

『4단계 BK21사업』 혁신인재 양성사업(산업·사회 문제 해결 분야)

교육연구단 자체평가보고서

제수번호							
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	소속	포항공과대학교 단과대구분임용 환경공학부					
	직위	교수					
	성명	국문	황석환	전화	054-279-2282		
				팩스	054-279-8299		
		영문	Hwang, Seokhwan	이동전화	010-4938-1987		
		E-mail	shwang@postech.ac.kr				
연구비 총 사업비 (백만원)	구분	1차년도 (2019-212)	2차년도 (213-222)				
국고지원금		543	1,086				
총 사업기간	2020.9.1.~2027.8.31(84개월)						
자체평가 대상기간	2020.9.1.~2021.8.31(12개월)						
본인은 관련 규정에 따라, 『4단계 BK21』 사업 관련 법령, 귀 재단과의 협약에 따라 다음과 같이 자체평가보고서 및 자체평가결과보고서를 제출합니다.							
2021년 9월 15일							
작성자	교육연구단장			황 석 환			
확인자	포항공과대학교 산학협력단장			김 상 우			

〈자체평가 보고서 요약문〉

중심어	4차 산업·사회	정온한 환경	글로벌 리더
	융·복합형 연구	선제의 대응	수정·제거
	대기오염	생태환경	기후변화
교육연구단의 비전과 목표 달성정도	“학문의 동반자적 관계”로 정진하여 “세계 20위권” 연구중심 대학원으로 성장이라는 비전과 목표로 인력양성사업을 진행하였으며, 학생들에게 4차 산업사회에 필수적인 환경 분야 도메인 지식과 이를 융합할 수 있는 방법론을 동시에 교육함으로써 우수한 논문과 더불어 사회문제 해결을 해결하기 위한 산업화 실력도 균형적으로 도출.		
교육연구단의 비전과 목표 달성정도	- 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 진흥 환경 조성을 위한 연구장학금 증액, 참여대학원생 성과급지급 등 교과과정 개편 및 신설, AI-환경 프로그램 신설 등. 국가 및 지자체의 환경문제연구과제, 국내외 대학 및 산업체와의 공동연구 등		
교육역량 영역 성과	“유연한 환경 융합인재양성”을 교육목표로 하여, 환경공학과 타 학문의 융합을 극대화하여 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 학보 전라 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 포스트 전제 학과 만족도 1위 - 교육의 국제화 홍콩과기대 복수 박사학위 프로그램 제정 에리조나 주립대학과 복수 박사학위 제정 협의 중 해외석학 세미나 및 7개 국제공동연구 진행 - 성과요약 기초의 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 연구결과들이 구체적으로 응용되고 있는 사례들을 학생들에게 교육함으로써, 4차산업 혁명 시대에 융합을 할 수 있는 인재양성 교육을 수행.		

연구역량 영역 성과	<p>“지적창출자로서 연구 구성성”이라는 연구 목표로 1-2차년도의 연구기간동안 본 사업단에서 순수학문과 산업화관련 연구실적이 균형적으로 도출.</p> <p>- 참여교수 연구역량</p> <ul style="list-style-type: none"> 연구 수주실적, 연구 임의율 산업·사회에 대한 기여도 산업계, 지자체및연구소 연구 현황 연구의 국제화 현황 국제적 학술활동 참여 실적 및 현황 국제 공동연구 실적 성과요약 연구과제 1,212건 (약74억원) 수주, Science 학술지에 논문을 게재하였으며, 필두로 15년 동안 총 118건의 SCI논문 게재, 참여연구원 인당 impact factor (IF)는 8, 분야별 상위 논문 68%를 기록, 총 11건의 특허가 등록/출원, 융복합 및 산학 공동연구를 통한 환경분야 4차 산업·사회문제 해결 역량강화, 국제 연구교류의 다변화를 통한 여구의 질적 향상 추구, 체계적 운영, 행정지원을 통한 연구 돌입도 향상, 본 사업단 소속 교수들은 환경공학의 연구 성과를 타 학문과 융합을 통해 활발하게 산업화하는 연구를 소속 학생들과 수행하였음. 4대 환경분야(수질·폐기물, 대기오염, 생태환경, 기후변화) 분류하여 분야별 교육, 연구, 국제화 부분으로 세분화하여 전문성 확보 및, 융합형 인재 양성 연구 장학금 증액, 참여대학원생 성과급지급 등 다양한 제도를 도입하여 학업·연구 진흥 환경 조성 환경 분야 교과과정 개편 및 신설 환경-AI Certificate Program 제정 및 11명 학생 이수중, 환경-AI관련 교수총원 (12명 부임예정) Science지 게재를 필두로 SCI논문 118건의 연구 100% 영어강의 및 강의평가 점수 4.7 / 포스텍 영어강의 만족도 1위, 졸업생 전 학 및 취업률 100% 홍콩과기대 복수 박사학위 프로그램 제정, 에리조나 주립대학과 복수 박사학위 제정 협의 중, 해외석학 세미나 및 7개 국제공동연구 진행 국내외 산업계, 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.
달성 성과 요약	<p>- 교육연구단의 비전과 목표 4차 산업혁명을 선도하는 리더 양성</p> <p>환경 분야 혁신 산학 협동 생태계 구축을 통한 국가경쟁력 제고 및 세계 수준의 교육연구단으로 성장</p> <p>- 교육역량 영역 기존 교과목의 개편, 제재와 및 대외분야 신규 교과목 개편을 통해 4개의 핵심분야 기초, 심화 및 응용 지식의 실용화를 위한 교과과정 제정</p> <p>- 연구역량 영역 4차 산업 기술 기반 신개념 환경기술 개발, 학제간 및 산학연 융합연구, 산업·사회문제 해결 연구 지속 및 강화를 통해 교육연구단 환경 4개 분야별 국가 경쟁력 향상에 기여</p> <p>- 국제화부분 에리조나 주립대학 등과 복수 박사학위 MoU제정, 온라인 국제 학술 및 연구 교류 활동 지원 강화를 통한 교육연구단 교육 및 연구의 국제 경쟁력 강화</p>
미흡한 부분 / 문제점 제시	
차년도 추진계획	

I 교육연구단의 구성, 비전 및 목표				
1. 교육연구단장의 교육·연구·행정 역량				
성명	한글	영문	Hwang, Seokhwan	
소속기관	포항공과대학교 단과대구분임용 환경공학부			
교육연구단장의 역량				
<p>0. 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.</p> <p>가. 교육·연구역량</p> <p>0. 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</p> <p>0 관련 분야 연구경력 (학위 주제 및 논문 실적)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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, 공정제어에 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 경력이 매우 풍부하고, 해외 SCI 논문, 교재 및 Book chapter 123편을 게재하였으며, 연구 기간이 장기간 소요되는 혐기성 공정의 특성 (수개월~1년 이상)을 고려한 체계적 수준의 연구능력을 보유한. 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 용융연구분야에서 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 <p>나. 행정 역량</p> <p>0 황석환 교수는 다수의 국가지원 인력양성사업 책임자 및 산학연계 교육과 행정을 성공적으로 운영한 경험이 풍부하며 구체적인 내용은 다음과 같음</p> <ul style="list-style-type: none"> • 2014.07 - 2019.06 차세대 바이오에너지 공제에서 인력양성 고급트랙 (한국에너지기술연구원, 사업비: 25.7억) • 2009.03 - 2012.02, 2014.05 - 2017.02 폐기물 에너지화 특성화대학원사업 (환경부, 사업비: 30.2억) • 2008.08 - 2011.07 유기성 폐기물을 이용한 차세대 바이오에너지 생산기술 개발 및 인력양성사업 (한국에너지기술연구원, 사업비: 2.6억) <p>0 산학 특화 교과목 운영: 2014년부터 “환경연구 (EVS6695)” 과목을 개설하여 다양한 현장사례를 대상으로 공강진단 및 이상 상황의 선제대응과 연계하는 수요자 맞춤형 교육을 산업체와 연계 운영 중임</p>				

o 중앙정부 및 지자체의 각종 위원회 활동을 통한 정부와 행정 분야 경험은 우리 교육연구단의 행정 역량 확보에 중요한 자산임. 현재 공식 참여 중인 대표적인 위원회는 “포항시 지속가능발전 위원회 (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 신성학과 소속 전체 교수 및 참여연구진

신성학과(부)	기초 학기	전체교수 수			참여교수 수		
		전임	겸임	계	전임	겸임	계
환경공학부	20년 2학기	11	0	11	10	0	10
	21년 1학기	11	0	11	10	0	10

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

연번	성명	변동 학기	전출/전임	변동 사유	비고
				없 음	

<표 1-3> 교육연구단 참여교수 지도학생 현황 (단위: 명, %)

신성학과 (부)	기초 학기	대학원생 수											
		석사			박사			석·박사 통합			계		
		전제	참여	참여 비율 (%)	전제	참여	참여 비율 (%)	전제	참여	참여 비율 (%)	전제	참여	참여 비율 (%)
환경공학부	20년 2학기	9	9	100	24	18	75	34	32	94	67	59	88
	21년 1학기	9	9	100	25	21	84	37	34	91	71	64	90
참여교수 대 참여학생 비율								89%					

<표 1-4> 교육연구단 신성학과 소속 참여교수 현황 (단위: 명)

기간일	신성 학과	전체 교수 수			참여교수 수							총계
					기초교수 수			신임교수 수				
		전임	겸임	계	전임	겸임	계	전임	겸임	계		
20.09.01 - 21.08.31	환경공학부	11	0	11	7	0	7	3	0	3	10	

3. 교육연구단의 비전 및 목표 달성정도

3-1. 연구경쟁력강화

o 교육과정의 구성 및 운영 전략

- 4대 중점 세부전공 그룹 구성을 통한 분야별 Domain Knowledge 중심 교육
 - 수질·폐기물, 대기오염, 생태환경, 기후변화 4개 세부 전공그룹 구성
 - 개편계획 19과목, 완료 19과목, 신설계획 9과목, 완료 5과목
 - 미 신설된 교과과정에 대해서는 향후 개설예정.
- 20-2학기 및 21-1학기 대학원생 강의평가결과 4.7/5.0
 - 환경공학개론이외 모든 교과목은 100% 평가결과로 진행되고 있음.
 - 신입교원 임용 1명 예정, 대기환경분야 현재 학교교무위원회의 통과, 21.12월중 임용예정.
- 4차 산업특성을 반영한 과목의 개편 및 신설을 통한 체계적 환경이론 강의
 - 인공지능, 머신러닝 등 산업, 사회 수요 맞춤형 융합 교과목 신설 및 운영
- 21년 1학기부터 인공지능-환경(AI-Environment)프로그래밍
 - 포스텍 대학원생들에게 AI기술을 다양한 환경문제와 솔루션 개발에 적용하는 교육과정을 제공
 - 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, 환경의 학과 5명신청.
- 산학연계 세미나 교과목 개설 및 해외석학 세미나
 - 최신 산업·사회 발전 문제에 대한 통합 전달하며 지역산업체, 지자체, 지역사회 등과의 공동 산학연계 세미나 프로그램 운영
 - 20-2학기 정기세미나 11건 BK 특별세미나 5건, 21-1학기 정기세미나 13건, 해외석학 세미나 3건 및 한국-벨기에 수교 120주년 기념으로 포스텍-벨기에대사관주관 특별세미나를 POSTECH - Ghent University와 Ghent University교수님 3분이 세미나를 진행하였으며, 해외석학들의 세미나 강연으로 국외 환경기술의 발전과 향후 연구방향들에 대한 다양한 각도로 대학원생들에게 알리움.
- 산업·사회문제 파악을 위한 수요자 맞춤형 현장실습, 인턴십, 산학연구 추진
 - 산학연구 산업문제해결 9건, 사회문제해결 10건정도 산업체 및 지자체에서의 발생되는 환경문제에 원인과 해결방안에 대해 분석하며, 문제해결등 산업사회문제에 대한 지속적으로 분석하며 환경관련 기술을 개발하고 있음.
- 교과목 발굴 및 통제할 수행
 - 석박사통합과정 중심의 교과과정 수립, 강의평가를 통한 강의 개선.
- 효율적 학사관리
 - 체계적이고 학생 중심의 학사관리제도 도입, 신입생 오리엔테이션, 대학원 생활 매뉴얼, 멘토·멘티 제도 시행, 지속적인 연구윤리 교육 및 환경 안전 교육을 실시함.
- 대학원혁신사업실에서 외국인 지원활동에 대한 대학원생의 업무 부담경감 및 지원업무 체계화, 외국인 대학원생의 입학, 문학, 시스템들에서의 빠른 정착 및 적응, 연구 수행시 도움이 필요한 부분에 대한 지원 명확화를 위해 FA조례를 운영, 본교육내에서도 컨세문교수가 주관하여 외국대학원생들의 교육 및 지원이 필요한 부분을 대위 간단히 실시.

3-2. 석·박사급 연구인력 양성, 대학원 교육 및 연구 내실화

o 우수 대학원생 확보 및 지원 전략

- 전교생 기숙사 제공, 대학원생 전액 장학금 및 추가 생활비 지급, 다양한 인센티브 제도 등 안정적이며 몰입적 교육환경 조성
- 희망하는 대학원생에게 기숙사 제공, 대학원생 전액 장학금 및 추가 생활비 지급, 대학원혁신 사업

에서 포스텍이란 캠퍼스 등 대학원생들에게 지원되는 인센티브 제도 운영, 대학원혁신에서 실험 외국학생들의 안정적인 정착을 위해 초기 정착비 3개월간 150만원 및 항공료를 지원, 환경공학부에서 외국대학원생들을 대상으로 정기적인 간담회를 개최하여 타국에서의 애로사항을 수렴하여 해결.

- AI, 커뮤니케이션 스킬, 윤리, 리더십 등 다양한 융복합 비교과 과정 개설을 통한 전공교육을 보완하는 전인교육 실시
 - 국내외 유수 기관과 학술교류, 추가 장학금, 해외학술대회 발표지원 등 다양한 학술 활동 지원
 - Open Lab, 등·학계 환경연구프로그램 지원21년7월 학계 연수 9명 진행 을 통한 적극적인 국내외 학과 홍보 및 설립의 추진
 - 국제 공동연구, 글로벌 교육 교류의 확대 및 활성화, 국제화 캠퍼스 프로그램 운영을 통한 해외 우수 학생 유치.
 - 본 교육연구단 21년1학기부터 실시, 참여대학원생 대상으로 우수학생을 선발 인센티브 지급.
- o 연구역량 향상 전략
- 대학원 주도 내부 전체 세미나, 융합연구 인센티브제도, 인턴 머팅 등을 통한 교육연구단 내 연구분야 (수질·폐기물, 대기오염, 생태환경, 기후변화)의 융·복합적 교류 활성화
 - 빅데이터 프로세싱, 머신러닝 등 4차 산업 분야의 지식검토 및 대학 내 공동 융합연구를 통한 선제적 대응기술 확보 추진
 - 산업체 애로기술 및 미래전략형 기술 검토를 통한 연구경쟁력 제고 및 First Mover 형 인력양성
 - 글로벌 산업체, 공공기관, 산업연구소, 지역창업센터와 실체적 연계 강화를 통해 연구결과-혁신 성과창출-기술사업화-창업-연구로 재투자자의 선순환 구조 구축
 - 교육연구단 내 학생 지원 업무의 개선, 확대, 맞춤형 행정지원을 통한 연구 몰입도 향상

o 교육의 국제화 전략

- 국제적 지명도를 갖는 우수 교원 유치를 통한 교육연구단 교육역량 강화
 - 우수 외국학생 유치 장려, 다양한 학사·산업체 장학금 지원, 외국인 학생 전담 행정서비스 제공
 - 홍콩과학기술 (HKUST, 협학한도) 및 예리조나 주립대학(University of Arizona, 협의 중)과 국제공동복수학위제를 통한 글로벌 리더 양성.
 - 국제 경쟁력 강화를 위한 선진국 파견 및 기술이전, 기술시장 현황파악을 위한 개도국 파견 지원
 - 교원, 신진연구인력, 대학원생의 국제화 역량강화 및 교류 장려를 위해 국제 학술 교류 프로그램 및 연수 지원 산업·사회 현안 환경 문제 해결을 위한 교육연구단 경쟁력 제고 방안, 수요자 맞춤형 실체적 산학협력 진행
- o 4차 산업 연계 환경기술 관련 창업코스 현장실습 교과목 운영
- 창업 아이디어 구체화, 융합화를 위한 산업계 강사 초빙 세미나/특강
 - 포스텍 환경공학부 제1호 실험실 스타트업, 에이앤올라 대표의 세미나를 개최
 - 기업체 리더초청 기술이전 및 사업화 노하우 교육
 - 산업체와의 공동연구과제 개발 수행을 통한 상호 인적교류 및 상호 교육 기회 제공
 - 대학원생 산업체 파견연구 및 인턴십을 통한 현장 지식 및 기술 습득
 - 현장경험을 갖춘 인재양성을 통한 산업계 채용 기회 확대
 - 사업화 가능한 기술개발을 통한 연구진과의 기술이전 및 기술지도
 - 산학 강화 및 산업계 기술인력 교육프로그램을 통해 기술이전 지도
 - 국내 공공기관/지자체와의 협력
 - 국립환경과학원 MOU: 기후환경변화에 따른 미세먼지 발생 예측 및 생태 영향 연구
 - 한국과학기술연구원 (수질·폐기물, 대기오염), 국립해양조사원, 해양과학기술원 (생태환경), 기상청, 국립기상과학원 (기후변화), 기상복도, 포항시, 울산시와 협력

o 산학연계 피드백 형태의 기술 개발 및 융합연구

- 사전 예방적 환경관리 및 지속가능한 도시환경을 위한 스마트 통합관리 체계 구축
- 센서 및 사물인터넷 기반 실시간 측정, 환경 정보 빅데이터화
- 인공지능 및 빅데이터를 활용한 환경오염원 추적 및 예측 시스템
- 머신러닝 기술 접목 원인분석 체계 기술, 환경지식 운영기술 및 환경-에너지-자원 연계기술 개발
- 분야별 대표적 산학연계 기술 개발 및 융합연구 계획

II 교육역량 영역

1. 교육과정 구성, 개설 및 운영 현황

가 교육과정 구성

- 투명하고 공정한 대학원생 선발 과정: 포스텍 입학학생처 주관으로 투명하고 공정하게 입학전형을 관리하고 있음. 입학학생처 홈페이지를 통해 입학지원서를 접수하고 환경공학부 내에서 면접 및 구술고사 시행
- 학위취득 소요기간 단축을 위한 석·박사 통합과정 운영: 포스텍 환경공학부에서는 석사과정, 석·박사통합과정, 박사과정을 운영하고 있으며, 박사학위 중심의 대학원 체계 구축과 학위취득 소요기간 단축을 위해 석·박사통합과정을 대폭 확대하고 있음. 또한, 핵심 및 심화과목을 수강하면 상위의 성적을 유지할 경우 박사과정 자격시험 단계 제도를 운영하고 있음
- 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 지속적으로 추진 중임. 100% 영어강의, 대학 자체 영문서 간주 체계 구축 등 영어 공용화 캠퍼스의 기본 인프라를 구축하고 행정문서의 영어공용화 및 대학 주요행사 국/영문 동시 제공을 위하여 DB를 구축하는 등 영어 공용화 확산을 위하여 적극적으로 지원하고 있음
- 엄격한 졸업요건 석·박사 통합과정 동안 환경 핵심 교과목 5개 과목 중에서 3개 과목 이상을 이수하도록 함으로써 최소한의 환경관련 기초지식을 함양하도록 하였음. 이외에도 환경관련 분야의 다양성과 빠른 발전 속도를 감안하여 특론과목을 다양하게 개설하여 관련기술의 발전추세를 파악하도록 하였으며, 현장 과업연구와 자율 연구제도도 시행함. 이와 함께 환경공학 연구의 새로운 동향을 폭넓게 알 수 있도록 세미나를 석사과정 중 2학기 이상, 박사과정 중 4학기 이상, 석·박사과정 중 6학기 이상을 이수하도록 하고 있음
- 교내에서 제공하지 않은 강의는 우리 교육연구단 해외석학교수의 방문강의나, MOOC등의 온라인 강의를 섭외하여 학생들에게 제공하며, 환경기술 관련 K-MOOC 강의를 현재 녹화작업을 진행하고 있음.

나 교육과정의 개편 및 신설

- 4대 중점 세부전공 그룹 구성을 통한 분야별 Domain Knowledge 중심 교육
- 주요 교과목 개편 및 신설 강의 계획 현황

수질·폐기물, 대기오염, 생태환경, 기후변화 4개 세부 전공그룹 구성

분야	개편			신설		
	계획	완료	진행률	계획	완료	진행률
수질·폐기물	4	4	100%	1	1	100%
대기오염	5	5	100%	2	1	50%
생태환경	3	3	100%	2	1	50%
기후변화	2	2	100%	2	1	50%
공동핵심교과	5	5	100%	1	1	100%

미 신설된 교과과정에 대해서는 향후 개정에함.

- 9 -

- 20-2학기 및 21-1학기 대학원생 강의평가결과 (만점기준 5점)

분야	20-2학기	21-1학기
수질·폐기물	4.38	4.80
대기오염	4.85	4.86
생태환경	4.86	4.95
기후변화	4.73	4.53
공동핵심교과	4.80	4.68
평균평가	4.77	4.70

대학원생의 강의 만족도는 평균 4.7점으로 만족도가 높음.

환경공학개론의 모든 교과목은 100% 영어강의로 진행을 목표로 하며 전공교과는 모두 영어강의로 진행, 포스텍 전체학과 기존 영어강의 만족도 1위.

- 환경 분야 핵심 교과목 개편, 신설 및 신규교원 임용

신임교원 임용 1명 예정, 대기환경분야 현재 학교교무위원회 통과, 21.12월임 임용예정.

• 인공지능-환경(AI-Environment)프로그램 개설

- 21년 1학기부터 포스텍 대학원생들에게 AI기술을 다양한 환경문제와 솔루션 개발에 적용하는 교육과정을 제공하고자 인공지능-환경(AI-Environment)개설

- 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.

• 산학연계 세미나 교과목 개설

- 최신 산업·사회 발생 문제에 대한 통합 전달하며 지역산업체, 지자체, 지역사회 등과의 공동 산학연계 세미나 프로그램 운영

- 대학기 안전세미나를 시작으로 환경 정기세미나를 개최하여 각계의 환경 전문가를 초청

- 최신 환경기술의 발전과 향후 연구방향 등에 관한 정보를 제공하며 특히 산업체의 환경관련 연구자 및 관리자로부터 국내외의 환경공학관련 기술의 현황과 문제점을 일깨워줌.

- 20-2학기 정기세미나 11건 BK 특별세미나 5건, 21-1학기 정기세미나 13건

해외석학 세미나 3건

한국·벨기에 수교 120주년 기념으로 포스텍-벨기에대사관주관 특별세미나를 POSTECH-Ghent University와 'POSTECH-Ghent University BK On-line Lectures for Sustainable Environment' 주제로 Ghent University교수님 3분이 세미나를 진행

- 해외석학들의 세미나 강연으로 국외 환경기술의 발전과 향후 연구방향들에 대한 다양한 각도로 대학원생들에게 알려줌.

• 산업·사회문제 파악을 위한 수요와 맞춤형 현장실습, 인턴십, 산학연구 추진

- 산업체 및 지자체에서의 발생하는 환경문제의 원인과 해결방안에 대해 분석하며, 문제해결등 산학사회문제에 대한 지속적으로 분석하며 환경관련 기술을 개발하고 있음.

- 산학연구 산업문제해결 9건, 사회문제해결 10건

- 장입에 관심 있는 대학원생들을 위해 포스텍 환경공학부 제1호 실용성 스타트업, 에이엔솔리 대표의 세미나를 개최하여 해당 기업의 성장과정 및 발상성에 대한 강연함.

강할 수 있는 토대가 마련되어 있음.

- 융합 및 청정에 포함한 대학원생 역량강화를 위한 국내 최초 대학원 역량기반 교육과정 도입, 대학원 교육의 내실화를 위한 역량기반 교과 교육과정 개편, 대학원생 핵심역량 강화를 위한 다양한 비교과 교육과정 운영, 전공별 핵심 커리큘럼 토드맵 강화 프로그램의 운영이 예정되어 있음.

2. 인력양성 및 지원

2.1 최근 1년간 대학원생 인력 확보 및 배출 실적

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

대학원생 확보 및 배출 실적					
	실적	석사	박사	석·박사 통합	계
확보 (재학생)	2020년 2학기	9	18	32	59
	2021년 1학기	9	21	34	64
	계	18	39	66	123
배출 (졸업생)	2020년 2학기	4	4		8
	2021년 1학기				0
	계	4	4		8

2.2 교육연구단의 우수 대학원생 확보 및 지원

가 우수 대학원생 확보

• 동/하계 환경연구프로그램 : 7월5-30일 4주 동안 9명 진행

• 대학원 화상 임시설명회 연속 개최

정기 설명회 21-상반기 1회 / 수시 총 21명 신청하여 교수님 실시하여 설명회는 총 26회 실시함.

• 환경공학부 신입생 중 환경과학기술 분야 전공 유도와 신진 연구 인력을 육성하고 우수 인재로 기대되는 대학원생을 "DESE Graduate Fellowship" 선발, 장학금(1인당 500만원) 및 장학증서 수여

21-1학기 수상자: 통합과정생 송지현, 임승연, 박도연

• 환경공학부 홍보영상 및 YouTube채널을 운영하여 학과에 대한 적극 홍보.

• 대학원혁신사업에서 매 학기 입학하는 외국인 대학원 신입생들에게 생활비 150만원(매 월50만원 x 3개월) 및 항공료(대륙별 지원 상한금액 내 실제 정산) 등을 장학지원금 항목으로 지원, 현재 환경공학부 3명 지원을 받고 있음.

나 우수 대학원생 지원

• 연구 성과의 질적 향상을 위해서 우수 대학원생 포상

- 우수한 연구 성과를 도출한 학생을 선정하여 21-1학기 성과금을 등급별로 지급함.

총 10명의 학생을 선발하여 최우수1명(100만원), 우수3명(각 75만원), 장려6명(각 50만원)의 지급.

- 연구에 대한 동기부여 강화하여 우리 교육연구단은 비전 달성에 부합하는 우수한 연구 결과에 대해 우수연구상 등 연구 동기를 함양하는 한편, 대학원생 일치의 공정한 평가를 통해 인센티브를 지원하여 이를 통해 선의의 경쟁을 유도하고 다량의 우수한 성과를 확보할 수 있을 것으로 기대

• 해외연수 및 국내외학술발표를 지원.

21-2학기 대학원생 장기연수를 The University of Arizona에 21.9.1-22.02.12까지 지원.

• 대학원혁신 사업에서 포스테키안 펠로우십(POSTECHIAN Fellowship)제도 운영

우리 교육연구단에서 2명의 대학원생(김수진, 홍서하)이 선정됨.

- 11 -

- 12 -

- 제1회 포스트 우수성과 경진대회에서 박소원대학원생이 장려상을 수상.
- 재학생 생활의 질 향상을 위한 편의 제공 프로그램 운영으로 학생 라운지 운영 (매일)
 - 식사 제공 (식빵, 음료, 시리얼 등)
- 외국인 대학원생 지원
 - 대학원혁신사업팀에서 전담 FA(Foreigner Assistant)제도 도입
 - 우리 교육연구단에서는 영어교수 권세은 교수가 외국대학원생 대상으로 간담회를 주회
 - 외국학생들의 초기 정착 생활과 연구수행 시 어학, 문화, 시스템 등의 이해가 낮아 도움이 필요한 부분을 상담해주며 학과 측에서 개선될 부분을 개선하며 외국대학원생들의 일상생활 및 학업에 체계적으로 지원하여, 해외 우수 인력 유치에 긍정적 효과 및 연구몰입도 제고 부분을 개선하고 있다.
- 학술활동 능력 극대화를 위한 학술 프로그램의 교육 강화 개설
 - 연구윤리, 연구지표 및 논문 저널을 인식시키고 교육하여, 참여 대학원생은 연구자로서 기본소양을 갖추게 함.
- 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
 - 학위 및 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 교류할 수 있는데 도움을 줌.
- 세미나
 - 우수 신진연구인력 및 해외 석학을 초청하여 그들의 노하우 및 성공사례 등을 경험하게 하여 스스로 새로운 연구 분야를 개척할 수 있는 연구자로 발돋움하도록 하기 위함.
 - 산업체 포스트 이상호 전무, 대우건설 유영섭박사, 베리위즈 김성우 대표, 현대건설 한규성박사, 해외 석학 발기에 켄트대 3명의 교수님, The University of Arizona 윤정일교수, 그외에도 장일환 원 에이엘홀리 노상철 대표, 포항공대 대학원생 모두를 위해 대학원생 사업의 일환으로 진행된 환경공학분야 해외석학 Yale University 김재홍교수, University of Hawaii Fei-Fei Jin교수등 참여 대학원생을 위한 세미나 과목을 진행하고 있음.
 - 교수-학생 간 소통을 원활히 하고, 학생들이 서로 다른 환경 주제를 깊이 이해하며, 개인의 연구를 비전문가들과 넓은 스펙트럼의 환경 분야 전문가들에게 알기 쉽게 설명하는 훈련을 배양하기 위해 다음과 같이 대학원생 학술교류 세미나를 현재 진행하고 있으며 더욱 확대할 계획
 - 학술교류세미나 발표자에게는 졸업 시 ‘올해의 환경대학원생 (최우수 논문상)’ 과 대학의 ‘최우수 논문상 수상 후보자’로 자를 추천.
 - 학기별 발표자는 자신이 원하는 국내 세미나 연사 초빙 자격 및 식사 기회 제공하기로 하였으나 COVID-19로 인해 식사 기회 제공은 잠시 보류되고 비대면 방식의 세미나로 진행되고 있음.
- 박사학위 취득 예정자를 대상으로 연구능력 및 적성을 함양할 수 있는 경력개발 프로그램을 운영
- 박사학위 졸업 예정자를 대상으로 경력개발 프로그램 제공, 효과적인 박사 학위/학술논문 작성 및 프레젠테이션 방법, 영문 이력서 등 개인 입직 관리 방법, 제안서 작성에 필요한 세부사항 및 논문 공유, BK21 사업단에서 필요로 하는 연구 분야 소개 및 연계연구도, 전공 교과목 단기 강의 기회 부여.
- 학회 주제 및 연구주제 기반 수업을 활성화하여 수업에서 학습한 내용을 본인 연구주제에 적용하는 훈련을 하고, 우수 결과물들을 논문, 특허 또는 사업화하는 경험을 하도록 장려하여 학생들의 주저자 SCI는론 12건, 주 발명 5개, 등 산업문제 연구과제 13개, 사회문제해결 포함시 외 15개의 연구과제를 진행하고 있음.
- 대학의 교육·연구자원을 활용한 지역사회 및 산업체에 필요한 Domain Knowledge 습득 교육을 하고, MOU 체결 기관 CSK인원석유화학, 국립환경과학원, 포항산업과학연구원, 포항테크노파크와 연계하여

- 인공지능, 창업 등 단기성 교육을 확대, 중장기 계획에 따른 융합역량 향상 교육 프로그램 운영 및 산학공동 학술발표 장려.
- 국제공동연구 활성화를 통한 국제적 인지도 향상
- 대학원생 학술활동지원
 - 국내외 환경관련학회에 참여하여 환경분야의 다양한 문제와 논의되는 이슈를 보고 토론을 할 수 있는 기회를 제공 및 구두 및 포스터 발표를 통해 각기각종의 사람들에게 발표함으로써 현장경험을 쌓을 수 있음.
 - 우수한 대학원생들에게 학문적 견해를 넓힐 수 있는 다양한 학술대회 참가 및 외부 교육을 지원 및 계획하여 우수한 인재 양성.

구분	국내학회	국제학회
참가학회	16	4
구두/포스터발표	32	18

- 참여대학원생의 취(창)업의 질적 우수성
 - <표 2> 2021.2월 졸업한 교육연구단 소속 학과(부) 참여대학원생 취(창)업률 실적 (단위: 명,%)
- | 구분 | 졸업자
(G) | 취업 및 취(창)업현황 (단위: 명, %) | | | 취창업률
(D/C×100) | | |
|----------|------------|-------------------------|-----|---------------------|-------------------|---|-----|
| | | 비취업자(B) | | 취(창)업대상자
(C=G-B) | | | |
| | | 전학자 | 입대자 | | | | |
| | | 국내 | 국외 | | | | |
| 2021년 2월 | 석사 | 4 | 1 | | 3 | 3 | 100 |
| 졸업자 | 박사 | 4 | | | 4 | 4 | |
- 박사졸업자 : 삼성전자(1명), 환경공학부 소속 연구소 환경연구소, 나노다공성 합성재료 연구단 박사후 연구원(3명)
 - 석사졸업자 : 삼성전자(1명), 전북대 자연과학대학 연구원(1명), 본 연구단 박사과정생으로 진학, 한국산업인력공단(1명)

2.3 참여대학원생 연구실적의 우수성

- 참여대학원생 저명학술지 논문의 우수성

구분	대학원생	저널명	논문제목
제1저자	홍석화	Journal of Catalysis	Enhanced chlorine evolution from dimensionally stable anode by heterojunction with Ti- and Bi based mixed metal oxide layers prepared from nanoparticle slurry [20.9.1일 게재 / IF 7.92 / 쪽 1-8]
	Md Abu Hanifa Jamnat	Journal of Hazardous Materials	Long-term enrichment of anaerobic propionate-oxidizing consortia: syntrophic culture development and growth optimization [21.1.5일 게재 / IF 10.59 / 쪽 123230-123241]
	에릭슨 예스코베드	Catalysis Today	Electrocatalytic dehalogenation of aqueous pollutants by dealloyed nanoporous Pd/Ti cathode [21.2.1일 게재 / IF 6.8 / 쪽.63-68]
	신나연	JOURNAL OF CLIMATE	The Double-Peaked El Nino and Its Physical Processes [21.2.1일 게재 / IF 5.2 / 쪽 291-1303]

구분	대학원생	저널명	논문제목
제1저자	제화현	Carbohydrate Polymers	Cellulose nanocrystals coated with a tannic acid-Fe3+ complex as a significant medium for efficient CH4 microbial biotransformation [21.4.15일 게재 / IF 9.4 / 쪽 117733]
	이신비	Energy & Environmental Science	Solar denitrification coupled with <i>in situ</i> water splitting [21.6.17일 게재 / 쪽 4437-4450]
	장재현	Atmospheric Chemistry and Physics	Large seasonal and interannual variations of biogenic sulfur compounds in the Arctic atmosphere (Svalbard, 78.9° N, 11.9° E) [21.6.29일 게재 / IF 6.1 / 쪽 9761 - 9777]
	주성민	Green chemistry	Biodegradable chito-beads replacing non-biodegradable microplastics for cosmetics [21.8.31일 게재 / IF 10.2 / 쪽 112003]
	이민희	Biosensors and Bioelectronics	Human sensor-inspired supervised machine learning of smartphone-based paper microfluidic analysis for bacterial species classification [21.8.31일 게재 / IF 10.6 / 쪽 113355]
	김수인	Bioresource Technology	Shift in methanogenic community in protein degradation using different inocula [21.8.31일 게재 / IF 9.6 / 쪽 125145-125154]
공동저자	김신양, 정상욱	Chemosphere	Sea urchin repelling Tannin- Felli complex coating for ocean macroalgal afforestation [21.1.1일 게재 / IF 7.1 / 쪽 128276]
	홍석화	ACS Energy Letters	Extensive Active-Site Formation in Trirutile CoSb2O6 by Oxygen Vacancy for Oxygen Evolution Reaction in Anion Exchange Membrane Water Splitting [21.1.4일 게재 / IF 23.1 / 쪽 364-370]

JCR상위10% 논문기반 작성되었으며, 이외에도 SCI급 저널에 6건 게재됨.

- 참여대학원생 학술대회 대표실적의 우수성

- 김다슬 대학원생 “Influences of Arctic warming on summer over East Asia”, 신나연 대학원생 “How to utilize deep learning to understand climate dynamics : An ENSO example”, 박소원 대학원생 “Role of cloud feedback in continental warming response to CO2 physiological forcing” 라는 발표제목으로 한국 기상학회주관 2021년 대기역학 및 수치모델링분과 봄학술대회, 한국기상 학회에서 우수논문발표상을 수상. 북극해 여름철 온난화가 한반도 폭염 발생에 미치는 영향 연구 이고 한국기상학회는 57년 동안 기상학분야의 단일학회로서 현재 3,040명의 회원을 가진 중견학회.

- 참여대학원생 특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성

발명명칭	주발명자	출원(등록)일	출원(등록)번호
Silicoaluminophosphate molecular sieves, manufacturing method, and selective separation of CO2 using thereof	박성환	2020.12.24	1021975990000
Silicoaluminophosphate molecular sieves with CHA topology and their manufacturing method using inorganic structure-directing agent	박성환	2021.03.02	102224614
해태로 원자를 포함하는 유기 광촉매, 그의 제조방법 및 그를 이용한 과산화수소의 생성방법	김해진	2021.02.04	10-2021-0016029
발광반응을 위한 이중금속 나노입자와 그래핀옥사이드를 포함하는 광촉매 및 이를 이용한 수처리 방법	이신비	2021.02.15	10-2021-0019981
해태로 원자를 포함하는 유기 광촉매, 그의 제조방법 및 그를 이용한 과산화수소의 생성방법	김해진	2021.02.19	PCT/KR2021/002103

3. 신진연구인력 현황 및 실적

- 신진연구인력 현황
 - 박소희 박사후 과정생, 김자영 연구조교수
- 신진연구인력 실적 및 계획
 - 김자영 연구조교수는 SCI급 논문 2건 게재 Geophysical Research Letters저널에 “Anthropogenic Nitrogen-Induced Changes in Seasonal Carbonate Dynamics in a Productive Coastal Environment” 논문 게재, Journal of Marine Science and Engineering 저널에 “Anthropogenic Nitrogen-Induced Changes in Seasonal Carbonate Dynamics in a Productive Coastal Environment” 논문 게재함.
 - 김자영 계약교수는 기상청에서 기후변화에 따른 해양산성도 변화에 대해 강연.PICES 2020 Annual Meeting 국제 학회에서 ‘Anthropogenic nitrogen-induced changes in seasonal carbonate dynamics in a productive coastal environment’ 주제로 발표.
 - 우수한 박사후연구원을 확보하기 위해 DESE Post-doctoral Fellow 제도를 신설했어 2-3명 정도 선발하고 이 수준을 지속적으로 유지할 계획임.

4. 참여교수의 교육역량

- 4차 산업특성을 반영한 과목의 개편 및 신설을 통한 체계적 환경이론 강의
- 인공지능, 머신러닝 등 산업, 사회 수요 맞춤형 융합교과목 신설 및 운영
 - 21년 1학기부터 인공지능-환경(AI-Environment)프로그램개설
 - 포스트 대학원생들에게 AI기술을 다양한 환경문제와 솔루션 개발에 적용하는 교과과정을 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(3과목 중 2개 과목 이수)을 이수 총 13학점을 이수해야함, 21-1학기 기준 총 11명 신청자 중 환경6명, 환경의 학과 5명 신청함.
- 대학원생의 강의 만족도는 평균 4.7점으로 매우 높은편이며, 포스트 학과 기준 영어 강의에 대한 만족도가 환경공학부가 1위로 학생들의 영어강의부분에서의 교수와 대학원생간의 강의 부분 및 소통되는 부분이 잘 진행되고 있음.

5. 교육의 국제화

- 교육 프로그램의 국제화 현황

- 홍콩과기대와 복수 박사학위 프로그램 체결
- 1991년 설립된 홍콩의 과학기술 분야 연구중심 공립대학으로 2020년 THE 47위(아시아3위), QS 32위(아시아 7위)에 오른 홍콩과기대와 복수 박사학위 프로그램(Dual Degree Ph.D Program)을 20년 4월에 협약을 완료.
- 예리조나 주립대학과 복수 박사학위 운영을 위해 양교간의 협력이 진행 중에 있음.
- 포스트 환경공학부는 해 위기 진행되는 정기세미나 및 다수의 비정기 세미나, 그리고 다양한 학술 행사를 모두 영어로 진행하는 것을 기본 방침으로 하고 있음.
- 해외 석학뿐 아니라 국내 초청인사에 의한 강연도 특수한 사정을 제외하고는 모두 영어 강의 진행을 권장하고 있음. 학생들이 학술적 내용에 대한 소문을 영어로 하는 것을 자연스럽게 받아들이고 직접 영어 강의 및 응답 등을 진행할 수있도록 함.
- 21-1학기에도 환경분야가 권위있는 연시초청하여 온라인으로 통해 벨기에 Ghent University 3명의 교수, The University of Arizona 온정열교수, Yale University 김재홍교수, University of Hawaii Fei-Fei Jin교수의 강연을 진행함.
- 외국 학술기관 및 산업체와 교류하여 학생들이 환경 분야 국제적인 인력 네트워크를 갖는 계기 및 환경이슈를 공유하여 글로벌 연구 동향과 전문적 지식을 강화함.

o 참여대학원생 국제공동연구 현황

참여대학원생	해외기간	연구내용
정세봉, 이주현	Chinese Academy of Sciences (중국) University of Delaware (미국)	물고기 조직 내 수은, 동위원소비를 이용해 오염원 추적 및 수계 내 수은의 생지화학적 과정 연구.
Anahita Barghi	Shaheed Benazir Bhutto University (파키스탄), King Saud University (사우디), Ton Duc Thang University (사우디아라비아)	N-Calix-MGO에 붙은 새로운 흡착제를 이용하여 수질환경에서 비소 제거 연구.
성민규, 조서영	The Hong Kong University of Science and Technology (홍콩)	AR6 SSP-RCP 시나리오 기반 보건정보 산출 및 분석 기술개발
홍진권	Katholieke Universiteit Leuven (벨기에)	작은 새콩을 가짐에도 불구하고 기존과 차별성 있는 흡착 메커니즘을 통해 지구온난화를 일으키는 주범인 온실 가스 중 가장 대두되는 이산화탄소의 흡착을 연구 진행 중
이민희	University of Arizona KhonKaen University (태국)	인공지능을 활용하여 환경생물에서 존재하는 미생물을 필드에서 스마트폰을 활용해서 미생물을 동정하는 연구를 진행하는 기술
홍진권	Katholieke Universiteit Leuven (벨기에)	지구온난화를 일으키는 주범인 온실 가스 중 가장 대두되는 이산화탄소의 흡착을 연구 진행 중
신나연	Pacific Islands Forum (오스트레일리아)	태평양 도서국가의 기후변화 활용을 돕기 위해, 도서국가 기상청들이 사용할 수 있는 이상기후 예측 시스템을 개발하고, 활용할 수 있는 소프트웨어 개발

- 코로나로 인한 해외 방문연구가 차년도로 많이 연기되는 상태이며, 21-2학기부터 적극적으로 학생의 해외 파견이 진행될 예정임.

III 연구역량 영역

1. 참여교수 연구역량

1.1 국내 및 해외기관 연구비 수주 실적

<표 3-1> 최근 1년간(2020.9.1.-2021.8.31.) 이중계열 참여교수 1인당 정부, 산업체, 해외기관 등 연구비 수주 실적

항 목	수주액(천원)		비고
	3년간(2017.1.1.-2019.12.31.) 실적 (선정평가 보고서 작성내용)	최근 1년간(2020.9.1.-2021.8.31.) 실적	
정부 연구비 수주 총 입금액	20,509,942	6,569,806	
산업체(국내) 연구비 수주 총 입금액	1,057,741	498,337	
해외기관 연구비 수주 총 (환산)입금액	712,540	326,760	
이중사회계열 참여교수 수	10	10	
1인당 총 연구비 수주액	2,228,022	739,490	

1.2 연구업적률

o 참여교수 연구 업적률의 추수상

- 지난 1년간 본 사업단에서는 총 118편의 SCI/E 논문은 출판하였음. 이 중 상위 5% 저널에 해당되는 논문은 46편, 상위 10% 논문 27편, 상위 20% 논문 12편으로 사업단의 연구 수준의 질적 우수상을 객관적으로 제시하고 있음.

o 연구의 수월성을 대표하는 연구업적을 <표 3-1>(2020.9.1.-2021.8.31.)

연 번	대표연구업적물 설명
1	Synthesis of thermally stable SBT and SBS/STB intergrowth zeolites
2	Simultaneous control of algal micropollutants based on ball-milled powdered activated carbon in combination with permanganate oxidation and coagulation
3	Has Global Warming Contributed to the Largest Number of Typhoons Affecting South Korea in September 2019?
4	Human sensor-inspired supervised machine learning of smartphone-based paper microfluidic analysis for bacterial species classification

- 홍석봉 교수 연구실에서 21.7.2일 Science에 “Synthesis of thermally stable SBT and SBS/STB intergrowth zeolites”라는 주제로 게재하였으며, 본 논문은 자체 개발한 합성원단인 ‘다중무기 양이온 방법’과 ‘전하밀도 비대칭 방법’을 이용, 3차원의 큰 세공(12-ring)을 가진 PST-32(POSTECH no.32)와 SBS/STB 공생구조의 PST-2 제올라이트를 합성한, 현재 전 세계 원유 생산량의 약 40%가 바로 제올라이트 Y 계열 촉매에 의해 기술인과 같이 우리의 일상생활에 필수적인 제품으로 만들어지고 있는데, 새롭게 개발된 PST-32와 PST-2가 예열렌과 프로필렌을 생산하는 반응에서 제올라이트 Y보다 더 높은 활성을 나타내는 것으로 확인됨. 이에 따라, 제올라이트 Y 계열 촉매가 전 세계 촉매 시장의 10%~100억 미국 달러)를 차지하고 있는 사실을 고려할 때, PST-32와 PST-2가 가지는 학술적인 의미 외에도 기존 석유화학 촉매 시장의 판도를 바꿀 수 있는

- 계일 제원자로 평가되어지고 있음. 이는 기존 공정보다 높은 열역학 수율을 통해 공정에서 소비되는 불필요한 에너지를 줄일 수 있는 면에서, 정온한 환경을 구축하는데 기여할 수 있을 것으로 보임.
- 조강우 교수는 20.10.15일 Water Research 학술지에 “Simultaneous control of algal micropollutants based on ball-milled powdered activated carbon in combination with permanganate oxidation and coagulation” 게재함. 본 논문은 조류로부터 발생하는 미량오염물질이며, 인체에 손상 및 수중 이취미를 야기시키는 Geosmin, 2-methylisoborneol 그리고 microcystin-LR은 기존 정수처리 공정에서 처리가 매우 까다롭다. 이 연구에서는 분말활성탄과 KMnO4를 결합한 공정을 통해 Geosmin, 2-methylisoborneol, microcystin-LR 제거효율을 동시에 조절하였으며, 분말활성탄의 ball-mill 처리에 따른 제거동역학을 통해 최적화된 수리학적제류시간을 도출할 수 있었다. 분말활성탄+KMnO4 결합공정은 별도의 추가 설비 설치 없이 기존 정수처리 공정에 바로 적용이 용이하다는 장점이 있음.
- 민승규 교수 연구팀에서는 BULLETIN OF THE AMERICAN METEOROLOGICAL SOCIETY 학술지에 “Has Global Warming Contributed to the Largest Number of Typhoons Affecting South Korea in September 2019?”를 게재하였으며, 2019년 9월에는 관측 이래 가장 많은 세 개의 태풍이 연달아 한반도에 영향을 주며 막대한 피해를 끼쳤으며 이에 대한 인위적/자연적 원인규명은 미래 기후변화에 다른 태풍 예측과 대응책 마련에 매우 중요함. 또한 발생빈도가 매우 작은 극한기후현상의 분석을 위해서는 기후모델 비대역 산출과 이를 이용한 화물 분석이 필수적으로 요인됨. 본 연구에서는 대규모 앙상블 기후모델 실험결과를 이용하여 9월 한반도의 갖가지 태풍의 원인을 최초로 분석하여 미국기상학회(BAMS) 특별호에 게재함. 그 결과 인도네시아 지역의 활발한 몬순대류가 한반도 부근의 태기순환을 극단적으로 바꿔 태풍전조가 한반도 쪽으로 함하도록 기여했음을 밝혀냄.
- 황동수 교수 연구팀은 Biosensors and Bioelectronics 학술지에 “Human sensor-inspired supervised machine learning of smartphone-based paper microfluidic analysis for bacterial species classification”에 대해 게재하였으며 환경시료에서 빠른 미생물 동정을 위해서 기계학습과 스마트폰을 활용해서, 미생물을 바이오마커 없이 예측하는 기술을 개발하였음.

o 이중계열 참여교수 특허, 창업 실적의 우수성

출원(등록) 국가	발명명칭	주발명자	출원(등록) 일자	출원(등록) 연도
KR	측정식 탐입 권극 제조 방법	조강우	2021.03.02	10-222484 2
KR	광전기화학적 수처리 장치 및 이를 이용한 수처리 방법	조강우	2021.03.26	10-223499 6
PCT	광전기화학적 수처리를 광전극, 이의 제조방법 및 그의 용도	조강우	2020.11.02	PCT/KR20 20/014977
KR	Structure For Controlling Decomposition Time Of Transient Electronics	황동수	2021.03.24	10-2021-0 038000
KR	오정어 펌프 이백 단배열을 포함하는 신구형 집하체 및 지혈체 및 이의 제조방법	황동수	2021.07.29	10-2021-0 099955
KR	이온유체를 활용한 수처리 분리막을 세정제 조성물 및 이를 이용한 세정방법	황동수	2021.05.17	10-225502 4

- 참여교수의 BK 사업기간 1년동안 국내 특허, 5건, PCT 특허 1건을 포함하여 총 6건의 특허가 출원 및 등록되었음.
- 조강우 교수는 “광전기화학적 수처리 장치 및 이를 이용한 수처리 방법”으로 특허등록을 21.03.26일 등록 완료 하였으며, 난분해성 오염물질 제거에 대한 기술적 수요가 증가 되고 있으며

- 특히 강력한 산화 라디칼을 생성하는 코도산화처리는 그 대안 기술로 떠오르고 있다. 특히 광전기 촉매를 활용하는 광전기화학 코도산화처리는 기존 약품 (과산화수소 및 오존 등) 기반의 코도산화공정에 비해 안전하며 태양광 등 신재생에너지와 연계되어 운영될 수 있다는 점에서 주목받고 있다. 본 발명은 종래의 기술적 문제점 (전하-전공 재결합으로 인한 광촉매 성능 저하, 일방향(one-way) 광원의 활용으로 빛에너지를 효율적 활용에 한계가 있음)을 해결하기 위해 안출한 것으로서, 고정화된 광산화전극의 광활성 면적을 최대로 활용할 수 있으며 난분해성 유기오염물질을 빠르게 분해할 수 있는 광전기화학적 수처리 장치를 제공하는데에 목적이 있음.
- 황동수 교수는 “이온유체를 활용한 수처리 분리막을 세정제 조성물 및 이를 이용한 세정방법”으로 특허 등록을 21.5.17일에 완료 하였으며, 수처리분리막에서 원천적으로 발생하는 막오염 문제를 해결하기 위해서, 환경친화적인 세정제의 개발이 필수적임. 본 연구실에서는 생체계 파울링 현상을 이해해서 순습제 막에 오염물질을 제거하는 기술을 개발해서 (주)에이엔폴라와 상업화 연구를 진행중임.

2. 산업·사회에 대한 기여도

- o 환경관련 지역문제 외 4차 산업혁명에서 제기되는 여러 환경문제의 원인과 규명 및 해결 방안을 모색하기 위해 아래와 같이 다양한 분야에서 연구중이다.

o 산업계 부문

분야	과제명	협력기관	연구기간	지역
기후변화	REPUBLIC OF KOREA-PACIFIC ISLANDS CLIMATE PREDICTION SERVICES PHASE 2 PROJECT	Pacific Islands Foru	20.01.28 ~ 22.12.31	국외
	이상기후 지역 상세전망 정보 서비스를 위한 원천기술 개발	기상청, 포드솔루션, ㈜동년	20.02.28 ~ 20.11.18	
	이상기후 전망기간 확대 제공을 위한 원천기술 개발	포드솔루션, 동년	21.03.03 ~ 21.12.03	
	이상기후 전망기간 확대 제공을 위한 원천기술 개발	기상청, 포드솔루션, 태원리, ㈜동년	21.03.03 ~ 21.12.03	
수질·폐기물	극단적 태풍 전기 촉매 양극 및 수처리 동시 수소 생산을 꾀수 전해 공정	나노텍	17.03.01 ~ 21.07.31	경주, 포항
	산업용 폐수처리 공정 효율을 위한 저에너지 탈염 수처리 역지니언탈 폐기물 개발	희명솔라티스	17.10.01 ~ 20.12.31	순천, 군산 등
	스테인리스강 활성화를 통한 수중 질산성 질소 환원전극 합성 연구	포스코	19.11.16 ~ 20.11.15	포항
	폐수처리 및 수소생산 효율개선을 위한 저가 촉매활용 전해용 핵심소재 기술	태크로스	20.04.01 ~ 22.12.31	동탄, 부산 등
	반도체 폐수 내 TMAH 분리 농축 및 자원화 기술 개발	삼성전자	20.04.29 ~ 21.10.30	화성
	순환형 바이오플라스틱산업 생태계 구축을 위한 생분해 평가 기술	에이엔폴라	21.01.01 ~ 21.12.31	포항영일단
환경생태	해양생태계의 수중 QUADRUPOLE 작용 제어 모사 기반의 고효율 이온	에이엔폴라	21.01.01 ~ 21.12.31	
	한동해 해양바이오산업 활성과 업무협약	코리아포항, 에이엔폴라, 데이치글로벌	2020.08.19 ~	
	M-RNA백신용 SOLID LIPID NANOPARTICLES (SLN)개발	코리아포항	21.07.01 ~ 22.07.30	

- 산업체와의 공동 연구를 통해 혁신 연구 동향 교류하며 산업계의 니즈를 파악하고 창의적 해결방

- 안을 제시할 기회를 제공하는 양방향 교류를 통해 산업체와 대학이 동반자로서 성장할 수 있도록 함.
- 우리 교육연구단과 MOU 협력 기관(삼성전자, 포스코, SK인전석유화학, 국립환경과학원, 포항산업과학연구원 등)과의 실제적 협력을 강화하고 산업체 career-track 내용을 보장하고자 함
 - 산업체와의 산학 협력을 강화하고 현장 중심의 실효성 있는 공학교육을 위해 산업체와 교육과정은 공동으로 개발하고 있음.

o 자체 및 연구소부문

분야	과제명	협력기관	연구기간	지역
기후변화 대기오염	광각구조가 유인한 제올라이트의 합성 및 이산화탄소 흡착특성 연구	Katholieke Universiteit Leuven	20.01.01 - 21.12.31	-
대기오염	플랑크톤 수는 안정동위원소를 이용한 대기수온은 오염원 추적 연구	한국해양과학기술원	20.01.01 - 21.12.31	인도양
	산림태제 수열과 토양을 이용한 대기수온은 안정동위원소비 오염원 지표 활용 연구(1)	국립환경과학원	20.06.29 - 20.11.28	산림지역
	산림태제, 대기 중 가스상 수온은 시트체위 및 안정동위원소비 분석	국립환경과학원	21.06.04 - 21.11.03	마니산, 비하산
	형산강 퇴적물 수온오염 안정 동위원소비 분석을 통한 오염원인 조사용역	포항시청	20.01.28 - 21.05.31	형산강
수질 · 폐기물	수산물 및 퇴적물 안정동위원소 분석을 통한 국내 해안 수온은 오염원 추적 연구	한국연구재단	20.03.01 - 21.02.28	서해
	형산강 하류 수질, 퇴적물 조사 연구	국립환경과학원	20.05.15 - 21.05.10	형산강
	순환형 바이오플라스틱산업 생태계 구축을 위한 생태계 평가 기술	한국화학연구원	21.01.01 - 21.12.31	포항영일만
	해양 수온은 오염원 추적을 위한 생물학적 안정동위원소 지표 개발	한국연구재단	21.03.01 - 22.02.28	없음
	형산강 하류 수질, 퇴적물 조사 연구(II)	국립환경과학원	21.07.26 - 22.07.21	형산강
	안정동위원소 기반 스발바르 지역 수온은 유입원 및 거동 연구	한국해양과학기술원 원 부설 극지연구소	21.04.27 - 21.12.31	스발바르
수질 · 폐기물 대기오염	해양탄소변동 감시기술연구단	한국연구재단	21.06.01 - 22.02.28	동해
수질 · 폐기물 생태환경	남극해 해양보호구역의 생태계 구조 및 기능 연구	한국해양과학기술원 원 부설 극지연구소	21.06.01 - 22.05.31	남극해
수질 · 폐기물 생태환경 대기오염	북극해 수온의 대기-해양 교환, 퇴적물 메틸화 및 생태계 유입경로추적 연구	해양수산과학기술진흥원	21.04.01 - 21.12.31	북극해
환경생태	황동해 해양바이오산업 활성화 및 업무협약	포항시, 경상북도, 포항테크노파크	20.08.19-	

우리 교육연구단은 환경문제 현안을 해결하기 위해, 다양한 공공기관과 연구소와 관련분야 기초 및 응용연구를 수행하고 있음. 특히, 국립 환경과학원과 “기후, 환경변화에 따른 미세먼지 발생 예측 및 생태 영향 연구”에 대한 MOU를 체결하고, 지속적으로 협력 연구를 지속해 오고 있음. 또한, 기상청, 해양과학기술원, 극지연구소, 해양조사원들과 우리사업단이 제시한 환경분야의 사회문제 해결을 위해 다양

한 사업을 수행하며 긴밀히 협력해오고 있다.

- 또한, 포스텍이 위치한 경북/포항의 지역사회의 문제를 해결하기 위하여 포항시, 경상북도 등과 형산강 환경문제 해결, 황동해 해양바이오산업 활성화 등에 대한 활발한 협력을 해오고 있다.
- 권세은 교수연구단에서는 국립환경과학원과 협동하여 다양한 산림지역의 수질, 낙엽, 표층토양 내 수온은 높도 및 대기 중 가스상 수온은 농도를 분석하고 대기 수온은 오염원의 모니터링 지표를 발굴, 이전에 분석한 데이터를 활용하여 대기 중 가스상 수온이 수열에 흡착되는 과정, 낙엽과 토양 등 매체 간 이동시 일어나는 분별작용 메커니즘에 대해 알아보는 것이 목표이고, 형산강 하류 수질, 퇴적물 조사 연구를 통해 구두질 및 형산강 하류부 인근 지점 수질 및 퇴적물 내 수온은 오염 여부를 확인했음. 또 연구범위를 넓혀 형산강 하류 및 유입 지점의 수온 부하량 및 오염 정도를 조사하고, 이에 대한 오염 관리방안을 제시하는 것이 목표로 국립환경과학원과 산림, 현장감 위주의 연구를 하고 있음.
- 우리사업단인 기후변화 및인 국공성, 민송기, 감공공 교수가 모두 참여하여 ㈜포스텍무선 등 다수의 업체와 기상청의 지역별 이상기후 발생 인자 발굴 및 예측시스템 구축을 위해 협력하고 있다. 이 협력 연구는 우리사업단이 제시한 “기상/환경 제해 미래 변화 상생 예측” 부분에 직접적으로 연결되어 있는 내용이다. 최종적으로 개발된 이상기후 예측시스템은 지역별 이상기후 예측뿐만 아니라, 이상기후와 관련된 에너지, 보건, 농업 등에 대한 영향 분석 및 활용 시스템도 구축되어 기후변화와 관련된 경제, 사회적 피해를 저감하는데 기여할 예정이다.
- 황동수 교수는 경상북도, 포항시와 함께 “황동해 해양바이오산업 활성화”로 업무 협약을 맺고 해양에 위치한 경북 4개 자치구역(포항, 경주, 울진, 영덕)에서 해양 관련된 산업을 특화하기 위해서, 지방강소기업(주)크리프팅, (주)에이앤솔루션 등)과 중계기술센터 설립을 위해서 양해각서를 교환하였음.

3. 연구의 국제화 현황

- o 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 연구 분야에서 국제적으로 크게 두각을 나타내고 있는 상황임.

• 국제기구활동

참여교수	국제기구	역할 (직위)	활동기간
국공성	World Climate Research Programme/ Pacific Regional Panel	member	2017-2021
권세은	Minamata Convention on Mercury	member	2020-현재
민송기	World Climate Research Programme/International Detection and Attribution Group	member	2010-현재
민송기	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

XRD 회절 및 Reitveld 분석을 통해 이산화탄소를 흡착하는 과정에서 저급까지 관찰되지 않은 흡착 현상 (Cooperative 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 포획할 수 있는 방향을 제시해 나갈 수 있을 것으로 기대됨.

o 국제 공동연구 실적

- <표 3-6> 최근 1년간 국제 공동연구 실적

연번	공동연구 참여자		상대국 /소속기관	국제 공동연구내용 및 실적	DOI 번호/ISBN 등 관련 인터넷 링크 주소
	교육연구단 참여교수	국외 공동연구자			
1	김종훈	Mukesh Kumar	University of Alabama (미국)	- 2012년 미국 중서부 가뭄 예측성 분석 - SCIE 논문 "Did a skillful prediction of near-surface temperatures help or hinder forecasting of the 2012 US drought?" Environmental Research Letters(21.3.1), 16권 JCR 상위 8%	DOI번호 10.1088/1751-0858/16/3/035001
2	김종훈	Donatella Porrini	University of Salento (이탈리아)	- 이탈리아 지진 낮은 리스크를 분석 - ISI 논문 "Time windows of opportunities to fight earthquake under-insurance: evidence from Google Trends" Humanities and Social Sciences Communications(20.8.10), 기사번호 61	DOI번호 10.1057/h41599-020-0532-2
3	권세은	Ruiyang Sun, Guangyi Sun, Xinbin Peng, Shichang Kang, Qiangqiang Zhang, Jie Huang, Runsheng Yin	Chinese Academy of Sciences (중국) University of Chinese Academy of Science (미국)	- Tibetan Plateau에 대한 수온의 생지화학적 특징을 review paper로 작성. - SCI 논문 "Mercury biogeochemistry over the Tibetan Plateau: An overview." Critical Reviews in Environmental Science and Technology(21.3.1), 51권 JCR 상위 1.6%	DOI번호 10.1080/10643389.2021.1938894
4	권세은	Ting Zhou, Xin Pan, Ruiyang Sun, Changzhou Deng, Jun Shen, Stephen E. Grasby, Jiafei Xiao, Runsheng Yin	Chinese Academy of Sciences(중국) University of Chinese Academy of Science(미국) China University of Geosciences (중국), Calgary Natural Resources Canada(캐나다)	- 수온은 안정동위원소를 이용하여 화산활동이 Cryogenian 간빙기를 야기했음을 제안. - SCI 논문 "Cryogenian interglacial greenhouse driven by enhanced volcanism: Evidence from mercury records" Earth and Planetary Science Letters(21.6.15), 564권 JCR 상위 7.3%	DOI번호 10.1016/j.epsl.2021.116902

• 국제 학술회 및 위원회 활동

참여교수	저널명	역할 (직위)	참여기간
김종훈	Weather Climate and Society	Associate Editor	2019-현재
김종훈	Frontier in Water - Water and Built Environment Section	Reviewer Editor	2020-현재
김종훈	Sustainability	Guest Editor	2020-2021
국공성	Asia-Pacific Journal of Atmospheric Science	Associate Editor	2012-현재
국공성	Regional Economics and Policies	Editorial Board Member	2016-현재
권세은	Atmosphere	Topic Editor	2020-현재
권세은	Frontiers in Earth Science	Topic Editor	2020-2021
민송기	Journal of Climate	Editor	2018-현재
민송기	Advances in Statistical Climatology, Meteorology and Oceanography	Associate Editor	2014-현재
최현운	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	국제학술회의명	활동내용	학회 규모
국공성	2010-현재	East Asia Climate (EAC)	Steering committee로 활동	300명
권세은	2019-2023	제16차 및 제17차 국제수문학회 (ICMG)	Scientific Steering Committee로 활동	1,000명 이상
민송기	2013-현재	International Meeting on Statistical Climatology	Steering Committee member	300명
홍석봉	2013 - 현재	Euro-Asia Zeolite Conference (EAZC)	Committee	1,000명 이상

- 기후변화 및의 국공성 연구팀은 태평양 도서국가 기후정보 활용을 돕기 위해, 도서국가 기상청들이 사용할 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 각국의 현지 예측 인력 교육을 같이 수행하고 있다. 이는 우리사업단 계획에서 제시한 “기상/환경 제해 미래 변화 상생 예측”을 개발도상국에 적용하는 사업으로, 개발도상국의 환경문제 해결에 기여할 뿐만 아니라, 우리나라 국제적 위상을 제고하는 것이다.
- 홍석봉 교수 연구팀은 벨기에와 “광각구조가 유인한 제올라이트의 합성 및 이산화탄소 흡착특성” 연구를 하고 있으며 이 연구를 통해 지금까지 Na+ 무기 구조유도 물질을 통해 기존 골격 조성 (실리온/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

연번	공동연구 참여자		상대국 /소속기관	국제 공동연구내용 및 실적	DOI 번호/ISBN 등 관련 인터넷 link 주소
	교육연구단 참여교수	국외 공동연구자			
5	권세훈	Shahabaldin Rezania, Muhammad Afzal Kamboh, Sadaf Sadia Arian, Abdulwahed F. Alrefaei, Hussein H. Alkhamis, Mohammed F. Albestir, 조진우, Iraj Sadegh Amiri	Shaheed Benazir Bhutto University(파키스탄), King Saud University(사우디 아라비아)	- N-Calix-MGO에 붙은 새로운 촉매제를 이용하여 수성환경에서 비소 제거 연구 - SCI 논문 "Nitric-calixarene grafted magnetic graphene oxide for removal of arsenic from aqueous media: Isotherm, kinetic and thermodynamic studies" <i>Chemosphere</i> (21.4.1)288권, JCR 상위 10.77%	DOI번호 10.1016/j.chemosphere.2020.129348
6	권세훈	Runsheng Yin, Miling Li,	Chinese Academy of Sciences(중국), University of Delaware(미국)	- 물고기 조직 내 수은 동위원소비율 이용해 오염원 추적 및 수해 내 수은의 생지화학적 과정 연구 - SCI 논문 "Internal dynamics of inorganic and methylmercury in a marine fish: Insights from mercury stable isotopes" <i>Environmental Pollution</i> (20.12.1), 267권, JCR 상위 8.2%	DOI번호 10.1016/j.envpol.2020.115588
7	최원용	Jun Yang, Hong Miao, Jianfang Jing, Yongfa Zhu	Tsinghua University (중국)	- 광합성을 높이기 위해 Perylene bisimide supramolecular (PDI)와 그래핀 양자점 (GQDs) 융합 소재합성 - SCI 논문 "Photocatalytic activity enhancement of PDI supramolecular via $\pi-\pi$ action and energy level adjusting with graphene quantum dots" <i>Applied Catalysis B: Environmental</i> (21.2.1), 281권, JCR 상위 1.9%	DOI번호 10.1016/j.apcatb.2020.119547
8	최원용	Renli Yin, Yanxi Chen, Jiayue Hu, Gang Lu, Lixi Zeng, Mingshan Zhu	Jian University (중국)	- 3가철 이온과 오염물질의 복합체로 peroxydisulfate (PDS)를 활성화하여 가시광에서 오염물질 분해 반응 연구 - SCI 논문 "Complexes of Fe(III)-organic pollutants that directly activate Fenton-like processes under visible light" <i>Applied Catalysis B: Environmental</i> (21.4.1) 283권, JCR 상위 1.9%	DOI번호 10.1016/j.apcatb.2020.119663
9	최원용	Himadri Rajput, Eilham E. Kwon, Sherif A. Younis,	Thapar Institute of Engineering & Technology(인도), Egyptian Petroleum Research Institute (이집트)	- 일프 폐수 정화와 에너지 생산을 위한 광전기화학적 시스템 개발 - SCI 논문 "Photocatalysis as a high-efficiency platform for pulping wastewater treatment and energy production" <i>Chemical Engineering Journal</i> (21.5.1), 412권, JCR 상위 3%	DOI번호 10.1016/j.cej.2021.128612

연번	공동연구 참여자		상대국 /소속기관	국제 공동연구내용 및 실적	DOI 번호/ISBN 등 관련 인터넷 link 주소
	교육연구단 참여교수	국외 공동연구자			
10	최원용	Chuan Xia, Haotian Wang, Pedro J. J. Alvarez	Rice University (미국)	- 전기와 수소가 없는 조건에서도 저발적으로 과산화수소를 생성할 수 있는 광전기화학적 시스템 개발 - SCI 논문 "Solar photoelectrochemical synthesis of electrolyte-free H ₂ O ₂ aqueous solution without needing electrical bias and I ₂ " <i>Energy & Environmental Science</i> (21.3.1), 5호, JCR 상위 0.3%	DOI번호 10.1039/D0EE03567J
11	최원용	Yutao Zhao, Peng Zhang, Zhenchun Yang, Lina Li, Jingyu Gao, Sheng Chen, Tengfeng Xie, Caozheng Diao, Shibao Xi, Beibei Xiao, Chu Hu	Guangzhou University, Nanjing University of Science and Technology, Jilin University, National University of Singapore, Jiangsu University of Science and Technology (중국)	- 산소환원 반응을 통해 과산화수소 코팅을 생산이 가능한 sodium cyanamate 촉매를 포함한 카본 나노튜브/이산화 그래핀 복합체 합성 - SCI 논문 "Photocatalytic Air Purification Mimicking the Self-Cleaning Process of the Atmosphere" <i>Nature Communications</i> , 12.5.5, 12호, JCR 상위 3%	DOI번호 10.1038/s41467-021-22839-0
12	최원용	Yan Guo, Huanli Li, Wei Ma, Wenxin Shi, Yongfa Zhu	Harbin Institute of Technology, Pingdingshan University, Chongqing University, Tsinghua University (중국)	- 두가치 반도체 광촉매 표면 이종화합을 통한 광촉매 활성 증가 연구 - ISI 논문 "Photocatalytic Activity Enhanced via Surface Hybridization" <i>Carbon Energy</i> (21.4.2) 2권	DOI번호 10.1002/cey2.66
13	최원용	Yawen Tong, Yong Liu, Junfeng M. Vequizo, Can Yang, Akira Yamakata, Fengtao Fan, Wei Lin, Xinchun Wang	Fuzhou University, Dalian National Laboratory for Clean Energy, Toyota Technological Institute (중국)	- 산소 환원 반응을 통한 과산화수소 생성 촉매를 위해 이중 원자 도핑 고분자 카본 나노튜브/이산화 그래핀 복합체 개발 - SCI 논문 "Heteroatom Dopants Promote Two-Electron O ₂ Reduction for Photocatalytic Production of H ₂ O ₂ on Polymeric Carbon Nitride" <i>Angewandte Chemie - International Edition</i> , (20.9.7) 59호, JCR 상위 7.3%	DOI번호 10.1002/anie.202006747

연번	공동연구 참여자		상대국 /소속기관	국제 공동연구내용 및 실적	DOI 번호/ISBN 등 관련 인터넷 link 주소
	교육연구단 참여교수	국외 공동연구자			
14	최원용 조강우	황지영, 문진희, Takashi Tachikawa, Tetsuro Majima, 홍승우, 김우열	Kobe University, Osaka University (일본)	- 이산화 티타늄 결정구조에 따른 광촉매 산화 반응 기작 연구 - SCI 논문 "Crystal phase-dependent generation of mobile OH radicals on TiO ₂ : Revisiting the photocatalytic oxidation mechanism of anatase and rutile" <i>Applied Catalysis B: Environmental</i> (21.6.1), 286권, JCR 상위 1.5%	DOI번호 10.1016/j.apcatb.2021.119905
15	홍지봉	Sambhu Radhakrishnan, C. Vinod Chandran	Katholieke Universiteit Leuven (벨기에)	- 작은 세공을 가짐에도 불구하고 기존과 차별성 있는 촉매 메커니즘을 통해 저온의 난화를 일으키는 구별된 온실 가스 중 가장 대두되는 이산화탄소 흡착을 연구 - SCI 논문 "The Origin of Selective Adsorption of CO ₂ on Merlonite Zeolites" <i>Angewandte Chemie - International Edition</i> (21.2.1), 361권, JCR 상위 9.8%의 1	DOI번호 10.1039/d0mh00307g doi.org/10.1002/anie.202012953
16	황동수	Jeong Yeol Yoon, Theenchai Wiwasaku	University of Arizona (미국) & Khon Kaen University (태국)	- 인공지능을 활용하여 환경샘플에서 존재하는 미생물을 펩트에서 스타트론을 활용해서 미생물을 동정하는 연구를 진행하는 기술 - SCI 논문 "Human sensor-inspired supervised machine learning of smartphone-based paper microfluidic analysis for bacterial species classification" <i>Biosensors and Bioelectronics</i> (21.8.31) 188권, JCR상위 5%	DOI번호 10.1016/j.bios.2021.113335
17	황동수	Minkyu Kim	University of Arizona (미국)	- 미생 및 미세먼지를 효과적으로 제어할 수 있는 친환경비인디 물질 개발 - SCI 논문 "Environmentally Friendly Methicillinase-Based Binders for Active and Passive Dust Control" <i>ACS Appl. Mater. Interfaces</i> (20.12.1) 12권, JCR상위 10%	DOI번호 10.1021/acsami.0c15249

연번	공동연구 참여자		상대국 /소속기관	국제 공동연구내용 및 실적	DOI 번호/ISBN 등 관련 인터넷 link 주소
	교육연구단 참여교수	국외 공동연구자			
20	황동수	Ekavianty Praetelista Nares, D.Sanandya, Andrianto Nurrochman Frestry Marseli,	Institut Teknologi Bandung, Indonesia (인도네시아)	- 친환경고분자인 키린을 활용한 환경보존소재의 응용 - SCI 논문 "Biomimetic Janus chitin nanofiber membrane for potential guided bone regeneration application" <i>Carbohydrate Polymers</i> (21.1.1)251권, JCR 상위 3%	DOI번호 10.1016/j.carbpol.2020.117032
21	황동수	Yoichiro Iwakura, Immacolata Speciale, Antonia Molinaro, Cristina De Castro	University of Napoli, (이탈리아) the University of Tokyo (일본)	- 친환경고분자인 페타 그루판을 활용한 환경보존소재의 응용 - SCI 논문 "Structural specificities of cell surface β -glucan polysaccharides determine commensal yeast mediated immuno-modulatory activities" <i>Nature Communications</i> (21.6.14)12권, JCR상위 5%	DOI번호 10.1038/s41467-021-23929-9
22	황동수	Jeong Yeol Yoon	University of Arizona (미국)	- 환경샘플에서 존재하는 미생물을 펩트에서 스타트론을 활용해서 미생물을 동정하는 연구를 진행하는 기술 - SCI 논문 "A guanidium-rich polymer as a new universal bioreceptor for multiplex detection of bacteria from environmental samples" <i>Journal of Hazardous Materials</i> (21.2.1)413권, JCR상위 4%	DOI번호 10.1016/j.jhazmat.2021.125338

IV 4단계 BK21 교육연구단(팀) 관련 언론보도 리스트

교육연구단(팀)명	4차 산업혁명 사회의 정온한 환경을 위한 혁신인재 교육연구단
교육연구단(팀)장명	황석환

연번	구분	언론사명/수상기관 등	보도일자/수상일자 등	제목/수상명 등	관련 URL
주요내용 (200자 이내)					
1	성과	헤럴드경제 외 4건	20.09.22	미세먼지 농도 낮아졌지만 삼계 제강도는 높다	http://news.heraldcorp.com/view.php?id=2020092200842
		포스텍 민승기·유영희 교수, 빅데이터 이용 대중 대기질 인지 분석, 미세먼지 설계 농도와 제강도 다른 이유 밝혔다			
2	성과	중앙일보	20.09.24	동토 시베리아가 '쿨베' 들이	https://news.joins.com/article/23879726
		한글 역시 기후변화에 따라 신불 문제가 커질 것이다. 다른 곳보다 상대적으로 비가 많이 오긴 하지만, 일조도 감소와 함께 건조한 날은 더 많아지기에 때문에 땅이 마르게 될 위험성이 크기 때문 이라고 밝혔다.			
3	성과	신동아	20.11.03	북극 얼음, 1만2000년후 가장 빠른 속도로 녹고 있다	https://shindonga.donga.com/3/all/132229624/1
		북극 빙하, 2050년 이전 사실상 소멸 예측, 남극 바다 위 얼음 덩어리. 6년 새 30% 감소, 영국 연구팀 "1994년 이후 녹은 빙하로 해수면 28cm 높아진다". 바다 얼음 농도 달라지면 기후변화 가속화 ... 세계 곳곳 재앙 예고			
4	행사	부산일보	20.11.05	해양수산 분야 사업화 유망기술 선정회 10-13일 개최	http://www.busan.com/view/busan/view.php?code=2020110500510518608
		해양자원개발기술분야에 기술명"전기 분열식 코팅제, 나노유체 및 플라스틱 대체재료의 응용" 설명회 강연			
5	수상	매일경제 외 3건	20.11.12	2020 부산연구개발혁신대회 최우수 포항공대 교수	https://www.mk.co.kr/news/business/view/2020/11/161948/
		부산연구개발혁신대회(이사장 박용원)은 지난 11일 제2주 신화월드에서 '2020 부산연구개발혁신대회' 시상식을 열고 수상자인 최원용 포항공대 환경공학부 교수에게 상금 2천만 원과 상패...			
6	성과	동아사이언스 외 7건	20.11.16	지구 온난화 남극 빙하가 21년 뒤 동아시아에 온난화 부추긴다	https://www.dongascience.com/news.php?id=41571
		극지연구소와 극동성 포스텍 환경공학부 교수 공동 연구팀은 남극에 있는 빙하가 지금까지보다 21년 후 동아시아 지역의 기온을 0.2도 이상 높일 수 있다는 연구결과가 나왔다고 16일 밝혔다.			

연번	구분	언론사명/수상기관 등	보도일자/수상일자 등	제목/수상명 등	관련 URL
주요내용 (200자 이내)					
7	기타	clarivate의 1건	20.11.18	[보도자료] 2020 세계에서 가장 영향력 있는 연구자 HCR 공개	https://clarivate.co.kr/category/news/2020HCR
		클래리베이트 애널리틱스 2020년 세계에서 가장 영향력 있는 연구자 발표			
8	성과	조선일보	20.11.18	남극서 녹은 빙하, 한반도 태운다	https://www.chosun.com/economy/science/2020/11/18/20201118JG00A22XSLJFUEC4U7utm_source=naver&utm_medium=original&utm_campaign=news
		남극에서 녹아내린 빙하가 우리나라를 포함한 동아시아 지역을 태운다는 연구 결과가 나왔다.			
9	행사	파이낸셜뉴스	20.11.23	이거기 '국회청장포럼' 개최	https://www.fnnews.com/news/202111231644290430
		국회청장포럼 공동대표인 이거기 더불어민주당 의원(충남 당진시)은 23일, 국회의원회관에서 '청장포럼'을 활용한 바다생태 복원사업 중추로 국회청장포럼 정책토론회를 개최했다. 국회청장포럼이 주최하고 한국청장포럼이 후원한 이번 토론회는 바다순 조성을 통해 해양생태계를 복원하는 방안을 논의했다.			
10	기타	뉴스시스	20.11.30	포스텍 환경공학부, 전국 첫 전 연구실 안전관리 인증	https://newsis.com/view/?id=NSK20201130_0001251801&cID=10810&pid=10800
		환경공학부는 지난 2017년부터 '안전관리 우수연구실 인증사업'에 자발적으로 참여해 올해 전국 최초 단일학과 전 이화연구소(보유 21실)를 우수연구실로 인증 취득하는 성과를 거뒀다.			
11	수상	파이낸셜뉴스	20.12.13	해수부, 내일 '장보고대상' 시상식 개최	https://www.fnnews.com/news/202012131520286935
		국무총리상은 부산대학교병원 해양의료연구센터, 국회 농림축산식품해양수산위원회장은 한국수산업, 해양수산부장관상은 포항공대대학교 이기태 교수와 국제신문 박수현 국장이 선정됐다.			
12	성과	동아사이언스 외 5건	20.12.23	이에도 과학기거 주변은 동북아 바다의 급격한 클라이메트 변화 현장	https://www.dongascience.com/news.php?id=42642
		중국 장강과 가까운 '이에도 과학기거' 주변 해역 환경 변화가 동북아 해역 중 가장 빨리 나타나고 있는 것으로 조사됐다. 산업화, 농수 등으로 인해 전 세계 해양 물질이 바다로 유입되고 축적되면서 해양 생태계 교란이 우려할 수준에 이르렀다는 분석이다.			
13	성과	EurekAlert! 외 2건	21.01.04	Pollutants rapidly changing the waters near leodo island	https://www.eurekalert.org/pub_releases/2021-01/puos-prc010321.php
		The findings can be used as important scientific evidence for establishing environmental policies, such as setting nitrogen pollutant emissions.			

연번	구분	언론사명/수상기관 등	보도일자/수상일자 등	제목/수상명 등	관련 URL
주요내용 (200자 이내)					
14	기타	HelloDD	21.01.06	구 현오·박한오·황성우 등... 공학한림원 2021 신진회원 선정	https://www.hellodd.com/news/articleView.html?idxno=91246
		공학한림원 2021 화학생명 공학 신진회원 선정(최원용 교수)			
15	성과	베리타스 알파	21.01.11	지스트 고가의 귀금속 촉매 대신할 상용 파게비 모양의 활성 촉매 개발	http://www.veritas-a.com/news/articleView.html?idxno=352476
		귀금속 촉매 대신할 상용 파게비 모양의 활성 촉매 개발 (조강주 교수)			
16	성과	동아사이언스 외 3건	21.01.11	수소 생산량 늘리는 파게비 촉매	https://www.dongascience.com/news.php?id=43089
		이재일 광주과학기술원(GIST) 지구 및 환경공학부 교수와 조강주 포스텍 환경공학부 교수 연구팀은 촉매 디자인을 파게비 촉매로 디자인한 파게비 촉매를 개발해 수소 생산량을 13% 늘리는 기술을 개발했다고 11일 밝혔다.			
17	성과	경인일보	21.01.25	[특 큰 기사-기후위기] 평산의 일기·(1)지구 온난화를 막아주세요! 한반도 앞 바다의 미래	http://www.kyeongin.com/main/view.php?key=20210119010003627
		온실가스 영향... 북극 해빙면적 역대 최저, 제트기류 약화로 '장백' 무너져 한파 남하... '식량·물·수자원' 등 다양한 문제 가능성			
18	성과	동아사이언스	21.01.26	[데일리] 지구온난화 증가를 늦추는 기후변화 추적자	https://www.dongascience.com/news.php?id=43430
		폭염이나 대설, 단시간에 내리는 집중호우 등 인류에게 막대한 피해를 미치는 기상이변이 지구온난화에 의해 어떻게 발생하는지를 알아낸다. 원인을 찾아내면 미래 기후변화에서 이상기후가 어떻게 변할지를 알아내 정확히 예측하고 대비할 수 있다.			
19	성과	연합뉴스 외 9건	21.02.01	인도 계절풍 강하면 한반도 가을대풍 발생 확률 높아져	https://www.yna.co.kr/view/2021020106960053?input=1195m
		지구 온난화로 인도 몬순(계절풍)이 강해지면 한반도로 향하는 대풍이 더 늘어날 것이라는 연구 결과가 나왔다. 포항공대(포스텍)는 환경공학부민승기교수,박사과정정민규연구원이 울산과학기술원(UNIST), 공주대, 국립기상과학원, 정지식상장과공동연구로동아시아대기순환복합모델을분석했다.21일밝혔다.			
20	성과	동아사이언스	21.02.18	[데일리] 명계 먼지 많고, 지구에 양보해주세요	https://www.dongascience.com/news.php?id=43960
		소재 시장에서는 최근 미래의 지속 가능한 발전을 위해 친환경적이고 기능이 뛰어난 소재가 중요한 연구 분야로 떠오르고 있다. 예를 들어 해양 생리재료부터 얻어지는 소재를 이용하여 풍속에서도 길게서 길이가 우수하고 자연 상태에서 쉽게 분해되는 환경에서 사용되는 차세대 의료용 소재를 개발하는 연구가 대표적이다.			

연번	구분	언론사명/수상기관 등	보도일자/수상일자 등	제목/수상명 등	관련 URL
주요내용 (200자 이내)					
21	성과	동아일보	21.02.22	더 거대한 산물, 원인은 '지구 사막화' [이원주하]	https://www.donga.com/news/article/all/20210222/110555957/1
		최근 우리나라를 비롯해 전세계에서 떠오르는 산물은 더 거대지고, 전파도 더 힘들어지고 있습니다. 과학자들은 그 원인을 지구가 계속해서 말라붙어가고 있는 데서 찾습니다. 지구의 건조화가 심각하게 진행되고 있고, 그 부작용으로 산물이 증가하고 거세진다는 의미입니다			
22	성과	YTN사이언스	21.03.08	장국배, 친환경 에너지 시대 열다	https://science.ytn.co.kr/program/program_view.php?mc=139465_hcd&key=202103082153476829
		인류 문명의 발전을 가져왔지만, 이산화탄소를 발생시켜 지구온난화를 유발하는 화석연료. 환경문제를 해결하기 위해 다양한 방법이 동원되고 있지만, 가장 중요한 것은 화석 연료를 사용하지 않고 환경문제를 해결하는 것이다. 최원용 박사는 이에 대한 대안으로 '태양광'을 생각하고, 이를 활용해 환경을 정화할 수 있는 '장국배'를 개발했다.			
23	수상	대구신문	21.03.25	민승기 교수 '세계기상의 날' 총리 표창	https://www.daegu.co.kr/news/articleView.html?idxno=341711
		POSTECH 민승기 교수는 기후변화에 따른 이상기후 원인 규명과 미래전망에 관한 연구를 선도해 세계적 연구성과를 도출하고, 왕성한 국내외 학술 활동을 통해 국가 기후업무 발전과 국제적 위상 제고에 기여한 공로로 국무총리 표창을 수상했다.			
24	행사	교수신문	21.05.02	국제사회에 기후목표 '2050 탄소중립' 묻고 답하기	http://www.kyosu.net/news/articleView.html?idxno=65980
		5월 3일, 제38회 국민생활과학기술포럼 개최,제일 국공립교수			
25	성과	이데일리	21.05.14	행벌로 전기 만들고, 울도 깨끗하게... '태양광' 사회 앞당긴다	https://www.edaily.co.kr/news/readNews?id=1180806290489208mediaCodeNo=2578&OutLinkChk=Y
		최원용 포항공대 교수 장국배 개발하고, 환경·에너지 분야 활용 추진 실현형 단계서 검증... "소재혁신 함께 이뤄지자"			
26	행사	노컷뉴스	21.05.18	포스텍, 소토와공동연구실신뢰도인 '과학기술의 사회적 책임'	https://www.nocutnews.co.kr/news/555229
		포스텍(김부환 총장) 소토와 공동 연구소에서 2021년 정기 실험포럼을 개최한다. 이번 실험포럼은 21일 오후 1시부터 6시까지 포스텍 국제관 대회의실에서 진행되며, 온라인으로도 생중계된다.			
27	행사	헤럴드경제	21.05.26	환경재단·주한대사관 P4G 연계 행사 개최	http://news.heraldcorp.com/view.php?id=20210526000774
		환경부 후원으로 27일 비대면 화상회의 개최, 유기성 폐자원 활용용 바이오키스 생산·활용기술 논의			

연번	구분	연문사명 /수상기관 등	보도일자/ 수상일자 등	제목/ 수상명 등	관련 URL
주요내용 (200자이내)					
28	성과	중앙일보	21.06.04	세계가 주목한 한국의 '해양보호' 상망...기념 행사... 한국은 기후학달국가" 왜?	https://news.ajns.com/article/24074562
		국립생물자원관 환경공학과 교수는 "한국의 기후변화대응기술(CCPT)은 61개국 중 58위에 그친다"며 "한국은 기후 학당 국가" 라고 표현했다.			
29	성과	해럴드경제 외 1건	21.07.02	해연구진, 석유화학 촉매시장 '개입제인자' 기술 개발	http://news.heraldcorp.com/view.php?ud=20210701001045&ACE_SEARCH=1
		포스텍 연구팀, 새로운 석유 정제분해를 촉매라이트 촉매 발견			
30	성과	Science	21.7.02	New insight from an old concept for zeolites	https://science.sciencemag.org/content/373/6550/28
		Two new zeolites called PST-32 (SBT-type) and PST-2 (SIS/SBT-type intergrowth) have supercage structures, like the commercially used zeolite Y (FAU-type). These zeolites can be produced in large amounts and may find uses for various catalytic processes.			
31	성과	한겨레 외4건	21.06.30	지구온난화로 늘어남 북극 미세조류가 혼란과 혼란	https://www.hani.co.kr/art/science/science_general/1001504.html
		조류 생물 가스가 구름 만들어 햇빛 차단, 지구 기후변화 자정력을 처음 관측 증명			
32	성과	동아사이언스	21.07.21	[퀀텀랜더]통고기 수온 원인 찾는다 환경과학사	https://www.dongascience.com/news.php?dx=48132
		전세은 포스텍 환경공학과 교수가 이끄는 환경보전 평가 연구팀은 자연 환경과 생태계가 어떤 오염원으로 인해, 어떻게, 어느 범위까지 오염됐는지 찾아내는 연구를 진행하고 있다. 김 교수는 "이런 연구를 환경과학사도 흔히 부른다"고 말했다. 연구팀은 이런 추적 결과를 바탕으로 이런 오염이 향후 기후변화나 환경정책 수립을 통해 어떻게 변동될 지 예측하고 있다. 원인과 현상, 미래까지 한 번에 알아내는 것이다.			
33	성과	아이뉴스24	21.08.10	IPCC 6차 평가보고서, 12월의 과학자들 힘	http://www.inews24.com/view/1395033
		9일 발표된 기후변화에 관한 정부간 협의체(IPCC)의 워킹그룹(WG)의 6차 평가보고서는 지금 기후에 대한 과학적 데이터를 실고 있다. IPCC는 앞으로 차례로 보고서를 내놓는다. 내년에 출판보고서를 발표할 예정이다.			
34	성과	뉴스1	21.08.13	암울한' 기후 보고서...' 절망보다는 대개 세울 때'를 지자의 호소	https://www.news1.kr/articles/74402259
		기후변화라는 중대한 해결되기 어려운 문제는 '무력감'으로 이어지기 쉽다. 최근 기후변화에 관한 정부 간 협의체(IPCC)가 '과학적 근거'를 발표한 직후에도 마찬가지였다.			