

【신청서 요약문】

〈신청서 요약문〉

중심어	4차 산업 · 사회	정온한 환경	글로벌 리더
	융 · 복합형 연구	선제적 대응	수질 · 폐기물
	대기오염	생태환경	기후변화
교육연구단의 비전과 목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 정온한 환경이란 고요하고 평온한 환경상태를 의미하며, 우리나라를 포함한 인구 밀집형 사회에서 정온한 환경은 삶의 질을 결정하는 가장 중요한 요소 중 하나임 ○ 현대 산업 · 사회활동에서 발생하는 인재(人災)형 또는 우발적 환경재해는 정온한 환경파괴의 주원인이며, 인구밀집 지역에서 가공할 피해규모가 늘어나는 추세임 ○ 사물인터넷 (IoT), 빅데이터, 스마트 기술, 머신러닝, 인공지능 등으로 대변되는 4차 산업혁명사회가 점차 현실화 되고 있으며, 이러한 급격한 사회변화 추세를 반영한 우수한 환경인재 양성이 국가경쟁력 확보를 위한 핵심요소로 대두되고 있음 ○ 위와 같은 시대적 상황에서 우리 교육연구단의 비전과 목표는 아래와 같음 <ul style="list-style-type: none"> • 4차 산업 · 사회 정온한 환경의 지속적 보전을 위한 4대 환경분야 (수질 · 폐기물, 대기오염, 생태환경, 기후변화)의 기술융합형 국제적 리더 양성 • 국내외 우수기관과의 실체적인 산학협동을 통한 환경분야 실무인재 양성 및 지식 창출자로서의 연구중심 구심점 구축 • 외국 우수대학 (Stanford, MIT 등)의 교육 및 연구프로그램의 “추격형”을 탈피한 “경쟁형” 또는 “선도형” 수준으로의 교육연구단 경쟁력 확보 • 4단계 BK 사업을 통해 “세계 20위” 이내 최고수준의 연구중심 대학원 확립 		
교육역량 영역	<ul style="list-style-type: none"> ○ 교과과정 구축 및 참여교수의 우수성 <ul style="list-style-type: none"> • 4차 산업특성을 반영한 과목의 신설 · 개편을 통해 체계적인 환경이론 강의 • 산업체, 지자체와 공동 교육 프로그램 구성 및 운영을 통한 세계적 수준의 교육과정 확립 • 교육과 연구의 선순환 시스템을 통한 융합적 연구 · 교육 체계 구축 및 운영 • 수질 · 폐기물, 대기오염, 생태환경, 기후변화 분야의 풍부한 연구 · 교육 경험을 보유한 최고수준의 교수진으로 교육연구단 구성 ○ 우수 대학원생 확보 및 지원 <ul style="list-style-type: none"> • 우리 대학 건학이념 “영재를 모아 질 높은 교육을 실시함으로써 지식과 지성을 겸비한 국제적 수준의 고급인재 양성”에 특화되고 장기간에 걸쳐 정착된 다양한 우수 대학원생 확보 프로그램과 연동하여 더욱 특화된 전략으로 추진 • 전교생 기숙사제공, 대학원생 100% 장학금 및 생활비 지급, 다양한 인센티브 제공 등 안정적 교육환경 제공 • 학생 중심 교육시스템 구축 및 커리어 개발을 통한 진로지도 강화 • 인공지능, 커뮤니케이션 스킬, 윤리, 리더십 등 다양한 융복합 비교과 과정 개설을 통한 전공교육을 보완하는 전인교육 실시 • 국내외 우수기관과 학술교류, 추가 장학금, 해외학술대회 발표지원 등 다양한 학술활동 지원 • 다양한 차별적 지원체제로 최고 수준의 역량을 지닌 국내외 대학원생 확보 		

	<ul style="list-style-type: none"> ○ 우수 신진연구인력 확보 및 지원체계 <ul style="list-style-type: none"> • 교육연구단 차원의 비전임 석박사 학위자 대상 강의기회 제공을 통한 학문후속세대 교육역량 강화기회 제공 • 학문후속세대 만족도 조사기반 사업 추진 및 건강한 연구실 문화 조성 유도 ○ 교육의 국제화 <ul style="list-style-type: none"> • 국제적 지명도를 갖는 우수 교원 유치를 통한 교육연구단 교육역량 강화 • 우수 외국 유학생 유치 장려 및 다양한 학사 및 산업체 장학금 지원 • 홍콩과기대와 국제공동 복수학위제를 통한 글로벌 리더 양성 • 경쟁력 강화를 위한 선진국 파견 및 기술이전, 기술시장 현황파악을 위한 개발도상국 파견 지원을 통한 글로벌 경쟁력 강화 • 교원, 신진연구인력, 대학원생의 국제화 역량강화 및 교류 장려를 위해 국제 학술 교류활동 및 연수 지원
연구역량 영역	<ul style="list-style-type: none"> ○ 융복합 및 산학 공동연구를 통한 환경분야 4차 산업·사회문제 해결 역량 강화 <ul style="list-style-type: none"> • 교육연구단 연구분야 (수질·폐기물, 대기오염, 생태환경, 기후변화)의 융·복합적 교류 활성화 • 빅데이터 프로세싱, 머신러닝 등 4차산업 분야의 지식접목 및 연구를 통한 선제적 대응기술 확보 촉진 • 산업체 애로기술 및 미래전략형 기술에 대한 주제 선정을 통한 연구 경쟁력 제고 및 “First Mover” 형 인력양성 • 글로벌 산업체, 국공립기관, 산업연구소, 지역창업센터와 실체적 연계 강화를 통해 연구결과-혁신성과창출-기술사업화-창업-교육·연구로 재투자의 선순환 구조 구축 ○ 국제 연구교류의 다변화를 통한 연구의 질적 향상 추구 <ul style="list-style-type: none"> • 특론 교과 개설을 통한 신속한 최신 기술 소개 및 정책에 관한 습득 기회제공 • 환경연구 선도대학과 협력을 통한 국제 연구교류 및 연구능력 강화 • 해외석학 체류 지원 시스템 구축 등을 통한 국제 연구 교류의 질적 향상 추구 ○ 체계적 운영, 행정지원을 통한 연구 몰입도 향상 <ul style="list-style-type: none"> • 학생중심 학사제도 개선 및 교육, 연구 지원체계 구축 • 교육연구단 내 학생지원의 역할과 기능을 개선, 확대하여 학생들이 연구와 학업에 몰두할 수 있는 체계로의 개편 • 산학협력 성과 확산업무를 추가로 지원 및 대학원생 학술연구진흥 업무의 추가 지원 등 기존 연구비 관리 업무 외 연구업무의 성과확산 및 저변확장 추진
기대 효과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 4차 산업사회의 정온한 환경을 위한 혁신인재 교육연구단은 환경공학의 핵심 4대 분야 (수질·폐기물, 대기오염, 생태환경, 기후변화)의 산업·사회문제 해결형 글로벌 인재를 양성하고, 지역사회-산업체와 연계/협력형 공유성장 교육연구단 운영을 통해 사회, 경제적 가치를 추구하고자 함 ○ 우리 교육연구단에서 양성된 인재들은 창의적이고 융합적인 사고방식을 바탕으로 4차 산업혁명 시대를 선도하고 대한민국 국가 경쟁력제고에 중추적 역할이 기대됨

I. 교육연구단 구성, 비전 및 목표

1. 교육연구단 구성, 비전 및 목표

1.1 교육연구단의 필요성

I. 교육연구단 구성, 비전 및 목표

1. 교육연구단 구성, 비전 및 목표

1.1 교육연구단의 필요성

[총론]

○ 정온한 환경의 의미와 필요성

- “정온한 환경”이란 고요하고 평온한 환경상태를 뜻하는 것으로, 현대 산업·사회의 구성원이 추구하는 가장 쾌적한 환경 조건임
- 과거와 다른 현대사회 환경이슈의 가장 큰 특징은 단시간의 광범위한 피해유발 및 초월경성(trans-boundary)을 나타내며 점차 전 지구적인 문제화(온난화, 해양 플라스틱 등) 양상을 보임
- 우리나라를 포함한 대다수 국가는 가속화되는 산업화 및 도시화로 인해 인구밀집형 사회 구조에 기인한 환경 피해가 급속히 늘어나는 추세임. 결과적으로 점차 복잡해지는 현대 산업·사회 구조에서는 “정온한 환경”에 대한 요구가 급속히 증가하고 있으며, 경제사회 전반에서 산업발전과 더불어 환경에 대한 인식과 중요성은 더욱 커지고 있음
- 인구밀집형 산업·사회 구조에서는 적절한 사전 인지가 불가능한 우발성 환경재난(산업·사회 및 자연재해 등)이 발생할 경우, 이로 인한 피해는 치명적인 경우가 많으며 복구에 소요되는 사회 경제적 비용은 천문학적 수준이 되고 있음. 실제로 전 세계적 전염병인 COVID-19(코로나19)에 의한 피해는 인구밀집도와 매우 높은 관련성이 있으며, 전 세계 산업·사회 및 경제의 피해와 위협성은 1929년 미국 대공황 이후 최악의 수준임

○ 4차 산업·사회를 대비한 인재양성의 필요성

- 최근 전 세계적 이슈인 4차 산업혁명(2016년 1월 다보스포럼에서 ICT (Information and communication technology)와 소프트웨어가 광범위하게 융복합되면서 2000년대 후반부터 나타난 변혁으로 정의) 또한, 3차 혁명인 디지털 혁명에 기반하여 물리적, 생물학적, 디지털 공간의 경계가 사라지는 기술융합, 더 나아가 이들이 인간과 유기적으로 연결되는 시대로 설명됨
- 빅데이터, 클라우드 컴퓨팅, 머신러닝, 인공지능(Artificial Intelligence, AI) 등으로 대변되는 4차 산업사회의 발전을 위한 핵심은 구성요소의 다양성에 대한 이해와 함께 충분한 양질의 data(빅데이터) 확보가 핵심적인 요소임(대통령 직속 4차산업혁명위원회, 2017). 이는 다양한 산업·사회의 정온한 환경상태의 유지에 필수적인 신속한 진단 및 정확한 예측에도 매우 중요한 요소임
- 4차 산업·사회는 초연결성, 초지능성을 특징으로, 사람이 주도하는 지식과 아이디어가 혁신적 변화를 가져올 것이므로 “응용환경에 대한 특정한 지식”(Domain Knowledge)에 대한 교육과 다양한 학제간 교육 프로그램(Interdisciplinary program)이 가장 중요성이 핵심요소임
- 이러한 빅데이터 축적 및 예측의 정확성을 바탕으로 초연결성, 초지능성 연산법에 기반을 둔 각종 기술의 급격한 발전과 사회 변화에 대비하기 위해서는 이와 관련된 핵심 및 응용기술의 개념과 정의(Domain Knowledge)를 정확히 인지하는 인재양성 교육이 필요함

○ 4차 산업·사회형 환경 교육연구단의 필요성

- 전통적인 환경과학 교육 및 기술개발은 환경적 이슈 발생 후 원인파악과 대응에 초점을 맞춘 “발생 후 문제해결을 수행하는 후행적 대응” 형태였음. 이는 필연적으로 인구밀집 지역에서 피해 정도가 매우 크게 나타나는 특징을 보임
- 이러한 후행적 대응의 주원인은 환경기술 구성요소(Domain Knowledge)의 복잡성으로 인해 다양한 변인의 정확한 모니터링 및 data 연산을 통한 신속한 대응 기술의 부재에서 기인한 것임
- 컴퓨터 및 사물인터넷(IoT)기술의 비약적 발전을 통한 방대한 양의 data 축적이 가능케 되고, 이들 data를 연산하는 각종 알고리즘의 개발로 다양한 산업·사회 분야에서 실시간 기반의 smart

기술 (smart factory, smart-city 등)이 현실화 되는 추세임 (한국정보화진흥원, 2017)

- 그러나 산업생산과 주거에 필수적인 에너지, 교통, 자원 활용 분야와 함께 현대 산업·사회의 필수요소인 환경기술 분야에서는 4차 산업형 교육, 연구개발 및 학문적 융합이 매우 뒤쳐진 상태이며, 세계 각국에서는 관련 분야에서 미래 기술주도권 확보를 위해 선제적으로 해당 분야 인재양성 및 융합기술 개발에 박차를 가하고 있음 (대통령 직속 4차산업혁명위원회, 2017). 따라서 국내에서도 4차 산업사회형 환경 분야의 국제적 경쟁력을 지닌 학문 후속세대 양성을 위해 해당 분야 지원이 매우 시급한 실정임
- 실제로 국내에서 저출산 및 고령화로 인한 학령인구와 생산가능인구의 감소, 경제 성장세 둔화에도 불구하고 관련 분야 고급 연구개발 인력 수요는 지속적으로 증가할 것으로 전망됨 (국회입법조사처, 2015)

[해당 산업·사회분야 현황 및 교육연구단의 필요성]

가. 인구밀집 사회의 복합 환경문제 현황 및 실시간·선행적 대응의 필요성

- 통계청 자료에 의하면 대한민국의 인구밀도는 517명/km²로 OECD 국가 중 1위이며, 서울의 인구밀도는 16,034명/km² (경기도: 1,279명/km²)으로 수도권 집중이 매우 높음. 이는 다른 국가에 비해 특히 우발성 환경재난에 큰 피해의 가능성이 있는 매우 취약한 구조임
- 이러한 인구밀집의 위험성은 앞서 언급한 COVID-19 같은 감염병에 국한되었다 할 수 없는데. 지표수, 대기, 토양 등이 환경오염물질에 노출 시 다수의 인간과 생태에 유해성을 가져올 수 있기 때문임. 또한, 최근 환경오염문제는 가정·산업 단위뿐 아니라 전 지구적 규모로 발생하고 있으며, 다양한 환경문제가 복합적으로 상호작용하여 더 큰 문제를 일으키는 경우도 점차 증가하는 추세임 (폐기물의 국가 간 이동, 해양 미세 플라스틱, 기후변화 등)
- 환경오염물질은 산업·사회의 발전과 함께 그 종류가 다양화, 복합화되고 있으나 기존의 환경분야 기술은 규제대응을 주목적으로 하여 환경오염 이슈가 발생하고 나서 후행적으로 개발되는 경우가 대부분임. 이러한 후행적 환경대응기술 개발 구조에서는 규제 및 대응 기술이 적용되는 시점에서는 이미 큰 피해를 보았거나 관련 이슈 해결에 매우 큰 사회경제적 비용이 필요하게 됨
- 현대 산업·사회에서 유발될 수 있는 다양한 환경오염으로 인한 인간의 건강성 또는 정온한 환경성의 악화는 경제, 사회, 기술 전반에 걸쳐 대대적인 변화를 가져올 수 있다는 점을 고려할 때, 환경오염에 대한 선제적 대응 기술 개발은 안정적인 사회경제 시스템 유지를 위한 필수적 미래지향적 요소임
- 국내 다양한 산업·사회 분야에서 수질·폐기물, 대기오염, 생태환경, 기후변화가 전통적이며 미래 대비를 위한 가장 중요한 환경 이슈로 인식되고 있음

나. 4차 산업시대 환경기술의 변화 및 교육의 필요성

- 4차 산업 시대의 기술은 성장 동력인 지능화 기술 (AI·컴퓨팅·로보틱스 등)과 융합 적용해야 하고, 통계수학적 모델링, 센서·IoT 등 4차 산업 혁명 기반기술과 연계된 초고속화·대용량화 하드웨어와의 접목이 필요함 (대통령 직속 4차산업혁명위원회, 2017)
- 4차 산업의 기술들이 환경기술에 기여하는 경로는 다양하나 그 출발점은 빅데이터로 스마트 환경관리를 위해 다양한 환경자료들의 측정, 통합 공유체계, 빅데이터 플랫폼으로서의 클라우드 구축 및 확산이 필요함
- 4차 산업과 연계되어 새로운 환경영역으로 부상되는 분야는 빅데이터 플랫폼 구축, 다양한 미디어 기술의 활용과 정보공유체계 구축, IoT 기술을 활용한 실시간 모니터링 및 디지털 관리 체계, 인공지능형 무인 자율운전 시스템, 증강현실 기반 운영관리 고도화 기술, 4D (공간+감각) 센서 기반 감시 및 진단 고도화 기술, 빅데이터 생산-처리-분석-관리 통합 플랫폼 구축, 폐기물 업사이클

소재 은행 시스템 운영, 사물인식기술 (QR코드, RFID, NFC)을 이용한 폐기물 관리, 드론 및 자동 측정기기를 이용한 방치폐기물 및 처리시설 모니터링과 빅데이터 구축, IoT 기반의 대기환경 모니터링 고도화, 자연환경 데이터 클라우드 플랫폼 구축, 지능형 생태 예측 및 진단기술 등 매우 다양해지고 있음 (경기연구원, 2019)

- 현재 대기 및 수질에 대한 자동측정망으로 빅데이터 생산을 위한 기반시설들이 급격히 보급되고 있고, 수질·폐기물, 대기오염, 생태환경, 기후변화 자료들을 연계 통합적으로 공개하는 것만으로 다양한 이해관계자들이 활용할 수 있고, 이전에는 접할 수 없었던 수준의 양질의 자료가 생산될 수 있음. 따라서 이러한 다량의 정보를 급속히 발전하는 4차 산업의 요소기술과 접목하기 위해서는 다양한 환경 분야의 핵심이론 (Domain Knowledge) 및 현장에 대한 이해가 필수적 요소임

다. 4차 산업·사회 문제 해결형 환경 교육연구단의 필요성

- 새로운 환경기술 교육의 방향은 기존의 강의실 지식전달 위주에서 탈피한 What보다는 How를 중요시하는 현대의 교육 철학에 부합하며, 인구밀집형 산업·사회 환경문제에 선제적 대응이 가능한 인재 양성에 중점을 두어야 함
- 특히, 4차 산업시대의 선제적 환경관리 접근법은 기존 공공주도의 일방적 top-down, inside-out 방식을 벗어나 현장의 문제 인식과 수요를 인지하는 수요자 중심의 맞춤형 bottom-up 방식의 문제해결 방법론으로의 전환이 필수적임
- 현재 수질·폐기물, 대기오염, 생태환경, 기후변화 등 주요 환경분야에 대해 4차 산업·사회를 대비한 복합적인 환경문제에 대응하기 위해 선진국을 중심으로 교육과 연구에 대한 투자가 시작되고 있는 추세임. 따라서 이러한 미래지향형 국제적 수준의 교육연구단 확보가 시급한 실정으로, 급변하는 시대 상황에 대비하며 인구집중형 특장의 국내 산업·사회의 현안문제를 해결할 수 있는 융합형 환경 인재양성을 위한 구심점 확보가 매우 필요한 실정임



〈그림 1〉 4차 산업·사회의 정온한 환경을 위한 교육연구단의 필요성

1. 교육연구단 구성, 비전 및 목표

1.2 교육연구단의 비전 및 목표

1.2 교육연구단의 비전 및 목표

[총론]

o 핵심 비전 및 최종 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** 양성을 통해 국가경쟁력 제고에 기여함
- 국내외 우수 기관과 실질적인 협력체계 구축 및 연계를 통한 **지식 창출자로서의 연구중심 구심점**을 구축함
- 외국 우수 대학 (Stanford, MIT 등)의 교육 및 연구프로그램의 “추격형”을 탈피한 **“상생발전형”** 또는 **“선도형”** 수준의 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

o 총괄 추진 전략

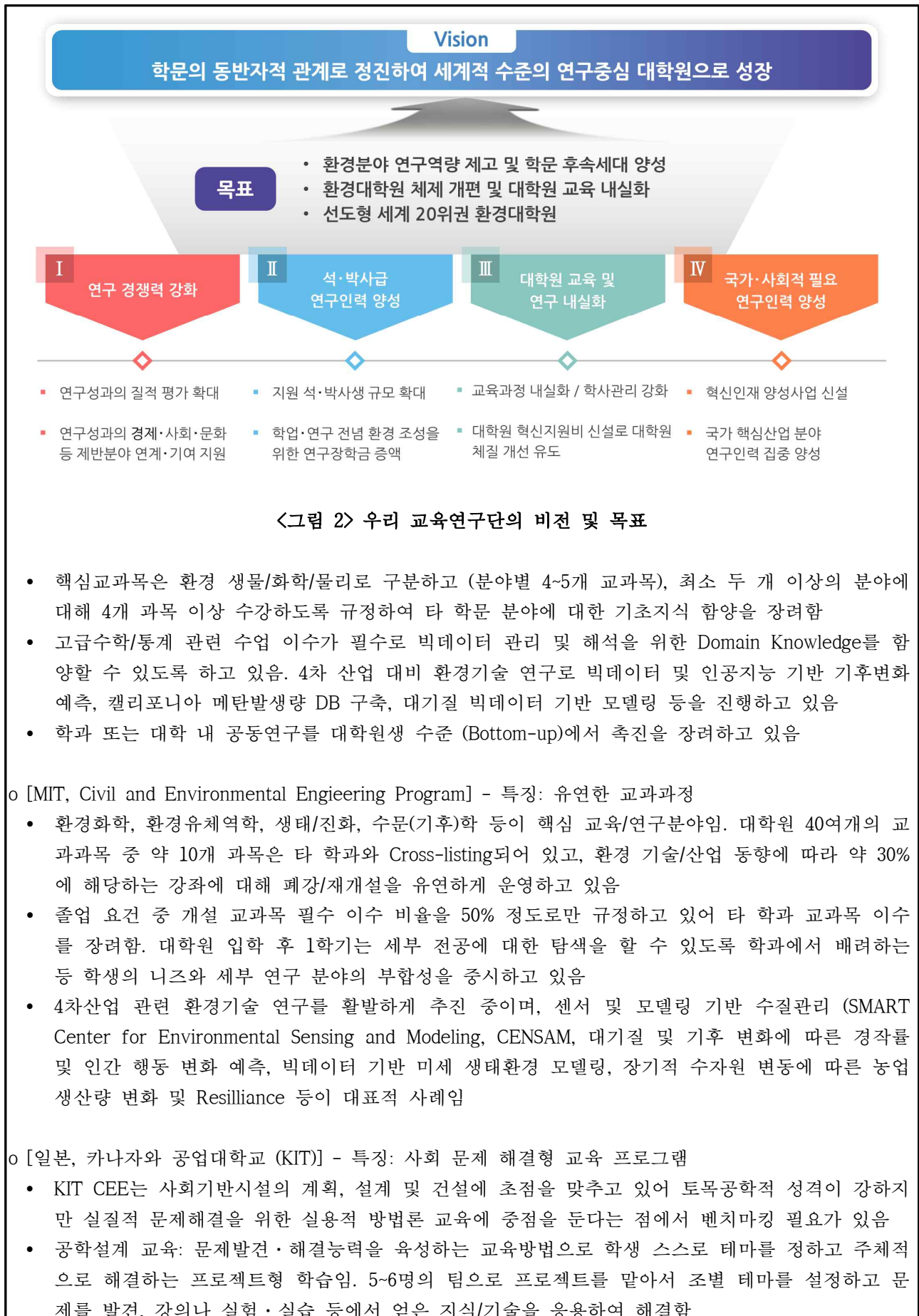
- 실질적이며 성공적인 목표 달성을 위해 교육연구단 참여교수의 전공을 4대 환경 분야 (수질·폐기물, 대기오염, 생태환경, 기후변화)로 분류하고, 해당 분야별 1) 교육, 2) 연구, 3) 국제화 부문으로 세분화하여 전문성을 확보하는 동시에 교육연구단 자체 및 대학본부 대학원 제도혁신과 연계하여 융합형 인재양성을 추진함
- 강의와 연구실에서는 복잡한 환경 분야의 Domain Knowledge 이해에 필수적인 최신의 학문지식 전달에 내실화를 추구하며, 동시에 산업체와 현장교육을 연계하는 two-track 전략을 바탕으로 산업 변화에 유연하게 대처 가능한 연구인력 양성과 4차 산업·사회시대 정온한 환경 구축에 기여하는 연구자 육성을 통해 국민의 삶의 질 개선을 추구함
- 환경 및 4차 산업의 실용학문적 특성을 고려하여 성공적 기술융합과 개발기술의 경쟁력 제고를 위해 유수의 외부기관 (SK인천석유화학, 국립환경과학원, 포항산업과학연구원, 포항테크노파크 외)과 실체적인 협력을 통해 우리 교육연구단의 환경연구 및 인재양성의 내실화와 세계적 수준의 경쟁력 확보를 추구함 (**보관 증빙: 외부기관과의 교류협력 협약서**)
- 교육연구단 참여교수 간 단순 배분형 재원 지원을 지양하고 해당 학문분야의 특성과 자율성을 최대한 존중하면서, 교육·연구·산학협력 분야의 성공적인 융합과 건전한 경쟁을 유도하기 위한 차별적인 재정지원 전략을 바탕으로 교육연구단을 운영할 계획
- 환경 분야의 융합적 특성을 교육연구단 최대의 장점으로 발전시키기 위해 교육연구단 최종목표와 세부분야 간 “Feedback” 형 추진 전략으로 목표 달성확률을 극대화함
- 우리 교육연구단이 현재 보유 중인 세계 최고 수준의 인적·물적 인프라 및 국내외 네트워크를 활용하며, 국고 사업비 외 수요자 중심의 산학 협력을 통한 추가적인 재정을 확보하여 교육, 연구 및 복지 혜택과 교육연구단 주도적인 프로그램의 지속성을 추구함

[세부 내용 및 추진전략]

가. 세계 저명대학 벤치마킹 및 주요 산업동향

o [Caltech, Environmental Science and Engineering Program] - 특징: 통합형 학문 교류

- Caltech ESE Program은 수질/대기/생태환경/기후변화를 핵심 교육/연구분야로 하고 대학원 교육에 집중하는 점에서 우리 교육연구단과 가장 유사함



<그림 2> 우리 교육연구단의 비전 및 목표

- 핵심교과목은 환경 생물/화학/물리로 구분하고 (분야별 4~5개 교과목), 최소 두 개 이상의 분야에 대해 4개 과목 이상 수강하도록 규정하여 타 학문 분야에 대한 기초지식 함양을 장려함
- 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
- 학과 또는 대학 내 공동연구를 대학원생 수준 (Bottom-up)에서 축진을 장려하고 있음

o [MIT, Civil and Environmental Engineering Program] - 특징: 유연한 교과과정

- 환경화학, 환경유체역학, 생태/진화, 수문(기후)학 등이 핵심 교육/연구분야임. 대학원 40여개의 교과과목 중 약 10개 과목은 타 학과와 Cross-listing되어 있고, 환경 기술/산업 동향에 따라 약 30%에 해당하는 강좌에 대해 폐강/재개설을 유연하게 운영하고 있음
- 졸업 요건 중 개설 교과목 필수 이수 비율을 50% 정도로만 규정하고 있어 타 학과 교과목 이수를 장려함. 대학원 입학 후 1학기는 세부 전공에 대한 탐색을 할 수 있도록 학과에서 배려하는 등 학생의 니즈와 세부 연구 분야의 부합성을 중시하고 있음
- 4차산업 관련 환경기술 연구를 활발하게 추진 중이며, 센서 및 모델링 기반 수질관리 (SMART Center for Environmental Sensing and Modeling, CENSAM, 대기질 및 기후 변화에 따른 경작물 및 인간 행동 변화 예측, 빅데이터 기반 미세 생태환경 모델링, 장기적 수자원 변동에 따른 농업 생산량 변화 및 Resilience 등이 대표적 사례임

o [일본, 카나자와 공업대학교 (KIT)] - 특징: 사회 문제 해결형 교육 프로그램

- KIT CEE는 사회기반시설의 계획, 설계 및 건설에 초점을 맞추고 있어 토목공학적 성격이 강하지만 실질적 문제해결을 위한 실용적 방법론 교육에 중점을 둔다는 점에서 벤치마킹 필요가 있음
- 공학설계 교육: 문제발견·해결능력을 육성하는 교육방법으로 학생 스스로 테마를 정하고 주체적으로 해결하는 프로젝트형 학습임. 5~6명의 팀으로 프로젝트를 맡아서 조별 테마를 설정하고 문제를 발견, 강의나 실험·실습 등에서 얻은 지식/기술을 응용하여 해결함

o [독일, 아헨공과대학교 (RWTH)] - 특징: 산학협력 교육 프로그램

- 기업들의 요구에 부응해 최고의 제품을 만드는 것을 목표로 하며, 이를 기반으로 산학협력기반이 매우 우수한 공과대학임. 대학 내 19개의 연구 클러스터를 구축, 다양한 기술 기반 기업 대상 R&D 공간을 제공하여 대학·기업·연구소 공존 생태계 구성. 아헨공대 재직 교수의 대부분이 산업체 출신으로 구성되어 학교 교육과정과 실제 기업 간 시각차를 좁히는 중간자가 되고 있음
- RWTH는 실용연구에 특화되어 환경 교육/연구프로그램 역시 대학 산하 연구소 (Institute for Environmental Research)를 중심으로 이루어지고 있음
- 생태환경을 중점적으로 교육/연구하고 있고 생태화학, 일반생태, 생태독성을 핵심 연구분야로 정의하여 오염물질 거동 모니터링을 기반으로 한 모델 구축 및 정화기술 개발이 주 연구분야임. 특히, 생태환경 모니터링 및 빅데이터 구축을 위한 지표 (Bioindicator) 개발, 산업사회 변화에 따른 생태 탄력성 (Resilience) 모델링 등에 연구역량을 집중하고 있음

o 4차 산업시대 환경기술 분야별 주요 산업 동향

- 수질·폐기물 분야: 빅데이터 플랫폼 구축, IoT 기반 다항목 수질 모니터링 센서 (Veolia, Smart Pipe 등), 수처리 시설 측정, 분석, 예측, 의사결정을 위한 빅데이터분석 알고리즘 개발, 인공지능 기반 무인자율운전 시스템 등
- 대기오염 분야: 미세먼지 및 대기환경지수(AQI) 모니터링, 빅데이터화 및 모델 구축 (미국 AirNow, 유럽 MACC, OpenSense, 국내 Air Map Korea사업, LoRa 네트워크 서비스 등), IoT 활용 개인용 미세먼지 모니터링 기기 (Circonus사 PurpleAir), 웨어러블 환경감시센서 (TZOA) 등
- 생태환경 분야: IoT 활용 실시간 생태계 모니터링 체계 및 환경센서망 구축 (Google Lens), 드론 활용 3D 모델링 체계 구축, 자연환경 데이터 클라우드 플랫폼 구축, 지능형 예측 및 진단기술 등
- 기후변화 분야: 기후, 기상 빅데이터 구축, 고해상도 수치 모델링 및 인공지능 활용 다운스케일링 기법, 인공지능 기상정보 시스템 (국내 알파멧 등) 등

o 목표 및 추진전략 수립 주요 반영 내용

- 통합형 학문교류를 위한 교육/연구전략 수립 (Caltech): 융합적 교과/연구 체계 구축 및 운영, 4차 산업 분야의 지식접목 및 대학 내 공동 융합연구 등
- 유연한 교과과정을 위한 교육전략 수립 (MIT): 4차 산업특성을 반영한 과목의 개편 및 신설, 교과과정위원회를 통한 교과과정의 유연성 확보 등
- 사회문제해결형, 산학협력 교육 프로그램 수립 (KIT, RWTH): 산업체, 지자체와 공동 교육 프로그램 구성 및 운영, 산업체 애로기술 및 미래전략형 기술에 대한 주제 선정 등
- 산업 동향 반영 연구내용 수립: ICABM (IoT, Cloud, 인공지능, 빅데이터, Mobile) 기반 환경 측정 시스템·모니터링 고도화, 머신러닝을 접목한 환경관리 시설의 운영 고도화 및 실시간 제어기술

나. 교육연구단의 비전과 세부목표

o 교육 부분

- 4차 산업 시대 전 지구적 환경 분야 미래를 책임질 국제적 리더 양성
- 인구밀집 사회에서 발생할 복합환경문제에 선제적으로 대응 가능한 유연한 환경 융합인재 양성
- 과학 및 공학의 융합 교육을 통한 Domain Knowledge 기반의 창의적 융합인재 양성
- 기초, 심화 및 응용 지식의 실용화를 위한 체계화된 교과과정 제공
- 이론지식 및 산업화에 이르는 전 주기적 연구중심 교육을 통한 창의적 글로벌 리더 양성

o 연구 부분

- 실용적인 산업·사회 현안 환경문제 해결능력을 갖춘 창조적 우수 연구인력 양성
- 학제 간 융합연구, 연구 분야 선택과 집중을 연구 결과의 질적 향상
- 수질·폐기물, 대기오염, 생태환경, 기후변화 국가 경쟁력 향상에 기여
- 4차 산업 시대 새로운 패턴의 환경문제 대응을 위한 신개념 환경기술 개발
- 연구비 수주 활성화를 통한 안정적 재원 확보 및 연구시설 투자 확대

o 국제화 부분

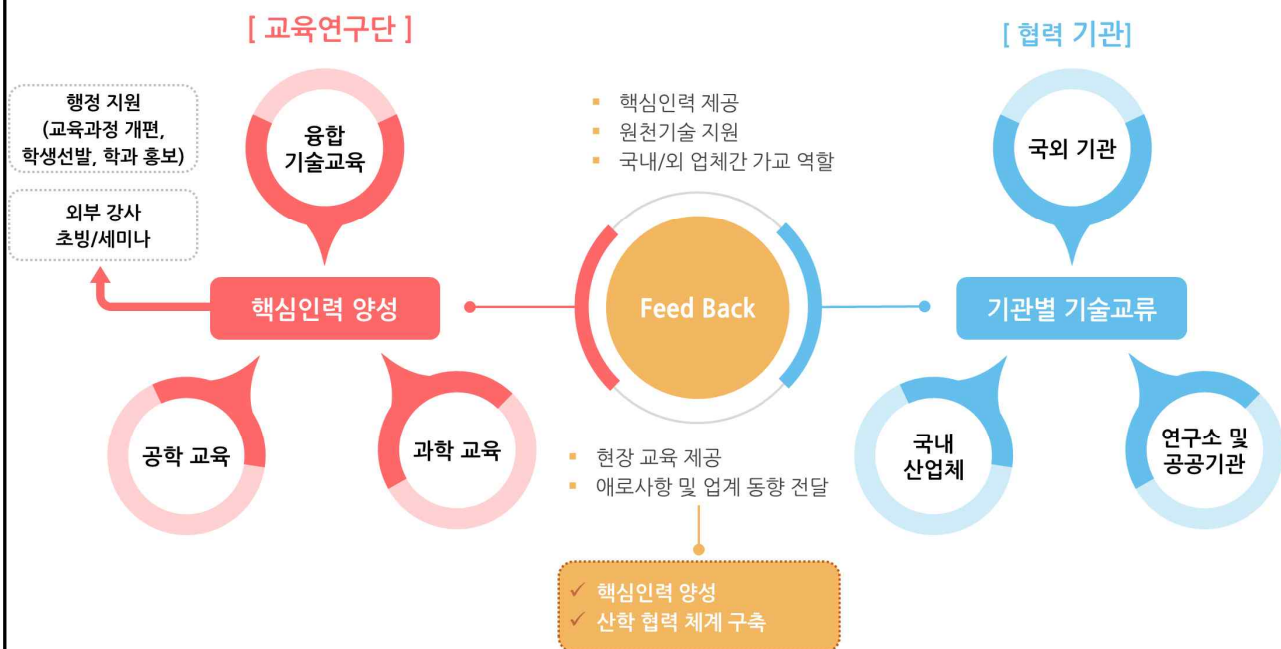
- 세계 수준의 교육과 국제 교류를 통한 '세계 20위' 이내 최고 수준의 연구중심 대학원 확립
- 국제 교류 활동 지원 및 교육의 국제화를 통한 교육연구단 교육역량 및 국제 경쟁력 강화
- 환경연구 선도대학과 상생발전형 협력을 통한 국제 연구 교류 및 연구능력 강화

다. 대표적 미래 목표의 달성 방안

- o 1998년 8월부터 2020년 2월까지의 우리 교육연구단 전체의 대학원생 배출 실적은 석사는 293명, 박사는 141명으로 환경공학부는 대학원중심의 뛰어난 교육여건과 연구환경으로 매년 우수한 대학원 인재를 배출하고 있음. 그 이면에는 환경공학부가 기존 두뇌한국21 사업의 혜택을 받으면서 소속 대학원생들에게 많은 혜택을 제공한 점과 대외적으로 큰 홍보 효과가 있었다는 점이 크게 작용함
- o 따라서, 4단계 두뇌한국21 사업을 수행할 경우 상기 목표의 달성가능성은 매우 높다고 사료됨. 우리 교육연구단은 교육, 융합연구, 국제화의 목표달성을 위해, 환경공학 Domain Knowledge 집중 교육과, 산업체와 현장교육을 연계하는 two-track 전략으로 아래와 같은 세부전략을 수립하였음

o 교육과정의 구성 및 운영 전략

- 4차 산업특성을 반영한 과목의 개편 및 신설을 통한 체계적 환경이론 강의
 - 인공지능, 머신러닝 등 산업, 사회 수요 맞춤형 융합 교과목 개편·신설 및 운영
 - 산학연계 세미나 교과목 개설을 통한 최신 산업·사회 발생 문제에 대한 동향 전달



<그림 3> 우리 교육연구단의 사업 추진 전략도

- 산업체, 지자체와 공동 교육 프로그램 구성 및 운영을 통한 세계적 수준의 교육과정 확립
 - 지역산업체, 지자체, 지역사회 등과의 공동 산학연계 세미나 프로그램 운영
 - 산업·사회문제 파악을 위한 수요자 맞춤형 현장실습, 인턴십, 산학연구 추진
 - 산학 협동 교과목 신설 및 융합, 창업 코스 신설
- 교육-연구의 선순환 시스템을 통한 융합적 교육·연구 체계 구축 및 운영
 - ‘자기주도연구’ 세미나 과목 개설을 통한 대학원생의 자기주도형 교육 체계 구축
 - 최신 연구 결과의 교과 및 교육 프로그램 반영
 - 4개 세부전공 그룹 간 융합 교육 및 교류
 - 환경공학 이외 분야 겸임교수를 활용한 다양한 분야 대학원과의 연계 융합 교육

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
 - 환경 분야 핵심 교과목 개편, 신설 및 신입교원 임용
- 4차 산업특성을 반영한 과목의 개편 및 신설을 통한 체계적 환경이론 강의
 - 인공지능, 머신러닝 등 산업, 사회 수요 맞춤형 융합 교과목 신설 및 운영
 - 산학연계 세미나 교과목 개설을 통한 최신 산업·사회 발생 문제에 대한 동향 전달
- 산업체, 지자체와 공동 교육 프로그램 구성 및 운영을 통한 세계적 수준의 교육과정 확립
 - 지역산업체, 지자체, 지역사회 등과의 공동 산학연계 세미나 프로그램 운영
 - 산업·사회문제 파악을 위한 수요자 맞춤형 현장실습, 인턴십, 산학연구 추진
 - 산학 협동 교과목 신설 및 융합, 창업 코스 신설
- 교육-연구의 선순환 시스템을 통한 융합적 교육·연구 체계 구축 및 운영
 - ‘자기주도연구’ 세미나 과목 개설을 통한 대학원생의 자기주도형 교육 체계 구축
 - 최신 연구 결과의 교과 및 교육 프로그램 반영
 - 4개 세부전공 그룹 간 융합 교육 및 교류
- 교과과정위원회를 통한 교과목 발굴 및 통폐합 수행
 - 석박사통합과정 중심의 교과과정 수립
 - 강의평가를 통한 강의 개선
- 체계적이고 학생 중심의 학사관리제도 도입
 - 신입생 오리엔테이션
 - 대학원 생활 매뉴얼
 - 멘토·멘티 제도 시행
 - 지속적인 연구윤리 교육 및 환경 안전 교육

o 우수 대학원생 확보 및 지원 전략

- 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
- 전교생 기숙사 제공, 대학원생 전액 장학금 및 추가 생활비 지급, 다양한 인센티브 제도 등 안정적이며 몰입적 교육환경 조성
- 학생 중심 교육시스템 구축 및 커리어 개발 지원 프로그램을 통한 진로지도 강화
- 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
- 수도권 및 본교 주최 정기 입시 설명회, Open Lab, 동·하계 환경연수프로그램 지원을 통한 적극적인 국내외 학과 홍보 및 설명회 추진

- 국제 공동연구, 글로벌 교육 교류의 확대 및 활성화, 국제화 캠퍼스 프로그램 운영을 통한 해외 우수 학생 유치

o 교육 후 사후관리 및 우수 신진 연구인력 확보·지원 전략

- 교육연구단 차원의 석박사 학위자 대상 강의기회 제공을 통한 학문후속세대 교육역량 강화
- 학문후속세대 만족도 조사기반 사업 추진 및 건강한 연구실 문화 조성 유도
- 박사 학위 졸업 예정자를 대상으로 한 경력개발 프로그램 제공
- DESE Post-doctoral Fellow 신설 및 신진연구인력 처우 개선 및 적극적 연구비 지원

o 연구역량 향상 전략

- 대학원 주도 내부 전체 세미나, 융합연구 인센티브제도, 런던 미팅 등을 통한 교육연구단 내 연구 분야 (수질·폐기물, 대기오염, 생태환경, 기후변화)의 융·복합적 교류 활성화
- 빅데이터 프로세싱, 머신러닝 등 4차 산업 분야의 지식접목 및 대학 내 공동 융합연구를 통한 선제적 대응기술 확보 추진
- 산업체 애로기술 및 미래전략형 기술 접목을 통한 연구경쟁력 제고 및 First Mover 형 인력양성
- 글로벌 산업체, 국공립기관, 산업연구소, 지역창업센터와 실체적 연계 강화를 통해 연구결과-혁신 성과창출-기술사업화-창업-연구로 재투자의 선순환 구조 구축
- 환경연구 선도대학과 협력, 해외석학 체류 시스템 구축 통한 국제교류 다변화 및 질적 향상 추구
- 교육연구단 내 학생 지원 업무의 개선, 확대, 맞춤형 행정지원을 통한 연구 몰입도 향상

o 중점 연구분야의 외부 협력기관과 공동연구 추진계획

수질 및 폐기물	o 수처리 시설 박테리아 군집 다양성 연구 (미국 오클라호마 대학, 중국 칭화대학) o 폐기물 자원화 및 신재생에너지 생산 융합연구 (미국 일리노이 대학) o 자원회수형 수처리 공정 (중국 환경과학원)
대기오염	o 나노 기반 공기 정화기술 (Rice 대학, 미국 Yale 대학) o 이산화탄소 흡착 연구 (벨기에 KU Leuven 대학)
생태환경	o 플라스틱 폐기물을 절감하고 대체하기 위한 융합연구 (중국 제1해양연구원) o 해양 환경 국제 관측망 (미국 하와이 대학, 아이슬란드 대학) o 수은 동위원소 국제 빅데이터 구축 및 운영 (미국 위스콘신 대학교, 미시간 대학교, 프랑스 툴루즈 대학교, 중국 과학원, 스위스 바젤 대학교)
기후변화	o 미래 환경변화 및 자연재해 예측 위한 빅데이터 기반 인공지능 기법 융합연구 o 동아시아 기후 평가 (미국 하와이대학, 일본 동경대, 중국 기상청) o 극한기후 원인 규명 (영국 옥스퍼드 대학, 호주 CSIRO, 캐나다 환경청)

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
- 홍콩과기대 (HKUST)와 국제공동 복수학위제를 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: Regional Environment and Sustainable Development Certificate Program (RESO)

라. 산업·사회 현안 환경 문제 해결을 위한 교육연구단 경쟁력 제고 방안

o 수요자 맞춤형 실체적 산학협력 계획

- 4차 산업 연계 환경기술 관련 창업코스, 현장실습 교과목 운영
 - 창업 아이디어 구체화, 융합화를 위한 산업계 강사 초빙 세미나/특강
 - 기업가정신 융합 부전공, 산학협력 대학원 프로그램 활용
 - 산학협력 교과목 개발: SK, 포스코 공동 운영, 프로젝트 기반 수업
 - 기업체 리더초청 기술이전 및 사업화 노하우 교육
- 산업체와의 공동연구과제 개발 수행을 통한 상호 인적교류 및 상호 교육 기회 제공
 - 산업체에 대한 대학 내 연구시설 활용 지원
 - 산학협동교육과정과 단기육성과정 등을 사업기간 중 매년 1회 이상 제공
- 대학원생 산업체 파견연구 및 인턴ships을 통한 현장 지식 및 기술 습득
 - 현장경험을 갖춘 인재양성을 통한 산업체 채용 기회 확대
 - 사업화 가능한 기술개발을 통한 연구결과의 기술이전 및 기술지도
 - 산학 강좌 및 산업체 기술인력 교육프로그램을 통해 기술이전 지도
 - 창업보육센터, 포스텍 기술투자 설립 등을 활용한 기술의 이전 및 사업화
- 국내 공공기관/지자체와의 협업
 - 국립환경과학원 MoU: 기후환경변화에 따른 미세먼지 발생 예측 및 생태 영향 연구
 - 한국과학기술연구원 (수질·폐기물, 대기오염), 국립해양조사원, 해양과학기술원 (생태환경), 기상청, 국립기상과학원 (기후변화), 경상북도, 포항시, 울산시와 협업

o 산업체, 지자체, 지역사회 등과의 공동 교육 프로그램 개발/운영

수질 및 폐기물	o 현장연구과목: 산업체 기술회의 참석, 실규모 플랜트 운전 실용화 기술 습득 o 산학연계세미나, 현장실습: 신종 미량유해물질 유입/관리 현황 (국립환경과학원), 산업폐수/폐기물 자원화 (SK, 삼성전자), 지자체 수처리장 현장견학
대기오염	o 미세먼지 산학 교육 프로그램을 통한 산업계 주요 이슈 강의/토론 o RIST 미세먼지센터 공동 워크숍 개최: 측정, 빅데이터, 모델링, (전구체) 제거
생태환경	o 환경위해성평가 과목: 형산강 등 연안 생태환경 주변 산업활동 관련 이슈 평가 o 생태환경 내 오염물 빅데이터 구축, 분석 방법론 교육 (포스코 연계) o 지자체 연계 생태계 복원사업 참여, 시민참여형 모니터링 교육
기후변화	o 기후예측 산학연 워크숍: 국립기상과학원 등 4개 정출연, 포스텍 등 6개 대학 o 국제 지구환경시스템 AI 교육프로그램: 미국 대기연구센터 썸머스쿨 참여

o 산학연계 피드백 형태의 기술 개발 및 융합연구

- 사전예방적 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 원인물질 제거 기술, 환경시설 운영기술 및 환경-에너지-자원 연계기술 개발
- 분야별 대표적 산학연계 기술 개발 및 융합연구 계획

수질 및 폐기물	o 산업폐수 재이용 및 자원화기술 개발 o 정수처리공정의 미량유해물질 유입에 대한 실시간 대처기법 융합연구 o 폐기물 자원화 및 신재생에너지 생산 융합연구 (머신러닝 기반)
대기오염	o 미세먼지 전구체 제거기술 개발 o 제올라이트 활용 습식 CO ₂ 흡착제 개발, 디젤자동차 배기가스 정화 촉매 개발

생태환경	<ul style="list-style-type: none"> ○ 미래 친환경플라스틱 제조 기술 개발 ○ 연안 생태계 수은 오염원 기반 데이터베이스 구축
기후변화	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기상/환경 재해 미래 변화 상세 예측 ○ 기상/환경 재해에 대한 인지 위험도 모니터링과 미래 예보에 따른 대응 예측

마. 교육연구단 학사단위의 안정화 및 지속성 제고 방안

- 우리 교육연구단의 근간인 포스텍 환경공학부는 1995년 교육부로부터 환경 분야의 국내 유일의 국책대학원으로 선정되어 국내 최초로 환경 분야 학제 간 협동 대학원 프로그램을 설립함. 당시 화공과를 중심으로 기계공학과, 화학과, 생명과학과 등 대학 내 거의 모든 학과에서 환경 분야의 학제 간 교육과 연구를 목표로 많은 교수들이 참여했으며 1996년 첫 대학원 신입생을 선발하였음
- 이후 1997년 첫 전임교수가 부임한 이후 꾸준히 전임교수들을 초빙하여 현재 10명의 전임교수가 근무하고 있음. 학부의 형태도 설립 이후 지속되어 온 “학제 간 협동과정”을 2016년 6월 독립 학부 일반대학원 “환경공학부”로 전환하여 학사 단위로서의 안정성은 이미 확보한 상태임
- 환경공학부는 과거 다양한 전문대학원, BK 사업을 거치며 대동한 동 대학 신설학과의 모델로 자리 잡은 상태이며 대내외적으로 지명도가 높은 상황. 또한, 졸업생들의 진로 또한 대학, 대기업, 국공립기관, 연구소 등 매우 우수한 상황임
- 지속 가능한 환경 유지를 위해 시대에 맞는 환경문제를 해결하고 선제적 대응의 당면기술에 대한 고급인력의 수요는 항시 존재하므로 본 교육과정의 지속가능성은 매우 높은 현실임
- 본 사업의 핵심방향인 실체적 산학 협력을 통해 실용 및 융합형 인재를 양성할 경우 현재 구축된 지명도에 4차 산업·사회형 인재를 배출하게 되어 지명도와 학사 단위로서의 안정성은 더욱 공고하게 될 것으로 예상함

바. 본부 대학원 혁신방향과의 정합성

○ 대학원혁신 비전 및 목표와의 정합성

- 우리 대학은 대학원과 대학이 포함된 전체 대학 비전으로 가치창출대학과 이를 위한 인재가치, 지식가치, 사회·경제적 가치 창출을 3대 목표로 제시하고 있음 (제7차 중장기 발전계획+, 2019)
- BK21 FOUR 대학원혁신사업의 근본 목표는 창의적, 도전적 인재양성이기에 우리 대학의 3대 목표 기반으로 국가, 인류, 기업의 성장, 혁신을 견인하는 창의·소통·혁신형 인재양성을 목표로 제시하고 있어 4차 산업 시대에서 유연하고 창조적인 문제해결을 할 수 있는 융합인재를 양성하는 우리 교육연구단의 비전과 교육 목표와 부합함
- BK21 FOUR의 목표인 세계적 수준 연구중심대학 10개 육성을 위한 정량적 목표로 2027 World Top 30을 제시. 이는 환경공학분야 Global Top 20을 지향하는 우리 교육연구단의 목표와 부합함

○ 대학원 혁신 프로그램과의 정합성

- 학생중심의 교육연구 체계 구축을 위한 빅데이터 학술성과 분석 솔루션(SciVal) 지원을 통한 연구 분석 역량 제고, IT 기반 학생주도형 학제 간 공동연구 탐색 플랫폼 활성화, Big Data 기반 대학원 연구·교육 네트워크 인프라 개선 및 우수교원 유치 강화 프로그램
- 산학협력 플랫폼 구축을 위한 강소형 기술창업 육성사업 실시, 전공별 특화된 창업 교육과정 개설 및 오픈이노베이션 시스템 구축, 연구중심의 산학협력-기술사업화-창업 플랫폼 간 연계 강화, 포항 과학산업공유자산 기반 미래발전 플랜: 미래발전 포항연구회 운영 지원, 인공지능/빅데이터/스마트시티 역량교육 지역사회 확산, 산업계 및 지역사회와 함께하는 ‘POSTECH Science Festival’ 개최, 지역 혁신 리더/지역 대중소통 강화를 위한 상생프로그램 강화 등
- 국제화 플랫폼 구축을 위한 대학원 교육 프로그램 국제화를 통한 글로벌 경쟁력 강화, 외국 유학생 정착 지원 플랫폼 강화, Graduate Student International Conference (GSIC) 개최 지원 프로그램

I. 교육연구단 구성, 비전 및 목표

1.3 교육연구단 구성

①. 교육연구단장의 교육·연구·행정 역량

성 명	한글	황*환	영문	Hwang * Hwan
소 속 기 관	포항공과대학교	단과대구분없음	환경공학부	

<표 1-1> 교육연구단장 최근 5년간 연구실적

연번	저자/수상자/발 명자/창업자	논문제목/저서제목/book chapter 제목	저널명/ 출판사명	권(호), 페이지/ISSN/ISBN (pp. ** - **)	게재/출판	DOI 번호 (해당 시)
1	이*엽, 한*성, 신*구, 구*완, 조*진, 김*, 황 *환*	Seasonal monitoring of bacteria and archaea in a full-scale thermophilic anaerobic digester treating food waste-recycling wastewater: correlations between microbial	Chemical Engineering Journal	300, 291-299	게재	10.1016/j.cej.2016.04.097
2	구*완, 신*구, 이*엽, 한*성, 김*, 조*진, 황 *환*	Identifying methanogen community structures and their correlations with performance parameters in four full-scale anaerobic sludge digesters	Bioresource Technology	228, 368-373	게재	10.1016/j.biortech.2016.12.118
3	이*엽, 김*지, 한*성, Jov*** Vinc*** Ton***, 신* 구, 황*환*	Microbial communities underpinning mesophilic anaerobic digesters treating food wastewater or sewage sludge: A full-scale study	Bioresource Technology	259, 388-397	게재	10.1016/j.biortech.2018.03.052
4	김*지, 이*엽, 한*성, 황*환*	Comprehensive analysis of microbial communities in full-scale mesophilic and thermophilic anaerobic digesters treating food waste-recycling wastewater	Bioresource Technology	259, 442-450	게재	10.1016/j.biortech.2018.03.079
5	황*환*	Practical Guidelines for Anaerobic digestion: Microbiology and Molecular Biology	한비CO	ISBN 979-11-86459-28-7	출판	

1.3 교육연구단의 구성

① 교육연구단장의 교육·연구·행정 역량

교육연구단장의 역량

- 교육연구단장 황*환 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

가. 교육·연구역량

- 황*환 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

나. 행정 역량

- 황*환 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 지속가능발전 위원회 (환경보전분과) (포항시), 폐기물처리시설 설치 운영 실태 평가위원회 (환경부), 제2기 폐기물처리시설 설치 운영 실태 평가위원회 (환경부), 신재생에너지 보급사업 평가위원회 (한국에너지공단), 바이오 분야 ISO TC238/248/255 전문위원 (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 1-2> 교육연구단 신청학과 소속 참여교수 현황

기준일	신청 학과	전체 교수 수			참여교수 수						
					기존교수 수			신임교수 수			총계
		전임	겸임	계	전임	겸임	계	전임	겸임	계	
2020. 05.14	환경공 학부	11	0	11	7	0	7	3	0	3	10

③ 교육연구단 구성의 적절성

<표 1-3> 참여교수진의 해당 산업·사회 문제 해결분야 교육 실적 및 연구 분야

연번	성명 (한글/영문)	직급	연구자등록번호	소속 대학 및 신청학과	세부전공분야	산업·사회 문제 해결분야 관련 대학원 교과목 개설 실적
	산업·사회 문제 해결 관련 연구분야와의 연계성					
1	황*환	교수	10056***	포항공과대학교 환경공학부	유기성폐기물처리	현장연구 (2015~2018년 매학기)
	생물학적 폐수처리 기술관련 현장참여 통한 미생물기반의 공정 진단 및 이상상황의 빅데이터 기반 선제적 대응 기술 교육					
2	황*환	교수	10056***	포항공과대학교 환경공학부	유기성폐기물처리	환경공학특론P: 유기성폐기물 에너지화(2018년 2학기)
	유기성 폐기물 혐기성소화과정의 핵심이론, 빅데이터 구축, 모델링, 머신러닝 기본 및 사전예측 관련 교육					
3	최*용	교수	10105***	포항공과대학교 환경공학부	환경화학	환경물리화학(2015, 2016, 2019년 1학기)
	대기·수질오염 처리기술 등의 이해를 위한 Domain Knowledge로서 필수 물리화학 기초지식 교육					
4	최*용	교수	10105***	포항공과대학교 환경공학부	환경화학	환경에너지 광촉매(2016년 2학기)
	광촉매를 활용한 대기/수질 정화기술 및 태양광 자원화의 기초와 응용, 인공지능 기반 제어 기술에 대해 강의/토론					

연번	성명 (한글/영문)	직급	연구자등록번호	소속 대학 및 신청학과	세부전공분야	산업·사회 문제 해결분야 관련 대학원 교과목 개설 실적
	산업·사회 문제 해결 관련 연구분야와의 연계성					
5	이*택	교수	10056***	포항공과대학교 환경공학부	환경지구과학	지구환경(2015, 2017, 2018, 2019년 2학기)
	이산화탄소 저감을 위한 해양의 역할 및 해양환경에서의 탄소 등 물질 거동 및 빅데이터 기반 해석 방법 교육					
6	이*택	교수	10056***	포항공과대학교 환경공학부	환경지구과학	환경공학개론(2015, 2017, 2018년 1학기)
	해양순환의 구조, 주요 화학인자들에 대한 이해 및 해양화학을 기반으로 한 생태 관리기술 교육					
7	홍*봉	교수	10077***	포항공과대학교 환경공학부	촉매화학공학	환경무기화학(2015, 2016, 2017, 2019년 2학기)
	무기 소재 관련 기본 고체 화학 지식, 합성 및 특성분석 교육 및 나노다공성 소재를 이용한 대기 정화기술 교육					
8	홍*봉	교수	10077***	포항공과대학교 환경공학부	촉매화학공학	환경공학특론A: 환경촉매 (2016, 2018, 2019년 1학기)
	나노다공성 재료를 이용한 촉매 반응, 에너지·환경분야 활용법 및 미세먼지 전구체 대응을 위한 촉매 설계법 교육					

연번	성명 (한글/영문)	직급	연구자등록번호	소속 대학 및 신청학과	세부전공분야	산업·사회 문제 해결분야 관련 대학원 교과목 개설 실적
	산업·사회 문제 해결 관련 연구분야와의 연계성					
9	민*기	교수	11198***	포항공과대학교 환경공학부	기후학	환경통계(2015~2018년 매 2학기)
	4차 산업혁명 시대 핵심 기술로서 빅데이터 기반 연구를 위한 환경문제의 통계적 접근방법 교육					
10	민*기	교수	11198***	포항공과대학교 환경공학부	기후학	기후물리(2017, 2018년 1학기)
	기후변화 분야 핵심 교과목으로 지속가능한 환경의 배경장인 지구기후시스템의 구성요소과 그 물리과정 교육					
11	국*성	교수	10112***	포항공과대학교 환경공학부	기후학	지구환경유체역학(2015~2019년 1학기)
	전지구적 환경 예측의 Domain Knowledge로 대기·해양 유체 흐름을 지배하는 방정식계 및 기본 역학 교육					
12	국*성	교수	10112***	포항공과대학교 환경공학부	기후학	해양-대기 상호작용(2015, 2016, 2018년 2학기)
	대기·해양 상호작용 기본원리, 기후현상, 지역기후 및 환경 예측에 대한 Domain Knowledge 교육					

연번	성명 (한글/영문)	직급	연구자등록번호	소속 대학 및 신청학과	세부전공분야	산업·사회 문제 해결분야 관련 대학원 교과목 개설 실적
	산업·사회 문제 해결 관련 연구분야와의 연계성					
13	황*수	부교수	10167***	포항공과대학교 환경공학부	청정기술	환경고분자 (2015, 2016, 2018, 2019년 2학기)
	생태환경을 위협하는 플라스틱의 관리를 위한 플라스틱 구성 성분 및 폐기물 재활용 관련 교육					
14	황*수	부교수	10167***	포항공과대학교 환경공학부	청정기술	환경생물 (2015~2017년 1학기)
	인구밀집형 사회 환경문제인 폐기물처리를 위한 생화학, 응용 미생물학 및 생물공정설계 교육					
15	조*우	조교수	10643***	포항공과대학교 환경공학부	수질처리	환경공학개론(2018~2019년 1학기)
	수질·폐기물 정화 및 관리를 위한 기본원리, 핵심공정 및 산업발전에 따른 신종환경오염물질 대응을 위한 미래기술 교육					
16	조*우	조교수	10643***	포항공과대학교 환경공학부	수질처리	수질오염(2017~2019년 2학기)
	4차산업 시대 신종 미량 수질오염물질의 인구밀집 환경에서의 거동 이해 및 선제적 제어 연구 교육					

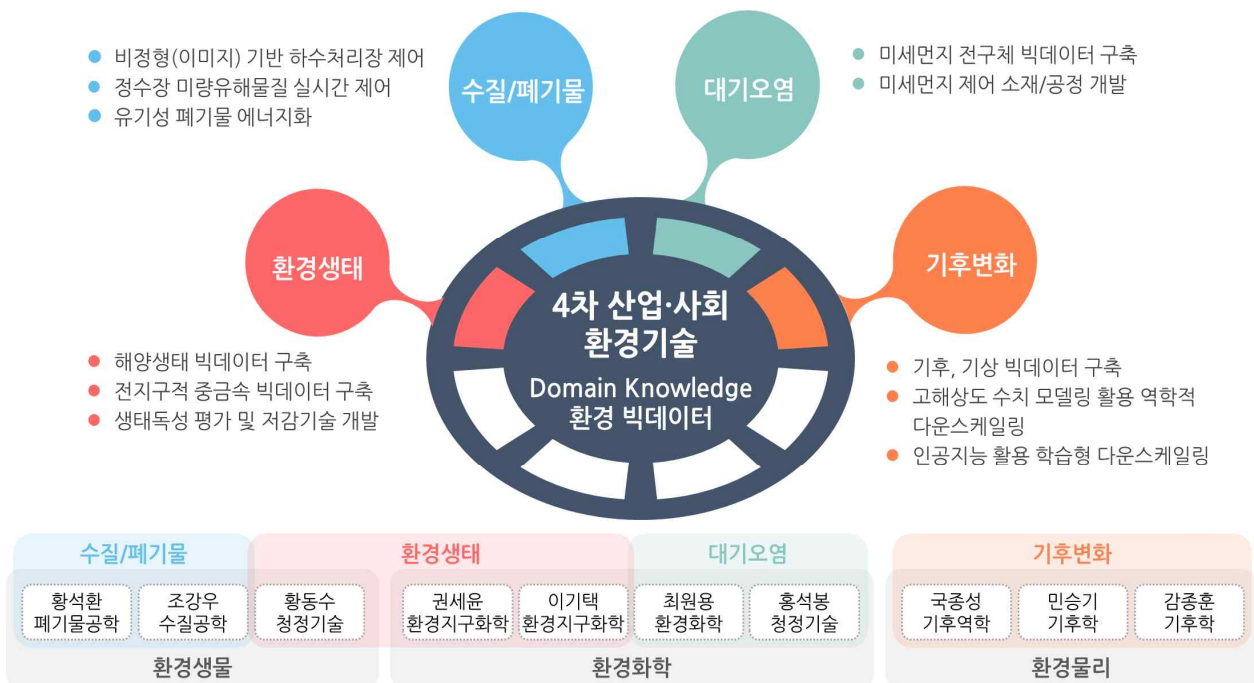
연번	성명 (한글/영문)	직급	연구자등록번호	소속 대학 및 신청학과	세부전공분야	산업·사회 문제 해결분야 관련 대학원 교과목 개설 실적
	산업·사회 문제 해결 관련 연구분야와의 연계성					
17	권*윤	조교수	11817***	포항공과대학교 환경공학부	환경지구화학	환경위해성평가(2019년 1학기)
	생태환경 변화에 대한 빅데이터 구축 및 분석 방법론을 기반으로 한 환경 위해성 평가 연구 교육					
18	권*윤	조교수	11817***	포항공과대학교 환경공학부	환경지구화학	환경생태학(2019년 2학기)
	4차산업 시대 신종 환경오염 및 기후변화에 따른 생태환경 변화를 이해하기 위한 기초적 이론과 상호관계 교육					

1.3 교육연구단의 구성

③ 교육연구단 구성의 적절성

교육연구단 구성의 적절성

- o 포스텍은 ‘세계 과학기술을 선도할 수 있는 대학의 필요성’의 건학이념을 바탕으로 설립된 국내 최초의 연구 및 대학원중심 대학으로, 우리나라 산업·사회 발전에 필요한 과학과 광범위한 응용방법을 심도 있게 연구하고 영재를 모아, 질 높은 교육을 시행하여 지식과 지성을 겸비한 국제적 수준의 고급인재를 양성함. 아울러 산·학·연 협동을 통한 실용적 결과물을 산업체에 전파하여 사회와 인류에 봉사하는 철학으로 운영되고 있음
- o 설립 이후 전교생 기숙사제공, 연구비 중앙관리제의 최초 시행, 대학원과목 영어강의 등 대한민국 교육 및 연구 분야에 새로운 패러다임을 제시해 오고 있음
- o 단일학부 교육연구단인 환경공학부는 1995년 교육부 유일의 국책대학원으로 선정되어 국내 최초로 환경 분야 학제 간 협동 대학원 프로그램으로 설립되었음. 교육 및 연구는 전통적 매체 중심적 분야(수질·폐기물, 대기오염, 생태환경, 기후변화)와 물리-화학-생물 기반의 순수과학 분야 간의 융합연구를 강조하는 철학을 지니는 동시에, 목적 지향적 환경문제 해결을 위해 기초학문과 응용기술의 접목을 추구하는 것이 큰 특징점임. 설립 후 우수한 교원 및 국내외 우수학생을 지속적으로 충원하며 대내외적으로 환경 분야에서 학제 간 융합연구의 성공적인 사례를 제시하고 국가·사회적으로 필요한 우수 인재를 양성하여 대한민국 교육 및 국가 환경과학기술 발전에 크게 기여하고 있음
- o 이처럼 우리 교육연구단은 대학 건학이념과 학부의 설립철학에서부터 선도적인 대학원 체제를 갖추고 환경 분야 핵심 연구역량 제고 및 학문 후속세대를 양성하고 있음. 따라서 단일학부로서 다양한 Domain Knowledge 기반의 교수진과 학생이 교육 및 융합연구를 성공적으로 수행하고 있는 현 교육연구단의 경험과 체계는 4단계 두뇌한국21 추진 방향과 매우 일치하며, 우리 교육연구단의 최종목표인 4차 산업사회의 정온한 환경 구축에 기여할 세계 최고 수준의 교육·연구 프로그램을 성공적으로 수행 할 수 있는 매우 적절한 체계를 보유하고 있다고 사료됨



〈그림 4〉 우리 교육연구단의 구성도

가. 신청단위의 적절성 (대학원 내 단일학부)

o 포스텍 환경공학부의 과거와 현 위치

- 환경연구의 Domain Knowledge는 매우 다양하여 기본적으로 기초과학과 응용과학 기반 융합 연구라고 할 수 있음. 이에 따라, 환경공학부 핵심 교육과정은 환경연구 전반에 관한 이해의 폭을 넓힘과 동시에 세부 연구 분야에서 독립적인 연구개발 능력을 갖추 수 있도록 하는 이중적인 구조이며, 환경 분야 전반적인 산업·사회 문제 해결과 밀접한 관련이 있음
- 학부의 형태는 “학제 간 협동과정”으로 설립부터 지속되어 왔으나, 2016년 6월 독립학부 일반대학원 “환경공학부”로 전환하였음
- 포스텍 환경공학부는 포스텍에서 추구하고 있는 “비전 2030 플랜”(2030년에 세계 20위권 대학 진입)에 맞춰 환경공학부는 세계 20위권의 환경 분야 연구집단을 목표로 하고 있음
- 환경공학부는 SCI 논문, 피인용지수, 연구비 수주 규모 등 대학 자체 학과평가에서 1, 2위이며, 환경공학부 BK팀은 융합과학 분야에서 7년 연속 전국단위 1위를 달성함

o 포스텍 환경공학부의 환경기술 인력 배출 실적

- 연구와 더불어 교육 분야에서도 많은 성과를 이룩하여 2000년도 들어서 배출되기 시작한 석박사 졸업생들은 현재 국내외 학계, 산업계에서 활약하고 있음
- 특히, 132여명의 박사졸업생 (2019년 3월 기준) 중 32여명이 국내외 대학교수로 재직 중이며, 이외에는 국가기관 (환경부, 특허청 등), 정부출연연구소 (KIST, ETRI, 표준연구원 등)와 대기업 (삼성, LG, 포스코 등)에서 핵심적 역할을 하고 있음. 졸업생들은 추후 우리 교육연구단의 산업·사회 문제 해결에 대한 선제적 대응과 관련된 융복합적 산학연계 교육·연구 수행에 큰 도움이 될 것으로 사료됨
- 또한, 환경공학부의 국제화가 진행됨에 따라 최근 졸업생들은 Caltech, Princeton, Yale 등 해외 명문대학에서 박사 후 연구 활동을 수행하고 있으며, 다수의 방문 교수를 비롯하여 저명대학 (UC, USC, UT, 북경대, 난징대, 하노이대 등)의 학부 졸업생들의 우리 학부 입학도 늘어나는 추세
- 환경공학부는 최고 수준의 석박사 고급인력을 배출함으로써 환경과학기술의 발전에 크게 기여하고 산학연계의 발판을 마련하였으며, 그 근간에는 지난 BK 사업이 큰 역할을 하였음

o 따라서, 우리 교육연구단은 포스텍 내 환경공학부 단일학부로서 다양한 Domain Knowledge 기반의 교육 및 융합연구를 위와 같이 성공적으로 수행하였으므로, 산업·사회 문제 해결에 단일학부로 참여함이 적절하다고 할 수 있음

나. 참여교수진 구성의 적절성

o 교육연구단 구성의 적절성

- 우리 교육연구단 구성의 우수성: 우리 교육연구단의 학생/교수 비율은 5.9, 학기당 교과목/교수 비율은 1.4이며, 이는 세계 유수의 대학인 Caltech, MIT와 비슷하거나 더 높은 세계 최고 수준으로 우리 교육연구단의 우수성을 나타냄
- 우리 교육연구단은 포스텍 환경공학부 교수 10명이 참여하고 있으며, 참여교수의 최근 3년간의 1인당 연구비 수주 실적은 2,228,022천원 (연 7억원), 논문 게재 실적은 235임. 신입교수 3인을 제외한 7인의 1인당 연구비 수주 실적은 2,980,635천원으로 연간 약 10억원에 육박
- 참여 연구진의 우수성은 학문적 수준, 연구비 수주, 글로벌 영향력, 산업체 기여도 등에서 고루 잘 나타나 있고, 우리 교육연구단은 수질·폐기물, 대기오염, 생태환경, 기후변화 분야에서 상호 간 유기적인 연구를 수행할 수 있도록 환경생물, 환경화학, 환경물리 분야의 참여 연구진을 구성하였음

o 교육연구단 참여교수진의 현황 및 적절성

수 질 · 폐 기 물	중점 분야	<ul style="list-style-type: none"> o 빅데이터 프로세싱 및 머신러닝 기반 하수처리장 실시간 제어 o 고도산화 촉매 기반 정수장 미량유해물질 실시간 제어 o 유기성 폐기물 자원화 시설의 저해상태에 대한 선제적 대응과 안정적 운전
	황 * 환	<ul style="list-style-type: none"> o 폐수처리 및 국내 유기성 폐자원 에너지화 분야의 권위자로, 정부기관 및 산업체들과 활발한 연구 활동을 수행하고 있으며, 이를 통해 공정 안정화, 핵심 운전인자 파악과 같은 산업·사회의 현안을 해결하고 이에 따라 도출되는 연구결과를 꾸준히 국제학술지에 보고하고 있음 o 황석환 교수가 책임자로 있는 환경생물공정연구실은 주로 환경적 영향이 큰 하수 슬러지, 음식물 폐기물, 축산분뇨와 같은 고농도 유기성 폐기물 및 고위험물질을 포함한 산업폐수를 다루고 있으며, 이를 바이오가스화하는 연구를 중점적으로 수행 o 최근에는 폐수처리 또는 혐기성 소화 공정에서 기존의 후행적 대응에서 벗어나, 선행적 대응을 하기 위한 머신러닝 등과의 융합/연계 방안에 대해 집중적 연구 수행 o 따라서, 황석환 교수는 사업기간 동안 환경, 에너지, 기후변화 전반에 걸쳐 이바지할 수 있는 연구를 수행할 수 있을 것으로 기대됨
	조 * 우	<ul style="list-style-type: none"> o 정부출연연구소 및 학계에서 SCI급 논문 31편, 해외(미국/일본/중국/PCT) 특허를 포함한 특허 20건 등록(30편 출원)등의 연구실적을 가진 신진/중견급 연구자임 o 주된 연구분야는 물리/화학/생물학적 방법을 이용한 하폐수 처리 및 에너지 회수 기술로 현재 <하폐수변환가속화연구실> 연구팀을 리드해 전기화학 촉매 및 반응공정 개발 연구를 수행중임 o 특히, 전기화학분야의 국제학회인 International Society of Electrochemistry의 Environmental Electrochemistry Prize를 수상(2015년)하여 환경전기화학 분야 신진연구자로서의 발전가능성을 국제적으로 인정받았음
대 기 오 염	중점 분야	<ul style="list-style-type: none"> o 미세먼지 전구체 빅데이터 구축, 미세먼지 선제적 대응을 위한 제어 소재/공정 개발
	최 * 용	<ul style="list-style-type: none"> o 차세대 에너지원으로 각광 받고 있는 태양광을 다양한 환경 및 에너지 분야에 응용하기 위해, 반도체 소재 기반의 다양한 광촉매 및 광전극을 합성하고 개질하는 연구를 수행하고 있음 o 관련분야에서 지금까지 발표한 논문들의 총 피인용수가 약 52,000회 이상이라는 괄목할만한 성과를 가지고 있으며, 국제학계에서 광촉매분야 권위자로 인정받고 있음 o 이렇게 축적된 태양광 이용기술에 대한 지식과 노하우는 우리 교육연구단의 대기 및 수질·폐기물 분야 비전을 실현하는데 큰 기여를 할 수 있을 것이라 판단됨
	홍 * 봉	<ul style="list-style-type: none"> o 나노다공성 재료 합성 및 응용분야의 전문가로 국제 제올라이트학회 (International Zeolite Association, IZA) 부회장 (2016-2019)과 Council member (2013-2019)를 역임하였고, 한국연구재단의 2012년 하반기 리더연구자지원사업 (창의적연구) 과제에 선정되어 '나노다공성 재료 합성 연구단'의 단장으로 연구를 수행하고 있음. 그뿐만 아니라 세계적인 석유화학 회사인 미국의 UOP사와의 연구과제를 진행하며 국내외로 그 뛰어난 연구역량을 인정받고 있음 o 지금까지 모두 12종의 새로운 제올라이트구조를 발견하여 IZA Structure Commission 으로부터 IZA Code를 공인받았으며, 그간의 제올라이트 합성 연구 성과를 인정받아 2020년 Edith E. Flanigen Lecture Award 수상자로 선정되었음 o 이와 같이 새로운 구조 또는 조성을 갖는 나노다공성 재료의 독자적인 개발은 현 에너지 및 환경기술의 한계 극복 (그린 화학, 환경 촉매)은 물론 새로운 활용 분야 (수소 및 이산화탄소 분리, 바이오매스 전환 반응)를 개척하는데 큰 기여를 할 것임

생태환경	중점 분야	<ul style="list-style-type: none"> ○ 해양생태 빅데이터 구축 ○ 전 지구적 중금속 빅데이터 구축 ○ 생태독성 평가 및 저감기술 개발
	이 * 택	<ul style="list-style-type: none"> ○ 해양 환경분야의 국제적 권위자로 미국지구물리학회 석학회원임 ○ 대기로 배출되는 화석연료 (에너지) 기인의 CO₂ 및 질소오염물질 그리고 기후변화가 해양의 생화학적 물질순환에 미치는 영향, 미래 해양생태계 변화, 해양생물에 의한 기후변화 피드백을 연구하고 있음 ○ 해당분야에서 세계 3대 종합 과학저널 (Nature, Science, PNAS)에 총 7편의 논문을 발표함. 그 중 Science에 2004년에 발표한 논문은 2004~2010년 사이에 국내 지구과 학분야의 최다인용 논문으로 선정되는 등 연구역량을 국제적으로 인정받고 있음 ○ 해양환경 및 기후변화에서 축적된 연구개발 역량을 바탕으로 생태분야 우리 교육연구단의 비전을 실현하는데 기여할 수 있을 것이라 판단됨
	황 * 수	<ul style="list-style-type: none"> ○ 2010년 7월 포스텍 환경공학부에 임용된 이후, 물과 생명체 사이에서 일어나는 다양한 계면현상 및 결합력을 정확하게 이해하고, 이를 환경보건평가에 응용하여, 친환경 원천소재로 산업화하는 연구를 수행하고 있음 ○ 포스텍 부임 후 해양 및 환경분야에서 약 60여편의 논문을 발표하였고, 50건의 특허를 국내외에 출원 및 등록하였고, 5건의 기술이전과 2017년에는 친환경플라스틱 기업인 (주)AN POLY를 실험실 창업하였음 ○ 환경에서 독성물질을 선제적으로 평가하고, 이의 대안으로 친환경소재를 발굴하고 사업화하는 황동수 교수 연구팀의 연구개발 모델은, 인구밀집형 사회를 위한 미래 환경 문제 해결에 큰 기여를 하리라 판단됨
	권 * 윤	<ul style="list-style-type: none"> ○ 환경공학부에 2018년 2월 부임한 신입교원으로 생태환경 분야의 유망한 젊은 과학자로서 국내외적으로 인정받고 있음 ○ 주요 연구 분야인 수은 안정동위원소 연구와 관련하여 세계 첫 수은 안정동위원소 빅데이터 구축 사례인 초청 리뷰논문(Kwon et al. 2020, IF: 9.530)을 포함하여, 생태계 노출과 축적과정 (Kwon et al. 2012, IF: 6.653, 인용수: 74), 메틸수은 발생원 추적 (Kwon et al. 2014, IF: 6.653, 인용수: 45), 매체 간 수은 거동 (Kwon et al. 2012, 2019, IF: 6.653; Kwon et al. 2015, IF: 4.610, 인용수: 29) 등 다양하고 전 세계적으로 영향력 있는 연구결과를 지속적으로 밝혀내고 있음 ○ 이와 같이 생태환경 부문에서 축적된 연구개발 역량과 국제적인 네트워크를 바탕으로 우리 교육연구단에 큰 기여를 할 것으로 판단됨
기후변화	중점 분야	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기후, 기상 빅데이터 구축, 고해상도 수치 모델링 활용 역학적 다운스케일링 인공지능 활용 학습형 다운스케일링
	민 * 기	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기후변화 탐지 및 극한기후 분야의 국제적 전문가로 한국인 최초 미국기상학회지 기후저널의 편집위원 선임 및 IPCC 6차보고서 주저자로 활동하고 있음 ○ 기후변화의 원인 및 전망, 이상기후, 기후모델링, 수문순환에 대한 연구를 리드해왔으며, 특히 인위적 온실가스 증가로 인한 열대팽창 (Science Advances 2016)과 한반도 폭염강화 (미국기상학회보 2019)에 대한 과학적 증거를 최초로 제시함 ○ 축적된 기후변화 탐지 관련 연구개발 역량과 국제 네트워크를 바탕으로 기후변화가 환경에 미치는 영향을 중심으로 교육연구단에 크게 이바지할 수 있을 것으로 판단
	국 * 성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기후변화, 기후예측분야에서 세계적인 전문가로 활발하게 연구활동을 하고 있으며 기후 분야에서 160여편의 SCI(E) 논문을 발표하였고, 총 피인용수는 9400회 이상 (H-index 48)으로 이는 지구과학 분야에서 전 세계적으로도 최상위급에 해당함

	<ul style="list-style-type: none"> ○ 현재까지 3편의 NSC 급 논문, 10편의 NSC 자매지급 논문을 출판하는 등, 많은 연구 업적들이 주목받고 있음 ○ 지역기후문제에 대한 기여도를 인정받아 아시아태평양 경제협력체 (APEC)에서 매년 한명의 과학자에게만 수상하는 APEC 과학상을 2015년에 수상하였고, 포스텍에서는 무은재 석좌교수로 임명되었고 차세대 한림원 정회원으로도 활동하고 있음 ○ 국외 학술활동도 활발하게 하고 있으며, 세계기후연구프로그램 (WCRP)의 태평양 패널 멤버로도 활동하고 있음 ○ 기후분야의 연구 역량과 국제적인 활동을 바탕으로 우리 교육연구단이 추구하는 지역 기후/환경 문제 해결에 크게 기여할 수 있을 것으로 판단됨
<p>감 * 훈</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 환경공학부에 2020년 1월 부임한 신입교원으로 수문 기후변화 과학분야의 유망한 젊은 과학자로 국내외적으로 인정받고 있음 ○ 주요 연구분야로 전지구 기후모델을 이용한 수문 기후변화의 원인과 전망, 수문 기후변동과 이상 수문 기후 (가뭄이나 홍수), 전 지구 지표면 수문 모델링, 수문예보에 대한 연구를 주도적으로 수행해 왔으며, 특히, 온실가스 증가로 인한 인위적인 기후변화에 대한 연구로 2015, 2016, 2017년 Bulletin of American Meteorological Society Special Issuees, “Explaining Extreme Events from a Climate Perspective” 에 3편의 우수한 연구성과를 발표하였음 ○ 이와 같이 축적된 기후변화 관련 연구개발 역량과 수문 연구 사회에서의 국제적인 네트워크를 바탕으로 수문 순환을 통한 기후변화가 우리 사회에서 만들어 온 환경-에너지-물의 연결망에 미치는 영향을 중심으로 우리 교육연구단에 크게 이바지할 수 있을 것으로 판단됨

1.3 교육연구단의 구성

④ 전임교수(신임교수) 충원계획의 적절성

④ 전임교수(신임교수) 충원계획의 적절성

[총론]

- 4차 산업혁명 시대의 정온한 환경 구축을 위한 교육 및 융합적 연구역량 강화를 위해 관련 분야 우수 신임교원의 확보는 매우 필수적임. 이를 위해 우리 교육연구단의 4대 연구 분야 중 환경기술과 4차 산업 (머신러닝, 인공지능 기반 등)의 융합이 가능한 융합기술 분야와 현재 산업·사회적으로 가장 큰 이슈 중 하나인 ‘미세먼지’ 분야의 우수한 전임교원을 최우선으로 신규 충원할 계획임. 이는 미래 사회에서 요구되는 인재상을 위한 차별화된 교육과 혁신형 R&D 기반 산학 협력 모델 구축에 기여할 것임
- 이외에도 우리 대학 및 환경공학부는 관련 분야에서 세계적 수준의 연구경쟁력을 갖춘 학자는 학과별 정원과 상관없이 초빙하는 적극적인 전략도 병행하고 있어 신임교수 초빙에 대해 매우 유연한 사고와 체계를 지니고 있음. 특히 대내외 환경변화에 따른 학사조직 변경과 더불어 수월성을 최우선 기준으로 적극적인 Search & Recruit 활동을 수행하고 있음
- 동시에 본교에 설립된 인공지능대학원을 적극 활용하여 4차 산업혁명 시대맞춤형 겸임교원 초빙을 통한 우리 교육연구단의 융합적 연구역량 강화도 병행적으로 추진할 계획임. 산업체 요구에 부응하는 새로운 교원채용 트랙인 ‘산학일체 교수제’를 적극 활용하여 산업체-대학 간 융합연구과제 발굴 및 수행, 대학원 인력양성을 위한 실체적 산학 협력 모델 구축 및 완성도 제고를 추구할 계획임

가. 신임교수 충원계획

- 2020년 이루어진 POSCO-POSTECH-RIST 산학연 협력 확대를 위한 TF 회의에서 교감된 바에 따르면 미세먼지는 포스코가 중점 현안으로 다루고 있는 분야로, 미세먼지의 발생원 추적 및 선제적 대응에 필요한 거동 모델링 분야의 신임교수 확보가 필요함
- 신임교수 충원에 있어 대학의 교육여건과 연구역량 향상 지원체계 구축을 위한 우수한 신진학자 및 세계 수준 중진 교수 대상 맞춤형 Search & Recruit 활동, 예비교수 DB pool 활용을 통한 우수교원 유치 강화 프로그램을 최대한 활용할 예정임
- 최근 저널들의 IF 상승세 또한 뚜렷한 편이므로, 단순히 실적만을 향상하기 위해 신임교수 채용 시 이들 분야 위주로 보강하는 방안을 지양하고자 함. 또한, 우리 교육연구단 환경공학부는 신임교수 후보자 평가 시 IF 기준의 정량적 실적보다 국내외 리더연구자로서 성장할 수 있는 잠재력과 발전 가능성을 더 중시하고 있음
- 신임교수는 3차년도 이내 임용하는 것을 계획 중이며, 우리 교육연구단의 목표 중 하나인 산업·사회 문제의 선제적 대응을 통한 해결능력에 중요한 비중을 둘 것이며, 학과와 본부 인사위원회에서 평가하여 최종 채용을 확정토록 할 예정임

나. 신임교수 지원전략

- 신임교수 초기 정착비 지원 및 책임시수 경감
 - BK21 우수 신임교원 확보를 위해 초기정착비 지원 (seed money) 및 책임시수 경감을 통하여 우수 신임교원을 확보하고 교육연구단의 지속 가능한 경쟁력을 제고할 수 있음
 - 신임교원의 안정적인 교육 및 연구환경 조성을 위한 초기정착비 (인당 3억 원 내외) 지원
 - 참여 신임교원의 부담 초기 안정적 연구정착을 위해 기자재 구입비와 연구비로 활용할 수 있도록 초기정착비를 지원하고 있으며, 필요에 따라 부담 후 3개년에 걸쳐 집행할 수 있으며 개인의 연구역량과 분야에 따라 차등하여 지급
 - 참여 신임교원의 교육 및 연구 집중도를 높여 수월성을 향상하기 위해 신규부임 후 1학기는 강의를 면제하고, 2년 이내 조교수의 경우 책임 강의시수를 연간 9학점에서 6학점으로 조정하고, 학과 운영에 차질이 없는 범위 내에서 추가적으로 경감할 수 있도록 함

o 신입교수 복지지원 추진

- BK21 FOUR 참여 신규부임 교원 대상 복지지원을 추진함으로 우수교원 유치 추진
- 참여 신규부임 전임교원 대상 부임에 필요한 교통비 및 이전비 제공
- 교통비: 대상 교원 및 동반 가족에게 최단 노선을 기준으로 실비를 지급
- 이전비: (국외 이전) USD 5,500 한도 내에서 실비 지급, (국내 이전) 5톤 화물자동차 1대분까지는 실비로, 5톤 화물자동차 1대분을 초과하는 이사화물에 대해서는 실비의 80%에 해당하는 금액을 지급
- 주거 지원 : 전임교원의 희망에 따라 교수아파트 지원 또는 주거안정수당을 지급
- 교수아파트 거주를 희망하는 경우: 대학 내에 있는 교수아파트를 무상(관리비는 본인 부담)으로 지원하고 최초 입주 시 리모델링을 위해 대학에서 일정 금액 (최대 2,000만 원 이내)을 초기정착비 내에서 지원
- 외부에 거주하는 경우: 주택매입 또는 임차자금으로 최대 2억 원까지 무담보 용자를 지원 (매월 해당이자 상당액을 주거안정수당으로 지급)
- 자녀 학비 보조금 지원: 교직원들의 자녀 교육에 대한 부담을 덜어주기 위해 고등학생 이상 자녀에 대해 자녀 학비 보조금을 지원
- 그 외 종합검진비, 단체 상해보험 등 다양한 복지 제도 운용

o 전임교원 승진제도 개선

- 신입 교수들의 부임 초기는 인지도를 높이는 데 있어서 중요한 시기지만 승진평가 기준이 SCI급 논문에 대한 양적 수치 위주로 되어 있을 경우, 질적 향상에 매달리기 어려운 점이 있었던 상황을 개선함
- 우리 교육연구단 환경공학부는 교원의 실적을 정성적으로 평가할 수 있도록 승진기준을 최근 개선함. 요지는 기존 정량적 점수방식의 평가제도에서 탈피하여 차세대 글로벌 리더연구자로서의 역량을 해외전문가 심사를 통해 평가하는 방식임
- 연구 분야 기준: 대상자가 현 직위 기간에 전공학문 분야에서 상위 10% 내의 학술지에 교신저자로 게재한 논문들만을 심사대상으로 제출하며, 이중 대표실적을 (부교수 승진: 3편, 정교수 승진: 10편) 지정하여 해외전문가 심사를 의뢰한다. 부교수 승진대상자의 경우 전문분야의 국제학계에서 차세대 글로벌 리더연구자로 인정되어야 하며, 정교수 승진대상자의 경우 전문분야의 국제학계에서 글로벌 리더 연구자로 인정되어야 함
- 대표실적을 상위 10%가 아닌 학술지에 게재한 논문을 제출하는 특별한 사유가 있는 경우 논문의 우수성을 입증하는 사유서 첨부, 공동교신논문은 정교수 승진대상자에 한하여 최대 1편만 인정 해외 추천서 3부 이상 해외 추천서 5부 이상
- 봉사 분야 기준: 대학 및 학부의 발전, 국내외 학회 활동, 지역사회 및 국가 발전에 기여한 실적을 평가하며 다음과 같은 항목을 고르게 고려함 (연구비 O/H 기여, 국제 심포지엄 및 워크숍 조직, 국제 학술지 편집장, 편집위원 활동, 국제학회 초청강연 및 학회활동, 지자체/공공기관/정부/기업체 위원회 및 자문 활동, 연구 성과 홍보, 학내 각종 업무 및 행사에 봉사)
- 또한, “기타 학과 인사위원회에서 인정하는 실적” 항목으로 신설하여 신입교수가 급변하는 학문 및 산업 분야와 연계를 능동적으로 수행할 수 있는 장치를 마련함
- 환경공학부는 신입교수 mentoring 프로그램을 2020년도에 신설하여, 행정 인력 지원, 연구공간/대학원생/연구비 지원을 강화하고자 함

⑤ 대학원생 현황

<표 1-4> 교육연구단 참여교수 지도학생 현황

(단위 : 명, %)

기준일	신청 학과	참여 인력 구성	대학원생 수											
			석사			박사			석 · 박사 통합			계		
			전체	참여	참여 비율 (%)	전체	참여	참여 비율 (%)	전체	참여	참여 비율 (%)	전체	참여	참여 비율 (%)
2020. 05.14	환경공학 부	전체	6	5	83.33	30	23	76.67	34	31	91.18	70	59	84.29
		자교 학사	0	0	-	1	0	0.00	3	2	66.67	4	2	50.00
		외국인	0	0	-	9	8	88.89	3	3	100.00	12	11	91.67
참여교수 대 참여학생 비율						590.00								

<표 1-5> 교육연구단 참여교수 지도 외국인 학생 현황

연번	성명	국적	학사출신대학	공인어학성적		비고
				국어	영어	
1	Ag****	인도네시아	Institut Teknologi Bandung		TOEIC (895)	황*환
2	Bar***, Ana****	이란	Islamic Azad University		IELTS (6.5)	권*윤
3	Chairattan****, Chay****	태국	Chulalongkorn University	TOPIK(5급)	TOEIC (870)	황*환
4	Esco****, Eri****	필리핀	University of the Philippines		medium language	조*우
5	H*, Y*	중국	Changsha University of Science and Tech.		ibt (81)	최*용
6	Ja****, Md Abu Ha****	방글라데시	Bangladesh Univ. of Eng. Tech.		IELTS (6)	황*환
7	Ken****, Kevin St****	인도네시아	Institut Teknologi Bandung		TOEIC (845)	홍*봉
8	Mul****, Ul**	인도네시아	Institut Teknologi Bandung		IELTS (6.5)	최*용
9	P**, Don****	중국	Shanghai Normal University		ibt (83)	최*용
10	T**, Xue****	중국	Tianjin University		TOEIC (765)	홍*봉
11	To****, Jovale Vincent ****	필리핀	University of the Philippines		medium language	황*환

<표 1-5> 교육연구단 참여교수 지도 외국인 학생 현황

연번	성명	국적	학사출신대학	공인어학성적		비고
				국어	영어	
12	Yu****, Ar**	인도네시아	Institut Teknologi Bandung		medium language	황*환

1. 교육연구단 구성, 비전 및 목표

1.4 기대효과

1.4 기대효과

[총론 및 세부 기대효과]

- 4차 산업혁명 시대에서 국가 혁신성장을 주도하고 정온한 환경을 위한 산업·사회 문제 해결이 가능한 미래형 인재의 확보
- 급변이 예상되는 환경기술 분야에서 기존 문제점과 환경피해에 대한 후행적 대응 방식에서 벗어나 선제적 대응이 가능한 “First mover” 형 인재 교육 및 연구 시스템 구축
- 환경 분야 고부가가치 창출의 원동력 제공을 위한 혁신 산학 협동 생태계 구축을 통한 국가경쟁력 제고 및 세계 수준의 교육연구단 확보

가. 학문적 기대효과: 4차 산업혁명을 선도하는 리더 양성

- 연구중심대학형 대학원 교육과정 관리를 추진하여 폭넓은 학문적 기초지식 배양, 학문적 기본에 기반한 창의력, 4차 산업혁명을 선도하는 “First mover” 형 인재양성 및 융복합 연구능력 배양
- 4차 산업시대 융합형 선진교육의 설계를 통해 대학원생의 산업·사회 문제해결 역량 제고
- 기존의 교과목에 잘 반영되어 있지 않은 수요자 맞춤형 교과목 개발로 대학원 교육 환경 개선 및 정온한 환경 구축의 선도대학으로 자리매김
- 교육과정 개편을 통한 학문과 연구의 기초 실력 배양 및 4차 산업혁명의 핵심인 초연결(hyper-connected) 초지능화(hyper-intelligent) 기술 기반 문제해결 능력 제고
- 창의적이고 유연한 사고를 보유한 융복합형 인재양성 및 AI, 빅데이터 등 4차 산업 관련 연구에 필요한 네트워크 처리 성능 확보로 교육 수월성 확보와 만족도 향상 기대

나. 기술적 기대효과: 미래 환경기술 선도

- 드론, 사물인터넷, 인공지능 등의 4차 산업 기술을 활용한 환경오염 감시체계 고도화 및 환경정보를 클라우드 기반 빅데이터로 구축하여 활용하는 환경 빅데이터 융합 플랫폼 구축 사업 등 대형 기술개발 연구로의 Spin-off
- 환경분야 기술과 나노, 바이오, 인공지능, 신소재 등 다양한 기술을 융합하여 환경시설의 실시간 모니터링 및 예측 수행, 후행적 대응에서 벗어난 선제적 대응 시스템 구축. 세부 기대효과는 아래와 같음
 - 수질 자료의 수집, 데이터 추출, 저장, 분석의 집적화, 자동화, 지능화
 - 설치장소나 공간에 제약이 없고 저비용인 IoT 기반의 대기환경 측정 시스템 제공
 - 대기오염 분야 국가 대기질 및 IoT 기반 공기측정 데이터, 기상 데이터 등을 실시간 수집/유통 제공하는 미세먼지 빅데이터 센터 구축 기반 마련
 - 자연환경의 질적 향상을 위한 기초자료들의 활용, 모니터링, 피드백 구조 구축
 - 생태환경 데이터를 위한 클라우드 플랫폼 형성
 - 분산되어 운영 중인 생태환경 분야 원천 DB의 표준화, 생태 빅데이터 공동활용 기반 구축 및 인공지능 기반 분석·예측 시스템 구축
 - 한국형 생태계 모델 개발 연구,연근해 생태계 구조변동 평가 기술 연구 등 유사연구와 연계
 - 기후변화 분야 지능정보기술의 적용을 통해 사전예방적 환경관리 체계 구축
 - 머신러닝 및 딥러닝을 통한 기후예측 및 취약지점을 도출하여 폭염, 한파 등에 대한 선제대응으로 재난과 그 피해를 최소화

다. 사회적 기대효과: 복합 환경문제 선제적 대응을 통한 정온한 환경 구축

- 4차 산업혁명 핵심기술을 이용한 사전 예방적 환경관리와 국민의 건강성 및 안전성 제고
- 국민 체감 환경 질 개선 및 환경오염 피해 예방, 정온한 환경의 구축을 위해 환경정보 융합 빅데이터 프로세싱 플랫폼 구축에 기여할 것이며, 세부 사회적 기대효과는 아래와 같음

- 상·하수처리시설의 운전 효율 개선과 미량 신종 오염물질 최적 관리를 통한 국민 건강 및 수생 생태계 건강성 보호 강화
- 생태계와 각종 오염원에 대한 실시간, 빅데이터 프로세싱으로 사전 예방적 환경 관리 체계 구축
- 소규모 사업장에 환경 센서를 부착하여 배출허용기준 준수 여부를 감시하거나, IoT 자료 수집기를 설치하여 실시간으로 방지시설 적정 운영 여부 (진동 또는 전력 사용량을 확인)를 모니터링
- 미세먼지 사전 예보, 살수차 운행경로 설정 등 사회현안 해결 등에 활용
- 실시간 실내외 대기질 측정, 대기오염물질 배출관리, 사전분석과 예측을 통한 오염물질 선제예방
- 생태환경의 복원, 보전, 유지를 위한 양질의 데이터 생산
- 4차 산업의 중점적인 기술인 드론, 로봇, 무인항공기, 환경센서, GPS기술, 딥러닝 기술을 활용한 생태조사 인력, 시간, 노력 절감
- 국제적으로 성장하고 있는 탄소시장과 기후산업 등 다양하게 세분화되고 있는 기후변화 영역에 대한 능동적인 대응을 위한 석·박사급 전문인력 양성 및 기반연구 활성화를 통한 국가적 차원의 기후변화 대응역량 제고

라. 경제적 기대효과: 신 환경산업 창출

- 인공지능, 사물인터넷, 빅데이터 프로세싱 등 4차산업 기술과 환경기술을 융합한 신개념 환경관리 기술 제공 및 AI 환경 플랫폼 등 신 환경시장 부가가치 창출
- 환경산업 혁신을 통한 고부가가치 창출의 새로운 기술 및 영역 확장
- 환경정보 쌍방향 Feedback형 연구 및 산학공동연구 기반 확대/통합을 통한 정보공개와 활용 증대
- 세계 수준의 선도기술 확보 및 글로벌 경쟁력 확보, 시장 수요에 기반한 기술이전 및 실증화로 세계 시장에서의 국내 기업 기술경쟁력 제고 및 신규 고용 창출
- 빅데이터 프로세싱과의 융복합을 통한 연구 결과의 진일보, 각종 환경 서비스 제공자인 공공기관과 환경오염에 대한 개선으로 건강성이 제고되는 국민, 해외 시장 진출을 통해 경제적 성과를 창출하는 산업체와 같이 연구자-국민-공공기관-산업체 모두에게 기여할 수 있음
- 폐기물 데이터의 집약 및 분석을 통한 유기성 폐기물의 발생원부터 원천적인 감량 및 자원화에 이르는 모든 단계의 관리를 효과적으로 추진할 수 있을 것으로 기대됨



〈그림 5〉 우리 교육연구단의 기대효과

II. 교육역량 영역

1. 교육과정 구성 및 운영 계획

II. 교육역량 영역

1. 교육과정 구성 및 운영 계획

가. 교육연구단의 교육과정 및 학사관리 현황

o 일반 현황

- 1996년 학제간 협동과정으로 설립된 국책대학원 포스텍 환경공학부는 수질·폐기물, 대기오염, 생태환경, 기후변화 등 매체 중심에 참여교수의 전공을 살린 이학, 공학 분야로 구성됨. 2020년 현재 교수 11명, 학생 70명으로 구성되어 있음
- 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 갖추 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
- 대학원의 재정투자는 2019년도의 경우 대학원 학생 1인당 144,288,000원으로 국내 최고수준
- 졸업생 434명 중 36명 (8.3%)이 국내외 주요대학에서 교수로 임용되어 국내 환경분야 교육 및 연구에서 중요한 역할을 하고 있음
- 정통 환경분야에 대한 우수한 교육프로그램 운영으로, 지난 세 차례 BK21 사업팀 평가에서 지속적으로 환경분야 최상위권으로 평가받음

o 교육과정 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 인재양성을 위해 학부교과목 및 타 학과 전공과목의 학점인정 제도 (Cross-listing 제도)를 운영하고 있음

o 교육연구단의 학사관리 현황

- **투명하고 공정한 대학원생 선발 과정:** 포스텍 입학학생처 주관으로 투명하고 공정하게 입학전형

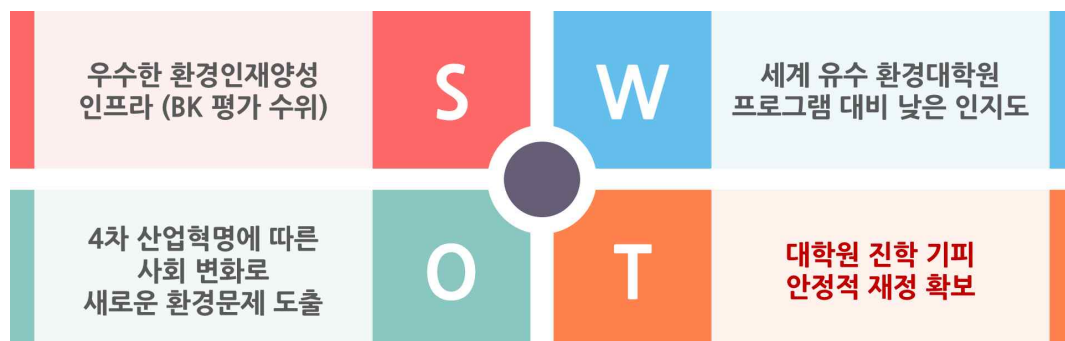
을 관리하고 있음. 입학학생처 홈페이지를 통해 입학지원서를 접수하고 환경공학부 내에서 면접 및 구술고사 시행

- **학위취득 소요기간 단축을 위한 석·박사 통합과정 운영:** 포스텍 환경공학부에서는 석사과정, 석·박사통합과정, 박사과정을 운영하고 있으며, 박사학위 중심의 대학원 체제 구축과 학위취득 소요기간 단축을 위해 석·박사통합과정을 대폭 확대하고 있음. 또한, 핵심 및 심화과목을 수강하며 상위의 성적을 유지할 경우 박사과정 자격시험 면제 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 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 구축하는 등 영어 공용화 확산을 위하여 적극적으로 지원하고 있음
- **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 발전속도를 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

나. 세계적 수준의 대학원 교육과정 구축 및 학사관리 운영계획

o 교육과정 개편 및 구축 방안

- 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 실제적인 학제간 학습 (Interdisciplinary Learning), 산학협동교육을 통해 다양한 환경변화에 융·복합적인 대응이 가능한 유연한 환경 분야 융합인재 양성을 통한 국가경쟁력 제고에 이바지할 계획임
- 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



<그림 6> 우리 교육연구단의 SWOT 분석

- 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 과목과 적극적인 cross-listing과 MOOC나 저명한 해외 학자들의 온라인강의를 기존의 교과목에 포함하는 교육구조 변화가 요구됨
- o 4차 산업혁명으로 미래환경문제 변화 대비 4대 핵심 환경분야 교육의 개선
- 우리 교육연구단은 (1) 수질·폐기물 (2) 대기오염 (3) 생태환경 (4) 기후변화를 4개 중점 연구 분야로 선정하고, 운영할 예정임. 각 세부전공그룹은 학생들에게 충실한 기초교육 (Domain Knowledge)을 통해 세계 수준의 학문적 수월성을 지향함과 동시에 다양한 전공을 아우를 수 있는 융합 능력 제고를 위한 다양한 교과과정을 제공할 예정임
 - 4차 산업혁명으로 빅데이터 분석, 인공지능, 새로운 물리학, 화학, 생물학적 연구기법들을 타 학과에 협조를 얻어서 학생들을 교육함. 교내에서 제공하지 않은 강의는 우리 교육연구단 해외석학교수의 방문강의나, MOOC등의 온라인 강의를 섭외하여 학생들에게 제공함
- o 수요자 중심 교육 (education on demand) 및 단기 강좌 개설
- 수요자 위주 교육 (education on demand)을 위한 다양한 단기 강좌를 활성화하여 다변화된 4차 산업·사회의 환경문제에 대응 인력을 효율적으로 교육하는 것이 우리 교육연구단의 핵심 교육 전략임
 - 환경분야의 학문적 수월성과 융합능력 배양을 강조함과 동시에 사회적 책임을 갖는 리더로 성장할 수 있도록 다양한 강의주제의 단기강좌 (Short course) 를 진행할 예정임. 또한, 해외 참여교수 및 협력기관의 우수 인력을 활용하여 단기간에 심층교육을 통해 배울 수 있는 우수 단기강좌를 지속적으로 개설함
 - 학사관리위원회 심의를 하여 능력이 검증된 고년차 대학원생 및 신진연구인력에게 단기강좌 강의 기회를 부여하여 교육능력 향상 및 자기계발의 선순환형 교육을 실행함
- o 대학원 연구교육의 수월성을 위한 추가 서비스
- 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



<그림 7> 4차 산업·사회를 대비한 4대 핵심 환경 분야

- 우리 교육연구단에서는 모든 박사학위 논문을 영어로 작성 중이며, 이를 위해서 학교 어학센터와 협력하여 ‘영어논문작성법’ 과목을 개설하여 대학원생들에게 영어로 체계적으로 글 쓰는 방법을 교육 중임
- 연구 윤리 교육: 연구자의 책임과 의무, 연구발표에 있어서의 진실성, 연구 자료의 관리, 인간 대상 연구 윤리, 동물대상 연구윤리 등에 대한 체계적 학습. 신입생 오리엔테이션을 통해 모든 대학원 입학생들을 대상으로 기본적인 연구 윤리를 교육하고 정규 교과목과 포스텍 자체 연구윤리위원회에서 주관하는 연구 윤리 관련 심포지움이나 워크숍을 통해 체계적으로 연구 윤리를 교육함. 최종적으로 학위 논문 심사 등록 시 연구 윤리 준수 확인서 제출을 의무화함으로써 자신의 학위 논문에 대한 책임을 지도록 제도화하고 있음

o 학사관리 개선 및 운영계획

- 4차 산업혁명 기술의 발달로 빅데이터 구축, 머신러닝, IoT 기술은 체계적이고 전문화되어 가고 있는 반면, 4차 산업혁명 기술과 환경연구와의 융합은 세계적으로 미비한 실정임. 우리 교육연구단은 4차 산업혁명의 융합 기술을 기반으로 한 교육·연구의 중요성을 인지하여 융합 기반의 입체적 빅데이터 분석을 통해 환경 변화의 사전 예측 및 선제적 대응으로의 변화를 추진하고 있음

o 입학부터 졸업까지 체계적 학사시스템 강화

- 대학원 조기진학 특차전형, 상시지원제도 등 합리적 입시 프로세스 운영 및 공정관리 위원회의 점검을 통해 체계적이고 공정한 입시제도 운용 강화
- 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
- 성적과 강의평가를 분리하여 강의평가의 공정성 확보 및 평가결과 공유로 강의 질 관리
- 졸업요건으로 학칙에 명시한 예외사항을 제외하고는 국제학술지 게재를 원칙으로 하고 학위논문은 영어로 작성 의무를 지속
- 인원 미달로 인한 폐강 수업도 유지청원을 통해 필요에 따른 유지로 학사 유연성 확보
- 전임교원 중심의 수업 질 강화 지속 추진

o 실질적 융복합을 위한 유연한 학사구조 운영

- 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 환경분야 융합교육과 연구의 선도
- 융복합을 위한 전공과목 개설 등 학과 차원의 실질적 구조 개혁 지원을 위해 자기 주도적 온라인 학습 플랫폼 POSTECHx 적극 활용
- 융복합형 교과과정 강화를 위하여 역량기반 교육과정을 도입하여 환경 대학원 융합교육혁신을 선도함
- 다양한 환경관련 외부협력기관과 연계를 통한 융복합형 비교과 프로그램을 활성화를 위하여 다양한 과정 개설 지원 (창업·기업가 전공 융합 교과/비교과, 산학협력 대학원 프로그램 등)

o 학생의 니즈 및 미래사회 수요에 기반한 학사관리 구조 개혁

- 미래사회 대비 구조개혁: 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 추진

- 학생의 니즈 기반 구조개혁: 학부 대학원생 만족도 조사 기반을 통해 제도 개선 요구가 큰 취업 및 진로 지도 정보 확대, 연구실 전공 공개 및 선택 확대 등을 위한 구조 개혁 추진. 다양한 환경분야 대학원생 커리어 업 지원, 건강한 연구실 문화 조성 사업 추진, 대학원생 휴가제도 도입 등 니즈 기반 구조 개혁 추진

다. 교육과정의 충실성과 지속성

o 교육과정의 충실성

- 우리 교육연구단에서는 환경 분야의 세계적인 최신기술 동향 파악을 통해 산업/사회 현안 맞춤형 커리큘럼을 대학원 교육과정에 “충실하게” 반영하여 창의성, 융복합 인재 개발 중심의 학습체제로 전환 및 미래기술 융합연구를 교육하는 패러다임으로 전환하고자 함
- 연구 교육 프로그램의 다양성과 국제화를 증진시켜 한국형 인구밀집 사회 문제 해결에 기여할 수 있는 장기적 인재양성 프로그램 발전에 목표를 둬. 정기적으로 POSTECH 재학생/졸업생 연구 포스터 워크숍을 개최하여 현재 진행 중인 연구 과제들을 교류하고 과거 또는 현재의 교육 프로그램의 개선점들을 논의할 기회를 제공하여 지속적으로 교육 프로그램을 발전시키고자 함
- 포스텍 환경공학부는 포스텍에서 추구하고 있는 “비전 2030 플랜” (2030년에 세계 20위권 대학 진입)에 맞춰 환경공학부는 세계 20위권 이내의 환경 분야 연구집단 위상제고를 목표로 설정함
- 환경공학부는 SCI 논문, 피인용지수, 연구비 수주 규모 등 대학 자체 학과평가에서 1, 2위로 매우 우수함
- 환경공학부의 재정투자는 2019년도의 경우 대학원 학생 1인당 144,288,000원으로 국내 최고 수준
- 졸업생 434명 중 36명 (8.3%)이 국내외 주요대학에서 교수로 임용되었고, KIST, ETRI, 표준연구원 등 정부출연연구소와 삼성, LG, 포스코, SK 등 대기업에 취업하여 국내환경 분야 교육 및 연구를 선도하고 있음
- 정통 환경 분야에 대한 우수한 교육프로그램 운영으로, 지난 세 차례 BK21 사업단 평가에서 환경분야 지속적으로 최상위권을 유지하여 충실하고 우수한 교육과정으로 평가받음

o 교육과정의 지속성

- 인류와 공존할 수 있는 환경 및 생태계 구성에 있어 시민들을 포함한 다양한 이해 관계자들과 소통할 수 있고 지역 사회적, 환경적 가치를 공유할 수 있는 미래 인재를 양성하는 것이 지속가능하고 균형적인 발전에 중요하기에 본 교육과정은 인류의 역사와 같이 지속될 것임
- 인구밀집 산업사회 시대를 맞아 환경전문가들이 미래 사회에 발생할 환경문제를 예측하여 선제적으로 대응할 수 있는데 필요한 역량을 갖추 수 있도록 교육하는 것은 국가와 사회의 지속가능한 발전을 위해 반드시 요구되는 시대적 과제임
- 저출산·고령화 시대에 지속가능한 환경 유지를 위하여 시대에 맞는 환경문제를 해결하고 선제적 대응을 위한 고급인력의 수요는 항상 존재함
- 실용학문의 특징과 현재 구축된 우수한 경쟁력을 바탕으로 환경분야의 우수한 산업체 및 외부기관과의 지속적인 프로젝트 발굴을 통한 지속적인 재원을 확보할 계획임. 이를 바탕으로 4차 산업·사회 대비 및 세계적 수준의 역량제고를 통해 우리 교육연구단의 지속성을 유지할 계획임

라. 산업·사회 문제 해결을 위한 교육 프로그램 내용 및 운영계획

o 4차 산업·사회 문제 해결을 위한 교육연구단의 교육 프로그램 구성

- 4차 산업혁명이라는 개인 맞춤형 다변화 산업구조로의 변화에 따른, 다변화된 미래 환경문제 예측하고 대처할 수 있는 환경분야 인재양성프로그램으로의 변화가 요구됨. 또한, 빅데이터가 활용

되는 4차 산업시대에서, 수많은 정보의 호수에서 양질의 data를 확보하고 처리할 수 있는 데이터 처리기술과 인공지능 및 기계학습을 활용한 유용환경정보처리 기술이 필수적임

- 우리 교육연구단의 4차 산업혁명시대 다가올 환경문제에 선제적 인력양성을 위해서 (1) 기존 환경 핵심 교과목들을 개편하고 (2) 환경 선택 교과목을 연구단 방향성에 맞게 개선하거나 새로운 강의를 개설하고 (3) 연구단 방향성에 맞는 타과 교과목의 cross-listing 추진을 통해서 교육 프로그램을 개편할 계획임
- 우리 교육연구단에서는 학문적 수월성과 융합 능력 배양을 강조함과 동시에 전인교육을 강조함으로써 사회적 리더로 성장할 수 있도록 대학원 교과목 체계를 구축하였음

o 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

<표 1> 비교과 프로그램 구성 내용

프로그램명	강의내용
신입생 오리엔테이션	o 학위이수규정, 대학원 교과목 소개, 연구 윤리 등을 교육 o 학위 취득 절차, 대학원 생활 전반에 대한 안내, 연구 윤리를 포함한 국·영문 학생 매뉴얼 제공
자기주도 연구세미나	o 수강 학생들이 연구과정 중 읽은 논문 소개, 아이디어 공유하는 과목 o 토론을 통해 융합적 사고를 하는 방법을 자기 주도적으로 학습
대학원생/신진연구인력 교수 (teaching) 과목	o 강의 기회 부여를 통한 신진 연구인력의 성장 o 대학원생 및 신진 연구인력의 강의 기회 부여를 통한 선순환형 교육
영어 발표 및 영어논문작성법	o 대학어학센터와 공동으로 영어 발표, 영어논문 작성법 등 국제 학술활동에 필요한 기회 제공
연구 윤리 교육 세미나	o 연구자의 책임과 의무, 연구 발표에 있어서의 진실성, 연구 자료의 관리, 인간 대상 연구 윤리, 동물대상 연구윤리 등에 대한 체계적 학습
연구 안전 교육 세미나	o 연구실 안전의식 제고를 위해 연구종사자 대상 교육 실시 o 연구실안전법, 연구실안전관리비 사용 기준, 폐기물 관리지침 교육
환경공학 창업과 기업가정신	o 창업에 대해 수월하게 받아들일 수 있는 환경 조성을 목적으로 개설 o 벤처기업의 창업 경험을 전달하고, 창업 관련 기관의 전문가를 초빙하여 시장조사, 사업계획서 작성법 등 창업 지원 구체화
인공지능 등 특정분야 단기강좌 개설 (short course, 1학점)	o 특정 전공 분야의 최신 추세와 연구결과에 대한 온라인 강좌의 외주 용역을 통한 수준 있는 타 분야 전공지식에 대한 교육 o 단기간에 해외 참여교수나 외부인사 강의를 통한 심층교육



〈그림 8〉 우리 교육연구단 구축 예정인 대학원 교육 프로그램 체계

o 산학 협동 교육과정 운영

- 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. ‘현장연구’ 교과 운영을 통해 우리 연구교육단과 MOU 협력 기관 (SK인천석유화학, 국립환경과학원, 포항산업과학연구원, 포항테크노파크)과의 실체적 협력을 강화하고 산업체 career-track 내용을 보강하고자 함
- 산업체 CEO, 직원, 연구소 직원 등을 초청하여 강좌를 진행하거나, 세미나 강좌 초청을 통해 교육연구단과 산업체의 지속적인 인적 교류를 모색하였고, 다양한 산업체 인사의 강좌를 통해 학생들이 다양한 전공분야에서의 현장 적응력을 증진할 수 있을 것으로 기대됨
- 산업체와의 산학 협력을 강화하고 현장 중심의 실효성 있는 공학교육을 위해 산업체와 교육과정을 공동으로 개발하고 운영하는 프로그램을 시행하고 있으며, 현재 포스코와 SK와 협력으로 산학 협동 교과목을 공동 개발 중임

o 융합 및 창업 코스 운영

- 창업 경험 전달을 위해서 ‘환경공학부 세미나’ 교과목에 창업 아이디어를 구상하고 구체화 시키는 다양한 분야의 내·외부 강사를 초빙하고 온라인 강의와 연동하여 학생들이 교육받은 지식을 통해서 창업하는 수월성을 제공함
- 산업 및 연구현장에서의 커뮤니케이션과 매니지먼트 스킬을 익히고 사회를 보는 시야를 확장하며 미래 발전에 필요한 네트워크를 구축할 기회를 제공하기 위한 현재의 현장실습 교과목을 확대하여 운영할 계획임
- 교내에 기업가정신 융합 부전공 (산업경영공학과 및 창의IT, 인문 등 여러 학과로 구성)과 산학협력 대학원 프로그램이 있어 학생들이 산업 및 학계 등 사회의 다양한 수요에 대응하는 리더로 성장할 수 있는 토대가 마련되어 있음
- 융합 및 창업을 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 로드맵 강화 프로그램의 운영이 예정되어 있음

<표 2> 산업·사회 문제 해결을 위해 확정된 산학연계 교육 프로그램

1) 산학연계세미나

발표자 (소속)	현 연구단 방향과 연관성
황*현 (애*/대표)	바이오가스화 공정 효율성 제고를 위한 머신러닝 적용 (2020년 2학기)
구*완 (삼**자/과장)	스마트 플랜트의 환경제어 시스템 (2020년 2학기)
한*성 (롯데/과장)	바이오가스 플랜트 실시간 원격 모니터링 시스템 구축 (2020년 2학기)
김*우 (베**즈/대표)	기후변화 대응 컨설팅 기법 (2020년 2학기)
노*철 (에***리/대표)	친환경플라스틱 기술 (2020년 2학기)

2) 현장실습

방문현장 (산업체)	현 연구단 방향과 연관성
울산용연, 병합소화시설 (SBK)	음식물류폐기물과 하수슬러지의 병합소화 효율 진단 및 제어인자 파악 (2020년 2학기)
대구상리, 폐기물 처리시설 (대우건설)	바이오가스화 시설의 주요 운전인자 및 미생물 정보의 연계 교육 (2020년 2학기)
구룡포 스마트소화조 (KEC 시스템)	수산폐기물 처리시설 클라우드 기반 진단 및 주요 미생물 빅데이터 구축법 (2020년 2학기)
포항, 포스코	제선공정 관련 대기오염물질 및 비산가스 절감 (2020년 2학기)
친환경 플라스틱 시설 (에이엔폴리)	친환경플라스틱 생산시설 및 생분해 평가시설방문 (2020년 2학기)

3) 인턴십

협력기관	현 연구단 방향과 연관성
KEC system	수산폐기물 처리시설 클라우드 기반 진단 및 주요 미생물 빅데이터 구축법 (2020년 2학기)
SK 인천석유화학	난배양성 미생물을 활용한 4차산업 산업폐수처리 공정 이해 (2020년 2학기)
포스코	제선공정 관련 대기오염물질 및 비산가스 절감 (2020년 2학기)
극지연구소	극지 기후변화가 한반도에 미치는 영향 이해 (2020년 겨울방학)
두산인프라코어	선박/건설장비/군수모빌 관련 탈질기술 (2020년 2학기)

마. 교육연구단의 대표적 교육 목표 달성 전략

o 4차 산업혁명 대비 맞춤형 교육의 개편, 신설을 통한 충실성 제고를 근간으로, 단계적 교육법, Feedback형 산학협력, 국제화를 통해 4차 산업·사회 대비 미래 환경 분야에 실용적이며 세계 최고 수준의 국제적 리더의 양성이라는 대표적 목표의 성공률을 극대화할 계획임

- **1단계, 이론 교육:** 환경 4대 분야의 Domain Knowledge와 4차 산업기술 중 환경 4대 분야와 교육 융합에 필요 기초분야 및 과목 (실시간/IoT, 빅데이터, 머신러닝, 프로그램 언어)에 대해 학제간 프로그램 (Interdisciplinary program) 형태의 융합교육을 의미함
- **2단계, 기초연구 교육:** 실험 능력 함양을 위해 핵심이론 교육 (강의실)과 기초연구 (실험실)의 융합과 관련된 교육을 의미함
- **3단계, 실무교육:** 실용화 능력 제고를 위해, 핵심이론 교육 (강의실)과 기초연구 (실험실), 현장연구 (산업현장) 전체를 연결하는 교육을 의미함
- 국제화 교육프로그램: 2단계 (기초 연구) 교육 수준 이상의 대학원생을 대상으로 국제적 교류 및 학술발표를 장려하고, 연구자 및 교육연구단의 국제적 인지도 제고를 목표로 함

o 대학-산업체 간 상호 인적 교류 활성화 및 실제적인 산학협력

- 환경분야의 핵심 Domain Knowledge와 핵심 연구능력이 검증된 대학원생을 대상으로 산업체와의 연계를 통한 실무 교육단계에서는 “Lab-Field-Lab”의 개념으로 습득한 최신이론과 첨단 기술과의 융합을 통해 실제적이며 실용적인 능력을 함양하게 함
- 산업·사회문제의 해결을 위해 교육연구단 내 산학협력 전담팀을 구축하고, 산업체-대학 산학협력모델을 동반성장형 연구·교육 모델로 재구성함. 이러한 신개념의 산학협력모델의 전략과 단계적 추진 방법을 모색하여 산업기여지수 (industrial impact factor, IIF) 개발 및 관리, 제도 개선, 정책적 지원을 수립 및 관리함
- 우리 교육연구단과 MOU 협력기관인 SK인천석유화학, 국립환경과학원, 포항산업과학연구원, 포항

테크노파크의 네트워크를 적극적으로 이용하여 산학공동연구 경험 축적 기회를 제공할 뿐만 아니라 참여 대학원생의 산·학·연 사이 가교 역할을 수행할 수 있는 능력을 함양하게 할 예정임

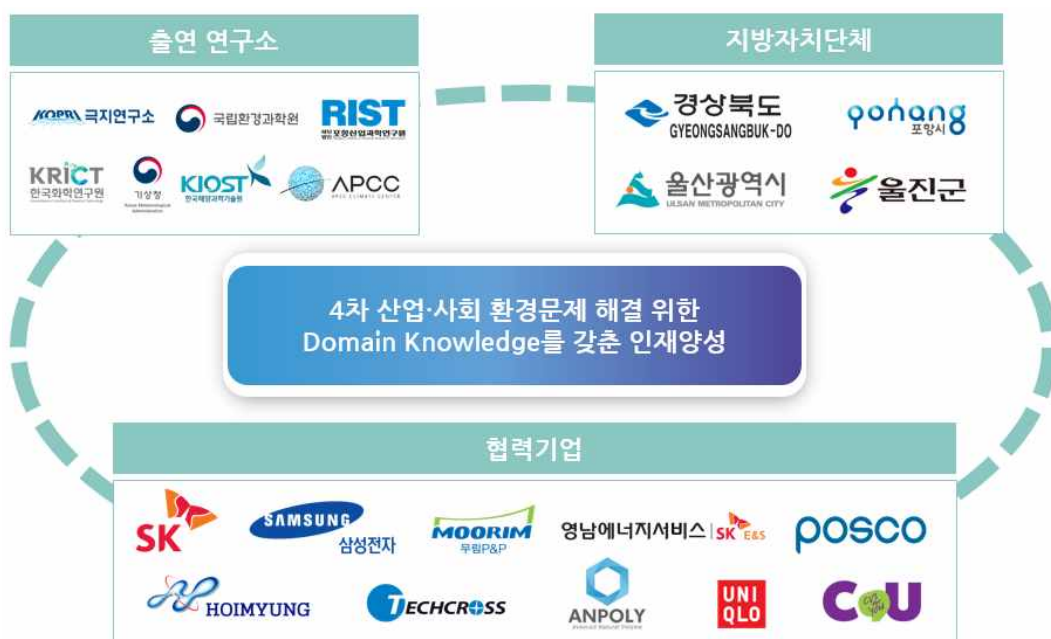
- 산학협력 전담팀을 통해 산학협력 우수 참여교수를 중점 관리하고, 우수 협력 사례를 Open coursework 개설을 통해 “교육-연구 선순환”에 기여할 수 있도록 할 예정임
- Open consulting을 통한 교육연구단 내/중소기업 대상의 기술 공유로 교육-연구 핵심역량 강화에 도움이 될 수 있도록 함. 교육연구단 내/중소기업 중점 지원으로 연 1~2회 정도의 무료 기술 자문 수행을 추진함. 컨설팅 대상에게 기술 자문에 대한 수요를 조사하여, 관련 교수와 해당 기업/교수/신진연구인력에게 연계가 될 수 있도록 적극적으로 지원함

o 참여구성원의 국제적 인지도 향상

- 다양한 국제교류 프로그램, 우수학술대회 참석, 해외석학 초청 강연을 통한 최신 이론을 교육하며 구성원 개인에 대한 mentoring과 지원을 강화하여 양적 위주의 교육을 탈피할 수 있는 환경 조성
- MOU를 체결한 해외 대학/연구소 등에서 지속적인 국제 협력 연구가 가능하도록 구성원을 적극적으로 초빙. 국제공동강의 교과과정의 확대 운영, summer school 개최, 학위논문 공동 심사위원 등 지속적 국제네트워크를 구축할 기회로 활용

o “교육-연구의 선순환” 구조 구축

- 우리 교육연구단은 수질·폐기물, 대기오염, 생태환경, 기후변화를 4개 중점 연구 분야로 선정하고, 이를 담당할 세부전공그룹을 운영하고 있음. 각 세부전공그룹은 학생들에게 수준 높은 교육을 제공하고 이를 통해 얻은 우수한 연구성과를 다시 교과목에 반영하여 교육의 수준을 높이는 교육-연구 선순환을 실현할 것임
- 프로젝트 기반 교과목들을 통해 학생들에게는 자기주도형 연구 방법을 교육하고 우수한 연구 결과를 그룹의 교과목에 다시 반영하는 교육-연구 선순환을 구현
- 학생이 직접 연구 경험, 아이디어 창출, 문제점 해결을 강의하며 토론하는 ‘자기주도 연구세미나’ 과목 운영



<그림 9> 공공기관 및 산업체와 실체적 협력 체계 구축

- 프로젝트 기반의 다양한 교육-연구 선순환 교과목 운영: ‘산업체/지자체와 산학연계 프로젝트’를 바탕으로 학생들이 산업체/지자체와 협력하여 문제를 “자기주도적”으로 해결할 수 있는 능력을 교육
- 국내 산업체 임원 초청 세미나, 학생 주도의 외부강사 초청, 수요자 위주교육 및 온라인 강의 인정 등을 지속적으로 진행하여 교육과 연구에서 학생이 주체가 되게 하고 융합적인 마인드를 갖도록 도와주고 있으며 앞으로도 교육과 연구의 선순환이 지속 발전할 수 있도록 정진할 예정임
- 연구중심의 산학협력-기술사업화-창업 플랫폼 연계 강화를 통해 탁월한 연구결과-혁신적 성과창출-기술사업화-창업-연구로의 재투자-교육 프로그램 반영과 같은 “교육-연구 선순환” 구조 구축

o 연구역량의 교육적 활용

- 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

사. 전임교수 대학원 강의 계획

o 전임교수 대학원 강의 계획

- 환경분야의 핵심적인 과학과 공학 지식 Domain Knowledge 기반의 교육 강의는 인구밀집 사회에서 발생 가능한 복합 환경문제에 대해 ‘선제적 대응’이 가능한 유연한 환경인재 양성이 가장 기본이 되는 부분임. 이를 위해 우리 교육연구단 전임교원 대학원 강의 계획을 (표 3)에 정리하였음
- 4차 산업기술과 융합을 위한 교과목 (환경빅데이터 개론, 기계학습과 데이터전처리, 환경 IT 및 제어공학, 환경 AI 최신동향 (그림8))은 2020년 하반기 교과과정 전략회의를 거쳐 2021년 1학기부터 단계적으로 개설 예정임. 관련과목은 해당분야의 이해도가 높고 현재 우리대학 AI 대학원 겸임교수인 감종훈, 국종성, 황동수, 황석환교수가 담당하고 관련분야 신입교수 충원 후 교과위원회 회의를 거쳐 재조정 될 예정임
- 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 진행할 예정임
- Open coursework 개설을 통해 교육연구단과 산학협력 산업체 대상 교육을 목적으로 온라인 또는 오프라인으로 제공함. 실질적이고 효율적인 운용을 위해 교과목에 대한 산업체의 수요를 조사하고, 교육연구단에서는 교과목 리스트 제공, 산업체 설문조사 결과 공유, 강의계획서 제공 등으로 양방향 소통이 가능하도록 함

o 전임교수 대학원 강의 교수법 향상 프로그램

- 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

〈표 3〉 교육연구단 주요 교과목의 개편 및 신설 강의 내용

분야	과목명 (전임교원명)	기존강의내용	연구단 방향에 맞춘 개선 방향
수질 및 폐기물	수질오염 (조*우)	수질 오염물질의 발생 및 제어에 대한 강의	효율성과 경제적 처리를 위한 빅데이 터 활용법 및 최신기술 소개
	환경생물 (황*수)	환경오염 제어를 위한 생물공정 설 계에 필요한 정량적인 분석법 강의	오믹스 기반 미생물학/생화학적 환경 처리 최신기술 강의
	환경전기화학 (조*우)	(신규개설)	전기화학적 수질·폐기물처리법 강의
	환경생물공정 (황*환)	환경오염원의 종류와 전통적인 생 물학적 처리 공정 강의	빅데이터 및 머신러닝 개념을 환경생 물공정과 접목하고 사례 강의
	유기성폐기물 분석 (황*환)	유기성폐기물의 구성요소 및 생물 학적 분해 관련 이론강의 및 실습	분자생물학적 분석기법 이론과 예측 알고리즘 개발 내용 추가
생태 환경	지구환경 (이*택)	지구 형성 후 전 지구적인 변화에 대한 해양화학의 관점에서 이해	온실가스, 유기물의 해양 및 대기의 상호작용 및 빅데이터 활용법 강의
	환경보전 (황*수)	(신규개설)	환경과 인류보건과의 상관관계와 인 구밀집형 사회의 환경현상 추가 강의
	환경위해성 평가 (권*윤)	환경에 도입되는 다양한 물질들의 환경영향평가법 강의	다양한 환경 분야 실규모 설비 현장 견학 및 산학협력 강의
	환경고분자 (황*수)	환경과 플라스틱 폐기물 관련 강의	미세플라스틱/해양플라스틱 등으로 인한 재난 시기에 플라스틱 활용강의
	방재정보학 (감*훈)	(신규개설)	재난 대응형 빅데이터를 기반으로 한 환경 방재 AI의 활용법 개발
대기 오염	환경물리화학 (최*용)	환경오염 및 다양한 환경 현상을 이해하기 위하여 필수적으로 필요 한 물리화학에 대한 기초지식을 교 육함	전통적인 물리화학적 지식들이 4차 산업혁명 시기의 환경에 적용되는 사 례들을 발굴하여 교육과 연계
	환경무기화학 (홍*봉)	환경오염물질 제거용 다양한 무기 재료에 대한 기본개념, 합성방법, 응용 분야에 대한 강의	미세대기오염물질 관련 신기술 및 제 어방안에 대한 소개 및 최신 연구계 산업계 석학의 초청강의 삽입
	환경촉매 (홍*봉)	CO ₂ 와 질소산화물(NO _x) 등 지구온 난화 및 미세먼지 야기하는 주요 대기오염물질에 대한 촉매제어기술 강의	대기오염물질 제어용 최신 촉매기술 과 AI 등을 활용한 최신 촉매 디자인 기술 소개
	환경에너지 (최*용)	(신규개설)	환경·에너지의 상관관계에 대한 강 의
	광화학적 환경정화기술 (최*용)	(신규개설)	태양에너지가 4차 산업혁명 시기에 환경 및 지속가능발전에 기여하는 사 례 소개 및 창의적 아이디어 도출 유 도
기후 변화	기후물리 (민*기)	대기, 해양, 지표, 수권의 지구기후 시스템에서의 역할과 그 상호작용 을 기후 및 환경변화 측면에서 학 습	4차 산업혁명 시대의 지속가능한 지 구기후시스템의 구성요소와 AI 활용 및 빅데이터 최신 분석기법 추가

	수문기후학 (감*훈)	(신규개설)	기후변화에 따른 물순환의 변화, 기후 재난 위험도와 인구밀집형 지역사회에 직면한 물 환경 문제 해결 방안 모색
	지구환경 유체역학 (국*성)	기후변화 연구에 필수적인 대기와 해양의 순환 원리를 근본적으로 이해하는데 필요한 역학 과정을 강의	대규모 지구유체유동 빅데이터의 체계적인 분석법 강의. 교육과 연구의 융합을 위한 방향의 강의내용 추가
	기후변화 모델링 (민*기)	(신규개설)	기후변화를 정확하게 예측하기 위한 최신 모델링 방법론 강의
공통 핵심 교과	환경공학개론 (황*환)	각종 환경오염의 원인과 결과, 기술대응 등에 대한 개괄적인 이론 교육	환경 4개 중점 연구 분야와 AI 기술의 접목을 위한 요소기술 교육
	세미나 (감*훈)	환경과 관련된 다양한 이슈에 관한 전문가 초빙 세미나	학계뿐 아니라, 산업계, 정부 단체의 비중을 높여 융합연구 이론 및 교육
	환경통계 (민*기)	기본적인 통계 원리 및 소프트웨어 실습 교육을 통한 환경공학/과학 분야의 데이터 해석 기법 교육	AI 활용 및 빅데이터 분석에 관한 최신 통계기법 보강, 온라인강의 및 외부석학강의 도입
	환경공학실험 (감*훈)	다양한 환경 시료에 대한 기본 지식 및 다양한 분석방법 고찰 및 매주 관련된 기기분석 실험	환경 분야별 분석이론 강의. 다양한 분석실험 (오믹스 실험, 첨단 기기분석)을 통한 실습교육
	인공지능과 환경데이터 (국*성)	(신규개설)	환경에서 중요해지는 빅데이터와 인공지능을 위한 분석법 강의
	현장연구 (황*환)	현장 견학 및 관련 전문가들에게 듣는 최신연구 및 기술 동향 강의	미생물 기반의 공정, 머신러닝 기반의 이상 상황의 선제적 대응 내용 추가

2. 인력양성 계획 및 지원 방안

2.1 교육연구단의 우수 대학원생 확보 및 지원 계획

2. 인력양성 계획 및 지원 방안

2.1 교육연구단의 우수 대학원생 확보 및 지원 계획

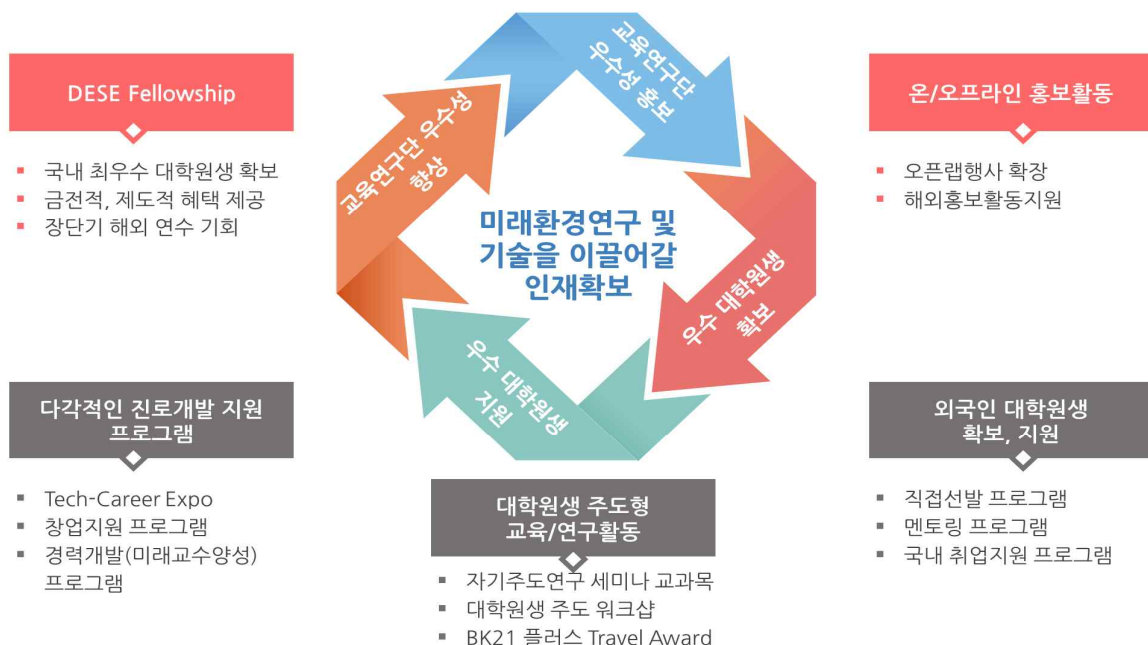
[총론]

- 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
- ‘4차 산업 핵심 소양과 환경공학적 사고력을 융합한’ 미래인재 양성이 필요하며, 환경을 포함한 다양한 전공 분야를 바탕으로 환경 문제를 융합적으로 이해하고 책임질 수 있는 우수한 대학원생 확보가 절실함
- 이를 위해 능동적이고 잠재적인 인재를 발굴할 수 있는 제도와 지원체계를 구축할 계획으로, “지적 능력과 더불어 세계적 연구 업적을 이룩하고자 하는 열정”을 갖춘 인재선발을 최종 목표로 함

[추진전략]

가. 우수 대학원생 확보 전략

- 서울 입시설명회
 - 우리 대학 및 본 학과에서는 입시설명회를 매년 2~3회 서울 포스코센터와 포스텍 내에서 개최하여 대학원 신입생 선발에 대한 정보를 주기적으로 안내하고 있음
- 동/하계 환경연수프로그램
 - 우수 대학원생 확보를 위해 하계와 동계에 4주간의 환경연수 프로그램과 오픈랩 제도를 두어 학부 3, 4학년생들에게 연구 참여 기회를 제공하여 연구에 대한 흥미를 유발하고, 대학원 생활을 미리 경험하게 함으로써 우리 교육연구단 대학원생으로의 진학을 독려하고 있음
 - 포스텍 타 학부 재학생을 대상으로 환경공학부 입시홍보 설명회 개최



〈그림 10〉 우수 대학원생 확보 및 지원 체계

o Open Lab

- 연중 실시하며 참여자에게 교통비를 지원하고 있음

o 입시홍보자료 발송

- 매년 2회 (상/하반기) 입시 홍보자료 (포스터, 리플렛)를 국내 주요 대학 관련 학과로 발송하여 우수한 학생들의 지원을 요청하고 있음

o 대학원 화상 입시설명회 연중 개최

- 대학원입시 지원 예정자와 희망 지도교수와의 만남 형태를 다각화, 빠른 궁금증 해소 등을 위해 화상 입시설명회를 연중으로 개최

o 교육연구단의 “DESE Graduate Fellowship” 선발 지원 (장학금 1천만 원 수여)

- 대학원 신입생을 대상으로 매년 “DESE Graduate Fellowship”을 선발, 별도의 장학금을 지급하고 있음. 이를 통해 우수한 학생들이 환경공학부 대학원에 진학할 수 있도록 유도하고 있음

<표 4> DESE graudate fellowship 수혜자 정보 (2015~2019)

No.	과정	학번	성명	지도교수	출신대학	지급일자
1	통합	2012****	원*현	최*용	KAIST/건설및환경공학	2013.03.01
2	통합	2013****	서*희	장*석	경희대/환경학및환경공학	2013.03.01
3	통합	2014****	문*영	이*택	연세대/시스템생물학	2014.03.01
4	통합	2016****	박*희	황*수	경북대/응용화학	2016.03.01
5	통합	2018****	이*호	이*택	포스텍/신소재공학	2018.09.03

나. 우수 대학원생 지원 계획

o 연구 성과의 질적 향상을 위해서 우수 대학원생 포상

- 우수한 연구 성과를 도출한 학생을 선정하여 추가 장학금을 지원할 예정임
- 우수한 연구 성과를 도출한 학생을 선정하여 장단기 해외연수 및 학술발표를 지원할 예정임

o 진로개발 지원 프로그램의 다각화

- 4차 산업혁명을 거치면서, 우수 연구인력의 진로 방향이 대학 및 교육기관, 산업체, 연구소, 정부 기관 등으로 매우 다양하게 변할 것으로 예측되기 때문에, 대학원생의 다양한 진로개발 가능성에 부응하는 효과적인 진로개발 지원 프로그램을 운영할 예정임

o 재학생 생활의 질 향상을 위한 편의 제공 프로그램 운영으로 우수한 재학생들의 동문 (선후배) 유치

- 학생 라운지 운영 (매일): 조식 제공 (식빵, 음료, 시리얼 등)
- 체육대회 (상반기), 등산 (하반기) 진행

o 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

2. 인력양성 계획 및 지원 방안

2.2 대학원생 학술활동 지원 계획

2.2 대학원생 학술활동 지원 계획

[총론]

- 우리 교육연구단에서 배출되는 인재들이 빅데이터, 사물인터넷, 인공지능 등이 접목된 새로운 접근법을 기반으로 환경문제 해결할 수 있도록 새로운 방향의 학술 및 연구 활동 지원이 요구됨
- 따라서 우리 교육연구단의 대학원생 학술 활동을 세계적 수준으로 도약시키기 위해 여러 가지 제도적 장치를 마련하고자 함. 특히 기존 환경공학부의 학술 및 연구 활동에 대한 지원에 덧붙여, 첨단 환경연구 및 산업 현장을 우리 교육연구단 참여 산업체, 지자체, 공공기관과의 협조로 학생들이 연구현장을 경험하면서 학술 및 연구 활동을 진행할 수 있는 시스템을 구축할 예정임
- 교육연구단 및 대학 내 다른 학문 분야와의 공동연구를 장려하고 학생공동 워크숍, 세계 우수대학 및 연구기관과의 공동연구 지원, 자기주도형 학술 역량 강화 프로그램 구축, 연구주제 기반의 자기주도형 교육-연구 선순환 시스템 구축을 통해 대학원생들의 학술 및 연구의 질을 제고할 것임
- 학술활동 지원 주요 내용
 - 첨단 환경연구 및 산업 현장 체험학습형 대학원생의 학술 및 연구 활동 지원
 - 우리 교육연구단에 우수한 대학원생의 학술역량 강화
 - 첨단연구 및 산업현장 체험형 (Research & Industry Inside) 학술 및 연구 활동 지원

[추진전략]

가. 자기주도형 학술역량 강화 교육 제공

- 학술활동 능력 극대화를 위한 학술 프로그램의 교육강좌 개설
 - 문헌조사법, 참고문헌 관리법, 연구윤리, 연구지표 및 논문 지표를 인식시키고 교육하여, 참여 대학원생은 연구자로서 기본소양을 갖추게 함
- 대학 어학센터와 공동으로 영어강의 개설 및 수강 지원
 - 영어 논문 쓰기, 영어발표 등 국제 학술 활동에 필요한 이론교육 및 실습기회를 제공하여, 국내외 학회 및 저널에 자신이 수행한 연구를 발표하고 연구내용을 교류할 수 있는데 도움을 줌
- 차등 인센티브 및 시상을 통한 우수연구에 대한 동기부여 강화
 - 우리 교육연구단은 비전 달성에 부합하는 우수한 연구 결과에 대해 우수연구상 등을 제정하여 연구 동기를 함양하는 한편, 대학원생 업적의 공정한 평가를 통해 인센티브를 지원할 계획임. 이를 통해 선의의 경쟁을 유도하고 다량의 우수한 결과를 확보할 수 있을 것으로 기대함. 또한, Bottom-up 방식의 우수대학원생 해외연수도 지원할 예정임
- 세미나 과목 멘토 역할을 할 수 있는 우수 신진연구인력 배치
 - 세미나 과목 진행 시 우수 신진연구인력을 초청하여 그들의 노하우 및 성공사례 등을 경험하게 하여 스스로 새로운 연구 분야를 개척할 수 있는 연구자로 발돋움하도록 보조
- 대학원생 학술교류세미나 프로그램 운영
 - 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 계획임. 학술교류세미나 발표자에게는 졸업 시 ‘올해의 환경대학원생 (최우수 논문상)’ 와 대학의 ‘최우수 논문상 수상 후보자’ 로 자동 추천되며, 학기별 발표자는 자신이 원하는 국내 세미나 연사 초빙 자격 및 식사 기회 제공함

o 대학원생 강의 조교 (lecture assistant, LA) 임명 및 강의기회 확대

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

o 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 업적 관리 방법
- 제안서 작성에 필요한 세부사항 및 노하우 공유
- BK21 사업단에서 필요로 하는 연구 분야 소개 및 연계연구 도모
- 전공 교과목 단기 강의 기회 부여 (예, '자기주도연구 세미나' 과목을 신설하여 강의)

나. 교육과 연구의 선순환 구조 강화

- 학위 주제 및 연구주제 기반 수업을 활성화하여 수업에서 학습한 내용을 본인 연구주제에 적용하는 훈련을 하고, 우수 결과물들을 논문, 특허 또는 사업화하는 경험을 하도록 장려
- 우리 교육연구단에서 보유한 장비에 대해 담당자 선정 및 동영상 교육자료 제작 등 체계적인 교육을 하여 연구에 적극적으로 활용하도록 보조
- 우수한 연구 성과의 경우, 교육연구단 교육자료로 발전시켜 연구수준을 전체적으로 향상할 수 있도록 함

다. 우수 외부 협력기관과 연계 교육을 통한 융합 연구역량 향상

- 환경 자체가 융합학문이기에 학문 간의 융합을 강조하여 창의적인 연구주제를 발굴하도록 지원할 계획임. 4차 산업 시대 환경문제 해결을 위해서, 다른 연구 그룹 혹은 타과에서 개설한 과목들을 수강하도록 장려하여, 환경공학의 기반 위에 다양한 학문 분야와의 융합연구를 촉진할 예정임
- 대학의 교육·연구자원을 활용한 지역사회 및 산업체에 필요한 Domain Knowledge 습득 교육을 하고, MOU 체결 기관 (SK인천석유화학, 국립환경과학원, 포항산업과학연구원, 포항테크노파크)과 연계하여 인공지능, 창업 등 단기성 교육을 확대, 중장기 계획에 따른 융합역량 향상 교육 프로그램 운영 및 산학공동 학술발표 장려

라. 국제공동연구 활성화를 통한 국제적 인지도 향상

- 4단계 두뇌한국21 성과확산 및 학술연구 글로벌화 촉진을 위하여 교육연구단 우수대학원생 대상 국제공동연구 지원 강화
- 학생 주도의 국제 워크숍을 통해 해외 대학·산업체 간의 상호 정보교환, 학생들 간의 미래 공학자로서의 국제적인 인적 네트워크를 구축, 국제감각과 토론 능력의 향상을 도모할 수 있음. 분야별로 교류 대학·산업체와 공통관심 주제를 선정하고, 이를 반영한 실험 수행한 후 연구결과를 발표하는 형식으로 수행할 예정임

마. 주요 연구분야 학술 활동 지원 계획

o 수질·폐기물

- 우리 교육연구단은 다수 대기업 (포스코, 포스코건설, SK 인천석유화학, SK E&S, 대우건설, 롯데건설, 삼성전자, 서희건설, 한솔이엠이 등) 및 중견/중소기업 (㈜부강테크, 무림P&P, SBK, 환경에너지 오앤엠, 한라산바이오, 애티(주), 세부수산, 씨맥 등), 지자체/공공기관 (포항시, 안산시, 한국환경공단 등) 등과 수질·폐기물 분야의 산업·사회적 현안 해결을 위해서 다수의 연구 과제를 수행하고 있기에 이러한 연구과제수행을 대학원생 학술 활동과 연계시킬 예정이며, 이를 통하여 참여 대학원생이 산·학·연 사이 가교 역할을 수행할 수 있는 능력함양 기회를 제공할 예정

o 대기오염

- 우리 교육연구단은 대기오염에서 가장 큰 사회적 이슈인 미세먼지 발생을 억제할 수 있는 기술에 중점을 두고 대학원생들에게 이 분야의 최신 지식과 경험을 쌓을 수 있는 학술 활동을 적극적으로 지원하고자 함. 미세먼지 발생을 억제하기 위하여 전구체인 휘발성유기화합물질 (VOC) 및 NOx 를 효율적으로 제거할 필요가 있으며, 이는 주로 많은 산업체에서 필요로 하는 핵심촉매기술임. 이로써 산학협력 활동에 대학원생들이 참여하여 실용적인 교육 효과를 극대화할 수 있음. 특히 포스코의 RIST 미세먼지 연구센터와의 전략적인 협력을 통해 대형산업체에서 발생하는 미세먼지 전구물질들의 배출과 제어를 체계적으로 관리할 수 있는 창의적인 아이디어를 개발할 기회 제공하고자 함. 국제공동연구로는 미국 Rice 대학, Yale 대학, 벨기에 KU Leuven 대학 등과 공동연구를 대학원생 학술 활동과 연계하여 대학원생들의 해외 대학 파견연구와 관련 국제학술대회 활동을 적극적으로 지원할 계획임

o 생태환경

- 우리 교육연구단은 생분해성 플라스틱 개발 (한국화학연구원), 생분해성 플라스틱 생산 (㈜SK), 생분해성 플라스틱 활용 (CU 편의점), 플라스틱 분해 미생물 발굴 (포스텍), 플라스틱 생분해 검증 (울산시)로 연결된, 친환경 플라스틱 순환 클러스터 과제를 대학원생 현장 학술 활동과 연계하여, 학생들의 산/학/연의 협력과정을 이해하게 하여, 실무형 인재로 교육할 예정임. 또한, 미국 하버드 대학교, 하와이대학, 중국 남경정보과학기술대학 (NUIST), 핀란드 헬싱키 대학 연구팀, 아이슬란드 연구팀들과의 지구 유기물 순환에 공동연구를 대학원생 학술 활동과 연계할 예정임

o 기후변화

- 기상청, 네이버 또는 카카오톡 데이터 사이언티스트분들을 초청하여 캠퍼스 내에서 빅데이터 기반의 환경/방재 AI 기술을 소개하는 학회나 워크숍, 그리고 교육 프로그램을 개최하고 환경 방재 AI 분야에 필요한 다양한 분야의 잠재력이 있는 우수 신진연구인력 (기후학 학사, 컴퓨터 공학사, 수학 또는 통계학사, 심리학사 등)을 확보할 계획임. 이런 산학 간의 교육연구 활동을 통해 기존의 대학원 연구원생들의 기상청, 네이버, 그리고 카카오톡에서의 인턴십 기회를 모색하여 새로운 지식이나 기술을 프로젝트에 접목할 기회를 갖도록 지원할 계획임
- 해외의 수치모델링 센터 (예, 미국 NOAA/GFDL, 미국 대기 연구 센터, NCAR, 영국 해들리 센터, 독일 막스 플랑크 기상연구소 등)와의 공동연구를 추진하고 대학원생들의 중장기 연수 활동을 지원함으로써 수치모델링 분야의 전문가가 될 수 있도록 기회를 제공할 예정임

2. 인력양성 계획 및 지원 방안

2.3 우수 신진연구인력 확보 및 지원 계획

2.3 우수 신진연구인력 확보 및 지원 계획

[총론]

- 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
- 신진연구인력 주요 지원 내용
 - 미래환경 문제해결에 기여할 수 있는 신진연구인력을 확보하고 이들을 발전시킴
 - 우리 교육연구단에 우수 신진연구인력을 확보 및 능력을 최대한 발휘할 수 있는 환경 조성
 - 우리 교육연구단의 신진연구인력들이 국내외 인적 네트워크를 개발하고 성장할 수 있도록 보조

[추진전략]

가. 우수 신진연구인력 확보

- 교육연구단 성과의 지속적 홍보
 - 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 증원할 예정
- 신진연구인력 진로 현황 적극적 홍보
 - 우리 교육연구단에서 재직했던 신진연구인력 (박사후연구원 및 연구교수)의 진로 현황을 공개하고 적극적으로 홍보할 예정임. 우리 교육연구단 소속으로 신진연구인력의 주요 진로 현황은 다음과 같음

<표 5> 신진연구인력의 주요 진로 현황

신진연구인력 현황 (2015~2019년)			진로현황 (2020년 4월 현재기준)						
비전임 교원	박사후 연구원	총 인원수	전임 교원	비전임 교원	선임급 연구원	박사후 연구원	정부 기관	대기업	총 인원수
5	30	35	9	7	3	9	5	2	35

나. 교육연구단 차원의 신진연구인력 지원

- 우리 교육연구단에서는 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 지원할 예정
- DESE Post-doctoral Fellow 신설 및 신진연구인력에 대한 처우 개선
 - 우수한 박사후연구원을 확보하기 위해 DESE Post-doctoral Fellow 제도를 신설하여 2~3명 정도 선발하고 이 수준을 지속적으로 유지할 계획임. 이 제도로 선발된 경우 연봉을 50% 이내에서 상향 조정할 수 있도록 함
 - 계약 교수의 경우는 경력 및 성과에 따라 3등급으로 분류하여 1등급 1000만 원, 2등급 500만 원, 3등급 200만 원으로 인센티브를 제공하고자 함. 매년 사업추진운영위원회의 평가에 따라 각종 인센티브를 제공할 예정

- 그 밖에도 신진연구인력의 주거복지를 위해 포스텍 내의 아파트 시설들을 적극적으로 제공 예정

o 신진연구인력에 대한 적극적인 연구지원

- 연계교수와의 종속적인 연구를 지양하고, 그룹 간의 intra-disciplinary research, 그리고 다른 학문 분야와의 multi-disciplinary research를 수행하는데 핵심 역할을 수행할 수 있도록 연구재단에 다양한 과제 (기본, 생애 첫 연구)에 지원을 격려할 예정
- 신진연구인력의 업적을 반영하여 교육연구단에서 해외학술대회 참석을 지원함
- BK21 플러스 사업에서 주최하는 국내/국제 심포지엄에 주도적으로 참여하거나 논문발표를 유도함
- 외부 과제 수주를 통해 독립적 연구자가 되도록 훈련함
- 영문논문의 작성 및 교정 서비스를 교육연구단에서 지원함
- 연구에 보다 집중할 수 있도록 행정의 간소화 및 우수한 행정 인력을 보강함

o 교육연구단 내의 공동연구 장려

- 과거 BK21 2단계 사업에서는 주로 연계교수 중심의 독립적 연구가 주를 이루었다면, 이번 BK21 플러스 사업단에서는 참여교수 간의 그룹 내 혹은 그룹 간의 공동연구를 장려할 예정

다. 대학원 혁신 지표와 연계한 신진연구인력 지원

o 연구자 (교수, 신진연구인력) 중심의 연구지원 체계 개선 계획

- 연구 활동 지원역량 고도화를 통한 연구자 중심 연구환경 선도
- 연구 데이터 보안을 위한 전자 연구 노트 시스템 구축 및 운영
- 가속기 등 인근 핵심 연구기관 연계를 통한 융합연구 지원체계 강화
- 연구자 중심의 연구 과제 전 주기적 연구지원체계 구축

o 학문후속세대에 대한 연구 기회 제공 계획

- 고난도/도전적 연구개발 시도형 ‘Alchemist 프로그램’ 운영
- 신진연구인력 대상 ‘포스테키안 펠로우십 프로그램’ 운영
- 연구교수 확대를 통한 신진연구인력 연구경쟁력 제고

라. 현재 채용 추진 중인 신진인력 현황

채용분야	역할
[수질·폐기물]	<ul style="list-style-type: none"> o SK 인천석유화학과 공동연구를 통해 하수처리장 생물공정 저해물질 탐색과 NGS 기반 미생물 군총 DB 구축 및 Amine류 분해 미생물 농축 배양을 통한 Bio-augmentation 기술개발을 위한 신진인력 채용 예정 o (주)회명 솔레니스, (주)나노팩, (주)테크로스, (주)삼성전자등의 기업등과의 산학과제를 수행할 신진연구인력을 채용할 예정임
[대기오염]	<ul style="list-style-type: none"> o (주)삼성전자와 공동으로 대용량 실내정화용 광촉매 산화 반응기 제작을 수행할 신진연구 인력을 확보할 예정임 o (주)포스코에서 제선 공정 중에 발생하는 질소산화물 제거를 담당할 신진연구인력을 확보할 예정임
[생태환경]	<ul style="list-style-type: none"> o 한국해양과학기술원 (KIOST) 및 국립환경과학원 (NIER)과의 한국/일본 해역 수은 오염원을 추적하는 공동연구를 수행하기 위한 신진연구인력을 채용할 예정 o 포항의 지역적 환경문제 해결을 위해 (주)POSCO와 공동으로 과제를 수행할 신진연구인력을 채용할 예정임

[기후변화]

o 기상청, 네이버 데이터랩, 카카오 등의 빅데이터 기반의 환경/방재AI 기술 개발을 위한 신진연구인력을 채용할 예정임

3. 참여교수의 교육역량 대표실적

<표 2-1> 해당 산업·사회 문제 해결분야 문제해결을 위한 참여교수의 교육역량 대표실적

연번	참여교수명	연구자등록번호	세부전공분야	대학원 교육관련 대표 실적물	DOI번호/SBN/인터넷 주소 등
	참여교수의 교육관련 대표실적의 우수성				
1	국*성	1011****	기후학	기후역학 교육용저서	ISBN 978-89-425-9101-5
	<p>본 저서는 기후역학교과서 라는 제목으로 2017 출판되었음. 기후변화를 이해하기 위해서는 우리가 살고 있는 지구의 기후시스템을 제대로 이해하는 것이 선행되어야 함. 기후역학교과서는 기후시스템의 작동원리와 기후변화의 메커니즘을 소개하는 대학원 교육용 교과서. 다양한 기후현상의 발생원리와 진행 과정, 그 영향이 체계적으로 기술되고 있음. MJO의 역학, 엘니뇨, 몬순, 태풍, 한파, 기후 민감도 등 기후연구와 관련된 다양한 주제의 기본 개념부터 구체적 역학과과정까지 폭넓게 기술되어 있음. 우리나라 여러 대학원에서 기후학 또는 기후역학과과정에서 교재/부교재로 사용되고 있음</p>				
2	이*택	1005****	환경지구과학	대학원 교육용 부교재	ISBN978-331922720-7
	<p>본 저서는 Natural and anthropogenic carbon cycling이라는 제목으로 2015년 출판되었으며, 동해의 수온, 산소함량 및 심해순환 패턴의 변화가 동해의 탄소순환에 직·간접적으로 영향을 주고 있음을 보여줌으로써 해양의 탄소순환에 영향을 주는 인자들에 대한 설명을 담고 있음. 동해의 물리적 역학이 열린 바다의 역학과 유사하기 때문에 동해에서 무기 및 유기 탄소순환을 연구하면 지구의 탄소순환에 대한 이해가 향상될 수 있으며, 결과적으로 지구에 대한 탄소순환변동을 보다 정확하게 예측할 수 있음. 본 교재를 통해 인간기원 탄소에 의한 해양산성화 및 탄소순환에 대한 이해의 폭을 넓힐 수 있음</p>				

연번	참여교수명	연구자등록번호	세부전공분야	대학원 교육관련 대표 실적물	DOI번호/SBN/인터넷 주소 등
	참여교수의 교육관련 대표실적의 우수성				
3	황*수	1016****	청정기술	연세대-포스텍 지구환경 분야 교수 20명 공동 강의	https://www.postechx.kr/
	<p>본 연세대/포스텍 온라인 공동강의는 지구 및 환경 연구의 현재와 미래라는 제목으로 2019년2학기에 녹화되었음. 급격하게 변화하는 환경문제에 대응하기 위해서, 다양한 분야의 전문가들의 전문성들을 융합하여 문제를 해결해 나가는 것이 중요하고, 이에 대한 대학원생 교육의 필요가 존재함. 이를 위해서 포스텍 환경공학부 10명의 교수와 연세대학교 지구환경공학부 각각 10분의 교수가 참여하여, 양 대학을 교차로 방문해서, 교수들의 연구분야와 최신 환경연구동향에 대해서 포스텍과 연세대 대학원생들에게 강의하고, 강의된 강의를 온라인으로 수강할 수 있는 온라인 강좌를 개설하였음</p>				
4	황*환	1005****	유기성폐기물처리	대학원 교육용 저서	ISBN 979-11-86459-28-7
	<p>본 저서는 Practical Guidelines for Anaerobic digestion: Microbiology and Molecular Biology라는 제목으로 2016년 출판되었으며, 유기성폐기물 혐기소화에서 소화조 내 생태공학적 성상 및 미생물학, 분자생물학에 대해 교육하기 위해 집필된 대학원용 저서임. 기존 혐기소화 공정 최적 조건 연구의 경우, 유입물질 성상변이, 공정형태 등 핵심 공정 운전인자의 연계해석이 부족하고 단순 물리 화학적 항목을 특정하여 공정 효율 (바이오가스 발생량, 유기물 처리율)을 진단하여 공정 이상상황의 선제적 대처 및 바이오가스 전환율 향상에 한계가 존재하였음. 또한, 혐기소화 공정은 다양한 미생물 종들의 복합적/유기적 과정으로, 미생물학/분자생물학적 관점에서 공정 재해석을 통해 체계적이며 선제적 대응이 가능해짐</p> <p>소화조 내 미생물의 정성/정량적 (Real-time PCR, NGS) 측정을 위한 최신 분자생물학적 기술과, 혐기소화조 내에서 중요한 역할을 하는 핵심 혐기 박테리아와 methanogenic 고세균의 종류 및 역할, case study를 통해 최신 동향을 전달하고자 하였음</p>				

연번	참여교수명	연구자등록번호	세부전공분야	대학원 교육관련 대표 실적물	DOI번호/SBN/인터넷 주소 등
	참여교수의 교육관련 대표실적의 우수성				
5	황*환	1005****	유기성폐기물처리	대학원 교육용 저서	ISBN 979-11-86459-47-8
	<p>본 저서는 유기성 폐자원 바이오가스화 시설의 경제성 분석이라는 제목으로 2017년 출판되었으며, 바이오가스화 시설의 경제성을 평가하는 방법론을 제시하기 위한 대학원용 교육 저서임. 국내에 설치되어 가동 중인 유기성폐기물 바이오가스화 시설은 설계인자에 못 미치는 가스 생산량, 낮은 메탄 농도, 소화액 및 악취의 처리, 운전 및 유지 관리 기술부족 등과 같은 여러 문제점으로 인해 정상적으로 가동되지 못하는 사례가 많음. 특히, 한국의 유입물질 성상, 가스 이용을 위한 제반여건 등을 충분히 고려하지 않고 외국 바이오가스화 기술을 직도입한 경우 국내 실정에 맞는 운전기술의 개발이 필요함. 특히, 유기성폐기물 바이오가스화 시설의 경제성 확보가 사업성 제고와 바이오가스 설비 확대의 열쇠인 것으로 평가되며, 경제성 확보를 위해서 먼저 정확한 경제성 평가가 선행되어야 하나, 이전까지는 바이오가스화 시설 경제성 평가를 위한 표준화된 지침 등이 부재하여, 이를 해결하고자 하였음</p> <p>본 교재에서는 유기성폐기물 에너지화시설의 원리, 운영인자, 플랜트 구성요소, 기획 및 설계, 국내외 현황 등 기술적인 부분과 경제성 분석에 대한 일반 방법론과 함께 바이오가스화 경제성 분석에 관한 사례를 이용하여 경제성 평가 방법을 다루고 있음</p>				

4. 교육의 국제화 전략

4.1 교육 프로그램의 국제화 계획

4. 교육의 국제화 전략

4.1 교육 프로그램의 국제화 계획

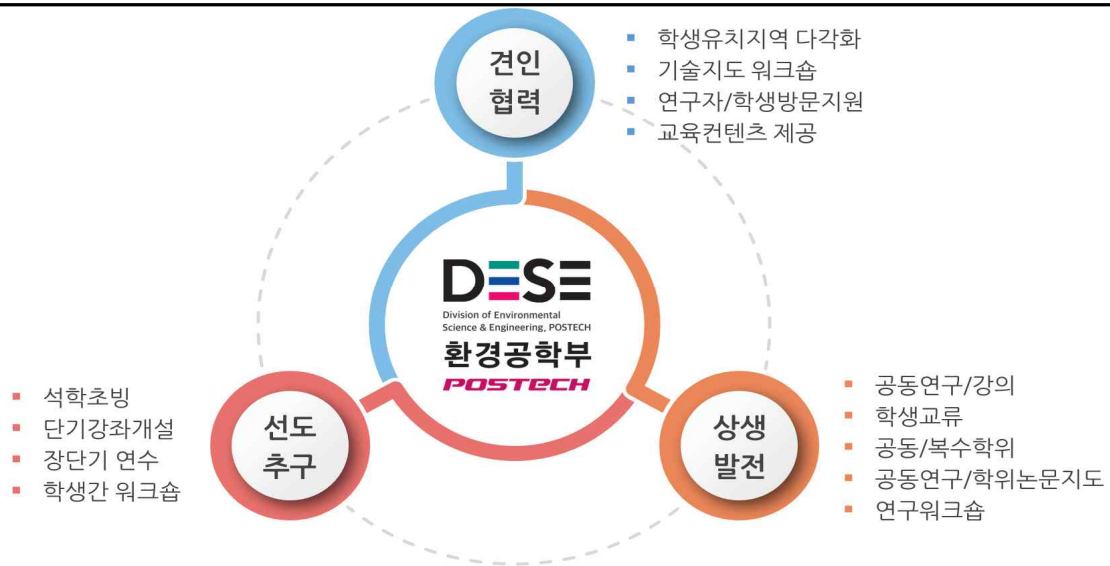
[총론]

- 인류는 20세기 중반 환경문제가 협소한 지역적인 문제가 아니라 전 세계적인 이슈라는 것을 인지하였고, 이를 위해서 범세계적인 국가들의 협력이 필요하다는 사실에 동의하여 국가 간 환경문제를 전문으로 다루는 유엔환경계획 (UNEP)을 설치하여 환경에 대한 지구촌 차원에서의 대책을 마련하고 있음
- 지구온난화 등의 기후변화, 오존층 파괴, 생물 다양성, 폐기물의 국가 간 불법이동, 산성비 피해, 해양오염 등의 지구환경문제가 제기되었고, 지구환경 보전을 위한 노력이 다양한 국제협약 형태로 가시화되었음
- 우리 교육연구단이 중점적으로 교육하는 4대 분야 [수질·폐기물, 대기오염, 생태환경, 기후변화] 분야도 국내와 지역에 국한되는 문제가 아니라, 세계적인 공동연구가 필요하고 국제협력을 통한 공동연구가 그 어느 때보다도 중요함
- 특히, 동북아에 위치한 한반도는 최근 환경 분야에 주 이슈가 되고 있는 미세플라스틱, 미세먼지, 해양산성화 등의 문제 해결을 위해서 이웃 국가들과의 국제공동연구가 필수적임. 따라서, 국가적으로 미래 국제환경 이슈를 선도하고, 국제사회와 협력이 가능한 환경 분야 인재 양성이 무엇보다 중요함
- 우리 교육연구단의 주요 국제화 내용
 - 환경 분야 국제환경협약과 국제공동연구를 선도하고 기여할 수 있는 글로벌 환경 전문인력 양성
 - 교육연구단의 대학원생들과 신진연구인력들이 해외과학자들과 국내외 과학기술자원을 공동으로 활용할 수 있도록 인프라 제공 및 네트워크 구축
 - 해외과학자들과 상생발전 수준의 국제공동연구 수행 역량 제고

[추진전략]

가. 교육연구단의 대학원 교육 국제화 현황

- 현재 우리 대학원 모든 강의를 100% 영어로 진행하고 있으며, 동일한 기조를 계속 유지할 예정임
- 박사 학위 논문의 영어 작성비율이 100%이며 앞으로도 계속 지속할 예정
- 영어 발표 및 논문 작성 교육
 - 우리 대학원 학생들이 영어로 진행되는 모든 과목에 적극적으로 참여하고 학술 내용에 대한 영어 발표 능력을 향상할 수 있도록 학과에서 비용을 부담하여, 포스텍 어학센터에서 원어민 교수에게 영어 발음 교정, 문법 교정, 발표 자료 준비, 발표 자세 교정 등의 내용에 대해 일대일로 튜터링 받을 기회를 제공함. 이는 학생들의 영어 및 발표능력 향상에 크게 기여하여, 국제학술대회에 성공적 참여 및 우수 발표상 수상, Global PhD 장학금 선정 등의 성과를 이루는데도 이바지 할 수 있음
 - 학교 어학센터에서는 정규학기 (12주)와 계절학기 (5주)에 Conversation, Technical Writing, TOEFL IBT Writing, TOEFL IBT Speaking 등의 과정을 정기적으로 개설하여 학생들에게 영어 능력향상 기회를 제공하고 있음
- 초청세미나 영어 발표 진행
 - 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 초청 연사에 의한 강연도 특수한 사정을 제외하고는 모두 영어 강의 진행을 권장하고 있어 지난 2년 동안 모든 세미나가 100% 영어로 진행되었음. 이를 통해 학생들이 학술적 내용에 대한 소통을 영어로 하는 것을 자연스럽게 받아들이고 직접 영어로 질의/응답 등을 진행할 수 있도록 함



<그림 11> 우리 교육연구단의 국제화 체계 및 비전

o 온라인 교육시스템 구축 및 외국대학 및 학자와 강의 교류에 활용

- 포스텍 온라인교육 플랫폼인 POSTECHx (<http://postechx.kr>)을 활용하여 강의를 온라인화하며, 협력 외국대학 또는 참여 해외석학과 교육 콘텐츠를 공유하고 있음 (Virtual class)
- 화상강의실 (Virtual Class Room)을 제작하여, 이를 온라인 강의와 학위심사 등에 활용 중임

나. 외국대학과의 복수학위제

o Times Higher Education (THE) 2019년 기준, 설립된 지 50년 이하인 대학에서 1위인 홍콩과기대 (HKUST)와 석/박사 공동학위 프로그램을 2020년 상반기부터 시작할 예정임. 이를 통하여 우리 교육연구단과 HKUST 간의 공동연구수행, 유연한 연구인력 교류 등에 큰 도움이 될 것으로 예상함. HKUST의 환경프로그램은 다양한 형태의 faculty가 60여 명에 이르는 대규모 학과이며, 우리 교육연구단에 주안점을 두는 미래 사회의 환경문제 해결에 매우 활발한 교육 프로그램을 가진 대학으로 효과적인 상생발전형 연구교류 파트너로 예상됨

o 대학원 교육 프로그램 국제화를 통한 글로벌 경쟁력 강화 계획

- 해외 대학과의 공동/복수 학위제 운용: 해외 우수 대학과의 대학원 학위 프로그램 공동 운영으로, 본교 및 해외 대학 대학원생이 공동으로 참여할 수 있는 학술/연구 환경을 조성하고, 국제 공동연구 및 학술교류 활동 추진
- 2019년 3월 종료된 홍콩과기대와의 박사과정 공동학위 협약 갱신을 위해 프로그램 세부사항 협의를 통한 재협정 추진

다. 외국 학술기관 및 산업체와 교류 계획

o RCEES (Research Center for Eco-Environmental Science)와의 공동 교육 프로그램

- 세계 최고 수준의 환경연구소인 중국 과학원 (Chinese Academy of Science) 산하 RCEES (Research Center for Eco-Environmental Science)와 연구 및 학술 교류에 대한 MOU를 체결. RCEES는 환경공학 특화 연구소로 457명 연구인력 (교수 262명, U-CAS)과 5억 위안 (100억 원) 연구비 규모를 가진 중국 내 환경 관련 최대 규모의 연구소임. 3개 국가중점연구실 (State Key Lab) 수 십 년간 유지하고 있는데 중국 내 환경 관련 State Key lab이 7개 내외인 점을 감안할 때 중국 내 입지를 가늠할 수 있음

- RCEES의 3개 국가중점연구실 중 하나인 State Key Laboratory of Environmental Aquatic Chemistry (SKLEAC)는 50여 명의 연구인력 (교수 18명)을 보유하고 있고 주요 연구 활동은 정수 처리, 물 자원 관리, 물 자원 보호, 수처리 공정 등을 연구 중으로 특히 중국 내 40여 개의 현장 시설 (최대 20만 톤/일 규모)로 운영 중인 등 다양한 실증 경험이 있어 환경기술의 실용화/상용화를 지향하는 우리 연구팀의 연구 성격과 유사성을 보여 장기적인 협력 파트너로 적합함
- 본 MOU에 기반하여 2021년까지 각 기관의 연구자 (교수 포함)가 1개월 내외 상호 방문하여 연구 결과 공유 및 직접적 공동 실험을 할 예정임

o Google trends 방문 교육

- 미국 캘리포니아주에 위치한 구글 트렌즈 연구개발팀과 빅데이터를 기반으로 한 AI 기술의 통해 실시간으로 개발하는 수문 기상 예보 기술력을 개발을 목적으로 구글 연구개발팀을 정기적으로 방문하여 수재해 기간 동안 구글 사용자의 수재해 위험 인지도에 관련한 연구에 대한 방문 연구, 교수 파견, 대학원생 연수를 진행할 예정임

o The Alabama Water Institute와 NOAA National Water Center 공동교육

- 미국 앨라배마주에 위치한 The Alabama Water Institute와 NOAA National Water Center와 한국의 수문 기상 예보시스템을 개발을 위하여 정기적으로 한국의 대학원생, 신진연구인력, 그리고 교수들이 미국 앨라배마 대학 캠퍼스에 정기적으로 방문하여 수문 기상 예보의 빅데이터 활용법에 관련한 잠재적 공동 연구에 모색을 위해 방문 연구, 교수 파견, 대학원생 연수를 진행할 예정임

o NOAA Geophysical Fluid Dynamics Laboratory (GFDL)와 정기적 방문교육

- 미국 프린스턴에 위치한 NOAA Geophysical Fluid Dynamics Laboratory (GFDL)와 정기적으로 한국의 대학원생, 신진연구인력, 그리고 교수들이 미국의 NOAA GFDL에 정기적으로 방문하여 수재해의 미래 위험도에 관련한 연구에 대한 방문 연구, 교수 파견, 대학원생 연수를 진행할 예정임

라. 외국 학술기관과의 인적 교류

o 동아시아 3개국 환경 연구중심대학 공동 대학원생 공동 프로그램 운영 [RESO (Regional Environment and Sustainable Development program) Program]

- RESO 프로그램 참가 학생은 3주간에 걸쳐 강의 (한/중/일 대학교)를 듣고 견학 (환경 관련 기업 등)을 함으로써, 환경 관련된 수준 높은 교육을 집중적 받음
- 발표 및 토론시간을 통하여 각 분야 기술의 최신 동향과 실용화 사례 등에 대하여 공부하는 한편, 아시아 3개국의 환경이슈를 공유하고 서로에 대한 이해를 증진함
- 참가한 학생들은 미래 환경 분야 국제적인 인적 네트워크를 갖추는 계기가 되고 있음

o 해외석학 단기강좌개설

- 교육연구단 참여 해외석학들에 의한 해당 전문 연구 분야 관련 단기 강좌를 꾸준히 신설하여 최첨단의 글로벌 연구 동향과 전문적 지식 교육을 강화할 계획임
- 환경 4대 중점 분야의 최신 트렌드와 연구결과를 해외 참여교수로부터 짧은 기간에 심층 교육을 통해 배울 수 있는 단기강좌를 개설하여 학생들의 수요자 중심 교육을 강화할 예정임

o 해외석학 온라인 강좌 개설

- 최근에 일고 있는 4차 산업혁명의 하나의 특징 중의 하나인 정보통신기술의 비약적 발전은 인류사에서 문자와 인쇄술 발명에 이은 세 번째 혁명이기에, 해외석학들에 의한 전통적인 강의실에서의 지식전달 및 연구 노하우 교육뿐 아니라 그와 더불어 온라인을 통한 새로운 교육방식도 적극 이용 및 활용할 예정임

o 해외석학 공동지도교수제 운용

- 연구 활동 효율성 제고, 학제 간 다양한 연구 지원체계 구축, 교육의 다양성 확보 및 질적 수준 향상을 위해 해외석학 공동지도교수제를 운용하여 해외석학이 대학원생 논문지도에 참여하게 함

o 대학원생 장단기연수

- 국제협약을 체결 중인 CALTECH, 예일대 등의 세계 유수의 대학과 공동연구를 촉진하는 차원에서 매년 대학원생들을 선발하여 장단기연수를 지원하고 이를 통해 국제 공동연구의 기회를 증대하고 있음

<표 6> 해외석학 및 활용계획

해외석학	소속	전문분야 및 활용계획
Donat**** Por****	Dipartimento di Scienze dell'Economia, Università del Salento	[수질·폐기물] 자연 재해 경제 전문가. 이탈리아 정부의 지진을 줄이기 위한 노력에 대한 분석을 빅데이터를 이용한 최근 논문을 소개할 예정
Xiao**** H*	Stanford Woods Institute for the Environment, Stanford University /National University of Singapore (after July 2020)	[수질·폐기물] 인간활동이 지표수와 지하수의 상호작용을 통해 가뭄에 어떻게 영향을 미치는 연구한 최근 논문 소개할 예정
L* Ju****	Tsinghua University	[대기오염] DeNOx 환경 촉매 및 대기오염 제어를 전문가. 이와 관련된 강의 및 연구 지도 계획 중
X* Zh**	Research Center for Eco-Environmental Science (RCEES)	[대기오염] 1) 유무기 미량오염물질 제어를 위한 광전기화학 수처리 공정 개발, 2) 유기오염물 및 중금속 제거를 위한 (광)전기 펜톤 공정, 3) 산업폐수 제어를 위한 전기응집 공정, 4) 내분비계 장애물질 및 중금속 제어를 위한 전기환원 공정 등 수처리 및 자원회수에 활용될 수 있는 광전기화학 시스템 연구
Da*** M. Ka**	University of Hawaii at Mānoa	[생태환경] 해양의 탄소, 질소, 인의 순환 및 해양미생물의 메커니즘 연구
Jam** W. Mur***	University of Washington	[생태환경] 해양산성화 연구
Jó* Ólaf****	University of Iceland	[생태환경] 해양 생물기원 DMS 연구
Runs**** Yi*	Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guizhou, China	[생태환경] 아시아-태평양 수은 안정동위원소 기반 데이터베이스 구축을 위한 방법론을 논의 및 데이터 업데이트 및 정도관리 (QA/QC) 관련 강의 진행 계획
Ric**** A. Fe***	NOAA Pacific Marine Environmental Laboratory	[생태환경] 해양 생물에 의한 탄소 제거 연구
Mi*** Sipi**	University of Helsinki	[기후변화] 북극 대기 미세먼지의 구름핵 형성 협동 연구
Erw** Mon***	University of California, Davis, USA	[기후변화] 3차원 전 지구 대기화학수송모델 (GEOS-Chem) 개발을 위한 방법론 논의 및 국제연구교류 활성화를 위한 워크숍 개최 계획

Vi*** Mis***	IIT Gandhinagar	[기후변화] 수문기후학과 수문모델링 전문가로, Prof. Mishra 랩에서 운영 중인 인도 가뭄 모니터링 시스템과 모니터링에 사용된 모델을 소개하는 강의 진행 예정
Xi** Yu**	Nanjing University of Information Science and Technology	[기후변화] 수문기후학과 수문모델링 전문가로, Prof. Yuan 랩에서 운영 중인 중국가뭄 모니터링 시스템과 모니터링에 사용된 모델을 소개하는 강의를 진행할 예정
Fabr**** Tere**** Giz**	Institute of Science of Cultural Heritage, National (Italian) Research Council (ISPC-CNR)	[기후변화] 지진에 관한 지질 전문가로서, 이탈리아의 지진에 대한 대중의 인지 위험성을 지진 데이터와 사회 모니터링 시스템에서 제공되는 빅데이터를 이용하여 그 상관관계를 분석한 최근 논문을 소개할 예정
Won*** Pa**	Kiel University, 독일/ 2020년 하반기	[기후변화] 기후모델링 전문가로서 Kiel 기후모형을 직접 개발하였음. 대학원 대상 기후모형 모델링에 대한 특별 강의를 진행될 예정이며, 진행 중인 남극 기후변화와 관련된 공동연구도 마무리할 계획

마. 우수 외국인 학생 유치

- 우수 외국인 대학원생 유치를 위해 학과 교수들이 매년 중국, 베트남, 인도, 태국 등에 있는 우수 대학을 방문하여 연구 내용 및 학과에 대한 소개를 진행하고 있음. 그 결실로 현재 2019학년도 2학기 재학생 기준 총 73명의 학생 중 13명(비율 17.8%)의 학생이 외국인 학생에 해당하며 (별첨서류 참조), 앞으로도 우수 외국인 학생 유치를 위해 지속적으로 노력할 예정임

<표 7> 우리 교육연구단의 외국인 학생 현황

No.	국적	이름	출신대학 (자국내 순위)	인원
1	가나	Is*, Sami**** Atib**	Univ. of Mines & Tech. Tarkwa (11위)	1명
2	방글라데시	Jan*** MD Abu Ha****	Bangladesh Univ. of Eng. Tech. (1위)	1명
3	베트남	Ngu***, H. Li**	Hanoi Univ, of Sci. & Tech. (3위)	1명
4	이란	Bar***, Ana****	Islamic Azad Univ. (11위)	1명
5	인도네시아	Ag**** Yul***, Ar** Muli***, Ul**	Bandung Institute of Tech. (2위)	3명
6	중국	H*, Y* Ta*, Xuec*** Pa*, Don****	Univ. of Sci. & Tech. of China (6위) Tianjin Univ. (18위) Shanghai Normal Univ. (108위)	3명
7	태국	Chairattan****, Chay****	Chulalongkorn Univ. (1위)	1명
8	필리핀	Ton***, Jov***	Univ. of the Philippines (1위)	2명
계				13명

[대학 및 교육연구단 차원의 우수 해외 대학원생 유치 방안]

- o 캠퍼스 국제화 프로그램 운영
 - 2020년부터 영어 공용화 캠퍼스 정책 시행
 - 외국인 지원센터 (ISSS: International Student and Scholar Services) 운영
 - 외국인 유학생 대상 보험 의무 가입 제도 시행
 - 교육부 선정 불법체류 1% 미만 ‘교육국제화역량 인증대학’ 선정 (19.03~22.02)
- o 외국인 대학원 신입생 특별장학금 (정착금) 지급
 - 외국인 대학원 신입생들이 원만하게 포스텍에서의 유학 생활에 조기 적응할 수 있도록 입학 첫 학기에 인당 300만 원 이내의 장학금 (항공료, 정착생활비) 지급
- o Global 교육 교류의 확대 및 다변화 추구
 - 교환학생 유치 및 파견 (In & Outbound) 프로그램 시행
- o 외국인 유학생 유치를 위한 다양한 프로그램 운영
 - Open Lab Program 등 외국인 학생 유치홍보 활동 시행
 - ‘15년부터 중국, 베트남, 인도네시아 등의 우수학생 조기발굴을 위해 자매대학을 대상으로 Open Lab Program을 실시
 - ‘17학년도부터 Open-Lab Program 참가자에게 연구참여 학점 (1학점, S/U 성적)을 부여할 수 있도록 운영 제도를 개선함
 - ‘19학년도에는 프로그램의 효율적인 운영과 브랜드 이미지 강화를 위해 POSTECH Summer Program(PSP)과 통합 운영, 총 27명의 소속 교환학생 통합 PSP 참여
 - Open Lab Program (통합 PSP 포함) 운영 실적
- o 해외 대학 출신 대학원생 장학제도 운용
 - 대학의 국제화 인프라 및 유학생 지원체계를 인정받아, “정부 초청 장학생 수확대학 (대학원생 및 우수교환)” 으로 선정되어 국비 장학 유학생을 지속적으로 유치하고 있음
 - 정부 초청 GKS 장학생 입학 인원 (입학 연도 기준)

[대학 차원의 우수 해외 대학원생 행정지원 방안]

- o 외국인 학생 전담 행정 서비스 (ISSS) 운영
 - 외국인 학생들이 문화, 언어 등의 차이에도 불구하고 교육과 연구에 전념할 수 있는 환경을 제공하기 위해 대학 내 외국인 전담 지원부서인 ISSS (International Student and Scholar Services)를 운영하고 있으며 그 외 다양한 서비스를 제공하고 있음. 또한, Bilingual Campus 정책을 통해 모든 행정 공지사항 등을 한국어와 영어로 전달하고 있음. 외국인 학생들의 한국어 교육을 위해서 어학센터에서 초급 한국어와 중급 한국어 강좌를 개설하여 한국 문화 및 언어를 익힐 기회를 제공하고 있음. 그 외에도 본 학과에 입학한 외국인 학생들을 대상으로 정기적으로 간담회를 개최하여 교육과정, 행정지원, 연구실 및 대학 생활 전반에 대한 만족도 조사를 시행하고 건의/개선사항 등을 청취하여 외국인 학생의 만족도를 높여 나가는 노력을 지속적으로 진행하고 있음
- o 외국인 학생 멘토-멘티 프로그램
 - 외국인 학생들이 실험실 내에서 원활한 생활을 위해 외국인 학생 담당 멘토-멘티 시스템을 운영할 예정임
- o 영어 행정 시스템 운영
 - 외국인 학생들이 교내정보, 학사관리 등에 손쉽게 접근할 수 있도록 모든 전산시스템이 영어로 구현되게 되어 있음

o 외국인 장학 지원 시스템 보강

- 우수한 외국 학생들이 학업에 전념할 수 있도록 교육연구단 자체 장학금과 국내외 장학금 정보를 제공하고 있으며 구체적인 내용은 다음과 같음 (표 8)

<표 8> 외국인 장학 지원 시스템 현황

장학명	선발대상
재외동포재단 초청장학금 (재외동포재단)	국내대학 대학원 과정 이수를 희망하는 재외동포
대웅재단 장학금 (대웅재단)	대학생 및 대학원생 재학생 중 외국인 유학생
한국전쟁기념재단 장학금 (한국전쟁기념재단)	한국전쟁에 참전한 해외 참전용사의 직계후손인 대학생 및 대학원생
GKS 외국인 장학생 프로그램 (국립국제교육원)	대학생 및 대학원생
GKS 우수교환학생 지원사업 장학금 (국립국제교육원)	교환학생 입학예정자 중 국제협력 전략 국가 출신 대학생
한일대학생 교류사업 장학금 (국립국제교육원)	교환학생 입학예정자 중 일본대학 대학생
DESE Graduate Fellowship (포스텍 환경공학부)	외국 대학 우수학생
포스코 아시아 펠로우십 (포스코 청암재단)	아시아국가 대학생 및 대학원생
한일 공동 고등교육 유학생 교육사업 (국립국제교육원)	일본 국적 대학생 및 대학원생



<그림 12> 우리 교육연구단의 국제화 추진내용 총괄

4. 교육의 국제화 전략

4.2 대학원생 국제공동연구 계획

4.2 대학원생 국제공동연구 계획

가. 해외 연구실 장기연수 및 공동연구수행

- o 우리 교육연구단은 기존 간접적/수동적 형태의 국제 교류 혹은 기술연수가 아닌 적극적 국제공동 연구를 이루어 내는 것을 목표로 CALTECH을 포함한 7개 해외 대학·연구기관에 연구진을 파견하여 인적네트워크 구축 및 교류 협력을 수행할 예정이며, 학생교환 및 공동 논문 게재를 계획하고 있음. 이를 통해 참여학생들의 국제적 감각과 토론 능력 향상, 미래 공학자 간 인적 네트워크 구축 및 상호 정보 교환 능력 제고를 기대함

<표 9> 해외 연구실 장단기연수 계획

분야	성명 (지도교수)	국가/연수기관명	기간	연구 내용
수질 및 폐기물	김*정 (조*우)	중국/ Research Center for Eco-Environmental Science	2021.01.01.~ 2021.01.31. (약 1개월)	자가도핑된 TiO ₂ , Nb ₂ O ₅ 광전기화학 촉매의 공정화를 위해 Prof. Xu Zhao 그룹을 방문하여 전산유체역학을 이용한 Optical Field, Fluid Field 최적화, 광전극 설계를 위한 광반응기 성능지표 규명 등의 연구 수행 예정 <제출 증빙: 표 9-1>
수질 및 폐기물	김* (조*우)	미국/ California Institute of Technology	2021.01.01.~ 2021.01.31. (약 1개월)	선택적 오존 발생 양극을 Prof. Hoffmann 그룹에서 개발 중인 H ₂ O ₂ 발생 음극과 조합해 전기화학적 Peroxone 공정을 구현하고, Density functional theory (DFT)를 통한 양극 활성의 이론적 정당성을 규명 예정 <제출 증빙: 표 9-2>
대기 오염	홍*봉 교수 연구팀 (홍*봉)	벨기에/ Katholieke Universiteit Leuven	2020.9.30.~ 2020.10.30. (약 1개월)	국내에서 활용할 수 없는 단결정 구조결정 1H-29Si HETCOR NMR 및 27Al 3QMAS NMR 등을 구비하고 있는 Prof. C. Kirschhock 교수 연수실에 방문하여, 지금까지 분석할 수 없었던 제올라이트의 물리 화학적 특성을 분석 예정 <제출 증빙: 표 9-3>
생태 환경	장*현 (이*택)	아이슬란드/ University of Iceland	2020.08.01.~ 2020.08.31. (약 1개월)	아이슬란드 대학 극지연구소 연구진들과의 공동 연구를 협의하여 아이슬란드에 대기측정 장치를 설치하여 해양 바이오가스의 극지방 대기 중 미세 입자 형성 기여도를 밝혀냄. 해양 생물 활동과 구름 응결핵의 전구체인 미세입자의 형성 간의 유의미한 관계에 관한 연구를 위해 매년 아이슬란드 방문 중임. 2020년 이후에도 계속될 예정 <제출 증빙: 표 9-4>

생태 환경	김*양 (황*수)	미국/ The University of Arizona	2020.05.01.~ 2020.12.01. (약 6개월)	비산먼지 제어를 위해서, 사막화된 기후 때문에 비산먼지문제가 사회적 큰 이슈인 애리조나주의 주립대학과 공동으로 제어하는 연구와 실증연구를 진행할 예정 <제출 증빙: 표 9-5>
기후 변화	성*규 (민*기)	캐나다/ Environment and Climate Change Canada	2021년 상반기 (약 1개월)	극한기후 탐지 분야를 세계적으로 리드하고 있는 Xuebin Zhang 박사 그룹에 방문하여 복합 극한 현상 탐지에 적합한 새로운 분석기법 개발 연구 예정 <제출 증빙: 표 9-6>
기후 변화	장*수 (국*성)	미국/ The State University of New York	2021.01.01.~ 2019.09.01.~ 2021.08.31. (2년)	기후 분야에서 가장 활발하게 연구하고 있는 미국 국립해양대기국 지구물리연구소에 방문하여 극지 기후변화가 지역 기후에 미치는 영향 연구 진행 중. (2019.09~) 연구 확장으로 연수 기간을 1년 더 연장할 계획 <제출 증빙: 표 9-7>

나. 학위논문 국제 공동 심사

- 우리 교육연구단은 국제적 수준의 학위 논문 및 연구의 질 향상을 위하여, 해외 교수와의 공동 학위논문 지도를 장려하고 있음. 현재 8건의 학위논문이 해외 석학과의 공동지도를 통해 작성될 예정이며, 연구의 다양화 및 국제화 추세에 따라 꾸준히 늘어날 전망이다

<표 10> 학위논문 국제 공동 심사 계획

분야	성명 (지도교수)	해외석학명	해외석학 소속기관	논문지도내용
수질· 폐기물	홍*화 (조*우)	Michael R. Hoffmann	California Institute of Technology	염소발생 전기화학촉매연구 <제출 증빙: 표 10-1>
대기오염	박*환 (홍*봉)	Fengshou Xiao	Zhejinag University	배출가스제어 촉매연구 <제출 증빙: 표 10-2>
생태환경	김*양 (황*수)	MinKyu Kim	The University of Arizona	비산먼지제어연구 <제출 증빙: 표 10-3>
생태환경	이*현 (권*윤)	Runsheng Yin	Chinese Academy of Sciences	퇴적물 수은 안정동위원소 연구 <제출 증빙: 표 10-4>
기후변화	김*용 (국*성)	Daehyun Kim	University of Washington	인도-서태평양 변동 동아시아 기후 영향 연구 <제출 증빙: 표 10-5>

기후변화	박*정 (민*기)	Evan Weller	The University of Auckland	미래 계절 길이 변화 연구 〈제출 증빙: 표 10-6〉
기후변화	성*규 (민*기)	Xuebin Zhang	Environment and Climate Change Canada	복합 극한 현상 탐지 연구 〈제출 증빙: 표 10-7〉

III. 연구역량 영역

1. 참여교육 연구역량

1.1 국내 및 해외기관 연구비 (별도 제출/평가)

<표 3-1> 최근 3년간(2017.1.1.-2019.12.31.) 이공계열 참여교수 1인당 정부, 산업체, 해외기관 등 연구비 수주 실적

항목	수주액(천원)			
	2017.1.1.-2017.12.31.	2018.1.1.-2018.12.31.	2019.1.1.-2019.12.31.	전체기간 실적
정부 연구비 수주 총 입금액	6,048,640	7,623,809	6,837,493	20,509,942
산업체(국내) 연구비 수주 총 입금액	326,498	202,438	528,803	1,057,741
해외기관 연구비 수주 총 (환산)입금액	27,638	26,150	658,751	712,540
1인당 총 연구비 수주액				2,228,022
이공계열 참여교수 수	10			

<표 3-1-1> 최근 3년간(2017.1.1-2019.12.31) 인문사회계열 참여교수 1인당 정부, 산업체, 해외기관 등 연구비 수주 실적

항목	수주액(천원)			
	2017.1.1.-2017.12.31.	2018.1.1.-2018.12.31.	2019.1.1.-2019.12.31.	전체기간 실적
정부 연구비 수주 총 입금액	0	0	0	0
산업체(국내) 연구비 수주 총 입금액	0	0	0	0
해외기관 연구비 수주 총 (환산)입금액	0	0	0	0
1인당 총 연구비 수주액				0
인문사회계열 참여교수 수	0			

1.2연구업적물

① 참여교수 대표연구업적물의 적합성과 우수성

<표 3-2> 최근 5년간 참여교수 대표연구업적물 실적

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회계열	전공분야	실적구분	대표연구업적물 상세내용	증빙
				세부전공분야			
대표연구업적물의 적합성과 우수성							
1	홍*봉	1007****	이공계열	화학공학	저널 논문	① P Guo, J Shin, AG Greenaway, JG Min, J Su, HJ Choi, L Liu, PA Cox, SB Hong, PA Wright, X Zou	
						② A Zeolite Family with Expanding Structural Complexity and Embedded Isoreticular Structures	
						③ Nature	
				촉매화학공학		④ 524, 74-78	
						⑤	URL입력
						⑥ 2015	https://doi.org/10.1038/nature14575
						⑦ https://doi.org/10.1038/nature14575	
ZSM-25는 우수한 이산화탄소 흡착제로 알려졌지만 작은 결정 크기와 복잡한 구조로 인해 정확한 분석이 어려워 그 구조를 규명하지 못하였음. 홍석봉 교수 연구팀은 X-선 회절 및 3D 회전 전자회절 분석을 통해 그 구조를 해석하는 데 성공하여 ZSM-25 제올라이트와 기존의 Rho 및 ECR-18과의 구조적 유사성 및 이들 간의 구조 확장 원리의 존재를 확인함. 이러한 규칙성을 바탕으로 ZSM-25 보다 한층 더 확장된 가상의 제올라이트 구조를 예측하고 이들의 합성 전략을 수립하였음. 그 결과, 세계 최초로 직접 설계를 통하여 가상의 제올라이트인 PST-20과 PST-25제올라이트를 합성함. 합성된 PST-20 제올라이트 또한 우수한 이산화탄소 흡착량 및 선택도를 갖고 있어 이는 천연가스 추출 및 이산화탄소 저감 공법들에 활용될 수 있을 것으로 기대됨. 기존 단순 시행착오 접근으로만 행해지던 새로운 구조의 제올라이트 합성과는 다르게 제올라이트 구조를 디자인하고 그에 적합한 합성 전략을 세워 응용 분야에 적용한 최초 사례라는 것에 매우 중요한 의미가 있음. 제올라이트 분야의 궁극적 목표 중 하나인 맞춤형/주문형 제올라이트 합성에 한 발짝 다가간 매우 중요한 연구 성과로 인정받아 세계 최고 권위의 학술지인 Nature (IF:43.070) 지에 게재되었음							

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회계열	전공분야	실적구분	대표연구업적물 상세내용	증빙
				세부전공분야			
대표연구업적물의 적합성과 우수성							
2	홍*봉	1007****	이공계열	화학공학	저널 논문	① T Ryu, NH Ahn, S Seo, J Cho, H Kim, D Jo, GT Park, PS Kim, CH Kim, EL Bruce, PA Wright, I-S Nam, SB Hong	
				촉매화학공학		②A Fully Copper-Exchanged High-Silica LTA Zeolites as Unrivaled hydrothermally Stable NH3-SCR Catalysts	
						③ Angewandte Chemie International Edition	
					④ 56, 3256-3260		
					⑤	URL입력	
				⑥ 2017	https://doi.org/10.1002/anie.201610547		
				⑦ https://doi.org/10.1002/anie.201610547			
질소산화물을 제거하기 위한 자동차 촉매로 구리이온이 교환된 SSZ-13 (Cu-SSZ-13) 제올라이트가 상용화되어 있으나 750℃ 이상 고온에 쉽게 비활성화되는 단점을 가짐. 본 연구에서는 높은 실리카 함량을 갖는 LTA (Si/Al=8.3-∞) 제올라이트에 구리이온을 교환한 결과, Cu-LTA 촉매의 Si/Al 비율에 따라 구리이온 교환율이 최대화되었을 때 900℃ 수열처리 후에도 우수한 질소산화물 제거 성능을 유지 할 수 있는 혁신적인 SCR 촉매를 개발하였음. 또한, 배기가스에 포함된 황에 대한 저항성도 기존 상용 자동차 촉매보다 우수함을 발견함. 이러한 Cu-LTA 촉매의 개발은 현재 Cu-SSZ-13 촉매에 집중되어있는 SCR 촉매연구에서 벗어나 새로운 연구 방향을 제시할 것이며, 학문적 성과와 자동차 촉매 산업의 판도를 바꿀 수 있을 정도로 매우 중요한 의미를 갖고 있는 것으로 판단됨. 본 연구 성과는 그 중요성을 인정받아 JCR 랭킹 상위 10% (17/172) 저널인 Angewandte Chemie International Edition (IF:12.257)지에 게재되었음. 현재 피인용수는 71회임. 이 기술은 향후 자동차 배기가스로 인한 대기 환경문제를 해결할 수 있는 기술로 활용될 것으로 기대됨							

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회계열	전공분야	실적구분	대표연구업적물 상세내용	증빙
				세부전공분야			
대표연구업적물의 적합성과 우수성							
3	홍*봉	1007****	이공계열	화학공학	저널 논문	① D Jo, GT Park, T Ryu, SB Hong	
						② Economical Synthesis of High-Silica LTA Zeolites: A Step Forward in Developing a New Commercial NH3-SCR Catalyst	
						③ Applied Catalysis B: Environmental	
						④ 243, 212-219	
				축매화학공학		⑤	URL입력
						⑥ 2019	https://doi.org/10.1016/j.apcatb.2018.10.042
						⑦ https://doi.org/10.1016/j.apcatb.2018.10.042	
경제적, 안전성, 환경적 측면을 고려할 때 실험실에서 일반적으로 사용되는 시약은 산업적 규모의 제올라이트 생산에 적합하지 않은 경우가 많음. LTA 제올라이트 합성에 사용되는 실리콘 원료인 TEOS는 비싼 가격뿐 아니라 가수 분해 반응에서 발생하는 많은 양의 에탄올 및 열 때문에 제올라이트 대량 생산에 적합하지 않으며, 불소 음이온의 공급원인 HF 또한 높은 부식성 및 독성 때문에 대규모 생산 공정에 부적합함. 본 연구에서는 TEOS를 대체하여 친환경적인 Ludox HS-40 및 Ludox SM을 사용하여 순수한 LTA 제올라이트 합성에 성공하였을 뿐만 아니라 두 시약 모두 HF 대신 NH4F를 사용했을 때에도 실리콘 원료로서의 역할을 수행 할 수 있었음. 기존 방법으로 합성한 LTA 제올라이트와 비교하여도 뒤쳐지지 않는 deNOx 활성 및 수열 안정성을 보여주는 것을 확인하였음. 이러한 친환경적 합성은 생산과정에서 발생하는 2차 오염 및 장비 부식을 막을 수 있기 때문에 환경적 측면 뿐만 아니라 실제 공정 효율을 증진할 수 있는 중요한 연구 성과라 판단됨. 본 연구 성과는 그 중요성을 인정받아 JCR 랭킹 상위 10% (17/172) 저널인 Applied Catalysis B: Environmental (IF:14.229)지에 게재되었음							

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/인문사회계열	전공분야	실적구분	대표연구업적물 상세내용	증빙	
				세부전공분야				
대표연구업적물의 적합성과 우수성								
4	최*용	1010****	이공계열	환경공학	저널 논문	① SH Weon, WY Choi		
						② TiO2 Nanotubes with Open Channels as Deactivation-Resistant Photocatalyst for the Degradation of Volatile Organic Compounds		
						③ Environmental Science & Technology		
						④ 50, 2556-2563		
				환경화학		⑤	URL입력	
						⑥ 2016	https://doi.org/10.1021/acs.est.5b05418	
						⑦ https://doi.org/10.1021/acs.est.5b05418		
						<p>대표적 광촉매인 TiO2을 이용하여 휘발성 유기화합물 (Volatile Organic Compound, VOC) 분해시 분해효율은 시간이 지남에 따라 현저히 떨어짐. 본 연구에서는 TiO2 구조가 VOC 분해에 미치는 영향과 효율이 저하되는 원인을 규명하여 이산화티타늄 광촉매의 내구성을 결정하는 다양한 요인을 밝혔음. 같은 양의 TiO2 Nanoparticle (TNP)과 TiO2 Nanotube (TNT)를 이용한 대기 중 VOC 분해 효율은 비슷하였음. 하지만 연속 실험 조건에서 TNP는 급격하게 내구성이 저하되었고 TNT는 초기 내구성을 유지하였음. 이러한 실험 결과를 통해 광촉매의 내구성을 저해시키는 요인은 광분해 중 생성되는 탄소 중간체의 표면 흡착 때문인 것을 밝혀내었음. TNT와 같이 오픈형 구조를 가질 때 산소 및 오염물질이 쉽게 광촉매의 활성점으로 확산되어 광분해 반응이 더 쉽게 이루어지기 때문에 더 높은 내구성을 가지게 됨</p> <p>본 연구는 태양광을 이용한 미세먼지 전구체 제거 가능성을 인정받아 환경공학 분야 최고 위상을 가지는 JCR랭킹 상위 10% (14/251) 저널인 Environmental Science & Technology (IF : 7.740)에 출판되었으며 현재까지 112회 피인용됨</p>		

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회계열	전공분야	실적구분	대표연구업적물 상세내용	증빙
				세부전공분야			
대표연구업적물의 적합성과 우수성							
5	최*용	1010****	이공계열	환경공학	저널 논문	① HW Park, H-I Kim, G-H Moon, WY Choi	
				② Photoinduced charge transfer processes in solar photocatalysis based on modified TiO2			
				③ Energy & Environmental Science			
				환경화학		④ 50, 411-433	URL입력
				⑤			
				⑥ 2015			
				⑦ https://doi.org/10.1039/C5EE02575C		https://doi.org/10.1039/C5EE02575C	
태양광을 이용한 대기오염물질 제거 효율을 높이기 위해서는 광여기 전자와 정공이 효과적으로 분리되어야 하고 전하가 표면으로 빠르게 이동해야 함. 전하의 분리와 계면/입자 간 전하의 이동은 각 촉매마다 다른 양상을 보임. 가장 대표적인 광촉매인 이산화티타늄 (TiO2)을 LMCT, 염료감응 등을 이용해 개질한 TiO2는 안정하고 높은 활성을 보여 오염물질 제거와 에너지 동시 생산에 활발하게 이용되고 있음							
6	최원*	1010****	이공계열	환경공학	저널 논문	① H-I Kim, D Monllor-Satoca, WY Kim, WY Choi	
				② N-doped TiO2 nanotubes coated with a thin TaOxNy layer for photoelectrochemical water splitting : dual bulk and surface modification of photoanodes			
				③ Energy & Environmental Science			
				환경화학		④ 8, 247-257	URL입력
				⑤			
				⑥ 2015			
				⑦ https://doi.org/10.1039/C4EE02169J		https://doi.org/10.1039/C4EE02169J	
태양광 전환 기술은 대기 중 오염물질 분해뿐만 아니라 수소 에너지와 같은 신재생 에너지 생산에도 활발하게 이용되고 있음. 본 연구에서는 TiO2 Nanotube (TNT)에 질소 도핑을 통해 가시광 활성을 높이는 동시에 TaON층을 코팅하							

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회계열	전공분야	실적구분	대표연구업적물 상세내용	증빙
				세부전공분야			
	대표연구업적물의 적합성과 우수성						
여 효과적인 전하의 분리와 표면 이동을 일으켜 광전류를 향상시켰음. 질소 도핑된 TNT (N-TNT), TaON을 각각 이용하였을 때는 N-TNT/TaON보다 매우 낮은 활성을 보였음. 이를 바탕으로 두 계면이 접합되어 있을때 전하 활용의 시너지 효과가 있다는 것을 밝혔음. N-TNT/TaON는 자외선 영역뿐만 아니라 가시광선 영역에서도 높은 수소 생산 효율을 보여주었음. 이를 통해 자외선에서만 이용 가능한 TNT를 가시광선 영역에서도 높은 효율로 수소생산에 사용할 수 있다는 가능성을 확인하여 청정에너지 기술로 활용될 수 있음. 본 연구는 태양광 전환 광전기화학 시스템을 이용한 수소생산 효율 증대를 인정받아 환경 및 에너지 분야 최고 학술지 (JCR 랭킹 251개중 1위)인 Energy & Environmental Science (IF : 33.250)에 출판되었으며 현재까지 112회 (Web of Science) 피인용되었음							

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/인문사회계열	전공분야	실적구분	대표연구업적물 상세내용	증빙
				세부전공분야			
대표연구업적물의 적합성과 우수성							
7	국*성	1011****	이공계열	대기과학	저널 논문	① JS Kug, JH Jeong, YS Jang, BM Kim, CK Folland, SK Min, SW Son	
						② Two distinct influences of Arctic warming on cold winters over North America and East Asia	
						③ Nature Geoscience	
				기후학		④ 8, 759-762	
						⑤ 2	URL입력
						⑥ 2015	https://www.nature.com/articles/ngeo2517
						⑦ https://www.nature.com/articles/ngeo2517	
최근의 북반구에 빈발하는 극심한 한파 현상의 원인을 북극 온난화와 관련 있음을 규명하였음. 지구온난화로 인해 북극해 지역의 해빙 감소에 따라 기온 증가가 폭발적으로 발생하였고, 이 두 지역의 온난화는 남동쪽에 대규모 고기압 순환을 유도하여 북극의 차가운 공기를 동아시아 지역으로 이동시켜, 1~2주 후 동아시아와 북미 지역에 대규모 한파 현상이 발생할 수 있음을 제시하였음. 최근 동아시아, 북미 지역의 극심한 한파 및 폭설의 빈번한 발생 원인에 대한 과학적/사회적 관심이 큰 상황에서 북극 온난화와 관련이 있음을 제시하여 관심을 받았음. 또한, 2015년 9월 알래스카 외교부 장관 회의서 윤명서 외교부 장관의 “북극 지속 가능한 미래” 비전 제시에서 한파의 원인을 규명한 국내연구로써 소개되기도 함. 이 논문에서 제시하는 결과는 지역 사회의 기상/환경 재해를 예측하고 선제적으로 대응하기 위해서는 북극 온난화 등과 기후조건 정보를 적극적으로 활용해야 함을 의미함. 현재 우리나라 지역별 기상/기후/환경 예측에 이 논문 결과가 출판된 이후 기상청 등 현업기관에서 활용되고 있음. 이 논문은 현재까지 220회 피인용 되었음. 이 논문이 출판된 저널의 IF는 14.480이며, JCR Ranking 상위 1% (1/148) 저널임							

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회계열	전공분야	실적구분	대표연구업적물 상세내용	증빙
				세부전공분야			
대표연구업적물의 적합성과 우수성							
8	국*성	1011****	이공계열	대기과학	저널 논문	① JS Kim, JS Kug, SJ Jeong, et al.	
						② Reduced North American terrestrial primary productivity linked to anomalous Arctic warming	
						③ Nature Geoscience	
				기후학		④ 10, 572-576	
						⑤	URL입력
						⑥ 2017	https://doi.org/10.1038/ngeo2986
						⑦ https://doi.org/10.1038/ngeo2986	
북극 온난화로 유도된 봄철 한파 및 가뭄이 봄철 식생 성장뿐만 아니라, 1년 내내 연간 식생 성장량에도 영향을 준다는 연구임. 식물이 성장하는 계절인 봄철의 생태학적 스트레스가 향후 성장에도 준다는 결론을 제시하였음. 또한, 북극 온난화가 자연식생뿐만 아니라, 밀, 옥수수, 콩과 같은 곡물 성장량에도 영향을 줄을 제시함. 우리로부터 멀리 떨어진 북극 온난화가 우리 실생활 및 사회 경제적인 규모까지 영향을 준다는 연구임. 지구온난화가 미래에 더 진행되면, 북극 온난화의 중위도 육상 생태계 영향이 더 강해진다는 것도 제시하여 주목을 받음. 이 논문에서 제시하는 결과는 한반도로부터 멀리 떨어져 있는 기후 현상이 한반도의 온도, 강수 같은 기후조건뿐만 아니라, 생태계, 농업 등에 영향을 미칠 수 있어 기후조건의 예측성 향상이 지역 사회 기상/환경 재해를 선제적으로 대응하는 데 중요함을 제시하고 있음. 이 논문이 출판된 저널의 IF는 14.480이며, JCR Ranking 상위 1% (1/148) 저널임. 이 연구는 국내외 8개의 기관의 연구자들이 참여한 국제공동연구로, 포스텍의 국종성 교수팀이 공동연구를 주도하여 성과를 냄							

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회계열	전공분야	실적구분	대표연구업적물 상세내용	증빙
				세부전공분야			
대표연구업적물의 적합성과 우수성							
9	국*성	1011****	이공계열	대기과학	저널 논문	① YG Ham, JS Kug, JY Choi, FF Jin, W Masahiro	
						② Inverse relationship between present-day tropical precipitation and its sensitivity to greenhouse warming	
						③ Nature climate change	
				기후학		④ 8, 64-69	
						⑤	URL입력
						⑥ 2018	https://doi.org/10.1038/s41558-017-0033-5
						⑦ https://doi.org/10.1038/s41558-017-0033-5	
지구온난화에 따라 지구의 기온은 올라가지만, 강수량의 변화는 지역마다 매우 다르게 나타남. 이 논문은 지구 온도가 1도 올라갈 때 강수량의 변화가 얼마나 변할지에 대해 정량적으로 제시하려는 논문임. 지구온난화를 예측하는 수십 개의 예측 모형에서, 현재의 기후를 건조하게 모의하는 모형이, 미래 변화의 강수량을 과대 모의하는 경향이 있음을 최초로 제시함. 이를 통해 현재 기후예측모형들의 강수량 변화는 과소 모의하고 있음을 밝혀서, 미래의 강수 변화가 우리가 생각했던 것보다 훨씬 많이 증가할 수 있을 것으로 제시함. 수치 모형에 기반한 미래 예측의 불확실성이 있으나, 모형의 구조적 오차를 정확히 파악한다면 보다 정확한 미래 예측이 가능함을 제시하였음. 지역의 기상/환경 재해를 예측하기 위해서는, 전 지구 기후모형 결과를 단순히 적용하기보다는, 모형의 품위와 지역의 특성을 고려한 지역예측 방안이 필요함을 제안하고 있음. 이 논문이 출판된 저널의 IF는 21.722이며, JCR Ranking 1위 저널임							

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회계열	전공분야	실적구분	대표연구업적물 상세내용	증빙
				세부전공분야			
대표연구업적물의 적합성과 우수성							
10	민*기	1119****	이공계열	대기과학	저널 논문	① E Weller, SK Min, W Cai, FW Zwiers, YH Kim, D Lee	
						② Human-caused Indo-Pacific warm pool expansion	
						③ Science Advances	
				기후학		④ 2(7), e1501719	URL입력
						⑤	
						⑥ 2016	
						⑦ https://doi.org/10.1126/sciadv.1501719	

태풍의 발원지이자 가장 뜨거운 바다인 인도-서태평양 원풀이 온실가스 증가로 인해 크게 팽창하고 있음을 처음으로 증명함. 원풀의 팽창은 강한 태풍이 중위도까지 그 세력이 지속되어 이동할 수 있는 배경을 제공함으로써 한반도를 포함한 동아시아 지역의 태풍 관련 환경재해의 예측과 대응력 향상에 중요한 과학적 근거를 제공함. 세계 최초로 인위적 해양 온난화의 과학적 증거를 발견하여 Science의 자매지 (Science Advances)에 온라인표지 논문으로 게재됨 (저널에서 제공하는 영향력 지수 top 1%에 속함). Washington Post지, Independent지, KBS, MBC, YTN, 한국일보 등 국내외 주요 언론에 크게 보도됨. 또한, 2016년 9월 개최된 기후 분야 최대규모 워크숍인 세계기후연구프로그램 (WCRP)의 Open Science Conference에 초청되어 기조 강연으로 발표함. 이 논문이 출판된 저널의 IF는 12.804이며, JCR Ranking 상위 10% (4/69) 이내 저널임

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/인문사회계열	전공분야	실적구분	대표연구업적물 상세내용	증빙
				세부전공분야			
대표연구업적물의 적합성과 우수성							
11	민*기	1119****	이공계열	대기과학	저널 논문	① YH Kim, SK Min, SW Son, J Choi	
						② Attribution of the local Hadley cell widening in the Southern Hemisphere	
						③ Geophysical Research Letters	
				기후학		④ 44, 1015–1024	URL입력
						⑤	
						⑥ 2017	
						⑦ https://doi.org/10.1002/2016GL072353	
인간 활동에 의한 전 지구적인 기후변화에 따라 열대지역의 영역이 팽창하고 그로 인해 지역별 기상 및 환경재해가 증가할 것으로 전망되고 있으나 실제 관측을 기반으로 한 원인 규명 연구는 매우 부족하였음. 특히 전 지구 및 지역별 수문 순환의 변화를 좌우하고 아열대 건조대의 위치를 결정하는 해들리 순환의 확장으로 지역별 가뭄과 폭염, 그로 인한 환경재해의 증가가 관측되고 있으나 이에 대한 정량적 원인 규명 연구는 거의 없었음. 이 연구는 지역 규모의 해들리 순환의 경계가 인위적인 성층권 오존감소로 인해 극적으로 팽창하고 있음을 처음으로 확인하였음. Geophysical Research Letters지 편집장 highlight 논문 및 미국지구물리학회 (AGU)에 소식지 EOS에 “Research Spotlight” 논문으로 선정됨. 이 논문이 출판된 저널의 IF는 4.578이며, JCR Ranking 상위 10% (14/196) 이내 저널임							

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/인문사회계열	전공분야	실적구분	대표연구업적물 상세내용	증빙
				세부전공분야			
대표연구업적물의 적합성과 우수성							
12	민*기	1119****	이공계열	대기과학	저널 논문	① SK Min, YH Kim, IH Park, D Lee, S Sparrow, D Wallom, D Stone	
						② Anthropogenic contribution to the 2017 earliest summer onset in South Korea	
						③ Bulletin of the American Meteorological Society	
				기후학		④ 100, S73-S77	
						⑤	URL입력
						⑥ 2019	https://doi.org/10.1175/BAMS-D-18-0096.1
						⑦ https://doi.org/10.1175/BAMS-D-18-0096.1	

지구온난화에 따라 여름 계절 길이가 증가하고 이와 연관되어 때 이른 폭염의 발생이 빈번해져 경제 사회적 피해를 주고 있음. 특히 2017년 5월 우리나라는 1973년 이래로 가장 높은 온도와 가장 빠른 여름 시작을 기록하였으며 이에 따라 보건, 경제, 에너지, 여가활동 등에 큰 영향을 주었음. 이러한 계절 시점의 변화에 미치는 인간 활동의 영향을 찾아내기 위해서 본 연구에서는 옥스퍼드대학과의 공동연구를 통하여 고해상도 기후 모델 대량 앙상블 모의자료를 비교 분석하여 빠른 여름 시작의 발생 가능성이 인위적 온실가스 증가로 인하여 2~3배 증가함을 처음으로 확인하였음. 산업화에 따른 온실가스 증가로 인하여 전 지구적인 기온증가뿐만 아니라, 한반도와 같은 작은 지역에서 여름 계절의 시작일이 빨라짐을 최초로 확인한 결과로, 앞으로 지구온난화가 지속함에 따라 봄철 폭염이 좀 더 자주, 그리고 더 강하게 발생하고 그로 인한 사회경제 및 환경적 피해가 더 커질 수 있음을 제시함. 이 논문이 출판된 저널의 IF는 8.166이며, JCR Ranking 상위 5% (3/86) 이내 저널임

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회계열	전공분야	실적구분	대표연구업적물 상세내용	증빙	
				세부전공분야				
대표연구업적물의 적합성과 우수성								
13	김*훈	1252****	이공계열	토목공학	저널 논문	① S Kim, W Shao, J Kam		
						② Spatiotemporal Patterns of US Drought Awareness		
						③ Palgrave Communications		
				수문학		④ 5, 107 (1-9)	URL입력	
						⑤		
						⑥ 2019		https://doi.org/10.1057/s41599-019-0317-7
						⑦ https://doi.org/10.1057/s41599-019-0317-7		
미국내의 49개의 가뭄 현상에 대하여 각 주의 대중 가뭄 인지도가 시공간적으로 어떻게 반응을 하는지를 조사하였음. 특히 빅데이터 (Google Trends)에서 제공되는 정보검색활동 지수를 이용하였음. 빅데이터 분석 결과 대중 가뭄의 인지도는 가뭄지역에 제한되지 않고 사이버 공간을 통한 정보 검색을 통해 갑작스런 대중 가뭄 인지도가 상승하였으나 대중의 높은 가뭄 인지도는 가뭄 초기를 지나 가장 극심할 때에 가장 높았음. 이는 자연 기후 시스템만을 기초로 한 미국 가뭄 진단 예보 시스템의 한계점을 보여줌. 인구가 많은 주들 (미국 동북부지역)에서는 2004년 이후로 지역적으로 극심한 가뭄을 경험하지 않았지만 타 지역의 가뭄에 아주 민감한 반응 보여 전 국가적인 가뭄 인지도를 형성하는데 기여를 하였음. 이 논문은 Nature Springer 출판사에서 사회과학과 인문학 전 분야의 다자간의 공동 연구 통한 논문을 발표하고자 2015년에 처음으로 발행된 Palgrave Communications에 2019년 4월에 출판되었음. 2020년 3월 현재까지 1391번 다운로드 되었고 이 숫자는 동 기간에 Palgrave Communications에서 출판된 논문들 중 1st 퍼센타일 (ranked 1st)에 해당함								

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/인문사회계열	전공분야	실적구분	대표연구업적물 상세내용	증빙
				세부전공분야			
대표연구업적물의 적합성과 우수성							
14	김*훈	1252****	이공계열	토목공학	저널 논문	① J Kam, T.R Kuntson, P. C. D. Milly	
						② Climate model assessment of changes in winter-spring streamflow timing over North America	
						③ Journal of Climate	
				수문학		④ 31, 5559-5579	
						⑤	URL입력
						⑥ 2018	doi:10.1175/JCLI-D-17-0813.1.
						⑦ doi:10.1175/JCLI-D-17-0813.1.	
다수의 전 지구 기후 모델에서 산출된 빅데이터를 사용하여 적설량에 의해 발생하는 겨울-봄 강유량 변화가 탐지되는지 그리고 변화 탐지 시 인류문명의 발전이 실질적으로 그 변화에 얼마나 기여하는지를 정량화하는 기술을 개발하였음. 그리고 인류문명의 발달에 따른 온난화 영향에 따른 강유량의 계절적 변화를 기후 모델 빅데이터를 사용하여 변화를 일으키는 메커니즘이나 모델별 데이터의 불확실성을 더욱 잘 이해하는 데에 그 목적을 두었음. 이 논문에서는 관측 기록의 간결성, 모델 불확실성 및 내부 변동성에 대한 불확실성으로 인해 변화 및 인위적 강제력에 대한 결정적인 탐지가 방해받고 있음을 발견하였음. 이 논문 결과는 이전에 발표된 기후 변화 탐지 결과의 신뢰성에 의문을 제시하고 더욱 신뢰성이 있는 결과를 얻기 위해서는 보다 긴 강 유량의 관측자료의 필요성을 제시하였음. 후자의 영역인 미국 북동부나 캐나다 해안 지역의 경우, 강의 계절적 변화가 어떤 강제 모델에서 계절적 변화가 약하게 탐지되었음. 이 논문은 강의 계절적 변화는 봄철 개화 관광 산업에 직접적인 영향을 통해 사회적 영향을 크게 미치므로 보다 정확한 주간 예보나 계절 예측이 필요함을 재인식시켰음. 이 논문이 출판된 저널의 IF는 4.8이며, JCR Ranking 상위 10% (9/86) 이내 저널임							

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/인문사회계열	전공분야	실적구분	대표연구업적물 상세내용	증빙
				세부전공분야			
대표연구업적물의 적합성과 우수성							
15	김*훈	1252****	이공계열	토목공학	저널 논문	① J Kam, K Stowers, S Kim	
						② Monitoring of Drought Awareness from Google Trends: A Case Study of the 2011-17 California Drought	
						③ Wether, Climate, and Society	
				수문학		④ 11, 422-429	
						⑤	URL입력
						⑥ 2019	https://doi.org/10.1175/WCAS-D-18-0085.1
						⑦ https://doi.org/10.1175/WCAS-D-18-0085.1	
본 논문에서는 2011-17 년 캘리포니아 가뭄 동안 가뭄 위험도 인식의 변화를 모니터링하고 그 변화를 확률 통계 모델링하는 데 있어 “Google Trends”가 빅데이터로서 방재연구에 대한 이용 가능성을 소개하였음. 2011-17 년 캘리포니아 가뭄은 12 개월 표준 강우 지수 데이터를 사용하여 다른 역사적인 가뭄들과 기간-강도 곡선을 통하여 비교 분석하였으며, 가뭄에 대한 인식 상승의 잠재적인 원인들을 Google Trends와 Search을 통해 조사되었음. 데이터를 기반으로 개발된 사회인지 모델에 따르면, 캘리포니아 주민들은 사회적 요인에 따른 정점 이후가 더 오랫동안 가뭄에 관심을 유지했음. 이 논문의 결과는 자연적인 요인 및 회적인 요인에 대한 대응방식이 다르고 가뭄 관련 재난에 대한 인지도와도 상호 작용을 할 수 있음을 포착하였음. 본 연구는 Twitter나 Google Trends같은 빅 데이터가 방재, 특히 가뭄을 대비하기 위해 보다 현실적인 지역 사회의 반응을 모사할 수 있는 사회적 역학 모델링을 개발에 잠재적 기여를 할 수 있음을 증명하였음. 후속 논문으로 미국 49개주에 확대하여 미국 가뭄 인지도에 대한 심층분석이 Nature Springer에서 발행하는 Palgrave Communications에 출판됨							

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회계열	전공분야	실적구분	대표연구업적물 상세내용	증빙
				세부전공분야			
대표연구업적물의 적합성과 우수성							
16	이*택	1005****	이공계열	지구과학	저널 논문	① YH Ko, K Lee, KH Eom, I-S Han	
						② Organic alkalinity produced by phytoplankton and its effect on the computation of ocean carbon parameters	
						③ Limnology and Oceanography	
				환경지구과학		④ 61(4), 1462-1471	
						⑤	URL입력
						⑥ 2016	https://doi.org/10.1002/lno.10309
						⑦ https://doi.org/10.1002/lno.10309	
해수에서 광합성 작용으로 생성된 유기산이 총알칼리도에 기여할 수 있음을 규명함. 식물플랑크톤에 의해 생성된 용존 유기산이 짙염기와 수소이온으로 해리되면 전기적으로 중성을 유지하며 해수의 총알칼리도 변화를 발생시키지 않지만, 이 짙염기는 해수 적정 과정에서 첨가되는 수소이온과 반응하므로 유기산 알칼리도가 총알칼리도에 기여함을 밝힘. 이는 플랑크톤 배양샘플과 생물 활동이 활발한 연안 환경의 샘플에 대한 무기 탄소계를 분석하는 것으로 뒷받침되었는데, 실험 방법으로 back titration을 이용해 유기 알칼리도로 기능하는 두 작용기를 발견하였음. 따라서 해양 탄소시스템의 매개 변수를 더 정확하게 계산해내기 위해 유기산 알칼리도를 고려해야 한다고 제시하였고 이 결과물은 해양 탄소시스템의 더 정확한 예측에 활용될 수 있고, 전 지구 탄소순환의 예측에 활용될 수 있음. 이 논문이 출판된 저널의 IF는 4.325이며, JCR Ranking (Oceanography) 상위 5% (3/66) 이내 저널임							

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회계열	전공분야	실적구분	대표연구업적물 상세내용	증빙
				세부전공분야			
대표연구업적물의 적합성과 우수성							
17	이*택	1005****	이공계열	지구과학	저널 논문	① H Kim, K Lee, DI Lim, SI Nam, TW Kim, JY.T Yang, YH Ko, KH Shin, E Lee	
						② Widespread Anthropogenic Nitrogen in Northwestern Pacific Ocean Sediment	
						③ Environmental Science and Technology	
				환경지구과학		④ 21(11), 6044-6052	URL입력
						⑤	
						⑥ 2017	
						⑦ https://doi.org/10.1021/acs.est.6b05316	
질소비료와 화석연료의 사용에서 배출된 질소화합물의 유입이 해양 환경에 일으킨 변화를 관측함. 질소 동위원소 비 ($\delta^{15}\text{N}$) 분석을 통해 배출된 질소가 해양의 퇴적물에 미치는 영향의 정도는 질소 배출의 발원지로부터의 거리가 멀수록 줄어든다고 밝히고 있고 이를 통해 화석연료와 비료 사용으로 인한 질소의 유입이 중국과 가까운 연해에서 퇴적물의 $\delta^{15}\text{N}$ 값의 변화를 야기하는 새로운 원인이 될 수 있음을 보여줌. 또한, 인간 활동으로 인해 배출된 질소가 강이나 강어귀 이외에 해저 퇴적환경에서도 영향을 주는 것을 밝혀냈을 뿐만 아니라, 연근해의 퇴적환경에서 퇴적물의 $\delta^{15}\text{N}$ 에 영향을 미치는 주요 과정들을 식별해냄. 현재 인간 활동으로 배출되는 질소화합물이 지속해서 증가하고 있는 상황에서 이 결과는 퇴적물과 해양환경의 질산염 변동에 대한 예측 및 대응에 활용이 가능함. 이 논문이 출판된 저널의 IF는 7.149이며, JCR Ranking (Environmental science) 상위 10% (14/251) 이내 저널임							

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/인문사회계열	전공분야	실적구분	대표연구업적물 상세내용	증빙	
				세부전공분야				
대표연구업적물의 적합성과 우수성								
18	이*택	1005****	이공계열	지구과학	저널 논문	① KT Park, K Lee, TW Kim, YJ Yoon, EH Jang, SH Jang, BY Lee, O Hermansen		
						② Atmospheric DMS in the Arctic Ocean and Its Relation to Phytoplankton Biomass		
						③ Global Biogeochemical Cycles		
					환경지구과학		④ 32(3), 351-359	
						⑤	URL입력	
						⑥ 2018	https://doi.org/10.1002/2017GB005805	
						⑦ https://doi.org/10.1002/2017GB005805		
식물플랑크톤 번성 기간 동안 북극해 지역 (스발바드)에서 대기 DMS (디메틸황) 혼합 비율을 분석했으며 관측지점 주변 해양 대기 DMS와 식물플랑크톤 양에 대한 대기 노출 정도 사이에 지역별 차이를 발견함. 그린란드해의 DMS 생산 능력은 바렌츠해보다 3배 높은 것으로 측정된 반면, 바렌츠해의 식물성 플랑크톤 양이 그린란드해보다 두 배 이상 높았음. 식물플랑크톤 번성 기간 동안 바렌츠해보다 그린란드해에 DMS를 생성하는 식물플랑크톤이 더 풍부했기 때문에 이러한 결과가 도출되었을 것임. 미래에 북극해의 해빙 범위가 감소하면서 연간 일차생산량이 증가하는 등의 많은 환경변화가 발생할 수 있는데 이 연구는 지구온난화 문제와 밀접한 관련이 있는 북극해의 지역 및 시간적 대기관측에 유용하게 활용할 수 있음. 이 논문이 출판된 저널의 IF는 5.733이며, JCR Ranking (Environmental science) 상위 10% (24/251) 이내 저널임								

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/인문사회계열	전공분야	실적구분	대표연구업적물 상세내용	증빙
				세부전공분야			
대표연구업적물의 적합성과 우수성							
19	황*수	1016****	이공계열	환경공학	저널 논문	① SS Kim, J Huang, YJ Lee, D Sandipan, HY Yoo, YM Jeong, YS Jho, Z Hongbo, DS Hwang	
						② Complexation and coacervation of like-charged polyelectrolytes inspired by mussels	
						③ Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A	
				청정기술		④ 113(7), e847-53	URL입력
						⑤	
						⑥ 2016	
						⑦ https://doi.org/10.1073/pnas.1521521113	

수중환경에서 수중 구조물과 수중 운송체에 미생물과 어패류 등이 부착하는 현상인 파울링은 수중 구조체의 표면을 오염시키고 기능을 급격하게 저하함. 선박에 파울링에 기인한 유체저항은 선박의 연료 소비를 최대 40% 이상 증대시켜, 에너지 소비와 CO2 발생의 하나의 큰 이유로 여겨짐. 본 연구에서는 수환경 오염 및 파울링의 핵심기작인 코아세르베이션이 물속에서 어떠한 분자 간의 인력에 의해서 생성되는지를 분석하고, 양이온-방향족 화합물의 인력을 저해하는 것이 파울링을 경감시킬 수 있는 하나의 전략임을 제시하였음. 이 연구는 해양 운송체와 구조체에 발생하는 해양오염 현상인 파울링을 효과적인 제어하는 기술 개발에 기여하여, 온실가스 발생을 저감하는 친환경 기술로 활용이 가능함. 현재 본 논문은 92회 피인용 되었으며, 게재저널인 Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A은 미과학한림원 유일의 대표저널로, 전 세계에서 2번째로 가장 많이 피인용 된 저널임. IF는 9.58이며 분야별 (Environmental MULTIDISCIPLINARY SCIENCES -- SCIE) 상위 10% (7/69) 저널임

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/인문사회계열	전공분야	실적구분	대표연구업적물 상세내용	증빙				
				세부전공분야							
대표연구업적물의 적합성과 우수성											
20	황*수	1016****	이공계열	환경공학	저널 논문	① HY Yoo, I Mihaela, J Huang, H Elise, SS Kim, SC Rho, F Mathias, F Patrick, Z Hongbo, DH Huang, J. Herbert Waite, DS Hwang					
						② Sugary interfaces mitigate contact damage where stiff meets soft					
						③ Nature Communications					
						④ 7, 11923					
				청정기술		⑤	URL입력				
						⑥ 2016	https://doi.org/10.1038/ncomms11923				
						⑦ https://doi.org/10.1038/ncomms11923					
						환경에서 수중 파울링은 해양구조체, 운송체, 수처리 시설, 해수 담수화 시설 등에 비특이적으로 발생하여, 물과 관련된 해양정화시설 및 해양구조체의 운영비용 상승에 가장 큰 해결해야 할 문제점 중 하나로 간주하고 있음. 파울링을 직접적으로 유도하는 바이오 필름의 주된 성분은 당단백질이나 당고분자임. 수중파울링 현상 중에서 바이오 필름의 주된 요소인 탄수화물 고분자/당단백질 이와 강하게 결합하는 렉틴 단백질의 수중 계면현상에 대해서 많은 것이 알려지지 않아, 파울링 제어기술을 개발하는 데 있어서 한 가지 문제점으로 생각되고 있음. 본 논문에서는 당단백질이나 당고분자가 당과 당에 특이적으로 결합하는 렉틴과의 강한 작용력에 의해서 바이오 필름에 가해지는 역학적 충격을 완화해, 바이오 필름의 내구성을 올려주는 것을 보여주었음. 이 연구는 해양 운송체와 구조체에 발생하는 해양오염 현상인 파울링을 효과적인 제어하는 기술 개발 또는 수처리 분리막에 비가역적으로 형성되는 막 오염 문제 해결에 기여할 수 있을 것으로 여겨짐. 이 논문의 게재저널인 Nature Communcations 은 Nature 자매지로, IF는 11.880이며 분야별 상위 10% 저널임					

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회계열	전공분야	실적구분	대표연구업적물 상세내용	증빙
				세부전공분야			
	대표연구업적물의 적합성과 우수성						
21	황*수	1016****	이공계열	환경공학	저널 논문	① CW Lim, J Huang, SJ Kim, HS Lee, Z Hongbo, DS Hwang① CW Lim, J Huang, SJ Kim, HS Lee, Z Hongbo, DS Hwang	
						② Nanomechanics of Poly(catecholamine) Coatings in Aqueous Solutions	
						③ Angewandte Chemie International Edition	
				청정기술		④ 55(10) 3342-6	
						⑤	URL입력
						⑥ 2016	https://doi.org/10.1002/anie.201510319
						⑦ https://doi.org/10.1002/anie.201510319	
수처리 분리막 기술에 있어서 분리막에 일어나는 비가역적 오염 (Irreversible fouling)은 핵심 난제 중 하나임. 본 연구는 최근 파울링 저감 전략으로 주목받고 있는 친수성 분리막 폴리 도파민 코팅 (폴리 카테콜아민 코팅)에 있어서 핵심 기작이 무엇인지를 분광학적/나노 역학적 방법을 활용해서 분석해서, 왜 친수성 폴리 도파민 코팅이 분리막에 유용하게 활용되는지를 제시하였음. 본연구결과를 통해서, 수처리산업에서 가장 큰 난제 중 하나인 분리막 파울링에 대한 메커니즘 이해와 수중 작용력 측정기술을 융합하여 새로운 개념의 분리막 파울링 제어기술 개발에 도움을 줄 수 있을 것으로 예상되며, 모든 수처리 분리막이 적용되는 분야의 경제성 향상은 물론, 신개념 분리막 공정의 선도적 위치확보가 가능할 것임. 현재 본 논문은 86회 피인용 되었으며, 본 연구성과는 그 중요성을 인정받아 JCR 랭킹 상위 10% (17/172) 저널인 Angewandte Chemie International Edition (IF:12.257) 지에 게재되었음							

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회계열	전공분야	실적구분	대표연구업적물 상세내용	증빙
				세부전공분야			
대표연구업적물의 적합성과 우수성							
22	권*윤	1181****	이공계열	지구과학	저널 논문	① SY Kwon, NE Selin	
						② Uncertainties in Atmospheric Mercury Modeling for Policy Evaluation	
						③ Current Pollution Reports	
				환경지구화학		④ 2(2), 103-114	
						⑤	URL입력
						⑥ 2016	https://doi.org/10.1007/s40726-016-0030-8
						⑦ https://doi.org/10.1007/s40726-016-0030-8	
<p>본 연구는 모니터링 기반 빅데이터 분석을 위한 지구 대기화학 수송모델이 국제수은협약(Minamata Convention on Mercury)의 유효성 평가와 대기 모니터링에 있어 핵심적인 정책 도구로 활용될 수 있도록 불확실성의 주요 원인을 조사함. 연구 결과, 인간 활동에 의한 수은 배출량 산정법, 수은의 생지화학적 순환 메커니즘과 시간 및 수은의 대기 화학반응이 모델 불확실성의 주요 원인으로 나타남. 대기화학 수송모델의 불확실성을 낮추기 위해서는 수은 배출원과 수용점과의 관계를 규명하기 위한 개선 방안 개발이 필수적이며, 이는 수은 안정동위원소와 같이 수은 오염원 추적이 가능한 분석 기법을 결합한 모델 개발을 포함함. 이를 통해 국제수은협약의 유효성 평가 결과의 신뢰성을 향상할 수 있어 향후 국제수은협약의 주요 정책 도구로 활용될 수 있을 것으로 예상됨</p> <p>본 연구는 국제수은협약의 유효성 평가를 위해 모델링과 수은 안정동위원소 분석의 통합이 필요하다는 결과로 국제 학회 및 국제수은협약에서도 언급되었음. (IF: 3.762, JCR Ranking Public, Environmental & Occupational Health 분야 상위 20% (30/186)에 해당함</p>							

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회계열	전공분야	실적구분	대표연구업적물 상세내용	증빙
				세부전공분야			
대표연구업적물의 적합성과 우수성							
23	권*윤	1181****	이공계열	지구과학	저널 논문	① SY Kwon, NE Selin, A Giang, VJ Karplus, D Zhang	
				환경지구화학		② Present and Future Mercury Concentrations in Chinese Rice: Insights From Modeling	
						③ Global Biogeochemical Cycles	
					④ 32(3), 437-462		
					⑤	URL입력	
				⑥ 2018	https://doi.org/10.1002/2017GB005824		
				⑦ https://doi.org/10.1002/2017GB005824			
본 연구는 모니터링 기반 빅데이터 분석을 위한 지구 대기화학 수송 (GEOS-Chem) 모델과 논에서의 수은 생지화학적 거동 모델을 새롭게 개발하여 쌀의 수은 축적에 영향을 미치는 주요 오염원 및 생지화학적 거동을 파악하고, 국제수은협약이 중국에서 이행되었을 시 미래 중국 쌀 수은 농도의 시공간적 변동성에 대해 연구함. 또한, 모델 시뮬레이션을 위해 중국의 국제수은협약 이행에 따른 수은 배출 규제 기술 및 정책에 대한 시나리오를 개발하고, 수은 배출 인벤토리를 구성하여 모델에 적용함. 연구 결과, 가장 큰 변화를 보인 중국 중부지역의 쌀 무기 및 메틸수은 농도는 국제수은협약이 이행되지 않았을 시 13% 증가하고, 국제수은협약을 통해 엄격한 기술 및 정책이 도입되었을 시 18% 감소하는 것으로 나타남. 본 연구는 환경오염에 대한 선행적 대응을 위해 수은 관련 협약 및 정책의 유효성 평가가 가능한 모델링 기법을 개발하고, 향후 사회적으로 민감한 환경문제에 선제 대응 가능성을 제시하는 연구임. 본 연구결과는 중국 뉴스에 보도되어 큰 이슈가 되었으며, 이를 통해 관련 후속 연구를 중국의 정부 연구기관과 활발히 진행하고 있음 (IF: 5.733, JCR Ranking 상위 5% (8/196))							

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회계열	전공분야	실적구분	대표연구업적물 상세내용	증빙
				세부전공분야			
대표연구업적물의 적합성과 우수성							
24	권*윤	1181****	이공계열	지구과학	저널 논문	① SY Kwon, JD Blum, K Nadelhoffer, JT Dvonch, MTK Tsui	
						② Isotopic study of mercury sources and transfer between a freshwater lake and adjacent forest food web	
						③ Science of the Total Environment	
				환경지구화학		④ 532, 220-229	
						⑤	URL입력
						⑥ 2015	https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.06.012
						⑦ https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.06.012	
본 연구는 생태계 내 자연적 수은 오염원에 대한 데이터베이스를 구축하고 수은 교환 메커니즘을 규명한 연구임. 수은 오염원 관련 빅데이터 구축을 위한 수은 안정동위원소 분석을 수행하여 인위적인 수은 오염원이 없는 미국 북동부 수생태계 (담수)와 산림 생태계 사이의 자연적인 수은 교환 메커니즘 및 이동 경로를 조사함. 연구 결과, 담수와 퇴적물에 존재하는 무기수은은 산림에서의 유입 (40%)과 대기 침전 (60%)의 영향을 받는 것으로 파악되었으며, 이는 결국 퇴적물에서 메틸수은으로 변형되는 것으로 나타남. 또한, 담수 퇴적물에 축적된 메틸수은은 잠자리 및 하루살이 등이 부화하면서 산림으로 이동시키는 것으로 확인됨. 산림 토양과 생태계에 축적된 메틸수은의 안정동위원소를 측정해본 결과 담수로부터 이동한 메틸수은보다 토양에서 생성된 메틸수은이 산림 생태계에 더 큰 영향을 미치는 것으로 나타남. 이는 메틸수은이 산림 토양에서도 생성되는 것을 밝혀낸 세계 첫 연구 결과임본 연구 결과는 향후 인위적으로 배출된 수은과 자연적으로 생성된 수은의 오염원과 이동 경로를 면밀히 분별할 수 있는 기초 자료로 활용 가능하며, 수은 오염원 데이터베이스 구축에 기여함 (IF: 5.589, JCR Ranking 상위 11% (27/251))							

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/인문사회계열	전공분야	실적구분	대표연구업적물 상세내용	증빙
				세부전공분야			
대표연구업적물의 적합성과 우수성							
25	황*환	1005****	이공계열	환경공학	저널 논문	① JY Lee, GS Han, SG Shin, TW Koo, KJ Cho, W Kim, SH Hwang	
						② Seasonal monitoring of bacteria and archaea in a full-scale thermophilic anaerobic digester treating food waste-recycling wastewater: correlations between microbial community characteristics and process variables	
						③ Chemical Engineering Journal	
						④ 300, 291-299	
						⑤	URL입력
						⑥ 2016	https://doi.org/10.1016/j.ccej.2016.04.097
						⑦ https://doi.org/10.1016/j.ccej.2016.04.097	https://doi.org/10.1016/j.ccej.2016.04.097
본 논문에서 2년 동안 실규모 혐기성소화 공정에서 채취한 표본을 통해 미생물 군집 구조 및 다양성, 공정 변수와의 상관관계를 규명하였음. 음식물류폐기물 등 혐기소화의 주원료 물질은 계절별 발생량과 성상 편차가 큰 편임 (여름, 겨울철 20~30% 편차). 따라서 갑작스러운 유입 원물 변화로 인한 이상 상황 발생에 대처 가능한 공정 진단 및 운영 최적화 시스템이 필요함. 그러나 현재 실규모 설비에서 측정되는 이화학적 data만으로는 다양한 미생물간 상호작용이 발생하는 소화조 내 이상 상황을 예측하기에는 한계가 있음. 본 논문에서는 소화조 내 주요한 박테리아 군집과 주요 운전 인자와의 상관관계를 규명하고, 음식물 처리 소화조의 Na 이온, 암모니아, 지방 등이 핵심 지표 인자임을 제시하였음. 결론적으로, 소화조 내 이상 상황을 예측하고 선제적으로 대응하기 위해서는 생태공학적 빅데이터구축이 필요하고 이화학적 DB와 연계 해석해야 함을 의미함. 현재 국내 혐기소화조 계절별 운전 최적화에 본 논문의 결과가 유용하게 활용되고 있음. 이 논문은 현재까지 36회 피인용 되었음. 이 논문이 출판된 저널의 IF는 8.355이며, JCR Chemical engineering 분야 Ranking 상위 5% 이내 저널임							

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/ 인문사회계열	전공분야	실적구분	대표연구업적물 상세내용	증빙
				세부전공분야			
대표연구업적물의 적합성과 우수성							
26	황*환	1005****	이공계열	환경공학	저널 논문	① JY Lee, EJ Kim, GS Han, JV Tongco, SG Shin, SH Hwang	
						② Microbial communities underpinning mesophilic anaerobic digesters treating food wastewater or sewage sludge: A full-scale study	
						③ Bioresource Technology	
						④ 259, 388-397	
				유기성폐기물처리		⑤	URL입력
						⑥ 2018	https://doi.org/10.1016/j.biortech.2018.03.052
						⑦ https://doi.org/10.1016/j.biortech.2018.03.052	
<p>본 논문에서는 음식물류폐기물과 하수슬러지를 병합소화하는 10개 지점의 실규모 소화조를 1년간 모니터링하여 미생물 군집과 핵심 공정 인자와의 상관관계를 제시하였음. 음식물류폐기물과 하수슬러지는 국내에서 가장 많이 발생하는 유기성폐기물이며, 전국 소화조 (98개소) 중 34개소가 병합 소화로 운영되고 있음 (환경부, 2019). 서로 다른 두 유기성폐기물은 물리이화학적 성상이 매우 상이하기 때문에 병합소화되는 비율에 따라 소화조 핵심 운전 인자와 주요 미생물 군집에 영향을 미칠 수 있음. 결과적으로, 음식물과 슬러지의 혐기소화의 핵심미생물인 우점 고세균과 박테리아와 총질소 및 Na 농도가 이들 미생물 공동체에 미치는 영향 및 공정 효율을 입증하였음. 본 연구의 결과는 서로 다른 유기성 폐기물을 병합 처리하는 혐기소화조를 안정적으로 관리하고 이상 상황 발생 시 bioaugmentation 적용 등 선제 대응을 위한 중요한 자료를 제시함. 이 논문은 현재까지 20회 (Google scholar 기준) 피인용 되었음. 이 논문이 저널의 IF는 6.669이며, JCR Agriculture engineering 분야 Ranking 상위 5% 이내 저널임</p>							

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/인문사회계열	전공분야	실적구분	대표연구업적물 상세내용	증빙
				세부전공분야			
대표연구업적물의 적합성과 우수성							
27	황*환	1005****	이공계열	환경공학	저널 논문	① EJ Kim, JY Lee, GS Han, SH Hwang	
						② Comprehensive analysis of microbial communities in full-scale mesophilic and thermophilic anaerobic digesters treating food waste-recycling wastewater	
						③ Bioresource Technology	
						④ 259, 442-450	
				유기성폐기물처리		⑤	URL입력
						⑥ 2018	https://doi.org/10.1016/j.biortech.2018.03.079
						⑦ https://doi.org/10.1016/j.biortech.2018.03.079	
본 논문에서는 음폐수를 처리하는 다양한 실험규모 중온 (35℃) 및 고온 (58℃) 혐기성소화조에서 1년 동안 표본을 채취하여 미생물 군집 및 다양성을 조사하였음. 국내에서는 대부분 중온으로 소화조가 운영되지만, 소수의 고온 소화조도 운영중이므로 온도를 제외하고 동일한 운전 조건에서 운영되는 미생물 군집의 차이를 16S rRNA 서열 분석을 통해 비교하였음. 온도는 시스템에서 미생물 성장과 생존에 영향을 미치는 매우 중요한 요소이므로 두 소화조의 박테리아 및 고세균 우점 군집은 상이하게 나타났으며, 박테리아 및 고세균의 다양성은 중온에서 더 높게 나타난다는 점을 보고함. 이는 온도에 따라 핵심 운전 인자인 암모늄 농도, pH 변화 등으로 인해 기인한 것으로 규명되었음. 본 논문에서 도출된 결과는 현재 국내 중온 혐기상소화조에 최적화된 이상 상황 선제적 대응방법을 고온 혐기성소화조에 특화해 활용 가능한 핵심 정보를 제시함. 이 논문은 현재까지 34회 피인용 되었음. 이 논문이 출판된 저널의 IF는 6.669이며, JCR Agriculture engineering 분야 Ranking 상위 5% 이내 저널임							

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/인문사회계열	전공분야	실적구분	대표연구업적물 상세내용	증빙
				세부전공분야			
대표연구업적물의 적합성과 우수성							
28	조*우	1064****	이공계열	환경공학	저널 논문	① K Cho, S Lee, HJ Kim, HE Kim, A Son, E Kim, M Li, Z Qiang, S Hong	
				수질처리		② Effects of Reactive Oxidants Generation and Capacitance on Photoelectrochemical Water Disinfection with Self-doped Titanium Dioxide Nanotube Arrays	
						③ Applied Catalysis B: Environmental	
					④ 257, 117910		
					⑤	URL입력	
				⑥ 2019	https://doi.org/10.1016/j.apcatb.2019.117910		
				⑦ https://doi.org/10.1016/j.apcatb.2019.117910			
가습기, 정수기 등 물을 활용하는 가전제품의 수요와 함께 살균 기술의 중요성은 빠르게 증가하고 있음. 화학약품 소독제는 유해한 독성 부산물을 발생할 우려가 있고 자외선 및 광촉매를 이용한 무약품 소독 기술은 속도가 느리고 에너지 소모가 큰 한계가 있음. 본 연구는 자외선과 동시에 약 2 V 이내 전압을 인가하여 수산화 라디칼 등 살균제를 대량으로 생산하고, 수 분 내에 박테리아와 바이러스를 완벽하게 살균할 수 있는 수처리 시스템을 개발하였음. 광촉매로 널리 활용되는 TiO2는 전기전도도와 전기 활성이 낮은 데, 본 연구는 4가 Ti 일부를 전기화학적으로 3가로 환원하는 자가 도핑 기술을 통해 Ti 나노 구조체를 광전기조건에서 활용하여 살균능을 확인하였음. 특히, 축전능이 살균성능을 저해하는 기작을 규명하고, 장기간의 연속운전에서 성능을 유지할 수 있는 광전기 촉매의 합성법 및 수처리 시스템을 제안하였음. 본 연구는 물놀이 시설 등의 무약품 친환경 정화 및 소독 기술로서 광범위한 상용화가 예상되고 폐수에 있는 박테리아의 농도에 따라 광촉매의 양을 조절하는 빅데이터 기반 공정 최적화가 가능한. 본 연구 결과는 국내 10여 개 언론사에 공개되어 주목을 받았음. 이 논문이 출판된 저널의 IF는 14.229이며, JCR Ranking 상위 1%의 저널임							

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/인문사회계열	전공분야	실적구분	대표연구업적물 상세내용	증빙
				세부전공분야			
대표연구업적물의 적합성과 우수성							
29	조*우	1064****	이공계열	환경공학	저널 논문	① K Cho, MR Hoffmann	
						② Molecular hydrogen production from wastewater electrolysis cell with multi-junction BiOx/TiO2 anode and stainless steel cathode: current and energy efficiency	
						③ Applied Catalysis B: Environmental	
						④ 202, 671-682	
				수질처리		⑤	URL입력
						⑥ 2017	https://doi.org/10.1016/j.apcatb.2016.09.067
						⑦ https://doi.org/10.1016/j.apcatb.2016.09.067	
						물의 전기분해를 통한 청정에너지 수소를 생산하는 방법은 널리 연구되고 있으나 미국 DOE에서 제안하는 2 USD/kgH2의 경제성을 달성하기 위해서는 추가적인 에너지 효율의 제고가 필요함. 본 연구는 미래기술로서 폐수 및 폐기물의 전기분해를 통해 수소를 생산과 동시에 환경정화를 달성하는 분산형 수처리/수소생산 시스템을 제안함. 구체적으로는 고효율의 산소 및 염소계 산화제 발생능을 가지는 Bi 가 도핑된 TiO2 양극을 활용하여 폐수 중 오염물인 유기물과 영양염류를 제거할 수 있고 음극은 상용화된 스테인리스강을 활용해 수소를 생산하였음. 이때, 양극, 음극 표면 반응 및 균질계 반응은 동역학적으로 연결되어 있기 때문에 각 반응간 Trade-off를 최소화하기 위해서는 반응지표의 실시간 검측 및 딥러닝을 통한 운전조건 제어가 필수적임. 궁극적으로는 본 연구는 셀전압 등 운전조건에 따른 수처리 및 수소생산 에너지 효율을 모델화 하여 인구밀집형 산업사회에서 변동성이 큰 생활하수 및 신종산업폐수의 특성에 유연하게 대처할 수 있는 방법론을 제시. 이 논문이 출판된 저널의 IF 는 14.229이며, JCR Ranking 상위 1%의 저널임	

연번	참여교수명	연구자등록번호	이공계열/인문사회계열	전공분야	실적구분	대표연구업적물 상세내용	증빙
				세부전공분야			
대표연구업적물의 적합성과 우수성							
30	조*우	1064****	이공계열	환경공학	저널 논문	① K Cho, MR Hoffmann	
						② BixTi1-xOz functionalized hetero-junction anode with an enhanced reactive chlorine generation efficiency in dilute aqueous solutions	
						③ Chemistry of Materials	
						④ 27(6), 2224-2233	
				수질처리		⑤	URL입력
						⑥ 2015	https://doi.org/10.1021/acs.chemmater.5b00376
						⑦ https://doi.org/10.1021/acs.chemmater.5b00376	
<p>염소계 산화제는 정수처리공정의 소독, 하·폐수 중 아민류 및 단백질 등 오염물질의 분해, 환경요소기술에서의 파울링 제어 등의 목적으로 광범위하게 활용되고 있음. 하지만 유입수의 변동 및 염소소독부산물의 생성 등의 문제로 인해 염소계 산화제의 투입량을 정교하게 제어하는 것이 중요함. 전기화학적 현 위치 염소생산기술은 화학약품 투입보다 제어가 용이하고 NaCl을 전구체로 활용하므로 안전함. 본 연구는 Ir-Ta 산화물을 배합한 전기활물질에 Bi-Ti 산화물을 배합한 표면 촉매 물질을 이중접합하여 염소 발생에 대한 전류 효율을 증가시키고 전극의 안정성을 높였음. 구체적으로는 전극 표면 고정된 수산화 라디칼의 반응속도와 선택성을 바꾸고 안정한 표면 TiO2가 Ir의 용해를 방지하여 장기 운영 안정성을 향상함. 본 연구의 결과는 기능적으로 염소계 산화제 발생 에너지 효율이 향상된 전극을 제공하여 정수 및 하·폐수처리 공정의 효율화를 가져올 수 있음. 더 나아가서는 유입 수질에 따라 Ir, Ta, Bi, Ti 등 배합 물질의 종류와 비율을 달리하여 최적화된 효율과 안정성을 보이는 이중접합전극을 개발할 수 있음. 이 논문이 출판된 저널의 IF는 10.159이며, JCR Ranking 상위 10%의 저널임</p>							

② 참여교수 특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성

<표 3-3> 최근 5년간 이공계열 참여교수 특허, 기술이전, 창업 실적

연번	참여 교수 명	연구자 등록번호	전공 분야	실적 구분	특허, 기술이전, 창업 상세내용	증빙
			세부 전공 분야			
특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성						
1	황*수	1016****	환경공학	창업	· 황*수	
					· 폴리사카라이드 계열 나노물질 활용 기술	
			청정기술		· (주)에이엔폴리 (http://www.anpolyinc.com/)	URL입력
					· 134,000 천원	http://www.anpolyinc.com/
					· 2017	
<p>(주)에이엔폴리 (ANPOLY)는 친환경 플라스틱을 생산하고 응용기술을 개발하는 소재 기업으로, Advanced Natural POLYmer의 줄임말임. 미세플라스틱 등의 플라스틱 폐기물 처리가 사회적 이슈가 되었지만, 플라스틱 소재를 인류가 사용하지 않을 수 없음. 본 회사는 천연고분자 소재인 나노폴리사카라이드 (나노셀룰로오스, 나노키틴 등)를 기존 석유화합물 기반 합성폴리머를 대체할 수 있는 특성을 가진 One Source Multi Use 제품으로 기술 개발하는 것이 목적임. 경상북도 스타트업혁신대상 (2019년), Tips 선정, 2019년 기준 매출액이 8300만원을 기록하고 있음. 지방인 포항에 위치해 있음에도 불구하고, 2017년 1월 창업 후에 7명의 회사구성원 중, 중도퇴직자가 한 명도 발생하지 않는 것도 기업의 가치를 대변해주고 있음</p>						

연번	참여 교수 명	연구자 등록번호	전공 분야	실적 구분	특허, 기술이전, 창업 상세내용	증빙
			세부 전공 분야			
특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성						
2	황*수	1016****	환경공학	기술이 전	· 황*수	
					· 전이금속이 증착 또는 도입된 나노 섬유의 제조방법	
					· (주) 메가젠임플란트	URL입력
			청정기술		· 50,000 천원	
					· 2018	
					대부분의 환경친화적인 천연플라스틱의 단점은 추출공정에 의존할 수밖에 없기 때문에 기계적강도가 상대적으로 합성플라스틱에 비해서 일반적으로 낮은 한계를 가지고 있음. 해당 기술은 생명체들이 극미량의 무기물만 사용하여, 생명체의 천연 플라스틱 소재의 기계적 강도를, 무기물 수준으로 향상하는 생체 재료의 원리를 생체 모사하여 개발하였음. 기술이전된 기술은 소량의 전이금속이 증착 또는 도입된 천연플라스틱 소재인 나노 셀룰로오스 및 나노 키틴 섬유를 제조하는 방법과 이를 생체소재에 응용하는 것과 관련된 기술임. 원자층 증착 (Atomic Layer Deposition)이라는 전이금속 증착 방식을 이용하여, 극미량의 티타늄이온이 천연나노고분자 섬유에 새로운 결합을 유도하여 인장강도 같은 물성이 개선되고, 용도에 맞는 나노섬유를 제조하는 방법을 개발하였으며. 치과용 소재 기업인 (주)메가젠임플란트는 본 기술을 의료용 분리막 용도로 활용하기 위해서 선급기술료 5천만원을 지급하고, 기술이전 계약을 체결하였음	

연번	참여 교수 명	연구자 등록번호	전공 분야	실적 구분	특허, 기술이전, 창업 상세내용	증빙
			세부 전공 분야			
특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성						
3	최*용	1010****	환경공학	특허	· 최*용, 조*진	
					· 이중목적 광촉매 복합체 및 그를 이용한 수처리 방법	
					· 대한민국	URL입력
			환경화학		· 10-1765721	http://kpat.kipris.or.kr/kpat/biblioa.do?method=biblioFramehttps://doi.org/10.8080/1020160096991
					· 2017	
					본 발명은 광촉매 상에 담지된 귀금속 입자상에 형성되는 삼산화크롬 (Cr2O3)층을 포함하는 광촉매 복합체에 관한 것임. 상기 광촉매 복합체를 사용하여 무산소 조건에서 수소를 생성시키면서 동시에 폐수 중의 오염물질을 분해할 때 in-situ로 생성되는 산소를 활용하여 유기 오염원을 무기물로 분해할 수 있음. 삼산화크롬층은 산소의 접근을 방해하여 산소 환원 반응을 막기 때문에 본 발명의 광촉매는 선택적으로 수소를 생성할 수 있음. 파우더 기반의 촉매는 산화와 환원 반응을 선택적으로 조정하기 어렵다는 단점이 있는데, 본 발명은 크롬층을 추가하면서 환원 반응을 선택적으로 조정함. 수소 에너지가 대두되고 있는 이 시점에서 본 발명은 수소 에너지의 생산과 오염물 분해를 동시에 한다는 점에서 유용한 발명임. 특히 위 발명의 아이디어는 향후 수소 에너지를 포함한 에너지의 탈중앙화의 시대 그리고 수처리 탈중앙화 시대에 부합하는 실용적인 아이디어임	

연번	참여 교수 명	연구자 등록번호	전공 분야	실적 구분	특허, 기술이전, 창업 상세내용	증빙	
			세부 전공 분야				
특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성							
4	최*용	10105***	환경공학	특허	· 최*용, 구*석		
					· 광전극 및 그를 이용한 OH 라디칼의 제조 방법		
					· 대한민국	URL입력	
			환경화학		· 10-1816528	10-1816528https://doi.org/10.8080/1020160089275	
					· 2018		
					본 발명은 이산화티타늄 나노튜브(TiO2 Nano Tube, TNT)와 그 표면에 형성된 Ti3+를 포함하는 광전극에 관한 것임. 이산화티타늄의 티타늄을 환원시켜 (Ti4+ → Ti3+) 광활성과 전기전도성 등을 변화시켰음 보통의 전극에선 표면 반응이 이루어지는데, TNT는 오픈 채널 구조로 되어있어 반응물이나 산소 분자가 확산하는 데 유리함. Ti3+로 환원된 TNT는 기존의 TNT에 비해 전기전도성이 높고 더 높은 광활성 특성을 가짐. 또한, 이와 같은 광전극을 이용하여 광전기화학적으로 물 분해 시 여기 전자의 재결합이 저해되고 효율이 향상된 OH 라디칼을 생성할 수 있음. OH 라디칼은 산화력이 가장 센 라디칼 중 하나이며 고도산화공정에서 매우 중요함. 따라서 OH 라디칼의 생성 효율 향상은 고도산화공정의 효율 향상에서 중요함		

연번	참여 교수 명	연구자 등록번호	전공 분야	실적 구분	특허, 기술이전, 창업 상세내용	증빙
			세부 전공 분야			
특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성						
5	이*택	10056***	지구과학	특허	· 이*택, 김*옥	
					· 휴대용 육불화황 분석 시스템	
			환경지구과학		· 대한민국	URL입력
					· 10-1818841	https://doi.org/10.8080/1020160028394
					· 2018	
	<p>본 특허는 케이스 내에 검출 대상 가스를 분리 및 검출하기 위한 장비가 선택적으로 배치되고, 오븐의 부피를 최소화함으로써 소형화되어 현장으로의 이동이 용이하며 케이스의 일 측에 제어 패널이 구비되어 조작이 편리하고 수동 또는 자동으로 작동 가능하며 케이스에 제어 패널이 탈부착 가능하여 제어 패널의 탈착 후에 케이스 내부 작업이 가능함. 시료 가스 또는 비활성 가스의 유량 제어 또는 오븐 및 가스 검출부 내부 온도 제어에 의해 분리관에서 시료 가스로부터 검출 대상 가스가 일정 속도로 분리될 수 있고 검출 신호 차폐기에 의해 가스 검출부로부터 발생된 신호가 이중적으로 차폐되어, 안정적인 가스 검출 신호를 도출할 수 있음. 또한, 비활성 가스의 일부가 퍼지 가스로 작용하여 가스 검출부의 오염을 최소화함으로써 정확성이 향상된 가스 검출 신호를 도출할 수 있음. 이 특허 결과물은 산업용으로 다양하게 활용되는 가스를 검출함으로써 산업 현장에서 설비로부터의 가스 누설 여부를 확인할 수 있고, 환경 추적자로서 활용되는 검출 대상 가스의 검출을 통하여 오염물질의 이동 경로 또는 과정에 대한 파악이 가능함</p>					

연번	참여 교수 명	연구자 등록번호	전공 분야	실적 구분	특허, 기술이전, 창업 상세내용	증빙
			세부 전공 분야			
특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성						
6	이*택	10056***	지구과학	특허	· 이*택, 김*옥, 박*태, 장*현	
					· 가스 분석 시스템	
					· 대한민국	URL입력
			환경지구과학		· 10-1744462	https://doi.org/10.8080/1020160182846
					· 2017	
<p>본 특허의 가스 분석 시스템에 따르면, 시료 (예를 들어, 가스 시료)의 채취 및 분석 과정이 현장에서 실시간으로 연속적으로 수행될 수 있고 원격 제어가 가능함. 가스 분리부에 주입되는 가스 시료의 압력 유지와 온도 제어 및 가스 검출부의 안정성이 보장됨으로써 가스 상의 혼합물을 분리하고 미량의 검출 대상 가스의 농도를 정확하게 분석할 수 있음. 이 시스템은 극한 지역 (예를 들어, 북극 지역)에서의 대기 농도 측정 및 불필요한 인력 자원의 낭비를 방지하고, 더욱 우수한 수준의 저농도 검출이 가능하며, 전처리부, 가스 분리부 및 가스 검출부가 분리형으로 제작됨으로써 부피를 최소화하고 수리를 용이하게 할 수 있음. 또한, 제어부에 의해 전처리부, 가스 분리부 및 가스 검출부가 자동 제어됨과 동시에 분석 과정에 실시된 내용이 저장될 수 있음. 이 시스템은 가스 시료의 종류에 따라 변화시킬 수 있기 때문에 한반도 연안 해양의 탄소 측정에 이용될 수 있고, 연근해의 해양탄소제거력의 변동성에 대해 예측하는 데에 활용이 가능함</p>						

연번	참여 교수 명	연구자 등록번호	전공 분야	실적 구분	특허, 기술이전, 창업 상세내용	증빙
			세부 전공 분야			
특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성						
7	황*환	10056***	환경공학	기술이 전	· 황*환, 신*구, 김*백	
					· 2상 혐기소화 장치	
					· (주) 부강테크	URL입력
			유기성폐기물 처리		· 50,000 천원	
					· 2019	
					각종 유기성폐기물의 혐기성소화는 다양한 미생물들이 유기적으로 상호 공생작용을 수행하는 복잡한 생태공학적 과정으로, 안정적 운전을 위해서는 단계별 제어기술 구축 및 공정 최적화 기술이 필요함. 본 기술은 유기성 폐기물을 이용하여 바이오가스화 하는 혐기성소화의 주요 과정 중 가수분해 및 산생성 단계와 메탄 생성 단계를 분리하여 운전할 수 있게 구성하였음. 또한, 단계별 효율을 향상할 수 있는 2상 혐기소화장치 및 그 운전 방법을 제시함. 본 발명의 목적은 혐기성 소화 공법에 있어, 산 생성 단계와 메탄 생성 단계 각각 우점 혐기 미생물의 분리 성장이 가능하며, 그 결과 전체적인 바이오가스화 공정 효율을 향상하는데 기여할 수 있음. 또한, 본 기술에서는 산생성조 및 메탄생성조 내 pH 센서를 통해 이송펌프가 연동되어 작동하며, 이는 이상 상황에 대해 기존과 동일한 후속 대응이 아닌 산생성조와 메탄생성조 내 센서 감지를 통한 예방 및 선제적 대응을 추구했음을 의미함. 결론적으로, 다양한 음식물, 하수슬러지, 가축분뇨 등의 처리 시 바이오가스 생산량 증가, 시설 가동률 향상을 입증하며 바이오가스화 산업에 이바지하고 있음. 또한, 지속적인 기술 요구 상황은 본 기술의 우수성을 입증한다고 할 수 있음	

연번	참여 교수 명	연구자 등록번호	전공 분야	실적 구분	특허, 기술이전, 창업 상세내용	증빙	
			세부 전공 분야				
특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성							
8	조*우	10643***	환경공학	특허	· Hoff****, MR; Cho, K		
					· Electrolysis Electrode		
					· 미국	URL입력	
			수질처리		· US10059607B2	https://patents.google.com/patent/US10059607B2/enhttps://patents.google.com/patent/US10059607B2/en	
					· 2018		
본 특허는 전기화학적 염소계 산화제 발생을 위한 이중층 헤테로접합 양극에 관한 것으로 제 1 반도체층은 Ir, Ta 산화물로 구성되며 제 2 반도체 층은 Bi와 Ti의 산화물로 구성되어 물 및 수중 유기오염물질과 접촉함. 충분한 양극 전압 하에서 생성된 수산화 라디칼이 표면에 형성되어 높은 반응속도로 활성 염소종을 형성하여 수처리가 진행됨. 본 특허는 개발도상국 대상 지속가능한 환경-에너지 기술로 화장실 폐수를 대상으로 한 폐수 전해 공정의 핵심요소기술로 단일 반응조 폐수전해를 통해 염소계 산화제로 화장실 폐수를 재이용 가능 수준으로 처리하고 음극에서 발생하는 수소를 포집하여 에너지원으로 활용하며 반응에 필요한 동력은 태양전지로 공급하는 개념임. 개발 기술은 미국, 인도, 중국, 남아공에 시작품을 설계/운전하였고 차세대 기술로 CNN, BBC 등 해외 주요언론의 주목을 받았음. 동일한 내용의 중국 특허는 현재 기술이전을 추진 중임. 본 기술은 기존의 Water, Energy Grid와 독립적으로 운전될 수 있기 때문에 자유로운 제어가 가능하고 궁극적으로는 물속에 존재하는 유기물질의 종류와 양을 예측하여 최적화된 전압과 전극의 크기를 모델링하여 결정할 수 있음							

연번	참여 교수 명	연구자 등록번호	전공 분야	실적 구분	특허, 기술이전, 창업 상세내용	증빙
			세부 전공 분야			
특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성						
9	조*우	10643***	환경공학	특허	① Hong, S; Cho K; Chung Y; Lee S, Jeong B	
					② Apparatus and method for water treatment using in-situ activation of manganese dioxide catalyst	
					③ 미국	URL입력
			수질처리		④ US9938168B2	https://patents.google.com/patent/US9938168B2/en?q=US9938168B2
					⑤ 2018	
					<p>본 특허는 루타일 결정구조를 가지는 β-이산화망간을 입자형태로 3차원 양극에 고정하고 전기화학적 산화에 의해 과망간산염을 생성하여 수처리에 적용하는 방법에 관한 것으로 양극과 음극을 일정한 간격으로 반복 병렬로 연결하며 전압을 균일하게 분포하여 전기화학적 반응을 유발시키는 장치를 제공하였음. 생성된 과망간산염은 유기오염물질을 제거하고 다시 환원되어 이산화망간이 재생성되는 순환반응을 통해 반응 부산물이 생성되는 것을 방지할 수 있음. 본 기술은 염소주입에 의존한 정수처리 공정의 소독부산물 생성 문제를 해결하고 나아가서는 신종미량유해물질의 유입에 “실시간으로 대응”할 수 있는 대안이 될 수 있음. 즉, 원수에 대한 IoT 기반으로 오염물질의 유입과 동시에 과망간산염의 생성량을 자동으로 조절하여 효과적으로 대응할 수 있음. 일례로, 수계 녹조발생시 Microcystin 등 독성물질이 유입될 경우 실시간으로 장치 내 전압을 증가시켜 과망간산염을 통해 독성물질을 산화시키는 것이 가능</p>	

1.2 연구업적물

③ 연구의 수월성을 대표하는 연구업적물 (최근 10년)

<표 3-4> 최근 10년간 참여교수의 해당 산업·사회
문제 해결분야 대표연구업적물

③ 연구의 수월성을 대표하는 연구업적물

<표 3-4> 최근 10년간 참여교수의 해당 산업·사회 문제 해결분야 대표연구업적물

연번	대표업적물 설명
1	<p>[Guo, P; Shin, J; Greenaway, AG; Min, JG; Su, J; Choi, HJ; Liu, L; Cox, PA; Hong, SB; Wright, PA; Zou, X (2015) A Zeolite Family with Expanding Structural Complexity and Embedded Isoreticular Structures. Nature, 524, 74-78.]</p> <p>최근 이산화탄소 농도 증가로 인한 지구온난화 문제는 인류의 존속과 직결되는 중대한 과제로 대두되고 있음. 특히 이산화탄소 배출에 따라 부과되는 탄소세 및 배출권 거래제가 각 국가와 기업들의 경제 상황과 연관되면서 이산화탄소의 분리·회수 기술이 새로운 산업·사회 문제로 떠오르고 있음. 이에 규칙적인 나노 크기의 세공을 이용하여 이산화탄소를 선택적으로 분리할 수 있고, 고온·고압에서 높은 구조적 안정성을 갖는 제올라이트로 대표되는 나노다공성 재료에 대한 관심이 집중되고 있음. 그러나 현재 이산화탄소 분리에 사용되고 있는 제올라이트의 종류는 극히 제한되어 있으며, 이 또한 주요 선진국 소재 연구팀들이 원천기술 특허 및 물질 특허권의 형태로 독점하기 때문에 이를 극복할 수 있는 새로운 구조와 조성을 갖는 고효율 제올라이트계 이산화탄소 흡착·분리제 개발 연구는 반드시 수행되어야 함</p> <p>홍*봉 교수 연구팀은 기존에 합성법은 알려져 있으나 작은 결정 크기와 복잡한 구조 때문에 정확한 구조 규명이 되지 않은 ZSM-25 제올라이트의 구조 해석에 성공함. 특히, ZSM-25와 기존 Rho (구조코드: RHO), ECR-18 (PAU) 제올라이트들과의 구조적 유사성을 통하여 이들을 RHO-family로 새롭게 명명하였고, 이들간의 구조 확장원리를 밝혀내었음. 이러한 구조확장 원리를 기반으로 하여 ZSM-25보다 더 확장된 가상의 제올라이트 구조 예측과 함께, 이들 합성을 위한 전략을 수립하였음. 결국, 세계 최초로 직접 설계를 통하여 PST-20 (POSTECH no. 20)과 PST-25 (POSTECH no. 25) 제올라이트 구조 합성에 성공함. 특히, ZSM-25와 PST-20 제올라이트는 기존에 보고된 Rho, ZK-5 (KFI), Chabazite (CHA) 제올라이트보다 월등히 우수한 흡착량 및 선택도를 보였을 뿐만 아니라, 이산화탄소를 보다 더 빨리 흡·탈착하는 특성이 있고 100회 반복 후에도 그 성능이 떨어지지 않아 천연가스 추출 및 이산화탄소 저감 공법 등 산업·사회문제에 대한 “선제적 예방”에 적극적으로 활용할 수 있을 것으로 기대되고 있음. 이들 PST-20과 PST-25의 합성은 기존 단순한 시행착오접근 (Trial and error)으로만 행해지던 제올라이트 합성과는 다르게, 제올라이트 구조를 디자인하고, 그에 적합한 합성 전략을 세움으로써 그 디자인 된 구조를 실제로 합성에 성공하였을 뿐만 아니라 원하는 응용 분야에 적용시킨 최초의 사례라는 것에 매우 중요한 의미가 있음. 이는 제올라이트 분야의 궁극적 목표 중의 하나인 맞춤형/주문형 제올라이트 합성에 한 발짝 다가간 매우 중요한 연구 성과로, 그 중요성을 인정받아 세계 최고 권위의 학술지인 Nature (DOI: 10.1038/nature14575)에 게재되었음</p> <p><제출 증빙: 대표연구업적물-1></p>
2	<p>[Kim, T.-W., Lee, K., Najjar, R. G., Jeong, H.-D., & Jeong, H. J. (2011). Increasing N Abundance in the Northwestern Pacific Ocean Due to Atmospheric Nitrogen Deposition. <i>Science</i>, 334(6055), 505-509.]</p> <p>본 연구에서는 해양 질산염 변화 추이를 연구할 때 사용되는 인자인 ‘N*’를 이용하였음. N*는 인산염 측정 농도와 심해의 질산염과 인산염 비율의 곱을 질산염 측정값으로부터 제한 값으로 인산염에 대한 질산염의 상대적인 풍부도를 의미함. 한반도 일대 해역을 2 (위도)×2.5 (경도)의 박스로 나누고, 같은 박스 지역의 표층 50m에서 측정된 질산염, 인산염 자료 N*를 2개월 단위로 묶어서 시계열 분석하였음. 전체 46개의 박스 지역 중에 1개를 제외한 모든 지역에서 N*의 증가가 발견되었지만, 일본의 태평양 연안 일부 지역은 통계적으로 유의미하지 않았음. N*가 증가한 지역에서는 질산염은 증가하지만 인산염은 증가하지 않거나, 모두 증가하지만 질산염의 증가 속도가 빠른 것으로 나타나, 동아시아 연근해의 질산염의 상대적 풍부도</p>

	<p>증가가 인산염 농도의 감소가 아닌 질산염 농도의 증가 때문인 것으로 밝혀짐. 지난 30여 년 간 N* 증가의 지역적 경향과 중국에서 일본 방향으로 대기 오염물질이 이동되는 점을 감안할 때, 중국에서 발생한 질소 오염물질이 대기를 타고 동아시아 연근해에 침적되고 있는 것을 증명함. 실제로 유럽중기후센터의 자료를 바탕으로 얻어진 대기 이동 모델의 결과 자료를 이용하여 한국과 일본에 도달하기 전의 일주일 동안의 대기의 이동 지역을 분석한 결과, 한국과 일본 지역은 주로 북서풍의 영향을 주로 받는 것으로 나타났고, 한국이 중국의 영향을 더 직접적으로 받는 것으로 드러남. 해양 N*와 대기 질소 침적량을 비교한 결과, 시간에 따라 유사한 변동 양상과 높은 상관관계 (r)를 보였고, 지난 30여 년간 해양의 N*의 증가는 질소의 대기 침적이 주요 요인이었다고 결론을 지음</p> <p>본 연구는 그간 제기되어 온 오염물질의 침적이 해양 환경에 미치는 영향을 장기 해양/대기 조사 자료를 바탕으로 직접적으로 증명하였으며, 산업화 및 인구 증가로 발생하는 오염물질이 광범위한 해양의 환경에 영향을 주고 있다는 것을 규명하였다는 점에서 큰 의의가 있음. 식물 플랑크톤의 경우, 질산염과 인산염의 상대적인 비율에 따라 우점종의 차이가 발생할 수 있는 것으로 알려져 있기 때문에, 해양의 질산염 농도의 증가는 해양 식물 플랑크톤은 물론, 더 나아가 해양 생태계에도 변화를 야기할 수 있음. 한편, 질소 오염물질의 대기 침적은 비단 동아시아 지역뿐만 아니라, 산업화, 도시화가 연안에 집중되어 있는 미국 동부 연안과 유럽 연안 등에서도 증가해왔기 때문에, 본 연구 결과는 질소오염물질이 전지구적의 산업·사회 문제를 야기하는 것을 증명하였고, 전 지구적인 과급효과를 가짐</p> <p>한편, 본 연구 결과는 국, 내외의 TV (KBS, MBC, YTN) 및 일간지 (동아, 한국, 경향, 조선 등) 언론 매체를 통해 배포되어, 질소 오염물질이 환경에 미치는 심각성을 대중에게 환기시켰으며, 세계 최고 권위의 양대 과학학술지인 사이언스 (Science)와 네이처 (Nature)를 통해 출판 (사이언스)되거나 주요 뉴스 (네이처)로 다루어져 과학계의 주목을 끌고 있음</p> <p><제출 증빙: 대표연구업적물-2></p>
3	<p>황동수 교수는 친환경 바이오 플라스틱 소재기업인 (주) 에이엔폴리를 2017년 1월에 창업하였음</p> <p>(주)에이엔폴리 (ANPOLY)는 친환경 플라스틱을 생산하고 응용기술을 개발하는 소재 기업으로, Advanced Natural POLYmer의 줄임말임. 본 회사의 CEO는 황동수교수 실험실 연구교수 노상철 박사임. 본 회사가 설립된 계기는 미세플라스틱 등의 플라스틱 폐기물 처리가 사회적 이슈로 부각되고 있었고, 감염이나 오염에 민감한 연구분야에서 다수 발생하는 플라스틱 소재의 폐기와 관련된 산업·사회문제를 해결하기 위한 것임. 최근, 코로나19사태에서 의료용 방호복부터 마스크까지 의료장비에 플라스틱 소재가 다수 사용되며, 이는 의료진 및 연구진 감염 방지를 위해 일회성으로 사용하고 폐기해야 하는 문제를 일으키고 있음. 본 회사는 천연고분자 소재인 나노폴리사카라이드 (나노셀룰로오스, 나노키틴 등)를 기존 석유화합물 기반 합성폴리머를 대체할 수 있는 특성을 가진 One Source Multi Use 제품으로 기술 개발하는 것이 목적임. 2018년 매출액 2700만원, 2019년 기준 매출액이 8300만원을 기록하였고, 2020년에도 매출이 더 증가할거로 예상되어 성장 중인 회사임. 지방인 포항에 위치해 있음에도 불구하고, 2017년 1월 창업 후에 7명의 회사구성원 중, 중도퇴직자가 한명도 발생하지 않는 것도 기업의 가치를 대변해주고 있으며, 지역 산업·사회의 의료폐기물 등 주요성분이 플라스틱인 폐기물 발생 및 환경오염 문제 해결, 지역 인구 유입과 인력 양성에 기여할 것으로 예상됨. 국내 기업의 향장소재뿐 아니라, 외국계 화장품 향장소재의 제품군에 (주)에이엔폴리의 소재가 첨가되고 있음</p> <p>2017년 1월 창업 후 (주)친환경 바이오 플라스틱 기업인 에이엔폴리의 주요 성과는 다음과 같음</p>

	<ul style="list-style-type: none"> o 2017년 7월 경북창조경제혁신센터에서 지역의 유망 창업자 및 벤처기업 지원으로 스타기업 육성을 위한 사업 “G-Star Dreamers 8기” 에서 선정 o 2018년 경북창조경제혁신센터 사업에서 “G-Star Dreamers 8기 크라우드펀딩상” 을 수상 o 2018년 11월 포항창조경제혁신센터 사업인 “Global Star Venture (GSV)” 은 글로벌 기술경쟁력을 갖춘 유망 벤처기업의 해외시장 진출을 가속화하기 위한 육성 프로그램으로 본 기업이 선정됨 o 2018년에 열린 “2018 PR DAY IN SEOUL” IR 경진대회에서 우승 o 2018년 11월 “폴리 사카라이드계열 나노물질 활용기술” 기술이전 계약을 체결함 (회사 총주식의 5%, 2.5억 가치) o 2019년 6월 중소벤처기업부에서 글로벌 진출을 지향하는 고급인력의 기술창업 활성화를 위한 지원사업인 “TIPS, 민간투자주도형 기술창업지원” 에 본 기업이 선정 o 2019년 12월 매출액이 10% 이상으로 기업성장성이 우수한 업체로 인정받아 경상북도 경상북도 스타트업혁신대상을 수상 o 케이엔투자파트너스 시리즈 A 투자 진행할 예정임 (15억, Pre value 150억) o BIG 3분야 중 바이오헬스/바이오소재 분야에서 “BIG3 혁신성장 지원 사업” 최종 선정됨 <p><제출 증빙: 대표연구업적물-3></p>
--	--

1. 참여교수 연구역량

1.3 교육연구단의 연구역량 향상 계획

1.3 교육연구단의 연구역량 향상 계획

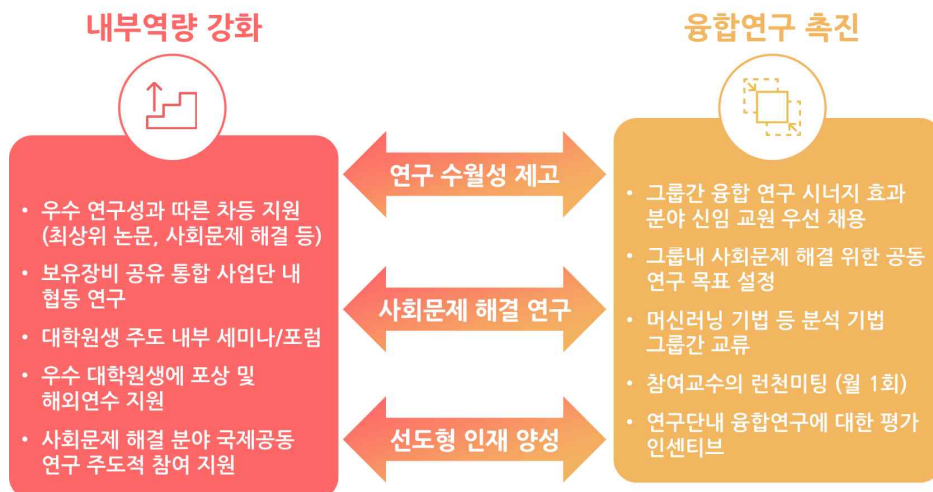
[총론]

- 우리 교육연구단에 참가하는 10개 연구실은 각 해당 연구 분야에서 가장 활발하게 연구를 진행하는 국내외에서 인정받고 있는 선두 그룹으로서, 본 사업목표의 달성을 위해 각 해당 연구 분야의 연구역량을 더욱 강화하고, 교육과 연구의 선순환 구조를 실현할 것임
- 추격형에서 벗어난 세계 최고 수준의 연구역량 확보를 위해 우리 교육연구단의 ‘연구역량 향상 비전 및 목표, 달성 전략’은 다음과 같음
 - 비전: 인구밀집형 4차 산업·사회대비 정온한 환경을 위한 핵심 환경 분야 (수질·폐기물, 대기오염, 생태환경, 기후변화)의 교육, 기술개발 및 국가 경쟁력 제고의 핵심역할을 담당할 “first mover” 및 국제적 리더의 양성
 - 목표: 연구 비전의 구현을 통하여 “Global Top 20” 연구역량을 갖춘 교육연구단으로 발전
 - 달성 전략
 - 참여하는 모든 연구실은 연구단 내, 대학 내, 국내외 실체적 협력 연구, 학문 간 융합연구를 통해 우리 교육연구단의 수월성을 높일 것임
 - 빅데이터 프로세싱, 머신러닝 등 4차산업 분야 핵심기술과 융복합 연구 추진
 - 산업체 애로기술 및 미래전략형 기술개발 등 “선도형 연구체계” 구축과 “산학 공동연구”를 통한 환경 분야 4차 산업·사회 문제 해결 역량 강화
 - 관련 분야 대표적인 국공립기관 및 글로벌 기업인 SK, 국립환경과학원, 포항산업과학연구원, 포항테크노파크와 전략적 제휴와 실체적 협력을 통한 연구역량 향상 추진
 - 관련 산업 및 기술의 시대적 흐름과 요구사항을 주시하며 선택과 집중적 지원체계 가동

[세부계획 및 추진전략]

가. 교육연구단 내 내부역량 강화 및 융합연구

- 우리 교육연구단에는 환경 분야 내 수질, 대기오염, 청정기술, 생태, 기후변화 등 다양한 연구를 하는 연구실로 구성되어 있어 교육연구단의 연구역량을 향상하기 위해 우선 연구단 내 연구실 간 융합연구를 활성화하고자 하며, 현재 진행 중인 사례를 아래 제시함
- 국내 최고 기술을 가지고 있는 광촉매 분야의 최원용 교수팀과 제올라이트 분야의 홍석봉 교수팀이 협업하여 제올라이트와 광촉매를 결합한 복합적 공기오염물 제거 시스템 개발을 추진하여, 최근 가장 사회 문제가 되는 미세먼지 분야의 해결 대안으로 추진



<그림 13> 우리 교육연구단 내부역량 강화 및 융합연구 촉진 방안

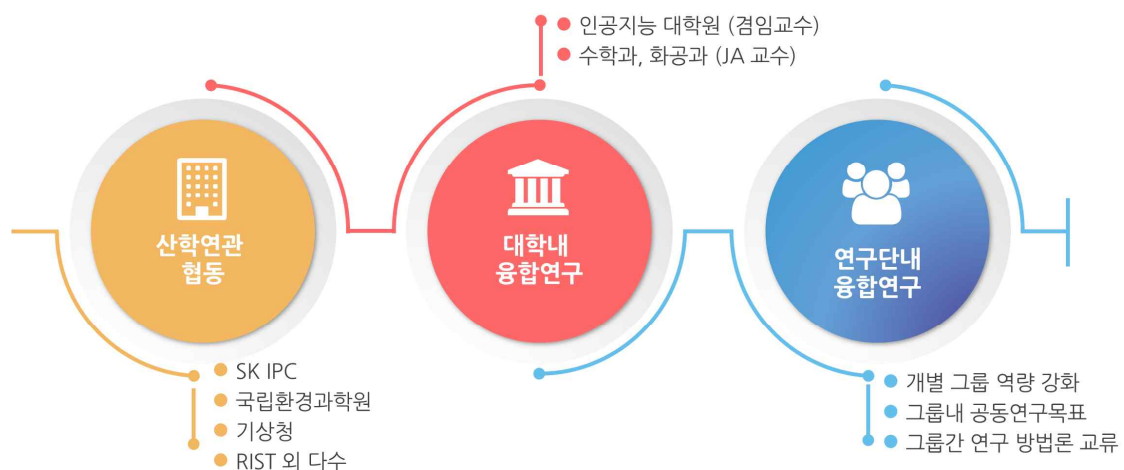
- 국내에서 가장 활발하게 연구하고 있는 기후변화 팀은 지능형 지역 기후 예측시스템 개발을 공동목표로 연구에 중점. 여기에서 얻은 환경자료에 대한 인공지능기법 노하우는 수질 및 생태환경 분야 적용에 활용
- 국내외 유기성 폐기물 및 폐수처리 분야 산업체에서 최고의 기술로 평가받는 각종 비정형 미생물 data 및 클라우드 기반을 활용한 예측의 정확도 향상기술은 생태환경 및 대기오염 분야와 연동하여 새로운 기술 분야 창출을 시도 중임

나. 대학 내 융합연구를 통한 연구역량 향상

- 포스텍은 분야별 국내 최고의 연구역량을 보유 중이며, 대학 특유의 학문적 개방성으로 융합 연구가 상대적으로 매우 용이한 장점을 활용하여 연구의 수월성을 높일 것임. 실제로 현재, 대부분의 참여교수가 다른 학과 JA 교수나 겸임교수로 임용되어 대학 내 융합연구의 토대는 만들어진 상태임
- 최근 포스텍에 설립된 인공지능 대학원에 우리 교육연구단 4명의 교수 (황석환, 국종성, 황동수, 감종훈)가 겸임교수로 참여하여 4차 산업과 융합된 환경자료에 대한 인공지능 기법 적용에 대해 전문가들과 협업을 진행할 계획임
- 또한, 우리 교육연구단 참여교수 중 현재 수학과, 화공과 등에 JA 교수로 활동하고 있어, 기후변화 분야의 이론적 접근, 대기오염 분야 미세먼지 제거 시스템 개발에 대한 융합연구의 연구역량을 향상하고자 함
- 수질·폐기물 분야의 경우, 정수처리공정의 미량유해물질 유입에 대한 실시간 대처기법의 하나로 광/전기 촉매를 활용한 고속 수처리 기술은 화학공학과 및 신소재공학과와, 혐기성 소화에 기반한 유기성폐기물 에너지화 연구는 융합생명공학부와의 긴밀한 공동연구를 통해 연구의 수월성을 확보하고자 함

다. 피드백 형태의 산학협력 기술 개발 및 융합연구

- 기존의 연구실 수준에서만 실험이 이루어진 것을 넘어, 실규모 설비와 실험실에서의 연구개발 내용이 상호보완적인 피드백 형태로 연구를 추진할 계획임
- 일례로, 우리 교육연구단 내 수질·폐기물 분야 연구팀은 지자체/산업체 등에서 운영 중인 혐기성 소화조 설비의 애로사항에 대한 실험실 정밀진단과 trouble-shooting을 수행하여 일방적 관계가 아닌 실험실과의 유기적 협력으로 맺어진 피드백 형태의 기술 개발 및 융합연구를 수행 중



〈그림 14〉 환경문제 해결을 위한 융합연구 추진체계

- 환경공학 내 다른 분야에 본 분야의 다수 경험 및 노하우를 전수하여, 피드백 형태의 산학 공동 연구 구축 및 산업체 애로기술 해결, 미래 전략 기술 개발 등에 앞장설 계획임
- 국내 굴지의 기업인 SK와 전략적 제휴 (MOU)를 통해 실제적인 산학연구를 추진하며 관련 분야의 시대적 요구기술을 파악하며, 빅데이터 및 클라우드 기반의 선도적 연구를 추진하며 세계적 수준의 연구역량 제고를 추진함
- 또한, 포항 TP와의 전략적 제휴를 통해 기술산업화를 적극적으로 추진하며 이를 교육과 연동하는 선순환 구조를 구축하여 융합연구의 현실화를 추구할 계획임

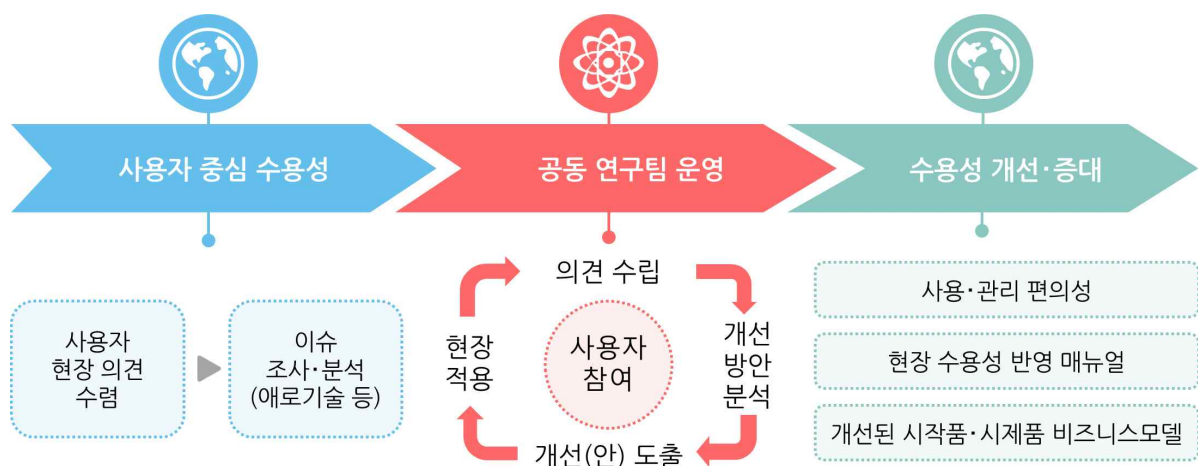
라. 국내외 대학 및 연구기관과 협력을 통한 연구역량 향상

- 우리 교육연구단 참여교수들은 분야별 국내외 최고 전문가들과 꾸준히 인적 교류 및 자료 교환 등을 하며 공동연구를 진행하는 등 다양한 국내외 연구 네트워크를 구성하고 있음
- 이러한 강한 국내외 연구 네트워크를 효과적으로 활용하며, 미래 사회의 환경문제를 선형적으로 해결할 수 있는 연구주제에 대한 포커스를 더욱 강화할 예정임
- 국립환경과학원과 “기후, 환경변화에 따른 미세먼지 발생 예측 및 생태 영향 연구”에 대한 MOU를 맺고, 기존의 협력 연구를 강화할 계획임
- 글로벌 기업 포스코의 기술개발과 밀접한 연관 관계에 있는 포항산업과학원 (RIST)과 대기 및 미세먼지를 포함한 다양한 분야의 환경기술과의 융합을 추진함
- 최근에 포스텍은 홍콩과기대와 MOU를 맺고 협력을 강화하기로 하여, 홍콩과기대의 환경 분야와의 협력을 한층 강화할 계획임

마. 대표적 연구 내용 및 질적 우수성 향상 방안

o 폐수처리 부산물 및 유기성폐기물 에너지화 융합연구 [수질·폐기물 분야]

- 음식물 쓰레기, 축산분뇨, 슬러지 등 유기성 폐기물의 혐기성 소화를 통한 메탄 생성은 폐기물의 에너지 자원화를 위한 가장 전통적이지만 현실적인 대안임
- 하지만 혐기성 소화를 거친 처리수는 높은 Carboxylic acid 농도로 유기물 부하를 가지고 생성된 메탄의 연소효율이 낮은 한계점 등이 있음
- 우리 교육연구단은 혐기성 소화와 폐수 전해 공정을 연계하여 혐기성 소화 유출수를 전기화학적으로 생성된 활성산소/염소 종으로 제거하고 이와 동시에 생성되는 수소를 메탄과 혼합하여 연소효율을 증진하는 기술을 연구할 계획임



<그림 15> Feedback형 산학협력 기술개발 및 융합연구 추진체계

- 폐기물 성장, 혐기성 소화조 내 미생물 군집, 메탄 발생 수율, 혐기성 소화조 유출수 수질, 폐수 전해 공정 내 수소 발생 에너지 효율 등에 대한 빅데이터를 기반으로 각 공정의 운전조건을 자동제어할 수 있는 모델 및 의사결정 기법을 개발할 계획임
 - 발생 가스는 추가적인 개질을 통해 Hythane 등 고부가가치 혼합연료를 생산하는 기술을 제공하여 SK Energy 등 국내 에너지 기업에 이전할 수 있음
- o 정수처리공정의 미량유해물질 유입에 대한 실시간 대처기법 융합연구 [수질·폐기물 분야]
- 정수처리공정으로의 간헐적인 신종 미량유해물질의 유입은 사회적인 관심을 받고 있지만, 사후 대처가 이미 가정으로 공급된 이후라는 고질적인 문제가 있음
 - 본 연구팀은 (광)전기화학공정 등 산화제의 종류와 발생량을 유연하게 조절할 수 있는 고도산화공정을 기반으로 한 실시간 대처기법을 연구할 계획임
 - 1) UV/VIS/IR 분광측정과 독성 간 빅데이터 수립을 통한 정수원수 IoT 분석기술
 - 2) 주요 독성 작용기와 산화 종 간의 반응속도 매트릭스 및 반응 동역학 모델을 기반으로 한 최적 산화종 및 생성량 의사결정 기술
 - 3) 이를 기술적으로 구현하기 위한 수질 분석 및 고도산화공정 개발
 - 본 연구는 환경부 상하수도 혁신기술개발사업의 상하수도 지능형 관리기술 개발 분야에 참여하는 국내 대학과 공동연구를 수행할 계획
 - 기후변화 연구팀에서 개발할 인공지능 기법 (알고리즘, 딥러닝 등)을 적극적으로 적용할 계획임
 - 장기적으로 본 수처리 기법을 응용하여 신종산업폐수의 제어에도 활용될 수 있음
 - 삼성전자 등 대규모 산업폐수 발생기업과 (주)테크로스 등 환경수처리 전문업체 등과의 산학 공동연구를 통해 산업체 현안 해결과 환경산업 육성에 기여할 계획
- o 복합적 공기오염물 제거 시스템 개발 [대기오염 분야]
- 전통적인 광화학적 공기오염물 제거 기술은 휘발성 유기 화합물 제거라는 큰 장점이 있지만, 질소산화물과 같은 오염물을 제거하기 위해선 보안이 필요
 - 광-열 에너지 전환에 용이한 시스템을 개발하여 광촉매 표면에 발현되는 국부적인 고온 현상을 활용할 수 있는 광촉매/열촉매 복합 시스템을 구현
 - 최원용 교수 연구팀의 광촉매 기술과 인프라를 통해 고온에서도 안정적으로 휘발성 유기 화합물을 제거할 수 있는 광촉매 시스템을 개발
 - 이를 홍석봉 교수 연구팀의 fast SCR deNOx 시스템과 융합해서 빛 에너지만을 활용한 복합적 공기오염물 제거 시스템을 개발
 - 위 기술을 도입한 복합오염물 동시 제거 시스템은 공기정화의 실효성뿐만 아니라 연구단의 역량 강화 및 현장/산업체와의 교류를 활성화하는 핵심 단계가 될 것이라 예상
- o 한반도 연안 생태계의 해양감시기술체계 및 데이터베이스 구축 연구 [생태환경 분야]
- 해양환경의 변화와 그에 따른 영향을 예측하고 대응하기 위해서는 연안의 해양환경 변화에 대한 정확한 정보 제공이 필수적임
 - 해양환경의 지속적인 감시를 위한 연구는 크게 세 분야로 나누어짐
 - 1) 미세먼지 (질소오염물질, 대기중금속오염물질)의 해양연안 환경 영향 측정 기술 개발
 - 2) 연안 탄소 저장고의 발굴 및 기술 개발을 통한 연안 Blue carbon 확립
 - 3) 오염원 기반의 데이터베이스를 구축하여 생태환경 변화와 기후변화 대응에 적용
 - 현재까지 수행한 연구를 통해 한반도 연안에서 상대적 질산염 농도의 증가와 인간 유래 질소 침적 간의 유의미한 상관관계에 관해 연구 진행

- 중금속 안정동위원소 분석을 통해 정확한 오염원 출처 규명과 영향평가를 위한 기술 개발 진행
- 지속적인 해양 생태계 감시기술체계 연구를 통해 미세먼지가 미치는 다양한 생태계 영향 연구를 수행하고, 안정동위원소 분석을 통해 오염원에 대한 정보를 국내 및 국제 규모 데이터베이스에 구축하여 대기와 수질 오염, 기후변화 대응 연구 분야에도 활용

o 플라스틱 폐기물을 절감하고 대체하기 위한 융합연구 [생태환경 분야]

- 가볍고 물성이 뛰어난 저가의 플라스틱은, 철·목재·유리·종이·면화 등 천연자원을 대체하면서 현대산업사회의 가장 필수적인 소재로 거의 모든 산업 및 생활제품의 원료로 사용되고 있음
- 하지만 플라스틱은 사용 후에 폐기물로 배출되어, 최대 500년 이상을 자연계에서 분해되지 않기 때문에 환경과 자연생태계에 심각한 부정적인 영향을 주게 됨
- 이러한 플라스틱 기반의 환경문제 해결을 위해서는, 플라스틱의 재활용 비율을 높이고 환경친화적 플라스틱을 개발하는 두 트랙 전략이 요구됨. 이는 산/학/연/관의 협력 연구가 필수적임
- 국립환경과학원과 협업으로 친환경 플라스틱의 규격에 대해서 지정하며, 공동연구소인 한국화학연구원과 친환경 플라스틱을 개발
- 참여기업인 (주)SK 및 (주)ANPOLY와 플라스틱을 생산하여, 미래 친환경 유기보강 소재 시장을 이끌어 나가고자 함

o 미래환경변화 예측을 위한 인공지능 기법 융합연구 [기후변화 분야]

- 지역사회의 기후환경 변화 및 기상/환경 재해를 예측하고 선행적 대응하기 위해서는, 기후, 기상, 환경 정보에 대한 빅데이터 구축이 필수적임
- 전 지구 규모의 기후 정보를 지역, 도시 등 소규모 지역의 환경 변화에 적용하기 위해서 1) 고해상도 수치모델링을 이용한 역학적 다운 스케일링 기법과 2) 빅데이터 기반 인공지능을 활용한 학습형 다운 스케일링 기법이 가능
- 이 두 가지 접근법을 동시에 적용하면서, 상호보완하여 신뢰성 있는 미래 환경변화 예측 연구를 추진
- 국내외 대학 및 연구기관과의 유기적인 협력을 통하여 한반도에 최적화된 초고해상도 국지규모 모델의 개발 및 대량양상활 활용기술을 접목하여 더욱 발전해 나갈 계획
- 인공지능 대학원에서 우리 교육연구단의 교수들이 JA 교수로 참여하여, 인공지능 분야의 알고리즘 전문가들과 긴밀한 협력을 통해 미래환경 예측에 적용하여 학습형 다운 스케일링 기법 발전
- 개발된 인공지능 기법은 기후변화 분야뿐만 아니라, 우리 교육연구단의 해양생태, 대기오염, 수질 분야 연구에도 응용되어 적용될 수 있을 것

o 미래 자연재해 대비 능동적 대처를 위한 빅데이터 기반의 인공지능 기법 융합연구 [기후변화 분야]

- 예보/예측 기술을 향상하기 위해서 기상/기후 빅데이터에서 의미 있는 정보를 산출하여 우리 사회가 더욱 능동적인 대처를 준비할 수 있는 플랫폼이 절실함
- 우리 사회가 인지하고 있는 기상/기후 재해의 위험도를 측정할 수 있는 관련 사이버공간을 통한 정보검색 활동이 기록된 사회모니터링 플랫폼을 개발
- 4차 산업혁명 이전에는 가질 수 없었던 시공간 고해상도로 사이버공간에서 정보검색 활동자료를 이용한 자연재해 또는 기상/기후 재해에 대한 사회의 반응속도나 반응양식을 연구
- 포스텍 무은재 인문사회 학부, 인공지능대학원 구성원들과 다자간의 협연으로 진행
- BK 참여연구원들에게 학문이나 학과를 경계선을 뛰어넘어 직접적으로 다자간의 협업을 체험하고 다자간의 지식을 구하고자 하는 사고를 키울 수 있는 우리 교육연구단의 특장점임

2. 산업·사회에 대한 기여도

2.1 산업·사회문제 해결 기여 실적

2. 산업·사회에 대한 기여도

2.1 산업·사회문제 해결 기여 실적

o 우리 교육연구단은 환경과학기술 발전과 산업·사회 문제 해결을 위해 다양한 산업체 및 지자체를 대상으로 많은 역할을 하고 있음

o 단위 산업체 및 지역 규모에서부터 전 지구적 규모의 환경 빅데이터를 축적 중이며 세부내용은 아래와 같음

[분야별 기여 실적]

가. 지역 산업·사회 문제 해결 기여 실적

o 포항시 형산강 수은 오염원 규명

- 포항시 형산강은 국내 하천 퇴적물의 수은 농도가 가장 높다고 알려짐
- 권세윤 교수 연구팀은 경북녹색센터 (GBGEC)의 지원을 받아 2018-2019 동안 포항 형산강의 수은 오염 원인을 규명하기 위한 수은 안정동위원소 연구를 수행하였음
- 포항철강공단을 지나 형산강으로 유입되는 구무천이 형산강 수은 오염의 주요 원인이며, 화학축매 공정으로부터 배출된 수은 (하류)과 금속 수은 사용으로 인한 오염 (상류)이 원인임을 밝힘
- 구무천의 수은 오염 농도와 분포도, 안정동위원소 분석 결과를 제시하여 포항 시민들의 수은 오염에 대한 이해를 돕고 관련 민원을 해소하였음
- 포항 시민들의 휴식공간이자 삶의 터전인 형산강의 더욱 효과적인 생태환경 복원사업 추진에 기여함

o 포항시 수돗물 민간조사단 활동

- 2019년 포항시 정수처리공정에서 공급한 수돗물에서 검은 색도가 발생하여 가정 필터 변색과 관련한 민원이 폭증하였음
- 조*우 교수 연구팀은 이에 대한 원인진단과 대책 마련을 위한 포항시 민간전문조사단으로 활동
- 원수 및 수돗물 수질 및 관망 침전물 등에 대한 분석결과를 바탕으로 색도 발생 원인은 형산강 복류수 원수 내의 망간에 기인함을 규명
- 긴급 대책으로 관망 내 침전물 드레인을 통한 관세척을 제안하여 사태를 진정시켰음
- 장기적으로 수질과 관련된 계측기기 설치 및 정기적인 관로 세척 및 내시경을 통한 관로상태 점검방법 등의 매뉴얼화 등의 방안을 제안하여 포항시 상하수도 관리 장기계획에 반영되고 있음

o 유기성폐기물의 혐기성 소화 공정 진단 및 정상화

- 황*환 교수 연구팀은 대구 상리 음식물류 폐기물 처리시설과 포항에 위치한 읍폐수 처리시설의 이상 상황 발생에 따른 공정진단 및 운영 정상화를 수행
- 당시 음식물류폐기물의 계절별 발생량과 상이한 성상 편차로 인해 소화효율/처리율 저하 등의 문제점이 발생하였고, 본 연구팀에서는 공정진단을 위한 미생물 탐침자를 제작하여 공정 내 미생물의 정량적 분석을 수행
- 진단결과를 통해 유입원물 반입계획을 수립하고, 정기적인 모니터링으로 시설 정상화에 기여
- 동대문 환경자원센터 폐수처리시설의 경우, 물리 이화학적 성상 분석을 통해 진단하여 고농도 폐수의 설계용량 대비 초과 유입, 암모니아 탈기탑의 처리효율 저하, 탈취시설 세정수의 폐수처리시설의 유입, 처리장 내 고농도 암모니아 가스 발생 문제점을 발견하여, 해결방안을 제시하였음



〈그림 16〉 교육연구단 참여교수의 지역/국내/전지구 환경문제 해결 실적

나. 국내 환경 및 공공부분 문제 해결 기여 실적

o 산업폐수 처리 및 재이용 기술 개발

- 조*우 교수 연구팀은 삼성전자가 발주한 <CDI (Capacitive deionization) 기술개발을 통한 무약품 반도체 폐수처리 시스템 구축 (2017. 6 ~ 2018. 11)>과제를 수행하여 반도체 폐수 처리수 중 생태 독성을 갖는 황산이온의 제거 기술을 개발함
- 최근 반도체 폐수 방류에 따른 이천시 아미리 일대 등 '농경지 황폐화' 현상이 발생하였고 이를 해결하기 위한 무약품 탈이온기술로서 축전식 탈염기술을 제안
- 활성탄의 불밀링을 통해 황산이온의 흡착 용량과 선택성이 향상된 탄소전극을 도출하였고 이를 기반으로 한 축전식 탈염공정이 삼성전자 내 수처리 시설에 적용예정 중임
- 유사기술로 공업용 냉각수 중 이온성 물질을 친환경적으로 제거하여 재이용할 수 있는 기술을 개발하여 약 1000톤/일 규모의 시작품을 운전 중임. 냉각수는 국내 전체 공업용수의 약 40%를 차지하며 본 기술의 실용화를 통해 공업용수의 재이용에 광범위한 적용이 예상됨

o 포스코의 파이넥스 공정에 비산 먼지 및 공정효율 개선에 기여

- 포스코 파이넥스 (FINEX) 공정은 기존 고로 공정 대비, 질소산화물 및 오염 지표 물질 배출이 1000배 이상 낮은 친환경 미래철강기술임
- 황*수 교수 연구팀은 포스코와 지난 5년 동안 포스코 파이넥스 (FINEX) 공정효율 개선을 위한, 석탄 바인더 기술 개발에 참여하였음
- 석탄가루를 값싸고 경제적인 친환경바인더로 성형탄화 시켜서, 제선/제강 공정에서 발생하는 미세먼지의 양을 획기적으로 줄였으며, 파이넥스 공정의 가격경쟁력 향상에도 기여하였음

o 현대자동차 디젤자동차 배기가스 정화 공정 촉매 개발

- 디젤 자동차에서 배출되는 대표적인 유해가스인 NOx는 미세먼지 유발 물질로서 심각성이 인지되어 전 세계적으로 각종 규정들에 의해 그 배출량이 규제되고 있음
- 홍*봉 교수 연구팀은 현대자동차와의 협업을 통하여 900oC 수열처리 후에도 기존의 상용촉매인

Cu-SSZ-13보다 우수한 질소산화물 제거성능을 보이는 Cu-LTA 제올라이트 촉매 개발에 성공하였음

- 디젤배기가스에 포함된 황과 같은 촉매의 비활성화를 직접적으로 일으키는 물질에 대한 저항성도 기존 상용 자동차촉매 보다 우수함을 발견함
- 이러한 Cu-LTA 촉매의 개발은 현재 Cu-SSZ-13 촉매에 집중되어있는 SCR 촉매연구에서 벗어나 새로운 연구 방향을 제시할 것으로 생각되며, 학문적으로뿐만 아니라 자동차 촉매 산업의 판도를 바꿀 수 있을 것으로 평가됨

o 광촉매를 이용한 공기청정기 필터 개발

- 기존의 공기청정기 필터는 공기 중의 먼지를 단순히 비선택적으로 흡착하므로, 일산화탄소, 포름알데히드, 다이옥신과 같이 저농도의 유독한 화합물을 빠르게 제거하지 못하고, 탈착에 의한 2차 공기오염을 유발할 뿐만 아니라 살균을 하지 못한다는 단점이 있음
- 기존 공기청정기 필터의 대안으로 광촉매 물질을 활용하는 방안이 활발하게 연구되고 있음
- 최*용 교수 연구팀은 표면에너지가 높은 {001} 면을 풍부하게 함유하는 나노구조 광촉매를 개발하였음. 본 광촉매 필터는 공기정화 성능을 상용화가 가능한 수준까지 끌어올렸고, 전 세계 최초로 광촉매 단독 필터만을 사용하여 공기청정기 표준 프로토콜인 SPS-KACA002-132를 통과하여 실내공기청정기 단체표준인증 (CA)를 취득하였음
- 또한, {001} 나노구조의 광촉매는 자외선뿐만 아니라 가시광선에서도 충분한 광촉매 활성을 나타내기 때문에 시스템 구성비용과 에너지 소비량을 감소시킬 수 있었고, 촉매를 표면에서 스스로 성장시켜 만들어내기 때문에 촉매의 안정성 및 코팅 방법에도 용이해 대용량화에 적합하다는 장점이 있음
- 이러한 고효율의 광촉매는 향균, 대기정화, 탈취, 방오, 정수 기능을 할 수 있으므로 공기청정기뿐만 아니라 다양한 제품에 적용되어 활용될 수 있을 것으로 기대됨

o 서해안 수은 오염원 모니터링 체계 구축

- 서해안의 경우 세계 수은 배출국 1위인 중국과 가장 근접하게 위치하고 있어 중국발 대기수은의 장거리 이동 영향의 기여도 산정이 시급함
- 권*윤 교수 연구팀은 2019년부터 우리나라 서해안의 수은 오염원을 규명하기 위한 국내외 수은 오염원 데이터베이스를 구축하였음
- 연구 결과, 서해안 지점별 퇴적물에서 수은 안정동위원소비가 구분되는 것을 확인하였으며, 지점별 다른 수은 오염원의 영향을 받고 있는 것으로 확인하였음
- 우리나라 서해안에 밀집된 석탄발전소 및 제철소 등의 영향과 우리나라 주요 하천 유입 영향을 고려한 중국발 대기 수은의 기여도 산정이 시급한 시점에 서해안 지역의 수은 오염원 규명을 위한 데이터베이스 구축을 선행한 것임
- 이 결과는 향후 중국발 수은 기여를 정량적으로 산정하여, 향후 중국과의 환경문제 협상에도 활용될 수 있을 것으로 기대됨

o 이상기후 예측 기상청 현업시스템으로 구축

- 국*성/민*기 교수 연구팀은 기상청 지원으로 지난 6년 동안 이상기후 예측 사업을 진행하였음
- 이 사업은 한반도의 폭염, 한파, 가뭄, 집중호우 등 이상기후 현상을 이해하고, 지역의 이상기후 예측시스템을 개발하기 위한 것으로, 6년간의 사업을 통해 포스텍 연구팀이 주도적으로 개발한 이 시스템은 이상기후 예측시스템으로 기상청에 구축되었음
- 2019년부터 현재 기상청 현업으로 한반도 이상기후 발생 가능성 예측에 사용되고 있음

- 이 시스템을 통해 매주, 매월에 대해 이상기후 발생 가능성이 확률적으로 예보되어, 대중들에게 서비스가 제공되고 있음
- 여기에 생산한 이상기후 정보는 에너지, 농업, 보건 분야에 필요한 정보로 가공되어 제공되어, 각 분야의 이상기후/재해 적응에 활용되고 있음

o 기후변화 대중화 노력

- 기후변화는 미래 우리 사회의 가장 큰 위협으로 지목되고 있지만, 이 문제를 해결하기 위해서는 기후변화에 대해 일반 대중이 얼마나 잘 이해하고, 어떻게 인식하고 있는지가 매우 중요함
- 국*성 교수는 기후변화 문제의 중요성을 대중들에게 알리고, 쉽게 이해할 수 있도록 많은 활동을 하고 있음
- 언론과의 인터뷰를 통해 우리나라에서 발생한 다양한 이상기후 현상의 원인과 영향, 미래 전망에 대한 지식을 전달하였음
- KBS “장영실쇼”, YTN “과학담론 미래를 말하다”에 출연하고, KAOS 재단의 기후변화 강의를 통하여 기후변화의 대중화에 노력하였음
- 고등학교, 대학교, 도서관 등 다양한 곳에서 기후변화 강의를 통해 기후변화 과학을 쉽게 이해시키고, 기후변화의 위협에 대해 알리는 데 앞장서왔음

다. 전 지구환경 문제해결 기여 실적

o 제올라이트를 이용한 이산화탄소 흡착·분리제 원천기술 확보

- 제올라이트로 대표되는 나노 다공성 물질은 에너지/환경 관련 기술혁신과 진보를 위해 필요한 핵심소재임
- 제올라이트계 나노 다공성 구조체 관련 국내 업체는 LG화학, 애경산업, 제일제당 등으로 주로 생활용품(세제용 빌더) 등 제조에 집중하고 있으며 환경 및 에너지 소재 분야에서의 제품 및 기술은 대부분 수입에 의존하고 있음
- 홍*봉 교수 연구팀은 다년간의 노하우를 통하여 20종 이상의 새로운 구조 및 조성을 갖는 제올라이트 합성에 성공하였으며 이들을 통해 새로운 이산화탄소 흡착·분리제의 원천기술 및 물질 특허를 확보하였음
- 이는 국내 나노 다공성 재료 관련 산업을 미래지향적 고부가가치 산업인 에너지/환경 분야의 전환으로 이어질 수 있을 것으로 기대됨
- 탄소세 및 배출권 거래제와 같은 환경규제에 적극 대응하여 환경친화적 산업생산구조로의 개편을 촉진하여 국제 경쟁력을 한층 강화하는 계기가 될 수 있을 것으로 기대함

o 친환경 플라스틱 기술 개발 및 창업

- 황*수 교수 연구팀은 미래 환경문제의 핵심 난제인 플라스틱 폐기물을 줄이고 대체하기 위해서 연구를 진행해왔음
- 특히 자연계에서 가장 풍부하며, 환경친화적이고, 생태계에서 생산량이 1010ton 이상인 셀룰로오스와 키틴을 대량으로 나노섬유화 하는 기술을 개발하여, (주)에이엔폴리에 기술이전하고 실험실 창업을 진행하였음
- 실험실 창업을 통해서 다양한 산업과 연구시설에 친환경 고분자 소재를 공급하고 있을 뿐 아니라, 6명의 신규 청년 인력을 고용하였음

o 미세먼지 (질소오염물질) 유입이 해수 영양염 농도에 미치는 영향 규명

- 이*택 교수 연구팀은 미세먼지 등을 통한 대기 질소 유입과 강을 통한 영양염 공급이 지중해의 질산염 농도에 미치는 영향을 정량화하였음
- 본 연구팀이 진행한 동북아시아 연근해 (Kim et al., Science, 2011)와 북서태평양 질소순환 변동 연구 (Kim et al., Science, 2014)의 후속으로서, JCR 지구과학 분야 상위 7% 저널인 geophysical research letters에 출판되었음. (Moon et al., 2016)
- 해당 연구 결과는 해양 영양염 오염에 대한 대중의 관심을 환기시키고, 관련 오염물 배출 정책 결정에 기여할 수 있음

o UN 기후변화 평가보고서 작성 참여

- 민*기 교수는 2021년 발간 예정인 “기후변화에 관한 정부 간 협의체” (IPCC)의 6차 과학평가보고서의 주저자로 선발되어 보고서 집필에 참여하고 있음
- IPCC는 기후변화 문제에 대처하기 위해 세계기상기구 (WMO)와 유엔환경계획 (UNEP)이 1988년 공동 설립한 기관으로, 6~7년마다 발행하는 IPCC 평가보고서는 기후변화 정책 결정을 위한 자료로 최고 권위를 가지며 기후 및 환경변화에 따른 다양한 산업 및 사회 문제 해결 분야에 활용되고 있음
- 특히, 4차 산업혁명 사회에서의 지속가능한 환경을 위해서는 전 지구 기후변화 및 그 지역/분야별 영향에 대한 종합적이고 객관적인 평가 결과가 필수적으로 요구되며, 민승기 교수는 동아시아 및 한반도의 기후변화 원인 및 전망에 대한 최신 연구 결과들을 IPCC 6차 보고서에 적극적으로 반영함으로써 지속 가능한 산업과 사회 분야별 기후변화 관련 대응책 마련의 기초자료 생산에 기여하고 있음

o 이산화탄소 해양 제거 기작 규명

- 이*택 교수 연구팀은 해양탄소 인자 분석 기술을 활용하여 한반도 모든 해역의 산성화 조사를 지속적으로 진행해왔으며 이를 통해 해양에 의한 이산화탄소 제거량을 정량화하였음
- 해수에서 광합성 작용으로 생성된 유기산이 총 알칼리도에 기여할 수 있음을 규명하여 해양 탄소시스템의 매개변수를 더 정확하게 계산해내기 위해 유기산 알칼리도를 고려해야 한다고 제시하여, 해양탄소 제거량 정량화에 정확성을 높였음
- 해양에 의한 이산화탄소 제거량의 정량화는 대기 이산화탄소량을 예측하는 데에 중요한 정보 제공을 함으로써 해양산성화 및 지구온난화 변동 예측 및 대책에 활용되고 있음

2. 산업·사회에 대한 기여도

2.2 산업·사회문제 해결 기여 계획

2.2 산업·사회문제 해결 기여 계획

[총론]

- 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 설정하였음
- 현재의 연구역량을 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
- 공공기관과 협력
 - 환경 문제는 미래 우리 사회의 가장 큰 위협이기 때문에 다양한 공공기관과 연구소에서 이런 문제를 해결하기 위해 노력하고, 관련 분야 기초 및 응용 연구를 수행하고 협업할 파트너를 찾고 있음
 - 우리 교육연구단은 환경문제 현안을 해결하기 위해 국립환경과학원과 “기후, 환경변화에 따른 미세먼지 발생 예측 및 생태 영향 연구”에 대한 MOU를 체결하였음. MOU 체결을 계기로 미세먼지, 하천 오염, 기후변화 분야를 중점으로 관련 환경 분야의 협력을 더욱 강화해갈 예정임
 - 생태환경 분야는 국립해양조사원과 해양과학기술원과 연안 생태계 및 환경 변화에 관한 협력 연구를 통해 데이터베이스를 구축하고, 영향 평가가 진행될 예정임. 경상북도, 포항의 하천 오염과 같은 지자체의 시급한 현안을 해결하는 데도 앞장설 것
 - 기후변화 연구팀은 지난 10년간 기후변화 원인을 규명하고 예측성을 개선하기 위해 기상청, 국립기상과학원과 긴밀한 협력관계를 유지 중임. 2020년에도 R&D, 용역사업, 기술 자문 등이 진행될 예정으로 향후 환경 대응에 필수적인 기상/환경 재해의 상세 예측에 대한 협력이 강화될 것임
- 산업체와 협력
 - 우리 교육연구단의 진행해 온 환경문제 해결기술은 국내 최고 수준으로 다양한 산업체에서 기술 협력을 요청하고 있음
 - 이러한 산업체의 기술협력을 더욱 강화하여 국내 산업계의 경쟁력을 제고하고, 우리 사회의 환경문제 해결에 좀 더 실질적으로 접근하고자 함
 - 홍*봉 교수는 디젤자동차 배기가스 문제해결에 대해 현대자동차와 협업하고 있으며, 이를 지속적으로 진행할 계획임
 - 수질·폐기물 분야는 SK 그룹 분야, 삼성전자를 포함한 다수 기업의 요청으로 실체적으로 협력하고 있음. 특히 SK그룹은 “사회적 가치 창출” 철학하에 SK인천석유화학을 대표로 4차 산업기반의 환경융합기술개발 및 교육에 동반자적인 관계로 협력할 예정으로 우리 교육연구단과 BK 사업의 성공적 추진을 위한 MOU를 체결하였음
 - 황동수 교수는 (주)에이엔폴리를 2017년 창업하였으며, 친환경 플라스틱 R&BD에 박차를 가할 것

[분야별 산업·사회 문제 해결 기여 계획]

가. 수질·폐기물 분야

- 생물공정 진단 및 빅데이터 기반의 예측 알고리즘 개발
 - 다양한 생물학적 처리공정 내 주요 미생물 군집의 차세대분석기술 (NGS) 분석을 통한 빅데이터를 구축 및 전통적인 물리 화학적 데이터를 이용한 기계 학습 연산을 통해 예측 알고리즘을 개발하고 이상 징후 사전경보 체계를 구축함
 - 이러한 4차 산업 기술을 환경공정과 융합하는 기술의 개발과 성공적 적용은 전통적인 공정 불안정에 대한 사전대비가 가능하여 산업 및 지역사회 기여할 것으로 기대됨
 - 2020년 중반 이후 수행예정인 기술개발의 주요 내용은 아래와 같음

- 하수처리장 생물공정 저해물질 탐색과 NGS 기반 미생물 군총 DB 구축 및 Amine류 분해 미생물 농축 배양을 통한 Bio-augmentation 기술개발 (협력기관: SKIPC)
- 펄프 및 제지 폐수처리를 위한 생물공정 내 유용 미생물 진단 및 공정운전 개선방안 도출 (협력기관: 무림 P&P)
- 국내 맞춤형 유기성 폐기물 혼합소화 공정 개발 (협력기관: JB 그룹)

o 산업폐수 재이용 및 자원화 기술개발

- 산업폐수 및 폐기물의 관리, 더 나아가 폐수의 재이용은 산업체의 가장 중요한 현안 중 하나로 4차산업 핵심 기술인 IoT, 빅데이터 및 머신러닝과 연계한 폐수처리/자원화 기술 개발이 필요함.
- 조*우 교수 연구팀은 산업체 애로기술인 친환경적 폐수 처리 및 재이용 기술로 전기화학적 탈염 및 고도산화 기술 연구를 지속해서 수행하여 삼성전자, SK 하이닉스, 포스코 등의 잠재적인 수요기업에 이전할 예정임
- 일례로 삼성전자와의 산학과제 <반도체 폐수 내 TMAH 분리농축 및 자원화 기술 개발>을 시작하여 반도체 및 디스플레이 제조공정에 사용되는 화학물질인 TMAH (Tetramethylammonium hydroxide) 폐수의 전기투석 기반 농축/자원화 및 IoT 기반 실시간 운전 제어 기술을 개발 중임.
- TMAH는 2024년부터 별도의 처리공정을 신설해야 하는 환경부 지침이 제정되었으며 2020년부터 친환경 처리설비를 갖춘 경우 세액 공제 등의 혜택이 있어 이러한 기술에 대한 산업체 수요가 증가하고 있음

o 정수처리공정의 소독부산물 발생 억제기법 개발

- 정수 소독과정에서 발생하는 전통적으로 문제 되는 염소계 소독부산물은 최근 발암물질의 생성이 보고되었음
- 조*우 교수 연구팀은 최근 5년간 염소 소독 과정에서 발암물질 발생 기작 및 핵심 전구체 기능기를 규명하는 연구를 수행하여, 일부 의약물질의 화학 작용기가 중요한 전구체로 규명되었음
- 향후 연구를 발전시켜 UV/VIS/IR 분광측정 통한 소독부산물 전구체 작용기의 실시간 분석 결과 및 염소소독 기술 운전조건에 따른 소독부산물 발생 데이터베이스를 구축할 예정임
- 이를 바탕으로 IoT 기반 원수 분석 결과를 실시간으로 반영하여 염소 주입량을 동적으로 제어하는 기법 개발을 통해 국내 고도 정수처리 공정의 소독부산물 저감을 위한 핵심 기술로 보급할 계획임

나. 대기오염 분야

o 미세먼지 전구체 제거기술 개발

- 미세먼지를 포함한 대기오염 및 실내 공기 오염은 현재 국가재난 수준으로 국가적 차원의 관리체계 및 관련 기술 개발의 선점이 필요함
- 세계적 수준의 광화학적 환경정화 기술 및 인프라를 보유하고 있는 최원용 교수 연구팀에서는 현재의 흡착 필터 기술의 한계를 뛰어넘기 위해 광전기화학적 지속가능형/에너지세이빙 공기청정기술을 개발하고자 함
- 광전기화학 공정을 이용한 공기정화기술은 미세먼지 전구체를 인체에 무해한 물과 이산화탄소 등으로 직접 분해하는 녹색 기술임과 동시에 필터 자체에 재생 효과를 탑재하고 있어 지속 가능한 차세대 공기청정 시스템으로 주목받고 있음
- 최원용 교수 연구팀은 본 연구실의 연구 기반을 발전시켜 인체에 유해한 미세먼지 전구체를 직접 제거하여 생활권에서의 미세먼지 발생을 사전에 차단할 뿐만 아니라 공기 오염 분해 효율 및 내구성을 증가시켜 교체주기가 필요 없는 공기정화 필터 기술 개발을 계획하고 있음

- 오염물을 분해하는 동시에 수소 및 과수 등의 신재생에너지를 생성하여 본 공기정화 시스템 운영비용을 현저히 낮춘 에너지세이빙 공기청정기술을 확립하고자 함
- 계획을 달성하기 위해 포스텍의 대기질 연구팀, 광촉매 연구팀 및 전기화학 연구팀의 융합형 집단연구를 계획하고 있음

o 제올라이트를 이용한 습식 이산화탄소 흡착제 개발

- 이산화탄소 배출을 효율적으로 제어하는 것이 지구온난화 방지를 위한 가장 시급한 과제라고 할 수 있음
- 실제 이산화탄소 포집 공정 조건에서는 소량의 물이 존재하므로 효율적인 분리 공정을 위해서는 포집 전 탈수 단계를 거쳐야 함
- 많은 연구자들은 물에 대한 내성을 갖는 분리제 개발 연구에 집중하고 있으나, 낮은 작용기 안정성 및 흡착 효율 때문에 여전히 많은 연구가 필요한 실정임
- 홍*봉 교수 연구단은 제올라이트 본연의 장점을 최대한 살리면서 이러한 단점을 극복할 수 있는 core-shell 구조를 합성할 계획임
- Core쪽은 분자문 메커니즘을 유도할 수 있는 낮은 Si/Al 비율의 다양한 제올라이트를 이용. 표면을 다양한 소수성 물질로 덮어 합성을 진행할 계획임
- 이 전략이 성공한다면 학문적 의미뿐만 아니라 실제 공정에서 사용되는 분리·회수 비용을 크게 절감하고 공정효율을 향상할 것으로 기대됨

o 디젤자동차 배기가스 정화 촉매 개발

- 디젤 자동차에서 배출되는 질소산화물을 제거하기 위해서는 배기가스 온도가 엔진 부하에 따라 가변적으로 변하는 디젤 자동차 후처리 시스템의 적용을 위해서는 고온에서도 우수한 질소산화물 제거성능을 갖는 SCR 촉매개발이 필요함
- 홍*봉 연구팀은 450℃ 이상의 고온에서 우수한 질소산화물 제거성능을 보여준과 동시에 지구온난화를 유발하는 아산화질소 (N_2O)를 적게 형성하는 Fe 이온이 교환된 제올라이트 기반 SCR 촉매 개발에 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

다. 생태환경 분야

o 미래 친환경플라스틱 제조 기술 개발

- 폐플라스틱을 재가공해 에너지원이나 플라스틱으로 다시 활용하는 기술과 환경에서 손쉽게 분해되는 플라스틱을 개발하는 기술은 환경문제를 선형적으로 대응하기 위해서 매우 중요함
- 우리 교육연구단은 바이오플라스틱 우수 연구그룹인 한국화학연구원 바이오플라스틱 연구그룹과 공동으로 친환경 플라스틱 제조 및 재활용 기술을 개발할 계획임
- 또한, 우리 교육연구단 소속 교수가 창업한 (주)에이엔폴리와 공동으로 개발한 친환경플라스틱을 사업화 및 제품화하는 산/학/연 연계 환경 기술을 개발해 나갈 예정임

o 포항시 형산강 수은 오염원 규명에 따른 사회지역 문제해결

- 권*윤 교수 연구팀은 포항시청의 지원을 받아 2020년부터 수은 안정동위원소 분석 기법을 이용한 포항 형산강 퇴적물 수은 오염원 규명 연구를 수행 중임
- 형산강 주상 퇴적물 분석을 통해 오염 연대를 측정하여 정확한 수은 오염 시기를 파악하고, 이를

기준으로 수은 배출 가능성이 있는 구무천 인근 업체의 산업공정과 보고된 환경오염 사건들의 연계성을 역 추적하고자 함

- 본 연구를 통해 형산강 수은 오염원의 공간적 분포를 파악하고, 수은 안정동위원소 분석결과를 기반으로 오염원 데이터베이스를 구축할 예정임
- 이는 형산강 생태계 변화에 대한 실시간 모니터링 체계를 구축하고, 이를 기반으로 한 예측 및 예보 시스템을 확보하는데 기여할 것임
- 시민참여형 과학 (“Citizen Science”) 제도 도입을 장려하여 포항시민의 자발적인 환경 생태 모니터링 참여를 통해 포항의 지역적 문제해결에 기여할 수 있을 것으로 기대함

o 연안 생태계 오염원 기반 데이터베이스 구축

- 연안 지역은 질소, 중금속 등 오염물질 유입으로 인한 환경 및 생태계 문제가 심각하지만, 현재는 환경과 인체에 노출되는 오염원 및 이동 경로 추적이 불가능함
- 해양 생태구조와 어장 환경의 영향과 수산물 섭취에 의한 인체 노출 피해를 감소하기 위해선 오염원에 대한 모니터링과 데이터베이스 구축이 필수적임
- 정확한 오염원 추적이 가능한 안정동위원소 분석 기법을 활용하여 연안 생태계에 축적되는 오염원 데이터베이스를 구축할 예정임
- 지속적인 안정동위원소 모니터링 체계를 활성화하여 우리나라 연안 지역의 생태환경 및 수산물 섭취 문제해결에 기여할 수 있을 것으로 기대하고 있음

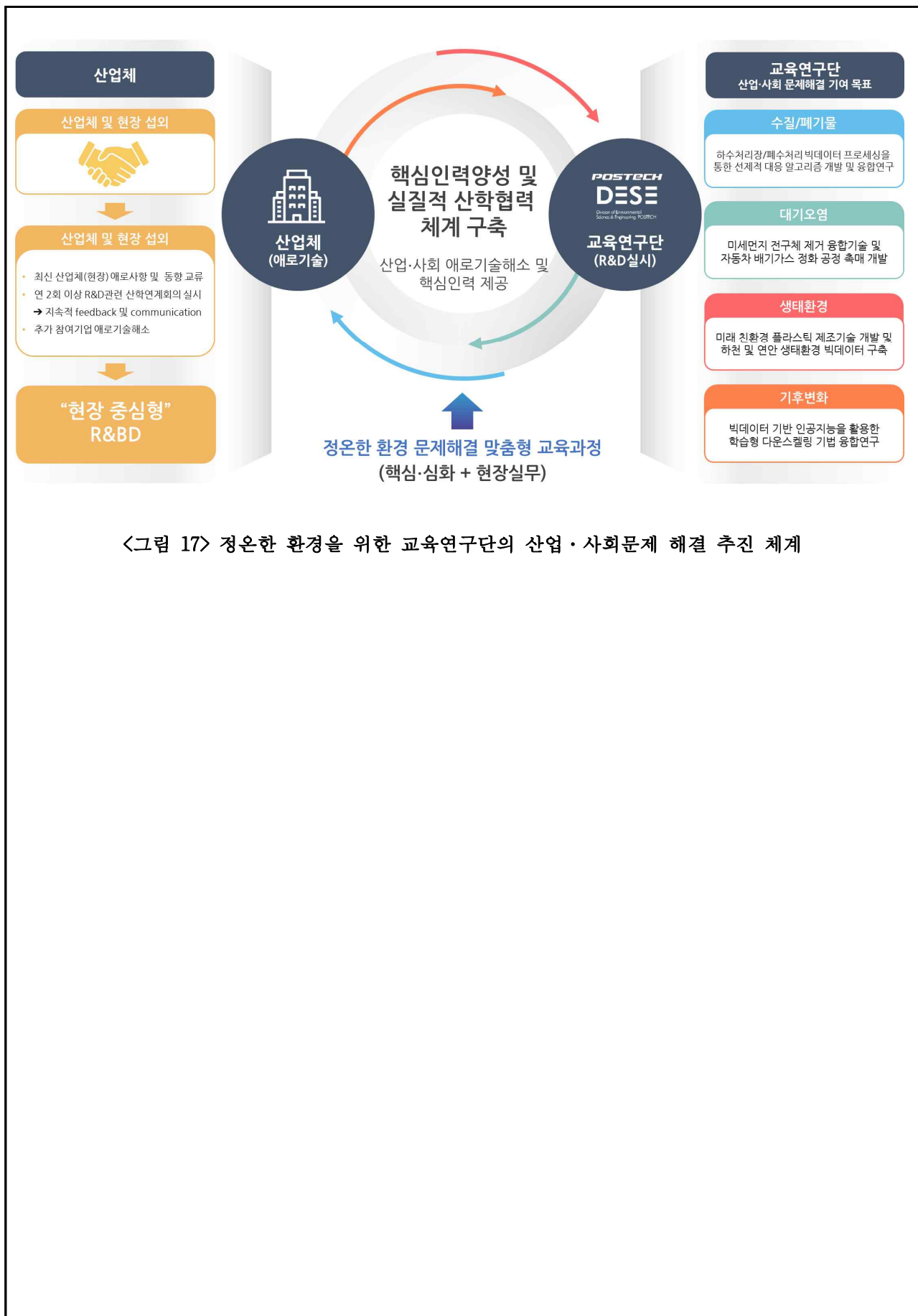
마. 기후변화 분야

o 기상/환경 재해 미래 변화 상세 예측

- 기상/환경 재해의 예측은 우리가 겪고 있는 다양한 환경 문제를 극복하고, 앞으로 겪게 될 환경 문제를 선형적으로 대응하기 위해서 매우 중요함. 특히, 인구밀집형 사회의 환경문제 리스크를 감소시키고, 지속가능한 환경을 위해서는 대도시와 산업단지 같은 밀집지역에 특화된 상세 예측이 반드시 필요함
- 현재의 기후환경 예측은 큰 지역 규모의 예측으로 제한되어 있어서 지역의 상세 특성이 잘 고려되지 못하고 있음
- 이러한 한계점을 극복하기 위하여 대규모 예측과 지역의 상세 자료의 빅데이터 구축을 통해 인공지능 기반 학습형 다운 스케일링 기법이 개발될 것임
- 이를 한반도 상세지역에 적용하여, 신뢰성 있는 기상/환경 재해의 미래 변화를 제시할 예정임. 현재 포스텍 기후변화 연구팀에서는 기후변화 자료에 대한 인공지능 기법 적용연구가 활발하게 진행 중임

o 기상/환경 재해에 대한 대중 인지 위험도 모니터링과 미래 예보에 따른 대응 예측

- 기상/환경 재해의 예측만으로는 우리 사회의 탄력적인 대응은 보장되지 않음. 우리 사회가 어떻게 기상/환경 재해를 인지하고 있으며 발표되는 예보/예측 정보들의 체계적인 해석방향과 더불어 표현되는 반응에 대한 인문사회적 접근도 고려되어야 함
- 특히, 인구밀집형 사회의 경우, 사이버공간을 통한 정보수집이나 공유는 그 사회적 파장이 큼
- 우리 교육연구단의 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 예정임
- 우리 사회가 기상/환경 재해에 대해 더욱 능동적으로 대비하는 사회를 만들어 우리 사회/산업의 자연재해에 대한 탄력성과 자연/환경 재해 이후 회복력을 향상하고자 함



<그림 17> 정온한 환경을 위한 교육연구단의 산업·사회문제 해결 추진 체계

3. 연구의 국제화 현황 및 계획

3.1 참여교수의 국제적 학술활동 참여 실적 및 현황

3. 연구의 국제화 현황 및 계획

3.1 참여교수의 국제적 학술활동 참여 실적 및 현황

[총론]

- 국제학회, 학술지, 학술대회, 학술회의 등 국제적 학술활동에 활발히 참여하는 것은 우리 교육연구단이 목표로 하고 있는 4차 산업시대의 정온한 환경의 구축과 선제적인 환경문제 해결에 대한 중요한 전략이며 교육연구단의 역량이 세계적 수준이 라는 검증의 수단이기도 함. 이러한 중요성에 따라 우리 교육연구단의 참여교수들은 매우 활발하게 국제 학술활동을 해오고 있으며 각 연구분야에서 국제적으로 두각을 나타내고 있는 상황임

[추진 실적]

가. 국제 학술활동 수상 실적

- 최*용 교수, 세계에서 가장 영향력 있는 연구자 (Highly Cited Researcher)
 - 정보분석 서비스 기업 clarivate analytics는 ‘Web of Science’ 데이터를 기반으로 논문 피인용 횟수를 분석하여 분야별 상위 1%에 해당하는 논문들을 가장 많이 발표한 연구자를 선정하는데, 이는 전 세계 연구자 수의 0.1%에 해당함
- 이*택 교수, AGU Fellow 선정
 - 해양화학 분야 특히, 물질의 순환 및 거동 등에서 세계적으로 주목할 만한 연구 결과를 출판. 이러한 연구 결과의 탁월성을 인정받아 2019년에 미국지구물리학회 (지구과학 전 분야와 우주과학)의 한국인 최초 AGU member 중 상위 0.1%에 해당하는 석학회원으로 선정
- 국*성 교수, APEC 과학상 수상
 - 2015년 아시태평양경제협력체 (APEC)에서 지역기후변화 원인 규명 등에 대한 학술적 업적을 인정받아 APEC 과학상 (APEC Science Prize for Innovation, Research, and Education)을 수상하였음. 이 상은 매년 APEC 회원국 과학자 1명씩 선정하여 수상함
- 황*환 교수 연구팀, Alberto Rozzi Award 수상
 - 2015년 이탈리아, Sardinia에서 개최된 15th International Waste Management and Landfill Symposium Forte Village에서 발표한 Temporal Variation In Bacterial Communities Of Full-Scale Thermophilic Anaerobic Digester Treating Food Waste-Recycling Wastewater으로 최우수 논문상인 Alberto Rozzi Award을 수상하였음. 본 학회는 폐기물 관리 분야에서 가장 큰 국제 학회 중 하나로 격년으로 열리며 2015년에는 750명의 참가자, 500편 이상의 논문이 출판되었음
- 조*우 교수, ISE prize for Environmental Electrochemistry 수상
 - 2016년 국제전기화학학회 (ISE) 전기화학 촉매 및 공정을 이용한 환경정화 기술 개발 등에 대한 업적을 인정받아 ISE prize for Environmental Electrochemistry를 수상하였음
- 감*훈 교수, IOP Publishing Outstanding Award
 - 2020년 3월 25일에 IOP Publishing Outstanding Award for Environmental Research Letters (ERL) for 2019를 수상하였음



<그림 18> 교육연구단 참여교수의 대표적 국제 학술활동 실적

나. 국제기구 활동

참여교수	국제기구	역할 (직위)	활동기간
국*성	World Climate Research Programme/ Pacific Regional Panel	member	2017-현재
권*윤	Minamata Convention on Mercury	member	2020~현재
민*기	World Climate Research Programme/International Detection and Attribution Group	member	2010~현재
민*기	Intergovernmental Panel on Climate Change/ Working Group I	Lead Author	2018~현재
이*택	United Nations System GESAMP WG 38	위원	2017-현재
이*택	American Geophysical Union	석학회원	2019-현재
홍*봉	International Zeolite Association (IZA)	Vice-President	2016-현재
홍*봉	International Zeolite Association (IZA)	Synthesis Commission Member	2013-현재

다. 국제 학술지 관련 활동

참여교수	저널명	역할 (직위)	참여기간
감*훈	Weather Climate and Society	Associate Editor	2019-현재
감*훈	Frontier in Water - Water and Built Environment Section	Reviewer Editor	2020-현재
감*훈	Sustainability	Guest Editor	2020-2021
국*성	Asia-Pacific Journal of Atmospheric Science	Associate Editor	2012-현재
국*성	Regional Economies and Policies	Editorial Board Member	2016-현재
민*기	Journal of Climate	Editor	2018-현재
민*기	Advances in Statistical Climatology, Meteorology and Oceanography	Associate Editor	2014-현재
최*용	ACS ES&T Engineering (ACS)	Editor-in-Chief	2020-현재
최*용	Environmental Science & Technology (ACS)	Associate Editor	2017-2019
최*용	Journal of Hazardous Materials (Elsevier)	Editor	2008-2017
홍*봉	Applied Catalysis B: Environmental	Editorial Board Member	2008-현재
홍*봉	ACS Catalysis	Editorial Board Member	2017-현재
황*수	Biotechnology and Bioprocess Engineering	Editorial Board Member	2018-현재
황*환	Frontiers of Environmental Science & Engineering	Editor	2012-현재

라. 국제 학회 및 위원회 활동

참여교수	활동시기	국제학술대회명	활동내용	학회 규모
국*성	2010-현재	East Asia Climate (EAC)	Steering committee로 활동	300명
권*윤	2019-2023	제16차 및 제17차 국제수은학회 (ICMGP)	Scientific Steering Committee로 활동	1,000명 이상
권*윤	2018.02.01. - 2018.09.19	환경독성화학학회 (SETAC-AP)	Steering Committee로 활동	600명
민*기	2013-현재	International Meeting on Statistical Climatology	Steering Committee member	300명
조*우	2019.09.03. - 2019.09.06.	5 th International Water Industry Conference 2019	Scientific committee로 활동	200명
조*우	2018.11.14. - 2018.11.17	Water Energy Nexus Conference 2018	Scientific committee로 활동	200명
홍*봉	2013 - 현재	Euro-Asia Zeolite Conference (EAZC)	Committee	1,000명 이상

마. 국제 학술대회 초청강연 및 기조연설

참여교수	강연일/ 활동시기	국제학술대회명	강연제목/활동내용	학회 규모
국*성	2015.06.30	IUGG	Relative roles of WNP and CP Precipitation anomalies in ENSO teleconnections	10,000명 이상
민*기	2016.09.18 - 2016.09.25	CLIVAR Open Science Conference	Human-caused Indo-Pacific warm pool expansion	600명
이*택	2019.12.13	AGU Fall Meeting	Impacts of Anthropogenic Nitrogen on Ocean Nitrogen System in the Yellow and East China Seas	137개국의 60,000명 회원 보유
이*택	2017.07.19	Monterey Bay Aquarium Research Institute	Rising anthropogenic nitrate levels in the North Pacific Ocean	220명 이상
이*택	2015.10.22	PICES 2015	Shifts in biogenic carbon flow from particulate to dissolved forms under high carbon dioxide and warm ocean conditions	6개 회원국참여
최*용	2019.09.25 - 2019.09.28	International Symposium on Environmental Science and Technology (ISEST)	Photoelectrocatalytic Systems as a Mean of Controlling Contaminants in Water and Air	300명
최*용	2018.07.29 - 2018.08.02	22 nd International Conference on Photochemical Conversion and Storage of Solar Energy	Controlling and Understanding Photo(electro)catalytic Characteristics for Water and Dioxygen Activation	800명

		(IPS-22)		
최*용	2017.06.30. - 2017.07.04	33 rd International Conference of the Society for Environmental Geochemistry and Health (SEGH 2017)	Solar-Powered Photoelectrochemical and Photocatalytic Systems for Eco-friendly Applications	500명
홍*봉	2017.07.03	International Federation of European Zeolite Associations	New Zeolite-Based NH ₃ -SCR Catalysts for DeNO _x	1,000명 이상
홍*봉	2017.08.06	The Gordon Research Conference on Nanoporous Materials & Their Applications	New Zeolite-Based NH ₃ -SCR Catalysts for DeNO _x	10,000명 이상
황*수	2018.05.25	HYBER Symposium 2018	Cation- π Interactions in Load Bearing Biomacromolecules	200명
황*환	2015.11.02	The 4th International Conference on Environmental Simulation and Pollution Control	Seasonal variations in microbial diversity in different full-scale anaerobic processes: Fingerprinting and quantification	300명
황*환	2018.10.29	Seminar, Tsinghua University (China)	Food waste management in Korea: Anaerobic digestion (Lab to Field to Lab)	300명

바. 국제 저술활동

참여교수	저서/역서/서평	발행처	ISBN	역할	출판연도
권*윤	UN Environment Global Mercury Assessment 2018	UN Environment Programme (UNEP)	978-92-807-3744-8	공동저자	2019
이*택	Oceanography of the East Sea (Japan Sea)-Natural and anthropogenic carbon cycling	Springer International Publishing	978-331922720-7; 978-331922719-1	저자	2015
조*우	Frontiers in Water-Energy-Nexus: Nature-Based Solutions, Advanced Technologies and Best Practices for Environmental Sustainability	Springer	978-3-030-13068-8	공동저자	2019

사. 기타 국제활동

o POSTECH-NUIST-CityU 조인트 워크숍 주도

- 포스텍 기후변화 연구팀은 중국의 NUIST (Nanjing University of Information, Science and Technology) 연구팀, 홍콩의 시티대학교 연구팀과 함께 매년 기후변화 조인트 워크숍을 개최하고

있음. 중국의 NUIST 대학은 중국 내 대기과학 분야 랭킹 1위 대학으로 최근 들어 기후변화/예측 연구를 매우 활발하게 진행하고 있으며, 이 워크숍은 2015년부터 6회째 진행되고 있으며, 약 50여 명의 대학원생 학생들과 교수들이 참여해오고 있음

- 대학원생들에게 각자 연구 성과에 대해 영어 발표 기회를 제공하고, 세 대학 대학원생들 간의 교류 및 공동연구를 장려하고 있으며, 2018년부터 NUIST 측과 공동연구의 결과로 매년 공동논문이 출판되기 시작했으며, 앞으로 더 활발하게 진행될 것으로 기대되고 있음

o 한-중 핵심 공동 연구사업 진행

- 포스텍 광에너지 전환응용 연구팀은 중국 칭화대의 Prof. Yon*** Zh* 연구팀과 한-중 핵심 공동 연구사업을 진행하고 있음
- 중국 칭화대 연구팀과의 연구 교류를 통해 유무기 하이브리드 광촉매를 개발하여 광전환반응의 메커니즘 연구에 박차를 가하고 있으며, 2019년에는 한국의 UNIST 연구팀, Dalian Institute of Chemical Physics 연구팀 (총 4 연구팀)과 공동으로 개최한 심포지움에 참석함
- 양국의 대학원생들과 교수들이 참석한 위 심포지움은 대학원생들의 연구 분야에 대해 발표할 기회를 제공하고 교류를 활성화하고 있으며, 본 심포지움은 차기 BK 사업이 시작된 이후에도 지속적으로 개최되어 대학원생들의 연구발전에 기회를 줄 예정임

o POSTECH-KIST-RCEES 합동 워크숍 개최

- 조*우 교수 연구팀은 중국 RCEES (Research center for eco-environmental science) 및 KIST (한국과학기술연구원)과 공동으로 연구 수행하면서, 합동 워크숍을 베이징, 서울, 포항 등에서 2018년까지 총 5회 개최하였음
- 본 연구팀은 상기 국제 워크숍을 KIST에서 주관하는 Asian symposium on water reuse (2020년 6회 ASWR 개최 예정)와 연계하여 대형 국제 학회로 발전시키고자 함

3.2 참여교수의 국제 공동연구 실적 및 계획

<표 3-5> 최근 5년간 국제 공동연구 실적

연번	공동연구 참여자		상대국 /소속기관	국제 공동연구 실적	DOI 번호/ISBN 등 관련 인터넷 link 주소
	교육연구단 참여교수	국외 공동연구자			
1	국*성;민*기	C. Foll***	영국/영국기상청	Kug, J.-S., J.-H. Jeong, Y.-S. Jang, B.-M. Kim, C. Folland, S.-K. Min, and S.-W. Son, 2015: Two distinct influences of Arctic warming on cold winters over North America and East Asia. Nature-Geoscience, 8, 759.	DOI:10.1038/ngeo2517
2	국*성	F.-F. Jin; W. Masah***	미국/하와이대; 일본/동경대	Ham, Y.-G., Kug J.-S., Choi, J.-Y., Jin, F.-F., Masahiro, W., 2018: Inverse relationship between present-day tropical precipitation and its sensitivity to greenhouse warming. Nature Climate Change.	DOI: 10.1038/s41558-017-0033-5
3	황*수	Ze**, H.	캐나다/앨버타대	Kim, S., Yoo H., Huang J., Lee Y., Park, S., Park, Y., Jung Y. M., Zeng, H., Hwang, D. S., Jho Y.S., 2017: Salt Triggers the Simple Coacervation of an Underwater Adhesive When Cations Meet Aromatic π Electrons in Seawater. ACS Nano, 11, 6764.	DOI:10.1021/acsnano.7b01370
4	황*수	Flamm***. P/Waite, J. H./Zeng, H	벨기에/몬스대;미국/캘리포니아주립대캐나다/앨버타대	Yoo H., Iordachescu M., Huang J., Hennebert E., Kim, S., Rho S., Foo M., Flammang P., Zeng, H., Hwang, D., Waite, J.H., Hwang, D. S., 2016: Sugary interfaces mitigate contact damage where stiff meets soft. Nature Communications.	DOI:10.1038/ncomms11923
5	권*윤	J.D. Blum; R.Yin; M.T.K. Tsui	미국/미시간대; 중국/중국과학원; 미국/노스캐롤라이나대 그린즈버러 캠퍼스	Kwon, S. Y., Blum, J. D., Yin, R., Tsui, M. T. K., Yang, Y. H., & Choi, J. W., 2020: Mercury stable isotopes for monitoring the effectiveness of the Minamata Convention on Mercury. Earth-Science Reviews, 103111.	DOI:10.1016/j.earscirev.2020.103111
6	권*윤	M.T.K. Tsui	미국/노스캐롤라이나대 그린즈버러 캠퍼스	Tsz-Ki Tsui, M., Liu, S., Brasso, R. L., Blum, J. D., Kwon, S. Y., Ulus, Y., ... & Finlay, J. C., 2019: Controls of methylmercury bioaccumulation in forest floor food webs. Environmental Science & Technology, 53(5), 2434-2440.	DOI:10.1021/acs.est.8b06053
7	최*용	Taicheng An; Xiaofang Chen	중국/광둥기술대	Koo, M. S., Chen, X., Cho, K., An, T., & Choi, W., 2019: In Situ Photoelectrochemical Chloride Activation Using a WO ₃ Electrode for Oxidative Treatment with Simultaneous H ₂ Evolution under Visible Light. Environmental science & technology,	DOI: 10.1021/acs.est.9b02401

연번	공동연구 참여자		상대국 /소속기관	국제 공동연구 실적	DOI 번호/ISBN 등 관련 인터넷 link 주소
	교육연구단 참여교수	국외 공동연구자			
				53(16), 9926-9936.	
8	최*용	Jae-H*** Kim	미국/예일대	Kim, H. I., Kim, H. N., Weon, S., Moon, G. H., Kim, J. H., & Choi, W., 2016: Robust co-catalytic performance of nanodiamonds loaded on WO3 for the decomposition of volatile organic compounds under visible light. ACS Catalysis, 6(12), 8350-8360.	DOI: 10.1021/acscatal.6b02726
9	홍*봉	Guo. P; Greenaway. A. G; Su. J; Liu. L; Cox. P. A; Wright. P. A; Zou. X	스웨덴/스톡홀름대;영 국/세인트앤드류스대	Guo. P, Shin. J, Greenaway. A. G, Min. J. G, Su. J, Choi. H. J, Liu. L, Cox. P. A, Wright. P. A, Zou. X, Hong, S. B, 2015: A Zeolite Family with Expanding Structural Complexity and Embedded Isorecticular Structures, Nature, 524, 74-78.	DOI: 10.1038/nature14575
10	홍*봉	Knight. L. M; Moscoso. J. G; Sinkler. W. A; Prabhakar. S; Nicholas. C. P; Lewis. G. J	미국/Honeywell UOP	Seo. S, Ahn. N. H, Lee. J. H, Knight. L. M, Moscoso. J. G, Sinkler. W. A, Prabhakar. S, Nicholas. C. P, Hong. S. B, Lewis. G. J, 2019: Combined Alkali-Organooammonium Structure Direction of High-Charge-Density Heteroatom Containing Aluminophosphate Molecular Sieves, Angew. Chem. Int., 58, 9032-9037.	DOI:10.1002/anie.201902623
11	이*택	Kress, Nurit; Tanhua, Toste	이스라엘/국립해양연구 소;독일/GEOMAR 헬 름홀츠 해양연구소	Moon, J.-Y., Lee, K., Tanhua, T., Kress, N., Kim, I.-N., 2016: Temporal nutrient dynamics in the Mediterranean Sea in response to anthropogenic inputs. Geophysical Research Letters, 43(10), 5243.	DOI:10.1002/2016GL068788
12	이*택	Karl, David M.; Takahashi, Taro	미국/하와이대;미국/콜 럼비아대	Ko, Y. H., Lee, K., Takahashi, T., Karl, D.M., Kang, S.-H., Lee, E. 2018: Carbon-Based Estimate of Nitrogen Fixation-Derived Net Community Production in N-Depleted Ocean Gyres. Global Biogeochemical Cycles, 32(8), 1241.	DOI:10.1029/2017GB005634

연번	공동연구 참여자		상대국 /소속기관	국제 공동연구 실적	DOI 번호/ISBN 등 관련 인터넷 link 주소
	교육연구단 참여교수	국외 공동연구자			
13	황*환	Gabriel Takyi	가나/KNUST	Green industrial development in Ghana: Biogas technology and business for sustainable growth (기술이전)	Contract No. 3000027319 (UNIDO)
14	민*기	W. Cai; F. W. Zwiers	호주/CSIRO; 캐나다 /빅토리아대	Weller, E., S.-K. Min, W. Cai, F. W. Zwiers, Y.-H. Kim, and D. Lee, 2016: Human-caused Indo-Pacific warm pool expansion. Sci. Adv., 2, e1501719	DOI: 10.1126/sciadv.1501719.
15	민*기	S. Sparrow, D. Wallom; D. Stone	영국/옥스퍼드대	Min, S.-K., Y.-H. Kim, I.-H. Park, D. Lee, S. Sparrow, D. Wallom, and D. Stone, 2019: Anthropogenic contribution to the 2017 earliest summer onset in South Korea. Bull. Amer. Meteor. Soc., 100, S73-S77	DOI: 10.1175/BAMS-D-18-0096.1.
16	조*우	Z. Qiang M. Li	중국/생태환경연구센터	Cho, K; Lee, S; Kim, H; Kim, H; Son, A; Kim, E; Li, M; Qiang Z; Hong, S, 2019, Effects of Reactive Oxidants Generation and Capacitance on Photoelectrochemical Water Disinfection with Self-doped Titanium Dioxide Nanotube Arrays, Applied Catalysis B: Environmental, 257, 117910	DOI:10.1016/j.apcatb.2019.117910
17	조*우	M. R. Hoffmann	미국/캘리포니아 공과대	Cho, K; Hoffmann, MR, 2017, Molecular hydrogen production from wastewater electrolysis cell with multi-junction BiOx/TiO2 anode and stainless steel cathode: current and energy efficiency, Applied Catalysis B: Environmental, 202, 671-682	DOI:10.1016/j.apcatb.2016.09.067
18	감*훈	Glenn A. Tootle Matthew Therrell	미국/앨라배마대	Sadeghi, S., G. Tootle, E. Elliott, V. Lakshmi, M. Therrell, J. Kam, and B. Bearden, 2019: Atlantic Ocean Sea Surface Temperatures and Southeast United States Streamflow Variability: Associations with the Recent Multi-decadal Decline, J. Hydrol., 576, 422-429.	DOI:10.1016/j.jhydrol.2019.06.051

연번	공동연구 참여자		상대국 /소속기관	국제 공동연구 실적	DOI 번호/ISBN 등 관련 인터넷 link 주소
	교육연구단 참여교수	국외 공동연구자			
19	감*훈	Paul C. D. Milly	미국/지질조사국	Milly, P. C. D., J. Kam, K. A. Dunne, 2018: On the Sensitivity of Annual Streamflow to Air Temperature, Water Resour. Res., 54, 2624-2641.	DOI:10.1002/2017WR021 970

3. 연구의 국제화 현황 및 계획

3.2 참여교수의 국제 공동연구 실적 및 계획

[참여교수의 국제 공동연구 계획]

- 정온한 환경의 지속적 보전과 주요 환경문제의 선제적 해결을 위한 연구 목표를 성공적으로 달성하기 위해 기존의 구축된 국제협력을 더욱 강화하고, 교육연구단 역량의 우수성을 검증하기 위하여 각 분야 최고 전문가와의 융합적 관점의 협업을 적극 장려할 계획임
- 국제적으로도 4차 산업·사회의 환경문제 해결을 위한 기술적 융합이 초기단계임을 감안하여 단순 협력형이 아닌 상호호혜 바탕의 대등형 국제 공동연구를 수행하며 최신 융합기술 연구역량 강화 및 선도그룹으로 발전하는 것을 목표로 추진함

[분야별 계획 및 추진내용]

가. 수질·폐기물 분야

- 수처리시설 박테리아 군집 다양성 연구 (미국 오클라호마대, 중국 칭화대)
 - 미국 오클라호마대학의 Joy D Van Nostrand 교수 연구팀, 중국 칭화대학의 Wen Xianghua 교수 연구팀 외 다수 연구진들과 전세계 수처리 시설에서 발견되는 박테리아 군집의 시공간적 다양성에 관한 연구가 진행 중임
 - 향후에도 연구진 간 네트워크를 지속적으로 유지하여 시공간적 박테리아 군집의 빅데이터 구축과 혐기성 소화 주요 공정 인자 간 상관관계 도출을 위한 기계학습 알고리즘 개발을 통해 **혐기성 소화 공정의 안정적 운전을 위한 선제적 이상징후 대응 기술**을 발전시켜 나갈 것임 <제출 증빙1>
- 자원회수형 수처리 공정 (중국 환경과학원)
 - 중국 최고 수준의 환경연구소인 중국 과학원 (Chinese Academy of Science) 산하 RCEES (Research Center for Eco-Environmental Science)와 연구 및 학술 교류에 대한 MoU를 체결하여, 각 기관의 연구자가 1개월 내외 상호 방문하여 연구결과 공유 및 직접적 공동 실험을 진행 중임
 - 현재 가장 직접적인 Counterpart는 Xu Zhao 그룹으로 자원회수형 수처리를 위한 (광)전기화학 시스템의 활성종 생성 및 반응 효율화 연구를 공동으로 진행 중임
 - 본 BK 사업과 함께 향후 한-중 (NRF-NSFC) 협력연구사업 및 유사 대형과제에 지원하여 활성종 발생을 위한 자가도핑 (광)전기화학 촉매 효율화 및 다변화, (광)양극 및 (광)음극 조합 수처리 동시 자원/에너지 회수 모듈 구현 등의 **연구성과 달성과 한중 협력 네트워크 구축, 자원회수형 수처리를 통한 산업 문제해결** 등을 이어나갈 계획임 <제출 증빙2>

나. 대기오염 분야

- 나노 기반 공기 정화기술 (Rice대, 미국 예일대)
 - Rice 대학교의 Pedro Alvarez 교수 연구팀과 포스텍 연구팀은 작용기가 개질된 탄소 기반의 물질을 개발하여 이를 이산화티타늄 (TiO₂)와 같은 광촉매에 결합한 융합 광촉매를 개발을 목표로 함. 이러한 융합 광촉매는 작용기 개질을 통해 VOC의 탄소 표면 흡착이 향상되어 더 높은 VOC 분해 효율을 나타낼 것으로 기대
 - 미국 Yale 대학의 김재홍 교수 연구팀에도 학생을 파견하여 공동연구를 진행할 예정
 - 공동연구를 통해 광전기화학적으로 대기 중의 VOC를 분해하는 동시에 수소와 같은 **신재생 에너지를 생산하는 양기능의 광전기화학 시스템을 개발**하고, **산업·사회 문제 중 하나인 대기오염 문제에 대한 해결책**을 제시하는 것을 목표로 함 <제출 증빙3>
- 이산화탄소 흡착 연구 (벨기에 KU Leuven 대)
 - 벨기에 KU Leuven 대학 연구진과 제올라이트 내의 이산화탄소 흡착 연구 및 유기구조유도물질의 거동 등 다양한 주제에 대한 상호방문 및 온라인 토의를 통하여 공동연구를 지속적으로 진행

- 개발한 GIS 구조를 가지는 제올라이트의 특성 및 이산화탄소 흡착 실험을 진행하였으며, 이러한 사실을 규명하기 위하여 다양한 이론 실험을 벨기에 대학의 연구진들과 함께 진행하여 최근 Materials Horizon 저널에 투고하였음 <제출 증빙4>

다. 생태환경 분야

o 해양 환경 국제 관측망 (미국 하와이대, 아이슬란드대)

- 하와이에 위치한 HOT (The Hawaii Ocean Time-series) 정점의 장기 해양 관측 자료를 이용하여 해양 생물에 의한 탄소의 시간에 따른 변동을 연구. 미국 하와이대학 연구진들과 함께 논의하여 논문으로 출판할 계획
- 아이슬란드 대학, 극지연구소 연구진 공동으로 2017년부터 아이슬란드에 대기측정 장치를 설치하여 해양 생물기원 가스가 극지방의 대기 중 미세입자 형성에 기여하는 정도를 밝혀내고 있음
- 2020년 이후에도 계속 진행이 될 것이고 극지방의 인류기원물질의 지속적인 모니터링을 통해 전 지구적 빅데이터 구축과 나타나는 연구 성과를 논문으로 출판할 예정 <제출 증빙5>

o 수은 동위원소 국제 빅데이터 구축 및 운영 (미국 위스컨신대, 미시간대, 프랑스 툴루즈대, 중국 과학원, 스위스 바젤대)

- 수은 안정동위원소 기반의 빅데이터를 구축하고 운영할 수 있는 국제 워킹 그룹을 추진 중이고, 현재 수은 안정동위원소의 빅데이터는 포스텍 환경보건평가 연구팀에서 구축하여 유엔환경기구 (UNEP) 국제수은협약 (Minamata Convention on Mercury) 정식 웹사이트에 등록된 상태임 (www.gos4m.org)
- 매년 개최되는 국제수은협약 당사국 총회에 참여하여 빅데이터를 이용한 국가별 규제대상 수은 오염원 현황을 평가하고, 수은 관련 정책 방향성, 선제적 대응에 대한 논의를 할 예정임 <제출 증빙6>

라. 기후변화 분야

o 동아시아 기후 평가 (미국 하와이대, 일본 동경대, 중국 기상청)

- 한중일미 연구진들과 전 지구 기후 현상이 동아시아 기후에 어떻게 영향을 미치는가 등 다양한 주제에 대한 상호방문 및 온라인 토의를 통하여 공동연구를 지속적으로 진행해오고 있음
- 4개 기관의 공동연구는 향후에도 각 기관의 박사과정 학생들의 상호방문을 장려하여 발전시킬 계획임. 특히, 한국, 일본, 중국의 각 지역에 특화된 상세 예측 기술에 대한 상호 검증을 통해서 발전시켜 나갈 계획임 <제출 증빙7>

o 극한기후 원인 규명 (영국 옥스퍼드대, 호주 CSIRO, 캐나다 환경청)

- 영국 옥스퍼드대학 연구진들과 고해상도 기후모델 시뮬레이션 관련하여 협력연구를 진행해오고 있음. 극한기후의 원인 규명에 필수적인 수천 개 멤버 이상의 대량앙상블 실험을 동아시아 지역에 최초로 적용하였고, 한반도 극한 폭염의 원인 규명 연구를 성공적으로 진행하였음 (top 3% 저널 논문 게재). 향후 지속적인 교류를 통하여 동아시아 극한기후 원인 규명 연구를 더욱 발전시키고 리드해 나아갈 계획임
- 호주 연방산업과학연구기구 (CSIRO) 및 캐나다 환경청 연구진들과 기후변화의 인위적/자연적 시그널 탐지에 대한 협력연구를 진행해오고 있으며, 연구 결과는 유수 저널에 게재되었고, IPCC 6차 보고서의 핵심 결과로 포함될 예정임
- 향후 지속적인 협력을 통하여 미래 기후변화 전망의 신뢰도를 향상시키는 연구를 적극적으로 수행할 계획임 <제출 증빙8>

3. 연구의 국제화 현황 및 계획

3.3 외국 대학 및 연구기관과의 연구자 교류 실적 및 계획

3.3 외국 대학 및 연구기관과의 연구자 교류 실적 및 계획

[총론]

- 우리 교육연구단의 대학원은 포스텍 내에서도 전체 대학원생 중 외국인의 비중이 가장 높은 대학원 (18.3%, 포스텍 평균: 3.4%)이며, 다양한 개발도상국의 최상위 대학 출신 학생들과 선진국의 우수 대학 학생들이 유학을 와서 우리나라 학생들과 공동연구하는 국제수준의 교육환경이 구축되어 있음
- 또한, 중국 등 우수대학이나 연구소에서 우리 교육연구단의 연구실과 협력연구를 위하여 포스텍에 중, 장기 연수를 진행 중이거나 실행계획을 가지고 있음. 더불어 우리 교육연구단의 학생들이 외국 대학, 연구소, 기업, 국제 기구에 진출하여 세계적인 리더로 성장할 수 있는 프로그램을 마련하고 있으며 추진현황은 아래와 같음
 - 세계적 연구기관과 교류: 미국 NOAA/GFDL, Caltech, 영국 옥스퍼드 대학, 독일 하노버 대학 등
 - 국제적 저명 교수 유치: 저명한 해외 교수가 연구년을 우리 교육연구단에서 보내도록 초청·지원
 - 국제공동학위제: 최근 홍콩과기대와 공동학위제 MOU 체결, 대학차원에서 공동학위제 확대
 - 대학원생 해외연수 및 인턴제 확대: 국제적인 우수 대학과 연구기관에 대학원생 파견/연수 확대
 - 개발도상국 국가 대학 및 기관과 기술 교류: 태평양 도서 국가에 기후예측시스템을 개발해주고, 활용법을 매년 training school을 개최하여 전수해주고 있음. 이를 확대할 계획임

[분야별 추진실적 및 계획]

가. 연구자 교류 실적

연구분야	방문자	교류시기	방문기관	활동내용
수질 및 폐기물	한*성, 김*지, 구*완, 정*경	2015 - 2017 (2-4주)	독일 하노버대	독일의 최신 바이오가스화 연구 및 기술 교류를 위해 방문 <제출 증빙: 가. 연구자 교류 실적 1>
	We* Xiang***, Wa** Kai***	2017.07	중국 칭화대	최신 연구내용에 대해 교감 및 연구 협의 <제출 증빙: 가. 연구자 교류 실적 2>
	해외연구자 5명	2016.07 - 2018.06	베이징, 서울, 포항 등	한국연구재단 한중협력연구사업으로 중국 RCEES 및 한국과학기술연구원과 공동으로 수행. 현재 합동 워크숍을 총 5회 개최 <제출 증빙: 가. 연구자 교류 실적 3>
	Y**-Hu* Hua**	2017.09 - 2017.10	대만 국립성공대	전기화학 기반 Fenton 공정을 이용한 산업폐수 처리의 이론과 실제에 대해 공동 세미나 및 강의를 진행 <제출 증빙: 가. 연구자 교류 실적 4>
대기오염	임*훈	2016.05 - 2016.06	독일 하노버대	Detlef Bahnemann 교수 연구실 방문하여 공동연구 <제출 증빙: 가. 연구자 교류 실적 5>
	김*진	2019.07	중국 칭화대 일본 토호쿠대	포스텍 환경공학부 RESD 프로그램으로 중국·일본의 환경공학 전공 학생과 교류 <제출 증빙: 가. 연구자 교류 실적 6>
	Su* Hong***	2018.02 - 2019.12	중국 화중사범대	Chinese Scholarship Council 장학금을 지원받아 포스텍 방문. 과아이오딘산과 하이드록실 아민을 이용하여 생성된

				<p>활성산소종을 활용한 수중 오염물 제거와 살균에 관한 연구</p> <p><제출 증빙: 가. 연구자 교류 실적 7></p>
	Lis** Jia**	2019.10 - 2020.01	중국 우한기술대	<p>Chinese Scholarship Council 장학금</p> <p>교환학생으로 포스텍을 방문하여 연구수행</p> <p><제출 증빙: 가. 연구자 교류 실적 8></p>
	박*환	2019.04 - 2019.07	벨기에 KU Leuven	<p>제올라이트 내에 유기구조유도물질 형성과정을 공동연구</p> <p><제출 증빙: 가. 연구자 교류 실적 9></p>
	Li* Ya**	2019.01 - 2020.12	중국 텐진대	<p>중국 텐진 대학의 Changjun Liu 교수 그룹과 제올라이트 합성 및 이를 이용한 환경 촉매에 관한 공동연구</p> <p><제출 증빙: 가. 연구자 교류 실적 10></p>
생태환경	황*수, 박*희	2017.08 - 2018.07	미국 Univ. Califor. Santa Babara	<p>수처리 분리막 파울링 관련 공동연구 진행. Communication Chemistry 리비전 중</p> <p><제출 증빙: 가. 연구자 교류 실적 11></p>
	연구팀 다수	2016.07 - 2018.06	독일/미국	<p>벨기에/독일 연구팀과 한-EU KONNECT 공동과제 수행.</p> <p>벨기에 Mons대학 Flammang 그룹과 독일 막스플랑크연구소 (포츠담)의 Harrington 그룹과 공동으로 친환경 나노 셀룰로오스 관련 공동연구를 진행. 연구 결과로 Soft Matter (2018), Acta Biomaterialia (2020) 등의 학술지에 발표하였음</p> <p><제출 증빙: 가. 연구자 교류 실적 12></p>
	권*윤, 김*수	2019.06	중국 과학원	<p>지구화학연구소를 방문하여 수은 안정동위원소 표준분석방법을 정립. JCR 기준 Environmental Sciences 분야 상위 10% 저널에 논문 1편을 게재</p> <p><제출 증빙: 가. 연구자 교류 실적 13></p>
	장*현	2019.01 - 2019.02	핀란드 헬싱키대	<p>한국연구재단 해외 교류사업 선정 대기 미세입자의 형성 및 성장 관측에 대한 공동연구 진행</p> <p><제출 증빙: 가. 연구자 교류 실적 14></p>
	김*석, 박*지	2019.05 - 2019.06	아이슬란드 해양연구소	<p>아이슬란드 대학과의 공동연구를 통해 해양연구소 연구선에 탑승하여 아이슬란드 주변 해역의 해양 생물 관련 샘플을 채취하고, 아이슬란드에 설치된 대기측정 장비를 유지, 보수</p> <p><제출 증빙: 가. 연구자 교류 실적 15></p>
기후변화	장*수	2019.09 - 2020.06	미국 NOAA/GFDL	<p>이상기후에 대한 북극 영향 공동연구</p> <p><제출 증빙: 가. 연구자 교류 실적 16></p>
	김*수	2017.08 - 2017.10	스위스 취리히대	<p>연구동토층 산불연구 공동연구. 최근 Science Advances에 출판됨</p>

				<제출 증빙: 가. 연구자 교류 실적 17>
	Y* Hu***	2019.11 - 2020.04	중국 지질대	엘니뇨 동아시아 영향 공동연구 · 지도 <제출 증빙: 가. 연구자 교류 실적 18>
	Qio** W*	2019.09 - 2020.08	중국 NUIST	동중국해 해양생태 영향 공동연구 · 지도 <제출 증빙: 가. 연구자 교류 실적 19>
	김*희	2016.10 - 2016.11	호주 기상청	해들리 순환의 팽창 원인과 계절 길이 변화에 대한 공동연구 및 토의 진행 <제출 증빙: 가. 연구자 교류 실적 20>
	이*현	2016.10 - 2016.11	영국 옥스퍼드대	고해상도 대량양상블 지역기후 모델의 동아시아 지역 실험 관련 연구 수행 <제출 증빙: 가. 연구자 교류 실적 21>

나. 연구자 교류 계획

연구분야	방문자	교류시기	방문기관	활동내용
수질 및 폐기물	김*	2021년 상반기 (1개월)	미국 캘리포니아 공과대	전기화학적 Peroxone 공정 기술 개발과 DFT를 통한 양극 활성 규명 <제출 증빙: 나. 연구자 교류 계획 1>
대기오염	최*준	2020년 하반기 (8주)	벨기에 KU Leuven대	유연한 제올라이트 이산화탄소 흡착 연구를 진행할 계획. 항공권 및 체재비를 한-벨기에 과제로 지원 <제출 증빙: 나. 연구자 교류 계획 2>
생태환경	황*수	2020.04 - 2021.03	일본 신슈대	일본 신슈대학교 Institute for Fiber Eng., Interdisciplinary Cluster for Cutting Edge Research 방문 교수로 2020년 4월부터 1년간 임명. 환경 파울링 관련 방문연구 수행 예정 <제출 증빙: 나. 연구자 교류 계획 3>
	김*양	2021년 하반기	미국 애리조나주립대	비산먼지 제거기술 관련 공동연구수행 예정 <제출 증빙: 나. 연구자 교류 계획 4>
	권*윤	2020.09	이탈리아 국립연구회	유엔환경기구 (UNEP) 국제수은협약 (Minamata Convention on Mercury) 을 위한 수은 안정동위원소 기반의 빅데이터 운영 워크숍 진행 계획 <제출 증빙: 나. 연구자 교류 계획 5>
기후변화	박*원	2020.12 - 2021.02 예상	노르웨이 비아크니스센터	육상생태 피드백 연구를 진행할 계획. 항공권 및 체재비를 노르웨이 연구팀에서 지원하기로 함 <제출 증빙: 나. 연구자 교류 계획 6>
	성*규	2021년 상반기 (1개월)	캐나다 환경청	Xuebin Zhang 박사 그룹을 방문하여 극한 기후변화의 인위적/자연적 원인 규명 방법론 연구를 진행할 계획 <제출 증빙: 나. 연구자 교류 계획 7>

Ⅳ. 사업비 집행 계획

1. 사업비 집행 계획(1-8차년도)

(단위: 천원)

항목	1차년도 (20.9- 21.2)	2차년도 (21.3- 22.2)	3차년도 (22.3- 23.2)	4차년도 (23.3- 24.2)	5차년도 (24.3- 25.2)	6차년도 (25.3- 26.2)	7차년도 (26.3- 27.2)	8차년도 (27.3- 27.8)	계
대학원생 연구장학금	308,580	617,160	617,160	617,160	617,160	617,160	617,160	308,580	4,320,120
신진연구인력 인건비	36,000	72,000	72,000	72,000	72,000	72,000	72,000	36,000	504,000
산학협력 전담인력 인건비	15,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	15,000	210,000
국제화 경비	41,200	93,200	93,200	93,200	93,200	93,200	93,200	41,200	641,600
교육연구단 운영비	49,926	99,052	99,052	99,052	99,052	99,052	99,052	49,926	694,164
교육과정 개발비	3,600	7,200	7,200	7,200	7,200	7,200	7,200	3,600	50,400
실험실습 및 산학협력 활동 지원비	62,000	114,000	114,000	114,000	114,000	114,000	114,000	62,000	808,000
간접비	27,174	54,348	54,348	54,348	54,348	54,348	54,348	27,174	380,436
합계	543,480	1,086,960	1,086,960	1,086,960	1,086,960	1,086,960	1,086,960	543,480	7,608,720

[첨부 1] 2020년도 신청학과 소속 전체 교수 현황

기준일	원소속		신청 학과명	성명		직급	연구자 등록번호	전공분야	세부전공분야	전임/ 겸임	참여요건 검증	신임/ 기존	이공계열/ 인문사회계열	임상/ 기초	외국인 /내국인	사업 참 여 여부	비고
	대학명	학과명		한글	영문												
2020.05.08	포항공과대학교	환경공학부	환경공학부	국*성	Kug * Seong	교수	1011232*	대기과학	기후학	전임	O	기존	이공계열		내국인	참여	연구년 (‘20.02.17- ‘21.02.16)
2020.05.08	포항공과대학교	환경공학부	환경공학부	이*택	Lee *	교수	1005638*	지구과학	환경지구과학	전임	O	기존	이공계열		내국인	참여	
2020.05.08	포항공과대학교	환경공학부	환경공학부	황*환	Hwang * Hwan	교수	1005652*	환경공학	유기성폐기물처리	전임	O	기존	이공계열		내국인	참여	
2020.05.08	포항공과대학교	환경공학부	환경공학부	홍*봉	Hong * Bong	교수	1007762*	화학공학	촉매화학공학	전임	O	기존	이공계열		내국인	참여	
2020.05.08	포항공과대학교	환경공학부	환경공학부	최*용	Choi * ng	교수	1010505*	환경공학	환경화학	전임	O	기존	이공계열		내국인	참여	
2020.05.08	포항공과대학교	환경공학부	환경공학부	황*수	Hwang * Soo	부교수	1016719*	환경공학	청정기술	전임	O	기존	이공계열		내국인	참여	
2020.05.08	포항공과대학교	환경공학부	환경공학부	조*우	Cho * oo	조교수	1064326*	환경공학	수질처리	전임	O	신임	이공계열		내국인	참여	
2020.05.08	포항공과대학교	환경공학부	환경공학부	민*기	Min * Ki	교수	1119809*	대기과학	기후학	전임	O	기존	이공계열		내국인	참여	
2020.05.08	포항공과대학교	환경공학부	환경공학부	권*윤	Kwon * Yun	조교수	1181735*	지구과학	환경지구화학	전임	O	신임	이공계열		내국인	참여	
2020.05.08	포항공과대학교	환경공학부	환경공학부	감*훈	Kam * n	조교수	1252110*	토목공학	수문학	전임	O	신임	이공계열		내국인	참여	

기준일	원소속		신청 학과명	성명		직급	연구자 등록번호	전공분야	세부전공분야	전임/ 겸임	참여요건 검증	신임/ 기존	이공계열/ 인문사회계열	임상/ 기초	외국인 /내국인	사업 참 여 여부	비고	
	대학명	학과명		한글	영문													
2020.05.08	포항공과대학교	환경공학부	환경공학부	장*석	Chang *- Seok	교수	1008610*	화학	환경분석화학	전임	0	기존	이공계열		내국인	미참여	파견 (‘18.10.15~‘21.10.14)파견	
전체 교수 수			전체교수 수		1 1		기존 교수 수 (참여교수)		전체 교수 수		7		신임교수 수 (참여교수)		전체 교수 수		3	
			전임 교수 수		1 1				전임 교수 수		7				전임 교수 수		3	
			겸임 교수 수		0				겸임 교수 수		0				겸임 교수 수		0	
전체 참여 교수 수			전체 교수 수		1 0		이공계열 교수 수 (참여교수)		전체 교수 수		1 0		인문사회계열 교수 수 (참여교수)		전체 교수 수		0	
			전임 교수 수		1 0				신임 교수 수		3				신임 교수 수		0	
			겸임 교수 수		0				기존 교수 수		7				기존 교수 수		0	
신임교수 실적 포함 여부				기타 업적물(저서, 특허, 기술이전, 창업 실적) /연구비/ 교육역량 대표실적						신임교수 실적포함여부 : 예								

[첨부 2] 2020년도 교육연구단 참여교수의 지도학생 현황

기준일	대학명	신청학과명	성 명		학번	생년 (YYYY)	외국인/ 내국인	자교/타 교	지도교수 성명	임상/ 기초	학위과정		사업 참여 여부	비고
			한글	영문							과정	재학학기수		
2020.0 5.15	포항공과 대학교	환경공학부	양*한	Yang, * Han	2020****	1994	내국인	타교	권*윤		석사	1	참여	
2020.0 5.15	포항공과 대학교	환경공학부	오*훈	O. * hoon	2019****	1994	내국인	타교	국*성		석사	3	참여	
2020.0 5.15	포항공과 대학교	환경공학부	최*련	choi, * ryun	2019****	1996	내국인	타교	홍*봉		석사	3	참여	
2020.0 5.15	포항공과 대학교	환경공학부	최*진	Choi, * Jin	2019****	1994	내국인	타교	민*기		석사	3	참여	
2020.0 5.15	포항공과 대학교	환경공학부	황*주	Hwang, *	2019****	1996	내국인	타교	조*우		석사	3	참여	
2020.0 5.15	포항공과 대학교	환경공학부	오*영	Oh, *you ng	2017****	1993	내국인	타교	황*환		석사	5	미참여	
2020.0 5.15	포항공과 대학교	환경공학부	BAR*** ANA*** *	BAR*** , ANA*** *	2018****	1988	외국인	타교	권*윤		박사	5	참여	
2020.0 5.15	포항공과 대학교	환경공학부	Chairat tana** *, Chayan **	Chairat tana*** , Chayan **	2019****	1992	외국인	타교	황*환		박사	2	참여	
2020.0 5.15	포항공과 대학교	환경공학부	Esco** d* Eric***	Es**be d*, Eric***	2018****	1988	외국인	타교	조*우		박사	5	참여	

기준일	대학명	신청학과명	성명		학번	생년 (YYYY)	외국인/ 내국인	자교/타 교	지도교수 성명	임상/ 기초	학위과정		사업 참여 여부	비고
			한글	영문							과정	재학학기수		
2020.0 5.15	포항공과 대학교	환경공학부	H* Y*	H*, Y*	2019****	1994	외국인	타교	최*용		박사	2	참여	
2020.0 5.15	포항공과 대학교	환경공학부	Mulj*** Ul**	Mulj*** , Ul**	2019****	1990	외국인	타교	최*용		박사	3	참여	
2020.0 5.15	포항공과 대학교	환경공학부	Pa* Dong***	Pa*, Dong***	2019****	1992	외국인	타교	최*용		박사	2	참여	
2020.0 5.15	포항공과 대학교	환경공학부	Ta* Xue*** o	Tan, Xue*** o	2019****	1994	외국인	타교	홍*봉		박사	2	참여	
2020.0 5.15	포항공과 대학교	환경공학부	TON** O JOV*** VINCEN T VA**	TON** O, JOV*** VINCEN T VA**	2016****	1987	외국인	타교	황*환		박사	9	미참여	
2020.0 5.15	포항공과 대학교	환경공학부	Yu**** Ar**	Yu****, Ar**	2018****	1992	외국인	타교	황*환		박사	4	참여	
2020.0 5.15	포항공과 대학교	환경공학부	김*	Kim, *	2018****	1991	내국인	타교	조*우		박사	5	참여	수료생
2020.0 5.15	포항공과 대학교	환경공학부	김*용	Kim, *yong	2015****	1988	내국인	타교	국*성		박사	10	미참여	
2020.0 5.15	포항공과 대학교	환경공학부	김*광	Kim, *gwang	2020****	1994	내국인	타교	권*윤		박사	1	참여	
2020.0 5.15	포항공과 대학교	환경공학부	김*지	Kim, *Ji	2017****	1989	내국인	타교	황*환		박사	7	참여	
2020.0 5.15	포항공과 대학교	환경공학부	노*민	NOH, *MIN	2018****	1992	내국인	타교	국*성		박사	5	참여	수료생

기준일	대학명	신청학과명	성 명		학번	생년 (YYYY)	외국인/ 내국인	자교/타 교	지도교수 성명	임상/ 기초	학위과정		사업 참여 여부	비고
			한글	영문							과정	재학학기수		
2020.0 5.15	포항공과 대학교	환경공학부	민*기	MIN, * GI	2015****	1990	내국인	타교	홍*봉		박사	10	미참여	수료생
2020.0 5.15	포항공과 대학교	환경공학부	박*정	Park, *Joung	2017****	1991	내국인	타교	민*기		박사	7	참여	
2020.0 5.15	포항공과 대학교	환경공학부	박*환	Park, *Hwan	2017****	1989	내국인	타교	홍*봉		박사	7	참여	
2020.0 5.15	포항공과 대학교	환경공학부	박*원	Park, *won	2020****	1995	내국인	타교	국*성		박사	1	참여	
2020.0 5.15	포항공과 대학교	환경공학부	성*규	Seong, *Gyu	2017****	1990	내국인	타교	민*기		박사	6	참여	
2020.0 5.15	포항공과 대학교	환경공학부	오*숨	OH, *SOM	2015****	1990	내국인	타교	권*윤		박사	11	미참여	수료생
2020.0 5.15	포항공과 대학교	환경공학부	이*환	Lee, *hwan	2016****	1991	내국인	타교	홍*봉		박사	8	참여	수료생
2020.0 5.15	포항공과 대학교	환경공학부	이*현	Lee, *nghyun	2016****	1989	내국인	타교	민*기		박사	9	미참여	
2020.0 5.15	포항공과 대학교	환경공학부	이*민	Lee, *min	2015****	1984	내국인	타교	민*기		박사	10	미참여	
2020.0 5.15	포항공과 대학교	환경공학부	이*희	Lee, *hee	2019****	1987	내국인	타교	조*우		박사	3	참여	

기준일	대학명	신청학과명	성 명		학번	생년 (YYYY)	외국인/ 내국인	자교/타 교	지도교수 성명	임상/ 기초	학위과정		사업 참여 여부	비고
			한글	영문							과정	재학학기수		
2020.0 5.15	포항공과 대학교	환경공학부	이*환	Lee, * Hwan	2015****	1989	내국인	자교	홍*봉		박사	11	미참여	수료생
2020.0 5.15	포항공과 대학교	환경공학부	이*현	LEE, * HYEON	2019****	1991	내국인	타교	권*윤		박사	3	참여	
2020.0 5.15	포항공과 대학교	환경공학부	이*준	LEE, *JUN	2017****	1988	내국인	타교	홍*봉		박사	7	참여	
2020.0 5.15	포항공과 대학교	환경공학부	장*수	Jang, * Soo	2015****	1983	내국인	타교	국*성		박사	7	참여	
2020.0 5.15	포항공과 대학교	환경공학부	정*봄	Jung, *bom	2019****	1990	내국인	타교	권*윤		박사	3	참여	
2020.0 5.15	포항공과 대학교	환경공학부	최*준	Choi, * June	2016****	1988	내국인	타교	홍*봉		박사	8	참여	
2020.0 5.15	포항공과 대학교	환경공학부	Agh*** Agh***	Agh***	2017****	1993	외국인	타교	황*환		석박사통합	6	참여	
2020.0 5.15	포항공과 대학교	환경공학부	JAN** T MD A** HANI**	JAN** T, MD A** HANI**	2015****	1989	외국인	타교	황*환		석박사통합	10	참여	
2020.0 5.15	포항공과 대학교	환경공학부	Kenc** a Kev** Stev**	Kenc** a, Kev** Stev**	2020****	1996	외국인	타교	홍*봉		석박사통합	1	참여	

기준일	대학명	신청학과명	성 명		학번	생년 (YYYY)	외국인/ 내국인	자교/타 교	지도교수 성명	임상/ 기초	학위과정		사업 참여 여부	비고
			한글	영문							과정	재학학기수		
2020.0 5.15	포항공과 대학교	환경공학부	김*일	Kim, *Il	2015****	1991	내국인	타교	국*성		석박사통합	10	참여	
2020.0 5.15	포항공과 대학교	환경공학부	김*민	Kim, *min	2017****	1992	내국인	자교	황*환		석박사통합	7	참여	
2020.0 5.15	포항공과 대학교	환경공학부	김*인	Kim, * In	2017****	1993	내국인	타교	황*환		석박사통합	6	참여	
2020.0 5.15	포항공과 대학교	환경공학부	김*양	KIM, *YANG	2018****	1995	내국인	타교	황*수		석박사통합	4	참여	
2020.0 5.15	포항공과 대학교	환경공학부	김*선	Kim, *Seon	2018****	1995	내국인	타교	조*우		석박사통합	5	참여	
2020.0 5.15	포항공과 대학교	환경공학부	김*정	kim, *jeong	2017****	1992	내국인	타교	조*우		석박사통합	6	참여	
2020.0 5.15	포항공과 대학교	환경공학부	김*진	KIM, *JIN	2015****	1992	내국인	타교	최*용		석박사통합	11	참여	
2020.0 5.15	포항공과 대학교	환경공학부	문*영	Moon, * Young	2014****	1990	내국인	타교	이*택		석박사통합	13	미참여	
2020.0 5.15	포항공과 대학교	환경공학부	민*위	Min. * Wi	2014****	1989	내국인	타교	최*용		석박사통합	13	미참여	수료생
2020.0 5.15	포항공과 대학교	환경공학부	박*혁	Park, * Hyeok	2018****	1991	내국인	타교	황*환		석박사통합	4	참여	
2020.0 5.15	포항공과 대학교	환경공학부	박*희	Park, *hee	2016****	1994	내국인	타교	황*수		석박사통합	9	참여	

기준일	대학명	신청학과명	성 명		학번	생년 (YYYY)	외국인/ 내국인	자교/타 교	지도교수 성명	임상/ 기초	학위과정		사업 참여 여부	비고
			한글	영문							과정	재학학기수		
2020.0 5.15	포항공과 대학교	환경공학부	배*호	Bae, * ho	2017****	1992	내국인	타교	조*우		석박사통합	6	참여	
2020.0 5.15	포항공과 대학교	환경공학부	신*연	SHIN * YEON	2019****	1996	내국인	타교	국*성		석박사통합	3	참여	
2020.0 5.15	포항공과 대학교	환경공학부	양*민	Yang, *min	2020****	1997	내국인	타교	황*환		석박사통합	1	참여	
2020.0 5.15	포항공과 대학교	환경공학부	이*은	Lee, * Eun	2019****	1994	내국인	타교	최*용		석박사통합	2	참여	
2020.0 5.15	포항공과 대학교	환경공학부	이*훈	Lee, *hoon	2015****	1987	내국인	타교	황*수		석박사통합	10	참여	
2020.0 5.15	포항공과 대학교	환경공학부	이*희	LEE, * HEE	2018****	1995	내국인	타교	황*수		석박사통합	5	참여	
2020.0 5.15	포항공과 대학교	환경공학부	이*비	Lee, *bi	2016****	1993	내국인	타교	최*용		석박사통합	9	참여	
2020.0 5.15	포항공과 대학교	환경공학부	이*호	Lee, *ho	2018****	1995	내국인	자교	이*택		석박사통합	4	참여	
2020.0 5.15	포항공과 대학교	환경공학부	이*인	Lee, *in	2019****	1996	내국인	타교	권*윤		석박사통합	2	참여	
2020.0 5.15	포항공과 대학교	환경공학부	장*현	JANG, *HYUN	2014****	1990	내국인	타교	이*택		석박사통합	11	참여	수료생

기준일	대학명	신청학과명	성명		학번	생년 (YYYY)	외국인/ 내국인	자교/타 교	지도교수 성명	임상/ 기초	학위과정		사업 참여 여부	비고
			한글	영문							과정	재학학기수		
2020.0 5.15	포항공과 대학교	환경공학부	정*경	JUNG, * KYUNG	2016****	1975	내국인	타교	황*환		석박사통합	8	참여	
2020.0 5.15	포항공과 대학교	환경공학부	정*현	CHUNG , * HYUN	2019****	1993	내국인	타교	황*수		석박사통합	2	참여	
2020.0 5.15	포항공과 대학교	환경공학부	제*헌	Je, * Heon	2014****	1987	내국인	타교	황*수		석박사통합	10	참여	
2020.0 5.15	포항공과 대학교	환경공학부	주*욱	JOO, *UK	2020****	1995	내국인	타교	조*우		석박사통합	1	참여	
2020.0 5.15	포항공과 대학교	환경공학부	주*빈	Ju, *bin	2017****	1993	내국인	타교	황*수		석박사통합	7	참여	
2020.0 5.15	포항공과 대학교	환경공학부	채*식	Gyu * Chae	2012****	1989	내국인	자교	최*용		석박사통합	16	미참여	수료생
2020.0 5.15	포항공과 대학교	환경공학부	최*진	choi, *jin	2020****	1996	내국인	타교	황*환		석박사통합	1	참여	
2020.0 5.15	포항공과 대학교	환경공학부	한*목	Han, * mok	2019****	1994	내국인	타교	최*용		석박사통합	3	참여	
2020.0 5.15	포항공과 대학교	환경공학부	홍*화	Hong, * Hwa	2017****	1991	내국인	타교	조*우		석박사통합	7	참여	
2020.0 5.15	포항공과 대학교	환경공학부	홍*건	Hong, *geon	2020****	1995	내국인	타교	홍*봉		석박사통합	1	참여	

전체 대학원생 수 (명)	석사	6	참여 대학원생 수 (명)	석사	5	참여비율 (%)	석사	83.33
	박사	30		박사	23		박사	76.67
	석·박사통합	34		석·박사통합	31		석·박사통합	91.18
	계	70		계	59		전체	84.29
자교 학사 전체 대학원생 수 (명)	석사	0	자교 학사 참여 대학원생 수 (명)	석사	0	자교학사참여비율(%)	석사	-
	박사	1		박사	0		박사	0.00
	석·박사통합	3		석·박사통합	2		석·박사통합	66.67
	계	4		계	2		전체	50.00
외국인 전체 대학원생 수 (명)	석사	0	외국인 참여 대학원생 수 (명)	석사	0	외국인 참여비율 (%)	석사	-
	박사	9		박사	8		박사	88.89
	석·박사통합	3		석·박사통합	3		석·박사통합	100.00
	계	12		계	11		전체	91.67

[첨부 3-1] 최근 3년간 참여교수의 중앙정부 연구비 수주실적

산정 기간	연 번	주관 부처	사업명	연구 과제명	연구 책임자 성명	참여 교수 성명	연구자 등록번호	이공계열/ 인문사회계열	연구기간 (YYYYMMDD)		연구 형태	총연구비 (원) (A)	총연구비 중 입금액(원) (B)	사업 참여 교수 지분(%) (C)	총입금액중 사 업참여교수 지분액 (원) (D=B*C)	연구비 입 금일 (YYYYMM D)
									시작일	종료일						
2017.1.1~ 2017.12.3 1	1	환경부	기후변화감 시예측사업	북반구 여름 계절 길이의 장기변동 원인분석	민*기	민*기	11198***	이공계열	20170101	20171231	단독	141000000	141000000	100.00%	141000000	20170214
2017.1.1~ 2017.12.3 1	2	과학기술정 보통신부	해양극지기 초원천기술 개발사업	해양 고분자 및 접착제를 활용한 해조류 포자 피막 화 기술개발	황*수	황*수	10167***	이공계열	20170101	20171231	공동	480000000	480000000	47.916666 6%	230000000	20170215
2017.1.1~ 2017.12.3 1	3	과학기술정 보통신부	중견연구자 지원사업(이 공분야)	지면-해양 생지 화학과정의 기후 피드백 연구	국*성	국*성	10112***	이공계열	20170301	20180228	단독	300000000	300000000	100.00%	300000000	20170331
2017.1.1~ 2017.12.3 1	4	과학기술정 보통신부	중견연구자 지원사업(이 공분야)	인도-태평양 원 플 강화의 원인구 명 및 미래전망 연구	민*기	민*기	11198***	이공계열	20170301	20180228	단독	120000000	120000000	100.00%	120000000	20170331
2017.1.1~ 2017.12.3 1	5	과학기술정 보통신부	중견연구자 지원사업(이 공분야)	과산화수소의 광 합성 생산을 위한 광전환 융합 소재 및 반응 시스템 개발	최*용	최*용	10105***	이공계열	20170301	20180228	단독	160000000	160000000	100.00%	160000000	20170331
2017.1.1~ 2017.12.3 1	6	과학기술정 보통신부	글로벌프론 티어사업	유기나노입자 NANOFLUID 및 미생물 표면개량 기술 기반의, 고 속 C	황*수	황*수	10167***	이공계열	20170301	20171231	공동	210000000	210000000	36.666666 6%	77000000	20170331
2017.1.1~ 2017.12.3 1	7	지방자치단 체	지방자치단 체과제	해양생물 폐기물 을 활용한 해양 바이오 생체 신소 재 유도체 추출 및 의약품	황*수	황*수	10167***	이공계열	20170401	20171231	단독	8600000	8600000	100.00%	8600000	20170407
2017.1.1~ 2017.12.3 1	8	기타국가기 관	기타국가기 관사업	메탄올 및 경질올 레핀 전환반응용 제올라이트 촉매 개발	홍*봉	홍*봉	10077***	이공계열	20170101	20171231	단독	100000000	99999900	100.00%	99999900	20170411
2017.1.1~ 2017.12.3 1	9	환경부	연구용역사 업	기후변화에 따른 해양산성화 영향 및 예측	이*택	이*택	10056***	이공계열	20170316	20171215	단독	53000000	53000000	100.00%	53000000	20170411,2 0171226
2017.1.1~ 2017.12.3 1	10	과학기술정 보통신부	국제기관간 MOU지원사 업	효율적인 광 에너 지 전환을 위한 금속산화물 및 금 속-유기 구조체	최*용	최*용	10105***	이공계열	20170401	20171231	단독	50650000	50650000	100.00%	50650000	20170425

산정 기간	연 번	주관 부처	사업명	연구 과제명	연구 책임자 성명	참여 교수 성명	연구자 등록번호	이공계열/ 인문사회계열	연구기간 (YYYYMMDD)		연구 형태	총연구비 (원) (A)	총연구비 중 입금액(원) (B)	사업 참여 교수 지분(%) (C)	총입금액중사 업참여교수 지분액 (원) (D=B*C)	연구비 입 금일 (YYYYMM D)
									시작일	종료일						
				형태의												
2017.1.1~ 2017.12.3 1	11	과학기술정 보통신부	중견연구자 지원사업(도 약연구_도전)	해양산성화 및 해 양생물의 산성화 적응 예측기술 개 발	이*택	이*택	10056***	이공계열	20170501	20180430	단독	305000000	305000000	100.00%	305000000	20170515
2017.1.1~ 2017.12.3 1	12	산업통상자 원부	산업원천기 술개발사업 (에너지)	가나의 녹색산업 성장을 위한 바이 오가스 기술 및 사업체계 지원	황*환	황*환	10056***	이공계열	20141201	20170228	단독	60239651	30119825	100.00%	30119825	20170529
2017.1.1~ 2017.12.3 1	13	해양수산부	해양수산연 구개발사업	인간 활동이 복서 태평양의 탄소- 질소 연계 순환에 미친 영향 연구: 대기기	이*택	이*택	10056***	이공계열	20170301	20171231	단독	75000000	75000000	100.00%	75000000	20170530
2017.1.1~ 2017.12.3 1	14	환경부	기후변화감 시예측사업	RCP 시나리오와 지역기후모델을 이용한 CORDEX 동아시아 한반도에서	민*기	민*기	11198***	이공계열	20170501	20180430	단독	140000000	140000000	100.00%	140000000	20170703
2017.1.1~ 2017.12.3 1	15	환경부	기후변화감 시예측사업	한반도 연근해 특 성에 따른 한반도 기상/기후 변화 상관성 연구	국*성	국*성	10112***	이공계열	20170501	20180430	공동	400000000	400000000	38.50%	154000000	20170704
2017.1.1~ 2017.12.3 1	16	과학기술정 보통신부	글로벌연구 실(GRL)	반도체 기반 융합 소재를 이용한 에 너지 전환 기능성 수처리 기술	최*용	최*용	10105***	이공계열	20170701	20180430	단독	460000000	460000000	100.00%	460000000	20170705
2017.1.1~ 2017.12.3 1	17	과학기술정 보통신부	국제화기반 조성사업	멍게 접착시스템 모사 셀룰로오스 및 폴리페놀 기반 수중접착제 개발	황*수	황*수	10167***	이공계열	20170701	20180630	단독	40000000	40000000	100.00%	40000000	20170717
2017.1.1~ 2017.12.3 1	18	환경부	기후변화감 시예측사업	한반도 겨울철에 대한 열대 온난역 대기-해양 예측 인자 기반 예측기 술개발	국*성	국*성	10112***	이공계열	20170501	20180430	단독	110000000	110000000	100.00%	110000000	20170807
2017.1.1~ 2017.12.3 1	19	환경부	연구용역사 업	유기성폐기물의 통합처리를 통한 폐자원 에너지화	황*환	황*환	10056***	이공계열	20160620	20170619	단독	94479000	43543500	100.00%	43543500	20170821

산정 기간	연 번	주관 부처	사업명	연구 과제명	연구 책임자 성명	참여 교수 성명	연구자 등록번호	이공계열/ 인문사회계열	연구기간 (YYYYMMDD)		연구 형태	총연구비 (원) (A)	총연구비 중 입금액(원) (B)	사업 참여 교수 지분(%) (C)	총입금액중사 업참여교수 지분액 (원) (D=B*C)	연구비 입 금일 (YYYYMMDD)
									시작일	종료일						
				사업 활성화 방안 연구용역												
2017.1.1~ 2017.12.31	20	과학기술정 보통신부	리더연구자 지원사업(창 의연구)	나노다공성 재료 합성 연구단	홍*봉	홍*봉	10077***	이공계열	20170901	20180630	단독	710000000	710000000	100.00%	710000000	20170912
2017.1.1~ 2017.12.31	21	과학기술정 보통신부	기후변화대 응기술개발 사업	유무기 하이브리 드 물산화광촉매 개발	최*용	최*용	10105***	이공계열	20170930	20180730	단독	250000000	250000000	100.00%	250000000	20171107
2017.1.1~ 2017.12.31	22	과학기술정 보통신부	기후변화대 응기술개발 사업	산화환원 활성점 제어를 통한 고선 택 CO2전환 산 화물 광촉매 개발	최*용	최*용	10105***	이공계열	20170915	20180614	단독	80000000	80000000	100.00%	80000000	20171120
2017.1.1~ 2017.12.31	23	과학기술정 보통신부	국제기관간 MOU지원사 업	유무기 하이브리 드 반도체의 가시 광촉매 전환반응 및 메커니즘 연구	최*용	최*용	10105***	이공계열	20171201	20181130	단독	60000000	60000000	100.00%	60000000	20171121
2017.1.1~ 2017.12.31	24	환경부	환경공학기 술개발사업	F-GAS의 촉매 및 열분해 기술 개발	최*용	최*용	10105***	이공계열	20170501	20180228	단독	100000000	100000000	100.00%	100000000	20171229
2017.1.1~ 2017.12.31	25	산업통상자 원부	에너지자원 기술개발사 업	""""바이오가스 운전 안정성 확보 를 위한 에너지 회수율 70% 이 상급 분산 설비용 DNA기반 빅데이 터 프로세싱 응용 기술 개발 """"	황*환	황*환	10056***	이공계열	20160501	20161231	단독	175000000	2345704	100.00%	2345704	20170106,2 0170117
2017.1.1~ 2017.12.31	26	산업통상자 원부	에너지자원 기술개발사 업	슬러지 에너지화 경제성 향상을 위 한 에너지전환율 25% 향상 슬러 지 가용	황*환	황*환	10056***	이공계열	20160501	20161231	단독	225000000	6816033	100.00%	6816033	20170106,2 0170117
2017.1.1~ 2017.12.31	27	산업통상자 원부	""""연구개발 고급인력지 원사업 [고급 정책연계/응 용통합인력양 성 """"	차세대 바이오에 너지 공정제어 인 력양성 고급트랙	황*환	황*환	10056***	이공계열	20160701	20170630	단독	425000000	356821983	100.00%	356821983	20170106,2 0170808

산정 기간	연 번	주관 부처	사업명	연구 과제명	연구 책임자 성명	참여 교수 성명	연구자 등록번호	이공계열/ 인문사회계열	연구기간 (YYYYMMDD)		연구 형태	총연구비 (원) (A)	총연구비 중 입금액(원) (B)	사업 참여 교수 지분(%) (C)	총입금액중사 업참여교수 지분액 (원) (D=B*C)	연구비 입 금일 (YYYYMM D)
									시작일	종료일						
2017.1.1~ 2017.12.3 1	28	기타국가기 관	기타국가기 관사업	멀티모델 자료를 활용한 북극-중 위도 이상기후 관 련성 분석	민*기	민*기	11198***	이공계열	20170101	20171231	단독	100000000	100000000	100.00%	100000000	20170113,2 0170802
2017.1.1~ 2017.12.3 1	29	교육부	BK21 플러 스 사업	5차년도 환경-에 너지-기후 시스 템연구 사업팀 국 고지원금 (BK21플러스사 업	최*용	최*용	10105***	이공계열	20170301	20180228	단독	296094000	296094000	100.00%	296094000	20170228,2 0170928
2017.1.1~ 2017.12.3 1	30	과학기술정 보통신부	중견연구자 지원사업(이 공분야)	해양생물 모사 기 반의 수중 QUADRUPOLE 작용력 제어를 통 한 신개념	황*수	황*수	10167***	이공계열	20170301	20180228	단독	272100000	272100000	100.00%	272100000	20170331,2 0171226
2017.1.1~ 2017.12.3 1	31	환경부	연구용역사 업	이상기후 조기탐 지 및 조기경보 서비스를 위한 현 업기술 개발	국*성	민*기	11198***	이공계열	20170314	20171130	공동	394038040	394038040	15.226956 2%	60000000	20170405,2 0171228
2017.1.1~ 2017.12.3 1	32	환경부	연구용역사 업	이상기후 조기탐 지 및 조기경보 서비스를 위한 현 업기술 개발	국*성	국*성	10112***	이공계열	20170314	20171130	공동	394038040	394038040	65.530830 4%	258216400	20170405,2 0171228
2017.1.1~ 2017.12.3 1	33	산업통상자 원부	에너지자원 기술개발사 업	바이오가스 운전 안정성 확보를 위 한 에너지 회수율 70% 이상급 분 산 설	황*환	황*환	10056***	이공계열	20170101	20171231	단독	175000000	172802771	100.00%	172802771	20170410,2 0171222
2017.1.1~ 2017.12.3 1	34	해양수산과 학기술진흥 원	해양수산생 명공학기술 개발사업	해양 섬유복합소 재 및 바이오플라 스틱소재 기술개 발	차*준	황*수	10167***	이공계열	20170501	20180331	공동	1908000000	944086231	12.00%	113290348	20170608,2 0171222
2017.1.1~ 2017.12.3 1	35	환경부	연구용역사 업	기후변화에따른 이어도 해역의 해 양탄소순환반응 및한반도 기상인 자들간 상관성연	이*택	이*택	10056***	이공계열	20170518	20171213	공동	120000000	120000000	61.5375%	73845000	20170619,2 0171221
2017.1.1~ 2017.12.3 1	36	환경부	연구용역사 업	기후변화에따른 이어도 해역의 해 양탄소순환반응 및한반도 기상인 자들간 상관성연	이*택	국*성	10112***	이공계열	20170518	20171213	공동	120000000	120000000	38.4625%	46155000	20170619,2 0171221

산정 기간	연 번	주관 부처	사업명	연구 과제명	연구 책임자 성명	참여 교수 성명	연구자 등록번호	이공계열/ 인문사회계열	연구기간 (YYYYMMDD)		연구 형태	총연구비 (원) (A)	총연구비 중 입금액(원) (B)	사업 참여 교수 지분(%) (C)	총입금액중사 업참여교수 지분액 (원) (D=B*C)	연구비 입 금일 (YYYYMMDD)
									시작일	종료일						
2017.1.1~ 2017.12.31	37	산업통상자 원부	에너지자원 기술개발사 업	슬러지 에너지화 경제성 향상을 위 한 에너지전환율 25%향상 슬러지 가용화용	황*환	황환	10056***	이공계열	20170101	20171231	단독	225000000	225000000	100.00%	225000000	20170706,2 0171222
2017.1.1~ 2017.12.31	38	해양수산부	해양수산연 구개발사업	북극해 해양생지 화학과정의 기후 피드백 연구	국*성	국*성	10112***	이공계열	20170501	20180430	단독	50000000	49999999	100.00%	49999999	20170711,2 0171201
2017.1.1~ 2017.12.31	39	중소벤처기 업부	산학연공동 기술개발사 업	천연물 유래 나노 키템/나노셀룰로 오스 복합 소재 기반의 생체적합 기능성 바	황*수	황*수	10167***	이공계열	20170601	20180531	공동	133334000	133334000	27.749861 2%	37000000	20170801,2 0170807,20 170822
2017.1.1~ 2017.12.31	40	산업통상자 원부	에너지기술 인력양성사 업	차세대 바이오에 너지 공정제어 인 력양성 고급트랙 (4차년도)	황*환	황*환	10056***	이공계열	20170701	20180430	단독	360000000	180239602	100.00%	180239602	20170911,2 0171222
2018.1.1~ 2018.12.31	41	과학기술정 보통신부	글로벌연구 실(GRL)	대기 오염물질 유 입에 의한 질소순 환 변화 측정기술 개발	이*택	이*택	10056***	이공계열	20171201	20180930	단독	385000000	385000000	100.00%	385000000	20180102
2018.1.1~ 2018.12.31	42	과학기술정 보통신부	해양극지기 초원천기술 개발사업	해양 고분자 및 접착제를 활용한 해조류 포자 피막 화 기술개발	황*수	황*수	10167***	이공계열	20180101	20181231	공동	450000000	450000000	44.444444 4%	200000000	20180219
2018.1.1~ 2018.12.31	43	과학기술정 보통신부	국제기관간 MOU지원사 업	효율적인 광 에너 지 전환을 위한 금속산화물 및 금 속-유기 구조체 형태의 메조결정 체 개발 및 환경 에너지응용	최*용	최*용	10105***	이공계열	20180101	20181231	단독	70000000	70000000	100.00%	70000000	20180228
2018.1.1~ 2018.12.31	44	과학기술정 보통신부	중견연구자 지원사업(이 공분야)	혐기성소화조 미 생물의 시공간적 유전/전사 생태 지도 구축 및 기 계학습 기반	황*환	황*환	10056***	이공계열	20180301	20190228	단독	300000000	300000000	100.00%	300000000	20180228
2018.1.1~ 2018.12.31	45	과학기술정 보통신부	나노소재원 천기술개발 사업	귀금속 대체 전기 촉매 양극 및 수 처리 동시 수소 생산용 폐수 전해	조*우	조*우	10643***	이공계열	20180301	20190131	공동	206250000	206250000	76.887272 7%	158580000	20180403

산정 기간	연 번	주관 부처	사업명	연구 과제명	연구 책임자 성명	참여 교수 성명	연구자 등록번호	이공계열/ 인문사회계열	연구기간 (YYYYMMDD)		연구 형태	총연구비 (원) (A)	총연구비 중 입금액(원) (B)	사업 참여 교수 지분(%) (C)	총입금액중사 업참여교수 지분액 (원) (D=B*C)	연구비 입 금일 (YYYYMMDD)
									시작일	종료일						
				공정												
2018.1.1~ 2018.12.31	46	과학기술정 보통신부	중견연구자 지원사업(이 공분야)	인도-태평양 원 플 강화의 원인구 명 및 미래전망 연구	민*기	민*기	11198***	이공계열	20180301	20190228	단독	120000000	120000000	100.00%	120000000	20180417
2018.1.1~ 2018.12.31	47	과학기술정 보통신부	중견연구자 지원사업(이 공분야)	과산화수소의 광 합성 생산을 위한 광전환 융합 소재 및 반응 시스템 개발	최*용	최*용	10105***	이공계열	20180301	20190228	단독	160000000	160000000	100.00%	160000000	20180417
2018.1.1~ 2018.12.31	48	과학기술정 보통신부	중견연구자 지원사업(이 공분야)	해양생물 모사 기 반의 수중 QUADRUPOLE 작용력 제어를 통 한 신개념	황*수	황*수	10167***	이공계열	20180301	20190228	단독	250000000	250000000	100.00%	250000000	20180417
2018.1.1~ 2018.12.31	49	과학기술정 보통신부	중견연구자 지원사업(이 공분야)	지면-해양 생지 화학과정의 기후 피드백 연구	국*성	국*성	10112***	이공계열	20180301	20190228	단독	300000000	300000000	100.00%	300000000	20180417
2018.1.1~ 2018.12.31	50	환경부	연구용역사 업	이상기후 감시 및 예측정보 서비스 강화를 위한 현업 기술 개발	국*성	국*성	10112***	이공계열	20180327	20181207	공동	381300876	381300876	67.305683 2%	256637160	20180430,2 0181228
2018.1.1~ 2018.12.31	51	환경부	연구용역사 업	이상기후 감시 및 예측정보 서비스 강화를 위한 현업 기술 개발	국*성	민*기	11198***	이공계열	20180327	20181207	공동	381300876	381300876	13.113004 2	50000000	20180430,2 0181228
2018.1.1~ 2018.12.31	52	과학기술정 보통신부	국제기관간 MOU지원사 업	실내공기오염 저 감용 내구성 향상 관측매 소재 개발 및 비활성화 메커 니즘	최*용	최*용	10105***	이공계열	20180401	20181231	단독	30000000	30000000	100.00%	30000000	20180501
2018.1.1~ 2018.12.31	53	기타국가기 관	주요사업 위 탁연구사업	NMTO반응 메커 니즘 및 신소재 합성 연구	홍*봉	홍*봉	10077***	이공계열	20180101	20181231	단독	100000000	100000000	100.00%	100000000	20180509
2018.1.1~ 2018.12.31	54	과학기술정 보통신부	이공학분야 (S/ERC)	비가역적 기후변 화 연구 센터	안*일	국*성	10112***	이공계열	20180601	20190228	공동	1170000000	1170000000	8.5470085 4%	100000000	20180604

산정 기간	연 번	주관 부처	사업명	연구 과제명	연구 책임자 성명	참여 교수 성명	연구자 등록번호	이공계열/ 인문사회계열	연구기간 (YYYYMMDD)		연구 형태	총연구비 (원) (A)	총연구비 중 입금액(원) (B)	사업 참여 교수 지분(%) (C)	총입금액중사 업참여교수 지분액 (원) (D=B*C)	연구비 입 금일 (YYYYMMDD)
									시작일	종료일						
2018.1.1~ 2018.12.31	55	과학기술정 보통신부	이공학분야 (S/ERC)	비가역적 기후변 화 연구 센터	안*일	민*기	11198***	이공계열	20180601	20190228	공동	1170000000	1170000000	8.5470085 4%	100000000	20180604
2018.1.1~ 2018.12.31	56	과학기술정 보통신부	기초연구실 지원사업	전기화학 기반 차 세대 에너지 중립 형 수처리 시스템 연구실	이*상	조*우	10643***	이공계열	20180601	20190228	공동	375000000	375000000	25.00%	93750000	20180604
2018.1.1~ 2018.12.31	57	환경부	기상 지진 SEE-AT기술 개발연구사 업	인위적 영향에 따 른 동아시아 강수 시공간분포의 과 거-미래변화 원 인규명과	민*기	민*기	11198***	이공계열	20180401	20181231	단독	180000000	180000000	100.00%	180000000	20180611
2018.1.1~ 2018.12.31	58	과학기술정 보통신부	글로벌연구 실(GRL)	반도체 기반 융합 소재를 이용한 에 너지 전환 기능성 수처리 기술	최*용	최*용	10105***	이공계열	20180501	20190228	단독	460000000	460000000	100.00%	460000000	20180705
2018.1.1~ 2018.12.31	59	환경부	기상 지진 SEE-AT기술 개발연구사 업	인도양-태평양 상호작용 및 동아 시아 기후와 관련 성 연구	국*성	국*성	10112***	이공계열	20180401	20181231	단독	130000000	130000000	100.00%	130000000	20180718
2018.1.1~ 2018.12.31	60	환경부	기상 지진 SEE-AT기술 개발연구사 업	CCLM 지역기후 모델을 이용한 RCP 및 SSP시나 리오 기반의 동아 시아	민*기	민*기	11198***	이공계열	20180401	20181231	단독	170000000	170000000	100.00%	170000000	20180718
2018.1.1~ 2018.12.31	61	과학기술정 보통신부	국제기관간 MOU지원사 업	난분해성 오염물 질 분해를 위한 카본나이트라이 드 담지형 태양광 촉매반응기 개발 및 메커니즘 연구	최*용	최*용	10105***	이공계열	20180701	20190630	단독	41480000	41480000	100.00%	41480000	20180718
2018.1.1~ 2018.12.31	62	과학기술정 보통신부	리더연구자 지원사업(창 의연구)	나노다공성 재료 합성 연구단	홍*봉	홍*봉	10077***	이공계열	20180701	20190430	단독	710000000	710000000	100.00%	710000000	20180718
2018.1.1~ 2018.12.31	63	과학기술정 보통신부	기후변화대 응기술개발 사업	산화환원 활성점 제어를 통한 고신 택 CO2 전환 산 화물 광촉매 개발	최*용	최*용	10105***	이공계열	20180615	20190414	단독	85000000	85000000	100.00%	85000000	20180810

산정 기간	연 번	주관 부처	사업명	연구 과제명	연구 책임자 성명	참여 교수 성명	연구자 등록번호	이공계열/ 인문사회계열	연구기간 (YYYYMMDD)		연구 형태	총연구비 (원) (A)	총연구비 중 입금액(원) (B)	사업 참여 교수 지분(%) (C)	총입금액중사 업참여교수 지분액 (원) (D=B*C)	연구비 입 금일 (YYYYMMDD)
									시작일	종료일						
2018.1.1~ 2018.12.31	64	과학기술정보통신부	기후변화대응기술개발사업	유무기 하이브리드 물산화광촉매 개발	최*용	최*용	10105***	이공계열	20180731	20190730	단독	250000000	250000000	100.00%	250000000	20180911
2018.1.1~ 2018.12.31	65	과학기술정보통신부	글로벌연구실(GRL)	대기 오염물질 유입에 의한 질소순환 변화 측정기술 개발	이*택	이*택	10056***	이공계열	20181001	20190731	단독	385000000	385000000	100.00%	385000000	20181004
2018.1.1~ 2018.12.31	66	과학기술정보통신부	국제기관간 MOU지원사업	유무기 하이브리드 반도체의 가시광촉매 전환반응 및 메커니즘 연구	최*용	최*용	10105***	이공계열	20181201	20191130	단독	60000000	60000000	100.00%	60000000	20181210
2018.1.1~ 2018.12.31	67	환경부	연구용역사업	바다숲 탄소흡수력 조사	이*택	이*택	10056***	이공계열	20181226	20190430	단독	129000000	90300000	100.00%	90300000	20181228
2018.1.1~ 2018.12.31	68	해양수산과학기술진흥원	해양수산생명공학기술개발사업	해양 섬유복합소재 및 바이오플라스틱소재 기술개발	차*준	황*수	10167***	이공계열	20180401	20190228	공동	1451000000	921151928	14.30275668%	131750119	20180430,20181224
2018.1.1~ 2018.12.31	69	중소벤처기업부	산학연공동기술개발사업	갈산 및 셀룰로오스 나노섬유 복합한체 기반의 새로운 지혈 드레싱제 개발	황*수	황*수	10167***	이공계열	20180601	20190531	단독	44400000	21135770	100.00%	21135770	20180831,20181231
2018.1.1~ 2018.12.31	70	산업통상자원부	에너지자원기술개발사업	바이오가스 운전 안정성 확보를 위한 에너지 회수율 70% 이상 급분 산 설	황*환	황*환	10056***	이공계열	20170101	20171231	단독	175000000	2197229	100.00%	2197229	20180105,20180117
2018.1.1~ 2018.12.31	71	산업통상자원부	에너지기술인력양성사업	차세대 바이오에너지 공정제어 인력양성 고급트랙 (4차년도)	황*환	황*환	10056***	이공계열	20170701	20180430	단독	360000000	174430608	100.00%	174430608	20180105,20180530
2018.1.1~ 2018.12.31	72	산업통상자원부	산업원천기술개발사업(산업기술)	산업용 재이용수 생산을 위한 저에너지 탈염 수처리 엔지니어링 패키징 개발	조*우	조*우	10643***	이공계열	20171001	20180531	단독	100000000	99804800	100.00%	99804800	20180130,20180710
2018.1.1~ 2018.12.31	73	해양수산부	해양연구개발사업	얼음 내부 환경 유무기 물질의 복합 반응계 특성 메커니즘 규명 및	최*용	최*용	10105***	이공계열	20180101	20181231	단독	200000000	200000000	100.00%	200000000	20180130,20180718

산정 기간	연 번	주관 부처	사업명	연구 과제명	연구 책임자 성명	참여 교수 성명	연구자 등록번호	이공계열/ 인문사회계열	연구기간 (YYYYMMDD)		연구 형태	총연구비 (원) (A)	총연구비 중 입금액(원) (B)	사업 참여 교수 지분(%) (C)	총입금액중사 업참여교수 지분액 (원) (D=B*C)	연구비 입 금일 (YYYYMM D)
									시작일	종료일						
				환경												
2018.1.1~ 2018.12.3 1	74	식약처	연구용역사 업	식품 중 신규 환 경유래 유기오염 물질(DECA-BDE 등) 오염실태조 사	황*수	황*수	10167***	이공계열	20180201	20181231	공동	200000000	199034760	75.00%	149276070	20180222,2 0181219
2018.1.1~ 2018.12.3 1	75	교육부	BK21 플러 스 사업	6차년도 환경-에 너지-기후 시스 템연구 사업팀 국 고지원금 (BK21플러스사 업	최*용	최*용	10105***	이공계열	20180301	20190228	단독	296254000	296254000	100.00%	296254000	20180324,2 0181102
2018.1.1~ 2018.12.3 1	76	환경부	연구용역사 업	기후변화에 따른 해양산성화 영향 및 예측	이*택	이*택	10056***	이공계열	20180309	20181215	단독	79500000	79319812	100.00%	79319812	20180326,2 0181228
2018.1.1~ 2018.12.3 1	77	환경부	연구용역사 업	국가해양생태계 종합조사 조사결 과 활용 및 발전 방안 수립	이*택	이*택	10056***	이공계열	20180321	20181019	단독	14025000	14025000	100.00%	14025000	20180406,2 0181101
2018.1.1~ 2018.12.3 1	78	산업통상자 원부	에너지자원 기술개발사 업	바이오가스 운전 안정성 확보를 위 한 에너지 회수율 70% 이상급 분 산 설	황*환	황*환	10056***	이공계열	20180101	20181231	단독	150000000	147902500	100.00%	147902500	20180406,2 0181224
2018.1.1~ 2018.12.3 1	79	산업통상자 원부	에너지자원 기술개발사 업	슬러지 에너지화 경제성 향상을 위 한 에너지전환율 25%이상 슬러지 가용화율	황*환	황*환	10056***	이공계열	20180101	20181231	단독	187500000	184378770	100.00%	184378770	20180406,2 0181224
2018.1.1~ 2018.12.3 1	80	과학기술정 보통신부	중견연구자 지원사업(도 약연구_도전)	생물에 의한 해양 CO2 제거능력 변동 규명	이*택	이*택	10056***	이공계열	20180301	20190228	단독	220612000	220612000	100.00%	220612000	20180504,2 0180726
2018.1.1~ 2018.12.3 1	81	환경부	연구용역사 업	기후변화에 따른 이어도 해역의 해 양탄소순환 반응 및 한반도 기상인 자들간	이*택	이*택	10056***	이공계열	20180515	20181211	공동	136500000	136500000	59.00%	80535000	20180611,2 0181218

산정 기간	연 번	주관 부처	사업명	연구 과제명	연구 책임자 성명	참여 교수 성명	연구자 등록번호	이공계열/ 인문사회계열	연구기간 (YYYYMMDD)		연구 형태	총연구비 (원) (A)	총연구비 중 입금액(원) (B)	사업 참여 교수 지분(%) (C)	총입금액중사 업참여교수 지분액 (원) (D=B*C)	연구비 입 금일 (YYYYMMDD)
									시작일	종료일						
2018.1.1~ 2018.12.31	82	환경부	연구용역사업	기후변화에 따른 이어도 해역의 해 양탄소순환 반응 및 한반도 기상인 자들간	이*택	국*성	10112***	이공계열	20180515	20181211	공동	136500000	136500000	41.00%	55965000	20180611,2 0181218
2018.1.1~ 2018.12.31	83	산업통상자 원부	에너지기술 인력양성사업	차세대 바이오에 너지 공정제어 인 력양성 고급트랙	황*환	황*환	10056***	이공계열	20180501	20190228	단독	338100000	207602773	100.00%	207602773	20180627,2 0181224
2018.1.1~ 2018.12.31	84	해양수산부	해양수산연 구개발사업	북극해 해양생지 화학과정의 기후 피드백 연구	국*성	국*성	10112***	이공계열	20180501	20190430	단독	50000000	35000000	100.00%	35000000	20180705
2018.1.1~ 2018.12.31	85	산업통상자 원부	산업원천기 술개발사업 (산업기술)	산업용 재이용수 생산을 위한 저에 너지 탈염 수처리 엔지니어링 패키 지 개발	조*우	조*우	10643***	이공계열	20180601	20181231	단독	100000000	85753809	100.00%	85753809	20180726,2 0181224
2018.1.1~ 2018.12.31	86	산업통상자 원부	산업원천기 술개발사업 (에너지)	미활용 바이오매 스 이용을 통한 중소도시 맞춤형 바이오가스화 실 증시스템 개	황*환	황*환	10056***	이공계열	20180601	20181231	단독	165000000	159449140	100.00%	159449140	20180807,2 0181224
2018.1.1~ 2018.12.31	87	환경부	환경공학기 술개발사업	포항 구무천 중금 속 안정동위원소 이용 오염원인 추 적조사	권*윤	권*윤	11817***	이공계열	20180622	20181231	단독	40000000	40000000	100.00%	40000000	20180807,2 0181113
2018.1.1~ 2018.12.31	88	산업통상자 원부	산업기술혁 신사업	미활용 고열량 바 이오매스의 바이 오가스화를 통한 에너지회수율 70%달성 스	황*환	황*환	10056***	이공계열	20181001	20190331	단독	165000000	2670000	100.00%	2670000	20181213,2 0181224
2019.1.1~ 2019.12.31	89	과학기술정 보통신부	국제연구인 력교류사업	(유형2) 실내공 기오염 저감용 내 구성 향상 광촉매 소재 개발 및 비 활성화	최*용	최*용	10105***	이공계열	20190101	20191231	단독	40000000	40000000	100.00%	40000000	20190213
2019.1.1~ 2019.12.31	90	과학기술정 보통신부	국제연구인 력교류사업	(유형1) 효율적 인 광 에너지 전 환을 위한 금속산 화물 및 금속-유 기 구조	최*용	최*용	10105***	이공계열	20190101	20191231	단독	70000000	70000000	100.00%	70000000	20190213

산정 기간	연 번	주관 부처	사업명	연구 과제명	연구 책임자 성명	참여 교수 성명	연구자 등록번호	이공계열/ 인문사회계열	연구기간 (YYYYMMDD)		연구 형태	총연구비 (원) (A)	총연구비 중 입금액(원) (B)	사업 참여 교수 지분(%) (C)	총입금액중사 업참여교수 지분액 (원) (D=B*C)	연구비 입 금일 (YYYYMM D)
									시작일	종료일						
2019.1.1~ 2019.12.3 1	91	교육부	기본연구지 원사업	수처리와 수소 생 산이 동시에 가능 한 초음파 촉매 공정에서 반응속 도론 연구	최*용	최*용	10105***	이공계열	20190301	20200229	단독	50000000	50000000	100.00%	50000000	20190222
2019.1.1~ 2019.12.3 1	92	과학기술정 보통신부	이공학분야 (S/ERC)	비가역적 기후변 화 연구 센터	안*일	국*성	10112***	이공계열	20190301	20200229	공동	1560000000	1560000000	6.4102564 %	100000000	20190228
2019.1.1~ 2019.12.3 1	93	과학기술정 보통신부	이공학분야 (S/ERC)	비가역적 기후변 화 연구 센터	안*일	민*기	11198***	이공계열	20190301	20200229	공동	1560000000	1560000000	6.4102564 %	100000000	20190228
2019.1.1~ 2019.12.3 1	94	환경부	기상 지진 SEE-AT기술 개발연구사 업	인위적 영향에 따 른 동아시아 강수 시공간분포의 과 거 미래변화원인 규명과 평	민*기	민*기	11198***	이공계열	20190101	20191231	단독	185000000	185000000	100.00%	185000000	20190228
2019.1.1~ 2019.12.3 1	95	과학기술정 보통신부	기초연구실 지원사업	전기화학 기반 차 세대 에너지 중립 형 수처리 시스템 연구실	이*상	조*우	10643***	이공계열	20190301	20200228	공동	500000000	500000000	25.00%	125000000	20190228
2019.1.1~ 2019.12.3 1	96	과학기술정 보통신부	글로벌연구 실(GRL)	반도체 기반 융합 소재를 이용한 에 너지 전환 가능성 수처리 기술	최*용	최*용	10105***	이공계열	20190301	20200229	단독	552000000	552000000	100.00%	552000000	20190228
2019.1.1~ 2019.12.3 1	97	과학기술정 보통신부	해양극지기 초원천기술 개발사업	해양 고분자 및 접착제를 활용한 해조류 포자 피막 화 기술개발	황*수	황*수	10167***	이공계열	20190101	20191231	공동	475000000	475000000	36.842105 2%	175000000	20190228
2019.1.1~ 2019.12.3 1	98	과학기술정 보통신부	중견연구자 지원사업(이 공분야)	지면-해양 생지 화학과정의 기후 피드백 연구	국*성	국*성	10112***	이공계열	20190301	20200229	단독	300000000	300000000	100.00%	300000000	20190304
2019.1.1~ 2019.12.3 1	99	과학기술정 보통신부	중견연구자 지원사업(이 공분야)	인도-태평양 원 불 강화의 원인규 명 및 미래전망 연구	민*기	민*기	11198***	이공계열	20190301	20200229	단독	120000000	120000000	100.00%	120000000	20190304
2019.1.1~ 2019.12.3 1	100	과학기술정 보통신부	중견연구자 지원사업(도 약연구_도전)	생물에 의한 해양 CO2 제거능력 변동 규명	이*택	이*택	10056***	이공계열	20190301	20202229	단독	304434000	304434000	100.00%	304434000	20190304

산정 기간	연 번	주관 부처	사업명	연구 과제명	연구 책임자 성명	참여 교수 성명	연구자 등록번호	이공계열/ 인문사회계열	연구기간 (YYYYMMDD)		연구 형태	총연구비 (원) (A)	총연구비 중 입금액(원) (B)	사업 참여 교수 지분(%) (C)	총입금액중사 업참여교수 지분액 (원) (D=B*C)	연구비 입 금일 (YYYYMM D)
									시작일	종료일						
2019.1.1~ 2019.12.3 1	101	과학기술정 보통신부	중견연구자 지원사업(이 공분야)	과산화수소의 광 합성 생산을 위한 광전환 용합 소재 및 반응 시스템 개발	최*용	최*용	10105***	이공계열	20190301	20200229	단독	160000000	160000000	100.00%	160000000	20190304
2019.1.1~ 2019.12.3 1	102	과학기술정 보통신부	중견연구자 지원사업(이 공분야)	해양생물 모사 기 반의 수중 QUADRUPOLE 작용력 제어를 통 한 신개념	황*수	황*수	10167***	이공계열	20190301	20200229	단독	250000000	250000000	100.00%	250000000	20190304
2019.1.1~ 2019.12.3 1	103	과학기술정 보통신부	중견연구자 지원사업(이 공분야)	혐기성소화조 미 생물의 시공간적 유전/전사 상태 지도 구축 및 기 계학습 기반	황*환	황*환	10056***	이공계열	20190301	20200229	단독	300000000	300000000	100.00%	300000000	20190304
2019.1.1~ 2019.12.3 1	104	과학기술정 보통신부	나노소재원 천기술개발 사업	귀금속 대체 전기 촉매 양극 및 수 처리 동시 수소 생산용 폐수 전해 공정	조*우	조*우	10643***	이공계열	20190201	20191231	공동	170334000	170334000	76.516725 9%	130334000	20190419
2019.1.1~ 2019.12.3 1	105	환경부	연구용역사 업	화학적 추적자를 이용한 저층수와 냉수대 영향 연구	이*택	이*택	10056***	이공계열	20190418	20191217	공동	49000000	34300001	88.775510 5%	30450001	20190424
2019.1.1~ 2019.12.3 1	106	환경부	연구용역사 업	화학적 추적자를 이용한 저층수와 냉수대 영향 연구	이*택	이*택	10056***	이공계열	20190418	20191217	공동	49000000	34300001	11.224489 4%	3850000	20190424
2019.1.1~ 2019.12.3 1	107	환경부	기상 지진 SEE-AT기술 개발연구사 업	인도양-태평양 상호작용 및 동아 시아 기후와 관련 성 연구	국*성	국*성	10112***	이공계열	20190101	20191231	단독	130000000	130000000	100.00%	130000000	20190425
2019.1.1~ 2019.12.3 1	108	환경부	연구용역사 업	이상기후 정보 서 비스를 위한 가이 던스 및 콘텐츠 개발	국*성	국*성	10112***	이공계열	20190326	20191124	공동	383714100	268599870	64.06%	172065077	20190429
2019.1.1~ 2019.12.3 1	109	환경부	연구용역사 업	이상기후 정보 서 비스를 위한 가이 던스 및 콘텐츠 개발	국*성	민*기	11198***	이공계열	20190326	20191124	공동	383714100	268599870	13.03%	34998563	20190429

산정 기간	연 번	주관 부처	사업명	연구 과제명	연구 책임자 성명	참여 교수 성명	연구자 등록번호	이공계열/ 인문사회계열	연구기간 (YYYYMMDD)		연구 형태	총연구비 (원) (A)	총연구비 중 입금액(원) (B)	사업 참여 교수 지분(%) (C)	총입금액중사 업참여교수 지분액 (원) (D=B*C)	연구비 입 금일 (YYYYMMDD)
									시작일	종료일						
2019.1.1~ 2019.12.31	110	환경부	연구용역사업	기후변화에 따른 이어도 해역의 해 양탄소순환 반응 및 한반도 기상인 자들 간	이*택	이*택	10056***	이공계열	20190510	20191206	공동	151000000	105700001	62.384106 3%	65940001	20190523
2019.1.1~ 2019.12.31	111	환경부	연구용역사업	기후변화에 따른 이어도 해역의 해 양탄소순환 반응 및 한반도 기상인 자들 간	이*택	국*성	10112***	이공계열	20190510	20191206	공동	151000000	105700001	37.615893 6%	39760000	20190523
2019.1.1~ 2019.12.31	112	과학기술정 보통신부	기후변화대 응기술개발 사업	산화환원 활성점 제어를 통한 고선 택 CO2전환 산 화물 광촉매 개발	최*용	최*용	10105***	이공계열	20190415	20200214	단독	85000000	85000000	100.00%	85000000	20190531
2019.1.1~ 2019.12.31	113	과학기술정 보통신부	융합연구사업	NMTO반응 메커 니즘 및 신소재 합성 연구	홍*봉	홍*봉	10077***	이공계열	20190101	20191231	단독	100000000	100000000	100.00%	100000000	20190604
2019.1.1~ 2019.12.31	114	환경부	연구용역사업	바다숲 탄소흡수 력 조사	이*택	이*택	10056***	이공계열	20181226	20190430	단독	129000000	38700000	100.00%	38700000	20190605
2019.1.1~ 2019.12.31	115	환경부	연구용역사업	한반도 극한기온 사례에 대한 인위 적/자연적 원인 규명 분석기술 개 발(I)	민*기	민*기	11198***	이공계열	20190508	20191130	단독	106818182	82250001	100.00%	82250001	20190612
2019.1.1~ 2019.12.31	116	과학기술정 보통신부	일반연구자 지원사업(기 본)	수산물 및 퇴적물 안정동위원소 분 석을 통한 국내 해안 수은 오염원 추적	권*윤	권*윤	11817***	이공계열	20190601	20200229	단독	37500000	37500000	100.00%	37500000	20190702
2019.1.1~ 2019.12.31	117	과학기술정 보통신부	국제연구인 력교류사업	표면 플라즈몬 공 명 금속나노 입자 와 반도체의 융합 소재 개발 및 태 양광 수	최*용	최*용	10105***	이공계열	20190901	20191231	단독	23666000	23666000	100.00%	23666000	20190708
2019.1.1~ 2019.12.31	118	과학기술정 보통신부	기후변화대 응기술개발 사업	유무기 하이브리 드 물산화광촉매 개발	최*용	최*용	10105***	이공계열	20190731	20190929	단독	42000000	42000000	100.00%	42000000	20190806

산정 기간	연 번	주관 부처	사업명	연구 과제명	연구 책임자 성명	참여 교수 성명	연구자 등록번호	이공계열/ 인문사회계열	연구기간 (YYYYMMDD)		연구 형태	총연구비 (원) (A)	총연구비 중 입금액(원) (B)	사업 참여 교수 지분(%) (C)	총입금액중사 업참여교수 지분액 (원) (D=B*C)	연구비 입 금일 (YYYYMMDD)
									시작일	종료일						
2019.1.1~ 2019.12.31	119	과학기술정보통신부	리더연구자 지원사업(창 의연구)	나노다공성 재료 합성 연구단	홍*봉	홍*봉	10077***	이공계열	20190501	20200229	단독	710000000	710000000	100.00%	710000000	20190809
2019.1.1~ 2019.12.31	120	해양수산부	해양수산연 구개발사업	남극 육빙 용융에 따른 해양순환 변 화 및 전지구 기 후 영향 연구	국*성	국*성	10112***	이공계열	20190601	20200531	단독	70000000	49000001	100.00%	49000001	20190821
2019.1.1~ 2019.12.31	121	과학기술정보통신부	글로벌연구 실(GRL)	대기오염물질 유 입에 의한 질소순 환 변화 측정기술 개발	이*택	이*택	10056***	이공계열	20190801	20191130	단독	154000000	154000000	100.00%	154000000	20190821
2019.1.1~ 2019.12.31	122	과학기술정보통신부	국제기관간 MOU지원사 업	유무기 하이브리 드 반도체의 가시 광촉매 전환반응 및 메커니즘 연구	최*용	최*용	10105***	이공계열	20191201	20201130	단독	60000000	60000000	100.00%	60000000	20191205
2019.1.1~ 2019.12.31	123	과학기술정보통신부	국제기관간 MOU지원사 업	골격구조가 유연 한 제올라이트의 합성 및 이산화탄 소 흡착특성 연구	홍*봉	홍*봉	10077***	이공계열	20200101	20201231	단독	20000000	20000000	100.00%	20000000	20191219
2019.1.1~ 2019.12.31	124	해양수산과학기술진흥원	해양수산생 명공학기술 개발사업	해양 섬유복합소 재 및 바이오플라 스틱소재 기술개 발	차*준	황*수	10167***	이공계열	20190301	20191231	공동	1840000000	1721035940	7.7992933 7%	134228642	20190404,2 0191224
2019.1.1~ 2019.12.31	125	산업통상자원부	에너지자원 기술개발사 업	슬러지 에너지화 경제성 향상을 위 한 에너지전환율 25%향상 슬러지 가용화용	황*환	황*환	10056***	이공계열	20180101	20181231	단독	187500000	3121230	100.00%	3121230	20190104,2 0190117
2019.1.1~ 2019.12.31	126	산업통상자원부	에너지자원 기술개발사 업	바이오가스 운전 안정성 확보를 위 한 에너지 회수율 70% 이상급 분 산 설	황*환	황*환	10056***	이공계열	20180101	20181231	단독	150000000	1580500	100.00%	1580500	20190104,2 0190124
2019.1.1~ 2019.12.31	127	산업통상자원부	에너지기술 인력양성사 업	차세대 바이오에 너지 공정제어 인 력양성 고급트랙	황*환	황*환	10056***	이공계열	20180501	20190228	단독	338100000	130490227	100.00%	130490227	20190104,2 0190315
2019.1.1~ 2019.12.31	128	산업통상자원부	산업원천기 술개발사업 (에너지)	미활용 바이오매 스 이용을 통한 중소도시 맞춤형 바이오가스화 설 증시스템 개	황*환	황*환	10056***	이공계열	20180601	20181231	단독	165000000	5539100	100.00%	5539100	20190104,2 0190315

산정 기간	연 번	주관 부처	사업명	연구 과제명	연구 책임자 성명	참여 교수 성명	연구자 등록번호	이공계열/ 인문사회계열	연구기간 (YYYYMMDD)		연구 형태	총연구비 (원) (A)	총연구비 중 입금액(원) (B)	사업 참여 교수 지분(%) (C)	총입금액중사 업참여교수 지분액 (원) (D=B*C)	연구비 입 금일 (YYYYMM D)
									시작일	종료일						
2019.1.1~ 2019.12.3 1	129	산업통상자 원부	산업기술혁 신사업	미활용 고열량 바 이오매스의 바이 오가스를 통한 에너지회수율 70%달성 스	황*환	황*환	10056***	이공계열	20181001	20190331	단독	165000000	133330000	100.00%	133330000	20190104,2 0190418
2019.1.1~ 2019.12.3 1	130	산업통상자 원부	산업기술혁 신사업	고효율 고내열성 DENOX 촉매 시 스템 기술 개발	홍*봉	홍*봉	10077***	이공계열	20181001	20190331	단독	150000000	129998787	100.00%	129998787	20190108,2 0190618
2019.1.1~ 2019.12.3 1	131	산업통상자 원부	산업원천기 술개발사업 (산업기술)	산업용 재이용수 생산을 위한 저에 너지 탈염 수처리 엔지니어링 패키 지 개발	조*우	조*우	10643***	이공계열	20180601	20181231	단독	100000000	13946191	100.00%	13946191	20190116,2 0190218
2019.1.1~ 2019.12.3 1	132	중소벤처기 업부	산학연공동 기술개발사 업	갈산 및 셀룰로오 스 나노섬유 복합 체 기반의 새로운 지혈 드레싱제 개 발	황*수	황*수	10167***	이공계열	20180601	20190531	단독	44400000	23236060	100.00%	23236060	20190124,2 0190625
2019.1.1~ 2019.12.3 1	133	과학기술정 보통신부	신진연구지 원사업	전기화학적 수처 리 산화전극 정량 평가 및 설계 기 법 개발	조*우	조*우	10643***	이공계열	20190301	20200229	단독	200000000	200000000	100.00%	200000000	20190228,2 0190805
2019.1.1~ 2019.12.3 1	134	해양수산부	해양연구개 발사업	얼음 내부 환경 유무기 물질의 복 합 반응계 특성 메카니즘 규명 및 환경	최*용	최*용	10105***	이공계열	20190101	20191231	단독	170000000	170000000	100.00%	170000000	20190228,2 0190821
2019.1.1~ 2019.12.3 1	135	산업통상자 원부	에너지자원 기술개발사 업	슬러지 에너지화 경제성 향상을 위 한 에너지전환율 25% 향상 슬러 지 가용	황*환	황*환	10056***	이공계열	20190101	20190630	단독	56000000	55999426	100.00%	55999426	20190328,2 0191016
2019.1.1~ 2019.12.3 1	136	교육부	BK21 플러 스 사업	7차년도 환경-에 너지-기후 시스 템연구 사업팀 국 고지원	최*용	최*용	10105***	이공계열	20190301	20200229	단독	298449000	298449000	100.00%	298449000	20190329,2 0190930
2019.1.1~ 2019.12.3 1	137	산업통상자 원부	에너지자원 기술개발사 업	바이오가스 운전 안정성 확보를 위 한 에너지 회수율 70% 이상급 분 산 설	황*환	황*환	10056***	이공계열	20190101	20190630	단독	45000000	44981500	100.00%	44981500	20190404,2 0190718

산정 기간	연 번	주관 부처	사업명	연구 과제명	연구 책임자 성명	참여 교수 성명	연구자 등록번호	이공계열/ 인문사회계열	연구기간 (YYYYMMDD)		연구 형태	총연구비 (원) (A)	총연구비 중 입금액(원) (B)	사업 참여 교수 지분(%) (C)	총입금액중사 업참여교수 지분액 (원) (D=B*C)	연구비 입 금일 (YYYYMMDD)
									시작일	종료일						
2019.1.1~ 2019.12.31	138	산업통상자 원부	산업원천기술개발사업 (산업기술)	산업용 재이용수 생산을 위한 저에너지 탈염 수처리 엔지니어링패키지개발	조*우	조*우	10643***	이공계열	20190101	20191231	단독	130000000	115471451	100.00%	115471451	20190404,20191224
2019.1.1~ 2019.12.31	139	산업통상자 원부	산업원천기술개발사업 (에너지)	미활용 바이오매스 이용을 통한 중소도시 맞춤형 바이오가스화 실 증시스템 개	황*환	황*환	10056***	이공계열	20190101	20191231	단독	214578000	204060999	100.00%	204060999	20190404,20191224
2019.1.1~ 2019.12.31	140	해양수산부	연구용역사업	기후변화에 따른 해양산성화 영향 및 예측	이*택	이*택	10056***	이공계열	20190311	20191210	단독	80000000	56000000	100.00%	56000000	20190411
2019.1.1~ 2019.12.31	141	산업통상자 원부	산업기술혁신사업	차세대 바이오에너지 공정제어 인 력양성 고급트랙 (2단계)	황*환	황*환	10056***	이공계열	20190301	20190630	단독	130000000	129907615	100.00%	129907615	20190507,20190717
2019.1.1~ 2019.12.31	142	산업통상자 원부	산업기술혁신사업	미활용 고열량 바이오매스의 바이 오가스화를 통한 에너지회수율 70%달성 스	황*환	황*환	10056***	이공계열	20190401	20191231	단독	141000000	130465316	100.00%	130465316	20190613,20191224
2019.1.1~ 2019.12.31	143	중소벤처기업부	산학연공동 기술개발사업	갈산 및 셀룰로오스 나노섬유 복합 체 기반의 새로운 지혈 드레싱제 개발	황*수	황*수	10167***	이공계열	20190601	20200531	단독	44400000	15739500	100.00%	15739500	20190919,20191206
총 수주 건수			'17.1.1.-'17.12.31.		40		이공계열 참여교수 중앙정부 연구비 수주 총 입금액 (원)	'17.1.1.-'17.12.31.		6048640065		인문사회계열 참여교 수 중앙정부 연구비 수주 총 입금액 (원)	'17.1.1.-'17.12.31.		0	
			'18.1.1.-'18.12.31.		48			'18.1.1.-'18.12.31.		7623809560			'18.1.1.-'18.12.31.		0	
			'19.1.1.-'19.12.31.		55			'19.1.1.-'19.12.31.		6837493188			'19.1.1.-'19.12.31.		0	
			총계		143			총계		20509942813			총계		0	

[첨부 3-2] 최근 3년간 참여교수의 산업체(국내) 연구비 수주실적

산정 기간	연 번	산업체명	산업체 구분	지역 구분	연구 과제명	연구 책임자 성명	참여 교수 성명	연구자 등록번호	이공계열/ 인문사회계 열	연구기간 (YYYYMMDD)		연구 형태	총연구비 (원) (A)	총연구비 중 입금액(원) (B)	사업 참 여교수 지분(%) (C)	총입금액중 사 업참여교수 지분액 (원) (D=B*C)	연구비 입 금일 (YYY MMDD)
										시작일	종료일						
2017.1.1 ~2017.12 .31	1	(주)포스코	대기업	포항	(포스텍 상용화 과제)인테그리/ 나노-셀룰로오 스 하이드로젤 기반 피부 패치	황*수	황*수	10167***	이공계열	2015060 1	2016113 0	단독	243,000,000	21,823,252	100.00%	21823252	20170214,20 170228,2017 0620
2017.1.1 ~2017.12 .31	2	현대엔지니어 (주)	대기업	서울	차세대 고성능 저가 SCR촉매 기술 연구	홍*봉	홍*봉	10077***	이공계열	2016011 1	2017011 0	단독	85,000,000	37,400,000	100.00%	37400000	20170315
2017.1.1 ~2017.12 .31	3	삼성전자 (주)	대기업	수원	유해가스 제거 용 TNT 광촉매 필터 성능 향상	최*용	최*용	10105***	이공계열	2016122 0	2017103 0	단독	90,000,000	49,500,000	100.00%	49500000	20170607,20 171115
2017.1.1 ~2017.12 .31	4	(주)포스코	대기업	포항	성형탄 전분바 인더의 물리적 특성 및 전착기 작 연구	황*수	황*수	10167***	이공계열	2017050 1	2018022 8	단독	106,557,417	69,617,616	100.00%	69617616	20170629,20 170703,2017 0705,201708 04,20170904 ,20170918,2 0170927,201 71011,20171 107,2017120 5,20171206
2017.1.1 ~2017.12 .31	5	(주)포스코	대기업	포항	[특별지원사업]포항시 음폐수 제철소 탈질 유 기탄소원 활용 방안 수립	황*환	황*환	10056***	이공계열	2015120 1	2016053 1	단독	74,821,008	74,821,008	100.00%	74821008	20170210,20 170321
2017.1.1 ~2017.12 .31	6	삼성전자 (주)	대기업	수원	CDI (CAPACITIVE DEIONIZATIO N) 기술개발을 통한 무약품 반 도체 폐수처리 시스템 구축	조*우	조*우	10643***	이공계열	2017060 1	2018113 0	공동	330,000,000	110,000,000	66.67%	73337000	20170816
2018.1.1. ~2018.12 .31	7	(주)포스코	대기업	포항	성형탄 전분바 인더의 물리적 특성 및 전착기 작 연구	황*수	황*수	10167***	이공계열	2017050 1	2018022 8	단독	106,557,417	36,939,801	100.00%	36939801	20180104,20 180110,2018 0125,201802 07,20180312 ,20180325,2 0180509
2018.1.1. ~2018.12 .31	8	삼성전자 (주)	대기업	수원	LITHO항 저분 자 유기오염 제 어를 위한 다공	홍*봉	홍*봉	10077***	이공계열	2018030 1	2019022 8	단독	66,000,000	46,200,000	100.00%	46200000	20180323,20 181022

산정 기간	연 번	산업체명	산업체 구분	지역 구분	연구 과제명	연구 책임자 성명	참여 교수 성명	연구자 등록번호	이공계열/ 인문사회계열	연구기간 (YYYYMMDD)		연구 형태	총연구비 (원) (A)	총연구비 중 입금액(원) (B)	사업 참 여교수 지분(%) (C)	총입금액중사 업참여교수 지분액 (원) (D=B*C)	연구비 입 금일 (YYYY MMDD)
										시작일	종료일						
					성 흡착제 개발												
2018.1.1. ~2018.12. .31	9	(주)포스코	대기업	포항	전분 바인더 호 화도 정립 및 첨 가물을 이용한 호화특성 변화 연구	황*수	황*수	10167***	이공계열	2018040 1	2018113 0	단독	136,347,552	119,299,091	100.00%	119299091	20180425,20 180525,2018 0607,201806 29,20180710 ,20180808,2 0180831,201 80904,20181 002,2018101 6,20181030, 20181031,20 181205
2019.1.1. ~2019.12. .31	10	삼성전자 (주)	대기업	수원	CDI (CAPACITIVE DEIONIZATIO N) 기술개발을 통한 무약품 만 도체 폐수처리 시스템 구축	조*우	조*우	10643***	이공계열	2017060 1	2018113 0	공동	330,000,000	220,000,000	66.66%	146652000	20190109
2019.1.1. ~2019.12. .31	11	(주)포스코	대기업	포항	전분 바인더 호 화도 정립 및 첨 가물을 이용한 호화특성 변화 연구	황*수	황*수	10167***	이공계열	2018040 1	2018113 0	단독	136,347,552	17,048,461	100.00%	17048461	20190129,20 190307
2019.1.1. ~2019.12. .31	12	SK인천석 유화학(주)	대기업	인천	환경생물공정 주요 미생물 DNA 기반 탐침 자 제작 및 정량 기술 기반의 빅	황*환	황*환	10056***	이공계열	2019010 7	2019073 1	단독	165,000,000	165,000,000	80.00%	132000000	20190325,20 190911
2019.1.1. ~2019.12. .31	13	(주)포스코	대기업	포항	석탄 혼합물내 전분바인더의 호화도 분석 표 준화 연구	황*수	황*수	10167***	이공계열	2019030 1	2019103 1	단독	102,386,207	102,386,207	100.00%	102386207	20190326,20 190430,2019 0507,201905 24,20190604 ,20190628,2 0190702,201 90730,20190 806,2019083 0,20190903, 20190927,20 191008,2019

산정 기간	연 번	산업체명	산업체 구분	지역 구분	연구 과제명	연구 책임자 성명	참여 교수 성명	연구자 등록번호	이공계열/ 인문사회계열	연구기간 (YYYYMMDD)		연구 형태	총연구비 (원) (A)	총연구비 중 입금액(원) (B)	사업 참 여교수 지분(%) (C)	총입금액중사 업참여교수 지분액 (원) (D=B*C)	연구비 입 금일 (YYY MMDD)
										시작일	종료일						
																	1105,201911 29
2019.1.1. ~2019.12 .31	14	삼성전자 (주)	대기업	수원	LITHO항 저분 자 유기오염 제 어를 위한 다공 성 흡착제 개발	홍*봉	홍*봉	10077***	이공계열	2018030 1	2019022 8	단독	66,000,000	19,800,000	100.00%	19800000	20190401
2019.1.1. ~2019.12 .31	15	(주)포스코	대기업	포항	수은 안정동위 원소 분석을 하류 수은 오염원 추 적 연구	권*윤	권*윤	11817***	이공계열	2019080 1	2020053 1	단독	200,000,004	90,883,127	100.00%	90883127	20190830,20 190927,2019 1008,201910 30,20191105 ,20191129,2 0191206,201 91224
2019.1.1. ~2019.12 .31	16	(주)포스코	대기업	포항	동해 연안 미세 먼지(철가루) 유입에 따른 대 기 CO2 저감 효 용성 규명	이*택	이*택	10056***	이공계열	2019111 6	2020111 5	단독	50,000,000	4,766,798	100.00%	4766798	20191129,20 191217
2019.1.1. ~2019.12 .31	17	(주)포스코	대기업	포항	스테인리스강 활성화를 통한 수중 질산성 질 소 환원전극 합 성 연구	조*우	조*우	10643***	이공계열	2019111 6	2020111 5	단독	50,000,000	4,766,798	100.00%	4766798	20191129,20 191217
2019.1.1. ~2019.12 .31	18	해양환경연 구소(주)	중소(비상 장)	군포	고성하이발전 건설공사 관련 어업피해조사 중 해양수질 조 사	이*택	이*택	10056***	이공계열	2019100 1	2021042 9	단독	35,000,000	10,500,001	100.00%	10500001	20191218
총 수주 건수			'17.1.1.-'17.12.31.		6	이공계열 참여교수의 산업체(국내) 연구비 총 입금액(원)			'17.1.1.-'17.12.31.		326498876		인문사회 계열 참여교수의 산업체(국내) 연구비 총 입금액(원)		'17.1.1.-'17.12.31.		0
			'18.1.1.-'18.12.31.		3				'18.1.1.-'18.12.31.		202438892				'18.1.1.-'18.12.31.		0
			'19.1.1.-'19.12.31.		9				'19.1.1.-'19.12.31.		528803392				'19.1.1.-'19.12.31.		0
			총계		18				총계		1057741160				계		0

[첨부 3-3] 최근 3년간 참여교수의 해외기관 연구비 수주실적

산정 기간	연 번	해외 기관명	국가명	연구 과제명	연구 책임자 성명	참여 교수 성명	연구자 등록번호	이공계열/ 인문사회계 열	연구기간 (YYYYMMDD)		연구 형태	총연구비 (원) (A)	총연구비 중 입금액(원) (B)	사업 참 여교수 지분(%) (C)	총입금액중 사 업참여교수 지분액 (원) (D=B*C)	환산입금액 (원) (E=D*2)	연구비 입 금일 (YYY MMDD)
									시작일	종료일							
2017.1.1 ~2017.12 .31	1	TEXAS A&M ENGINEER ING EXPERIME NT STATION	카타르	DEVELOPME NT OF ADVANCED SOLAR- POWERED PH	최*용	최*용	10105***	이공계열	2015020 1	2018060 1	단독	52,561,446	13,819,092	100.00%	13819092	27638184	20170828
2018.1.1 ~2018.12 .31	2	TEXAS A&M ENGINEER ING EXPERIME NT STATION	카타르	DEVELOPME NT OF ADVANCED SOLAR- POWERED PH	최*용	최*용	10105***	이공계열	2015020 1	2018060 1	단독	52,561,446	13,075,343	100.00%	13075343	26150686	20180509
2019.1.1 ~2019.12 .31	3	Pacific Islands Forum Secretaria t	사모아	REPUBLIC OF KOREA- PACIFIC ISLANDS CLIMAT	국*성	국*성	10112***	이공계열	2019010 1	2021123 1	단독	329,375,834	329,375,834	100.00%	329375834	658751668	20190401
총 수주 건수			'17.1.1.-'17.12.31.		1		이공계열 참여교수 해외기관 연구비 총 입금액(원)	'17.1.1.-'17.12.31.		27638184		인문사회계열 참여교수 해외기관 연구비 총 입금액(원)	'17.1.1.-'17.12.31.		0		
			'18.1.1.-'18.12.31.		1			'18.1.1.-'18.12.31.		26150686			'18.1.1.-'18.12.31.		0		
			'19.1.1.-'19.12.31.		1			'19.1.1.-'19.12.31.		658751668			'19.1.1.-'19.12.31.		0		
			총계		3			총계		712540538			계		0		