『4단계 BK21사업』 혁신인재양성사업(산업·사회 문제 해결 분야)
교육연구단 자체평가보고서

접수번호	-

신청분야	혁신인재양성사업				단위	전국		
학술연구분야 분류코드	구분	관련분야		관련분야		관련분야		
		중분류	소분류	중분류	소분류	중분류	소분류	
	분류명	환경공학	환경공학일반	지구과학	환경지구과학	대기과학	기후학	
	비중(%)	50		30		20		
교육연구단명	국문) 4차 산업혁명 사회의 정온한 환경을 위한 혁신인재 교육연구단							
	영문)Human Resource Program for Sustainable Environment in the 4th Industrial Revolution Society							
교육연구단장	소 속	포항공과대학교 단과대구분없음 환경공학부						
	직 위	교수						
	성명 국문	황석환		전화	054-279-2282			
				팩스	054-279-8299			
	성명 영문	Hwang, Seokhwan		이동전화	010-4938-1987			
				E-mail	shwang@postech.ac.kr			
연차별 총 사업비 (백만원)	구분	1차년도 ('20.9~'21.2)	2차년도 ('21.3~'22.2)	3차년도 ('22.3~'23.2)				
	국고지원금	543	1,086	1,138				
총 사업기간	2020.9.1.-2027.8.31.(84개월)							
자체평가 대상기간	2021.9.1.-2022.8.31.(12개월)							

본인은 관련 규정에 따라, 『4단계 BK21사업』 관련 법령, 귀 재단과의 협약에 따라 다음과 같이 자체평가보고서 및 자체평가결과보고서를 제출합니다.

2022년 10월 5일

작성자	교육연구단장	황 석 환	(인)
확인자	포항공과대학교 산학협력단장	김 상 우	(인)

<자체평가 보고서 요약문>

<table>
<tr><td rowspan="3">중심어</td><td>4차 산업·사회</td><td>정온한 환경</td><td>글로벌 리더</td></tr>
<tr><td>융·복합형 연구</td><td>선제적 대응</td><td>수질·폐기물</td></tr>
<tr><td>대기오염</td><td>생태환경</td><td>기후변화</td></tr>
<tr><td>교육연구단의 비전과 목표 달성정도</td><td colspan="3">“학문의 동반자적 관계”로 정진하여 “세계 20위권” 연구중심 대학원으로 성장이라는 비전과 목표로 인력양성사업을 진행하였으며, 학생들에게 4차 산업사회에 필수적인 환경 분야 도메인지식과 이를 융합할 수 있는 방법론을 동시에 교육함으로써 우수한 논문과 더불어 사회문제 해결을 해결하기 위한 산업화 실적도 균형적으로 도출.
- 연구경쟁력강화
4대 환경 분야(수질・폐기물, 대기오염, 생태환경, 기후변화) 분류하여 분야별 교육, 연구, 국제화 부분으로 세분화하여 전문성 확보 및, 융합형 인재 양성
- 석・박사급 연구인력 양성, 대학원 교육 및 연구 내실화
학업・연구 전념 환경 조성을 위한 연구장학금 증액, 참여대학원생 성과급지급 등
교과과정 개편 및 신설, AI-환경 프로그램 신설 등.
국가 및 지차제의 환경문제연구과제, 국내외 대학 및 산업체와의 공동연구 등</td></tr>
<tr><td>교육역량 영역 성과</td><td colspan="3">“유연한 환경 융합인재양성”을 교육목표로 하여, 환경공학과 타 학문의 융합을 적극적으로 추진.
- 교육과정 구성, 개설 및 운영 현황
교육과정 개편 및 신설
수요자 중심교육 및 단기 강좌 개설
산학 협동 교육과정 운영
- 인력양성 및 지원
대학원생 인력 확보 및 배출실적
우수 대학원생 확보 전략 및 지원
참여대학원생의 연구실적의 우수성
- 우수 신진연구인력 확보 및 지원체계
- 참여교수의 교육 역량
4차 산업특성을 반영한 과목의 개편 및 신설을 통한 체계적 환경이론 강의
영어강의 포스텍 전체 학과 만족도 1위
- 교육의 국제화
홍콩과기대 복수 박사학위 프로그램 체결
애리조나 주립대학과 복수 박사학위 체결 협의 중
해외석학 세미나 및 7개 국제공동연구 진행
- 성과요약 기존의 환경공학 과목들을 4개의 핵심분야(수질/폐기물, 대기오염, 생태환경, 기후변화) 분류, 19개의 과목을 개설, 5개의 과목을 신설. 환경/AI 프로그램을 개설하여 총 11명의 학생이 이수중에 있음. 현장 실습과 산업계 관련 강의를 제외한 모든 강의는 영어로 진행, 학생들의 강의 평가 평균점수는 4.7/5.0. 국내 환경분야를 이끌고 있는 기업인들을 최대한 자주 초빙해서, 학교의 연구결과들이 어떻게 구체적으로 산업화되고 있는 사례들을 학생들에게 교육함으로써 환경공학 연구결과들의 구체적으로 응용되고 있는 사례들을 학생들에게 교육함으로써, 4차산업 혁명 시대에 융합을 할 수 있는 인재양성 교육을 수행.</td></tr>
</table>

연구역량 영역 성과	“지식창출자로서 연구 구심점”이라는 연구 목표로 1~2차년도의 연구기간동안 본 사업단에서 순수학문과 산업화관련 연구실적이 균형적으로 도출. **- 참여교수 연구역량** 연구 수주실적, 연구 업적물 **- 산업・사회에 대한 기여도** 산업체, 지차체및연구소 연구 현황 **- 연구의 국제화 현황** 국제적 학술활동 참여 실적 및 현황 국제 공동연구 실적 - **성과요약** 연구과제 76억원 수주. Science 학술지에 논문을 게재하였으며, 필두로 1년 동안 총 98편의 SCI논문을 게재. 총 13편의 특허가 등록/출원. 융복합 및 산학공동연구를 통한 환경분야 4차 산업・사회문제 해결 역량강화, 국제 연구교류의 다변화를 통한 여구의 질적 향상 추구, 체계적 운영, 행정지원을 통한 연구 몰입도 향상. 본 사업단 소속 교수들은 환경공학의 연구 성과물을 타학문과 융합을 통해 활발하게 산업화하는 연구를 소속 학생들과 수행하였음.
달성 성과 요약	- 4대 환경분야(수질・폐기물, 대기오염, 생태환경, 기후변화) 분류하여 분야별 교육, 연구, 국제화 부분으로 세분화하여 전문성 확보 및, 융합형 인재 양성 - 연구장학금 증액, 참여대학원생 성과급지급등 다양한 제도를 도입하여 학업・연구 전념 환경 조성 - 환경 분야 교과과정 개편 및 신설 - 환경-AI Certificate Program개설 및 11명 학생 이수, 환경-AI관련 교수충원 (12월 부임) - 100% 영어강의 및 강의평가 점수 4.7 / 포스텍 영어강의 만족도 1위, 졸업생 진학 및 취업률 100% - 홍콩과기대 복수 박사학위 프로그램 체결, 애리조나 주립대학과 복수 박사학위 체결 협의 중, 해외석학 세미나 및 7개 국제공동연구 진행
미흡한 부분 / 문제점 제시	**- 국내외 산업체, 대학간의 공동 연구 및 방문 연구** 코로나로 인한 국내외 방문 연구가 많이 지연된 상태이며, 21-2학기부터 학생들의 국내외 방문연구에 대한 파견등을 진행. - **신진연구인력의 충원 및 지원** 신진연구인력의 확보가 미흡, 우수한 신진연구인력을 확보하기 위해 DESE Post-doctoral Fellow 제도를 신설하여 2~3명 정도 선발, 유지할 계획임.
차년도 추진계획	**- 교육연구단의 비전과 목표** 4차 산업혁명을 선도하는 리더 양성 환경 분야 혁신 산학 협동 생태계 구축을 통한 국가경쟁력 제고 및 세계 수준의 교육연구단으로 성장 **- 교육역량 영역** 기존 교과목의 재편, 체계화 및 대기분야 신규 교과목 개설을 통해 4개의 핵심분야 기초, 심화 및 응용 지식의 실용화를 위한 교과과정 제공 **- 연구역량 영역** 4차 산업 기술 기반 신개념 환경기술 개발, 학제간 및 산학연 융합연구, 산업・사회문제 해결형 연구 지속 및 강화를 통해 교육연구단 환경 4개 분야별 국가 경랭력 향상에 기여 **- 국제화부분** 애리조나 주립대학 등과 복수 박사학위 MoU체결, 온라인 국제 학술 및 연구 교류 활동 지원 강화를 통한 교육연구단 교육 및 연구의 국제 경쟁력 강화

I 교육연구단의 구성, 비전 및 목표

1. 교육연구단장의 교육・연구・행정 역량

성 명	한 글	황 석 환	영 문	Hwang, Seokhwan
소 속 기 관	포항공과대학교 단과대구분없음 환경공학부			

■ 교육연구단장의 역량

교육연구단장 황석환 교수는 4차 산업혁명 사회의 정온한 환경관련 분야 강의, 산학연구 및 인력양성 사업을 다수 수행하여 우리 교육연구단의 교육, 연구비전을 성공적으로 달성할 수 있는 탁월한 연구・교육・행정적 역량을 보유하고 있음.

■ 교육・연구역량

- 황석환 교수는 바이오・폐수・유기성 폐기물 관련 강의 및 관련 분야의 다양한 연구를 수행해 왔으며 최근에는 정부 및 산업체와 4차 산업과 환경기술 (바이오-환경)의 분야를 융합하며 관련 분야 인재를 양성하며, 연구실 규모부터 실규모 시설까지 이에 관한 연구실적을 다수 보유 중임

■ 관련 분야 연구경력 (학위 주제 및 논문 실적)

- 혐기성 공정제어로 석사 (논문명: Anaerobic treatment of whey permeate using upflow anaerobic sludge blanket bioreactor, 1993), 미생물 및 모델링으로 박사 (Bioprocess models to control production of short chain organic acids from cheese processing wastewater, 1995)를 취득하며 환경, 바이오, 통계수학, 공정제어 관련된 융합적 지식과 연구 경험을 축적함
- 1998.02부터 포스텍에서 생물학적 폐수처리, 혐기성 공정 (유기성 폐기물), 분자생물학, 통계수학 분야의 강의와 융합적 연구를 지속적으로 수행하며 관련 분야의 경험이 매우 풍부하고, 해외 SCI 논문, 교재 및 Book chapter 123편을 게재하였음. 연구 기간이 장기간 소요되는 혐기성 공정의 특성 (수개월~1년 이상)을 고려하면 세계적 수준의 연구능력을 보유함. 현재 Frontiers. Environmental Science & Engineering (Springer)의 editor로 활동 중이며 H-index (Google scholar) 35의 뛰어난 연구 성과를 나타냄. 특히 'Group-specific primer and probe sets to detect methanogenic communities using quantitative real-time polymerase chain reaction' (2005, Biotech. Bioeng.)는 현재까지 743회 (Web of Science) 인용되고 있으며, 혐기성 소화 응용연구분야에서 분자생물학적 개념이 확산하는데 매우 중요한 기여를 한 논문으로 평가받음
- 2015년 1월부터 현재 (2020년 4월)까지 정부 과제 총 15건 (102.2억), 산업체 과제 총 7건 (7.2억), 기술이전 1건 (0.5억), 특허출원 (국내 5건, 국외 4건), 포스코 기술상 수상 (상금 3천만 원) 등 다양한 분야에서 탁월한 연구실적을 보유 중

■ 행정 역량

- 황석환 교수는 다수의 국가지원 인력양성사업 책임자 및 산학연계 교육과 행정을 성공적으로 운영한 경험이 풍부하며 구체적 내용은 다음과 같음

- 2014.07 ~ 2019.06: 차세대 바이오에너지 공정제어 인력양성 고급트랙 (한국에너지기술평가원, 사업비: 26.7억)
- 2009.03 ~ 2012.02, 2014.05 ~ 2017.02: 폐기물 에너지화 특성화대학원사업 (환경부, 사업비: 30.2억)
- 2008.08 ~ 2011.07: 유기성 폐자원을 이용한 차세대 바이오에너지 생성기술 개발 및 인력양성사업 (한국에너지기술평가원, 사업비: 2.6억)

- 산학 특화 교과목 운영: 2014년부터 "현장연구 (EVSE695)" 과목을 개설하여 다양한 현장시설 대상으로 공정진단 및 이상 상황의 선제대응과 연계하는 수요자 맞춤형 교육을 산업체와 연계 운영 중임

- 중앙정부 및 지자체의 각종 위원회 활동을 통한 풍부한 행정 분야 경험은 우리 교육연구단의 행정 역량 확보에 중요한 자산임. 현재 공식 참여 중인 대표적인 위원회는 "포항시 지속가능발전위원회 (환경보전분과) (포항시), 폐기물처리시설 설치 운영 실태 평가위원회 (환경부), 제2기 폐기물처리시설 설치 운영 실태 평가위원회 (환경부), 신재생에너지 보급사업 평가위원회 (한국에너지공단), 바이오 분야 ISO TC238/248/255전문위원 (한국산업기술시험원)" 로서 주요 환경기술분야의 경험과 함께 최근 산업자원부와 환경부에서 추진중인 4차 산업형 환경기술 개발관련 기획 및 자문위원으로 활동 중임.

2. 대학원 신청학과 소속 전체 교수 및 참여연구진

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

신청학과(부)	기준 학기	전체교수 수			참여교수 수		
		전임	겸임	계	전임	겸임	계
환경공학부	2021년 2학기	12	0	12	10	0	10
	2022년 1학기	12	0	12	10	0	10

<표 1-2> 최근 1년간 교육연구단 대학원 학과(부) 소속 전임/겸임 교수 변동 내역

연번	성명	변동 학기	전출/전입	변동 사유	비고
1	최원용	2022년 1학기	전출	이직	-
2	이형주	2022년 1학기	전입	신임교수충원	-

<표 1-3> 교육연구단 참여교수 지도학생 현황 (단위: 명, %)

신청학과(부)	기준 학기	대학원생 수											
		석사			박사			석·박사 통합			계		
		전체	참여	참여 비율 (%)	전체	참여	참여 비율 (%)	전체	참여	참여 비율 (%)	전체	참여	참여 비율 (%)
환경공학부	2021년 2학기	12	10	83%	30	24	80%	35	31	89%	77	65	84%
	2022년 1학기	13	11	85%	30	18	60%	37	30	81%	80	59	74%
참여교수 대 참여학생 비율		16%											

1 참여인력 구성 변경 및 전임교원 충원 현황

- 빅데이터-AI활용 환경연구 및 대기환경 분야 신임교원 초빙 (이형주 교수, 2022년 1월 부임)
  - 산업·사회적으로 이슈가 되고 있는 '미세먼지' 문제 해결을 위해 교육연구단 4대 연구분야 중 하나인 환경기술과 4차 산업 기술의 융합이 가능한 우수한 전임교원 최우선 초빙
  - 이형주 교수는 인공위성을 활용한 Remote sensing, Aerosol and Air Quality Research 및 Air Quality, Atmosphere and Health 분야 전문가

2. 교육연구단의 비전 및 목표 달성정도

1 교육연구단 비전 및 목표

- 4차 산업사회 정온한 환경 구축을 위한 핵심 환경 분야 (수질·폐기물, 대기오염, 생태환경, 기후변화)의 교육, 기술개발 및 국가 경쟁력 제고의 핵심역할을 담당할 first mover 및 국제적 리더의 양성을 위해 대학원생을 포함한 교육연구단의 모든 구성원이 **학문과 기술개발의 동반자로서 함께 정진**한다는 철학과 비전을 공유함
- 복합적인 환경 분야에 대한 학문적 이해와 실체적인 산학협동교육을 통해 다양한 환경변화에 융·복합적인 대응이 가능한 **유연한 환경 분야 융합인재 양성**을 통해 국가경쟁력 제고에 기여함
- 국내외 유수 기관과 실질적인 협력체계 구축 및 연계를 통한 **지식 창출자로서의 연구중심 구심점을 구축**함
- 외국 유수 대학 (Stanford, MIT 등)의 교육 및 연구프로그램의 "추격형"을 탈피한 **"상생발전형"** 또는 **"선도형" 수준**의 교육연구단 국제경쟁력 확보
- 4단계 BK21 사업을 통하여 4차 산업사회를 대비한 **"세계 20위"** 이내 세계 수준의 경쟁력을 지닌 환경공학 교육 및 연구 분야의 선도기관으로 발전하는 것을 최종 목표로 함

< 우리 교육연구단 구축 대학원 교육 프로그램 체계>

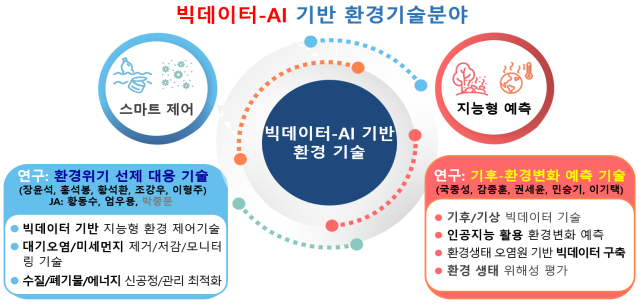
2 비전 및 목표 따른 운영 현황

■ **<비전 2030플랜>에 따른 학과 실적 목표 이행**

환경공학부는 세계 20위권 이내의 환경분야 연구집단으로의 위상제고를 위하여 '빅데이터-AI 기반 제어&예측 환경기술 분야로 집중' 키로 함

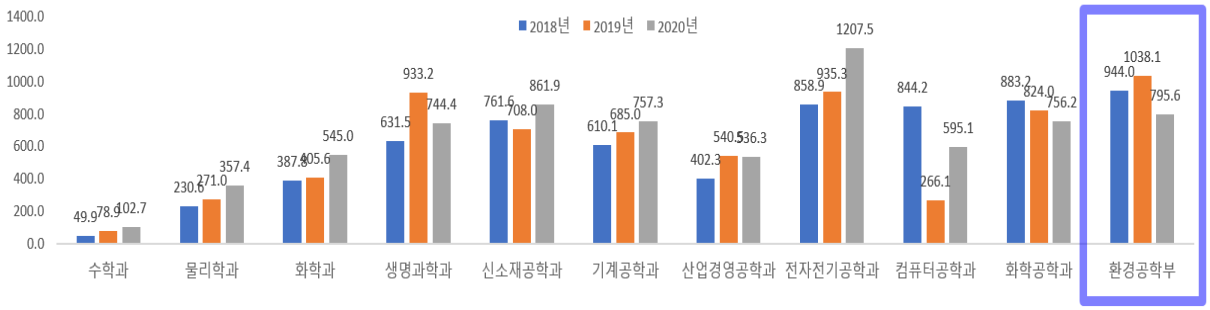
① 스마트 제어: 환경위기 선제대응 기술개발

② 지능형 예측: 기후-환경변화 예측 기술개발



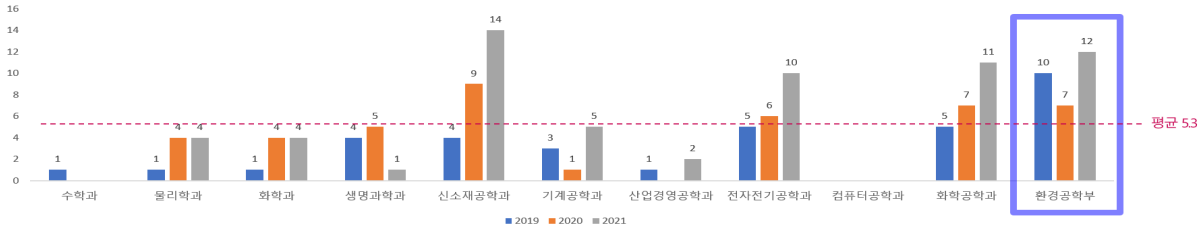
<중점육성분야 체계도>

■ 환경공학부 교원 1인당 연구비 수주규모는 3년 평균 9.3억원으로 최상위 수준임 (전체 2위)



<학과별 교원 1인당 연구비 (백만원)>

■ 아울러, 최근 3년간 학과별 Impact Factor 상위 1% 저널에 게재한 논문수는 대학 내 최상위 수준으로 환경공학부 연구단 연구성과의 질적 우수성을 나타내는 지표라 할 수 있음



<학과별 I/F 상위 1% 논문수>

■ **저명대학 벤치마킹 대상과의 비교분석 및 운영 사항**

벤치마킹대학	주요특징	비교분석 통한 주요
altech, Environmental Science and Engineering Program	통합형 학문 교류	· 고급수학/통계 관련 수업 이수가 필수로 빅데이터 관리 및 해석을 위한 Domain Knowledge를 함양할 수 있도록 하고 있음. · 4차 산업 대비 환경기술 연구로 빅데이터 및 인공지능 기반 기후변화 예측, 캘리포니아 메탄발생량 DB 구축, 대기질 빅데이터 기반 모델링 등을 진행하고 있음 (인공지능-환경(AI-Environment) 프로그램)
MIT, Civil and Environmental Engieering Program]	유연한 교과과정	· 첨단원자력공학과, 수학과, 기계공학과 등 Cross-listing교과목 운영을 통한 학문간 융복합 활성화 및 최신동향 교과목 운영 확대
독일, 아헨공과대학교 (RWTH)	산학협력 교육 프로그램	· MOU협력 강화산업체 연사 초청하여 포럼 개최 및 성과 공유를 통해 교육연구단과 산업체의 지속적인 인적 교류를 도모 함. · 산업 경험 전달을 위해서 '환경공학부 세미나' 교과목에 창업 아이디어를 구상하고 구체화 시키는 다양한 분야의 내·외부 강사를 초빙하고 강좌를 통해 학생들이 다양한 전공분야에서의 현장 적응력을 증진할 수 있을 것으로 기대됨

II 교육역량 영역

□ 교육역량 대표 우수성과

■ **일반 현황**

- 이공계의 여러 분야가 융합된 학제간 대학원 과정임. 환경연구와 관련된 분야는 매우 다양하여 이를 모두 깊이 있게 이해하는 것은 불가능하므로, 환경공학부 교육과정의 기본적인 틀은 환경연구 전반에 관한 이해의 폭을 넓힘과 동시에 세부 연구분야에서 독립적인 연구개발 능력을 갖출 수 있도록 하는 이중적인 구조에 기초함
- 환경공학부에서 직접 개설하는 교과목은 주로 환경문제 전반에 관한 중요성과 관련현상의 상호연관성을 이해하고, 환경오염을 방지 또는 처리하는 핵심기술을 습득하며, 산업공정 등을 환경적인 측면에서 파악하고 개선할 수 있는 능력을 배양하는 데 중점을 두었음
- 교내에서 제공하지 않은 강의는 우리 교육연구단 해외석학교수의 방문강의나, MOOC등의 온라인 강의를 섭외하여 학생들에게 제공하고 있음
- 대학원은 설립 초기부터 연구중심대학에 적합한 대학원 단위의 전공별 핵심 커리큘럼 (core curriculum) 로드맵을 구축하여 운영하고 있음
- 창의적이고 자율적 연구를 수행할 독립적 연구자로 육성하기 위해 커리큘럼을 설계하여 운영하고 있으며, 이론적 교육과 교수의 지도하에 연구를 수행함으로써 제적인 문제 해결능력을 제고하기 위한 교육이 균형있게 구성되어 있음
- 교수들의 연구분야와 직접적으로 연관되는 연구과제들에 대해 연구분야의 트렌드를 반영하는 특론 과목을 운영하고 이중 학생들의 니즈가 높은 과목을 교과목으로 편성함

■ **교육과정 개편 및 구축**

- 현재 포스텍 환경공학부 대학원 프로그램과 4차 산업혁명이라는 시대적 대격변 속에서, 세계 최고 수준의 환경분야 고급인력을 지속적으로 사회에 공급하기 위해서 핵심 환경 분야 (수질・폐기물, 대기오염, 생태환경, 기후변화)의 교육과정 개편을 통해 국가 경쟁력 제고의 핵심역할을 담당할 first mover 및 국제적 리더의 양성을 위해 교육연구단의 모든 구성원이 학문의 동반자로서 함께 정진한다는 비전을 공유하며 진행할 예정임
- 복합적인 환경 분야에 대한 학문적 이해와 실체적인 학제간 학습 (Interdisciplinary Learning), 산학협동교육을 통해 다양한 환경변화에 융・복합적인 대응이 가능한 유연한 환경 분야 융합인재 양성을 통한 국가경쟁력 제고에 이바지할 계획임
- 빅데이터가 활용되는 4차 산업시대에서, 정보의 호수에서 양질의 data를 확보하고 처리할 수 있는 데이터 처리기술과 인공지능 및 기계학습을 활용한 유용환경 정보처리 교육이 필수적임
- 4대 중점 세부전공 그룹 구성을 통한 분야별 Domain Knowledge 중심 교육
  - 환경 분야 핵심 교과목 개편, 신설 및 신임교원 임용
  수질・폐기물, 대기오염, 생태환경, 기후변화 4개 세부 전공그룹 구성
- 인공지능-환경(AI-Environment)프로그램 개설

■ **산학 협동 교육과정 운영**

- 산학연계 세미나 교과목 개설
- 산업・사회문제 파악을 위한 수요자 맞춤형 현장실습, 인턴십, 산학연구 추진
- 교육-연구의 선순환 시스템을 통한 융합적 교육・연구 체계 구축 및 운영
- 최신 연구 결과의 교과 및 교육 프로그램 반영

1. 교육과정 구성 및 운영

1 교육연구단의 교육과정 구성 및 운영 현황

- 본 대학원은 설립 초기부터 연구중심대학에 적합한 대학원 단위의 전공별 핵심 커리큘럼 (core curriculum) 로드맵을 구축하여 운영하고 있음
- 창의적이고 자율적 연구를 수행할 독립적 연구자로 육성하기 위해 커리큘럼을 설계하여 운영하고 있으며, 이론적 교육과 교수의 지도하에 연구를 수행함으로써 제적인 문제 해결능력을 제고하기 위한 교육이 균형있게 구성되어 있음
- 대학원생의 교육 및 연구역량 강화를 위한 기본・기초과목 (500단위), 전문・심화과목 (600단위), 세미나 과목 (700단위)로 구성하되 전공 특성에 맞는 커리큘럼 운영을 위해 기본・기초과목 (핵심)과 전문・심화과목들로 구분하여 이수기준을 적용
- 교수들의 연구분야와 직접적으로 연관되는 연구과제들에 대해 연구분야의 트렌드를 반영하는 특론 과목을 운영하고 이중 학생들의 니즈가 높은 과목을 교과목으로 편성함

- **창의적 인재육성을 위한 온라인 플랫폼 기반 교육과정 운영**: 2018학년도부터 기존 Flipped Learning을 고도화하여 4차 산업혁명 시대에 부응하는 창의적 인재육성을 위한 플랫폼 기반의 Flipped Learning 2.0 방식을 도입하여 운영 중에 있음. 또한, 교내・외의 학습자들이 공동활용 가능한 자기 주도적 온라인 학습플랫폼, POSTECHx (www.postechx.kr)를 개발하여 AI・빅데이터・사물인터넷 (IoT) 분야의 취업준비생을 위한 온라인 공개강좌로 초기 운영 이후 다양한 분야의 콘텐츠로 확대 중임

- **대학원 차원의 교육과정과 전공단위 교육과정의 정합성을 위한 각종 제도 운영**: 학부 설립 초기부터 이어지는 학제간 연계 및 다양한 분야의 융합을 통해 새로운 지식을 창출할 수 있는 인재 양성을 위해 학부교과목 및 타 학과 전공과목의 학점인정 제도 (Cross-listing 제도)를 운영하고 있음.

<Cross-listing 교과목 운영 내역>

환경과 교과목	타 학과 개설정보	개설학기	담당 교수	개설 사유
환경통계	환경통계 (수학과)	21년 2학기	민승기	환경공학부 민승기 교수가 수학과 JA 교수로 임용되어 교육 및 학생들의 연구참여를 활성화하고자 환경공학부 과목을 수학과 학부 전공선택 과목으로 개설함.
환경공학특론N (공학해석방법)	공학해석방법 (기계공학 /수학과)	22년 1학기	박형규	대학원생들의 공학 수학 기초실력 향상과 연구 방법론적 기초의 준비 면에서 본 과목의 긍정적인 역활 기대

- 현재 포스텍 환경공학부 대학원 프로그램과 4차 산업혁명이라는 시대적 대격변 속에서, 세계 최고 수준의 환경분야 고급인력을 지속적으로 사회에 공급하기 위해서 핵심 환경 분야 (수질・폐기물, 대기오염, 생태환경, 기후변화)의 교육과정 개편을 통해 국가 경쟁력 제고의 핵심역할을 담당할 first mover 및 국제적 리더의 양성을 위해 교육연구단의 모든 구성원이 학문의 동반자로서 함께 정진한다는 비전을 공유하며 진행하고있음.

- 복합적인 환경 분야에 대한 학문적 이해와 실체적인 학제간 학습 (Interdisciplinary Learning), 산

학협동교육을 통해 다양한 환경변화에 융·복합적인 대응이 가능한 유연한 환경 분야 융합인재 양성을 통한 국가경쟁력 제고에 이바지 하고 음

- On-demand 세대 대학원생 및 신진인력에 맞춤형, 수요자 위주 교육(Education on demand)의 혁신이 필요함
- 빅데이터가 활용되는 4차 산업시대에서, 정보의 호수에서 양질의 data를 확보하고 처리할 수 있는 데이터 처리기술과 인공지능 및 기계학습을 활용한 유용환경 정보처리 교육이 필수적임
- 환경이라는 융합학문의 성격상 타 학문에 대한 폭넓은 이해가 필요한 상태에서 상대적으로 작은 규모의 대학원의 한계를 극복할 수 있는 양질의 외부강의 공급이 필요하며, 이를 위해서, 타 과 과목과 적극적인 cross-listing과 MOOC나 저명한 해외 학자들의 온라인강의를 기존의 교과목에 포함하는 교육구조 변화를 꾀함

<환경공학부 교육프로그램 분류체계>

- 이론과목: 4대 환경분야의 핵심 및 심화 교과목, 4차 산업기술 중 교육연구단 4대 분야와 교육융합에 필요분야 및 과목 (실시간/IoT, 빅데이터, 머신러닝, 프로그램 언어)을 의미함
- 연구과목: 환경 분석 등 기초연구 교육과 현장연구 등 현장연계 실험 과목을 의미함

- 비교과 과목: 산학연계세미나/short course, 인턴쉽, 산학공동연구, 커뮤니케이션 스킬, 영어논문 작성 등 산업・사회의 수요 맞춤형 과목과 개인 역량 발전을 위해 필요한 과목을 의미함
- 지자체, 지역사회 등과의 공동 교육 프로그램: 우리 교육연구단은 지역산업체와의 공동연구를 통해 시민참여형 (“Citizen Science”) 모니터링 기술을 개발하여, 환경 및 생태계 문제를 선제적이고 지속가능하게 대응이 가능함. 대학, 교육연구단과 지자체가 공동으로 시민참여형 모니터링 교육을 제공할 수 있는 공간과 시간을 마련하고, 성찰학습 (reflective learning)을 장려하여 적극적인 학교와 지자체, 지역산업체가 공동으로 운영하는 교육 프로그램을 계획하고 있음
- 비교과 과목을 통해 산학연계세미나/short course, 인턴쉽, 산학공동연구, 커뮤니케이션 스킬, 영어논문 작성 등 산업・사회의 수요 맞춤형 과정을 개설・운영하여 비교과적 역량 향상 도모

- **환경공학부 비교과 프로그램 구성**

프로그램명	강의내용	시행일자
신입생 오리엔테이션	1. 학위이수규정, 대학원 교과목 소개, 연구 윤리 등을 교육 2. 학위 취득 절차, 대학원 생활 전반에 대한 안내, 연구 윤리를 포함한 국·영문 학생 매뉴얼 제공	2022. 2. 14 ~ 2. 15
자기주도 연구세미나	3. 수강 학생들이 연구과정 중 읽은 논문 소개, 아이디어 공유하는 과목 4. 토론을 통해 융합적 사고를 하는 방법을 자기 주도적으로 학습	연구 포스터 워크숍 2021.09.15 박성환 2021.10.13 김선용 2021.12.08 김혜진 21.12.06 이화준 2021.12.16 이신비
대학원생/신진 연구인력 교수(teaching) 과목	5. 강의 기회 부여를 통한 신진 연구인력의 성장 6. 대학원생 및 신진 연구인력의 강의 기회 부여를 통한 선순환형 교육	BK참여 대학원생 포스텍 대학원생의 책임있는 연구수행을 위한 연구윤리 2021학년도 1학기
영어 발표 및 영어논문작성법	7. 대학어학센터와 공동으로 영어 발표, 영어논문 작성법 등 국제 학술활동에 필요한 기회 제공	2021학년도 2학기
연구 윤리 교육 세미나	8. 연구자의 책임과 의무, 연구 발표에 있어서의 진실성, 연구 자료의 관리, 인간 대상 연구 윤리, 동물대상 연구윤리 등에 대한 체계적 학습	22학년도 2학기
연구 안전 교육 세미나	9. 연구실 안전의식 제고를 위해 연구종사자 대상 교육 실시 10. 연구실안전법, 연구실안전관리비 사용 기준, 폐기물 관리지침 교육	2021학년도 2학기 강시홍 팀장 (한국표준과학연구원 안전팀) 2022학년도 1학기 박정임 교수 (순천향대학교 환경보건학과)
환경공학 창업과 기업가정신	11. 창업에 대해 수월하게 받아들일 수 있는 환경 조성을 목적으로 개설 12. 벤처기업의 창업 경험을 전달하고, 창업 관련 기관의 전문가를 초빙하여 시장조사, 사업계획서 작성법 등 창업 지원 구체화	BK특별세미나 환경공학 연구자가 알아야 할 특허 제도 양용 변리사 2022학년도 1학기

인공지능 등 특정분야 단기강좌 개설 (short course, 1학점)	13. 특정 전공 분야의 최신 추세와 연구결과에 대한 온라인 강좌의 외주 용역을 통한 수준 있는 타 분야 전공지식에 대한 교육 14. 단기간에 해외 참여교수나 외부인사 강의를 통한 심층교육	2021학년도 2학기 2022학년도 1학기

- **국제적 리더 교육**: 학생들이 세계적인 외국 대학/연구소/기업/국제기구에 진출하여 세계적인 리더로 성장할 수 있도록 다양한 세계화 경험을 제공함. 국제공동강의 교과목 운영을 통해 국제 공동강의를 확대하고 매 학기 해외석학초빙강의 교과목 운영

- **해외석학초빙교육**

연사	일시	주제
Arizona state University 김상식 교수	21년 2학기	Smartphone-based paper microfluidic analysis for bacterial species classification
Arizona state University 윤정열 교수	22년 1학기	Machine learning for environmental sensing applications

- **MOOC온라인 강의 개발 현황**

4차 산업혁명이라는 시대적 대격변 속에서, 세계 최고 수준의 환경분야 고급인력을 사회에 공급하기 위해 지속적인 교과목 및 프로그램 개발을 통해 교육구조 변화를 꾀함.

- 글로벌 시장의 급변하는 트렌드와 요구를 반영하기 어려운 대학의 긴 교육 과정
- 개별 학생들의 관심사와 학습여량을 고려한 맞춤형 교육 프로그램 지원의 한계
- 우수한 글로벌 교육 콘텐츠와 자체 개발 콘텐츠를 적극 활용하여 급변하는 글로벌 시장의 요구를 신속히 교육에 반영
- IT기술과 우수한 글로벌 교육 콘텐츠의 급속한 보급에 따른 교육적 활용 전략 필요
- 창의적 문제해결 능력 함양을 위한 교수학습방법 전환

· **22년 시행 강좌**

강좌명	지구과학과 환경기술
교수자명	이기택/ 황동수/ 권세윤/ 감종훈
강좌주차	7주차
학습목표	본 강의에서는 인류를 풍요롭게 했던 인류문명이 지구환경을변화시켜 인류의 삶에 해를 주게 되는 과정과 이에 대한 해결방안에 대해서 학습하면서 강의를 듣는 모든 분들이 인류가지구상에서 지속적으로 발전하고 생존하기 위한 방법들을 찾아낼 수 있는 새로운 지식과 지혜를 찾아내는데 도움이 되기를 기대함.
시행내역	22.01.17~22.02.28 154명 수강 신청 22.03.28~22.08.31 146명 수강 신청

· 22년 신규 개발 추진 강좌

강좌명	미래환경기술
교수자명	국종성/ 조강우/ 홍석봉/ 이형주
강좌주차	7주차
학습목표	지구의 환경변화는 사회, 경제, 문화에서부터 과학과 기술에 이르기까지 우리 생활의 모든 분야와 직결되어 있으며, 향후 인간과 자연이 공존하는 사회 창출을 위해서는 친환경적인 과학기술과 지구환경에 대한 소양과 기초지식이 요구된다. 따라서, 본 강의에서는, 지구 환경문제를 위해서 필요한, 지질학 (Geology), 해양학 (Oceanography), 대기학 (atmosphere science), 수문학 (hydrology)에 대한 개론과, 이들의 이해를 바탕으로 한 환경기술들에 대해서 이해한다.

2 교육연구단의 학사관리 시스템

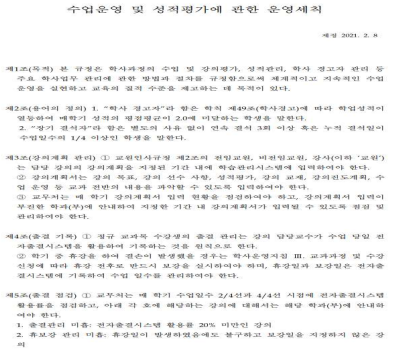
■ **세계적 수준의 대학원 교육과정 구축을 위한 학사관리 시스템 개편**

융합교육과 연구를 통해 융합과학의 새로운 패러다임 주도를 위한 핵심 환경기술에 필요한 4차 산업기술의 융합을 위한 교육시스템 정립, 기존 학문영역의 벽을 뛰어넘어 인간의 가치를 높이고 산업·사회 변화를 주도할 환경 분야 융합교육과 연구의 선도

- 투명하고 공정한 대학원생 선발 과정: 포스텍 입학학생처 주관으로 투명하고 공정하게 입학전형을 관리하고 있음. 입학학생처 페이지를 통해 입학지원서를 접수하고 환경공학부 내에서 면접 및 구술고사 시행
- 엄격한 졸업요건: 석·박사 통합과정 동안 환경 핵심 교과목 5개 과목 중에서 3개 과목 이상을 이수토록 함으로써 최소한의 환경관련 기초지식을 함양토록 하였음. 이외에도 환경관련 분야의 다양성과 빠른 발전 속도를 감안하여 특론과목을 다양하게 개설하여 관련기술의 발전주체를 파악하도록 하였으며, 현장 파견연구와 자율 연구제도도 시행함. 이와 함께 환경공학 연구의 새로운 동향을 폭넓게 갖출 수 있도록 세미나를 석사과정 중 2학기 이상, 박사과정 중 4학기 이상, 석·박사과정 중 6학기 이상을 이수하도록 하고 있음
- 학위취득 소요기간 단축을 위한 석박사 통합과정 운영: 포스텍 환경공학부에서는 석사과정, 석·박사통합과정, 박사과정을 운영하고 있으며, 박사학위 중심의 대학원 체제 구축과 학위취득 소요기간 단축을 위해 석·박사통합과정을 대폭 확대하고 있음. 또한, 핵심 및 심화과목을 수강하며 상위의 성적을 유지할 경우 박사과정 자격시험 면제 제도를 운용하고 있음

■ **입학부터 졸업까지 체계적인 학사 시스템**

- 체계적인 수업 참여 관리와 교육의 질적 수준을 제고하기 위하여 수업운영 및 성적평가에 관한 운영세칙을 정하고 있음.



수업운영 및 성적평가에 관한 운영세칙

제정 2021. 2. 8

제1조(목적) 본 규정은 학사과정의 수업 및 강의평가, 성적관리, 학사 경고자 관리 등 주요 학사업무 관리에 관한 방법과 절차를 규정함으로써 체계적이고 지속적인 수업운영을 실현하고 교육의 질적 수준을 제고하는 데 목적이 있다.

제2조(용어의 정의) 1. "학사 경고자"라 함은 학칙 제49조(학사경고)에 따라 학업성적이 열등하여 매학기 성적의 평점평균이 2.0에 미달하는 학생을 말한다.
2. "장기 결석자"라 함은 별도의 사유 없이 연속 결석 3회 이상 혹은 누적 결석일이 수업일수의 1/4 이상인 학생을 말한다.

제3조(강의계획 관리) ① 교원인사규정 제2조의 전임교원, 비전임교원, 강사(이하 '교원')는 담당 강의의 강의계획을 지정된 기간 내에 학습관리시스템에 입력하여야 한다.
② 강의계획서는 강의 목표, 강의 선수 사항, 성적평가, 강의 교재, 강의진도계획, 수업 운영 등 교과 전반의 내용을 파악할 수 있도록 입력하여야 한다.
③ 교무처는 매 학기 강의계획서 입력 현황을 점검하여야 하고, 강의계획서 입력이 부진한 학과(부)에 안내하여 지정한 기간 내 강의계획서가 입력될 수 있도록 점검 및 관리하여야 한다.

제4조(출결 기록) ① 정규 교과목 수강생의 출결 관리는 강의 담당교수가 수업 당일 전자출결시스템을 활용하여 기록하는 것을 원칙으로 한다.
② 학기 중 휴강을 하여 결손이 발생했을 경우는 학사운영지침 III. 교과과정 및 수강신청에 따라 휴강 전후로 반드시 보강을 실시하여야 하며, 휴강일과 보강일은 전자출결시스템에 기록하여 수업 일수를 관리하여야 한다.

제5조(출결 점검) ① 교무처는 매 학기 수업일수 2/4선과 4/4선 시점에 전자출결시스템 활용률을 점검하고, 아래 각 호에 해당하는 강의에 대해서는 해당 학과(부)에 안내하여야 한다.
1. 출결관리 미흡: 전자출결시스템 활용률 20% 미만인 강의
2. 휴보강 관리 미흡: 휴강일이 발생하였음에도 불구하고 보강일을 지정하지 않은 강의

- 기 구축된 전자출결시스템을 적용하여 엄격하고 철저한 출결관리를 효율적으로 운영하여 학생들의 수업 참여도 제고를 통해 학업 역량 강화
- 교과목 담당 교수가 성적입력 시에 성적채점표 등 증빙자료를 시스템에 업로드하는 등 엄격한 학점관리 체계 강화
- 국제학술지 등록은 교수회의에 상정 후 논의를 통해 승인된 국제학술지만 등록을 하고 승인된 국제학술지에 논문을 게재할 경우에만 졸업 할 수 있도록 졸업 요건 강화
- 폐강 수업에 대한 유지청원제도를 통해 5인 이하의 수강 신청한 교과목도 개설이 가능함
- 강의자가진단 'CsAP시스템'
  교수자가 학기 중 원하는 시기에 학생들로부터 직접적인 피드백을 받아 수업을 진단하고 개선할 수 있도록 도움을 주는 맞춤형 온라인 설문조사 시스템

■ 대학원생 복지 증진을 위한 간담회 및 멘토링

- 각종 간담회를 실시하여 학생들의 니즈 및 고충을 파악하고 학생들의 복지 증진 및 실질적인 학사 운영 방안을 마련함

· 총장님과의 대화

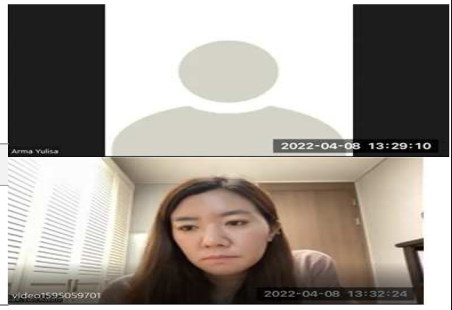
학생들의 복지 증진 및 고충에 대한 직접적인 해결을 위해 총장님과의 대화 행사 실시

시행일시	장소	주제
22. 05. 31	학생회관 카페 아우터	- 평소에 학교, 총장님께 궁금했던 어떤 것이든! - 학부생, 대학원생, 외국인 유학생 누구나!

■ 환경공학부 외국인 학생 멘토링 시행

환경공학부가 추진한 외국인 학생들의 연구 환경 향상 도모 및 한국유학생활 만족도를 제고하고 향후 환경공학부로 진학을 희망하는 외국인 학생들의 보다 나은 환경 제공 및 홍보를 위한 기초자료로 활용하기 위해 실시함.

시행일시	장소	진행자
21.10.22	환경공학동 201호 회의실 비대면ZOOM	권세윤 교수



■ 연구 효율성을 위한 대학원생 휴가제도 도입

대학원생의 휴식권 보장을 통한 양질의 연구환경 조성 및 연구 몰입도 제고 및 4단계 BK21 대학원혁신사업 계획에서 대학원생 휴가제도 도입 약속 이행

명칭	대학원생 Rest and Recharge제도
적용범위	연구활동에만 적용
시행일자	21.09.06부
부여일수	연10일(최소)+a(지도교수 재량) (21.09.06부)

3 교육과 연구의 선순환 구조 구축

우리 교육연구단은 연구중심대학으로서의 뛰어난 연구역량뿐만 아니라, 4차 산업혁명 시대를 대비한 산학 간 융합연구 강화를 통해 혁신적 성과창출 및 교육으로의 선순환을 위해 산학협력 플랫폼 고도화를 지속적으로 추진하고자 함

• <연구중심의 산학협력-기술사업화-창업 플랫폼 연계 강화>를 통해 탁월한 <연구결과-혁신 성과창출-기술사업화-창업-연구로의 재투자-교육 프로그램> 반영과 같은 "교육-연구 선순환" 구조 구축

< 우리 교육연구단의 산학협력 및 창업을 통한 교육-연구 선순환 >

• 산업체와의 공동 교육과정을 통해 최신 연구 동향 교류하며 산업체의 니즈를 파악하고 프로젝트 수업을 통해 창의적 해결방안을 제시할 기회를 제공하는 양방향 교류를 통해 산업체와 대학이 동반자로서 성장할 수 있도록 함

• 프로젝트 기반의 다양한 교육-연구 선순환 교과목 운영: '산업체/지자체와 산학연계 프로젝트'를 바탕으로 학생들이 산업체/지차체와 협력하여 문제를 "자기주도적"으로 해결할 수 있는 능력을 교육

• 산업 경험 전달을 위해서 '환경공학부 세미나' 교과목에 창업 아이디어를 구상하고 구체화 시키는 다양한 분야의 내·외부 강사를 초빙하고 산학 특별 강좌를 통해 학생들이 다양한 전공분야에서의 현장 적응력을 증진할 수 있을 것으로 기대됨

■ MOU체결 및 Open consulting을 통한 산학협력 강화

· 산학협력 전담인력 구축

· 산학협력전담인력 채용 [박다솔 연구원]
- 산학협력 MOU체결 관리 및 기술교류 활성화를 위한 포럼 및 간담회 개최
- 산학 연사 인력Pool 관리를 통한 BK 산학 세미나 연사 초청
- 산학협동·융합연구 활동 촉진을 위한 산학 연구과제 선정 및 결과 관리
- 산학협약 연구과제 연구 지원

· MOU체결 현황

협약기관	협약일자	과제명
한국환경공단	18.03.01-23.02.28	혐기성소화조 미생물의 시공간적 유전전사 생태지도 구축 및 기계학습 기반 공정진단 알고리즘 개발
에너지기술평가원	18.06.01-26.05.31	미활용 바이오매스 이용을 통한 중소도시 맞춤형 바이오가스화 실증시스템 개발

에너지기술평가원	18.10.01-21.09.30	미활용 고열량 바이오매스의 바이오가스화를 통한 에너지화
새한환경기술	20.11.13-21.11.12	20년도 녹색혁신 상생 협력사업 자문
SK인천석유화학	21.01.06	환경 빅데이터 연구소
한국환경공단	21.03.01-26.02.28	폐자원 에너지화 특성화 대학원사업
무림P&B	21.04.15-21.12.15	제지 및 펄프 폐수 생물처리공정 유용 미생물 진단 및 개선방안 도출
포항수질환경	21.04.19	하수 처리수 재이용시설 농축 반류수 진단 용역 수질분석 및 생분해도 도출
중소기업기술정보진흥원	22.04.05	유기성폐기물 바이오가스 전처리시설 운전성능 관련 설계인자 DB화
포스코건설	21.06.18	유기성폐기물을 이용한 신재생에너지 생산시설의 안정적인 운전을 위한 제품의 사업화
한국환경공단	22.05.18	통합 바이오가스화 촉진법 부담금 제도 도입을 위한 연구

· Open consulting 실시내역

자문기관	시행학기	실시내용
새한환경기술(주)	2021년 2학기	석정케미칼 생물처리공정의 질산화/탈질 미생물 분석결과 해석 개선 방향 자문
새한환경기술(주)	2022년 1학기	논산계룡축협 자연순환농업센터 혐기소화조 모니터링 (센서) 항목 및 설치 위치 자문
현대건설	2022년 1학기	바이오가스화시설 공정 불안정 개선을 위한 실시간 자가제어 플랫폼 소개 및 기술 컨셉 자문
포스코건설	2022년 1학기	유기성폐기물 바이오가스 전처리시설의 이물질 선별효율 5% 향상
무림	2022년 2학기	리그닌 분해 미생물 농축 배양 및 생장동역학 도출
㈜에코패키지솔루션	2022년 2학기	바이오플라스틱 생분해를 위한 성상 분석 및 혐기성 조건에서의 BMP test를 통한 처리 효율성 검증

■ **산학협력 Forum개최 및 기술사업화플랫폼 연계 강화**

1. 행사명 : 환경 BK사업단 성과교류 및 산학협력 FORUM(폐자원)
2. 일시: 2022년 07월 14일~ 2022년 07월 15일
3. 장소: 환경공학동 2층 208호
4. 행사내용 : 환경BK사업단 사업 성과 교류
5. 초청인사 : BK 사업단 및 폐기물 분야 연구, 산업체 인사

연사	발표내용
황석환(포스텍)	4차 산업혁명 사회의 정온한 환경을 위한 혁신인재 교육연구단
배효관(부산대학교)	스마트 해양도시 인프라 교육연구단
김웅(경북대학교)	스마트순환사회환경 시스템 인재양성교육연구단
이준엽(부경대학교)	i-SEED 지구환경교육연구단
유영섭(주.케이이씨 시스템)	미활용 바이오매스의 바이오가스화
한규성(현대건설)	실규모 음식물류폐기물 바이오가스화 시설의 장기 운영 결과
백가현(RIST)	유기성폐자원의 고부가 가치 제품으로의 전환 기술
이창수(UNIST)	혐기성 소화조에서 전기 메탄 생성 기술의 연구 동향과 과제
신승구(경상국립대학교)	국내 도축장 폐기물의 바이오가스 생산 잠재량과 과제
김영백(SBK)	통합바이오가스화 시설 운영 사례 _울산SBK
임준택(POSCO)	철강 부산물과 탄소자원화

■ 사업화플랫폼 구축 및 창업을 통한 기술사업화 플랫폼 연계 강화

그린벤처 프로그램	혐기성 소화조 통합제어를 위한 빅데이터 구축 및 머신러닝 예측 모델의 효과적인 학습을 위해 비대칭성 극복한 데이터 전처리 기법의 효과 논문 작성. 이와 더불어 운영 핵심 운전인자 확보를 통해 자동 측정 기술 (PLC) Lab-scale 반응기 적용. 현장 데이터베이스 구축 후, 추후 소화조 안정성 및 효율 향상을 위한 자동 대응 통합 제어 기술 사업화 플랫폼 연계 강화 예정.
환경부 Bridge 프로그램	산학협력 위해 환경부 Bridge 프로그램을 1호 창업기업 ㈜ ANPOLY과, 2021년 4월 1일부터 총 3억5천 규모로 진행하고 있음. - 환경공학부 1호 창업기업 ㈜ ANPOLY와 공동연구 결과로 2억 9천 5백 기술료 입금(2022년 4월 / 황동수 교수) - 황동수 교수: 환경공학부 1호창업기업㈜ ANPOLY와 공동연구 결과로 3천8백 기술료 입금(2021년 1월 / 황동수 교수)

■ 산학협력 특별 세미나 실시

발표자 (소속)	제 목	시행학기
박혜진 박사 (아시아 태평양 이론물리센터)	Simple model on artificial group selection	21년 1학기
이창원 팀장 (SK 인천석유화학)	디지털 기술과 ESG경영이 만들어 내 기업의 Biz.Transfomation 전략	21년 1학기
이준상 박사	하수슬러지의 에너지화	21년 1학기

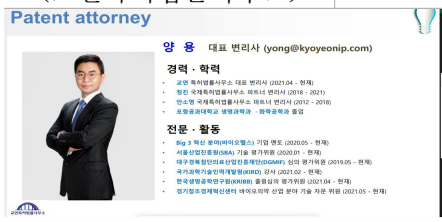
(한국환경공단)		
Yohan Robert박사 (Barcelona Supercomputing Center)	The climate impacts of the North Atlantic decadal variability	21년 2학기
김영오 박사 (현대건설 기술개발원)	Application of membrance to enhance biogas production and digestate treatment in biogas energy plant with food waste	21년 2학기
황유식 박사 (NH투자증권 리서치본부)	ESG Money Strategies	21년 2학기
이선미 박사 (한국과학기술연구원)	Sustainable production of fuels and chemicals using microorganisms	21년 2학기
유신재 박사 (Scienctific committee on oceanic research)	Why is international cooperation essential in ocean science	21년 2학기
박포원 박사 (나노)	Debelopment of multi-functional catalyst for natural gas power plant application	21년 2학기
신지호 박사 (한국화학연구원)	Catalytic cractking of hydrocarbons for the production of light olefins	21년 2학기
김은주 박사 (한국과학기술연구원)	microplastics in wastewater treatment plants: Detection, fate and potential risks	21년 2학기
한규성 (롯데건설/과장)	국내 실규모 소화조 공정인자, 에너지생산,활용 BD구축 및 모니터링 체계화	22년 1학기
백가현 박사 (RIST)	Microbial electrochemical technologles for biogas upgrading and biofuel production	22년 1학기
신지호 박사 (한국화학연구원)	Catalytic Cracking of Hydrocarbons for the Production of Light Olefins	22년 1학기

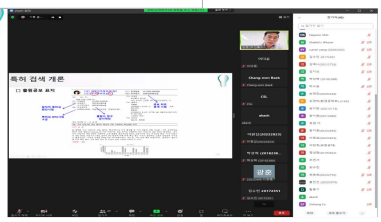
■ **현장실습 교과목 확대**

방문현장 (산업체)	현 연구단 방향과 연관성	시행 실적
울산용연, 병합소화시설 (SBK)	음식물류폐기물과 하수슬러지의 병합소화 효율 진단 및 제어인자 파악 (2020년 2학기/ 21.11.29)	울산 용연 병합소화시설의 최적 공정 운영에 관한 연구, 단위공정의 운영관리 및 시설에 대한 기술 진단을 학습(9명참여)
대구신천, 폐기물 처리시설 (대구환경공단)	바이오가스화 시설의 주요 운전인자 및 미생물 정보의 연계 교육 (2020년 2학기/21.11.12)	대구환경공단에서 운영하고, 하수슬러지, 음식물이 통합소화되는 바이오가스화 시설에서, 주요 운전인자를 파악하고, 그에 따른 미생물 변이를 확인(9명 참여)

■ **환경 분야 특허 기본 교육 실시**

연사	일시	주제
양용 변리사 (교연특허법률사무소)	22년 1학기	환경공학 연구자가 알아야 할 특허 제도





4 연구단 교육 목표에 대한 달성 방안

- 4차 산업혁명 시대를 대비한 산업기술과 융합을 위한 교육 (환경빅데이터 개론, 기계학습과 데이터전처리, 환경 IT 및 제어공학, 환경 AI 최신동향)프로그램을 교과위원회 회의를 거쳐 교과목 연구단 방향에 맞춰 교과 과정을 개편 함.
- 데이터분석 프로그래밍은 기후변화 분야 참여교수 (민승기, 국종성, 감종훈)가 파이썬 또는 R 기반으로 short-course 및 independent study 형태로 개설하여 4대 환경 분야에 특화되고 효율적인 교육이 되도록 진행함.
- 국제화 시대에서 교육경쟁력 강화를 위해 대학차원에서 교수학습법 개발 및 지원하였으며, 교수법 관련 다양한 주제를 다루는 특강 프로그램, 효과적 Teaching Tip을 제공하는 소그룹 워크숍 등 교수법에 대한 지속적인 지속적인 보완・발전을 수행하고 있음

■ **4차 산업기술과 융합을 위한 교과 과정 개편 추진**

분야	교목명	교과 과정 개편을 위한 교과위원회 회의 내역
4차 산업기술과 융합을 위한 교과목	환경빅데이터 개론	4차 산업기술분야 기후-환경 빅데이터를 활용한 파이썬 기반의 예제 데이터 활용과 프로젝트 개발을 위한 회의를 통해 2021년 1학기에 “환경빅데이터 개론” 수업을 신규 개설함
	환경AI 최신동향	포스택 융합대학원 런치타임 세미나 “인공지능 기법을 활용한 촉매디자인”(연사: 환경공학부 겸염교수 한정우)에 참석하여 환경AI에 대한 최신동향을 익히고 학생들과의 토론을 기반으로 환경AI와 관련된 신규 과목 개설의 필요성과 주요 목적을 설정함
	환경IT 및 계어 공학	환경공학부 정기세미나 “디지털 기술과 ESG 경영이 만들어내 기업의 Biz. Transformation 전약” (연사: SK 인천석유화학 이창원 팀장)에 참여해 산업체에서 활성화되고 있는 환경IT 및 디지털 기술을 배우고, 향후 SK와 환경공학부 간에 프로젝트 기반의 과목 개설에 대한 방형성을 논의함
	기계학습과 데이터전처리	기계학습과 데이터전처리를 접목한 환경수업을 아직 국내에 도입되지 못한 상태. 이는 관련된 전문가 부족으로, 향후 본 학과에서는 보다 장기적인 관점에서 융복한적인 접근방법을 통해 기계학습과 환경의 domain knowledge를 접목하여 교육할 수 있는 신임교원을 충당할 계획에 대해서 논의함

4 전임교수 대학원 강의 실적

분야	과목명 (전임교원명)	교육내용 (연구단 목표에 맞춘 개선 방향)	시행일자
수질 및 폐기물	수질오염 (조강우)	수질 빅데이터를 활용한 수질오염 방지기술 동향 강의	21-2학기 22-2학기
	환경전기화학 (조강우)	(신규개설)전기화학적인 방법을 활용한 수질정화 폐기물 에너지화 기술의 원리와 응용 강의	22-1학기
	환경빅데이터개론 (황석환)	빅데이터 및 머신러닝 개념을 환경생물공정과 접목 사례 강의	22-1학기

생태 환경	지구환경 (이기택)	- 북태평양 해양 표층에서 2001년부터 2014년까지 측정된 1천만 이상의 big data를 이용하여 북태평양의 탄소제거능력 예측 강의 및 적용 실습	21-2학기 22-2학기
	환경보건 (황동수)	(신규개설) 경과 인류보건과의 상관관계와 인구밀집형 사회의 환경현상 추가 강의	21-2학기
	환경위해성평가 (권세윤)	다양한 환경 분야 실규모 설비 현장견학 및 산학협력 강의	22-1학기
	환경고분자 (황동수)	미세플라스틱/해양플라스틱 등으로 인한 재난 시기에 플라스틱 활용강의	22-2학기
대기 오염	환경무기화학 (홍석봉)	미세대기오염물질 관련 신기술 및 제어방안에 대한 소개 및 최신 연구계 산업계 석학의 초청강의 삽입	22-2학기
기후 변화	기후물리 (민승기)	4차 산업혁명 시대의 지속가능한 지구기후시스템의 구성요소와 AI 활용 및 빅데이터 최신 분석기법 추가 2022년 1학기 강의부터 기후시스템의 지속가능성 및 최신 빅데이터 분석을 보완하여 강의	22-1학기
	수문기후학 (감종훈)	(신규개설)기후변화에 따른 물순환의 변화, 기후 재난 위험도와 인구밀집형 지역사회에 직면한 물 환경 문제 해결 방안 모색 / 2022년 2학기 강의부터 파이썬을 이용한 수문 관련 빅데이터 분석이나 수문 모델링을 프로젝트로 보완하여 강의 계획	21-2학기
	지구환경 유체역학 (국종성)	대규모 지구유체유동 빅데이터의 체계적인 분석법 강의. 교육과 연구의 융합을 위한 향의 강의	21-1학기 22-1학기
공통 핵심 교과	환경공학개론 (황석환)	환경 4개 중점 연구 분야와 AI 기술의 접목을 위한 요소기술 교육	22-1학기
	세미나 (감종훈)	학계뿐 아니라, 산업계, 정부 단체의 비중을 높여 융합연구 이론 및 교육 (Best Question Award를 학기말에 수여함.)	21-2학기
	환경통계 (민승기)	AI 활용 및 빅데이터 분석에 관한 최신 통계기법 보강, 온라인강의 및 외부석학강의 도입	22-2학기
	인공지능과 환경데이터 (국종성)	(신규개설) 환경에서 중요해지는 빅데이터와 인공지능을 위한 분석법 강의 / 학제간 통합 교양 교육특강: 인공지능과 수자원 관리	21-1학기
	현장연구 (황석환)	미생물 기반의 공정, 머신러닝 기반의 이상 상황의 선제적 대응 내용 추가	21-2학기

2. 인력양성 계획 및 지원 방안

2.1 최근 1년간 대학원생 인력 확보 및 배출 실적

<표 2-1> 교육연구단 소속 학과(부) 참여대학원생 확보 및 배출 실적 (단위: 명)

대학원생 확보 및 배출 실적					
실적		석사	박사	석·박사 통합	계
확보 (재학생)	2021년 2학기	12	30	35	77
	2022년 1학기	13	30	37	80
	계	25	60	72	157
배출 (졸업생)	2021년 2학기	0	2		2
	2022년 1학기	2	4		6
	계	2	6		8

2.2 교육연구단의 우수 대학원생 확보 및 지원 계획

1 우수 대학원생 확보

- 우리 교육연구단은 지난 BK21 사업을 통해 교육과 연구의 괄목할 만한 양적, 질적 발전을 이루어 세계 수준으로 발전하였음. 그러나 두뇌한국21 4단계 사업을 통해 추구하고자 하는 '4차 산업시대의 정온한 환경 구축'을 위해서는 양적 성장보다는 교육연구단의 질적 우수성 향상에 초점을 맞추고 선도형 교육기관으로써 더욱 우수한 대학원생 확보 및 지원을 추구하고자 함
- 우리 대학 건학이념 "영재를 모아 질 높은 교육을 시행함으로써 지식과 지성을 겸비한 국제적 수준의 고급인재 양성"에 따라, 특화되고 장기간에 걸쳐 정착된 다양한 우수 대학원생 확보 프로그램과 연동하여 더욱 특화된 전략으로 추진
- 국내 주요대학의 학생 확보를 위해 리플렛 배포 , 코로나19 감염 방역수칙준수를 위한 입시 화상설명회, 학과 유튜브 운영을 통한 대/내외 인재 확보방안 확대 등 각종 홍보 전략을 수립하여 각종 우수한 학생들이 환경공학부 대학원에 진학할 수 있도록 유도함.

국내 주요대학 139개소
홍보용 리플렛/포스터 배포
21.09 / 22.03

대학원 입시 지원 예정자와
희망 지도교수와의 만남
21.09 / 22.03

홍보영상 / 언론홍보/
연구실소개 등 동영상 제작
www.youtube.com/channel/
UCPVcYKEU6v-oeNkh-5vMgLw/featured

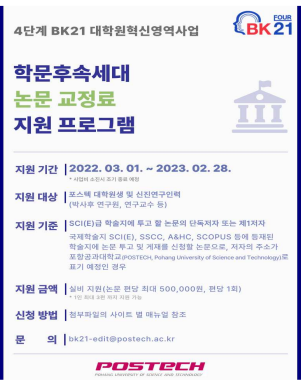
■ Open Lab, 동・하계 환경연수프로그램

프로그램명	시행 일자	내역
동/하계 환경연수프로그램	22.07.04~22.07.29	환경공학부를 지원예정인 학생을 대상으로 방학기간을 활용하여 지원 희망하는 분야의 대학원 연구실 생활을 체험해 봄으로써 연수 프로그램 진행기간 동안 연구 적성 확인 및 진로결정에 많은 영향을 미치는 프로그램으로 장학금과 기숙사 사용료 등을 지원하고 있음.
Open Lab	21년, 22년	환경공학부에 관심이 있는 학생은 연중 희망하는 일자에 방문하여 랩을 견학할 수 있도록 기회를 제공 및 입학 상담까지 병행하고 하며, 방문을 희망하는 학생에게는 왕복 교통비(고속버스 기준)를 지원해 주고 있음.

2 우수 대학원생 지원 프로그램

■ **대학원혁신사업팀 영어 논문 작성법, 영어 발표 프로그램 개설**

- 본 대학의 어학센터와 협업하여 영어강의 개설 및 수강 지원하여 영어 논문 쓰기, 영어발표 등 국제 학술 활동에 필요한 이론교육 및 실습기회를 제공
- 국내외 학회 및 저널에 자신이 수행한 연구를 발표하고 연구내용을 교류할 수 있는데 도움을 주는 부분 지원하여 지도교수의 국내외 학회 및 저널에 자신이 수행한 연구를 발표하고 연구내용을 교류 할 수 있는데 도움을 줌.



■ **장학 프로그램 지원 내역**

대학원생 업적의 공정한 평가를 통해 인센티브를 지원하여 이를 통해 선의의 경쟁을 유도하고 다량의 우수한 결과를 확보할 수 있을 것으로 기대

프로그램명	수여일자	내역
DESE Graduate Fellowship	2021. 09 2022. 04	신입생 중 환경과학기술 분야 진출 유도와 신진 연구 인력을 육성하고 우수 인재로 기대되는 대학원생을 “DESE Graduate Fellowship” 선발, 장학금(1인당 500만원) 및 장학증서 수여 2021.9 : 1명 (송지암), 2022.4 : 1명 (손은진)

POSTECHIAN Fellowship	2022. 05	대학원혁신 사업에서 포스테키안 펠로우십(POSTECHIAN Fellowship)제도 운영 2022.5 : 3명 (오지훈, 이주현, 이원섭)
환경BK우수대학원생 성과급 지급	2022. 05	총 10명의 학생을 선발하여 최우수1명(100만원), 우수3명(각 75만원), 장려6명 (각 50만원)씩 지급
외국인 대학원 정착지원금	2022.03	150만원(매 월50만원 x 3개월) 및 항공료(대륙별 지원 상한금액 내 실비 정산) 등을 정착지원금 항목으로 지원 (4명 : Amri, Safrul,LIN, ENHUI,Na, Henna Gull,Raza, Hassan)

■ **외국인 대학원생 전담 FA (Foreigner Assistant) 제도 도입**

- 외국 유학생 및 연구인력의 경우 초기 정착 생활과 연구수행 시 어학, 문화, 시스템 등의 이해가 낮아 도움이 필요하나 연구실 단위 별로 체계화되지 않은 경우가 다수
- 외국인을 대상으로 일상생활에서부터 연구 활동까지 전반적인 적응 업무를 책임감 있게 지원하는 FA 제도 도입 추진
- 외국인 유학생 및 신진연구인력의 체계적 지원을 통해 해외 우수인력 유치에 긍정적 효과 및 대학원생의 관련 업무 투입에 따른 연구몰입도 저하 개선

■ **진로개발 지원 프로그램**

프로그램명	내역	
진로개발 지원 프로그램	대학원들의 취업역량강화를 위해 학생지원팀에서 KIRD (국가과학기술인력개발원)과 공동으로 역량진단 및 경력관리에 필요한 정보를 제공.	

■ **편의 제공 프로그램 운영**

프로그램명	내역	
학생라운지 조식제공	재학생 생활의 질 향상을 위한 편의 제공 프로그램 운영으로 학생 라운지 운영 (매일)	

2.3 대학원생 학술활동 지원 계획

2 우수 대학원생 지원 프로그램

■ **대학원생 강의조교(lecture assistant,LA)임명 및 강의기회 확대**

교수자의 진로를 희망하는 박사과정 졸업예정 학생들에게 실질적 강의기회를 제공하여, 현장 경험을 쌓을 수 있는 제도로 마련하여 학문 후속세대의 강의에 대한 인식 제고, 핵심과목, 학부생 대상 과목 등 신진 학자들이 강의하기에 적합한 과목을 선정하고, 강의 진행 학생에게 필요하면 경력증명 발급 추진

■ 대학원생 연구 포스터 워크숍 개최 내역

국내외 학회 및 저널에 자신이 수행한 연구를 발표하고 연구내용을 교류할 수 있는데 도움을 주는 부분 지원하여 지도교수의 국내외 학회 및 저널에 자신이 수행한 연구를 발표하고 연구내용을 교류 할 수 있는데 도움을 줌

이름	일시	주제	지도교수
박성환	21.09.15	Organic-Free Synthesis of Silicoaluminophosphate Molecular Sieves	홍석봉
김선용	21.10.13	Impacts of ENSO on seasonal transition from summer to winter in East Asia	국종성
김혜진	21.12.08	In-situ Oxidant Production from Oxygen Reduction Reaction (ORR) for Water Treatment	최원용
이화준	21.12.08	Synthesis and Characterization of Zeolites via a Multiple Inorganic Cation Approach	홍석봉
이신비	21.12.16	Development of Composite Photocatalysts for Solar Denitrification	최원용

■ 장기연수 지원 내역

참가자	연수일정	해외연수기관 / 연구과제명
이민희	21.09.01 -22.02.1	The University of Arizona 스마트폰 기반 현미경시스템 내에서의 미세조류의 및 박테리아의 자가형광을 활용한 실내배양 생물모니터링 기술 개발.
김신양	22.01.03 -22.06.30	The University of Arizona 스마트폰 기반 현미경시스템 내에서의 미세조류의 및 박테리아의 자가형광을 활용한 실내배양 생물모니터링 기술 개발.
박소원	22.03.01 -22.05.31	University of Zurich 극지 산불이 기후 시스템에 미치는 영향.

■ 국내학회 참가 지원 내역

참가자	학회일정	학회명
양요한	21.10.20~21.10.22	한국대기환경학회
김영광 외 14명	21.11.03~21.11.05	대한환경공학회
권세윤 외 2명	22.01.19~22.01.21	2022 대한화학회 환경에너지분과동계심포지엄
김지선	22.04.07~22.04.09	2022년도 춘계총회 및 학술발표회

이승현	22.04.13~22.04.15	2022년도 춘계학술발표대회
김상민 외 1명	22.05.12~22.05.13	22년도 한국폐기물자원순환학회

■ 국제학회 참가 지원 내역

참가자	학회일정	학회명
최수진	21.09.23~21.09.24	ICWEE 학회
김상민 외 4명	21.10.15~21.10.18	ICAFEE 학회
주민욱 외 1명	21.11.14~21.11.17	국제이온막탈염 학술대회
김석	21.12.16~21.1221	Pacific Basin Societies 2021
이원섭 외 2명	22.06.15~22.06.18	CORFU 2022 국제학술대회

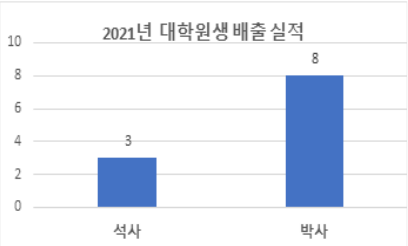
2.4 참여대학원생의 취(창)업의 질적 우수성

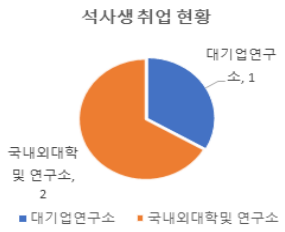
<표 2-2> 2021년 8월 및 2022년 2월 졸업한 교육연구단 소속 학과(부) 참여대학원생 취(창)업률 실적(단위: 명, %)

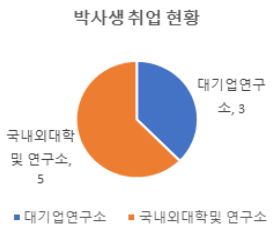
구 분		졸업 및 취(창)업현황 (단위: 명, %)						취(창)업률(%) (D/C)×100
		졸업자 (G)	비취업자(B)			취(창)업대상자 (C=G-B)	취(창)업자 (D)	
			진학자		입대자			
			국내	국외				
2021년 8월 졸업자	석사	0	0	0	0	0	0	100%
	박사	4			0	4	4	
2022년 2월 졸업자	석사	3	0	0	0	3	3	100%
	박사	4			-	4	4	

1 우수대학원생 배출 현황

- 2021년 8월 박사 4명, 2022년 2월 석사3명, 박사 4명 졸업생을 배출, 박사졸업생 8명 중 3명은 대기업연구소, 5명은 국내외 대학 및 연구소, 석사 졸업생 3명 중 1명은 대기업연구소, 2명은 국내외 대학 및 연구소에 취업함







■ 석사졸업생 (2021년 8월, 2022년 2월)

No	성명	지도교수	세부전공	논문제목	진로
1	주민욱	조강우	전기화학기반 하폐수처리	Separation and reuse of tetramethylammonium hydroxide in semiconductor wastewater by bipolar membrane electrodialysis	삼성
2	양요한	권세윤	환경촉매	Isotopic Investigation of Atmospheric Mercury Sources and Their Influence in Forest Ecosystems	POSTECH 환경연구소
3	송인규	엄우용	환경공학	Assessment of sulfidated nanoscale zerovalent iron for in-situ remediation of cadmium-contaminated acidic groundwater near zinc smelter	POSTECH 환경연구소

■ 박사졸업생 (2021년 8월, 2022년 2월)

No	성명	지도교수	세부전공	논문제목	진로
1	채규식	최원용	환경지구화학	Oxygen Reduction Reaction over Non-Precious Transition Metal Electrocatalysts	한화
2	문지영	이기택	지구환경	Temporal variations in marine nitrogen and carbon cycles due to anthropogenic nutrients and climate change	미정
3	제화헌	황동수	수중 분자 상호작용 분석	Cellulose nanomaterial modification for environmental-friendly bioprocess engineering	POSTECH 환경연구소
4	장세현	이기택	지구환경	Contribution of dimethyl sulfide to new particle formation in the Arctic atmosphere	삼성
5	김은지	황석환	환경미생물학	Isolation of methyldiethanolamine (MDEA) utilizing bacteria and biological treatment of MDEA containing wastewater: Biokinetics and field application	삼성
6	이신비	조강우	전기화학기반 하폐수처리	Development of Composite Photocatalysts for Solar Denitrification	포항에너지공과대학교
7	BARGHI, ANAHITA	장윤석	환경융합기술	Novel Communication Pathways for Plant-Microbe Interaction via Bacterial Volatile Organic Compounds (VOCs)	동아대학교
8	Escobedo, Ericson	장윤석	환경융합기술	Assessment of Micropollutants Removal, Byproducts Formation, and Effluent Toxicity during Electrochemical Wastewater Treatment	POSTECH 환경연구소

3. 참여대학원생 연구실적의 우수성

1 참여대학원생 저명학술지 논문의 우수성

- 지난 1년간 참여대학원생은 총 34편의 SCI(E) 논문을 출판하였음. 이 중 상위 10% 저널에 해당되는 논문은 11편으로 사업단 참여대학원생의 연구 수준의 질적 우수성을 객관적으로 제시하고 있음.

참여대학원생	논문제목	게재학술지명	IF(%)
김석	Tuning Electrochemical Water Oxidation towards Ozone Evolution by Heterojunction Anode Architectures	Journal of Materials Chemistry A	7.143
배성호	Enhanced Sulfate Ion Adsorption Selectivity in Capacitive Deionization with Ball-Milled Activated Carbon	Desalination	2.500
Xuechao Tan	Water: A promoter of ammonia selective catalytic reduction over copper-exchanged LTA zeolites	Applied Catalysis B: Environmental	0.926
조문경	Internal Dynamics and Metabolism of Mercury in Biota: A Review of Insights from Mercury Stable Isotopes	Environmental Science & Technology	7.706
박상혁, Chayanee Chairattanawat	Effect of different microbial seeds on batch anaerobic digestion of fish waste	Bioresource Technology	3.571
이주현	Spatiotemporal characterization of mercury isotope baselines and anthropogenic influences in lake sediment cores	Global Biogeochemical Cycles	7.750
정새봄	Elucidating sources of mercury in the west coast of Korea and the Chinese marginal seas using mercury stable isotopes	Science of The Total Environment	9.140
양요한	Ecological Traits of Fish for MercuryBiomonitoring:InsightsfromCompound-SpecificNitrogenandStableMercuryIsotopes	Environmental Science & Technology	7.706
조서영, 성민규	Human contribution to the 2020 summer successive hot-wet extremes in South Korea.	Bulletin of the American Meteorological Society	5.851
Kencana, Kevin Steven	Nanocrystalline Ag-ZK-5 zeolite for selective CH4/N2 separation	Separation and Purification Technology	9.507
Chayanee Chairattanawat	Effect of fish waste augmentation on anaerobic co-digestion of sludge with food waste	Bioresource Technology	3.571

2 참여대학원생 학술대회 대표실적의 우수성

구분	국제 /국내	학술 회의명	주관기관	일정	발표논문명	발표자
SCIE	국제 /미국	AGU FALL MEETING	미국지구물리학회 (AGU)	21.12.13 -21.12.17	Contribution of marinephytoplankton and bacteria to ocean alkalinity:an uncharacterized component	이창호
SCIE	국제 /스페인	the 20th International Zeolite Conference	International Zeolite Association (IZA)	22.07.03 -22.07.08	Enhancing the CO2 adsorption kinetics on Na-RHO and Cs-MER zeolites by NH4F/H2O2 etching induced mesoporosity	Kencana, Kevin Steven

4. 신진연구인력 현황 및 실적

1 연구 확대를 위한 우수 신진연구인력 확보 및 지원 내역

- 우리 교육연구단은 4차 산업시대 정온한 환경 구축을 위해서 능력 있는 박사후연구원이나 연구교수 등 우수한 신진연구인력을 발굴하고 이들의 융복합적 능력을 발전시키는 것이 필수적임. 이를 위해 보다 뛰어난 인재를 영입하고 신진연구인력이 세계 최고 수준의 연구를 선도하도록 지원하기 위해 총력을 기울이고 있음
- 우리 교육연구단에서 도출되는 성과를 연구소, 산업체 및 타 교육연구단은 물론 해외에도 뉴스레터, 홈페이지 등을 통해 지속해서 적극적으로 홍보하고, 연구인력은 학술대회, 학회 및 하이브레인넷 등의 광고 지면을 적극적으로 활용하여 충원할 예정
- 신진연구인력이 연구에 집중할 수 있도록 효율적인 지원체계를 구축할 것이며, 우수한 성과 및 교육연구단 내 공동연구를 수행하도록 지원할 계획임. 특히 지난 BK21 사업에서는 연계 교수와의 종속적인 관계였으나 이번 사업에서는 연구자의 창의적이고 자기주도적인 융합연구를 적극적으로 지원하고 있음

■ 신진인력 채용 현황 및 신규 채용 추진 계획

· 신진연구인력 채용 현황

우수한 박사후연구원을 확보하기 위해 DESE Post-doctoral Fellow 제도를 신설하여 2~3명 정도 선발하고 이 수준을 지속적으로 유지할 계획임.

소속	직위	성명	임용기간	비고
4차 산업혁명 사회의 정온한 환경을 위한 혁신인재 교육연구단	연구조교수	김자명	2021.10 ~ 2022.9	재임용 예정 (22.10~25.9)
	박사후연구원	최지민	2022.03.~2023.02	-

- **신진연구인력 신규 채용 계획**

중국을 포함한 다양한 아시아 지역에서 배출되는 수은이 국내 해역에 미치는 영향을 정밀조사하기 위해 ‘생태환경분야’ 박사후 연구원을 채용 예정

· 2022년 9월 임용: Dr. Lucien Besnard at the European Institute for Marine Studies, France

Curriculum Vitae

Lucien BESNARD
15/09/1994
Nationality: French

Laboratoire des Sciences de l'Environnement Marin
Institut Universitaire Européen de la Mer
Rue Dumont d'Urville
29280 Plouzané
France

Lucien.Besnard@univ-brest.fr
LBesnard.research@gmail.com
+33619251685

ABOUT ME

My research focuses on the trophic ecology of marine predators. I am working on the variability of elasmobranch trophic niches, ranging from deep-sea mesopredators to large pelagic and coastal shark species, a topic I wish to elaborate by analyzing benthopelagic sharks and rays by the end of my PhD. During the course of my researches, I have developed many methodological and analytical skills, ranging from isotopic analysis (C, N, S, Hg) to fatty acids and trace metals determinations. My studies aim to incorporate predator trophic variabilities alongside ecological and behavioral data on both predators and their prey, to build a comprehensive framework allowing to better describe the ecological controls of elasmobranchs.

ACTUAL EMPLOYMENT

PhD Candidate in Marine Ecology at UBO (Université de Bretagne Occidentale), LEMAR (Laboratoire des sciences de l'Environnement Marin, FRANCE) and CIBNOR (Centro de Investigaciones biologicas del Noroeste, MEXICO).

RESEARCH TOPICS

Marine Ecology
Trophic Interactions
Predator Ecology
Biomarkers (Stable Isotopes, Fatty Acids, Mercury, Trace Metals)

Dr Gauthier Schaal
Associate Professor
University of Western Brittany
Laboratoire des Sciences de l'Environnement Marin
Rue Dumont d'Urville
29280 Plouzané
FRANCE

Gauthier.Schaal@univ-brest.fr
tel : +33 298 498 690

LEMAR

Brest, March 17th, 2022

To Whom It May Concern,

I am writing this letter in support for Lucien Besnard's application for a postdoctoral fellowship at Pohang University of Science and Technology, under the supervision of Dr Sae Yun Kwon, for working on the internal dynamics of mercury isotopes in aquatic organisms. Lucien did his PhD project under my supervision at the University of Western Brittany (Brest, France), on the trophic ecology of shark assemblages along the coast of Baja California (Mexico) between 2018 and 2022 (defense date: May 20th, 2022).

During his doctoral work, Lucien has used a variety of trophic markers (C, N and Hg stable isotopes, trace elements, fatty acids) to understand the ecology (diet, movement) of several elasmobranch species. This work involved sampling in a harsh, desert environment, analyzing samples using multiple analytical procedures, developing innovative approaches in data analysis, and presenting his findings to the scientific community through the publication of articles in leading peer-review journals and at international conferences.

Lucien's project was characterized by a succession of unforeseen events (unfavorable political decisions, climatic disasters, COVID pandemic, equipment failures) which led to profound changes of the initial project. Faced with these recurring obstacles, Lucien has shown incredible resilience and creativity, developing innovative laboratory and data analysis approaches through establishing new collaborations with researchers from France, United States and Korea. In the end, he has managed to put together a remarquable piece of science, which will ultimately include four articles in leading scientific journals, while publishing his work from his master degree (one article published), and collaborating on side projects (four articles published).

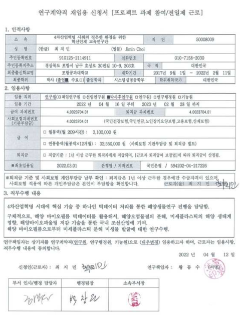
Even though Lucien is a highly independent and autonomous researcher, all his work has been based on collaborations, most of them he initiated, which will surely lead to long lasting scientific relationships. His work ethic, his commitment to his work and to establishing healthy work relationships (including by helping younger students in their projects) makes him a great colleague, and a key member of a research laboratory. I have no doubt that he will soon become a leading expert in his field, and the opportunity for him to work at Pohang University of Science and Technology will surely help him in the course of his career

I fully support his application, and remain available, should you require any further information about him.

Sincerely

■ 신진연구인력에 대한 처우 개선

최지민 박사후 연구원은 4차 산업혁명 시대에 핵심 기술 중 하나인 빅데이터 처리를 통한 해양생물 연구 수행하고 있으며 해양바이오필름 빅데이터를 활용해서 해양오염물질의 분해, 미세플라스택의 해양 상태계 영향, 해양바이오파울링 저감 기술을 통한 국내 조선산업에 기여, 해양바이오플름으로부터 미세플라스틱 분해 미생물 발구에 대한 연구수행도 같이 진행되므로 더 나은 연구 결과 도출을 위해 2022.06.07.일부로 연봉을 인상함.


연구계약직 재임용 신청서 [프로젝트 과제 참여/전일제 근로]

1. 인적사항

소 속	4차산업혁명 사회의 정온한 환경을 위한 혁신인재 교육연구단	직 번	50008009
성 명	(한글) 최 지 민	(영문) Jimin Choi	
주민등록번호	910125-2114911	전화번호	010-7158-2030
주민등록지주소	경상북도 포항시 남구 효성로 30번길 10-9, 203호	국 적	대한민국
최종출신학교명	포항공과대학교	재학기간	2017년 9월 1일 - 2022년 2월 11일
최종학위	박사 (졸업■, 수료□) 졸업학과 시스템생명공학부	학위취득국가	대한민국

2. 임용사항

임용 직위	연구원(□책임연구원 □선임연구원 ■박사후연구원 □연구원) □연구행정원 □기능원		
임용 기간	2022 년 04 월 16 일 부터 2023 년 02 월 28 일 까지		
급여 과제번호	4.0023704.01	퇴직금 과제번호	4.0023704.01
사회보험과제번호 (기관부담금)	4.0023704.01	(국민건강보험,국민연금,노인장기요양보험,고용보험,산재보험)	
급 여	□ 월봉액(월 209시간) : 3,100,000 원		
	□ 연봉총액(월봉액×12개월) : 32,550,000 원 (사회보험 기관부담금 및 퇴직금 별도)		
퇴직금	□ 지급기준 : 1년 이상 근무한 퇴직자에게 지급되며, [근로자 퇴직급여 보장법]에 따라 퇴직금이 산정됨.		
■최초임용일	2022.03.01	은행명 / 계좌번호	국민은행 / 594202-04-217226

※퇴직금 기준 및 사회보험 개인부담금 납부 확인 : 퇴직금은 1년 이상 근무한 경우에만 수급자격이 있으며, 사회보험 적용에 따른 개인부담금은 본인이 부담함을 확인합니다. 근로자(을) 최 지 민

3. 직무수행 내용

4차산업혁명 시대에 핵심 기술 중 하나인 빅데이터 처리를 통한 해양생물연구 진행을 담당함.
구체적으로, 해양 바이오필름 빅데이터를 활용해서, 해양오염물질의 분해, 미세플라스틱의 해양 생태계 영향, 해양 바이오파울링 저감 기술을 통한 국내 조선산업에 기여. 해양 바이오필름으로부터 미세플라스틱 분해 미생물 발굴에 대한 연구수행.

연구책임자는 상기자를 연구계약직(연구원, 연구행정원, 기능원)으로 (대우변경) 임용하고자 하며, 근로자는 임용사항, 직무수행 내용에 동의합니다.

2022 년 04 월 12 일

신청인(근로자) : 최 지 민 연구책임자 : 황 동 수 (서명)

부서 인사/행정 담당자	행정팀장	소속부서장

■ 신진연구 인력에 대한 안정적 학술 및 연구 활동을 위한 제도

• 신진연구인력 국제학술대회 참가 지원

구분	참가자	학술대회명	참가일정
국제학회	최지민 (박사후연구원)	Multiscale Mechanochemistry and Mechanobiology Gordon Research Conference	2022.07.31~2022.08.08
국내학회		한국생물공학회	2022.04.13.~2022.04.15

• 연구 데이터 보안을 위한 전자 연구 노트 시스템 구축 및 운영

· 타기관 사례 조사

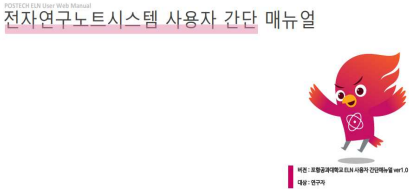
- 전자연구노트 시스템을 사용 중인 타 기관(카이스트 외4개처) 벤치마킹을 통해 주요 정책사항 및 사용현황, 애로사항 등 검토

· 실사용자 현황 및 니즈 조사

- 연구노트 실사용자 인터뷰를 통한 사용현황 및 니즈 분석
  : 생명과, 화학과, 신소재공학과 등 대학원생 대상

· 시스템 구축 진행

- 전자연구노트 시스템 설계
  : 커스터마이징 기능, 시스템 연동, 연계 DB
- 전자연구노트 시스템 구현 : S/W 설치(OS, WAS, DB, MS Office, 통합검색엔진, 시점인증솔루션, PDF변환 등)



■ 신진연구인력 대표 연구 실적

• The Diel and Seasonal Heterogeneity of Carbonate Chemistry and Dissolved Oxygen in Three Types of Macroalgal Habitats(김자명연구조교수 , IF : 5.247, ISSN:2296-7745)

해양 산성화에 대한 우려가 계속 커지면서 해양생물화학 대사를 통한 연안 해수 생물지구화학 완충에 있어 대조류 공동체의 중요성이 더욱 부각되고 있다. 연구 결과는 탄산염 매개 변수와 DO의 디젤 변동이 생물학적 대사(광합성 및 석회화)와 각 사이트의 수문학적 특성 차이로 인해 서식지 유형과 계절에 따라 크게 다르다는 것을 보여준다. 특히 탄산염 매개 변수는 SC 부위의 생물학적 대사 및 UAM 부위의 환경 변수에 가장 큰 영향을 받았다. 또한, 우리는 해양 온도가 광합성을 지원하여 용해된 무기 탄소의 흡수를 지원할 때 대양 조류 공동체가 해양 산성화 조건을 감소시켰다는 것을 입증한다. 그러나 일단 온도가 대조류에 대한 최적 범위를 넘어서면, 이러한 공동체 내의 호흡은 광합성을 초과하고 CO2 농도가 증가하여 해양 산성화 조건을 악화시켰다. 우리는 바닷물 탄산 화학이 이러한 다양한 서식지 유형 내에서 지배적인 대조류의 신진대사에 의해 강하게 영향을 받으며, 이는 결국 해양 산성화에 대한 완충 능력을 변화시킬 수 있다고 기대함.

• Counterplotting the Mechanosensing-Based Fouling Mechanism of Mussels against Fouling (최지민 박사후연구원, IF:15.881%, ISSN:1936-0851)

해양생물은 생존을 위해 군락을 지을 때 다양한 요인에 반응하지만, 물과 가까운 곳에 위치한 인공구조물에 다양한 생물이 심하게 축적되면 산업 손실이 크다. 여기서, 우리는 유전적 수준에서 홍합 접착의 표면 강성 인식 절차를 이해하는 것을 기반으로 오염 방지 표면 개발의 개념을 식별한다. 부드러운 표

면에서는 접착성 플라크 크기 감소, 접착력 감소 및 플라크 단백질 하향 조절의 조합은 주로 메카노센싱 경로 내의 전사적 변화와 분비샘의 접착성 단백질로 인해 홍합 습식 접착을 상승적으로 약화시키고 때로는 홍합이 닻을 내리지 못하게 하는 것으로 나타났다. 또한, 표면 메카노센싱 거동의 연질 기판 또는 길항제 사용은 홍합 파울링을 크게 억제한다.연구 결과는 기존의 방오 표면이 조성하는 방오능에 대한 이해를 넓힐 뿐 아니라 새로운 방오 표면 개발에도 좋은 인사이트를 제공할 수 있을 것이라 기대함.

■ 신진연구인력 공동연구 대표 실적

국내/외	공동연구대학	연구기간	신진 연구인력	연구내용
국내	한양대학교, 서울대학교	2022.01.01~ 2022.12.31	김자명	한반도 해양-육상-대기 탄소순환 연구 -논문:PersistentContinentalShelfCarbonSinkattheIeodoOceanResearchStationintheNorthernEastChinaSea DOI:10.3389/fmars.2022.919249
국외 (일본)	Shinshu University	2021.9.1.~2022.9.8.	최지민	홍합의 접착 메커니즘 규명 -논문:CounterplottingtheMechanosensing-BasedFoulingMechanismofMusselsagainstFouling DOI:10.1021/acsnano.1c09097
국외 (벨기에, 핀란드)	Universtiy of Mons, Aalto University	2021.9.1.-2022.9.8.	최지민	해삼 텐실린 단백질의 기계적 역할 규명 -논문:Molecularmechanismsmediatingstiffeninginthemechanicallyadaptableconnectivetissuesofseacucumbers DOI:10.1016/j.matbio.2022.02.006

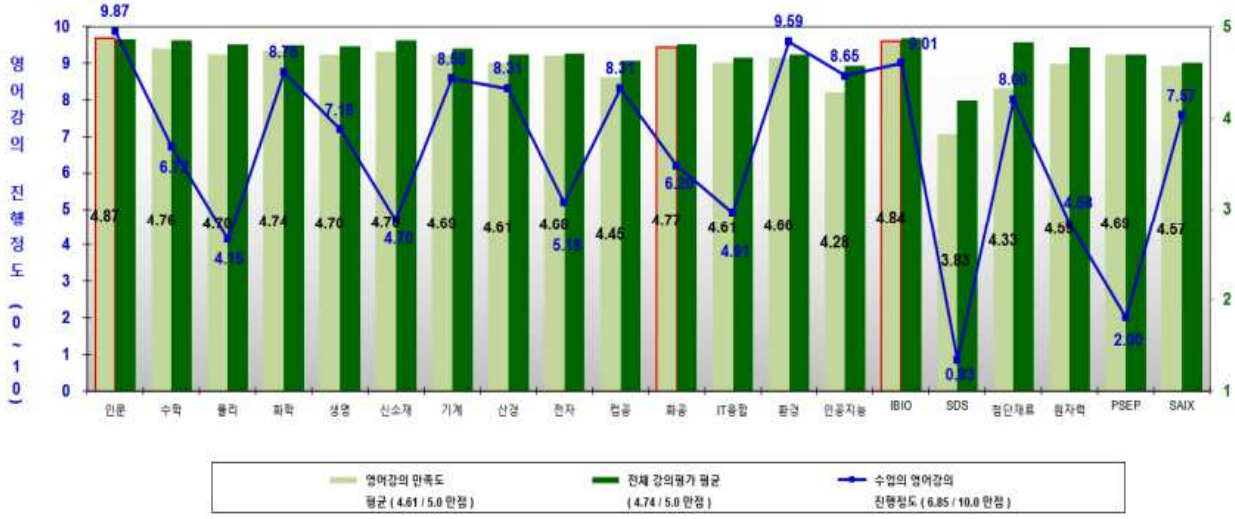
5. 참여교수의 교육역량 대표실적

1 참여교수의 교육역량

- 4차 산업혁명이라는 개인 맞춤형 다변화 산업구조로의 변화에 따른, 다변화된 미래 환경문제 예측하고 대처할 수 있는 환경분야 인재양성프로그램으로의 변화가 요구됨으로 다양한 교육프로그램을 강화하여 학문적 수월성과 융합 능력 배양을 강조함과 동시에 전인교육을 강조함으로써 사회적 리더로 성장할 수 있도록 대학원 교과목 체계를 구축하고자 함.
- 빅데이터, 머신러닝 등의 개념과 연동된 환경대학원 교과 교육과정 개편을 통해 환경분야의 충실한 학문적 Domain Knowledge 함양, 학문적 기본에 기반한 창의력 배양, 환경분야 4차 산업혁명을 선도하는 공학리더 양성 교육 개혁 추진함
- 인공지능-환경 프로그램 개설 및 운영 : 본 프로그램은 새로운 가치창출과 융합연구의 시대적 요구에 선구적으로 대응하기 위해 개설함. 본 프로그램에서는 환경빅데이터와 인공지능기술을 활용하여 다양한 환경문제와 솔루션 개발에 적용하는 새로운 융합 교육과정을 제공하고자 환경공학부 교과 과목 7학점과 포스텍 인공지능대학원 교과 과목 6학점을 프로그램이수 과목으로 지정함. 2021년 3월 12일에 첫 AI-Environment Program 온라인 타운홀 미팅을 개최하고 9명의 지원자가 참석함. 현재 환경공학부, 첨단원자력학부와 철강대학원 대학생들을 포함한 20명이 넘게 지원하였고 2021년 2학기에 첫 프로그램 이수자(손연진 석박통합과정)를 배출함.
- 포스텍 대학원생들에게 AI기술을 다양한 환경문제와 솔루션 개발에 적용하는 교육과정을 제공
- 4차 산업혁명 이후 새로운 가치창출과 융합연구의 시대적 요구에 선구적으로 대응하기 위하여

준비되었으며 환경이슈에 관심이 있는 모든 전공의 대학원생들에게 이수를 적극 권고

- 환경공학부 7학점(필수과목 2개 + 선택과목 1개), 인공지능대학원 6학점(3과목군 중 2개 과목 이수)을 이수 총 13학점을 이수해야함. 21-1학기 기준 총 11명 신청자 중 환경6명, 환경외 학과 5명신청함.
- 대학원생의 강의 만족도는 평균 4.7점으로 매우 높은편이며, 포스텍 학과 기준 영어 강의에 대한 만족도가 환경공학부가 1위로 학생들의 영어강의부분에서의 교수와 대학원생간의 강의 부분 및 소통되는 부분이 잘 진행되고 있음.



- 연구단 방향성에 맞는 선택 교과목을 도입하여 다변화된 산업사회 수요에 충족하기 위한 선택 교과목 개선 및 신설

■ 환경 선택 교과목 개선 및 신설

교과목명	담당교수	개설현황	개설학점	교육내용
환경공학특론D (환경전기화학)	조강우	2021-1학기 2022-1학기	3-0-3	전기화학적 수질.폐기물처리법 강의
환경공학특론H 환경보건	황동수	2021-2학기	3-0-3	환경과 인류보건과의 상관관계와 인구밀집형 사회의 환경 현상추가 강의
환경공학특론K (재해정보학)	감종훈	2021-1학기	3-0-3	재난 대응형 빅데이터를 기반으로 한 환경 방재 AI의 활용법 개발
환공공학특론F (수문기후학)	감종훈	2020-2학기 2021-2학기 2022-2학기	3-0-3	기후변화에 따른 물순환의 변화, 기후 재난위험도와 인구밀집형 지역사회에 직면한 물 환경 문제 해결 방안 모색
학제간 통합 교육 교양 특강: 기후변화의 이해	민승기	2021-1학기 2022-1학기	3-0-3	기후변화를 정확하게 예측하기 위한 최신 모델링 방법론 강의

■ 전임교수 대학원 강의 교수법 향상 프로그램 운영

- 국제화 시대에서 교육경쟁력 강화를 위해 대학차원에서 교수학습법 개발 및 지원을 제공
- 또한, 교수법 관련 다양한 주제를 다루는 특강 프로그램, 효과적 Teaching Tip을 제공하는 소그룹 워크숍 등 교수법에 대한 지속적인 보완·발전을 수행하고 있음
- 코로나 19 등 변화하는 교육환경에 유연하게 대응하고, 다양하고 혁신적인 교육모델에 대한 교수-학습방법 개선 및 교수력 강화와 수업에 활용될 수 있는 EduTech 기술 소개를 통해 다양한 교육방법을 활용한 교수-학습 방법 개선 환경을 제공하기 위해서 교수역량 강화 워크숍을 진행함

- 주제: EduTech를 활용한 온라인 수업 사례: notability, 케글, 게더타운
- 연사:컴퓨터공학과 박재식 교수
- 일시 및 장소: 2022. 5. 13(금) 13:00, 제2공학관 303호
- 신청기간: 2022. 4. 25(월) ~ 5. 2(월)) 진행

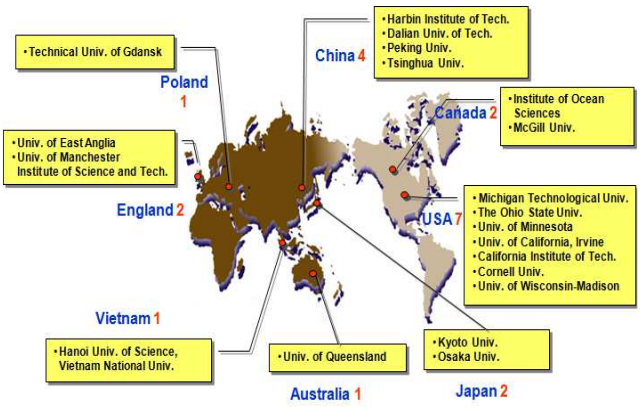
- 주제: 온/오프 라인 수업 상호작용에 도움을 주는 EduTech: 패들렛, 심플로우
- 연사 : 서울대 홍영일 교수
- 일시 및 장소: 2022. 7. 22(금) 14:00-16:00, 비대면(ZOOM) 진행

6. 교육의 국제화 전략

1 교육 프로그램의 국제화 현황 및 계획

■ 환경공학부 해외대학 학술교류협정 현황

- 국제협약 대학: 9개국 21개 기관



- 학술협정 주요 내용
  - 자매결연 기관과의 실질적 교육 및 연구교류
  - 방문교수제도 활성화
  - 대학원생 교류 (학생교환 : 학점취득 인정 등)
  - 참여교수들의 환경관련 국제간 공동연구의 장려 및 지원
  - 국가기관 지원의 국제공동연구 사업 적극 참여 독려
  - Matching fund 형태의 국제공동연구 지원
  - 자매결연 연구기관과의 실질적 협동연구 장려
  - 국제공동연구 수행을 위한 해외여행 시 최우선 지원
- 환경 국제협약체결 대학(2021기준)

No	협약일	협정기관		국가
1	1996.04.24		Harbin Institute of Technology	P.R. of China
2	1996.06.15	Department of Civil and Environmental Engineering	Michigan Technological University	U.S.A.
3	1996.06.28	Advanced Wastewater Management Centre	University of Queensland	Australia
4	1996.11.12	Environmental Engineering Institute	Dalian University of Technology	P.R. of China
5	1997.04.22		Institute of Ocean Sciences	Canada
6	1997.05.07	Ohio Bioprocessing Research Consortium	The Ohio State University	U.S.A.
7	1997.05.20	Environmental Engineering Program, Department of Civil Engineering	University of Minnesota	U.S.A.
8	1997.09.08	Department of Chemical and Biochemical Engineering & Material Science	University of California, Irvine	U.S.A.
9	1997.10.30	School of Environmental Science	University of East Anglia	England
10	1997.11.18	Environmental Technology Centre, Department of Chemical Engineering	University of Manchester Institute of Science and Technology	England
11	1997.12.11	James Irvine Professor W.M. Keck Lab. Environmental Engineering Science	California Institute of Technology	U.S.A.
12	1998.06.16	Chemical Faculty of the TUG	Technical University of Gdansk	POLAND
13	1998.06.30	Bioengineering Program	Cornell University	U.S.A.
14	1998.06.30	Faculty of Engineering	McGill University	Canada H3A 2B2
15	2002.02.26	Research Centre for Environmental Technology and Sustainable Development	Hanoi University of Science, Vietnam National University	Vietnam
16	2003.03.20	Department of Engineering Physics	University of Wisconsin-Madiso	U.S.A.
17	2007.03.15	College of Environmental Sciences	Peking University	P.R. of China

18	2007.08.24	Department of Environmental Science and Egineering	Tsinghua University	P.R. of China
19	2009.09.16	School of Engineering	Kyoto University	Japan
20	2010.04.22	The Institute of Scientific and Industrial Research	Oaska University	Japan
21	2010.08.23	Phyisico-Chimie des Processus de Combustion et de l'Atmosphere PC2A	The University Lille 1	France

■ 환경공학부 해외석학교수 초빙 BK특별 세미나 실시

연사	일시	주제
Arizona state University 김상식 교수	21년 2학기	Smartphone-based paper microfluidic analysis for bacterial species classification
Arizona state University 윤정열 교수	22년 1학기	Machine learning for environmental sensing applications

■ 포스텍 대학원혁신사업 주관 해외석학 초청 강연 (21년 2학기)

연번	날짜	시간	이름/소속	주제
1	2021.09.17	14:00 ~	Masaaki Nagahara / University of Kitakyushu	Compressed sensing and maximum hands-off control
2	2021.09.24	10:00 ~	Massoud Kaviany / University of Michigan	Atomic-level, Energy-conversion Heat Transfer
3	2021.09.28	11:00 ~	Xuanhe Zhao / MIT	Merging Human-Machine Intelligence with Soft Materials Technology
4	2021.09.28.*	17:00 ~	Jos Lenders / Advanced Materials	Publishing advanced materials science with Wiley - How to maximize your success!
5	2021.09.29	17:00 ~	Yuri Estrin / Monash University	Designing Materials and Engineering Structures Based on Topological Interlocking
6	2021.09.30	09:00 ~	Letian Dou / Purdue University	Organic Semiconductor-Incorporated Perovskites(OSiP)-A New Family of Hybrid Electronic Materials
7	2021.10.01	14:00 ~	Yoshio Ota / Kyoto University	Switching control of multi-mode affine systems: application to DC-DC converter control
8	2021.10.06	09:00 ~	Daixiu Wei / Tohoku University	Control of phase transformations for optimizing mechanical performance in metals and alloys
9	2021.10.08	11:00 ~	Choi, Chang Kyoung /	Cultured Meat: A Safe and Sustainable

			Michigan Technological University	Protein Alternative at the Human-Animal Interface
10	2021.10.12	10:00 ~	Nicholas L. Abbott / Cornell University	Amplification of Chemical and Biological Interactions using Liquid Crystallinity
11	2021.10.20	11:00 ~	박근한 / University of Utah	Tunneling of Heat Carriers in Nanometric Vacuum Space: Bridging Radiation and Conduction
12	2021.10.26	11:00 ~	Nicholas X. Fang / MIT	Three Dimensional Photonic Manufacturing of Architectured Metamaterials
13	2021.11.03	09:00 ~	Vincenzo Lordi / Lawrence Livermore National Laboratory	First-principles calculations / TBD
14	2021.11.05	14:00 ~	Ko Yamamoto / The University of Tokyo	Dynamics and Control of Robot System that Physically Interacts with Human
15	2021.11.09.*	16:00 ~	Dr. Xin Li / Senior Editor of Nature Materials Journal	Inside Nature journals Inside Nature journals
16	2021.11.10	17:00 ~	Xiaodong chen / Nanyang Technological University	Electronic Skin: from Conformal Interface to Senses Digitalization
17	2021.11.15	11:00 ~	Mashiro Nomura / University of Tokyo	Advanced thermal transport control in semiconductors by nanostructuring
18	2021.11.16	15:00 ~	Wenju Cai / CSIRO	Changing El Niño-Southern Oscillation and Indian Ocean Dipole in a warming climate
19	2021.11.17	09:00 ~	Yiyang Li / University of Michigan	Solid-State Electrochemical Memory for Neuromorphic Computing
20	2021.12.01	17:00 ~	Jinwoo Hwang / Ohio State University	Atomic scale defects in advanced materials: How we “see” and understand them
21	2021.12.14	11:00 ~	김상배 / MIT	Robots with Physical Intelligence
22	2022.01.07	11:00 ~	Tae Kon Kim / Vanderbilt University School of Medicine	Programmed Death-1 Homolog (PD-1H/VISTA), A Potential New Immunotherapeutic Target in Acute Myeloid Leukemia
23	2022.01.25.*	10:00 ~	Jos Lenders / Advanced Materials	How to publish at Nature Research Journals.

■ 포스텍 대학원혁신사업 주관 해외석학 초청 강연 (22년 1학기)

연번	날짜	시간	이름/소속	주제
1	2022.03.02	17:00 ~	Adam E. Cohen / Harvard Univ.	Optical tools for studying brain function

2	2022.03.02	09:00 ~	Teodor K Todorov / IBM TJ Watson Research Center	A journey from thin-film PV to analog AI computing
3	2022.03.04	11:45 ~	Ramteen Mehr Sioshansi / Ohio State Universty	Assessing the Resource-Adequacy Contribution of Energy Storage
4	2022.03.10	18:00 ~	Peer Fischer / University of Stuttgart	Microswimmers and Nanorobotics
5	2022.03.18	15:00 ~	Tongwen Chen / University of Alberta	Intelligent Alarm Monitoring of Complex Industrial Processes.
6	2022.03.23	09:00 ~	George Malliaras / University of Cambridge	Technology for Bioelectronic Medicine
7	2022.04.01	11:00 ~	Michael Corradini / University of Wisconsin-Madison	FUTURE OF NUCLEAR POWER - ADVANCED REACTORS
8	2022.04.08	11:00 ~	Geir E Dullerud / University of Illinois at Urbana-Champaign	Learning for Safety and Control in Dynamical Systems
9	2022.04.13	12:00 ~	Jelena Vuckovic / Stanford University	Inverse designed integrated photonics
10	2022.04.18	16:00 ~	W.M.P. van der Aalst / RWTH Aachen University	How 20 years of research changed the way organizations are managing their processes
11	2022.05.04	09:00 ~	Jianshi Tang / Tsinghua University	Neuromorphic Computing and Signal Processing with Memristors
12	2022.05.31	09:50 ~16:50	Long Nguyen / Univ. of Michigan	Workshop on Bayesian Nonparametrics Inverse bounds for learning latent structures
			Marta Catalano / Univ. of Warwick	Optimal transport methods for Bayesian nonparametric modeling
			Antonio Lijoi / Bocconi Univ.	Compositions of discrete random structures in Bayesian nonparametrics
			Igor Prünster / Bocconi Univ.	A general modeling framework for partially exchangeable data: multivariate species sampling priors
13	2022.08.26	16:00 ~ 17:30	Augustine M.K. Choi / Cornell University	The Changing Landscape of Medical Education in the U.S.

- 포스텍 환경공학부는 매 학기 진행되는 정기세미나 및 다수의 비정기 세미나, 그리고 다양한 학술행사를 모두 영어로 진행하는 것을 기본 방침으로 하고 있음.
- 해외 석학뿐 아니라 국내 초청연사에 의한 강연도 특수한 사정을 제외하고는 모두 영어 강의 진행을 권장하고 있음, 학생들이 학술적 내용에 대한 소통을 영어로 하는 것을 자연스럽게 받아들이고 직접 영어 질의 및 응답 등을 진행할 수있도록 함.
- 100% 영어 강의 및 Bilingual Campus 운영: 교내 구성원의 어학 능력 향상과 외국인 구성원의 언어적 불편함이 없는 교육·연구 및 생활환경 조성을 목적으로 Bilingual Campus 정책을 지속해서 시행 중임. 100% 영어강의, 대학 자체 영문서 감수 체제 구축 등 영어 공용화 캠퍼스의 기본 인프라를 구축하고 행정문서의 영어공용화 및 대학 주요행사 국/영문 동시 제공을 위하여 DB를 구

축하는 등 영어 공용화 확산을 위하여 적극적으로 지원하고 있음

■ 국제특강 개최 (Distinguished International Lecture Series_23년 7월 예정)

4차 산업사회를 대비한 세계 수준의 경쟁력을 지닌 환경공학 교육 및 연구 분야의 선도기관으로 발전하기 위해 Distinguished International Lecture Series를 개최하여 매년 세계 최고 수준의 국외 연구진을 초빙하여 학생들에게 질 높은 강의, 개별 연구 컨설팅, 국외 네트워크 등을 장기적으로 제공하고자 함. 첫 번째 강연자는 Swiss Federal Institute of Aquatic Science & Technology의 소장인 Janet G. Hering으로 2023년 7월 한 달간 본 학과에서 강의, 컨설팅, 네트워크 형성 등에 기여하기로 하였음. 수질 및 수생태계 분야에서 세계적인 인지도를 갖춘 연구자로써 BK21에서 제시하는 "수질, 폐기물" 및 "생태환경" 분야에 적극적으로 기여할 수 있을 것으로 기대됨.

또한, 외국 우수 대학과의 상생발전형의 교육연구단을 구축하기 위해 2022년 10월 Stanford University 환경공학과 전임교원을 초빙하여 공동 세미나를 개최할 예정임

DESE
Division of Environmental Science & Engineering, POSTECH

Sae Yun Kwon
Assistant Professor
Division of Environmental Science & Engineering
Pohang University of Science and Technology
Environmental Science Building #218
77 Cheongam-Ro, Nam-gu
Pohang, Gyeongbuk, South Korea

March 22nd, 2022

Dear Prof. Dr. Janet Hering

This is Sae Yun Kwon, an assistant professor at the Division of Environmental Science and Engineering, Pohang University of Science and Technology (POSTECH), South Korea. I write, on behalf of the faculties, to invite you to our department this summer.

Our department is initiating *Distinguished International Lecturer Series* starting this year with the specific aim of 1) enhancing our student's exposure to high quality lectures, and 2) providing the environment and space to interact with outstanding international scientists. We believe that these are the main recipes for intriguing our students' interest to explore the international world in environmental research.

We would like to invite you to be the first lecturer in the series, given your phenomenal academic contributions in the area of water science and overlapping research interests with many faculties in this department. We would like to formally introduce ourselves via ZOOM and provide detailed information so that you can make informed decision on the visit.

I am providing a link to our departmental website: http://dese.postech.ac.kr/welcomemat.do

We look forward to meeting with you via ZOOM and to explore options for your visit.

Sincerely,

Sae Yun Kwon

Aquatic Science & Technology
Janet G. Hering소장

2 참여대학원생 국제공동연구 현황

국내/외	공동연구대학	연구기간	참여 대학원생	연구내용
국외 (미국)	The university of Arizona	2021.09.-2022.09.	이민희	펩타이드 활용한 박테리아 종 동정 바이오 센서 개발 -논문:Humansensor-inspiredsupervisedmachinelearningofsmartphone-basedpapermicrofluidicanalysisforbacterialspeciesclassification DOI:10.1016/j.bios.2021.113335
국외 (미국)	KAIST,성균관대학교, The university of arizona	2021.09.-2022.09.	이민희	막세정을 위한 ionic fluid 클리닝 솔루션 개발 -논문:Ionicfluidasanovelcleaningagentforthecontrolofirreversiblefoulinginreverseosmosismembraneprocesses DOI:10.1016/j.watres.2022.119063
국외 (미국, 중국)	University of Delaware, ChineseAcademyofSciences, 국립환경과학원	2020.03-2022.02	정새봄	수은 안정동위원소를 활용해 서해안 퇴적물내수은의배출원과그기여도를분석함. -논문:ElucidatingsourcesofmercuryinthewestcoastofKoreaandtheChinesemarginalseasusingmercurystableisotopes DOI:10.1016/j.scitotenv.2021.152598
국외 (미국, 홍콩)	University of Delaware, UniversityofCalifornia Davis, TheChineseUniversity ofHongKong, UniversityatBuffalo	2021.03-2022.06	조문경	인간, 플랑크톤, 물고기, 고래, 새, 무척추동물내수은안정동위원소비를통해체내수은거동및 유입원추적연구함. -논문:InternalDynamicsandMetabolismofMercuryinBiota:AReviewofInsightsfromMercuryStableIsotopes DOI:doi.org/10.1021/acs.est.1c08631
국외 (홍콩,	The Chinese University of Hong	2021.03-2022.07	양요한	한국 내 4개의 강을 선정하여 수체 내 서식하는배스와모래무지의수은동위원소비를측정하여수

미국)	Kong, StateUniversityofNew YorkatBuffalo, OakRidgeNationalLaboratory, 국립환경과학원, 한양대학교			은오염원경로를예측함. -논문:EcologicalTraitsofFishfor MercuryBiomonitoring:InsightsfromCompound-SpecificNitrogenandStableMercuryIsotopes DOI:doi.org/10.1021/acs.est.2c02532
국내	공주대학교	2021.09.-2022.08.	이도훈	친환경 방오필름 개발 -논문:Eco-friendlyerucamide-polydimethylsiloxanecoatingsformarineanti-biofouling DOI:10.1016/j.colsurfb.2021.112003
국내	UNIST, 영남대학교	2021.09.-2022.08.	이승현	메틸셀룰로오스의 접착 메커니즘 규명 -논문:Adaptiveamphiphilicinteractionmechanismofhydroxypropylmethylcelluloseinwater DOI:10.1016/j.apsusc.2021.150535

Ⅲ 연구역량 영역

□ 연구역량 대표 우수성과

- 지난 1년간 본 사업단에서는 총 98편의 SCI(E) 논문을 출판하였음. 이 중 상위 5% 저널에 해당되는 논문은 25편, 상위 10% 논문 25편, 상위 20% 논문은 15편으로 사업단의 연구 수준의 질적 우수성을 객관적으로 제시하고 있음.
- 환경공학부 홍석봉 교수는 7월 7일 스페인 발렌시아에서 열린 제20차 국제제올라이트학술대회에서 브렉상을 단독 수상, 제올라이트*1 분야 노벨상으로 불리는 이 상을 단독으로 수상한 아시아 연구자는 홍석봉 교수가 유일함, 다중양이온합성법(Multiple Inorganic Cation Approach), 과량 불소이온합성법(Excess Fluoride Approach) 등 새로운 제올라이트 합성개념을 이용해 탁월한 연구성과를 발표 함, 11종의 새로운 구조를 발견해 국제제올라이트학회(International Zeolite Association, IZA) 구조위원회부터 구조코드를 받았으며, 제올라이트계열 탈질촉매 개발, 이산화탄소 분리 등 응용연구 분야에도 크게 기여했다. 또, 최상위 국제학술지인 ‘네이처’ 2편, ‘사이언스’ 1편을 포함해 총 250여 편의 학술 논문과 50여 건의 특허를 발표하며 학계 발전을 이끌었다는 평가를 받음.
- 참여교수의 BK 사업기간 1년동안 국내총 13건의 특허가 출원 및 등록되었음.
- 조강우 교수는 “광전기화학적 수처리용 광전극, 이의 제조방법 및 이의 용도”으로 22.02.18특허등록 완료하였으며,
- 본 발명의 일 예는 개질 니오븀 산화물 나노튜브 구조체로 이루어지거나 이를 포함하여 구성되는 광전극을 제공한다. 상기 개질 니오븀 산화물 나노튜브 구조체는 니오븀 산화물 나노튜브 구조체 상에 존재하는 Nb5+ 이온의 환원에 의해 Nb4+ 이온이 자가도핑된 것을 특징으로 한다. 본 발명에 따른 광전극 소재인 개질 니오븀 산화물 나노튜브 구조체는 Nb4+ 이온의 자가도핑에 의해 개질 전 니오븀 산화물 나노튜브 구조체보다 향상된 광흡수율 및 전기전도도를 가진다. 따라서, 본 발명에 따른 광전극을 광전기화학적 수처리시 양극으로 적용하면 소정의 광밀도 및 인가전압 조건하에서 효과적으로 라디칼을 생성하고 대상 처리수 내에 존재하는 오염물질을 효율적으로 제거하는데에 목적이 있음.
- 황동수 교수는 ㈜에이엔폴리를 2017년 창업 하였으며, 친환경 플라스틱 제조 및 재활용 기술을 개발에 박차를 가하며 친환경플라스틱을 사업화 및 제품화하는 산/학/연 연계 환경 기술을 개발하고 있음.
- 수질・폐기물, 대기오염, 생태환경, 기후변화 분야는 전통적인 산업, 사회적 환경문제를 유발하는 분야이며, 동시에 4차 산업사회의 정온한 환경을 위해 선제 대응이 반드시 요구되는 분야이므로 집중적인 목표 및 계획을 설정하여 분야별 목표에 집중할 뿐 아니라 교육단 내 다른 세부분야와의 융합 연구, 국가 공공기관, 관련 산업체와 긴밀한 산학협력 연구를 통해 우리 교육연구단의 연구역량을 강화하고, 4차 산업 시대의 우리 사회 환경문제 해결 및 선제 대응에 기여하는 것을 중점 목표로 추진함
- 환경 문제는 미래 우리 사회의 가장 큰 위협이기 때문에 공공기관과 산업체와의 MOU체결 및 협력을 통해 관련 분야 기초 및 응용 연구를 수행하고 우리 교육연구단과 BK 사업의 성공적 추진하고 있음
- 우리 교육연구단의 진행해 온 환경문제 해결기술은 국내 최고 수준으로 다양한 산업체에서 기술협력을 요청하고 있음
- 이러한 산업체의 기술협력을 더욱 강화하여 국내 산업계의 경쟁력을 제고하고, 우리 사회의 환경문제 해결에 좀 더 실질적으로 접근하고자 함

1. 참여교수 연구역량

1.1 국내 및 해외기관 연구비 수주 실적

<표 3-1> 최근 1년간(2021.9.1.-2022.8.31.) 이공계열 참여교수 1인당 정부, 산업체, 해외기관 등 연구비 수주 실적

항 목	수주액(천원)		
	3년간(2017.1.1.-2019.12.31.) 실적 (선정평가 보고서 작성내용)	최근 1년간(2021.9.1.~2022.8.31.) 실적	비고
정부 연구비 수주 총 입금액	20,509,942	7,473,783	
산업체(국내) 연구비 수주 총 입금액	1,057,741	148,278	
해외기관 연구비 수주 총 (환산)입금액	712,540	0	
이공사회계열 참여교수 수	10	10	
1인당 총 연구비 수주액	2,228,022	762,206	

1.2 연구업적물

■ 참여교수 연구업적물의 우수성

- 지난 1년간 본 사업단에서는 총 98편의 SCI(E) 논문을 출판하였음. 이 중 상위 5% 저널에 해당되는 논문은 25편, 상위 10% 논문 25편, 상위 20% 논문은 15편으로 사업단의 연구 수준의 질적 우수성을 객관적으로 제시하고 있음.

■ 연구의 수월성을 대표하는 연구업적물 (최근 1년(2021.9.1.-2022.8.31.))

연번	대표연구업적물 설명
1	■ 수질・폐기물 분야 연구 실적 • Degradation of Ranitidine and Changes in N-nitrosodimethylamine Formation Potential by Advanced Oxidatio Processes: Role of Oxidant Speciation and Water Matrix (조강우교수, IF:5.197, ISSN:0043-1354) 본 연구에서는 역삼투(RO) 투과 및 브라인에서 라니티딘의 클로로아민(N-nitrosodimethylamine, NDMA)의 형성전위(FP)에 대한 13가지(사진/전기) 화학산화 과정의 영향을 조사하였다. NDMA-FP는 전처리 공정, 초기 pH 및 물 매트릭스 유형에 따라 유의하게 변화하였다. 초기 pH 값이 높을 때(> 7.0), 대부분의 전처리는 NDMA-FP를 감소시키지 않았는데, 이는 아마도 소수의 라디칼 종과 더 많은 클로로아민 반응 부산물이 생성되었기 때문일 것이다. 그러나 pH < 7.0에서 염화물과 Fe2+/H2O2에 의해 보조된 전기화학적 산화, 촉매 습식 과산화물과 퍼옥시디설페이트 유도 전처리는 RO브라인에서 최대 85%의 NDMA-FP를 제거했다. 자외선(UV) 조사나 전염소화만으로는 NDMA-FP를 효과적으로 감소시키지 못했지만, UV/염소 처리로 NDMA-FP를 효과적으로 감소시켰다. 반면, H2O2와 클로로아민의 존재 하에서 자외선 조사(0.5시간 동안 2.1 mW cm-2) 후, RO 투과 후 염소화 과정에서 NDMA 형성이 실질적으로 증가하였다(최대 26%). 산화부생물에 대한 질량분석 및 구조해석은 UV/NH2Cl에 의해 생성된 반응성 질소종과 비교하여 황산염 라디칼과 (사진/전기)화학적으로 생성된 반응성 염소종이 NDMA-FP를 최소화하는데 더 유망하다는 것을 보여주었다. UV/H2O2에 의해 구동되는 용혈성 •OH와 달리, Fe(IV) 보조 전처리로부터의 •OH는 NDMA-FP 감소에 유의미한 상승효과를 보였다. 전반적으로, 그 결과는 아민 기능화된 화합물을 포함하는 RO 물 시스템을 처리하는 데 사용될 라디칼 종의 유형에 대한 신중한 평가가 필요하다는 것을 시사한다.

2	• Tracking microbial community shifts during recovery process in overloaded anaerobic digesters under biological and non-biological supplementation strategies(황석환교수, IF: 3.571 ISSN: 0960-8524) 혐기성 소화는 유기 부하 변동으로 인해 작동 불안정성에 직면한다. 프로피온산(HPR)은 불리한 반응 열역학으로 인해 자주 축적된다. 여기서 HPr 농축 배양물을 이용한 '특이적' 생물증강(양 및 빈도의 세 가지 주입 방식)을 혐기성 슬러지를 이용한 '비특이적' 생물증강, 마그네타이트 또는 조효소 M의 비생물증강과 비교하였다. 특정 생물학적 증강 치료는 피크 과부하 후 연속 공급 시 우수한 회복 반응을 보였다. 농축이 적용된 '원샷' 바이오 증강은 대조군에 비해 회복 시간이 ~25%이고 CH4 변환 효율이 10% 이상인 최상의 교정 효과를 보였다. 연속적인 생물 증강은 도입된 공동체의 안정성이 증가했다는 증거를 보여주었다. 시너지과, 신트로포박테리아과, 코스모토과가 메타노쿨레우스, 메타노박테륨과의 합성으로 HPr-산화의 원인이 된 것으로 보인다. 서로 다른 보완 전략은 보완 자원의 가용성에 기초하여 혐기성 소화기에서 시동 또는 과부하의 영향을 감소시키는 것을 고려할 수 있다.
3	■ 생태환경 분야 연구 실적 • The beneficial and hazardous effects of selenium on the health of the soil-plant-human system: An overview(권세윤교수, IF:9.140 ISSN:0048-9697) 근해 시스템은 어류 소비를 통해 외해와 인간의 건강에 수은(Hg) 공급원으로 중요한 역할을 한다. 동아시아 연안의 근해 시스템은 급격한 산업화를 고려할 때 특히 우려되는 사항으로, 이는 상당한 인위적 Hg 배출과 방출에 기여한다. 우리는 동중국해의 북동쪽에 위치한 한국 서해안의 퇴적물과 어류에서 Hg 선원을 특성화하기 위해 Hg 안정 동위원소를 사용했다. 서해안 퇴적물의 Hg 동위원소 비율(Δ202Hg; -0.89~-0.27㎜, Δ0.04~0.14㎜)은 다른 연안 퇴적물(Δ202Hg; -0.99~-0.30㎜, Δ199Hg; -0.04~0.19㎜)과 통계적으로 유사했으며, 중국의 한계해역인 Hg 선원(Δ0.5g)과 중복되었다. 삼원 혼합 모델을 사용하여 산업 Hg 선원이 우리나라 서해안에서 83~97%를 기여하고 강물과 대기 Hg 선원이 한국 서해안과 중국 한계해역에서 작은 역할을 하는 것으로 추정하였다. 퇴적물과 근해 어류의 Hg 동위원소 비율을 비교한 결과, 대부분의 서해안 지역의 어류는 퇴적물에서 생성된 MeHg에 노출되어 있다. 몇몇 남서부 해안 유적지에서는 강에서 생산되는 외부 MeHg와 개방된 바닷물 기둥이 물고기의 원천으로서 더 중요한 것으로 보인다. 이는 퇴적 MeHg의 영향을 받은 다른 서해안 지역에서 채취한 물고기에 비해 훨씬 더 높은 Δ202Hg(0.71μg, 대양어류와 유사)와 더 낮은 Δ202Hg(-0.71μg, 강원류와 유사)로 뒷받침된다. 산업 활동의 상당한 Hg 기여는 인공적인 Hg 방출을 규제하는 국가 정책이 지역 생선 소비를 통해 발생하는 인간의 Hg 노출을 직접적으로 완화시킬 수 있음을 시사한다. 이 연구는 연안 해양으로 수출되는 Hg 플럭스와 선원의 지역 및 글로벌 재고 증가에 기여한다.
4	■ 대기오염 분야 연구 실적 • Water: A promoter of ammonia selective catalytic reduction over copper-exchanged LTA zeolites(홍석봉교수, IF:0.926, ISSN:0926-3373) 암모니아(NH3) 선택적 촉매 환원(SCR) 촉매의 수열 안정성에 대한 물의 부정적인 영향은 잘 알려져 있다. 따라서, 이동원으로부터의 질소산화물을 완화하기 위한 구리(Cu)와 같은 내수성, 제올라이트계 전이금속 촉매의 개발은 매우 어려운 과제이다. 여기서 우리는 물이 구리 교환이 높은 실리카 Cu-LTA 제올라이트 내에서 입체적으로 접근할 수 없는 소드 케이지에서 쉽게 접근할 수 있는 ltaone ~ 6원 링으로 구리 이온의 이동을 현저하게 용이하게 한다는 것을 보여준다. 우리는 또한 이 유비쿼터스 분자가 그럴듯한 반응[H2O-Cu-NH3]+ 중간체로 Cu-LTA 촉매의 저온 SCR 활성을 촉진한다는 것을 보여준다. 우리는 물이 활성 부위와 반응 경로를 조정하여 더 깨끗한 공기를 위해 금속 함유 제올라이트에 비해 질소 산화물 제거에 유익한 역할을 할 수 있을 것으로 기대한다.

5	■ 기후변화 분야 연구 실적 • Hysteresis of the intertropical convergence zone to CO2 forcing (국종성 교수 , IF: 0.532 ,ISSN:1758-678X) 최근 수십 년 동안 전례 없는 지구 온난화 속도로 인해, 인공적인 기후 변화가 돌이킬 수 없는지의 여부가 중요한 문제이다. 1,468ppm까지 이상화된 CO2 증가 및 대칭 감소 모델 실험을 기반으로, 여기서 우리는 열대 간 수렴 영역(ITCZ)이 CO2 강제력에 선형적으로 반응하지 않지만 강력한 히스테리시스 행동을 보인다는 것을 보여준다. ITCZ의 위치는 상승기에는 거의 변하지 않지만, CO2가 감소하기 시작하면 급격히 남쪽으로 이동하며, 하강기에는 중심이 남반구에 위치하게 된다. 이러한 ITCZ 히스테리시스는 열대지방과 외열대지방 사이의 전지구적 에너지 교환의 지연과 관련이 있다. 지연된 에너지 교환은 대서양 자오선 전복 순환과 남양의 느린 온난화/냉각의 두 가지 뚜렷한 이력 작용으로 설명된다. 우리는 또한 ITCZ 히스테리시스가 지역 수문학적 사이클에서 히스테리시스로 이어질 수 있다고 제안함.

1. 이공계열 참여교수 특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성

1 참여교수 특허 실적

출원 등록 국가	발명자	출원번호	출원일자	발명명칭	특허권자
KR	조강우	10-2021-0118678	2021.09.06	반도체 제조 공정 폐수 처리 시스템 및 이를 이용한 반도체 제조 공정 폐수 처리 방법	포항공과대학교 산학협력단, 삼성전자
KR	조강우	10-2021-0131723	2021.10.05	오존 발생 전극, 그의 제조방법 및 그를 이용한 오존 제조방법	포항공과대학교 산학협력단
KR	조강우	10-2019-0157760	2022.02.18	광전기화학적 수처리용 광전극, 이의 제조방법 및 이의 용도	포항공과대학교 산학협력단
US	조강우	17/737,809	2022.05.05	반도체 제조 공정 폐수 처리 시스템 및 이를 이용한 반도체 제조 공정 폐수 처리 방법	포항공과대학교 산학협력단, 삼성전자
CN	조강우	ZL 201910039665.6	2022.05.13	산화 전극, 이의 제조 방법, 및 이를 포함하는 전기 분해 장치	포항공과대학교 산학협력단
US	조강우	17/834,213	2022.06.07	오존 발생 전극, 그의 제조방법 및 그를 이용한 오존 제조방법	포항공과대학교 산학협력단
KR	황동수	10-2021-0038000	2021.11.25	시한성 소자의 분해 제어 복합체	포항공과대학교 산학협력단
KR	황동수	10-2022-0027471	2022.03.03	mRNA 전달 효율 증대를 위한 mRNA 전달체용 지질 나노입자의 제조방법	포항공과대학교 산학협력단
KR	황동수	10-2022-0075645	2022.06.21	장기 모니터링을 위한 시한성 생체 접착 소자	포항공과대학교 산학협력단
KR	황동수	10-2022-0080776	2022.06.30	의료용 접착성 조성물	포항공과대학교 산학협력단

KR	황동수	10-2022-0103775	2022.08.19	플라스틱 분해 활성을 갖는 신규 미생물 및 이의 용도	포항공과대학교 산학협력단
KR	홍석봉	1020200124036	2022.04.05	알루미노실리케이트 제올라이트 PST-31 및 그 제조 방법	포항공과대학교 산학협력단
KR	홍석봉	1020200099674	2022.07.28	알루미노실리케이트 제올라이트 PST-24 및 그 제조 방법과 및 이를 촉매로 이용한 1,3-부탄디올 탈수화 방법	포항공과대학교 산학협력단

2 참여교수 기술이전 실적

- 황동수 교수는 ㈜에이엔폴리를 2017년 창업하였으며,친환경 플라스틱 제조 및 재활용 기술을 개발에 박차를 가하며 친환경플라스틱을 사업화 및 제품화하는 산/학/연 연계 환경 기술을 개발하고 있음.

기술실시 계약명	기술료 계약 체결일자	당해년도 징수액(원)	기술실시 방식 /기술실시내용	기술실시 대상기관명
폴리사카라이드 계열 나노물질(나노셀룰로오스, 나노키틴) 활용 기술	20220401	295,000,000	직접(자가)실시 /지적재산권이전	㈜에이엔폴리
시한성소자의분해시간 제어구조체외3건	20220103	36,800,000	직접(자가)실시 /지적재산권이전	㈜에이엔폴리

2. 산업・사회에 대한 기여도

수질・폐기물, 대기오염, 생태환경, 기후변화 분야는 전통적인 산업, 사회적 환경문제를 유발하는 분야이며, 동시에 4차 산업사회의 정온한 환경을 위해 선제 대응이 반드시 요구되는 분야이므로 집중적인 목표 및 계획을 설정하여 분야별 목표에 집중할 뿐 아니라 교육단 내 다른 세부분야와의 융합 연구, 국가 공공기관, 관련 산업체와 긴밀한 산학협력 연구를 통해 우리 교육연구단의 연구역량을 강화하고, 4차 산업 시대의 우리 사회 환경문제 해결 및 선제 대응에 기여하는 것을 중점 목표로 추진함

1 산업문제해결(산업체)분야 연구 과제

과제명	연구기간	협력기관	참여교수
이상기후 전망기간 확대 제공을 위한 현업기술 개발	21.03.03-21.12.03	기상청, 포디솔루션, 웨더랩, ㈜동녘	민승기, 감종훈
이상기후전망 정확도 향상 기술 개발 및 시스템 개선	22.03.23-22.12.18	기상청, 포디솔루션, 티티엠소프트	민승기, 감종훈
REPUBLIC OF KOREA-PACIFIC ISLANDS CLIMATE PREDICTION SERVICES PHASE 2 PROJECT	20.01.28-22.12.31	Pacific Islands Foru	국종성
폐수처리 및 수소생산 효율개선을 위한 저가 촉매활용 전해용 핵심소재 기술	22.01.01-22.12.31	테크로스	조강우
정수기용 살균수 제조를 위한 고효율 고내구성 산화전극	21.03.01-22.02.28	성창사	조강우
생체모사형 이온유체 및 바이오유래	21.04.01.-	㈜에이엔폴리	황동수

세정입자를 결합한 신개념 막 세정기술	22.12.31		
M-RNA백신용 SOLID LIPID NANOPARTICLES (SLNS	21.07.01-22.11.31	㈜코리포항	황동수
생분해성 PHA 고분자의 미세입자화 형성연구	21.10.01.-22.09.30	CJ제일제당	황동수
제지 및 펄프 폐수 생물처리공정 유용 미생물 진단 및 개선	21.04-21.12	무림 P&P	황석환
미활용 고열량 바이오매스의 바이오가스화를 통한 에너지회수율 70% 달성 스마트형 마이크로 바이오가스 시스템 실증기술 개발	18.10-22.03	㈜케이이씨시스템, (주)애틱, 씨맥, 롯데건설, 경상국립대학교	황석환
펄프 및 제지 폐수 성상 변화에 따른 생물반응조 유출수 TOC 농도 예측 알고리즘 개발	22.04~22.06	무림P&P	황석환
운전인자 변화에 다른 혐기성소화조 효율 변화 빅데이터 구축	22.04~23.02	새한환경기술	황석환
유기성폐기물 전처리시설 설계인자 DB 구축	22.03-22.07	포스코건설	황석환
탄소중립 구현을 위한 고농도 유기성폐기물 통합소화 혼합비율 최적화	22.04-23.02	㈜현대건설,㈜세트이앤지, ㈜금호환경, 서울대학교 산학협력단	황석환
리그닌 분해 미생물 농축 배양 및 생장동역학 도출	22.08-23.02	무림P&P	황석환
PLA 및 PBAT 분해 혐기성 균주 발굴 및 농축배양 기술개발	22.08-23.03	산수음료 ㈜ 에코패키지솔루션㈜	황석환

2 시회문제해결(지자체 및 연구소)분야 연구과제

과제명	연구기간	협력기관	여교수
스마트 통합환경관리체계 구축 시범사업	21.11.05-22.11.05	에코시안, 씨이기술, 포스텍,충남대, 삼일회계법인	감종훈
플랑크톤 수은 안정동위원소를 이용한 대기수은 오염원 추적 연구	21.01.01-22.01.31	한국해양과학기술원	권세윤
산림매체, 대기 중 가스상 수은 시료채취 및 안정동위원소비 분석	21.06.04-21.11.03	국립환경과학원	권세윤
형산강 하류 수질, 퇴적물 조사 연구(II)	21.07.26.-22.07.21	국립환경과학원	권세윤
북극해 수은의 대기-해양 교환, 퇴적층 메틸화 및 생태계 유입경로추적 연구	22.01.01-22.12.31	해양수산과학기술진흥원	권세윤
안정동위원소 기반 스발바르 지역 수은 유입원 및 거동 연구	22.01.01-22.12.31	한국해양과학기술원 부설 극지연구소	권세윤
해양 수은 오염원 추적을 위한 생물학적 안정동위원소 지표 개발	22.03.01-23.02.28	한국연구재단	권세윤
해양탄소변동 감시기술연구단	22.03.01-	한국연구재단	이기택,

	23.02.28		권세윤, 감종훈
남극해 해양보호구역의 생태계 구조 및 기능 연구	21.06..01-22.05.31	한국해양과학기술원 부설 극지연구소	권세윤
골격구조가 유연한 제올라이트의 합성 및 이산화탄소 흡착특성 연구	20.01.01-21.12.31	Katholieke Universiteit Leuven	홍석봉
해양유해물질오염원추적기법 개발	22.04.01-22.12.31	해양수산과학 기술진흥원	권세윤
(3세부)순환형 바이오 플라스틱산업 생태계 구축을 위한 생분해 평가 기술개발	20.04.01 - 22.12.31	㈜에이비넥소	황동수
플라스틱 섭식 부척추동물 장에서 난분해성 플라스틱 분해균주 탐색 연구	22.01.01 ~ 22.12.31	한국화학연구원	황동수

3 분야별 산업·사회 문제 해결 기여 내역

- 환경 문제는 미래 우리 사회의 가장 큰 위협이기 때문에 공공기관과 산업체와의 MOU체결 및 협력을 통해 관련 분야 기초 및 응용 연구를 수행하고 우리 교육연구단과 BK 사업의 성공적 추진하고 있음
- 우리 교육연구단의 진행해 온 환경문제 해결기술은 국내 최고 수준으로 다양한 산업체에서 기술협력을 요청하고 있음
- 이러한 산업체의 기술협력을 더욱 강화하여 국내 산업계의 경쟁력을 제고하고, 우리 사회의 환경문제 해결에 좀 더 실질적으로 접근하고자 함

■ **수질 · 폐기물 분야 산업 · 사회 문제 해결 기여 내역**

주요사항	담당교수/ 협약기업	연구계획	진행사항
MOU 체결현황	SK인천석유화학	• MOU체결 (환경융합기술개발 및 교육)	• 축산분뇨 처리를 위한 바이오가스시설 통합 운영/제어 시스템 공동 개발 (2021.03~현재) • 산학연계 교육을 위해 세미나 개최
생물공정 진단 및 빅데이터 기반의 예측 알고리즘 개발	SKIPC	• 하수처리장 생물공정 저해물질 탐색과 NGS 기반 미생물 균총 DB 구축 및 Amine류 분해 미생물 • 농축 배양을 통한 Bio-augmentation 기술개발	• Amine 류 분해 주요 미생물 2종 확보 • 해당 하수처리장 폐수의 microwave 전처리 후 바이오가스화를 시도
	무림 P&P	• 펄프 및 제지 폐수처리를 위한 생물공정 내 유용 미생물 진단 및 공정운전 개선방안 도출	• 펄프 및 제지 폐수 주간 성상 분석 및 데이터베이스 구축 • 펄프 및 제지 폐수 처리를 위한 유용 미생물 균

			주 DB 구축
	JB 그룹	• 국내 맞춤형 유기성 폐기물 혼합소화 공정 개발	• JB혐기성소화 시스템 공정 개발 : 유기성폐자원의 지역적 변폭 특성을 고려한 빅데이터 구축/해석 기반의 바이오가스 공법 자문 (2021.03~07)
산업폐수 재이용 및 자원화 기술개발	조강우/ 삼성전자	• 환경적 폐수 처리 및 재이용 기술로 전기화학적 탈염 및 고도산화 기술 연구를 지속해서 수행하여 삼성전자, SK 하이닉스, 포스코 등의 잠재적인 수요기업에 이전할 예정	• 삼성전자 산학연구 수행을 통해 반도체 폐수중 TMAH를 전기투석을 활용해 고농도로 분리, 농축, 재이용하는 공정 개발 • 개발 공정의 현장 성능 검증을 위한 시작품 운전을 진행 중
	조강우/ 포스코		• 포스코 산학 기초연구과제 수행을 통해 철강폐수 중 질산성질소를 활성화된 스테인리스강 촉매를 활용해 전기화학적으로 환원제거하는 기술 개발 • 개발 기술의 기술이전을 위한 논의 진행 중
	조강우/ 테크로스		• 테크로스 산학협동연구(산업부 소재부품기술개발사업) 수행을 통해 선박평형수의 전기화학적 소독을 위한 저가, 고효율, 고내구성 전극을 개발 중 • 과제 종료 후 기술이전을 위한 논의 진행 예정
정수처리공정의 소독부산물 발생 억제기법 개발	조강우	• UV/VIS/IR 분광측정 통한 소독부산물 전구체 작용기의 실시간 분석 결과 및 염소소독 기술 운전조건에 따른 소독부산물 발생 데이터베이스를 구축할 예정 • 이를 바탕으로 IoT 기반 원수 분석 결과를 실시간으로 반영하여 염소 주입량을 동적으로 제어하는 기법	• 정수 처리에 활용되는 UV/ Chlorine 공정에서 모델 유기물 제거속도를 빅데이터화함 • UV 파장, pH 등의 운전 인자에 따른 유기물 제거속도 예측 AI 모델을 구축하고 트레이닝함

		개발을 통해 국내 고도 정수처리 공정의 소독부산물 저감을 위한 핵심 기술로 보급할 계획	• 향후 소독부산물 발생수율에 대한 예측모델을 구축할 예정임

■ 대기오염 분야 산업·사회 문제 해결 기여 내역

주요사항	담당교수/협약기업	연구계획	진행사항
제올라이트를 이용한 습식 이산화탄소 흡착제 개발	홍석봉	• 제올라이트 본연의 장점을 최대한 살리면서 이러한 단점을 극복할 수 있는 core-shell 구조를 합성할 계획 • Core쪽은 분자문 메커니즘을 유도할 수 있는 낮은 Si/Al 비율의 다양한 제올라이트를 이용. 표면을 다양한 소수성 물질로 덮어 합성을 진행할 계획	• .환경공학부 홍석봉 교수는 7월 7일 스페인 발렌시아에서 열린 제20차 국제제올라이트학술대회에서 브렉상을 단독 수상 • 제올라이트*1 분야 노벨상으로 불리는 이 상을 단독으로 수상한 아시아 연구자는 홍석봉 교수가 유일함 • 다중양이온합성법(Multiple Inorganic Cation Approach), 과량불소이온합성법(Excess Fluoride Approach) 등 새로운 제올라이트 합성 개념을 이용해 탁월한 연구성과를 발표 함 • 11종의 새로운 구조를 발견해 국제제올라이트학회(International Zeolite Association, IZA) 구조위원회부터 구조코드를 받았으며, 제올라이트계열 탈질촉매 개발, 이산화탄소 분리 등 응용연구 분야에도 크게 기여했다. 또, 최상위 국제학술지인 ‘네이처’ 2편, ‘사이언스’ 1편을 포함해 총 250여 편의 학술 논문과 50여 건의 특허를 발표하며 학계 발전을 이끌었다는 평가
디젤자동차 배기가스 정화 촉매 개발	홍석봉 현대자동차	• 디젤자동차 배기가스 문제해결에 대해 협업 • 450℃ 이상의 고온에서 우수한 질소산화물 제거성능을 보여줌과 동시에 지구온난화를 유발하는 아산화질소 (N2O)를 적게 형성하는 Fe 이온이 교환된 제올라이트 기반 SCR 촉매개발에 관한 연구를 수행하고자 함 • 본 연구가 성공적으로 수행되게 된다면 기존 상용 SCR 촉매보다 고온에서 질소산화물 제거 능력이 우수한 제올라이트 촉매를 개발할 수 있을 것으로 기대되며, 제올라이트 기반 SCR 촉매 연구에 대한 새로운 방향을 제시할 것으로 기대됨	

			를 받음.

■ 생태환경 분야 산업·사회 문제 해결 기여 내역

주요사항	담당교수/ 협약기업	연구계획	진행사항
미래 친환경플라스틱 제조 기술 개발	황동수 ㈜에이엔폴리 한국화학연구원 바이오플라스틱	• 플라스틱 R&BD • 친환경 플라스틱 제조 및 재활용 기술을 개발할 계획 • 친환경플라스틱을 사업화 및 제품화하는 산/학/연 연계 환경 기술을 개발해 나갈 예정임	• 기술이전 2022년 1월 (3천8백 선급기술료 입금) • 기술이전 2022년 4월 (2억9천5백 선급기술료 입금)
포항시 형산강 수은 오염원 규명에 따른 사회지역 문제해결	권세윤 포항시청	• 2020년부터 수은 안정동위원소 분석 기법을 이용한 포항 형산강 퇴적물 수은 오염원 규명 연구를 수행 중 • 본 연구를 통해 형산강 수은 오염원의 공간적 분포를 파악하고, 수은 안정동위원소 분석결과를 기반으로 오염원 데이터베이스를 구축할 예정임 • 시민참여형 과학(“Citizen Science”) 제도 도입을 장려하여 포항시민의 자발적인 환경 생태 모니터링 참여를 통해 포항의 지역적 문제해결에 기여할 수 있을 것으로 기대함	• 형산강 내 수은 오염원 파악 및 오염원의 데이터베이스 결과를 SCI급 국외 저널 ‘Chemoshere’에 게재 완료(Jung et al., 2021) • 수은오염의 환경과학수사학적 연구 총설 논문을 국내 저널 ‘대한환경공학회지’에 게재 완료 (Jung et al., 2022) • 형산강의 환경과학수사학적 연구사례를 소개하기 위해 2021년 대한환경공학회 국내학술대회에서 구두 발표/ • 2022 Goldschmidt(하와이, 미국) 국외 학술대회에서 구두 발표 예정 • 현재 포항시는 구무천 생태공원 조성 사업을 준비중이며, 공원 조성 시 구무천으로 유입되는 관거들을 가시화하여 포항시민들이 구무천 오염을 자발적으로 모니터링할 수 있도록 계획 중

연안 생태계 오염원 기반 데이터베이스 구축	국립해양조사원 해양과학기술원	• 오염원 추적이 가능한 안정동위원소 분석 기법을 활용하여 연안 생태계에 축적되는 오염원 데이터베이스를 구축할 예정임 • 연안 생태계 및 환경 변화에 관한 협력 연구를 통해 데이터베이스를 구축하고, 영향 평가가 진행, 경상북도, 포항의 하천 오염과 같은 지자체의 시급한 현안을 해결	• 국내 해역 퇴적물 내 잠재적 수은 오염원 파악을 위하여 서해안 8개 지점 퇴적물 및 어류내 수은 안정동위원소 분석 및 주요 수은 오염원 기여도 산출 • SCI급 논문 JCR 기준 상위 10%인 국외 저널 'Science of the Total Environment'에 게재 완료(Jung et al., 2022) • 2022년 Ocean Science Meeting 및 한국해양학회 춘계 학술대회에서 구두발표 • 연안 생태계 및 환경 변화에 따른 오염원 변동을 구체적으로 파악하기 위해 국내 오염원 데이터베이스를 지속적으로 구축하고 있는 중

■ 기후변화 분야 산업·사회 문제 해결 기여 내역

주요사항	담당교수/협약기업	연구계획	진행사항
기상/환경 재해 미래 변화 상세 예측	기상과학원	• 2020년에도 R&D, 용역사업, 기술자문 등이 진행될 예정으로 향후 환경 대응에 필수적인 기상/환경 재해의 상세 예측에 대한 협력이 강화 • 대규모 예측과 지역의 상세 자료의 빅데이터 구축을 통해 인공지능 기반 학습형 다운 스케일링 기법이 개발될 것임 • 기후변화 자료에 대한 인공지능 기법 적용연구가 활발하게 진행 중임	• 국립기상과학원과 협력연구을 통해 대규모 상세 빅데이터 자료를 구축하고 이를 분석하여 최근 한반도 이상기후의 원인을 규명함. • 기상청 기후예측과와의 협업을 통해 각학습을 통한 이상기후 예측시스템 개발
기상/환경 재해에 대한 대중 인지 위험도 모니터링과	에코시안	• 기상/기후 상세 예보 시스템의 정보가 사용자들이 어떻게 사용하는지에 대한 분석을 통해 실제 기상/환경 재해의 위험도와 그에 대한 대중의 인지 위험도를 간극을 좁힐 수 있도록 정보를 제공할 예정	• 소셜모니터링 데이터를 이용한 기후 재난에 대한 대중들의 인지 위험도 및 감정 분석 기술 개발 중이며 2022년 6월에 관련 기후재난 R&D제안서 제

미래 예보에 따른 대응 예측			출 • 2021년 11월부터 환경과학원에서 발주한 스마트 통합환경관리체계 구축 시범 용역 사업에 에코시안(산업체)와 협연을 통해 IoT센서를 통한 사업장 간접 운영인자 관측데이터를 활용한 AI 대기질 예측 모델 개발 중

3. 연구의 국제화 현황

1 참여교수의 국제적 학술활동 참여 실적 및 현황

국제기구 활동, 국제학술지 활동, 국제 학회 및 위원회 활동 등 국제적 학술활동 참여는 우리 교육연구단의 목표 실현을 위한 중요한 전략이며, 연구역량이 세계적 수준이라는 검증의 수단이기도 함. 우리 교육연구단의 참여교수들은 지난 1년간 매우 활발하게 국제학술활동을 해오고 있으며, 각 연구분야에서 국제적으로 크게 두각을 나타내고 있는 상황임.

■ 국제기구활동

참여교수	국제기구	역할 (직위)	활동기간
국종성	World Climate Research Programme/ Pacific Regional Panel	member	2017-2021
권세윤	Minamata Convention on Mercury	member	2020~현재
민승기	World Climate Research Programme/International Detection and Attribution Group	member	2010~현재
민승기	Intergovernmental Panel on Climate Change/ Working Group I	Lead Author	2018~현재
이기택	United Nations System GESAMP WG 38	위원	2017-현재
이기택	American Geophysical Union	석학회원	2019-현재
홍석봉	International Zeolite Association (IZA)	Synthesis Commission Member	2013-현재

■ 국제 학술지 관련활동

참여교수	저널명	역할 (직위)	참여기간
감종훈	Weather Climate and Society	Associate Editor	2019-현재
감종훈	Frontier in Water - Water and Built Environment Section	Reviewer Editor	2020-현재
감종훈	Sustainability	Guest Editor	2020-2021

국종성	Asia-Pacific Journal of Atmospheric Science	Associate Editor	2012-현재
국종성	Regional Economies and Policies	Editorial Board Member	2016-현재
권세윤	Atmosphere	Topic Editor	2020-현재
권세윤	Frontiers in Earth Science	Topic Editor	2020-2021
민승기	Journal of Climate	Editor	2018-현재
민승기	Advances in Statistical Climatology, Meteorology and Oceanography	Associate Editor	2014-현재
최원용	ACS ES&T Engineering (ACS)	Editor-in-Chief	2020-현재
홍석봉	Applied Catalysis B: Environmental	Editorial Board Member	2008-현재
황동수	Biotechnology and Bioprocess Engineering	Editorial Board Member	2018-현재
황석환	Frontiers of Environmental Science & Engineering	Editor	2012-현재

■ 국제학회 및 위원회 활동

참여교수	활동시기	국제학술대회명	활동내용	학회 규모
국종성	2010-현재	East Asia Climate (EAC)	Steering committee로 활동	300명
권세윤	2019-2023	제16차 및 제17차 국제수은학회 (ICMGP)	Scientific Steering Committee로 활동	1,000명 이상
민승기	2013-현재	International Meeting on Statistical Climatology	Steering Committee member	300명
홍석봉	2013 - 현재	Euro-Asia Zeolite Conference (EAZC)	Commitee	1,000명 이상

- 기후변화 팀의 국종성 연구팀은 태평양 도서국가 기후정보 활용을 돕기 위해, 도서국가 기상청들이 사용 할 수 있는 이상기후예측시스템을 개발하고, 이들이 활용할 수 있는 소프트웨어를 개발하는 “REPUBLIC OF KOREA-PACIFIC ISLANDS CLIMATE PREDICTION SERVICES PHASE 2 PROJECT”을 수행하고 있다. 이 사업을 통해 개발된 시스템을 각 국가들이 잘 사용할 수 있도록 각 국의 현업 예측 인력 교육을 같이 수행하고 있다. 이는 우리사업단 계획서에서 제시한 “기상/환경 재해 미래 변화 상세 예측”을 개발도상국에 적용하는 사업으로, 개발도상국의 환경문제 해결에 기여할 뿐만 아니라, 우리나라 국제적 위상을 제고하는 것이다.
- 홍석봉 교수 연구팀은 벨기에와 “골격구조가 유연한 제올라이트의 합성 및 이산화탄소 흡착특성” 연구를 하고 있으며 이 연구를 통해 지금까지 Na+ 무기 구조유도 물질을 통해 기존 골격 조성 (실리콘/알루미늄 비) 보다 높은 비를 갖는 같은 구조의 작은 세공 제올라이트를 합성하였음. 새롭게 합성된 제올라이트 물질은 기존에 보고된 물질들이 가지는 이산화탄소/메탄 선택도가 월등히 높거나, 분말 XRD 회절 및 Reitveld 분석을 통해 이산화탄소를 흡착하는 과정에서 지금까지 관찰되지 않은 흡착 현상 (Coopertive cation gating-breathing 메커니즘)이 발견됨. 이러한 결과와 원리를 바탕으로 다른 작은 세공 제올라이트의 선택적 CO2 흡착 거동을 총체적으로 이해할 수 있게 되어, 온실 효과의 주범인 이산화탄소를 보다 효과적으로 포집할 수 있는 방향을 제시해 나갈 수 있을 것으로 기대됨.

2 국제 공동연구 실적

연번	공동연구 참여자		상대국 /소속기관	국제 공동연구 실적	DOI 번호/ISBN 등 관련 인터넷 link 주소
	교육연구단 참여교수	국외 공동연구자			
1	감종훈	Shao Wanyun	앨라배마대학교	가뭄에 대한 앨라배마 주 시민들의 인지도 분석 논문:Publicawarenessandperceptionsofdrought:AcasestudyoftwocitiesofAlabama	10.1002/rhc3.12248
2	황동수	김상식,Theanchai Wiwasuku, Alexander S. Day, Sujittra Youngme, 윤정열	The university of Arizona	펩타이드 활용한 박테리아 종 동정 바이오 센서 개발 논문:Humansensor-inspiredsupervisedmachinelearningofsmartphone-basedpapermicrofluidicanalysisforbacterialspeciesclassification	10.1016/j.bios.2021.113335
3	황동수	오카와 코사쿠	Shinshu University	홍합의 접착 메커니즘 규명 논문:CounterplottingtheMechanosensing-BasedFoulingMechanismofMusselsagainstFouling	10.1021/acsnano.1c09097
4	황동수	Marie Bonneel, Elise Hennebert, Sesilja Aranko, Mathilde Lefevre, Valentine Pommier, Ruddy Wattiez, Jérôme Delroisse, Patrick Flammang	Universtiy of Mons, Aalto University	해삼 텐실린 단백질의 기계적 역할 규명 -논문:Molecularmechanismsmediatingstiffeninginthemechanicallyadaptableconnectivetissuesofseacucumbers	10.1016/j.matbio.2022.02.006
5	황동수	변서현, 이창헌, 박선희, Dipayan Rudra, Yoichiro Iwakura, 이유정, 임신혁	ShanghaiTech University, Tokyo University of Science	키토산 특성과 면역과의 관계 규명 논문:ResolvingtheMutuallyExclusiveImmuneResponsesofChitosanwithNanomechanicsandImmunologicalAssays	10.1002/adhm.202102667
6	황동수	최승주, 김상식, 임성주, 장암, 강석태	KAIST,성균관대학교, The university of arizona	막세정을 위한 ionic fluid 클리닝 솔루션 개발 논문:Ionicfluidasanovelcleaningagentforthecontrolofirreversiblefoulinginreverseosmosismembraneprocesses	10.1016/j.watres.2022.119063

	권세윤	Runsheng Yin, Aaron Y. Kurz, 남승일	Chinese Academy of Sciences, UniversityofMichigan	호수의 퇴적물 코어 내 수은 안정동위원소 비를 통해 인위적인 활동으로 수은 유입 경로가 어떤 변화를 경험하는지 알아보는 연구를 진행함. -논문:Spatiotemporalcharacterizationofmercuryisotopebaselinesandanthropogeniciniluencesinlakesedimentcores	10.1029/2020GB006904
	권세윤	Mi-Ling Li, RunshengYin, 박재선	University of Delaware, ChineseAcademyofSciences, 국립환경과학원	수은 안정동위원소를 활용해 서해안 퇴적물내수은의배출원과그기여도를분석함. -논문:ElucidatingsourcesofmercuryinthewestcoastofKoreaandtheChinesemarginalseasusingmercurystableisotopes	10.1016/j.scitotenv.2021.152598
	권세윤	김지희, 김기태, 한승희	광주과학기술원, 극지연구소, 과학기술연합대학원 대학교	SERAFM을 이용하여 Kongsfjorden의 수은주요유입원을알아보는연구함. -논문:Import,export,andspeciationofmercuryinKongsfjorden,Svalbard:Influencesofglaciermeltandriverdischarge	10.1016/j.marpolbul.2022.113693
	권세윤	Mi-Ling Li, BrettA.Poulin,MartinTsz-KiTsui,LauraC.Motta	University of Delaware, UniversityofCaliforniaDavis, TheChineseUniversityofHongKong, UniversityatBuffalo	인간, 플랑크톤, 물고기, 고래, 새, 무척추동물내수은안정동위원소비를통해 체내수은거동및유입원추적연구함. -논문:InternalDynamicsandMetabolismofMercuryinBiota:AReviewofInsightsfromMercuryStableIsotopes	10.1021/acs.est.1c08631
	권세윤	Martin Tsz-Ki Tsui, LauraC.Motta, SpencerJ.Washburn, 박재선, 김민섭, 신경훈	The Chinese University of Hong Kong, StateUniversityofNewYorkatBuffalo, OakRidgeNationalLaboratory, 국립환경과학원, 한양대학교	한국 내 4개의 강을 선정하여 수체 내 서식하는배스와모래무지의수은동위원소비를측정하여수은오염원경로를예측함. -논문:EcologicalTraitsofFishforMercuryBiomonitoring:InsightsfromCompound-SpecificNitrogenandStableMercuryIsotopes	10.1021/acs.est.2c02532