3(3/0)	1~15주차	20 / 0	금10~12(미지정-00000)	□				Y
대학원	해양신재생에너지융합전공	0	전공과목	E4836	공학도를 위한 영어 논문 작성법	채규정	002	3(3/0)	1~15주차	13 / 0	화10~12(미지정-00000)	□				Y
대학원	해양신재생에너지융합전공	0	전공과목	E4838	해양구조설계특론	조중래	001	3(3/0)	1~15주차	1 / 0	화4~6(공학2관-420)	□				Y
대학원	해양신재생에너지융합전공	0	전공과목	E4852	산업체 연계 프로젝트	심도식	001	2(2/0)	1~15주차	2 / 0	금8~9(미지정-00000)	□				Y

〈 학사관리 시스템에서 조회 가능한 해양신·재생에너지 융합전공 교과목 〉

■ 타 대학과의 학점교류 MOU 체결

● 세계적 우수대학과 MOU 체결을 통한 지속적인 상호교류 교육체계 운영

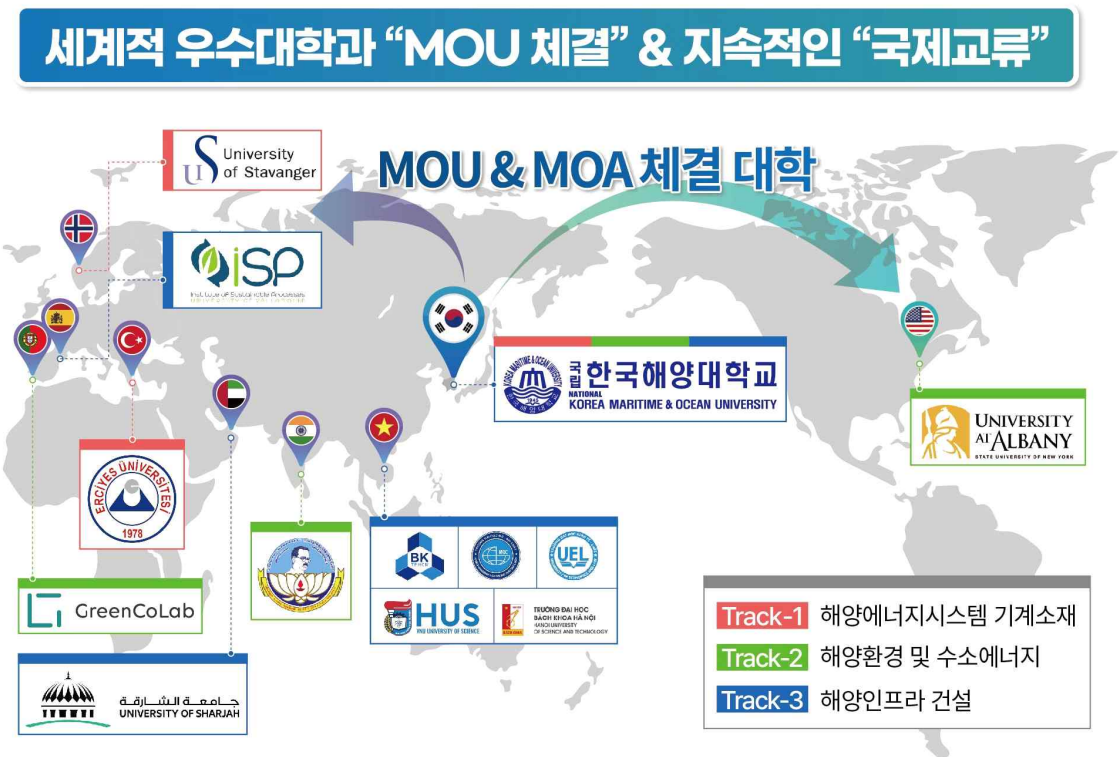
: 사업 기간 초(2020년~2021년)는 COVID-19로 인한 활동제약 및 대학 교칙 제한, 승인 과정에 많은 시간이 소요되는 등 학점교류 MOU 체결에 현실적인 한계가 존재하였음(NTNU Energy 및 Aker solutions). 하지만, 본 교육연구단은 참여대학원생이 수강하는 교과목 군의 영역을 교육연구단에 국한시키지 않고 **국제적 창의 융합적 전문성을 강화하기 위해 세계 해양신·재생에너지 분야 및 4차 산업 기술(해상풍력발전, 해양생명공학, 해양인프라공학, 인공지능 등) 세계우수대학과의 교육 협력 MOA 및 MOU를 총 16건 체결**함

해양신·재생에너지 국제 교육 프로그램 교류 MOA 및 MOU 체결 주요 내용은 아래와 같음

- 국제화 교육을 위한 학생 및 전임교원(교육연구단 참여교수)의 인적 교류
- 해양신·재생에너지 교육 프로그램 및 교육 자료 상호교류
- 공동연구 및 연구실적 교류
- 공동세미나/학술대회 및 워크숍 개최
- 해양신·재생에너지 연구기술 교류

: 트랙별 국제화 역량 강화를 위해 세계우수대학과의 균형 잡힌 국제화 교육 체계를 구축함. 특히, 노르웨이에서 연구력 3위를 차지하고 있으며 신·재생에너지 생산 분야 우수 대학인 **University of Stavanger(ECIU(유럽혁신대학연합)의 회원교), 뉴욕 주립대학교 TOP 4에 속하며 에너지 전환(바이오수소 생산) 분야의 선두주자인 University at Albany(SUNY), UAE 대학순위 3위를 차지하며, 소재과학 및 에너지 공학 분야에서 세계적으로 인정받는 University of Sharjah 등 세계우수대학들과 교육연구단의 해양 특성화 역량을 초융합하여 해양신·재생에너지 우수인재 육성**이라는 목표를 달성하고자 교육 프로그램 교류 및 연구 협력 MOU/MOA를 다수 체결함

: 이러한 성과는 향후 참여대학원생의 교환학생 프로그램, 해외장·단기파견, 국제공동연구수행, 인턴십 등의 교육 프로그램 추진에 크게 기여할 수 있어 학점교류 이상의 가치를 지님



< 국제화 교육 협력 MOU 체결 대학 >

❍ 미래 사회 가치 창출형, 융합형 신·재생에너지 분야 심화 교육 프로그램 개발과 운영

■ 신·재생에너지 융합 기술 세미나 운영

- 급변하는 산업체 요구를 파악하고 이에 대응할 수 있는 미래 선도형, 실무형 신·재생에너지 융합 인재를 양성하기 위해 **"신·재생에너지 융합 기술 세미나" 를 사업기간 중 36회 개최**하여 본 교육연구단 소속 교수와 참여대학원생들의 산업체 요구에 대한 이해를 높이고 산업체와 상호 협력할 수 있는 기반을 마련함
- "수소 생산 기술의 최신동향 및 음이온 교환막 수전해 기술, 한국재료연구원 최승목 박사", "탄소 중립과 해상풍력 기술과 정책, 한국에너지기술평가원 성진기 센터장", "해수담수화 농축수를 이용한 이산화탄소 처리, 두산에너빌리티 최용혁 선임연구원", "해수를 활용한 이산화탄소 저장과 활용, 한국세라믹기술원 임형미 수석연구원" 등 해양신·재생에너지 관련 분야 산업체 전문가와 함께 해당 분야 연구기술에 대하여 보다 심층적인 토론의 장을 마련함

〈 해양신·재생에너지 융합 기술 세미나 〉

■ 해양신·재생에너지 교과목 이수 가이드라인 제공

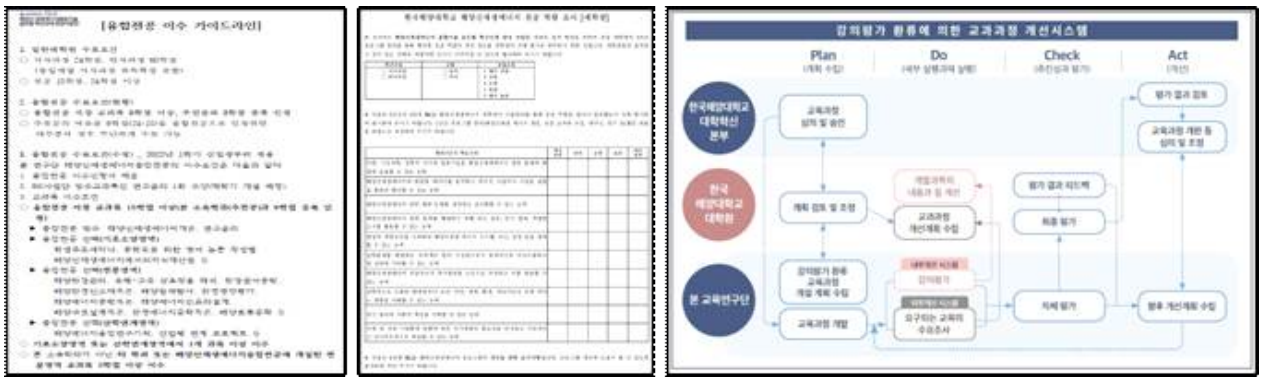
- 다양한 세부 핵심전공이 융합되어 있는 해양신·재생에너지전공 특성을 고려하여 신규참여대학원생 대상 매학기 마다 융합전공 이수 가이드라인 제공 및 설명회를 통해 융합전공 필수, 융합전공선택(기초소양영역, 전문영역, 산학연계영역) 교과목을 체계적으로 수강할 수 있도록 지원하고 있음

❍ 강의평가 환류에 의한 교과과정 개선시스템 구축 및 운영

■ 강의평가 환류를 통한 강의평가시스템 개선, 강의평가 결과의 활용 방안 모색, 참여대학원생 의견 반영, 교과목 운영위원회 및 자문위원회 활동을 통해 강의 질 향상을 위해 노력하고 있음

■ 학생들의 강의평가를 통하여 각 개별과목의 내용과 강의의 질을 내부 개선시스템을 통해 개선하고 있음

■ 산업체 자문위원회, 국제화위원회, 대학원 연구위원회를 통해 **지역사회 및 산업체가 요구하는 교육의 수요를 조사하고, 이를 반영하여 신규과목 개설 필요 여부를 검토**함



〈 해양신·재생에너지 융합전공 이수 가이드라인 및 개선시스템 〉

(3) 해양신·재생에너지 분야 교육 프로그램 운영 실적

❍ **해양신·재생에너지 분야 대표 교육 프로그램 운영 실적**

■ 본 교육연구단에서는 해양신·재생에너지 분야 융합전공에 최적화된 맞춤형 우수인재를 육성하기 위해 해양신·재생에너지 분야 **①전문성 강화**, **②융합 경쟁력 제고**, **③학위과정 질적 수준 향상**을 목표로 교육 프로그램을 설계하고 운영함

< 해양신·재생에너지 분야 대표 교육 프로그램 >

❍ 신산업으로서의 해양신·재생에너지 교육 프로그램 도출

■ 국립한국해양대학교만의 해양 특성화 역량 기반 교육과정 고도화(전공-비교과 연계)

- 참여대학원생의 전문성 강화를 위하여 다양한 형태의 교류(교육 협력 MOU체결, 현장 방문(실습), 공동연구, 세미나)를 통해 실무능력을 갖출 수 있도록 지도하고 있음
- 2023 국립대학육성사업과 연계하여 싱가포르 PSB 대학교에서 일주간의 국제교류 연수 프로그램을 운영함. 싱가포르 글로벌 기업 및 해양 유관기관을 방문하여 해외의 해양신·재생에너지 연구 동향을 살필 수 있는 기회를 제공함 (교육연구단 참여대학원생 3명 참여)

❍ (전문성 강화) 전문 트랙 운영을 통한 다목적(Multi-purposes) 인력 양성

■ 세계 우수 신·재생에너지 연구 중심대학 연계 화상강의

- 참여대학원생의 해양신·재생에너지 융합전공 국제화 역량 강화를 위해 “화상 강의실”을 구축하였으며, 세부요소기술에 포함되는 전공심화 영역을 세계 우수 신·재생에너지 연구 중심대학과 연계하여 화상강의(Zoom 등) 및 해외석학 초청 세미나를 운영하고 있음

< 싱가포르 PSB 대학과 교육 교류프로젝트 운영 및 해양신·재생에너지 융합전공 화상강의 >

❍ (경쟁력 제고) 창의융합 인재 양성을 위한 해양특성화 기반 융합전공교육과정 운영

■ 부산 동삼혁신지구 해양클러스터 협력체계 구축 통한 현장실증단지 및 사업화 단지 연계 현장교육

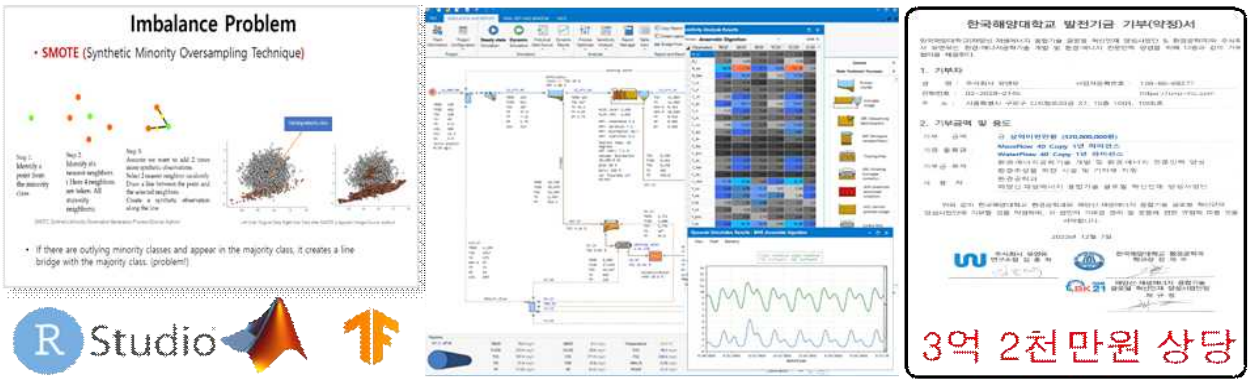
- 해양클러스터에 속한 KIOST, KMI, KOEM, KOMERI, KITECH 등과 활발한 협력 체계를 구축해 오고 있으며, 지역 기관 (한국조선해양기자재연구원, 소방청 국립소방연구원, 부산항만공사 등) 및 업체 ((주)유주, 파워엠엔씨 등)와 총 12회의 공동연구와 관련된 협업이 있었음 (인력양성사업 선정, DB 제공, 장비 지원, 교육 강사 활용 및 전략 공유와 피드백 등). 이러한, 협력체계 구축을 통해 KIOST, 현대자동차, 한화오션, 부산테크노파크, 동화하이텍, 동화엔텍(주) 등의 **현장실증단지 또는 사업화 단지에 현장견학 기회를 제공**함
- 또한, 해양 특성화 대학교의 장점을 살려 참여대학원생에게 실제 해양현장에 대한 이해를 돕기 위해 국립한국해양대학교 실습선 2척을 활용하여 **교육연구단의 해양특성화 기반 융합전공 경쟁력을 강화**함

< 해양 특성화 맞춤형 실습 및 부산 동삼혁신지구 해양클러스터 현장견학 >

❍ (학위과정 질적 수준 향상) 융합 연구 활성화 및 국제화를 위한 교육 프로그램 운영

■ 공학자 기초소양 교육 프로그램 운영

- 참여대학원생의 창의적/융합적 사고 및 역량 강화와 국제화 진출에 필요한 영어 능력 향상을 위해 “CATIA V5 Academic Learn Package”, “Metashape Pro”, “EndNote21” 등의 교육연구용 소프트웨어 지원을 확보하였을 뿐만 아니라 “R”, “TensorFlow”, “Matlab” 등의 소프트웨어 지원 및 활용 교육 프로그램을 운영함
- 특히, 본 교육연구단 참여교수진의 네트워크를 적극 활용하여 320,000,000원 상당의 해양신·재생에너지 전환 시뮬레이션 소프트웨어인 “MassFlow/WaterFlow”를 (주)유앤유로부터 기부 받았으며, 활용 교육 세미나를 개최하여 참여대학원생에게 공학자로서의 역량 강화를 유도함



< 소프트웨어 활용 지원 및 교육 지원 >

- 또한, “공학도를 위한 영어 논문 작성법”, “학생주도세미나” 교과목을 신규 개설하여 2023년 1학기부터 지속적으로 운영하는 등의 교육 프로그램을 운영하고 있음
- 다양한 공학자 기초소양 교육 프로그램 지원확보 및 운영을 통해 학생들의 해양신·재생에너지분야에 대한 융·복합적 사고와 이해도가 향상되고 있으며, 강의 만족도 설문조사결과 2023년 상반기(3.79) 대비 후반기(4.18)에 만족도가 증가함 (5점 척도)
- 우수 연구논문 작성 역량과 연구윤리를 강화하기 위해 “MassFlow/WaterFlow”, “iThenticate” 웹서비스 및 오프라인 운영 교육을 2022년도 1학기부터 적극적으로 지원하고 있으며, 이를 통해 참여대학원생의 소프트웨어 프로그램 활용능력을 강화하고 있음
- 주기적으로 지식재산권/연구윤리 교육을 통해 참여대학원생의 기초소양 교육에도 힘쓰고 있음

■ 공동지도교수제(Co-advisor) 운영

- 기존에는 학교 대학원 규정에 의한 제한이 있어 박사학위 공동지도 등이 불가능하였으며, 비공식적으로 외부 석학을 박사학위 지도에 참여시킴
- 따라서, 본 교육연구단의 요청으로 2023년 해외석학과 학위 공동지도를 위해 **대학원 공동지도교수제 운영지침을 개선**하였으며, 해당 지침에는 공동지도교수의 자격, 인원 및 임무에 관한 사항, 공동지도교수 신청 시기, 신청변경취소 방법, 지도 기간에 관한 사항 등을 명기하여 구체화함

규정(지침)명	주요내용	제·개정일
<대학원 학사운영규정>	- 공동지도교수제 근거규정 마련	2023.11.29.
<국립한국해양대학교 대학원 공동지도교수제 운영지침>	- 공동지도교수의 자격, 인원 및 임무에 관한 사항 - 공동지도교수 신청시기, 신청·변경·취소방법, 지도기간 등 명시	2023.12.26.

< 공동지도교수제 도입을 위한 제도화 >

■ **석·박사 학위 논문 영문 작성, 해외학술대회 발표 비중 상향**

- 참여대학원생의 국제화 역량 함양을 위해 '해양 과학 빅데이터 분석 특론', '생물학적 고도수처리 특론' 등 **융합전공 교과목의 94%를 영어강의로 진행**하여 해외 학생들의 수업 참여와 국내 학생들의 영어 능력 향상을 유도함 (70% 목표 대비 초과달성)
- 이와 함께, '공학도를 위한 영어논문 작성법' 교과목을 개설하여 국내 학생의 영어 논문 작성 실력 향상을 유도한 결과, 가장 최근인 2024년 2월 졸업생의 경우 57%가 영문으로 학위논문을 작성함 (50% 목표 대비 초과달성)
- 사업 기간 초 (2020년~2021년)는 COVID-19의 영향으로 국제학술대회 참가에 어려움이 있었지만, 2022년부터 참여대학원생의 영어 발표능력 강화를 위해 국제학술대회 발표에 대해 전폭적으로 지원하여 사업기간 내 총 130건의 발표 실적을 달성함 (2020-9~2021-12: 17건 → 2022: 29건, → 2023-01~2024-02: 84건)

■ **대학원생 졸업요건 강화(논문 실적, 영어 등) 추진**

- 현재 대학원 규정으로 **학위논문 작성 전 SCIE(주저자) 논문 게재를 의무화**하고 있음. 사업기간 내 참여대학원생은 총 48편의 SCIE급(제1저자) 논문을 게재하였음. 단계적으로 국제논문 요건을 보다 강화하는 학위 취득 요건 마련도 검토 중에 있음

< 학위논문 작성 전 참여대학원생의 SCIE급(주저자) 논문 실적 및 우수논문발표 수상 실적 >

■ **학위논문 공개 발표회(중간발표-최종발표, 학술대회 형식)**

< 학위논문 공개 발표회 >

■ 대학원생 대상 국가출연연구소 **인턴십**

- 기존 학부생 대상 국가출연연구소(KIOST, KOMERI, KITECH 등) 인턴십을 대학원생으로 확대하였으며, 본 교육연구단의 참여대학원생이 참여하여 협력연구 및 장비 활용에 대한 교육 프로그램을 운영함. 인턴십 종료 후 동료 대학원생들 대상 세미나를 진행하여 학생 각자의 연구분야에 국가출연연구소 특화 기술 접목 가능성을 살펴보는 시간을 가짐

< 해양신·재생에너지 분야 대표 교육 프로그램 >

(4) 교육연구단의 대표적 교육 목표에 대한 달성 실적

❍ 대내·외 수상실적 및 교육 목표 달성실적

대내·외 수상실적 및 대표적 교육 목표 달성 실적

☑ 좋은 교수법 공모전 우수교원상 및 공로상 수상

- 대학교육의 질을 제고하고 교수법의 우수사례를 공유하기 위해 개최된 "Teaching Together 좋은 교수법 공모전"에서 본 교육연구단 참여교수인 김명진 교수·최형식 교수가 우수교원상을 수상함
- 또한, 본 교육연구단의 교수진은 해양분야의 산학연 협력 및 학계 발전에 기여하여 국립한국해양대학교 학술대상 및 공로패(심도식 교수), 자랑스러운 아치인상(손동우, 허준호 교수), R&BD 최우수 교수상(채규정 교수) 등을 수상하며 해양신·재생에너지 분야에서의 성장동력 개척과 우수 인재 양성에 대한 노력을 다방면으로 인정받고 있음

☑ 국제화 교육·연구 협력 강화 MOU 체결 및 국제공동학술대회 개최

- 참여대학원생의 국제적 창의 융합적 전문성을 강화하기 위해 세계 해양신·재생에너지 분야 및 4차 산업기술 (해상풍력발전, 해양생명공학, 해양인프라, 해양시스템공학, 인공지능 등) 우수대학과의 교육협력 MOU를 총 16건 체결함
- 교육·연구 협력 MOU를 체결함과 동시에 터키(에너지 생산), 미국(에너지 전환), 베트남(에너지 수송/저장) 등 해양신·재생에너지 분야 우수대학과 **국제공동학술대회를 5회 유치**하였으며, 20회의 공동세미나 및 초청세미나를 통해 학생들이 해외 자매결연 대학과의 공동교육 프로그램에 참가할 수 있는 교육환경을 마련함

☑ 지역산업연계 대학 Open-Lab 육성 지원 사업 선정 (2023.09.)

- 과학기술정보통신부와 과학기술 사업화진흥원이 지원하는 "지역산업연계 대학 Open-Lab 육성지원 사업"에 본 교육연구단의 참여교수인 김명진 교수·심도식 교수·이재하 교수가 선정됨
- 이를 통해, 해양신·재생에너지 관련 지역 산업체(부산 동삼혁신지구 해양클러스터)와 유기적 관계를 유지하여 참여대학원생의 현장견학, 인턴십 등 교육 프로그램을 활성화하여 본 교육연구단의 목표 중 하나인 산학협력 선순환 생태계 구축에 기여할 수 있을 것으로 기대됨

☑ 글로벌 기초연구실 선정

- 본 교육연구단의 참여교수인 채규정 교수·유근제 교수팀이 하수처리시설의 에너지 자립과 탄소중립을 위한 생물전기화학기반 Tri-generation(에너지, 자원, 클린워터) 원천 기술 개발이라는 연구주제로 과기정통부의 집단연구사업인 **"2023년 글로벌 기초연구실"에 선정**됨 (평균 선정률 8% 미만)
- 본 과제를 수주하는 과정에 각 연구실의 참여대학원생들이 참여하여 신·재생에너지(바이오 수소) 연구 아이디어 도출 및 연구계획에 이르는 전과정을 참여교수와 함께하며 연구수립 노하우와 공동연구 프로세스를 경험할 수 있는 기회를 가짐

한국해양대 채규정·유근제·이선기 교수팀, 과학기술정보통신부 '기초연구실(BRL)' 선정

(5) 교육과 연구의 선순환 구조 구축 실적, 연구역량의 교육적 활용 실적, 전임교수 대학원 강의 실적

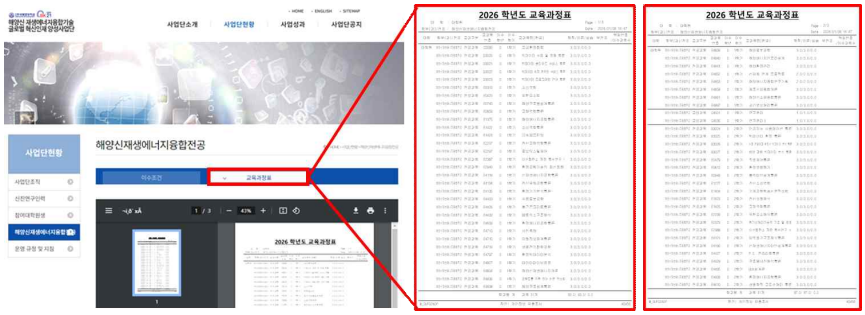
❍ 박사과정 중심의 연구중심대학으로의 전환을 위한 교과과정 개편

■ **‘전공필수’ 및 ‘심화 및 특론’ 수업 정기적 업데이트**

- 대학원 교육의 안정적인 환류체계를 구축하기 위해 **「BK21 FOUR 교육연구단 교육 만족도 설문조사」를 매학기 1회씩 실시**하고 있음. 설문조사 결과를 CQI에 반영하여 융합필수전공과 심화 및 특록 교과목은 2년을 주기로 신규 개설하여 박사과정 참여대학원생이 학위과정 중 융합전공 트랙별 다양한 교과목을 이수하여 연구범위를 확장시킬 수 있는 교육체계를 마련함

■ **향후 2개년 간의 개설과목 공지**

- 참여대학원생이 입학 시부터 졸업까지 수강 계획을 미리 세울 수 있도록 모든 융합전공 교과목에 대해 향후 2개년 간의 개설과목을 교육연구단 홈페이지에 공지함



< 교육연구단 홈페이지 개설과목 사전 공지 >

■ **연계과정 활성화** - 학석연계과정, 석박연계과정 참여대학원생 확보 실적(지원프로그램 운영)

- 연계과정 홍보를 통해 2023년 2학기 기준 학석연계과정, 석박연계과정 참여대학원생을 각각 1명씩 확보함 (박정현 (학석연계), 김현수 (석박연계))

- 또한, 안정적인 박사과정 정원 확보를 위해 박사과정 비율 향상을 목표로 대학원 본부에서 교육연구단 박사과정 정원의 우선 배정해 주고 있으며, 박사과정 진학 희망자가 공백 없이 진학하여 안정적으로 연구에 몰입할 수 있도록 국제학술대회, 해외 장·단기 연수 지원 등 교육과 연구가 선순환 구조를 이루는 환경을 제공하고 있음

❍ 대학원생 연구력 강화 프로그램 지원

■ **대학원생 대상 연구윤리 교내외 전문가 초빙 세미나 및 워크숍** (공학심화프로그램 연계)

- 참여대학원생의 연구윤리의 정확한 이해와 표절 문제를 방지하기 위하여 “iThenticate” 웹서비스 및 운영 교육을 대학원에서 본 교육연구단의 요청에 따라 2022년도 1학기부터 지원해 주고 있음

■ **Open Lab 운영 실적** (타 연구실 간 교류 중심)

- 우수 대학원생을 확보하기 위하여 매학기 Open Lab을 운영해왔으며, 이를 통해 학부생들이 입학 이전에 해양신·재생에너지 융합전공 트랙별 연구실을 직·간접적으로 경험해봄으로써 스스로 학위논문 실험실을 선택할 기회를 가질 수 있고, 추후 타 연구실과 공동연구 및 인프라 활용을 통한 융합연구가 수월하게 성사될 수 있도록 참여대학원생의 협력하에 운영되고 있음

❍ 대학원 학습동아리 장려 프로그램 개발

■ 참여 학과별 교수, 학부생(3,4 학년), 대학원생으로 구성된 학습동아리 운영

- 매년 LINC3.0 사업단과 연계하여 대학원생 캡스톤디자인에 참여대학원생이 멘토 역할로 참여하여 해양신·재생에너지 융합전공을 소개함과 동시에 연구실의 연구 주제를 다루며 대학원 생활에 대한 흥미를 느낄 수 있도록 유도함. 이러한 프로그램은 학부생-참여대학원생 사이 친밀한 관계 형성에 크게 기여해 자대 학부생의 대학원 진학에 긍정적인 영향을 주고 있음

❍ 대학원생 연구 수월성/팀워크 개발 프로그램 운영

■ 해양신·재생에너지 분야 산업체 CEO 및 담당자, 대학, 연구소 우수 연구자 초청 세미나 운영

- 노르웨이 Stavanger 대학교의 Gopalakrishnan Kumar 박사, 중국 위방과학기술학교의 박동매 교수, 미국 State University of New York (SUNY)의 김경열 교수, 중국 하얼빈공과대학의 Wenzong Liu 교수, 일본 Sharjah 대학교의 Mohammad Ali Abdelkareem 교수 등 해외석학 초청 국제학술대회 및 세미나를 개최하여 해양신·재생에너지 분야에 특화된 최신기술을 교류하며 참여대학원생이 세계 우수 연구팀과 글로벌 네트워크를 구축할 기회의 장을 마련함
- 교육연구단은 해외석학 초청 온·오프라인 세미나를 지속적으로 추진하여 참여대학원생의 공동연구 능력뿐만 아니라 국제적 연구 팀워크 능력을 강화하고 있음

< 해외우수대학과의 교육 협력 MOU 체결 및 자매결연 대학 초청 세미나>

■ (산업체 초청 세미나) 해양신·재생에너지 분야 관련 신기술 수요 파악 및 산업체 향후 수요 예측

- 산업체 초청 세미나 및 산업체 연계 프로젝트 교과목 개설 및 운영을 통해 참여대학원생이 산업체와의 소통에 직접적으로 참여하여 산업체 신기술 동향 파악 및 해양신·재생에너지 분야 기술의 향후 수요 및 활용방안을 논의할 수 있는 기회를 제공함

■ (대학 및 연구소 우수 연구자 초청 세미나) 팀티칭

- “해양신재생에너지개론” 교과목을 개설하여 매주 참여교수 또는 타 대학 및 연구소 관계자를 학기 중 2회 이상 초빙하여 미래 에너지원으로서의 해양신·재생에너지의 생산, 변환, 활용에 필요한 핵심 요소기술에 대한 팀티칭을 수행 중임

< 산학협력체계 안정화를 위한 산학 연계프로젝트 및 산업체 초청 팀티칭 >

(6) 전임교수 대학원 교과목 강의 실적

❍ 본 교육연구단에서는 해양신·재생에너지의 [생산]→[전환]→[수송/저장]과 관련된 핵심요소기술을 도출하여 세 개의 전문교육 트랙으로 연결하였으며 이에 해당하는 교과목을 개설 또는 필수 교과목으로 지정하여 참여대학원생의 수강을 유도함

❍ 그 결과, 융합전공 교과목 총 75개 교과목을 개설하였으며, 그 중 65개 교과목을 영어강의로 진행함 (**목표 대비 초과 달성 70% → 94%**). 참여대학원생에게 전공 심화 교육을 제공하기 위해 일부 교과목은 사업신청서 상의 교과목 개설 계획보다 교육 과정을 세분화하였으며 세부 변경사항은 아래와 같음

- ■ 환경에너지공학특론 → 생물전기화학공학 개설 (바이오수소 생산 및 최적화 기술 전공심화)
- ■ 풍력터빈 설계 특론 → 신재생에너지터빈설계특론 개설 (해양신·재생에너지 터빈으로 범위 확장)
- ■ 해양탐사장비 → 원격탐사장비 개설 (강의 내용에 원격제어 포함시켜 4차산업 기술 연계)
- ■ 해양환경관리 → 환경공학기술의 최신동향, 생물환경정화기술 개설 (교육과정 세분화 및 전공심화)
- ■ 데이터마이닝 → 빅데이터 및 AI 전문가 허준호 교수가 참여하여 4차산업 기술 연계 교과목 개설
- ■ 해양자원공학특론 → 환경자원특론 개설 (해양 및 육상에서의 CCU 기술 소개로 교육범위 확장)

❍ 특히, 본 교육연구단에 허준호 교수가 신규 참여하여 “해양과학 빅데이터 분석 특론”, “빅데이터 수집 및 정제 특론”, “인공지능 시뮬레이션 특론”을 포함한 12개 교과목을 개설하여 기존 참여교수인 유근제 교수와 함께 해양신재생에너지 융합전공에 4차산업 기술을 연계할 수 있는 교과목을 운영하여 참여 대학원생이 최신의 트렌드를 모두 섭렵할 수 있는 체계적인 교육체계를 마련함

교과목 구분	교과목명	담당교수	개설여부
전공필수	해양신재생에너지개론	공동참여	개설
전공선택 (기초소양영역)	학생주도세미나	이재하	개설
	공학도를 위한 영어 논문 작성법	채규정	개설
	해양신재생에너지에서의 지식재산권	김명진	개설예정
전공선택 (전문영역)	생물전기화학공학	송영채	개설
	환경센서공학	송영채	개설
	해양원격탐사	오재홍	개설
	해양에너지공학특론	이영호	개설
	해양인프라건설재료	이재하	개설
	압력용기구조설계특론	조종래	개설
	해양구조설계특론	조종래	개설
	해양로봇공학	최형식	개설
	환경에너지공학특론	채규정	개설*
	풍력터빈 설계 특론	이영호	개설*
	해양탐사장비	최형식	개설*
	해양환경관리	김명진	개설*
	데이터마이닝	유근제	개설*
	해양자원공학특론	김명진	개설*
	유체-구조 상호작용 해석	손동우	개설예정
	해양환경신소재특론	심도식	개설예정
	해양에너지인프라설계	이재하	개설예정
	신재생에너지소재	신규임용 교원	개설예정
산학연계영역	산업체 연계 프로젝트	공동참여	개설
	해양에너지융합연구기획	공동참여	개설예정

2. 인력양성 현황 및 지원 실적

2.1 교육연구단의 우수 참여대학원생 확보 및 지원 실적

① 해당 신산업분야의 특성을 고려한 우수 참여대학원생의 확보 및 지원 실적

(1) 우수 참여대학원생 확보 및 배출 현황

❍ 석사과정 150명(21.4명/학기), 박사과정 92명(13.1명/학기), 석·박사통합과정 2명(0.3명/학기)을 확보함

❍ 대학원 진학 유도 홍보/프로그램 운영 및 참여대학원생 대상 전폭적인 지원을 통해 **본 사업 선정 당시 대비 박사과정 참여대학원생 (330%)과 외국인 참여대학원생 (180%) 수가 향상**됨

❍ **2021년 2월부터 2023년 8월까지 배출 졸업생(석사 34명, 박사 3명)의 취업률 100%를 달성**함

❍ 2024년 2월 졸업생의 취업률은 일시적으로 50%로 나타나고 있으나, 미취업자 3명(정부 프로그램 참여로 미취업 상태를 유지해야 하는 석사졸업생 1명, 최근 자국으로 복귀한 외국인 석사졸업생 1명, 유학 준비 중인 석사졸업생 1명)의 진로가 수개월 내에 결정될 수 있으므로 2024년 하반기부터는 취업률 100%를 달성할 수 있을 것으로 예상함

❍ 일시적 미취업자를 포함하더라도 평가대상 기간 전체 취업률은 90.6%(석사졸업생 89.3%, 박사졸업생 100%)로 높게 나타나며, 배출 졸업생은 전공적합도가 매우 높은 분야로 진출함

❍ **자교 대학원 진학 유도**

세부계획	실적 (2020. 9. 1. ~ 2024. 2. 29.)
☑ 주니어 BK 양성 Open Lab 행사 개최	● 매학기 학부 3,4학년을 대상으로 해양신·재생에너지 융합 트랙별 주니어 BK 양성 Open Lab 행사를 총 19회 개최함. 이를 통해, 교육연구단의 연구 분야 경험기회를 제공하였으며, 대학원 진학에 대한 관심을 증대시킴
☑ 학부생 연구 프로그램 및 인턴십 제도 활성화	● 안정적으로 우수 대학원생을 확보하기 위한 노력의 일환으로 대학원 진학 이전에 학부생을 연구프로그램에 참여시켜 연구를 경험할 수 있는 기회를 제공하고 있음
☑ 학부-대학원 연계 전공심화 멘토링 운영	● 매년 캡스톤디자인 활동에 본 교육연구단 대학원생이 멘토 역할로 참가하여 학부생이 대학원 생활 간접 경험뿐만 아니라 진로 설계 등 비교과 측면에서도 도움을 받아 자교 출신의 대학원생-학부생 사이 친밀한 커뮤니티를 형성하여 대학원 진학을 유도함 (매년 12팀 활동)

❍ **외국인 유학생 유치**

세부계획	실적 (2020. 9. 1. ~ 2024. 2. 29.)
☑ 해외 협력 대학 대상 홍보자료 발송	● 국제학술교류 프로그램과 동시에 입학설명회를 총 4회 개최하였으며, 해당 프로그램을 대외적으로 활발히 홍보하여 중국, 베트남 등 우수 대학원생 및 우수 교환학생을 유치하는 성과를 거둠 - 12th ASME (2022, 제주도), 3rd ICACE (2022, 중국 상하이), AP-ISMET(2023, 서울), 4th ICACE (2023, 베트남 호치민), 6th ICAFEE (2023, 튀르키예)
☑ 국제 교류 인턴십 프로그램 운영	● 해외학자 공동 세미나 및 연구 성과 발표회를 총 20회 수행하여 학생들의 국제적 커뮤니케이션 능력을 강화시킴 ● 미국, 노르웨이, 스페인, 포르투갈, 베트남, 중국 등 해외 대학교와 MOU 체결을 통해 본 교육연구단의 해양신·재생에너지 융합기술 교육 교류를 진행 중임 - 2023국립대학육성사업을 통해 2023년 PSB대학교에서 1주간의 국제교류 연수 프로그램을 통해 참여대학원생이 싱가포르 글로벌 기업 및 해양 유관기관을 방문하여 해외의 해양신·재생에너지 연구 동향을 살필 수 있는 자리를 마련함

❍ 타 대학 및 산업체로부터의 유치

세부계획	실적 (2020. 9. 1. ~ 2024. 2. 29.)
☑ 산학 석·박사 과정 활성화	● 산학 협력이 활성화 될 수 있는 분위기를 조성하기 위해 산학협력단을 통하여 지역 산업체측에 석·박사 과정을 적극 홍보함(관련 학술대회, 홈페이지 제작 등)
☑ 타 대학 교류를 통한 대학원생 유치	● 대학 주관 대학원 입시설명회에 참여교수가 1인 이상 참여하고 있으며, 본 교육연구단 참여교수의 외부 세미나 시 본 교육연구단(교육/연구/산학협력 영역별 세부 목표와 참여 특전 등) 및 대학원 프로그램을 홍보할 수 있도록 소개 자료를 배부하고 있음

❍ 우수 대학원생 지원 실적

세부계획	실적 (2020. 9. 1. ~ 2024. 2. 29.)
☑ 학생 실적 마일리지제도의 도입	● 정기평가와 마일리지제도의 차별성이 뚜렷하지 않게 됨에 따라 마일리지 제도를 도입하지 않는 것으로 변경하였음. 참여대학원생의 학위취득 시 별도의 심사 절차를 거쳐 우수 대학원생을 포상하여 제도 도입의 취지를 유지함
☑ 우수 대학원생에 대한 장학제도 강화 및 성과보상 프로그램 운영	● 국제학술대회 참가 지원 : 사업 기간 중 참여대학원생 41명 대상 15개 국제학술대회 참가 지원함 : 국제학술대회 등록비, 항공료, 체재비 지원을 통해 국제적 연구능력 향상을 유도함 (총 지원 금액 41,978 천원) ● 해외 장·단기 연수 지원 : Best researcher 선정을 통해 참여대학원생 대상 2건의 해외연수 기회를 제공하여 해양신·재생에너지 분야의 국제 연구 동향을 살피고 다양한 장비를 경험하는 등의 연구기술 교류를 통해 참여대학원생들의 사기를 증진시킴 : 미국 - University of South Florida (3일), 이미주(박사과정) : 미국 - Yale University (12일), 김주형(석사과정) ● 우수 연구자 시상 : 매년 교육연구단 주최로 모든 대학원생이 참여하는 워크샵을 개최하여 대학원생 간의 연구 교류 활성화하는 동시에 우수 연구자에 대한 시상을 통하여 참여대학원생들의 연구 의욕을 고취시킴 : 매년 1,5000 천원을 2021년 1명, 2022년 5명, 2023년 6명에게 지급함
☑ 외국인 유학생 정착 지원	● 국내 대학원생-해외유학생 멘토-멘티 소통 플랫폼 운영 지원 : 국내 재학생과 외국 유학생의 원활한 교류와 연대감 증진을 위하여 주기적으로 상호지원 멘토링 시스템을 총 18회 운영함 ● 체계적인 유학생 포트폴리오 관리 체계 지원 : “국립한국해양대학교 외국인학생 안전관리 매뉴얼” 및 “국립한국해양대학교 외국인 유학생 관리에 관한 지침”에 의거하여 학사 및 생활 지원, 유학생 정보시스템 관리, 유학생 안전관리 등을 체계적으로 관리 중임 ● 지도교수와 주기적 면담 : 매학기 교과목 이수 계획에 관해 지도교수와의 상담을 통해 대학원 생활 초기부터 지도교수의 지속적인 관리를 이끌어 안정적 정착을 지원하고 있음

2.2 참여대학원생 학술활동 지원 실적

① 해당 신산업분야 문제해결을 위한 참여대학원생의 학술 및 연구활동 지원 실적

(1) 선도형 글로벌 우수인재 지원

세부계획	실적 (2020. 9. 1. ~ 2024. 2. 29.)
☑ 국제 학술대회 참가 지원	● 참여대학원생 41명, 15개 국제학술대회 참가 지원 (총 41,978 천원 지원) ● 구두 발표자 16명에게 지원금 우선순위를 부여하여 학생들의 국제적 연구 능력 향상을 위한 자발적 참여 유도함 ● 매년 1,5000 천원을 우수 발표논문 인센티브로 2021년 1명, 2022년 5명, 2023년 6명에게 지급함
☑ 장·단기 해외 파견 기회 제공	● 글로벌 우수인재 양성을 위해 총 2건의 해외연수 출장여비 지원함 : 미국 - **University of South Florida (3일)**, 이미주(박사과정) : 미국 - **Yale University (12일)**, 김주형(석사과정) ● 대학원혁신지원사업과 연계하여 3명의 참여대학원생이 해외연수에 참가함 : 싱가포르 - **PSB University (7일)**, 제미리, 정혜인(석사과정), 김보라(박사과정)
☑ 국내에서의 국제화 지원	● 외국어강의 및 세미나발표 : 융합전공 교과목 중 94% 교과목을 영어강의로 진행하였으며, 학생주도 세미나의 외국어 발표를 통해 국제화 의사소통 능력 함양시킴 ● 외국 우수 대학원생 유치 : 사업 선정 당시 대비 외국인 참여대학원생 증가 (10명 → 18명) ● 국제학술대회 유치 3건 : 12th ASME (2022, 제주도), 2023 AP-ISMET (2023, 서울), 1st ACCE (2023, 서울)
☑ 국제공동연구 수행 참여	● (Tasnim) Sarajah 대학교 (UAE)의 Mohammad Ali Abdelkareem 교수팀을 방문하여 수소생산을 위한 미생물전해전지 효율향상을 위한 주제 공유와 실험설계를 수행하여 **에너지 연소 분야 최고 저널인 Progress in Energy and Combustion Science (IF=35.3, 상위 0.36%)에 논문 게재**함(제1저자) ● (Dylan) Peradeniya 대학교 (스리랑카)의 Prasanna Gunawardane 교수팀과 협력을 통해, 해양 산업에서 발생하는 산업 폐수 에너지를 회수하기 위한 중력식 수력 와류터빈 발전 시스템을 공동연구를 통해 개발함. 수행기간 중 Renewable Energy (IF=8.7)에 논문 게재함 (제1저자) ● (김현수) Waterloo 대학교 (캐나다)의 이형술 교수팀과 바이오에너지 생산을 위한 혐기성소화조 운영 최적화를 주제로 공동연구를 수행함. 연구 성과에 대하여 공동저자로써 논문작업에 참여함(Peer-review 단계) ● (고은빛, 김세훈, 신선미) SWCC/DTRI (사우디아라비아)와 해수 담수화 농축수 활용에 대한 차세대 기술 연구개발(R&D) 및 산업계 적용을 위하여 지속적인 국제 학술교류/기술협력을 추구하고자 MOU 체결 및 신규과제 발굴을 위한 작업을 진행 중임

(2) 혁신형 연구개발 우수인재 지원

세부계획	실적 (2020. 9. 1. ~ 2024. 2. 29.)
☑ 학술지 논문 게재 및 특허 출원 인센티브 지급	● 논문 게재 장려를 위한 Fellowship 장학금 제도를 운영하여 사업 기간 중 연구실적(학술지 게재 및 특허출원) 이 우수한 참여대학원생을 선발하여 인센티브를 지급함 ● 석사 11명 (3,000 천원), 박사 15명, 박사수료 4명 (5,000 천원)을 지원함
☑ 창의적인 연구 주제 발굴을 위한 Journal Club 운영 지원	● 창의적인 해양신·재생에너지 연구분야 발굴을 유도하기 위해 본 교육연구단 소속 연구실의 Journal Club 운영을 지원함 ● 본 교육연구단의 참여교수 지도하에 신진연구인력, 참여대학원생, 소속 연구실의 학부연구생이 참여하여 총 53회의 Journal Club이 진행됨
☑ 영문 번역 및 교정비 지원	● 논문 교정 서비스 등을 제공하여 참여대학원생의 혁신적인 아이디어 및 연구 성과의 영문 논문 품질을 향상시킴 ● 대학원지원역량강화 사업에서 지원하는 대학원생 논문 교정료, 논문 커버그림 지원 사업 참여를 적극적으로 독려함
☑ 논문작성법 및 프레젠테이션 기법 교육 지원	● 본부 대학원 차원에서 확보한 국제전문학술지 서지 프로그램 등의 S/W 인프라 및 교육 프로그램을 홍보하여 참여대학원생의 참여를 유도함 : "영어/국어논문 작성 및 투고방법에 대한 교육" 3회 수행 : "논문작성 S/W 활용 전산패키지교육" 2회 수행 : "MassFlow, WaterFlow" 라이센스 지원 및 교육 (각 40 copies: 3억 2천만원) : 연구단장인 채규정 교수가 "공학도를 위한 영어 논문 작성법" 교과목을 2021년 1학기부터 매학기 개설하여 지속적으로 운영하고 있음 : 또한, "iThenticate" 웹서비스 및 운영 교육을 대학에서 본 교육연구단의 요청에 따라 2022년도 1학기부터 지원해 주고 있음
☑ 특허 교육	● 특허청 스마트제조심사팀, 특허제도에 대한 이해와 좋은 명세서 작성법 교육 세미나 2회 개최

(3) 실무형 산학협력 우수인재 지원

세부계획	실적 (2020. 9. 1. ~ 2024. 2. 29.)
☑ 석사 학위 취득 후 산업체 현장 진출 지원	● 대학-산업체 공동연구를 통한 참여대학원생의 산업체 현장 진출을 전폭적으로 지원(모의면접, 포트폴리오/자기소개서 작성)한 결과 27명의 졸업생이 해양신·재생에너지 관련 산업체 취업하여 해당 분야 발전에 기여하고 있음
☑ 지역 관련 산업체 연계 협력 실무형 교육 지원	● "산업체 연계 프로젝트" 교과목을 2022년도 2학기부터 활성화 하여 기업체의 실무적인 현안 혹은 기술적 애로 사항에 대응하여 기술 지원 또는 문제해결을 참여대학원생이 참여하여 함께 논의할 수 있는 자리를 마련함
☑ 일반대학원과 학·연 및 산업대학원 교류 확대로 대학원생들의 실무 능력 향상	● 해양신·재생에너지 관련 분야 전문가 초청 세미나를 총 36회 개최하여 교육연구단-산업체 간 긴밀한 네트워크를 형성하고, 산업체가 요구하는 실무형 우수인재 양성을 위한 교류의 장을 마련함

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				
2021년 2월 졸업자	석사	6	2	0	0	4	4	100
	박사	0			0	0	0	
2021년 8월 졸업자	석사	6	1	1	0	4	4	100
	박사	0			0	0	0	
2022년 2월 졸업자	석사	7	2	0	0	5	5	100
	박사	1			0	1	1	
2022년 8월 졸업자	석사	4	1	0	0	3	3	100
	박사	2			0	2	2	
2023년 2월 졸업자	석사	9	3	0	0	6	6	100
	박사	0			0	0	0	
2023년 8월 졸업자	석사	2	1	0	0	1	1	100
	박사	0			0	0	0	
2024년 2월 졸업자	석사	6	1	0	0	5	2	50*
	박사	1			0	1	1	

* 미취업자 3명은 정부 프로그램 참여로 미취업 상태를 유지해야 하는 석사졸업생 1명, 최근 자국으로 복귀한 외국인 석사졸업생 1명, 유학 준비 중인 석사졸업생 1명으로 일시적 미취업상태

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

연번	성명	졸업연월	수여 학위 (석사/박사)	학위취득 시 학과(부)명	현 직장(직위)
	대표 취(창)업 사례의 우수성				
1	Nambukara Palliyaguruge Pushpitha	2021.08	석사	환경공학과	The Ocean University of Sri Lanka (Senior Lecturer)
	☑ 취업기관 정보 및 직무내용 The Ocean University of Sri Lanka에서 **Senior Lecturer**로 재직중임. 스리랑카 수산업, 해양 및 항해 공학 분야의 학술 및 전문 교육과 직업 훈련 활동을 수행함 ☑ 교육연구단 목표와 직무 연관성 스리랑카 해양대학교의 선임강사로서 해양 재생에너지 혁신과 관리를 강의하고 있음. **해상풍력, 파력/조력 발전 원리 및 기술 동향에 대한 이론 강의 및 사례 연구를 진행**하고 있음				
2	김태건	2022.02	석사	신소재융합공학과	한국화학융합시험연구원 (KTR) (선임연구원)
	☑ 취업기관 정보 및 직무내용 KTR은 전 산업분야에서 시험·인증·기술서비스 제공 및 산학연 공동 연구, 기업지원 인프라 확대 등을 통해 국내 기업의 미래 산업 대응과 글로벌 시장 개척을 지원하는 시험인증기관임. 현재 재료기술센터에서 금속소재와 관련된 역학시험 업무 및 정부용역과제를 수행 중임 ☑ 교육연구단 목표와 직무 연관성 교육연구단 에너지 수송/저장 영역에서의 경험을 토대로 **수소에너지 소재의 시험 및 극저온 성능평가를 수행**하여 수소에너지 분야의 연구를 지원함				
3	주기범	2022.08	석사	기계공학부	한국해양과학기술원 부설 선박해양플랜트연구소 (연구원)
	☑ 취업기관 정보 및 직무내용 지능형선박연구본부에서 수중, 수상, 해상 등 해양 다차원 공간에 분포한 해양 어플리케이션의 초연결성을 보장하고 데이터를 실시간으로 확보하기 위한 **해양 IoT 핵심 원천기술 개발 수행** 중임 ☑ 교육연구단 목표와 직무 연관성 교육연구단 에너지 수송/저장 영역에서 학습한 지식을 기반으로 해상풍력 및 해양에너지 시설물의 안전성과 경제성 향상을 위한 기술 개발에 집중하고 있음				
4	양서원	2022.02	석사	기계공학부	(주)동화엔텍 (선임연구원)
	☑ 취업기관 정보 및 직무내용 동화엔텍은 조선 및 플랜트 분야에서 열교환기 국산화와 국내외 최적 제품 공급에 중점을 둔 기업임. 현재 친환경 열교환기 개발과 파괴 방지 설계 기술 등과 관련된 업무를 수행 중임 ☑ 교육연구단 목표와 직무 연관성 교육연구단 에너지 생산 영역에서 학습한 지식과 학위과정 동안의 열교환기 설계 및 평가 경험을 토대로 탈탄소화를 위한 LNG, 수소, 암모니아 활용 **선박과 수소 모빌리티 분야에 사용되는 열교환기에 대한 구조해석 업무를 수행**하고 있음				

5	한현수	2023.02	석사	기계공학부	비에이치아이(주) (연구원)

☑ **취업기관 정보 및 직무내용**

BHI는 원자력 발전 주기기에 필요한 대형 열교환기 전문기업으로 SMR 및 친환경 원자력 발전 사업을 추진 중임. 극한 환경에서 내구성이 뛰어난 산업 플랜트 기기에 대한 연구를 수행하며 특히 **수소용 열교환기 개발**에 참여하고 있음

☑ **교육연구단 목표와 직무 연관성**

교육연구단 에너지 전환 영역에서 학습한 지식과 학위과정 동안의 원자력용 기기 구조해석 및 열교환기 개발 경험을 토대로 초고온 환경에서의 보일러, 열교환기 구조해석을 수행 중임

평가 대상 기간(2020. 9. 1. ~ 2024. 2. 29.) 내 졸업한 참여대학원생 수	**석사**	40	**제출 요구량**	5
	박사	4		

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	3	48	16
계약교수	0	0	0
계	3	48	16

① 우수 신진연구인력 확보 및 지원 실적

(1) 우수 신진연구인력 확보 및 지원 계획 대비 실적

우수 신진연구인력 확보를 위한 홍보/활용 실적	
계획	실적
☑ **우수 신진연구인력 확보를 위한 중점 추진 방안 선정** ● 신진연구인력 유치위원회 구성 ● 정기적 리크루팅 및 홍보 ● 본 교육연구단 출신 연구자의 박사 후 연구원 지속적 활용 ● 우수한 신진연구인력 진로 현황 홍보 ☑ **신진연구인력 다양성 및 홍보 확대** ● 여성인재 적극 확보를 위한 출산 휴가 지원 및 학내 육아/보육 프로그램 홍보	● 우수 신진연구인력을 확보하기 위해 우수 신진인력 유치위원회를 구성하여 매 학기 정기적으로 리크루팅 및 학술세미나 개최 등 우수한 연구역량을 가지고 있는 신진연구인력을 확보하고자 노력하고 있음. 그 결과, 본 교육연구단에 참여하는 신진연구인력이 증가(2021년 1명, 2022년 2명, 2023년 2명 참여)하는 실적을 달성함 ● 본 교육연구단 주관의 국제학술대회(ICACE)를 조직/운영하면서 학술대회 참여 우수 연구자를 리크루팅 ● 본 교육연구단 출신 박사학위 취득자 대상으로 박사 후 연구원 혜택 및 지원 계획 홍보 지속 실시 ● 우수 신진연구자가 희망 시 최소 2년 이상 계약을 보장하고, 신진연구인력에 대한 인건비를 우선 확보 ● 기존 신진연구인력의 우수 논문 실적, 연구과제 수주 성과, 우수 진로 현황을 홍보하여 지원 격려 : 우수 논문 실적 - Renewable and Sustainable Energy Reviews (IF=15.9) 등 8건 : 과제 수주 - 세종과학펠로우십(일반) 연구비 369,900,000원 등 3건 : 우수 진로 - 한국항공우주연구원 선임연구원 ● 한국여성과학기술인육성재단 내 여성인재 지원 사업 등 여성인재에 대한 연구 지원 혜택을 수혜 받을 수 있도록 공지하고 지원하는 체계 구축
우수 신진연구인력 인프라 지원 실적	
계획	실적
☑ **신진연구인력의 안정적 정착을 위한 인프라 구축 및 지원** ● 연구 공간 지원 ● 안정적 정착 및 정주 여건 지원 ● 연구 집중을 위한 행정 인력 보강	● 신진연구인력 학내 연구 공간 지원 : 연구 공간 - 공학 2관 317호, 610호 / 종합연구관 616-2호 ● 대학원 본부와 협의하여 신임 교수와 동등한 수준의 관사 및 기숙사 입주 기회 제공 ● 본 교육연구단 전임 행정업무 전담인력 지원 ● 학술대회 발표, 해외연수 기회 제공 및 지원 : 신진연구인력 박성관 박사 장기연수 지원: 2023.03.30. ~ 04.28. : 연수장소 - 미국 Yale University, SNUY : 연수목적 - 연구 기술 교류 및 과제 협업을 위한 우수 대학교 방문

(2) 신진연구인력(박사후과정생 및 계약교수)의 안정적 학술 및 연구 활동을 위한 교육연구단 차원의 제도적 장치 확보 실적

❍ 연구에 집중할 수 있는 연구 환경 및 연구 장비 제공

■ 대학원 본부와 협의하여 교수와 동등한 수준의 학내 시설 사용 권한을 제공하여, 학내 보유 실험장비를 사용할 수 있는 권한 제공

■ 교육연구단 보유 실험장비를 제공하여 연구 수월성을 증진시켜 **세계적으로 우수한 국제 학술지 논문을 주저자로 다수 게재**함

■ 지원 실험장비

번호	장비명	장비 규격	제조사	금액 (천원)
1	압축시험기	압축 및 휨강도 시험기	㈜한신금풍	3,400
2	대형프레임시험기	100t 로드셀	삼연기술	285,370
3	전산해석용 서버	Intel Xeon CPU 52 core	㈜슈퍼솔루션	7,645
4	LS-DYNA	FEM, SPH, DEM, CFD 해석툴	한국시뮬레이션기술㈜	16,016
5	GC	Gas Chromatography or gas sample analysis.	Perkin Elmer	46,000
6	GC-MS		SHIMADZ	99,700
7	전기로	물질 열분해 장치(4000W, Max 1000'C)	ON:lAB	16,610
8	LC-MS	사중극자 질량분석기, 자동 시료 주입 장치	SHIMADZ	98,800
9	Total organic carbon analyzer	유기탄소 및 유기 화합물 측정/분석 장비	Shimadzu	45,000
10	Respirometer	Measurement of gas production rate from anaerobic reactor.	Eco-Environment Technology	10,000

■ 지원 장비를 활용한 주저자 논문 실적

IF(Rank)	논문 제목	게재 학술지명	장비 번호
5(Q1)	An experimental study of RC pile encased by precast RC blocks for developing integrated precast breakwater system	Ocean Engineering	1, 2, 3, 4
4.6(Q1)	Quantitative measure of concrete fragment using ANN to consider uncertainties under impact loading	Scientific Reports	3, 4
5.2(Q2)	Addressing scale-up challenges and enhancement in performance of hydrogen-producing microbial electrolysis cell through electrode modifications	Energy Reports	5, 10
7.4(Q1)	Unraveling the influence of magnetic field on microbial and electrogenic activities in bioelectrochemical systems: A comprehensive review	Fuel	5
9.8(Q1)	Tailoring a highly conductive and super-hydrophilic electrode for biocatalytic performance of microbial electrolysis cells	Science of The Total Environment	5, 7, 9, 10
9.8(Q1)	Optimizing electrochemically active microorganisms as a key player in the bioelectrochemical system: Identification methods and pathways to large-scale implementation	Science of The Total Environment	6, 8, 9

❍ 신진연구인력과의 융합분야 연구팀 구성

■ 신진연구인력 박성관 박사는 교육연구단의 지원으로 장기 해외 연수(Yale 대학교)를 다녀왔으며, 해외 연구진과 생물전기화학 분야 기술 교류를 진행하였음. 이를 바탕으로 연수 종료 이후 **대학원생-신진연구인력-참여교수로 이루어진 융합분야 연구팀을 구성**하였음. 이러한 인프라 및 운영팀 구축을 통해 다수의 우수 국제 논문 게재 및 연구 과제 수주 (NRF 세종펠로우십, 창의도전 등)

주관부처	사업명	연구과제명	총연구비 (천원)
한국연구재단	창의도전연구기반지원사업	유기성 폐수로부터 수소 생산 극대화를 위한 미생물전해전지 내 내부순환형 조립식 산화전극 개발 및 전극-미생물 반응 최적화	210,000
한국연구재단	창의도전연구기반지원사업	ANN 기반 동일 충돌에너지 내 충돌체 질량과 속도 변화에 따른 콘크리트 구조물 거동 예측	107,333
한국연구재단	세종과학펠로우십(일반)	극한 우주환경을 고려한 건설 신재료의 개발	369,900

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 시작일	실적 종류	대표 연구 실적 상세내용
	대표 연구 실적의 우수성				
1	박사후 과정생	김경진	2022.3.1.	학술지 논문	Kyeongjin Kim; Sungwoo Park; Meeju Lee; Jaeha Lee; An experimental study of RC pile encased by precast RC blocks for developing integrated precast breakwater system Ocean Engineering 252, 11204 0029-8018 2022.05. doi.org/10.1016/j.oceaneng.2022.111204
	☑ **학술적 우수성** 지구온난화와 기상이변으로 인해 변화하는 해양 환경에 대응하기 위한 케이슨, 해양 인프라 시설에 관한 연구임. 이상고파랑으로 인해 더 큰 파고와 주기를 가진 파도에 저항 가능한 케이슨의 필요성이 증가하고 있음. 기존 케이슨 설계 방식은 케이슨의 크기를 키워 파도에 대한 저항력을 높이지만 높은 제작 비용과 긴 시공 기간을 요구함. 이에 케이슨을 크기가 작은 블록 형태로 제작하고 이를 연결하여 하나로 통합되게 만드는 새로운 접근 방식에 대한 실험적 연구를 진행함 ☑ **교육연구단의 비전 및 목표와의 부합성** 작은 크기의 개별 블록 형태 케이슨을 사용함으로써 기존의 케이슨 제작 방법에 비해 시멘트 사용량을 줄일 수 있으며 이는 **산업 에너지 사용량 감소**로 이어짐. 이 연구는 **해양신·재생에너지 생산에 직접 기여**할 수 있음 ☑ **객관적 우수성** 게재된 **Ocean Engineering** 저널은 **JCR 상위 4.0%** (Engineering, Marine, IF = 5.0)에 해당되는 세계적으로 인정받는 저널임. 이러한 우수한 연구 결과는 해양신·재생에너지 분야에서 글로벌 수준의 인재를 양성하고자 하는 본 교육연구단의 목표와 부합함. 연구단의 지원과 연구원의 전문 지식 및 경험을 바탕으로 해양신·재생에너지 분야로의 연구 영역을 확장하고자 하는 융합적 성과로 평가됨				
2	박사후 과정생	**박성관**	2022.3.1.	학술지 논문	Sung-Gwan Park, Chaeyoung Rhee, Dipak A Jadhav, Tasnim Eisa, Riyam B Al-Mayyahi, Seung Gu Shin, Mohammad Ali Abdelkareem, Kyu-Jung Chae Tailoring a highly conductive and super-hydrophilic electrode for biocatalytic performance of microbial electrolysis cells Science of The Total Environment 856(Part1), 159105 0048-9697 / 1879-1026 2023.01. doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.159105
	☑ **학술적 우수성** 본 연구에서는 미생물전해전지(MEC) 내 탄소 소재로 만들어진 산화전극의 효율성을 높이기 위한 연구임. 탄소 소재는 높은 소수성 때문에 내부로의 물질전달능력이 떨어져 유기성 폐수를 처리할 미생물의 부착 가능성이 크게 줄어듦. 이 같은 문제를 해결하고자 친수성과 전기전도도를 동시에 가진				

Bi-functional 폴리머를 활용해 전극 표면을 개질하여 내부 물질전달능력을 향상시킨 전극을 개발함

☑ **교육연구단의 비전 및 목표와의 부합성**

개질된 전극 기술은 MEC를 통한 **바이오에너지 생산 분야에서의 혁신적인 발전**을 가져왔음. 이러한 혁신은 해양신·재생에너지 분야에서 다양한 응용 가능성을 제시할 수 있음. 해당 기술을 활용함으로써 해양 환경에서의 유기성 폐수 처리 및 수소 생산이 지속가능한 방식으로 이루어질 수 있게 연구방향을 제시함

☑ **(객관적 우수성)**

본 연구가 게재된 **Science of The Total Environment** 저널은 **JCR 상위 9.3%** (Environmental Science, IF = 9.8)에 해당되는 세계적으로 인정받는 저널임. 본 연구결과는 해양신·재생에너지 전환에 응용이 가능하고, 이는 교육연구단의 목표인 해양신·재생에너지 분야의 전문인력 양성과 부합하는 성과로 평가됨

총 신진연구인력 수	**박사후과정생**	3	**제출 요구량**	2
	계약교수	0		
	계	3		

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)	참여대학원생 성명	지도교수 세부전공 분야	업적물 종류	대표연구업적물 상세내용
	대표연구업적물의 우수성				
1	박사	Tasnim Izzeldin Eisa	채규정 수질처리	학술지 논문	Tasnim Izzeldin Eisa, Mohammad Ali Abdelkareem, Dipak A Jadhav, Hend Omar Mohamed, Enas Taha Sayed, Abdul Ghani Olabi, Pedro Castaño, Kyu-Jung Chae Critical review on the synthesis, characterization, and application of highly efficient metal chalcogenide catalysts for fuel cells Progress in Energy and Combustion Science 94, 101044 0360-1285 2023.01. doi.org/10.1016/j.pecs.2022.101044

☑ **(학술적 우수성)**

신·재생에너지를 이용한 전극 기반 수소생산기술과 수소연료 연료전지에 사용되는 기존 고가의 귀금속 촉매를 칼코젠 화합물을 이용하여 대체 가능성을 제시함. 본 기술은 **수소 생산뿐만 아니라 다양한 전극 기반 이산화탄소 전환이나 에너지 생산의 핵심 기술**로 활용 가능

☑ **(교육연구단의 비전 및 목표와의 부합성)**

연료전지의 경제성과 내구성에 가장 큰 영향을 미치는 귀금속 촉매의 대체 가능성을 밝힘으로써 수소 연료전지의 효율 및 경제성 향상이 예상됨. 해당 연구는 본 사업단의 에너지 생산/전환 영역에서 크게 기여할 수 있고, **박사과정생이 주저자로 발표하기 힘든 플래그쉽 저널에 게재함으로써 우수한 글로벌 연구자 육성이라는 사업단 비전과 목표에도 부합**됨

☑ **(객관적 우수성)**

Progress in Energy and Combustion Science (**IF = 29.5**),
JCR 상위 0.4% (Engineering, Mechanical), **피인용수: 23 회**(Google scholar)

2	박사	김세훈	김명진 환경영향평가	학술지 논문 (SCIE)	Sehun Kim, Puthanveettil Remya Kadamkotte, Myoung-Jin Kim
					Nanosized vaterite production through organic-solvent-free indirect carbonation
					Ultrasonics Sonochemistry
					98, 106495
					1350-4177
					2023.08.
					doi.org/10.1016/j.ultsonch.2023.106495

☑ **(학술적 우수성)**
본 연구에서는 해수를 이용해 간접탄산화로 나노 크기의 vaterite를 대량 생산할 수 있는 가능성을 제시하였으며, 기존 기술에서 사용되는 다량의 유기용매를 사용하지 않고도 나노사이즈 vaterite를 생성할 수 있는 우수한 기술임

☑ **(교육연구단의 비전 및 목표와의 부합성)**
본 연구에서는 1)저비용의 해수를 사용하여 나노사이즈 vaterite를 경제적으로 생산하고, 2)화학 첨가제를 사용하지 않으므로 공정에서 발생되는 폐액 처리가 수월하며, 3)이산화탄소를 탄산칼슘으로 안정하게 저장함. **해양 자원을 이용하여 탄소 배출 저감 및 해양재생 자원의 경제성을 크게 향상**시킴

☑ **(객관적 우수성)**
Ultrasonics Sonochemistry (IF = 8.4),
JCR 상위 1.6% (Acoustics)

3	박사	이미주	이재하 구조공학	학술지 논문 (SCIE)	Meeju Lee, Kyeongjin Kim, Chul-Woo Chung, WooSeok Kim, Yoseok Jeong, Jaeha Lee
					Mechanical characterization of recycled-PET fiber reinforced mortar composites treated with nano-SiO2 and mixed with seawater
					Construction and Building Materials
					392, 131882
					0950-0618
					2023.08.
					doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.131882

☑ **(학술적 우수성)**
Recycled PET를 보강재로 활용한 모르타르의 특성을 분석한 연구로 모르타르에 0.5 vol%의 rPET 섬유를 저혼입하고 ITZ 결합 개선을 위해 나노 입자를 활용하여 포졸란 반응을 유도함

☑ **(교육연구단의 비전 및 목표와의 부합성)**
경제적인 재활용 PET 섬유는 저혼입에도 해수 배합 모르타르에서 해양인프라 구조물에 효과적인 보강재로써 모르타르의 파괴에너지를 크게 증가시키는 것으로 확인됨. 해수를 배합수로 담수 대비 개선된 파괴에너지 성능과 유용한 수화물 생성 여부 또한 확인함. **해양 인프라 시설에 재활용 재료로 각광을 받는 PET를 콘크리트에 섬유로 혼입**하여 재활용 섬유 보강 콘크리트의 환경영향을 분석한 논문으로 교육연구단 연구 분야와 밀접한 관련이 있음

☑ **(객관적 우수성)**
Construction and Building Materials (IF = 7.4),
JCR 상위 4.0% (Civil Engineering), 피인용수: 5회(Google Scholar)

4	석사	Le Thi Huong Giang	채규정 수질처리	학술지 논문 (SCIE)	Ha T.T. Nguyen[1], **Giang T.H. Le[1]**, Sung-Gwan Park[1], Dipak A. Jadhav, Trang T.Q. Le, Hyunsu Kim, Vandana Vinayak, Gihan Lee, Keunje Yoo, Young-Chae Song, Kyu-Jung Chae
					Optimizing electrochemically active microorganisms as a key player in the bioelectrochemical system: Identification methods and pathways to large-scale implementation
					Science of The Total Environment
					914, 169766
					0048-9697
					2024.01.(Online), 2024.03.(Offline)
					doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.169766

☑ **(학술적 우수성)**

본 연구는 폐 유기물를 이용하여 수소나 유용자원을 생산할 수 있는 생물전기화학시스템의 가장 중요한 Biocatalyst(생촉매)의 다양한 작동 기작과 타 경쟁 미생물 대비 선택적 우위를 확보할 수 있는 전략을 제시하고 있음. 이는 생물전기화학셀을 이용하여 이산환탄소나 폐바이오매스를 수소, 바이오플라스틱, 알콜과 같은 유용자원으로 전환시키는 기술 분야에서 가장 중요한 기술로 연관 학문 분야에 파급효과가 매우 큼

☑ **(교육연구단의 비전 및 목표와의 부합성)**

해당 연구는 본 사업단의 3가지 핵심 영역 중 **에너지 생산/전환 영역과 밀접하게 연계**되어 있으며, 유학생이 짧은 기간에 적응하여 우수한 연구 성과를 게재 함으로써 **해외 우수학생들에게 교육기회의 제공과 이를 통한 글로벌 연구자 육성이라는 사업단 목표에도 부합**됨

☑ **(객관적 우수성)**

Science of The Total Environment (IF = 9.8),
JCI 상위 5.84% (ENVIRONMENTAL SCIENCES)

5	석사	조승영	심도식 철강재료	학술지 논문 (SCIE)	Seungyeong Cho,Gwangyong,Dosik Shim
					Effect of laser remelting on the surface characteristics of 316L stainless steel fabricated via directed energy deposition
					Journal of Materials Research and Technology
					15, 5814-5832
					2238-7854
					2021.11.
					doi.org/10.1016/j.jmrt.2021.11.054

☑ **(학술적 우수성)**

본 연구는 해양신·재생에너지 시스템에서 중요한 역할을 하는 기계 소재인 SUS316L의 표면 및 기계적 특성에 관한 연구임. 표면 거칠기 및 기계적 특성이 향상됐으며, 직접에너지적층 공정 후 후가공 비용을 줄일 수 있음을 밝힘. 해양 환경에 쓰이는 해양에너지시스템 기계소재는 내부식성 및 내구성 역할이 중요함

☑ **(교육연구단의 비전 및 목표와의 부합성)**

표면 거칠기 및 기계적 특성이 향상되었으며, 직접에너지적층 공정 후 후가공 비용을 줄일 수 있음을 밝힘. **해양 환경 소재에서 중요한 요소인 내부식성, 해양신·재생에너지 시스템의 구조물 및 부품에 사용되는 소재의 내구성에 대한 해양 신재생 에너지 산업의 성장과 발전에 기여**함

☑ **(객관적 우수성)**

Journal of Materials Research and Technology (IF = 6.4),
JCI 상위 6.04% (METALLURGY & METALLURGICAL ENGINEERING), 피인용수: 11 회(Scopus)

6	석사	김태건	심도식 철강재료	학술지 논문	Tae Geon Kim, Do Sik Shim Effect of laser power and powder feed rate on interfacial crack and mechanical/microstructural characterizations in repairing of 630 stainless steel using direct energy deposition Materials Science and Engineering: A 828 0921-5093 2021.11. doi.org/10.1016/j.msea.2021.142004.

☑ **(학술적 우수성)**

스테인리스강 수리를 위해 DED공정의 매개변수를 컨트롤하여 최적 조건을 찾는 연구임. 공구강의 부분적 파단의 경우, 수리를 위한 DED의 산업적 적용이 비용과 시간 측면에서 경제적이기 때문에 증가하고 있음을 밝힘. 동시에 스테인리스강 수리 시 최적의 레이저 출력 및 분말 공급속도를 제시함

☑ **(교육연구단의 비전 및 목표와의 부합성)**

향후 발전될 적층제조(AM)에서 효율성과 품질을 향상시키는데 중요한 역할을 할 것으로 기대됨. 산업 폐기물을 최소화하며 부품 보수를 통해 수명을 늘려 각종 산업(선박, 엔진 등)에 쓰이는 부품의 수명을 증가시킬 혁신적인 방법을 제안함. 추후 다양한 연구를 통해 **해양 수송시스템 신기술 개발에 새로운 연구방향을 제시**함

☑ **(객관적 우수성)**

Materials Science and Engineering (IF = 6.4),
JCI 상위 7% (METALLURGY & METALLURGICAL ENGINEERING), 피인용수: 15 회(Scopus)

7	박사	Jia Ru	송영채 수질처리	학술지 논문 (SCIE)	Ru Jia, Young-Chae Song, Dong-Mei Piao, Keugtae Kim, Chae-Young Lee, Jungsu Park Exploration of deep learning models for real-time monitoring of state and performance of anaerobic digestion with online sensors Bioresource Technology 363, 127908 0960-8524 2022.11. doi.org/10.1016/j.biortech.2022.127908

☑ **(학술적 우수성)**

전기화학 센서 데이터로부터 혐기성 소화조 상태 및 성능 변수를 예측하기 위해 딥러닝 모델을 구축함. pH, EC, ORP 를 포함한 센서 데이터는 딥러닝 모델을 구축하기 위한 feature로 사용되었으며 오프라인으로 측정된 상태 및 성능 데이터를 라벨로 사용함. CNN, LSTM결합 모델로 상태 및 성능을 예측하는 모델을 구축했으며, 해당 모델은 혐기성 소화조의 상태 및 성능 변수를 예측 가능함을 보여줌

☑ **(교육연구단의 비전 및 목표와의 부합성)**

해양신·재생에너지의 [생산]→[전환]→[수송/저장]에 이르기까지 모든 분야에 접목이 가능한 활용도 높은 연구임. 특히 **에너지 생산 부문에서 에너지 생산의 과정을 모니터링하고 예측하여 효율적이고 안정적인 공정 운영에 기여** 가능함

☑ **(객관적 우수성)**

Bioresource Technology (IF = 11.4),
JCR 상위 2.94% (AGRICULTURAL ENGINEERING), 피인용수: 11 회(Scopus)

8	박사	Yao Changliang	심도식 철강재료	학술지 논문	Chang-Liang Yao, Hyun Song Kang, Ki Yong Lee, Jian Guang Zhao, Do Sik Shim
					A study on mechanical properties of CuNi2SiCr layered on nickel-aluminum bronze via directed energy deposition
					Journal of Materials Research and Technology
					18, 5337-5361
					2238-7854
					2022.05.
					doi.org/10.1016/j.jmrt.2022.04.159

☑ **(학술적 우수성)**

구리 합금 프로펠러 수리에 직접에너지적층(DED) 3D 프린팅 기술을 적용하여 선박의 부품인 해양프로펠러의 손상 부위를 성공적으로 복구에 성공한 연구임. 이는 CuNi2SiCr 합금의 DED 증착 가능성을 입증하고, NAB 부품 수리에 새로운 방법을 제안함

☑ **(교육연구단의 비전 및 목표와의 부합성)**

이러한 작업은 **해양 에너지 시스템을 위한 기계 재료 연구에 새로운 아이디어를 제공**할 수 있을 뿐만 아니라, 전통적인 수리 방법보다 비용 효율적인 기술로 부품 결함을 수리할 수 있는 가능성을 확인함. 본 연구결과는 새로운 해양에너지 생산을 모색할 수 있는 선박 운용에 있어 크게 기여함

☑ **(객관적 우수성)**

Journal of Materials Research and Technology (IF = 6.4),
JCR 상위 6.04% (Metallurgy&Metallurgical Engineering), 피인용수: 6 회(Scopus)

9	석사	김화정	심도식 철강재료	학술지 논문 (SCIE)	Hwa Jeong Kim, Do Sik Shim
					Characterization of the deposit-foaming of pure aluminum and Al-Mg-0.7Si alloys using directed energy deposition based on their metallurgical characteristics and compressive behaviors
					Additive Manufacturing
					59, 103119
					2214-8604
					2022.11.
					doi.org/10.1016/j.addma.2022.103119

☑ **(학술적 우수성)**

직접에너지적층(DED) 사용하여 다공성 재료를 증착 및 제작하기 위해 알루미늄 분말과 발포제를 혼합함. 각 재료의 증착 및 발포 특성을 레이저 파워를 사용하여 관찰하고, 발포 재료의 미세 구조와 압축 특성을 연구함. 순수 알루미늄과 알루미늄 합금에 대해 DED공정을 사용하여 가공성 재료를 제조할 수 있음을 발견함. 기공률을 레이저 파워를 조절함으로써 제어할 수 있다는 것을 보여줌

☑ **(교육연구단의 비전 및 목표와의 부합성)**

해양에너지시스템에 사용되는 소재는 다양한 물리적 및 환경적 요구사항을 충족하기 위해 경량화와 내구성을 동시에 확보해야 함. 이를 위해 알루미늄 분말과 발포제를 혼합하여 다공성 재료를 증착하는 연구는 **해양 환경 및 해양 기계소재 개발 발전에 기여**할 것으로 예상됨

☑ **(객관적 우수성)**

Additive Manufacturing (IF = 11.0),
JCI 상위 6.82% (ENGINEERING, MANUFACTURING), 피인용수: 5 회(Scopus)

10	석사	박한별	심도식 철강재료	학술지 논문 (SCIE)	Han Byeol Park, Gwang Yong Shin, Do Sik Shim Deposition characterization of high-manganese (13Mn) steel built via directed energy deposition and its wear behavior Journal of Materials Research and Technology 22, 2910-2932 2238-7854 2023.01. doi.org/10.1016/j.jmrt.2022.12.104

☑ **(학술적 우수성)**

직접에너지적층(DED) 사용하여 인코넬 718 표면에 고망간강(HMS)를 적층하여 레이저 출력과 분말 공급 속도에 따른 증착 특성을 분석한 연구임. 내마모성 극대화를 위한 분말로서 HMS를 이용한 표면코팅의 산업적 활용성을 입증함. HMS 분말을 이용하여 DED 공정을 이용하여 내마모성 및 내구성이 향상된 것을 확인하였음

☑ **(교육연구단의 비전 및 목표와의 부합성)**

HMS는 해수와 같은 염기성 환경에서도 내식성이 우수하며, **극저온 해양환경에서도 기계적 특성이 우수**하여 LNG 선박 등 여러 산업 분야에 쓰임. 이는 해양 기계소재의 개발에 새로운 연구방향을 제시함

☑ **(객관적 우수성)**

Journal of Materials Research and Technology (IF = 6.4),
JCI 상위 6.04% (METALLURGY & METALLURGICAL ENGINEERING), 피인용수: 3 회(Scopus)

11	석사	최국화	심도식 철강재료	학술지 논문 (SCIE)	Kook-Hwa Choi, Jong-Rae Cho, Do-Sik Shim Effect of heat transfer in substrate on microstructure and tensile behavior of deposits built by directed energy deposition Journal of Materials Research and Technology 28, 3911-3931 2238-7854, 2024.01. doi.org/10.1016/j.jmrt.2023.12.234.

☑ **(학술적 우수성)**

MAM(Metal Additive Manufacturing)의 한 갈래인 Powder Bed Fusion 공정을 통해 모재 내부에 금속 격자구조를 제작한 후 직접에너지적층(DED) 공정을 통해 표면을 적층하였음. 본 연구는 내부 격자 구조를 갖는 기판에 이종 재료를 적층함으로써 적층 품질과 기계적 특성을 향상시킬 수 있음을 확인함

☑ **(교육연구단의 비전 및 목표와의 부합성)**

경량성 및 열 전달 특성이 좋은 격자구조를 통해 경량 기계 소재의 제작이 가능하며, 기계적 특성이 향상된 것을 확인함. 이종 재료를 적층함으로써 다양한 소재의 장점을 결합할 수 있으며, **각 재료의 특성을 최대한 활용하여 해양환경에서의 요구 사항을 충족하는 소재를 개발**할 수 있음

☑ **(객관적 우수성)**

Journal of Materials Research and Technology (IF = 6.4),
JCI 상위 6.04% (METALLURGY & METALLURGICAL ENGINEERING)

12	박사	이기한	유근제 환경정보	학술지 논문 (SCIE)	Gihan Lee, Keunje Yoo A review of the emergence of antibiotic resistance in bioaerosols and its monitoring methods Reviews in Environmental Science and Bio/Technology 21(3), 799-827 1572-9826 2022.06. doi.org/10.1007/s11157-022-09622-3

☑ **(학술적 우수성)**

바이오에어로졸 내 항생제 내성 유전자 모니터링과 이를 검측하기 위한 첨단 분자 및 생명공학 방법을 제시한 연구임. 바이오에어로졸 내 항생제 내성 유전자의 전파 및 확산으로 인한 인체 위해성과 심각한 공중 보건 문제를 유발할 가능성을 확인하였으며, 항생제 내성을 검측 방법을 제시하여 향후 연구 방향과 효율적인 모니터링 시스템 구축을 위한 기술 개발에도 기여함

☑ **(교육연구단의 비전 및 목표와의 부합성)**

첨단 분자 및 생명공학에서 사용하는 모니터링 및 검측 기술을 조사하고 효율적인 사용 방향을 제시함으로써, **해양 바이오매스를 활용하여 수소를 생산하는 미생물의 검측과 기능 파악에 새로운 방향성을 제시**함

☑ **(객관적 우수성)**

Reviews in Environmental Science and Bio/Technology (IF = 14.4),
JCR 상위 2.8% (Biotechnology & Applied microbiology), 피인용수: 31 회(Google Scholar)

13	석사	배수연	유근제 환경정보	학술지 논문	Suyeon Bae, Keunje Yoo Microplastic contamination and microbial colonization in coastal area of Busan City, Korea Frontiers in Marine Science 9, 1030476 2296-7745 2022.11. doi.org/10.3389/fmars.2022.1030476

☑ **(학술적 우수성)**

부산 연안해양 내 미세플라스틱 오염의 물리·화학·생물학적 특성을 종합적으로 탐구한 결과를 발표한 논문임. 미세플라스틱 분석 전처리 및 FT-IR을 통한 미세플라스틱 식별 방법 최적화, 생물학적 분석방법을 도출하여 미세플라스틱 관련 연구 방법에 대한 전반적인 절차를 수립하는 성과를 달성한 연구임

☑ **(교육연구단의 비전 및 목표와의 부합성)**

통계분석 기반 물리·화학·생물학적 데이터 및 환경적 인자의 종합적인 평가를 통한 결과 도출 방법은 **해양신·재생에너지 생산 최적화 과정에 활용**될 수 있을 것으로 기대됨. 이러한 기법의 접목은 해양신·재생에너지 생산에 크게 기여할 수 있으며, 관련 연구 내 생산되는 데이터의 종합적 평가에 적용될 수 있음

☑ **(객관적 우수성)**

Frontiers in Marine Science (IF = 3.7),
JCR 상위 7.8% (Marine & Freshwater Biology), 피인용수: 6 회(Google Scholar)

14	석박사통합	김현수	유근제 환경정보	학술지 논문 (SCIE)	Boram Kim, Hyunsu Kim, Keunje Yoo Insight into the marine microplastic abundance and distribution in ship cooling systems Journal of Environmental Management 339, 117940 0301-4797 2023.08. doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.117940

☑ **(학술적 우수성)**

본 연구에서는 선박 냉각 시스템 내 미세플라스틱의 분포 및 특성을 조사한 연구임. 해양환경 내 미세플라스틱 오염이 선박 냉각 시스템으로 유입되어 엔진 및 냉각 시스템에 영향을 미칠 가능성이 있음을 밝힘. 동시에 선박이 해양 미세플라스틱 오염의 새로운 공급원이 될 수 있기에 적절한 정책마련의 필요성을 제시함

☑ **(교육연구단의 비전 및 목표와의 부합성)**

선박 냉각 시스템 내 미세플라스틱 오염도를 조사하여 밝힘으로써, 해양환경의 미세플라스틱 오염에 대한 인식을 증진시키고, 이에 대응하기 위한 **첨단 해양에너지 시스템 개발의 필요성을 강조**함. 이는 해양신·재생에너지 인재양성에 직접 기여하며, 특히 해양환경 보호 및 해양 수송시스템 신기술 개발에 새로운 연구방향을 제시함

☑ **(객관적 우수성)**

Journal of Environmental Management (IF = 8.7),
JCR 상위 9.43% (Environmental Science), 피인용수: 2 회(Scopus)

15	석사	정예은	심도식 철강재료	학술지 논문 (SCIE)	Ye eun Jeong, Gwang Yong Shin, Do Sik Shim Effect of P21 buffer layer on interfacial bonding characteristics of high-carbon tool steel hardfaced through directed energy deposition Journal of Manufacturing Processes 68, A, 1596-1614 1526-6125 2021.08. doi.org/10.1016/j.jmapro.2021.07.002.

☑ **(학술적 우수성)**

본 연구에서는 계면 결함 방지를 위해 기판과 고탄소 공구강 분말(M2)층 사이에 연성 P21 분말을 버퍼층으로 적층하여 굴곡, 충격, 인장 시험을 통해 P21 버퍼 층으로 인한 강도와 내구성 향상을 확인하였음

☑ **(교육연구단의 비전 및 목표와의 부합성 T1)**

해양 환경 및 다양한 환경에서 사용되는 부품들의 국부적 보수에 있어 직접에너지적층 공정은 효과적인 방안임. 고강도 및 강한 마모저항력을 위해 M2가 사용되지만 결함이 생기는 문제가 있었음. 본 연구를 통해 연성 P21 분말을 버퍼층으로 적층하여 강도 및 내구성 향상을 확인하였음. 이는 **해양 환경에 사용되는 기계소재 개발에 대한 새로운 연구방향을 제시**함

☑ **(객관적 우수성)**

Journal of Manufacturing Processes (IF = 6.2),
JCI 상위 21.97% (ENGINEERING, MANUFACTURING), 피인용수: 7 회(Scopus)

16	박사	Dylan Sheneth Edirisinghe	이영호 유체기계	학술지 논문	Dylan S. Edirisinghe, Ho-Seong Yang, S.D.G.S.P. Gunawardane, Young-Ho Lee Enhancing the performance of gravitational water vortex turbine by flow simulation analysis Renewable Energy 194, 163-180 1879-0682 2022.07. doi.org/10.1016/j.renene.2022.05.053

☑ **(학술적 우수성)**

다양한 vortex turbine blades 구성에 대해 컴퓨터 유체 역학(CFD) 분석을 사용하여 블레이드 경사, 터빈 높이, 수직 트위스트 및 수평 곡률 기반 터빈의 매개변수 연구를 수행함. 이를 통해, 원추형 분지의 경사와 유사한 블레이드 경사는 성능을 향상시켰고 최종적으로 최적의 블레이드 높이를 발견할 수 있었음

☑ **(교육연구단의 비전 및 목표와의 부합성)**

본 연구의 결과는 중력수력소용돌이 발전소의 효율성을 증대시킬 수 있는 새로운 방안을 CFD 분석을 통하여 제시함. 이러한 연구는 해양신·재생에너지 생산과 수송 및 저장 기술 발전에 기여할 수 있으며, 세부적으로 **교육 연구단의 핵심요소기술 중 수소 이송 및 안전기술과 매우 부합하는 연구**임

☑ **(객관적 우수성)**

Renewable Energy (IF = 8.7),
JCR 상위 15.16% (Energy & Fuels), 피인용수: 11 회(Google Scholar)

17	박사	Huang Jiafeng	최형식 로봇공학	학술지 논문 (SCIE)	Jiafeng Huang, Hyeung-Sik Choi, Mai The Vu, Dongwook Jung, Ki-Beom Choo, Hyunjoon Cho, Phan Huy Nam Anh, Ruochen Zhang, Jung-Hyeun Park, Joon-Young Kim, Huy Ngoc Tran Study on Position and Shape Effect of the Wings on Motion of Underwater Gliders Journal of Marine Science Engineering 10(7), 891 2077-1312 2022.06. doi.org/10.3390/jmse10070891

☑ **(학술적 우수성)**

본 연구에서는 동역학을 보다 쉽게 해석하기 위해 단순화된 글라이더 운동 모델을 구축하였으며, UG의 날개 위치와 날개 형상이 모션에 미치는 영향을 연구임

☑ **(교육연구단의 비전 및 목표와의 부합성)**

순 부력의 변화로 동작하는 수중 글라이더는 에너지 소비와 소음이 낮기 때문에 내구성이 길고 수중 작업 범위가 더 넓음. 이러한 장점으로 인해 **수중 수로 환경 조사 및 수중 매핑과 같은 군사 응용 분야에 적합**

☑ **(객관적 우수성)**

Journal of Marine Science Engineering (IF = 2.9),
JCR 상위 21.9% (Environmental Science), 피인용수: 5 회(Scopus)

18	석사	김대옥	손동우 전산역학	학술지 논문 (SCIE)	Kim, Dae-Ock, Seon-Pil Hwang, and Dongwoo Sohn
					DEM study of packing and connectivity of binary-sized pebbles according to their size and mixing ratios under vibration conditions
					Fusion Engineering and Design
					168, 112648
					0920-3796
					2021.07.
					doi.org/10.1016/j.fusengdes.2021.112648

☑ **(학술적 우수성)**

이산 요소 방법(DEM)을 사용하여 이진 크기의 페블베드 적층 과정을 시뮬레이션하고, 페블 구성, 페블베드 진동 조건의 영향을 조사함. 페블 간 연결성을 열전도율 측면에서 평가하여, 고체형 증식 블랭킷에서 열에너지 전달과 삼중수소 회수 효율에 미치는 적층 구조의 영향을 분석함. 이진 크기 페블을 사용하여 더 많은 접촉을 통해 열전달 효율을 증가시킬 수 있었으며, 이는 핵융합 에너지 기술 분야에서 고체형 증식 블랭킷의 설계 및 개발에 도움이 될 것으로 기대됨

☑ **(교육연구단의 비전 및 목표와의 부합성)**

에너지의 생산과 변환 및 수송/저장에 대해 전반적인 관련성이 높으므로 해양신·재생에너지의 전 과정에 걸쳐 응용할 수 있음

☑ **(객관적 우수성)**

Fusion Engineering and Design (IF = 1.7),
JCI 상위 27.38% (NUCLEAR SCIENCE & TECHNOLOGY), 피인용수: 6 회(Google Scholar)

19	박사	An Zhengkai	송영채 수질처리	학술지 논문 (SCIE)	Zheng-Kai An, Young-Chae Song, Keug-Tae Kim, Chae-Young Lee, Seong-Ho Jang and Byung-Uk Bae
					The Bioaugmentation of Electroactive Microorganisms Enhances Anaerobic Digestion
					Fermentation-Basel
					9, 988
					2311-5637
					2023.11.
					doi.org/10.3390/fermentation9110988

☑ **(학술적 우수성)**

전기 활성 미생물을 이용한 메탄 생산은 혐기성 소화의 문제해결에 중요함. 극화된 전극을 통해 전기 활성 미생물을 농축하는 것은 초기 투자와 유지보수 문제로 인해 현장 시설에서는 적용에 어려움이 있었으나 생물전기화학적 반응기를 활용하면 작은 외부 장치에서 전기 활성 미생물을 농축한 후 소화조에 추가할 수 있어 새로운 문제해결 방안을 제시함

☑ **(교육연구단의 비전 및 목표와의 부합성)**

해양신·재생에너지의 비전인 에너지 전환에 기여하며, **메탄의 생산량 증진과 바이오 가스 생산에 새로운 가능성을 제시**함

☑ **(객관적 우수성)**

Fermentation-Basel (IF = 3.7),
JCR 상위 40.8% (BIOTECHNOLOGY & APPLIED MICROBIOLOGY)

20	박사수료	Pham Thi Ngot	허준호	학술지 논문 (SCIE)	Thi-Ngot Pham, Viet-Hoan Nguyen, Jun-Ho Huh
					Integration of improved YOLOv5 for face mask detector and auto-labeling to generate dataset for fighting against COVID-19
					Journal of Supercomputing
					79, 8966-8992 (2023).
			인공지능시스템 및 응용		0920-8542 / 1573-0484
					2023.01.
					doi.org/10.1007/s11227-022-04979-2

☑ **(학술적 우수성)**

본 연구에서는 선박 탑승시 안면 마스크 감지를 위한 이미지 데이터셋 생성에 대해 개선안을 제시함. 안면 마스크 감지 시스템은 선사 및 선박 승무원에게 고객 식별 및 안전을 향상 시킬 수 있는 중요한 기술임. 따라서 제안하는 시스템은 선사에서 고객이 선박의 탑승 시 고객 서비스와 선박 안전에 도움이 될 것으로 기대됨

☑ **(교육연구단의 비전 및 목표와의 부합성)**

이 과정에서는 컴퓨터 비전 기술과 이미지 처리 알고리즘이 활용됨. 이러한 기술은 연료탱크나 배터리 저장소의 상태를 모니터링하기 위해 사용될 수 있음. 이는 해양신·재생에너지의 수송 및 저장 과정에서 발생하는 문제를 신속하게 감지하고 사용하는 데에 활용할 수 있음. 이는 **해양신·재생에너지의 수송 및 저장 과정의 안정성 확보에 직접적으로 기여**함

☑ **(객관적 우수성)**

Journal of Supercomputing (IF = 3.3),
JCI 상위 32.07% (COMPUTER SCIENCE, THEORY & METHODS), 피인용수: 7 회

21	박사	조황기	손동우	학술지 논문 (SCIE)	Hwangki Cho, Min Kuk Choi, Sangjin Park, Moonhong Kim, Jihoon Han, Dongwoo Sohn
					Determination of critical ricochet conditions for oblique impact of ogive-nosed projectiles on concrete targets using semi-empirical model
					International Journal of Impact Engineering
			전산역학		165, 104214
					0734-743X
					2022.07.
					doi.org/10.1016/j.ijimpeng.2022.104214

☑ **(학술적 우수성)**

본 연구는 Ogive 형상 탄두를 가진 강체 발사체가 콘크리트 표적에 비스듬히 충돌 시 도탄 현상을 예측하는 반경험적 모델을 제안하고, 임계 각도와 속도를 결정함. SEM 해석과 FEM 및 SPH 방법으로 검증한 결과, Ogive-nosed 발사체의 거동 예측에 기여하는 중요 연구임.

☑ **(교육연구단의 비전 및 목표와의 부합성)**

발사체의 동적 거동 및 콘크리트 구조물과 충돌에 대한 연구로써 해양신·재생에너지의 시설물 건설은 대부분 콘크리트를 사용함. 에너지를 생산하고 저장하는 건물은 군사 시설이나 전략적인 목표물로 간주될 수 있어 안전하게 보호되어야 하므로 발사체에 대한 **방어목적으로 시설물을 설계하는 데 적용 가능**한 연구임.

☑ **(객관적 우수성)**

INTERNATIONAL JOURNAL OF IMPACT ENGINEERING (IF = 5.1),
JCR 상위 12.01% (ENGINEERING, MECHANICAL), 피인용수: 6 회(Google Scholar)

22	박사	신선미	김명진 환경영향평가	학술지 논문 (SCIE)	Seonmi Shin, Myoung-Jin Kim
					Hydrothermal synthesis of zeolites from residual waste generated via indirect carbonation of coal fly ash
					Sustainable Environment Research
					34(1), 1
					2468-2039
					2024.01.
					doi.org/10.1186/s42834-023-00206-6

☑ **(학술적 우수성)**

본 연구에서는 간접탄산화 공정에서 발생하는 잔류부산물을 이용하여 제올라이트를 합성하였음. 산업부산물을 활용한 간접탄산화 기술은 원료인 산업부산물로부터 칼슘 또는 마그네슘을 추출한 뒤 다량의 잔류부산물이 발생한다는 단점이 있으나, 이를 재활용하는 방법에 관한 연구는 거의 진행되지 않았음. 본 연구는 **폐기물의 처리 방안을 제시함으로써 간접탄산화 기술의 경제적•환경적 문제를 해결**했다는 점에서 학문적으로 우수함

☑ **(교육연구단의 비전 및 목표와의 부합성)**

해수를 활용한 간접탄산화 기술에서 발생하는 잔류부산물의 처리 비용을 감소시킬 뿐만 아니라 제올라이트를 중금속 제거 등 다양한 분야에 활용함으로써 부가적인 이익을 창출할 수 있음

☑ **(객관적 우수성)**

Sustainable Environment Research (IF = 4.9),
JCR 상위 40.9% (ENGINEERING, ENVIRONMENTAL)

23	석사	김정원	유근제 환경정보	학술지 논문 (SCIE)	Jeongwon Kim, Suyeon Bae, Sena Park, Sudheer Kumar Shulka, Keunje Yoo
					Investigation of Surface Bacterial Diversities and Compositions in the Global Subway Facilities
					Atmosphere
					14(1), 140
					2073-4433
					2023.01.
					doi.org/10.3390/atmos14010140

☑ **(학술적 우수성)**

본 연구에서는 네 개의 글로벌 대도시 지하철역 내 승객들의 접촉빈도가 높은 표면의 미생물 군집 조사를 통해, 지하철역 내 미생물 군집의 대부분은 인간 및 지하철역 주변 환경에서 유래된 그람 양성 미생물이 우점하고 있음을 확인하였음. 바이오인포매틱스 기술을 활용하여 다중이용시설의 미생물 군집 구성에 대한 데이터를 제공함으로써, 잠재적 유해 미생물 군집 조사의 필요성을 제시하였다는 점에서 해당 기술의 활용 방안을 새롭게 제시함

☑ **(교육연구단의 비전 및 목표와의 부합성)**

현장기반 실험을 통해 얻은 데이터와 수집된 글로벌 데이터를 비교하여 유의미한 결과를 도출함. 이 같은 접근법을 해양신·재생에너지 전환 과정(바이오수소)에서 생산되는 데이터의 검증에 접목하여 해당 공정 최적화 방안 마련에 기여할 수 있음

☑ **(객관적 우수성)**

Atmosphere (IF = 2.9),
JCI 상위 56.74% (ENVIRONMENTAL SCIENCES)

24	석사	양호성	이영호	학술지 논문	Ho-Seong Yang, Ali Alkhabbaz, Dylan Sheneth Edirisinghe, Watchara Tongphong, Young-Ho Lee
					FOWT Stability Study According to Number of Columns Considering Amount of Materials Used
					Energies
					15(5), 1653
					1996-1073
			유체기계		
					2022.02.
					doi.org/10.3390/en15051653

☑ **(학술적 우수성)**

다양한 디자인 개념에 대한 반잠수식 플랫폼의 안정성과 수력 동적 반응에 대한 고도의 분석을 제공한 논문임. 다양한 기둥 수를 가진 네 가지 유형의 반잠수식 플랫폼이 극한 환경 조건 하에서 테스트되고 비교되어, 그들의 안정성과 수력 동적 반응을 보장함. 플랫폼의 안정성이 기둥의 수보다는 플로터의 기하학적 특성에 더 큰 영향을 받는다는 것을 밝혀내어 관련 분야 기술 발전에 크게 기여함

☑ **(교육연구단의 비전 및 목표와의 부합성)**

시뮬레이션을 통해 극한 환경에 노출된 반잠수식 구조물의 안정성과 수력 동적 반응을 예측하여 해당 구조물의 설계 단계에서 고려해야 할 파라미터들을 제공함. 이 같은 연구결과는 **교육 연구단의 해양하중 분석 및 해양구조물 구조건전성 평가와 같은 핵심요소기술과 부합**하며, 향후 해당분야 기술 발전에 기여할 수 있음

☑ **(객관적 우수성)**

Energies (IF = 3.2),
JCI 상위 63.55% (ENERGY & FUELS), 피인용수: 9 회(Google Scholar)

25	석사	이지형	최형식	학술지 논문 (SCIE)	Jihyeong Lee, Han-Sol Jin, Hyunjoon Cho, Huang Jiafeng, Sang-Ki Jeong, Dae-Hyeong Ji, Hyeung-Sik Choi
					A New Complex Marine Unmanned Platform and Field Test
					Journal of Marine Science and Technology-Taiwan
					28(6), 538-547
					1023-2796
			로봇공학		
					2020.12.
					doi.org/10.6119/JMST.202012_28(6).0009

☑ **(학술적 우수성)**

본 연구에서는 무인수상체(USV)와 원격조종체(ROV)로 구성된 **새로운 복합 해상무인플랫폼의 개발과 해상시험 결과를 제시**함. 플랫폼 구조, 제어 시스템, 센서 시스템, 제어 알고리즘을 개발하여 도입하여 벽, 바닥, 교각, 항만 등 수중구조물에 대한 정보를 수집함

☑ **(교육연구단의 비전 및 목표와의 부합성)**

무인 수상 차량(USV) 및 무인 수중 차량(UUV)과 같은 무인 플랫폼은 수중 추진기를 추진 장치로 사용하여 해양 환경 조사, 모니터링 및 해양 구조물 관리와 같은 임무를 위해 적극적으로 개발되고 있으며, 특히 해양 재생 에너지 연구에 사용되는 발전기 개발에 많은 응용이 되고 있는 추세임

☑ **(객관적 우수성)**

Journal of Marine Science and Technology-Taiwan,
JCR 상위 76.69% (ENGINEERING, MULTIDISCIPLINARY), 피인용수: 4 회(Scopus)

총 참여대학원생 수	**석사**	150	**제출 요구량**	25
	박사	92		
	석박사통합	2		
	계	244		

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/ 석박사통합)	참여대학원생 성명	발표 형식 (구두, 포스터)	학술대회 발표실적 상세내용
1	박사	Tasnim Izzeldin Eisa	구두	Tasnim, Giang T.H. Le, Trang T.Q. Le, 조수민, 제미리, 김주형, 채규정 In-depth Analysis of Assorted Membranes' Value as Ion Exchangers for (Bio)electrochemical Systems AP-ISMET 대한상공회의소 202307, 대한민국
2	박사	Dylan Sheneth Edirisinghe	구두	Dylan Sheneth Edirisinghe, 양호성, 이영호 Numerical Optimization of Gravitational Water Vortex Turbine using Compuational Flow Analysis International Association for Hydro-Environment Engineering and Research(IAHR)-Asia Kathmandu University 202111, 네팔
3	박사	Yao Changliang	구두	Yao Changliang, 심도식 Application of ultrasonic nanocrystal surface modification to improve cavitation corrosion resistance of nickel-aluminum bronze Asian Society for Precision Engineering and Nanotechnology (ASPEN 2022) ASPEN 202211, 싱가포르
4	박사	Hussien Mohamed Hussien Abdelhakeem	구두	Mohammed Hussien, Trang T. Q. Le, 장진혁, 채규정 Enhancing biohydrogen production from mixed swine manure and food waste substrates through integrated dark fermentation and microbial electrolysis The 6th International Conference on Alternative Fuels, Energy & Environment (ICAFEE 2023) Erciyes University 202310, 튀르키예

5	박사	Phan huy nam anh	구두	Phan Huy Nam Anh, 최형식 Study On Energy Conversion Efficiency Of Wave Actuating Ship The 4th International Conference on Advanced Convergence Engineering Ho Chi Minh university of Technology 202308, 베트남
6	박사	김보라	구두	김보라, 장승현, 윤민 Prediction of aerodynamic coefficient using deep learning The 4th International Conference on Applied Convergence Engineering (ICACE 2023) Ho Chi Minh university of Technology 202308, 베트남
7	박사	조현정	구두	조현정, 오재홍 Use of drone-based thermal images for 3D thermal point cloud and target surface temperature estimation The 4th International Conference on Applied Convergence Engineering (ICACE 2023) Ho Chi Minh university of Technology 202308, 베트남
8	박사	신선미	구두	신선미, 김명진 A study on the synthesis of zeolite using residual by-products of indirect carbonation The 4th International Conference on Applied Convergence Engineering (ICACE 2023) Ho Chi Minh university of Technology 202308, 베트남
9	박사	An Zhengkai	구두	An Zhengkai, 송영채 Bioelectrochemical auxiliary reactor improving the performance of horizontal anaerobic digesters 6th Postgraduate Colloquim for Envionmental Research 2022 (POCER 2022) University of Nottingham Malaysia 202206, 말레이시아

10	박사	Jia Ru	구두	Jia Ru, 송영채 Stability index based on singular value decomposition for monitoring the state of anaerobic digestion 2023 Thailand Korea conference Chulalongkorn University, Center of Excellence on Hazardous Substance Management, Research Network of Chula and NANOTEC (RNN) on Environment 202302, 태국
11	박사	Pham Thi Ngot	구두	Thi-Ngot Pham, 허준호 Overview in IT-based Power Plants and Electric Users The 4th International Conference on Applied Convergence Engineering (ICACE 2023) Ho Chi Minh City University of Technology 202308, 베트남
12	박사	Murali Mythili Divya	구두	Mythili Divya, 송영채 Potential of Bioelectrochemical Nitrogen removal from domestic wastewater through direct interspecies electron transfer. The 6th International Conference on Alternative Fuels, Energy & Environment (ICAFEE 2023) Erciyes University 202310, 튀르키예
13	박사	Huang Jiafeng	구두	Huang Jiafeng, 최형식 Design and study on a new hybrid twin underwater glider International Conference on Advanced Convergence Engineering (ICACE 2022) Shanghai University of Engineering Science 202211, 중국
14	석사	정혜인	구두	정혜인, 송영채 Deep Learning Model Combined with CNN and LSTM used for Fault Diagnosis of Sensors in the Monitoring of Anaerobic Digestion The 4th International Conference on Applied Convergence Engineering (ICACE 2023) Ho Chi Minh university of Technology 202308, 베트남

15	석사	Le Thi Huong Giang	구두	Giang T. H. Le, Dipak A. Jadhav, Ha T. T. Nguyen, Trang T. Q. Le, 채규정 Biopolymer (Poly 3-hydroxybutyrate) production from carbon dioxide in microbial electrosynthesis system by mixed culture 2022년 대한환경공학회 대한환경공학회 202211, 대한민국
16	석사	Le Thi Quynh Trang	구두	Trang T.Q. Le, Mohammed Hussien, 이정민, 조수민, 제미리, 채규정 Improvement of hydrogen production through methanogen suppression in microbial electrolysis cells for swine manure treatment The 4th International Conference on Applied Convergence Engineering (ICACE 2023) Ho Chi Minh university of Technology 202308, 베트남
17	석사	고은빛	구두	고은빛, 김명진 Direct carbonation for zero by-product in mineral carbonation process using oyster shells and seawater The 4th International Conference on Applied Convergence Engineering (ICACE 2023) Ho Chi Minh university of Technology 202308, 베트남
18	석사	Weerakoon Abeysinghe Hettige Samitha	포스터	Weerakoon Abeysinghe Hettige Samitha, 양호성, 이영호 Novel Tidal Energy Harnesing System Utilizing Quadrapal Bi-directional Turbine Arrengment IEEE CSDE & i-COSTE 2020 i-COSTE 202012, 피지
19	석박사통합	김현수	포스터	김현수, 유근제 The potential applicability of blue carbon for carbon capture 2023 ACCE International Conference ACCE 202307, 대한민국

20	석사	제미리	포스터	제미리, 이정민, 채규정 Removal of organic booster biocides from hull cleaning wastewater using rapid filtration combined with electro-oxidation 2023 6th International Conference on Desalination using Membrane Technology Membrane Desalination 202311, 스페인
21	박사	이미주	구두	이미주, 이재하 재활용 PET로 보강된 해수 모르타르의 파괴에너지 평가 2022 한국건설순환자원학회 추계 학술대회 한국건설순환자원학회 202210, 대한민국
22	석사	박한별	구두	박한별, 심도식 직접 에너지 적층 공정을 이용한 인코넬과 고망간강 분말의 적층 특성에 관한 연구 2022 한국정밀공학회 춘계 학술대회 한국정밀공학회 202205, 대한민국
23	석사	김화정	포스터	김화정, 심도식 직접에너지 적층 공정을 이용한 알루미늄 분말별 적층 특성에 관한 연구 2021 한국기계가공학회 추계학술대회 한국기계가공학회 202111, 대한민국
24	박사	Nguyen Hai Yen	포스터	Hai Yen Nguyen, Dipak A. Jadhava, Ha T. T. Nguyen, Giang T. H. Le, Trang T. Q. Le, 제미리, 조수민, 채규정 Microalgae derived biohydrogen generation via microbial electrolysis cell 2023 한국환경기술학회 춘계 학술발표회 한국환경기술학회 202304, 대한민국

25	석사	최국화	포스터	최국화, 심도식
				모재의 구조에 따른 열전달 과정이 이종소재의 적층 특성에 미치는 영향
				2023 한국기계가공학회 춘계 학술대회
				한국기계가공학회
				202304, 대한민국

25	**석사**	150	**제출 요구량**	25
	박사	92		
	석박사통합	2		
	계	244		

(1) 참여대학원생 학술대회 발표실적의 우수성

❍ 참여대학원생 학술대회 발표실적 현황

■ 발표 실적: 국내학술대회 (포스터: 109건 / 구두발표: 53건), 국제학술대회 (포스터: 46건 / 구두발표: 40건)

■ 수상 실적: 국내학술대회 (포스터: 10건 / 구두발표: 4건), 국제학술대회 (포스터: 1건 / 구두발표: 1건)

❍ 참여대학원생 대표 학술대회 발표실적

참여대학원생 성명	기간	학회명 (개최국)	발표명	수상명
Tasnim Izzeldin Eisa (박사과정)	2023.07.28.	AP-ISMET (한국)	In-depth Analysis of Assorted Membranes' Value as Ion Exchangers for (Bio)electrochemical Systems	대상

☑ **(학술적 창의성・혁신성)**

생물전기화학전지, 수소연료전지, 직접요소 연료전지와 같은 이온 교환이 필요한 멤브레인을 이용하여 에너지와 유용 자원을 생산하는 기술에 멤브레인은 가장 고가의 구성 장치 중 하나이며 실용화를 위해 최우선적으로 혁신이 필요한 분야임. 본 연구는 이와 같은 다양한 형태의 셀에서 이온 교환의 선택성과 연료의 크로스오버, 바이오파울링 등과 같은 다중 인자를 종합적으로 고려하여 평가함으로써 최적 멤브레인의 선택을 위한 가이드라인을 제시하였음.

☑ **(교육연구단의 비전 및 목표와의 부합성)**

해당 연구는 생물전기화학셀을 이용하여 고순도 수소를 생산하거나, 대기 중 이산화탄소를 포집하여 고부가가치 유용물질을 생산하는 분야에 적용가능하고, 본 사업단의 해양신·재생에너지 [생산]→[전환]→[수송/저장] 분야의 전 영역에서 활용 가능. 특히 생물전기화학셀은 외부 에너지 인가가 필요한데 이는 해양신·재생에너지로부터 충당 가능. 본 연구는 **우수성을 인정받아 세계적 연구자들이 모이는 AP-ISMET 국제학술대회에서 180편의 발표 중 대상을 수상**함.

정혜인(석사)	2023.08.15.	ICACE (베트남)	Deep Learning Model Combined with CNN and LSTM Used for Fault Diagnosis of Sensors in the Monitoring of Anaerobic Digestion	우수논문상

☑ **(학술적 창의성・혁신성)**

CNN과 LSTM을 결합한 딥러닝 모델을 센서의 고장진단에 적용하여 정확도 95%로 pH, EC, ORP 센서의 정상 및 고장 상태를 판단하였음. 또한 센서의 정상 데이터만 사용해 고장진단 모델을 구현하였고, 이는 클래스 불균형 문제를 해결할 수 있는 창의적인 방안임

☑ **(교육연구단의 비전 및 목표와의 부합성)**

본 연구에서 다루는 고장진단은 해양신·재생에너지의 [생산]→[전환]→[수송/저장]의 모든 분야에 활용될 수 있음. 특히, **수소 저장의 안전을 위해 설치하는 누출 감지 센서의 고장진단 혹은 수소 생산 과정의 모니터링을 위한 센서의 고장진단 등 여러 센서에 활용이 가능한 연구**임

Le Thi Huong Giang (석사과정)	2022.11.08.	대한환경공학회 (대한민국)	Biopolymer (Poly 3-hydroxybutyrate) production from carbon dioxide in microbial electrosynthesis system by mixed culture	우수학술발표상

☑ **(학술적 창의성・혁신성)**

본 연구는 온실가스의 주요 성분인 이산화탄소를 생물전기화학셀을 이용하여 바이오 플라스틱을 생산하는 혁신적인 기술임. 이산화탄소를 포집하여 바이오플라스틱으로 전환하는 기존의 연구는

다중의 분리된 공정들이 연속으로 연결되어 수행 되었으나 본 기술은 하나의 생물전기화학셀에서 이 모든 과정이 가능하여 공정이 매우 간단하고 효율 향상이 가능한 혁신적인 연구 결과임. 이를 통해 플라스틱 생산과 관련된 에너지 고갈, 플라스틱 환경오염, 이산화탄소 문제에 대한 해결책 제시 가능 (**우수성을 인정 980편 이상의 논문이 발표된 대한환경공학회에서 우수학술발표상을 수상**함).

☑ **(교육연구단의 비전 및 목표와의 부합성)**

본 기술은 생물전기화학셀을 이용하여 이산화탄소를 포집하여 바이오플라스틱이라는 고부가가치 물질로 전환하는 것으로 온실가스를 저감하는 동시에 에너지 위기를 해결할 수 있음. 본 사업단의 에너지 전환 영역의 핵심인 생물전기화학셀 기술로 연관 분야에 다양한 파급효과가 예상되고 본 교육 연구단의 비전 및 목표에 부합하는 연구 업적물임.

Nguyen Hai Yen (박사과정)	2023.4.27.	한국환경기술학회 (대한민국)	Microalgae derived biohydrogen generation via microbial electrolysis cell	우수논문상

☑ **(학술적 창의성・혁신성)**

본 연구는 수소 생산의 포트폴리오를 다양하게 하기 위해 미세조류를 생물전기확셀과 융합하여 생물전기화학적으로 수소를 생산하는 기술임. 생물전기화학셀에서는 전통적으로 박테리아가 생촉매로 활용되었으나 본 연구에서는 미세조류가 전기화학적 활성이 있어 박테리아를 대체할 수 있고 동시에 이산화탄소의 포집까지 가능하다는 것을 밝힘으로써 수소생산을 위한 새로운 형태의 생물전기화학셀을 제안하였음. 이와 같은 창의성과 우수성이 인정되어 980편 이상의 논문이 발표된 환경분야 국내 최대의 대한환경공학회에서 우수학술발표상을 수상함.

☑ **(교육연구단의 비전 및 목표와의 부합성)**

본 연구 결과는 해양 바이오매스인 미세조류를 생촉매로 하여 생물전기화학적으로 수소를 생산하는 것으로 본 사업단의 **해양신·재생에너지 [생산]→[전환]→[수송/저장] 분야 중 에너지 생산과 전환 영역과 밀접하게 연관**됨. 생물전기화학셀의 열역학적 한계 극복을 위해 소량의 외부 전원이 필요한데 이는 해양신·재생에너지 잉여 전력으로 공급 가능함(상보적 기술).

이미주(박사)	2022.10.13.	한국건설 순환자원학회 (대한민국)	재활용 PET로 보강된 해수 모르타르의 파괴에너지 평가	우수발표 논문상

☑ **(학술적 창의성・혁신성)**

결과적으로, 경제성있는 재활용 PET 섬유는 저혼입(0.5vol%)에도 해수로 배합된 모르타르에서 해양 구조물에 효과적인 보강재로서, 모르타르의 파괴에너지를 크게 증가시키는 것으로 확인됨. 또한, 약한 결합으로 ITZ 개선을 위해 나노 입자를 활용하여 포졸란 반응을 유도하였음.

본 연구 결과는 해수를 배합수로 담수 대비 개선된 파괴에너지 성능과 유용한 수화물(프리델염 등)생성 여부를 확인할 수 있었음

☑ **(교육연구단의 비전 및 목표와의 부합성)**

관련 논문은 **향후 해양 인프라 시설에 재활용 재료로 각광**을 받고 있는 PET를 콘크리트에 섬유로 혼입하여 재활용 섬유 보강 콘크리트의 환경영향을 분석한 논문으로 교육연구단의 연구분야와 밀접한 관련이 있음.

박한별(석사)	2022.05.12.	한국정밀공학회 (대한민국)	직접 에너지 적층 공정을 이용한 인코넬과 고망간강 분말의 적층 특성에 관한 연구	최우수논문 발표상

☑ **(학술적 창의성・혁신성)**

본 연구는 직접 에너지 적층 공정으로 고망간강 분말을 모재의 표면에 적층하고, RPM에 따른 마모 특성을 비교하였음. RPM 변수에 따른 산화 피막이 생성되는 조건을 분석하였으며, 마모 트랙 표면 근처의 경도를 측정하여 마모 특성을 분석하였음. 산화 피막이 생성되지 않은 RPM 조건에서 표면에 마르텐사이트가 생성된 것을 확인했으며, 이러한 결과로 마모 속도에 따른 고망간강의 마모 특성을 알 수 있음

☑ **(교육연구단의 비전 및 목표와의 부합성)**

본 연구는 고망간강 분말을 모재 표면에 직접 에너지 적층 공정을 사용하여 새로운 연구 접근 방법을 제시함. 이러한 결과는 혁신적인 연구와 산업 발전을 동시에 이끌어낼 수 있는 중요한 가능성을 제시함. 이를 통해 **새로운 재료 및 공정 기술의 개발이 가능해지며, 다양한 산업 분야에 혁신적으로 적용**될 수 있음

최국화(석사)	2023.04.28.	한국기계가공학회 (대한민국)	모재의 구조에 따른 열전달 과정이 이종소재의 적층 특성에 미치는 영향	우수논문 발표상

☑ **(학술적 창의성・혁신성)**

선택적 레이저 용융으로 적층한 격자구조가 설계된 STS316L 모재에 직접 에너지 적층으로 Inconel 718을 적층하여 공정 시 열 전달 과정이 모재의 구조에 따른 연구를 수행하였음. 미세조직, 결정립 분석, 전자 탐침 미소 분석과 공정에서 발생하는 열과 냉각 과정을 실험하여 재료공학 분야에서 적층제조의 혁신적인 적용 가능성을 제시하고 발전에 기여할 수 있음

☑ **(교육연구단의 비전 및 목표와의 부합성)**

내식성이 우수한 STS316L 및 Inconel 718을 적층 제조 기술을 활용하여 재료의 구조와 성능을 향상시켰으며 산업 분야에서의 실무 지식을 제공하고 글로벌 시장에서 경쟁력을 갖춘 전문가를 양성할 수 있음. 또한 **학계와 산업체 간의 협력을 촉진하여 제조 기술 및 해양 및 산업 분야에서의 실질적인 응용 가능성과 혁신을 위한 기반에 기여**할 수 있음.

김화정(석사)	2021.12.03.	한국기계가공학회 (대한민국)	직접에너지 적층 공정을 이용한 알루미늄 분말별 적층 특성에 관한 연구	최우수논문 발표상

☑ **(학술적 창의성・혁신성)**

본 연구에서는 다양한 제조 산업에 적용될 수 있는 직접 에너지 적층 공정(Directed Energy Deposition, DED)에 적층하는 분말을 달리하여 여러 가지 알루미늄 분말에 대해 기하학적 및 야금학적 특성에 영향을 줄 수 있는 대표적 공정변수인 레이저 출력 분말 공급량, 이송 속도 그리고 공정 가스 등의 변수를 조절하여 변수에 따른 적층 소재의 표면 거칠기와 경도를 측정 비교함. 이러한 적층 특성의 비교를 통해 해양 부품의 보수에 사용되는 알루미늄 분말의 적절한 적층 조건을 확립할 수 있음

☑ **(교육연구단의 비전 및 목표와의 부합성)**

해양 산업에서는 다양한 재료의 사용과 환경 조건에 따라 부식 및 내구성 문제가 중요한 문제로 대두됨. 따라서 적절한 소재 및 제조 기술을 선택하여 **해양 환경에서 사용되는 부품 및 구조물의 수명을 연장하고 성능을 향상**시키는 것은 중요함. DED 공정을 통해 산화피막을 형성하기에 내부식성이 뛰어난 알루미늄 분말을 적층하여 해양 환경에 사용되는 부품의 보수를 진행할 수 있음

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	박사	김근영 김세훈 신선미	특허	① 발명자: **김명진, 김근영, 김세훈, 신선미** ② 특허명(품종등록명): 해수와 소성 패각을 활용한 탄산칼슘의 제조 방법 및 이 방법에 의해 제조된 탄산칼슘 및 칼슘제 ③ 등록국가: 대한민국 ④ 등록번호: 10-2480231 ⑤ 등록연도: 2022.12.
2	석사	최국화	기술이전	① 발명자: **심도식, 최국화** ② 이전 기술명: 냉각 및 가열을 위한 중공 구조체를 갖는 금형 및 이의 제조 방법 (10-2022-0122893) ③ 기술이전 회사: ㈜서영 ④ 기술이전 액수: 50,000 천원 ⑤ 기술이전연도: 2023.12.
3	석사	박한별	특허	① 발명자: **심도식, 박한별** ② 특허명(품종등록명): 다공성 금속 및 비다공성 금속이 결합된 경량화 부품 제조방법 ③ 등록국가: 대한민국 ④ 등록번호: 10-2529862 ⑤ 등록연도: 2023.05.
4	석사	박한별	기술이전	① 발명자: **심도식, 박한별** ② 이전 기술명: 레이저 표면 재용융 공정을 포함하는 고경도 금속층 제조 방법 (10-2022-0063984) ③ 기술이전 회사: 효원HM ④ 기술이전 액수: 10,000 천원 ⑤ 기술이전연도: 2023.12.
5	석사	김태건	특허	① 발명자: **심도식**, **김태건**, 이교문, 김승현, **박한별**, 정현채 ② 특허명(품종등록명): 선박도장용 드론장치 ③ 등록국가: 대한민국 ④ 등록번호: 10-2245448 ⑤ 등록연도: 2021.04.

총 이공계열 참여대학원생 수			제출 요구량	
	석사	150		25
	박사	92		
	석박사통합	2		
	계	244		

(1) 참여대학원생 특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성

❍ 참여대학원생 특허, 기술이전 실적 현황

■ 등록 완료: 특허 3건, 기술이전 2건 달성함

참여대학원생 성명 (석사/박사/석박사통합)	연월	내용	구분 (특허, 기술이전)
김근영(석사) 김세훈(박사) 신선미(박사)	2022.12.	해수와 소성 패각을 활용한 탄산칼슘의 제조 방법 및 이 방법에 의해 제조된 탄산칼슘 및 칼슘제	**특허**

☑ **(학술적 창의성・혁신성)**

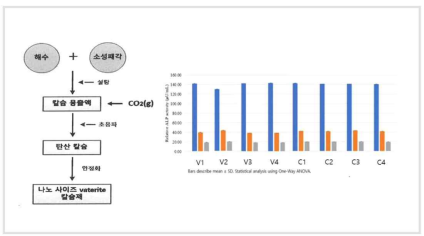
본 특허는 이온화도를 획기적으로 높여서 기존 탄산칼슘 형태의 칼슘제가 가지는 체내 흡수율 한계를 해결하는 나노 사이즈의 미세 바테라이트 칼슘제를 제조할 수 있음. 본 특허의 미세 바테라이트 칼슘제 제조 방법은 입자를 분쇄하는 대신 탄산칼슘의 재합성을 이용한 제조 방법이기에 추가적인 공정이 필요 없음. 즉, 기존 기술에 비해 경제적으로 탄산칼슘 기반 칼슘제를 제조할 수 있음

☑ **(교육연구단의 비전 및 목표와의 부합성)**

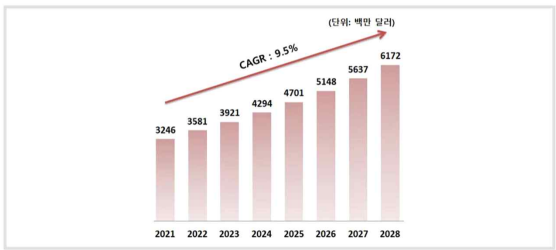
간접탄산화에서 부가적인 에너지 사용은 기술의 경제성을 떨어뜨리는 요인임. 본 특허는 추가 공정을 없애고, 폐자원인 패각과 저비용의 해수를 사용하여 고부가가치의 칼슘제를 제조함으로써 이러한 문제점을 해결함

☑ **(해양신·재생에너지 기술발전 기대효과)**

본 특허는 해양 자원을 이용한 고부가가치 미세 바테라이트 제조에 관한 것임. 이를 **해수를 이용한 CCUS 기술에 접목한다면 해양신·재생 에너지의 발전을 위한 탄소중립에 크게 기여**할 수 있음



[본 기술의 탄산칼슘의 제조 방법의 개략적인 순서도] [본 기술의 탄산칼슘의 양에 따른, 탄산칼슘 입자 크기에 대한 ALP의 상대적인 활성도]



[세계 칼슘보충제 시장규모]

최국화(석사)	2023.12.	냉각 및 가열을 위한 중공 구조체를 갖는 금형 및 이의 제조 방법	**기술이전**

☑ **(학술적 창의성・혁신성)**

중공 구조체를 활용하여 재료 과학 분야에서의 학술적 창의성을 나타내며 금형의 성능을 향상시키고 에너지 효율을 향상시킬 수 있었음. 또한 중공 구조체의 적용 가능성을 다양한 산업 분야에 확장하며 새로운 형태의 구조와 이에 따른 열역학적 특성을 분석함

☑ **(교육연구단의 비전 및 목표와의 부합성)**

중공 구조체를 갖는 금형은 다양한 해양 분야에 적용할 수 있으며 이러한 특허는 산업 분야에서의 기술적 혁신을 이끌어 낼 수 있음. 또한 산업체와 학계의 협력을 통해 금형의 제조 및 냉각/가열 공정에 관한 실용적인 응용 연구를 진행할 수 있으며, 이러한 혁신적인 접근은 국제적인 인재 육성을 지원할 수 있음

☑ **(해양신·재생에너지 기술발전 기대효과)**

중공 구조체를 활용하여 자원 절약 및 생산성 향상에 기여할 수 있으며, 효율적인 열 관리 및 에너지 활용은 해양환경에 부담을 줄이고 친환경적인 에너지 생산 방법을 개발하는 데 도움이 될 수 있음.

박한별(석사)	2023.05.	다공성 금속 및 비다공성 금속이 결합된 경량화 부품 제조방법	**특허**

☑ **(학술적 창의성・혁신성)**

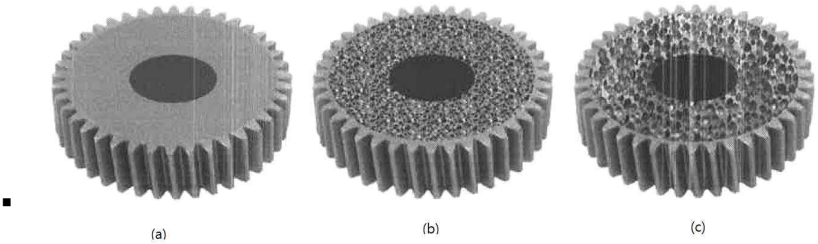
본 특허는 경량화 부품 제조를 위해 다공성 금속과 비다공성 금속을 결합하는 과정에 새로운 방법을 도입하였음. 다공성 재료와 비다공성 재료를 결합할 시 기공 발생, 열 영향부, 열 변형과 같은 문제가 일어 제품의 품질의 영향을 미칠 수 있음. 에너지 제어 융착 기술을 사용할 시, 여러 공정을 거칠 필요가 없음. 다품종 소량 생산이 요구되는 4차 산업혁명에 적합한 기술로 기대됨

☑ **(교육연구단의 비전 및 목표와의 부합성)**

다공성 금속과 비다공성 금속을 결합하는 과정에서 발생하는 문제들을 해결함으로써 고품질의 제품을 생산할 수 있음. 이 기술은 에너지 제어 융착 기술을 활용하여 공정을 간소화하고, 소량 생산에 유리한 환경을 조성함. 이는 4차 산업혁명의 요구사항을 충족시키며, 혁신적인 생산 방식을 제시하여 산업 분야의 발전에 기여할 것으로 기대됨

☑ **(해양신·재생에너지 기술발전 기대효과)**

해양신·재생에너지 산업에서 부품의 경량화는 에너지 효율성을 향상시키고, 자원 소비의 감소에 도움이 될 수 있음. 또한 **해양 환경에서는 부품에 대한 내구성이 매우 중요하며, 이 기술은 부품의 수명을 연장시키고 유지보수 비용을 절감시킬 수 있는 장점을 제공**함. 이러한 기술은 자원의 소비를 줄이고 재활용이 가능한 소재를 활용하여 환경에 미치는 부담을 감소시킬 수 있음



< (a) 종래 부품의 모습, (b) 개포형 다공성 금속 모재 이용 (c)폐포형 다공성 금속 모재 이용 >

박한별(석사)	2023.12.	레이저 표면 재용융 공정을 포함하는 고경도 금속층 제조 방법 (10-2022-0063984)	**기술이전**

☑ **(학술적 창의성・혁신성)**

본 특허는 레이저 표면 재용융 공정을 활용하여 고경도 금속층을 제조하는 방법에 관한 것임. 본 특허에서는 고경도 금속층을 만드는 새로운 접근 방식을 도입하고 있으며, 이를 통해 더욱 강화된 기계적 성능 및 내구성을 갖춘 제품을 생산할 수 있음. 새로운 공정 및 기술을 도입함으로써 기존의 제조 방법에 비해 향상된 성능을 제공하고 있으며, 이는 산업 현장에서의 실제 응용 가능성을 열어주는 중요한 발전임

☑ **(교육연구단의 비전 및 목표와의 부합성)**

해당 연구 결과는 **해양신·재생에너지 분야에 적용 가능한 혁신적인 제조 기술을 제시**하고 있음. 레이저 표면 재용융 공정을 통해 고경도 금속층을 제조하는 방법은 해양 분야에서 활용될 수 있는 다양한 부품 및 구조물의 제조에 적합함

☑ **(해양신·재생에너지 기술발전 기대효과)**

레이저 표면 재용융 공정은 정밀한 제조 공정으로, 재료 소비량을 줄이고 공정에서 발생하는 폐기물을 최소화할 수 있음. 이는 해양 환경 보호에 기여할 수 있는 친환경적인 제조 공정의 예시임. 그리고 해양 환경에서 사용되는 부품 및 구조물은 강한 부식과 고온, 고압 등의 열 압력에 견딜 수 있어야 함. 본 특허에서 제시된 고경도 금속층 제조 방법은 내구성이 뛰어난 부품 및 구조물을 제조하는 데 도움이 될 수 있음

김태건(석사)	2021.04.	선박도장용 드론장치	**특허**

☑ **(학술적 창의성・혁신성)**

본 특허는 선박도장용 드론장치에 관한 것으로 지상에 있는 페인트를 포함한 도료를 공중에 있는 드론까지 호스로 연결하여 공급해 공간적 제약을 감소시킬 수 있으며, 전원을 유선으로 공급하여 배터리 교체 없이 시간의 제약을 받지 않고 지속적으로 작업을 진행하여 작업 효율을 향상시킬 수 있음

☑ **(교육연구단의 비전 및 목표와의 부합성)**

지상 장비를 활용하여 도료를 공중에 있는 드론으로 호스를 통해 공급함으로써 작업 공간에 제약을 받지 않고 작업을 수행할 수 있음. 더불어, 전원을 유선으로 공급함으로써 배터리 교체 없이 지속적으로 작업을 진행할 수 있어 시간적 제약을 크게 줄일 수 있음. 이를 통해 해양 산업의 생산성 향상과 환경친화적 기술의 발전에 기여하여 본 교육연구단의 비전과 목표를 달성하는데 일조할 것으로 예상됨

☑ **(해양신·재생에너지 기술발전 기대효과)**

- 에너지 효율성 향상: 전원을 유선으로 공급하여 배터리 교체 없이 지속적으로 작업을 진행할 수 있는 기술은 작업 시간을 효율적으로 활용할 수 있으며, 이는 에너지 소모를 줄이고 생산성을 향상시킬 수 있음
- 자원 절약: 공중에 있는 드론을 통해 작업을 수행함으로써 지상 장비를 이동시키거나 설치할 필요가 없어지므로 인력 및 시간을 절약할 수 있음. 또한, 호스를 통한 도료 공급은 자동화된 공급 시스템을 통해 도료의 소모를 최소화할 수 있음
- 환경 친화성: **작업 효율성 향상 및 자원 절약은 환경에 대한 부담을 줄여줄 뿐만 아니라, 도료 사용량의 감소는 화학 물질 배출을 줄여 해양 환경 보호에 기여**할 수 있음. 이러한 효과들은 해양신·재생에너지 산업에 적용 가능한 혁신적인 기술 개발에 기여하여, 해양 환경 보호와 함께 지속 가능한 에너지 생산을 실현하는데 기여할 것으로 기대됨

3.2 참여대학원생 연구 수월성 증진 실적

① 참여대학원생 학술 및 연구활동 지원 실적

(1) 학술대회 참가비용 지원: 최신 연구 동향 파악, 연구내용 발표/피드백을 통해 연구능력 향상

❍ 국제 학술대회 참가 지원 20건 중 대표적 실적 (등록비 및 경비, 여비 지원)

성명	학술대회명	발표 제목
이기한	2022 MSK	Methodological approach for identification of antibiotic resistance in environmental samples
Huang Jiafeng	2022 IMETI	Analysis on a new twin hybrid autonomous underwater vehicle (Huang Jiafeng)
김화정	2022 ASPEN	study on the characteristics of intermetallic compound and nanoindentation in ZrH_2-reinforced aluminum matrix composite layered by directed energy deposition
김현수	2023 BAGECO	Effects of marine microplastics on fate and enrichment of antibiotic resistance genes according to exposure time and polymer types
조현정	2023 ISRS	An opensource(S2P)-based distributed stereo matching for DSM
조현정	2023 UAV-g	Generation of 3D thermal point cloud from drone photogrammetry
Yao changliang	2023 PRESM	Effect of Al content on microstructure and hardness of Cu-Al alloy manufactured by directed energy deposition
정혜인	2023 ICACE	Deep learning model combined with CNN and LSTM used for fault diagnosis of sensors in the monitoring of anaerobic digestion

(2) 국제논문 작성 및 게재 지원: 동기 부여 및 공학 글쓰기 능력 향상

❍ 국제논문 글쓰기 능력 향상을 위한 정규 융합교과목 개설 및 초빙 강사 특강

■ **정규교과목**

- 공학도를 위한 영어 논문 작성법(채규정)

■ **우수 초빙 강사 특강 프로그램명**

- 영어 논문 작성 및 투고방법에 대한 교육(내국인), 논문 작성 및 투고방법에 대한 교육(외국인), 논문작성 S/W활용 전산패키지교육 등

■ **우수 논문 장려금 지원**

- 우수 논문 인센티브(1,500,000원) 지급: 2021년 1명, 2022년 5명, 2023년 6명
- 논문 게재 장려를 위한 Fellowship 장학금 제도 운영: 석사 11명, 박사 15명, 박사수료 4명 지원
  지원 내용: 논문 실적 달성 시 박사(5,000,000원), 석사(3,000,000원) 장려금 지원

(3) 국외연수 지원: 기술교류 및 새로운 연구 방법론 습득의 기회 제공

❍ 연구 실적을 바탕으로 Best Researcher 선정을 통해 해외연수 기회를 제공

성명	기간	지역	연수 내용
박성관	2023.03.30-04.28	미국	연구기술 교류 및 과제 협업을 위한 美 Yale, SUNY 대학교 방문
김주형	2023.03.30-04.06	미국	Yale 대학교 김제홍 교수와 합동 연구를 위한 연구기술 교류
이미주	2023.04.04.-04.06	미국	미국 University of South Florida의 Research 및 Equipment 연수

(4) 해양신·재생에너지 분야 산업체 CEO 및 담당자, 대학·연구소 우수 연구자 초청 세미나 운영

❍ 해양신·재생에너지 분야 관련 신기술 수요 파악 및 산업체 향후 수요 예측: 10회(대표 실적)

초청일	우수 연구자	내용
2021.02.24.	최승목 박사(한국재료연구원)	수소 생산 기술의 최신동향 및 음이온 교환막 수전해 기술
2021.04.02.	기동원 박사(서울기술연구원)	Wastewater-to-Resources: Fundamentals and Applications
2021.06.01	성진기 센터장(한국에너지기술평가원)	탄소중립과 해상풍력 기술과 정책
2023.04.20	방준환 박사(한국지질자원연구원)	해수담수화 농축수를 이용한 이산화탄소 처리
2023.06.09	이영민 박사(한국핵융합에너지연구원)	핵융합 장치의 기술 개발 현황과 전망
2023.09.08	임형미 박사(한국세라믹기술원)	해수를 활용한 이산화탄소 저장과 활용

❍ 국내 대학 및 연구소 우수 석학 초청 세미나: 6회

초청일	국내 석학	내용
2021.12.27	김범석 교수 (제주대학교)	풍력단지 기상조건을 고려한 발전량 예측 기술
2022.03.23	김범석 교수 (제주대학교)	글로벌 풍력발전 기술과 산업동향
2023.01.04	양은태 교수 (경상대학교)	2D nanomaterial-based gas separation membranes
2023.05.19	이창한 교수 (부산가톨릭대학교)	산업부산물 자원화를 위한 제올라이트 물질 제조 및 활용
2023.12.14	이창수 교수 (부경대학교)	Impregnation of Metal-orpanic Frameworks with Muti-functional Copolymers for CO_2 Separation Membrane and Supercapacitors
2023.12.14	유준 교수 (부경대학교)	Current status, potentials challenges, and prospects of macroalgae biomass-driven fuels and chemicals

❍ 국외 대학 및 연구소 우수 석학 초청 세미나: 20회 (대표 실적)

초청일	해외 석학	내용
2021.11.01	Prof. Decheng Wan (SJTU, China)	Numerical Simulation of Complex WakeFlows around Large Wind Farm in Real Wind Environments
2021.11.01	Prof. Shigeo Yoshida (Saga University, Japan)	Development Status of OPTIFLOW Single Point Moored Floating Offshore Wind Turbine
2021.11.01	Prof. Muhammad Aziz (University of Tokyo, Japan)	Future Stance of Carbon-Free Hydrogen/Ammonia in Energy System
2021.11.01	Prof. Kyoung-Yeol Kim (SUNY, USA)	Green Hydrogen Production from Waste Feedstock Using Microbial Electrolysis Cells:Perspectivea and State of the Art
2021.11.22	Prof. Kyoung-Yeol Kim (SUNY, USA)	Energy Production and Resource recovery from wastewater using novel activated carbon electrodes
2022.11.23	Prof. Paul Ro (Baylor University, USA)	Heat transfer enhancement techniques for a liquid piston compression of air for energy storage
2022.11.28	Prof. Taeseong Kim (Technical University of Denmark, Denmark)	Wind turbine aeroelasticity
2023.05.26	Prof. Ashok Pandey (CSIR-Indian Institute of Toxicology Research, India)	Microplastics and nanoplastics pollution and abatement: A New paradigm of waste management for environmental sustainability
2023.07.05	Prof. Kyoung-Yeol Kim (SUNY, USA)	(Bio)Electrochemical resource recovery and contaminant removal processes: Towards circular economy
2023.08.04	Dr. Gopalakrishnan Kumar (University of Stavanger, Norway)	Biobased technologies towards circular bioeconomy and carbon neutrality: Lessons from Norway and EU
2023.11.01	Prof. Qing Feng (Shandong Academy of Sciences, China)	Application of Bioelectrochemical System in Advanced Wastewater Treatment

(5) 창의적인 연구 주제 발굴을 위한 Journal Club 운영

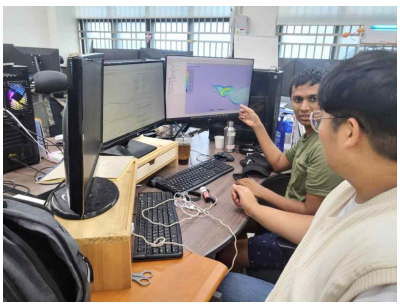
❍ 우수 논문 내용을 리뷰하고 방법론, 결과 및 결론에 대해 논의하며 새로운 연구 주제 발굴

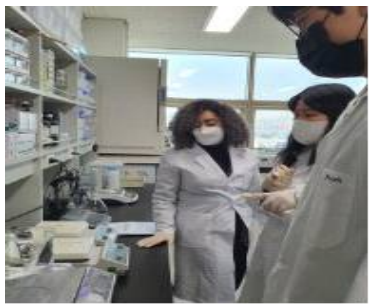
❍ 대학원 신입생들이 쉽게 논문에 적응할 수 있는 계기 제공

❍ 총 33회의 Journal Club 활동 수행

(6) 외국인 유학생 정착 지원 및 연구 수월성 증진

❍ 우수 외국인 유학생이 안정적으로 정착할 수 있도록 국내 대학원생과 외국인 유학생을 멘토-멘티로 지정





(7) 교육연구용 S/W 확보 및 교육

❍ 신규 확보 S/W: MassFlow/WaterFlow, CATIA V5 Academic Learn Package, Metashape Pro, EndNote 21 (Full License)

S/W 목록	지원 기관	지원 건수	금액 (원)
MassFlow/WaterFlow	㈜유앤유	1건	320,000,000(기부)
CATIA V5 Academic Learn Package	국립한국해양대학교 대학원	1건	3,920,400
Metashape Pro	국립한국해양대학교 대학원	1건	4,400,000
EndNote 21 (Full License)	국립한국해양대학교 대학원	2건	805,782

❍ 연구용 S/W 활용법 강의: R, TensorFlow, Matlab, WaterFlow, MassFlow, iThenticate

강의 S/W 목록	강의 내용
R	R 언어를 이용한 효과적인 데이터 처리 방법 교육
TensorFlow	Python 및 TensorFlow를 이용한 인공지능/딥러닝 교육
Matlab	공학 문제해결을 위한 Matlab 활용법 교육
MassFlow/WaterFlow	환경에너지공학 설계 레이아웃 시뮬레이션 활용법 교육
iThenticate	표절 방지와 연구윤리 글로벌 스텐다드화

4. 참여교수의 교육역량 대표실적

4.1 참여교수의 교육역량 대표실적

<표 2-8> 해당 신산업분야 문제해결을 위한 참여교수의 교육역량 대표실적

연번	참여교수명	참여기간 (YYYYMMDD-YYYYMMDD)	연구자등록번호	세부전공분야	대학원 교육 관련 대표실적물	DOI번호/ISBN/인터넷 주소 등
1	오재홍	20200907 -20240229		측량/측지	저서	979-11-6257-240-5
	< 저서명 : 사진측량학 제대로알기 > ☑ **해양신·재생에너지 [생산]→[전환]→[수송/저장]을 위한 인프라 건설 및 운용을 위해서는 원격 시공관리, 유지보수를 위한 원격 점검이 매우 중요**하며, 드론을 활용할 경우, 기존 대비하여 안전하고 경제적이며 효율적으로 업무 수행 가능함. 특히 최근 LH 등 사태를 통해 건설 시공 이력 기록의 중요성이 매우 중요해지고 있으며, 드론 기반 영상 획득 및 모니터링 기법은 인프라 이력 관리에 매우 중요한 기법으로 각광받고 있음 ☑ 따라서 해양신·재생에너지 연구단에서는 제안 당시 설정한 교육 목표 중 하나인 다양한 융합 교과 운영을 통해 미래 융합 인력 양성을 위해 교육 저서로 '사진측량학'을 출판하였으며, 드론 카메라의 센서 모델링, 왜곡 최소화를 위한 캘리브레이션 기법 등을 교육하고 정사영상, 3D 포인트 클라우드 등 산출물 생성 및 활용에 대한 교육에 활용함. 사업을 통해 개발한 교육교재를 통하여 **인프라 시공 및 유지관리를 위한 융합 인력 양성에 기여**할 것으로 기대함					
2	허준호	20220907 -20240229		인공지능시스템및응용	저서 (국제저서)	1668466872
	< 저서명 : Principles, Policies, and Applications of Kotlin Programming > ☑ 미국 구글(Google)사에 따르면 2017년에 구글(Google)사가 안드로이드(Android)의 공식 언어로 코틀린(Kotlin) 언어를 추가함. 이는 미국 오라클(Oracle)사의 Java API 저작권 분쟁의 여파로 보는 시각이 많음. 한편, 대한민국의 2018년 카카오(Kakao)가 카카오톡 메시징 서버에 코틀린(Kotlin) 언어를 사용해 본 결과, 코드량이 비약적으로 감소하고 생산성이 대폭 향상됨을 확인함 ☑ 2019년 1월부터는 미국 구글(Google)사 내부의 안드로이드 프로젝트에서도 Java 대신 코틀린(Kotlin) 언어를 사용함. 본 저서는 코틀린(Kotlin) 언어 **기본부터 응용까지 개발 방법론을 제시하였으므로 본 교육연구단 전 영역에서 접목 가능**함. 특히 본 저서에서 에너지 절감 방법에 대하여 예시를 제시함으로써 본 교육연구단과 관련이 있으며, 코드량을 비약적으로 감소하고 생산성이 대폭 향상시키는 것은 실행속도가 빨라지는 것(시간복잡도 및 공간복잡도의 향상)을 의미하기에 전기 절약에 많은 도움이 된다는 것을 의미함					

3	손동우	20200907 -20240229		전산역학	교과목 개발 및 개설	(해양신재생에너지개론)

< 교과목명 : 해양신재생에너지개론 >

☑ 사업 선정 이후 본 교육연구단에서는 “해양신재생에너지개론” 교과목을 새롭게 개발하여 국립한국해양대학교 대학원 해양신재생에너지 융합전공에서 2021학년도 1학기부터 매년 1학기에 개설함

☑ 교육연구단의 교육 및 연구 방향과 부합하도록 **모든 참여교수가 논의하여 교과목을 설계, 구성**하였으며, 전체 참여교수진이 팀티칭 형태로 강의함

☑ 해양신재생에너지 융합전공의 **필수교과목으로 지정**하여 모든 참여대학원생이 해당 교과목을 이수하도록 운영함

☑ 미래 에너지원으로써 해양신·재생에너지를 이해하고 해양신·재생에너지의 생산, 변환, 활용에 필요한 핵심 요소기술에 대해 강의하였으며, 특히 기계/환경/토목/신소재/데이터 등 다양한 학문 분야의 융합에 기반한 해양신·재생에너지 관련 최신기술을 접할 수 있는 기회를 제공함

4	이재하	20200907 -20240229		구조공학	교과목 개발 및 개설	(학생주도 세미나)

< 교과목명 : 학생주도세미나 >

☑ 교육연구단 내 다양한 세부 전공 소속 **대학원생들이 매주 진행 중인 연구 결과(Research in progress)를 직접 작성하고 공유**함으로써 **타 분야의 이해도를 높이고 있음**. 또한 각자 자신의 세부 전공에 기반한 질의와 이에 따른 보완을 통해 연구주제의 융합적 구상 및 결과 제시 방법을 배울 수 있는 기회를 준 것으로 판단됨

☑ 최종적으로 본 교육연구단의 핵심 개념인 에너지 생산, 에너지 전환 및 에너지 수송/저장의 교육범위 내 긴밀한 연계를 통한 융합적 사고 및 기획능력을 배양하여 해양신·재생에너지 분야 융합연구에 적합한 주제 발굴을 하였으며 그 성과는 학생들의 논문 실적을 통해 확인되고 있음

5	이재하	20200907 -20240229		구조공학	교과목 개발 및 개설	(해양인프라 건설재료)

< 교과목명 : 해양인프라건설재료 >

☑ 사업기간에 최초로 개설한 해양인프라건설재료 교과목은 해양신·재생에너지 생산 시설의 뼈대가 되는 인프라의 친환경 및 CO_2 저감형 건설재료의 활용을 위해 필요한 교과목이며 본 교육연구단의 [생산]→[전환]→[수송/저장] 영역 중 [생산]에 해당하는 교과목임

☑ 본 교과목에서는 건설재료의 자원순환 가능성을 극대화하고 탄소 저감을 목표로 하는 최신 환경 이슈에 적극 대응하는 해양신·재생에너지 생산 시설 설계를 위한 기본 이론을 탐구하고, 최신 기술 및 연구 동향을 소개하는 데 초점을 두고 내용을 구성함

☑ 해양환경에서의 내구성 문제(염해, 탄산화 등)와 해수와 비부식 재료 및 탄소저감형 재료(저시멘트, 무시멘트 등) 활용에 따른 수화물 형성 등을 검토하였으며 **혹독한 해양 환경 조건에서 해양신·재생에너지 시설물의 안전성과 내구성 설계를 소개하여 참여대학원생의 [생산] 영역의 해양인프라관련 지식이 향상**됨

☑ 또한 교육연구단 핵심요소기술 중 해양재료 및 설계기술/재료강도 및 평가기술 개발을 위한 핵심 교과목에 해당됨

<table>
<tr><td rowspan="2">6</td><td>윤민</td><td>20230301-
20240229</td><td></td><td>유체역학</td><td>교과목 개발 및 개설</td><td>(전산유체역학특론)</td></tr>
<tr><td colspan="6">〈 교과목명 : 전산유체공학특론 〉

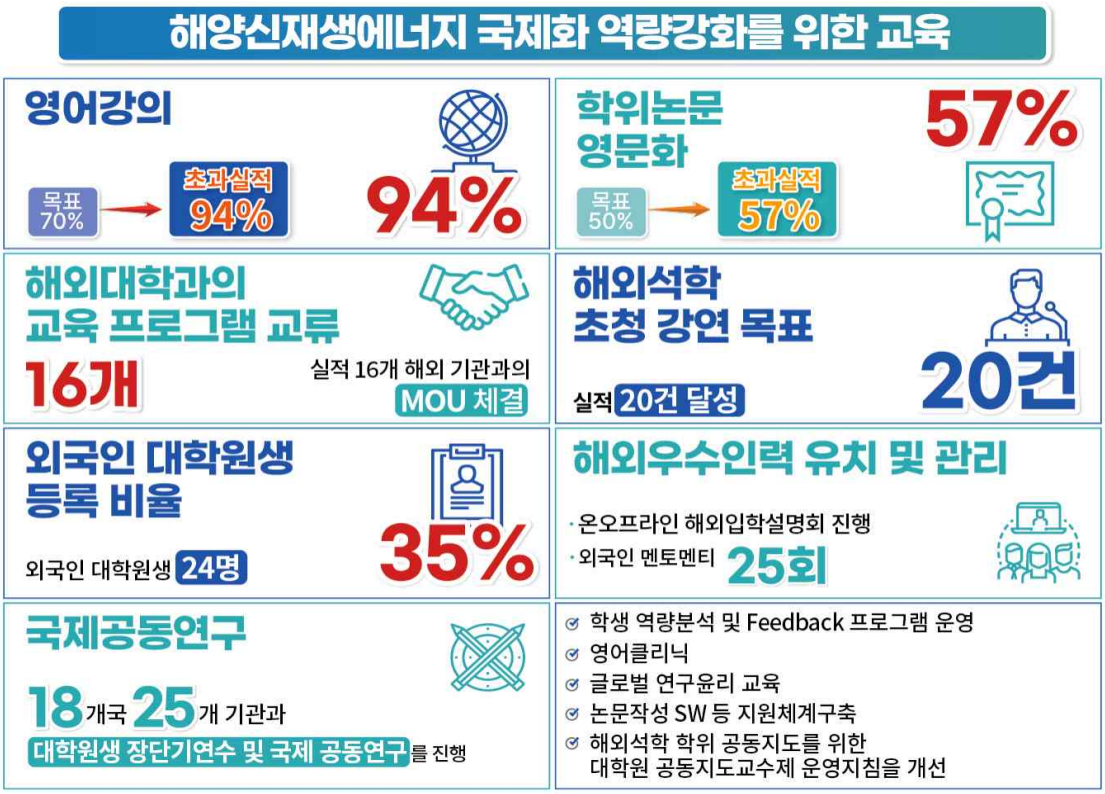
☑ 전산유체역학특론 교과목을 개발하여 2023년 2학기에 신설하였음. 본 교육연구단의 교육목표를 성공적으로 달성하기 위해서는 해양신·재생에너지와 밀접하게 관련된 해양 및 대기의 정확한 이해 및 분석이 필수적임. 전산유체역학특론에서는 해양 및 대기를 이루는 유체의 기본적인 이해를 바탕으로, 유체의 거동 및 상호작용을 수치해석하기 위한 이론 강의와 상용 프로그램을 이용한 실습으로 참여 대학원생들의 유체공학 문제해결 능력을 향상시킴

☑ 전산유체역학은 해양에너지시스템 기계소재 트랙의 에너지 생산 기술, 에너지 전환, 에너지 수송 및 저장에 직접적으로 적용이 가능할 뿐만 아니라, 다물리 전산해석을 통해 해양환경 및 수소에너지 트랙 및 해양인프라건설 트랙의 기술들에도 적용할 수 있음. 해양신·재생에너지의 전주기적 [생산]→[전환]→[수송/저장]에 적용할 수 있다는 점에 있어서, 전산유체역학특론 교과목은 참여 대학원생들의 해양재생에너지 관련 연구능력 향상에 크게 기여하고 있음</td></tr>
<tr><td colspan="2">총 환산 참여교수 수</td><td colspan="2">11.43</td><td>제출 요구량</td><td colspan="2">6</td></tr>
</table>

5. 교육의 국제화 전략

5.1 교육 프로그램의 국제화 실적

본 교육연구단에서 목표로 한 해양신·재생에너지 분야에 특화된 글로벌 혁신인재 양성 및 교육을 통한 에너지-환경-인프라-소재 연계/융합 전문가 육성을 위해 **해양신·재생에너지 융복합 교육 프로그램 국제화, 인적교류 및 교육(연구)국제화, 교육(연구)글로벌 캠퍼스화, 우수 유학생 유치-국내 안착 선순환 시스템 구축, 글로벌 연구윤리 및 교육 인프라 혁신 등 5가지의 계획**을 바탕으로 교육을 진행하였음. 주요 교육국제화 목표 및 달성 성과 요약은 아래와 같음



① 해양신·재생에너지 융복합 교육프로그램 국제화

계획	실적 (20.09.01 ~ 24.02.29)
(영어강의) 개설과목의 영어강의 비율 증가	☑ '해양 과학 빅데이터 분석 특론', '생물학적 고도수처리 특론' 등 **융합전공 교과목 총 75개 교과목을 진행하였으며, 그중 65개 교과목을 영어강의로 진행**하여 해외 학생들의 수업 참여와 국내 학생들의 영어 능력 향상을 유도함 ☑ 사업 기간 내 **영어강의 비율이 70%에서 94%까지 증가**하였음. **70% 목표를 초과 달성**함 ☑ 2020-2~2021-1: 20개 개설 강의 중 14개(70%) → 2021-2~2022-1: 24개 개설 강의 중 22개(92%) → 2022-2~2023-2: 31개 개설 강의 중 29개(94%)
(학위논문 영문화) 학위논문 작성 시 영문 비율의 증대	☑ 사업기간 전체 총 **44명의 대학원생이 졸업**(석사 40명, 박사 4명)하였으며, 그중 41%인 **18명이 영문으로 학위논문을 작성**하였음. 박사의 경우 총 4명 중 2명이 영문으로 학위논문을 작성함 (50%). 가장 최근인 **2024년 2월 졸업생의 경우 57%가 영문으로 학위논문을 작성**함 ☑ 추후 박사과정 졸업생 등에 대해서도 영어 학위논문 작성 실적을 향상시

	킬 계획임. 이를 위해 논문지도 과목을 통하여 국내 학생의 영어 논문 작성법에 대한 교육을 주기적으로 이행하고 있음 - 영어논문 작성법 교육 강의: 공학도를 위한 영어논문 작성법 (202년 2학기부터 개설 중)
(외국대학과 공동 교육 프로그램) 해외 자매결연 대학과 공동 교육 프로그램 운영 및 학생파견	☑ 사업 기간 초(2020년~2021년)는 COVID-19의 영향으로 외국대학과의 교류를 진행하지 못했으나, 2022년 이후 해외 대학/기관과의 공동 교육 프로그램 마련을 위한 준비를 진행함 ☑ 2023년부터 가시적 성과가 나타나 2023년~2024년 초까지 미국 State University of New York, 아랍에미리트 Shatjah 대학, 노르웨이 Starvanger 대학, 스페인 Valladolid 대학 등 총 **16개 해외 대학 및 기관과의 MOU를 체결**함 **MOU 대상 기관** University at Albany, State University of New York, USA University of Shatjah, United Arab Emirates Hanoi University of Mining and Geology, Vietnam Hanoi University of Science and Technology, Vietnam Ho Chi Minh City University of Technology, Vietnam Department of Environmental Engineering, Faculty of Environment, Ho Chi Minh City University of Science, Vietnam Faculty of Chemical Engineering Ho Chi Minh City University of Technology, Vietnam School of Materials Science and Engineering, Hanoi Univercity of Science and Technology, Vietnam Faculty of Chemistry VNU University of Science, Vietnam Faculty of Information Systems, University of Economics and Law, Vietnam National University Ho Chi Minh City, Vietnam Erciyes University, Turkiye University of Stavanger, Norway University of Valladolid (Institute of Sustainable Processes), Spain Bharathidasan University, Tiruchirappalli, India Laboratório Colaborativo para o Desenvolvimento de Tecnologias eProdutos Verdes do Oceano (GreenCoLab), Portugal The Univercity at Albany, state University of New York, USA
(유학생의 지도교수/전공 선택 유연성 강화) 학생의 선택권 강화를 통한 학생 중심 학사운영	☑ 본 교육연구단에는 **이집트, 스리랑카, 인도, 이라크, 베트남, 미얀마, 중국, 수단 등 총 24명의 유학생이 학업**을 진행하였음. **외국인 학생 비율이 전체 대비 35%**임 ☑ 해외유학생과 지도교수의 전공 및 지도교수 교체 여부 및 선택에 관한 면담을 통하여 유학생이 본인에게 맞는 전공과 지도교수를 주도적으로 결정하도록 진행하고 있음

② 인적교류 및 교육/연구 국제화

계획	실적 (20.09.01 ~ 24.02.29)
(해외석학 초청강연 프로그램 제도화) 해양신·재생에너지 분야 해외 선도연구자 초빙 및 연구 참여	☑ 사업기간 내 **20건의 해외학자 초청 세미나를 수행**하였고 학생들을 독립된 연구자로 성장시키기 위한 소통을 강화하였음. 또한 향후 상호 협력연구 논의를 통한 교육/연구 국제화 도모하고 있음

순번	초청일	해외 석학	주제
1	2021.07.27	Prof. Jaehong Kim (Yale University)	Toward Single Atom Catalysis for environmental Application (직접 교육연구단 방문 및 학생들과 소통행사 수행, 향후 연구/교육 국제화를 위한 협력방안 논의)
…			
19	2023.10.07	Mohammad Ali Abdelkareem(University of Sharjah)	Cobalt Nitride Nano-grass as an Effective Standalone Electrode for Urea Assisted Sea Water Electrolysis

	20	2023.11.01	Qing Feng(Shandong Academy of Sciences)	Application of Bioelectrochemical System in Advanced Wastewater Treatment

(국제공동연구: 대학, 연구소) 해외 대학과 해양신·재생에너지 선도연구 공유 및 교류

☑ **UAE Sharjah대학**과 공동연구: 4편의 우수공동논문 게재(Renewable and Sustainable Energy Review (IF: 16.799, 지속가능에너지분야 상위 1.06%) 등

☑ **Qatar대학**과 특화 연구 추진 및 신규 공동연구과제 추진

- **카타르 국립연구재단(Qatar National Research Fund, QNRF) 국제공동연구과제 수주** 및 진행 (NPRP12S-0304-190218)
- International Research Collaboration Co-Fund (IRCC) Cycle 06 (2023-2024) 국제공동연구사업 과제신청 (카타르대학: Siham Yousuf Al-Qaradawi, 한국: 채규정 교수)

☑ **사우디 KAUST, UAE Sharjah대학**과 국제공동연구 과제신청

- Khalifa University (UAE) Internation Collaboration Project 제안 (Pre-proposal)
- 한국: 채규정 교수, 사우디아라비아: Pedro Castano 교수, King Abdullah University of Science and Technology

☑ **영국 Aston대학 / King's College London대와 영국의회 국제공동연구 수주** 및 상호 방문연구 진행 중

- 한국: 채규정 교수, 영국: 아스톤대, 킹스 칼리지 런던 (Awotwe 교수)

☑ **Shanghai University of Engineering Science 대학**과 학생교류 및 국제학술대회 개최논의

- International Conference on Applied Convergence Engineering 개최 협의 및 랩 인턴 상호교류 진행 (한국: 이재하 교수, 중국: Jianguang 교수, He Jianping 교수)

☑ **튀르키예 Suleyman Demirel 대학**과 국제공동연구 신청

- 2022년 Korea-Türkiye 양자연구교류지원사업 제안 (한국: 채규정 교수, 터키: Evrim Celik Madenli 교수, Suleyman Demirel University)

☑ **사우디아라비아, SWCC(담수청)/DTRI 국제공동연구사업 수주**

- 산통부 온실가스 감축을 위한 해수담수화 농축수 활용 바테라이트형 탄산칼슘 생산기술 실증(한국: 김명진 교수)

☑ **체코/헝가리/폴란드 Institute of Macromolecular Chemistry CAS/ University of Pannonia/ Nicolaus Copernicus University in Toruń**

- **한-V4 국가협력 연구사업 수주** (Bimetallic 수소 환원 촉매와 Tri-Block copolymer 양이온 교환막을 이용한 생물전기화학적 수소생산 시스템 개발) (채규정 교수)

(국제공동학술대회 개최)

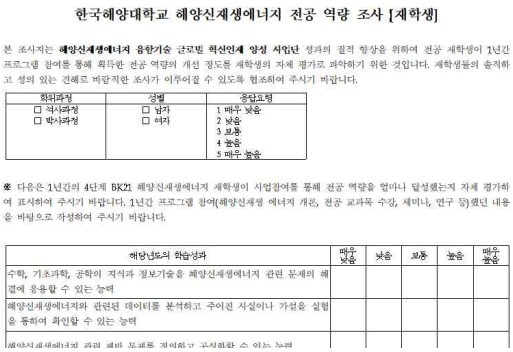
☑ **사업기간 내 총 5회 국제학술대회의 개최**

순번	일자	내용	장소
1	2021.10.31-11.03	10th Asia-Pacific Forum on Renewable Energy	제주도
2	2022.04.17-07.19	12th Asian Symposium on Microbial Ecology	제주도
2	2022.11.26-11.27	The 3th International Conference on Applied Convergence Engineering (ICACE 2022)	중국 상하이 온라인)
3	2023.08.14-08.16	The 4th International Conference on Applied Convergence Engineering (ICACE 2023)	베트남 호치민
4	2023.10.06-10.08	The 6th International Conference on Alternative Fuels, Energy & Environment: Future and Challenges (ICAFEE 2023)	튀르키예

③ 교육(연구) 글로벌 경쟁력 강화 및 스탠다드화

계획	실적 (20.09.01 ~ 24.02.29)
(교육 인프라 국제화) 글로벌 캠퍼스 달성을 위한 BK21사업의 **외국인 대학원생의 등록률**을 관리	☑ 총 24명의 유학생이 학업을 진행하였으며, 외국인 학생 비율이 전체 대비 35%임 ☑ **교과목 및 학위논문 작성 외국어 강의 비율 점진적 향상** ☑ **외국인 유학생 교육 심층 프로그램 적용** ● 학교생활 안내책자(대학원생활 가이드북 영어본) 제공, OT, 조기 적응교육 실시 ● 한국어능력시험 대비를 위한 한국어 강좌, 외국인 유학생 대상 대학원 규정 설명회 개최
(학위 취득 요건 국제화) 자격시험, 종합시험, 최소 국제논문 게재 요건 강화	☑ **본 교육연구단의 요청으로 2023년 해외석학과 학위 공동지도를 위해 대학원 공동지도교수제 운영지침을 개선**하였음. 기존에는 학교 대학원 규정에 의한 제한이 있어 박사학위 공동지도 등이 불가능하였으며, 비공식적으로 외부 석학을 박사학위 지도에 참여시켰음. 해당 지침에는 공동지도교수의 자격, 인원 및 임무에 관한 사항, 공동지도교수 신청시기, 신청변경취소방법, 지도기간에 관한 사항 등을 명기하여 구체화함 ☑ 현재 대학원 규정으로 학위논문 작성 전 **SCIE(주저자) 논문을 게재를 의무화**하고 있음. 이를 통해 사업기간 내 총 48편의 SCIE급(주저자) 논문을 게재하였음. 단계적으로 국제논문 요건을 보다 강화하는 학위 취득 요건 마련도 검토 중

④ 글로벌 연구윤리 & 교육인프라 혁신

계획	실적 (20.09.01 ~ 24.02.29)
(글로벌 연구윤리 교육 강화) 국제무대에서 통할 수 있는 연구 윤리 교육 강화	☑ **참여대학원생의 연구윤리의 정확한 이해와 표절문제를 방지하기 위한 "iThenticate" 웹서비스 및 운영 교육**을 대학에서 본 교육연구단의 요청에 따라 2022년도 1학기부터 지원해 주고 있음
(논문 작성/교육용 소프트웨어) 실질적 표절 방지 장치 마련을 위한 핵심 S/W 구입 및 교육	☑ **글로벌 연구윤리 교육 강화**를 위해 참여대학원생들의 표절 방지를 위해 도서관의 Copykiller 등을 적극 활용을 진행 중에 있으며, **논문 교정 서비스 등을 제공**하여 영문 논문 작성 품질을 향상시키기 위한 노력을 진행 중임
(재학생 역량분석 및 Feedback 프로그램 운영) 학생 개인별 맞춤형 역량진단 및 결과 feedback	☑ **참여대학원생의 핵심역량 진단**을 진행 중이며, 이를 통해 역량 분석 및 평가를 진행하고 학생과의 상담을 통하여 feedback 함으로써 지속적인 개인 역량 강화 체계를 관리 중임  한국해양대학교 해양신재생에너지 전공 역량 조사 [재학생] 본 조사지는 **해양신재생에너지 융합기술 글로벌 혁신인재 양성 사업단** 성과의 질적 향상을 위하여 전공 재학생이 1년간 프로그램 참여를 통해 획득한 전공 역량의 개선 정도를 재학생의 자체 평가로 파악하기 위한 것입니다. 재학생들의 솔직하고 성의 있는 견해로 비밀지한 조사가 이루어질 수 있도록 협조하여 주시기 바랍니다. 학위과정 / 성별 / 응답코딩 □ 석사과정 □ 박사과정 / □ 남자 □ 여자 / 1 매우 낮음 2 낮음 3 보통 4 높음 5 매우 높음 ※ 다음은 1년간의 4단계 BK21 해양신재생에너지 재학생이 사업참여를 통해 전공 역량을 얼마나 달성했는지 자체 평가하여 표시하여 주시기 바랍니다. 1년간 프로그램 참여(해양신재생 에너지 개론, 전공 교과목 수강, 세미나, 연구 등)했던 내용을 바탕으로 작성하여 주시기 바랍니다. 해당년도의 학습성과 / 매우 낮음 / 낮음 / 보통 / 높음 / 매우 높음 수학, 기초과학, 공학의 지식과 정보기술을 해양신재생에너지 관련 문제의 해결에 응용할 수 있는 능력 해양신재생에너지와 관련된 데이터를 분석하고 주어진 사실이나 가설을 실험을 통하여 확인할 수 있는 능력 < 본 교육연구단 참여 학생의 역량분석을 위한 조사서 >

(Skype 화상강의실 확보)	☑ 국제화 역량 강화를 위하여 **화상강의실 확보 및 강의 장비 구비 설치를 완료**함

⑤ 우수해외인력 유치-국내안착 선순환 시스템 구축

계획	실적 (20.09.01 ~ 24.02.29)
(해외입학설명회 운영) 해외우수인력 유치를 위한 주기적 홍보(홈페이지 제작) 및 입학설명회 개최	☑ COVID-19로 인해 그동안 개최하지 못했던 본교 주도의 국제학술교류 프로그램인 International Conference on Advanced Convergence Engineering (ICACE)를 2023년 8월에 베트남 호치민에서 개최하고 **베트남, 중국 우수대학원생 입학설명회를 통해 우수학생 유치**를 진행함 **< 해외입학설명회 >**
(멘토-멘티 소통 플랫폼 운영) 해외유학생의 정서적 연대감 강화	☑ 국내 재학생과 외국 유학생의 원활한 교류와 연대감 증진을 위하여 **주기적으로 상호지원 멘토링 시스템을 진행**함 (25회) **< 외국 유학생 멘토링 장면들 >**
(대학원생 선발-정착-졸업 전주기 안내 매뉴얼 구축) 체계적인 유학생 포트폴리오 관리	☑ 사업기간 동안 총 **14명의 우수해외인력 졸업생을 배출**하였음. 이 중 7명은 진학 및 진학예정이고, 7명은 대부분 본국 대학교 등으로 복귀하여 취업하였음. 진학생은 본교 박사과정으로 진학을 유도하고 국내 안착하도록 하여 선순환 되도록 유도하였으며, 본국으로 취업한 대상자는 향후 후배들을 유학생으로 유치하기 위한 선순환 체계의 역할을 수행할 것임 ☑ 교육부의 “외국인 유학생 및 어학연수생 표준업무처리요령”을 준수하고 “국립한국해양대학교 외국인 학생 안전관리 매뉴얼” 및 “국립한국해양대학교 외국인 유학생 관리에 관한 지침”에 의거하여 유학생의 학사 및 생활지원, 유학생정보시스템 관리, 유학생 안전관리 등을 체계적으로 관리 중임 ☑ 기존의 GKS, Campus Asia-AIMS 등 공모사업과 연계하고 아시아해양 수산대학교 포럼인 AMFUF 네트워크를 활용하여 대학원생 선발 등을 꾸준히 진행 중임 ☑ 코로나 온라인 비대면 실시간 유학생 관리 지원을 위해, 실시간 언택트 SNS 상시 연락망 구축, 비대면 온라인 기반 맞춤형 유학생 상담 및 조사, 유학생 취업역량 강화 온라인 프로그램 등에 적극 참여를 유도하여 관리 중임

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				
1	김주형	채규정	Jae-Hong Kim	미국/Yale university	에너지 생산과 오염물질 분해를 위한 Single atom catalyst 연구	20230330-20230411 (단기연수)
2	이미주	이재하	Abla Zayed	미국/University of South Florida	치환재 사용, 시멘트의 미세구조 분석과 관련한 XRD(X-ray Diffraction)	20230404-20230406 (단기연수)
3	제미리	채규정	Ayessha; Vikeswaran; Jasmine Lam; Salil Kumar	싱가포르/ PSB Academy	해양신·재생에너지 연구설계, 전문가 특강 및 영어능력 향상을 위한 글로벌 경쟁력 강화 프로그램	20240102-20240111 (단기연수)
4	정혜인	송영채	Ayessha; Vikeswaran; Jasmine Lam; Salil Kumar	싱가포르/ PSB Academy	해양신·재생에너지 연구설계, 전문가 특강 및 영어능력 향상을 위한 글로벌 경쟁력 강화 프로그램	20240102-20240111 (단기연수)
5	김보라	윤민	Ayessha; Vikeswaran; Jasmine Lam; Salil Kumar	싱가포르/ PSB Academy	해양신·재생에너지 연구설계, 전문가 특강 및 영어능력 향상을 위한 글로벌 경쟁력 강화 프로그램	20240102-20240111 (단기연수)
6	고은빛; 김세훈; 신선미	김명진	Seungwon Ihm	사우디아리비아/ SWCC(DTRI)	온실가스 감축을 위한 해수담수화 농축수 활용 바테라이트형 탄산칼슘 생산기술 실증	20220901-20241231 (연구참여)
7	Tasnim; 조수민; 장진혁	채규정	Zbyněk Pientka; Katalin Bélafi-Bakó; Wojciech Kujawski	체코/ Institute of Macromolecular Chemistry CAS; 헝가리/ University of Pannonia; 폴란드/ Nicolaus Copernicus University in Toruń	국가간협력기반조성 (한-V4 공동연구사업) Bimetallic 수소 환원 촉매와 Tri-Block copolymer 양이온 교환막을 이용한 생물전기화학적 수소생산 시스템 개발	20230831-20260830 (연구참여)

8	Almayyahi Riyam Basil Khaleel	채규정	Mohamed Saif Al-Kuwari	카타르/ QATAR UNIVERSITY	Sustainable solar-driven biofuel generation from industrial wastewater without external Bias	20200105-20230705 (연구참여)
9	양호성	이영호	PS Reilly	캐나다/ AXYS TECHNOLOGIES Inc	Stability analysis of floating rider at Shinan offshore SA3B site	20200901-20201030 (연구참여)
10	Tasnim	채규정	Hend Omar Mohamed; Mohammad Ali Abdelkareem; Pedro Castaño	사우디아라비아/ King Abdullah University of Science and Technology; 아랍에미리트/ University of Sharjah; 이집트/Minia University	비귀금속 기반 요소/과산화수소 연료전지 연구: Outstanding performance of direct urea/hydrogen peroxide fuel cell based on precious metal-free catalyst electrodes	20210801 (출판일)
11	Dylan Sheneth Edirisinghe	이영호	S.D.G.S.P. Gunawardane	스리랑카/ University of Peradeniya	실 규모의 경사각이 큰 아르키메데스 나선 터빈에 대한 전산 유동 해석: Computational Flow Analysis on a Real Scale Run-of-River Archimedes Screw Turbine with a High Incline Angle	20210604 (출판일)
12	Dylan Sheneth Edirisinghe	이영호	S.D.G.S.P. Gunawardane	스리랑카/ University of Peradeniya	중력식 수력 와류터빈의 성능 향상을 위한 유동 해석 분석: Enhancing the performance of gravitational water vortex turbine by flow simulation analysis	20220528 (출판일)
13	Tasnim	채규정	Mohammad Ali Abdelkareem; Hend Omar Mohamed; Enas Taha Sayed; Abdul Ghani Olabi; Pedro Castaño	아랍에미리트/ University of Sharjah; 이집트/Minia University; 사우디아라비아/ King Abdullah University of Science and Technology; 영국/Aston University	수소생산 및 에너지 생산을위한 금속 칼코게나이드 촉매 연구: Critical review on the synthesis, characterization, and application of highly efficient metal chalcogenide catalysts for fuel cells 게재 (게재일기준 IF IF=35.3, 상위 0.36% 저널)	20230101 (출판일)

14	Riyam; Mohammed Hussien	채규정	Hend Omar Mohamed; Pedro Castaño; Siham Y. Al-Qaradawi	카타르/ Qatar University; 사우디아라비아/ King Abdullah University of Science and Technology	수소생산을 위한 생물전기화학전지에서 전기화학활성 미생물에 미치는 자기장의 영향: Unraveling the influence of magnetic field on microbial and electrogenic activities in bioelectrochemical systems: A comprehensive review	20230101 (출판일)
15	Dylan Sheneth Edirisinghe	이영호	S.D.G.S.P. Gunawardane; Ali Alkhabbaz; Watchara Tongphong	스리랑카/ University of Peradeniya	산업 폐수에서 에너지를 회수하기 위한 수력 와류 발전소에 대한 수치 및 실험적 연구 Numerical and experimental investigation on water vortex power plant to recover the energy from industrial wastewater	20230119 (출판일)
16	Giang; Trang T.Q. Le	채규정	Vandana Vinayak	인도/ Dr. Hari Singh Gour Central University	수소생산을 위한 생물전기화학전지에서 전기화학활성 미생물의 거동 및 최적화 연구: Optimizing electrochemically active microorganisms as a key player in the bioelectrochemical system: Identification methods and pathways to large-scale implementation	20240103 (출판일)
17	Tasnim	채규정	Enas Taha Sayed; Mohammad Ali Abdelkareem; Ahmed Bahaa; Hussain Alawadhi; Sameer Al-Asheh; A.G. Olabi	아랍에미리트/ University of Sharjah; 이집트/Minia University; 영국/Aston University	Synthesis and performance evaluation of various metal chalcogenides as active anodes for direct urea fuel cells	20211001 (출판일)

18	Tasnim	채규정	Arvind K. Mungray; Evrim Celik Madenli; Abdul-Ghani Olabi; Mohammad Ali Abdelkareem	인도/ SV National Institute of Technology; 튀르키예/ Suleyman Demirel University; 영국/Aston University; 아랍에미리트/ University of Sharjah; 이집트/Minia University	Current outlook towards feasibility and sustainability of ceramic membranes for practical scalable applications of microbial fuel cells	20221001 (출판일)
19	Tasnim	채규정	Mohammad Ali Abdelkareem	이집트/Minia University; 아랍에미리트/ University of Sharjah	Tailoring a highly conductive and super-hydrophilic electrode for biocatalytic performance of microbial electrolysis cells	20230115 (출판일)
20	Tasnim	채규정	Abdul Ghani Olabi; Mohammad Ali Abdelkareem; Mohamed S Mahmoud; Khaled Elsaid; Khaled Obaideen; Hegazy Rezk; Tabbi Wilberforce; Enas Taha Sayed	아랍에미리트/ University of Sharjah; 영국/Aston Triangle; 이집트/Minia University; 오만/University of Technology and Applied Sciences; 미국/Texas A&M University; 사우디아라비아/ Prince Sattam Bin Abdulaziz University	Green hydrogen: Pathways, roadmap, and role in achieving sustainable development goals	20230627 (출판일)
21	Tasnim	채규정	CY Chuah	말레이시아/ University Teknologi Petronas	Delaminated or multilayer $Ti_3C_2T_X$-MXene-incorporated polydimethylsiloxane mixed-matrix membrane for enhancing CO_2/N_2 separation	20230901 (출판일)

22	Jung-Min Lee; Jin-Hyeok Jang; Su-Min Jo; Mi-Ri Jae	채규정	Abayomi Babatunde Alayande	미국/Clemson University	Emerging marine environmental pollution and ecosystem disturbance in ship hull cleaning for biofouling removal	20231001 (출판일)
23	Jung-Min Lee	채규정	Kunli Goh	싱가포르/ Nanang Technological University	Size-dependent water transport in laminar graphene oxide membranes: An interplay between interlayer spacing versus tortuosity of transport pathway	20230105 (출판일)
24	Mohammed Hussien ;Ju-Hyeong Kim ; Tasnim	채규정	Zhe Yu; Wenzong Liu; Vandana Vinayak; Tabbi Wilberforce Awotwe; Aijie Wang	중국/Harbin Institute of Technology Shenzhen; 인도/Dr. Hari Singh Gour Central University; 영국/King's College London	Paradigm shift in NEW (Nutrient-Energy-Water) sustainable wastewater treatment system through synergy of bioelectrochemical system and anaerobic digestion	20240207 (출판일)

❍ 본 교육연구단에서 외국 대학 및 연구기관과의 교류실적으로 **미국** 예일대(Yale), Texas A&M 등 4개 기관, **싱가포르** PSB, **사우디아리비아** SWCC(DTRI) 및 King Abdullah University of Science and Technology, **아랍에미리트** University of Sharjah, **이집트** Minia University, **체코** Institute of Macromolecular Chemistry CAS, **헝가리** University of Pannonia, **폴란드** Nicolaus Copernicus University in Toruń, **카타르** Qatar University, **캐나다** AXYS TECHNOLOGIES Inc, **스리랑카** University of Peradeniya, **영국** Aston University 등 2개 기관, **인도** Dr. Hari Singh Gour Central University 등 3개 기관, **튀르키에** Suleyman Demirel University, **말레이시아** University Teknologi Petronas, **오만** University of Technology and Applied Sciences, **싱가포르** Nanyang Technological University, **중국** Harbin Institute of Technology Shenzhen 등 총 **18개국 25개 기관과 대학원생 장·단기연수 및 국제 공동연구를 진행**하였음. 아래와 같이 몇 가지 주요 실적에 대한 세부 내용을 보다 구체적으로 요약하여 기술함

구분	실적 연번	주요 실적
장·단기 연수	1	**(김주형)** 환경 및 에너지 융합 연구의 세계적 석학인 Yale 대학교 김재홍 교수와 Single atom Catalyst 연구 교류를 위해 석사과정 김주형 학생과 박사후 연구과정 박성관 박사를 파견하여 단일원자로 이루어지는 촉매 제작 방법 및 평가방안 공동연구. Single atom catalyst는 우수한 전기화학적 촉매 활성을 보여, 이를 수소생산을 위한 미생물 전해 전지의 환원전극에 적용하고자 하며 이를 통해 본 BK21 사업단의 에너지 생산/전환 분야의 연구 경쟁력 확보가 가능할 것으로 기대됨
	2	**(이미주)** 단기연수를 통하여 University of South Florida Abla Zayed 교수의 연구실을 방문하여 사용 방법 및 실험장비를 체험하여 어떠한 연구가 이루어지는지 알아보았고 광물 및 화학 감수제를 사용하여 화학적 산화물 조성, 결정질 및 비정질 함량 등에 대하여 논의함. 혼화제의 사용에 따라 초기 강도 증가 및 기공 수의 증가 등을 확인함
	3 ~ 5	**(제미리, 정혜인, 김보라)** 글로벌 경쟁력을 갖춘 우수 학생들의 육성을 위해 싱가폴PSB 대학교에서 연수를 진행하였고 해양신·재생에너지관련 관련특강(green hydrogen, ammonia, biofuels, wind propulsion 등) 및 선도기관들을 견학하였고, 영어 능력 향상을 위한 고급 영어프로그램을 집중적으로 이수함
국제 연구 참여	6	**(고은빛, 김세훈, 신선미)** 국립한국해양대학교 환경자원실험실에서 개발한 원천기술을 바탕으로 수행되었으며, 해수담수화 농축수를 이용하여 미립자 바테라이트(vaterite)형 탄산칼슘을 생산하고 이산화탄소를 저장하는 국내 순수 기술임. 본 연구에서 국립한국해양대학교는 원천기술개발, 공정 최적화 및 고부가가치화를 담당하고 국내 탄산칼슘 생산 최대 기업인 태경비케이는 바테라이트형 탄산칼슘 생산기술 실증 및 국내 시제품 생산을 담당하며, 사우디아라비아 SWCC/DTRI는 해수담수화 분야의 글로벌 리더이자 세계 최대 해수담수화 기관으로 현지 바테라이트형 탄산칼슘 시제품 생산을 담당함
	7	**(Tasnim, 조수민, 장진혁)** 대한민국(국립한국해양대학교), 체코(Institute of Macromolecular Chemistry), 헝가리(University of Pannonia Research Centre), 폴란드(Nicolaus Copernicus University)의 유수한 연구진들의 협업으로 진행되는 본 연구는 미생물전해전지의 구조적 발전에 관한 연구임. 기존 미생물전해전지 반응기의 구조적 한계를 극복하고 생물전기화학적 수소 생산 기술을 상용화하는 것 외에도, 전극 촉매/양이온 교환 막 비용 절감, 이온 운반 현상 규명 등 비세그라드 3개국(체코, 헝가리, 폴란드)의 재료과학, 공학, 미생물학 및 생물전기화학 전문가들의 유기적 연구 네트워킹을 구축함

	8	(Almayyahi Riyam Basil Khaleel) 미생물전해전지는 지속 가능한 환경친화적 수소 연료 생산의 잠재력에도 불구하고 열역학적 장벽을 극복하기 위한 높은 전위, 한정된 유기 오염물질 분해 스펙트럼, 높은 전극 비용 등의 한계로 다른 연료전지에 비해 효율이 낮음. 카타르(Qatar University, Environmental and Municipal Studies Center) 및 대한민국(국립한국해양대학교) 세 기관은 이를 극복하기 위해 photo-assisted microbial electrolysis cell을 제안하여, 외부 바이어스 없이 지속가능한 수소 연료 생산 시스템을 개발하고자 함
국제 공동 연구 출판	13	(Tasnim) 아랍에미리트 Sarajah 대학교의 에너지/촉매분야 세계적 석학인 Mohammad Ali Abdelkareem 교수팀을 방문하여 수소생산을 위한 미생물전해전지의 효율향상을 위한 주제 공유와 실험설계를 함께 진행하였으며, 특히 방문 기간 동안 에너지 연소 분야 최고 저널인 Progress in Energy and Combustion Science (게재일기준 IF IF=35.3, 상위 0.36% 저널)에 논문을 게재함. 특히 본 저널은 검증된 박사급 우수 연구자들만 엄격한 심사를 통해 초청되는데 박사과정생으로는 드물게 Tasnim Eisa 학생이 제1저자의 영광을 얻었으며 이는 본 BK21 사업단의 우수한 학생 육성 프로그램의 결과이며 학생들의 글로벌 경쟁력을 달성하기 위해 끊임없이 노력하고 있음
	14	(Almayyahi Riyam Basil Khaleel, Hussien Mohamed Hussien Abdelhakeem) 본 연구는 미생물연료전지 및 미생물전기화학와 같은 생물전기화학 시스템(BES)에 활성 박테리아(EAB)를 사용하여 폐수 처리 및 에너지를 생성하는 연구임. 생물전기화학시스템에서의 자기장 메커니즘에 대한 연구가 부족함. 본 논문은 Qatar University 및 King Abdullah University of Science and Technology (KAUST)와의 공동연구를 통해 생물전기화학시스템에서의 자기장에 대한 연구임
	15	(Dylan) 스리랑카의 Peradeniya 대학교 해양신·재생에너지 전문가인 Prasanna Gunawardane 교수와의 협력을 통해, 해양 산업에서 발생하는 산업 폐수 에너지를 회수하기 위한 중력식 수력 와류터빈 발전 시스템을 공동연구를 통해 개발하였음. 연구결과는 신재생에너지 분야의 저명한 학술지인 Renewable Energy(게재일기준 IF = 8.7, Q1 저널)에 게재되었음. 석사과정 중인 Dylan S. Edirisinghe 학생이 제1저자로 참여하였음. 이 연구는 Prasanna Gunawardane 교수와의 장기간에 걸친 공동 연구의 결과임. 특히, BK21 사업단의 다양한 지원 프로그램 덕분에 외국 유학생들이 한국에서 연구 활동에 잘 적응하고 국제적인 성과를 내는 데 큰 도움이 되었음. 현재도 본 BK21 사업단 Pisindu 학생이 Prasanna Gunawardane 교수와 진동 수주형 파력 발전을 위한 공력 터빈 개발을 위한 공동연구에 참여 중임
	16	(Le Thi Huong Giang, Le Thi Quynh Trang) 본 연구에서는 혼합배양 상태의 미생물전기화학시스템(BES) 내 전기화학적 활성 미생물(EAM)의 선택적 농축에 관한 연구임. 본 연구는 Dr. Hari Singh Gour Central University와의 국제공동연구를 통해 미생물전기화학시스템(BES) 내 메탄을 생성하는 물질을 제거함에 따라 바이오가스 생성효율을 밝힘으로써, 신·재생에너지인 수소에너지 산업에 큰 기여를 하며, 바이오가스의 효율을 높이기 위한 연구의 필요성을 강조함. 또한, 신·재생에너지 생산 및 환경 보호 기술 개발에 연구방향을 제시함
	23	(이정민) 본 실험 논문에서는 산화 그래핀(GO)을 이용해 층상 미세구조로 형성된 산화 그래핀 멤브레인(GOM)에 대한 연구를 진행했고 최근 물 투과성이 더 좋은 소형 flakes로 만든 산화 그래핀 멤브레인(S-GOM)이 선호되었지만 이 사실이 정확하지 않다는 것을 발견함. 본 연구에서는 Nanyang Technological University(싱가폴)과 국제공동연구를 통해 대형 flakes로 만든 산화 그래핀 멤브레인의 성능이 높다고 밝혀지며 효율이 더 높은 산화 그래핀 멤브레인을 개발할 때 큰 도움을 주는 연구임

※ “Ⅱ. 교육역량 영역” 관련 소명 자료 : 해당 없음

4단계 BK21사업

Ⅲ. 연구역량 영역

Ⅲ. 연구역량 영역

1. 참여교수 연구역량

1.1 중앙정부 및 해외기관 연구비 (온라인 입력)

<표 3-1> 사업 참여 기간 내 참여교수 중앙정부 및 해외기관 대표 연구비 수주실적

1.2 연구업적물

① 참여교수 대표연구업적물의 우수성 (온라인 입력)

<표 3-2> 사업 참여 기간 내 참여교수 대표연구업적물 실적

② 참여교수 대표연구업적물의 적합성 (온라인 입력)

<표 3-3> 사업 참여 기간 내 참여교수 대표연구업적물의 적합성

③ 연구의 수월성을 대표하는 연구업적물 (최근 10년)

<표 3-4> 최근 10년간 참여교수의 해당 신산업분야 대표연구업적물

연번	대표연구업적물 설명
1	**[전환] 영역 대표적 연구 업적물** 1) 저자명 : Mohammad Ali Abdelkareem, Enas Taha Sayed, Hend Omar Mohamed, M. Obaid, Hegazy Rezk, **Kyu-Jung Chae (채규정, 교신저자)** 2) 논문 제목 : Nonprecious anodic catalysts for low-molecular-hydrocarbon fuel cells: Theoretical consideration and current progress 3) 저널명 : Progress in Energy and Combustion Science (2021년 기준: **IF 35.339,** Engineering & Mechanical 분야 **상위 0.36%**) 4) 권, 페이지 : 77, 100805 / ⑤ 게재연월 : 202003 / ⑥ DOI : 10.1016/j.pecs.2019.100805 ☑ 본 논문은 저분자 탄화수소와 같은 유기물을 **촉매와 연료전지 기술을 이용하여 직접 전기에너지로 전환하는 탄화수소 연료전지 기술**임. 탄화수소 연료전지는 다양한 연료물질을 전기화학적 산화를 통해 전기에너지를 생산하는 것으로 높은 전류밀도의 생산이 가능하고 모듈화가 용이하여 최근에 많은 각광을 받고 있는 신·재생에너지 기술임. 특히 환경오염을 유발할 수 있는 여러 종류의 유기물질 들을 연료로 이용할 수 있어 환경보호와 에너지 생산이라는 두 가지 문제에 대한 해결책이 될 수 있음. 이와 같은 에너지 전환기술은 연료(유기물)에 화학에너지 형태로 저장되어 있는 에너지를 다양한 촉매의 조력하에 활용성이 뛰어난 전기에너지로 전환하는 것임. 본 논문은 **탄화수소 연료전지에 사용되는 고가의 귀금속 촉매를 대체할 혁신기술 및 미래 도전과제에 대한 심도 깊은 통찰을 제시**하고 있어 기술적 진보를 견인할 뿐만 아니라 많은 연구자들에게 영감을 주고 있음. 이와 같은 탄화수소 연료전지 기술은 화학에너지를 수요자가 원하는 형태인 전기에너지로 전환시킬 수 있기 때문에 신·재생에너지 인프라의 운용 효율성을 높일 수 있을 뿐만 아니라 미래 에너지 생산/공급 인프라의 핵심 요소인 분산형 에너지 생산기술로 활용될 수 있음 ☑ 본 연구 결과를 도출하기 위해 **국립한국해양대학교(채규정 교수팀)와 UAE 샤르자대학(알툴카림 교수팀)은 Co-funding Joint Research 협약을 바탕으로 상호 강점을 융합 발전시키는 국제공동연구를 지속적으로 진행**하고 있으며, 본 연구결과물은 긴밀한 국제공조를 통한 성과창출의 훌륭한 모델이 되고 있음. 세계적 선도 연구를 추진하고 신·재생에너지 분야의 Game changer 연구자(학생)들을 육성하기 위해 본 사업을 통해 해당 대학과 신·재생에너지 연구 협력을 위한 MOU를 체결하였고 협력을 강화하고 있음. 특히 본 교육연구단은 많은 중동 국가들과 협력사업을 진행 중인데, 중동내 우수 대학으로 교류확대 및 대학원생 유치를 위한 거점으로 UAE 샤르자 대학을 본 사업을 통해 적극적으로 활용하고 있음 ☑ 본 연구내용은 교육연구단의 핵심 목표인 **해양으로부터 다양한 신·재생에너지를 생산하고 잉여 에너지는 저장 및 전환(수소와 수송용 연료)함으로써 손실 없는 전 주기적 에너지 인프라 구축의 핵심 요소기술**임. 즉, 본 교육연구단이 추구하는 해양신·재생에너지인프라 구축을 위한 요소기술 중 에너지 전환 분야를 담당할 핵심 기술 중 하나로 연구 정합성이 매우 우수함. 또한 이를 바탕으로 한-UAE, 한-영 (영국 의회과제), Qatar 과학재단, 한-V4 국가 연구사업을 수주하여 글로벌 선도기관으로 성장하고 있음 ☑ 본 논문은 **에너지분야 129개 저널 중 1위이며 최상위 0.36%에 해당하는 플래그쉽 저널인 Progress in Energy and Combustion Science**에 2020년에 게재되었으며 구글스칼라 기준 **115회 피인용**되고 있음

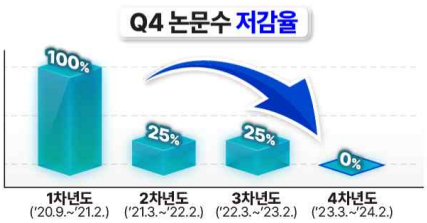
2	**[생산] 영역 대표적 연구 업적물** 1) 저자명 : Byung-Ha Kim, Joji Wata, Mohammed Asid Zullah, M. Rafiuddin Ahmed, **Young-Ho Lee (이영호, 교신저자)** 2) 논문 제목 : Numerical and experimental studies on the PTO system of a novel floating wave energy converter 3) 저널명 : Renewable Energy (2022년 기준 **IF : 8.70**, ENERGY & FUELS 분야 **상위 15.16%**), 4) 권, 페이지 : 79, 111-121 / ⑤ 게재연월 : 201507 / ⑥ DOI : 10.1016/j.renene.2014.11.029 ☑ 본 논문은 **해양신·재생에너지 파력발전을 위하여 1차 파력 에너지로부터 회전 기계에너지를 얻기 위한 PTO(power take off) 에너지 변환 기계장치에 관한 연구**임. 파력발전은 일정하고 예측 가능한 패턴을 보이는 경향이 있어 다른 신·재생에너지보다 안정적인 공급원이 될 가능성이 있음. 특히 설치 환경에 영향을 최소화하는 방향으로 부유식 파력발전 하는 장치를 제시함. 기존방식으로 Wells 터빈이 양방향성 파력에 대한 동일 회전 방향의 기계에너지를 얻는 대표적인 방법이었으나, 낮은 효율과 높은 소음 등의 단점이 있음. 부유식 파력발전에 새로운 PTO로써 소수력 터빈에서 오랫동안 사용되어온 횡류수차(cross flow turbine)를 적용하여 **고효율(40% 이상)의 파력 터빈 성능을 달성**하였음. 기존 육상에 사용하던 횡류수차를 해양에너지 파력발전에 사용함으로써 기술의 적용성을 넓힘과 동시에 해양 생태계 및 민간에 미치는 영향을 최소화하면서 더 높은 에너지를 생산하는 방법을 제공함 ☑ 이 연구에서는 프로토타입의 스케일 모델을 6 자유도를 갖는 슬로싱 수조탱크를 이용하여 해양환경을 모사하고 반복 재현함. 체계적인 모델실험을 바탕으로 PIV(particle image velocimetry)를 이용하여 터빈과 노즐 내부의 유체 흐름을 시각화함. 전산유체역학을 이용하여 내부 유동을 수치해석하고 실험 결과를 비교하여 해석모델을 구축함. 해석모델을 이용하여 **다양한 조건과 형상 변경에 따른 터빈의 성능을 정확하고 신속하게 예측할 수 있는 플랫폼을 구성**함 ☑ 본 연구내용은 해양신·재생에너지 생산단계에서 핵심요소기술인 터빈 설계 및 실증 기술부분에 해당함. 연구에 기반하여 본 연구자 연구실에서 파력발전 관련 연구논문을 다수 발표하였으며, 다수의 석·박사 학생들의 연구주제로 채택되었음. 이를 바탕으로 2023년도까지 많은 연구 성과를 달성하여 **선도기술의 개발과 융합형 해양신·재생에너지 전문인재 양성**에 힘쓰고 있음. 또한, 이 연구를 바탕으로 선박해양플랜트연구소의 방파제 연계형 파력발전 연구사업을 수주(2023.04 ~ 현재)하는 등 국가 단위 대규모 신·재생에너지 산업에 참여함. 스리랑카(Peradenia University) 및 탄자니아(넬슨-만델라 과학기술대학교(NM-AIST)) 등의 개도국 중심으로 파력발전 개선 및 보급을 위한 공동연구를 수행하였으며, 현재도 연구가 진행되고 있음. 공동연구의 일환으로 **외국 유학생들을 유치하고, 졸업생들이 본국으로 돌아가 추가적인 국제 공동연구를 함께 수행함으로써 본 BK21 교육연구단의 글로벌 선순환 구조를 만드는 데 기여**함

3	**[수송/저장] 영역 대표적 연구 업적물** 1) 저자명 : Hwa-Jeong Kim, **Do-Sik Shim (심도식, 교신저자)** 2) 논문 제목 : Characterization of the deposit-foaming of pure aluminum and Al-Mg-0.7Si alloys using directed energy deposition based on their metallurgical characteristics and compressive behaviors 3) 저널명 : Additive Manufacturing (2021년 기준: **IF 11.632,** Engineering & Mechanical 분야 **상위 0.98%**) 4) 권, 페이지 : 59, 103119 / ⑤ 게재연월 : 202211 / ⑥ DOI : 10.1016/j.addma.2022.103119 ☑ 적층제조기술을 기반으로 순수 알루미늄과 알루미늄 합금에 발포제를 혼합해 '적층 발포 소재'를 제작하였으며, 이를 통해 적층제조기술을 이용해 알루미늄 고내부식 경량소재 제작이 가능함을 밝히고자 하였음. 그 결과, 해당 기술은 **해양 환경 및 에너지 수송, 저장 용기로 사용될 수 있는 알루미늄 소재에 대한 내환경성, 내구성을 향상시킬 수 있음을 실험적으로 검증**함 ☑ 해당 저널은 Additive manufacturing (적층제조) 분야에서 가장 권위있는 저널로 평가 받고 있으며, **Manufacturing 분야에서 Top journal(IF=11.632, JCR ranking 상위 0.98%)에 해당**함. 해당 저널은 적층제조 공정에 있어서 괄목할 만한 성과 및 최초 제안된 공정들이 소개되는 저널임. 본 연구가 적층제조 분야에 있어서 한 번도 시도해보지 못한, 적층제조 공정을 응용한 새로운 분야를 개척한 것으로 평가할 수 있음. 본 연구를 통해 알루미늄 합금 분말과 발포제를 이용한 DED 응용 폐쇄형 기공을 가진 다공 소재 제작이 가능함을 확인하였으며, 해당 기술이 더 발전할 경우에는 유연성 높은 경량화된 알루미늄 부품 제작이 가능함을 기술적으로 검증함 ☑ 한편, **본 연구의 내용은 24년 2월 기준 해외 특허출원(대상국: 미국)되었음**. 특허 사무소에서 해외출원 가능성을 자체 평가한 결과, 적층제조공정을 응용한 폐쇄형 다공 구조를 제작하는 방법에 대한 유사 특허 건이 검색되지 않았으므로 등록의 가능성이 높은 것으로 확인되었음. 이후, 해당 기술에 대한 상업화를 위해서 적절한 응용 산업 및 타겟 부품에 대한 선정을 통해 기술 사업화를 준비해 나갈 예정임 ☑ 본 성과물은 자동차, 항공, 에너지 산업 분야에서 소재 경량화 및 고강도화를 통한 고부가가치 부품 제조를 위한 기초 기술 연구에 대한 것으로, **본 교육연구단의 에너지 수송 및 저장 기술과 관련하여 해상 구조물 및 기계설비의 내마모성/내부식성, 장수명 소재 기술로도 활용**될 수 있는 미래 구조용 소재 경량화에 대한 연구임. 향후에는 이러한 소재 설계 및 제작 기술을 이용하여 해양신·재생에너지 분야에서, 특히 극한 환경에서 사용되는 부품에 대한 소재 설계 및 부품화 기술에 대한 연구에 적극 활용하고자 함

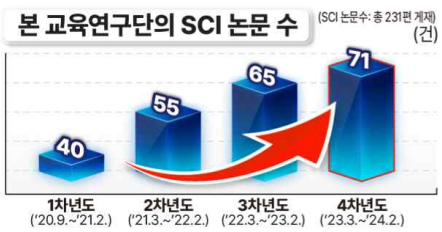
1.3 교육연구단의 연구역량 향상 실적

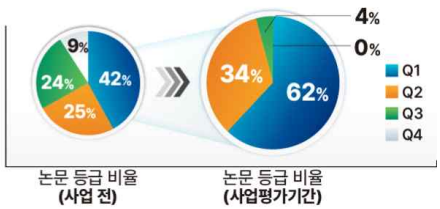
① 교육 연구단은 1) 연구의 질적 전환, 2) 국제 협력, 그리고 3) 지역 특화의 세 가지 목표를 세워 비전을 제시하고, 연구 역량 향상을 위한 최선의 방법으로 사업을 운영해 옴. 이에 따라 초기에 수립한 계획 대비 달성한 성과를 아래 표에 정리하여 나타내었으며 최초 수립한 계획을 모두 초과 달성한 것으로 평가되며 특히 연차별 실적의 향상이 뚜렷한 것으로 나타남

연구역량 향상 계획(7년) (20.09.01-2027.2.28)	연구역량 향상 실적(3년 6개월) (20.09.01-2024.2.28)
연구의 **질적전환** - 상위 25% 이상의 우수저널 게재를 매년 상향하는 25-10 Project 추진	☑ 연구의 **질적전환 달성**(교육연구단 참여교수진의 성과) ● 평가기간 년차별로 지속적인 Q1 논문수 증가 (83% 증가함) Q2 논문수 증가 (380% 증가함) ● 4차년도 **Q1/Q2 논문의 비중은 전체 게재논문의 96%** ● 평가기간 전체 Q1/Q2 논문의 비중은 전체 게재논문의 87% ● 1차년도 대비 4차년도에는 Q3 논문수 감소 (57% 감소함) ● 1차년도 대비 **4차년도에는 Q4 논문 게재 없음** (100% 감소: 2023년 2월 이후 게재하지 않음)

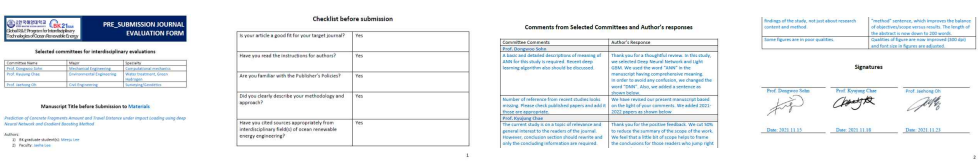


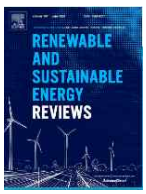
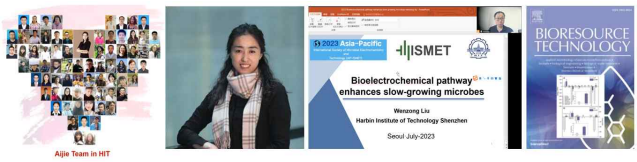
✱1차년도에는 BK 사업 수행 이전 제출한 논문이 다수 게재되었으며 실질적인 해양신·재생에너지 BK 프로그램 운영 효과가 가시적으로 확인되는 시기가 아니므로 기간 가중치는 반영하지 않음

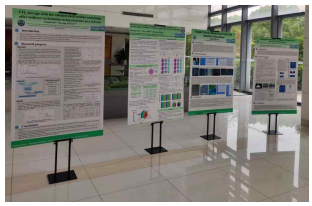
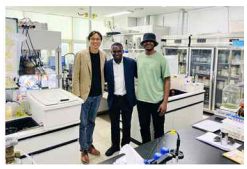




● 평가기간 SCIE 논문수는 연평균 22.1% 증가 (양적성장과 함께 연구의 질적전환 달성)
● 평가기간 총 231편의 우수 논문(SCI) 게재
● 총환산참여교수수(11.429)에 따른 **1인당 논문 게재 실적: 20.21건**
● 총환산참여교수수(11.429)에 따른 **1인당 Q1/Q2 논문 게재 실적: 17.58건**
● 위와 같이 평가기간 동안 논문수의 증가와 함께 Q1 및 Q2 논문수의 꾸준한 증가를 통해 **연구의 질적 전환(25-10 Project)을 달성**한 것으로 평가됨

연구의 **질적전환** - 대학원생 게재논문 수준의 지속적 향상	☑ 연구의 **질적전환 달성**(교육연구단 참여대학원생 연구 결과물의 질적 개선 달성) ● 평가기간 년차별로 Q1 논문수 증가(1차년도 대비 3차년도 최대 667% 증가함) ● 평가기간 년차별로 지속적인 Q2 논문수 증가(1차년도 대비 4차년도 최대 75% 증가함) ● 평가기간 Q1/Q2 논문의 비중은 전체 게재논문의 90.3% ● 4차년도 **Q1/Q2 논문의 비중은 4차년도 게재논문의 100%** ● 평가기간 Q3 논문은 2차년도와 3차년도에 비율적으로는 증가하였으나 1편 논문의 수가 2편으로 늘어난 것에 불과하며 4차년도 게재가 없음 ● 평가기간 4차년도 및 2차년도에는 Q4 논문을 게재하지 않음(100% 감소함) ● 이처럼 대학원생 연구의 질적전환을 지속적으로 달성한 것으로 보임 ● 논문의 수는 1차년도부터 3차년도까지 연평균 166% 증가 (질적전환과 함께 양적성장 달성) ● 논문의 수는 1차년도부터 4차년도까지 연평균 146% 증가 (질적전환과 함께 양적성장 달성) ● 또한 대학원생이 게재한 논문의 평균 IF 및 Ranking이 1차년도 대비 크게 향상됨. (3차년도 평균 IF 7.03 및 4차년도 평균 Ranking 19.28) ● 위와 같이 평가기간 동안 논문수의 증가와 함께 Q1 및 Q2 논문수의 큰 증가를 통해 **대학원생 게재논문 수준이 크게 향상**된 것으로 평가됨
연구의 **질적전환** - 논문 투고 전 사전평가제도 운영	☑ 논문게재율 개선과 질적 향상을 위해 게재 전 교육연구단 **내부 사전평가제도 운영** ● 학생이 평가전 지도교수와 논의하여 교육연구단 내 3인의 교수로부터 제출논문의 사전평가(Pre-submission evaluation)를 받고 이를 제출 전 반영하여 논문 통과율(acceptance rate) 개선을 도모함  ● 총 26편의 논문이 사전평가제도를 통해 우수 저널(Q1, Q2)에 모두 게재될 수 있었음

	● 다양한 분야의 교수들의 의견을 수렴하여, 해양신·재생에너지 분야 연구논문의 전문성을 높이고, 교수들이 타 분야 논문을 평가함으로써 전문 분야의 범위를 확장하는 효과를 확인함 ● 또한 사전평가제도를 운영함으로써 교수와 학생들이 다른 분야를 이해하고 이를 접목하여 융합형 연구 주제를 구상하는 데 많은 도움을 받았으며, 이에 따라 관련 연구의 질적 전환이 이룬 것으로 평가됨
연구의 **국제협력** - UAE Shajha 대학 공동연구	☑ 계획한 바와 같이 UAE의 Sharjah 대학과 재생에너지 및 지속가능에너지 분야(게재일 기준 IF: 35.339 (상위 0.36%), 16.799(상위 1.06%)에 공동논문을 게재하는 등 최근까지 **총 20편의 최상위 국제공동논문을 게재**함  최신 JCI IF: **15.9** Rank: **상위 3.3%** (GREEN & SUSTAINABLE SCIENCE & TECHNOLOGY 분야) 최신 JCI IF: **11.4** Rank: **상위 3.6%** (AGRICULTURAL ENGINEERING 분야) 최신 JCI IF: **29.5** Rank: **상위 0.4%** (ENGINEERING, MECHANICAL 분야) ☑ 중동의 신재생에너지 분야 명문대학인 Sharjah 대학과 신재생에너지 분야 연구 협력, 학생/연구자 교환연구, 공동과제 추진 등을 위한 MOU 체결 국제 공동 연구 및 학생 교환 연구 MOU 체결 (Sharjah vs 한국해양대학교) SEPS 2023 (UAE) 채규정 단장 기조연설 (Sharjah대학 초청) ICAFEE 2023 (터키), Sharjah대학 압둘 카림교수 Keynote speak (본 사업단 초청) 플래스쉽 저널 공동 게재 (JCR 상위 0.4%)
연구의 **국제협력** - Qatar 대학과 특화 연구 (미생물광전해전지 분야 특화)	☑ Qatar 대학과 2건의 **카타르 국립연구재단의 연구비를 수주**하여 아래의 공동연구를 추진 중임 (Qaradawi 교수) ○ 국제공동연구과제 수주 및 진행: 1) NPRP12S-0304-190218(총 610,000USD, 한국: 206,280USD) / 2) IRCC Cycle 06 (2023-2024) Qatar 연구재단 국제공동연구 수주 및 현지 뉴스 소개 (NPRP12S-0304-190218) Qatar 대학 국제공동연구 공동 수주 (IRCC Cycle 06 (2023-2024)
연구의 **국제협력** - 중국과학원 (Chinese Academy of Science, CAS)과 협력프로그램	☑ 중국의 HIT, CAS와 활발한 네트워크 추진 중임 ● 생물전기화학분야 및 해양바이오에너지 분야  Harbin Institute of Technology (HIT) & CAS와 국제 공동연구 및 연구자 교류 - Bioresource Technology 공동 게재(IF 11.4, 상위 3.6%) - AP-ISMET 국제 학술대회 초청 세미나 개최 - Aijie Wang 교수 (h-index 86, i10-index 468), Wenzong Liu 교수(h-index 53)

연구의 **국제협력** - 상해공정기술대학교(SUES) 협력 프로그램 추진	☑ 상해공정기술대학교(Shanghai University of Engineering Science)와 대학원생 교류 및 국제컨퍼런스 관련 MOU를 맺고 협력프로그램을 추진함 ● **방학 중 양 대학이 OPEN LAB을 운영**하고 학생을 교환하여 대학원 진학까지 연계하는 프로그램 추진 (2020년 겨울방학에 코로나 상황으로 운영이 어려움) ● 이후 국제컨퍼런스 MOU를 맺고 **3개 대학 (KMOU BK 교육연구단, 호치민공과대학, 상해공정기술대학)이 3년마다 순환하며 국제컨퍼런스를 개최**하기로 함(2022년: 상해공정기술대학교와 함께 ICACE 개최(코로나 여파로 온라인 개최), 2023년: 호치민공과대학교, 2024년(예정): 국립한국해양대학교/본 BK 교육연구단 주최 예정) (ICACE2022) The 4th International Conference on Advanced Convergence Engineering ABSTRACTS OF PAPERS 
연구의 **국제협력** - 북경건축공과대학 협력 프로그램 추진	☑ 영국의 Aston 대학 및 King’s College London과 생물전기화학전지 및 신재생에너지 협력 프로그램을 추진 중(북경건축공과대학 협력 프로그램을 대체하여 영국의 Aston 대학 및 King’s college London과 협력 추진) ● 영국 의회 Going Global Partnerships Reconnect Travel Grant 공동 수주 및 연구 협력 (Tabbi Wilberforce Awotwe 교수: Aston 대학에서 킹스 칼리지 런던으로 이직) ● 국제협력 Travel grant 공동 수주 및 연구자 상호 방문 연구 추진 Going Global Partnerships Reconnect Travel Grant Application Form 영국 의회 Going Global Partnerships Reconnect Travel Grant 공동 수주 및 연구 협력  Tabbi Wilberforce Awotwe 교수 한국해양대학교 방문 연구 (채규정 단장 연구실)
연구의 **지역특화** - 부산 동삼혁신지구 해양클러스터 기관과 인적교류 활성화 - 동남권 해양클러스터의 연구 인프라 활용	☑ 부산 동삼혁신지구 해양클러스터 기관 및 관련 지역 업체와의 **연구인프라 공동 활용을 통해 지역 특화 연구역량을 향상**하였으며 아래와 같이 공동 사용 성과가 있었음 ● 피로시험기, 브레이크 디스크 표면처리, 내부식시험기, 마모시험기, 선체부착생물 여과 시스템 설계, 전기영동법 전극제작 지원, 생물화학시스템 지원, 혐기성 소화 시스템 지원, 대형유압 구조시험 지원 등 다양한 생산-수송/저장 영역 및 요소기술분야에 필요한 연구인프라 활용 및 교류가 있었음 ● 장비 활용 및 시제품 제작 지원 등에 총 10개 기관과 16회의 관련 성과가 있었음(구체적인 실적은 산학협력 부분에 기술하였음)
연구의 **지역특화** - 서부산 융합캠퍼스 참여기업과 공동연구기획, 기술지도 및 지역 벤처기업 관련기술 지도	☑ 서부산융합캠퍼스 참여기업 및 관련 **지역 업체와의 공동연구기획, 기술지도**와 관련 아래의 성과가 있었음 ● 사업기간 중 기술지도 60회/산업자문 9회 등 서부산융합캠퍼스 인근 기업체((주)케이에스, ㈜요타오션, ㈜브이엠에서, ㈜볼시스, ㈜스타칸, ㈜체세코, ㈜케이씨, ㈜씨디에스디 등) 및 지역업체와의 매우 활발한 기술지도 성과가 있었으며 이러한 자문을 통해 공동연구를 기획하여 기술이전 21건의 성과를 보임 ● 기업수요기반 산학융합R&D 수행을 통한 현장 애로기술 해결을 위한 연구 인력 및 장비/인프라 지원((주)효원HM, ㈜서영, ㈜해동, ㈜헤이븐 등) ● 기업수요기반으로 산-학 상생협력형 프로젝트 Lab 운영함으로써 교수/학생-기업-컨설턴트 구성 과제 운영 등 산학협력을 기반으로 기업 지원 및 취업연계 채널 구축

연구분야 **국제협력 (추가 달성)**	☑ 사업신청 당시 **노르웨이 Aker solution 및 NTNU와의 국제협력을 통한 연구역량 향상**을 계획하였음. 관련 국제협력을 주도적으로 추진하였던 교육연구단장(이영호 전 단장)의 정년퇴직 및 코로나 등의 영향에도 아래의 성과를 달성함 ● (한-노르웨이 국제공동연구 과제 신청) 노르웨이의 Aker solution(부산지역 부유식해상풍력 단지 조성을 계획) 및 NTNU와 공동제안서 작성 국제협력 수행(크베르너 노르웨이 조선소, Aker Offshore Wind(회사명 변경됨), NTNU, SINTEF 등과의 협업) ● (제3차 에너지국제공동연구사업) 노르웨이의 Aker solution과 NTNU와 과제 제안(태풍안전향상을 고려한 15 MW급 초대형 부유식 해상풍력 시스템 핵심 설계기술 개발) 및 협의를 진행함 ☑ 또한 다음 기관과의 추가적인 **국제협력 연구교류**가 있었음 ● 영국 Aston 대학/King's college London과 영국의회과제 공동 제안 및 2건의 과제 수주(생물전기화학적 에너지 생산기술 (영국 Awotwe 교수) ● 사우디 KAUST(Pedro Castano 교수 (King Abdullah University of Science and Technology: KAUST)와 International Collaboration Project 제안 (Pre-proposal) (채규정 단장) ● 사우디 SWCC/DTRI와 국제공동연구 사업 신청(CCUS 상용기술 고도화 및 해외 저장소 확보를 위한 국제공동연구 사업신청 (김명진 교수) ● 싱가포르의 MarinaChain과 항만 내 CO_2 흡수능 스마트 데이터 수집 분석 기술개발 및 AI 기술을 통한 빅데이터 구축을 위한 국제공동연구 수행 (유근제 교수) ● 미국 SUNY Buffalo와 국제공동연구 기획 (심도식 교수) ● 미국 Stevens Institute of Technology와 산업기술혁신사업(우수기업연구소 육성사업(ATC+))을 주관기관인 ㈜서영, 참여기관 한국생산기술연구원, 해외 연구기관 스티븐스대학과 함께 공동연구를 수행 (심도식 교수) ● 튀르키예 Evrim Celik Madenli 교수 (Suleyman Demirel University)와 2022년 Korea-Turkiye 양자연구교류지원사업 제안 (채규정 단장) ● 한-V4(헝가리, 체코, 폴란드) 국제공동연구 수주(주관기관)(주관: 교육연구단, 공동연구기관: 헝가리, 체코, 폴란드) (채규정 단장) ● 이 밖에 대학원생 및 신진연구인력 해외 파견을 통한 연구협력이 있었음(박성광(Yale Univ., SUNY Buffalo), 김주형(SUNY Buffalo), 이미주(USF)) ● 또한, 튀르키에 Ericyes 대학, 뉴욕주립대, 스페인 Associacao Oceano Verde (GreenCoLab), 스페인 Institute of Sustainable Processes, 인도 Bharathidasan University, 중국 상해공정대학교, 베트남 호치민공과대학 등과 MOU를 체결하는 등 다양한 국가와 연계하여 연구역량 향상을 위한 국제협력을 도모함 ☑ **다양한 국가(미국, 일본, 영국, 독일, 스페인, 대만, 인도, 사우디, 태국, 베트남, 네팔, 스리랑카)와의 국제공동연구를 통해 총 17편의 논문 SCIE 논문을 게재**함(표 3-5에서 대표적 국제 공동연구 실적 11건 제시됨) ● 국가별 공동 게재 수: 미국 5건, 일본 1건, 영국 2건, 독일 1건, 스페인 3건, 대만 2건, 인도 3건, 사우디 3건, 태국 1건, 베트남 3건, 네팔 1건, 스리랑카 1건) ☑ 또한 20건의 국제초청강연회 및 16건의 국제 MOU 체결을 추진함 ☑ 상기 계획하였던 연구분야 지역특화 성과에 추가적으로 다음의 성과를 달성하여 해양신·재생에너지 분야 연구활동 관련 지역특화 연구 체계를 구축하고 있음 ● 심의/자문위원회 활동, 가족회사 유치(62회), OPEN LAB 운영(교육연구단 참여교수 9개 연구실) ● 지역의 ㈜유주, ㈜BHI, ㈜서영, ㈜삼건세기, 생산기술연구원, 환경시설관리공사 등 대학원생 파견 및 단기연수와 취업 연계

2. 연구의 국제화 현황

2.1 참여교수의 국제적 학술활동 참여 실적 및 현황

① 본 교육연구단의 국제적 학술활동 참여 실적 및 현황을 아래 표에 정리하여 나타내었으며 특히 코로나로 국제협력이 제한적인 시기에도 온라인 학술대회 등 적극적으로 학술활동에 참여하여 국제적 학술활동 참여 실적이 우수함(**평가기간에 학술대회 52회, 학술지 관련활동 98회, 국제학회 수상 등 49회 등 총 199건의 참여 실적**이 있음)

② 평가기간 중 학술활동 협력국가를 증대하여 수치적인 증가만 보더라도 본 교육연구단은 국제적 연구역량을 크게 향상시킨 것으로 판단됨 (1, 2차년도 4개국 → 4차년도 18개국)

③ 국제 학술대회 참여 실적은 참여 횟수의 양적 증가로 설명될 수 있지만, 국제 학술지 관련 활동 및 국제 학회에서의 수상, 강연, 좌장, 위원회 참여 등도 함께 증가한 것은 연구 역량이 국제적으로 인정받고 있다는 뜻임. 이러한 참여 횟수의 증가는 본 교육연구단의 국제적 학술활동 참여를 통한 연구 역량 향상을 간접적으로 보여주는 지표임

구분	국제적 학술 활동 참여 실적 및 현황
국제 학회 /학술 대회 활동	☑ 국제학회/학술대회 참여실적은 총 52회로 코로나 유행 시기인 1,2차년도(2020.9-2022.2) 4개국 11회에서, 4차년도(2023.3-2024.2) 18개국 25회로 증가하여 총 누적 실적이 52회로 확대하였음. ☑ 특히 2차년도와 3차년도에 본 BK 교육연구단이 주최하여 베트남 및 중국과 공학분야의 융합기술을 장려하는 International Conference of Advanced Convergence Engineering (ICACE)를 개최하였으며 소속 교수 10명과 학생 8명이 2022년도 본 교육연

구단 소속 교수 8명과 학생 8명이 2023년도에 참여하여 해양신·재생에너지 관련 분야를 주도하는 연구결과 발표 및 조직 위원회 활동을 수행함(올해 4차년도에도 본 BK21 교육연구단 주최로 8월 부산 공동 개최를 준비 중에 있음)

년/월	성명	학술대회명	지역	대학원생	년/월	성명	학술대회명	지역	대학원생
20.09.	손동우	SOFT 2020	크로아티아	조황기, 김대옥	23.02.	송영채	Thailand Korea Conference 2023	태국	Jia Ru
20.09.	손동우	SOFT 2020	크로아티아	김대옥	23.03.	심도식	ICMDT 2023	대한민국	최국화
20.11.	심도식	PRESM 2020	대한민국	조승영, 정예은, 강현성, 김태건	23.04.	최형식	ICATI 2023	일본	정동욱, H. Jiafeng
21.05.	오재홍	ISRS 2021	대한민국	장영재	23.04.	오재홍	ISRS 2023 & UAV-g	대한민국	조현정
21.07.	심도식	PRESM 2021	대한민국	조승영, 정예은, 강현성, 김태건	23.06.	유근제	BAGECO 2023	덴마크	김현수
21.09.	채규정	SEEP 2021	오스트리아	Tasnim Eisa	23.07.	심도식	PRESM 2023	일본	최국화, 하형진, 요창량
21.09.	채규정	SEEP 2021	오스트리아	Tasnim Eisa	23.07.	유근제	ACCE 2023	대한민국	김현수
21.09.	채규정	SEEP 2021	오스트리아	Riyam	23.07.	채규정	AP-ISMET 2023	대한민국	T. Eisa, G.T.H. Le, H.Y Nguyen, T.T.Q. Le, M. Hussien, J-M Lee, S-M Jo, M Jae, J-H Jang
21.09.	채규정	ICAFEE 2021	튀르키예	Riyam, Tasnim Eisa	23.07.	채규정	ACCE 2023	대한민국	T Eisa, G.T.H. Le, H.Y Nguyen, T. T.Q. Le, M. Hussien, J.-M. Lee, S-M Jo, M. Jae, J-H Jang
21.09.	채규정	ICAFEE 2021	튀르키예	없음	23.08.	채규정	ICACE 2023	베트남	G.T.H. Le, T.T.Q. Le, J.M Lee
21.10.	최형식	IMETI 2021	대만	Huang Jiafeng, 김명준	23.08.	김명진	ICACE 2023	베트남	신선미, 고은빛
22.06.	송영채	POCER 2022	말레이시아	An Zhengkai	23.08.	이재하	ICACE 2023	베트남	이미주
22.07.	심도식	PRESM 2022	대한민국	Yao Changliang, 박한별, 김화정, 최국화	23.08.	오재홍	ICACE 2023	베트남	조현정
22.09.	채규정	SEEP 2022	영국	Tasnim Eisa, Mohammed Hussien	23.08.	송영채	ICACE 2023	베트남	정혜인
22.10.	최형식	IMETI 2022	대만	주기범, Huang Jiafeng	23.08.	채규정	ICACE 2023	베트남	G.T.H. Le, T.T. Q. Le
22.10.	유근제	MSK 2022	대한민국	김정원, 김현수, 이기한	23.08.	조종래	ICACE 2023	베트남	정호승
22.11.	김명진	ISEE 2022	대만	이유정	23.08.	윤민	ICACE 2023	베트남	김보라
22.11.	채규정	GCGW 2022	UAE	Tasnim Eisa	23.08.	최형식	ICACE 2023	베트남	P.H.N. Anh
22.11.	심도식	ASPEN	싱가포르	김화정, 박한별, 요창량	23.08.	허준호	ICACE 2023	베트남	T.-N. Pham
22.12.	송영채	ABBS 2022	중국	Jia Ru	23.08.	이재하	Korea-Japan-Taiwan Joint Conference on Civil Engineering	대한민국	없음
22.12.	이재하	ICACE 2022	중국	이미주, 김경진	23.08.	윤민	FSSIC 2023	대한민국	김보라
22.12.	김명진	ICACE 2022	중국	김세훈, 고은빛	23.10.	송영채	ICAFEE 2023	튀르키예	마이틸리 디비야
22.12.	손동우	ICACE 2022	중국	조황기, 정욱진	23.10.	심도식	ICMDT 2023	대한민국	최국화, 요창량
22.12.	오재홍	ICACE 2022	중국	없음	23.10.	심도식	8th ICLPRP	대한민국	김화정, 요창량
22.12.	최형식	ICACE 2022	중국	H. Jiafeng	23.10.	최형식	IMETI 2023	대만	박정현, 조현준, N. Anh
22.12.	송영채	ICACE 2022	중국	Jia Ru	23.11.	유근제	JSME & ASME, 2023	일본	김현수

☑ 그외 2022년 Asian Symposium on Microbial Ecology 국제학술발표대회, 2023년도에 ICAFEE 국제학술발표대회와 한국환경기술학회 춘계학술 발표회를 공동개최함

국제 학술지 관련 활동

☑ 국제 학술지 관련 활동은 **1차년도 15건에서 2차년도 19건, 3차년도 32건, 4차년도 32건, 총 98건으로 국제 학술지 관련 활동 실적이 꾸준히 증가**함

☑ 특히, 2022년 기준 IF = 8.7인 저널 Renewable Energy(Elsevier)에서 Subject Editor를, IF(2022) = 7.2인 저널 International Journal of Hydrogen Energy(Elsevier)에서 Guest Editor를, IF(2022) = 7.4인 저널 Fuel(Elsevier)에서 Guest Editor를 소속 교원이 담당하였

으며 이외에도 다양한 저널에서 AE, SI (Guest) Editor, Topic Editor, TC(Technical Committee) 등을 역임하며 국제적 연구역량을 향상시킴

교수	학술지	직책	해당기간	교수	학술지	직책	해당기간
송영채	PeerJ	Editor	1차년도	이영호	Renewable Energy	Subject Editor (SE)	3차년도
이영호	Renewable Energy	SE	1차년도	채규정	Environmental Engineering Research	AE	3차년도
채규정	International Journal of Hydrogen Energy	SI Guest Editor	1차년도	송영채	Processes	Editor	3차년도
채규정	Environmental Engineering Research	AE	1차년도	채규정	Journal of Mechanical Science and Technology	AE	3차년도
송영채	Processes	Editor	1차년도	손동우	Journal of Mechanical Science and Technology	AE	3차년도
송영채	Processes	SI Guest Editor	1차년도	심도식	Metals	Guest Editor	3차년도
채규정	Journal of Mechanical Science and Technology	AE	1차년도	채규정	International Journal of Hydrogen Energy	Guest Editor	3차년도
손동우	Journal of Mechanical Science and Technology	AE	1차년도	채규정	Membranes	Topic Editor	3차년도
심도식	Metals	Guest Editor	1차년도	채규정	Water	Topic Editor	3차년도
최형식	Electronics	SI Guest Editor	1차년도	채규정	Resources	Topic Editor	3차년도
채규정	International Journal of Hydrogen Energy	Guest Editor	1차년도	채규정	Frontiers in Marine Science	AE	3차년도
채규정	Membranes	Topic Editor	1차년도	심도식	Metals	SI Guest Editor	3차년도
채규정	Water	Topic Editor	1차년도	최형식	International Journal of Engineering and Technology Innovation	AE	3차년도
채규정	Resources	Topic Editor	1차년도	최형식	Advances In Technology Innovation	AE	3차년도
채규정	Frontiers in Marine Science	AE	1차년도	최형식	Proceedings of Engineering and Technology Innovation	AE	3차년도
심도식	Metals	SI Guest Editor	2차년도	최형식	JMSE	SI Guest Editor	3차년도
최형식	International Journal of Engineering and Technology Innovation	AE	2차년도	채규정	Energies	Topic Editor	3차년도
최형식	Advances In Technology Innovation	AE	2차년도	허준호	Discover Energy	Guest Editor	4차년도
최형식	Proceedings of Engineering and Technology Innovation	AE	2차년도	최형식	Emerging Science Innovation	AE	4차년도
최형식	JMSE	SI Editor	2차년도	송영채	PeerJ	Editor	4차년도
채규정	Energies	Topic Editor	2차년도	이영호	Renewable Energy	Subject Editor	4차년도
송영채	PeerJ	Editor	2차년도	채규정	Environmental Engineering Research	AE	4차년도
이영호	Renewable Energy	SE	2차년도	송영채	Processes	Editor	4차년도
채규정	Environmental Engineering Research	AE	2차년도	채규정	Journal of Mechanical Science and Technology	AE	4차년도
송영채	Processes	Editor	2차년도	손동우	Journal of Mechanical Science and Technology	AE	4차년도
채규정	Journal of Mechanical Science and Technology	AE	2차년도	심도식	Metals	Guest Editor	4차년도
손동우	Journal of Mechanical Science and Technology	AE	2차년도	채규정	Membranes	Topic Editor	4차년도
심도식	Metals	Guest Editor	2차년도	채규정	Water	Topic Editor	4차년도
최형식	Electronics	SI Editor	2차년도	채규정	Resources	Topic Editor	4차년도
채규정	International Journal of Hydrogen Energy	Guest Editor	2차년도	채규정	Frontiers in Marine Science	Associate Editor	4차년도
채규정	Membranes	Topic Editor	2차년도	심도식	Metals	SI Guest Editor	4차년도
채규정	Water	Topic Editor	2차년도	최형식	International Journal of Engineering and Technology Innovation	AE	4차년도
채규정	Resources	Topic Editor	2차년도	최형식	Advances In Technology Innovation	AE	4차년도
채규정	Frontiers in Marine Science	AE	2차년도	최형식	Proceedings of Engineering and Technology Innovation	AE	4차년도

허준호	Land	Guest Editor	3차년도	채규정	Energies	Topic Editor	4차년도
허준호	Processes	Guest Editor	3차년도	허준호	Land	Guest Editor	4차년도
허준호	Energies	Guest Editor	3차년도	허준호	Processes	Guest Editor	4차년도
허준호	Electronics	Topic Editor	3차년도	허준호	Energies	Guest Editor	4차년도
허준호	Electronics	Guest Editor	3차년도	허준호	Electronics	Topic Editor	4차년도
허준호	IFAC TC 1.5. Networked Systems	TC	3차년도	허준호	Electronics	Guest Editor	4차년도
허준호	IFAC TC 2.6. Marine Systems	TC	3차년도	허준호	IFAC TC 1.5 Networked Systems	TC	4차년도
허준호	IFAC TC 3.2. Computational Intelligence in Control	TC	3차년도	허준호	IFAC TC 2.6. Marine Systems	TC	4차년도
허준호	IFAC TC 7.2. Marine Systems	TC	3차년도	허준호	IFAC TC 3.2. Computational Intelligence in Control	TC	4차년도
허준호	Human-centric Computing and Information Sciences	AE	3차년도	허준호	IFAC TC 7.2. Marine Systems	TC	4차년도
허준호	Journal of Information Processing Systems	AE	3차년도	허준호	Human-centric Computing and Information Sciences	AE	4차년도
채규정	Fuel	Guest Editor	3차년도	허준호	Journal of Information Processing Systems	AE	4차년도
허준호	Discover Energy	Guest Editor	3차년도	채규정	Fuel	Guest Editor	4차년도
최형식	Emerging Science Innovation	AE	3차년도	허준호	Discover Energy	Guest Editor	4차년도
송영채	PeerJ	Editor	3차년도	최형식	Emerging Science Innovation	AE	4차년도

국제 학회/국제 학술대회 수상, 강연, 기조연설, 좌장, 위원회 활동 등

☑ 국제 수상, 강연, 기조연설, 좌장, 위원회 등의 총 활동 건수는 49건으로 **1차년도 6건에서 2차년도 3건, 3차년도 18건, 4차년도 22건으로 국제 학술대회 관련 활동 실적이 꾸준히 증가**함

☑ 특히, **채규정 단장은 신·재생에너지 분야의 ICAFEE 공동조직위원장을 역임**하였으며, **기조연설, Excellent Presentation Award를 수상**하는 등 국제적 학술활동을 통해 그 성과를 인정받고 있음

성명	학술대회	활동내용	기간	지역	성명	학술대회	활동내용	기간	지역
이재하	ACI	ACI 440 위원	2009.~현재	미국	이재하	ICACE 2022	좌장	2022	인도
이재하	ACI	ACI 359 위원	2011.~현재	미국	채규정	ICACE 2022	Technical and Organizing Committee	2022	인도
이재하	ACI	ACI 349-B 위원	2012.~현재	미국	최형식	ICATI 2023	수상 위원회 및 기술 위원회 (기조연설)	2023	일본
이재하	ACI	ACI 349-C 위원	2012.~현재	미국	최형식	ICATI 2023	국제과학위원회 (좌장)	2023	일본
송영채	ICAFEE 2020	공동조직위원장	2020	튀르키예	채규정	SEPS	국제위원회 위원	2023	UAE
채규정	ICAFEE 2020	공동조직위원장	2020	튀르키예	채규정	SEEP 2023	국제위원회 위원	2023	영국
채규정	WECC 2021	국제위원회 위원	2021	스위스	채규정	AP-ISMET 2023	좌장	2023	대한민국
채규정	SEEP 2021	국제위원회 위원	2021	영국	채규정	AP-ISMET 2023	조직위원	2023	대한민국
채규정	SEEP 2021	Excellent Presentation Award	2021	영국	채규정	ICACE 2023	국제위원회 위원	2023	베트남
유근제	ACCE	Organizing committee	2022	중국	송영채	ICACE 2023	좌장	2023	베트남
유근제	AP-ISMET	Organizing committee	2022	대한민국	최형식	ICACE 2023	위원회 위원	2023	베트남
손동우	KSME & Springer	(KSME & Springer) 부편집인 활동 우수상 수상	2022	대한민국	최형식	ICACE 2023	좌장	2023	베트남

채규정	SEEP 2022	국제위원회 위원	2022	영국	윤민	ICACE 2023	TC 위원	2023	베트남
유근제	MSK 2022	기조 강연	2022	대한민국	유근제	ICACE 2023	TC 위원	2023	베트남
조종래	ICACE 2022	위원회 위원	2022	중국	오재홍	ICACE 2023	TC 위원	2023	베트남
송영채	ICACE 2022	위원회 위원	2022	중국	이재하	ICACE 2023	TC 위원	2023	베트남
최형식	ICACE 2022	위원회 위원	2022	중국	이재하	ICACE 2023	좌장	2023	베트남
김명진	ICACE 2022	위원회 위원	2022	중국	심도식	ICACE 2023	TC 위원	2023	베트남
손동우	ICACE 2022	TC 위원	2022	중국	허준호	ICACE 2023	TC 위원	2023	베트남
채규정	ICACE 2022	TC 위원	2022	중국	허준호	ICACE 2023	좌장	2023	베트남
오재홍	ICACE 2022	TC 위원	2022	중국	이재하	The 16th KMK	기조 강연	2023	대한민국
심도식	ICACE 2022	TC 위원	2022	중국	오재홍	The 16th KMK	좌장	2023	대한민국
유근제	ICACE 2022	TC 위원	2022	중국	최형식	IMETI 2023	국제과학위원회 (좌장)	2023	대만
허준호	ICACE 2022	TC 위원	2022	중국	유근제	2023 KCS	기조 연설	2023	대한민국
이재하	ICACE 2022	Secretariat	2022	중국					

2.2 참여교수의 국제공동연구 실적

<표 3-5> 사업 참여 기간 내 참여교수 국제공동연구 실적

연번	공동연구 참여자		상대국/ 소속기관	국제공동연구 실적	DOI 번호/ISBN 등 관련 인터넷 link 주소
	교육연구단 참여교수	국외 공동연구자			
1	채규정	Mohammad Ali Abdelkareem; Hend Omar Mohamed; Enas Taha Sayed; Abdul Ghani Olabi; Pedro Castaño	아랍에미리트/ Sharjah University; 사우디아라비아/ King Abdullah University of Science and Technology; 영국/ Aston University	Eisa, T., Abdelkareem, M., Jadhav, D. A., Mohamed, H. O., Sayed, E. T., Olabi, A. G., Castaño, P., & Chae, K. J. (2023). Critical review on the synthesis, characterization, and application of highly efficient metal chalcogenide catalysts for fuel cells. *Prog. Energy Combust. Sci.*, Vol. 94, 101044.	https://doi.org/10.1016/j.pecs.2022.101044
2	이재하	Charles E. Bakis; Jinhoo Kim; Thomas E. Boothby	미국/ The Pennsylvania State University	Lee, J., Kim, J., Bakis, C. E., & Boothby, T. E. (2021). Durability assessment of FRP-concrete bond after sustained load for up to thirteen years. *Compos. Pt. B-Eng.*, Vol. 224, 109180.	https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2021.109180
3	이재하	Charles E. Bakis; Kivanc Artun; Maria M. Lopez; Thomas E. Boothby	미국/ The Pennsylvania State University	Lee, J., Artun, K., Bakis, C. E., Lopez, M. M., & Boothby, T. E. (2023). Changes in fracture energy at FRP-concrete interfaces following indoor and outdoor exposure with sustained loading. *Constr. Build. Mater.*, Vol. 392, 131905.	https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.131905
4	오재홍	Jinha Jung	미국/ Purdue University	Lee, C., Seo, D., Jung, J., & Oh, J. (2023). Replacement sensor model generation for a long high-resolution satellite image strip, *KSCE J. Civ. Eng.*, Vol. 27(4), pp. 1751-1759.	https://doi.org/10.1007/s12205-023-1708-2
5	심도식	Chang-Hwan Choi	미국/ Stevens Institute of Technology	Son, J. Y., Lee, K. Y., Shin, G. Y., Choi, C. H., & Shim, D. S. (2023). Mechanical and thermal properties of the high thermal conductivity steel (HTCS) additively manufactured via powder-fed direct energy deposition. *Micromachines*, Vol. 14(4), 872.	https://doi.org/10.3390/mi14040872

6	심도식	Shuanglong Wang	독일/ Max-Planck-Institute for Polymer Research	He, S., Park, S., Shim, D. S., Yao, C., Li, M., & Wang, S. (2023). Effect of substrate preheating on the microstructure and bending behavior of WC-Inconel 718 composite coating synthesized via laser directed energy deposition. *Int. J. Refract. Met. Hard Mat.*, Vol. 115, 106299.	https://doi.org/10.1016/j.ijrmhm.2023.106299
7	채규정	Mohammad Ali Abdelkareem; Enas Taha Sayed;Hussain Alawadhi; Sameer Al-Asheh; Abdul Ghani Olabi	아랍에미리트/ Sharjah University; 아랍에미리트/ American University of Sharjah; 영국/ Aston 대학	Sayed, E. T., Abdelkareem, M., Bahaa, A., Eisa, T., Alawadhi, H., Al-Asheh, S., Chae, K. J. & Olabi, A. G. (2021). Synthesis and performance evaluation of various metal chalcogenides as active anodes for direct urea fuel cells. *Renew. Sust. Energ. Rev.*, Vol. 150, 114470	https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111470
8	김명진	Balu K.; Chicardi E.; Hasan I.; Kumaravel S.; Saranraj K.; Sepúlveda R.	스페인/ Universidad de Sevilla; 인도/ Saveetha University; 사우디아라비아/ King Saud University; 태국/ National Taipei University of Technology; 인도/ Vivekananda College	Kumaravel, S., Durai, M., Sepúlveda, R., Chicardi, E., Kumaravel, S., Kim, M.-J., Balu, K., Hasan, I., Srinivasan, K., & Ahn, Y.-H. (2023). Fabrication of Ag/WO_3/g-C_3N_4 composites for the photocatalytic degradation of harmful dyes. *Opt. Mater.*, Vol. 144, 114322.	https://doi.org/10.1016/j.optmat.2023.114322
9	김명진	Avula B.; Balu, K.; Chandramoorthy C.; Hasan, I.; Kaliyamoorthy S.; Kumaravel S.	인도/ Rajeev Gandhi Memorial College of Engineering and Technology; 스페인/ Universidad de Sevilla; 인도/ Loyola College;	Kumaravel, S., Durai, M., Kaliyamoorthy, S., Kumaravel, S., Chandramoorthy, C., Avula, B., Hasan, I., Kim, M.-J., Balu, K., & Ahn, Y.-H. (2023). Ru Nanoparticles Supported on Mesoporous Al-SBA-15 Catalysts for Highly Selective Hydrogenation of Furfural to Furfuryl Alcohol. *ChemistrySelect*, Vol. 8(34), e202301787	https://doi.org/10.1002/slct.202301787

			사우디아라비아/ King Saud University 일본/ Mie University; 대만/ National Taipei University of Technology		
10	유근제	James M. Tiedje; Po-Heng Lee	미국/Michigan State University; 영국/Imperial College London	Lee, M., Yoo, K., Kim, H., Song, K.G., Kim, D., Tiedje, J.M., Lee, P., Park, J. (2023). Metatranscriptional characterization of metabolic dynamics in anaerobic membrane bioreactor producing methane from low-strength wastewater. *Bioresour. Technol.*, Vol. 370, 128532.	https://doi.org/10.1016/j.biortech.2022.128532
11	허준호	Duy Thanh Tran, Hoanh Su Le	베트남/ University of Economics and Law (UEL), Vietnam National University Ho Chi Minh City	Tran, D. T., Le, H. S., & Huh, J. H. (2023). Building an Automatic Irrigation Fertilization System for Smart Farm in Greenhouse. *IEEE Trans. Consum. Electron.*	https://doi.org/10.1109/TCE.2023.3304554

총 환산 참여교수 수	11.43	제출 요구량	11

2.3 외국 대학 및 연구기관과의 연구자 교류 실적

❍ 본 교육연구단의 외국대학 및 연구기관과의 연구자 교류 실적을 아래 표에 정리하여 나타내었으며 코로나로 국제협력이 제한적이었던 부분을 만회하기 위해 이후 **다양한 외국대학 및 연구기관과의 교류를 시도하여 평가기간에 외국 기관 및 대학과의 연구자 교류 실적 총 55회 달성**함

❍ 국가로는 **총 22개 국가(미국 15회, 베트남 9회, 사우디아라비아 4회 등)와 교류하여 국제적인 연구 및 개발의 방향성(에너지 생산기술, 탄소 저장 등)에 부합**하는 [생산]→[전환]→[수송/저장]의 분야별 연구 역량을 크게 향상함

구분	외국 대학 및 연구기관과의 교류 실적
국제 공동연구를 위한 교류 실적	☑ 11개 국가와 총 17건의 국제 교류 실적이 있으며 국제 교류를 통해 실제 수행된 또는 수행 중인 공동연구는 총 5건임 ☑ 평가기간 총 17건의 공동연구를 위한 국제 교류 중 15건의 국제 교류를 통해 현재 **1) 미국 Stevens Institute of Technology, 2) Qatar 대학, 3) 영국 Aston 대학, 4) 싱가포르 MarinaChain 기관과는 연구비를 수주하여 실제 국제공동연구가 진행 중이며, 5) 한-V4(헝가리, 체코, 폴란드) 국제공동연구도 2023년 7월에 수주**함 ☑ 특히 **Qatar 국립 연구재단으로부터 연구비를 수주하여 Qatar 대학의 연구진과 공동연구 (NPRP12S-0304-190218 (610,000 USD), IRCC Cycle 06)를 현재 진행 중**이며 세계적인 우수 저널에 논문(에너지 분야 최상위 저널(Progress in Energy and Combustion Science): IF:29.5, 상위 0.4%)이 게재되는 등 외국 기관과의 교류를 통한 우수한 성과를 내고 있음

기간	국가	공동연구 교류 내용
2020.04.01.~ 2023.12.31.	미국	산업 핵심 기술 사업 우수 기업 연구소 육성(ATC+) 사업 / Stevens Institute of Technology(USA)와 산업 핵심 기술 사업 우수 기업 연구소 육성(ATC+) 사업 진행했으며, 공동연구 수행 중임
2020.09.01.~ 2021.08.31.	UAE	UAE Sharjah 대학과 공동연구 / 5편의 우수 공동논문을 게재함. (이 중 1편은 Renewable and Sustainable Energy Review(IF: 16.799, 지속 가능 에너지 분야 상위 1.06%)에 게재됨)
2020.09.01.~ 2021.08.31.	노르웨이	한국-노르웨이 국제공동연구 과제 신청 / 세계적인 해상 풍력 기술 혁신과 같은 재생에너지 분야로 주목받는 (Aker) Offshore Wind와 부산지역 부유식 해상풍력단지 조성을 계획하고, 크베르너 노르웨이 조선소, NTNU, SINTEF와 함께 과제를 신청 및 수행함

2021.09.01.~ 2022.08.31.	노르웨이	제3차 에너지 국제공동연구사업 / 30여 개국에 거점을 둔 세계적 규모의 노르웨이 석유 가스 플랜트 엔지니어링 분야 대기업 Aker Solution, NTNU와 함께 과제를 제안, 개발, 협의를 진행함(태풍 안전 향상을 고려한 15MW급 초대형 부유식 해상풍력 시스템 핵심 설계기술 개발함)
2021.09.01.~ 2022.08.31.	카타르	Qatar 대학과 특화 연구 추진 / 카타르 국립 연구 재단(Qatar National Research Fund, QNRF)의 국제 공동 연구 과제를 수주 및 진행함(NPRP12S-0304-190218).
2023~2024	카타르	Qatar 대학과 신규 공동 연구 과제 신청 / 채규정 교수는 카타르의 Qatar 대학의 Siham Yousuf Al-Qaradawi 교수와 함께 International Research Collaboration Co-Fund (IRCC) Cycle 06 (2023-2024) 국제공동연구사업 과제를 신청 및 수주함
2021.09.01.~ 2022.08.31.	사우디 아라비아	사우디 KAUST, UAE Sharjah 대학과 국제 공동 연구 과제 신청 / 채규정 교수는 사우디아라비아의 Pedro Castano 교수(King Abdullah University of Science and Technology)와 함께 Khalifa University (UAE)에 International Collaboration Project를 제안함(Pre-proposal)
2021.09.01.~ 2022.08.31.	튀르키예	튀르키예 Suleyman Demirel 대학과 국제 공동 연구 신청 / 채규정 교수는 튀르키예의 Evrim Celik Madenli 교수(Suleyman Demirel University)와 함께 2022 Korea-Turkiye 양자 연구 교류 지원 사업을 제안함
2021.09.01.~ 2022.08.31.	영국	영국 Aston 대학과 영국 의회 과제 공동 제안 및 수주 / 채규정 교수는 영국 Aston 대학의 Awotwe 교수와 함께 생물전기화학 에너지 생산기술을 영국 의회 과제로 공동 제안 및 수주함
2021.09.01.~ 2022.08.31.	사우디 아라비아	사우디아라비아, SWCC/DTRI 국제 공동 연구 사업 신청 / 김명진 교수는 CCUS 상용기술 고도화 및 해외저장소 확보를 위한 국제공동연구 프로젝트를 SWCC/DTRI에 신청함
2021.09.01.~ 2022.08.31.	미국	2022년 전자 시스템 기술개발 사업 / 2022 전자 시스템 기술개발 사업으로 University of Texas at Dallas (USA) 대학과 공동연구를 위한 과제를 기획함
2022.08.01.~ 2023.02.22.	미국	Univ. of California, Riverside(USA)와 국제공동연구 추진 / Univ. of California의 Guanshui Xu 교수와 '유한요소법 및 해저 수압파쇄법' 에 관한 연구를 수행 중이며, 공동연구의 성과물로 논문을 투고하여 심사 중임. 본 교육연구단(또는 해양신재생에너지 융합전공)과 Univ. of California 기계공학과와의 연구 협력을 위한 MOU 체결 및 교류 추진 예정임
2022.09.01.~ 2023.08.31.	사우디 아라비아	사우디아라비아, SWCC/DTRI 국제 공동 연구 사업 신청 / 김명진 교수는 사우디아라비아의 임승원 박사와 SWCC/DTRI 국제공동연구사업과 관련된 연구 협약 및 연구 시설을 답사함
2022.09.01.~ 2023.08.31.	미국	미국, Buffalo University와 국제공동연구 기획 협의 / 심도식 교수는 미국 Buffalo University의 기계공학과에 방문하여 금속 적층 제조 및 생산제조 분야 세미나를 통한 기술적 교류와 해당 분야와 관련된 국제공동연구 추진을 위한 기획 과제 추진을 논의함
2023.03.30.~ 2023.04.10.	미국	Yale university(USA)와 single atom catalyst, 미생물 전해 전지에 대해 공동연구 및 연수 진행 / 김주형 BK 참여 대학원생은 뉴욕주립대학교에서 캘리포니아 대학, 예일 대학교(미국)와 single atom catalyst, 미생물 전해 전지에 대해 공동연구 및 연수를 진행함
2023.06.01.~ 2023.09.30.	싱가포르	항만 내 CO_2 흡수능 스마트 데이터 수집 분석 기술개발 및 AI 기술을 통한 빅데이터 구축 / 유근제 교수는 MarinaChain (Singapore)의 항만 내 CO_2 흡수능 스마트 데이터 수집 분석 기술개발 및 AI 기술을 통한 빅데이터 구축 과제를 수행함(2023.06.01.~2023.09.30.)
2023.07.31.~ 2026.07.30.	헝가리, 체코, 폴란드	한-V4(헝가리, 체코, 폴란드) 국제공동연구 수주(주관기관) / 채규정 교수는 헝가리, 체코, 폴란드의 연구기관과 함께 국제공동연구 프로젝트 'Development of bio-electrochemical hydrogen production system using bimetallic hydrogen evolution catalyst and tri-block copolymer proton exchange membrane' 를 총괄 주관으로 수주함

국제 MOU등 국제협약

☑ 해양신·재생에너지 분야의 국제 연구 협력 증진을 위해 아래와 같이 8개국과 총 16건의 MOU 협약을 맺고, 해양신·재생에너지 연구 결과, 장비를 공유하였으며, 연구원과의 활발한 교류가 있음

체결일	MOU 대상	체결일	MOU 대상
2023. 01.20	State University of New York (University at Albany), USA	2023. 08.16	VNU University of Science (Faculty of Chemistry), Vietnam
2023. 03.14	University of Sharjah, United Arab Emirates	2023. 08.17	Vietnam National University HCM (Faculty of Information Systems), Vietnam
2023. 07.10	Hanoi University of Mining and Geology, Vietnam	2023. 10.07	Erciyes University, Turkiye
2023. 08.11	Hanoi University of Science and Technology, Vietnam	2024. 02.01	University of Stavanger, Norway
2023. 08.14	Ho Chi Minh City University of Technology, Vietnam	2024. 02.01	University of Valladolid (Institute of Sustainable Processes), Spain

2023. 08.14	Ho Chi Minh City University of Science (Department of Environmental Engineering), Vietnam	2024. 02.07	Bharathidasan University, Tiruchirappalli, India
2023. 08.14	Ho Chi Minh City University of Technology (Faculty of Chemical Engineering), Vietnam	2024. 02.09	Laboratorio Colaborativo para o Desenvolvimento de Tecnologias eProdutos Verdes do Oceano (GreenCoLab), Portugal
2023. 08.16	Hanoi University of Science and Technology (School of Materials Science and Engineering), Vietnam	2024. 02.21	State University of New York (University at Albany), USA

초청강연/파견/학술대회 공동개최 등 기타 실적

☑ 일본 동경대학교의 Muhammad Aziz, 미국 Baylor 대학의 Paul Ro 교수, 노르웨이의 Gopalakrishnan Kumar 박사 등 해양 신재생에너지 분야의 외국 기관 및 대학의 석학을 초청하는 등 20건의 초청 강연을 진행 후 향후 연구 고도화, 연구진 교류 및 국제 연구 협력 방안을 논의함

초청일	전문가	초청일	전문가
2021.07.27	Prof. Jaehong Kim (Yale University, USA)	2022.11.23	Prof. Paul Ro (Baylor University, USA)
2021.11.01	Prof. Decheng Wan (SJTU, China)	2022.11.28	Prof. Taeseong Kim (Technical Univeristy of Denmark, Denmark)
2021.11.01	Prof. Shigeo Yoshida (Saga University, Japan)	2023.05.26	Prof. Ashok Pandey (CSIR-Indian Institute of Toxicology Research, India)
2021.11.01	Prof. Muhammad Aziz (University of Tokyo, Japan)	2023.07.05	Prof. Kyoung-Yeol Kim (SUNY, USA)
2021.11.01	Prof. Kyoung-Yeol Kim (SUNY, USA)	2023.07.18	Dr. Seungwon Ihm (Saline Water Conversion Corporation-Desalination Technology Research Institute)
2021.11.22	Prof. Kyoung-Yeol Kim (SUNY, USA)	2023.08.03	Prof. Dong-Mei Piao (Weifang University of Science and Technology, China)
2022.05.06	Dr. Myoungje Jang (University of Waterloo, Canada)	2023.08.04	Dr. Gopalakrishnan Kumar (University of Stavanger, Norway)
2022.05.27	Prof. Jae-Won Choi (University of Akron, USA)	2023.08.24	Dr. Toshikazu TAKAI (Kyushu Institute of Technology, Japan)
2022.06.21	Prof. Junwon Seo (South Dakota State University, USA)	2023.10.07	Prof. Mohammad Ali Abdelkareem (University of Sharjah, UAE)
2022.09.02	Prof. Chong Yang Chuah (Universiti Teknologi Petronas, Malaysia)	2023.11.01	Dr. Qing Feng (Shandong Academy of Sciences, China)

☑ 학생 국제 파견 실적

기간	대학원생	파견 내용	국가
2023.03.30. -2023.04.28.	박성관	예일대학교와 뉴욕주립대학교를 방문하여 연구 기술 교류 및 과제 협업	미국
2023.03.30. -2023.04.11.	김주형	뉴욕주립대학교와 single atom catalyst, 미생물 전해 전지에 대해 공동연구 및 연수를 진행하여 미래 지속 가능 에너지 솔루션 개발 협력	미국
2023.04.04. -2023.04.06.	이미주	사우스 플로리다 주립대학교에서 해양 신재생에너지 하부구조에 적용할 수 있는 친환경 건설 재료 개발을 위한 관련 실험법, 장비 사용법 등을 익힘	미국

☑ 국제학술대회 공동개최 및 지원함(4개국 이상, 구두 논문 20건 이상, 외국인 50% 이상)

기간	공동개최 학술대회명	국가
2021.10.31-11. 03	10th Asia-Pacific Forum on Renewable Energy 국제학술발표대회를 제주도에서 신재생에너지학회와 공동 개최	대한민국
2022.04.17. -2022.04.19.	12th Asian Symposium on Microbial Ecology 국제학술발표대회를 제주도에서 공동 개최 (KIOST, KOPRI, CJ 바이오사이언스 등이 후원)	대한민국
2022.11.26. -2022.11.27.	The 3rd International Conference on Applied Convergence Engineering 공동 개최 협의 및 개최 (중국 SUES의 Jianguang 교수, He Jianping 교수, Zhang Ying 교수, Fei Wang 교수 등과 추가적으로 학생교류 협의)	중국
2023.08.14. -2023.08.16.	The 4th International Conference on Applied Convergence Engineering (ICACE 2023) 공동 개최 (Ho Chi Minh City Univ. of Technology에서 개최)	베트남
2023.10.06. -2023.10.08.	The 6th International Conference on Alternative Fuels, Energy & Environment: Future and Challenges (ICAFEE 2023) Ericiyes 대학 Faculty of Engineering과 공동 개최	튀르키예

※ “Ⅲ. 연구역량 영역” 관련 소명 자료 : 해당 없음

4단계 BK21사업

Ⅳ. 산학협력 영역

Ⅳ. 산학협력 영역

1. 산학공동 교육과정

1.1 산학공동 교육과정 구성 및 운영 실적

① 산학연계 교과목 개설

(1) 해양신·재생에너지 개론(전공필수)

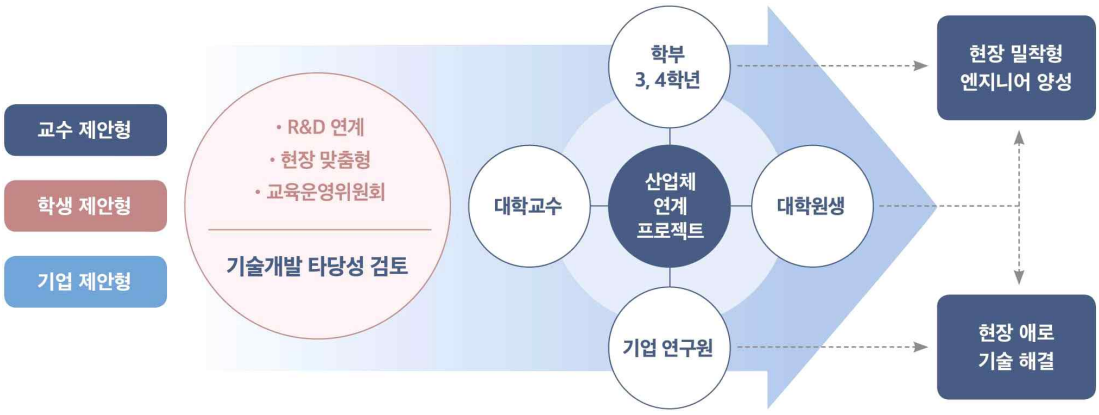
❍ 본 교과목은 미래 에너지원으로서의 해양신·재생에너지를 이해하고, 해양신·재생에너지의 생산, 변환, 활용에 필요한 핵심요소기술에 대해 참여대학원을 대상으로 하는 **전공 필수** 과목임

❍ 본 교과목은 **해양신·재생에너지 분야 산업계, 학계, 연구소의 전문가 강좌도 포함**되어 있어, 관련 분야의 최신 기술 및 동향, 그리고 실무적 내용을 대학원생들이 익힐 수 있는 교과목으로 운영되고 있으며, 산학협력을 위한 통로로의 역할도 하고 있음

(2) 산업체연계프로젝트(전공선택)

❍ 교과목 개요

교과목명	**산업체 연계 프로젝트**	담당교수	참여교수 전원
구분(학점)/학기	전공선택(2학점) / 1학기	개설학과	조선기자재공학과
교과목 개요	**기업체의 실무적인 현안 혹은 기술적 애로 사항에 대응하여 기술 지원 또는 문제해결을 위한 산학연계 프로젝트를 기획, 수행하는 형태의 산학협력 교과목**임. 프로젝트랩의 협력 및 개발 주제는 교수제안형, 학생제안형, 기업제안형으로 발굴됨. 프로젝트랩에는 교수, 대학원생, 학부 3, 4학년 그리고 기업체 연구원(혹은 실무자)으로 구성되며, 발굴된 주제에 대해서 프로젝트랩 구성원들은 정기적인 세미나 및 기술정보교류를 통해 문제해결방안을 제시하게 됨. 제시된 문제해결방안에 대한 현장 적용을 위해 설계, 실험, 해석 등 일련의 과정은 산학공동협업을 통해 수행함		



< 산업체 연계 프로젝트 팀구성 및 운영방안 >

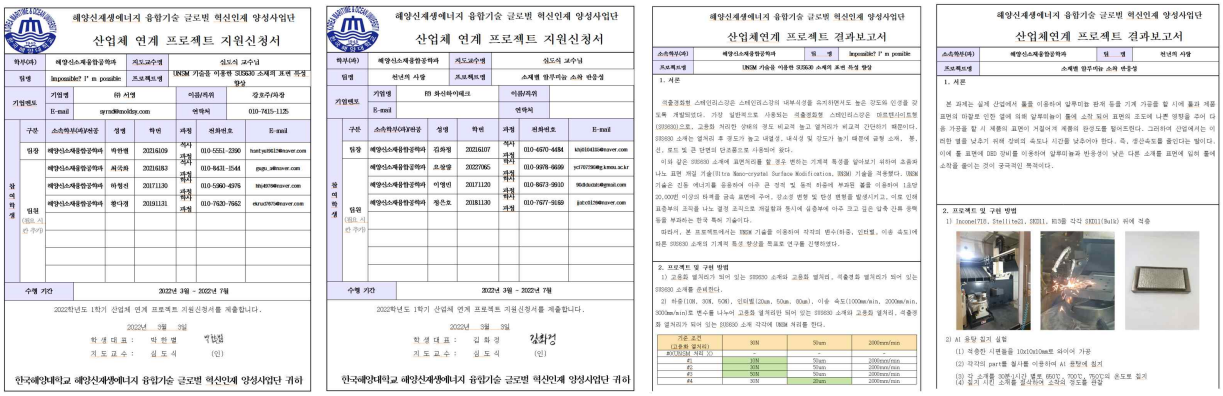
❍ 교과목 운영 실적

■ 2022년도 2학기 첫 개설하여 시범 운영을 위한 조선기자재공학과 참여대학원생들을 대상으로 강의 운영함

■ 참여기업체((주)화신하이테크, (주)서영)의 현안에 즉각적으로 대응하기 위한 프로젝트 기획 및 학생

배정 (2팀 운영)

- 프로젝트 주제는 교수, 학생, 기업체 연구원과의 기술 회의를 통해 선정하였으며, 1학기 동안 주어진 문제해결을 위한 아이디어 도출 및 기술 회의를 수행하였음
- 참여대학원생을 주도로 하여 문제해결을 위한 아이디어 도출, 아이디어 구현 방안, 실험적 검토 과정, 결론 도출 등의 과정으로 프로젝트를 운영하였음
- 산업체 연계 프로젝트 지원신청서 및 결과보고서는 아래와 같음



해양신재생에너지 융합기술 글로벌 혁신인재 양성사업단

산업체 연계 프로젝트 지원신청서

해양신재생에너지 융합기술 글로벌 혁신인재 양성사업단

산업체 연계 프로젝트 지원신청서

해양신재생에너지 융합기술 글로벌 혁신인재 양성사업단

산업체연계 프로젝트 결과보고서

해양신재생에너지 융합기술 글로벌 혁신인재 양성사업단

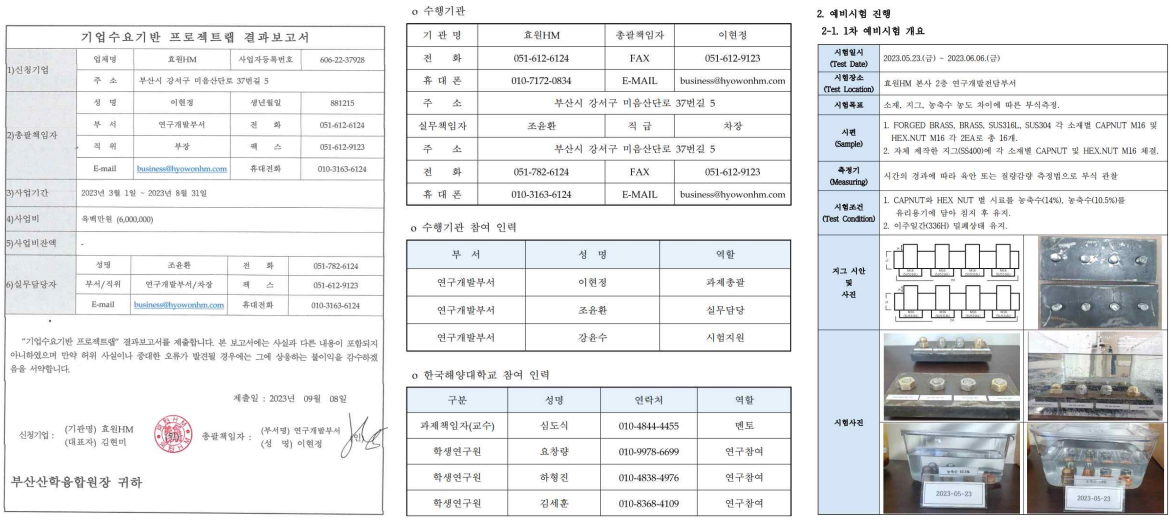
산업체연계 프로젝트 결과보고서

< 산업체 연계 프로젝트 지원신청서 및 결과보고서 (2개 팀) >

- 2023년도 1학기에는 참여기업체인 ㈜효원HM의 현안에 즉각적으로 대응하기 위한 프로젝트를 기획하고 학생을 배정함(1팀 운영)
  - 프로젝트 주제: 황동 너트 개발품의 부식 신뢰성 평가
  - 연구책임: 심도식 교수(신소재융합공학과)
  - 참여인원: 이현정, 조윤환, 강윤수(㈜효원HM), 요창량, 하형진(신소재융합공학과), 김세훈(환경공학과)
- 참여기업의 생산 제품과 기존 제품 간의 내부식성 시험 결과, 우수한 내부식성을 가지는 것으로 확인되었으며, 따라서 참여기업의 제품 우수성 홍보가 가능한 신뢰성 있을 기술 데이터를 확보하게 되었음. 이후, 기업의 기술 영업에 활용될 계획임

< 기업체-프로젝트 팀원 활동 내용 >

❍ 산업체 연계 프로젝트 지원신청서 및 결과보고서는 아래와 같음



기업수요기반 프로젝트랩 결과보고서

1)신청기업	업체명	효원HM	사업자등록번호	606-22-37928
	주 소	부산시 강서구 미음산단로 37번길 5		
2)총괄책임자	성 명	이현정	생년월일	881215
	부 서	연구개발부서	전 화	051-612-6124
	직 위	부장	팩 스	051-612-9123
	E-mail	business@hyowonhm.com	휴대전화	010-3163-6124
3)사업기간	2023년 3월 1일 ~ 2023년 8월 31일			
4)사업비	육백만원 (6,000,000)			
5)사업비잔액	-			
6)실무담당자	성명	조윤환	전 화	051-782-6124
	부서/직위	연구개발부서/차장	팩 스	051-612-9123
	E-mail	business@hyowonhm.com	휴대전화	010-3163-6124

"기업수요기반 프로젝트랩" 결과보고서를 제출합니다. 본 보고서에는 사실과 다른 내용이 포함되지 아니하였으며 만약 허위 사실이나 중대한 오류가 발견될 경우에는 그에 상응하는 불이익을 감수하겠음을 서약합니다.

제출일 : 2023년 09월 08일

신청기업 : (기관명) 효원HM (대표자) 김현미 총괄책임자 : (부서명) 연구개발부서 (성 명) 이현정

부산산학융합원장 귀하

o 수행기관

기 관 명	효원HM	총괄책임자	이현정
전 화	051-612-6124	FAX	051-612-9123
휴 대 폰	010-7172-0834	E-MAIL	business@hyowonhm.com
주 소	부산시 강서구 미음산단로 37번길 5		
실무책임자	조윤환	직 급	차장
주 소	부산시 강서구 미음산단로 37번길 5		
전 화	051-782-6124	FAX	051-612-9123
휴 대 폰	010-3163-6124	E-MAIL	business@hyowonhm.com

o 수행기관 참여 인력

부 서	성 명	역할
연구개발부서	이현정	과제총괄
연구개발부서	조윤환	실무담당
연구개발부서	강윤수	시험지원

o 한국해양대학교 참여 인력

구분	성명	연락처	역할
과제책임자(교수)	심도식	010-4844-4455	멘토
학생연구원	요창량	010-9978-6699	연구참여
학생연구원	하형진	010-4838-4976	연구참여
학생연구원	김세훈	010-8368-4109	연구참여

2. 예비시험 진행

2-1. 1차 예비시험 개요

시험일시 (Test Date)	2023.05.23.(금) ~ 2023.06.06.(금)
시험장소 (Test Location)	효원HM 본사 2층 연구개발전담부서
시험목표	소재, 지그, 농축수 농도 차이에 따른 부식측정.
시편 (Sample)	1. FORGED BRASS, BRASS, SUS316L, SUS304 각 소재별 CAPNUT M16 및 HEX.NUT M16 각 2EA로 총 16개. 2. 자체 제작한 지그(SS400)에 각 소재별 CAPNUT 및 HEX.NUT M16 체결.
측정기 (Measuring)	시간의 경과에 따라 육안 또는 질량감량 측정법으로 부식 관찰
시험조건 (Test Condition)	1. CAPNUT와 HEX NUT 별 시료를 농축수(14%), 농축수(10.5%)를 유리용기에 담아 침지 후 유지. 2. 이주일간(336H) 밀폐상태 유지.
지그 시안 및 사진	
시험사진	

〈 산업체 연계 프로젝트 수행 개요 및 활동 결과물 〉

■ **산학공동 비교과 교육을 위한 실무 교육**

- 기술 전문가를 초청(온라인)하여 본 사업 분야뿐만 아니라 다양한 주변 기술의 최신 동향에 대한 세미나를 개최함 (국내전문가 초청 세미나 16건, 해외학자 초청 세미나 20건)
- 효과: 대학원생 및 기업체 연구원 대상으로 해양신·재생에너지 분야와 관련된 실무적인 내용에 대해서 습득함으로써 향후 산학협력을 위한 기반을 다지고, 학생들로 하여금 산학융합에 대한 역량을 기를 수 있는 기회를 제공함

- 김범석 교수(제주대 풍력전문대학원): (2021.12.27.) 풍력단지 기상조건을 고려한 발전량 예측 기술
- 김범석 교수(제주대 전기에너지공학과): (2022.03.23) 글로벌 풍력발전 기술과 산업동향
- 최용혁 (두산에너빌리티/선임연구원): (2022.07.14.) 금속 3D프린팅 기술 소개 및 산업계 적용 현황
- 최승목 박사(한국재료연구원): (주제)수소 생산 기술의 최신동향 및 음이온 교환막 수전해 기술
- 기동원 박사(서울기술연구원): (주제)Wastewater-to-Resources: Fundamentals and Applications
- 성진기 센터장(한국에너지기술평가원 공공 R&D혁신센터): (주제)탄소중립과 해상풍력 기술과 정책
- 양은태(경상대학교/교수): (2022.01.04.) 2D nanomaterial-based gas separation membranes
- 방준환(한국지질자원연구원/박사): (2023.04.20) 해수담수화 농축수를 이용한 이산화탄소 처리
- 이창한(부산가톨릭대학교/교수): (2023.05.19.) 산업부산물 자원화를 위한 제올라이트 물질 제조 및 활용
- 이상호(특허청 생활용품심사과/심사관): (2023.06.02.) 특허제도에 대한 이해와 좋은 명세서 작성
- 이영민(한국핵융합에너지연구원/박사): (2023.06.06.) 핵융합 장치의 기술 개발 현황과 전망
- 한건우(포스코홀딩스 미래기술연구원 수소저탄소에너지연구소): (2023.07.21.) 광물탄산화 향후 연구방향

2. 참여교수 산학협력 역량

2.1 국내 및 해외 산업체, 지자체 연구비 (온라인 입력)

<표 4-1> 사업 참여 기간 내 참여교수 국내 및 해외 산업체, 지자체 대표 연구비 수주실적

2.2 특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성 (온라인 입력)

<표 4-2> 사업 참여 기간 내 이공계열 참여교수 특허, 기술이전, 창업 실적

2.3 산학협력을 통한 (지역)산업문제해결 실적의 우수성

〈표 4-3〉 사업 참여 기간 내 참여교수 (지역)산업문제 해결 대표실적

<table>
<tr><th rowspan="2">연번</th><th>참여교수명</th><th>연구자등록번호</th><th>세부전공분야</th><th>(지역)산업문제</th></tr>
<tr><th colspan="4">실적의 적합성과 우수성</th></tr>
<tr><td rowspan="2">1</td><td>심도식</td><td></td><td>철강재료</td><td>기업수요기반 문제해결형 프로젝트 Lab</td></tr>
<tr><td colspan="4">☑ (창의성 및 혁신성)
부산산학융합원에서 지원하는 “기업수요기반 맞춤형 산학융합촉진지원사업”을 지역 내 기업체인 ㈜효원HM과 산학협력 공동연구를 수행하였음. “산학협력을 통한 단조형 황동 캡너트 및 헥사너트와 경쟁제품의 내부식성 테스트를 통한 단조형 황동 캡너트 및 헥사너트의 품질신뢰성 확보”라는 제목으로 공동프로젝트를 수행함
☑ (교육연구단의 비전 및 목표와의 적합성)
본 지원 사업에서는 대학원-학부 학생들이 참여하여 기업체의 기술적 애로사항에 대해서 함께 고민하고, 문제해결 과정에 있어서 아이디어 도출, 실험 분석, 평가 등 일련의 과정을 수행함으로써, 중소기업 특성 상 접근이 어려운 새로운 소재 및 기술에 공동 연구 및 기술 지원을 하였음. 지역기반 산학연 협력체계를 구축하여 해양신·재생에너지 특화 인재 양성에 기여함
☑ (세부 전공분야 기여도)
본 프로젝트 Lab 수행을 통해 소재별 부식에 대한 이해와 부식 최소화를 위한 방안도출, 부식 시험을 위한 지그 제작, 시험방법 및 시험분석안 도출을 등 지원기업에서의 요구사항을 만족시켰으며, 이를 통해 지원기업의 연구역량 강화에도 기여함</td></tr>
<tr><td rowspan="2">2</td><td>오재홍</td><td></td><td>측량/측지</td><td>산업체 통합기술지도</td></tr>
<tr><td colspan="4">☑ (창의성 및 혁신성)
지역 산업의 육성과 이에 필요한 우수 인재의 양성을 위하여 부산에 위치한 동아ENS를 대상으로 통합기술지도를 진행함. 최근 LH 등 사태를 통해 건설 시공 이력 기록의 중요성이 매우 중요해짐에 따라 본 기술지도를 통해 건설 이력 관리 문제를 해결하기 위한 방법을 고민하였음. 특히 현재 부산경남 지역에서 수행되고 있는 대규모 신항만 개발 및 택지 개발 등의 건설사업관리를 위해 시공이력 관리를 위한 “드론 기반 측량을 위한 정확도 확보 방법”을 기술지도함
☑ (교육연구단의 비전 및 목표와의 적합성)
해양신·재생에너지 인프라 건설을 위해서는 원격 시공관리, 운용 중 유지보수를 위한 점검이 매우 중요하며, 드론을 활용할 경우 안전하고 경제적이며 효율적으로 업무를 수행 가능함
☑ (세부 전공분야 기여도)
통합기술지도를 통해 동아ENS는 토목시공 정확도 향상을 위한 드론 카메라의 센서 모델링, 왜곡 최소화를 위한 캘리브레이션 기법 등에 대해 기술습득을 하였음. 해양신·재생에너지 [생산]→[전환]→[수송/저장]에 이르는 전 과정이 문제 없이 진행되는지를 모니터링하고 관리하기 위한 산업문제를 해결하고자 함</td></tr>
</table>

3	유근제		환경정보	통합기술지도

☑ (창의성 및 혁신성)
국립한국해양대는 사회맞춤형 산학협력 선도대학(LINC+) 육성사업단에 선정되었으며, 해당 사업에서 부산시에 소재한 ㈜삼공사에서 현재 수행 중인 ICT를 활용한 산업폐수 처리데이터 모니터링 장비개발 프로젝트에 애로사항을 해결하기 위한 통합기술지도 요청을 받았음

☑ (교육연구단의 비전 및 목표와의 적합성)
실제 기업에서 생산되는 데이터를 산학이 연계하여 분석하고 활용할 수 있는 기회를 본 교육연구단 참여 학생들에게 제공하고 문제해결 과정을 실무적으로 경험할 수 있게 하였음. 부산 지역의 산업체와 협력하여 산학연계를 강화하고 해양신·재생에너지 융합 인재를 양성함

☑ (세부 전공분야 기여도)
연속 순환공정을 이용한 수처리 데이터의 빅데이터 분석기술의 적용 시 고려사항 및 연속 모니터링 방안에 대해 구체적인 인공지능기법을 소개하여 애로사항의 해결방안을 제안하였음. 이를 통해, ㈜삼공사에서 ICT 기술을 도입한 산업폐수 질소처리 모니터링 시스템을 개발하는 데 기여함

4	이재하		구조공학	지역 전략산업 수요 연계 기술 이전

☑ (창의성 및 혁신성)
과학기술정보통신부가 지원하는 **"지역산업연계 대학 Open-Lab 육성지원 사업"**은 지역 전략산업 수요와 연계 가능한 연구실(Open-Lab)을 발굴·선정해 지역 기업으로 기술을 이전하여 시장 진출을 지원하는 사업으로, 본 연구실이 건설 3D 프린팅 분야(3DCP)의 연구주제로 최종 선정되어 Open-Lab 육성 교수로 참여하고 있음

☑ (교육연구단의 비전 및 목표와의 적합성)
특히 본 과업을 수행하기 위해 **"해양의 미래를 선도하는 플랫폼 대학" 비전을 제시하고 "지역 전략 산업 밸류체인 다양화"를 기술사업화 목표로 본 교육연구단의 해양신·재생에너지 분야의 비전에 부합**되는 목표를 가지고 있음. 향후 산학협력분야의 지속적인 성과가 기대되며 지역 기술사업화 혁신 생태계 조성으로 대학이 기업의 기술 개발에 적극 참여함으로써 지역 경제 활성화 및 해양신·재생분야 신산업 기반 마련에 기여할 것으로 예상됨

☑ (세부 전공분야 기여도)
관련 3DCP 기술을 개발하여 지역 업체의 주요 업종인 해양 구조물 분야에 접목이 매우 활발해질 것으로 기대됨. 콘크리트를 활용한 부유식 구조물에 3D 프린팅 시스템 접목을 위한 연구가 ㈜유주와 산학협력을 통해 수행되고 있음

5	이재하		구조공학	친환경 항만 리뉴얼

☑ (창의성 및 혁신성)
지역의 공기업인 부산항만공사(BPA)와 지역 중소 업체인 ㈜피아이에스엔지니어링과 최근 노후화로 지역의 이슈가 되고 있는 부산항 리뉴얼 대상 시설 선정 및 탄소저감 목표 달성을 위한 친환경 공법 및 자재 제안 연구용역(2023.05.24. ~ 2024.01.18.)을 수행하였음. 관련 산학협력을 통해 지역의 현안인 항만분야 친환경 리뉴얼의 2050년까지의 중장기 로드맵을 제시함

☑ (교육연구단의 비전 및 목표와의 적합성)

	해양신·재생에너지 인프라에 적용이 시급한 탄소포집 및 탄소저감에 기여할 수 있는 기술을 분석하여 기업 문제해결 및 사업 확장에 기여할 것으로 기대됨. 또한, 연구 전과정에 대학원생(이미주)이 직접 참여하여 핵심적 역할을 수행함 ☑ **(세부 전공분야 기여도)** 탄소저감형 재료 및 친환경 공법을 항만구조물에 적용할 때 얻을 수 있는 탄소저감효과를 정량적으로 분석하여 향후 BPA 항만 리뉴얼/보수보강 계획 수립 시 중요한 참고자료로 제공함. 지속적으로 무시멘트를 활용한 차막이 개발 및 보수보강 안 등을 논의 중에 있음. 또한, **해양신·재생에너지 관련 하부구조에 적용될 수 있는 탄소저감형 재료의 다양한 기술개발 내용을 분석하여 지역의 공공기관 및 중소업체의 경쟁력 강화를 도모**함
6	김명진 | | 환경영향평가 | 지역 소재 기업과의 기술 지도 및 기술 이전 ☑ **(창의성 및 혁신성)** 2020년 4월부터 12월까지 **부산 소재 중소기업인 비스그룹㈜과 부산산업과학혁신원이 주관하는 지역 특화 기술개발·확산 개방형연구실 운영사업을 수행**함. 사업을 수행하며 2020년 10월 26일, 11월 26일, 12월 28일 총 3회 비스그룹㈜을 대상으로 미립자 vaterite형 탄산칼슘을 활용한 제품 제조 기술 관련 지도 및 기술이전을 진행함. 이를 통해 비스그룹㈜의 기존 구강케어제품 및 화장품보다 성능이 우수한 제품을 생산함 ☑ **(교육연구단의 비전 및 목표와의 적합성)** 위 모든 과정에 참여대학원생(김근영, 김세훈, 신선미)이 함께 참여하였음. 지역 소재 기업과 프로젝트를 수행하며 scale-up 반응기를 설계 및 제작함으로써 실무적인 경험을 할 수 있는 기회를 제공하였음. 또한, 탄산칼슘 제조 시 이산화탄소가 흡수되며, 해양신·재생에너지 생산 시 발생하는 폐열을 활용할 수 있음 ☑ **(세부 전공분야 기여도)** 기술 지도 및 기술이전, 사업수행을 통해 개발한 친환경 기능성 구강케어제품 및 화장품으로 국내외 시장에서 매출을 증대하여 지역 산업 및 경제를 활성화할 수 있음
7	조종래 | | 소성가공 | 수소용 고압열교환기 ☑ **(창의성 및 혁신성)** 지역업체인 ㈜동화엔텍은 선박용과 산업용 열교환기를 개발/제작하는 전문업체임. 수소 충전소용 preheater를 생산하여 납품하고 있으나 일부 사용 중 파손이 발생하여 원인 분석 및 대책이 필요함. 현재의 상황 분석 및 구조해석을 통해 수명을 평가하고 문제점 해결을 위한 방법을 제시하였으며 설계를 변경하여 제작하고 있음. 이외에도 수소용 열교환기는 여러 용도로 필요하기 때문에 기술지도를 수행하고 있음 ☑ **(교육연구단의 비전 및 목표와의 적합성)** 본 기술 개발 과제를 추진하는 과정에서 참여대학원생(박진성, 양서원)은 유한요소해석 기법을 익히고 수소 충전소용 열교환기의 문제를 해결할 수 있는 능력이 향상되었음. 특히, 참여대학원생은 ㈜동화엔텍 기술연구원에 취업 하였음. **지역의 산학연 협력체계를 구축을 기반으로, 본 연구단에서 배출된 인재가 지역 산업으로 돌아가는 선순환**의 좋은 사례임 ☑ **(세부 전공분야 기여도)** 수소용 preheater 및 열교환기는 에너지 전환 및 저장 시스템의 핵심 요소임. 수소 충전 및 저장 관련 부품은 극저온 및 고압에 노출되어 재료 및 구조 설계가 특히 중요함. 본 기술을 통해 수소를 포함한 에너지 기술 분야에 적용될 수 있음

8	최형식		로봇공학	LINC 통합기술지도

☑ (창의성 및 혁신성)
국립한국해양대학교에서 지원하는 "LINC 통합기술지도"을 통해 ㈜볼시스의 애로기술인 "수중광통신을 이용한 수중로봇 제어기술"을 지도하였음. ㈜볼시스에서 개발하는 수중광통신을 이용한 수중로봇은 해양에서 활용하는 해양신·재생에너지 시설물 건설을 위한 해양조사에 매우 필요한 장비임. 수중무선광통신을 이용하여 이 수중로봇을 잘 제어할 수 있는 기술을 지도함

☑ (교육연구단의 비전 및 목표와의 적합성)
해양 환경 조건에서 신·재생에너지 시설물을 구축하기 위한 정밀한 지반조사나 환경조사에 본 연구의 결과를 적용하면 **안정적인 신·재생에너지 시설물을 구축**할 수 있음

☑ (세부 전공분야 기여도)
본 기술을 바탕으로 좋은 제품을 기업이 제작하여 판매함으로써 기업의 매출을 증대하고 고부가가치의 고급제품을 생산함으로써 경제력 제고에 기여를 할 수 있음. 물은 빛의 전파를 방해하기 때문에 이를 극복하기 위한 기술은 수중 통신 기술의 발전에 중요한 역할을 함. 본 기술은 광통신의 범위와 신뢰성을 향상시키고, 실시간 데이터 전송과 같은 고급 기능을 수중 환경에서 가능하게 함

9	최형식		로봇공학	LINC 통합기술지도

☑ (창의성 및 혁신성)
국립한국해양대학교에서 지원하는 "LINC 통합기술지도"을 통해 ㈜피코의 애로기술인 "선박의 DP관련 애로기술" 해결을 위해 총 4차례 현장방문하여 기술지도하였음. ㈜피코에서 개발하는 선박의 DP(Dynamic positioning) 관련 애로기술은 해양에서 활용하는 **해양신·재생에너지 시설물 건설을 위한 해양조사에 매우 필요**한 수중로봇이나 관련 측정장비의 정밀한 측정을 위한 정밀 선박 위치제어에 대한 기술임

☑ (교육연구단의 비전 및 목표와의 적합성)
해양 환경 조건에서 신재생에너지 시설물을 구축하기 위한 정밀한 지반조사나 환경조사에 본 연구의 결과를 적용하면 안정적인 해양신·재생에너지 시설물을 구축할 수 있음

☑ (세부 전공분야 기여도)
본 기술을 바탕으로 좋은 제품을 기업이 제작하여 판매함으로써 기업의 매출을 증대하고 고부가가치의 고급제품을 생산함으로써 경제력 제고에 기여를 할 수 있음. 선박 DP 시스템의 향상은 선박 및 수중 로봇의 정밀한 위치 유지 및 조작을 가능하게 하여 복잡한 환경에서 작업 수행 능력을 향상시키는 데 기여함

10	허준호		인공지능시스템및응용	애로기술 해결

☑ (창의성 및 혁신성)
(재)한국조선해양기자재연구원에서 수행하고 있는 "해양경찰 구조대원 스마트지원 장비 기술개발"의 스마트 지원 장비 통합 관제 시스템 고도화를 위한 기술 자문을 실시함(용역 1600만원). 골든타임 사수를 위한 수색구조기술개발사업에서 해양경찰 구조대원 스마트지원 장비 기술개발 3차년도 과제의 스마트 지원 장비 통합 관제 시스템 고도화를 위한 기술 자문을 함

☑ (교육연구단의 비전 및 목표와의 적합성)

	네트워크 통신을 통한 장비들의 통제는 해양신·재생에너지 생산 및 전환 효율을 극대화 하는데 적용될 수 있음. 본 교육연구단의 핵심요소기술인 에너지 전환 시스템 최적화 및 관리 AI 기술 발전에 크게 기여함 ☑ (세부 전공분야 기여도) 스마트 지원 장비 통합 관제 시스템의 분석을 위하여 네트워크 시뮬레이터를 통해 설계된 시스템을 구성하고, 시뮬레이션을 통한 네트워크 트래픽을 분석함. 관제 시스템의 고도화를 위하여 통신 방법과 새로운 프로토콜에 대한 기술 자문을 함. 자문한 프로토콜로 에너지를 절감할 수 있기에 해양경찰 구조대원 스마트지원 장비 기술개발 사업의 통합 관제 시스템의 고도화 실현할 수 있을 것으로 기대함
11	김명진 | | 환경영향평가 | 청년 기술사업화 전담인력 기업 파견 ☑ (창의성 및 혁신성) 본 사업은 이공계 석박사 졸업생을 대학 산학협력단에 채용하여, 대학의 연구 성과를 기업으로 확산하는 활동을 지원함과 동시에 청년의 기술사업화 역량을 강화하는 사업임. 특히 석·박사 졸업생은 기업에 파견되어 기술의 현장 이전을 수행함 ☑ (교육연구단의 비전 및 목표와의 적합성) **참여대학원생 중 적임자를 선발하여 지역 소재 기업인 ㈜에스디케이랩에 청년 기술사업화 전담인력으로 파견**하였음. 해당 학생은 2021년 4월부터 2022년 2월까지 총 8개월 동안 기업과 함께 기술 사업화 업무를 수행하였음. 참여대학원생이 기술사업화 관련 자격을 취득하고 기술사업화 박람회에 참여할 기회를 제공함으로써 전문인력 양성에 이바지함 ☑ (세부 전공분야 기여도) 본 사업을 통해 지역 중소기업의 인력 문제를 해결하고, 참여대학원생의 실무 경험을 통한 역량 강화를 도모하였음. ㈜에스디케이랩은 김명진 교수가 2020년 기술이전을 한 기업으로, 본 사업을 통하여 추가적인 연구지원 및 기술발전을 위한 산학협력의 매개체 역할을 수행함

총 환산 참여교수 수	11.43	제출 요구량	11

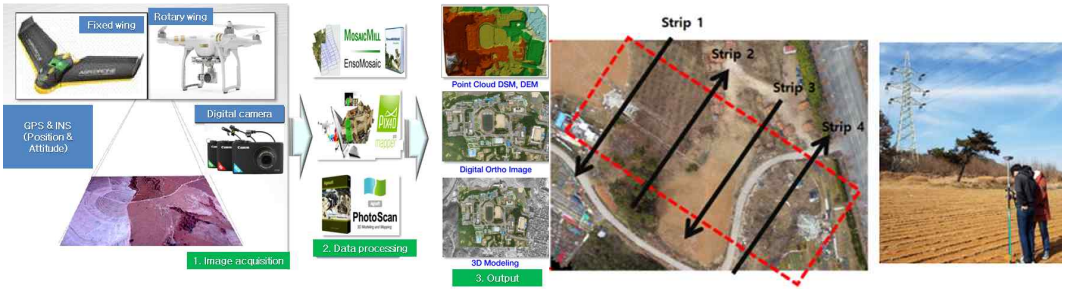
연번	교육연구단 참여교수 (지역)산업문제 해결 대표실적 설명
1	☑ 본 교육연구단 심도식 교수는 부산산학융합지구 산학융합촉진지원사업의 일환으로 지역 내 기업체와 “기업수요기반 프로젝트랩”을 수행하였음. 부산 미음산단 지역 업체인 ㈜효원HM과의 협업으로 “산학협력을 통한 단조형 황동 캡너트 및 헥사너트와 경쟁제품의 내부식성 테스트를 통한 단조형 황동 캡너트 및 헥사너트의 품질 신뢰성 확보”라는 목표 달성을 위해 본 사업에 참여하였음. **㈜효원HM에서는 오랫동안 어려움을 겪어왔던 해양환경에서 너트 부식의 문제점을 개선하기 위한 방안을 도출**하고자 함 ☑ 해당 기업체는 단조형 황동 캡너트 내부식성 및 소재 분석을 통한 소재 취약점 파악 및 내부식성 등 강화에 대한 기술 지원을 요청하였음. 이러한 수요에 대응하여 단조형 황동 캡너트의 실제 환경에서의 내부식성을 확인하기 위한 부식 시험 수행 및 연구 인력을 지원함 < CAPNUT 내부식성을 확인하기 위한 침지-건조 시험> ☑ 본 기술 개발 과제를 추진하는 과정에서 **참여대학원생(하형진, 요창량, 김세훈)들은 부식 시험을 위한 시편 제작, 부식시험을 위한 시험편 고정 지그 제작, 부식 시험 후의 시편 제작 및 기계적/금속학적 분석, 단조 황동 너트의 산업적 응용성 검증 과정에 직접 참여**토록 함으로써, 기업체의 업무 간접 경험 및 실무 역량을 향상시킬 수 있는 기회를 제공함 ☑ 2회에 걸친 예비시험을 통하여, 소재별 CAPNUT 제품에 대한 내식성을 실제 산업현장 적용환경과 유사한 환경을 조성하고 단기간에 부식을 극대화시키는 시험방법과 부식의 정도를 다각적이며 객관적으로 측정할 수 있는 시험분석 안을 도출하였음. 이를 바탕으로, 본시험 1회, 인증기관 시험 2회를 통해 지원제품인 FORGED BRASS CAPNUT의 우수한 내식성을 객관적으로 나타낼 수 있는 데이터를 획득함 ☑ 한편, 단조황동너트의 강도를 향상시키기 위한 기술로 초음파나노표면개질을 적용하였으며, 그 결과 너트의 강도가 표면처리에 의해 향상되었음을 검증하였음. 본 과제에서 제안된 표면처리 기술을 이용하여 ㈜효원HM에서는 사업화를 위한 목적으로 활용하기로 하였음. 따라서, **개발된 기술은 해당 기업체에 기술 이전(30,000천원)**하였고, 기업체의 사업화 및 추가적 연구지원을 통해 기업체의 매출액 및 기술력 향상을 위해 꾸준히 산학협력 관계를 유지하고 있음

☑ 최근 LH 등 사태를 통해 건설 시공 이력 기록의 중요성이 매우 중요해짐에 따라 시공측량 주요 업체들은 시공 기록을 주기적으로 남기기 위한 효율적이고 정확한 기법들에 대한 고민을 진행 중임

☑ **부산 지역업체인 동아ENS은 부산 경남 지역에서 건설 시공측량 등을 수행하는 업체로서 건설 이력 관리 문제를 해결하기 위한 방법을 고민**하고 있음

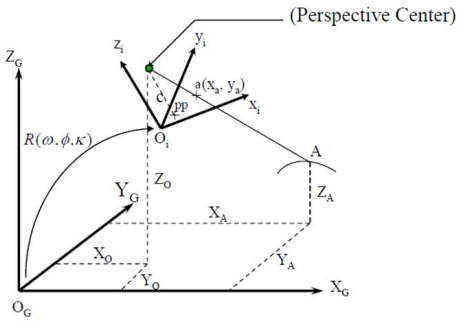
☑ 본 교육연구단 오재홍 교수는 지역 산업의 육성과 이에 필요한 우수 인재의 양성을 위하여 기존에 가족회사로 등록되어 있던 동아ENS를 대상으로 드론 기기를 이용한 시공측량의 정확도를 향상시키기 위한 기법에 대하여 통합기술지도를 진행함

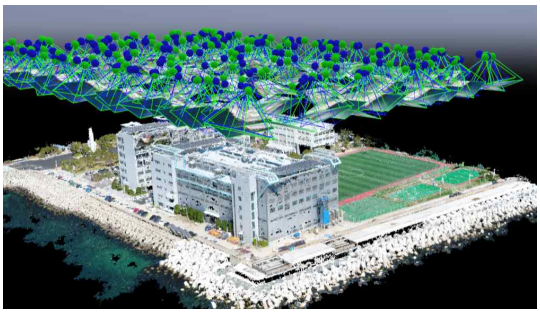
☑ 동아ENS는 통합기술지도를 통해 세부기술로서 **토목시공 정확도 향상을 위한 드론 카메라의 센서 모델링, 왜곡 최소화를 위한 캘리브레이션 기법 등에 대해 기술습득**을 함



< 드론 영상 및 기준점 획득 주의 사항 및 영향 >

2





< 공선조건식 및 카메라 캘리브레이션의 영향 >

☑ 오재홍 교수와 참여대학원생(조현정)은 동아ENS를 방문하여 실제 드론 기반 매핑을 수행하여 여러 조건(카메라 캘리브레이션 별도 수행 vs. 통합수행, RTK 센서 사용 vs. 미사용)에 따른 매핑 정확도와 정밀도 차이 발생 원인에 대하여 기술지도를 수행함

☑ 부산경남 지역에서 수행되고 있는 대규모 신항만 개발 및 택지 개발 등의 건설사업 관리를 위한 시공이력 관리를 위해 직접적으로 활용함

☑ **해양신·재생에너지 인프라 건설을 위해서는 원격 시공관리, 운용 중 유지보수를 위한 점검이 매우 중요**하며, 드론을 활용할 경우 보다 안전하고 경제적이며 효율적으로 업무를 수행 가능함

☑ 인프라 건설 뿐 아니라 **해양신·재생에너지 [생산]→[전환]→[수송/저장]에 이르는 전 과정이 문제없이 진행되는지를 주기적으로 모니터링하고 관리하기 위한 산업문제를 해결**한 사례임

3

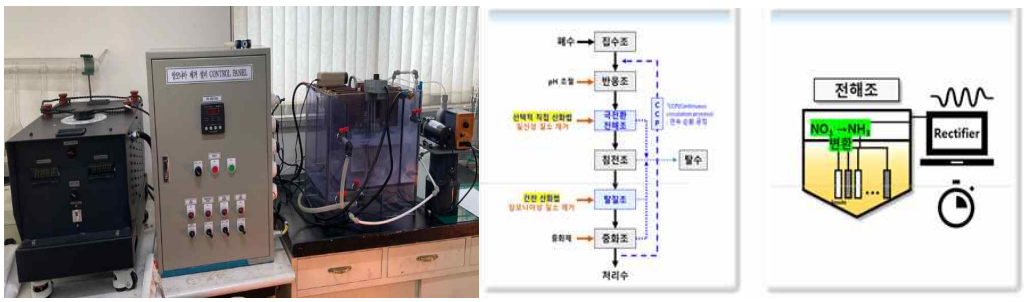
☑ 국립한국해양대는 사회맞춤형 산학협력 선도대학(LINC+) 육성사업단에 선정되었으며, 해당 사업에서 부산시에 소재한 ㈜삼공사에서 현재 수행 중인 ICT를 활용한 산업폐수 처리데이터 모니터링 장비개발 프로젝트에 애로사항을 해결하기 위한 통합기술지도 요청을 받았음

☑ 이에 본 교육연구단 유근제 교수는 **연속 순환공정을 이용한 수처리 데이터의 빅데이터 분석기술의 적용 시 고려사항 및 연속 모니터링 방안에 대해 구체적인 인공지능기법을 소개하여 애로사항의 해결방안을 제안**함

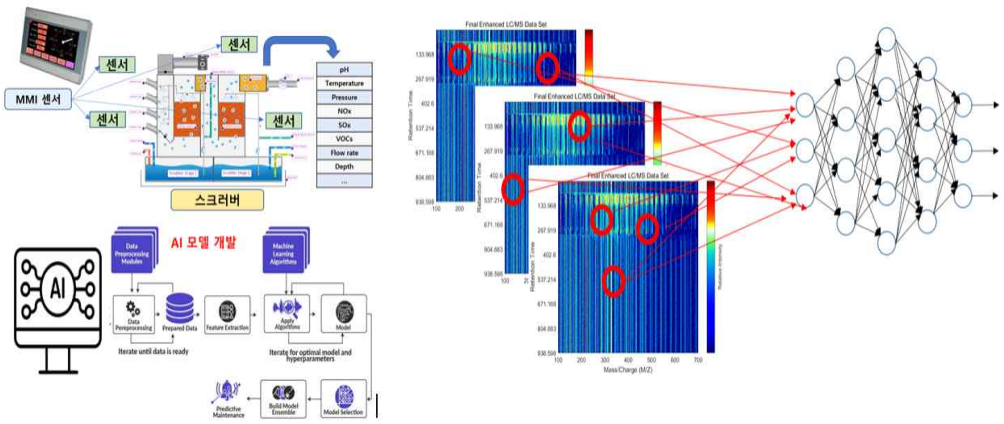
☑ 아래 그림과 같이 시작품에서 생산된 주요 처리데이터의 대표지점 선정을 통해 딥러닝 기반의 모델링 개발 사례 및 기술 개요 관련 노하우를 전수함

☑ 특히, 인공지능기법을 적용하기 위한 전반적인 사항에 대해 설명을 하고 폐수처리시설의 운영 인자와 환경조건(유입수, 생물반응조 유입 및 유출수 성상, 생물반응조 미생물 군집 및 기능, 처리공법, 소모 약품, 슬러지 발생 및 처리, 소화조 운영, 에너지 발생 및 회수, 유출수 등)을 고려하고 해당 데이터를 활용하여 산업폐수의 처리수 양과 질소농도 등을 시나리오 단계별로 예측할 수 있는 모델 설계(안)을 제공함

☑ 실제 시작품의 일부 데이터를 빅데이터화 하여 처리데이터의 대표지점을 선정하기 위해 필요한 정보 및 기술에 대한 설명을 진행하고 직접 학습시킨 결과를 예시를 통해 보여줌으로 실제 현장에서의 적용 가능성에 대해 모의 테스트를 진행함



< 폐수처리시설 운영 Flowchart 및 모니터링 장치 >



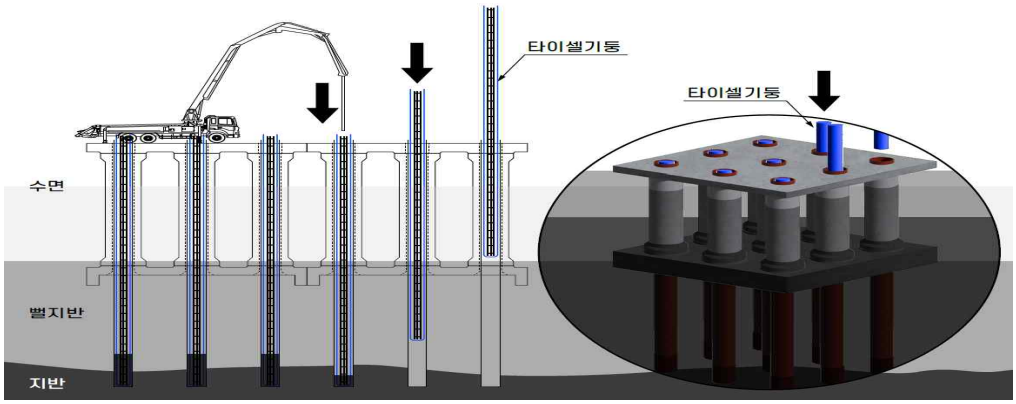
< 산업폐수 처리수 예측 모델 설계(안) >

☑ 이를 통해, ㈜삼공사에서 ICT 기술을 도입한 산업폐수 질소처리 모니터링 시스템을 개발하는데 기여하였으며, **실제 기업에서 생산되는 데이터를 산학이 연계하여 분석하고 활용할 수 있는 기회를 본 교육연구단 참여대학원생들에게 제공하고 문제해결 과정을 실무적으로 경험**할 수 있도록 함

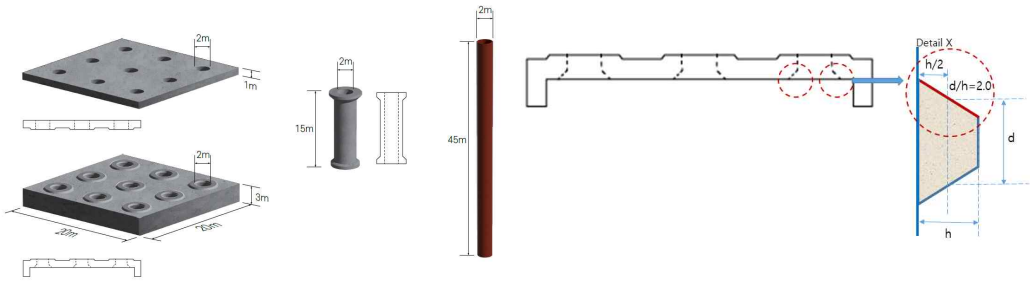
4

☑ 본 교육연구단 이재하 교수(콘크리트구조연구실)는 **부산지역 과학기술혁신 대상 기업 ㈜유주(김상기 대표)와 협업으로 "가덕 신공항에 적용 가능한 FRP Sheet를 활용한 팽창형 기둥의 지지방법" 이라는 기술개발**을 위한 총 4회의 통합기술지도를 수행하였음. ㈜유주에서는 가덕 신공항 예상부지의 수심이 10m이며 연약지반인 점을 고려하여 저비용의 신속 해상구조물 시공방법을 개발하고자 하였으며 이에 FRP sheet를 활용한 팽창형 기둥의 공학적 효용성을 이재하 교수가 제안하였으며 이에 대해 기술지도를 수행하고 자문을 수행함

☑ 특히 해상조건 연약지반부(뻘 지반)에는 FRP 보강 기둥 타설 시 콘크리트 측압이 크지 않으나 상부나 수중 부에서는 순간적인 콘크리트 측압이 매우 높을 것이므로 이에 대한 FRP 시트의 효과적 설계가 필요함. 시트가 확장될 경우 확장부 단면의 변화가 점진적으로 이루어져 상부 블록과 접하는 영역이 매우 국부적으로 형성될 수 있으며 응력집중을 최소화할 수 있는 안을 제안하여 ㈜유주의 기술력을 향상시킴. 관련 기술은 해상풍력 하부구조에 적용될 것으로 기대되며 친환경화 재료 개발을 추진하여 해양구조물에 적용가능한 세계 최초 친환경 팽창형 기둥 개발을 추진중임



< 타이셀 공법 >



< 타이셀 기둥 설계>

☑ 본 산학협력을 추진하는 과정에서 **참여대학원생(이미주)은 AASHTO에 제시된 전단키 설계기준을 근거로 상기 전단키 설계안을 제시**하였으며, 이재하 교수는 타이셀 기둥 설치 시 해수격리막의 방수설계와 측압에 저항하는 FRP 시트의 측압 설계 방안 등에 대해 논의하였음. 이미주 학생은 개발 전 과정에 직접 참여하였으며 **해양신·재생에너지 지역특화 인재 양성의 기회로 활용**됨

☑ 구상한 기술은 **통합기술지도 후 산업 자문(10,000천원)으로도 추가 논의가 진행**되었으며 ㈜유주의 사업화 및 연구개발 그리고 매출액 및 기술력 향상을 위해 꾸준히 산학협력 관계를 유지하고 있음

☑ 본 교육연구단 이재하 교수의 콘크리트구조연구실은 **부산항만공사(BPA)와 지역 중소 업체인 ㈜피아이에스엔지니어링과 최근 노후화로 지역의 이슈가 되고 있는 부산항의 시설물 및 건축물의 리뉴얼 대상 시설 선정 및 탄소저감 목표 달성을 위한 친환경 공법/자재 제안과 관련된 지산학 연구개발 협업을 수행**함

☑ 부산지역의 항만시설은 향후 해양신·재생에너지와 밀접한 관련이 있으며 모두 연안구조물에 해당되어 노후도 영향을 유사하게 받을 것으로 예상됨. 특히 지역의 부산항 노후시설은 체계적이고 합리적인 리뉴얼 계획을 수립하기 곤란하고, 리뉴얼 시 친환경 기술(자재, 공법) 등을 적용하기 위한 정보가 부족하여 기존 설계 관행이 지속적으로 수행되어 탄소절감을 위한 친환경 리뉴얼이 미흡한 실정이며 이에 부산항만공사(BPA)를 중심으로 해안공학분야 전문기업 및 대학(국립한국해양대학교)이 지산학 협업을 통해 탄소중립을 위한 친환경 리뉴얼 중장기 로드맵을 제시함

☑ 이재하 교수는 ㈜피아이에스엔지니어링과 대상시설 노후화 평가, 리뉴얼 대상시설 선정 및 최신 토목기술이 접목된 친환경 리뉴얼 방안(무시멘트 등의 활용 등)을 제시하여 부산항 친환경 리뉴얼 중장기 로드맵에 관련 토목기술을 포함시킴

☑ 특히 부산항의 시설 노후도를 실제 자료를 기반을 검토하여 단기-중기-장기 리뉴얼 대상을 선정하고 친환경 기술을 접목하였을 경우 예상되는 이산화탄소 배출량 저감 효과($kgCO_2$)를 년도별로 제시하여 부산항 관리 주체인 부산항만공사(BPA)의 **탄소저감형 친환경 향후 유지관리 정책 수립에 활용될 수 있는 내용을 제시하여 지역의 중요 사안을 지산학을 통해 해결한 사례**로 판단되며 부산항은 해양신·재생에너지 관련시설의 배후지로 관련성이 높아 향후 지속적인 협업이 기대됨

5

<부산항 부두 사진 및 CO_2 저감기여분 그래프>

시설물명	시설물 전경사진	보수대상	단기 (1/2순위)	중장기(3순위 유지관리)	안전 등급	종합 등급
국제여객터미널 MBF01 (2층)		회의실 일부 누수 현상 확인 (22년 상반기 정기) 외벽계단 일부 백화현상 및 천장 일부 누수 존적 (23년 상반기 정기)	균열보수 - 균열의 종류에 따라 표면처리공법, 주입공법, 충전공법으로 보수 누수존적/도장박리·백화 제거 및 방수재도포 콘크리트 박락 - 결함 부위 제거 후 재시공 (21.12.23 준공)	현재 개선공사(2층, 5층 보수 등) 진행 (23.06.14)	A	A (90.0)

구조	허가년도 (준공년도)	연면적(㎡)	층수	에너지절감 및 노후도 평가	
철근콘크리트	2012.10.16. 2015.03.13	79,927.8	지하 1층 지상 5층	에너지절감 전환여부 (60) (단열,창호,설비,신재생,태양광,전기)	비전환 (확인필요)
성능평가항목	대상시설 상태		등급	노후도 (내용년수) (5-20) 2001<2008<2009	7년 A 5<10<20
균열 및 누수상태 (철근콘크리트)			B	안전점검 (최근 5년) (10)	이력있음 10
				내진성능 (10)	내진설계 10

시설물종류	리뉴얼대상 (D,E)	리뉴얼검토		비고
		C (60~64.9) ★	C (65.0~65.9) ☆	
안벽		북항 청학안벽 감천 5 삼한안벽 감천 5 삼경안벽		
물양장	북항 제1물양장(E) (재개발)	북항 봉래동물양장 북항 제5물양장 감천 중앙부두(관공선) 감천 중앙부두1물양장		

<항만건축물 및 항만시설물 리뉴얼 검토>

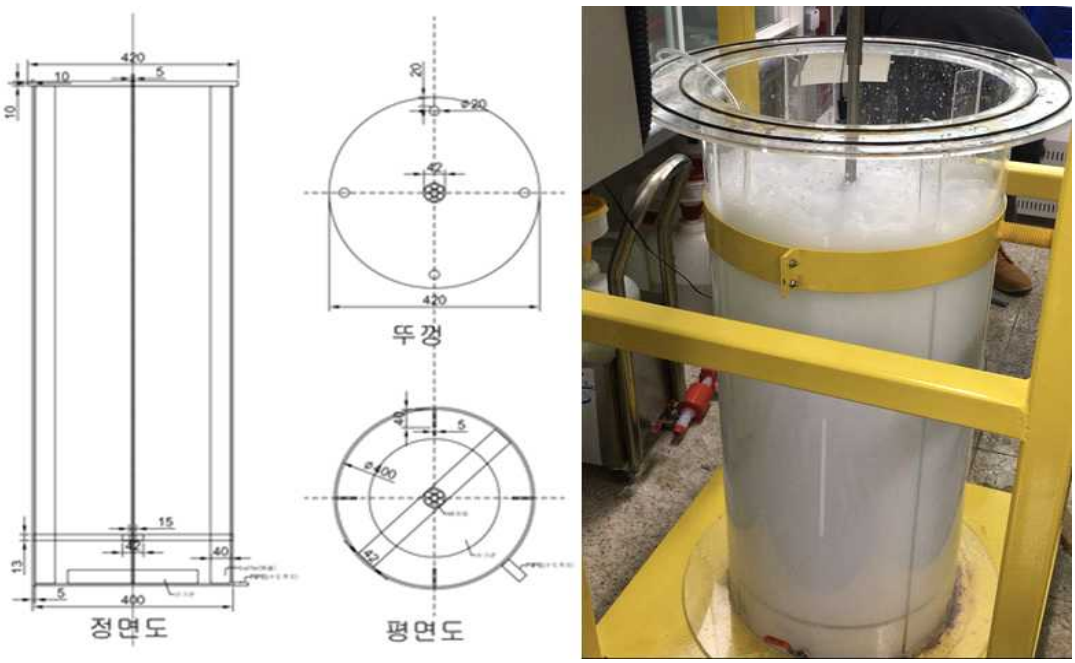
☑ 특히 관련 과제를 추진하는 전 과정에서 **참여대학원생(이미주)이 다양한 항만 친환경 리뉴얼 기술의 수준 및 탄소저감 효과 및 그리고 경제성 개선 효과 등을 면밀하게 분석하는 등 연구 전 과정에 직접 참여**함으로써 **지역 특화 인재 양성의 기회로 활용**됨

6

☑ 본 교육연구단 김명진 교수는 2020년 4월부터 12월까지 **부산 소재 중소기업인 비스그룹㈜과 부산산업과학혁신원이 주관하는 지역 특화 기술개발·확산 개방형연구실 운영사업을 수행**함. 사업을 수행하며 2020년 10월 26일, 11월 26일, 12월 28일 총 3회 비스그룹㈜을 대상으로 미립자 vaterite형 탄산칼슘을 활용한 구강케어제품, 화장품, 피부세정제 제조 기술 관련 지도 및 기술이전을 진행함. 이를 통해 비스그룹㈜의 기존 구강케어제품 및 화장품보다 성능이 우수한 제품을 생산함

☑ 기존에 개발된 미세 vaterite형 탄산칼슘 합성 방법은 다량의 첨가제(에틸렌글리콜, polymer 등)를 사용하고, 반응시간이 길며 극소량으로 생산되어 산업현장에 적용하기 어려웠음. 김명진 교수는 본 사업을 통하여 **해수를 이용한 간접탄산화 방법을 통해 기존의 vaterite 생산 기술의 문제점을 극복할 수 있는 기술의 scale-up 연구**를 완료함

< Scale-up 반응기 설계도 및 실제 반응 현장 사진 >



☑ 산업현장 적용을 위하여 100 L 규모의 탄산화 반응기를 설계하여 실험을 진행한 결과, 기존 bench scale의 기술을 scale-up 반응기에서 구현하였음. 생성된 탄산칼슘은 입자 크기가 4.9 ㎛이고 순도가 99%인 vaterite임

☑ 화학약품 첨가제가 불필요하며, 저비용으로 대량생산이 가능하여 산업현장에 적용할 수 있는 기술을 산업현장에 적용하였음. 해수 기반 미세 vaterite를 원료로 사용하여 기존 구강케어제품 및 화장품보다 성능이 우수한 제품을 생산하였음. 본 사업의 결과물을 이용하여 부산 내 중소기업의 국내외 시장 매출이 증대하고 지역의 산업 및 경제 활성화를 기대할 수 있음

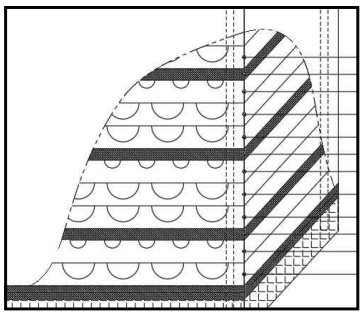
☑ 위 모든 과정에 **참여대학원생(김근영, 김세훈, 신선미)이 함께 참여**하였음. 지역 소재 기업과 프로젝트를 수행하며 scale-up 반응기를 설계 및 제작함으로써 실무적인 경험을 할 수 있는 기회를 제공함

☑ 개발된 기술은 해당 업체에 **노하우 형태로 총 2건 기술이전**을 하였고, 기업의 발전을 통한 지역 경제 활성화를 위하여 꾸준히 산학협력 관계를 유지하고 있음

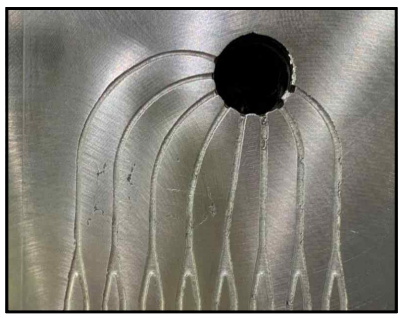
7

☑ **부산 지역업체인 ㈜동화엔텍**은 선박용과 산업용 열교환기를 개발/제작하는 전문업체임. 수소 충전소용 preheater를 생산하여 납품하고 있으나 일부 사용 중 파손이 발생하여 원인 분석 및 대책이 필요함. 현재의 상황 분석 및 구조해석을 통해 수명을 평가하고 문제점 해결을 위한 방법을 제시하였으며 설계를 변경하여 제작하고 있음. 이외에도 수소용 열교환기는 여러 용도로 필요하기 때문에 기술지도를 수행하고 있음

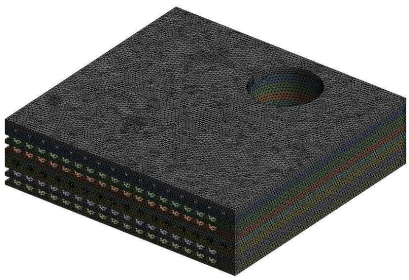
☑ 본 교육연구단 조종래 교수는 해양대학교 산학협력단의 LINC 사업의 통합기술지도 사업을 통해서 **Precooler의 결함 문제를 해결하기 위해 해석을 통해서 분석하고 정기적인 기술지도로 해결방안을 제시**함



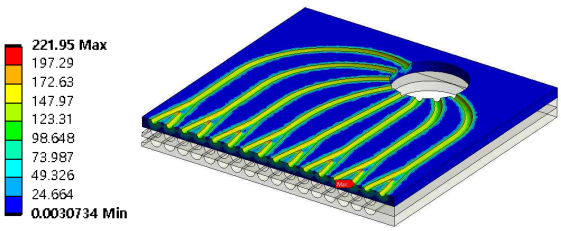
< Precooler 브레이징 형상 >



< 누설부위 절단면 >



< 해석을 위한 유한요소 모델링 >



< 유로 주변의 응력분포 >

☑ 본 기술 개발 과제를 추진하는 과정에서 **참여대학원생(박진성, 양서원)들은 수소 충전소용 열교환기의 유한요소해석 기법을 익히고 문제를 해결할 수 있는 능력이 향상**됨

☑ 참여 대학원생은 극저온의 LNG와 수소수소에너지용 열교환기에 특화된 **㈜동화엔텍의 이러한 문제점을 해결하고 기여한 덕분에 두 명 모두 이 회사 기술연구원에 취업**함

8

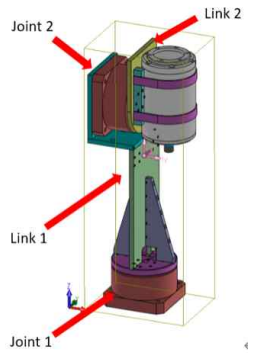
☑ 본 교육연구단 최형식 교수는 국립한국해양대학교 산학연협력 선도대학 육성사업단(LINC 3.0 사업단)에서 지원하는 “LINC 통합기술지도”를 통해 **부산 소재 기업인 ㈜볼시스의 애로기술인 “수중광통신을 이용한 수중로봇 제어기술”을 4차례 방문 지도**함

☑ ㈜볼시스에서 개발하는 수중광통신을 이용한 수중로봇은 해양에서 활용하는 해양신·재생에너지 시설물 건설을 위한 해양조사에 매우 필요한 장비임. 수중무선광통신을 이용하여 이 수중로봇을 잘 제어할 수 있는 기술을 지도하였음. 해양 환경 조건에서 신·재생에너지 시설물을 구축하기 위한 정밀한 지반조사나 환경조사에 본 연구의 결과를 적용하면 안정적인 신재생에너지 시설물을 구축할 수 있음

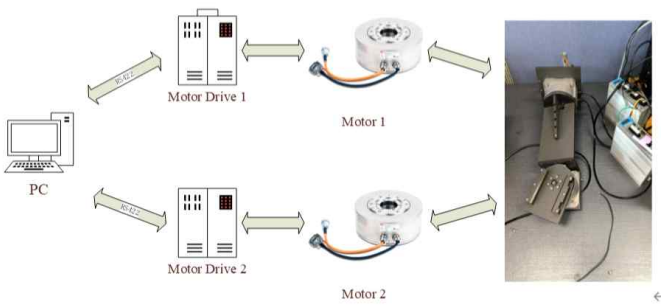
☑ 최형식 교수는 ㈜볼시스를 방문하여 수중 무선 광통신장치 구성 및 트래킹 기술과 광통신장치를 구비한 수중로봇의 구조와 제어 기술에 대해 지도함

☑ 또한, 수중 외부의 광통신 모듈과 수중로봇 안에 탑재된 광 모듈 간의 통신을 고려하여 제작된 수중로봇을 이용하여 수중로봇의 모션을 제어하는 기술을 지도함

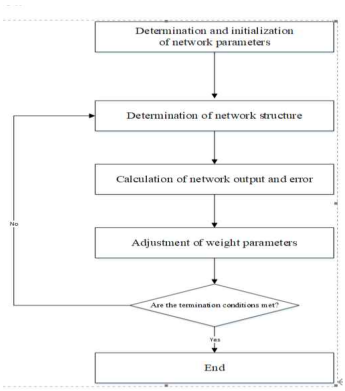
☑ 본 기술을 바탕으로 좋은 제품을 기업이 제작하여 판매함으로써 기업의 매출을 증대하고 고부가가치의 고급제품을 생산함으로써 경제력 제고에 기여할 수 있음



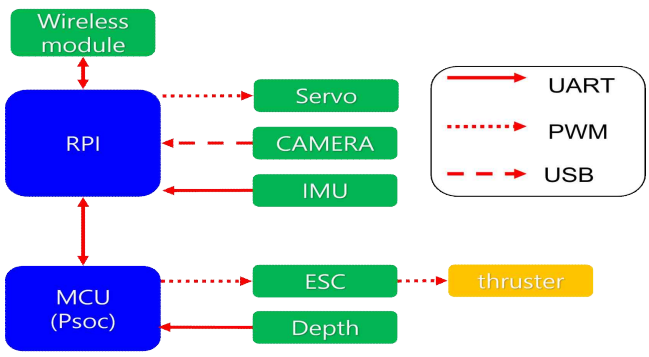
< 로봇시스템 구조 >



< 로봇제어시스템 구성도 >



< 구동 알고리즘 순서도 >



< Diagram of UUV control system >

9

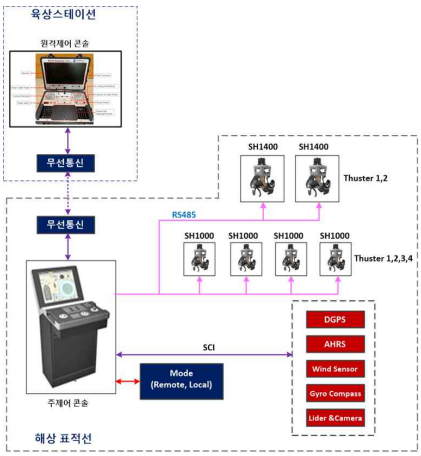
☑ 본 교육연구단 최형식 교수는 국립한국해양대학교 산학연협력 선도대학 육성사업단(LINC 3.0 사업단)에서 지원하는 “LINC 통합기술지도”을 통해 **부산 지역업체 ㈜피코의 애로기술인 “선박의 DP관련 애로기술” 해결을 위해 총 4차례 현장방문하여 기술지도**함

☑ ㈜피코에서 개발하는 선박의 DP(Dynamic positioning)관련 애로기술은 해양에서 활용하는 해양신·재생에너지 시설물 건설을 위한 해양조사에 매우 필요한 수중로봇이나 관련 측정장비의 정밀한 측정을 위한 정밀 선박 위치제어에 대한 기술임. 해양환경 조건에서 신·재생에너지 시설물을 구축하기 위한 정밀한 지반조사나 환경조사에 본 연구의 결과를 적용하면 안정적인 신·재생에너지 시설물을 구축할 수 있음

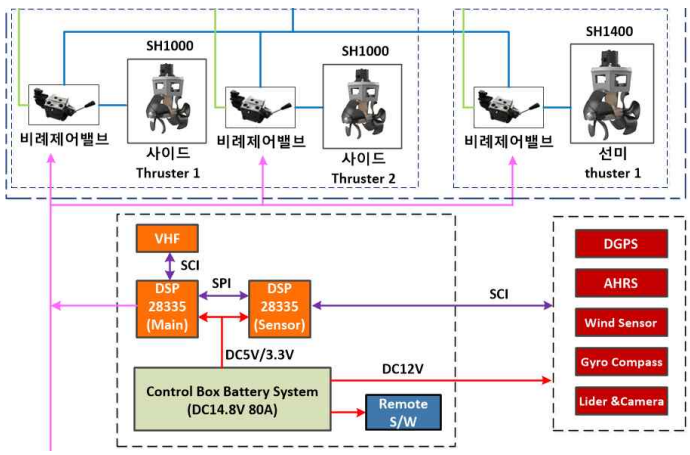
☑ 최형식교수는 DGPS, AHRS, 자이로 compass, 풍향/풍속계의 선정을 위한 사양과 성능 설명하고 AHRS센서와 자이로 Compass 센서를 사용하고 방향제어기와 속도제어기를 이용하여 Auto-pilot를 구성하는 방법을 지도하였음. 또한, Auto-pilot을 위하여 LOS(Line of sight)에 기본한 유도법칙(Guidance Law)를 이용하여 침로(Heading) 명령(Ψ_{com})을 계산하는 방법을 지도함

☑ 이를 바탕으로 DP제어를 위한 센서시스템 구성하는 방법을 지도함

☑ **본 기술을 바탕으로 기업체의 관련 기술의 사업화를 추진하였고 추가적 연구지원을 통해 기업체의 매출액 및 기술력 향상을 위해 꾸준히 산학협력 관계를 유지**하고 있음



< 제어시스템 계략도 1 >

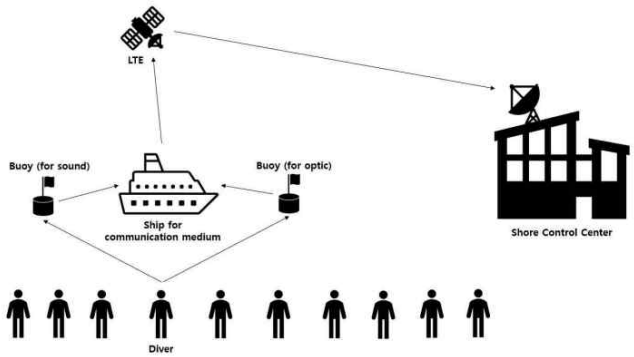


< 제어시스템 계략도 2 >

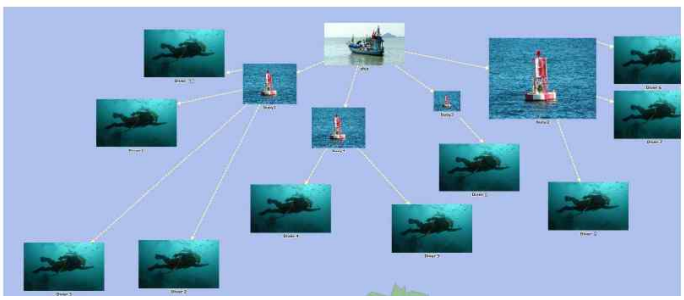
10

☑ **부산 동삼혁신지구 해양클러스터의 (재)한국조선해양기자재연구원 (KOMERI) 본원에서 "스마트지원 장비 기술개발"의 스마트 지원 장비 통합 관제 시스템 고도화를 위한 기술 자문을 실시**함(용역 1600만원)

☑ 스마트지원 장비 기술개발 3차년도 과제의 스마트 지원 장비 통합 관제 시스템 고도화를 위한 기술 자문을 함. 해양신·재생에너지의 전과정([생산]→[전환]→[수송/저장]) 중 안정적인 수송을 위한 시스템 설계에 적용 가능한 연구임



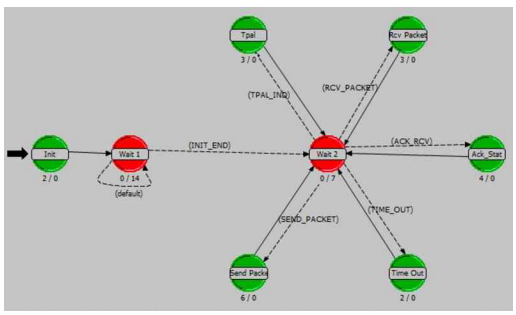
< 통합 관제 시스템 구성도 (과업의 범위) >



< OPNET 시뮬레이션으로 시나리오를 완성한 모습 >

☑ 관제 시스템의 안정 고도화를 위하여 통신 방법과 새로운 프로토콜에 대한 기술 자문을 함

☑ 자문한 프로토콜로 에너지를 절감 및 속도를 빠르게 할 수 있고 안정적이기에 **해양신재·생에너지의 전과정([생산]→[전환]→[수송/저장]) 중 안전적인 수송을 위한 시스템 설계에 적용 가능한 연구**임. 또한, 부산 동삼동혁신지구 해양클러스터의 (재)한국조선해양기자재연구원 (KOMERI) 본원의 애로사항을 해결한 지역산업문제 해결실적으로 볼 수 있음



< 자문한 효율적인 프로토콜의 상태 천이도 >

11

☑ 본 사업은 이공계 석박사 졸업생을 대학 산학협력단에 채용하여, 대학의 연구성과를 기업으로 확산하는 활동을 지원함과 동시에 청년의 기술사업화 역량을 강화하는 사업임. 특히 석·박사 졸업생은 기업에 파견되어 기술의 현장 이전을 수행함

☑ 본 교육연구단 김명진 교수는 참여대학원생(신선미)을 **부산 소재 기업인 ㈜에스디케이랩에 청년 기술사업화 전담인력으로 파견**하였음. 해당 학생은 2021년 4월부터 2022년 2월까지 총 8개월 동안 기업과 함께 **기술 사업화 업무를 수행**함

☑ ㈜에스디케이랩은 김명진 교수가 2020년 기술이전을 한 기업으로, 본 사업을 통하여 추가적인 연구지원 및 기술발전을 위한 산학협력의 매개체 역할을 수행하였음. 또한, 지역 중소기업의 인력 문제를 해결하는 동시에 참여대학원생의 실무 경험을 통한 역량 강화를 도모할 수 있었음

< 동남권기술장터 활동 사진 >

☑ **동남권 기술 장터에 참여하여 지역 기업 및 대학과 기술을 교류**하였음. ㈜에스디케이랩과 김명진 교수의 보유기술을 소개하고, 관심 기업과 질의응답을 진행하며 지역사회로 기술이 진출하는 발판을 마련함

☑ 해당 학생은 사업을 통해 **"청년 기술사업화 전담인력 SMK 경진 대회"에서 대상(과학기술정보통신부 장관상)**을, **"청년 기술사업화 전담인력 활동수기 공모전"에서 장려상**을 수상함

☑ 참여대학원생이 기술사업화 관련 자격을 취득하고 기술사업화 박람회에 참여할 기회를 제공함으로써 전문인력 양성에 이바지함

3. 산학 간 인적/물적 교류

3.1 산학 간 인적/물적 교류 실적

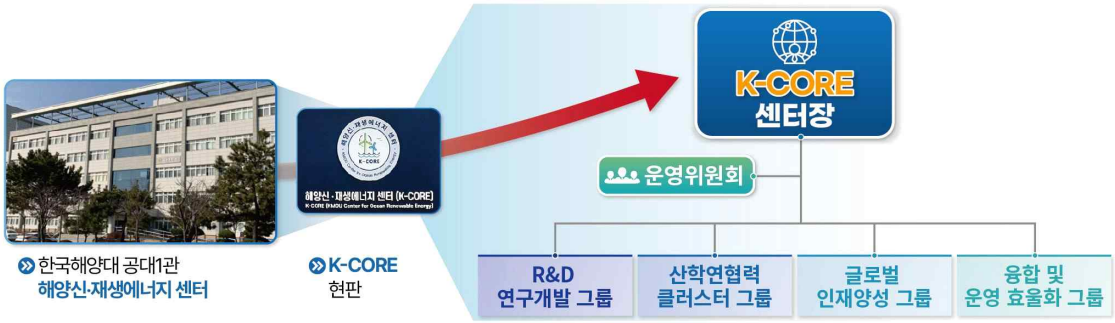
① 산학협력을 위한 대표 활동 실적

(1) 산학 교류 활성화 조직 체계 마련

❍ 긴밀한 인적·물적 교류를 위해 **교육연구단 내 "K-CORE" 센터를 설치함(2022년 2월)**

❍ **K-CORE (KMOU Center for Ocean Renewable Energy)**: 4단계 BK21 사업의 본 교육연구단을 포함하여 해양신·재생에너지 R&D 연구단, 산학연 협력 클러스터로 구성된 해양신·재생에너지 분야 교육-연구-산학협력을 총괄하는 핵심 허브(센터장: 참여교수 심도식)

< 교육연구단 내 산학협력을 위한 활동 및 인적/물적 교류 실적 >



< K-CORE 센터 >

❍ 본 교육연구단의 참여교수진을 중심으로 센터를 구성, 운영

■ **(교육) 4단계 BK21 글로벌 혁신인재 양성사업단**: 미래형 융합인재 양성을 위한 교육체계 구축

■ **(연구)** 해양신·재생에너지 R&D 연구단: 기업밀착형 글로벌 연구체계 구축

■ **(산학협력)** 산학연 협력 클러스터: 지역 내 지속 가능한 산학연 협력 클러스터 구축

❍ 참여교수진에 의해 수행되는 연구/산학 과제의 간접비 일부를 적립하여 운영되고 있으며, BK 사업이 종료되더라도 **본 교육연구단이 지향하는 해양신·재생에너지 분야의 국제 공동연구를 지속할 수 있는 체계를 구축함(2022년 2월~2024년 2월, K-CORE 수주 총 사업비 : 5,879,163,710원)**

❍ **산학연협력종합서비스 구축 (KNOCK-NOC) (대학원혁신지원사업)**

■ 대학이 보유하고 있는 우수한 연구분야와 산학공동활용이 가능한 장비통합 서비스 구축

■ 대학과의 공동연구 추진, 기술이전, 기술지도 신청, 재직자 교육신청 수행

■ 수요기업 맞춤형 산학공동 기술개발과제 트랙의 기획 및 운영체계 구축

(2) 지역산업연계 대학 Open-Lab 육성 지원사업-기술 사업화 추진 사업 참여

❍ 참여교수: 김명진 교수, 이재하 교수, 심도식 교수

❍ 사업 목표 및 내용: 대학 산학협력단을 중심으로 Open-Lab을 구성하고, 지역 기업에 대학 보유기술 이전 및 사업화를 지원하여 속도감 있는 기술사업화 달성. 지역전략산업과 연계된 기술의 R&BD를 통해 지역 기업에 대학 보유기술을 이전하고 사업화 활동을 지원하는 공동연구실, 본교 내 6개 Open-Lab을 구성·운영

❍ 2023년 8월부터 2024년 12월까지 약 18억 원 규모의 예산을 지원받아 부산시 주력산업과 연계

❍ Open-Lab 육성 지원사업과 연계하여 본 교육연구단 참여교수들의 기술이전으로, 2023년 1차년도 사업 종료 결과, 본 교육연구단 참여교수가 **기술이전 8건(220,000천원) 계약 달성**

(3) 청년 기술사업화 전담인력 기업 파견 사업 참여

❍ 주관기관: 국립한국해양대학교 산학협력단(참여교수: 심도식 교수, 이재하 교수)

❍ 수행 내용: 우리 대학의 연구성과의 활용과 확산을 위해 대내외 기술 홍보 및 기술마케팅 지원 활동을 담당할 청년 기술사업화 전담 인력을 육성, 참여학생의 기술이전 및 기술마케팅 관련 훈련 기회 제공, 기업 파견을 통한 기술사업화 및 연구지원 수행

■ **참여대학원생(박한별, 정의석) 기업 파견** 및 기업 애로기술 진단, 연구 및 기술사업화 지원 등

■ 기술사업화 전문자격 취득, 기업 파견을 통한 애로 기술 진단 및 기업 지원 활동, 기타 기술사업화 관련 업무 등

❍ 지역 소재 중소-중견기업에 파견되어 근무함으로써 중소-중견기업의 연구 인력 문제해결 및 연구 역량 향상 기회 제공. 이를 통해 지역 기업업체로의 취업을 연계-유도함.

< 청년 기술사업화 전담인력 역량교육 활동 사진 >

(4) 산학협력을 위한 인력 양성 사업 유치

❍ 스마트제조 고급인력양성 사업(2022.05.01.~2023.12.31., 총사업비: 7,083,032 천원)

■ 주관기관: 부산산학융합원, 참여기관: 국립한국해양대학교(참여교수: 이영호, 심도식 교수)

■ 수행 내용:

- 부산주력 산업 친환경 스마트제조 고급인력양성 생태계 구축을 위한 산학협력-인력 양성
- 부산형 스마트제조 SW 고급인력 및 O&M 전문 인력 양성을 위한 관련 직무 교육
- 스마트 제조 인력양성을 위한 플랫폼 구축, 교육과정 운영, 산학프로젝트 기반 지산학협력체계 구성 등을 통한 산학교류 네트워크 활성화 활동 수행

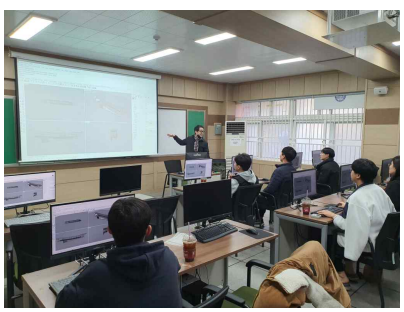
< 스마트제조 고급인력양성 사업 선정 및 성과공유회 >

❍ 서부산융합캠퍼스를 활용한 산학연계프로그램 운영- 부산산학융합지구조성사업 유치

■ 주관기관: 부산산학융합원, 참여기관: 국립한국해양대학교(참여교수: 이영호, 심도식 교수)

■ 수행 내용:

- 산학융합지구의 지역산업 기술혁신 및 인재양성을 위한 산학연계 프로그램 운영
- 지역산업 수요맞춤 산학융합 생태계 조성을 통한 산학협력 공동연구 과제 발굴 및 수행
- 지역산업 기술고도화를 선도하기 위한 기업수요기반 실무 교육 프로그램 수행



< 산학연계프로그램 중 기업체 재직자 대상 실무 교육 >

(5) 산학공동 연구 수행을 위한 참여 대학원생 인력 파견

❍ 부울경 지역 기업과 참여교수 실험실 간의 매칭을 통해 대학원생이 참여토록 하여 기업체 제안 문제를 해결하기 위한 아이디어 도출, 연구 수행, 결과 검증, 특허 출원, 기술이전으로 이어지는 일련의 과정을 경험할 수 있는 기회를 제공하고자 함

❍ 참여교수 각 실험실별 대학원생 1명 이상 참여하여 기업 문제해결의 전과정을 학습 및 경험함으로써 실무 역량을 키울 수 있는 기회를 제공함(참여교수: 이재하, 조종래, 심도식, 유근제, 채규정 교수)

파견기관	참여대학원생 활동
University of South Florida(미국)	▸미국 USF(참여교수 (Prof. Rajan Sen, Prof. Zayed))에 BK 참여대학원생(이미주) 파견 - USF 의 해양 건설재료 시험 기계에 대한 활용법과 연구방안 등에 대해 논의
㈜서영	▸부산 소재 중소기업 ㈜서영에 BK 참여대학원생(박한별) 파견 - 참여대학원생을 파견하여 중소기업에서 필요로 하는 시험, 분석 지원하였음 - 파견 학생은 실제 생산 현장 및 연구업무를 파악하고 경험할 수 있는 계기가 됨
㈜유주	▸실험 및 실습 장비 공동활용 학생 파견 - 공동연구기관인 ㈜유주에 연구실 소속 학생을 파견하여, 산학공동과제로 수행중인 수중결속기둥 매입에 따른 횡방향 저항력 평가 실험 등 다양한 실험 및 분석 장비 사용법을 습득하도록 함 - 실제 연구과제에 실험 및 실습 장비를 공동 활용할 수 있는 연구체계를 마련하였음
한국생산기술연구원	▸실험 및 실습 장비 공동활용을 위한 대학원생 파견 - 공동연구기관인 한국생산기술연구원 양산지원센터에 대학원생(석사과정 김태건)을 파견하여, 해당 기관의 다양한 실험 및 분석 장비 사용법을 습득하도록 함 - 실제 연구과제에 실험 및 실습 장비를 공동 활용할 수 있는 연구 체계를 마련하였음
㈜BHI	▸석사졸업생(한현수)을 취업지도하여 취업시킴
㈜삼건세기	▸㈜삼건세기와 스크러버세정수 처리 및 조선기자재 기술개발사업 산학공동연구 진행 (BK 참여대학원생 김재완 석사과정)
환경시설관리공사	▸환경시설관리공사에 학생 파견 및 기술 교류 (심영욱 대학원생) 및 취업으로 연계
Yale University (미국)	▸미국 Yale 대학교에서 BK 참여대학원생(김주형) 단기 연수 - 세계 선도 연구그룹과 네트워크 형성 - Single atom catalyst와 미생물 전해 전지에 대해 공동 연수 및 토론 진행 - 참여교수 (Prof. Jaehong Kim)

② 산학 간 인적/물적 교류 정량적 실적

(1) 자체 계획 대비 달성 요약표

항목	자체 계획	달성 현황
인적 교류	·전문가 초청 세미나	▸국내 전문가 초청 16건, 해외 학자 초청 20건
	·산학공동 학술대회 개최	▸국제 학술대회 4건, 국내 1건
	·현장 기술지도	▸74건 (13개 업체)
	·대학원생 실습/취업 교류	▸국내외 8개 기관, 8명 대학원생 파견
	·기업체-대학원 교류 활동	▸산업체 멘토-멘티 활동 25회
	·자문 및 심의위원 활동	▸자문 9회(35,255천 원), 위원 활동 110여건
	·산학협력 연계 프로그램 운영	▸산학협력 프로그램 관련 사업 유치 3건
물적 교류	·시설 및 장비 활용 네트워크 구성	▸62개 업체 가족회사 체결 및 유지
	·Open-Lab 운영	▸25회
	·장비활용 및 시작품 제작 지원	▸10개 업체, 16회

산학 교류를 통한 달성 실적			
기술이전 21건 (333,500천 원)	산업체 연구비 수주 70건 (2,274,968천 원)	특허 등록 국내 19건, 국제 2건	산학협력 MOU 국내 2건, 국제 16건

(2) 인적/물적 대표 교류 실적

구분	참여교수	수혜기업	내용
기술이전	김명진	㈜에스디케이랩	해수의 간접탄산화를 이용한 고순도 배터라이트형 및 칼사이트형 탄산칼슘의 제조방법 (통상실시권, 금액: 30,000천원)
		비스테크㈜	해수기반 미립자 vaterite를 첨가한 친환경 기능성 구강케어제품 및 화장품 제조기술 (노하우, 3,000천원)
		비스테크㈜	초미분 바테라이트를 활용한 피부세정제 제조기술 (노하우, 7,000천원)
		한국해양대학교 기술지주㈜	제지슬러지 소각재 또는 시멘트 킬른 더스트의 직접탄산화를 이용한 이산화탄소의 저장방법 (전용실시권, 5,000천원)
		뷰트리	고기능성 원료를 이용한 고농축 세럼 및 크림 관련 기술 (노하우, 20,000천원)
	심도식	㈜화신하이테크	모재와 보수층 사이의 균열 발생이 억제되는 DED 공정을 이용한 소재 보수 방법 (통상실시권, 금액: 20,000천원)
		㈜재경산업	프레스 금형의 표면 강화 방법 (통상실시권, 금액: 20,000천원)
		㈜재경산업	고경도 금속분말 적층을 통한 금형 수명 향상 기술 (노하우, 금액: 20,000천원)
		㈜서영	냉각 및 가열을 위한 중공 구조체를 갖는 금형 및 이의 제조 방법 (노하우, 50,000천원)
		㈜서영	냉각 및 가열을 위한 중공 구조체를 갖는 금형 및 이의 제조 방법 (통상실시권, 50,000천원)
		효원HM	냉각 및 가열을 위한 중공 구조체를 갖는 금형 및 이의 제조 방법 (특허, 10,000천원)
		효원HM	레이저 표면 재용융 공정을 포함하는 고경도 금속층 제조 방법 (노하우, 20,000천원)
	유근제	㈜마리나체인	해조류 탄소상쇄량 측정 관련 기술 (노하우, 금액: 10,000천 원)
	이재하	㈜부만엔지니어링	케이슨 항만구조물 장대화를 위한 접합부 개발 기술 (노하우, 금액: 8,500천원)
		㈜피아이에스엔지니어링	케이슨식 항만구조물 안정성 해석적 검토 (노하우, 금액: 5,000천원)
		㈜유주	3차원 콘크리트 프린트 시스템을 이용한 콘크리트 구조물 제조방법 (특허, 금액 : 10,000천원)
		㈜유주	3차원 콘크리트 프린트 시스템을 이용한 콘크리트 구조물 제조방법 (노하우, 금액 : 10,000천원)
		㈜부만엔지니어링	블록식 케이슨의 구조성능 검토 기술 (노하우, 금액 : 40,000천원)
	최형식	㈜볼시스	다자유도 무인 수상 로봇 기반의 수중 작업 로봇 (양도, 금액: 10,000천원)
		㈜볼시스	점조준 및 등간격 이격조준이 가능한 수중 가시광 무선통신용 송신 장치 (양도, 금액: 7,000천원)
		㈜모션다이나믹스	4축 다자유도 로봇의 제어 알고리즘 (노하우, 3,000천원)
산업자문	이재하	㈜유주	기술 자문단 활동 수행
		㈜유주	FRP 해수격리막을 활용한 타이셀 기둥의 지지력 개선방안 검토 (자문료 10,000천 원)
		㈜우창해사	강원 고성군 봉포지구 잠제의 일부 T.T.P 침하 원인에 대한 자문 (자문료 2,000천 원)
	조종래	㈜동화엔텍	LNG 추진 연안선박 적용 열교환기에 대한 구조건전성에 관한 경향성 분석 (자문료 8,000천원)
	심도식	㈜삼우에코	Sink roll shaft 구조최적화를 위한 응력 해석 (자문료 5,000천원)
		㈜서연씨엔에프	내화학 실험 자문 (자문료 6,000천원)
장비활용 및 시작품 제작 지원	심도식	㈜화신볼트	피로시험기 활용 지원 (1회)
		㈜서영	브레이크 디스크 표면처리 지원 (1회)
		㈜효원HM	내부식시험기 (2회)
		부산대학교 산학협력단	마모시험기 (3회)
	채규정	㈜S&SYS	선체부착생물 여과 시스템 설계/제작 지원 (3회)
	송영채	경상국립대학교	흑연직물섬유에 나켈금속과 탄소나노튜브를 코팅하는 전기영동법 전극제작 지원 (2회)
		인하대학교	흑연직물섬유에 나켈금속과 탄소나노튜브를 코팅하는 전기영동법 전극제작 지원 (1회)
		대전대학교	저강도폐수 및 질소제거를 위한 정전기장 기반 생물전기화학시스템 지원 (1회)
		수원대학교	생물전기화학적 혐기성 소화 시스템 지원 (1회)
	이재하	㈜유주	대형 유압시험기 콘크리트 구조시험 지원 (1회)

※ “Ⅳ. 산학협력 영역” 관련 소명 자료 : 해당 없음